

2. 重大事故等の拡大防止等（要旨）

目次

2. 重大事故等への拡大防止等（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
- 2.2 臨界事故への対処
- 2.3 冷却機能の喪失による蒸発乾固への対処
- 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
- 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
- 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
- 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
- 2.8 必要な要員及び資源の評価

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制（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として、外部からの影響による機能喪失（以下、「外的事象」という。）と動的機器の故障、静的機器の損傷等による機能喪失（以下、「内的事象」という。）及びそれらの同時発生における、機能喪失の範囲を整理した。

外的事象の考慮として、安全機能を有する施設の設計において想定した地震、火山の影響等の 55 の自然現象と、航空機落下、有毒ガス等の 24 の人為事象（以下、「自然現象等」という。）に対して

- ・ 発生頻度が極めて低い自然現象等
- ・ 発生するが、重大事故の起因となる安全上重要な施設の安全機能の喪失の要因となる規模の発生を想定しない自然現象等
- ・ 再処理施設周辺では起こりえない自然現象等
- ・ 発生しても重大事故の起因となる安全上重要な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である自然現象等

を除いた上で、設計基準より厳しい条件を施設に与えた場合に重大事故の要因となるおそれのある自然現象等として、地震、火山の影響（降下火砕物による荷重、フィルタの目詰まり等）、森林火災、草原火災、干ばつ、積雪及び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、重大事故の発生の有無を検討した。

その結果として、積雪に対しては除雪を行うこと、火山の影響（降下火砕物による積載荷重）に対しては降下火砕物を除去すること、森林火災及び草原火災に対しては消火活動を行うこと、干ばつ並びに湖若しくは川の水位降下に対し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、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。したがって、地震、火山の影響（降下火砕物によるフィルタの目詰まり等）について、設計基準より厳しい条件により重大事故の発生を想定する。

地震、火山の影響（降下火砕物によるフィルタの目詰まり等）で考慮する設計上定める条件より厳しい条件は以下のとおりである。

地震：常設の動的機器及び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 全て 機能喪失する。

火山（降下火砕物によるフィルタの目詰まり等）：交流動力電源及び屋外の動的機器の機能及び屋内の外気を吸い込む常設の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。

内的事象は、設計基準事故の想定において考慮した

- ・放射性物質 の液体（溶液、有機溶媒等） を内包する 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）

を想定する。

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 腐食の進行が緩やかであり、保守点検で維持できることから対象としない。配管が 破断 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 ため、複数の配管の損傷は考慮しない。

また、動的機器の多重故障の想定においては、共通要因故障が発生するおそれのない機器における関連性が認められない偶発的な同時発生は想定しない。

異なる機能喪失の重ね合わせについては、

- ・ 外的事象同士の同時発生

外的事象はそれぞれ発生頻度が極めて低いことに加え、火山の影響による機能喪失の範囲は地震による機能喪失の範囲に包含されることから考慮する必要はない。

- ・ 内の事象同士の同時発生

内の事象発生時には速やかに対処を行うことに加え、それぞれの内の事象は関連性の認められない偶発的な事象となることから考慮する必要はない。

- ・ 外的事象と内の事象の同時発生

外的事象は発生頻度が極めて低いことに加え、外的事象と内の事象は関連性の認められない偶発的な事象となることから考慮する必要はない。

重大事故の想定箇所の特定

上記のような設計基準より厳しい条件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の想定箇所を特定する。

特定において、設計基準の設備により事象を収束させる他、安全機能の喪失後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

i) 外的事象発生時

a) 地震

基準地震動を超える地震を考慮した際に機能維持できる設計により形状・寸法 核的制限値等 が維持され、事故に至らない。また、地震

発生時には工程を停止することからプロセス量に変動は起こらず、通常時において核燃料物質の濃度が未臨界濃度以下、又は核燃料物質の質量が未臨界質量以下の貯槽等では事故に至らない。

b) 火山の影響

降下火砕物の発生時には工程を停止することから、プロセス量に変動は起こらず、核的制限値を超えることはないため、事故は発生しない。

ii) 内の事象発生時

a) 配管の全周破断

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しない。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ため臨界に至らない。

b) 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はない。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。

c) 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はないため、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。しかしながら、臨界事故は過去に他の施設において発生していること、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、複数の動的機器の多重故障及び多重誤作動並びに運転

員の多重誤操作を想定し、溶解槽等の8つの貯槽等において重大事故（臨界事故）の発生を想定する。

2. 蒸発乾固

i) 外的事象発生時

a) 地震

安全冷却水系の冷却水のポンプ、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、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を想定する。

b) 火山の影響

安全冷却水系の冷却塔の直接的な機能喪失並びに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、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を想定する。

ii) 内的事象発生時

a) 配管の全周破断

移送配管破断と漏えい液を回収するための系統の単一故障との同時発生においては、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。

b) 動的機器の多重故障

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多重故障により、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を想定する。また、内部ループの冷却水のポンプ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を想定し、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グループで発生を想定する。

c) 長時間の全交流動力電源の喪失

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53の機器で蒸発乾固の発生を想定する。

3. 水素爆発

i) 外的事象発生時

a) 地震

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電源喪失及び空気圧縮機を冷却する安全冷却水 系の機能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、49の機器で水素爆発の発生を想定する。

b) 火山の影響

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、49の機器で水素爆発の発生を想定する。

ii) 内的事象発生時

a) 配管の全周破断

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。

b) 動的機器の多重故障

空気圧縮機の多重故障、又はこれを冷却する安全冷却水 系の外部ループのポンプ、冷却塔の多重故障によって49の機器で水素爆発の発生を想定する。

c) 長時間の全交流動力電源の喪失

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 49 の機器で水素爆発の発生を想定する。

4. 有機溶媒等による火災 又は 爆発

i) 外的事象発生時

a) 地震

工程が停止することで、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、又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。

b) 火山の影響

工程が停止することで、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、又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。

ii) 内的事象発生時

a) 配管の全周破断

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。

b) 動的機器の多重故障

工程を停止することで 温度上昇は抑制され、有機溶媒等の引火点及び T B P 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、又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。

c) 長時間の全交流動力電源の喪失

工程が停止することで、温度上昇は抑制され、有機溶媒等の引火点及び T B P 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、又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。

有機溶媒等による火災 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、上記条件下では発生が想定されない。しかしながら、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及び発生時には他の安全上重要な施設の安全機能の喪失の要因になり得ることを踏まえ、複数の動的機器の多重故障及び多重誤作動並びに運転員の多重誤操作を想定し、プルトニウム濃縮缶を想定箇所として特定する。

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）

i) 外的事象発生時

a) 地震

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等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。

b) 火山の影響

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。

ii) 内的事象発生時

a) 配管の全周破断

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。

b) 動的機器の多重故障

プール水冷却系のポンプ、安全冷却水系のポンプ又は冷却塔の多重故障により沸騰には至るものの、補給水設備からの給水を継続することにより燃料貯蔵プールの水位を維持でき事故に至らない。補給水設備のポンプが多重故障しても、プール水冷却系及び安全冷却水系により冷却が継続される。自然蒸発による燃料貯蔵プールの水位低下に対しては、給水処理設備からの給水により、事故に至らない。

c) 長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によるプール水冷却系、安全冷却水系、補給水設備のポンプ等の間接的な機能喪失によって事故の発生を想定する。

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)

i) 外的事象発生時

a) 地震

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、燃料貯蔵プール等において想定事故 2 が発生する。

b) 火山の影響

プール水は漏えいしないことから、事故には至らない。

ii) 内的事象発生時

a) 配管の全周破断

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。

b) 動的機器の多重故障

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では一ル水は漏えいしないことから、事故には至らない。

c) 長時間の全交流動力電源の喪失

電源喪失による間接的な機能喪失ではプール水は漏えいしないことから、事故には至らない。

以上のとおり、設計上定める条件より厳しい条件においては、地震を要因として発生を想定するものの、内的事象による発生は想定しない。

ただし、プール水冷却系の配管からの漏えいは、燃料貯蔵プール等からの水の漏えいによる水位低下の起因になり得ることを踏まえ、さらにプール水冷却系の配管からの漏えい及び補給水設備等の機能喪失の条件を厳しく想定し、内的事象による想定事故2の発生を想定する。

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、又は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で液体放射性物質の保持機能が喪失し漏えいが発生するが、漏えいの停止及び漏えい液の回収により事象収束でき、事故に至らない。その他の内的事象においては、保持機能の喪失は考えられないことから事故に

至らない。

気体の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、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 にわたり 全交流動力電源が喪失した場合も、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 同時発生 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、機能喪失の要因と各重大事故との関係を踏まえて、外的事象（地震、火山の影響）を要因とした場合は、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する。

内的事象として、動的機器の多重故障を要因とした場合は、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 する。また、長時間の全交流動力電源の喪失を要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 する。

有効性評価においては、これらの重大事故が同時に発生した場合の相互影響を考慮する。

また、重大事故が連鎖して発生する場合には、各重大事故が発生した場合における事故影響によって顕在化する環境条件の変化を明らかにした上で、溶液の状態によってさらに事故が進展する可能性及び他の安全機能への影響を分析し、その他の重大事故の起因となりうるかどうかを、重大事故の有効性評価の中で確認して、起因となる場合には連鎖を想定して対処を検討する。

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機器においては、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。

臨界事故の発生を想定する機器、臨界事故の発生を想定する機器を収納するセル及びセルを取り囲む建屋は、それぞれせん断処理・溶解廃ガス処理設備又は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、セル等以外の建屋内の気体を排気する建屋換気設備により換気され、臨界事故の発生を想定する建屋、セル、機器の順に圧力が低くなるように設計されている。

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、気体状の希ガス及びよう素が気相に移行する。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まつ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、溶液を取り扱う機器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まつ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量が

増加する。

臨界事故は， 2 建屋 8 機器で発生する。

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機器に自動で供給する。また、臨界事故が発生した機器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、水素掃気を実施し機器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機器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廃ガス貯留槽に導き放射性物質を廃ガス貯留槽へ閉じ込める。

また、廃ガス貯留槽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。

拡大防止対策による事態の収束は、未臨界が維持され、臨界事故による放射性物質の放出が止まり、水素濃度が平常運転時と同様に可燃限界濃度（ドライ換算 4 v o 1 %）未満となることとし、事態の安定化はこれらの事故対策により事態の収束が見込めることとする。

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貯槽から自動で臨界事故が発生した機器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臨界事故が発生した機器に接続する配管（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臨界事故が発生した機器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、廃ガス貯留槽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廃ガス貯留槽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。

上記の導出操作は、廃ガス貯留槽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、廃ガス貯留槽には逆止弁が設けられているため、廃ガス貯留槽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貯槽、空気圧縮機、廃ガス貯留槽、配管、可搬型建屋内ホース、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、溶解設備、精製建屋一時貯留処理設備、計測制御設備、制御室、廃ガス処理設備、主排気筒、低レベル廃液処理設備、試料分析関係設備、放射線監視設備、環境管理設備、電気設備、圧縮空気設備の安全圧縮空気系及び一般圧縮空気系、冷却水設備等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

臨界事故は複数の機器において同時に発生せず、また、臨界事故の拡大防止対策の内容は臨界事故の発生を想定する機器によらず同様であることから、臨界事故の有効性評価における代表事例は、臨界事故の発生を想定する機器に対し、有効性評価の各項目において最も厳しい結果を与える機器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機器内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機器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機器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、機器内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、機器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、機器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、機器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、廃ガス貯留槽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。気体状の希ガス及びよう素については、これらの元素による長期的な被ばく影響が十分小さいことから、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を踏まえ、溶液中に溶解している核燃料物質等の放射性物質を評価対象とする。

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 - I V 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。

放射性物質の放出量の評価については、機器に内包する溶液の放射性物質の量、放射性物質の移行率、放出経路上の除染係数等を用いた簡便な計算で実施する。

4.4 事故の条件

内的事象により臨界事象が発生することを想定する。

事故の要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} fissions 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} fissions, 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} fissions/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る臨界検知後 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 分で廃ガス貯留槽（容量約 11m³）への導出を開始し、廃ガス貯留槽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。

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ころとして、0.2 m

m^3/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。

機器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。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 $550 \text{ kg} \cdot \text{UO}_2$ ）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、再処理する使用済み燃料の冷却期間を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、崩壊熱密度（ $600 \text{ W}/\text{m}^3$ ）を設定する。

放射性物質の放出量評価における放射性物質濃度は、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し、崩壊熱密度の設定と同様に、再処理する使用済み燃料の冷却期間を15年とした際の放射性物質濃度とする。

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、事態の安定化まで継続する。

廃ガス貯留槽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の排風機の起動操作は、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 3 分で完了できる。その後、貯留設備の空気圧縮機を停止する操作を、廃ガス処理設備の起動操作後、5 分で完了する。

4.7 放出量評価の条件

第 7 一時貯留処理槽が内包する溶液中の放射性物質の濃度は、再処理する使用済燃料の冷却期間を 15 年とし、これを基に算出される第 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。

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%，よう素は 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るとする。

臨界事故において気相中に移行した放射性物質は廃ガス貯留槽に閉じ込められるが、25%が精製建屋の第 7 一時貯留処理槽内に残留し、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}Cs 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、セシウム $_{137}$ と着目核種との比に加え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

臨界事故の拡大防止対策の有効性評価の判断基準は、可溶性中性子吸収材供給後、臨界事故が発生した機器の実効増倍率が0.95を下回ること。

また、臨界事故時に機器内の水素濃度がドライ換算8vol%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100TBq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

拡大防止対策の有効性については、臨界事故発生時には可溶性中性子吸収材の自動供給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、この際、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 であり、未臨界に移行できる。また、緊急停止系により固体状の核燃料物質の移送が停止するため、エンドピース酸洗浄槽の実効増倍率は 0.95 を下回り、未臨界を維持できる。

臨界事故の発生により機器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 %未満となりドライ換算 8 v o 1 %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及び平常運転時から機器に供給される空気により、事態の安定化時点において可燃限界濃度未満の状態に移行する。

また、臨界事故の発生を検知してから廃ガス貯留槽内の圧力が規定の圧力である 0.7MP a に達するまでの間は、大気中への放射性物質の放出は生じない。廃ガス貯留槽の圧力が規定の圧力に達した後、排気経路を廃ガス貯留槽への経路から廃ガス処理設備に切り替えることで、機器内に残留した放射性物質が放出され、精製建屋の第 7 一時貯留処理槽での臨界事故の場合、大気中への放射性物質の放出量はセシウム 137 換算で約 8×10^{-7} TB q となり、100 TB q を十分に下回るものであって、かつ、実行可能な限り低い。

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

JACS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

臨界事故の拡大防止対策は、臨界事故の発生を検知した場合に速やかに開始するものであり、また、臨界事故の発生状況によらず、同一の対策を実施する。そのため、事象、事故条件及び機器条件の不確かさを考慮しても、操作内容に変更は生じない。

臨界事故時に想定している全核分裂数は、過去の臨界事故の知見から不確かさとして、約 2 倍に増加するおそれがある。

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、機器の気相中に移行する放射性物質量は約 2 倍に増加するため、大気中への放射性物質の放出量は約 2×10^{-6} TBq となるおそれがあるが、判断基準を満足するこ

とに変わりはない。

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安全余裕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機器内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より変わりはない。

一般圧縮空気系からの水素掃気のための空気の供給により、溶液がかくはん状態となり、溶液中から機器の気相部への水素の移行量が増大することで、溶液由来の放射線分解水素にかかる見かけ上のG値が上昇する可能性が考えられるが、一般圧縮空気系からの水素掃気のための空気の供給流量は水素濃度をドライ換算 4 v o 1 %未満に希釈できるほど十分に多く、また、この空気の供給は事態の安定化後に停止する。そのため、臨界事故の収束時点における水素濃度はドライ換算 4 v o 1 %を下回り、判断基準を満足することにより変わりはない。

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。これらの不確かさとして、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が評価上の設定よりも厳しくない場合を考慮すると、放出量が小さくなることも想定される。

なお、沸騰に伴い気相中へ移行する放射性物質に、気体状の放射性物質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、大気中への放射性物質の放出量（セシウム₁₃₇換算）は1桁未満の増加となる可能性がある。

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。

5.2.3 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においては、供給開始までの時間によらず、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 8 v o 1 %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、廃ガス貯留槽と廃ガス処理設備との間に設置する逆止弁により、廃ガス貯留槽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、切替えの操作に想定よりも時間を要した場合には、廃ガス貯留槽内の圧力が空気圧縮機の吐出圧に達することで、廃ガス貯留槽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、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で、経路上の除染係数が2桁程度低下する可能性がある。

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。

6. 重大事故等の同時発生又は連鎖

6.1 重大事故等の事象進展，事故規模の分析

本重大事故の事象進展，事故規模の分析により明らかとなった平常運転時からの状態の変化等は，平常運転時を上回る核燃料物質の集積，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，溶液が沸騰した場合の蒸気による放射性物質の貯留設備への導出経路内及び貯留設備での湿度の上昇，溶液の放射線分解による水素発生並びに水蒸気の発生等による機器の圧力上昇及び核分裂反応に伴う放射線による線量率の上昇となる。

具体的には，核燃料物質の集積については，プルトニウムが最も多量に蓄積する機器である精製建屋の第7一時貯留処理槽において，72 kg・Puを想定している。

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については，平常運転時は未沸騰状態であるが，前処理建屋のハル洗浄槽及び精製建屋の第5一時貯留処理槽において沸点（約110℃）に至る。

溶液が沸騰した場合の蒸気による放射性物質の貯留設備への導出経路内及び貯留設備での湿度の上昇については，発生する蒸気により多湿環境となる。

溶液の放射線分解による水素発生については，臨界事故時に水素濃度が最大となる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 vol%未満となり，ドライ換算8 vol%には至らない。

水素発生等による機器の圧力上昇については，3 kPa程度まで圧力が上昇する。

これらの平常運転時からの状態の変化等は，機器のバウンダリを超えて他の機器に影響を及ぼすものではない。

また、核分裂反応に伴う放射線による線量率の上昇については、臨界事故が発生した機器が設置されたセル内及びセル近傍の線量率が平常運転時に比べて上昇する。

これらの平常運転時からの状態の変化等を考慮した同時発生する重大事故等の重大事故等対策に与える影響及び連鎖して発生する可能性のある重大事故等は以下のとおりである。

6.2 重大事故等の同時発生

臨界事故は、事象選定で示すとおり、動的機器の多重故障又は核燃料物質の誤移送等の誤操作が繰り返され、核燃料物質の異常な集積を検知できない場合に発生するものであり、その具体的な発生条件は機器毎に異なるものの、それぞれの発生条件は同種の重大事故等及び異種の重大事故等の要因となる安全機能の喪失に当たらないことから、重大事故等が同時に発生することは想定されない。

6.3 重大事故等の連鎖

蒸発乾固への連鎖については、溶液が沸騰に至るかに関して、臨界事故に伴う核分裂反応の継続中に溶液の沸騰が一時的に生じる。また、平常運転時を上回る核燃料物質の集積等（F Pを含む）により崩壊熱密度が精製建屋の第7一時貯留処理槽で約3倍となる。しかし、事態の安定化後は、核分裂反応による溶液温度の上昇はなく、また、機器内の溶液は機器からセルへの放熱により冷却されるため、溶液の沸騰が継続することはない。また、臨界事故による溶液の沸騰量は約23 Lと小さく、機器内の水分が喪失することもない。

以上より、蒸発乾固への連鎖は想定されない。

放射線分解により発生する水素による爆発への連鎖については、核分裂反応によるエネルギー放出及び平常運転時を上回る核燃料物質の集積により水素発生量が増加し機器内の水素濃度は上昇するが、臨界事故が発生する機器の空間により水素が希釈されること及び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、水素濃度が最も高くなる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 %未満となる。また、事態の収束時点の平衡状態における水素濃度は、最も高くなる機器である前処理建屋の溶解槽でドライ換算3.8 v o 1 %であって可燃限界濃度未満に維持されることから、放射線分解により発生する水素による爆発は生じない。

なお、臨界事故が発生した機器と同一のセルに設置される他の機器に核分裂反応に伴う放射線が入射することで、放射線分解水素が発生することが考えられるが、その発生量は微小であり、機器内の水素濃度はドライ換算8 v o 1 %未満に維持され、速やかにドライ換算4 v o 1 %を下回る。

T B P等の錯体の急激な分解反応への連鎖については、臨界事故の発生を想定する機器には平常運転時において有意な量のT B Pを含む有機溶媒を貯留することはなく、また、臨界事故の要因との関係でT B Pを含む有機溶媒を誤移送することもない。

さらに、臨界事故時において、機器に接続する配管等で構成されるバウンダリは健全性を維持することから、T B P等を含む有機溶媒が誤って混入することもないため、T B P等の錯体の急激な分解反応への連鎖は想定されない。

有機溶媒火災への連鎖については、臨界事故の発生を想定する機器には平常運転時において有意な量の有機溶媒を貯留することはなく、また、臨界事故の要因との関係で有機溶媒を誤移送することもない。

さらに、臨界事故時において、臨界事故の発生を想定する機器に接続する配管等で構成されるバウンダリは健全性を維持することから、有機溶媒が誤って混入することもないため、有機溶媒火災への連鎖は想定されない。

使用済燃料貯蔵槽における燃料損傷への連鎖については、臨界事故の発生を想定する機器と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ていることから、臨界事故による事故影響が当該バウンダリを超えて波及することはないため、使用済燃料貯蔵槽における燃料損傷への連鎖は想定されない。

その他の放射性物質の漏えいへの連鎖については、臨界事故の発生を想定する機器及びこれに接続する配管並びにその他の安全機能を有する機器で構成されるバウンダリは、平常運転時からの状態の変化等を踏まえても、健全性を維持することから、その他の放射性物質の漏えいの発生は考えられない。

7. 必要な要員及び資源

7.1 要員

臨界事故の拡大防止対策に必要な要員は 10 名であり、これに対し各建屋に係る実施組織要員は 13 名以上である。

さらに、臨界事故発生時に実施する大気中への放出状況の監視等に必要の要員は 5 名、臨界事故発生時に実施する電源の確保及び制御室の換気状態の確認に必要な要員は、前処理建屋における臨界事故においては 6 名であり、精製建屋における臨界事故においては 9 名である。

これに対し、各建屋に係る実施組織要員を除く実施組織要員は、前処理建屋において臨界事故が発生した場合においては 15 名であり、精製建屋において臨界事故が発生した場合においては 27 名である。

上記の通り、実施組織要員数は、対策に必要な要員数を上回っていることから臨界事故への対応が可能である。

7.2 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、軽油等の燃料を消費する電気設備を用いない。

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機器を未臨界に移行し、及び未臨界を維持するために必要な量を内包することとし、具体的には、重大事故時可溶性中性子吸収材供給貯槽において、臨界事故が発生した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内包することから、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。

放射線分解水素の掃気に使用する一般圧縮空気系は、有効性評価の機器の条件とした圧縮空気流量である、平常運転時に供給される圧縮空気流量に加え、臨界事故の対処において供給する圧縮空気流量約 $6 \text{ m}^3 / \text{h}$ を十分上回る供給能力を有しているため、水素濃度をドライ換算 $4 \text{ vol} \%$ 未満に維持できる。

上記以外の圧縮空気については、平常運転時においても継続的に重大事故等対処設備に供給されているものであり、臨界事故への対処においても平常運転時と同様に使用可能である。

電源設備が空気圧縮機の起動及び運転に必要な電源容量を有することから、空気圧縮機への給電は可能である。

冷却水については、平常運転時においても継続的に常設重大事故等対処設備に供給されているものであり、臨界事故への対処においても平常運転時と同様に使用可能である。

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濃縮缶（以下、「貯槽等」という。）は、崩壊熱を有するため、平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並びに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。）、セル等以外の建屋内の気体を排気する建屋換気設備（以下、「建屋排気系」という。）により換気され、貯槽等、セル、建屋の順に圧力を低くできる設計としている。

安全冷却水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加する。

さらに、ルテニウムを内包する高レベル廃液濃縮缶において蒸発濃縮した廃液（以下、「高レベル濃縮廃液」という。）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、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、乾燥し固化に至る。

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、気相中へ移行する放射性物質の量が増加する可能性がある。

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し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（以下、「冷却コイル等」という。）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ともに、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、主排気筒を介して、大気中に放出する。

3. 具体的対策

3.1 発生防止対策

安全冷却水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、第1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第1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第1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、第1貯水槽から内部ループへ通水する。冷却に用いた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第1貯水槽に移送し、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。第1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ともに、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、弁等を敷設し、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、第1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、第1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第1貯水槽に移送し、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重大事故等対処設備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通水するため、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、第1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し、発生する凝縮水は、回収先の漏えい液受皿等に貯留する。また、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第1貯水槽に移送し、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、本重大事故等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、本重大事故等発生時には、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。

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、可搬型ダクト及び可搬型フィルタを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で除去しつつ，主排気筒を介して，大気中に管理しながら放出する。

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等対処設備として新たに整備する。第1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ともに，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等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、外的事象の「地震」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、外的事象の「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ことで発生する。

また、外的事象の「火山」又は内的事象の「長時間の全交流動力電源喪失」において、動的機器の間接的な機能喪失により冷却機能が喪失し、内的事象の「動的機能の多重故障」において、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ことで発生する。

外的事象の「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及び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、外的事象の「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、外的事象は「地震」及び「火山」が考えられるが、「地震」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」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低下傾向を示す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を確認するため、凝縮器で発生する凝縮水量が回収先のセルの漏えい液受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、貯槽等から気相中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（セシウム-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 事故の条件及び機器の条件

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，当該設定値以上で通水する。

高レベル廃液等の核種組成は，再処理する使用済燃料の冷却期間を15年として得られる使用済燃料の核種組成を基に設定し，高レベル廃液等の濃度及び崩壊熱密度は，これを基準として，平常運転時における再処理する使用済燃料の変動幅を考慮した最大値を設定する。

貯槽等に内包する高レベル廃液等の液量は，貯槽等の公称容量とする。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，貯槽等の熱容量を考慮し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液量の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、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、崩壊熱密度及び貯槽等の液量は機器の条件と同様である。

気相中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、沸騰開始から乾燥し固化するまでの移行割合を 5×10^{-5} に設定し、沸騰継続時間を貯槽等に内包する高レベル廃液等の液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除染係数については、可搬型フィルタ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粒子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平常運転時の排気経路以外の経路からの放出に対しては、放出経路での除染係数を見込むとともに、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をセシウム-137換算した値については、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、高レベル廃液等が沸騰に至った場合に、貯槽等への注水により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の温度が沸点から低下傾向を示し、高レベル廃液等が未沸騰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水の回収先セルの漏えい液受皿等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、セシウム-137換算で100TBq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高レベル廃液等の温度を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、漏えい液受皿等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 6×10^{-13} TBq、分離建屋において、 5×10^{-7} TBq、精製建屋において、 5×10^{-6} TBq、ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋において、 3×10^{-7} TBq及び高レベル廃液ガラス

固化建屋において、 4×10^{-6} TBq であり、これらを合わせても約 1×10^{-5} 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。

なお、継続して実施される水素掃気空気の供給により、導出先セルの圧力が上昇し、平常運転時の排気経路以外の場所から放射性物質を含む気体の漏えいのおそれがある。

その時間は、最も長い分離建屋、精製建屋及びウラン・プルトニウム混合脱硝建屋で約3時間程度であり、大気中への放出に至る建屋内の移行経路を踏まえればその影響はわずかであるが、上記の放出量はこの寄与分も含めた結果である。

5.3 不確かさの影響評価

5.3.1 事象、事故の条件及び機器の条件の不確かさの影響

内的事象で発生する「動的機器の多重故障」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。

内的事象で発生する「長時間の全交流動力電源の喪失」及び外的事象の「火山」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、外的事象の「地震」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、実施組織要員の操作の時間余裕に与える影響はなく、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、実施組織要員の操作の時間余裕に与える影響はなく、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、貯槽等に内包される高レベル廃液等の崩壊熱及び貯槽等の表面積に依存し、崩壊熱に対して放熱に寄与する貯槽等の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、これらの貯槽等は元から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、本重大事故等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（セシウム-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。仮に移行した放射性物質に気体状の放射性物質が含まれていた場合、放射性物質の移行率に変動があった場合及び冷却コイル等への通水までの時間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、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く，判断基準を満足していることに変わりはない。

6. 重大事故等の同時発生又は連鎖

6.1 重大事故等の事象進展，事故規模の分析

本重大事故等の事象進展，事故規模の分析により明らかとなった平常運転時からの状態の変化等は，高レベル廃液等が沸騰することによる高レベル廃液等の温度上昇，液位低下による高レベル廃液等の放射性物質の濃度の上昇及び高レベル廃液等の硝酸濃度の上昇，貯槽等への注水による高レベル廃液等の硝酸濃度の低下，貯槽等の圧力上昇，蒸気の発生によるセル導出経路内や導出先セル内等の湿度の上昇，放射線量の上昇である。具体的には，高レベル廃液等の温度の上昇については，通常時は未沸騰状態であるが，事故時には沸騰状態となり，最高で120℃程度（高レベル濃縮廃液の場合は110℃程度），凝縮器下流のセル導出経路内や導出先セル内等では廃ガスの温度は50℃程度となる。貯槽等の液量は，貯槽等への注水により最低でも，初期液量の70%に維持され，その際のプルトニウム濃度は約360 g Pu/Lとなる。高レベル廃液等の硝酸濃度は，最大でもプルトニウム濃縮液（250 g Pu/L）の約9規定であり，高レベル濃縮廃液の場合，約3規定である。また，冷却コイル等への通水が実施される時間が初期液量の70%に至るまでの時間より長いプルトニウム濃縮液（250 g Pu/L）は，貯槽等への注水により希釈され，希釈後のプルトニウム濃縮液（250 g Pu/L）の硝酸濃度は，約5規定となる。これに伴い，プルトニウム濃縮液（250 g Pu/L）の水素発生G値が平常時の1.3倍程度となる。さらに，高レベル廃液等の沸騰に伴い，水素発生G値が上昇し，水素の発生量は平常運転時と比べて相当多くなる。貯槽等の圧力上昇については，事故時においても平常時と変わらない。セル導出経路内や導出先セル内等の湿度の上昇については，発生する蒸気により多湿環境となる。放射線量の上昇については，沸騰に至った場合には，放射性物質が蒸気と

ともに気相中に移行するため貯槽等外の放射線量は上昇するが、貯槽等内の放射線量は沸騰が生じても変わらない。

これらの平常運転時からの状態の変化等を考慮した同時発生する重大事故等の重大事故等対策に与える影響及び連鎖して発生する可能性のある重大事故等は以下のとおりである。

6.2 重大事故等の同時発生

重大事故等が同時に発生する場合には、同種の重大事故が同時に発生する場合、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。

本重大事故等は、本重大事故等を想定する貯槽等にあるとおり、5建屋13機器グループ53貯槽等で同時に発生する可能性があり、本評価は同時発生するものとして評価した。

本重大事故と同時発生する可能性のある異種の重大事故は、「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）」に示すとおり、外的事象の「地震」及び「火山」、内的事象の「長時間の全交流動力電源の喪失」により、安全冷却水系、安全圧縮空気系、プール水冷却系及び補給水設備が同時に機能を喪失することから、放射線分解により発生する水素による爆発及び使用済燃料貯蔵槽における燃料損傷である。

同種と異種の重大事故の同時発生が重畳した場合の**有効性評価**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）」において評価し、対処に必要な要員及び燃料等については、「2.8 必要な要員及び資源の評価（要旨）」において評価している。

6.3 重大事故等の連鎖

臨界事故への連鎖については、高レベル廃液等の沸騰が発生する貯槽等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、沸騰の継続による液位の低下に伴う核燃料物質の濃度の上昇、その他のパラメータ変動を考慮しても、核的制限値を逸脱することはないため、臨界事故は生じない。

放射線分解により発生する水素による爆発への連鎖については、高レベル廃液等が沸騰に至った場合には、高レベル廃液等の 水素発生 G 値が上昇し、水素の発生量が 平常運転 時 と比べて相当多くなるものの、水素掃気量は発生水素量に対して十分な余力を有しており、貯槽等内の水素濃度はドライ換算で、ドライ換算 8 v o 1 % に至ることはない。また、プルトニウム濃縮液 (250 g P u / L) は、貯槽等への注水により希釈され、硝酸濃度が平常 運転 時より低下するが、硝酸濃度の変動が水素発生 G 値に与える影響は小さい。以上より、放射線分解により発生する水素による爆発は生じない。

T B P 等の錯体の急激な分解反応への連鎖については、分離建屋一時貯留処理設備の第 1 一時貯留処理槽、第 6 一時貯留処理槽、第 7 一時貯留処理槽及び第 8 一時貯留処理槽並びに精製建屋一時貯留処理設備の第 1 一時貯留処理槽、第 2 一時貯留処理槽及び第 3 一時貯留処理槽において、有意量の T B P 等を受入れる場合があるが、通常状態で受入れる可能性のある溶液の混合を考慮しても、総崩壊熱は最大でも 1 k W 程度であり、溶液の濃縮又は温度上昇が想定されず、T B P 等の錯体の急激な分解反応の発生は考えられない。

上記以外の貯槽等においては、分離設備の T B P 洗浄塔及び T B P 洗浄器並びにプルトニウム精製設備の T B P 洗浄器において、希釈材により

除去され、溶媒再生系（分離・分配系）及び溶媒再生系（プルトニウム精製系）の第1洗浄器、第2洗浄器及び第3洗浄器において、炭酸ナトリウム溶液等により洗浄及び再生されることから、高レベル廃液等の沸騰が発生する貯槽等には、有意なTBP等を含む使用済みの有機溶媒が含まれることはない。また、事故時においても、沸騰が発生する貯槽等に接続する機器注水配管、冷却コイル等で構成されるバウンダリは、健全性を維持することから、TBP等が混入することもないため、TBP等の錯体の急激な分解反応の発生は考えられない。

有機溶媒火災については、分離建屋一時貯留処理設備の第1一時貯留処理槽、第6一時貯留処理槽、第7一時貯留処理槽及び第8一時貯留処理槽並びに精製建屋一時貯留処理設備の第1一時貯留処理槽、第2一時貯留処理槽及び第3一時貯留処理槽において、有意量の有機溶媒を受入れる場合があるが、通常状態で受入れる可能性のある溶液の混合を考慮しても、総崩壊熱は最大でも1kW程度であり、溶液の濃縮又は温度上昇が想定されず、有機溶媒火災の発生は考えられない。

上記以外の貯槽等においては、溶媒再生系（分離・分配系）及び（プルトニウム精製系）の第1洗浄器、第2洗浄器及び第3洗浄器において、炭酸ナトリウム溶液等により洗浄及び再生されることから、高レベル廃液等の沸騰が発生する貯槽等には、有意な使用済みの有機溶媒が含まれることはない。また、事故時においても、沸騰が発生する貯槽等に接続する機器注水配管、冷却コイル等で構成されるバウンダリは、健全性を維持することから、有機溶媒が混入することもないため、有機溶媒火災の発生は考えられない。

使用済燃料貯蔵槽における燃料損傷への連鎖については、高レベル廃液等の沸騰が発生する貯槽等と使用済燃料の受入れ施設及び貯蔵施設は異

なる建屋に位置していることから、高レベル廃液等の沸騰による事故影響は、当該バウンダリを超えて波及することはないことから、使用済燃料貯蔵槽における燃料損傷の発生は考えられない。

放射性物質の漏えいへの連鎖については、沸騰が発生する貯槽等、これに接続する機器注水配管、冷却コイル等、塔槽類廃ガス処理設備からセルに導出するユニット及び凝縮器並びにその他の安全機能を有する機器で構成されるバウンダリは、通常時からの状態の変化等を踏まえても、健全性を維持することから、放射性物質の漏えいの発生は考えられない。

7. 必要な要員及び資源

外的事象の「地震」及び「火山」を要因として冷却機能が喪失した場合には、「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）」に示すとおり、「放射線分解により発生する水素による爆発」及び「使用済燃料貯蔵槽における燃料損傷」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り、「2.8 必要な要員及び資源の評価（要旨）」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、外的事象の「地震」を要因とした場合、全建屋の合計で147名である。なお、外的事象の「火山」を要因とした場合には、降灰予報を受けて建屋外での可搬型建屋外ホースの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外的事象の「地震」を要因とした場合を上回ることはなく、外的事象の「火山」を要因とした場合、全建屋の合計で146名で対応できる。

また、内的事象を要因とした場合は、作業環境が外的事象の「地震」を要因とした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、必要な要員は外的事象の「地震」を要因とした場合の必要な人数以下である。

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。

7.2 水源

冷却コイル等への通水を開始し，高レベル廃液等が未沸騰状態に移行するまでに貯槽等への注水によって消費される水量は，合計で約 26m^3 である。また，代替安全冷却水系と第1貯水槽間を循環させるために必要な水量は，約 $3,000\text{m}^3$ である。

水源として，第1貯水槽の一区画に約 $10,000\text{m}^3$ 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，水源である第1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。

また，すべての建屋の高レベル廃液等の総崩壊熱量が第1貯水槽に負荷された場合の1日あたりの第1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°C 程度であり，第1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，可搬型排風機の起動及び運転に必要な容量を有する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

全ての建屋の冷却機能の喪失による蒸発乾固の発生防止対策及び拡大防止対策を7日間継続して実施するのに必要な軽油は合計で約 63m^3 である。

軽油貯蔵タンクにて約 600m^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。

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）

1. 事故の特徴

重大事故の水素爆発の発生が想定される水素掃気が必要な溶解液，抽出廃液，硝酸プルトニウム溶液，及び精製建屋のプルトニウム濃縮缶で濃縮された後の硝酸プルトニウム溶液（以下「プルトニウム濃縮液」という。）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，及び濃縮缶（以下「貯槽等」という。）は，高レベル廃液等の放射線分解により水素が発生するため，通常運転時にはその他再処理設備の附属施設の圧縮空気設備の安全圧縮空気系（以下「安全圧縮空気系」という。）により圧縮空気を供給することで水素掃気を行い，貯槽等内における水素爆発を防止している。

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。），セル等以外の建屋内の気体を排気する建屋換気設備（以下「建屋排気系」という。）により換気され，建屋，セル，貯槽等の順に圧力を低くできる設計としている。

安全圧縮空気系の水素掃気機能が喪失した場合には，水素爆発の発生を想定する貯槽等の気相部の水素濃度が上昇し，水素濃度に応じて燃焼，爆燃又は爆轟が発生するおそれがある。この際の圧力変動による飛まつに放射性物質が同伴して気相に放射性エアロゾルとして移行することで大気中への放射性物質の放出量が増大する。また，爆発の規模によっては，貯槽等や附属する配管等の破損が生じ，内包する放射性物質の漏えいに至るおそれがある。

水素が燃焼し伝播する場合の水素濃度と発生圧力の特徴として，以下の3つにまとめられる。

1つ目は，水素濃度がドライ換算で4 v o 1 %から8 v o 1 %の空気混

合気が着火した場合であり、水素燃焼という。水素燃焼においては、燃焼に伴う火炎が上方又は水平方向に伝播する部分燃焼が支配的であり、この際に発生する圧力は小さい。そのため放射性エアロゾルの気相への移行量は少なく塔槽類廃ガス処理設備で除去できる。

2つ目は、水素濃度がドライ換算で8 v o 1 %から12 v o 1 %の空気混合気が着火し、水素爆発が発生した場合、火炎が上方又は水平方向のみならず、全方向に伝播し、爆燃するようになり、この際に発生する圧力は初期圧力の2倍以上となる可能性がある。そのため、放射性エアロゾルの気相部への移行量は大きくなる。

3つ目は、水素濃度がドライ換算で12 v o 1 %を超えると、条件によっては爆燃から爆轟へ遷移が生じ、火炎の伝播速度が音速を超えて衝撃波が発生する。爆轟が生じた場合には、放射性エアロゾルが大量に気相部への移行することのみならず、衝撃波による貯槽等、配管・弁、その他機器等の損傷や波及的な影響も考えられる。

水素爆発の発生防止としては、「放射性物質の放出の観点で爆轟を生じさせないこと」、「再処理施設内における爆燃から爆轟へ遷移に関する知見が少ないが、排気系統が爆燃から爆轟へ遷移を発生しやすい形状であること」を踏まえると、爆燃する領域である水素濃度がドライ換算8 v o 1 %から12 v o 1 %に対して、この下限値であるドライ換算8 v o 1 %に抑えることが重要である。

水素掃気機能の喪失による水素爆発は、5建屋5機器グループ、合計49貯槽等で発生する。

2. 対処の基本方針

水素爆発の発生を未然に防止するため、喪失した水素掃気機能を代替する設備により、重大事故の水素爆発を想定する貯槽等の水素濃度が水素燃焼時においても貯槽等に影響を与えない8 v o l %（以下、「未然防止濃度」という。）に至る前に圧縮空気を供給し、水素濃度を可燃限界濃度未満とし、これを維持する。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しない場合、発生防止対策とは別の系統から重大事故の水素爆発を想定する貯槽等へ圧縮空気を供給し、水素濃度を可燃限界濃度未満とし、これを維持する。以下、この対策を拡大防止対策という。

発生防止対策及び拡大防止対策の実施に当たっては、水素発生量の不確かさ及び作業遅れを考慮し、未然防止濃度未満に維持できる十分な量の圧縮空気を供給できる対策を整備すると共に、事態の収束のために可燃限界濃度未満に維持できる対策を整備する。

また、水素爆発が発生すると、水素爆発による圧力変動によって発生する飛まつに放射性物質が同伴して気相に放射性エアロゾルとして移行する。これに伴い、大気中への放射性物質の放出量が増大するため、塔槽類廃ガス処理設備の流路を遮断し、気相中へ移行した放射性物質をセルに導出する。この際、放射性物質の低減のため、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うえで、主排気筒を介して大気中に放出する。

3. 具体的対策

3.1 発生防止対策

発生防止対策として、圧縮空気設備の安全圧縮空気系の水素掃気機能が喪失した場合、可搬型空気圧縮機、可搬型一括供給用建屋外ホース、可搬型一括供給用建屋内ホース、可搬型個別供給用建屋外ホース、可搬型個別供給用建屋内ホース、可搬型建屋外ホース、可搬型建屋内ホース及び圧縮空気供給系を水素掃気配管、機器圧縮空気供給配管（除染用配管等）に接続し、圧縮空気の供給による水素掃気を実施する。

可搬型空気圧縮機からの空気の供給開始前に未然防止濃度に至る可能性のある機器においては、貯槽等内の水素濃度を未然防止濃度未満に維持するため、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に設置する常設の圧縮空気自動供給系から圧縮空気を自動供給する。未沸騰状態においては、圧縮空気自動供給系の圧縮空気自動供給槽、圧縮空気自動供給ユニットから未然防止濃度に維持するために十分な量の圧縮空気を供給する。その後、分離建屋において沸騰の10時間35分前である事象発生後から4時間25分後に、精製建屋において沸騰の8時間40分前である事象発生後から2時間20分後に、ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋において沸騰の12時間20分前である事象発生後から6時間40分後に、圧縮空気の供給源を機器圧縮空気自動供給ユニットに切り替えることで、水素発生量の不確かさを考慮しても未然防止濃度に維持するために十分な量の圧縮空気を供給する。

可搬型空気圧縮機からの圧縮空気の供給は、設計掃気量相当とし、水素濃度の増加を見込んでも、貯槽等内の水素濃度を可燃限界濃度未満に維持する。

また、水素濃度の推移を把握するために、可搬型水素濃度計を用いて水

素濃度を所定の頻度（90分）で確認すると共に、変動が想定される期間において、余裕をもって変動程度を確認する。また、対策の効果を確認するため、対策実施前後に水素濃度の測定を行う。

このため、可搬型空気圧縮機、可搬型一括供給用建屋外ホース、可搬型一括供給用建屋内ホース、可搬型個別供給用建屋外ホース、可搬型個別供給用建屋内ホース、可搬型建屋外ホース及び可搬型建屋内ホースを可搬型重大事故対処設備として配備する。圧縮空気自動供給貯槽、圧縮空気自動供給ユニット、機器圧縮空気自動供給ユニット及び圧縮空気供給系を常設重大事故等対処設備として設置すると共に、水素掃気配管、機器圧縮空気供給配管を常設重大事故対処設備として位置付ける。

3.2 拡大防止対策

拡大防止対策として、発生防止対策である水素掃気配管、機器圧縮空気供給配管（除染用配管等）からの圧縮空気の供給が機能しなかった場合、可搬型空気圧縮機、可搬型個別供給用建屋外ホース、可搬型個別供給用建屋内ホース、可搬型建屋外ホース、可搬型建屋内ホース及び圧縮空気供給系を機器圧縮空気供給配管（かくはん用配管、計測制御用配管等）に接続し、可搬型空気圧縮機からの圧縮空気の供給による水素掃気を実施する。

可搬型空気圧縮機からの空気の供給開始前に未然防止濃度に至る可能性のある貯槽等においては、圧縮空気手動供給ユニットを発生防止対策に用いる水素掃気配管、機器圧縮空気供給配管（除染用配管等）とは異なる機器圧縮空気供給配管（かくはん用配管、計測制御用配管等）に接続し、水素発生量の不確かさを考慮しても未然防止濃度未満に維持するために十分な量の圧縮空気を供給する。

発生防止対策と同様に、水素濃度の推移を把握するために、可搬型水素

濃度計を用いて機器内の水素濃度を測定する。

また、水素爆発が発生すると、この際の圧力変動によって発生する飛まつに放射性物質が同伴して気相に放射性エアロゾルとして移行する。これに伴い、大気中への放射性物質の放出量が増大するため、塔槽類廃ガス処理設備の流路を遮断し、気相中へ移行した放射性物質をセルに導出する。

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リークが生じるおそれがあるが、水素爆発等に至る前であれば排気に含まれる放射性物質の濃度は通常運転時と同程度であり、セル導出前に高性能粒子フィルタで除去する。

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1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、可搬型ダクト及び2段の可搬型フィルタを敷設し、主排気筒につながるように可搬型排風機、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を介して大気中に放出する。

このため、可搬型空気圧縮機、可搬型個別供給用建屋外ホース、可搬型個別供給用建屋内ホース、可搬型建屋外ホース、可搬型建屋内ホース、可搬型排風機、可搬型発電機、可搬型ダクト及び可搬型フィルタを可搬型重大事故対処設備として配備する。圧縮空気手動供給ユニット、圧縮空気供給系、塔槽類廃ガス処理設備からセルに導出するユニット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（フィルタ）を常設重大事故等対処設備として設置するとともに、機器圧縮空気供給配管（かくはん用配管、

計測制御用配管等), セル導出設備のダクト、代替換気設備のダクト, 主排気筒等を常設重大事故対処設備として位置付ける。

4. 有効性評価

4.1 代表事例

水素掃気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、外的事象の「地震」を代表事象として選定する。

4.2 代表事例の選定理由

水素掃気機能の喪失による水素爆発は、外的事象の「地震」において、安全圧縮空気系を構成する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、水素掃気機能が喪失する。

また、外的事象の「火山」又は内的事象において、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水素掃気機能が喪失する。

外的事象の「地震」により発生する水素掃気機能の喪失の場合、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、外的事象の「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、外的事象は、「地震」及び「火山」が考えられるが、外的事象の「地震」を要因とした場合に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、外的事象の「地震」による水素掃気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、圧縮空気の供給により貯槽等内の水素濃度が未然防止濃度に至ることを防止でき、水素濃度が可燃限界濃度以上の場合は低下傾向を示して可燃限界濃度未満で平衡に至ることについて確認するために、貯槽等内の水素濃度の推移を評価する。

拡大防止対策に係る有効性評価については、発生防止対策が有効に機能しない場合に、圧縮空気の供給により貯槽等内の水素濃度が未然防止濃度に至ることを防止でき、水素濃度が可燃限界濃度以上の場合は低下傾向を示して可燃限界濃度未満で平衡に至ることについて確認するために、貯槽等内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、水素爆発を評価上見込んだ場合の放射性物質の放出量（セシウム-137 換算）を、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、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、水素発生G値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倍の地震力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

水素掃気機能が喪失した場合、安全冷却水系の冷却機能の喪失も同時に発生している可能性が高いことから、重大事故等対策としては、水素掃気機能の喪失の単独発生に加え、貯槽等内の溶液の沸騰が同時に発生することを考慮する。溶液の沸騰に伴い、水素発生G値は相当に多くなる可能性があるため、沸騰した場合を考慮した十分な圧縮空気を供給できる容量とする。

分離建屋の圧縮空気自動供給貯槽は、内圧 0.69MP a の 5.5m³ / 基の貯槽 3 基及び安全圧縮空気系への接続配管で構成する。

精製建屋の圧縮空気自動供給貯槽は、内圧 0.69MP a の 2.5m³ / 基の貯槽 2 基、5 m³ / 基の貯槽 3 基及び安全圧縮空気系への接続配管で構成する。

ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋の圧縮空気自動供給系の圧縮空気自動供給ユニットは、内圧 14.7MP a の 47L ボンベ 3 本以上、減圧弁、空気作動弁及び安全圧縮空気系への接続配管で構成する。

上記の機器は、安全圧縮空気系の圧力が低下した場合、その差圧により自動で圧縮空気の供給を開始し、貯槽等内の水素濃度を未然防止濃度未満に維持できる量の圧縮空気を供給する。

分離建屋の圧縮空気自動供給系の機器圧縮空気自動供給ユニットは、内圧 14.7MP a の 47L ボンベ 2 本以上、空気作動弁、減圧弁及び安全圧縮空気系への接続配管で構成する。

精製建屋の圧縮空気自動供給系の機器圧縮空気自動供給ユニットは、内圧 14.7MP a の 47L ボンベ 10 本以上、空気作動弁、減圧弁及び安全圧縮空気系への接続配管で構成する。

ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋の機器圧縮空気自動供給ユニットは、内圧 14.7MP a の 47L ボンベ 3 本以上、減圧弁、空気作動弁及び安全圧縮空気系への接続配管で構成する。

上記の機器は、分離建屋において沸騰の 10 時間 35 分前である事象発生後から 4 時間 25 分後に、精製建屋において沸騰の 8 時間 40 分前である事象発生後から 2 時間 20 分後に、ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋において沸騰の 12 時間 20 分前である事象発生後から 6 時間 40 分後に、圧縮空気の供給源を圧縮空気自動供給系から機器圧縮空気自動供給ユニットに切

り替えることで、可搬型空気圧縮機から圧縮空気を供給する前までの間、貯槽等内の水素濃度を未然防止濃度未満に維持できる量の圧縮空気を供給する。

分離建屋の圧縮空気手動供給ユニットは、内圧 14.7MP a の 47L ボンベ 2 本以上、減圧弁及び機器圧縮空気供給配管への接続ホースで構成する。

精製建屋の圧縮空気手動供給ユニットは、内圧 14.7MP a の 47L ボンベ 10 本以上、減圧弁及び機器圧縮空気供給配管への接続ホースで構成する。

ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋の圧縮空気手動供給ユニットは、内圧 14.7MP a の 47L ボンベ 6 本以上、減圧弁及び機器圧縮空気供給配管への接続ホースで構成する。

上記の機器は、機器圧縮空気供給配管（かくはん用配管、計測制御用配管等）へ手動で接続することにより圧縮空気の供給を開始し、可搬型空気圧縮機から圧縮空気を供給する前までの間、貯槽等内の水素濃度を未然防止濃度未満に維持できる量の圧縮空気を供給する。

可搬型空気圧縮機は、大型及び小型を準備する。大型の可搬型空気圧縮機は 1 台当たり約 450m³/h、小型の可搬型空気圧縮機は 1 台当たり約 220m³/h の容量を有し、水素爆発の発生の防止のための空気の供給、水素爆発の発生の防止のための空気の一括供給、水素爆発の再発の防止のための空気の供給に用いる。水素爆発の発生の防止のための空気の供給及び水素爆発の再発を防止するための空気の供給において、大型の可搬型空気圧縮機は、前処理建屋、分離建屋及び高レベル廃液ガラス固化建屋で 2 台、小型の可搬型空気圧縮機は、精製建屋及びウラン・プルトニウム混合脱硝建屋で 1 台を使用する。

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。

高レベル廃液等の保有量は、公称容量とする。また、高レベル廃液等の硝酸イオン濃度が低いほど大きくなる水素発生G値については、全硝酸イオンのうち遊離硝酸濃度分の硝酸イオン濃度に対応する水素発生G値を設計条件として用いることにより、現実的な水素発生G値よりも高い値とする。

4.6 操作の条件

水素爆発を未然に防止するための空気の供給は、可搬型空気圧縮機からの空気の供給開始前に未然防止濃度に至る可能性のある貯槽等においては、安全圧縮空気系の水素掃気機能が喪失し、系統内の圧力が低下した時点で、圧縮空気自動供給系から圧縮空気を自動供給できる。

圧縮空気自動供給系からの空気の供給量は、水素発生量が沸騰により増加することを想定すると不足する可能性がある。このため、圧縮空気自動供給系から、未然防止濃度に維持するために十分な量の圧縮空気を供給できる機器圧縮空気自動供給ユニットへの切替操作を、精製建屋において沸騰の8時間40分前である事象発生後から2時間20分後に実施する。その他の建屋においても、機器圧縮空気自動供給ユニットへの切替操作を、沸騰前に十分な余裕をもって実施する。

精製建屋における可搬型空気圧縮機による圧縮空気の供給は、機器圧縮空気自動供給ユニットからの圧縮空気の供給が継続している期間中に準備が整い次第実施し、安全圧縮空気系の機能喪失から7時間15分で開始する。その他の建屋においても、機器圧縮空気自動供給ユニットからの圧縮空気の供給が継続している期間中に圧縮空気の供給を開始する。

水素爆発の再発を防止するための空気の供給は、可搬型空気圧縮機からの空気の供給開始前に未然防止濃度に至る可能性のある貯槽等においては、安全圧縮空気系の掃気機能が喪失した場合、速やかに圧縮空気手動供給ユニットの接続操作を行い、圧縮空気自動供給系からの圧縮空気の供給がない場合の許容空白時間が1時間25分と最も短い精製建屋のプルトニウム濃縮液一時貯槽に対し、圧縮空気手動供給ユニットからの圧縮空気の供給は、50分で完了する。その他の建屋においても、圧縮空気手動供給ユニットへの切替操作を、貯槽等内の水素濃度が未然防止濃度に至る前に実施する。

精製建屋における可搬型空気圧縮機による圧縮空気の供給は、圧縮空気手動供給ユニットからの圧縮空気の供給が継続している期間中に準備が整い次第実施し、安全圧縮空気系の機能喪失から9時間45分で開始する。その他の建屋においても、圧縮空気手動供給ユニットからの圧縮空気の供給が継続している期間中に圧縮空気の供給を開始する。

発生防止対策として継続して実施する圧縮空気自動供給系及び機器圧縮空気自動供給ユニットからの圧縮空気の自動供給又は拡大防止対策として実施する圧縮空気手動供給ユニットからの圧縮空気の供給により、塔槽類廃ガス処理設備の圧力が上昇し、排気経路以外の場所から放射性物質を含む気体が漏えいするおそれがある。

この時間は、全ての建屋で約3時間であり、建屋内の移行経路を踏まえれば、大気中への放射性物質の放出量はわずかである。

水素爆発に伴い気相中に移行する放射性物質を導出先セルに導出するための可搬型ダクト及び可搬型電源ケーブルによる可搬型フィルタ及び可搬型排風機の接続並びに可搬型排風機及び可搬型発電機の接続は、圧縮空気手動供給ユニットからの圧縮空気の供給が継続している期間中に作業を完

了する。

この時間における大気中への放射性物質の放出量は、建屋内の移行経路及び高性能粒子フィルタの除染効果を踏まえれば、わずかである。

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。

水素爆発を想定した場合の気相中に移行する放射性物質の割合については0.01%とする。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10⁵、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（セシウム-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、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、対策により水素濃度が可燃限界濃度以上の場合は低下傾向を示し可燃限界濃度未満で平衡値となること。

拡大防止対策については、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、対策により水素濃度が可燃限界濃度以上の場合は低下傾向を示し可燃限界濃度未満で平衡値となること。

仮に水素爆発を想定した場合の大気中へ放出される放射性物質の放出量と、水素爆発の再発を防止するための空気の供給により大気中へ放出され

る放射性物質の放出量の合計値がセシウム-137 換算で 100TBq 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

安全圧縮空気系の水素掃気機能が喪失により、貯槽等内の水素濃度が上昇し始める。可搬型空気圧縮機からの空気の供給開始前に未然防止濃度に至る可能性のある貯槽等においては、圧縮空気自動供給系及び機器圧縮空気自動供給ユニットからの圧縮空気の自動供給による水素掃気を実施される。また、貯槽等に対し、水素掃気配管、機器圧縮空気供給配管を用いた、可搬型空気圧縮機からの圧縮空気の供給による水素掃気を実施する。水素濃度が最も高くなる前処理建屋の計量前中間槽の場合、貯槽等内の水素濃度がドライ換算で約 4.4 vol % まで上昇するが、未然防止濃度に至ることはなく、その後、低下傾向を示すことから水素爆発の発生を防止することができる。

また、低下傾向を示した貯槽内の水素濃度は、可燃限界濃度未満に移行し、その状態が維持される。これ以外の貯槽等においても、貯槽等内の水素濃度は未然防止濃度に至ることはなく、その後は、低下傾向を示し、可燃限界濃度未満に移行し、その状態を維持する。

5.2 拡大防止対策

発生防止対策が機能しなかった場合、貯槽内の水素濃度が上昇する。可搬型空気圧縮機からの空気の供給開始前に未然防止濃度に至る可能性のある貯槽等においては、圧縮空気手動供給ユニットからの圧縮空気の供給による水素掃気を実施する。また、貯槽等に対し、機器圧縮空気供給配管（かくはん用配管、計測制御用配管等）を用いた、可搬型空気圧縮機からの圧縮空気の供給による水素掃気を実施する。水素濃度が最も高くなる精製建屋のプルトニウム濃縮液一時貯槽の場合、貯槽等内の水素濃度がドラ

イ換算で約 4.9 v o 1 %まで上昇するが、未然防止濃度に至ることはなく、その後、低下傾向を示すことから水素爆発の発生を防止することができる。

また、低下傾向を示した貯槽内の水素濃度は、可燃限界濃度未満に移行し、その状態が維持される。これ以外の貯槽等においても、貯槽等内の水素濃度は未然防止濃度に至ることはなく、その後は、低下傾向を示し、可燃限界濃度未満に移行し、その状態を維持する。

水素爆発の発生防止対策又は拡大防止対策の圧縮空気の供給は、貯槽等の水素濃度が未然防止濃度に至る前に実施することから爆燃が発生することはないが、仮に、大気中へ放出される放射性物質の放出量評価に、水素爆発を評価上見込んだ場合、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、前処理建屋において、 8×10^{-5} T B q、分離建屋において、 2×10^{-4} T B q、精製建屋において、約 3×10^{-4} T B q、ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋において、 7×10^{-5} T B q 及び高レベル廃液ガラス固化建屋において、 2×10^{-3} T B q であり、これらを合わせても約 2×10^{-3} T B q であり、100 T B q を下回るものであつて、かつ、実行可能な限り低い。

なお、発生防止対策として継続して実施する圧縮空気自動供給系及び機器圧縮空気自動供給ユニットからの自動供給または拡大防止対策として実施する圧縮空気手動供給ユニットからの圧縮空気の供給により、塔槽類廃ガス処理設備の圧力が上昇し、排気系統以外の場所から放射性物質を含む気体が漏えいするおそれがある。

この時間は、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約 3 時間であり、大気中への放出に至る建屋内の移行経路を踏まればその影響はわずかであるが、上記の放出量は、この寄与分も含めた結果である。

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

設計上定める条件より厳しい条件における内的事象で発生する動的機器の故障による水素掃気機能喪失の場合、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。

内的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設計上定める条件より厳しい条件における外的事象の火山起因による水素掃気機能喪失の場合、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の着手できるため、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は変わりはない。

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する等、対処に用いることができる時間が短くなる条件で評価をしており、最確条件とした場合には、対処に用いることができる時間は増加することから、判断基準を満足することには変わりはない。

水素発生G値は、硝酸溶液については硝酸濃度の変動に伴う不確かさがある。放射線分解により硝酸濃度が減少する可能性はあるが、通常運転時においては設計値を維持するように運用することから、大幅な減少は想定し難い。また、仮に、プルトニウム濃縮液一時貯槽において硝酸濃度が10%減少したとしても、遊離硝酸及び硝酸塩の硝酸イオンを合計した全硝酸イオン濃度は水素発生G値を設定するにあたって使用した遊離硝酸イオン濃度以上であることから、水素発生速度は設定した水素発生速度を超過することはない。他の貯槽等においても、全硝酸イオン濃度は水素発生G

値を設定する際に用いた遊離硝酸イオン濃度以上とすることから、水素発生量は設定した水素発生量を超過することはない。

また、水素発生G値は、溶液のかくはん状態にも影響を受け、増加する不確かさを有する。重大事故対策においては、溶液のかくはん状態による水素発生量の不確かさを考慮しても貯槽等内の水素濃度を低く維持できるよう、十分な圧縮空気流量を供給するが、水素濃度に変化が生じる可能性のあるタイミングで水素濃度を測定し、水素濃度を適時把握しつつ対処する。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。

高レベル廃液等の組成、濃度、崩壊熱密度、硝酸濃度及びかくはん状態は水素発生速度に影響を与えるが、貯槽等内の水素濃度の上昇速度が速くなる厳しい結果を与える条件でそれぞれ評価をしており、最確条件とした場合には、貯槽等内の水素濃度の上昇速度は評価と比較して遅くなる。このため、対処に用いることができる時間は増加することから、実施組織要員の操作の時間余裕に与える影響はなく、判断基準を満足することには変わりはない。

事態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、放射性物質の気相中への移行割合や放出経路によって放射性物質の低減割合に不確かさがある。放射性物質の気相中への移行割合については、参考とした実験値に幅があり評価に用いた値よりも移行割合が1桁大きい実験結果があることから、放出量が1桁増加する可能性がある。

一方、評価に用いた高レベル廃液等の核組成等や経路上の除染係数を評価は厳しくなるよう設定しており放出量が1桁以上小さくなることが想定される。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。

放出量評価においては、水素爆発が5建屋5機器グループ 49 貯槽等で

同時に発生するとし、それぞれ水素爆発が1回発生した場合における大気中への放射性物質の放出量を評価しているが、発生防止対策が機能しなかったとしても、拡大防止対策により水素爆発は発生しないことから判断基準を満足することには変わりはない。

5.3.2 操作条件の不確かさの影響

可搬型空気圧縮機などの可搬型重大事故等対処設備を用いた対処に時間を要した場合や予備の可搬型重大事故等対処設備にを用いた対処による作業遅れを想定した場合においても、水素濃度の観点で最も厳しい前処理建屋の計量前中間貯槽の水素濃度は、水素掃気機能喪失から38時間35分後で4.6vol%である。

同様に、拡大防止対策による対処の実施が遅延したとしても、水素濃度の観点で最も厳しい精製建屋のプルトニウム濃縮液一時貯槽の気相部の水素濃度は、圧縮空気手動供給ユニットより未然防止濃度未満に維持するために十分な圧縮空気量の供給が継続されるため、水素濃度が上昇することはない。

水素爆発を未然に防止するための空気の供給、気相へ移行した放射性物質をセルへ導出する手段は、水素掃気機能の喪失をもって着手し、機器内の水素濃度が未然防止濃度に至るまでの時間に対し、圧縮空気自動供給系及び機器圧縮空気自動供給ユニットの圧縮空気の供給がない建屋のうち、作業に時間を要する前処理建屋において39時間25分、圧縮空気自動供給系及び機器圧縮空気自動供給ユニットの圧縮空気の供給がある建屋のうち、作業に時間を要するウラン・プルトニウム混合脱硝建屋において4時間20分の時間余裕をもって完了させることが可能であり、十分時間余裕が確保されていることから判断基準を満足していることには変わりはない。

なお、可搬型空気圧縮機などの可搬型重大事故等対処設備を用いた対処に時間を要した場合や予備の可搬型重大事故等対処設備による対処を想定しても、時間余裕で確保した時間以内に設置することで重大事故等対策を再開でき、事態を収束できる。

6. 同時発生及び連鎖

6.1 重大事故等の事象進展，事故規模の分析

本重大事故の事象進展，事故規模の分析により明らかとなった通常運転時からの状態の変化等は，水素燃焼による貯槽等の圧力上昇，高レベル廃液等の温度上昇，放射線量の上昇である。具体的には，貯槽等の圧力は一時的に約50KPa増加し，高レベル廃液等の温度は一時的に約1℃増加する。放射線量の上昇については，水素燃焼が発生した場合には，放射性物質が気相中に移行するため，貯槽等外の放射線量は上昇するが，貯槽等内の放射線量は水素燃焼が生じても変わらない。

これらの通常運転時からの状態の変化等を考慮した同時発生する重大事故等の重大事故等対策に与える影響及び連鎖して発生する可能性のある重大事故等は以下のとおりである。

6.2 重大事故等の同時発生

重大事故等が同時に発生する場合については，同種の重大事故が同時に発生する場合，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。

本重大事故は，本重大事故を想定する貯槽等にあるとおり，5建屋5機器グループ49貯槽等で同時に発生する可能性があり，本評価は同時発生するものとして評価した。

本重大事故と同時発生する可能性のある異種の重大事故は，「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制（要旨）」に示すとおり，外的事象の「地震」及び「火山」，内的事象の「長時間の全交流動力電源の喪失」により，安全圧縮空気系，安全冷却水系，プール水冷却系及び補給水設備が同時に機能を喪失することから，冷却機

能の喪失による蒸発乾固及び使用済燃料貯蔵槽における燃料損傷である。

同種と異種の重大事故の同時発生が重畳した場合の有効性評価については、「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）」において評価し、対処に必要な要員及び燃料等については、「2.8 必要な要員及び資源の評価（要旨）」において評価している。

6.3 重大事故等の連鎖

臨界事故への連鎖については、水素燃焼が発生する貯槽等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、水素燃焼による温度及び圧力の上昇を考慮しても、これらの貯槽等のバウンダリの健全性が維持され、全濃度安全形状寸法が維持されること、核的制限値を逸脱することがないことから、臨界事故への連鎖は想定されない。

冷却機能の喪失による蒸発乾固への連鎖については、溶液が沸騰にいたるかに関しては、水素燃焼による溶液の崩壊熱に変化はなく、通常時の冷却能力及び機器からの放熱は溶液の崩壊熱に対して十分な余力を有しており、貯槽等内の溶液の温度は沸点にいたらず、溶液が沸騰することが無いことから、冷却機能の喪失による蒸発乾固への連鎖は想定されない。

T B P等の錯体の急激な分解反応への連鎖については、T B P等を含む使用済みの有機溶媒は、通常運転時には希釈剤により洗浄されるため、水素燃焼が発生する貯槽等には、有意量のT B P等を含む使用済みの有機溶媒が含まれることはない。また、事故時においても、水素燃焼が発生する貯槽等のバウンダリは健全性を維持することから、T B P等が誤って混入することもないこと、水素燃焼により高レベル廃液等の温度が上昇するが、高レベル廃液等の温度がT B P等の錯体の急激な分解反応の発生

温度である 135℃に至ることはないことから、T B P 等の錯体の急激な分解反応の発生は考えられない。

有機溶媒火災への連鎖については、水素燃焼が発生した場合、有機溶媒が混入する可能性のある抽出廃液及び一時貯留処理液の温度が上昇するが、n-ドデカンの引火点である 74℃に至ることはないから、有機溶媒火災は生じない。

使用済燃料貯蔵槽における燃料損傷への連鎖については、水素燃焼が発生する貯槽等と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ており、水素燃焼による事故影響は、当該バウンダリを超えて波及することはないことから、使用済燃料貯蔵槽における燃料損傷（想定事故 2）は生じない。

その他の放射性物質の漏えいへの連鎖については、水素燃焼が発生する貯槽等、これに接続する水素掃気配管、機器圧縮空気供給配管、塔槽類廃ガス処理設備からセルに導出するユニット及びその他の安全機能を有する機器で構成されるバウンダリは、通常時からの状態の変化等を踏まえても、健全性を維持することから、その他の放射性物質の漏えいは生じない。

7. 必要な要員及び資源

外的事象の「地震」及び「火山」を要因として水素掃気機能の喪失が発生した場合には、「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）」に示すとおり、「冷却機能の喪失による蒸発乾固」及び「使用済燃料貯蔵槽における燃料損傷」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およ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、「2.8 必要な要員及び資源の評価（要旨）」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および拡大防止対策に必要な要員は、水素掃気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、外的事象の「地震」を要因とした場合、全建屋の合計で 137 人である。なお、外的事象の「火山」を要因とした場合、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外的事象の「地震」の場合を上回ることはなく、外的事象の「地震」と同じ人数で対応できる。

また、内的事象を要因とした場合は、作業環境が外的事象の「地震」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、必要な要員は外的事象の「地震」の場合に必要な人数以下である。

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

7.2 電源

電動の可搬型排風機への給電は、可搬型排風機の起動及び運転に必要な容量を有する可搬型発電機を敷設するため、対応が可能である。

7.3 燃料

全ての建屋の水素爆発の発生防止対策及び拡大防止対策を7日間継続して実施するのに必要な軽油は合計で約 18m³である。

軽油貯蔵タンクにて約 600m³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。

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

有機溶媒等による火災又は爆発の特徴として想定する T B P、T B P の分解生成物であるりん酸二ブチル又はりん酸一ブチル（以下 2.5 では「T B P 等」という。）と硝酸又は硝酸プルトリウム錯体の錯体（以下 2.5 では「T B P 等の錯体」という。）の急激な分解反応（以下 2.5 では「T B P 等の錯体の急激な分解反応」という。）は、プルトリウム精製設備のプルトリウム濃縮缶（以下 2.5 では「プルトリウム濃縮缶」という。）での発生を想定している。

T B P 等の錯体の急激な分解反応には、T B P 等の錯体の存在及び 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ための加熱源が必要であるために必要な T B P 等の供給源又は加熱源のいずれかを除去することで、T B P 等の錯体の急激な分解反応の発生は防止できる。

プルトリウム濃縮缶には、硝酸プルトリウム及び硝酸が既に存在することから、プルトリウム精製設備のプルトリウム濃縮缶供給槽（以下 2.5 では「プルトリウム濃縮缶供給槽」という。）からプルトリウム濃縮缶へ供給される溶液（以下 2.5 では「供給液」という。）から T B P を除去することにより、T B P 等の錯体の形成を防止することができる。

プルトリウム精製設備では、供給液には T B P が混入しないよう、供給液から T B P を除去する設計としている。

また、加熱源の除去として、プルトリウム濃縮缶を加熱する設備に熱的制限値を設定するとともに、熱的制限値に達した場合に加熱を停止するための設備を有する設計としている。

これらにより、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を防止する設計としている。

動的機器の多重故障及び誤作動並びに運転員等の多重誤操作により、希釈剤による T B P 等の除去機能が喪失し、供給液に T B P が多量に含まれる状況で供給液の供給が継続するとともに、プルトニウム濃縮缶への加熱蒸気の制御にも異常が生じ、熱的制限値によるプルトニウム濃縮缶の加熱する設備の停止機能が喪失した状態で加熱が継続することで、プルトニウム濃縮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、プルトニウム濃縮缶内に存在している T B P 等から二酸化炭素、水、窒素やりん酸といった分解生成物が生成されるとともに熱が発生するため、プルトニウム濃縮缶内及びプルトニウム濃縮缶に接続している精製建屋塔槽類廃ガス処理設備塔槽類廃ガス処理系（プルトニウム系）（以下 2.5 では「塔槽類廃ガス処理設備」という。）の機器へ圧力波が伝播することで、圧力及び温度が急激に上昇する。

その後、プルトニウム濃縮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加する。

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へ T B P 等を含む供給液の供給及びプルトニウム濃縮缶の加熱が継続され、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、T B P 等の錯体の急激な分解反応が継続する。ここで、T B P 等の錯体の急激な分解反応が継続することを、以下 2.5 では「T B P 等の錯体の急激な分解反応の再発」という。

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リウム濃縮缶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の発生を防止するためには、T B P 等の供給源又は加熱源のいずれかを除去する必要があることを考慮し、この分解反応の再発を防止するため、T B P 等の供給源の除去としてプルトニウム濃縮缶への供給液の供給を自動又は手動にて停止するとともに加熱源の除去としてプルトニウム濃縮缶を加熱するための蒸気発生器への一次蒸気の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、速やかに塔槽類廃ガス処理設備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に貯留する。

また、廃ガス貯留槽が所定の圧力に達した場合には、塔槽類廃ガス処理設備の排風機を起動するとともに隔離弁を開とすることで排気経路を貯留設備の廃ガス貯留槽から塔槽類廃ガス処理設備に切り替える。その後、貯留設備の隔離弁を閉止し、貯留設備の空気圧縮機を停止する。貯留設備には逆止弁を設置することで、廃ガス貯留槽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計，プルトニウム濃縮缶圧力計及びプルトニウム濃縮缶気相部温度計により検知し，論理回路が T B P 等の錯体の急激な分解反応が発生したと判定する。また，これらの計器は，T B P 等の錯体の急激な分解反応を検知した場合に警報を発報する。

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は，プルトニウム濃縮缶への供給液の供給を自動で停止する，又は緊急停止系を手動にて作動させることで，プルトニウム濃縮缶への供給液の供給を停止する。また，蒸気発生器へ一次蒸気を供給する系統の手動弁を閉止することで，プルトニウム濃縮缶の加熱を停止する。

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の加熱の停止により，T B P 等の錯体の分解反応の再発を防止させる。

T B P 等の錯体の急激な分解反応が発生したと判定された場合には，T B P 等の錯体の急激な分解反応により気相中に移行した放射性物質の大気中への放出量を低減するため，貯留設備の廃ガス貯留槽に放射性物質を導出する。そのため，貯留設備の隔離弁を自動で開とするとともに貯留設備の空気圧縮機を自動で起動する。同時に，塔槽類廃ガス処理設備の流路を遮断するため，自動で塔槽類廃ガス処理設備の隔離弁を閉止するとともに塔槽類廃ガス処理設備の排風機を停止する。

上記の導出操作は，廃ガス貯留槽の圧力が所定の圧力（0.7

M P a) に至るまで継続し，所定の圧力に達した場合は，排気経路を貯留設備の廃ガス貯留槽から塔槽類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，塔槽類廃ガス処理設備の隔離弁を開くとするとともに塔槽類廃ガス処理設備の排風機を起動する。この際，貯留設備には逆止弁が設けられているため，貯留設備の廃ガス貯留槽に導出した放射性物質が塔槽類廃ガス処理設備へ逆流することはない。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，貯留設備の空気圧縮機を停止する。

これらの操作により，放射性物質を塔槽類廃ガス処理設備から主排気筒を介して大気中へ放出する。

T B P 等の錯体の急激な分解反応の発生によって分解生成物及び熱が発生することから，塔槽類廃ガス処理設備系統内の雰囲気圧縮されることにより，一時的に一部の平常運転時に気相中に移行した放射性物質が塔槽類廃ガス処理設備の廃ガスポットからセルへ導出される。セルへ導出された放射性物質は，精製建屋換気設備から主排気筒を介して放出する。

このため，手動弁，配管，隔離弁，逆止弁，空気圧縮機，廃ガス貯留槽，圧力計，流量計，緊急停止系及び緊急停止操作スイッチを常設重大事故等対処設備として設置する。

また，プルトニウム精製設備，計測制御系統施設，塔槽類廃ガス処理設備，ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋塔槽類廃ガス処理設備，高レベル廃液ガラス固化建屋塔槽類廃ガス処理設備の高レベル濃縮廃液廃ガス処理系，精製建屋換気設備，ウラ

ン・プルトニウム混合脱硝建屋換気設備，主排気筒，一般冷却水系，安全圧縮空気系，一般圧縮空気系，低レベル廃液処理設備，電気設備及び監視測定設備を常設重大事故等対処設備として位置付ける。

4. 有効性評価

4.1 代表事例

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、「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等の想定箇所の特定（要旨）」で示したとおり、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を代表事例とする。

4.2 代表事例の選定理由

T B P 等の錯体の急激な分解反応については、重大事故等が発生する機器がプルトニウム濃縮缶のみであることから、プルトニウム濃縮缶を代表事例として選定した。

4.3 有効性評価の考え方

拡大防止対策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、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の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。

貯留設備による放射性物質の貯留に係る有効性評価は、大気中への放射性物質の放出量を算出し、これをセシウム-137換算した値（以下2.5では「大気中への放射性物質の放出量（セシウム-137換算）」という。）を評価する。大気中への放射性物質の放出量は、廃ガスポートからセルへ導出され、主排気筒を介して大気中へ放出される放射性物質及び貯留設備による

放射性物質の貯留完了後にプルトニウム濃縮缶に残留している放射性物質が、塔槽類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放射性物質を評価対象とする。

この評価においては、機器に内包する溶液の放射性物質質量、事故時の放射性物質の移行率、塔槽類廃ガス処理設備の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する。

大気中への放射性物質の放出量（セシウム-137換算）の算出において用いる塔槽類廃ガス処理設備の高性能粒子フィルタの除染係数は、T B P等の錯体の急激な分解反応による塔槽類廃ガス処理設備の高性能粒子フィルタの圧力及び温度について、解析コードF l u e n tを用いて解析した結果に基づき設定する。

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、解析コードは用いず、簡便な計算に基づき評価する。

4.4 機能喪失の条件

内的事象を要因とした安全機能の喪失の想定では、T B P等の錯体の急激な分解反応の発生の起因となる異常の発生防止に係る安全機能及び異常の拡大防止に係る安全機能が喪失することを想定し、それ以外の安全機能の喪失は想定しない。

4.5 事故の条件及び機器の条件

プルトニウム濃縮缶内の硝酸プルトニウム溶液の核種組成，濃度，崩壊熱密度は，再処理する使用済み燃料の冷却期間を 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した上で，さらに T B P 等の錯体の急激な分解反応が発生する温度が硝酸プルトニウム溶液の沸点となる濃縮倍率を考慮した値とする。

プルトニウム濃縮缶に内包する硝酸プルトニウム溶液の液量は，プルトニウム濃縮缶の公称容量とする。

T B P 等の錯体の急激な分解反応が発生する際のプルトニウム濃縮缶内の T B P 量は 208 g とし，T B P 等の錯体の急激な分解反応発生後からプルトニウム濃縮缶への供給液の供給停止までに供給された T B P 量は約 1 g とする。

論理回路が T B P 等の錯体の急激な分解反応の発生を判定し，T B P 等の錯体の急激な分解反応の検知から 1 分以内にプルトニウム濃縮缶供給槽ゲデオンを自動停止する又は同警報の発報により，T B P 等の錯体の急激な分解反応の検知から 1 分以内に緊急停止系により手動にて停止する。

蒸気発生器へ一次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。

貯留設備は，論理回路が T B P 等の錯体の急激な分解反応の発生を判定した場合に，廃ガス貯留槽への経路が自動で確立され，廃ガス貯留槽への放射性物質の導出が自動で開始される。

プルトニウム濃縮缶へ供給される安全圧縮空気系及び一般圧縮空気系からの圧縮空気は，それぞれ約 $0.4\text{m}^3/\text{h}$ ，約 $0.05\text{m}^3/\text{h}$ とする。

内の事象により 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。

4.6 操作の条件

プルトニウム濃縮缶への供給液の供給停止において必要となる緊急停止系による移送停止操作は，T B P 等の錯体の急激な分解反応の検知から 1 分以内で操作を完了する。

プルトニウム濃縮缶の加熱の停止において必要となる蒸気発生器へ一次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を検知してから 25 分以内で作業を完了する。

貯留設備による放射性物質の貯留において必要となる，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設備に切り替える操作は，中央制御室から行う操作で，貯留設備の廃ガス貯留槽への放射性物質を含む気体の導出完了から，塔槽類廃ガス処理設備の排風機の再起動完了まで 3 分で完了し，その後，貯留設備の空気圧縮機を停止する操作を，塔槽類廃ガス処理設備の排風機の起動操作後，5 分で完了する。

4.7 放出量評価の条件

主排気筒を介して大気中へ放出される放射性物質の放出量

の評価は、廃ガスポットからセルへ導出され、セル排気系から主排気筒を介して大気中へ放出される放射性物質の放出量評価（以下 2.5 では「セル排気系からの放射性物質の放出量評価」という。）及びプルトニウム濃縮缶内に残留し、貯留設備への放射性物質の導出完了後に塔槽類廃ガス処理設備から主排気筒を介して大気中へ放出される放射性物質の放出量評価（以下 2.5 では「塔槽類廃ガス処理設備からの放射性物質の放出量評価」という。）に分けられる。

有効性評価における大気中への放射性物質の放出量のうち、セル排気系からの放射性物質の放出量評価は、セルへ導出されるプルトニウム濃縮缶から廃ガスポットまでの放射性物質質量に対して、大気中への放出経路における除染係数を乗じて算出する。また、塔槽類廃ガス処理設備からの放射性物質の放出量評価は、プルトニウム濃縮缶に内包する放射性物質質量に対して、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除染係数を乗じて算出する。

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、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。

a. セル排気系からの放射性物質の放出量評価

プルトニウム濃縮缶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放射性物質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进行评估する。

平常運転時に塔槽類廃ガス処理設備へ移行する放射性物質量の算出の際は、空気 1 m^3 当たり 10 mg が移行することとし、 1×10^{-8} 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。

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 とする。

b. 塔槽類廃ガス処理設備からの放射性物質の放出量評価

プルトニウム濃縮缶に内包する硝酸プルトニウム溶液の放射性物質の組成、濃度、崩壊熱密度及びプルトニウム濃縮缶の液量は、事故の条件及び機器の条件と同様である。

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、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である約 4×10^{-3} 及び爆発事象を想定した実験結果を整理した式の 0.35 MPa 未満における値である 5×10^{-5} を用いる。

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

放射性物質の除染係数について、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、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 とする。

塔槽類 廃ガス処理設備から放出される又は廃ガス貯留槽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除染係数について、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、塔槽類 廃ガス処理設備の高性能粒子フィルタの除染係数は、解析コード F l u e n t により塔槽類廃ガス処理設備の高性能粒子フィルタの健全性を維持できることを確認したため、1 段目を 10^3 、2 段目を 10^2 とする。

T B P 等の錯体の急激な分解反応に伴い大気中へ放出される放射性物質のうち貯留設備の廃ガス貯留槽へ貯留 されずプルトニウム濃縮缶内に残留する放射性物質の割合は、約 4 % とする。

4.8 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。

セルへ導出され、セル排気系から放出される放射性物質の放出量及び T B P 等の錯体の急激な分解反応の再発を防止し、廃ガス貯留槽での貯留が完了した上で、塔槽類 廃ガス処理設備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 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

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に必要な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の加熱の停止は、プルトニウム濃縮缶への供給液の供給を T B P 等の錯体の急激な分解反応発生後 1 分以内に自動又は手動にて停止できるため、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。

セルへ導出され、セル排気系から放出される放射性物質の放出量及び貯留設備による放射性物質の貯留後に、塔槽類廃ガス処理設備の起動によって、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（セシウム-137換算）は、約 3×10^{-5} T B q であり、100 T B q を十分に下回る。

また、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（セシウム-137換算）は、実行可能な限り低くなっている。

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

解析コードによる高性能粒子フィルタの健全性確認の解析結果においては、系統を断熱とし、蒸気の凝縮、塔槽類廃ガス処理設備を介した他機器への廃ガスの流出経路及び機器の内部構造物を考慮しないことで、塔槽類廃ガス処理設備の高性能

粒子フィルタに対し、圧力及び温度が影響を及ぼしやすいモデルとしており、より厳しい結果を与える条件を設定していることから、解析コードの不確かさが高性能粒子フィルタの健全性評価の結果に与える影響はない。

5.2.2 事象、事故の条件及び機器の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プルトニウム濃縮缶の気相中への放射性物質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、大気中への放射性物質の放出量は小さくなることが想定される。

一方、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る発熱量及び T B P の水への溶解度の幅を考慮すると、条件によって大気中への放射性物質の放出量は 1 桁未満の増加となる可能性がある。

プルトニウム濃縮缶から 塔槽類 廃ガス処理設備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 廃ガス処理設備の配管は、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ため、大気中への放射性物質の放出量は小さくなることが想定される。

5.2.3 操作の条件の不確かさの影響

排気経路の 塔槽類 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、

廃ガス貯留槽と塔槽類廃ガス処理設備との間に設置する逆止弁により、廃ガス貯留槽内の放射性物質が塔槽類廃ガス処理設備に移行することはない。また、切替えの操作に想定よりも時間を要した場合には、廃ガス貯留槽内の圧力が空気圧縮機の吐出圧に達することで、廃ガス貯留槽への放射性物質の導出が困難となり、塔槽類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、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で経路上の除染係数が2桁程度低下する可能性がある。

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。

6. 重大事故等の同時発生又は連鎖

6.1 重大事故等の事象進展，事故規模の分析

本重大事故等の事象進展，事故規模の分析により明らかとなった平常運転時からの状態の変化等は，プルトニウム濃縮缶内のプルトニウム濃度の上昇，供給液に溶存分としてT B P等が多量に存在すること，T B P等の錯体の急激な分解反応によるプルトニウム濃縮缶気相部及び塔槽類廃ガス処理設備の温度及び圧力上昇，塔槽類廃ガス処理設備の湿度上昇及びプルトニウム濃縮缶内のプルトニウム溶液の濃度上昇による線量率の上昇がある。

具体的には，F l u e n t解析の結果より，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気相部温度は瞬間的に約370℃まで上昇し，気相部圧力も平常運転時の圧力に対して瞬間的に約0.9MP a上昇するが，プルトニウム濃縮缶は変形及び損傷することはない。プルトニウム濃縮缶気相部の廃ガスは，塔槽類廃ガス処理設備へ速やかに移行することから，プルトニウム濃縮缶気相部の温度及び圧力は速やかに低下し，T B P等の錯体の急激な分解反応が発生する前の温度及び圧力に戻る。その後，プルトニウム濃縮缶への供給液の供給が継続している場合，T B P等の錯体の分解反応が再発生しても，T B P等の量が少ないため分解反応により発生するエネルギーは小さく，気相部の圧力はほぼ一定であり，平常運転時と同程度である。

塔槽類廃ガス処理設備の高性能粒子フィルタの温度は約50℃，差圧の上昇は約4 k P aであり，塔槽類廃ガス処理設備

の高性能粒子フィルタの健全性を損なうことはない。

T B P 等の錯体の急激な分解反応により塔槽類廃ガス処理設備の系統内の圧力が増加することから、一時的に塔槽類廃ガス処理設備の高性能粒子フィルタへ到達する水ミスト量が増加するが、高性能粒子フィルタは水ミストにより健全性を損なうことはない。

プルトニウム濃縮缶内の硝酸プルトニウム溶液の濃度が平常運転時よりも高い状態であることから、水素発生量は平常運転時よりも増加し、線量率も増加する。

これらの平常運転時からの状態の変化等を考慮した同時発生する重大事故等の重大事故等対策に与える影響及び連鎖して発生する可能性のある重大事故等は以下のとおりである。

6.2 重大事故等の同時発生

重大事故等が同時に発生する場合については、同種の重大事故等が同時に発生する場合、異種の重大事故等が同時に発生する場合及びそれらの重畳が考えられる。

T B P 等の錯体の急激な分解反応については、「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等の想定箇所の特定（要旨）」に示すとおり、動的機器の多重故障及び誤作動並びに運転員等の多重誤操作を要因とした複数の発生防止機能の喪失により発生するものであり、その具体的な発生の条件は同種の重大事故等及び異種の重大事故等の要因となる安全機能の喪失に当たらないことから、重大事故等が同時に発生することは想定されない。

6.3 重大事故等の連鎖

臨界事故への連鎖については、プルトニウム濃縮缶内の硝酸プルトニウム溶液は約 800 g Pu / L と平常運転時 (250 g Pu / L) と比べてプルトニウム濃度が高い状態であるが、プルトニウム濃縮缶は全濃度安全形状寸法管理により臨界事故の発生を防止していること、TBP等の錯体の急激な分解反応により、硝酸プルトニウム溶液が析出する又は酸化プルトニウムが生成しないことから、臨界は発生しない。

蒸発乾固への連鎖については、安全機能として冷却機能はなく、TBP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こと、硝酸プルトニウム溶液の崩壊熱が平常時よりも高いものの崩壊熱のみでは放熱により沸騰しないこと、また、プルトニウム濃縮缶の加熱の停止により硝酸プルトニウム溶液の沸騰は停止することから、蒸発乾固は発生しない。

水素爆発への連鎖については、プルトニウム濃縮缶内の硝酸プルトニウム溶液の濃度が平常運転時よりも高く水素発生量が多くなるものの、プルトニウム濃縮缶において講じられている安全圧縮空気系による水素掃気流量が十分確保されていることから、放射線分解により発生する水素による爆発は生じない。

使用済燃料貯蔵槽における燃料損傷への連鎖については、プルトニウム濃縮缶と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、TBP等の錯体の急激な分解反応による

事故影響が、プルトニウム濃縮缶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（想定事故２）の発生は考えられない。

放射性物質の漏えいへの連鎖については、プルトニウム濃縮缶、これに接続する塔槽類廃ガス処理設備配管及びその他の安全機能を有する機器で構成されるバウンダリは、通常時からの状態の変化等を踏まえても、健全性を維持することから、放射性物質の漏えいの発生は考えられない。

7. 必要な要員及び資源

7.1 要員

T B P 等の錯体の急激な分解反応に対する拡大防止対策に必要な要員は 8 人であり，これに対し精製建屋に係る実施組織要員は 14 人である。

上記のとおり，実施組織要員数は，対策に必要な要員数を上回っていることから重大事故等の対応が可能である。

7.2 必要な資源

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 110 k V A に対し最大でも貯留設備の空気圧縮機の約 40 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，必要電源容量を確保できる。

b. 圧縮空気

T B P 等の錯体の急激な分解反応への対処として水素掃気，圧力及び液位の監視に圧縮空気が必要になる。これらの圧縮空気は，平常運転時においても継続的に常設重大事故等対処設備に供給されているものであり，T B P 等の錯体の急激な分解反応への対処においても平常運転時と同様に使用可能である。

c. 冷却水

冷却水については，平常運転時においても継続的に常設重大事故等対処設備に供給されているものであり，T B P 等の

錯体の急激な分解反応への対処においても平常運転時と同様に使用可能である。

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、燃料貯蔵プール（BWR燃料用）、燃料貯蔵プール（PWR燃料用）及び燃料貯蔵プール（BWR燃料及びPWR燃料用）の合計3基の燃料貯蔵プールを設置している。この他に、原子力発電所から受け入れた使用済燃料を仮置きする燃料仮置きピットA及び燃料仮置きピットB並びに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。）。これらの燃料貯蔵プール等では、合計で最大3,000 t・U_{PR}の使用済燃料を貯蔵することができる。平常運転時は、燃料貯蔵プール等は燃料移送水路を介して全て連結された状態で使用済燃料の取扱いを行う。

万一、燃料貯蔵プール等に異常が発生した場合に備え、燃料仮置きピットを隔離するためのピットゲート及び燃料貯蔵プールを隔離するためのプールゲートを設置しているが、平常運転時は使用しない。

燃料貯蔵プール等の使用済燃料は、使用済燃料集合体の平均濃縮度に応じて適切な燃料間隔をとることにより未臨界を維持している。

燃料貯蔵プール等に貯蔵されている使用済燃料集合体の崩壊熱は、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。）によって除去され、プール水冷却系によって除去された熱は熱交換器を介し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。)に移行し、安全冷却水系の冷却塔により大気中へ放出される。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、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。)により水位を維持できる設計としている。

プール水冷却系又は安全冷却水系の冷却機能が喪失した場合、使用済燃料が有する崩壊熱により燃料貯蔵プール等の水の温度が上昇し、これが継続すると燃料貯蔵プール等の水が沸騰に至る。この状態において、補給水設備による燃料貯蔵プール等への注水ができない場合には、燃料貯蔵プール等の水の沸騰及び蒸発が継続し、水位低下に伴う遮蔽機能の低下により、燃料貯蔵プール等の上部の線量率が上昇する。さらにこの状態が継続すると、やがて使用済燃料の有効長頂部が露出し、使用済燃料の損傷に至る。これを想定事故 1 という。

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及び越流せきからの流出 (以下「サイフォン効果等」という。)による燃料貯蔵プール等の水の小規模な漏えい並びに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、燃料貯蔵プール等の水位が低下する。この状態において、プール水冷却系又は安全冷却水系の冷却機能及び補給水設備の注水機能が喪失している場合は、使用済燃料が有する崩壊熱により燃料貯蔵プール等の水の温度が上昇し、燃料貯蔵プール等の水が沸騰に至る。

また、蒸発により燃料貯蔵プール等の水位が低下することで遮蔽機能が低下し、燃料貯蔵プール等の上部の線量率が上昇する。さらにこの状態が継続すると、やがて使用済燃料の有効長頂部が露出し、使用済燃料の損傷に至る。これを想定事故2という。

2. 対処の基本方針

燃料貯蔵プール等の水位が低下することによる遮蔽機能の低下及び使用済燃料の損傷に至ることを防止するため、燃料貯蔵プール等へ注水し、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。

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又は安全冷却水系の冷却機能及び補給水設備の注水機能が喪失した場合、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等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し、プール水冷却系又は安全冷却水系の冷却機能及び補給水設備の注水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、可搬型建屋内ホース及び可搬型代替注水設備流量計を敷設し、これらを接続することで、第1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、可搬型燃料貯蔵プール等水位計（電波式）、可搬型燃料貯蔵プール等温度計（測温抵抗体）、可搬型燃料貯蔵プール等状態監視カメラ、可搬型燃料貯蔵プール等空間線量率計（線量率計）、可搬型監視ユニット等（以下「監視設備」という。）を設置する。監視設備を設置するまでの間、燃料貯蔵プール等の状態監視は、可搬型燃料貯蔵プール等水位計（超音波式）又は可搬型燃料貯蔵プール等水位計（メジャー）、可搬型燃料貯蔵プール等温度計（サーミスタ式）及び可搬型燃料貯蔵プール等空間線量率計（サーベイメータ）（以下「携行型の監視設備」という。）にて行う。

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して実施するため、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等状態監視カメラ用冷却ケース,可搬型燃料貯蔵プール等空間線量率計用冷却ケース,可搬型計測ユニット用空気圧縮機等(以下「空冷設備」という。)を設置する。

想定事故1では,注水による回復の目安とする燃料貯蔵プール等の水位は,燃料貯蔵プール底面から11.50m(以下「通常水位」という。)とし,通常水位到達後は,可搬型中型移送ポンプの間欠運転により水位を維持する。

想定事故2では,注水による回復の目安とする燃料貯蔵プール等の水位は,越流せき上端(通常水位-0.40m)とし,越流せき上端到達後は,可搬型中型移送ポンプの間欠運転により水位を維持する。

4. 有効性評価

4.1 代表事例

想定事故 1 では、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、重大事故等への対処の種類及び重大事故等への対処時に想定される作業環境の苛酷さを考慮し、外的事象の「火山」を代表事象として選定する。

想定事故 2 では、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、重大事故等への対処の種類及び重大事故等への対処時に想定される作業環境の苛酷さを考慮し、外的事象の「地震」を代表事象として選定する。

4.2 代表事例の選定理由

想定事故 1 は、外的事象の「火山」において、冷却塔の動的機器の直接的な機能喪失及び全交流動力電源の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冷却機能及び注水機能の喪失が全ての燃料貯蔵プール等において同時に発生する。

また、内的事象の「長時間の全交流動力電源の喪失」において、動的機器の間接的な機能喪失により全ての燃料貯蔵プール等において同時に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が喪失することで発生する。

重大事故等への対処時の環境条件に着目すると、外的事象の「火山」を要因とした場合には、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、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。

内の事象の「長時間の全交流動力電源の喪失」を条件とした場合には、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、外的事象の「火山」の場合のように建屋外の環境条件が悪化することはない。

このため、外的事象の「火山」の方が、環境条件が厳しくなることから、想定事故1の有効性評価の代表としては外的事象の「火山」によるプール水冷却系及び安全冷却水系の冷却機能の喪失並びに補給水設備の注水機能の喪失を選定する。

以上から、想定事故1における有効性評価の代表としては、外的事象の「火山」によるプール水冷却系及び安全冷却水系の冷却機能の喪失並びに補給水設備の注水機能の喪失を選定する。

想定事故2は、外的事象の「地震」において、プール水冷却系配管の破断によるサイフォン効果等により燃料貯蔵プール等の水の漏えいが発生するとともに、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全交流動力電源喪失による間接的な機能喪失により、全ての燃料貯蔵プール等において同時に冷却機能及び注水機能が喪失する。

また、内の事象の「配管の全周破断」を要因とし、さらに厳しい条件として補給水設備及び給水処理設備（以下「補給水設

備等」という。)の多重故障を想定した場合、プール水冷却系の配管の破断により燃料貯蔵プール等からの水の小規模な漏えいが発生するとともに冷却機能が喪失し、さらに補給水設備等のポンプの動的機器の直接的な機能喪失により、注水機能が喪失する。

外的事象の「地震」において発生する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場合、動的機器の直接的な機能喪失及び全交流動力電源喪失が同時に発生するため、喪失する機器が多く、その範囲も広い。

重大事故等への対処時の環境条件に着目すると、外的事象の「地震」を要因とした場合には、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。

内的事象の「配管の全周破断」を要因とし、さらに厳しい条件として補給水設備等の多重故障を想定した場合では、建屋内の換気空調及び照明は健全であり、外的事象の「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、建屋外の環境条件が悪化することはない。

このため、外的事象の「地震」の方が、喪失する機器が多く、その範囲も広い。また、環境条件が厳しくなることから、重大事故等対策としては厳しくなる。

以上から、想定事故 2 における有効性評価の代表としては、外的事象の「地震」による、プール水冷却系及び安全冷却水系の冷却機能の喪失並びに補給水設備の注水機能の喪失を選定する。

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、水位を回復し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を考慮せず、断熱評価とし、使用済燃料及び燃料貯蔵ラックの熱容量を考慮せず、燃料貯蔵プール等の水の熱容量のみに着目し、燃料貯蔵プール等における全ての使用済燃料の燃料有効長頂部を冠水できる水位（通常水位－7.4m）を確保できること及び1作業当たりの被ばく線量の目安である10m Svを確保するために必要な放射線の遮蔽を維持できる水位（通常水位－5.0m）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は、解析コードを用いず、水の定圧比熱等を用いた簡便な計算に基づき算出する。

4.4 機能喪失の条件

想定事故 1 の場合、代表事例において外部電源を含めた全ての電源喪失を想定し、全ての動的機器の間接的な機能喪失

を前提としていることから、更なる安全機能の喪失は想定しない。

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た設備以外の設備は全て機能喪失するものとし、また、全ての動的機能の喪失を前提として、外部電源も含めた全ての電源喪失も想定していることから、更なる安全機能の喪失は想定しない。

4.5 事故の条件及び機器の条件

4.5.1 想定事故 1 の 事故の条件及び機器の条件

可搬型中型移送ポンプは、240 m³ / h の容量を有し、燃料貯蔵プール等への注水に使用する。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以上の量を供給する。

燃料貯蔵プール等の初期水温は、運転上許容されるプール水冷却系 1 系列運転時の燃料貯蔵プール等の水の最高温度である 65℃ とする。

燃料貯蔵プール等の初期水位は、平常運転時の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 - 0.05 m とする。

使用済燃料受入れ・貯蔵建屋において貯蔵する使用済燃料は最大貯蔵量の 3,000 t ・ U_{PR} とする。

燃料仮置きピットを隔離するためのピットゲート及び燃料貯蔵プールを隔離するためのプールゲートは、平常運転時は使

用しないことから、燃料貯蔵プール等は燃料移送水路を介して全て連結された状態とする。

ただし、燃料貯蔵プール等が燃料移送水路を介して全て連結された状態においても、燃料貯蔵プールと燃料移送水路の間における水の出入りに不確かさがあることから、燃料貯蔵プール等の水が沸騰に至るまで時間の算出においては、燃料貯蔵プールと燃料移送水路の間の水の出入りが無いものとし、個別の燃料貯蔵プールの保有水量のみを考慮する。

一方、燃料貯蔵プール等の水の沸騰後の水位低下は、燃料貯蔵プール等全体の水位が均一に低下することから、水位低下量は燃料貯蔵プール等全体を考慮する。

燃料貯蔵プール（PWR燃料用）、燃料貯蔵プール（BWR燃料用）及び燃料貯蔵プール（BWR燃料及びPWR燃料用）の保有水量は、それぞれ約 $2,453\text{m}^3$ 、約 $2,392\text{m}^3$ 及び約 $2,457\text{m}^3$ とする。

冷却期間4年のBWR燃料とPWR燃料の崩壊熱を比較した場合、単位質量当たりの崩壊熱はPWR燃料の方が大きくなり、各燃料貯蔵プールの保有水量を考慮しても、燃料貯蔵プール（PWR燃料用）へ冷却期間4年のPWR燃料を配置することで、燃料貯蔵プール等の水が沸騰に至るまでの時間が最も短くなり、安全側の評価となる。このため、燃料貯蔵プール（PWR燃料用）の崩壊熱については、崩壊熱が大きい冷却期間4年のPWR燃料を最大量 $600\text{t} \cdot U_{\text{PR}}$ 及び冷却期間12年のPWR燃料を $400\text{t} \cdot U_{\text{PR}}$ 貯蔵した場合の値として $2,450\text{kW}$ を設定する。燃料貯蔵プール（BWR燃料用）の崩壊熱について

は、冷却期間12年のBWR燃料を $1,000\text{ t} \cdot U_{PR}$ 貯蔵した場合の値として $1,490\text{ kW}$ を設定する。燃料貯蔵プール（BWR燃料及びPWR燃料用）の崩壊熱については、冷却期間12年のPWR燃料及びBWR燃料をそれぞれ $500\text{ t} \cdot U_{PR}$ 貯蔵した場合の値として $1,480\text{ kW}$ を設定する。

なお、燃料仮置きピットに使用済燃料が仮置きされる場合、原子力発電所から受け入れた使用済燃料の仮置きを想定するため、冷却期間が4年のBWR燃料及びPWR燃料が仮置きされるが、それらの使用済燃料の崩壊熱は燃料貯蔵プール（PWR燃料用）に $1,000\text{ t} \cdot U_{PR}$ 貯蔵した場合の崩壊熱に対して十分小さく、燃料仮置きピット保有水量を考慮しても、燃料貯蔵プール等の水が沸騰に至るまでの時間が燃料貯蔵プール（PWR燃料用）より短くなることはない。また、燃料送出しピットに使用済燃料が仮置きされている場合、前処理建屋でせん断を実施する前の使用済燃料の仮置きを想定するため、冷却期間が15年のBWR燃料及びPWR燃料が仮置きされるが、それらの使用済燃料の崩壊熱は燃料貯蔵プール（PWR燃料用）に $1,000\text{ t} \cdot U_{PR}$ 貯蔵した場合の崩壊熱に対して十分小さく、燃料送出しピットの保有水量を考慮しても燃料貯蔵プール等の水が沸騰に至るまでの時間が燃料貯蔵プール（PWR燃料用）より短くなることはない。

4.5.2 想定事故2の機器の条件

可搬型中型移送ポンプは、 $240\text{ m}^3/\text{h}$ の容量を有し、燃料貯蔵プール等への注水に使用する。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以上の量を供給する。

燃料貯蔵プール等の初期水温は、運転上許容されるプール水冷却系 1 系列運転時の燃料貯蔵プール等の水の最高温度である 65℃とする。

燃料貯蔵プール等の初期水位は、サイフォン効果等及びスロッシングによる燃料貯蔵プール等の水の漏えいの重畳を考慮し設定する。

サイフォン効果等による燃料貯蔵プール等の水位の低下は、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が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想定すると、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 を基準とし、サイフォンブレーカ位置（通常水位 - 0.45m）まで水位が低下する。

その後、スロッシングにより燃料貯蔵プール等の水が漏えいし水位低下が発生すると想定すると、燃料貯蔵プール等の周辺に設置する止水板の高さを越える溢水の燃料貯蔵プール等への戻りを考慮せず、スロッシングによる溢水を抑制する蓋の効果を検討しないとした場合、燃料貯蔵プール等の水位は通常水位 - 0.80m となる。

以上より、通常水位 - 0.80m を燃料貯蔵プール等の初期水位とする。

使用済燃料受入れ・貯蔵建屋において貯蔵する使用済燃料は最大貯蔵量の 3,000 t ・ U_{P R} とする。

燃料仮置きピットを隔離するためのピットゲート及び燃料貯蔵プールを隔離するためのプールゲートは、平常運転時は使用しないことから、燃料貯蔵プール等は燃料移送水路を介して全て連結された状態とする。

ただし、燃料貯蔵プール等が燃料移送水路を介して全て連結された状態においても、燃料貯蔵プールと燃料移送水路の間における水の出入りに不確かさがあることから、燃料貯蔵プール等の水が沸騰に至るまで時間の算出においては、燃料貯蔵プールと燃料移送水路の間の水の出入りが無いものとし、個別の燃料貯蔵プールの保有水量のみを考慮する。

一方、燃料貯蔵プール等の水の沸騰後の水位低下は、燃料貯蔵プール等全体の水位が均一に低下することから、水位低下量は燃料貯蔵プール等全体を考慮する。

燃料貯蔵プール（PWR燃料用）、燃料貯蔵プール（BWR燃料用）及び燃料貯蔵プール（BWR燃料及びPWR燃料用）の保有水量は、それぞれ約 $2,229\text{m}^3$ 、約 $2,168\text{m}^3$ 及び約 $2,233\text{m}^3$ とする。

冷却期間4年のBWR燃料とPWR燃料の崩壊熱を比較した場合、単位質量当たりの崩壊熱はPWR燃料の方が大きくなり、各燃料貯蔵プールの保有水量を考慮しても、燃料貯蔵プール（PWR燃料用）へ冷却期間4年のPWR燃料を配置することで、燃料貯蔵プール等の水が沸騰に至るまでの時間が最も短くなり、安全側の評価となる。このため、燃料貯蔵プール（PWR燃料用）の崩壊熱については、崩壊熱が大きい冷却期間4年のPWR燃料を最大量 $600\text{t} \cdot U_{PWR}$ 及び冷却期間12年のP

WR 燃料を $400 \text{ t} \cdot U_{PR}$ 貯蔵した場合の値として $2,450 \text{ kW}$ を設定する。燃料貯蔵プール（BWR 燃料用）の崩壊熱については、冷却期間12年の BWR 燃料を $1,000 \text{ t} \cdot U_{PR}$ 貯蔵した場合の値として $1,490 \text{ kW}$ を設定する。燃料貯蔵プール（BWR 燃料及び PWR 燃料用）の崩壊熱については、冷却期間12年の PWR 燃料及び BWR 燃料をそれぞれ $500 \text{ t} \cdot U_{PR}$ 貯蔵した場合の値として $1,480 \text{ kW}$ を設定する。

なお、燃料仮置きピットに使用済燃料が仮置きされる場合、原子力発電所から受け入れた使用済燃料の仮置きを想定するため、冷却期間が4年の BWR 燃料及び PWR 燃料が仮置きされるが、それらの使用済燃料の崩壊熱は燃料貯蔵プール（PWR 燃料用）に $1,000 \text{ t} \cdot U_{PR}$ 貯蔵した場合の崩壊熱に対して十分小さく、燃料仮置きピットの保有水量を考慮しても、燃料貯蔵プール等の水が沸騰に至るまでの時間が燃料貯蔵プール（PWR 燃料用）より短くなることはない。また、燃料送出しピットに使用済燃料が仮置きされている場合、前処理建屋でせん断を実施する前の使用済燃料の仮置きを想定するため、冷却期間が15年の BWR 燃料及び PWR 燃料が仮置きされるが、それらの使用済燃料の崩壊熱は燃料貯蔵プール（PWR 燃料用）に $1,000 \text{ t} \cdot U_{PR}$ 貯蔵した場合の崩壊熱に対して十分小さく、燃料送出しピットの保有水量を考慮しても燃料貯蔵プール等の水が沸騰に至るまでの時間が燃料貯蔵プール（PWR 燃料用）より短くなることはない。

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注水は、他建屋における蒸発乾固及び水素爆発が同時に発生した場合における重大事故等の対処の優先順位を考慮し、21時間30分後までに注水を開始し、通常水位を目安に、可搬型中型移送ポンプの間欠運転により水位を維持する。

想定事故 2 の場合、燃料貯蔵プール等への注水は、他建屋における蒸発乾固及び水素爆発が同時に発生した場合における重大事故等の対処の優先順位を考慮し、21時間30分後から注水を開始し、越流せき上端（通常水位－0.40m）を目安に、可搬型中型移送ポンプの間欠運転により水位を維持する。

4.7 判断基準

燃料損傷防止対策の有効性評価の判断基準は、使用済燃料の有効長頂部を冠水できる水位（通常水位－7.4m）を確保できること及び放射線を遮蔽できる水位（通常水位－5.0m）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

5.1 燃料損傷防止対策

5.1.1 想定事故1の燃料損傷防止対策

燃料貯蔵プール（PWR燃料用）、燃料貯蔵プール（BWR燃料用）及び燃料貯蔵プール（BWR燃料及びPWR燃料用）の水の温度が100℃に到達する時間は、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から約39時間、約63時間及び約65時間である。これに対し、可搬型中型移送ポンプによる燃料貯蔵プール等への注水の準備は、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から56人にて21時間30分後で完了するため、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から燃料貯蔵プール等の水の沸騰が開始するまでの時間のうち、最も短い39時間以内に燃料貯蔵プール等への注水の準備の完了が可能である。

燃料貯蔵プール等の水が沸騰に至ると水位が低下するが、水位を監視しつつ燃料貯蔵プール等への注水を蒸発速度である約10m³/hを上回る注水流量で適宜実施することにより、燃料貯蔵プール等の水位は使用済燃料の有効長頂部を冠水できる水位（通常水位－7.4m）及び放射線の遮蔽を維持できる水位（通常水位－5.0m）を下回ることなく維持でき、燃料貯蔵プール等の水位を維持できる。

また、使用済燃料は燃料貯蔵プール等のステンレス鋼製のラック及びバスケットに仮置き 又は貯蔵されており、燃料貯蔵プール等の水の温度が上昇し、沸騰により水密度が低下した場

合においても，必要な燃料間距離を確保する等の設計により，燃料貯蔵プール等への注水実施においても未臨界を維持できる。

5.1.2 想定事故2の燃料損傷防止対策

燃料貯蔵プール（PWR燃料用），燃料貯蔵プール（BWR燃料用）及び燃料貯蔵プール（BWR燃料及びPWR燃料用）の水の温度が100℃に到達する時間は，プール水冷却系の配管の破断によるサイフォン効果等及び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，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から約35時間，約57時間及び約59時間である。これに対し，可搬型中型移送ポンプによる燃料貯蔵プール等への注水の準備は，プール水冷却系の配管の破断によるサイフォン効果等及び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，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から，56人にて21時間30分後で完了するため，プール水冷却系の配管の破断によるサイフォン効果等及び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，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から燃料貯蔵プール等の水の沸騰が開始するまでの時間のうち，最も短い35時間以内に燃料貯蔵プール等への注水の準備の完了が可能である。

燃料貯蔵プール等の水が沸騰に至ると水位が低下するが，水

位を監視しつつ燃料貯蔵プール等への注水を蒸発速度である約 $10\text{m}^3/\text{h}$ を上回る注水流量で適時実施することにより、燃料貯蔵プール等の水位は使用済燃料の有効長頂部を冠水できる水位（通常水位－7.4m）及び放射線の遮蔽が維持される水位（通常水位－5.0m）を下回ることなく維持でき、燃料貯蔵プール等の水位を維持できる。

また、使用済燃料は、燃料貯蔵プール等のステンレス鋼製のラック 及びバスケットに仮置き 又は貯蔵されており、燃料貯蔵プール等の水の温度が上昇し、沸騰により水密度が低下した場合においても、必要な燃料間距離を確保する等の設計により、燃料貯蔵プール等への注水実施においても燃料貯蔵プール等の未臨界を維持できる。

5.2 不確かさの影響評価

5.2.1 事象、事故の条件及び機器の条件の不確かさの影響

5.2.1.1 想定事故 1

内の事象の「長時間の全交流動力電源の喪失」を要因とし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が喪失した場合、現場状況確認のための初動対応及びアクセスルート確保のための作業において、外的事象の「火山」を要因とした場合と比較して、可搬型中型移送ポンプの保管庫内設置等、燃料損傷防止対策の準備に必要な作業が少なくなるから、実施組織要員の操作の時間余裕に与える影響はない。

初期水温は平常運転時に想定される最大値を設定している

が、現実的な条件とした場合には、初期水温はこれよりも小さい値となり、燃料貯蔵プール等の水の温度が100℃に到達するまでの時間は長くなる。このため、時間余裕が延びる方向の変動であることから、実施組織要員の操作の時間余裕に与える影響は無視できる。

初期水位として水位低警報レベル（通常水位－0.05m）を設定しているが、通常水位を用いた場合、初期水位が高い側への変動となることから、燃料貯蔵プール等の水の温度が100℃に到達するまでの時間は長くなる。このため、時間余裕が延びる方向の変動であることから、実施組織要員の操作の時間余裕に与える影響は無視できる。

崩壊熱は想定される最大値を設定しているが、再処理する使用済燃料の冷却期間によっては、減衰による崩壊熱密度のさらなる低減効果を見込める可能性があることから、燃料貯蔵プール等の水の温度が100℃に到達するまでの時間は長くなる。このため、時間余裕が延びる方向の変動であることから、実施組織要員の操作の時間余裕に与える影響は無視できる。

平常運転時はピットゲート及びプールゲートを使用せず、燃料貯蔵プール等は燃料移送水路を介して全て連結された状態であるが、燃料貯蔵プール等の修理時を想定して、ピットゲート及びプールゲートが設置されている状態において想定事故1が発生した場合、燃料貯蔵プール（BWR燃料用）、燃料貯蔵プール（PWR燃料用）及び燃料貯蔵プール（BWR燃料及びPWR燃料用）が独立した状態となるものの、燃料貯蔵プール等の水が沸騰に至るまでの時間の算出においては、各燃料貯

蔵プールにおける保有水量と崩壊熱 を用いて で算出しているため、ピットゲート及びプールゲートの設置を前提としても沸騰までの時間は変わることはない。

また、ピットゲート及びプールゲートが設置されることにより、各燃料貯蔵プールが独立するため、沸騰後の水位低下は燃料貯蔵プールごとに発生する。その水位低下速度は、ピットゲート及び プールゲート が設置されていない状態よりも早くなるものの、燃料貯蔵プール等の水が沸騰に至る前までに燃料貯蔵プール等への注水の準備を完了し、可搬型中型移送ポンプによる注水を実施し水位を維持することから、実施組織要員の操作の時間余裕に与える影響は無視できる。

5.2.1.2 想定事故 2

内的事象の「配管の全周破断」を要因とし、さらに厳しい条件として補給水設備等の多重故障を想定した場合、現場状況 確認のための初動対応及びアクセスルート確保のための作業において、外的事象の「地震」を要因とした場合と比較して、建屋内環境の悪化が想定されず、アクセスルートの確保等の燃料損傷防止対策の準備に必要な作業が少なくなることから、実施組織要員の操作の時間余裕に与える影響はない。

初期水温は平常運転時に想定される最大値を設定しているが、現実的な条件とした場合には、初期水温はこれよりも小さい値となり、燃料貯蔵プール等の水の温度が100℃に到達するまでの時間は長くなる。このため、時間余裕が延びる方向の変動であることから、実施組織要員の操作の時間余裕に与える影

響は無視できる。

初期水位の設定においては、サイフォン効果等による燃料貯蔵プール等の水の漏えいが発生し水位が低下した後、スロッシングによる燃料貯蔵プール等の水の漏えいによる水位低下を想定しているが、スロッシングにおける水位低下量の評価においては、燃料貯蔵プール等の周辺に設置する止水板の高さを越える溢水は燃料貯蔵プール等への戻りを考慮しないこと、また、スロッシングによる溢水を抑制する蓋は、その効果を考慮せずに評価を実施していることから、実際の水位低下量は小さくなり、初期水位が高い側への変動となるため、燃料貯蔵プール等の水の温度が100℃に到達するまでの時間は長くなる。このため、時間余裕が伸びる方向の変動であることから、実施組織要員の操作の時間余裕に与える影響は無視できる。

崩壊熱は想定される最大値を設定しているが、再処理する使用済燃料の冷却期間によっては、減衰による崩壊熱密度のさらなる低減効果を見込める可能性があることから、燃料貯蔵プール等の水の温度が100℃に到達するまでの時間は長くなる。このため、時間余裕が延びる方向の変動であることから、実施組織要員の操作の時間余裕に与える影響は無視できる。

平常運転時はピットゲート及びプールゲートを使用せず、燃料貯蔵プール等は燃料移送水路を介して全て連結された状態であるが、燃料貯蔵プール等の修理時を想定して、ピットゲート及びプールゲートが設置されている状態においてサイフォン効果等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、水位が低下した後、スロッシングが発生した場合の溢水

量は、燃料貯蔵プール等が燃料移送水路を介して連結された状態と異なり、各燃料貯蔵プールのスロッシング後の水位は、通常水位－0.96mとなる。このときの燃料貯蔵プール（PWR燃料用）の保有水量は約2,181m³，沸騰までの時間は約34時間となり，燃料貯蔵プール（BWR燃料用）の保有水量は約2,120m³，沸騰までの時間は約55時間となり，燃料貯蔵プール（BWR燃料及びPWR燃料用）の保有水量は約2,185m³，沸騰までの時間は約57時間となる。このため、ピットゲート及びプールゲートの設置を前提とした場合、燃料貯蔵プール等の水の温度が100℃に到達するまでの時間は短くなるものの、燃料貯蔵プール等への注水は21時間30分後から可能であることから、燃料貯蔵プール等の水が100℃に到達する前に注水が可能である。

また、ピットゲート及びプールゲートが設置されることにより、各燃料貯蔵プールが独立するため、沸騰後の水位低下は燃料貯蔵プールごとに発生する。その水位低下速度は、ピットゲート及びプールゲートが設置されていない状態よりも早くなるものの、燃料貯蔵プール等の水が沸騰に至る前までに燃料貯蔵プール等への注水の準備を完了し、可搬型中型移送ポンプによる注水を実施し水位を維持することから、実施組織要員の操作の時間余裕に与える影響は無視できる。

5.2.2 操作の条件の不確かさの影響

「認知」，「要員配置」，「移動」，「操作所要時間」，「他の並列操作有無」及び「操作の確実さ」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燃料貯蔵プール等の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、余裕を確保して完了できるよう計画することで、これらの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は、より早く作業を完了することができる。また、可搬型中型移送ポンプ等の可搬型重大事故等対処設備の設置等の対処に時間を要した場合や、予備の可搬型重大事故等対処設備による対処を想定したとしても、確保した余裕の範囲で対処を再開することができる。

ピットゲート及びプールゲートが設置されている状態を考慮した場合、燃料貯蔵プール等は燃料移送水路を介して連結していないことから、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（PWR燃料用）、燃料貯蔵プール（BWR燃料用）及び燃料貯蔵プール（BWR燃料及びPWR燃料用）それぞれに注水し水位を維持する必要がある。なお、燃料送出しピットは燃料移送水路と連結していることから、ピットゲート及びプールゲートが設置されることによる影響はない。

この場合、可搬型建屋内ホースを燃料仮置きピットA、燃料仮置きピットB、燃料貯蔵プール（PWR燃料用）、燃料貯蔵プール（BWR燃料用）及び燃料貯蔵プール（BWR燃料及びPWR燃料用）に対して個別に敷設する必要があることから、敷設に係る作業時間が長くなるものの、追加作業に必要な作業時間を考慮して準備作業に着手することから、これまでと同じ

21時間30分後から注水を実施可能である。

6. 重大事故等の同時発生又は連鎖

6.1 重大事故等の事象進展，事故規模の分析

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が喪失し，燃料貯蔵プール等の水が沸騰に至った場合には，燃料損傷防止対策として，燃料貯蔵プール等へ第1貯水槽から注水し，水位を維持する。

これらの平常運転時からの状態の変化等を考慮した同時発生する重大事故等の重大事故等対策に与える 相互 影響及び連鎖して発生する可能性のある重大事故等は以下のとおりである。

6.2 重大事故等の同時発生

重大事故等が同時に発生する場合については，同種の重大事故が同時に発生する場合，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。

燃料貯蔵プール等における燃料損傷は，燃料貯蔵プール等において同時に発生する可能性があり，本評価は同時に発生するものとして評価した。

燃料貯蔵プール等における燃料損傷と同時発生する可能性のある異種の重大事故は，「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）」に示すとおり，外的事象の「地震」及び「火山」，内的事象の「長時間の全交流動力電源の喪失」により，安全冷却水系，安全圧縮空気系，プール水冷却系及び補給水設備が同時に機能を喪失することから，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である。

同種と異種の重大事故の同時発生が重畳した場合の有効性評価については、「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）」において評価し、対処に必要な要員及び燃料等については、「2.8 必要な要員及び資源の評価（要旨）」において評価する。

6.3 重大事故等の連鎖

臨界事故への連鎖については、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同位体組成管理及び形状寸法管理であるが、使用済燃料集合体の平均濃縮度に応じて適切な燃料間隔をとることにより未臨界を維持しており、燃料貯蔵プール等の温度、圧力、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、燃料貯蔵プール等の水の沸騰による事故影響が、使用済燃料受入れ・貯蔵建屋のバウンダリを超えて、その他の臨界管理が実施されている前処理建屋、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に波及することはないことから、臨界事故の発生は考えられない。

他建屋における冷却機能の喪失による蒸発乾固への連鎖については、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及び高レベル廃液等の沸騰が発生する貯槽等は異なる建屋に位置し、燃料貯蔵プール等の水の温度上昇による事故影響が、燃料貯蔵プール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、冷却機能の喪失による蒸発乾固の発生

は考えられない。

放射線分解により発生する水素による爆発への連鎖については、燃料貯蔵プール等の水の沸騰により、水素の発生量が増加するものの、沸騰により発生する大量の水蒸気によって可燃限界濃度以下になるとともに、可搬型建屋内ホースの敷設に伴う建屋の開口から、水蒸気とともに水素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。

他建屋における水素掃気機能の喪失による水素爆発への連鎖については、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及び水素爆発が発生する貯槽等は異なる建屋に位置し、燃料貯蔵プール等の水の温度上昇による事故影響が、燃料貯蔵プール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、水素掃気機能の喪失による水素爆発の発生は考えられない。

有機溶媒等による火災又は爆発への連鎖については、燃料貯蔵プール等では有機溶媒を扱うことはなく、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及び T B P 等の錯体の急激な分解反応が発生する貯槽等は異なる建屋に位置することから、T B P 等の錯体の急激な分解反応又は有機溶媒火災の発生は考えられない。

他建屋における有機溶媒等による火災又は爆発への連鎖については、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及び有機溶媒等による火災又は爆発が発生する貯槽等は異なる建屋に位置し、燃料貯蔵プール等の水の温度上昇による事故影響が、燃料貯蔵プール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、有機溶媒等による火災又は爆発の発生は考えられない。

放射性物質の漏えいへの連鎖については、燃料損傷防止対策実施時の燃料貯蔵プール等の水の状態を考慮しても、その他の放射性物質の漏えいの発生は想定されないことから、その他の放射性物質の漏えいの発生は考えられない。

7. 必要な要員及び資源

外的事象の「地震」及び「火山」を要因として想定事故 1 及び想定事故 2 の燃料損傷防止対策を実施する場合には、「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）」に示すとおり、「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」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り、「2.8 必要な要員及び資源の評価（要旨）」において評価している。

7.1 要員

想定事故 1 の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り、外的事象の「火山」を要因とした場合、合計で 89 人である。

内的事象を要因とした場合は、作業環境が外的事象の「火山」を要因とした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、必要な要員は外的事象の「火山」を要因とした場合に必要な人数以下である。

想定事故 2 の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り、外的事象の「地震」を要因とした場合、合計で 93 人である。

内的事象を要因とした場合は、作業環境が外的事象の「地震」を要因とした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、必要な要員は外的事象の「地震」を要因とした場合に必要な人数以下である。

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

7.2 水源

想定事故1の場合、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1,600m³の水が必要となる。

想定事故2の場合、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2,300m³の水が必要となる。

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。

7.3 電源

監視設備及び空冷設備への給電は、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

想定事故1及び想定事故2の燃料損傷防止対策を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。

軽油貯蔵タンクにて約600m³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。

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、外的事象の「地震」、
「火山」又は内的事象の「長時間の全交流動力電源の喪失」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、外的事象の「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、外的事象の「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、各重大事故等対策に使用する重大事故等対処設備は、重大事故等ごとに専用の設備を整備する又は兼用する場合であっても重大事故等の同時発生を前提として必要な容量を有する設計としている。

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、同一の貯槽又は濃縮缶（以下、「貯槽等」という。）におい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。

冷却機能の喪失による蒸発乾固の拡大防止対策である貯槽等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高レベル廃液等に付加されることを仮定したとしても、高レベル廃液等の温度上昇は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冷却機能の喪失による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。

放射線分解により発生する水素による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、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。）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水素発生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放射線分解により発生する水素による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。

燃料貯蔵プール等の冷却等の機能喪失（想定事故2）の燃料損傷防止対策に着目した場合、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燃料貯蔵プール等の冷却等の機能喪失（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、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

放射線分解により発生する水素による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、貯槽等内の高レベル廃液等の沸騰による水素発生G値上昇に伴う水素発生量の増加を考慮しても、貯槽等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貯槽等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、貯槽等の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（セシウム-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 事故の条件及び機器の条件

圧縮空気手動供給ユニット及び可搬型空気圧縮機の機器条件は、沸騰による水素発生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、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 放出量評価に関連する事故，機器及び操作の条件の具体的展開

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、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爆発の事故影響に対して所定の性能を発揮でき、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。

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に対して実施する建屋代替換気設備等の準備及び実施は、重大事故等が同時発生すること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。

1.3.6 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、対策により水素濃度が可燃限界濃度以上の場合は低下傾向を示し可燃限界濃度未満で平衡値となること。

放出量評価は、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の発生による放射性物質の放出量の合計がセシウム-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。

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

高レベル廃液等が沸騰に至った場合、水素発生G値は大きくなり、水素の発生量は平常運転時より相当多くなるものの、発生防止対策である機器圧縮空気自動供給ユニット、拡大防止対策である圧縮空気手動供給ユニットによる水素掃気量は、水素の発生量に対してそれぞれ十分な流量を確保しており、水素濃度は最も高くなる精製建屋のプルトニウム濃縮液一時貯槽の場合であっても、貯槽等内の水素濃度は最大でドライ換算で約4.9vol%まで上昇するが、貯槽等内の水素濃度は未然防止濃度に至ることはない。その後、可搬型空気圧縮機から圧縮空気を供給することにより、水素濃度は低下傾向を示し、貯槽等内の水素濃度を可燃限界濃度未満に維持できる。

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、事故の条件及び機器の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、最確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、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は変わりはない。

1.4.3.2 操作の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、十分な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は変わりはない。

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、それぞれの対処に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付帯し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、「2.9 必要な要員及び資源の評価（要旨）」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、特定に当たっては、高レベル廃液等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、その他）及びエネルギーの発生」、「転倒又は落下による荷重」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

冷却機能の喪失による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、冷却機能の喪失による蒸発乾固の発生が想定される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，49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，放射線分解により発生する水素による爆発の発生が想定される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，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）の発生が想定されるプルトニウム濃縮缶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、外的事象の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外的事象の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

外的事象の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、130人であり、重大事故等の同時発生の対処に必要な要員は161人である。

事業所内に常駐している実施組織要員は164人であり、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

外的事象の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、冷却機能喪失による蒸発乾固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。

冷却機能喪失による蒸発乾固の重大事故等対策に必要な水量は、冷却コイル等への通水開始し、高レベル廃液等が未沸騰状態に移行するまでの期間を考慮すると、合計約26m³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、7日間の対応を考慮すると、合計約2,300m³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、冷却機能喪失による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3.1℃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

外的事象の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85m³であり、軽油貯蔵タンクにて約600m³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、外的事象の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69m³であり、重油貯蔵タンクにて約200m³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、外的事象の火山の影響を条件とした場合についても、合計約85m³であり、軽油貯蔵タンクにて約600m³の軽油を確保していることから、外的事象の火山の影響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

外的事象の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 kVAに対し、供給容量約3 kVAであり、必要負荷に対しての電源供給が可能である。

