

【公開版】

提出年月日	令和 2 年 1 月 8 日 R33
日本原燃株式会社	

六ヶ所再処理施設における
新規制基準に対する適合性

安全審査 整理資料

第 28 条：重大事故等の拡大防止等

目 次

1 章 基準適合性

1. 規則適合性
2. 重大事故等への拡大防止等（要旨）
3. 設計上定める条件より厳しい条件の設定及び重大事故の想定箇所の特定
4. （欠番）
5. 重大事故等の対処に係るの有効性評価の基本的な考え方
6. 臨界事故への対処
7. 冷却機能の喪失による蒸発乾固への対処
8. 放射線分解により発生する水素による爆発への対処
9. 有機溶媒等による火災又は爆発への対処
10. 有機溶媒等による火災又は爆発（T B P等の錯体の急激な分解反応）への対処
11. 使用済燃料貯蔵槽における燃料損傷防止に係る対処
12. （欠番）
13. 重大事故が同時に又は連鎖して発生した場合の対処
14. 必要な要員及び資源の評価

2 章 補足説明資料

1 章 基準適合性

1. 規則適合性

重大事故は、再処理規則第1条の3において、設計上定める条件より厳しい条件の下において発生する事故であって、次に掲げるものとされている。

- 一 セル内において発生する臨界事故
- 二 使用済燃料から分離されたものであつて液体状のもの又は液体状の放射性廃棄物を冷却する機能が喪失した場合にセル内において発生する蒸発乾固
- 三 放射性分解によって発生する水素が再処理施設内部に滞留することを防止する機能が喪失した場合にセル内において発生する水素による爆発
- 四 セル内において発生する有機溶媒その他の物質による火災又は爆発（前号に掲げるものを除く。）
- 五 使用済燃料貯蔵施設に貯蔵する使用済燃料の著しい損傷
- 六 セル内又は建屋内における放射性物質の漏えい（前各号に掲げる事故に係るものを除く。）

これらに対して、「再処理施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則」（以下「事業指定基準規則」という。）第二十八条では、以下の要求がされている。

（重大事故等の拡大の防止等）

第二十八条 再処理施設は、重大事故に至るおそれがある事故が発生した場合において、重大事故の発生を防止するために必要な措置を講じたものでなければならない。

2 再処理施設は、重大事故が発生した場合において、当該重大事故の拡大を防止するために必要な措置を講じたものでなければならな

い。

- 3 再処理施設は、重大事故が発生した場合において、工場等外への放射性物質の異常な水準の放出を防止するために必要な措置を講じたものでなければならない。

(解釈)

- 1 第1項及び第2項に規定する「必要な措置」とは、以下に掲げる措置をいう。

一 それぞれの重大事故について、発生を防止するための設備、拡大を防止するための設備が有効に機能するかを確認（有効性評価）すること。確認に当たっては、重大事故が単独で、同時に又は連鎖して発生することを想定して評価すること。ただし、類似の事象が2つ以上ある場合には、最も厳しい事象で代表させることができるものとする。

二 上記一の評価に当たっての前提条件は以下に掲げる条件をいう。

① 確認に当たっての条件

確認に当たっては、作業環境（線量，アクセス性等を含む。），電力量，冷却材量，資機材，作業員，作業体制等を適切に考慮すること。

② 事故発生 の 条件

重大事故が単独で、同時に又は連鎖して発生することを想定するに当たっては、以下に掲げる共通要因故障を考慮すること。関連性が認められない偶発的な同時発生の可能性を想定する必要はない。

a) 長時間の全交流動力電源喪失等によって想定される，冷却設

備や水素掃気設備等の安全機能の喪失の同時発生の可能性

- b) 同一のセル内にある等，同じ防護区画内（発生する事故が，他の設備・機能に影響を及ぼし得る範囲）にある系統及び機器については，事故の発生防止対策の機能喪失の同時発生の可能性

③ 事象進展の条件

- a) 放射性物質の放出量は，重大事故に至るおそれがある事故の発生以降，事態が収束するまでの総放出量とする。
- b) セル内（セル内に設置されていない系統及び機器にあっては建物内）に漏えいする有機溶媒その他の可燃性の液体の量，放射性物質の量等は，最大取扱量を基に設定する。
- c) 臨界の発生が想定される場合には，取り扱う核燃料物質の組成（富化度）及び量，減速材の量，臨界継続の可能性，最新の知見等を考慮し，適切な臨界の規模（核分裂数）が設定されていることを確認する。また，放射性物質及び放射線の放出量についても，臨界の規模に応じて適切に設定されていることを確認する。

三 有効性評価の判断基準は，以下に掲げるものとする。

重大事故について，発生を防止するための設備，拡大を防止するための設備が有効に機能することの確認については，作業環境（線量，アクセス性等を含む。），電力量，冷却材量，資機材，作業員，作業体制等が適切に考慮されていることを確認した上で，以下に掲げることを達成するための対策に有効性があることを確認すること。

① 臨界事故

- a) 発生を防止するための手段が機能しなかったとしても、速やかに未臨界に移行し、及び未臨界を維持できること。

② 冷却機能の喪失による蒸発乾固

- a) 蒸発乾固の発生を未然に防止できること。
- b) 発生を防止するための手段が機能しなかったとしても、放射性物質の発生を抑制し、及び蒸発乾固の進行を緩和できること。

③ 放射線分解により発生する水素による爆発

- a) 水素爆発の発生を未然に防止できること。
- b) 水素爆発を防止するための手段が機能しなかったとしても、水素爆発が続けて生じるおそれがない状態を維持できること。

④ 有機溶媒等による火災又は爆発

- a) 火災及び爆発の発生を未然に防止できること。
- b) 火災又は爆発の発生を防止するための手段が機能しなかったとしても、火災又は爆発を収束できること。

⑤ 使用済燃料貯蔵槽の冷却のための設備

使用済燃料貯蔵槽に貯蔵されている燃料の損傷のおそれがある事故の発生を想定し、それが放射性物質又は放射線の敷地外への著しい放出に至ることを防止するための適切な措置を講じなければならない。

- a) 「使用済燃料貯蔵槽に貯蔵されている燃料の損傷のおそれがある事故」とは、使用済燃料貯蔵槽内に貯蔵されている燃料の損傷に至る可能性のある以下に掲げる事故をいう。

イ 想定事故 1 :

非常用の補給水系（設計基準で要求）が故障して補給水の

供給に失敗することにより、貯蔵槽内の水の温度が上昇し、蒸発により水位が低下する事故。

ロ 想定事故 2 :

サイフォン効果等により貯蔵槽内の水の小規模な喪失が発生し、貯蔵槽の水位が低下する事故。

b) 上記⑤の「放射性物質又は放射線の敷地外への著しい放出に至ることを防止するための適切な措置を講じなければならない」とは、上記 a) の想定事故 1 及び想定事故 2 に対して、以下に掲げる評価項目を満足することを確認することをいう。

イ 燃料有効長頂部が冠水していること。

ロ 放射線の遮蔽が維持される水位を確保すること。

ハ 未臨界が維持されていること。

⑥ 放射性物質の漏えい

a) 重大事故の発生を未然に防止できること。

b) 発生を防止するための手段が機能しなかったとしても、重大事故の拡大を防止できること。

2 第 3 項に規定する「異常な水準の放出を防止する」とは、上記三①から④及び⑥において、放射性物質の放出量がセシウム 137 換算で 100 テラベクレルを十分下回るものであって、かつ、実行可能な限り低いことをいう。

3 上記 2 の「セシウム 137 換算」については、例えば、放射性物質が地表に沈着し、そこからのガンマ線による外部被ばく及び再浮遊による吸入摂取による内部被ばくの 50 年間の実効線量を用いて換算することが考えられる。

適合のための設計方針

再処理規則第 1 条の 3 に定められる重大事故に対しては、対策を検討し、必要な設備、手順書、体制を整備し、それらの有効性を評価する。したがって、重大事故の想定箇所の特定として、重大事故の起因となる安全機能の喪失及びその同時発生の範囲、機能喪失後の事象進展、重大事故の発生規模、並びに重大事故の同時発生を明確にすることが必要である。

重大事故の想定箇所の特定に当たっては、設計上定める条件より厳しい条件である以下の外的事象及び内的事象を要因とした場合の、機能喪失の範囲を整理する。

a. 外的事象

- ① 地震：常設の動的機器と交流動力電源の機能は復旧に時間を要することが想定されることから全て喪失する。常設の静的機器の機能は、基準地震動の 1.2 倍の地震動を考慮した際に機能維持できる設計としたもの以外は機能喪失する。
- ② 火山の影響：交流動力電源、屋外の動的機器の機能及び屋内の外気を吸い込む動的機器の機能は降下火砕物によるフィルタ目詰まり等により全て機能喪失する。

b. 内的事象

- ③ 腐食性の液体（溶液、有機溶媒等）を内包する配管の全周破断と漏えいした液体の放射性物質の回収設備の単一故障が同時発生する。
- ④ 動的機器が多重故障（多重の誤作動、多重の誤操作を含む）により機能喪失する。
- ⑤ 長時間の全交流動力電源の喪失が発生する。

上記の設計上定める条件より厳しい条件により、重大事故の想定箇所を特定するとともに、それぞれの重大事故についての有効性評価の条件とする。

有効性評価

特定された重大事故の想定箇所に対し、重大事故の発生防止対策及び重大事故の拡大防止対策が有効であることを示すため、評価項目を設定した上で、評価の結果を踏まえて、設備、手順及び体制の有効性を評価する。

有効性評価は、機能喪失の範囲、講じられる対策の網羅性及び生じる環境条件を基に、代表事例を選定し実施する。

また、重大事故等対策の有効性を確認するために設定する評価項目は、重大事故の特徴を踏まえた上で、重大事故の発生により、放射性物質の放出に寄与する重大事故等のパラメータ又はパラメータの推移とし、重大事故等対策が講じられた際に大気中へ放出される放射性物質の放出量がセシウム 137 換算で 100 テラベクレルを十分下回るものであって、かつ、実行可能な限り低いことを確認する。

評価する重大事故等のパラメータ又はパラメータの推移は、以下に掲げることを達成するために必要なパラメータとする。

(1) 臨界事故

- a) 発生を防止するための手段が機能しなかったとしても、速やかに未臨界に移行し、及び未臨界を維持できること。

(2) 冷却機能の喪失による蒸発乾固

- a) 蒸発乾固の発生を未然に防止できること。
- b) 発生を防止するための手段が機能しなかったとしても、放射性物

質の発生を抑制し、及び蒸発乾固の進行を防止できること。

(3) 放射線分解により発生する水素による爆発

- a) 水素爆発の発生を未然に防止できること。
- b) 水素爆発を防止するための手段が機能しなかったとしても、水素爆発が続けて生じるおそれがない状態を維持できること。

(4) 有機溶媒等による火災又は爆発

有機溶媒等による火災は重大事故の事象として選定されないことから、TBP 等の錯体の急激な分解反応について、以下に掲げることを達成するための対策の有効性を確認する。

- a) 爆発の発生を防止するための手段が機能しなかったとしても、爆発を収束できること。

(5) 燃料貯蔵プール等の冷却のための設備

想定事故 1（非常用の補給水系が故障して補給水の供給に失敗することにより、貯蔵槽内の水の温度が上昇し、蒸発により水位が低下する事故）及び想定事故 2（サイフォン効果等により燃料貯蔵プール等内の水の小規模な喪失が発生し、燃料貯蔵プール等の水位が低下する事故）に関して、以下の評価項目を満足することを確認する。

- イ 燃料有効長頂部が冠水していること。
- ロ 放射線の遮蔽が維持される水位を確保すること。
- ハ 未臨界が維持されていること。

「安全審査 整理資料 第28条：重大事故等の拡大防止等」では、
「3. 設計上定める条件より厳しい条件の設定及び重大事故の想定箇所の特定」において、重大事故の想定箇所の特定、重大事故の同時発生
の範囲の特定及びその発生条件を整理し、これらの整理された結果に対す
る重大事故等対策の有効性評価を5章から14章において実施する。

5章から11章では、3章で特定された個別の重大事故ごとに、重大
事故等対策の有効性評価を実施する。また、有効性評価によって明らか
にした事故影響の情報を基に、重大事故等が連鎖して発生する可能性に
ついての分析も実施する。

13章では、6章から11章の有効性評価の結果を基に、3章において
特定された重大事故の同時発生の範囲に対して、重大事故が同時発生し
た場合の特徴を考慮した重大事故等対策の有効性評価を実施するととも
に、6章から11章で明らかにした連鎖の分析結果を基に、有効性評価
における連鎖の考慮の要否を整理する。

14章では、5章から13章までの有効性評価において明らかにした必
要な要員及び資源を基に、重大事故等対策に付帯するその他の作業に必
要な要員及び資源を考慮に加えた上で、外部からの支援を考慮せずとも、
7日間対処を継続できることを評価する。

上記の3章、6章から8章、10章、11章、13章及び14章のそれぞれ
の要旨を、「2. 重大事故等への拡大防止等（要旨）」に整理する。

2. 重大事故等の拡大防止等（要旨）

2.1 設計上定める条件より厳しい条件の設定 及び重大事故の想定箇所の特 定（要旨）

設計上定める条件より厳しい条件の設定及び

重大事故の想定箇所の特定（要旨）

重大事故の想定箇所の特定に当たり、安全機能を有する施設の設計において想定した設計条件より厳しい条件である外的事象及び内的事象を要因とした場合の、機能喪失の範囲を整理し、重大事故とその想定箇所の検討を行った。

その際に設計基準を超える厳しい条件として、外的事象（自然現象と故意によるものを除く人為事象）と内的事象及びそれらの重ねあわせを考慮した。

外的事象の考慮として、外的事象については安全機能を有する施設の設計において想定した地震、火山等の 55 の自然現象と、航空機落下、有毒ガス等の 24 の人為事象に対して

- ・ 発生頻度が極めて低い事象
- ・ 重大事故をひきおこす規模の事象が想定されない事象
- ・ 再処理施設周辺では起こりえない事象
- ・ 設計基準を超える厳しい条件を施設に与えても重大事故の誘因とならないことが明らかな事象

を除いた上で、設計基準を超える厳しい条件を施設に与えた場合に重大事故等の誘引となるおそれのある事象として、地震、火山（降下火砕物による荷重、フィルタの目詰まり）、森林火災、草原火災、干ばつ、積雪、湖若しくは川の水位降下が残り、当該事象によって機能喪失するおそれのある安全上重要な施設を抽出して、重大事故が起こるかの可否を検討した。

その結果として、地震、火山（降下火砕物）について、設計基準を超える厳しい条件により重大事故が発生する。それ以外の事象については、それぞれ、消火活動を行うこと、堆積した雪や火山灰を除去すること、及び工程を停止した上で、必要に応じて外部からの給水を行うことにより、重大事故に至る前までに対処が可能であり、安全上重要な施設の機能喪失に至ることを防止でき、大気中への放射性物質の放出に至ることはない。

地震、火山の影響で考慮した条件は、

地震：常設の動的機器と交流動力電源の機能は復旧に時間を要することが想定されることから全て機能喪失する。常設の静的機器の機能は、基準地震動の 1.2 倍の地震動を考慮した際に機能維持できる設計としたもの以外は機能喪失する。

火山：交流動力電源、屋外の動的機器の機能及び屋内の外気を吸い込む動的機器の機能は降下火砕物によるフィルタ目詰まり等により全て機能喪失する。

上記の前提により、安全上重要な施設の機能喪失に至り重大事故が発生する。

内の事象は、設計基準事故の想定において考慮した

- ・ 放射性物質を内包する液体の移送配管の貫通き裂と漏えいした液体の放射性物質の回収設備の単一故障の同時発生
- ・ 短時間の全交流動力電源の喪失
- ・ 動的機器の単一故障

に対してそれぞれの条件を超える条件として、

- ・腐食性の液体（溶液、有機溶媒等）を内包する液体の移送配管の全周破断と漏えいした液体の放射性物質の回収設備の単一故障の同時発生
- ・長時間の全交流動力電源の喪失
- ・動的機器の多重故障（多重の誤作動、多重の誤操作を含む）

配管の全周破断は、空気及び気送による粉末、定期的なサンプリングにより水質を管理している冷却水を内包する配管は劣化の進展が小さく、保守点検で維持できることから対象としない。配管が損傷した場合には早期に検知できて工程停止等の措置を行うことができるので、複数の配管の損傷は考慮しない。

動的機器の多重故障の想定は、異なる安全機能における動的機器の故障（関連性の認められない偶発的な故障）は考慮しない。

異なる機能喪失の重ね合わせについては、

- ・内的事象については事象発生時に速やかに対処を行うことと、関連性の認められない偶発的な事象となるので、重ね合わせを考慮する必要はない。
- ・外的事象については、それぞれの事象の発生頻度が極めて低いことから重ね合わせはしない。
- ・内的事象と外的事象の重ね合わせについては、発生頻度が極めて低いこと、関連性が認められないことから重ね合わせはしない。

重大事故の想定箇所の特定

上記のような設計上定める条件より厳しい条件である外的事象及び内

的事象を要因とした場合の機能喪失の範囲を整理することで、発生のおそれがある重大事故と想定箇所が特定される。

その整理の中で、設計基準の設備により事象を収束させる他、安全機能の喪失の事象の進展が極めて遅い、事象進展において一般公衆への影響が平常時と同程度のものについては、安全機能の喪失に対して復旧等の措置で対応する。

<結果>

1. 臨界事故

○外的事象発生時

外的事象の発生時には工程を停止すること、基準地震動を超える地震を考慮しても形状・寸法等を維持できる設計とすること、それ以外の設計の機器については内包する核燃料物質の濃度が平常時未臨界濃度以下であることから、プロセス量に変動は起こらず、核的制限値を超えることもないため、事故は発生しない。

○内的事象発生時

・配管破断+回収設備の単一故障

核燃料物質の漏えいは生じるが、漏えいする溶液が未臨界濃度であれば臨界の発生は想定されない。漏えいする溶液が未臨界濃度を超える場合は、漏えい液受皿の核的制限値の保持機能は維持される。

・長時間の全交流動力電源の喪失

工程が停止することで、プロセス量に変動は起こらず、核的制限値を超えることもないため、臨界に至らない。

- ・ 動的機器の多重故障

工程を停止することで、プロセス量に変動は起こらず、核的制限値を超えることもない。多重誤操作においては、臨界に至る条件が成立しないので臨界に至らない。

臨界の場合は、上記の条件下では発生が想定はされない。しかし、臨界発生時には直ちに対策を講じる必要があることに加え、臨界事故は核分裂の連鎖反応によって放射性物質が新たに生成するといった特徴を有している。それらを踏まえて、さらに異常検知機能、誤操作等の条件を厳しく想定し、溶解槽等の 8 つの貯槽等において重大事故（臨界事故）の発生を想定した。

2. 蒸発乾固

○外的事象発生時

冷却水ポンプ、冷却塔等の動的機器の直接的な機能喪失及び電源喪失による間接的な機能喪失により、冷却機能が喪失する。その結果、53 の貯槽で蒸発乾固の発生が想定される。

○内的事象発生時

冷却水ポンプ、冷却塔等の多重故障、長時間の全交流動力電源の喪失による間接的な機能喪失によって 53 の貯槽で蒸発乾固の発生が想定される。

- ・ 移送配管破断と回収機能の単一故障との同時発生

冷却対象の機器からの漏えいは発生するが、漏えい液の回収系統が多

重化されていることから事故に至らない。

この重大事故は、全交流動力電源喪失や外部ループを構成する機器が機能喪失した場合は 53 のすべての貯槽等で同時に重大事故の発生が想定される。また、内部ループの冷却水ポンプ等が機能喪失した場合は、その内部ループに接続されている貯槽等で同時に重大事故の発生が想定され、機器グループ（対策が同じ重大事故の発生を想定する機器のグループ）の単位で、5 建屋 13 グループで発生する。

3. 水素爆発

○外的事象発生時

空気圧縮機の直接的な機能喪失及び電源喪失による間接的な機能喪失により、掃気機能が喪失する。その結果、51 の貯槽で水素爆発の発生が想定される。

○内的事象発生時

空気圧縮機、又はこれを冷却する安全冷却水系外部ループのポンプ、冷却塔の多重故障、長時間の全交流動力電源の喪失による間接的な機能喪失によって 51 の貯槽で水素爆発の発生が想定される。

・移送配管破断と回収機能の単一故障との同時発生

水素掃気対象機器からの漏えいは発生するが、セルの排気機能が維持されていることから事故に至らない。

この重大事故は、全交流動力電源喪失や、空気圧縮機、外部ループを構

成する機器が機能喪失した場合は 51 のすべての貯槽等で同時に重大事故の発生が想定される。

4. 有機溶媒等による火災または爆発

○外的事象発生時

有機溶媒等による火災または爆発（放射線分解により発生する水素による爆発を除く）については、外的事象（地震及び火山の影響）において工程が停止、または動的機器が機能喪失することで、温度上昇が抑制され有機溶媒等の引火点、T B P 等の錯体の急激な分解反応の開始温度に至ることはない、または水素濃度が可燃限界濃度に至ることはないため、事故に至らない。

○内的事象発生時

- ・ 移送配管破断と回収機能の単一故障との同時発生

有機溶媒等の漏えいが生じるが、放熱を考慮すれば崩壊熱による温度上昇が抑制され、有機溶媒の引火点に至ることはなく、事故に至らない。

- ・ 長時間の全交流動力電源の喪失

工程が停止し、動的機器が機能喪失することで温度上昇は抑制され、有機溶媒等の引火点及びT B P 錯体の急激な分解反応の開始温度に至ることはない、または水素濃度が可燃限界濃度に至ることはないため、事故に至らない。

- ・ 動的機器の多重故障

長時間の全交流動力電源の喪失時と同様に事故に至らない。

有機溶媒等による火災または爆発（放射線分解により発生する水素による爆発を除く）については、合理的な範囲での多重の誤操作において、火災または爆発のプロセス量を逸脱するものの、火災または爆発に至る温度条件、水素濃度条件が成立しないことから、事故に至らない。

このため、設定した設計上定める条件より厳しい条件の下では有機溶媒等による火災または爆発は想定されないが、T B P等の錯体の急激な分解反応は過去に他の施設において発生していることを踏まえ、さらに異常検知機能、誤操作等の条件を厳しく想定し、プルトニウム濃縮缶において重大事故の発生を想定した。

5. 使用済燃料の損傷

5. 1 想定事故 1（非常用の補給水系が故障して、補給水の供給に失敗することにより、使用済燃料プール等の水の温度が上昇し、蒸発により水位が低下する事故）

○外的事象発生時

外的事象（火山の影響）において、冷却塔の直接機能喪失並びに電源喪失によるプール水冷却系、安全冷却水系及び補給水設備のポンプ等の動的機器の間接的な機能喪失により発生する。なお、外的事象（地震）においても、プール水冷却系、安全冷却水系及び補給水設備のポンプ等の動的機器の直接的な機能喪失及び電源喪失による間接的な機能喪失が発生するが、同時に「プール水の保持機能」も喪失すること及び燃料貯蔵プールの水面の揺動を踏まえ、想定事故 2 として発生を想定する。

○内的事象発生時

プール水冷却系、安全冷却水系、補給水設備のポンプ等の多重故障、長時間の全交流動力電源の喪失による間接的な機能喪失によって事故の発生が想定される。

- ・移送配管破断と回収機能の単一故障との同時発生

冷却水及び補給水を内包する配管の破断は想定しないことから、事故に至らない。

5. 2 想定事故 2（サイフォン効果等による燃料貯蔵プール等内の水の小規模な喪失が発生し、燃料貯蔵プール等の水位が低下する事故）

○外的事象発生時

外的事象（地震）において、プール水冷却系の配管破断で発生するサイフォン効果及びプール水のスロッシングにより、想定事故 2 が発生する。

○内的事象発生時

プール水冷却系、安全冷却水系、補給水設備のポンプ等の多重故障、長時間の全交流動力電源の喪失による間接的な機能喪失では事故に至らない。また、冷却水及び補給水を内包する配管の破断は想定しないことから、事故に至らない。

6. その他漏えい

その他漏えいによる重大事故については、放射性物質の保持機能の機能喪失により発生する。液体又は固体放射性物質の保持機能の機能喪失は、

基準地震動を超える地震動を考慮しても機能を維持できる設計とする、工程停止により漏えいを収束させることから、事故に至らない。火山の影響、機器の多重故障及び長時間の全交流動力電源喪失においては、機能喪失は考えられないことから事故に至らない。

また、内的事象において、放射性物質を内包する液体の移送配管の全周破断と液体の放射性物質の回収設備の単一故障の同時発生では、液体放射性物質の保持機能の機能喪失により漏えいが発生するが、液体の放射性物質の回収設備は多重化されており、安全が確保される貯槽等に回収できることから事象収束でき、事故に至らない。その他の内的事象においては、機能喪失は考えられないことから事故に至らない。

放射性物質の閉じ込め機能（放出経路維持機能、放射性物質の捕集及び浄化機能並びに排気機能）の機能喪失は、外的事象（地震及び火山の影響）を想定した場合、排風機、廃ガス洗浄器へ水を供給するポンプ等の動的機器の直接的な機能喪失、電源喪失による間接的な機能喪失により閉じ込め機能が喪失するが、排気対象（貯槽等の機器、セル）で蒸発乾固等の事故が同時に発生していなければ、工程停止により放射性物質の気相への移行量が減少し、放射性物質の放出が抑制されることから事故に至らない。

内的事象として、長期間の全交流動力電源が喪失した場合も、排気対象（貯槽等の機器、セル）で蒸発乾固等の事故が同時に発生していなければ、外的事象と同様に工程が停止することから事故に至らない。また、動的機器の多重故障の場合は、当該系統の異常を検知し、工程を停止した上で建屋換気設備（セルからの排気系、汚染のおそれのある区域からの排気系）により代替排気を行うため、事故に至らない。

- ・ 重大事故の同時発生

重大事故が同時に発生する場合は、同種の重大事故が同時に発生する場合と、異種の重大事故が同時に発生する場合及びそれらの重畳が考えられる。

同種の重大事故が同時に発生する場合は、個別の重大事故の事象選定にてその同時発生の対象を説明している。

異種の重大事故が同時に発生する場合については、機能喪失の誘引となる事象（地震等）と各重大事故との関係を踏まえて、外的事象を起因とした場合は、冷却機能の喪失による蒸発乾固と放射線分解により発生する水素爆発と使用済燃料の損傷の 3 つの重大事故が同時に発生することを想定している。内的事象として、長時間の全交流動力電源の喪失と多重故障を起因とした場合は、冷却機能の喪失による蒸発乾固と放射線分解により発生する水素爆発の 2 つの重大事故が同時に発生することを想定している。

以 上

2.2 臨界事故への対処（要旨）

1. 事故の特徴

核燃料物質を内包する設備においては、技術的に見て想定されるいかなる場合でも臨界を防止するため、形状、寸法、溶液中の核燃料物質濃度等の適切な核的制限値をもって核的制限値を超えないよう管理することで未臨界を維持するよう設計している。

核的制限値に係る管理が機能せず、核燃料物質が含まれる溶液において臨界事故が発生した場合、臨界に達した直後に短時間の出力上昇を何回か繰り返しながら核分裂反応が継続する。

その過程において核分裂反応により核分裂生成物が生成され、希ガス、ヨウ素等の気体状の放射性物質が気相に移行する。また、核分裂反応のエネルギー放出による溶液の急激な温度上昇、及び溶液の放射線分解による水素発生で気泡が生じるため、気泡が液面に到達して飛沫の発生によりエアロゾル状の放射性物質が気相に移行する。

さらに、放射線分解により発生する水素（以下、「放射線分解水素」という。）は、臨界継続中は通常より多量であり、溶液を取り扱う貯槽等内の水素濃度が高くなると水素爆発が発生するおそれがある。水素爆発が発生すると、水素爆発での圧力変動による飛沫が発生することにより放射性エアロゾルが気相に移行するため、臨界継続中に水素爆発が同時に発生すると臨界事故が単独で発生したときよりも気相に移行する放射性物質質量が増加する。

臨界事故は、2 建屋で6 機器 2 貯槽で発生する。

2. 事故の特徴を踏まえた対策と考え方

臨界事故が発生した場合、拡大防止対策として速やかに未臨界に移行し、それを維持するため可溶性中性子吸収材を臨界事故の発生した貯槽等に自動で供給する。また、臨界事故が発生した貯槽等への更なる核燃料物質の供給を防止するため、固体状又は液体状の核燃料物質の移送を停止する。

さらに、臨界事故に伴い発生するおそれのある水素爆発を防止し気相に移行する放射性物質の量を抑制するため、水素掃気を実施し貯槽等内の水素濃度がドライ換算 8 v o 1 % に至ることを防止する。

また、気相中に移行した放射性物質の大気中への放出を防止するため、臨界事故発生後、速やかに、臨界事故が発生した貯槽等が接続されるせん断処理・溶解廃ガス処理設備又は精製建屋塔槽類廃ガス処理設備の塔槽類廃ガス処理系（プルトニウム系）（以下、「廃ガス処理設備」という。）の流路を遮断するとともに気相中に移行した放射性物質を貯留設備の貯留タンクに導き放射性物質を貯留タンクへ閉じ込める。

また、貯留タンクが所定の圧力に達した場合、排気経路を廃ガス処理設備に切り替え、廃ガス処理設備から主排気筒を介して放出する。

3. 具体的対策

臨界検知用放射線検出器により臨界事故の発生を検知した場合、重大事故時可溶性中性子吸収材供給槽から自動で貯槽等に可溶性中性子吸収材を重力流で供給する。

臨界検知用放射線検出器により臨界事故の発生を検知した場合、中央制御室における緊急停止機能操作によって速やかに固体状又は液体状の核燃料物質の移送を停止する。

また、安全圧縮空気系の水素掃気用の圧縮空気及び一般圧縮空気系の計測制御用の圧縮空気による水素掃気に加え、一般圧縮空気系の空気取出口と貯槽等に接続する配管（溶解設備、精製建屋一時貯留処理設備又は計測制御設備の配管）を可搬型建屋内ホースにより接続し、一般圧縮空気系から空気を貯槽等に供給し水素掃気を実施する。

臨界検知用放射線検出器により臨界事故の発生を検知した場合、貯留タンクに放射性物質を導出するため、貯留設備の隔離弁を自動開放するとともに貯留設備の空気圧縮機を自動で起動し貯留タンクに放射性物質を導く。同時に、廃ガス処理設備の流路を遮断するため、隔離弁を閉止する。精製建屋にあつては隔離弁の閉止に加え、排風機を自動で停止する。

上記の導出操作は、貯留タンクの圧力が所定の圧力（0.7MPa）に達するまで継続し、所定の圧力に達した場合には、排気経路を廃ガス処理設備に切り替える。

この操作は中央制御室からの操作で、廃ガス処理設備の隔離弁を開放するとともに廃ガス処理設備の排風機を起動する。この際、貯留タンクには逆止弁が設けられているため、貯留タンクから廃ガス処理設備への放射性物質の逆流はない。その後、中央制御室からの操作で貯留設備の隔離弁を閉止する。

これらの操作により，排気を廃ガス処理設備から主排気筒を介して放出する。

このため，臨界検知用放射線検出器，緊急停止系，緊急停止操作スイッチ，重大事故時可溶性中性子吸収材供給槽，空気圧縮機，貯留タンク，配管，可搬型ホース，弁，圧力計，流量計，放射線モニタ，サーベイメータ等を重大事故等対処設備として新たに整備する。また，廃ガス処理設備，安全圧縮空気系，一般圧縮空気系，監視制御盤，安全系監視制御盤，排気筒モニタ，電気設備，溶解設備，精製建屋一時貯留処理設備，建屋換気設備，主排気筒，一般冷却水系，低レベル廃液処理設備を常設重大事故等対処設備に位置づける。

4. 有効性評価

4.1 代表事例

臨界事故の発生を想定する貯槽等に対し、有効性評価の各項目において最も厳しい結果を与える貯槽等を代表として選定する。

4.2 代表事例の選定理由

未臨界に移行すること及び未臨界が維持されることの確認においては、未臨界に移行するために必要な可溶性中性子吸収材の量を最も多く要する機器である前処理建屋のエンドピース酸洗浄槽を代表とする。

水素濃度の確認においては、水素濃度が最も高くなる機器である前処理建屋のエンドピース酸洗浄槽を代表とする。

放射性物質の放出量の確認においては、プルトニウムの濃度が最も高く、気相部の容積が大きいため貯槽に残留する割合が大きくなり、放出量に対する影響が大きくなる貯槽である精製建屋の第7一時貯留処理槽を代表として選定する。

4.3 有効性評価の考え方

拡大防止対策に係る有効性については、未臨界に移行すること及び未臨界が維持されることを確認するため、可溶性中性子吸収材の供給後の貯槽等における実効増倍率を評価する。また、臨界時における水素爆発のおそれがないことを確認するため、貯槽等の水素濃度を評価する。この評価では発生した水素は気相に移行するとし、貯槽等の気相中の雰囲気の水素掃気として供給される空気と混合され、貯槽等から排気系に移行するとして評価する。

放射性物質の放出量評価として、拡大防止対策の実施状況を踏まえ、貯

槽等から気相へ移行する放射性物質の量，放出経路における低減割合，貯留タンクへの放射性物質の導出を考慮し，事態の収束までに大気中へ放出する放射性物質量をセシウム 137 換算として評価する。その際，セシウム 137 換算の放出量については，長期的な被ばく影響を評価する観点から算出していることから，地表沈着の考えられない希ガス及び主排気筒から大気中への放出量の大部分が半減期の短いよう素については換算の対象としない。

臨界事故時の核燃料物質を有する体系のうち，実効増倍率の評価においては，三次元の体系を取り扱うことができ，評価済みの核データライブラリを用いたモンテカルロ法による臨界評価計算が行え，臨界実験等により検証されている J A C S コードシステムを用いる。J A C S コードシステムで用いる核データライブラリは，E N D F / B - IV である。なお，非均質体系の臨界計算においては実効増倍率の計算に先立って体系の均質化を行う。

水素濃度の評価については水素発生量，機器の気相部容積等を用いた簡便な計算で実施する。

4.4 事故の条件

内部事象により臨界事象が発生することを想定する。

事故の起因と関連性のない安全機能を有する施設についてはその安全機能の喪失を想定しない。

臨界事故時の核分裂反応の規模については，過去に発生した臨界事故の規模を踏まえ，臨界状態を継続させた場合の全核分裂数を 1×10^{20} f i s s i o n s と設定した上で，臨界に達した直後の短時間の出力上昇時の核分裂数を 1×10^{18} f i s s i o n s ，臨界状態を継続している期間におけ

る核分裂率を 1×10^{15} f i s s i o n s / 秒に設定する。

4.5 機器の条件

前処理建屋のエンド ピース酸洗浄槽に供給する可溶性中性子吸収材は、硝酸ガドリニウム、1 L あたりガドリニウム 150 g を含む溶液とし、未臨界に移行するために十分な量として 28 L とする。これにより、前処理建屋のエンド ピース酸洗浄槽に供給されるガドリニウム量は 4,200 g となる。また、可溶性中性子吸収材は、臨界検知用放射線検出器により、臨界検知後 10 分で自動で前処理建屋のエンド ピース酸洗浄槽に供給を完了する。

臨界事故時に気相に移行した放射性物質は、臨界検知用放射線検出器により臨界事故の発生を検知し、精製建屋塔槽類廃ガス処理設備の塔槽類廃ガス処理系（プルトニウム系）の隔離弁を自動で閉止するとともに排風機を自動で停止することで流路を遮断し、空気圧縮機の自動起動によって臨界検知後 1 分で貯留タンク（容量約 11m^3 ）への導出を開始し、貯留タンクが所定の圧力へ達するまで継続し、その後精製建屋塔槽類廃ガス処理設備の塔槽類廃ガス処理系（プルトニウム系）に切り替える。

切替えの操作に想定よりも時間を要した場合には、廃ガス処理設備の系統内の圧力が上昇し、水封部からセルに放射性物質が導出される。

水素掃気の流量については、平常運転時に前処理建屋のエンド ピース酸洗浄槽に供給されている一般圧縮空気系の計測制御用の圧縮空気による水素掃気は事故後も継続されるとして、 $0.2\text{m}^3/\text{h}$ とし、臨界検知後に一般圧縮空気系の空気取出口と溶解設備の配管又は計測制御設備の配管を、可搬型建屋内ホースにより接続し、一般圧縮空気系から供給する空気の流量は $6\text{m}^3/\text{h}$ とする。

貯槽に内包する核燃料物質及び放射性物質の組成、濃度、崩壊熱密度は

設計上定める条件より厳しい条件の設定及び重大事故の想定箇所の特定で考慮した条件を設定することとし、具体的には、実効増倍率の評価においては、前処理建屋のエンドピース酸洗浄槽への燃料せん断片の過装荷が発生したとして、燃料集合体1体に相当する核燃料物質（質量約 550 kg・UO₂）が装荷されるとし、水素濃度の評価においては、前処理建屋のエンドピース酸洗浄槽内の溶液の崩壊熱密度が平常運転時の崩壊熱密度よりも上昇し、溶解液と同様となっていることを想定して崩壊熱密度（1,500W/m³）を設定する。

放射性物質の放出量評価においては、精製建屋の第3一時貯留処理槽から精製建屋の第7一時貯留処理槽へ誤移送が発生したとして、精製建屋の第3一時貯留処理槽の平常運転時の最大値とする。

また、核燃料物質の組成については臨界評価結果と放出量評価結果が厳しくなる組成を設定する。

4.6 操作の条件

緊急停止系を用いた操作は、中央制御室からの操作で、臨界検知後1分で完了できる。

前処理建屋のエンドピース酸洗浄槽への一般圧縮空気系からの水素掃気用空気の供給は、現場での操作で、臨界検知後40分で開始し、事態の収束まで継続する。

貯留タンクの圧力が所定の圧力に達した後に実施する廃ガス処理設備への切替え操作は、中央制御室からの操作で、圧力が所定の圧力に達したことを起点として、中央制御室からの操作により8分で完了できる。

4.7 放出量評価の条件

気相への移行割合については、核分裂で生成する核種のうち希ガスは 100%，ヨウ素は 25%，ルテニウムは溶液中の保有量の 0.1%とし、その他の放射性物質については核分裂反応の熱エネルギーによる蒸発量に相当する溶液中の保有量の 0.05%と設定する。

また蒸発量の算出においては核分裂により発生する熱エネルギーがすべて溶液の蒸発に使用されたとする。

臨界事故において気相中に移行した放射性物質は貯留タンクに閉じ込められるが、25%が貯槽に残留し、廃ガス処理設備への切替えに伴い廃ガス処理設備により放射性物質を低減したうえで主排気筒から放出するとする。

その際の放出経路における低減割合については、廃ガス処理設備の高性能粒子フィルタの 2 段による除染係数を 10^4 ，放出経路構造物への沈着による除染係数を 10 とする。

放射性物質の放出量のセシウム 137 換算係数については I A E A－T E C D O C 1162 に示される地表沈着した放射性物質からのガンマ線による外部被ばく等にかかる実効線量への換算係数を用いて、セシウム 137 と着目核種との比から算出する。ただし、プルトニウム等の一部の核種については、これに加え化学形態による影響の違いによる補正する係数を乗じる。

4.8 判断基準

臨界事故の拡大防止対策の有効性評価の判断基準については、可溶性中性子吸収材供給後、供給後における貯槽の実効増倍率が 0.95 を下回ること。

また、臨界事故時に貯槽の水素濃度がドライ換算 8 v o 1 %未満に維持できること。

放出量評価は、臨界事故発生から事態の収束までの大気中への放射性物

質の放出量がセシウム 137 換算で 100 T B q を下回るものであって、かつ
実行可能な限り低いこと。

5. 有効性評価の結果

5.1 拡大防止対策

臨界事故発生時には可溶性中性子吸収材の自動供給及び緊急停止系による核燃料物質の移送の停止により，臨界事故発生後 10 分以内に未臨界に移行するために必要な可溶性中性子吸収材を供給でき，前処理建屋のエンドピース酸洗浄槽において実効増倍率が 0.94 であるため未臨界に移行でき，それを維持できる。

臨界事故の発生により貯槽内の水素濃度は上昇するが，平常運転時に前処理建屋のエンドピース酸洗浄槽に供給されている一般圧縮空気系の計測制御用の圧縮空気による水素掃気により，前処理建屋のエンドピース酸洗浄槽においてドライ換算 7 v o 1 %未満となり 8 %に至らない。臨界検知後 40 分の時点から実施する可搬型建屋内ホースを用いた一般圧縮空気系からの水素掃気用空気の供給により，事態の収束時点において可燃濃度下限値未満の状態に移行する。

放出量評価においては，臨界事故の発生を検知してから貯留タンク内の圧力が規定の圧力である 0.7MP a に達するまでの期間においては，大気中への放射性物質の放出は生じない。貯留タンクの圧力が規定の圧力に達した後，排気経路を貯留タンクへの経路から廃ガス処理設備に切り替えることで，貯槽に残留した放射性物質が放出され，精製建屋の第 7 一時貯留処理槽において約 8×10^{-7} T B q となる。

5.2 不確かさの影響評価

5.2.1 解析コードの不確かさの影響

J A C S コードシステムは臨界実験データの実効増倍率について，核データライブラリ等に起因して評価結果にばらつきを有する傾向にあること

から、未臨界に移行したことの判断基準については、評価結果にばらつきがあることを踏まえ、体系の実効増倍率 0.95 以下としている。

このため、体系の実効増倍率 0.95 以下に必要な可溶性中性子吸収材が供給された体系は十分に未臨界な状態であり、解析コードの不確かさが未臨界に移行したことの判断に与える影響はない。

また、実効増倍率を起点としている操作はないことから解析コードにおける特有の傾向が運転員等の操作に直に与える影響はない。

5.2.2 事象、事故条件及び機器条件の不確かさの影響

臨界事故時に想定している全核分裂数のうち、臨界状態を継続している期間における核分裂数については、過去の臨界実験の知見から不確かさとして、一桁増加するおそれがあるとしている。

この結果として、沸騰が継続することにより水と核燃料物質の減速比が変化した場合においても可溶性中性子吸収材の供給により実効増倍率が 0.95 を下回ることを解析により確認しているため、未臨界への移行について、判断基準を満足することには変わりはない。また、それにより放出量も増加するおそれがあるが、判断基準を満足することには変わりはない。

臨界事故時における核分裂数については、供給完了までの時間に保守性を見込んでいること及び未臨界移行後の実効増倍率を 0.95 以下と評価していることから、評価時間より早期に未臨界状態に移行できると考えられ、核分裂数が少なくなることで気相に移行する放射性物質や水素発生量が減少し、大気中への放射性物質の放出量や貯槽の水素濃度が低下することから判断基準を満足することには変わりはない。

事態の収束までの大気中への放射性物質の放出量（セシウム 137 換算）については、臨界事故により影響を受ける割合や放出経路における放射性

物質の除染係数に不確かさがある。

非安全側な影響として、廃ガス処理設備から貯留タンクへの系統の切替えが機能しない場合や、臨界事故により発生した水蒸気量が貯留設備の容量を上回ることで、貯留タンクへの貯留ができない場合には、セルに放射性物質が移行することで、経路上の除染係数が2桁程度低下する可能性がある。

また、仮に移行した放射性物質に揮発性のルテニウムが含まれていた場合には、経路上の除染係数が期待できず、1桁未満の増加となる可能性がある。一方、安全側な影響として、溶液の沸騰量が想定よりも小さい場合や、放出量評価に用いた核種組成や放出経路上での除染係数を評価が厳しくなるよう設定しており、放出量が小さくなることも想定される。

このように不確かさを有するものの、これらを考慮した場合でも判断基準を満足することには変わりはない。

5.2.3 操作条件の不確かさの影響

一般圧縮空気系の空気取出口と溶解設備の配管又は計測制御設備の配管を、可搬型建屋内ホースにより接続し、一般圧縮空気系から空気を供給する操作が想定よりも時間を要した場合においても、一般圧縮空気系の計測制御用の圧縮空気による水素掃気により、前処理建屋のエンドピース酸洗浄槽内の水素濃度はドライ換算8vol%未満を維持できることから、判断基準を満足することには変わりはない。

排気経路の廃ガス処理設備への切替えの操作については、切替えの操作が想定よりも時間を要した場合においても、貯留タンクと廃ガス処理設備との間に設置する逆止弁により、貯留タンク内の放射性物質が廃ガス処理設備に移行することは無い。また、切替えの操作に想定よりも時間を要し

た場合には、貯留タンク内の圧力が空気圧縮機の吐出圧に達することで、貯留タンクへの放射性物質の導出が困難となり、廃ガス処理設備の水封部からセルに放射性物質が導出される可能性はあるが、それらの放射性物質は建屋換気設備の高性能粒子フィルタにより除去されることから、判断基準を満足することに変わりはない。

6. 同時発生及び連鎖

6.1 同時発生

臨界事故に係る選定の結果として、臨界事故は内部事象を起因として発生するものであり、複数の貯槽等で同時に臨界事故が発生することはない。

6.2 連鎖

臨界事故が発生する貯槽等が有する安全機能は水素掃気に係る安全機能であるが、水素掃気に係る安全機能を有する機器の材質は、ステンレス鋼であり、事象、事故条件及び機器条件の不確かさを考慮しても、沸騰が生じた場合の温度は100℃を超える程度であり、これらの安全機能を有する機器が損傷することはない。

また、沸騰が生じた場合に発生する水蒸気により、貯槽等内の圧力が上昇することも考えられるが、貯留設備への放射性物質の導出により、圧力が過度に上昇することは無いため、貯槽等が損傷することはなく、他の重大事故等が連鎖して発生することはない。

さらに、臨界事故が発生した場合、臨界事故により発生する放射線及び放射性希ガス等からの放射線に晒されるが、水素掃気に係る安全機能を有する機器の材質は、ステンレス鋼であり、これらの安全機能を有する機器が損傷することはない。

(1) 冷却機能の喪失による蒸発乾固への連鎖

臨界事故が発生する貯槽等において講じられている冷却機能の喪失による蒸発乾固に係る安全機能はない。

(2) 水素爆発への連鎖

臨界事故が発生する貯槽等において講じられている水素爆発に係る安全機能は、安全圧縮空気系による水素掃気機能であるが、想定される温度、圧力、その他のパラメータ変動を考慮しても安全圧縮空気系による水素掃気機能が喪失することはない。

臨界事故発生時には、臨界事故に伴って生成する放射線分解水素により貯槽等の水素発生量が増加するが、臨界事故の有効性評価において示したとおり、貯槽等内の水素濃度はドライ換算 8 v o l %未満を維持できる。

(3) 有機溶媒等による火災または爆発への連鎖

臨界事故が発生する貯槽等において有機溶媒を取り扱うことはないため、有機溶媒等による火災及びT B P等の錯体の急激な分解反応への連鎖はない。

(4) 使用済燃料貯蔵槽における燃料損傷への連鎖

臨界事故が発生する貯槽等は、使用済み燃料貯蔵槽が設置される建屋とは異なる建屋に設置されているため、使用済燃料貯蔵槽における燃料損傷が連鎖して発生することはない。

7. 必要な要員及び資源

臨界事故対策に必要な要員及び燃料等については臨界事故の対処に水源を要する対策はなく、また、電気設備以外の電源の使用は必要ないことから、軽油等の燃料の消費はない。

臨界事故に対する拡大防止対策に必要な要員は、9名であり、これに対し実施組織要員は12名であり対応可能である。

2.3 冷却機能の喪失による蒸発乾固への対処（要旨）

1. 事故の特徴

冷却機能の喪失による蒸発乾固の発生が想定される冷却が必要な溶解液，抽出廃液，硝酸プルトニウム溶液及び高レベル廃液（以下，「高レベル廃液等」という。）を内包する貯槽及び缶（以下，「貯槽等」という。）は，崩壊熱を有するため，通常運転時には安全冷却水系により冷却を行い，高レベル廃液等の沸騰を防止している。

安全冷却水系は，貯槽等に内包する高レベル廃液等の崩壊熱を除去する内部ループ及び内部ループによって除かれた熱を外部ループに伝える熱交換器，外部ループに移行した熱を大気中へ逃がす最終ヒートシンクの冷却塔で構成される。

貯槽等，貯槽等を収納するセル及びセルを取り囲む建屋は，それぞれ塔槽類廃ガス処理設備，建屋換気設備のセルからの排気系（以下，「セル排気系」という。），建屋換気設備の建屋排気系（以下，「建屋排気系」という。）により換気され，貯槽等，セル，建屋の順に圧力が低くなるように設計されている。

安全冷却系の冷却機能が喪失した場合には，高レベル廃液等の温度が崩壊熱により上昇し，沸騰に至った場合には，液相中の気泡が液面で消失する際に発生する飛まつが放射性エアロゾルとして蒸気と共に気相中に移行することで，大気中へ放出される放射性物質の量が増大する。

さらに，ルテニウムを内包する高レベル濃縮廃液については，沸騰の継続により硝酸濃度が約 6 規定以上でかつ温度が120℃以上に至った場合には，ルテニウムが揮発性の化学形態となり，気相中に移行する。さらに，高レベル廃液等の沸騰が継続した場合には，乾燥・固化に至る。

冷却機能の喪失による蒸発乾固は，5 建屋13機器グループ，合計53の貯槽等で発生する。

2. 対処の基本方針

高レベル廃液等の沸騰を未然に防止するため、喪失した冷却機能を代替する設備により、沸騰に至る前に高レベル廃液等の冷却を実施する。以下、この対策を発生防止対策という。

発生防止対策が機能せず、高レベル廃液等が沸騰に至った場合には、事故の特徴に記載したとおり、気相へ移行する放射性物質の量が増大する可能性がある。

沸騰が継続した場合には、ルテニウムを内包する高レベル濃縮廃液において揮発性のルテニウムが発生する可能性があり、さらに、沸騰が継続することで乾燥・固化に至ることから、これらを防止するため、貯槽等内に注水する。

さらに、事態を収束させるため、発生防止対策とは異なる位置から貯槽等の冷却コイル又は冷却ジャケットへ通水することにより、高レベル廃液等を冷却し、未沸騰状態に導くとともに、これを維持する。以下、これらの対策を拡大防止対策という。

高レベル廃液等が沸騰に至ると、蒸気の影響により、塔槽類廃ガス処理設備の高性能粒子フィルタの処理能力が低下する可能性があることから、気相中に移行した放射性物質の大気中への放出を防止するため、塔槽類廃ガス処理設備の流路を遮断し、気相中に移行した放射性物質をセルに導出する。この際、セル内の圧力上昇を抑制するため、貯槽等内で発生した蒸気を、凝縮器で凝縮させると共に、放射性物質の低減のため、凝縮器の下流側に設置する高性能粒子フィルタを経由してセルに導出する。

さらに、セル排気系を代替する排気系により、放射性物質を低減した上で、主排気筒から大気中に放出する。

3. 具体的対策

3.1 発生防止対策

安全冷却系の冷却機能が喪失した場合には，可搬型中型移送ポンプ，可搬型建屋外ホース，可搬型排水受槽，可搬型建屋内ホース，弁等を敷設し，内部ループに水を供給するために，可搬型建屋外ホース及び可搬型中型移送ポンプを接続し，貯水槽から建屋へ水を供給するための経路を構築する。また，可搬型建屋外ホース，可搬型建屋内ホース及び内部ループの給水口を接続することで，建屋へ供給された水を内部ループへ供給するための経路を構築する。

冷却に使用した排水を貯水槽へ移送するため，内部ループの排水口及び可搬型建屋内ホースを接続し，建屋近傍に設置した可搬型排水受槽への排水経路を構築する。また，可搬型排水受槽，可搬型建屋外ホース及び可搬型中型移送ポンプを接続し，可搬型排水受槽から貯水槽への排水経路を構築する。

給水側の可搬型中型移送ポンプを運転することで，貯水槽から内部ループへ通水する。冷却に用いた冷却水は，可搬型排水受槽に一旦貯留した後，排水側の可搬型中型移送ポンプを運転することで，敷設した排水経路を経由して貯水槽に排水し，再び，内部ループへの通水の水源として用いる。

このため，可搬型建屋外ホース，可搬型中型移送ポンプ，可搬型建屋内ホース，弁等及び可搬型排水受槽を可搬型重大事故対処設備として新たに整備する。貯水槽を常設重大事故等対処設備として新たに設置すると共に，内部ループを常設重大事故等対処設備として位置づける。

3.2 拡大防止対策

発生防止対策が機能しなかった場合に備え、発生防止対策で敷設する可搬型中型移送ポンプの下流側に、貯槽等内に注水するための可搬型建屋内ホース、弁等を施設し、可搬型建屋内ホースと機器注水配管の接続口を接続する。

高レベル廃液等が沸騰に至った場合には、液位低下及びこれによる濃縮の進行を防止するため、液位を一定範囲に維持するよう、貯水槽の水を貯槽等内へ注水する。

また、事態を収束させるため、発生防止対策で敷設する、可搬型中型移送ポンプの下流側に、冷却コイル等への通水のための可搬型建屋内ホース、弁等を敷設し、可搬型建屋内ホースと各貯槽等の冷却コイル等の接続口を接続した後、貯水槽の水を冷却コイル等へ通水する。貯槽等内の高レベル廃液等の冷却に用いた冷却水は、内部ループへの通水と同じように、排水経路を経由して貯水槽に排水し、再び、冷却コイル等への通水の水源として用いる。

また、高レベル廃液等が沸騰に至る場合に備え、塔槽類廃ガス処理設備の隔離弁を閉止することで、塔槽類廃ガス処理設備の流路を遮断し、貯槽等からの排気をセルに導出するための常設の排気経路に設置する弁を開く。本対応と並行して、当該排気経路に設置した凝縮器へ冷却水を供給するため、発生防止対策で敷設する可搬型中型移送ポンプの下流側に、凝縮器へ通水するための可搬型建屋内ホース、弁等を敷設し、可搬型建屋内ホース及び凝縮器の接続口を接続し、貯水槽の水を凝縮器に通水する。高レベル廃液等が沸騰に至った場合には、排気をセルに導出する前に、排気経路上の凝縮器により排気中の蒸気を凝縮させると共に、凝縮器下流側に設置した高性能粒子フィルタにより放射性物質を除去する。

凝縮器の冷却に用いた冷却水は、内部ループへの通水と同じように排水経路を経由して貯水槽に排水し、再び、凝縮器への通水の水源として用いる。

なお、凝縮器下流側に設置した高性能粒子フィルタの差圧が、凝縮器通過後の排気の湿分により上昇する場合には、高性能粒子フィルタをバイパスしてセルに導出する。

貯槽等内においては、放射線分解により常に水素が発生しているため、本重大事故が発生した場合においても、継続して水素掃気を実施する必要がある。一方、本重大事故時には、塔槽類廃ガス処理設備の流路を遮断し、貯槽等からの排気をセルに導出する。この際、セル排気系の排風機が機能喪失している場合、導出先セルの圧力が上昇し、排気系統以外の場所から、放射性物質を含む気体の漏えいが生じる可能性があるが、高レベル廃液等が沸騰に至る前であれば、排気に含まれる放射性物質の濃度は平常運転時と同程度であり、セルへ導出する前に、高性能粒子フィルタで除去すること、また、排気経路以外の経路から漏えいが生じる可能性がある時間も、最も長い建屋で約3時間程度であり、大気中への建屋内の移行経路を踏まればその影響はわずかである。

また、前処理建屋及び高レベル廃液ガラス固化建屋の貯槽等については、気相部の体積が大きく、水素濃度の上昇が緩やかであることから、導出先のセル圧力上昇を抑制するため、水素掃気用の圧縮空気の供給を停止し、セル内の圧力上昇を防止する。

セルへの放射性物質の導出後においては、セル排気系の高性能粒子フィルタは一段であることから、セル排気系を代替する排気系（以下、「代替排気系」という。）として、可搬型排風機、可搬型発電機、可搬型ダクト、可搬型フィルタを2段敷設し、主排気筒へつながるよう、可搬型排風

機，可搬型ダクト及び可搬型フィルタを接続し，可搬型ダクト及びセル排気系を接続した後，可搬型排風機を運転することで，放射性エアロゾルを可搬型フィルタの高性能粒子フィルタで除去しつつ主排気筒から大気中に放出する。

このため，可搬型建屋外ホース，可搬型中型移送ポンプ，可搬型建屋内ホース，弁等，可搬型排水受槽，可搬型排風機，可搬型発電機，可搬型ダクト，可搬型フィルタを可搬型重大事故対処設備として新たに整備する。貯水槽，セルに導出する経路，凝縮器，凝縮下流の高性能粒子フィルタを常設重大事故等対処設備として新たに設置すると共に，貯槽等の冷却コイル，冷却ジャケット，建屋換気設備のダクト，主排気筒等を常設重大事故対処設備として位置づける。

4. 有効性評価

4.1 代表事例

冷却機能が喪失する範囲及び環境条件を踏まえた対処内容を考慮し、地震起因事象を代表事象として選定する。

4.2 代表事例の選定理由

冷却機能の喪失による蒸発乾固は、外部事象の地震において、冷却水循環ポンプ、冷却塔等の動的機器の直接的な機能喪失及び全交流動力電源喪失による間接的な機能喪失により、冷却機能が喪失する。

また、外部事象の火山又は内部事象において、長時間の全交流動力電源喪失による間接的な動的機器の機能喪失又は動的機能の多重故障による一部の動的機器の直接的な機能喪失により冷却機能が喪失する。

外部事象の地震により発生する冷却機能の喪失の場合、動的機器の機能喪失と全交流動力電源喪失が同時に発生する等、喪失する機器が多く、その範囲も広い。

また、外部事象の地震は、環境条件の悪化も想定されることから、重大事故等対策としては厳しくなる。さらに、外部事象は、地震及び火山が考えられるが、地震起因の方が、環境条件が厳しくなることから、有効性評価の代表としては、地震起因による冷却機能の喪失を選定する。

4.3 有効性評価の考え方

発生防止対策に係る有効性については、高レベル廃液等の沸騰が未然に防止できるかについて確認するために、高レベル廃液等の温度上昇の推移を評価する。

拡大防止対策に係る有効性については、発生防止対策が有効に機能せ

ず高レベル廃液等が沸騰に至った場合に、貯槽等の液位を一定の範囲に維持でき、また、冷却コイル等への通水により高レベル廃液等の温度が安定して、低下傾向になるかについて確認するため、高レベル廃液等の温度及び液位の推移を評価する。

また、貯槽等からの排気をセルに導出する場合、凝縮器の機能が継続的に維持できるか確認するため、凝縮器で発生する凝縮水量が回収先のセルの漏えい受け皿等の容量を下回ることを確認する。

さらに、放射性物質の放出量評価として、拡大防止対策の実施状況を踏まえて、貯槽等から気相に移行する放射性物質の量、放出経路における低減割合を考慮し、事態収束までの大気中へ放出する放射性物質の放出量（ $Cs-137$ 換算）を評価する。

これらの評価における高レベル廃液等の温度、発熱量については、水の定圧比熱等を用いた簡便な計算で実施する。

4.4 機能喪失の条件

代表事例において、基準地震動の1.2倍の地震動を入力した場合においても必要な機能を損なわない設計としていないものは、機能喪失するものとし、動的機器については耐震性によらず機能喪失を想定する。

また、代表事例では、外部電源を含めた全交流動力電源の喪失を想定しているため、追加での機能喪失は想定しない。

4.5 機器の条件

可搬型中型移送ポンプは1台あたり $240\text{ m}^3/\text{h}$ の容量を有し、内部ループへの通水、貯槽等への注水、冷却コイル等への通水及び凝縮器への通水に用いるものとし、前処理建屋で1台、分離建屋、精製建屋及びウラ

ン・プルトニウム混合脱硝建屋で1台，高レベル廃液ガラス固化建屋で1台を使用する。

各貯槽等への供給流量は，内包する高レベル廃液等の崩壊熱を踏まえて，設定した値に調整して，当該設定値で通水する。

高レベル廃液等の核種組成，濃度，崩壊熱密度は，再処理する使用済燃料の冷却条件を15年とし，これを基に算出される放射性物質の核種組成を基準に，濃度及び崩壊熱密度の最大値を設定する。

貯槽等の高レベル廃液等の保有量は，公称容量とする。高レベル廃液等の温度評価にあたっては，セルへの放熱を考慮せず，断熱として評価する。

4.6 操作の条件

内部ループへの通水は，準備が整い次第実施するものとして，沸騰までの時間が最も短い精製建屋において，沸騰に至るまでの時間である11時間に対して8時間50分で内部ループへの通水を開始する。

セルへの導出経路への切替操作は，沸騰までの時間が最も短い精製建屋において，沸騰に至るまでの時間である11時間に対して2時間25分で完了する。

前処理建屋及び高レベル廃液ガラス固化建屋における水素掃気用の圧縮空気の停止操作は，45分後に完了する。

貯槽等の液位を監視しつつ，高レベル廃液等の液量が，初期保有量の70%に減少する前までに貯槽等への直接注水を開始する。また凝縮器への通水は，準備が完了次第実施し，沸騰までの時間が最も短い精製建屋において，沸騰に至るまでの時間である11時間に対して8時間30分で凝縮器への通水を開始する。

冷却コイル等への通水は準備が完了次第、開始するものとしており、沸騰の継続時間が最も長くなる精製建屋においては30時間40分で通水を開始する。

代替排気系による排気は、準備が完了次第実施するものとしており、沸騰までの時間が最も短い精製建屋において、沸騰に至るまでの時間である11時間に対して6時間40分で開始する。

4.7 放出量評価の条件

高レベル廃液等の放射性物質の組成、濃度、崩壊熱密度と貯槽等の保有量は機器条件と同様である。

気相への移行割合については、蒸発乾固を模擬した気相移行量の測定の実験結果を参考に、沸騰開始から乾固までの移行割合を 5×10^{-5} に設定し、沸騰継続時間を貯槽等の高レベル廃液等の保有量と崩壊熱密度から高レベル廃液等の潜熱を考慮して算出する。

放出経路における放射性物質の低減割合については、高性能粒子フィルタ2段による除染係数を 10^5 、放出経路構造物への沈着による除染係数を10、凝縮器の除染係数を10とする。なお、凝縮器下流に設置する高性能フィルタの除染係数については、蒸気によって劣化する可能性があるため、評価上考慮しない。

また、継続して実施される水素掃気空気の供給により生じる経路外放出に対しては、放出経路での除染係数を100見込むとともに、放出経路の空間における希釈効果を考慮して評価する。

放射性物質の放出量（ $Cs-137$ 換算）については、IAEAに示される換算係数を用いて、着目する核種の比から算出する。ただし、プルトニウム等の一部の核種については、それに加えて化学形態による影響の違い

を補正する係数を乗じる。

4.8 判断基準

発生防止対策については、高レベル廃液等が沸騰に至らず低下傾向を示すこと。

拡大防止対策については、沸騰に至った場合に、液位を一定範囲に維持でき、冷却コイル等への通水により、高レベル廃液等が沸騰しない状態を継続して維持できること。

また、事態の収束までに発生する凝縮水の発生量が、凝縮の回収先セルの漏えい液受皿の容量を下回ること。

放出量評価は、拡大防止対策としての冷却コイル等への通水による事態の収束までの大気中への放射性物質の放出量がC s -137換算で100 T B q を下回るものであって、かつ、実行可能な限り低いこと。

5. 有効性評価の結果

5.1 発生防止対策

安全冷却水系の冷却機能の喪失により、高レベル廃液等の温度が上昇し始め、沸騰に至るまでの時間の短い機器グループから優先的に内部ループへの通水を開始する。その結果、全ての機器グループにおいて沸騰に至る時間に対して2時間以上の余裕をもって低下傾向を示す。

5.2 拡大防止対策

発生防止対策が機能しなかった場合、高レベル廃液等は沸騰に至り液位が低下するが、液位を監視しつつ貯槽等への注水を適時実施することにより、液量は、貯槽等の事故発生直前の初期液量の70%を下回ることなく維持でき、液量を一定範囲に維持できる。また、ルテニウムを含む貯槽等において、溶液の温度を120℃未満に維持でき、揮発性のルテニウムが生成することはない。

さらに、貯槽等への注水により液量及び温度を一定範囲に維持しつつ、冷却コイル等への通水を開始した以降は、高レベル廃液等の温度は沸点未満となり、低下傾向を示し、沸騰しない状態を継続して維持できる。また、事態の収束までに発生する凝縮水の量は、漏えい液受け皿の容量に対して最も厳しくなる精製建屋において約3 m³であり、凝縮水の発生量は回収先セルの漏えい液受け皿等の容量を十分下回る。

セル導出経路の系統構成、凝縮器への通水、代替排気系による排気等により、事態の収束までに大気中へ放出される放射性物質の量（セシウム-137換算）は、前処理建屋において、 8×10^{-13} T B q，分離建屋において、 5×10^{-7} T B q，精製建屋において、 5×10^{-6} T B q，ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋において、 3×10^{-7} T B q 及び高レベル廃液ガ

ラス固化建屋において、 4×10^{-6} T B q であり、これらを合わせても約 9×10^{-6} T B q であり、100 T B q を下回るものであって、かつ、実行可能な限り低い。

5.3 不確かさの影響評価

5.3.1 事象、事故条件及び機器条件の不確かさの影響

内部事象で発生する動的機器の故障による冷却機能喪失の場合、対処が必要な設備、建屋の範囲が限定される。当該評価では、代表事例において、各建屋で並行して作業した場合の対策の成立性を確認していることから、評価結果は変わらない。

内部事象で発生する長時間の全交流動力電源の喪失事象及び外部事象の火山起因による冷却機能喪失の場合、初動対応での状況確認やアクセスルート確保等の作業において、地震起因と比較して早い段階で重大事故等対策に着手できるため、対処の時間余裕が大きくなることから、判断基準を満足することに変わりはない。

高レベル廃液等の組成、濃度及び崩壊熱密度は、想定される最大値を設定しており、高レベル廃液等の温度評価では、セル雰囲気への放熱を考慮しない等、厳しい結果を与える条件で評価をしており、安全余裕を排除したより現実的な条件とした場合には、対処の時間余裕が大きくなることから、判断基準を満足することに変わりはない。なお、貯槽等からセル雰囲気への放熱の効果は、機器に内包される高レベル廃液等の崩壊熱及び機器の表面積に依存し、崩壊熱の量に対して放熱に寄与する機器面積の大きい溶解液、抽出廃液及びプルトニウム溶液において30%を超え、放熱の効果を見込んだ場合には、これらの溶液を内包する貯槽等において、より時間余裕が増えることとなるが、これらの貯槽等とはもともと時間余裕の大き

い貯槽等であり、各貯槽等での沸騰に至るまでの時間が逆転することはないため、本重大事故の対処の作業の優先順位に与える影響はない。

事態の収束までの大気中への放射性物質の放出量（Cs-137換算）については、気相中に移行する放射性物質の移行割合や放出経路における放射性物質の除染係数に不確かさがある。非安全側な影響として、仮に移行した放射性物質に揮発性のルテニウムが含まれていた場合や放射性物質の移行率に変動があった場合、放出量が1桁程度増加する可能性がある。一方、安全側な影響として、放出量評価に用いた高レベル廃液等の核種組成や経路上での除染係数を評価が厳しくなるよう設定しており、放出量が小さくなることも想定される。このように、不確かさを有するものの、これらを考慮した場合でも判断基準を満足することに変わりはない。

5.3.2 操作条件の不確かさの影響

貯槽等への注水、凝縮器への通水等の準備は、安全冷却水系の冷却機能の喪失をもって着手し、高レベル廃液等が沸騰に至るまでの時間に対し、2時間の時間余裕をもって完了させる。また、各作業の作業項目は、余裕を確保して計画し、必要な時期までに操作できるよう体制を整えていることから判断基準を満足していることに変わりはない。

6. 同時発生及び連鎖

6.1 同時発生

複数の貯槽等で同時に蒸発乾固が発生することに対する重大事故等対策の有効性については、本章に記載したとおりである。

異なる種類の重大事故等の同時発生に対する重大事故等対策の有効性については、別章でまとめる。

6.2 連鎖

沸騰が発生する貯槽等に接続する冷却コイル、冷却ジャケット及びその他の安全機能を有する機器の材質は、ステンレス鋼又はジルコニウムであり、事象、事故条件及び機器条件の不確かさを考慮しても、沸騰が発生した場合の温度は、モル沸点上昇を考慮しても130℃程度であり、これらの安全機能を有する機器が損傷することはない。

沸騰時の機器内の圧力は、3 kPa 以下であり、その他の環境条件の変動を考慮しても、沸騰が発生する貯槽等に接続する機器が損傷することはない、他の重大事故等が連鎖して発生することはない。

また、高レベル廃液等が沸騰した場合には、高レベル廃液等のG値の上昇により、水素発生量が増加するが、通常運転時の安全圧縮空気系の水素掃気量は、水素発生量に対して十分な余力を有しており、高レベル廃液等が沸騰に至り、水素発生量が増えたとしても、機器気相分の水素濃度が4 vol %に至ることはない、他の重大事故等が連鎖して発生することはない。

(1) 臨界事故への連鎖

高レベル廃液等の沸騰が発生する機器において講じられている臨界事故に係る安全機能は、全濃度安全形状寸法管理及び濃度管理であるが、

沸騰時の温度，圧力，核燃料物質の濃度変動，その他のパラメータ変動を考慮しても，臨界事故に係る安全機能が喪失することはない。

また，これらの事故影響が，貯槽等のバウンダリを超えて波及することは想定されないことから，当該貯槽等以外の貯槽等において臨界事故が連鎖して発生することはない。

(2) 水素爆発への連鎖

高レベル廃液等の沸騰が発生する機器において講じられている水素爆発に係る安全機能は，安全圧縮空気系による水素掃気機能であるが，想定される温度，圧力，その他のパラメータ変動を考慮しても安全圧縮空気系による水素掃気機能が喪失することはない。

沸騰発生時には，高レベル廃液等のG値の増加により，高レベル廃液等の水素発生量が増加するが，安全圧縮空気系による水素掃気空気の供給量は余裕をもって設定されており，高レベル廃液等が沸騰に至り，水素発生量が増えたとしても，機器気相分の水素濃度が4 vol %に至ることはなく，他の重大事故等が連鎖して発生することはない。

また，これらの事故影響が，貯槽等のバウンダリを超えて波及することは想定されないことから，当該貯槽等以外の貯槽等において臨界事故が連鎖して発生することはない。

(3) T B P等の錯体の急激な分解反応への連鎖

高レベル廃液等の沸騰が発生する機器において講じられているT B P等の錯体の急激な分解反応に係る安全機能はない。

また，高レベル廃液等の沸騰による事故影響が，貯槽等のバウンダリを超えて波及することは想定されないことから，T B P等の錯体の急激な分解反応が連鎖して発生することはない。

(4) 使用済燃料貯蔵槽における燃料損傷への連鎖

高レベル廃液等の沸騰が発生する機器及び使用済燃料の受入れ施設及び貯蔵施設は異なる建屋に位置し、高レベル廃液等の沸騰による事故影響が、貯槽等のバウンダリを超えて波及することは想定されないことから、使用済燃料貯蔵槽における燃料損傷が連鎖して発生することはない。

7. 必要な要員及び資源

地震起因及び火山起因による冷却機能の喪失の場合には、重大事故の選定に示すとおり、水素爆発及び使用済燃料貯蔵プールの冷却機能喪失に対しても同時に対処することとなる。このため、重大事故等対処に必要な要員及び燃料等の成立性については、それぞれの対処に必要な数量を重ね合わせて評価する必要がある、重大事故等が同時にまたは連鎖して発生した場合の対処において評価している。

7.1 要員

本重大事故における発生防止対策及び拡大防止対策に必要な要員は、冷却機能の喪失を受けて、各建屋で並行して対応することとなっており、地震起因の場合、全建屋の合計で128名である。なお、火山起因の場合には、降灰予報を受けて建屋外でのホース敷設等の準備作業に入ることから、建屋外の作業に要する要員数が地震起因の場合を上回ることはなく、地震起因と同じ人数で対応できる。

また、内部事象を起因とした場合は、作業環境が地震起因で想定される環境条件より悪化することが想定されず、対処内容にも違いがないことから、必要な要員は地震起因の場合に必要な人数以下である。

これらに対して、常時事業所内に確保している実施組織要員184名の中で当該対処にあたる要員を128名確保しており対応が可能である。

7.2 水源

貯槽等への注水に必要な水量は、貯槽等への注水を7日間継続した場合、合計で約310m³である。また内部ループへの通水、凝縮器への通水、及び冷却コイル等への通水は、水源である貯水槽へ排水経路を構成し

て循環させることから、基本的に水量に変化はなく、継続が可能である。

なお、冷却コイル等への通水が完了するまでの貯槽等からの蒸発量は、全建屋の合計で約26m³となる。また、すべての建屋の高レベル廃液等の総崩壊熱量が1つの貯水槽に負荷された場合の1日あたりの貯水槽の温度上昇は、安全側に断熱で評価した場合においても3℃程度であり、貯水槽を最終ヒートシンクとして考慮することに問題はない。

7.3 電源

電動の可搬型排風機への給電は、専用の可搬型発電機を敷設するため、対応が可能である。

7.4 燃料

全ての建屋の蒸発乾固の発生及び拡大の防止のための措置を7日間継続して実施するのに必要な軽油は合計で約63m³であり、再処理施設全体で合計400m³保有しており、対応が可能である。

2.4 放射線分解により発生する水素による爆発への対処（要旨）

2.5 有機溶媒等による火災又は爆発（T B P 等の錯体の急激な分解反応）
への対処（要旨）

1. 事象の特徴

T B P 又はその分解生成物であるりん酸二ブチル，りん酸一ブチル（以下，これらの物質を「T B P 等」という。）と硝酸，硝酸ウラニル又は硝酸プルトニウムの錯体（以下，これらの錯体を「T B P 等の錯体」という。）の急激な分解反応のおそれのある機器には，加熱蒸気最高温度を設定するとともに供給液にはT B P が混入しないよう，T B P を除去する設計とすることで，濃縮缶又は蒸発缶におけるT B P 等の錯体の急激な分解反応の発生を防止する設計としている。

希釈剤によるT B P 等の除去機能が喪失し，濃縮缶又は蒸発缶への加熱蒸気の制御にも異常が生じ，熱的制限値による停止機能が喪失した状態が継続し，濃縮缶又は蒸発缶内の溶液の温度がT B P 等の錯体の急激な分解反応の発生する温度を超えた場合にT B P 等の錯体の急激な分解反応が発生する。

T B P 等の錯体の急激な分解反応の発生に伴い，濃縮缶又は蒸発缶内に存在しているT B P 等は全て分解反応により消費されると想定すると，二酸化炭素，水，窒素やりん酸といった分解生成物及びエネルギーが発生するため，濃縮缶又は蒸発缶内及び濃縮缶又は蒸発缶に接続している塔槽類廃ガス処理設備内の圧力及び温度が急激に上昇するとともに濃縮缶又は蒸発缶内の溶液中の飛まつが放射性エアロゾルとして蒸気とともに気相中に移行することで，大気中へ放出される放射性物質の量が増大する。

T B P 等の錯体の急激な分解反応発生後，濃縮缶又は蒸発缶へT B P 等を含む供給液の供給及び加熱が継続され，この分解

反応が発生する温度を超えた場合には、この分解反応が継続的に発生することが考えられる。

設計上定める条件より厳しい条件の設定及び重大事故の想定箇所の特定において、T B P 等の錯体の急激な分解反応はプルトニウム精製設備のプルトニウム濃縮缶（以下、「プルトニウム濃縮缶」という。）で発生が想定される。

2. 事故の特徴を踏まえた対策と考え方

T B P 等の錯体の急激な分解反応が発生した場合は、T B P 等の錯体の急激な分解反応の発生を検知し、プルトニウム濃縮缶への供給液の供給を自動的に停止することで、T B P 等の錯体の急激な分解反応の再発を防止するとともに、プルトニウム濃縮缶を加熱するための蒸気発生器への蒸気供給を手動にて停止する。

気相中に移行した放射性物質の大気中への放出を防止するため、T B P 等の錯体の急激な分解反応の発生後、速やかに、精製建屋塔槽類廃ガス処理設備の塔槽類廃ガス処理系（プルトニウム系）（以下、「廃ガス処理設備」という。）の流路を遮断するとともに気相中に移行した放射性物質を貯留タンクに閉じ込める。

また、貯留タンクが所定の圧力に達した場合、排気経路を貯留タンクから廃ガス処理設備に切り替えるとともに、貯留タンクの隔離弁を閉止し、空気圧縮機を停止する。貯留タンク入口には逆止弁を設置することで、貯留タンクから平常運転時の排気経路への放射性物質を含む気体の逆流を防止する。

3. 具体的対策

T B P 等の錯体の急激な分解反応が発生した場合は、プルトニウム濃縮缶液相部温度高警報、プルトニウム濃縮缶圧力高高警報及びプルトニウム濃縮缶気相部温度高警報の3つのうち2つ以上の警報の発報により T B P 等の錯体の急激な分解反応の発生を検知し、プルトニウム濃縮缶への供給液の供給を自動的に停止するとともに、蒸気発生器へ蒸気を供給する系統の手動弁を閉止することで、連続的に供給液が供給されることによって発生する T B P 等の分解反応を停止させる。

T B P 等の錯体の急激な分解反応の発生を検知した場合には、貯留タンクに放射性物質を導出するため、貯留設備の隔離弁を自動開放するとともに貯留設備の空気圧縮機を自動で起動し、貯留タンクに放射性物質を導く。並行して、廃ガス処理設備の流路を遮断するため、自動で廃ガス処理設備の隔離弁を閉止するとともに排風機を停止する。

上記の導出操作は、貯留タンクの圧力が所定の圧力（0.7M P a）に達するまで継続し、所定の圧力に達した場合は、排気経路を貯留タンクから廃ガス処理設備に切り替える。

この操作は中央制御室からの操作で、廃ガス処理設備の隔離弁を開放するとともに廃ガス処理設備の排風機を起動する。この際、貯留タンクには逆止弁が設けられているため、貯留タンクから廃ガス処理設備への放射性物質の逆流はない。その後、中央制御室からの操作で貯留設備の隔離弁を閉止するとともに、空気圧縮機を停止する。

これらの操作により、排気を廃ガス処理設備から主排気筒を

介して放出する。

T B P 等の錯体の急激な分解反応の発生によって、系統内の雰囲気圧縮されることにより、廃ガスポットから廃ガスの一部がセルへ放出されることが考えられる。この際にセルへ放出される廃ガスには、T B P 等の錯体の急激な分解反応によって発生する放射性物質は含まれない。

このため、プルトニウム濃縮缶供給槽ゲデオン、プルトニウム精製設備の配管、プルトニウム濃縮缶供給槽液位計、プルトニウム濃縮缶圧力計、プルトニウム濃縮缶気相部温度計、プルトニウム濃縮缶液相部温度計、プルトニウム精製設備の蒸気発生器へ蒸気を供給する系統の手動弁、プルトニウム濃縮缶加熱蒸気温度計、廃ガス処理設備の配管、高性能粒子フィルタ、隔離弁、廃ガスポット、排風機、建屋換気設備のダクト、セル排気フィルタユニット、グローブボックス・セル排風機、主排気筒、一般冷却水系、安全圧縮空気系、一般圧縮空気系、監視制御盤、安全系監視制御盤及び電気設備を常設重大事故等対処設備として位置付ける。

また、貯留設備の配管、隔離弁、逆止弁、空気圧縮機、貯留タンク、圧力計及び流量計を常設重大事故等対処設備として新たに整備する。

4. 有効性評価

4.1 代表事例及び代表事例の選定理由

T B P 等の錯体の急激な分解反応の発生が想定される機器は、設計上定める条件より厳しい条件の設定及び重大事故の想定箇所の特定においてプルトリウム濃縮缶の1 基とされていることから、有効性評価はプルトリウム濃縮缶を対象として実施する。

4.2 有効性評価の考え方

重大事故等の拡大の防止のための措置に係る有効性評価は、T B P 等の錯体の急激な分解反応の発生後、供給液の供給又は加熱を停止することで、T B P 等の錯体の急激な分解反応の再発を速やかに防止できることを評価する。

また、放射性物質の放出量評価として、拡大防止対策の実施状況を踏まえ、廃ガス処理設備の系統内の放射性物質質量、プルトリウム濃縮缶から気相へ移行する割合、放出経路における除染係数、貯留タンクへの導出を考慮し、事態の収束までに大気中へ放出する放射性物質質量をセシウム-137 換算として評価する。

これらは解析コードを用いずに評価する。

4.3 事故の条件

内部事象により T B P 等の錯体の急激な分解反応が発生することを想定する。

事故の起因と関連性のない安全機能を有する施設について

は、その安全機能の喪失を想定しない。

T B P 等の錯体の急激な分解反応の規模については、プルトリウム濃縮缶へ供給される T B P 量を約 208 g 及び約 1 g と設定する。

4.4 機器の条件

プルトリウム濃縮缶供給槽ゲデオンは、プルトリウム濃縮缶の液相部温度高警報、プルトリウム濃縮缶の気相部圧力高高警報及びプルトリウム濃縮缶の気相部温度高警報の 3 つのうち 2 つ以上の警報の発報により、T B P 等の錯体の急激な分解反応の検知から 1 分以内に自動的に停止する。

蒸気発生器へ蒸気を供給する系統の手動弁を閉止することにより、プルトリウム濃縮缶の加熱が停止する。

貯留設備は、プルトリウム濃縮缶の液相部温度高警報、プルトリウム濃縮缶の気相部圧力高高警報及びプルトリウム濃縮缶の気相部温度高警報の 3 つのうち 2 つ以上の警報の発報により、貯留タンクへの経路が確立され、放射性物質の導出が自動的に実施される。貯留タンクの容量は T B P 等の錯体の急激な分解反応の検知を起点として約 2 時間にわたって放射性物質を含む気体を貯留できる容量として約 11m^3 を有するものとする。

プルトリウム濃縮缶へ供給される安全圧縮空気及び一般圧縮空気は、それぞれ約 $0.4\text{m}^3/\text{h}$ 、約 $0.05\text{m}^3/\text{h}$ とする。

4.5 操作の条件

プルトニウム濃縮缶を加熱する蒸気発生器へ蒸気を供給する系統の手動弁の閉止操作は、プルトニウム濃縮缶において T B P 等の錯体の急激な分解反応が発生してから速やかに開始し、T B P 等の錯体の急激な分解反応の発生を検知してから 25 分後までに作業を完了できる。

T B P 等の錯体の急激な分解反応により発生する放射性物質を貯留タンクへ導出し、貯留タンクが規定圧力に到達後、排気経路を貯留設備から平常運転時の廃ガス処理設備に切り替える操作は、中央制御室から行い、貯留タンクの圧力が規定圧力に到達した時点から 8 分後までに作業を完了できる。

4.6 放出量評価の条件

プルトニウム濃縮缶が内包する放射性物質量は、T B P 等の錯体の急激な分解反応が発生する温度が沸点となるまで過濃縮されたプルトニウム濃度及び濃縮運転が行うことができる最大容量から算出した値とする。

T B P 等の錯体の急激な分解反応の発生後、プルトニウム濃縮缶から廃ガスポットまでの廃ガスは廃ガスポットからセルへ導出されるものとし、セルの換気設備より排気されるものとする。

T B P 等の錯体の急激な分解反応に伴い発生する放射性物質は廃ガス処理設備より排気されるものとし、この放出量の他に、T B P 等の錯体の急激な分解反応の発生により供給液の供給はインターロックにより速やかに停止することを考慮し、1 分間 T B P 等の錯体の急激な分解反応が継続することによる

放射性物質の放出量を加味して評価する。

T B P 等の錯体の急激な分解反応において気相中に移行した放射性物質は貯留タンクに閉じ込められるが、約 4 %がプルトリウム濃縮缶に残留し、廃ガス処理設備への切替えに伴い廃ガス処理設備により放射性物質を低減したうえで主排気筒から放出するとする。

T B P 等の錯体の急激な分解反応発生時における放射性物質の気相中への移行率は、事象発生時に発生するエネルギーを考慮し、プルトリウム濃縮缶内の溶液は約 4×10^{-3} 、T B P 等の錯体の急激な分解反応発生後、供給液の供給が 1 分間継続した際に供給される供給液は 5×10^{-5} を使用する。

セルへ導出される放射性物質に対する放出経路における放射性物質の低減割合については、放出経路構造物への沈着による放射性エアロゾルの除染係数は 10、廃ガスポットの除染係数は 10、セル排気フィルタユニットの高性能粒子フィルタの除染係数は 10^3 とし、合計 10^5 とする。

廃ガス処理設備から放出される又は貯留タンクへ導出される放射性物質に対する放出経路における放射性物質の低減割合については、放出経路構造物への沈着による放射性エアロゾルの除染係数は 10、廃ガス処理設備の高性能粒子フィルタの除染係数は、1 段目を 10^3 、2 段目を 10^2 の合計 10^5 とし、合わせて除染係数は 10^6 とする。

放射性物質の放出量のセシウム-137 換算係数については I A E A - T E C D O C 1162 に示される地表沈着した放射性物質からのガンマ線による外部被ばく等にかかる実効線量へ

の換算係数を用いて、セシウム－137と着目核種との比から算出する。ただし、プルトニウム等の一部の核種については、これに加え化学形態による影響の違いによる補正する係数を乗じる。

4.7 判断基準

T B P 等の錯体の急激な分解反応の拡大防止対策の判断基準は、T B P 等の錯体の急激な分解反応の再発を速やかに防止できること。

また、T B P 等の錯体の急激な分解反応によって主排気筒から大気中へ放出される放射性物質の放出量がセシウム－137換算で 100 T B q を十分下回るものであって、かつ、実行可能な限り低いこと。

5. 有効性評価の結果

5.1 拡大防止対策

T B P 等の錯体の急激な分解反応を検知した場合は、検知から 1 分以内に自動的にプルトニウム濃縮缶供給槽ゲデオンが停止することができる。

プルトニウム濃縮缶を加熱する蒸気発生器へ蒸気を供給する系統の手動弁の閉止操作は、T B P 等の錯体の急激な分解反応発生後 2 名にて 25 分以内で完了することができる。

プルトニウム濃縮缶供給槽ゲデオンを T B P 等の錯体の急激な分解反応発生後 1 分以内に停止することができるため、T B P 等の錯体の急激な分解反応の再発は速やかに防止できる。

放射性物質の放出量について、貯留タンクへの貯留が開始されてから貯留タンク内の圧力が規定の圧力である 0.7M P a に達するまでの期間においては、大気中への放射性物質の放出は生じない。貯留タンクの圧力が規定の圧力に達した後、排気経路を貯留タンクへの経路から廃ガス処理設備に切り替えることで、貯槽に残留した放射性物質が放出され、約 2×10^{-5} T B qとなる。

5.2 不確かさの影響評価

5.2.1 事象、事故条件及び機器条件の不確かさの影響

T B P 等の錯体の急激な分解反応発生時における放射性物質の気相中への移行率には引用した文献の条件による不確実性があることから、1 桁程度の下振れを有する。

一方、非安全側な影響として、移行率の計算に使用する T B

P 等の錯体の急激な分解反応により発生する熱量及び T B P の水への溶解度の幅を考慮すると、条件によっては 1 桁未満の上振れを有する可能性がある。

T B P 等の錯体の急激な分解反応の発生後、供給液の供給継続に伴う事象の再発に対して不確かさが存在することから、1 桁程度の下振れを有する。

放射性物質の除染係数については、放出経路による除染係数について、放出経路の構造や放射性物質の粒子径分布の観点で不確実性があるが、1 桁程度の変動に収まると考えられる。

T B P 等の錯体の急激な分解反応の発生後において、プルトリウム濃縮缶内でのプルトリウム溶液の挙動に不確かさがあるとして、水素掃気用や計装用空気の空気によってプルトリウム濃縮缶外に放射性物質が移動するとして求めた割合を設定したが、プルトリウム濃縮缶内でプルトリウム溶液の蒸発が継続している場合には、水素掃気用の空気の他に水蒸気によってもプルトリウム濃縮缶外に放射性物質が移動することから、放出量に対して 1 桁未満の下振れを有する可能性がある。

非安全側な影響として、廃ガス処理設備から貯留タンクへの系統の切替えが万一機能しない場合には、廃ガス処理設備を再起動し、廃ガス処理設備から放出するため、設定値に対して 2 桁未満低下する可能性があるが、判断基準を満足することによりはならない。

5.2.2 操作条件の不確かさの影響

排気経路の廃ガス処理設備への切替え操作については、切替

え操作が想定よりも時間を要した場合においても、貯留タンクと廃ガス処理設備との間に設置する逆止弁により、貯留タンク内の放射性物質が廃ガス処理設備に移行することはない。また、切替え操作に想定よりも時間を要した場合には、貯留タンク内の圧力が空気圧縮機の吐出圧に達することで、貯留タンクへの放射性物質の導出が困難となり、廃ガス処理設備の水封部からセルに放射性物質が導出される可能性はあるが、それらの放射性物質は建屋換気設備の高性能粒子フィルタにより除染されることから、判断基準を満足することに変わりはない。

T B P 等の錯体の急激な分解反応の発生検知後に実施する加熱蒸気の供給停止操作に想定よりも時間を要した場合、プルトリウム濃縮缶の温度が高い状態が継続することとなるが、T B P 等を含む供給液の供給は停止しており、T B P 等の錯体の急激な分解反応の再発は防止できていることから、判断基準を満足することに変わりはない。

また、T B P 等の錯体の急激な分解反応は内部事象を起因としており、有意な作業環境の悪化はないことから、実施組織要員の操作の時間余裕には影響を与えない。

6. 同時発生及び連鎖

6.1 同時発生

T B P 等の錯体の急激な分解反応の発生原因は、事象の発生を想定する機器における複数の発生防止機能の喪失であるが、発生防止機能は事象の発生を想定する機器間で独立しているため、同時に機能喪失することは考えられない。このため、T B P 等の錯体の急激な分解反応の同時発生は想定しない。

異なる種類の重大事故等の同時発生に対する重大事故等対策の有効性については、別章でまとめる。

6.2 連鎖

プルトニウム濃縮缶において T B P 等の錯体の急激な分解反応の発生した場合、T B P 等の錯体の急激な分解反応の発生による圧力及び温度の急激な上昇により、廃ガス処理設備を通じて他の設備の安全機能が喪失して他の事象が発生する可能性については、T B P 等の錯体の急激な分解反応によるエネルギーを全て溶液に与えたとしても、溶液の性状が変化するような温度変化はないことから、溶液が濃縮されること、引火点に到達するようなことはなく、他の事象が連鎖して発生することはない。

(1) 臨界事故への連鎖

T B P 等の錯体の急激な分解反応が発生するプルトニウム濃縮缶において講じられている臨界事故に係る安全機能は、全濃度安全形状寸法管理である。T B P 等の錯体の急激な分解反応発生時の温度、圧力、核燃料物質の濃度変動、その他のパラ

メータ変動を考慮しても、臨界事故に係る安全機能が喪失することはない。

また、これらの事故影響が、貯槽等のバウンダリを越えて波及することは想定されないことから、プルトニウム濃縮缶以外の貯槽等において臨界事故が連鎖して発生することはない。

(2) 冷却機能の喪失による蒸発乾固への連鎖

T B P 等の錯体の急激な分解反応が発生するプルトニウム濃縮缶は安全冷却水系による冷却は行っておらず、T B P 等の錯体の急激な分解反応によるエネルギーを全て溶液に与えたとしても、溶液の性状が変化するような温度変化は生じない。

また、これらの事故影響が、貯槽等のバウンダリを越えて波及することは想定されないことから、プルトニウム濃縮缶以外の貯槽等において冷却機能の喪失による蒸発乾固が連鎖して発生することはない。

(3) 水素爆発への連鎖

T B P 等の錯体の急激な分解反応が発生するプルトニウム濃縮缶において講じられている水素爆発に係る安全機能は、安全圧縮空気系による水素掃気機能であるが、想定される温度、圧力、その他のパラメータ変動を考慮しても安全圧縮空気系による水素掃気機能が喪失することはない。

また、これらの事故影響が、貯槽等のバウンダリを越えて波及することは想定されないことから、プルトニウム濃縮缶以外の貯槽等において当該貯槽等以外の貯槽等において水素爆発が連鎖して発生することはない。

(4) 有機溶媒等による火災への連鎖

T B P 等の錯体の急激な分解反応によるエネルギーを全て溶液に与えたとしても、溶液の性状が変化するような温度変化は生じない。

また、これらの事故影響が、貯槽等のバウンダリを越えて波及することは想定されないことから、有機溶媒等による火災が連鎖して発生することはない。

(5) 使用済燃料貯蔵槽における燃料損傷への連鎖

T B P 等の錯体の急激な分解反応が発生するプルトニウム濃縮缶及び使用済燃料の受入れ施設及び貯蔵施設は異なる建屋に位置し、T B P 等の錯体の急激な分解反応による事故影響が、貯槽等のバウンダリを越えて波及することは想定されないことから、使用済燃料貯蔵槽における燃料損傷が連鎖して発生することはない。

7. 必要な要員及び資源

T B P 等の錯体の急激な分解反応への対処に必要な要員及び燃料等については、電気設備以外の使用は必要ない。また、軽油等の燃料の消費はない。

T B P 等の錯体の急激な分解反応への対処に必要な要員は、7 名であり、これに対して実施組織要員は 13 名であることから、対応可能である。

2.6 使用済燃料貯蔵槽における燃料損傷防止に係る対処（要旨）

1. 事故の特徴

使用済燃料の受入れ施設及び貯蔵施設では、 $3,000 \text{ t} \cdot U_{PR}$ の使用済燃料を貯蔵することとし、BWR燃料用（1基： $1,000 \text{ t} \cdot U_{PR}$ ）、PWR燃料用（1基： $1,000 \text{ t} \cdot U_{PR}$ ）、BWR燃料及びPWR燃料用（1基： $1,000 \text{ t} \cdot U_{PR}$ ）の合計3基の燃料貯蔵プールを設置している。この他に、受け入れた使用済燃料を仮置きする燃料仮置きピット及び前処理建屋へ使用済燃料を送り出すための燃料送出しピットを設置している。（これらを総称して「燃料貯蔵プール等」という。）

燃料貯蔵プール等での使用済燃料の貯蔵等にあたっては、使用済燃料が有する崩壊熱を除去し、燃料貯蔵プール等の水の沸騰を防止するために、使用済燃料の受入れ施設及び貯蔵施設の使用済燃料の貯蔵施設の使用済燃料貯蔵設備のプール水浄化・冷却設備のプール水冷却系（以下「プール水冷却系」という。）及びその他再処理設備の附属施設の冷却水設備の安全冷却水系（使用済燃料の受入れ施設及び貯蔵施設用）（以下「安全冷却水系」という。）を設置している。また、自然蒸発による燃料貯蔵プール等の水位低下に対して、当該水位を維持するために使用済燃料の受入れ施設及び貯蔵施設の使用済燃料の貯蔵施設の使用済燃料貯蔵設備の補給水設備（以下「補給水設備」という。）を設置している。

プール水冷却系は、ポンプによってプール水を熱交換器に供給し、安全冷却水系からプール水冷却系に供給される冷却水との熱交換を行うため、熱交換器及びポンプで構成される。

安全冷却水系は、冷却塔により冷却水を除熱し、冷却水循環ポンプによってプール水冷却系の熱交換器等に冷却水を供給し、発生する熱を除熱するため、冷却塔及び冷却水循環ポンプで構成される。

補給水設備は、補給水槽に貯蔵した水を燃料貯蔵プール等のそれぞれ

の要求に応じてポンプにより補給するため、補給水槽及びポンプで構成される。

(1) 想定事故 1 の特徴

燃料貯蔵プール等の冷却機能の喪失により、水の温度が上昇し沸騰が開始する。また、補給水設備による燃料貯蔵プール等の水の補給に失敗すると、蒸発により燃料貯蔵プール等の水が減少し燃料貯蔵プール等の水位が緩慢に低下する。燃料貯蔵プール等の注水機能の回復が行われないと、やがて使用済燃料は露出し、損傷に至る。

(2) 想定事故 2 の特徴

燃料貯蔵プール等に接続するプール水冷却系の配管の破断によるサイフォン効果又は地震によるスロッシングにより燃料貯蔵プール等の水の小規模な漏えいが発生し、燃料貯蔵プール等の水位が低下して、プール水冷却系の冷却機能が喪失するとともに、補給水設備の注水機能が喪失する。その後もプール水の補給が行われないと、やがて使用済燃料は露出し、損傷に至る。

2. 対処の基本方針

(1) 想定事故 1 の燃料損傷防止対策

燃料貯蔵プール等の冷却機能及び注水機能の喪失により燃料損傷に至る事故を防止するため、補給水設備を代替する設備により燃料貯蔵プール等に注水し、水位を維持する。以下、この対策を燃料損傷防止対策という。

(2) 想定事故 2 の燃料損傷防止対策

燃料貯蔵プール等からの水の小規模な漏えいの発生により燃料損傷に至る事故を防止するため、燃料貯蔵プール等の水の漏えいを停止し、補給水設備を代替する設備により燃料貯蔵プール等に注水し水位を回復し維持する。以下、この対策を燃料損傷防止対策という。

3. 具体的対策

3.1 燃料損傷防止対策

燃料貯蔵プール等のプール水冷却系若しくは安全冷却水系の冷却機能又は補給水設備の注水機能の喪失，又は燃料貯蔵プール等に接続するプール水冷却系の配管の破断によるサイフォン効果又はスロッシングにより燃料貯蔵プール等の水の小規模な漏えいが発生した場合には，燃料貯蔵プール等へ水を供給するために，可搬型中型移送ポンプを設置し，可搬型建屋外ホース及び可搬型中型移送ポンプを接続し，貯水槽から燃料貯蔵プール等へ水を供給するための経路を構築する。

燃料貯蔵プール等の状態監視のため，監視設備を準備する。監視設備を設置するまでの間，燃料貯蔵プール等の状態について携行型の監視設備にて実施組織要員による監視を行う。可搬型建屋外の水供給経路の構築が完了した後，可搬型建屋外ホース及び可搬型建屋内ホースを接続する。なお，水温上昇に伴い使用済燃料受入れ・貯蔵建屋内の温度が上昇した場合においても，線量率の測定及び燃料貯蔵プール等の状態監視が継続できるよう，空冷設備を設置する。

可搬型中型移送ポンプを運転することで，貯水槽から燃料貯蔵プール等へ注水する。燃料貯蔵プール等の水位は通常水位を目安に注水し，通常水位到達後は，可搬型中型移送ポンプの間欠運転又は流量調整により通常水位を目安に水位を確保する。なお，プール水冷却系の配管破断によるプール水の小規模な漏えい時には，注水により通常水位まで水位が到達しない場合があるが，この場合はプール水冷却系の吸込み側配管に設置される越流せきを目安に注水を実施する。

このため，可搬型建屋内ホース，可搬型中型移送ポンプ，可搬型建屋外ホースを可搬型重大事故等対処設備として新たに整備する。また，貯水

槽を常設重大事故等対処設備として新たに設置する。

4. 有効性評価

4.1 代表事例

想定事故 1 では、冷却機能及び注水機能が喪失する範囲及び環境条件を踏まえた対処内容を考慮し、火山起因事象を代表事象として選定する。

想定事故 2 では、冷却機能及び注水機能が喪失する範囲及び環境条件を踏まえた対処内容を考慮し、サイフォン効果及びスロッシングにより燃料貯蔵プール等の水の小規模な漏えいが発生する地震起因事象を代表事象として選定する。

4.2 代表事例の選定理由

燃料貯蔵プール等における設計上定める条件より厳しい条件は、設計上定める条件より厳しい条件における外部事象の「地震」及び「火山」、設計上定める条件より厳しい条件における内部事象の「動的機器の多重故障」及び「長時間の全交流動力電源の喪失」である。

これらの条件において、プール水冷却系及び安全冷却水系の冷却機能並びに補給水設備の注水機能の喪失、重大事故等への対処の種類及び重大事故等への対処時の想定される作業環境の苛酷さを考慮すると、概ね「地震」を条件とした場合が厳しい結果を与える。ただし、「地震」を条件とした場合は同時にスロッシング及びサイフォン効果が発生し「プール水の保持機能」も喪失することを踏まえ、想定事故 1 では「火山」、想定事故 2 では「地震」の発生を想定する。

また、本重大事故は共通要因事故により、燃料仮置きピット、燃料貯蔵プール（BWR燃料用）、燃料貯蔵プール（PWR燃料用）、燃料貯蔵プール（BWR燃料及びPWR燃料用）及び燃料送出しピットで同時に発生するものとする。

4.3 有効性評価の考え方

燃料貯蔵プール等の水が沸騰により蒸発して水位低下に至った場合に、燃料貯蔵プール等への注水を開始し、水位を一定範囲に維持できることを確認するため、燃料貯蔵プール等の水位及び水温の推移を評価する。これらの評価は、水の比熱等を用いた簡便な計算により、燃料有効長頂部を冠水できること及び放射線を遮蔽できる水位を確保できることを評価する。また、未臨界を維持できることを評価する。

4.4 機能喪失の条件

想定事故 1 の場合、代表事例において、設計上定める条件より厳しい条件における外部事象の「火山」を条件とした場合は外部電源を含めた全交流動力電源の喪失を想定しており、動的機器が間接的に機能喪失するので追加での機能喪失は想定しない。また、代表事例では、外部電源を含めた全交流動力電源の喪失を想定しているため、追加での機能喪失は想定しない。

想定事故 2 の場合、代表事例において、基準地震動の1.2倍の地震動を入力した場合においても必要な機能を損なわない設計としていないものは、機能喪失するものとし、動的機器については耐震性によらず機能喪失を想定する。また、代表事例では、外部電源を含めた全交流動力電源の喪失を想定しているため、追加での機能喪失は想定しない。

想定事故 2 で想定する燃料貯蔵プール等の水の小規模な漏えいは、プール水冷却系の配管の破断によるサイフォン効果及び燃料貯蔵プール等からのスロッシングによる溢水が同時に発生したことを仮定するため、サイフォン効果による小規模な漏えいと同時にスロッシングによる燃料貯蔵プ

ール等の水の小規模な漏えいが発生し、最終的には、評価により求めたスロッシングによる溢水が収束する水位である通常水位から0.60m下の位置で停止するものとする。なお、スロッシングによる溢水量の評価では、燃料貯蔵プール等の周辺に設置する止水板及び蓋のうち、止水板のみスロッシングによる溢水の抑制効果を考慮する。

4.5 機器の条件

可搬型中型移送ポンプは、1台あたり $240\text{m}^3/\text{h}$ の容量を有し、燃料貯蔵プール等への注水に1台を使用する。

燃料貯蔵プール等への注水流量は、貯蔵する使用済燃料の崩壊熱を踏まえて設定した値とし、当該設定値以上で注水する。

燃料貯蔵プール等の初期水位は、管理上の水位の変動範囲でも厳しい水位低警報設定値である、通常水位 -0.05m とし、初期温度は、運転上許容される上限の 65°C とする。

燃料貯蔵プール等の沸騰時間は、崩壊熱量と保有水量により算出される。燃料貯蔵プール等の崩壊熱量は、燃料仮置きピット、燃料貯蔵プール（BWR燃料用）、燃料貯蔵プール（PWR燃料用）、燃料貯蔵プール（BWR燃料及びPWR燃料用）及び燃料送出しピットの各燃料貯蔵プールに対して、冷却期間4年及び冷却期間12年の使用済燃料集合体の貯蔵量を崩壊熱量が最も高くなるように設定する。

燃料貯蔵プール等の保有水量は、保有水量を厳しく見積もるため、使用済燃料やラックの体積を除くとともに、燃料貯蔵プール等で、万一、水の漏えいが発生した場合に、他の健全なプール、ピットと隔離して保修を行うことができるように設置しているピットゲート及びプールゲートは、閉めた状態を考慮した保有水量とする。

以上の条件により、燃料貯蔵プール等の沸騰時間を算出し、この結果から、最も沸騰時間が短くなる燃料貯蔵プール（PWR燃料用）を代表とする。このときの燃料貯蔵プール（PWR燃料用）の崩壊熱量は約2,450 kW、保有水量は想定事故1の場合は約2,453m³、想定事故2の場合は約2,289m³となる。

燃料貯蔵プール等からの蒸発量は、崩壊熱量により算出される。このため、崩壊熱による保有水の蒸発量については、燃料貯蔵プール等全体からの蒸発量を考慮する必要がある。よって、燃料貯蔵プール全体の貯蔵量である3,000 t・U_{pr}が容量いっぱい貯蔵されたときの崩壊熱量として、約5,420 kWを設定する。このときの、崩壊熱による保有水の蒸発量は約10m³/hである。

プール水冷却系配管に逆流防止のため設置されている逆止弁については、異物の噛みこみにより開固着し、逆止弁の機能が十分に働かない状態を仮定する。このとき、配管が損傷することを想定すると、サイフォン効果により燃料貯蔵プール等の水位は低下するが、プール水冷却系配管のサイフォンブレーカによりサイフォンブレーカ孔位置である通常水位から-0.45mで水位低下は停止する。

スロッシングによる燃料貯蔵プール等のプール水の漏えいは、止水板又は蓋の効果により抑制できるものとする。

4.6 操作の条件

想定事故1の場合、燃料貯蔵プール等への代替補給水設備（注水）の設置及び注水は、冷却機能及び注水機能の喪失から燃料貯蔵プール等が沸騰に至るまでの時間である約39時間に対して、21時間30分後から注水を開始する。

想定事故 2 の場合、燃料貯蔵プール等への代替補給水設備（注水）の設置及び注水は、プール水冷却系の配管の破断によるサイフォン効果及びスロッシングにより燃料貯蔵プール等の水の小規模な漏えいが発生するとともに、燃料貯蔵プール等の冷却機能及び注水機能の喪失から燃料貯蔵プール等が沸騰に至るまでの時間である約36時間に対して、21時間30分後から注水を開始できるものとする。

4.7 判断基準

想定事故 1 については、燃料貯蔵プール等の冷却機能及び注水機能が喪失した場合でも、代替補給水設備（注水）による燃料貯蔵プール等への注水手段を確保することによって、燃料有効長頂部を冠水できること及び放射線を遮蔽できる水位を確保できること。また、未臨界を維持できること。

想定事故 2 については、プール水冷却系の配管の破断によるサイフォン効果及びスロッシングにより燃料貯蔵プール等の水の小規模な漏えいが発生するとともに、燃料貯蔵プール等の冷却機能及び注水機能が喪失した場合でも、代替補給水設備（注水）による燃料貯蔵プール等への注水手段を確保することによって、燃料有効長頂部を冠水できること及び放射線を遮蔽できる水位を確保できること。また、未臨界を維持できること。

5. 有効性評価の結果

重大事故等の発生を検知し、燃料貯蔵プール等における水の沸騰により水位が低下した場合でも、代替補給水設備（注水）にて注水することにより、燃料貯蔵プール等の水位を維持し、安定状態を維持できる。使用済燃料は燃料貯蔵プール等のステンレス鋼製ラックに仮置き・貯蔵されており、水温が変化した場合やプール水が沸騰し、水密度が低下した場合においても、燃料貯蔵プール等の未臨界を維持できる。

5.1 不確かさの影響評価

5.1.1 事象、事故条件及び機器条件の不確かさの影響

5.1.1.1 想定事故 1

内部事象で発生する動的機器の故障による冷却機能若しくは注水機能喪失の場合、又は長時間の全交流動力電源の喪失事象の場合、対処が必要な範囲が限定される。当該評価では、代表事例において、各建屋で並行して作業した場合の対策の成立性を確認していることから、実施組織要員の操作の時間余裕に与える影響はない。

燃料貯蔵プール等のプール水が沸騰に至るまでの時間余裕を算出するに当たって、物性値の変動や初期条件の変動が影響を与えられらるものの、時間余裕の算出は、より厳しい結果を与えるように、燃料貯蔵プール等に設定する崩壊熱量は冷却期間 4 年及び 12 年の使用済燃料を貯蔵した場合の最大値を設定した上で、燃料貯蔵プール等からの放熱は考慮せず断熱評価を実施している。このため、実施組織要員の操作の時間余裕に与える影響はない。

評価条件として設定している初期水温は、設計上想定される最大値を採用している。実際の運転時には、評価条件で設定している初期水

温より低くなり、沸騰に至るまでの時間は延びることになる。このため、実施組織要員の操作の時間余裕に与える影響はない。

評価条件として設定している初期水位は、水位低警報値を採用している。実際の運転時には、評価条件で設定している初期水位よりも高い水位となり、保有水量が多くなることにより、沸騰に至るまでの時間は延びることになる。このため、実施組織要員の操作の時間余裕は長くなる。

5.1.1.2 想定事故2

想定事故2は、外部事象で発生する「地震」でのみ発生を想定していることから、想定事象の違いはない。

崩壊熱量及び初期水温の観点としては、想定事故1の有効性評価に記載する不確かさの影響のとおりである。

スロッシングによる溢水量の評価では、燃料貯蔵プール等の初期水位を、管理上の水位の変動範囲で最も厳しい水位低警報設定値である、通常水位 -0.05m としているが、実際の運転時には、評価条件で設定している初期水位よりも高い水位となることがある。このため、初期水位を通常管理において最も高くなる水位である通常水位 $+0.02\text{m}$ として、スロッシングによる溢水量を評価し、水位の低下を確認した結果、通常水位 -0.57m であり、このときの沸騰までの時間は、通常水位 -0.60m としたときの沸騰までの時間と同程度の約36時間である。このため、実施組織要員の操作の時間余裕に与える影響はない。

想定事故2では、プール水冷却系の配管の破断によるサイフォン効果及び燃料貯蔵プール等からのスロッシングが同時に発生したことを仮定し、小規模な漏えい量が多い燃料貯蔵プール等からのスロッシン

グによる漏えいが停止する位置としている。燃料貯蔵プール等からのスロッシングによる溢水量の評価では、評価方法及び評価条件に保守性があることから、スロッシングによる漏えいが停止する水位は高くなることもある。この場合には、小規模漏えいによる水位の低下は、スロッシングによる水位の低下後、サイフォン ブレーカ孔位置まで低下して停止することが事故条件となる。しかしながら、燃料貯蔵プール等からのスロッシングの溢水による水位低下位置である通常水位から－0.60mに対して、サイフォン ブレーカ孔位置は通常水位から－0.45mと高い位置となり、保有水量が多くなることから、沸騰に至るまでの時間はわずかに延びて約37時間となる。このため、スロッシングによる溢水量の保守性が実施組織要員の操作の時間余裕に与える影響はない。

サイフォン効果による漏えいは、評価上、事象発生と同時に、瞬時に水位が低下すると仮定している。実際にサイフォン効果による小規模漏えいが発生した場合は、静水頭により漏えいが継続し、ある一定の時間を要するため、燃料貯蔵プール等のプール水がサイフォン効果により瞬時に漏えいすることはなく、連続的に漏えいすることが考えられる。

このため、プール水冷却系の配管が破断して、サイフォン効果により小規模な漏えいが発生し、サイフォン ブレーカにより停止するまでの時間を、一般的な計算式を用いて、計算を行った結果、漏えいが停止するまでの時間は約5分であり、沸騰に至るまでの時間は延びることとなる。このため、実施組織要員の操作の時間余裕に与える影響はない。

5.1.2 操作条件の不確かさの影響

燃料貯蔵プール等への注水等の準備は、燃料貯蔵プール等の冷却等の機能喪失をもって着手し、燃料貯蔵プール等の水が沸騰に至るまでの時間に対し、2時間の時間余裕をもって完了させる。また、各作業の作業項目は、余裕を確保して計画し、必要な時期までに操作できるよう体制を整えていることから、実施組織要員の操作の時間余裕に与える影響はない。

また、想定事故1は「火山」を条件としているため、建屋外における重大事故等対策に係る作業は、降灰予報を受けて作業に着手することから、降灰の影響を受けることはない。降灰発生後は、対策の維持に必要な燃料の運搬が継続して実施されるが、除灰作業を並行して実施することを前提に作業計画を整備しており、重大事故等対策を維持することが可能である。

6. 同時発生及び連鎖

6.1 同時発生

重大事故等の発生により、燃料貯蔵プール等の水位の低下が継続した場合には、使用済燃料を仮置き又は貯蔵する燃料仮置きピット、燃料貯蔵プール（BWR燃料用）、燃料貯蔵プール（PWR燃料用）、燃料貯蔵プール（BWR燃料及びPWR燃料用）及び燃料送出しピットで使用済燃料が損傷する事故が同時に発生した場合でも、燃料貯蔵プール（PWR燃料用）の沸騰時間が、それ以外のピット及びプールの沸騰時間よりも厳しくなり、また、燃料貯蔵プール等は連結されているため、いずれかのピット又はプールに注水することにより、全てのピット及びプールの水位を維持することができることから、注水による同時発生への影響はなく、有効性評価については本章に記載したとおりである。

異なる種類の重大事故等の同時発生に対する重大事故等対策の有効性については、別章でまとめる。

6.2 連鎖

燃料貯蔵プール等は開放型の構造となっており、機器自体及び機器に接続する安全機能を有する機器はステンレス鋼製である。燃料貯蔵プール等の水の沸騰が発生した場合の温度は最大でも 100℃程度である。以上より、これらの機器自体及び機器に接続する安全機能を有する機器が損傷することではなく、他の重大事故等が連鎖して発生することはない。

(1) 臨界事故への連鎖

想定事故 1 及び想定事故 2 が発生する燃料貯蔵プール等において講じられている臨界事故に係る安全機能は、形状寸法管理であるが、沸騰

時の温度を考慮しても、臨界事故に係る安全機能が喪失することはないことから、臨界事故が連鎖して発生することはない。

(2) 冷却機能の喪失による蒸発乾固への連鎖

想定事故 1 及び想定事故 2 が発生する燃料貯蔵プール等は、高レベル廃液等の沸騰が発生する機器とは異なる建屋に設置されているため、冷却機能の喪失による蒸発乾固が連鎖して発生することはない。

(3) 水素爆発への連鎖

想定事故 1 及び想定事故 2 が発生する燃料貯蔵プール等は、水素爆発が発生する機器とは異なる建屋に設置されているため、水素爆発が連鎖して発生することはない。

(4) 有機溶媒等による火災又は爆発への連鎖

想定事故 1 及び想定事故 2 が発生する燃料貯蔵プール等は、有機溶媒等による火災又は爆発が発生する機器とは異なる建屋に設置されているため、有機溶媒等による火災及びT B P等の錯体の急激な分解反応への連鎖はない。

7. 必要な要員及び資源

地震起因及び火山起因による燃料貯蔵プール等の冷却等の機能喪失の場合には、重大事故の選定に示すとおり、冷却機能の喪失による蒸発乾固及び水素爆発に対しても同時に対処することとなる。このため、重大事故等対処に必要な要員及び燃料等の成立性については、それぞれの対処で必要な数量を重ね合わせて評価する必要がある、重大事故等が同時にまたは連鎖して発生した場合の対処において評価している。

7.1 要員

本重大事故における燃料損傷防止対策に必要な要員は、燃料貯蔵プール等の冷却等の機能喪失を受けて対応することとなっており、地震起因の場合、全建屋の合計で53名である。なお、火山起因の場合には、降灰予報を受けて建屋外でのホース敷設等の準備作業に入ることから、建屋外の作業に要する要員数が地震起因の場合を上回ることはなく、地震起因と同じ人数で対応できる。

また、内部事象を起因とした場合は、作業環境が地震起因で想定される環境条件より悪化することが想定されず、対処内容にも違いがないことから、必要な要員は地震起因の場合に必要な人数以下である。

7.2 水源

想定事故 1 の場合、代替補給水設備（注水）による燃料貯蔵プール等への注水に必要な水量は、7 日間の対応を考慮すると、合計約 $1,600\text{m}^3$ の水が必要となる。

想定事故 2 の場合、代替補給水設備（注水）による燃料貯蔵プール等への注水に必要な水量は、7 日間の対応を考慮すると、合計約 $2,700\text{m}^3$

の水が必要となる。

7.3 電源

監視設備及び可搬型空冷ユニットへの給電は、専用の可搬型発電機を敷設するため、対応が可能である。

7.4 燃料

燃料貯蔵プール等の冷却等の機能喪失へ対処するための措置を7日間継続して実施するのに必要な軽油は、合計で約17m³である。

2.7 重大事故が同時に又は連鎖して発生した場合の対処（要旨）

1. 重大事故等の同時発生

1.1 同時発生が想定される重大事故等の種類と想定する条件

重大事故等の同時発生の範囲を考慮すると、「地震」又は「火山」を条件とした場合が最も多くの重大事故等の発生が想定され、また、「地震」が重大事故等の発生の条件として最も厳しいことから、重大事故等の同時発生の有効性評価は、「地震」を代表事例として、「冷却機能の喪失による蒸発乾固」、「放射線分解により発生する水素による爆発」及び「燃料貯蔵プール等の冷却等の機能喪失（想定事故2）」の同時発生を対象に実施する。

1.2 重大事故等が同時発生した場合の有効性評価の範囲

各重大事故等の重大事故等対策は、互いに異なる対策であり、各重大事故等対策が競合することはない。また、重大事故等対策に使用する設備も、重大事故等ごとに専用の設備を整備することで、設備が競合することはない。

以上より、各重大事故等対策の有効性評価は、重大事故等が同時発生した場合であっても、個別に評価することが可能であるが、各重大事故等が発生した場合の事故環境が相互に与える影響を考慮する必要がある。

重大事故等の発生防止対策の観点では、発生防止対策が講じられる時点では、事故影響が健在化しておらず、重大事故等が単独で発生している状態と変わるものではないことから、重大事故等が同時発生した場合の発生防止対策の有効性評価における評価条件及び評価結果は、単独で重大事故等が発生した場合と同じである。

重大事故等の拡大防止対策の観点では、事故影響が健在化している状態となることから、同一の機器において蒸発乾固及び水素爆発の発生が想定される場合には、相互に与える影響を考慮する必要がある。

蒸発乾固の拡大防止対策である機器への注水及び冷却コイル等への通水に着目した場合、水素爆発に伴い生じるエネルギーによる影響を考慮する必要があるが、そのエネルギーは数十MJ程度であり、水素爆発により生じたエネルギーが全て溶液に付加されることを仮定したとしても、溶液の温度上昇は1℃未満であり、実際の放熱による除熱効果を考慮すれば、その影響は無視できる程度であることから、重大事故等が同時発生した場合の蒸発乾固の拡大防止対策の有効性評価における評価条件及び評価結果は、単独で重大事故等が発生した場合と同じである。

水素爆発の拡大防止対策である水素爆発の再発を防止するための圧縮空

気の供給に着目した場合、高レベル廃液等の沸騰の影響を考慮する必要がある。高レベル廃液等の沸騰に伴う高レベル廃液等の対流は、高レベル廃液等内の水素を気相部に追い出す効果となるため、沸騰により高レベル廃液等の見かけ上のG値が増加し、水素発生量が増加するという特徴を有する。したがって、重大事故等が同時発生した場合の水素爆発の拡大防止対策の有効性評価は、水素発生量の増加に着目し有効性評価を実施する。

想定事故2の燃料損傷防止対策に着目した場合、蒸発乾固及び水素爆発の事故影響が、貯槽等のバウンダリを超えて使用済み燃料貯蔵プール等へ波及することは想定されないことから、重大事故等が同時発生した場合の想定事故2の燃料損傷防止対策の有効性評価における評価条件及び評価結果は、単独で重大事故等が発生した場合と同じである。

大気中への放射性物質の放出量に着目した場合、蒸発乾固及び水素爆発が同時に発生すると、大気中への放射性物質の放出量が増加することから、重大事故等の同時発生の大気中への放射性物質の放出量を評価する。

1.3 有効性評価

1.3.1 有効性評価の考え方

水素爆発の拡大防止対策である水素爆発の再発を防止するための圧縮空気の供給に係る有効性については、沸騰によるG値上昇に伴う水素発生量の増加を考慮しても、機器内の水素濃度が未然防止濃度に至るまでの時間よりも前に、水素爆発が続けて生じることを防止するために必要な機器への圧縮空気の供給の準備を完了でき、圧縮空気を供給することで、機器気相部の水素濃度が未然防止濃度に至らずに低下傾向を示し、可燃限界濃度未満で平衡に達するかについて確認するため、貯槽等の気相部の水素濃度の推移を評価する。

また、放射性物質の放出量評価として、重大事故等が同時発生した際の拡大防止対策の実施状況を踏まえて、貯槽等から気相に移行する放射性物質の量、放出経路における低減割合を考慮し、事態収束までの大気中へ放出する放射性物質の放出量（Cs-137換算）を評価する。

これらの評価における高レベル廃液等の水素発生量については、高レベル廃液等が沸騰した際の水素発生G値等を用いた簡便な計算で実施する。

1.3.2 機能喪失の条件

代表事例において、基準地震動の1.2倍の地震動を入力した場合においても必要な機能を損なわない設計としていないものは、機能喪失するものとし、動的機器については耐震性によらず機能喪失を想定する。

また、代表事例では、外部電源を含めた全交流動力電源の喪失を想定しているため、追加での機能喪失は想定しない。

1.3.3 機器の条件

可搬型空気圧縮機の機器条件は、沸騰によるG値の上昇に伴う水素発生量の増加を見込んで設定された条件であることから、単独発生の場合も同時発生の場合も、可搬型空気圧縮機の機器条件に変更はない。また、手動圧縮空気ユニットからの圧縮空気の供給は、高レベル廃液等が沸騰に至る前に実施されるため、単独発生の場合も同時発生の場合も、手動圧縮空気ユニットの機器条件に変更はない。

1.3.4 操作の条件

各重大事故等が単独で発生した場合の操作条件は、重大事故等が同時発生した場合を前提として整備したものであることから、重大事故等が同時発生した場合においても同じである。

1.3.5 放出量評価の条件

沸騰及び水素爆発による放射性物質の移行形態は、互いに異なるメカニズムであり、重大事故等が同時発生した場合であっても、放射性物質の移行形態が変わるものではないことから、放射性物質の移行割合は、単独発生の場合と同じである。

また、放出経路における放射性物質の低減割合は、蒸発乾固及び水素爆発の事故影響に対して所定の性能を発揮でき、蒸発乾固及び水素爆発が同時に発生した場合であっても性能が劣化するものではないことから、単独発生の場合と同じである。

1.3.6 判断基準

圧縮空気の供給により気相部の水素濃度が未然防止濃度に至らず低下

傾向を示すこと。

放出量評価は、蒸発乾固及び水素爆発の発生による放射性物質の放出量の合計がC s -137換算で100T B qを下回るものであって、かつ、実行可能な限り低いこと。

1.4 有効性評価の結果

1.4.1 水素爆発の再発を防止するための圧縮空気の供給

機器内の水素濃度の推移は、沸騰による溶液のG値の増加を考慮しても機器内の水素濃度を4 vol %未満に維持することができる量の圧縮空気を供給することから、機器内水素濃度が4 vol %を超えている場合は、圧縮空気の供給の開始と同時に水素濃度が低下し、未然防止濃度未満で平衡に達する。

1.4.2 大気中への放射性物質の放出量

重大事故ごとの大気中への放射性物質の放出量は、重大事故等が同時発生した場合でも単独発生の場合と同じであり、全ての建屋の蒸発乾固及び水素爆発による放出量を合計した場合、合計約 2×10^{-3} TBq となり、100 TBq を下回るものであって、かつ、実行可能な限り低い。

1.4.3 不確かさの影響評価

1.4.3.1 事象、事故条件及び機器条件の不確かさの影響

想定事象の違いが有効性評価結果に与える影響は、単独発生、同時発生の想定に因らないことから、単独発生の場合と同様に評価結果は変わらず、判断基準を満足することに変わりはない。

高レベル廃液等の組成、濃度及び崩壊熱密度は、重大事故等の同時発生を前提とした場合であっても、想定される最大値を設定する等、厳しい結果を与える条件で評価をしており、安全余裕を排除したより現実的な条件とした場合には、より安全余裕が確保されることから、判断基準を満足することに変わりはない。

事態の収束までの大気中への放射性物質の放出量（Cs-137換算）に

については、気相中に移行する放射性物質の移行割合や放出経路における放射性物質の除染係数に不確かさがあるものの、その幅は、各パラメータにおいて1桁程度であり、100TBqに対する事態が収束するまでの主排気筒から大気中への放射性物質の放出量（セシウム-137換算）の寄与割合に与える影響が大きくないため、判断基準を満足することに変わりはない。

1.4.3.2 操作条件の不確かさの影響

水素爆発の再発を防止するための圧縮空気の供給の準備及び大気中への放射性物質の放出を低減するための対処の準備は、安全冷却水系の冷却機能の喪失及び水素掃気機能の喪失をもって着手し、高レベル廃液等が沸騰に至るまでの時間に対し、2時間の時間余裕をもって完了させる。また、各作業の作業項目は、余裕を確保して計画し、重大事故等が同時発生した場合であっても、必要な時期までに操作できるよう体制を整えていることから判断基準を満足していることに変わりはない。

1.5 必要な要員及び資源

同時発生が想定される各重大事故等の必要な要員及び資源は、各重大事故における必要な要員及び資源に記載したとおりである。

重大事故等対処に必要な要員及び燃料等の成立性については、それぞれの対処で必要な数量を重ね合わせることに加え、重大事故等の対処に伴って実施されるその他の作業に必要な要員及び資源を考慮して評価する必要があることから、「2.8 必要な要員及び資源の評価」において、関連する全ての作業を考慮した際の要員及び資源の有効性を評価する。

2. 重大事故等の連鎖

連鎖して発生する重大事故等の整理は、起因となる重大事故等の事故影響によって、他の重大事故等の発生を防止している安全機能が喪失するか否か及び互いの重大事故等対策を阻害せず、有効に機能することを事象毎に確認する。また、特定にあたっては、溶液の性状等の変化に伴って健在化する可能性のある現象に留意する。想定する事故時の環境条件は、「温度」、「圧力」、「湿度」、「放射線」、「物質（水素、蒸気、煤煙、放射性物質）及びエネルギーの発生」、「転倒・落下による荷重」及び「腐食環境」を考慮する。

2.1 臨界事故

臨界事故の発生が想定される貯槽等である2建屋、6機器2貯槽の全てに対して連鎖の検討を実施した。その結果、「2.2 臨界事故への対処（要旨）」において記載した通り、想定される事故時環境において、臨界事故の発生が想定される機器に接続する安全機能を有する機器が、損傷又は機能劣化することではなく、他の重大事故等が連鎖して発生することがないことを確認した。

2.2 冷却機能の喪失による蒸発乾固

蒸発乾固の発生が想定される5建屋、13機器グループ、53貯槽の全てに対して連鎖の検討を実施した。その結果、「2.3 冷却機能の喪失による蒸発乾固への対処（要旨）」において記載した通り、想定される事故時環境において、蒸発乾固の発生が想定される機器に接続する安全機能を有する機器が、損傷又は機能劣化することではなく、他の重大事故等が連鎖して発生することがないことを確認した。

2.3 放射線分解により発生する水素による爆発

放射線分解により発生する水素による爆発が想定される5建屋、5機器グループ、52貯槽の全てに対して連鎖の検討を実施した。その結果、「2.4 放射線分解により発生する水素による爆発への対処（要旨）」において記載した通り、想定される事故時環境において、蒸発乾固の発生が想定される機器に接続する安全機能を有する機器が、損傷又は機能劣化することではなく、他の重大事故等が連鎖して発生することがないことを確認した。

2.4 有機溶媒等による火災又は爆発（T B P等の錯体の急激な分解反応）

有機溶媒等による火災又は爆発（T B P等の錯体の急激な分解反応）が想定される1建屋、1機器に対して連鎖の検討を実施した。その結果、「2.5 有機溶媒等による火災又は爆発（T B P等の錯体の急激な分解反応）への対処（要旨）」において記載した通り、想定される事故時環境において、蒸発乾固の発生が想定される機器に接続する安全機能を有する機器が、損傷又は機能劣化することではなく、他の重大事故等が連鎖して発生することがないことを確認した。

2.5 使用済燃料貯蔵槽における燃料損傷

使用済燃料貯蔵槽における燃料損傷が想定されるが想定される1建屋、1機器に対して連鎖の検討を実施した。その結果、「2.6 使用済燃料貯蔵槽における燃料損傷防止に係る対処（要旨）」において記載した通り、想定される事故時環境において、使用済燃料貯蔵槽における燃料損傷の発生が想定される機器に接続する安全機能を有する機器が、損傷又は機能劣化することではなく、他の重大事故等が連鎖して発生することがないことを確認した。

2.6 分析結果

重大事故等の発生が想定される貯槽等の全てに対して連鎖の検討を実施した。上述の通り，何れの重大事故等においても想定される事故時環境において，貯槽等に接続する安全機能を有する機器が，損傷又は機能劣化することではなく，他の重大事故等が連鎖して発生することがないことを確認した。

2.8 必要な要員及び資源の評価（要旨）

1. 必要な要員及び資源の評価

1.1 必要な要員及び資源の評価条件

必要な要員及び資源の評価は、対処に必要な要員及び資源が最も多くなる重大事故等の同時発生に対して成立性を確認する。重大事故等の同時発生の有効性評価は、「地震」を代表事例としているため、必要な要員及び資源の評価についても「地震」を条件とした場合に同時発生が想定される各重大事故等対策及び対策に必要な付帯作業を含めた重大事故等の同時発生への対処を対象に実施する。

なお、重大事故等の連鎖は、「2.7 重大事故が同時に又は連鎖して発生した場合の対処（要旨）」に記載したとおり、発生が想定されない。

1.2 重大事故等の同時発生時に必要な要員の評価

「地震」を条件とした場合の重大事故等の同時発生では、同時に作業している要員数の最大値は、101名であり、重大事故等の同時発生の対処に必要な要員は132名である。

事業所内に常駐している実施組織要員は164名であり、必要な作業対応が可能である。

1.3 重大事故等の同時発生時に必要な水源の評価

「地震」を条件とした場合の重大事故等の同時発生時に水源を必要とする対策としては、蒸発乾固への重大事故等対策及び使用済燃料貯蔵プール等への注水（想定事故２）であり、それぞれ第１貯水槽の異なる区画を水源として使用する。

蒸発乾固の重大事故等対策に必要な水量は、対応期間の７日間の対応を考慮すると、合計約 310m^3 の水が必要である。水源として、第１貯水槽の一區画に約 $10,000\text{m}^3$ の水を保有しており、これにより、必要な水源は確保可能である。

使用済燃料貯蔵プール等への注水（想定事故２）に必要な水量は、対応期間の７日間の対応を考慮すると、合計約 $2,700\text{m}^3$ の水が必要である。水源として、第１貯水槽の一區画に約 $10,000\text{m}^3$ の水を保有しており、これにより、必要な水源は確保可能である。

また、蒸発乾固の重大事故等対策で冷却に使用した水を貯水槽へ戻し再利用するが、それに伴う水温の上昇は１日あたり約 3°C であり、実際の放熱を考慮すれば冷却を維持することは可能である。

1.4 重大事故等の同時発生時に必要な燃料の評価

「地震」を条件とした場合の重大事故等の同時発生時に必要な燃料（軽油）は、合計約 90m^3 であり、軽油貯蔵タンクにて約 400m^3 の軽油を確保していることから、外部支援を考慮しなくとも7日間の対処の継続が可能である。また、「地震」を条件とした場合の重大事故等の同時発生時に必要な燃料（重油）は、合計約 70m^3 であり、重油貯蔵タンクにて約 200m^3 の軽油を確保していることから、外部支援を考慮しなくとも7日間の対処の継続が可能である。

なお、必要な燃料（軽油）の量については、「火山」を条件とした方が多くなるが、合計約 90m^3 であり、軽油貯蔵タンクにて約 400m^3 の軽油を確保していることから、「火山」を条件とした場合でも外部支援を考慮しなくとも7日間の対処の継続が可能である。

1.5 重大事故等の同時発生時に必要な電源の評価

「地震」を条件とした場合の重大事故等の同時発生時に必要な電源で、電源負荷と供給容量で最も余裕が小さい排気監視測定設備可搬型発電機でも、必要負荷約2.7 k V Aに対し、供給容量約3 k V Aであり、必要負荷に対しての電源供給が可能である。

3. 設計上定める条件より厳しい条件の設定及び重大事故の想定箇所の特定

目次

- 3. 1 概要
- 3. 2 設計上定める条件より厳しい条件
 - 3. 2. 1 外的事象
 - 3. 2. 2 内的事象
 - 3. 2. 3 設計上定める条件より厳しい条件の設定
- 3. 3 重大事故の想定箇所の特定の方法
 - 3. 3. 1 基本的考え方
 - 3. 3. 2 重大事故の想定箇所の特定
 - 3. 3. 2. 1 設備毎の安全機能喪失の整理と機能喪失により発生する事故の分析（ステップ1）
 - 3. 3. 2. 1. 1 系統図による設備毎の安全機能の整理
 - 3. 3. 2. 1. 2 重大事故を発生させ得る安全機能の喪失又はその組合せの特定
 - 3. 3. 2. 2 安全機能喪失状態の特定（ステップ2）
 - 3. 3. 2. 2. 1 フォールトツリーによる安全機能喪失の要因の整理
 - 3. 3. 2. 2. 2 設計上定める条件より厳しい条件毎の安全機能喪失状態の特定
 - 3. 3. 2. 2. 3 安全機能の喪失又はその組合せの発生の判定
 - 3. 3. 2. 3 重大事故の想定箇所の特定（ステップ3）
 - 3. 3. 2. 3. 1 事故発生の判定
 - 3. 3. 2. 3. 2 重大事故の判定

3. 4 重大事故の想定箇所の特定制果

3. 4. 1 臨界事故（機器内）

3. 4. 1. 1 「核的制限値の維持機能」の喪失による臨界事故（機器内）の想定箇所の特定制果

3. 4. 1. 2 「火災、爆発、臨界等に係るプロセス量等の維持機能（非安重）」及び「熱的、化学的又は核的制限値等の維持機能」の同時喪失による臨界事故（機器内）の想定箇所の特定制果

3. 4. 1. 3 「ソースターム制限機能（溶解槽における臨界発生時）」の喪失による臨界事故（機器内）の想定箇所の特定制果

3. 4. 2 臨界事故（機器外）

3. 4. 2. 1 「火災、爆発、臨界等に係るプロセス量等の維持機能」の喪失による臨界事故（機器外）の想定箇所の特定制果

3. 4. 2. 2 「落下・転倒防止機能」の喪失による臨界事故（機器外）の想定箇所の特定制果

3. 4. 2. 3 放射性物質の保持機能」及び「核的制限値の維持機能」の同時喪失による臨界事故（機器外）の想定箇所の特定制果

3. 4. 2. 4 「火災、爆発、臨界等に係るプロセス量等の維持機能（非安重）」及び「熱的、化学的又は核的制限値等の維持機能」の同時喪失による臨界事故（機器外）の想定箇所の特定制果

- 3. 4. 3 「崩壊熱除去機能」の喪失による蒸発乾固（機器内）の想定箇所の特定期間
- 3. 4. 4 「放射性物質の保持機能」及び「ソースターム制限機能（回収系）」の同時喪失による蒸発乾固（機器外）の想定箇所の特定期間
- 3. 4. 5 「掃気機能」の喪失による水素爆発（機器内）の想定箇所の特定期間
- 3. 4. 6 「放射性物質の保持機能」、「ソースターム制限機能（回収系）」及び「放射性物質の排気機能」の同時喪失による水素爆発（機器外）の想定箇所の特定期間
- 3. 4. 7 「火災、爆発、臨界等に係るプロセス量等の維持機能（非安全）」及び「熱的、化学的又は核的制限値等の維持機能」の同時喪失による有機溶媒火災（機器内）の想定箇所の特定期間
- 3. 4. 8 「放射性物質の保持機能」及び「ソースターム制限機能（回収系）」の同時喪失による有機溶媒火災（機器外）の想定箇所の特定期間
- 3. 4. 9 火災、爆発、臨界等に係るプロセス量等の維持機能（非安全）」及び「熱的、化学的又は核的制限値等の維持機能」の同時喪失によるプロセス水素による爆発の想定箇所の特定期間
- 3. 4. 10 「火災、爆発、臨界等に係るプロセス量等の維持機能（非安全）」及び「熱的、化学的又は核的制限値等の維持機能」の同時喪失による T B P 等の錯体の急激な分解反応の想定箇所の特定期間

- 3. 4. 11 「崩壊熱除去機能」の喪失による想定事故1の想定箇所の特定結果
- 3. 4. 12 「プール水の保持機能」の喪失による想定事故2の想定箇所の特定結果
- 3. 4. 13 「放射性物質の保持機能」の喪失による液体放射性物質の機器外への漏えいの想定箇所の特定結果
- 3. 4. 14 固体放射性物質の機器外への漏えい
 - 3. 4. 14. 1 「放射性物質の保持機能」の喪失による固体放射性物質の機器外への漏えいの想定箇所の特定結果
 - 3. 4. 14. 2 「落下・転倒防止機能」の喪失による固体放射性物質の機器外への漏えいの想定箇所の特定結果
 - 3. 4. 14. 3 「火災、爆発、臨界等に係るプロセス量等の維持機能（非安重）」及び「熱的、化学的又は核的制限値等の維持機能」の同時喪失による固体放射性物質の機器外への漏えいの想定箇所の特定結果
 - 3. 4. 14. 4 「ソースターム制限機能（溶融ガラス誤流下時）」の喪失による固体放射性物質の機器外への漏えいの想定箇所の特定結果
- 3. 4. 15 「放射性物質の閉じ込め機能（放出経路の維持機能、放射性物質の捕集・浄化機能、排気機能）」の喪失による気体放射性物質の漏えいの想定箇所の特定結果
- 3. 4. 16 温度上昇による閉じ込め機能喪失
 - 3. 4. 16. 1 「崩壊熱等の除去機能」の喪失による温度上昇による閉じ込め機能喪失の想定箇所の特定結果

3. 4. 16. 2 「火災、爆発、臨界等に係るプロセス量等の維持機能（非安重）」及び「熱的、化学的又は核的制限値等の維持機能」の同時喪失による温度上昇による閉じ込め機能喪失の想定箇所の特定結果

3. 4. 17 設計上定める条件より厳しい条件により発生が想定されない重大事故の想定箇所の特定結果

3. 5 まとめ

3. 1 概要

重大事故は、再処理規則第1条の3において、設計上定める条件より厳しい条件の下において発生する事故であって、次に掲げるものとされている。

一 セル内において発生する臨界事故

二 使用済燃料から分離されたものであつて液体状のもの又は液体状の放射性廃棄物を冷却する機能が喪失した場合にセル内において発生する蒸発乾固

三 放射性分解によって発生する水素が再処理施設内部に滞留することを防止する機能が喪失した場合にセル内において発生する水素による爆発

四 セル内において発生する有機溶媒その他の物質による火災又は爆発（前号に掲げるものを除く。）

五 使用済燃料貯蔵施設に貯蔵する使用済燃料の著しい損傷

六 セル内又は建屋内における放射性物質の漏えい（前各号に掲げる事故に係るものを除く。）

これらの重大事故に対しては、対策を検討し、必要な設備、手順書、体制を整備し、それらの有効性を評価する。したがって、重大事故の想定箇所の特定として、重大事故の起因となる安全機能の喪失及びその同時発生 の範囲、機能喪失後の事象進展、重大事故の発生規模、並びに重大事故の同時発生 の範囲を明確にすることが必要である。

安全機能の喪失を想定する対象は、公衆への著しい被ばく影響をもたらす可能性のある事故が重大事故であることを踏まえ、安全機能を有する施設のうち安全上重要な施設（以下、「安重施設」という。）とする。

安重施設の安全機能の喪失を特定するにあたり、設計基準の想定において

は、安重施設の安全機能は喪失しない設計としている。したがって、これを超える想定として、ある施設の損傷状態（設備の破損や故障）を定めることにより、安重施設の安全機能喪失を想定する。

重大事故の想定箇所の特定に当たっては、安全機能を有する施設の設計において想定した設計条件より厳しい条件である外的事象及び内的事象を要因とした場合の、機能喪失の範囲を整理し、重大事故とその想定箇所の検討を行った。

その際に、設計基準を超える厳しい条件として、外的事象（自然現象と故意によるものを除く人為事象）と内的事象及びそれらの重ねあわせを考慮した。

外的事象については、安全機能を有する施設の設計において想定した地震、火山等の55の自然現象と、航空機落下、有毒ガス等の24の人為事象に対して

- ・ 発生頻度が極めて低い事象
- ・ 重大事故をひきおこす規模の事象が想定されない事象
- ・ 再処理施設周辺では起こりえない事象
- ・ 設計基準を超える厳しい条件を施設に与えても重大事故の要因とならないことが明らかな事象

を除いた上で、設計基準を超える厳しい条件を施設に与えた場合に重大事故等の要因となるおそれのある事象として、地震、火山（降下火砕物による荷重、フィルタの目詰まり）、森林火災、草原火災、干ばつ、積雪、湖若しくは川の水位降下が残り、当該事象によって機能喪失するおそれのある安全上重要な施設を抽出して、重大事故が起こるかの可否を検討した。

その結果として、地震、火山（降下火砕物）について、設計基準を超える

厳しい条件により重大事故が発生する。それ以外の事象については、それぞれ、消火活動を行うこと、堆積した雪や火山灰を除去すること、及び工程を停止した上で、必要に応じて外部からの給水を行うことにより、重大事故に至る前までに対処が可能であり、安全上重要な施設の機能喪失に至ることを防止でき、大気中への放射性物質の放出に至ることはない。

地震及び火山の影響の設計上定める条件より厳しい条件として、以下の機能喪失条件を設定する。

地震：常設の動的機器と交流動力電源の機能は復旧に時間を要することが想定されることから全て機能喪失する。常設の静的機器の機能は、基準地震動の 1.2 倍の地震動を考慮した際に機能維持できる設計としたものの以外は機能喪失する。

火山の影響：交流動力電源、屋外の動的機器の機能及び屋内の外気を吸い込む動的機器の機能は降下火砕物によるフィルタ目詰まり等により全て機能喪失する。

また、内的事象としては、設計基準事故の想定において考慮した

- ・放射性物質を内包する液体の移送配管の貫通き裂と漏えいした液体の放射性物質の回収設備の単一故障の同時発生
- ・短時間の全交流動力電源の喪失
- ・動的機器の単一故障

に対して、それぞれの条件を超える条件として、

- ・放射性物質を内包する腐食性の液体（溶液、有機溶媒等）の移送配管の全周破断と漏えいした液体の放射性物質の回収設備の単一故障の同時発生

- ・長時間の全交流動力電源の喪失
- ・動的機器の多重故障（多重の誤作動、多重の誤操作を含む）

を、設計上定める条件より厳しい条件とする。

ここで、配管の全周破断は、空気及び気送による粉末、定期的なサンプリングにより水質を管理している冷却水を内包する配管は劣化の進展が小さく、保守点検で維持できることから対象としない。配管が損傷した場合には早期に検知できて工程停止等の措置を行うことができるので、複数の配管の損傷は考慮しない。

動的機器の多重故障の想定は、異なる安全機能における動的機器の故障（関連性の認められない偶発的な故障）は考慮しない。

また、異なる機能喪失の重ね合わせについては、

- ・内の事象については事象発生時に速やかに対処を行うことと、関連性の認められない偶発的な事象となるので、重ね合わせを考慮する必要はない。
- ・外的事象については、それぞれの事象の発生頻度が極めて低いことから重ね合わせはしない。
- ・内の事象と外的事象の重ね合わせについては、発生頻度が極めて低いこと、関連性が認められないことから重ね合わせはしない。

具体的には、「3. 2 設計上定める条件より厳しい条件」において、重大事故の起因となる施設の損傷状態を想定し、「設計上定める条件より厳しい条件」を設定する。

上記のとおり定めた設計上定める条件より厳しい条件により、発生のおそれがある重大事故と想定箇所が特定される。

安重施設の安全機能は、安重施設に該当する設備毎の系統図を参照することとで、フォールトツリーとしてその安全機能の喪失に至る要因を整理することが可能である。安重施設の安全機能の喪失は、フォールトツリー上に記載されている設備が、重大事故の起因としての施設の損傷状態によって機能を喪失するか維持するかにより想定できる。

また、安重施設の安全機能について、喪失した場合に至る施設状態及びその後の事象進展を分析することで、上記の6つの重大事故に至る可能性がある機能喪失又はその組合せを整理することが可能である。重大事故の起因としての施設の損傷状態によって、重大事故に至る可能性がある機能喪失又はその組合せが発生し得るかどうかを、それぞれの安全機能のフォールトツリーから判定する。

重大事故に至る可能性がある機能喪失又はその組合せが発生する場合には、重大事故発生の可能性がある箇所（機器、セル等）毎に評価を行う。設計基準の設備により事象を収束させる他、安全機能の喪失の事象の進展が極めて遅い、事象進展において一般公衆への影響が平常時と同程度のものについては、安全機能の喪失に対して復旧等の措置で対応する。

これらの重大事故の想定箇所の特定の方法を「3. 3 重大事故の想定箇所の特定の方法」で具体化するとともに、「3. 4 重大事故の想定箇所の特定結果」で、重大事故の想定箇所の特定結果を示す。

3. 2 設計上定める条件より厳しい条件

重大事故の想定箇所の特定に当たり、外部からの影響による機能喪失（以下、「外的事象」という。）及び動的機器の故障、静的機器の損傷等による機能喪失（以下、「内的事象」という。）、並びにそれらの重ねあわせを考慮し、設計上定める条件より厳しい条件を設定する。

3. 2. 1 外的事象

外部からの影響として考えられる自然現象及び人為事象（故意によるものを除く。）（以下、「自然現象等」という。）に対して、設計基準においては想定する規模において安全上重要な施設の安全機能が喪失しない設計としている。

重大事故に至る可能性がある機能喪失又はその組合せを特定するためには、設計基準を超える規模の影響を施設に与えることで、安全機能の喪失を仮定する必要がある。

したがって、重大事故の起因となる安重施設の安全機能の喪失の要因となる自然現象等を選定し、安全機能の喪失により考えられる施設の損傷状態を想定する。

(1) 検討の母集団

外部からの影響として、国内外の文献から抽出した自然現象等を対象とする。

(2) 重大事故の起因となる安重施設の安全機能の喪失の要因として考慮すべき自然現象等の選定

a. 自然現象等の発生及び規模の観点からの選定

(1)のうち、重大事故の起因となる安重施設の安全機能の喪失の要因とな

る自然現象等として、以下の基準のいずれにも該当しない自然現象等を選定する。

基準 1：重大事故の起因となる安重施設の安全機能の喪失の要因となる事象の発生が想定されない

基準 1－1：事象の発生頻度が極めて低い

基準 1－2：事象そのものは発生するが、重大事故の起因となる安重施設の安全機能の喪失の要因となる規模の発生が想定されない

基準 1－3：再処理施設周辺では起こり得ない

基準 2：発生しても重大事故の起因となる安重施設の安全機能の喪失の要因となるような影響が考えられないことが明らか

自然現象に関する選定結果を表－1に、人為事象に関する選定結果を表－2に示す。

選定の結果、地震、森林火災、草原火災、干ばつ、火山の影響、積雪及び湖若しくは川の水位降下を、重大事故の起因となる安重施設の機能喪失の要因となる可能性がある自然現象として選定する。

【補足説明資料 3－1】

【補足説明資料 3－4】

【補足説明資料 3－18】

表－１ 重大事故の起因となる安重施設の機能喪失の要因となる可能性がある自然現象の選定結果

No.	自然現象	除外の基準 ^{注1}				除外する理由	要因 ^{注2}
		基準 1－1	基準 1－2	基準 1－3	基準 2		
1	地震	×	×	×	×		レ
2	地盤沈下	×	×	×	○	岩盤に支持されているため、地盤沈下により再処理施設が影響を受けることはない。	－
3	地盤隆起	×	×	×	○	岩盤に支持されているため、地盤隆起により再処理施設が影響を受けることはない。	－
4	地割れ	×	×	○	×	敷地内に地割れが発生した痕跡は認められない。また、耐震重要施設及び重大事故等対処施設を支持する地盤に将来活動する可能性のある断層は認められない。	－
5	地滑り	×	×	○	×	空中写真の判読結果によると、リニアメント及び変動地形は判読されない。また、敷地は標高約 55m に造成されており、地滑りのおそれのある急斜面はない。	－
6	地下水による地滑り	×	×	○	×	同上。	－
7	液状化現象	×	×	×	○	岩盤に支持されているため、液状化現象により再処理施設が影響を受けることはない。	－
8	泥湧出	×	×	○	×	泥湧出の誘因となる地割れが発生した痕跡は認められない。	－
9	山崩れ	×	×	○	×	敷地周辺には山崩れのおそれのある急斜面は存在しない。	－
10	崖崩れ	×	×	○	×	敷地周辺には崖崩れのおそれのある急斜面は存在しない。	－
11	津波	×	○	×	×	設計上考慮する津波から防護する施設は標高約 50m から約 55m 及び海岸からの距離約 4 k m から約 5 k m の地点に位置していることから、再処理施設に影響を及ぼす規模（＞50m）の津波は発生しない。	－
12	静振	×	×	×	○	敷地周辺に尾駁沼及び鷹架沼があるが、再処理施設は標高約 55m に造成された敷地に設置するため、静振による影響を受けない。	－
13	高潮	×	×	×	○	再処理施設は海岸から約 5 k m、標高約 55m に位置するため、高潮により再処理施設が影響を受けることはない。	－
14	波浪・高波	×	×	×	○	再処理施設は海岸から約 5 k m、標高約 55m に位置するため、波浪・高波により再処理施設に影響を及ぼすことはない。	－
15	高潮位	×	×	×	○	再処理施設は海岸から約 5 k m、標高約 55m に位置するため、高潮位により再処理施設に影響を及ぼすことはない。	－
16	低潮位	×	×	×	○	再処理施設には、潮位の変動の影響を受けるような設備はない。	－
17	海流異変	×	×	×	○	再処理施設には、海流の変動の影響を受けるような設備はない。	－
18	風（台風）	×	○	×	×	「竜巻」の影響評価に包含される。	－
19	竜巻	×	○	×	×	機能喪失の誘因となる規模（＞100m/s）の発生は想定されない。	－
20	砂嵐	×	×	○	×	敷地周辺に砂漠や砂丘はない。	－
21	極限的な気圧	×	×	×	○	「竜巻」の影響評価（気圧差）に包含される。	－

(つづき)

No.	自然現象	除外の基準 ^{注1}				除外する理由	要因 ^{注2}
		基準 1-1	基準 1-2	基準 1-3	基準 2		
22	降水	×	○	×	×	過去の観測記録より、機能喪失の誘因となる規模（＞300mm/h）の発生は想定されない。	—
23	洪水	×	×	○	×	再処理施設は標高約 55mに造成された敷地に設置し、二又川は標高約 1 ～ 5 mの低地を流れているため、再処理施設に影響を与える洪水は起こり得ない。	—
24	土石流	×	×	○	×	敷地周辺の地形及び表流水の状況から、土石流は発生しない。	—
25	降雹	×	×	×	○	「竜巻」の影響評価（飛来物）に包含される。	—
26	落雷	×	×	×	○	落雷は発生するが、安全上重要な施設の制御設備は、電源盤の自己保持機能により機能喪失に至らず、安全上重要な施設以外の制御設備は光ファイバのため機能喪失には至らない。電源設備も落雷により機能喪失には至らないことから、機能喪失の誘因になることは考えられない。	—
27	森林火災	×	×	×	×		レ
28	草原火災	×	×	×	×		レ
29	高温	×	○	×	×	過去の観測記録より、機能喪失の誘因となる規模（＞50℃）の高温は発生が想定されない。	—
30	凍結	×	○	×	×	過去の観測記録より、機能喪失の誘因となる規模（＜－40℃）の低温は発生が想定されない。	—
31	氷結	×	×	×	○	二又川の氷結が取水設備へ影響を及ぼすことはなく、機能喪失の誘因になることは考えられない。	—
32	氷晶	×	×	×	○	氷晶による再処理施設への影響は考えられない。	—
33	氷壁	×	×	×	○	二又川の氷壁は、機能喪失の誘因になることは考えられない。	—
34	高水温	×	×	×	○	河川の温度変化による再処理施設への影響はない。	—
35	低水温	×	×	×	○	同上	—
36	干ばつ	×	×	×	×		レ
37	霜	×	×	×	○	霜により再処理施設が影響を受けることはない。	—
38	霧	×	×	×	○	霧により再処理施設が影響を受けることはない。	—
39	火山の影響	×	×	×	×		レ
40	熱湯	×	×	○	×	敷地周辺に熱湯の発生源はない。	—
41	積雪	×	×	×	×		レ
42	雪崩	×	×	○	×	周辺の地形から雪崩は発生しない。	—
43	生物学的事象	×	×	○	×	敷地内に農作物はなく、昆虫類が大量に発生することは考えられない。	—

(つづき)

No.	自然現象	除外の基準 ^{注1}				除外する理由	要因 ^{注2}
		基準 1-1	基準 1-2	基準 1-3	基準 2		
44	動物	×	×	×	○	動物により再処理施設が影響を受けることはない。	—
45	塩害	×	○	×	×	屋外の受電開閉設備の碍子部分の絶縁を保つために洗浄が行える設計としており、塩害による影響は機能喪失の誘因とはならない。	—
46	隕石	○	×	×	×	隕石の衝突は、極低頻度な事象である。	—
47	陥没	×	×	×	○	岩盤に支持されているため、陥没により再処理施設が影響を受けることはない。	—
48	土壌の収縮・膨張	×	×	×	○	岩盤に支持されているため、土壌の収縮・膨張により再処理施設が影響を受けることはない。	—
49	海岸浸食	×	×	×	○	再処理施設は海岸から約5 kmに位置することから、考慮すべき海岸浸食の発生は考えられない。	—
50	地下水による浸食	×	×	○	×	敷地の地下水の調査結果から、再処理施設に影響を与える地下水による浸食は起こり得ない。	—
51	カルスト	×	×	○	×	敷地周辺はカルスト地形ではない。	—
52	海氷による川の閉塞	×	×	×	○	二又川の海氷による閉塞が取水設備へ影響を及ぼすことはなく、機能喪失の誘因となることは考えられない。	—
53	湖若しくは川の水位降下	×	×	×	×		レ
54	河川の流路変更	×	×	○	×	敷地近傍の二又川は谷を流れており、河川の流路変更は考えられない。	—
55	毒性ガス	×	×	○	×	敷地周辺には毒性ガスの発生源はない。	—

注1：除外の基準は、以下のとおり。

基準1-1：事象の発生頻度が極めて低い

基準1-2：事象そのものは発生するが、重大事故の起因となる安重施設の安全機能の喪失の要因となる規模の発生が想定されない

基準1-3：再処理施設周辺では起こり得ない

基準2：発生しても重大事故の起因となる安重施設の安全機能の喪失の要因となるような影響が考えられない

○：基準に該当する

×：基準に該当しない

注2：重大事故の起因となる安重施設の安全機能の喪失の要因に関しては、以下のとおり。

レ：重大事故の起因となる安重施設の安全機能の喪失の要因になる

—：重大事故の起因となる安重施設の安全機能の喪失の要因にならない

表－２ 重大事故の起因となる安重施設の機能喪失の要因となる可能性がある人為現象の選定結果

No.	人為事象	除外の基準 ^{注1}				除外する理由	要因 ^{注2}
		基準 1－1	基準 1－2	基準 1－3	基準 2		
1	船舶事故による油流出	×	×	×	○	再処理施設は、海岸から約5 km離れており影響を受けない。	－
2	船舶事故 (爆発、化学物質の漏えい)	×	×	×	○	再処理施設は、海岸から約5 km離れており影響を受けない。	－
3	船舶の衝突	×	×	×	○	再処理施設は、海岸から約5 km離れており影響を受けない。	－
4	航空機落下（衝突、火災）	○	×	×	×	航空機落下（衝突、火災）は極低頻度である。	－
5	鉄道事故 (爆発、化学物質の漏えい)	×	×	○	×	敷地周辺には鉄道路線がない。	－
6	鉄道の衝突	×	×	○	×	敷地周辺には鉄道路線がない。	－
7	交通事故 (爆発、化学物質の漏えい)	×	×	×	○	喪失時に重大事故等の起因になり得る安全機能を有する施設は、幹線道路から400m以上離れており、爆発により当該安全機能に影響を及ぼすことは考えられない。化学物質の漏えいについては、安全機能を有する施設へ直接被水することではなく、また硝酸の反応により発生するNO _x 及び液体二酸化窒素から発生するNO _x は気体であるため、当該安全機能に影響を及ぼすことは考えられない。	－
8	自動車の衝突	×	×	○	○	周辺監視区域の境界にはフェンスを設置しており、施設は敷地外からの自動車の衝突による影響を受けない。 敷地内の運転に際しては速度制限を設けており、安全機能に影響を与えるような衝突は考えられず、重大事故等の誘因とはなることは考えられない。	－
9	爆発	×	○	×	×	敷地内に設置されるMOX燃料加工施設の高圧ガストレーラ庫における水素爆発を想定しても、爆発時に発生する爆風が上方向に開放されること及び離隔距離を確保していることから、再処理施設の安全機能の喪失は考えられない。	－
10	工場事故 (爆発、化学物質の漏えい)	×	×	○	○	敷地内での工事は十分管理されることから再処理施設に影響を及ぼすような工事故の発生は考えられない。また、敷地外での工事は敷地境界から再処理施設まで距離があることから、再処理施設への影響はない。	－
11	鉱山事故 (爆発、化学物質の漏えい)	×	×	○	×	敷地周辺には、爆発、化学物質の漏えいを起こすような鉱山はない。	－

(つづき)

No.	人為事象	除外の基準 ^{注1}				除外する理由	要因 ^{注2}
		基準 1-1	基準 1-2	基準 1-3	基準 2		
12	土木・建築現場の事故 (爆発、化学物質の漏えい)	×	×	○	○	敷地内での土木・建築工事は十分管理されることから再処理施設に影響を及ぼすような工事事象の発生は考えられない。また、敷地外での土木・建築現場の事故は敷地境界から再処理施設まで距離があることから、再処理施設への影響はない。	—
13	軍事基地の事故 (爆発、化学物質の漏えい)	×	×	×	○	三沢基地は敷地から約 28 k m 離れており影響を受けない。	—
14	軍事基地からの飛来物 (航空機を除く)	○	×	×	×	軍事基地からの飛来物は、極低頻度な事象である。	—
15	パイプライン事故 (爆発、化学物質の漏えい)	×	×	○	×	むつ小川原国家石油備蓄基地の陸上移送配管は、1.2m以上の地下に埋設されるとともに、漏えいが発生した場合は、配管の周囲に設置された漏油検知器により緊急遮断弁が閉止されることから、火災の発生は想定し難い。	—
16	敷地内における化学物質の漏えい	×	×	×	○	敷地内に搬入される化学物質が運搬時又は受入れ時に漏えいした場合にも、安全機能を有する施設へ直接被水することではなく、また硝酸の反応により発生するNO _x 及び液体二酸化窒素から発生するNO _x は気体であるため、当該安全機能に影響を及ぼすことは考えられない。	—
17	人工衛星の落下	○	×	×	×	人工衛星の衝突は、極低頻度な事象である。	—
18	ダムの崩壊	×	×	○	×	敷地の周辺にダムはない。	—
19	電磁的障害	×	×	×	○	人為的な電磁波による電磁的障害に対しては、日本工業規格に基づいたノイズ対策及び電氣的・物理的独立性を持たせることから、重大事故等の誘因になることは考えられない。	—
20	掘削工事	×	×	×	○	敷地内での工事は十分管理されることが及び敷地外での工事は敷地境界から再処理施設まで距離があることから、再処理施設に影響を及ぼすような掘削工事による重大事故等の発生は考えられない。	—
21	重量物の落下	×	○	×	×	重量物の取扱いは十分に管理されることから、再処理施設に影響を及ぼすような規模の重量物の落下は考えられない。	—
22	タービンミサイル	×	×	○	×	敷地内にタービンミサイルを発生させるようなタービンはない。	—
23	近隣工場等の火災	×	×	×	○	最も影響の大きいむつ小川原国家石油備蓄基地の火災（保有する石油の全量燃焼）を考慮しても、安全機能に影響がないことから、重大事故等の誘因になることは考えられない。	—

(つづき)

No.	人為事象	除外の基準 ^{注1}				除外する理由	要因 ^{注2}
		基準 1-1	基準 1-2	基準 1-3	基準 2-2		
24	有毒ガス	×	×	×	○	有毒ガスが冷却、再処理施設へ直接影響を及ぼすことは考えられない。	—

注1：除外の基準は、以下のとおり。

基準1-1：事象の発生頻度が極めて低い

基準1-2：事象そのものは発生するが、重大事故の起因となる安重施設の安全機能の喪失の要因となる規模の発生が想定されない

基準1-3：再処理施設周辺では起こり得ない

基準2：発生しても重大事故の起因となる安重施設の安全機能の喪失の要因となるような影響が考えられない

○：基準に該当する

×：基準に該当しない

注2：重大事故の起因となる安重施設の安全機能の喪失の要因に関しては、以下のとおり。

レ：重大事故の起因となる安重施設の安全機能の喪失の要因になる

一：重大事故の起因となる安重施設の安全機能の喪失の要因にならない

b. 自然現象等への対処の観点からの選定

上記 a. における検討の結果、重大事故の起因となる機能喪失の要因となる可能性がある自然現象として選定した地震、森林火災、草原火災、干ばつ、火山の影響、積雪及び湖若しくは川の水位降下について、発生頻度と安全機能への影響を整理する。

発生頻度に関しては、「設計上の裕度により、安全機能を有する施設の安全機能への影響がない規模」、「設計上の裕度を越え、重大事故に至る規模」、「設計上の裕度をはるかに越え、大規模損壊に至る規模」をそれぞれ想定する。

上記の自然現象のうち、森林火災及び草原火災、積雪並びに火山の影響（降下火砕物による積載荷重）に関しては、消火活動、堆積した雪や火山灰の除去を行うこと、また、干ばつ及び湖若しくは川の水位降下については、工程を停止した上で必要に応じて外部からの給水を行うことにより、設計上の裕度を越える規模の自然現象を想定したとしても設備が機能喪失に至ることを防止できることから、重大事故の起因となる機能喪失の要因となる自然現象として選定しない。

したがって、地震及び火山による影響（降下火砕物）を重大事故の起因となる機能喪失の要因となる自然現象として選定する。

【補足説明資料 3－4】

【補足説明資料 3－18】

(3) 重大事故の起因となる機能喪失の要因となる自然現象の組合せ

重大事故の起因となる機能喪失の要因となる可能性がある自然現象については、重大事故の起因となる機能喪失の要因となる自然現象と、機能喪失に至る前に対処が可能な自然現象に分類される。これらの自然現象に対して、他の自然現象を組み合わせることによって想定される事態がより深刻になる可能性があることを考慮し、組合せの想定の可否を検討する。

組合せを想定する自然現象の規模については、設計上の想定を超える規模の自然現象が独立して同時に複数発生する可能性は想定し難いことから、重大事故の起因となる機能喪失の要因となる可能性がある自然現象に対して、設計上想定する規模の自然現象を組み合わせ、その影響を確認する。

a. 重大事故の起因となる機能喪失の要因となる自然現象と他の自然現象の組合せ

重大事故の起因となる機能喪失の要因となる自然現象として選定された地震及び火山の影響（降下火砕物）に対して、他の重大事故の起因として考慮すべき自然現象との組合せの影響を検討する。検討に当たっては、重畳が考えられない組合せ、いずれの自然現象も発生頻度が十分低く重畳を考慮する必要のない組合せ、いずれかの自然現象に代表される組合せ、施設に及ぼす影響が異なる組合せ、それぞれの荷重が相殺する組合せ及び一方の自然現象の条件として考慮する組合せを除外し、いずれにも該当しないものを考慮すべき組合せとする。

重大事故の起因となる機能喪失の要因となる自然現象と他の自然現象の組合せの検討結果を表－3に示す。検討の結果、重大事故の起因となる機能喪失の要因となる自然現象に対して組合せを考慮する必要のある自然現象はない。

b. 機能喪失に至る前に対処が可能な自然現象と他の自然現象の組合せ

機能喪失に至る前に対処が可能な自然現象として選定された森林火災、干ばつ、火山の影響（降下火砕物による積載荷重）、積雪並びに湖若しくは川の水位降下に対して、他の重大事故の起因となる機能喪失の要因となる可能性がある自然現象との組合せの影響を検討する。検討に当たっては、重畳が考えられない組合せ、いずれの事象も発生頻度が十分低く重畳を考慮する必要のない組合せ、いずれかの自然現象に代表される組合せ、重大事故に至る前に実施する対処に影響しない組合せ、それぞれの荷重が相殺する組合せ及び一方の自然現象の条件として考慮する組合せを除外し、いずれにも該当しないものを考慮すべき組合せとする。

機能喪失に至る前に対処が可能な自然現象と他の自然現象の組合せの検討結果を表－4に示す。検討の結果、機能喪失に至る前に実施する対処の内容が厳しくなる組合せとして火山の影響（降下火砕物による積載荷重）と積雪の組合せを想定するが、積雪と降下火砕物による積載荷重が同時に発生した場合には、必要に応じて除雪及び降下火砕物の除去を実施することから、組合せを考慮する必要のある自然現象はない。

いずれの場合においても、重大事故の起因となる自然現象の組合せによる影響はないことから、重大事故の起因となる機能喪失の要因となる自然現象として地震及び火山の影響を選定する。

これらの重大事故の起因となる機能喪失の要因となる自然現象の結果としての機能喪失の想定を、「設計上定める条件より厳しい条件における外的事象」と整理し、その想定を3. 2. 3にて具体化する。

表－３ 重大事故の起因となる機能喪失の要因となる自然現象と他の自然現象の組合せの検討結果

他 ^{※２} 対処 ^{※１}	地震	森林火災 及び 草原火災	干ばつ 及び 湖若しくは川の水位降下	火山の影響	積雪
地震		④	④	②	⑥
火山の影響 (降下火砕物)	②	④	④		④

※１： 重大事故の起因となる機能喪失の要因となる自然現象

※２： 他の自然現象

< 凡例 >

- ①： 重畳が考えられない組合せ
- ②： いずれの事象も発生頻度が十分低く重畳を考慮する必要のない組合せ
- ③： いずれかの事象に代表される組合せ
- ④： 重大事故に至る前に実施する対処に影響しない組合せ
- ⑤： それぞれの荷重が相殺する組合せ
- ⑥： 一方の事象の条件として考慮する組合せ
- ： 重畳を考慮する組合せ

表－４ 機能喪失に至る前に対処が可能な自然現象と他の自然現象の組合せ

他 ^{※２} 対処 ^{※１}	地震	森林火災 及び 草原火災	干ばつ 及び 湖若しくは川の水位降下	火山の影響	積雪
森林火災 及び 草原火災	④		④	④	①
干ばつ 及び 湖若しくは川の水位 降下	④	④		④	④
火山の影響 (降下火砕物による 積載荷重)	④	④	④		○
積雪	④	①	④	○	

※１： 機能喪失に至る前に対処が可能な自然現象

※２： 他の自然現象

<凡例>

- ①：重畳が考えられない組合せ
- ②：いずれの事象も発生頻度が十分低く重畳を考慮する必要のない組合せ
- ③：いずれかの事象に代表される組合せ
- ④：重大事故に至る前に実施する対処に影響しない組合せ
- ⑤：それぞれの荷重が相殺する組合せ
- ⑥：一方の事象の条件として考慮する組合せ
- ：重畳を考慮する組合せ

3. 2. 2 内的事象

(1) 設計基準における想定

設計基準においては、内的事象として以下を想定している。

a. 静的機器の損傷

放射性物質を内包する液体（溶液、有機溶媒等）の移送配管の貫通き裂による1時間漏えいを想定し、さらに回収系に単一故障を想定する。放射性物質を内蔵する流体の移送配管以外の静的機器の損傷は、設計上定める条件においては想定していない。

b. 動的機器の機能喪失

動的機器の故障に関しては、単一故障、単一誤作動及び単一誤操作を想定し、その場合でも安重施設の安全機能が喪失しないよう、多重化及び多様化を講じている。

また、安重施設は非常用所内電源系統からの給電を可能とすることで、安全評価においては外部電源の喪失から30分後に安全機能の回復を想定する。

その機能喪失により、公衆又は従事者に過度の放射線被ばくを及ぼすおそれがある機器は、安重施設として独立した系統で多重化することにより、単一故障を想定しても機能喪失することがない設計としている。

(2) 重大事故の起因として想定する内的事象

(1)で整理した設計基準における想定を踏まえ、設計基準としては喪失を想定していない安全機能を喪失させる、又は設計基準事故の規模を拡大させる条件として、静的機器の機能喪失、動的機器の機能喪失及び全交流動力電源の喪失を以下のとおり想定する。

a. 静的機器の損傷

配管内の流体（溶液、有機溶媒等）は中低エネルギー流体であり、米国NRCのSTANDARD REVIEW PLAN 3.6.2に基づく移送配管の破損規模は貫通き裂と考えられるが、これを超える破損口面積となる可能性は否定できないことから、その上限として全周破断を想定する。

対象は、再処理施設の放射性物質を内包する腐食性の液体（溶液、有機溶媒等）を内包する配管とする。非腐食性の流体（空気及び気送による粉末、冷却水）を内包する配管に関しては、劣化の進展が小さく、保守点検によりその機能を維持できることから、機能喪失の対象としない。

また、配管が損傷した場合には、早期に検知が可能であり、工程停止等の措置を行うことができるため、複数の配管の損傷の同時発生は考慮しない。

b. 動的機器の機能喪失

(a) 長時間の全交流動力電源の喪失

外部電源の喪失に加え、非常用所内電源系統の機能喪失による、長時間の全交流動力電源の喪失を想定する。

(b) 多重故障

単一故障を超える条件として、独立した系統で構成している同一機能を担う安重施設の動的機器に対して、多重故障、多重誤作動及び多重誤操作による機能喪失を想定する。

設計基準において想定する機能喪失と重大事故の起因として想定する機能喪失を比較すると下表のとおりとなる。

	設計基準において想定する機能喪失	重大事故の起因として想定する機能喪失
静的機器の損傷	放射性物質を内包する液体（溶液、有機溶媒等）の移送配管の貫通き裂（破損口面積が 1/4Dt 相当）による 1 時間漏えい ＋ 回収系統の単一故障	放射性物質を内包する腐食性の液体（溶液、有機溶媒等）を内包する配管の全周破断による 1 時間漏えい ＋ 回収系統の単一故障
動的機器の機能喪失	短時間の全交流動力電源の喪失	長時間の全交流動力電源の喪失
	単一故障、単一誤作動及び単一誤操作	同一機能を担う安重施設の動的機器の多重故障、多重誤作動及び多重誤操作による機能喪失

(3) 静的機器の損傷の考え方

(2) で選定した配管以外の損傷の可能性を評価した結果、重大事故の起因として「配管からの漏えい」「動的機器の多重故障」「長時間の全交流動力電源の喪失」を想定することにより、他に可能性がある静的機器の損傷による影響を包含し、重大事故の事象を選定することが可能である。

【補足説明資料 3－26】

内的事象に関しては、設計基準における機能喪失を超えるものとして重大事故の起因として想定する内的事象を定めていることから、この具体的な機能喪失の想定が「設計上定める条件より厳しい条件」の想定となる。

「設計上定める条件より厳しい条件」については 3. 2. 3 にて具体化する。

3. 2. 3 設計上定める条件より厳しい条件の設定

前項までにおいて想定した、設計基準の想定を超える規模の外的事象と内的事象について、想定される機能喪失の状況を詳細化するとともに、機能喪失を想定する対象設備、また同時に機能喪失を想定する範囲を明確にすることで、それぞれの外的事象及び内的事象における機能喪失の状態を「設計上定める条件より厳しい条件」として設定することにより、重大事故の想定箇所を特定するとともに、それぞれの重大事故についての有効性評価の条件とする。

(1) 外的事象

a. 地震による機能喪失

(a) 発生する外力の条件

基準地震動を超える地震動の地震を想定する。

(b) 発生する外力と施設周辺の状況

地震により加速度が発生する。地震による加速度は、敷地内外を問わず、周辺の設備に対しても一様に加わる。したがって、送電線の鉄塔が倒壊することにより外部電源が喪失する。

(c) 影響を受ける設備

全ての設備の安全機能について、外力の影響により喪失の可能性がある。

(d) 外力の影響により喪失する機能

基準地震動を 1.2 倍にした地震動を考慮する設計により維持する静的な機能は、地震の外力（加速度）による機能喪失を想定しない。これら以外の機能は、全て機能を喪失する（地震の加速度により、機器が損傷し、機能を喪失する）。

動的機器については、動力源、制御部、駆動部と多くの設備から構成され、

復旧に要する時間に不確実性を伴うことから、全ての動的機器に対して機能喪失を想定する。

(e) 外力による機能喪失からの波及による機能喪失

外部電源の喪失に加えて、非常用所内電源系統が機能喪失することにより、電源を必要とする機器は全て機能喪失に至るものとする。

(f) 外力の影響による機能喪失後の施設状況

基準地震動を 1.2 倍にした地震動を考慮する設計により維持する機能に該当しない静的な機能の喪失により、溢水、化学薬品漏えいが発生することに加え、基準地震動を 1.2 倍にした地震動を考慮する設計により維持する機能に該当しない静的な機能は、継続して機能喪失を想定する。また、電源を必要とする機器は全て機能喪失に至るものとすることから、安重施設の安全機能確保のための支援機能（非常用所内電源系統、安全蒸気系、安全圧縮空気系）についても、継続して機能喪失を想定する。

b. 火山の影響による機能喪失

(a) 想定する条件

火山により降下火砕物の発生を想定する。

(b) 発生する外力と施設周辺の状況

火山により降下火砕物が発生する。降下火砕物は、敷地内外を問わず、周辺の設備に対しても一様に発生する。したがって、送電線の碍子に降下火砕物が堆積すること等により外部電源が喪失する。

(c) 影響を受ける設備

屋内の動的機器のうち、外気を取り込む機器に関しては、降下火砕物によりフィルタが目詰まりすることにより、機能喪失に至ることを想定する。

(d) 外力の影響により喪失する機能

外部電源の喪失に加えて、屋外の動的機器である安全冷却水系の冷却塔に対して機能喪失を想定する。また、屋内の動的機器のうち空気圧縮機、非常用所内電源系統の非常用ディーゼル発電機が、降下火砕物によりフィルタが目詰まりすること等により、機能喪失に至ることを想定する。

(e) 外力による機能喪失からの波及による機能喪失

外部電源の喪失に加えて、非常用所内電源系統が機能喪失することにより、電源を必要とする機器は全て機能喪失に至るものとする。

(f) 外力の影響による機能喪失後の施設状況

静的機器については機能喪失を想定しないが、電源を必要とする機器は全て機能喪失に至るものとすることから、安重施設の安全機能確保のための支援機能（非常用所内電源系統、安全蒸気系、安全圧縮空気系）についても、継続して機能喪失を想定する。

(2) 内的事象

a. 動的機器の多重故障・多重誤作動・多重誤操作

事業指定基準規則第15条の解釈より、動的機器とは「外部からの動力の供給を受けて、それを含む系統が本来の機能を果たす必要があるとき、機械的に動作する部分を有する機器」であり、排風機、弁、ダンパ、ポンプ、遮断器、リレー等をいう。

ここでいう「外部からの動力」とは、その機器の動力源（電源、圧縮空気、冷却水、蒸気等）の他、機器を制御するために入力される信号及び運転員による操作も含むものと整理できる。したがって、外部入力によっても機器が動かない状態を「故障」、外部入力に対して所定の機能以外の動作をする状態を「誤作動」、及び外部入力のうちの運転員による操作間違いを「誤操作」として、それぞれによる機能喪失を以下のとおり想定する。

(a) 動的機器の多重故障

独立した系統で構成している同一機能を担う安重施設の動的機器に対して、全台の故障により、当該機器が有する動的機能の喪失を想定する。

その結果、動力源（電源、圧縮空気、冷却水、蒸気等）が喪失する場合は、それらが供給されることで機能を果たす動的機器の動的機能も同時に喪失を想定する。

上記以外の動的機器については、互いに関連性がない動的機器が同時に多重故障に至るとは考え難いことから同時に機能を喪失しない。また、動的機器の多重故障は、静的機器の損傷の起因にはならないことから、静的機器の機能喪失は想定しない。

(b) 動的機器の多重誤作動

独立した系統で構成している同一機能を担う安重施設の動的機器に対して多重誤作動を想定する。その際、互いに関連性がない動的機器が同時に多重誤作動に至るとは考え難いことから多重誤作動の重ね合わせは考慮しない。具体的には、異常の拡大防止及び影響緩和機能（MS）を担保する安重の動的機能と、安重の異常の発生防止機能（PS）が同時に機能喪失に至ることは多重誤作動の重ね合わせとなることから想定しない。

動的機能の誤作動として以下の事象を想定する。

- i. 異常停止（起動操作時に起動できないことを含む）
- ii. 異常起動（停止操作時に停止できないことを含む）
- iii. 出力低下
- iv. 出力過剰
- v. インターロック（警報）不作動
- vi. インターロック（警報）誤作動

上記のうち、i、iii、vは機器（計装）の故障と同一の事象として整理できる。また、viについては、警報の発報に対して運転員が安全側の対応を講ずるので事故の起因にはならない。したがって、誤作動として考慮する事象はii、ivとし、具体的には流量の増加（供給流量、換気風量の増加）を想定する。

(c) 多重誤操作

安重施設が担う機能に関する運転員の単一の「行為」について、多重誤操作を想定する。その際、確認を複数名で行っていたとしても、誤った操作することを想定する。複数の行為において、連続して複数名が誤操作することは考え難いため、多重誤操作の重ね合わせは考慮しない。

安重機器の動的な安全機能は、運転員の操作に期待しておらず、安重の機能に対する誤操作としては、安全機能を担保する機器の操作に関わるものとして、以下のものを想定する。

- i．安重の動的機器の切替え操作
 - ii．安重警報吹鳴に対する運転員対応
- 及び、
- iii．施錠管理を伴う溶液の移送

以下にそれぞれの項目について想定した誤操作を示す。

i．安重の動的機器の操作における誤操作

安重の動的機器の操作については、当該機器の保守や運転モード切り替え等における起動、停止の作業における誤操作を想定する。この場合、起こりうる現象としては当該機器の誤作動（異常停止、異常起動及び出力異常）と同じであり、誤作動と同一の事象として整理できる。

ii．安重警報吹鳴に対する運転員対応

以下に示す安重警報が吹鳴した場合の運転員操作における誤操作を想

定する。

- ① 塔槽類廃ガス処理設備の圧力警報
- ② 第1よう素追出し槽及び第2よう素追出し槽の溶解液密度高による警報
- ③ プルトニウム洗浄器アルファ線検出器の計数率高による警報（分離施設、精製施設）
- ④ セルの漏えい液受皿の集液溝の液位警報

このうち、①については、警報対応時の誤操作を考慮しても、排風機の出力低下及び停止の事象に含まれる。②及び③については、誤操作を考慮しても設備的に臨界に至る条件とならない。また、④については、漏えい液受皿の集液溝の液位警報が吹鳴した場合の運転員による液移送の停止操作における誤操作を想定する。しかし、この場合は他のパラメータ（漏えい液受皿の液位変化や移送元及び移送先の槽の液位変化）を監視することにより、漏えいの停止の有無が判断できることから、誤操作に容易に気付くことができる。誤操作により漏えい量が増加する可能性があるが、事象選定における漏えい量を十分な時間余裕（1 時間）を想定した漏えい量としているため、誤操作の影響はない。

iii. 施錠管理を伴う溶液の移送

施錠管理を伴う溶液の槽間移送を行う場合の運転員操作における誤操作を想定する。施錠管理を伴う溶液の移送については以下に示す複数のステップ（臨界となる可能性のある状態に達するまでに期待できる防止措置）を経て実施される。

- ① 計画策定
- ② 臨界施錠管理（試料採取および分析）
- ③ 臨界施錠管理（結果確認）

それぞれのステップにおいては、複数の運転員による確認行為が行われており、これらのどの行為について多重の誤操作を想定しても、臨界に至る条件は成立しない。このため、施錠管理を伴う溶液の移送における多重誤操作を想定しても事故に至ることはない。

b. 配管からの漏えい

再処理施設の放射性物質を内包する腐食性の液体（溶液、有機溶媒等）を内包する配管の全周破断を想定する。また、損傷を想定した配管に加えて、回収系の単一故障を想定する。

漏えいが発生した場合は、漏えい検知装置又は移送時の液位変動の監視により速やかに漏えいを検知し、配管の送液を停止することができるが、誤操作等の影響を考慮し、漏えいは1時間継続すると想定する。ただし、回分移送の場合であって、1時間以内に移送が終了する場合は、通常運転時における最大の回分移送量が漏えいすると想定する。また、配管の全周破断により機器に保有している溶液、廃液、有機溶媒が漏えいする可能性がある場合には、機器の容量に加えて、当該機器への送液分が漏えいすることを想定する。また、複数箇所からの漏えいの同時発生は、関連性が認められないことから、想定しない。配管から漏えいした液体により被水する可能性がある動的機器は、機能喪失を想定する。

【補足説明資料3-18】

c. 長時間の全交流動力電源の喪失

外部電源の喪失時に、非常用ディーゼル発電機が多重故障により起動しないことを想定する。使用済燃料受入れ・貯蔵建屋用の第1非常用ディーゼル発電機と、再処理設備本体用の第2非常用ディーゼル発電機は、独立してお

り、それぞれに関連性が無いことから、同時に機能喪失に至ることは想定しない。

これにより、使用済燃料受入れ・貯蔵建屋又は再処理設備本体において、全ての交流動力電源が喪失する。よって、電源により駆動する動的機器の動的機能は、全て機能喪失を想定する。当該機器が電源以外で駆動する場合であっても、その駆動源を供給する機器が電源を要する場合には、機能喪失を想定する。

動的機器自体の故障は想定されないことから、非常用ディーゼル発電機の復旧までの間に外部電源が回復または喪失した電源を代替することにより、動的機器は対処において期待できる。また、全ての静的機能は維持されることから、対処において期待できる。

(3) 外的事象及び内的事象の同時発生

外的事象及び内的事象のそれぞれの同時発生又は外的事象と内的事象の同時発生について確認する。

内的事象の発生時は速やかに対処を行い設計上定める条件より厳しい条件と重なることはないことと、関連性の認められない偶発的な事象となるため、同時発生を考慮する必要はない。

外的事象については、それぞれの事象の発生頻度が極めて低いことから、同時発生を考慮する必要はない。

内的事象と外的事象の同時発生は、発生頻度が極めて低いこと、関連性が認められないことから、同時発生を考慮する必要はない。

以上より、外的事象及び内的事象をそれぞれ考慮することにより、適切に重大事故等を選定することが可能である。

【補足説明資料 3－2 1】

(4) 設計上定める条件より厳しい条件のまとめ

上記の検討より、設計上定める条件より厳しい条件として、外的事象と内的事象のそれぞれについて、機能喪失を想定する対象設備、また同時に機能喪失を想定する範囲を以下のとおり設定する。

a. 外的事象

- ① 地震：常設の動的機器と交流動力電源の機能は復旧に時間を要することが想定されることから全て喪失する。常設の静的機器の機能は、基準地震動の 1.2 倍の地震動を考慮した際に機能維持できる設計としたもの以外は機能喪失する。
- ② 火山の影響：交流動力電源、屋外の動的機器の機能及び屋内の外気を吸い込む動的機器の機能は降下火砕物によるフィルタ目詰まり等により全て機能喪失する。

b. 内的事象

- ③ 腐食性の液体（溶液、有機溶媒等）を内包する配管の全周破断と漏えいした液体の放射性物質の回収設備の単一故障が同時発生する。
- ④ 動的機器が多重故障（多重の誤作動、多重の誤操作を含む）により機能喪失する。
- ⑤ 長時間の全交流動力電源の喪失が発生する。

3. 3 重大事故の想定箇所の特定の方

3. 3. 1 基本的考え方

重大事故は、再処理規則にて、臨界事故、冷却機能の喪失による蒸発乾固、放射線分解により発生する水素による爆発、有機溶媒等による火災又は爆発、燃料貯蔵プール等の冷却等の機能喪失及び放射性物質の漏えいの6つが定められている。

これらは、それぞれの発生の防止機能が喪失した場合に発生する可能性があるが、機能喪失の条件、すなわち重大事故が発生する条件はそれぞれ異なる。

したがって、以下の方針により、設備毎の安全機能の整理と機能喪失により発生する事故の分析を行い、設計上定める条件より厳しい条件による安全機能喪失状態を特定することで、その重大事故の想定箇所を特定する。整理の全体フローを図－1に示す。

(1) 設備毎の安全機能の整理と機能喪失により発生する事故の分析（ステップ1）

a. 対象の整理

安全機能の喪失を想定する対象は、公衆への著しい被ばく影響をもたらす可能性のある事故が重大事故であることを踏まえ、安全機能を有する施設のうち安重施設とする。安重施設は、その機能喪失により、公衆及び従事者に過度の放射線被ばくを及ぼす可能性のある機器が選定されていることから、安重施設の安全機能の喪失を考慮することで、重大事故に至る可能性を整理できる。また、安全機能を有する施設のうち安重施設に該当しない施設（以下「非安重施設」という。）の機能が喪失したとしても、公衆及び従事者に過度な放射線被ばくを及ぼすおそれはない。

したがって、安重施設の安全機能を対象として、安全機能の喪失を考慮し、重大事故に至る可能性を整理する。

【補足説明資料 3－2、3－20】

b. 設備毎の安全機能の整理

事業指定変更許可申請書の添付書類六 第 1.7.7－1 表「安重施設」（以下「安重表」という。）に記載の施設に関して、設備毎に系統図を作成する。安重施設は、機器単独で安全機能を有する場合と、系統として安全機能を有する場合がある。したがって、両者についてそれぞれ以下の方針で系統図を作成する。

i. 機器単独で安全機能を有する場合

機器毎に、安重施設として有する安全機能、耐震設計を整理した上で、系統図として、機器/セル/建屋の三重の閉じ込め、機器からの排気系、機器に供給しているユーティリティ（冷却、掃気等）、セルの漏えい液検知系・回収系、セル・建屋からの排気系等の、喪失時に重大事故の起因となり得る安全機能及び事故の進展を防止するための安全機能に関連する設備並びに安重施設の安全機能喪失時にバックアップとして機能する設備を記載する。

ii. 系統として安全機能を有する場合

系統毎に、安重施設として有する安全機能を整理した上で、共通の系統として、当該系統の構成に加えて、電源の供給や冷却水の供給等、当該機能の喪失の要因に関連する他の系統との関連性を記載する。また、各機器に対してユーティリティを供給している系統、又は各機器からの排気系、建屋換気系については、供給先や排気対象を示す。

c. 重大事故を発生させ得る安全機能の喪失又はその組合せの特定

安重施設の安全機能が喪失した場合に至る施設状態及びその後の事象進展

を分析することにより、重大事故に至る可能性がある主な機能喪失又はその組合せを整理する。

(2) 安全機能喪失状態の特定（ステップ2）

a. フォールトツリーによる安全機能喪失に至る要因の整理

上記(1). b. の系統図を参照し、設備毎に、安重施設の安全機能が喪失する要因をフォールトツリーにて分析する。

b. 重大事故の起因毎の安全機能喪失状態の特定

(a) フォールトツリー上での機能喪失の明確化

フォールトツリー上で、重大事故の起因毎に安全機能喪失状態（どの起因を想定した結果機能喪失に至るか）を特定する。フォールトツリーにおいて、各要因が機能喪失に至るか否かは、3. 2. 3に示す設計上定める条件より厳しい条件を適用して判定する。

(b) 系統図上での機能喪失の明確化

それぞれの設備の系統図上で、重大事故の起因毎に機能喪失を想定する対象を特定する。ここで、他の設備が有する安全機能の喪失は記載を変えて区別する。系統図において、各設備が機能喪失に至るか否かは、3. 2. 3に示す設計上定める条件より厳しい条件を適用して判定する。

c. 安全機能の喪失又はその組合せの発生の判定

上記b. で整理した、重大事故を発生させ得る安全機能の喪失又はその組合せが、重大事故の起因において発生するか否かにより、事故（放射性物質の外部への放出）に至るか否かを判定する。

安全機能が喪失しない、又は安全機能が組合せで同時に喪失しなければ、事故が発生することはないと判定できる。

(3) 重大事故の想定箇所の特定（ステップ3）

(2)により、重大事故を発生させ得る安全機能の喪失又はその組合せが発生する場合には、重大事故の発生の可能性がある箇所（機器、セル等）毎に重大事故に至るかを評価し、重大事故の発生を想定する箇所を特定する。

a. 事故発生の判定

(2)において、安全機能が喪失する、又は安全機能が組合せで同時に喪失する場合であっても、評価によって事故（大気中への放射性物質の放出）に至らないことを確認できれば、重大事故に至らないと判定できる。

b. 重大事故の判定

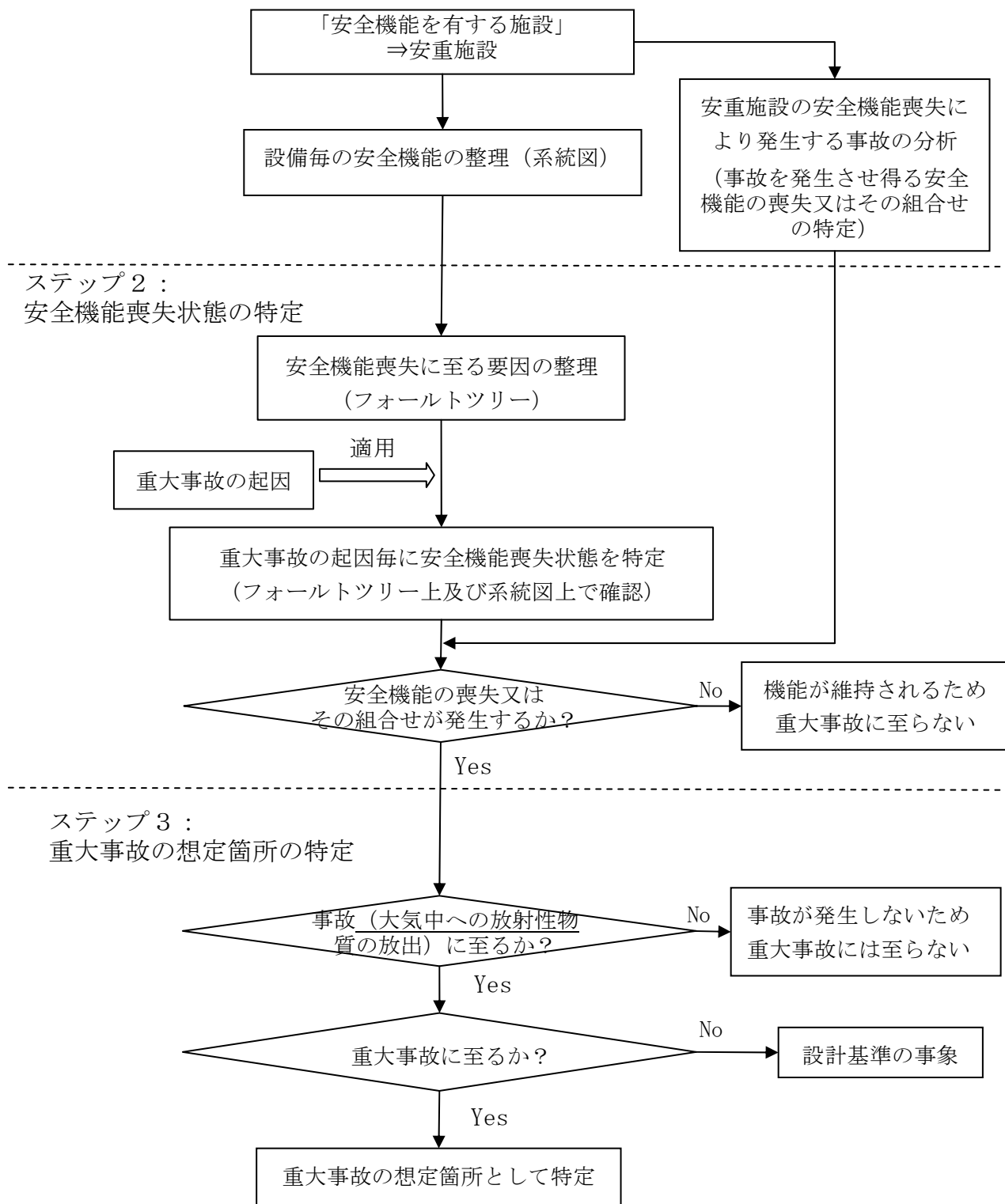
上記 a. において、安全機能の喪失又はその組合せにより事故に至る場合には、事故の収束手段、事象進展の早さ、公衆への影響をそれぞれ評価する。

事故が発生したとしても、設計基準の設備で事象の収束が可能である、安全機能の喪失により事象が進展するまでの間に喪失した安全機能の復旧が可能である、又は機能喪失時の公衆への影響が平常時と同程度であれば、設計基準として整理する事象に該当する。

いずれにも該当しない場合には、重大事故の事象として選定する。

また、重大事故の同時発生の想定においては、機能喪失の要因となる事象との関連において、同種の重大事故が複数個所で同時に発生する場合と、異種の重大事故が同一箇所又は複数個所で同時に発生する場合をそれぞれ特定する。

ステップ1：
設備毎の安全機能の整理と
機能喪失により発生する事故の分析



図－1 重大事故の想定箇所の特定フロー

3. 3. 2 重大事故の想定箇所の特定

3. 3. 2. 1 設備毎の安全機能の整理と機能喪失により発生する事故の 分析（ステップ1）

3. 3. 2. 1. 1 系統図による設備毎の安全機能の整理

(1) 機器単独で安全機能を有する場合

機器毎に、以下を記載する。

a. 安重施設として有する安全機能

当該機器が安重施設として有する安全機能を記載する。

その際、3. 3. 2. 1. 2に後述するとおり、「放射性物質の保持機能」を有する場合は、保持する放射性物質により発生する可能性がある事故が異なるため、内包物を記載する。さらに、保持する放射性物質が液体（溶液、廃液）の場合は、機能喪失（漏えい）後の事象進展で発生する可能性がある事故が異なるため、液体（溶液、有機溶媒、廃液）が含む主な核種としてウラン、プルトニウム、核分裂生成物を示す。

b. 耐震設計

3. 3. 2. 2. 3において、設計上定める条件より厳しい条件のうち地震の影響における機能喪失の判定に用いるために、基準地震動を1.2倍にした地震動を考慮する設計としているか否かを記載する。

c. 系統図の作成

喪失時に重大事故が発生する可能性がある安全機能及び事故の進展を防止するための安全機能に関連する設備、並びに安重施設の安全機能喪失時にバックアップとして機能する設備を記載する。

(a) 放射性物質の閉じ込め

貯槽等の放射性物質を内包する機器の場合は、放射性物質に対する三重の閉じ込めとして、当該機器と、それを設置するセル等及びセル等を収

納する建屋を示す。搬送機器等の放射性物質を内包しない機器の場合は、機器を設置するセル等及びセル等を収納する建屋を示す。

(b) 機器からの排気系

貯槽等の放射性物質を内包する機器のように、動的閉じ込め必要とする機器の場合は、その系統を示す。

(c) 機器に供給しているユーティリティ

機器に対して、共通系統からユーティリティを供給することにより、冷却、掃気、加熱等を行う場合は、その系統を記載する。動的機器であれば、駆動源の供給系統を記載する。その際、供給する系統が複数ある場合は図上でも複数の系統を記載する。

(d) セルの漏えい液検知系・回収系

液体放射性物質を内包する機器の場合は、漏えい液の検知系統と回収系（スチームジェットによる回収、ポンプによる回収、重力流回収）を記載する。その際、系統が複数ある場合は図上でも複数の系統を記載する。

(e) セル・建屋からの排気系

(a)において記載した、セル及び建屋について、それぞれの排気系統を記載する。

(2) 系統として安全機能を有する場合

系統毎に、以下を記載する。

a. 安重施設として有する安全機能

当該系統が安重施設として有する安全機能を記載する。

b. 系統図の作成

(a) 当該系統の構成

当該系統を構成する機器を示すとともに、系統が複数ある場合には図上で

も複数の系統を記載する。動的機器が複数ある場合には、それぞれの能力（1台あたり何%の機能を有するか）を記載する。

(b) 当該系統に関連する他の系統

当該系統が有する安全機能の喪失の要因として、当該系統を構成する機器に対して供給されているユーティリティ（電源、冷却水等）の系統を記載する。系統が複数ある場合には図上でも複数の系統を記載する。

c. 供給先、排気対象の整理

各機器に対してユーティリティ（冷却水、圧縮空気、蒸気等）を供給している系統については、その供給先を表で示す。

また、各機器や各セルからの排気系については、排気対象の機器、セルを表で示す。

【補足説明資料 3－2 2】

3. 3. 2. 1. 2 重大事故を発生させ得る安全機能の喪失又はその組合せの特定

再処理規則に定められる重大事故に関して、それぞれの発生を防止する安全機能を整理することにより、事故が発生する可能性がある機能喪失又はその組合せを抽出する。

安全機能は、以下に示す安重施設の安全機能の分類に基づき、当該機能が喪失した場合に至る施設状態及びその後の事象進展を分析することにより、機能喪失により発生する可能性がある事故を特定する。

大 分 類	中 分 類	小 分 類
異常の発生防止機能 (P S)	放射性物質の閉じ込め機能	・ 静的な閉じ込め機能（放射性物質の保持及び放出経路の維持機能） ・ 動的な閉じ込め機能（放射性物質の捕集・浄化及び排気機能）
	安全に係るプロセス量等の維持機能	・ 火災，爆発，臨界等に係るプロセス量等の維持機能 ・ 掃気機能 ・ 崩壊熱等の除去機能
	体系の維持機能	・ 核的制限値（寸法）の維持機能 ・ 遮蔽機能
	安全上必須なその他の機能	・ 落下・転倒防止機能
	異常の発生防止機能に係る支援機能	
異常の拡大防止機能 (M S)	安全に係るプロセス量等の維持機能	・ 熱的，化学的又は核的制限値等の維持機能
	異常の拡大防止機能に係る支援機能	
影響緩和機能 (M S)	放射性物質の過度の放出防止機能	・ 静的な閉じ込め機能（放射性物質の保持及び放出経路の維持機能） ・ 動的な閉じ込め機能（放射性物質の捕集・浄化及び排気機能） ・ ソースターム制限機能
	体系の維持機能	・ 遮蔽機能
	安全上必須なその他の機能	・ 事故時の放射性物質の放出量の監視機能 ・ 事故時の対応操作に必要な居住性等の維持機能
	影響緩和機能に係る支援機能	

(1) 異常の発生防止機能（P S）

a. 静的な閉じ込め機能（放射性物質の保持及び放出経路の維持機能）

(a) 保持機能

放射性物質（液体、固体）を内包する機器は、き裂や破損がなく機器が健全であることで機器内に放射性物質を保持することが可能である。

保持機能が損なわれた場合には、内包する放射性物質（液体、固体）

が機器外に漏えいする（漏えいに伴い気相中に放射性物質が移行し、大気中への放射性物質の放出に至る）。

また、漏えい後の事象進展による放射性物質の大気中への放出の可能性がある。崩壊熱除去（沸騰防止）の対象機器からの漏えいであれば、漏えいの結果、崩壊熱除去機能を有していない場所に移動し、蒸発乾固（機器外）の可能性がある。

水素掃気の対象機器であれば、漏えいの結果、掃気機能を有していない場所に移動し、水素爆発（機器外）の可能性がある。

有機溶媒火災に至る可能性があるTBP又はn-ドデカンを内包する機器であれば、漏えいの結果、有機溶媒火災（機器外）の可能性がある。

臨界管理の対象機器であれば、漏えいの結果、臨界管理外の場所に放射性物質が移動し、臨界事故（機器外）の可能性がある。

安全機能の喪失により発生する可能性がある重大事故

安全機能	喪失時に想定される施設状況	発生する可能性がある重大事故
放射性物質の保持機能	内包する放射性物質（液体、固体）が機器外に漏えいする（漏えいに伴い気相中に放射性物質が移行し、大気中への放射性物質の放出に至る）	液体・固体放射性物質の機器外への漏えい

安全機能の喪失（漏えい）後の事象進展により発生する可能性がある重大事故

放射性物質の保持機能を喪失する機器	安全機能喪失後に想定される施設状態	事象進展に対する拡大防止機能	発生する可能性がある重大事故
崩壊熱除去（沸騰防止）の対象機器	漏えい液の崩壊熱による温度上昇	・ ソースターム制限機能（漏えい液回収系）	蒸発乾固（機器外）
水素掃気の対象機器	漏えい液の放射線分解による水素発生	・ ソースターム制限機能（漏えい液回収系） ・ 排気機能（セル排気系）	水素爆発（機器外）
TBP又はn-ドデカンを内包する機器	漏えい液の崩壊熱による温度上昇	・ ソースターム制限機能（漏えい液回収系）	有機溶媒火災（機器外）
核的制限値の維持機能を有する機器又は熱的・科学的又は核的制限値の維持機能で臨界事故を防止している機器	臨界管理外の場所への放射性物質の移動	・ 核的制限値（寸法）の維持機能（漏えい液受皿）	臨界事故（機器外）

【補足説明資料 3－3】

(b) 放出経路の維持機能

放射性物質（気体）を管理放出するための経路の維持機能であり、この機能を有する安重施設として、廃ガス処理系及びセル等からの排気系並びに主排気筒が該当する。

これらは、破損することなく各機器が形状を維持することによって機能が維持される。したがって、放出経路の維持機能が損なわれた場合には、放射性物質（気体）が漏えいする（漏えいした放射性物質（気体）は、本来の放出経路上で期待できる捕集・浄化を経ずに主排気筒から大気中に放出される、又は建屋から直接大気中に放出される）。

安全機能の喪失により発生する可能性がある重大事故

安全機能	喪失時に想定される施設状況	発生する可能性がある重大事故
放出経路の維持機能	放射性物質（気体）が機器外に漏えいする	気体放射性物質の漏えい

b. 動的な閉じ込め機能（放射性物質の捕集・浄化及び排気機能）

(a) 放射性物質の捕集機能

廃ガス中に含まれる放射性物質を捕集するための機能であり、この機能を有する安重施設として廃ガス処理系又はセル等からの排気系を構成する高性能粒子フィルタ、よう素フィルタ、ルテニウム吸着塔が該当する。

（開放機器を設置していないセル等の場合、漏えい等の異常が発生しなければセル等内に汚染はなく、したがってセル等からの排気系は影響緩和機能（MS）と位置づけられる。ただし、再処理施設の運転期間においては漏えいの可能性は否定できないことから、セル等内は汚染しているものと仮定し、異常の発生防止機能（PS）とする。）

これらは、破損することなく形状を維持することによって機能が維持される。放射性物質の捕集機能が損なわれた場合には、廃ガス中に含まれる放射性物質が捕集されずに放出経路から大気中に放出される。

安全機能の喪失により発生する可能性がある重大事故

安全機能	喪失時に想定される施設状況	発生する可能性がある重大事故
放射性物質の捕集機能	廃ガス中に含まれる放射性物質が捕集されずに放出経路から大気中に放出	気体放射性物質の漏えい

(b) 放射性物質の浄化機能

廃ガス中に含まれる放射性物質を浄化するための機能であり、この機能を有する安重施設として、廃ガス処理系又はセル等からの排気系を構成する廃ガス洗浄塔類、凝縮器が該当する。したがって、機器が健全であり、かつ浄化のために使用する水が機器に供給されることで機能が維持される。

放射性物質の浄化機能が損なわれた場合には、廃ガス中に含まれる放射性物質が浄化されずに放出経路から大気中に放出される。

安全機能の喪失により発生する可能性がある重大事故

安全機能	喪失時に想定される施設状況	発生する可能性がある事故
放射性物質の浄化機能	廃ガス中に含まれる放射性物質が浄化されずに放出経路から大気中に放出	気体放射性物質の漏えい

(c) 放射性物質の排気機能

廃ガス中に含まれる放射性物質を捕集・浄化した処理済の廃ガスを排気するための機能であり、この機能を有する安重施設として廃ガス処理系又はセル等からの排気系を構成する排風機が該当する。したがって、機器が健全であり電源から電力が供給されることにより機能が維持される。

放射性物質の排気機能が損なわれた場合には、通常の放出経路以外の経路から、「(a) 放射性物質の捕集機能」及び「(b) 放射性物質の浄化機能」を有する機器を介さずに放射性物質が大気中に放出される。

また、a. (a)に示すとおり、セル等からの排気系を構成する排風機は、放射性物質の保持機能が喪失した場合には、その後の事象進展として発生の可能性がある水素爆発（機器外）に至ることの防止するための拡大防止機能も有する。（セル等からの排気系の排風機は、漏えい液の放射線分解により発生する水素を掃気する目的では安重施設に位置づけてはいないものの、結果としてセル等からの排気により水素爆発（機器外）の発生を防止することが可能である。）

安全機能の喪失により発生する可能性がある重大事故

安全機能	喪失時に想定される施設状況	発生する可能性がある重大事故
放射性物質の排気機能	通常の放出経路以外の経路から、放射性物質の捕集及び放射性物質の浄化を介さずに放射性物質が大気中に放出	気体放射性物質の漏えい

安全機能（放射性物質の保持機能）の喪失（漏えい）後の事象進展により発生する可能性がある重大事故

放射性物質の保持機能を喪失する機器	安全機能喪失後に想定される施設状態	事象進展に対する拡大防止機能	発生する可能性がある重大事故
水素掃気の対象機器	漏えい液の放射線分解による水素発生	・ ソースターム制限機能（漏えい液回収系） ・ 排気機能（セル排気系）	水素爆発（機器外）

c. 火災、爆発、臨界等に係るプロセス量等の維持機能

火災、爆発、臨界等に係るプロセス量等の維持機能として、プロセス量の管理が健全であることで、火災の発生防止、爆発の発生防止及び未臨界維持が可能である。この機能を有する安重施設として燃焼度計測装置（臨界に係るプロセス量等の維持機能）が該当する。

臨界に係るプロセス量等の維持機能が損なわれた場合には、臨界事故の発生の可能性がある。

安全機能の喪失により発生する可能性がある重大事故

安全機能	喪失時に想定される施設状況	発生する可能性がある重大事故
火災、爆発、臨界等に係るプロセス量等の維持機能（燃焼度計測装置）	処理する使用済燃料集合体の平均濃縮度を正確に把握できなくなるため、平均濃縮度に応じた燃料貯蔵ラック（高残留濃縮度、低残留濃縮度）に適切に貯蔵できなくなる。	臨界事故（機器外）

d. 掃気機能

溶媒（水、有機溶媒）の放射線分解により発生する水素を掃気する機能であり、この機能を有する安重施設として安全圧縮空気系（空気圧縮機、空気貯槽及び配管）で構成する。

空気圧縮機は、機器が健全であり電源から電力が供給されること及び安全

冷却水系から冷却水が供給されることにより機能が維持される。また、空気貯槽及び配管は破損が無く機器が健全であることで機能が維持される。

掃気機能が損なわれた場合には、掃気対象の機器において水素の掃気が行われなくなるため、水素爆発に至る可能性がある。

安全機能の喪失により発生する可能性がある重大事故

安全機能	喪失時に想定される施設状況	発生する可能性がある重大事故
水素掃気機能	掃気対象の機器において水素の掃気が行われなくなる	水素爆発（機器内）

e. 崩壊熱等の除去機能

放射性物質の崩壊熱を除去する機能であり、冷却方式は対象物によって異なる。

使用済燃料の崩壊熱除去は、安全冷却水系及びプール水冷却系による直接水冷、液体（溶液、廃液）の崩壊熱除去は安全冷却水系による間接水冷、混合酸化物貯蔵容器は貯蔵室からの排気系による強制空冷、ガラス固化体の崩壊熱除去は収納管及び通風管による自然空冷にて実施する。

水冷であれば、ポンプが健全であり電源から電力が供給され、かつ水の流路となる配管にき裂や破損が無く健全であることで機能が維持される。強制空冷においては、貯蔵室排風機が健全であり電源から電力が供給され、かつ排気経路に破損が無く健全であることで機能が維持される。自然空冷であれば、空気流路が健全であることで機能が維持される。

崩壊熱の除去機能が損なわれた場合には、対象となる機器において崩壊熱の除去が行われず、使用済燃料であれば想定事故 1、液体（溶液、廃液）であれば蒸発乾固、混合酸化物貯蔵容器及びガラス固化体であれば温度上昇による閉じ込め機能喪失に至る可能性がある。

また、使用済燃料の崩壊熱除去のためのプール水冷却系の流路となる配管が破損した場合には、「プール水の保持機能」が喪失し、サイフォン効果により想定事故 2 が発生する可能性がある。

安全機能の喪失により発生する可能性がある重大事故

安全機能	喪失時に想定される施設状況	発生する可能性がある重大事故
崩壊熱除去機能 (直接水冷)	使用済燃料の崩壊熱を除去できなくなる	想定事故 1
プール水の保持機能	サイフォン効果によりプール水が小規模に漏えいする	想定事故 2
崩壊熱除去機能 (間接水冷)	液体（溶液、廃液）の崩壊熱を除去できなくなる	蒸発乾固（機器内）
崩壊熱除去機能 (強制空冷)	混合酸化物貯蔵容器の崩壊熱を除去できなくなる	温度上昇による閉じ込め機能喪失
崩壊熱除去機能 (自然空冷)	ガラス固化体の崩壊熱を除去できなくなる	温度上昇による閉じ込め機能喪失

f. 核的制限値（寸法）の維持機能

核燃料物質を内包し、核的制限値（寸法）の維持機能を有する機器は、機器が健全であることで、未臨界を維持することが可能である。

核的制限値(寸法)の維持機能が損なわれた場合には、内包する核燃料物質によって臨界事故が発生する可能性がある。

また、a. (a)に示すとおり、漏えい液受皿は、放射性物質の保持機能が喪失した場合には、その後の事象進展として発生の可能性がある臨界事故（機器外）に至ることを防止するための拡大防止機能も有することから臨界事故に至らない。（漏えい液受皿の形状により、貯槽1基分の全量漏えいを想定しても、臨界事故に至るような液厚に達しない。）

安全機能の喪失により発生する可能性がある重大事故

安全機能	喪失時に想定される施設状況	発生する可能性がある重大事故
核的制限値（寸法）の維持機能	臨界を防止するための形状が損なわれる	臨界事故（機器内）

g. 遮蔽機能

遮蔽機能を喪失しても放射性物質の大気中への放出には至らない。ただし、重大事故等への対処の作業環境については、遮蔽機能の喪失の可能性を考慮して評価を行う。

安全機能の喪失により発生する可能性がある重大事故

安全機能	喪失時に想定される施設状況	発生する可能性がある重大事故
遮蔽機能	作業環境における線量率が上昇するが、放射性物質の外部への放出には至らない。	—

h. 落下・転倒防止機能

キャスクを取扱う使用済燃料受入れ・貯蔵建屋天井クレーン、バスケットを取扱うバスケット仮置き架台、ガラス固化体（キャニスタ）を取扱う固化セル移送台車が該当する。

落下・転倒防止機能が喪失した場合には、落下・転倒により容器が閉じ込め機能を喪失し、放射性物質の大気中への放出に至る可能性がある。

安全機能の喪失により発生する可能性がある重大事故

安全機能	喪失時に想定される施設状況	発生する可能性がある重大事故
落下・転倒防止機能（使用済燃料受入れ・貯蔵建屋天井クレーン）	キャスクが落下して転倒し蓋が外れ、使用済燃料集合体同士がキャスク外で近接する	臨界事故（機器外）
落下・転倒防止機能（バスケット仮置き架台）	バスケットが転倒することで、使用済燃料集合体同士がバスケット外で近接する	臨界事故（機器外）
落下・転倒防止機能（固化セル移送台車）	ガラス溶融炉からの流下中にキャニスタが転倒した場合には、溶融ガラスが固化セル内に流下する（流下後に転倒した場合は、キャニスタ内のガラスが冷え固まっているため、放射性物質の外部への放出には至らない）	固体放射性廃棄物の機器外への漏えい

(2) 異常の拡大防止機能（MS）

a. 熱的、化学的又は核的制限値等の維持機能

異常の発生に対して、その拡大を防止する機能である。この機能を有する安重施設として、警報と停止回路がこれに該当する。また、異常が無いことを検知して次工程に送るための起動回路もこれに該当する。

拡大防止機能（MS）であり、単独で機能を喪失しても放射性物質の大気中への放出には至らない。ただし、非安重施設が有する「火災、爆発、臨界等に係るプロセス量等の維持機能」の喪失による異常に対して、本機能が異常の拡大防止機能の位置づけとなることから、「火災、爆発、臨界等に係るプロセス量等の維持機能」の喪失と同時に警報又は停止回路が有する熱的、化学的又は核的制限値等の維持機能も同時に喪失していれば、事故に至る可能性がある。

異常が無いことを検知して次工程に移送するための起動回路の場合は、機能喪失によっても工程運転ができなくなるだけで、非安重施設が有する「火災、爆発、臨界等に係るプロセス量等の維持機能」によらず事故に至る可能性はないが、誤作動を想定すると、非安重施設が有する「火災、爆発、臨界

等に係るプロセス量等の維持機能」の機能喪失により異常があるにも関わらず次工程へ移送し、結果事故に至る可能性がある。

なお、安重施設/非安重施設を問わず「放射性物質の保持機能」の喪失による漏えいに対して、熱的、化学的又は核的制限値等の維持機能（液位警報）が異常の拡大防止機能の位置づけとなるが、「放射性物質（液体・固体）の漏えい」は既に発生しており事故の発生防止にはならず、また「設計上定める条件より厳しい条件」のうち「配管からの漏えい」では、液位警報が機能喪失した場合や、漏えい液回収操作における誤操作を考慮し、漏えい量を1時間移送量として設定している。

その後の事象進展で発生する「蒸発乾固（機器外）」等に対しても、液位警報はソースターム制限機能（漏えい液回収系）を起動するための条件でしかなく、直接事故の発生は防止できない。

安全機能の喪失により発生する可能性がある重大事故

安全機能	喪失時に想定される施設状況	発生する可能性がある重大事故
熱的、化学的 又は核的制限 値等の維持機能	異常が発生していないことから、単独で機能を喪失しても放射性物質の大気中への放出には至らない。	—

安全機能（火災、爆発、臨界等に係るプロセス量等の維持機能）の喪失後の事象進展により発生する可能性がある重大事故

喪失する安全機能	安全機能喪失後に想定される施設状態	事象進展に対する拡大防止機能	発生する可能性がある重大事故
火災、爆発、臨界等に係るプロセス量等の維持機能（非安重）	有機溶媒の温度上昇	・熱的、化学的又は核的制限値等の維持機能（加熱停止回路）	有機溶媒火災（機器内）
火災、爆発、臨界等に係るプロセス量等の維持機能（非安重）	・還元ガス中の水素濃度上昇	・熱的、化学的又は核的制限値等の維持機能（還元ガス供給停止回路）	プロセス水素による爆発（機器内）
火災、爆発、臨界等に係るプロセス量等の維持機能（非安重）	・蒸発缶等の加熱蒸気温度上昇 ・希釈剤流量低下（蒸発缶等への TBP の混入）	・熱的、化学的又は核的制限値等の維持機能（加熱停止回路）	TBP 等の錯体の急激な分解反応
火災、爆発、臨界等に係るプロセス量等の維持機能（非安重）	硝酸濃度、密度、可溶性中性子吸収材濃度等の変動	・熱的、化学的又は核的制限値等の維持機能（せん断停止回路、起動回路等）	臨界事故（機器内）
火災、爆発、臨界等に係るプロセス量等の維持機能（非安重）	ガラス熔融炉とキャニスタの接続不良	・熱的、化学的又は核的制限値等の維持機能（結合装置圧力信号による流下ノズル加熱停止回路、充てん起動回路）	固体放射性物質の機器外への漏えい
火災、爆発、臨界等に係るプロセス量等の維持機能（非安重）	硝酸濃度、密度、可溶性中性子吸収材濃度等の変動	・熱的、化学的又は核的制限値等の維持機能（ヒータ加熱停止回路）	温度上昇による閉じ込め機能喪失
火災、爆発、臨界等に係るプロセス量等の維持機能（非安重）	硝酸濃度、密度、可溶性中性子吸収材濃度等の変動	・熱的、化学的又は核的制限値等の維持機能（充てん起動回路）	臨界事故（機器外）
放射性物質の保持機能	内包する液体放射性物質が機器外に漏えい	・熱的、化学的又は核的制限値等の維持機能（液位警報）	（液体放射性物質の機器外への漏えい継続）

【補足説明資料 3－3】

(3) 影響緩和機能（MS）

a. 静的な閉じ込め機能(放射性物質の保持及び放出経路の維持機能)

影響緩和機能（MS）であり、各建屋の汚染のおそれのある区域からの排

気系が該当する。これらが単独で機能を喪失しても、異常の発生防止機能（P S）を有する廃ガス処理系及びセル等からの排気系が機能を維持していれば、放射性物質の大気中への放出には至らない。

異常の発生防止機能（P S）を有する廃ガス処理系及びセル等からの排気系の機能喪失により、本機能の維持/喪失によらず事故の可能性がある（事故に至る場合は、その評価条件として同時に本機能が喪失しているか否かを考慮する）。

安全機能の喪失により発生する可能性がある重大事故

安全機能	喪失時に想定される施設状況	発生する可能性がある重大事故
静的な閉じ込め機能(放射性物質の保持及び放出経路の維持機能)	異常が発生していないことから、単独で機能を喪失しても放射性物質の大気中への放出には至らない。	—

b. 動的な閉じ込め機能（放射性物質の捕集・浄化及び排気機能）

影響緩和機能（MS）であり、各建屋の汚染のおそれのある区域からの排気系の高性能粒子フィルタ、排風機が該当する。これらが単独で機能を喪失しても、異常の発生防止機能（P S）を有する廃ガス処理系及びセル等からの排気系が機能を維持していれば、放射性物質の大気中への放出には至らない。

異常の発生防止機能（P S）を有する廃ガス処理系及びセル等からの排気系の機能喪失により、本機能の維持/喪失によらず事故の可能性がある（事故に至る場合は、その評価条件として同時に本機能が喪失しているか否かを考慮する）。

安全機能の喪失により発生する可能性がある重大事故

安全機能	喪失時に想定される施設状況	発生する可能性がある重大事故
動的な閉じ込め機能（放射性物質の捕集・浄化及び排気機能）	異常が発生していないことから、単独で機能を喪失しても放射性物質の大気中への放出には至らない。	—

c. ソースターム制限機能

影響緩和機能（MS）であり、漏えい発生時にセルの漏えい液受皿から漏えい液を回収するための系統、溶解槽における臨界事故発生時に可溶性中性子吸収材（Gd）を自動で供給するための可溶性中性子吸収材緊急供給系、及び固化セル移送台車上にキャニスタを適切に載せていない状態でガラス熔融炉からの熔融ガラスの流下を行った際に重量を検知して流下を停止するためのガラス熔融炉の流下停止系が該当する。

これらは単独で機能を喪失しても、異常の発生防止機能（PS）の喪失により漏えいが発生していない状態、溶解槽での臨界事故が発生していない状態、固化セル移送台車上にキャニスタを適切に載せている状態であれば放射性物質の大気中への放出には至らない。

ただし、(1)a.(a)に示すとおり、ソースターム制限機能（漏えい液回収系）は、放射性物質の保持機能が喪失した場合には、その後の事象進展として発生の可能性がある蒸発乾固（機器外）、水素爆発（機器外）及び有機溶媒火災（機器外）に至ることの防止するための拡大防止機能も有する。したがって、放射性物質の保持機能と同時に機能喪失した場合には、事故に至る可能性がある。

また、溶解槽の臨界に対してはソースターム制限機能（可溶性中性子吸収材緊急供給系）が、また熔融ガラスの誤流下に対してはソースターム制限機能（ガラス熔融炉の流下停止系）がそれぞれ影響緩和機能として機能する。設計基準事故として溶解槽の臨界及び熔融ガラスの誤流下を選定し、これら

の影響緩和機能の妥当性を確認しているが、万が一設計基準事故の発生と同時に影響緩和機能が喪失した場合には、設計基準の範疇を超えて重大事故に至る可能性がある。

安全機能の喪失により発生する可能性がある重大事故

安全機能	喪失時に想定される施設状況	発生する可能性がある重大事故
ソースターム制限機能	異常が発生していないことから、単独で機能を喪失しても放射性物質の大気中への放出には至らない。	—

安全機能（放射性物質の保持機能）の喪失（漏えい）後の事象進展により発生する可能性がある重大事故

放射性物質の保持機能を喪失する機器	安全機能喪失後に想定される施設状態	事象進展に対する拡大防止機能	発生する可能性がある重大事故
崩壊熱除去（沸騰防止）の対象機器	漏えい液の崩壊熱による温度上昇	・ソースターム制限機能（漏えい液回収系）	蒸発乾固（機器外）
水素掃気の対象機器	漏えい液の放射線分解による水素発生	・ソースターム制限機能（漏えい液回収系） ・排気機能（セル排気系）	水素爆発（機器外）
TBP又はn-ドデカンを内包する機器	漏えい液の崩壊熱による温度上昇	・ソースターム制限機能（漏えい液回収系）	有機溶媒火災（機器外）

【補足説明資料 3－3】

設計基準事故の影響拡大により発生する可能性がある重大事故

設計基準事故	事故に対する影響緩和機能	発生する可能性がある重大事故
溶解槽における臨界	・ソースターム制限機能（可溶性中性子吸収材緊急供給系）	臨界事故（機器内）の継続
溶融ガラスの誤流下	・ソースターム制限機能（ガラス溶融炉の流下停止系）	固体放射性物質の機器外への漏えいの継続

d. 遮蔽機能

遮蔽機能を喪失しても放射性物質の大気中への放出には至らない。ただし、重大事故等への対処の作業環境については、遮蔽機能の喪失の可能性を考慮して評価を行う。

安全機能の喪失により発生する可能性がある重大事故

安全機能	喪失時に想定される施設状況	発生する可能性がある重大事故
遮蔽機能	作業環境における線量率が上昇するが、放射性物質の外部への放出には至らない。	—

e. 事故時の放射性物質の放出量の監視機能

事故時の放射性物質の放出量の監視機能を喪失しても放射性物質の大気中への放出には至らない。ただし、重大事故等への対処においては放出量を監視することが必要となるため、監視測定設備にて放射性物質の放出量の監視が可能であることを確認する。

安全機能の喪失により発生する可能性がある重大事故

安全機能	喪失時に想定される施設状況	発生する可能性がある重大事故
事故時の放射性物質の放出量の監視機能	事故時の放射性物質の放出量等を把握できなくなるが、放射性物質の外部への放出には至らない。	—

f. 事故時の対応操作に必要な居住性等の維持機能

事故時の対応操作に必要な居住性等の維持機能を喪失しても放射性物質の大気中への放出には至らない。ただし、重大事故等への対処においては評価により居住性が維持されていることを確認する。

安全機能の喪失により発生する可能性がある重大事故

安全機能	喪失時に想定される施設状況	発生する可能性がある重大事故
事故時の対応 操作に必要な 居住性等の維持機能	事故時の対応操作を行う要員が滞在できなくなる が、放射性物質の外部への放出には至らない。	—

以上より、重大事故に至る可能性がある主な機能喪失又はその組合せは表－５のとおり整理できる。

重大事故の事象選定においては、系統図及びフォールトツリーにより、これ以外の事故の発生の可能性がないことを確認する。

表－５ 重大事故に至る可能性がある主な機能喪失又はその組合せ

重大事故	重大事故に至る可能性がある機能喪失（又はその組合せ）※１		
	安全機能 1	安全機能 2	安全機能 3
臨界事故（機器内）	核的制限値の維持機能		
	火災、爆発、臨界等に係るプロセス量等の維持機能（非安重）	熱的、化学的又は核的制限値等の維持機能	
	ソースターム制限機能（溶解槽における臨界発生時）		
臨界事故（機器外）	火災、爆発、臨界等に係るプロセス量等の維持機能		
	落下・転倒防止機能		
	放射性物質の保持機能	核的制限値の維持機能	
	火災、爆発、臨界等に係るプロセス量等の維持機能（非安重）	熱的、化学的又は核的制限値等の維持機能	
蒸発乾固（機器内）	崩壊熱等の除去機能		
蒸発乾固（機器外）	放射性物質の保持機能	ソースターム制限機能（回収系）	
水素爆発（機器内）	掃気機能		
水素爆発（機器外）	放射性物質の保持機能	ソースターム制限機能（回収系）	放射性物質の排気機能
有機溶媒火災（機器内）	火災、爆発、臨界等に係るプロセス量等の維持機能（非安重）	熱的、化学的又は核的制限値等の維持機能	
有機溶媒火災（機器外）	放射性物質の保持機能	ソースターム制限機能（回収系）	
プロセス水素による爆発	火災、爆発、臨界等に係るプロセス量等の維持機能（非安重）	熱的、化学的又は核的制限値等の維持機能	
TBP 等の錯体の急激な分解反応	火災、爆発、臨界等に係るプロセス量等の維持機能（非安重）	熱的、化学的又は核的制限値等の維持機能	
想定事故 1	崩壊熱等の除去機能		
想定事故 2	プール水の保持機能		

(つづき)

重大事故	重大事故に至る可能性がある機能喪失（又はその組合せ）※1		
	安全機能 1	安全機能 2	安全機能 3
液体放射性物質の機器外への漏えい	放射性物質の保持機能		
固体放射性物質の機器外への漏えい	放射性物質の保持機能		
	落下・転倒防止機能		
	火災、爆発、臨界等に係るプロセス量等の維持機能（非安重）	熱的、化学的又は核的制限値等の維持機能	
	ソースターム制限機能（熔融ガラスの誤流下発生時）		
気体放射性物質の漏えい	放射性物質の放出経路の維持機能		
	放射性物質の捕集機能		
	放射性物質の浄化機能		
	放射性物質の排気機能		
温度上昇による閉じ込め機能喪失	崩壊熱等の除去機能		
	火災、爆発、臨界等に係るプロセス量等の維持機能（非安重）	熱的、化学的又は核的制限値等の維持機能	

※1：安全機能1～3が全て同時に機能喪失した場合に重大事故に至る可能性がある（安全機能1だけの場合は、当該機能の喪失により重大事故に至る可能性がある）

3. 3. 2. 2 安全機能喪失状態の特定（ステップ2）

3. 3. 2. 2. 1 フォールトツリーによる安全機能喪失の要因の整理

系統図を参照し、設備毎に、安重施設の安全機能が喪失する要因をフォールトツリーにて分析する。なお、ここでのフォールトツリーは、安全機能の喪失に至る要因を分析することを目的としていることから、発生頻度、確率を定量化するような詳細な基事象まで展開せずに作成する。

【補足説明資料 3－2 4】

3. 3. 2. 2. 2 設計上定める条件より厳しい条件毎の安全機能喪失状態の特定

(1) フォールトツリー上での機能喪失の明確化

全てのフォールトツリーに対して、重大事故の起因毎に3. 2. 3で定めた「設計上定める条件より厳しい条件」を適用することにより、安全機能の喪失に至る原因を示す。

具体的には、フォールトツリー上に、「設計上定める条件より厳しい条件」において機能喪失を想定する設備があれば、当該設備に記号として※を記載し、どの「設計上定める条件より厳しい条件」で安全機能が機能喪失するかを示す。

下流（機能喪失の要因となる設備）で※が記載される場合には、上流にも同じ※を記載し、最終的には、最上流である安全機能の喪失がどの「設計上定める条件より厳しい条件」で機能喪失するかを示す。

【補足説明資料3－25】

(2) 系統図上での機能喪失の明確化

それぞれの設備の系統図に対して、重大事故の起因毎に3. 2. 3で定めた「設計上定める条件より厳しい条件」を適用することにより、機能喪失を想定する対象を示す。

具体的には、当該設備が有する安全機能のフォールトツリーを参照し、設計上定める条件より厳しい条件により機能喪失に至る場合は、系統図上に赤で×を記載する。

この×を記載する系統図は、重大事故の起因毎に分ける。さらに、起因として動的機器の多重故障を想定する場合には、どの動的機器に多重故障を想定するかによって機能喪失する箇所が異なることから、それぞれでケース分けして×を記載する。配管からの漏えいについても同様で、どの配管の漏え

いを想定するかによって機能喪失する箇所が異なることから、それぞれでケース分けして×を記載する。（長時間の全交流動力電源の喪失、地震による機能喪失、火山の影響による機能喪失の場合は、×を記載した機能は全て同時に喪失する）

また、系統図に記載している当該安重施設以外の系統については、当該安重施設のフォールトツリーだけでは判定できない。したがって、その関連する系統のフォールトツリーを参照し、その結果機能喪失に至るのであれば、系統図上に黒で×を記載する。

機器単独で安全機能を有する場合の系統図であれば、機器に供給しているユーティリティ（冷却水、圧縮空気、蒸気等）、駆動源（電源、圧縮空気）、機器からの排気系、機器を設置するセルからの排気系、セルを収納する建屋からの排気系がこれに該当する。

系統として安全機能を有する場合であれば、当該系統を構成する機器に対して供給されているユーティリティ（電源、冷却水等）が該当する。

【補足説明資料 3－23】

3. 3. 2. 2. 3 安全機能の喪失又はその組合せの発生判定

表－５に示した、重大事故に至る可能性がある主な機能喪失又はその組合せが、設計上定める条件より厳しい条件において発生するか否かにより、事故（放射性物質の外部への放出）に至るか否かを判定する。

安全機能が喪失しない、又は安全機能が組合せで同時に喪失しなければ、事故が発生することはなく、重大事故に至らないと判定できる。

具体的には、重大事故毎に、至る可能性がある主な機能喪失又はその組合せを参照し、それぞれのフォールトツリーから、どの「設計上定める条件より厳しい条件」で機能喪失に至るか、また組合せの場合はそれらが同時に発生するかを設備毎に判定し、重大事故の想定箇所の特定結果としてまとめる。

【補足説明資料 3－17】

3. 3. 2. 3 重大事故の想定箇所の特定（ステップ3）

3. 3. 2. 3. 1 事故発生の判定

3. 3. 2. 2. 3において、安全機能が喪失する、又は安全機能が組合せで同時に喪失する場合であっても、評価によって事故に至らないことを確認できれば、重大事故に至らないと判定できる。この場合、重大事故の想定箇所の特定結果においては、その根拠（評価結果）を示した上で「△」として記載する。それぞれの事象において、機能喪失した場合に事故に至る基準を以下に示す。

臨界事故（機器内、機器外）：未臨界濃度以下

蒸発乾固（機器内、機器外）：沸騰（100℃）

水素爆発（機器内）：水素濃度 8 vol%

水素爆発（機器外）：水素濃度 4 vol%

有機溶媒火災：引火点（74℃）

TBP 等の錯体の急激な分解反応：急激な分解反応の開始温度（135℃）

【補足説明資料 3－17】

3. 3. 2. 3. 2 重大事故の判定

3. 3. 2. 3. 1において、安全機能の喪失又はその組合せにより事故に至る場合には、事故の収束手段、事象進展の早さ、公衆への影響をそれぞれ評価する。

事故が発生するとしても、設計基準の設備で事象の収束が可能であれば、安全機能の喪失という観点からは設計基準の想定範囲を超えるものであるが、機能喪失の結果発生する事故の程度が設計基準の範囲内であるため、設計基準として整理する事象に該当する。

安全機能の喪失により事象が進展するまでの間に喪失した安全機能の復旧が可能であれば、安全機能の喪失という観点からは設計基準の想定範囲を超えるものであるが、復旧により安全機能を回復することで公衆への影響を与えないという点で、設計基準として整理する事象に該当する。

また、安全機能の喪失により事故が発生した場合であっても、機能喪失時の公衆への影響が平常時と同程度であれば、設計基準として整理する事象に該当する。

これらのいずれにも該当しない場合は重大事故の想定箇所として特定することとし、重大事故の想定箇所の特定結果においてはそれぞれ以下のとおり記載する。

○：重大事故の想定箇所として特定

×1：設計基準の設備で事象の収束が可能であるため設計基準として整理する事象

×2：安全機能の喪失により事象が進展するまでの間に喪失した安全機能の復旧が可能であるため設計基準として整理する事象

×3：機能喪失時の公衆への影響が平常時と同程度であるため、設計基準として整理する事象

個々の重大事象の想定箇所の特定結果については、次項にて重大事故を発生させ得る安全機能の喪失又はその組合せ毎に示す。

【補足説明資料 3－5、3－6、3－17】

また、重大事故の同時発生の想定においては、機能喪失の要因となる事象との関連において、同種の重大事故が複数個所で同時に発生する場合と、異種の重大事故が同一箇所又は複数個所で同時に発生する場合が考えられる。

同種の重大事故が複数個所で同時に発生する場合は、機能喪失を想定する対象によってその範囲が異なることから、次項にてその対象を明確化し、同時発生の範囲を特定する。

異種の重大事故が同一箇所又は複数個所で同時に発生する場合は、複数の安全機能が同時に機能喪失する要因である外的事象（地震、火山による影響）、内的事象（長時間の全交流動力電源の喪失）について、安全機能喪失の範囲から重大事故の同時発生を想定する。また、動的機器の多重故障及び配管からの漏えいと回収系の単一故障の同時発生については、関連性がある安全機能の喪失を考慮し、その範囲から重大事故の同時発生を想定する。

3. 4 重大事故の想定箇所の特定結果

前項までの検討を踏まえ、ここでは安重施設の安全機能の機能喪失又はその組合せにより発生する可能性がある重大事故毎に「安全機能喪失状態の特定（ステップ2）」、「重大事故の想定箇所の特定（ステップ3）」を行った。重大事故の想定箇所の特定の結果を以下に示す。

3. 4. 1 臨界事故（機器内）

3. 4. 1. 1 「核的制限値の維持機能」の喪失による臨界事故（機器内）の想定箇所の特定結果

(1) 地震の場合

基準地震動を1.2倍にした地震動を考慮する設計により「核的制限値の維持機能」は喪失しないことから臨界事故（機器内）は発生しない、又は基準地震動を1.2倍にした地震動を考慮する設計とせず「核的制限値の維持機能」が喪失したとしても、平常時に未臨界濃度以下であることから、臨界事故（機器内）は発生しない。

(2) 火山の場合

静的機能である「核的制限値の維持機能」は喪失しない。

(3) 動的機器の多重故障の場合

静的機能である「核的制限値の維持機能」は喪失しない。

(4) 配管からの漏えいと回収系の単一故障の同時発生の場合

静的機能である「核的制限値の維持機能」は喪失しない。

(5) 長時間の全交流動力電源の喪失の場合

静的機能である「核的制限値の維持機能」は喪失しない。

3. 4. 1. 2 「火災、爆発、臨界等に係るプロセス量等の維持機能（非安重）」及び「熱的、化学的又は核的制限値等の維持機能」の同時喪失による臨界事故（機器内）の想定箇所の特定結果

非安重施設の「火災、爆発、臨界等に係るプロセス量等の維持機能（溶解槽等の温度等の制御）」が喪失している状態で、安重施設の「熱的、化学的又は核的制限値等の維持機能（せん断停止回路）」が喪失した場合には、臨界事故（機器内）に至る可能性がある。

(1) 地震の場合

「火災、爆発、臨界等に係るプロセス量等の維持機能（溶解槽等の温度等の制御）」及び「熱的、化学的又は核的制限値等の維持機能（せん断停止回路）」の機能喪失と同時に、工程も停止することから、臨界事故に至る条件が成立せず、事故に至ることはなく事象が収束する。

(2) 火山の場合

「火災、爆発、臨界等に係るプロセス量等の維持機能（溶解槽等の温度等の制御）」及び「熱的、化学的又は核的制限値等の維持機能（せん断停止回路）」の機能喪失と同時に、工程も停止することから、臨界事故に至る条件が成立せず、事故に至ることはなく事象が収束する。

(3) 動的機器の多重故障の場合

「熱的、化学的又は核的制限値等の維持機能（せん断停止回路）」の機能が喪失したとしても、「火災、爆発、臨界等に係るプロセス量等の維持機能（溶解槽等の温度等の制御）」の喪失によりプロセス量の変動・逸脱があれば、速やかに検知し工程を停止することから、臨界事故に至る条件が成立せず、事故に至ることはなく事象が収束する。

(4) 配管からの漏えいと回収系の単一故障の同時発生の場合

「熱的、化学的又は核的制限値等の維持機能（せん断停止回路）」の機能

は喪失しないことから、事故に至ることはない。

(5) 長時間の全交流動力電源の喪失の場合

「火災、爆発、臨界等に係るプロセス量等の維持機能（溶解槽等の温度等の制御）」及び「熱的、化学的又は核的制限値等の維持機能（せん断停止回路）」の機能喪失と同時に、工程も停止することから、臨界事故に至る条件が成立せず、事故に至ることはなく事象が収束する。

3. 4. 1. 3 「ソースターム制限機能（溶解槽における臨界発生時）」 の喪失による臨界事故（機器内）の想定箇所の特定結果

溶解槽で臨界事故（機器内）が発生している状態で、安重施設の「ソースターム制限機能（可溶性中性子吸収材緊急供給系）」が喪失した場合には、臨界事故が継続し、設計基準事故の範疇を超えて重大事故に至る可能性がある。

(1) 地震の場合

地震により「ソースターム制限機能（可溶性中性子吸収材緊急供給系）」が喪失するが、溶解槽での臨界事故が発生した直後に設計上の想定を超える規模の地震が発生することは考え難いことから、溶解槽で臨界事故（機器内）が発生している状態では安重施設の「ソースターム制限機能（可溶性中性子吸収材緊急供給系）」は喪失せず、設計基準事故の範疇で事象の収束が可能である。

(2) 火山の場合

火山により「ソースターム制限機能（可溶性中性子吸収材緊急供給系）」が喪失するが、溶解槽での臨界事故が発生した直後に設計上の想定を超える規模の噴火が発生することは考え難いことから、溶解槽で臨界事故（機器内）が発生している状態では安重施設の「ソースターム制限機能（可溶性中性子吸収材緊急供給系）」は喪失せず、設計基準事故の範疇で事象の収束が可能である。

(3) 動的機器の多重故障の場合

「ソースターム制限機能（可溶性中性子吸収材緊急供給系）」が喪失し、溶解槽への可溶性中性子吸収材の自動供給ができなくなるが、溶解槽での臨界事故の発生は速やかに検知が可能であるため、運転員が可溶性中性子吸収材を溶解槽に供給することで、設計基準事故の範疇で事象の収束が可能であ

る。

(4) 配管からの漏えいと回収系の単一故障の同時発生の場合

「熱的、化学的又は核的制限値等の維持機能（せん断停止回路）」の機能は喪失しないことから、事故に至ることはない。

(5) 長時間の全交流動力電源の喪失の場合

「ソースターム制限機能（可溶性中性子吸収材緊急供給系）」が喪失するが、溶解槽での臨界事故と長時間の全交流動力電源の喪失は関連性がなく、同時に発生することは考え難いことから、溶解槽で臨界事故（機器内）が発生している状態では安重施設の「ソースターム制限機能（可溶性中性子吸収材緊急供給系）」は喪失せず、設計基準事故の範疇で事象の収束が可能である。

3. 4. 2 臨界事故（機器外）

3. 4. 2. 1 「火災、爆発、臨界等に係るプロセス量等の維持機能」の 喪失による臨界事故（機器外）の想定箇所の特定結果

(1) 地震の場合

燃焼度計測装置の「火災、爆発、臨界等に係るプロセス量等の維持機能」は喪失するが、工程が停止することから、臨界事故（機器外）は発生しない。

(2) 火山の場合

燃焼度計測装置の「火災、爆発、臨界等に係るプロセス量等の維持機能」は喪失するが、工程が停止することから、臨界事故（機器外）は発生しない。

(3) 動的機器の多重故障の場合

燃焼度計測装置の「火災、爆発、臨界等に係るプロセス量等の維持機能」は喪失するが、故障を検知し工程を停止することから、臨界事故（機器外）は発生しない。

(4) 配管からの漏えいと回収系の単一故障の同時発生の場合

燃焼度計測装置の「火災、爆発、臨界等に係るプロセス量等の維持機能」は喪失しないため、臨界事故（機器外）は発生しない。

(5) 長時間の全交流動力電源の喪失の場合

燃焼度計測装置の「火災、爆発、臨界等に係るプロセス量等の維持機能」は喪失するが、工程が停止することから、臨界事故（機器外）は発生しない。

3. 4. 2. 2 「落下・転倒防止機能」の喪失による臨界事故（機器外） の想定箇所の特定結果

(1) 地震の場合

基準地震動を 1.2 倍にした地震動を考慮する設計により使用済燃料受入れ・貯蔵建屋天井クレーン及びバスケット仮置き架台の「落下・転倒防止機能」は喪失しないことから、臨界事故（機器外）は発生しない。

(2) 火山の場合

全交流動力電源の喪失によっても、フェイルセーフにより使用済燃料受入れ・貯蔵建屋天井クレーンの「落下・転倒防止機能」は喪失しないことから、臨界事故（機器外）は発生しない。また、全交流動力電源の喪失ではバスケット仮置き架台の「落下・転倒防止機能」は喪失しないことから、臨界事故（機器外）は発生しない。

(3) 動的機器の多重故障の場合

動的機器の多重故障により使用済燃料受入れ・貯蔵建屋天井クレーン及びバスケット仮置き架台の「落下・転倒防止機能」は喪失しないことから、臨界事故（機器外）は発生しない。

(4) 配管からの漏えいと回収系の単一故障の同時発生の場合

用済燃料受入れ・貯蔵建屋天井クレーン及びバスケット仮置き架台の「落下・転倒防止機能」は喪失しないことから、臨界事故（機器外）は発生しない。

(5) 長時間の全交流動力電源の喪失の場合

全交流動力電源の喪失によっても、フェイルセーフにより使用済燃料受入れ・貯蔵建屋天井クレーンの「落下・転倒防止機能」は喪失しないことから、臨界事故（機器外）は発生しない。また、全交流動力電源の喪失ではバスケット仮置き架台の「落下・転倒防止機能」は喪失しないことから、臨界事故

(機器外) は発生しない。

3. 4. 2. 3 「放射性物質の保持機能」及び「核的制限値の維持機能」 の同時喪失による臨界事故（機器外）の想定箇所の特定結果

(1) 地震の場合

基準地震動を 1.2 倍にした地震動を考慮する設計により「放射性物質の保持機能」を喪失しないため臨界事故（機器外）は発生しない、又は「放射性物質の保持機能」を喪失するが内包液が平常時に未臨界濃度以下であるため臨界事故（機器外）は発生しないことから、臨界事故（機器外）は発生しない。

(2) 火山の場合

「放射性物質の保持機能」は喪失しないことから、臨界事故（機器外）は発生しない。

(3) 動的機器の多重故障の場合

「放射性物質の保持機能」は喪失しないことから、臨界事故（機器外）は発生しない。

(4) 配管からの漏えいと回収系の単一故障の同時発生の場合

「放射性物質の保持機能」を喪失するが内包液が平常時に未臨界濃度以下であるため臨界事故（機器外）は発生しない、又は未臨界濃度を超える濃度であっても漏えい液受皿の「核的制限値の維持機能」は維持されることから、臨界事故（機器外）は発生しない。

(5) 長時間の全交流動力電源の喪失の場合

「放射性物質の保持機能」は喪失しないことから、臨界事故（機器外）は発生しない。

3. 4. 2. 4 「火災、爆発、臨界等に係るプロセス量等の維持機能（非安重）」及び「熱的、化学的又は核的制限値等の維持機能」の同時喪失による臨界事故（機器外）の想定箇所の特定結果

非安重施設の「火災、爆発、臨界等に係るプロセス量等の維持機能（容器等の定位置への移動）」が喪失している状態で、安重施設の「熱的、化学的又は核的制限値等の維持機能（充てん起動回路）」が喪失した場合には、漏えいにより臨界事故（機器外）に至る可能性がある。

(1) 地震の場合

「火災、爆発、臨界等に係るプロセス量等の維持機能（容器等の定位置への移動）」及び「熱的、化学的又は核的制限値等の維持機能（充てん起動回路）」の機能喪失と同時に、工程も停止することから、臨界事故に至る条件が成立せず、事故に至ることはなく事象が収束する。

(2) 火山の場合

「火災、爆発、臨界等に係るプロセス量等の維持機能（容器等の定位置への移動）」及び「熱的、化学的又は核的制限値等の維持機能（充てん起動回路）」の機能喪失と同時に、工程も停止することから、臨界事故に至る条件が成立せず、事故に至ることはなく事象が収束する。

(3) 動的機器の多重故障の場合

「熱的、化学的又は核的制限値等の維持機能（充てん起動回路）」の機能が喪失したとしても、「火災、爆発、臨界等に係るプロセス量等の維持機能（容器等の定位置への移動）」の喪失によりプロセス量の変動・逸脱があれば、速やかに検知し工程を停止することから、臨界事故に至る条件が成立せず、事故に至ることはなく事象が収束する。

(4) 配管からの漏えいと回収系の単一故障の同時発生の場合

「熱的、化学的又は核的制限値等の維持機能（充てん起動回路）」の機能

は喪失しないことから、事故に至ることはない。

(5) 長時間の全交流動力電源の喪失の場合

「火災、爆発、臨界等に係るプロセス量等の維持機能（容器等の定位置への移動）」及び「熱的、化学的又は核的制限値等の維持機能（充てん起動回路）」の機能喪失と同時に、工程も停止することから、臨界事故に至る条件が成立せず、事故に至ることはなく事象が収束する。

3. 4. 3 「崩壊熱除去機能」の喪失による蒸発乾固（機器内）の想定箇所 の特定結果

(1) 地震の場合

冷却水のポンプ、冷却塔等の動的機器の直接的な機能喪失及び電源喪失による間接的な機能喪失により「崩壊熱除去機能」が喪失する。その結果、53の機器で蒸発乾固の発生が想定される。

(2) 火山の場合

冷却塔の動的機器の直接的な機能喪失及び電源喪失による冷却水のポンプ、冷却塔等の間接的な機能喪失により「崩壊熱除去機能」が喪失する。その結果、53の機器で蒸発乾固の発生が想定される。

(3) 動的機器の多重故障の場合

外部ループの冷却水のポンプ又は冷却塔の多重故障により、53の機器で蒸発乾固の発生が想定される。

また、内部ループの冷却水のポンプが多重故障により機能喪失した場合には、その内部ループに接続されている貯槽等で同時に重大事故の発生が想定され、対策が同じ重大事故の発生を想定する機器のグループである「機器グループ」の単位で発生する。（建屋 11 グループ）

(4) 配管からの漏えいと回収系の単一故障の同時発生の場合

冷却水を内包する配管は劣化の進展が小さく、保守点検によりその機能を維持できることから、漏えいは想定せず「崩壊熱除去機能」は喪失しない。したがって事故は発生しない。

(5) 長時間の全交流動力電源の喪失の場合

冷却水のポンプ、冷却塔等の電源喪失による間接的な機能喪失により冷却機能が喪失する。その結果、53の機器で蒸発乾固の発生が想定される。

【補足説明資料 3－7】

3. 4. 4 「放射性物質の保持機能」及び「ソースターム制限機能（回収系）」の同時喪失による蒸発乾固（機器外）の想定箇所の特 定結果

(1) 地震の場合

崩壊熱除去の対象機器は、基準地震動を 1.2 倍にした地震動を考慮する設計により「放射性物質の保持機能」は喪失しないことから蒸発乾固（機器外）は発生しない。

(2) 火山の場合

「放射性物質の保持機能」は喪失しないことから、蒸発乾固（機器外）は発生しない。

(3) 動的機器の多重故障の場合

「放射性物質の保持機能」は喪失しないことから、蒸発乾固（機器外）は発生しない。

(4) 配管からの漏えいと回収系の単一故障の同時発生の場合

「放射性物質の保持機能」は喪失するが、「ソースターム制限機能（回収系）」は多重化により機能喪失しないことから、蒸発乾固（機器外）は発生しない。

(5) 長時間の全交流動力電源の喪失の場合

「放射性物質の保持機能」は喪失しないことから、蒸発乾固（機器外）は発生しない。

3. 4. 5 「掃気機能」の喪失による水素爆発（機器内）の想定箇所の特定結果

(1) 地震の場合

安全圧縮空気系の空気圧縮機の直接的な機能喪失、並びに空気圧縮機を冷却する安全冷却水系の外部ループの冷却水のポンプ又は冷却塔の機能喪失及び電源喪失による間接的な機能喪失により「掃気機能」が喪失する。その結果、51 の機器で水素爆発（機器内）の発生が想定される。

(2) 火山の場合

安全圧縮空気系の空気圧縮機の直接的な機能喪失、並びに空気圧縮機を冷却する安全冷却水系の外部ループの冷却塔の機能喪失及び電源喪失による安全圧縮空気系の空気圧縮機の間接的な機能喪失により「掃気機能」が喪失する。その結果、51 の機器で水素爆発（機器内）の発生が想定される。

(3) 動的機器の多重故障の場合

安全圧縮空気系の空気圧縮機の多重故障により、51 の機器で水素爆発（機器内）の発生が想定される。

また、外部ループの冷却水のポンプ又は冷却塔の多重故障により、安全圧縮空気系の空気圧縮機が冷却できなくなり、安全圧縮空気系の空気圧縮機の直接的な機能喪失により「掃気機能」が喪失する。その結果、51 の機器で水素爆発（機器内）の発生が想定される。

(4) 配管からの漏えいと回収系の単一故障の同時発生の場合

空気又は冷却水を内包する配管は劣化の進展が小さく、保守点検によりその機能を維持できることから、漏えいは想定せず「掃気機能」は喪失しない。したがって事故は発生しない。

(5) 長時間の全交流動力電源の喪失の場合

電源喪失による安全圧縮空気系の空気圧縮機の間接的な機能喪失により

「掃気機能」が喪失する。その結果、51 の機器で水素爆発（機器内）の発生が想定される。

【補足説明資料 3－8、3－9】

3. 4. 6 「放射性物質の保持機能」、「ソースターム制限機能（回収系）」及び「放射性物質の排気機能」の同時喪失による水素爆発（機器外）の想定箇所の特定結果

(1) 地震の場合

水素掃気の対象機器は、基準地震動を 1.2 倍にした地震動を考慮する設計により「放射性物質の保持機能」は喪失しないことから水素爆発（機器外）は発生しない。

(2) 火山の場合

「放射性物質の保持機能」は喪失しないことから、水素爆発（機器外）は発生しない。

(3) 動的機器の多重故障の場合

「放射性物質の保持機能」は喪失しないことから、水素爆発（機器外）は発生しない。

(4) 配管からの漏えいと回収系の単一故障の同時発生の場合

「放射性物質の保持機能」は喪失するが「放射性物質の排気機能」は喪失しないことから、水素爆発（機器外）は発生しない。

(5) 長時間の全交流動力電源の喪失の場合

「放射性物質の保持機能」は喪失しないことから、水素爆発（機器外）は発生しない。

3. 4. 7 「火災、爆発、臨界等に係るプロセス量等の維持機能（非安重）」及び「熱的、化学的又は核的制限値等の維持機能」の同時喪失による有機溶媒火災（機器内）の想定箇所の特定結果

非安重施設の「火災、爆発、臨界等に係るプロセス量等の維持機能（逆抽出塔の温度の制御）」が喪失している状態で、安重施設の「熱的、化学的又は核的制限値等の維持機能（加熱停止回路）」が喪失した場合には、有機溶媒火災（機器内）に至る可能性がある。

(1) 地震の場合

「火災、爆発、臨界等に係るプロセス量等の維持機能（逆抽出塔の温度の制御）」及び「熱的、化学的又は核的制限値等の維持機能（加熱停止回路）」の機能喪失と同時に、工程も停止することから、温度上昇は抑制され、引火点に到達せず、事故に至ることはなく事象が収束する。

(2) 火山の場合

「火災、爆発、臨界等に係るプロセス量等の維持機能（逆抽出塔の温度の制御）」及び「熱的、化学的又は核的制限値等の維持機能（加熱停止回路）」の機能喪失と同時に、工程も停止することから、温度上昇は抑制され、引火点に到達せず、事故に至ることはなく事象が収束する。

(3) 動的機器の多重故障の場合

「熱的、化学的又は核的制限値等の維持機能（加熱停止回路）」の機能が喪失したとしても、「火災、爆発、臨界等に係るプロセス量等の維持機能（逆抽出塔の温度の制御）」の喪失によりプロセス量の変動・逸脱があれば、速やかに検知し工程を停止することから、温度上昇は抑制され、引火点に到達せず、事故に至ることはなく事象が収束する。

(4) 配管からの漏えいと回収系の単一故障の同時発生の場合

「熱的、化学的又は核的制限値等の維持機能（加熱停止回路）」の機能は喪失しないことから、事故に至ることはない。

(5) 長時間の全交流動力電源の喪失の場合

「火災、爆発、臨界等に係るプロセス量等の維持機能（逆抽出塔の温度の制御）」及び「熱的、化学的又は核的制限値等の維持機能（加熱停止回路）」の機能喪失と同時に、工程も停止することから、温度上昇は抑制され、引火点に到達せず、事故に至ることはなく事象が収束する。

3. 4. 8 「放射性物質の保持機能」及び「ソースターム制限機能（回収系）」の同時喪失による有機溶媒火災（機器外）の想定箇所の特定結果

(1) 地震の場合

TBP 又は n-ドデカンを内包する機器は、基準地震動を 1.2 倍にした地震動を考慮する設計により「放射性物質の保持機能」は喪失しない、又は基準地震動を 1.2 倍にした地震動を考慮する設計としない設計により「放射性物質の保持機能」は喪失しても、放熱により崩壊熱による温度上昇が抑制され引火点に到達しないことから、有機溶媒火災（機器外）は発生しない。

(2) 火山の場合

「放射性物質の保持機能」は喪失しないことから、有機溶媒火災（機器外）は発生しない。

(3) 動的機器の多重故障の場合

「放射性物質の保持機能」は喪失しないことから、有機溶媒火災（機器外）は発生しない。

(4) 配管からの漏えいと回収系の単一故障の同時発生の場合

「放射性物質の保持機能」は喪失するが、「ソースターム制限機能（回収系）」は多重化により機能喪失しない、放熱により崩壊熱による温度上昇が抑制され引火点に到達しないことから、有機溶媒火災（機器外）は発生しない。

(5) 長時間の全交流動力電源の喪失の場合

「放射性物質の保持機能」は喪失しないことから、有機溶媒火災（機器外）は発生しない。

【補足説明資料 3－12】

3. 4. 9 「火災、爆発、臨界等に係るプロセス量等の維持機能（非安重）」及び「熱的、化学的又は核的制限値等の維持機能」の同時喪失によるプロセス水素による爆発の想定箇所の特定結果

非安重施設の「火災、爆発、臨界等に係るプロセス量等の維持機能（窒素ガスと水素ガスの流量比の制御）」が喪失している状態で、安重施設の「熱的、化学的又は核的制限値等の維持機能（還元ガス供給停止回路）」が喪失した場合には、プロセス水素による爆発に至る可能性がある。

(1) 地震の場合

「火災、爆発、臨界等に係るプロセス量等の維持機能（窒素ガスと水素ガスの流量比の制御）」及び「熱的、化学的又は核的制限値等の維持機能（還元ガス供給停止回路）」の機能喪失と同時に、工程も停止することから、プロセス水素による爆発に至る濃度条件が成立せず、事故に至ることはなく事象が収束する。

(2) 火山の場合

「火災、爆発、臨界等に係るプロセス量等の維持機能（窒素ガスと水素ガスの流量比の制御）」及び「熱的、化学的又は核的制限値等の維持機能（還元ガス供給停止回路）」の機能喪失と同時に、工程も停止することから、プロセス水素による爆発に至る濃度条件が成立せず、事故に至ることはなく事象が収束する。

(3) 動的機器の多重故障の場合

「熱的、化学的又は核的制限値等の維持機能（還元ガス供給停止回路）」の機能が喪失したとしても、「火災、爆発、臨界等に係るプロセス量等の維持機能（窒素ガスと水素ガスの流量比の制御）」の喪失によりプロセス量の変動があれば、速やかに検知し工程を停止することから、プロセス水素によ

る爆発に至る濃度条件が成立せず、事故に至ることはなく事象が収束する。

(4) 配管からの漏えいと回収系の単一故障の同時発生の場合

「熱的、化学的又は核的制限値等の維持機能（還元ガス供給停止回路）」の機能は喪失しないことから、事故に至ることはない。

(5) 長時間の全交流動力電源の喪失の場合

「火災、爆発、臨界等に係るプロセス量等の維持機能（窒素ガスと水素ガスの流量比の制御）」及び「熱的、化学的又は核的制限値等の維持機能（還元ガス供給停止回路）」の機能喪失と同時に、工程も停止することから、プロセス水素による爆発に至る濃度条件が成立せず、事故に至ることはなく事象が収束する。

3. 4. 10 「火災、爆発、臨界等に係るプロセス量等の維持機能（非安重）」及び「熱的、化学的又は核的制限値等の維持機能」の同時喪失による T B P 等の錯体の急激な分解反応の想定箇所の特定期間

非安重施設の「火災、爆発、臨界等に係るプロセス量等の維持機能（蒸発缶等の温度の制御）」が喪失している状態で、安重施設の「熱的、化学的又は核的制限値等の維持機能（加熱停止回路）」が喪失した場合には、TBP 等の錯体の急激な分解反応に至る可能性がある。

(1) 地震の場合

「火災、爆発、臨界等に係るプロセス量等の維持機能（蒸発缶等の温度の制御）」及び「熱的、化学的又は核的制限値等の維持機能（加熱停止回路）」の機能喪失と同時に、工程も停止することから、T B P 等の錯体の急激な分解反応に至る温度条件が成立せず、事故に至ることはなく事象が収束する。

(2) 火山の場合

「火災、爆発、臨界等に係るプロセス量等の維持機能（蒸発缶等の温度の制御）」及び「熱的、化学的又は核的制限値等の維持機能（加熱停止回路）」の機能喪失と同時に、工程も停止することから、T B P 等の錯体の急激な分解反応に至る温度条件が成立せず、事故に至ることはなく事象が収束する。

(3) 動的機器の多重故障の場合

「熱的、化学的又は核的制限値等の維持機能（加熱停止回路）」の機能が喪失したとしても、「火災、爆発、臨界等に係るプロセス量等の維持機能（蒸発缶等の温度の制御）」の喪失によりプロセス量の変動・逸脱があれば、速やかに検知し工程を停止することから、T B P 等の錯体の急激な分解反応に至る温度条件が成立せず、事故に至ることはなく事象が収束する。

(4) 配管からの漏えいと回収系の単一故障の同時発生の場合

「熱的、化学的又は核的制限値等の維持機能（加熱停止回路）」の機能は喪失しないことから、事故に至ることはない。

(5) 長時間の全交流動力電源の喪失の場合

「火災、爆発、臨界等に係るプロセス量等の維持機能（蒸発缶等の温度の制御）」及び「熱的、化学的又は核的制限値等の維持機能（加熱停止回路）」の機能喪失と同時に、工程も停止することから、T B P等の錯体の急激な分解反応に至る温度条件が成立せず、事故に至ることはなく事象が収束する。

3. 4. 11 「崩壊熱除去機能」の喪失による想定事故1の想定箇所の特定結果

(1) 地震の場合

プール水冷却系、安全冷却水系及び補給水設備のポンプ等の動的機器の直接的な機能喪失及び電源喪失による間接的な機能喪失により「崩壊熱除去機能」が喪失する。ただし、同時に「プール水の保持機能」も喪失することに加え、想定事故1は燃料貯蔵プールの水面が揺動しない事故、想定事故2は燃料貯蔵プールの水面が揺動をする事故と整理し、地震によるスロッシングを考慮して想定事故2として発生を想定する。

(2) 火山の場合

冷却塔の動的機器の直接的な機能喪失及び電源喪失によるプール水冷却系、安全冷却水系及び補給水設備のポンプ等の動的機器の間接的な機能喪失により「崩壊熱除去機能」が喪失する。その結果、想定事故1の発生が想定される。

(3) 動的機器の多重故障の場合

プール水冷却系のポンプ、安全冷却水系のポンプ、安全冷却水系の冷却塔又は補給水設備のポンプの多重故障により、想定事故1の発生が想定される。

(4) 配管からの漏えいと回収系の単一故障の同時発生の場合

冷却水を内包する配管は劣化の進展が小さく、保守点検によりその機能を維持できることから、漏えいは想定せず「崩壊熱除去機能」は喪失しない。したがって事故は発生しない。

(5) 長時間の全交流動力電源の喪失の場合

電源喪失によるプール水冷却系、安全冷却水系及び補給水設備のポンプ等の動的機器の間接的な機能喪失により「崩壊熱除去機能」が喪失する。その結果、想定事故1の発生が想定される。

3. 4. 12 「プール水の保持機能」の喪失による想定事故２の想定箇所の 特定結果

(1) 地震の場合

基準地震動を 1.2 倍にした地震動を考慮する設計としないプール水冷却系の配管が破断することに加え、地震によるスロッシングにより想定事故２の発生が想定される。

(2) 火山の場合

プール水冷却系の配管の「プール水の保持機能」は喪失しないことから、想定事故２は発生しない。

(3) 動的機器の多重故障の場合

プール水冷却系の配管の「プール水の保持機能」は喪失しないことから、想定事故２は発生しない。

(4) 配管からの漏えいと回収系の単一故障の同時発生の場合

冷却水を内包する配管は劣化の進展が小さく、保守点検によりその機能を維持できることから、漏えいは想定せず「プール水の保持機能」は喪失しない。したがって事故は発生しない。

(5) 長時間の全交流動力電源の喪失の場合

プール水冷却系の配管の「プール水の保持機能」は喪失しないことから、想定事故２は発生しない。

3. 4. 13 「放射性物質の保持機能」の喪失による液体放射性物質の機器外への漏えいの想定箇所の特定結果

(1) 地震の場合

基準地震動を 1.2 倍にした地震動を考慮する設計により「放射性物質の保持機能」は喪失しないことから液体放射性物質の機器外への漏えいは発生しない、又は発生しても同時に工程が停止することから、液体放射性物質の機器外への漏えいも停止し、事象が収束する。

(2) 火山の場合

「放射性物質の保持機能」は喪失しないことから、液体放射性物質の機器外への漏えいは発生しない。

(3) 動的機器の多重故障の場合

「放射性物質の保持機能」は喪失しないことから、液体放射性物質の機器外への漏えいは発生しない。

(4) 配管からの漏えいと回収系の単一故障の同時発生の場合

「放射性物質の保持機能」は喪失するが、工程を停止することにより、液体放射性物質の機器外への漏えいも停止し、事象が収束する。

(5) 長時間の全交流動力電源の喪失の場合

「放射性物質の保持機能」は喪失しないことから、液体放射性物質の機器外への漏えいは発生しない。

3. 4. 14 固体放射性物質の機器外への漏えい

3. 4. 14. 1 「放射性物質の保持機能」の喪失による固体放射性物質の機器外への漏えいの想定箇所の特定期間

(1) 地震の場合

基準地震動を 1.2 倍にした地震動を考慮する設計により「放射性物質の保持機能」は喪失しないことから液体放射性物質の機器外への漏えいは発生しない、又は発生しても同時に工程が停止することから、固体放射性物質の機器外への漏えいも停止し、事象が収束する。

(2) 火山の場合

「放射性物質の保持機能」は喪失しないことから、固体放射性物質の機器外への漏えいは発生しない。

(3) 動的機器の多重故障の場合

「放射性物質の保持機能」は喪失しないことから、固体放射性物質の機器外への漏えいは発生しない。

(4) 配管からの漏えいと回収系の単一故障の同時発生の場合

「放射性物質の保持機能」は喪失するが、工程を停止することにより、固体放射性物質の機器外への漏えいも停止し、事象が収束する。

(5) 長時間の全交流動力電源の喪失の場合

「放射性物質の保持機能」は喪失しないことから、固体放射性物質の機器外への漏えいは発生しない。

3. 4. 14. 2 「落下・転倒防止機能」の喪失による固体放射性物質の機器外への漏えいの想定箇所の特定制果

(1) 地震の場合

基準地震動を 1.2 倍にした地震動を考慮する設計により固化セル移送台車の「落下・転倒防止機能」は喪失しないことから、固体放射性物質の機器外への漏えいは発生しない。

(2) 火山の場合

全交流動力電源の喪失によっても、固化セル移送台車の「落下・転倒防止機能」は喪失しないことから、固体放射性物質の機器外への漏えいは発生しない。

(3) 動的機器の多重故障の場合

動的機器の多重故障では固化セル移送台車の「落下・転倒防止機能」は喪失しないことから、固体放射性物質の機器外への漏えいは発生しない。

(4) 配管からの漏えいと回収系の単一故障の同時発生の場合

固化セル移送台車の「落下・転倒防止機能」は喪失しないことから、固体放射性物質の機器外への漏えいは発生しない。

(5) 長時間の全交流動力電源の喪失の場合

全交流動力電源の喪失によっても、固化セル移送台車の「落下・転倒防止機能」は喪失しないことから、固体放射性物質の機器外への漏えいは発生しない。

3. 4. 14. 3 「火災、爆発、臨界等に係るプロセス量等の維持機能（非安重）」及び「熱的、化学的又は核的制限値等の維持機能」の同時喪失による固体放射性物質の機器外への漏えいの想定箇所の特定結果

非安重施設の「火災、爆発、臨界等に係るプロセス量等の維持機能（ガラス熔融炉とキャニスタの結合維持）」が喪失している状態で、安重施設の「熱的、化学的又は核的制限値等の維持機能（結合装置圧力信号による流下ノズル加熱停止回路）」が喪失した場合、又は非安重施設の「火災、爆発、臨界等に係るプロセス量等の維持機能（容器等の定位置への移動）」が喪失している状態で、安重施設の「熱的、化学的又は核的制限値等の維持機能（充てん起動回路）」が喪失した場合には、固体放射性物質の機器外への漏えいに至る可能性がある。

(1) 地震の場合

「火災、爆発、臨界等に係るプロセス量等の維持機能（ガラス熔融炉とキャニスタの結合維持）」及び「熱的、化学的又は核的制限値等の維持機能（結合装置圧力信号による流下ノズル加熱停止回路）」の機能喪失と同時に流下ノズルの加熱も停止し、固体放射性物質の機器外への漏えいが停止して事故に至ることはなく事象が収束する。また、「火災、爆発、臨界等に係るプロセス量等の維持機能（容器等の定位置への移動）」及び「熱的、化学的又は核的制限値等の維持機能（充てん起動回路）」の機能喪失と同時に、工程も停止することから、固体放射性物質の機器外への漏えいが停止して事故に至ることはなく事象が収束する。

(2) 火山の場合

「火災、爆発、臨界等に係るプロセス量等の維持機能（ガラス熔融炉とキ

ャニスタの結合維持)」及び「熱的、化学的又は核的制限値等の維持機能（結合装置圧力信号による流下ノズル加熱停止回路）」の機能喪失と同時に流下ノズルの加熱も停止し、固体放射性物質の機器外への漏えいが停止して事故に至ることはなく事象が収束する。また、「火災、爆発、臨界等に係るプロセス量等の維持機能（容器等の定位置への移動）」及び「熱的、化学的又は核的制限値等の維持機能（充てん起動回路）」の機能喪失と同時に、工程も停止することから、固体放射性物質の機器外への漏えいが停止して事故に至ることはなく事象が収束する。

(3) 動的機器の多重故障の場合

「熱的、化学的又は核的制限値等の維持機能（結合装置圧力信号による流下ノズル加熱停止回路）」の機能が喪失したとしても、「火災、爆発、臨界等に係るプロセス量等の維持機能（ガラス溶融炉とキャニスタの結合維持）」の喪失時は、カメラによる目視により異常を検知し、溶融ガラスの流下を停止することによって、事故に至ることはなく事象が収束する。また、「熱的、化学的又は核的制限値等の維持機能（充てん起動回路）」の機能が喪失したとしても、「火災、爆発、臨界等に係るプロセス量等の維持機能（容器等の定位置への移動）」の喪失により容器等が定位置にない場合には、直接目視又はカメラによる間接目視により確認し、充てん操作を行わないため、漏えいに至ることはない。

(4) 配管からの漏えいと回収系の単一故障の同時発生の場合

「熱的、化学的又は核的制限値等の維持機能（結合装置圧力信号による流下ノズル加熱停止回路、充てん起動回路）」の機能は喪失しないことから、事故に至ることはない。

(5) 長時間の全交流動力電源の喪失の場合

「火災、爆発、臨界等に係るプロセス量等の維持機能（ガラス溶融炉とキ

ャニスタの結合維持)」及び「熱的、化学的又は核的制限値等の維持機能（結合装置圧力信号による流下ノズル加熱停止回路）」の機能喪失と同時に流下ノズルの加熱も停止し、固体放射性物質の機器外への漏えいが停止して事故に至ることはなく事象が収束する。また、「火災、爆発、臨界等に係るプロセス量等の維持機能（容器等の定位置への移動）」及び「熱的、化学的又は核的制限値等の維持機能（充てん起動回路）」の機能喪失と同時に、工程も停止することから、固体放射性物質の機器外への漏えいが停止して事故に至ることはなく事象が収束する。

3. 4. 14. 4 「ソースターム制限機能（溶融ガラス誤流下時）」の喪失
による固体放射性物質の機器外への漏えいの想定箇所の特定期間

ガラス溶融炉からの溶融ガラスの誤流下が発生している状態で、「ソースターム制限機能（ガラス溶融炉の流下停止系）」が喪失した場合には、溶融ガラスの誤流下が継続し、設計基準事故の範疇を超えて重大事故に至る可能性がある。

(1) 地震の場合

地震により「ソースターム制限機能（ガラス溶融炉の流下停止系）」が喪失するが、ガラス溶融炉からの誤流下が発生した直後に設計上の想定を超える規模の地震が発生することは考え難いことから、ガラス溶融炉からの誤流下が発生している状態では安重施設の「ソースターム制限機能（ガラス溶融炉の流下停止系）」は喪失せず、設計基準事故の範疇で事象の収束が可能である。

(2) 火山の場合

火山により「ソースターム制限機能（ガラス溶融炉の流下停止系）」が喪失するが、ガラス溶融炉からの誤流下が発生した直後に設計上の想定を超える規模の噴火が発生することは考え難いことから、ガラス溶融炉からの誤流下が発生している状態では安重施設の「ソースターム制限機能（ガラス溶融炉の流下停止系）」は喪失せず、設計基準事故の範疇で事象の収束が可能である。

(3) 動的機器の多重故障の場合

「ソースターム制限機能（ガラス溶融炉の流下停止系）」が喪失し、ガラス溶融炉からの溶融ガラスの流下の自動停止ができなくなるが、ガラス溶融炉からの誤流下はカメラにより速やかに検知が可能であるため、運転員の操作によりガラス溶融炉からの溶融ガラスの流下を停止することから、設計基

準事故の範疇で事象の収束が可能である。

(4) 配管からの漏えいと回収系の単一故障の同時発生の場合

「熱的、化学的又は核的制限値等の維持機能（ガラス溶融炉の流下停止系）」の機能は喪失しないことから、事故に至ることはない。

(5) 長時間の全交流動力電源の喪失の場合

「ソースターム制限機能（ガラス溶融炉の流下停止系）」が喪失するが、ガラス溶融炉からの誤流下と長時間の全交流動力電源の喪失は関連性がなく、同時に発生することは考え難いことから、ガラス溶融炉からの誤流下が発生している状態では安重施設の「ソースターム制限機能（ガラス溶融炉の流下停止系）」は喪失せず、設計基準事故の範疇で事象の収束が可能である。

3. 4. 15 「放射性物質の閉じ込め機能（放出経路の維持機能、放射性物質の捕集・浄化機能、排気機能）」の喪失による気体放射性物質の漏えいの想定箇所の特定期間

(1) 地震の場合

排風機、廃ガス洗浄塔へ水を供給するための安全冷却水系のポンプ等の動的機器の直接的な機能喪失、並びに電源喪失による間接的な機能喪失により「放射性物質の閉じ込め機能（放出経路の維持機能、放射性物質の捕集・浄化機能、排気機能）」が喪失するが、貯槽等の機器又はセルにおいて蒸発乾固等の重大事故が同時に発生していなければ、工程停止により放射性物質の気相への移行量が減少し、放射性物質の大気中への放出が抑制されることから事故に至らない。

(2) 火山の場合

冷却塔の動的機器の直接的な機能喪失及び電源喪失による、排風機、廃ガス洗浄塔へ水を供給するための安全冷却水系のポンプ等の動的機器の間接的な機能喪失により「放射性物質の閉じ込め機能（放出経路の維持機能、放射性物質の捕集・浄化機能、排気機能）」が喪失するが、貯槽等の機器又はセルにおいて蒸発乾固等の重大事故が同時に発生していなければ、工程停止により放射性物質の気相への移行量が減少し、放射性物質の大気中への放出が抑制されることから事故に至らない。

(3) 動的機器の多重故障の場合

排風機、廃ガス洗浄塔へ水を供給するための安全冷却水系のポンプ等の動的機器の多重故障により「放射性物質の閉じ込め機能（放出経路の維持機能、放射性物質の捕集・浄化機能、排気機能）」が喪失した場合には、異常を検地して工程を停止することにより、放射性物質の気相への移行量が減少し、放射性物質の大気中への放出が抑制されることから事故に至らない。

(4) 配管からの漏えいと回収系の単一故障の同時発生の場合

排風機、廃ガス洗浄塔へ水を供給するための安全冷却水系のポンプ等の動的機器は機能喪失しない。冷却水を内包する配管は、劣化の進展が小さく、保守点検によりその機能を維持できることから、漏えいを想定しない。したがって、「放射性物質の閉じ込め機能（放出経路の維持機能、放射性物質の捕集・浄化機能、排気機能）」は喪失せず、事故に至らない。

(5) 長時間の全交流動力電源の喪失の場合

電源喪失による、排風機、廃ガス洗浄塔へ水を供給するための安全冷却水系のポンプ等の動的機器の間接的な機能喪失により「放射性物質の閉じ込め機能（放出経路の維持機能、放射性物質の捕集・浄化機能、排気機能）」が喪失するが、貯槽等の機器又はセルにおいて蒸発乾固等の重大事故が同時に発生していなければ、工程停止により放射性物質の気相への移行量が減少し、放射性物質の大気中への放出が抑制されることから事故に至らない。

3. 4. 16 温度上昇による閉じ込め機能喪失

3. 4. 16. 1 「崩壊熱等の除去機能」の喪失による温度上昇による閉じ込め機能喪失の想定箇所の特定結果

(1) 地震の場合

貯蔵室排風機の直接的な機能喪失及び電源喪失による間接的な機能喪失により「崩壊熱除去機能」が喪失し、混合酸化物貯蔵容器内の空気が膨張する。混合酸化物貯蔵容器の閉じ込め機能が喪失した時点で空気の膨張により上昇した内圧分が容器外に放出され、同時に MOX 粉末が容器外に放出される。ただし、放出は継続せず、事象は収束する。

また、収納管及び通風管は、基準地震動を 1.2 倍にした地震動を考慮する設計により「崩壊熱除去機能」は喪失しないため事故には至らない。

(2) 火山の場合

電源喪失による貯蔵室排風機の間接的な機能喪失により「崩壊熱除去機能」が喪失し、混合酸化物貯蔵容器内の空気が膨張する。混合酸化物貯蔵容器の閉じ込め機能が喪失した時点で空気の膨張により上昇した内圧分が容器外に放出され、同時に MOX 粉末が容器外に放出される。ただし、放出は継続せず、事象は収束する。

また、収納管及び通風管の「崩壊熱除去機能」は喪失しないため事故には至らない。

(3) 動的機器の多重故障の場合

貯蔵室排風機の間接的な機能喪失により「崩壊熱除去機能」が喪失し、混合酸化物貯蔵容器内の空気が膨張する。混合酸化物貯蔵容器の閉じ込め機能が喪失した時点で空気の膨張により上昇した内圧分が容器外に放出され、同時に MOX 粉末が容器外に放出される。ただし、放出は継続せず、事象は収束する。

また、収納管及び通風管の「崩壊熱除去機能」は喪失しないため事故には至らない。

(4) 配管からの漏えいと回収系の単一故障の同時発生の場合

貯蔵室排風機並びに収納管及び通風管の「崩壊熱除去機能」は喪失しないため事故には至らない。

(5) 長時間の全交流動力電源の喪失の場合

電源喪失による貯蔵室排風機の間接的な機能喪失により「崩壊熱除去機能」が喪失し、混合酸化物貯蔵容器内の空気が膨張する。混合酸化物貯蔵容器の閉じ込め機能が喪失した時点で空気の膨張により上昇した内圧分が容器外に放出され、同時に MOX 粉末が容器外に放出される。ただし、放出は継続せず、事象は収束する。

また、収納管及び通風管の「崩壊熱除去機能」は喪失しないため事故には至らない。

3. 4. 16. 2 「火災、爆発、臨界等に係るプロセス量等の維持機能（非安重）」及び「熱的、化学的又は核的制限値等の維持機能」の同時喪失による温度上昇による閉じ込め機能喪失の想定箇所
の特定結果

焙焼炉、還元炉において、非安重施設の「火災、爆発、臨界等に係るプロセス量等の維持機能（ヒータ部の温度制御）」が喪失している状態で、安重施設の「熱的、化学的又は核的制限値等の維持機能（ヒータ部温度高による加熱停止回路）」が喪失した場合には、臨界事故（機器外）に至る可能性がある。

(1) 地震の場合

「火災、爆発、臨界等に係るプロセス量等の維持機能（ヒータ部の温度制御）」及び「熱的、化学的又は核的制限値等の維持機能（ヒータ部温度高による加熱停止回路）」の機能喪失と同時に、工程も停止することから、臨界事故に至る条件が成立せず、事故に至ることはなく事象が収束する。

(2) 火山の場合

「火災、爆発、臨界等に係るプロセス量等の維持機能（ヒータ部の温度制御）」及び「熱的、化学的又は核的制限値等の維持機能（ヒータ部温度高による加熱停止回路）」の機能喪失と同時に、工程も停止することから、臨界事故に至る条件が成立せず、事故に至ることはなく事象が収束する。

(3) 動的機器の多重故障の場合

「熱的、化学的又は核的制限値等の維持機能（ヒータ部温度高による加熱停止回路）」の機能が喪失したとしても、「火災、爆発、臨界等に係るプロセス量等の維持機能（ヒータ部の温度制御）」の喪失によりプロセス量の変動・逸脱があれば、速やかに検知し工程を停止することから、臨界事故に至る条件が成立せず、事故に至ることはなく事象が収束する。

(4) 配管からの漏えいと回収系の単一故障の同時発生の場合

「熱的、化学的又は核的制限値等の維持機能（ヒータ部温度高による加熱停止回路）」の機能は喪失しないことから、事故に至ることはない。

(5) 長時間の全交流動力電源の喪失の場合

「火災、爆発、臨界等に係るプロセス量等の維持機能（ヒータ部の温度制御）」及び「熱的、化学的又は核的制限値等の維持機能（ヒータ部温度高による加熱停止回路）」の機能喪失と同時に、工程も停止することから、臨界事故に至る条件が成立せず、事故に至ることはなく事象が収束する。

3. 4. 17 設計上定める条件より厳しい条件により発生が想定されない重大事故の想定箇所の特定結果

上記の整理にもとづき、設計上定める条件より厳しい条件により「臨界事故」及び「有機溶媒等による火災又は爆発」については発生が想定されず、重大事故の想定箇所として特定されないことから、以下の考え方によりそれぞれ重大事故の想定箇所を特定する。

(1) 臨界事故

臨界管理を行う系統及び機器は、その単一故障又は誤作動若しくは運転員の単一誤操作を想定しても、臨界にならない設計とするとともに、臨界管理されていない系統及び機器へ核燃料物質が流入しないように設計している。

ただし、臨界事故の発生に対しては直ちに対策を講ずる必要があること、及び臨界事故は核分裂の連鎖反応によって放射性物質が新たに生成するといった特徴を有している。それらを踏まえて、設計上定める条件よりさらに厳しい条件として、動的機器の多重故障及び配管からの漏えいの想定において、臨界事故の起因となる異常の発生の防止機能および当該異常の進展防止機能（両者をあわせて「臨界防止機能」と言う。）のうち主要な機能について、複数の動的機器の多重故障および臨界防止機能を担う操作の誤操作を想定することで、臨界事故の発生の可能性を評価し、重大事故として選定する。

また、長時間の全交流動力電源の喪失、火山の影響による機能喪失及び地震による機能喪失に関しては、前記3. 2. 3に示す想定において、動的機器が全て同時に機能喪失し、さらに地震の場合に基準地震動を1.2倍にした地震動を考慮する設計としない静的機器の損傷を想定する条件で発生の可能性の評価を行っており、臨界事故の選定に当たり追加で考慮すべき条件はない。

(2) 有機溶媒等による火災又は爆発

(a) 有機溶媒火災

有機溶媒火災の発生防止を行う系統及び機器は、その単一故障又は誤作動若しくは運転員の単一誤操作を想定しても、火災にならない設計としている。

設計上定める条件よりさらに厳しい条件として、関連性のない動的機器の多重故障として換気設備の停止を重ね合わせたとしても、機器内又は漏えいした有機溶媒が引火点に到達することはなく、有機溶媒火災の発生は想定されない。

【補足説明資料 3－14】

【補足説明資料 3－15】

(b) T B P 等の錯体の急激な分解反応

T B P 等の錯体の急激な分解反応の発生防止を行う系統及び機器は、その単一故障又は誤作動若しくは運転員の単一誤操作を想定しても、T B P 等の錯体の急激な分解反応は発生しない設計としている。

ただし、T B P 等の錯体の急激な分解反応は過去に他の施設において発生していることを踏まえ、設計上定める条件よりさらに厳しい条件として、内的事象による T B P 等の錯体の急激な分解反応に係る異常の発生防止に係る動的機器の複数の機能喪失等を想定し、減圧蒸発方式により沸点を下げた運転することで運転温度が約 135℃を超えない濃縮缶及び蒸発缶の除外並びに放出放射エネルギーを考慮し、プルトニウム精製設備のプルトニウム濃縮缶を重大事故として選定する。

また、長時間の全交流動力電源の喪失、火山の影響による機能喪失及び地震による機能喪失に関しては、前記 3. 2. 3 に示す想定において、動的機器が全て同時に機能喪失しても T B P 等の錯体の急激な分解反応は発生しないことから、事故の選定に当たり追加で考慮すべき条件はない。

【補足説明資料 3－16】

3. 5 まとめ

上記の整理にもとづき、特定した重大事故の想定箇所を表－6に示す。

「×2」又は「×3」とし、設計基準の事象として整理した対象を表－7に示す。

また、設計上定める条件より厳しい条件よりさらに厳しい想定により特定した、臨界事故及びTBP等の錯体の急激な分解反応の想定箇所を表－8に示す。

【補足説明資料3－17】

また、従来の重大事故の事象選定においては、機能喪失時の公衆への影響の大きさと、事象の進展する早さを考慮し、重大事故の重要度を「高」、「中」及び「低」に分類し、重要度に応じた事故対応を行うこととしていたが、上記の整理により、選定した重大事故の事象については、重要度分類を行うことなく、事故対応を行うこととする。

以 上

第28条:重大事故等の拡大防止(3. 設計上定める条件より厳しい条件の設定及び重大事故の想定箇所の特定)

再処理施設 安全審査 整理資料 補足説明資料				備考(8月提出済みの資料については、資料番号を記載)
資料No.	名称	提出日	Rev	
補足説明資料3-1	重大事故の起因となる機能喪失を発生させる可能性がある自然現象等の選定根拠	12/23	2	新規作成
補足説明資料3-2	安全機能を有する施設及び安全上重要な施設	12/23	2	新規作成
補足説明資料3-3	火災・爆発により放射性物質の放出の可能性がある有機溶媒等の選定について	12/23	1	新規作成
補足説明資料3-4	自然現象に対して実施する対処について	12/23	1	新規作成
補足説明資料3-5	×1及び×2の考え方について	12/23	2	新規作成
補足説明資料3-6	×3の考え方について	<u>1/8</u>	<u>3</u>	新規作成
補足説明資料3-7	蒸発乾固に関する時間余裕評価	12/17	1	新規作成
補足説明資料3-8	水素爆発(機器内)に関する時間余裕評価	12/17	1	新規作成
補足説明資料3-9	水素爆発(機器内)に関する機能喪失時の影響評価	<u>1/8</u>	<u>3</u>	新規作成
補足説明資料3-10	水素爆発(機器外)に関する時間余裕評価 (欠 番)	—	—	新規作成
補足説明資料3-11	有機溶媒火災に関する温度評価(機器内) (欠 番)	—	—	新規作成
補足説明資料3-12	有機溶媒火災に関する温度評価(機器外)	12/23	2	新規作成
補足説明資料3-13	臨界事故に関するさらに厳しい条件と選定結果	12/23	1	新規作成
補足説明資料3-14	有機溶媒等による火災又は爆発に関するさらに厳しい条件と選定結果(機器内)	12/23	2	新規作成
補足説明資料3-15	有機溶媒等による火災又は爆発に関するさらに厳しい条件と選定結果(機器外)	12/23	2	新規作成
補足説明資料3-16	TBP等の錯体の急激な分解反応に関するさらに厳しい条件と選定結果	12/23	2	新規作成
補足説明資料3-17	重大事故の想定箇所の特定結果	1/8	4	新規作成
補足説明資料3-18	自然現象の発生規模と安全機能への影響の関係	12/23	1	新規作成

第28条:重大事故等の拡大防止(3. 設計上定める条件より厳しい条件の設定及び重大事故の想定箇所の特定)

再処理施設 安全審査 整理資料 補足説明資料				備考(8月提出済みの資料については、資料番号を記載)
資料No.	名称	提出日	Rev	
補足説明資料3-19	配管漏えいと同時に想定する単一故障の対象が回収系だけでよい理由 (検知系に対して単一故障を想定しなくてもよい理由)	12/23	2	新規作成
補足説明資料3-20	安全上重要な施設の安全機能に着目した重大事故の事象選定の妥当性	12/23	3	新規作成
補足説明資料3-21	設計上定める条件より厳しい条件等の同時発生	12/23	1	新規作成
補足説明資料3-22	系統図	12/25	1	新規作成
補足説明資料3-23	系統図(設計上定める条件より厳しい条件毎の安全機能喪失の特定)	12/25	1	新規作成
補足説明資料3-24	フォールトツリー	12/25	1	新規作成
補足説明資料3-25	フォールトツリー(設計上定める条件より厳しい条件毎の安全機能喪失の特定)	12/25	1	新規作成
補足説明資料3-26	配管以外の静的機器の損傷の可能性	12/23	1	新規作成

令和2年1月8日 R3

補足説明資料3 - 6

× 3 の考え方について

重大事故の想定箇所の特定において、「× 3（機能喪失時の公衆への影響が平常時と同程度の事象）」として、重大事故の事象として選定せず、設計基準の事象として整理する事象について、考え方を示す。

公衆への著しい被ばく影響をもたらす可能性のある事故が重大事故であることを踏まえると、重大事故の想定箇所の特定において、安全機能の喪失を想定する対象は、安重施設と整理できる。

ただし、安重施設の選定において、個々の安全機能喪失時の影響評価によらず、安重施設分類に属する主要な流れや系統構成として選定している安重施設に関しては、機能喪失による影響は必ずしも mSv オーダーに至るわけではない。

つまり、安重施設の機能喪失によっても、公衆に対して著しい被ばく影響（5mSv）をもたらさない場合が考えられ、これらは設計基準の事象として整理できる。

ここで、明らかに公衆に対して被ばく影響をもたらすことがない程度の影響として、再処理工場の平常時の年間の被ばく線量に着目した。

再処理工場の平常時の年間の被ばく線量は $22 \mu \text{ Sv}$ と評価されている。これは、「発電用軽水型原子炉施設周辺の線量目標値に関する指針」において定められる、平常時に周辺環境に放出する放射性物質に起因する公衆の線量の目標値である $50 \mu \text{ Sv}$ を下回るものである。

したがって、事故の想定箇所毎に線量影響を評価し、1 機器で発生する 1 事故当たり $1 \mu \text{ Sv}$ を判定基準として「機能喪失時の公衆への影響が平常時と

同程度の事象」とする。これは、安重施設の安全機能の喪失を起因として事故の同時発生を想定した場合であっても、判定基準未満の事象の線量評価の合算値が $22\mu\text{Sv}$ を下回ることを念頭においたものである。

以 上

令和2年1月8日 R3

補足説明資料 3 - 9

水素爆発（機器内）に関する機能喪失時の影響評価

1. はじめに

安全圧縮空気系により放射線分解により発生する水素を掃気している機器について、安全機能の喪失により事象が進展し、水素爆発（機器内）に至ったとしても、機能喪失時の一般公衆への被ばく影響が平常時と同程度であるため、設計基準として整理する事象を「×3」として整理した。本資料では、機能喪失時の一般公衆への被ばく影響評価方法について説明する。

2. 判定基準

補足説明資料3－6に示すとおり、機器毎に一回の水素爆発を想定し評価した被ばく線量に対して $1\ \mu\text{Sv}$ を判定基準とする。

3. 評価方法

3.1 基本方針

塔槽類廃ガス処理設備の排風機及び換気設備の建屋排気系が機能しない場合に想定される経路外放出時の敷地境界における最大個人線量を評価する。

3.2 具体的評価手法

事故により生じたエネルギーによって放射性物質が気相へ移行する割合や、設備により除染される割合及び人間が呼吸しうる粒径の割合などをファクターとして考慮することによって放射性物質の放出量を簡易的に評価する手法、⁽¹⁾5因子法を用いて放射性物質放出量を評価する。以下に計算式を示す。

$$ST_i = MAR_i \times DR_i \times ARF_i \times \frac{1}{DF_i} \times RF \quad (1)$$

$$MAR_i = C_i \times M$$

ここで,

ST_i :核種グループ i の放射性物質放出量(Bq)

MAR_i :対象機器等における核種グループ i の放射性物質質量 (Bq)

DR :MAR のうち, 各事象で影響を受ける割合(-)

ARF_i :核種グループ i の放射性物質の気相への移行割合(-)

DF_i :核種グループ i の放出経路における放射性物質の除染係数(-)

RF :吸入摂取に寄与する割合(-)

C_i : 溶液組成の核種グループ i の濃度(Bq/m³)

M: 溶液量(m³)

核種グループは, 事故時に支配的になる核種として, Zr/Nb, Ru/Rh, Cs/Ba, Ce/Pr, Sr/Y, その他FP, Pu(α), Am/Cm(α), U(α) 及びNp(α) を設定した。

放射性物質の吸入による敷地境界外の実効線量 D_I(Sv)は, 放射性物質の放出量に相対濃度, 呼吸率及び実効線量換算係数を乗じて求める。以下に計算式を示す。

$$D_I = \sum_i H_i \cdot B \cdot \chi / Q \cdot ST_i \quad (2)$$

ここで,

H:実効線量換算係数(Sv/Bq)

B: 呼吸率(m³/s)

χ / Q : 相対濃度 (s/m^3)

4. 評価条件

4.1. MAR の設定

評価対象機器に内包する溶液中の放射性物質の濃度は、1 日当たり処理する使用済燃料の平均燃焼度 $45,000 \text{MW d} / \text{t} \cdot \text{U}_{\text{Pr}}$, 照射前燃料濃縮度 4.5 wt %, 比出力 $38 \text{MW} / \text{t} \cdot \text{U}_{\text{Pr}}$, 冷却期間 15 年を基に算出した平常運転時の最大値とする。MAR は、上記の放射性物質の濃度に基づき機器ごとに設定する。

4.2 DR の設定

DR は事故時に発生するストレスにより放射性物質放出に寄与する割合であり、気相部の水素爆発では溶液表面部分のみの影響であると想定される。このため、DR は 1 を下回ると考えられるが、厳しい結果を与える設定として $DR = 1$ (機器内または対象となる場所に存在する放射性物質の全量が事象に寄与) と設定する。

4.3 ARF の設定

水素爆発時の ARF は実験値に基づき、より厳しい結果を与えるように 1×10^{-4} と設定する。

実験値によれば、機器の形状の影響を受けない ARF の幅は 1×10^{-5} から 6.0×10^{-4} 程度と考えられる。

また、NUREG/CR-6410⁽¹⁾における実験では、圧力開放条件を模擬しているものの水素爆発を模擬しているものではなく、ARF の上限とした 6.0×10^{-4} が取得された実験は、3.5 MPa の圧力を穏やかに印加した後に

破裂板を用いて急激に減圧したときの移行率である。さらに、水素爆発に近いと考えられる条件である、印加圧力を 0.35MPa としたときの A R F は 4.0×10^{-5} であることから、A R F が 6.0×10^{-4} まで増加する可能性は低い。

上記を踏まえ、水素爆発の A R F は 1×10^{-5} から 6.0×10^{-4} の間であり、水素濃度 $8\text{ vol}\%$ から $30\text{ vol}\%$ の発生圧力を包含可能な値として、 1×10^{-4} とする。

4.5 除染係数 (D F) の設定

経路外放出の場合は、爆発により気相部に移行した放射性物質は、機器に接続する塔槽類廃ガス処理設備の配管を通過し水封安全器に達する。水封安全器を介してセルに放出された後、複数のセル又は部屋を介して屋外に到達する。

このため、除染係数は以下に示す項目から建屋毎に設定する。設定した除染係数を表 1 に示す。

(1) 塔槽類廃ガス処理設備の経路

水素爆発時における放射性物質移行率の調査において、塔槽類廃ガス処理設備の配管を模擬した配管の曲り部 1 ヶ所だけで 9 割程度の沈着効果があること踏まえ、機器に接続する塔槽類廃ガス処理設備の配管の構造上の特徴として曲りを考慮し、除染係数を 10 とする。

(2) 水封安全器の除染係数

爆発に伴う体積膨張により、一時的に水封安全器より気体が放出されることが考えられるが、水封の復元に伴い一次閉じ込めは維持される。
爆発に伴う膨張に伴い放出される体積は、接続する廃ガス処理設備及び機器の体積と比較して小さいこと、また、廃ガス洗浄塔及びデミスタに

おける除染に期待できること、水中貯蔵の一次閉じ込めに対して除染係数を考慮できることを踏まえ、塔槽類廃ガス処理設備を経由し水封安全器を介してセルに放出される部分について、除染係数 10 を設定する。

ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋については、水封安全器を設置していないことから、本除染係数は考慮しない。

(3) 壁の除染係数

放射性物質が屋外に到達するまでの最短経路上のセル又は部屋の壁を除染係数として考慮する。厳しい結果を与えるように、各建屋内のセル間又はセルおよび部屋間の壁の枚数を、一律 2 枚分として 100 を考慮する。また、建屋と屋外の境界の壁について 10 を設定する⁽³⁾。

表 1 設定した除染係数

建屋	除染係数
前処理建屋	1×10^5
分離建屋	1×10^5
精製建屋	1×10^5
ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋	1×10^4
高レベル廃液ガラス固化建屋	1×10^5

4.6 R F の設定

R F は吸入摂取に寄与する割合であり、エアロゾル等の形態で浮遊する放射性物質の径に依存するパラメータである。事故時の放射性物質の径に関するデータはほとんどなく、定量的に設定することは困難であることから、ここでは安全側に R F = 1 (すべての粒子が吸入され被ばくに寄与する) と設定する。

4.7 実効線量換算係数

実効線量換算係数は ICRP Pub 72⁽⁴⁾ から核種毎の係数を調査し設定した。実効線量換算係数を表 2 に示す。

表 2 実効線量換算係数

核種グループ	呼吸摂取実効線量換算係数 (Sv/Bq)
Zr/Nb	1.7×10^{-8}
Ru/Rh	3.3×10^{-8}
Cs/Ba	2.4×10^{-9}
Ce/Pr	2.6×10^{-8}
Sr/Y	8.1×10^{-8}
その他 FP	2.9×10^{-8}
Pu	3.5×10^{-6}
Am/Cm	3.6×10^{-5}
U	5.1×10^{-6}
Np	4.2×10^{-7}

4.8 相対濃度及び呼吸率

相対濃度は「再処理施設の設計基準事象選定」⁽⁵⁾ に記載の値を用いた(表 3 参照)。呼吸率は再処理事業指定申請書に記載の $3.33 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$ とした。

表 3 相対濃度一覧

放出点	$\chi / Q (\text{s}/\text{m}^3)$
前処理建屋	9.5×10^{-5}
分離建屋	9.3×10^{-5}
精製建屋	7.7×10^{-5}
ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋	7.8×10^{-5}
高レベル廃液ガラス固化建屋	1.1×10^{-4}

5. 評価結果

評価結果を表 4 に示す。判定基準を上回る機器は 51 機器であった。また、判定基準未満の機器の被ばく線量の合計は $6 \mu \text{ Sv}$ であり、十分小さいことを確認した。

表 4 被ばく線量評価結果

建屋※1	機器名称	被ばく線量 (μ Sv)	判定基準 (1 μ Sv) を 上回る機器
AA	ハル洗浄槽 A(内側)	6E-03	
AA	ハル洗浄槽 B(内側)	6E-03	
AA	水バッファ槽	5E-02	
AA	中継槽 A	3	超
AA	中継槽 B	3	超
AA	リサイクル槽 A	2E-01	
AA	リサイクル槽 B	2E-01	
AA	不溶解残渣回収槽 A	3E-01	
AA	不溶解残渣回収槽 B	3E-01	
AA	計量前中間貯槽 A	9	超
AA	計量前中間貯槽 B	9	超
AA	計量・調整槽	9	超
AA	計量後中間貯槽	9	超
AA	計量補助槽	3	超
AA	中間ポット A	5E-02	
AA	中間ポット B	5E-02	
AB	抽出塔	3E-01	
AB	第 1 洗浄塔	2E-01	
AB	第 2 洗浄塔	2E-01	
AB	T B P 洗浄塔	4E-02	
AB	プルトニウム分配塔	3E-01	
AB	ウラン洗浄塔	2E-01	
AB	プルトニウム洗浄器	2E-02	
AB	プルトニウム溶液受槽	2	超
AB	プルトニウム溶液中間貯槽	2	超
AB	第 1 一時貯留処理槽	3E-01	
AB	第 2 一時貯留処理槽	2	超
AB	第 3 一時貯留処理槽	5	超
AB	第 4 一時貯留処理槽	3	超
AB	第 5 一時貯留処理槽	4E-03	
AB	第 6 一時貯留処理槽	7E-02	
AB	第 7 一時貯留処理槽	7E-01	
AB	第 8 一時貯留処理槽	5E-01	
AB	第 9 一時貯留処理槽	2E-02	
AB	第 10 一時貯留処理槽	4E-05	
AB	第 1 洗浄器	5E-05	
AB	高レベル廃液供給槽 A	9E-01	
AB	高レベル廃液濃縮缶 A	40	超
AB	溶解液中間貯槽	9	超
AB	溶解液供給槽	2	超
AB	抽出廃液受槽	2	超
AB	抽出廃液中間貯槽	3	超
AB	抽出廃液供給槽 A	5	超
AB	抽出廃液供給槽 B	5	超
AC	プルトニウム溶液供給槽	2	超

建屋※1	機器名称	被ばく線量 (μ Sv)	判定基準 (1 μ Sv)を 上回る機器
AC	抽出塔	<u>2E-01</u>	
AC	核分裂生成物洗浄塔	<u>9E-02</u>	
AC	逆抽出塔	<u>4E-01</u>	
AC	ウラン洗浄塔	<u>2E-01</u>	
AC	補助油水分離槽	<u>1E-01</u>	
AC	T B P 洗浄器	<u>2E-01</u>	
AC	プルトニウム溶液受槽	<u>2</u>	超
AC	油水分離槽	<u>2</u>	超
AC	プルトニウム濃縮缶供給槽	<u>4</u>	超
AC	プルトニウム溶液一時貯槽	<u>4</u>	超
AC	プルトニウム濃縮缶	<u>3</u>	超
AC	プルトニウム濃縮液受槽	<u>20</u>	超
AC	プルトニウム濃縮液一時貯槽	<u>20</u>	超
AC	プルトニウム濃縮液計量槽	<u>20</u>	超
AC	リサイクル槽	<u>20</u>	超
AC	希釈槽	<u>40</u>	超
AC	プルトニウム濃縮液中間貯槽	<u>20</u>	超
AC	第1一時貯留処理槽	<u>5E-01</u>	
AC	第2一時貯留処理槽	<u>2</u>	超
AC	第3一時貯留処理槽	<u>2</u>	超
AC	第4一時貯留処理槽	<u>1E-02</u>	
AC	第7一時貯留処理槽	<u>5</u>	超
CA	硝酸プルトニウム貯槽	<u>200</u>	超
CA	混合槽A	<u>90</u>	超
CA	混合槽B	<u>90</u>	超
CA	一時貯槽	<u>200</u>	超
KA	第1高レベル濃縮廃液貯槽	<u>200</u>	超
KA	第2高レベル濃縮廃液貯槽	<u>20</u>	超
KA	第1高レベル濃縮廃液一時貯槽	<u>50</u>	超
KA	第2高レベル濃縮廃液一時貯槽	<u>50</u>	超
KA	高レベル廃液混合槽A	<u>40</u>	超
KA	高レベル廃液混合槽B	<u>40</u>	超
KA	供給液槽A	<u>9</u>	超
KA	供給液槽B	<u>9</u>	超
KA	供給槽A	<u>4</u>	超
KA	供給槽B	<u>4</u>	超
KA	第1不溶解残渣廃液一時貯槽	<u>0</u>	※2
KA	第2不溶解残渣廃液一時貯槽	<u>0</u>	※2
KA	第1不溶解残渣廃液貯槽	<u>2</u>	超
KA	第2不溶解残渣廃液貯槽	<u>2</u>	超
KA	高レベル廃液共用貯槽(高レベル濃縮 廃液貯蔵時)	<u>200</u>	超

※1: AA: 前処理建屋, AB: 分離建屋, AC: 精製建屋, CA: ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋, KA: 高レベル廃液ガラス固化建屋

※2 未然防止濃度(8 v o 1 %)に達する時間が1年以上のため線量評価をしていない。

6. 参考文献

- (1) Nuclear Fuel Cycle Facility Accident Analysis Handbook,
NUREG/CR-6410, 1998.
- (2) 小林卓志ほか. “再処理工場水素爆発事故時における放射性物質移行率の調査（５）環状容器試験 その２”. 日本原子力学会 2016 年春の年会, 日本原子力学会, 2016-03.
<https://confit.atlas.jp/guide/event/aesj2016s/proceedings/list>, (参照 2016-10-23).
- (3) Elizabeth M. Flew, B.A.J. Lister, “Assessment of the potential release of radioactivity from installations at AERE,” *HARWELL. Implications for Emergency Planning*, IAEA-SM-119/7, p653, 1969.
- (4) ICRP publication 72: Age-dependent Doses to the Members of the Public from Intake of Radionuclides: Part 5 Compilation of Ingestion and Inhalation Coefficients, ICRP Publication 72. Ann. ICRP 26 (1) (1995)
- (5) 再処理施設の設計基準事象の選定(J/M-1004 改 7), 日本原燃(株), 三菱重工業(株)(平成 3 年 4 月)

6. 臨界事故への対処

目次

6. 臨界事故への対処

6.1 臨界事故の拡大防止対策

6.1.1 臨界事故の拡大防止対策の具体的内容

6.1.2 臨界事故の拡大防止対策の有効性評価

6.2 臨界事故の拡大防止対策に必要な要員及び資源

6. 臨界事故への対処

(1) 臨界事故の特徴

核燃料物質を内包する設備（以下、6. では「貯槽等」という。）においては、技術的に見て想定されるいかなる場合でも臨界を防止するため、形状、寸法、溶液中の核燃料物質濃度等の適切な核的制限値をもって核的制限値を超えないよう管理することで未臨界を維持するよう設計している。

核的制限値に係る管理が機能せず、核燃料物質が含まれる溶液において臨界事故が発生した場合、臨界に達した直後に短時間の出力上昇を何回か繰り返しながら核分裂反応が継続する。

その過程において、ウラン及びプルトニウムの核分裂の連鎖反応によって新たに核分裂生成物が生成し、このうち放射性希ガス及び放射性よう素が気相中に移行する。臨界事故により生成する放射性希ガス及び放射性よう素については、高性能粒子フィルタによる除去に期待できず、大気中への放出量は核分裂数に比例して増加する。なお、放射性希ガス及び放射性よう素の大部分は短半減期の核種である。

また、核分裂により放出される熱エネルギーによって溶液の温度が上昇し、水蒸気が発生すること、及び臨界に伴う放射線による分解等により水素が発生することで、気泡が液面に到達して飛沫が発生し、エアロゾル状の放射性物質が気相に移行する。

さらに、放射線分解により発生する水素（以下、6. では「放射線分解水素」という。）は、臨界継続中は通常より多量であり、溶液を取り扱う貯槽等内の水素濃度が高くなると水素爆発が発生するおそれがある。水素爆発が発生すると、水素爆発での圧力変動による飛沫の発生により放射性エアロゾルが気相に移行するため、臨界継続中に水素爆発が同時

に発生すると臨界事故が単独で発生したときよりも気相に移行する放射性物質質量が増加する。

仮に臨界事故への対処を行わないとした場合には、核分裂が継続することで溶液の更なる温度上昇又は沸騰が生じる。沸騰が継続した場合、溶液中の水分量が減少することで体系が減速不足となり、事象の進展に伴って、新たな対処を講じずとも未臨界に移行する可能性も考えられるが、それを考慮せず、臨界事故の核分裂数を、過去に発生した臨界事故、溶液状の核燃料物質による臨界事故を模擬した過渡臨界実験及び国内外の核燃料施設の安全評価で想定している臨界事故規模を踏まえ 10^{20} fissions とした場合には、貯槽等において溶液が乾燥・固化に至る可能性があり、その場合、ルテニウム、セシウムその他の放射性物質の揮発が発生する可能性が生じ、大気中への放射性物質の放出量が増大する。

臨界事故は、2 建屋 6 機器 2 貯槽において発生を想定する。

【補足説明資料 6-1】

(2) 臨界事故への対処の基本方針

臨界事故への対処として、再処理施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の第二十八条及び第三十四条に規定される要求を満足する臨界事故の拡大防止対策を整備する。

臨界事故が発生した場合には、(1)臨界事故の特徴に記載したとおり、直ちに放射性希ガス及び放射性よう素が気相に移行する。また、溶液の沸騰及び放射線分解による水素の発生により、飛沫が生成することで放射性物質の気相への移行量が増加する。臨界が継続した場合には貯槽等において溶液が乾燥・固化に至る可能性があり、さらに、水素濃度が上昇することによる水素爆発への進展により、放出量が増加する可能性がある。

以上を考慮し、臨界事故の拡大防止対策として、可溶性中性子吸収材を自動供給し未臨界を維持するための対策、臨界事故により発生する放射線分解水素を掃気するための対策及び放射性物質を貯留するための対策を整備する。

臨界事故の発生を想定する貯槽等を第6－1表に、各対策の概要図を第6－1図及び第6－2図に示す。また、各対策の基本方針の詳細を以下に示す。

a. 臨界事故の拡大防止対策

臨界事故が発生した場合には、臨界事故の発生を検知し、臨界事故が発生している貯槽等に、重大事故時可溶性中性子吸収材供給系を用いて自動的に可溶性中性子吸収材を供給することで、未臨界に移行させるとともに未臨界を維持する。臨界事故が発生した貯槽等への更なる核燃料物質の供給を防止するため、固体状又は液体状の核燃料物質の移送を停

止する。

さらに、上記対策とは別に、可搬型可溶性中性子吸収材供給器を用いて手動による可溶性中性子吸収材の供給対策に移行する。

【補足説明資料 6-2】

臨界事故が発生した貯槽等に一般圧縮空気系から空気を供給し、放射線分解水素を掃気することにより、機器の気相部における水素濃度がドライ換算 8 v o 1 % に至ることを防止する。

また、臨界事故の発生を検知した場合には、直ちに自動的に臨界事故が発生した貯槽等に接続されるせん断処理・溶解廃ガス処理設備又は精製建屋塔槽類廃ガス処理設備塔槽類廃ガス処理系（プルトリウム系）（以下、6. では「廃ガス処理設備」という。）の経路を遮断すると共に、臨界事故が発生した貯槽等から、臨界事故により発生する放射性物質を貯留する貯槽（以下、「貯留タンク」という。）への経路を確立し、空気圧縮機を用いて貯留タンクに放射性物質を含む気体を導出する。

貯留タンクへの放射性物質を含む気体の導出完了後、貯槽等内に残留している放射性物質を、高い除染能力を有する通常時の廃ガス処理設備から主排気筒を介して放出する。その場合でも貯留タンク前に設けられた逆止弁により、貯留タンク内の放射性物質が逆流することはない。

その後、貯留タンクの隔離弁を閉止し、空気圧縮機を停止する。

6.1 臨界事故の拡大防止対策

6.1.1 臨界事故の拡大防止対策の具体的内容

6.1.1.1 可溶性中性子吸収材の自動供給

臨界事故の発生を想定する貯槽等を収納したセル周辺の線量率の上昇を臨界検知用放射線検出器により検知し、論理回路により、臨界事故が発生したと判定する。臨界事故の発生を検知した場合、重大事故時可溶性中性子吸収材供給系により直ちに自動で臨界事故が発生している貯槽等に、可溶性中性子吸収材を重力流で供給する。可溶性中性子吸収材は、臨界事故の発生を検知した時点を起点として 10 分以内に、未臨界に移行するために必要な量を供給する。

また、中央制御室における緊急停止操作によって速やかに固体状又は液体状の核燃料物質の移送を停止する。

第 6－1 表に示す貯槽等への対策の概要を以下に示す。また、対策の系統概要図を第 6.1.1－1 図及び第 6.1.1－2 図に、対策の手順の概要を第 6.1.1－3 図及び第 6.1.1－4 図に、対策における手順及び設備の関係を第 6.1.1－1 表及び第 6.1.1－2 表に、必要な要員及び作業項目を第 6.1.1－5 図及び第 6.1.1－6 図に示す。

(1) 臨界事故の発生の検知

異なる 3 台の臨界検知用放射線検出器のうち、2 台以上の臨界検知用放射線検出器が臨界に伴って放出されるガンマ線の線量率の上昇を同時に検知し、論理回路により、臨界事故の発生を想定する機器において、臨界事故が発生したと判定する。

(2) 可溶性中性子吸収材の供給

臨界検知用放射線検出器により臨界事故の発生検知後、重大事故時可溶性中性子吸収材供給系により直ちに自動で臨界事故が発生した貯槽等に可溶性中性子吸収材を重力流で供給する。

(3) 緊急停止操作

中央制御室からの操作により、緊急停止系を作動させ、使用済燃料のせん断又は溶液の移送を停止する。

(4) 未臨界確保の判断

重大事故時可溶性中性子吸収材供給系による可溶性中性子吸収材の供給後、放射線計測設備として配備するガンマ線用サーベイメータ及び中性子線用サーベイメータにより臨界事故が発生した貯槽等を収納したセル周辺の線量当量率を計測し、臨界事故が発生した貯槽等の未臨界確保を判断する。

未臨界確保の判断には、臨界事故によって生成する核分裂生成物からのガンマ線の影響を考慮し、中性子線の線量当量率の計測結果を主として用いる。

6.1.1.2 臨界事故により発生する放射線分解水素の掃気

核分裂に起因する水の放射線分解により、水素が発生し、機器内において水素濃度がドライ換算8vol%に至ることを防止するため、一般圧縮空気系から可搬型建屋内ホースを用いて臨界事故が発生した貯槽等に空気を供給し、臨界事故に伴う放射線分解により発生した水素を掃気する。

第6-1表に示す機器への対策の概要を以下に示す。また、各建屋の対策の系統概要図を第6.1.1-7図及び第6.1.1-8図に、対策の手順の概要

を第6.1.1－3図及び第6.1.1－4図に，各建屋の対策における手順及び設備の関係を第6.1.1－3表及び第6.1.1－4表に，必要な要員及び作業項目を第6.1.1－9図及び第6.1.1－10図に示す。

(1) 一般圧縮空気系からの空気の供給

臨界検知用放射線検出器による臨界事故の発生の検知後，臨界事故が発生した貯槽等に接続する配管と一般圧縮空気系を，可搬型建屋内ホースを用いて接続し，臨界事故が発生した貯槽等に空気を供給する。

供給においては，可搬型貯槽掃気用圧縮空気流量計の指示値により，臨界事故が発生した機器に所定の流量で空気が供給されていることを確認する。

6.1.1.3 貯留設備による放射性物質の貯留

臨界検知用放射線検出器により臨界事故の発生を検知した場合、貯留タンクに放射性物質を導出するため、貯留設備の隔離弁を自動開放するとともに貯留設備の空気圧縮機を自動で起動し貯留タンクに放射性物質を導く。同時に、廃ガス処理設備の流路を遮断するため、隔離弁を閉止する。精製建屋にあっては隔離弁の閉止に加え、排風機を自動で停止する。

第6－1表に示す機器への対策の概要を以下に示す。また、各建屋の対策の系統概要図を第6.1.1－11図及び第6.1.1－12図に、対策の手順の概要を第6.1.1－3図及び第6.1.1－4図に、各建屋の対策における手順及び設備の関係を第6.1.1－5表及び第6.1.1－6表に、必要な要員及び作業項目を第6.1.1－13図及び第6.1.1－14図に示す。

(1) 貯留タンクへの導出

臨界検知用放射線検出器による臨界事故の発生の検知後、臨界事故が発生した貯槽等が接続される廃ガス処理設備の流路を自動的に遮断するとともに、貯留タンクへの経路を確立し、臨界事故で発生する放射性物質を貯留タンクに導く。

(2) 貯留タンクへの導出完了判断

貯留タンクへの放射性物質の導出開始後、貯留タンク内の圧力の上昇、貯留タンク入口の放射線モニタの指示値の上昇及び流量計の指示値の上昇により、放射性物質を含む気体の導出が開始されたことを確認する。また、併せて主排気筒の排気筒モニタの指示値が上昇しないことをもって、放射性物質を含む気体が貯留タンクに確実に導かれていることを確認する。

可溶性中性子吸収材の自動供給により、臨界事故が発生した貯槽等が未臨界に移行したことを、臨界事故が発生した貯槽等の周辺の線量当量率の低下を確認したうえで、貯留タンク内の圧力が規定の圧力（0.7MPa）に達した場合に、導出の完了と判断する。

(3) 廃ガス処理設備による換気再開

貯留タンクへの放射性物質の導出完了後、中央制御室において臨界事故が発生した貯槽等が接続される廃ガス処理設備の弁の開操作を行い、排風機を再起動して、高い除染能力が期待できる平常運転時の放出経路に復旧し、機器内に残留している放射性物質を管理された状態において主排気筒を介して放出する。また、貯留タンクの入口には逆止弁が設けられており、廃ガス処理設備の排風機を起動した場合でも貯留タンク内の放射性物質は廃ガス処理設備に逆流しない。

廃ガス処理設備の再起動後、貯留タンクの隔離弁を閉止し、空気圧縮機を停止する。

6.1.2 臨界事故の拡大防止対策の有効性評価

6.1.2.1 有効性評価

(1) 代表事例

臨界事故の発生の想定的前提となる設計上定める条件より厳しい条件は、重大事故の想定箇所の特定で示したとおり「動的機器の多重故障」または「運転員等の多重誤操作」である。

臨界事故の発生を想定する貯槽等においては、複数の起因事象により臨界事故が発生することはなく、また、ひとつの起因事象により複数の貯槽等で同時に臨界事故が発生することも無い。

そのため、有効性評価の各項目において最も厳しい結果を与える貯槽等を代表として選定する。

(2) 代表事例の選定理由

臨界事故の発生原因をフォールトツリー分析により明らかにする。臨界事故の発生を頂上事象とした場合のフォールトツリーを第 6.1.2-1 図に示す。

臨界事故の拡大防止対策は、臨界事故の発生を想定する貯槽等によらず、同一である。

また、臨界事故への対処時の環境条件についても、臨界事故の起因が内部事象であり、地震等の発生時に想定されるような、溢水、化学薬品漏えい及び内部火災による影響を受けることはない。

そのため、有効性評価の各項目において最も厳しい結果を与える貯槽等を代表として選定することとし、具体的には以下のとおりとする。

a. 可溶性中性子吸収材の自動供給

未臨界に移行するために必要な可溶性中性子吸収材の量を最も多く要

する機器である前処理建屋のエンド ピース酸洗浄槽を代表とする。

b. 臨界事故により発生する放射線分解水素の掃気

臨界事故が発生した場合に貯槽等内の気相部における水素濃度が最も高くなる機器である前処理建屋のエンド ピース酸洗浄槽を代表とする。

c. 貯留設備による放射性物質の貯留

放射性物質の放出量の確認においては、プルトニウムの濃度が最も高く、気相部の容積が大きいため貯槽に残留する割合が大きくなり、放出量に対する影響が大きくなる貯槽である精製建屋の第7一時貯留処理槽を代表とする。

(3) 臨界事故の起回事象

溶解槽における臨界事故は、臨界事故の起因となる異常の発生防止に係る安全機能及び臨界事故の起因となる異常の進展防止に係る安全機能が喪失することで、溶解槽に供給する硝酸濃度の異常な低下等が発生し、それを起因として、溶解槽における臨界事故が発生することを想定する。さらに、設計基準において設置する可溶性中性子吸収材緊急供給回路の機能喪失により臨界事故が発生したことを検知できず、又は可溶性中性子吸収材緊急供給系の機能喪失により溶解槽へ可溶性中性子吸収材が供給されずに臨界事故が継続することを想定する。

エンド ピース酸洗浄槽における臨界事故では、臨界事故の起因となる異常の発生防止に係る安全機能及び臨界事故の起因となる異常の進展防止に係る安全機能が喪失することで、せん断処理施設のせん断処理設備のせん断機から過剰に核燃料物質が移行し、それを起因として臨界

事故が発生することを想定する。

ハル洗浄槽における臨界事故では、臨界事故の起因となる異常の発生防止に係る安全機能及び臨界事故の起因となる異常の進展防止に係る安全機能が喪失することで、溶解槽における使用済燃料の溶解条件が悪化することで、未溶解の燃料がハル洗浄槽に移行し、それを起因として臨界事故が発生することを想定する。

以下、溶解槽，エンドピース酸洗浄槽及びハル洗浄槽を，総称して「溶解槽等」という。

精製建屋の第5一時貯留処理槽及び第7一時貯留処理槽（以下、「第5一時貯留処理槽等」という。）における臨界事故は、プルトニウム濃度の確認等における人為的な過失の重畳により、未臨界濃度を超えるプルトニウムを含む溶液が移送されたことを起因として、臨界事故が発生することを想定する。

(4) 安全機能の喪失に対する仮定

臨界事故の発生を想定する機器の安全機能は、前述した機能に加え、臨界事故により発生する水蒸気によって高性能粒子フィルタの除染係数が低下していることを想定するが、それ以外の喪失は想定しない。詳細を第6.1.2-1表に示す。

(5) 有効性評価の考え方

可溶性中性子吸収材の自動供給に係る有効性評価は、臨界事故を想定した設備状態に可溶性中性子吸収材を供給した場合の実効増倍率を、三次元の体系を取り扱うことができ、評価済みの核データライブラリを用いたモンテカルロ法による中性子実効増倍率の計算が可能であり、多数

のベンチマークにより検証された J A C S コード システムにより評価し、重大事故時可溶性中性子吸収材供給系からの可溶性中性子吸収材の供給により未臨界に移行し、及び未臨界を維持できることを確認する。J A C S コードシステムで用いる核データライブラリは、E N D F / B - IV である。なお、非均質体系の臨界計算においては実効増倍率の計算に先立って体系の均質化を行う。

【補足説明資料 6-10】

実効増倍率の計算においては、臨界事故が発生した貯槽等内の核燃料物質質量、核燃料物質濃度、形状、減速条件等が重要なパラメータとなることから、それらのパラメータを、想定される最も厳しい条件となるよう設定し、中性子吸収材が供給された機器の実効増倍率を計算する。

臨界事故により発生する放射線分解水素の掃気に係る有効性評価は、臨界事故における核分裂数、臨界事故時の水素発生に係る G 値及び機器に供給する空気量を用いて、簡便な計算に基づき、臨界事故が発生した貯槽等内の水素濃度を評価する。臨界事故により発生する放射線分解水素の掃気の有効性評価においては、解析コードは用いない。

貯留設備による放射性物質の貯留に係る有効性評価は、可溶性中性子吸収材の自動供給により未臨界へ移行し、また、貯留タンクへの放射性物質の導出が完了し、貯留タンクにおいて放射性物質を貯留している状況下において、臨界事故が発生した貯槽等内に残留している放射性物質が、廃ガス処理設備による換気の再開に伴って大気中に放出されることを想定し、放射性物質質量、事故時の放射性物質の移行率、高性能粒子フィルタ及び放出経路構造物による除染係数並びに貯留設備による放射性物質の貯留の効果により期待される放出低減効果を考慮して大気中への放射性物質の放出量（以下、「セシウム-137 換算放出量」という。）

を評価する。貯留設備による放射性物質の貯留の有効性評価においては、解析コードは用いない。

(6) 機器の条件

臨界事故の拡大防止対策に使用する機器を第 6.1.2-2 表に示す。また、主要な機器の機器条件を以下に示す。

a. 臨界事故が発生した貯槽等内に存在する核燃料物質の状態

可溶性中性子吸収材の自動供給に係る有効性評価においては、臨界事故が発生した貯槽等における溶液中の核燃料物質質量、溶液の液量、核種及び減速条件は、臨界事故が想定される施設の運転状態により変動し得るが、それらの変動を包含できるよう評価結果が最も厳しくなるよう条件を設定する。

以下に、代表としたエンドピース酸洗浄槽の場合を示すとともに、その他の貯槽等の主要な評価条件を第 6.1.2-3 表に示す。

(a) エンドピース酸洗浄槽

i. 再処理施設で取り扱う燃料条件を包含する条件として初期濃縮度 $5.0 \text{ wt} \%$ 及び燃焼度 $0 \text{ MW d} / \text{t} \cdot \text{U}_{\text{Pr}}$ とする。

ii. エンドピース酸洗浄槽へ装荷する燃料せん断片の質量を包含する条件として燃料せん断片装荷量を約 $550 \text{ kg} \cdot \text{UO}_2$ とする。

iii. 溶液中の硝酸による中性子吸収効果が小さくなる条件として洗浄液中の酸濃度を 0 N とする。

iv. 供給する可溶性中性子吸収材は硝酸ガドリニウムとし、 1 L あたりガドリニウム 150 g を含む溶液 28 L を供給するものとする。これにより、エンドピース酸洗浄槽内のガドリニウム量は $4,200 \text{ g} \cdot \text{Gd}$ となる。

b. 重大事故時可溶性中性子吸収材供給系

重大事故時可溶性中性子吸収材供給系は、約 $150 \text{ g} \cdot \text{Gd} / \text{L}$ の硝酸ガドリニウム溶液を貯留し、臨界事故が発生した貯槽等へ自動で中性子吸収材を供給する。

重大事故時可溶性中性子吸収材供給系は、臨界事故の発生を想定する機器に対して、以下の量の可溶性中性子吸収材を供給できるものとする。

前処理建屋	溶解槽	$2,100 \text{ g} \cdot \text{Gd}$
前処理建屋	エンドピース酸洗浄槽	$4,200 \text{ g} \cdot \text{Gd}$
前処理建屋	ハル洗浄槽	$3,000 \text{ g} \cdot \text{Gd}$
精製建屋	第5一時貯留処理槽	$150 \text{ g} \cdot \text{Gd}$
精製建屋	第7一時貯留処理槽	$2,400 \text{ g} \cdot \text{Gd}$

重大事故時可溶性中性子吸収材供給系は、臨界検知用放射線検出器による臨界の発生検知を起点として、10分で必要な中性子吸収材を供給できるものとする。

c. 緊急停止系

緊急停止系は、中央制御室に設置した緊急停止操作スイッチを操作することで、速やかに工程を停止できるものとする。

d. 臨界事故が発生した貯槽等の気相部体積等

臨界事故により発生する放射線分解水素の掃気に係る有効性評価においては、水素の発生量、気相部体積及び水素掃気空気の流量を用いる。

機器の気相部体積は、機器の全容量から、臨界事故の発生が想定される条件において、機器に貯留されている溶液量を差し引いて算出し、さらに、機器に他の機器が接続されている等により気相部を考慮できる場

合には考慮する。

算出条件である全核分裂数，溶液量，崩壊熱密度，気相部体積，G 値及びG 値の決定に必要な硝酸イオン濃度を第 6.1.2－4 表から第 6.1.2－6 表に示す。【補足説明資料 6-8】

以下に，代表とした前処理建屋のエンド ピース酸洗浄槽を示す。

- (a) 全核分裂数は，過去に発生した臨界事故の規模を踏まえ，臨界状態を継続させた場合の全核分裂数を 1×10^{20} f i s s i o n s と設定した上で，臨界事故発生初期に生じる急激な核分裂反応の核分裂数 10^{18} f i s s i o n s 及び核分裂が継続的に発生する期間における核分裂率 1×10^{15} f i s s i o n s / s に可溶性中性子吸収材の自動供給の完了時間を考慮して計算した核分裂数の合計とし，全核分裂数を 1.6×10^{18} f i s s i o n s とする。
- (b) エンド ピース酸洗浄槽の溶液量は，平常運転時の溶液量とし， 2.1 m^3 とする。
- (c) エンド ピース酸洗浄槽に保有する溶液の崩壊熱密度は，エンド ピース酸洗浄槽に多量の燃料せん断片が装荷され，その一部分が溶解反応により溶解しているとして，溶解槽に保有する溶解液の崩壊熱密度として $1,500 \text{ W} / \text{m}^3$ を用いる。
- (d) エンド ピース酸洗浄槽の気相部体積は，機器内及び接続される機器の体積とし， 3 m^3 とする。
- (e) 臨界事故時の水素発生 G 値は，臨界事故の体系における水素発生 G 値として報告されている数値のうち，最も大きい数値である 1.8 とする。
- (f) エンド ピース酸洗浄槽に保有する溶液の硝酸濃度及び溶液由来の放射線分解水素にかかる G 値は，臨界事故が発生している状況下にお

いて想定されるエンド ピース酸洗浄槽内の硝酸濃度が 3 mol/L であることを踏まえ、G 値は α 線にあつては 0.11、 β 線にあつては 0.042 とする。

- (g) 水素掃気の流量については、平常運転時にエンド ピース酸洗浄槽に供給されている一般圧縮空気系の計測制御用の圧縮空気による水素掃気は事故後も継続されるとして、 $0.2 \text{ m}^3/\text{h}$ とする。

e. 一般圧縮空気供給設備

一般圧縮空気供給設備は、供給圧力約 0.69 MPa で圧縮空気を供給する能力を有するものとし、具体的には、臨界事故の発生を想定する機器に対して、約 $6 \text{ m}^3/\text{h}$ で空気を供給できるものとする。

f. 貯留設備

貯留設備は、臨界検知用放射線検出器によって臨界事故の発生が検知された場合に、直ちに廃ガス処理設備から貯留タンクへの経路確立及び放射性物質の貯留が自動で実施され、臨界事故により発生する放射性物質を含む気体が貯留タンクに導出され、貯留完了後に貯留タンクへの経路から通常時の廃ガス処理設備に系統を切り替えられるものとする。

貯留設備の貯留タンクは、臨界事故の検知を起点として1時間にわたって放射性物質を含む気体を貯留できる容量として約 11 m^3 を有するものとする。

g. 電源設備

電源設備は、1系列あたり精製建屋で最小約 120 kVA の余裕を有し、前処理建屋及び精製建屋の臨界事故への対処で1系列を用いる。

有効性評価においては、臨界事故への対処に用いる設備が必要な電力を供給できる設計としていることから、以下に示す必要な電力を供給できるものとする。

前処理建屋の臨界事故に対処するための設備 約 25 k V A

精製建屋の臨界事故に対処するための設備 約 50 k V A

(7) 操作条件

可溶性中性子吸収材の自動供給において操作を要するものは、緊急停止系による核燃料物質の移送停止操作と、可溶性中性子吸収材供給後に実施する、セル周辺の線量当量率の計測による未臨界確保の判断である。

緊急停止系による核燃料物質の移送停止操作は、臨界事故の検知から 1 分で操作を完了できるものとする。

未臨界確保の判断は臨界事故の検知から 20 分後に開始し、45 分後までに完了するものとする。

臨界事故により発生する放射線分解水素の掃気において操作を要するものは、現場で実施する一般圧縮空気系からの水素掃気用空気の供給である。

本操作は、臨界事故の検知から 20 分後に準備作業を開始し、40 分後には水素掃気用空気の供給を開始できるものとし、事態の収束まで継続できるものとする。

貯留設備による放射性物質の貯留に要する操作は、臨界事故により発生する放射性物質を貯留タンクへ導出した後に、臨界事故が発生した貯槽等からの排気経路を、貯留設備から平常運転時の廃ガス処理設備に切り替える操作である。

本操作は、中央制御室から行う操作で、貯留タンクへの放射性物質を

含む気体の導出完了から、廃ガス処理設備の排風機の再起動完了まで8分で完了するものとする。

これらの対策の準備及び実施時に想定される作業環境を考慮した必要な作業と所要時間を、第6.1.1-5図から第6.1.1-6図、第6.1.1-9図から第6.1.1-10図及び第6.1.1-13図から第6.1.1-14図に示す。

【補足説明資料 6-7】

(8) 放出量評価の条件

臨界事故において気相中に移行した放射性物質は、貯槽等に供給される空気及び臨界事故に伴う溶液の沸騰で発生した水蒸気により貯留タンクに導かれ、貯留タンクで貯留されるため、貯留タンク内の圧力が規定の圧力である0.7MPaに達するまでの期間においては大気中への放射性物質の放出は生じない。

貯留タンクへの放射性物質の導出が完了し、廃ガス処理設備からの排気経路の切替え以降は、貯槽等の気相部に残留している放射性物質が廃ガス処理設備において除去されたうえで外部に放出される。

有効性評価における大気中への放射性物質の放出量は、臨界事故が発生した貯槽等が保有する放射性物質質量に対して、臨界事故の影響を受ける割合、溶液の沸騰に伴い気相中に移行する放射性物質の割合、大気中への放出経路における低減割合を乗じて算出する。

また、評価した大気中への放射性物質の放出量に、セシウム-137への換算係数を乗じて、大気中へ放出された放射性物質の放出量（セシウム-137換算）を算出する。

セシウム-137への換算係数は、IAEA-TECDOC-1162に示される、地表沈着した放射性物質からのガンマ線による外部被ばく及び再浮遊した放射性物質の吸入摂取による内部被ばくに係る実効線量へ

の換算係数を用いて、セシウム-137と着目核種との比から算出する。
ただし、プルトニウム等一部の核種は、化学形態による影響の違いを補正する係数を乗じて算出する。

大気中への放射性物質の放出量（セシウム-137換算）については、長期的な放射線被ばく影響を評価する観点から、溶液の蒸発に伴って大気中へ放出される放射性物質（エアロゾル）を対象とし、地表沈着の考えられない放射性希ガス及び大気中への放出量の大部分が半減期の短い放射性ヨウ素については、評価の対象としない。

【補足説明資料 6-4】

以下に、代表とした精製建屋の第7一時貯留処理槽のパラメータを示す。臨界事故が発生した貯槽等内に存在する放射性物質の状態等の主要な評価条件を第6.1.2-7表に示す。

a. 臨界事故が発生した貯槽等が保有する放射性物質質量

臨界事故時の大気中への放射性物質の放出量（セシウム-137換算）評価における、臨界事故が発生した貯槽等が保有する放射性物質質量は、臨界事故の発生を想定する機器が内包する溶液中の放射性物質質量を設定する。なお、臨界事故により発生し、溶液中に残存した臨界事故の核分裂による核分裂生成物については微小であることから無視できる。

使用済燃料の燃焼条件、溶液の液量、核種及び放射性物質質量は、運転状態により変動し得るが、評価結果が最も厳しくなるよう臨界事故の発生を想定する機器が内包する溶液中の放射性物質の濃度を、1日当たり処理する使用済燃料の平均燃焼度 $45,000\text{MW d} / \text{t} \cdot U_{PR}$ 、冷却期間15年を基に算出した第7一時貯留処理槽への移送元の機器の平常運転時の最大値とする。

b. 臨界事故により影響を受ける割合

臨界事故時の大気中への放射性物質の放出量（セシウム-137 換算）
評価における臨界事故の影響を受ける割合は、放射性物質の気相中への移行率の設定を踏まえ、ルテニウムについては1とし、その他については、機器が保有する溶液量に対する蒸発する溶液量の割合とする。

核分裂で発生する熱エネルギーにより蒸発する溶液の量の算出に用いる全核分裂数は、過去に発生した臨界事故から設定した臨界事故発生初期に生じる急激な核分裂反応の核分裂数 10^{18} f i s s i o n s 及び核分裂が継続的に発生する期間における核分裂率 1×10^{15} f i s s i o n s / s に可溶性中性子吸収材の自動供給の完了時間を考慮して計算した核分裂数の合計とし、全核分裂数を 1.6×10^{18} f i s s i o n s とする。また、臨界事故発生時点で既に溶液が沸騰状態にあるものとし、核分裂で発生する熱エネルギーは、全て溶液の蒸発に使用されるものとする。

【補足説明資料 6-5】

c. 核分裂の熱エネルギーによる沸騰等により放射性物質が機器の気相に移行する割合

臨界事故時の大気中への放射性物質の放出量（セシウム-137 換算）
評価における移行率は、設計基準事故のうち、溶解槽における臨界と同じ値とし、以下のとおりとする。

ルテニウム 溶液中の保有量及び臨界に伴う生成量の0.1%

その他 全核分裂数のエネルギーによる蒸発量に相当する溶液体積中の保有量の0.05%

d. 大気中への放出経路における低減割合

臨界事故時の大気中への放射性物質の放出量（セシウム-137換算）評価における大気中への放出経路における低減割合は以下のとおりとする。

貯留タンクでの滞留が完了した後に、廃ガス処理設備を起動することで、機器内の気相中に残留している放射性物質は、精製建屋塔槽類廃ガス処理系（プルトニウム系）から主排気筒を経由して大気中に放出される。

精製建屋塔槽類廃ガス処理系（プルトニウム系）の高性能粒子フィルタは2段で、1段当たりの放射性エアロゾルの除染係数は 10^3 以上であるが、蒸気雰囲気を除染係数を低下させる傾向を有することを考慮して、高性能粒子フィルタの放射性エアロゾルの除染係数は、蒸気による劣化を考慮した高性能粒子フィルタの除染係数（1段あたり 10^2 ）とし、2段として 10^4 とする。

放出経路構造物への沈着による放射性エアロゾルの除染係数は10とする。

機器内に残留する放射性物質の割合は、臨界事故発生時点において溶液が沸騰状態にあり、臨界事故のエネルギーにより水蒸気が発生し、この水蒸気によって機器外に放射性物質が移動する効果及び水素掃気用空気等の供給により機器外に放射性物質が移動する効果を考慮して求めた割合である25%とする。

【補足説明資料 6-4】

e. 肺に吸収され得るような浮遊性の微粒子状の放射性物質の割合

肺に吸収され得るような浮遊性の微粒子状の放射性物質の割合は1とする。

(9) 判断基準

臨界事故の拡大防止対策の有効性評価の判断基準は以下のとおりとする。

a. 可溶性中性子吸収材の自動供給

可溶性中性子吸収材の自動供給により速やかに未臨界に移行し、及び未臨界を維持できること。具体的には、重大事故時可溶性中性子吸収材供給系から供給した可溶性中性子吸収材により臨界事故の発生を想定する機器の実効増倍率が 0.95 以下になること。

b. 臨界事故により発生する放射線分解水素の掃気

臨界事故が発生した貯槽等内の水素濃度が、水素爆発未然防止濃度（ドライ換算 8 v o 1 %）未満に維持できること。

c. 貯留設備による放射性物質の貯留

未臨界に移行し、貯留タンクでの貯留が完了したうえで、廃ガス処理設備を起動して通常時の放出経路に復旧した状況下での大気中へ放出される放射性物質の放出量がセシウム-137 換算で 100 T B q を下回るものであって、かつ、実行可能な限り低いこと。

6.1.2.2 有効性評価の結果

(1) 有効性評価の結果

a. 可溶性中性子吸収材の自動供給

可溶性中性子吸収材の自動供給により、臨界事故の発生を想定する機器において、速やかに未臨界に移行し、及び未臨界を維持できる。

具体的な評価結果を第 6.1.2－8 表に示す。

評価結果のうち、未臨界に移行するために最も多くの中性子吸収材を必要とするエンドピース酸洗浄槽においては、重大事故時可溶性中性子吸収材供給系からエンドピース酸洗浄槽に、解析条件で設定した $4,200 \text{ g} \cdot \text{Gd}$ のガドリニウムを供給した場合の実効増倍率 ($k_{\text{eff}}+3\sigma$) は 0.941 であり、判定基準である実効増倍率 0.95 を下回る。また、重大事故時可溶性中性子吸収材供給系による中性子吸収材の供給及び緊急停止系による核燃料物質の移送の停止は、臨界事故の検知を起点として 10 分以内に実施できることから、エンドピース酸洗浄槽を速やかに未臨界に移行し、及び未臨界を維持できる。

【補足説明資料 6-3】

b. 臨界事故により発生する放射線分解水素の掃気

臨界事故が発生した場合の機器内の水素濃度は、臨界事故による放射線分解水素の発生を考慮した場合でも、水素爆発未然防止濃度（ドライ換算 8 vol %）未満に維持できる。また、臨界事故により発生する放射線分解水素の掃気により、速やかに可燃限界濃度（ドライ換算 4 vol %）を下回ることができる。

具体的な評価結果を第 6.1.2－9 表に示す。また、一般圧縮空気供給設備からの空気を供給した場合の機器内の気相部の水素濃度の変化を

第 6.1.2－2 図から第 6.1.2－6 図に示す。

評価結果のうち、水素濃度の最大値が最も大きくなるエンド ピース 酸洗浄槽においては、臨界事故後の機器内の水素濃度の最大値は約 7 % であり、水素爆発未然防止濃度未満である。

また、臨界事故の検知を起点として約 40 分後から、一般圧縮空気供給設備から空気を $6 \text{ m}^3/\text{h}$ 供給することで、臨界事故の検知を起点として 1 時間以内に機器内の水素濃度を 4 % 未満にできる。

さらに、溶液由来の放射線分解水素の水素濃度平衡値は、想定される最も厳しい条件においても 4 % 未満であることから、一般圧縮空気供給設備からの空気の供給により機器内の水素濃度を可燃限界濃度（ドライ換算 4 v o 1 %）未満にした後に一般圧縮空気供給設備からの空気の供給を停止した場合においても、機器内の水素濃度が可燃限界濃度（ドライ換算 4 v o 1 %）に達することはない。

c. 貯留設備による放射性物質の貯留

貯留設備による放射性物質の貯留後に、臨界事故の収束となる、廃ガス処理設備の起動によって、貯槽内の気相部に残存している可能性のある放射性物質が放出された場合の放出量（セシウム－137 換算）は、100 T B q を十分に下回る。

具体的な評価結果を第 6.1.2－10 表から第 6.1.2－19 表に示す。評価結果のうち、大気中への放射性物質の放出量（セシウム－137 換算）が最も大きくなる機器である第 7 一時貯留処理槽においては約 8×10^{-7} T B q となる。

また、臨界事故で発生した放射性物質については、貯留設備により、可能な限り外部に放出されないよう措置することから、大気中への放射

性物質の放出量は、実行可能な限り低くなっている。

放射性物質が大気中に放出されるまでの過程を第 6.1.2－7 図から第 6.1.2－11 図に示す。

(2) 不確かさの影響評価

a. 解析コードの不確かさの影響

解析コードによる未臨界の判定においては、計算結果の誤差を考慮した判定基準である実効増倍率 0.95 を採用していることから、評価結果において不確かさが考慮されている。このため、体系の実効増倍率を 0.95 以下にするために必要な可溶性中性子吸収材が供給された体系は十分に未臨界な状態であり、解析コードの不確かさが未臨界に移行したことの判断に与える影響はない。

また、実効増倍率を起点としている操作はないことから解析コードにおける特有の傾向が運転員等の操作に直に与える影響はない。

b. 事象、事故条件及び機器条件の不確かさの影響

(a) 可溶性中性子吸収材の自動供給

解析条件として用いた核燃料物質の同位体組成や質量等の条件には、臨界事故の発生が想定される下限量を設定するのではなく、臨界事故の発生が想定される条件において想定可能な限り厳しい条件を採用しているため、可溶性中性子吸収材の量が不足することはない。また、実際には臨界事故の発生を検知してから約 1 分で緊急停止系を操作することにより当該工程の運転を停止し、当該貯槽等への新たな核燃料物質の供給が絶たれることで、より少ない量の可溶性中性子吸収材量でも未臨界に移行できる。

沸騰が継続することにより水と核燃料物質の減速比が変化した場合においても可溶性中性子吸収材の供給により実効増倍率が 0.95 を下回ることを解析により確認しているため、未臨界への移行について、判断基準を満足することには変わりはない。

(b) 貯留設備による放射性物質の貯留【補足説明資料 6-6】

貯留設備による放射性物質の貯留の評価に用いるパラメータは、不確かさを有するため、大気中への放射性物質の放出量に影響を与える。不確かさを考慮した各パラメータの幅を以下に示す。

i. 臨界事故が発生した貯槽等が保有する放射性物質質量

再処理する使用済燃料の燃焼条件の変動幅を考慮すると、放射性物質質量の最大値は、1 桁未満の下振れを有する。また、再処理する使用済燃料の冷却年数によっては、減衰による放射性物質質量のさらなる低減効果を見込める可能性がある。

ii. 臨界事故の影響を受ける割合

臨界事故の影響を受ける割合は、全核分裂数に依存するため、可溶性中性子吸収材の自動供給が想定よりも短い時間で完了できた場合には、その割合は小さくなる。

可溶性中性子吸収材の自動供給において、重大事故時可溶性中性子吸収材供給系から、未臨界への移行に必要な量の可溶性中性子吸収材が供給されるまでの時間については一律10分と設定しているが、実際の設備構成を踏まえた場合、その時間は、5 分以下と見積もられる。この効果は、臨界事故が発生した貯槽等までの配管長等に依存するが、条件によっては 1 桁未満の下振れを見込める可能性がある。

また、臨界事故の挙動の不確かさの影響により、臨界事故時の全核

分裂数が想定している全核分裂数よりも小さい場合、臨界事故の影響を受ける割合は小さくなる可能性がある。この効果は、臨界事故発生時の条件に依存するが、条件によっては1桁程度の下振れを見込める可能性がある。

また、臨界事故発生時において、溶液が既に沸騰状態にあるものとし、核分裂により発生する熱エネルギーは、全て溶液の蒸発に使用されているとしているが、現実的には、溶液が沸騰するまでに核分裂により発生する熱エネルギーが溶液の温度上昇及び機器温度の上昇で消費される。この効果は、臨界事故発生時の条件に依存するが、条件によっては1桁程度の下振れを見込める可能性がある。

また、臨界事故時の全核分裂数が想定している全核分裂数よりも大きい場合として、全核分裂数を、有効性評価で基準としている核分裂数の約2倍とした場合においては、条件によっては1桁未満の上振れを有する可能性がある。

iii. 核分裂の熱エネルギーによる沸騰等により放射性物質が機器の気相に移行する割合

核分裂の熱エネルギーによる沸騰等により放射性物質が気相中へ移行する割合は、設計基準事故のうち、溶解槽における臨界と同様とし、核分裂の熱エネルギーによる沸騰等により放射性物質が機器の気相に移行する割合が有する不確かさの幅の設定は行わない。

iv. 大気中への放出経路における低減割合

高性能粒子フィルタの除染係数の設定においては、蒸気雰囲気が除染係数を低下させる傾向を有することを考慮して設定しているが、廃ガス処理設備中の凝縮器により蒸気は凝縮されることで、蒸気による除染係数の低下が生じないことが考えられる。この効果として1桁程

度の下振れを見込める。

さらに、廃ガス処理設備には洗浄塔等の機器が設置されており、洗浄塔による放射線物質の除去に期待できる可能性がある。この効果として1桁程度の下振れを見込める。

また、放出経路構造物への沈着による放射性エアロゾルの除染係数については、条件によっては期待できない場合があり、その場合1桁程度の上振れを有する可能性がある。

臨界事故への対策として実施する貯留タンクへの放射性物質の貯留については、確実性が高い対策ではあるが、万一、機器の動作不良等により、廃ガス処理設備から貯留タンクへの系統の切替えが機能しない場合や、臨界事故により発生した水蒸気量が貯留設備の容量を上回ること、貯留タンクへの貯留ができない場合には、水封部からセルに放射性物質が導出され、セルで滞留することとなる。

この場合、放射性物質を含む気体は、大部分がセルで滞留されるが、水素掃気の継続によるセルの内圧上昇又はセルの微小な開口部の存在により、セルから建屋側に放射性物質が漏出する可能性がある。その場合、放射性物質は建屋排気系の高性能粒子フィルタ（1段）で除去されることとなる。

この場合の放出量への影響は、高性能粒子フィルタの除染係数の低下及び貯留設備での貯留による放出低減効果の変化による2桁程度の上振れとなる。

なお、非揮発性として気相中に移行するとしているルテニウムについては、その化学的性質が、気相に移行した際の条件に依存して変化することが知られており、臨界事故時の気相への移行時において、揮発性となっている可能性も考えられ、その場合は高性能粒子フィルタ

による除去が困難となる恐れがある。

その場合であっても、揮発性として移行したルテニウムは、廃ガス処理設備に設置している洗浄塔等により一定程度除去されると推定される。廃ガス処理設備に設置している洗浄塔等による除去効果を安全側に見積もって除染係数10とした場合、揮発性ルテニウムの放出による放出量への影響は、溶解槽等における臨界事故の放出量に対して1桁未満の上振れと推定される。

v. 肺に吸収され得るような浮遊性の微粒子状の放射性物質の割合

肺に吸収され得るような浮遊性の微粒子状の放射性物質の割合は、吸入摂取に寄与する割合であり、エアロゾルの形態で浮遊する放射性物質の径に依存するパラメータである。全ての粒子が吸入され放射線被ばくに寄与するとは考え難いが、より厳しい評価結果を与えるように肺に吸収され得るような浮遊性の微粒子状の放射性物質の割合を1と設定し、肺に吸収され得るような浮遊性の微粒子状の放射性物質の割合が有する不確かさの幅の設定は行わない。

c. 操作条件の不確かさの影響

一般圧縮空気系の空気取出口と溶解設備の配管又は計測制御設備の配管を、可搬型建屋内ホースにより接続し、一般圧縮空気系から空気を供給する操作が想定よりも時間を要した場合においても、一般圧縮空気系の計測制御用の圧縮空気による水素掃気により、臨界事故が発生した貯槽等内の水素濃度はドライ換算8vol%未満を維持できることから、判断基準を満足することに変わりはない。

排気経路の廃ガス処理設備への切替えの操作については、切替えの操作が想定よりも時間を要した場合においても、貯留タンクと廃ガス処理

設備との間に設置する逆止弁により、貯留タンク内の放射性物質が廃ガス処理設備に移行することは無い。また、切替えの操作に想定よりも時間を要した場合には、貯留タンク内の圧力が空気圧縮機の吐出圧に達することで、貯留タンクへの放射性物質の導出が困難となり、廃ガス処理設備の水封部からセルに放射性物質が導出される可能性はあるが、それらの放射性物質は建屋換気設備の高性能粒子フィルタにより除去される。

臨界事故により気相中に移行し、貯槽等内に残留している放射性物質の全量がセルに導出され、建屋換気設備に設置されている高性能粒子フィルタにより除染された上で大気中に放出されたとした場合の放出量は、iv. 大気中への放出経路における低減割合にて示したとおり、2桁程度の上振れとなるが、判断基準を満足することには変わりはない。

6.1.2.3 同時発生及び連鎖

(1) 同時発生

臨界事故に係る選定の結果として、臨界事故は動的機器の多重故障又は多重誤操作を起因として発生するものであり、複数の貯槽等で同時に臨界事故が発生することはない。

(2) 連鎖

a. 起因となる重大事故等の事象進展，事故規模の分析

臨界事故が発生した場合の事故時環境は、以下のとおりである。

(a) 温度

臨界事故による熱エネルギーにより沸騰が生じた場合の溶液の温度は100℃を超える程度であり、ステンレス鋼等から構成される安全機能を有する機器が損傷又は機能劣化することはない。

(b) 圧力

臨界事故の熱エネルギーにより沸騰が生じた場合に発生する水蒸気により、貯槽等内の圧力が上昇することも考えられるが、貯留設備への放射性物質の導出により、圧力が過度に上昇することは無いため、安全機能を有する機器が損傷又は機能劣化することはない。

(c) 湿度

溶液が沸騰に至った場合、沸騰蒸気により多湿環境下となるが、機器自体及び機器に接続する安全機能を有する機器が損傷することはない、また、湿度の影響が機器のバウンダリを超えて波及することはない。

高性能粒子フィルタの除染係数については水蒸気により低下することが予想されるため、有効性評価の機器条件にこの低下効果を見込んでいる。

(d) 放射線

臨界事故が発生した場合、臨界事故により発生する放射線及び放射性希ガス等からの放射線に晒されるが、ステンレス鋼等から構成される安全機能を有する機器が損傷することはない。

(e) 物質（水素、煤煙、放射性物質）及びエネルギーの発生

臨界事故の発生により、核分裂生成物が生成するとともに放射線分解ガスが発生する。

核分裂生成物としては、臨界事故後に溶液中に残存する核分裂生成物と、臨界事故後に気相中に移行する放射性希ガス及び放射性よう素がある。この核分裂生成物の生成により、臨界事故が発生した貯槽等及び貯槽等に接続する廃ガス処理設備の配管内の線量率が上昇するが、ステンレス鋼等から構成される安全機能を有する機器が損傷又は機能劣化することはない。

また、放射線分解ガスの発生については有効性評価において評価したとおり、貯槽等内の水素濃度はドライ換算 8 v o 1 %未満を維持できるため、水素爆発が発生することは無い。

(f) 落下・転倒による荷重

臨界事故が発生した場合でも、臨界事故により発するエネルギーが機器の材質の強度を有意に低下させることはないため、機器が落下・転倒することはない。

(g) 腐食環境

溶液が沸騰に至った場合、臨界事故が発生した貯槽等及び貯槽等に接続する廃ガス処理設備の配管内が、沸騰蒸気に同伴する硝酸成分により硝酸雰囲気となるが、ステンレス鋼等から構成される安全機能を有する機器が損傷又は機能劣化することはない。

b. 起因となる重大事故等の事故影響が及ぶ範囲の特定及び安全機能喪失の分析

(a) 冷却機能の喪失による蒸発乾固への連鎖

臨界事故が発生する貯槽等において講じられている冷却機能の喪失による蒸発乾固に係る安全機能はない。

(b) 水素爆発への連鎖

臨界事故が発生する貯槽等において講じられている水素爆発に係る安全機能は、安全圧縮空気系による水素掃気機能であるが、水素掃気機能に係る設備はステンレス鋼等から構成されており、想定される温度、圧力、その他のパラメータ変動を考慮しても安全圧縮空気系による水素掃気機能が喪失することはない。

臨界事故発生時には、臨界に伴って生成する放射線分解水素の生成により貯槽等の水素発生量が増加するが、臨界事故の有効性評価において示したとおり、貯槽等内の水素濃度はドライ換算 8 v o 1 %未満を維持できる。

(c) 有機溶媒等による火災又は爆発への連鎖

臨界事故が発生する貯槽等において有機溶媒を取り扱うことはないため、有機溶媒等による火災及びT B P等の錯体の急激な分解反応への連鎖はない。

(d) 使用済燃料貯蔵槽における燃料損傷への連鎖

臨界事故が発生する貯槽等は、使用済み燃料貯蔵槽が設置される建屋とは異なる建屋に設置されているため、使用済燃料貯蔵槽における燃料損傷が連鎖して発生することはない。

(3) 判断基準への適合性の検討

臨界事故の拡大防止対策として、未臨界に移行し、及び未臨界を維持すること及び外部への放射性物質の放出量を低減することを目的として、臨界事故の発生が想定される機器への可溶性中性子吸収材の供給手段、臨界事故により発生する放射線分解水素を掃気する手段及び放射性物質を含む気体を貯留する手段を整備しており、これらの対策について、臨界事故の起因となる動的機器の多重故障又は多重誤操作を条件として有効性評価を行った。

臨界事故が発生した貯槽等への可溶性中性子吸収材の供給は、臨界事故の発生を検知した場合に直ちに自動的に開始され、臨界事故が発生した場合に速やかに未臨界に移行し、及び未臨界を維持できる。

また、供給する可溶性中性子吸収材は未臨界に移行するために必要な量に十分な余裕を考慮して配備しており、確実に未臨界に移行する措置を講じることができる。

臨界事故が発生した貯槽等内の水素濃度は、臨界事故による水素の発生を考慮した場合でも、水素爆発未然防止濃度（ドライ換算 8 v o 1 %）未満に維持できる。また、事態の収束の時点においては、水素濃度は可燃限界濃度（ドライ換算 4 v o 1 %）を下回ることができる。

臨界事故が発生した場合において、貯留設備による放射性物質の貯留を講ずることにより、臨界事故による大気中への放射性物質の放出量（セシウム-137換算）は、最大の機器においても 8×10^{-7} T B q であり、設定した貯留設備による放射性物質の貯留の評価に用いるパラメータの不確かさの幅を考慮しても、100 T B q を下回る。

評価条件の不確かさは、運転員等操作時間に与える影響及び評価項目となるパラメータに与える影響は無視できるか又は小さいことを確認

した。

以上の有効性評価は、臨界事故の発生が想定される貯槽等である 2 建屋，6 機器 2 貯槽を対象に実施し，上述のとおり重大事故等対策が有効であることを確認した。

また，想定される事故時環境において，臨界事故の発生が想定される機器に接続する安全機能を有する機器が，損傷又は機能劣化することはない，他の重大事故等が連鎖して発生することがないことを確認した。

以上のことから，臨界事故が発生した場合においても，可溶性中性子吸収材の自動供給により未臨界に移行し，及び未臨界を維持できる。また，有効性評価で示す大気中への放射性物質の放出量は妥当であると考えられ，大気中への異常な水準の放出を防止することができる。

以上より，「6.1.2.1 (9) 判断基準」を満足する。

6.2 臨界事故の拡大防止対策に必要な要員及び資源

臨界事故の拡大防止対策に必要な要員及び資源を以下に示す。

(1) 必要な要員の評価

可溶性中性子吸収材の自動供給として実施する、緊急停止系による工程停止操作及び未臨界への移行判断に必要な要員は、最大3名である。

貯留設備による放射性物質の貯留として実施する、外部への放射性物質の放出抑制の観点で要する作業員は4名である。

臨界事故により発生する放射線分解水素の掃気に必要な要員は2名である。

以上より、臨界事故の対処に必要な要員は最大でも9名であり、実施組織要員の12名にて対処が可能である。

(2) 必要な資源の評価

安全機能の喪失に対する仮定に記載したとおり、臨界事故は、動的機器の機能喪失又は人為的な過失の重畳を起因として発生することから、電源等については平常運転時と同様に使用可能である。

a. 可溶性中性子吸収材

臨界事故への対処で使用する可溶性中性子吸収材は、臨界事故が発生した貯槽等を未臨界に移行し、及び未臨界を維持するために必要な量を保有することとし、具体的には、重大事故時可溶性中性子吸収材供給系の可溶性中性子吸収材供給槽において、臨界事故の発生を想定する機器を未臨界に移行するために必要な量及び配管への滞留量を考慮した量を保有することから、臨界事故が発生した場合に確実に未臨界に移行することが可能である。

b. 圧縮空気

放射線分解水素の掃気に使用する一般圧縮空気系は、有効性評価の機器条件とした $6 \text{ m}^3/\text{h}$ を十分上回る能力を有しているため、水素濃度を可燃限界濃度未満に維持できる。

c. 電源

臨界事故への対処に必要な負荷は、前処理建屋において、460 V 非常用母線の最小余裕約 160 k V A に対し最大でも重大事故等対処施設の貯留設備の空気圧縮機の約 25 k V A である。また、空気圧縮機の起動時を考慮しても約 80 k V A であり最小余裕に対して余裕があることから、必要電源容量を維持できる。

精製建屋においては、460 V 非常用母線の最小余裕約 120 k V A に対し最大でも重大事故等対処施設の貯留設備の空気圧縮機の約 50 k V A である。また、空気圧縮機の起動時を考慮しても約 80 k V A であり最小余裕に対して余裕があることから、必要電源容量を維持できる。

第 6－1 表 臨界事故の発生を想定する貯槽等

建屋	機器名
前処理建屋	溶解槽 A
	溶解槽 B
	エンド ピース酸洗浄槽 A
	エンド ピース酸洗浄槽 B
	ハル洗浄槽 A
	ハル洗浄槽 B
精製建屋	第 5 一時貯留処理槽
	第 7 一時貯留処理槽

第 6.1.1－1 表 前処理建屋における臨界事故の可溶性中性子吸収材の自動供給の手順と
重大事故等対処施設

	判断及び操作	手順	重大事故等対処施設		
			常設重大事故等対処 設備	可搬型重大事故等対処 設備	計装設備
a .	臨界事故の発生 の検知	・異なる 3 台の臨界検知用放射線検出器のうち、2 台以上の臨界検知用放射線検出器が臨界に伴って放出されるガンマ線の線量率の上昇を同時に検知し、論理回路により、臨界事故の発生を想定する機器において、臨界事故が発生したと判定する。	—	—	・臨界検知用放射線検出器
b .	可溶性中性子吸収材の供給	・臨界検知用放射線検出器により臨界事故の発生検知後、重大事故時可溶性中性子吸収材供給系により直ちに自動で臨界事故が発生した貯槽等に可溶性中性子吸収材を重力流で供給する。	・重大事故時可溶性中性子吸収材供給系主配管 ・重大事故時可溶性中性子吸収材供給系供給貯槽 ・重大事故時可溶性中性子吸収材供給系供給弁	—	—
		・中央制御室からの操作により、緊急停止系を作動させ、使用済燃料のせん断を停止する。	—	—	・緊急停止系 ・緊急停止操作スイッチ

(つづき)

	判断及び操作	手順	重大事故等対処施設		
			常設重大事故等対処設備	可搬型重大事故等対処設備	計装設備
c.	未臨界確保の判断	・ 重大事故時可溶性中性子吸収材供給系による可溶性中性子吸収材の供給後，放射線計測設備として配備するガンマ線用サーベイメータ及び中性子線用サーベイメータにより臨界事故が発生した貯槽等を収納したセル周辺の線量当量率を計測し，臨界事故が発生した貯槽等の未臨界確保を判断する。	—	・ ガンマ線用サーベイメータ ・ 中性子線用サーベイメータ	—

第 6.1.1－2 表 精製建屋における臨界事故の可溶性中性子吸収材の自動供給の手順と重大事故等対処施設

	判断及び操作	手順	重大事故等対処施設		
			常設重大事故等対処設備	可搬型重大事故等対処設備	計装設備
a.	臨界事故の発生の検知	・異なる 3 台の臨界検知用放射線検出器のうち，2 台以上の臨界検知用放射線検出器が臨界に伴って放出されるガンマ線の線量率の上昇を同時に検知し，論理回路により，臨界事故の発生を想定する機器において，臨界事故が発生したと判定する。	—	—	・臨界検知用放射線検出器
b.	可溶性中性子吸収材の供給	・臨界検知用放射線検出器により臨界事故の発生検知後，重大事故時可溶性中性子吸収材供給系により直ちに自動で臨界事故が発生した貯槽等に可溶性中性子吸収材を重力流で供給する。	・重大事故時可溶性中性子吸収材供給系主配管 ・重大事故時可溶性中性子吸収材供給系供給貯槽 ・重大事故時可溶性中性子吸収材供給系供給弁	—	—
		・中央制御室からの操作により，緊急停止系を作動させ，溶液の移送を停止する。	—	—	・緊急停止系 ・緊急停止操作スイッチ

(つづき)

	判断及び操作	手順	重大事故等対処施設		
			常設重大事故等対処設備	可搬型重大事故等対処設備	計装設備
	未臨界確保の判断	・重大事故時可溶性中性子吸収材供給系による可溶性中性子吸収材の供給後，放射線計測設備として配備するガンマ線用サーベイメータ及び中性子線用サーベイメータにより臨界事故が発生した貯槽等を収納したセル周辺の線量当量率を計測し，臨界事故が発生した貯槽等の未臨界確保を判断する。	—	・ガンマ線用サーベイメータ ・中性子線用サーベイメータ	—

第 6.1.1－3 表 前処理建屋における放射線分解水素の掃気の手順と重大事故等対処施設

	判断及び操作	手順	重大事故等対処施設		
			常設重大事故等対処設備	可搬型重大事故等対処設備	計装設備
a .	一般圧縮空気系からの空気の供給	・ 臨界検知用放射線検出器による臨界事故の発生の検知後，臨界事故が発生した貯槽等に接続する配管と一般圧縮空気系を，可搬型建屋内ホースを用いて接続し，臨界事故が発生した貯槽等に空気を供給する。 - 供給においては，可搬型貯槽掃気用圧縮空気流量計の指示値により，臨界事故が発生した機器に所定の流量で空気が供給されていることを確認する。	・ 掃気用空気系 ・ 掃気用空気供給配管	・ 可搬型建屋内ホース	・ 可搬型貯槽掃気圧縮空気流量計

第 6.1.1－4 表 精製建屋における放射線分解水素の掃気の手順と重大事故等対処施設

	判断及び操作	手順	重大事故等対処施設		
			常設重大事故等対処設備	可搬型重大事故等対処設備	計装設備
a .	一般圧縮空気系からの空気の供給	・ 臨界検知用放射線検出器による臨界事故の発生の検知後，臨界事故が発生した貯槽等に接続する配管と一般圧縮空気系を，可搬型建屋内ホースを用いて接続し，臨界事故が発生した貯槽等に空気を供給する。 供給においては，可搬型貯槽掃気用圧縮空気流量計の指示値により，臨界事故が発生した機器に所定の流量で空気が供給されていることを確認する。	・ 掃気用空気系 ・ 掃気用空気供給配管	・ 可搬型建屋内ホース	・ 可搬型貯槽掃気圧縮空気流量計

第 6.1.1－5 表 前処理建屋における臨界事故の貯留設備による放射性物質の貯留の手順と重大事故等対処施設

	判断及び操作	手順	重大事故等対処施設		
			常設重大事故等対処設備	可搬型重大事故等対処設備	計装設備
a .	貯留タンクへの導出	・臨界検知用放射線検出器による臨界事故の発生の検知後，臨界事故が発生した貯槽等が接続される廃ガス処理設備の流路を自動的に遮断するとともに，貯留タンクへの経路を確立し，臨界事故で発生する放射性物質を貯留タンクに導く。	・排風機 ・隔離弁 ・廃ガス処理設備 主配管 ・貯留設備の隔離弁 ・貯留設備の空気圧縮機 ・貯留設備の逆止弁 ・貯留設備の貯留タンク	—	—

(つづき)

	判断及び操作	手順	重大事故等対処施設		
			常設重大事故等対処設備	可搬型重大事故等対処設備	計装設備
b.	貯留タンクへの導出完了判断	・貯留タンクへの放射性物質の導出開始後，貯留タンク内の圧力の上昇，貯留タンク入口の放射線モニタの指示値の上昇及び流量計の指示値の上昇により，放射性物質を含む気体の導出が開始されたことを確認する。また，併せて主排気筒の排気筒モニタの指示値が上昇しないことをもって，放射性物質を含む気体が貯留タンクに確実に導かれていることを確認する。	・排気筒モニタ	—	・貯留設備の圧力計 ・貯留設備の流量計 ・貯留設備の放射線モニタ
		・可溶性中性子吸収材の自動供給により，臨界事故が発生した貯槽等が未臨界に移行したことを，臨界事故が発生した貯槽等の周辺の線量当量率の低下を確認したうえで，貯留タンク内の圧力が規定の圧力（0.7MP a）に達した場合に，導出の完了と判断する。	・貯留設備の隔離弁 ・貯留設備の空気圧縮機 ・貯留設備の逆止弁 ・貯留設備の貯留タンク	—	・貯留設備の圧力計

(つづき)

	判断及び操作	手順	重大事故等対処施設		
			常設重大事故等対処設備	可搬型重大事故等対処設備	計装設備
c.	廃ガス処理設備による換気再開	・貯留タンクへの放射性物質の導出完了後，中央制御室において臨界事故が発生した貯槽等が接続される廃ガス処理設備の弁の開操作を行い，排風機を再起動して，高い除染能力が期待できる平常運転時の放出経路に復旧し，機器内に残留している放射性物質を管理された状態において主排気筒を介して放出する。また，貯留タンクの入口には逆止弁が設けられており，廃ガス処理設備の排風機を起動した場合でも貯留タンク内の放射性物質は廃ガス処理設備に逆流しない。	・高性能粒子フィルタ ・排風機 ・隔離弁 ・廃ガス処理設備 主配管	—	・監視制御盤 ・安全系監視制御盤
		・廃ガス処理設備の再起動後，貯留タンクの隔離弁を閉止し，空気圧縮機を停止する。	・貯留設備の隔離弁 ・貯留設備の空気圧縮機	—	—

第 6.1.1－6 表 精製建屋における臨界事故の貯留設備による放射性物質の貯留の手順と重大事故等対処施設

	判断及び操作	手順	重大事故等対処施設		
			常設重大事故等対処設備	可搬型重大事故等対処設備	計装設備
a .	貯留タンクへの導出	・ 臨界検知用放射線検出器による臨界事故の発生の検知後，臨界事故が発生した貯槽等が接続される廃ガス処理設備の流路を自動的に遮断するとともに，貯留タンクへの経路を確立し，臨界事故で発生する放射性物質を貯留タンクに導く。	・ 排風機 ・ 隔離弁 ・ 廃ガス処理設備 主配管 ・ 貯留設備の隔離弁 ・ 貯留設備の空気圧縮機 ・ 貯留設備の逆止弁 ・ 貯留設備の貯留タンク	—	—

(つづき)

	判断及び操作	手順	重大事故等対処施設		
			常設重大事故等対処設備	可搬型重大事故等対処設備	計装設備
b.	貯留タンクへの導出完了判断	・貯留タンクへの放射性物質の導出開始後，貯留タンク内の圧力の上昇，貯留タンク入口の放射線モニタの指示値の上昇及び流量計の指示値の上昇により，放射性物質を含む気体の導出が開始されたことを確認する。また，併せて主排気筒の排気筒モニタの指示値が上昇しないことをもって，放射性物質を含む気体が貯留タンクに確実に導かれていることを確認する。	・排気筒モニタ	—	・貯留設備の圧力計 ・貯留設備の流量計 ・貯留設備の放射線モニタ
		・可溶性中性子吸収材の自動供給により，臨界事故が発生した貯槽等が未臨界に移行したことを，臨界事故が発生した貯槽等の周辺の線量当量率の低下を確認したうえで，貯留タンク内の圧力が規定の圧力（0.7MPa）に達した場合に，導出の完了と判断する。	・貯留設備の隔離弁 ・貯留設備の空気圧縮機 ・貯留設備の逆止弁 ・貯留設備の貯留タンク	—	・貯留設備の圧力計

(つづき)

	判断及び操作	手順	重大事故等対処施設		
			常設重大事故等対処設備	可搬型重大事故等対処設備	計装設備
c.	廃ガス処理設備による換気再開	・貯留タンクへの放射性物質の導出完了後，中央制御室において臨界事故が発生した貯槽等が接続される廃ガス処理設備の弁の開操作を行い，排風機を再起動して，高い除染能力が期待できる平常運転時の放出経路に復旧し，機器内に残留している放射性物質を管理された状態において主排気筒を介して放出する。また，貯留タンクの入口には逆止弁が設けられており，廃ガス処理設備の排風機を起動した場合でも貯留タンク内の放射性物質は廃ガス処理設備に逆流しない。	・高性能粒子フィルタ ・排風機 ・隔離弁 ・廃ガス処理設備 主配管	—	・監視制御盤 ・安全系監視制御盤
		・廃ガス処理設備の再起動後，貯留タンクの隔離弁を閉止し，空気圧縮機を停止する。	・貯留設備の隔離弁 ・貯留設備の空気圧縮機	—	—

第 6.1.2－1 表 溶解槽等の臨界事故において安全機能の喪失を想定する機器

臨界事故の発生を想定する機器	安全機能の喪失を想定する機器		
	異常の発生防止に係る計測制御設備の安全機能	異常の進展防止に係る安全上重要な計測制御設備の安全機能	臨界事故の影響緩和に係る安全機能
溶解槽	・ 燃料送り出し装置における燃料送り出し長さの制御 ・ 溶解用硝酸供給機能	・ 燃料せん断長位置異常警報 ・ 溶解用供給硝酸流量低警報 ・ 溶解槽溶解液密度高警報 ・ 硝酸供給槽密度低警報 ・ せん断停止回路	・ 可溶性中性子吸収材緊急供給回路 ・ 可溶性中性子吸収材緊急供給系
エンドピース酸洗浄槽	・ せん断機のせん断刃位置制御	・ エンドピースせん断位置異常警報 ・ エンドピース酸洗浄槽洗浄液密度高警報 ・ せん断停止回路	—
ハル洗浄槽	・ 溶解用硝酸供給機能 ・ 溶解槽溶液加熱機能	・ 溶解槽供給硝酸流量低警報 ・ 硝酸供給槽密度低警報 ・ 溶解槽溶解液温度低警報 ・ せん断停止回路	—

第 6.1.2－2 表 臨界事故の対処に使用する設備

機器グループ	設備		臨界事故の拡大を防止するための設備		
			可溶性中性子吸収材の自動供給	臨界事故により発生する放射線の解水素の抑気	貯留設備による放射性物質の貯留
	設備名称	構成する機器	重大事故等対処設備	重大事故等対処設備	重大事故等対処設備
前処理建屋 臨界	代替計測制御系統施設	臨界検知用放射線検出器(溶解槽用)	○	×	×
		緊急停止操作スイッチ(溶解施設用)(電路含む)	○	×	×
		監視制御盤(前処理建屋)(電路含む)	×	×	×
		安全系監視制御盤(前処理建屋)	○	×	×
		緊急停止系(前処理建屋)(工程制御盤、電路含む)	○	×	×
	代替溶解設備	重大事故時可溶性中性子吸収材供給貯槽(溶解槽用)	○	×	×
		重大事故時可溶性中性子吸収材供給弁(溶解槽用)	○	×	×
		重大事故時可溶性中性子吸収材供給系主配管・弁(溶解槽用)[流路]	○	×	×
	電気設備	前処理建屋の6.9kV非常用母線	○	○	○
		前処理建屋の460V非常用母線	○	○	○
		前処理建屋の非常用直流電源設備	○	○	○
		制御建屋の6.9kV非常用母線	○	○	○
		制御建屋の460V非常用母線	○	○	○
		制御建屋の非常用直流電源設備	○	○	○
		非常用電源建屋の6.9kV非常用主母線	○	○	○
		受電変圧器	○	○	○
		受電開閉設備	○	○	○
		前処理建屋の6.9kV運転予備用母線	○	○	○
		前処理建屋の460V運転予備用母線	○	○	○
		前処理建屋の常用直流電源設備	○	○	○
		ユーティリティ建屋の6.9kV運転予備用主母線	○	○	○
		制御建屋の6.9kV運転予備用母線	○	○	○
		制御建屋の460V運転予備用母線	○	○	○
		制御建屋の常用直流電源設備	○	○	○
	代替安全圧縮空気系	安全圧縮空気系主配管・弁[流路]	○	×	×
	計測制御系統施設	監視制御盤(前処理建屋)(電路含む)	○	×	○
		安全系監視制御盤(前処理建屋)	×	×	○
	(計測制御系統施設)	臨界検知用放射線検出器(ハル洗浄槽用)	○	×	×
		臨界検知用放射線検出器(エンドピース酸洗浄槽用)	○	×	×
		緊急停止操作スイッチ(溶解施設用)(電路含む)	○	×	×
		緊急停止系(工程制御盤、電路含む)	○	×	×
		可搬型貯槽排気圧縮空気流量計(溶解槽、ハル洗浄槽、エンドピース酸洗浄槽用)	×	○	×
		貯留設備の圧力計	×	×	○
		貯留設備の流量計	×	×	○
		貯留設備の放射線モニタ	×	×	○
	溶解設備	溶解槽	○	○	×
		ハル洗浄槽	○	○	×
		エンドピース酸洗浄槽	○	○	×
		可溶性中性子吸収材緊急供給系	×	×	×
		溶解槽の水封部	×	×	×
	(溶解設備)	重大事故時可溶性中性子吸収材供給貯槽(ハル洗浄槽用)	○	×	×
		重大事故時可溶性中性子吸収材供給弁(ハル洗浄槽用)	○	×	×
		重大事故時可溶性中性子吸収材供給系主配管・弁(ハル洗浄槽用)[流路]	○	×	×
		重大事故時可溶性中性子吸収材供給貯槽(エンドピース酸洗浄槽用)	○	×	×
		重大事故時可溶性中性子吸収材供給弁(エンドピース酸洗浄槽用)	○	×	×
		重大事故時可溶性中性子吸収材供給系主配管・弁(エンドピース酸洗浄槽用)[流路]	○	×	×
		可搬型可溶性中性子吸収材供給器	×	×	×

(つづき)

機器グループ	設備		臨界事故の拡大を防止するための設備		
			可溶性中性子吸収材の自動供給	臨界事故により発生する放射線分解水素の掃気	貯留設備による放射性物質の貯留
	設備名称	構成する機器	重大事故等対処設備	重大事故等対処設備	重大事故等対処設備
前処理建屋 臨界	(せん断処理・溶解廃ガス処理設備)	貯留設備の隔離弁	×	×	○
		貯留設備の空気圧縮機	×	×	○
		貯留設備の逆止弁	×	×	○
		貯留設備の貯留タンク	×	×	○
		貯留設備主配管・弁〔流路〕	×	×	○
	せん断処理・溶解廃ガス処理設備	凝縮器	×	×	○
		第1高性能粒子フィルタ	×	×	○
		第2高性能粒子フィルタ	×	×	○
		排風機	×	×	○
		隔離弁	×	×	○
		圧力計	×	×	○
		せん断処理・溶解廃ガス処理設備主配管・弁〔流路〕	×	×	○
	前処理建屋換気設備	ダクト・ダンパ〔流路〕	×	×	○
		排風機	×	×	×
	主排気筒	主排気筒	×	×	○
	一般冷却水系	冷水1Aポンプ	×	×	○
		冷水1A膨張槽	×	×	○
		冷水1A中間熱交換器	×	×	○
		一般冷却水系配管・弁〔流路〕	×	×	○
	一般圧縮空気系	一般圧縮空気系配管・弁〔流路〕	○	○	○
	(一般圧縮空気系)	可搬型建屋内ホース(溶解槽、ハル洗浄槽、エンドピース酸洗浄槽用)〔流路〕	×	○	×
		掃気用空気供給配管・弁(溶解設備)(溶解槽用)〔流路〕	×	○	×
		掃気用空気供給配管・弁(計測制御系)(溶解槽用)〔流路〕	×	○	×
		掃気用空気供給配管・弁(溶解設備)(エンドピース酸洗浄槽用)〔流路〕	×	○	×
		掃気用空気供給配管・弁(計測制御系)(エンドピース酸洗浄槽用)〔流路〕	×	○	×
		掃気用空気供給配管・弁(溶解設備)(ハル洗浄槽用)〔流路〕	×	○	×
		可搬型空気圧縮機	×	×	×
	安全圧縮空気系	安全空気圧縮機	×	○	×
		計測制御用空気貯槽	×	×	○
		計測制御用安全圧縮空気系主配管・弁〔流路〕	×	×	○
		水素掃気用空気貯槽	×	○	×
		水素掃気用安全圧縮空気系主配管・弁〔流路〕	×	○	×
	低レベル廃液処理設備	第1低レベル廃液処理系配管〔流路〕	×	×	○
	放射線監視設備	排気筒モニタ	×	×	○
	(放射線監視設備)	ガンマ線用サーベイメータ	○	×	×
		中性子線用サーベイメータ	○	×	×

(つづき)

機器グループ	設備		臨界事故の拡大を防止するための設備		
			可溶性中性子吸収材の自動供給	臨界事故により発生する放射線分解水素の掃気	貯留設備による放射性物質の貯留
	設備名称	構成する機器	重大事故等対処設備	重大事故等対処設備	重大事故等対処設備
精製建屋 臨界	計測制御系統施設	緊急停止操作スイッチ(精製施設用)(電路含む)	○	×	×
		監視制御盤(精製施設用)(電路含む)	○	×	○
		安全系監視制御盤(精製建屋)	×	×	○
		緊急停止系(精製建屋)(工程制御盤, 電路含む)	○	×	×
	(計測制御系統施設)	臨界検知用放射線検出器(第5一時貯留処理槽)	○	×	×
		臨界検知用放射線検出器(第7一時貯留処理槽用)	○	×	×
		可搬型貯槽掃気圧縮空気流量計(第5一時貯留処理槽, 第7一時貯留処理槽用)	×	○	×
		貯留設備の圧力計	×	×	○
		貯留設備の流量計	×	×	○
		貯留設備の放射線モニタ	×	×	○
	精製建屋一時貯留処理設備	第5一時貯留処理槽	○	○	×
		第7一時貯留処理槽	○	○	×
	(精製建屋一時貯留処理設備)	重大事故時可溶性中性子吸収材供給貯槽(第5一時貯留処理槽用)	○	×	×
		重大事故時可溶性中性子吸収材供給弁(第5一時貯留処理槽用)	○	×	×
		重大事故時可溶性中性子吸収材供給系主配管・弁(第5一時貯留処理槽用)[流路]	○	×	×
		重大事故時可溶性中性子吸収材供給貯槽(第7一時貯留処理槽用)	○	×	×
		重大事故時可溶性中性子吸収材供給弁(第7一時貯留処理槽用)	○	×	×
		重大事故時可溶性中性子吸収材供給系主配管・弁(第7一時貯留処理槽用)[流路]	○	×	×
		可搬型可溶性中性子吸収材供給器	×	×	×
	電気設備	精製建屋の6.9kV運転予備用母線	○	○	○
		精製建屋の460V運転予備用母線	○	○	○
		精製建屋の常用直流電源設備	○	○	○
		ユーティリティ建屋の6.9kV運転予備用主母線	○	○	○
		制御建屋の6.9kV運転予備用母線	○	○	○
		制御建屋の460V運転予備用母線	○	○	○
		制御建屋の常用直流電源設備	○	○	○
		受電変圧器	○	○	○
		受電開閉設備	○	○	○
		精製建屋の6.9kV非常用母線	×	×	○
		精製建屋の460V非常用母線	×	×	○
		精製建屋の非常用直流電源設備	×	×	○
		非常用電源建屋の6.9kV非常用主母線	×	×	○
		制御建屋の6.9kV非常用母線	×	×	○
		制御建屋の460V非常用母線	×	×	○
		制御建屋の非常用直流電源設備	×	×	○

(つづき)

機器グループ	設備		臨界事故の拡大を防止するための設備		
			可溶性中性子吸収材の自動供給	臨界事故により発生する放射線分解水素の掃気	貯留設備による放射性物質の貯留
	設備名称	構成する機器	重大事故等対処設備	重大事故等対処設備	重大事故等対処設備
精製建屋 臨界	(精製建屋 塔槽類廃ガス処理設備)	貯留設備の隔離弁	×	×	○
		貯留設備の空気圧縮機	×	×	○
		貯留設備の逆止弁	×	×	○
		貯留設備の貯留タンク	×	×	○
		貯留設備主配管・弁〔流路〕	×	×	○
	精製建屋 塔槽類廃ガス処理設備	凝縮器	×	×	○
		高性能粒子フィルタ	×	×	○
		排風機	×	×	○
		隔離弁	×	×	○
		圧力計	×	×	○
		精製建屋塔槽類廃ガス処理設備(プルトニウム系)主配管・弁〔流路〕	×	×	○
		廃ガス ポット	×	×	×
	精製建屋換気設備	ダクト・ダンパ〔流路〕	×	×	×
		排風機	×	×	×
	主排気筒	主排気筒	×	×	○
	一般冷却水系	冷水1ポンプ	×	×	○
		冷水1膨張槽	×	×	○
		冷水1中間熱交換器	×	×	○
		一般冷却水系配管・弁〔流路〕	×	×	○
	一般圧縮空気系	一般圧縮空気系配管・弁〔流路〕	○	○	○
	(一般圧縮空気系)	可搬型建屋内ホース(第5一時貯留処理槽, 第7一時貯留処理槽用)〔流路〕	×	○	×
		掃気用空気供給配管・弁(精製建屋一時貯留処理設備)(第5一時貯留処理槽用)〔流路〕	×	○	×
		掃気用空気供給配管・弁(計測制御系)(第5一時貯留処理槽用)〔流路〕	×	○	×
		掃気用空気供給配管・弁(精製建屋一時貯留処理設備)(第7一時貯留処理槽用)〔流路〕	×	○	×
		掃気用空気供給配管・弁(計測制御系)(第7一時貯留処理槽用)〔流路〕	×	○	×
		可搬型空気圧縮機	×	×	×
	安全圧縮空気系	安全空気圧縮機	×	○	×
		水素掃気用空気貯槽	×	○	×
		水素掃気用安全圧縮空気系主配管・弁〔流路〕	×	○	×
	低レベル廃液処理設備	第1低レベル廃液処理系配管〔流路〕	×	×	○
	放射線監視設備	排気筒モニタ	×	×	○
	(放射線監視設備)	ガンマ線用サーベイメータ	○	×	×
		中性子線用サーベイメータ	○	×	×

第 6.1.2－3 表 臨界事故の可溶性中性子吸収材の自動供給における主要な評価条件

施設	臨界事故の発生を想定する機器	解析上考慮する核燃料物質の種類と形態	核燃料物質の質量，濃度，液量等	解析における形状	同位体組成	可溶性中性子吸収材供給量
溶解施設	溶解槽	非均質部：非均質 $\text{UO}_2 + \text{UO}_2(\text{NO}_3)_2$ 水溶液 均質部： $\text{UO}_2(\text{NO}_3)_2$	燃料装荷量： 145kg・ UO_2 /バケット～ 580kg・ UO_2 /バケット 溶解液ウラン濃度：0～ 600g・U/L	溶解槽の形状	$^{235}\text{U} : ^{238}\text{U} = 5 : 95$	2100g・Gd
	エンドピース酸洗浄槽	非均質 $\text{UO}_2 + \text{H}_2\text{O}$	燃料装荷量：550kg・ UO_2	球	$^{235}\text{U} : ^{238}\text{U} = 5 : 95$	4200g・Gd
	ハル洗浄槽	非均質 $\text{UO}_2 + \text{H}_2\text{O}$	(ハル洗浄槽内が燃料せん断片と水の混合物で充満した状態)	円筒形	$^{235}\text{U} : ^{238}\text{U} = 5 : 95$	3000g・Gd
精製施設	第 5 一時貯留処理槽	均質 $\text{Pu}(\text{NO}_3)_3$ 水溶液	Pu 濃度：■g・Pu/L 液量：200L	第 5 一時貯留処理槽の形状	$^{239}\text{Pu} : ^{240}\text{Pu} : ^{241}\text{Pu} = 71 : 17 : 12$	150g・Gd
	第 7 一時貯留処理槽	均質 $\text{Pu}(\text{NO}_3)_3$ 水溶液	Pu 濃度：■g・Pu/L 液量：3000L	第 7 一時貯留処理槽の形状	$^{239}\text{Pu} : ^{240}\text{Pu} : ^{241}\text{Pu} = 71 : 17 : 12$	2400g・Gd

■については商業機密の観点から公開できません。

第6.1.2－4表 臨界継続時の評価条件（共通条件）

項目	設定値
臨界における水素発生 G 値 [molecules/100eV]	1.8
バースト期の核分裂数[fissions]	1.0E+18
プラトー期の核分裂率[fissions/s]	1.0E+15
臨界継続時間[min]	10
バースト期の水素発生量[m ³]	0.134
プラトー期の水素発生量[m ³ /h]	0.482

第6.1.2－5表 臨界継続時の評価条件（個別条件）

建屋名	機器名	気相部容積 [m ³]	平常運転時掃気 流量 [m ³ /h]	沸騰までの時間 [min]
前処理建屋	溶解槽 A	6.97	0.671	（沸騰しない）
	溶解槽 B	6.97	0.671	（沸騰しない）
	エンドピース酸洗浄槽 A	3	0.2	（沸騰しない）
	エンドピース酸洗浄槽 B	3	0.2	（沸騰しない）
	ハル洗浄槽 A	7.008※ ¹	0.139	5
	ハル洗浄槽 B	7.008※ ¹	0.139	5
精製建屋	第5一時貯留処理槽	3.6	0.042	2.9
	第7一時貯留処理槽	3.8	0.406	（沸騰しない）

※1 接続する溶解槽の気相部容積も考慮している。

第6.1.2－6表 未臨界移行後の評価条件（個別条件）

建屋名	機器名	液量 [m ³]	硝酸濃度 [mol/L]	G 値		崩壊熱密度		水素発生 量 [m ³ /h]
				G α [molecules /100eV]	G $\beta\gamma$ [molecules /100eV]	α [W/m ³]	β [W/m ³]	
前処理建屋	溶解槽 A	3	0	1.4E+00	4.5E-01	4.016E+02	1.098E+03	2.65E-2
	溶解槽 B	3	0	1.4E+00	4.5E-01	4.016E+02	1.098E+03	2.65E-2
	エンドピース酸洗浄槽 A	2.1	3	1.1E-01	4.2E-02	4.016E+02	1.098E+03	1.60E-3
	エンドピース酸洗浄槽 B	2.1	3	1.1E-01	4.2E-02	4.016E+02	1.098E+03	1.60E-3
	ハル洗浄槽 A	0.2	0	1.4E+00	4.5E-01	4.016E+02	1.098E+03	1.77E-3
	ハル洗浄槽 B	0.2	0	1.4E+00	4.5E-01	4.016E+02	1.098E+03	1.77E-3
精製建屋	第5一時貯留処理槽	0.2	0.91	4.7E-01	9.8E-02	9.6E+02	0.0E+00	7.60E-4
	第7一時貯留処理槽	3	0.5	6.4E-01	1.57E-01	9.6E+02	0.0E+00	1.60E-2

第6.1.2－7表 大気中への放射性物質の放出量の算定に用いた主要な評価条件

施設	臨 界 事 故 の 発 生 を 想 定 す る 機 器	臨 界 事 故 が 発 生 し た 貯 槽 等 が 保 有 性 放 射 性 物 質 量	臨 界 事 故 の 影 響 を 受 け る 割 合	核 分 裂 の 熱 エ ネ ル ギ ー に 基 づ いて よ り 物 質 が 性 器 の 行 移 合	大 気 中 へ の 放 出 経 路 に お け る 低 減 割 合	肺 に 吸 収 さ れ 得 る 浮 遊 性 状 物 質 の 割 合
溶 解 施 設	溶 解 槽	溶 解 液 の 放 射 能 濃 度	全 核 分 裂 数 (1.6×10^{18} fi ssions) に 相 当 す る 溶 液 の 沸 騰 量 (23L) より 設 定	エ ア ロ ズ ル : 5×10^{-4} ル テ ニ ウ ム : 1×10^{-3}	1.5×10^{-6}	1
	エ ン ド ピ ー ス 酸 洗 浄 槽	溶 解 液 の 放 射 能 濃 度			5×10^{-7}	
	ハ ル 洗 浄 槽	溶 解 液 の 放 射 能 濃 度			1.5×10^{-6}	
精 製 施 設	第 5 一 時 貯 留 処 理 槽	硝 酸 プ ル ト ニ ウ ム 溶 液 (24gPu/L)			1×10^{-6}	
	第 7 一 時 貯 留 処 理 槽	硝 酸 プ ル ト ニ ウ ム 溶 液 (24gPu/L)			2.5×10^{-6}	

第 6.1.2－8 表 可溶性中性子吸収材供給後の実効増倍率

建屋	臨界事故の発生を想定する機器	実効増倍率 $k_{eff}+3\sigma$
溶解施設	溶解槽	0.925
	エンドピース酸洗浄槽	0.941
	ハル洗浄槽	0.940
精製施設	第 5 一時貯留処理槽	0.776
	第 7 一時貯留処理槽	0.921

第6.1.2－9表 臨界事故の発生後に機器内の水素濃度が水素爆発未然防止濃度に達する時間と
可燃限界濃度未満にするために必要な空気量

建屋名	機器名	水素爆発未然防止濃度に達する時間 [h]	最大水素濃度 (vol%)	溶液由来の放射線分解水素の水素濃度平衡値 (vol%)
前処理建屋	溶解槽 A	(達しない)	3	3.8
	溶解槽 B	(達しない)	3	3.8
	エンドピース酸洗浄槽 A	(達しない)	7	0.8
	エンドピース酸洗浄槽 B	(達しない)	7	0.8
	ハル洗浄槽 A	(達しない)	3	1.3
	ハル洗浄槽 B	(達しない)	3	1.3
精製建屋	第5一時貯留処理槽	(達しない)	6	1.8
	第7一時貯留処理槽	(達しない)	6	3.8

第6.1.2－10表 溶解槽における臨界事故時の放出量

核 種	放出量 (B q)
S r - 90	1.3×10^4
C s - 137	1.7×10^4
E u - 154	8.1×10^2
P u - 238	1.2×10^3
P u - 239	1.2×10^2
P u - 240	1.8×10^2
P u - 241	2.5×10^4
A m - 241	1.3×10^3
C m - 244	8.5×10^2

第6.1.2－11表 エンドピース酸洗浄槽における
臨界事故時の放出量

核 種	放出量 (B q)
S r － 90	4.1×10^3
C s － 137	5.7×10^3
E u － 154	2.7×10^2
P u － 238	3.9×10^2
P u － 239	3.7×10^1
P u － 240	6.0×10^1
P u － 241	8.2×10^3
A m － 241	4.1×10^2
C m － 244	2.9×10^2

第6.1.2-12表 ハル洗浄槽における臨界事故時の放出量

核 種	放出量 (B q)
S r - 90	1.3×10^4
C s - 137	1.7×10^4
E u - 154	8.1×10^2
P u - 238	1.2×10^3
P u - 239	1.2×10^2
P u - 240	1.8×10^2
P u - 241	2.5×10^4
A m - 241	1.3×10^3
C m - 244	8.5×10^2

第6.1.2－13表 第5一時貯留処理槽における
臨界事故時の放出量

核 種	放出量 (B q)
P u － 238	7.8×10^3
P u － 239	7.4×10^2
P u － 240	1.2×10^3
P u － 241	1.7×10^5

第6.1.2-14表 第7一時貯留処理槽における
臨界事故時の放出量

核 種	放出量 (B q)
P u - 238	2.0×10^4
P u - 239	1.9×10^3
P u - 240	3.0×10^3
P u - 241	4.1×10^5

第6.1.2－15表 溶解槽における放射性物質の放出量
(C s－137換算)

評価対象	放出量(T B q)
C s－137換算値	1.1×10^{-7}

第6.1.2－16表 エンドピース酸洗浄槽における放射性物質の
放出量（C s－137換算）

評価対象	放出量（T B q）
C s－137換算値	3.5×10^{-8}

第6.1.2－17表 ハル洗浄槽における放射性物質の放出量
(C s－137換算)

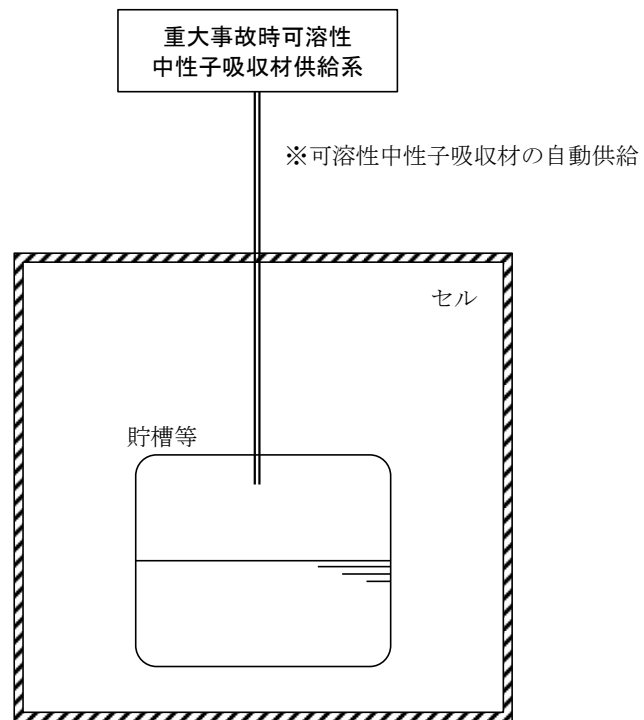
評価対象	放出量(T B q)
C s－137換算値	1.1×10^{-7}

第6.1.2－18表 第5一時貯留処理槽における放射性物質の
放出量（C s－137換算）

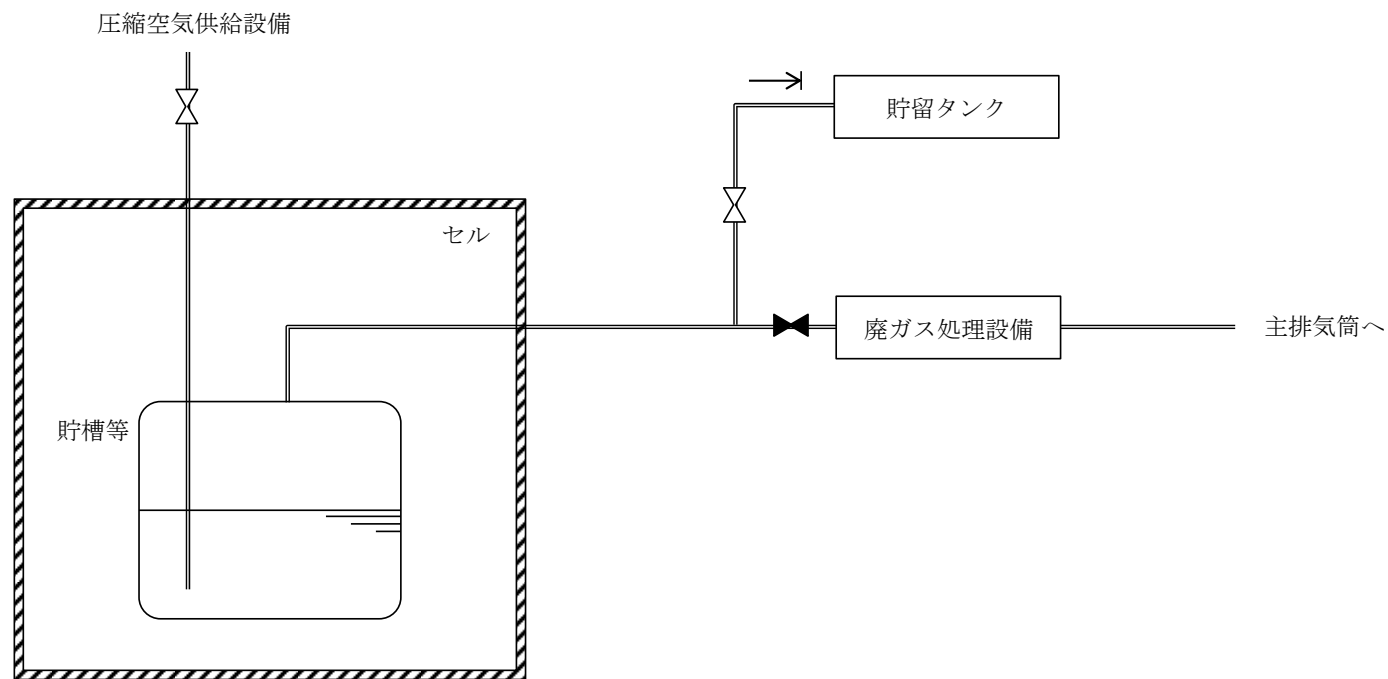
評価対象	放出量（T B q）
C s－137換算値	3.1×10^{-7}

第6.1.2－19表 第7一時貯留処理槽における放射性物質の
放出量（C s－137換算）

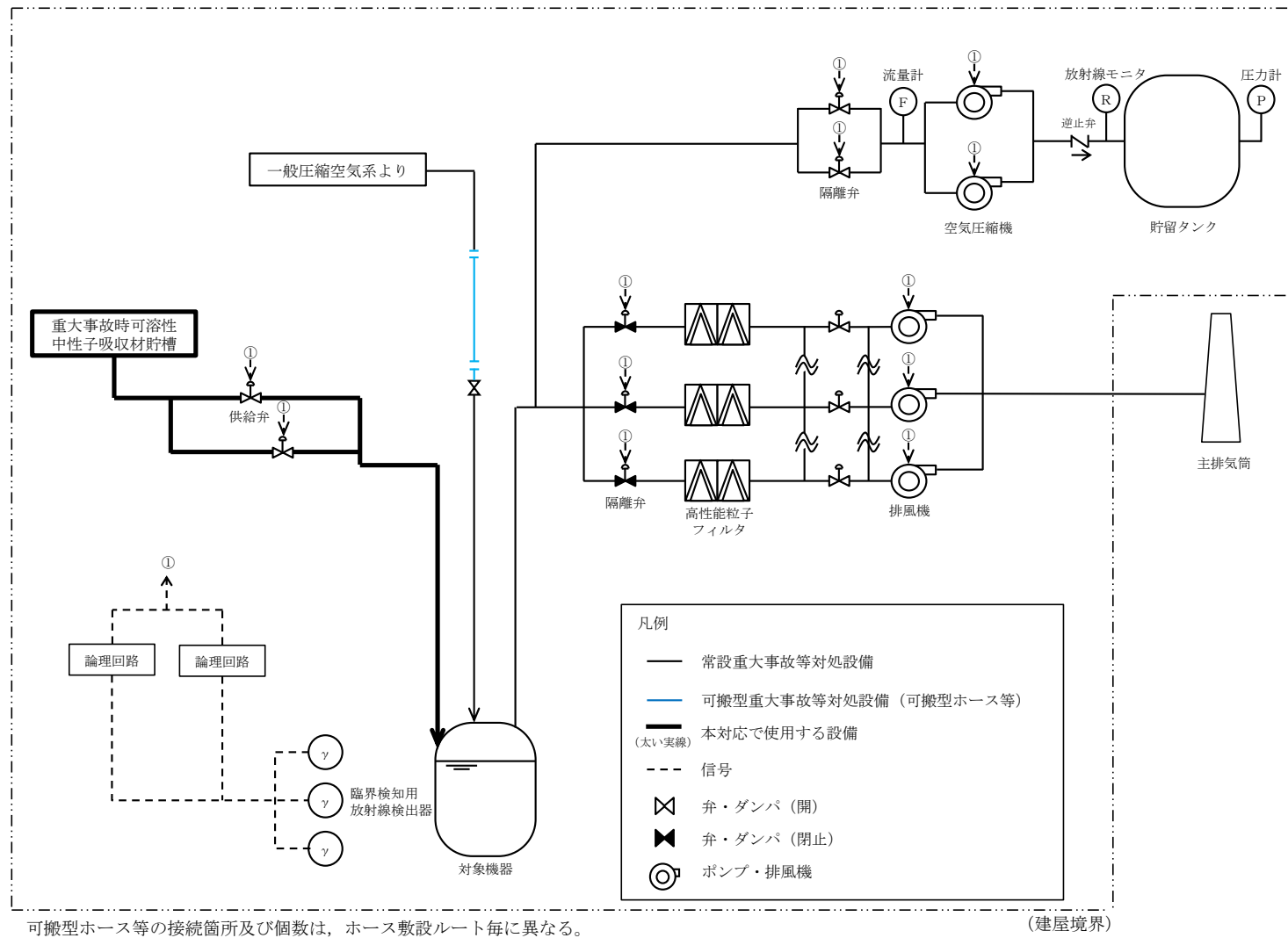
評価対象	放出量（T B q）
C s－137換算値	7.6×10^{-7}



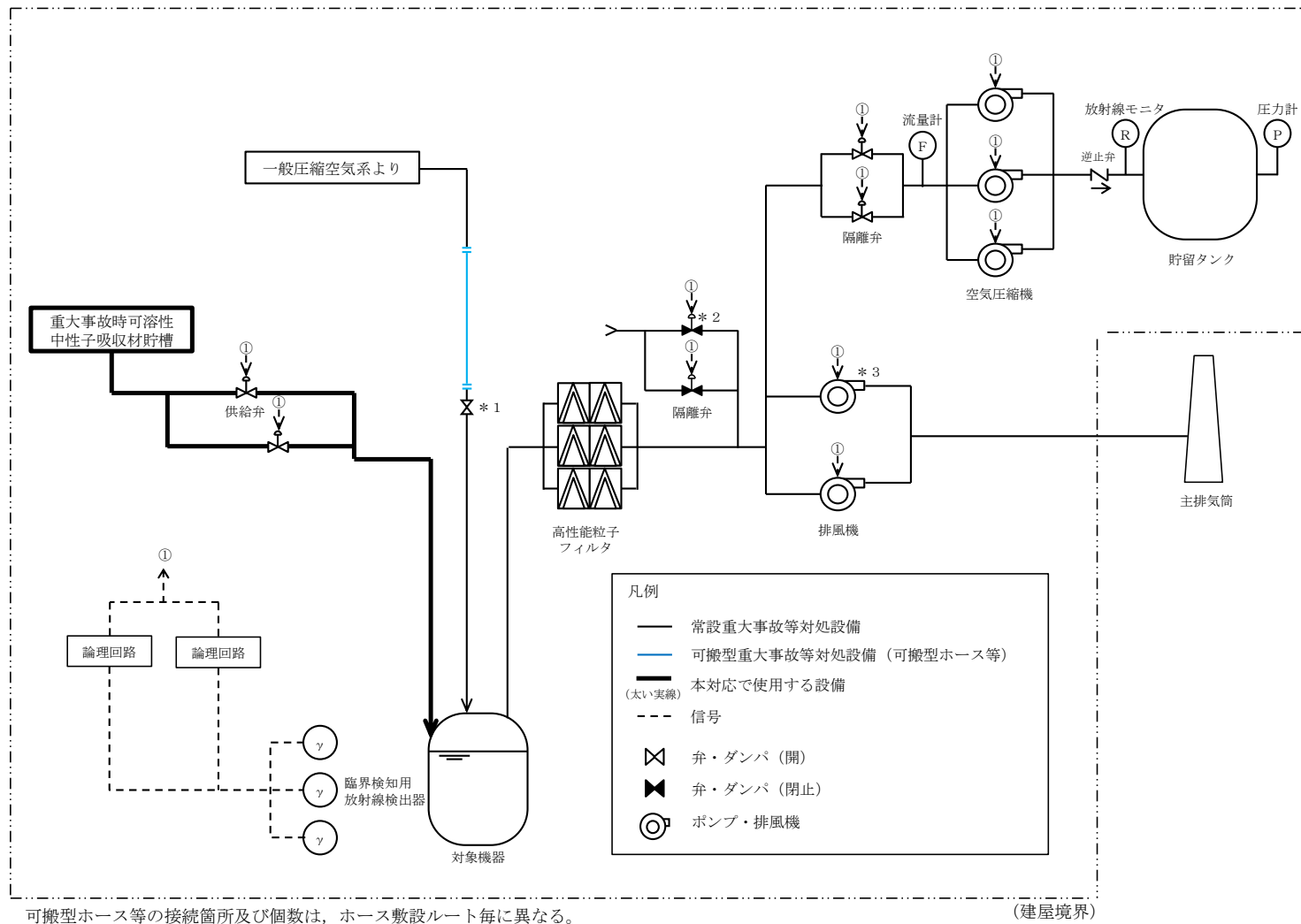
第 6 - 1 図 可溶性中性子吸収材の自動供給の概要図



第 6 - 2 図 貯留設備による放射性物質の貯留及び臨界事故により
発生する放射線分解水素の掃気の概要図

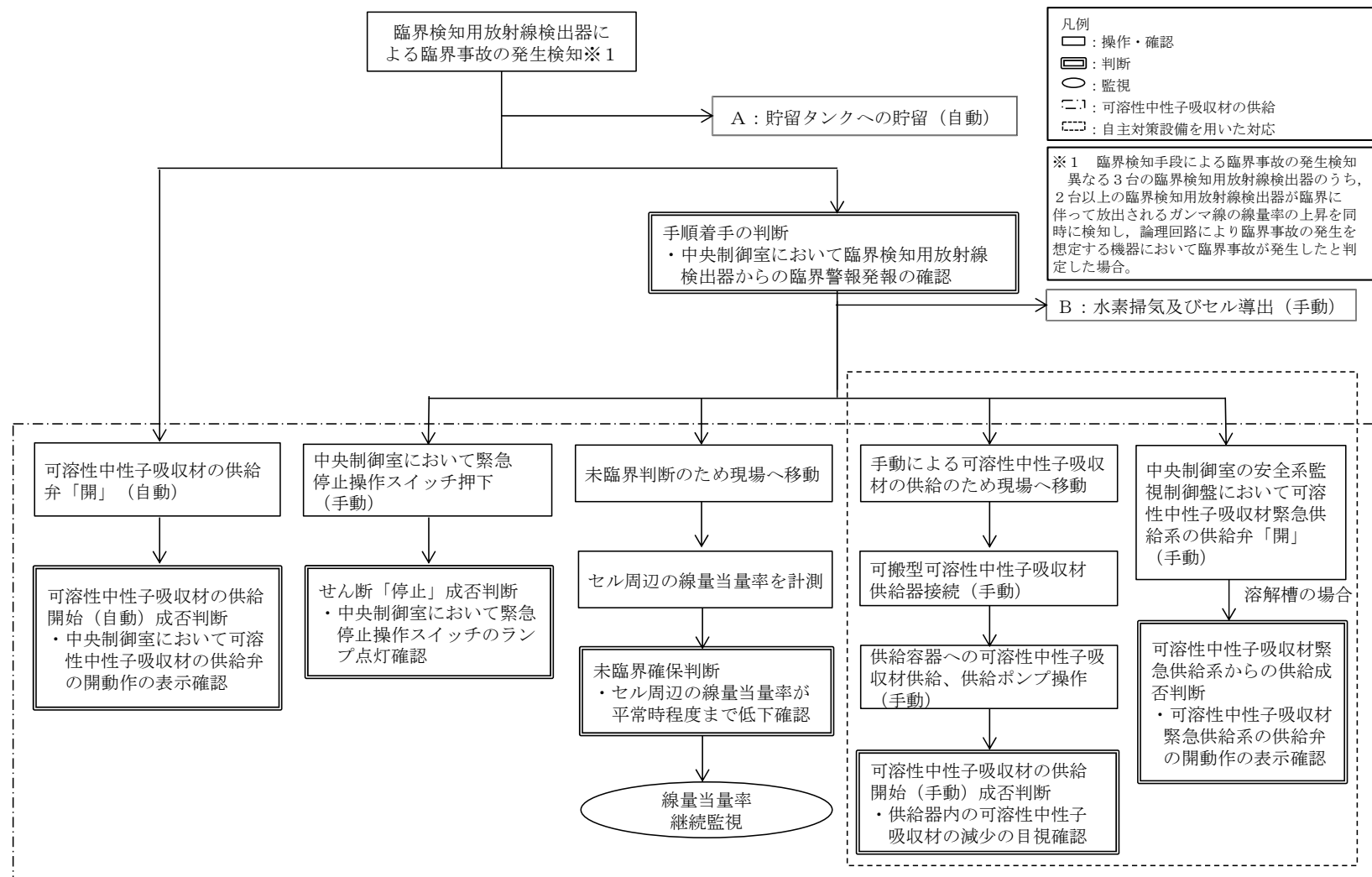


第 6.1.1－1 図 前処理建屋 臨界事故の拡大防止のための措置の系統概要図
（可溶性中性子吸収材の自動供給）

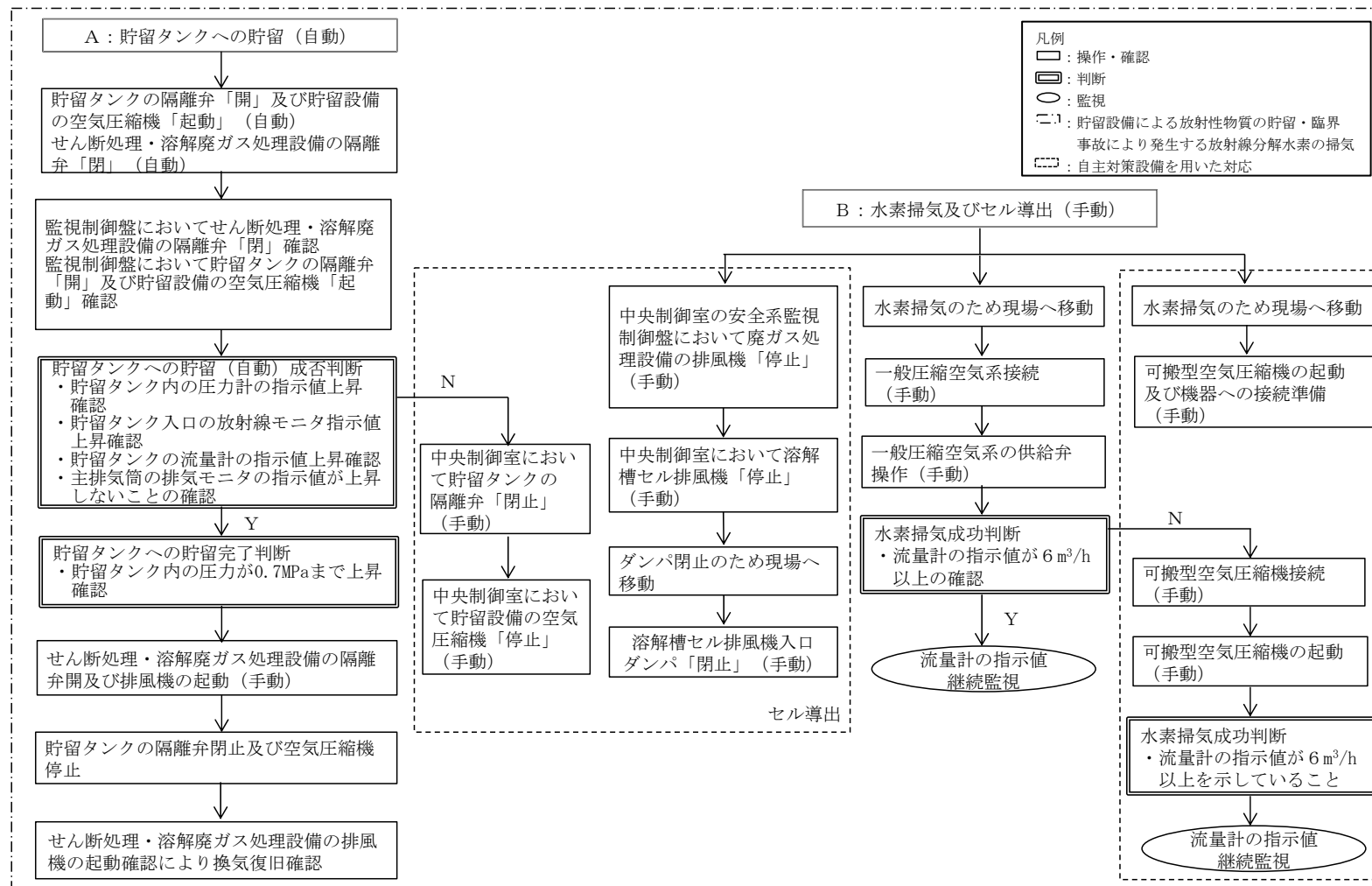


可搬型ホース等の接続箇所及び個数は、ホース敷設ルート毎に異なる。

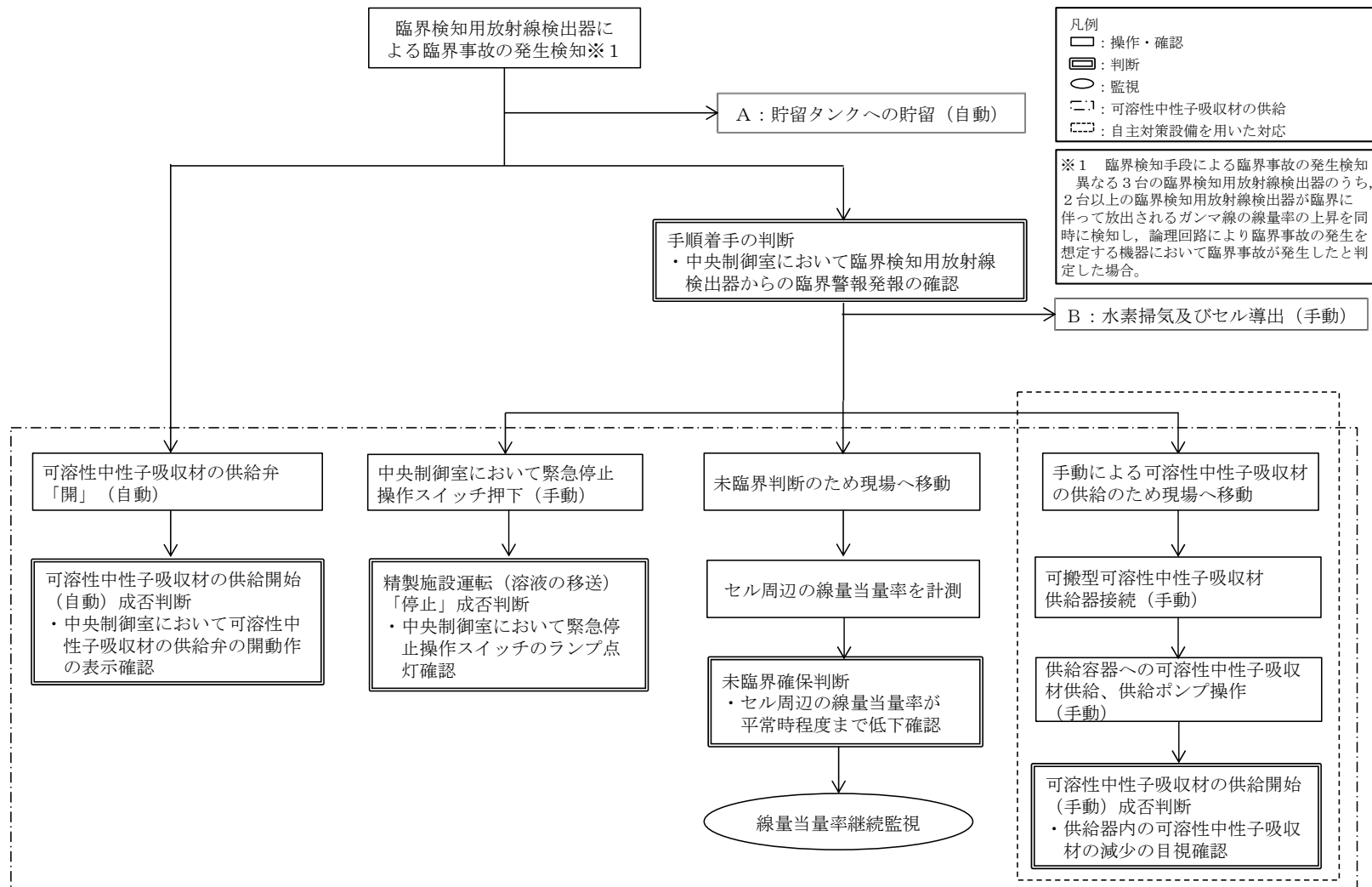
第 6.1.1-2 図 精製建屋 臨界事故の拡大防止のための措置の系統概要図
（可溶性中性子吸収材の自動供給）



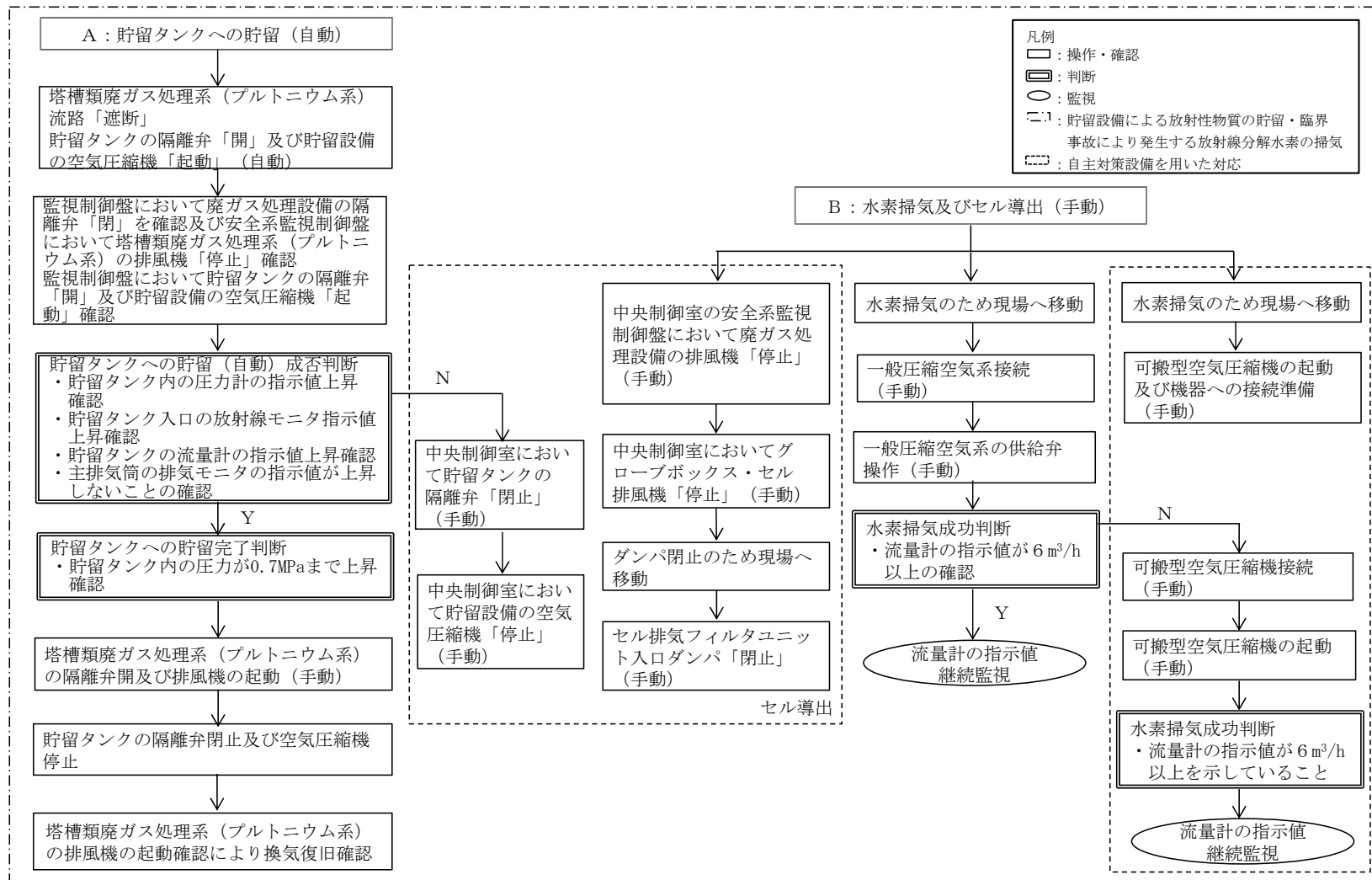
第 6.1.1－3 図 「前処理建屋における臨界事故」の手順の概要（1／2）



第 6.1.1－3 図 「前処理建屋における臨界事故」の手順の概要（2 / 2）



第 6.1.1－4 図 「精製建屋における臨界事故」の手順の概要（1／2）



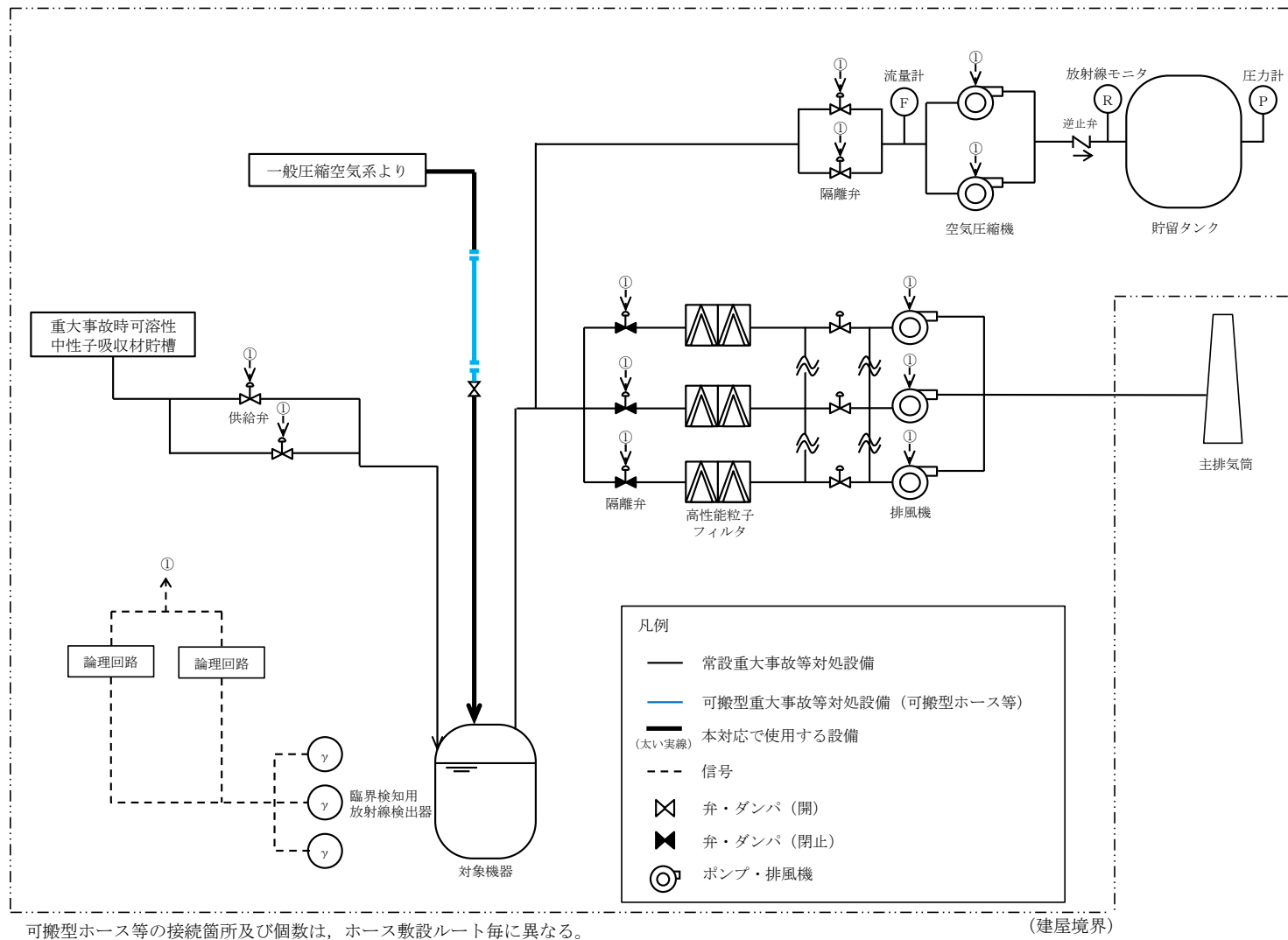
第 6.1.1－4 図 「精製建屋における臨界事故」の手順の概要（2 / 2）

対策	作業		要員数	経過時間（分）																備 考	
				0:10	0:20	0:30	0:40	0:50	1:00												
				▽事象発生																	
可溶性中性子 吸収材の自動 供給	発生検知	・臨界検知用放射線検出器の警報の発報により臨界事故の発生を判断	統括当直長 （実施責任者）	1	0:10																
	未臨界措置	・使用済燃料のせん断・溶解運転停止	当直長 （実施組織要員）	1	0:01																
		・セル周辺の線量当量率の計測による未臨界確保の判断	A, B	2	0:25																

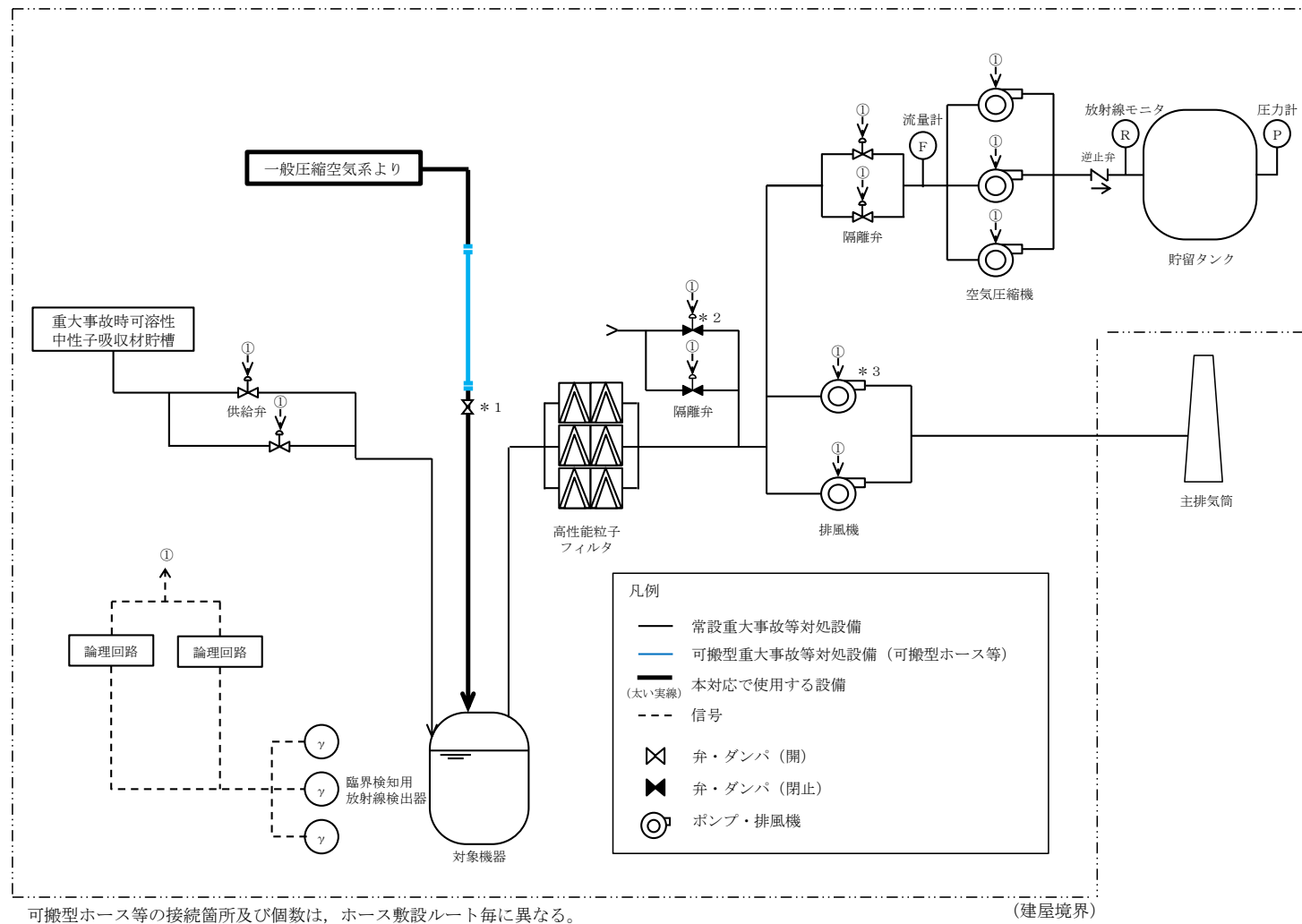
第 6.1.1－5 図 前処理建屋 臨界事故の拡大防止のための措置の作業と所要時間
（可溶性中性子吸収材の自動供給）

対策	作業		要員数	経過時間（分）																備 考	
				0:10	0:20	0:30	0:40	0:50	1:00												
				▽事象発生																	
可溶性中性子 吸収材の自動 供給	発生検知	・ 臨界検知用放射線検出器の警報の発報により臨界事故の発生を判断	統括当直長 （実施責任者）	1	0:10																
	未臨界措置	・ 主要工程停止	当直長 （実施組織要員）	1	0:01																
		・ セル周辺の線量当量率の計測による未臨界確保の判断	A, B	2	0:25																

第 6.1.1－6 図 精製建屋 臨界事故の拡大防止のための措置の作業と所要時間
（可溶性中性子吸収材の自動供給）



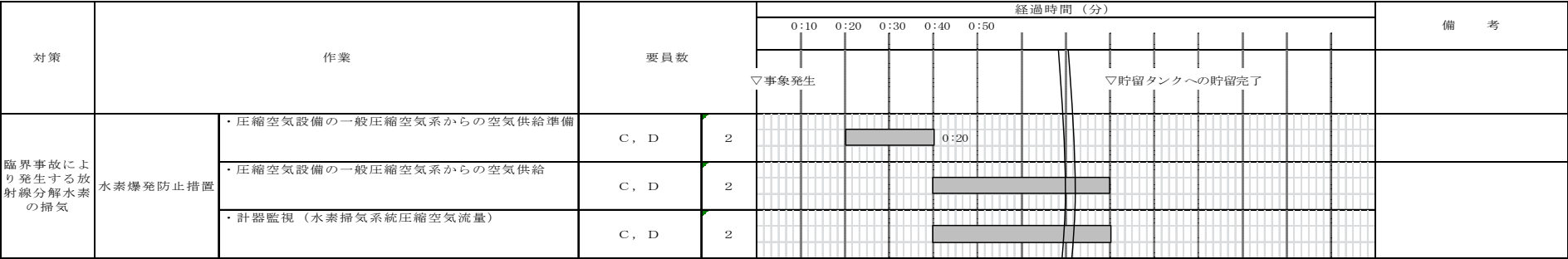
第 6.1.1－7 図 前処理建屋 臨界事故の拡大防止のための措置の系統概要図
(放射線分解水素の掃気)



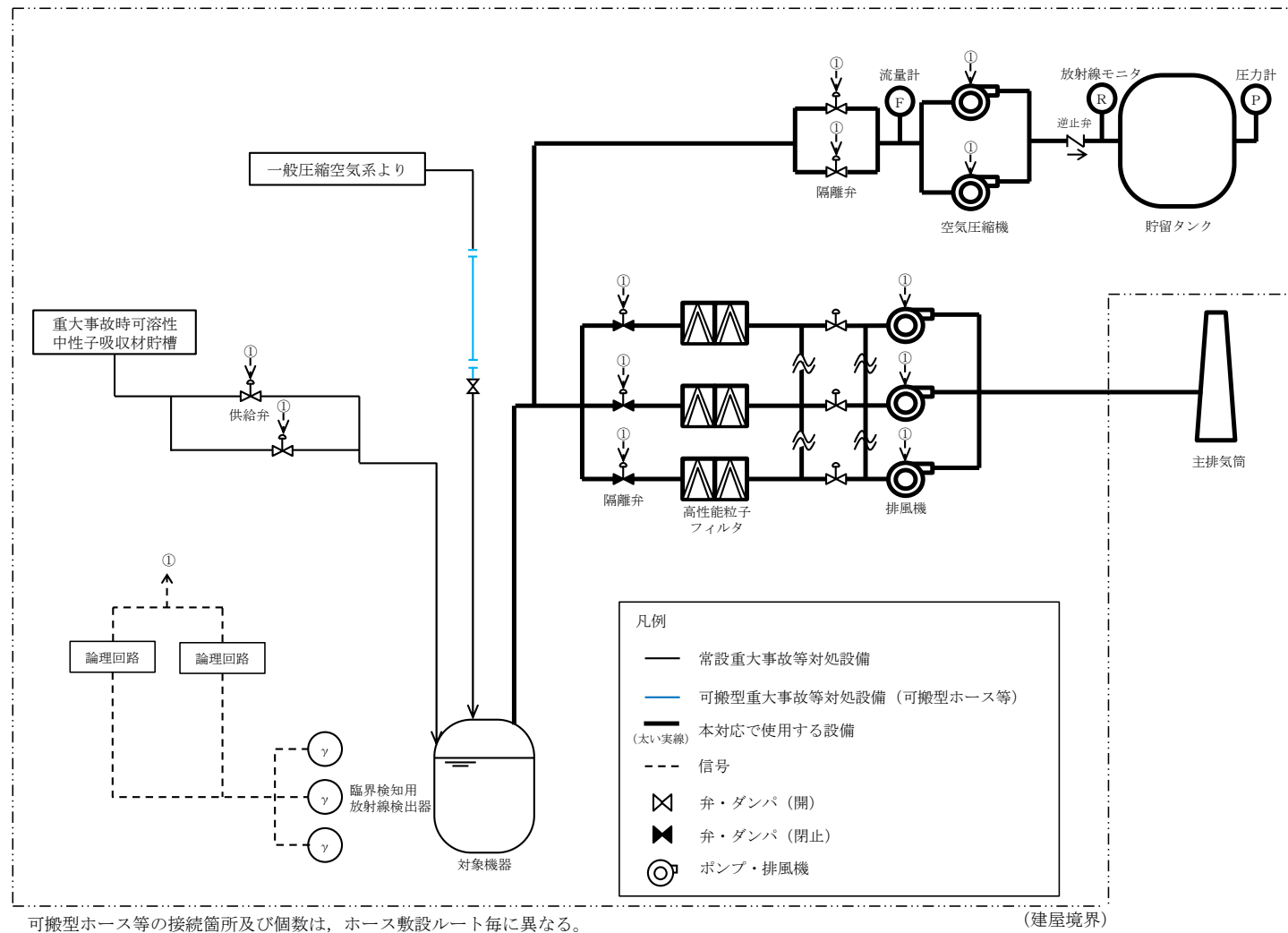
第 6.1.1－8 図 精製建屋 臨界事故の拡大防止のための措置の系統概要図
(放射線分解水素の掃気)

対策	作業		要員数		経過時間（分）																	備 考
					0:10	0:20	0:30	0:40	0:50													
					▽事象発生																	
臨界事故により発生する放射線分解水素の掃気	水素爆発防止措置	・圧縮空気設備の一般圧縮空気系からの空気供給準備	C, D	2																		
		・圧縮空気設備の一般圧縮空気系からの空気供給	C, D	2																		
		・計器監視（水素掃気系統圧縮空気流量）	C, D	2																		

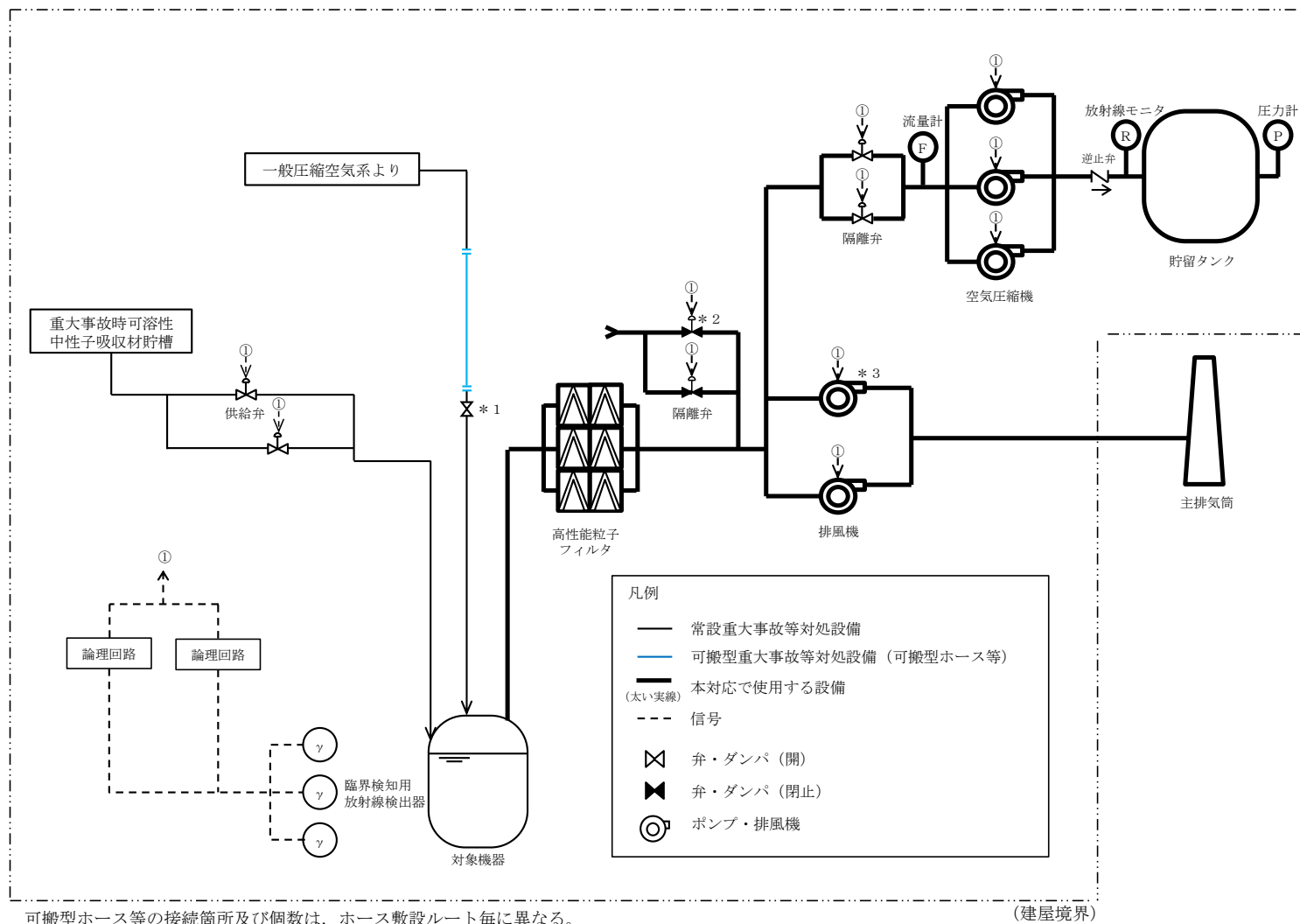
第 6.1.1－9 図 前処理建屋 臨界事故の拡大防止のための措置の作業と所要時間
（放射線分解水素の掃気）



第 6.1.1－10 図 精製建屋 臨界事故の拡大防止のための措置の作業と所要時間
 （放射線分解水素の掃気）



第 6.1.1-11 図 前処理建屋 臨界事故の拡大防止のための措置の系統概要図
（貯留設備による放射性物質の貯留）

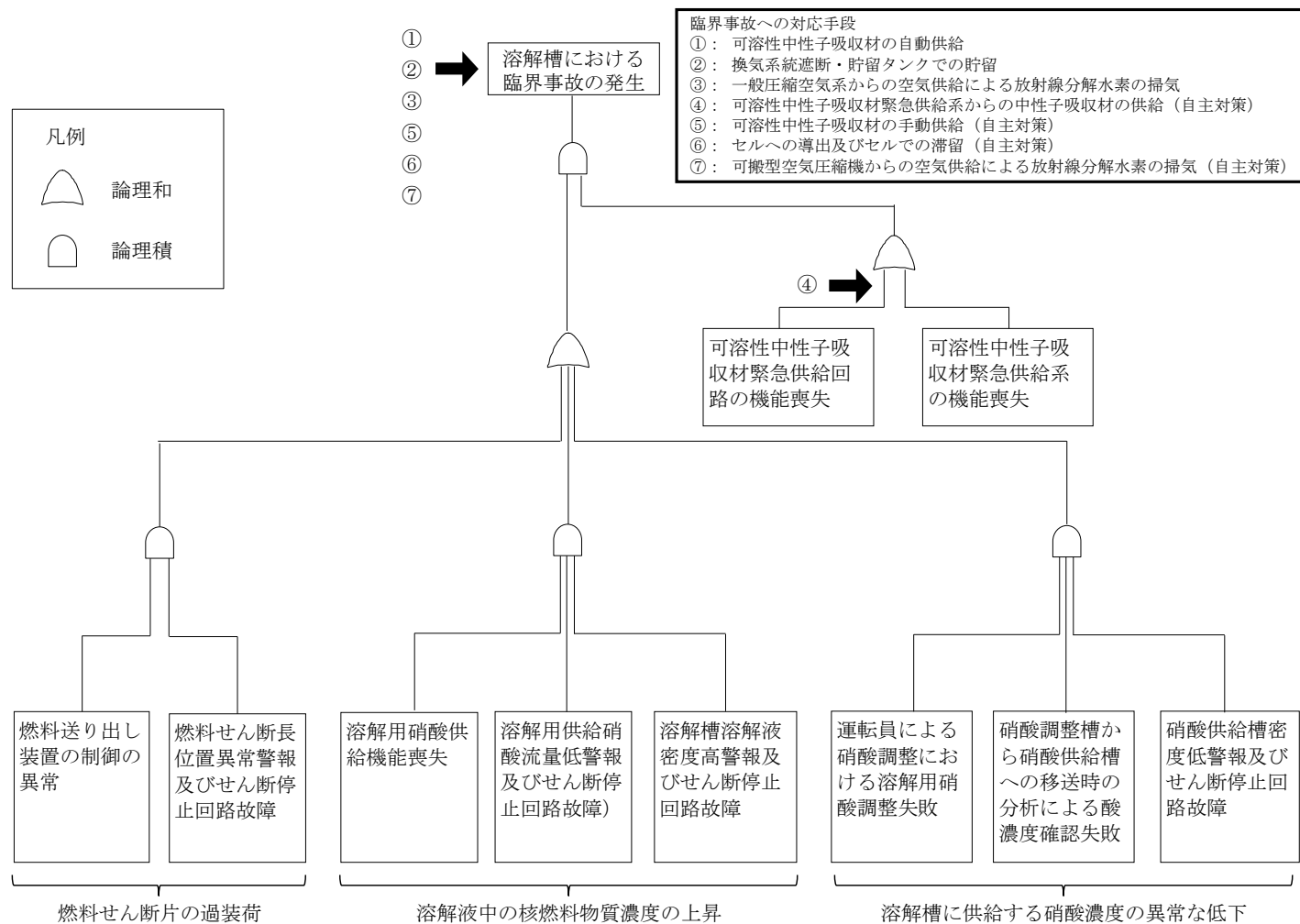


対策	作業		要員数		経過時間（分）																		備 考																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
					0:10	0:20	0:30	0:40	0:50																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
					▽事象発生																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				

第 6.1.1－13 図 前処理建屋 臨界事故の拡大防止のための措置の作業と所要時間
（貯留設備による放射性物質の貯留）

対策	作業		要員数		経過時間（分）																	備 考
					0:10	0:20	0:30	0:40	0:50													
					▽事象発生																	
貯留設備による放射性物質の貯留	貯留状況確認	・主排気筒の排気筒モニタ監視	E, F	2	▽貯留タンクへの貯留完了																	
		・貯留タンク内圧力監視及び貯留タンク入口の放射線モニタ監視	E, F	2																		
	放出経路構築	・塔槽類廃ガス処理系（プルトニウム系）の隔離弁の操作及び排風機の起動	G, H	2	0:03																	
		・貯留タンクの隔離弁の操作及び空気圧縮機の停止	G, H	2	0:05																	

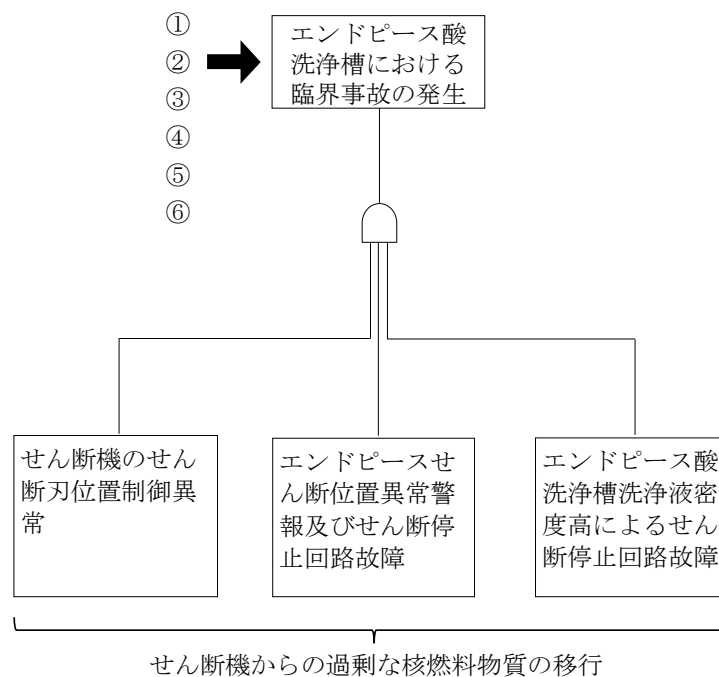
第 6.1.1－14 図 精製建屋 臨界事故の拡大防止のための措置の作業と所要時間
（貯留設備による放射性物質の貯留）



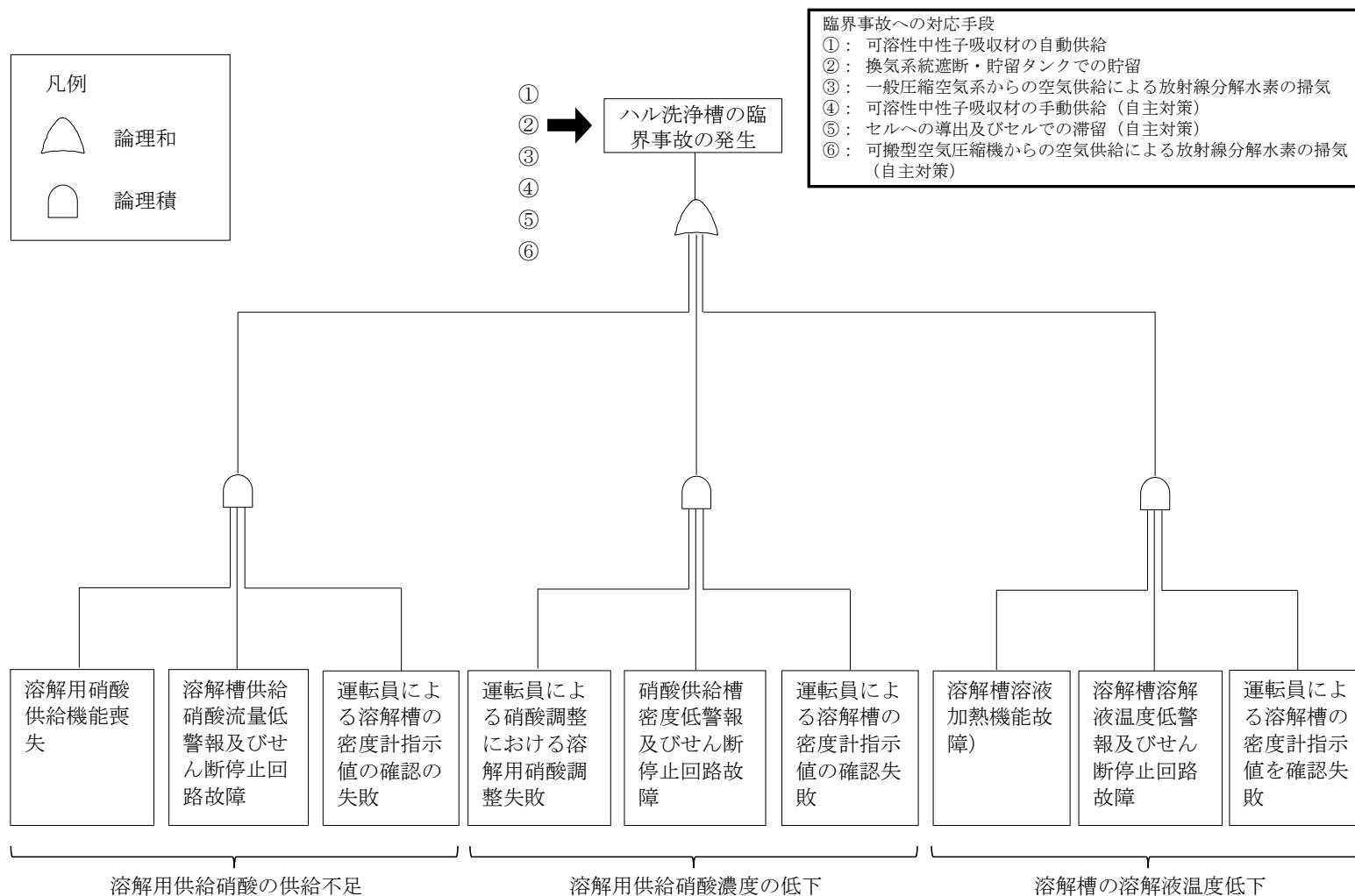
第 6.1.2-1 図 フォールトツリー（臨界）（その 1）



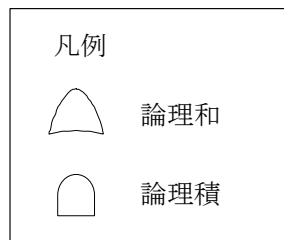
- 臨界事故への対応手段
- ①：可溶性中性子吸収材の自動供給
 - ②：換気系統遮断・貯留タンクでの貯留
 - ③：一般圧縮空気系からの空気供給による放射線分解水素の掃気
 - ④：可溶性中性子吸収材の手動供給（自主対策）
 - ⑤：セルへの導出及びセルでの滞留（自主対策）
 - ⑥：可搬型空気圧縮機からの空気供給による放射線分解水素の掃気（自主対策）



第 6.1.2-1 図 フォールトツリー（臨界）（その 2）

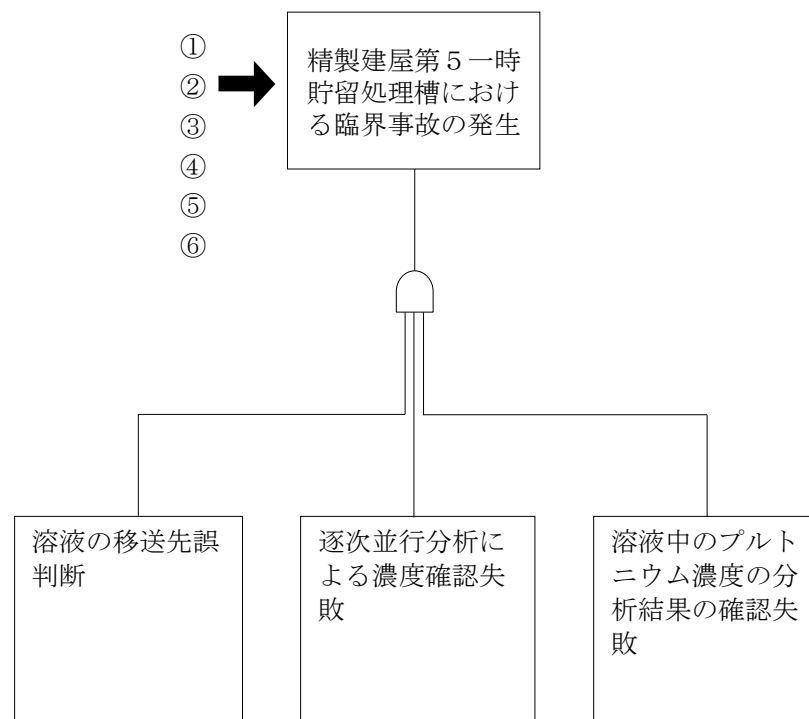


第 6.1.2-1 図 フォールトツリー（臨界）（その 3）



臨界事故への対応手段

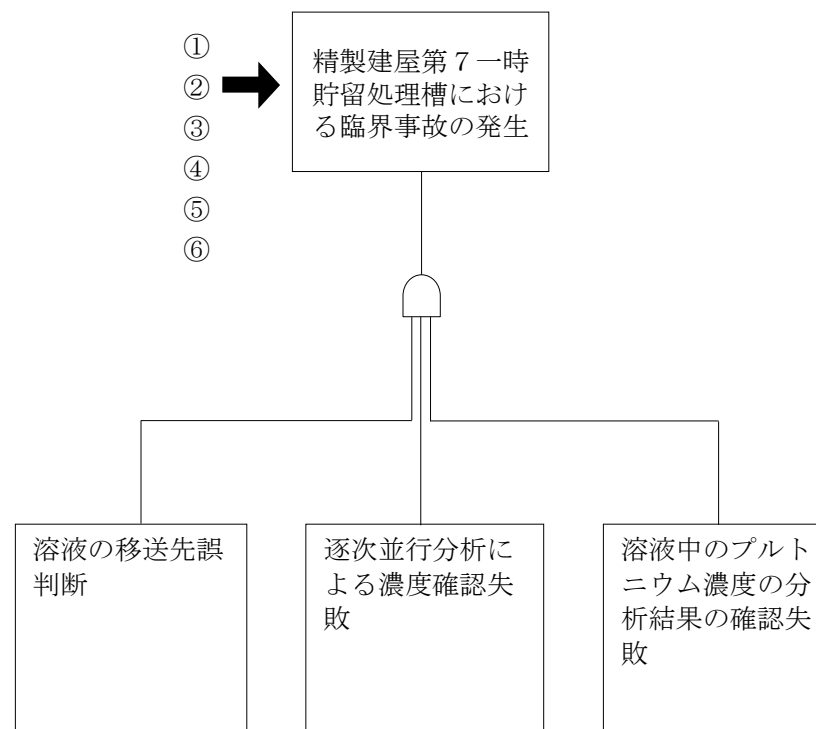
- ①：可溶性中性子吸収材の自動供給
- ②：換気系統遮断・貯留タンクでの貯留
- ③：一般圧縮空気系からの空気供給による放射線分解水素の掃気
- ④：可溶性中性子吸収材の手動供給（自主対策）
- ⑤：セルへの導出及びセルでの滞留（自主対策）
- ⑥：可搬型空気圧縮機からの空気供給による放射線分解水素の掃気（自主対策）



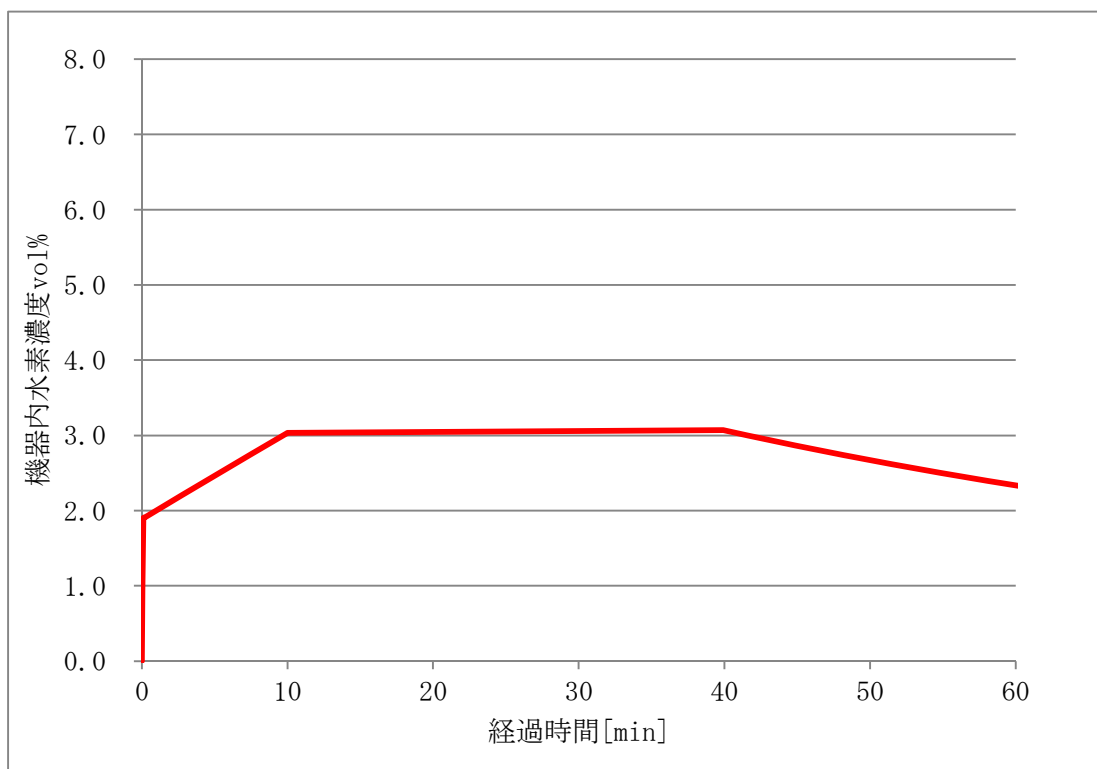
第 6.1.2-1 図 フォールトツリー（臨界）（その 4）



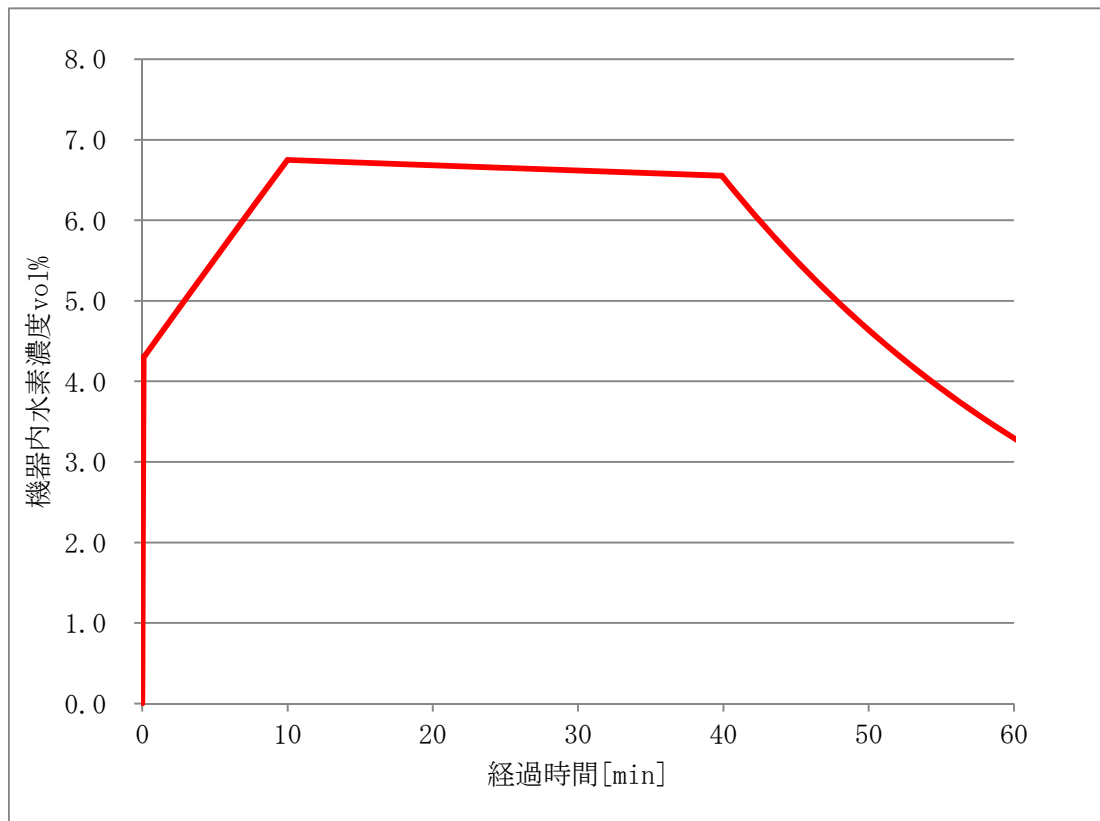
- 臨界事故への対応手段
- ①：可溶性中性子吸収材の自動供給
 - ②：換気系統遮断・貯留タンクでの貯留
 - ③：一般圧縮空気系からの空気供給による放射線分解水素の掃気
 - ④：可溶性中性子吸収材の手動供給（自主対策）
 - ⑤：セルへの導出及びセルでの滞留（自主対策）
 - ⑥：可搬型空気圧縮機からの空気供給による放射線分解水素の掃気（自主対策）



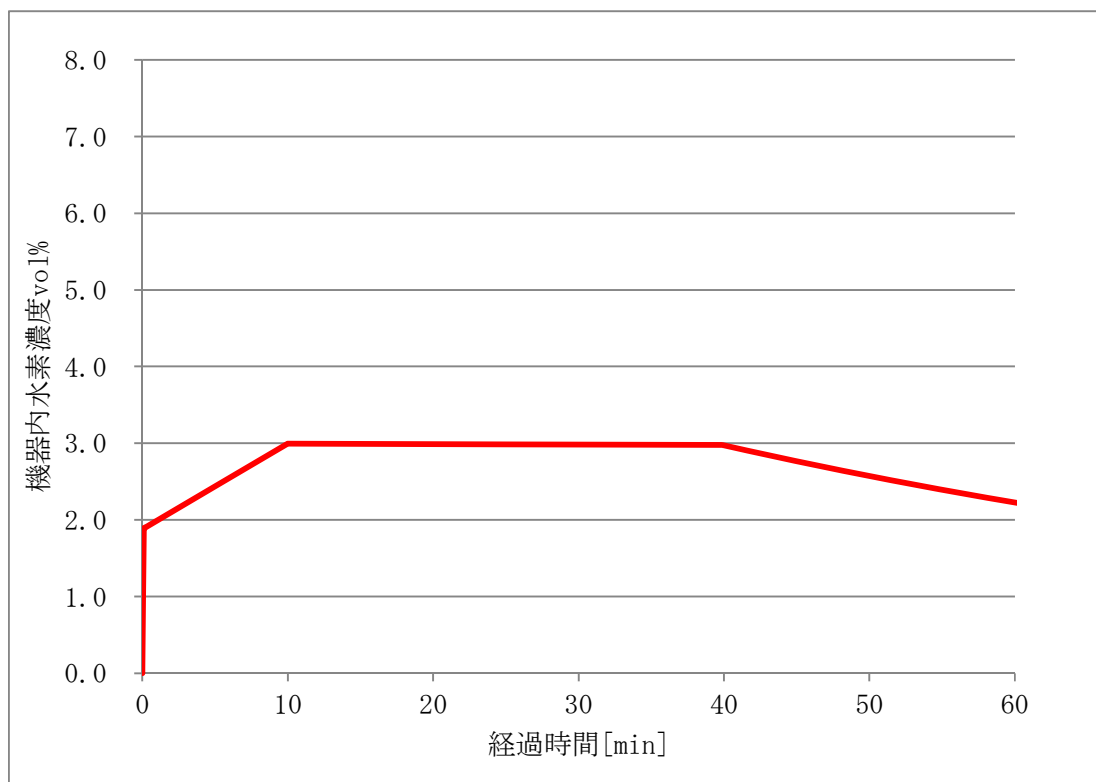
第 6.1.2-1 図 フォールトツリー（臨界）（その 5）



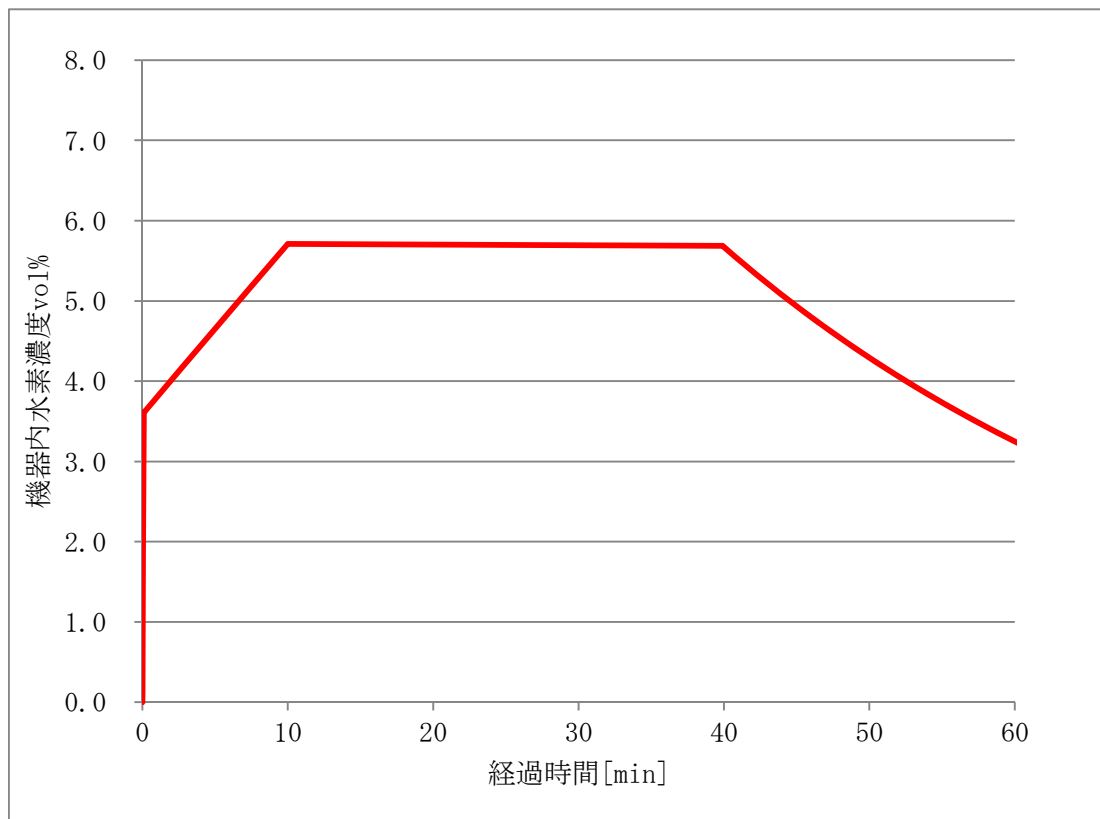
第 6.1.2-2 図 溶解槽の機器内水素濃度のトレンド



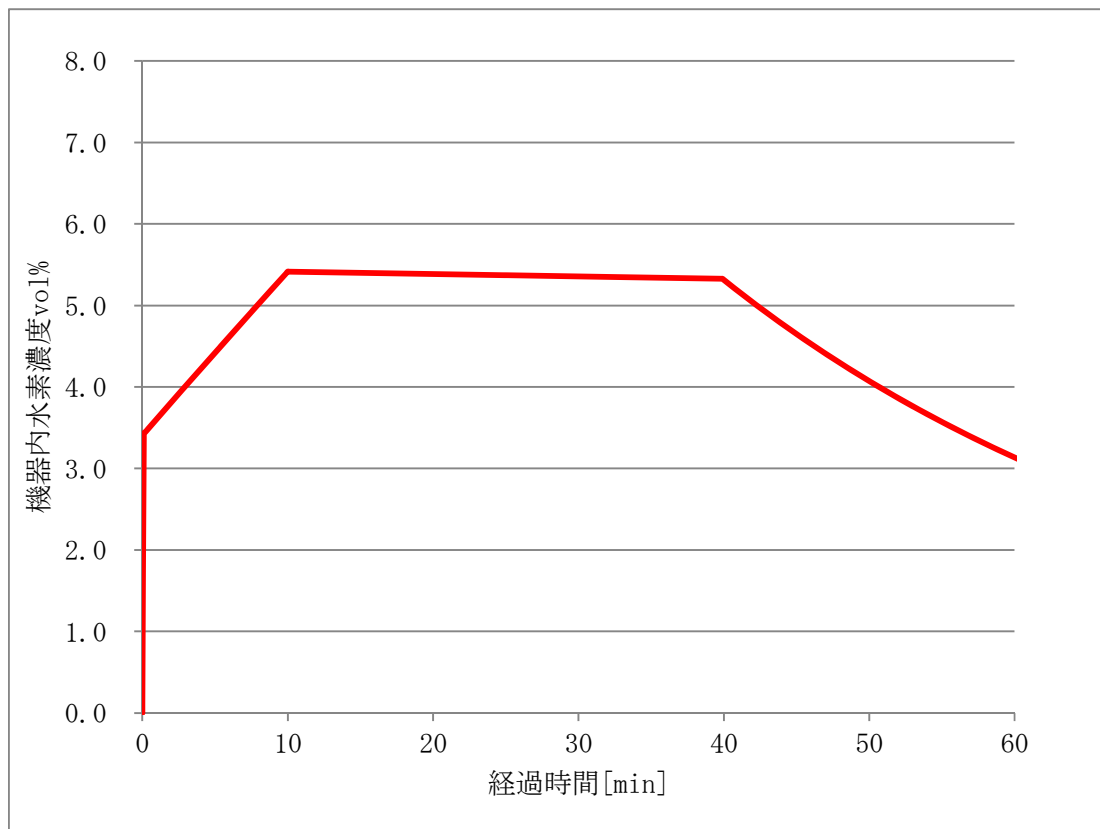
第 6.1.2-3 図 エンド ピース酸洗浄槽の機器内水素濃度の
トレンド



第 6.1.2-4 図 ハル洗浄槽の機器内水素濃度のトレンド



第 6.1.2－5 図 第 5 一時貯留処理槽の機器内水素濃度の
トレンド



第 6.1.2－6 図 第 7 一時貯留処理槽の機器内水素濃度の
トレンド

溶液中の放射性物質濃度		
S r - 90	:	$7.1 \times 10^{14} \text{ B q} / \text{m}^3$
C s - 137	:	$9.9 \times 10^{14} \text{ B q} / \text{m}^3$
E u - 154	:	$4.7 \times 10^{13} \text{ B q} / \text{m}^3$
P u - 238	:	$6.8 \times 10^{13} \text{ B q} / \text{m}^3$
P u - 239	:	$6.5 \times 10^{12} \text{ B q} / \text{m}^3$
P u - 240	:	$1.1 \times 10^{13} \text{ B q} / \text{m}^3$
P u - 241	:	$1.5 \times 10^{15} \text{ B q} / \text{m}^3$
A m - 241	:	$7.1 \times 10^{13} \text{ B q} / \text{m}^3$
C m - 244	:	$5.0 \times 10^{13} \text{ B q} / \text{m}^3$



放射性物質の気相中への移行割合
ルテニウム：溶液中の保有量の 0.1%
その他：全核分裂数 1.6×10^{18} のエネルギーによる蒸発
量 (0.023 m^3) 中の保有量の 0.05%



せん断処理・溶解廃ガス処理設備の高性能粒子フィルタの放射性エアロゾルの除染係数： 10^4
貯留設備による放射性物質の貯留実施時の放出割合：15%
放出経路構造物による除染係数：10



放射性物質放出量		
S r - 90	:	$1.3 \times 10^4 \text{ B q}$
C s - 137	:	$1.7 \times 10^4 \text{ B q}$
E u - 154	:	$8.1 \times 10^2 \text{ B q}$
P u - 238	:	$1.2 \times 10^3 \text{ B q}$
P u - 239	:	$1.2 \times 10^2 \text{ B q}$
P u - 240	:	$1.8 \times 10^2 \text{ B q}$
P u - 241	:	$2.5 \times 10^4 \text{ B q}$
A m - 241	:	$1.3 \times 10^3 \text{ B q}$
C m - 244	:	$8.5 \times 10^2 \text{ B q}$



主排気筒放出

第6.1.2－7図 溶解槽における放射性物質の
大気放出過程

溶液中の放射性物質濃度		
S r - 90	:	$7.1 \times 10^{14} \text{ B q} / \text{m}^3$
C s - 137	:	$9.9 \times 10^{14} \text{ B q} / \text{m}^3$
E u - 154	:	$4.7 \times 10^{13} \text{ B q} / \text{m}^3$
P u - 238	:	$6.8 \times 10^{13} \text{ B q} / \text{m}^3$
P u - 239	:	$6.5 \times 10^{12} \text{ B q} / \text{m}^3$
P u - 240	:	$1.1 \times 10^{13} \text{ B q} / \text{m}^3$
P u - 241	:	$1.5 \times 10^{15} \text{ B q} / \text{m}^3$
A m - 241	:	$7.1 \times 10^{13} \text{ B q} / \text{m}^3$
C m - 244	:	$5.0 \times 10^{13} \text{ B q} / \text{m}^3$



放射性物質の気相中への移行割合
ルテニウム：溶液中の保有量の 0.1%
その他：全核分裂数 1.6×10^{18} のエネルギーによる蒸発
量 (0.023 m^3) 中の保有量の 0.05%



せん断処理・溶解廃ガス処理設備の高性能粒子フィルタの放射性エアロゾルの除染係数： 10^4
貯留設備による放射性物質の貯留実施時の放出割合：5%
放出経路構造物による除染係数：10



放射性物質放出量		
S r - 90	:	$4.1 \times 10^3 \text{ B q}$
C s - 137	:	$5.7 \times 10^3 \text{ B q}$
E u - 154	:	$2.7 \times 10^2 \text{ B q}$
P u - 238	:	$3.9 \times 10^2 \text{ B q}$
P u - 239	:	$3.7 \times 10^1 \text{ B q}$
P u - 240	:	$6.0 \times 10^1 \text{ B q}$
P u - 241	:	$8.2 \times 10^3 \text{ B q}$
A m - 241	:	$4.1 \times 10^2 \text{ B q}$
C m - 244	:	$2.9 \times 10^2 \text{ B q}$



主排気筒放出

第6.1.2-8図 エンドピース酸洗浄槽における
放射性物質の大気放出過程

溶液中の放射性物質濃度		
S r - 90	:	$7.1 \times 10^{14} \text{ B q} / \text{m}^3$
C s - 137	:	$9.9 \times 10^{14} \text{ B q} / \text{m}^3$
E u - 154	:	$4.7 \times 10^{13} \text{ B q} / \text{m}^3$
P u - 238	:	$6.8 \times 10^{13} \text{ B q} / \text{m}^3$
P u - 239	:	$6.5 \times 10^{12} \text{ B q} / \text{m}^3$
P u - 240	:	$1.1 \times 10^{13} \text{ B q} / \text{m}^3$
P u - 241	:	$1.5 \times 10^{15} \text{ B q} / \text{m}^3$
A m - 241	:	$7.1 \times 10^{13} \text{ B q} / \text{m}^3$
C m - 244	:	$5.0 \times 10^{13} \text{ B q} / \text{m}^3$



放射性物質の気相中への移行割合
ルテニウム：溶液中の保有量の 0.1%
その他：全核分裂数 1.6×10^{18} のエネルギーによる蒸発
量 (0.023 m^3) 中の保有量の 0.05%



せん断処理・溶解廃ガス処理設備の高性能粒子フィルタの放射性エアロゾルの除染係数： 10^4
貯留設備による放射性物質の貯留実施時の放出割合：15%
放出経路構造物による除染係数：10

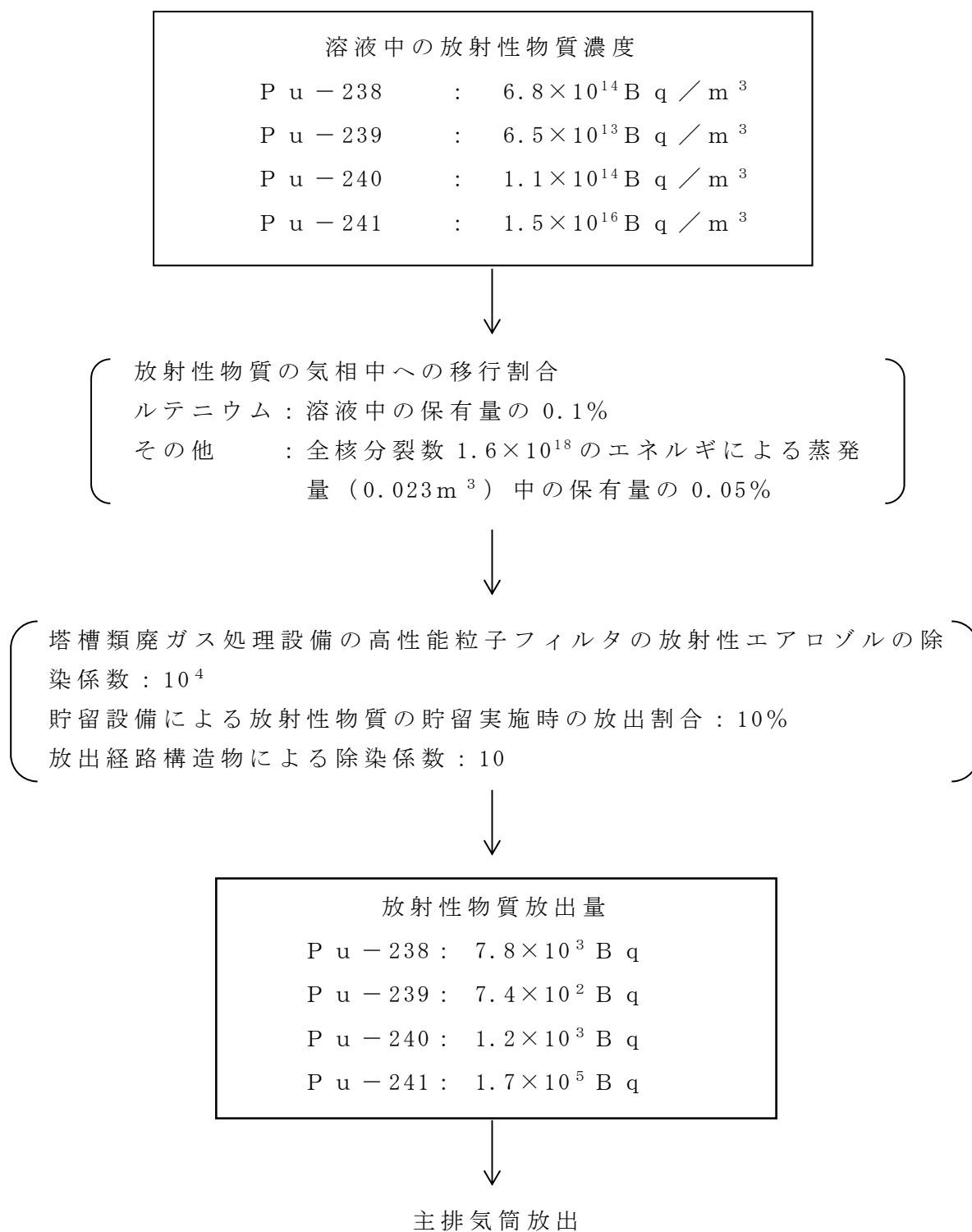


放射性物質放出量		
S r - 90	:	$1.3 \times 10^4 \text{ B q}$
C s - 137	:	$1.7 \times 10^4 \text{ B q}$
E u - 154	:	$8.1 \times 10^2 \text{ B q}$
P u - 238	:	$1.2 \times 10^3 \text{ B q}$
P u - 239	:	$1.2 \times 10^2 \text{ B q}$
P u - 240	:	$1.8 \times 10^2 \text{ B q}$
P u - 241	:	$2.5 \times 10^4 \text{ B q}$
A m - 241	:	$1.3 \times 10^3 \text{ B q}$
C m - 244	:	$8.5 \times 10^2 \text{ B q}$

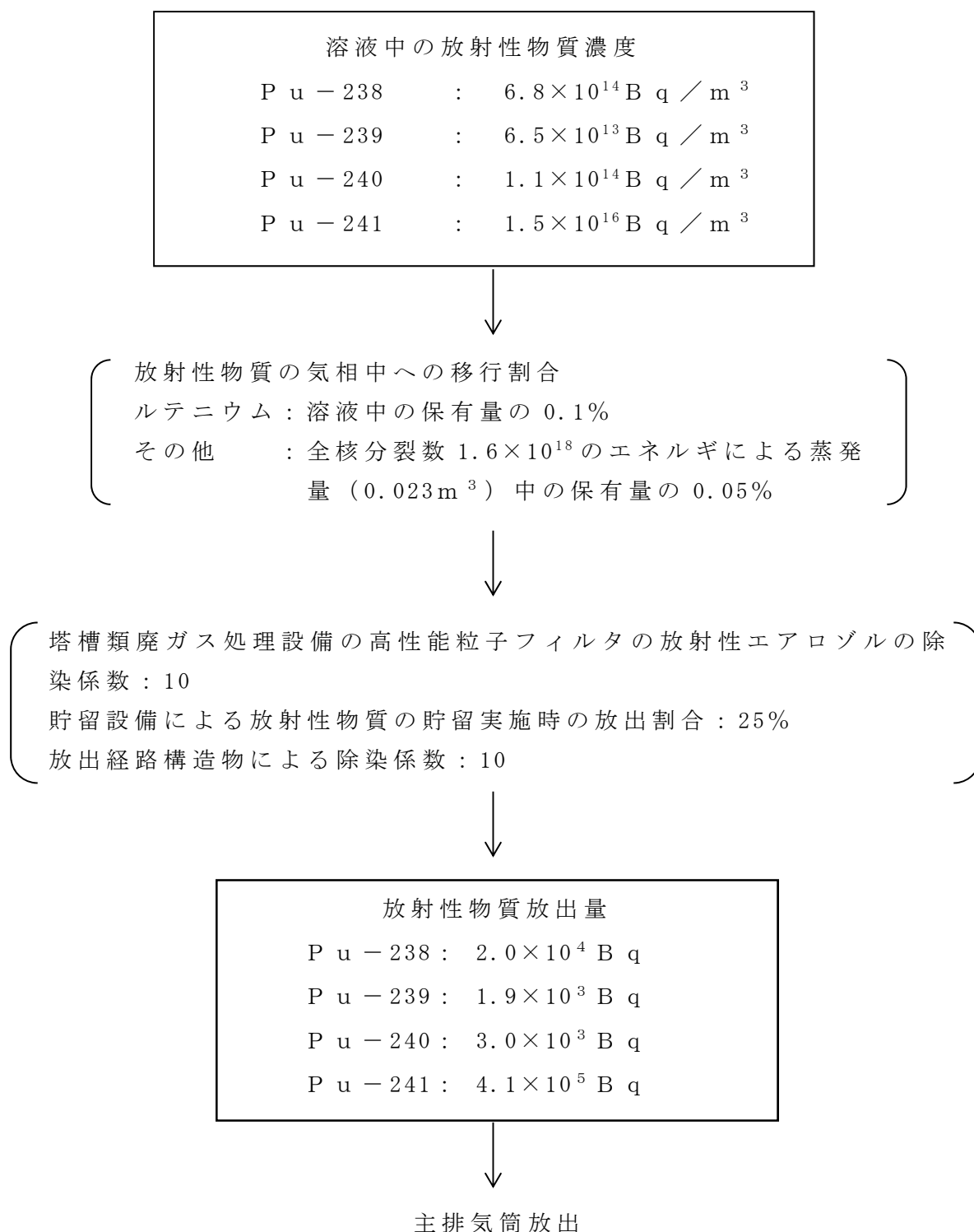


主排気筒放出

第6.1.2-9図 ハル洗浄槽における放射性物質の
大気放出過程



第6.1.2-10図 第5一時貯留処理槽における
放射性物質の大気放出過程



第6.1.2-11図 第7一時貯留処理槽における
放射性物質の大気放出過程

2 章 補足説明資料

第28条: 重大事故等の拡大防止(6. 臨界事故への対処)

再処理施設 安全審査 整理資料 補足説明資料				備考(8月提出済みの資料については、資料番号を記載)
資料No.	名称	提出日	Rev	
補足説明資料6-1	臨界事故の概要	1/8	5	新規作成
補足説明資料6-2	臨界事故の拡大防止対策の検討	12/6	1	新規作成
補足説明資料6-3	臨界計算根拠	12/3	1	新規作成
補足説明資料6-4	解析に用いるパラメータの根拠等	1/8	6	新規作成
補足説明資料6-5	核分裂数の設定妥当性	11/25	0	新規作成
補足説明資料6-6	不確かさの設定	1/8	5	新規作成
補足説明資料6-7	作業時間の想定根拠	1/8	2	新規作成
補足説明資料6-8	臨界事故時の水素発生G値	12/9	2	新規作成
補足説明資料6-9	欠番	—	—	—
補足説明資料6-10	JACSコードシステムの妥当性	11/25	0	新規作成
補足説明資料6-11	アクセスルートとホース敷設ルート	1/8	1	新規作成

補足説明資料 6－1（28 条）

6．臨界事故への対処

臨界事故の概要

1. 臨界事故の概要

1.1 臨界事故の特徴

臨界事故が発生した場合、ウラン及びプルトニウムの核分裂の連鎖反応によって新たに核分裂生成物が生成し、このうち放射性希ガス及びイオン素が気相中に移行する。また、核分裂により放出される熱エネルギーによって溶液の温度が上昇し沸点に至ると、溶液の蒸発により放射性物質が放射性エアロゾルとして気相中に移行する。さらに、臨界に伴う放射線分解等により水素が発生する。

1.2 臨界事故の拡大防止対策の概要

1.2.1 可溶性中性子吸収材の自動供給

臨界事故が発生した場合は、臨界事故の発生を検知し、臨界事故が発生している機器に、重大事故時可溶性中性子吸収材供給系を用いて自動的に可溶性中性子吸収材を供給することで、未臨界に移行させるとともに未臨界を維持する。

また、自主対策設備として整備する可搬型可溶性中性子吸収材供給器を用いて、手動による可溶性中性子吸収材の供給対策に移行する。

重大事故時可溶性中性子吸収材供給系は、臨界事故発生時に想定される温度、圧力及び放射線の環境条件下においても必要な機能を発揮できる。

1.2.2 貯留設備による放射性物質の貯留と、臨界事故により発生する放射線分解水素の掃気

臨界事故が発生した場合には、直ちに自動的に臨界事故が発生した機器に接続される廃ガス処理設備を停止すると共に、臨界が発生した機器から、臨界事故により発生する放射性物質を貯留する貯槽（以下、「貯留タンク」という。）への経路を確立し、空気圧縮機を用いて貯留タンクに放射性物質を含む気体を貯留する。また、臨界事故が発生した機器に空気を供給し、放射線分解等により発生する水素を掃気する。

貯留タンクでの放射性物質を含む気体の貯留完了後、廃ガス処理設備を再起動し、通常時の放出経路に復旧する。

万一、貯留タンクへの放射性物質を含む気体を貯留する対策に失敗した場合に備え、自主対策として臨界事故で発生した放射性物質を含む気体をセル内へ導出する対策を実施する。

貯留設備による放射性物質の貯留と、臨界事故により発生する放射線分解水素の掃気に係る重大事故等対処施設は、想定される温度、圧力、湿度及び放射線の環境条件下においても必要な機能を発揮できる。

1.3 臨界事故の拡大防止対策の信頼性

1.3.1 可溶性中性子吸収材の自動供給に用いる重大事故等対処施設の設計

臨界事故への対処においては、早期に未臨界に移行することで、総核分裂数を低減し、気相に移行する放射性物質質量及び新たに生成される放射性物質質量を低減することが重要な対策となり、その対策に使用する重大事故時可溶性中性子吸収材供給系は、臨界事故時に確実に作動するよう、以下のような設計としている。

- ✓ 重大事故時可溶性中性子吸収材供給系の弁を作動させる信号を発する、臨界検知用放射線検出器は、3台の検出器で構成し、2台以上の検出器から警報が発せられたことをもって作動信号を発する。これにより、万一、3台の検出器のうち1台が動作不能であった場合でも、確実に作動信号を発することができる。
- ✓ 重大事故時可溶性中性子吸収材供給系の弁は多重化し、どちらか一方の弁が作動した場合に中性子吸収材を供給できる。
- ✓ 重大事故時可溶性中性子吸収材供給系から臨界事故が発生した機器への供給は重力流とし、外部からの移送源を要せずに中性子吸収材の供給が可能である。

1.3.2 可溶性中性子吸収材の自動供給に使用する重大事故等対処施設の有効性について

臨界事故への対処は、臨界事故が発生した後に実施するため、臨界事故

への対処に使用する重大事故等対処施設には、臨界に伴って生じる環境条件等の変化を想定した場合でも、必要な機能を発揮することが求められる。

以下に、重大事故等対処施設が機能を発揮できることを説明する。

(1) 可溶性中性子吸収材の自動供給に使用する設備について

a. 温度

臨界により生じる熱エネルギーにより、臨界事故の発生を想定する機器が内包する溶液の温度が上昇するが、その場合の溶液の温度は沸点程度であり、溶液に直接接する設備においても、その機能を損なうことはない。

b. 圧力

臨界により生じる熱エネルギーにより、臨界事故の発生を想定する機器が内包する溶液の温度が上昇し沸点に至った場合、蒸気が発生し、系統内の圧力が上昇するが、臨界事故の貯留設備による放射性物質の貯留操作により、系統内の圧力は最大でも、溶解槽の水封部又は精製建屋塔槽類廃ガス処理設備の塔槽類廃ガス処理系（プルトニウム系）の廃ガス ポットの水頭圧相当に制限されるため、設備の機能を損なうことはない。

c. 放射線

臨界により生じる放射線及び臨界により発生する放射性希ガス等からの放射線に晒されるが、材質及び設備の設置場所を適切に考慮することから、設備の機能を損なうことはない。

1.3.3 可溶性中性子吸収材の供給

臨界事故の発生を想定する機器において、未臨界に移行し、及び未臨界を維持するために必要な可溶性中性子吸収材の量は第 1.3－1 表に示すとおりである。

臨界事故が発生した機器における溶液中の核燃料物質量，溶液の液量，核種及び減速条件については，臨界事故が想定される施設の運転状態により変動しうるが，それらの変動を包含できるよう評価結果が最も厳しくなるよう条件を設定しているため，第 1.3－1 表に示す可溶性中性子吸収材量を供給することで確実に未臨界に移行できる。

第 1.3－1 表 可溶性中性子吸収材必要量

建屋名	機器名	可溶性中性子吸収材必要量 (配管滞留量等を除く最小必要量) [L]
前処理建屋	溶解槽 A	14
	溶解槽 B	14
	エンドピース酸洗浄槽 A	28
	エンドピース酸洗浄槽 B	28
	ハル洗浄槽 A	20
	ハル洗浄槽 B	20
精製建屋	第 5 一時貯留処理槽	1
	第 7 一時貯留処理槽	16

1.3.4 貯留設備による放射性物質の貯留と、臨界事故により発生する放射線分解水素の掃気に用いる重大事故等対処施設の設計

臨界事故への対処においては、核分裂生成物として、フィルタによる除去に期待できない放射性希ガス及び放射性よう素が生成し、臨界事故の発生と同時に気相に移行し、外部に放出されることから、臨界事故の発生を検知し、直ちに廃ガス処理設備の経路を遮断し、放射性希ガス及び放射性よう素を外部に放出させないことが重要な対策となる。

同対策に使用する貯留設備は、臨界事故時に確実に作動するよう、以下のような設計としている。

- ✓ 貯留設備を作動させる信号を発する、臨界検知用放射線検出器は、3台の検出器で構成し、2台以上の検出器から警報が発せられたことをもって作動信号を発する。これにより、万一、3台の検出器のうち1台が動作不能であった場合でも、確実に作動信号を発することができる。
- ✓ 貯留設備の弁は多重化し、どちらか一方の弁が作動した場合に貯留設備への経路を確立できる。
- ✓ 貯留設備の貯留タンクは、臨界事故が発生した場合に、廃ガス処理設備の気体を1時間にわたって貯留できる容量に余裕をみて設計する。

1.3.5 貯留設備による放射性物質の貯留と、臨界事故により発生する放射線分解水素の掃気に用いる重大事故等対処施設の有効性について

a. 温度

臨界により生じる熱エネルギーにより、臨界事故の発生を想定する機器が内包する溶液の温度が上昇し沸点に至った場合、蒸気が発生し、系統内の気体の温度が上昇するが、その場合の気体の温度は溶液の沸点程度

であり、設備の機能を損なうことはない。

b. 圧力

臨界により生じる熱エネルギーにより、臨界事故の発生を想定する機器が内包する溶液の温度が上昇し沸点に至った場合、蒸気が発生し、系統内の圧力が上昇するが、系統内の圧力上昇は、貯留設備への導出により、系統内の圧力は最大でも、溶解槽の水封部又は精製建屋塔槽類廃ガス処理設備の塔槽類廃ガス処理系（プルトニウム系）の廃ガス ポットの水頭圧相当に制限されるため、設備の機能を損なうことはない。

c. 放射線

臨界により生じる放射線及び臨界により発生する放射性希ガス等からの放射線に晒されるが、材質及び設備の設置場所を適切に考慮することから、設備の機能を損なうことはない。

d. 湿度

臨界により生じる熱エネルギーにより、臨界事故の発生を想定する機器が内包する溶液の温度が上昇し沸点に至った場合、蒸気が発生するが、材質及び設備の設置場所を適切に考慮することから、設備の機能を損なうことはない。また、放射性物質の除去機能を期待する高性能粒子フィルタの除去効率については、蒸気による除去効率の低下を適切に考慮する。

1.3.6 貯留タンクの容量

臨界事故の発生を想定する機器において、廃ガス処理系統内に流入する流量は前処理建屋で約 $30\text{m}^3/\text{h}$ 、精製建屋で約 $70\text{m}^3/\text{h}$ であり、1 時間にわたって気体を貯留するとした場合の貯留タンクの容量（空気圧縮機による圧縮を考慮しない容量）は前処理建屋で約 35m^3 以上、精製建屋で

約 82m³以上としているため、臨界事故時において確実に貯留タンクに貯留できる。

2. 臨界事故により発生する可能性のある事象の検討

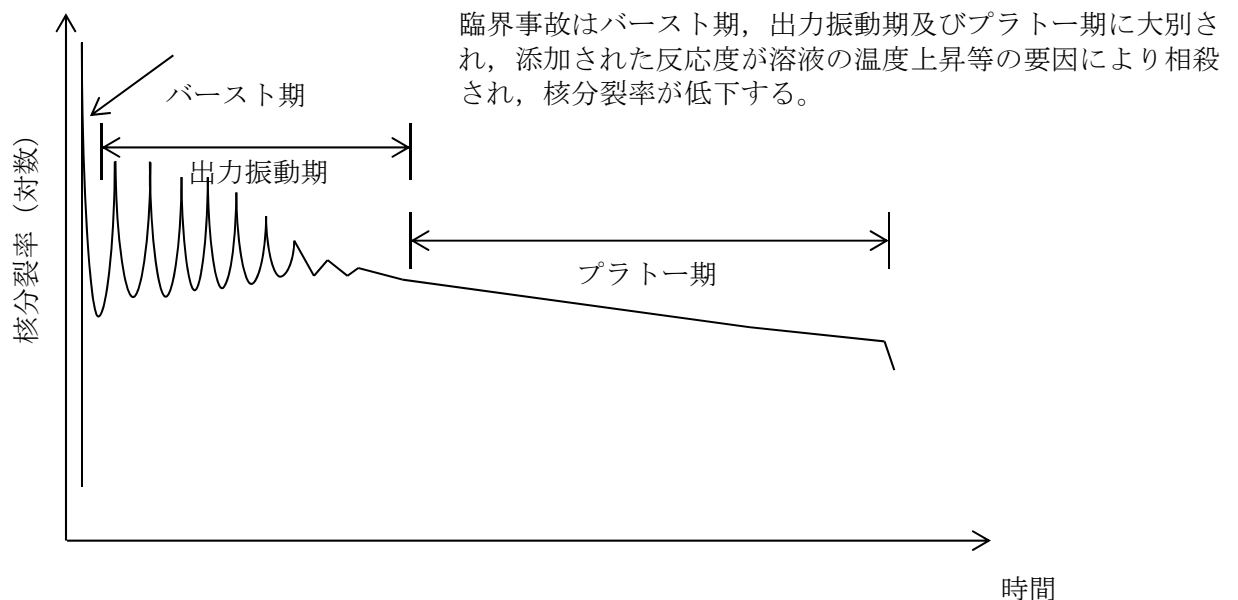
2.1 臨界事故の拡大防止対策が成功した場合

2.1.1 事故規模の想定

臨界事故による他事象への進展に係る想定内容及び設定した評価条件を以下に示す。

(1) 全核分裂数

全核分裂数の設定においては、図 2.1－1 図のとおり、溶液体系の臨界事故に見られるバースト期とプラトー期を有する臨界事故推移を想定する。



第2.1－1図 臨界事故の核分裂率推移の概念図

a. バースト期の核分裂数

臨界事故のバースト期の核分裂数は、過去に発生した臨界事故におけるバースト期の核分裂数が $10^{14} \sim 10^{17}$ fissions の幅を取ることを踏まえ、 10^{18} fissions を想定する。

b. プラト一期の核分裂率

過去の事故においては、臨界事故における核分裂率は概ね $10^{12} \sim 10^{16}$ fissions/s の幅をもつ。

この過去の結果を踏まえ、評価で使用する核分裂率として 1×10^{15} fissions/s を想定する。

c. 全核分裂数について

臨界事故の評価で使用する全核分裂数は、上記 a. 及び b. で想定したバースト期の核分裂数及びプラト一期における核分裂率に拡大防止対策の完了時間（中性子吸収材供給完了時間10分）を乗じて求めた核分裂数の合計とし、臨界事故の発生を想定する機器について一律 1.6×10^{18} fissions とする。

(2) 水素発生量の計算条件

a. 水素発生量G値

核分裂が発生した場合、核分裂に伴って放出される放射線により溶液が放射線分解し、水素が発生する。

核分裂による水素発生量のG値については、水相にあつては $1.8 \text{ mole ecul e s} / 100 \text{ e V}$ と推測される。

なお、同値の出典については第 2.1-1 表のとおり。

第 2.1－1 表 水素発生量G 値の出典

液性	文献	G 値[molecules/100eV]
水相	1) 阿部仁ほか. 溶液燃料の過渡臨界事象に伴う放射性ヨウ素及び希ガス等の放出挙動の検討, 日本原子力研究所, 1999, JAERI-Tech 99-067.	0.77以上
	2) Harry MacDonald Forehand, Jr. “Effect of Radiolytic gas on nuclear excursions in aqueous solutions”. 1981.	約0.6 (ウラン濃度約420g/ℓ) ～1.7(ウラン濃度約5g/ℓ)
		<u>1.8(fission fragments)</u>
	3) 吉田涼一郎ほか. “硝酸ウラニル水溶液の過渡臨界における水素ガス発生量の推定”. 日本原子力学会予稿集. 福岡, 2016/9/7～9/9, 日本原子力研究開発機構, 日本原子力学会, 2016.	1.2 (1E+18fissionsあたり4molの水素との記載より換算)

b. 臨界の全核分裂数と水素発生量の関係

バースト期の核分裂数を 1×10^{18} f i s s i o n s , プラト一期の核分裂率を 1×10^{15} f i s s i o n s / s e c とする。プラト一期の核分裂率に臨界継続時間を乗じ, バースト期の核分裂数を加算して全核分裂数とする。

2.1.2 連鎖又は従属事象として発生する子事象の特定

2.1.2.1 連鎖して発生する可能性のある子事象の整理

臨界事故を親事象とした場合に、連鎖して発生する可能性のある子事象を第 2.1－2 表に示す。

第 2.1－2 表には、臨界事故の発生が想定される機器が有する臨界事故以外の事象の発生の防止に関連する安全機能の関係も合わせて整理した。

2.1.2.1 では、親事象の発生によって生じる事故影響によって、親事象が発生した機器が有するその他の安全機能を喪失させるか否か、及び、親事象が発生した機器と同一セルに設置されているその他の機器が有する安全機能を喪失させるか否かについて分析する。

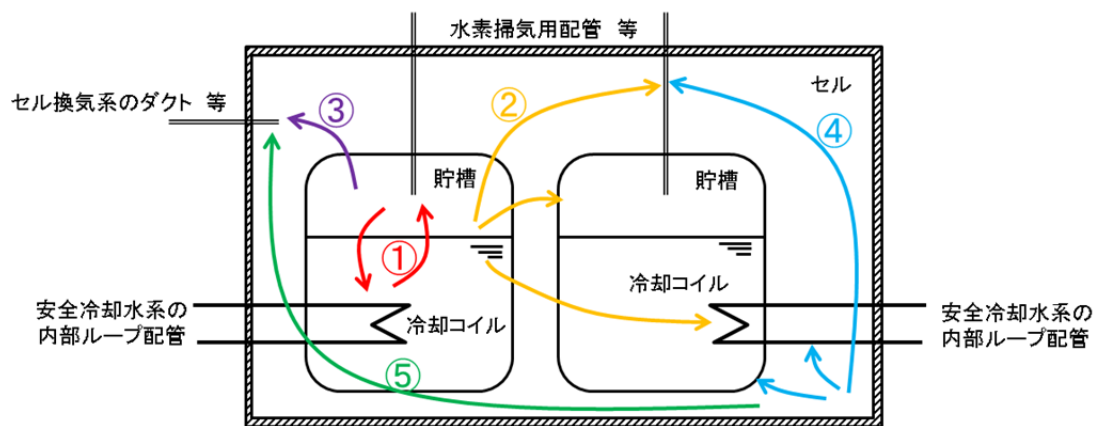
親事象の発生によって生じる事故影響が子事象の安全機能へ与える影響の関係を第 2.1－2 図に示す。

第 2.1－2 表に示したとおり、親事象の発生が想定される機器が有する機能は、水素掃気機能を有することから臨界事故を親事象とした場合に、親事象の事故影響によって子事象の発生防止対策の機能が喪失する可能性のある子事象は、「第 36 条 水素爆発」である。

第 2.1－2 表 臨界事故を親事象とした場合に発生の可能性のある子事象

建屋	臨界事故の発生を想定する機器	セル	親事象	連鎖して発生する可能性のある子事象					
			第34条	第35条	第36条	第37条	第37条	第38条	第39条
			臨界事故	蒸発乾固	水素爆発	溶媒火災	TBP	燃料損傷	漏えい
				安全冷却 水系	水素掃気 用安全圧縮 空気系	熱的制限 値	熱的制限 値	—	—
前処理建屋	溶解槽A	溶解槽 Aセル	○	—	—	—	—	—	—
	溶解槽B	溶解槽 Bセル	○	—	—	—	—	—	—
	エンドピース酸洗浄槽A	溶解槽 Aセル	○	—	—	—	—	—	—
	エンドピース酸洗浄槽B	溶解槽 Bセル	○	—	—	—	—	—	—
	ハル洗浄槽A	溶解槽 Aセル	○	—	○	—	—	—	—
	ハル洗浄槽B	溶解槽 Bセル	○	—	○	—	—	—	—
精製建屋	AC第 5 一時貯留処理槽	精製建屋一時貯留処理槽第 1 セル	○	—	—	—	—	—	—
	AC第 7 一時貯留処理槽	精製建屋一時貯留処理槽第 2 セル	○	—	○	—	—	—	—

※AC： 精製建屋



- ①機器内で発生する事故影響による当該機器における他の事故の発生防止対策への悪影響（例：水素爆発によるエネルギーによって、貯槽内の冷却コイルを破損させる等）
- ②機器内で発生する事故影響による他の機器の事故の発生防止対策への悪影響
- ③機器内で発生する事故影響によるセルに対して講じられる事故の発生防止対策への悪影響
- ④セル内で発生する事故影響による同一セル内の機器の事故の発生防止対策への悪影響
- ⑤セル内で発生する事故影響による同一セル内で発生する他の事故の発生防止対策への悪影響

第 2.1－2 図 親事象の事故影響が子事象の安全機能へ与える影響の関係

2.1.2.1.1 親事象の事故影響による設計基準上の発生防止対策の機能喪失 の観点

本節では、親事象の事故影響によって設計基準上の発生防止対策を構成する機器が損傷するか否かを「温度」、「圧力」、「湿度」及び「放射線」の観点で分析する。

また、親事象の事故影響によって設計基準上の発生防止対策が容量不足に至るか否かを分析する。

(1) 発生防止対策を構成する機器が損傷するか否かの観点

第 2.1－2 表を，同一セルに設置される他の機器を抽出し，他の機器を含め設置数が単一か複数かに着目するとともに，機器が有する安全機能の種類のパターンに着目して整理した結果を第 2.1－4 表から第 2.1－5 表に示す。

臨界事故を親事象とした場合，2 グループに集約される。

グループ毎に，親事象の事故影響によって設計基準上の発生防止対策を構成する機器が損傷するか否かを分析する。

グルーピングの説明を第 2.1－3 表に示す。

第 2.1－3 表 グルーピングの説明（拡大防止成功）

グループ	グルーピングの説明
グループ 1	1 セルに 1 機器のみ設置され，安全機能として臨界及び水素爆発への対処設備が要求されるもの
グループ 2	1 セルに複数機器が設置され，安全機能として臨界，蒸発乾固及び水素爆発への対処設備が全て又はいずれか要求されるもの

第 2.1－4 表 グルーピング結果（前処理建屋）

建屋	臨界事故の発生を想定する機器または 臨界事故の発生を想定する機器と 同一セルに設置されている機器	セル	親事象	連鎖して発生する可能性のある子事象									グルー ピング
			第34条	第34条			第35条	第36条	第37条	第37条	第38条	第39条	
			臨界事故	臨界事故			蒸発乾固	水素爆発	溶媒火災	TBP	燃料損傷	漏えい	
				形状	濃度	質量	安全冷却 水系	水素掃気 用安全圧 縮空気系	熱的制限 値	熱的制限 値	—	—	
前処理建屋	溶解槽A	溶解槽 A セル	○	○	○	○	—	—	—	—	—	—	G2
	エンドピース酸洗浄槽A	//	○	—	○	○	—	—	—	—	—	—	G2
	エンドピース水洗浄槽A	//	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	G2
	ハル洗浄槽A	//	○	—	—	—	—	○	—	—	—	—	G2
	第 1 よう素追出し槽A	//	—	—	○	—	—	—	—	—	—	—	G2
	第 2 よう素追出し槽A	//	—	—	○	—	—	—	—	—	—	—	G2
	中間ポットA	//	—	—	○	—	○	○	—	—	—	—	G2
	溶解槽B	溶解槽 B セル	○	○	○	○	—	—	—	—	—	—	G2
	エンドピース酸洗浄槽B	//	○	—	○	○	—	—	—	—	—	—	G2
	エンドピース水洗浄槽B	//	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	G2
	ハル洗浄槽B	//	○	—	—	—	—	○	—	—	—	—	G2
	第 1 よう素追出し槽B	//	—	—	○	—	—	—	—	—	—	—	G2
	第 2 よう素追出し槽B	//	—	—	○	—	—	—	—	—	—	—	G2
	中間ポットB	//	—	—	○	—	○	○	—	—	—	—	G2

第 2.1－5 表 グルーピング結果（精製建屋）

建屋	臨界事故の発生を想定する機器または 臨界事故の発生を想定する機器と 同一セルに設置されている機器	セル	親事象	連鎖して発生する可能性のある子事象									グルー ピング
			第34条	第34条			第35条	第36条	第37条	第37条	第38条	第39条	
			臨界事故	臨界事故			蒸発乾固	水素爆発	溶媒火災	TBP	燃料損傷	漏えい	
				形状	濃度	質量	安全冷却 水系	水素掃気 用安全圧 縮空気系	熱的制限 値	熱的制限 値	—	—	
精製建屋	AC第 1 一時貯留処理槽	精製建屋一時貯留処理槽第 1 セル	—	○	—	—	○	○	—	—	—	—	G2
	AC第 2 一時貯留処理槽	〃	—	○	—	—	○	○	—	—	—	—	G2
	AC第 3 一時貯留処理槽	〃	—	○	—	—	○	○	—	—	—	—	G2
	AC第 4 一時貯留処理槽	〃	—	○	—	—	—	○	—	—	—	—	G2
	AC第 5 一時貯留処理槽	〃	○	—	○	—	—	—	—	—	—	—	G2
	逆抽出液受槽	〃	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	G2
	AC第 7 一時貯留処理槽	精製建屋一時貯留処理槽第 2 セル	○	—	○	—	—	○	—	—	—	—	G1

※AC： 精製建屋

a. グループ 1

グループ 1 に属する機器は、1 セルに 1 機器が設置されており、機器が有する安全機能等は、臨界防止に係る濃度管理及び水素掃気機能である。

グループ 1 に属する機器において想定される状態は第 2.1－6 表に示すとおりである。

第 2.1－6 表 グループ 1 の機器において想定される状態

臨界事故の発生を 想定する機器	想定される主要な状態		
	全核分裂数 [fissions]	到達温度 [°C]	圧力 [kPa]
精製建屋 第 7 一時貯留 処理槽	1.6E+18	44	～3

(a) 温度の観点

第 2.1－6 表に示すとおり、グループ 1 に属する機器は沸騰には至らない。そのため、乾燥・固化に至ることはなく、発生防止対策を構成する機器が晒される温度は沸点未満である。

連鎖して発生の可能性のある子事象の設計基準としての発生防止対策は第 2.1－7 表に示すとおりである。

第 2.1－7 表 設計基準としての発生防止対策（グループ 1）

	設計基準としての発生防止対策
第 34 条 臨界事故	濃度管理（ソフト対策）
第 36 条 水素爆発	水素掃気用安全圧縮空気系

i. 第 34 条 臨界事故

設計基準の発生防止対策として濃度管理（ソフト対策）を実施しているが、本機器は臨界事故の発生を想定しており、濃度上昇はその起因事象である。

ii. 第 36 条 水素爆発

設計基準の発生防止対策として水素掃気用安全圧縮空気系を使用するが、これらの系統を構成する機器は、ステンレス等の鋼製であり、沸点程度の温度において損傷することはない。温度の影響がセル外へ及ぶことはないことから、セル外の水素掃気用安全圧縮空気系の機器及び親事象の発生箇所と異なるセルの水素掃気用安全圧縮空気系の機器が損傷することはない。

(b) 圧力の観点

本グループの機器においては沸騰に至ることはないことから、系統内の圧力は平常運転時程度であり、水素爆発の設計基準の発生防止対策を構成する機器に影響を及ぼさない。

(c) 湿度の観点

本グループの機器においては沸騰に至ることはないことから、系統内の湿度は平常運転時程度であり、水素爆発の設計基準の発生防止対策を構成する機器に影響を及ぼさない。

(d) 放射線の観点

機器は臨界事故により発生する放射線及び放射性希ガスからの放射線

に晒されることを想定する。

i. 第 34 条 臨界事故

設計基準の発生防止対策として濃度管理（ソフト対策）を実施しているが，本機器は臨界事故の発生を想定しており，濃度上昇はその起因事象である。

ii. 第 36 条 水素爆発

設計基準の発生防止対策として水素掃気用安全圧縮空気系を使用するが，これらの系統を構成する機器は，ステンレス等の鋼製であり，放射線に晒されても損傷することはない。放射線の影響はセル外にも及ぶ可能性はあるが，セル外の水素掃気用安全圧縮空気系の機器及び親事象の発生箇所と異なるセルの水素掃気用安全圧縮空気系の機器も，ステンレス等の鋼製であり，放射線に晒されても損傷することはない。

b. グループ 2

グループ 2 に属する機器は、1 セルに複数機器が設置されており、機器が有する安全機能等は、臨界防止に係る形状寸法管理、濃度管理及び質量管理並びに冷却機能及び水素掃気機能であり、全部又はいずれかの安全機能を有する。

グループ 2 に属する機器において想定される状態は第 2.1－8 表に示すとおりである。

第 2.1－8 表 グループ 2 の機器において想定される状態

臨界事故の発生を 想定する機器	想定される主要な状態		
	全核分裂数 [fissions]	到達温度 [℃]	圧力 [kPa]
溶解槽 A	1.6E+18	94	～3
溶解槽 B	1.6E+18	94	～3
エンドピース酸洗浄槽 A	1.6E+18	88	～3
エンドピース酸洗浄槽 B	1.6E+18	88	～3
ハル洗浄槽 A	1.6E+18	沸点到達	～3
ハル洗浄槽 B	1.6E+18	沸点到達	～3
精製建屋 第 5 一時貯留 処理槽	1.6E+18	沸点到達	～3

(a) 温度の観点

第 2.1－8 表に示すとおり、グループ 2 に属する一部の機器において沸騰するとともに溶液の一部が蒸発することが想定される。

その場合の蒸発量は、核分裂で発生する熱エネルギーが全て溶液の沸騰に使用されたとした場合でも、最大でも約 23 L であり、溶液は乾燥・固化に至らない。また、その場合の溶液温度は沸点程度である。

連鎖して発生の可能性のある子事象の設計基準としての発生防止対策は第 2.1－9 表に示すとおりである。

第 2.1－9 表 設計基準としての発生防止対策（グループ 2）

	設計基準としての発生防止対策
第 34 条 臨界事故	形状寸法管理及び濃度管理並びに質量管理（ソフト対策）
第 35 条 蒸発乾固	安全冷却水系
第 36 条 水素爆発	水素掃気用安全圧縮空気系

i. 第 34 条 臨界事故

設計基準の発生防止対策として形状寸法管理又は濃度・質量管理（ソフト対策）を実施している。形状寸法の維持については，形状寸法管理機器はステンレス等の鋼製であり，沸点程度の温度において損傷することはなく，また，中性子吸収材であるホウ素入りコンクリート又はカドミウム及び中性子減速材であるポリエチレンも，沸点程度の温度において損傷することはない。

また，臨界事故が発生した機器と同一セルにあって，濃度管理を行う機器においては，機器内の溶液が沸騰し，濃縮するような温度上昇は考えられないことから，設計基準の発生防止対策に影響を及ぼさない。

また，温度の影響がセル外へ及ぶことはないことから，異なるセルの臨界事故の防止に係る発生防止対策が無効になることはない。

ii. 第 35 条 蒸発乾固

設計基準の発生防止対策として安全冷却水系を使用するが，これら系統を構成する機器は，ステンレス等の鋼製であり，沸点程度の温度

において損傷することはない。温度の影響がセル外へ及ぶことではないことから、セル外の安全冷却水系の機器及び親事象の発生箇所と異なるセルの安全冷却水系の機器が損傷することはない。

iii. 第 36 条 水素爆発

設計基準の発生防止対策として水素掃気用安全圧縮空気系を使用するが、これらの系統を構成する機器は、ステンレス等の鋼製であり、沸点程度の温度において損傷することはない。温度の影響がセル外へ及ぶことではないことから、セル外の水素掃気用安全圧縮空気系の機器及び親事象の発生箇所と異なるセルの水素掃気用安全圧縮空気系の機器が損傷することはない。

(b) 圧力の観点

沸騰に至る一部の機器において機器内圧力が上昇する可能性があるものの、その上昇幅は最大でも水封安全器の水頭圧相当の 3 k P a 程度であり、これは平常運転時の圧力変動幅の範囲と同程度である。

そのため、圧力の上昇を想定しても設計基準としての発生防止対策に影響を及ぼすことはない。

(c) 湿度の観点

沸騰に至る一部の機器において機器内の湿度が上昇するものの、湿度の上昇によって第 2.1－9 表に示す機器が損傷することはない。

また、湿度の影響が貯槽外へ及ぶことではないことから、セル外の機器及び親事象の発生箇所と異なるセルの機器が損傷することはない。

(d) 放射線の観点

機器は臨界事故により発生する放射線及び放射性希ガスからの放射線に晒されることを想定する。

i. 第 34 条 臨界事故

設計基準の発生防止対策として形状寸法管理又は濃度・質量管理（ソフト対策）を実施している。形状寸法の維持については、形状寸法管理機器はステンレス等の鋼製であり、放射線に晒された場合でも損傷することはない。また、中性子吸収材であるホウ素入りコンクリート又はカドミウム及び中性子減速材であるポリエチレンも、損傷することはない。

放射線の影響はセル外にも及ぶ可能性はあるが、親事象の発生箇所と異なるセルの形状寸法管理の機器も、ステンレス等の鋼製であり、放射線に晒されても損傷することはない。

ii. 第 35 条 蒸発乾固

設計基準の発生防止対策として安全冷却水系を使用するが、これら系統を構成する機器は、ステンレス等の鋼製であり、放射線に晒された場合でも損傷することはない。放射線の影響はセル外にも及ぶ可能性はあるが、セル外の安全冷却水系の機器及び親事象の発生箇所と異なるセルの安全冷却水系の機器もステンレス等の鋼製であり、放射線に晒されても損傷することはない。

iii. 第 36 条 水素爆発

設計基準の発生防止対策として水素掃気用安全圧縮空気系を使用するが、これらの系統を構成する機器は、ステンレス等の鋼製であり、

放射線に晒された場合でも損傷することはない。放射線の影響はセル外にも及ぶ可能性はあるが、セル外の水素掃気用安全圧縮空気系の機器及び親事象の発生箇所と異なるセルの水素掃気用安全圧縮空気系の機器もステンレス等の鋼製であり、放射線に晒されても損傷することはない。

2.1.2.1.2 親事象の事故影響による重大事故等の重大事故等対策の機能喪失の観点

本節では、親事象の事故影響によって重大事故等対策が機能喪失に至るか否かを「温度」、「圧力」、「湿度」及び「放射線」の観点で分析する。

分析の観点は以下のとおりとする。

- ✓ 親事象自身の重大事故等対策の発生防止対策及び拡大防止対策を構成する機器が損傷するか否か
- ✓ 親事象とは異なる重大事故等の重大事故等対策の発生防止対策及び拡大防止対策を構成する機器が損傷するか否か

また、親事象の事故影響によって重大事故等対策の発生防止対策及び拡大防止対策が容量不足に至るか否かを分析する。

(1) 重大事故等対策を構成する機器が損傷するか否かの観点

共通要因により臨界事故と同時に発生する重大事故はないが、臨界事故により生じる変化により重大事故等対策を構成する機器が損傷するか否かを整理する。

整理に当たっては、同一セル内に設置される臨界事故の発生を想定しない機器の臨界事故以外の重大事故対処への影響を確認する。

a. 重大事故等対策の概要

(a) 第 34 条 臨界事故

i. 拡大防止対策

- ✓ 臨界が発生している機器等に可溶性中性子吸収材を供給する。
- ✓ 可溶性中性子吸収材の供給には、重大事故時可溶性中性子吸収材緊急供給系を用いる。
- ✓ セル内に設置されている可溶性中性子吸収材の供給に使用する機器は、常設重大事故等対処設備の可溶性中性子吸収材を供給する配管である。

(b) 第 35 条 蒸発乾固

i. 発生防止対策

- ✓ 冷却機能が喪失している機器の内部ループ配管，冷却コイル／冷却ジャケットに冷却水を通水する。
- ✓ 冷却水の通水には、常設重大事故等対処設備の内部ループ配管及び冷却コイル／冷却ジャケット，可搬型重大事故等対処設備の可搬型ホース等を使用する。
- ✓ セル内に設置されている冷却水の通水に使用する機器は、常設重

大事故等対処設備の冷却コイル／冷却ジャケットである。

ii．拡大防止対策

- ✓ 冷却機能が喪失している機器に注水する。
- ✓ 注水には，常設重大事故等対処設備の機器注水配管，可搬型重大事故等対処設備の可搬型ホース等を使用する。
- ✓ セル内に設置されている注水に使用する機器は，常設重大事故等対処設備の機器注水配管である。

(c) 第 36 条 水素爆発

i．発生防止対策

- ✓ 水素掃気機能が喪失している機器が接続している水素掃気用安全圧縮空気系，発生防止用圧縮空気供給系及びかくはん用安全圧縮空気系に圧縮空気を供給する。
- ✓ 圧縮空気の供給には，常設重大事故等対処設備の水素掃気用安全圧縮空気系，発生防止用圧縮空気供給系及びかくはん用安全圧縮空気系，可搬型重大事故等対処設備の可搬型空気圧縮機，可搬型ホース等を使用する。
- ✓ セル内に設置されている圧縮空気の供給に使用する機器は，常設重大事故等対処設備の水素掃気用安全圧縮空気系，発生防止用圧縮空気供給系及びかくはん用安全圧縮空気系である。

ii．拡大防止対策

- ✓ 水素掃気機能が喪失している機器が接続している拡大防止用圧縮空気供給系に圧縮空気を供給する。

- ✓ 圧縮空気の供給には、常設重大事故等対処設備の圧縮空気供給系及び拡大防止用圧縮空気供給系、可搬型重大事故等対処設備の可搬型空気圧縮機、可搬型ホース等を使用する。
- ✓ セル内に設置されている圧縮空気の供給に使用する機器は、常設重大事故等対処設備の拡大防止用圧縮空気供給系である。

b. 親事象の発生によって各重大事故等対策が受ける影響

(a) 各重大事故等対策に使用する設備のまとめ

各重大事故等対策に使用する設備を第 2.1-10 表に示す。

第 2.1-10 表 各重大事故等対策に使用する設備

(拡大防止成功)

	発生防止対策	拡大防止対策	材質
第 34 条臨界事故	—	重大事故時可溶性中性子吸収材供給系	鋼製（ステンレス鋼等）
第 35 条蒸発乾固	冷却コイル／冷却ジャケット	機器注水配管	鋼製（ステンレス鋼等）
第 36 条水素爆発	水素掃気用安全圧縮空気系 かくはん用安全圧縮空気系 発生防止用圧縮空気供給系	拡大防止用圧縮空気供給系	鋼製（ステンレス鋼等）

(b) 親事象の発生による各重大事故等対策への事故影響

臨界事故の発生時に想定される状態は 2.1.2.1.1 に示したとおりである。

i. 温度の観点

2.1.2.1.1 に示すとおり、臨界事故の発生を想定する一部の機器において沸騰に至るものの、蒸発量は少なく、溶液が乾燥・固化に至ることはない。そのため、発生防止対策を構成する機器が晒される温度は沸点程度である。

「第 34 条 臨界事故」の拡大防止対策、「第 35 条 蒸発乾固」の発生防止対策及び拡大防止対策及び「第 36 条 水素爆発」の発生防止対策及び拡大防止対策において使用するセル内機器は、ステンレス等の鋼製であり、沸点程度の温度において損傷することはない。

温度の影響がセル外へ及ぶことはないことから、セル外の重大事故

等への対処に使用する機器及び親事象の発生箇所と異なるセルにおける重大事故等への対処に使用する機器が損傷することはない。

ii. 圧力の観点

2.1.2.1.1 に示すとおり、沸騰に至る機器において機器内圧力が上昇する可能性があるものの、その上昇幅は最大でも水封安全器の水頭圧相当の 3 kPa 程度であり、これは平常運転時の圧力変動幅の範囲と同程度である。

「第 34 条 臨界事故」の拡大防止対策、「第 35 条 蒸発乾固」の発生防止対策及び拡大防止対策及び「第 36 条 水素爆発」の発生防止対策及び拡大防止対策において使用するセル内機器は、ステンレス等の鋼製であり、3 kPa 程度の圧力において損傷することはない。機器自体の健全性が維持されることから、圧力の影響が貯槽外へ及ぶことはないため、同一セル内の重大事故等への対処に使用する機器、セル外の重大事故等への対処に使用する機器及び親事象の発生箇所と異なるセルの重大事故等への対処に使用する機器が損傷することはない。

iii. 湿度の観点

2.1.2.1.1 に示すとおり、沸騰に至る機器において機器内の湿度が上昇する。

湿度の変動によって第 2.1-10 表に示す重大事故等への対処に使用する機器が損傷することはない。

また、湿度の影響が貯槽外へ及ぶことはないことから、同一セル内の重大事故等への対処に使用する機器、セル外の重大事故等への対処に使用する機器及び親事象の発生箇所と異なるセルの重大事故等への対処に使用する機器が損傷することはない。

iv. 放射線の観点

機器は臨界事故により発生する放射線及び放射性希ガスからの放射線に晒されることを想定する。

「第 34 条 臨界事故」の拡大防止対策、「第 35 条 蒸発乾固」の発生防止対策及び拡大防止対策及び「第 36 条 水素爆発」の発生防止対策及び拡大防止対策において使用するセル内機器は、ステンレス等の鋼製であり、放射線に晒された場合でも機器は損傷しない。

(2) 重大事故等対策の容量不足の観点

a. 第 34 条 臨界事故

「第 34 条 臨界事故」の事故想定そのものであり，本観点の考察は不要である。

b. 第 35 条 蒸発乾固

核分裂による熱量の増加は臨界事故の進展の一環であり，従属事象として 2.1.2.2 にて整理する。

c. 第 36 条 水素爆発

核分裂による水素発生は臨界事故の進展の一環であり，従属事象として 2.1.2.2 にて整理する。

2.1.2.2 従属事象として発生する可能性のある子事象の整理(事象進展により顕在化するパラメータ変動の観点)

臨界事故を親事象とした場合に、従属事象として発生する可能性のある子事象を第 2.1-11 表に示す。

臨界事故を親事象とした場合に、親事象の事故影響によって従属的に発生する可能性のある子事象は、「溶液の沸騰・蒸発」及び「水素の燃焼」である。

第 2.1-11 表 臨界事故を親事象とした場合に従属事象として発生する可能性がある子事象

臨界事故の発生 を想定する機器	想定される主要な状態			従属して発生する可能性 のある子事象	
	全核分裂数 [fissions]	到達温度 [℃]	圧力 [kPa]	溶液の沸騰 ・蒸発	水素の燃焼
溶解槽 A	1. 6E+18	94	～3	—	—
溶解槽 B	1. 6E+18	94	～3	—	—
エンドピース酸 洗浄槽 A	1. 6E+18	88	～3	—	—
エンドピース酸 洗浄槽 B	1. 6E+18	88	～3	—	—
ハル洗浄槽 A	1. 6E+18	沸点到達	～3	○	—
ハル洗浄槽 B	1. 6E+18	沸点到達	～3	○	—
精製建屋 第 5 一時貯留処理槽	1. 6E+18	沸点到達	～3	○	—
精製建屋 第 7 一時貯留処理槽	1. 6E+18	44	～3	—	—

(1) 温度の観点

温度の観点でポイントとなる温度は次の5点である。

- ✓ 約 100℃ 沸騰開始温度
- ✓ ～約 1500℃ 放射性物質の揮発 (C s , R u),
貯槽損傷

第 2.1－11 表に示すとおり，一部の機器において沸点に到達する。

ただし，臨界事故により生じる溶液の沸騰量は最大でも約 23 L であり，臨界事故の発生が想定される機器の溶液量(最小 200 L)を考慮すると，溶液が喪失する前に臨界事故が収束する。また，可溶性中性子吸収材が供給されることで，水分の喪失が防止される。このため，約 1500℃ (放射性物質の揮発 (C s , R u)，貯槽損傷)の状態へ進展することはない。

(2) 水素の発生の観点

臨界事故の発生を想定した場合でも、機器内の気相部中の水素濃度が水素爆発未然防止濃度である 8 v o 1 % を超えて上昇することはない。

a . 臨界発生時の水素濃度推移評価条件

臨界発生時の水素濃度推移を評価するために必要な条件を整理する。
条件の一覧を第 2. 1－12 表に示す。

(a) 溶液性状の変化に応じた G 値

2. 1. 1 の設定と同じとする。

(b) 臨界の全核分裂数と水素発生量の関係

2. 1. 1 の設定と同じとする。

(c) 供給空気量

対象機器に平常運転時に供給される，計装圧縮空気，水素掃気用圧縮空気及びプロセス上必要な圧縮空気を考慮する。

b . 臨界後の水素発生量評価条件

拡大防止対策が成功するものとして，臨界は収束する。評価対象機器のうち，プロセス異常及び誤移送を起因とした臨界事故が発生している場合は，これを考慮した溶液の性状を設定する。評価条件の一覧を第 2. 1－13 表に示す。

(a) 溶液性状の変化に応じた G 値

臨界発生後に想定される硝酸濃度に応じた水素発生G値を設定する。

(b) 崩壊熱密度

臨界発生後に想定される溶液種類に応じた崩壊熱密度を設定する。

(c) 供給空気量

対象機器に供給される計装圧縮空気，水素掃気用圧縮空気，プロセス上必要な圧縮空気を考慮する。

c. 水素濃度の評価結果

評価結果を第 2.1-14 表に示す。

機器内の水素濃度の評価においては，臨界事故発生を起点として，拡大防止対策が成功し，通常時の廃ガス処理設備による換気復旧までの 1 時間の中で推移する，機器内の最大水素濃度を求めた。

第 2.1-14 表に示すとおり、いずれの機器でも気相部の水素濃度は 8 v o 1 %を超えない。

第2.1-12表(1) 臨界継続時の評価条件（共通条件）

項目	設定値
臨界における水素発生 G 値 [molecules/100eV]	1.8
バースト期の核分裂数[fissions]	1.0E+18
プラトー期の核分裂率[fissions/s]	1.0E+15
臨界継続時間[min]	10
バースト期の水素発生量[m ³]	0.134
プラトー期の水素発生量[m ³ /h]	0.482

第2.1-12表(2) 臨界継続時の評価条件（個別条件）

建屋名	機器名	気相部容積 [m ³]	平常運転時掃気 流量 [m ³ /h]	沸騰までの時間 [min]
前処理建屋	溶解槽 A	6.97	0.671	(沸騰しない)
	溶解槽 B	6.97	0.671	(沸騰しない)
	エンドピース酸洗浄槽 A	3	0.2	(沸騰しない)
	エンドピース酸洗浄槽 B	3	0.2	(沸騰しない)
	ハル洗浄槽 A	7.008※ ¹	0.139	5
	ハル洗浄槽 B	7.008※ ¹	0.139	5
精製建屋	第5一時貯留処理槽	3.6	0.042	2.9
	第7一時貯留処理槽	3.8	0.406	(沸騰しない)

※1 接続する溶解槽の気相部容積も考慮している。

第2.1-13表 未臨界移行後の評価条件（個別条件）

建屋名	機器名	液量 [m ³]	硝酸濃度 [mol/L]	G 値		崩壊熱密度		水素発生 量 [m ³ /h]
				G α [molecules /100eV]	G $\beta\gamma$ [molecules /100eV]	α [W/m ³]	β [W/m ³]	
前処理 建屋	溶解槽 A	3	0	1.4E+00	4.5E-01	4.016E+02	1.098E+03	2.65E-2
	溶解槽 B	3	0	1.4E+00	4.5E-01	4.016E+02	1.098E+03	2.65E-2
	エンドピース酸洗浄槽 A	2.1	3	1.1E-01	4.2E-02	4.016E+02	1.098E+03	1.60E-3
	エンドピース酸洗浄槽 B	2.1	3	1.1E-01	4.2E-02	4.016E+02	1.098E+03	1.60E-3
	ハル洗浄槽 A	0.2	0	1.4E+00	4.5E-01	4.016E+02	1.098E+03	1.77E-3
	ハル洗浄槽 B	0.2	0	1.4E+00	4.5E-01	4.016E+02	1.098E+03	1.77E-3
精製 建屋	第 5 一時貯留処理槽	0.2	0.91	4.7E-01	9.8E-02	9.6E+02	0.0E+00	7.60E-4
	第 7 一時貯留処理槽	3	0.5	6.4E-01	1.57E-01	9.6E+02	0.0E+00	1.60E-2

第2.1-14表 評価結果一覧

機器名	最大水素濃度 (vol%)
溶解槽 A	3
溶解槽 B	3
エンドピース酸洗浄槽 A	7
エンドピース酸洗浄槽 B	7
ハル洗浄槽 A	3
ハル洗浄槽 B	3
第5一時貯留処理槽	6
第7一時貯留処理槽	6

2.1.4 臨界事故の拡大防止対策が成功した場合に連鎖又は従属事象として発生する子事象のまとめ

2.1.3.1 に臨界事故に連鎖して発生する子事象の観点での整理，2.1.3.2 に臨界事故の従属事象として発生する可能性のある子事象の観点での整理を示した。

その結果，臨界事故の従属事象として新たに生じる事象は特定されなかった。

補足説明資料 6－4（28条）

6．臨界事故への対処

解析に用いるパラメータの根拠等

本書では、臨界事故の有効性評価に用いたパラメータの設定において参照した根拠等を示す。具体的には以下の項目について記載する。

1. 臨界事故におけるセシウム-137 換算放出量の評価方法と評価に用いたパラメータについて
2. 臨界事故において外部に放出される可能性のある放射性希ガス及び放射性ヨウ素の大気中への放出割合の評価方法と評価に用いたパラメータについて
3. 臨界事故への対処において実施する放射線分解水素の掃気対策で供給する空気流量の評価方法と評価に用いたパラメータについて
4. 線量告示に定められた周辺監視区域外の空気中の濃度限度との比較に係る評価方法と評価に用いたパラメータについて
5. 貯留タンク内の放射性物質濃度の推移について

1. 臨界事故におけるセシウム-137 換算放出量の評価方法と評価に用いたパラメータについて

1.1 評価の前提

本資料では、臨界事故時の大気中への放射性物質の放出量（セシウム-137 換算）の評価方法を説明する。

臨界事故における放射性物質の放出量は、可溶性中性子吸収材の自動供給による未臨界への移行、及び貯留設備による放射性物質の貯留により低減されることから、上記対策の効果を考慮して放出量を計算する。

セシウム-137 換算の放出量の評価においては、長期的な放射線被ばく影響を評価する観点から、溶液の蒸発に同伴する放射性物質（エアロゾル）を対象とし、地表沈着の考えられない放射性希ガス及び放出量の大部分が半減期の短い放射性よう素については、評価の対象としない。

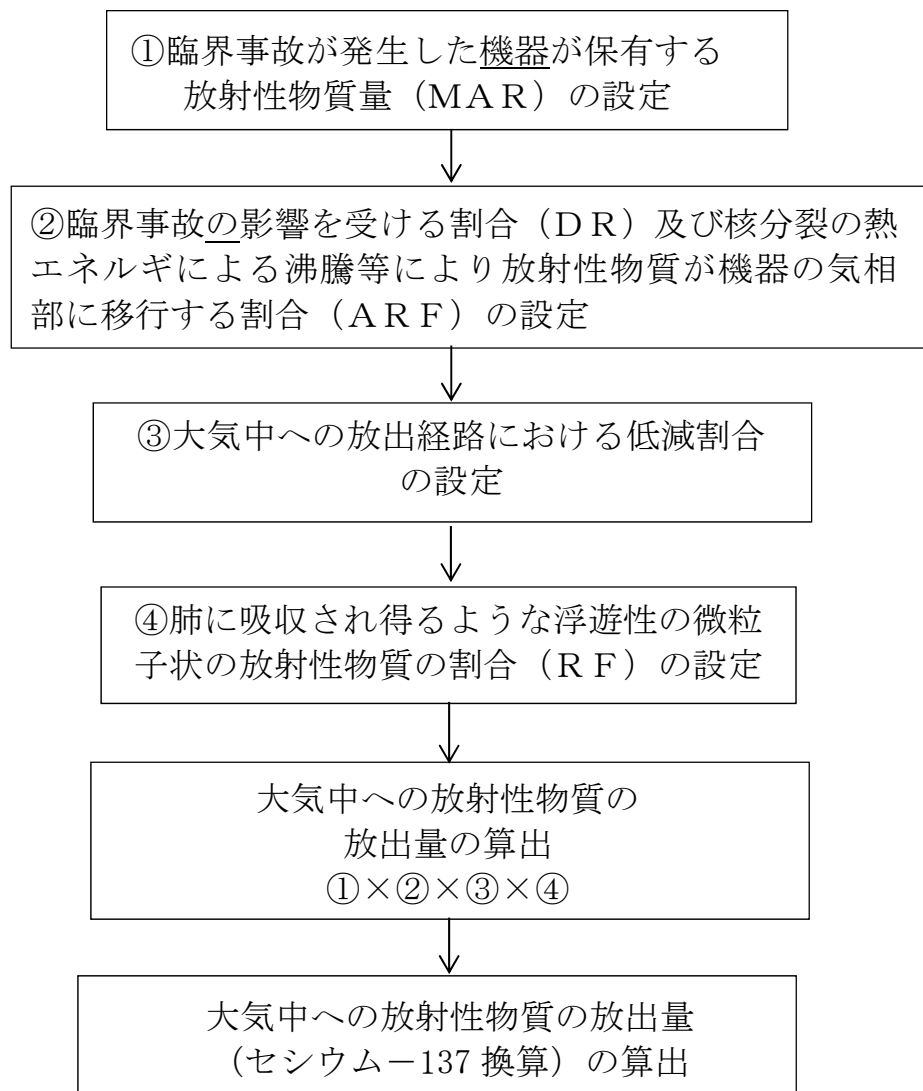
1.2 セシウム-137 換算放出量の評価条件

臨界事故の有効性評価における大気中への放射性物質の放出量は、臨界事故が発生した機器が保有する放射性物質質量（以下、本資料において「MAR」という。）に対して、臨界事故の影響を受ける割合（以下、本資料において「DR」という。）、核分裂の熱エネルギーによる沸騰等により放射性物質が機器の気相に移行する割合（以下、本資料において「ARF」という。）、大気中への放出経路における低減割合、及び肺に吸収され得るような浮遊性の微粒子状の放射性物質の割合（以下、本資料において「RF」という。）を乗じて算出する。

評価した大気中への放射性物質の放出量にセシウム-137 への換算係数を乗じて、大気中への放射性物質の放出量（セシウム-137 換算）を算出する（1式）。

$$\begin{aligned} & \text{大気中への放射性物質の放出量（C s -137 換算）} \\ & = \text{大気中への放射性物質の放出量 [B q]} \\ & \quad \times \text{C s -137 換算係数} \end{aligned} \quad (1 \text{ 式})$$

大気中への放射性物質の放出量（セシウム-137 換算）の評価方法のフローを第 1.2-1 図に示す。



第1.2－1図 大気中への放射性物質の放出量（セシウム-137換算）の評価方法のフロー

1.3 評価に用いる各種パラメータの設定

(1) MAR

a. MARの設定方針について

放射性物質量は、1日当たり処理する使用済燃料の平均燃焼度 $45,000\text{MW d} / \text{t} \cdot \text{UPr}$ ，照射前燃料濃縮度 $4.5\text{wt}\%$ ，比出力 $38\text{MW} / \text{t} \cdot \text{UPr}$ ，冷却期間15年を基に算出した放射性物質量に，使用済燃料の燃料仕様の変動に係る補正係数を考慮して，平常運転時の最大値又は臨界事故の発生が想定される条件下における放射性物質量を設定する。

使用済燃料の燃料仕様の変動に係る補正係数を第1.3－1表に示す。また，各機器で使用するインベントリの設定根拠を第1.3－2表に示す。

なお，臨界が発生した場合，溶液中に新たに核分裂生成物が生成するが，臨界事故時の大気中への放射性物質の放出量（セシウム－137換算）評価におけるMARは，臨界事故の発生を想定する機器が内包する溶液中の放射性物質が支配的であり，臨界により生成する核分裂生成物のうち，セシウム－137評価の対象としない放射性希ガス及び放射性ヨウ素を除く核分裂生成物による影響は無視できるため，MARとしては考慮しない。

第1.3－1表 燃料仕様の変動に係る補正係数

元素グループ	燃料仕様の変動に係る補正係数
Ru / Rh	1.7
その他FP※1	1.1
Pu	2.0
Am, Cm	2.7

※1：その他FPとは，核分裂生成物のうち，Kr－85，I－129及びRu / Rhを除いたものを示す。

第 1.3－2 表 インベントリの設定根拠

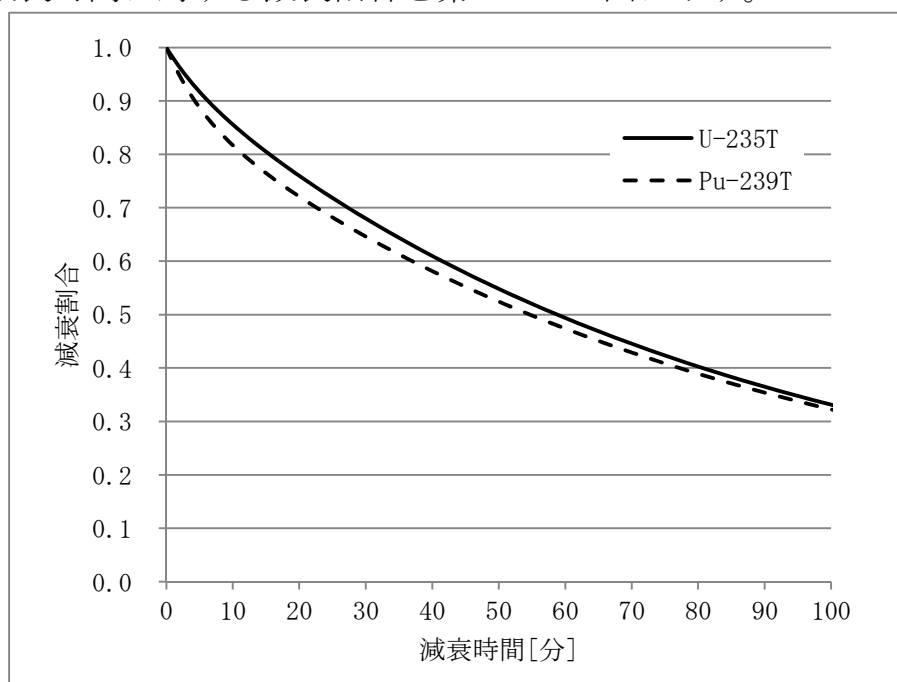
建屋	機器	使用するインベントリ	臨界の想定	根拠
前処理 建屋	溶解槽 A/B	溶解液 (溶解槽内)	動的機器の多重故障を想定	燃料せん断片の溶解不良による臨界事故を想定するため, 溶液の放射性物質濃度は <u>平常運転時</u> よりも低下していることが予想されるが, 安全側の評価として溶解槽の <u>平常運転時</u> に想定されるインベントリを用いる。
	エンドピース酸洗浄槽 A/B	溶解液 (溶解槽内)	動的機器の多重故障を想定	せん断機又は溶解槽から未溶解のせん断片が移行することによる臨界事故を想定するため, 溶液の <u>放射性物質濃度</u> は当該機器の平常運転時の濃度よりも上昇している可能性があることから, 溶解液のインベントリを使用して放出量を計算する。
	ハル洗浄槽 A/B			
精製建屋	第 5 一時貯留処理槽	硝酸プルトニウム溶液 (24gPu/L)	誤移送を想定	当該機器の移送元の機器 (放射性配管分岐第 1 セル漏えい液受皿 1 又は放射性配管分岐第 1 セル漏えい液受皿 2) に内包される可能性のある溶液のうち, 想定される最も高いプルトニウム濃度の溶液として, プルトニウム濃縮缶により濃縮される前のプルトニウム溶液 (最大値 24gPu/L) を設定する。
	第 7 一時貯留処理槽	硝酸プルトニウム溶液 (24gPu/L)	誤移送を想定	当該機器の移送元の機器 (精製建屋 第 3 一時貯留処理槽) に内包される可能性のある溶液のうち, 想定される最も高いプルトニウム濃度の溶液として, プルトニウム濃縮缶により濃縮される前のプルトニウム溶液 (最大値 24gPu/L) を設定する。

b. 臨界事故で発生する放射性よう素について

臨界事故においては、核分裂に伴う核分裂生成物として放射性よう素が生成され、放射性よう素は高性能粒子フィルタにより除去できない。

しかしながら、放射性よう素の大部分が短半減期であり、臨界事故への対処において実施する貯留設備への貯留対策により、放出される放射エネルギーを低減出来る。

放射性よう素の放射能をガンマ線実効エネルギーを0.5MeVにて合算した場合の減衰時間に対する減衰割合を第1.3-1図に示す。



第1.3-1図 放射性よう素の時間による減衰

貯留設備の貯留タンクに導入された放射性よう素は、貯留することで、十分な減衰時間を確保する。

また、廃ガス処理系統に残留した放射性よう素については、廃ガス処理系統に設置されているよう素フィルタにより除去できる可能性があるが、よう素フィルタは銀吸着型であり、吸着可能な容量を上回った場合には除去できない可能性がある。

廃ガス処理系統に設置されているよう素フィルタの仕様を第1.3-3表に示す。

第 1.3－3 表 廃ガス処理系統に設置されているよう素フィルタの仕様

廃ガス処理系統	よう素フィルタの仕様	設計上の除染係数
せん断処理・溶解廃ガス処理設備	銀系吸着材 2 段/1 系列 3 系列（1 系列は予備）	250
精製建屋塔槽類廃ガス処理系（プルトニウム系）	銀系吸着材 1 段/1 系列 1 系列	10

ただし、臨界事故により発生する放射性よう素は、主排気筒から放出された場合において、周辺監視区域境界で、線量告示（核原料物質又は核燃料物質の製錬の事業に関する規則等の規定に基づく線量限度等を定める告示）の周辺監視区域外の空気中の濃度限度（三月間平均）を下回る。

(2) DR

臨界により機器から気相中に移行する放射性物質の割合（移行率）は，設計基準事故のうち，溶解槽における臨界と同じ値とし，以下のとおりとする。

ルテニウム 溶液中の保有量及び臨界に伴う生成量の0.1%

その他 全核分裂数のエネルギーによる蒸発量に相当する溶液
体積中の保有量の0.05%

上記より，臨界事故時の大気中への放射性物質の放出量（セシウム-137 換算）評価におけるDRは，ルテニウムについては1とし，その他の放射性物質については，放射性物質の気相中への移行率が，機器内の溶液が核分裂で発生する熱エネルギーにより蒸発することを前提として設定されていることを踏まえ，機器が保有する溶液量に対する蒸発する溶液量の割合とする。

蒸発する溶液は水とし，臨界事故発生時点で既に溶液が沸騰状態にあるものとし，核分裂で発生する熱エネルギーは，全て溶液の蒸発に使用されるものとする。

具体的な蒸発量の計算例は以下のとおりである。

- ・ 1核分裂当たりの放出エネルギー： 200×10^6 [e V]
- ・ e VからJへの換算係数： 1.60218×10^{-19} [J / e V]
- ・ 水の蒸発潜熱： 2257 [k J / k g]（ 100°C における潜熱を設定）

これより，

$$\begin{aligned} \text{蒸発量} [\text{m}^3] = & \text{全核分裂数} [\text{fissions}] \times 200 \times 10^6 [\text{e V/fission}] \\ & \times 1.60218 \times 10^{-19} [\text{J / e V}] / (2257 [\text{k J / k g}] \times 1000 [\text{k J} \\ & / \text{J}] \times 1000 [\text{k g / m}^3]) \end{aligned}$$

臨界事故時の全核分裂数は 1.6×10^{18} [fissions] となることから，
臨界事故による溶液の蒸発量は 0.023 [m^3] となる。

ここで、MARとDRの積は以下の通りに書き直せる。

・ルテニウム

$$\begin{aligned} & \text{MAR} [\text{Bq}] \times \text{DR} [-] \\ &= \text{MAR} [\text{Bq}] \times 1 \\ &= \text{放射性物質濃度} [\text{Bq}/\text{m}^3] \times \text{機器内溶液量} [\text{m}^3] \end{aligned}$$

・その他の放射性物質

$$\begin{aligned} & \text{MAR} [\text{Bq}] \times \text{DR} [-] \\ &= \text{MAR} [\text{Bq}] \times \text{DR} [\text{蒸発量} \div \text{機器内溶液量}] \\ &= \text{放射性物質濃度} [\text{Bq}/\text{m}^3] \times \text{蒸発量} [\text{m}^3] \end{aligned}$$

従って、放射性物質濃度 $[\text{Bq}/\text{m}^3] \times (\text{蒸発量} [\text{m}^3] \text{ 又は 機器内溶液量} [\text{m}^3])$ により $\text{MAR} \times \text{DR}$ を計算した。

(3) ARF

上記(2)の移行率の設定より、臨界事故時の大気中への放射性物質の放出量（セシウム-137 換算）評価におけるARFは、ルテニウムに対しては 1.0×10^{-3} 、その他に対しては 5.0×10^{-4} と設定する。

本設定の根拠については1.6に示す。

(4) 大気中への放出経路における低減割合

a. 高性能粒子フィルタの除染係数の設定

臨界事故時の大気中への放射性物質の放出量（セシウム-137 換算）評価における大気中への放出経路における低減割合は以下のとおりとする。

貯留タンクでの滞留が完了した後に、廃ガス処理設備を起動することで、機器内の気相中に残留している放射性物質は、せん断処理・溶解廃ガス処理設備又は精製建屋塔槽類廃ガス処理系（プルトニウム系）から主排気筒を経由して大気中に放出される。

せん断処理・溶解廃ガス処理設備及び精製建屋塔槽類廃ガス処理系（プルトニウム系）の高性能粒子フィルタは2段で、1段当たりの放射性エアロゾルの除染係数は 10^3 以上であるが、蒸気雰囲気が除染係数を低下させる傾向を有することを考慮して、高性能粒子フィルタの放射性エアロゾルの除染係数は、蒸気による劣化を考慮した高性能粒子フィルタの除染係数（1段あたり 10^2 ）とし、2段として 10^4 とする。

本設定の根拠については1.7に示す。

b. 放出経路構造物による除染係数の設定

臨界事故への対処において、廃ガス処理設備の配管の経路を通じて貯留タンクへの貯留を行う場合、廃ガス処理設備の配管曲がり部によるエアロゾルの慣性沈着効果を見込むことができる。

この効果については、除染係数として数桁程度を見込めることが予想されるが、慣性沈着効果による除染係数として（10）を設定する。

臨界事故において発生するミストの濃度は 100 mg/m^3 を超えることから1回の配管曲がり部における除染係数は10以上であることが想定される。

本設定の根拠については1.8に示す。

c. 貯留タンクによる低減割合の設定

臨界事故において気相中に移行した放射性物質は、機器に供給される空気及び臨界事故に伴う溶液の沸騰で発生した水蒸気により貯留タンクに導かれ、貯留タンクで貯留されるため、LPFにおいてこの効果を見込む。

この効果による低減割合の設定にあたっては、機器に供給される空気と機器内の放射性物質が完全混合状態となると仮定した場合、一定量の放射性物質が貯留タンクに貯留されずに機器内に残留する可能性があることを踏まえて設定する。

具体的には、臨界事故発生時点において溶液が沸騰状態にあり、臨界事故のエネルギーにより水蒸気が発生し、同水蒸気によって機器外に放射性物質が移動した場合において、機器内に残留する放射性物質の割合を低減割合とする。

本設定の根拠については1.9に示す。

d. LPFの設定

a. ～ c. より、大気中への放出経路における低減割合として、以下の値（LPF）を設定する。

$$LPF = \frac{1}{DF_{\text{HEPA}}} \times \frac{1}{DF_{\text{経路}}} \times \eta_{\text{tank}}$$

DF_{HEPA} ：高性能粒子フィルタの除染係数

$DF_{\text{経路}}$ ：放出経路構造物による除染係数

η_{tank} ：貯留タンクによる低減割合

(5) RF

肺に吸収され得るような浮遊性の微粒子状の放射性物質の割合は1とする。

上記の MAR 、 DR 、 ARF 、 LPF 、及び RF より、大気中への放射性物質の放出量は以下の(2式)で計算できる。

$$\begin{aligned} & \text{大気中への放射性物質の放出量 } [Bq] \\ & = MAR \times DR \times ARF \times LPF \times RF \quad (2\text{式}) \end{aligned}$$

1.4 環境へのセシウム-137 換算放出量

(1) セシウム-137 換算係数

放射性物質のセシウム-137 への換算係数は、 $IAEA-TECDOC-1162$ に示される、地表沈着した放射性物質からのガンマ線による外部被ばく及び再浮遊した放射性物質の吸入摂取による内部被ばくにかかる実効線量への換算係数についてセシウム-137 と着目核種との比を用いる。ただし、プルトニウム、アメリシウム及びキュリウムの核種については、化学形態による影響の違いを補正するために、 $IAEA-TECDOC-1162$ に記載の吸入摂取換算係数を $ICRP Pub. 72$ の吸入摂取換算係数で補正するために設定する「吸入核種の化学形態に係る補正係数」を用いて、以下の計算式により算出する。

セシウム-137換算放出量

$$= \sum_i \text{核種 } i \text{ の放出量} \times \text{核種 } i \text{ のセシウム-137換算係数}$$

核種 i のセシウム-137換算係数は以下の方法で算定する。

核種 i のセシウム-137係数

$$= \frac{\text{核種 } i \text{ の } CF_4 \text{ 換算係数}}{\text{セシウム-137の } CF_4 \text{ 換算係数}} \times \text{核種 } i \text{ のセシウム-137換算係数}$$

ここで、主要核種に係る換算例を第1.4－1表に、吸入核種の化学形態に係る補正係数を第1.4－2表に示す。

なお、放射性希ガスに対してはセシウム－137換算係数は設定されていない。

第 1.4－1 表 主要核種に係る換算例※¹

主要核種	TECDOC の C F ₄ 換算係数 【A】	TECDOC の C F ₄ 換算係数 (C s－137 の値) 【B】	吸入核種の化学形 態に係る補正係数 【C】	C s－137 換算係数※ ² 【D】 = 【A】 / 【B】 × 【C】
	m S v / k B q / m ²	m S v / k B q / m ²	—	—
S r－90	2.1×10^{-2}	1.3×10^{-1}	1.0	0.16
R u－106	4.8×10^{-3}	1.3×10^{-1}		0.037
C s－134	5.1×10^{-2}	1.3×10^{-1}		0.39
C s－137	1.3×10^{-1}	1.3×10^{-1}		1.0
C e－144	1.4×10^{-3}	1.3×10^{-1}		0.011
E u－154	1.3×10^{-1}	1.3×10^{-1}		1.0
P u－238	6.6	1.3×10^{-1}	0.41	21
P u－239	8.5	1.3×10^{-1}	0.42	27
P u－240	8.4	1.3×10^{-1}	0.42	27
P u－241	1.9×10^{-1}	1.3×10^{-1}	0.39	0.56
A m－241	6.7	1.3×10^{-1}	0.45	23
C m－242	5.9×10^{-2}	1.3×10^{-1}	0.88	0.40
C m－244	2.8	1.3×10^{-1}	0.47	10

※¹：放射平衡核種の子孫核種の寄与は、親核種に含む。

※²：地表沈着した放射性物質のガンマ線による外部被ばく及び再浮遊した放射性物質の吸入摂取による内部被ばくに係る実効線量を用いて C s－137 放出量に換算する係数。

第 1.4－2 表 吸入核種の化学形態に係る補正係数

核種	TECDOCの吸入 摂取換算係数 【a】	ICRP Pub.72 の吸入摂取 換算係数（化学形態を考慮） 【b】	吸入核種の化学形態 に係る補正係数 【c】＝【b】／【a】
	S_v / B_q	S_v / B_q	—
Pu－238	$1.13 \times 10^{-4} \times 1$	4.6×10^{-5}	0.41
Pu－239	$1.20 \times 10^{-4} \times 1$	5.0×10^{-5}	0.42
Pu－240	$1.20 \times 10^{-4} \times 1$	5.0×10^{-5}	0.42
Pu－241	$2.33 \times 10^{-6} \times 1$	9.0×10^{-7}	0.39
Am－241	9.33×10^{-5}	4.2×10^{-5}	0.45
Cm－242	5.93×10^{-6}	5.2×10^{-6}	0.88
Cm－244	5.73×10^{-5}	2.7×10^{-5}	0.47

※1：化学形態としてキレートを想定。

1.5 評価結果

臨界事故時の大気中への放射性物質の放出量（C s -137換算）の計算過程を第1.5-1表から第1.5-5表に、評価結果を第1.-6表に示す。

第1.1-6表の結果から、放射性物質の放出量は事業指定基準規則第28条で要求されているセシウム-137換算で100 T B q を十分下回る。

さらに大気中への放射性物質の放出の推移の（概念図）を第1.5-1図に示す。

第 1.5－1 表 溶解槽における臨界事故時の大気中への放射性物質の放出量（C s－137 換算）の計算過程

・その他核種

溶解槽							
核種グループ	[Bq/m3]	[m3]	[-]	[-]	[Bq]	[-]	[Bq]
	放射能濃度	蒸発量	A R F	LPF	放出量	C s 換算係数	Cs137換算放出量
Zr／N b	3.85E+10	2.30E-02	5.00E-04	1.50E-06	6.64E-01	2.41E-02	1.60E-02
R u／R h	別途計算（ルテニウムの移行率の設定が異なるため）						
C s／B a	1.94E+15	2.30E-02	5.00E-04	1.50E-06	3.35E+04	5.13E-01	1.72E+04
C e／P r	4.32E+10	2.30E-02	5.00E-04	1.50E-06	7.46E-01	5.35E-03	3.99E-03
S r／Y	1.41E+15	2.30E-02	5.00E-04	1.50E-06	2.43E+04	8.08E-02	1.97E+03
その他 F P	9.73E+13	2.30E-02	5.00E-04	1.50E-06	1.68E+03	4.87E-01	8.17E+02
P u（ α ）	1.50E+15	2.30E-02	5.00E-04	1.50E-06	2.59E+04	1.76E+00	4.56E+04
A m／C m（ α ）	1.22E+14	2.30E-02	5.00E-04	1.50E-06	2.10E+03	1.78E+01	3.73E+04
U（ α ）	0.00E+00	2.30E-02	5.00E-04	1.50E-06	0.00E+00	7.35E+00	0.00E+00
N p（ α ）	2.42E+11	2.30E-02	5.00E-04	1.50E-06	4.17E+00	3.41E-01	1.42E+00

・Ru／Rh グループ

溶解槽								
核種	[Bq/m3]	[Bq]	[m3]	[-]	[-]	[Bq]	[-]	[Bq]
	放射能濃度	MAR	蒸発量	A R F	LPF	放出量	C s 換算係数	Cs137換算放出量
Rh-102	8.07E+08		2.30E-02	5.00E-04	1.50E-06	1.39E-02	0.00E+00	0.00E+00
Ru-103		7.88E-26		1.00E-03	1.50E-06	1.18E-34	1.15E-02	1.36E-36
Rh-103m	0.00E+00		2.30E-02	5.00E-04	1.50E-06	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Ru-106		9.90E+11		1.00E-03	1.50E-06	1.49E+03	3.69E-02	5.49E+01
Rh-106	3.30E+11		2.30E-02	5.00E-04	1.50E-06	5.69E+00	0.00E+00	0.00E+00

第 1.5－2 表 エンドピース酸洗浄槽における臨界事故時の大気中への放射性物質の放出量（C s－137 換算）の計算過程

・その他核種

エンドピース酸洗浄槽

核種グループ	[Bq/m ³]	[m ³]	[-]	[-]	[Bq]	[-]	[Bq]
	放射能濃度	蒸発量	A R F	LPF	放出量	C s 換算係数	Cs137換算放出量
Zr／N b	3.85E+10	2.30E-02	5.00E-04	5.00E-07	2.21E-01	2.41E-02	5.34E-03
R u／R h	別途計算（ルテニウムの移行率の設定が異なるため）						
C s／B a	1.94E+15	2.30E-02	5.00E-04	5.00E-07	1.12E+04	5.13E-01	5.73E+03
C e／P r	4.32E+10	2.30E-02	5.00E-04	5.00E-07	2.49E-01	5.35E-03	1.33E-03
S r／Y	1.41E+15	2.30E-02	5.00E-04	5.00E-07	8.12E+03	8.08E-02	6.55E+02
その他 F P	9.73E+13	2.30E-02	5.00E-04	5.00E-07	5.59E+02	4.87E-01	2.72E+02
P u（ α ）	1.50E+15	2.30E-02	5.00E-04	5.00E-07	8.63E+03	1.76E+00	1.52E+04
A m／C m（ α ）	1.22E+14	2.30E-02	5.00E-04	5.00E-07	6.99E+02	1.78E+01	1.24E+04
U（ α ）	0.00E+00	2.30E-02	5.00E-04	5.00E-07	0.00E+00	7.35E+00	0.00E+00
N p（ α ）	2.42E+11	2.30E-02	5.00E-04	5.00E-07	1.39E+00	3.41E-01	4.74E-01

・Ru／Rh グループ

エンドピース酸洗浄槽

	[Bq/m ³]	[Bq]	[m ³]	[-]	[-]	[Bq]	[-]	[Bq]
核種	放射能濃度	MAR	蒸発量	A R F	LPF	放出量	C s 換算係数	Cs137換算放出量
Rh-102	8.07E+08		2.30E-02	5.00E-04	5.00E-07	4.64E-03	0.00E+00	0.00E+00
Ru-103		5.52E-26		1.00E-03	5.00E-07	2.76E-35	1.15E-02	3.18E-37
Rh-103m	0.00E+00		2.30E-02	5.00E-04	5.00E-07	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Ru-106		6.93E+11		1.00E-03	5.00E-07	3.47E+02	3.69E-02	1.28E+01
Rh-106	3.30E+11		2.30E-02	5.00E-04	5.00E-07	1.90E+00	0.00E+00	0.00E+00

第 1.5－3 表 ハル洗浄槽における臨界事故時の大気中への放射性物質の放出量（C s－137 換算）の計算過程

・その他核種

ハル洗浄槽							
核種グループ	[Bq/m3]	[m3]	[-]	[-]	[Bq]	[-]	[Bq]
	放射能濃度	蒸発量	A R F	LPF	放出量	C s 換算係数	Cs137換算放出量
Zr／N b	3.85E+10	2.30E-02	5.00E-04	1.50E-06	6.64E-01	2.41E-02	1.60E-02
R u／R h	別途計算（ルテニウムの移行率の設定が異なるため）						
C s／B a	1.94E+15	2.30E-02	5.00E-04	1.50E-06	3.35E+04	5.13E-01	1.72E+04
C e／P r	4.32E+10	2.30E-02	5.00E-04	1.50E-06	7.46E-01	5.35E-03	3.99E-03
S r／Y	1.41E+15	2.30E-02	5.00E-04	1.50E-06	2.43E+04	8.08E-02	1.97E+03
その他 F P	9.73E+13	2.30E-02	5.00E-04	1.50E-06	1.68E+03	4.87E-01	8.17E+02
P u（ α ）	1.50E+15	2.30E-02	5.00E-04	1.50E-06	2.59E+04	1.76E+00	4.56E+04
A m／C m（ α ）	1.22E+14	2.30E-02	5.00E-04	1.50E-06	2.10E+03	1.78E+01	3.73E+04
U（ α ）	0.00E+00	2.30E-02	5.00E-04	1.50E-06	0.00E+00	7.35E+00	0.00E+00
N p（ α ）	2.42E+11	2.30E-02	5.00E-04	1.50E-06	4.17E+00	3.41E-01	1.42E+00

・Ru／Rh グループ

ハル洗浄槽								
核種	[Bq/m3]	[Bq]	[m3]	[-]	[-]	[Bq]	[-]	[Bq]
	放射能濃度	MAR	蒸発量	A R F	LPF	放出量	C s 換算係数	Cs137換算放出量
Rh-102	8.07E+08		2.30E-02	5.00E-04	1.50E-06	1.39E-02	0.00E+00	0.00E+00
Ru-103		5.25E-27		1.00E-03	1.50E-06	7.88E-36	1.15E-02	9.09E-38
Rh-103m	0.00E+00		2.30E-02	5.00E-04	1.50E-06	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Ru-106		6.60E+10		1.00E-03	1.50E-06	9.90E+01	3.69E-02	3.66E+00
Rh-106	3.30E+11		2.30E-02	5.00E-04	1.50E-06	5.69E+00	0.00E+00	0.00E+00

第 1.5－4 表 精製建屋 第 5 一時貯留処理槽における臨界事故時の大気中への放射性物質の放出量(C s－137 換算)
の計算過程

・その他核種

第 5 一時貯留処理槽

核種グループ	[Bq/m3]	[m3]	[-]	[-]	[Bq]	[-]	[Bq]
	放射能濃度	蒸発量	A R F	LPF	放出量	C s 換算係数	Cs137換算放出量
Zr／N b	0.00E+00	2.30E-02	5.00E-04	1.00E-06	0.00E+00	2.41E-02	0.00E+00
R u／R h	別途計算（ルテニウムの移行率の設定が異なるため）						
C s／B a	0.00E+00	2.30E-02	5.00E-04	1.00E-06	0.00E+00	5.13E-01	0.00E+00
C e／P r	0.00E+00	2.30E-02	5.00E-04	1.00E-06	0.00E+00	5.35E-03	0.00E+00
S r／Y	0.00E+00	2.30E-02	5.00E-04	1.00E-06	0.00E+00	8.08E-02	0.00E+00
その他 F P	6.49E+07	2.30E-02	5.00E-04	1.00E-06	7.46E-04	4.87E-01	3.63E-04
P u（ α ）	1.49E+16	2.30E-02	5.00E-04	1.00E-06	1.72E+05	1.76E+00	3.02E+05
A m／C m（ α ）	0.00E+00	2.30E-02	5.00E-04	1.00E-06	0.00E+00	1.78E+01	0.00E+00
U（ α ）	8.36E+06	2.30E-02	5.00E-04	1.00E-06	9.61E-05	7.35E+00	7.07E-04
N p（ α ）	0.00E+00	2.30E-02	5.00E-04	1.00E-06	0.00E+00	3.41E-01	0.00E+00

・Ru／Rh グループ

第 5 一時貯留処理槽

	[Bq/m3]	[Bq]	[m3]	[-]	[-]	[Bq]	[-]	[Bq]
核種	放射能濃度	MAR	蒸発量	A R F	LPF	放出量	C s 換算係数	Cs137換算放出量
Rh-102	4.24E+03		2.30E-02	5.00E-04	1.00E-06	4.88E-08	0.00E+00	0.00E+00
Ru-103		4.28E-31		1.00E-03	1.00E-06	4.28E-40	1.15E-02	4.94E-42
Rh-103m	0.00E+00		2.30E-02	5.00E-04	1.00E-06	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Ru-106		5.38E+06		1.00E-03	1.00E-06	5.38E-03	3.69E-02	1.99E-04
Rh-106	1.73E+06		2.30E-02	5.00E-04	1.00E-06	2.00E-05	0.00E+00	0.00E+00

第 1.5－5 表 精製建屋 第 7 一時貯留処理槽における臨界事故時の大気中への放射性物質の放出量(C s－137 換算)

の計算過程

・その他核種

第 7 一時貯留処理槽

核種グループ	[Bq/m3]	[m3]	[-]	[-]	[Bq]	[-]	[Bq]
	放射能濃度	蒸発量	A R F	LPF	放出量	C s 換算係数	Cs137換算放出量
Zr／N b	0.00E+00	2.30E-02	5.00E-04	2.50E-06	0.00E+00	2.41E-02	0.00E+00
R u／R h	別途計算（ルテニウムの移行率の設定が異なるため）						
C s／B a	0.00E+00	2.30E-02	5.00E-04	2.50E-06	0.00E+00	5.13E-01	0.00E+00
C e／P r	0.00E+00	2.30E-02	5.00E-04	2.50E-06	0.00E+00	5.35E-03	0.00E+00
S r／Y	0.00E+00	2.30E-02	5.00E-04	2.50E-06	0.00E+00	8.08E-02	0.00E+00
その他 F P	6.49E+07	2.30E-02	5.00E-04	2.50E-06	1.87E-03	4.87E-01	9.08E-04
P u（ α ）	1.49E+16	2.30E-02	5.00E-04	2.50E-06	4.30E+05	1.76E+00	7.56E+05
A m／C m（ α ）	0.00E+00	2.30E-02	5.00E-04	2.50E-06	0.00E+00	1.78E+01	0.00E+00
U（ α ）	8.36E+06	2.30E-02	5.00E-04	2.50E-06	2.40E-04	7.35E+00	1.77E-03
N p（ α ）	0.00E+00	2.30E-02	5.00E-04	2.50E-06	0.00E+00	3.41E-01	0.00E+00

・Ru／Rh グループ

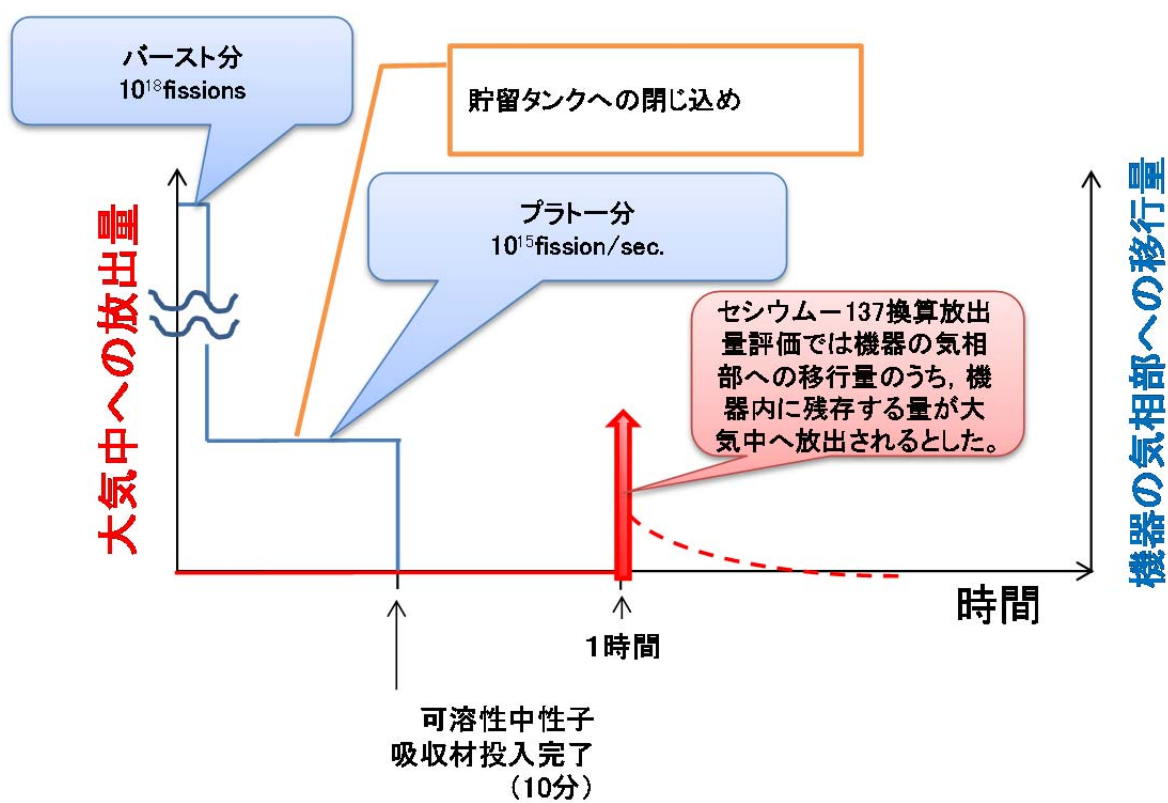
第 7 一時貯留処理槽

	[Bq/m3]	[Bq]	[m3]	[-]	[-]	[Bq]	[-]	[Bq]
核種	放射能濃度	MAR	蒸発量	A R F	LPF	放出量	C s 換算係数	Cs137換算放出量
Rh-102	4.24E+03		2.30E-02	5.00E-04	2.50E-06	1.22E-07	0.00E+00	0.00E+00
Ru-103		1.79E-30		1.00E-03	2.50E-06	4.49E-39	1.15E-02	5.18E-41
Rh-103m	0.00E+00		2.30E-02	5.00E-04	2.50E-06	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Ru-106		2.26E+07		1.00E-03	2.50E-06	5.64E-02	3.69E-02	2.08E-03
Rh-106	1.73E+06		2.30E-02	5.00E-04	2.50E-06	4.99E-05	0.00E+00	0.00E+00

第1.5－6表 臨界事故における大気中への放射性物質の放出量

(C s－137換算)

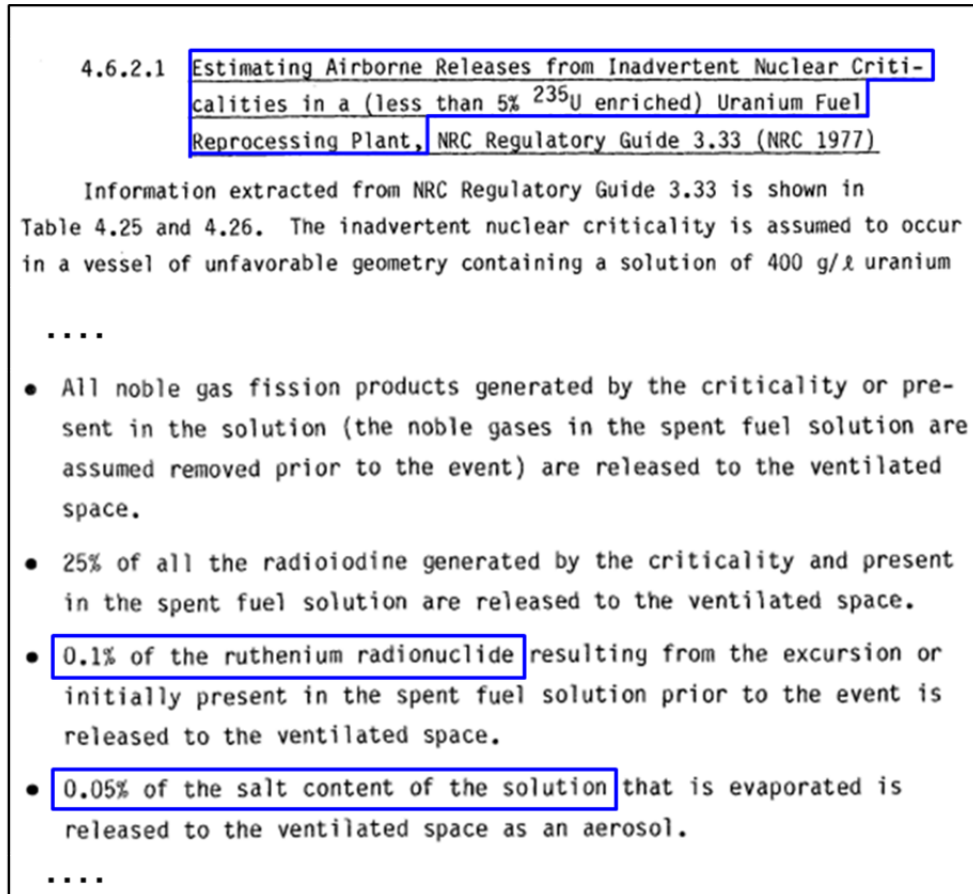
臨界事故の発生を想定する機器	評価対象	放出量(T B q)
溶解槽	C s－137換算値	1.1×10^{-7}
エンドピース酸洗浄槽		3.5×10^{-8}
ハル洗浄槽		1.1×10^{-7}
精製建屋 第5一時貯留処理槽		3.1×10^{-7}
精製建屋 第7一時貯留処理槽		7.6×10^{-7}



第1.5－1 図 臨界事故時の放射性物質の大気中への放出の推移
(有効性評価条件に基づく評価) (概念図)

1.6 DR 及び ARF の設定に係る文献の適用性について

DR 及び ARF は、設計基準事故時の想定と同様に、事故の評価に係る文献 (NUREG-1320)¹⁾ のうち、臨界事故に関する評価方法に記載されている移行率より設定している (第 1.6-1 図)。



第 1.6-1 図 ウラン燃料再処理施設における移行率の記載部分
(NUREG/-1320¹⁾ 抜粋)

NUREG-1320 における移行率の適用条件との臨界事故の発生を想定する条件との比較を第 1.6-1 表に示す。文献（NUREG-1320）にはウラン燃料の再処理施設での臨界事故時の ARF が示されており，当社の再処理施設に適用できると判断した。

第 1.6-1 表 NUREG-1320 の適用条件との臨界事故の発生を想定する条件との比較

項目	文献記載内容	臨界事故の発生を想定する条件	考察
適用施設	ウラン燃料の再処理施設	ウラン燃料の再処理施設	同一条件であり適用可能である。
溶液中に存在する核種	希ガスを除くすべての核分裂生成物及び超ウラン元素を含む	使用済み燃料の燃焼条件に応じて溶液中に含まれる放射性核種	同一条件であり適用可能である。
放出が想定される核種	放射性希ガス, 放射性よう素 放射性 Ru, 非揮発性元素	放射性 Ru 及び非揮発性元素（希ガス・よう素については Cs-137 換算の対象としていない）	重大事故の条件を包含するため適用可能である。
溶液量	100L 以上の領域に適用	想定する溶液量は最小の機器においても 100L を上回る	適用範囲内であり適用可能である。

参考文献

- 1) J.E. Ayer. et al. Nuclear Fuel Cycle Facility Accident Analysis Handbook. United States Nuclear Regulatory Commission, 1988, NUREG-1320.

1.7 ミスト発生によるフィルタの劣化の根拠について

ミスト発生によるフィルタの劣化の影響は文献 NUREG/CR-6410に基づき設定している。

NUREG/CR-6410¹⁾には、標準的な高性能粒子フィルタに対して過酷な条件を想定した場合の通過率の変化が示されている。

臨界事故においては、溶液の沸騰に伴う水蒸気により、フィルタが濡れる可能性があることから、NUREG/CR-6410のmoistureに規定されるうち、厳しい条件を与えるWaterspray時の通過率を適用している。

Waterspray時は通過率が10倍（除染係数が1桁低下）となることから、ミスト発生によるフィルタの劣化を考慮した高性能粒子フィルタの放射性エアロゾルの除染係数を1段あたり 10^2 と設定した。

参考文献

- 1) Nuclear Fuel Cycle Facility Accident Analysis Handbook, NUREG/CR-6410, 1998.

第1.7-1表 高性能粒子フィルタの通過率の変動 (NUREG/CR-6410¹⁾ 抜
粋)

Table F-6. Range of Experimental Values for Structurally Damaged Standard HEPA Filters (Bergman, et al. 1995a)	
Parameter	Effect on Filter Penetration
Baseline	0.1 percent
HF Corrosion 1,500 ppm-hr.	0.1 percent increase
Temperature	
Increase from 25-200 °C	Decreases penetration from 0.01 to 0.001 percent
200 °C	0.03-0.01 percent
240 °C for 6 hours	0.01 percent
300 °C	0.12-0.01 percent
350 °C	0.4-0.03 percent
500 °C	0.9-0.2 percent
500 °C for 10-45 min.	0.9-0.1 percent
538 °C	1.2-0.5 percent
Moisture	
Up to 100 percent RH	Negligible effect
Water spray loaded to 8 in.	Increase by 10 times

1.8 臨界事故において発生するミストの濃度について

Walsh, Schea による蒸発缶の研究¹⁾によれば、配管の曲部等において1回の直角衝突を通過した後のミスト濃度は $10 \text{ mg} / \text{m}^3$ 以下となることが報告されている。従って、臨界事故により発生するミストの濃度が $100 \text{ mg} / \text{m}^3$ 以上であれば、1回の曲部における除染係数は10以上であると想定される。

ミスト濃度は以下の式で表される。

$$\text{エアロゾル発生速度} \left(\frac{\text{kg}}{\text{h}} \right) = \frac{\text{臨界事故発生から未臨界に至るまでの溶液※2の移行量(kg)} \times 1}{\text{臨界継続時間 (h)}} \quad \dots (1)$$

$$\text{ミスト濃度 (mg/m}^3\text{)} = \frac{\text{エアロゾル発生速度 (kg/h)}}{\text{蒸気速度(m}^3\text{/h)}} \times 10^6 \text{ (mg/m}^3\text{)} \quad \dots (2)$$

※1 臨界事故発生から未臨界に至るまでの溶液の移行量 (kg)
 = 溶液の質量(kg) × 放射性物質の気相への移行割合 $\dots (3)$

ここで、放射性物質の気相部への移行割合は 5×10^{-4} である。

※2 臨界により蒸発する溶液は水とする。

配管曲部での除染係数の評価においてはエアロゾル発生速度が小さいほうが安全側であるため、バースト期における溶液の蒸発によるミストの発生は無視し、プラト一期での溶液の蒸発によるミストの発生量を計算する。

単位時間当たりの蒸発する溶液の質量を ξ (kg / h)、溶液の単位質量あたりの体積を V_{w1} (m^3 / kg)、蒸発による水の体積膨張率を α_a とすると、

$$\begin{aligned} \text{ミスト濃度 (mg/m}^3\text{)} &= \frac{\xi \text{ (kg/h)} \times \varepsilon}{\xi \text{ (kg/h)} \times V_{w1} \text{ (m}^3\text{/kg)} \times \alpha_{aq}} \times 10^6 \text{ (mg/m}^3\text{)} \\ &= \frac{\varepsilon}{V_{w1} \text{ (m}^3\text{/kg)} \times \alpha_{aq}} \times 10^6 \text{ (mg/m}^3\text{)} \\ &= \frac{5 \times 10^{-4}}{1 \times 10^{-3} \text{ (m}^3\text{/kg)} \times (1.7 \times 10^3)} \times 10^6 \text{ (mg/m}^3\text{)} = 2.9 \times 10^2 \text{ (mg/m}^3\text{)} \end{aligned}$$

従って、臨界事故によって発生する放射性エアロゾルのミスト濃度は $100 \text{ mg} / \text{m}^3$ 以上であるから、配管曲部における除染係数として10を見込むことができる。

参考文献

- 1) “Sitting of fuel Reprocessing Plants and Waste Management Facilities”, ORNL-4451, 1970

1.9 エアロゾルの放出割合の設定根拠

臨界事故が発生した場合、核分裂により放出される熱エネルギーによって溶液の温度が上昇し沸点に至ると、溶液の蒸発により放射性物質が放射性エアロゾルとして気相中に移行する。ここでは臨界により発生したエアロゾルが機器に残存する割合（以下、1.9において「機器内残存率」という。）を評価する。

1.9.1 機器の気相部に導入される放射エネルギー

エアロゾルは溶液の沸騰により発生する。時間 Δt [h]の間に溶液中から気相部に移行する放射エネルギー（機器の気相部に導入される放射エネルギー） ΔA_{in} [Bq]は、以下の式で表せる。

$$\Delta A_{in} = \varepsilon \times C_l \times v_{vap} \times \Delta t$$

ε : 気相への移行割合 [1]

C_l : 液相中の放射能濃度 [Bq/m³]

v_{vap} : 単位時間当たりの溶液の蒸発量 [m³/h]

なお、沸騰により喪失する水分量はバースト分も含めて約 23L と少量であるため、沸騰による溶液の濃度上昇は考慮しない。

1.9.2 機器の気相部から機器外へ移行する放射エネルギー

臨界事故が発生した機器の気相部に移行した放射性物質は、機器に供給される気体及び溶液の蒸発により発生する水蒸気（以下、「機器に供給される気体等」という。）により、機器外に移行する。

機器に供給される気体等と機器の気相部内の気体が完全混合状態となる、すなわち、機器の気相部に導入される放射性物質が機器の気相部で混合し、均一になると仮定する。この場合、 Δt [h]の間に機器の気相部から機器外へ移行する放射性物質は、機器の気相部内の放射性物質及び Δt [h]の間に溶液中から気相部に移行する放射能物質が、機器の気相部内の気体及び Δt [h]の間に機器に流入する気体等より混合し、均一になり、 Δt [h]の間に機器に流入する気体等の体積分の放射性物質が機器の気相部から機器外へ移行すると考えられる。

従って、機器の気相部から機器外へ移行する気体等の放射能濃度 C'_g [Bq/m³]は以下の通りとなる。

$$C'_g[n] = \frac{(A_{in}[n-1] - A_{ex}[n-1]) + \Delta A_{in}[n]}{V_g + (R[n] + q_{vap}[n]) \times \Delta t}$$

- A_{in} : 溶液中から気相部に移行する放射エネルギー[Bq]
 A_{ex} : 機器の気相部から機器外へ移行する放射エネルギー[Bq]
 V_g : 機器の気相部体積[m³]
 R : 機器に供給される気体の流量 [m³/h]
 q_{vap} : 単位時間当たりの溶液の蒸発蒸気量 [m³/h]

ここで,

$$R = R_0 + R'$$

R_0 : 臨界事故発生時から機器に供給される計装用圧縮空気,
 水素掃気用空気等の流量 [m³/h]

R' : 機器の気相部内に存在する水素を含む気体を掃気するため
 に供給する空気の流量[m³/h]

である。

これより, 時間 Δt [h]の間に機器の気相部から機器外へ移行する放射エネルギー ΔA_{ex} [Bq]は, 以下の式で表せる。

$$\Delta A_{ex} = C'_g \times (R + q_{vap}) \times \Delta t$$

以上より, 溶液中から気相部に移行する放射エネルギー A_{in} 及び機器の気相部から機器外へ移行する放射エネルギー A_{ex} は以下の式により求められる。

$$A_{in}[n] = \sum_i^n \Delta A_{in}[i], \quad A_{ex}[n] = \sum_i^n \Delta A_{ex}[i]$$

なお, バースト期の計算上の取り扱いについては v_{vap} , q_{vap} を下記の通りに置き換え, Δt を十分小さくとして計算する。

$$v_{vap} \rightarrow \frac{V_{vap, burst}}{\Delta t}, \quad q_{vap} \rightarrow \frac{Q_{vap, burst}}{\Delta t}$$

$V_{vap, burst}$: バースト期における溶液の蒸発量 [m³]

$Q_{vap, burst}$: バースト期における溶液の蒸発蒸気量 [m³]

上式より求めた A_{ex} を A_{in} で除した値(A_{ex}/A_{in})が機器外への移行割合, この値を1から引いたもの ($1 - A_{ex}/A_{in}$) が, 機器内の残留割合 (機器内残存率) となる。

1.9.3 計算結果

本評価に用いた設定値を機器毎に第 1.9－1 表に，その設定根拠を第 1.9－2 表に示す。

臨界事故により発生する熱エネルギーにより溶液が沸騰した場合，溶液中の放射性物質がエアロゾルとして気相中に移行することから，本評価においては，臨界事故が発生した時点で溶液は沸騰状態にあると仮定し，核分裂により溶液へ付与される熱エネルギーは全て溶液の蒸発に使用されると仮定する。また，機器外への放射性物質の押し出し効果として，沸騰に伴って発生する水蒸気量を考慮する。

機器内残存率の計算結果の計算結果を第 1.9－3 表に示す。機器内残存率は第 7 一時貯留処理槽で最大 25%となる。

第 1.9－1 表 機器残存率の計算に使用する設定値

	溶解槽	エンド ピース 酸洗浄 槽	ハル洗 浄槽	第 5 一 時貯留 処理槽	第 7 一 時貯留 処理槽	補足
ε [1]	5.0E-4	同左	同左	同左	同左	
v_{vap} [m ³ /h]	5.11E-2	同左	同左	同左	同左	
$V_{vap, burst}$ [m ³]	1.42 E-2	同左	同左	同左	同左	
R_0 [m ³ /h]	0.671	0.2	0.139	0.042	0.406	
R' [m ³ /h]	6	同左	同左	同左	同左	
q_{vap} [m ³ /h]	86.9	同左	同左	同左	同左	※ 1
$Q_{vap, burst}$ [m ³]	24.1	同左	同左	同左	同左	※ 1
V_g [m ³]	6.97	3	7.008	4.2	13	

※ 1 蒸気量の計算方法は以下のとおり。

- ・ 1 核分裂当たりの放出エネルギー： 200×10^6 [e V]
- ・ e V から J への換算係数： 1.60218×10^{-19} [J / e V]
- ・ 水の蒸発潜熱： 2257 [k J / k g] (100℃における潜熱を設定)

これより，蒸発蒸気量 [m³/h] = 核分裂率[fissions/s] ×
 $3600[s/h] \times 200 \times 10^6 [e V] \times 1.60218 \times 10^{-19} [J / e V] / (2257$
 $[k J / k g] \times 1000 [k J / J] \times 1000 [k g / m^3])$

バースト期の蒸発量は，上記の式で

蒸発蒸気量 [m³/h] → 蒸発蒸気量 [m³]

核分裂率[fissions/s] → バースト期の核分裂数[fissions]

と置き換えて計算する。

第 1.9－2 表 機器内残存率の計算に使用する値の設定およびその根拠

項目	設定	根拠
溶液の沸騰による水蒸気の発生	考慮する	臨界によって発生するエアロゾルは主に溶液の沸騰により生じるため、水蒸気の発生を考慮する。
沸騰開始時間	臨界発生と同時	放出量評価の観点からは、臨界発生と共に沸騰が開始するとすることが安全側の設定になるため。
沸騰終了時間	未臨界移行時間の 10 分とする。	沸騰は臨界による熱エネルギーにより生じるため、未臨界への移行により沸騰が終了するため。
機器に供給される空気量	考慮する	臨界事故時に供給され続ける空気量として設定する。
機器の気相部に存在する水素を含む気体を掃気するために供給する空気（追加空気）の流量	6 [m ³ /h]※ ¹	機器の気相部内に存在する水素を含む気体を掃気するために供給する空気（追加空気）の流量として 6 [m ³ /h]※ ¹ を考慮する。
追加空気の供給開始時間	臨界事故の検知※ ² を起点として 40 分後	現場移動、ホース敷設の時間を考慮して設定
水素発生量	考慮しない	エアロゾルを機器外へ押し出す気体という観点では、水素は供給ガスと同じ役割である。従って、エアロゾルの機器残留率の評価では、水素発生量を見込まないほうがより安全側の評価となる。
気相部容積	溶解槽、ハル洗浄槽及びエンドピース酸洗浄槽	オーバーフロー運転であり液量が変わらないため、運転時に想定される気相部の容積とする
	第 5 一時貯留処理槽及び第 7 一時貯留処理槽	誤移送時の液量が定まらず、また気相部容積が大きいほうが安全側の結果を与えるため、機器の全容積とする

※¹ 本設定の根拠は 3. に示す。

※² 臨界事故の発生と検知の時刻は同時とする。

第 1.9－3 表 機器内残存率の計算結果

機器名	機器内残存率[%] (計算結果)	機器内残存率[%] (有効性評価使用値)
溶解槽	12	15
エンドピース酸洗浄槽	4	5
ハル洗浄槽	13	15
第 5 一時貯留処理槽	7	10
第 7 一時貯留処理槽	25	25

2. 臨界事故において外部に放出される可能性のある放射性希ガス及び放射性よう素の大気中への放出割合の評価方法と評価に用いたパラメータについて

臨界事故時の有効性評価の一つとして、公衆への被ばく影響が大きい放射性希ガス及び放射性よう素の放出量について、放出量の低減効果を評価している。ここでは、同評価の内容について取りまとめる。

2.1 評価対象の放射性物質

評価対象とする放射性物質は、臨界事故における公衆の放射線被ばく影響の大きさの観点から放射性希ガス・よう素（以下、「放射性希ガス等」という。）を対象とする。放射性希ガス等の内訳を第2.1-1表に示す。

本表に記載の核種は、設計基準事故において想定している溶解槽における臨界事故時の線量評価として想定している核種と同一とした。

溶解槽、エンドピース酸洗浄槽、及びハル洗浄槽（以下、「溶解槽等」という。）における臨界事故では、核分裂による放射性希ガス等の生成量は、核分裂を起こす核燃料物質がウラン及びプルトニウムであることから、放射性希ガス等の発生量の多いウラン-235の核分裂収率に核分裂率を乗じた値を使用する。

精製建屋 第5一時貯留処理槽及び精製建屋 第7一時貯留処理槽（以下、「第5一時貯留処理槽等」という）における臨界事故では、臨界で核分裂を起こす核燃料物質がプルトニウムであることから、プルトニウム-239の核分裂収率に核分裂率を乗じた値を使用する。

第 2.1－1 表 臨界事故時に発生する放射性希ガス等の生成に係る諸定数

核種	収率(%)		半減期	崩壊定数 (s^{-1})	(X + γ) 線 実効エネルギー E (MeV/dis)	気相移行 割合
	U-235	Pu-239				
Kr-83m	0.53	0.29	1.83 h	1.050E-04	2.500E-03	1
Kr-85m	1.31	0.55	4.48 h	4.300E-05	1.590E-01	1
Kr-85	0.29	0.13	10.73 y	2.050E-09	2.200E-03	1
Kr-87	2.54	0.95	76.3 m	1.510E-04	7.930E-01	1
Kr-88	3.58	1.32	2.8 h	6.880E-05	1.950E+00	1
Kr-89	4.68	1.46	3.18 m	3.630E-03	2.067E+00	1
Xe-131m	0.04	0.05	11.9 d	6.740E-07	2.000E-02	1
Xe-133m	0.19	0.23	2.25 d	3.570E-06	4.200E-02	1
Xe-133	6.77	6.97	5.29 d	1.520E-06	4.500E-02	1
Xe-135m	1.06	1.56	15.65 m	7.380E-04	4.320E-01	1
Xe-135	6.63	7.47	9.083 h	2.120E-05	2.500E-01	1
Xe-137	6.13	6.24	3.83 m	3.020E-03	1.810E-01	1
Xe-138	6.28	4.89	14.17 m	8.150E-04	1.183E+00	1
I -129	0.66	1.51	15700000 y	1.400E-15	2.400E-02	0.25
I -131	2.84	3.74	8.06 d	9.950E-07	3.810E-01	0.25
I -132	4.21	5.27	2.28 h	8.450E-05	2.253E+00	0.25
I -133	6.77	6.93	20.8 h	9.260E-06	6.080E-01	0.25
I -134m	0.43	0.96	3.7 m	3.120E-03	2.280E-01	0.25
I -134	7.61	7.29	52.6 m	2.200E-04	2.750E+00	0.25
I -135	6.41	6.31	6.61 h	2.910E-05	1.645E+00	0.25

2.2 機器の気相部に導入される放射エネルギー

放射性希ガス等は臨界の核分裂により発生する。時間 Δt [h]の間に溶液中から気相部に移行する放射エネルギー（機器の気相部に導入される放射エネルギー） ΔA_{in} [Bq]は、以下の式で表せる。

$$\Delta A_{in} = f \times \chi \times 3600 \times \Delta t$$

f : 単位時間当たりの核分裂数[fissions/s]

χ : 1核分裂当たり希ガスの発生量（ガンマ線実効エネルギー0.5MeV換算値）[Bq/fission] であり、以下の式で表される。

$$\chi = \sum_i Y_i \times \lambda_i \times \frac{E_i}{0.5} \times \varepsilon_i$$

Y_i : 核種 i の核分裂収率 [1/fission]

λ_i : 核種 i の崩壊定数[1/s]

E_i : 核種 i の（X+ γ ）線実効エネルギー[MeV/dis]

ε_i : 核種 i の気相移行割合[1] であり、設計基準事故のうち、溶解槽における臨界と同じ値とし、具体的には

$$\varepsilon_i = \begin{cases} 1 & (\text{希ガス}) \\ 0.25 & (\text{よう素}) \end{cases} \quad \text{とする。}$$

上式より

$$\chi = \begin{cases} 9.5\text{E}-4 & (\text{溶解槽等における臨界事故}) \\ 4.3\text{E}-4 & (\text{第5一時貯留処理槽等における臨界事故}) \end{cases}$$

[Bq /fission]となる。

2.3 機器の気相部から機器外へ移行する放射エネルギー

臨界事故が発生した機器の気相部に移行した放射性物質は、機器に供給される気体及び溶液の蒸発により発生する水蒸気（以下、「機器に供給される気体等」という。）により、機器外に移行する。

機器に供給される気体等と機器の気相部内の気体が完全混合状態となる、すなわち、機器の気相部に導入される放射性物質が機器の気相部で混合し、均一になると仮定する。この場合、 Δt [h]の間に機器の気相部から機器外へ移行する放射性物質は、機器の気相部内の放射性物質及び Δt [h]の間に溶液中から気相部に移行する放射能物質が、機器の気相部内の気体及び Δt [h]の間に機器に流入する気体等より混合し、均一になり、 Δt [h]の間に機器に流入する気体等の体積分の放射性物質が機器の気相部から機器外へ移行すると考えられる。

従って、機器の気相部から機器外へ移行する気体等の放射能濃度 C'_g [Bq/m³]は以下の通りとなる。

$$C'_g[n] = \frac{(A_{in}[n-1] - A_{ex}[n-1]) + \Delta A_{in}[n]}{V_g + (R[n] + q_{vap}[n]) \times \Delta t}$$

- A_{in} : 溶液中から気相部に移行する放射エネルギー[Bq]
 A_{ex} : 機器の気相部から機器外へ移行する放射エネルギー[Bq]
 V_g : 機器の気相部体積[m³]
 R : 機器に供給される気体の流量 [m³/h]
 q_{vap} : 単位時間当たりの溶液の蒸発蒸気量 [m³/h]

ここで、

$$R = R_0 + R'$$

R_0 : 臨界事故発生時から機器に供給される計装用圧縮空気、水素掃気用空気等の流量 [m³/h]

R' : 機器の気相部内に存在する水素を含む気体を掃気するために供給する空気の流量[m³/h]

である。

これより、時間 Δt [h]の間に機器の気相部から機器外へ移行する放射エネルギー ΔA_{ex} [Bq]は、以下の式で表せる。

$$\Delta A_{\text{ex}} = C'_g \times (R + q_{\text{vap}}) \times \Delta t$$

以上より，溶液中から気相部に移行する放射エネルギー A_{in} 及び機器の気相部から機器外へ移行する放射エネルギー A_{ex} は以下の式により求められる。

$$A_{\text{in}}[n] = \sum_i^n \Delta A_{\text{in}}[i] , \quad A_{\text{ex}}[n] = \sum_i^n \Delta A_{\text{ex}}[i]$$

上式より求めた A_{ex} を A_{in} で除した値 ($A_{\text{ex}}/ A_{\text{in}}$) が機器外への移行割合，この値を1から引いたもの ($1 - A_{\text{ex}}/ A_{\text{in}}$) が，機器内の残留割合 (機器内残存率) となる。

2.4 放射性希ガス及び放射性よう素の時間減衰

放射性希ガス及び放射性よう素の時間減衰の放出量及び放出割合の評価においては、放射性物質の時間減衰を考慮する。可溶性中性子吸収材供給完了から放射性希ガス等が機器外へ移行するまでの時間を減衰時間とする。

上記より、単位時間あたりの大気中への放出量 $\Delta A'_{ex}$ [Bq]は、以下の式で表せる。

$$\Delta A'_{ex}[n] = \delta[n] \times D[n] \times \Delta A_{ex}[n]$$
$$\delta[n] = \begin{cases} 0 & (\text{廃ガス処理設備の再起動まで}) \\ 1 & (\text{廃ガス処理設備の再起動後}) \end{cases}$$

ここで D は減衰を見込まない場合の放射能に対する減衰を見込む場合の放射能の比率（以下、「減衰率」という。）であり、以下の通りである。

$$D[n] = \frac{\sum_j Y_j \times \lambda_j \times \frac{E_j}{0.5} \times \varepsilon_j \times \exp(-\lambda_j \times (n \times \Delta t - T_{Gd}))}{\sum_i Y_i \times \lambda_i \times \frac{E_i}{0.5} \times \varepsilon_i}$$

T_{Gd} : 中性子吸収材供給完了時間 [h]
($n \times \Delta t \leq T_{Gd}$ の場合 $D[n] = 1$)

以上より、減衰を考慮した大気中への放出量 A'_{ex} は以下の式により求められる。

$$A'_{ex}[n] = \sum_i^n \Delta A'_{ex}[i]$$

上式より求めた A'_{ex} を A_{in} で除した値(A'_{ex}/A_{in})が大気中への放出割合（減衰考慮）となる。

減衰を考慮しない場合の機器内残存率($1 - A_{ex}/A_{in}$)に減衰率を乗じた $D \times (1 - A_{ex}/A_{in})$ が機器内の残留割合（減衰考慮）となる。

なお、バースト期の計算上の取り扱いについては f 、 q_{vap} を下記の通りに置き換え、 Δt を十分小さくとして計算する。

$$f \rightarrow \frac{F_{burst}}{\Delta t}, \quad q_{vap} \rightarrow \frac{Q_{vap, burst}}{\Delta t}$$

F_{burst} : バースト期の核分裂数 [fissions]

$Q_{vap, burst}$: バースト期における溶液の蒸発蒸気量 [m^3]

本評価に用いた設定値を機器毎に第 2.4-1 表に、その設定根拠を第 2.4-2 表に示す。

- ・機器の気相部内に存在する水素を含む気体を掃気するために供給する空気の流量について

手動による水素掃気用の空気の供給は、臨界事故の検知を起点として 40 分から開始する。また、貯留タンクによる放射性物質を含む気体の貯留完了確認後に廃ガス処理設備の再起動を行うが、これは臨界事故の検知※を起点として 60 分以降となる。

これを踏まえ、機器の気相部に存在する水素を含む気体を掃気するために供給する空気（以下、「追加空気」という。）の流量を以下のとおり設定し、放射性希ガス等の放出量の低減効果を評価する。

①臨界事故の検知を起点として 40 分から 60 分までの、追加空気の流量を 6 [m^3/h] とする。

②放射性希ガス等に対しては放射能の減衰が見込めるため、事態収束後に追加空気の供給を停止することは、放射性希ガス等の放出割合の低減に資する。本評価では臨界事故の検知を起点として 60 分以降の追加空気の流量を 0 [m^3/h] とした場合の評価を行う。

※ 臨界事故の発生と検知の時刻は同時とする。

第 2.4－1 表 放出割合の計算に使用する設定値

	溶解槽	エンド ピース 酸洗浄 槽	ハル洗 浄槽	第 5 一 時貯留 処理槽	第 7 一 時貯留 処理槽	補足
f [fissions / s]	1E+15	同左	同左	同左	同左	
F_{burst} [fissions]	1E+18	同左	同左	同左	同左	
R_0 [m ³ /h]	0.671	0.2	0.139	0.042	0.406	
R' [m ³ /h]	6	同左	同左	同左	同左	臨界事故 の検知を 起点とし て40分か ら開始 し、60分 まで継続
	0	同左	同左	同左	同左	臨界事故 の検知を 起点とし て60分以 降
q_{vap} [m ³ /h]	0	同左	同左	同左	同左	考慮しな い。
$Q_{vap, burst}$ [m ³]	0	同左	同左	同左	同左	同上
V_g [m ³]	6.97	3	7.008	4.2	13	

第 2.4－2 表 放出割合の計算に使用する値の設定およびその設定根拠

項目	設定値	設定根拠
プラト一期の核分裂率 (基準)	1E+15 fissions/s	過去の事故より設定
バースト期の核分裂数	1E+18 fissions	同上
核分裂収率	溶解槽等： U-235 の核分裂収率 第 5 一時貯留処理槽 等： Pu-239 の核分裂収率	機器ごとに、核分裂を 起こす核燃料物質の違 いを踏まえ設定。
希ガスの発生時間	臨界事故発生～未臨界 移行時間の 10 分間	未臨界への移行により 希ガスの発生が終了す る。
空気供給開始時間	臨界事故の検知 ^{※1} を 起点として 40 分後	現場移動，ホース敷設 の時間を考慮して設定
廃ガス処理設備の再起 動を行う時間	臨界事故の検知 ^{※1} を 起点として 60 分	評価上は左記時点より，主排気筒から大気 中への放出が開始する と設定。
沸騰による蒸発蒸気量	考慮しない ^{※2}	より厳しい評価結果を 与えるよう，沸騰を考 慮しない。
水素発生量	考慮しない	より厳しい評価結果を 与えるよう，水素発生 量を考慮しない。
気相部容積	溶解槽，ハル洗浄槽及 びエンドピース酸洗浄 槽	オーバーフロー運転で あり液量が変わらない ため，運転時に想定さ れる気相部の容積とす る
	第 5 一時貯留処理槽及 び第 7 一時貯留処理槽	誤移送時の液量が定ま らず，また気相部容積 が大きいほうが安全側 の結果を与えるため， 機器の全容積とする

項目	設定値	設定根拠
機器の気相部内に存在する水素を含む気体を掃気するために供給する空気（追加空気）の流量	臨界事故の検知※ ¹ を起点として 40 分から開始し，60 分まで： 6 m ³ /h	水素を含む気体を掃気するために供給する空気流量。
	臨界事故の検知※ ¹ を起点として 60 分以降： 0 m ³ /h	事態収束後に追加空気の供給を停止することが，放射性希ガス等の放出割合の低減に資するため，本評価では臨界事故の検知を起点として 60 分以降の追加空気の流量を 0 [m ³ /h]とした場合の評価を行う。
希ガス減衰時間	臨界事故の検知※ ¹ から 10 分～機器の気相部外へ排出されるまで	可溶性中性子吸収材の供給完了（臨界事故の検知※ ¹ から 10 分）から機器の気相部外へ排出されるまでの時間を減衰時間として見込む。

※1 臨界事故の発生と検知の時刻は同時とする。

※2 沸騰について

未臨界への移行により溶液の沸騰は終了すると仮定する。（臨界事故の発生を想定する機器であって，臨界発生以前から既に沸騰状態にある機器は存在せず，また臨界事故の拡大防止対策として工程を停止するため。）

沸騰により発生した蒸気は機器気相部の放射性物質を機器外へ押し出す効果があるが，廃ガス処理設備の再起動は未臨界への移行後に行うため，沸騰により機器外へ押し出された放射性物質は貯留タンクに貯留される。そのため本評価の観点からは，溶液の沸騰を考慮しない方がより厳しい評価結果を与える。

誤移送を起因として臨界が発生する精製建屋 第5一時貯留処理槽及び第7一時貯留処理槽は機器毎に誤移送時の液量が定まらないことから，より厳しい評価結果を与えるよう，溶液の沸騰を考慮しない。

一方、溶解槽、エンドピース酸洗浄槽、及びハル洗浄槽はオーバーフロー運転であり、臨界事故時の機器内溶液量が定められるが、より厳しい評価結果を与えるよう、精製建屋 第5一時貯留処理槽及び第7一時貯留処理槽と同じく溶液の沸騰を考慮しない。

2.5 計算結果

臨界事故発生から6時間経過時点の放出割合の計算結果の計算結果を第2.5-1表に示す。

機器から大気中へ放出される放射性希ガス等の割合(①)及び臨界事故発生から6時間経過時点の放射性希ガス等の機器内残存率の割合(④)の和は1%程度となる。すなわち、貯留設備による放射性物質の貯留により、放射性希ガス等の大気中への放出割合は1%程度に低減される。

第 2.5－1 表 臨界事故発生から 6 時間経過時点の放出割合の計算結果
(水素掃気対策のため追加供給する空気流量 6 m³/h とした場合)

		溶解槽	エンドピース酸 洗浄槽	ハル洗浄槽	第 5 一時貯留処 理槽	第 7 一時貯留処 理槽	
①	大気中への放出 割合(減衰考慮) (A'_{ex}/A_{in})	0.63	0.33	0.16	0.068	0.28	%
②	希ガス等の機器 内残存率(減衰 なし) ($1 - A_{ex}/A_{in}$)	43	35	67	59	72	%
③	6 時間経過時点 の減衰率(D)	5.3×10^{-3}	5.3×10^{-3}	5.3×10^{-3}	8.3×10^{-3}	8.3×10^{-3}	－
④	放射性希ガス等 の機器内残存率 (減衰考慮) (=②×③) $D \times (1 - A_{ex}/A_{in})$	0.23	0.19	0.35	0.48	0.59	%

	臨界事故により生成する放射性希ガス等の放出割合 (①+④)						
		0.86	0.51	0.51	0.55	0.86	%

2.6 核分裂収率の妥当性について

2.6.1 出典の説明

2.1 で示した核分裂収率は、出典 1 から引用している。

出典 1 には、核分裂により生成する放射性核種に対し、核分裂に寄与する核燃料物質及び中性子の種別に応じて、核分裂収率が収載されている。(第 2.6-1 表)

また、核分裂収率については、独立収率(Independent Yield)と積算収率(Cumulative yield)がそれぞれ報告されている。

さらに、核分裂収率は実験又は計算により求められており、それらの結果を統計的な処理により統合し、推奨値が報告されている。臨界事故の有効性評価で用いる核分裂収率は、すべて推奨値を用いる。

第 2.6-1 表 収載されている収率の例

核燃料物質	中性子の種別	文献 1 での表記
ウラン-235	熱中性子	U235T
ウラン-235	核分裂スペクトル	U235F
プルトニウム-239	熱中性子	PU239T
プルトニウム-239	核分裂スペクトル	PU239F

2.6.2 核分裂収率の違いについて

核分裂収率には、独立収率と積算収率があり、核分裂により生成した放射性核種のみが含まれる独立収率に比べ、親核種の崩壊により生成する寄与も含まれている積算収率は、大きくなる。

臨界事故対策の有効性評価の対象としている放射性希ガス等のうち、ガンマ線実効エネルギーを 0.5MeV とした場合の、気相に移行する全放射能に対する寄与を見ると、U-235 かつ熱中性子による臨界において、臨界継続時間 10 分時点における支配的な核種の方が、Kr-89（全移行量の約 40%）と Xe-138（全移行量の約 40%）である。

また、Pu-239 かつ熱中性子による臨界において、臨界継続時間 10 分時点における支配的な核種は、Kr-89（全移行量の約 20%）、Xe-138（全移行量の約 50%）及び I-134（全移行量の約 20%）である。

これらの核種の核分裂収率等を第 2.6-2 表に示す。

第 2.6-2 表 放出放射性物質質量において支配的
となる核種の核分裂収率

	U-235T		Pu-239T	
核種	RI [%]	RC [%]	RI [%]	RC [%]
Kr-89	2.7	4.7	1.2	1.5
Xe-138	4.7	6.3	4.1	4.9
I-134	0.4	7.6	2.1	7.3

RI：推奨独立収率(Recommended Independent yields)

RC：推奨積算収率(Recommended Cumulative yields)

2.6.3 評価で用いる核分裂収率について

臨界事故の起因との関連で，臨界事故対策の有効性評価では2種類の核分裂収率を使い分ける。具体的には，第 2.6-3 表に示す。

第 2.6-3 表 臨界事故対策の有効性評価で用いる核分裂収率

臨 界 事 故 の 発 生 を 想 定 す る 機 器	核 分 裂 に 支 配 的 と な る 核 燃 料 物 質	核 分 裂 に 支 配 的 と な る 中 性 子 の 種 別	設定の根拠
溶解槽	ウ ラ ン -235	熱中性子	臨界事故の発生の起因が、 燃料の溶解不良又は過剰な 燃料せん断片の供給による ものであり、使用済燃料中 のウラン-235 が支配的にな って臨界が発生していると 考えられ、また、ウラン-235 における核分裂収率とプルト ニウム-239 の核分裂収率 を比較すると、ウラン-235 を用いた方が放射性希ガス の収率が大きいため、同値 を用いる。
エンドピー ス酸洗浄槽			
ハル洗浄槽			
第 5 一時貯留 処理槽	プ ル ト ニ ウム-239		臨界事故の発生の起因が、 精製建屋一時貯留処理設備 において貯留した硝酸プルト ニウム溶液の誤移送である ため、プルトニウム-239 における核分裂収率を用い る。
第 7 一時貯留 処理槽			

2.6.4 核分裂収率の妥当性

核分裂による放射性希ガス等の生成量の計算においては、核分裂により直接生成される放射能に加え、親核種の崩壊を経て生成される放射能が考慮されている積算収率を用いていることから、妥当である。

2.6.5 出典

- 1) MEEK, M. E. and RIDER, B. F. : Compilation of Fission Product Yields ,
Vallecitos Nuclear Center, NEDO-12154-1(1974)

3. 臨界事故への対処において実施する放射線分解水素の掃気対策で供給する空気流量の評価方法と評価に用いたパラメータについて

核分裂により発生する放射線分解水素及び溶液から発生する放射線分解水素の掃気対策として、臨界事故が発生した機器内の水素を掃気するため、圧縮空気供給設備の一般圧縮空気系から臨界事故が発生した機器に空気を供給する。ここでは、同評価の内容について取りまとめる。

3.1 機器の気相部に導入される水素発生量

水素は溶液の放射線分解により発生する。時間 Δt [h]の間に溶液中から気相部に移行する放射線分解水素（機器の気相部に導入される水素量） ΔA_{in} [m³]は、以下の式で表せる。

$$\Delta A_{in} = (v_{H_2, crit} + v_{H_2, sol}) \times 3600 \times \Delta t$$

$v_{H_2, crit}$: 単位時間当たりの臨界による水素発生量[m³/s]

$v_{H_2, sol}$: 単位時間当たりの溶液由来の水素発生量[m³/s]

ここで、 $v_{H_2, crit}$ は1核分裂当たりの発生エネルギーを200[MeV/fissions], 単位時間当たりの核分裂数を f [fissions/s] , 水素1 mol 当たりの体積を22.4[L/mol]として、以下の式で表せる。

$$v_{H_2, crit} = \frac{f \times 200 \left[\frac{MeV}{fissions} \right] \times 10^6 \times G \text{ 値} \left[\frac{molecules}{100eV} \right] \times 22.4 \left[\frac{L}{mol} \right]}{100 \times 6.02 \times 10^{23} \left[\frac{molecules}{mol} \right] \times 1000}$$

臨界による水素発生 of G 値は 1.8 を採用する。(G 値の根拠は補足説明資料-8 参照)

3.2 機器の気相部から機器外へ移行する水素量

臨界事故が発生した機器に供給される気体等の流量と同じ体積中に含まれる水素が機器外へ移行する。

また、機器に供給される空気と機器内の水素が完全混合状態となる、すなわち、機器の気相部に導入される水素は機器の気相部で混合し、均一になると仮定すると、時間 Δt [h]の間に機器の気相部から機器外へ移行する気体等の水素濃度 C'_g は以下の通りとなる。

$$C'_g[n] = \frac{C_g[n-1] \times V_g + \Delta A_{in}[n]}{V_g + (R[n] + q_{vap}[n]) \times \Delta t}$$

C_g : 機器内水素濃度 [1]
 V_g : 機器の気相部体積[m³]
 R : 機器に供給される気体の流量 [m³/h]
 q_{vap} : 単位時間当たりの溶液の蒸発蒸気量 [m³/h]

ここで,

$$R = R_0 + R' + (v_{H_2,crit} + v_{H_2,sol}) \times 3600$$

R_0 : 臨界事故発生時から機器に供給される計装用圧縮空気、
 水素掃気用空気等の流量 [m³/h]

R' : 機器の気相部内に存在する水素を含む気体を掃気するため
 に供給する空気の流量[m³/h]

である。本評価では、機器に供給される気体の流量として水素発生量 $(v_{H_2,crit} + v_{H_2,sol}) \times 3600$ [m³/h]を見込む。

これより、時間 Δt [h]の間に機器の気相部から機器外へ移行する水素量 ΔA_{ex} [m³]は、以下の式で表せる。

$$\Delta A_{ex} = C'_g \times (R + q_{vap}) \times \Delta t$$

3.3 機器内水素濃度

溶液の蒸発に伴って気相部の容積が増加するが、その量はバースト分も含めて約 23[L]であり、機器の気相部体積（3 [m³]以上）に対して無視できるほど小さいため、沸騰による溶液量の減少に伴う機器の気相部体積の増加は考慮しない。

上記を踏まえると、時間 Δt [h]の間の機器内水素濃度の変化量 ΔC_g は、上記の ΔA_{in} 及び ΔA_{ex} を用いて、以下の式で表せる。

$$\Delta C_g = \frac{\Delta A_{in} - \Delta A_{ex}}{V_g}$$

以上より、機器内水素濃度 C_g は以下の式より求められる。

$$C_g[n] = \sum_i^n \Delta C_g[i]$$

なお，バースト期の計算上の取り扱いについては v_{vap} ， q_{vap} を下記の通りに置き換え， Δt を十分小さくとして計算する。

$$v_{H_2} \rightarrow \frac{V_{H_2, burst}}{\Delta t} \quad , \quad q_{vap} \rightarrow \frac{Q_{vap, burst}}{\Delta t}$$

$V_{H_2, burst}$: バースト期における水素発生量 [m³]

$Q_{vap, burst}$: バースト期における溶液の蒸発蒸気量 [m³]

$V_{H_2, burst}$ は f を下記の通りに置き換えることにより，計算する。

$$f \rightarrow \frac{F_{burst}}{\Delta t}$$

F_{burst} : バースト期の核分裂数 [fissions]

上記より，廃ガス処理設備の再起動を行う時間の目安である臨界事故発生から 1 時間時点までに各機器に 6 [m³/h] を供給した場合の機器内水素濃度 C_g の変化を考察することによって，放射線分解水素の掃気対策で供給する空気流量を評価した。

本評価に用いた設定値を機器毎に第 3.3-1 表に，その設定根拠を第 3.3-2 表に示す。

第 3.3－1 表 水素掃気用の追加供給空気必要量の計算に使用する設定値

	溶解槽	エンド ピース 酸洗浄 槽	ハル洗 浄槽	第 5 一 時貯留 処理槽	第 7 一 時貯留 処理槽	補足
f [fissions / s]	1E+15	同左	同左	同左	同左	
F_{burst} [fissions]	1E+18	同左	同左	同左	同左	
$v_{H_2, sol} \times 3600$ [m ³ /h]	2.65E-2	1.60E-3	1.77E-3	7.60E-4	1.60E-2	
R_0 [m ³ /h]	0.671	0.2	0.139	0.042	0.406	
R' [m ³ /h]	6	同左	同左	同左	同左	臨界事故 の検知か ら 40 分 以降から 考慮す る。
q_{vap} [m ³ /h]	0	同左	同左	同左	同左	
$Q_{vap, burst}$ [m ³]	0	同左	同左	同左	同左	
V_g [m ³]	6.97	3	7.008	3.6	3.8	

第 3.3－2 表 水素掃気用の追加供給空気必要量の計算に使用する値の
設定およびその根拠

項目	設定値	設定根拠
プラト一期の核分裂率	1E+15 fissions/s	過去の事故より設定
バースト期の核分裂数	1E+18 fissions	同上
水素発生量（溶液由来）	機器毎に設定	臨界事故発生時の溶液の性状を考慮して設定。※1
水素の発生時間	臨界事故発生～未臨界移行時間の 10 分間	未臨界への移行により水素の発生が終了する。
機器に供給される空気量	機器毎に設定	臨界発生時点から吹き込まれている計装用圧縮空気及び水素掃気用空気等
機器の気相部内に存在する水素を含む気体を掃気するために供給する空気の流量	臨界事故の検知※2を起点として 40 分から開始し、6 m ³ /h	各機器に 6 [m ³ /h] を供給した場合の機器内の水素濃度の変化を考察する。
空気供給開始時間	臨界事故の検知※2を起点として 40 分後	現場移動，ホース敷設の時間を考慮して設定
沸騰による蒸発蒸気量	考慮しない	より厳しい評価結果を与えるよう，沸騰を考慮しない。
気相部容積	溶解槽，ハル洗浄槽及びエンドピース酸洗浄槽	オーバーフロー運転であり液量が変わらないため，運転時に想定される気相部の容積とする
	第 5 一時貯留処理槽及び第 7 一時貯留処理槽	運転実績から想定される機器内溶液の Pu 溶液の濃度，及び誤移送時の最大溶液量から設定。

※1 本設定の根拠は 3.5 に示す。

※2 臨界事故の発生と検知の時刻は同時とする。

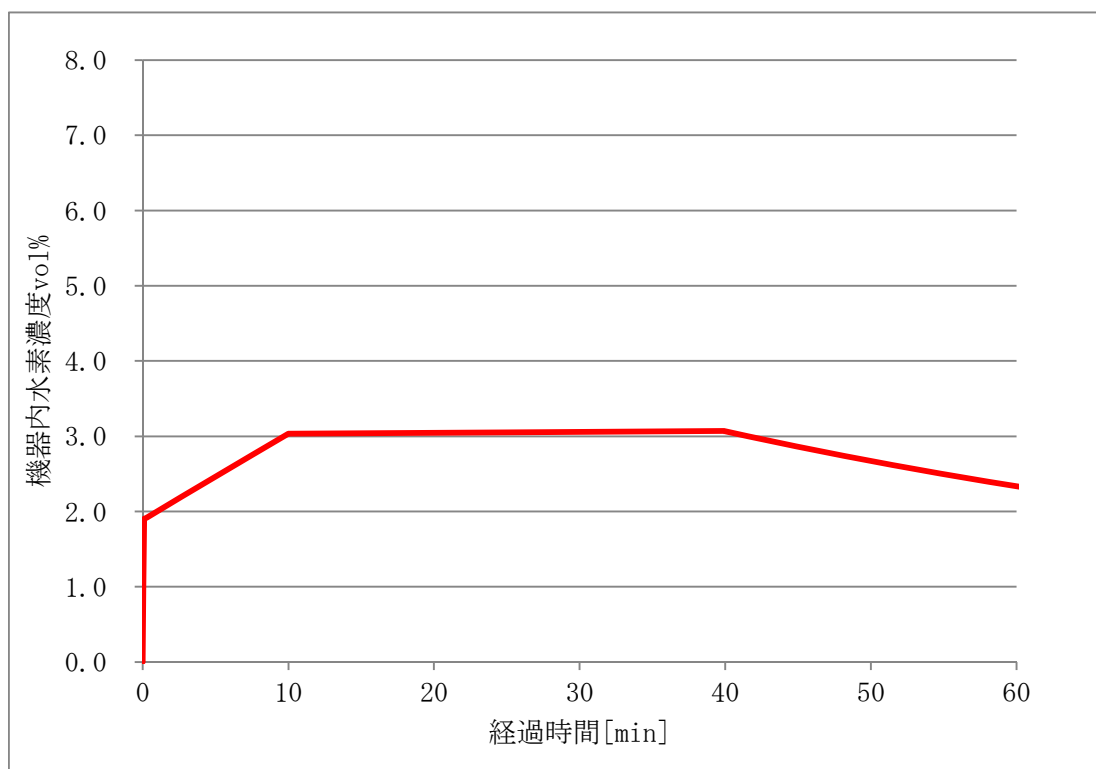
3.4 計算結果

追加空気として各機器に 6 [m³/h] 供給した場合の機器内水素濃度のトレンドを第 3.4-1 図から第 3.4-10 図に示す。臨界事故により発生する放射線分解水素の水素濃度は、臨界事故中でも 8 v o 1 % に達しない。また、各機器に 6 [m³/h] を供給することで、また、臨界事故発生から 1 時間以内に 4 v o 1 % 未満に低減できる。

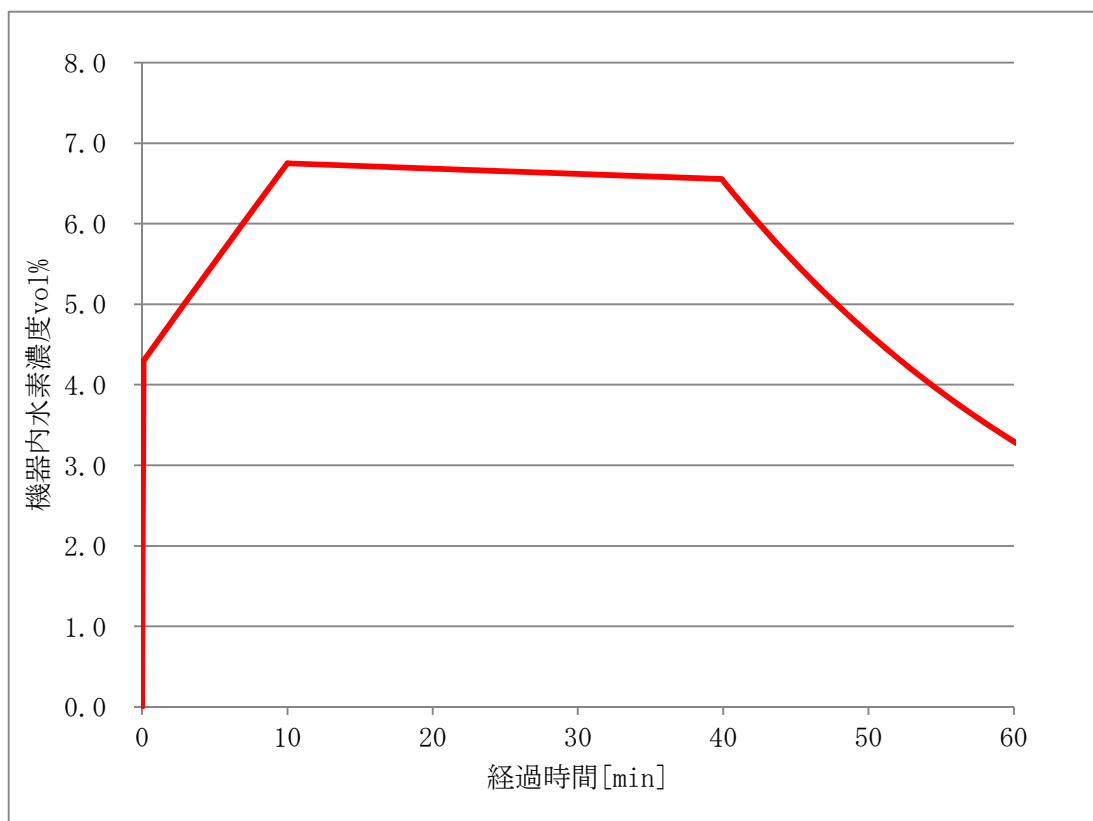
また、第 3.4-1 表に示されるとおり、全ての機器で、溶液由来の放射線分解水素の水素濃度平衡値が 4 v o 1 % を下回ることから、一般圧縮空気供給設備からの空気の供給により機器内の水素濃度を可燃限界濃度未満にした後に、一般圧縮空気供給設備からの空気の供給を停止した場合においても、機器内の水素濃度が可燃限界濃度に達することはない。

第 3.4－1 表 溶液由来の放射線分解水素の水素濃度平衡値

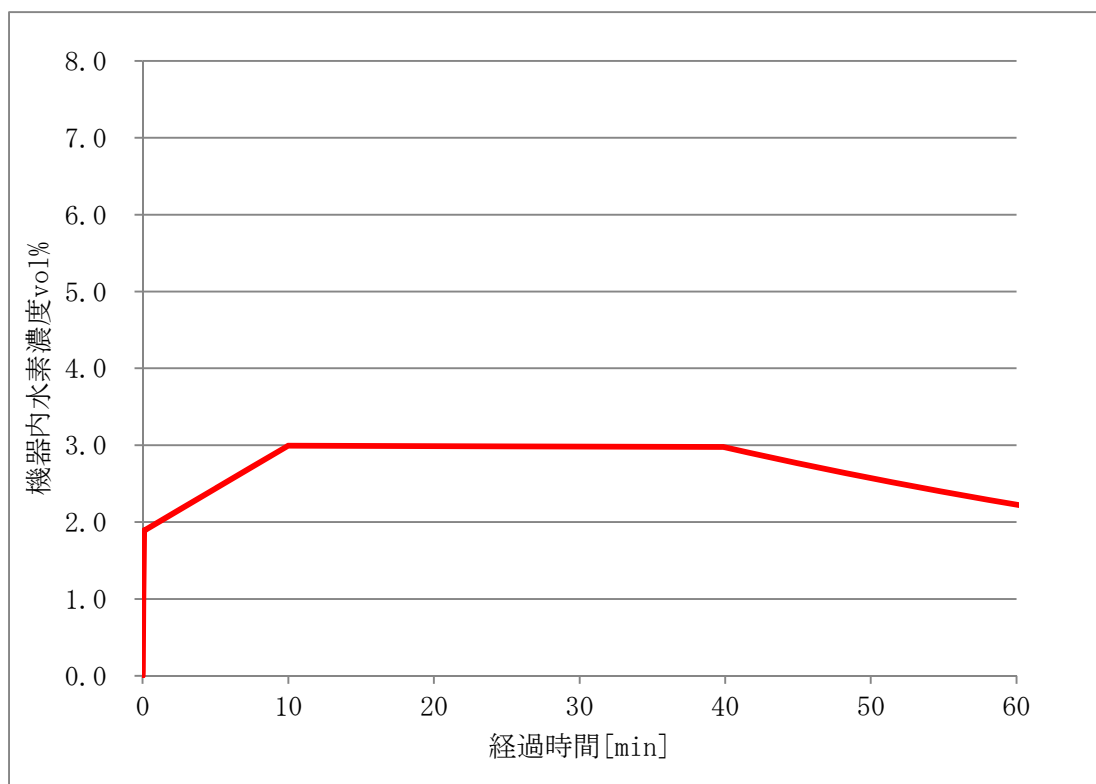
項目	機器に供給される空気量 [m ³ /h] R_0	水素発生量（溶液由来） [m ³ /h] ($v_{H_2,sol} \times 3600$)	溶液由来の放射線分解水素の水素濃度平衡値 [vol%] $\frac{v_{H_2,sol} \times 3600}{v_{H_2,sol} \times 3600 + R_0}$
溶解槽	0.671	2.65E-2	3.8
エンドピース酸洗浄槽	0.2	1.60E-3	0.8
ハル洗浄槽	0.139	1.77E-3	1.3
第 5 一時貯留処理槽	0.042	7.60E-4	1.8
第 7 一時貯留処理槽	0.406	1.60E-2	3.8



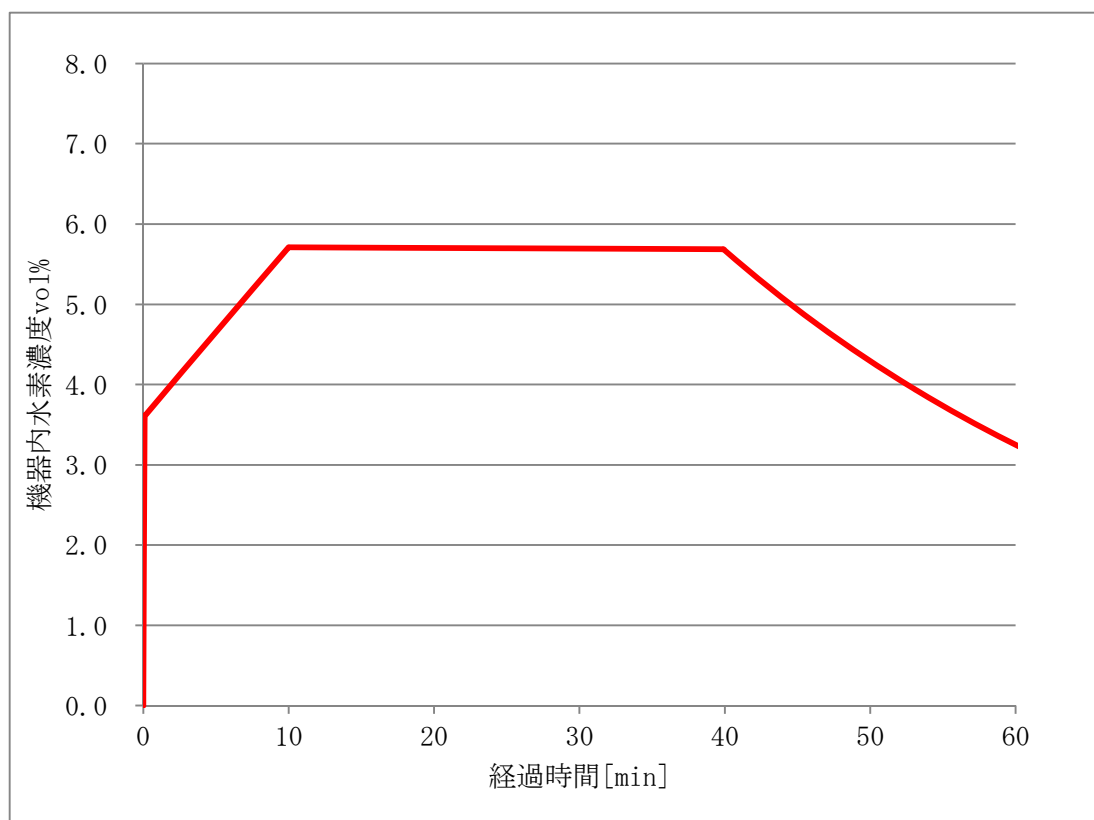
第 3.4－1 図 溶解槽の機器内水素濃度のトレンド
(水素掃気用の追加供給空気 6 m³/h)



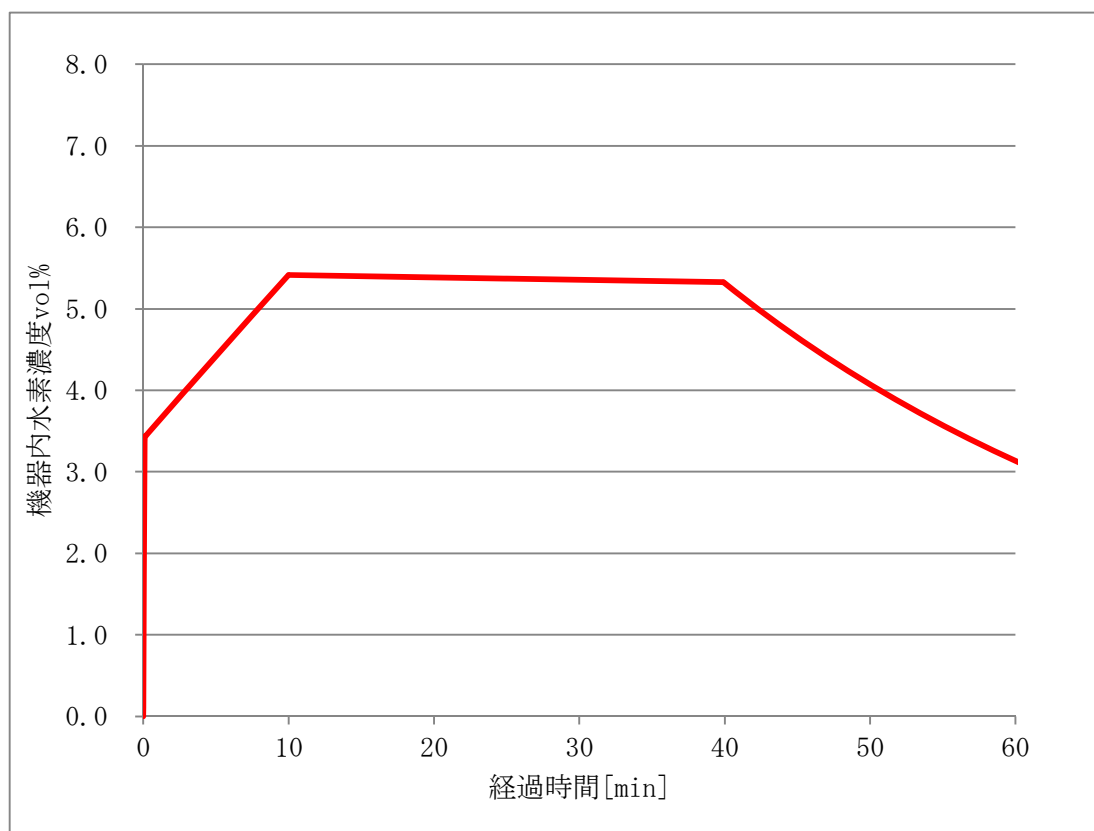
第 3.4－2 図 エンドピース酸洗浄槽の機器内水素濃度のトレンド
(水素掃気用の追加供給空気 6 m³/h)



第 3.4－3 図 ハル洗浄槽の機器内水素濃度のトレンド
(水素掃気用の追加供給空気 6 m³/h)



第 3.4－4 図 第 5 一時貯留処理槽の機器内水素濃度のトレンド
(水素掃気用の追加供給空気 6 m³/h)



第 3.4－5 図 第 7 一時貯留処理槽の機器内水素濃度のトレンド
(水素掃気用の追加供給空気 6 m³/h)

3.5 機器内溶液から発生する水素発生量

第 3.5－1 表に機器内の溶液による水素発生量の設定に使用した値，
第 3.5－2 表にその設定根拠を示す。

第3.5－1表 機器内の溶液による水素発生量の設定値

建屋名	機器名	液量 [m ³]	硝酸濃度 [mol/L]	G 値		崩壊熱密度		水素発生量 [m ³ /h]
				G α [molecules/1 00eV]	G β γ [molecules/1 00eV]	α [W/m ³]	β [W/m ³]	
前処理建屋	溶解槽 A	3	0	1.4E+00	4.5E-01	4.016E+02	1.098E+03	2.65E-2
	溶解槽 B	3	0	1.4E+00	4.5E-01	4.016E+02	1.098E+03	2.65E-2
	エンドピース酸洗浄槽 A	2.1	3	1.1E-01	4.2E-02	4.016E+02	1.098E+03	1.60E-3
	エンドピース酸洗浄槽 B	2.1	3	1.1E-01	4.2E-02	4.016E+02	1.098E+03	1.60E-3
	ハル洗浄槽 A	0.2	0	1.4E+00	4.5E-01	4.016E+02	1.098E+03	1.77E-3
	ハル洗浄槽 B	0.2	0	1.4E+00	4.5E-01	4.016E+02	1.098E+03	1.77E-3
精製建屋	第 5 一時貯留処理槽	0.2	0.91	4.7E-01	9.8E-02	9.6E+02	0.0E+00	7.60E-4
	第 7 一時貯留処理槽	3	0.5	6.4E-01	1.57E-01	9.6E+02	0.0E+00	1.60E-2

第3.5－2表 機器内の溶液による水素発生量の設定根拠

機器名	液量	硝酸濃度，G 値※ ¹	崩壊熱密度 [W/m ³]
溶解槽		溶解槽の臨界事故では硝酸濃度の低下による溶解不良を起因として想定しているため，安全側の評価として遊離硝酸濃度を 0 [mol/L] とする。	溶解液の崩壊熱密度。
エンドピース酸洗浄槽	オーバーフロー運転であり液量が変わらないため，運転時に想定される液量とする。	平常運転時の硝酸濃度 6 [mol/L] にせん断片装荷量 550 kg・UO ₂ （エンドピース酸洗浄槽へ装荷する燃料せん断片の質量を包含する条件として燃料せん断片装荷量）が全量溶解した場合の硝酸濃度を設定※ ² 。	せん断機又は溶解槽から未溶解のせん断片が移行することによる臨界事故を想定するため，溶液の濃度は当該機器の平常運転時の濃度よりも上昇している可能性があることから，より厳しい結果となるよう溶解槽の崩壊熱密度を使用する。
ハル洗浄槽		平常運転時のハル洗浄槽内の溶液は水であるため，より厳しい結果となるよう遊離硝酸濃度を 0 [mol/L] とする。	
第 5 一時貯留処理槽	誤移送時に想定される最大移送量を設定。	移送元機器に流入する溶液のうち，酸濃度が最小となるプルトニウム溶液の酸濃度。	想定される最も高いプルトニウム濃度の溶液として，プルトニウム濃縮缶により濃縮される前のプルトニウム溶液（最大値 24gPu/L）の崩壊熱密度を設定する。
第 7 一時貯留処理槽		移送元機器に流入する溶液のうち，酸濃度が最小となるプルトニウム溶液の酸濃度。	

※ 1 設定した硝酸濃度に対応する G 値を使用する。

※ 2 エンドピース酸洗浄槽の硝酸濃度の計算は以下の通り。

Henrich らは，温度条件を指定せず 2～7 mol/L の硝酸による溶解で NO と NO₂ の発生割合がほぼ等しいとして，以下の（1 式）を提案している。（参考文献（1）参照）



左辺に着目すると，UO₂の溶解により消費される遊離硝酸の量[mol]は

$$\frac{m_{\text{UO}_2}[\text{g}]}{M_{\text{UO}_2}[\frac{\text{g}}{\text{mol}}]} \times 3 = 6.12 \times 10^3 [\text{mol}]$$

となる。

ここで

m_{UO_2} : 溶解する UO_2 質量 $550 \times 10^3 [g]$

M_{UO_2} : UO_2 の mol 質量 $270 [\frac{g}{mol}]$

である。

従って、臨界事故時のエンドピース酸洗浄槽内の溶液の遊離硝酸濃度は

$$\frac{2.1[m^3] \times 10^3 \left[\frac{L}{m^3} \right] \times 6 \left[\frac{mol}{l} \right] - 6.12 \times 10^3 [mol]}{2.1[m^3] \times 10^3 \left[\frac{L}{m^3} \right]} = 3.0 [N]$$

となる。

参考文献

- (1) 再処理プロセス・化学ハンドブック検討委員会, 再処理プロセス・化学ハンドブック第3版, JAEA-Review 2015-002, 2015,

4. 線量告示に定められた周辺監視区域外の空気中の濃度限度との比較に係る評価方法と評価に用いたパラメータについて

臨界事故により外部に放出される放射性物質は、敷地境界において、線量告示（核原料物質又は核燃料物質の製錬の事業に関する規則等の規定に基づく線量限度等を定める告示）の周辺監視区域外の空気中の濃度限度（3ヶ月平均）（以下、「濃度限度」という。）を下回ることを評価している。ここでは、同評価の内容について取りまとめる。

4.1 評価の前提

本評価では、臨界事故により生成する放射性エアロゾル並びに放射性希ガス及び放射性よう素（以下、「放射性希ガス等」という。）を評価対象とする。

(1) 放射性エアロゾル

「1.」のセシウム-137 換算放出量（放射性エアロゾル）の評価では貯留タンクへの貯留を考慮し、放射性エアロゾルの放出割合（溶液から気相中に移行した放射性エアロゾルが機器に残存する割合）を設定しているが、本評価では保守性を見込み、全機器一律 100%と設定（貯留タンクへの貯留を考慮せず、全量放出を想定）する。

上記以外の放出量算出に係る評価条件は、「1.」と同様とする。

(2) 放射性希ガス等

「2.」の放射性希ガス等の放出割合の評価では貯留タンクへの貯留及び放射性希ガス等の時間減衰を考慮し、放射性希ガス等の大気中への放出割合を 1 %程度に低減できると評価しているが、本評価では保守性を見込み、全機器一律 100%と設定（貯留タンクへの貯留及び放射性希ガス等の時間減衰を考慮せず、全量放出を想定）する。

上記以外の放出量算出に係る評価条件は、「2.」と同様とする。

4.2 評価方法

(1) 放射性エアロゾル

濃度限度は3ヶ月平均の値で与えられているため、周辺監視区域外の空気中の濃度 $[B_q / c m^3]$ を算出するにあたっては「1.」及び「4.1」で算出した各核種の放出量 $[B_q]$ より、3ヶ月放出での放出率 $[B_q / s]$ を算出する。

周辺監視区域外の空気中の濃度 $[B_q / c m^3]$ （3ヶ月平均濃度）は（1）式のとおり、放出率 $[B_q / s]$ に相対濃度（以下、「 χ / Q 」

という。) を乗じて算出する。なお、 χ/Q については、放出源を主排気筒、気象条件を2013年4月から2014年3月、実効放出継続時間を1時間として算出した $1.2 \times 10^{-6} [\text{s}/\text{m}^3]$ の値を使用している。

$$\begin{aligned} & \text{周辺監視区域外の空気中の濃度} [\text{Bq}/\text{cm}^3] \\ & = \text{放出率} [\text{Bq}/\text{s}] \times \chi/Q [\text{s}/\text{m}^3] \times 10^{-6} [\text{m}^3/\text{cm}^3] \cdots (1) \end{aligned}$$

算出した周辺監視区域外の空気中の濃度について α 核種及び β γ 核種をそれぞれ合計し、 α 核種については放出が想定される β γ 核種の中で最も保守側の値となるCm-250の濃度限度 $2 \times 10^{-10} [\text{Bq}/\text{cm}^3]$ の値、 β γ 核種については放出が想定される β γ 核種の中で最も保守側の値となるSr-90の濃度限度 8×10^{-7} の値と比較し、割合の和が1未満となることを確認する。

(2) 放射性希ガス等

周辺監視区域外の空気中の濃度 $[\text{Bq}/\text{cm}^3]$ (3ヶ月平均濃度) は、「4.1(1)」と同様の方法で評価を行う。

算出した周辺監視区域外の空気中の濃度について放射性希ガス等の核種毎に最も保守側の値となる濃度限度の値と比較し、割合の和が1未満となることを確認する。

4.2 評価結果

(1) 放射性エアロゾル

濃度限度との比較の結果、割合の和は最大でも約 1.3×10^{-3} であり、1未満となる。

(2) 放射性希ガス等

濃度限度との比較の結果、割合の和は最大でも約 1.9×10^{-1} であり、1未満となる。

(3) 結論

上記より、放射性エアロゾル及び放射性希ガス等の割合の和を合計しても約 1.9×10^{-1} であり、1未満となる。

なお、基準規模を超える臨界事故(バースト期の核分裂数: 1.1×10^{17} fissions, プラト一期の核分裂数 1.0×10^{16} fissions/s及び臨界継続時間5分)では、 1.6×10^{18} fissionsから

3.1×10^{18} f i s s i o n s となり約 2 倍となるため、上記で算出した割合の和 (放射性エアロゾル及び放射性希ガス等) も約 2 倍となるが、その場合にも濃度限度との比は 1 未満となる。また、寄与が大きい放射性希ガス等については実際には時間減衰を見込めるため、本評価結果よりも十分小さくなると考えられる。

5. 貯留タンク内の放射性物質濃度の推移について

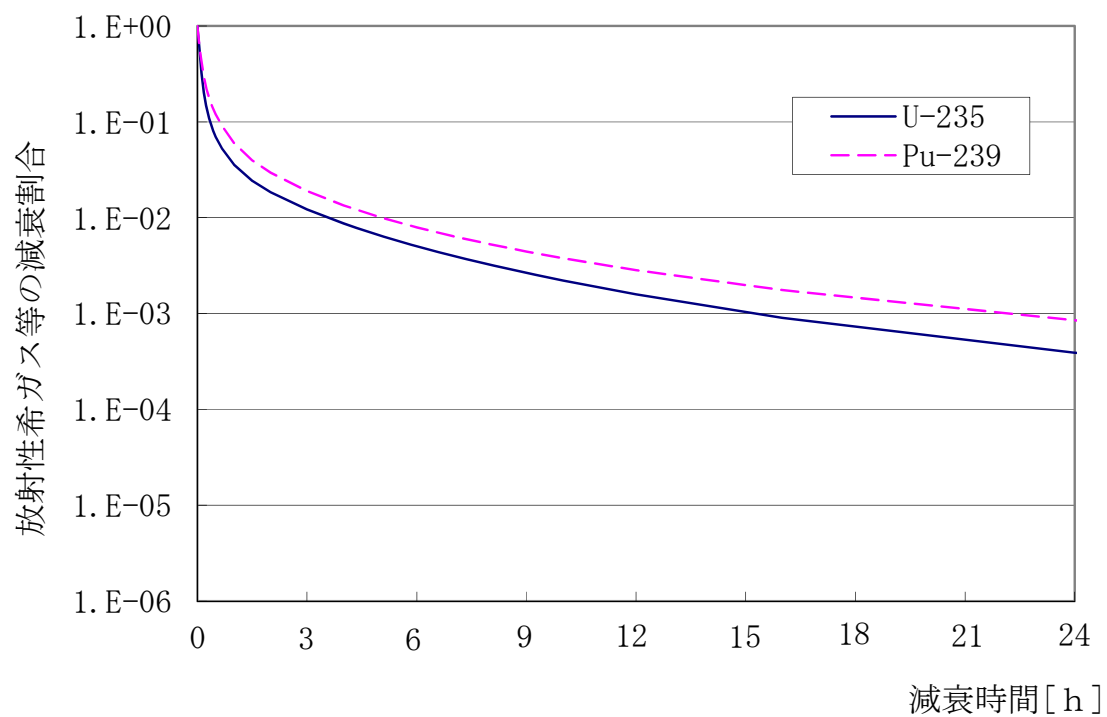
臨界事故が発生した場合には、直ちに自動的に臨界事故が発生した機器に接続される廃ガス処理設備を停止すると共に、臨界が発生した機器から貯留タンクへの経路を確立し、空気圧縮機を用いて貯留タンクに放射性物質を含む気体を貯留する。また、臨界事故が発生した機器に空気を供給し、機器の気相部内に存在する放射性物質を含む気体を掃気し、貯留タンクに導く。

ここでは、貯留タンクによる放射性物質を含む気体の貯留完了後、貯留タンク内の放射性物質（放射性希ガス及び放射性よう素（以下、「放射性希ガス等」という。）濃度が時間の経過に従ってどの程度減衰するかについて説明する。なお、臨界事故により生成する放射性エアロゾルは半減期が長く時間減衰が期待できないため、対象外とする。

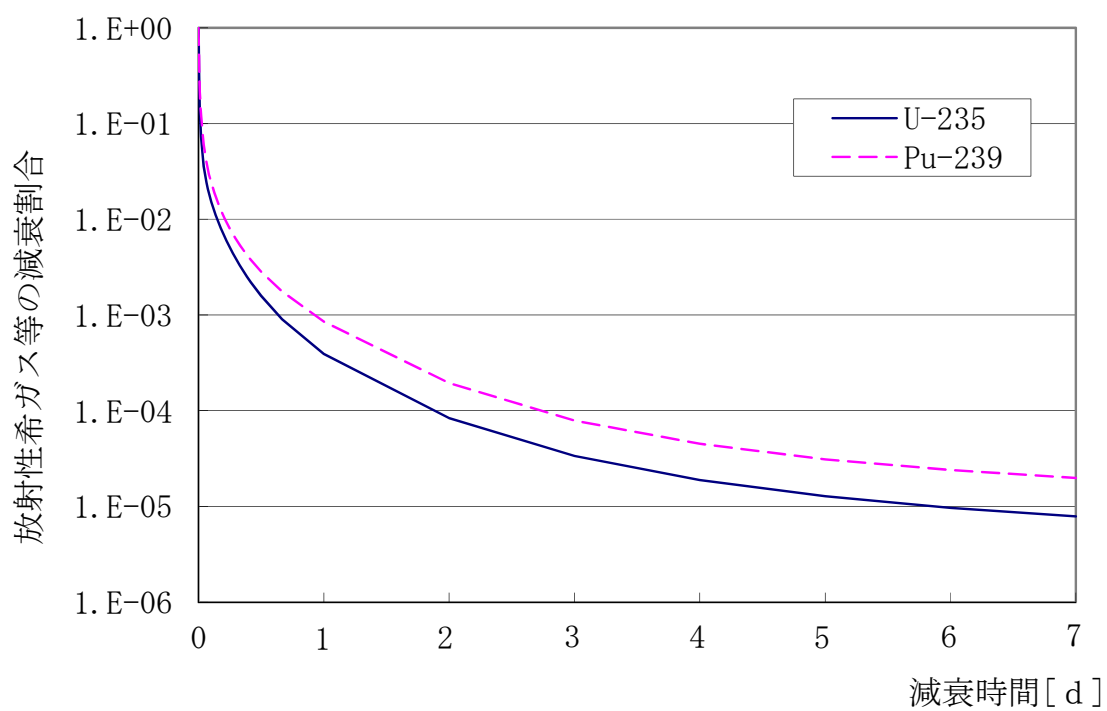
5.1 放射性希ガス等

第 5.1－1 図及び第 5.1－2 図に U－235 及び P u－239 の核分裂収率における放射性希ガス等の時間による減衰（放射性希ガス等をガンマ線実効エネルギー 0.5MeV 換算とした場合の放射能に対する減衰）を示す。

第 5.1－1 図及び第 5.1－2 図のとおり、放射性希ガス等は貯留後 1 日時点で千分の一程度まで減衰し、貯留後 7 日時点で十万分の一程度まで減衰する。



第 5.1－1 図 放射性希ガス等の減衰割合（1 時間後まで）



第 5.1－2 図 放射性希ガス等の減衰割合（7 日後まで）

補足説明資料 6－6（28 条）

6．臨界事故への対処

不確かさの設定

1. はじめに

本資料は、臨界事故における大気中への放射性物質の放出量（セシウム-137 換算）の算定にあたって使用する各パラメータの不確かさについて説明するものである。

2. 各パラメータの不確かさについて

(1) 臨界事故が発生した機器が保有する放射性物質質量（MAR）

a. 上振れ効果

MARの上振れとなる要因はない。

b. 下振れ効果

第1表に示す再処理する使用済燃料の冷却年数を15年に制限した条件を用いて放射能濃度を算出し、第2表のとおり燃料使用の変動に係る補正係数を考慮した場合、一桁未満の下振れとなる。

第1表 使用済燃料の条件

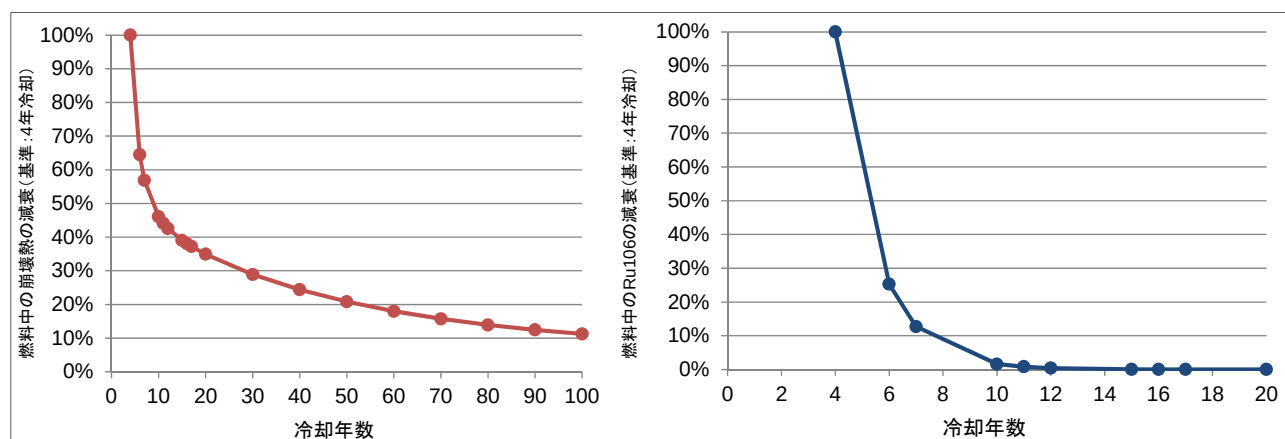
燃料型式	PWR
初期濃縮度	4.5wt%
燃焼度	45,000MWd/t・U _{Pr}
比出力	38MW/t・U _{Pr}
冷却年数	15年

第 2 表 燃料使用の変動に係る補正係数

元素グループ		燃料仕様の変動に係る補正係数
Ru/Rh		1.7
その他 F P* ¹		1.1
P u	α	2.0
	β	
Am, Cm		2.7

*1 その他 FP とは、核分裂生成物のうち、Kr -85, I-129 及び Ru/Rh を除いたものを示す。

また、再処理施設で保有する使用済燃料には、冷却期間 15 年以上となるものも含まれ、冷却期間 15 年以上の燃料を処理した場合、第 1 図に示すとおり放射能の減衰による放射性物質量のさらなる低減効果を見込める。



第 1 図 使用済燃料の冷却年数による崩壊熱及び Ru-106 の減衰

(2) 臨界事故の影響を受ける割合 (DR)

a. 上振れ効果

第3表に過去に核燃料物質の処理施設で発生した臨界事故及びその核分裂数を示す。第4表に過去の臨界事故での全核分裂数及び核分裂率の推定値を示す。

過去に発生した臨界事故のモードは、バースト期のみで収束しているものと、臨界事故の有効性評価で想定したバースト期及びプラト一期を有するものがある。

そこで、過去の臨界事故のうち、バースト期及びプラト一期を有する臨界事故を参照し、核分裂数の上振れを推定すると、臨界事故のバースト期、プラト一期の核分裂率の最大値はそれぞれ $1.1 \times 10^{17} \text{ f i s s i o n s}$ (United Nuclear Fuels Recovery Plant 1964 年：第3表及び第4表 No.14), 及び推定 $4.5 \times 10^{16} \text{ f i s s i o n s} / \text{ s e c}$ (Idaho Chemical Processing Plant 1959 年：第3表及び第4表 No. 6) である。⁽¹⁾

ただし、Idaho Chemical Processing Plant 1959 年の事故においては、形状寸法管理を行わない貯槽に多量の高濃縮ウラン溶液が流入した結果発生したものであり、臨界事故が発生した以降も溶液の移送が継続し、結果として 20 分間にわたって臨界状態が継続したものである。一方、臨界事故への対処では、臨界事故の発生を検知後、直ちに再処理施設の運転を停止することで正の反応度の添加を防止するとともに、中性子吸収材の供給による速やかな未臨界への移行が行われるため、上記の事故とは状況が異なる。本事故以外の臨界事故のプラト一期の核分裂率の最大値は推定 $1 \times 10^{16} \text{ f i s s i o n s} / \text{ s e c}$ (Idaho Chemical Processing Plant 1961 年：第3表及び第4表 No. 8) となる。

上記を踏まえ、上振れを考慮する場合においては、バースト期の核分

裂数を 1.1×10^{17} f i s s i o n s , プラト一期の核分裂数を 1×10^{16} f i s s i o n s / s e c とする。

また、臨界事故の影響を受ける割合は、全核分裂数に依存するため、未臨界確保対策が想定よりも短い時間で完了できた場合には、その割合は小さくなる。未臨界確保対策である重大事故時可溶性中性子吸収材供給系から、未臨界に必要な量の可溶性中性子吸収材が供給されるまでの時間については一律 10 分と設定しているが、実際の設備構成を踏まえた場合、その時間は、5 分以下と見積もられる。

上記の全核分裂数の不確かさ及び現実的な可溶性中性子吸収材の供給時間を総合的に考慮すると、全核分裂数は 3.1×10^{18} f i s s i o n s となることから、条件によっては 1 桁未満（2 倍程度）の上振れを有する可能性がある。

第3表 過去に核燃料物質の処理施設で発生した臨界事故の核分裂数⁽¹⁾

Table 10. Accident Fission Energy Releases					
No.	Site and Date	First Spike Yield (10^{17} fission)	Fissile Volume (ℓ)	Specific Spike Yield (10^{15} fission/ ℓ)	Total Yield (10^{17} fission)
1	Mayak (R.F.) 15-03-53	unknown	31.0	unknown	~2.0
2	Mayak (R.F.) 21-04-57	unknown	30.0	unknown	~1.0
3	Mayak (R.F.) 02-01-58	~2.0	58.4	3.4	~2.0
4	Y-12 (U.S.) 16-06-58	~0.1	56.0	0.2	13.0
5	LASL (U.S.) 30-12-58	1.5	160.0	0.94	1.5
6	ICPP (U.S.) 16-10-59	~1.0	800.0	~0.1	400.0
7	Mayak (R.F.) 05-12-60	unknown	19.0	unknown	~2.5
8	ICPP (U.S.) 25-01-61	~0.6	40.0	1.5	6.0
9	Tomsk (R.F.) 14-07-61	none	42.9	none	0.12
10	Hanford (U.S.) 07-04-62	~0.1	45.0	0.2	8.0
11	Mayak (R.F.) 07-09-62	none	80.0	none	~2.0
12	Tomsk (R.F.) 30-01-63	unknown	35.5	unknown	7.9
13	Tomsk (R.F.) 02-12-63	none	64.8	none	0.16
14	Wood River (U.S.) 24-07-64	~1.0	41.0	2.4	~1.3
15	Electrostal (R.F.) 03-11-65	none	100.0	none	~0.08
16	Mayak (R.F.) 16-12-65	none	28.6	none	~5.5
17	Mayak (R.F.) 10-12-68	0.3	28.8	1.0	~1.3
18	Windscale (R.F.) 24-08-70	none	40.0	none	0.01
19	ICPP (U.S.) 17-10-78	unknown	315.5	unknown	27.0
20	Tomsk (R.F.) 13-12-78	0.03	0.54	5.6	0.03
21	Novosibirsk (R.F.) 15-05-97	none	*	none	0.055
22	Tokai-mura (Japan) 30-09-99	~0.5	45.0	1.1	25
* System description was not adequate to estimate parameter.					

第4表 過去の臨界事故での核分裂数及び核分裂率の推定値

No.	事象名	全核分裂数 [fissions]	推定核分裂率※ [fissions/sec]	バースト核分裂数 [fissions]
1	Mayak Production Association, 1953.3.15	2.00E+17	3.33E+15	—
2	Mayak Production Association, 1957.4.21	1.00E+17	1.67E+14	—
3	Mayak Production Association, 1958.1.2	2.00E+17	(バースト期のみ)	2.00E+17
4	Oak Ridge Y-12Plant, 1958.6.16	1.30E+18	6.90E+15	6.00E+16
5	Los Alamos Scientific Laboratory, 1958.12.30	1.50E+17	(バースト期のみ)	1.50E+17
6	Idaho Chemical Processing Plant, 1959.10.16	4.00E+19	4.44E+16	1.00E+17
7	Mayak Production Association, 1960.12.5	2.50E+17	3.47E+13	—
8	Idaho Chemical Processing Plant, 1961.1.25	6.00E+17	1.00E+16	6.00E+16
9	Siberian Chemical Combine, 1961.7.14	1.20E+15	2.00E+13	2.00E+14
10	Hanford Works, 1962.4.7	8.00E+17	1.33E+14	1.00E+16
11	Mayak Production Association, 1962.9.7	2.00E+17	2.78E+13	—
12	Siberian Chemical Combine, 1963.1.30	7.90E+17	2.12E+13	—
13	Siberian Chemical Combine, 1963.12.2	1.60E+16	(不明)	—
14	United Nuclear Fuels Recovery Plant, 1964.7.24	1.30E+17	2.41E+13	1.10E+17
15	Electrostal Machine-Building Plant, 1965.11.3	1.00E+16	3.33E+12	—
16	Mayak Production Association, 1965.12.16	5.50E+17	2.18E+13	—
17	Mayak Production Association, 1968.12.10	1.00E+17	(不明)	1.00E+17
18	Windscale Works, 1970.8.24	1.00E+15	1.00E+14	—
19	Idaho Chemical Processing Plant, 1978.10.17	2.70E+18	5.00E+15	—
20	Siberian Chemical Combine, 1978.12.13	3.00E+15	(バースト期のみ)	3.00E+15
21	Novosibirsk Chemical Concentration Plant, 1997.5.15	5.50E+15	(バースト期のみ)	4.30E+15
22	JCO Fuel Fabrication Plant, 1999.9.30	2.50E+18	4.08E+13	8.00E+16

※ 推定核分裂率（出力）のない場合及び「バースト期のみ」等の記載がない場合は、全核分裂数を継続時間で除した値を推定核分裂率とした。

b. 下振れ効果

今回設定した全核分裂数 1.6×10^{18} f i s s i o n s と、第3表に示す過去に核燃料物質の処理施設で発生した臨界事故の全核分裂数に 10^{17} f i s s i o n s 程度の場合もあることから、1桁程度下振れする可能性がある。

また、評価においては、より厳しい評価となるよう核分裂により発生する熱エネルギーは全て溶液の蒸発に使用される断熱条件とし、臨界事故発生時に溶液が既に沸騰状態にあることを前提と仮定しているが、実際には機器内の溶液量や機器への熱の伝達によっては溶液が沸騰に至らない可能性がある。この場合、沸騰により放射性物質を含む蒸気が発生しないことから、1桁程度下振れする可能性がある。

(3) 核分裂の熱エネルギーによる沸騰等により放射性物質が機器の気相に移行する割合 (A R F)

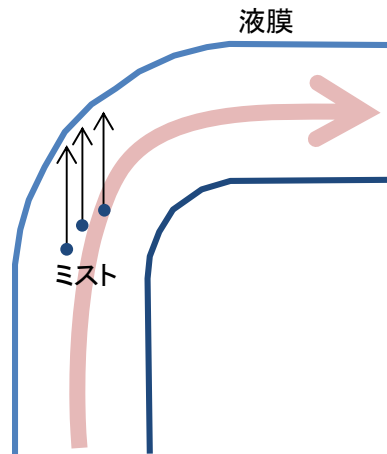
不確かさの幅の設定は行わない。

(4) 大気中への放出経路における低減割合

a. 上振れ効果

- (a) 臨界事故時に溶液が沸騰することにより発生するミストは気体に比べて質量が大きく、第2図に示すとおり廃ガス処理設備の配管の曲がり部等において慣性によりその多くが配管の内壁に衝突する。Walsh, Schea による蒸発缶の研究によれば、1回の直角衝突を通過した後のミスト濃度は 10mg/m^3 以下となることが報告されている⁽²⁾。ただし、本文献値が適用できるのはミスト濃度が 100mg/m^3 以上のときであり、事故の挙動によってはミスト濃度が 100mg/m^3 未満となり、文献値を

適用できない可能性もある。このため、 $LPF = (1 / \text{除染係数}) \times \text{放出割合}$ は1桁程度上振れする可能性がある。



第2図 ミストの慣性衝突のイメージ

- (b) 臨界事故への対策として実施する貯留タンクへの放射性物質の貯留については、确实性が高い対策ではあるが、万一、機器の動作不良等により貯留タンクへの気体の導出ができない場合には、廃ガス処理設備を遮断して、水封部からセルに放射性物質を導出し、セルで滞留させる。

この場合、放射性物質を含む気体は、大部分がセルで滞留されることになるが、水素掃気の継続によるセルの内圧上昇又はセルの微小な開口部の存在により、セルから建屋側に放射性物質が漏出する可能性がある。その場合、放射性物質は建屋排気系の高性能粒子フィルタ（1段）で除去されることとなるため、除染係数が2桁低下する。

さらに、前処理建屋のせん断処理・溶解廃ガス処理設備に接続されている溶解槽、エンドピース酸洗浄槽及びハル洗浄槽（以下、「溶解槽等」という。）における臨界事故の場合は、セルへの導出経路に配管

曲がり部を見込むことができない機器構成になっていることから、廃ガス処理設備の配管の曲がり部による除去効率を見込めず、これにより除染係数がさらに 1 桁低下する。

一方で、健全な金属容器及び水中に貯蔵している場合の除染係数として 100 が文献値として報告されていることを踏まえ、⁽³⁾ 廃ガス処理設備を経由し水封部を介してセルに放出される部分について、除染係数 10 を考慮できる。

上記を総合的に考慮すると、溶解槽等における臨界事故では高性能粒子フィルタの除染係数の低下、放出経路構造物への沈着による除染係数の低下、水封部を介したセルへの放射性物質の放出、及び貯留設備での貯留による放出低減効果の変化による 3 桁程度の上振れとなる。精製建屋第 5 一時貯留処理槽、第 7 一時貯留処理槽（以下、「第 5 一時貯留処理槽等」という。）における臨界事故では高性能粒子フィルタの除染係数の低下、水封部を介したセルへの放射性物質の放出及び貯留設備での貯留による放出低減効果の変化による 2 桁程度の上振れとなる。

b. 下振れ効果

高性能粒子フィルタの除染係数は、第 5 表に基づき蒸気がフィルタの除染係数を低下させる傾向をもつことを考慮して 1 段当りの除染係数を 100 と設定している。ただし、廃ガス処理設備中の凝縮器により蒸気は凝縮されることで、蒸気による除染係数の低下が生じないことが考えられ、この場合、大気中への放射性物質の放出量は 1 桁程度の下振れを見込める。さらに、上記廃ガス処理設備には洗浄塔等の機器が設置されているため、洗浄塔による放射線物質の除去に期待できる可能性があり、この効果として大気中への放射性物質の放出量は 1 桁程度の下振れを見込める。

第5表 高性能粒子フィルタの通過率の変動⁽⁴⁾

Table F-6. Range of Experimental Values for Structurally Damaged Standard HEPA Filters (Bergman, et al. 1995a)	
Parameter	Effect on Filter Penetration
Baseline	0.1 percent
HF Corrosion 1,500 ppm-hr.	0.1 percent increase
Temperature	
Increase from	Decreases penetration
25-200 °C	from 0.01 to 0.001 percent
200 °C	0.03-0.01 percent
240 °C for 6 hours	0.01 percent
300 °C	0.12-0.01 percent
350 °C	0.4-0.03 percent
500 °C	0.9-0.2 percent
500 °C for 10-45 min.	0.9-0.1 percent
538 °C	1.2-0.5 percent
Moisture	
Up to 100 percent RH	Negligible effect
Water spray loaded to 8 in.	Increase by 10 times
Filter Clogging	
Solid particle loading	Decreases penetration
NaCl deposits to 1.9 in.	Decreases penetration from 0.003 to 0.000001 percent
Liquid DOP loaded to 4 in.	Penetration increases by factor of 10
Oil aerosols	Penetration increase is $1.3P_i\Delta P/\Delta P_i$ increase
Air Flow	
Increasing velocity from 0.5 cm/s to 20 cm/s	Penetration increases from 0.00003 percent to 0.5 percent
Increasing air flow by 10 times	Penetration of 0.1 µm particles increases by 100 times
Air Pulse	
1 psi pulse	Penetration of 0.46µm latex particles is 0.1 percent
Shock tests on filters preloaded with .46µm latex	Penetration is 0.9 percent
Seismic (0.2-0.3 g)	Negligible effect

c. ルテニウムについて

沸騰に伴い気相中へ移行する放射性物質のうち、ルテニウムについては、気相中への移行が沸騰による飛まつ同伴であり、エアロゾルとして移行すると考えられるものの、仮に揮発性の化学形態であった場合、放出経路構造物及び高性能粒子フィルタによる除去が期待できない可能性がある。その場合であっても、揮発性として移行したルテニウムは、廃ガス処理設備に設置している洗浄塔等により一定程度除去されると推定される。

廃ガス処理設備に設置している洗浄塔等による除去効果を安全側に見積もって、揮発性ルテニウムの除染係数を、溶解槽等における臨界事故では 10 とする。なお、精製建屋塔槽類廃ガス処理設備の塔槽類廃ガス処理系（プルトニウム系）においても、洗浄塔が存在するが、ルテニウムの吸着が NO_x の存在下において行なわれるものであることを考慮し、第5一時貯留処理槽等における臨界事故ではこの効果を見込まない。

臨界事故により気相中へ移行したルテニウムを全て揮発性とした場合の、大気中への機器内の溶液由来のルテニウムの放出量（セシウム-137 換算）を第6表、臨界事故時の核分裂により生成するルテニウムの大気中への放出量（セシウム-137 換算）を第7表に示す。また、大気中への放射性物質の放出量（セシウム-137 換算）の計算結果を表8表に示す。大気中への放射性物質の放出量（セシウム-137 換算）は、溶解槽における臨界事故の場合で約6倍となる。

揮発性ルテニウムの除染係数の設定根拠については3.に示す。

第6表 大気中へのルテニウムの放出量（セシウム-137 換算）
（ルテニウムを揮発性とした場合）

溶解槽

	[Bq]	[-]	[-]	[Bq]	[-]	[Bq]
核種	MAR	A R F	LPF	放出量	C s 換算係数	Cs137換算放出量
Ru-103	7.88E-26	1.00E-03	1.50E-02	1.18E-30	1.15E-02	1.36E-32
Ru-106	9.90E+11	1.00E-03	1.50E-02	1.49E+07	3.69E-02	5.49E+05

エンドピース酸洗浄槽

	[Bq]	[-]	[-]	[Bq]	[-]	[Bq]
核種	MAR	A R F	LPF	放出量	C s 換算係数	Cs137換算放出量
Ru-103	5.52E-26	1.00E-03	5.00E-03	2.76E-31	1.15E-02	3.18E-33
Ru-106	6.93E+11	1.00E-03	5.00E-03	3.47E+06	3.69E-02	1.28E+05

ハル洗浄槽

	[Bq]	[-]	[-]	[Bq]	[-]	[Bq]
核種	MAR	A R F	LPF	放出量	C s 換算係数	Cs137換算放出量
Ru-103	5.25E-27	1.00E-03	1.50E-02	7.88E-32	1.15E-02	9.09E-34
Ru-106	6.60E+10	1.00E-03	1.50E-02	9.90E+05	3.69E-02	3.66E+04

第5一時貯留処理槽

	[Bq]	[-]	[-]	[Bq]	[-]	[Bq]
核種	MAR	A R F	LPF	放出量	C s 換算係数	Cs137換算放出量
Ru-103	4.28E-31	1.00E-03	1.00E-01	4.28E-35	1.15E-02	4.94E-37
Ru-106	5.38E+06	1.00E-03	1.00E-01	5.38E+02	3.69E-02	1.99E+01

第7一時貯留処理槽

	[Bq]	[-]	[-]	[Bq]	[-]	[Bq]
核種	MAR	A R F	LPF	放出量	C s 換算係数	Cs137換算放出量
Ru-103	1.79E-30	1.00E-03	2.50E-01	4.49E-34	1.15E-02	5.18E-36
Ru-106	2.26E+07	1.00E-03	2.50E-01	5.64E+03	3.69E-02	2.08E+02

$$\ast \text{LPF} = (1 / \text{除染係数}) \times \text{放出割合}$$

第7表 臨界の核分裂により生成するルテニウムの大気中への放出量

(Cs-137換算) (ルテニウムを揮発性とした場合)

核種	溶解槽	エンドピース酸洗浄槽	ハル洗浄槽	第5一時貯留処理槽	第7一時貯留処理槽
	セシウム-137換算放出量 (TBq) ※1				
Ru-103	3.96E-09	1.32E-09	3.96E-09	2.64E-08	6.59E-08
Ru-105	6.08E-09	2.03E-09	6.08E-09	4.05E-08	1.01E-07
Ru-106	8.14E-10	2.71E-10	8.14E-10	5.43E-09	1.36E-08
合計	1.08E-08	3.62E-09	1.08E-08	7.23E-08	1.81E-07

※1 核分裂収率はルテニウムの放出量が大きくなるようプルトニウム-239による核分裂収率を使用

第8表 臨界事故における大気中への放射性物質の放出量

(C s -137換算) (ルテニウムを揮発性とした場合)

臨界事故の発生 を想定する機器	評価対象	放出量(T B q)	
		ルテニウムをエ アロゾルとして 合算した場合	ルテニウムを揮 発性として合算 した場合
溶解槽	C s -137換算値	1.1×10^{-7}	6.7×10^{-7}
エンドピース酸 洗浄槽		3.5×10^{-8}	1.7×10^{-7}
ハル洗浄槽		1.1×10^{-7}	1.5×10^{-7}
精製建屋 第5 一時貯留処理槽		3.1×10^{-7}	3.8×10^{-7}
精製建屋 第7 一時貯留処理槽		7.6×10^{-7}	9.4×10^{-7}

3. 揮発性ルテニウムの除染係数

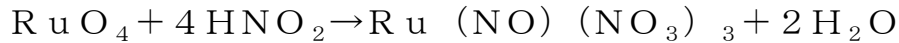
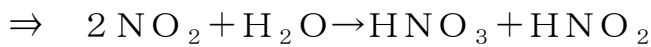
以下、(1)及び(2)に放出経路における揮発性ルテニウムの挙動イメージを示す。

ただし、揮発性ルテニウムの挙動については、不確実さが大きく、いかなる条件下においても最大値を期待できるとは限らないが、溶解槽等における臨界事故では、放出経路全体で除染係数 10 程度は期待できると考えられる。

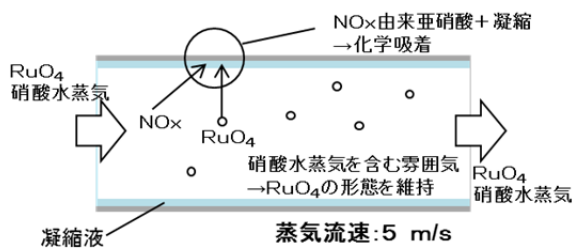
(1) 貯槽から廃ガス処理設備に設置している洗浄塔までのライン

本経路では、以下の特徴から除染係数 1 ～1.3 程度期待できる可能性がある。(5)

- 流速が大きく、経路温度が高い場合は、蒸気の凝縮量は小さくなる。
- 気相中の RuO_4 は蒸気の凝縮に伴い凝縮液中へ移行する。
- NO_x 由来の亜硝酸 (HNO_2) と RuO_4 が反応し、ニトロシルルテニウム化合物を形成する。



- 残存する RuO_4 は硝酸蒸気雰囲気では安定化され、形態を維持したまま、気相中を移行する。



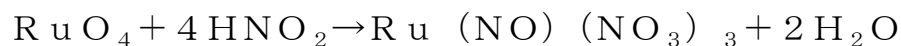
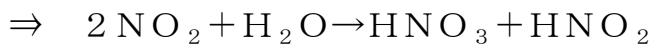
- $\text{Ru}:\text{HNO}_3:\text{H}_2\text{O}$ (モル比) = 1:170:870
- 蒸気発生量 1830kg/h
- 蒸気温度 100℃
- 湿度 100%
- 凝縮速度 約0.06～0.01m³/h

第4図 貯槽から廃ガス処理設備に設置している洗浄塔入口までのラインにおける揮発性 Ru の挙動イメージ

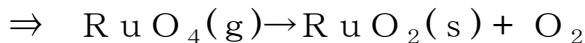
(2) 廃ガス処理設備に設置している洗浄塔

廃ガス処理設備に設置している洗浄塔では、以下の特徴から除染係数は～25 程度期待できる可能性がある。

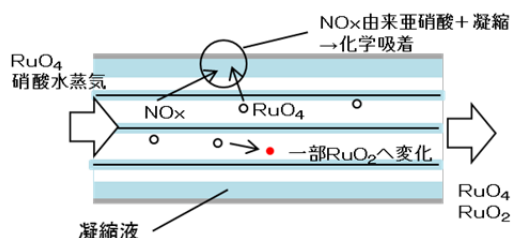
- 文献では⁽⁶⁾NO_x を付加せずガスモル比に近い条件で除染係数 1.2 (LPF=0.82)
- また、NO_x を付加した条件では除染係数 25 (LPF=0.04)
- 気相中のRuO₄は蒸気の凝縮に伴い凝縮液中へ移行する。
- NO_x 由来の亜硝酸 (HNO₂) とRuO₄が反応し、ニトロシルルテニウム化合物を形成する。



- 蒸気の凝縮に伴い、雰囲気中の硝酸水蒸気が減少し、RuO₄の一部が固体状RuO₂へ変化する。



- 実際の高レベル濃縮廃液において、気体状のRuの放出に対して模擬廃液の加熱試験と同様の比でNO_xが放出される場合、LPFのさらなる低下が予想され、この場合、最大で除染係数 25 となる。



- Ru:HNO₃:H₂O(モル比)=1:170:870
- 蒸気量 1830→0kg/h※
- 蒸気温度 100℃→50℃
- 湿度 100%
- 凝縮速度 約1,830 kg/h

※水素掃気用圧縮空気に同伴される蒸気量は考慮していない

第5図 廃ガス処理設備に設置している洗浄塔における揮発性Ruの挙動イメージ

- せん断処理・溶解廃ガス処理設備に設置している洗浄塔（NO_x 吸収塔）には溶解設備で供給されたNO_xが付加されていることから、同様の低下が期待できる。

4. 参考文献

- (1) “A Review of Criticality Accidents 2000Revision”, LA-13638
- (2) “Sitting of fuel Reprocessing Plants and Waste Management Facilities”, ORNL-4451, 1970
- (3) Elizabeth M. Flew, B.A.J. Lister, “Assessment of the potential release of radioactivity from installations at AERE,” *HARWELL. Implications for Emergency Planning*, IAEA-SM-119/7, p653, 1969.
- (4) “Nuclear Fuel Cycle Facility Accident Analysis Handbook”, NUREG/CR-6410
- (5) 平成 27 年度原子力施設等防災対策等委託費（再処理施設内での放射性物質の移行挙動に係る試験等）事業 事業報告書 国立研究開発法人 日本原子力研究開発機構 平成 28 年 3 月
- (6) 平成 29 年度原子力規制庁委託成果報告書 再処理施設内での放射性物質の移行挙動に係る試験等 国立研究開発法人 日本原子力研究開発機構 平成 30 年 3 月

補足説明資料 6－7（28 条）

6．臨界事故への対処

作業時間の想定根拠

作業時間の想定根拠

1. 未臨界に移行し、及び未臨界を維持するための対応手順

(1) 未臨界への移行判断

a. 所要時間

(a) 前処理建屋

作業内容	想定作業時間※	実績等※	備考
臨界検知用放射線検出器の警報の発報により臨界事故の発生を判断	10分	約1分	警報の発報を認識し、臨界事故の発生を認識するまでの時間として1分を想定
使用済燃料のせん断・溶解運転停止	1分	約1分	訓練実績（中央制御室）
セル周辺の線量当量率の計測による未臨界確保の判断	25分	約25分	建屋内の移動及び線量当量率の測定時間として25分を想定

※対策作業に必要となる時間であり、作業場所への移動時間及び要員の装備の着装時間を含まない。

(b) 精製建屋

作業内容	想定作業時間※	実績等※	備考
臨界検知用放射線検出器の警報の発報により臨界事故の発生を判断	10分	約1分	警報の発報を認識し、臨界事故の発生を認識するまでの時間として1分を想定
主要工程停止	1分	約1分	訓練実績（中央制御室）
セル周辺の線量当量率の計測による未臨界確保の判断	25分	約25分	建屋内の移動及び線量当量率の測定時間として25分を想定

※対策作業に必要となる時間であり、作業場所への移動時間及び要員の装備の着装時間を含まない。

b. 操作の成立性

作業環境：建屋内照明は点灯した状態、且つ適切な防護具（酸素呼吸器、汚染防護衣、個人線量計等）を着用又は携行して作業を行う。

移動経路：中央制御室及び建屋内の照明は点灯した状態、且つ線量上昇の有無等の対処の阻害要因を把握し、その状況に応じて、適切なアクセスルートの選定を行うため、アクセスルートに支障はない。

操作性：緊急停止系を用いた停止操作は緊急停止操作スイッチの操作であり、容易に操作可能である。また、セル周辺の線量当量率の計測はサーベイメータの操作であり、容易に操作可能である。

連絡手段：所内携帯電話により連絡が可能である。

(2) 自主対策設備を用いた可溶性中性子吸収材の供給

a. 所要時間

(a) 前処理建屋

作業内容	想定作業時間※	実績等※	備考
可搬型可溶性中性子吸収材供給器による可溶性中性子吸収材の供給	15分	約9分	訓練実績(現場)

※対策作業に必要となる時間であり、作業場所への移動時間及び要員の装備の装着時間を含まない。

(b) 精製建屋

作業内容	想定作業時間※	実績等※	備考
可搬型可溶性中性子吸収材供給器による可溶性中性子吸収材の供給	15分	約10分	訓練実績(現場)

※対策作業に必要となる時間であり、作業場所への移動時間及び要員の装備の装着時間を含まない。

b. 操作の成立性

作業環境：建屋内照明は点灯した状態，且つ適切な防護具（酸素呼吸器，汚染防護衣，個人線量計等）を着用又は携行して作業を行う。

移動経路：中央制御室及び建屋内の照明は点灯した状態，且つ線量上昇の有無等の対処の阻害要因を把握し，その状況に応じて，適切なアクセスルートの選定を行うため，アクセスルートに支障はない。

操作性：可溶性中性子吸収材の供給は可搬型可溶性中性子吸収材供給器の操作であり，容易に操作可能である。また，可搬型建屋内ホースの接続は，カップラ接続であり容易に操作可能である。

連絡手段：所内携帯電話により連絡が可能である。

2. 貯留タンクへの導出

(1) 空気の供給

a. 所要時間

(a) 前処理建屋

作業内容	想定作業時間※	実績等※	備考
圧縮空気設備の一般圧縮空気系からの空気供給	20分	約20分	類似の訓練実績を参考に約20分と想定
計器監視(水素掃気系統圧縮空気流量)	事象発生40分後から継続して実施	—	
主排気筒の排気筒モニタ監視	事象発生から継続して実施	—	
貯留タンク内圧力監視及び貯留タンク入口の放射線モニタ監視	事象発生から継続して実施	—	

※対策作業に必要となる時間であり、作業場所への移動時間及び要員の装備の着装時間を含まない。

(b) 精製建屋

作業内容	想定作業時間※	実績等※	備考
圧縮空気設備の一般圧縮空気系からの空気供給	20分	約20分	類似の訓練実績を参考に約20分と想定
計器監視(水素掃気系統圧縮空気流量)	事象発生40分後から継続して実施	—	
主排気筒の排気筒モニタ監視	事象発生から継続して実施	—	
貯留タンク内圧力監視及び貯留タンク入口の放射線モニタ監視	事象発生から継続して実施	—	

※対策作業に必要となる時間であり、作業場所への移動時間及び要員の装備の着装時間を含まない。

b. 操作の成立性

作業環境：建屋内照明は点灯した状態，且つ適切な防護具（酸素呼吸器，汚染防護衣，個人線量計等）を着用又は携行して作業を行う。

移動経路：中央制御室及び建屋内の照明は点灯した状態，且つ線量上昇の有無等の対処の阻害要因を把握し，その状況に応じて，適切なアクセスルートを選定を行うため，アクセスルートに支障はない。

操作性：圧縮空気設備の一般圧縮空気系からの空気供給は通常の弁操作であり，容易に操作可能である。また，可搬型建屋内ホースの接続は，カップラ接続であり容

易に操作可能である。

連絡手段：所内携帯電話により連絡が可能である。

3. 臨界事故により発生する放射線分解水素の掃気及び貯留タンクへの導出完了後の廃ガス処理設備による換気再開

(1) 空気の供給及び換気再開のための対応

a. 所要時間

(a) 前処理建屋

作業内容	想定作業時間※	実績等※	備考
圧縮空気設備の一般圧縮空気系からの空気供給	20分	約20分	類似の訓練実績を参考に約20分と想定
計器監視(水素掃気系統圧縮空気流量)	事象発生40分後から継続して実施	—	
せん断処理・溶解廃ガス処理設備の隔離弁の操作及び排風機の起動	3分	約1分	訓練実績(中央制御室)
貯留タンクの隔離弁の操作及び空気圧縮機の停止	5分	約5分	類似の訓練実績を参考に約5分と想定

※対策作業に必要となる時間であり、作業場所への移動時間及び要員の装備の着装時間を含まない。

(b) 精製建屋

作業内容	想定作業時間※	実績等※	備考
圧縮空気設備の一般圧縮空気系からの空気供給	20分	約20分	類似の訓練実績を参考に約20分と想定
計器監視(水素掃気系統圧縮空気流量)	事象発生40分後から継続して実施	—	
塔槽類廃ガス処理系(プルトニウム系)の隔離弁の操作及び排風機の起動	3分	約1分	訓練実績(中央制御室)
貯留タンクの隔離弁の操作及び空気圧縮機の停止	5分	約5分	類似の訓練実績を参考に約5分と想定

※対策作業に必要となる時間であり、作業場所への移動時間及び要員の装備の着装時間を含まない。

b. 操作の成立性

作業環境：建屋内照明は点灯した状態，且つ適切な防護具（酸素呼吸器，汚染防護衣，個人線量計等）を着用又は携行して作業を行う。

移動経路：中央制御室及び建屋内の照明は点灯した状態，且つ

線量上昇の有無等の対処の阻害要因を把握し、その状況に応じて、適切なアクセスルートの選定を行うため、アクセスルートに支障はない。

操作性：圧縮空気設備の一般圧縮空気系からの空気供給は通常の弁操作であり、容易に操作可能である。また、可搬型建屋内ホースの接続は、カップラ接続であり容易に操作可能である。

連絡手段：所内携帯電話により連絡が可能である。

(2) 自主対策設備を用いた水素掃気対策、セルへの導出及び滞留

a. 所要時間

(a) 前処理建屋

作業内容	想定作業時間※	実績等※	備考
可搬型空気圧縮機からの空気供給	20分	約20分	類似の訓練実績を参考に約20分と想定
前処理建屋換気設備の溶解槽セル排風機の停止	5分	約1分	訓練実績(中央制御室)
前処理建屋換気設備の溶解槽セル排風機入口ダンパの閉止	20分	約10分	訓練実績(現場)

※対策作業に必要となる時間であり、作業場所への移動時間及び要員の装備の着装時間を含まない。

(b) 精製建屋

作業内容	想定作業時間※	実績等※	備考
可搬型空気圧縮機からの空気供給	20分	約20分	類似の訓練実績を参考に約20分と想定
塔槽類廃ガス処理系(ブルニウム系)の排風機の停止	5分	約1分	訓練実績(中央制御室)
グローブ ボックス・セル排風機の停止	5分	約1分	訓練実績(中央制御室)
セル排気フィルタ ユニット入口ダンパの閉止	5分	約5分	類似の訓練実績を参考に約5分と想定

※対策作業に必要となる時間であり、作業場所への移動時間及び要員の装備の着装時間を含まない。

b. 操作の成立性

作業環境：建屋内照明は点灯した状態、且つ適切な防護具（酸素呼吸器、汚染防護衣、個人線量計等）を着用又は携行して作業を行う。

移動経路：中央制御室及び建屋内の照明は点灯した状態、且つ

線量上昇の有無等の対処の阻害要因を把握し，その状況に応じて，適切なアクセスルートの選定を行うため，アクセスルートに支障はない。

操作性　：可搬型空気圧縮機からの空気供給は通常の弁操作であり，容易に操作可能である。また，可搬型建屋内ホースの接続は，カップラ接続であり容易に操作可能である。

連絡手段：所内携帯電話により連絡が可能である。

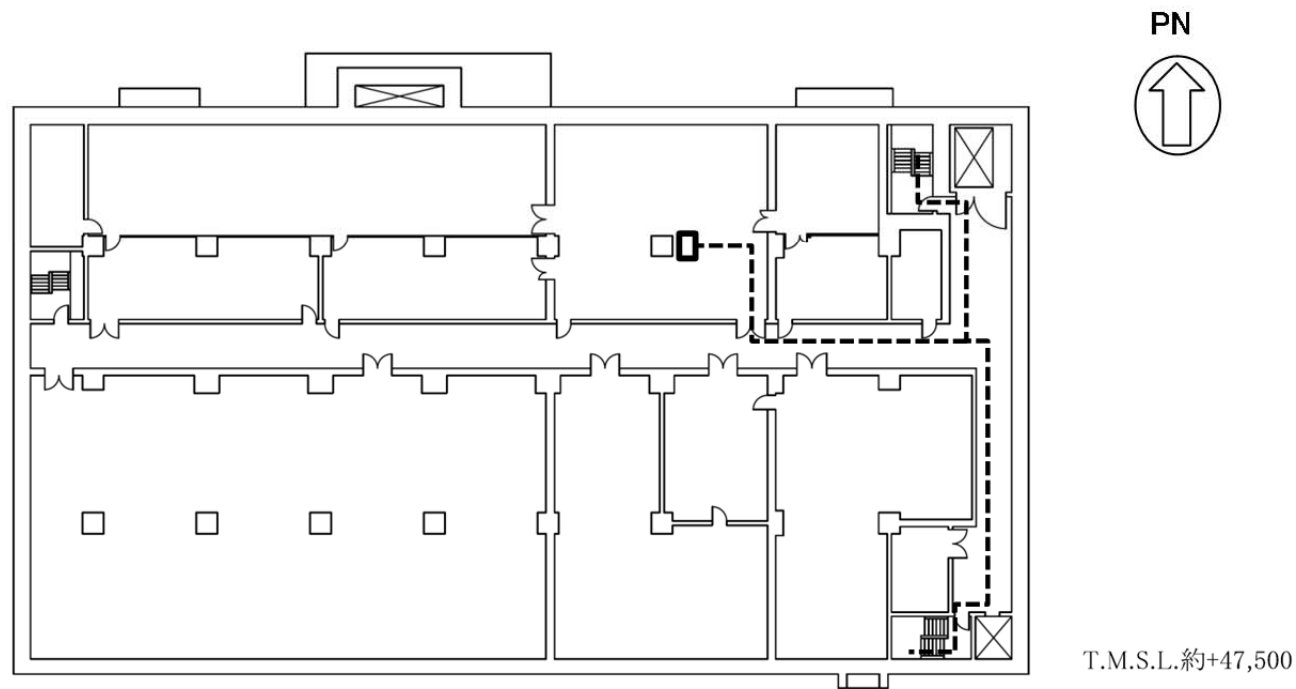
以上

補足説明資料 6－11（28条）

6．臨界事故への対処

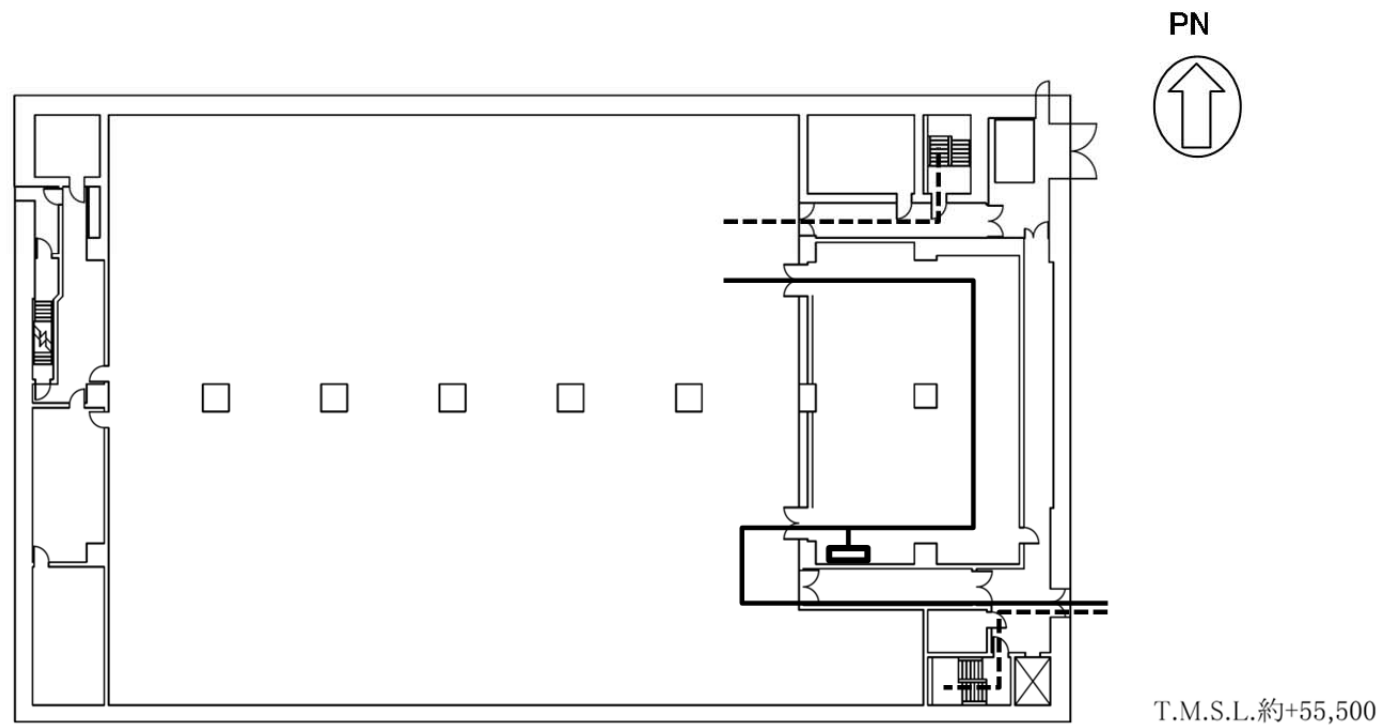
アクセスルートとホース敷設ルート

- : アクセスルート 第1
- -> : アクセスルート 第2
- : 可搬型重大事故等対処設備
保管場所

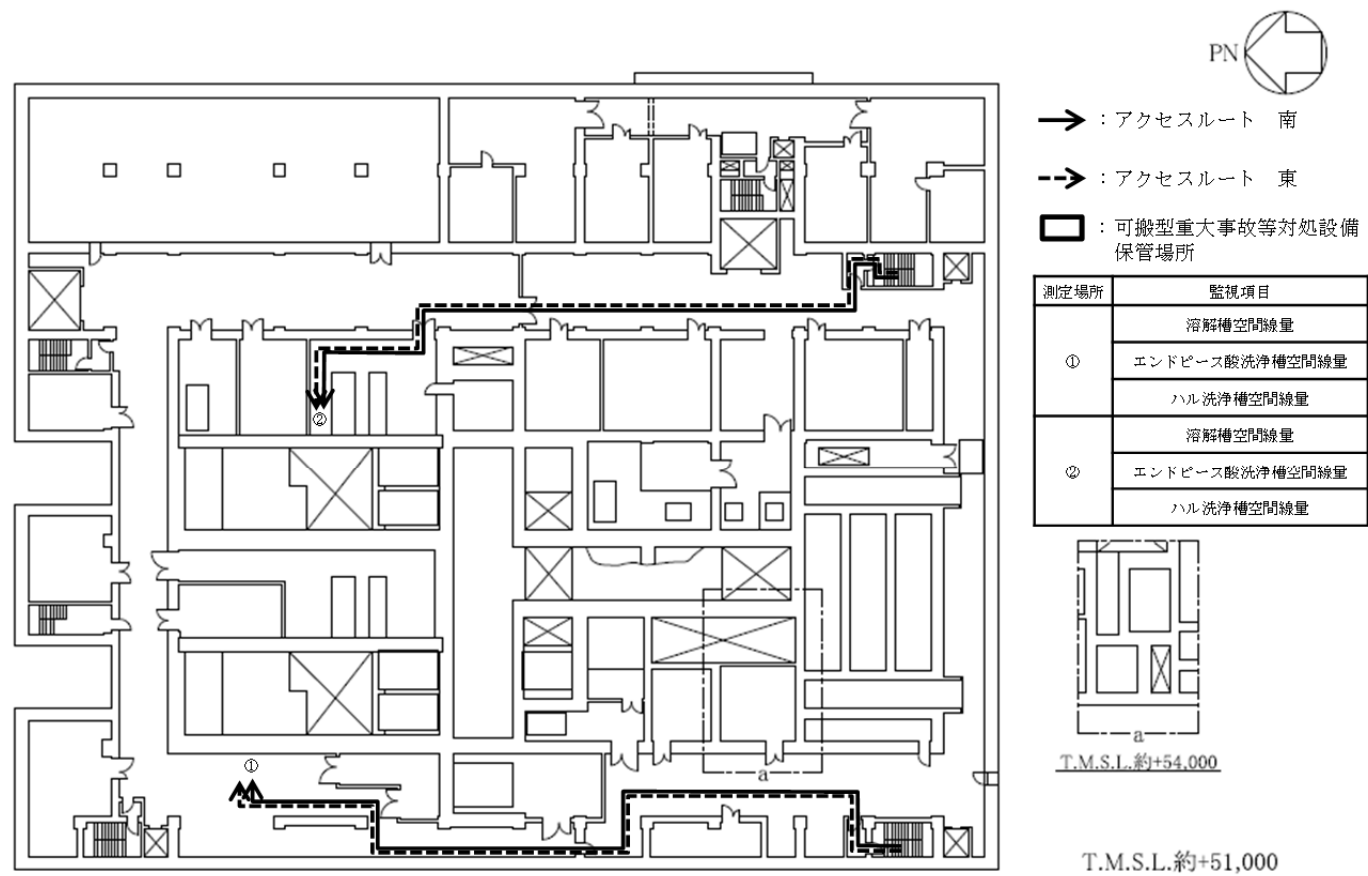


前処理建屋 臨界事故の拡大防止のための措置のアクセスルート
 (制御建屋 地下1階) (可溶性中性子吸収材の自動供給)

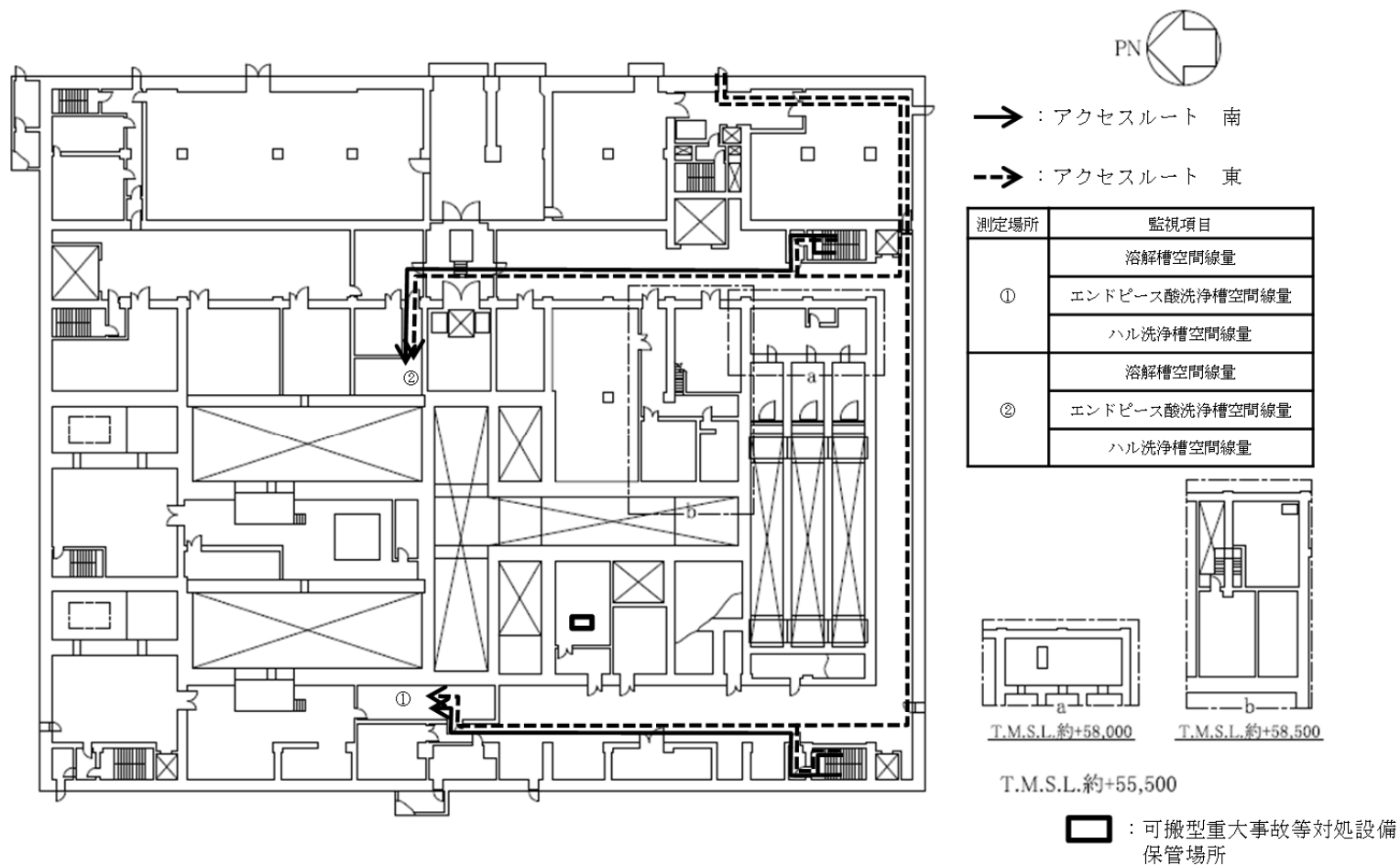
- : アクセスルート 第1
 -> : アクセスルート 第2
 □ : 可搬型重大事故等対処設備
 保管場所



前処理建屋 臨界事故の拡大防止のための措置のアクセスルート
 (制御建屋 地下1階) (可溶性中性子吸収材の自動供給)

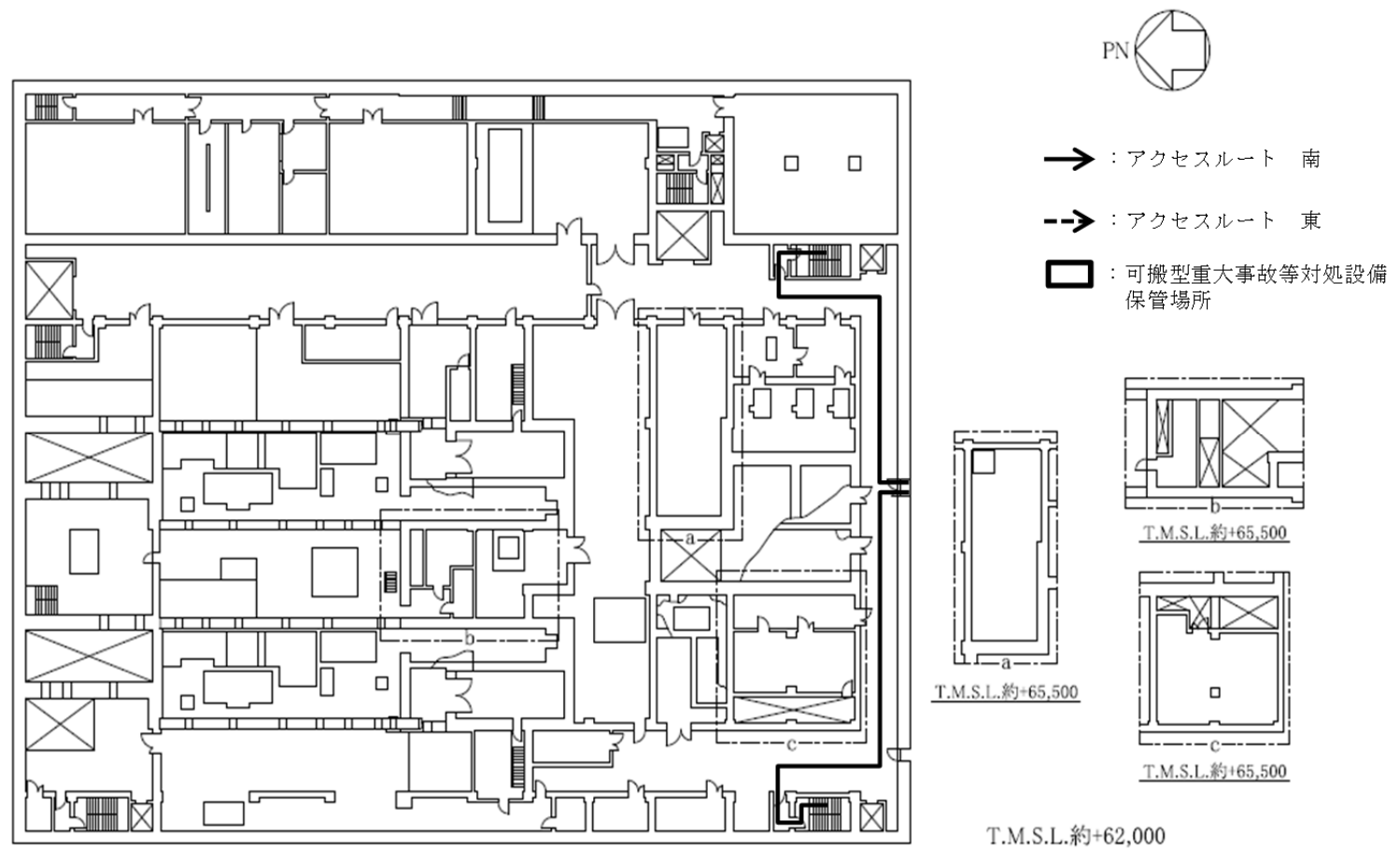


前処理建屋 臨界事故の拡大防止のための措置のアクセスルート（地下1階）
 （可溶性中性子吸収材の自動供給）



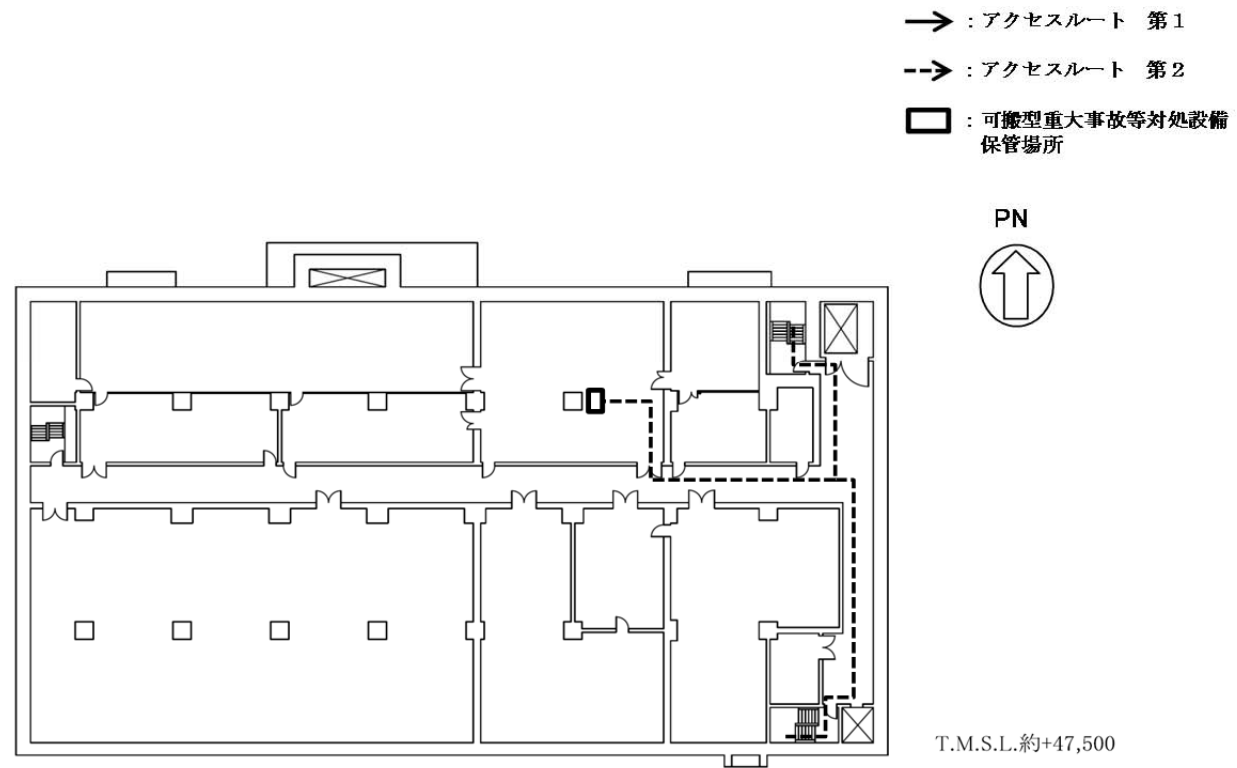
前処理建屋 臨界事故の拡大防止のための措置のアクセスルート（地上1階）

（可溶性中性子吸収材の自動供給）

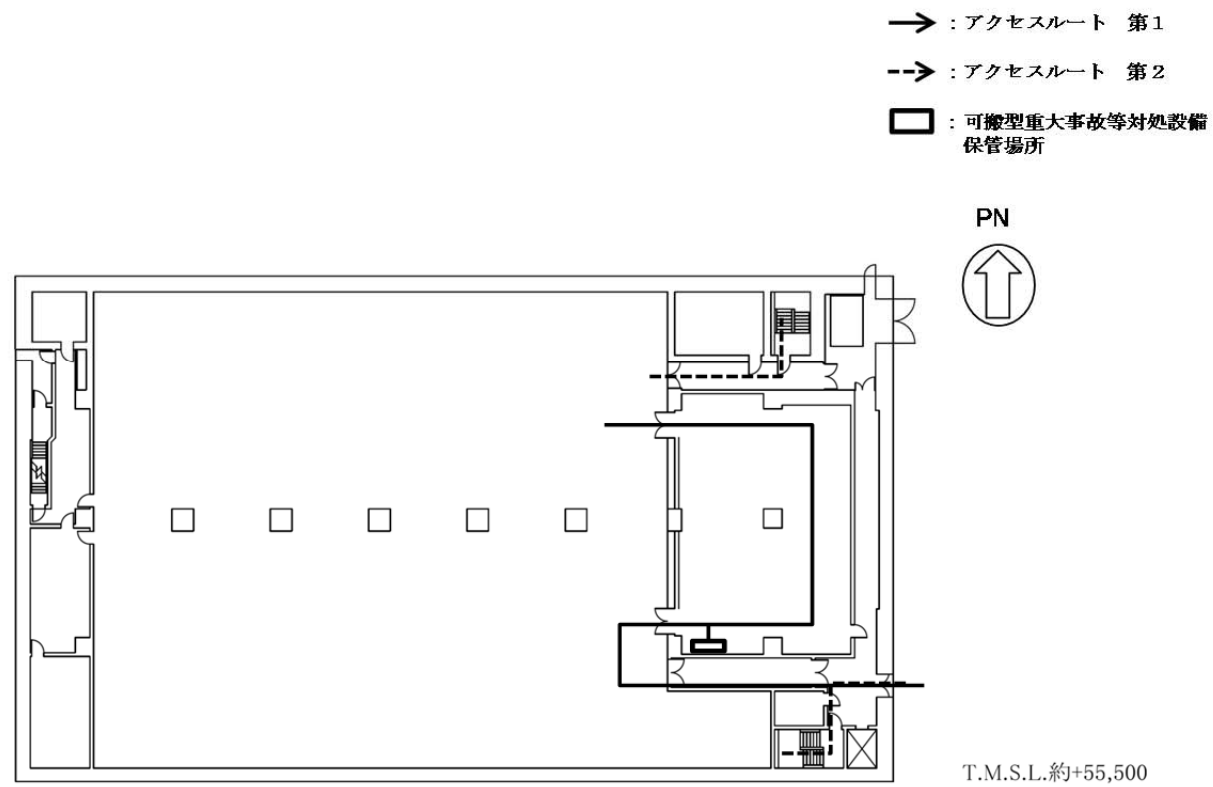


前処理建屋 臨界事故の拡大防止のための措置のアクセスルート（地上2階）

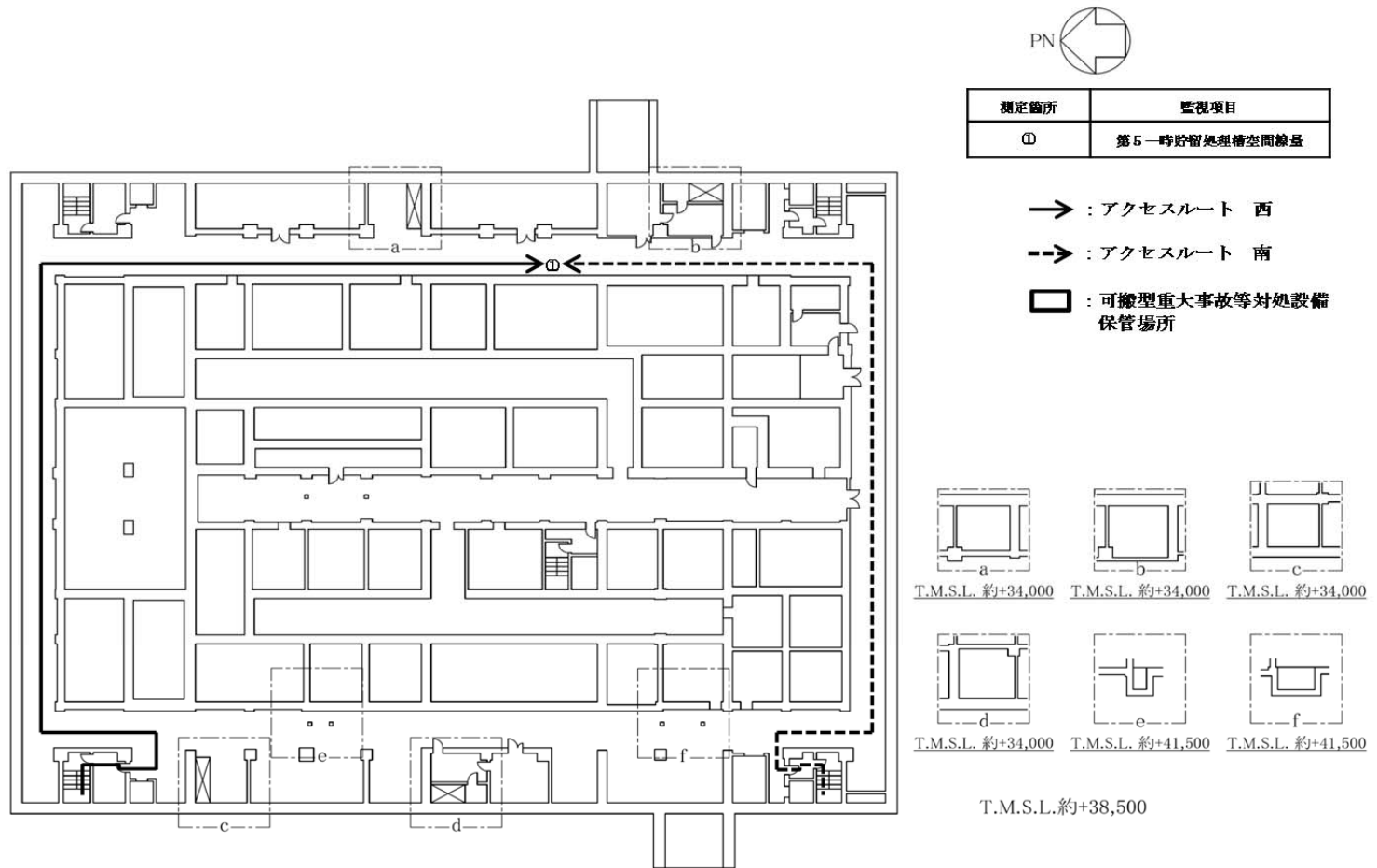
（可溶性中性子吸収材の自動供給）



精制建屋 臨界事故の拡大の防止のための措置のアクセスルート
 (制御建屋 地下1階) (可溶性中性子吸収材の自動供給)

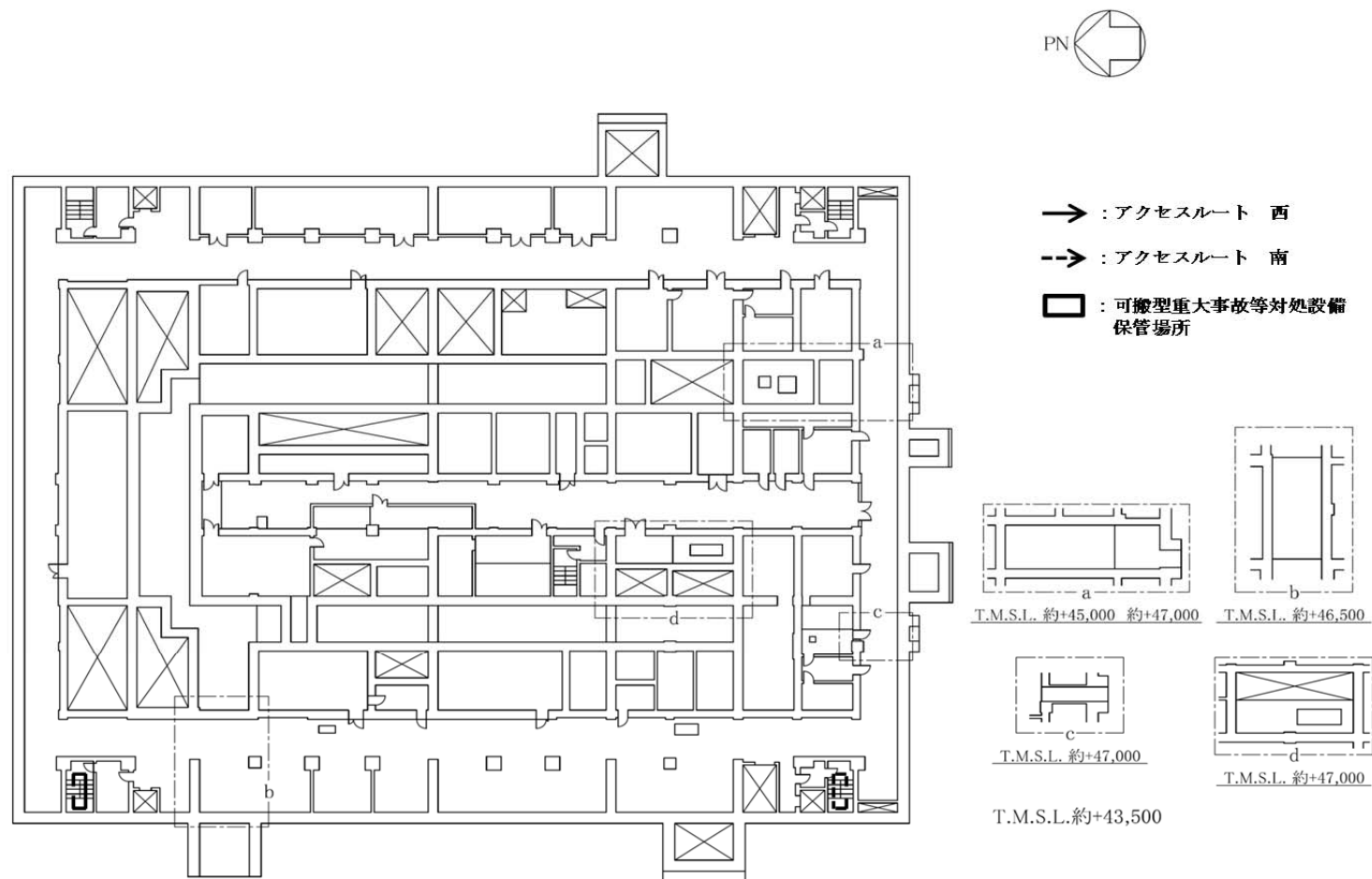


精製建屋 臨界事故の拡大の防止のための措置のアクセスルート
 (制御建屋 地上1階) (可溶性中性子吸収材の自動供給)



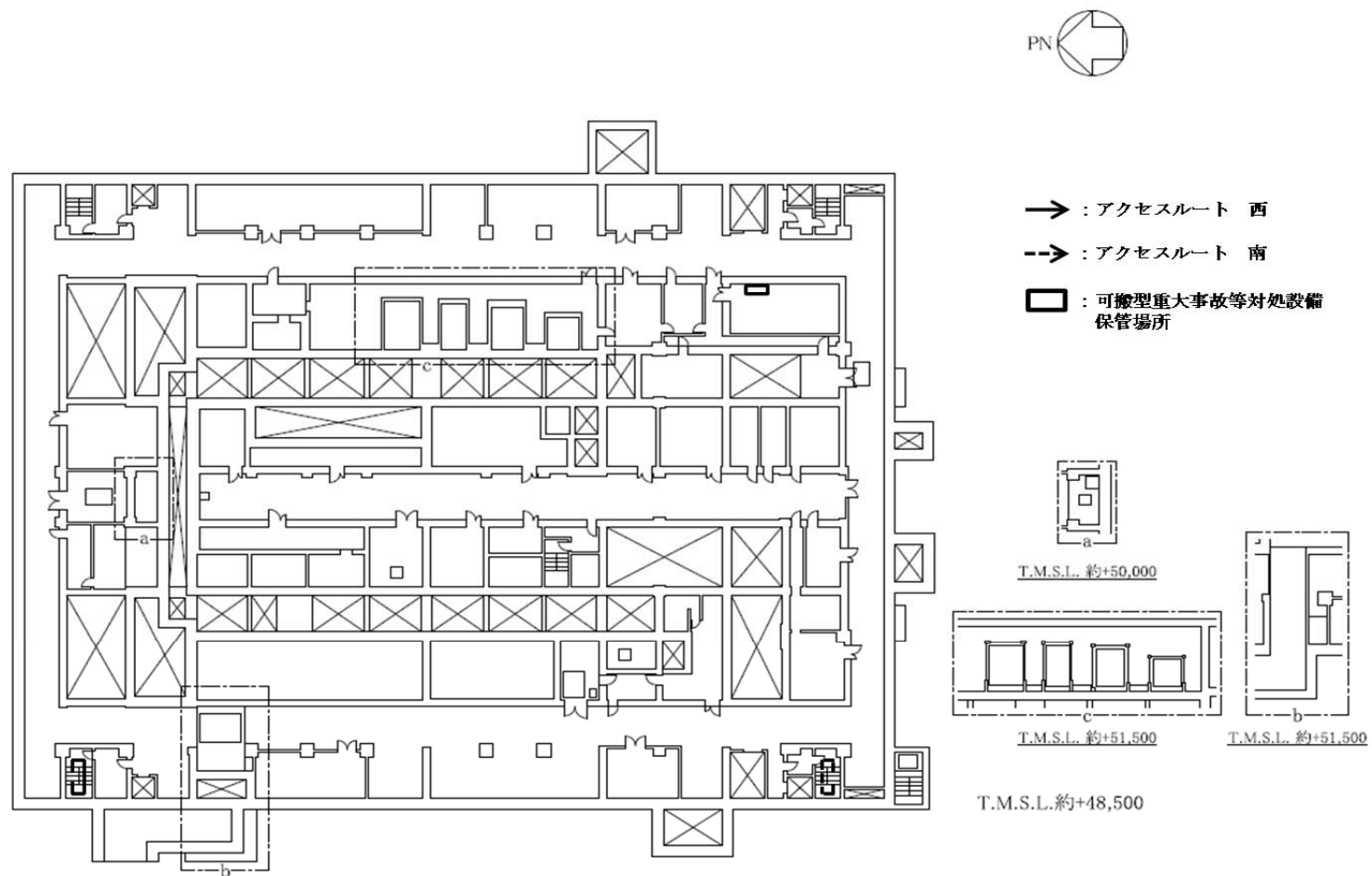
精製建屋 臨界事故の拡大の防止のための措置のアクセスルート（地下3階）

（可溶性中性子吸収材の自動供給）（第5一時貯留処理槽）



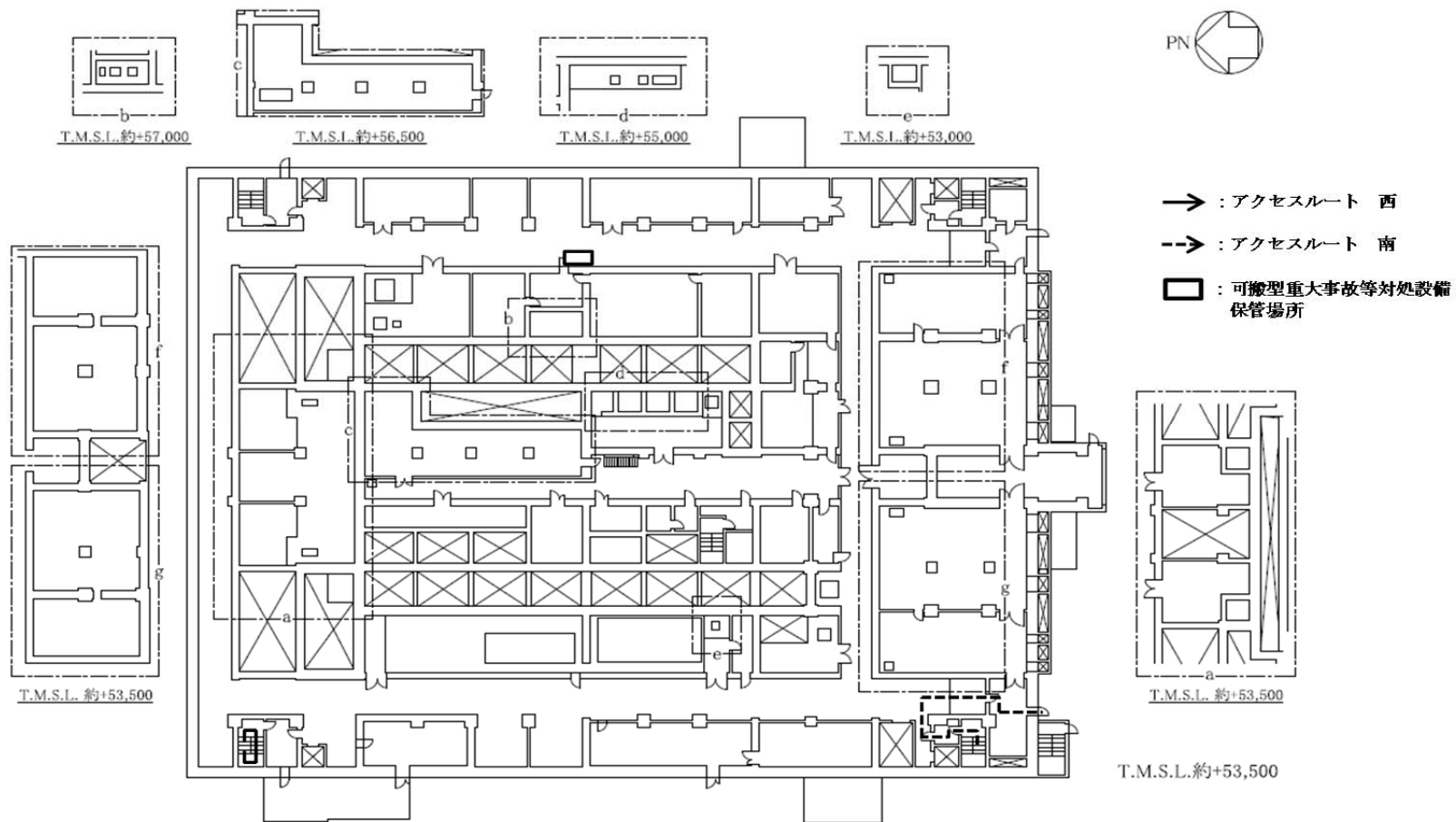
精製建屋 臨界事故の拡大の防止のための措置のアクセスルート（地下2階）

（可溶性中性子吸収材の自動供給）（第5一時貯留処理槽）

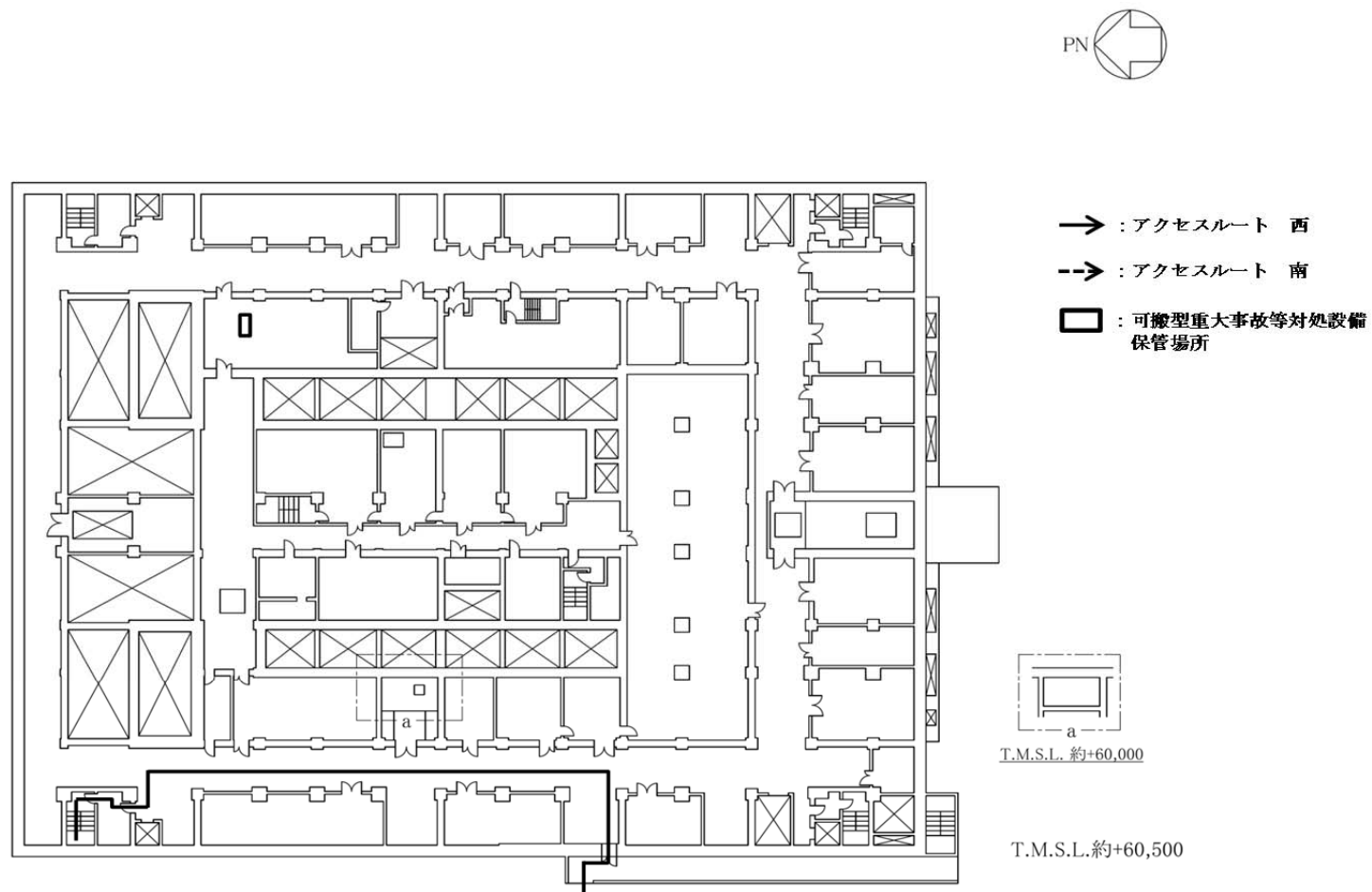


精製建屋 臨界事故の拡大の防止のための措置のアクセスルート（地下1階）

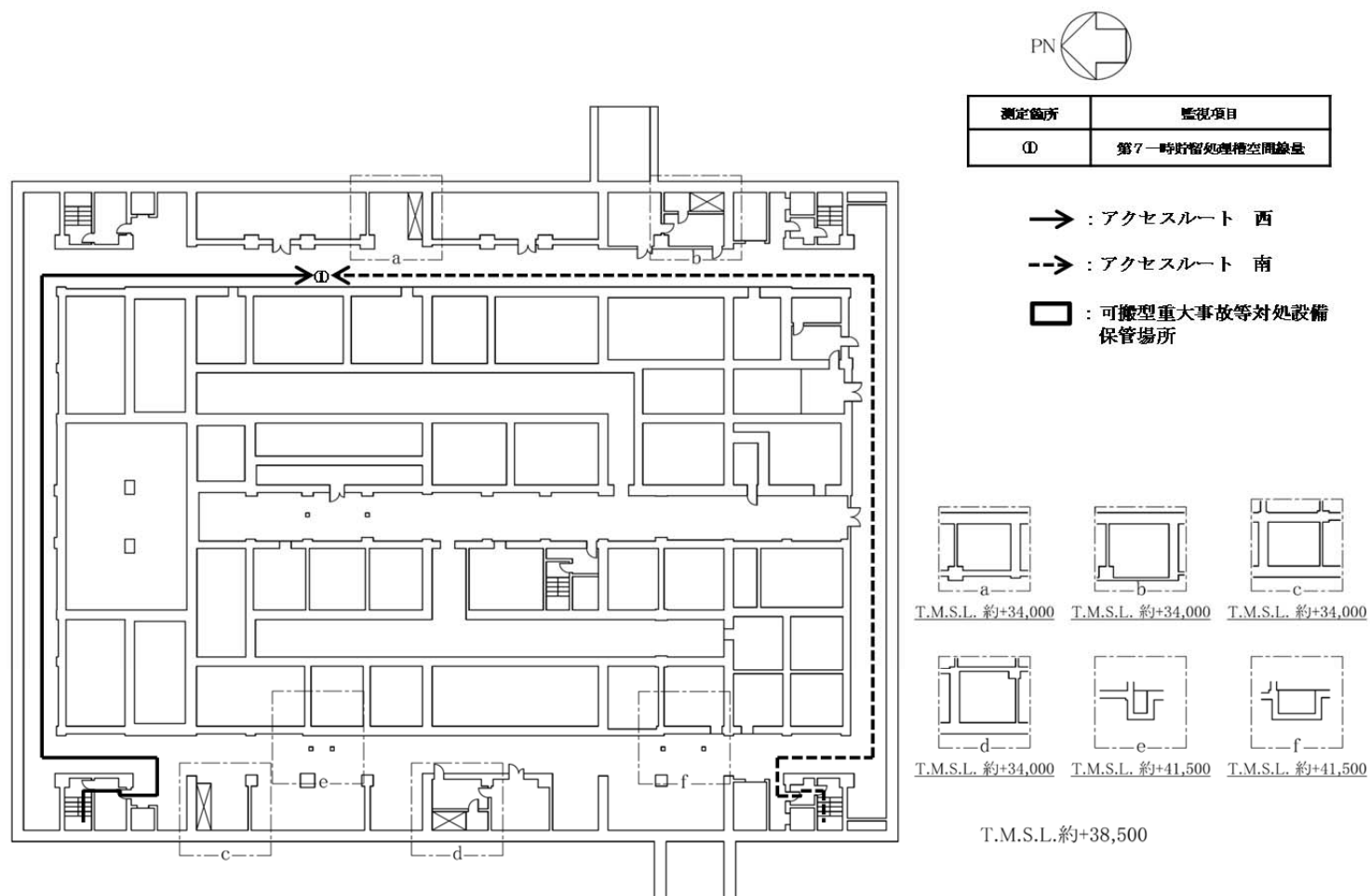
（可溶性中性子吸収材の自動供給）（第5一時貯留処理槽）



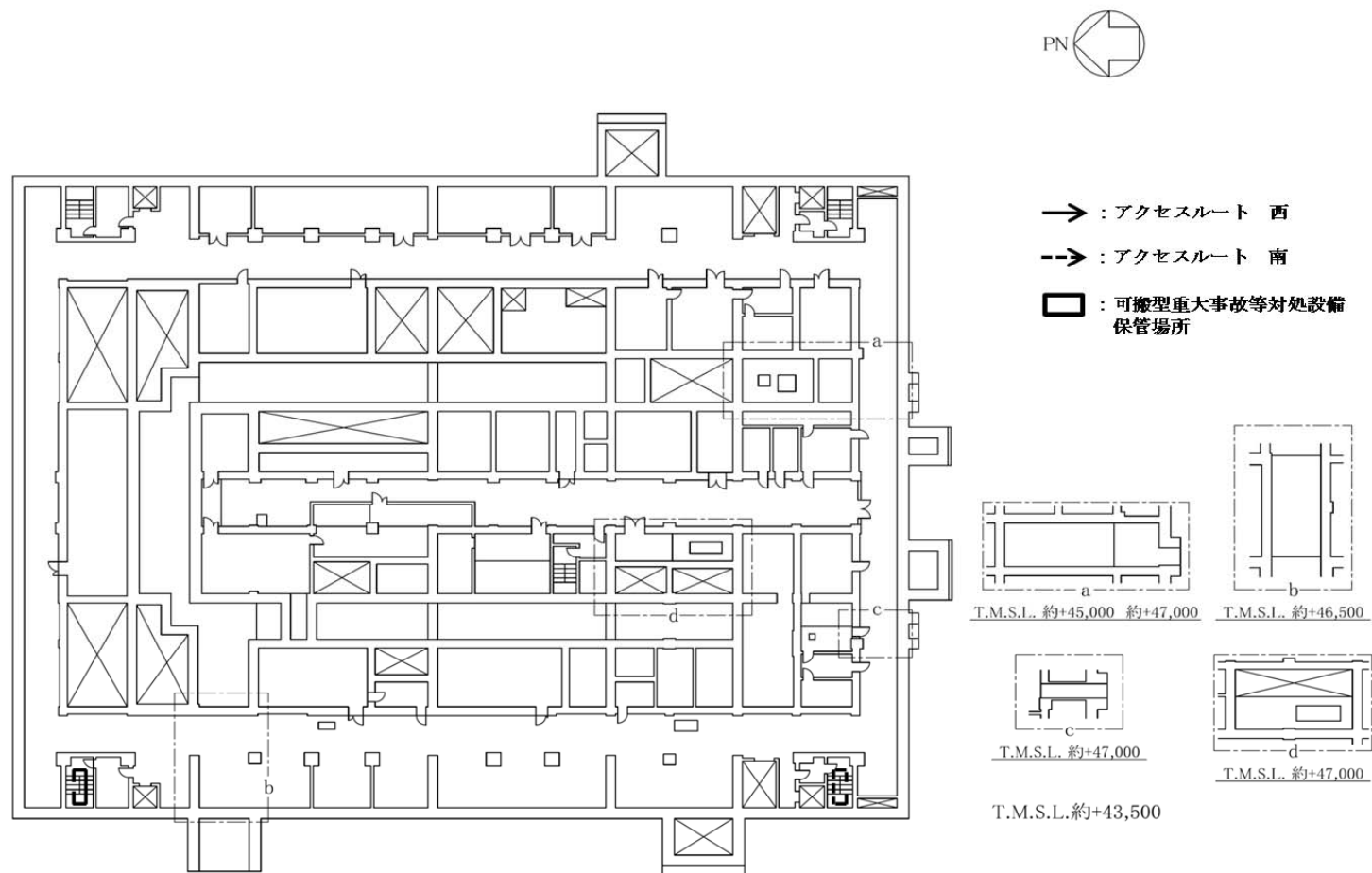
精製建屋 臨界事故の拡大の防止のための措置のアクセスルート（地上1階）
 （可溶性中性子吸収材の自動供給）（第5一時貯留処理槽）



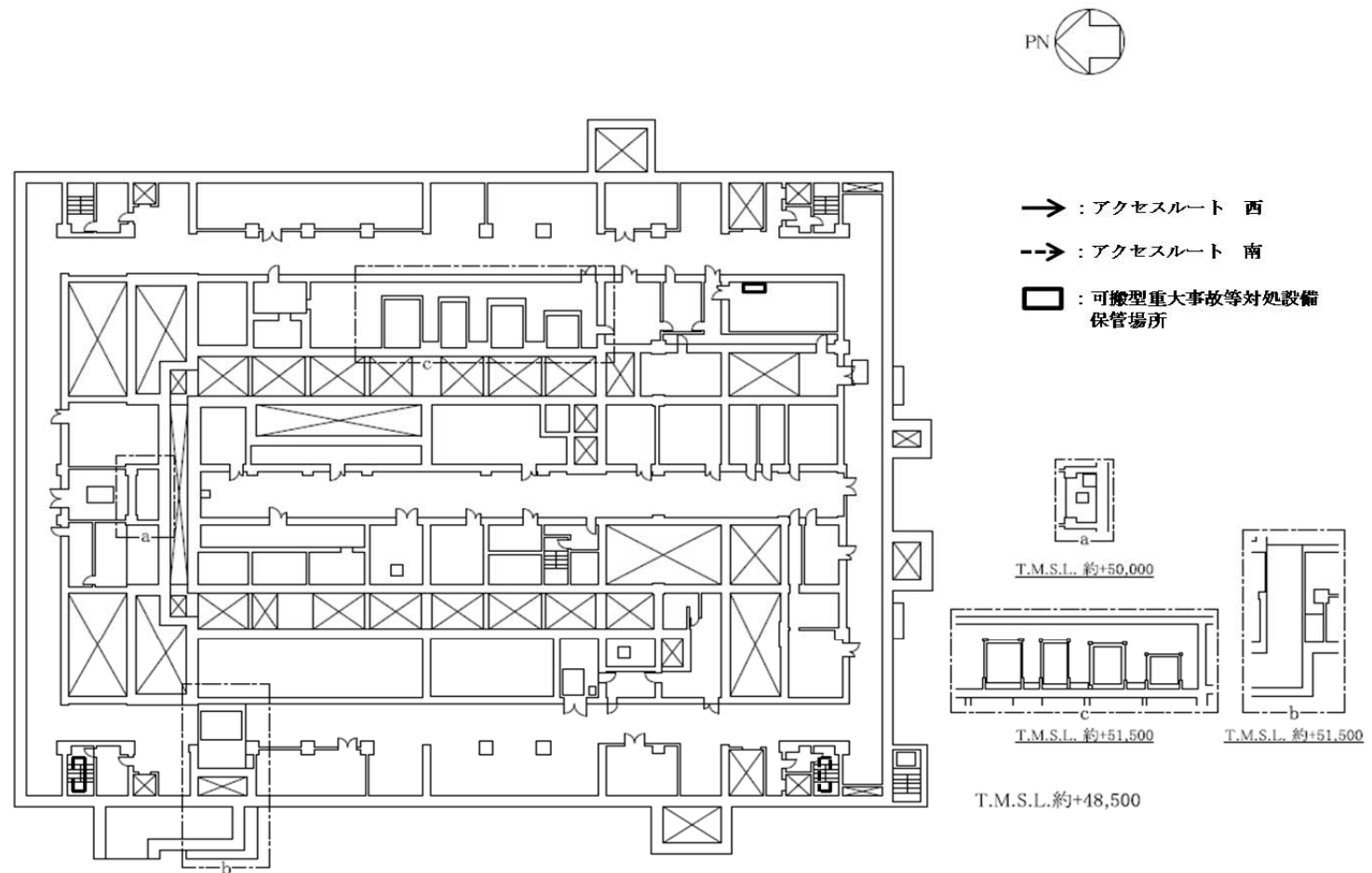
精製建屋 臨界事故の拡大の防止のための措置のアクセスルート（地上2階）
 （可溶性中性子吸収材の自動供給）（第5一時貯留処理槽）



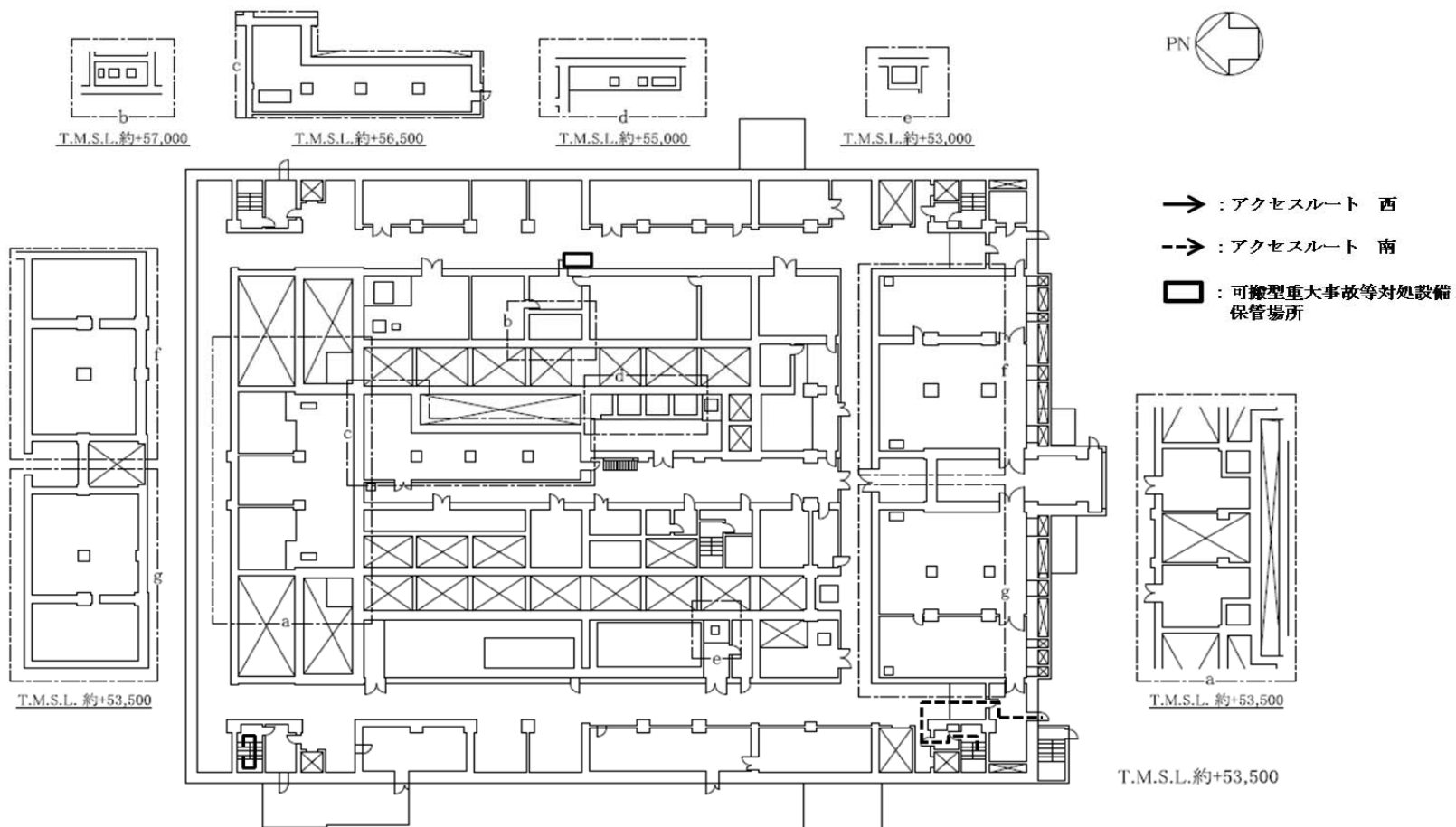
精製建屋 臨界事故の拡大の防止のための措置のアクセスルート（地下3階）
 （可溶性中性子吸収材の自動供給）（第7一時貯留処理槽）



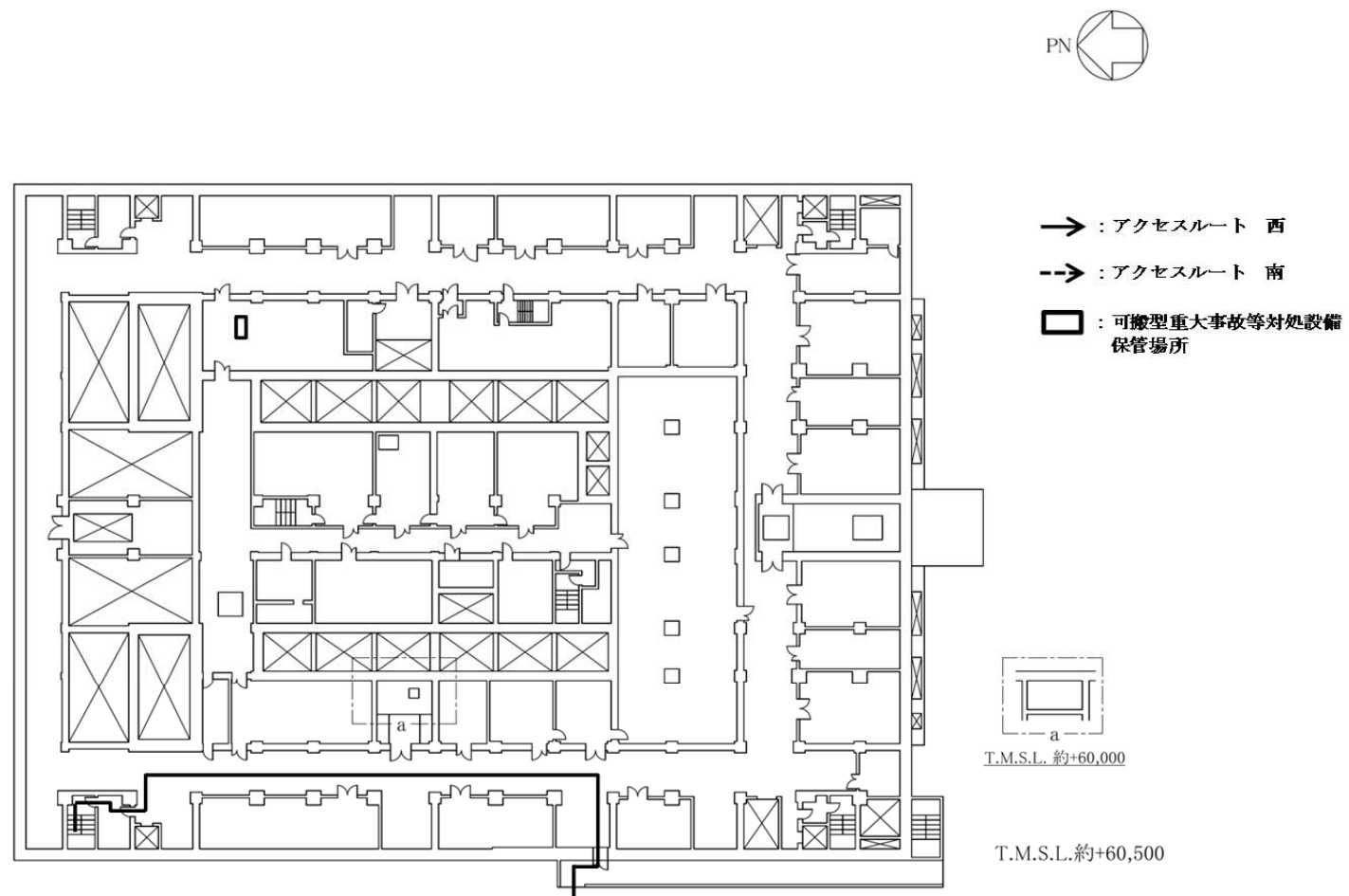
精製建屋 臨界事故の拡大の防止のための措置のアクセスルート（地下2階）
 （可溶性中性子吸収材の自動供給）（第7一時貯留処理槽）



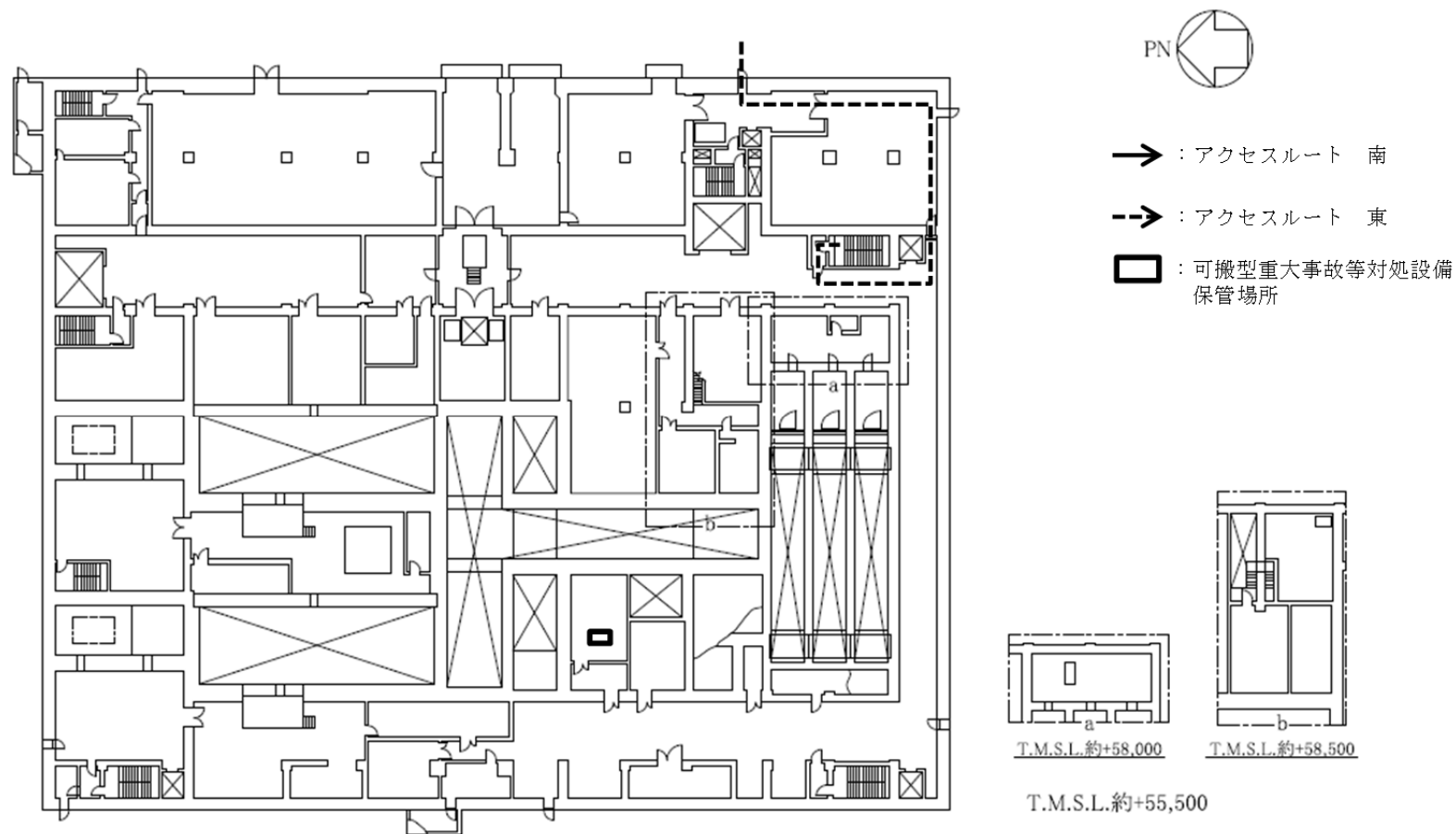
精制建屋 臨界事故の拡大の防止のための措置のアクセスルート（地下1階）
 （可溶性中性子吸収材の自動供給）（第7一時貯留処理槽）



精製建屋 臨界事故の拡大の防止のための措置のアクセスルート（地上1階）
 （可溶性中性子吸収材の自動供給）（第7一時貯留処理槽）

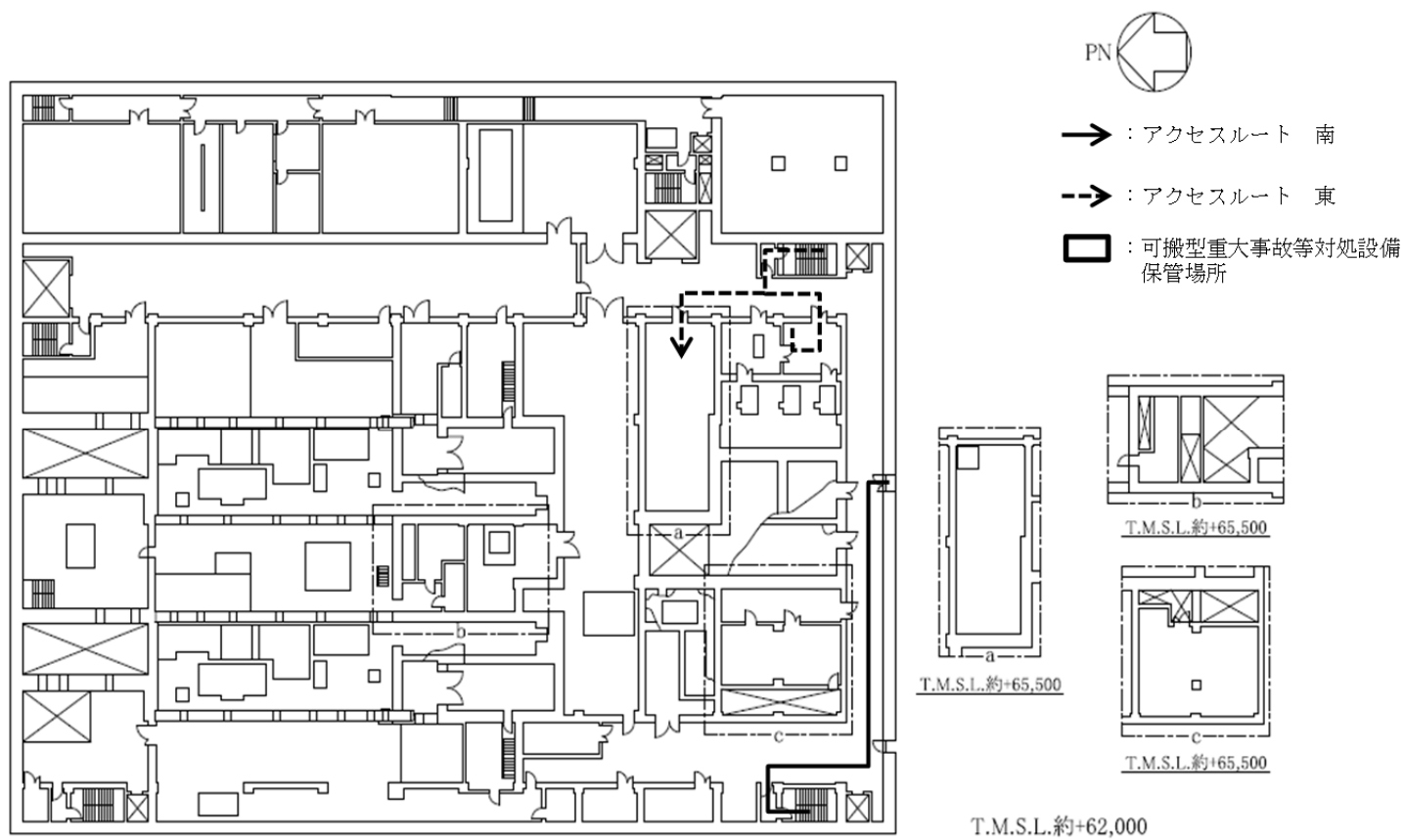


精製建屋 臨界事故の拡大の防止のための措置のアクセスルート（地上2階）
 （可溶性中性子吸収材の自動供給）（第7一時貯留処理槽）



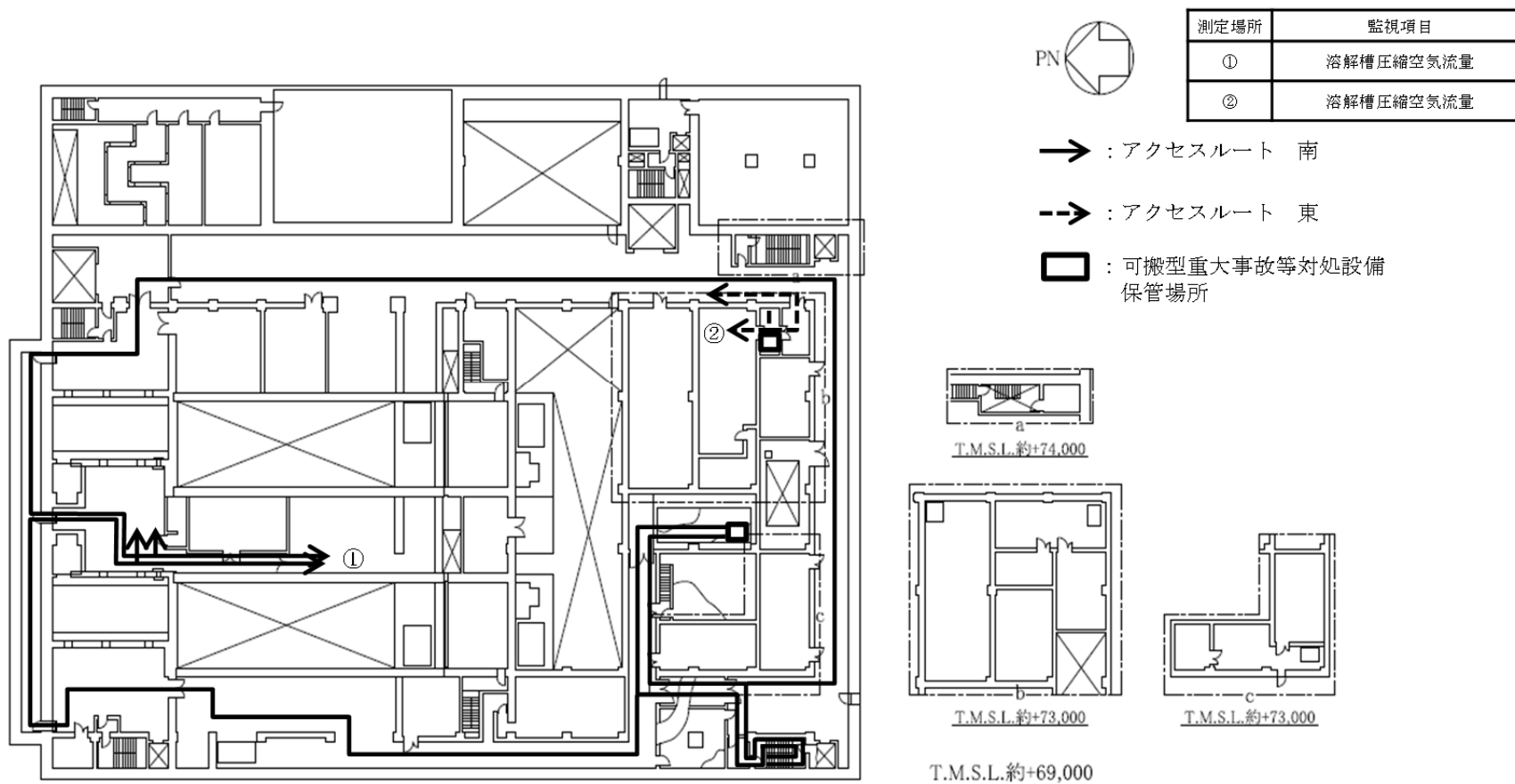
前処理建屋 臨界事故の拡大防止のための措置のアクセスルート（地上1階）

（放射線分解水素の掃気）（溶解槽）



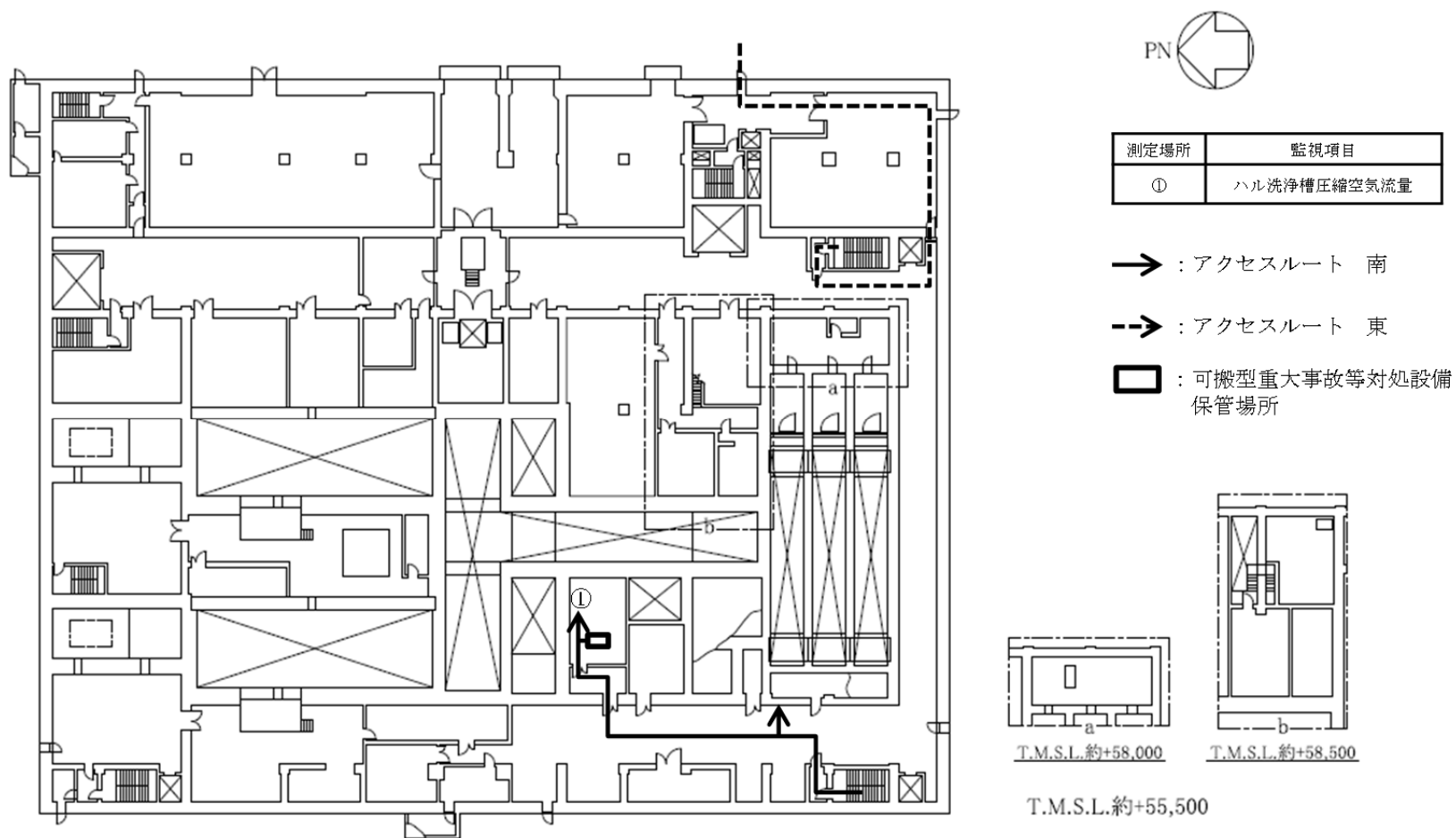
前処理建屋 臨界事故の拡大防止のための措置のアクセスルート（地上2階）

（放射線分解水素の掃気）（溶解槽）

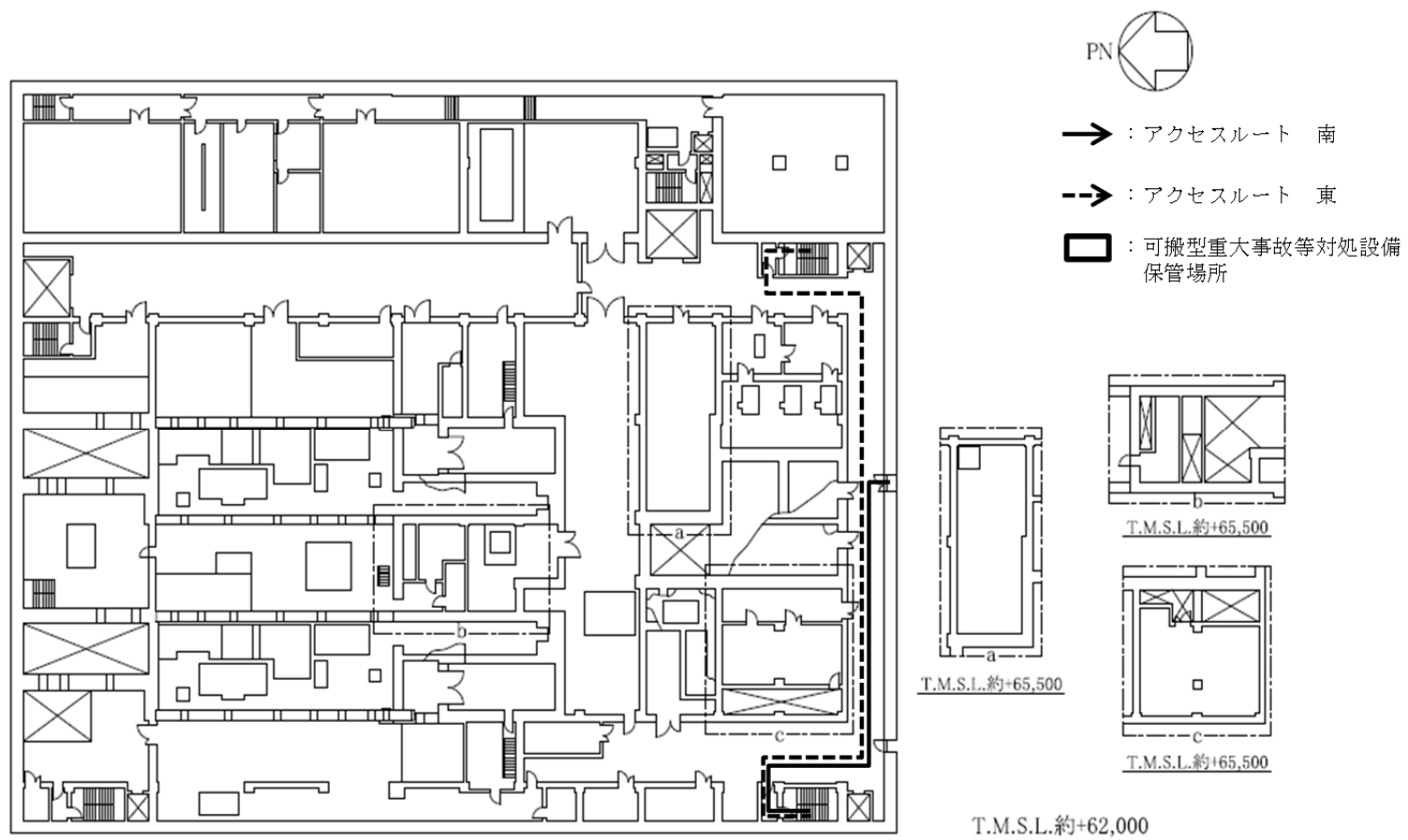


前処理建屋 臨界事故の拡大防止のための措置のアクセスルート（地上3階）

（放射線分解水素の掃気）（溶解槽）

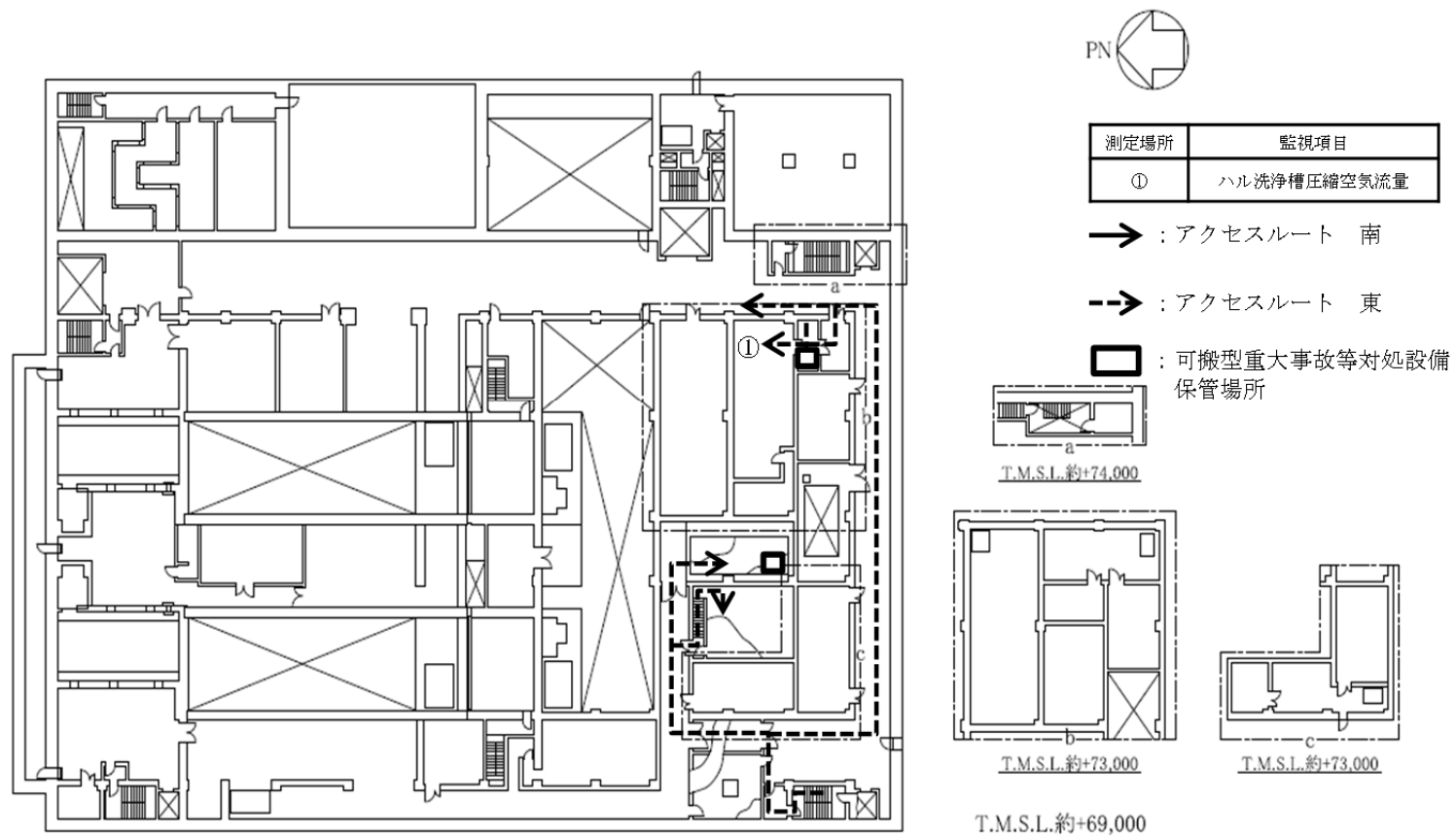


前処理建屋 臨界事故の拡大防止のための措置のアクセスルート（地上1階）
 （貯放射線分解水素の掃気）（ハル洗浄槽）

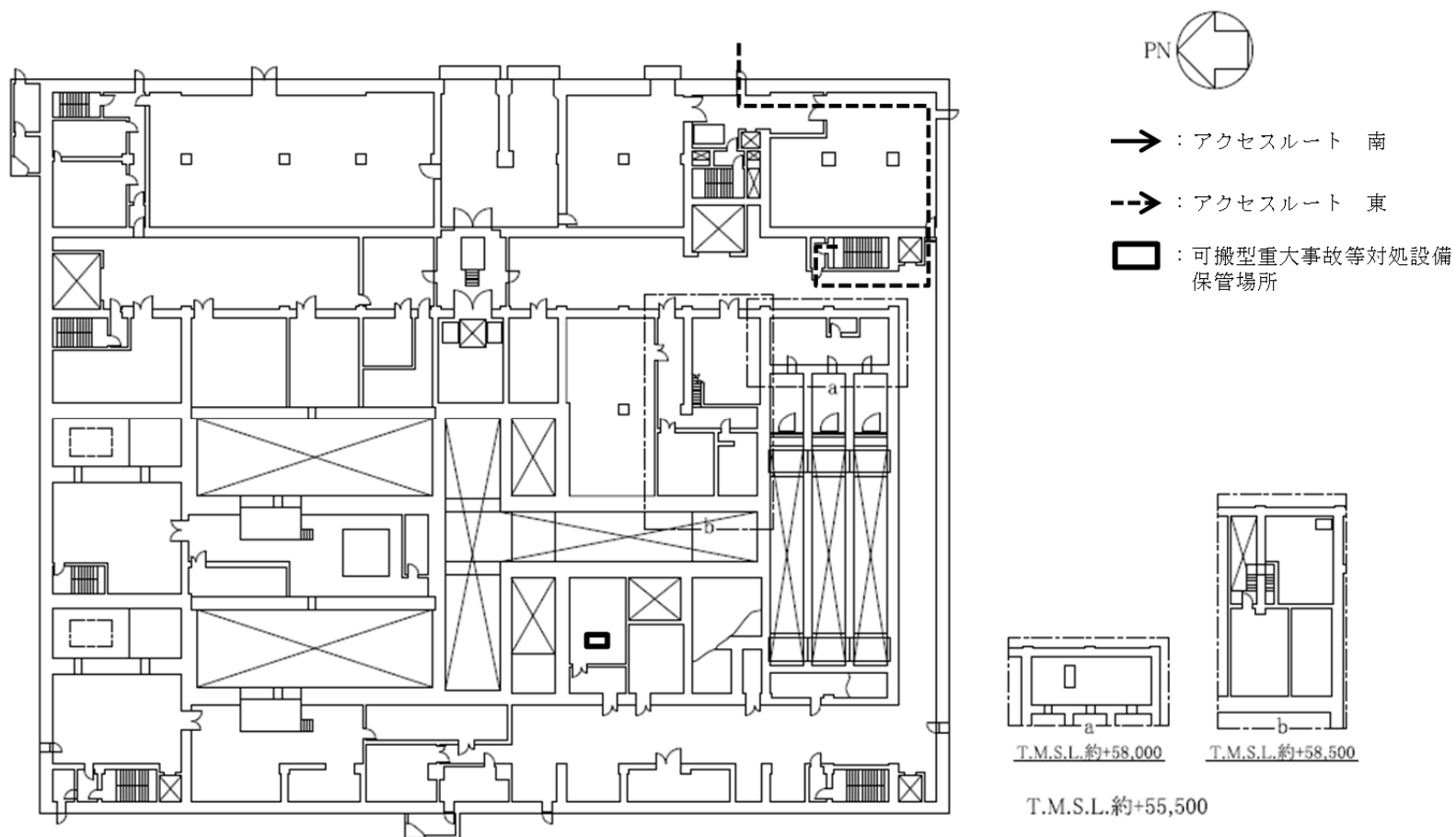


前処理建屋 臨界事故の拡大防止のための措置のアクセスルート（地上2階）

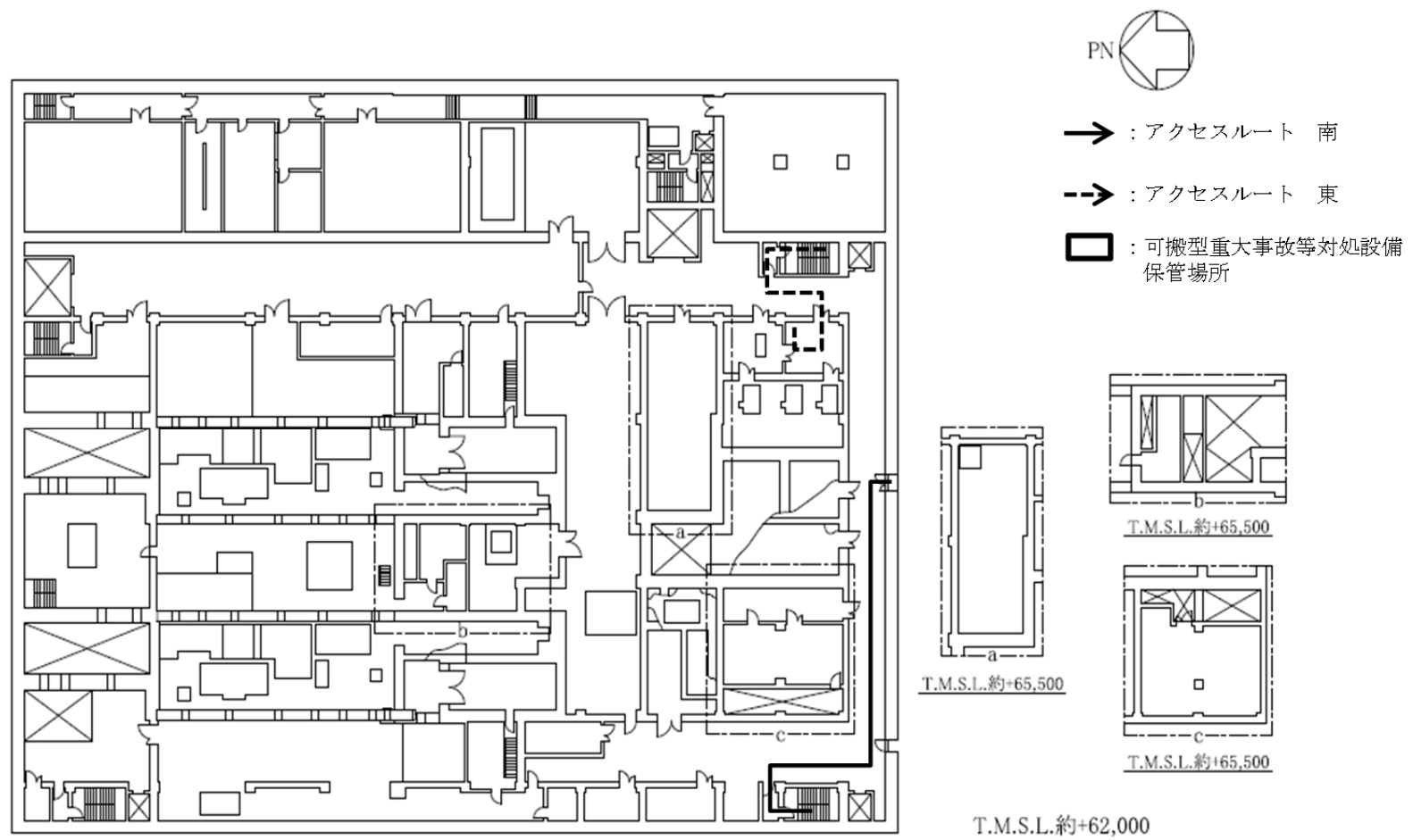
（放射線分解水素の掃気）（ハル洗浄槽）



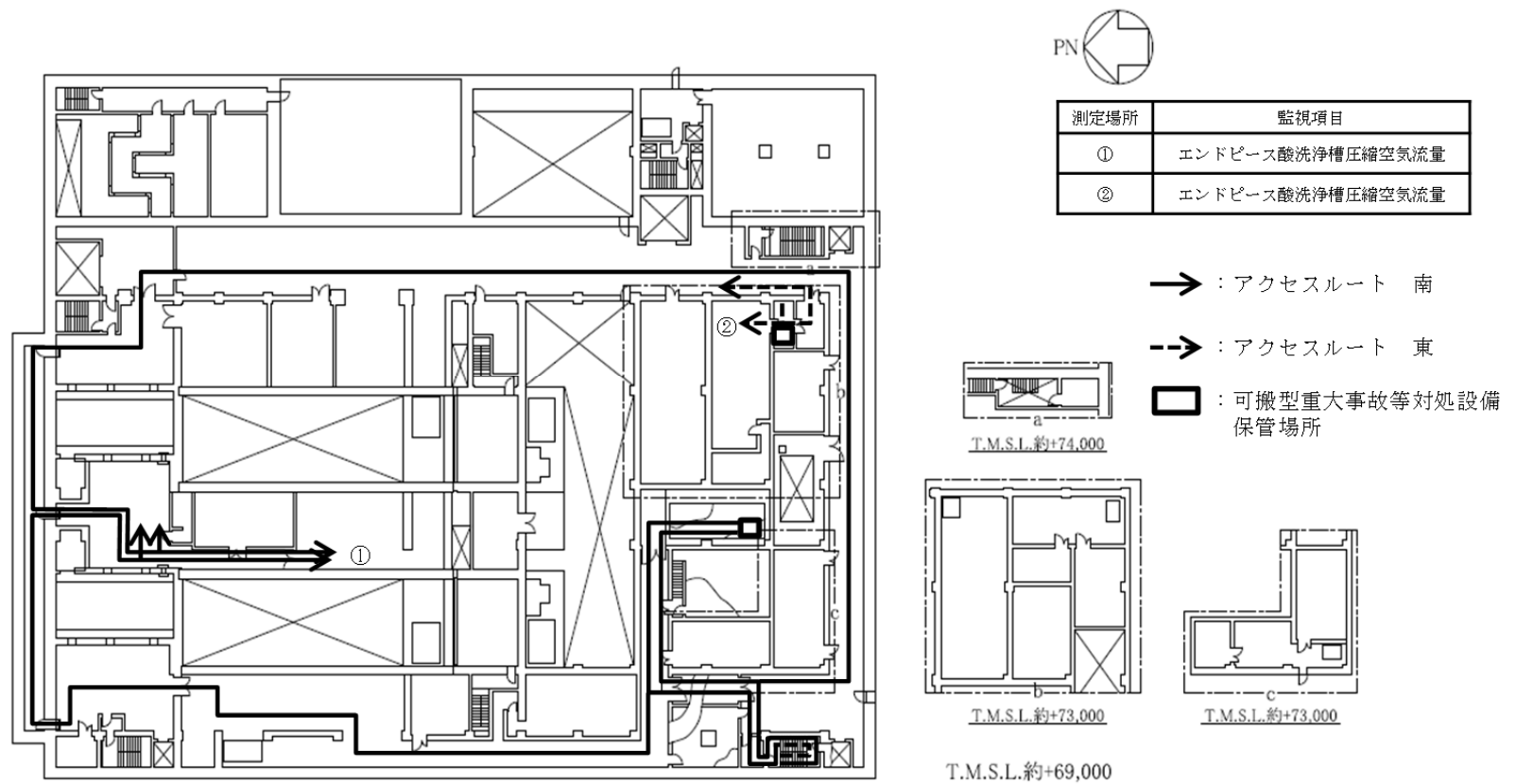
前処理建屋 臨界事故の拡大防止のための措置のアクセスルート（地上3階）
（放射線分解水素の掃気）（ハル洗浄槽）



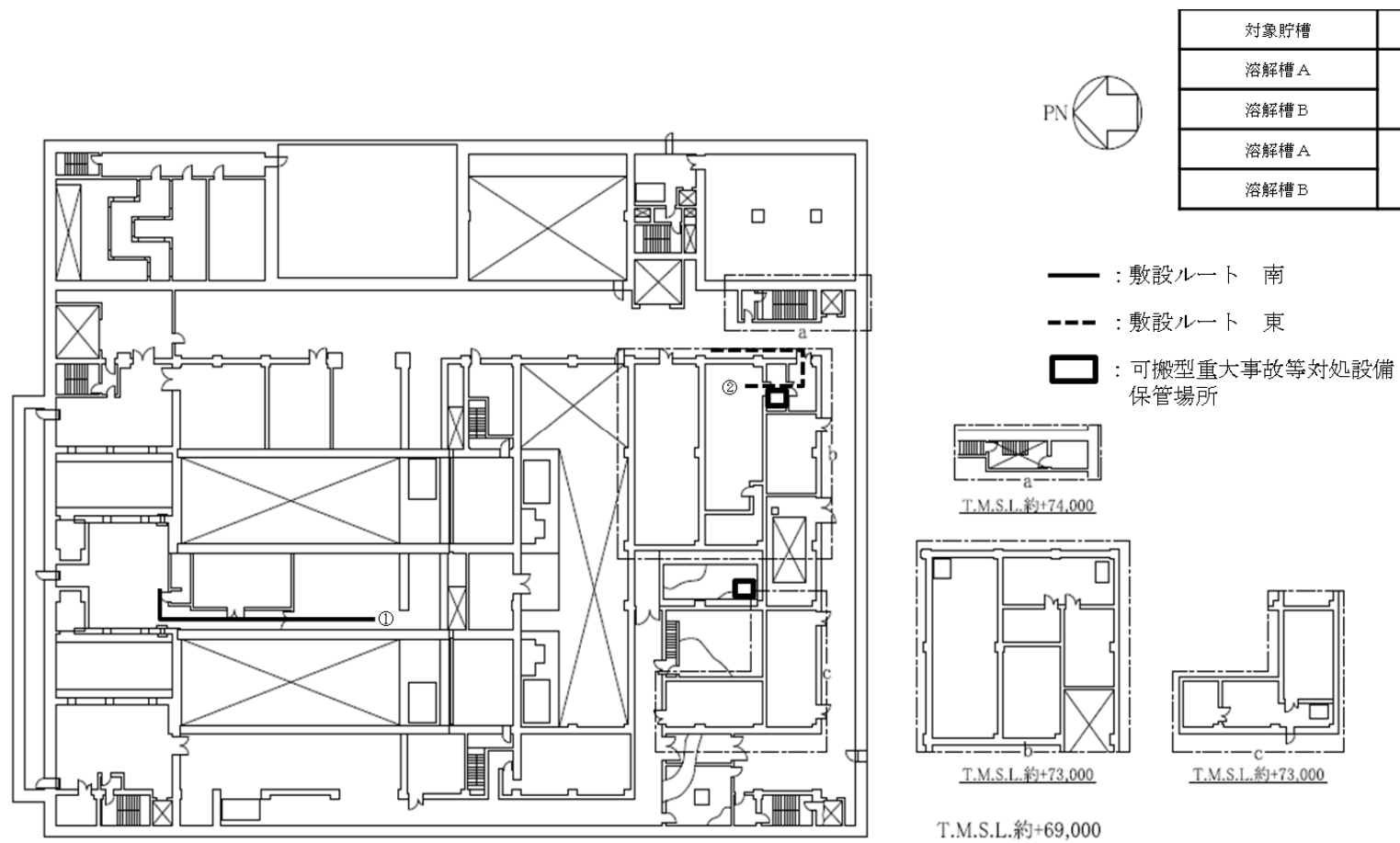
前処理建屋 臨界事故の拡大防止のための措置のアクセスルート（地上1階）
（放射線分解水素の掃気）（エンドピース酸洗浄槽）



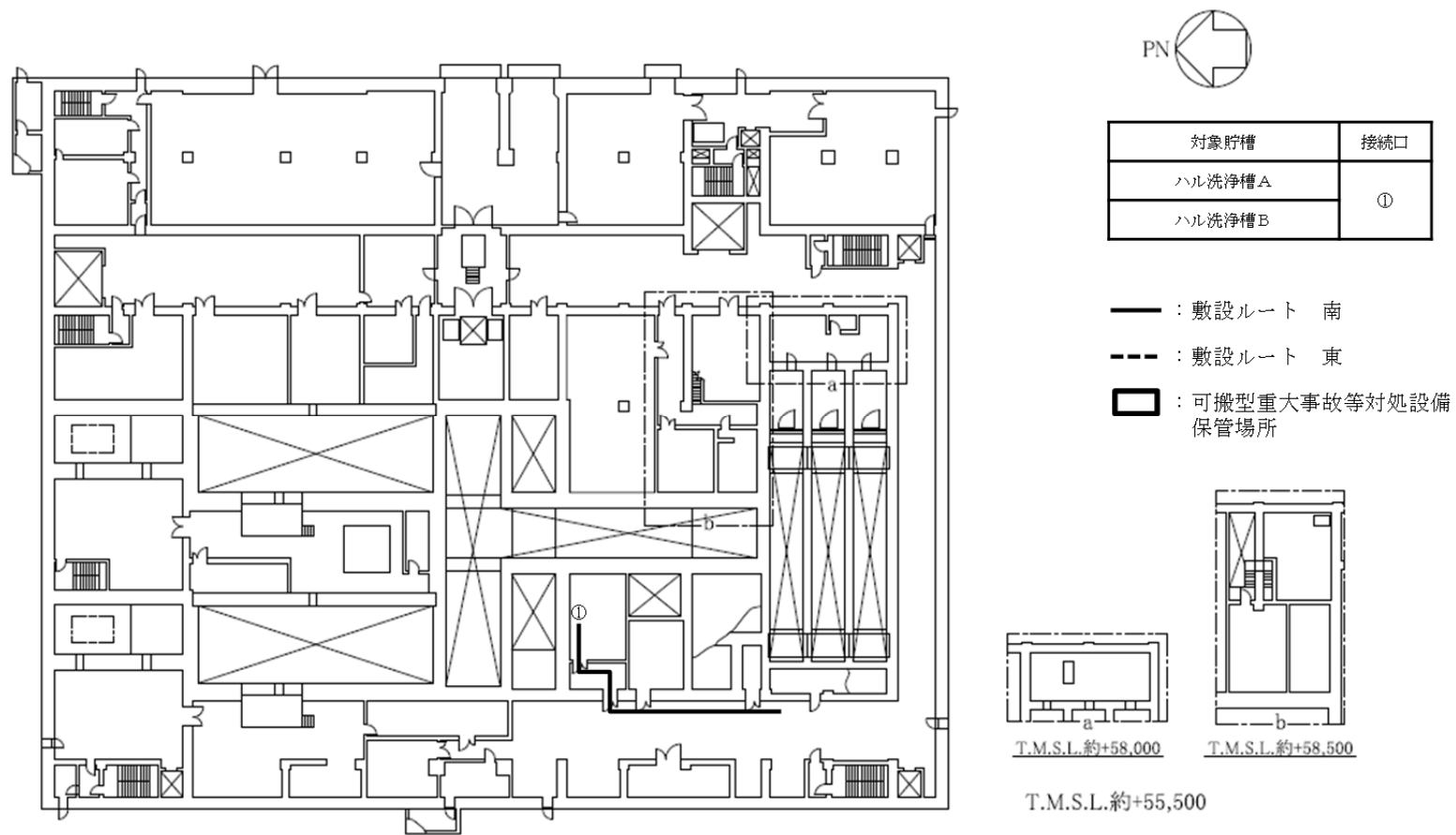
前処理建屋 臨界事故の拡大防止のための措置のアクセスルート（地上2階）
（放射線分解水素の掃気）（エンドピース酸洗浄槽）



前処理建屋 臨界事故の拡大防止のための措置のアクセスルート（地上3階）
 （放射線分解水素の掃気）（エンドピース酸洗浄槽）

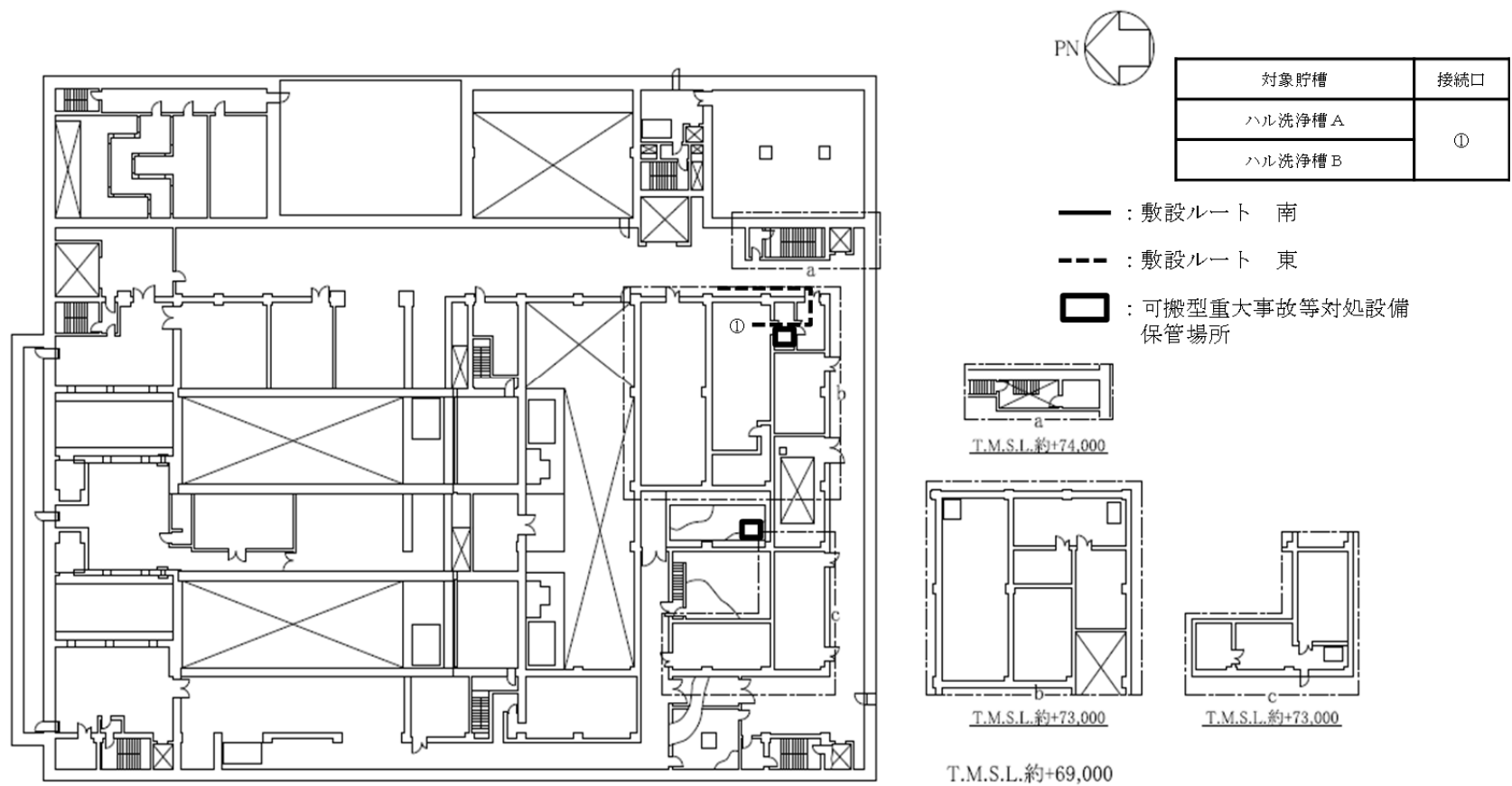


前処理建屋 臨界事故の拡大防止のための措置の敷設ルート（地上3階）
 （放射線分解水素の掃気）（溶解槽）

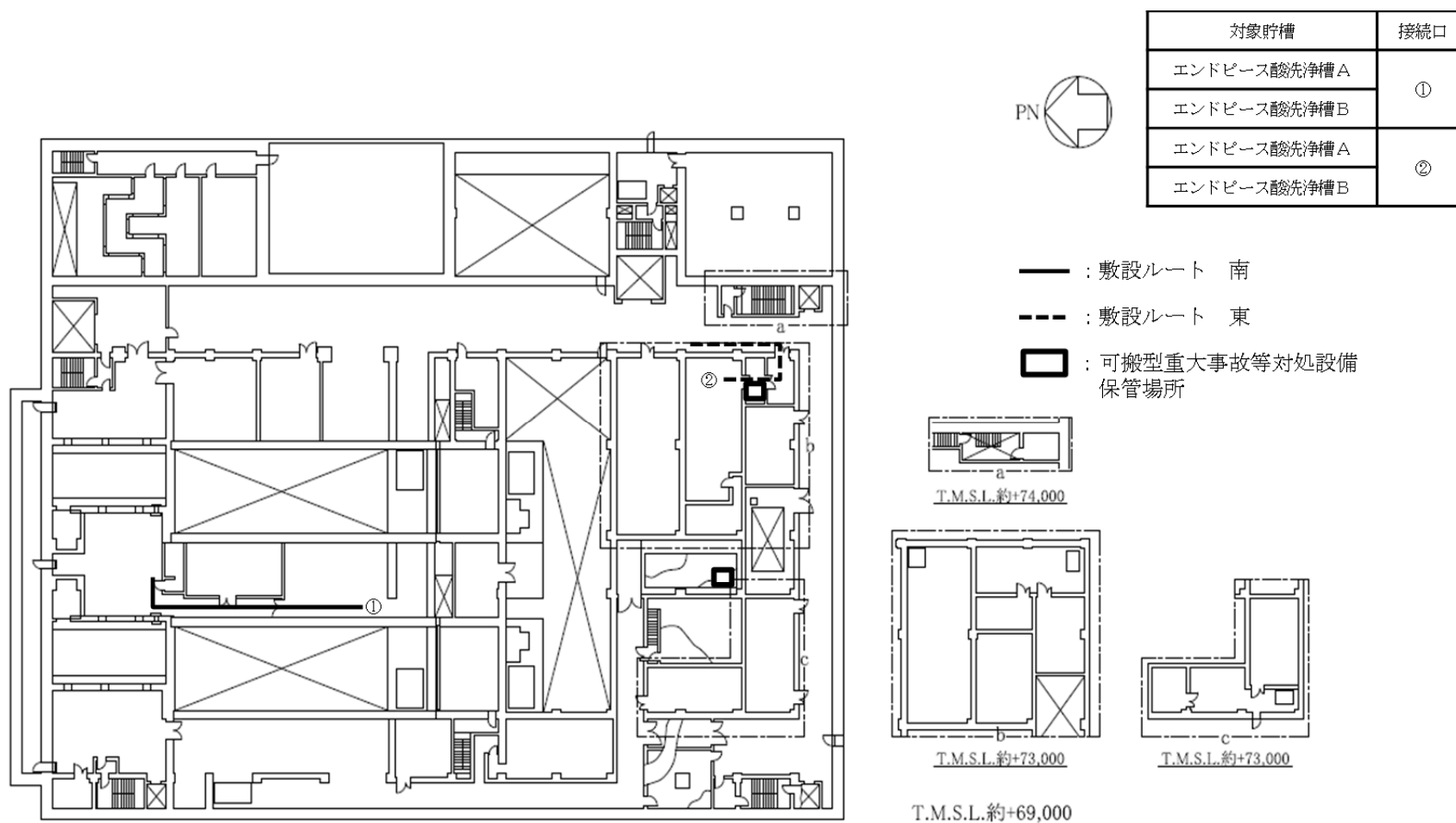


前処理建屋 臨界事故の拡大防止のための措置の敷設ルート（地上1階）

（放射線分解水素の掃気）（ハル洗浄槽）

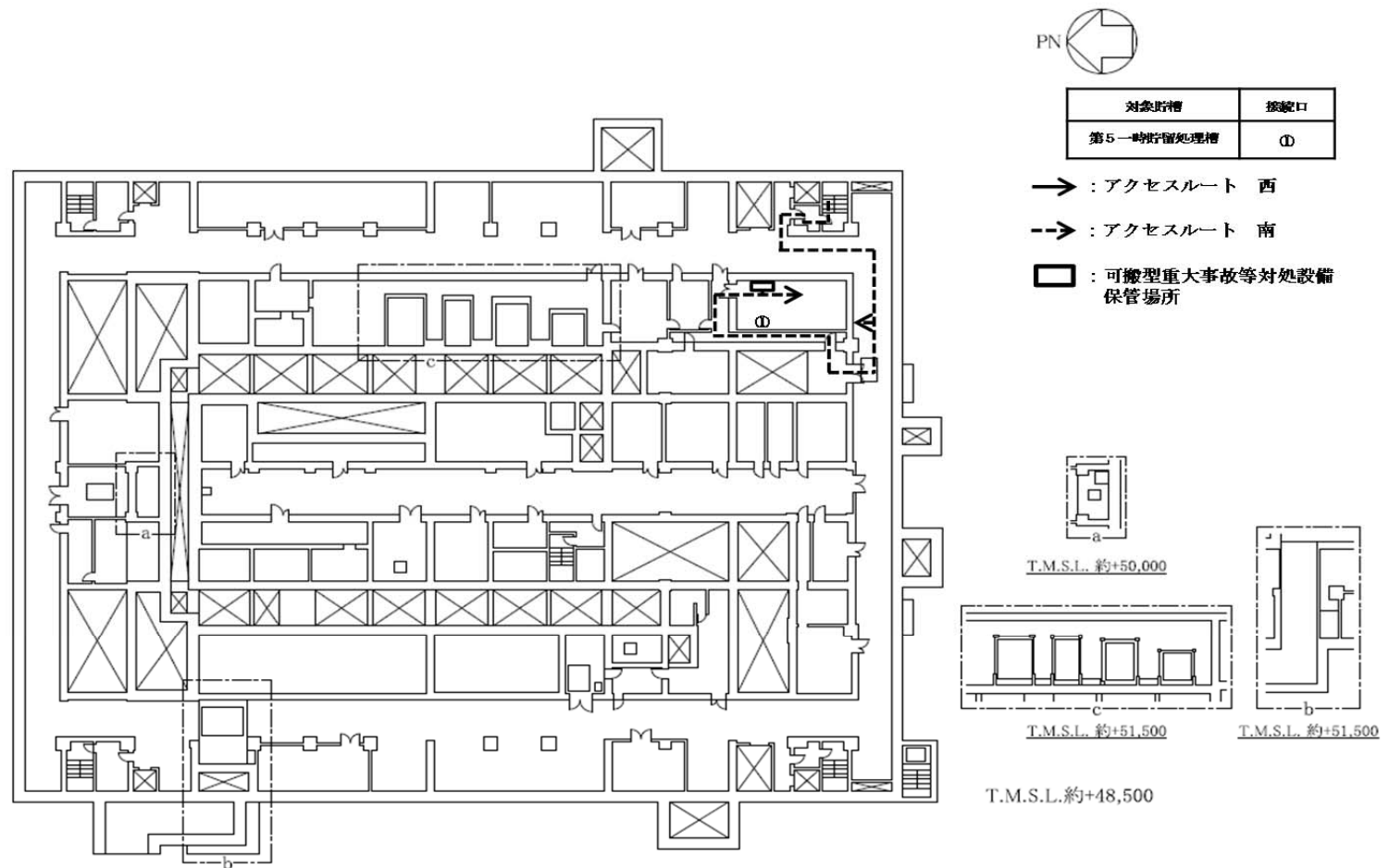


前処理建屋 臨界事故の拡大防止のための措置の敷設ルート（地上3階）
 （放射線分解水素の掃気）（ハル洗浄槽）

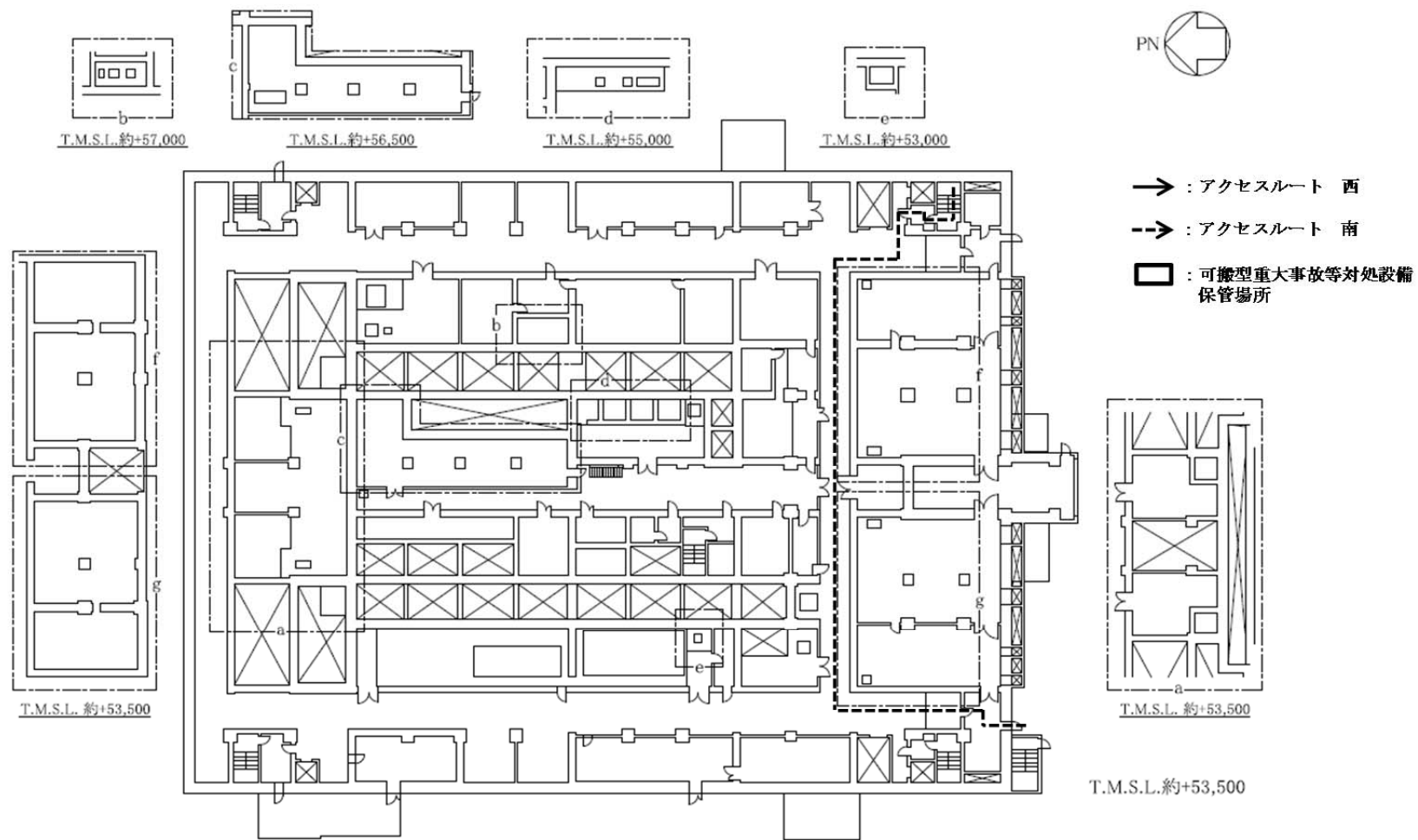


前処理建屋 臨界事故の拡大防止のための措置の敷設ルート（地上3階）

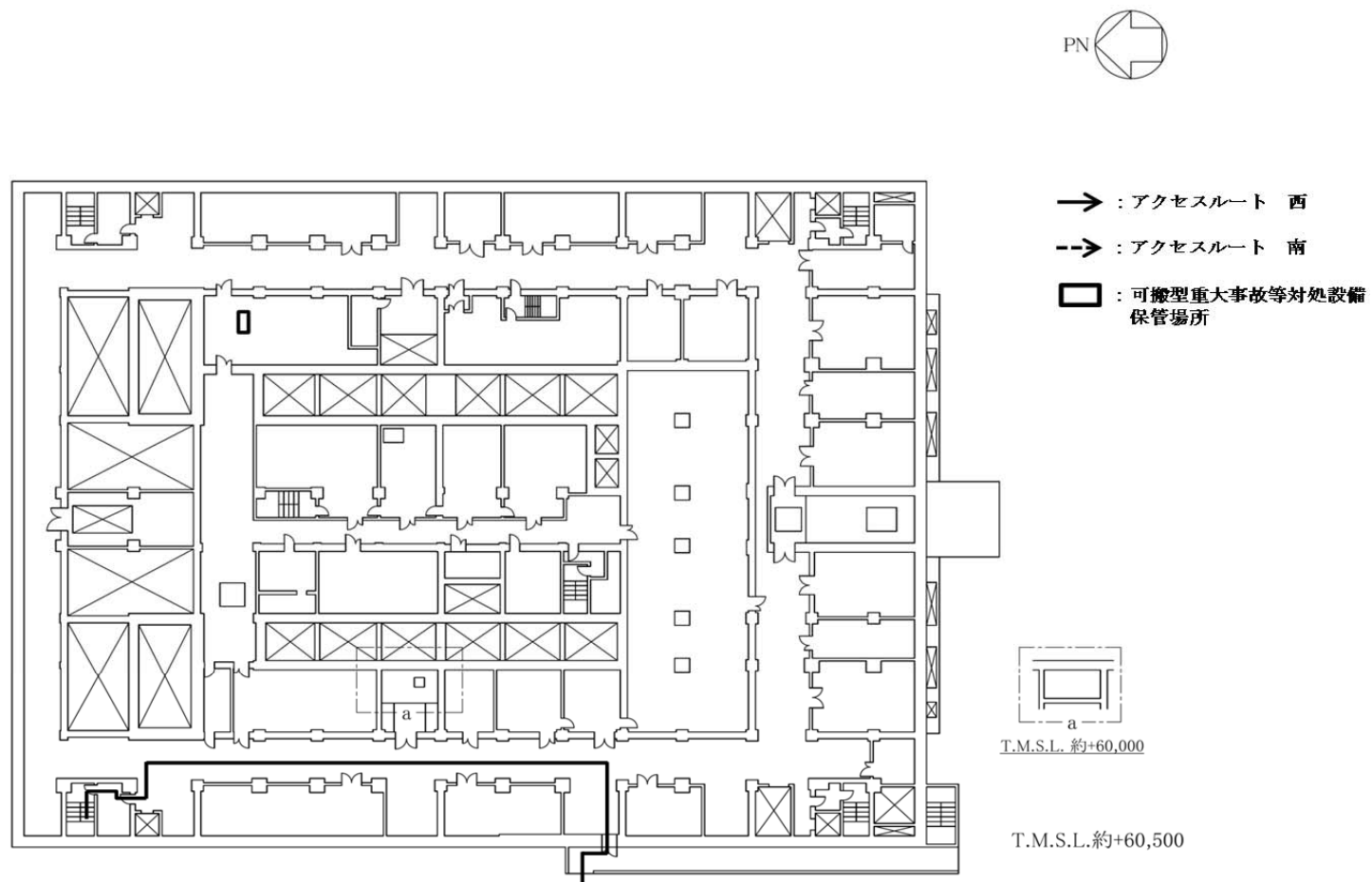
（放射線分解水素の掃気）（エンドピース酸洗浄槽）



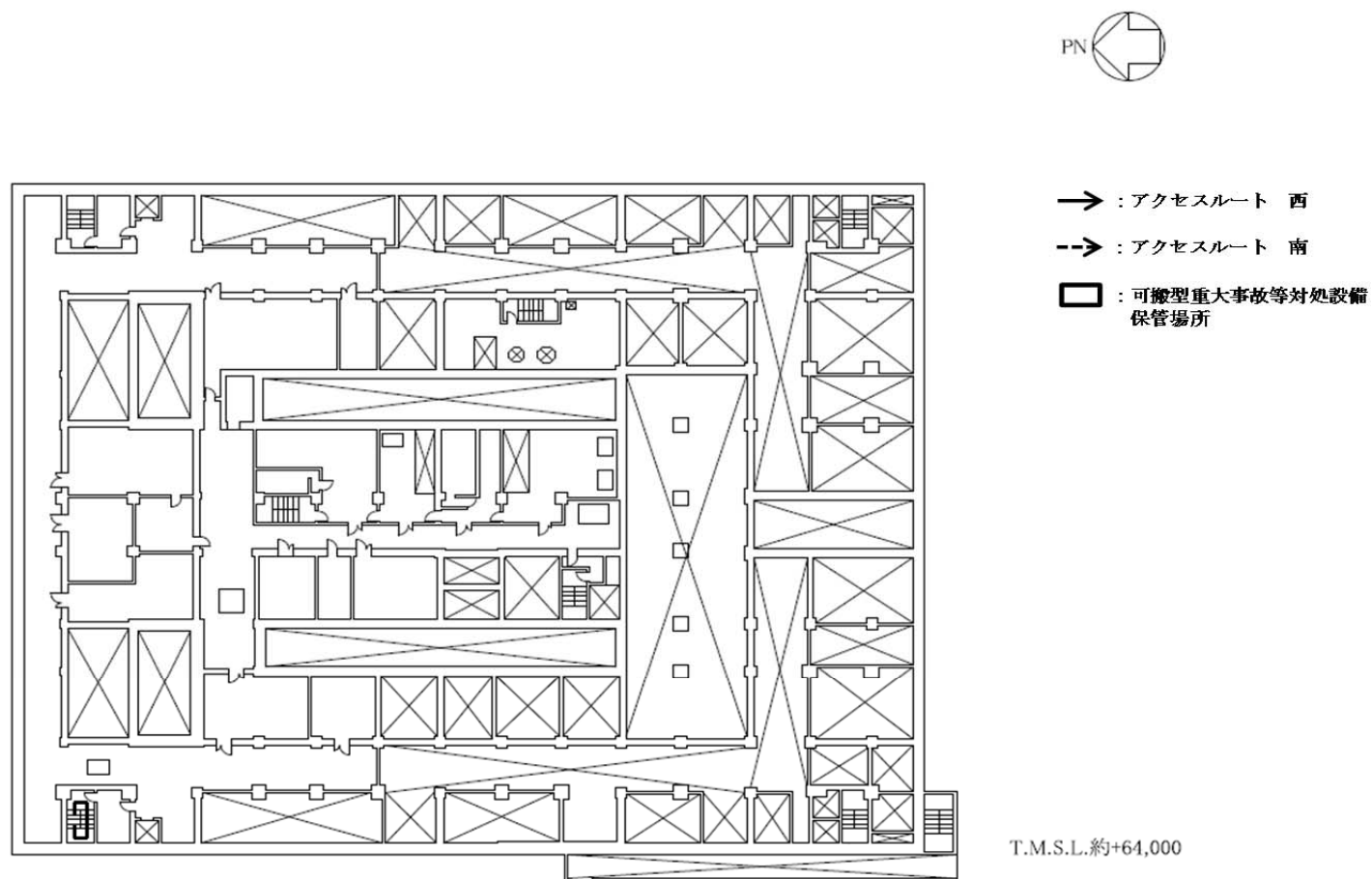
精製建屋 臨界事故の拡大の防止のための措置のアクセスルート（地下1階）
 （放射線分解水素の掃気）（第5一時貯留処理槽）



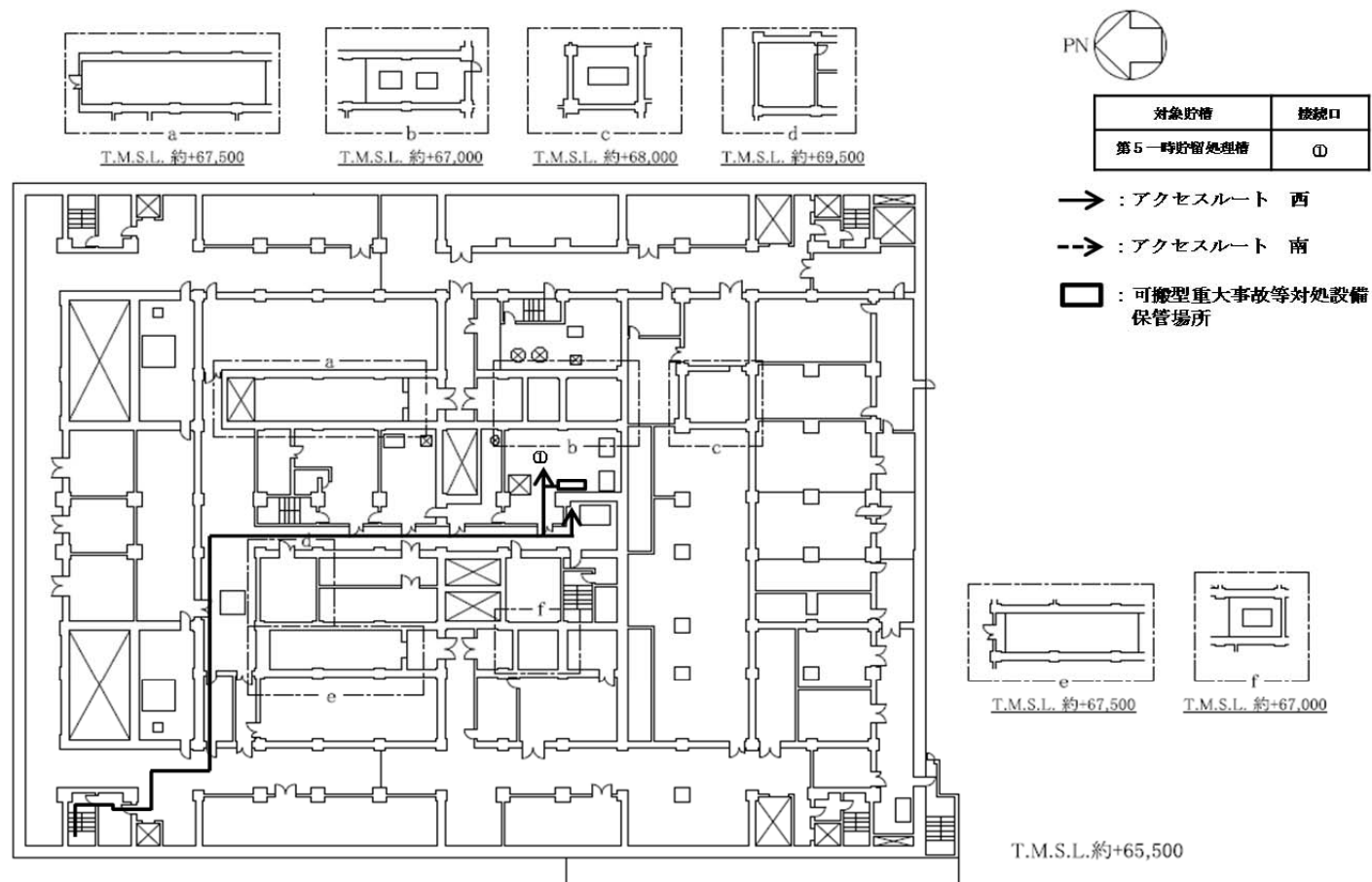
精製建屋 臨界事故の拡大の防止のための措置のアクセスルート（地上1階）
 （放射線分解水素の掃気）（第5一時貯留処理槽）



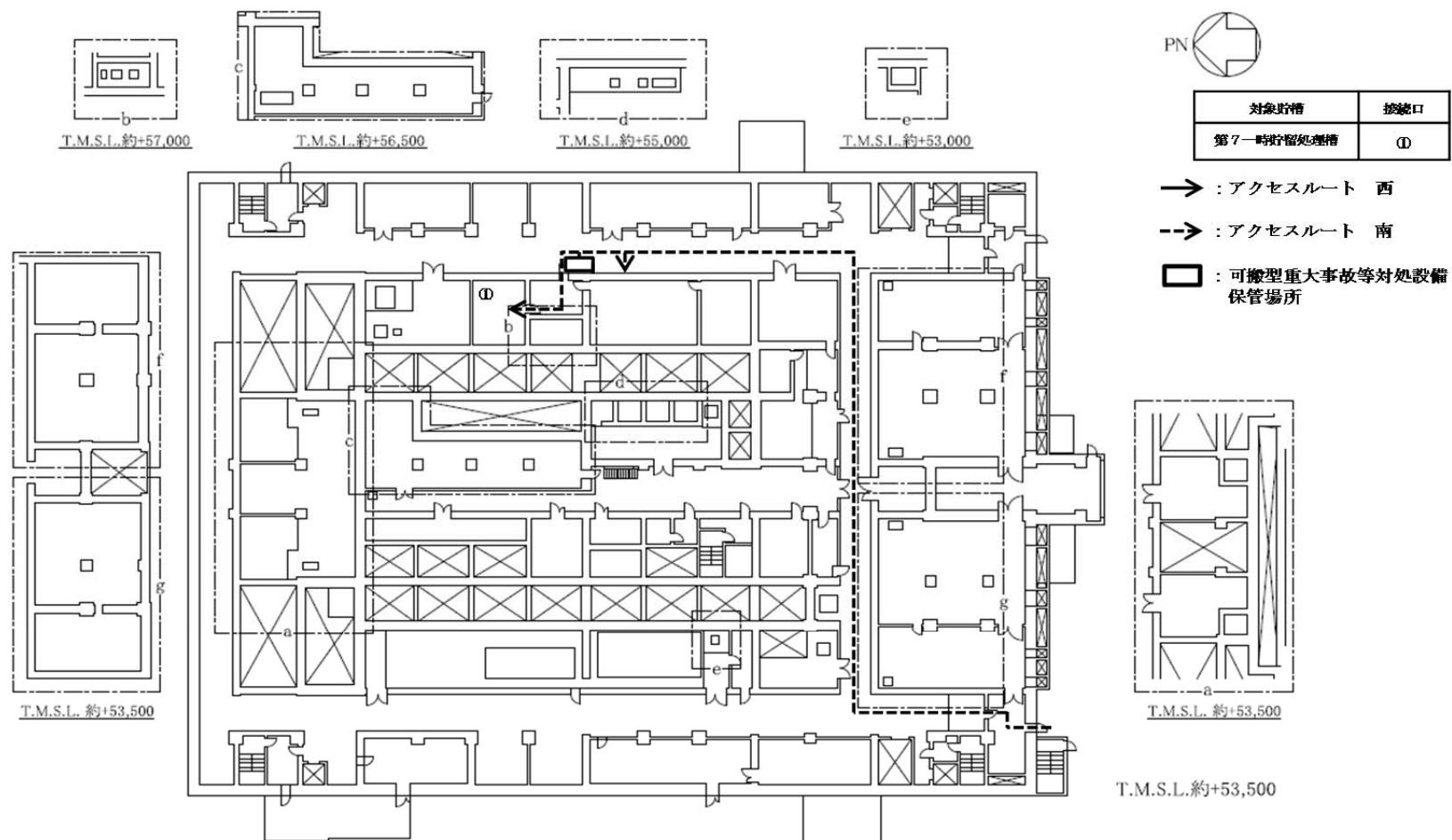
精制建屋 臨界事故の拡大の防止のための措置のアクセスルート（地上2階）
 （放射線分解水素の掃気）（第5一時貯留処理槽）



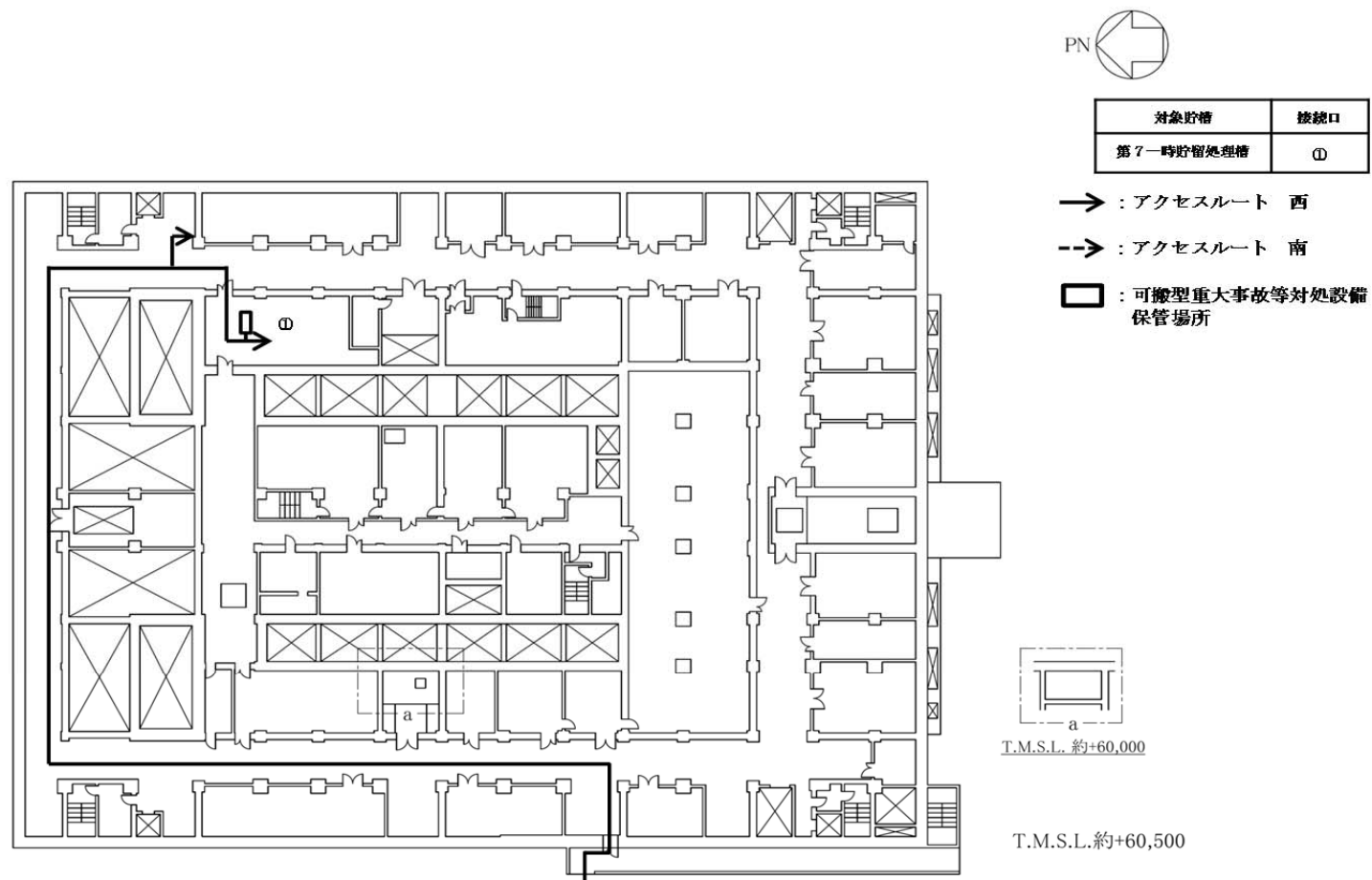
精製建屋 臨界事故の拡大の防止のための措置のアクセスルート（地上3階）
 （放射線分解水素の掃気）（第5一時貯留処理槽）



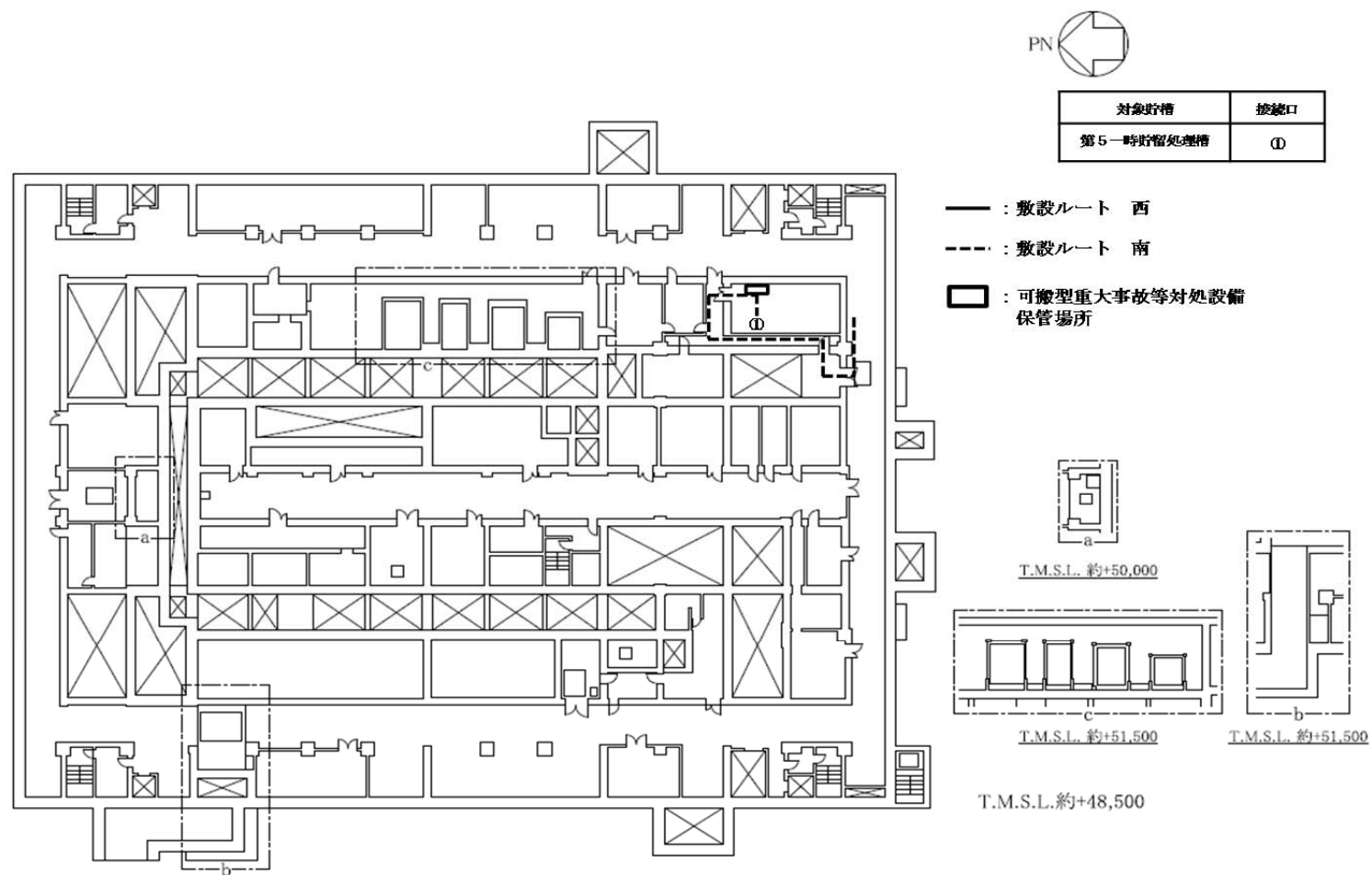
精製建屋 臨界事故の拡大の防止のための措置のアクセスルート（地上4階）
 （放射線分解水素の掃気）（第5一時貯留処理槽）



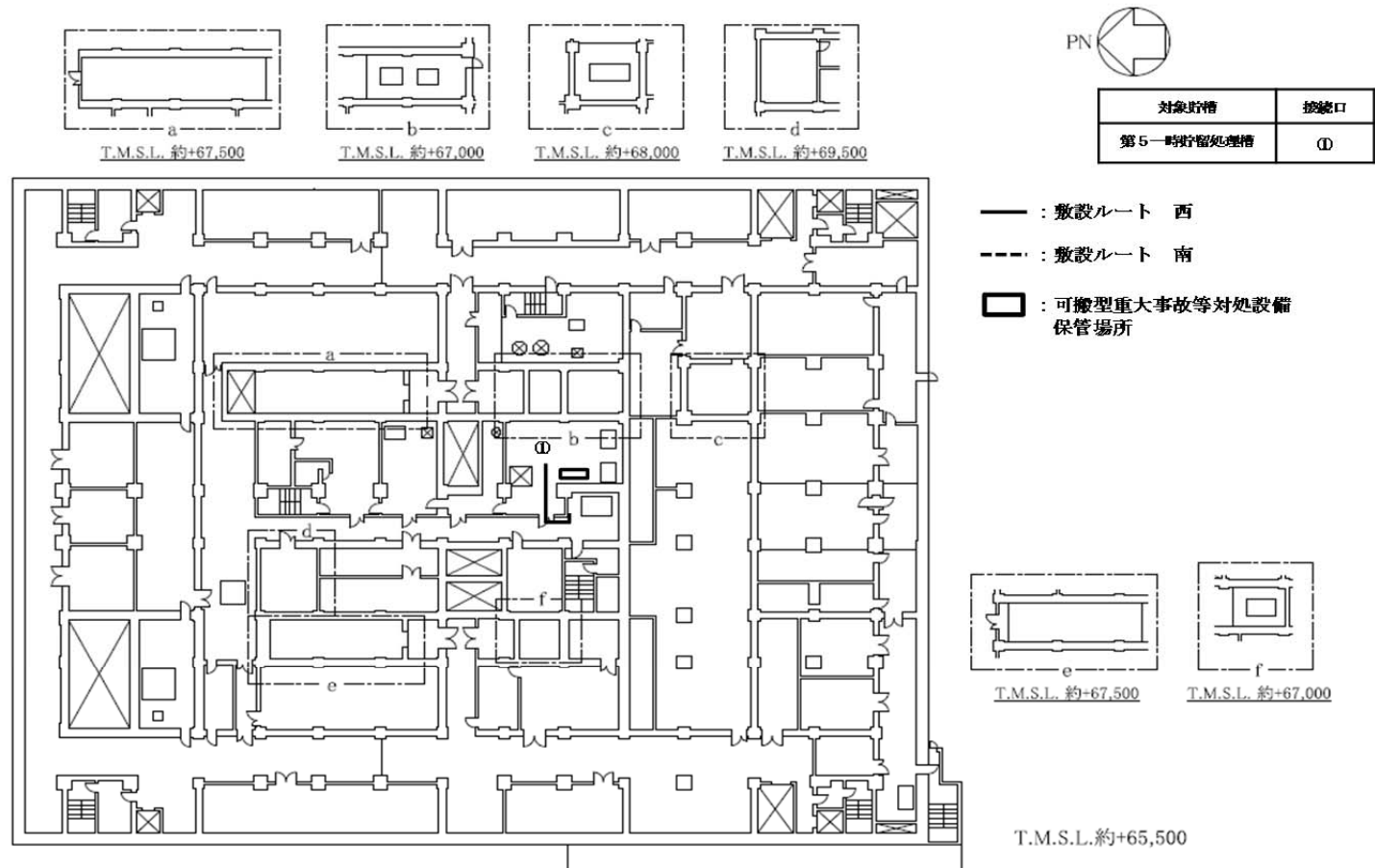
精製建屋 臨界事故の拡大の防止のための措置のアクセスルート（地上1階）
 （放射線分解水素の掃気）（第7一時貯留処理槽）



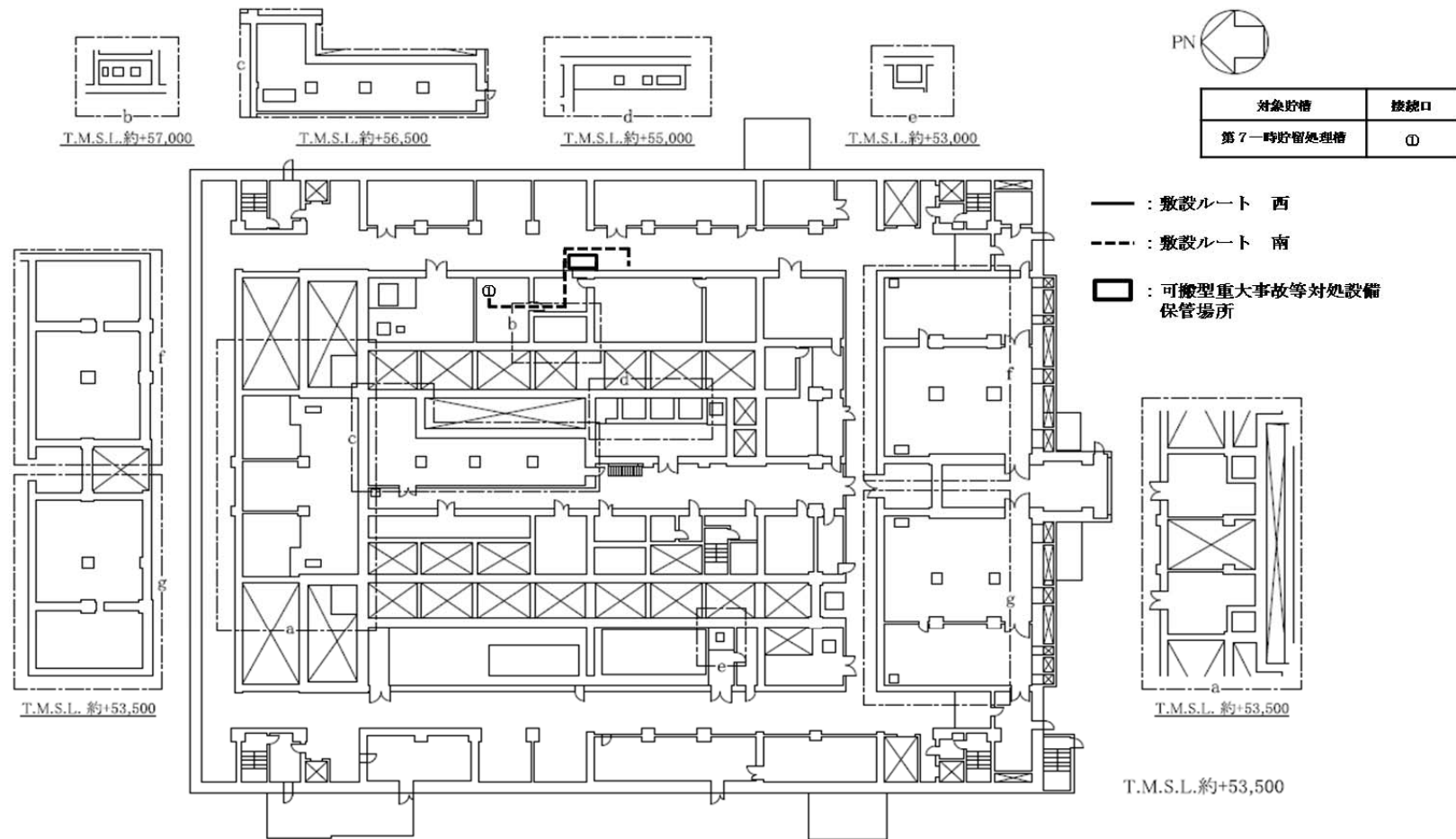
精制建屋 臨界事故の拡大の防止のための措置のアクセスルート（地上2階）
 （放射線分解水素の掃気）（第7一時貯留処理槽）



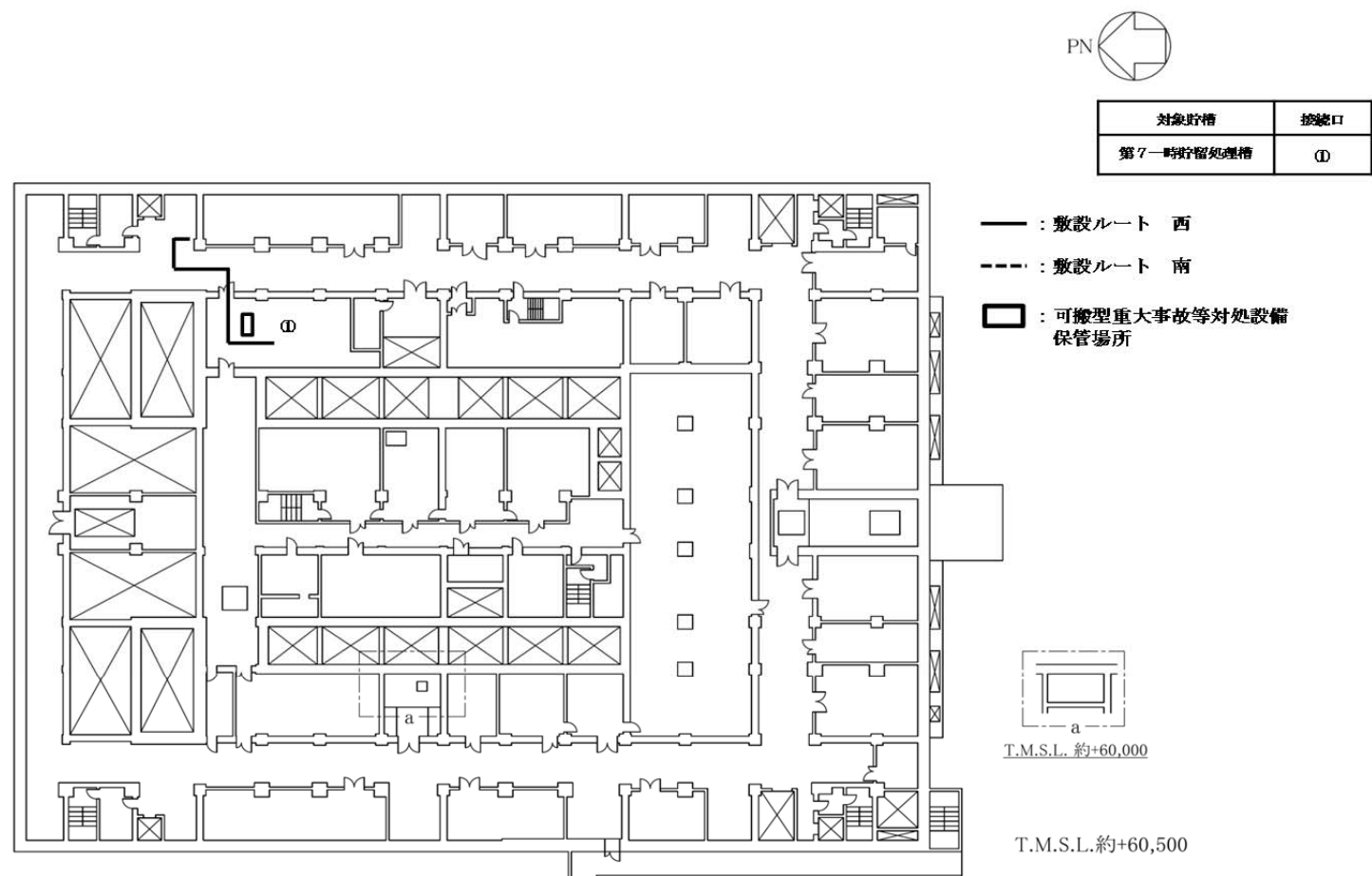
精制建屋 臨界事故の拡大の防止のための措置の敷設ルート（地下1階）
 （放射線分解水素の掃気）（第5一時貯留処理槽）



精製建屋 臨界事故の拡大の防止のための措置の敷設ルート（地上4階）
 （放射線分解水素の掃気）（第5一時貯留処理槽）



精製建屋 臨界事故の拡大の防止のための措置の敷設ルート（地上1階）
 （放射線分解水素の掃気）（第7一時貯留処理槽）



精製建屋 臨界事故の拡大の防止のための措置の敷設ルート（地上2階）
 （放射線分解水素の掃気）（第7一時貯留処理槽）

10. 有機溶媒等による火災又は爆発（T B P 等の錯体の急激な分解反応）
への対処

目次

10. 有機溶媒等による火災又は爆発への対処

10.1 T B P 等の錯体の急激な分解反応の拡大防止対策

10.1.1 T B P 等の錯体の急激な分解反応の拡大防止対策の具体的内容

10.1.2 T B P 等の錯体の急激な分解反応の拡大防止対策の有効性評価

10.2 T B P 等の錯体の急激な分解反応の拡大防止対策に必要な要員及び資源

10. 有機溶媒等による火災又は爆発への対処

有機溶媒による火災又は爆発（放射線分解により発生する水素による爆発を除く）については、合理的な範囲での多重の誤操作において、火災又は爆発のプロセス量を逸脱するものの、火災又は爆発に至る温度条件、水素濃度条件が成立しないことから、事故に至らない。

このため、設定した設計上定める条件より厳しい条件の下では有機溶媒等による火災又は爆発は想定されないが、T B P等の錯体の急激な分解反応は過去に他の施設において発生していることを踏まえ、2建屋4機器（分配設備のウラン濃縮缶、プルトニウム精製設備のプルトニウム濃縮缶、高レベル廃液濃縮設備の高レベル廃液濃縮缶及び酸回収設備の第2酸回収蒸発缶）を特定し、さらに異常検知機能、誤操作等の条件を厳しく想定し、公衆への影響を考慮し、プルトニウム濃縮缶において重大事故等の発生を想定した。

(1) T B P等の錯体の急激な分解反応の特徴

T B P又はその分解生成物であるりん酸二ブチル、りん酸一ブチル（以下、これらの物質を「T B P等」という。）と硝酸、硝酸ウラニル又は硝酸プルトニウムの錯体（以下、これらの錯体を「T B P等の錯体」という。）の急激な分解反応のおそれのある機器には、加熱蒸気最高温度を設定するとともに供給液にはT B Pが混入しないよう、供給液からT B Pを除去する設計とすることで、濃縮缶又は蒸発缶におけるT B P等の錯体の急激な分解反応の発生を防止する設計としている。

濃縮缶又は蒸発缶の加熱設備において加熱を停止するための設備は、加熱蒸気の温度が加熱蒸気最高温度の設定値に到達した場合に一次蒸気及び加熱蒸気を遮断するための加熱停止回路及び遮断弁で構成される。

T B Pを除去する設備は、T B Pを含む硝酸プルトニウム溶液に希釈剤

を接触させることで水相中のT B Pを除去するミキサセトラ、希釈剤を供給する試薬設備及びT B Pを含む硝酸プルトニウム溶液を供給する設備で構成される。

濃縮缶又は蒸発缶、機器及び配管等（以下 10. では「濃縮缶等」という。）、濃縮缶等を収納するセル及びセルを取り囲む建屋は、それぞれ塔槽類廃ガス処理設備、建屋換気設備のセルからの排気系（以下 10. では「セル排気系」という。）、建屋換気設備の建屋排気系により換気され、濃縮缶等、セル、建屋の順に負圧が浅くなるように設計されている。

希釈剤によるT B P等の除去機能が喪失し、濃縮缶又は蒸発缶への加熱蒸気の制御にも異常が生じ、熱的制限値による停止機能が喪失した状態が継続し、濃縮缶又は蒸発缶内の溶液の温度がT B P等の錯体の急激な分解反応の発生する温度を超えた場合にT B P等の錯体の急激な分解反応が発生する。

T B P等の錯体の急激な分解反応の発生に伴い、濃縮缶又は蒸発缶内に存在しているT B P等は全て分解反応により消費されることを想定すると、分解反応に伴い二酸化炭素、水、窒素やりん酸といった分解生成物及び熱が発生するため濃縮缶又は蒸発缶内及び濃縮缶又は蒸発缶に接続している塔槽類廃ガス処理設備内の配管へ圧力波が伝播し、圧力及び温度が急激に上昇する。塔槽類廃ガス処理設備の系統内には水封安全器があるため、一時的に一部の廃ガスが水封安全器からセルへ導出される可能性がある。また、濃縮缶又は蒸発缶では、T B P等の錯体の急激な分解反応に伴う圧力波の伝播による溶液の飛散や急激な加圧により発生する放射性エアロゾルが、圧力波の伝播後に遅れて機器外に放出される。T B P等の錯体の急激な分解反応が終わると、濃縮缶又は蒸発缶内の圧力及び温度は低下する。

T B P等の錯体の急激な分解反応発生後、濃縮缶又は蒸発缶へT B P等

の供給及び加熱が継続され、T B P 等の錯体の急激な分解反応が発生する
温度を超えた場合には、この分解反応は継続的に発生することが考えられ
る。

T B P 等の錯体の急激な分解反応は、1 建屋 1 機器において発生を想定
する。

【補足説明資料 10－1】

【補足説明資料 10－2】

【補足説明資料 10－3】

(2) T B P 等の錯体の急激な分解反応への対処の基本方針

T B P 等の錯体の急激な分解反応への対処として、再処理施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の第二十八条及び第三十七条に規定される要求を満足する T B P 等の錯体の急激な分解反応の拡大防止対策を整備する。

T B P 等の錯体の急激な分解反応が発生した場合には、(1) T B P 等の錯体の急激な分解反応の特徴に記載したとおり、気相へ移行する放射性物質の量が増大する可能性があり、供給液の供給及び加熱が継続した場合には、継続的に分解反応が発生する可能性がある。

以上を考慮し、再発防止を拡大防止対策として、T B P 等の錯体の急激な分解反応の再発を防止するための対策、T B P 等の錯体の急激な分解反応が発生した設備に接続する換気系統の配管の流路を遮断するために必要な対策及びT B P 等の錯体の急激な分解反応に伴い発生した放射性物質を貯留設備へ貯留するために必要な対策を整備する。

T B P 等の錯体の急激な分解反応を想定する機器はプルトニウム濃縮缶とし、各対策の概要図を第10－1 図及び第10－2 図に示す。また、基本方針の詳細を以下に示す。

a. T B P等の錯体の急激な分解反応の拡大防止対策

T B P等の錯体の急激な分解反応が発生した場合は、T B P等の錯体の急激な分解反応の発生を検知し、プルトニウム濃縮缶への供給液の供給を自動的に停止するとともに、プルトニウム濃縮缶を加熱するための蒸気発生器への蒸気供給を手動にて停止することで、T B P等の錯体の急激な分解反応の再発を防止する。

【補足説明資料10－4】

T B P等の錯体の急激な分解反応が発生した場合は、塔槽類廃ガス処理系（プルトニウム系）の経路を自動的に直ちに遮断するとともに、T B P等の錯体の急激な分解反応により発生した放射性物質を貯留タンクへ貯留するための経路を確立し、空気圧縮機を用いて貯留タンクに放射性物質を含む気体を貯留する。

貯留タンクへ放射性物質を含む気体を導出し、貯留タンクが規定圧力に到達後、平常運転時の塔槽類廃ガス処理設備からの排気の経路に復旧するとともに、貯留タンクの隔離弁を閉止し、空気圧縮機を停止する。また、貯留タンク入口には、逆止弁を設置することで、貯留タンクから通常時の排気経路への放射性物質を含む気体の逆流を防止する。

10.1 T B P 等の錯体の急激な分解反応の拡大防止対策

10.1.1 T B P 等の錯体の急激な分解反応の拡大防止対策の具体的内容

10.1.1.1 プルトニウム濃縮缶への供給液の供給の停止及び加熱設備の停止

T B P 等の錯体の急激な分解反応が発生した場合は、連続的に供給液が供給されることによって再発する T B P 等の分解反応を防止するため、プルトニウム濃縮缶液相部温度高警報、プルトニウム濃縮缶の気相部圧力高高警報及びプルトニウム濃縮缶の気相部温度高警報の 3 つのうち 2 つ以上の警報の発報により、プルトニウム濃縮缶への供給液の供給を自動的に停止する。

並行して、プルトニウム濃縮缶の加熱設備の手動弁を閉止する。

対策の概要を以下に示す。また、対策の系統概要図を第10.1.1－1 図に、対策の手順の概要を第10.1.1－2 図に、対策における手順と設備の関係を第10.1.1－1 表に、必要な要員及び作業項目を第10.1.1－3 図に示す。

a. T B P 等の錯体の急激な分解反応の発生検知及び重大事故等の判断

プルトニウム濃縮缶の液相部温度高警報、気相部圧力高高警報及び気相部温度高警報の 3 つのうち、2 つ以上の警報の発報により、T B P 等の錯体の急激な分解反応の発生を検知するとともに、供給液の供給が自動的に停止する。

プルトニウム濃縮缶における T B P 等の錯体の急激な分解反応の発生の検知により、プルトニウム濃縮缶への加熱蒸気の供給停止の実施を判断し、以下の b. 及び c. に移行する。

b. 供給液の供給停止の成功判断

プルトニウム濃縮缶供給槽の液位計により、プルトニウム濃縮缶への

供給液の供給が停止したことを判断する。

c. プルトニウム濃縮缶への加熱蒸気の供給停止

プルトニウム濃縮缶への加熱を停止するため、蒸気発生器へ蒸気を供給する系統の手動弁の閉止操作を実施する。

d. プルトニウム濃縮缶への加熱蒸気の供給停止の成功判断

加熱蒸気温度計により、加熱蒸気温度がT B P等の錯体の急激な分解反応が発生する温度未満になっていることを判断する。

10.1.1.2 貯留設備による放射性物質の貯留

T B P等の錯体の急激な分解反応が発生した場合には、貯留タンクに放射性物質を導出するため、貯留設備の隔離弁を自動開放するとともに貯留設備の空気圧縮機を自動的に起動し貯留タンクに放射性物質を導く。同時に、塔槽類廃ガス処理系（プルトニウム系）の流路を遮断するため、隔離弁の閉止に加え、排風機を自動的に停止する。

T B P等の錯体の急激な分解反応の発生によって、塔槽類廃ガス処理系（プルトニウム系）の系統内の圧力が上昇することにより、廃ガスポットから廃ガスの一部がセルへ放出されることが考えられる。この際、セルへ放出される廃ガスには、T B P等の錯体の急激な分解反応によって発生する放射性物質は含まれない。

対策の概要を以下に示す。また、対策の系統概要図を第10.1.1－4図及び第10.1.1－5図に、対策の手順の概要を第10.1.1－2図に、対策における手順と設備の関係を第10.1.1－2表に、必要な要員及び作業項目を第10.1.1－6図に示す。

a. 貯留タンクへの導出

プルトニウム濃縮缶の液相部温度高警報，気相部圧力高高警報及び気相部温度高警報の3つのうち，2つ以上の警報の発報によるT B P等の錯体の急激な分解反応の発生の検知後，塔槽類廃ガス処理系（プルトニウム系）の流路を自動的に遮断するとともに，プルトニウム濃縮缶から貯留タンクへの流路を確立し，T B P等の錯体の急激な分解反応に伴い発生する放射性物質を貯留タンクに導く。

b. T B P等の錯体の急激な分解反応の発生検知及び重大事故等の判断

プルトニウム濃縮缶の液相部温度高警報，気相部圧力高高警報及び気相部温度高警報の3つのうち，2つ以上の警報の発報により，T B P等の錯体の急激な分解反応の発生を検知する。

プルトニウム濃縮缶におけるT B P等の錯体の急激な分解反応の発生の検知により，貯留タンクへの放射性物質の導出が開始されたことの確認作業の実施を判断し，以下のc. に移行する。

c. 貯留タンクへの導出状況の確認

貯留タンク内の圧力の上昇及び貯留タンク入口の流量計の指示値の上昇により，放射性物質を含む気体の貯留タンクへの導出が開始されたことを確認する。

d. 貯留タンクへの導出完了判断及び塔槽類廃ガス処理系（プルトニウム系）による排気再開

貯留タンク内の圧力が規定の圧力に達した場合に，導出の完了と判断する。

貯留タンクへの放射性物質の導出完了後，塔槽類廃ガス処理系（プルトニウム系）の隔離弁の開操作を行い，排風機を再起動して，平常運転時の放出経路に復旧し，放射性物質を管理された状態において放出する。

塔槽類廃ガス処理系（プルトニウム系）の再起動後，貯留設備の隔離

弁を閉止し，空気圧縮機を停止する。

10.1.2 T B P 等の錯体の急激な分解反応の拡大防止対策の有効性評価

10.1.2.1 有効性評価

(1) T B P 等の錯体の急激な分解反応の起回事象

T B P 等の錯体の急激な分解反応の発生原因をフォールトツリー分析により明らかにする。T B P 等の錯体の急激な分解反応の発生を頂上事象とした場合のフォールトツリーを第 10.1.2－1 図に示す。

プルトニウム濃縮缶における T B P 等の錯体の急激な分解反応は、T B P 等の錯体の急激な分解反応の起因となる異常の発生防止に係る安全機能及び T B P 等の錯体の急激な分解反応の起因となる異常の進展防止に係る安全機能が喪失することで、プルトニウム濃縮缶に T B P 等が供給され、T B P 等の錯体の急激な分解反応が発生する温度までプルトニウム溶液が加熱されることを想定する。

(2) 安全機能の喪失に対する仮定

T B P 等の錯体の急激な分解反応の発生を想定する機器の安全機能は、前述した機能以外の喪失は想定しない。

【補足説明資料 10－5】

(3) 有効性評価の考え方

重大事故等の拡大の防止のための措置に係る有効性評価では、T B P 等の錯体の急激な分解反応の発生後、供給液の供給停止又は加熱の停止操作に要する時間を評価する。供給液の供給停止又は加熱の停止操作の有効性評価においては、解析コードは用いない。

貯留設備による放射性物質の貯留に係る有効性評価では、供給液の供給停止又は加熱の停止により T B P 等の錯体の急激な分解反応の再発が防止され、また、貯留タンクへの導出が完了し、貯留タンクにおいて放射性物

質を貯留している状況下において、T B P等の錯体の急激な分解反応が発生したプルトニウム濃縮缶内に残留している放射性物質が、塔槽類廃ガス処理系（プルトニウム系）による排気の再開に伴って大気中に放出されることを想定し、放射性物質質量、事故時の放射性物質の移行率、高性能粒子フィルタ及び放出経路構造物による除染係数並びに貯留設備による放射性物質の貯留の効果により期待される放出低減効果を考慮して大気中への放射性物質の放出量（以下、「セシウム-137換算放出量」という。）を評価する。貯留設備による放射性物質の貯留の有効性評価においては、解析コードは用いない。

(4) 機器の条件

T B P等の錯体の急激な分解反応の拡大防止対策に使用する機器を第10.1.2-1表に示す。また、主要な機器の機器条件を以下に示す。

i. プルトニウム濃縮缶供給槽ゲデオン

内部を減圧することで、溶液を汲み上げ、一定量で送液する設備である。プルトニウム濃縮缶の液相部温度高警報、プルトニウム濃縮缶の気相部圧力高高警報及びプルトニウム濃縮缶の気相部温度高警報の3つのうち、2つ以上の警報の発報によりT B P等の錯体の急激な分解反応の発生を検知し、駆動ラインを自動的に遮断することでプルトニウム濃縮缶供給槽ゲデオンを停止する。

ii. 蒸気発生器へ蒸気を供給する系統の手動弁

蒸気発生器へ蒸気を供給する系統の手動弁を閉止することにより、プルトニウム濃縮缶の加熱が停止する。

【補足説明資料 10-6】

iii. 安全圧縮空気供給設備

安全圧縮空気供給設備は、プルトニウム濃縮缶に対して、約 0.4
m³/h で空気を供給するものとする。

iv. 一般圧縮空気供給設備

一般圧縮空気供給設備は、プルトニウム濃縮缶に対して、約 0.05
m³/h で空気を供給するものとする。

v. プルトニウム濃縮缶

プルトニウム濃縮缶は XXXXXXXXXX L/h で供給液の供給及び蒸発濃縮がな
されているものとする。

vi. セルへ導出される空気量

T B P 等の錯体の急激な分解反応の発生に伴い、廃ガスポットからセ
ルへ導出される空気量は、プルトニウム濃縮缶から廃ガスポットまでの
空気量とし、具体的には約 0.8m³とする。

vii. 貯留設備

貯留設備は、プルトニウム濃縮缶の液相部温度高警報、プルトニウム濃縮缶の気相部圧力高高警報及びプルトニウム濃縮缶の気相部温度高警報の3つのうち、2つ以上の警報の発報により T B P 等の錯体の急激な分解反応の発生が検知された場合に、直ちに貯留タンクへの経路の確立及び放射性物質の導出が自動で実施され、T B P 等の錯体の急激な分解反応により発生する放射性物質を含む気体が貯留タンクに導出され、貯留完了後に貯留タンクへの経路から平常運転時の塔槽類廃ガス処理系（プルトニウム系）に系統を切り替えられるものとする。

貯留設備の貯留タンクは、T B P 等の錯体の急激な分解反応の検知を起点として約2時間にわたって放射性物質を含む気体を貯留できる容量として約 11m³を有するものとする。

XXXXXXXXXX については商業機密の観点から公開できません。

viii. 電源設備

電源設備は、1 系列当たり精製建屋で最小約 120 k V A の余裕を有し、T B P 等の錯体の急激な分解反応への対処で 1 系列を用いる。

有効性評価においては、T B P 等の錯体の急激な分解反応への対処に用いる設備が必要な電力を供給できる設計としていることから、以下に示す必要な電力を供給できるものとする。

精製建屋の T B P 等の錯体の急激な分解反応に対処するための設備：約 50 k V A

(5) 操作条件

プルトニウム濃縮缶の加熱の停止において操作を要するものは、プルトニウム濃縮缶を加熱する蒸気発生器へ蒸気を供給する系統の手動弁の閉止操作である。

本操作は、プルトニウム濃縮缶において T B P 等の錯体の急激な分解反応の発生を検知してから速やかに開始し、T B P 等の錯体の急激な分解反応発生を検知から 25 分後までに作業を完了できるものとする。

貯留設備による放射性物質の貯留において操作を要するものは、T B P 等の錯体の急激な分解反応により発生する放射性物質を貯留タンクへ導出した後に、プルトニウム濃縮缶からの排気経路を、貯留設備から平常運転時の塔槽類廃ガス処理系（プルトニウム系）に切り替える操作である。

本操作は、中央制御室から行う操作で、貯留タンクへの放射性物質を含む気体の導出完了から、廃ガス処理設備の排風機の再起動完了まで 8 分で完了するものとする。

これらの対策の準備及び実施時に想定される作業環境を考慮した必

要な作業と所要時間を、第10.1.1－3図及び第10.1.1－6図に示す。

(6) 放出量評価の条件

T B P等の錯体の急激な分解反応によって、プルトニウム濃縮缶から塔槽類廃ガス処理系（プルトニウム系）内の廃ガスポットまでの廃ガスは、セルへ放出され、セル排気系から大気中へ放出される。一方、T B P等の錯体の急激な分解反応に伴い気相中に移行した放射性物質は、プルトニウム濃縮缶に供給される空気、プルトニウム濃縮缶の加熱に伴う溶液の沸騰で発生した水蒸気及び塔槽類廃ガス処理系（プルトニウム系）の系統内の空気により貯留タンクに導かれ、貯留タンクで貯留されるため、貯留タンク内の圧力が規定の圧力である0.7MP aに達するまでの期間においては
大気中への放射性物質の放出は生じない。

貯留タンクへの導出が完了し、排気経路を塔槽類廃ガス処理系（プルトニウム系）に切り替えた以降は、プルトニウム濃縮缶の気相部に残留している放射性物質が塔槽類廃ガス処理系（プルトニウム系）において除染されたうえで外部に放出される。

有効性評価における大気中への放射性物質の放出量は、プルトニウム濃縮缶から廃ガスポットまでの廃ガス及びプルトニウム濃縮缶が保有する放射性物質量に対して、T B P等の錯体の急激な分解反応により影響を受ける割合、溶液の沸騰に伴い気相中に移行する放射性物質の割合、大気中への放出経路における低減割合を乗じて算出する。

セシウム－137への換算係数は、I A E A－T E C D O C－1162に示される、地表沈着した放射性物質からのガンマ線による外部被ばく及び再浮遊した放射性物質の吸入摂取による内部被ばくに係る実効線量への換算係数を用いて、セシウム－137と着目核種との比から算出する。ただし、プルトニウム等一部の核種は、化学形態による影響の違いを補正する係数を乗

じて算出する。

【補足説明資料 10－6】

- i. 塔槽類廃ガス処理系（プルトニウム系）の廃ガスポットからセルへ導出される可能性がある放射性物質の放出量評価
- (i) プルトニウム濃縮缶から塔槽類廃ガス処理系（プルトニウム系）の廃ガスポットまでの廃ガスの全量がセルへ導出されたことを想定し、セル排気系から大気中への放射性物質の放出量を評価する。
- (ii) 塔槽類廃ガス処理系（プルトニウム系）で平常運転時に処理する排気中の放射性物質の濃度は、1日当たり処理する使用済燃料の平均燃焼度 $45,000 \text{ MW d} / \text{t} \cdot U_{\text{Pr}}$ 、照射前燃料濃縮度 $4.5 \text{ wt} \%$ 、比出力 $38 \text{ MW} / \text{t} \cdot U_{\text{Pr}}$ 、冷却期間15年を基に算出した値とする。
- (iii) セルへ導出される廃ガス中に含まれる放射性物質量のうち、T B P等の錯体の急激な分解反応により影響を受ける割合は1とする。
- (iv) 放出経路構造物への沈着による放射性エアロゾルの除染係数は10とする。
- (v) 塔槽類廃ガス処理系（プルトニウム系）の廃ガスポットからセルに放出される部分について、除染係数は10とする。
- (vi) セルへ放出される可能性がある放射性エアロゾルに対するセル排気フィルタユニットの高性能粒子フィルタは1段で、セル排気フィルタユニットの高性能粒子フィルタの放射性エアロゾルの除染係数を 10^3 とし、(iii)及び(vi)と合わせて除染係数は 10^5 とする。
- (vii) 肺に吸収され得るような浮遊性の微粒子状の放射性物質の割合は1とする。
- ii. T B P等の錯体の急激な分解反応のに伴う放射性物質の放出量評価
- (i) プルトニウム濃縮缶を対象に大気中への放射性物質の放出量を評価

する。

- (ii) プルトニウム濃縮缶が内包する放射性物質の濃度は、1日当たり処理する使用済燃料の平均燃焼度 $45,000 \text{ MW d} / \text{ t} \cdot U_{\text{PR}}$ 、照射前燃料濃縮度 $4.5 \text{ w t} \%$ 、比出力 $38 \text{ MW} / \text{ t} \cdot U_{\text{PR}}$ 、冷却期間15年を基に、T B P等の錯体の急激な分解反応が発生する温度が沸点となるまで過濃縮されたプルトニウム溶液から算出した値とする。
- (iii) プルトニウム濃縮缶が保有する放射性物質量は、(ii)において算出した放射性物質の濃度に機器が内包する溶液の体積を乗じて算出する。
- (iv) T B P等の錯体の急激な分解反応の発生後、供給液の供給はインターロックにより速やかに停止するため、1分間T B P等の錯体の急激な分解反応が継続することによる放射性物質の放出量を加味して評価する。
- (v) プルトニウム濃縮缶が保有する放射性物質量のうち、T B P等の錯体の急激な分解反応により影響を受ける割合は1とする。
- (vi) プルトニウム濃縮缶内のT B P量は、100% T B Pの水への溶解度を基に算出した30% T B Pの水への溶解度、濃縮倍率、T B Pの気相への留出率、プルトニウム濃縮缶の液量より算出し約208 gとする。また、1分間T B P等の錯体の急激な分解反応が再発する際に供給されるT B P量は、100% T B Pの水への溶解度を基に算出した30% T B Pの水への溶解度及び1分間の供給量より算出し約1 gとする。
- (vii) T B P等の錯体の急激な分解反応により発生する熱量は $1,400 \text{ k J} / \text{ k g} \cdot \text{ T B P}$ とする。
- (viii) T B P等の錯体の急激な分解反応発生時における放射性物質の気相中への移行率は、爆発事象を想定した実験結果を整理した式のうち最も厳しい結果を与えるupper boundとされる計算式から算出した値とし、以下の通りとする。

- ・プルトリウム濃縮缶内の過濃縮溶液：約 4×10^{-3}

これは、より厳しい条件として、3.5MP a を超える圧力をかけた場合における A R F の算出式を用いて評価した結果であり、安全余裕を見込んだ移行率として採用した。

また、T B P 等の錯体の急激な分解反応発生後、供給液の供給停止までの 1 分間連続供給時 における放射性物質の気相中への移行率は、爆発事象を想定した実験結果を整理した式の 0.35MP a 未満における値とし、以下の通りとする。

- ・T B P 等の錯体の急激な分解反応発生後、1 分間連続供給時に発生する分： 5×10^{-5}

これは、プルトリウム濃縮缶内に T B P 等が供給液の供給分しか無く、分解反応が発生した場合に、分解生成熱量は小さく、発生ガス量も少ないため、濃縮缶内の圧力の上昇が小さいことから、0.35MP a 未満の圧力をかけた場合における A R F の値を採用した。

【補足説明資料 10－7】

- (ix) 放出経路構造物への沈着による放射性エアロゾルの除染係数は10とする。
- (x) 塔槽類廃ガス処理系（プルトリウム系）から放出される放射性エアロゾルに対する塔槽類廃ガス処理系（プルトリウム系）の高性能粒子フィルタは2段で、塔槽類廃ガス処理系（プルトリウム系）の高性能粒子フィルタの放射性エアロゾルの除染係数を1段目は 10^3 、2段目は 10^2 の合計 10^5 とし、(ix)と合わせて除染係数は 10^6 とする。
- (xi) 肺に吸収され得るような浮遊性の微粒子状の放射性物質の割合は1とする。
- (xii) プルトリウム濃縮缶内に残留する放射性物質の割合は、機器に供給さ

れる安全圧縮空気及び一般圧縮空気によって機器外に放射性物質が移動するとして求めた割合である約4%とする。

(7) 判断基準

T B P等の錯体の急激な分解反応の拡大の防止のための措置の有効性評価の判断基準は以下のとおりとする。プルトニウム濃縮缶におけるプルトニウム濃度，T B P量の推移及び圧力の推移を第10.1.2-2図に示す。

a. プルトニウム濃縮缶への供給液の供給停止又は加熱設備の停止

プルトニウム濃縮缶への供給液の供給停止又はプルトニウム濃縮缶への加熱の停止により，T B P等の錯体の急激な分解反応の再発を速やかに防止できること。

b. 大気中への放射性物質の放出量

T B P等の錯体の急激な分解反応の再発を防止し，貯留タンクでの貯留が完了したうえで，塔槽類廃ガス処理系（プルトニウム系）を起動して平常運転時の放出経路に復旧した状況下での大気中へ放出される放射性物質の放出量がセシウム-137換算で100T B qを下回るものであって，かつ，実行可能な限り低いこと。

10.1.2.2 有効性評価の結果

(1) 有効性評価の結果

a. プルトニウム濃縮缶への供給液の供給停止又は加熱設備の停止

T B P 等の錯体の急激な分解反応を検知した場合は、インターロックによりプルトニウム濃縮缶供給槽ゲデオンを T B P 等の錯体の急激な分解反応発生後 1 分以内に停止することができる。

プルトニウム濃縮缶を加熱する蒸気発生器へ蒸気を供給する系統の手動弁の閉止操作は、T B P 等の錯体の急激な分解反応発生後 2 名にて 25 分以内で完了するため、加熱を停止することができる。

プルトニウム濃縮缶供給槽ゲデオンを T B P 等の錯体の急激な分解反応発生後 1 分以内に停止することができるため、T B P 等の錯体の急激な分解反応の再発は速やかに防止できる。

b. 大気中への放射性物質の放出量

貯留設備による放射性物質の貯留後に、塔槽類廃ガス処理系（プルトニウム系）の起動によって、プルトニウム濃縮缶内の気相部に残存している可能性のある放射性物質が放出された場合の放出量は、100 T B q を十分に下回る。

具体的な評価結果を第 10.1.2-2 表から第 10.1.2-3 表に示す。T B P 等の錯体の急激な分解反応で発生した放射性物質については、貯留設備により、可能な限り外部に放出されないよう措置することから、大気中への放射性物質の放出量は、実行可能な限り低くなっており、大気中への放射性物質の放出量（セシウム-137 換算）は約 2×10^{-5} T B q となる。

放射性物質が大気中に放出されるまでの過程を第 10.1.2-3 図に示す。

(2) 不確かさの影響評価

a. 事象、事故条件及び機器条件の不確かさの影響

(a) 貯留設備による放射性物質の貯留

貯留設備による放射性物質の貯留の評価に用いるパラメータは、不確かさを有するため、大気中への放射性物質の放出量に影響を与える。不確かさを考慮した各パラメータの幅を以下に示す。

i. プルトニウム濃縮缶が保有する放射性物質質量

再処理する使用済燃料の冷却期間を15年、プルトニウム濃縮缶が取り扱うことができる最大液量を保有しているものとして算出する放射性物質質量の最大値をMARとして設定する。

再処理する使用済燃料の燃焼条件の変動幅を考慮すると、放射性物質質量の最大値は、1桁未満の下振れを有する。また、再処理する使用済燃料の冷却年数によっては、減衰による放射性物質質量のさらなる低減効果を見込める可能性がある。

ii. T B P等の錯体の急激な分解反応が発生後の供給液の供給時間

T B P等の錯体の急激な分解反応を検知後、インターロックにより自動的にプルトニウム濃縮缶供給槽ゲデオンは停止するため、供給液の供給は速やかに停止することから、供給液の供給が停止するまでの時間には1桁未満の下振れがある。

iii. T B P等の錯体の急激な分解反応が発生後、連続供給時に発生する放射性物質質量

T B P等の錯体の急激な分解反応が発生するプルトニウム濃度は800 g / Lであり、プルトニウム溶液の粘性は高いと考えられ、この濃度での実験結果はないことから、気液分離部から加熱部への流動については不確かさが存在する。また、800 g / Lのプルトニウム溶液と供給液の混合液が加熱されることによる分解反応の発生についても不確かさが

存在する。それぞれ、分解反応が発生することを前提とした設定した値であることから、体系に起因した不確かさとして1桁未満の下振れを有する。

iv. T B P等の錯体の急激な分解反応発生時における放射性物質の気相中への移行率

T B P等の錯体の急激な分解反応発生時における放射性物質の気相中への移行率を算出する際に使用した式は、N U R E G / C R - 6410における爆発事象を想定した実験結果を整理した式のうち最も厳しい結果を与えるu p p e r b o u n dとされる計算式を使用しており、実験結果に対するb e s t f i tの計算式との比較により、実際には1桁程度の下振れを有する。

一方、この式ではT B P等の錯体の急激な分解反応による発生エネルギーを算出する必要があり、T B P等の錯体の急激な分解反応により発生する熱量は、引用する分解反応によって発生する単位T B P量あたりの熱量によっては1桁未満の上振れを有する。また、T B Pの水への溶解度の幅を考慮すると、条件によっては1桁未満の上振れを有する可能性がある。

T B P等の錯体の急激な分解反応発生後、供給液の供給停止までの間における放射性物質の気相中への移行率は、T B P量が少なく、分解生成熱量及び発生ガス量が小さいことから爆発事象を想定した実験結果を整理した式の0.35M P a 未満における値を用いているため、不確かさは考慮しない。

v. 放出経路構造物による放射性物質の除染係数

プルトニウム濃縮缶から塔槽類廃ガス処理系（プルトニウム系）の排風機までの経路上のプルトニウム精製設備及び塔槽類廃ガス処理系（プ

ルトニウム系)の配管は、曲がり部が多く、数十m以上の長い配管及び複数の機器で構成されることから、放射性物質を大気中へ押し出すエネルギーの減衰や放射性エアロゾルの沈着による除去が期待できる。

エネルギーの減衰や放射性エアロゾルの沈着による除去について、プルトニウム精製設備及び塔槽類廃ガス処理系(プルトニウム系)の構造的な特徴による除去により設定値に対して1桁程度の上振れを有する。

一方、粒子径分布によっては、設定値に対して1桁程度の下振れを有する可能性がある。

vi. 貯留タンクへの放射性物質の貯留割合

T B P 等の錯体の急激な分解反応への対策として実施する貯留タンクへの放射性物質の貯留は、確実性が高い対策ではあるが、万一、機器の動作不良等により貯留タンクへの気体の導出ができない場合には、塔槽類廃ガス処理系(プルトニウム系)を再起動し、主排気筒から大気中へ放射性物質を放出する。この場合には、T B P 等の錯体の急激な分解反応の発生に伴う放射性物質の放出量は、設定値に対して2桁未満の上振れとなる。

b. 操作条件の不確かさの影響

(a) 実施組織要員の操作

排気経路の塔槽類廃ガス処理系(プルトニウム系)への切替え操作については、切替え操作が想定よりも時間を要した場合においても、貯留タンクと塔槽類廃ガス処理系(プルトニウム系)との間に設置する逆止弁により、貯留タンク内の放射性物質が塔槽類廃ガス処理系(プルトニウム系)に移行することはない。また、切替え操作に想定よりも時間を要した場合には、貯留タンク内の圧力が空気圧縮機の吐出圧に達することで、貯留タ

ンクへの放射性物質の導出が困難となり、塔槽類廃ガス処理系（プルトニウム系）の廃ガスポットからセルに放射性物質が導出される可能性はあるが、塔槽類廃ガス処理系（プルトニウム系）を起動することにより塔槽類廃ガス処理系（プルトニウム系）の高性能粒子フィルタにより放射性エアロゾルを除去した後、主排気筒から大気中へ放出することから、判断基準を満足することに変わりはない。

万一、放射性物質の全量が廃ガスポットからセルへ導出された場合には、放射性エアロゾルは建屋換気設備に設置されているセル排気フィルタユニットの高性能粒子フィルタにより除去される。廃ガスポットは塔槽類廃ガス処理系（プルトニウム系）の高性能粒子フィルタよりも上流にあることから、セル排気フィルタユニットによって除染された放射性物質は、設定値に対して3桁未満の上振れを有するが、判断基準を満足することに変わりはない。

T B P等の錯体の急激な分解反応の発生検知後に実施する加熱蒸気の供給停止操作に想定よりも時間を要した場合、プルトニウム濃縮缶の温度が高い状態が継続することとなるが、T B P等を含む供給液の供給は停止しており、T B P等の錯体の急激な分解反応の再発は防止できていることから、判断基準を満足することに変わりはない。

(b) 作業環境

T B P等の錯体の急激な分解反応は内部事象を起因としており、有意な作業環境の悪化はないことから、実施組織要員の操作の時間余裕には影響を与えない。

10. 1. 2. 3 同時発生又は連鎖

(1) 同時発生

T B P 等の錯体の急激な分解反応の発生原因は、動的機器の多重故障及び誤操作を起因とした複数の発生防止機能の喪失であるが、発生防止機能は事象の発生を想定する機器間で独立しているため、他濃縮缶又は蒸発缶において同時に機能喪失することは考えられない。このため、T B P 等の錯体の急激な分解反応の同時発生は想定しない。

(2) 連鎖

a. 起因となる重大事故等の事象進展，事故規模の分析

プルトニウム濃縮缶においてT B P 等の錯体の急激な分解反応が発生した場合の事故時環境は、以下のとおりである。

(a) 温度

プルトニウム濃縮缶内の液相部及び気相部はT B P 等の錯体の急激な分解反応が発生する温度に到達しており、T B P 等の錯体の急激な分解反応に伴い分解生成物及び熱が発生し、プルトニウム濃縮缶気相部での温度は370℃程度であるが、塔槽類廃ガス処理系（プルトニウム系）の高性能粒子フィルタでは40℃程度である。これらの温度では、安全機能を有する機器の材質の強度が有意に低下することはなく、機器に接続する安全機能を有する機器が損傷又は機能劣化することはない。

(b) 圧力

プルトニウム濃縮缶内の気相部は、T B P 等の錯体の急激な分解反応によって分解生成物及び熱が発生することから、一時的に840 k P a 程度まで上昇する。塔槽類廃ガス処理系（プルトニウム系）の高性能粒子フィルタでは差圧が4 k P a 程度である。これらの圧力や差圧では、安全機能を

有する機器の材質の強度が有意に低下することではなく、機器に接続する安全機能を有する機器が損傷又は機能劣化することはない。

(c) 湿度

プルトニウム濃縮缶では平常運転として蒸発濃縮運転をしていることから、平常運転時から多湿環境下であり、機器自体及び機器に接続する安全機能を有する機器が損傷することはなく、また、湿度の影響が機器のバウンダリを超えて波及することはない。

(d) 放射線

T B P等の錯体の急激な分解反応の発生に至ったとしても、機器内の放射線環境はT B P等の錯体の急激な分解反応の発生前後で変化することはない。一方、T B P等の錯体の急激な分解反応によって圧力波の伝播に伴う溶液の飛散や急激な加圧に伴い溶液中の放射性物質が機器外へ移行するため、機器外の線量率が上昇するものの、安全機能を有する機器が損傷又は機能劣化することはない。

(e) 物質（水素、煤煙、放射性物質）及びエネルギーの発生

T B P等の錯体の急激な分解反応に伴い分解生成物やエネルギーが発生することで温度や圧力が上昇するが、(a) 温度及び(b) 圧力に示したように、機器に接続する安全機能を有する機器が損傷又は機能劣化することはない。

(f) 落下・転倒による荷重

T B P等の錯体の急激な分解反応が発生した場合でも、T B P等の錯体の急激な分解反応により発生するエネルギーが機器の材質の強度を有意に低下させることはないため、機器が落下・転倒することはない。

(g) 腐食環境

プルトニウム溶液の過濃縮により、機器気相部が硝酸雰囲気になるが、プルトニウム濃縮缶凝縮器において蒸気が除去されるため、プルトニウム

濃縮缶凝縮器下流では硝酸の存在比率が低下し、安全機能を有する機器が損傷することはない。

T B P 等の錯体の急激な分解反応の発生により、プルトニウム濃縮缶及び塔槽類廃ガス処理系（プルトニウム系）の配管内が同伴する硝酸成分により硝酸雰囲気となるが、ステンレス鋼等製であるため、ステンレス鋼等から構成される安全機能を有する機器が損傷又は機能劣化することはない。

b. 起因となる重大事故等の事故影響が及ぶ範囲の特定及び安全機能喪失の分析

プルトニウム濃縮缶において T B P 等の錯体の急激な分解反応が発生した場合、発生するエネルギーは 0.1MJ 程度である。プルトニウム濃縮缶に接続する常設重大事故等対処設備の機器、配管、精製建屋塔槽類廃ガス処理設備その他安全機能を有する機器の材質はステンレス鋼又はジルコニウムであり、事象、事故条件及び機器条件の不確かさを考慮しても、安全機能を有する機器が損傷することはなく、機器のバウンダリを超えて影響が波及することもないことから、他の重大事故等が連鎖して発生することはない。

(a) 臨界事故への連鎖

T B P 等の錯体の急激な分解反応が発生するプルトニウム濃縮缶において講じられている臨界事故に係る安全機能は、全濃度安全形状寸法管理である。T B P 等の錯体の急激な分解反応発生時の温度、圧力、核燃料物質の濃度変動、その他のパラメータ変動を考慮しても、臨界事故に係る安全機能が喪失することはない。

また、これらの事故影響が、貯槽等のバウンダリを越えて波及することは想定されないことから、プルトニウム濃縮缶以外の貯槽等において臨界事故が連鎖して発生することはない。

(b) 冷却機能の喪失による蒸発乾固への連鎖

T B P 等の錯体の急激な分解反応が発生するプルトニウム濃縮缶は安全冷却水系による冷却は行っておらず、T B P 等の錯体の急激な分解反応によるエネルギーを全て溶液に与えたとしても、溶液の性状が変化するような温度変化は生じない。

また、これらの事故影響が、貯槽等のバウンダリを越えて波及することは想定されないことから、プルトニウム濃縮缶以外の貯槽等において冷却機能の喪失による蒸発乾固が連鎖して発生することはない。

(c) 水素爆発への連鎖

T B P 等の錯体の急激な分解反応が発生するプルトニウム濃縮缶において講じられている水素爆発に係る安全機能は、安全圧縮空気系による水素掃気機能であるが、想定される温度、圧力、その他のパラメータ変動を考慮しても安全圧縮空気系による水素掃気機能が喪失することはない。

また、これらの事故影響が、貯槽等のバウンダリを超えて波及することは想定されないことから、プルトニウム濃縮缶以外の貯槽等において当該貯槽等以外の貯槽等において水素爆発が連鎖して発生することはない。

(d) 有機溶媒等による火災への連鎖

T B P 等の錯体の急激な分解反応によるエネルギーを全て溶液に与えたとしても、溶液の性状が変化するような温度変化は生じない。

また、これらの事故影響が、貯槽等のバウンダリを越えて波及ことは想定されないことから、有機溶媒等による火災が連鎖して発生することはない。

(e) 使用済燃料貯蔵槽における燃料損傷への連鎖

T B P 等の錯体の急激な分解反応が発生するプルトニウム濃縮缶は、使用済み燃料貯蔵槽が設置される建屋とは異なる建屋に設置されているため、

使用済燃料貯蔵槽における燃料損傷が連鎖して発生することはない。

10.1.2.4 判断基準への適合性の検討

T B P 等の錯体の急激な分解反応の拡大防止対策として、プルトニウム濃縮缶において T B P 等の錯体の急激な分解反応が発生した場合でのプルトニウム濃縮缶への供給液の供給を停止する手段、プルトニウム濃縮缶を加熱する蒸気発生器へ蒸気を供給する系統の手動弁を閉止する手段、貯留設備へ放射性物質を貯留する手段及び塔槽類廃ガス処理系（プルトニウム系）を平常運転時の放出経路へ復旧する手段を整備しており、これらの対策について有効性評価を行った。

プルトニウム濃縮缶への供給液の供給は、T B P 等の錯体の急激な分解反応を検知後、インターロックにより速やかに停止することで、T B P 等の錯体の急激な分解反応の再発を防止することができる。

プルトニウム濃縮缶への加熱は、T B P 等の錯体の急激な分解反応を検知後、プルトニウム濃縮缶を加熱する蒸気発生器へ蒸気を供給する系統の手動弁を閉止することで、T B P 等の錯体の急激な分解反応の再発を防止することができる。

放射性物質を塔槽類廃ガス処理系（プルトニウム系）の高性能粒子フィルタで除去することにより、大気中へ放出される放射性物質の放出量（セシウム-137 換算）は、約 5×10^{-4} T B q である。貯留設備による放射性物質の貯留を減ずることにより、T B P 等の錯体の急激な分解反応による大気中への放射性物質の放出量（セシウム-137 換算）は、約 2×10^{-5} T B q であり、設定した貯留設備による放射性物質の貯留の評価に用いるパラメータの不確かさの幅を考慮しても、100 T B q を下回る。このため、有効性評価で示す大気中への放射性物質の放出量は妥当であると考えられ、大気中への異常な水準の放出を防止することができる。

評価条件の不確かさについて確認した結果、運転員等操作時間に与える

影響及び評価項目となるパラメータに与える影響は無視できる又は小さいことを確認した。

以上より、「(5) 有効性評価の判断基準」を満足する。

10.2 T B P 等の錯体の急激な分解反応の拡大防止対策に必要な要員及び資源

T B P 等の錯体の急激な分解反応の拡大防止対策に必要な要員及び資源を以下に示す。

(1) 必要な要員の評価

T B P 等の錯体の急激な分解反応において、プルトニウム濃縮缶への供給液の供給停止後の液位監視、加熱停止及び温度の監視、貯留設備への放射性物質の貯留時の監視及び塔槽類廃ガス処理系（プルトニウム系）を平常運転時の放出経路へ復旧させる操作に必要な要員は7名であり、13名の実施組織要員で実施可能である。

(2) 必要な資源の評価

T B P 等の錯体の急激な分解反応は、動的機器の機能喪失及び人為的な過失の重畳を起因として発生することから、電源等については平常運転時と同様に使用可能である。

a. 電源

T B P 等の錯体の急激な分解反応への対処に必要な負荷は、最小余裕約120 k V A に対し最大でも貯留設備の空気圧縮機の約50 k V A である。また、空気圧縮機の起動時を考慮しても約80 k V A であり最小余裕に対して余裕があることから、必要電源容量を維持できる。

第 10.1.1－1 表 プルトニウム濃縮缶への供給液の供給停止及び加熱停止における手順と設備の関係

	判断及び操作	手順	重大事故等対処施設		
			常設重大事故等対処設備	可搬型重大事故等対処設備	計装設備
a .	T B P 等の錯体の急激な分解反応の発生検知及び重大事故等の判断	・プルトニウム濃縮缶圧力計における圧力高高警報の発報，プルトニウム濃縮缶気相部温度高警報及びプルトニウム濃縮缶液相部温度高警報の3つのうち2つ以上の警報の発報により，T B P 等の錯体の急激な分解反応の発生を判断し，重大事故等対策として以下の b . <u>及び c .</u> に移行する。	二	一	・中央制御室の監視 <u>制御盤</u> ・プルトニウム濃縮 <u>缶圧力計</u> ・プルトニウム濃縮 <u>缶気相部温度計</u> ・プルトニウム濃縮 <u>缶液相部温度計</u>
b .	供給液の供給停止の <u>成功判断</u>	・プルトニウム濃縮缶供給槽液位計により，プルトニウム濃縮缶への供給が停止したことを判断する。	・プルトニウム濃縮缶供給槽ゲデオン	一	・中央制御室の監視 <u>制御盤</u> ・プルトニウム濃縮 <u>缶供給槽液位計</u>

(つづき)

	判断及び操作	手順	重大事故等対処施設		
			常設重大事故等対処設備	可搬型重大事故等対処設備	計装設備
c.	プルトニウム濃縮缶への加熱蒸気の供給停止	・ 蒸気発生器へ蒸気を供給する系統の手動弁の閉止操作を実施する。	・ 蒸気発生器へ蒸気を供給する系統の手動弁	—	—
d.	プルトニウム濃縮缶への加熱蒸気の供給停止の成功判断	・ プルトニウム濃縮缶加熱蒸気温度計により, 加熱蒸気温度がT B P等の錯体の急激な分解反応が発生する温度未満になったことを確認する。	—	—	・ <u>中央制御室の監視制御盤</u> ・ <u>プルトニウム濃縮缶加熱蒸気温度計</u>

第 10.1.1－2 表 貯留タンクへの放射性物質の貯留おける手順と設備の関係

	判断及び操作	手順	重大事故等対処施設		
			常設重大事故等対処設備	可搬型重大事故等 対処設備	計装設備
a .	T B P 等の錯体の急激な分解反応の発生検知及び重大事故等の判断	・ プルトニウム濃縮缶圧力計における圧力高高警報の発報, プルトニウム濃縮缶気相部温度高警報及びプルトニウム濃縮缶液相部温度高警報の 3 つのうち 2 つ以上の警報の発報により, T B P 等の錯体の急激な分解反応の発生を判断し, 重大事故等対策として以下の b . に移行する。	二	—	・ 中央制御室の監視制御盤 ・ プルトニウム濃縮缶圧力計 ・ プルトニウム濃縮缶気相部温度計 ・ プルトニウム濃縮缶液相部温度計

(つづき)

	判断及び操作	手順	重大事故等対処施設		
			常設重大事故等対処設備	可搬型重大事故等 対処設備	計装設備
b.	<u>貯留タンクへの導出状況の確認</u>	・ <u>貯留設備の圧力計及び流量計により、放射性物質を含む気体が貯留タンク内へ導出されていることを確認する。</u> ・ <u>貯留設備の圧力計及び流量計を監視する。</u>	・ プルトニウム精製設備の配管・弁 ・ 塔槽類廃ガス処理系（プルトニウム系）の<u>主配管</u>・<u>弁</u> ・ 塔槽類廃ガス処理系（プルトニウム系）の<u>隔離弁</u> ・ 塔槽類廃ガス処理系（プルトニウム系）の<u>排風機</u> ・ 塔槽類廃ガス処理系（プルトニウム系）の<u>高性能粒子フィルタ</u> ・ <u>貯留設備の隔離弁</u> ・ <u>貯留設備の空気圧縮機</u> ・ <u>貯留設備の逆止弁</u> ・ <u>貯留設備の貯留タンク</u> ・ <u>貯留設備の主配管・弁</u>	—	・ <u>中央制御室の監視制御盤</u> ・ <u>中央制御室の安全系監視制御盤</u> ・ <u>貯留設備の圧力計</u> ・ <u>貯留設備の流量計</u>

(つづき)

	判断及び操作	手順	重大事故等対処施設		
			常設重大事故等対処設備	可搬型重大事故等 対処設備	計装設備
c.	貯留タンクへの導出完了判断及び塔槽類廃ガス処理系（プルトニウム系）による排気再開	・貯留タンク内の圧力が規定の圧力に達した場合に、導出の完了と判断する。	—	—	・中央制御室の監視制御盤 ・貯留設備の圧力計

(つづき)

	判断及び操作	手順	重大事故等対処施設		
			常設重大事故等対処設備	可搬型重大事故等 対処設備	計装設備
c.	貯留タンクへの 導出完了判断及 び塔槽類廃ガス 処理系（プルト ニウム系）によ る排気再開	・ 塔槽類廃ガス処理系 （プルトニウム系）の 隔離弁の開操作を行 い、塔槽類廃ガス処理 系（プルトニウム系） の排風機を再起動する ことで通常時の放出経 路に復旧し、管理され た状態において放出す る。 ・ <u>貯留設備の隔離弁を閉 止し、空気圧縮機を停 止する。</u>	・ プルトニウム精製設備の配管・弁 ・ 塔槽類廃ガス処理系（プルトニウム系）の<u>主配管・弁</u> ・ 塔槽類廃ガス処理系（プルトニウム系）の隔離弁 ・ 塔槽類廃ガス処理系（プルトニウム系）の高性能粒子フィルタ ・ 塔槽類廃ガス処理系（プルトニウム系）の排風機 ・ <u>塔槽類廃ガス処理系（プルトニウム系）の廃ガスボ ット</u> ・ 貯留設備の<u>主配管・弁</u> ・ 貯留設備の隔離弁 ・ 貯留設備の貯留タンク ・ <u>精製建屋換気設備のダクト・ダンパ</u> ・ <u>精製建屋換気設備のグローブボックス・セル排風機</u> ・ <u>精製建屋換気設備のセル排気フィルタユニット</u> ・ <u>ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋換気設備のダク ト・ダンパ</u> ・ <u>主排気筒</u>	—	・ <u>貯留設備の 圧力計</u>

第10.1.2-1表 TBP等の錯体の急激な分解反応の対処において使用する設備

機器グループ	設備		TBP爆発に対処するための措置				
			プルトニウム濃縮缶への供給停止		加熱蒸気の供給停止	貯留設備への放射性物質の貯留	放出低減対策
	設備名称	構成する機器	重大事故等対処設備	自主対策設備	重大事故等対処設備	重大事故等対処設備	重大事故等対処設備
精製建屋 TBP爆発	計測制御系統施設	緊急停止操作スイッチ(精製施設用) (電路含む)	×	○	×	×	×
		監視制御盤(精製施設用) (電路含む)	○	○	○	○	×
		安全系監視制御盤(精製建屋)	×	×	×	○	×
		緊急停止系(精製建屋) (工程制御盤、電路含む)	×	○	×	×	×
		プルトニウム濃縮缶供給槽液位計	○	○	×	×	×
		プルトニウム濃縮缶圧力計	○	○	○	○	×
		プルトニウム濃縮缶気相部温度計	○	○	○	○	×
		プルトニウム濃縮缶液相部温度計	○	○	○	○	×
		プルトニウム濃縮缶加熱蒸気温度計	×	×	○	×	×
	(計測制御系統施設)	貯留設備の圧力計	×	×	×	○	×
		貯留設備の流量計	×	×	×	○	×
	プルトニウム精製設備	配管・弁[流路]	○	○	○	○	○
		プルトニウム濃縮缶供給槽ゲデオン	○	○	×	×	×
		蒸気発生器へ蒸気を供給する系統の手動弁	×	×	○	×	×
	精製建屋塔槽類廃ガス処理設備	主配管・弁[流路]	×	×	×	○	○
		高性能粒子フィルタ	×	×	×	○	○
		隔離弁	×	×	×	○	○
		廃ガスボット	×	×	×	×	○
		排風機	×	×	×	○	○
		圧力計	×	×	×	○	×
	(精製建屋塔槽類廃ガス処理設備)	貯留設備主配管・弁[流路]	×	×	×	○	○
		貯留設備の隔離弁	×	×	×	○	○
		貯留設備の空気圧縮機	×	×	×	○	×
		貯留設備の逆止弁	×	×	×	○	×
		貯留設備の貯留タンク	×	×	×	○	○
	精製建屋換気設備	ダクト・ダンパ[流路]	×	×	×	×	○
		グローブボックス・セル排風機	×	×	×	×	○
		セル排気フィルタユニット	×	×	×	×	○
	ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋 換気設備	ダクト・ダンパ[流路]	×	×	×	×	○
	主排気筒	主排気筒	×	×	×	×	○
	一般冷却水系	冷水ポンプ	×	×	×	○	×
		冷水膨張槽	×	×	×	○	×
		冷水中間熱交換器	×	×	×	○	×
		一般冷却水系配管・弁[流路]	×	×	×	○	×
	一般圧縮空気系	一般圧縮空気系配管・弁[流路]	○	×	×	○	×
	安全圧縮空気系	安全圧縮空気系配管・弁[流路]	×	×	×	○	×
	電気設備	精製建屋の6.9kV運転予備用母線	○	○	○	○	○
		精製建屋の460V運転予備用母線	○	○	○	○	○
		精製建屋の常用直流電源設備	○	○	○	○	○
		ユーティリティ建屋の6.9kV運転予備用主母線	○	○	○	○	○
		制御建屋の6.9kV運転予備用母線	○	○	○	○	○
		制御建屋の460V運転予備用母線	○	○	○	○	×
		制御建屋の常用直流電源設備	○	○	○	○	×
		受電変圧器	○	○	○	○	○
		受電開閉設備	○	○	○	○	○
		精製建屋の6.9kV非常用母線	×	○	○	○	○
		精製建屋の460V非常用母線	×	○	○	○	○
		精製建屋の非常用直流電源設備	×	○	○	○	○
		非常用電源建屋の6.9kV非常用主母線	×	○	○	○	○
		制御建屋の6.9kV非常用母線	×	○	○	○	○
		制御建屋の460V非常用母線	×	×	×	○	×
		制御建屋の非常用直流電源設備	×	×	×	○	×

第10.1.2－2表（1） 「精製施設のプルトニウム精製設備のプルトニウム濃縮缶のT B P等の錯体の急激な分解反応」時の放射性物質の放出量

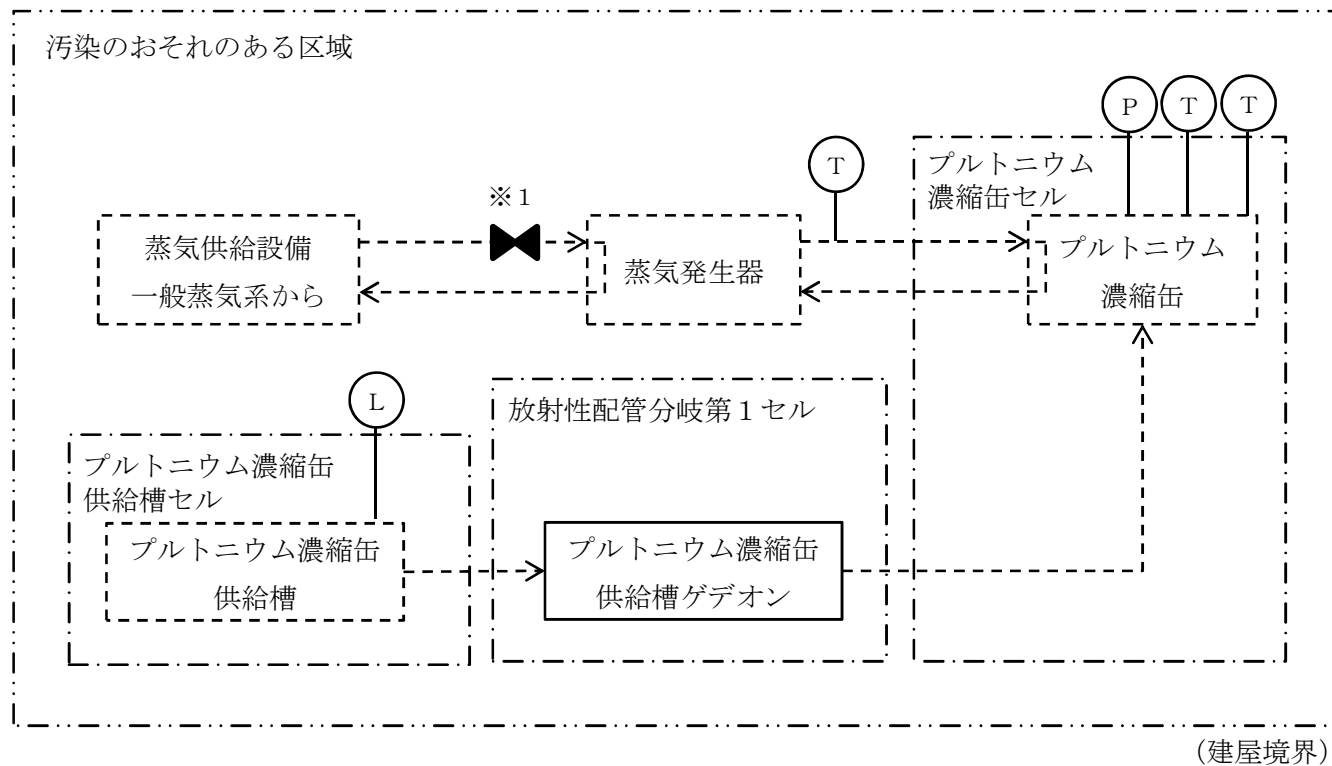
核 種	放出量(B q)
P u－238	<u>4×10^5</u>
P u－239	<u>4×10^4</u>
P u－240	<u>7×10^4</u>
P u－241	<u>9×10^6</u>

第10.1.2－2表（2） 「精製施設のプルトニウム精製設備のプルトニウム濃縮缶のT B P等の錯体の急激な分解反応」時の放射性物質の放出量（廃ガスボットからセルに導出される空気）

核 種	放出量(B q)
P u－238	<u>6×10^2</u>
P u－239	<u>6×10^1</u>
P u－240	<u>9×10^1</u>
P u－241	<u>2×10^4</u>

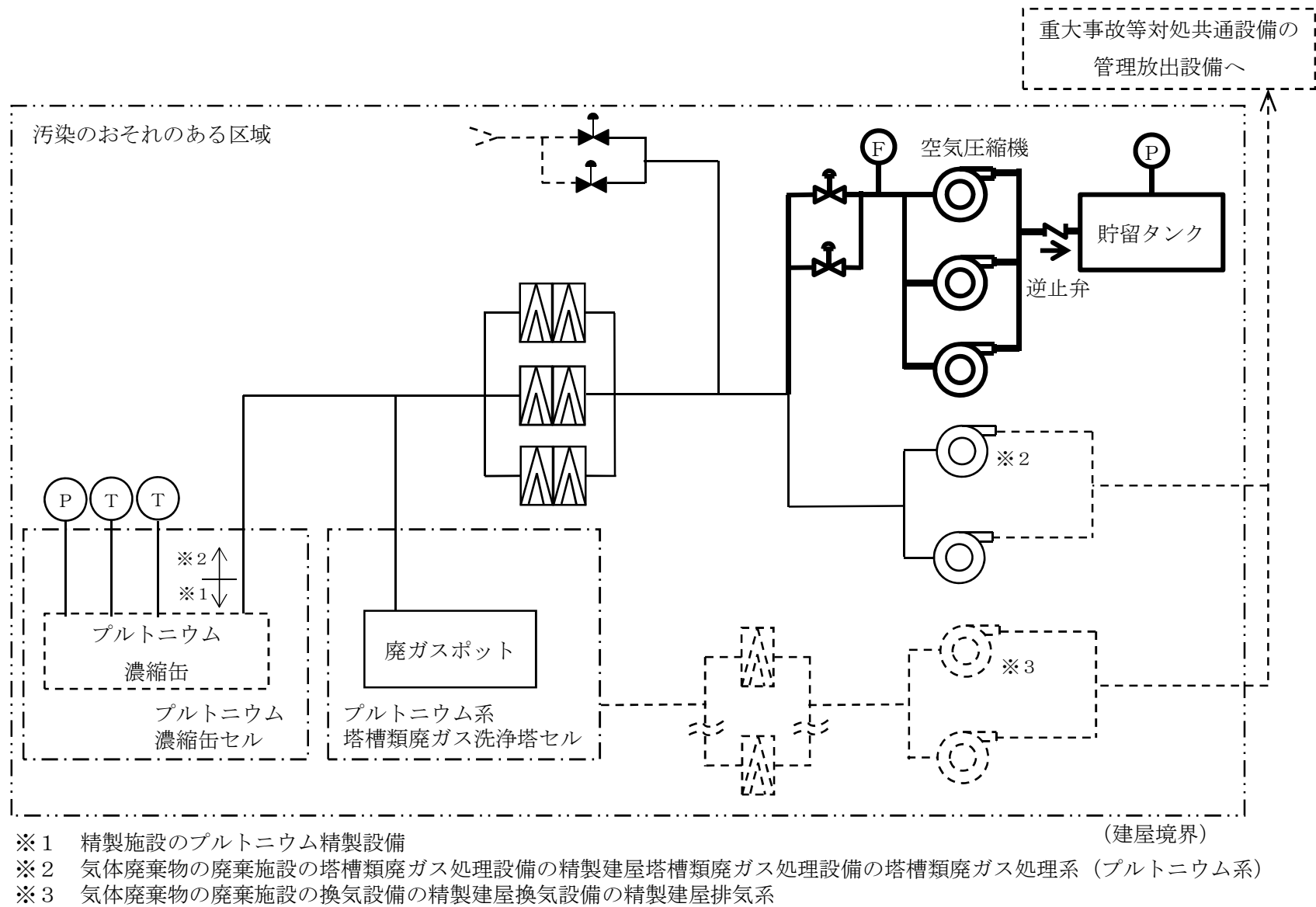
第10.1.2－3表 「精製施設のプルトニウム精製設備のプルトニウム濃縮
 缶のT B P等の錯体の急激な分解反応」時の放射性物質
 の放出量（C s－137換算値）

評価対象	放出量(T B q)
C s－137換算値	<u>2×10^{-5}</u>

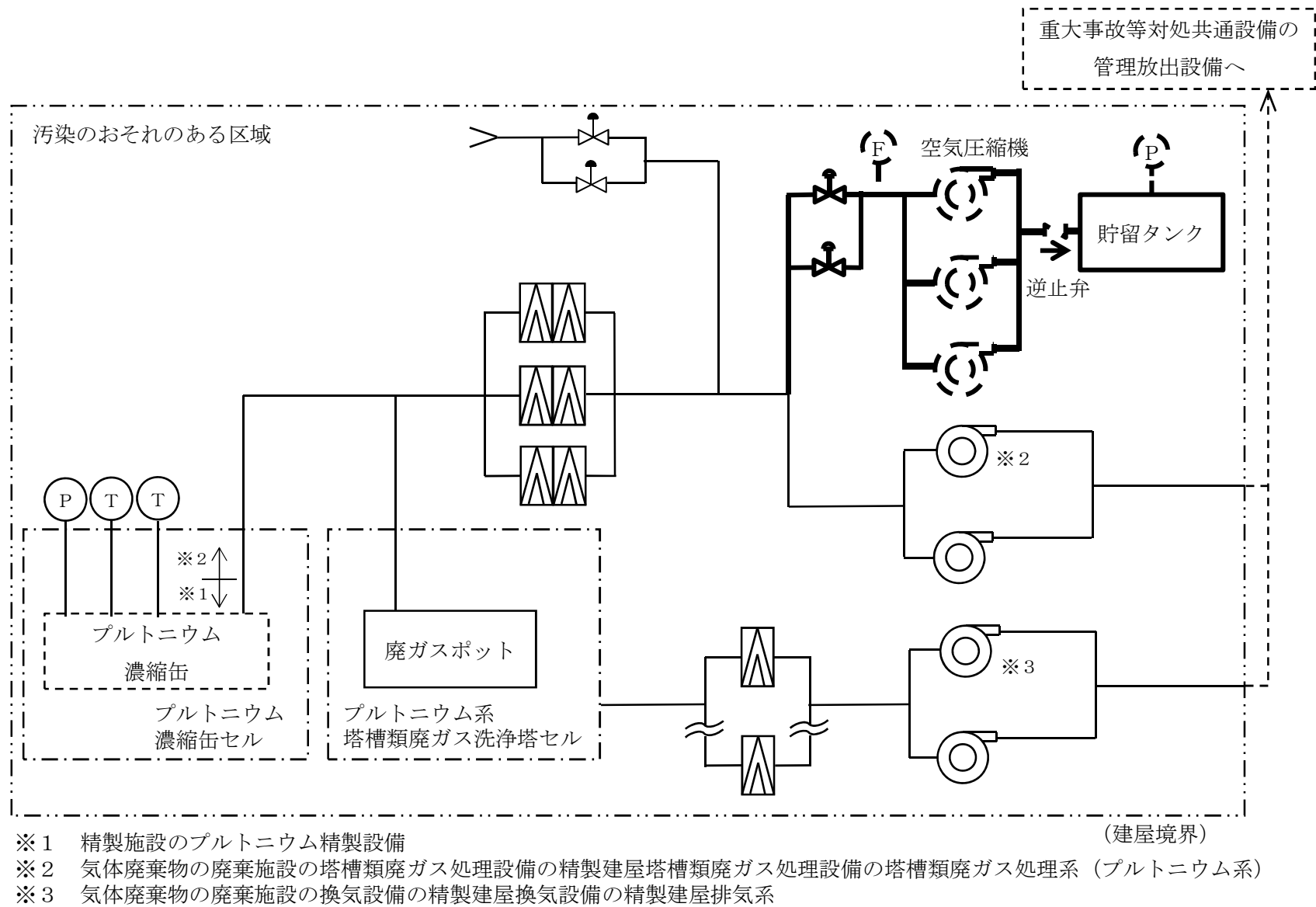


※1 精製施設のプルトニウム精製設備

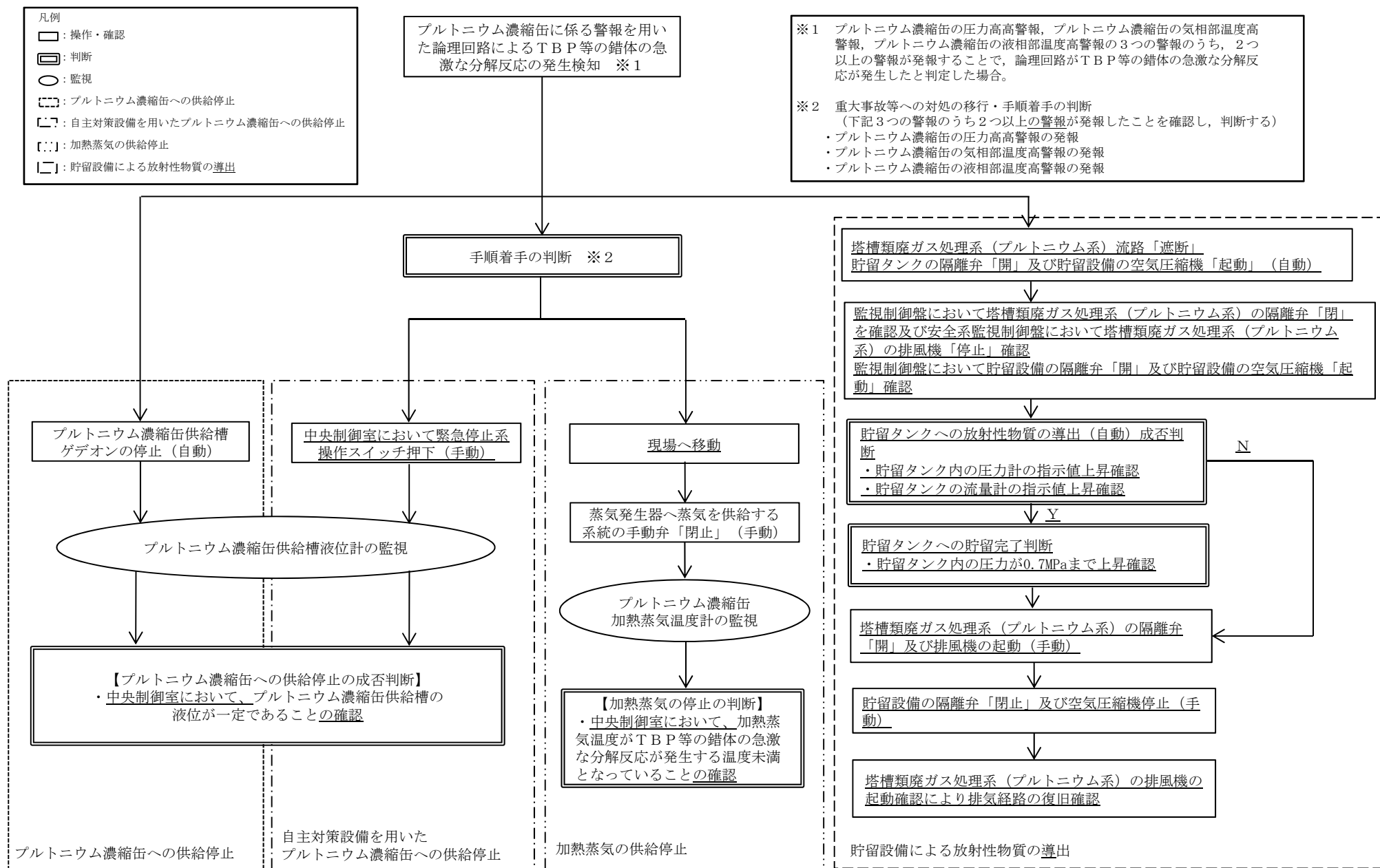
第10 - 1 図 T B P等の錯体の急激な分解反応に対処するための設備の系統概要図
(プルトニウム濃縮缶への供給停止・加熱蒸気の供給停止)



第10 - 2 図 (1) T B P 等の錯体の急激な分解反応に対処するための設備の系統概要図
(貯留設備を用いた放射性物質の貯留)



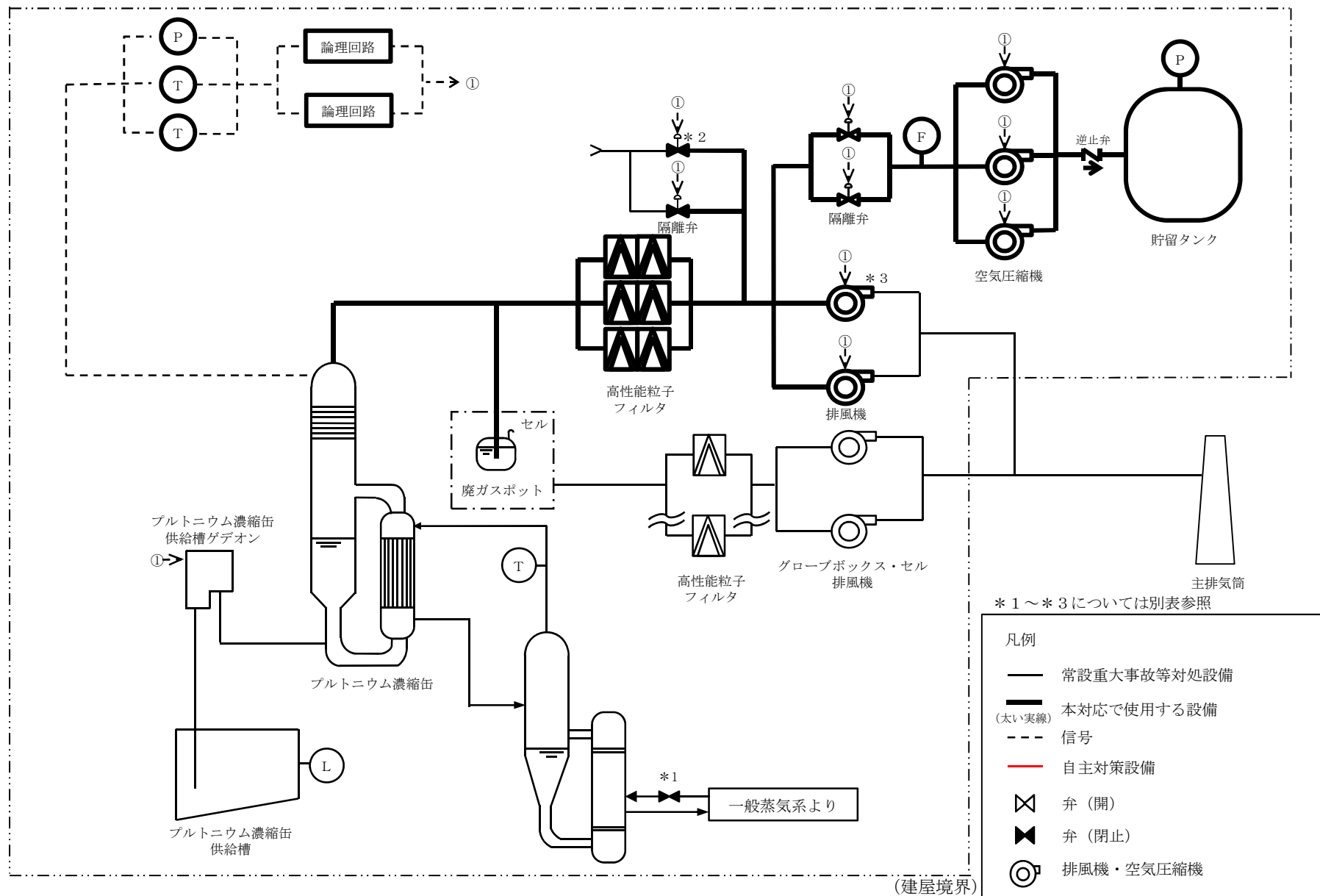
第10 - 2 図 (2) T B P 等の錯体の急激な分解反応に対処するための設備の系統概要図
(放出低減対策)



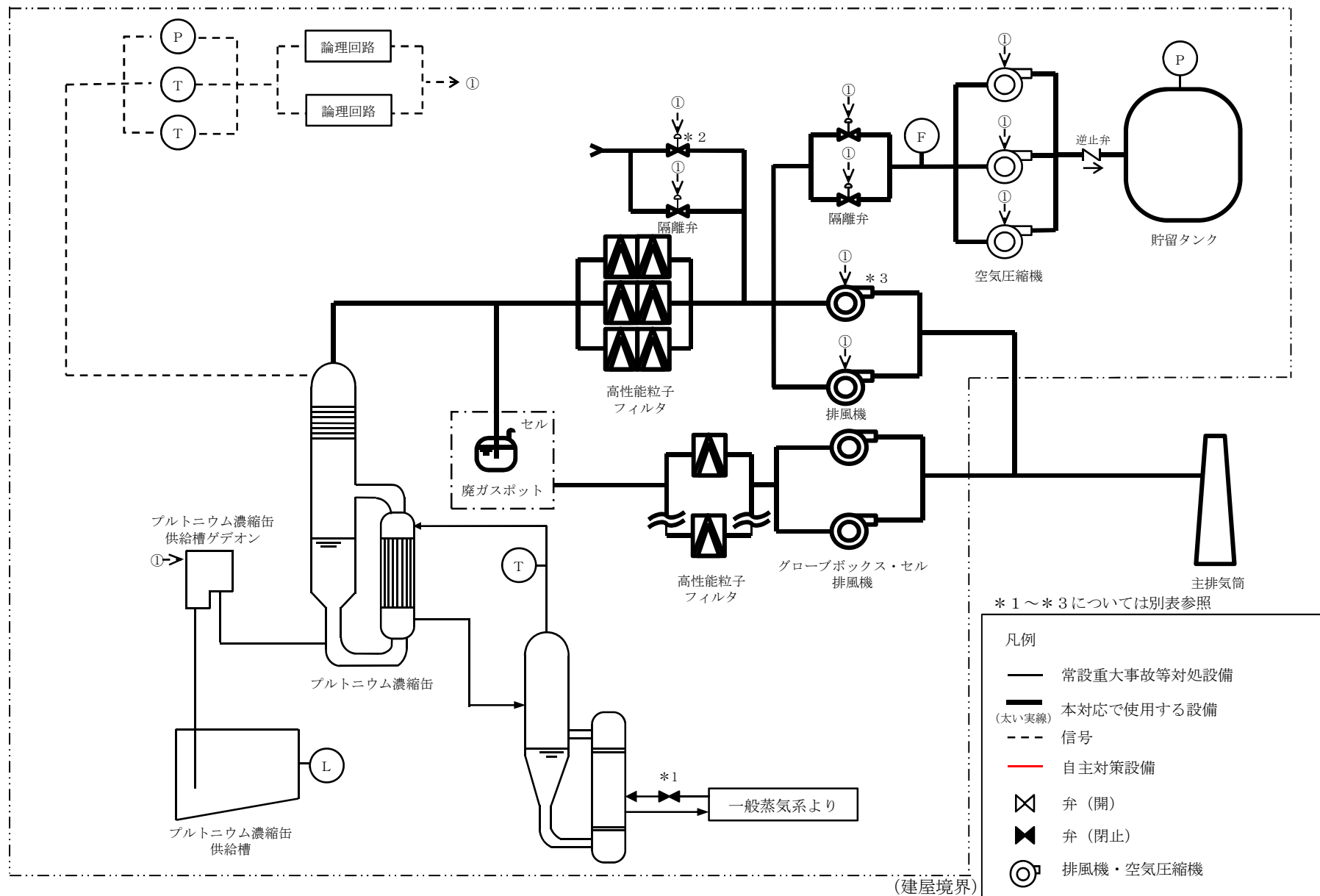
第10.1.1-2 図「精製建屋におけるプルトニウム精製設備のプルトニウム濃縮缶のT B P等の錯体の急激な分解反応」の手順の概要

対策	作業		要員数		経過時間（分）														備 考
					0:10	0:20	0:30	0:40	0:50	1:00									
					▽事象発生														
拡大防止	発生検知	・プルトニウム濃縮缶の圧力高高警報、プルトニウム濃縮缶の気相部温度高警報及びプルトニウム濃縮缶の液相部温度高警報のうち2つが発報した場合にT B P等の錯体の急激な反応分解の発生を判断	統括当直長 (実施責任者)	1	0:01														
	液位監視	・プルトニウム濃縮缶供給槽液位の監視	A, B	2	0:20														
	加熱蒸気の供給停止	・蒸気発生器へ蒸気を供給する系統の手動弁の閉止	C, D	2	0:05														
	温度監視	・加熱蒸気温度の監視	A, B	2	0:25														

第10.1.1-3 図 「精製建屋のプルトニウム精製設備のプルトニウム濃縮缶のT B P等の錯体の分解反応」の拡大防止対策の作業と所要時間



第10.1.1-4図 TBP等の錯体の急激な分解反応に対処するための設備の系統概要図
(貯留設備による放射性物質の貯留)



第10.1.1. - 5 図 T B P等の錯体の急激な分解反応に対処するための設備の系統概要図（放出低減対策）

対策	作業		要員数		経過時間（分）														備 考																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
					0:10	0:20	0:30	0:40	0:50																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
					▽事象発生																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												

第10. 1. 1-6 図 「精製建屋のプルトニウム精製設備のプルトニウム濃縮缶のT B P等の錯体の分解反応」
異常な水準の放出防止対策の作業と所要時間

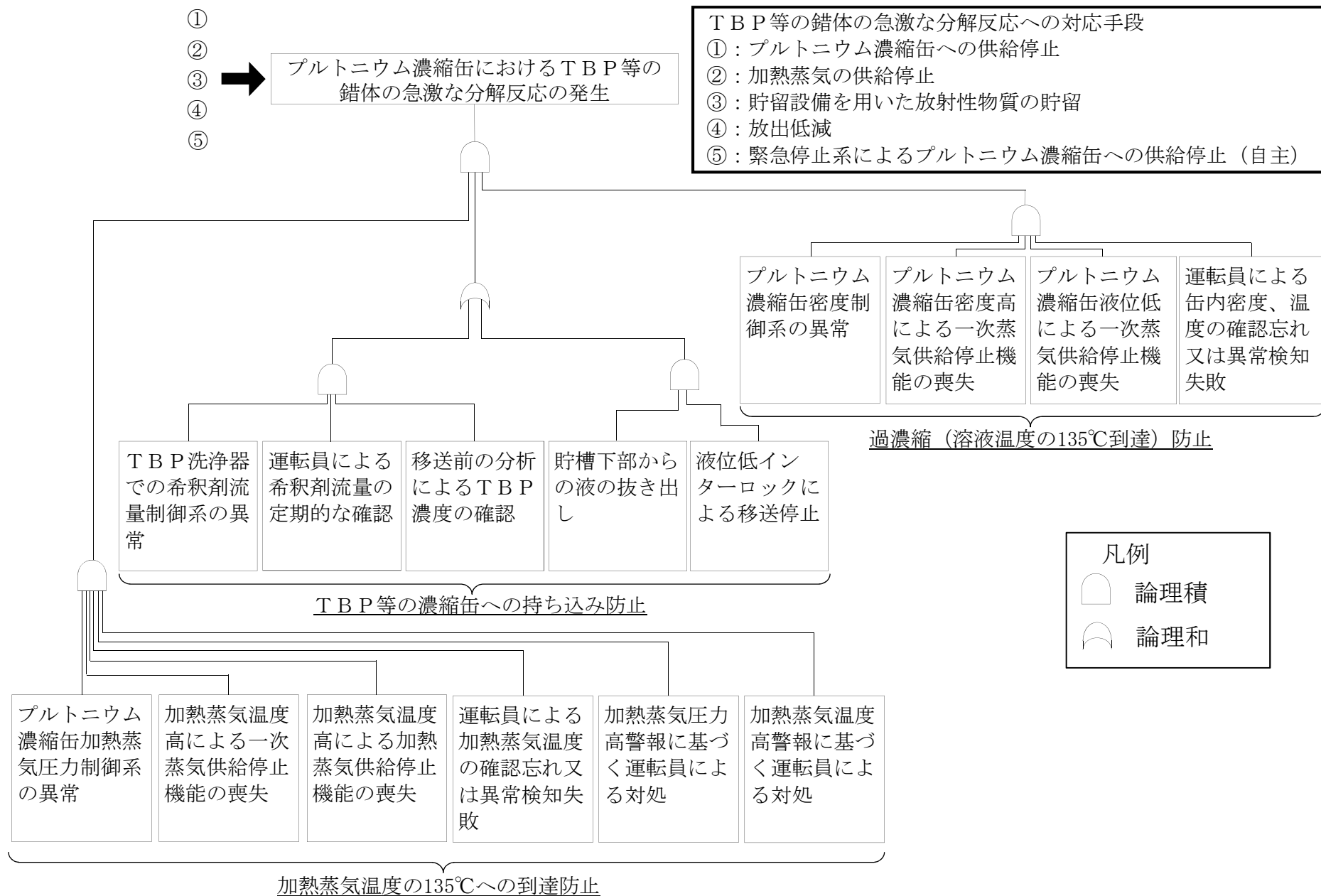
別表 精製建屋 TBP 等の錯体の急激な分解反応に対処するための設備の操作対象機器リスト

加熱蒸気の供給停止

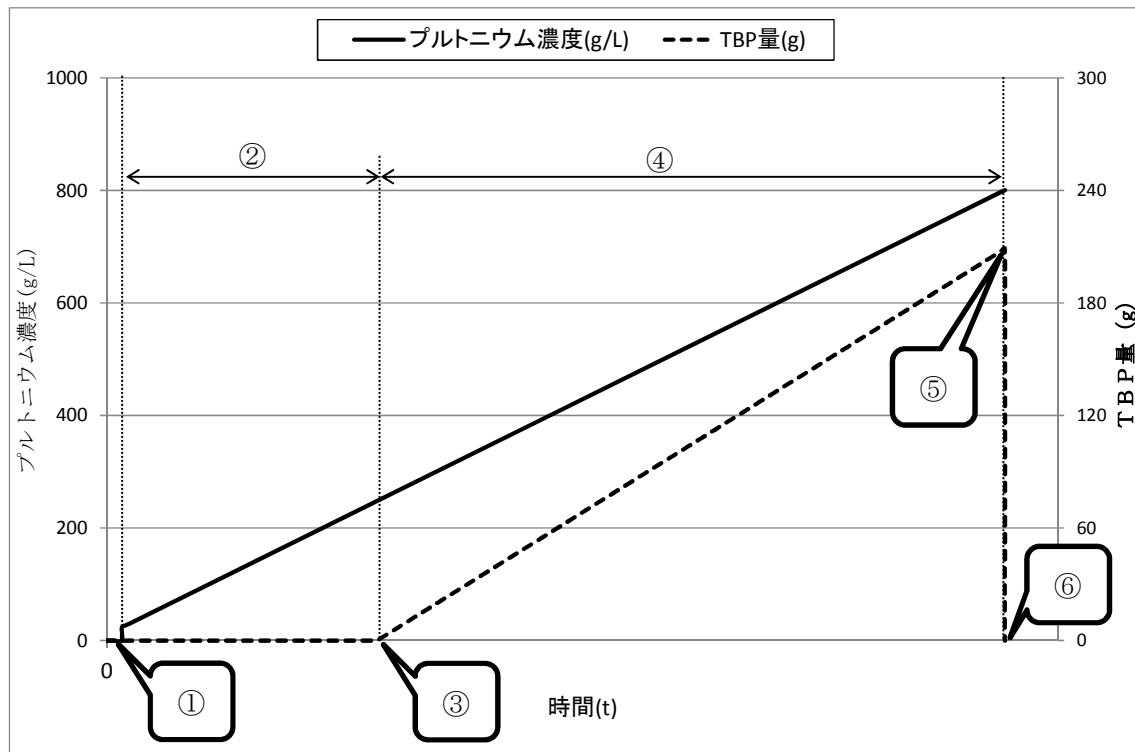
No.	機器名称	操作方法	操作箇所
* 1	蒸気発生器へ蒸気を供給する系統の手動弁	手動操作	精製建屋地下 2 階

貯留設備による放射性物質の貯留

No.	機器名称	操作方法	操作箇所
* 2	廃ガス処理設備の隔離弁	スイッチ操作	中央制御室
* 3	廃ガス処理設備の排風機	スイッチ操作	中央制御室



第10.1.2－1図 フォールトツリー（T B P等の錯体の急激な分解反応に対処するための設備）



【運転状態及び発生を想定する異常】

- ①：プルトニウム濃縮缶への液張り及びプルトニウム濃縮工程の立ち上げ
- ②：液位制御運転による所定濃度までの濃縮
- ③：液位制御から密度制御への切り替え不能（液位制御の継続）及びTBP等を含む供給液の供給開始
- ④：過濃縮の進展及びTBP等の蓄積
- ⑤：TBP等の錯体の急激な分解反応の発生
- ⑥：供給液の供給停止（TBP等の錯体の急激な分解反応の検知から1分以内）

第 10.1.2-2 図 プルトニウム濃縮缶の運転概要及び濃度推移

精製施設のプルトニウム精製設備のプルトニウム濃縮缶 に内包する溶液中の放射性物質質量		
P u - 238	:	4×10^{15} B q
P u - 239	:	4×10^{14} B q
P u - 240	:	6×10^{14} B q
P u - 241	:	8×10^{16} B q



放射性物質の気相中への移行		
移行割合	:	
T B P 等の錯体の急激な分解反応発生時	:	0.4%
T B P 等の錯体の急激な分解反応発生～供給停止	:	0.005%



放出経路上の放射性エアロゾルの沈着	
除去効率	: 90%
塔槽類廃ガス処理系(プルトニウム系)の高性能フィルタによる放射性エアロゾルの除去	
除去効率	: 99.999%
貯留設備による放射性物質の貯留実施時の放出割合: <u>4</u> %	

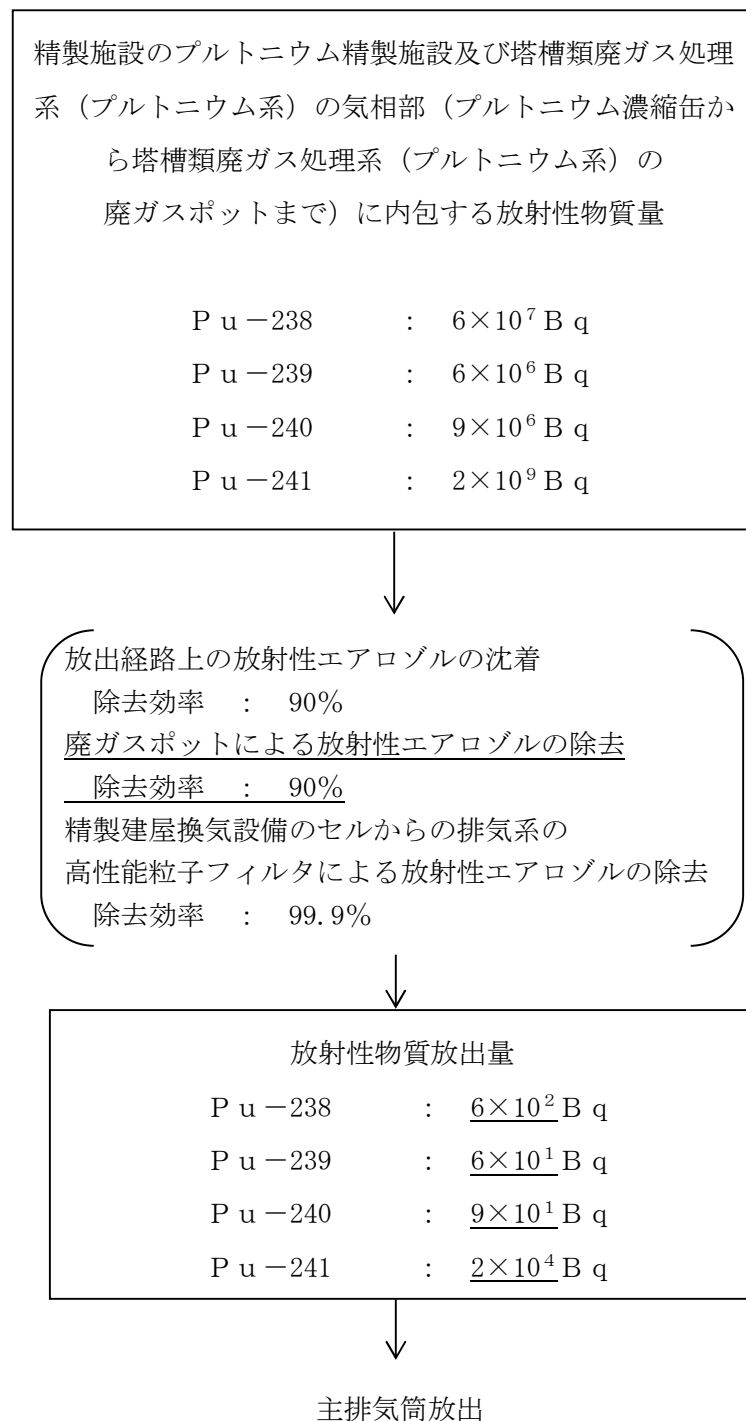


放射性物質放出量		
P u - 238	:	<u>4×10^5</u> B q
P u - 239	:	<u>4×10^4</u> B q
P u - 240	:	<u>7×10^4</u> B q
P u - 241	:	<u>9×10^6</u> B q



主排気筒放出

第 10.1.2-3 図 (1) 「精製施設のプルトニウム精製設備のプルトニウム濃縮缶の T B P 等の錯体の急激な分解反応」時の放射性物質の大気放出過程



第 10.1.2－3 図（2） 「精製施設のプルトニウム精製設備のプルトニウム濃縮缶の T B P 等の錯体の急激な分解反応」時の放射性物質の大気放出過程
（廃ガスポットからセルに導出される空気）

第28条:重大事故等の拡大防止(10. 有機溶媒等による火災又は爆発(TBP等の錯体の急激な分解反応)への対処)

再処理施設 安全審査 整理資料 補足説明資料				備考(8月提出済みの資料については、資料番号を記載)
資料No.	名称	提出日	Rev	
補足説明資料10-1	有機溶媒等による火災又は爆発に関する事象選定及びTBP等の錯体の急激な分解反応に関する事象発生シナリオ等について	1/8	3	新規作成
補足説明資料10-2	プルトニウム精製設備プルトニウム濃縮缶におけるTBP等の錯体の急激な分解反応発生時の温度・圧力等の経時変化	12/25	3	新規作成
補足説明資料10-3	TBP等の錯体の急激な分解反応に関する知見	1/8	2	新規作成
補足説明資料10-4	プルトニウム濃縮缶でのTBP等の錯体の急激な分解反応における拡大の防止のための措置の概要	1/8	3	新規作成
補足説明資料10-5	プルトニウム濃縮缶でのTBP等の錯体の急激な分解反応における関連機器の機能及び機能喪失の想定	1/8	3	新規作成
補足説明資料10-6	事態の収束までの放出量及び被ばく線量評価	1/8	3	新規作成
補足説明資料10-7	TBP等の錯体の急激な分解反応発生時における放射性物質の気相中への移行率	12/16	1	新規作成
補足説明資料10-8	不確かさの設定	1/8	2	新規作成
補足説明資料10-9	系統概要図, アクセスルート	1/8	0	新規作成

補足説明資料 10－1

有機溶媒等による火災又は爆発に関する
事象選定及びT B P等の錯体の急激な分解
反応に関する事象発生シナリオ等について

目次

1. 有機溶媒等による火災又は爆発の事象選定

2. T B P 等の錯体の急激な分解反応の事象発生シナリオ及び対策

2. 1 概要

2. 2 事象発生シナリオの再検討

2. 2. 1 プルトニウム濃縮缶の運転方法

2. 2. 2 起因の整理

2. 2. 3 事象発生シナリオ

3. T B P 等の錯体の急激な分解反応が発生した場合の廃ガスポットの 水封の状況

3. 1 廃ガスポットの構造

3. 2 T B P 等の錯体の急激な分解反応が発生した場合の影響

1. 有機溶媒等による火災又は爆発の事象選定

有機溶媒等による火災について、設計上定める条件より厳しい条件では、漏えいした有機溶媒の温度は引火点には到達しないため、更に厳しい条件を与えた評価として、放熱評価（気相部への放熱を考慮）を用いるとともに換気停止を考慮した。

有機溶媒から気相部及びセルコンクリートへ熱伝達することで、漏えいした有機溶媒が引火点に到達しないことを確認した。

したがって、漏えいした有機溶媒の温度は引火点に到達しないため、有機溶媒等による火災は重大事故として発生しないとの選定結果とした。

また、有機溶媒等による爆発の対象事象である T B P 等の錯体の急激な分解反応については、一般公衆及び従事者への影響を考慮し、安全上重要な施設を対象として重大事故等の選定を行った結果、ウラン精製設備のウラン濃縮缶は安全上重要な施設ではないため選定の対象外とした。分配設備のウラン濃縮缶、プルトニウム精製設備のプルトニウム濃縮缶、高レベル廃液濃縮設備の高レベル廃液濃縮缶及び第 2 酸回収蒸発缶を対象として、設計上定める条件よりも厳しい条件を与えた場合に事象の発生の有無を確認した結果、事象は発生しないという評価になったが、過去に同事象が他プラントで発生していること、事象が発生した場合の影響の大きさを考慮し、設計上定める条件よりも厳しい条件よりも更に厳しい条件を与え、事象の発生の有無を確認した。この結果、物理的に事象が発生しない機器として減圧蒸発を採用することで運転温度を下げて運転していることで缶内の溶液が T B P

等の錯体の急激な分解反応の発生する温度には至らない高レベル廃液濃縮缶及び酸回収設備の第2酸回収蒸発缶を除いた分配設備のウラン濃縮缶及びプルトニウム精製設備のプルトニウム濃縮缶において事象の発生が想定される機器とした。T B P等の錯体の急激な分解反応事象が発生した場合の両機器の一般公衆への影響は、プルトニウム精製設備のプルトニウム濃縮缶では $0.4\mu\text{Sv}$ となる。分配設備のウラン濃縮缶では、除染機能の低下等の想定外事象が発生した場合であっても、一般公衆への影響は $6.8\times 10^{-5}\mu\text{Sv}$ であり、平常時を十分下回るため、プルトニウム精製設備のプルトニウム濃縮缶を対象機器として選定した。

なお、高レベル廃液濃縮缶については、供給液の供給が停止し、冷却運転をしている際に冷却機能の喪失が発生し、缶内の高レベル廃液が崩壊熱により沸騰した場合にT B Pを含む供給液を供給することではなく、沸点はT B P等の錯体の急激な分解反応の発生する温度を超えず、また、蒸発乾固の対策として内部ループ通水等を実施することから、T B P等の錯体の急激な分解反応の発生する温度に達することはないため、選定対象から除外した。

なお、分配設備のウラン濃縮缶では、事象発生シナリオの見直しによりT B P等の錯体の急激な分解反応に寄与するT B P量が、従来の事象発生シナリオでは約 1.8kg であったものが、約 4.3kg に増加する。この状態でT B P等の錯体の急激な分解反応の発生による圧力及び温度の上昇については、T B P量が約 6.4kg の場合のF l u e n tによる解析結果において、ウラン濃縮缶の出口における圧力が約 480kPa であり、許容圧力を超えない。分離建屋塔槽類廃ガス処理設備の塔槽類廃ガス処理系の

高性能粒子フィルタについては、フィルタ差圧が約 0.29 k P a 、
温度が約 170℃であり、フィルタの健全性が確認されている 9.3
k P a 及び 200℃を下回る。このため、ウラン濃縮缶及び分離建
屋塔槽類廃ガス処理設備の塔槽類廃ガス処理系の高性能粒子フ
ィルタの健全性は担保できる。

表－１（１／２）：分配設備のウラン濃縮缶とプルトニウム精製
設備のプルトニウム濃縮缶における事象発生
時の放出放射能量

核種グループ	C s 換算放出放射能量（T B q）	
	ウラン濃縮缶	プルトニウム濃縮 缶
Z r ／ N b	0.0E+00	0.0E+00
R u ／ R h	3.9E-14	1.2E-15
C s ／ B a	0.0E+00	0.0E+00
C e ／ P r	0.0E+00	0.0E+00
S r ／ Y	0.0E+00	0.0E+00
その他 F P	2.0E-11	6.1E-13
P u （ α ）	1.6E-10	5.1E-04
A m ／ C m （ α ）	7.7E-08	0.0E+00
U （ α ）	1.8E-08	1.2E-12
N p （ α ）	3.5E-09	0.0E+00
合計	9.8E-08	5.1E-04

表－１（２／２）：分配設備のウラン濃縮缶とプルトニウム精製
設備のプルトニウム濃縮缶における事象発生
時の線量

核種グループ	被ばく線量（ μ S v）	
	ウラン濃縮缶	プルトニウム濃縮缶
Z r ／ N b	0.0E+00	0.0E+00
R u ／ R h	2.8E-11	8.9E-13
C s ／ B a	0.0E+00	0.0E+00
C e ／ P r	0.0E+00	0.0E+00
S r ／ Y	0.0E+00	0.0E+00
その他 F P	4.6E-10	1.4E-11
P u （ α ）	1.3E-07	4.0E-01
A m ／ C m （ α ）	6.2E-05	0.0E+00
U （ α ）	5.0E-06	3.3E-10
N p （ α ）	1.7E-06	0.0E+00
合計	6.8E-05	4.0E-01

2. T B P 等の錯体の急激な分解反応の事象発生シナリオ及び対策

2. 1 概要

T B P 等の錯体の急激な分解反応については、事象発生に至るシナリオを網羅的に確認した結果、プルトニウム溶液を連続供給しながら過濃縮が発生するシナリオとした。

2. 2 事象発生シナリオ

事象発生シナリオについて、プルトニウム濃縮缶の運転方法を踏まえ、考え得るシナリオを検討した。

2. 2. 1 プルトニウム濃縮缶の運転方法

プルトニウム濃縮缶の運転は、立ち上げ、液位制御による硝酸プルトニウム溶液の濃縮、密度制御による濃縮運転、待機運転、停止に大別される。

立ち上げでは、プルトニウム濃縮缶に硝酸又は硝酸プルトニウム溶液を張り込み、加熱を開始する。

液位制御による硝酸プルトニウム溶液の濃縮では、プルトニウム濃縮缶内の溶液密度を所定の値まで上昇させるため、濃縮缶内の液位が一定となるよう硝酸プルトニウム溶液の供給量を制御しながら濃縮を行う。

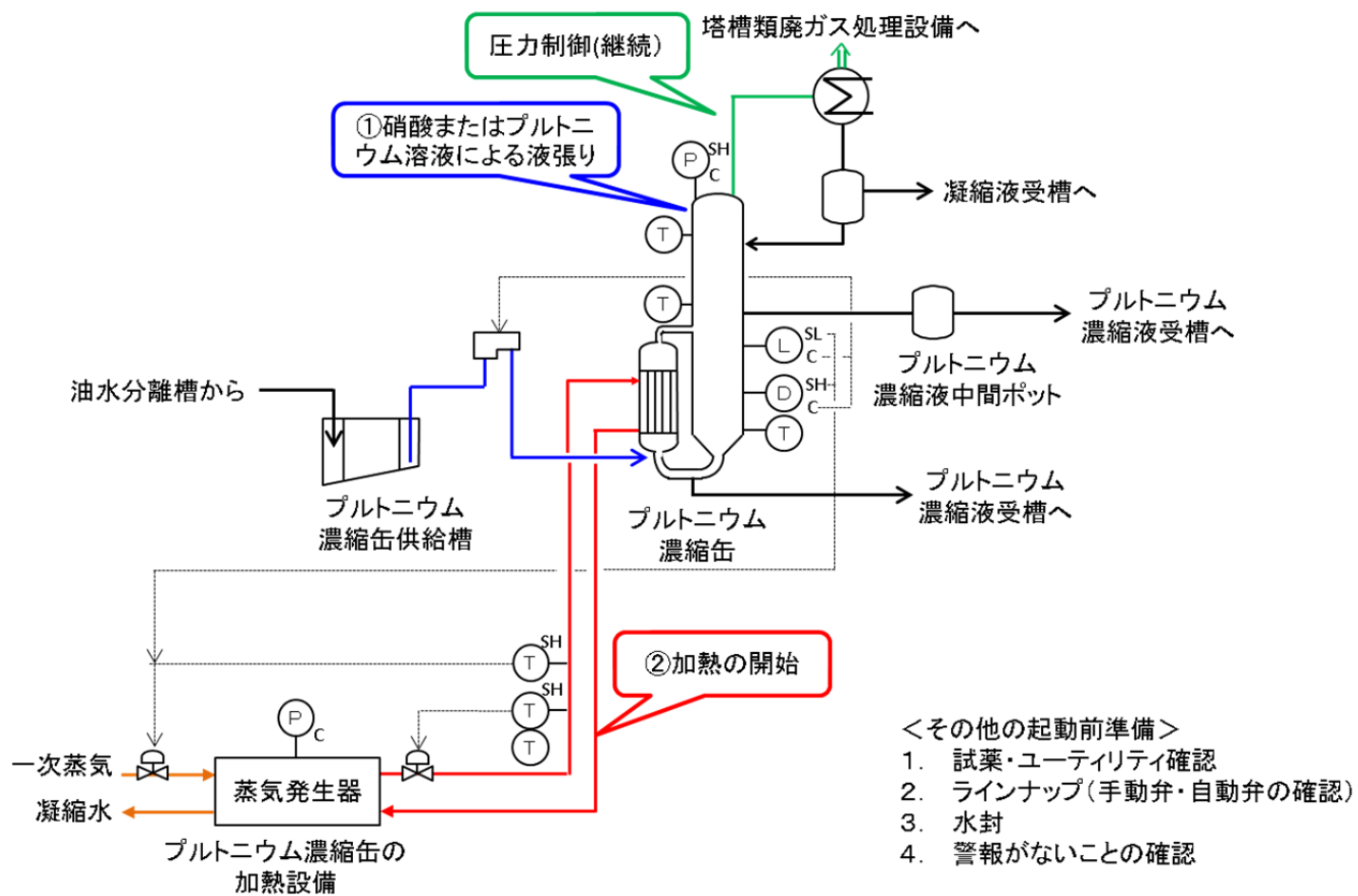
密度制御による濃縮運転では、濃縮缶内の硝酸プルトニウム溶液の濃度が 250 g / L に相当する密度となるよう、プルトニウム溶液の供給流量を制御するとともに濃縮した硝酸プルトニウム溶液（以下、「プルトニウム濃縮液」と言う。）の抜き出しを実施する。液位制御による濃縮から密度制御による濃縮は、液位制御

と密度制御がともに自動制御モードであり、硝酸プルトリウム溶液の供給流量制御がカスケードモード（液位制御と密度制御の両方からの信号を受け付け、制御を行うモード）となっている状態で自動的に切り替わる。

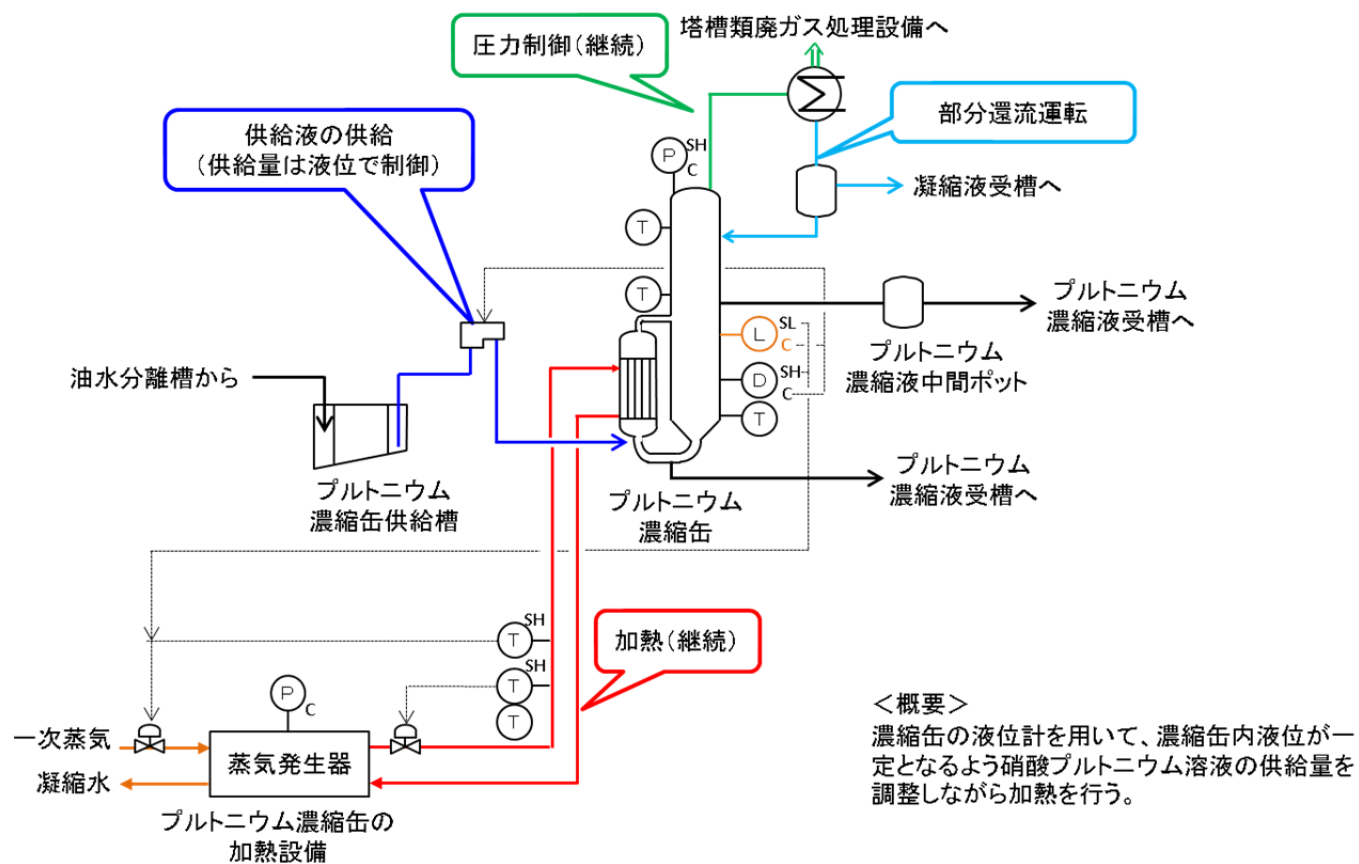
待機運転は、上流工程からのプルトリウム溶液の移送が遅れる等の理由により短期的に濃縮運転の継続が困難となった場合に実施し、プルトリウム濃縮缶の加熱を継続しながら硝酸プルトリウム溶液の供給は停止し、プルトリウム濃縮缶から発生する凝縮液の全量をプルトリウム濃縮缶に戻すことで、プルトリウム濃縮缶内の液位を保ちながら待機する。

工程停止は、加熱を停止するとともにプルトリウム濃縮液をプルトリウム濃縮缶から抜き出し、硝酸を張り込んで終了となる。

上記運転の概要を図－１に示す。



図－１（１／５） プルトニウム濃縮缶の運転概要（立ち上げ）



図－１（２／５） プルトニウム濃縮缶の運転概要（液位制御運転）

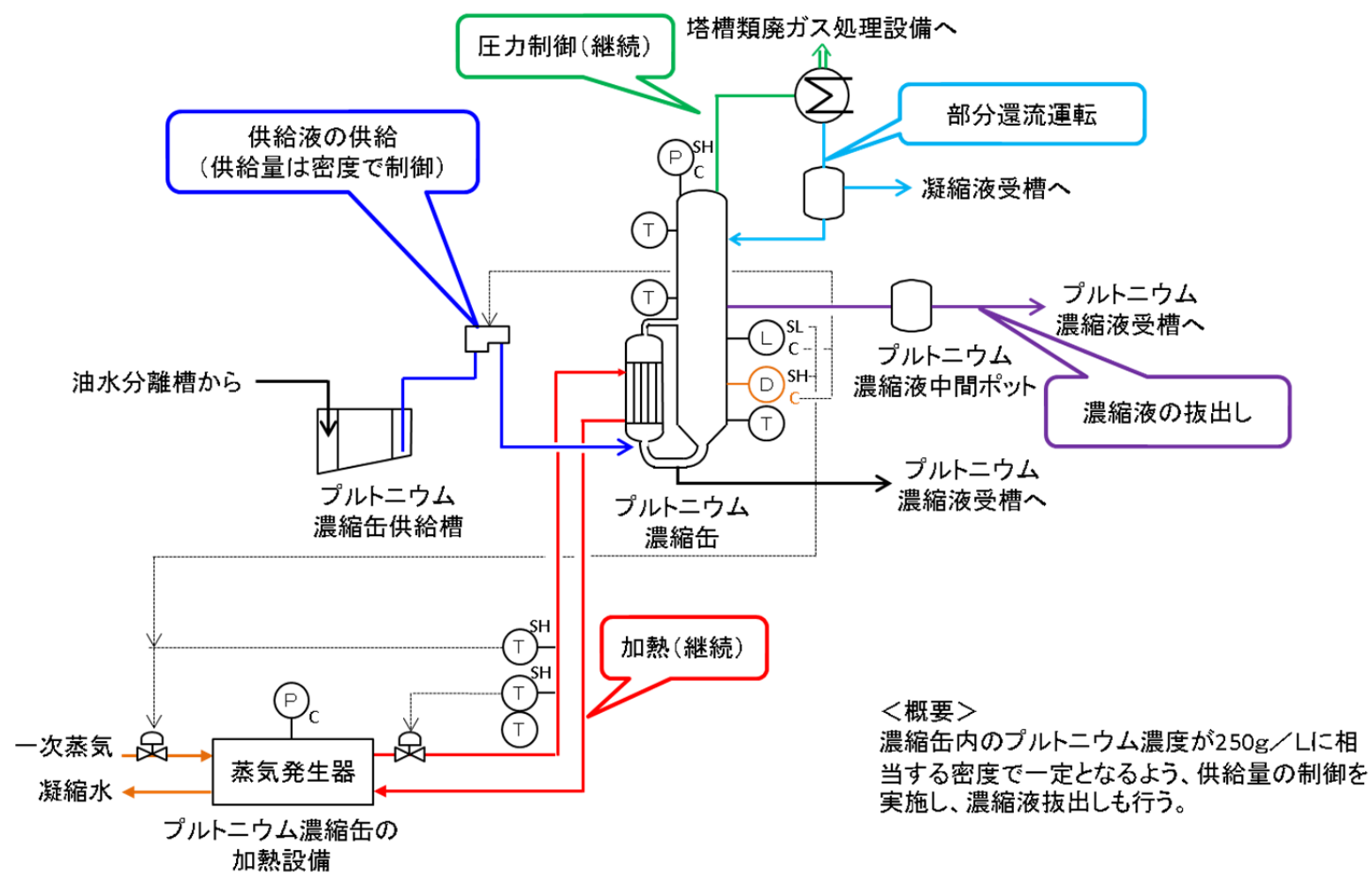
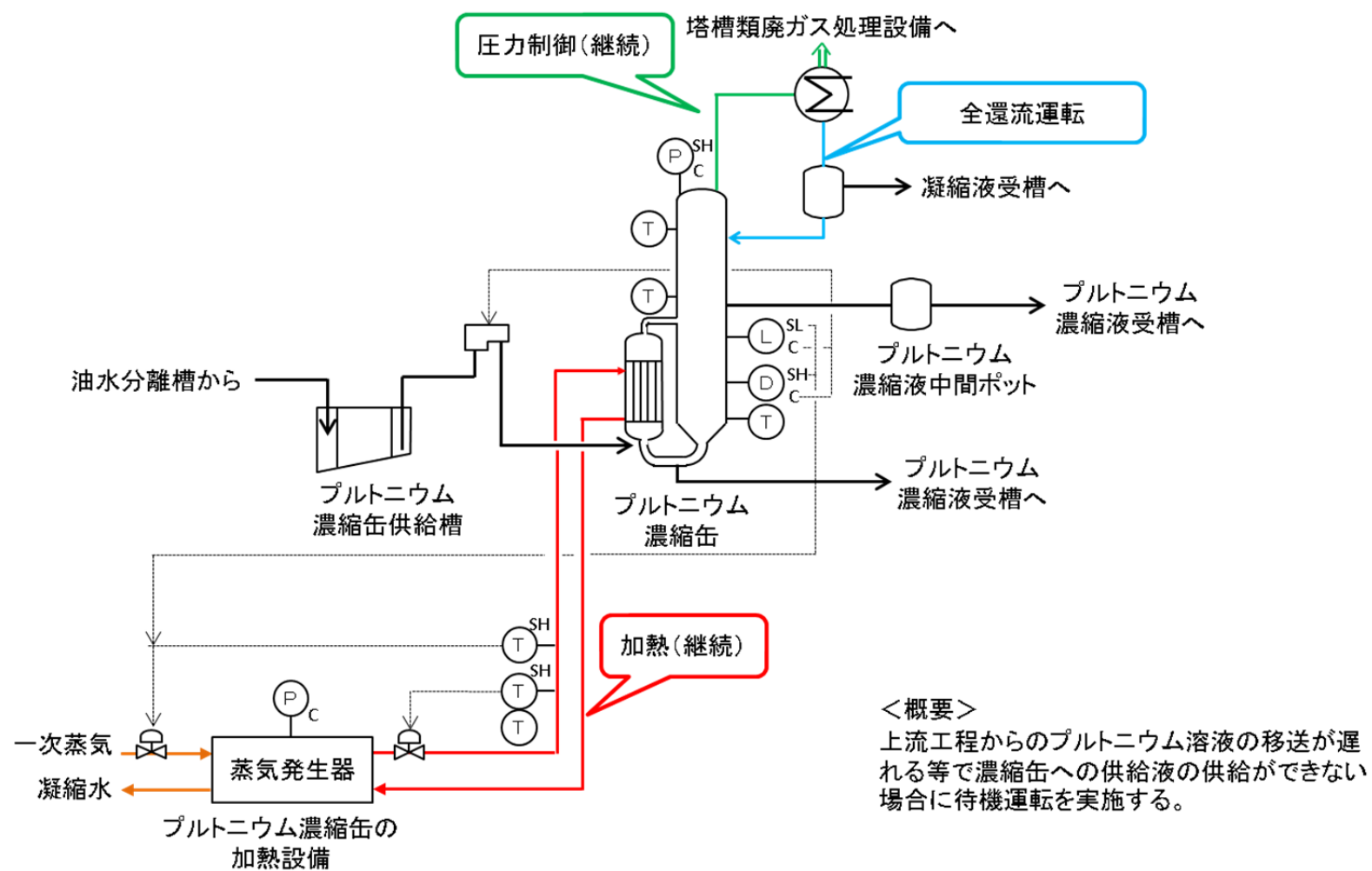
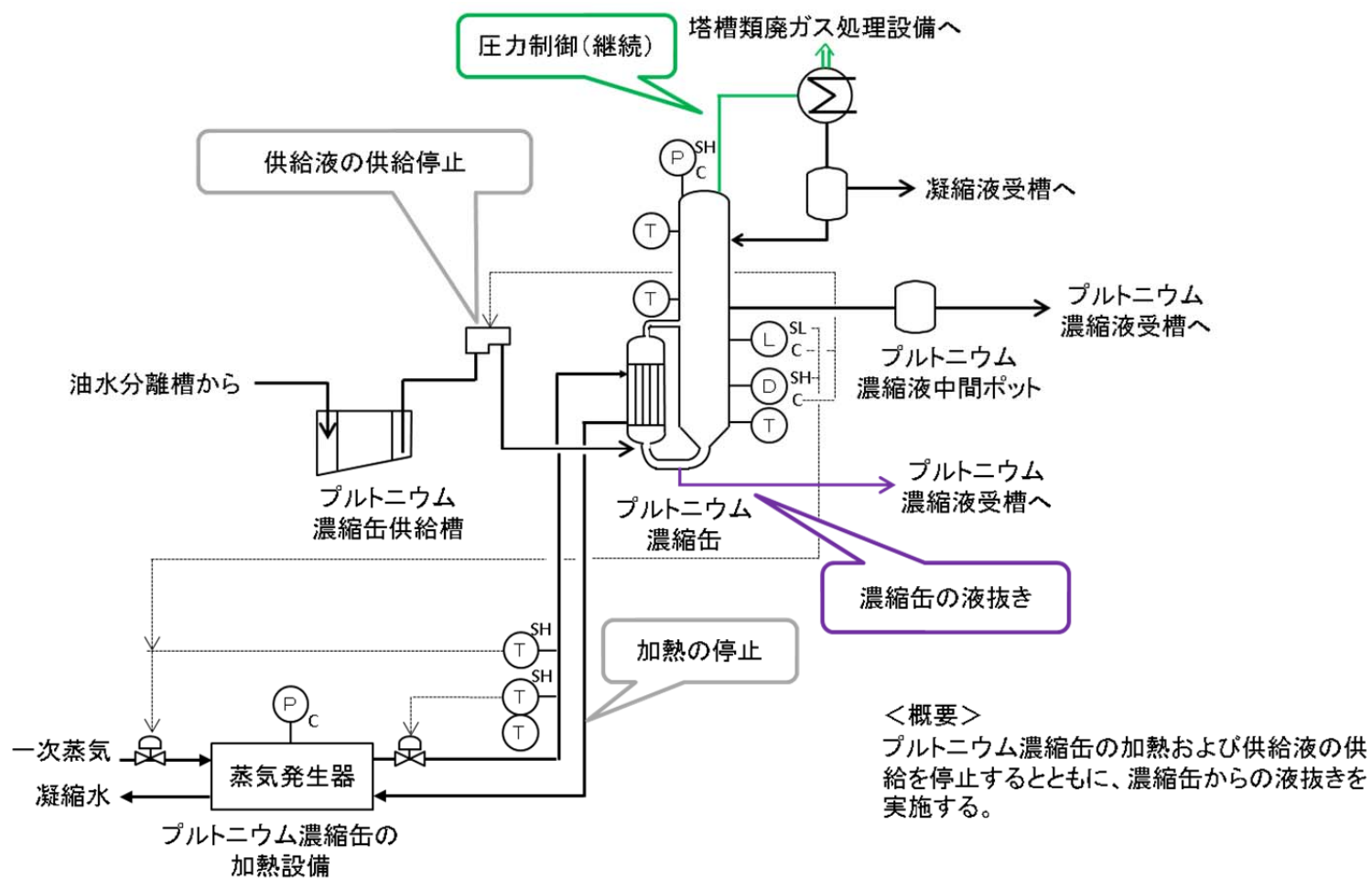


図 - 1 (3 / 5) プルトニウム濃縮缶の運転概要 (密度制御運転)



図－１（４／５） プルトニウム濃縮缶の運転概要（待機運転）



図－１（５／５） プルトニウム濃縮缶の運転概要（停止）

2. 2. 2 起因の整理

プルトリウム濃縮缶での T B P 等の錯体の急激な分解反応に対して、発生防止を期待できる機能としては、以下のものがある。

図－2 に発生防止機能を図示する。

① T B P 等の濃縮缶への持ち込み防止

- ・ T B P 洗浄器における希釈剤洗浄
- ・ 貯槽の下部からの溶液の抜き出し
- ・ 下流工程への移送前における溶液の T B P 濃度の確認
- ・ 油水分離槽からプルトリウム濃縮缶供給槽への移送機器の液位低信号による移送停止

② 加熱蒸気温度の T B P 等の錯体の急激な分解反応が発生する温度への到達防止

- ・ 蒸気発生器における加熱蒸気の圧力（温度）制御
- ・ 加熱蒸気圧力高警報に基づく運転員による対処
- ・ 加熱蒸気温度高警報に基づく運転員による対処
- ・ 加熱蒸気の温度が更に上昇した場合に、インターロックによる蒸気発生器への一次蒸気の供給停止
- ・ 加熱蒸気の温度が更に上昇した場合に、インターロックによる濃縮缶等への加熱蒸気の供給停止
- ・ 運転員による加熱蒸気温度、加熱蒸気圧力の確認

③ 過濃縮（溶液温度の T B P 等の錯体の急激な分解反応が発生する温度への到達）防止

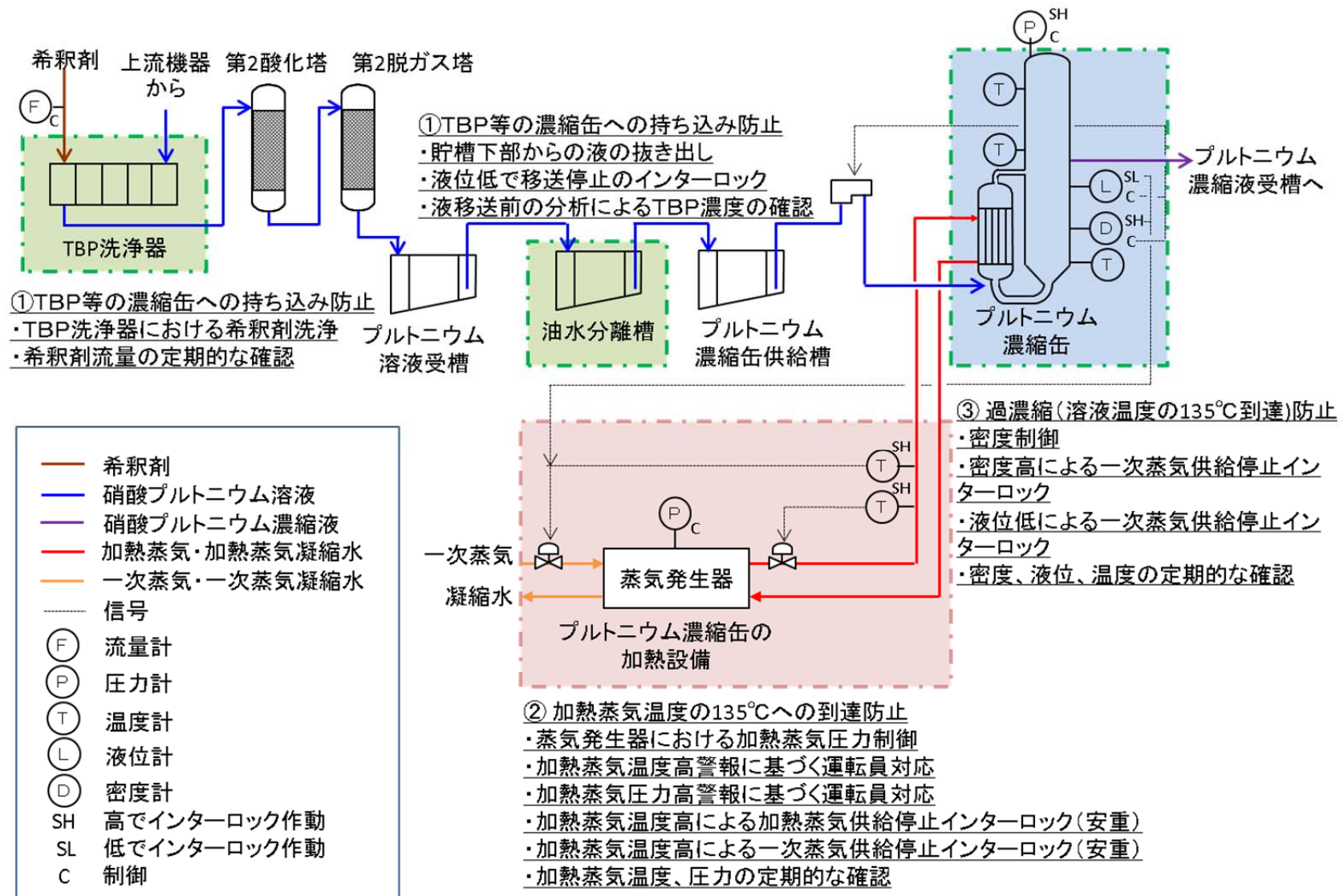
- ・ 濃縮缶の密度制御
- ・ 濃縮缶の密度が異常に上昇した場合に、警報を発するとともにインターロックにより蒸気発生器への一次蒸気の供給停止

止

- ・濃縮缶の液位が異常に低下した場合に、警報を発するとともにインターロックにより蒸気発生器への一次蒸気の供給停止
- ・運転員による定期的なログシートの採取による、濃縮缶の密度、液位、温度の確認

T B P 等の錯体の急激な分解反応が発生する場合の、上記の発生防止機能の喪失については、以下の考え方にに基づき選定した。

- ・上記①、②及び③の機能を担う主要な機能は喪失する。また、この機能喪失による事象の進展を防止する機能は 2 つまで機能喪失を想定する。
- ・運転員による異常の検知及び対処については、期待しない。



図－２ 発生防止機能一覧

2. 2. 3 事象発生シナリオ

事故の起因の中で、その状態に至るまでの過程の違いにより事故の規模や対処が変わるものとして、過濃縮により T B P 等の錯体の急激な分解反応が発生する温度に至るまでのシナリオが挙げられる。

過濃縮はプルトリウム濃縮缶内に硝酸プルトリウム溶液があり、加熱を行っている状態でプルトリウム濃縮液の抜き出しが行われない状態でなければ発生しない。2. 2. 1 に記載したプルトリウム濃縮缶の運転方法を踏まえると、過濃縮に至るシナリオは、待機運転の実施中に凝縮液が下流工程へ流出する場合と、硝酸プルトリウム溶液の濃縮運転中に硝酸プルトリウム溶液の供給は継続するがプルトリウム濃縮液の抜き出しが行われない場合の 2 ケースのみが想定される。各ケースの詳細を以下に示す。

(1) ケース 1：待機運転時の過濃縮

待機運転時、プルトリウム濃縮缶の加熱により発生した蒸発蒸気は、凝縮器において凝縮させ、全量を凝縮液としてプルトリウム濃縮缶に戻すが、何らかの誤操作により一部の凝縮液が下流工程に移送される状態で待機運転が継続されることを想定する。時間の経過とともに濃縮缶内の液位が低下し、プルトリウム濃縮液の濃度が高まることで沸点が上昇し、最終的に T B P 等の錯体の急激な分解反応が発生する温度を超える状態に至る。

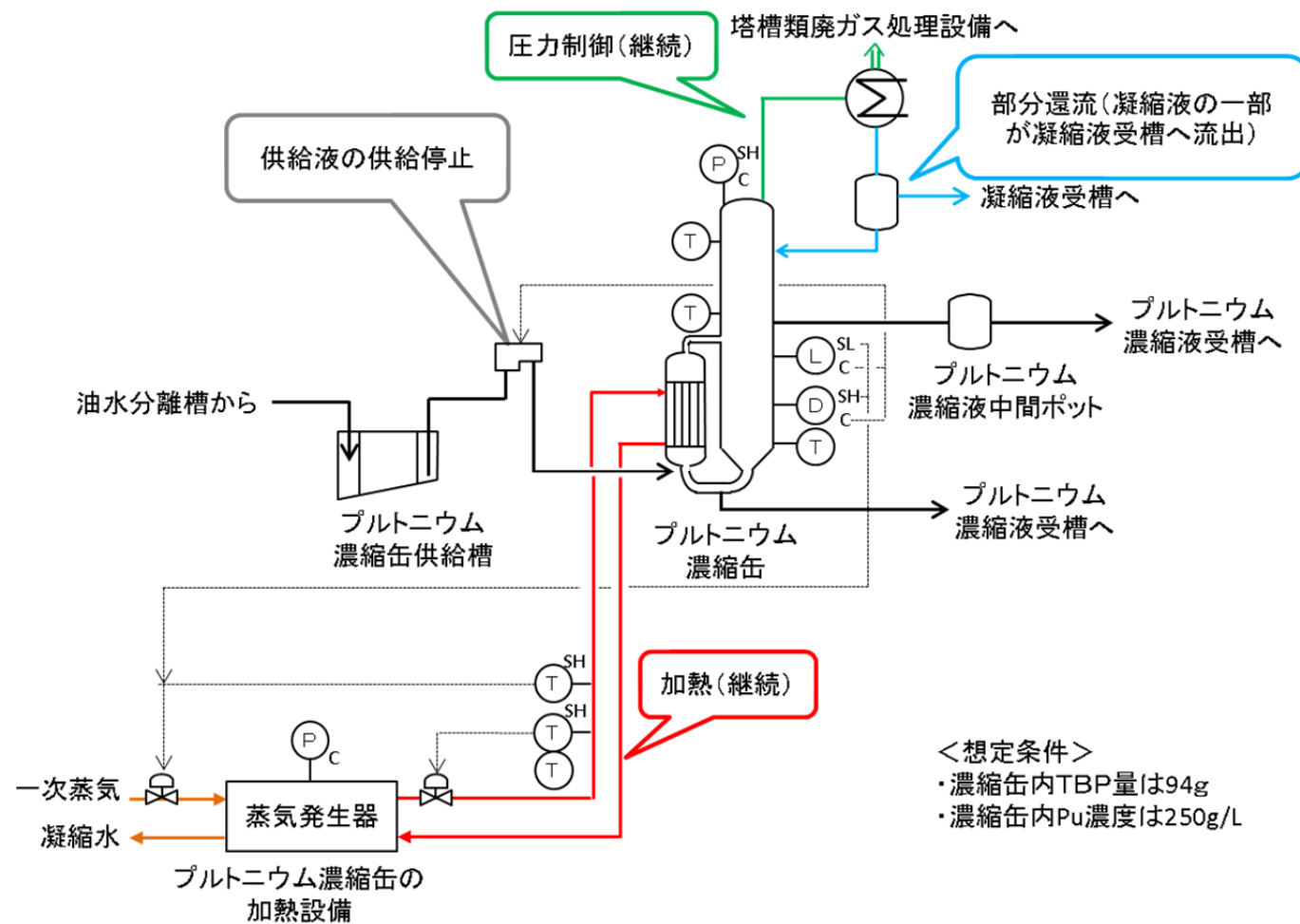
なお、プルトリウム濃縮液は、希釈剤洗浄が行われず T B P 濃度が高い状態の硝酸プルトリウム溶液を処理することでプルトリウム濃度は 250 g/L 、濃縮缶内の T B P 量は 94 g となっており、加熱蒸気温度は、待機運転が開始され凝縮液の一部が下流

工程に移送される状態が始まった時点で T B P 等の錯体の急激な分解反応が発生する温度を超えていると想定する。

このケースでは、異常の発生（待機運転状態で凝縮液の一部が下流工程に移送される）から事象の発生（800 g / L への到達）までの時間は約 29 時間となる。

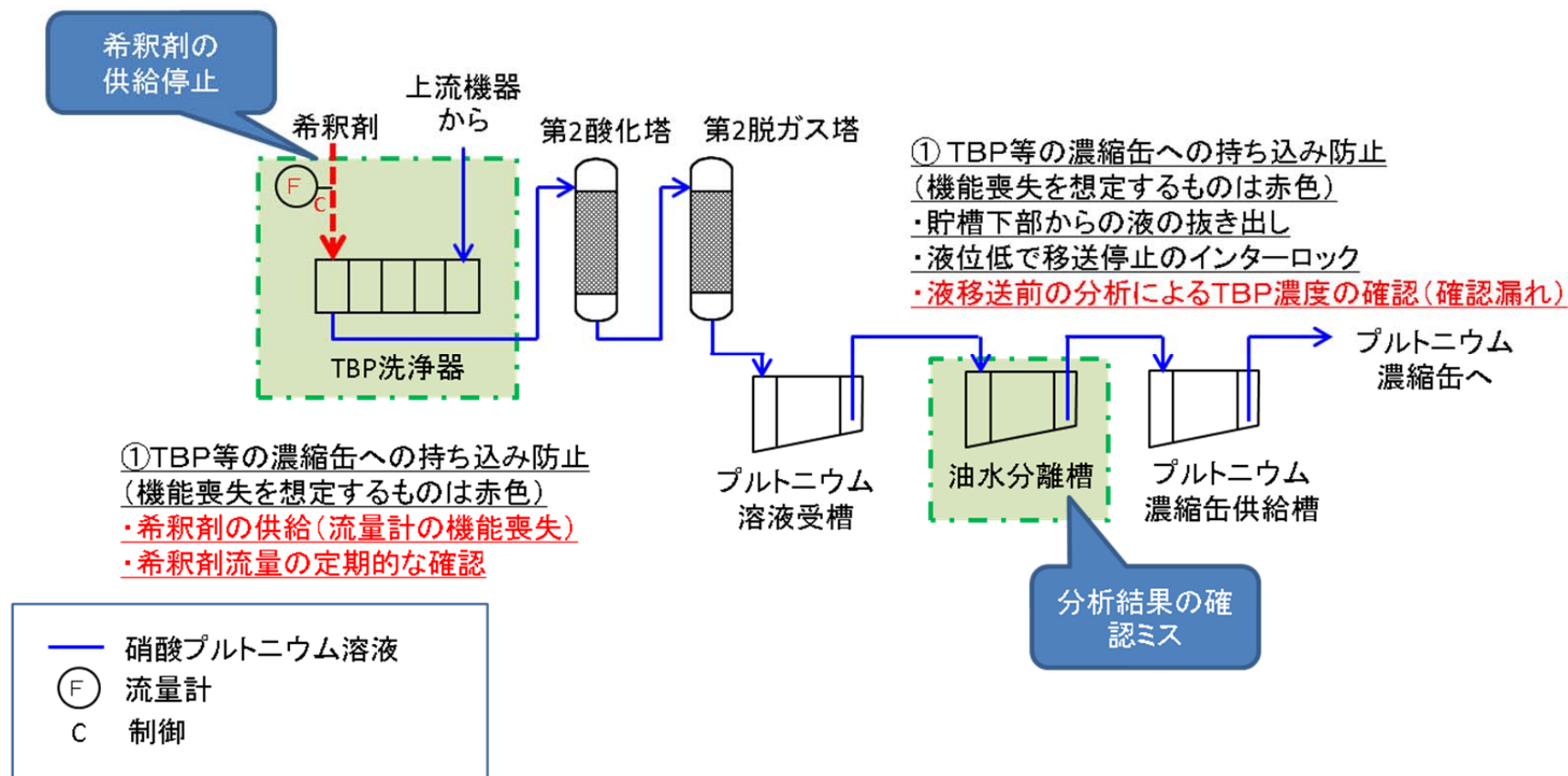
ケース 1 の運転状態を図－3、事象発生の起因となる発生防止機能の喪失状態を図－4 に示す。

ケース 1 の場合、事象発生時にはプルトリウム溶液の供給は停止している状態であり、事象発生後の再供給は実施しない。また、T B P 等の錯体の急激な分解反応により、T B P 等の錯体は全てが分解されてしまうことから、事象発生後はプルトリウム濃縮缶内には T B P 等が存在しないこととなるため、T B P 等の錯体の急激な分解反応は再発しない。



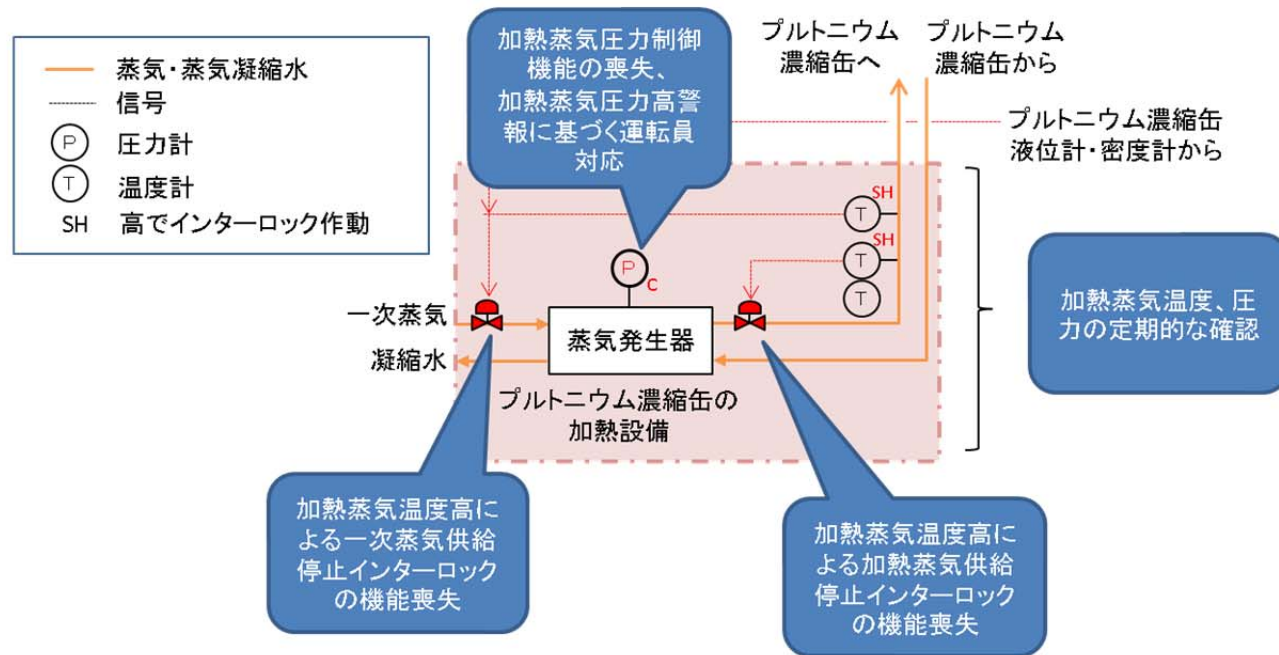
図－3 想定シナリオケース1の運転状態

TBP等の混入防止に係る機能の喪失



図－４ 想定シナリオケース１の事象発生の原因となる発生防止機能の喪失状態（１／３）

加熱蒸気温度の135℃到達防止に係る機能の喪失

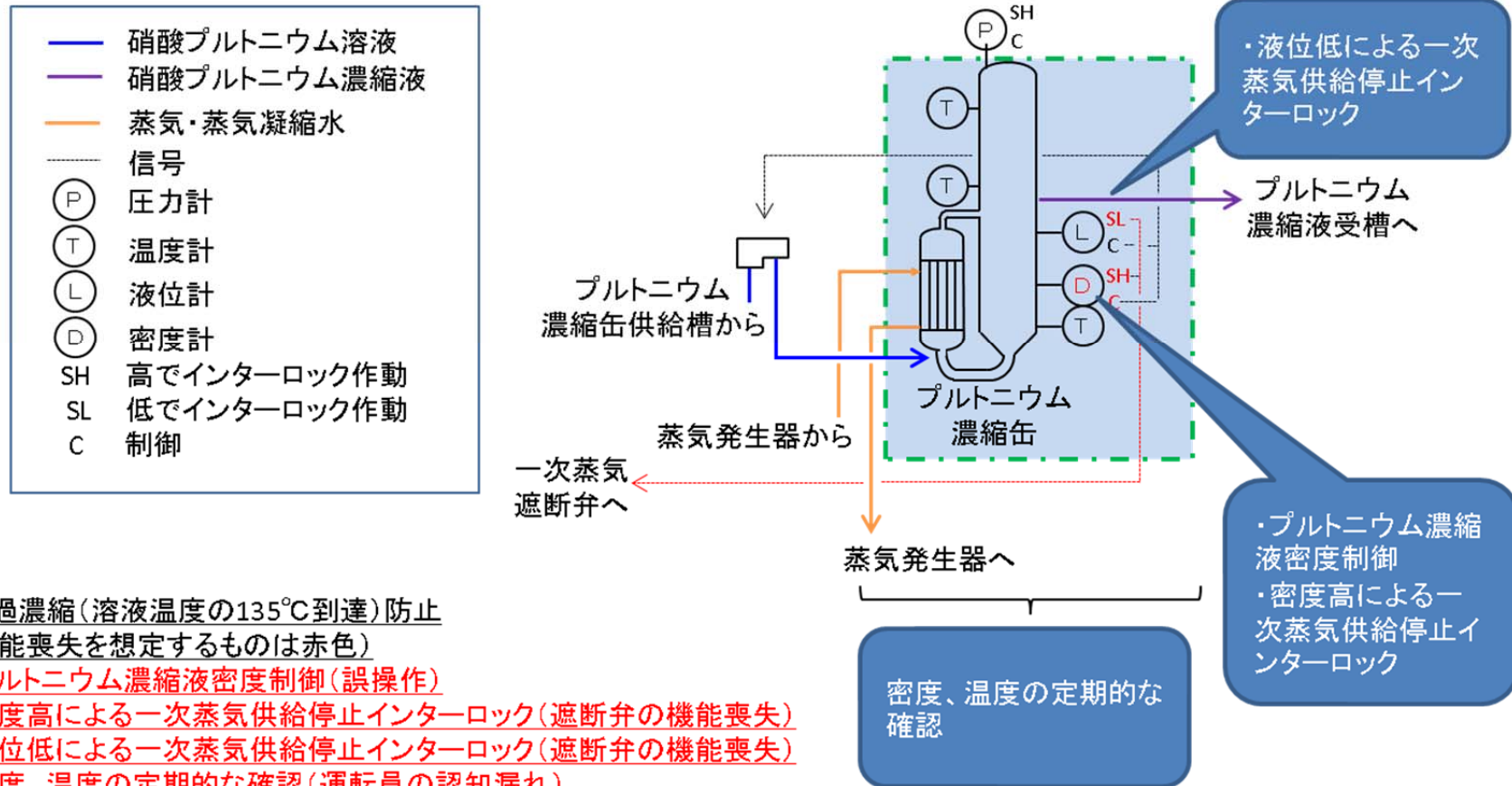


② 加熱蒸気温度の135℃到達防止(機能喪失を想定するものは赤色)

- ・蒸気発生器における加熱蒸気圧力計による加熱蒸気圧力制御(圧力計の機能喪失)
- ・加熱蒸気温度高警報に基づく運転員の対応(運転員の認知漏れ)
- ・加熱蒸気圧力高警報に基づく運転員の対応(圧力計の機能喪失)
- ・加熱蒸気温度高による加熱蒸気供給停止インターロック(安重)(遮断弁の機能喪失)
- ・加熱蒸気温度高による一次蒸気供給停止インターロック(安重)(遮断弁の機能喪失)
- ・加熱蒸気温度、圧力の定期的な確認(運転員の認知漏れ)

図－４ 想定シナリオケース１の事象発生の起因となる発生防止機能の喪失状態（２／３）

過濃縮防止に係る機能の喪失



図－４ 想定シナリオケース１の事象発生の起因となる発生防止機能の喪失状態（３／３）

(2) ケース 2 : 濃縮運転中の過濃縮

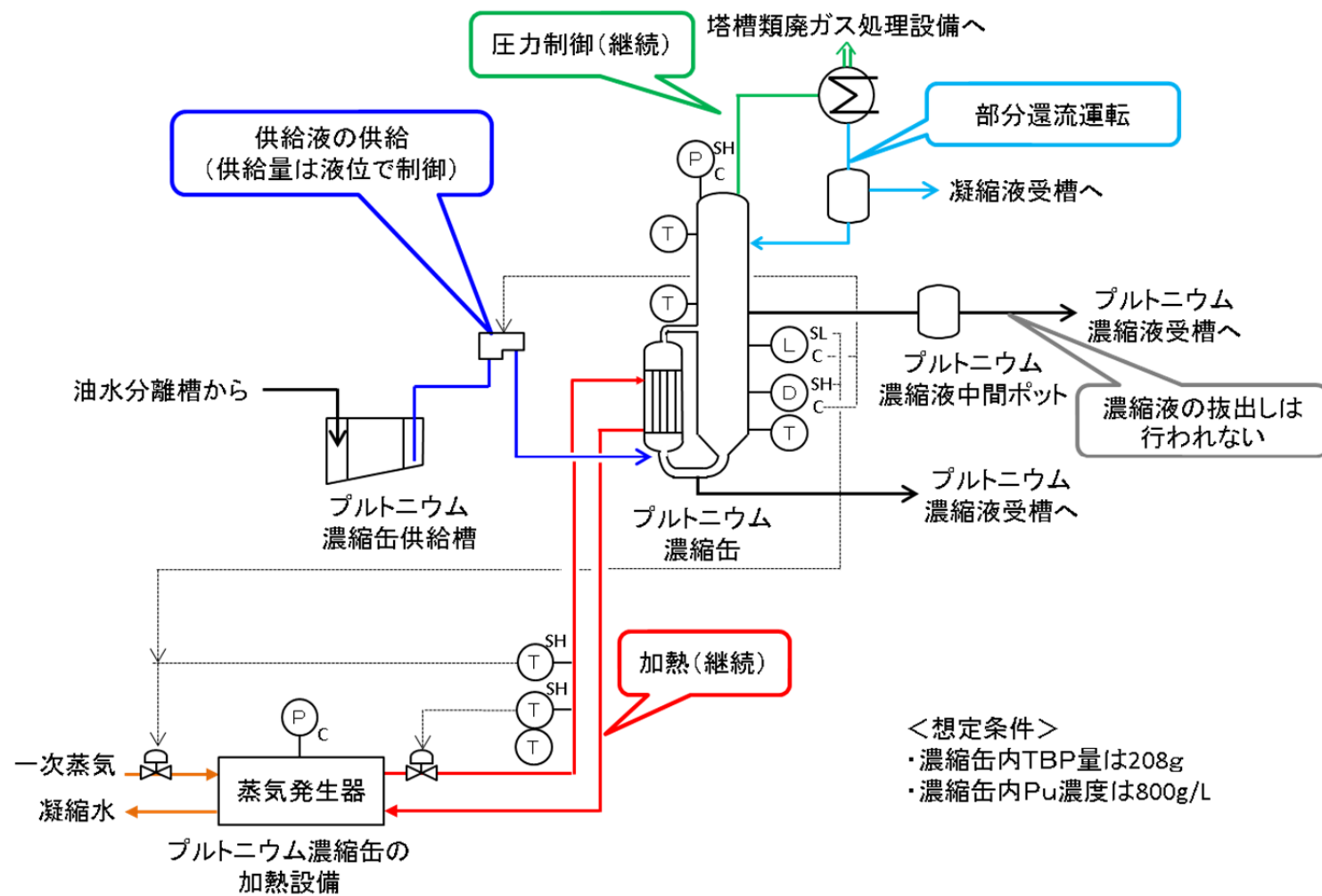
液位制御による硝酸プルトリウム溶液の濃縮運転を実施しており、所定の密度に到達したことから、通常であれば自動で密度制御に切り替わるところが、液位制御の制御モードが手動制御モードとなっており、密度制御への自動切り替えが行われず、液位制御による運転が継続することを想定する。さらに、加熱蒸気についても、この異常の発生と同時に圧力制御機能が喪失し、温度が上昇すると想定する。この状態では、硝酸プルトリウム溶液の供給は継続されるがプルトリウム濃縮液の抜き出しは行われないため、過濃縮が進むと想定する。プルトリウム濃縮液の密度の上昇が継続し、沸点が T B P 等の錯体の急激な分解反応が発生する温度に相当する $800 \text{ g} / \text{L}$ に到達した時点で事象が発生する。

このケースでは、異常の発生（密度制御機能の自動切り替えの未実施及び加熱蒸気温度の上昇）から事象の発生（ $800 \text{ g} / \text{L}$ への到達）までの時間は、硝酸プルトリウム溶液の供給流量（ $\blacksquare \text{ L} / \text{h}$ ）と供給する硝酸プルトリウム溶液のプルトリウム濃度（ $24 \text{ g} / \text{L}$ ）から、約 $\blacksquare$ 時間となる。

ケース 2 の運転状態を図－5、事象発生の起因となる発生防止機能の喪失状態を図－6 に示す。

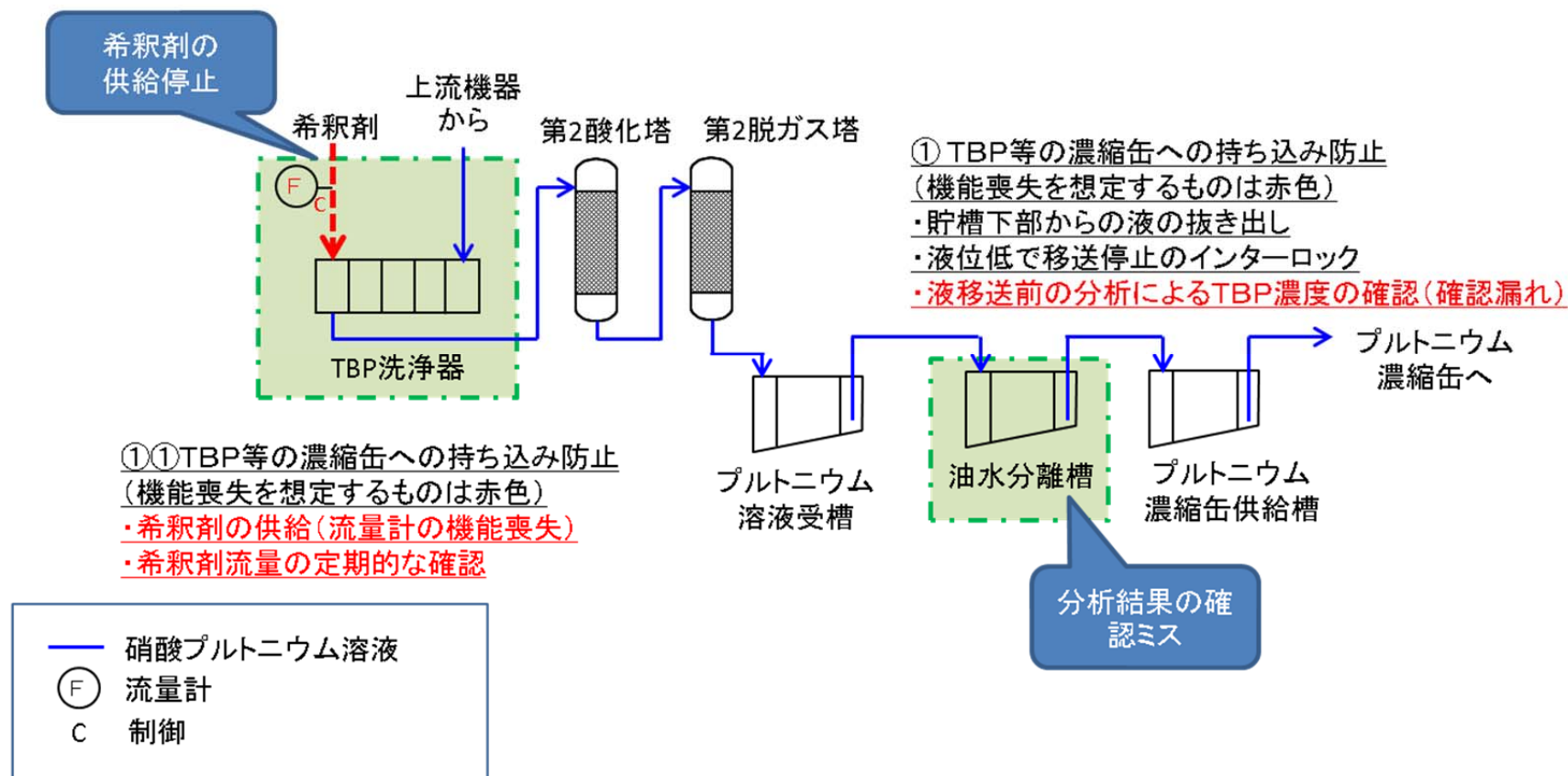
ケース 2 の場合、事象発生時にはプルトリウム溶液の供給が継続しており、事象の継続（再発）が想定される。

$\blacksquare$ について商業機密の観点から公開できません。



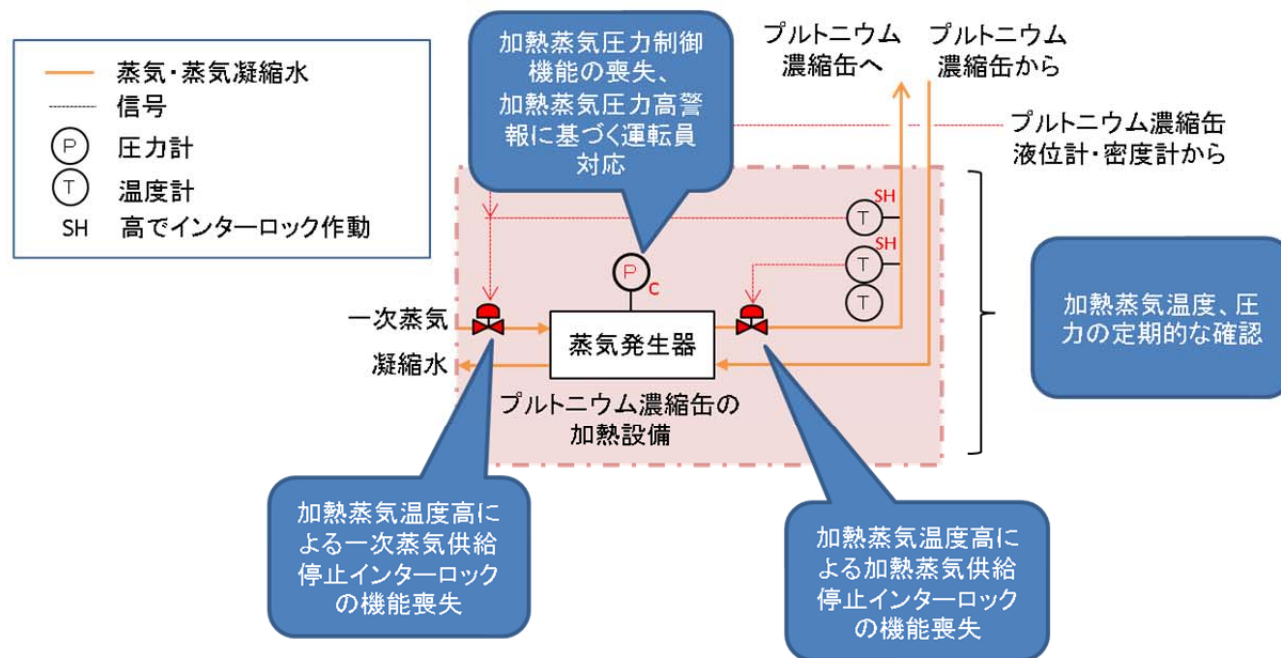
図－5 想定シナリオケース2の運転状態

TBP等の混入防止に係る機能の喪失



図－6 想定シナリオケース2の事象発生の原因となる発生防止機能の喪失状態（1／3）

加熱蒸気温度の135℃到達防止に係る機能の喪失

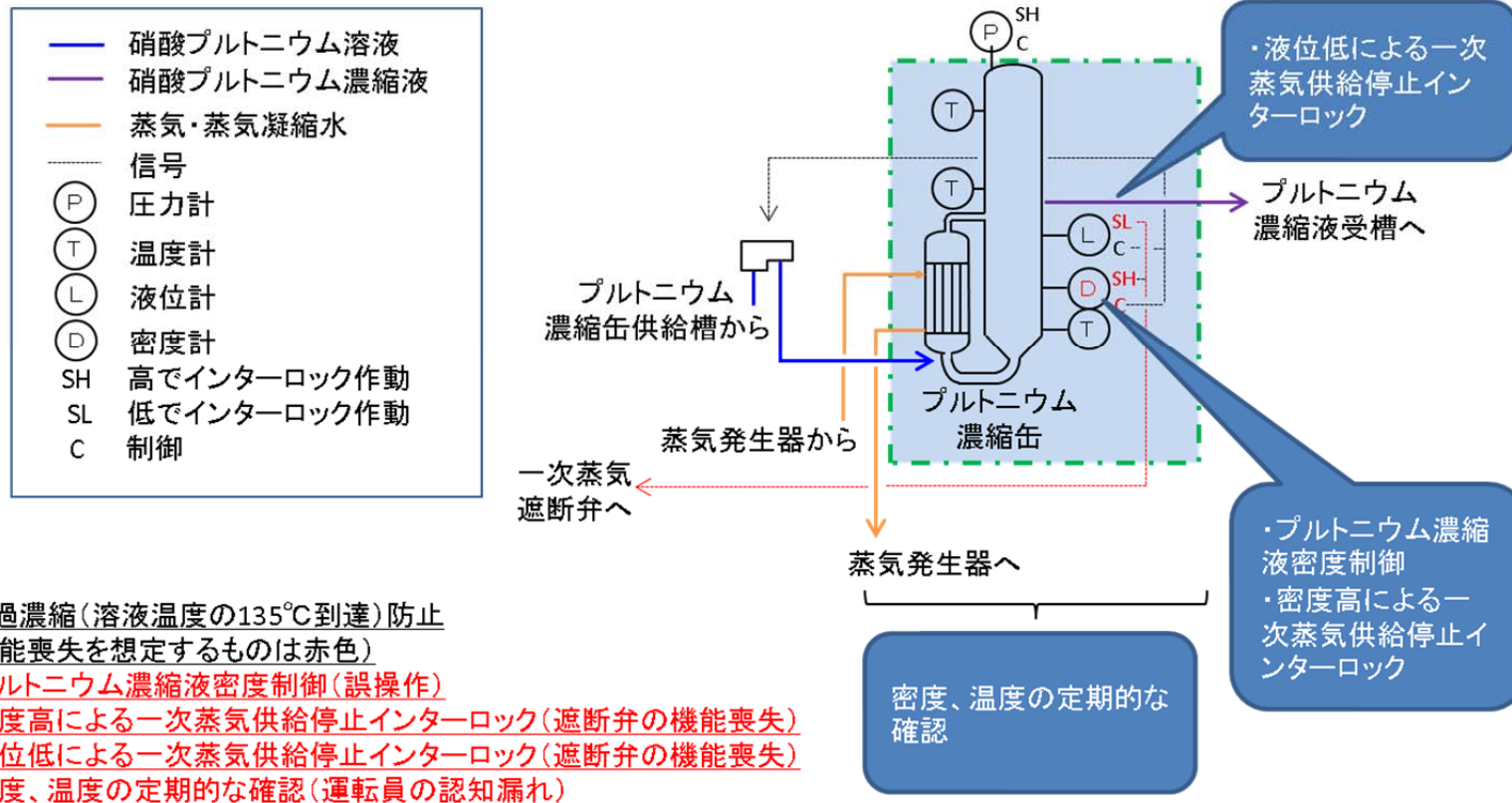


② 加熱蒸気温度の135℃到達防止(機能喪失を想定するものは赤色)

- ・蒸気発生器における加熱蒸気圧力計による加熱蒸気圧力制御(圧力計の機能喪失)
- ・加熱蒸気温度高警報に基づく運転員の対応(運転員の認知漏れ)
- ・加熱蒸気圧力高警報に基づく運転員の対応(圧力計の機能喪失)
- ・加熱蒸気温度高による加熱蒸気供給停止インターロック(安重)(遮断弁の機能喪失)
- ・加熱蒸気温度高による一次蒸気供給停止インターロック(安重)(遮断弁の機能喪失)
- ・加熱蒸気温度、圧力の定期的な確認(運転員の認知漏れ)

図－6 想定シナリオケース2の事象発生の起因となる発生防止機能の喪失状態（2／3）

過濃縮防止に係る機能の喪失



③ 過濃縮(溶液温度の135℃到達)防止 (機能喪失を想定するものは赤色)

- ・プルトニウム濃縮液密度制御(誤操作)
- ・密度高による一次蒸気供給停止インターロック(遮断弁の機能喪失)
- ・液位低による一次蒸気供給停止インターロック(遮断弁の機能喪失)
- ・密度、温度の定期的な確認(運転員の認知漏れ)

図－6 想定シナリオケース2の事象発生の原因となる発生防止機能の喪失状態 (3 / 3)

ケース 1 とケース 2 について、事象発生までの時間、事象の大きさ、再発の可能性等について比較を行った。結果を表－ 3 に示す。

比較の結果、以下の観点からケース 2 を対象とする。

- ・ ケース 2 は、反応する T B P 等の量及び放出放射エネルギーが多い
- ・ ケース 2 は、事象発生時にもプルトリウム溶液をプルトリウム濃縮缶へ供給しており事象が再発（継続）する可能性があるため、拡大防止対策として実施すべき事項がケース 1 よりも多く、ケース 2 の拡大防止対策を行うことでケース 1 においても拡大防止が可能

表－２：ケース１とケース２の比較（１／３）

項目	ケース１	ケース２
事象発生までの時間	異常の発生（待機運転状態で凝縮液の一部が下流工程に移送される）から事象の発生（800 g／Lへの到達）までの時間は約 29 時間となる。	異常の発生（液位制御から密度制御へ切り替わるべき状態で液位制御が継続）から事象の発生（800 g／Lへの到達）までの時間は約 ■■■ 時間となる。
反応に使われる T B P 量	反応に使われる T B P 等の錯体量（T B P 等の量）は、約 24 g／L のプルトリウム溶液を 250 g／L に濃縮するために必要なプルトリウム溶液量に相当する量（94 g）	反応に使われる T B P 等の錯体量（T B P 等の量）は、250 g／L のプルトリウム濃縮液を、約 24 g／L のプルトリウム溶液を用いて 800 g／L に濃縮するために必要な硝酸プルトリウム溶液量に相当する量（約 208 g）
事象の大きさ （圧力、温度、放出放射エネルギー）	濃縮缶の健全性は保たれ、V O G の高性能粒子フィルタの健全性も維持できる。 放出放射エネルギーは現状と同じ。	濃縮缶の健全性は保たれ、V O G の高性能粒子フィルタの健全性も維持できる。放出放射エネルギーは、T B P 等の量が増えるため A R F が上昇することから増加する。

■■■については商業機密の観点から公開できません。

表－２：ケース１とケース２の比較 （２／３）

項目	ケース１	ケース２
再発の可能性	事象発生時にはプルトリウム溶液の供給は停止している状態であり、事象発生後の再供給は実施しない。また、T B P 等の錯体の急激な分解反応により、T B P 等の錯体は全てが分解されてしまうことから、事象発生後はプルトリウム濃縮缶内にはT B P 等が存在しないこととなるため、再発しない。	事象発生時にもT B P 濃度が高いプルトリウム溶液をプルトリウム濃縮缶へ供給しており、缶内が高温、高硝酸濃度であることを踏まえると、供給したプルトリウム溶液に含まれるT B P 等が、プルトリウム濃縮缶に供給した瞬間に分解反応を起こす可能性が否定できないため、再発（事象の継続）を想定する。
拡大防止対策	拡大防止対策は、プルトリウム溶液の供給が停止していることから、拡大防止対策は不要。	拡大防止対策は、プルトリウム溶液の供給の停止及び加熱の停止が必要。

表－２：ケース１とケース２の比較 （３／３）

項目	ケース１	ケース２
異常な水準の放出防止対策	１回の反応による放射性物質の放出を考慮する。再発しないため、再発を考慮した対策は不要。	プルトニウム溶液の供給を止めるまでは放射性物質の放出が継続する可能性があるため、プルトニウム溶液の供給停止までを考慮した対策（再発を考慮した対策）が必要。
対策に対する時間余裕	拡大防止対策については、事象の再発がないことから、時間制限はない。	事象が再発（継続）していることから、拡大防止対策は速やかに実施する必要がある。

2.3 事象発生シナリオとしてケース2を使用することについて

2.3.1 TBP等の錯体の急激な分解反応を起こすTBP等の量

プルトニウム濃縮缶に供給されるTBP等の量は、TBP等の濃度の高いプルトニウム溶液を供給しながら過濃縮に至ることから、約208gとなる。

TBP等の量がケース1と比べて増加することにより、TBP等の錯体の急激な分解反応が発生した場合の放射性物質の気相への移行割合（ARF）が増大し、放出放射エネルギーが増大する。また、プルトニウム濃縮缶内のプルトニウム量が従来の評価よりも増えるため、MARも増大する。TBP等の錯体の急激な分解反応によるプルトニウム濃縮缶から精製建屋塔槽類廃ガス処理設備の塔槽類廃ガス処理系（プルトニウム系）（以下、「VOG」と言う。）の高性能粒子フィルタまでの経路の温度及び圧力の上昇、濃縮缶の健全性、VOGの高性能粒子フィルタの健全性に関する評価も変更になる。それぞれの影響は以下のとおり。

①放出放射エネルギー

放出放射エネルギーについては、TBP等の錯体の急激な分解反応に使われるTBP量が増加することに伴いARFが約2倍、プルトニウム濃縮缶に供給される硝酸プルトニウム溶液の液量が増えることからMARが3.2倍となり、 5.1×10^{-4} T B qとなる。また、被ばく線量については、 4.0×10^{-1} μ S vとなる。

②プルトニウム濃縮缶からVOGの高性能粒子フィルタまでの温度、圧力及び濃縮缶

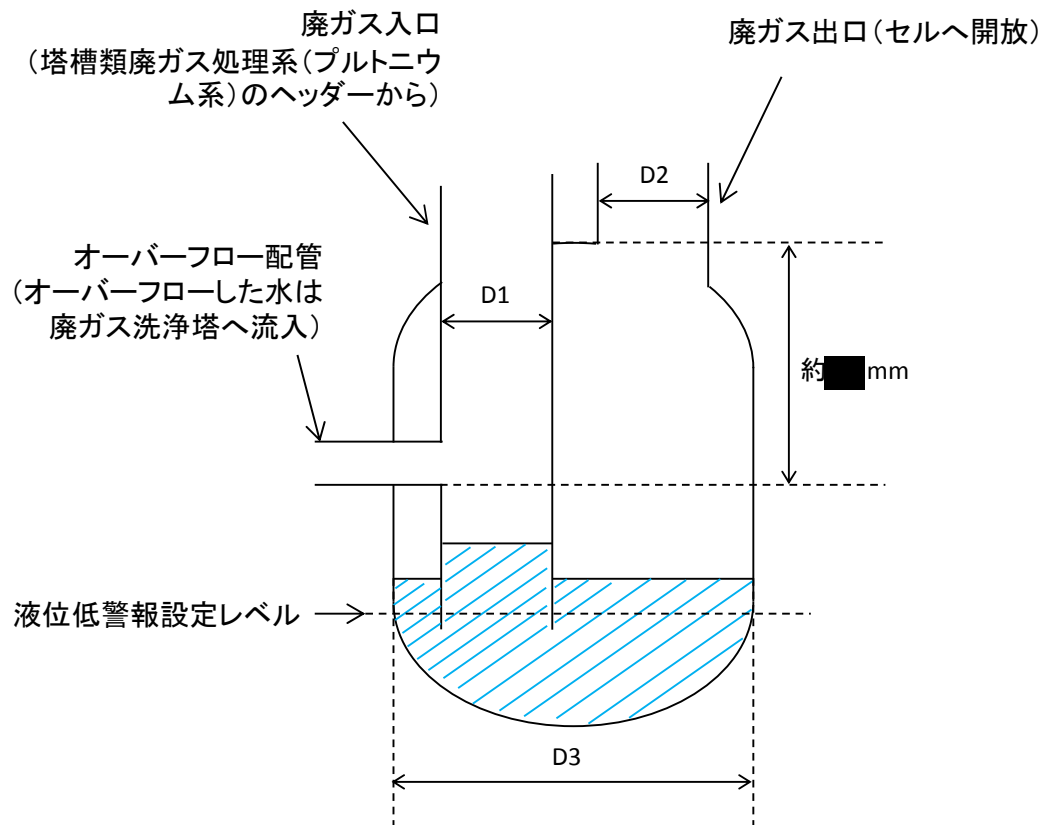
T B P 等の錯体の急激な分解反応を起こす T B P 等の量が増えているため、それぞれの温度、圧力も上昇する。

T B P 等の量を 240 g とした場合の F l u e n t を用いた解析では、当該濃縮缶の出口における圧力は約 840 k P a となり、この圧力においてもプルトニウム濃縮缶の健全性は維持されると評価している。V O G の高性能粒子フィルタについても、最大差圧が約 3.6 k P a 、温度は約 44℃となり、健全性が確認されている 9.3 k P a 及び 200℃を下回るため、健全性は確保できる。

3. T B P 等の錯体の急激な分解反応が発生した場合の廃ガスポットの水封の状況

3. 1 廃ガスポットの構造

廃ガスポットの概要図を図－7に示す。



図－7 廃ガスポット概要図

廃ガスポットにはオーバーフロー配管が設置されており，有効容量は約 [redacted] リットルである。

廃ガスポットの廃ガス入口配管は，精製建屋塔槽類廃ガス処理設備の塔槽類廃ガス処理系（プルトニウム系）のヘッダーからつながっている配管であり，廃ガスポット内で水封されている。

[redacted] について商業機密の観点から公開できません。

る。廃ガス出口配管は液浸しておらず、廃ガスポットからセルへ開放となっている。

廃ガス入口配管と廃ガス出口配管の径は同一であり、廃ガスポットの径は廃ガス入口配管の約 3 倍である。

廃ガスポットには液位低警報が設置されており、この警報が発報した際はポットの液張りを実施する。この警報の設定レベルは、廃ガス入口配管の下端レベルよりも高い位置に設定されている。

3.2 T B P 等の錯体の急激な分解反応が発生した場合の影響

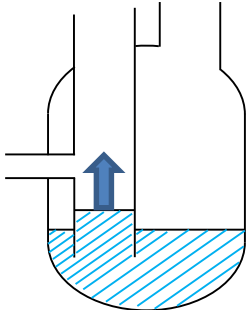
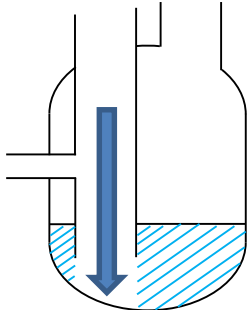
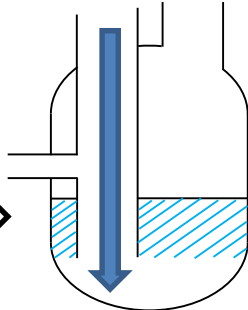
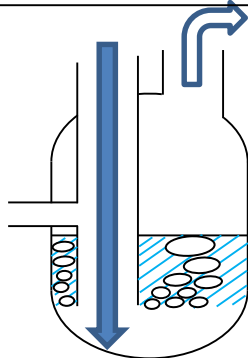
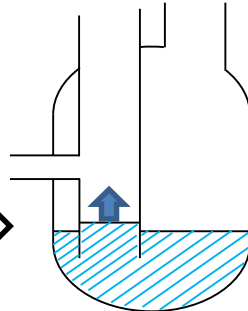
T B P 等の錯体の急激な分解反応が発生した際、廃ガス入口配管から廃ガスポットの方角にかかる圧力は、T B P 量を 240 g とした場合の F l u e n t による解析結果から、約 20 k P a と想定している。

廃ガスポット内の廃ガス入口配管の液浸は最大で約 m m であるため、約 20 k P a の圧力がかかった場合には、廃ガス入口配管の下端から、廃ガスが気泡となって廃ガスポット内の水中を上昇し、廃ガス出口配管からセルへ流出する。その後、圧力上昇の収束に伴い廃ガスポット内の水の変動は収まる。(想定図を図－8 に示す)

この場合、大量の気泡が水中を抜けていくことにより液面が乱れるとともに廃ガス出口から流出する廃ガスに同伴した水の分だけ液が減ることが考えられる。同伴する水の量は、爆発時におけるエアロゾル濃度の推奨値である $100\text{ m g} / \text{m}^3$ を適

 について商業機密の観点から公開できません。

用した場合，T B P 等の錯体の急激な分解反応の発生に伴い廃ガスボットからセルへ導出される空気量（約 0.8m^3 ）から，約 80m g となる。この量の水が減少しても水封が切れることはない。

通常状態	事象発生後① (事象発生から約0.1秒後)	事象発生後② (事象発生後①から事象発生後③の中間)	事象発生後③ (事象発生から約0.3秒後)	事象発生後④ (事象発生から約1分後)
青色の矢印は圧力のかかる方向と大きさを表している 			白抜き矢印は廃ガスの流れを表している 	
・廃ガスポット内の廃ガス入口配管は液浸(水封)しており、塔槽類廃ガス処理系(プルトリウム系)の廃ガスがセルへ流出することはない。 ・廃ガス入口の配管(塔槽類廃ガス処理系(プルトリウム系)のヘッダーからの配管)内の液面は、塔槽類廃ガス処理系(プルトリウム系)の負圧により廃ガスポット内の液面よりも高くなっている。	・TBP等の錯体の急激な分解反応の発生により、廃ガス入口配管から廃ガスポットに向かう方向に高い圧力で廃ガスが流入する。 ・圧力の上昇により廃ガス入口配管直下の水が押し下げられ、これにより廃ガスポット内の液面上昇する。	・事象発生直後①の状態からさらに圧がかかることで、廃ガス入口配管の下端より下部の水は、圧力がかかることにより全て廃ガスポット上方に持ち上げられる。	・事象発生直後②の状態からさらに圧力がかかる(廃ガスが流入すること、廃ガス入口配管から押し出された廃ガスは、気泡の形で廃ガスポット内の水中を上昇し、廃ガス出口配管からセルへ流出する。	・塔槽類廃ガス処理系(プルトリウム系)の系統内の圧力上昇が収束し、空気圧縮機による廃ガスの貯留が始まると、廃ガス処理設備が微負圧となるため、廃ガス入口の配管は再び液浸(水封)され、塔槽類廃ガス処理系(プルトリウム系)の廃ガスのセルへの流出は止まる。

図－８ T B P等の錯体の急激な分解反応が発生した直後の廃ガスポット内の状況（想定）

補足説明資料 10－3

T B P 等の錯体の急激な分解反応に関する知見

1. 文献から得られた知見

T B P 等の錯体の急激な分解反応については、これまでに多くの研究が行われており、ここから得られた知見もまとめられている。

サバンナ・リバー・サイトにおけるMOX燃料製造工場の建設許可申請に関する最終安全評価報告書^[1]では、廃液処理及び酸回収設備で使用する蒸発缶において想定するリスクの一つとしてTBP等の錯体の急激な分解反応が取り上げられており、TBP等の錯体の急激な分解反応の開始温度等に関する情報が記載されている。

○重金属の硝酸化合物，又は硝酸溶液の存在下でTBPは錯体を形成し，この錯体は発熱を伴う分解反応を起こす。

○この錯体は，TBP及び硝酸プルトニウム，硝酸，TBPの劣化物等との錯体で構成されている。

○TBP等の錯体の急激な分解反応に関して重要な反応として以下を挙げている。

- ・加水分解（ゆっくりと起きるが，温度の上昇に伴い反応速度は上昇）
- ・アルキル化及びニトロ化（ゆっくりと起きるが，温度の上昇に伴い反応速度は上昇）
- ・熱分解（ほとんど水がない状態で150℃にて顕著となる）
- ・ブチルアルコール及び硝酸ブチルのニトロ化／酸化反応（90℃から100℃で顕著となる）
- ・TBPのニトロ化／酸化（135℃近辺で顕著となる）
- ・ウラン及びプルトニウムの付加反応（15℃から175℃で顕著となる）

○TBP等の錯体の急激な分解反応の開始温度については，複数の記述がある。

- ・TBPの分解生成物の内，揮発性を有するブチルアルコ

ール等が蒸発していかない状態であれば，分解反応は 90℃から 100℃での加熱で顕著となり，急激な分解反応は 135℃で発生する。

- ・ Paddleford と Fauske によれば，T B P 等の錯体の急激な分解反応はよく換気された系でも発生し，自己発熱はおおよそ 130℃で確認された。^[2]
- ・ Hyder によれば，よく換気された系では，120℃までは，n-ブタノール（T B P の分解性生物）の蒸発及び蒸発に伴う攪拌による冷却が反応を抑制するのに十分な効果を持ち，130℃から 150℃の範囲で分解反応が急速となる。^[3]

- ・ The Defense Nuclear Facilities Safety Board (DNFSB) によれば，T B P 等の錯体の急激な分解反応の開始温度は 130℃である。^[4]

なお，この文献において開始温度を 130℃とした根拠となっている実験データについては，他の文献において異常値であったと結論付けられており，著者が確認した最も低い開始温度は 137℃であった。^[5]

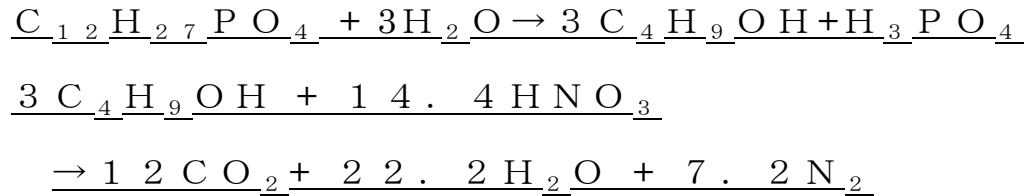
- ・ 実験において確認された T B P 等の錯体の急激な分解反応の開始温度の平均値は 137℃であった。

○ T B P 等の錯体の急激な分解反応の発生防止及び影響緩和の観点で重要な項目として温度，圧力（換気系の配管断面積の和と文献値との比較），有機相の蒸発缶等への持ち込み量，硝酸濃度を挙げている。

- [1]U.S. Nuclear Regulatory Commission, Final Safety Evaluation Report on the Construction Authorization Request for the Mixed Oxide Fuel Fabrication Facility at the Savannah River Site, South Carolina, NUREG-1821, 2011
- [2]D.F.Paddleford, H.K.Fauske, Safe Venting of “Red Oil” Runaway Reactions (U), WSRC-MS-94-0649, 1994.
- [3]M.L.Hyder, Safe Conditions for Contacting Nitric Acid or Nitrates with Tri-n-Butyl Phosphate (TBP)”, WSRC-TR-94-059, 1994
- [4]J.T.Conway, Control of Red Oil Explosions in Defense Nuclear Facilities, DNFSB/TECH-33, 2003
- [5]Rudisill, T.S. and W.J.Crooks III, Initiation Temperature for Runaway Tri-n-Butyl Phosphate/Nitric Acid Reaction, WSRC-MS-2001-00214, 2001

T B P 等の錯体の急激な分解反応では，主要なガスとして酸素，窒素，水が発生する。

T B P に作用させる硝酸濃度が 14M の場合における T B P 等の錯体の分解反応について，以下の反応式がある。^[1]



T B P 等の錯体の急激な分解反応で反応する T B P 量は約 208 g （約 0.8m o l ）であり，分解ガスとしては約 43m o l が発生する。ガスの体積としては，標準状態で約 740 L となる。

[1] 日本原子力研究所．再処理施設における溶媒と硝酸の熱分解反応に関する安全性実証試験（受託研究）．1995-02，JAERI-Tech 95-005.

2. 過去の事故

T B P 等の錯体の急激な分解反応は、これまでに海外のプラントにおいて複数回発生している。主なものを以下に示す。

○サバンナ・リバー・サイト（1953 年）

< 事故概要 >

硝酸ウラニル溶液の蒸発濃縮中に蒸発缶が爆発した。

< 原因 >

回分式蒸発缶の供給液に有機溶媒（T B P，ケロシン）が多量（約 80 ポンド）に混入されていたことに加えて，過濃縮により溶液の温度が高温になり，T B P－硝酸ウラン錯体の急激な熱分解反応が起こったと推定される。

[1] T.J. Colven et al., TNX Evaporator Incident January.

12, 1953, Interim Technical Report, DP-25, 1953

[2] W. S. Durant, “RED OIL” EXPLOSIONS AT THE SAVANNAH RIVER PLANT. DP-MS-83-142, DOE/ANL training course on prevention of significant nuclear events; Augusta, GA(USA); 12-15 Mar 1984.

○サバンナ・リバー・サイト可燃性ガス爆発事故（1975 年）

< 事故概要 >

脱硝器での硝酸ウラニル溶液の加熱脱硝中に，室内の可燃性ガスに引火して爆発した。

< 原因 >

多くの有機溶媒が蒸発缶に混入したことで，硝酸ウラニルが T B P の錯体の状態で脱硝器に供給されたことが原因と推定される。

[1] McKibben, J. M. et, Explosion and fire in the uranium trioxide protection facilities at the Savannah River Plant On February 12, 1975.

○ トムスクー 7（1993 年）

< 事故概要 >

調整タンク（抽出肯定へ供給する溶液の酸濃度を調整するための貯槽）において、濃硝酸と T B P を含む有機物が接触することで発熱反応を起こし、135℃以上に上昇して T B P の急激な分解反応が起こった。

< 原因 >

調整タンク内には T B P 等を含む多量の有機物（濃硝酸と反応しやすい芳香族炭化水素を含む）が存在していたが、別のタンクから T B P 等を吹く有機物と一緒に加熱されたままのウラン溶液（約 105℃）が移送され、さらにその際に規則で定められている攪拌を実施しなかった。

また、規定で定められている以上の濃度の濃硝酸を調整タンクに注入し、さらにその際に規則で定められている攪拌を実施しなかった。

その結果、濃硝酸と有機物が接触した状態で層を形成し、接触面で局所的に発熱反応を起こした。

さらに、排気機能低下も重なって、発生した蒸気やガスにより調整タンク内が加圧され、溶液温度が 135℃を超えたため、急激な分解反応に至ったと推定される。

[1]“ロシアのトムスク際処理施設の事故に関する調査報告書”

科学技術庁，平成 6 年 9 月 8 日

以上

令和 2 年 1 月 8 日 R3

補足説明資料 10－4

プルトニウム濃縮缶での T B P 等の錯体の
急激な分解反応における拡大の防止のための
措置の概要

1. T B P 等の錯体の急激な分解反応の拡大の防止のための措置の概要

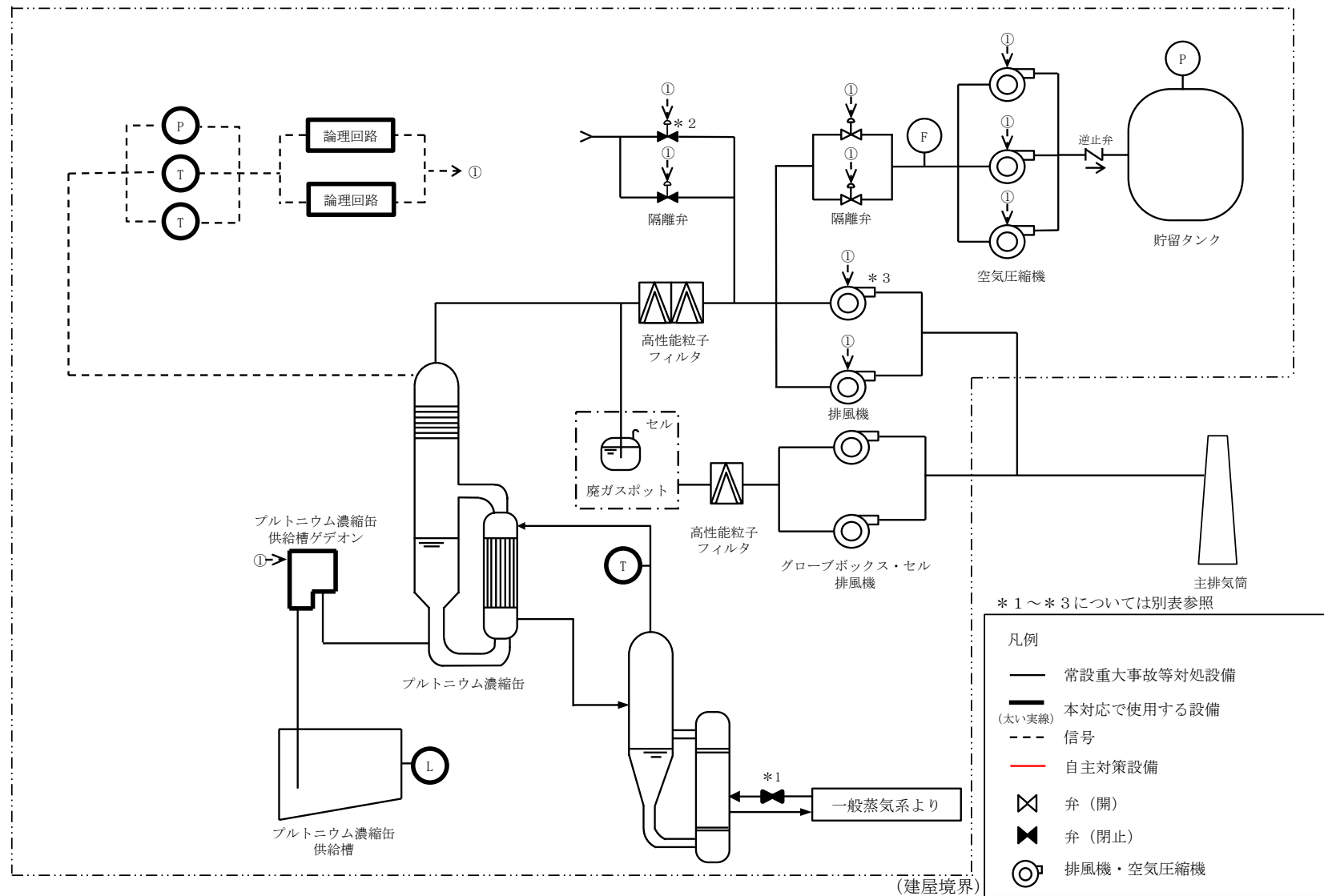
T B P 等の錯体の急激な分解反応は、プルトニウム濃縮缶の液相部温度高警報，気相部温度高警報又は気相部圧力高高警報のうち2つ以上の警報の発報により事象の発生を検知するとともにインターロックによりプルトニウム濃縮缶への硝酸プルトニウム溶液の供給を停止する。硝酸プルトニウム溶液の供給停止は、事象の発生検知から1分以内に実施する。硝酸プルトニウム溶液の供給が停止したことは、プルトニウム濃縮缶供給槽液位計にて確認する。これと並行して、運転員による蒸気発生器への一次蒸気の供給の停止（手動弁の閉止）を実施する（図－1 参照）。蒸気発生器への一次蒸気の供給が停止したことは、プルトニウム濃縮缶加熱蒸気温度計にて確認する。

また、プルトニウム濃縮缶の液相部温度高警報，気相部温度高警報又は気相部圧力高高警報のうち2つ以上の警報の発報により事象の発生を検知した場合，精製建屋塔槽類廃ガス処理設備の塔槽類廃ガス処理系（プルトニウム系）の排風機を停止するとともに貯留タンクへの系統を確立し，空気圧縮機を起動することにより，T B P 等の錯体の急激な分解反応で発生した放射性物質を貯留タンクに閉じ込める。この動作は，事象の検知から1分程度で実施できる。貯留タンクへの閉じ込めは，約2時間継続する。貯留タンクへの閉じ込めの状況は貯留設備の圧力計及び流量計で監視し，貯留タンクの圧力が規定圧力に到達後，塔槽類廃ガス処理系（プルトニ

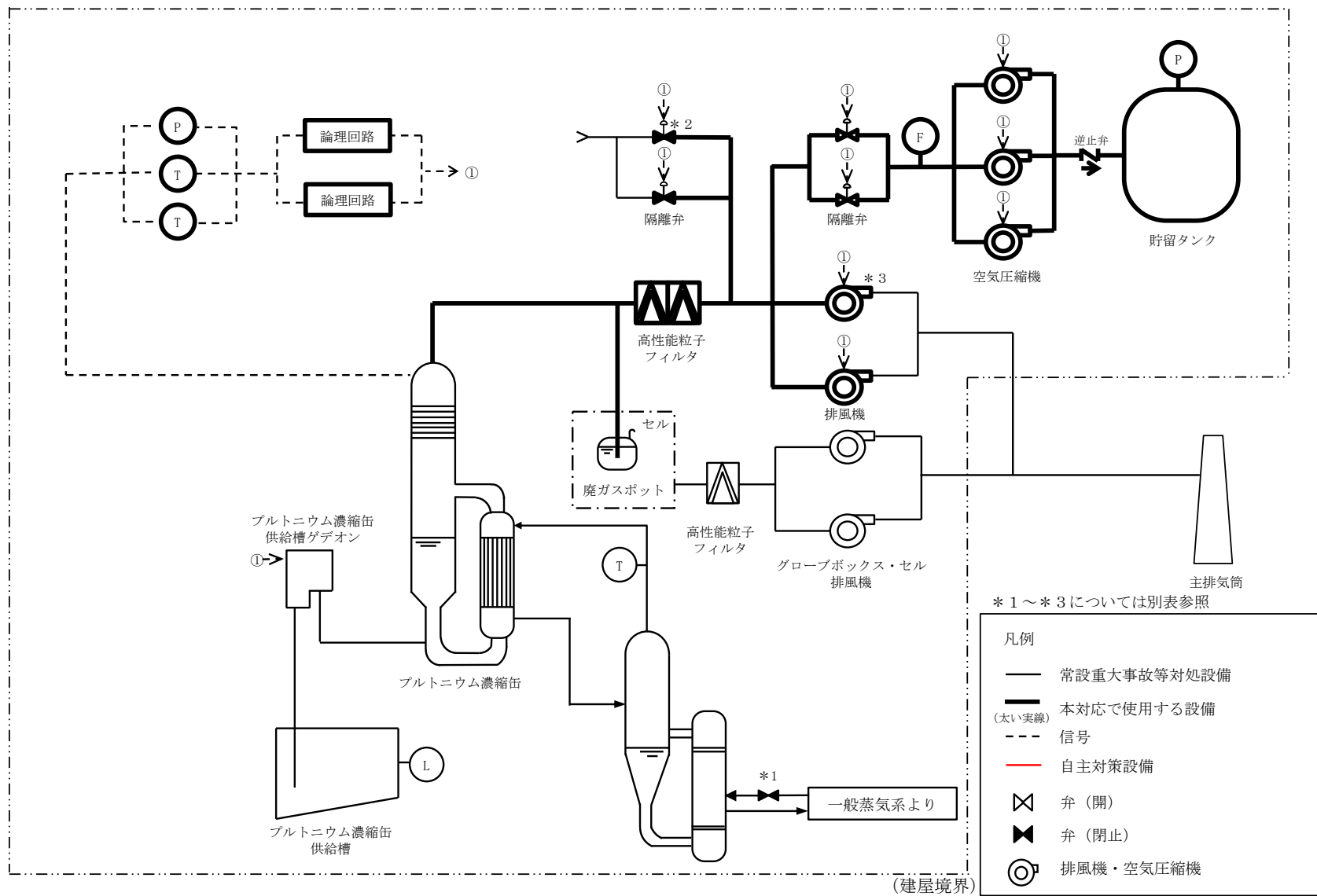
ウム系)の隔離弁の開及び排風機を起動し、通常経路による排気を行うとともに、貯留設備の隔離弁の閉止、空気圧縮機の停止を行う。プルトニウム濃縮缶及び塔槽類廃ガス処理系(プルトニウム系)に残留した放射性物質は、塔槽類廃ガス処理系(プルトニウム系)が通常時の排気経路とした際に主排気筒から大気中へ放出される。(図－2、図－3 参照)

T B P 等の錯体の急激な分解反応が発生した際、プルトニウム濃縮缶気相部及び塔槽類廃ガス処理系(プルトニウム系)の系統内の廃ガスが塔槽類廃ガス処理系(プルトニウム系)の廃ガスポットからセルへ導出される可能性があり、水封が切れるおそれがあることから、廃ガスポットへ水封を自動的に実施する。廃ガスポットからセルへ導出された廃ガスは、セル排気フィルタユニットにより放射性エアロゾルを除去後、グローブボックス・セル排風機により主排気筒から大気中へ放射性物質を放出する。

これらの対策に使用する重大事故等対処施設は、対策実施時に想定される温度、圧力及び放射線の環境条件下においても必要な機能を発揮できる。



図－１ 供給液の供給停止及び加熱蒸気の供給停止に関する系統概要図



図－２ 貯留設備による放射性物質の貯留に関する系統概要図

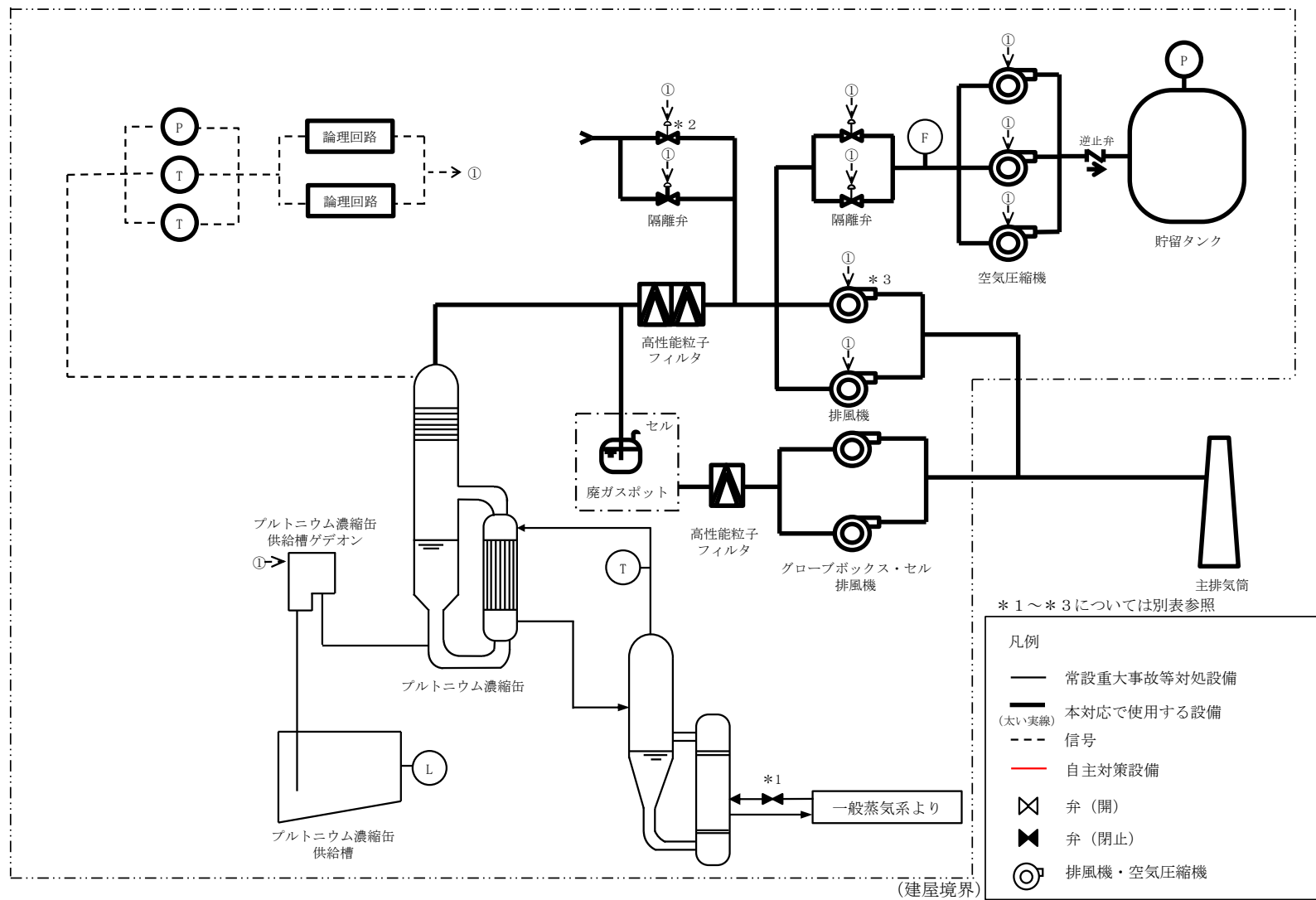


図-3 放出低減対策に関する系統概要図

1. 1 T B P 等の錯体の急激な分解反応の拡大の防止のための措置の信頼性

1. 1. 1 供給液の供給停止に使用する設備の設計

プルトニウム濃縮缶への硝酸プルトニウム溶液の供給停止インターロックは、異なる3つの計器（プルトニウム濃縮缶気相部温度、プルトニウム濃縮缶気相部温度、プルトニウム濃縮缶気相部圧力）からの信号のうち、2つ以上において事象の発生を検知する警報が発報した場合に、自動的に作動する。このため、1つの計器の誤作動により供給液の供給が停止することではなく、事象を確実に検知するとともに供給を停止できる。

また、プルトニウム濃縮缶への硝酸プルトニウム溶液の供給はプルトニウム濃縮缶供給槽ゲデオンにより行われるが、ゲデオンは、圧縮空気をエアジェットに供給することで作り出される真空により液をゲデオン内に引き上げ、機器内の堰を越えた分の液を供給先に供給する仕組みであるため、圧縮空気系の供給を遮断することで移送を止めることができる。事象の発生を検知した場合は、プルトニウム濃縮缶供給槽ゲデオン用のエアジェットへの圧縮空気の供給を停止するため、確実に供給を停止することができる。

1. 1. 2 供給液の供給停止に使用する設備の有効性

a. 温度

T B P 等の錯体の急激な分解反応が発生した場合には、プルトリウム濃縮缶の気相部の温度は、T B P 量が 240 g の場合の解析の結果として、一時的に約 370℃まで上昇する。

しかし、プルトリウム濃縮缶供給槽ゲデオン及びプルトリウム濃縮缶供給槽液位計はプルトリウム濃縮缶とは別の部屋に設置されており、温度上昇の影響を受けない。プルトリウム濃縮缶気相部温度計及びプルトリウム液相部温度計については、プルトリウム濃縮缶内の温度上昇は瞬間的であること及び鞘管に入った状態でプルトリウム濃縮缶に設置されていることを踏まえると、温度計の機能に影響はない。

プルトリウム濃縮缶気相部圧力計については、プルトリウム濃縮缶内の温度上昇は瞬間的であることから、本圧力計の機能に対して影響はない。

b. 圧力

T B P 等の錯体の急激な分解反応が発生した場合には、プルトリウム濃縮缶の気相部は、T B P 量が 240 g の場合の解析の結果として、一時的に約 840 k P a まで上昇する。

しかし、プルトリウム濃縮缶供給槽ゲデオン及びプルトリウム濃縮缶供給槽液位計はプルトリウム濃縮缶とは別の部屋に設置されており、温度上昇の影響を受けない。

プルトニウム濃縮缶気相部温度計及びプルトニウム液相部温度計については，プルトニウム濃縮缶内の圧力上昇は瞬間的であること，鞘管に入った状態でプルトニウム濃縮缶に設置されていることを踏まえると，温度計の機能に影響はない。

プルトニウム濃縮缶気相部圧力計については，パージ式圧力計であり，気相部圧力が瞬間的に上昇した場合でも最高使用圧力を上回ることはないため、当該圧力計の機能に影響はない。

c．放射線

T B P 等の錯体の急激な分解反応の発生により，プルトニウム濃縮缶内のプルトニウム溶液が気相へ移行する。この移行により，通常時と比較してプルトニウム濃縮缶の気相部における放射線は高くなる。

プルトニウム濃縮缶供給槽ゲデオン，プルトニウム濃縮缶気相部温度計，プルトニウム液相部温度計及びプルトニウム濃縮缶気相部圧力計は，上記反応により発生した放射線に対して，材質及び設備の設置場所を適切に考慮することから，設備の機能を損なうことはない。

1． 1． 3 加熱蒸気の供給停止に使用する設備の設計

加熱蒸気の供給停止に使用する設備は蒸気発生器の一次蒸気配管上の手動弁であり、運転員により容易に閉止操作

が可能であるため、事象発生時にも確実に操作ができる。

1. 1. 4 加熱蒸気の供給停止に使用する設備の有効性

a. 温度，圧力，放射線

T B P 等の錯体の急激な分解反応の発生時，加熱蒸気の供給停止のために操作する手動弁及びプルトニウム濃縮缶加熱蒸気温度計は，プルトニウム濃縮缶とは異なる部屋に設置されており，プルトニウム濃縮缶内の温度の変化の影響を受けない。このため，確実に加熱蒸気の供給を停止することができる。

1. 1. 5 貯留タンクでの貯留に使用する設備の設計

T B P 等の錯体の急激な分解反応に対する対処は、T B P 等の錯体の急激な分解反応により気相部に移行する放射性物質が外部に放出されることから、分解反応の発生を検知し、直ちに塔槽類廃ガス処理系の経路を遮断し、放射性物質を外部に放出させないことが重要な対策となる。

同対策に使用する貯留設備は，T B P 等の錯体の急激な分解反応の発生時に確実に作動するよう，以下のような設計としている。

- ・貯留設備は，プルトニウム濃縮缶の液相部温度高警報，
気相部温度高警報又は気相部圧力高高警報の3種類の
警報のうち2つ以上の警報の発報により事象の発生を

検知してインターロックによりさせる信号を発する。

これにより，万一，3 台の検出器のうち 1 台が動作不能であった場合でも，確実に作動信号を発することができる。

- ・貯留設備の弁は多重化し，どちらか一方の弁が作動した場合に貯留設備への経路を確立できる。
- ・貯留設備の貯留タンクは，T B P 等の錯体の急激な分解反応が発生した場合に，廃ガス処理設備の気体を 1 時間にわたって貯留できる容量に余裕をみて設計する。

1. 1. 6 貯留タンクでの貯留に使用する設備の有効性

a. 温度

T B P 等の錯体の急激な分解反応の発生により，プルトリウム濃縮缶から発生する廃ガスの温度は，T B P 量が 240 g の場合の解析の結果ではプルトリウム濃縮缶では瞬間的に 370℃程度まで上昇するが、塔槽類廃ガス処理系（プルトリウム系）の高性能粒子フィルタ入口で約 44℃となる。

貯留タンクでの貯留に使用する設備のうち，高性能粒子フィルタの前段に位置する機器は鋼製であり、温度の上昇による影響は受けない。高性能粒子フィルタの後段には弁や貯留設備の圧力計及び流量計等が設置されるが，そこでの温度は通常とほぼ変わらないため，温度上昇に

よる影響は受けない。

b. 圧力

T B P 等の錯体の急激な分解反応の発生により，プル
トニウム濃縮缶から発生する廃ガスが流入する塔槽類廃
ガス処理系（プルトニウム系）の高性能粒子フィルタ入
口での圧力は，T B P 量が 240 g の場合の解析の結果で
は，最大で約 4 k P a の圧力上昇となる。貯留タンクで
の貯留に使用する設備のうち，高性能粒子フィルタの前
段に位置する機器は鋼製であり、圧力の上昇による影響
は受けない。高性能粒子フィルタの後段では，高性能粒
子フィルタでの圧力損失の影響により，通常の圧力と同
程度となるため、圧力上昇による影響は受けない。

c. 放射線

T B P 等の錯体の急激な分解反応により気相に移行す
る放射性物質の影響を受けるが，材質及び設備の設置場
所を適切に考慮することから，設備の機能を損なうこと
はない。

1. 1. 7 貯留タンクの容量

T B P 等の錯体の急激な分解反応が発生するプルトニウ
ム濃縮缶において、塔槽類廃ガス処理系（プルトニウム系）
に流入する流量は約 $42\text{m}^3/\text{h}$ であり，1 時間にわたって
気体を貯留するとした場合の貯留タンクの容量（空気圧縮

機による圧縮を考慮しない容量)は、約 42m^3 以上としている。臨界では、1 時間当たりの空気量が T B P 等の錯体の急激な分解反応よりも多く約 $70\text{m}^3/\text{h}$ であり、貯留タンクの容量は 11m^3 以上としていることから、貯留タンクの容量は臨界における評価を基に設定している。 11m^3 以上とした貯留タンクへ空気圧縮機で圧縮した廃ガスを導出し、規定圧力に到達するまで貯留する。 11m^3 を基に規定圧力に到達するまでの時間は約 2 時間であることから、その間 T B P 等の錯体の急激な分解反応に伴い発生した放射性物質を貯留タンクに貯留できる。

1. 1. 8 放出低減対策に関する設計

T B P 等の錯体の急激な分解反応に対する対処は、T B P 等の錯体の急激な分解反応により気相部に移行する放射性物質を十分に低減することが重要な対策となる。

同対策に使用する設備は、以下のような設計としている。

- ・塔槽類廃ガス処理系（プルトニウム系）の高性能粒子フィルタは、放出量を十分低減できるように、2 段×3 系列で構成されており、2 段あたりの除染係数は 10^5 を確保する。
- ・通常は 2 系列が運転状態であり、残り 1 系列は待機状態という系統構成を取ることで、1 系列が機能喪失しても切り替えにより機能が維持できる設計とする。

- ・ 高性能粒子フィルタの性能が維持できる温度上限を約 200℃ で設計する。
- ・ 高性能粒子フィルタの性能が維持できるフィルタ差圧の上限を約 9.3 k P a で設計する。

1 . 1 . 9 放出低減対策に関する有効性

a . 温度

放出低減対策で使用する塔槽類廃ガス処理系（プルトリウム系）の高性能粒子フィルタ及び精製建屋換気設備のセル排気フィルタユニットについては、T B P 量が 240 g の場合の解析の結果として、最大となる塔槽類廃ガス処理系（プルトリウム系）の高性能粒子フィルタで約 44℃ まで上昇する。高性能粒子フィルタについては、200℃ まで耐久性が確認されていることから、塔槽類廃ガス処理系（プルトリウム系）の高性能粒子フィルタは温度上昇が発生しても機能を維持できる。

b . 圧力

放出低減対策で使用する塔槽類廃ガス処理系（プルトリウム系）の高性能粒子フィルタ及び精製建屋換気設備のセル排気フィルタユニットについては、T B P 量が 240 g の場合の解析の結果として、フィルタ差圧が最大となる塔槽類廃ガス処理系（プルトリウム系）の高性能粒子フィルタで約 4 k P a まで上昇する。高性能粒子フィ

ルタについては、フィルタ差圧として 9.3 k P a まで耐久性が確認されていることから、塔槽類廃ガス処理系（プルトリウム系）の高性能粒子フィルタは圧力上昇が発生しても機能を維持できる。

c . 放射線

放出低減対策で使用する塔槽類廃ガス処理系（プルトリウム系）の高性能粒子フィルタについては、放射線の変化に伴う性能の変化は生じないことから、機能は維持できる。

令和 2 年 1 月 8 日 R3

補足説明資料 1 0 - 5

1. プルトニウム濃縮缶での T B P 等の錯体の急激な分解反応における関連機器の機能及び機能喪失の想定

プルトニウム濃縮缶における T B P 等の錯体の急激な分解反応は、複数ある当該事象の発生防止機能について多重故障及び誤操作を想定した場合に、発生が想定される。

このため、プルトニウム濃縮缶における T B P 等の錯体の急激な分解反応の発生防止機能だけではなく、T B P 等の錯体の急激な分解反応の拡大の防止のための措置に用いる設備及び工程上のつながりのある機器を対象として、関連する機能、T B P 等の錯体の急激な分解反応が発生する場合に機能喪失を想定した機器、機能を維持すると想定した機器及びその理由について表－1 にまとめた。

表－１ ＴＢＰ等の錯体の急激な分解反応に関連のある機器の機能と事象発生時における機能の状況（１／３４）

機器	機能	ＴＢＰ等の錯体の急激な分解反応の発生防止に対する機能	他機能（設備）とのつながり	機能喪失の有無※	理由
TBP洗浄器	発生防止機能 （濃縮缶へのＴＢＰ等の持込み防止）	濃縮缶へ供給する硝酸プルトニウム溶液について、希釈剤を用いてTBPを洗浄する。（TBPの混入防止）	－	○ 維持１	静的機器であり、機能喪失する設備（希釈剤流量計、加熱蒸気圧力計、一次蒸気遮断弁、加熱蒸気遮断弁、プルトニウム濃縮缶密度制御）との取り合いはないため、これらの機能喪失の影響は受けない。
希釈剤供給配管	発生防止機能 （濃縮缶へのＴＢＰ等の持込み防止）	ＴＢＰ洗浄器への希釈剤の供給	ＴＢＰ洗浄器（供給先）	○ 維持２	静的機器であり、機能喪失する設備（加熱蒸気圧力計、一次蒸気遮断弁、加熱蒸気遮断弁、プルトニウム濃縮缶密度制御）とは異なる設備に設置されているため機能に影響はない。希釈剤流量計の機能が喪失しても配管が壊れる・変形することはないため、機能に影響はない。
希釈剤流量計	発生防止機能 （濃縮缶へのＴＢＰ等の持込み防止）	希釈剤供給流量の計測	希釈剤供給流量制御	× 喪失１	流量計の詰まりや気泡の混入により正しい値を示さない（実際よりも高い値を示す）ことを想定

表－１ ＴＢＰ等の錯体の急激な分解反応に関連のある機器の機能と事象発生時における機能の状況（２／３４）

機器	機能	ＴＢＰ等の錯体の急激な分解反応の発生防止に対する機能	他機能（設備）とのつながり	機能喪失の有無※	理由
希釈剤供給流量制御	発生防止機能（濃縮缶へのＴＢＰ等の持込み防止）	希釈剤の供給流量の制御	希釈剤流量計	▲波及影響	流量制御機能は維持できているが、流量計からの誤った値に基づき制御が行われるため、発生防止機能（希釈剤の供給）としては喪失すると判断。
プルトニウム溶液受槽	発生防止機能（濃縮缶へのＴＢＰ等の持込み防止） 連続受入れ	貯槽上部に滞留する有機溶媒の下流機器への移送防止 （貯槽下部からの液の抜き出しによる）	－	○維持１	機能喪失する設備（希釈剤流量計、加熱蒸気圧力計、一次蒸気遮断弁、加熱蒸気遮断弁、プルトニウム濃縮缶密度制御）とは異なる設備に設置されており、信号の取り合いもないため機能に影響はない。
プルトニウム溶液受槽液位計	発生防止機能（濃縮缶へのＴＢＰ等の持込み防止）	貯槽上部に滞留する有機溶媒の下流機器への移送防止 （貯槽下部からの液の抜き出しによる）	プルトニウム溶液受槽液位低インターロック	○維持１	機能喪失する設備（希釈剤流量計、加熱蒸気圧力計、一次蒸気遮断弁、加熱蒸気遮断弁、プルトニウム濃縮缶密度制御）とは異なる設備に設置されており、信号の取り合いもないため機能に影響はない。 液位計は定期的に点検を行い、機能を維持している。

表－１ ＴＢＰ等の錯体の急激な分解反応に関連のある機器の機能と事象発生時における機能の状況（３／３４）

機器	機能	ＴＢＰ等の錯体の急激な分解反応の発生防止に対する機能	他機能（設備）とのつながり	機能喪失の有無※	理由
プルトニウム溶液受槽液位低インターロック	発生防止機能（濃縮缶へのＴＢＰ等の持込み防止）	貯槽上部に滞留する有機溶媒の下流機器への移送防止（貯槽下部からの液の抜き出しによる）	プルトニウム溶液受槽液位計移送用エアリフト	○ 維持１	機能喪失する設備（希釈剤流量計、加熱蒸気圧力計、一次蒸気遮断弁、加熱蒸気遮断弁、プルトニウム濃縮缶密度制御）とは異なる設備に設置されており、信号の取り合いもないため機能に影響はない。
移送用エアリフト	発生防止機能（濃縮缶へのＴＢＰ等の持込み防止）	貯槽上部に滞留する有機溶媒の下流機器への移送防止（貯槽下部からの液の抜き出しによる）	プルトニウム溶液受槽液位低インターロック	○ 維持１	機能喪失する設備（希釈剤流量計、加熱蒸気圧力計、一次蒸気遮断弁、加熱蒸気遮断弁、プルトニウム濃縮缶密度制御）とは異なる設備に設置されており、信号の取り合いもないため機能に影響はない。
油水分離槽	発生防止機能（濃縮缶へのＴＢＰ等の持込み防止） バッチ受入れ	貯槽上部に滞留する有機溶媒の下流機器への移送防止（貯槽下部からの液の抜き出しによる）	－	○ 維持１	静的機器であり、機能喪失する設備（希釈剤流量計、加熱蒸気圧力計、一次蒸気遮断弁、加熱蒸気遮断弁、プルトニウム濃縮缶密度制御）とは異なる設備に設置されているため機能に影響はない。

表－１ ＴＢＰ等の錯体の急激な分解反応に関連のある機器の機能と事象発生時における機能の状況（４／３４）

機器	機能	ＴＢＰ等の錯体の急激な分解反応の発生防止に対する機能	他機能（設備）とのつながり	機能喪失の有無※	理由
油水分離槽液位計	発生防止機能（濃縮缶へのＴＢＰ等の持込み防止）	貯槽上部に滞留する有機溶媒の下流機器への移送防止（貯槽下部からの液の抜き出しによる）	油水分離槽液位低インターロック	○ 維持１	機能喪失する設備（希釈剤流量計、加熱蒸気圧力計、一次蒸気遮断弁、加熱蒸気遮断弁、プルトニウム濃縮缶密度制御）とは異なる設備に設置されており、信号の取り合いもないため機能に影響はない。液位計は定期的に点検を行い、機能を維持している。
油水分離槽液位低インターロック	発生防止機能（濃縮缶へのＴＢＰ等の持込み防止）	貯槽上部に滞留する有機溶媒の下流機器への移送防止（貯槽下部からの液の抜き出しによる）	油水分離槽液位計 移送用エアリフト	○ 維持１	機能喪失する設備（希釈剤流量計、加熱蒸気圧力計、一次蒸気遮断弁、加熱蒸気遮断弁、プルトニウム濃縮缶密度制御）とは異なる設備に設置されており、信号の取り合いもないため機能に影響はない。インターロックは定期的に点検を行い、機能を維持している。
移送用エアリフト	発生防止機能（濃縮缶へのＴＢＰ等の持込み防止）	貯槽上部に滞留する有機溶媒の下流機器への移送防止（貯槽下部からの液の抜き出しによる）	油水分離槽液位低インターロック	○ 維持１	機能喪失する設備（希釈剤流量計、加熱蒸気圧力計、一次蒸気遮断弁、加熱蒸気遮断弁、プルトニウム濃縮缶密度制御）とは異なる設備に設置されており、信号の取り合いもないため機能に影響はない。

表－１ ＴＢＰ等の錯体の急激な分解反応に関連のある機器の機能と事象発生時における機能の状況（５／３４）

機器	機能	ＴＢＰ等の錯体の急激な分解反応の発生防止に対する機能	他機能（設備）とのつながり	機能喪失の有無※	理由
サンプリングベンチ	発生防止機能（濃縮缶へのＴＢＰ等の持込み防止）	貯槽からの分析用試料の採取	－	○ 維持１	機能喪失する設備（希釈剤流量計、加熱蒸気圧力計、一次蒸気遮断弁、加熱蒸気遮断弁、プルトニウム濃縮缶密度制御）とは異なる設備に設置されており、信号の取り合いもないため機能に影響はない。サンプリングベンチは定期的な点検の対象となっている。
分析装置	発生防止機能（濃縮缶へのＴＢＰ等の持込み防止）	試料の分析	－	○ 維持１	機能喪失する設備（希釈剤流量計、加熱蒸気圧力計、一次蒸気遮断弁、加熱蒸気遮断弁、プルトニウム濃縮缶密度制御）とは異なる設備に設置されており、信号の取り合いもないため機能に影響はない。分析装置は定期的な点検の対象となっている。
プルトニウム濃縮缶供給槽	発生防止機能（濃縮缶へのＴＢＰ等の持込み防止） バッチ受入れ	貯槽上部に滞留する有機溶媒の下流機器への移送防止 （貯槽下部からの液の抜き出しによる）	－	○ 維持１	静的機器であり、機能喪失する設備（希釈剤流量計、加熱蒸気圧力計、一次蒸気遮断弁、加熱蒸気遮断弁、プルトニウム濃縮缶密度制御）とは異なる設備に設置されており、信号の取り合いもないため機能に影響はない。

表－１ ＴＢＰ等の錯体の急激な分解反応に関連のある機器の機能と事象発生時における機能の状況（６／３４）

機器	機能	ＴＢＰ等の錯体の急激な分解反応の発生防止に対する機能	他機能（設備）とのつながり	機能喪失の有無※	理由
プルトニウム濃縮缶供給槽液位計	発生防止機能（濃縮缶へのＴＢＰ等の持込み防止）	貯槽上部に滞留する有機溶媒の下流機器への移送防止（貯槽下部からの液の抜き出しによる）	プルトニウム濃縮缶供給槽液位低インターロック	○ 維持１	機能喪失する設備（希釈剤流量計、加熱蒸気圧力計、一次蒸気遮断弁、加熱蒸気遮断弁、プルトニウム濃縮缶密度制御）とは異なる設備に設置されており、信号の取り合いもないため機能に影響はない。 液位計は定期的に点検を行い、機能を維持している。
プルトニウム濃縮缶供給槽液位低インターロック	発生防止機能（濃縮缶へのＴＢＰ等の持込み防止）	貯槽上部に滞留する有機溶媒の下流機器への移送防止（貯槽下部からの液の抜き出しによる）	プルトニウム濃縮缶供給相ゲデオン	○ 維持１	機能喪失する設備（希釈剤流量計、加熱蒸気圧力計、一次蒸気遮断弁、加熱蒸気遮断弁、プルトニウム濃縮缶密度制御）とは異なる設備に設置されており、信号の取り合いもないため機能に影響はない。

表－１ ＴＢＰ等の錯体の急激な分解反応に関連のある機器の機能と事象発生時における機能の状況（７／３４）

機器	機能	ＴＢＰ等の錯体の急激な分解反応の発生防止に対する機能	他機能（設備）とのつながり	機能喪失の有無※	理由
プルトニウム濃縮缶供給槽ゲデオン	ＴＢＰ等の錯体の急激な分解反応の拡大の防止のための設備（供給液の供給停止）	なし	プルトニウム濃縮缶供給槽液位高インターロック プルトニウム濃縮缶気相部圧力高高インターロック プルトニウム濃縮缶への供給液の供給停止インターロック（新設） 緊急停止系	○ 維持１	ゲデオンによる移送を行うために必要な真空は、エアジェットに圧縮空気を供給することにより製造するが、エアジェットへの圧縮空気の供給系は、希釈剤流量計、加熱蒸気圧力計、一次蒸気遮断弁、加熱蒸気遮断弁とは異なる設備に設置されており、信号の取り合いもないため機能に影響はない。

表－１ ＴＢＰ等の錯体の急激な分解反応に関連のある機器の機能と事象発生時における機能の状況（８／３４）

機器	機能	ＴＢＰ等の錯体の急激な分解反応の発生防止に対する機能	他機能（設備）とのつながり	機能喪失の有無※	理由
プルトニウム濃縮缶供給槽ゲデオン流量制御	発生防止機能（過濃縮防止）	なし	プルトニウム濃縮缶密度制御 プルトニウム濃縮缶液位制御	○ 維持３	ゲデオンによる移送を行うために必要な真空は、エアジェットに圧縮空気を供給することにより製造するが、エアジェットへの圧縮空気の供給系は、希釈剤流量計、加熱蒸気圧力計、一次蒸気遮断弁、加熱蒸気遮断弁とは異なる設備に設置されており、信号の取り合いもない。プルトニウム濃縮缶の密度制御とは信号の取り合いがあるが、本シナリオでは密度計からの信号ではなく液位計からの信号を受けて流量を調整することとなる。受け取る信号自体は通常の範囲であるため、機能への影響はない。
蒸気発生器	その他	なし		○ 維持１	静的機器であり、機能喪失する設備（希釈剤流量計、加熱蒸気圧力計、一次蒸気遮断弁、加熱蒸気遮断弁、プルトニウム濃縮缶密度制御）とは異なる設備に設置されており、信号の取り合いもないため機能に影響はない。

表－１ ＴＢＰ等の錯体の急激な分解反応に関連のある機器の機能と事象発生時における機能の状況（９／３４）

機器	機能	ＴＢＰ等の錯体の急激な分解反応の発生防止に対する機能	他機能（設備）とのつながり	機能喪失の有無※	理由
加熱蒸気圧力計	ＴＢＰ等の錯体の急激な分解反応の拡大の防止のための設備（加熱蒸気の供給停止）	加熱蒸気圧力が135℃を超えないよう、蒸気発生器への一次蒸気圧力の供給流量を制御	加熱蒸気圧力制御	× 喪失１	圧力計の故障により、実際の値よりも低い値を示している状態を想定。正しい値を示さないことから、機能喪失。
加熱蒸気圧力高警報	発生防止機能（加熱蒸気温度の異常な上昇防止）	加熱蒸気圧力が所定の値に到達したことに關する注意喚起	加熱蒸気圧力計	▲ 波及影響	実際よりも低い蒸気発生器圧力計指示値となっており、警報設定値には届かない値になっており警報は吹鳴しないと想定。警報機能は喪失していないが、発生防止機能としては機能喪失していると想定。
加熱蒸気圧力制御	発生防止機能（加熱蒸気温度の異常な上昇防止）	加熱蒸気圧力が135℃を超えないよう、蒸気発生器への一次蒸気圧力の供給流量を制御	加熱蒸気圧力計	▲ 波及影響	実際よりも低い蒸気発生器圧力計指示値に基づき圧力制御を行っており、圧力制御としては加熱蒸気圧力を上げるよう制御するため、加熱蒸気温度が135℃を超えるような圧力となっている。制御機能は喪失していないが、発生防止機能としては機能喪失していると想定。

表－１ ＴＢＰ等の錯体の急激な分解反応に関連のある機器の機能と事象発生時における機能の状況（10／34）

機器	機能	ＴＢＰ等の錯体の急激な分解反応の発生防止に対する機能	他機能（設備）とのつながり	機能喪失の有無※	理由
加熱蒸気温度計 1	発生防止機能 （加熱蒸気温度の異常な上昇防止）	加熱蒸気温度の計測（生産系）	加熱蒸気温度 1 温度高警報	○ 維持 1	機能喪失する設備（希釈剤流量計、一次蒸気遮断弁、プルトニウム濃縮缶密度制御）とは異なる設備に設置されており、信号の取り合いもない。加熱蒸気圧力計、加熱蒸気遮断弁とは、同じ加熱蒸気系に設置されているが、加熱蒸気圧力計、加熱蒸気遮断弁との取り合いはないため、機能喪失の影響は受けない。本温度計 1 は定期的な点検の対象となっている。
加熱蒸気温度 1 温度高警報	発生防止機能 （加熱蒸気温度の異常な上昇防止）	加熱蒸気温度が通常範囲を外れていることに対する注意喚起	加熱蒸気温度計 1	○ 維持 1	機能喪失する設備（希釈剤流量計、一次蒸気遮断弁、プルトニウム濃縮缶密度制御）とは異なる設備に設置されており、信号の取り合いもない。加熱蒸気圧力計、加熱蒸気遮断弁とは、同じ加熱蒸気系に設置されているが、加熱蒸気圧力計、加熱蒸気遮断弁との取り合いはないため、機能喪失の影響は受けない。本警報は定期的な点検の対象となっている。

表－１ ＴＢＰ等の錯体の急激な分解反応に関連のある機器の機能と事象発生時における機能の状況（11／34）

機器	機能	ＴＢＰ等の錯体の急激な分解反応の発生防止に対する機能	他機能（設備）とのつながり	機能喪失の有無※	理由
加熱蒸気温度計 2 （安重）	発生防止機能 （加熱蒸気温度の異常な上昇防止）	加熱蒸気温度計 2 が所定値に到達した場合の加熱蒸気供給停止	加熱蒸気温度高による加熱蒸気供給停止インターロック	○ 維持 3	機能喪失する設備（希釈剤流量計、一次蒸気遮断弁、プルトニウム濃縮缶密度制御）とは異なる設備に設置されており、信号の取り扱いもない。加熱蒸気圧力計、加熱蒸気遮断弁とは、同じ加熱蒸気系に設置されているが、加熱蒸気圧力計との取り合いはないため、機能喪失の影響は受けない。温度計 2 と加熱蒸気遮断弁は、インターロックを介した信号の取り合いはあるが、加熱蒸気遮断弁から温度計 2 へ向かう信号はないため、加熱蒸気遮断弁の機能喪失の影響は受けない。本温度計 2 は定期的な点検の対象となっている。

表－１ ＴＢＰ等の錯体の急激な分解反応に関連のある機器の機能と事象発生時における機能の状況（12／34）

機器	機能	ＴＢＰ等の錯体の急激な分解反応の発生防止に対する機能	他機能（設備）とのつながり	機能喪失の有無※	理由
加熱蒸気温度計 2 （安重）温度高警報	発生防止機能 （加熱蒸気温度の異常な上昇防止）	加熱蒸気温度が所定の値に到達したことを運転員に対して注意喚起する	加熱蒸気温度計 2（安重）	○ 維持 3	機能喪失する設備（希釈剤流量計、一次蒸気遮断弁、プルトニウム濃縮缶密度制御）とは異なる設備に設置されており、信号の取り扱いもない。加熱蒸気圧力計、加熱蒸気遮断弁とは、同じ加熱蒸気系に設置されているが、加熱蒸気圧力計との取り合いはないため、機能喪失の影響は受けない。本警報と加熱蒸気遮断弁は、インターロックを介した信号の取り合いはあるが、加熱蒸気遮断弁から警報へ向かう信号はないため、加熱蒸気遮断弁の機能喪失の影響は受けない。本警報は定期的な点検の対象となっている。

表－１ ＴＢＰ等の錯体の急激な分解反応に関連のある機器の機能と事象発生時における機能の状況（13／34）

機器	機能	ＴＢＰ等の錯体の急激な分解反応の発生防止に対する機能	他機能（設備）とのつながり	機能喪失の有無※	理由
加熱蒸気温度計２温度高による加熱蒸気供給停止インターロック	発生防止機能（加熱蒸気温度の異常な上昇防止）	加熱蒸気温度が所定値に到達した場合の加熱蒸気供給停止	加熱蒸気遮断弁 加熱蒸気温度計２（安重）	▲波及影響	機能喪失する設備（希釈剤流量計、一次蒸気遮断弁、プルトニウム濃縮缶密度制御）とは異なる設備に設置されており、信号の取り合いもない。加熱蒸気圧力計、加熱蒸気遮断弁とは、同じ加熱蒸気系に設置されているが、加熱蒸気圧力計との取り合いはないため、機能喪失の影響は受けない。加熱蒸気遮断弁と当該インターロックは信号の取り合いがあるが、加熱蒸気遮断弁からインターロックに向かう信号はなく、加熱蒸気遮断弁が故障することにより当該弁が閉止できない状態を想定していることから、インターロック自体は機能を維持しているが、発生防止機能としては機能喪失していると想定する。
加熱蒸気遮断弁	発生防止機能（加熱蒸気温度の異常な上昇防止）	加熱蒸気温度計２が所定値に到達した場合の加熱蒸気供給停止	加熱蒸気温度高による加熱蒸気供給停止インターロック	×喪失１	弁の故障により閉止できない状態を想定する。

表－１ ＴＢＰ等の錯体の急激な分解反応に関連のある機器の機能と事象発生時における機能の状況（14／34）

機器	機能	ＴＢＰ等の錯体の急激な分解反応の発生防止に対する機能	他機能（設備）とのつながり	機能喪失の有無※	理由
加熱蒸気温度計３（安重）	発生防止機能（加熱蒸気温度の異常な上昇防止）	加熱蒸気温度の計測（安全系２）	加熱蒸気温度高による一次蒸気供給停止インターロック	○維持３	機能喪失する設備（希釈剤流量計、プルトニウム濃縮缶密度制御）とは異なる設備に設置されており、信号の取り合いもない。加熱蒸気圧力計、加熱蒸気遮断弁とは、同じ加熱蒸気系に設置されているが、加熱蒸気圧力計および加熱蒸気遮断弁との取り合いはないため、機能喪失の影響は受けない。一次蒸気遮断弁と温度計３は、インターロックを介した信号の取り合いはあるが、一次蒸気遮断弁から温度計３へ向かう信号はないため、一次蒸気遮断弁の機能喪失の影響は受けない。本温度計３は定期的な点検の対象となっている。

表－１ ＴＢＰ等の錯体の急激な分解反応に関連のある機器の機能と事象発生時における機能の状況（15／34）

機器	機能	ＴＢＰ等の錯体の急激な分解反応の発生防止に対する機能	他機能（設備）とのつながり	機能喪失の有無※	理由
加熱蒸気温度計３ （安重）温度高警報	発生防止機能 （加熱蒸気温度の異常な上昇防止）	加熱蒸気温度が所定の値に到達したことを運転員に対して注意喚起する	加熱蒸気温度計３（安重）	○ 維持３	機能喪失する設備（希釈剤流量計、プルトニウム濃縮缶密度制御）とは異なる設備に設置されており、信号の取り合いもない。加熱蒸気圧力計、加熱蒸気遮断弁とは、同じ加熱蒸気系に設置されているが、加熱蒸気圧力計および加熱蒸気遮断弁との取り合いはないため、機能喪失の影響は受けない。一次蒸気遮断弁と警報とはインターロックを介した信号の取り合いはあるが、一次蒸気遮断弁から警報へ向かう信号はないため、一次蒸気遮断弁の機能喪失の影響は受けない。本警報は定期的な点検の対象となっている。

表－１ ＴＢＰ等の錯体の急激な分解反応に関連のある機器の機能と事象発生時における機能の状況（16／34）

機器	機能	ＴＢＰ等の錯体の急激な分解反応の発生防止に対する機能	他機能（設備）とのつながり	機能喪失の有無※	理由
加熱蒸気温度計３温度高による一次蒸気供給停止インターロック	発生防止機能（加熱蒸気温度の異常な上昇防止）	加熱蒸気温度３温度高による一次蒸気遮断弁の閉止による一次蒸気供給停止	一次蒸気遮断弁 加熱蒸気温度計３（安重）	▲波及影響	機能喪失する設備（希釈剤流量計、プルトニウム濃縮缶密度制御）とは異なる設備に設置されており、信号の取り合いもない。加熱蒸気圧力計、加熱蒸気遮断弁とは、同じ加熱蒸気系に設置されているが、加熱蒸気圧力計および加熱蒸気遮断弁との取り合いはないため、機能喪失の影響は受けない。一次蒸気遮断弁と当該インターロックは信号の取り合いがあるが、一次蒸気遮断弁からインターロックに向かう信号はなく、一次蒸気遮断弁が故障することにより当該弁が閉止できない状態を想定していることから、インターロック自体は機能を維持しているが、発生防止機能としては機能喪失していると想定する。

表－１ ＴＢＰ等の錯体の急激な分解反応に関連のある機器の機能と事象発生時における機能の状況（17／34）

機器	機能	ＴＢＰ等の錯体の急激な分解反応の発生防止に対する機能	他機能（設備）とのつながり	機能喪失の有無※	理由
一次蒸気遮断弁	発生防止機能 （加熱蒸気温度の異常な上昇防止）	加熱蒸気温度 3 温度高による一次蒸気遮断弁の閉止による一次蒸気供給停止	加熱蒸気温度高による一次蒸気供給停止インターロック プルトニウム濃縮缶密度高インターロック プルトニウム濃縮缶液位低インターロック	× 喪失 1	弁の故障により閉止できない状態を想定する。
加熱蒸気安全弁	その他	なし	－	○ 維持 1	機能喪失する設備（希釈剤流量計、一次蒸気遮断弁、プルトニウム濃縮缶密度制御）とは異なる設備に設置されており、信号の取り合いもない。加熱蒸気圧力計、加熱蒸気遮断弁とは同じ加熱蒸気系に設置されているが、取り合いはないため、これら機器の機能喪失による影響は受けない。本安全弁は定期的な点検の対象となっている。

表－１ ＴＢＰ等の錯体の急激な分解反応に関連のある機器の機能と事象発生時における機能の状況（18／34）

機器	機能	ＴＢＰ等の錯体の急激な分解反応の発生防止に対する機能	他機能（設備）とのつながり	機能喪失の有無※	理由
一次蒸気元弁	拡大防止対策	なし	－	○ 維持１	機能喪失する設備（希釈剤流量計、加熱蒸気圧力計、加熱蒸気遮断弁、プルトニウム濃縮缶密度制御）とは異なる設備に設置されており、信号の取り合いもない。一次蒸気遮断弁と同じ一次蒸気系に設置されているが、取り合いはないため、一次蒸気遮断弁の機能喪失の影響は受けない。 本弁は定期的な点検の対象とする予定。
プルトニウム濃縮缶	その他 連続受入れ	なし	－	○ 維持２	静的機器であり、機能喪失する設備（希釈剤流量計、加熱蒸気圧力計、一次蒸気遮断弁、加熱蒸気遮断弁、プルトニウム濃縮缶密度制御）とは異なる設備に設置されているため機能に影響はない。

表－１ ＴＢＰ等の錯体の急激な分解反応に関連のある機器の機能と事象発生時における機能の状況（19／34）

機器	機能	ＴＢＰ等の錯体の急激な分解反応の発生防止に対する機能	他機能（設備）とのつながり	機能喪失の有無※	理由
プルトニウム濃縮缶密度計	発生防止機能（過濃縮防止）	過濃縮防止（プルトニウム濃縮液の濃度を一定値に保つよう流量を制御）	プルトニウム濃縮缶密度制御 プルトニウム濃縮缶密度高インターロック	○ 維持４	機能喪失する設備（希釈剤流量計、加熱蒸気圧力計、一次蒸気遮断弁、加熱蒸気遮断弁）とは異なる設備に設置されており、信号の取り合いもない。プルトニウム濃縮缶密度制御機能は喪失するが、原因は運転員の誤操作であり、密度計の機能は維持できていると想定する。密度計は定期的な点検の対象となっている。
プルトニウム濃縮缶密度制御	発生防止機能（過濃縮防止）	過濃縮防止（プルトニウム濃縮液の濃度を一定値に保つよう流量を制御）	プルトニウム濃縮缶密度計 プルトニウム濃縮缶供給槽ゲデオン流量制御	× 喪失２	機能喪失する設備（希釈剤流量計、加熱蒸気圧力計、一次蒸気遮断弁、加熱蒸気遮断弁）とは異なる設備に設置されており、信号の取り合いもない。プルトニウム濃縮缶密度制御機能は喪失するが、原因は運転員の誤操作であり、設備としての異常は発生しないが、機能としては喪失していることを想定する。

表－１ ＴＢＰ等の錯体の急激な分解反応に関連のある機器の機能と事象発生時における機能の状況（20／34）

機器	機能	ＴＢＰ等の錯体の急激な分解反応の発生防止に対する機能	他機能（設備）とのつながり	機能喪失の有無※	理由
プルトニウム濃縮缶 密度高警報	発生防止機能 （過濃縮防止）	過濃縮防止（プルトニウム濃縮液の濃度が所定の値を超えたことについて注意喚起を行う）	プルトニウム濃縮缶密度計	○ 維持その他 （取り合いのある密度制御に設備故障はないため機能は維持）	機能喪失する設備（希釈剤流量計、加熱蒸気圧力計、一次蒸気遮断弁、加熱蒸気遮断弁）とは異なる設備に設置されており、信号の取り合いもない。プルトニウム濃縮缶密度制御機能は喪失するが、原因は運転員の誤操作であり、密度計の機能は維持できていると想定する。密度高警報は定期的な点検の対象となっている。
プルトニウム濃縮缶 密度計密度高による インターロック	発生防止機能 （過濃縮防止）	過濃縮防止（プルトニウム濃縮液の濃度を一定値に保つよう流量を制御）	プルトニウム濃縮缶密度計 一次蒸気遮断弁	▲ 波及影響	本インターロックにより作動する一次蒸気遮断弁は機能喪失することを想定する。このため、インターロックとしても機能しないと想定する。

表－１ ＴＢＰ等の錯体の急激な分解反応に関連のある機器の機能と事象発生時における機能の状況（21／34）

機器	機能	ＴＢＰ等の錯体の急激な分解反応の発生防止に対する機能	他機能（設備）とのつながり	機能喪失の有無※	理由
プルトニウム濃縮缶液位計	発生防止機能（過濃縮防止）	過濃縮防止（プルトニウム濃縮液が一定量以下となった場合に加熱を停止する）	プルトニウム濃縮缶液位制御 プルトニウム濃縮缶液位低インターロック	○ 維持 1	機能喪失する設備（希釈剤流量計、加熱蒸気圧力計、一次蒸気遮断弁、加熱蒸気遮断弁）とは異なる設備に設置されており、信号の取り合いもない。プルトニウム濃縮缶に設置されており、密度計の計装配管を一部共用しているが、密度計は機能喪失せず、密度制御の信号と液位計とは取り合いがないため、密度制御機能の喪失の影響は受けない。本液位計は定期的な点検の対象となっている。
プルトニウム濃縮缶液位制御	その他	なし	プルトニウム濃縮缶液位計 プルトニウム濃縮缶供給槽ゲデオン流量制御	○ 維持 3	機能喪失する設備（希釈剤流量計、加熱蒸気圧力計、一次蒸気遮断弁、加熱蒸気遮断弁）とは異なる設備に設置されており、信号の取り合いもない。プルトニウム濃縮缶の密度制御機能からの出力される制御信号は、液位制御機能から出力される制御信号も受け取ることとなっており、ここで取り合いが発生するが、信号の逆流は発生しないため 1 機能は維持できる。

表－１ ＴＢＰ等の錯体の急激な分解反応に関連のある機器の機能と事象発生時における機能の状況（22／34）

機器	機能	ＴＢＰ等の錯体の急激な分解反応の発生防止に対する機能	他機能（設備）とのつながり	機能喪失の有無※	理由
プルトニウム濃縮缶 液位計液位低による インターロック	発生防止機能 （過濃縮防止）	過濃縮防止（プルトニウム濃縮液が一定量以下となった場合に加熱を停止する）	プルトニウム濃縮缶液位計 一次蒸気遮断弁	▲ 波及影響	本インターロックにより作動する一次蒸気遮断弁は機能喪失することを想定する。このため、インターロックとしても機能しないと想定する。
プルトニウム濃縮缶 液相部温度計	その他	なし	プルトニウム濃縮缶液相部温度 高警報（新設）	○ 維持１	機能喪失する設備（希釈剤流量計、加熱蒸気圧力計、一次蒸気遮断弁、加熱蒸気遮断弁）とは異なる設備に設置されており、信号の取り合いもない。プルトニウム濃縮缶に設置されているが、密度計および密度制御機能との取り合いはないため、機能は維持される。液相部温度計は定期的な点検の対象となっている。

表－１ ＴＢＰ等の錯体の急激な分解反応に関連のある機器の機能と事象発生時における機能の状況（23／34）

機器	機能	ＴＢＰ等の錯体の急激な分解反応の発生防止に対する機能	他機能（設備）とのつながり	機能喪失の有無※	理由
プルトニウム濃縮缶 液相部温度高警報 （新設）	ＴＢＰ等の錯体の急激な分解反応の拡大の防止のための設備 （供給液の供給停止、貯留タンクへの放射性物質の貯留）	なし	貯留タンクへの貯留起動インターロック（新設） プルトニウム濃縮缶への供給停止インターロック（新設）	○ 維持１	機能喪失する設備（希釈剤流量計、加熱蒸気圧力計、一次蒸気遮断弁、加熱蒸気遮断弁）とは異なる設備に設置されており、信号の取り合いもない。プルトニウム濃縮缶に設置されているが、密度計および密度制御機能との取り合いはないため、機能は維持される。液相部温度高警報は定期的な点検の対象とする予定。
プルトニウム濃縮缶 気相部温度計	ＴＢＰ等の錯体の急激な分解反応の拡大の防止のための設備 （供給液の供給停止、貯留タンクへの放射性物質の貯留）	なし	プルトニウム濃縮缶気相部温度高警報（新設） 貯留タンクへの貯留起動インターロック（新設） プルトニウム濃縮缶への供給停止インターロック（新設）	○ 維持１	機能喪失する設備（希釈剤流量計、加熱蒸気圧力計、一次蒸気遮断弁、加熱蒸気遮断弁）とは異なる設備に設置されており、信号の取り合いもない。プルトニウム濃縮缶に設置されているが、密度計および密度制御機能のとり合いはないため、機能は維持される。気相部温度計１は定期的な点検の対象となっている。

表－１ ＴＢＰ等の錯体の急激な分解反応に関連のある機器の機能と事象発生時における機能の状況（24／34）

機器	機能	ＴＢＰ等の錯体の急激な分解反応の発生防止に対する機能	他機能（設備）とのつながり	機能喪失の有無※	理由
プルトニウム濃縮缶 気相部温度高警報 （新設）	ＴＢＰ等の錯体の急激な分解反応の拡大の防止のための設備 （供給液の供給停止、貯留タンクへの放射性物質の貯留）	なし	貯留タンクへの貯留起動インターロック（新設） プルトニウム濃縮缶への供給停止インターロック（新設）	○ 維持１	機能喪失する設備（希釈剤流量計、加熱蒸気圧力計、一次蒸気遮断弁、加熱蒸気遮断弁）とは異なる設備に設置されており、信号の取り合いもない。プルトニウム濃縮缶に設置されているが、密度計および密度制御機能との取り合いはないため、機能は維持される。気相部温度高警報は定期的な点検の対象とする予定。
プルトニウム濃縮缶 気相部圧力計	その他	なし	－	○ 維持１	機能喪失する設備（希釈剤流量計、加熱蒸気圧力計、一次蒸気遮断弁、加熱蒸気遮断弁）とは異なる設備に設置されており、信号の取り合いもない。プルトニウム濃縮缶に設置されているが、密度計および密度制御機能との取り合いはないため、機能は維持される。気相部圧力計１は定期的な点検の対象となっている。

表－１ ＴＢＰ等の錯体の急激な分解反応に関連のある機器の機能と事象発生時における機能の状況（25／34）

機器	機能	ＴＢＰ等の錯体の急激な分解反応の発生防止に対する機能	他機能（設備）とのつながり	機能喪失の有無※	理由
プルトニウム濃縮缶 気相部圧力制御	その他	なし	プルトニウム濃縮缶気相部圧力計１	○ 維持１	機能喪失する設備（希釈剤流量計、加熱蒸気圧力計、一次蒸気遮断弁、加熱蒸気遮断弁）とは異なる設備に設置されており、信号の取り合いもない。プルトニウム濃縮缶に設置されているが、密度計および密度制御機能との取り合いはないため、機能は維持される。気相部圧力制御は定期的な点検の対象となっている。
プルトニウム濃縮缶 気相部圧力計圧力高によるインターロック	その他	なし	プルトニウム濃縮缶気相部圧力計１ プルトニウム濃縮缶供給槽ゲデオン 一次蒸気遮断弁	▲ 波及影響	機能喪失する設備（希釈剤流量計、加熱蒸気圧力計、一次蒸気遮断弁、加熱蒸気遮断弁）とは異なる設備に設置されており、信号の取り合いもない。プルトニウム濃縮缶に設置されているが、密度計および密度制御機能との取り合いはない。但し、一次蒸気遮断弁が機能喪失することから、インターロック機能の一部は喪失する。 (供給ゲデオンの停止は機能する)

表－１ ＴＢＰ等の錯体の急激な分解反応に関連のある機器の機能と事象発生時における機能の状況（26／34）

機器	機能	ＴＢＰ等の錯体の急激な分解反応の発生防止に対する機能	他機能（設備）とのつながり	機能喪失の有無※	理由
プルトニウム濃縮缶 気相部圧力高高警報 （新設）	ＴＢＰ等の錯体の急激な分解反応の拡大の防止のための設備 （供給液の供給停止、貯留タンクへの放射性物質の貯留）	なし	貯留タンクへの貯留起動インターロック （新設） プルトニウム濃縮缶への供給停止インターロック（新設）	○ 維持１	機能喪失する設備（希釈剤流量計、加熱蒸気圧力計、一次蒸気遮断弁、加熱蒸気遮断弁）とは異なる設備に設置されており、信号の取り合いもない。プルトニウム濃縮缶に設置されているが、密度計および密度制御機能との取り合いはないため、機能は維持される。気相部圧力高高警報は定期的な点検の対象とする予定。
プルトニウム濃縮缶 凝縮器	ＴＢＰ等の錯体の急激な分解反応の拡大の防止のための設備 （放射性エアロゾルの除去、貯留タンクへの放射性物質の貯留）	なし	－	○ 維持１	静的機器であり、機能喪失する設備（希釈剤流量計、加熱蒸気圧力計、一次蒸気遮断弁、加熱蒸気遮断弁、プルトニウム濃縮缶密度制御）とは異なる設備に設置されているため機能に影響はない。

表－１ ＴＢＰ等の錯体の急激な分解反応に関連のある機器の機能と事象発生時における機能の状況（27／34）

機器	機能	ＴＢＰ等の錯体の急激な分解反応の発生防止に対する機能	他機能（設備）とのつながり	機能喪失の有無※	理由
凝縮液流量制御	その他	なし	－	○ 維持１	機能喪失する設備（希釈剤流量計、加熱蒸気圧力計、一次蒸気遮断弁、加熱蒸気遮断弁、プルトニウム濃縮缶密度制御）とは異なる設備に設置されており、信号の取り合いもないため機能に影響はない。
プルトニウム濃縮液受槽 （バッチ受入れ）	その他	なし	－	○ 維持１	静的機器であり、機能喪失する設備（希釈剤流量計、加熱蒸気圧力計、一次蒸気遮断弁、加熱蒸気遮断弁、プルトニウム濃縮缶密度制御）とは異なる設備に設置されているため機能に影響はない。
凝縮液受槽Ａ／Ｂ （連続受入れ）	その他 （連続受入れ）	なし	－	○ 維持１	静的機器であり、機能喪失する設備（希釈剤流量計、加熱蒸気圧力計、一次蒸気遮断弁、加熱蒸気遮断弁、プルトニウム濃縮缶密度制御）とは異なる設備に設置されているため機能に影響はない。

表－１ ＴＢＰ等の錯体の急激な分解反応に関連のある機器の機能と事象発生時における機能の状況（28／34）

機器	機能	ＴＢＰ等の錯体の急激な分解反応の発生防止に対する機能	他機能（設備）とのつながり	機能喪失の有無※	理由
塔槽類廃ガス処理系（プルトニウム系） 洗浄塔	その他	なし	－	○ 維持１	静的機器であり、機能喪失する設備（希釈剤流量計、加熱蒸気圧力計、一次蒸気遮断弁、加熱蒸気遮断弁、プルトニウム濃縮缶密度制御）とは異なる設備に設置されているため機能に影響はない。
廃ガスポット	その他	なし	二	○ 維持１	機能喪失する設備（希釈剤流量計、加熱蒸気圧力計、一次蒸気遮断弁、加熱蒸気遮断弁、プルトニウム濃縮缶密度制御）とは異なる設備に設置されており、信号の取り合いもないため機能に影響はない。
隔離弁（塔槽類廃ガス処理系（プルトニウム系））	ＴＢＰ等の錯体の急激な分解反応の拡大の防止のための設備 （貯留タンクへの放射性物質の貯留）	なし	貯留タンクへの貯留起動インターロック （新設）	○ 維持１	機能喪失する設備（希釈剤流量計、加熱蒸気圧力計、一次蒸気遮断弁、加熱蒸気遮断弁、プルトニウム濃縮缶密度制御）とは異なる設備に設置されており、信号の取り合いもないため機能に影響はない。 当該隔離弁は定期的な点検の対象とする予定。

表－１ ＴＢＰ等の錯体の急激な分解反応に関連のある機器の機能と事象発生時における機能の状況（29／34）

機器	機能	ＴＢＰ等の錯体の急激な分解反応の発生防止に対する機能	他機能（設備）とのつながり	機能喪失の有無※	理由
塔槽類廃ガス処理系（プルトニウム系） 排風機	ＴＢＰ等の錯体の急激な分解反応の拡大の防止のための設備 （貯留タンクへの放射性物質の貯留）	なし	貯留タンクへの貯留起動インターロック （新設）	○ 維持１	機能喪失する設備（希釈剤流量計、加熱蒸気圧力計、一次蒸気遮断弁、加熱蒸気遮断弁、プルトニウム濃縮缶密度制御）とは異なる設備に設置されており、信号の取り合いもないため機能に影響はない。 排風機は定期的な点検の対象となっている。
隔離弁（貯留設備）	ＴＢＰ等の錯体の急激な分解反応の拡大の防止のための設備 （放射性エアロゾルの除去、貯留タンクへの放射性物質の貯留）	なし	貯留タンクへの貯留起動インターロック （新設）	○ 維持１	機能喪失する設備（希釈剤流量計、加熱蒸気圧力計、一次蒸気遮断弁、加熱蒸気遮断弁、プルトニウム濃縮缶密度制御）とは異なる設備に設置されており、信号の取り合いもないため機能に影響はない。 本弁は定期的な点検の対象とする予定。

表－１ ＴＢＰ等の錯体の急激な分解反応に関連のある機器の機能と事象発生時における機能の状況（30／34）

機器	機能	ＴＢＰ等の錯体の急激な分解反応の発生防止に対する機能	他機能（設備）とのつながり	機能喪失の有無※	理由
空気圧縮機	ＴＢＰ等の錯体の急激な分解反応の拡大の防止のための設備 （貯留タンクへの放射性物質の貯留）	なし	貯留タンクへの貯留起動インターロック （新設）	○ 維持１	機能喪失する設備（希釈剤流量計、加熱蒸気圧力計、一次蒸気遮断弁、加熱蒸気遮断弁、プルトニウム濃縮缶密度制御）とは異なる設備に設置されており、信号の取り合いもないため機能に影響はない。 圧縮機は定期的な点検の対象とする予定
貯留タンク	ＴＢＰ等の錯体の急激な分解反応の拡大の防止のための設備 （放射性エアロゾルの除去、貯留タンクへの放射性物質の貯留）	なし	貯留タンクへの貯留起動インターロック （新設）	○ 維持１	静的機器であり、機能喪失する設備（希釈剤流量計、加熱蒸気圧力計、一次蒸気遮断弁、加熱蒸気遮断弁、プルトニウム濃縮缶密度制御）とは異なる設備に設置されるため、機能に影響はない。

表－１ ＴＢＰ等の錯体の急激な分解反応に関連のある機器の機能と事象発生時における機能の状況（31／34）

機器	機能	ＴＢＰ等の錯体の急激な分解反応の発生防止に対する機能	他機能（設備）とのつながり	機能喪失の有無※	理由
圧力計（貯留タンク）	ＴＢＰ等の錯体の急激な分解反応の拡大の防止のための設備 （放射性エアロゾルの除去、貯留タンクへの放射性物質の貯留）	なし	貯留タンクへの貯留起動インターロック （新設）	○ 維持１	機能喪失する設備（希釈剤流量計、加熱蒸気圧力計、一次蒸気遮断弁、加熱蒸気遮断弁、プルトニウム濃縮缶密度制御）とは異なる設備に設置されており、信号の取り合いもないため機能に影響はない。 圧力計は定期的な点検の対象とする予定。
流量計（貯留タンク）	ＴＢＰ等の錯体の急激な分解反応の拡大の防止のための設備 （貯留タンクへの放射性物質の貯留）	なし	貯留タンクへの貯留起動インターロック （新設）	○ 維持１	機能喪失する設備（希釈剤流量計、加熱蒸気圧力計、一次蒸気遮断弁、加熱蒸気遮断弁、プルトニウム濃縮缶密度制御）とは異なる設備に設置されており、信号の取り合いもないため機能に影響はない。 流量計は定期的な点検の対象とする予定。

表－１ ＴＢＰ等の錯体の急激な分解反応に関連のある機器の機能と事象発生時における機能の状況（32／34）

機器	機能	ＴＢＰ等の錯体の急激な分解反応の発生防止に対する機能	他機能（設備）とのつながり	機能喪失の有無※	理由
緊急停止系	自主対策設備（供給液の供給停止）	なし	希釈剤供給流量制御 加熱蒸気圧力制御 プルトニウム濃縮缶気相部圧力制御 一次蒸気遮断弁 加熱蒸気遮断弁 供給ゲデオン	○ 維持３	機能喪失する設備（希釈剤流量計、加熱蒸気圧力計、プルトニウム濃縮缶密度制御）とは異なる設備に設置されており、信号の取り合いもない。一次蒸気遮断弁、加熱蒸気遮断弁とは信号の取り合いがあるが、一次蒸気遮断弁、加熱蒸気遮断弁から緊急停止系に向かう信号はないため、これら弁の機能喪失による影響は受けない。緊急停止系は定期的な点検の対象となっている。

表－１ ＴＢＰ等の錯体の急激な分解反応に関連のある機器の機能と事象発生時における機能の状況（33／34）

機器	機能	ＴＢＰ等の錯体の急激な分解反応の発生防止に対する機能	他機能（設備）とのつながり	機能喪失の有無※	理由
プルトニウム濃縮缶への供給液の供給停止インターロック（新設）	ＴＢＰ等の錯体の急激な分解反応の拡大の防止のための設備（供給液の供給停止）	なし	プルトニウム濃縮缶気相部温度高警報（新設） プルトニウム濃縮缶気液相部温度高警報（新設） プルトニウム濃縮缶気相部圧力高警報（新設） プルトニウム濃縮缶供給槽ゲデオン	○ 維持１	機能喪失する設備（希釈剤流量計、加熱蒸気圧力計、一次蒸気遮断弁、加熱蒸気遮断弁、プルトニウム濃縮缶密度制御）とは異なる設備に設置されており、信号の取り合いもないため機能に影響はない。 当該インターロックは定期的な点検の対象となる予定。

表－１ ＴＢＰ等の錯体の急激な分解反応に関連のある機器の機能と事象発生時における機能の状況（34／34）

機器	機能	ＴＢＰ等の錯体の急激な分解反応の発生防止に対する機能	他機能（設備）とのつながり	機能喪失の有無※	理由
貯留タンクへの貯留 起動インターロック （新設）		なし	プルトニウム濃縮缶気相部温度高警報（新設） プルトニウム濃縮缶気液相部温度高警報（新設） プルトニウム濃縮缶気相部圧力高警報（新設） 塔槽類廃ガス処理系（プルトニウム系）排風機 塔槽類廃ガス処理系（プルトニウム系）漏れ込みラインの自動弁閉止 空気圧縮機	○ 維持 1	機能喪失する設備（希釈剤流量計、加熱蒸気圧力計、一次蒸気遮断弁、加熱蒸気遮断弁、プルトニウム濃縮缶密度制御）とは異なる設備に設置されており、信号の取り合いもないため機能に影響はない。 当該インターロックは定期的な点検の対象となる予定。

※ 「機能喪失の有無」に記載している事項の意味は以下のとおり。

維持１：機能喪失を想定する機能との取り合いがない

維持２：機能喪失する機能（機器）との取り合いがあるが、静的機器であるため影響は受けない

維持３：機能喪失する機能（機器）との取り合いがあるが、信号の取り合いであり、機能喪失した機器から信号を受けることはないため、
機能喪失の影響は受けない

維持４：機能喪失する機能との取り合いがあるが、機能喪失の原因が誤操作であり機器の故障は発生しないため、影響は受けない。

波及影響：機能喪失する機能（機器）の影響により、当該機能（機器）の発生防止機能が喪失する

喪失１：機器の故障・異常による機能喪失

喪失２：誤操作による機能喪失

令和 2 年 1 月 8 日 R3

補足説明資料 10－6

1. T B P 等の錯体の急激な分解反応に伴い気相に移行した放射性物質の放出量評価及び被ばく線量評価

1.1 評価内容

プルトニウム濃縮缶における T B P 等の錯体の急激な分解反応が発生してから収束するまでの放射性物質の大気中への放出量进行评估する。T B P 等の錯体の急激な分解反応により気相部に移行した放射性物質のうち、貯留タンクに貯留されなかった放射性物質が大気中へ放出されたものとして評価する。事態が収束するタイミングは、貯留タンクへの貯留を約 2 時間行い、その後塔槽類廃ガス処理系（プルトニウム系）を通常運転時の経路に復旧した時点とする。

T B P 等の錯体の急激な分解反応が発生した後も、供給液の停止操作完了までは供給液の供給が継続することから、T B P 等の錯体の分解反応発生後から供給液の供給停止完了までの約 1 分間に供給される T B P 全量について、T B P 等が分解反応により放射性物質を放出することを想定して放出量进行评估する。

また、放出量評価にあわせて放出期間中の事業所外における被ばく線量进行评估する。

なお、評価対象建屋はプルトニウム濃縮缶が設置されている精製建屋である。

1.2 大気中への放射性物質の放出量評価及び事業所外での被ばく評価

大気中への放射性物質の放出量は、プルトニウム濃縮缶が保有する放射性物質質量に対して、事故の影響を受ける割合、分解反応に伴い気相中に移行する放射性物質の割合、大気中への放出経路における低減割合及び貯留タンクへ貯留されない放射性物質の割合を乗じて算出する。

また、評価した大気中への放射性物質の放出量にセシウム-137への換算係数を乗じて、大気中へ放出された放射性物質の放出量（セシウム-137換算）を算出する。

さらに、事業所外での被ばく線量評価は、以下の計算式（1式）により算出する。

$$\begin{aligned} & \text{被ばく線量} [S_v] \\ &= \text{大気中への放射性物質の放出量} [B_q] \\ & \quad \times \text{呼吸率} [m^3 / s] \times \text{相対濃度} \chi / Q [s / m^3] \\ & \quad \times \text{線量換算係数} [S_v / B_q] \quad (1 \text{ 式}) \end{aligned}$$

1.3 評価に用いる各種パラメータの設定

大気中への放射性物質の放出量及び事業所外での被ばく線量を「1.2 大気中への放射性物質の放出量評価及び事業所外での被ばく評価」の通りに算出する。また、算出に必要なパラメータは第 1. - 1 表、第 1. - 2 表及び第 1. - 3 表に示す通りである。貯留タンクへ貯留されない放射性物質の割合である約 4 % の根拠については、2. に記載する。

第 1. - 1 表 機器内の気相に移行する放射性物質の割合（A R F）の設定

＜ T B P 等の錯体の急激な分解反応発生時（爆発時の圧力が 3.5 M P a を上回る場合での A R F の算出式を適用） ＞

①	T B P 等の錯体の急激な分解反応による発生エネルギー E_1 [k J] 算出	E_1 [k J] = $1400 [J / g \text{ T B P}] \times \text{T B P 量} [k g]$
②	水蒸気発生量算出 W [k g]	W [k g] = $E_1 / 2200 [k J / k g - s t e a m]$
③	発生水蒸気のもル分率算出 $M F$ [-]	$M F =$ $W / (V_L \times 1000 [k g / m^3 - H_2 O])$ V_L : 塔槽内液相部体積 [m^3]
④	A R F 算出 [-]	$A R F = 1.28 \times M F^{0.827}$

＜ T B P 等の錯体の急激な分解反応発生後から供給液の供給が停止するまで（爆発時の圧力が 0.35 M P a 未満の場合の A R F 値を適用） ＞

項目	パラメータ
A R F	5.0×10^{-5}

第 1.－2 表 放出量評価に必要なパラメータの設定

項目	パラメータ	
貯槽が保有する 放射性物質質量（MAR）	プルトニウム濃縮缶の通常運転時の容量及び T B P 等の錯体の急激な分解反応が発生する温度を沸点とするプルトニウム濃度から算出した放射性物質質量とする。	
M A R のうち事故の影響を受ける割合（D R）	1 とする	
機器内の気相に移行する放射性物質の割合の（A R F）	第 1.－1 表参照	
大気中への放出経路における除染係数（D F）	経路上での沈着等	10
	高性能粒子フィルタ	1.0×10^{-5}
貯留タンクへ貯留されない放射性物質の割合	約 <u>4</u> %	

第 1. - 3 表 被ばく評価に必要なパラメータの設定

項目	パラメータ
呼吸率 [m ³ / s]	3.33×10^{-4}
相対濃度 χ / Q [s / m ³]	1.20×10^{-6}
線量換算係数 [S _v / B _q]	核種毎に設定

1.4 貯槽が保有する放射性物質量の設定

貯槽が保有する放射性物質量は，1 日あたりに処理する使用済燃料の平均燃焼度 $45,000 \text{ MW d} / \text{t} \cdot \text{UPr}$ ，照射前燃料濃縮度 $4.5 \text{ wt} \%$ ，比出力 $38 \text{ MW} / \text{t} \cdot \text{UPr}$ ，冷却期間 15 年を基に算出した内蔵放射能に，使用済燃料の燃料仕様の変動に係る補正係数を考慮して平常運転時の最大値を算出し設定する。使用済燃料の燃料仕様の変動に係る補正係数を第 1. - 4 表に示す。

なお，プルトリウム濃縮缶における TBP 等の錯体の急激な分解反応は，濃縮缶内での過濃縮を経て事象発生することから，平常運転値の最大値を算出したうえで，過濃縮の濃縮倍率を考慮して放射性物質量を設定する。

第 1.－4 表 使用済燃料の燃料仕様の変動に係る補正係数

元素グループ		使用済燃料中の放射能	燃料仕様の変動に係る補正係数
		($B_q / t \cdot U_{Pr}$)	
R_u / R_h		$1.6 \times 10^{12} \quad ※ 2$	1.7
その他 F P ※ 1		1.3×10^{16}	1.1
P_u	α	1.7×10^{14}	2.0
	β	2.9×10^{15}	
A_m, C_m		1.8×10^{14}	2.7

※ 1 その他 F P とは、核分裂生成物のうち、 $K_r - 85$ ， $I - 129$ 及び R_u / R_h を除いたものを示す。

※ 2 R_u 及び R_h の合算値を示す。

1.5 T B P 等の錯体の急激な分解反応に伴い機器の気相中に移行する放射性物質の割合の設定

T B P 等の錯体の急激な分解反応に伴い気相中に移行する放射性物質の割合は、爆発時の圧力が 0.35 MPa を上回る場合は第 1.－1 表の計算フローに基づき算出する。

爆発時の圧力が 0.35 MPa 未満の場合は 0.005% とする。

1.6 大気中への放出経路における除染係数の設定

放出経路上の構造物への沈着による放射性エアロゾルの除染係数は、D F 10 とする。また、高性能粒子フィルタの放射性エアロゾルの除染係数⁽²⁾は、T B P 等の錯体の急激な分解

反応が発生した場合の温度及び圧力においても健全であることを確認していることから、高性能粒子フィルタが所定の性能を発揮できることにより、2段でD F 1×10^5 とする。また、貯留タンクによる低減割合として、約 96%の放射性物質が貯留タンクに導出されることから、約4%まで低減されることを考慮する。

1.7 セシウム-137 換算係数

放射性物質のセシウム-137 換算係数は、I A E A - T E C D O C - 1162 に記載されている、地表沈着した核種からのガンマ線による外部被ばく及び再浮遊核種の吸入による内部被ばくを考慮した 50 年間の実効線量への換算係数並びに吸入核種の化学形態を線量告示に適合させるために、プルトニウム等の一部の核種について、I A E A - T E C D O C - ⁽²⁾1162 に記載の吸入摂取換算係数を I C R P P u b l i c a t i o n . ⁽³⁾72 の吸入摂取換算係数で補正するために設定する「吸入核種の化学形態に係る補正係数」を用いて、以下の計算式により算出する。

また、セシウム-137 換算係数の算出過程を第 1. - 5 表に示す。

セシウム-137 換算係数

$$= (\text{ある核種の C F 4 換算係数}) / (\text{セシウム-137 C F 4 換算係数}) \times (\text{吸入核種の化学形態に係る補正係数})$$

第 1.－5 表 主要な核種のセシウム－137 換算係数

	I A E A－T E C D O C－ 1162 の $C F_4$ 換算係数 [A]	I A E A－T E C D O C－ 1162 の $C F_4$ 換算係数 (C s 137 の値) [B]	吸入核種の化学形態 に係る補正係数 [C]	C s 137 換算係数 ※1 [D] = [A] / [B] × [C]
	($m S v / (k B q \cdot m^{-2})$)	($m S v / (k B q \cdot m^{-2})$)	(－)	(－)
S r 90	2.1E-02	1.3E-01	1.0	0.16
R u 106	4.8E-03	1.3E-01		0.037
C s 134	5.1E-02	1.3E-01		0.39
C s 137	1.3E-01	1.3E-01		1.0
C e 144	1.4E-03	1.3E-01		0.011
E u 154	1.3E-01	1.3E-01		1.0
P u 238	6.6E+00	1.3E-01	0.41	21
P u 239	8.5E+00	1.3E-01	0.42	27
P u 240	8.4E+00	1.3E-01	0.42	27
P u 241	1.9E-01	1.3E-01	0.39	0.56
A m 241	6.7E+00	1.3E-01	0.45	23
C m 242	5.9E-02	1.3E-01	0.88	0.40
C m 244	2.8E+00	1.3E-01	0.47	10

注：放射平衡核種の子孫核種の寄与は、親核種に含む。

	I A E A－T E C D O C－ 1162 の吸入摂取換算係数 [a]	I C R P P u b l i c a t i o n . 72 の 吸入摂取 換算係数(化学形態を考慮) [b]	吸入核種の化学形態に係る補正係数 [c] = [b] / [a]
	($S v / B q$)	($S v / B q$)	(－)
P u 238	1.13E-04 ※2	4.6E-05	0.41
P u 239	1.20E-04 ※2	5.0E-05	0.42
P u 240	1.20E-04 ※2	5.0E-05	0.42
P u 241	2.33E-06 ※2	9.0E-07	0.39
A m 241	9.33E-05	4.2E-05	0.45
C m 242	5.93E-06	5.2E-06	0.88
C m 244	5.73E-05	2.7E-05	0.47

※ 1：地表沈着した核種からの外部被ばく及び再浮遊核種の吸入による内部被ばくの 50 年間の実効線量を用いてセシウム－137 放出量に換算する係数

※ 2：化学形態としてキレートを想定

1.8 評価結果

T B P 等の錯体の急激な分解反応に伴い気相に移行した放射性物質の大気中への放出量（C s - 137換算）及び放出期間中の事業所外における被ばく線量評価の計算過程を第1. - 6表に，評価結果を第1. - 7表に示す。

第 1.－ 6 表 T B P 等の錯体の急激な分解反応の発生に伴い気相に移行した

放射性物質の放出量（C s－137 換算）及び被ばく線量の計算過程

< T B P 等の錯体の急激な分解反応による評価 >

							①	②	③=①×②	④=Σ③	⑤	⑥	⑦	⑧=①×⑤ ×⑥×⑦	Σ⑧
機器	核種Gr	MAR [Bq]	DR [-]	ARF [-]	LPF (フィルタ・経路) [-]	貯留の 考慮	放出量 [Bq]	Cs-137換算 係数 [Bq/Bq]	総放出量 (Cs-137換算) [Bq]	放出量 (Cs-137換算) [TBq]	χ / Q [s/m3]	呼吸率 [m3/s]	換算係数 [Sv/Bq]	被ばく線量 [Sv]	被ばく線量 [mSv]
プルトニウム濃縮缶	Zr／Nb	0E+00	1E+00	4E-03	1E-06	3E-02	0E+00	2E-02	0E+00	2E-05	1E-06	3E-04	2E-08	0E+00	2E-05
プルトニウム濃縮缶	Ru／Rh	2E+07					2E-03	2E-02	4E-05				3E-08	3E-20	
プルトニウム濃縮缶	Cs／Ba	0E+00					0E+00	5E-01	0E+00				2E-09	0E+00	
プルトニウム濃縮缶	Ce／Pr	0E+00					0E+00	5E-03	0E+00				3E-08	0E+00	
プルトニウム濃縮缶	Sr／Y	0E+00					0E+00	8E-02	0E+00				8E-08	0E+00	
プルトニウム濃縮缶	その他FP	4E+08					5E-02	5E-01	2E-02				3E-08	5E-19	
プルトニウム濃縮缶	Pu	8E+16					9E+06	2E+00	2E+07				3E-06	1E-08	
プルトニウム濃縮缶	Am／Cm	0E+00					0E+00	2E+01	0E+00				4E-05	0E+00	
プルトニウム濃縮缶	U (α)	5E+07					6E-03	7E+00	4E-02				5E-06	1E-17	
プルトニウム濃縮缶	Np (α)	0E+00					0E+00	3E-01	0E+00				4E-07	0E+00	

< T B P 等の錯体の急激な分解反応後～供給液の供給停止までの評価 >

							①	②	③=①×②	④=Σ③	⑤	⑥	⑦	⑧=①×⑤ ×⑥×⑦	Σ⑧
機器	核種Gr	MAR [Bq]	DR [-]	ARF [-]	LPF (フィルタ・経路) [-]	貯留の 考慮	放出量 [Bq]	Cs-137換算 係数 [Bq/Bq]	総放出量 (Cs-137換算) [Bq]	放出量 (Cs-137換算) [TBq]	χ / Q [s/m3]	呼吸率 [m3/s]	換算係数 [Sv/Bq]	被ばく線量 [Sv]	被ばく線量 [mSv]
プルトニウム濃縮缶	Zr／Nb	0E+00	1E+00	5E-05	1E-06	3E-02	0E+00	2E-02	0E+00	3E-07	1E-06	3E-04	2E-08	0E+00	2E-07
プルトニウム濃縮缶	Ru／Rh	2E+07					3E-05	2E-02	5E-07				3E-08	4E-22	
プルトニウム濃縮缶	Cs／Ba	0E+00					0E+00	5E-01	0E+00				2E-09	0E+00	
プルトニウム濃縮缶	Ce／Pr	0E+00					0E+00	5E-03	0E+00				3E-08	0E+00	
プルトニウム濃縮缶	Sr／Y	0E+00					0E+00	8E-02	0E+00				8E-08	0E+00	
プルトニウム濃縮缶	その他FP	4E+08					6E-04	5E-01	3E-04				3E-08	7E-21	
プルトニウム濃縮缶	Pu	8E+16					1E+05	2E+00	2E+05				3E-06	2E-10	
プルトニウム濃縮缶	Am／Cm	0E+00					0E+00	2E+01	0E+00				4E-05	0E+00	
プルトニウム濃縮缶	U (α)	5E+07					8E-05	7E+00	6E-04				5E-06	2E-19	
プルトニウム濃縮缶	Np (α)	0E+00					0E+00	3E-01	0E+00				4E-07	0E+00	

※ L P F = 1 / D F

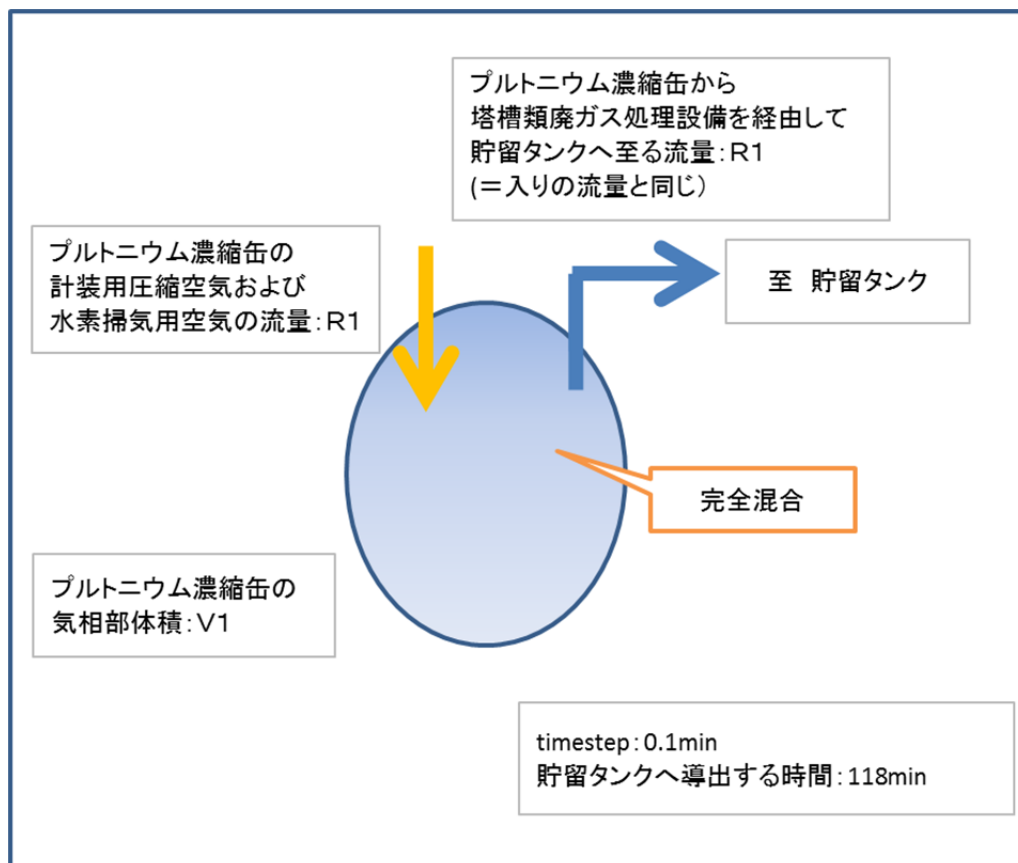
第 1. - 7 表 T B P 等の錯体の急激な分解反応の発生に伴い気相に移行した放射性物質の放出量 (C s - 137 換算) 及び被ばく線量

建屋 (機器)	放出量 (C s - 137 換算) [T B q]	放出期間中の 被ばく線量 [m S v]
精製建屋 (プルトニウム濃縮缶)	<u>2×10^{-5}</u>	<u>2×10^{-5}</u>

2. 貯留タンクに貯留されない放射性物質の割合について

2.1 評価方法

貯留タンクに貯留される放射性物質の割合の評価手法を記載する。計算に用いたモデルを第2. - 1図に示すとともに、評価に用いた解析条件を第2. - 1表に示す。



第2. - 1図 貯留タンクに貯留されない放射性物質の割合
評価モデル

第 2 . - 1 表 評価に用いた解析条件

プルトニウム濃縮缶気相部体積	V 1	0.25 m ³
プルトニウム濃縮缶の計装用圧縮空気および水素掃気用空気の流量	R 1	0.44 m ³ /h
時間の刻み幅 (timestep)	-	0.1 min
貯留設備の空気圧縮機の 継続起動時間	-	118 min
貯留タンクに貯留されない放射性物質の割合	C	(逐次計算により算出)

具体的には、時間 $t=0$ に T B P 等の錯体の急激な分解反応が起こったことを想定した。その後、0.1min の時間の刻み幅ごとに、プルトニウム濃縮缶への気体の流入、プルトニウム濃縮缶内での気体の完全混合及び貯留タンクへの気体の導出が起こるとし、プルトニウム濃縮缶内に残留する割合を貯留タンクに貯留されない放射性物質の割合として計算した。

この際、プルトニウム濃縮缶の計装用圧縮空気および水素掃気用空気の流量は一定流量で供給が継続されることとした。計算式は以下のとおり。

$$C_{t=n+0.1} = C_{t=n} \times \left(\frac{V1}{V1 + R1} \right) \quad ※ \quad n = 0, 0.1, 0.2, \dots \quad , \quad C_{t=0} = 1$$

2.2 評価結果

プルトニウム濃縮缶内に残留し、貯留タンクに貯留されない放射性物質の割合は約 4 % となった。具体的な計算シートを第

2. - 2 表に示す。

第 2. - 2 表 貯留タンクに貯留されない放射性物質の割合
の計算シート

経過時間 [min]	空気供給量 [m3/timestep]	貯留タンクへ導 出される量 [m3/timestep]	貯留タンクに貯 留されない放射 性物質の割合
0	0.00074	<u>0.00074</u>	<u>1.0</u>
0.1	0.00074	0.00074	<u>1.0</u>
0.2	0.00074	0.00074	<u>1.0</u>
0.3	0.00074	0.00074	<u>1.0</u>
0.4	0.00074	0.00074	<u>1.0</u>
0.5	0.00074	0.00074	<u>0.99</u>
0.6	0.00074	0.00074	<u>0.99</u>
0.7	0.00074	0.00074	<u>0.99</u>
0.8	0.00074	0.00074	<u>0.98</u>
0.9	0.00074	0.00074	<u>0.98</u>
1	0.00074	0.00074	<u>0.98</u>
1.1	0.00074	0.00074	<u>0.98</u>
1.2	0.00074	0.00074	<u>0.97</u>
1.3	0.00074	0.00074	<u>0.97</u>
1.4	0.00074	0.00074	<u>0.97</u>
1.5	0.00074	0.00074	<u>0.96</u>
118	0.00074	0.00074	<u>0.032</u>

3. T B P 等の錯体の急激な分解反応発生時に塔槽類廃ガスポットからセル導出される塔槽類廃ガス処理系（プルトリウム系）の空気の放出量評価及び被ばく線量評価

3.1 評価内容

T B P 等の錯体の急激な分解反応が発生した場合、分解反応に伴い発生する水蒸気等に押し込まれる形で、もともとプルトリウム濃縮缶の気相部から塔槽類廃ガス処理設備の廃ガスポットまでの流路の配管に存在していた放射性物質を含む気体が廃ガスポットの水封を破封して、セルへ放出される。

T B P 等の錯体の急激な分解反応の検知に伴い、廃ガスポットへの水供給配管の自動弁が開となることで、一度水封が破封した場合でも、水封が維持された状態に移行する。

ここでは、プルトリウム濃縮缶の気相部から塔槽類廃ガス処理設備の廃ガスポットまでの流路の配管に存在していた放射性物質を含む気体が水蒸気に押し込まれる形で、廃ガスポットからセルへ導出された後、セル排気フィルタユニットを経由して主排気筒から放出されることを想定し、放出量評価を実施した。

3.2 大気中への放射性物質の放出量評価及び事業所外での被ばく評価

大気中への放射性物質の放出量は、プルトリウム濃縮缶の気相部から塔槽類廃ガス処理設備の廃ガスポットまでの流路の配管内の気相中に存在する放射性物質質量に対して、事故の影響

を受ける割合,大気中への放出経路における低減割合を乗じて算出する。

また,評価した大気中への放射性物質の放出量にセシウム-137への換算係数を乗じて,大気中へ放出された放射性物質の放出量(セシウム-137換算)を算出する。

さらに,事業所外での被ばく線量評価は,以下の計算式(1式)により算出する。

被ばく線量 $[S_v]$

=大気中への放射性物質の放出量 $[B_q]$

×呼吸率 $[m^3 / s]$ ×相対濃度 $\chi / Q [s / m^3]$

×線量換算係数 $[S_v / B_q]$ (1式と同じ)

3.3 評価に用いる各種パラメータの設定

大気中への放射性物質の放出量及び事業所外での被ばく線量を「3.2 大気中への放射性物質の放出量評価及び事業所外での被ばく評価」の通りに算出する。また,算出に必要なパラメータは第3.-1表のとおりであり,被ばく評価に必要なパラメータは第1.-3表と同様である。

第 3 . - 1 表 放出量評価に必要なパラメータの設定

項目	パラメータ	
気相部に保有する 放射性物質質量 (MAR)	通常運転時の塔槽類廃ガス処理設備の気相部に保有する放射性物質質量を採用。 (ARF を考慮した値)	
MAR のうち事故の影響 を受ける割合 (DR)	1 とする	
機器内の気相に移行する 放射性物質の割合の (ARF)	圧縮空気 1 m ³ 当たり 10mg	
大気中への放出経路における <u>除染係数</u> (DF)	経路上での沈着等	10
	<u>廃ガスポット</u>	<u>10</u>
	高性能粒子フィルタ (セル排気フィルユニット)	1.0 × 10 ³

3.4 塔槽類廃ガス処理設備の気相部が保有する放射性物質質量の設定

1.4 の記載と同様，気相部が保有する放射性物質質量は，1 日あたりに処理する使用済燃料の平均燃焼度 45,000MW d / t ・UPr，照射前燃料濃縮度 4.5wt%，比出力 38MW / t ・UPr，冷却期間 15 年の条件を考慮する。使用済燃料の燃料仕様の変動に係る補正係数は第 1. - 4 表と同じである。

なお，気相部の空間体積は設計図書から引用し，算出した。

3.5 T B P 等の錯体の急激な分解反応に伴い機器の気相中に移行する放射性物質の割合の設定

塔槽類廃ガス処理設備の気相部が保有する放射性物質量の算出の際は、文献に記載の割合を採用し、圧縮空気 1 m^3 当たり 10 mg が移行することとした。

3.6 大気中への放出経路における低減割合の設定

放出経路上の構造物への沈着による放射性エアロゾルの除染係数は、D F 10 とする。また、廃ガスポットでの除染係数は、健全な金属容器及び水中に貯蔵している場合の除染係数として 100 が文献値として報告されていることを踏まえ、D F 10 とする。加えて、セル排気フィルタ ユニットの高性能粒子フィルタの放射性エアロゾルの除染係数は、T B P 等の錯体の急激な分解反応が発生した場合の温度及び圧力においても健全であることを確認していることから、高性能粒子フィルタが所定の性能を発揮できることにより、1 段で D F 1×10^3 とする。

3.7 セシウム-137 換算係数

1.7 と同様の値を採用し、評価した。

3.8 評価結果

塔槽類廃ガスポットからセル導出される塔槽類廃ガス処理系（プルトニウム系）の空気の放射性物質の大気中への放出量（Cs - 137 換算）及び放出期間中の事業所外における被ばく線量評

価の計算過程を第 3.－2 表に，評価結果を第 3.－3 表に示す。

第 3. - 2 表 塔槽類廃ガスポットからセル導出される塔槽類廃ガス処理系（プルトニウム系）の
空気の放射性物質の大気中への放出量（C s - 137 換算）及び被ばく線量の計算過程

機器	核種Gr	インベントリ/濃度 [Bq/m3]	廃ガス量 [m3/y]	ARF	移行量合計 [Bq/y]	AdjP 燃料変動	補正係数 $\alpha \Rightarrow \text{total}$	補正係数 冷却年	Pu重量 補正	MAR&ARF [Bq/m3]
塔槽類廃ガス処理系(Pu系)	Zr/Nb	0E+00	5E+06	10mg溶液/ m3廃ガス	0E+00	1E+00	1E+00	1E+00	1E+00	0E+00
塔槽類廃ガス処理系(Pu系)	Ru/Rh	2E+11			9E+09	1E+00	1E+00	5E-04	1E+00	1E+00
塔槽類廃ガス処理系(Pu系)	Cs/Ba	0E+00			0E+00	1E+00	1E+00	6E-01	1E+00	0E+00
塔槽類廃ガス処理系(Pu系)	Ce/Pr	0E+00			0E+00	1E+00	1E+00	6E-05	1E+00	0E+00
塔槽類廃ガス処理系(Pu系)	Sr/Y	0E+00			0E+00	1E+00	1E+00	8E-01	1E+00	0E+00
塔槽類廃ガス処理系(Pu系)	その他FP	3E+10			1E+09	1E+00	1E+00	1E-01	1E+00	4E+01
塔槽類廃ガス処理系(Pu系)	Pu	5E+15			2E+14	2E+00	2E+01	9E-01	1E+00	2E+09
塔槽類廃ガス処理系(Pu系)	Am/Cm	0E+00			0E+00	3E+00	1E+00	1E+00	1E+00	0E+00
塔槽類廃ガス処理系(Pu系)	U(α)	2E+07			9E+05	1E+00	1E+00	1E+00	1E+00	2E-01
塔槽類廃ガス処理系(Pu系)	Np(α)	0E+00			0E+00	1E+00	1E+00	1E+00	1E+00	0E+00

① ② ③=①×② ④=Σ③ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧=①×⑤ ×⑥×⑦ Σ⑧														
機器	核種Gr	MAR&ARF [Bq/m ³]	LPF	DR	ポットから 出る体積 [m ³]	放出量 [Bq]	Cs-137換 算係数 [Bq/Bq]	総放出量 (Cs-137換算) [Bq]	放出量 (Cs-137換 算) [TBq]	χ/Q [s/m ³]	呼吸率 [m ³ /s]	換算係数 [Sv/Bq]	被ばく線量 [Sv]	被ばく線量 [mSv]
塔槽類廃ガス処理系(Pu系)	Zr/Nb	0E+00	1E-05	1E+00	8E-01	0E+00	2E-02	0E+00	3E-08	1E-06	3E-04	2E-08	0E+00	2E-08
塔槽類廃ガス処理系(Pu系)	Ru/Rh	1E+00	1E-05	1E+00	8E-01	8E-06	2E-02	2E-07				3E-08	1E-22	
塔槽類廃ガス処理系(Pu系)	Cs/Ba	0E+00	1E-05	1E+00	8E-01	0E+00	5E-01	0E+00				2E-09	0E+00	
塔槽類廃ガス処理系(Pu系)	Ce/Pr	0E+00	1E-05	1E+00	8E-01	0E+00	5E-03	0E+00				3E-08	0E+00	
塔槽類廃ガス処理系(Pu系)	Sr/Y	0E+00	1E-05	1E+00	8E-01	0E+00	8E-02	0E+00				8E-08	0E+00	
塔槽類廃ガス処理系(Pu系)	その他FP	4E+01	1E-05	1E+00	8E-01	4E-04	5E-01	2E-04				3E-08	4E-21	
塔槽類廃ガス処理系(Pu系)	Pu	2E+09	1E-05	1E+00	8E-01	1E+04	2E+00	3E+04				3E-06	2E-11	
塔槽類廃ガス処理系(Pu系)	Am/Cm	0E+00	1E-05	1E+00	8E-01	0E+00	2E+01	0E+00				4E-05	0E+00	
塔槽類廃ガス処理系(Pu系)	U(α)	2E-01	1E-05	1E+00	8E-01	2E-06	7E+00	1E-05				5E-06	4E-21	
塔槽類廃ガス処理系(Pu系)	Np(α)	0E+00	1E-05	1E+00	8E-01	0E+00	3E-01	0E+00				4E-07	0E+00	

第 3. - 3 表 塔槽類廃ガスポットからセル導出される塔槽類廃
 ガス処理系（プルトリウム系）の空気の放射性物質の大気中へ
 の放出量（C s - 137 換算）及び被ばく線量

建屋	放出量 (C s - 137 換算) [T B q]	被ばく線量 [m S v]
精製建屋	<u>3 × 10^{- 8}</u>	<u>2 × 10^{- 8}</u>

4. T B P 等の錯体の急激な分解反応における事態の収束までの放出量評価及び被ばく線量評価

4.1 評価内容

1. に記載の T B P 等の錯体の急激な分解反応に伴い気相に移行した放射性物質の放出量評価及び被ばく線量及び 3. に記載の T B P 等の錯体の急激な分解反応発生時に塔槽類廃ガスポットからセル導出される塔槽類廃ガス処理系（プルトリウム系）の空気の放射性物質の放出量及び被ばく線量の合計が、T B P 等の錯体の急激な分解反応における事態の収束までの放出量及び被ばく線量に該当する。このためそれぞれの数値を合算した値について評価を行った。

4.2 評価結果

T B P 等の錯体の急激な分解反応の発生から事態の収束までの放射性物質の大気中への放出量（ $Cs-137$ 換算）及び放出期間中の事業所外における被ばく線量評価の評価結果を第4. - 1 表に示す。

第 4. - 1 表の結果から、放射性物質の放出量は事業指定基準規則第 28 条で要求されているセシウム-137 換算で 100 T B q を十分下回る。また、管理放出時の放射性物質の放出に伴う公衆の被ばくは、I C R P の 1990 年勧告に示されている平常時の公衆の被ばくに対する年実効線量限度の 1 m S v に対して十分低いレベルに抑えられている。

第 4. - 1 表 T B P 等の錯体の急激な分解反応における事態の
収束までの放射性物質の大気中への放出量（C s - 137 換算）及
び被ばく線量

建屋	放出量 (C s - 137 換算) [T B q]	被ばく線量 [m S v]
精製建屋	<u>2×10^{-5}</u>	<u>2×10^{-5}</u>

5. 参考文献

(1) Science Applications International. Nuclear Fuel Cycle Facility Accident Analysis Handbook. United States Nuclear Regulatory Commission, 1998-03, NUREG/CR-6410.

(2) GENERIC PROCEDURES FOR ASSESSMENT AND RESPONSE DURING A RADIOLOGICAL EMERGENCY. IAEA, VIENNA, 2000 IAEA-TCDOC-1162

(3) ICRP. Age-dependent Doses to Members of the Public from Intake of Radionuclides : Part 5 Compilation of Ingestion and Inhalation Dose Coefficients. Annals of the ICRP, ICRP Publication 72. 1996, vol. 26, no. 1.

(4) F.J. Herrmann, et. al., Some Aspects of Aerosol Production and Removal During Spent Fuel Processing Steps, Proceedings of the 16th DOE Nuclear air cleaning conference held in San Diego, California, 20-23 October 1980.

(5) Elizabeth M. Flew, B.A.J. Lister, “Assessment of the potential release of radioactivity from installations at AERE,” HARWELL. Implications for Emergency Planning, IAEA-SM-119/7, p653, 1969.

令和2年1月8日 R2

補足説明資料 10－8

不確かさの設定

1. はじめに

本資料は、T B P等の錯体の急激な分解反応における大気中への放射性物質の放出量（セシウム-137 換算）の算定にあたって使用する各パラメータの不確かさについて説明するものである。

2. 各パラメータの不確かさについて

(1) 重大事故等が発生する機器に保有される放射性物質質量（MAR）

a. 上振れ効果

MARの上振れとなる要因はない。

b. 下振れ効果

第1表に示す再処理する使用済燃料の冷却年数を15年に制限した条件を用いて放射能濃度を算出し、第2表のとおり燃料仕様の変動に係る補正係数を考慮した場合、1桁未満の下振れとなる。

第1表 使用済燃料の条件

燃料型式	PWR
初期濃縮度	4.5w t %
燃焼度	45,000MW d / t · U _{P r}
比出力	38MW / t · U _{P r}
冷却年数	15 年

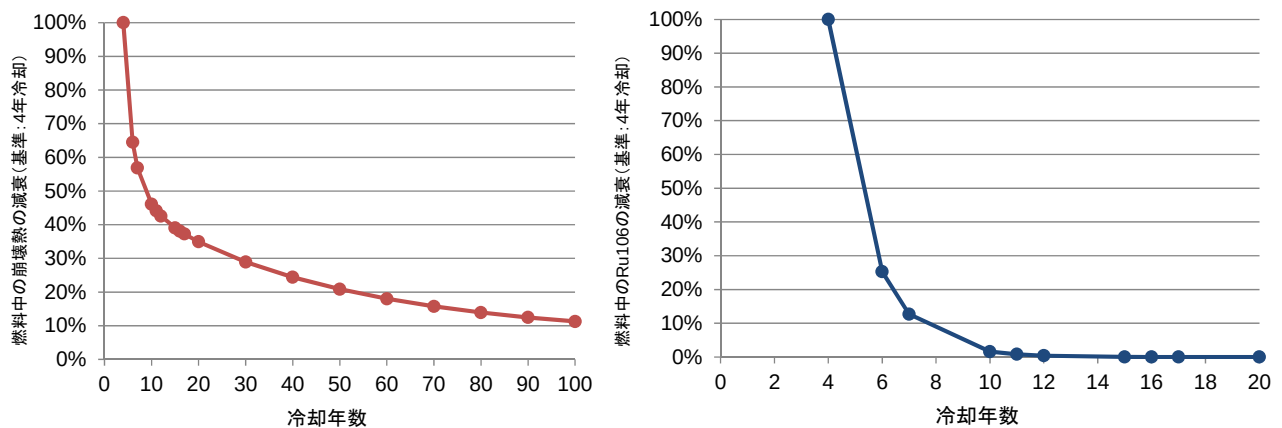
第2表 燃料仕様の変動に係る補正係数

元素グループ		燃料仕様の変動に係る補正係数
R_u / R_h		1.7 * ²
その他 F P * ¹		1.1
P_u	α	2.0
	β	
A m, C m		2.7

*1 その他 F P とは、核分裂生成物のうち、 $Kr-85$ 、 $I-129$ 及び R_u / R_h を除いたものを示す。

*2 R_u 及び R_h の合算値を示す。

再処理施設で保有する使用済燃料には、冷却期間 15 年以上となるものも含まれ、冷却期間 15 年以上の燃料を処理した場合、第1図に示すとおり放射能の減衰による放射性物質量のさらなる低減効果を見込める。



第1図 使用済燃料の冷却年数による崩壊熱及びRu-106の減衰

T B P 等の錯体の急激な分解反応を検知後、インターロックにより自動的にプルトニウム濃縮缶供給槽ゲデオンは停止するため、供給液の供給は速やかに停止することから、1 分間とした供給液の供給が停止するまでの時間には 1 桁未満の下振れがある。

T B P 等の錯体の急激な分解反応が発生するプルトニウム濃度は 800 g / L であり、プルトニウム溶液の粘性は高いと考えられ、この濃度での実験結果はないことから、気液分離部から加熱部への流動については不確かさが存在する。また、800 g / L のプルトニウム溶液と供給液の混合液が加熱されることによる分解反応の発生についても不確かさが存在する。それぞれ分解反応が発生することを想定した設定値として評価していることから、体系に起因した 1 桁未満の下振れを有する。

(2) T B P 等の錯体の急激な分解反応により影響を受ける割合 (D R)

D R は 1 とし、不確かさの幅の設定は行わない。

(3) 機器の気相に移行する割合 (A R F)

a. 上振れ効果

第 3 表に示すように、A R F の算出には、T B P 等の錯体の急激な分解反応による発生エネルギーが必要となる。

N U R E G / C R - 6410 における爆発事象を想定した実験結果を整理した式には T B P 等の錯体の急激な分解反応による発生エネルギーを使用するため、引用する分解反応によって発生する単位 T B P 量あたりの熱量によっては 1 桁未満の上振れを有する可能性がある。また、T B P の水への溶解度の幅を考慮すると、T B P 量について、条件によっては 1 桁未満の上振れを有する可能性がある。

第3表 A R F の計算フロー

①	T B P 等の錯体の急激な分解反応による発生エネルギー E_1 [k J] 算出	E_1 [k J] = $1400[\text{J} / \text{g T B P}] \times \text{T B P 量}[\text{k g}]$
②	水蒸気発生量算出 W [k g]	W [k g] = $E_1 / 2200[\text{k J} / \text{k g} - \text{s t e a m}]$
③	発生水蒸気のモル分率算出 MF [—]	$MF =$ $W / (V_L \times 1000[\text{k g} / \text{m}^3 - \text{H}_2\text{O}])$ V_L : 塔槽内液相部体積 [m^3]
④	A R F 算出[—]	$A R F = 1.28 \times MF^{0.827}$

b. 下振れ効果

算出に用いる式については、N U R E G / C R - 6410 における爆発事象を想定した実験結果を整理した式のうち最も厳しい結果を与える u p p e r b o u n d とされる計算式を使用しており、設定した A R F が最大値であることから、実験結果に対する b e s t f i t の計算式との比較により、実際には1桁程度の下振れを有する。

(4) 大気中への放出経路における除染係数 (L P F)

a. 上振れ効果

粒子径分布によっては、除染係数に対して1桁程度下振れする可能性がある。

T B P 等の錯体の急激な分解反応への対策として実施する貯留タンクへの放射性物質の貯留については、確実性が高い対策ではあるが、万一、機器の動作不良等により貯留タンクへの気体の導出ができない場合には、塔槽類廃ガス処理系（プルトニウム系）を再起動し、主排気筒から大気

中へ放射性物質を放出する。この場合には、T B P 等の錯体の急激な分解反応の発生に伴う放射性物質の放出量は、設定値に対して 2 桁未満の上振れとなる。

b. 下振れ効果

プルトニウム濃縮缶から塔槽類廃ガス処理系（プルトニウム系）の排風機までの経路上の配管は、曲がり部が多く、数十m以上の長い配管及び複数の機器で構成されることから、放射性物質を大気中へ押し出すエネルギーの減衰や放射性エアロゾルの沈着による除去が期待できる。

エネルギーの減衰や放射性エアロゾルの沈着による除去効果について、塔槽類廃ガス処理系（プルトニウム系）による除去効果として 1 桁程度の下振れを有する。

令和2年1月8日 R0

補足説明資料 10－9

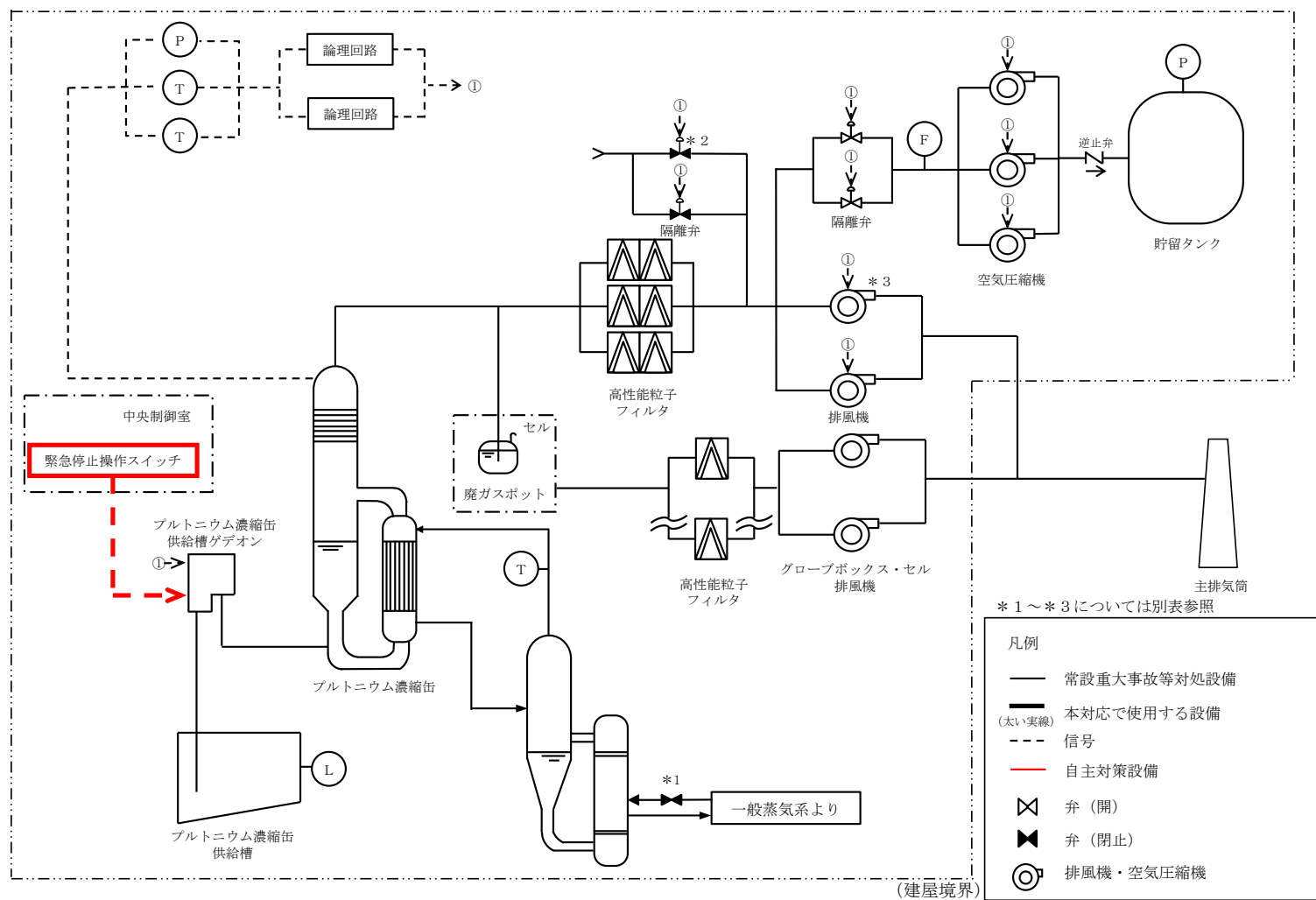
系統概要図，アクセスルート

図リスト

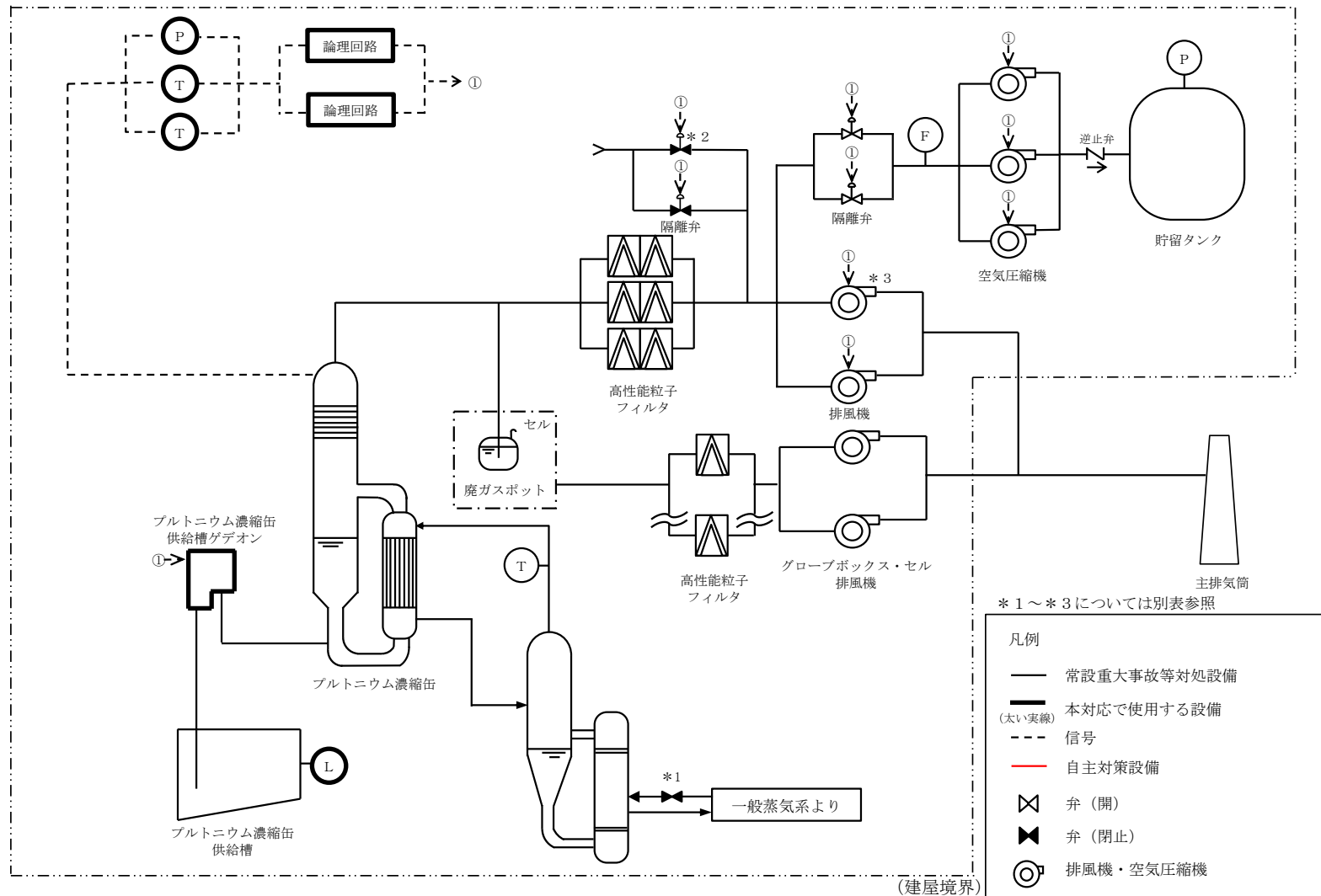
第 1 図～第 6 図 系統概要図

別表 TBP 等の錯体の急激な分解反応に対処するための設
備の操作対象機器リスト

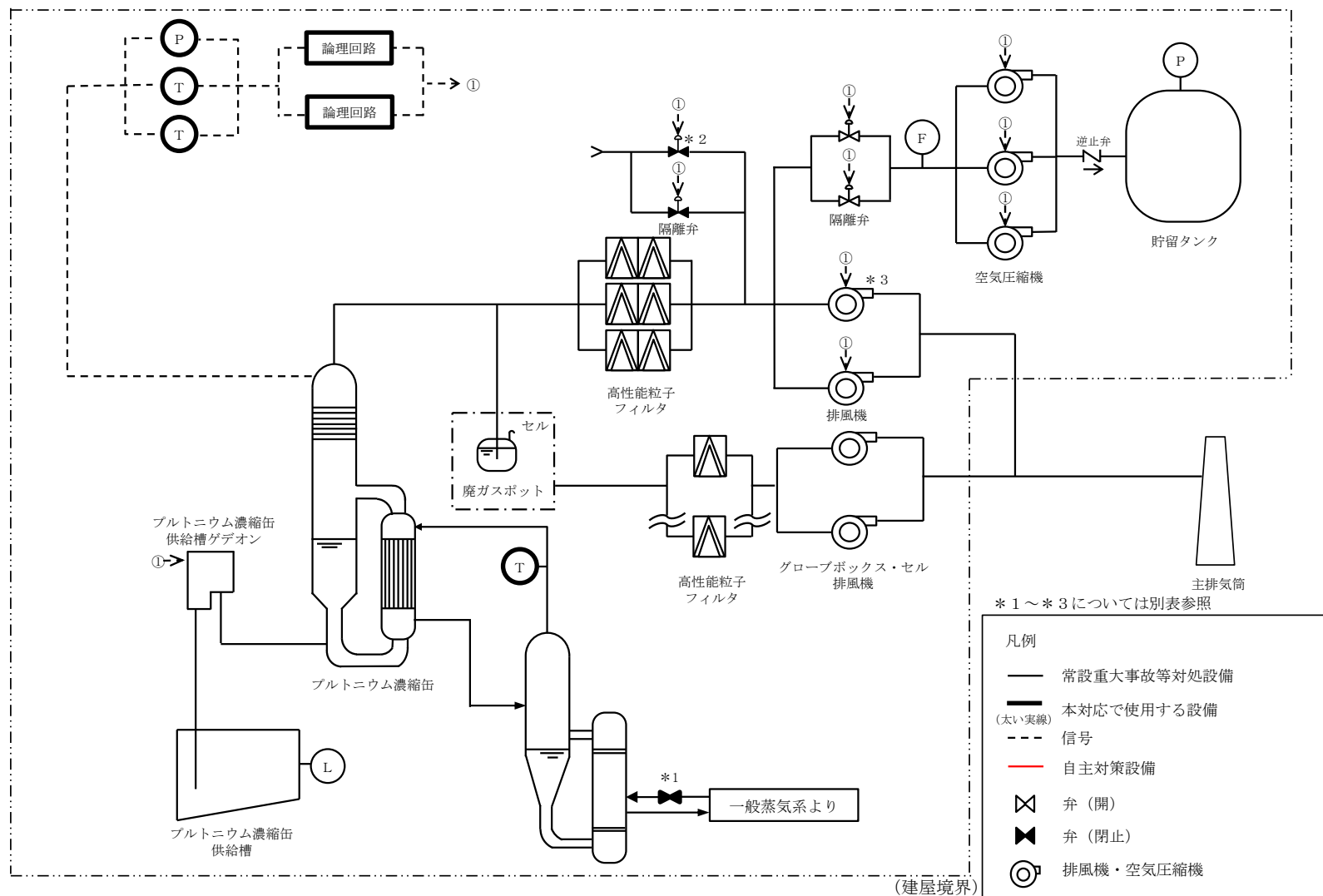
第 8 図～第 10 図 アクセスルート



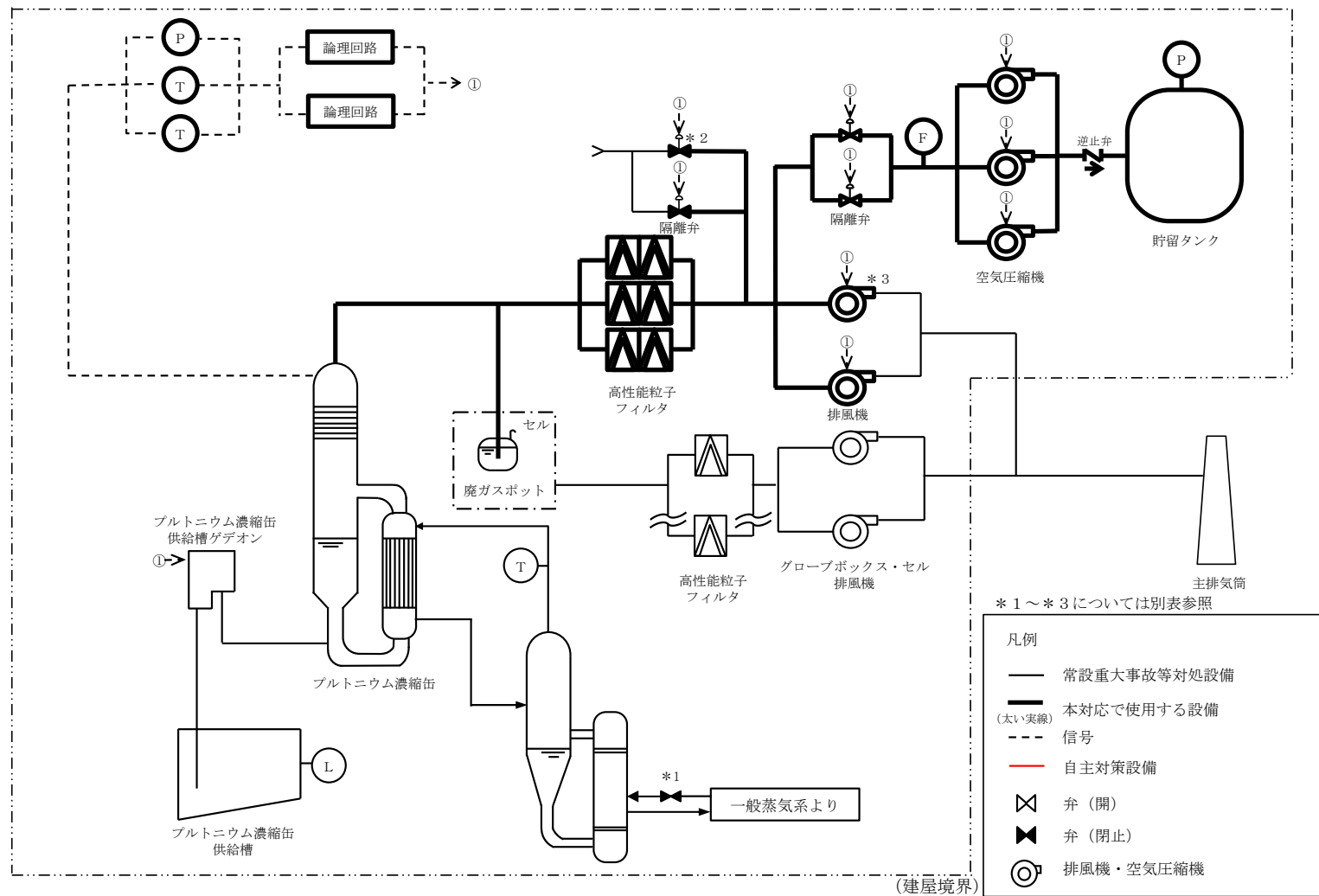
第1図 精製建屋 TBP等の錯体の急激な分解反応に対処するための設備の系統概要図
(自主対策設備を用いたプルトニウム濃縮缶への供給停止)



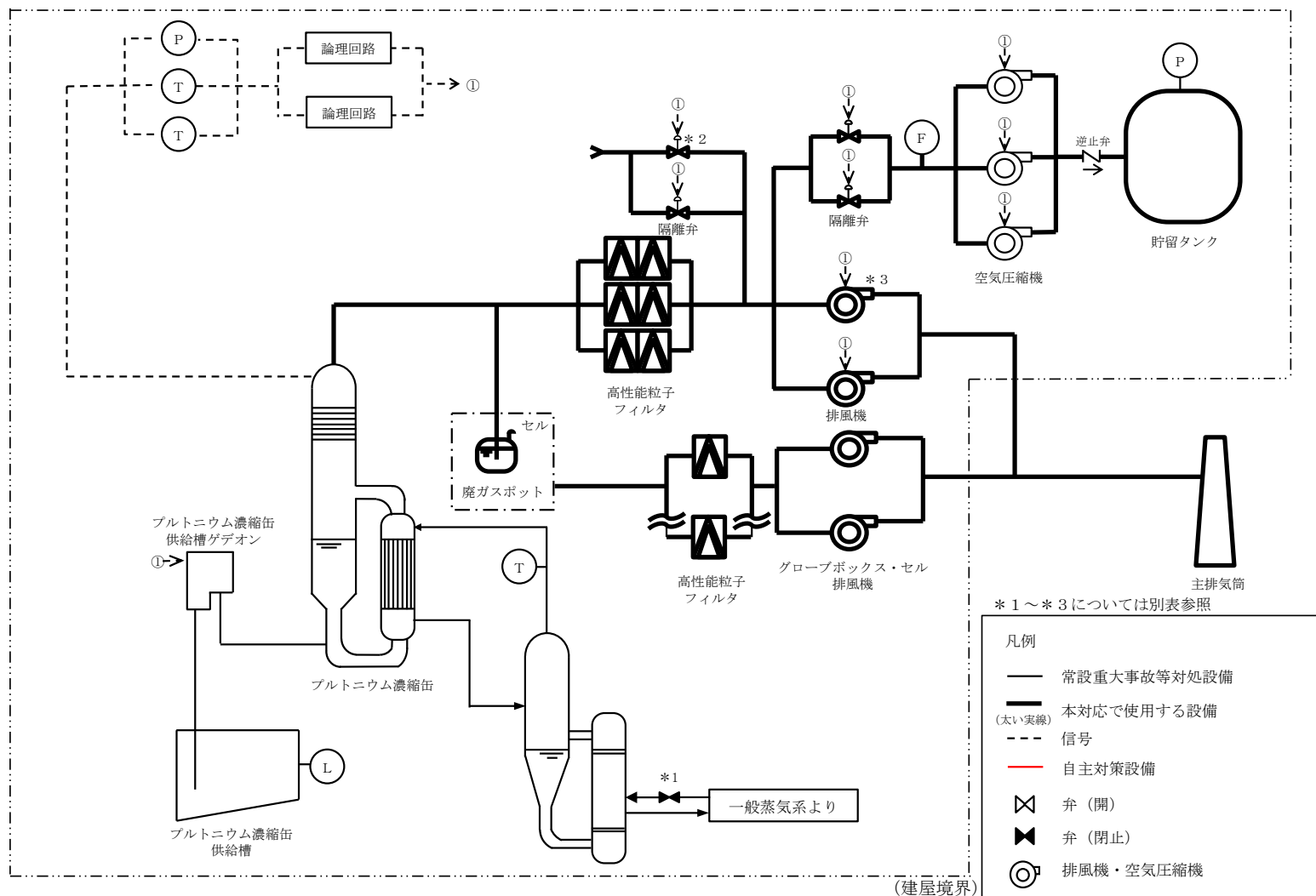
第2図 精制建屋 TBP等の錯体の急激な分解反応に対処するための設備の系統概要図
(プルトニウム濃縮缶への供給停止)



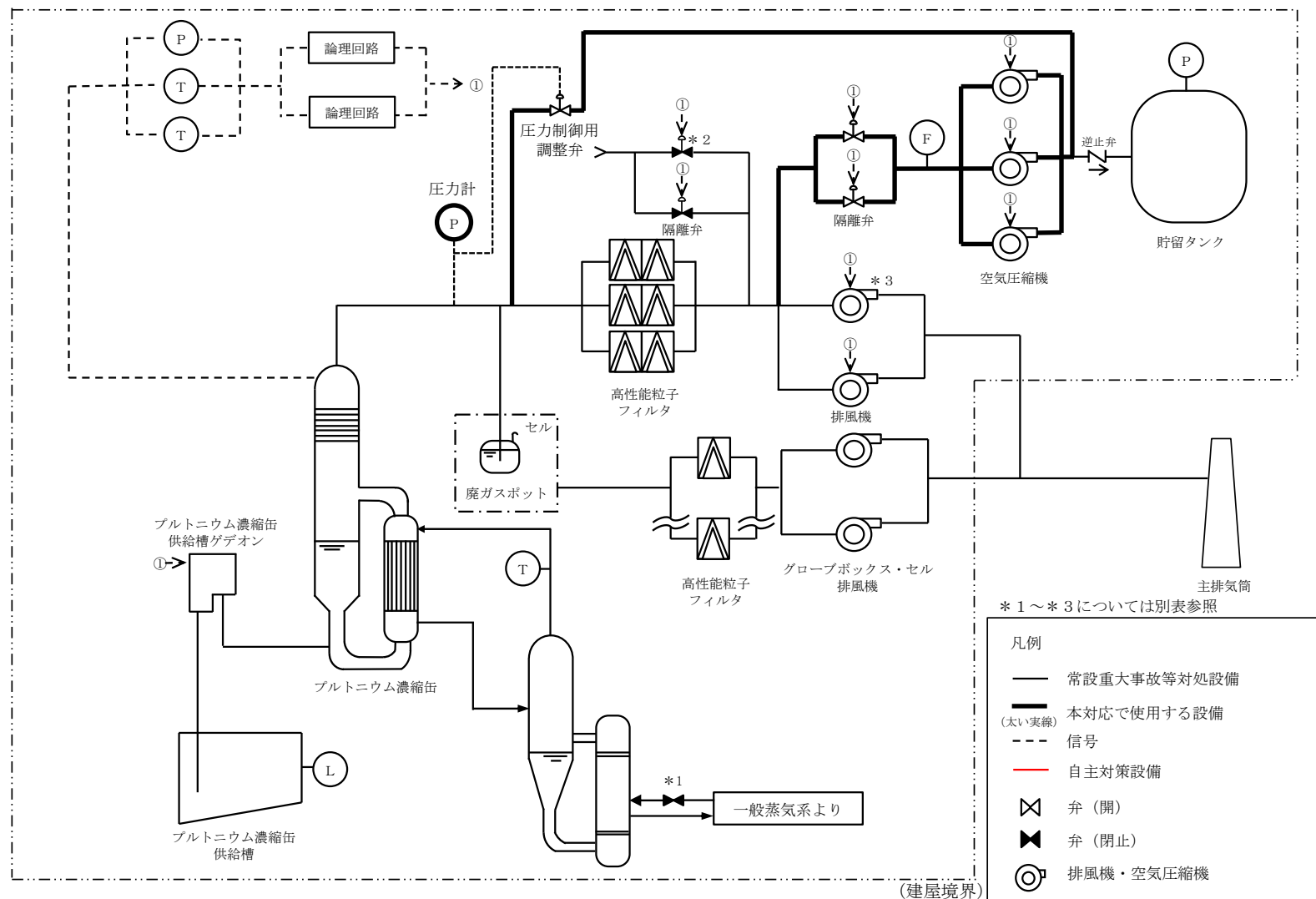
第3図 精製建屋 TBP等の錯体の急激な分解反応に対処するための設備の系統概要図
(プルトニウム濃縮缶への加熱蒸気の供給停止)



第4図 精製建屋 T B P等の錯体の急激な分解反応に対処するための設備の系統概要図
(貯留設備への放射性物質の貯留)



第5図 精製建屋 TBP等の錯体の急激な分解反応に対処するための設備の系統概要図
(放出低減対策)



第6図 精製建屋 TBP等の錯体の急激な分解反応に対処するための設備の系統概要図
(圧力制御概念)

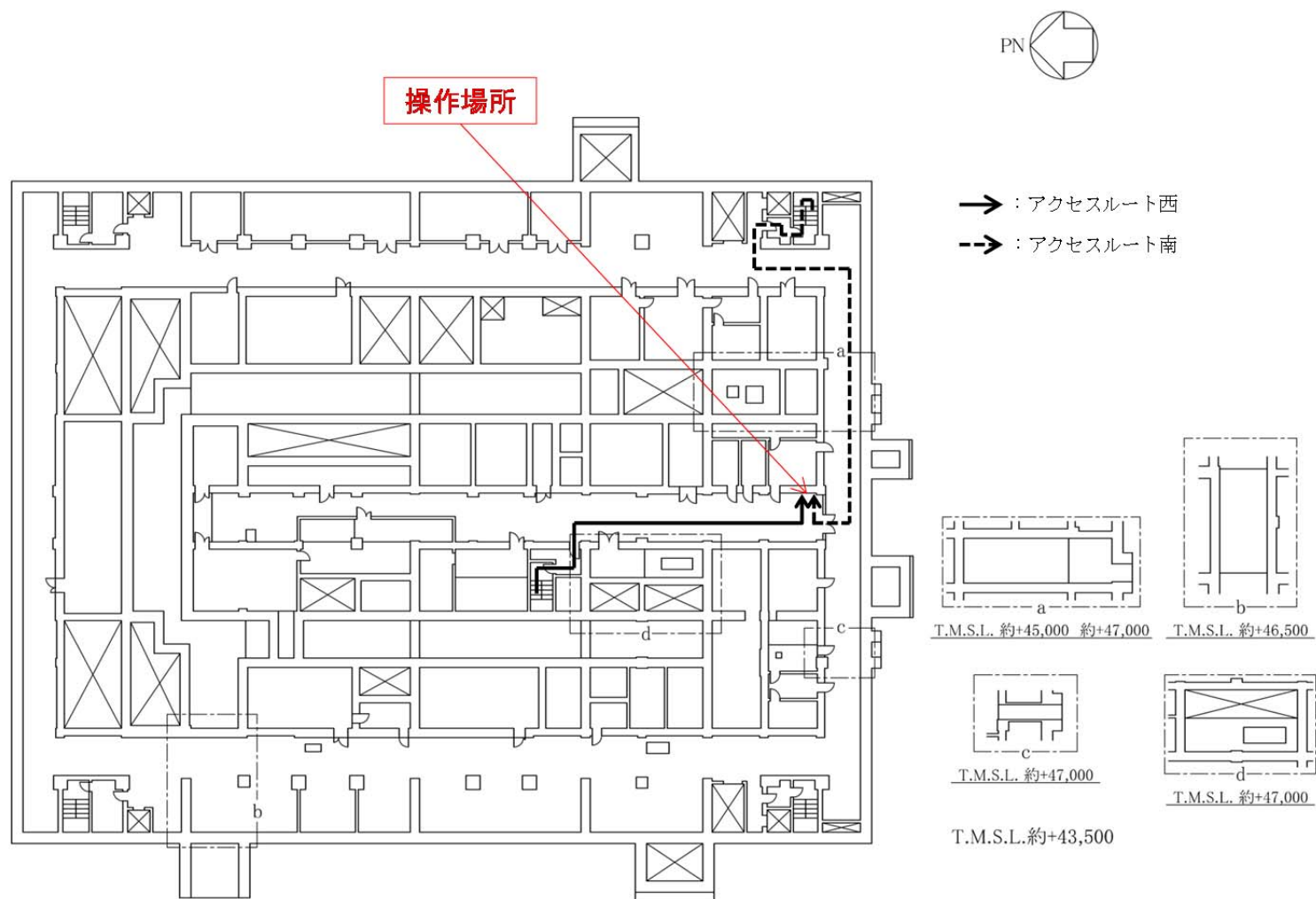
別表 精製建屋 TBP 等の錯体の急激な分解反応に対処するための設備の操作対象機器リスト

加熱蒸気の供給停止

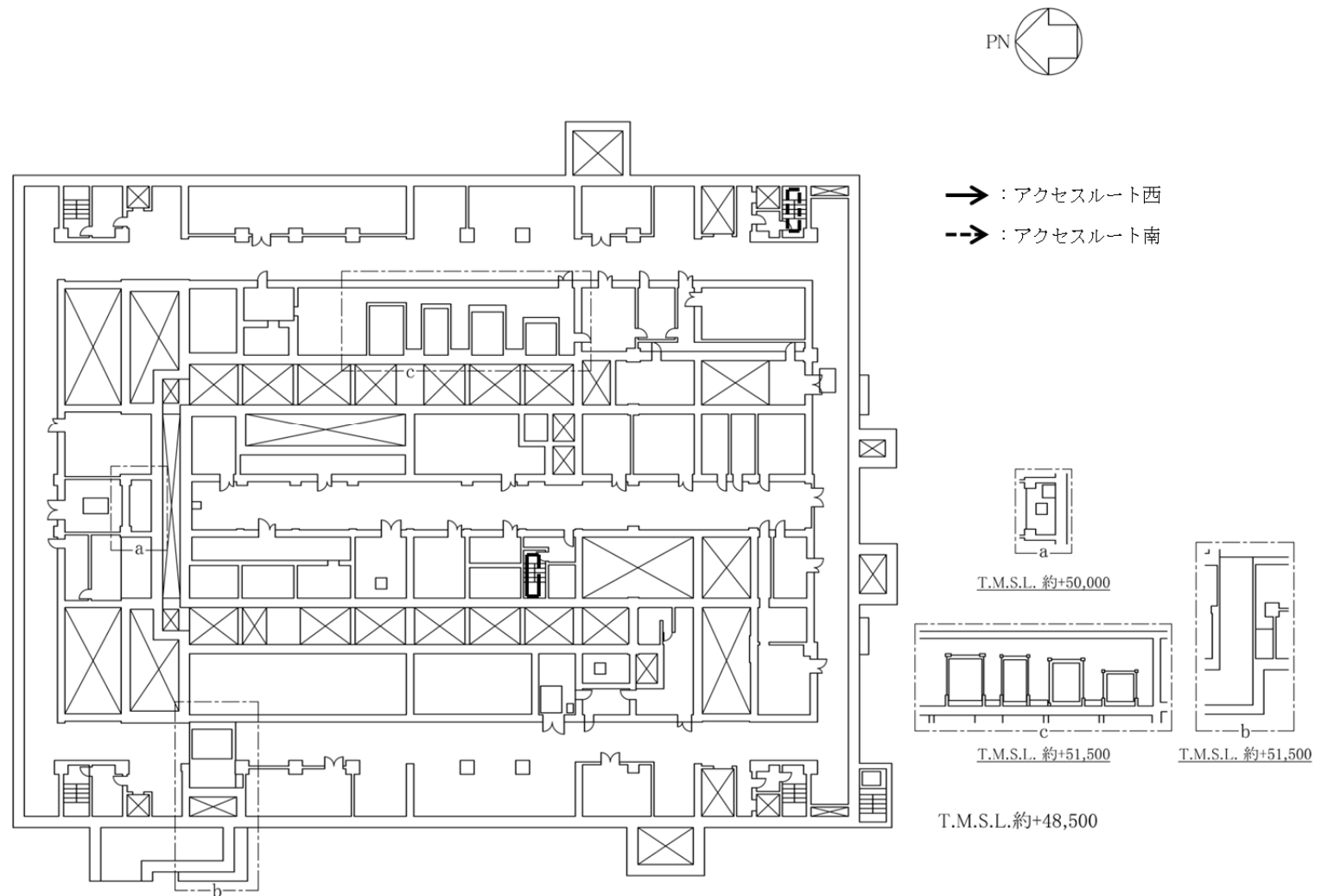
No.	機器名称	操作方法	操作箇所
* 1	蒸気発生器へ蒸気 を供給する系 の手動弁	手動操作	精製建屋地下 2 階

貯留設備による放射性物質の貯留

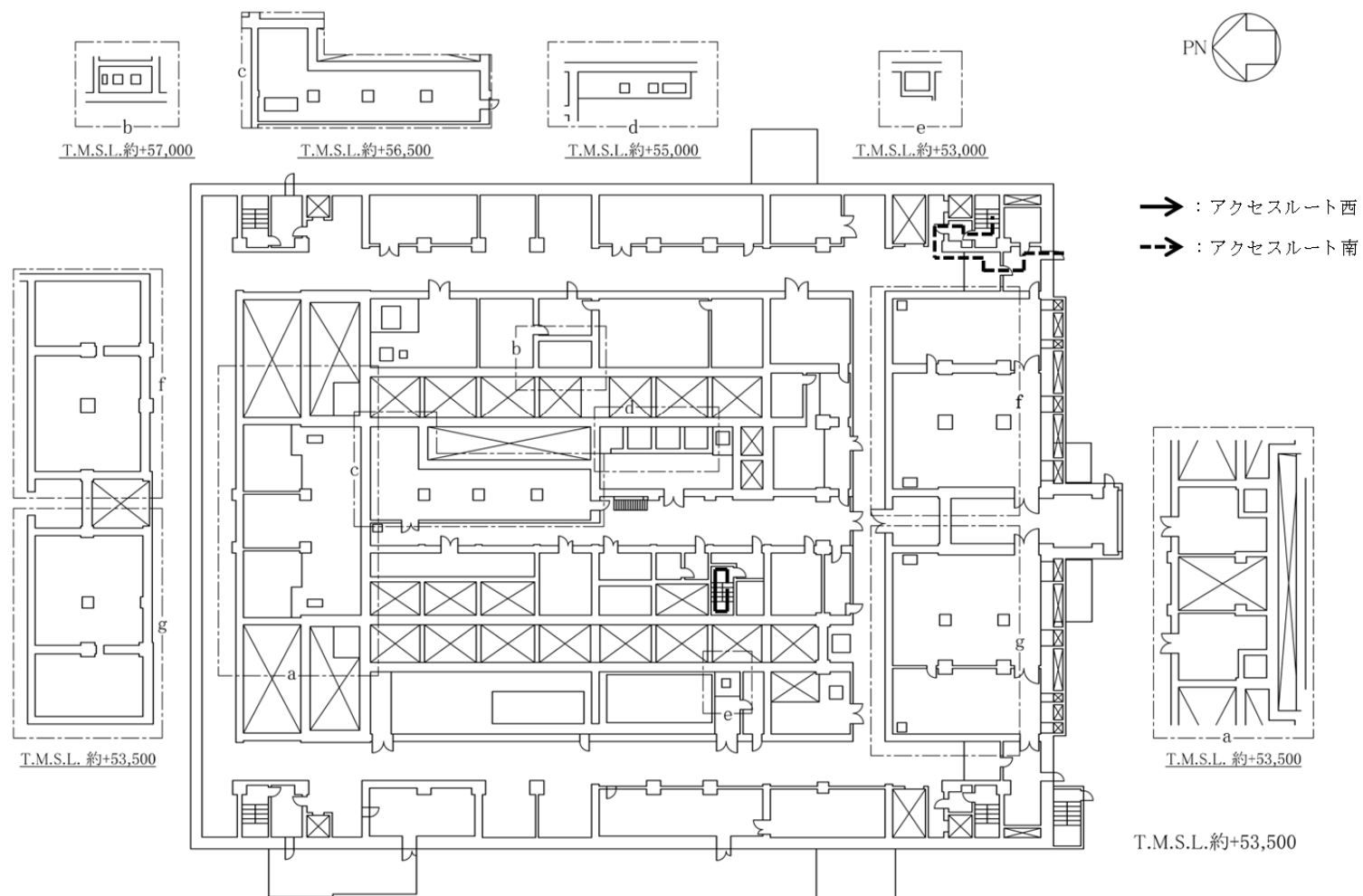
No.	機器名称	操作方法	操作箇所
* 2	廃ガス処理設備 の隔離弁	スイッチ操作	中央制御室
* 3	廃ガス処理設備 の排風機	スイッチ操作	中央制御室



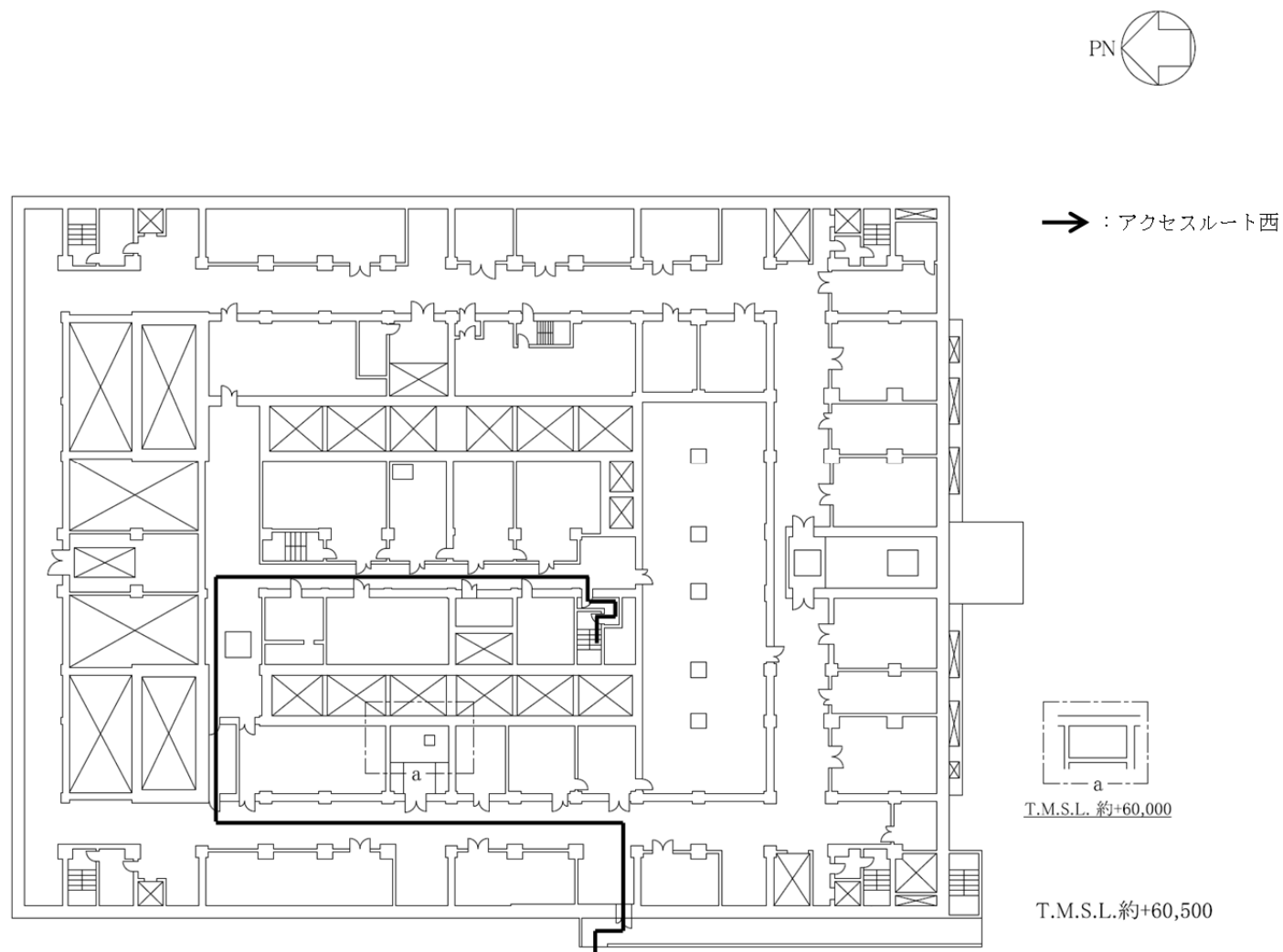
第7図 精製建屋 T B P等の錯体の急激な分解反応の拡大の防止のための措置のアクセスルート
(地下2階) (加熱蒸気の供給停止)



第8図 精製建屋 T B P等の錯体の急激な分解反応の拡大の防止のための措置のアクセスルート
 (地下1階) (加熱蒸気の供給停止)



第9図 精製建屋 T B P等の錯体の急激な分解反応の拡大の防止のための措置のアクセスルート
 (地上1階) (加熱蒸気の供給停止)



第 10 図 精製建屋 T B P 等の錯体の急激な分解反応の拡大の防止のための措置のアクセスルート
(地上 2 階) (加熱蒸気の供給停止)

11. 使用済燃料貯蔵槽における燃料損傷防止に係る対処

目次

11. 使用済燃料貯蔵槽における燃料損傷防止に係る対処

11.1 想定事故 1 のための措置

11.1.1 想定事故 1 のための措置の具体的対策

11.1.2 想定事故 1 のための措置の有効性評価

11.2 想定事故 2 のための措置

11.2.1 想定事故 2 のための措置の具体的対策

11.2.2 想定事故 2 のための措置の有効性評価

11.3 想定事故 1 及び想定事故 2 のための措置に必要な要員 及び資源

11. 使用済燃料貯蔵槽における燃料損傷防止に係る対処

(1) 事故の特徴

使用済燃料の受入れ施設及び貯蔵施設では、 $3,000 \text{ t} \cdot U_{\text{P R}}$ の使用済燃料を貯蔵することとし、BWR燃料用（1基： $1,000 \text{ t} \cdot U_{\text{P R}}$ ）、PWR燃料用（1基： $1,000 \text{ t} \cdot U_{\text{P R}}$ ）、BWR燃料及びPWR燃料用（1基： $1,000 \text{ t} \cdot U_{\text{P R}}$ ）の合計3基の燃料貯蔵プールを設置している。この他に、受け入れた使用済燃料を仮置きする燃料仮置きピット及び前処理建屋へ使用済燃料を送り出すための燃料送出しピットを設置している。（これらを総称して「燃料貯蔵プール等」という。）

燃料貯蔵プール等での使用済燃料の貯蔵等にあたっては、使用済燃料が有する崩壊熱を除去し、燃料貯蔵プール等の水の沸騰を防止するために、使用済燃料の受入れ施設及び貯蔵施設の使用済燃料の貯蔵施設の使用済燃料貯蔵設備のプール水浄化・冷却設備のプール水冷却系（以下「プール水冷却系」という。）及びその他再処理設備の附属施設の冷却水設備の安全冷却水系（使用済燃料の受入れ施設及び貯蔵施設用）（以下「安全冷却水系」という。）を設置している。また、自然蒸発による燃料貯蔵プール等の水位低下に対して、当該水位を維持するために使用済燃料の受入れ施設及び貯蔵施設の使用済燃料の貯蔵施設の使用済燃料貯蔵設備の補給水設備（以下「補給水設備」という。）を設置している。

プール水冷却系は、ポンプによってプール水を熱交換器に供給し、安全冷却水系からプール水冷却系に供給される冷却

水との熱交換を行うため、熱交換器及びポンプで構成される。

安全冷却水系は、冷却塔により冷却水を除熱し、冷却水循環ポンプによってプール水冷却系の熱交換器等に冷却水を供給し、発生する熱を除熱するため、冷却塔及び冷却水循環ポンプで構成される。

補給水設備は、補給水槽に貯蔵した水を燃料貯蔵プール等のそれぞれの要求に応じてポンプにより補給するため、補給水槽及びポンプで構成される。

a. 想定事故 1 の特徴

燃料貯蔵プール等の冷却機能の喪失により、水の温度が上昇し沸騰を開始する。また、補給水設備による燃料貯蔵プール等の水の補給に失敗すると、蒸発により燃料貯蔵プール等の水が減少し燃料貯蔵プール等の水位が緩慢に低下する。燃料貯蔵プール等の注水機能の回復が行われないと、やがて使用済燃料は露出し、損傷に至る。

冷却機能及び注水機能の喪失による燃料の損傷は、使用済燃料を仮置き又は貯蔵する燃料貯蔵プール等で発生する。発生を想定する機器を第11－1表に示す。

想定事故 1 における燃料貯蔵プール等の沸騰に至るまでの時間は、約39時間である。

b. 想定事故 2 の特徴

燃料貯蔵プール等に接続するプール水冷却系の配管の破断によるサイフォン効果又は地震によるスロッシングによ

り燃料貯蔵プール等の水の小規模な漏えいが発生し、燃料貯蔵プール等の水位が低下して、プール水冷却系の冷却機能が喪失するとともに、補給水設備の注水機能が喪失する。その後もプール水の補給が行われないと、やがて使用済燃料は露出し、損傷に至る。

小規模な漏えい並びに冷却機能及び注水機能の喪失による使用済燃料の損傷は、使用済燃料を仮置き又は貯蔵する燃料貯蔵プール等で発生する。発生を想定する機器を第11－1表に示す。

想定事故2における燃料貯蔵プール等の沸騰に至るまでの時間は、約36時間である。

(2) 想定事故1及び想定事故2への対処の基本方針

想定事故1及び想定事故2への対処として、再処理施設的位置、構造及び設備の基準に関する規則の第二十八条及び第三十八条に規定される要求を満足する燃料損傷防止対策を整備する。

対策の概要図を第11－1図に示す。また、想定事故1及び想定事故2の対処の基本方針の詳細を、以下に示す。

a. 想定事故1の燃料損傷防止対策

燃料貯蔵プール等の冷却機能及び注水機能の喪失により燃料損傷に至る事故を防止するため、補給水設備を代替する設備により燃料貯蔵プール等が沸騰に至る前までに燃料貯蔵プール等に注水し、水位を維持するための設備を整備する。

b. 想定事故 2 の燃料損傷防止対策

燃料貯蔵プール等からの水の小規模な漏えいが発生し、冷却機能及び注水機能が喪失することにより燃料損傷に至る事故を防止するため、燃料貯蔵プール等の水の漏えいを停止し、補給水設備を代替する設備により燃料貯蔵プール等が沸騰に至る前までに燃料貯蔵プール等に注水し水位を回復し維持するための設備を整備する。

11.1 想定事故 1 の燃料損傷防止対策

11.1.1 想定事故 1 の燃料損傷防止対策の具体的対策

燃料貯蔵プール等のプール水冷却系若しくは安全冷却水系の冷却機能又は補給水設備の注水機能の喪失に対して、燃料貯蔵プール等の水位低下により使用済燃料の損傷を防止するため、可搬型中型移送ポンプを設置し、可搬型建屋外ホース及び可搬型中型移送ポンプを接続し、貯水槽から燃料貯蔵プール等へ水を供給するための経路を構築する。

また、燃料貯蔵プール等の状態監視のため、監視設備を準備する。監視設備を設置するまでの間、燃料貯蔵プール等の状態について携行型の監視設備にて実施組織要員による監視を行う。可搬型建屋外の水供給経路の構築が完了した後、可搬型建屋外ホース及び可搬型建屋内ホースを接続する。可搬型建屋外の水供給経路の構築が完了した後、可搬型建屋外ホース及び可搬型建屋内ホースを接続する。なお、水温上昇に伴い使用済燃料受入れ・貯蔵建屋内の温度が上昇した場合においても、線量率の測定及び燃料貯蔵プール等の状態監視が継続できるよう、代替監視設備を冷却するための空冷設備を設置する。

可搬型中型移送ポンプを運転することで、貯水槽から燃料貯蔵プール等へ注水する。燃料貯蔵プール等の水位は通常水位を目安に注水し、通常水位到達後は、可搬型中型移送ポンプの間欠運転又は流量調整により通常水位を目安に水位を確保する。

想定事故 1 の対策の概要を以下に示す。また、対策の系統概要図を第 11-1 図に、重大事故等への対処の手順の概要を第 11.1.1-1 図に示す。また、重大事故等への対処における手順

と設備の関係を第 11.1.1－1 表に，必要な実施組織要員及び作業項目を第 11.1.1－2 図及び 11.1.1－3 図に示す。対処に必要な設備を第 11.1.1－2 表に示す。

a．燃料損傷防止対策の実施判断

降灰予報が発表された場合，燃料貯蔵プール等の冷却機能若しくは注水機能の喪失が確認された場合，又は外部電源が喪失し，非常用ディーゼル発電機が運転できない場合，燃料貯蔵プール等への注水を判断し，b．へ移行する。

b．建屋外の水供給経路の構築

使用済燃料受入れ・貯蔵建屋に水を供給するために，可搬型中型移送ポンプ運搬車により可搬型中型移送ポンプを貯水槽近傍へ設置し，可搬型建屋外ホース及び可搬型中型移送ポンプを接続し，貯水槽から使用済燃料受入れ・貯蔵建屋へ水を供給するための経路を構築する。なお，降灰により可搬型中型移送ポンプが機能喪失するおそれがある場合には，可搬型中型移送ポンプを保管庫内に配置する。

c．燃料損傷防止対策の準備

燃料貯蔵プール等の状態監視は安全系監視制御盤で実施するが，全交流動力電源が喪失している場合には，代替監視設備及び可搬型発電機を準備する。代替監視設備及び可搬型発電機を設置するまでの間，燃料貯蔵プール等の状態について携行型の代替監視設備にて実施組織要員による監視を行う。

また、運搬車により可搬型建屋内ホースを運搬し、使用済燃料受入れ・貯蔵建屋内に可搬型建屋内ホースを敷設し、可搬型建屋外ホースと接続し、貯水槽から燃料貯蔵プール等に注水するための系統を構築する。

なお、水温上昇に伴い使用済燃料受入れ・貯蔵建屋内の温度が上昇した場合においても、線量率の測定及び燃料貯蔵プール等の状態監視が継続できるよう、代替監視設備を冷却するための空冷設備を設置する。

d．代替補給水設備（注水）による燃料貯蔵プール等への注水の実施判断

燃料貯蔵プール等への注水準備が完了したこと及び燃料貯蔵プール等の水位低下を確認後、燃料貯蔵プール等への注水の実施を判断し、以下の e．へ移行する。

e．代替補給水設備（注水）による燃料貯蔵プール等への注水の実施

可搬型中型移送ポンプにより貯水槽から燃料貯蔵プール等へ注水する。注水流量は、可搬型代替注水設備流量計及び可搬型建屋外ホースに設置している流量調節弁より調整する。燃料貯蔵プール等へ注水時に必要な監視項目は、注水流量及び燃料貯蔵プール等の水位である。

燃料貯蔵プール等への注水は燃料貯蔵プール等の通常水位である燃料貯蔵プール底面から 11.50m を目安に注水し、目標水位到達後は可搬型中型移送ポンプを停止する。

f．代替補給水設備（注水）による燃料貯蔵プール等への注水の成功判断

燃料貯蔵プール等の水位が通常水位程度であることを確認することにより、燃料貯蔵プール等への注水によるプール水位が回復・維持されていることを判断する。注水による冷却機能が維持されていることを判断するために必要な監視項目は、プール水位である。

g. 代替監視設備及び空冷設備の設置

代替監視設備の設置完了後、可搬型発電機を起動して代替監視設備の起動状態を確認する。

また、空冷設備の設置完了後、可搬型空冷ユニット空気圧縮機を起動して、空冷設備により冷却空気が供給されていることを確認する。

11.1.2 想定事故 1 の燃料損傷防止対策の有効性評価

11.1.2.1 有効性評価

(1) 代表事例

燃料貯蔵プール等における設計上定める条件より厳しい条件は、設計上定める条件より厳しい条件における外部事象の「地震」及び「火山」、設計上定める条件より厳しい条件における内部事象の「動的機器の多重故障」及び「長時間の全交流動力電源の喪失」である。

これらの条件において、プール水冷却系及び安全冷却水系の冷却機能並びに補給水設備の注水機能の喪失、重大事故等への対処の種類及び重大事故等への対処時の想定される作業環境の苛酷さを考慮すると、概ね「地震」を条件とした場合が厳しい結果を与える。ただし、「地震」を条件とした場合は同時にスロッシング及びサイフォン効果による小規模な漏えいが発生し「プール水の保持機能」も喪失することを踏まえ、想定事故 1 では地震の次に厳しい条件となる「火山」、想定事故 2 では「地震」を代表として有効性評価を実施する。

また、本重大事故は共通要因事故により、燃料仮置きピット、燃料貯蔵プール（BWR 燃料用）、燃料貯蔵プール（PWR 燃料用）、燃料貯蔵プール（BWR 燃料及び PWR 燃料用）及び燃料送出しピットで同時に発生するものとする。

(2) 代表事例の選定理由

- a. プール水冷却系及び安全冷却水系の冷却機能並びに補給水設備の注水機能の喪失の範囲

冷却機能及び注水機能の喪失による想定事故 1 の発生原因をフォールトツリー分析により明らかにする。燃料貯蔵プール等の水位低下を頂上事象フォールトツリーを第 11.1.2.1－1 図に示す。また、プール水冷却系、安全冷却水系及び補給水設備の系統概要図を第 11.1.2.1－2 図に示す。

フォールトツリーにおいて明らかにしたとおり、「地震」においてプール水冷却系、安全冷却水系及び補給水設備のポンプ等の動的機器の直接的な機能喪失及び電源喪失による間接的な機能喪失により「崩壊熱除去機能」が喪失することに加え、同時に「プール水の保持機能」も喪失する。これらと事故の特徴を踏まえ、想定事故 1 は燃料貯蔵プールの水面が揺動しない事故、想定事故 2 は燃料貯蔵プールの水面が揺動をする事故と整理し、地震によるスロッシングを考慮して想定事故 2 として発生を想定する。

「火山」の場合は、冷却塔の動的機器の直接的な機能喪失及び電源喪失によるプール水冷却系、安全冷却水系及び補給水設備のポンプ等の動的機器の間接的な機能喪失により「崩壊熱除去機能」が喪失する。その結果、想定事故 1 の発生が想定される。

「動的機器の多重故障」の場合は、プール水冷却系のポンプ、安全冷却水系のポンプ、安全冷却水系の冷却塔又は補給水設備のポンプの多重故障により、想定事故 1 の発生が想定される。

「長時間の全交流動力電源の喪失」の場合は、電源喪失によるプール水冷却系、安全冷却水系及び補給水設備のポンプ

等の動的機器の間接的な機能喪失により「崩壊熱除去機能」が喪失する。その結果、想定事故 1 の発生が想定される。

「火山」と「長時間の全交流動力電源の喪失」を比較した場合、機能喪失する機器は同様である。しかしながら、「長時間の全交流動力電源の喪失」の場合、外部電源の喪失により非常用ディーゼル発電機が多重故障し起動しないことを想定しているが、使用済燃料受入れ・貯蔵建屋用の第 1 非常用ディーゼル発電機と、再処理本体用の第 2 非常用ディーゼル発電機は独立しており、それぞれに関連性はなく、同時に機能喪失することはないため、異なる種類の重大事故が同時に発生することはない。一方で、「火山」の場合は降下火砕物が発生することにより外部電源が喪失し、さらにフィルタが目詰まりすることにより非常用ディーゼル発電機が機能喪失することから、異なる種類の重大事故の同時発生を考慮する必要がある。

以上より、想定事故 1 における機能喪失の範囲の観点では、「火山」を条件とした場合が、動的機器の機能喪失及び全交流電源喪失が同時に発生し、さらに、異なる種類の重大事故の同時発生を考慮する必要がある、その範囲も広い。

b. 重大事故等対策の種類

重大事故等対策は、冷却塔、プール水冷却系のポンプ、安全冷却水系の冷却水循環ポンプ、補給水設備のポンプ等の動的機器及び動的機器を起動させるために必要な電気設備等、多岐の設備故障に対応でき、かつ、複数の設備故障が発生し

た場合においても対処が可能となるような対策を選定している。

重大事故等対策がカバーする機能喪失の範囲は、第 11.1.2.1－1 図のフォールトツリーに示すとおりである。

整備した重大事故等対策が、「地震」を含む全ての設計上定める条件より厳しい条件で想定される機能喪失をカバーできており、重大事故等への対処の種類の観点から、「地震」以外の条件に着目する必要性はない。

c. 重大事故等への対処時の環境条件の観点

重大事故等への対処時の環境条件に着目すると「地震」を条件とした場合には、基準地震動を1.2倍にした地震動を考慮する設計とした設備以外の設備の損傷及び動的機器の動的な機能の喪失が想定されることから、建屋内では、溢水、化学薬品漏えい及び内部火災のハザードが発生する可能性があり、また、全交流動力電源の喪失により換気空調が停止し、照明が喪失する。一方、建屋外では、不等沈下及び屋外構築物の倒壊による環境悪化が想定される。

「火山」を条件とした場合には、建屋内では、全交流動力電源の喪失に伴う換気空調の停止及び照明の喪失が発生するものの、「地震」の場合のように溢水、化学薬品漏えい及び内部火災のハザードの発生は想定されない。一方、建屋外では、降灰による環境悪化が想定される。

「長時間の全交流動力電源の喪失」及び「動的機器の多重故障」を条件とした場合には、「長時間の全交流動力電源の

喪失」において建屋内の換気空調の停止及び照明の喪失が発生するものの、「地震」の場合のように溢水、化学薬品漏えい及び内部火災のハザードの発生は想定されず、また、「動的機器の多重故障」を条件とした場合には、建屋内の環境条件が有意に悪化することはない。また、これらを条件とした場合に、建屋外の環境条件が悪化することはない。

以上より、「地震」が建屋内外の作業環境を最も悪化させる可能性があるものの、建屋外の環境条件では、「地震」及び「火山」において想定される環境悪化要因の特徴が異なる。しかしながら、想定事故 1 は「火山」、想定事故 2 は「地震」を代表事例としており、これらの対処内容や対処設備に違いはなく、想定事故 1 及び想定事故 2 の有効性評価を行うことで、想定される環境悪化要因の特徴が異なることの対処の有効性を確認できる。

(3) 有効性評価の考え方

燃料貯蔵プール等の水が沸騰により蒸発して水位低下に至った場合に、燃料貯蔵プール等への注水を開始し、水位を一定範囲に維持できることを確認するため、燃料貯蔵プール等の水位及び水温の推移を評価する。これらの評価は、燃料貯蔵プール等からの放熱は考慮せず、断熱として評価し、解析コードを用いず、水の比熱等を用いた簡便な計算により、燃料有効長頂部を冠水できること及び放射線を遮蔽できる水位を確保できることを評価する。また、未臨界を維持できることを評価する。

燃料貯蔵プール等の水位及び水温の推移を評価するため、沸騰時間を評価する。評価条件を第11.1.2.1－1表及び第11.1.2.1－2表に示す。

(4) 有効性評価の評価単位

有効性評価では、燃料貯蔵プール等として定義した燃料仮置きピット、燃料貯蔵プール（BWR燃料用）、燃料貯蔵プール（PWR燃料用）、燃料貯蔵プール（BWR燃料及びPWR燃料用）及び燃料送出しピットの各ピット・プールに対し、各々が有する保有水量及び崩壊熱量より、水が沸騰するまでの時間を算出し、最も沸騰時間が短くなる燃料貯蔵プール等の沸騰時間を代表して有効性評価を実施する。

有効性評価の評価単位は、想定事故2でも同様である。

(5) 機能喪失の条件

設計上定める条件より厳しい条件における外部事象の「火山」を条件とした場合は外部電源を含めた全交流動力電源の喪失を想定しており、動的機器が間接的に機能喪失するので追加での機能喪失は想定しない。代表事例では、外部電源を含めた全交流動力電源の喪失を想定しているため、追加での機能喪失は想定しない。

(6) 機器の条件

想定事故1への措置に使用する機器を第11.1.1－2表に示す。また、主要な機器の条件を以下に示す。

a. 可搬型中型移送ポンプ

可搬型中型移送ポンプは、1 台当たり $240\text{m}^3/\text{h}$ の容量を有し、想定事故 1 において燃料貯蔵プール等への注水に 1 台を使用し、燃料貯蔵プール等の水位を維持するために必要な水量として、燃料貯蔵プール等からの蒸発量である約 $10\text{m}^3/\text{h}$ を上回る、最大約 $160\text{m}^3/\text{h}$ を供給できるものとして、有効性を評価する。

b. 燃料貯蔵プール等の初期水位及び初期水温

燃料貯蔵プール等の初期水位は、管理上の水位の変動範囲でも厳しい水位低警報設定値である、通常水位 -0.05m とし、初期温度は、運転上許容される上限の 65°C とする。

c. 燃料貯蔵プール等の沸騰時間

燃料貯蔵プール等の沸騰時間は、崩壊熱量と保有水量により算出される。燃料貯蔵プール等の崩壊熱量は、燃料仮置きピット、燃料貯蔵プール（BWR 燃料用）、燃料貯蔵プール（PWR 燃料用）、燃料貯蔵プール（BWR 燃料及び PWR 燃料用）及び燃料送出しピットの各燃料貯蔵プールに対して、冷却期間 4 年及び冷却期間 12 年の使用済燃料集合体の貯蔵量を崩壊熱量が最も高くなるように設定する。

【補足説明資料 11-4】

燃料貯蔵プール等の保有水量は、保有水量を厳しく見積もるため、使用済燃料やラックの体積を除くとともに、燃料貯蔵プール等で、万一、水の漏えいが発生した場合に、他の健

全なプール、ピットと隔離して保修を行うことができるように設置しているピットゲート及びプールゲートは、閉めた状態を考慮した保有水量とする。

【補足説明資料11-2】

以上の条件により、燃料貯蔵プール等の沸騰時間を算出した結果を第11.1.2.1-3表に示す。この結果から、最も沸騰時間が短くなる燃料貯蔵プール（PWR燃料用）を代表とする。このときの燃料貯蔵プール（PWR燃料用）の崩壊熱量は約2,450 kW、保有水量は約2,453m³である。

【補足説明資料11-8】

d. 燃料貯蔵プール等からの蒸発量

燃料貯蔵プール等からの蒸発量は、崩壊熱量により算出される。このため、崩壊熱による保有水の蒸発量については、燃料貯蔵プール等全体からの蒸発量を考慮する必要がある。よって、燃料貯蔵プール全体の貯蔵量である3,000 t・U_{PR}が容量いっぱい貯蔵されたときの崩壊熱量として、約5,420 kWを設定する。このときの、崩壊熱による保有水の蒸発量は約10m³/hである。

(7) 操作の条件

燃料貯蔵プール等への代替補給水設備（注水）の設置及び注水は、冷却機能及び注水機能の喪失から燃料貯蔵プール等が沸騰に至る前までの時間である約39時間に対して、21時間30分後から注水を開始できるものとする。想定事故1の作業

と所要時間を第11.1.1－2図及び第11.1.1－3図に示す。

(8) 判断基準

想定事故1の有効性評価の判断基準は以下のとおりとする。

燃料貯蔵プール等の冷却機能及び注水機能が喪失した場合でも、代替補給水設備（注水）による燃料貯蔵プール等への注水手段を確保することによって、燃料有効長頂部を冠水できること及び放射線を遮蔽できる水位※¹を確保できること。また、未臨界を維持できること。

※1：重大事故時の対処においては、作業時における被ばく線量として、1作業当たり10mSvを目安として管理することとしている。燃料損傷防止対策の対処においては、1作業当たり1時間30分とし作業を実施する計画である。

このため、作業時において放射線の遮蔽が維持される水位の設定では、 6.7mSv/h （ $=10\text{mSv}/1.5\text{h}$ ）の被ばくを想定し、このときの水位として通常水位から約5.0m下の位置としている。

【補足説明資料11－7】

11.1.2.2 有効性評価の結果

(1) 有効性評価の結果

事象発生後、燃料貯蔵プール等の冷却機能及び注水機能の喪失に伴い、燃料貯蔵プール等の水の温度が徐々に上昇し、第11.1.2.1－3表に示すとおり、燃料貯蔵プール（PWR燃料用）は約39時間で100℃に到達し、燃料貯蔵プール等の水位は緩慢に低下する。重大事故等の発生を検知し、代替補給水設備（注水）による注水は、事象発生から53名にて21時間30分後であり、このときの燃料貯蔵プール等の水温は約85℃となることから燃料貯蔵プール等の水位低下はほとんどなく、沸騰までの時間である約39時間よりも前に代替補給水設備（注水）による注水が可能であることから、十分な時間余裕がある。また、燃料貯蔵プール等内の使用済燃料の崩壊熱による燃料貯蔵プール等からの水の蒸発量である約 $10\text{ m}^3/\text{h}$ を上回る最大約 $160\text{ m}^3/\text{h}$ の容量の可搬型中型移送ポンプによる代替補給水設備（注水）を配備していることから、燃料貯蔵プール等の水位を維持することができる。想定事故1における燃料貯蔵プール等の水位の推移を第11.1.2.2－1図に示す。また、水位と線量率の関係について第11.1.2.2－2図に示す。

使用済燃料は燃料貯蔵プール等のステンレス鋼製ラックに仮置き・貯蔵されており、水温が変化した場合やプール水が沸騰し、水密度が低下した場合においても、燃料貯蔵プール等の未臨界を維持できる。

以上から、事象発生21時間30分後から代替補給水設備（注水）による注水が実施でき、燃料貯蔵プール等の水位維持においては、通常水位を目安に注水し、通常水位到達後は、可搬型中型移送ポンプの間欠運転又は流量調整により通常水位を目安に水位を確保することで、安定状態を維持できる。

(2) 不確かさの影響評価

a. 事象、事故条件及び機器条件の不確かさの影響

(a) 想定事象の違い

内部事象で発生する動的機器の故障による冷却機能若しくは注水機能喪失の場合、又は長時間の全交流動力電源の喪失事象の場合、対処が必要な範囲が限定される。当該評価では、代表事例において、各建屋で並行して作業した場合の対策の成立性を確認していることから、実施組織要員の操作の時間余裕に与える影響はない。

(b) 崩壊熱量

燃料貯蔵プール等のプール水の沸騰に至るまでの時間余裕を算出するに当たって、物性値の変動や初期条件の変動が影響を与えると考えられるものの、時間余裕の算出は、より厳しい結果を与えるように、燃料貯蔵プール等に設定する崩壊熱量は冷却期間4年及び12年の使用済燃料を貯蔵した場合の最大値を設定した上で、燃料貯蔵プール等からの放熱は考慮せず断熱評価を実施している。このため、実施組織要員の操作の時間余裕に与える影響はない。

(c) 初期水温

評価条件として設定している初期水温は、設計上想定される最大値を採用している。実際の運転時には、評価条件で設定している初期水温より低くなり、沸騰に至るまでの時間は延びることになる。このため、実施組織要員の操作の時間余裕に与える影響はない。

(d) 初期水位

評価条件として設定している初期水位は、水位低警報値を採用している。実際の運転時には、評価条件で設定している初期水位よりも高い水位となり、保有水量が多くなることにより、沸騰に至るまでの時間は延びることになる。このため、実施組織要員の操作の時間余裕に与える影響はない。

b. 操作条件の不確かさの影響

(a) 実施組織要員の操作

「認知」、「要員配置」、「移動」、「操作所要時間」、「他の並列操作有無」、「操作の確実さ」及び「単一故障の想定」が実施組織要員の操作の時間余裕に与える影響を考慮し、対処の制限時間である沸騰に至るまでの時間に対して、重大事故等対策の実施に必要な準備作業を2時間前までに完了できるよう計画することで、これら要因による影響を低減している。

また、作業計画の整備は、作業項目ごとに余裕を確保して

整備しており，必要な時期までに操作できるよう体制を整えていることから，実際の重大事故等への対処では，より早く作業を完了することができる。さらに，代替補給水設備（注水）による注水は，想定事故 1 の燃料貯蔵プール等の沸騰時間である約 39 時間に対し，事象発生から 21 時間 30 分後までに作業が完了でき，十分な時間余裕が確保されている。また，可搬型重大事故等対処設備の偶発的な単一故障を仮定した場合であっても，予備の可搬型重大事故等対処設備への交換を 2 時間以内に実施できることから，燃料貯蔵プール等が沸騰に至る前までに重大事故等対策を実施することができる。

(b) 作業環境

沸騰開始までに室温が上昇するものの，作業に影響がある温度の上昇はなく，対処は燃料貯蔵プール等が沸騰に至る前までに実施することから，作業環境が実施組織要員の操作の時間余裕に影響を与えることはない。

また，想定事故 1 は「火山」を条件としているため，建屋外における重大事故等対策に係る作業は，降灰予報を受けて作業に着手することから，降灰の影響を受けることはない。降灰発生後は，対策の維持に必要な燃料の運搬が継続して実施されるが，除灰作業を並行して実施することを前提に作業計画を整備しており，重大事故等対策を維持することが可能である。

11.1.2.3 同時発生又は連鎖

(1) 同時発生

重大事故等の発生により、燃料貯蔵プール等の水位の低下が継続した場合には、使用済燃料を仮置き又は貯蔵する燃料仮置きピット、燃料貯蔵プール（BWR 燃料用）、燃料貯蔵プール（PWR 燃料用）、燃料貯蔵プール（BWR 燃料及び PWR 燃料用）及び燃料送出しピットで使用済燃料が損傷する事故が同時に発生した場合でも、第11.1.2.1－3 表に示すとおり燃料貯蔵プール（PWR 燃料用）の沸騰時間が、それ以外のピット及びプールの沸騰時間よりも厳しくなり、また、燃料貯蔵プール等は連結されているため、いずれかのピット又はプールに注水することにより、全てのピット及びプールの水位を維持することができることから、同時発生による注水への影響はなく、有効性評価については本章に記載したとおりである。

異なる種類の重大事故等の同時発生に対する重大事故等対策の有効性については、「13. 重大事故が同時に又は連鎖して発生した場合の対処」にまとめる。

(2) 連鎖

a. 起因となる重大事故等の事象進展，事故規模の分析

燃料貯蔵プール等における重大事故時の環境は、以下のとおりである。

(a) 温度

燃料貯蔵プール等の水の沸騰が発生した場合の温度は最大でも 100℃程度であり，安全機能を有する機器の材質の強度が有意に低下することではなく，機器に接続する安全機能を有する機器が損傷又は機能劣化することはない。

(b) 圧力

燃料貯蔵プール等は開放型の構造となっており，有意な圧力上昇はないことから，機器自体及び機器に接続する安全機能を有する機器が損傷又は機能劣化することはない。

(c) 湿度

燃料貯蔵プール等の温度上昇に伴い，蒸発により多湿環境下（100％）となるが，機器自体及び機器に接続する安全機能を有する機器が損傷又は機能劣化することはない。

(d) 放射線

事故発生時においても，燃料貯蔵プール等の水位は維持されていることから，放射線環境は通常環境下から変化することではなく，機器自体及び機器に接続する安全機能を有する機器が損傷又は機能劣化することはない。

(e) 物質（水素，煤煙，放射性物質）及びエネルギーの発生

燃料貯蔵プール等の水の放射線分解により水素が発生するが，大量の水蒸気とともに極めて低い濃度で気相部に移行する。また，代替補給水設備（注水）の可搬型建屋内ホースの敷設に伴う建屋の開口から，水素とともに水蒸気が排出されることから，建屋内に水素が蓄積することはない，エネルギーの発生もないことから，機器自体及び安全機能を有する機器が損傷又は機能劣化することはない。また，燃料貯蔵プー

ル等の温度上昇によっても、煤煙及び放射性物質が発生することはない。

(f) 落下・転倒による荷重

燃料貯蔵プール等の温度が上昇したとしても、機器の材質の強度が有意に低下することはない、落下・転倒することはない。

(g) 腐食環境

(c)と同様である。

b. 起因となる重大事故等の事故影響が及ぶ範囲の特定及び安全機能喪失の分析

燃料貯蔵プール等は開放型の構造となっており、機器自体及び機器に接続する安全機能を有する機器はステンレス鋼である。事象、事故条件及び機器条件の不確かさを考慮しても、燃料貯蔵プール等の水の温度は最大でも100℃程度であり、有意な環境変化は想定されない。以上より、これらの機器自体及び機器に接続する安全機能を有する機器が、燃料貯蔵プール等の水の温度の上昇時に想定される温度、圧力、放射線等の環境において損傷することはない、他の重大事故等が連鎖して発生することはない。

(a) 臨界事故への連鎖

想定事故1及び想定事故2が発生する燃料貯蔵プール等において講じられている臨界事故に係る安全機能は、形状寸法管理であるが、沸騰時の温度を考慮しても、臨界事故に係る安全機能が喪失することはないことから、臨界事故が連鎖

して発生することはない。

(b) 冷却機能の喪失による蒸発乾固への連鎖

想定事故 1 及び想定事故 2 が発生する燃料貯蔵プール等は, 高レベル廃液等の沸騰が発生する機器とは異なる建屋に設置されているため, 冷却機能の喪失による蒸発乾固が連鎖して発生することはない。

(c) 水素爆発への連鎖

想定事故 1 及び想定事故 2 が発生する燃料貯蔵プール等は, 水素爆発が発生する機器とは異なる建屋に設置されているため, 水素爆発が連鎖して発生することはない。

(d) 有機溶媒等による火災又は爆発への連鎖

想定事故 1 及び想定事故 2 が発生する燃料貯蔵プール等は, 有機溶媒等による火災又は爆発が発生する機器とは異なる建屋に設置されているため, 有機溶媒等による火災及び T B P 等の錯体の急激な分解反応への連鎖はない。

11.1.2.4 判断基準への適合性の検討

想定事故 1 への対処として、代替補給水設備（注水）による燃料貯蔵プール等への注水手段を整備しており、本対策について設計上定める条件より厳しい条件における外部事象の「火山」を条件として有効性評価を行った。

燃料貯蔵プール等への注水は、沸騰開始前までに燃料貯蔵プール等への注水の準備を完了し、沸騰開始前に燃料貯蔵プール等へ注水することで、燃料貯蔵プール等の水位を維持できる。

評価条件の不確かさについて確認した結果、実施組織要員の操作の時間余裕に与える影響及び評価項目に与える影響はないことを確認した。

以上のことから、代替補給水設備（注水）による燃料貯蔵プール等への注水により、放射線を遮蔽できる水位を確保し、燃料有効長頂部を冠水できる。また、燃料貯蔵プール等の水温が変化した場合やプール水が沸騰し、水密度が低下した場合においても、燃料貯蔵プール等の未臨界を維持できる。

以上より、「(3) 有効性評価の判断基準」を満足する。

11.2 想定事故 2 の燃料損傷防止対策

11.2.1 想定事故 2 の燃料損傷防止対策の具体的対策

燃料貯蔵プール等に接続するプール水冷却系の配管の破断によるサイフォン効果又はスロッシングにより燃料貯蔵プール等の水の小規模な漏えい並びに冷却機能及び注水機能の喪失に対して、燃料貯蔵プール等の水位低下により使用済燃料の損傷を防止するため、可搬型中型移送ポンプを設置し、可搬型建屋外ホース及び可搬型中型移送ポンプを接続し、貯水槽から燃料貯蔵プール等へ水を供給するための経路を構築する。

また、燃料貯蔵プール等の状態監視のため、監視設備を準備する。監視設備を設置するまでの間、燃料貯蔵プール等の状態について携行型の監視設備にて実施組織要員による監視を行う。可搬型建屋外の水供給経路の構築が完了した後、可搬型建屋外ホース及び可搬型建屋内ホースを接続する。可搬型建屋外の水供給経路の構築が完了した後、可搬型建屋外ホース及び可搬型建屋内ホースを接続する。なお、水温上昇に伴い使用済燃料受入れ・貯蔵建屋内の温度が上昇した場合においても、線量率の測定及び燃料貯蔵プール等の状態監視を継続できるよう、代替監視設備を冷却するための空冷設備を設置する。

可搬型中型移送ポンプを運転することで、貯水槽から燃料貯蔵プール等へ注水する。燃料貯蔵プール等の水位は通常水位を目安に注水し、通常水位到達後は、可搬型中型移送ポンプの間欠運転又は流量調整により通常水位を目安に水位を確保する。なお、プール水冷却系の吸込み側の配管破断によるプール水の

小規模な漏えい時には、プール水冷却系の吸込み側配管に設置される越流せき上端を目安に注水を実施する。

想定事故 2 の対策の概要を以下に示す。また、対策の系統概要図を第 11-1 図に、重大事故等への対処の手順の概要を第 11.2.1-1 図に示す。また、重大事故等への対処における手順と設備の関係を第 11.2.1-1 表に、必要な実施組織要員及び作業項目を第 11.2.1-2 図及び第 11.2.1-3 図に示す。対処に必要な設備を第 11.1.1-2 表に示す。

a. 燃料損傷防止対策の実施判断

燃料貯蔵プール等の冷却機能若しくは注水機能の喪失が確認された場合、又は外部電源が喪失し、非常用ディーゼル発電機が運転できない場合、燃料損傷防止対策の実施を判断し、b. へ移行する。

b. 建屋外の水供給経路の構築

使用済燃料受入れ・貯蔵建屋に水を供給するために、可搬型中型移送ポンプ運搬車により可搬型中型移送ポンプを貯水槽近傍へ設置し、可搬型建屋外ホース及び可搬型中型移送ポンプを接続し、貯水槽から使用済燃料受入れ・貯蔵建屋へ水を供給するための経路を構築する。

c. 燃料損傷防止対策の準備

燃料貯蔵プール等の状態監視は安全系監視制御盤で実施するが、全交流動力電源が喪失している場合には、燃料貯蔵プール等の状態監視のため、代替監視設備を準備する。代替監視設備を設置するまでの間、燃料貯蔵プール等の状態につ

いて携行型の代替監視設備にて実施組織要員による監視を行う。

【補足説明資料 11－10】

また、運搬車により可搬型建屋内ホースを運搬し、使用済燃料受入れ・貯蔵建屋内に可搬型建屋内ホースを敷設し、可搬型建屋外ホースと接続し、貯水槽から燃料貯蔵プール等に注水するための系統を構築する。

なお、水温上昇に伴い使用済燃料受入れ・貯蔵建屋内の温度が上昇した場合においても、線量率の測定及び燃料貯蔵プール等の状態監視が継続できるよう、代替監視設備を冷却するための空冷設備を設置する。

d．代替補給水設備（注水）による燃料貯蔵プール等への注水の実施判断

燃料貯蔵プール等への注水準備が完了したこと及び燃料貯蔵プール等の水位低下を確認後、燃料貯蔵プール等への注水の実施を判断し、以下の e．へ移行する。

e．代替補給水設備（注水）による燃料貯蔵プール等への注水の実施

可搬型中型移送ポンプにより貯水槽から燃料貯蔵プール等へ注水する。注水流量は、可搬型代替注水設備流量計及び可搬型建屋外ホースに設置している流量調節弁より調整する。燃料貯蔵プール等へ注水時に必要な監視項目は、注水流量及び燃料貯蔵プール等の水位である。

スロッシングによる小規模漏えいを想定した場合、通常水位を目安に注水し、水位を回復し維持する。

プール水冷却系配管の吸込み側の破断による小規模漏えいを想定した場合、配管が接続する越流せき以上の水位を確保することができないことから、越流せき上端である通常水位－0.40mを目安に注水し、水位を回復し維持する。

プール水冷却系配管の吐出し側の破断を想定した場合、サイフォン効果による小規模漏えいが発生し、プール水の漏えいはサイフォンブレーカ位置において停止する。その後、水位は通常水位まで回復できることから、通常水位を目安に注水し、水位を回復し維持する。

代替補給水設備（注水）による燃料貯蔵プール等への注水に必要な監視項目は、注水流量及び燃料貯蔵プール等の水位である。

f．代替補給水設備（注水）による燃料貯蔵プール等への注水の成功判断

燃料貯蔵プール等の水位が通常水位程度であることを確認することにより、燃料貯蔵プール等への注水によるプール水位が回復・維持されていることを判断する。注水による冷却機能が維持されていることを判断するために必要な監視項目は、プール水位である。

g．代替監視設備及び空冷設備の設置

代替監視設備の設置完了後、可搬型発電機を起動して代替監視設備の起動状態を確認する。

また、空冷設備の設置完了後、可搬型空冷ユニット空気圧縮機を起動して、空冷設備により冷却空気が供給されていることを確認する。

11.2.2 想定事故 2 の燃料損傷防止対策の有効性評価

11.2.2.1 有効性評価

(1) 代表事例

「11.1.2.1(1) 代表事例」に示したとおり、想定事故 2 では「地震」を代表として有効性評価を実施する。

(2) 代表事例の選定理由

「11.1.2.1(2) 代表事例の選定理由」に示したとおり、想定事故 2 は燃料貯蔵プール等の水面が揺動をする事故と整理し、「地震」によるスロッシングを考慮して想定事故 2 として発生を想定する。

(3) 有効性評価の考え方

「11.1.2.1(3) 有効性評価の考え方」に示したとおりである。評価条件を第 11.2.2.1－1 表及び第 11.2.2.1－2 表に示す。

(4) 機能喪失の条件

基準地震動の 1.2 倍の地震動を入力した場合においても必要な機能を損なわない設計としていないものは、機能喪失するものとし、動的機器については耐震性によらず機能喪失を想定する。また、代表事例では、外部電源を含めた全交流動力電源の喪失を想定しているため、追加での機能喪失は想定しない。

燃料貯蔵プール等の水の小規模な漏えいは、プール水冷却

系の配管の破断によるサイフォン効果及び燃料貯蔵プール等からのスロッシングによる溢水が同時に発生したことを仮定するため、サイフォン効果による小規模な漏えいと同時にスロッシングによる燃料貯蔵プール等の水の小規模な漏えいが発生し、最終的には、評価により求めたスロッシングによる溢水が収束する水位である通常水位から0.60m下の位置で停止するものとする。なお、スロッシングによる溢水量の評価では、燃料貯蔵プール等の周辺に設置する止水板及び蓋のうち、止水板のみスロッシングによる溢水の抑制効果を考慮する。

【補足説明資料11-5】

(5) 機器の条件

「可搬型中型移送ポンプ」、 「燃料貯蔵プール等の初期水位及び初期水温」 及び「燃料貯蔵プール等からの蒸発量」は「11.1.2.1(6) 機器条件」に記載したとおりである。

想定事故2への措置に使用する機器を第11.1.1-2表に示す。また、主要な機器の条件を以下に示す。

a. 燃料貯蔵プール等の沸騰時間

燃料貯蔵プール等の沸騰時間を算出するための崩壊熱量及び保有水量の設定の考え方は、「11.1.2.1(6) c. 燃料貯蔵プール等の沸騰時間」に記載したとおりである。

想定事故2における燃料貯蔵プール等の沸騰時間を算出した結果を第11.2.2.1-3表に示す。この結果から、最も沸騰時間が短くなる燃料貯蔵プール（PWR燃料用）を代表とする。このときの燃料貯蔵プール（PWR燃料用）の崩壊熱

量は約2,450 kW，保有水量は約2,289m³となる。

【補足説明資料11－8】

b．プール水冷却系配管に設置された逆止弁について

プール水冷却系配管に逆流防止のため設置されている逆止弁については，異物の噛みこみにより開固着し，逆止弁の機能が十分に働かない状態を仮定する。このとき，配管が損傷することを想定すると，サイフォン効果により燃料貯蔵プール等の水位は低下するが，プール水冷却系配管のサイフォンブレーカによりサイフォンブレーカ孔位置である通常水位から－0.45mで水位低下は停止する。

c．止水板又は蓋について

スロッシングによる燃料貯蔵プール等のプール水の漏えいは，止水板又は蓋の効果により抑制できるものとする。

(6) 操作の条件

燃料貯蔵プール等への代替補給水設備（注水）の設置及び注水は，プール水冷却系の配管の破断によるサイフォン効果及びスロッシングにより燃料貯蔵プール等の水の小規模な漏えいが発生するとともに，冷却機能及び注水機能の喪失から，燃料貯蔵プール等が沸騰に至るまでの時間である約36時間に対して，21時間30分後から注水を開始できるものとする。想定事故2の作業と所要時間を第11.2.1－2図及び第11.2.1－3図に示す。

(7) 判断基準

想定事故２の有効性評価の判断基準は以下のとおりとする。

プール水冷却系の配管の破断によるサイフォン効果及びスロッシングにより燃料貯蔵プール等の水の小規模な漏えいが発生するとともに、燃料貯蔵プール等の冷却機能及び注水機能が喪失した場合でも、代替補給水設備（注水）による燃料貯蔵プール等への注水手段を確保することによって、燃料有効長頂部を冠水できること及び放射線を遮蔽できる水位※^１を確保できること。また、未臨界を維持できること。

※１：重大事故時の対処においては、作業時における被ばく線量として、１作業当たり 10mSv を目安として管理することとしている。燃料損傷防止対策の対処においては、１作業当たり１時間３０分とし作業を実施する計画である。

このため、作業時において放射線の遮蔽が維持される水位の設定では、 6.7mSv/h （ $=10\text{mSv}/1.5\text{h}$ ）の被ばくを想定し、このときの水位として通常水位から約 5.0m 下の位置としている。

【補足説明資料11－7】

11.2.2.2 有効性評価の結果

(1) 有効性評価の結果

スロッシングにより通常水位－0.60mの位置まで水位が低下した後，燃料貯蔵プール等の水の温度が徐々に上昇し，第11.2.2.1－3表に示すとおり，燃料貯蔵プール（PWR燃料用）は約36時間で100℃に到達し，燃料貯蔵プール等の水位は緩慢に低下する。重大事故等の発生を検知し，代替補給水設備（注水）による注水を開始できる時間は，事象発生から53名にて21時間30分後であり，このときの燃料貯蔵プール等の水温は約85℃となることから燃料貯蔵プール等の水位低下はほとんどなく，沸騰までの時間である約36時間よりも前に代替注水設備（注水）による注水が可能であることから，十分な時間余裕がある。また，燃料貯蔵プール等内の使用済燃料の崩壊熱による燃料貯蔵プール等からの水の蒸発量である約 $10\text{m}^3/\text{h}$ を上回る最大約 $160\text{m}^3/\text{h}$ での注水できる可搬型中型移送ポンプによる代替補給水設備（注水）を配備していることから，燃料貯蔵プール等の水位を回復し維持することができる。想定事故2におけるスロッシングによる小規模漏えい時の燃料貯蔵プール等の水位の推移を第11.2.2.2－1図に示す。また，水位と線量率の関係について第11.2.2.2－2図に示す。

使用済燃料は，燃料貯蔵プール等のステンレス鋼製ラックに仮置き・貯蔵されており，水温が変化した場合やプール水が沸騰し，水密度が低下した場合においても，燃料貯蔵プール等の未臨界を維持できる。

【補足説明資料 11－9】

以上から、事象発生21時間30分後から代替補給水設備（注水）による注水が実施でき、燃料貯蔵プール等の水位回復及び維持においては、通常水位を目安に注水し、通常水位到達後は、可搬型中型移送ポンプの間欠運転又は流量調整により水位を確保することで、安定状態を維持できる。

(2) 不確かさの影響評価

a. 事象，事故条件及び機器条件の不確かさの影響

(a) 想定事象の違い

想定事故 2 は，外部事象で発生する「地震」でのみ発生を想定していることから，想定事象の違いはない。

(b) 崩壊熱

「11.1.2.2(2) a. (b) 崩壊熱量」に記載したとおりである。

(c) 初期水温

「11.1.2.2(2) a. (c) 初期水温」に記載したとおりである。

(d) 初期水位

スロッシングによる溢水量の評価では，燃料貯蔵プール等の初期水位を，管理上の水位の変動範囲で最も厳しい水位低警報設定値である，通常水位－0.05mとしているが，実際の運転時には，評価条件で設定している初期水位よりも高い水位となることがある。このため，初期水位を通常管理において最も高くなる水位である通常水位＋0.02mとして，スロッシングによる溢水量を評価し，水位の低下を確認した結果，通常水位－0.57mであり，このときの沸騰までの時間は，通常水位－0.60mとしたときの沸騰までの時間と同程度の約36時間である。このため，実施組織要員の操作の時間余裕に

与える影響はない。

(e) 小規模漏えい時の停止位置の観点

想定事故 2 では、プール水冷却系の配管の破断によるサイフォン効果及び燃料貯蔵プール等からのスロッシングが同時に発生したことを仮定し、小規模な漏えい量が多い燃料貯蔵プール等からのスロッシングによる漏えいが停止する位置としている。燃料貯蔵プール等からのスロッシングによる溢水量の評価では、評価方法及び評価条件に保守性があることから、スロッシングによる漏えいが停止する水位は高くなる可能性がある。この場合には、小規模漏えいによる水位の低下は、スロッシングによる水位の低下後、サイフォン ブレーカ孔位置まで低下して停止することが事故条件となる。しかしながら、燃料貯蔵プール等からのスロッシングの溢水による水位低下位置である通常水位から -0.60m に対して、サイフォン ブレーカ孔位置は通常水位から -0.45m と高い位置となり、保有水量が多くなることから、沸騰に至るまでの時間はわずかに延びて約 37 時間となる。このため、スロッシングによる溢水量の保守性が実施組織要員の操作の時間猶予に与える影響はない。このときの燃料貯蔵プール等の水位の推移を第 11.2.2.2-3 図に示す。

(f) サイフォン効果による漏えいの観点

サイフォン効果による漏えいは、評価上、事象発生と同時に、瞬時に水位が低下すると仮定している。実際にサイフォ

ン効果による小規模漏えいが発生した場合は、静水頭により漏えいが継続し、ある一定の時間を要するため、燃料貯蔵プール等のプール水がサイフォン効果により瞬時に漏えいすることはなく、連続的に漏えいすることが考えられる。

このため、プール水冷却系の配管が破断して、サイフォン効果により小規模な漏えいが発生し、サイフォンブレーカにより停止するまでの時間を、一般的な計算式を用いて、比較的簡便な計算を行った結果、漏えいが停止するまでの時間は約5分であり、沸騰に至るまでの時間は延びることとなる。このため、実施組織要員の操作の時間余裕に与える影響はない。

【補足説明資料11－11】

b. 操作条件の不確かさの影響

(a) 実施組織要員の操作

「認知」、「要員配置」、「移動」、「操作所要時間」、「他の並列操作有無」、「操作の確実さ」及び「単一故障の想定」が実施組織要員の操作の時間余裕に与える影響を考慮し、対処の制限時間である沸騰に至るまでの時間に対して、重大事故等対策の実施に必要な準備作業を2時間前までに完了できるよう計画することで、これら要因による影響を低減している。

また、作業計画の整備は、作業項目ごとに余裕を確保して整備しており、必要な時期までに操作できるよう体制を整えていることから、実際の重大事故等への対処では、より早く

作業を完了することができる。さらに、代替補給水設備（注水）による注水は、想定事故２の燃料貯蔵プール等の沸騰時間である約36時間に対し、事象発生から21時間30分後までに作業が完了でき、十分な時間余裕が確保されている。また、可搬型重大事故等対処設備の偶発的な単一故障を仮定した場合であっても、予備の可搬型重大事故等対処設備への交換を２時間以内に実施できることから、燃料貯蔵プール等が沸騰に至る前までに重大事故等対策を実施することができる。

(b) 作業環境

沸騰開始までに室温が上昇するものの、作業に影響がある温度の上昇はなく、対処は燃料貯蔵プール等が沸騰に至る前までに実施することから、作業環境が実施組織要員の操作の時間余裕に影響を与えることはない。

11.2.2.3 同時発生又は連鎖

(1) 同時発生

想定事故 2 の場合でも、第11.2.2.1－3 表に示すとおり燃料貯蔵プール（PWR 燃料用）の沸騰時間が、それ以外のピット及びプールの沸騰時間よりも厳しくなることから、
「11.1.2.3(1) 同時発生」に記載したとおり、同時発生への影響はない。

異なる種類の重大事故等の同時発生に対する重大事故等対策の有効性については、「13. 重大事故が同時に又は連鎖して発生した場合の対処」にまとめる。

(2) 連鎖

「11.1.2.3(2) 連鎖」に記載したとおりである。

11.2.2.4 判断基準への適合性の検討

想定事故 2 への対処として、代替補給水設備（注水）による燃料貯蔵プール等への注水手段を整備しており、本対策について設計上定める条件より厳しい条件における外部事象の「地震」を条件として有効性評価を行った。

燃料貯蔵プール等への注水は、沸騰開始前までに燃料貯蔵プール等への注水の準備を完了し、沸騰開始前に燃料貯蔵プール等へ注水することで、燃料貯蔵プール等の水位を維持できる。

評価条件の不確かさについて確認した結果、実施組織要員の操作の時間余裕に与える影響及び評価項目に与える影響はないことを確認した。

以上のことから、代替補給水設備（注水）による燃料貯蔵プール等への注水により、放射線を遮蔽できる水位を確保し、燃料有効長頂部を冠水できる。また、燃料貯蔵プール等の水温が変化した場合やプール水が沸騰し、水密度が低下した場合においても、燃料貯蔵プール等の未臨界を維持できる。

以上より、「(3) 有効性評価の判断基準」を満足する。

11.3 想定事故 1 及び想定事故 2 のための措置に必要な要員及び資源

11.3.1 想定事故 1 のための措置に必要な要員及び資源

想定事故 1 への対処に必要な要員及び資源を以下に示す。

また、要員及び資源の有効性評価については、他の同時に又は連鎖して発生する事象の影響を考慮する必要があるため、「13. 重大事故が同時又は連鎖して発生した場合の対処」において示す。

a. 必要な要員の評価

想定事故 1 において、設計上定める条件より厳しい条件における外部事象の「火山」を条件とした場合で、同時に作業する要員が最も多いときの要員数は26名であり、想定事故 1 への対処に必要な要員は53名である。

また、設計上定める条件より厳しい条件における内部事象の「長時間の全交流動力電源の喪失」及び「動的機器の多重故障」を条件とした場合は、「火山」を条件とした場合に想定される環境条件より悪化がすることが想定されず、対処内容にも違いがないことから、必要な要員は合計53名以内である。

b. 必要な資源の評価

想定事故 1 の対処に必要な水源、燃料及び電源を以下に示す。

(a) 水 源

代替補給水設備（注水）による燃料貯蔵プール等への注水に必要な水量は、7 日間の対応を考慮すると、合計約1,600

m^3 の水が必要となる。

(b) 燃 料

想定事故 1 への対処に使用する可搬型中型移送ポンプ，可搬型発電機及び可搬型空冷ユニット用空気圧縮機は，7 日間の対応を考慮すると，運転継続に以下の軽油が必要である。

・ 可搬型中型移送ポンプ	約 7.2m^3
・ 可搬型発電機	約 5.3m^3
・ 可搬型空冷ユニット用空気圧縮機	約 4.6m^3
合計	約 17m^3

以上より，想定事故 1 へ対処するための措置を 7 日間継続して実施するのに必要な軽油は合計で約 17m^3 である。

(c) 電 源

燃料貯蔵プール等の冷却等の機能喪失への対処において電源を必要とする設備は，計装設備の燃料貯蔵プール等の冷却等の機能喪失の対処に必要な計装設備の可搬型燃料貯蔵プール水位計，可搬型燃料貯蔵プール温度計，可搬型燃料貯蔵プール状態監視カメラ，可搬型空冷ユニット及び放射線計測設備の燃料貯蔵プール等の冷却等の機能喪失の対処に必要な放射線計測設備の可搬型燃料貯蔵プール空間線量率計に必要な負荷は約 99 kVA であり，対象負荷の起動時を考慮すると約 150 kVA の給電が必要である。

11.3.2 想定事故 2 のための措置に必要な要員及び資源

想定事故 2 への対処に必要な要員及び資源を以下に示す。

また、要員及び資源の有効性評価については、他の同時に又は連鎖して発生する事象の影響を考慮する必要があるため、「13. 重大事故が同時に又は連鎖して発生した場合の対処」において示す。

a. 必要な要員の評価

想定事故 2 において、設計上定める条件より厳しい条件における外部事象の「地震」を条件とした場合で、同時に作業する要員が最も多いときの要員数は26名であり、想定事故 2 への対処に必要な要員は53名である。

b. 必要な資源の評価

想定事故 2 の対処に必要な水源、燃料及び電源を以下に示す。

(a) 水 源

代替補給水設備（注水）による燃料貯蔵プール等への注水に必要な水量は、7 日間の対応を考慮すると、合計約 2,700 m³ の水が必要となる。

(b) 燃 料

想定事故 1 への対処に使用する可搬型中型移送ポンプ、可搬型発電機及び可搬型空冷ユニット用空気圧縮機は、7 日間の対応を考慮すると、運転継続に以下の軽油が必要である。

・ 可搬型中型移送ポンプ 約7.2m³

・ 可搬型発電機	約 5.3 m ³
・ 可搬型空冷ユニット用空気圧縮機	約 4.6 m ³
合計	約 17 m ³

以上より，想定事故 1 へ対処するための措置を 7 日間継続して実施するのに必要な軽油は合計で約 17 m³ である。

(c) 電 源

燃料貯蔵プール等の冷却等の機能喪失への対処において電源を必要とする設備は，計装設備の燃料貯蔵プール等の冷却等の機能喪失の対処に必要な計装設備の可搬型燃料貯蔵プール水位計，可搬型燃料貯蔵プール温度計，可搬型燃料貯蔵プール状態監視カメラ，可搬型空冷ユニット及び放射線計測設備の燃料貯蔵プール等の冷却等の機能喪失の対処に必要な放射線計測設備の可搬型燃料貯蔵プール空間線量率計に必要な容量は約 99 k V A であり，対象負荷の起動時を考慮すると約 150 k V A の給電が必要である。

第 11－ 1 表 冷却機能及び注水機能喪失による燃料損傷の発生を想定する対象機器

建屋	機器グループ	機器名
使用済燃料受入れ・貯蔵建屋	燃料仮置きピット	燃料仮置きピット A
		燃料仮置きピット B
	燃料貯蔵プール	燃料貯蔵プール（BWR 燃料用）
		燃料貯蔵プール（PWR 燃料用）
		燃料貯蔵プール（BWR／PWR 燃料用）
	燃料送出しピット	燃料送出しピット

第 11. 1. 1－ 1 表 「燃料貯蔵プール等の冷却等の機能喪失（想定事故 1）」の対策の手順と重大事故等対処施設

項 番	判断及び操作	手 順	重大事故等対処施設		
			常設重大事故等 対処設備	可搬型重大事故等 対処設備	計装設備 放射線計測設備
a.	燃料損傷防止 対策の実施判 断	降灰予報が発表され，降灰による全交流電源喪失 のおそれが確認された場合，燃料損傷防止対策の実 施を判断する。	—	—	—
b.	建屋外の水供 給経路の構築	使用済燃料受入れ・貯蔵建屋に水を供給するた めに，可搬型中型移送ポンプ運搬車により可搬型中型 移送ポンプを貯水槽近傍へ設置し，可搬型建屋外ホ ース及び可搬型中型移送ポンプを接続し，貯水槽か ら使用済燃料受入れ・貯蔵建屋へ水を供給するた めの経路を構築する。なお，降灰により可搬型中型移 送ポンプが機能喪失するおそれがある場合には，可 搬型中型移送ポンプを保管庫内に配置する。	・ 貯水槽	・ 可搬型建屋内ホース ・ 可搬型中型移送ポン プ ・ 可搬型建屋外ホース ・ 可搬型中型移送ポン プ運搬車 ・ ホース展張車	—

(つづき)

項 番	判断及び操作	手 順	重大事故等対処施設		
			常設重大事故等 対処設備	可搬型重大事故等 対処設備	計装設備 放射線計測設備
c.	燃料損傷防止 対策の準備	燃料貯蔵プール等の状態監視のため、監視設備及び可搬型発電機を準備する。監視設備を設置するまでの間、燃料貯蔵プール等の状態について携行型の監視設備にて実施組織要員による監視を行う。 また、運搬車により可搬型建屋内ホースを運搬し、使用済燃料受入れ・貯蔵建屋内に可搬型建屋内ホースを敷設し、可搬型建屋外ホースと接続し、貯水槽から燃料貯蔵プール等に注水するための系統を構築する。 なお、水温上昇に伴い使用済燃料受入れ・貯蔵建屋内の温度が上昇した場合においても、線量率の測定及び燃料貯蔵プール等の状態監視が継続できるよう、空冷設備を設置する。	・ 貯水槽	・ 可搬型中型移送ポンプ ・ 可搬型建屋外ホース ・ 可搬型建屋内ホース ・ 運搬車 ・ 可搬型発電機	・ 可搬型燃料貯蔵プール水位計 ・ 可搬型燃料貯蔵プール温度計 ・ 可搬型燃料貯蔵プール状態監視カメラ ・ 可搬型水位計（超音波式） ・ 可搬型水位計（メジャー） ・ ガンマ線用サーベイメータ ・ 可搬型代替注水設備流量計 ・ 可搬型空冷ユニット ・ 可搬型空冷ユニット用ホース ・ 可搬型燃料貯蔵プール状態監視カメラ用冷却ケース ・ 可搬型燃料貯蔵プール空間線量率計用冷却ケース ・ 可搬型空冷ユニット空気圧縮機

(つづき)

項 番	判断及び操作	手 順	重大事故等対処施設		
			常設重大事故等 対処設備	可搬型重大事故等 対処設備	計装設備 放射線計測設備
d.	代替補給水設備（注水）による燃料貯蔵プール等への注水の実施判断	燃料貯蔵プール等への注水準備が完了したこと及び燃料貯蔵プール等の水位低下を確認後，燃料貯蔵プール等への注水の実施を判断し，以下の e. へ移行する。	—	—	—
e.	代替補給水設備（注水）による燃料貯蔵プール等への注水の実施	可搬型中型移送ポンプにより貯水槽から燃料貯蔵プール等へ注水する。注水流量は，可搬型代替注水設備流量計及び可搬型建屋外ホースに設置している流量調節弁より調整する。燃料貯蔵プール等へ注水時に必要な監視項目は，注水流量及び燃料貯蔵プール等の水位である。 燃料貯蔵プール等への注水は燃料貯蔵プール等の通常水位である燃料貯蔵プール底面から 11.50m を目安に注水し，目標水位到達後は可搬型中型移送ポンプを停止する。	・ 貯水槽	・ 可搬型中型移送ポンプ ・ 可搬型建屋外ホース ・ 可搬型建屋内ホース	・ 可搬型水位計（超音波式） ・ 可搬型水位計（メジャー） ・ 可搬型代替注水設備流量計

(つづき)

項 番	判断及び操作	手 順	重大事故等対処施設		
			常設重大事故等 対処設備	可搬型重大事故等 対処設備	計装設備 放射線計測設備
f.	代替補給水設備（注水）による燃料貯蔵プール等への注水の成功判断	燃料貯蔵プール等の水位が通常水位程度であることを確認することにより，燃料貯蔵プール等への注水によるプール水位が回復・維持されていることを判断する。注水による冷却機能が維持されていることを判断するために必要な監視項目は，プール水位である。	—	—	・可搬型水位計（超音波式） ・可搬型水位計（メジャー） ・可搬型代替注水設備流量計
g.	代替監視設備及び空冷設備の設置	代替監視設備の設置完了後，可搬型発電機を起動して代替監視設備の起動状態を確認する。 また，空冷設備の設置完了後，可搬型空冷ユニット空気圧縮機を起動して空冷設備の起動状態を確認する。	—	・可搬型発電機	・可搬型燃料貯蔵プール水位計 ・可搬型燃料貯蔵プール温度計 ・可搬型燃料貯蔵プール状態監視カメラ ・可搬型空冷ユニット ・可搬型空冷ユニット用ホース ・可搬型燃料貯蔵プール状態監視カメラ用冷却ケース ・可搬型燃料貯蔵プール空間線量率計用冷却ケース ・可搬型空冷ユニット空気圧縮機

第11.1.1－2表 使用済燃料貯蔵槽の冷却等の対処において使用する設備

機器グループ	設備		使用済燃料貯蔵槽の冷却等のための措置				
			燃料貯蔵プール等への注水	漏えい抑制	燃料貯蔵プール等の臨界防止	燃料貯蔵プール等の放射線監視	燃料貯蔵プール等の計測監視
	設備名称	構成する機器	重大事故等対処設備	重大事故等対処設備	重大事故等対処設備	重大事故等対処設備	重大事故等対処設備
使用済燃料受入れ・貯蔵建屋 使用済燃料貯蔵槽の冷却等	代替補給水設備（注水）	貯水槽	○	×	×	×	×
		可搬型中型移送ポンプ	○	×	×	×	×
		可搬型建屋外ホース〔流路〕	○	×	×	×	×
		可搬型建屋内ホース〔流路〕	○	×	×	×	×
		中型移送ポンプ運搬車	○	×	×	×	×
		ホース展張車	○	×	×	×	×
		運搬車	○	×	×	○	○
		軽油貯蔵タンク	○	×	×	○	○
		軽油用タンクローリ	○	×	×	○	○
		代替プール水冷却系	×	○	×	×	×
	燃料受入れ設備	燃料仮置きラック	×	×	○	×	×
	燃料貯蔵設備	燃料貯蔵ラック	×	×	○	×	×
		バスケット仮置き架台（実入り用）	×	×	○	×	×
	代替電源設備	使用済燃料の受入れ施設及び貯蔵施設可搬型発電機	×	×	×	○	○
	代替放射線監視設備	可搬型燃料貯蔵プール空間線量率計	×	×	×	○	×
		ガンマ線用サーベイメータ	×	×	×	○	×
	代替計測制御設備	可搬型燃料貯蔵プール水位計	×	×	×	×	○
		可搬型燃料貯蔵プール温度計	×	×	×	×	○
		可搬型燃料貯蔵プール状態監視カメラ	×	×	×	×	○
		可搬型空冷ユニット	×	×	×	×	○
		可搬型空冷ユニット用ホース	×	×	×	×	○
		可搬型燃料貯蔵プール状態監視カメラ用冷却ケース	×	×	×	×	○
		可搬型燃料貯蔵プール空間線量率計用冷却ケース	×	×	×	×	○
		可搬型空冷ユニット空気圧縮機	×	×	×	×	○

第 11.1.2.1－1 表 「燃料貯蔵プール等の冷却等の機能喪失（想定事故 1）」に係る沸騰時間算出における主要評価条件

対象ピット・プール	崩壊熱 [kW]	保有水量 [m ³]	初期水温 [℃]	初期水位	水密度 [kg/m ³]	比熱 [kJ/(kg・K)]
燃料仮置きピットA	110	434	65	通常水位－0.05m	958.07	4.216
燃料仮置きピットB	110	434	65	通常水位－0.05m	958.07	4.216
燃料貯蔵プール (BWR燃料用)	2,360	2,392	65	通常水位－0.05m	958.07	4.216
燃料貯蔵プール (PWR燃料用)	2,450	2,453	65	通常水位－0.05m	958.07	4.216
燃料貯蔵プール (BWR燃料及びPWR燃料用)	2,440	2,457	65	通常水位－0.05m	958.07	4.216
燃料送出しピット (BWR燃料)	38	900	65	通常水位－0.05m	958.07	4.216
燃料送出しピット (PWR燃料)	33	900	65	通常水位－0.05m	958.07	4.216

第 11.1.2.1－2 表 「燃料貯蔵プール等の冷却等の機能喪失（想定事故 1）」に係る主要評価条件

項 目		主要評価条件	条件設定の考え方
機能喪失の条件	安全機能の喪失に対する仮定	燃料貯蔵プール等の冷却機能及び注水機能の喪失	非常用ディーゼル発電機の機能喪失により，燃料貯蔵プールの冷却機能及び注水機能が喪失するものとした。
	外部電源	外部電源なし	設計上定める条件より厳しい条件における外部事象の「火山」を条件としたとしていることから，外部電源なしを想定した。
機器の条件	使用済燃料の崩壊熱による蒸発量	約 $10\text{m}^3/\text{h}$	プール水温 100°C における，使用済燃料の崩壊熱による蒸発速度を設定した。
	代替補給水設備（注水）による燃料貯蔵プール等への注水流量	約 $160\text{m}^3/\text{h}$	1 台当たり $240\text{m}^3/\text{h}$ の容量を有し，想定事故 1 において燃料貯蔵プール等への注水に 1 台を使用し，燃料貯蔵プール等の水位を維持するために必要な水量として，燃料貯蔵プール等からの蒸発量である約 $10\text{m}^3/\text{h}$ を上回る，最大約 $160\text{m}^3/\text{h}$ を設定した。
	崩壊熱量	燃料貯蔵プール（PWR 燃料用） 約 $2,450\text{ kW}$ 燃料貯蔵プール全体 約 $5,420\text{ kW}$	沸騰時間算出においては，最も崩壊熱量が大きくなる燃料貯蔵プール（PWR 燃料用）を設定した。また，蒸発量算出においては，燃料貯蔵プール全体に冷却期間 12 年の燃料が $2,400\text{ t} \cdot U_{\text{pr}}$ 及び冷却期間 4 年の燃料が $600\text{ t} \cdot U_{\text{pr}}$ 貯蔵された状態での崩壊熱量を設定した。
	燃料貯蔵プール（PWR 燃料用）の初期水温	65°C	プール水冷却系 1 系列運転時の設計最高温度となる水温を設定した。
	燃料貯蔵プール（PWR 燃料用）の初期水位	通常水位－ 0.05m	水位低警報レベルである通常水位－ 0.05m を初期水位に設定した。
	燃料貯蔵プール（PWR 燃料用）の保有水量	約 $2,453\text{m}^3$	保有水量を厳しく見積もるため，使用済燃料やラックの体積を除くとともに，燃料貯蔵プール等で，万一，水の漏えいが発生した場合に，他の健全なプール、ピットと隔離して保修を行うことができるように設置しているピットゲート及びプールゲートは，閉めた状態を考慮した保有水量を設定した。
操作の条件	代替補給水設備（注水）による燃料貯蔵プール等への注水開始	事象発生から 21 時間 30 分後	燃料貯蔵プール等が沸騰する前までに注水操作を実施するものとして，事象発生の確認，移動に必要な時間を考慮して設定した。

第 11.1.2.1－2 表 「燃料貯蔵プール等の冷却等の機能喪失（想定事故 1）」に係る主要評価条件

項 目		主要評価条件	条件設定の考え方
機能喪失 の条件	安全機能の喪失に 対する仮定	燃料貯蔵プール等の冷却機能及び 注水機能の喪失	非常用ディーゼル発電機の機能喪失により，燃料貯蔵プールの冷却機能及び 注水機能が喪失するものとした。
	外部電源	外部電源なし	設計上定める条件より厳しい条件における外部事象の「火山」を条件とした としていることから，外部電源なしを想定した。
機器の 条件	使用済燃料の崩壊熱による 蒸発量	約 $10\text{m}^3/\text{h}$	プール水温 100°C における，使用済燃料の崩壊熱による蒸発速度を設定した。
	代替補給水設備（注水） による燃料貯蔵プール等への 注水流量	約 $160\text{m}^3/\text{h}$	1 台当たり $240\text{m}^3/\text{h}$ の容量を有し，想定事故 1 において燃料貯蔵プール等 への注水に 1 台を使用し，燃料貯蔵プール等の水位を維持するために必要な 水量として，燃料貯蔵プール等からの蒸発量である約 $10\text{m}^3/\text{h}$ を上回る， 最大約 $160\text{m}^3/\text{h}$ を設定した。
	崩壊熱量	燃料貯蔵プール（PWR 燃料用） 約 $2,450\text{ kW}$ 燃料貯蔵プール全体 約 $5,420\text{ kW}$	沸騰時間算出においては，最も崩壊熱量が大きくなる燃料貯蔵プール（PW R 燃料用）を設定した。また，蒸発量算出においては，燃料貯蔵プール全体 に冷却期間 12 年の燃料が $2,400\text{ t} \cdot U_{\text{pr}}$ 及び冷却期間 4 年の燃料が $600\text{ t} \cdot U_{\text{pr}}$ 貯蔵された状態での崩壊熱量を設定した。
	燃料貯蔵プール（PWR 燃料 用）の初期水温	65°C	プール水冷却系 1 系列運転時の設計最高温度となる水温を設定した。
	燃料貯蔵プール（PWR 燃料 用）の初期水位	通常水位－ 0.05m	水位低警報レベルである通常水位－ 0.05m を初期水位に設定した。
	燃料貯蔵プール（PWR 燃料 用）の保有水量	約 $2,453\text{m}^3$	保有水量を厳しく見積もるため，使用済燃料やラックの体積を除くととも に，燃料貯蔵プール等で，万一，水の漏えいが発生した場合に，他の健全な プール、ピットと隔離して保修を行うことができるように設置しているピッ トゲート及びプールゲートは，閉めた状態を考慮した保有水量を設定した。
操作の 条件	代替補給水設備（注水） による燃料貯蔵プール等への 注水開始	事象発生から 21 時間 30 分後	燃料貯蔵プール等が沸騰する前までに注水操作を実施するものとして，事象 発生の確認，移動に必要な時間を考慮して設定した。

第 11.1.2.1－3 表 燃料貯蔵プール等が沸騰に至るまでの時間（想定事故 1）

建屋	機器グループ	機器名	沸騰に至るまでの時間
使用済燃料受入れ ・貯蔵建屋	燃料仮置きピット	燃料仮置きピット A	約 154 時間
		燃料仮置きピット B	約 154 時間
	燃料貯蔵プール	燃料貯蔵プール（BWR 燃料用）	<u>約 39.8 時間</u>
		燃料貯蔵プール（PWR 燃料用）	<u>約 39.3 時間</u>
		燃料貯蔵プール（BWR／PWR 燃料用）	<u>約 39.5 時間</u>
	燃料送出しピット	燃料送出しピット（BWR 燃料）	約 1071 時間
		燃料送出しピット（PWR 燃料）	約 930 時間

第 11.2.1－1 表 「燃料貯蔵プール等の冷却等の機能喪失（想定事故 2）」の対策の手順と重大事故等対処施設

項 番	判断及び操作	手 順	重大事故等対処施設		
			常設重大事故等 対処設備	可搬型重大事故等 対処設備	計装設備 放射線計測設備
a.	燃料損傷防止 対策の実施判 断	プール水冷却系若しくは安全冷却水系の冷却機能の喪失又は補給水設備等の注水機能が喪失し，冷却機能又は注水機能の復旧が見込めない場合，又は燃料貯蔵プール等からのプール水の小規模な漏えいの発生又はプール水温が上昇し，補給水設備等からの注水が見込めない場合，燃料損傷防止対策の実施を判断する。	—	—	—
b.	建屋外の水供給経路の構築	使用済燃料受入れ・貯蔵建屋に水を供給するために，可搬型中型移送ポンプ運搬車により可搬型中型移送ポンプを貯水槽近傍へ設置し，可搬型建屋外ホース及び可搬型中型移送ポンプを接続し，貯水槽から使用済燃料受入れ・貯蔵建屋へ水を供給するための経路を構築する。	・ 貯水槽	・ 可搬型建屋内ホース ・ 可搬型中型移送ポンプ ・ 可搬型建屋外ホース ・ 可搬型中型移送ポンプ運搬車 ・ ホース展張車	—

(つづき)

項 番	判断及び操作	手 順	重大事故等対処施設		
			常設重大事故等 対処設備	可搬型重大事故等 対処設備	計装設備 放射線計測設備
c.	燃料損傷防止 対策の準備	燃料貯蔵プール等の状態監視のため、監視設備を準備する。監視設備を設置するまでの間、燃料貯蔵プール等の状態について携行型の監視設備にて実施組織要員による監視を行う。 また、運搬車により可搬型建屋内ホースを運搬し、使用済燃料受入れ・貯蔵建屋内に可搬型建屋内ホースを敷設し、可搬型建屋外ホースと接続し、貯水槽から燃料貯蔵プール等に注水するための系統を構築する。 なお、水温上昇に伴い使用済燃料受入れ・貯蔵建屋内の温度が上昇した場合においても、線量率の測定及び燃料貯蔵プール等の状態監視が継続できるよう、空冷設備を設置する。	・ 貯水槽	・ 可搬型中型移送ポンプ ・ 運搬車 ・ 可搬型建屋外ホース ・ 可搬型建屋内ホース	・ 可搬型燃料貯蔵プール水位計 ・ 可搬型燃料貯蔵プール温度計 ・ 可搬型燃料貯蔵プール状態監視カメラ ・ 可搬型水位計（超音波式） ・ 可搬型水位計（メジャー） ・ ガンマ線用サーベイメータ ・ 可搬型代替注水設備流量計 ・ 可搬型空冷ユニット ・ 可搬型空冷ユニット用ホース ・ 可搬型燃料貯蔵プール状態監視カメラ用冷却ケース ・ 可搬型燃料貯蔵プール空間線量率計用冷却ケース ・ 可搬型空冷ユニット空気圧縮機

(つづき)

項 番	判断及び操作	手 順	重大事故等対処施設		
			常設重大事故等 対処設備	可搬型重大事故等 対処設備	計装設備 放射線計測設備
d.	代替補給水設備（注水）による燃料貯蔵プール等への注水の実施判断	燃料貯蔵プール等への注水準備が完了したこと及び燃料貯蔵プール等の水位低下を確認後，燃料貯蔵プール等への注水の実施を判断し，以下の e．へ移行する。	—	—	—

(つづき)

項 番	判断及び操作	手 順	重大事故等対処施設		
			常設重大事故等 対処設備	可搬型重大事故等 対処設備	計装設備 放射線計測設備
e.	代替補給水設備（注水）による燃料貯蔵プール等への注水の実施	可搬型中型移送ポンプにより貯水槽から燃料貯蔵プール等へ注水する。注水流量は、可搬型代替注水設備流量計及び可搬型建屋外ホースに設置している流量調節弁より調整する。燃料貯蔵プール等へ注水時に必要な監視項目は、注水流量及び燃料貯蔵プール等の水位である。 スロッシングによる小規模漏えいを想定した場合、通常水位を目安に注水し、水位を回復し維持する。 プール水冷却系配管の吸込み側の破断による小規模漏えいを想定した場合、配管が接続する越流せき以上の水位を確保することができないことから、越流せき上端である通常水位－0.40mを目安に注水し、水位を回復し維持する。 プール水冷却系配管の吐出し側の破断を想定した場合、サイフォン効果による小規模漏えいが発生し、プール水の漏えいはサイフォン ブレーカ位置において停止する。その後、水位は通常水位まで回復できることから、通常水位を目安に注水し、水位を回復し維持する。	・貯水槽	・可搬型中型移送ポンプ ・可搬型建屋外ホース ・可搬型建屋内ホース	・可搬型水位計（超音波式） ・可搬型水位計（メジャー） ・可搬型代替注水設備流量計

(つづき)

項 番	判断及び操作	手順	重大事故等対処施設		
			常設重大事故等 対処設備	可搬型重大事故等 対処設備	計装設備 放射線計測設備
f.	代替補給水設備（注水）による燃料貯蔵プール等への注水の成功判断	燃料貯蔵プール等の水位が通常水位程度であることを確認することにより，燃料貯蔵プール等への注水によるプール水位が回復・維持されていることを判断する。注水により冷却機能が維持されていることを判断するために必要な監視項目は，プール水位である。	—	—	・可搬型水位計（超音波式） ・可搬型水位計（メジャー） ・可搬型代替注水設備流量計
g.	代替監視設備及び空冷設備の設置	代替監視設備の設置完了後，可搬型発電機を起動して代替監視設備の起動状態を確認する。 また，空冷設備の設置完了後，可搬型空冷ユニット空気圧縮機を起動して空冷設備の起動状態を確認する。	—	・可搬型発電機	・可搬型燃料貯蔵プール水位計 ・可搬型燃料貯蔵プール温度計 ・可搬型燃料貯蔵プール状態監視カメラ ・可搬型空冷ユニット ・可搬型空冷ユニット用ホース ・可搬型燃料貯蔵プール状態監視カメラ用冷却ケース ・可搬型燃料貯蔵プール空間線量率計用冷却ケース ・可搬型空冷ユニット空気圧縮機

第 11.2.2.1－1 表 「燃料貯蔵プール等の冷却等の機能喪失（想定事故 2）」に係る沸騰時間算出における主要評価条件

対象ピット・プール	崩壊熱 [kW]	保有水量 [m ³]	初期水温 [℃]	初期水位	水密度 [kg/m ³]	比熱 [kJ/(kg・K)]
燃料仮置きピットA	110	411	65	通常水位－0.60m	958.07	4.216
燃料仮置きピットB	110	411	65	通常水位－0.60m	958.07	4.216
燃料貯蔵プール (BWR燃料用)	2,360	2,228	65	通常水位－0.60m	958.07	4.216
燃料貯蔵プール (PWR燃料用)	2,450	2,289	65	通常水位－0.60m	958.07	4.216
燃料貯蔵プール (BWR燃料及びPWR燃料用)	2,440	2,293	65	通常水位－0.60m	958.07	4.216
燃料送出しピット (BWR燃料)	38	854	65	通常水位－0.60m	958.07	4.216
燃料送出しピット (PWR燃料)	33	854	65	通常水位－0.60m	958.07	4.216

第 11.2.2.1－2 表 「燃料貯蔵プール等の冷却等の機能喪失（想定事故 2）」に係る主要評価条件（1／2）

項 目		主要評価条件	条件設定の考え方
機能喪失の条件	安全機能の喪失に対する仮定	燃料貯蔵プール等冷却機能及び注水機能の機能喪失	基準地震動の1.2倍の地震動を入力した場合においても必要な機能を損なわない設計とした設備以外の設備は全て機能喪失することから、燃料貯蔵プール等の冷却機能及び注水機能が機能喪失するものとした。
	外部電源	外部電源なし	設計上定める条件より厳しい条件における外部事象の「地震」を条件としたとしていることから、外部電源なしを想定した。
	燃料貯蔵プール等の小規模な漏えいで想定される水位	通常水位－0.45m (配管破断によるサイフォン効果による水位低下後の水位)	プール水冷却系配管に逆流防止のため設置されている逆止弁については、異物の噛みこみにより開固着し、逆止弁の機能が十分に働かない状態を仮定する。サイフォン効果による燃料貯蔵プール等の水の小規模な漏えいにおいて、サイフォン ブレーカにより水位低下が停止した後の水位を設定した。なお、この水位まで瞬時に低下するものとする。
		通常水位－0.60m (スロッシングによる水位低下後の水位)	「地震」によるスロッシングにより、燃料貯蔵プール等の水の小規模な漏えいが発生した場合において、スロッシング収束後の水位を設定した。
機器の条件	使用済燃料の崩壊熱による蒸発量	約 $10\text{m}^3/\text{h}$	プール水温 100°C における、使用済燃料の崩壊熱による蒸発速度を設定した。
	代替注水設備等による燃料貯蔵プール等への注水流量	約 $160\text{m}^3/\text{h}$	1 台当たり $240\text{m}^3/\text{h}$ の容量を有し、想定事故 2 において燃料貯蔵プール等への注水に 1 台を使用し、燃料貯蔵プール等の水位を維持するために必要な水量として、燃料貯蔵プール等からの蒸発量である約 $10\text{m}^3/\text{h}$ を上回る、最大約 $160\text{m}^3/\text{h}$ を設定した。
	崩壊熱量	燃料貯蔵プール（PWR 燃料用） 約 $2,450\text{ kW}$ 燃料貯蔵プール全体 約 $5,420\text{ kW}$	沸騰時間算出においては、最も崩壊熱量が大きくなる燃料貯蔵プール（PWR 燃料用）を設定した。また、蒸発量算出においては、燃料貯蔵プール全体に冷却期間 12 年の燃料が $2,400\text{ t} \cdot \text{U}_{\text{PWR}}$ 及び冷却期間 4 年の燃料が $600\text{ t} \cdot \text{U}_{\text{PWR}}$ 貯蔵された状態での崩壊熱量を設定した。
	燃料貯蔵プール（PWR 燃料用）の初期水温	65°C	プール水冷却系 1 系列運転時の設計最高温度となる水温を設定した。
	燃料貯蔵プール（PWR 燃料用）の初期水位	通常水位－0.05m	水位低警報レベルである通常水位－0.05m を初期水位に設定した。

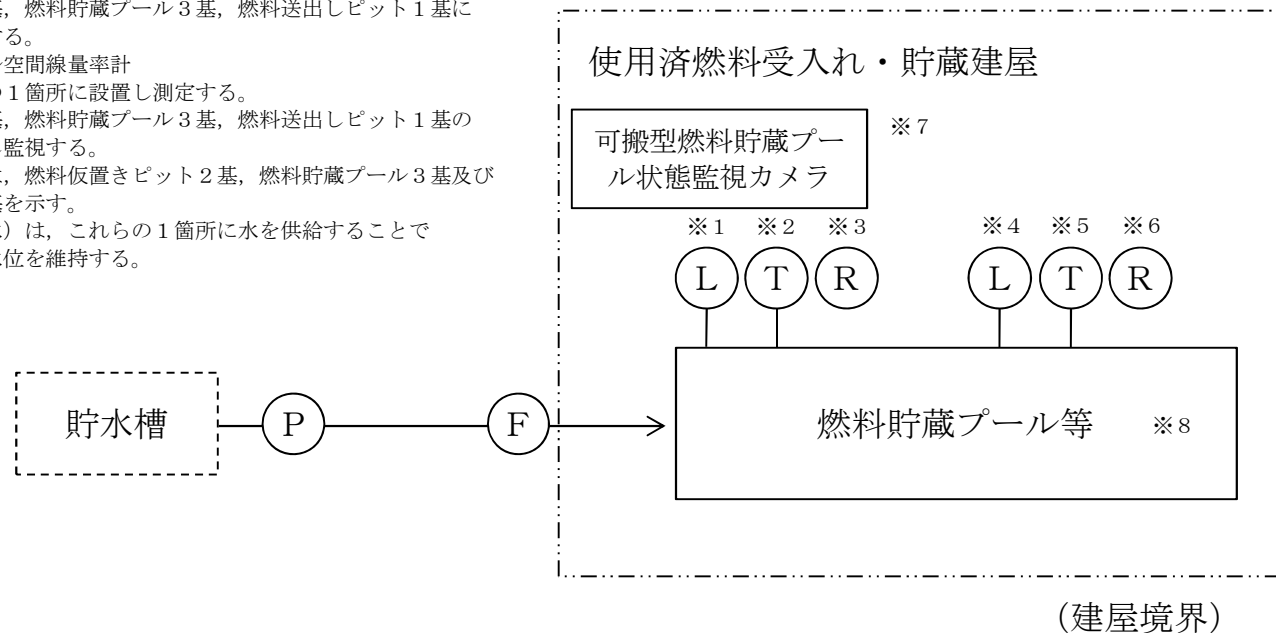
第 11. 2. 2. 1－ 2 表 「燃料貯蔵プール等の冷却等の機能喪失（想定事故 2）」に係る主要評価条件（2／2）

項 目		主要評価条件	条件設定の考え方
機器 の 条件	燃料貯蔵プール（PWR燃料用）の保有水量	約 2,289m ³	保有水量を厳しく見積もるため、使用済燃料やラックの体積を除くとともに、燃料貯蔵プール等で、万一、水の漏えいが発生した場合に、他の健全なプール、ピットと隔離して保守を行うことができるように設置しているピットゲート及びプールゲートは、閉めた状態を考慮した保有水量を設定した。
	プール水冷却系配管に設置された逆止弁	異物の噛みこみにより開固着し、逆止弁の機能が十分に働かない状態を仮定	開固着により逆止弁の機能が働かず、配管が損傷することを想定すると、サイフォン効果により燃料貯蔵プール等の水位は低下するが、プール水冷却系配管のサイフォン ブレーカによりサイフォン ブレーカ孔位置である通常水位から－0.45mで水位低下は停止する。
	燃料貯蔵プール等に設置される水板又は蓋	プール水の漏えい抑制を期待	スロッシングによる燃料貯蔵プール等のプール水の漏えいは、止水板又は蓋の効果により抑制できるものとする。
操作 の 条件	代替補給水設備（注水）による燃料貯蔵プール等への注水開始	事象発生から 21 時間 30 分後	燃料貯蔵プール等が沸騰する前までに注水操作を実施するものとして、事象発生の確認、移動に必要な時間を考慮して設定した。

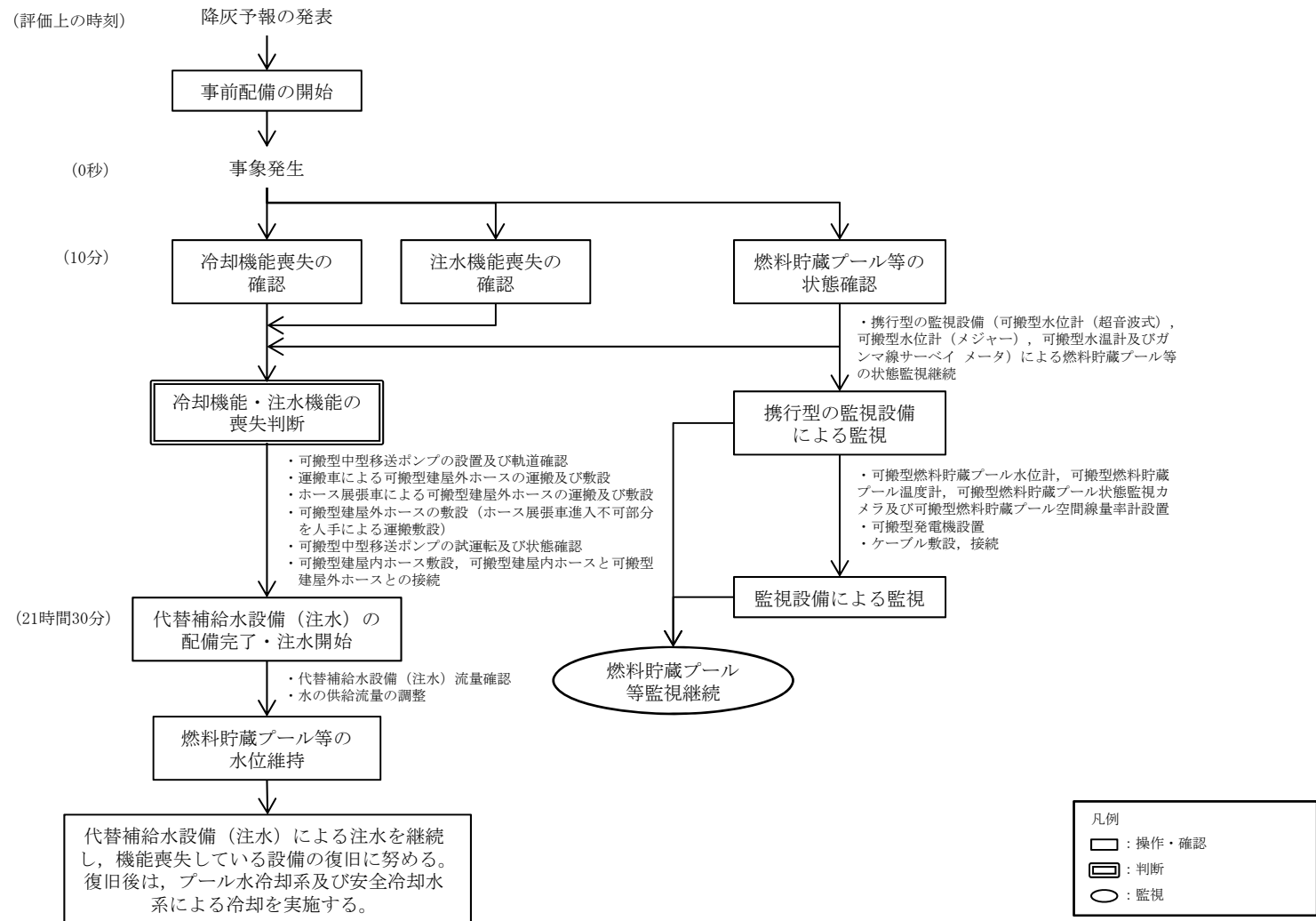
第 11. 2. 2. 1－ 3 表 燃料貯蔵プール等が沸騰に至るまでの時間（想定事故 2）

建屋	機器グループ	機器名	沸騰に至るまでの時間
使用済燃料受入れ ・ 貯蔵建屋	燃料仮置きピット	燃料仮置きピット A	約 146 時間
		燃料仮置きピット B	約 146 時間
	燃料貯蔵プール	燃料貯蔵プール（BWR 燃料用）	<u>約 37. 0 時間</u>
		燃料貯蔵プール（PWR 燃料用）	<u>約 36. 6 時間</u>
		燃料貯蔵プール（BWR／PWR 燃料用）	<u>約 36. 9 時間</u>
	燃料送出しピット	燃料送出しピット（BWR 燃料）	約 1016 時間
		燃料送出しピット（PWR 燃料）	約 882 時間

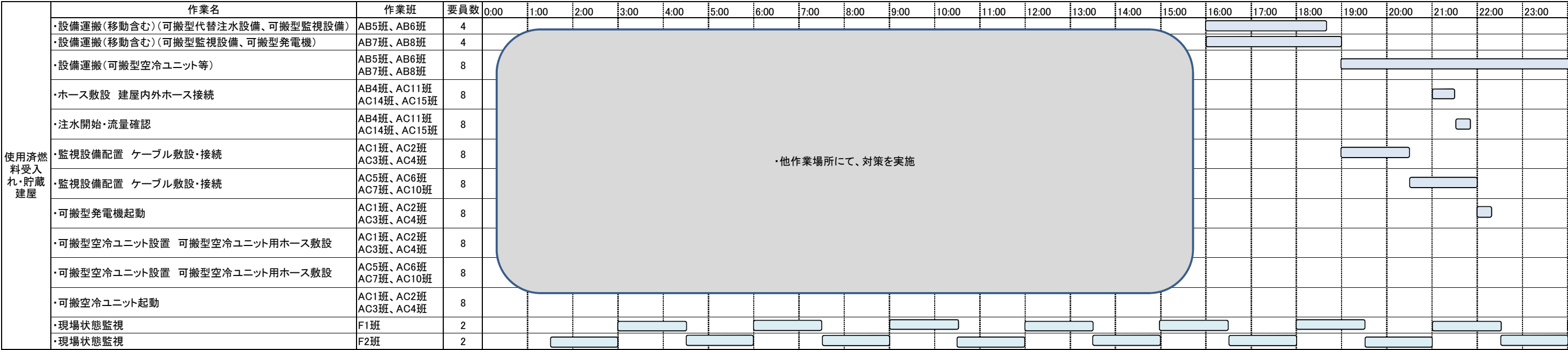
- ※1：可搬型水位計（超音波式）又は可搬型水位計（メジャー）
1台を燃料仮置きピット2基，燃料貯蔵プール3基，燃料送出しピット1基に運搬し測定する。
- ※2：可搬型水温計
1台を燃料仮置きピット2基，燃料貯蔵プール3基，燃料送出しピット1基に運搬し測定する。
- ※3：ガンマ線用サーベイメータ
1台を燃料仮置きピット2基，燃料貯蔵プール3基，燃料送出しピット1基の近傍に運搬し測定する。
- ※4：可搬型燃料貯蔵プール水位計
燃料仮置きピット2基，燃料貯蔵プール3基，燃料送出しピット1基の1箇所に設置し測定する。
- ※5：可搬型燃料貯蔵プール温度計
燃料仮置きピット2基，燃料貯蔵プール3基，燃料送出しピット1基にそれぞれ設置し測定する。
- ※6：可搬型燃料貯蔵プール空間線量率計
燃料貯蔵プール近傍の1箇所に設置し測定する。
- ※7：燃料仮置きピット2基，燃料貯蔵プール3基，燃料送出しピット1基の近傍にそれぞれ設置し監視する。
- ※8：燃料貯蔵プール等とは，燃料仮置きピット2基，燃料貯蔵プール3基及び燃料送出しピット1基を示す。
代替補給水設備（注水）は，これらの1箇所に水を供給することで燃料貯蔵プール等の水位を維持する。



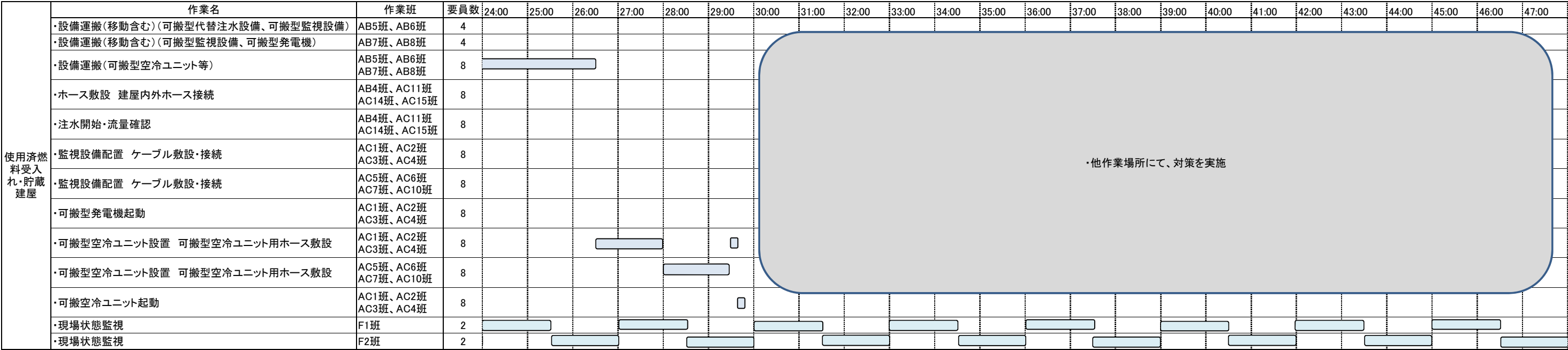
第11－1図 燃料貯蔵プール等の冷却等の機能喪失に対処するための設備の系統概要図（代替補給水設備（注水））



第11.1.1-1 図 「燃料貯蔵プール等の冷却等の機能喪失」の対処手順の概要（想定事故1）

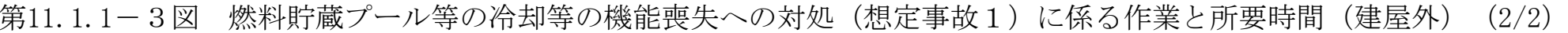


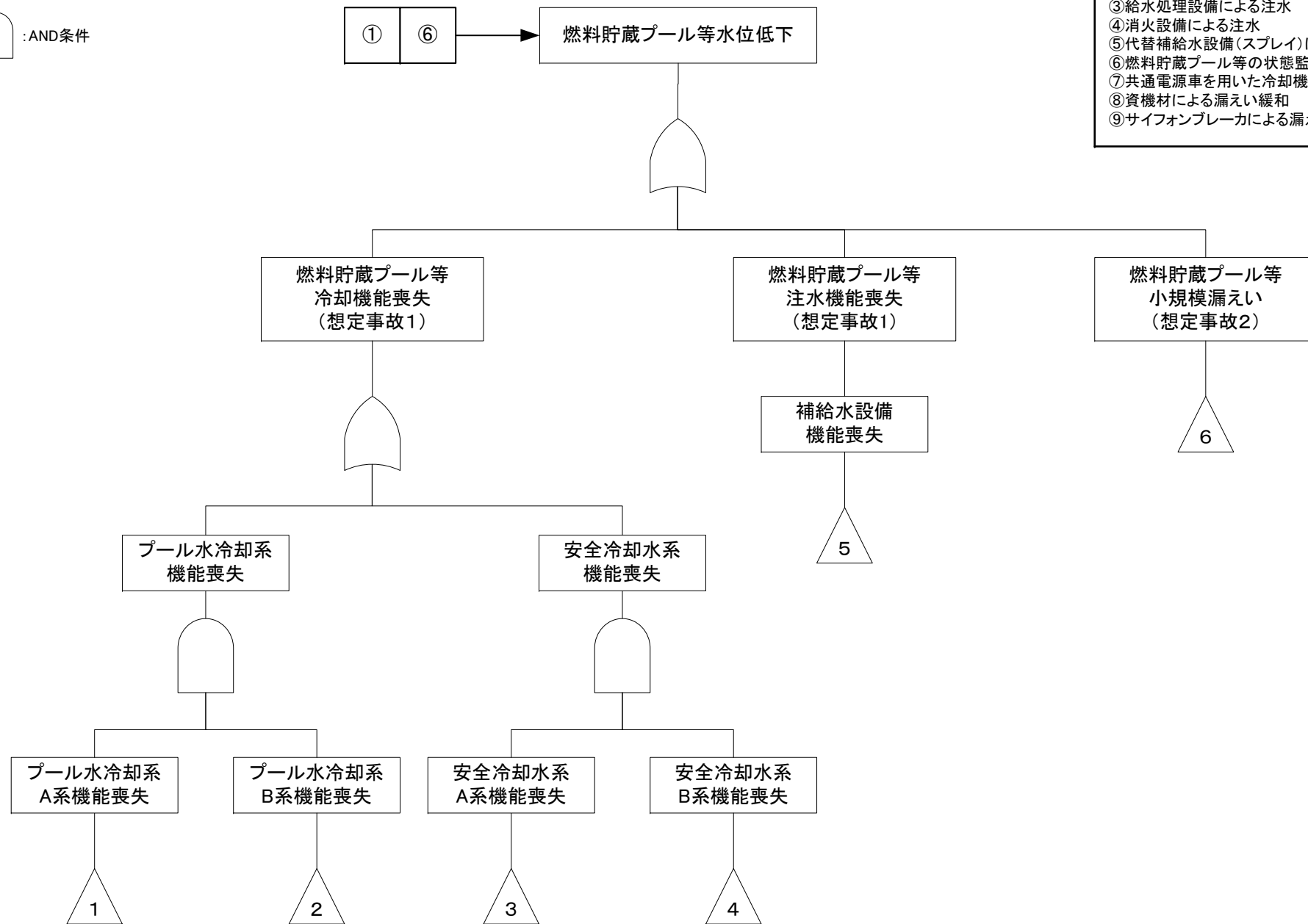
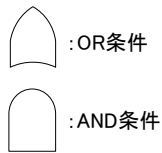
第11. 1. 1－ 2 図 燃料貯蔵プール等の冷却等の機能喪失への対処（想定事故 1）に係る作業と所要時間（1/3）



第11. 1. 1－ 2 図 燃料貯蔵プール等の冷却等の機能喪失への対処（想定事故 1）に係る作業と所要時間（2/3）

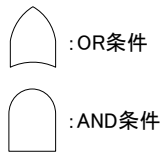
使用済燃料受入れ・貯蔵 建屋	作業名	作業班	要員数	48:00	49:00	50:00	51:00	52:00	53:00	54:00	55:00	56:00	57:00	58:00	59:00	60:00	61:00	62:00	63:00	64:00	65:00	66:00	67:00	68:00	69:00	70:00	71:00
	・設備運搬(移動含む)(可搬型代替注水設備、可搬型監視設備)	AB5班、AB6班	4																								
	・設備運搬(移動含む)(可搬型監視設備、可搬型発電機)	AB7班、AB8班	4	・他作業場所にて、対策を実施																							
	・設備運搬(可搬型空冷ユニット等)	AB5班、AB6班 AB7班、AB8班	8																								
	・ホース敷設 建屋内外ホース接続	AB4班、AC11班 AC14班、AC15班	8																								
	・注水開始・流量確認	AB4班、AC11班 AC14班、AC15班	8																								
	・監視設備配置 ケーブル敷設・接続	AC1班、AC2班 AC3班、AC4班	8																								
	・監視設備配置 ケーブル敷設・接続	AC5班、AC6班 AC7班、AC10班	8																								
	・可搬型発電機起動	AC1班、AC2班 AC3班、AC4班	8																								
	・可搬型空冷ユニット設置 可搬型空冷ユニット用ホース敷設	AC1班、AC2班 AC3班、AC4班	8																								
	・可搬型空冷ユニット設置 可搬型空冷ユニット用ホース敷設	AC5班、AC6班 AC7班、AC10班	8																								
	・可搬空冷ユニット起動	AC1班、AC2班 AC3班、AC4班	8																								
	・現場状態監視	F1班	2																								
	・現場状態監視	F2班	2																								





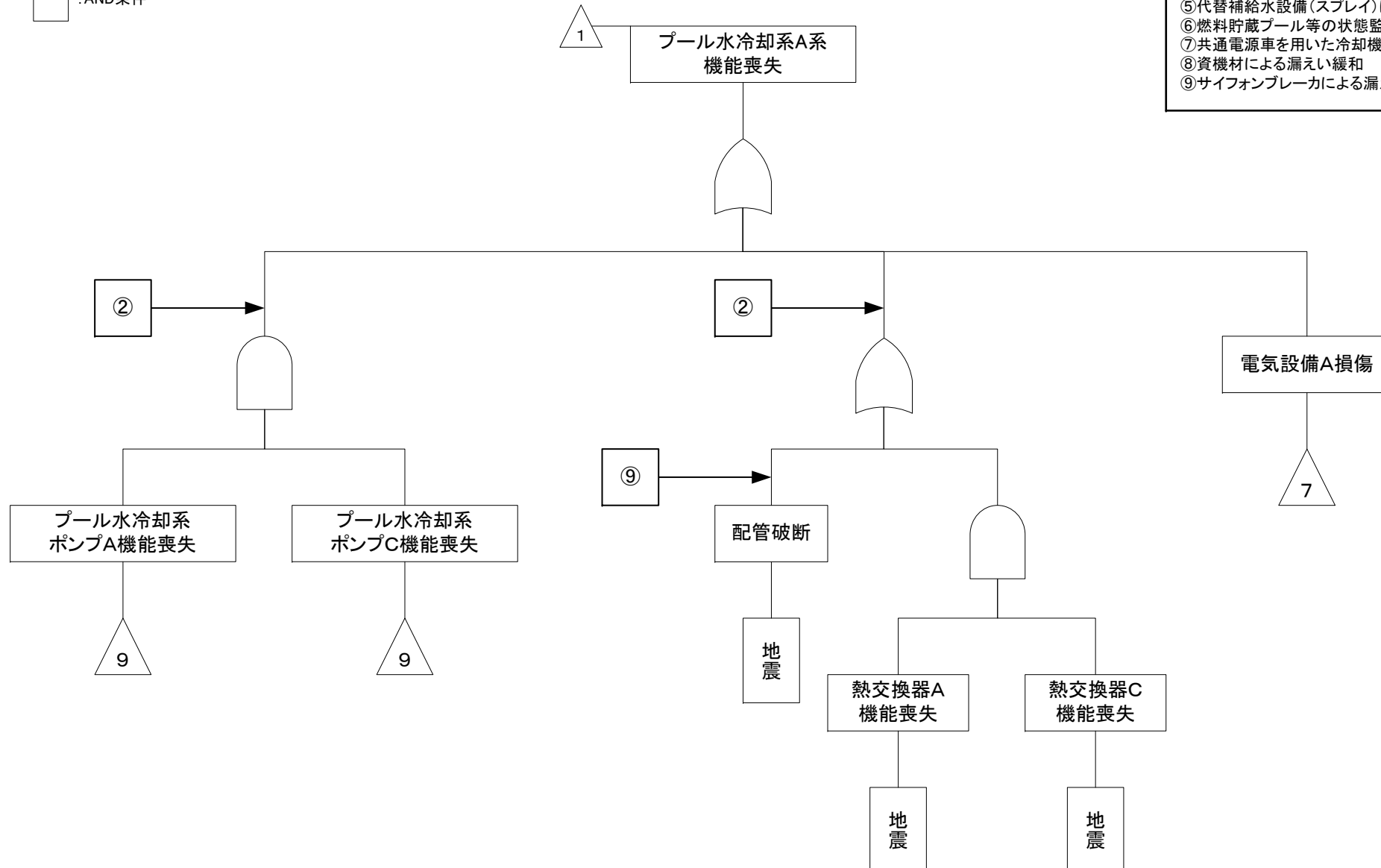
燃料貯蔵プール等の冷却等の機能喪失への対処手段

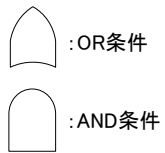
- ①代替補給水設備(注水)による注水(SA)
- ②補給水設備による注水
- ③給水処理設備による注水
- ④消火設備による注水
- ⑤代替補給水設備(スプレイ)によるスプレイ(SA)
- ⑥燃料貯蔵プール等の状態監視(SA)
- ⑦共通電源車を用いた冷却機能等の回復
- ⑧資機材による漏えい緩和
- ⑨サイフォンブレーカによる漏えい抑制(SA)



燃料貯蔵プール等の冷却等の機能喪失への対処手段

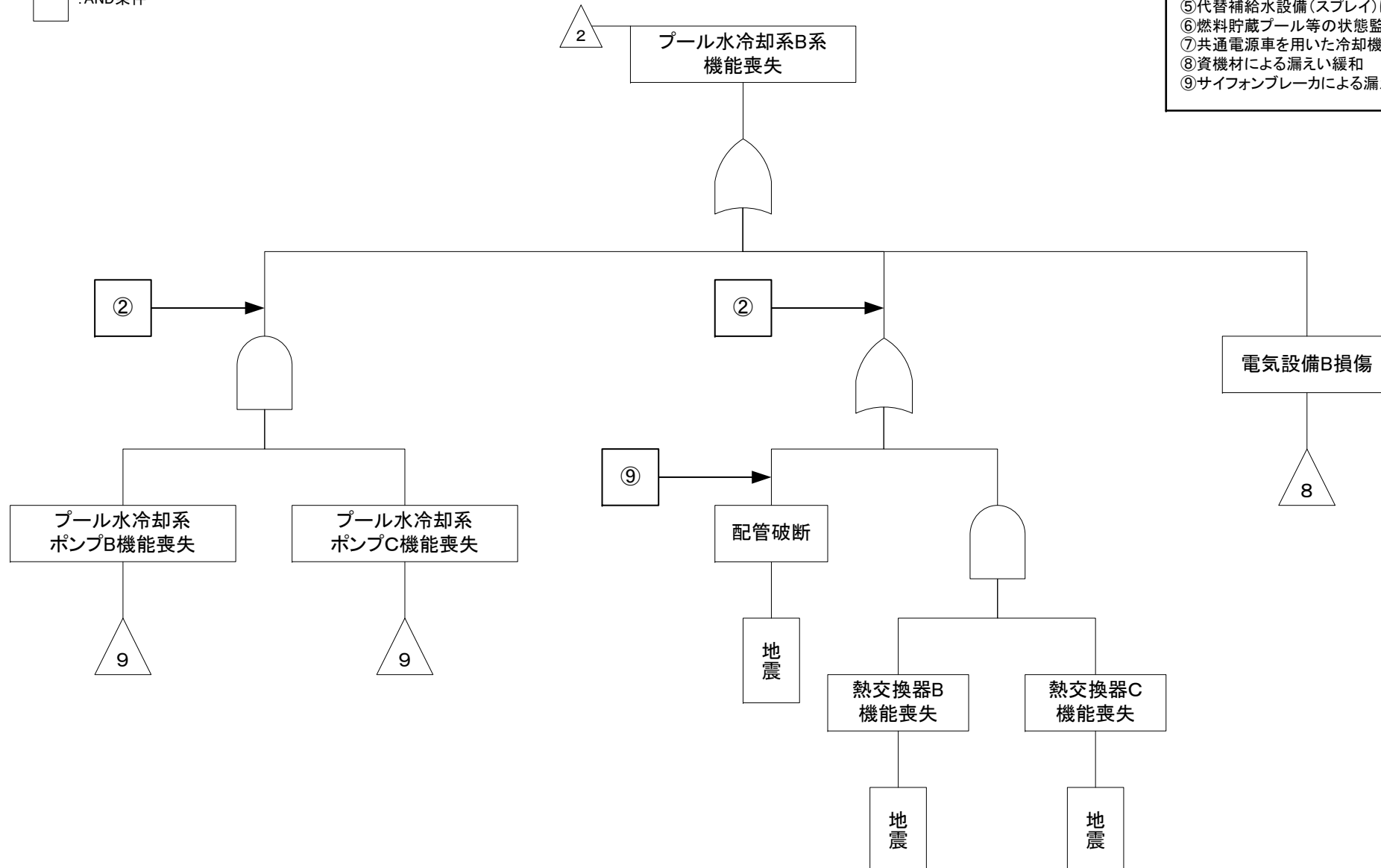
- ①代替補給水設備(注水)による注水(SA)
- ②補給水設備による注水
- ③給水処理設備による注水
- ④消火設備による注水
- ⑤代替補給水設備(スプレイ)によるスプレイ(SA)
- ⑥燃料貯蔵プール等の状態監視(SA)
- ⑦共通電源車を用いた冷却機能等の回復
- ⑧資機材による漏えい緩和
- ⑨サイフォンブレーカによる漏えい抑制(SA)

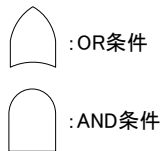




燃料貯蔵プール等の冷却等の機能喪失への対処手段

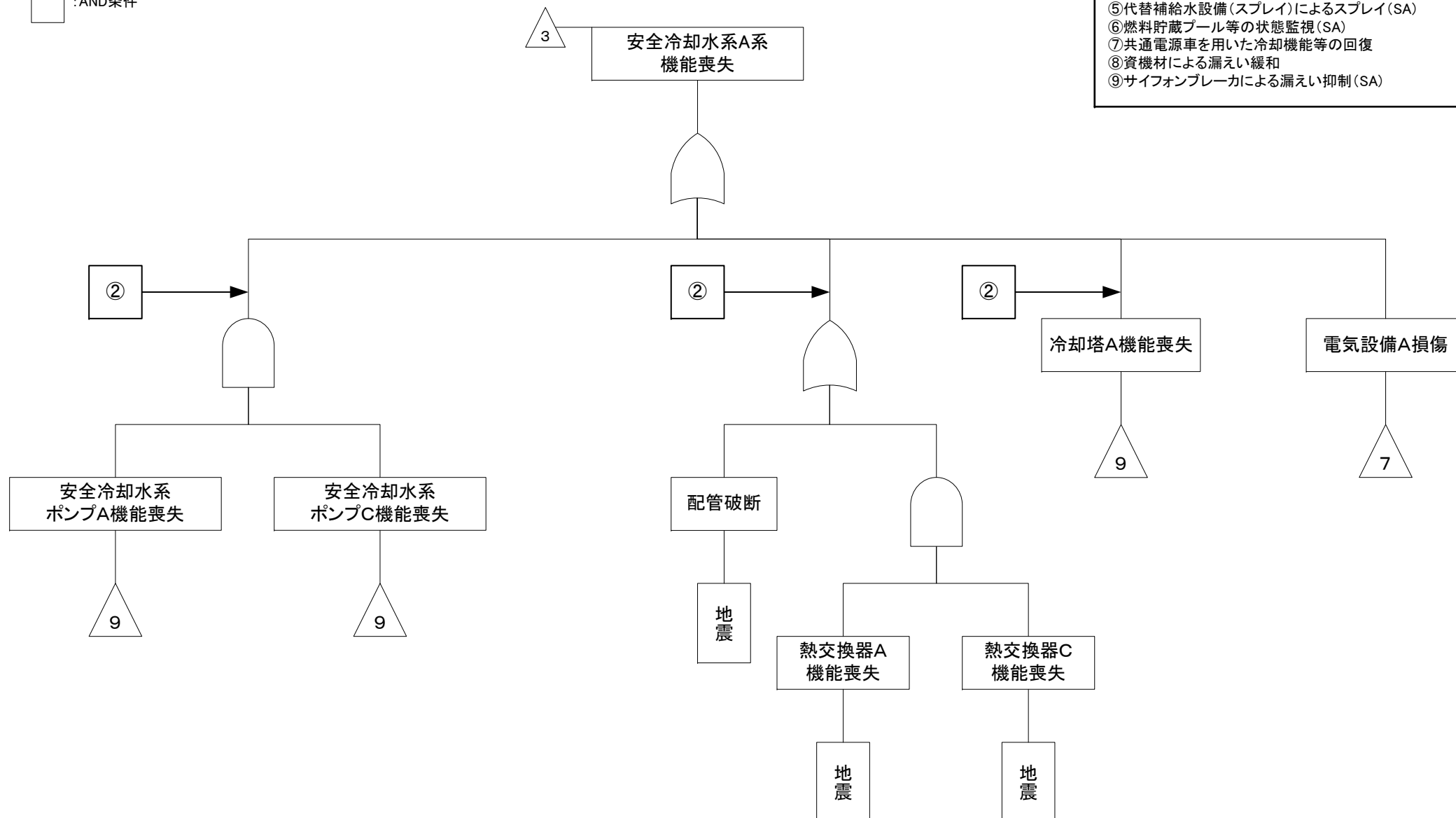
- ①代替補給水設備(注水)による注水(SA)
- ②補給水設備による注水
- ③給水処理設備による注水
- ④消火設備による注水
- ⑤代替補給水設備(スプレイ)によるスプレイ(SA)
- ⑥燃料貯蔵プール等の状態監視(SA)
- ⑦共通電源車を用いた冷却機能等の回復
- ⑧資機材による漏えい緩和
- ⑨サイフォンブレーカによる漏えい抑制(SA)

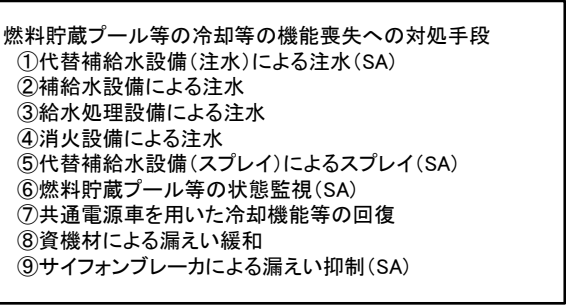




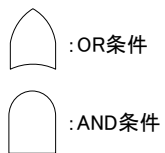
燃料貯蔵プール等の冷却等の機能喪失への対処手段

- ①代替補給水設備(注水)による注水(SA)
- ②補給水設備による注水
- ③給水処理設備による注水
- ④消火設備による注水
- ⑤代替補給水設備(スプレイ)によるスプレイ(SA)
- ⑥燃料貯蔵プール等の状態監視(SA)
- ⑦共通電源車を用いた冷却機能等の回復
- ⑧資機材による漏えい緩和
- ⑨サイフォンブレーカによる漏えい抑制(SA)



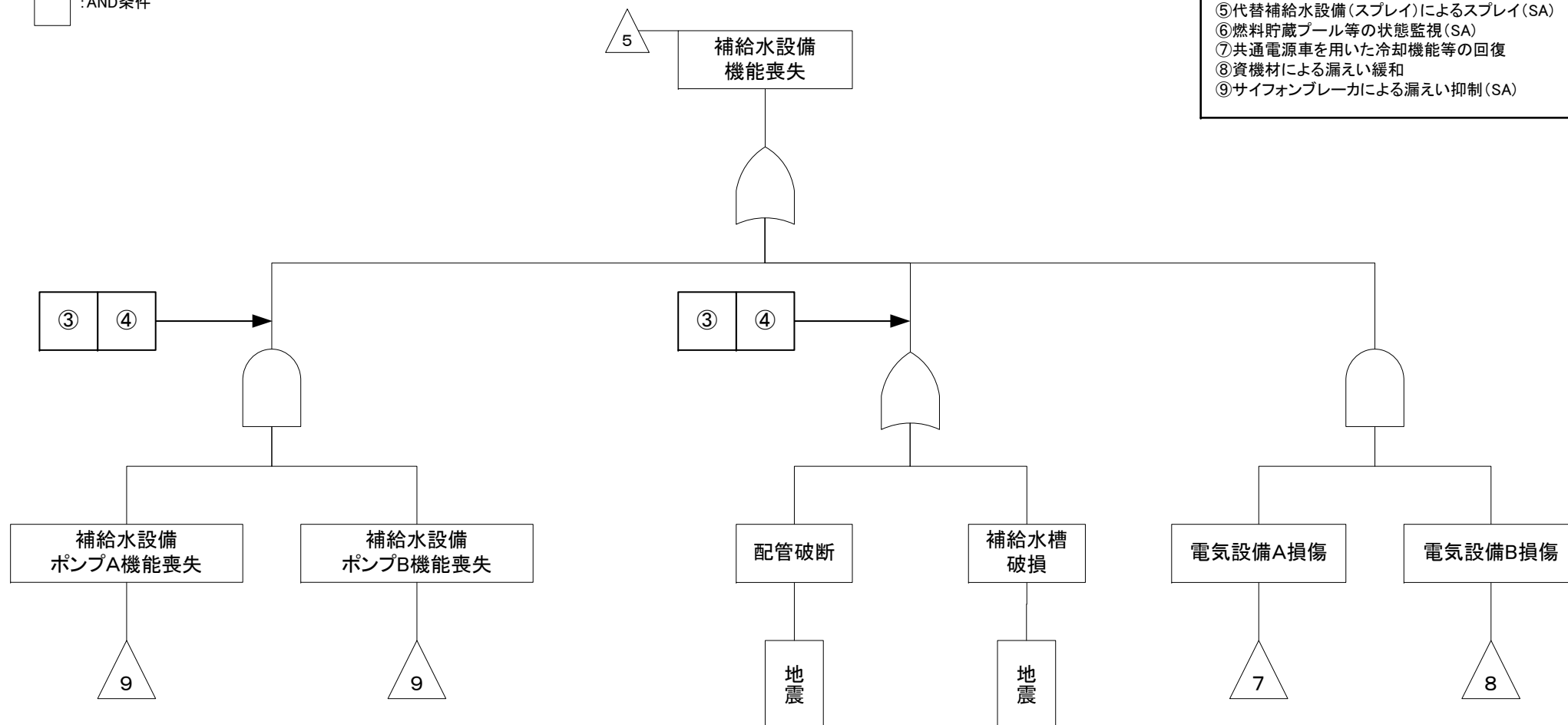


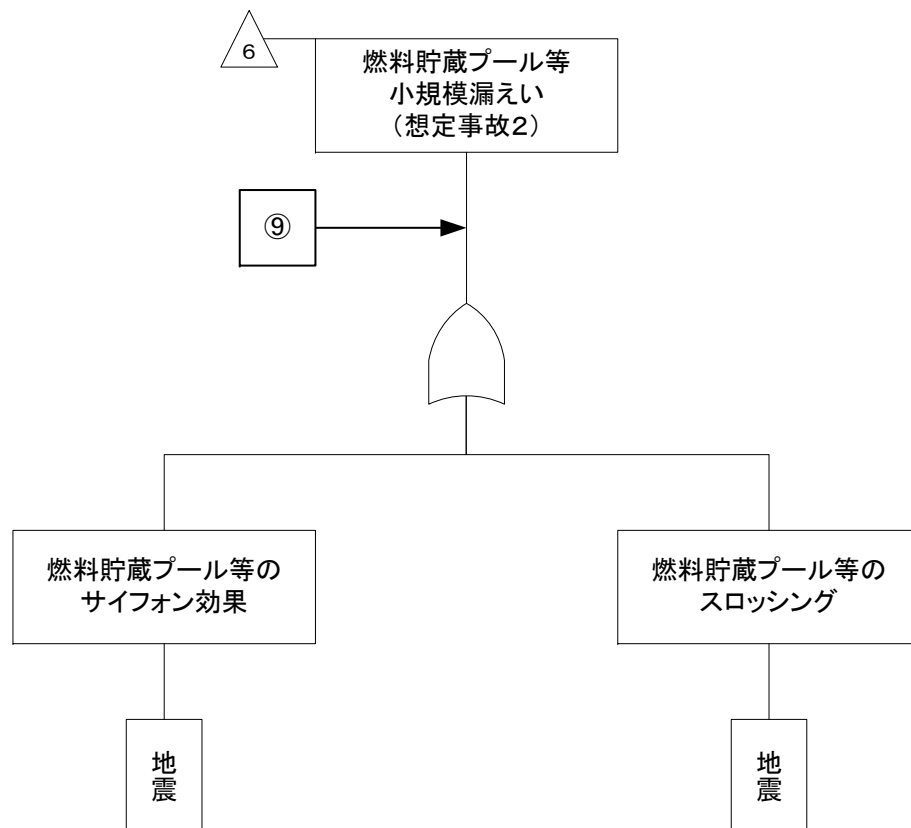
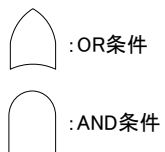
第11.1.2.1-1図 機能喪失原因対策分析(5/11)



燃料貯蔵プール等の冷却等の機能喪失への対処手段

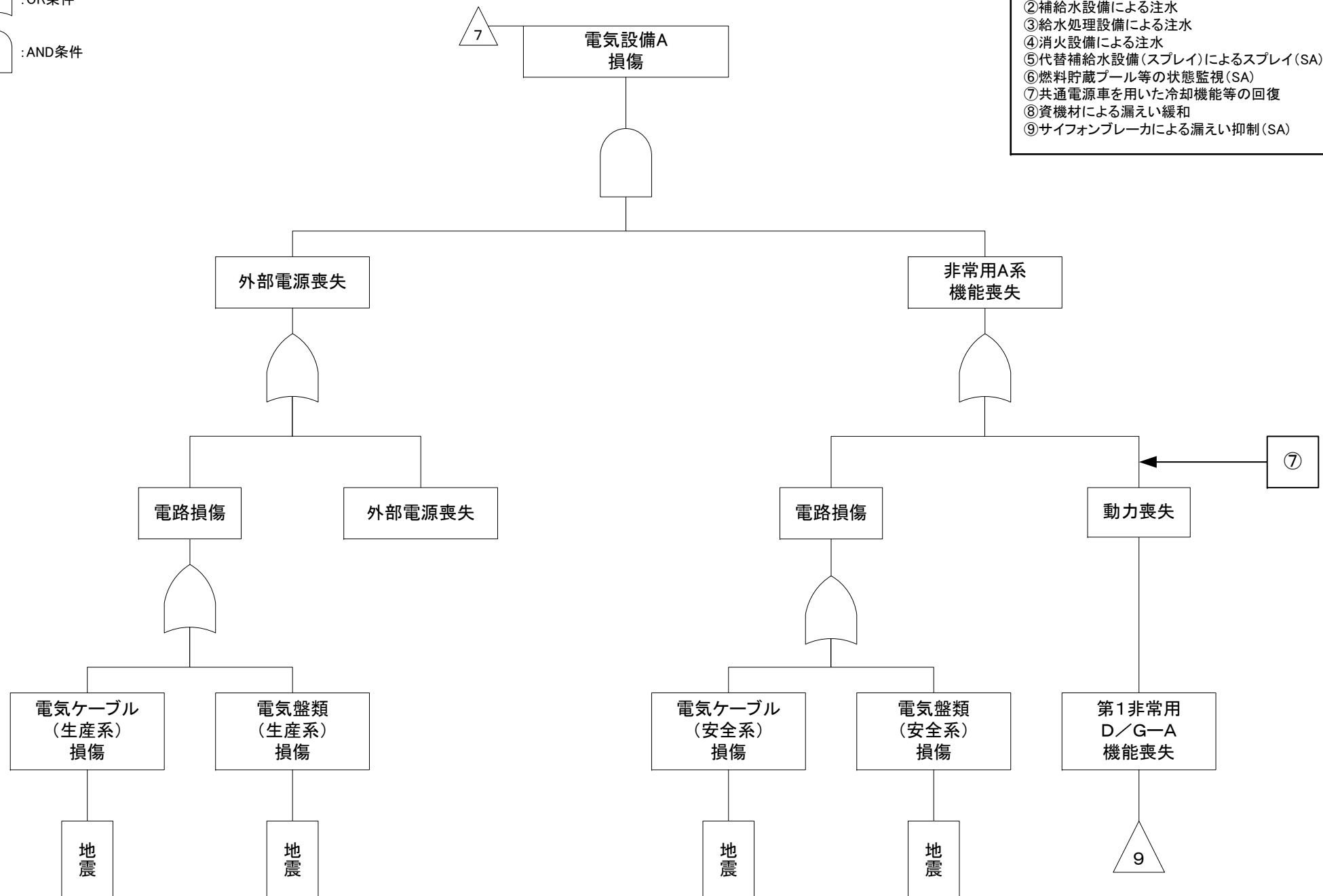
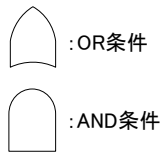
- ①代替補給水設備(注水)による注水(SA)
- ②補給水設備による注水
- ③給水処理設備による注水
- ④消火設備による注水
- ⑤代替補給水設備(スプレイ)によるスプレイ(SA)
- ⑥燃料貯蔵プール等の状態監視(SA)
- ⑦共通電源車を用いた冷却機能等の回復
- ⑧資機材による漏えい緩和
- ⑨サイフォンブレーカによる漏えい抑制(SA)





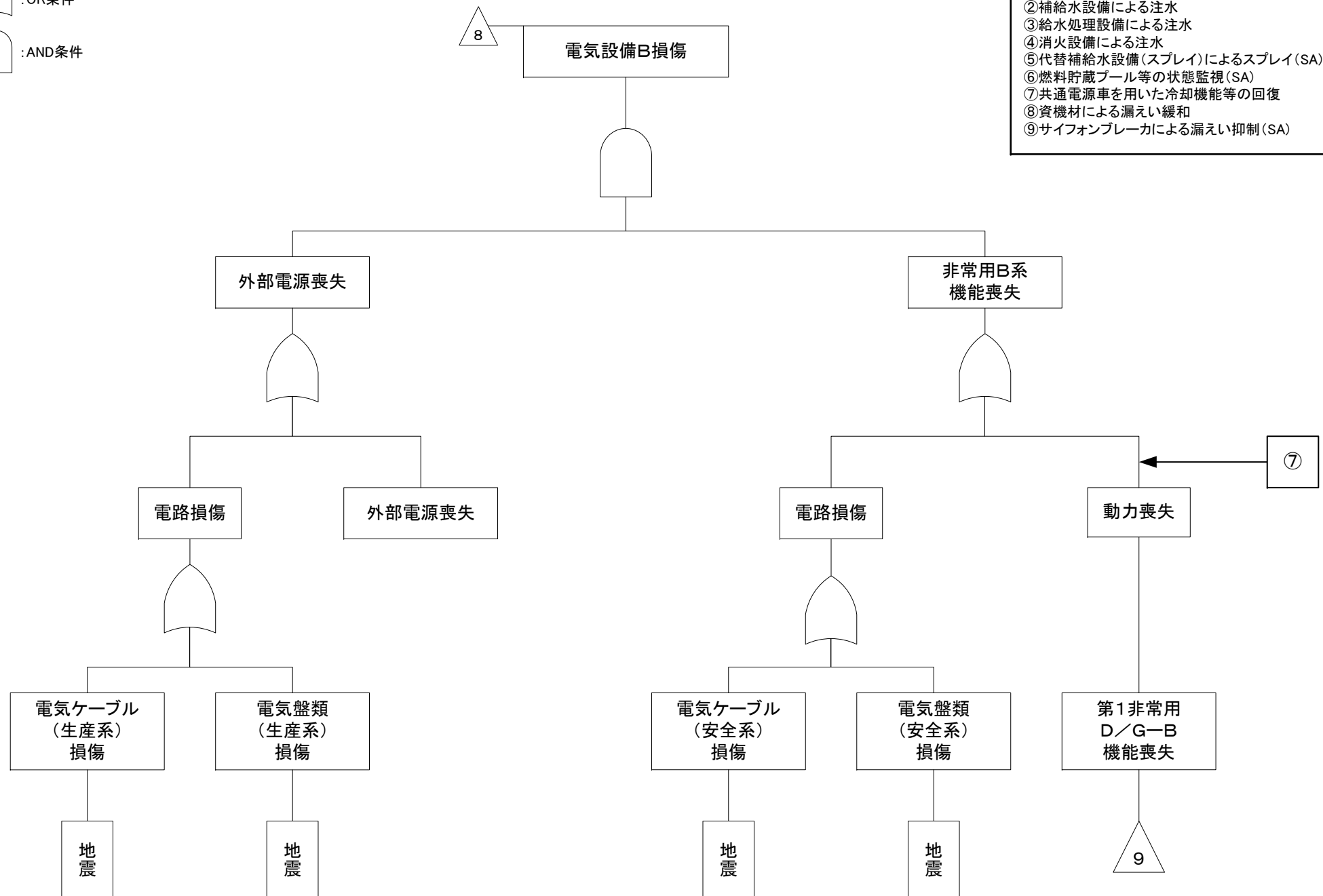
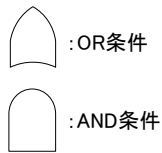
燃料貯蔵プール等の冷却等の機能喪失への対処手段

- ①代替補給水設備(注水)による注水(SA)
- ②補給水設備による注水
- ③給水処理設備による注水
- ④消火設備による注水
- ⑤代替補給水設備(スプレイ)によるスプレイ(SA)
- ⑥燃料貯蔵プール等の状態監視(SA)
- ⑦共通電源車を用いた冷却機能等の回復
- ⑧資機材による漏えい緩和
- ⑨サイフォンブレーカによる漏えい抑制(SA)



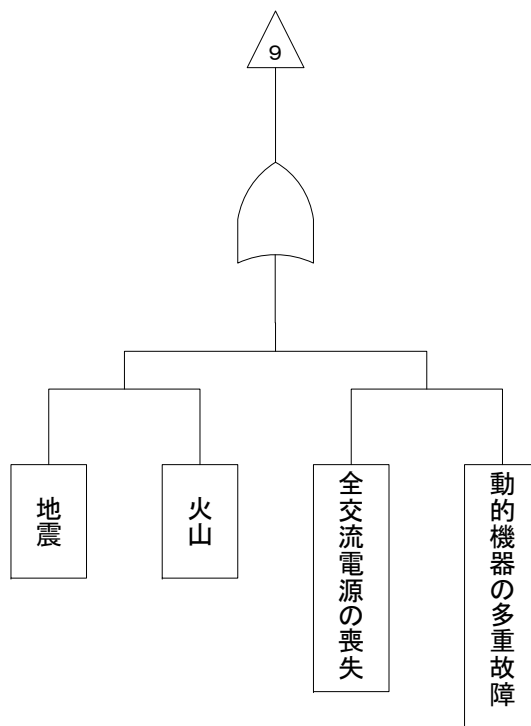
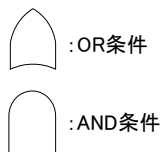
- 燃料貯蔵プール等の冷却等の機能喪失への対処手段
- ①代替補給水設備(注水)による注水(SA)
 - ②補給水設備による注水
 - ③給水処理設備による注水
 - ④消火設備による注水
 - ⑤代替補給水設備(スプレー)によるスプレー(SA)
 - ⑥燃料貯蔵プール等の状態監視(SA)
 - ⑦共通電源車を用いた冷却機能等の回復
 - ⑧資機材による漏えい緩和
 - ⑨サイフォンブレーカによる漏えい抑制(SA)

第11.1.2.1－1図 機能喪失原因対策分析(8／11)



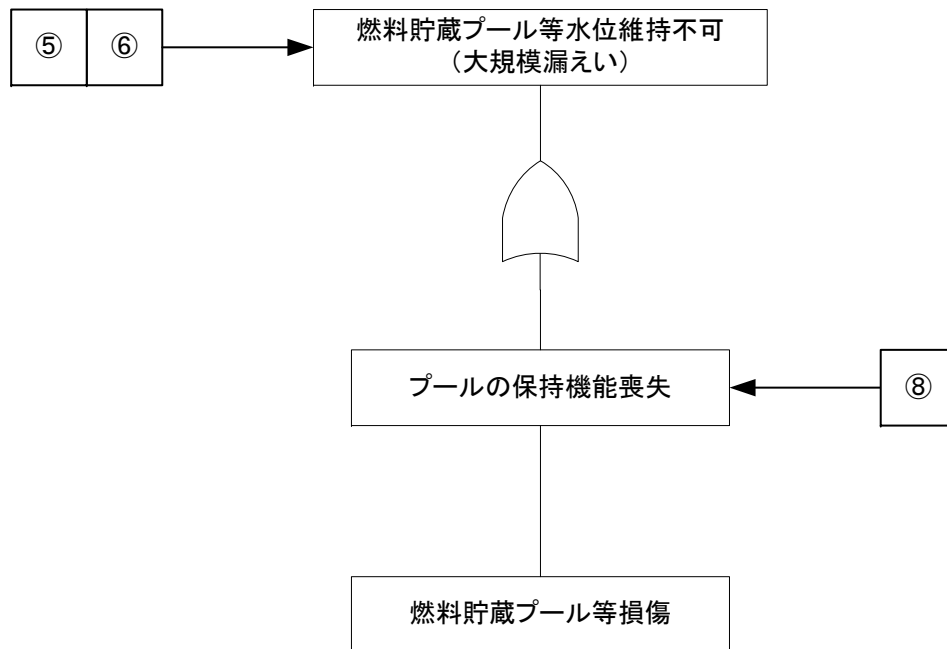
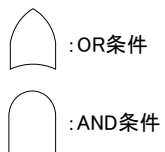
- 燃料貯蔵プール等の冷却等の機能喪失への対処手段
- ①代替補給水設備(注水)による注水(SA)
 - ②補給水設備による注水
 - ③給水処理設備による注水
 - ④消火設備による注水
 - ⑤代替補給水設備(スプレイ)によるスプレイ(SA)
 - ⑥燃料貯蔵プール等の状態監視(SA)
 - ⑦共通電源車を用いた冷却機能等の回復
 - ⑧資機材による漏えい緩和
 - ⑨サイフォンブレーカによる漏えい抑制(SA)

第11.1.2.1－1図 機能喪失原因対策分析(9／11)



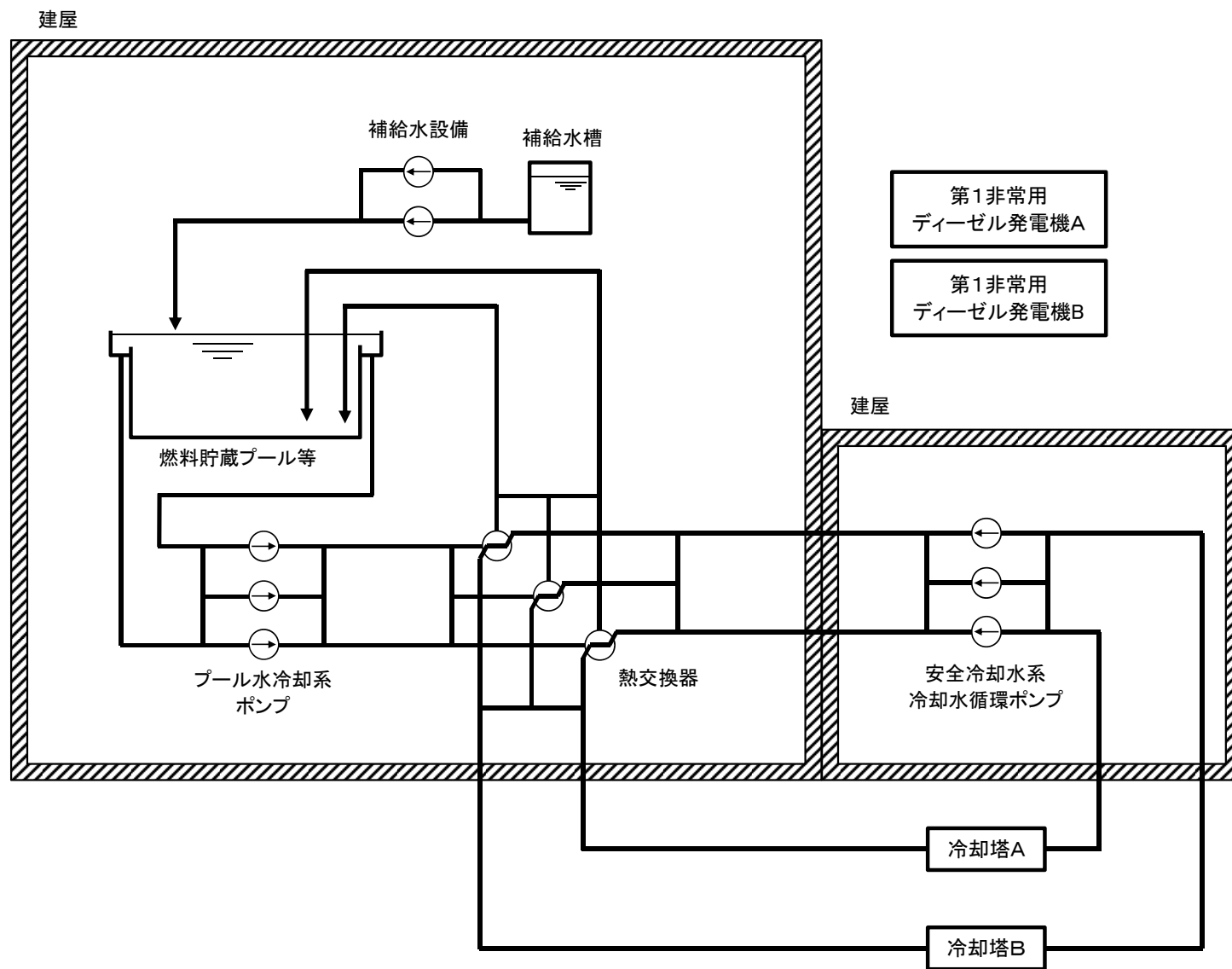
燃料貯蔵プール等の冷却等の機能喪失への対処手段

- ①代替補給水設備(注水)による注水(SA)
- ②補給水設備による注水
- ③給水処理設備による注水
- ④消火設備による注水
- ⑤代替補給水設備(スプレイ)によるスプレイ(SA)
- ⑥燃料貯蔵プール等の状態監視(SA)
- ⑦共通電源車を用いた冷却機能等の回復
- ⑧資機材による漏えい緩和
- ⑨サイフォンブレーカによる漏えい抑制(SA)

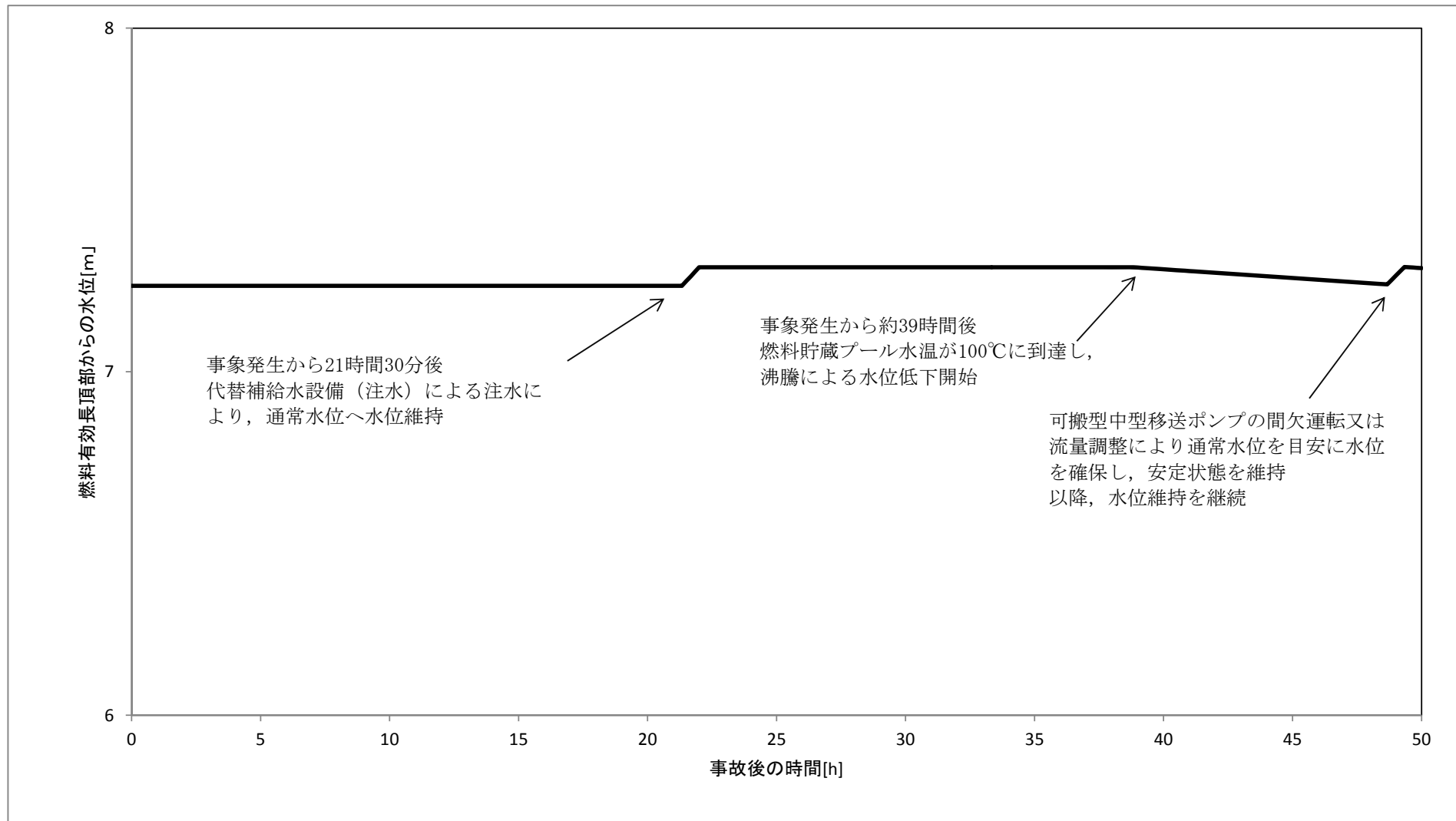


燃料貯蔵プール等の冷却等の機能喪失への対処手段

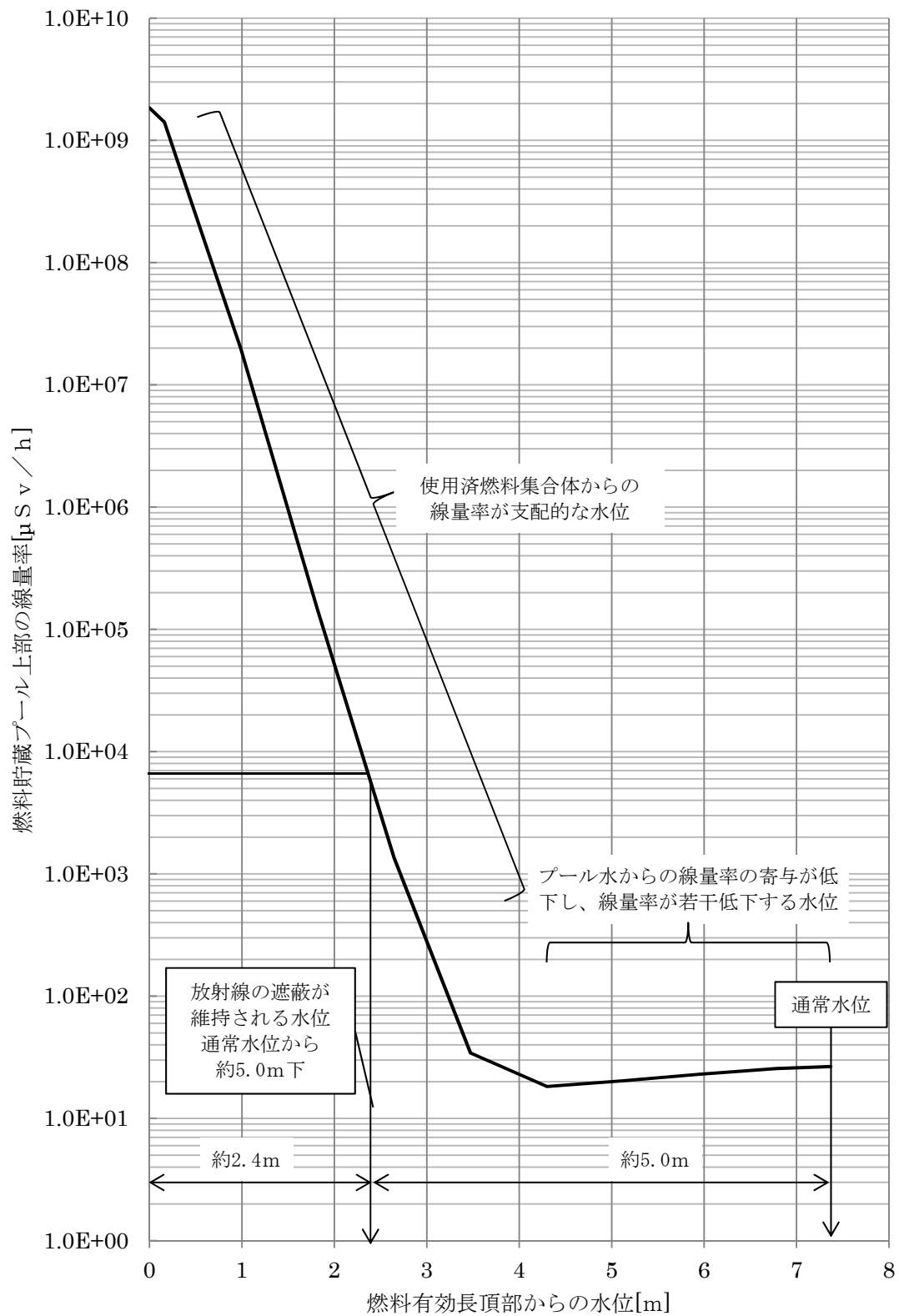
- ①代替補給水設備(注水)による注水(SA)
- ②補給水設備による注水
- ③給水処理設備による注水
- ④消火設備による注水
- ⑤代替補給水設備(スプレイ)によるスプレイ(SA)
- ⑥燃料貯蔵プール等の状態監視(SA)
- ⑦共通電源車を用いた冷却機能等の回復
- ⑧資機材による漏えい緩和
- ⑨サイフォンブレーカによる漏えい抑制(SA)



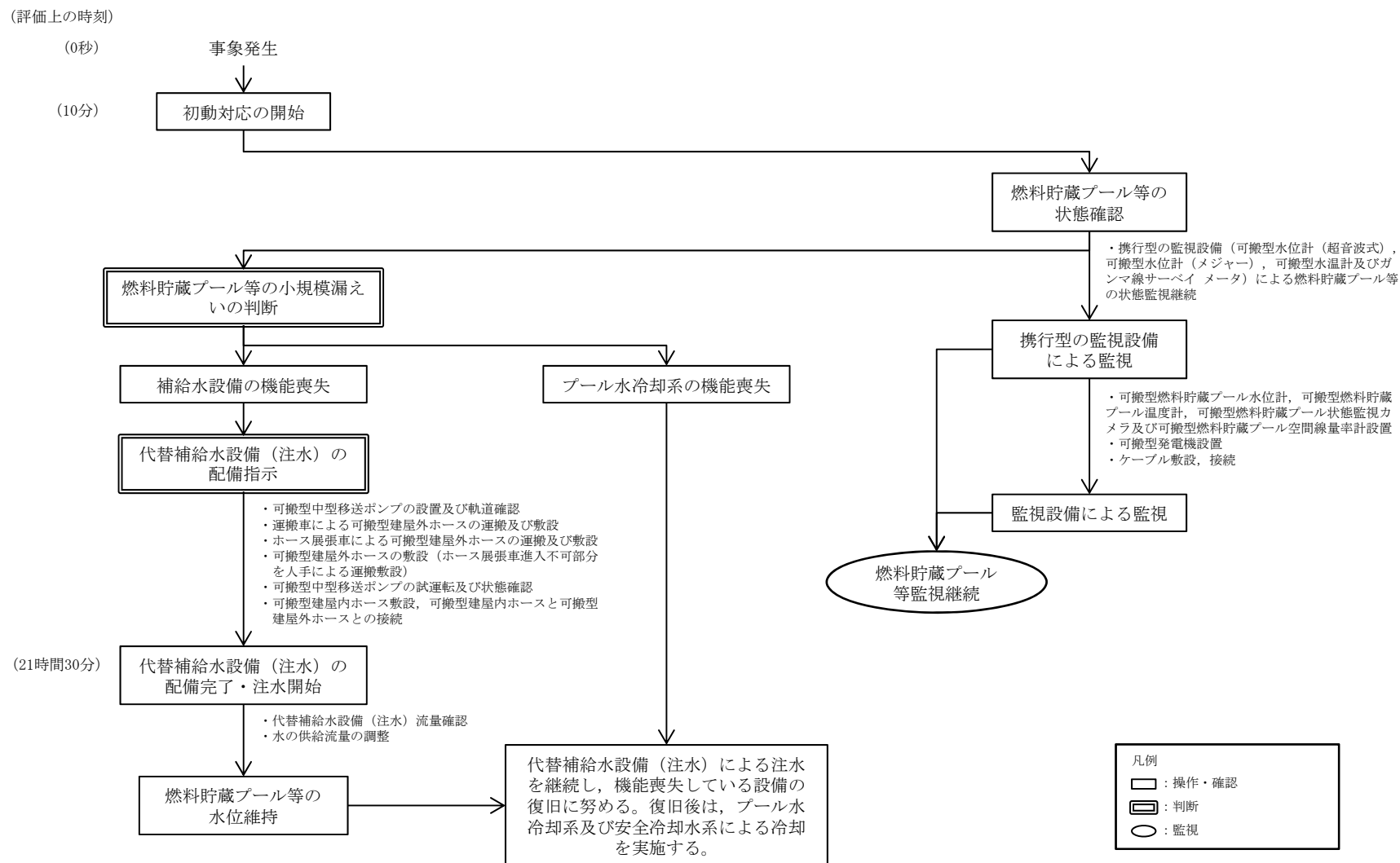
第11.1.2.1-2図 安全冷却水系, プール水冷却系及び補給水設備の系統概要図



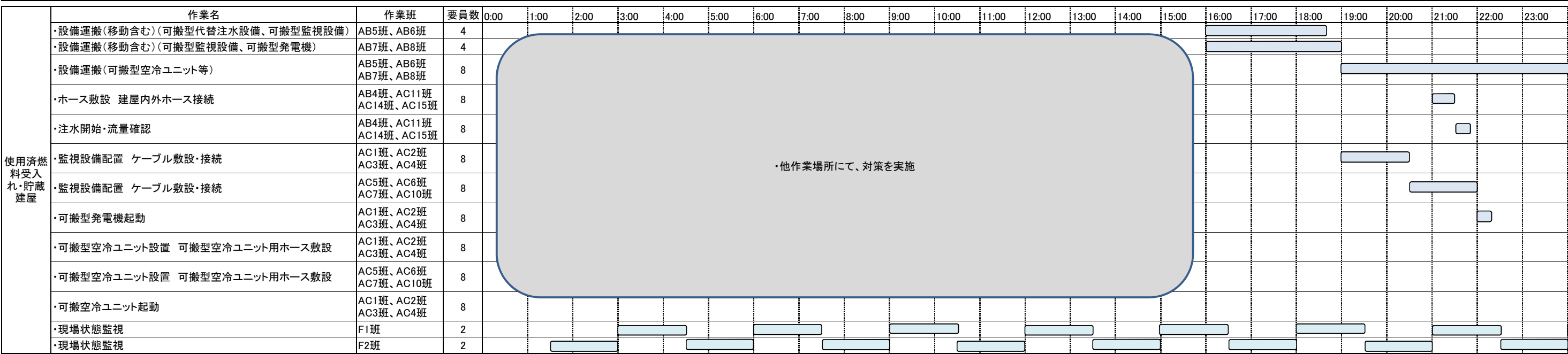
第11.1.2.2－1図 想定事故1における燃料貯蔵プール等水位の推移



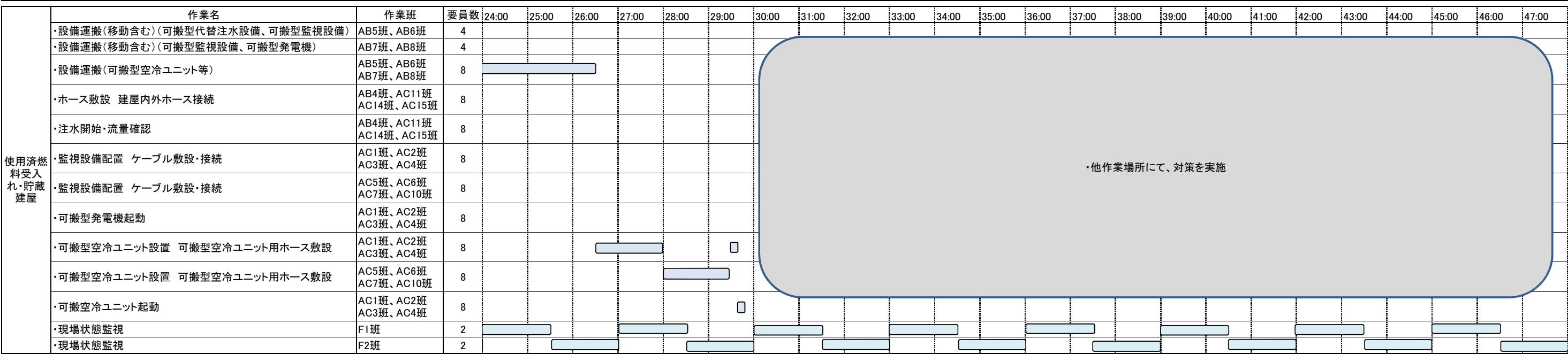
第 11.1.2.2-2 図 「燃料貯蔵プール等の冷却等の機能喪失 (想定事故 1)」における燃料貯蔵プール等の水位と線量率



第11.2.1－1 図 「燃料貯蔵プール等の冷却等の機能喪失」の対応手順の概要（想定事故2）

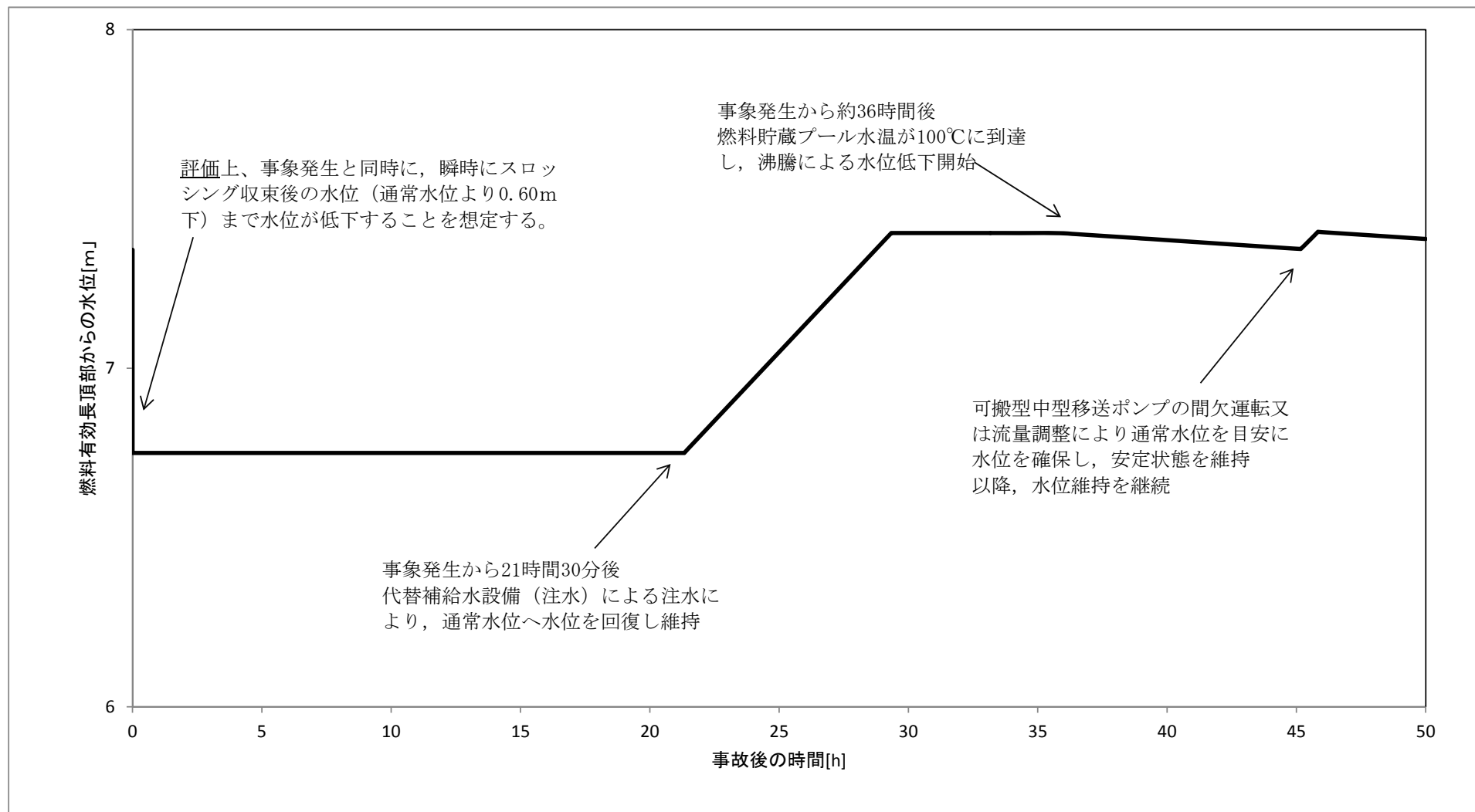


第11. 2. 1－ 2 図 燃料貯蔵プール等の冷却等の機能喪失への対処（想定事故 2）に係る作業と所要時間（1/3）

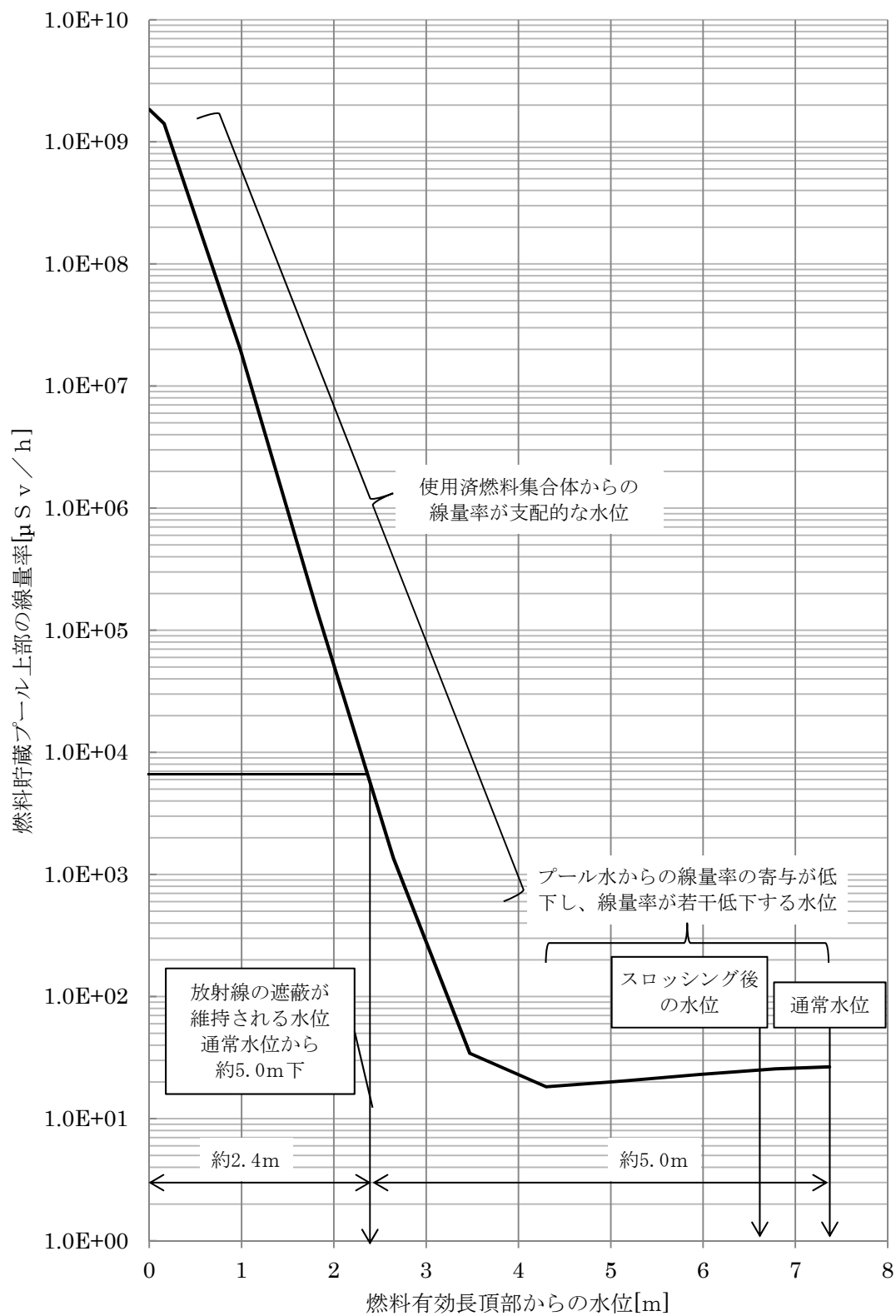


第11. 2. 1－ 2 図 燃料貯蔵プール等の冷却等の機能喪失への対処（想定事故 2）に係る作業と所要時間（2/3）

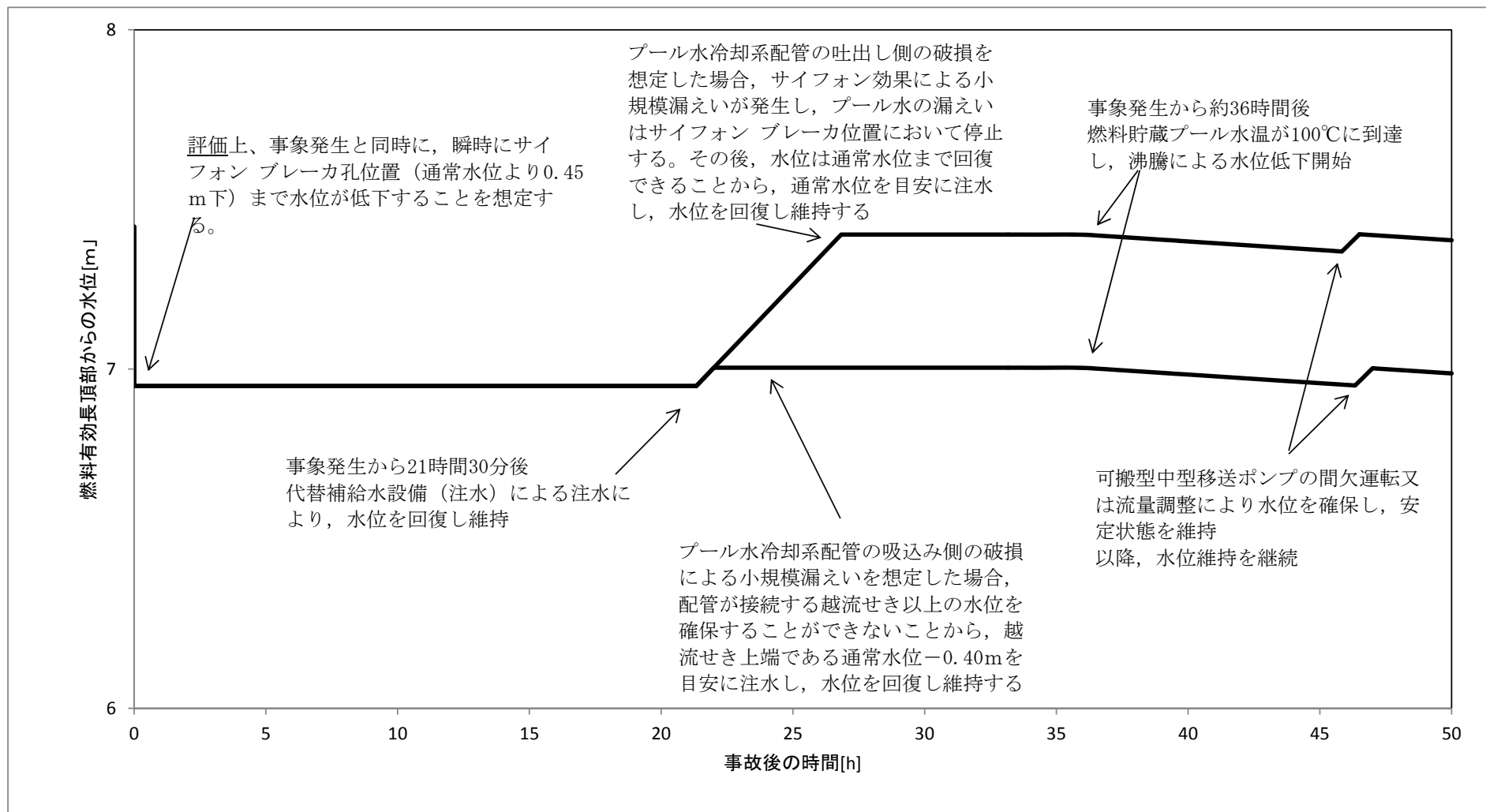
使用済燃料受入れ・貯蔵建屋	作業名	作業班	要員数	48:00	49:00	50:00	51:00	52:00	53:00	54:00	55:00	56:00	57:00	58:00	59:00	60:00	61:00	62:00	63:00	64:00	65:00	66:00	67:00	68:00	69:00	70:00	71:00
	・設備運搬(移動含む)(可搬型代替注水設備、可搬型監視設備)	AB5班、AB6班	4																								
	・設備運搬(移動含む)(可搬型監視設備、可搬型発電機)	AB7班、AB8班	4																								
	・設備運搬(可搬型空冷ユニット等)	AB5班、AB6班 AB7班、AB8班	8																								
	・ホース敷設 建屋内外ホース接続	AB4班、AC11班 AC14班、AC15班	8																								
	・注水開始・流量確認	AB4班、AC11班 AC14班、AC15班	8																								
	・監視設備配置 ケーブル敷設・接続	AC1班、AC2班 AC3班、AC4班	8																								
	・監視設備配置 ケーブル敷設・接続	AC5班、AC6班 AC7班、AC10班	8																								
	・可搬型発電機起動	AC1班、AC2班 AC3班、AC4班	8																								
	・可搬型空冷ユニット設置 可搬型空冷ユニット用ホース敷設	AC1班、AC2班 AC3班、AC4班	8																								
	・可搬型空冷ユニット設置 可搬型空冷ユニット用ホース敷設	AC5班、AC6班 AC7班、AC10班	8																								
	・可搬空冷ユニット起動	AC1班、AC2班 AC3班、AC4班	8																								
	・現場状態監視	F1班	2																								
	・現場状態監視	F2班	2																								



第11.2.2.2-1図 想定事故2（スロッシング）における燃料貯蔵プール等水位の推移



第 11.2.2.2-2 図 「燃料貯蔵プール等の冷却等の機能喪失（想定事故2）」における燃料貯蔵プール等の水位と線量率



第11.2.2.2-3図 想定事故2（配管漏えい）における燃料貯蔵プール等水位の推移

第28条:重大事故等の拡大防止(11. 使用済燃料貯蔵槽における燃料損傷防止に係る対応)

再処理施設 安全審査 整理資料 補足説明資料				備考(8月提出済みの資料については、資料番号を記載)
資料No.	名称	提出日	Rev	
補足説明資料11-1	ゲートの設置状態を想定した場合の対応について	-	-	技術的能力の補足説明資料1.5-7へ移動
補足説明資料11-2	ゲートの設置状態を考慮した場合の有効性評価への影響について	12/16	2	
補足説明資料11-3	スプレイ設備配備の妥当性について	-	-	技術的能力の補足説明資料1.5-1へ移動
補足説明資料11-4	有効性評価における貯蔵容量の設定根拠について	12/20	4	
補足説明資料11-5	重大事故等において考慮する燃料貯蔵プール等のスロッシング収束後の水位の算出について	1/8	5	
補足説明資料11-6	速度ポテンシャル理論による溢水量の妥当性について	-	-	補足説明資料11-5へ合本
補足説明資料11-7	使用済燃料受入れ・貯蔵建屋における線量評価について	12/16	0	
補足説明資料11-8	燃料貯蔵プール等における沸騰時間の評価について	12/20	2	
補足説明資料11-9	燃料貯蔵プール等の未臨界性評価	1/6	2	
補足説明資料11-10	燃料貯蔵プール等の監視について	12/16	0	
補足説明資料11-11	小規模漏えい発生時のサイフォン プレーカ孔の位置で停止するまでの時間の算出について	1/6	0	新規作成

補足説明資料 11－5

目次

- 1．概要
- 2．スロッシング収束後の水位の評価方法
- 3．スロッシング収束後の水位の評価結果
- 4．ピットゲート及びピットゲート閉状態での溢水量評価

1. 概 要

使用済燃料の受入れ施設及び貯蔵施設（以下、「F施設」という。）における重大事故等の想定事象2では、スロッシングによる溢水量を考慮した水位を評価条件としている。スロッシングによる溢水量の評価については、以下に示す使用済燃料受入れ・貯蔵建屋に設置しているピットやプール等（以下、「燃料貯蔵プール等」という。）を対象として評価を行っている。

本補足説明資料は、スロッシング収束後の水位を求める評価手法について説明する。

- ・ 燃料取出しピット A, B
- ・ 燃料仮置きピット A, B
- ・ 燃料移送水路
- ・ 燃料貯蔵プール（BWR燃料用）
- ・ 燃料貯蔵プール（PWR燃料用）
- ・ 燃料貯蔵プール（BWR燃料及びPWR燃料用）
- ・ チャンネルボックス・バーナブルポイズン取扱ピット
（チャンネルボックス用）
- ・ チャンネルボックス・バーナブルポイズン取扱ピット
（バーナブルポイズン用）
- ・ チャンネルボックス・バーナブルポイズン取扱ピット
（チャンネルボックス及びバーナブルポイズン用）
- ・ 燃料送出しピット
- ・ 増設ピット
- ・ 上記プール、ピット及び水路間の水路

2. スロッシング収束後の水位の評価方法

2. 1 評価内容及び評価条件

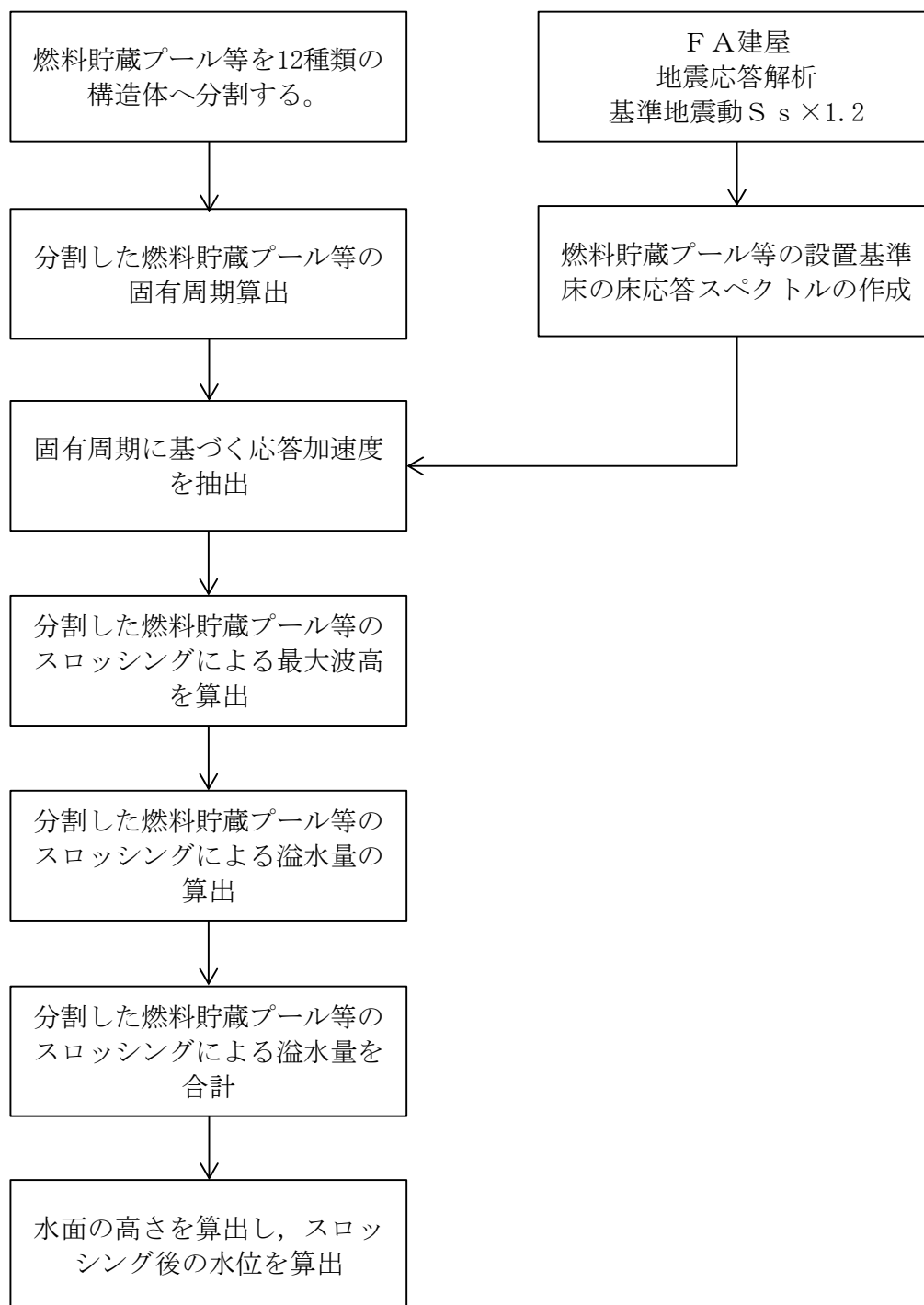
使用済燃料受入れ・貯蔵建屋（以下「F A 建屋」という。）の燃料貯蔵プール等を評価範囲とし、第 2. 1 - 1 図に示す評価手順で速度ポテンシャル理論による溢水量を求めスロッシング収束後の水位を算出する。

F 施設の燃料貯蔵プール等の構造体としては全て繋がった構造であるが、1 2 種類の構造体に分割しそれぞれの燃料貯蔵プール等の固有周期を求め、固有周期に基づく応答加速度から最大波高を算出し、燃料貯蔵プール等の周辺に設置する止水板を超える溢水高さから燃料貯蔵プール等の溢水量を求め、それぞれの燃料貯蔵プール等の溢水量を合計することで燃料貯蔵プール等全体の溢水量を求める。求めた溢水量から燃料貯蔵プール等の水面高さを求めスロッシング後の水位を算出する。

評価に用いる地震動は基準地震動 S_s に対して 1.2 倍した地震動を用いる。

また、燃料貯蔵プール等の周辺に設置する止水板の高さを超える F A 建屋の 1 階床面への溢水は無限遠へ流れるものとし、壁の反射によりプールへ戻る水は考慮しない。

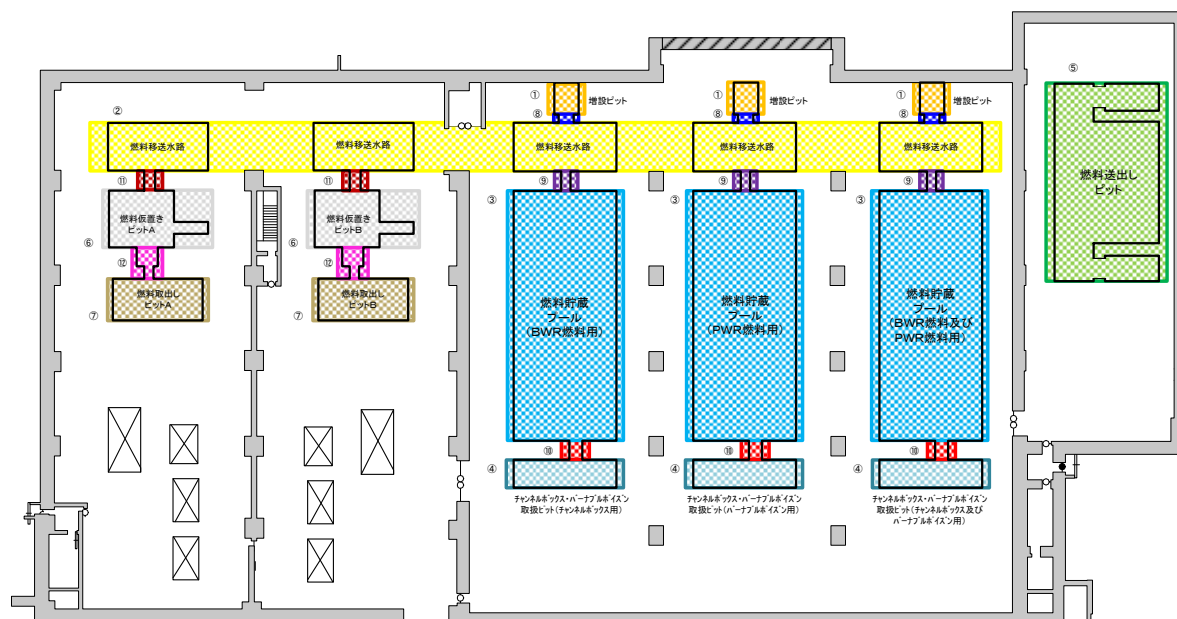
評価条件は第 2. 1 - 1 表に示し、分割する燃料貯蔵プール等の配置を第 2. 1 - 2 図に示す。



第 2 . 1 - 1 図 スロッシング後の水位の評価フロー図

第 2 . 1 - 1 表 評価条件

	評価条件
評価範囲	F A 建屋に設置している燃料貯蔵プール等
初期水位	EL. 54. 95 m (燃料貯蔵プール水位低警報値)
境界条件	止水板 (0. 9 m) を越える溢水高さを越えた水は溢水量とし, プール水は壁による溢水の跳ね返りは考慮しない。
評価手法	速度ポテンシャル理論
	燃料貯蔵プール等を 12 種類の形状へ分割する。
評価用 地震動	FA 建屋の基準地震動に対して 1. 2 倍の地震動 (以下, 「1. 2Ss」 という。) を使用する。
	1. 2Ss の EL. 55. 30 の床応答スペクトルを使用する。
その他	燃料貯蔵プール等に設置している水中機器は考慮せず, 燃料貯蔵プール等内の水は全て揺動する。 スロッシング抑制のために設置する蓋は考慮しない。



第2. 1 - 2 図 速度ポテンシャル理論に用いる
燃料貯蔵プール等の分割図

2. 2 止水板及び蓋について

(1) 止水板

スロッシングによる溢水の抑制のために設置する止水板は燃料貯蔵プール等周辺に既に設置されている手摺の位置に設置するものとし，高さは燃料貯蔵プール等の上部を走行するクレーンが緩衝しないようガーダの下端位置（約1.0 m）から0.9 mに設定し，速度ポテンシャル理論によるスロッシングの評価においてはその効果を期待する。

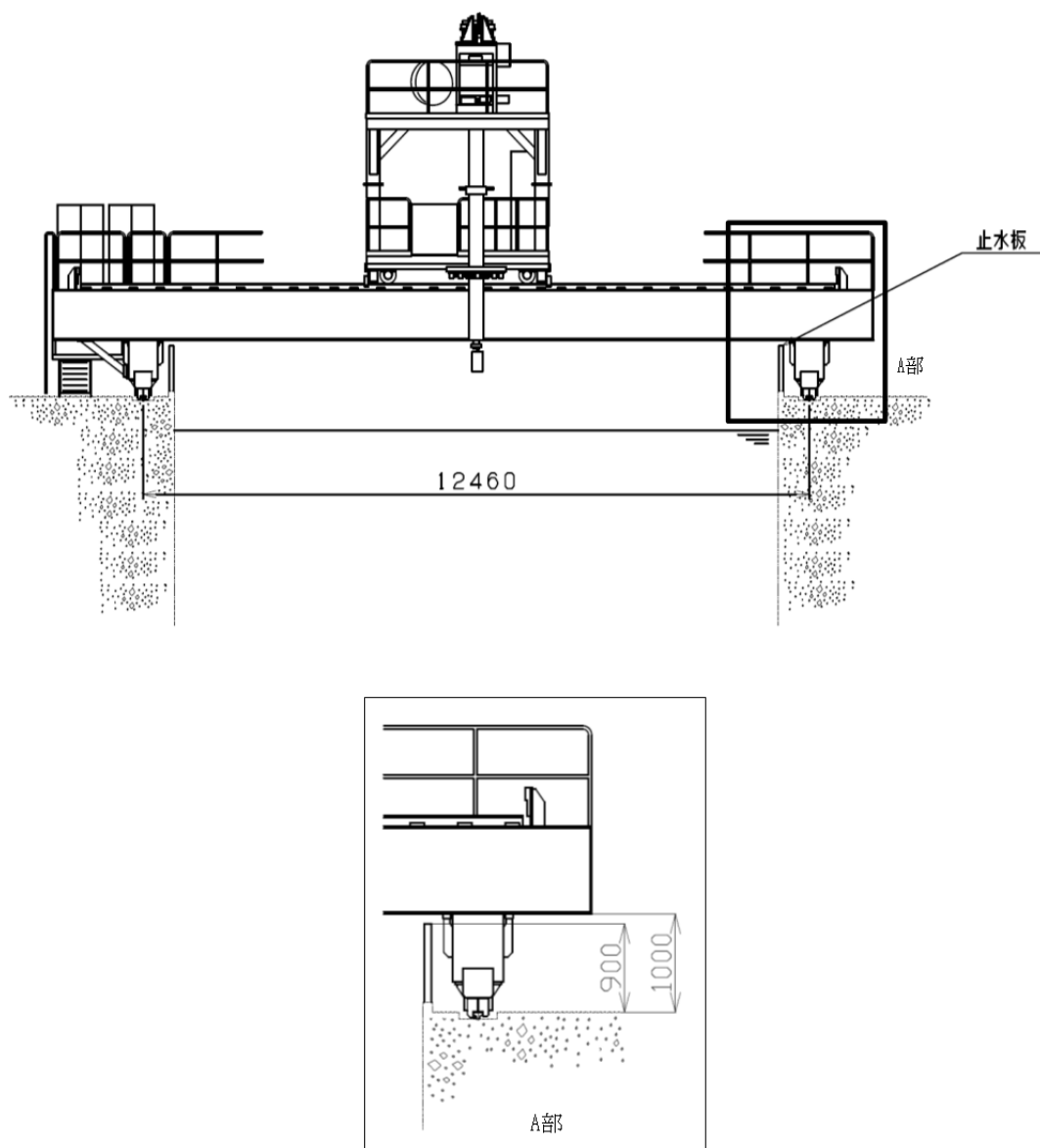
概要図を第2. 2 - 1 図に示す。

(2) 蓋

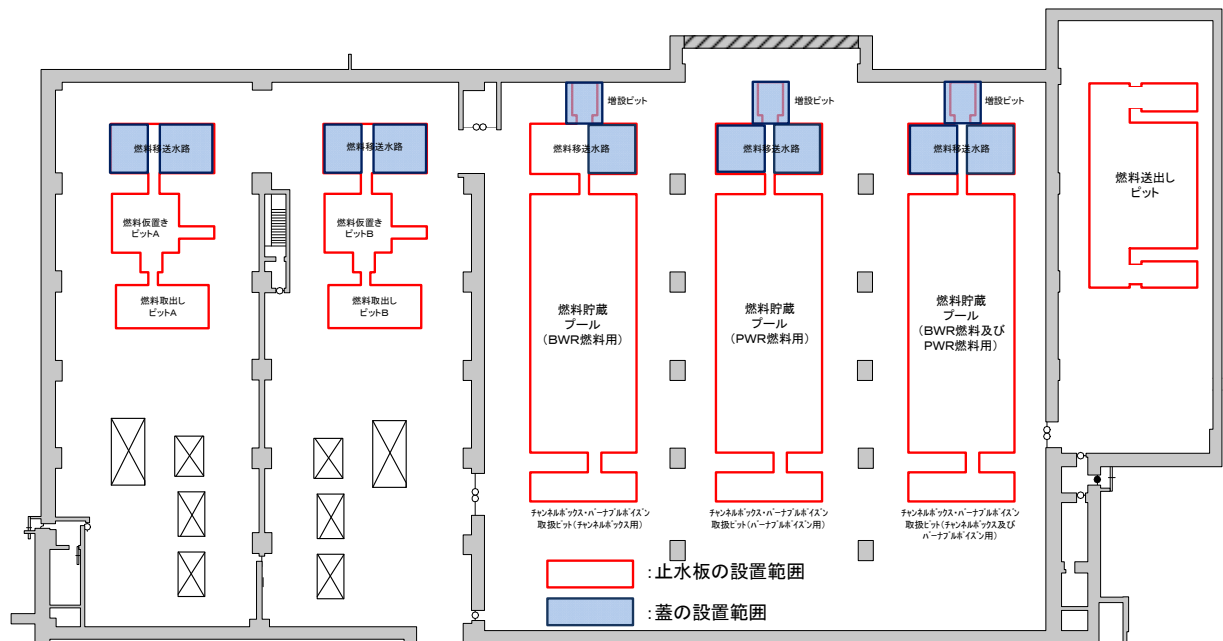
開口部を塞ぐことによりスロッシングによる溢水を抑制する蓋は，全ての増設ピット及び燃料貯蔵プール等の上部を走

行するクレーンによる燃料移送水路への使用済燃料の移動に影響のない燃料移送水路の一部に設置するものとするが，速度ポテンシャル理論によるスロッシングの評価においてはその効果は期待せず，蓋の設置箇所からは溢水するものとする。

設置範囲図を第 2 . 2 - 2 図に示す。



第 2 . 2 - 1 図 止水板の設置概要図

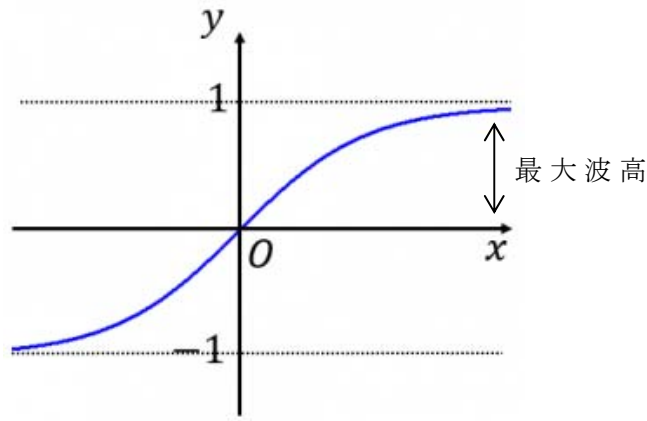


第 2 . 2 - 2 図 止水板および蓋の設置範囲

2 . 3 速度ポテンシャル理論について

スロッシングの評価手法としては、詳細評価として解析プログラムによる流動解析、簡易手法の一つとして速度ポテンシャル理論の手法があり、対象とする設備も一般のタンク類から使用済燃料プールと幅広く、評価する項目としても波高による容器の蓋への衝撃圧力、側壁に加わる動水圧による荷重と多様である。

速度ポテンシャル理論は第 2 . 2 - 1 図に示すとおり、波形状が双曲線正接 ($\tanh$) のような形状となり最大波高を求めることができる。(x を躯体形状とし、 y をスロッシングの波形状となる。)



第 2 . 3 - 1 図 双曲線正接図

2 . 4 速度ポテンシャル理論による溢水量評価

(1) 固有周期及び最大波高の算出

1 2 種類に分割した燃料貯蔵プール等の速度ポテンシャル理論での固有周波数 (f) ①と最大波高 (Dmax) ②は次式にて求める。

$$f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{1.571}{L} g \times \tanh\left(1.571 \frac{H}{L}\right)} \quad [\text{Hz}] \quad \dots\dots\dots \text{①}^*$$

$$D_{\max} = 0.811 \frac{L}{g} \alpha_1 \quad [\text{m}] \quad \dots\dots\dots \text{②}^*$$

f : 一次固有周波数 [Hz] Dmax : 最大波高 (m)

L : スロッシング長さ [m] (地震方向長さの 1 / 2)

H : 燃料貯蔵プール等の水深 [m]

g : 重力加速度 [m/sec²] α₁ : 加速度スペクトル [m/s²]

＊：①及び②の出典は以下のとおり

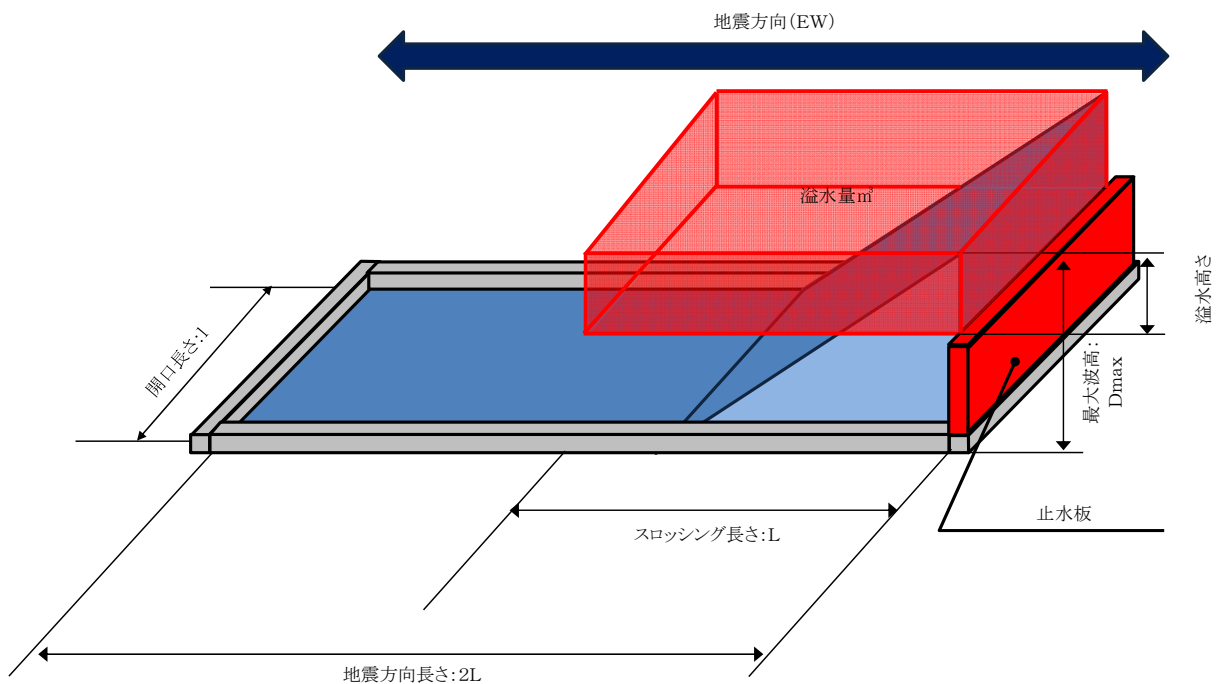
基礎式：機械工学便覧 基礎編

矩形展開式：耐震設計の標準化に関する調査報告書 別冊 2

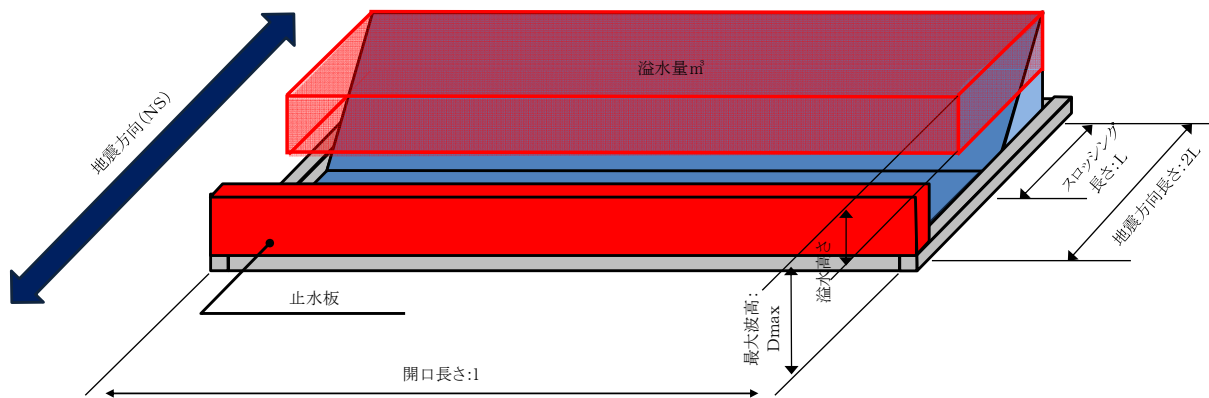
(機器系) 昭和 60 年 3 月 (財) 原子力工学
試験センター

また, 速度ポテンシャル理論は最大波高を算出する式であるため, 最大波高は溢水量が多くなるよう燃料貯蔵プール等の端部に発生するものとした。

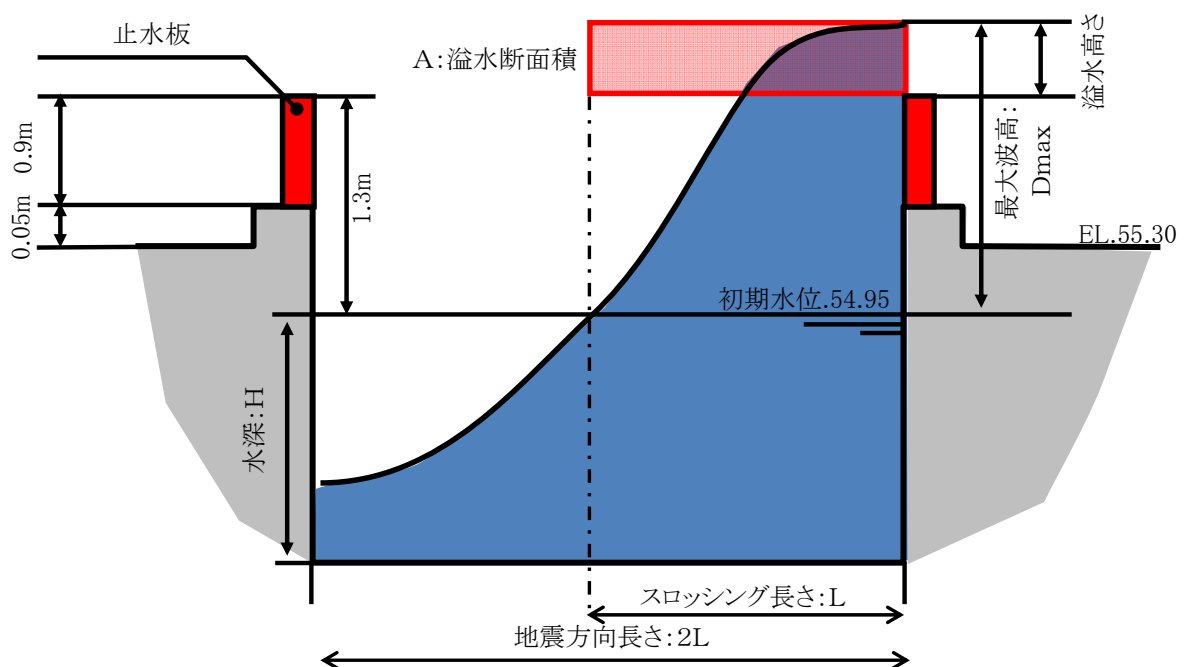
スロッシングにおける溢水量の設定を第 2. 4. 1 図～第 2. 4. 3 図に示し, 燃料貯蔵プール等の固有周期及び最大波高を第 2. 4 - 1 表に示す。



第 2. 4 - 1 図 スロッシング時の溢水量の設定 (EW 方向)



第 2 . 4 - 2 図 スロッシング時の溢水量の設定 (N S 方向)



第 2 . 4 - 3 図 スロッシング時の溢水量の設定 (断面)

(2) 溢水量の算出

(1)にて算出した最大波高のうち、止水板の高さを越える波高を溢水高さとし、スロッシング長さ (L) (地震方向長さ $2L$ の $1/2$) と掛け合わせた面積を溢水断面積とする。

(次式③)

最大波高と同様，溢水量が多くなるよう開口長さ（１）から溢水することを想定して溢水断面積（A）に掛け合わせ溢水量とした。（次式④）

$$\text{溢水断面積（A）} = \left(\text{最大波高（Dmax）} - \text{止水板高さ} \right) \times \text{地震方向長さ（2 L）} / 2 \cdots \cdots \cdots \text{③}$$

$$\text{溢水量} = \text{溢水断面積（A）} \times \text{開口長さ（1）} \times \text{箇所数} \cdots \text{④}$$

速度ポテンシャル理論における燃料貯蔵プール等の溢水量の合計は1095 m³となる。

燃料貯蔵プール等の溢水量の算出結果を第2.4-1表に示す。

なお、速度ポテンシャル理論による溢水量評価の適用性および保守性については、別紙にて展開する。

第 2 . 4 - 1 表 分割した燃料貯蔵プール等の溢水量評価結果

NO.	①		②		③		④		⑤		⑥	
名称	増設ピット		燃料移送水路		燃料貯蔵プール		チャンネルボックス・バーナブルボイズン取扱ピット		燃料送出しピット		燃料仮置きピット	
地震方向	NS	EW	NS	EW	NS	EW	NS	EW	NS	EW	NS	EW
振動方向長さ2L (m)	3.00	3.15	100.10	5.00	11.30	26.50	11.30	3.00	13.80	20.40	10.50	6.00
L	1.50	1.58	50.05	2.50	5.65	13.25	5.65	1.50	6.90	10.20	5.25	3.00
水深H (m)	12.25		12.25		11.45		11.45		11.45		11.45	
固有周期(s)	1.96	2.01	18.70	2.53	3.81	6.23	3.81	1.96	4.23	5.27	3.67	2.77
固有周期に対応する加速度 スペクトル $\alpha 1$ (m/s^2)	6.57	6.57	0.29*1	8.63	5.83	1.45	5.83	6.57	3.04	2.68	6.11	8.63
最大波高D(m)	0.82	0.86	1.21	1.79	2.73	1.59	2.73	0.82	1.74	2.27	2.66	2.15
溢水断面積A(m^2)	0.00	0.00	0.00	1.23	8.08	3.85	8.08	0.00	3.04	9.90	7.14	2.55
開口部長さl(m)	3.15*2	3.00*2	5.00	21.00*3 33.90*3	26.50	11.30	3.00	11.30	20.40	13.80	6.00	10.50
箇所数	3		1		3		3		1		2	
溢水量(m^3)	0.00	0.00	0.00	25.90*3 41.70*3	642.40	130.60	72.80	0.00	62.10	136.70	85.70	53.60
溢水量(m^3) SRSS	0.00		25.90*3 41.70*3		655.55		72.80		150.15		101.09	
低下する高さ(m)	0.00		0.05*3 0.08*3		0.73		0.72		0.58		1.09	
スロッシング後の水位 EL : (m)	54.95		54.90*3 54.87*3		54.22		54.23		54.37		53.86	

NO.	⑦		⑧		⑨		⑩		⑪		⑫	
名称	燃料取出しピット		増設ピット・燃料移送水路間		燃料移送水路・燃料貯蔵プール間		燃料貯蔵プール・チャンネルボックス・バーナブルボイズン取扱ピット間		燃料移送水路・仮置きピット間		燃料取出しピット・仮置きピット間	
地震方向	NS	EW	NS	EW	NS	EW	NS	EW	NS	EW	NS	EW
振動方向長さ2L (m)	9.40	4.40	2.00	1.00	1.20	2.00	1.20	2.00	1.20	2.00	2.20	3.30
L	4.70	2.20	1.00	0.50	0.60	1.00	0.60	1.00	0.60	1.00	1.10	1.65
水深H (m)	13.05		6.65		6.65		6.65		6.65		7.05	
固有周期(s)	3.47	2.37	1.60	1.13	1.24	1.60	1.24	1.60	1.24	1.60	1.68	2.06
固有周期に対応する加速度 スペクトル $\alpha 1$ (m/s^2)	6.18	8.63	5.79	11.29	10.85	5.79	10.85	5.79	10.85	5.79	4.70	6.57
最大波高D(m)	2.41	1.58	0.48	0.47	0.54	0.48	0.54	0.48	0.54	0.48	0.43	0.90
溢水断面積A(m^2)	5.22	0.62	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
開口部長さl(m)	4.40	9.40	1.00	2.00	2.00	1.20	2.00	1.20	2.00	1.20	3.30	2.20
箇所数	2		3		3		3		2		2	
溢水量(m^3)	46.00	11.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
溢水量(m^3) SRSS	47.47		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00	
低下する高さ(m)	0.57		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00	
スロッシング後の水位 EL : (m)	54.38		54.95		54.95		54.95		54.95		54.95	

*1 : 燃料移送水路の固有周期が18.66秒と長周期であるが、10秒の震度の $0.03m/s^2 \times g$ を使用する。

*2 : スロッシング水の溢水を抑制するために設置する蓋を考慮しない。

*3 : 燃料移送水路の溢水量の上段は燃料受入れエリア側、下段が燃料貯蔵プールエリア側を示す。

溢水合計	1095 m^3
低下する高さ	0.55 m
スロッシング後の水位	54.40 m

3 . スロッシング後の水位の評価結果

2 . 4 にて算出した溢水量から燃料貯蔵プール等の低下する高さを求めスロッシング後の水位を以下のとおり算出した。

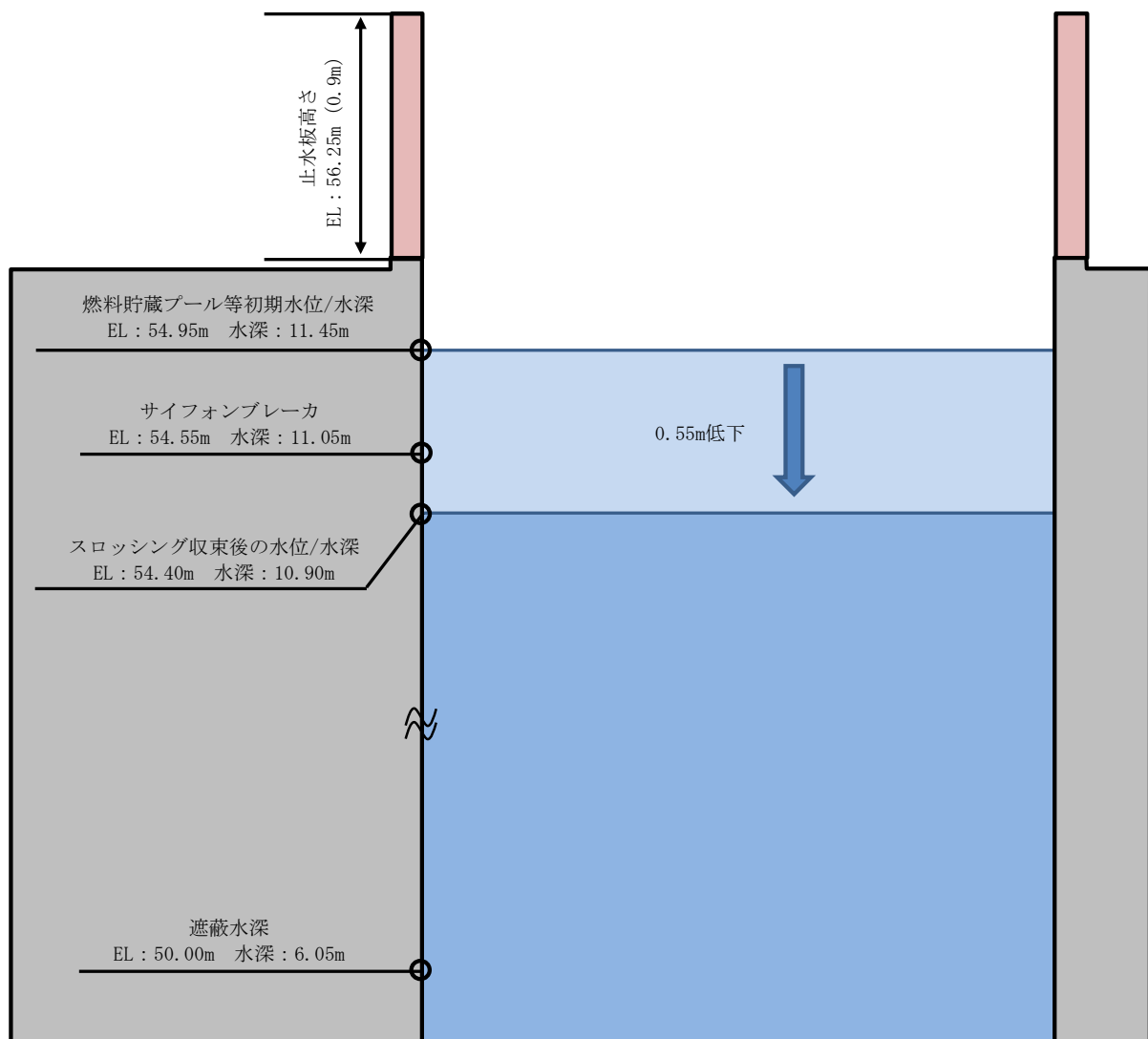
- ・低下する高さ (m) = 溢水量 (m³) / 燃料貯蔵プール等面積 2 0 0 1 m²
- ・スロッシング収束後の水位 = 初期水位 E L 5 4 . 9 5 - 低下する高さ (m)

燃料貯蔵プール等の中で燃料仮置きピットの水位低下が 1 . 0 9 m で燃料貯蔵プール等の中で最も水位が低下するが, 燃料貯蔵プール等は全て繋がった状態であるため, 時間経過により水位は均一状態になる。

そのため, 燃料貯蔵プール等全体の水位の低下は, 溢水量 1 0 9 5 m³ と燃料貯蔵プール等の面積より初期水位より 0 . 5 5 m となり, スロッシング収束後の水位は E L . 5 4 . 4 0 となる。

燃料貯蔵プール等全体の水位変動の関係を第 3 . 1 - 1 図に示す。

次項に, 燃料貯蔵プール等の補修時のピットゲート及びプールゲートを設置した状態におけるスロッシング溢水量による水位の低下を示す。



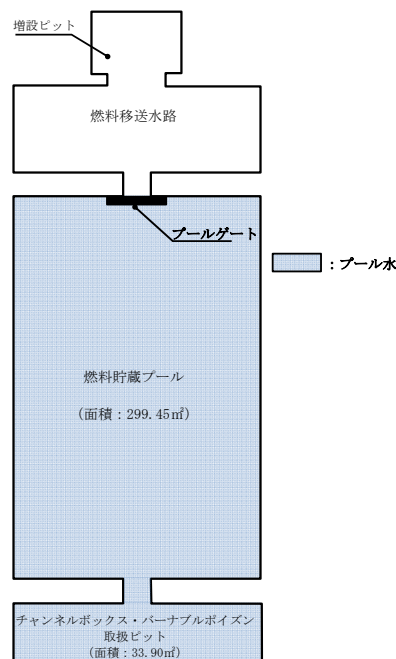
第 3 . 1 - 1 図 スロッシングにおける水位変動図

4 . ピットゲート及びプールゲート閉状態での溢水量評価

燃料貯蔵プール等には，万が一プール水が漏えいした際，他の健全な燃料貯蔵プール等を隔離して補修することを目的に，ピットゲート及びプールゲートが設置されている。

ピットやプールの補修にあたっては，補修対象の燃料貯蔵プール等に使用済燃料が存在しない状態でピットゲートやプールゲートにより隔離が行われる。

このため、通常状態においてピットゲートやプールゲートを設置することはないが、燃料貯蔵プールが健全な状態でプールゲートを設置した場合のスロッシングによる水位の低下について評価を行った。第4. 1-1図に示す燃料貯蔵プール及びチャンネルボックス・バーナブルポイズン取扱ピットを隔離した状態を示すが、燃料貯蔵プール1体の溢水量は218.52 m³、チャンネルボックス・バーナブルポイズン取扱ピットは24.27 m³であるため、合計242.79 m³となる。燃料貯蔵プール及びチャンネルボックス・バーナブルポイズン取扱ピットの面積は333.35 m²であるため、低下する高さは0.73 mとなり、水面はE L. 54.22となる。



第4. 1-1図 プールゲート設置の状態図

以 上

速度ポテンシャル理論による溢水量の妥当性について

目次

- 1．概要
- 2．速度ポテンシャル理論の適用性
- 3．速度ポテンシャル理論の保守性の検証
- 4．重大事故等対処への不確かさの影響について
- 5．今後の対応

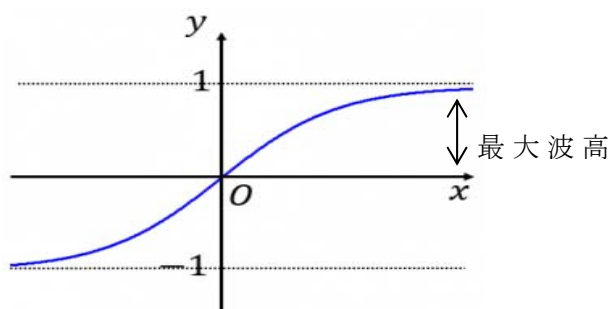
1. 概要

燃料貯蔵プール等のスロッシング後の水位においては、速度ポテンシャル理論により溢水量を算出し、溢水量から燃料貯蔵プール等の水位の低下量を算出している。ここでは、速度ポテンシャル理論によるスロッシングの溢水量の妥当性について説明する。

2. 速度ポテンシャル理論の適用性

スロッシングの評価手法としては、詳細評価として解析プログラムによる流動解析、簡易手法の一つとして速度ポテンシャル理論の手法があり、対象とする設備も一般のタンク類から使用済燃料プールと幅広く、評価する項目としても波高による容器の蓋への衝撃圧力、側壁に加わる動水圧による荷重と多様である。

速度ポテンシャル理論は第2図に示すとおり、波形状が双曲線正接（ $\tanh$ ）のような形状となり最大波高を求めることができることから、その最大波高を用いて溢水量を算出することができる。（ x を躯体形状とし、 y をスロッシングの波形状となる。）



第2図 双曲線正接図

2. 1 水の流動が速度ポテンシャル理論へ与える影響の検討

燃料貯蔵プール等のスロッシング評価において燃料貯蔵プール等を12種類の構造体に分割している。

そのため、連結した部分からのプール水の移行を考慮せず、保守性として全て溢水することで評価している。分割した構造体のうち、燃料貯蔵プール等の連結部は燃料貯蔵プールからチャンネルボックス・バーナブルポイズン取扱ピット又は燃料移送水路から燃料貯蔵プールへ水が流動している。

これらの流動する水が速度ポテンシャル理論により算出した溢水量への影響について検討を行った。

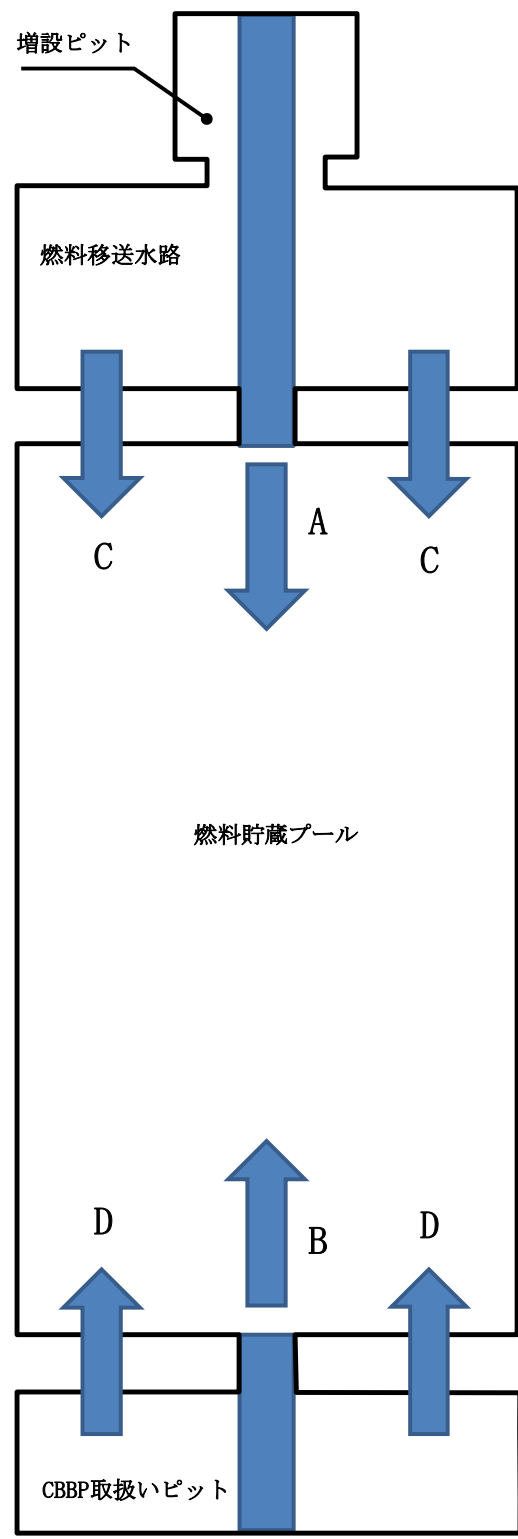
(1) 評価条件

連結部を有する燃料貯蔵プール等からの水の流動を考慮し、流動した水を加算した保有水量で固有周期を算出し、固有周期の変化の状況により、影響の確認を行った。

(2) 評価結果

燃料貯蔵プール等からの水の流動を考慮した固有周期および最大波高への影響について第2. 1-1図及び第2. 1-2図に示すが、流動した水を保有水量として考慮しても、固有周期の変化は軽微であり、最大波高の算出への影響は小さいことを確認した。

このため、燃料貯蔵プールを12種類の形状へ分割した評価結果へ有意な影響を与えない。

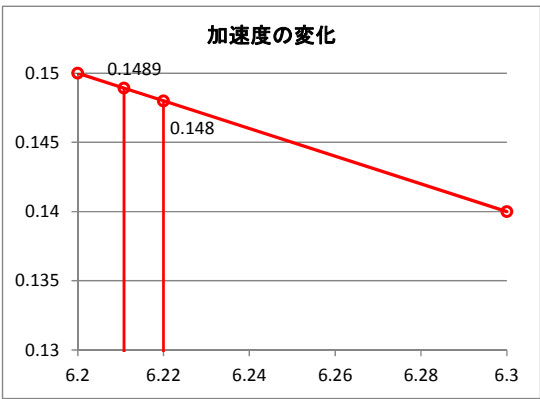


- A:水路、増設ピットから流入するスロッシング水
- ・増設: 1.7m³
 - ・増設-水路間: 0.3m³
 - ・水路: 5.4m³
 - ・水路-プール間: 0.6m³
- B: CBBP取扱いピットから流入するスロッシング水
- ・CBBP: 0.6m³
 - ・CBBP-プール間: 0.6m³
- C: 水路（止水板を超える）から流入するスロッシング水
- ・14.2m³
- D: CBBP取扱いピット（止水板を超える）から流入するスロッシング水
- ・0m³
- 合計: 27.3m³

プールの水位上昇
 $27.3/299.45=0.09117\cdots$
 $=0.091\text{m}$
 $11.52\text{ (NWL+20mm)} + 0.091$
 $=11.611\text{m (流入後の水位)}$

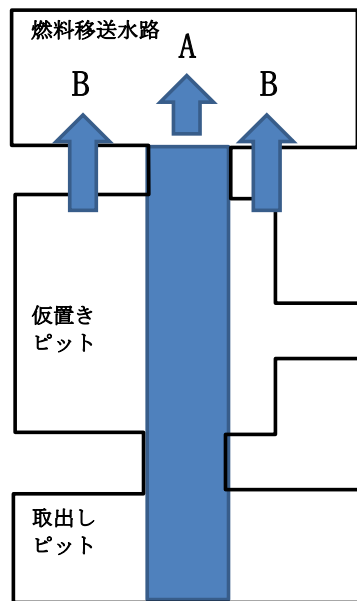
固有周期
T: 6.2108sec (流入後)
T: 6.2200sec (流入前)

対応する加速度
 α (at6.2108) : 0.1489G
 α (at6.220) : 0.1480G



最大波高さ
【流入前】
 $D=0.811*13.25/g*0.1480\text{ g}=1.590371\div1.60\text{m}$
【流入後】
 $D=0.811*13.25/g*0.1489\text{ g}=1.600042\div1.61\text{m}$

第 2 . 1 - 1 図 燃料貯蔵プールへのプール水流入による影響



A: 仮置きピット、取出しピットから流入するスロッシング水

- ・ 仮置きピット: 15.5m^3 (2基分)
- ・ 仮置きピット-水路間: 1.2m^3 (2基分)
- ・ 取出しピット-仮置きピット間: 2.5m^3 (2基分)
- ・ 取出しピット: 8.4m^3 (2基分)

B: 仮置きピット (止水板を越える) から流入するスロッシング水

- ・ 51.4m^3 (2基分)

C: 増設ピットから流入するスロッシング水

- ・ 増設: 8.4m^3 (3基分)
- ・ 増設-水路間: 1.5m^3 (3基分)

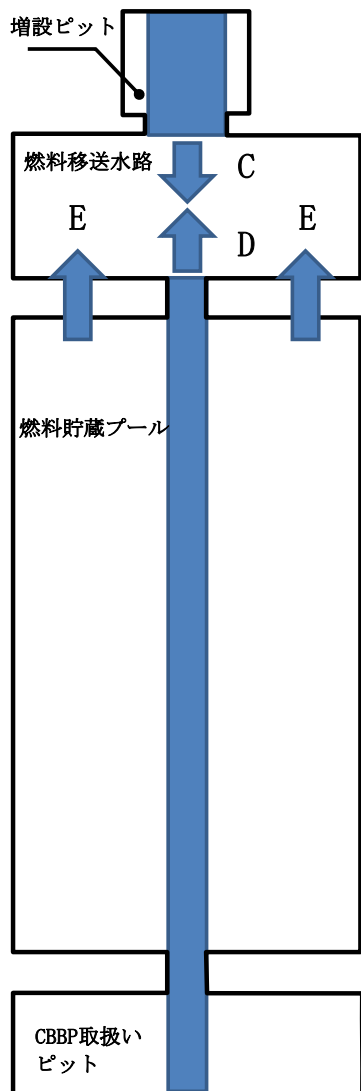
D: CBBPピット、プールから流入するスロッシング水

- ・ 水路-プール間: 1.8m^3 (3基分)
- ・ プール: 229.2m^3 (3基分)
- ・ CBBP-プール間: 1.8m^3 (3基分)
- ・ CBBP: 13.5m^3 (3基分)

E: プール (止水板を越える) から流入するスロッシング水

- ・ 148.8m^3 (3基分)

合計: 484m^3



水路の水位上昇

$$484/500.5 = 0.967033\cdots \\ = 0.97\text{m}$$

水路水位

$$12.32 + 0.97 = 13.26\text{m}$$

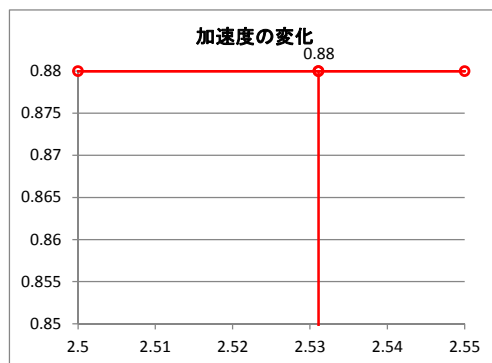
固有周期

T: 2.5311sec (流入前)

T: 2.5311sec (流入後)

対応する加速度

$$\alpha \text{ (at } 2.5311) = 0.88\text{G}$$



最大波高

加速度に変化がないことから、最大波高は変わらない。

従って、溢水量も変わらない。

第2. 1-2 図 燃料移送水路へのプール水流入による影響

3. 速度ポテンシャル理論の保守性の検証

3. 1 三次元解析による検証

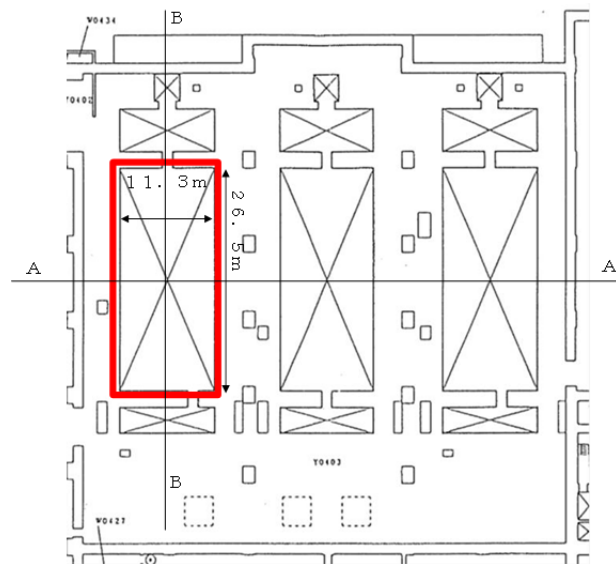
(1) 評価条件

速度ポテンシャル理論によるスロッシングの溢水量の保守性について、詳細評価（三次元解析）による結果と比較し検証した。

また、燃料貯蔵プール等の中で最も溢水量が多い、燃料貯蔵プール 1 体をモデル化した。

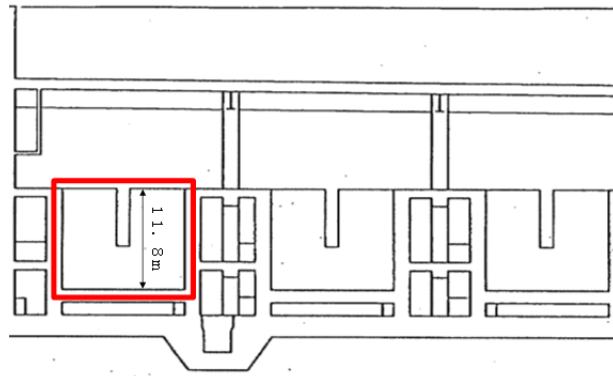
三次元解析に使用する解析コードは矩形開放容器のスロッシング試験による波高及び溢水量の比較の検証試験により検証された汎用熱流体解析コード（S T A R - C D）を用いる。

三次元解析のモデル化範囲及びモデル概要図を第 3. 1 - 1 図～第 3. 1 - 4 図に示し、評価条件を第 3. 1 - 1 表に示す。

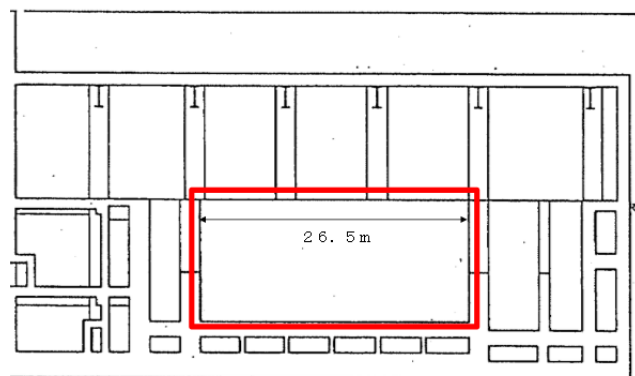


第 3. 1 - 1 図 三次元解析のモデル化範囲（平面）

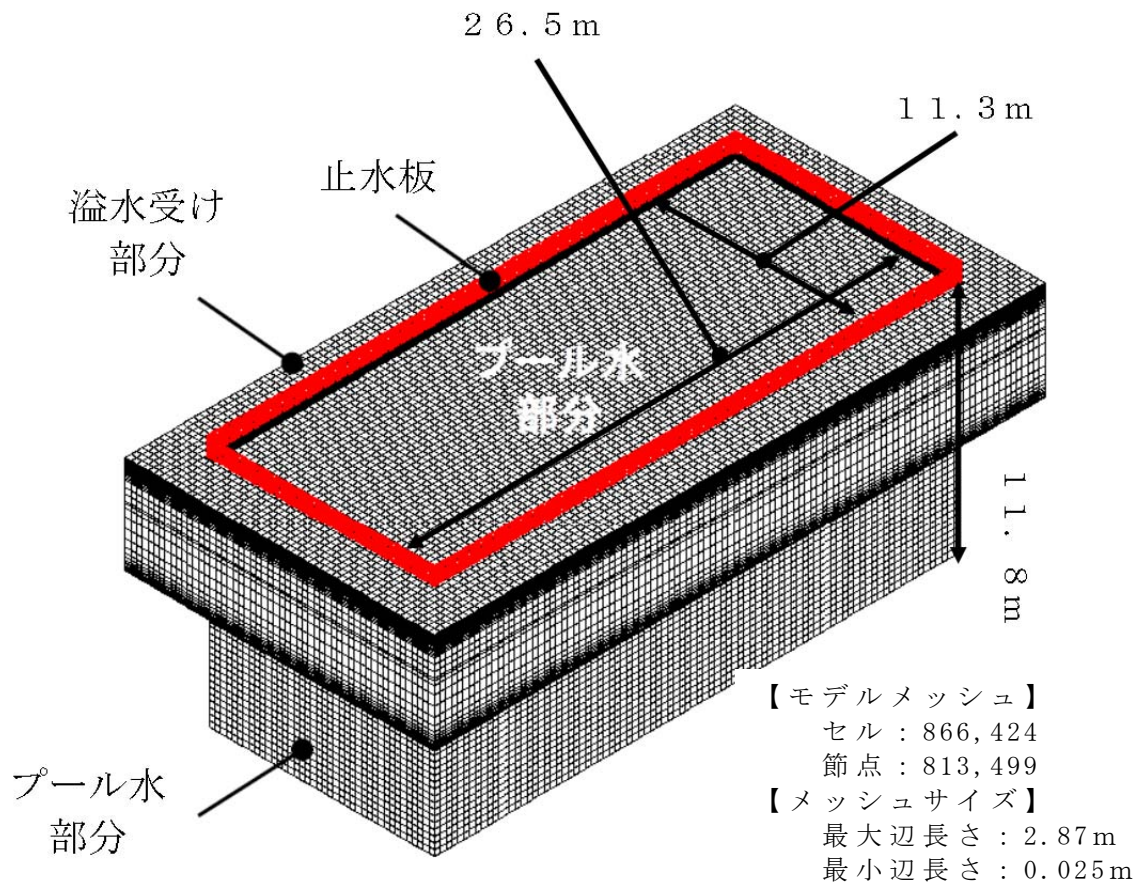
E L . 5 5 . 3 0



第3. 1-2図 三次元解析のモデル化範囲（A-A断面）



第3. 1-3図 三次元解析のモデル化範囲（B-B断面）



第3. 1-4図 燃料貯蔵プールのモデル概要図

第 3 . 1 - 1 表 評価条件

各種条件	速度ポテンシャル理論	三次元解析
評価範囲	燃料貯蔵プール 1 基	同左
境界条件	止水板（0.9m）を越える 溢水高さを越えた水は溢 水量とし、プール水は壁 による溢水の跳ね返りは 考慮しない。	同左
初期水位	EL：55.02m	同左
評価用 地震波	基準地震動 S_s を 1.2 倍し た床応答スペクトル 建屋：使用済燃料受入 れ・貯蔵建屋（EL： 55.30m） 減衰：0.5%	基準地震動 S_s を 1.2 倍し た時刻歴波（解析時間 200 秒） 建屋：使用済燃料受入 れ・貯蔵建屋（EL： 55.30m） 減衰：0.5%
地震方向	NS 方向，EW 方向	水平 2 方向および鉛直方 向 3 方向同時入力
評価手法	速度ポテンシャル理論	解析コード：STAR-CD
その他	燃料貯蔵プール等に設置 している水中機器は考慮 せず，燃料貯蔵プール等 内の水は全て揺動する。	同左

(2) 溢水量の比較結果

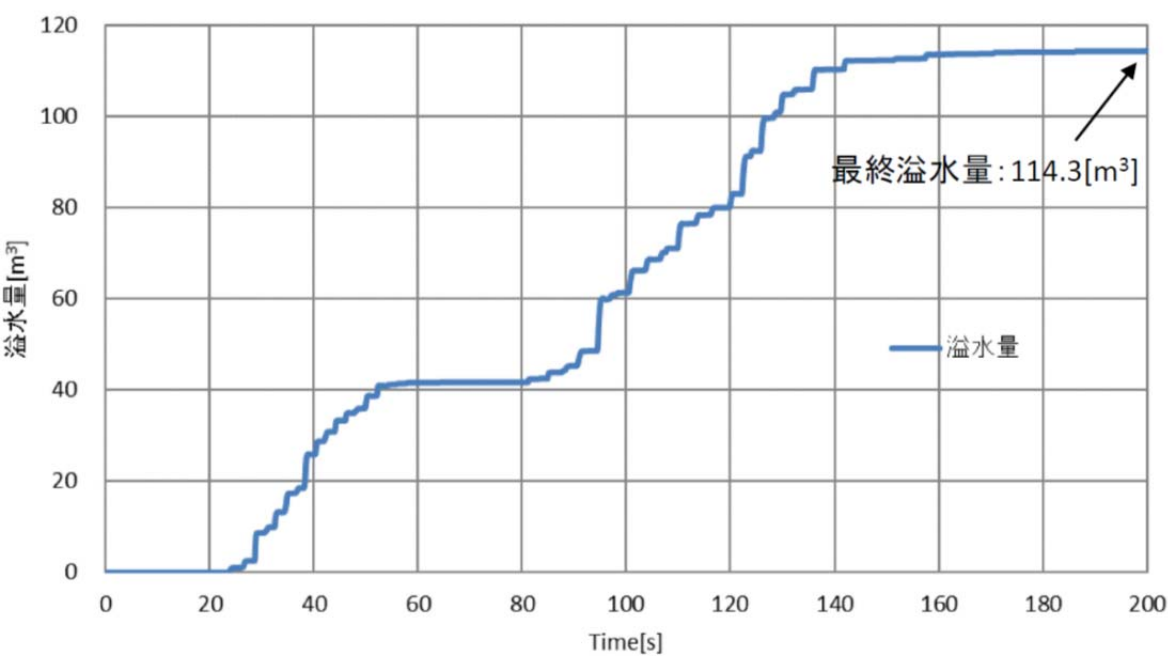
速度ポテンシャル理論では 2 3 1 . 5 5 m³ に対し三次元解析では 1 1 4 . 3 0 m³ となり，約 4 9 % が溢水量として低減する。

速度ポテンシャル理論と三次元解析による溢水量の比較を第 3 . 1 - 2 表に示す。

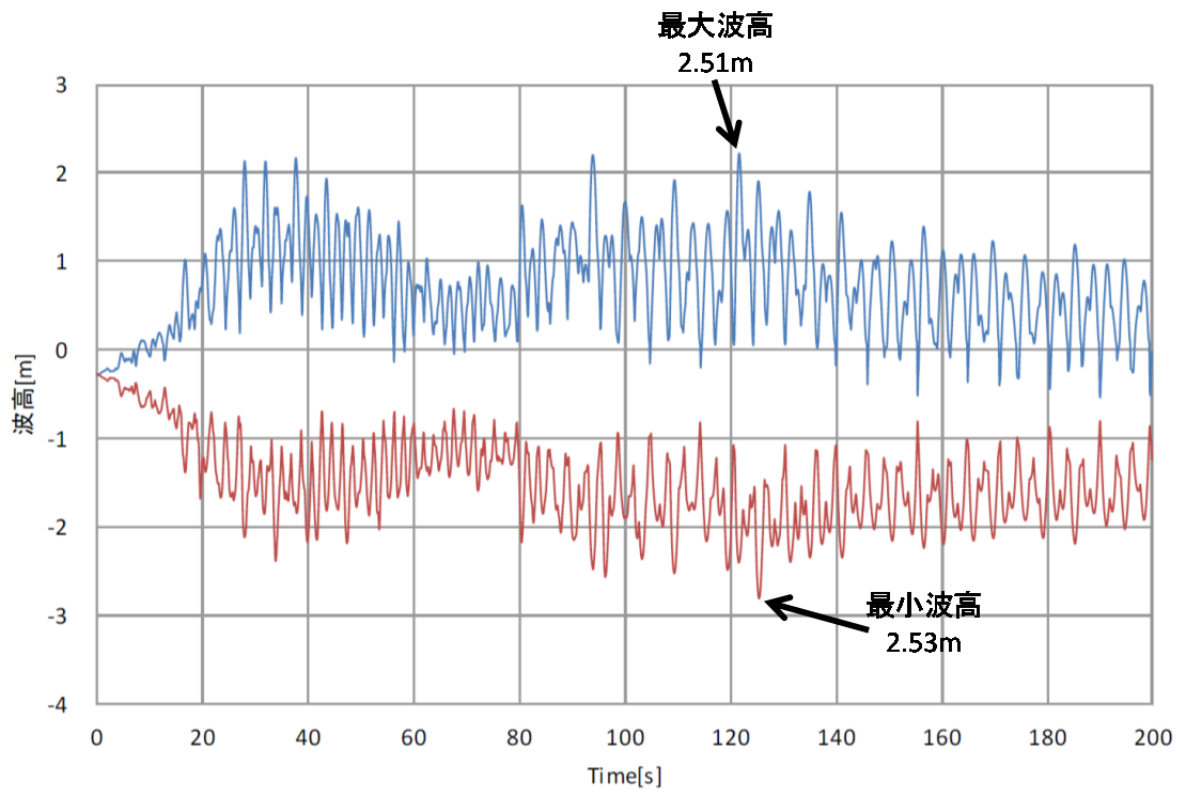
第 3 . 1 - 2 表 スロッシングによる溢水量比較

	速度ポテンシャル理論	三次元解析
スロッシング による溢水量 (最大波高)	2 3 1 . 5 5 m ³ (2 . 7 3 m)	1 1 4 . 3 0 m ³ (2 . 5 1 m)

三次元解析の評価の溢水量の時間変化を第 3 . 1 - 5 図に示し，波高の最大値と最小値の時間変化を第 3 . 1 - 6 図に示す。



第 3 . 1 - 5 図 溢水量の時間変化グラフ



第3. 1-6図 波高の最大値及び最小値の時間変化

3. 2 速度ポテンシャル理論の保守性

三次元解析との比較において、速度ポテンシャル理論の溢水量の結果が約2倍保守的な結果となっている。

これは流体の乱流挙動や溢流の複雑な非線形現象を考慮せず、最大波高を算出することで、溢水量が保守的に多くなるように全ての開口長さ一辺より溢水する条件としていることによるものとする。

また、最大波高においても速度ポテンシャル理論による結果が保守的となっていることも確認できる。

本評価においては、繋がった燃料貯蔵プール等を12種類の構造体に分割し、速度ポテンシャル理論による溢水量を算定し、燃料貯蔵プール1体において検証を実施した結果、速度ポテンシャル理論が保守的であることを確認した。

また、12種類の分割により燃料貯蔵プール等の連結部からのプール水の流動が溢水量への影響が小さいことを確認した。速度ポテンシャル理論と三次元解析の比較ではプール1体での検証であったが、溢水量及び最大波高が保守的となることを確認した。このため、速度ポテンシャル理論より算出した燃料貯蔵プール等の全体の溢水量は、三次元解析により導出される結果に対しても、同様な保守性を有するものとする。

4. 重大事故等対処への不確かさの影響について

燃料貯蔵プール等の想定事故2においては、地震による起因を想定して、重大事故等が重畳することを考えている。これは、蒸発乾固、水素爆発、燃料貯蔵プール等からの小規模な漏えい

が同時発生して対処することとしている。これらの重大事故等対処の優先順位は、対処の制限時間を考慮して決定している。燃料貯蔵プール等からの小規模な漏えいへの対処については、制限時間までの猶予が比較的長いことから、重大事故等対処の優先順位は各建屋での水素爆発及び蒸発乾固への対処を実施した後、燃料貯蔵プール等の小規模な漏えいへの対処を実施し、最後に前処理建屋における蒸発乾固の対処を実施することとしている。

今回の速度ポテンシャル理論によるスロッシングの溢水量の評価では、3次元解析と比較した結果、約2倍の溢水量と保守的であり、燃料貯蔵プール等の水位の低下量を半分とした場合、小規模漏えいによる水位の低下は、スロッシングによる水位の低下後、サイホンブレイカ孔位置まで低下して停止することが事故条件となる。この場合、沸騰までの時間は、約36時間から約37時間とわずかに延びることとなるが、重大事故等対処の優先順位に影響を与えるものではない。

5. 今後の対応

4項に示すとおり、速度ポテンシャル理論によるスロッシング量の評価では保守性を有するものの、その保守性が重大事故等対処に影響を与えるものではない。

今後、設工認申請に向け、連成モデルによる3次元解析を進める。

以 上

13. 重大事故が同時に又は連鎖して発生した場合の対処

目次

13. 重大事故が同時に又は連鎖して発生した場合の対処

13.1 重大事故等の同時発生

13.1.1 同時発生が想定される重大事故等の種類と想定する条件

13.1.2 重大事故等が同時発生した場合の有効性評価の範囲

13.1.3 重大事故等が同時発生した場合の拡大防止対策の有効性評価

13.1.4 重大事故等が同時発生した場合に必要な要員及び資源

13.2 重大事故等の連鎖

13. 重大事故が同時に又は連鎖して発生した場合の対処

13.1 重大事故等の同時発生

13.1.1 同時発生が想定される重大事故等の種類と想定する条件

重大事故等の同時発生は、「地震」又は「火山」による安全機能の喪失によって、「冷却機能の喪失による蒸発乾固」，「放射線分解により発生する水素による爆発」及び「燃料貯蔵プール等の冷却等の機能喪失」が同時に発生する事象であり、また、「動的機器の多重故障」又は「長時間の全交流動力電源の喪失」により、安全冷却水系の冷却塔又は冷却水循環ポンプが機能喪失することによって、「冷却機能の喪失による蒸発乾固」及び「放射線分解により発生する水素による爆発」が同時に発生する事象である。

重大事故等の同時発生の範囲を考慮すると、「地震」又は「火山」を条件とした場合が最も多くの重大事故等の発生が想定され、また、「地震」が重大事故等の発生の条件として最も厳しい。

以上より、重大事故等の同時発生の有効性評価は、「地震」を代表事例として、「冷却機能の喪失による蒸発乾固」，「放射線分解により発生する水素による爆発」及び「燃料貯蔵プール等の冷却等の機能喪失（想定事故2）」の同時発生を対象に実施する。

重大事故等の同時発生が想定される機器と重大事故等の種類の関係を第13－1表に示す。

13.1.2 重大事故等が同時発生した場合の有効性評価の範囲

各重大事故等へ講じられる対策は、蒸発乾固の場合は、機器に内包する高レベル廃液等の温度を沸点未満に維持する又は機器の液位を維持する観点で、水素爆発の場合は、高レベル廃液等を内包する機器の気相部の水素濃度を未然防止濃度未満に維持する観点で、燃料貯蔵プール等の冷却等の機能喪失（想定事故2）の場合は、燃料貯蔵プール等の水位を維持する観点で実施され、各々違う観点である。これらの観点及び重大事故等対策は、重大事故等が同時発生した場合であっても同じであり、各重大事故等対策が競合することはない。また、重大事故等対策に使用する設備も重大事故等ごとに専用の設備を整備することから、設備が競合することはなく、各設備の操作条件も、重大事故等が同時発生した場合を前提として整備している。

以上より、重大事故等が同時発生した場合であっても、各重大事故等対策の有効性評価は、個別に評価することが可能だが、各重大事故等が発生した場合の事故環境が相互に与える影響を考慮する必要がある。

各重大事故等が発生した場合の事故環境が相互に与える影響及び有効性評価の要否の詳細を以下に示す。また、発生が想定される重大事故等と設備又は機器の関係は第13－1表のとおりである。

(1) 重大事故等の発生防止対策

発生防止対策が講じられる時点は、事故影響が健在化していない状態であり、重大事故等が単独で発生している状態と変わるものではないことから、重大事故等が同時発生した場合の発生防止対策の有効性評価における評価条件及び評価結果は、「7.1.2 蒸発乾固の発生防止対策の有効性評価」及び「8.1.2 水素爆発の発生防止対策の有効性評

価」に記載した内容と同じである。

なお、燃料貯蔵プール等の冷却等の機能喪失（想定事故２）の事故影響は、「11.1.2.3 同時発生又は連鎖」に記載したとおり、使用済燃料の受入れ施設及び貯蔵施設を超えて蒸発乾固又は水素爆発の発生が想定される前処理建屋、分離建屋、精製建屋、ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋及び高レベル廃液ガラス固化建屋に及ぶことはなく、以下の(2)においても同様である。

(2) 重大事故等の拡大防止対策

拡大防止対策が講じられる時点は、事故影響が健在化している状態となる。したがって、蒸発乾固及び水素爆発が同一の機器内で発生する場合には、拡大防止対策の有効性評価において、相互に与える影響を考慮する必要がある。

(a) 蒸発乾固の拡大防止対策

水素爆発が蒸発乾固の拡大防止対策に与える影響は、仮に水素爆発が発生すると想定した場合、水素爆発に伴い生じるエネルギーは数十MJ程度であり、水素爆発により生じたエネルギーが全て溶液に付加されることを仮定したとしても、溶液の温度上昇は1℃未満であり、貯槽からの実際の放熱による除熱効果を考慮すれば、その影響は無視できる程度であることから、水素爆発の影響によって蒸発乾固の拡大防止対策に影響を与えることはなく、重大事故等が同時発生した場合の蒸発乾固の拡大防止対策の有効性評価における評価条件及び評価結果は、「7.1.2 蒸発乾固の発生防止対策の有効性評価」に記載した内容と同じである。

(b) 水素爆発の拡大防止対策

溶液の沸騰に伴う溶液の対流は、溶液内の水素を気相部に追い出す効果となるため、沸騰により溶液の見かけ上のG値が増加し、水素発生量が増加するという特徴を有する。

以上より、重大事故等が同時発生した場合の水素爆発の拡大防止対策の有効性評価は、水素発生量の増加に着目し有効性評価を実施する。

(c) 大気中への放射性物質の放出量

蒸発乾固及び水素爆発が同時に発生した場合には、大気中への放射性物質の放出量が増加することから、重大事故等の同時発生の大気中への放射性物質の放出量を評価する。

(d) 想定事故2の燃料損傷防止対策

「7.2.2.3 同時発生又は連鎖」及び「8.2.2.3 同時発生又は連鎖」に記載したとおり、蒸発乾固及び水素爆発の事故影響が、貯槽等のバウンダリを超えて波及することは想定されないことから、重大事故等が同時発生した場合の想定事故2の燃料損傷防止対策の有効性評価における評価条件及び評価結果は、「11.2.2 想定事故2の燃料損傷防止対策の有効性評価」に記載した内容と同じである。

13.1.3 重大事故等が同時発生した場合の拡大防止対策の有効性評価

(1) 有効性評価

a. 有効性評価の考え方

水素爆発の再発を防止するための空気の供給は、沸騰によるG値上昇に伴う水素発生量の増加を考慮しても、機器内の水素濃度が未然防止濃度に至るまでの時間よりも前に、水素爆発が続けて生じることを防止するために必要な機器への圧縮空気の供給の準備を完了でき、圧縮空気を供給することで、機器気相部の水素濃度が未然防止濃度に至らずに低下傾向を示し、可燃限界濃度未満で平衡に達することを評価する。

また、大気中への放射性物質の放出量の評価は、重大事故等が同時発生した影響を考慮して評価する。

b. 機器の条件

(a) 可搬型空気圧縮機

「8.1.2 水素爆発の発生防止対策の有効性評価」に記載した可搬型空気圧縮機の機器条件は、沸騰によるG値の上昇に伴う水素発生量の増加を見込んで設定された条件であることから、単独発生の場合も同時発生の場合も、可搬型空気圧縮機の機器条件に変更はなく、「8.2.2 水素爆発の拡大防止対策の有効性評価」に記載した内容と同じである。

(b) 手動圧縮空気ユニット

手動圧縮空気ユニットからの圧縮空気の供給は、高レベル廃液等が沸騰に至る前に実施されるため、単独発生の場合も同時発生の場合も、手動圧縮空気ユニットの機器条件に変更はなく、「8.2.2 水素爆発の拡大防止対策の有効性評価」に記載した内容と同じである。

(c) 放射性物質の放出量評価に関する機器条件

単独発生の場合も同時発生の場合も、事故時環境に有意な変化がないことから、塔槽類廃ガス処理設備の隔離弁の機器条件に変更はなく、「7.2.2 蒸発乾固の拡大防止対策の有効性評価」及び「8.2.2 水素爆発の拡大防止対策の有効性評価」に記載した内容と同じである。

c. 操作条件

「7.2.2 蒸発乾固の拡大防止対策の有効性評価」, 「8.2.2 水素爆発の拡大防止対策の有効性評価」及び「11.2.2 想定事故2に対する有効性評価」に記載している各重大事故等の操作条件は、重大事故等が同時発生した場合を前提として整備したものであることから、重大事故等が同時発生した場合においても同じである。

重大事故等の発生が想定される機器における沸騰に至るまでの時間及び未然防止濃度、プール水が沸騰に至るまでの時間は第13-1表に示すとおりである。

d. 放出量評価の条件

単独発生を想定した場合であっても、同時発生を想定した場合であっても、大気中への放射性物質の放出量の評価条件に変わりはなく、「7.2.2 蒸発乾固の拡大防止対策の有効性評価」及び「8.2.2 水素爆発の拡大防止対策の有効性評価」に記載したとおりである。

(a) 溶液の沸騰前の水素掃気用の圧縮空気に同伴する放射性物質の放出量評価

空気貯槽（水素掃気用）、圧縮空気貯槽又は圧縮空気ユニット及び手動圧縮空気ユニット（以下13.では「空気貯槽等」という）から供給

される圧縮空気に同伴する放射性物質は、事故影響が健在化する前の平常運転状態における機器気相部の放射性物質が対象であり、重大事故等が同時発生した場合であっても、溶液が沸騰する等、事故影響が健在化するまでの間の機器気相部の状態に変化はなく、「8.2.2 水素爆発の拡大防止対策の有効性評価」に記載した内容と同じである。

(b) 溶液の沸騰後の事態の収束までの主排気筒から大気中への放射性物質の放出量評価

- i. 重大事故等が同時発生した場合でも、放射性物質の放出量評価の対象となる機器が保有する放射性物質質量に違いはない。
- ii. 溶液の沸騰に伴い気相中に移行する放射性物質の割合は、溶液が沸騰している状態において、機器気相部で水素爆発が発生することで、機器外への移行量が増大する可能性があるものの、溶液の沸騰を対象として設定している移行割合は、試料容器以降で捕集された物質も対象とし、本来、移行率に含まれない粗大粒子を含めて設定している。
以上より、重大事故等の同時発生を想定した場合であっても溶液の沸騰に伴い気相中に移行する放射性物質の割合に違いはなく、「7.2.2 蒸発乾固の拡大防止対策の有効性評価」に記載した内容と同じである。
- iii. 溶液が沸騰を開始してから乾燥・固化に至るまでの期間のうち、放射性物質の放出に寄与する時間割合は、冷却コイル等への通水実施までの時間に依存するが、冷却コイル等への通水実施のための作業計画は、重大事故等が同時発生した場合を前提として構築されており、「7.2.2 蒸発乾固の拡大防止対策の有効性評価」に記載した内容と同じである。
- iv. 放射性物質の除染係数は、水素爆発による風量増加が影響する可能

性があるものの、風量増加は瞬時の現象であり、恒常的に除染係数が悪化することは想定されないことから、「7.2.2 蒸発乾固の拡大防止対策の有効性評価」に記載した内容と同じである。

- (c) 水素爆発を未然に防止するための圧縮空気の供給又は水素爆発の再発を防止するための圧縮空気の供給が成功した場合の主排気筒から大気中への放射性物質の放出量評価

沸騰開始前までは、機器気相部の放射性物質の濃度に変化はなく、「8.2.2 水素爆発の拡大防止対策の有効性評価」に記載した内容と同じである。また、溶液が沸騰した後は、沸騰に伴う放射性物質の移行に包含され、その影響は上記(b)に記載したとおりである。

- (d) 水素爆発を想定する場合の主排気筒から大気中への放射性物質の放出量評価

- i. 重大事故等が同時発生した場合でも、放射性物質の放出量評価の対象となる機器が保有する放射性物質質量に違いはなく、「8.2.2 水素爆発の拡大防止対策の有効性評価」に記載した内容と同じである。
- ii. 気相中に移行する放射性物質の割合は、沸騰している状態では蒸気により機器の気相部の気体が掃気され水素濃度が低下することにより、爆発により発生する圧力が低下するが、設定した気相に移行する割合は厳しい結果を与える設定としているため、「8.2.2 水素爆発の拡大防止対策の有効性評価」に記載した内容と同じとする。
- iii. 事故の影響を受ける割合は、水素爆発時の機器内の溶液の深さに依存するパラメータであり、沸騰をしている状態で液深さが減少するものではないことから、「8.2.2 水素爆発の拡大防止対策の有効性評

価」に記載した内容と同じである。

iv. 放射性物質の除染係数は、凝縮器による蒸気の凝縮により、高性能粒子フィルタが所定の性能を発揮できることから、「8.2.2 水素爆発の拡大防止対策の有効性評価」に記載した内容と同じである。

e. 判断基準

重大事故等が同時発生した場合、水素発生量に違いが生じるものの、拡大防止対策の内容に違いはなく、「7.2.2 蒸発乾固の拡大防止対策の有効性評価」及び「8.2.2 水素爆発の拡大防止対策の有効性評価」に記載した内容と同じである。

(2) 有効性評価の結果

a. 有効性評価の結果

(a) 水素爆発の再発を防止するための圧縮空気の供給

水素爆発の再発を防止するための圧縮空気の供給に関する作業計画は、重大事故等の同時発生を前提として整備していることから、「8.2.2 水素爆発の拡大防止対策の有効性評価」に記載した内容と同じである。

機器内の水素濃度の推移は、沸騰による溶液のG値の増加を考慮しても機器内の水素濃度を4 vol %未満に維持することができる量の圧縮空気を供給することから、機器内水素濃度が4 vol %を超えている場合においては圧縮空気の供給の開始と同時に水素濃度が低下する。

以上の有効性評価結果を第13.1.3-1表から第13.1.3-5表に、対策実施時のパラメータの推移を第13.1.3-1図に示す。

(b) 大気中への放射性物質の放出量

重大事故ごとの大気中への放射性物質の放出量は、重大事故等が同時発生した場合でも単独発生の場合と同じであり、全ての建屋の蒸発乾固及び水素爆発による放出量を合計した場合、合計約 2×10^{-3} TBqとなり、100 TBqを下回るものであって、かつ、実行可能な限り低い。

重大事故等が同時発生した場合の各建屋の主排気筒から大気中への放射性物質の放出量及び大気中への放射性物質の放出量（セシウム-137換算）の詳細を第13.1.3-6表から第13.1.3-10表に示す。

b. 不確かさの影響評価

(a) 事象、事故条件及び機器条件の不確かさの影響

i. 想定事象の違い

想定事象の違いが有効性評価結果に与える影響は、単独発生、同時発生の想定に因らないことから、「7.1.2.2 有効性評価の結果」及び「8.1.2.2 有効性評価の結果」に記載した内容と同じである。

ii. 実際の水素発生量、空間容量及び空間における混合の観点

拡大防止対策が講じられるタイミングでは、機器内の溶液は沸騰前ではあるが、温度が上昇している可能性がある。このため、水素発生量は溶液の対流に伴い見かけ上大きくなる可能性があるが、沸騰前であり水素発生量に与える影響は小さい。また、空間容量及び空間における混合の条件は、単独発生の場合も同時発生の場合もその影響が変わることはないため、「8.2.2.2 有効性評価の結果」に記載した内容と同じである。

iii. 放射性物質の放出量評価に用いるパラメータの不確かさ

(i) 溶液の沸騰前の水素掃気用の圧縮空気に同伴する放射性物質の放出量評価

1) 貯槽が保有する放射性物質質量

貯槽が保有する放射性物質質量の設定は、単独発生、同時発生の想定に因らないことから、「8.2.2.2 有効性評価の結果」に記載したとおりである。

2) 事故の影響を受ける割合

機器に供給する圧縮空気によるかくはん、掃気の条件に依存するパラメータであり、溶液の沸騰前の場合、単独発生、同時発生の想定に因らないことから、「8.2.2.2 有効性評価の結果」に記載した内容と同じである。

3) 気相中に移行する放射性物質の割合

気相中に移行する放射性物質の割合は、溶液の沸騰前の場合、単

独発生，同時発生の想定に因らないことから，「8.2.2.2 有効性評価の結果」に記載した内容と同じである。

4) 貯槽から主排気筒までの除染係数

貯槽から主排気筒までの除染係数の設定は，溶液の沸騰前の場合，単独発生，同時発生の想定に因らないことから，「8.2.2.2 有効性評価の結果」に記載した内容と同じである。

(ii) 溶液の沸騰後の事態の収束までの主排気筒から大気中への放射性物質の放出量評価

1) 貯槽が保有する放射性物質質量

貯槽が保有する放射性物質質量の設定は，単独発生，同時発生の想定に因らないことから，「7.2.2.2 有効性評価の結果」に記載したとおりである。

2) 溶液が沸騰を開始から乾燥・固化に至るまでの期間のうち，放射性物質の放出に寄与する時間割合

水素爆発により生じるエネルギーは数十MJ程度であり，水素爆発により生じたエネルギーが全て溶液に付与されたとしても，溶液温度上昇は1℃未満と限定的であり，実際の放熱条件の安全余裕の内数であると判断できることから，「7.2.2.2 有効性評価の結果」に記載した内容と同じである。

3) 溶液の沸騰に伴い気相中に移行する放射性物質の割合

溶液の沸騰に伴い気相中に移行する放射性物質の割合は，溶液が沸騰している状態において，機器気相部で水素爆発が発生することで，機器外への移行量が増大する可能性があるものの，その増加の影響は，水素爆発による放射性物質の移行率に含まれることから，単独発生の場合に上振れとして参照した臨界に伴う沸騰時の移行率

である0.05%上回ることは想定し難く、「7.2.2.2 有効性評価の結果」に記載した内容と同じである。

4) 貯槽から主排気筒までの放射性物質の除染係数

放射性物質の除染係数は、水素爆発による風量増加が影響する可能性があるものの、風量増加は瞬時の現象であり、恒常的に除染係数が悪化することは想定されないことから、「7.2.2 蒸発乾固の拡大防止対策の有効性評価」に記載した内容と同じである。

5) 機器への注水による溶液温度低下に起因する不確かさ

機器への注水による溶液温度低下による放出量への影響は、単独発生、同時発生の想定に因らないことから、「7.2.2.2 有効性評価の結果」に記載した内容と同じである。

(iii) 水素爆発を未然に防止するための圧縮空気の供給又は水素爆発の再発を防止するための圧縮空気の供給が成功した場合の主排気筒から大気中への放射性物質の放出量評価

1) 貯槽が保有する放射性物質質量

貯槽が保有する放射性物質質量の設定は、単独発生、同時発生の想定に因らないことから、「8.2.2.2 有効性評価の結果」に記載したとおりである。

2) 事故の影響を受ける割合

機器に供給する圧縮空気によるかくはん、掃気の条件に依存するパラメータであり、沸騰をしている状態で液深さが減少するものではないことから、「8.2.2.2 有効性評価の結果」に記載した内容と同じである。

3) 気相中に移行する放射性物質の割合

圧縮空気の供給に伴い気相中に移行する放射性物質の割合は、沸

騰により増加する可能性はあるが、溶液の沸騰により気相中へ移行する割合と比較すると十分小さく、沸騰に包含される。

4) 貯槽から主排気筒までの放射性物質の除染係数

放射性物質の除染係数は、溶液の沸騰による蒸気発生が影響する可能性があるものの、凝縮器による蒸気の凝縮により、高性能粒子フィルタが所定の性能を発揮できることから、「8.2.2.2 有効性評価の結果」に記載した内容と同じである。

(iv) 水素爆発を想定する場合の主排気筒から大気中への放射性物質の放出量評価

1) 貯槽が保有する放射性物質質量

貯槽が保有する放射性物質質量の設定は、単独発生、同時発生の想定に因らないことから、「8.2.2.2 有効性評価の結果」に記載したとおりである。

2) 事故の影響を受ける割合

水素爆発により溶液が影響を受ける割合は、単独発生、同時発生の想定に因らないことから、「8.2.2.2 有効性評価の結果」に記載したとおりである。

3) 気相中に移行する放射性物質の割合

気相中に移行する放射性物質の割合は、沸騰している状態では蒸気により機器の気相部の気体が掃気され水素濃度が低下することにより、爆発により発生する圧力が低下するが、厳しい結果を与える設定であることから、「8.2.2.2 有効性評価の結果」に記載した内容と同じとする。

4) 貯槽から主排気筒までの放射性物質の除染係数

放射性物質の除染係数は、溶液の沸騰による蒸気発生が影響する

可能性があるものの、凝縮器による蒸気の凝縮により、高性能粒子フィルタが所定の性能を発揮できることから、「8.2.2.2 有効性評価の結果」に記載した内容と同じである。

(b) 操作条件の不確かさの影響

i. 実施組織要員の操作

重大事故等が同時発生することを前提として、対処の制限時間に対して、重大事故等対策の実施に必要な準備作業を2時間前までに完了できるよう計画しており、実施組織要員の操作が有効性評価に与える影響は、「7.1.2.2 有効性評価の結果」，「8.1.2.2 有効性評価の結果」及び「11.2.2 想定事故2に対する有効性評価」に記載した内容と同じである。

ii. 作業環境

作業環境の不確かさが有効性評価に与える影響は、単独発生、同時発生の想定に因らないことから、「7.1.2.2 有効性評価の結果」，「8.1.2.2 有効性評価の結果」及び「11.2.2 想定事故2に対する有効性評価」に記載した内容と同じである。

(3) 判断基準への適合性の検討

水素爆発の再発を防止するための空気の供給は、重大事故等が同時発生した場合であっても、水素爆発を未然に防止するための圧縮空気の供給と同様、圧縮空気貯槽又は圧縮空気ユニット、予備圧縮空気ユニット及び手動圧縮空気ユニットからの圧縮空気の供給により、実施組織要員の対処時間を確保し、2系統の代替安全圧縮空気系の機器圧縮空気供給配管からの圧縮空気の供給を行い、重大事故の水素爆発を想定する機器内の水素濃度を可燃限界濃度未満にすることにより、水素爆発の事態の収束を図り、安定状態を維持できることを確認した。

事態が収束するまでの主排気筒から大気中への放射性物質の放出量（セシウム-137 換算）は、使用済燃料貯蔵建屋以外の全ての建屋で合計約 $2 \times 10^{-3} \text{ TBq}$ であり、 100 TBq を下回るものであって、かつ、実行可能な限り低いことを確認した。

不確かさの影響評価として、「事象、事故条件及び機器条件の不確かさの影響」及び「操作条件の不確かさの影響」が有効性評価へ与える影響を確認し、重大事故等が同時発生した場合であっても、単独で発生した場合と同様に、影響は小さく、判断基準を満足することに変わりはないことを確認した。

13.1.4 重大事故等が同時発生した場合に必要な要員及び資源

重大事故等が同時発生した場合に必要な要員及び資源は、「7.3 蒸発乾固の発生防止対策及び拡大防止対策に必要な要員及び資源」, 「8.3 水素爆発の発生防止対策及び拡大防止対策に必要な要員及び資源」及び「11.3 想定事故1及び想定事故2のための措置に必要な要員及び資源」に記載したとおりである。

要員及び資源の有効性評価については、同時に又は連鎖して発生する事象の影響の考慮の他、付帯する対処の影響を考慮する必要があるため、「14. 必要な要員及び資源の評価」において示す。

13.2 重大事故等の連鎖

連鎖して発生する重大事故等の整理は、起因となる重大事故等の事故影響によって、他の重大事故等の発生を防止している安全機能が喪失するか否か及び互いの重大事故等対策を阻害せず、有効に機能することを事象毎に確認する。また、特定にあたっては、溶液の性状等の変化に伴って健在化する可能性のある現象に留意する。想定する事故時の環境条件は、「温度」、「圧力」、「湿度」、「放射線」、「物質（水素、蒸気、煤煙、放射性物質）及びエネルギーの発生」、「転倒・落下による荷重」及び「腐食環境」を考慮する。

13.2.1 臨界事故

臨界事故が発生する貯槽等が有する安全機能は水素掃気に係る安全機能であるが、水素掃気に係る安全機能を有する機器の材質は、ステンレス鋼であり、事象、事故条件及び機器条件の不確かさを考慮しても、沸騰が生じた場合の温度は100℃を超える程度であり、これらの安全機能を有する機器が損傷することはない。

また、沸騰が生じた場合に発生する水蒸気により、貯槽等内の圧力が上昇することもあるが、貯留設備への放射性物質の導出により、圧力が過度に上昇することは無いため、貯槽等が損傷することはない、他の重大事故等が連鎖して発生することはない。

さらに、臨界事故が発生した場合、臨界事故により発生する放射線及び放射性希ガス等からの放射線に晒されるが、水素掃気に係る安全機能を有する機器の材質は、ステンレス鋼であり、これらの安全機能を有する機器が損傷することはない。

13.2.2 冷却機能の喪失による蒸発乾固

沸騰が発生する貯槽等に接続する冷却コイル，冷却ジャケット及びその他の安全機能を有する機器の材質は，ステンレス鋼又はジルコニウムであり，事象，事故条件及び機器条件の不確かさを考慮しても，沸騰が発生した場合の温度は，モル沸点上昇を考慮しても130℃程度であり，これらの安全機能を有する機器が損傷することはない。

沸騰時の機器内の圧力は，3 k P a 以下であり，その他の環境条件の変動を考慮しても，沸騰が発生する貯槽等に接続する機器が損傷することはない，他の重大事故等が連鎖して発生することはない。

また，高レベル廃液等が沸騰した場合には，高レベル廃液等のG値の上昇により，水素発生量が増加するが，通常運転時の安全圧縮空気系の水素掃気量は，水素発生量に対して十分な余力を有しており，高レベル廃液等が沸騰に至り，水素発生量が増えたとしても，機器気相分の水素濃度が4 v o l %に至ることとはなく，他の重大事故等が連鎖して発生することはない。

13.2.3 放射線分解により発生する水素による爆発

水素爆発の発生を防止するための措置を実施する環境条件として、機器内の水素濃度が上昇している状態を想定するが、圧縮空気貯槽、圧縮空気ユニット及び予備圧縮空気ユニットからの圧縮空気の供給により水素濃度は可燃限界濃度未満であるため、水素の燃焼が生じることはなく、平常時と同等の環境である。このため、設備の健全性は維持される。

水素爆発の再発を防止するための措置を実施する環境条件として、機器内の水素濃度が上昇している状態を想定するが、手動圧縮空気ユニットからの圧縮空気の供給により水素濃度は未然防止濃度を超えることはない。
万が一、未然防止濃度未満で水素の燃焼が発生したとしても、水素爆発の再発を防止するための措置に使用する常設重大事故等対処設備及び塔槽類廃ガス処理設備からセルに導出するユニットの部材はステンレス鋼であり、想定される温度、圧力の環境において損傷することはない、また、機器のバウンダリを超えて影響が波及することはない。

したがって、他の重大事故が連鎖して発生することはない。

13.2.4 有機溶媒等による火災又は爆発（T B P等の錯体の急激な分解反応）

プルトニウム濃縮缶においてT B P等の錯体の急激な分解反応の発生した場合，T B P等の錯体の急激な分解反応の発生による圧力及び温度の急激な上昇により，廃ガス処理設備を通じて他の設備の安全機能が喪失して他の事象が発生する可能性については，T B P等の錯体の急激な分解反応によるエネルギーを全て溶液に与えたとしても，溶液の性状が変化するような温度変化はないことから，溶液が濃縮されること，引火点に到達するようなことはなく，他の事象が連鎖して発生することはない。

13.2.5 使用済燃料貯蔵槽における燃料損傷

燃料貯蔵プール等は開放型の構造となっており、ライニングはステンレス鋼製である。このため、沸騰が発生した場合の温度は100℃程度でありこれらの安全機能を有する機器が損傷することはなく、他の重大事故等が連鎖して発生することはない。

13.2.6 分析結果

重大事故等の発生が想定される貯槽等の全てに対して連鎖の検討を実施した。上述の通り、何れの重大事故等においても想定される事故時環境において、貯槽等に接続する安全機能を有する機器が、損傷又は機能劣化することではなく、他の重大事故等が連鎖して発生することがないことを確認した。

第 13－1 表 重大事故等の同時発生が想定される機器と重大事故等の種類の関係

建屋	機器	冷却機能の喪失による蒸発乾固	沸騰までの時間 (h)	放射線分解により発生する水素による爆発	未然防止濃度到達時間 (h)	燃料貯蔵プール等における使用済燃料の損傷	沸騰までの時間 (h)
使用済み燃料受入れ・貯蔵建屋	燃料貯蔵プール	—	—	—	—	○	36
前処理建屋	中継槽 A	○	150	○	94		
	中継槽 B	○	150	○	94		
	リサイクル槽 A	○	160	△	60		
	リサイクル槽 B	○	160	△	60		
	計量前中間貯槽 A	○	140	○	73		
	計量前中間貯槽 B	○	140	○	73		
	計量後中間貯槽	○	190	○	97		
	計量・調整槽	○	180	○	97		
	計量補助槽	○	190	○	75		
	中間ポット A	○	160	△	120		
	中間ポット B	○	160	△	120		
	不溶解残渣回収槽			△	5700		
	ハル洗浄槽			△	280		
	水バッファ槽			△	86		

○：有効性評価対象機器

△：有効性評価対象外の機器

(つづき)

建屋	機器	冷却機能 の喪失 による 蒸発乾固	沸騰 までの 時間 (h)	放射線分解 により 発生する 水素による 爆発	未然防止 濃度到達 時間 (h)	燃料貯蔵 プール等 における 使用済燃 料の損傷	沸騰 までの 時間 (h)
分離建屋	溶解液中間貯槽	○	180	○	130	—	—
	溶解液供給槽	○	180	○	130	—	—
	抽出廃液受槽	○	250	○	170	—	—
	抽出廃液中間貯槽	○	250	○	110	—	—
	抽出廃液供給槽A	○	250	○	160	—	—
	抽出廃液供給槽B	○	250	○	160	—	—
	第1一時貯留処理槽	○	310	△	24	—	—
	第8一時貯留処理槽	○	310	△	25	—	—
	第7一時貯留処理槽	○	310	△	24	—	—
	第3一時貯留処理槽	○	250	○	200	—	—
	第4一時貯留処理槽	○	250	○	240	—	—
	第6一時貯留処理槽	○	330	△	24	—	—
	高レベル廃液供給槽A	○	720	○	310	—	—
	高レベル廃液濃縮缶A	○	15	○	48	—	—
	抽出塔	—	—	△	24	—	—
	第1洗浄塔	—	—	△	24	—	—
	第2洗浄塔	—	—	△	24	—	—
	TBP洗浄塔	—	—	△	24	—	—
	プルトニウム分配塔	—	—	△	24	—	—
	ウラン洗浄塔	—	—	△	24	—	—
	プルトニウム洗浄器	—	—	△	430	—	—
	プルトニウム溶液受槽	—	—	○	24	—	—
	プルトニウム 溶液中間貯槽	—	—	○	24	—	—
	第2一時貯留処理槽	—	—	○	24	—	—
	第5一時貯留処理槽	—	—	△	24	—	—
	第9一時貯留処理槽	—	—	△	53	—	—
	第10一時貯留処理槽	—	—	△	7800	—	—
	第1洗浄器	—	—	△	3500	—	—

○：有効性評価対象機器

△：有効性評価対象外の機器

(つづき)

建屋	機器	冷却機能 の喪失 による 蒸発乾固	沸騰 までの 時間 (h)	放射線分解 により 発生する 水素による 爆発	未然防止 濃度到達 時間 (h)	燃料貯蔵 プール等 における 使用済燃 料の損傷	沸騰 までの 時間 (h)
精製建屋	プルトニウム溶液受槽	○	110	○	45	—	—
	油水分離槽	○	110	○	45	—	—
	プルトニウム 濃縮缶供給槽	○	96	○	24	—	—
	プルトニウム 溶液一時貯槽	○	98	○	24	—	—
	プルトニウム濃縮液受槽	○	12	○	32	—	—
	リサイクル槽	○	12	○	32	—	—
	希釈槽	○	11	○	56	—	—
	プルトニウム 濃縮液一時貯槽	○	11	○	30	—	—
	プルトニウム 濃縮液計量槽	○	12	○	32	—	—
	プルトニウム 濃縮液中間貯槽	○	12	○	32	—	—
	第 1 一時貯留処理槽	○	100	△	28	—	—
	第 2 一時貯留処理槽	○	100	○	45	—	—
	第 3 一時貯留処理槽	○	96	○	33	—	—
	プルトニウム溶液供給槽	—	—	○	45	—	—
	抽出塔	—	—	△	43	—	—
	核分裂生成物洗浄塔	—	—	△	45	—	—
	逆抽出塔	—	—	△	32	—	—
	ウラン洗浄塔	—	—	△	45	—	—
	補助油水分離槽	—	—	△	45	—	—
	T B P 洗浄器	—	—	△	45	—	—
	プルトニウム濃縮缶	—	—	○	45	—	—
	第 4 一時貯留処理槽	—	—	△	61	—	—
	第 7 一時貯留処理槽	—	—	○	27	—	—

○：有効性評価対象機器

△：有効性評価対象外の機器

(つづき)

建屋	機器	冷却機能 の喪失 による 蒸発乾固	沸騰 までの 時間 (h)	放射線分解 により 発生する 水素による 爆発	未然防止 濃度到達 時間 (h)	燃料貯蔵 プール等 における 使用済燃 料の損傷	沸騰 までの 時間 (h)
ウラン・プル トニウム混合 脱硝建屋	硝 酸 プ ル ト ニ ウ ム 貯槽	○	19	○	24	—	—
	混合槽A	○	30	○	33	—	—
	混合槽B	○	30	○	33	—	—
	一時貯槽	○	19	○	24	—	—

○：有効性評価対象機器

△：有効性評価対象外の機器

(つづき)

建屋	機器	冷却機能 の喪失 による 蒸発乾固	沸騰 までの 時間 (h)	放射線分解 により 発生する 水素による 爆発	未然防止 濃度到達 時間 (h)	燃料貯蔵 プール等 における 使用済燃 料の損傷	沸騰 までの 時間 (h)
高レベル廃液 ガラス固化建屋	第1 高レベル 濃縮廃液貯槽	○	24	○	84	—	—
	第2 高レベル 濃縮廃液貯槽	○	24	○	84	—	—
	第1 高レベル 濃縮廃液一時貯槽	○	23	○	210	—	—
	第2 高レベル 濃縮廃液一時貯槽	○	23	○	210	—	—
	高レベル廃液 共用貯槽	○	24	○	48	—	—
	高レベル廃液 混合槽A	○	23	○	160	—	—
	高レベル廃液 混合槽B	○	23	○	160	—	—
	供給液槽A	○	24	○	280	—	—
	供給液槽B	○	24	○	280	—	—
	供給槽A	○	24	○	230	—	—
	供給槽B	○	24	○	230	—	—
	第1 不溶解残渣 廃液貯槽	—	—	○	6100	—	—
	第2 不溶解残渣 廃液貯槽	—	—	○	6100	—	—
	第1 不溶解残渣 廃液一時貯槽	—	—	△	9100	—	—
	第2 不溶解残渣 廃液一時貯槽	—	—	△	9100	—	—

第 13.1.3－1 表 前処理建屋における同時発生時の水素爆発に係る評価結果

機器名	水素発生量 [m ³ /h]	沸騰の 有無	沸騰を考慮した 水素発生量 [m ³ /h]	沸騰を考慮した可 燃限界濃度未満に 維持するために必 要な水素掃気流量 [m ³ /h]	水素掃気流量 (沸騰を考慮した可 燃限界濃度未満に維 持するために必要な 水素掃気流量×1.5) [m ³]
中継槽	2.2E-03	有	4.3E-03	0.11	0.15
計量前中間貯槽	7.6E-03	有	1.5E-02	0.38	0.56
計量・調整槽	5.7E-03	有	1.2E-02	0.29	0.42
計量後中間貯槽	5.7E-03	有	1.2E-02	0.29	0.42
計量補助槽	1.6E-03	有	3.2E-03	0.080	0.11

第 13.1.3－2 表 分離建屋における同時発生時の水素爆発に係る評価結果

機器名	水素発生量 [m ³ /h]	沸騰の 有無	沸騰を考慮した 水素発生量 [m ³ /h]	沸騰を考慮した可 燃限界濃度未満に 維持するために必 要な水素掃気流量 [m ³ /h]	水素掃気流量 (沸騰を考慮した可 燃限界濃度未満に維 持するために必要な 水素掃気流量×1.5) [m ³]
プルトニウム溶液受槽	1.2E-03		1.2E-03	0.029	0.42
プルトニウム溶液中間貯槽	1.2E-03		1.2E-03	0.029	0.42
第2一時貯留処理槽	1.6E-03		1.6E-03	0.039	0.058
第3一時貯留処理槽	3.8E-03	有	7.6E-03	0.19	0.28
第4一時貯留処理槽	3.2E-03	有	6.4E-03	0.16	0.23
高レベル廃液供給槽	1.2E-03	有	2.3E-03	0.057	0.084
高レベル廃液濃縮缶	4.6E-02	有	9.2E-02	2.3	3.4
溶解液中間貯槽	5.7E-03	有	1.2E-02	0.29	0.42
溶解液供給槽	1.4E-03	有	2.8E-03	0.069	0.10
抽出廃液受槽	2.0E-03	有	3.9E-03	0.097	0.14
抽出廃液中間貯槽	2.6E-03	有	5.2E-03	0.13	0.19
抽出廃液供給槽	8.1E-03	有	1.7E-02	0.41	0.60

第 13.1.3－3 表 精製建屋における同時発生時の水素爆発に係る評価結果

機器名	水素発生量 [m ³ /h]	沸騰の 有無	沸騰を考慮した 水素発生量 [m ³ /h]	沸騰を考慮した可 燃限界濃度未満に 維持するために必 要な水素掃気流量 [m ³ /h]	水素掃気流量 (沸騰を考慮した可 燃限界濃度未満に維 持するために必要な 水素掃気流量×1.5) [m ³]
プルトニウム溶液供給槽	1.5E-03		1.5E-03	0.037	0.0555
プルトニウム溶液受槽	1.4E-03	有	2.8E-03	0.0670	0.1038
油水分離槽	1.4E-03	有	2.8E-03	0.070	0.1038
プルトニウム濃縮缶供給槽	4.7E-03	有	9.3E-03	0.23	0.3464
プルトニウム溶液一時貯槽	4.7E-03	有	9.3E-03	0.24	0.3475
プルトニウム濃縮缶	7.1E-04		7.1E-04	0.020	0.0300
プルトニウム濃縮液受槽	3.4E-03	有	6.7E-03	0.17	0.2511
プルトニウム濃縮液一時貯槽	5.2E-03	有	1.1E-02	0.26	0.3882
プルトニウム濃縮液計量槽	3.4E-03	有	6.7E-03	0.17	0.2511
リサイクル槽	3.4E-03	有	6.8E-03	0.17	0.2536
希釈槽	3.8E-03	有	7.7E-03	0.19	0.2857
プルトニウム濃縮液中間貯槽	3.4E-03	有	6.8E-03	0.17	0.2536
第2一時貯留処理	1.3E-03	有	2.5E-03	0.062	0.0927
第3一時貯留処理槽	2.4E-03	有	4.7E-03	0.12	0.1756

第 13.1.3－4 表 ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋における同時発生時の水素爆発に係る評価結果

機器名	水素発生量 [m ³ /h]	沸騰の 有無	沸騰を考慮した 水素発生量 [m ³ /h]	沸騰を考慮した可 燃限界濃度未満に 維持するために必 要な水素掃気流量 [m ³ /h]	水素掃気流量 (沸騰を考慮した可 燃限界濃度未満に維 持するために必要な 水素掃気流量×1.5) [m ³]
硝酸プルトニウム貯槽 *1	3.5E-03	有	6.9E-03	0.18	0.25
混合槽 *1 *2	2.7E-03	有	5.3E-03	0.13	0.19
一時貯槽 *1	3.5E-03	有	6.9E-03	0.18	0.25

第 13.1.3－5 表 高レベル廃液ガラス固化建屋における同時発生時の水素爆発に係る評価結果

機器名	水素発生量 [m ³ /h]	沸騰の 有無	沸騰を考慮した 水素発生量 [m ³ /h]	沸騰を考慮した可 燃限界濃度未満に 維持するために必 要な水素掃気流量 [m ³ /h]	水素掃気流量 (沸騰を考慮した可 燃限界濃度未満に維 持するために必要な 水素掃気流量×1.5) [m ³]
高レベル濃縮廃液貯槽	1.2E-02	有	4.9E-01	12	18
高レベル濃縮廃液一時貯槽	2.9E-03	有	1.2E-01	2.9	4.3
高レベル廃液混合槽	3.8E-03	有	1.5E-01	3.8	5.7
供給液槽	9.4E-04	有	3.8E-02	0.94	1.4
供給槽	3.8E-04	有	1.5E-02	0.38	0.57
不溶解残渣廃液一時貯槽	3.4E-05		3.4E-05	0.020	0.030
不溶解残渣廃液貯槽	2.7E-04		2.7E-04	0.020	0.030
高レベル廃液共用貯槽	1.2E-02	有	4.9E-01	12	18

第13.1.3－6表 前処理建屋の同時発生時の大気中への放射性物質の放出量（C s－137換算）

機器	沸騰前の圧縮空気に 同伴する放射性物質 の放出量 (T B q)	蒸発乾固寄与分		水素爆発寄与分		合計 放出量 (T B q)
		機器の 放出量 (T B q)	建屋合計 放出量 (T B q)	機器の 放出量 (T B q)	建屋合計 放出量 (T B q)	
ハル洗浄槽	6×10^{-13}	－※1	－※2	2×10^{-7}	8×10^{-5}	8×10^{-5}
中間ポット		－※2		2×10^{-7}		
水バッファ槽		－※1		1×10^{-7}		
中継槽		－※2		1×10^{-5}		
不溶解残渣回収槽		－※1		9×10^{-7}		
リサイクル槽		－※2		7×10^{-7}		
計量前中間貯槽		－※2		4×10^{-5}		
計量・調整槽		－※2		2×10^{-5}		
計量補助槽		－※2		5×10^{-6}		
計量後中間貯槽		－※2		2×10^{-5}		

※1 蒸発乾固の発生を想定しない機器

※2 沸騰に至る前までに、冷却コイル通水を実施して事態の収束を図るため、放出無し。

第13.1.3－7表 分離建屋の同時発生時の大気中への放射性物質の放出量（C s－137換算）

機器	沸騰前の圧縮空気に 同伴する放射性物質 の放出量 (T B q)	蒸発乾固寄与分		水素爆発寄与分		合計 放出量 (T B q)
		機器の 放出量 (T B q)	建屋合計 放出量 (T B q)	機器の 放出量 (T B q)	建屋合計 放出量 (T B q)	
溶解液中間貯槽	1×10^{-7}	－※2	5×10^{-7}	2×10^{-5}	2×10^{-4}	2×10^{-4}
溶解液供給槽		－※2		4×10^{-6}		
抽出塔		－※1		5×10^{-7}		
第1洗浄塔		－※1		3×10^{-7}		
第2洗浄塔		－※1		2×10^{-7}		
T B P洗浄塔		－※1		9×10^{-8}		
抽出廃液受槽		－※2		4×10^{-6}		
抽出廃液中間貯槽		－※2		6×10^{-6}		
抽出廃液供給槽		－※2		3×10^{-5}		
高レベル廃液供給槽		－※2		3×10^{-6}		
高レベル廃液濃縮缶		5×10^{-7}		8×10^{-5}		

(つづき)

機器	沸騰前の圧縮空気に 同伴する放射性物質 の放出量 (T B q)	蒸発乾固寄与分		水素爆発寄与分		合計 放出量 (T B q)
		機器の 放出量 (T B q)	建屋合計 放出量 (T B q)	機器の 放出量 (T B q)	建屋合計 放出量 (T B q)	
プルトニウム分配塔	1×10^{-7}	—※1	5×10^{-7}	5×10^{-7}	2×10^{-4}	2×10^{-4}
ウラン洗浄塔		—※1		4×10^{-7}		
プルトニウム洗浄器		—※1		2×10^{-8}		
プルトニウム溶液受槽		—※1		2×10^{-6}		
第1 洗浄器		—※1		9×10^{-11}		
プルトニウム溶液中間貯槽		—※1		2×10^{-6}		
第1 一時貯留処理槽		—※2		6×10^{-7}		
第2 一時貯留処理槽		—※1		3×10^{-6}		

(つづき)

機器	沸騰前の圧縮空気に 同伴する放射性物質 の放出量 (T B q)	蒸発乾固寄与分		水素爆発寄与分		合計 放出量 (T B q)
		機器の 放出量 (T B q)	建屋合計 放出量 (T B q)	機器の 放出量 (T B q)	建屋合計 放出量 (T B q)	
第3一時貯留処理槽*	1×10^{-7}	—※2	5×10^{-7}	1×10^{-5}	2×10^{-4}	2×10^{-4}
第4一時貯留処理槽*		—※2		6×10^{-6}		
第5一時貯留処理槽		—※1		7×10^{-9}		
第6一時貯留処理槽		—※2		2×10^{-7}		
第7一時貯留処理槽		—※2		2×10^{-6}		
第8一時貯留処理槽		—※2		8×10^{-7}		
第9一時貯留処理槽		—※1		3×10^{-8}		
第10一時貯留処理槽		—※1		7×10^{-11}		

※1 蒸発乾固の発生を想定しない機器

※2 沸騰に至る前までに、冷却コイル通水を実施して事態の収束を図るため、放出無し。

第13.1.3－8表 精製建屋の同時発生時の大気中への放射性物質の放出量（C s－137換算）

機器	沸騰前の圧縮空気に 同伴する放射性物質 の放出量 (T B q)	蒸発乾固寄与分		水素爆発寄与分		合計 放出量 (T B q)
		機器の 放出量 (T B q)	建屋合計 放出量 (T B q)	機器の 放出量 (T B q)	建屋合計 放出量 (T B q)	
第1一時貯留処理槽	4×10^{-8}	－※2	5×10^{-6}	1×10^{-6}	3×10^{-4}	3×10^{-4}
第2一時貯留処理槽		－※2		4×10^{-6}		
第3一時貯留処理槽		－※2		4×10^{-6}		
第7一時貯留処理槽		－※1		1×10^{-5}		
第4一時貯留処理槽		－※1		2×10^{-8}		
抽出塔		－※1		4×10^{-7}		
核分裂生成物洗浄塔		－※1		2×10^{-7}		
逆抽出塔		－※1		8×10^{-7}		
ウラン洗浄塔		－※1		3×10^{-7}		
T B P 洗浄器		－※1		3×10^{-7}		
プルトニウム溶液供給槽		－※1		3×10^{-6}		

(つづき)

機器	沸騰前の圧縮空気に 同伴する放射性物質 の放出量 (T B q)	蒸発乾固寄与分		水素爆発寄与分		合計 放出量 (T B q)
		機器の 放出量 (T B q)	建屋合計 放出量 (T B q)	機器の 放出量 (T B q)	建屋合計 放出量 (T B q)	
補助油水分離槽	4×10^{-8}	—※ 1	5×10^{-6}	2×10^{-7}	3×10^{-4}	3×10^{-4}
プルトニウム溶液受槽		—※ 2		3×10^{-6}		
油水分離槽		—※ 2		3×10^{-6}		
プルトニウム濃縮缶		—※ 1		5×10^{-6}		
プルトニウム濃縮缶供給槽		—※ 2		8×10^{-6}		
プルトニウム溶液一時貯槽		—※ 2		8×10^{-6}		
プルトニウム濃縮液受槽		6×10^{-7}		3×10^{-5}		

(つづき)

機器	沸騰前の圧縮空気に 同伴する放射性物質 の放出量 (T B q)	蒸発乾固寄与分		水素爆発寄与分		合計 放出量 (T B q)
		機器の 放出量 (T B q)	建屋合計 放出量 (T B q)	機器の 放出量 (T B q)	建屋合計 放出量 (T B q)	
リサイクル槽	4×10^{-8}	6×10^{-7}	5×10^{-6}	3×10^{-5}	3×10^{-4}	3×10^{-4}
希釈槽		2×10^{-6}		7×10^{-5}		
プルトニウム濃縮液一時貯槽		9×10^{-7}		5×10^{-5}		
プルトニウム濃縮液計量槽		6×10^{-7}		3×10^{-5}		
プルトニウム濃縮液中間貯槽		6×10^{-7} あ		3×10^{-5}		

※1 蒸発乾固の発生を想定しない機器

※2 沸騰に至る前までに、冷却コイル通水を実施して事態の収束を図るため、放出無し。

第13.1.3－9表 ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋の同時発生時の大気中への放射性物質の放出量（C s－137換算）

機器	沸騰前の圧縮空気に 同伴する放射性物質 の放出量 (T B q)	蒸発乾固寄与分		水素爆発寄与分		合計 放出量 (T B q)
		機器の 放出量 (T B q)	建屋合計 放出量 (T B q)	機器の 放出量 (T B q)	建屋合計 放出量 (T B q)	
硝酸プルトニウム貯槽	4×10^{-9}	3×10^{-7}	3×10^{-7}	3×10^{-5}	7×10^{-5}	7×10^{-5}
混合槽		－※2		4×10^{-5}		
一時貯槽		－※1		－※1		

- ※1 平常運転時は空運用のため放出無し。
- ※2 沸騰に至る前までに、冷却コイル通水を実施して事態の収束を図るため、放出無し。

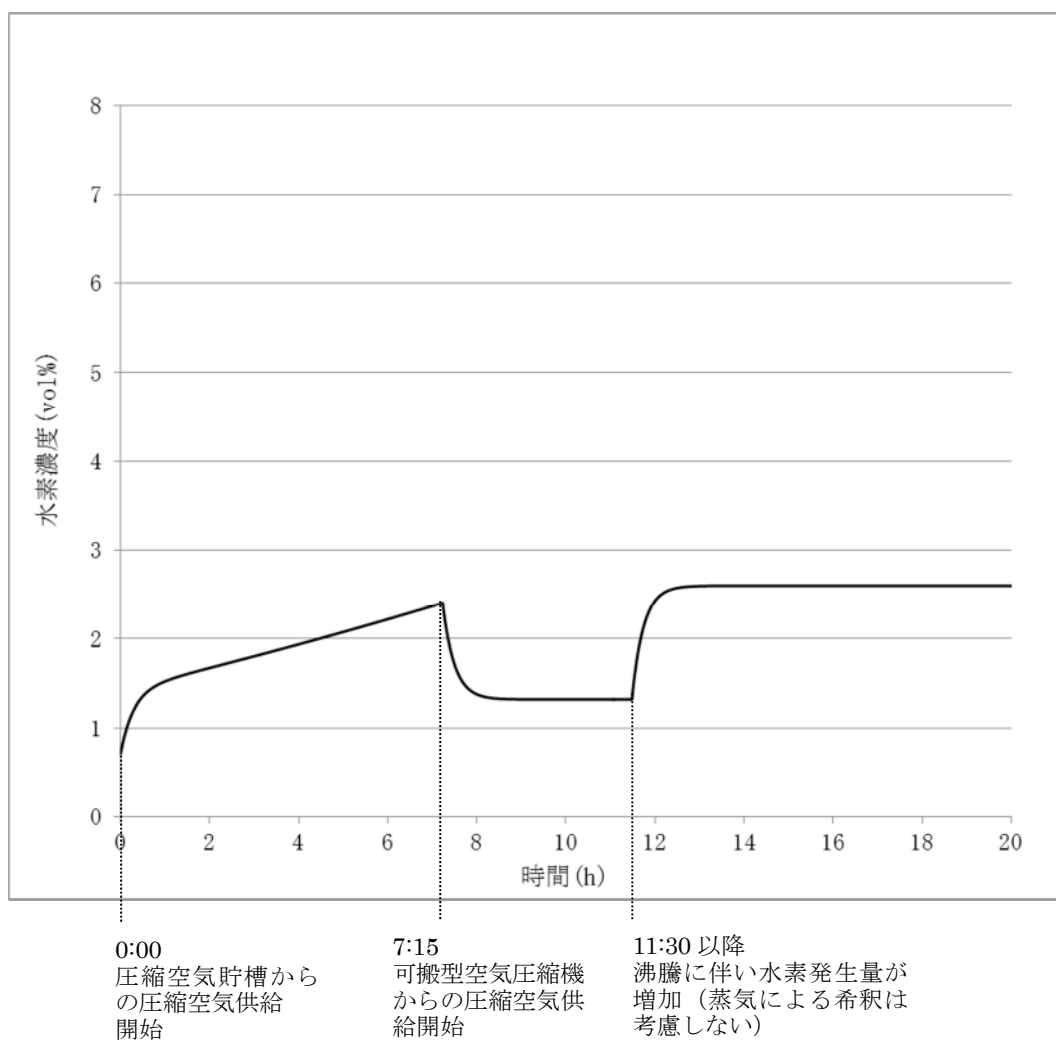
第13.1.3-10表 高レベル廃液ガラス固化建屋の同時発生時の大気中への放射性物質の放出量（C s -137換算）

機器	沸騰前の圧縮空気に 同伴する放射性物質 の放出量 (T B q)	蒸発乾固寄与分		水素爆発寄与分		合計 放出量 (T B q)
		機器の 放出量 (T B q)	建屋合計 放出量 (T B q)	機器の 放出量 (T B q)	建屋合計 放出量 (T B q)	
高レベル濃縮廃液貯槽	4×10^{-11}	3×10^{-6}	4×10^{-6}	9×10^{-4}	2×10^{-3}	2×10^{-3}
不溶解残渣廃液貯槽		※1		5×10^{-6}		
不溶解残渣廃液一時貯槽		※1		※3		
高レベル濃縮廃液一時貯槽		7×10^{-7}		2×10^{-4}		
高レベル廃液共用貯槽		※2		※2		
高レベル廃液混合槽		7×10^{-7}		2×10^{-4}		
供給液槽		2×10^{-7}		4×10^{-5}		
供給槽		6×10^{-8}		2×10^{-5}		

※1 蒸発乾固の発生を想定しない機器

※2 平常運転時は空運用のため放出無し。

※3 未然防止濃度に至るまでの時間余裕が1年以上であるため放出なし。



第 13.1.3-1 図 パラメータ（水素濃度）の変位
（プルトニウム濃縮液一時貯槽の例）

14. 必要な要員及び資源の評価

目次

14. 必要な要員及び資源の評価

14. 1 必要な要員及び資源の評価条件

14. 2 重大事故等対策時に必要な要員の評価結果

14. 3 重大事故等対策時に必要な水源、燃料及び電源の評価結果

14. 3. 1 水源の評価結果

14. 3. 2 燃料の評価結果

14. 3. 3 電源の評価結果

14. 必要な要員及び資源の評価

14.1 必要な要員及び資源の評価条件

必要な要員及び資源の評価は、対処に必要な要員及び資源が最も多くなる重大事故等の同時発生に対して成立性を確認する。重大事故等の同時発生の有効性評価は、「地震」を代表事例としているため、必要な要員及び資源の評価についても「地震」を条件とした場合に同時発生が想定される各重大事故等対策及び対策に必要な付帯作業を含めた重大事故等の同時発生への対処を対象に実施する。

なお、重大事故等の連鎖は、「13. 重大事故が同時に又は連鎖して発生した場合の対処」に記載したとおり、発生が想定されない。

(1) 要員の評価条件

重大事故等への対処について、事業所内に常駐している実施組織要員の164名にて、対応期間の7日間の必要な作業対応が可能であることを評価する。

また、要員の評価は、必要人数が最も多くなる重大事故等の同時発生に対して成立性を確認する。

(2) 資源の評価条件

a. 全般

重大事故等対策の有効性評価において、通常系統からの給水及び給電が不可能となる事象についての水源、燃料及び電源に関する評価を実施する。

前提として、有効性評価の条件（各重大事故等への対処特有の評価条件）を考慮する。

また、資源の評価は、必要量が最も多くなる重大事故等の同時発生に対して成立性を確認する。

b. 水源

- (a) 蒸発乾固の発生防止対策及び拡大防止対策において、水源となる第1貯水槽の一区画の保有水量（約10,000m³）が、枯渇しないことを評価する。
- (b) 蒸発乾固の発生防止対策及び拡大防止対策において、内部ループへの通水、冷却コイル等への通水及び凝縮器への通水で使用した水を貯水槽へ戻し、再利用する際の温度上昇を想定しても、冷却の維持が可能なことを評価する。
- (c) 使用済燃料貯蔵プール等への注水において、水源となる第1貯水槽の一区画の保有水量（約10,000m³）が、枯渇しないことを評価する。
- (d) 蒸発乾固の発生防止対策及び拡大防止対策で使用する第1貯水槽の区画と使用済燃料貯蔵プール等への注水で使用する第1貯水槽の区画は、異なる区画を使用する。

c. 燃料

- (a) 可搬型発電機（緊急時対策所電源設備 緊急時対策所用発電機は除く）、可搬型空気圧縮機、可搬型空冷ユニット用空気圧縮機、可搬型中型移送ポンプ、軽油用タンクローリ、可搬型中型移送ポンプ運搬車、ホース展張車、運搬車及びホイールローダのうち、対処に必要な設備を考慮し消費する燃料（軽油）が備蓄している軽油量に対して、対応期間の7日間の運転継続が可能であることを評価する。
- (b) 緊急時対策所電源設備 緊急時対策所用発電機で消費する燃料（重油）

が備蓄している重油量に対して、対応期間の7日間の運転継続が可能であることを評価する。

- (c) 可搬型発電機（緊急時対策所電源設備 緊急時対策所用発電機は除く），可搬型空気圧縮機，可搬型空冷ユニット用空気圧縮機，可搬型中型移送ポンプ，軽油用タンク ローリ，可搬型中型移送ポンプ運搬車，ホース展張車，運搬車及びホイール ロードの使用を想定する事故条件については，可搬型発電機，可搬型空気圧縮機，可搬型空冷ユニット用空気圧縮機，可搬型中型移送ポンプ，軽油用タンク ローリ，可搬型中型移送ポンプ運搬車，ホース展張車，運搬車及びホイール ロードの燃料消費量の評価を行う。

この場合，燃料（軽油）の備蓄量として，軽油貯蔵タンク（約400m³）の容量を考慮する。

- (d) 緊急時対策所電源設備 緊急時対策所用発電機の使用を想定する事故条件については，緊急時対策所電源設備 緊急時対策所用発電機の燃料消費量の評価を行う。

この場合，燃料（重油）の備蓄量として，重油貯蔵タンク（約200m³）の容量を考慮する。

- (e) 燃料の必要量は，燃料を使用する設備の燃費（公称値）及び最大稼働時間に基づき算出する。

d. 電 源

- (a) 前処理建屋可搬型発電機，分離建屋可搬型発電機，ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋可搬型発電機，高レベル廃液ガラス固化建屋可搬型発電機及び制御建屋可搬型発電機により，有効性評価で考慮する設備に電源供給を行い，その最大負荷が各可搬型発電機の給電容量（約

80 k V A) 未満となることを評価する。

- (b) 排気監視測定設備可搬型発電機、環境監視測定設備可搬型発電機及び気象観測測定設備可搬型発電機により、有効性評価で考慮する設備に電源供給を行い、その最大負荷が可搬型発電機の給電容量（約 3 k V A) 未満となることを評価する。
- (c) 環境モニタリング設備用可搬型発電機により、有効性評価で考慮する設備に電源供給を行い、その最大負荷が可搬型発電機の給電容量（約 5 k V A) 未満となることを評価する。
- (d) 使用済燃料の受入れ施設及び貯蔵施設可搬型発電機により、有効性評価で考慮する設備に電源供給を行い、その最大負荷が可搬型発電機の給電容量（約200 k V A) 未満となることを評価する。
- (e) 緊急時対策所放射線計測設備 可搬型発電機により、有効性評価で考慮する設備に電源供給を行い、その最大負荷が可搬型発電機の給電容量（約 3 k V A) 未満となることを評価する。
- (f) 緊急時対策所電源設備 緊急時対策所用発電機により、有効性評価で考慮する設備に電源供給を行い、その最大負荷が可搬型発電機の給電容量（約1,700 k V A) 未満となることを評価する。
- (g) 電源においては、それぞれ必要な負荷を積上げるとともに、その負荷の起動順序並びに動的負荷の起動時を考慮し評価する。

14.2 重大事故等対策時に必要な要員の評価結果

重大事故等が同時発生した場合において、重大事故等対策実施時の操作項目、必要な要員数及び移動時間を含めた各操作の所要時間について確認した。

重大事故等対策時に必要な要員数が最も多いのは、「地震」を条件とした場合の重大事故等の同時発生であり、同時に作業している要員数の最大値は、101名であり、重大事故等の同時発生の対処に必要な要員は132名である。

事業所内に常駐している実施組織要員は164名であり、必要な作業対応が可能であることを確認した。

「地震」を条件とした場合の重大事故等の同時発生の必要な要員及び作業項目を第14.2－1図から第14.2－10図に示す。

また、各条件での必要な要員について以下に示す。

「地震」を条件として重大事故等が同時発生した場合、同時に作業している要員数の最大値は、101名であり、重大事故等の同時発生の対処に必要な要員は132名である。

「火山」を条件として重大事故等が同時発生した場合、同時に作業している要員数の最大値は、100名であり、重大事故等の同時発生の対処に必要な要員は132名である。

「長時間の全交流動力電源の喪失」を条件として重大事故等が同時発生した場合は、「地震」の場合に想定される環境条件より悪化することが想定されず、対処内容にも違いがないことから、必要な要員は合計132名以内である。

【補足説明資料14－1】

14.3 重大事故等対策時に必要な水源，燃料及び電源の評価結果

重大事故等の同時発生した場合において，7日間の重大事故等対策の継続に必要な水源，燃料及び電源を評価し，対応期間の7日間は，外部からの支援がない場合においても，必要量以上の水源，燃料及び電源が確保されていることを確認した。

重大事故等の同時発生への対処に必要な水源，燃料及び電源についての評価の詳細を以下に示す。

14.3.1 水源の評価結果

重大事故等の同時発生時に水源を使用する対処は、蒸発乾固の内部ループへの通水、冷却コイル等への通水、凝縮器への通水及び機器への注水並びに使用済燃料貯蔵プール等への注水（想定事故２）である。

蒸発乾固の内部ループへの通水、冷却コイル等への通水、凝縮器への通水及び機器への注水で使用する第１貯水槽の区画と使用済燃料貯蔵プール等への注水（想定事故２）で使用する第１貯水槽の区画は異なるものを使用することを想定し評価する。

- (1) 内部ループへの通水、冷却コイル等への通水及び凝縮器への通水による冷却水の温度影響評価

第１貯水槽の一区画及び通水経路からの放熱を考慮せず断熱を仮定した場合であっても、内部ループへの通水、冷却コイル等への通水及び凝縮器への通水で使用する第１貯水槽の一区画の水温の上昇は１日あたり約３℃であり、実際の放熱を考慮すれば冷却を維持することは可能である。

冷却水の温度影響評価の詳細を以下に示す。

内部ループへの通水、冷却コイル等への通水及び凝縮器への通水に使用した排水は、第１貯水槽の一区画へ戻し再利用する。この場合、貯水槽の水量は、機器への注水、可搬型排水受槽及び第１貯水槽の一区画からの蒸発によって水量が減少するため、この減少分を考慮した第１貯水槽の一区画の温度上昇程度を推定するとともに、冷却への影響を分析した。「地震」又は「火山」の想定によらず、条件は変わらない。

第１貯水槽の一区画の水温の上昇は以下の仮定により算出した。

冷却対象貯槽の総熱負荷	:	1,470 kW
貯水槽の水量	:	9,970m ³ ※1
貯水槽の初期水温	:	29℃
貯水槽の水の密度	:	996 kg / m ³ ※2
貯水槽の水の比熱	:	4,179 J / kg / K※2

※1 機器に内包する溶液が沸騰することによって消費する蒸発量を30m³とし、貯水槽の一区画分の容積 10,000m³から減じて設定。貯水槽からの自然蒸発分を考慮した場合、現実的には想定し得ない条件として、冷却対象貯槽の総熱負荷により貯水槽の水が蒸発する前提を置いた場合、蒸発量は約 310m³となる。これを考慮した場合であっても、貯水槽の温度上昇は約 3.2℃/日である。

※2 伝熱工学資料第4版 300Kの水の物性を引用

貯槽から回収した熱量はそのまま第1貯水槽の一区画の水に与えられることから、第1貯水槽の一区画の1日あたりの水温上昇 ΔT は次のとおり算出される。

$$\begin{aligned}\Delta T [^\circ\text{C}/\text{日}] &= 1470000 [\text{J} / \text{s}] \times 86400 [\text{s} / \text{日}] \\ &\quad / (9,970 [\text{m}^3] \times 996 [\text{kg} / \text{m}^3] \times 4179 [\text{J} / \text{kg} / \text{K}]) \\ &= \text{約 } 3.1^\circ\text{C} / \text{日}\end{aligned}$$

(2) 水の使用量の評価

機器への注水に必要な水量は、対応期間の7日間の対応を考慮すると、合計約310m³の水が必要である。水源として、第1貯水槽の一区画に

約10,000m³の水を保有しており、これにより、必要な水源は確保可能である。

使用済燃料貯蔵プール等への注水（想定事故2）に必要な水量は、対応期間の7日間の対応を考慮すると、合計約2,700m³の水が必要である。水源として、第1貯水槽の一区画に約10,000m³の水を保有しており、これにより、必要な水源は確保可能である。

また、重大事故等の同時発生時の水源としては、第1貯水槽のみでの対応が可能であるが、万が一第1貯水槽で保有する水が不足した場合、第2貯水槽からの第1貯水槽への供給も可能である。

水の使用量の評価の詳細を以下に示す。

(a) 機器への注水

機器への注水に必要な水量は、7日間の対応を考慮すると、「地震」又は「火山」の想定によらず、以下に示す量の水が必要である。

<u>前処理建屋</u>	<u>約1.1m³</u>
<u>分離建屋</u>	<u>約20m³</u>
<u>精製建屋</u>	<u>約20m³</u>
<u>ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋</u>	<u>約4.4m³</u>
<u>高レベル廃液ガラス固化建屋</u>	<u>約270m³</u>
<u>全建屋合計</u>	<u>約310m³</u>

(b) 燃料貯蔵プール等への注水

燃料貯蔵プール等への注水に必要な水量は、7日間の対応を考慮すると、以下に示す量の水が必要である。

「火山」を条件とした場合の想定事故1

<u>必要水量</u>	<u>約1600m³</u>

「地震」を条件とした場合の想定事故 2

必要水量

約2700m³

【補足説明資料14－2】

14.3.2 燃料の評価結果

重大事故等の同時発生時に必要な燃料（軽油）は、合計約90m³であり、軽油貯蔵タンクにて約400m³の軽油を確保していることから、外部支援を考慮しなくとも7日間の対処の継続が可能である。

重大事故等の同時発生時に必要な燃料（重油）は、合計約70m³であり、重油貯蔵タンクにて約200m³の重油を確保していることから、外部支援を考慮しなくとも7日間の対処の継続が可能である。

燃料の評価の詳細を以下に示す。

- (1) 内部ループへの通水、機器への注水、冷却コイル等への通水及び凝縮器への通水に使用する可搬型中型移送ポンプ

前処理建屋への給水用及び排水用の可搬型中型移送ポンプ、分離建屋、精製建屋及びウラン・プルトニウム混合脱硝建屋への給水用及び排水用の可搬型中型移送ポンプ、高レベル廃液ガラス固化建屋への給水用及び排水用の可搬型中型移送ポンプによる貯水槽から各建屋への水の供給及び各建屋からの貯水槽への排水は、可搬型中型移送ポンプの起動から7日目までの運転を想定すると、「地震」又は「火山」の想定によらず、運転継続に合計約40m³の軽油が必要となる。

<u>前処理建屋</u>	<u>約12m³</u>
<u>分離建屋，精製建屋</u>	
<u>及びウラン・プルトニウム混合脱硝理建屋</u>	<u>約14m³</u>
<u>高レベル廃液ガラス固化建屋</u>	<u>約14m³</u>
<u>全建屋合計</u>	<u>約40m³</u>

- (2) 使用済燃料貯蔵プール等への注水に使用する可搬型中型移送ポンプ

使用済燃料受入れ・貯蔵建屋の燃料貯蔵プール等への注水に使用す

る可搬型中型移送ポンプによる貯水槽から使用済燃料貯蔵プール等への水の注水は、可搬型中型移送ポンプの起動から7日目までの運転を想定すると、「地震」又は「火山」の想定によらず、運転継続に合計約7.2m³の軽油が必要となる。

(3) 各建屋の可搬型排風機の運転等に使用する可搬型発電機

蒸発乾固及び水素爆発が発生した際に、大気中への放射性物質の放出量を低減するために使用する前処理建屋の可搬型排風機等は、前処理建屋可搬型発電機から、分離建屋の可搬型排風機等は、分離建屋可搬型発電機から、精製建屋及びウラン・プルトニウム混合脱硝建屋の可搬型排風機等は、ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋可搬型発電機から、高レベル廃液ガラス固化建屋の可搬型排風機等は、高レベル廃液ガラス固化建屋可搬型発電機から必要な電源を供給する。

可搬型発電機による電源供給は、可搬型発電機の起動から7日目までの運転を想定すると、「地震」又は「火山」の想定によらず、運転継続に合計約12m³の軽油が必要となる。

<u>前処理建屋</u>	<u>約2.5m³</u>
<u>分離建屋</u>	<u>約3.0m³</u>
<u>精製建屋及びウラン・プルトニウム混合脱硝理建屋</u>	<u>約3.0m³</u>
<u>高レベル廃液ガラス固化建屋</u>	<u>約3.0m³</u>
<u>全建屋合計</u>	<u>約12m³</u>

(4) 使用済燃料の受入れ施設及び貯蔵施設可搬型発電機

使用済燃料貯蔵プール等への注水時に使用する使用済燃料の受入れ施設及び貯蔵施設可搬型発電機による電源供給は、可搬型発電機の起

動から 7 日目までの運転を想定すると、「地震」又は「火山」の想定によらず、運転継続に合計約5.3m³の軽油が必要となる。

(5) 制御建屋可搬型発電機

制御建屋可搬型発電機による電源供給は、可搬型発電機の起動から 7 日目までの運転を想定すると、「地震」又は「火山」の想定によらず、運転継続に合計約3.0m³の軽油が必要となる。

(6) 緊急時対策所放射線計測設備 可搬型発電機

緊急時対策所放射線計測設備の可搬型環境モニタリング設備の可搬型発電機による電源供給は、重大事故等の発生直後から 7 日目までの運転を想定すると、「地震」又は「火山」の想定によらず、運転継続に合計約0.34m³の軽油が必要となる。

(7) 緊急時対策所電源設備 緊急時対策所用発電機

緊急時対策所用発電機による電源供給は、外部交流電源の喪失後から 7 日目までの運転を想定すると、「地震」又は「火山」の想定によらず、運転継続に合計約70m³の重油が必要となる。

(8) 排気監視測定設備可搬型発電機

排気監視測定設備可搬型発電機による電源供給は、可搬型発電機の起動から 7 日目までの運転を想定すると、「地震」又は「火山」の想定によらず、運転継続に合計約0.34m³の軽油が必要となる。

(9) 環境監視測定設備可搬型発電機

環境監視測定設備可搬型発電機による電源供給は、可搬型発電機の起動から7日目までの運転を想定すると、「地震」又は「火山」の想定によらず、運転継続に合計約3.0m³の軽油が必要となる。

(10) 気象観測測定設備可搬型発電機

気象観測測定設備可搬型発電機による電源供給は、可搬型発電機の起動から7日目までの運転を想定すると、「地震」又は「火山」の想定によらず、運転継続に合計約0.33m³の軽油が必要となる。

(11) 環境モニタリング設備用可搬型発電機

環境モニタリング設備用可搬型発電機による電源供給は、可搬型発電機の起動から7日目までの運転を想定すると、「地震」又は「火山」の想定によらず、運転継続に合計約3.9m³の軽油が必要となる。

(12) 可搬型空気圧縮機

前処理建屋可搬型空気圧縮機，分離建屋可搬型空気圧縮機，ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋可搬型空気圧縮機，高レベル廃液ガラス固化建屋可搬型空気圧縮機による水素掃気用の圧縮空気供給及び重大事故等計装設備の可搬型液位計への圧縮空気の供給は，可搬型空気圧縮機の起動から7日目までの運転を想定すると，「地震」又は「火山」の想定によらず，運転継続に合計約5.9m³の軽油が必要となる。

前処理建屋 約1.4m³

分離建屋 約1.7m³

精製建屋及びウラン・プルトニウム混合脱硝理建屋 約1.4m³

高レベル廃液ガラス固化建屋 約1.6m³

(13) 可搬型空冷ユニット用空気圧縮機

可搬型空冷ユニット用空気圧縮機による監視設備の保護のため冷却空気の供給は、可搬型空冷ユニット用空気圧縮機の起動から7日目までの運転を想定すると、「地震」又は「火山」の想定によらず、運転継続に合計約4.6m³の軽油が必要となる。

(14) 蒸発乾固、水素爆発及び使用済燃料貯蔵プール等への注水対応時の運搬等に必要な車両

軽油用タンクローリ、可搬型中型移送ポンプ運搬車、ホース展開車、運搬車及びホイールローダによる燃料及び可搬型重大事故等対処設備の運搬及び設置並びにアクセスルートの整備については、「地震」を想定した場合、7日間の運転継続に合計約5.0m³の軽油が必要となる。
また、「火山」を想定した場合、7日間の運転継続に合計約5.0m³の軽油が必要となる。

【補足説明資料14－3】

14.3.3 電源の評価結果

(1) 各建屋の可搬型排風機等の運転に使用する可搬型発電機

a. 前処理建屋可搬型発電機

前処理建屋可搬型発電機の電源負荷は、前処理建屋における蒸発乾固及び水素爆発時の大気中への放射性物質の放出量の低減のために使用する可搬型排風機等の運転に必要な負荷として約12 k V Aであり、可搬型排風機の起動時を考慮すると約39 k V Aの給電が必要である。

前処理建屋可搬型発電機の供給容量は、約80 k V Aであり、必要負荷に対しての電源供給が可能である。

b. 分離建屋可搬型発電機

分離建屋可搬型発電機の電源負荷は、分離建屋における蒸発乾固及び水素爆発時の大気中への放射性物質の放出量の低減のために使用する可搬型排風機等の運転に必要な負荷として約13 k V Aであり、可搬型排風機の起動時を考慮すると約39 k V Aの給電が必要である。

分離建屋可搬型発電機の供給容量は、約80 k V Aであり、必要負荷に対しての電源供給が可能である。

c. ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋可搬型発電機

ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋可搬型発電機の電源負荷は、精製建屋及びウラン・プルトニウム混合脱硝建屋における蒸発乾固及び水素爆発時の大気中への放射性物質の放出量の低減のために使用する精製建屋及びウラン・プルトニウム混合脱硝建屋の可搬型排風機等の運転に必要な負荷として約24 k V Aである。精製建屋の可搬型排風機の起動は、冷却機能及び水素掃気機能の喪失から5時間40分後、ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋の可搬型排風機の起動は、冷却機能及び水素掃気機能の喪失から14時間後であり、可搬型排風機の起動タイ

ミングの違いを考慮すると、約45 k V Aの給電が必要である。

ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋可搬型発電機の供給容量は、約80 k V Aであり、必要負荷に対しての電源供給が可能である。

b. 高レベル廃液ガラス固化建屋可搬型発電機

高レベル廃液ガラス固化建屋可搬型発電機の電源負荷は、高レベル廃液ガラス固化建屋における蒸発乾固及び水素爆発時の大気中への放射性物質の放出量の低減のために使用する可搬型排風機等の運転に必要な負荷として約11 k V Aであり、可搬型排風機の起動時を考慮すると約39 k V Aの給電が必要である。

高レベル廃液ガラス固化建屋可搬型発電機の供給容量は、約80 k V Aであり、必要負荷に対しての電源供給が可能である。

(2) 排気監視測定設備可搬型発電機

排気監視測定設備可搬型発電機の電源負荷は、主排気筒から大気中への放射性物質の放出状況の監視に必要な負荷として、約2.7 k V Aであり、対象負荷の起動時を考慮しても約2.7 k V Aである。

排気監視測定設備可搬型発電機の供給容量は、約3 k V Aであり、必要負荷に対しての電源供給が可能である。

(3) 使用済燃料の受入れ施設及び貯蔵施設可搬型発電機

使用済燃料の受入れ施設及び貯蔵施設可搬型発電機の電源負荷は、使用済燃料貯蔵プール等への注水に必要な負荷として、約110 k V Aであり、対象負荷の起動時を考慮すると約150 k V Aの給電が必要である。

使用済燃料の受入れ施設及び貯蔵施設可搬型発電機可搬型発電機の供給容量は約200 k V Aあり、必要負荷に対しての電源供給が可能であ

る。

(4) 制御建屋可搬型発電機

制御建屋可搬型発電機の電源負荷は，制御建屋の中央制御室にとどまるための換気を確保する際に，中央制御室の空気を清浄に保つために使用する制御建屋の可搬型送風機の運転等に必要な負荷として約5.2 k V Aであり，可搬型送風機の起動時を考慮すると約39 k V Aの給電が必要である。

制御建屋可搬型発電機の供給容量は，約80 k V Aであり，必要負荷に対しての電源供給が可能である。

(5) 環境監視測定設備可搬型発電機

環境監視測定設備可搬型発電機の電源負荷は，周辺監視区域における放射性物質の濃度及び線量の測定に必要な負荷として，約0.8 k V Aであり，対象負荷の起動時を考慮しても約0.8 k V Aである。

排気監視測定設備可搬型発電機の供給容量は，約3 k V Aであり，必要負荷に対しての電源供給が可能である。

(6) 気象観測測定設備可搬型発電機

気象観測測定設備可搬型発電機の電源負荷は，敷地内において風向，風速その他の気象条件の測定に必要な負荷として，約0.9 k V Aであり，対象負荷の起動時を考慮しても約0.9 k V Aである。

排気監視測定設備可搬型発電機の供給容量は，約3 k V Aであり，必要負荷に対しての電源供給が可能である。

(7) 環境モニタリング設備用可搬型発電機

環境モニタリング設備用可搬型発電機の電源負荷は、周辺監視区域における放射性物質の濃度及び線量の測定に必要な負荷として、約2.4 k V Aであり、対象負荷の起動時を考慮しても約2.4 k V Aである。

環境モニタリング設備用可搬型発電機の供給容量は、約5 k V Aであり、必要負荷に対しての電源供給が可能である。

(8) 緊急時対策所放射線計測設備可搬型発電機

緊急時対策所放射線計測設備可搬型発電機の電源負荷は、重大事故等に伴う大気中への放射性物質の放出状況の監視に必要な負荷として、約0.8 k V Aであり、対象負荷の起動時を考慮しても約0.8 k V Aである。

緊急時対策所放射線計測設備可搬型発電機の供給容量は、約3 k V Aであり、必要負荷に対しての電源供給が可能である。

(9) 緊急時対策所電源設備緊急時対策所用発電機

緊急時対策所の電源設備は、非常用電源系統とは異なる代替電源として独立した設計としている。

緊急時対策所用発電機の電源負荷は、緊急時対策所の居住性を確保するための設備、重大事故等に対処するために必要な指示及び通信連絡に関わる設備の機能を維持するために必要な負荷として約1,200 k V Aの給電が必要である。

緊急時対策所用発電機の供給容量は、約1,700 k V Aであり、必要負荷に対しての電源供給が可能である。

【補足説明資料14－4】

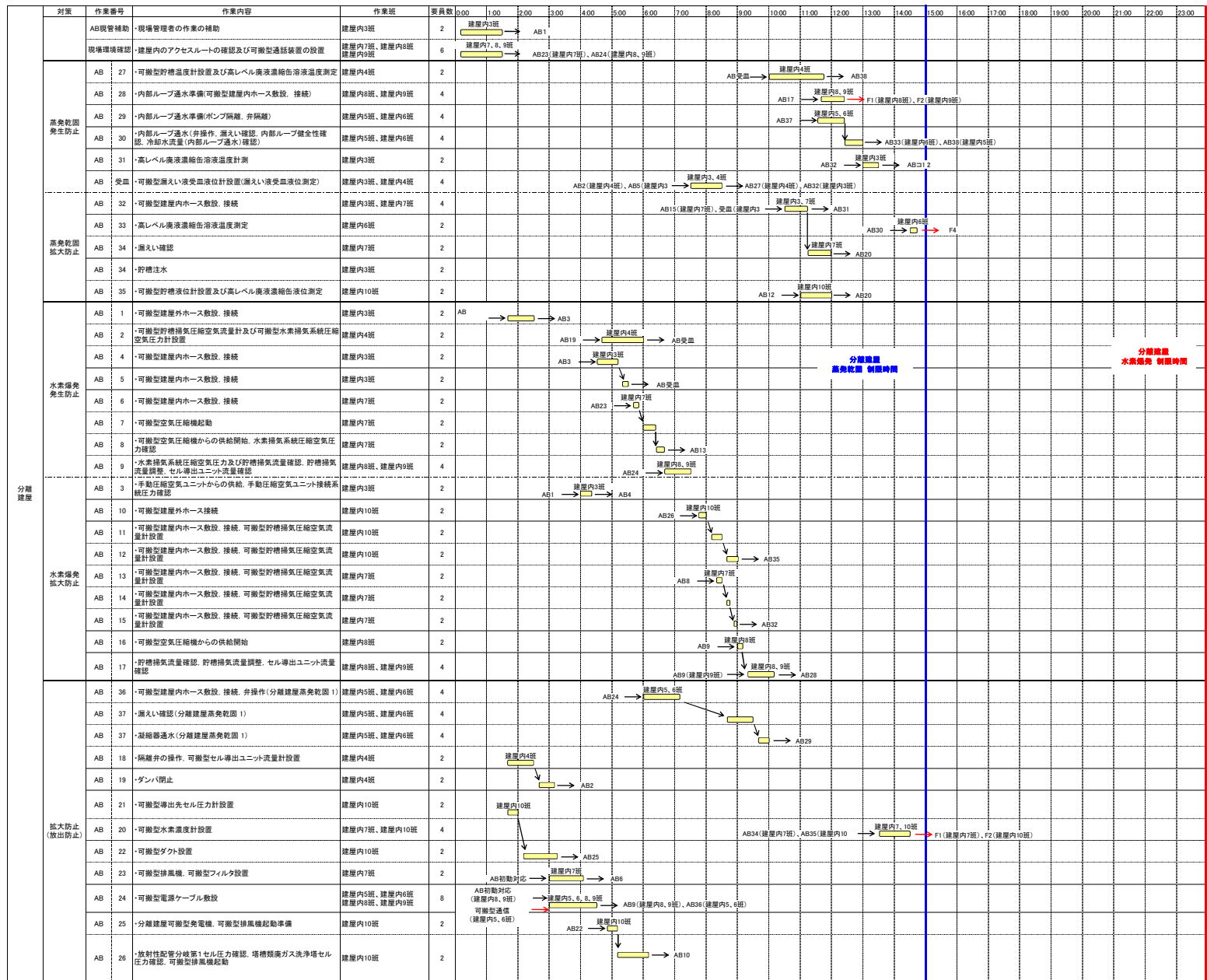
第14.2-1図 重大事故等が同時発生した場合の前処理建屋における必要な要員及び作業項目（その1）

対策	作業番号	作業内容	作業班	要員数	24:00	25:00	26:00	27:00	28:00	29:00	30:00	31:00	32:00	33:00	34:00	35:00	36:00	37:00	38:00	39:00	40:00	41:00	42:00	43:00	44:00	45:00	46:00	47:00		
蒸発乾固発生防止		現場環境確認	・建屋内のアクセスルートの確認及び可搬型通話装置の設置	建屋内37班、建屋内38班 建屋内39班	6																									
	AA	19	・膨張槽液位確認	建屋内12班、建屋内13班	4									F9 → 建屋内12、13班																
	AA	22	・可搬型貯槽温度計設置及び貯槽溶液温度計測	建屋内14班、建屋内15班	4									F8 (建屋内15班)、F9 (建屋内14班) → 建屋内14、15班																
	AA	20	・内部ループ通水準備(可搬型建屋内ホース敷設、接続、隔離)	建屋内16班、建屋内17班	4									AA受皿 → 建屋内16、17班																
	AA	21	・内部ループ通水(弁操作、漏えい確認、内部ループ健全性確認、冷却水流量(内部ループ通水)確認)	建屋内14班	2									建屋内14班																
	AA	23	・貯槽溶液温度計測	建屋内15班	2									AA22 → 建屋内15班																
蒸発乾固拡大防止	AA	受皿	・可搬型漏えい液受皿液位計設置(漏えい液受皿液位測定)	建屋内16班、建屋内17班	4								F8 → 建屋内16、17班																	
	AA	24	・可搬型建屋内ホース敷設、接続	建屋内16班、建屋内17班	4																									
	AA	25	・可搬型貯槽液位計設置及び貯槽液位計測	建屋内13班、建屋内14班 建屋内15班	6									AA19 (建屋内13班)、AA21 (建屋内14班)、AA23 (建屋内15班)																
	AA	26	・貯槽注水、漏えい確認等	建屋内28班	2																									
水素爆発発生防止	AA	1	・可搬型建屋外ホース敷設	建屋内6班、建屋内7班	4									AA16 (建屋内6班)、AA17 (建屋内7班)																
	AA	2	・可搬型貯槽掃気圧縮空気流量計、可搬型水素掃気系統圧縮空気圧力計設置及び可搬型セル導出ユニット流量計設置	建屋内8班、建屋内9班	4									AA17 (建屋内8班)、AA18 (建屋内9班)																
	AA	3	・可搬型建屋内ホース敷設、接続	建屋内8班、建屋内9班	4																									
	AA	4	・可搬型空気圧縮機起動	建屋内8班、建屋内9班	4																									
	AA	5	・可搬型空気圧縮機からの供給開始、可搬型水素掃気系統圧縮空気圧力確認	建屋内3班	2																									
	AA	6	・水素掃気系統圧縮空気圧力及び貯槽掃気流量確認、貯槽掃気流量調整、可搬型セル導出ユニット流量確認	建屋内6班、建屋内7班	4																									
	AA	7	・可搬型貯槽掃気圧縮空気流量計設置	建屋内8班、建屋内9班	4																									
	AA	8	・可搬型建屋内ホース敷設、接続	建屋内8班、建屋内9班	4																									
	AA	9	・可搬型空気圧縮機からの供給開始	建屋内9班	2																									
	AA	10	・貯槽掃気流量確認、貯槽掃気流量調整、可搬型セル導出ユニット流量確認	建屋内6班、建屋内7班	4																									
水素爆発拡大防止	AA	28	・可搬型建屋内ホース敷設、接続、隔離排気温度計設置	建屋内16班、建屋内17班	4																									
	AA	29	・凝縮器通水、漏えい確認及び凝縮器通水流量監視	建屋内16班	2																									
	AA	11	・ダンパ閉止	建屋内33班	2																									
	AA	12	・隔離弁の操作、可搬型セル導出ユニット流量計設置、可搬型凝縮器通水流量計設置	建屋内32班	2																									
	AA	14	・可搬型導出先セル圧力計設置、可搬型廃ガス洗浄塔入口圧力計設置	建屋内34班	2																									
	AA	15	・可搬型ダクト、可搬型フィルタ設置、可搬型電源ケーブル敷設、可搬型排風機設置	建屋内3班、建屋内6班 建屋内7班、建屋内8班 建屋内9班、建屋内10班	12																									
	AA	16	・可搬型発電機起動	建屋内6班	2																									
	AA	17	・可搬型排風機起動準備	建屋内7班、建屋内8班	4																									
	AA	13	・可搬型水素濃度計設置	建屋内8班、建屋内9班 建屋内10班	6																									
	AA	18	・可搬型導出先セル圧力計確認、可搬型排風機起動	建屋内3班、建屋内9班 建屋内10班	6																									
蒸発乾固拡大防止	AAコ1	1	・可搬型建屋内ホース等運搬(前処理建屋蒸発乾固 1)	建屋内17班	2																									
	AAコ1	2	・冷却コイル又は冷却ジャケット通水準備(可搬型建屋内ホース敷設、冷却コイル圧力計設置、接続)(前処理建屋蒸発乾固 1)	建屋内20班、建屋内21班	4																									
	AAコ1	3	・冷却コイル又は冷却ジャケット通水(弁操作、漏えい確認、冷却コイル又は冷却ジャケット健全性確認、冷却水圧力(冷却コイル通水)確認)(前処理建屋蒸発乾固 1)	建屋内22班、建屋内23班 建屋内24班	6																									
	AAコ1	4	・冷却コイル通水(弁操作、漏えい確認、冷却水圧力(冷却コイル通水)確認)(前処理建屋蒸発乾固 1)	建屋内20班、建屋内21班	4																									
	AAコ2	1	・可搬型建屋内ホース等運搬(前処理建屋蒸発乾固 2)	建屋内3班	2																									
	AAコ2	2	・冷却コイル又は冷却ジャケット通水準備(可搬型建屋内ホース敷設、冷却コイル圧力計設置、接続)(前処理建屋蒸発乾固 2)	建屋内22班、建屋内23班 建屋内24班、建屋内25班	8																									
	AAコ2	3	・冷却コイル又は冷却ジャケット通水(弁操作、漏えい確認、冷却コイル又は冷却ジャケット健全性確認、冷却水圧力(冷却コイル通水)確認)(前処理建屋蒸発乾固 2)	建屋内6班、建屋内7班 建屋内13班、建屋内14班	8																									
	AAコ2	4	・冷却コイル通水(弁操作、漏えい確認、冷却水圧力(冷却コイル通水)確認)(前処理建屋蒸発乾固 2)	建屋内25班	2																									
計器監視 燃料の補給	AA	30	・計器監視(貯槽溶液温度、水素掃気圧縮空気圧力、水素掃気系統圧縮空気圧力、貯槽掃気流量、冷却水流量(内部ループ通水)、溶融炉セル圧力、放射性配管分岐管1セル圧力、水素濃度、貯槽液位、凝縮器出口排気温度、凝縮器通水流量) ・可搬型発電機および可搬型空気圧縮機等への燃料の補給	建屋内11班、建屋内12班	4																									

第14.2－1 図 重大事故等が同時発生した場合の前処理建屋における必要な要員及び作業項目（その2）

対策		作業番号	作業内容	作業班	要員数	48:00	49:00	50:00	51:00	52:00	53:00	54:00	55:00	56:00	57:00	58:00	59:00	60:00	61:00	62:00	72:00	73:00	74:00	139:00	140:00	141:00	399:00	400:00	401:00	
蒸発乾固 発生防止	現場環境確認		・建屋内のアクセスルートの確認及び可搬型通話装置の設置	建屋内37班、建屋内38班 建屋内39班	6																									
	AA	19	・膨張槽液位確認	建屋内12班、建屋内13班	4																									
	AA	22	・可搬型貯槽温度計設置及び貯槽溶液温度計測	建屋内14班、建屋内15班	4																									
	AA	20	・内部ループ通水準備(可搬型建屋内ホース敷設、接続、隔離)	建屋内16班、建屋内17班	4																									
	AA	21	・内部ループ通水(弁操作、漏えい確認、内部ループ健全性確認、 冷却水流量(内部ループ通水)確認)	建屋内14班	2																									
	AA	23	・貯槽溶液温度計測	建屋内15班	2																									
	AA	受血	・可搬型漏えい液受血液位計設置(漏えい液受血液位測定)	建屋内16班、建屋内17班	4																									
	AA	24	・可搬型建屋内ホース敷設、接続	建屋内16班、建屋内17班	4																									
	AA	25	・可搬型貯槽液位計設置及び貯槽液位計測	建屋内13班、建屋内14班 建屋内15班	6																									
	AA	26	・貯槽注水、漏えい確認等	建屋内28班	2																									
蒸発乾固 拡大防止	AA	27	・貯槽液位計測	建屋内29班	2																									
	水素爆発 発生防止	AA	1	・可搬型建屋外ホース敷設	建屋内6班、建屋内7班	4																								
		AA	2	・可搬型貯槽掃気圧縮空気流量計、可搬型水素掃気系統圧縮空 気圧力計設置及び可搬型セル導出ユニット流量計設置	建屋内8班、建屋内9班	4																								
AA		3	・可搬型建屋内ホース敷設、接続	建屋内8班、建屋内9班	4																									
AA		4	・可搬型空気圧縮機起動	建屋内8班、建屋内9班	4																									
AA		5	・可搬型空気圧縮機からの供給開始、可搬型水素掃気系統圧縮 空気圧力確認	建屋内3班	2																									
AA		6	・水素掃気系統圧縮空気圧力及び貯槽掃気流量確認、貯槽掃気 流量調整、可搬型セル導出ユニット流量確認	建屋内6班、建屋内7班	4																									
水素爆発 拡大防止	AA	7	・可搬型貯槽掃気圧縮空気流量計設置	建屋内8班、建屋内9班	4																									
	AA	8	・可搬型建屋内ホース敷設、接続	建屋内8班、建屋内9班	4																									
	AA	9	・可搬型空気圧縮機からの供給開始	建屋内9班	2																									
	AA	10	・貯槽掃気流量確認、貯槽掃気流量調整、 可搬型セル導出ユニット流量確認	建屋内6班、建屋内7班	4																									
前処理 建屋	拡大防止 (放出防止)	AA	28	・可搬型建屋内ホース敷設、接続、隔離排気温度計設置	建屋内16班、建屋内17班	4																								
		AA	29	・凝縮器通水、漏えい確認及び凝縮器通水流量監視	建屋内16班	2																								
		AA	11	・ダンパ閉止	建屋内33班	2																								
		AA	12	・隔離弁の操作、可搬型セル導出ユニット流量計設置、可搬型凝縮 器通水流量計設置	建屋内32班	2																								
		AA	14	・可搬型導出先セル圧力計設置、可搬型廃ガス洗浄塔入口圧力 計設置	建屋内34班	2																								
		AA	15	・可搬型ダクト、可搬型フィルタ設置、可搬型電源ケーブル敷設、 可搬型排風機設置	建屋内3班、建屋内6班 建屋内7班、建屋内8班 建屋内9班、建屋内10班	12																								
		AA	16	・可搬型発電機起動	建屋内6班	2																								
		AA	17	・可搬型排風機起動準備	建屋内7班、建屋内8班	4																								
		AA	13	・可搬型水素濃度計設置	建屋内8班、建屋内9班 建屋内10班	6																								
	AA	18	・可搬型導出先セル圧力計確認、可搬型排風機起動	建屋内3班、建屋内9班 建屋内10班	6																									
蒸発乾固 拡大防止	AA	31	1	・可搬型建屋内ホース等運搬(前処理建屋蒸発乾固 1)	建屋内17班	2																								
	AA	31	2	・冷却コイル又は冷却ジャケット通水準備(可搬型建屋内ホース敷 設、冷却コイル圧力計設置、接続)(前処理建屋蒸発乾固 1)	建屋内20班、建屋内21班	4																								
	AA	31	3	・冷却コイル又は冷却ジャケット通水(弁操作、漏えい確認、冷却 コイル又は冷却ジャケット健全性確認、冷却水圧力(冷却コイル通 水)確認)(前処理建屋蒸発乾固 1)	建屋内22班、建屋内23班 建屋内24班	6																								
	AA	31	4	・冷却コイル通水(弁操作、漏えい確認、冷却水圧力 (冷却コイル通水)確認)(前処理建屋蒸発乾固 1)	建屋内20班、建屋内21班	4																								
	AA	32	1	・可搬型建屋内ホース等運搬(前処理建屋蒸発乾固 2)	建屋内3班	2																								
	AA	32	2	・冷却コイル又は冷却ジャケット通水準備(可搬型建屋内ホース敷 設、冷却コイル圧力計設置、接続)(前処理建屋蒸発乾固 2)	建屋内22班、建屋内23班 建屋内24班、建屋内25班	8																								
	AA	32	3	・冷却コイル又は冷却ジャケット通水(弁操作、漏えい確認、冷却 コイル又は冷却ジャケット健全性確認、冷却水圧力(冷却コイル通 水)確認)(前処理建屋蒸発乾固 2)	建屋内6班、建屋内7班 建屋内13班、建屋内14班	8																								
	AA	32	4	・冷却コイル通水(弁操作、漏えい確認、冷却水圧力(冷却コイル 通水)確認)(前処理建屋蒸発乾固 2)	建屋内25班	2																								
計器監視 燃料の補給	AA	30	・計器監視(貯槽溶液温度、水素掃気圧縮空気圧力、水素掃気 系統圧縮空気圧力、貯槽掃気流量、冷却水流量(内部ループ通 水)、溶融剤セル圧力、放散性配管分岐第1セル圧力、水素濃 度、貯槽液位、凝縮器出口排気温度、凝縮器通水流量) ・可搬型発電機および可搬型空気圧縮機等への燃料の補給	建屋内11班、建屋内12班	4	建屋内11班		建屋内11班		建屋内11班		建屋内11班		建屋内11班		建屋内11班		建屋内11班		建屋内11班		建屋内11班		建屋内11班		建屋内11班		建屋内11班		
					建屋内12班		建屋内12班		建屋内12班		建屋内12班		建屋内12班		建屋内12班		建屋内12班		建屋内12班		建屋内12班		建屋内12班		建屋内12班		建屋内12班			

第14.2－1 図 重大事故等が同時発生した場合の前処理建屋における必要な要員及び作業項目（その3）



第14.2ー2図 重大事故等が同時発生した場合の分離建屋における必要な要員及び作業項目(その1)

対策	作業番号	作業内容	作業班	要員数	0.00	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00	7.00	8.00	9.00	10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00	17.00	18.00	19.00	20.00	21.00	22.00	23.00	
高気乾固発生防止	ABJL1	1	・可搬型建屋内ホース等運搬(分離建屋高気乾固 2)	建屋内22班、建屋内23班、建屋内24班	6																								
	ABJL1	2	・膨張槽液位確認(分離建屋高気乾固 2)	建屋内22班、建屋内23班	4																								
	ABJL1	3	・可搬型貯槽温度計設置及び貯槽溶液温度計測(分離建屋高気乾固 2)	建屋内24班、建屋内25班	4																								
	ABJL1	4	・内部ループ過水準備(可搬型建屋内ホース敷設、接続)(分離建屋高気乾固 2)	建屋内22班、建屋内23班	4																								
	ABJL1	5	・内部ループ過水準備(ポンプ隔離、非隔離)(分離建屋高気乾固 2)	建屋内22班、建屋内23班	4																								
	ABJL1	6	・内部ループ過水(弁操作、漏えい確認、冷却水流量(内部ループ過水)確認)(分離建屋高気乾固 2)	建屋内24班、建屋内25班	4																								
	ABJL1	7	・貯槽溶液温度計測(分離建屋高気乾固 2)	建屋内36班	2																								
	ABJL1	受皿	・可搬型漏えい液受皿液位計設置(漏えい液受皿液位測定)(分離建屋高気乾固 2)	建屋内40班	2																								
	ABJL2	1	・可搬型建屋内ホース等運搬(分離建屋高気乾固 3)	建屋内30班、建屋内31班、建屋内40班	6																								
	ABJL2	2	・膨張槽液位確認(分離建屋高気乾固 3)	建屋内34班、建屋内35班	4																								
	ABJL2	3	・可搬型貯槽温度計設置及び貯槽溶液温度計測(分離建屋高気乾固 3)	建屋内32班、建屋内33班、建屋内37班、建屋内38班、建屋内39班、建屋内40班	12																								
	ABJL2	4	・内部ループ過水準備(可搬型建屋内ホース敷設、接続)(分離建屋高気乾固 3)	建屋内30班、建屋内31班	4																								
	ABJL2	5	・内部ループ過水準備(ポンプ隔離、非隔離)(分離建屋高気乾固 3)	建屋内30班、建屋内31班	4																								
	ABJL2	6	・内部ループ過水(弁操作、漏えい確認、冷却水流量(内部ループ過水)確認)(分離建屋高気乾固 3)	建屋内32班、建屋内33班	4																								
	ABJL2	7	・貯槽溶液温度計測(分離建屋高気乾固 3)	建屋内37班	2																								
	ABJL2	受皿	・可搬型漏えい液受皿液位計設置(漏えい液受皿液位測定)(分離建屋高気乾固 3)	建屋内28班、建屋内29班、建屋内30班、建屋内31班、建屋内34班、建屋内35班	12																								
分離建屋	ABO1	1	・冷却コイル過水準備(可搬型建屋内ホース敷設、冷却コイル圧力計設置)(分離建屋高気乾固 1)	建屋内11班、建屋内12班、建屋内13班	6																								
	ABO1	2	・冷却コイル健全性確認(弁操作、漏えい確認、冷却コイル健全性確認、冷却水圧力(冷却コイル過水)確認)(分離建屋高気乾固 1)	建屋内3班、建屋内6班	4																								
	ABO1	3	・冷却コイル過水(弁操作、漏えい確認、冷却水圧力(冷却コイル過水)確認)(分離建屋高気乾固 1)	建屋内3班、建屋内6班	4																								
	ABO2	1	・可搬型建屋内ホース等運搬(分離建屋高気乾固 2)	建屋内8班、建屋内9班、建屋内10班	6																								
	ABO2	2	・冷却コイル又は冷却ジャケット過水準備(可搬型建屋内ホース敷設、冷却コイル又は冷却ジャケット圧力計設置)(分離建屋高気乾固 2)	建屋内15班、建屋内16班、建屋内17班	6																								
	ABO2	3	・冷却コイル又は冷却ジャケット健全性確認(弁操作、漏えい確認、冷却コイル又は冷却ジャケット健全性確認、冷却水圧力(冷却コイル又は冷却ジャケット過水)確認)(分離建屋高気乾固 2)	建屋内28班、建屋内29班	4																								
	ABO2	4	・冷却コイル又は冷却ジャケット過水(弁操作、漏えい確認、冷却水圧力(冷却コイル又は冷却ジャケット過水)確認)(分離建屋高気乾固 2)	建屋内34班、建屋内35班	4																								
	ABO3	1	・可搬型建屋内ホース等運搬(分離建屋高気乾固 3)	建屋内8班、建屋内9班、建屋内10班	6																								
	ABO3	2	・冷却コイル過水準備(可搬型建屋内ホース敷設、冷却コイル圧力計設置)(分離建屋高気乾固 3)	建屋内3班、建屋内6班、建屋内7班、建屋内8班、建屋内9班、建屋内10班	12																								
	ABO3	3	・冷却コイル健全性確認(弁操作、漏えい確認、冷却コイル健全性確認、冷却水圧力(冷却コイル過水)確認)(分離建屋高気乾固 3)	建屋内6班、建屋内7班、建屋内8班、建屋内9班	8																								
	ABO3	4	・冷却コイル過水(弁操作、漏えい確認、冷却水圧力(冷却コイル過水)確認)(分離建屋高気乾固 3)	建屋内6班、建屋内7班、建屋内8班、建屋内9班	8																								
	AB機1	1	・可搬型建屋内ホース敷設、接続(分離建屋高気乾固 3)	建屋内6班、建屋内7班	4																								
	AB機1	2	・貯槽溶液温度測定(分離建屋高気乾固 3)	建屋内6班	2																								
	AB機1	3	・漏えい確認(分離建屋高気乾固 3)	建屋内7班	2																								
	AB機1	4	・可搬型貯槽液位計設置及び貯槽液位測定(分離建屋高気乾固 3)	建屋内8班	2																								
	AB機1	5	・貯槽注水(分離建屋高気乾固 3)	建屋内8班	2																								
高気乾固拡大防止(放出防止)	AB凝1	1	・可搬型建屋内ホース敷設、接続、弁操作(分離建屋高気乾固 2、3)	建屋内36班、建屋内38班	4																								
	AB凝1	2	・漏えい確認(分離建屋高気乾固 2、3)	建屋内39班、建屋内40班	4																								
	AB凝1	3	・凝縮器過水(分離建屋高気乾固 2、3)	建屋内36班、建屋内38班	4																								
計器監視	AB	38	・計器監視(水素揚気系統圧縮空気圧力、貯槽排気流量、高レベル廃液濃縮缶溶液温度、冷却水流量(内部ループ過水)、貯槽溶液温度、放射性配管分岐第1セル圧力、焼結乾燥ガス冷却セル圧力、水素濃度、貯槽排気流量、高レベル廃液濃縮缶液位、凝縮器出口排気温度、冷却水流量(凝縮器過水)貯槽溶液温度、貯槽液位)	建屋内4班、建屋内5班	4																								
																	AB27(建屋内4班)、AB27(建屋内5		→		建屋内4班		建屋内4班		建屋内4班		建屋内4班		
																		建屋内5班		建屋内5班		建屋内5班		建屋内5班					

第14.2ー2図 重大事故等が同時発生した場合の分離建屋における必要な要員及び作業項目 (その2)

	対策	作業番号	作業内容	作業班	要員数	24.00	25.00	26.00	27.00	28.00	29.00	30.00	31.00	32.00	33.00	34.00	35.00	36.00	37.00	38.00	39.00	40.00	41.00	42.00	43.00	44.00	45.00	46.00	47.00
分 離 建 屋	現場環境確認	AB	脱管補助	・現場管理者の作業の補助	建屋内3班	2																							
				・建屋内のアクセスルートの確認及び可搬型通話装置の設置	建屋内7班、建屋内8班 建屋内9班	6																							
	蒸発乾固 発生防止	AB	27	・可搬型貯槽温度計設置及び高レベル廃液濃縮缶溶液温度測定	建屋内4班	2																							
		AB	28	・内部ループ過水準備(可搬型建屋内ホース敷設、接続)	建屋内8班、建屋内9班	4																							
		AB	29	・内部ループ過水準備(ポンプ隔離、弁隔離)	建屋内5班、建屋内6班	4																							
		AB	30	・内部ループ過水(弁操作、漏えい確認、内部ループ健全性確認、冷却水流量(内部ループ過水)確認)	建屋内5班、建屋内6班	4																							
		AB	31	・高レベル廃液濃縮缶溶液温度計測	建屋内3班	2																							
		受皿		・可搬型漏えい液受皿液位計設置(漏えい液受皿液位測定)	建屋内3班、建屋内4班	4																							
	蒸発乾固 拡大防止	AB	32	・可搬型建屋内ホース敷設、接続	建屋内3班、建屋内7班	4																							
		AB	33	・高レベル廃液濃縮缶溶液温度測定	建屋内6班	2																							
		AB	34	・漏えい確認	建屋内7班	2																							
		AB	34	・貯槽注水	建屋内3班	2																							
		AB	35	・可搬型貯槽液位計設置及び高レベル廃液濃縮缶液位測定	建屋内10班	2																							
	水素爆発 発生防止	AB	1	・可搬型建屋外ホース敷設、接続	建屋内3班	2																							
		AB	2	・可搬型貯槽掃気圧縮空気流量計及び可搬型水素掃気系統圧縮空気圧力計設置	建屋内4班	2																							
		AB	4	・可搬型建屋内ホース敷設、接続	建屋内3班	2																							
		AB	5	・可搬型建屋内ホース敷設、接続	建屋内3班	2																							
		AB	6	・可搬型建屋内ホース敷設、接続	建屋内7班	2																							
		AB	7	・可搬型空気圧縮機起動	建屋内7班	2																							
		AB	8	・可搬型空気圧縮機からの供給開始、水素掃気系統圧縮空気圧力確認	建屋内7班	2																							
		AB	9	・水素掃気系統圧縮空気圧力及び貯槽掃気流量確認、貯槽掃気流量調整、セル導出ユニット流量確認	建屋内8班、建屋内9班	4																							
		AB	3	・手動圧縮空気ユニットからの供給、手動圧縮空気ユニット接続系統圧力確認	建屋内3班	2																							
	水素爆発 拡大防止	AB	10	・可搬型建屋外ホース接続	建屋内10班	2																							
		AB	11	・可搬型建屋内ホース敷設、接続、可搬型貯槽掃気圧縮空気流量計設置	建屋内10班	2																							
		AB	12	・可搬型建屋内ホース敷設、接続、可搬型貯槽掃気圧縮空気流量計設置	建屋内10班	2																							
		AB	13	・可搬型建屋内ホース敷設、接続、可搬型貯槽掃気圧縮空気流量計設置	建屋内7班	2																							
		AB	14	・可搬型建屋内ホース敷設、接続、可搬型貯槽掃気圧縮空気流量計設置	建屋内7班	2																							
		AB	15	・可搬型建屋内ホース敷設、接続、可搬型貯槽掃気圧縮空気流量計設置	建屋内7班	2																							
		AB	16	・可搬型空気圧縮機からの供給開始	建屋内8班	2																							
		AB	17	・貯槽掃気流量確認、貯槽掃気流量調整、セル導出ユニット流量確認	建屋内8班、建屋内9班	4																							
	拡大防止 (放出防止)	AB	36	・可搬型建屋内ホース敷設、接続、弁操作(分離建屋蒸発乾固 1)	建屋内5班、建屋内6班	4																							
		AB	37	・漏えい確認(分離建屋蒸発乾固 1)	建屋内5班、建屋内6班	4																							
		AB	37	・凝縮器過水(分離建屋蒸発乾固 1)	建屋内5班、建屋内6班	4																							
		AB	18	・隔離弁の操作、可搬型セル導出ユニット流量計設置	建屋内4班	2																							
		AB	19	・ダンパ閉止	建屋内4班	2																							
		AB	21	・可搬型導出先セル圧力計設置	建屋内10班	2																							
		AB	20	・可搬型水素濃度計設置	建屋内7班、建屋内10班	4																							
		AB	22	・可搬型ダクト設置	建屋内10班	2																							
		AB	23	・可搬型排風機、可搬型フィルタ設置	建屋内7班	2																							
		AB	24	・可搬型電源ケーブル敷設	建屋内5班、建屋内6班 建屋内8班、建屋内9班	8																							
		AB	25	・分離建屋可搬型発電機、可搬型排風機起動準備	建屋内10班	2																							
		AB	26	・放射性配管分岐第1セル圧力確認、塔槽類ガス洗浄塔セル圧力確認、可搬型排風機起動	建屋内10班	2																							

第14. 2－ 2 図 重大事故等が同時発生した場合の分離建屋における必要な要員及び作業項目（その3）

対策	作業番号	作業内容	作業班	要員数	24:00	25:00	26:00	27:00	28:00	29:00	30:00	31:00	32:00	33:00	34:00	35:00	36:00	37:00	38:00	39:00	40:00	41:00	42:00	43:00	44:00	45:00	46:00	47:00	
高気乾固発生防止	ABJ/L1 1	・可搬型建屋内ホース等運搬(分離建屋高気乾固 2)	建屋内22班、建屋内23班 建屋内24班	6					AC31 4(建屋内22班)、AC32 2(建屋内23、24班)					建屋内22、23、24班	→	ABJ/L1 3(建屋内24班)													
	ABJ/L1 2	・膨張槽液位確認(分離建屋高気乾固 2)	建屋内22班、建屋内23班	4										建屋内22、23班	→	ABJ/L1 4													
	ABJ/L1 3	・可搬型貯槽温度計設置及び貯槽溶液温度計測(分離建屋高気乾固 2)	建屋内24班、建屋内25班	4										建屋内24 CA25(建屋内25)	→	建屋内24、25班	→	ABJ/L1 6											
	ABJ/L1 4	・内部ループ過水準備(可搬型建屋内ホース敷設、接続)(分離建屋高気乾固 2)	建屋内22班、建屋内23班	4											ABJ/L1 2	→	建屋内22、23班	→	AA32 2										
	ABJ/L1 5	・内部ループ過水準備(ポンプ隔離、弁隔離)(分離建屋高気乾固 2)	建屋内22班、建屋内23班	4																									
	ABJ/L1 6	・内部ループ過水(弁操作、漏えい確認、冷却水流量(内部ループ過水)確認)(分離建屋高気乾固 2)	建屋内24班、建屋内25班	4											ABJ/L1 3	→	建屋内24、25班	→	AA32 2										
	ABJ/L1 7	・貯槽溶液温度計測(分離建屋高気乾固 2)	建屋内36班	2											KA31 3	→	建屋内36班	→	AB31 1										
	ABJ/L1 受血	・可搬型漏えい液受血液位計設置(漏えい液受血液位測定)(分離建屋高気乾固 2)	建屋内40班	2									AC28	→	建屋内40班														
	ABJ/L2 1	・可搬型建屋内ホース等運搬(分離建屋高気乾固 3)	建屋内30班、建屋内31班 建屋内40班	6																									
	ABJ/L2 2	・膨張槽液位確認(分離建屋高気乾固 3)	建屋内34班、建屋内35班	4											KA35 4	→	建屋内34、35班	→	ABJ/L2 受血										
	ABJ/L2 3	・可搬型貯槽温度計設置及び貯槽溶液温度計測(分離建屋高気乾固 3)	建屋内32班、建屋内33班 建屋内37班、建屋内38班 建屋内39班、建屋内40班	12									KA31 3(建屋内37班)、KA33 4(建屋内38、39班)、KA33 4(建屋内32、33)	→	建屋内32、33、37班	→	建屋内32、33、37班	→	建屋内32、33、37班	→	建屋内32、33、37班	→	ABJ/L2 6(建屋内32、33班) ABJ/L2 7(建屋内37班) AB31 1(建屋内38班) AB31 2(建屋内39、40班)						
	ABJ/L2 4	・内部ループ過水準備(可搬型建屋内ホース敷設、接続)(分離建屋高気乾固 3)	建屋内30班、建屋内31班	4																									
	ABJ/L2 5	・内部ループ過水準備(ポンプ隔離、弁隔離)(分離建屋高気乾固 3)	建屋内30班、建屋内31班	4																									
	ABJ/L2 6	・内部ループ過水(弁操作、漏えい確認、冷却水流量(内部ループ過水)確認)(分離建屋高気乾固 3)	建屋内32班、建屋内33班	4																									
	ABJ/L2 7	・貯槽溶液温度計測(分離建屋高気乾固 3)	建屋内37班	2																									
	ABJ/L2 受血	・可搬型漏えい液受血液位計設置(漏えい液受血液位測定)(分離建屋高気乾固 3)	建屋内28班、建屋内29班 建屋内30班、建屋内31班 建屋内34班、建屋内35班 建屋内11班、建屋内12班 建屋内13班	12											ABJ/L2 1(建屋内30、31班)、ABJ/L2 2(建屋内34、35班)	→	建屋内28、30、31班	→	建屋内28、34、35班	→	建屋内28、34、35班	→	ABJ/L2 4(建屋内30、31班) AB32 3(建屋内38、29班) AB32 4(建屋内34、35班)						
分離建屋	AB31 1	・冷却コイル過水準備(可搬型建屋内ホース敷設、冷却コイル圧力計設置)(分離建屋高気乾固 1)	建屋内11班、12、13班	6										建屋内11、12、13班	→	F8													
	AB31 2	・冷却コイル健全性確認(弁操作、漏えい確認、冷却コイル健全性確認、冷却水圧力(冷却コイル過水)確認)(分離建屋高気乾固 1)	建屋内3班、建屋内6班	4											建屋内3、6班	→													
	AB31 3	・冷却コイル過水(弁操作、漏えい確認、冷却水圧力(冷却コイル過水)確認)(分離建屋高気乾固 1)	建屋内3班、建屋内6班	4											建屋内3班	→	AA15												
	AB32 1	・可搬型建屋内ホース等運搬(分離建屋高気乾固 2)	建屋内8班、建屋内9班 建屋内10班	6																									
	AB32 2	・冷却コイル又は冷却ジャケット過水準備(可搬型建屋内ホース敷設、冷却コイル又は冷却ジャケット圧力計設置)(分離建屋高気乾固 2)	建屋内15班、建屋内16班 建屋内17班	6																									
	AB32 3	・冷却コイル又は冷却ジャケット健全性確認(弁操作、漏えい確認、冷却コイル又は冷却ジャケット健全性確認、冷却水圧力(冷却コイル又は冷却ジャケット過水)確認)(分離建屋高気乾固 2)	建屋内28班、建屋内29班	4																									
	AB32 4	・冷却コイル又は冷却ジャケット過水(弁操作、漏えい確認、冷却水圧力(冷却コイル又は冷却ジャケット過水)確認)(分離建屋高気乾固 2)	建屋内34班、建屋内35班 建屋内10班	4																									
	AB33 1	・可搬型建屋内ホース等運搬(分離建屋高気乾固 3)	建屋内8班、建屋内9班 建屋内10班	6																									
	AB33 2	・冷却コイル過水準備(可搬型建屋内ホース敷設、冷却コイル圧力計設置)(分離建屋高気乾固 3)	建屋内3班、建屋内6班 建屋内7班、建屋内8班 建屋内9班、建屋内10班	12																									
	AB33 3	・冷却コイル健全性確認(弁操作、漏えい確認、冷却コイル健全性確認、冷却水圧力(冷却コイル過水)確認)(分離建屋高気乾固 3)	建屋内6班、建屋内7班 建屋内8班、建屋内9班	8																									
	AB33 4	・冷却コイル過水(弁操作、漏えい確認、冷却水圧力(冷却コイル過水)確認)(分離建屋高気乾固 3)	建屋内6班、建屋内7班 建屋内8班、建屋内9班	8																									
	AB34 1	・可搬型建屋内ホース敷設、接続(分離建屋高気乾固 3)	建屋内6班、建屋内7班	4																									
	AB34 2	・貯槽溶液温度測定(分離建屋高気乾固 3)	建屋内6班	2																									
	AB34 3	・漏えい確認(分離建屋高気乾固 3)	建屋内7班	2																									
	AB34 4	・可搬型貯槽液位計設置及び貯槽液位測定(分離建屋高気乾固 3)	建屋内8班	2																									
	高気乾固拡大防止(放出防止)	AB34 5	・貯槽注水(分離建屋高気乾固 3)	建屋内8班	2																								
AB34 1		・可搬型建屋内ホース敷設、接続、弁操作(分離建屋高気乾固 2、3)	建屋内36班、建屋内38班	4																									
AB34 2		・漏えい確認(分離建屋高気乾固 2、3)	建屋内39班、建屋内40班	4																									
AB34 3	・凝縮器過水(分離建屋高気乾固 2、3)	建屋内36班、建屋内38班	4																										

第14.2ー2図 重大事故等が同時発生した場合の分離建屋における必要な要員及び作業項目 (その4)

対策	作業番号	作業内容	作業班	要員数	48.00	49.00	50.00	51.00	52.00	53.00	54.00	55.00	56.00	57.00	58.00	59.00	60.00	61.00	62.00	63.00	64.00	65.00	66.00	67.00	68.00	69.00	70.00	71.00
分 離 建 屋	AB	・現場管理者の作業の補助	建屋内3班	2																								
		・建屋内のアクセスルートの確認及び可搬型通話装置の設置	建屋内7班、建屋内8班 建屋内9班	6																								
	AB	27	・可搬型貯槽温度計設置及び高レベル廃液濃縮缶溶液温度測定	建屋内4班	2																							
	AB	28	・内部ループ通水準備(可搬型建屋内ホース敷設、接続)	建屋内8班、建屋内9班	4																							
	AB	29	・内部ループ通水準備(ポンプ隔離、弁隔離)	建屋内5班、建屋内8班	4																							
	AB	30	・内部ループ通水(弁操作、漏えい確認、内部ループ健全性確認、冷却水流量(内部ループ通水)確認)	建屋内5班、建屋内8班	4																							
	AB	31	・高レベル廃液濃縮缶溶液温度計測	建屋内3班	2																							
	AB	受皿	・可搬型漏えい液受血液位計設置(漏えい液受血液位測定)	建屋内3班、建屋内4班	4																							
	AB	32	・可搬型建屋内ホース敷設、接続	建屋内3班、建屋内7班	4																							
	AB	33	・高レベル廃液濃縮缶溶液温度測定	建屋内6班	2																							
	AB	34	・漏えい確認	建屋内7班	2																							
	AB	34	・貯槽注水	建屋内3班	2																							
	AB	35	・可搬型貯槽液位計設置及び高レベル廃液濃縮缶液位測定	建屋内10班	2																							
	AB	1	・可搬型建屋外ホース敷設、接続	建屋内3班	2																							
	AB	2	・可搬型貯槽掃気圧縮空気流量計及び可搬型水素掃気系統圧縮空気圧力計設置	建屋内4班	2																							
	AB	4	・可搬型建屋内ホース敷設、接続	建屋内3班	2																							
	AB	5	・可搬型建屋内ホース敷設、接続	建屋内3班	2																							
	AB	6	・可搬型建屋内ホース敷設、接続	建屋内7班	2																							
	AB	7	・可搬型空気圧縮機起動	建屋内7班	2																							
	AB	8	・可搬型空気圧縮機からの供給開始、水素掃気系統圧縮空気圧力確認	建屋内7班	2																							
	AB	9	・水素掃気系統圧縮空気圧力及び貯槽掃気流量確認、貯槽掃気流量調整、セル導出ユニット流量確認	建屋内8班、建屋内9班	4																							
	AB	3	・手動圧縮空気ユニットからの供給、手動圧縮空気ユニット接続系漏れ圧力確認	建屋内3班	2																							
	AB	10	・可搬型建屋外ホース接続	建屋内10班	2																							
	AB	11	・可搬型建屋内ホース敷設、接続、可搬型貯槽掃気圧縮空気流量計設置	建屋内10班	2																							
	AB	12	・可搬型建屋内ホース敷設、接続、可搬型貯槽掃気圧縮空気流量計設置	建屋内10班	2																							
	AB	13	・可搬型建屋内ホース敷設、接続、可搬型貯槽掃気圧縮空気流量計設置	建屋内7班	2																							
	AB	14	・可搬型建屋内ホース敷設、接続、可搬型貯槽掃気圧縮空気流量計設置	建屋内7班	2																							
	AB	15	・可搬型建屋内ホース敷設、接続、可搬型貯槽掃気圧縮空気流量計設置	建屋内7班	2																							
	AB	16	・可搬型空気圧縮機からの供給開始	建屋内8班	2																							
	AB	17	・貯槽掃気流量確認、貯槽掃気流量調整、セル導出ユニット流量確認	建屋内8班、建屋内9班	4																							
	AB	36	・可搬型建屋内ホース敷設、接続、弁操作(分離建屋蒸発乾固1)	建屋内5班、建屋内6班	4																							
	AB	37	・漏えい確認(分離建屋蒸発乾固1)	建屋内5班、建屋内6班	4																							
	AB	37	・凝縮器通水(分離建屋蒸発乾固1)	建屋内5班、建屋内6班	4																							
	AB	18	・隔離弁の操作、可搬型セル導出ユニット流量計設置	建屋内4班	2																							
	AB	19	・ダンパ閉止	建屋内4班	2																							
	AB	21	・可搬型導出先セル圧力計設置	建屋内10班	2																							
	AB	20	・可搬型水素濃度計設置	建屋内7班、建屋内10班	4																							
	AB	22	・可搬型ダクト設置	建屋内10班	2																							
	AB	23	・可搬型排風機、可搬型フィルタ設置	建屋内7班	2																							
	AB	24	・可搬型電源ケーブル敷設	建屋内5班、建屋内8班 建屋内8班、建屋内9班	8																							
	AB	25	・分離建屋可搬型発電機、可搬型排風機起動準備	建屋内10班	2																							
	AB	26	・放射線配管分岐第1セル圧力確認、塔槽類ガス洗浄塔セル圧力確認、可搬型排風機起動	建屋内10班	2																							

第14.2－2図 重大事故等が同時発生した場合の分離建屋における必要な要員及び作業項目（その5）

対策	作業番号	作業内容	作業班	要員数	48.00	49.00	50.00	51.00	52.00	53.00	54.00	55.00	56.00	57.00	58.00	59.00	60.00	61.00	62.00	63.00	64.00	65.00	66.00	67.00	517.00	518.00	519.00	520.00		
蒸発乾固発生防止	AB/L1 1	・可搬型建屋内ホース等運搬(分離建屋蒸発乾固 2)	建屋内22班、建屋内23班 建屋内24班	6																										
	AB/L1 2	・膨張槽液位確認(分離建屋蒸発乾固 2)	建屋内22班、建屋内23班	4																										
	AB/L1 3	・可搬型貯槽温度計設置及び貯槽溶液温度計測(分離建屋蒸発乾固 2)	建屋内24班、建屋内25班	4																										
	AB/L1 4	・内部ループ通水準備(可搬型建屋内ホース敷設、接続)(分離建屋蒸発乾固 2)	建屋内22班、建屋内23班	4																										
	AB/L1 5	・内部ループ通水準備(ポンプ隔離、弁隔離)(分離建屋蒸発乾固 2)	建屋内22班、建屋内23班	4																										
	AB/L1 6	・内部ループ通水(弁操作、漏えい確認、冷却水流量(内部ループ通水)確認)(分離建屋蒸発乾固 2)	建屋内24班、建屋内25班	4																										
	AB/L1 7	・貯槽溶液温度計測(分離建屋蒸発乾固 2)	建屋内36班	2																										
	AB/L1 受血	・可搬型漏えい液受血液位計設置(漏えい液受血液位測定)(分離建屋蒸発乾固 2)	建屋内40班	2																										
	AB/L2 1	・可搬型建屋内ホース等運搬(分離建屋蒸発乾固 3)	建屋内30班、建屋内31班 建屋内40班	6																										
	AB/L2 2	・膨張槽液位確認(分離建屋蒸発乾固 3)	建屋内34班、建屋内35班	4																										
	AB/L2 3	・可搬型貯槽温度計設置及び貯槽溶液温度計測(分離建屋蒸発乾固 3)	建屋内32班、建屋内33班 建屋内37班、建屋内38班 建屋内39班、建屋内40班	12																										
	AB/L2 4	・内部ループ通水準備(可搬型建屋内ホース敷設、接続)(分離建屋蒸発乾固 3)	建屋内30班、建屋内31班	4																										
	AB/L2 5	・内部ループ通水準備(ポンプ隔離、弁隔離)(分離建屋蒸発乾固 3)	建屋内30班、建屋内31班	4																										
	AB/L2 6	・内部ループ通水(弁操作、漏えい確認、冷却水流量(内部ループ通水)確認)(分離建屋蒸発乾固 3)	建屋内32班、建屋内33班	4																										
	AB/L2 7	・貯槽溶液温度計測(分離建屋蒸発乾固 3)	建屋内37班	2																										
AB/L2 受血	・可搬型漏えい液受血液位計設置(漏えい液受血液位測定)(分離建屋蒸発乾固 3)	建屋内28班、建屋内29班 建屋内30班、建屋内31班 建屋内34班、建屋内35班	12																											
分離建屋	ABコ1 1	・冷却コイル通水準備(可搬型建屋内ホース敷設、冷却コイル圧力計設置)(分離建屋蒸発乾固 1)	建屋内11班、建屋内12班 建屋内13班	6																										
	ABコ1 2	・冷却コイル健全性確認(弁操作、漏えい確認、冷却コイル健全性確認、冷却水圧力(冷却コイル通水)確認)(分離建屋蒸発乾固 1)	建屋内3班、建屋内6班	4																										
	ABコ1 3	・冷却コイル通水(弁操作、漏えい確認、冷却水圧力(冷却コイル通水)確認)(分離建屋蒸発乾固 1)	建屋内3班、建屋内6班	4																										
	ABコ2 1	・可搬型建屋内ホース等運搬(分離建屋蒸発乾固 2)	建屋内8班、建屋内9班 建屋内10班	6																										
	ABコ2 2	・冷却コイル又は冷却ジャケット通水準備(可搬型建屋内ホース敷設、冷却コイル又は冷却ジャケット圧力計設置)(分離建屋蒸発乾固 2)	建屋内15班、建屋内16班 建屋内17班	6																										
	ABコ2 3	・冷却コイル又は冷却ジャケット健全性確認(弁操作、漏えい確認、冷却コイル又は冷却ジャケット健全性確認、冷却水圧力(冷却コイル又は冷却ジャケット通水)確認)(分離建屋蒸発乾固 2)	建屋内28班、建屋内29班	4																										
	ABコ2 4	・冷却コイル又は冷却ジャケット通水(弁操作、漏えい確認、冷却水圧力(冷却コイル又は冷却ジャケット通水)確認)(分離建屋蒸発乾固 2)	建屋内34班、建屋内35班	4																										
	ABコ3 1	・可搬型建屋内ホース等運搬(分離建屋蒸発乾固 3)	建屋内8班、建屋内9班 建屋内10班	6																										
	ABコ3 2	・冷却コイル通水準備(可搬型建屋内ホース敷設、冷却コイル圧力計設置)(分離建屋蒸発乾固 3)	建屋内3班、建屋内6班 建屋内7班、建屋内8班 建屋内9班、建屋内10班	12																										
	ABコ3 3	・冷却コイル健全性確認(弁操作、漏えい確認、冷却コイル健全性確認、冷却水圧力(冷却コイル通水)確認)(分離建屋蒸発乾固 3)	建屋内6班、建屋内7班 建屋内8班、建屋内9班	8																										
	ABコ3 4	・冷却コイル通水(弁操作、漏えい確認、冷却水圧力(冷却コイル通水)確認)(分離建屋蒸発乾固 3)	建屋内6班、建屋内7班 建屋内8班、建屋内9班	8																										
	AB機1 1	・可搬型建屋内ホース敷設、接続(分離建屋蒸発乾固 3)	建屋内6班、建屋内7班	4																										
	AB機1 2	・貯槽溶液温度測定(分離建屋蒸発乾固 3)	建屋内6班	2																										
	AB機1 3	・漏えい確認(分離建屋蒸発乾固 3)	建屋内7班	2																										
	AB機1 4	・可搬型貯槽液位計設置及び貯槽液位測定(分離建屋蒸発乾固 3)	建屋内8班	2																										
AB機1 5	・貯槽注水(分離建屋蒸発乾固 3)	建屋内9班	2																											
蒸発乾固拡大防止(放出防止)	AB凝1 1	・可搬型建屋内ホース敷設、接続、弁操作(分離建屋蒸発乾固 2、3)	建屋内36班、建屋内38班	4																										
	AB凝1 2	・漏えい確認(分離建屋蒸発乾固 2、3)	建屋内39班、建屋内40班	4																										
	AB凝1 3	・凝縮器通水(分離建屋蒸発乾固 2、3)	建屋内36班、建屋内38班	4																										
計器監視	AB 38	・計器監視(水素揚気系統圧縮空気圧、貯槽揚気流量、高レベル液面濃縮台溶液温度、冷却水流量(内部ループ通水)、貯槽溶液温度、放射性物質分離セル圧力、凝縮器ガス液冷セル圧力、水素濃度、貯槽揚気流量、高レベル液面濃縮台液位、凝縮器出口排気温度、冷却水流量(凝縮器通水)貯槽溶液温度、貯槽液位)	建屋内4班、建屋内5班	4																										

第14.2ー2図 重大事故等が同時発生した場合の分離建屋における必要な要員及び作業項目 (その6)

対策	作業番号	作業内容	作業班	要員数	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
	AC, CA 観音補助	-現場管理者の作業の補助	建屋内19班	2		建屋内19班	→	AC16																				
	現場環境確認	-建屋内のアクセサートの確認及び可搬型通話装置の設置	建屋内13班、建屋内22班 建屋内23班	6		建屋内13, 22, 23班	→	AC17(建屋内19班) CA11(建屋内17, 18班)																				
蒸発乾固発生防止	AC 20	-膨張槽液位測定	建屋内23班	2							CA16	→	建屋内23班	→	AC8													
	AC 21	-可搬型貯槽温度計設置及び貯槽溶液温度計測	建屋内14班、建屋内15班	4					AC13(建屋内14班) AC14(建屋内15班)	→	建屋内14, 15班	→	AC22															
	AC 22	-内部ループ通水準備(可搬型建屋内ホース敷設、接続、弁隔離)	建屋内14班、建屋内15班	4									AC21	→	建屋内14, 15班													
	AC 23	-内部ループ通水(弁操作、漏えい確認、冷却水流量(内部ループ通水)確認)	建屋内14班	2											建屋内14班	→	CA14											
	AC 24	-貯槽溶液温度計測	建屋内15班	2											建屋内15班	→	CA14											
	AC 25	-受皿	-可搬型漏えい液受皿液位計設置(漏えい液受皿液位測定)	建屋内18班、建屋内17班 建屋内18班	6					CA10(建屋内16班) CA12(建屋内17, 18班)	→	建屋内16, 17, 18班	→	AC25(建屋内18班), AC26(建屋内16, 17班)														
蒸発乾固拡大防止	AC 26	-可搬型貯槽液位計設置及び貯槽液位計測	建屋内16班、建屋内17班 建屋内20班	6					AC16(建屋内19班)、AC受皿(建屋内16, 17班)	→	建屋内16, 17, 20班	→	CA14(建屋内16, 17班), CA受皿(建屋内20班)															
	AC 27	-貯槽注水	建屋内16班	2																								
	AC 28	-貯槽液位測定	建屋内40班	2																								
水素爆発発生防止	AC 2	-可搬型建屋外ホース及び可搬型建屋内ホース敷設、接続	建屋内27班	2																								
	AC 3	-可搬型貯槽槽圧縮空気流量計及び可搬型水素掃気系統圧縮空気圧力計設置	建屋内24班、建屋内25班	4							AC16	→	建屋内24, 25班															
	AC 4	-可搬型建屋内ホース接続	建屋内24班、建屋内25班	4											CA21(建屋内25班) AC8(建屋内24班)													
	AC 5	-可搬型空気圧縮機起動	建屋内27班	2																								
	AC 6	-可搬型空気圧縮機からの供給開始、水素掃気用圧縮空気圧力確認	建屋内21班	2																								
	AC 7	-水素掃気系統圧縮空気圧力及び貯槽槽圧縮空気流量確認、貯槽槽圧流量調整、セル導出ユニット流量確認	建屋内21班、建屋内22班	4											CA16(建屋内22班)	→	建屋内21, 22班	→	AC11									
	AC 8	-手動圧縮空気ユニットからかくはん系統への圧縮空気供給	建屋内11班、建屋内12班	4																								
精製建屋	AC 9	-可搬型建屋内ホース接続(建屋入口)	建屋内23班、建屋内24班	4																								
	AC 10	-可搬型建屋内ホース接続(建屋内)、可搬型貯槽槽圧縮空気流量計及び可搬型水素掃気用圧縮空気圧力計設置	建屋内23班、建屋内24班	4																								
	AC 11	-可搬型空気圧縮機からの供給開始、水素掃気用圧縮空気圧力確認	建屋内23班	2																								
	AC 12	-水素掃気用圧縮空気圧力及び貯槽槽圧流量確認、貯槽槽圧流量調整、セル導出ユニット流量確認	建屋内21班、建屋内22班	4																								
	AC 29	-可搬型建屋内ホース敷設、接続、排気温度計設置	建屋内11班、建屋内12班	4																								
拡大防止(放出防止)	AC 30	-漏えい確認等、凝縮器通水	建屋内11班、建屋内12班	4																								
	AC 12	-隔離弁の操作、可搬型セル導出ユニット流量計設置	建屋内14班	2																								
	AC 13	-可搬型導出先セル圧力計設置	建屋内14班	2																								
	AC 14	-ダンパ閉止	建屋内15班	2																								
	AC 15	-可搬型水素濃度計設置	建屋内26班、建屋内27班	4																								
	AC 16	-可搬型ダクト、可搬型排風機、可搬型フィルタの設置	建屋内19班、建屋内20班 建屋内21班、建屋内24班 建屋内25班、建屋内26班	12																								
	AC 17	-可搬型排風機起動準備	建屋内13班	2																								
	AC 18	-放射性配管分岐第1セル圧力確認、プルトニウム系塔槽類廃ガス洗浄セル圧力確認、可搬型排風機起動	建屋内13班	2																								
	AC 19	-可搬型電源ケーブル敷設	建屋内11班、建屋内12班	4																								
蒸発乾固拡大防止	ACコ1 1	-可搬型建屋内ホース等運搬(精製建屋蒸発乾固1)	建屋内20班、建屋内22班 建屋内23班	6																								
	ACコ1 2	-冷却コイル通水準備(可搬型建屋内ホース敷設、冷却コイル圧力計設置)(精製建屋蒸発乾固1)	建屋内20班、建屋内22班 建屋内23班	6																								
	ACコ1 3	-冷却コイル健全性確認(弁操作、漏えい確認、冷却コイル健全性確認、冷却水圧力(冷却コイル通水)確認)(精製建屋蒸発乾固1)	建屋内21班、建屋内22班	4																								
	ACコ1 4	-冷却コイル通水(弁操作、漏えい確認、冷却水圧力(冷却コイル通水)確認)(精製建屋蒸発乾固1)	建屋内22班	2																								
	ACコ2 1	-可搬型建屋内ホース等運搬(精製建屋蒸発乾固2)	建屋内23班、建屋内24班 建屋内25班	6																								
	ACコ2 2	-冷却コイル通水準備(可搬型建屋内ホース敷設、冷却コイル圧力計設置)(精製建屋蒸発乾固2)	建屋内23班、建屋内24班 建屋内25班	6																								
	ACコ2 3	-冷却コイル健全性確認(弁操作、漏えい確認、冷却コイル健全性確認、冷却水圧力(冷却コイル通水)確認)(精製建屋蒸発乾固2)	建屋内20班、建屋内21班	4																								
	ACコ2 4	-冷却コイル通水(弁操作、漏えい確認、冷却水圧力(冷却コイル通水)確認)(精製建屋蒸発乾固2)	建屋内20班	2																								
計器監視燃料の補給	AC 31	-計器監視(貯槽溶液温度、冷却水流量(内部ループ通水)、水素掃気系統圧縮空気圧力、貯槽槽圧縮空気流量、放射性配管分岐第1セル圧力、プルトニウム系塔槽類廃ガス洗浄セル圧力確認、水素濃度、貯槽液位、凝縮器出口排気温度、凝縮器通水流量)、可搬型発電機および可搬型空気圧縮機等への燃料の補給	建屋内26、建屋内27班	4																								

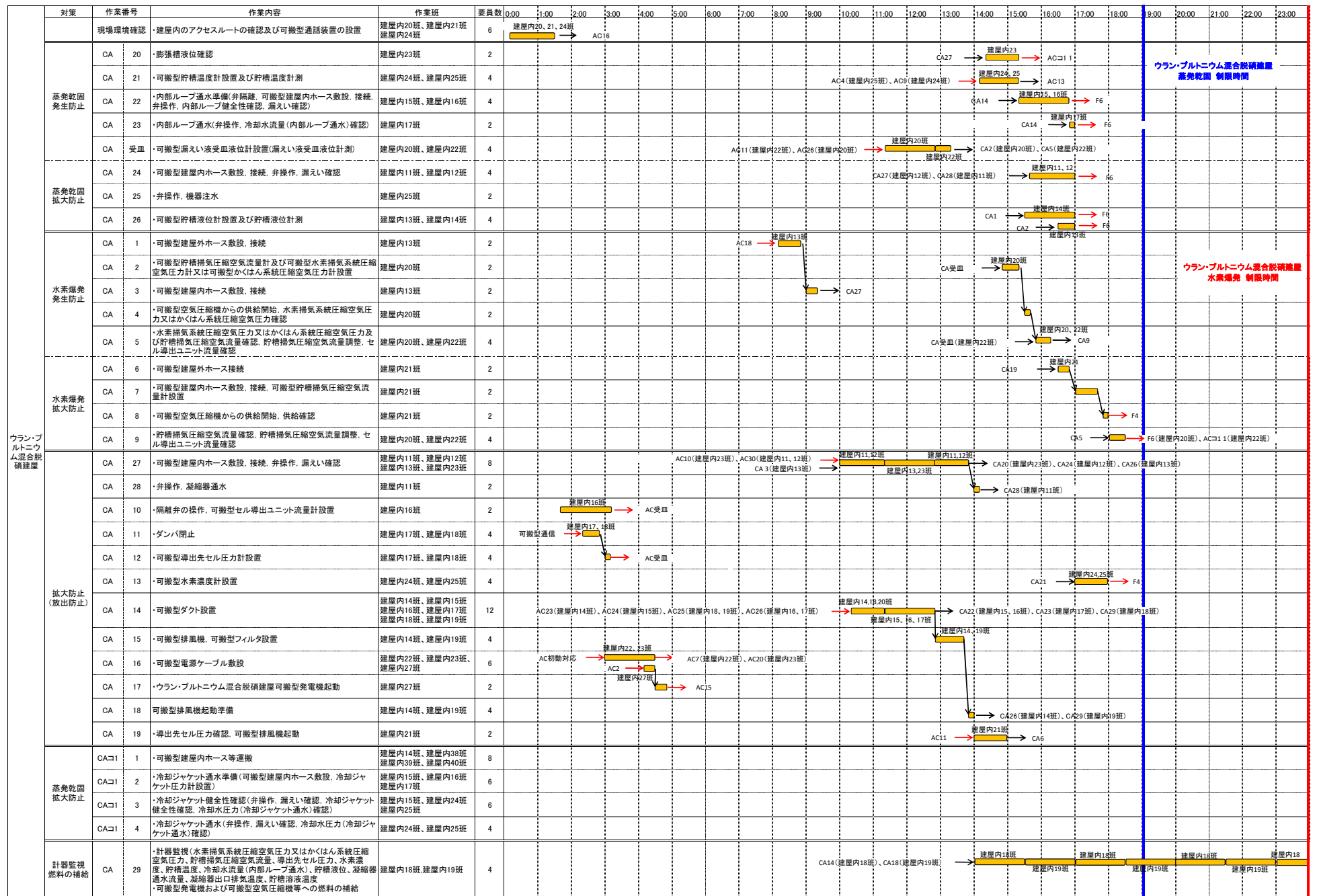
第14.2-3図 重大事故等が同時発生した場合の精製建屋における必要な要員及び作業項目(その1)

対策	作業番号	作業内容	作業班	要員数	24.00	25.00	26.00	27.00	28.00	29.00	30.00	31.00	32.00	33.00	34.00	35.00	36.00	37.00	38.00	39.00	40.00	41.00	42.00	43.00	44.00	45.00	46.00	47.00
	AC、CA 観音補助	・現場管理者の作業の補助	建屋内19班	2																								
	現場環境確認	・建屋内のアクセサートの確認及び可搬型通話装置の設置	建屋内13班、建屋内22班 建屋内23班	2																								
蒸発乾固 発生防止	AC 20	・膨張槽液位測定	建屋内23班	2																								
	AC 21	・可搬型貯槽温度計設置及び貯槽溶液温度計測	建屋内14班、建屋内15班	4																								
	AC 22	・内部ループ通水準備(可搬型建屋内ホース敷設、接続、弁隔離)	建屋内14班、建屋内15班	4																								
	AC 23	・内部ループ通水(弁操作、漏えい確認、冷却水流量(内部ループ通水)確認)	建屋内14班	2																								
	AC 24	・貯槽溶液温度計測	建屋内15班	2																								
	AC 25	・可搬型漏えい液受皿液位計設置(漏えい液受皿液位測定)	建屋内16班、建屋内17班 建屋内18班	6																								
蒸発乾固 拡大防止	AC 25	・可搬型建屋内ホース敷設、接続、漏えい確認	建屋内18班、建屋内19班	4																								
	AC 26	・可搬型貯槽液位計設置及び貯槽液位計測	建屋内16班、建屋内17班 建屋内20班	6																								
	AC 27	・貯槽注水	建屋内16班	2																								
	AC 28	・貯槽液位測定	建屋内40班	2																								
水素爆発 発生防止	AC 2	・可搬型建屋外ホース及び可搬型建屋内ホース敷設、接続	建屋内27班	2																								
	AC 3	・可搬型貯槽掃気圧縮空気流量計及び可搬型水素掃気系統圧縮空気圧力計設置	建屋内24班、建屋内25班	4																								
	AC 4	・可搬型建屋内ホース接続	建屋内24班、建屋内25班	4																								
	AC 5	・可搬型空気圧縮機起動	建屋内27班	2																								
	AC 6	・可搬型空気圧縮機からの供給開始、水素掃気用圧縮空気圧力確認	建屋内21班	2																								
	AC 7	・水素掃気系統圧縮空気圧力及び貯槽掃気圧縮空気流量確認、貯槽掃気流量調整、セル導出ユニット流量確認	建屋内21班、建屋内22班	4																								
	AC 8	・可搬型空気圧縮機からの供給開始、水素掃気用圧縮空気圧力確認	建屋内21班	2																								
水素爆発 拡大防止	AC 1	・手動圧縮空気ユニットからかはん系統への圧縮空気供給	建屋内11班、建屋内12班	4																								
	AC 8	・可搬型建屋内ホース接続(建屋入口)	建屋内23班、建屋内24班	4																								
	AC 9	・可搬型建屋内ホース接続(建屋内)、可搬型貯槽掃気圧縮空気流量計及び可搬型水素掃気用圧縮空気圧力計設置	建屋内23班、建屋内24班	4																								
	AC 10	・可搬型空気圧縮機からの供給開始、水素掃気用圧縮空気圧力確認	建屋内23班	2																								
	AC 11	・水素掃気用圧縮空気圧力及び貯槽掃気流量確認、貯槽掃気流量調整、セル導出ユニット流量確認	建屋内21班、建屋内22班	4																								
拡大防止 (放出防止)	AC 29	・可搬型建屋内ホース敷設、接続、排気温度計設置	建屋内11班、建屋内12班	4																								
	AC 30	・漏えい確認等、凝縮器通水	建屋内11班、建屋内12班	4																								
	AC 12	・隔離弁の操作、可搬型セル導出ユニット流量計設置	建屋内14班	2																								
	AC 13	・可搬型導出先セル圧力計設置	建屋内14班	2																								
	AC 14	・ダンパ閉止	建屋内15班	2																								
	AC 15	・可搬型水素濃度計設置	建屋内26班、建屋内27班	4																								
	AC 16	・可搬型ダクト、可搬型排風機、可搬型フィルタの設置	建屋内19班、建屋内20班 建屋内21班、建屋内24班 建屋内25班、建屋内26班	12																								
	AC 17	・可搬型排風機起動準備	建屋内13班	2																								
	AC 18	・放射性配管分岐第1セル圧力確認、プルトニウム系塔槽類廃ガス洗浄塔セル圧力確認、可搬型排風機起動	建屋内13班	2																								
	AC 19	・可搬型電源ケーブル敷設	建屋内11班、建屋内12班	4																								
蒸発乾固 拡大防止	AC01 1	・可搬型建屋内ホース等運搬(精製建屋蒸発乾固 1)	建屋内20班、建屋内22班 建屋内23班	6																								
	AC01 2	・冷却コイル通水準備(可搬型建屋内ホース敷設、冷却コイル圧力計設置)(精製建屋蒸発乾固 1)	建屋内20班、建屋内22班 建屋内23班	6																								
	AC01 3	・冷却コイル健全性確認(弁操作、漏えい確認、冷却コイル健全性確認、冷却水圧力(冷却コイル通水)確認)(精製建屋蒸発乾固 1)	建屋内21班、建屋内22班	4																								
	AC01 4	・冷却コイル通水(弁操作、漏えい確認、冷却水圧力(冷却コイル通水)確認)(精製建屋蒸発乾固 1)	建屋内22班	2																								
	AC02 1	・可搬型建屋内ホース等運搬(精製建屋蒸発乾固 2)	建屋内23班、建屋内24班 建屋内25班	6																								
	AC02 2	・冷却コイル通水準備(可搬型建屋内ホース敷設、冷却コイル圧力計設置)(精製建屋蒸発乾固 2)	建屋内23班、建屋内24班 建屋内25班	6																								
	AC02 3	・冷却コイル健全性確認(弁操作、漏えい確認、冷却コイル健全性確認、冷却水圧力(冷却コイル通水)確認)(精製建屋蒸発乾固 2)	建屋内20班、建屋内21班	4																								
	AC02 4	・冷却コイル通水(弁操作、漏えい確認、冷却水圧力(冷却コイル通水)確認)(精製建屋蒸発乾固 2)	建屋内20班	2																								
計器監視 燃料の補給	AC 31	・計器監視(貯槽溶液温度、冷却水流量(内部ループ通水)、水素掃気系統圧縮空気圧力、貯槽掃気圧縮空気流量、放射性配管分岐第1セル圧力、プルトニウム系塔槽類廃ガス洗浄塔セル圧力確認、水素濃度、貯槽液位、凝縮器出口排気温度、凝縮器通水流量) ・可搬型発電機および可搬型空気圧縮機等への燃料の補給	建屋内26、建屋内27班	4																								

第14.2ー3図 重大事故等が同時発生した場合の精製建屋における必要な要員及び作業項目（その2）

対策	作業番号	作業内容	作業班	要員数	48:00	49:00	50:00	51:00	52:00	53:00	54:00	55:00	56:00	57:00	58:00	59:00	60:00	61:00	62:00	63:00	64:00	65:00	66:00	67:00	68:00	69:00	70:00	71:00
	AC、CA 現場補助	-現場管理者の作業の補助	建屋内19班	2																								
	現場環境確認	-建屋内のアクセスルートの確認及び可搬型通話装置の設置	建屋内13班、建屋内22班 建屋内23班	6																								
蒸発乾固 発生防止	AC 20	-膨張槽液位測定	建屋内23班	2																								
	AC 21	-可搬型貯槽温度計設置及び貯槽溶液温度計測	建屋内14班、建屋内15班	4																								
	AC 22	-内部ループ通水準備(可搬型建屋内ホース敷設、接続、弁隔離)	建屋内14班、建屋内15班	4																								
	AC 23	-内部ループ通水(弁操作、漏えい確認、冷却水流量(内部ループ通水)確認)	建屋内14班	2																								
	AC 24	-貯槽溶液温度計測	建屋内15班	2																								
	AC 受血	-可搬型漏えい液受皿液位計設置(漏えい液受皿液位測定)	建屋内16班、建屋内17班 建屋内18班	6																								
	AC 25	-可搬型建屋内ホース敷設、接続、漏えい確認	建屋内18班、建屋内19班	4																								
蒸発乾固 拡大防止	AC 26	-可搬型貯槽液位計設置及び貯槽液位計測	建屋内16班、建屋内17班 建屋内20班	6																								
	AC 27	-貯槽注水	建屋内16班	2																								
	AC 28	-貯槽液位測定	建屋内40班	2																								
水素爆発 発生防止	AC 2	-可搬型建屋外ホース及び可搬型建屋内ホース敷設、接続	建屋内27班	2																								
	AC 3	-可搬型貯槽掃気圧縮空気流量計及び可搬型水素掃気系統圧縮空気圧力計設置	建屋内24班、建屋内25班	4																								
	AC 4	-可搬型建屋内ホース接続	建屋内24班、建屋内25班	4																								
	AC 5	-可搬型空気圧縮機起動	建屋内27班	2																								
	AC 6	-可搬型空気圧縮機からの供給開始、水素掃気用圧縮空気圧力確認	建屋内21班	2																								
	AC 7	-水素掃気系統圧縮空気圧力及び貯槽掃気圧縮空気流量確認、貯槽掃気流量調整、セル導出ユニット流量確認	建屋内21班、建屋内22班	4																								
	AC 8	-手動圧縮空気ユニットからかくはん系統への圧縮空気供給	建屋内11班、建屋内12班	4																								
水素爆発 拡大防止	AC 8	-可搬型建屋内ホース接続(建屋入口)	建屋内23班、建屋内24班	4																								
	AC 9	-可搬型建屋内ホース接続(建屋内)、可搬型貯槽掃気圧縮空気流量計及び可搬型水素掃気用圧縮空気圧力計設置	建屋内23班、建屋内24班	4																								
	AC 10	-可搬型空気圧縮機からの供給開始、水素掃気用圧縮空気圧力確認	建屋内23班	2																								
	AC 11	-水素掃気用圧縮空気圧力及び貯槽掃気流量確認、貯槽掃気流量調整、セル導出ユニット流量確認	建屋内21班、建屋内22班	4																								
拡大防止 (放出防止)	AC 29	-可搬型建屋内ホース敷設、接続、排気温度計設置	建屋内11班、建屋内12班	4																								
	AC 30	-漏えい確認等、凝縮器通水	建屋内11班、建屋内12班	4																								
	AC 12	-隔離弁の操作、可搬型セル導出ユニット流量計設置	建屋内14班	2																								
	AC 13	-可搬型導出先セル圧力計設置	建屋内14班	2																								
	AC 14	-ダンパ閉止	建屋内15班	2																								
	AC 15	-可搬型水素濃度計設置	建屋内26班、建屋内27班	4																								
	AC 16	-可搬型ダクト、可搬型排風機、可搬型フィルタの設置	建屋内19班、建屋内20班 建屋内21班、建屋内24班 建屋内25班、建屋内26班	12																								
	AC 17	-可搬型排風機起動準備	建屋内13班	2																								
	AC 18	-放射性配管分岐第1セル圧力確認、プルトニウム系塔槽類廃ガス洗浄塔セル圧力確認、可搬型排風機起動	建屋内13班	2																								
	AC 19	-可搬型電源ケーブル敷設	建屋内11班、建屋内12班	4																								
蒸発乾固 拡大防止	AC01 1	-可搬型建屋内ホース等運搬(精製建屋蒸発乾固 1)	建屋内20班、建屋内22班 建屋内23班	6																								
	AC01 2	-冷却コイル通水準備(可搬型建屋内ホース敷設、冷却コイル圧力計設置)(精製建屋蒸発乾固 1)	建屋内20班、建屋内22班 建屋内23班	6																								
	AC01 3	-冷却コイル健全性確認(弁操作、漏えい確認、冷却コイル健全性確認、冷却水圧力(冷却コイル通水)確認)(精製建屋蒸発乾固 1)	建屋内21班、建屋内22班	4																								
	AC01 4	-冷却コイル通水(弁操作、漏えい確認、冷却水圧力(冷却コイル通水)確認)(精製建屋蒸発乾固 1)	建屋内22班	2																								
	AC02 1	-可搬型建屋内ホース等運搬(精製建屋蒸発乾固 2)	建屋内23班、建屋内24班 建屋内25班	6																								
	AC02 2	-冷却コイル通水準備(可搬型建屋内ホース敷設、冷却コイル圧力計設置)(精製建屋蒸発乾固 2)	建屋内23班、建屋内24班 建屋内25班	6																							</	

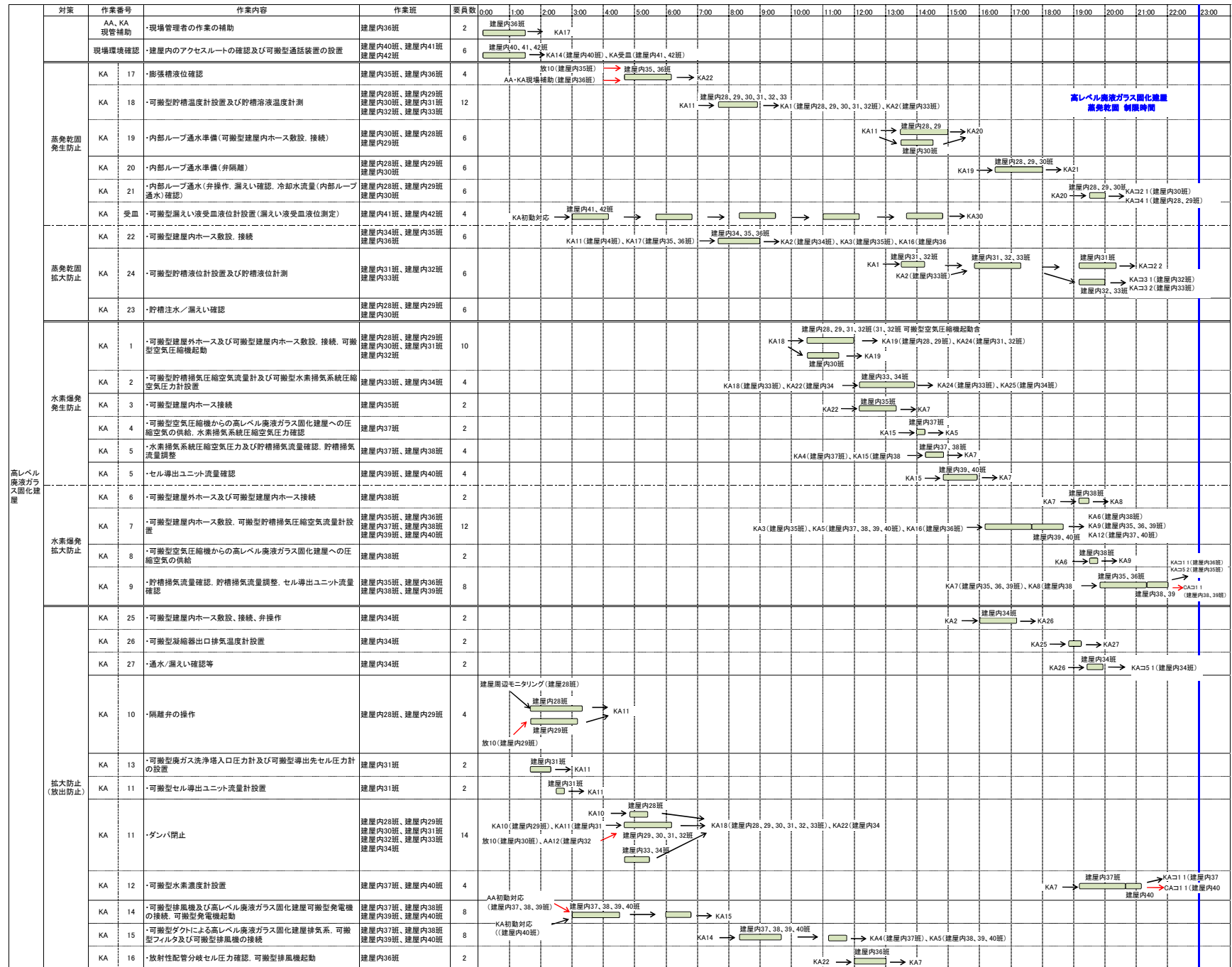
第14.2－3 図 重大事故等が同時発生した場合の精製建屋における必要な要員及び作業項目（その3）



第14.2-4図 重大事故等が同時発生した場合のウラン・プルトニウム混合脱硝建屋における必要な要員及び作業項目(その1)

	対策	作業番号	作業内容	作業班	要員数	24:00	25:00	26:00	27:00	28:00	29:00	30:00	31:00	32:00	33:00	34:00	35:00	36:00	37:00	38:00	39:00	40:00	41:00	42:00	43:00	44:00	45:00	46:00	47:00
ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋			現場環境確認	・建屋内のアクセスルートの確認及び可搬型通話装置の設置	建屋内20班、建屋内21班 建屋内24班	6																							
	蒸発乾固発生防止	CA 20	・膨張槽液位確認	建屋内23班	2																								
		CA 21	・可搬型貯槽温度計設置及び貯槽温度計測	建屋内24班、建屋内25班	4																								
		CA 22	・内部ループ通水準備(弁隔離、可搬型建屋内ホース敷設、接続、弁操作、内部ループ健全性確認、漏えい確認)	建屋内15班、建屋内16班	4																								
		CA 23	・内部ループ通水(弁操作、冷却水流量(内部ループ通水)確認)	建屋内17班	2																								
		CA 受皿	・可搬型漏えい液受皿液位計設置(漏えい液受皿液位計測)	建屋内20班、建屋内22班	4																								
	蒸発乾固拡大防止	CA 24	・可搬型建屋内ホース敷設、接続、弁操作、漏えい確認	建屋内11班、建屋内12班	4																								
		CA 25	・弁操作、機器注水	建屋内25班	2																								
		CA 26	・可搬型貯槽液位計設置及び貯槽液位計測	建屋内13班、建屋内14班	4																								
	水素爆発発生防止	CA 1	・可搬型建屋外ホース敷設、接続	建屋内13班	2																								
		CA 2	・可搬型貯槽掃気圧縮空気流量計及び可搬型水素掃気系統圧縮空気圧力計又は可搬型かくはん系統圧縮空気圧力計設置	建屋内20班	2																								
		CA 3	・可搬型建屋内ホース敷設、接続	建屋内13班	2																								
		CA 4	・可搬型空気圧縮機からの供給開始、水素掃気系統圧縮空気圧力又はかくはん系統圧縮空気圧力確認	建屋内20班	2																								
		CA 5	・水素掃気系統圧縮空気圧力又はかくはん系統圧縮空気圧力及び貯槽掃気圧縮空気流量確認、貯槽掃気圧縮空気流量調整、セル導出ユニット流量確認	建屋内20班、建屋内22班	4																								
	水素爆発拡大防止	CA 6	・可搬型建屋外ホース接続	建屋内21班	2																								
		CA 7	・可搬型建屋内ホース敷設、接続、可搬型貯槽掃気圧縮空気流量計設置	建屋内21班	2																								
		CA 8	・可搬型空気圧縮機からの供給開始、供給確認	建屋内21班	2																								
		CA 9	・貯槽掃気圧縮空気流量確認、貯槽掃気圧縮空気流量調整、セル導出ユニット流量確認	建屋内20班、建屋内22班	4																								
	拡大防止(放出防止)	CA 27	・可搬型建屋内ホース敷設、接続、弁操作、漏えい確認	建屋内11班、建屋内12班 建屋内13班、建屋内23班	8																								
		CA 28	・弁操作、凝縮器通水	建屋内11班	2																								
		CA 10	・隔離弁の操作、可搬型セル導出ユニット流量計設置	建屋内16班	2																								
		CA 11	・ダンプ閉止	建屋内17班、建屋内18班	4																								
		CA 12	・可搬型導出先セル圧力計設置	建屋内17班、建屋内18班	4																								
		CA 13	・可搬型水素濃度計設置	建屋内24班、建屋内25班	4																								
		CA 14	・可搬型ダクト設置	建屋内14班、建屋内15班 建屋内16班、建屋内17班 建屋内18班、建屋内19班	12																								
		CA 15	・可搬型排風機、可搬型フィルタ設置	建屋内14班、建屋内19班	4																								
		CA 16	・可搬型電源ケーブル敷設	建屋内22班、建屋内23班、 建屋内27班	6																								
		CA 17	・ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋可搬型発電機起動	建屋内27班	2																								
		CA 18	可搬型排風機起動準備	建屋内14班、建屋内19班	4																								
		CA 19	・導出先セル圧力確認、可搬型排風機起動	建屋内21班	2																								
	蒸発乾固拡大防止	CAコ1 1	・可搬型建屋内ホース等運搬	建屋内14班、建屋内38班 建屋内39班、建屋内40班	8																								
		CAコ1 2	・冷却ジャケット通水準備(可搬型建屋内ホース敷設、冷却ジャケット圧力計設置)	建屋内15班、建屋内16班 建屋内17班	6																								
		CAコ1 3	・冷却ジャケット健全性確認(弁操作、漏えい確認、冷却ジャケット健全性確認、冷却水圧力(冷却ジャケット通水)確認)	建屋内15班、建屋内24班 建屋内25班	6																								
		CAコ1 4	・冷却ジャケット通水(弁操作、漏えい確認、冷却水圧力(冷却ジャケット通水)確認)	建屋内24班、建屋内25班	4																								
	計器監視 燃料の補給	CA 29	・計器監視(水素掃気系統圧縮空気圧力又はかくはん系統圧縮空気圧力、貯槽掃気圧縮空気流量、導出先セル圧力、水素濃度、貯槽温度、冷却水流量(内部ループ通水)、貯槽液位、凝縮器通水流量、凝縮器出口排気温度、貯槽冷液温度) ・可搬型発電機および可搬型空気圧縮機等への燃料の補給	建屋内18班、建屋内19班	4																								

第14.2-4図 重大事故等が同時発生した場合のウラン・プルトニウム混合脱硝建屋における必要な要員及び作業項目(その2)



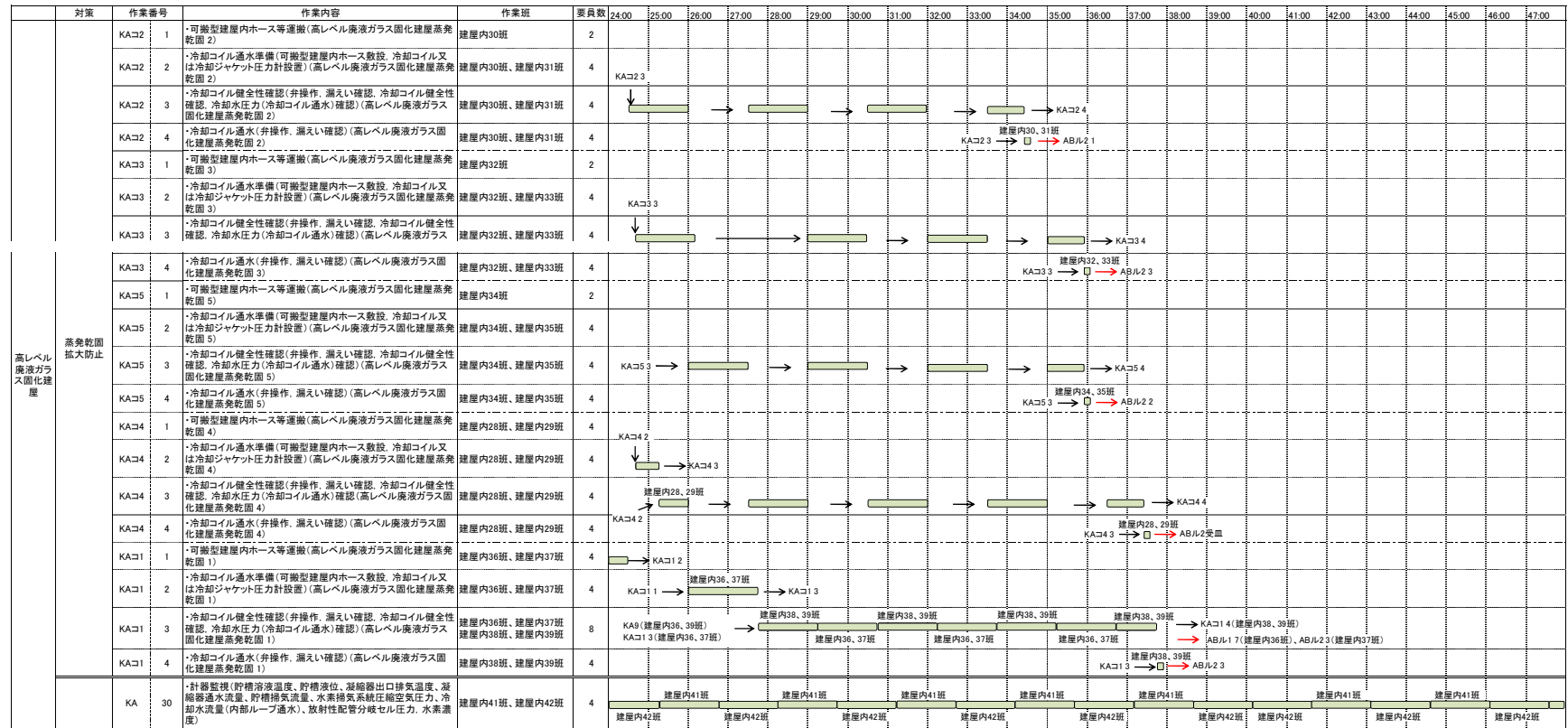
第14.2-5図 重大事故等が同時発生した場合の高レベル廃液ガラス固化建屋における必要な要員及び作業項目(その1)

	対策	作業番号	作業内容	作業班	要員数	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00					
高レベル 廃液ガラス 固化建屋	蒸発乾固 拡大防止	KAコ2 1	・可搬型建屋内ホース等運搬(高レベル廃液ガラス固化建屋蒸発乾固 2)	建屋内30班	2																						20:00	21:00	22:00	23:00				
																										KA21	建屋内30班	→	KAコ2 2					
		KAコ2 2	・冷却コイル通水準備(可搬型建屋内ホース敷設、冷却コイル又は冷却ジャケット圧力計設置)(高レベル廃液ガラス固化建屋蒸発乾固 2)	建屋内30班、建屋内31班	4																								21:00	22:00	23:00			
																											KA24(建屋内31班)、KAコ2 1(建屋内30班)	→	KAコ2 3					
		KAコ2 3	・冷却コイル健全性確認(弁操作、漏えい確認、冷却コイル健全性確認、冷却水圧力(冷却コイル通水)確認)(高レベル廃液ガラス固化建屋蒸発乾固 2)	建屋内30班、建屋内31班	4																								22:00	23:00	23:00			
																											KAコ2 2	建屋内30 31班	→	KAコ2 3				
		KAコ2 4	・冷却コイル通水(弁操作、漏えい確認)(高レベル廃液ガラス固化建屋蒸発乾固 2)	建屋内30班、建屋内31班	4																								23:00	23:00	23:00			
																															23:00			
		KAコ3 1	・可搬型建屋内ホース等運搬(高レベル廃液ガラス固化建屋蒸発乾固 3)	建屋内32班	2																								20:00	21:00	22:00	23:00		
																												KA24	建屋内32班	→	KAコ3 2			
		KAコ3 2	・冷却コイル通水準備(可搬型建屋内ホース敷設、冷却コイル又は冷却ジャケット圧力計設置)(高レベル廃液ガラス固化建屋蒸発乾固 3)	建屋内32班、建屋内33班	4																									21:00	22:00	23:00		
																												KA24(建屋内33班)、KAコ3 1(建屋内32班)	→	KAコ3 3				
		KAコ3 3	・冷却コイル健全性確認(弁操作、漏えい確認、冷却コイル健全性確認、冷却水圧力(冷却コイル通水)確認)(高レベル廃液ガラス固化建屋蒸発乾固 3)	建屋内32班、建屋内33班	4																									22:00	23:00	23:00		
																												KAコ3 2	建屋内32、33班	→	KAコ3 3			
		KAコ3 4	・冷却コイル通水(弁操作、漏えい確認)(高レベル廃液ガラス固化建屋蒸発乾固 3)	建屋内32班、建屋内33班	4																									23:00	23:00	23:00		
																															23:00			
		KAコ5 1	・可搬型建屋内ホース等運搬(高レベル廃液ガラス固化建屋蒸発乾固 5)	建屋内34班	2																									20:00	21:00	22:00	23:00	
																												KA27	建屋内34、35班	→	KAコ5 2			
		KAコ5 2	・冷却コイル通水準備(可搬型建屋内ホース敷設、冷却コイル又は冷却ジャケット圧力計設置)(高レベル廃液ガラス固化建屋蒸発乾固 5)	建屋内34班、建屋内35班	4																								KA9(建屋内35班)、KAコ5 1(建屋内34班)	→	KAコ5 3			
																														21:00	22:00	23:00		
KAコ5 3	・冷却コイル健全性確認(弁操作、漏えい確認、冷却コイル健全性確認、冷却水圧力(冷却コイル通水)確認)(高レベル廃液ガラス固化建屋蒸発乾固 5)	建屋内34班、建屋内35班	4																										22:00	23:00	23:00			
																												KAコ5 2	建屋内 4、35班	→	KAコ5 3			
KAコ5 4	・冷却コイル通水(弁操作、漏えい確認)(高レベル廃液ガラス固化建屋蒸発乾固 5)	建屋内34班、建屋内35班	4																										23:00	23:00	23:00			
																													23:00					
KAコ4 1	・可搬型建屋内ホース等運搬(高レベル廃液ガラス固化建屋蒸発乾固 4)	建屋内28班、建屋内29班	4																										20:00	21:00	22:00	23:00		
																											KA21	建屋内28、29班	→	KAコ4 2				
KAコ4 2	・冷却コイル通水準備(可搬型建屋内ホース敷設、冷却コイル又は冷却ジャケット圧力計設置)(高レベル廃液ガラス固化建屋蒸発乾固 4)	建屋内28班、建屋内29班	4																											21:00	22:00	23:00		
																													KAコ4 1	建屋内28 29班	→	KAコ4 2		
KAコ4 3	・冷却コイル健全性確認(弁操作、漏えい確認、冷却コイル健全性確認、冷却水圧力(冷却コイル通水)確認)(高レベル廃液ガラス固化建屋蒸発乾固 4)	建屋内28班、建屋内29班	4																											22:00	23:00	23:00		
																														23:00				
KAコ4 4	・冷却コイル通水(弁操作、漏えい確認)(高レベル廃液ガラス固化建屋蒸発乾固 4)	建屋内28班、建屋内29班	4																											23:00	23:00	23:00		
																														23:00				
KAコ1 1	・可搬型建屋内ホース等運搬(高レベル廃液ガラス固化建屋蒸発乾固 1)	建屋内36班、建屋内37班	4																											20:00	21:00	22:00	23:00	
																														21:00	22:00	23:00		
KAコ1 2	・冷却コイル通水準備(可搬型建屋内ホース敷設、冷却コイル又は冷却ジャケット圧力計設置)(高レベル廃液ガラス固化建屋蒸発乾固 1)	建屋内36班、建屋内37班	4																												22:00	23:00	23:00	
																															23:00			
KAコ1 3	・冷却コイル健全性確認(弁操作、漏えい確認、冷却コイル健全性確認、冷却水圧力(冷却コイル通水)確認)(高レベル廃液ガラス固化建屋蒸発乾固 1)	建屋内36班、建屋内37班 建屋内38班、建屋内39班	8																												20:00	21:00	22:00	23:00
																																21:00	22:00	23:00
KAコ1 4	・冷却コイル通水(弁操作、漏えい確認)(高レベル廃液ガラス固化建屋蒸発乾固 1)	建屋内38班、建屋内39班	4																												22:00	23:00	23:00	
																																23:00		
	KA	30	・計器監視(貯槽溶液温度、貯槽液位、凝縮器出口排気温度、凝縮器通水流量、貯槽排気流量、水素排気系統圧縮空気圧力、冷却水流量(内部ループ通水)、放射性配管分岐セル圧力、水素濃度)	建屋内41班、建屋内42班	4																										20:00	21:00	22:00	23:00
																																21:00	22:00	23:00

第14.2－5 図 重大事故等が同時発生した場合の高レベル廃液ガラス固化建屋における必要な要員及び作業項目（その2）

	対策	作業番号		作業内容	作業班	要員数	24.00	25.00	26.00	27.00	28.00	29.00	30.00	31.00	32.00	33.00	34.00	35.00	36.00	37.00	38.00	39.00	40.00	41.00	42.00	43.00	44.00	45.00	46.00	47.00		
		AA、KA	現場補助																													
高レベル 廃液ガラ ス固化建 屋	現場環境確認			・現場管理者の作業の補助	建屋内36班	2																										
				・建屋内のアクセサートの確認及び可搬型通話装置の設置	建屋内40班、建屋内41班 建屋内42班	6																										
	蒸発乾固 発生防止	KA	17	・膨張槽液位確認	建屋内35班、建屋内36班	4																										
		KA	18	・可搬型貯槽温度計設置及び貯槽溶液温度計測	建屋内28班、建屋内29班 建屋内30班、建屋内31班 建屋内32班、建屋内33班	12																										
		KA	19	・内部ループ通水準備(可搬型建屋内ホース敷設、接続)	建屋内30班、建屋内28班 建屋内29班	6																										
		KA	20	・内部ループ通水準備(弁隔離)	建屋内28班、建屋内29班 建屋内30班	6																										
		KA	21	・内部ループ通水(弁操作、漏えい確認、冷却水流量(内部ループ通水)確認)	建屋内28班、建屋内29班 建屋内30班	6																										
		変皿		・可搬型漏えい液受皿液位計設置(漏えい液受皿液位測定)	建屋内41班、建屋内42班	4																										
	蒸発乾固 拡大防止	KA	22	・可搬型建屋内ホース敷設、接続	建屋内34班、建屋内35班 建屋内36班	6																										
		KA	24	・可搬型貯槽液位計設置及び貯槽液位計測	建屋内31班、建屋内32班 建屋内33班	6																										
		KA	23	・貯槽注水／漏えい確認	建屋内28班、建屋内29班 建屋内30班	6																										
	水素爆発 発生防止	KA	1	・可搬型建屋外ホース及び可搬型建屋内ホース敷設、接続、可搬型空気圧縮機起動	建屋内28班、建屋内29班 建屋内30班、建屋内31班 建屋内32班	10																										
		KA	2	・可搬型貯槽掃気圧縮空気流量計及び可搬型水素掃気系統圧縮空気圧力計設置	建屋内33班、建屋内34班	4																										
		KA	3	・可搬型建屋内ホース接続	建屋内35班	2																										
		KA	4	・可搬型空気圧縮機からの高レベル廃液ガラス固化建屋への圧縮空気の供給、水素掃気系統圧縮空気圧力確認	建屋内37班	2																										
		KA	5	・水素掃気系統圧縮空気圧力及び貯槽掃気流量確認、貯槽掃気流量調整	建屋内37班、建屋内38班	4																										
		KA	5	・セル導出ユニット流量確認	建屋内39班、建屋内40班	4																										
		KA	6	・可搬型建屋外ホース及び可搬型建屋内ホース接続	建屋内38班	2																										
		KA	7	・可搬型建屋内ホース敷設、可搬型貯槽掃気圧縮空気流量計設置	建屋内35班、建屋内36班 建屋内37班、建屋内38班 建屋内39班、建屋内40班	12																										
		KA	8	・可搬型空気圧縮機からの高レベル廃液ガラス固化建屋への圧縮空気の供給	建屋内38班	2																										
		KA	9	・貯槽掃気流量確認、貯槽掃気流量調整、セル導出ユニット流量確認	建屋内35班、建屋内36班 建屋内38班、建屋内39班	8																										
	水素爆発 拡大防止																															
		KA	25	・可搬型建屋内ホース敷設、接続、弁操作	建屋内34班	2																										
		KA	26	・可搬型凝縮器出口排気温度計設置	建屋内34班	2																										
		KA	27	・通水/漏えい確認等	建屋内34班	2																										
		KA	10	・隔離弁の操作	建屋内28班、建屋内29班	4																										
		KA	13	・可搬型廃ガス洗浄塔入口圧力計及び可搬型導出先セル圧力計の設置	建屋内31班	2																										
		KA	11	・可搬型セル導出ユニット流量計設置	建屋内31班	2																										
		KA	11	・ダンパ閉止	建屋内28班、建屋内29班 建屋内30班、建屋内31班 建屋内32班、建屋内33班 建屋内34班	14																										
		KA	12	・可搬型水素濃度計設置	建屋内37班、建屋内40班	4																										
		KA	14	・可搬型排風機及び高レベル廃液ガラス固化建屋可搬型発電機の接続、可搬型発電機起動	建屋内37班、建屋内38班 建屋内39班、建屋内40班	8																										
KA	15	・可搬型ダクトによる高レベル廃液ガラス固化建屋排気系、可搬型フィルタ及び可搬型排風機の接続	建屋内37班、建屋内38班 建屋内39班、建屋内40班	8																												
KA	16	・放射性配管分岐セル圧力確認、可搬型排風機起動	建屋内36班	2																												

第14.2－5 図 重大事故等が同時発生した場合の高レベル廃液ガラス固化建屋における必要な要員及び作業項目（その3）



第14.2－5図 重大事故等が同時発生した場合の高レベル廃液ガラス固化建屋における必要な要員及び作業項目（その4）

						(時間)																								
	対策	作業番号	作業内容	作業班	要員数	48:00	49:00	50:00	51:00	52:00	53:00	54:00	55:00	56:00	57:00	58:00	59:00	60:00	61:00	62:00	63:00	64:00	70:00	71:00	72:00	73:00	74:00	84:00	85:00	
高レベル 廃液ガラ ス固化建 屋	蒸発乾固 拡大防止	KAコ2	1	・可搬型建屋内ホース等運搬(高レベル廃液ガラス固化建屋蒸発乾固 2)	建屋内30班	2																								
		KAコ2	2	・冷却コイル通水準備(可搬型建屋内ホース敷設、冷却コイル又は冷却ジャケット圧力計設置)(高レベル廃液ガラス固化建屋蒸発乾固 2)	建屋内30班、建屋内31班	4																								
		KAコ2	3	・冷却コイル健全性確認(弁操作、漏えい確認、冷却コイル健全性確認、冷却水圧力(冷却コイル通水)確認)(高レベル廃液ガラス固化建屋蒸発乾固 2)	建屋内30班、建屋内31班	4																								
		KAコ2	4	・冷却コイル通水(弁操作、漏えい確認)(高レベル廃液ガラス固化建屋蒸発乾固 2)	建屋内30班、建屋内31班	4																								
		KAコ3	1	・可搬型建屋内ホース等運搬(高レベル廃液ガラス固化建屋蒸発乾固 3)	建屋内32班	2																								
		KAコ3	2	・冷却コイル通水準備(可搬型建屋内ホース敷設、冷却コイル又は冷却ジャケット圧力計設置)(高レベル廃液ガラス固化建屋蒸発乾固 3)	建屋内32班、建屋内33班	4																								
		KAコ3	3	・冷却コイル健全性確認(弁操作、漏えい確認、冷却コイル健全性確認、冷却水圧力(冷却コイル通水)確認)(高レベル廃液ガラス固化建屋蒸発乾固 3)	建屋内32班、建屋内33班	4																								
		KAコ3	4	・冷却コイル通水(弁操作、漏えい確認)(高レベル廃液ガラス固化建屋蒸発乾固 3)	建屋内32班、建屋内33班	4																								
		KAコ5	1	・可搬型建屋内ホース等運搬(高レベル廃液ガラス固化建屋蒸発乾固 5)	建屋内34班	2																								
		KAコ5	2	・冷却コイル通水準備(可搬型建屋内ホース敷設、冷却コイル又は冷却ジャケット圧力計設置)(高レベル廃液ガラス固化建屋蒸発乾固 5)	建屋内34班、建屋内35班	4																								
		KAコ5	3	・冷却コイル健全性確認(弁操作、漏えい確認、冷却コイル健全性確認、冷却水圧力(冷却コイル通水)確認)(高レベル廃液ガラス固化建屋蒸発乾固 5)	建屋内34班、建屋内35班	4																								
		KAコ5	4	・冷却コイル通水(弁操作、漏えい確認)(高レベル廃液ガラス固化建屋蒸発乾固 5)	建屋内34班、建屋内35班	4																								
		KAコ4	1	・可搬型建屋内ホース等運搬(高レベル廃液ガラス固化建屋蒸発乾固 4)	建屋内28班、建屋内29班	4																								
		KAコ4	2	・冷却コイル通水準備(可搬型建屋内ホース敷設、冷却コイル又は冷却ジャケット圧力計設置)(高レベル廃液ガラス固化建屋蒸発乾固 4)	建屋内28班、建屋内29班	4																								
		KAコ4	3	・冷却コイル健全性確認(弁操作、漏えい確認、冷却コイル健全性確認、冷却水圧力(冷却コイル通水)確認)(高レベル廃液ガラス固化建屋蒸発乾固 4)	建屋内28班、建屋内29班	4																								
		KAコ4	4	・冷却コイル通水(弁操作、漏えい確認)(高レベル廃液ガラス固化建屋蒸発乾固 4)	建屋内28班、建屋内29班	4																								
		KAコ1	1	・可搬型建屋内ホース等運搬(高レベル廃液ガラス固化建屋蒸発乾固 1)	建屋内38班、建屋内37班	4																								
		KAコ1	2	・冷却コイル通水準備(可搬型建屋内ホース敷設、冷却コイル又は冷却ジャケット圧力計設置)(高レベル廃液ガラス固化建屋蒸発乾固 1)	建屋内38班、建屋内37班	4																								
		KAコ1	3	・冷却コイル健全性確認(弁操作、漏えい確認、冷却コイル健全性確認、冷却水圧力(冷却コイル通水)確認)(高レベル廃液ガラス固化建屋蒸発乾固 1)	建屋内38班、建屋内37班 建屋内38班、建屋内39班	8																								
		KAコ1	4	・冷却コイル通水(弁操作、漏えい確認)(高レベル廃液ガラス固化建屋蒸発乾固 1)	建屋内38班、建屋内39班	4																								
	KA	30	・計器監視(貯槽冷凍温度、貯槽液位、凝縮器出口排気温度、凝縮器排水流量、貯槽排水量、水系循環系統圧確認)・冷却水流量(内部ループ通水)、放射線配管分岐セル圧力、水系温度)	建屋内41班、建屋内42班	4		建屋内41班		建屋内41班		建屋内41班		建屋内41班		建屋内41班		建屋内41班		建屋内41班		建屋内41班		建屋内41班		建屋内41班		建屋内41班		建屋内41班	
							建屋内42班		建屋内42班		建屋内42班		建屋内42班		建屋内42班		建屋内42班		建屋内42班		建屋内42班		建屋内42班		建屋内42班		建屋内42班		建屋内42班	

第14.2-5図 重大事故等が同時発生した場合の高レベル廃液ガラス固化建屋における必要な要員及び作業項目（その6）



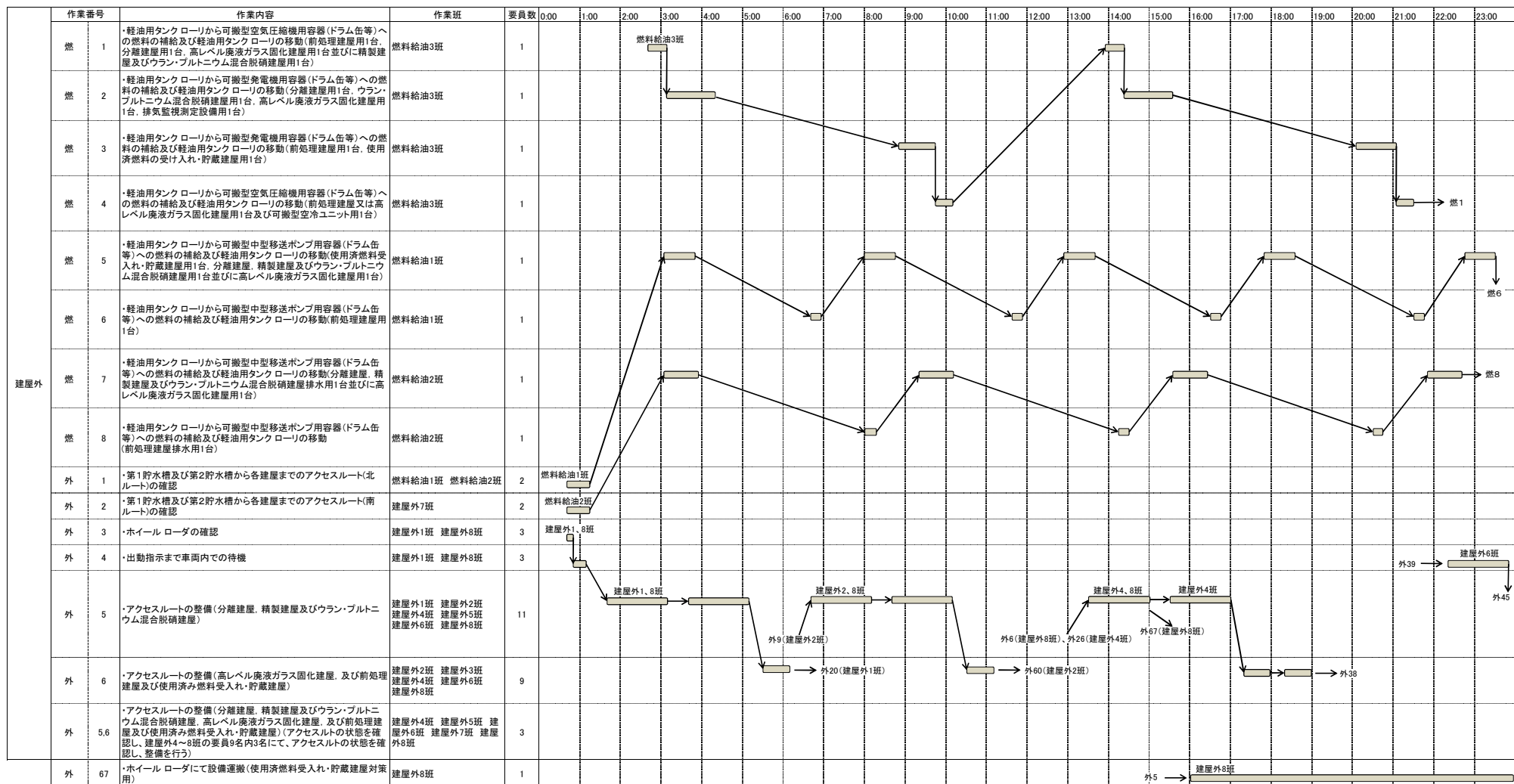
第14.2－6 図 重大事故等が同時発生した場合の使用済燃料受入れ・貯蔵建屋における必要な要員及び作業項目（その１）

対策	作業番号	作業内容	作業班	要員数	24:00	25:00	26:00	27:00	28:00	29:00	30:00	31:00	32:00	33:00	34:00	35:00	36:00	37:00	38:00	39:00	40:00	41:00	42:00	43:00	44:00	45:00	46:00	47:00	
可搬型送風機による居住性の確保	F制 1	・F制御室送風機の状態確認	制御室1班	2																									
	F制 2	・可搬型発電機の運搬 (外部保管エリア→使用済燃料受入れ・貯蔵建屋)	制御室1班、制御室2班	4																									
	F制 3	・可搬型発電機の起動準備 (可搬型発電機設置及びケーブル布設)	制御室1班、制御室2班	4																									
	F制 4	・可搬型送風機の起動準備 (ダクト布設)	制御室1班、制御室2班	4																									
	F制 5	・可搬型発電機の起動	制御室1班	2																									
	F制 6	・可搬型送風機の起動	制御室2班	2																									
使用済燃料受入れ・貯蔵建屋	状態監視 燃料の補給	・状態監視(可搬型発電機、可搬型送風機) ・可搬型発電機への燃料の補給	建屋内1班、建屋内2班	4																									
	現場環境確認	・建屋内のアクセスルートの確認	建屋内1班	2																									
	F 1	・設備運搬(移動等含む)(可搬型代替注水設備、可搬型監視設備)	建屋内7班、建屋内8班	4																									
	F 2	・設備運搬(移動等含む)(可搬型監視設備、可搬型発電機)	建屋内9班、建屋内10班	4																									
	F 3	・設備運搬(可搬型空冷ユニット等)	建屋内7班、建屋内8班 建屋内9班、建屋内10班	8																									
	F 4	・ホース敷設 建屋内外ホース接続	建屋内6班、建屋内21班 建屋内24班、建屋内25班	8																									
	F 5	・注水開始・流量確認	建屋内6班、建屋内21班 建屋内24班、建屋内25班	8																									
	F 6	・監視設備配置 ケーブル敷設・接続	建屋内11班、建屋内12班 建屋内13班、建屋内14班	8																									
	F 6	・監視設備配置 ケーブル敷設・接続	建屋内15班、建屋内16班 建屋内17班、建屋内20班	8																									
	F 7	・可搬型発電機起動	建屋内11班、建屋内12班 建屋内13班、建屋内14班	8																									
	F 8	・可搬型空冷ユニット設置 可搬型空冷ユニット用ホース敷設	建屋内15班、建屋内16班 建屋内17班、建屋内20班	8																									
	F 8	・可搬型空冷ユニット設置 可搬型空冷ユニット用ホース敷設	建屋内11班、建屋内12班 建屋内13班、建屋内14班	8																									
	F 9	・可搬空冷ユニット起動	建屋内11班、建屋内12班 建屋内13班、建屋内14班	8																									

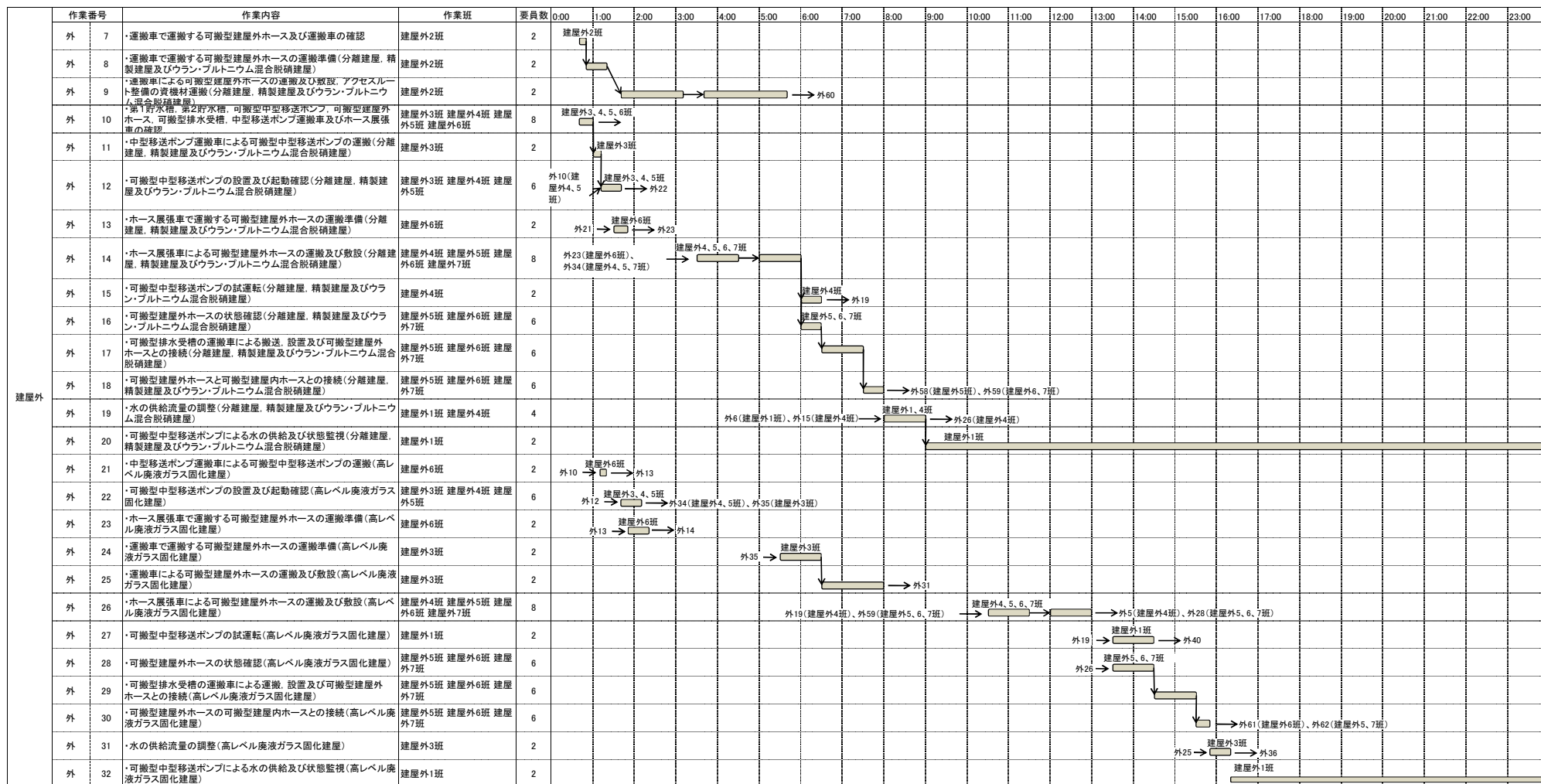
第14.2－6 図 重大事故等が同時発生した場合の使用済燃料受入れ・貯蔵建屋における必要な要員及び作業項目（その2）

対策	作業番号	作業内容	作業班	要員数	48:00	49:00	50:00	51:00	52:00	53:00	54:00	55:00	56:00	57:00	58:00	59:00	60:00	61:00	62:00	63:00	64:00	65:00	66:00	67:00	68:00	69:00	70:00	71:00
可搬型送風機による居住性の確保	F制	1	・F制御室送風機の状態確認	制御室1班	2																							
	F制	2	・可搬型発電機の運搬 (外部保管エリア→使用済燃料受入れ・貯蔵建屋)	制御室1班、制御室2班	4																							
	F制	3	・可搬型発電機の起動準備 (可搬型発電機設置及びケーブル布設)	制御室1班、制御室2班	4																							
	F制	4	・可搬型送風機の起動準備 (ダクト布設)	制御室1班、制御室2班	4																							
	F制	5	・可搬型発電機の起動	制御室1班	2																							
	F制	6	・可搬型送風機の起動	制御室2班	2																							
使用済燃料受入れ・貯蔵建屋	状態監視 燃料の補給	状態監視	・状態監視(可搬型発電機、可搬型送風機) ・可搬型発電機への燃料の補給	建屋内1班、建屋内2班	4	建屋内1班		建屋内1班		建屋内1班		建屋内1班		建屋内1班		建屋内1班		建屋内1班		建屋内1班		建屋内1班		建屋内1班		建屋内1班		
								建屋内2班				建屋内2班				建屋内2班				建屋内2班				建屋内2班				建屋内2班
	使用済燃料 損傷対策	現場環境確認		・建屋内のアクセスルートの確認	建屋内1班	2																						
		F	1	・設備運搬(移動等含む)(可搬型代替注水設備、可搬型監視設備)	建屋内7班、建屋内8班	4																						
		F	2	・設備運搬(移動等含む)(可搬型監視設備、可搬型発電機)	建屋内9班、建屋内10班	4																						
		F	3	・設備運搬(可搬型空冷ユニット等)	建屋内7班、建屋内8班 建屋内9班、建屋内10班	8																						
		F	4	・ホース敷設 建屋内外ホース接続	建屋内6班、建屋内21班 建屋内24班、建屋内25班	8																						
		F	5	・注水開始・流量確認	建屋内6班、建屋内21班 建屋内24班、建屋内25班	8																						
		F	6	・監視設備配置 ケーブル敷設・接続	建屋内11班、建屋内12班 建屋内13班、建屋内14班	8																						
		F	6	・監視設備配置 ケーブル敷設・接続	建屋内15班、建屋内16班 建屋内17班、建屋内20班	8																						
		F	7	・可搬型発電機起動	建屋内11班、建屋内12班 建屋内13班、建屋内14班	8																						
		F	8	・可搬型空冷ユニット設置 可搬型空冷ユニット用ホース敷設	建屋内15班、建屋内16班 建屋内17班、建屋内20班	8																						
		F	8	・可搬型空冷ユニット設置 可搬型空冷ユニット用ホース敷設	建屋内11班、建屋内12班 建屋内13班、建屋内14班	8																						
		F	9	・可搬空冷ユニット起動	建屋内11班、建屋内12班 建屋内13班、建屋内14班	8																						

第14.2－6 図 重大事故等が同時発生した場合の使用済燃料受入れ・貯蔵建屋における必要な要員及び作業項目（その3）



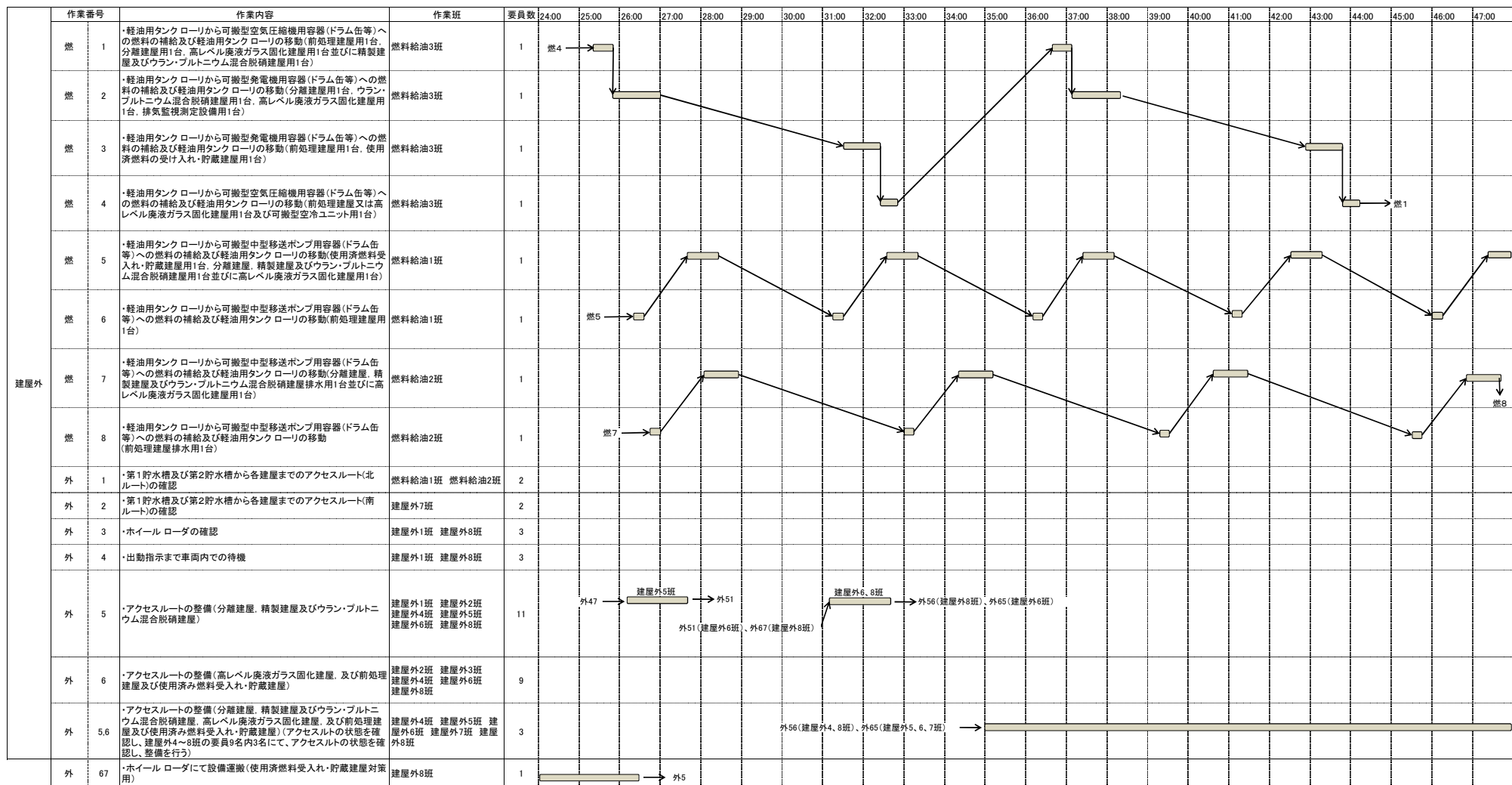
第14.2ー7図 重大事故等が同時発生した場合の屋外における必要な要員及び作業項目（その1）



第14.2－7図 重大事故等が同時発生した場合の屋外における必要な要員及び作業項目（その2）

作業番号	作業内容	作業班	要員数	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
外 33	・中型移送ポンプ運搬車による可搬型中型移送ポンプの運搬(使用済み燃料受入れ・貯蔵建屋)	建屋外7班	2			外33																					
外 34	・可搬型中型移送ポンプの設置及び起動確認(使用済み燃料受入れ・貯蔵建屋)	建屋外4班 建屋外5班 建屋外7班	6			外22(建屋外4、5班)	建屋外4、5、7班																				
外 35	・ホース展張車で運搬する可搬型建屋外ホースの運搬準備(使用済み燃料受入れ・貯蔵建屋)	建屋外3班	2			外22	建屋外3班	外24																			
外 36	・運搬車で運搬する可搬型建屋外ホースの運搬準備(使用済み燃料受入れ・貯蔵建屋)	建屋外3班	2																	外36	建屋外3班						
外 37	・運搬車による可搬型建屋外ホースの運搬及び敷設(使用済み燃料受入れ・貯蔵建屋)	建屋外3班	2																								
外 38	・ホース展張車による可搬型建屋外ホースの運搬及び敷設(使用済み燃料受入れ・貯蔵建屋)	建屋外4班 建屋外5班 建屋外6班 建屋外7班	8																	外6(建屋外4班)、外62(建屋外5、6、7班)							
外 39	・可搬型建屋外ホースの敷設(使用済み燃料受入れ・貯蔵建屋) ホース展張車侵入不可部分を人手による運搬敷設	建屋外4班 建屋外5班 建屋外6班 建屋外7班	8																								
外 40	・可搬型中型移送ポンプの試運転(使用済み燃料受入れ・貯蔵建屋)	建屋外1班	2																								
外 41	・可搬型建屋外ホースの状態確認(使用済み燃料受入れ・貯蔵建屋)	建屋外4班 建屋外5班	4																								
外 42	・水の供給流量の調整(使用済み燃料受入れ・貯蔵建屋)	建屋外4班 建屋外8班	3																								
外 43	・可搬型中型移送ポンプによる水の供給及び状態監視(使用済み燃料受入れ・貯蔵建屋)	建屋外1班	2																								
外 44	・中型移送ポンプ運搬車による故障時バックアップ可搬型中型移送ポンプの運搬	建屋外4班	2																								
外 45	・故障時バックアップ可搬型中型移送ポンプの設置及び起動確認	建屋外5班 建屋外6班 建屋外7班	6																								
外 46	・中型移送ポンプ運搬車による可搬型中型移送ポンプの運搬(前処理建屋)	建屋外6班	2																								
外 47	・可搬型中型移送ポンプの設置及び起動確認(前処理建屋)	建屋外4班 建屋外5班 建屋外7班	6																								
外 48	・ホース展張車で運搬する可搬型建屋外ホースの運搬準備(前処理建屋)	建屋外6班	2																								
外 49	・運搬車で運搬する可搬型建屋外ホースの運搬準備(前処理建屋)	建屋外4班	2																								
外 50	・運搬車による可搬型建屋外ホースの運搬及び敷設(前処理建屋)	建屋外4班	2																								
外 51	・ホース展張車による可搬型建屋外ホースの運搬及び敷設(前処理建屋)	建屋外4班 建屋外5班 建屋外6班 建屋外7班	8																								
外 52	・可搬型中型移送ポンプの試運転(前処理建屋)	建屋外1班	2																								
外 53	・可搬型建屋外ホースの状態確認(前処理建屋)	建屋外4班 建屋外5班	4																								
外 54	・可搬型排水受槽の運搬車による運搬、設置及び可搬型建屋外ホースの接続(前処理建屋)	建屋外4班 建屋外5班 建屋外7班	6																								
外 55	・可搬型建屋外ホースと可搬型建屋内ホースとの接続(前処理建屋)	建屋外4班 建屋外5班	4																								
外 56	・水の供給流量の調整(前処理建屋)	建屋外4班 建屋外8班	3																								
外 57	・可搬型中型移送ポンプによる水の供給及び状態監視(前処理建屋)	建屋外1班	2																								
外 58	・中型移送ポンプ運搬車による可搬型中型移送ポンプの運搬(分離建屋、精製建屋及びウラン・プルトニウム混合脱硝建屋)	建屋外5班	2																	外18	建屋外5班						
外 59	・可搬型中型移送ポンプの設置及び起動確認(分離建屋、精製建屋及びウラン・プルトニウム混合脱硝建屋)	建屋外5班 建屋外6班 建屋外7班	6																	外18(建屋外6、7班)	建屋外5、6、7班	外26					
外 60	・可搬型中型移送ポンプによる排水及び状態監視(分離建屋、精製建屋及びウラン・プルトニウム混合脱硝建屋)	建屋外2班	2																	外9	建屋外2班						
外 61	・中型移送ポンプ運搬車による可搬型中型移送ポンプの運搬(高レベル廃液ガラス固化建屋)	建屋外6班	2																								
外 62	・可搬型中型移送ポンプの設置及び起動確認(高レベル廃液ガラス固化建屋)	建屋外5班 建屋外6班 建屋外7班	6																	外30	建屋外6班						
外 63	・可搬型中型移送ポンプによる排水及び状態監視(高レベル廃液ガラス固化建屋)	建屋外3班	2																								
外 64	・中型移送ポンプ運搬車による可搬型中型移送ポンプの運搬(前処理建屋)	建屋外7班	2																								
外 65	・可搬型中型移送ポンプの設置及び起動確認(前処理建屋)	建屋外5班 建屋外6班 建屋外7班	6																								
外 66	・可搬型中型移送ポンプによる排水及び状態監視(前処理建屋)	建屋外2班	2																								

第14.2－7図 重大事故等が同時発生した場合の屋外における必要な要員及び作業項目（その3）



	作業番号	作業内容	作業班	要員数	24:00	25:00	26:00	27:00	28:00	29:00	30:00	31:00	32:00	33:00	34:00	35:00	36:00	37:00	38:00	39:00	40:00	41:00	42:00	43:00	44:00	45:00	46:00	47:00
建屋外	外 7	・運搬車で運搬する可搬型建屋外ホース及び運搬車の確認	建屋外2班	2																								
	外 8	・運搬車で運搬する可搬型建屋外ホースの運搬準備(分離建屋、精製建屋及びウラン・プルトニウム混合脱硝建屋)	建屋外2班	2																								
	外 9	・運搬車による可搬型建屋外ホースの運搬及び敷設、アクセスルート整備の資機材運搬(分離建屋、精製建屋及びウラン・プルトニウム混合脱硝建屋)	建屋外2班	2																								
	外 10	・第1貯水槽、第2貯水槽、可搬型中型移送ポンプ、可搬型建屋外ホース、可搬型排水受槽、中型移送ポンプ運搬車及びホース展張車の確認	建屋外3班 建屋外4班 建屋外5班 建屋外6班	8																								
	外 11	・中型移送ポンプ運搬車による可搬型中型移送ポンプの運搬(分離建屋、精製建屋及びウラン・プルトニウム混合脱硝建屋)	建屋外3班	2																								
	外 12	・可搬型中型移送ポンプの設置及び起動確認(分離建屋、精製建屋及びウラン・プルトニウム混合脱硝建屋)	建屋外3班 建屋外4班 建屋外5班	6																								
	外 13	・ホース展張車で運搬する可搬型建屋外ホースの運搬準備(分離建屋、精製建屋及びウラン・プルトニウム混合脱硝建屋)	建屋外6班	2																								
	外 14	・ホース展張車による可搬型建屋外ホースの運搬及び敷設(分離建屋、精製建屋及びウラン・プルトニウム混合脱硝建屋)	建屋外4班 建屋外5班 建屋外6班 建屋外7班	8																								
	外 15	・可搬型中型移送ポンプの試運転(分離建屋、精製建屋及びウラン・プルトニウム混合脱硝建屋)	建屋外4班	2																								
	外 16	・可搬型建屋外ホースの状態確認(分離建屋、精製建屋及びウラン・プルトニウム混合脱硝建屋)	建屋外5班 建屋外6班 建屋外7班	6																								
	外 17	・可搬型排水受槽の運搬車による搬送、設置及び可搬型建屋外ホースとの接続(分離建屋、精製建屋及びウラン・プルトニウム混合脱硝建屋)	建屋外5班 建屋外6班 建屋外7班	6																								
	外 18	・可搬型建屋外ホースと可搬型建屋内ホースとの接続(分離建屋、精製建屋及びウラン・プルトニウム混合脱硝建屋)	建屋外5班 建屋外6班 建屋外7班	6																								
	外 19	・水の供給流量の調整(分離建屋、精製建屋及びウラン・プルトニウム混合脱硝建屋)	建屋外1班 建屋外4班	4																								
	外 20	・可搬型中型移送ポンプによる水の供給及び状態監視(分離建屋、精製建屋及びウラン・プルトニウム混合脱硝建屋)	建屋外1班	2																								
	外 21	・中型移送ポンプ運搬車による可搬型中型移送ポンプの運搬(高レベル廃液ガラス固化建屋)	建屋外6班	2																								
	外 22	・可搬型中型移送ポンプの設置及び起動確認(高レベル廃液ガラス固化建屋)	建屋外3班 建屋外4班 建屋外5班	6																								
	外 23	・ホース展張車で運搬する可搬型建屋外ホースの運搬準備(高レベル廃液ガラス固化建屋)	建屋外6班	2																								
	外 24	・運搬車で運搬する可搬型建屋外ホースの運搬準備(高レベル廃液ガラス固化建屋)	建屋外3班	2																								
	外 25	・運搬車による可搬型建屋外ホースの運搬及び敷設(高レベル廃液ガラス固化建屋)	建屋外3班	2																								
	外 26	・ホース展張車による可搬型建屋外ホースの運搬及び敷設(高レベル廃液ガラス固化建屋)	建屋外4班 建屋外5班 建屋外6班 建屋外7班	8																								
	外 27	・可搬型中型移送ポンプの試運転(高レベル廃液ガラス固化建屋)	建屋外1班	2																								
	外 28	・可搬型建屋外ホースの状態確認(高レベル廃液ガラス固化建屋)	建屋外5班 建屋外6班 建屋外7班	6																								
	外 29	・可搬型排水受槽の運搬車による運搬、設置及び可搬型建屋外ホースとの接続(高レベル廃液ガラス固化建屋)	建屋外5班 建屋外6班 建屋外7班	6																								
	外 30	・可搬型建屋外ホースの可搬型建屋内ホースとの接続(高レベル廃液ガラス固化建屋)	建屋外5班 建屋外6班 建屋外7班	6																								
	外 31	・水の供給流量の調整(高レベル廃液ガラス固化建屋)	建屋外3班	2																								
	外 32	・可搬型中型移送ポンプによる水の供給及び状態監視(高レベル廃液ガラス固化建屋)	建屋外1班	2																								

第14.2－7 図 重大事故等が同時発生した場合の屋外における必要な要員及び作業項目（その5）

	作業番号	作業内容	作業班	要員数	24:00	25:00	26:00	27:00	28:00	29:00	30:00	31:00	32:00	33:00	34:00	35:00	36:00	37:00	38:00	39:00	40:00	41:00	42:00	43:00	44:00	45:00	46:00	47:00
建屋外	33	・中型移送ポンプ運搬車による可搬型中型移送ポンプの運搬(使用済み燃料受入れ・貯蔵建屋)	建屋外7班	2																								
	34	・可搬型中型移送ポンプの設置及び起動確認(使用済み燃料受入れ・貯蔵建屋)	建屋外4班 建屋外5班 建屋外7班	6																								
	35	・ホース展張車で運搬する可搬型建屋外ホースの運搬準備(使用済み燃料受入れ・貯蔵建屋)	建屋外3班	2																								
	36	・運搬車で運搬する可搬型建屋外ホースの運搬準備(使用済み燃料受入れ・貯蔵建屋)	建屋外3班	2																								
	37	・運搬車による可搬型建屋外ホースの運搬及び敷設(使用済み燃料受入れ・貯蔵建屋)	建屋外3班	2																								
	38	・ホース展張車による可搬型建屋外ホースの運搬及び敷設(使用済み燃料受入れ・貯蔵建屋)	建屋外4班 建屋外5班 建屋外6班 建屋外7班	8																								
	39	・可搬型建屋外ホースの敷設(使用済み燃料受入れ・貯蔵建屋) ホース展張車侵入不可部分を人手による運搬敷設	建屋外4班 建屋外5班 建屋外6班 建屋外7班	8																								
	40	・可搬型中型移送ポンプの試運転(使用済み燃料受入れ・貯蔵建屋)	建屋外1班	2																								
	41	・可搬型建屋外ホースの状態確認(使用済み燃料受入れ・貯蔵建屋)	建屋外4班 建屋外5班	4																								
	42	・水の供給流量の調整(使用済み燃料受入れ・貯蔵建屋)	建屋外4班 建屋外8班	3																								
	43	・可搬型中型移送ポンプによる水の供給及び状態監視(使用済み燃料受入れ・貯蔵建屋)	建屋外1班	2																								
	44	・中型移送ポンプ運搬車による故障時バックアップ可搬型中型移送ポンプの運搬	建屋外4班	2																								
	45	・故障時バックアップ可搬型中型移送ポンプの設置及び起動確認	建屋外5班 建屋外6班 建屋外7班	6																								
	46	・中型移送ポンプ運搬車による可搬型中型移送ポンプの運搬(前処理建屋)	建屋外6班	2																								
	47	・可搬型中型移送ポンプの設置及び起動確認(前処理建屋)	建屋外4班 建屋外5班 建屋外7班	6																								
	48	・ホース展張車で運搬する可搬型建屋外ホースの運搬準備(前処理建屋)	建屋外6班	2																								
	49	・運搬車で運搬する可搬型建屋外ホースの運搬準備(前処理建屋)	建屋外4班	2																								
	50	・運搬車による可搬型建屋外ホースの運搬及び敷設(前処理建屋)	建屋外4班	2																								
	51	・ホース展張車による可搬型建屋外ホースの運搬及び敷設(前処理建屋)	建屋外4班 建屋外5班 建屋外6班 建屋外7班	8																								
	52	・可搬型中型移送ポンプの試運転(前処理建屋)	建屋外1班	2																								
	53	・可搬型建屋外ホースの状態確認(前処理建屋)	建屋外4班 建屋外5班	4																								
	54	・可搬型排水受槽の運搬車による運搬、設置及び可搬型建屋外ホースの接続(前処理建屋)	建屋外4班 建屋外5班 建屋外7班	6																								
	55	・可搬型建屋外ホースと可搬型建屋内ホースとの接続(前処理建屋)	建屋外4班 建屋外5班	4																								
	56	・水の供給流量の調整(前処理建屋)	建屋外4班 建屋外8班	3																								
	57	・可搬型中型移送ポンプによる水の供給及び状態監視(前処理建屋)	建屋外1班	2																								
	58	・中型移送ポンプ運搬車による可搬型中型移送ポンプの運搬(分離建屋、精製建屋及びウラン・プルトニウム混合脱硝建屋)	建屋外5班	2																								
	59	・可搬型中型移送ポンプの設置及び起動確認(分離建屋、精製建屋及びウラン・プルトニウム混合脱硝建屋)	建屋外5班 建屋外6班 建屋外7班	6																								
	60	・可搬型中型移送ポンプによる排水及び状態監視(分離建屋、精製建屋及びウラン・プルトニウム混合脱硝建屋)	建屋外2班	2																								
	61	・中型移送ポンプ運搬車による可搬型中型移送ポンプの運搬(高レベル廃液ガラス固化建屋)	建屋外6班	2																								
	62	・可搬型中型移送ポンプの設置及び起動確認(高レベル廃液ガラス固化建屋)	建屋外5班 建屋外6班 建屋外7班	6																								
	63	・可搬型中型移送ポンプによる排水及び状態監視(高レベル廃液ガラス固化建屋)	建屋外3班	2																								
	64	・中型移送ポンプ運搬車による可搬型中型移送ポンプの運搬(前処理建屋)	建屋外7班	2																								
	65	・可搬型中型移送ポンプの設置及び起動確認(前処理建屋)	建屋外5班 建屋外6班 建屋外7班	6																								
	66	・可搬型中型移送ポンプによる排水及び状態監視(前処理建屋)	建屋外2班	2																								

第14.2－7図 重大事故等が同時発生した場合の屋外における必要な要員及び作業項目（その6）

	作業番号	作業内容	作業班	要員数	48:00	49:00	50:00	51:00	52:00	53:00	54:00	55:00	56:00	57:00	58:00	59:00	60:00	61:00	62:00	63:00	64:00	65:00	66:00	67:00	68:00	69:00	70:00	71:00
建屋外	外 7	・運搬車で運搬する可搬型建屋外ホース及び運搬車の確認	建屋外2班	2																								
	外 8	・運搬車で運搬する可搬型建屋外ホースの運搬準備(分離建屋、精製建屋及びウラン・プルトニウム混合脱硝建屋)	建屋外2班	2																								
	外 9	・運搬車による可搬型建屋外ホースの運搬及び敷設、アクセスルート整備の資機材運搬(分離建屋、精製建屋及びウラン・プルトニウム混合脱硝建屋)	建屋外2班	2																								
	外 10	・第1貯水槽、第2貯水槽、可搬型中型移送ポンプ、可搬型建屋外ホース、可搬型排水受槽、中型移送ポンプ運搬車及びホース展張車の確認	建屋外3班 建屋外4班 建屋外5班 建屋外6班	8																								
	外 11	・中型移送ポンプ運搬車による可搬型中型移送ポンプの運搬(分離建屋、精製建屋及びウラン・プルトニウム混合脱硝建屋)	建屋外3班	2																								
	外 12	・可搬型中型移送ポンプの設置及び起動確認(分離建屋、精製建屋及びウラン・プルトニウム混合脱硝建屋)	建屋外3班 建屋外4班 建屋外5班	6																								
	外 13	・ホース展張車で運搬する可搬型建屋外ホースの運搬準備(分離建屋、精製建屋及びウラン・プルトニウム混合脱硝建屋)	建屋外6班	2																								
	外 14	・ホース展張車による可搬型建屋外ホースの運搬及び敷設(分離建屋、精製建屋及びウラン・プルトニウム混合脱硝建屋)	建屋外4班 建屋外5班 建屋外6班 建屋外7班	8																								
	外 15	・可搬型中型移送ポンプの試運転(分離建屋、精製建屋及びウラン・プルトニウム混合脱硝建屋)	建屋外4班	2																								
	外 16	・可搬型建屋外ホースの状態確認(分離建屋、精製建屋及びウラン・プルトニウム混合脱硝建屋)	建屋外5班 建屋外6班 建屋外7班	6																								
	外 17	・可搬型排水受槽の運搬車による搬送、設置及び可搬型建屋外ホースとの接続(分離建屋、精製建屋及びウラン・プルトニウム混合脱硝建屋)	建屋外5班 建屋外6班 建屋外7班	6																								
	外 18	・可搬型建屋外ホースと可搬型建屋内ホースとの接続(分離建屋、精製建屋及びウラン・プルトニウム混合脱硝建屋)	建屋外5班 建屋外6班 建屋外7班	6																								
	外 19	・水の供給流量の調整(分離建屋、精製建屋及びウラン・プルトニウム混合脱硝建屋)	建屋外1班 建屋外4班	4																								
	外 20	・可搬型中型移送ポンプによる水の供給及び状態監視(分離建屋、精製建屋及びウラン・プルトニウム混合脱硝建屋)	建屋外1班	2																								
	外 21	・中型移送ポンプ運搬車による可搬型中型移送ポンプの運搬(高レベル廃液ガラス固化建屋)	建屋外6班	2																								
	外 22	・可搬型中型移送ポンプの設置及び起動確認(高レベル廃液ガラス固化建屋)	建屋外3班 建屋外4班 建屋外5班	6																								
	外 23	・ホース展張車で運搬する可搬型建屋外ホースの運搬準備(高レベル廃液ガラス固化建屋)	建屋外6班	2																								
	外 24	・運搬車で運搬する可搬型建屋外ホースの運搬準備(高レベル廃液ガラス固化建屋)	建屋外3班	2																								
	外 25	・運搬車による可搬型建屋外ホースの運搬及び敷設(高レベル廃液ガラス固化建屋)	建屋外3班	2																								
	外 26	・ホース展張車による可搬型建屋外ホースの運搬及び敷設(高レベル廃液ガラス固化建屋)	建屋外4班 建屋外5班 建屋外6班 建屋外7班	8																								
	外 27	・可搬型中型移送ポンプの試運転(高レベル廃液ガラス固化建屋)	建屋外1班	2																								
	外 28	・可搬型建屋外ホースの状態確認(高レベル廃液ガラス固化建屋)	建屋外5班 建屋外6班 建屋外7班	6																								
	外 29	・可搬型排水受槽の運搬車による運搬、設置及び可搬型建屋外ホースとの接続(高レベル廃液ガラス固化建屋)	建屋外5班 建屋外6班 建屋外7班	6																								
	外 30	・可搬型建屋外ホースの可搬型建屋内ホースとの接続(高レベル廃液ガラス固化建屋)	建屋外5班 建屋外6班 建屋外7班	6																								
	外 31	・水の供給流量の調整(高レベル廃液ガラス固化建屋)	建屋外3班	2																								
	外 32	・可搬型中型移送ポンプによる水の供給及び状態監視(高レベル廃液ガラス固化建屋)	建屋外1班	2																								

第14.2－7 図 重大事故等が同時発生した場合の屋外における必要な要員及び作業項目（その8）

	作業番号	作業内容	作業班	要員数	48:00	49:00	50:00	51:00	52:00	53:00	54:00	55:00	56:00	57:00	58:00	59:00	60:00	61:00	62:00	63:00	64:00	65:00	66:00	67:00	68:00	69:00	70:00	71:00
建屋外	外 33	・中型移送ポンプ運搬車による可搬型中型移送ポンプの運搬(使用済み燃料受入れ・貯蔵建屋)	建屋外7班	2																								
	外 34	・可搬型中型移送ポンプの設置及び起動確認(使用済み燃料受入れ・貯蔵建屋)	建屋外4班 建屋外5班 建屋外7班	6																								
	外 35	・ホース展張車で運搬する可搬型建屋外ホースの運搬準備(使用済み燃料受入れ・貯蔵建屋)	建屋外3班	2																								
	外 36	・運搬車で運搬する可搬型建屋外ホースの運搬準備(使用済み燃料受入れ・貯蔵建屋)	建屋外3班	2																								
	外 37	・運搬車による可搬型建屋外ホースの運搬及び敷設(使用済み燃料受入れ・貯蔵建屋)	建屋外3班	2																								
	外 38	・ホース展張車による可搬型建屋外ホースの運搬及び敷設(使用済み燃料受入れ・貯蔵建屋)	建屋外4班 建屋外5班 建屋外6班 建屋外7班	8																								
	外 39	・可搬型建屋外ホースの敷設(使用済み燃料受入れ・貯蔵建屋) ホース展張車侵入不可部分を人手による運搬敷設	建屋外4班 建屋外5班 建屋外6班 建屋外7班	8																								
	外 40	・可搬型中型移送ポンプの試運転(使用済み燃料受入れ・貯蔵建屋)	建屋外1班	2																								
	外 41	・可搬型建屋外ホースの状態確認(使用済み燃料受入れ・貯蔵建屋)	建屋外4班 建屋外5班	4																								
	外 42	・水の供給流量の調整(使用済み燃料受入れ・貯蔵建屋)	建屋外4班 建屋外8班	3																								
	外 43	・可搬型中型移送ポンプによる水の供給及び状態監視(使用済み燃料受入れ・貯蔵建屋)	建屋外1班	2																								
	外 44	・中型移送ポンプ運搬車による故障時バックアップ可搬型中型移送ポンプの運搬	建屋外4班	2																								
	外 45	・故障時バックアップ可搬型中型移送ポンプの設置及び起動確認	建屋外5班 建屋外6班 建屋外7班	6																								
	外 46	・中型移送ポンプ運搬車による可搬型中型移送ポンプの運搬(前処理建屋)	建屋外6班	2																								
	外 47	・可搬型中型移送ポンプの設置及び起動確認(前処理建屋)	建屋外4班 建屋外5班 建屋外7班	6																								
	外 48	・ホース展張車で運搬する可搬型建屋外ホースの運搬準備(前処理建屋)	建屋外6班	2																								
	外 49	・運搬車で運搬する可搬型建屋外ホースの運搬準備(前処理建屋)	建屋外4班	2																								
	外 50	・運搬車による可搬型建屋外ホースの運搬及び敷設(前処理建屋)	建屋外4班	2																								
	外 51	・ホース展張車による可搬型建屋外ホースの運搬及び敷設(前処理建屋)	建屋外4班 建屋外5班 建屋外6班 建屋外7班	8																								
	外 52	・可搬型中型移送ポンプの試運転(前処理建屋)	建屋外1班	2																								
	外 53	・可搬型建屋外ホースの状態確認(前処理建屋)	建屋外4班 建屋外5班	4																								
	外 54	・可搬型排水受槽の運搬車による運搬、設置及び可搬型建屋外ホースの接続(前処理建屋)	建屋外4班 建屋外5班 建屋外7班	6																								
	外 55	・可搬型建屋外ホースと可搬型建屋内ホースとの接続(前処理建屋)	建屋外4班 建屋外5班	4																								
	外 56	・水の供給流量の調整(前処理建屋)	建屋外4班 建屋外8班	3																								
	外 57	・可搬型中型移送ポンプによる水の供給及び状態監視(前処理建屋)	建屋外1班	2																								
	外 58	・中型移送ポンプ運搬車による可搬型中型移送ポンプの運搬(分離建屋、精製建屋及びウラン・プルトニウム混合脱硝建屋)	建屋外5班	2																								
	外 59	・可搬型中型移送ポンプの設置及び起動確認(分離建屋、精製建屋及びウラン・プルトニウム混合脱硝建屋)	建屋外5班 建屋外6班 建屋外7班	6																								
	外 60	・可搬型中型移送ポンプによる排水及び状態監視(分離建屋、精製建屋及びウラン・プルトニウム混合脱硝建屋)	建屋外2班	2																								
	外 61	・中型移送ポンプ運搬車による可搬型中型移送ポンプの運搬(高レベル廃液ガラス固化建屋)	建屋外6班	2																								
	外 62	・可搬型中型移送ポンプの設置及び起動確認(高レベル廃液ガラス固化建屋)	建屋外5班 建屋外6班 建屋外7班	6																								
	外 63	・可搬型中型移送ポンプによる排水及び状態監視(高レベル廃液ガラス固化建屋)	建屋外3班	2																								
	外 64	・中型移送ポンプ運搬車による可搬型中型移送ポンプの運搬(前処理建屋)	建屋外7班	2																								
	外 65	・可搬型中型移送ポンプの設置及び起動確認(前処理建屋)	建屋外5班 建屋外6班 建屋外7班	6																								
	外 66	・可搬型中型移送ポンプによる排水及び状態監視(前処理建屋)	建屋外2班	2																								

第14.2－7図 重大事故等が同時発生した場合の屋外における必要な要員及び作業項目（その9）

対策	作業番号	作業内容	作業班	要員数	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00		
	可搬型通信	・可搬型衛星電話及び可搬型トランシーバの敷設	建屋内5班、建屋内6班 建屋内17班、建屋内18班 建屋内25班、建屋内26班	12	建屋内5、6、17、18、25、26班 → AB24(建屋内5、6班)、AC16(建屋内25、26)CA11(建屋内17、18班)																									
制御 建屋	AG 1	・中央制御室送風機の状態確認	制御室1班	2	制御室1班 → 制御室1班 → AG4 → F制1 → 制御室2班 → 制御室3班 → 制御室4班 → 制御室5班 → 制御室6班 → 制御室7班 → 制御室8班 → 制御室9班 → 制御室10班 → 制御室11班 → 制御室12班 → 制御室13班 → 制御室14班 → 制御室15班 → 制御室16班 → 制御室17班 → 制御室18班 → 制御室19班 → 制御室20班 → 制御室21班 → 制御室22班 → 制御室23班 → 制御室24班 → 制御室25班 → 制御室26班 → 制御室27班 → 制御室28班 → 制御室29班 → 制御室30班 → 制御室31班 → 制御室32班 → 制御室33班 → 制御室34班 → 制御室35班 → 制御室36班 → 制御室37班 → 制御室38班 → 制御室39班 → 制御室40班 → 制御室41班 → 制御室42班 → 制御室43班 → 制御室44班 → 制御室45班 → 制御室46班 → 制御室47班 → 制御室48班 → 制御室49班 → 制御室50班 → 制御室51班 → 制御室52班 → 制御室53班 → 制御室54班 → 制御室55班 → 制御室56班 → 制御室57班 → 制御室58班 → 制御室59班 → 制御室60班 → 制御室61班 → 制御室62班 → 制御室63班 → 制御室64班 → 制御室65班 → 制御室66班 → 制御室67班 → 制御室68班 → 制御室69班 → 制御室70班 → 制御室71班 → 制御室72班 → 制御室73班 → 制御室74班 → 制御室75班 → 制御室76班 → 制御室77班 → 制御室78班 → 制御室79班 → 制御室80班 → 制御室81班 → 制御室82班 → 制御室83班 → 制御室84班 → 制御室85班 → 制御室86班 → 制御室87班 → 制御室88班 → 制御室89班 → 制御室90班 → 制御室91班 → 制御室92班 → 制御室93班 → 制御室94班 → 制御室95班 → 制御室96班 → 制御室97班 → 制御室98班 → 制御室99班 → 制御室100班 → 制御室101班 → 制御室102班 → 制御室103班 → 制御室104班 → 制御室105班 → 制御室106班 → 制御室107班 → 制御室108班 → 制御室109班 → 制御室110班 → 制御室111班 → 制御室112班 → 制御室113班 → 制御室114班 → 制御室115班 → 制御室116班 → 制御室117班 → 制御室118班 → 制御室119班 → 制御室120班 → 制御室121班 → 制御室122班 → 制御室123班 → 制御室124班 → 制御室125班 → 制御室126班 → 制御室127班 → 制御室128班 → 制御室129班 → 制御室130班 → 制御室131班 → 制御室132班 → 制御室133班 → 制御室134班 → 制御室135班 → 制御室136班 → 制御室137班 → 制御室138班 → 制御室139班 → 制御室140班 → 制御室141班 → 制御室142班 → 制御室143班 → 制御室144班 → 制御室145班 → 制御室146班 → 制御室147班 → 制御室148班 → 制御室149班 → 制御室150班 → 制御室151班 → 制御室152班 → 制御室153班 → 制御室154班 → 制御室155班 → 制御室156班 → 制御室157班 → 制御室158班 → 制御室159班 → 制御室160班 → 制御室161班 → 制御室162班 → 制御室163班 → 制御室164班 → 制御室165班 → 制御室166班 → 制御室167班 → 制御室168班 → 制御室169班 → 制御室170班 → 制御室171班 → 制御室172班 → 制御室173班 → 制御室174班 → 制御室175班 → 制御室176班 → 制御室177班 → 制御室178班 → 制御室179班 → 制御室180班 → 制御室181班 → 制御室182班 → 制御室183班 → 制御室184班 → 制御室185班 → 制御室186班 → 制御室187班 → 制御室188班 → 制御室189班 → 制御室190班 → 制御室191班 → 制御室192班 → 制御室193班 → 制御室194班 → 制御室195班 → 制御室196班 → 制御室197班 → 制御室198班 → 制御室199班 → 制御室200班 → 制御室201班 → 制御室202班 → 制御室203班 → 制御室204班 → 制御室205班 → 制御室206班 → 制御室207班 → 制御室208班 → 制御室209班 → 制御室210班 → 制御室211班 → 制御室212班 → 制御室213班 → 制御室214班 → 制御室215班 → 制御室216班 → 制御室217班 → 制御室218班 → 制御室219班 → 制御室220班 → 制御室221班 → 制御室222班 → 制御室223班 → 制御室224班 → 制御室225班 → 制御室226班 → 制御室227班 → 制御室228班 → 制御室229班 → 制御室230班 → 制御室231班 → 制御室232班 → 制御室233班 → 制御室234班 → 制御室235班 → 制御室236班 → 制御室237班 → 制御室238班 → 制御室239班 → 制御室240班 → 制御室241班 → 制御室242班 → 制御室243班 → 制御室244班 → 制御室245班 → 制御室246班 → 制御室247班 → 制御室248班 → 制御室249班 → 制御室250班 → 制御室251班 → 制御室252班 → 制御室253班 → 制御室254班 → 制御室255班 → 制御室256班 → 制御室257班 → 制御室258班 → 制御室259班 → 制御室260班 → 制御室261班 → 制御室262班 → 制御室263班 → 制御室264班 → 制御室265班 → 制御室266班 → 制御室267班 → 制御室268班 → 制御室269班 → 制御室270班 → 制御室271班 → 制御室272班 → 制御室273班 → 制御室274班 → 制御室275班 → 制御室276班 → 制御室277班 → 制御室278班 → 制御室279班 → 制御室280班 → 制御室281班 → 制御室282班 → 制御室283班 → 制御室284班 → 制御室285班 → 制御室286班 → 制御室287班 → 制御室288班 → 制御室289班 → 制御室290班 → 制御室291班 → 制御室292班 → 制御室293班 → 制御室294班 → 制御室295班 → 制御室296班 → 制御室297班 → 制御室298班 → 制御室299班 → 制御室300班 → 制御室301班 → 制御室302班 → 制御室303班 → 制御室304班 → 制御室305班 → 制御室306班 → 制御室307班 → 制御室308班 → 制御室309班 → 制御室310班 → 制御室311班 → 制御室312班 → 制御室313班 → 制御室314班 → 制御室315班 → 制御室316班 → 制御室317班 → 制御室318班 → 制御室319班 → 制御室320班 → 制御室321班 → 制御室322班 → 制御室323班 → 制御室324班 → 制御室325班 → 制御室326班 → 制御室327班 → 制御室328班 → 制御室329班 → 制御室330班 → 制御室331班 → 制御室332班 → 制御室333班 → 制御室334班 → 制御室335班 → 制御室336班 → 制御室337班 → 制御室338班 → 制御室339班 → 制御室340班 → 制御室341班 → 制御室342班 → 制御室343班 → 制御室344班 → 制御室345班 → 制御室346班 → 制御室347班 → 制御室348班 → 制御室349班 → 制御室350班 → 制御室351班 → 制御室352班 → 制御室353班 → 制御室354班 → 制御室355班 → 制御室356班 → 制御室357班 → 制御室358班 → 制御室359班 → 制御室360班 → 制御室361班 → 制御室362班 → 制御室363班 → 制御室364班 → 制御室365班 → 制御室366班 → 制御室367班 → 制御室368班 → 制御室369班 → 制御室370班 → 制御室371班 → 制御室372班 → 制御室373班 → 制御室374班 → 制御室375班 → 制御室376班 → 制御室377班 → 制御室378班 → 制御室379班 → 制御室380班 → 制御室381班 → 制御室382班 → 制御室383班 → 制御室384班 → 制御室385班 → 制御室386班 → 制御室387班 → 制御室388班 → 制御室389班 → 制御室390班 → 制御室391班 → 制御室392班 → 制御室393班 → 制御室394班 → 制御室395班 → 制御室396班 → 制御室397班 → 制御室398班 → 制御室399班 → 制御室400班 → 制御室401班 → 制御室402班 → 制御室403班 → 制御室404班 → 制御室405班 → 制御室406班 → 制御室407班 → 制御室408班 → 制御室409班 → 制御室410班 → 制御室411班 → 制御室412班 → 制御室413班 → 制御室414班 → 制御室415班 → 制御室416班 → 制御室417班 → 制御室418班 → 制御室419班 → 制御室420班 → 制御室421班 → 制御室422班 → 制御室423班 → 制御室424班 → 制御室425班 → 制御室426班 → 制御室427班 → 制御室428班 → 制御室429班 → 制御室430班 → 制御室431班 → 制御室432班 → 制御室433班 → 制御室434班 → 制御室435班 → 制御室436班 → 制御室437班 → 制御室438班 → 制御室439班 → 制御室440班 → 制御室441班 → 制御室442班 → 制御室443班 → 制御室444班 → 制御室445班 → 制御室446班 → 制御室447班 → 制御室448班 → 制御室449班 → 制御室450班 → 制御室451班 → 制御室452班 → 制御室453班 → 制御室454班 → 制御室455班 → 制御室456班 → 制御室457班 → 制御室458班 → 制御室459班 → 制御室460班 → 制御室461班 → 制御室462班 → 制御室463班 → 制御室464班 → 制御室465班 → 制御室466班 → 制御室467班 → 制御室468班 → 制御室469班 → 制御室470班 → 制御室471班 → 制御室472班 → 制御室473班 → 制御室474班 → 制御室475班 → 制御室476班 → 制御室477班 → 制御室478班 → 制御室479班 → 制御室480班 → 制御室481班 → 制御室482班 → 制御室483班 → 制御室484班 → 制御室485班 → 制御室486班 → 制御室487班 → 制御室488班 → 制御室489班 → 制御室490班 → 制御室491班 → 制御室492班 → 制御室493班 → 制御室494班 → 制御室495班 → 制御室496班 → 制御室497班 → 制御室498班 → 制御室499班 → 制御室500班 → 制御室501班 → 制御室502班 → 制御室503班 → 制御室504班 → 制御室505班 → 制御室506班 → 制御室507班 → 制御室508班 → 制御室509班 → 制御室510班 → 制御室511班 → 制御室512班 → 制御室513班 → 制御室514班 → 制御室515班 → 制御室516班 → 制御室517班 → 制御室518班 → 制御室519班 → 制御室520班 → 制御室521班 → 制御室522班 → 制御室523班 → 制御室524班 → 制御室525班 → 制御室526班 → 制御室527班 → 制御室528班 → 制御室529班 → 制御室530班 → 制御室531班 → 制御室532班 → 制御室533班 → 制御室534班 → 制御室535班 → 制御室536班 → 制御室537班 → 制御室538班 → 制御室539班 → 制御室540班 → 制御室541班 → 制御室542班 → 制御室543班 → 制御室544班 → 制御室545班 → 制御室546班 → 制御室547班 → 制御室548班 → 制御室549班 → 制御室550班 → 制御室551班 → 制御室552班 → 制御室553班 → 制御室554班 → 制御室555班 → 制御室556班 → 制御室557班 → 制御室558班 → 制御室559班 → 制御室560班 → 制御室561班 → 制御室562班 → 制御室563班 → 制御室564班 → 制御室565班 → 制御室566班 → 制御室567班 → 制御室568班 → 制御室569班 → 制御室570班 → 制御室571班 → 制御室572班 → 制御室573班 → 制御室574班 → 制御室575班 → 制御室576班 → 制御室577班 → 制御室578班 → 制御室579班 → 制御室580班 → 制御室581班 → 制御室582班 → 制御室583班 → 制御室584班 → 制御室585班 → 制御室586班 → 制御室587班 → 制御室588班 → 制御室589班 → 制御室590班 → 制御室591班 → 制御室592班 → 制御室593班 → 制御室594班 → 制御室595班 → 制御室596班 → 制御室597班 → 制御室598班 → 制御室599班 → 制御室600班 → 制御室601班 → 制御室602班 → 制御室603班 → 制御室604班 → 制御室605班 → 制御室606班 → 制御室607班 → 制御室608班 → 制御室609班 → 制御室610班 → 制御室611班 → 制御室612班 → 制御室613班 → 制御室614班 → 制御室615班 → 制御室616班 → 制御室617班 → 制御室618班 → 制御室619班 → 制御室620班 → 制御室621班 → 制御室622班 → 制御室623班 → 制御室624班 → 制御室625班 → 制御室626班 → 制御室627班 → 制御室628班 → 制御室629班 → 制御室630班 → 制御室631班 → 制御室632班 → 制御室633班 → 制御室634班 → 制御室635班 → 制御室636班 → 制御室637班 → 制御室638班 → 制御室639班 → 制御室640班 → 制御室641班 → 制御室642班 → 制御室643班 → 制御室644班 → 制御室645班 → 制御室646班 → 制御室647班 → 制御室648班 → 制御室649班 → 制御室650班 → 制御室651班 → 制御室652班 → 制御室653班 → 制御室654班 → 制御室655班 → 制御室656班 → 制御室657班 → 制御室658班 → 制御室659班 → 制御室660班 → 制御室661班 → 制御室662班 → 制御室663班 → 制御室664班 → 制御室665班 → 制御室666班 → 制御室667班 → 制御室668班 → 制御室669班 → 制御室670班 → 制御室671班 → 制御室672班 → 制御室673班 → 制御室674班 → 制御室675班 → 制御室676班 → 制御室677班 → 制御室678班 → 制御室679班 → 制御室680班 → 制御室681班 → 制御室682班 → 制御室683班 → 制御室684班 → 制御室685班 → 制御室686班 → 制御室687班 → 制御室688班 → 制御室689班 → 制御室690班 → 制御室691班 → 制御室692班 → 制御室693班 → 制御室694班 → 制御室695班 → 制御室696班 → 制御室697班 → 制御室698班 → 制御室699班 → 制御室700班 → 制御室701班 → 制御室702班 → 制御室703班 → 制御室704班 → 制御室705班 → 制御室706班 → 制御室707班 → 制御室708班 → 制御室709班 → 制御室710班 → 制御室711班 → 制御室712班 → 制御室713班 → 制御室714班 → 制御室715班 → 制御室716班 → 制御室717班 → 制御室718班 → 制御室719班 → 制御室720班 → 制御室721班 → 制御室722班 → 制御室723班 → 制御室724班 → 制御室725班 → 制御室726班 → 制御室727班 → 制御室728班 → 制御室729班 → 制御室730班 → 制御室731班 → 制御室732班 → 制御室733班 → 制御室734班 → 制御室735班 → 制御室736班 → 制御室737班 → 制御室738班 → 制御室739班 → 制御室740班 → 制御室741班 → 制御室742班 → 制御室743班 → 制御室744班 → 制御室745班 → 制御室746班 → 制御室747班 → 制御室748班 → 制御室749班 → 制御室750班 → 制御室751班 → 制御室752班 → 制御室753班 → 制御室754班 → 制御室755班 → 制御室756班 → 制御室757班 → 制御室758班 → 制御室759班 → 制御室760班 → 制御室761班 → 制御室762班 → 制御室763班 → 制御室764班 → 制御室765班 → 制御室766班 → 制御室767班 → 制御室768班 → 制御室769班 → 制御室770班 → 制御室771班 → 制御室772班 → 制御室773班 → 制御室774班 → 制御室775班 → 制御室776班 → 制御室777班 → 制御室778班 → 制御室779班 → 制御室780班 → 制御室781班 → 制御室782班 → 制御室783班 → 制御室784班 → 制御室785班 → 制御室786班 → 制御室787班 → 制御室788班 → 制御室789班 → 制御室790班 → 制御室791班 → 制御室792班 → 制御室793班 → 制御室794班 → 制御室795班 → 制御室796班 → 制御室797班 → 制御室798班 → 制御室799班 → 制御室800班 → 制御室801班 → 制御室802班 → 制御室803班 → 制御室804班 → 制御室805班 → 制御室806班 → 制御室807班 → 制御室808班 → 制御室809班 → 制御室810班 → 制御室811班 → 制御室812班 → 制御室813班 → 制御室814班 → 制御室815班 → 制御室816班 → 制御室817班 → 制御室818班 → 制御室819班 → 制御室820班 → 制御室821班 → 制御室822班 → 制御室823班 → 制御室824班 → 制御室825班 → 制御室826班 → 制御室827班 → 制御室828班 → 制御室829班 → 制御室830班 → 制御室831班 → 制御室832班 → 制御室833班 → 制御室834班 → 制御室835班 → 制御室836班 → 制御室837班 → 制御室838班 → 制御室839班 → 制御室840班 → 制御室841班 → 制御室842班 → 制御室843班 → 制御室844班 → 制御室845班 → 制御室846班 → 制御室847班 → 制御室848班 → 制御室849班 → 制御室850班 → 制御室851班 → 制御室852班 → 制御室853班 → 制御室854班 → 制御室855班 → 制御室856班 → 制御室857班 → 制御室858班 → 制御室859班 → 制御室860班 → 制御室861班 → 制御室862班 → 制御室863班 → 制御室864班 → 制御室865班 → 制御室866班 → 制御室867班 → 制御室868班 → 制御室869班 → 制御室870班 → 制御室871班 → 制御室872班 → 制御室873班 → 制御室874班 → 制御室875班 → 制御室876班 → 制御室877班 → 制御室878班 → 制御室879班 → 制御室880班 → 制御室881班 → 制御室882班 → 制御室883班 → 制御室884班 → 制御室885班 → 制御室886班 → 制御室887班 → 制御室888班 → 制御室889班 → 制御室890班 → 制御室891班 → 制御室892班 → 制御室893班 → 制御室894班 → 制御室895班 → 制御室896班 → 制御室897班 → 制御室898班 → 制御室899班 → 制御室900班 → 制御室901班 → 制御室902班 → 制御室903班 → 制御室904班 → 制御室905班 → 制御室906班 → 制御室907班 → 制御室908班 → 制御室909班 → 制御室910班 → 制御室911班 → 制御室912班 → 制御室913班 → 制御室914班 → 制御室915班 → 制御室916班 → 制御室917班 → 制御室918班 → 制御室919班 → 制御室920班 → 制御室921班 → 制御室																									

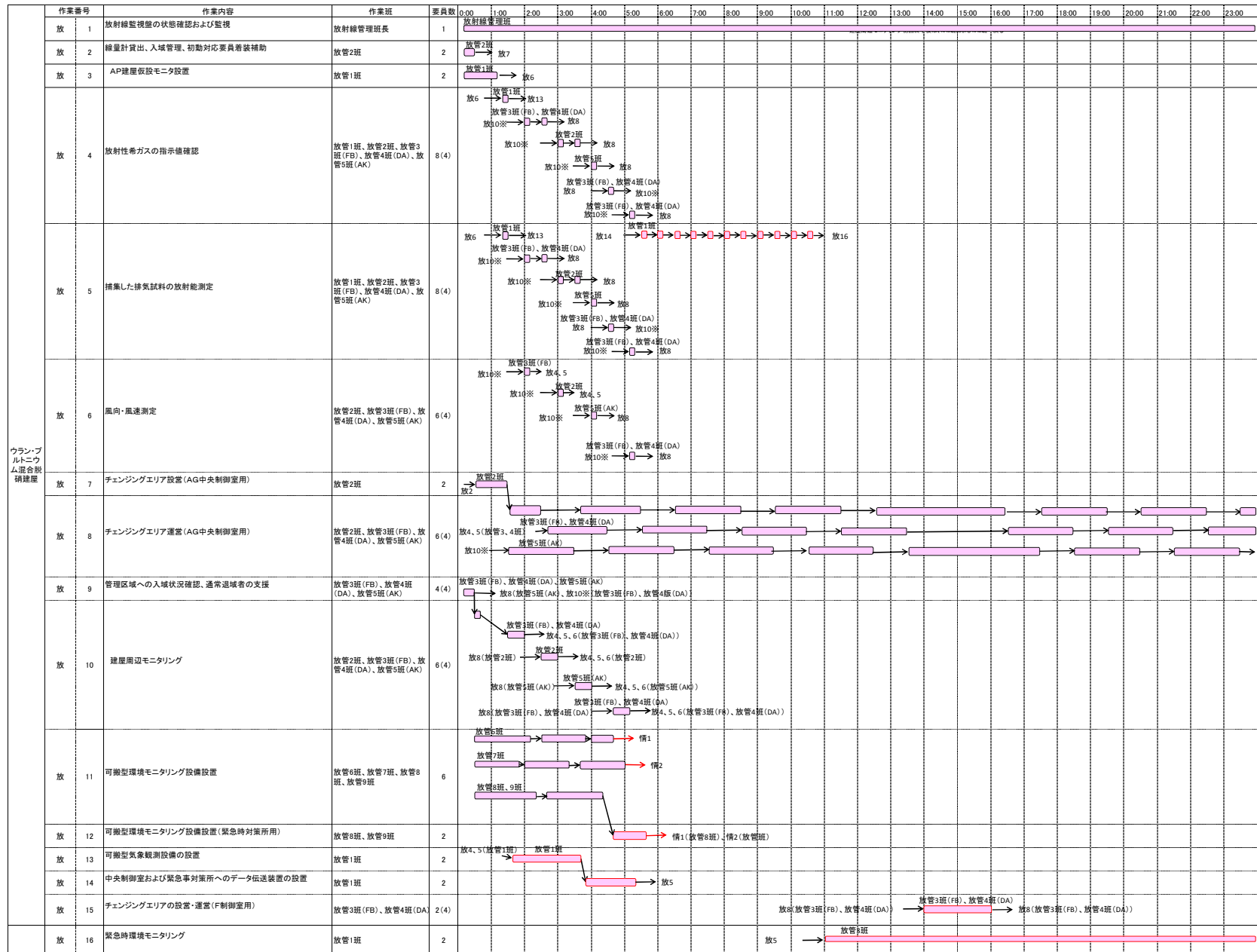
第14. 2－ 8 図 重大事故等が同時発生した場合の制御建屋における必要な要員及び作業項目（その1）

対策	作業番号	作業内容	作業班	要員数	24:00	25:00	26:00	27:00	28:00	29:00	30:00	31:00	32:00	33:00	34:00	35:00	36:00	37:00	38:00	39:00	40:00	41:00	42:00	43:00	44:00	45:00	46:00	47:00	
制御 建屋	可搬型通信	・可搬型衛星電話及び可搬型トランシーバの敷設	建屋内5班、建屋内6班 建屋内17班、建屋内18班 建屋内25班、建屋内26班	12																									
	可搬型送風機による居住性の確保	AG 1	・中央制御室送風機の状態確認	制御室1班	2																								
		AG 2	・可搬型発電機の起動準備	制御室1班、制御室2班	4																								
		AG 3	・可搬型送風機の起動準備	制御室3班、制御室5班	4																								
		AG 4	・可搬型発電機の起動	制御室2班	2																								
		AG 5	・可搬型送風機の起動	制御室3班	2																								
	状態監視 燃料の補給	AG 6	・状態監視(可搬型発電機、可搬型送風機) ・可搬型発電機への燃料の補給	制御室4班、制御室5班	4	制御室4班		制御室4班		制御室4班		制御室4班		制御室4班		制御室4班		制御室4班		制御室4班		制御室4班		制御室4班		制御室4班			
						制御室5班		制御室5班		制御室5班		制御室5班		制御室5班		制御室5班		制御室5班		制御室5班		制御室5班		制御室5班		制御室5班			

第14. 2－ 8 図 重大事故等が同時発生した場合の制御建屋における必要な要員及び作業項目（その2）

対策	作業番号	作業内容		作業班	要員数	48:00	49:00	50:00	51:00	52:00	53:00	54:00	55:00	56:00	57:00	58:00	59:00	60:00	61:00	62:00	63:00	64:00	65:00	66:00	67:00	68:00	69:00	70:00	71:00
制御 建屋	可搬型通信	・可搬型衛星電話及び可搬型トランシーバの敷設		建屋内5班、建屋内6班 建屋内17班、建屋内18班 建屋内25班、建屋内26班	12																								
	可搬型送風機による居住性の確保	AG 1	・中央制御室送風機の状態確認		制御室1班	2																							
		AG 2	・可搬型発電機の起動準備		制御室1班、制御室2班	4																							
		AG 3	・可搬型送風機の起動準備		制御室3班、制御室5班	4																							
		AG 4	・可搬型発電機の起動		制御室2班	2																							
	AG 5	・可搬型送風機の起動		制御室3班	2																								
	状態監視 燃料の補給	AG 6	・状態監視(可搬型発電機、可搬型送風機) ・可搬型発電機への燃料の補給		制御室4班、制御室5班	4	制御室4班		制御室4班		制御室4班		制御室4班		制御室4班		制御室4班		制御室4班		制御室4班		制御室4班		制御室4班		制御室4班		
						制御室5班		制御室5班		制御室5班		制御室5班		制御室5班		制御室5班		制御室5班		制御室5班		制御室5班		制御室5班		制御室5班			

第14.2－8 図 重大事故等が同時発生した場合の制御建屋における必要な要員及び作業項目（その3）



第14.2－9図 重大事故等が同時発生した場合の放射線管理における必要な要員及び作業項目（その1）

ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋	作業番号	作業内容	作業班	要員数	24:00	25:00	26:00	27:00	28:00	29:00	30:00	31:00	32:00	33:00	34:00	35:00	36:00	37:00	38:00	39:00	40:00	41:00	42:00	43:00	44:00	45:00	46:00	47:00			
	放	1	放射線監視盤の状態確認および監視	放射線管理班長	1																										
	放	2	線量計貸出、入域管理、初動対応要員着装補助	放管2班	2																										
	放	3	AP建屋仮設モニタ設置	放管1班	2																										
	放	4	放射性希ガスの指示値確認	放管1班、放管2班、放管3班(FB)、放管4班(DA)、放管5班(AK)	8(4)																										
	放	5	捕集した排気試料の放射能測定	放管1班、放管2班、放管3班(FB)、放管4班(DA)、放管5班(AK)	8(4)																										
	放	6	風向・風速測定	放管2班、放管3班(FB)、放管4班(DA)、放管5班(AK)	6(4)																										
	放	7	チェンジングエリア設置(AG中央制御室用)	放管2班	2																										
	放	8	チェンジングエリア運営(AG中央制御室用)	放管2班、放管3班(FB)、放管4班(DA)、放管5班(AK)	6(4)																										
	放	9	管理区域への入域状況確認、通常退域者の支援	放管3班(FB)、放管4班(DA)、放管5班(AK)	4(4)																										
	放	10	建屋周辺モニタリング	放管2班、放管3班(FB)、放管4班(DA)、放管5班(AK)	6(4)																										
	放	11	可搬型環境モニタリング設備設置	放管6班、放管7班、放管8班、放管9班	6																										
	放	12	可搬型環境モニタリング設備設置(緊急時対策所用)	放管8班、放管9班	2																										
	放	13	可搬型気象観測設備の設置	放管1班	2																										
	放	14	中央制御室および緊急事対策所へのデータ伝送装置の設置	放管1班	2																										
	放	15	チェンジングエリアの設営・運営(F制御室用)	放管3班(FB)、放管4班(DA)	2(4)																										
放	16	緊急時環境モニタリング	放管1班	2																											

第14.2－9 図 重大事故等が同時発生した場合の放射線管理における必要な要員及び作業項目（その2）

	作業番号	作業内容	作業班	要員数	48:00	49:00	50:00	51:00	52:00	53:00	54:00	55:00	56:00	57:00	58:00	59:00	60:00	61:00	62:00	63:00	64:00	65:00	66:00	67:00	68:00	69:00	70:00	71:00
ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋	放 1	放射線監視盤の状態確認および監視	放射線管理班長	1																								
	放 2	線量計貸出、入域管理、初動対応要員着装補助	放管2班	2																								
	放 3	AP建屋仮設モニタ設置	放管1班	2																								
	放 4	放射性希ガスの指示値確認	放管1班、放管2班、放管3班 (FB)、放管4班 (DA)、放管5班 (AK)	8 (4)																								
	放 5	捕集した排気試料の放射能測定	放管1班、放管2班、放管3班 (FB)、放管4班 (DA)、放管5班 (AK)	8 (4)																								
	放 6	風向・風速測定	放管2班、放管3班 (FB)、放管4班 (DA)、放管5班 (AK)	6 (4)																								
	放 7	チェンジングエリア設置 (AG中央制御室用)	放管2班	2																								
	放 8	チェンジングエリア運営 (AG中央制御室用)	放管2班、放管3班 (FB)、放管4班 (DA)、放管5班 (AK)	6 (4)																								
	放 9	管理区域への入域状況確認、通常退域者の支援	放管3班 (FB)、放管4班 (DA)、放管5班 (AK)	4 (4)																								
	放 10	建屋周辺モニタリング	放管2班、放管3班 (FB)、放管4班 (DA)、放管5班 (AK)	6 (4)																								
	放 11	可搬型環境モニタリング設備設置	放管6班、放管7班、放管8班、放管9班	6																								
	放 12	可搬型環境モニタリング設備設置 (緊急時対策所用)	放管8班、放管9班	2																								
	放 13	可搬型気象観測設備の設置	放管1班	2																								
	放 14	中央制御室および緊急時対策所へのデータ伝送装置の設置	放管1班	2																								
	放 15	チェンジングエリアの設置・運営 (F制御室用)	放管3班 (FB)、放管4班 (DA)	2 (4)																								
	放 16	緊急時環境モニタリング	放管1班	2																								

第14.2－9 図 重大事故等が同時発生した場合の放射線管理における必要な要員及び作業項目（その3）

情報把握 計装設備	作業番号		作業内容		作業班	要員数	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
	情	1	建屋外	資機材運搬	保管庫から設置場所までの運搬	放管6班、放管7班、放管8班、放管9班	6						放11(放管6班)、放12(放管8班)	放管6班、放管8班	情3(放管6班、放管8班)										放管7班、放管9班	情8(放管7班、放管9班)				
	情	2	中央制御室	対処建屋内作業	可搬型発電機および情報収集装置設置	放管7班、放管9班	3						放11(放管6班)、放12(放管8班)	放管7班、放管9班	情4(放管7班、放管9班)															
	情	3	精製建屋	対処建屋内作業	可搬型発電機および情報収集装置設置	放管6班、放管8班	3							情1(放管6班、放管8班)	放管6班、放管8班	情4(放管7班、放管9班)														
	情	4	分離建屋	対処建屋内作業	可搬型発電機および情報収集装置設置	放管7班、放管9班	3								情2(放管7班、放管9班)															
	情	5	ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋	対処建屋内作業	可搬型発電機および情報収集装置設置	放管6班、放管8班	3																							
	情	6	高レベル廃液ガラス固化建屋	対処建屋内作業	可搬型発電機および情報収集装置設置	放管6班、放管8班	3																							
	情	7	使用済み燃料受入れ・貯蔵建屋	対処建屋内作業	可搬型発電機および情報収集装置設置	放管6班、放管9班	3																							
	情	8	前処理建屋	対処建屋内作業	可搬型発電機および情報収集装置設置	放管7班、放管9班	3																							

第14.2－10図 重大事故等が同時発生した場合の情報把握計装設備における必要な要員及び作業項目（その1）

情報把握 計装設備	作業番号		作業内容			作業班	要員数	24:00	25:00	26:00	27:00	28:00	29:00	30:00	31:00	32:00	33:00	34:00	35:00	36:00	37:00	38:00	39:00	40:00	41:00	42:00	43:00	44:00	45:00	46:00	47:00
	情	1	建屋外	資機材運搬	保管庫から設置場所までの運搬	放管6班、放管7班、放管8班、放管9班	6																								
	情	2	中央制御室	対処建屋内作業	可搬型発電機および情報収集装置設置	放管7班、放管9班	3																								
	情	3	精製建屋	対処建屋内作業	可搬型発電機および情報収集装置設置	放管6班、放管8班	3																								
	情	4	分離建屋	対処建屋内作業	可搬型発電機および情報収集装置設置	放管7班、放管9班	3																								
	情	5	ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋	対処建屋内作業	可搬型発電機および情報収集装置設置	放管6班、放管8班	3																								
	情	6	高レベル廃液ガラス固化建屋	対処建屋内作業	可搬型発電機および情報収集装置設置	放管6班、放管8班	3																								
	情	7	使用済み燃料受入れ・貯蔵建屋	対処建屋内作業	可搬型発電機および情報収集装置設置	放管6班、放管9班	3					情6(放管6班、放管8																			
	情	8	前処理建屋	対処建屋内作業	可搬型発電機および情報収集装置設置	放管7班、放管9班	3																								

第14.2－10図 重大事故等が同時発生した場合の情報把握計装設備における必要な要員及び作業項目（その2）

情報把握 計装設備	作業番号		作業内容			作業班	要員数	48:00	49:00	50:00	51:00	52:00	53:00	54:00	55:00	56:00	57:00	58:00	59:00	60:00	61:00	62:00	63:00	64:00	65:00	66:00	67:00	68:00	69:00	70:00	71:00
	情	1	建屋外	資機材運搬	保管庫から設置場所までの運搬	放管6班、放管7班、放管8班、放管9班	6																								
	情	2	中央制御室	対処建屋内作業	可搬型発電機および情報収集装置設置	放管7班、放管9班	3																								
	情	3	精製建屋	対処建屋内作業	可搬型発電機および情報収集装置設置	放管6班、放管8班	3																								
	情	4	分離建屋	対処建屋内作業	可搬型発電機および情報収集装置設置	放管7班、放管9班	3																								
	情	5	ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋	対処建屋内作業	可搬型発電機および情報収集装置設置	放管6班、放管8班	3																								
	情	6	高レベル廃液ガラス固化建屋	対処建屋内作業	可搬型発電機および情報収集装置設置	放管6班、放管8班	3																								
	情	7	使用済み燃料受入れ・貯蔵建屋	対処建屋内作業	可搬型発電機および情報収集装置設置	放管6班、放管9班	3																								
	情	8	前処理建屋	対処建屋内作業	可搬型発電機および情報収集装置設置	放管7班、放管9班	3																								

第14.2－10図 重大事故等が同時発生した場合の情報把握計装設備における必要な要員及び作業項目（その3）

第28条:重大事故等の拡大防止(14. 必要な要員及び資源の評価)

再処理施設 安全審査 整理資料 補足説明資料				備考(8月提出済みの資料については、資料番号を記載)
資料No.	名称	提出日	Rev	
補足説明資料14-1	重大事故等の同時発生時に必要な要員の評価	1/8	0	
補足説明資料14-2	重大事故等の同時発生時の水源の評価	1/8	0	
補足説明資料14-3	重大事故等の同時発生時の燃料の評価	1/8	0	
補足説明資料14-4	重大事故等の同時発生時の電源の評価	1/8	0	

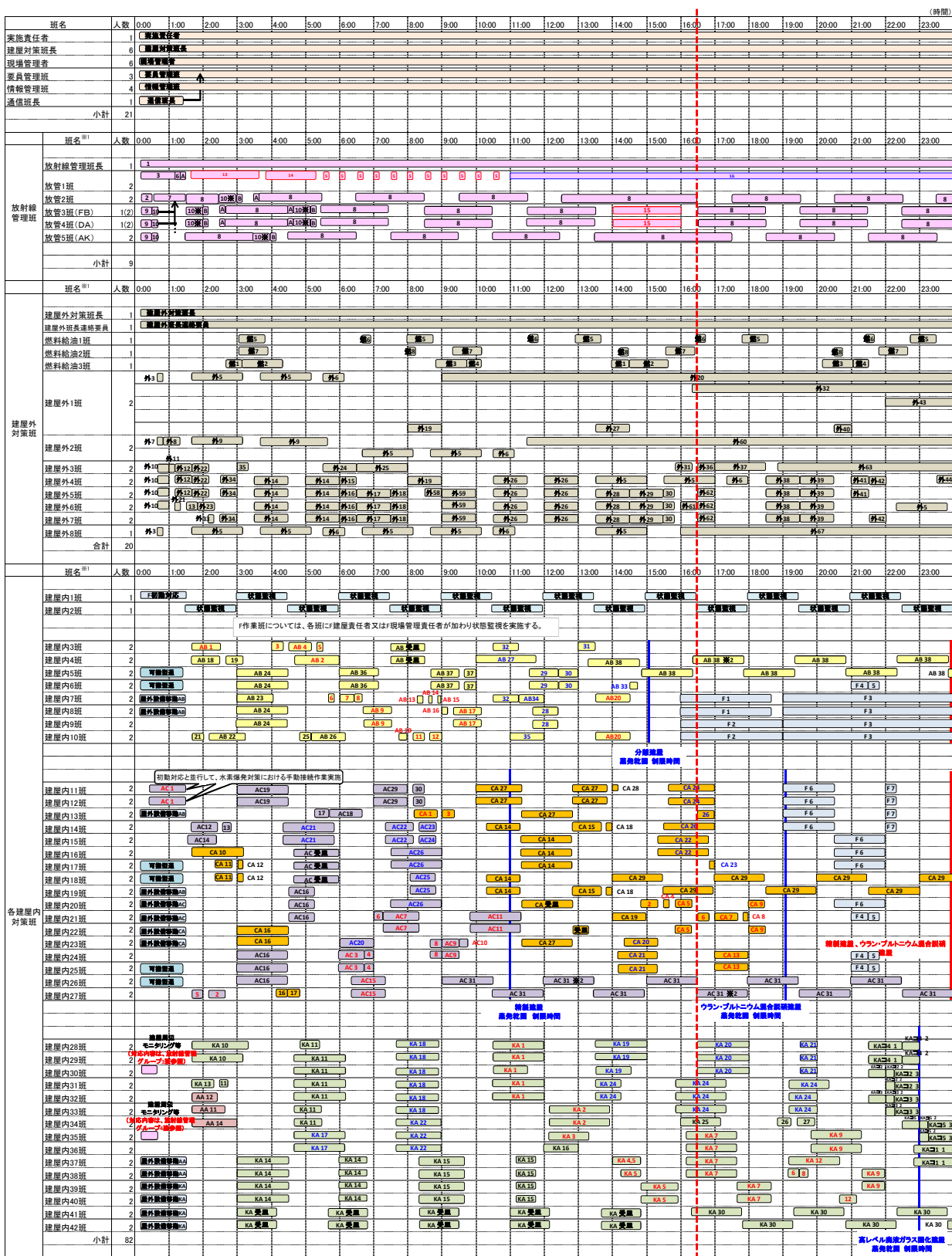
令和2年1月8日 R0

補足説明資料 1 4 - 1

1. 必要な要員及び資源の算出方法

1.1 必要な要員の算出方法

重大事故等が同時発生に対処に必要な要員は、同一時間軸で最大となる要員と対処に必要な延べ要員を算出する。「地震」及び「火山」を条件とした場合の同一時間軸で最大となる要員と対処に必要な延べ要員を第 1.－1 図及第 1.－2 図に示す。



第1. - 2 図 「火山」を条件として重大事故等が同時発生した場合の対処要員

令和2年1月8日 R0

補足説明資料 14－2

1. 水源に関する評価

蒸発乾固の発生防止対策及び拡大防止対策で使用する水源については、以下のとおり

- ・第1貯水槽の一区画※ : 約 10,000m³

使用済燃料貯蔵プール等への注水で使用する水源については、以下のとおり

- ・第1貯水槽の一区画※ : 約 10,000m³

※ 蒸発乾固の発生防止対策及び拡大防止対策で使用する第1貯水槽の区画と使用済燃料貯蔵プール等への注水で使用する第1貯水槽の区画は、異なる区画を使用する。

2. 水使用パターン

①蒸発乾固の発生防止対策及び拡大防止対策

内部ループ通水による冷却、冷却コイル等への通水による冷却及び放出低減対策（凝縮器への通水）に使用する水量は、各建屋において使用する流量と水源使用開始から対応期間の7日間（168時間）までの時間の差の積である。ただし、内部ループ通水による冷却、冷却コイル等への通水による冷却及び凝縮器への通水に使用した排水は、貯水槽へ戻し再利用するため必要流量は計上しない。

貯水槽から機器への注水に必要な水量は、各機器が保有する溶液の蒸発速度と溶液の沸騰までの時間余裕と対応期間の7日間（168時間）までの時間の差の積である。ただし、沸騰が168時間以上の貯槽の必要流量は計上しない。

②使用済燃料貯蔵プール等への注水（想定事故1）

燃料貯蔵プール等の初期水位は、水位低警報値の水位（通常液位から 0.05m 低下）であることを想定しているため、燃料貯蔵プール等の水位を通常水位まで回復するために水が必要となる。その後、燃料貯蔵プール等の水位を維持するために使用する水量は、燃料貯蔵プール等への供給流量と、水源使用開始から対応期間の 7 日間（168 時間）までの時間の差の積である。

③使用済燃料貯蔵プール等への注水（想定事故 2）

燃料貯蔵プール等の水の小規模な漏えいとしてスロッシングが発生したときに、燃料貯蔵プール等の水位を回復し、維持するために水が必要となる。スロッシングにより燃料貯蔵プール等の水位は通常水位から 0.60m 下まで低下するため、燃料貯蔵プール等の水位を通常水位まで回復するための水量が必要である。その後、燃料貯蔵プール等の水位を維持するために使用する水量は、燃料貯蔵プール等への供給流量と、水源使用開始から対応期間の 7 日間（168 時間）までの時間の差の積である。

3. 時間評価

①蒸発乾固の発生防止対策及び拡大防止対策

貯水槽から機器への注水によって、第 1 貯水槽の一区画の水量は減少する。

各機器の沸騰までの時間（時間余裕）と対応期間の 7 日間（168 時間）までに蒸発する水量（注水量）を第 3. - 1 表から第 3. - 5 表に示す。

事象発生から対応期間の 7 日間（168 時間）までに第 1 貯水槽の一区画が枯渇することはない。

②使用済燃料貯蔵プール等への注水（想定事故 1）

使用済燃料貯蔵プール等への注水（想定事故１）によって、第１貯水槽の一区画の水量は減少する。

使用済燃料貯蔵プール等への注水で使用する可搬型中型移送ポンプによる水の供給開始時間は 21 時間 30 分後であり、まずは通常水位への回復のため約 100m^3 （低下液位 $0.05\text{m} \times$ 燃料貯蔵プール等の面積 $2,000\text{m}^2$ ）の水量が必要となる。その後、燃料貯蔵プール等の水位の維持のため、必要な水量としては、蒸発量に対して保守的な様、水の供給開始時間である 21 時間 30 分後から対応期間の 7 日間（168 時間）まで $10\text{m}^3/\text{h}$ で水を供給することを想定し、約 $1,500\text{m}^3$ である。以上から、事象発生から対応期間の 7 日間（168 時間）までに使用する水量は合計約 $1,600\text{m}^3$ である。

事象発生から対応期間の 7 日間（168 時間）までに第１貯水槽の一区画が枯渇することはない。

③使用済燃料貯蔵プール等への注水（想定事故２）

使用済燃料貯蔵プール等への注水（想定事故２）によって、第１貯水槽の一区画の水量は減少する。

使用済燃料貯蔵プール等への注水で使用する可搬型中型移送ポンプによる水の供給開始時間は 21 時間 30 分後であり、まずは通常水位への回復のため約 $1,200\text{m}^3$ （低下液位 $0.6\text{m} \times$ 燃料貯蔵プール等の面積 $2,000\text{m}^2$ ）の水量が必要となる。その後、燃料貯蔵プール等の水位の維持のため、必要な水水量としては、蒸発量に対して保守的な様、水の供給開始時間である 21 時間 30 分後から対応期間の 7 日間（168 時間）まで $10\text{m}^3/\text{h}$ で水を供給することを想定し、約 $1,500\text{m}^3$ である。以上から、

事象発生から対応期間の 7 日間（168 時間）までに使用する水量は合計約 2,700m³である。

事象発生から対応期間の 7 日間（168 時間）までに第 1 貯水槽の一区画が枯渇することはない。

第 3. - 1 表 機器注水に必要な水量（前処理建屋）

建屋	機器	時間余裕 [h]	蒸発速度 [m ³ /h]	注水量 [m ³]
前処理建屋	中継槽 A	150	6.8×10^{-3}	5.8×10^{-2}
	中継槽 B	150	6.8×10^{-3}	5.8×10^{-2}
	リサイクル槽 A	160	2.4×10^{-2}	7.4×10^{-3}
	リサイクル槽 B	160	2.4×10^{-2}	7.4×10^{-3}
	計量前中間貯槽 A	140	2.5×10^{-3}	4.8×10^{-1}
	計量前中間貯槽 B	140	2.5×10^{-3}	4.8×10^{-1}
	計量後中間貯槽	190	1.9×10^{-2}	—
	計量・調整槽	180	1.9×10^{-2}	—
	計量補助槽	190	5.3×10^{-3}	—
	中間ポット A	160	1.3×10^{-4}	7.5×10^{-5}
	中間ポット B	160	1.3×10^{-4}	7.5×10^{-5}

第 3. - 2 表 機器注水に必要な水量（分離建屋）

建屋	機器	時間余裕 [h]	蒸発速度 [m ³ /h]	注水量 [m ³]
分離建屋	溶解液中間貯槽	180	1.9×10^{-2}	—
	溶解液供給槽	180	4.5×10^{-3}	—
	抽出廃液受槽	250	7.1×10^{-3}	—
	抽出廃液中間貯槽	250	9.4×10^{-3}	—
	抽出廃液供給槽 A	250	2.9×10^{-2}	—

抽出廃液供給槽 B	250	2.9×10^{-2}	—
第 1 一時貯留処理槽	310	1.4×10^{-3}	—
第 8 一時貯留処理槽	310	1.7×10^{-3}	—
第 7 一時貯留処理槽	310	1.4×10^{-3}	—
第 3 一時貯留処理槽	250	9.4×10^{-3}	—
第 4 一時貯留処理槽	250	9.4×10^{-3}	—
第 6 一時貯留処理槽	330	5.7×10^{-3}	—
高レベル廃液供給槽 A	720	3.9×10^{-3}	—
高レベル廃液濃縮缶 A	15	1.3×10^{-1}	20

第 3. - 3 表 機器注水に必要な水量（精製建屋）

建屋	機器	時間余裕 [h]	蒸発速度 [m ³ /h]	注水量 [m ³]
精製建屋	プルトニウム溶液受槽	12	1.4×10^{-2}	7.2×10^{-2}
	油水分離槽	12	1.4×10^{-2}	7.0×10^{-2}
	プルトニウム濃縮缶供給槽	11	3.5×10^{-2}	3.2×10^{-1}
	プルトニウム溶液一時貯槽	11	2.1×10^{-2}	3.1×10^{-1}
	プルトニウム濃縮液受槽	12	1.4×10^{-2}	2.2
	リサイクル槽	12	1.4×10^{-2}	2.2
	希釈槽	110	1.4×10^{-3}	5.4
	プルトニウム濃縮液一時貯槽	110	1.4×10^{-3}	3.3
	プルトニウム濃縮液計量槽	96	4.6×10^{-3}	2.2
	プルトニウム濃縮液中間貯槽	98	4.6×10^{-3}	2.2
	第 1 一時貯留処理槽	100	2.3×10^{-3}	1.5×10^{-1}
	第 2 一時貯留処理槽	100	2.3×10^{-3}	1.5×10^{-1}
	第 3 一時貯留処理槽	96	4.6×10^{-3}	3.2×10^{-1}

第 3. - 4 表 機器注水に必要な水量（ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋）

建屋	機器	時間余裕 [h]	蒸発速度 [m ³ /h]	注水量 [m ³]
ウラン・ プルトニウム 混合脱硝建屋	硝酸プルトニウム貯槽	19	1.4×10^{-2}	2.1
	混合槽 A	30	8.6×10^{-3}	1.2
	混合槽 B	30	8.6×10^{-3}	1.2
	一時貯槽	19	1.4×10^{-2}	2.1

第 3. - 5 表 機器注水に必要な水量（高レベル廃液ガラス固化建屋）

建屋	機器	時間余裕 [h]	蒸発速度 [m ³ /h]	注水流量 [m ³]
高レベル廃液 ガラス固化建屋	第 1 高レベル濃縮廃液貯槽	24	6.3×10^{-1}	89
	第 2 高レベル濃縮廃液貯槽	24	6.3×10^{-1}	89
	第 1 高レベル濃縮廃液一時貯槽	23	1.5×10^{-1}	21
	第 2 高レベル濃縮廃液一時貯槽	23	1.5×10^{-1}	21
	高レベル廃液混合槽 A	23	1.2×10^{-1}	17
	高レベル廃液混合槽 B	23	1.2×10^{-1}	17
	供給液槽 A	24	3.0×10^{-2}	4.2
	供給液槽 B	24	3.0×10^{-2}	4.2
	供給槽 A	24	1.2×10^{-1}	1.7
	供給槽 B	24	1.2×10^{-1}	1.7
	高レベル廃液共用貯槽	24	6.3×10^{-1}	89

4. 水源評価結果

時間評価の結果から、第 1 貯水槽が枯渇することはない。

また、7 日間の対応を考慮すると、第 1 貯水槽の一区画を水源として使用する蒸発乾固の拡大防止対策の貯水槽から機器への注水は、合計約 310m³の水が必要となる。第 1 貯水槽の一区画に、約 10,000m³の水を保

有することから必要水量を確保している。このため、安定して貯水槽から機器への注水を継続することが可能である。

また、7日間の対応を考慮すると、第1貯水槽の一区画を水源として使用済燃料貯蔵プール等への注水で必要水量としては、必要水量が多くなる想定事故2への対処で合計約2,700m³の水が必要となる。第1貯水槽の一区画に、約10,000m³の水を保有することから必要水量を確保している。このため、安定して使用済燃料貯蔵プール等への注水を継続することが可能である。

令和2年1月8日 R0

補足説明資料 1 4－3

1. 必要な燃料の算出について

重大事故等の同時発生に対処に必要な燃料は、機器の1時間あたりの燃料消費量と燃料を必要とする機器の使用開始から対応時間7日間（168時間）までの時間の差（使用時間）の積である。

以下に、設計上定める条件より厳しい条件における外部事象の「地震」及び「火山」を条件とした場合の必要な燃料を示す。

7日間における燃料の対応について（地震）

地震時の軽油消費量

必要燃料算出過程	合計	判定
可搬型中型移送ポンプ（給水） 4台起動 （燃料消費率は保守的に定格出力運転時を想定） 前処理建屋 $43\text{L/h（燃料消費率）} \times 143\text{h（運転時間）} = 6.2\text{m}^3$ 分離建屋、精製建屋及びウラン・プルトニウム混合脱硝理建屋 $43\text{L/h（燃料消費率）} \times 167\text{h（運転時間）} = 7.2\text{m}^3$ 高レベル廃液ガラス固化建屋 $43\text{L/h（燃料消費率）} \times 167\text{h（運転時間）} = 7.2\text{m}^3$ 使用済燃料の受入れ施設及び貯蔵建屋 $43\text{L/h（燃料消費率）} \times 166\text{h（運転時間）} = 7.2\text{m}^3$	7日間の軽油消費量 約 28m^3	蒸発乾固を実施するために必要な軽油は合計で約 90m^3 である。 軽油貯蔵タンクの容量は約 400m^3 であり7日間対応可能
可搬型中型移送ポンプ（排水） 3台起動 （燃料消費率は保守的に定格出力運転時を想定） 前処理建屋 $43\text{L/h（燃料消費率）} \times 134\text{h（運転時間）} = 5.8\text{m}^3$ 分離建屋、精製建屋及びウラン・プルトニウム混合脱硝理建屋 $43\text{L/h（燃料消費率）} \times 159\text{h（運転時間）} = 6.9\text{m}^3$ 高レベル廃液ガラス固化建屋 $43\text{L/h（燃料消費率）} \times 152\text{h（運転時間）} = 6.6\text{m}^3$	7日間の軽油消費量 約 20m^3	
可搬型発電機（18L/h） 5台起動 前処理建屋 $18\text{L/h（燃料消費率）} \times 136\text{h（運転時間）} = 2.5\text{m}^3$ 分離建屋 $18\text{L/h（燃料消費率）} \times 164\text{h（運転時間）} = 3.0\text{m}^3$ 精製建屋及びウラン・プルトニウム混合脱硝理建屋 $18\text{L/h（燃料消費率）} \times 164\text{h（運転時間）} = 3.0\text{m}^3$ 高レベル廃液ガラス固化建屋 $18\text{L/h（燃料消費率）} \times 165\text{h（運転時間）} = 3.0\text{m}^3$ 制御建屋 $18\text{L/h（燃料消費率）} \times 164\text{h（運転時間）} = 3.0\text{m}^3$	7日間の軽油消費量 約 15m^3	

地震時の軽油消費量（つづき）

必要燃料算出過程	合計	判定
可搬型発電機（36L/h） 1 台起動 使用済燃料の受入れ施設及び貯蔵建屋 $36\text{L/h（燃料消費率）} \times 146\text{h（運転時間）} = 5.3\text{m}^3$	7 日間の軽油消費量 約 5.3m^3	
可搬型発電機（2L/h） 12 台起動 排気監視測定設備 $2\text{L/h（燃料消費率）} \times 167\text{h（運転時間）} = 0.34\text{m}^3$ 環境監視測定設備可搬型発電機 $2\text{L/h（燃料消費率）} \times 165.5\text{h（運転時間）} = 0.34\text{m}^3$ $2\text{L/h（燃料消費率）} \times 164.9\text{h（運転時間）} = 0.33\text{m}^3$ $2\text{L/h（燃料消費率）} \times 164.5\text{h（運転時間）} = 0.33\text{m}^3$ $2\text{L/h（燃料消費率）} \times 164.25\text{h（運転時間）} = 0.33\text{m}^3$ $2\text{L/h（燃料消費率）} \times 163.5\text{h（運転時間）} = 0.33\text{m}^3$ $2\text{L/h（燃料消費率）} \times 163\text{h（運転時間）} = 0.33\text{m}^3$ $2\text{L/h（燃料消費率）} \times 165.9\text{h（運転時間）} = 0.34\text{m}^3$ $2\text{L/h（燃料消費率）} \times 164.5\text{h（運転時間）} = 0.33\text{m}^3$ $2\text{L/h（燃料消費率）} \times 163.9\text{h（運転時間）} = 0.33\text{m}^3$ 気象監視測定設備可搬型発電機 $2\text{L/h（燃料消費率）} \times 161\text{h（運転時間）} = 0.33\text{m}^3$ 緊急時対策所放射線計測設備可搬型発電機 $2\text{L/h（燃料消費率）} \times 168\text{h（運転時間）} = 0.34\text{m}^3$	7 日間の軽油消費量 約 4.0m^3	
可搬型発電機（2.7L/h） 9 台起動 環境モニタリング設備用可搬型発電機 $2.7\text{L/h（燃料消費率）} \times 160\text{h（運転時間）} \times 9\text{台} = 3.9\text{m}^3$	7 日間の軽油消費量 約 3.9m^3	
可搬型空気圧縮機 4 台起動 前処理建屋 $10\text{L/h（燃料消費率）} \times 132\text{h（運転時間）} = 1.4\text{m}^3$ 分離建屋 $10\text{L/h（燃料消費率）} \times 162\text{h（運転時間）} = 1.7\text{m}^3$ 精製建屋及びウラン・プルトニウム混合脱硝理建屋 $8\text{L/h（燃料消費率）} \times 167\text{h（運転時間）} = 1.4\text{m}^3$ 高レベル廃液ガラス固化建屋 $10\text{L/h（燃料消費率）} \times 158\text{h（運転時間）} = 1.6\text{m}^3$ 可搬型空冷ユニット用空気圧縮機 1 台起動 使用済燃料の受入れ施設及び貯蔵建屋 $33\text{L/h（燃料消費率）} \times 139\text{h（運転時間）} = 4.6\text{m}^3$	7 日間の軽油消費量 約 11m^3	同上

地震時の軽油消費量（つづき）

必要燃料算出過程	合計	判定
運搬等に必要な車両等 軽油用タンク ローリ $2\text{L/h（燃料消費率）} \times 168\text{h（運転時間）} \times 3\text{台} = 1.0\text{m}^3$ 中型移送ポンプ運搬車 $2\text{L/h（燃料消費率）} \times 3\text{h（運転時間）} \times 2\text{台} = 0.012\text{m}^3$ ホース展張車 $2\text{L/h（燃料消費率）} \times 9\text{h（運転時間）} \times 2\text{台} = 0.036\text{m}^3$ 運搬車 $5\text{L/h（燃料消費率）} \times 13\text{h（運転時間）} \times 2\text{台} = 0.13\text{m}^3$ ホイール ロード $20\text{L/h（燃料消費率）} \times 168\text{h（運転時間）} \times 1\text{台} = 3.36\text{m}^3$ $20\text{L/h（燃料消費率）} \times 14.5\text{h（運転時間）} \times 1\text{台} = 0.29\text{m}^3$ $20\text{L/h（燃料消費率）} \times 4\text{h（運転時間）} \times 1\text{台} = 0.08\text{m}^3$	7 日間の軽油消費量 約 5.0m^3	同上

地震時の重油消費量

必要燃料算出過程	合計	判定
緊急時対策所電源設備緊急時対策所用発電機 $411\text{ L/h（燃料消費率）} \times 168\text{h（運転時間）} = 70\text{ m}^3$	7 日間の重油消費量 約 70m^3	緊急時対策所用発電機の運転に必要な重油は約 70m^3 である。 重油貯蔵タンクの容量は約 200m^3 であり 7 日間対応可能

7 日間における燃料の対応について（火山）

火山時の軽油消費量

必要燃料算出過程	合計	判定
可搬型中型移送ポンプ（給水） 4 台起動 （燃料消費率は保守的に定格出力運転時を想定） 前処理建屋 $43\text{L/h（燃料消費率）} \times 143\text{h（運転時間）} = 6.2\text{m}^3$ 分離建屋，精製建屋及びウラン・プルトニウム混合脱硝理建屋 $43\text{L/h（燃料消費率）} \times 167\text{h（運転時間）} = 7.2\text{m}^3$ 高レベル廃液ガラス固化建屋 $43\text{L/h（燃料消費率）} \times 167\text{h（運転時間）} = 7.2\text{m}^3$ 使用済燃料の受入れ施設及び貯蔵建屋 $43\text{L/h（燃料消費率）} \times 166\text{h（運転時間）} = 7.2\text{m}^3$	7 日間の軽油消費量 約 28m^3	蒸発乾固を実施するために必要な軽油は合計で約 90m^3 である。 軽油貯蔵タンクの容量は約 400m^3 であり 7 日間対応可能
可搬型中型移送ポンプ（排水） 3 台起動 （燃料消費率は保守的に定格出力運転時を想定） 前処理建屋 $43\text{L/h（燃料消費率）} \times 134\text{h（運転時間）} = 5.8\text{m}^3$ 分離建屋，精製建屋及びウラン・プルトニウム混合脱硝理建屋 $43\text{L/h（燃料消費率）} \times 159\text{h（運転時間）} = 6.9\text{m}^3$ 高レベル廃液ガラス固化建屋 $43\text{L/h（燃料消費率）} \times 152\text{h（運転時間）} = 6.6\text{m}^3$	7 日間の軽油消費量 約 20m^3	
可搬型発電機（18L/h） 5 台起動 前処理建屋 $18\text{L/h（燃料消費率）} \times 136\text{h（運転時間）} = 2.5\text{m}^3$ 分離建屋 $18\text{L/h（燃料消費率）} \times 164\text{h（運転時間）} = 3.0\text{m}^3$ 精製建屋及びウラン・プルトニウム混合脱硝理建屋 $18\text{L/h（燃料消費率）} \times 164\text{h（運転時間）} = 3.0\text{m}^3$ 高レベル廃液ガラス固化建屋 $18\text{L/h（燃料消費率）} \times 165\text{h（運転時間）} = 3.0\text{m}^3$ 制御建屋 $18\text{L/h（燃料消費率）} \times 164\text{h（運転時間）} = 3.0\text{m}^3$	7 日間の軽油消費量 約 15m^3	

火山時の軽油消費量（つづき）

必要燃料算出過程	合計	判定
可搬型発電機（36L/h） 1 台起動 使用済燃料の受入れ施設及び貯蔵建屋 $36\text{L/h（燃料消費率）} \times 146\text{h（運転時間）} = 5.3\text{m}^3$	7 日間の軽油消費量 約 5.3m^3	同上
可搬型発電機（2L/h） 12 台起動 排気監視測定設備 $2\text{L/h（燃料消費率）} \times 167\text{h（運転時間）} = 0.34\text{m}^3$ 環境監視測定設備可搬型発電機 $2\text{L/h（燃料消費率）} \times 165.5\text{h（運転時間）} = 0.34\text{m}^3$ $2\text{L/h（燃料消費率）} \times 164.9\text{h（運転時間）} = 0.33\text{m}^3$ $2\text{L/h（燃料消費率）} \times 164.5\text{h（運転時間）} = 0.33\text{m}^3$ $2\text{L/h（燃料消費率）} \times 164.25\text{h（運転時間）} = 0.33\text{m}^3$ $2\text{L/h（燃料消費率）} \times 163.5\text{h（運転時間）} = 0.33\text{m}^3$ $2\text{L/h（燃料消費率）} \times 163\text{h（運転時間）} = 0.33\text{m}^3$ $2\text{L/h（燃料消費率）} \times 165.9\text{h（運転時間）} = 0.34\text{m}^3$ $2\text{L/h（燃料消費率）} \times 164.5\text{h（運転時間）} = 0.33\text{m}^3$ $2\text{L/h（燃料消費率）} \times 163.9\text{h（運転時間）} = 0.33\text{m}^3$ 気象監視測定設備可搬型発電機 $2\text{L/h（燃料消費率）} \times 161\text{h（運転時間）} = 0.33\text{m}^3$ 緊急時対策所放射線計測設備可搬型発電機 $2\text{L/h（燃料消費率）} \times 168\text{h（運転時間）} = 0.34\text{m}^3$	7 日間の軽油消費量 約 4.0m^3	
可搬型発電機（2.7L/h） 9 台起動 環境モニタリング設備用可搬型発電機 $2.7\text{L/h（燃料消費率）} \times 160\text{h（運転時間）} \times 9\text{台} = 3.9\text{m}^3$	7 日間の軽油消費量 約 3.9m^3	
可搬型空気圧縮機 4 台起動 前処理建屋 $10\text{L/h（燃料消費率）} \times 132\text{h（運転時間）} = 1.4\text{m}^3$ 分離建屋 $10\text{L/h（燃料消費率）} \times 162\text{h（運転時間）} = 1.7\text{m}^3$ 精製建屋及びウラン・プルトニウム混合脱硝理建屋 $8\text{L/h（燃料消費率）} \times 167\text{h（運転時間）} = 1.4\text{m}^3$ 高レベル廃液ガラス固化建屋 $10\text{L/h（燃料消費率）} \times 158\text{h（運転時間）} = 1.6\text{m}^3$ 可搬型空冷ユニット用空気圧縮機 1 台起動 使用済燃料の受入れ施設及び貯蔵建屋 $33\text{L/h（燃料消費率）} \times 139\text{h（運転時間）} = 4.6\text{m}^3$	7 日間の軽油消費量 約 11m^3	

火山時の軽油消費量（つづき）

必要燃料算出過程	合計	判定
運搬等に必要な車両等 軽油用タンク ローリ $2\text{L/h (燃料消費率)} \times 168\text{h (運転時間)} \times 3 \text{ 台} = 1.0\text{m}^3$ 中型移送ポンプ運搬車 $2\text{L/h (燃料消費率)} \times 3\text{h (運転時間)} \times 2 \text{ 台} = 0.012\text{m}^3$ ホース展張車 $2\text{L/h (燃料消費率)} \times 9\text{h (運転時間)} \times 2 \text{ 台} = 0.036\text{m}^3$ 運搬車 $5\text{L/h (燃料消費率)} \times 13\text{h (運転時間)} \times 2 \text{ 台} = 0.13\text{m}^3$ $5\text{L/h (燃料消費率)} \times 1.5\text{h (運転時間)} \times 6 \text{ 台} = 0.045\text{m}^3$ $5\text{L/h (燃料消費率)} \times 1\text{h (運転時間)} \times 1 \text{ 台} = 0.005\text{m}^3$ ホイール ロード $20\text{L/h (燃料消費率)} \times 168\text{h (運転時間)} \times 1 \text{ 台} = 3.36\text{m}^3$ $20\text{L/h (燃料消費率)} \times 14.5\text{h (運転時間)} \times 1 \text{ 台} = 0.29\text{m}^3$ $20\text{L/h (燃料消費率)} \times 4\text{h (運転時間)} \times 1 \text{ 台} = 0.08\text{m}^3$	7 日間の軽油消費量 約 5.0m^3	同上

火山時の重油消費量

必要燃料算出過程	合計	判定
緊急時対策所電源設備緊急時対策所用発電機 $411 \text{ L/h (燃料消費率)} \times 168\text{h (運転時間)} = 70 \text{ m}^3$	7 日間の重油消費量 約 70m^3	緊急時対策所用発電機の運転に必要な重油は約 70m^3 である。 重油貯蔵タンクの容量は約 200m^3 であり 7 日間対応可能

令和2年1月8日 R0

補足説明資料 14－4

1. 必要な資源の算出方法

(1) 容量の算出方法

可搬型発電機においては、前処理建屋、分離建屋、精製建屋、ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋、高レベル廃液ガラス固化建屋及び使用済燃料の受入れ施設及び貯蔵施設に対し、それぞれ必要な負荷を積上げるとともに、その負荷の起動順序並びに動的負荷の起動時を考慮し評価する。

(2) 評価結果

(a) 可搬型発電機

a. 前処理建屋可搬型発電機

前処理建屋可搬型発電機の電源負荷を積上げた結果は以下のとおりである。動的負荷である前処理建屋の可搬型排風機の起動時容量については、電動機の起動電流（7.5 k W以下の電動機については、全負荷電流の 750%）を踏まえ容量を 7.5 倍とし、5.2 k V A／台×1 台×7.5=39 k V Aと評価した。

可搬型排風機の起動時を考慮しても 39 k V Aであることから、可搬型発電機の容量である約 80 k V Aを超えることなく給電可能である。

(単位は k V A)

順番	対象機器	台数	定格容量	積上げ	起動時
1	可搬型排風機	1	5.2	5.2	39
2	可搬型情報収集装置	1	6.6	11.8	11.8
合 計 (起動時は最高値を記載)				11.8	39
評 価			80 k V A以下		

b. 分離建屋可搬型発電機

分離建屋可搬型発電機の電源負荷を積上げた結果は以下のとおりである。動的負荷である分離建屋の可搬型排風機の起動時容量については、電動機の起動電流（7.5 kW以下の電動機については、全負荷電流の 750%）を踏まえ容量を 7.5 倍とし、 $5.2 \text{ kVA} / \text{台} \times 1 \text{ 台} \times 7.5 = 39 \text{ kVA}$ と評価した。

可搬型排風機の起動時を考慮しても 39 kVA であることから、可搬型発電機の容量である約 80 kVA を超えることなく給電可能である。

(単位は kVA)

順番	対象機器	台数	定格容量	積上げ	起動時
1	可搬型排風機	1	5.2	5.2	39
2	可搬型情報収集装置	1	7.2	12.4	12.4
合 計 (起動時は最高値を記載)				12.4	39
評 価			80 kVA 以下		

c. ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋可搬型発電機（精製建屋と共用）

ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋可搬型発電機の電源負荷を積上げた結果は以下のとおりである。動的負荷である精製建屋及びウラン・プルトニウム混合脱硝建屋の可搬型排風機の起動時容量については、電動機の起動電流（7.5 kW以下の電動機については、全負荷電流の 750%）を踏まえ容量を 7.5 倍とし、 $5.2 \text{ kVA} / \text{台} \times 1 \text{ 台} \times 7.5 = 39 \text{ kVA}$ と評価した。

可搬型排風機の1台運転中で、さらに1台が起動する場合は、約45 k V Aであることから、可搬型発電機の容量である約80 k V Aを超えることなく給電可能である。

(単位はk V A)

順番	対象機器	台数	定格容量	積上げ	起動時
1	可搬型排風機（精製建屋）	1	5.2	5.2	39
2	可搬型排風機（ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋）	1	5.2	10.4	44.2
3	可搬型情報収集装置（精製建屋）	1	5.2	15.6	15.6
4	可搬型情報収集装置（ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋）	1	8.0	23.6	23.6
合 計 (起動時は最高値を記載)				23.6	44.2
評 価			80 k V A以下		

d. 高レベル廃液ガラス固化建屋可搬型発電機

高レベル廃液ガラス固化建屋可搬型発電機の電源負荷を積上げた結果は以下のとおりである。動的負荷である可搬型排風機の起動時容量については、電動機の起動電流（7.5 k W以下の電動機については、全負荷電流の750%）を踏まえ容量を7.5倍とし、5.2 k V A／台×1台×7.5=39 k V Aと評価した。

可搬型排風機の起動時を考慮しても39 k V Aであることから、可搬型発電機の容量である約80 k V Aを超えることなく給電可能である。

(単位はk V A)

順番	対象機器	台数	定格容量	積上げ	起動時
1	可搬型排風機	1	5.2	5.2	39
2	可搬型情報収集装置	1	5.6	10.8	10.8
合 計 (起動時は最高値を記載)				10.8	39
評 価			80 k V A以下		

e. 排気監視測定設備可搬型発電機

排気監視測定設備に必要な負荷は以下のとおりである。対象負荷の積上げは約 2.8 k V Aであることから、可搬型発電機の容量である約 3 k V Aを超えることなく給電可能である。

(単位はk V A)

順番	対象機器	台数	定格容量	積上げ	起動時
1	可搬型ガスモニタ	1	0.09	0.09	0.09
2	可搬型ダスト・よう素サンプラ	1	0.3	0.39	0.39
3	可搬型トリチウムサンプラ	1	0.7	1.09	1.09
4	可搬型C-14 サンプラ	1	0.7	1.79	1.79
5	可搬型放射能測定装置	1	-	1.79	1.79
6	可搬型核種分析装置	1	0.25	2.04	2.04
7	可搬型トリチウム測定装置	1	0.5	2.54	2.54
8	可搬型データ伝送装置	1	0.198	2.738	2.738
合 計 (起動時は最高値を記載)				2.738	2.738
評 価			3 k V A以下		

f. 使用済燃料の受入れ施設及び貯蔵施設可搬型発電機

使用済燃料の受入れ施設及び貯蔵施設可搬型発電機の電源負荷は以下のとおりである。対象負荷の積上げは約 110 k V A、可搬型空冷ユニ

ットの起動時を考慮しても約 150 k V Aであることから，可搬型発電機の容量である約 200 k V Aを超えることなく給電可能である。

(単位はk V A)

順番	対象機器	台数	定格容量	積上げ	起動時
1	可搬型燃料貯蔵プール水位計	1	0.034	0.034	0.034
2	可搬型燃料貯蔵プール水位計（広域）	6	0.06	0.094	0.094
3	可搬型燃料貯蔵プール温度計	6	0.03	0.124	0.124
4	可搬型燃料貯蔵プール状態監視カメラ	6	0.058	0.182	0.182
5	可搬型空冷ユニットA	1	22.378	22.56	63.26
6	可搬型空冷ユニットB	1	2.66	25.22	25.22
7	可搬型空冷ユニットC	1	21.36	46.58	99.98
8	可搬型空冷ユニットD	1	21.36	67.94	121.34
9	可搬型空冷ユニットE	1	21.36	89.30	142.70
10	可搬型空冷ユニットF	1	4.23	93.53	93.53
11	可搬型空冷ユニットG	1	4.51	98.04	98.04
12	空間線量率表示器	1	0.2	98.24	98.24
13	情報把握収集装置	1	0.65	98.89	98.89
14	代替制御室送風機	1	5.2	104.09	137.89
合 計 (起動時は最高値を記載)				104.09	142.7
評 価			200 k V A以下		

電源容量の選定に当たっては，可搬型冷却ユニットの起動電流を踏まえ，容量を個別に積算した。

※	冷却ユニットA	定格	22.378 k V A	起動時	63.078 k V A
※	冷却ユニットB	定格	2.66 k V A	起動時	2.66 k V A
※	冷却ユニットC	定格	21.36 k V A	起動時	74.76 k V A
※	冷却ユニットD	定格	21.36 k V A	起動時	74.76 k V A
※	冷却ユニットE	定格	21.36 k V A	起動時	74.76 k V A
※	冷却ユニットF	定格	4.23 k V A	起動時	4.23 k V A
※	冷却ユニットG	定格	4.51 k V A	起動時	4.51 k V A
※	代替制御室送風機	定格	5.2 k V A	起動時	39 k V A

g. 環境監視測定設備可搬型発電機

環境監視測定設備可搬型発電機の電源負荷は以下のとおりである。

対象負荷の積上げは約 0.80 k V A であることから、可搬型発電機の容量である約 3 k V A を超えることなく給電可能である。

(単位は k V A)

順番	対象機器	台数	定格容量	積上げ	起動時
1	可搬型線量率計	1	0.3	0.3	0.3
2	可搬型ダストモニタ	1	0.346	0.646	0.646
3	可搬型データ伝送装置 (衛星本体, F A X ア ダプタ)	1	0.15	0.796	0.796
合 計 (起動時は最高値を記載)				0.796	0.796
評 価			3 k V A 以下		

h. 気象監視測定設備可搬型発電機

気象監視測定設備可搬型発電機の電源負荷は以下のとおりである。

対象負荷の積上げは約 0.84 k V A であることから、可搬型発電機の容量である約 3 k V A を超えることなく給電可能である。

(単位は k V A)

順番	対象機器	台数	定格容量	積上げ	起動時
1	可搬型気象観測設備	1	0.601	0.601	0.601
2	可搬型データ伝送装置 (衛星本体, F A X ア ダプタ, パソコン)	1	0.23	0.831	0.831
合 計 (起動時は最高値を記載)				0.831	0.831
評 価			3 k V A 以下		

i. 環境モニタリング設備用可搬型発電機

環境モニタリング設備用可搬型発電機の電源負荷は以下のとおりである。対象負荷の積上げは約 2.4 k V A であることから、可搬型発電機の容量である約 5 k V A を超えることなく給電可能である。

(単位は k V A)

順番	対象機器	台数	定格容量	積上げ	起動時
1	モニタリング ポスト	1	0.9	0.9	0.9
2	可搬型ダスト モニタ	1	1.5	2.4	2.4
合 計 (起動時は最高値を記載)				2.4	2.4
評 価			5 k V A 以下		

j. 制御建屋可搬型発電機

制御建屋可搬型発電機の電源負荷を積上げた結果は以下のとおりである。動的負荷である代替中央制御室送風機の起動時容量については、社内標準に基づき電動機の起動電流（7.5 k W以下の電動機については、全負荷電流の 750%）を踏まえ容量を 7.5 倍とし、5.2 k V A／台×1 台×7.5=39 k V Aと評価した。

代替中央制御室送風機を考慮しても 48 k V Aであることから、可搬型発電機の容量である約 80 k V Aを超えることなく給電可能である。

（単位はk V A）

順番	対象機器	台数	定格容量	積上げ	起動時
1	表示装置	1	1.1	1.1	1.1
2	可搬型情報収集装置	1	1.7	2.8	2.8
3	代替中央制御室送風機	1	5.2	8.0	41.8
4	代替中央制御室送風機	1	5.2	13.2	47.0
5	可搬型衛星電話（屋内用）（制御建屋）	9	2.34	15.54	15.54
6	可搬型トランシーバ（屋内用）（制御建屋）	4	3.2	18.74	18.74
合 計 （起動時は最高値を記載）				18.74	47.0
評 価			80 k V A以下		

k. 緊急時対策所放射線計測設備可搬型発電機

緊急時対策所放射線計測設備可搬型発電機の電源負荷は以下のとおりである。対象負荷の積上げは約 0.8 k V A であることから、可搬型発電機の容量である約 3 k V A を超えることなく給電可能である。

(単位は k V A)

順番	対象機器	台数	定格容量	積上げ	起動時
1	可搬型線量率計	1	0.3	0.3	0.3
2	可搬型ダストモニタ	1	0.346	0.646	0.646
3	可搬型データ伝送装置 (衛星本体, F A X ア ダプタ)	1	0.15	0.796	0.796
合 計 (起動時は最高値を記載)				0.796	0.796
評 価			3 k V A 以下		

1. 緊急時対策所電源設備緊急時対策所用発電機

緊急時対策所電源設備緊急時対策所用発電機の電源負荷は以下のとおりである。対象負荷の積上げは約 1,200 k V A であることから、緊急時対策所用発電機の容量である約 1,700 k V A を超えることなく給電可能である。

(単位は k V A)

順番	対象機器	台数	定格容量	積上げ	起動時
—	緊急時対策所換気設備	1	700	700	—
—	緊急時対策所情報把握 設備	1	35	735	—
—	通信連絡設備等	1	165	900	—
—	その他 (照明, 雑動力 等)	1	300	1,200	—
合 計 (起動時は最高値を記載)				1,200	—
評 価			1,700 k V A 以下		