

【公開版】

提出年月日	令和元年 12 月13日 R0
日本原燃株式会社	

六ヶ所 M O X 燃 料 加 工 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22条：重大事故等の拡大の防止等

目 次

1 章 基準適合性

1. 基本方針
2. 重大事故等への対処の基本方針
3. 重大事故の選定
4. 重大事故の同時発生、連鎖の想定
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. 核燃料物質を閉じ込める機能の喪失への対処
7. 重大事故が同時に又は連鎖して発生した場合の対処
8. 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

令和元年 12 月 13 日 R0

3. 重大事故の事象選定

目次

3. 重大事故の事象選定

3.1 概要

3.2 設計上定める条件より厳しい条件

3.2.1 重大事故の起因となる外部事象

3.2.2 重大事故の起因となる内部事象

3.3 重大事故の選定

3.3.1 選定の考え方

3.3.2 重大事故の選定

3.3.3 設計上定める条件よりさらに厳しい条件における臨界の発生可能性の検討

3. 重大事故の選定

3.1 概要

重大事故は、核燃料物質の加工の事業に関する規則第二条の二において、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 臨界事故

二 核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失

これらの重大事故は、何らかの安全機能の喪失により発生するものである。したがって、重大事故対策を検討し、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ためには、重大事故の事象として、設計上定める条件より厳しい条件により、どの安全機能が喪失した際に、どのように進展し、最終的に重大事故に至るかを明確にすることが必要である。上記を踏まえ、「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」を定める。「3.3 重大事故の選定」では、核燃料物質を取り扱う設備・機器に対して、設計上定める条件より厳しい条件による機能喪失を想定することにより、機能喪失状態を特定し、その結果重大事故に至るものを、重大事故として選定する。

3.2 重大事故の起因となる事象

重大事故の起因となる事象は、外部からの影響による機能喪失（以下、「外部事象」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、「内部事象」という。）に分けて想定する。

3.2.1 重大事故の起因となる外部事象

(1) 検討の母集団

国内外の文献から抽出した自然現象及び人為事象（以下、「自然現象等」という。）を対象とする。

(2) 重大事故の起因となる自然現象の選定基準

(1)のうち、以下の基準のいずれに該当しない自然現象等を、重大事故の起因となる外部事象として選定する。

基準1：重大事故等の起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、重大事故等の起因となる規模の発生が想定されない

基準1-3：本施設周辺では起こり得ない

基準2：発生しても重大事故等の起因となるような影響が考えられない

自然現象に対する選定結果を第3.2.1-1表に、人為事象に関しての選定結果を第3.2.1-2表に示す。

第3.2.1-1表 重大事故の起因となる外部事象（自然現象）の選定結果（1／3）

No.	自然現象	除外の基準 ^{注1}				除外する理由	起因 ^{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、地盤沈下により本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、地盤隆起により本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、液状化現象により本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	×	○	×	×	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4kmから約5kmの地点に位置していることから、本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、静振により本施設が影響を受けることはない。	—
13	高潮	×	×	×	○	高潮により本施設が影響を受けることはない。	—
14	波浪・高波	×	×	×	○	波浪・高波により本施設に影響を及ぼすことはない。	—
15	高潮位	×	×	×	○	高潮位により本施設に影響を及ぼすことはない。	—
16	低潮位	×	×	×	○	低潮位により本施設に影響を及ぼすことはない。	—
17	海流異変	×	×	×	○	海流異変により本施設に影響を及ぼすことはない。	—
18	風（台風）	×	○	×	×	風（台風）の発生は想定されるが、重大事故の起因となる規模(100m/s)の発生は想定されない。	—
19	竜巻	×	○	×	×	竜巻の発生は想定されるが、重大事故の起因となる規模(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	×	×	×	○	極限的な気圧により本施設に影響を及ぼすことはない。	—

第3.2.1-1表 重大事故の起因となる外部事象（自然現象）の選定結果（2/3）

No.	自然現象	除外の基準 ^{注1}				除外する理由	起因 ^{注2}
		基準 1-1	基準 1-2	基準 1-3	基準 2		
22	降水	×	○	×	×	降水の発生は想定されるが、重大事故の起因となる規模（>300mm/h）の発生は想定されない。	—
23	洪水	×	×	○	×	本施設は標高約 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、本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	×	×	×	○	降雹により本施設に影響を及ぼすことはない。	—
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、重大事故等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	×	○	×	×	重大事故等の起因となる規模（>50℃）の高温は発生が想定されない。	—
30	凍結	×	○	×	×	重大事故等の起因となる規模（<-40℃）の低温は発生が想定されない。	—
31	氷結	×	×	×	○	二又川の氷結は、重大事故等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、重大事故等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本施設への影響はない。	—
35	低水温	×	×	×	○	同上	—
36	干ばつ	×	×	×	○	干ばつによる本施設への影響は考えられない。	—
37	霜	×	×	×	○	霜により本施設が影響を受けることはない。	—
38	霧	×	×	×	○	霧により本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。	—

第3.2.1-1表 重大事故の起因となる外部事象（自然現象）の選定結果（3／3）

No.	自然現象	除外の基準 ^{注1}				除外する理由	起因 ^{注2}
		基準 1-1	基準 1-2	基準 1-3	基準 2		
44	動物	×	×	×	○	動物により本施設が影響を受けることはない。	—
45	塩害	×	×	×	○	塩害による影響は、重大事故等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、陥没により本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・膨張により本施設が影響を受けることはない。	—
49	海岸浸食	×	×	×	○	本施設は海岸から約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、本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は、重大事故等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	×	×	×	○	湖若しくは川の水位降下による本施設への影響は考えられない。	—
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	×	×	○	×	敷地周辺には有毒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、重大事故等の起因となる規模の発生が想定されない

基準1-3：本施設周辺では起こり得ない

基準2：発生しても重大事故等の起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：起因に関しては、以下のとおり。

レ：起因になる（設計上定める条件より厳しい条件になる）

—：起因にならない（設計上定める条件より厳しい条件にならない）

第 3.2.1-2 表 重大事故の起因となる外部事象（人為現象）の選定結果（1 / 3）

No.	人為事象	除外の基準 ^{注1}				除外する理由	起因 ^{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	×	×	×	○	本施設は、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)	×	×	×	○	本施設は、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	×	×	×	○	本施設は、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	×	×	○	×	同上	—
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	×	×	○	×	爆発源となり得る敷地内の水素ボンベ及びプロパンボンベを設置する建屋並びに本施設の高圧ガストレーラ庫は、可燃性ガスが漏えいしたとき滞留しないような構造とするため、爆発に至ることはない。	—
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本施設に影響を及ぼすような工事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本施設まで距離があることから、本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。	—

第 3.2.1-2 表 重大事故の起因となる外部事象（人為現象）の選定結果（2 / 3）

No.	人為事象	除外の基準 ^{注1}				除外する理由	起因 ^{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本施設に影響を及ぼすような工事事故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本施設まで距離があることから、本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 km 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にくい。	—
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及び敷地外での工事は敷地境界から本施設まで距離があることから、本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、本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、本施設の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。	—

第 3.2.1-2 表 重大事故の起因となる外部事象（人為現象）の選定結果（3 / 3）

No.	人為事象	除外の基準 ^{注1}				除外する理由	起因 ^{注2}
		基準 1-1	基準 1-2	基準 1-3	基準 2		
24	有毒ガス	×	×	×	○	有毒ガスが本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、重大事故等の起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等の起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：起因に関しては、以下のとおり。

レ：起因になる（設計上定める条件より厳しい条件になる）

—：起因にならない（設計上定める条件より厳しい条件にならない）

(3) 重大事故の起因となる外部事象の選定

(1)に対して、(2)の選定基準を適用した結果、地震、森林火災、草原火災、火山の影響及び積雪を、重大事故の起因となるおそれのある外部事象として選定する。

ただし、森林火災、草原火災、火山の影響及び積雪に関しては、対処により設備が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は至らない。このため、重大事故の起因となるおそれのある外部事象のうち、地震を重大事故の起因となる外部事象とする。

以上より、外部事象により想定される設計上定める条件より厳しい条件として「基準時振動を超える地震動による地震による機能喪失」を選定することにより、重大事故等を特定することができる。

【補足説明資料3-1】

3.2.2 重大事故の起因となる内部事象

(1) 設計基準における想定

本施設は外部事象により安全機能が損なわれないように設計することから、外部事象は設計基準事故の起因になることはなく、このため内部事象として、安全機能を有する動的機器の単一故障及び運転員の単一誤操作を想定し、設計基準事故を選定した。

(2) 設計上定める条件より厳しい条件としての機能喪失の設定及び内部事象の選定

設計基準において、安全機能を有する動的機器の単一の破損、故障、誤動作及び運転員の単一誤操作を想定したことを踏まえ、事故の規模

を拡大させ得る条件としてより厳しい条件となる機能喪失として、静的機器の損傷，動的機器の多重故障を以下のとおり想定する。

a. 静的機器の損傷

設計基準において想定した動的機器の単一故障に加え，静的機器による発生防止機能が喪失することを想定する。

b. 動的機器の機能喪失

(a) 全交流電源の喪失

外部電源の喪失に加え，非常用所内電源設備の機能喪失による，全交流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全上重要な施設の動的機器に対して，設備・機器の多重の破損，故障，誤動作あるいは運転員による繰り返しの誤操作による機能喪失を想定する。

設計基準における想定及び重大事故の起因として想定する機能喪失より厳しい条件を第 3.2.2-1 表に示す。

第 3.2.2-1 表 設計基準及び重大事故の起因として想定する機能喪失

	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	—	動的機器の単一故障 + 静的機器による発生防止機能の喪失
動的機器の機能喪失	—	全交流電源喪失
	動的機器の単一故障	同一機能を担う安全上重要な施設の動的機器の多重故障

(3) 静的機器の損傷の考え方

機能喪失を想定する静的な発生防止対策以外の静的機器について、MOX混粉末を取り扱う設備の損傷の可能性を評価する。

a. 混合酸化物貯蔵容器

混合酸化物貯蔵容器は、MOX粉末を収納した粉末缶を収納し、温度等各種の条件を考慮して閉じ込め性を確保する設計とする。また腐食し難いステンレス鋼を用いることから、内部事象として放射性物質の漏えいは考えられない。

b. グローブボックス

グローブボックス内は腐食性雰囲気になく、また、グローブボックス排気設備により温度、湿度及び圧力は大きく変動することなくほぼ一定に保たれる。放射線によるパネル部の劣化は、目視により速やかに検知でき交換可能である。

したがって、内部事象としてグローブボックスがこれらの機能を喪失するような損傷は考えられない。

万が一グローブの使用中の損傷やピンホール等が発生したとしても、グローブボックス内の圧力は微負圧であるため、急に大きなき裂に進展する可能性はなく、負圧が維持されることから、放射性物質の漏えいは考えられない。

c. 焼結炉等

焼結炉等内は腐食性雰囲気になく、溶接構造としグローブボックスと同等の閉じ込め機能を確保する設計とすることから、内部事象として機能を喪失するような損傷は考えられない。

以上より、内部事象により想定される設計上定める条件より厳しい条件として「静的機器の損傷」，「動的機器の多重故障」，「全交流電源の喪失」を選定することにより，他に可能性がある静的機器の損傷による影響を包含し，重大事故等を選定することが可能である。

3.3 重大事故の選定

3.3.1 選定の考え方

重大事故は，加工規則にて，臨界事故，核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失，の2つが定められている。

重大事故を選定するにあたり，以下の考え方により重大事故の発生可能性を検討する。

(1) 重大事故の起因となり得る機能喪失の条件

設計基準事故の選定にあたっては，安全機能を有する動的機器の単一故障及び運転員の単一誤操作を想定し，設計基準事故を選定した。

このとき異常事象として以下のとおり分類し，本施設において核燃料物質を取り扱う機器を対象に，網羅的に事故への進展の可能性を検討した。

なお，①から⑧はグローブボックス等の閉じ込めに関する異常事象，⑨から⑫は混合酸化物貯蔵容器及び燃料棒の閉じ込めに関する異常事象である。

①内部発生飛散物の飛散（回転羽根の損壊）

②内部発生飛散物の飛散（重量物落下）

③機器の逸走

④崩壊熱による温度上昇

- ⑤火災
- ⑥グローブボックス及びスタック乾燥装置の負圧維持機能の喪失
- ⑦焼結炉及び小規模焼結処理装置への空気混入
- ⑧焼結炉及び小規模焼結処理装置の負圧維持機能の喪失
- ⑨内部発生飛散物の飛散（回転羽根の損壊）
- ⑩内部発生飛散物の飛散（重量物落下）
- ⑪燃料棒と機器の干渉
- ⑫混合酸化物貯蔵容器及び燃料棒の落下
- ⑬核燃料物質の誤搬入による臨界

重大事故の起因となる事象の選定においては、これらの分類に基づき、本施設において核燃料物質を取り扱う機器を対象に、設計上定める条件より厳しい条件による重大事故への進展の可能性を網羅的に検討する。

本検討にあたり想定する設計上定める条件より厳しい条件は 3.2.1 及び 3.2.2 で選定した以下のとおりとする。

外部事象：基準地震動を超える地震動による地震による機能喪失

内部事象①：動的機器の単一の破損，故障，誤動作あるいは運転員による単一の誤操作に加え，静的な発生防止対策の機能喪失

内部事象②：全交流電源の喪失

内部事象③：独立した系統で構成している同一機能を担う安全上重要な施設の動的機器に対する機器の多重の破損，故障，

誤動作あるいは運転員による多重の誤操作による機能喪失

3.3.2 重大事故の選定

(1) 臨界事故の選定

検討の結果，設計上定める条件より厳しい条件を想定しても本施設において臨界事故の発生は想定されない。このため，核燃料物質の集積を想定し，臨界事故の発生可能性を検討する。

(2) 核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失の選定

重大事故に至るおそれのある事故は，燃料加工建屋外への放出のおそれのある火災及び爆発であると特定した。

内部事象において発生する火災及び爆発は，それぞれが独立した単一箇所における火災又は単一設備による爆発である。一方，外部事象の起因である基準地震動を超える地震動による地震においては，複数の発生防止対策の機能喪失が発生し，複数箇所における火災又は爆発及びその重畳が想定され，設計基準で想定した規模を超える事象に至るおそれがある。また，内部事象は，外部事象と比べ偶発的に対策に必要な設備及び機器が複数損傷することは考えにくいこと及び外部事象と比べ対策に必要なアクセスルートの損傷が考えにくく，対策に要する時間が短縮できることが考えられる。このため，重大事故の起因となる外部事象で発生する事故を想定した対策を整備することにより，内部事象で発生する事故に対応することが可能である。以上を踏まえ，重大事故等においては，基準地震動を超える地震動による地震で発生する火災及び爆発を想定する。

3.3.3 設計上定める条件よりさらに厳しい条件における臨界の発生可能性の検討

設計上定める条件より厳しい条件を想定しても本施設において臨界事故の発生は想定されないことから、設計上定める条件よりさらに厳しい条件において核燃料物質の集積を想定し、臨界の発生可能性を検討する。

設計上定める条件よりさらに厳しい条件の下において発生する事故として、臨界に関連する評価条件（核燃料物質質量、プルトニウム富化度、核分裂性プルトニウム割合、ウラン中のウラン-235 含有率、含水率及び形状寸法）の中から、内部事象及び外部事象を起因とした異常の発生により逸脱する可能性がある評価条件を抽出し、その評価条件の組合せに応じた具体的な事故シナリオを想定し、臨界の発生可能性を検討する。臨界の発生可能性を検討するに際しては、評価の前提条件として各MOX形態の初期値を取扱制限値に基づき設定する。

なお、評価に当たっては、臨界ベンチマーク実験の解析により、その信頼性が確認され、MOXに対する推定臨界下限中性子実効増倍率が 0.97 と検証されている計算コードシステム SCALE-4 の KENO-V.a コード又は KENO-V.a コードと同等である KENO-VIコード及び ENDF/B-IVライブラリを用いて解析を行う。

(1) 内部事象における臨界の発生可能性

a. 内部事象を起因として逸脱する可能性がある評価条件の抽出

設計上定める条件よりさらに厳しい条件として、設備・機器の多重の故障及び誤動作並びに繰り返しの誤操作を想定し、臨界に関連する評価条件である核燃料物質量、プルトニウム富化度、核分裂性プルトニウム割合、ウラン中のウラン-235 含有率、含水率及び形状寸法に対し、それぞれ逸脱の可能性を検討する。

(a) 核燃料物質量

質量管理を実施する単一ユニットへの核燃料物質の搬入については、ID番号の確認、秤量値の確認、計算機による取扱制限値以下の確認及び運転管理担当者による許可判断の条件を満たさなければ核燃料物質の搬送が行われない誤搬入防止機構を設ける設計である。ただし、設備・機器の多重の故障及び誤動作並びに繰り返しの誤操作により、誤搬入防止機構の機能が喪失し、核燃料物質が制限なく搬入可能な状態となった場合、単一ユニット内の核燃料物質量が取扱制限値を逸脱する可能性がある。

(b) プルトニウム富化度

再処理施設からプルトニウム富化度 60%以下の原料MOX粉末を受け入れるが、本施設内でプルトニウム富化度を上昇させる設備はないことから、逸脱する可能性はない。

(c) 核分裂性プルトニウム割合

再処理施設から核分裂性プルトニウム割合 83%以下の原料MOX粉末を受け入れるが、本施設内で核分裂性プルトニウム割合を上昇させる設備はないことから、逸脱する可能性はない。

(d) ウラン中のウラン-235 含有率

本施設で取り扱う希釈用ウランは、ウラン-235 含有率が天然ウラン中の含有率以下であり、本施設内でウラン-235 含有率を上昇させる設備はないことから、逸脱する可能性はない。

(e) 形状寸法

形状寸法管理を行う設備は、取扱制限値以上の核燃料物質を取り扱えない設計とすること、また混合機及びホッパは臨界が発生しない機器容積とすることから物理的に臨界が発生することはない。ただし、設備・機器の多重の故障及び誤動作並びに繰り返しの誤操作が発生し、混合機及びホッパ下部からMOXが漏えいし、グローブボックス底部へ堆積した場合、形状に期待できない状態になる可能性がある。

(f) 含水率（減速条件及び反射条件）

添加剤の投入については、ID番号の確認、秤量値の確認、計算機による取扱制限値以下の確認及び運転管理担当者による許可判断の条件を満たさなければ、誤投入防止バルブにより核燃料物質の搬送が行われない誤投入防止機構を設ける設計である。ただし、設備・機器の多重の故障及び誤動作並びに繰り返しの誤操作により、誤投入防止機構の機能が喪失し、添加剤が制限なく投入可能な状態となった場合、単一ユニット内の含水率が取扱制限値を逸脱する可能性がある。しかしながら、混合

機及びホッパはMOX粉末と添加剤のいかなる組合せの過剰投入を想定しても物理的に臨界が発生しない容積で設計することから、含水率の逸脱により臨界が発生する可能性はない。

上記検討のとおり、設計上定める条件よりさらに厳しい条件として、設備・機器の多重の故障及び誤動作並びに繰り返しの誤操作を想定した結果、逸脱する可能性がある評価条件として核燃料物質量及び形状寸法を抽出した。

臨界に関連する評価条件	逸脱の可能性
核燃料物質量	誤搬入防止機構の機能が喪失することにより、核燃料物質量が逸脱する可能性がある。
プルトニウム富化度	本施設内でプルトニウム富化度を上昇させる設備はなく、逸脱の可能性はない。
核分裂性プルトニウム割合	本施設内で核分裂性プルトニウム割合を上昇させる設備はなく、逸脱の可能性はない。
ウラン中のウラン-235 含有率	本施設内でウラン-235 含有率を上昇させる設備はなく、逸脱の可能性はない。
形状寸法	混合機及びホッパ下部からMOXが漏えいしグローブボックス底部へ堆積した場合、形状に期待できない状態になる可能性がある。
含水率（減速条件及び反射条件）	誤投入防止機構の機能が喪失することにより、添加剤が過剰に投入されて含水率が上昇する可能性はあるが、混合機及びホッパは臨界が発生しない容積で設計することから、含水率の逸脱により臨界が発生する可能性はない。

b. 内部事象を起因とした事故シナリオ

内部事象を起因として逸脱する可能性がある評価条件として抽

出した核燃料物質量及び形状寸法に対し、組合せに応じた事故シナリオを設定する。

検討のステップとして、まず核燃料物質量の逸脱が継続的に発生する状況を想定して事故シナリオを設定する。次に、核燃料物質量が逸脱した状態において、さらに形状寸法にも期待できない状態が継続して発生する状況を想定し、事故シナリオを設定する。なお、単一ユニットにおいてMOX質量が取扱制限値以下であれば、MOXがいかなる形状で集積しても臨界に至ることはないことから、形状寸法単独の逸脱は想定しない。

(a) 内部事象ステップ1

はじめに核燃料物質量の逸脱を想定する。

核燃料物質量の逸脱は、誤搬入防止機構の機能が喪失し、核燃料物質が制限なく搬入可能な状態となった場合に発生する可能性があることから、MOXが収納された容器が貯蔵施設からグローブボックスに継続的に搬入され、取扱制限値を超えて核燃料物質が集積する状況を事故シナリオとする。

(b) 内部事象ステップ2

次に核燃料物質量の逸脱に加え、形状寸法に期待できない状況を想定する。

核燃料物質量の逸脱は、誤搬入防止機構の機能が喪失し、核燃料物質が制限なく搬入可能な状態となった場合に発生する可能性があり、一方、形状寸法に期待できない状況は、混合機及びホッパ下部からMOXが漏えいした場合に発生する可能性があることから、MOXが収納された容器が貯蔵施設からグロー

ブボックスに継続的に搬入され、さらに混合機及びホッパ内へMOXが過剰投入されて、混合機及びホッパ下部からMOXが漏えいしてグローブボックス底部へ堆積する状況を事故シナリオとする。

臨界に関連する評価条件	内部事象ステップ1	内部事象ステップ2
核燃料物質量	単一ユニット内に核燃料物質が制限なく搬入可能な状態となることを想定	単一ユニット内に核燃料物質が制限なく搬入可能な状態となることを想定
形状寸法	設備・機器の形状寸法は健全であると想定	混合機及びホッパ下部からMOXが漏えいすることを想定



事故シナリオ	グローブボックス内への容器の異常搬入並びに混合機及びホッパ内へのMOXの過剰投入	混合機及びホッパ下部からのMOX漏えいによるグローブボックス底部への堆積
--------	--	--------------------------------------

(c) グローブボックス内への容器の異常搬入並びに混合機及びホッパ内へのMOXの過剰投入

MOXが収納された容器が貯蔵施設からグローブボックスに継続的に搬入され、取扱制限値を超えて核燃料物質が集積する状況を事故シナリオとし、臨界の発生可能性を検討する。

本検討においては、MOXが収納された容器を搬送装置の可動域内で物理的に可能な範囲で最密に配置し、さらにMOXが混合機及びホッパ内に満杯に投入された場合のグローブボックス内に入り得るMOXの最大集積量を算定する。MOXの最大

集積量の算定は、当該グローブボックス内に設置する搬送装置の構造から乗載可能な容器数を算定し、次に搬送装置以外の機器で取扱いが可能な容器数を算定して、グローブボックス内に入り得る容器数を算定する。また、粉末回収装置で回収し得るMOX粉末量並びに混合機及びホッパに満杯に投入された場合のMOX量を算定し、これら全てを合算してグローブボックス内に入り得るMOXの最大集積量とする。

次に、算定した各グローブボックスのMOXの最大集積量とMOX形態ごとの未臨界質量を比較する。ここで未臨界質量とは、水反射体 2.5cm，球形状モデルにて計算した中性子実効増倍率が推定臨界下限増倍率 0.97 以下となる質量であり，MOXの最大集積量が未臨界質量を超えなければ，いかなる集積状態においても臨界に至ることはないと判定する。未臨界質量の評価条件を第 3.3.3-1 表に，評価結果を第 3.3.3-2 表に示す。

全てのグローブボックスを対象に評価を行った結果，以下のグローブボックスにおいてMOXの最大集積量が未臨界質量を超える結果となった。各グローブボックスのMOXの最大集積量を第 3.3.3-3 表に示す。

- ・原料MOX粉末缶取出装置グローブボックス
- ・原料MOX粉末秤量・分取装置グローブボックス
- ・予備混合装置グローブボックス
- ・一次混合粉末秤量・分取装置グローブボックス
- ・均一化混合装置グローブボックス

- ・回収粉末処理・詰替装置グローブボックス
- ・回収粉末処理・混合装置グローブボックス

i. 分散配置したモデルによる臨界評価

未臨界質量は、MOXが一箇所に球形状に集積したと仮定した極めて厳しい条件で算定した値であり、実際にはグローブボックス内のMOXは分散して存在していることから、グローブボックス内の総MOX量が未臨界質量を超えたとしても必ずしも臨界が発生するわけではない。そこで、MOXの集積量が未臨界質量を超えるグローブボックスに対し、MOXを分散配置したモデルにより臨界評価を行う。

ii. 評価モデルの設定方法

分散配置したモデルは、容器及び機器にMOXが収納された単位で体積が等価な1つの球としてモデル化し、設備の構造に基づき配置することを基本とする。

ここでは、均一化混合装置を代表例として、当該設備の構造に基づきMOXを分散配置したモデルの考え方を以下に示す。

(i) 均一化混合装置グローブボックスで取り扱うJ85 1容器に

収納されたMOXを体積が等価な1つの球にモデル化する。

J85のMOX質量の取扱制限値 $90\text{kg}\cdot\text{MOX}$ と粉末密度 $5\times 10^3\text{kg}/\text{m}^3$ から球半径を16.3cmと設定する。

(ii) 粉末回収装置で回収するMOX粉末は少量であるため、最

も大きい球に合算して考慮する。均一化混合装置グローブボックス内でMOX量が最大となる満杯時の均一化混合機 $1850\text{kg}\cdot\text{MOX}$ に、CS・RS保管ポット $3\text{kg}\cdot\text{MOX}$ 、粉末

回収装置のカップ 10kg・MOX及び 13kg・MOXを加えた合計 1876kg・MOXと粉末密度 $5 \times 10^3 \text{kg/m}^3$ から球半径を 44.8cm と設定する。

- (iii) 搬送コンベア上に配置する球の間隔は、容器同士が接したときの中心間距離と同じ間隔で配置し、J85 容器下部の搬送板の外寸が cm であることから、J85 をモデル化した球の中心間距離も cm として配置する。

また、搬送コンベア上に配置する球の数は、設計上搬送装置に乘載可能な数ではなく、より厳しい評価となるようにグローブボックス長手方向の外寸を超える数の球を配置する。均一化混合装置グローブボックスにおいて搬送コンベアに物理的に乘載可能な J85 は 6 容器であるが、グローブボックス長手方向の外寸が cm であることから J85 をモデル化した球を一行に 10 個配置する。

- (iv) 混合機をモデル化した球と各容器をモデル化した球は当該設備の構造に基づいて配置するが、表面間の距離が 30cm より大きい場合は、混合機をモデル化した球と各容器をモデル化した球は表面から 30cm の離隔距離を取り配置する。

- (v) 最も低い位置及び最も高い位置にある球の表面から 50cm 離れた位置を床及び天井とし、厚さ 1 m のコンクリートを配置する。また、最も外側にある球の表面から 1 m 離れた位置の四方を壁とし、厚さ 1 m のコンクリートを配置する。

iii. 評価の判定基準

計算コードシステム SCALE-4 の KENO-V. a コード及び

は商業機密の観点から公開できません。

ENDF/B-IVライブラリを用いて計算した結果、標準偏差の3倍を考慮した中性子実効増倍率が、推定臨界下限増倍率 0.97 を下回る場合、臨界に至らないと判定する。

iv. 分散配置したモデルによる臨界評価結果

MOXの集積量が未臨界質量を超えるグローブボックスの臨界解析結果を以下に示す。また、各グローブボックスを分散配置したモデルを第3.3.3-1図に示す。

評価の結果、全てのグローブボックスにおいて中性子実効増倍率が0.97を下回ることから、MOXが収納された容器が搬送装置の可動域内で物理的に配置可能な範囲でグローブボックス内に搬入され、さらにMOXが混合機及びホッパ内に満杯に投入されることを想定した場合においても臨界に至ることはない。

グローブボックス	中性子実効増倍率
原料MOX粉末缶取出装置グローブボックス	0.658
原料MOX粉末秤量・分取装置グローブボックス	0.763
予備混合装置グローブボックス	0.933
一次混合粉末秤量・分取装置グローブボックス	0.780
均一化混合装置グローブボックス	0.944
回収粉末処理・詰替装置グローブボックス	0.851
回収粉末処理・混合装置グローブボックス	0.931

(d) 混合機及びホッパ下部からのMOX漏えいによるグローブボックス底部への堆積

MOXが収納された容器が貯蔵施設からグローブボックスに

継続的に搬入され、さらに混合機及びホッパ内へMOXが過剰投入されて、混合機及びホッパ下部からMOXが漏えいしてグローブボックス底部へ堆積する状況を事故シナリオとし、臨界の発生可能性を検討する。

本検討においては、貯蔵施設から当該グローブボックスへ容器が誤搬入され続ける状態を想定し、グローブボックス内に集積したMOXが未臨界質量に至るまでに要する時間を算定する。なお、未臨界質量は、「(c) グローブボックス内への容器の異常搬入並びに混合機及びホッパ内へのMOXの過剰投入」において示した値を用いる。

評価対象は、容器を自動で反転させる機構を有し、人為的な操作を介さずに内蔵するMOX粉末を取り出してグローブボックス底部に堆積させることが可能な以下のグローブボックスとする。なお、造粒装置グローブボックスは容器を自動で反転させる機構を有するが、本装置の粉末を排出する位置が、機器配置上容器を昇降し反転させる装置の手前に位置しているため、粉末排出位置にMOX粉末が漏えいし、堆積すると、搬送経路が塞がれ、それ以上の容器の搬送が困難となる。このため、造粒装置グローブボックスは評価対象から除外する。

- ・原料MOX粉末秤量・分取装置グローブボックス
- ・予備混合装置グローブボックス
- ・ウラン粉末・回収粉末秤量・分取装置グローブボックス
- ・一次混合粉末秤量・分取装置グローブボックス
- ・均一化混合装置グローブボックス

- ・回収粉末処理・混合装置グローブボックス
- ・添加剤混合装置グローブボックス
- ・回収粉末処理・詰替装置グローブボックス
- ・分析試料採取・詰替装置グローブボックス

(i) 未臨界質量に至る所要時間の算定方法

貯蔵施設から搬送設備を介して当該グローブボックスへ容器を搬送し、未臨界質量に至るまでに要する時間を以下の条件により算定する。

ここでは、均一化混合装置を代表例として、未臨界質量に至る所要時間の算定方法を説明する。

- (i)-1 搬送設備は同時に複数容器を取り扱うことはできず、容器同士がすれ違うことができない設計である。したがって、粉末一時保管設備から当該グローブボックスへの容器の搬送時間に加え、空容器の返送に要する時間も考慮する。粉末一時保管設備から均一化混合装置グローブボックスへの容器の搬送時間を 10 分とし、返送に要する時間も 10 分として算定する。
- (i)-2 自動運転において特定の処理をスキップすることはできないため、グローブボックス内に搬入した容器の上昇、反転、下降及び粉末混合に要する時間を考慮する。均一化混合装置においては J 85 3 容器分を 1 バッチとして混合処理を行い、3 容器分の上昇、反転、下降及び 1 回の均一化混合に要する時間を 分として算定する。

は商業機密の観点から公開できません。

(ii) 評価の判定基準

本施設における勤務形態は、第1シフト及び第2シフトでMOX燃料加工の加工工程の運転を行い、第3シフトでは、第2シフトに引き続き焼結炉の運転を行うことを基本とし、各シフトの開始前には必ず始業前点検を実施する計画である。また、設備監視カメラによるグローブボックス内部の監視並びにガンマ線エリアモニタ及び中性子線エリアモニタによる放射線レベルの監視を実施する。

したがって、算定した未臨界質量に至るまでに要する時間が、始業前点検を実施する間隔である1シフト分（8時間）以上となる場合、異常の検知が可能であり臨界に至ることはないと判定する。

(iii) 未臨界質量に至る所要時間の評価結果

容器を自動で反転させる機構を有し、内蔵するMOXを取り出してグローブボックス底部に堆積させることが可能なグローブボックスが、未臨界質量に至るまでに要する時間を第3.3.3-4表に示す。

評価の結果、全てのグローブボックスにおいて未臨界質量に至るまでに1シフト以上を要することから、MOXが収納された容器が貯蔵施設からグローブボックスに継続的に搬入され、さらに混合機及びホッパ内へMOXが過剰に投入されて、混合機及びホッパ下部からMOXが漏えいしてグローブボックス底部へ堆積する状況を想定した場合においても、核燃料物質が堆積し未臨界質量を上回る状態となるには、MO

X粉末を内包する容器の貯蔵設備からグローブボックスまでの搬送時間及び必要な搬送回数を考慮すると最短でも半日程度を要し、1シフトごとに実施する始業前点検において、異常を検知し、所要の対応を講ずることが可能であることから、臨界に至ることはない。

c. 内部事象を起因とした臨界の発生可能性の結論

内部事象を起因として逸脱する可能性がある評価条件として、核燃料物質量の逸脱及び核燃料物質量の逸脱に加え形状寸法に期待できない状況を想定し、事故シナリオを検討した場合においても臨界に至ることはないことを確認した。よって、本施設において内部事象を起因として臨界に至る可能性はない。

(2) 外部事象における臨界の発生可能性

a. 外部事象を起因として逸脱する可能性がある評価条件の抽出

設計上定める条件よりさらに厳しい条件として、基準地震動を超える地震動による地震の発生を想定し、臨界に関連する評価条件である核燃料物質量、プルトニウム富化度、核分裂性プルトニウム割合、ウラン中のウラン-235含有率、含水率及び形状寸法に対し、それぞれ逸脱の可能性を検討する。

(a) 核燃料物質量

質量管理を行う単一ユニットは、中性子実効増倍率が0.95に対応する値以下に設定した取扱制限値以内で核燃料物質量を管理しており、基準地震動を超える地震動による地震が発生し、設備の破損又は外部電源の喪失を想定した場合、核燃料物質の搬送が停止することから、核燃料物質量が逸脱

する可能性はない。

(b) プルトニウム富化度

再処理施設からプルトニウム富化度 60%以下の原料MOX粉末を受け入れるが、基準地震動を超える地震動による地震の発生とプルトニウム富化度の上昇には因果関係がないことから、逸脱する可能性はない。

(c) 核分裂性プルトニウム割合

再処理施設から核分裂性プルトニウム割合 83%以下の原料MOX粉末を受け入れるが、基準地震動を超える地震動による地震の発生と核分裂性プルトニウム割合の上昇には因果関係がないことから、逸脱する可能性はない。

(d) ウラン中のウラン-235含有率

本施設で取り扱う希釈用ウランは、ウラン-235含有率が天然ウラン中の含有率以下であり、基準地震動を超える地震動による地震の発生とウラン-235含有率の上昇には因果関係がないことから、逸脱する可能性はない。

(e) 形状寸法

形状寸法管理を行う設備は、取扱制限値以上の核燃料物質が入らない構造で設計し、また混合機及びホッパは臨界が発生しない機器容積で設計するが、基準地震動を超える地震動による地震の発生により設備が過大に変形又は破損し、形状寸法に期待できない状態になる可能性がある。

(f) 含水率（減速条件及び反射条件）

MOX粉末に添加する添加剤は、必要量を運転員が秤量し、

バッグインによりグローブボックス内に搬入し、混合機に投入する設計である。このため、基準地震動を超える地震動による地震の発生により添加剤の誤投入防止バルブが破損することを想定した場合においても、添加剤が過剰に投入されてMOX粉末の含水率が異常に上昇することはない。

ただし、基準地震動を超える地震動による地震の発生により溢水源となり得る水配管及び堰が破損し、核燃料物質を取り扱う室内に水が浸入することを想定した場合、含水率が上昇する可能性がある。

上記検討のとおり、設計上定める条件よりさらに厳しい条件として、基準地震動を超える地震動による地震の発生を想定した場合、逸脱する可能性がある評価条件として形状寸法及び含水率の2つを抽出した。

臨界に関連する評価条件	逸脱の可能性
核燃料物質量	設備の破損又は外部電源の喪失が発生した場合，核燃料物質の搬送が停止することから，核燃料物質量が逸脱する可能性はない。
プルトニウム富化度	地震の発生とプルトニウム富化度の上昇には因果関係はなく，逸脱する可能性はない。
核分裂性プルトニウム割合	地震の発生と核分裂性プルトニウム割合の上昇には因果関係はなく，逸脱する可能性はない。
ウラン中のウラン-235 含有率	地震の発生とウラン-235 含有率の上昇には因果関係はなく，逸脱する可能性はない。
形状寸法	設備の過大な変形又は破損により，形状寸法に期待できない状態になる可能性がある。
含水率（減速条件及び反射条件）	添加剤は必要量をバッグインにより搬入するため，誤投入防止バルブが破損しても添加剤が過剰に投入されることはない。一方，水配管及び堰が破損し，室内へ水が浸入することにより含水率が上昇する可能性がある。

b. 外部事象を起因とした事故シナリオ

外部事象を起因として逸脱する可能性がある評価条件として抽出した形状寸法及び含水率に対し，組合せに応じた事故シナリオを設定する。

検討のステップとして，まず設備の過大な変形又は破損により，形状寸法に期待できない状態を想定して事故シナリオを設定する。次に，形状寸法に期待できない状態において，さらに水と接触してMOXの含水率が上昇することを想定し，事故シナリオを設定する。なお，設備の形状寸法が維持されていれば，仮に室内に水

が浸入したとしても核燃料物質と接触することはないことから、含水率単独の逸脱は想定しない。

(a) 外部事象ステップ1

はじめに形状寸法に期待できない状態を想定する。

形状寸法に期待できない状態は、設備が過大に変形又は破損した場合に発生する可能性があることから、設備が破損し、MOXが集積する状況を事故シナリオとする。

(b) 外部事象ステップ2

次に形状寸法に期待できない状態に加え、水と接触してMOXの含水率が上昇することを想定する。

形状寸法に期待できない状態は、設備が過大に変形又は破損した場合に発生する可能性があり、一方、水と接触してMOXの含水率が上昇する状況は、水配管及び堰が破損し、室内に水が浸入した場合に発生する可能性があることから、設備が破損し、MOXが集積した状態において、さらに室内に水が浸入してMOXが没水する状況を事故シナリオとする。

臨界に関連する評価条件	外部事象ステップ1	外部事象ステップ2
形状寸法	設備が過大に変形又は破損することを想定	設備が過大に変形又は破損することを想定
含水率	水配管及び堰は健全であると想定	水と接触してMOXの含水率が上昇することを想定



事故シナリオ	設備の破損によるMOXの集積	室内への水の浸入によるMOXの没水
--------	----------------	-------------------

(c) 設備の破損によるMOXの集積

基準地震動を超える地震動による地震により設備が損傷し、MOXが集積する状況を事故シナリオとし、臨界の発生可能性を検討する。

質量管理を行う単一ユニットは、中性子実効増倍率が0.95以下に対応する値以下に設定した取扱制限値以下で核燃料物質量を管理することから、基準地震動を超える地震動による地震が発生し、形状寸法に期待できない状態になった場合においても臨界に至ることはない。そのため本検討においては、MOXを一箇所で大量に取り扱う貯蔵施設を対象に評価を行う。

貯蔵施設は、原料粉末を受け入れてから成形、被覆、組立を経て燃料集合体とするまでの各工程間の貯蔵及び燃料集合体出荷までの貯蔵を行う施設であるが、これらの施設はピット又は棚構造であり、貯蔵される核燃料物質間は施設の構成

部材で隔離されている。基準地震動を超える地震動による地震により貯蔵施設が過大に変形又は破損することを想定した場合においても、貯蔵施設の構成部材が喪失することは考えられず、核燃料物質の接近の障壁となり一箇所に集積することは考えられないが、本検討においては、仮想的にこれらの構成部材による間隔よりも核燃料物質が接近することを想定し臨界評価を行う。

評価対象の貯蔵施設は、以下の6施設とする。なお、スクラップ貯蔵設備、製品ペレット貯蔵設備及びペレット一時保管設備については、評価方法が同様であるため、最大貯蔵能力が最も大きいスクラップ貯蔵設備を代表として評価を行う。

- ・貯蔵容器一時保管設備
- ・原料MOX粉末缶一時保管設備
- ・粉末一時保管設備
- ・スクラップ貯蔵設備
- ・燃料棒貯蔵設備
- ・燃料集合体貯蔵設備

i. 貯蔵容器一時保管設備

貯蔵容器一時保管設備の一時保管ピットは、混合酸化物貯蔵容器を一時保管するため4行8列のピットを配置し、32体の保管容量を有する設計である。

一時保管ピットは、各ピットに蓋を備えており、鉛直方向の加速度を受けても混合酸化物貯蔵容器がピットから飛び出すことはなく、ピットが破損した場合においても、ピ

ットの部材が障壁となり，混合酸化物貯蔵容器同士が接触することは考えられない。

しかしここでは，基準地震動を超える地震動による地震により，仮に一時保管ピットが破損して，混合酸化物貯蔵容器が落下し，集積した状態を想定して臨界の発生可能性を検討する。

(i) 評価モデルの設定

最大保管量である 32 体の混合酸化物貯蔵容器が全て床面に落下し，2 行 8 列 2 段に近接した状態を想定して臨界解析を行う。

混合酸化物貯蔵容器の上部のフランジ部の直径は，胴部（粉末缶を収納する部分）の直径より大きくなっているため，混合酸化物貯蔵容器が落下しても全ての混合酸化物貯蔵容器の胴部が密接した状態となることはないが，ここではより厳しい評価となるように混合酸化物貯蔵容器の胴部が密接した状態で評価する。また，貯蔵容器一時保管設備の床面は，全ての混合酸化物貯蔵容器を横にした状態で 1 段に並べることができるだけの面積を有するが，ここでは混合酸化物貯蔵容器が密接した状態で 2 段に積み重なった状態を想定する。解析モデル及び解析条件を第 3.3.3-5 表に示す。

(ii) 評価の判定基準

計算コードシステム SCALE-4 の KENO-V.a コード及び ENDF/B-IV ライブラリを用いて計算した結果，標準偏差の 3 倍を考慮した中性子実効増倍率が，推定臨界下限増倍率 0.97 を

下回る場合、臨界に至らないと判定する。

(iii) 評価結果

上記の条件で計算した結果、標準偏差の3倍を考慮した中性子実効増倍率は最大 0.825 であり、混合酸化物貯蔵容器の近接を想定しても臨界に至ることはない。

ii. 原料MOX粉末缶一時保管設備

原料MOX粉末缶一時保管設備の原料MOX粉末缶一時保管装置は、粉末缶を一時保管するため2行12列のピットを配置し、24缶の保管容量を有する設計である。

本設備で取り扱う粉末缶は、ネジ込み蓋を有することから、内包するMOX粉末が容易に飛散することはない。また円筒形状であることから、仮にピットから飛び出した場合においても複数段積み上がることはない。原料MOX粉末缶一時保管装置は、各ピットに蓋を備えており、鉛直方向の加速度を受けても粉末缶がピットから飛び出すことはなく、ピットが破損した場合においても、ピットの部材が障壁となり、粉末缶同士が接触することは考えられない。

しかしここでは、基準地震動を超える地震動による地震により、仮に原料MOX粉末缶一時保管装置が破損し、粉末缶同士が近接した状態を想定して臨界の発生可能性を検討する。

(i) 評価モデルの設定

原料MOX粉末缶一時保管装置の構成部材が喪失することを仮想し、粉末缶が2行無限配列に近接した状態を想定して臨界解析を行う。解析モデル及び解析条件を第3.3.3-5表

に示す。

(ii) 評価の判定基準

計算コードシステム SCALE-4 の KENO-V.a コード及び ENDF/B-IVライブラリを用いて計算した結果、標準偏差の3倍を考慮した中性子実効増倍率が、推定臨界下限増倍率 0.97 を下回る場合、臨界に至らないと判定する。

(iii) 評価結果

上記の条件で計算した結果、標準偏差の3倍を考慮した中性子実効増倍率は最大 0.862 であり、粉末缶の近接を想定しても臨界に至ることはない。

iii. 粉末一時保管設備

粉末一時保管設備の粉末一時保管装置は、容器を一時保管するため、47 行 2 列のピットを配置し、94 容器の保管容量を有する設計である。

粉末一時保管装置で取り扱う容器は全数ピットに保管され容易に飛び出す構造ではなく、ピットが破損した場合においても、ピットの部材が障壁となり、容器同士が接触することは考えられない。さらに、粉末一時保管装置グローブボックスの高さは、パネル面から東西の壁までの距離を上回っているため、仮に設備が破損した場合においても空間的に横転することはない。容器がピットを飛び出して内部のMOX粉末が漏えいすることはない。

しかしここでは、基準地震動を超える地震動による地震により、仮に粉末一時保管装置が破損し、容器同士が近接した状態

を想定して臨界の発生可能性を検討する。

(i) 評価モデルの設定

粉末一時保管装置の構成部材が喪失することを仮想し、粉末一時保管装置で取り扱う容器である J 60 又は J 85 が 2 列無限配列に近接した状態を想定して臨界解析を行う。解析モデル及び解析条件を第 3.3.3-5 表に示す。

(ii) 評価の判定基準

計算コードシステム SCALE-4 の KENO-V.a コード及び ENDF/B-IV ライブラリを用いて計算した結果、標準偏差の 3 倍を考慮した中性子実効増倍率が、推定臨界下限増倍率 0.97 を下回る場合、臨界に至らないと判定する。

(iii) 評価結果

上記の条件で計算した結果、標準偏差の 3 倍を考慮した中性子実効増倍率は最大 0.753 であり、容器の近接を想定しても臨界に至ることはない。

iv. スクラップ貯蔵設備

スクラップ貯蔵設備のスクラップ貯蔵棚は、CS 粉末、CS ペレット、RS 粉末又は RS ペレット入りの CS・RS 保管ポットを積載した 9 缶バスケットを貯蔵するため、1 台当たり 6 段 7 列の棚を有し、5 台の貯蔵棚で 210 容器の貯蔵容量を有する設計である。

スクラップ貯蔵棚で取り扱う 9 缶バスケットは収納パレットに収納された状態で保管し、CS・RS 保管ポットは落下しても容易に MOX が漏えいしないよう蓋を設ける設計とすること

から、本設備の棚から落下した場合においてもMOXが密に集積することはない。

しかしここでは、基準地震動を超える地震動による地震により、仮にスクラップ貯蔵棚が破損し、グローブボックス床面に隙間なく集積することを想定して臨界の発生可能性を検討する。

(i) 評価モデルの設定

スクラップ貯蔵棚から収納パレットが全数落下し、グローブボックス底面積から貯蔵棚の設置面積を除いたスペースに、直方体形状に焼結ペレットが集積した状態を想定して臨界解析を行う。

CS・RS保管ポットに貯蔵する焼結ペレットは9缶バスケットに収納され、さらに収納パレットに収納された状態で保管することから、落下した場合これらの構造部材により本来空隙が生じるが、ここではより厳しい評価となるようにMOXが隙間なく堆積するとして評価を行う。また、焼結ペレットは円筒形状であることから、最密に集積した場合でも必ず空隙が生じるが、本評価においてはより厳しい評価となるようにこれも無視する。解析モデル及び解析条件を第3.3.3-5表に示す。

(ii) 評価の判定基準

計算コードシステム SCALE-4 の KENO-V.a コード及び ENDF/B-IVライブラリを用いて計算した結果、標準偏差の3倍を考慮した中性子実効増倍率が、推定臨界下限増倍率 0.97 を下回る場合、臨界に至らないと判定する。

(iii) 評価結果

上記の条件で計算した結果、標準偏差の3倍を考慮した中性子実効増倍率は最大0.674であり、焼結ペレットがグローブボックス床面に隙間なく集積することを想定しても臨界に至ることはない。

v. 燃料棒貯蔵設備

燃料棒貯蔵設備の燃料棒貯蔵棚は、貯蔵マガジンを保管するため、4段10行及び4段8行の2台で構成し、72基の貯蔵マガジンを貯蔵する設計である。

燃料棒貯蔵棚はスライド式の蓋を備えており、貯蔵マガジンが容易に飛び出す構造ではなく、棚が破損した場合においても、燃料棒貯蔵棚の部材が障壁となり、貯蔵マガジン同士が接触することは考えられない。

しかしここでは、基準地震動を超える地震動による地震により、仮に燃料棒貯蔵棚が破損し、貯蔵マガジン同士が近接した状態を想定して臨界の発生可能性を検討する。

(i) 評価モデルの設定

燃料棒貯蔵棚の構成部材が破損することを仮想し、貯蔵マガジンが4段積み重なった状態で行方向無限配列に近接した状態を想定して臨界解析を行う。解析モデルにおいて貯蔵マガジ間は、上下方向は密着した状態とし、横方向は燃料棒貯蔵棚の構造材を考慮して貯蔵マガジンの中心間距離を40cmとして設定する。解析モデル及び解析条件を第3.3.3-5表に示す。

(ii) 評価の判定基準

計算コードシステム SCALE-4 の KENO-V.a コード及び

ENDF/B-IVライブラリを用いて計算した結果、標準偏差の3倍を考慮した中性子実効増倍率が、推定臨界下限増倍率 0.97 を下回る場合、臨界に至らないと判定する。

(iii) 評価結果

上記の条件で計算した結果、標準偏差の3倍を考慮した中性子実効増倍率は最大 0.967 であり、貯蔵マガジンの近接を想定しても臨界に至ることはない。

vi. 燃料集合体貯蔵設備

燃料集合体貯蔵設備の燃料集合体貯蔵チャンネルは、220 チャンネルを設け、1チャンネル当たりBWR燃料集合体4体又はPWR燃料集合体1体を貯蔵する設計である。

燃料集合体貯蔵チャンネルには蓋を備えており、鉛直方向の加速度を受けても燃料集合体がチャンネルから飛び出すことはなく、チャンネルが破損した場合においても、ステンレス鋼製のガイド管及び外管が障壁となり、燃料集合体同士が接触することは考えられない。

しかしここでは、基準地震動を超える地震動による地震により、仮に燃料集合体貯蔵チャンネルが破損し、燃料集合体同士が近接した状態を想定して臨界の発生可能性を検討する。

(i) 評価モデルの設定

燃料集合体貯蔵チャンネルの構成部材が破損することを仮想し、燃料集合体貯蔵チャンネルが南北方向に10個接近した状態で、東西方向に無限配列に近接した状態を想定して臨界解析を行う。解析モデル及び解析条件を第3.3.3-5表に示す。

(ii) 評価の判定基準

計算コードシステム SCALE-4 の KENO-V.a コード及び ENDF/B-IVライブラリを用いて計算した結果、標準偏差の3倍を考慮した中性子実効増倍率が、推定臨界下限増倍率 0.97 を下回る場合、臨界に至らないと判定する。

(iii) 評価結果

上記の条件で計算した結果、標準偏差の3倍を考慮した中性子実効増倍率は最大 0.965 であり、燃料集合体チャンネルの近接を想定しても臨界に至ることはない。

(d) 室内への水の浸入によるMOXの没水

基準地震動を超える地震動による地震により、設備が破損し、MOXが集積した状態において、さらに室内に水が浸入してMOXが没水する状況を事故シナリオとし、臨界の発生可能性を検討する。

本検討においては、燃料加工建屋内の水配管及び堰が破損して、溢水が発生する状況を想定し、各階の水位を算定する。算定した溢水水位を用い、集積したMOXと水の接触を考慮したモデルにより臨界評価を行う。

なお、水配管は工程室から可能な限り排除する設計とすることから、溢水経路としては、発生した溢水が工程室外の階段及びエレベータシャフトを通過して下階に落水し、一旦廊下に拡散した後緩やかに工程室に浸入するものと推定され、特定の工程室の水位が過渡的に上昇することは考えられない。また、地下3階より低い場所に位置する床ドレン回収槽室は 350m³ の

空間体積を有し、燃料加工建屋の保有水全量を収納することができることから、本来地下3階に溢水が滞留することはないが、ここではより厳しい評価となるような条件で水位を算定し、評価を行う。

i. 溢水による水位の算定方法

溢水による水位は以下の条件に基づき、各階の溢水量を算定し、滞留面積で除することにより定める。

- (i) 溢水源として燃料加工建屋内の全ての水配管の破損を想定する。
- (ii) 廊下と接する部屋の扉は水密性がない扉であっても、より厳しい評価となるように水は通過しないものとして評価する。
- (iii) 地下3階以外の階の評価においては、溢水は下階に落水しないと仮定して溢水水位を算定する。ただし、地上1階に関しては、燃料集合体貯蔵設備の貫通孔及び床の開口部があることから水の滞留は想定しない。
- (iv) 地下3階の水位算定においては、地下3階より低い場所に位置する北エレベータ及び南エレベータのピット部並びに床ドレン回収槽への落水を考慮する。なお、本評価においては、より厳しい評価となるように床ドレン回収槽第1, 2室の空間体積を期待せずに溢水水位を算定する。
- (v) 階ごとの水位については、最も水位が高くなる部屋のみが浸水することを想定し、そのときの水位を各階の代表水位として評価する。他エリアの堰の破損による水の流出は想定しない。

各階で考慮した滞留範囲を第 3.3.3-2 図に、各階における代表水位を以下に示す。

階層	代表水位
地下 1 階	15cm
地下 2 階	15cm
地下 3 階	9 cm

ii. 評価対象設備

以下のとおり、MOXと水の接触が考えられる設備を対象に評価を行う。

(i) 設備の破損によるMOXの集積で対象とした貯蔵施設のうち、以下に示す設備を評価対象とする。なお、スクラップ貯蔵設備、製品ペレット貯蔵設備及びペレット一時保管設備については、評価方法が同様であるため、最大貯蔵能力が最も大きいスクラップ貯蔵設備を代表として評価を行う。

- ・貯蔵容器一時保管設備
- ・原料MOX粉末缶一時保管設備
- ・粉末一時保管設備
- ・スクラップ貯蔵設備

なお、燃料棒貯蔵設備については、仮に燃料棒貯蔵棚から貯蔵マガジンが落下した場合においても、配置上貯蔵マガジン入出庫装置の走行レール（高さ cm）上に落下し、一方、燃料棒貯蔵設備を設置する地下 2 階の代表水位は 15cm であり貯蔵マガジンが落下したとしても水と接触することはな

は商業機密の観点から公開できません。

いことから、評価対象外とする。

また、燃料集合体貯蔵設備は貯蔵チャンネルが外管とガイド管で構成されており、下部に燃料集合体冷却のための貫通孔を有する設計である。このため溢水により燃料集合体貯蔵室に水が流入した場合においても、貫通孔を通して下の階に落水し、貯蔵チャンネルが没水することはないことから、評価対象外とする。

(ii) 単一ユニットを構成するグローブボックスのうち取扱制限値（ $P_u * \text{質量}$ ）が最も大きい単一ユニットは焼結炉ユニットA、焼結炉ユニットB及び焼結炉ユニットCであるが、焼結ペレットが水と接触することを想定した評価は、スクラップ貯蔵設備を対象とした評価に包含されることから、粉末形態でMOXを取り扱う単一ユニットの中で取扱制限値（ $P_u * \text{質量}$ ）が最も大きい均一化混合装置グローブボックスを代表として評価を行う。

(iii) 貯蔵マガジン、組立マガジン及び燃料集合体を取り扱う室において水が浸入し、床上に落下した貯蔵マガジン、組立マガジン及び燃料集合体が没水することを想定し評価を行う。

iii. 貯蔵容器一時保管設備

(i) 評価モデルの設定

第 3.3.3-5 表で示した混合酸化物貯蔵容器 32 体が隙間なく 2 行 8 列 2 段配列で近接したモデルに対して、貯蔵容器一時保管設備を設置する地下 3 階の代表水位である 9 cm の没水を考慮したモデルにより評価を行う。なお、混合酸化物貯蔵

容器は仮に落下しても破損しない高さで取り扱う設計として
いることから、混合酸化物貯蔵容器内への水の浸入は想定し
ない。

(ii) 評価の判定基準

計算コードシステム SCALE-4 の KENO-V.a コード及び
ENDF/B-IVライブラリを用いて計算した結果、標準偏差の3倍
を考慮した中性子実効増倍率が、推定臨界下限増倍率 0.97 を
下回る場合、臨界に至らないと判定する。

(iii) 評価結果

上記の条件で計算した結果、標準偏差の3倍を考慮した中
性子実効増倍率は最大 0.894 であり、混合酸化物貯蔵容器の
近接に加え、室内への水の浸入を想定しても臨界に至ること
はない。

iv. 原料MOX粉末缶一時保管設備

(i) 評価モデルの設定

第 3.3.3-5 表で示した粉末缶が 2 行無限配列に近接したモ
デルに対して、原料MOX粉末缶一時保管設備を設置する地下
3階の代表水位である 9 cm の没水を考慮したモデルにより評
価を行う。なお、原料MOX粉末缶一時保管装置には各ピット
に蓋を備えており、鉛直方向の加速度を受けても粉末缶がピッ
トから飛び出すことはないことから、粉末缶内への水の浸入は
想定しない。

(ii) 評価の判定基準

計算コードシステム SCALE-4 の KENO-V.a コード及び

ENDF/B-IVライブラリを用いて計算した結果、標準偏差の3倍を考慮した中性子実効増倍率が、推定臨界下限増倍率 0.97 を下回る場合、臨界に至らないと判定する。

(iii) 評価結果

上記の条件で計算した結果、標準偏差の3倍を考慮した中性子実効増倍率は最大 0.789 であり、粉末缶の近接に加え、室内への水の浸入を想定しても臨界に至ることはない。

v. 粉末一時保管設備

(i) 評価モデルの設定

第 3.3.3-5 表で示した J 60 又は J 85 が 2 行無限配列に近接したモデルに対して、粉末一時保管設備を設置する地下 3 階の代表水位である 9 cm の没水を考慮したモデルにより評価を行う。なお、粉末一時保管装置で取り扱う容器は全数ピットに保管され容易に飛び出す構造ではないことから、容器内への水の浸入は想定しない。

(ii) 評価の判定基準

計算コードシステム SCALE-4 の KENO-V.a コード及び ENDF/B-IVライブラリを用いて計算した結果、標準偏差の3倍を考慮した中性子実効増倍率が、推定臨界下限増倍率 0.97 を下回る場合、臨界に至らないと判定する。

(iii) 評価結果

上記の条件で計算した結果、標準偏差の3倍を考慮した中性子実効増倍率は最大 0.667 であり、J 60 又は J 85 の近接に加え、室内への水の浸入を想定しても臨界に至ることはない。

vi. スクラップ貯蔵設備

(i) 評価モデルの設定

スクラップ貯蔵棚グローブボックスは、グローブボックス内底面の高さが 25cm であることから、スクラップ貯蔵設備を設置する地下 3 階の代表水位である 9 cm の没水を考慮した場合においてもグローブボックス内に落下した焼結ペレットが没水することはない。そのため、スクラップ貯蔵棚の焼結ペレットが全量グローブボックスを飛び出して、グローブボックス前面の床に落下、堆積することを想定し、スクラップ貯蔵設備を設置する地下 3 階の代表水位である 9 cm の没水を考慮したモデルにより評価を行う。

焼結ペレットの堆積を想定するに当たり、設備の破損による MOX の集積の評価においてはより厳しい評価となるように焼結ペレットが隙間なく堆積する条件で評価を行ったが、本評価のように水と接触する想定においては、焼結ペレットの間隙に適度に水が存在する方がより厳しい評価となることから、焼結ペレットが正方配列で堆積したモデルにより評価を行う。評価モデル及び解析条件を第 3.3.3-5 表に示す。

(ii) 評価の判定基準

計算コードシステム SCALE-4 の KENO-V.a コード及び ENDF/B-IV ライブラリを用いて計算した結果、標準偏差の 3 倍を考慮した中性子実効増倍率が、推定臨界下限増倍率 0.97 を下回る場合、臨界に至らないと判定する。

(iii) 評価結果

上記の条件で計算した結果、標準偏差の3倍を考慮した中性子実効増倍率は最大0.819であり、焼結ペレットの堆積に加え、室内への水の浸入を想定しても臨界に至ることはない。

vii. 単一ユニットを構成するグローブボックス

ここでは、MOX粉末を取り扱う単一ユニットの中で取扱制限値（Pu*質量）が最も大きい均一化混合装置グローブボックスを代表として評価を行う。

均一化混合機は、MOX粉末を所定のプルトニウム富化度に均一に混合する装置であり、1回の混合処理に最大J85で3容器分の270kg・MOXのMOX粉末を取り扱う。この均一化混合機は外径がグローブボックスのパネルを取り付けるフレーム一区画分の幅よりも大きいため、設備が破損した場合においてもグローブボックスから飛び出すことは考えられないが、本検討においては、基準地震動を超える地震動による地震により、仮に均一化混合装置グローブボックスが破損し、均一化混合機に内包するMOX粉末が全量工程室の床に堆積し、水と接触することを想定したモデルにより評価を行う。

(i) 評価モデルの設定

以下の考え方にに基づき評価モデルを設定する。

- (i)-1 均一化混合装置グローブボックスが破損し、均一化混合機に内包する全てのMOX粉末が工程室の床上に堆積することを想定する。堆積するMOX粉末量は、均一化混合機で取り扱う最大量である270kg・MOXとする。なお、粉末調整第5室には造粒装置グローブボックスを設置する設計であるが、均一

化混合装置グローブボックスと離れており、保有するMOX粉末が飛散し偶発的に一体化することは考えにくいことから、本評価において考慮しない。

(i)-2 自然になり得る最も厳しい評価となる形状として、MOX粉末が安息角で円すい形状に堆積することを想定する。

上記の形状に集積したMOX粉末に対して、均一化混合装置グローブボックスを設置する地下3階の代表水位である9cmの没水を考慮したモデルで評価を行う。評価モデル及び解析条件を第3.3.3-5表に示す。

(ii) 評価の判定基準

計算コードシステム SCALE-4 の KENO-VIコード及び ENDF/B-IVライブラリを用いて計算した結果、標準偏差の3倍を考慮した中性子実効増倍率が、推定臨界下限増倍率 0.97 を下回る場合、臨界に至らないと判定する。

(iii) 評価結果

上記の条件で評価した結果、標準偏差の3倍を考慮した中性子実効増倍率は 0.852 であり、均一化混合機に内包するMOX粉末が全量工程室の床上に堆積し、水と接触することを想定しても臨界に至ることはない。

viii. 組立マガジン，貯蔵マガジン，燃料集合体

(i) 評価モデルの設定

燃料棒の長さを無限長とした組立マガジン，貯蔵マガジン又は燃料集合体が設備の破損によって床に落下したモデルに対して，組立マガジン，貯蔵マガジン又は燃料集合体を取り扱う設

備を設置する地下2階又は地下1階の代表水位である15cmの没水を考慮したモデルとする。評価モデル及び評価条件を第3.3.3-5表に示す。

(ii) 評価の判定基準

計算コードシステム SCALE-4 の KENO-V.a コード及び ENDF/B-IV ライブラリを用いて計算した結果、標準偏差の3倍を考慮した中性子実効増倍率が、推定臨界下限増倍率 0.97 を下回る場合、臨界に至らないと判定する。

(iii) 評価結果

上記の条件で評価した結果、標準偏差の3倍を考慮した中性子実効増倍率は貯蔵マガジンの値が最も高く、最大 0.893 であり、組立マガジン、貯蔵マガジン又は燃料集合体の床への落下に加え、室内への水の浸入を想定しても臨界に至ることはない。

c. 外部事象を起因とした臨界の発生可能性の結論

外部事象を起因として逸脱する可能性がある評価条件として、形状寸法に期待できない状況の想定及び形状寸法に期待できない状況に加え、MOXと水が接触する状況を想定し、事故シナリオを検討した場合においても臨界に至ることはないことを確認した。よって、本施設において設計上定める条件より厳しい外部事象を起因として臨界に至る可能性はない。

第 3.3.3-1 表 未臨界質量の評価条件

MOX形態		Pu 富化度 (%)	含水率 (%)	密度 ($\times 10^3 \text{kg/m}^3$)	核分裂性 Pu 割合 (%)	ウラン中のウラン-235含有率 (%)
粉末	原料MOX粉末	60	0.5	4.0	83	1.6
	一次混合粉末	30	1.0	5.0		
	二次混合粉末	14	1.5	5.0		
	添加剤混合粉末	14	2.5	5.0		
ペレット	グリーンペレット	14	2.5	7.9		
	焼結ペレット	14	0.1	11.1		

第 3.3.3-2 表 未臨界質量の評価結果

MOX形態	未臨界質量 (kg・MOX)	$k_{eff}+3\sigma$
原料MOX粉末	300	0.932
一次混合粉末	650	0.951
二次混合粉末	2200	0.968
添加剤混合粉末	1500	0.960
グリーンペレット	600	0.956
焼結ペレット	850	0.965

第3.3.3-3表 各グローブボックスのMOXの最大集積量

グローブボックス	容器数	MOX集積量 (kg・MOX)
原料MOX粉末缶取出装置 グローブボックス	粉末缶：29 容器 原料MOXポット：1 缶	440
原料MOX粉末秤量・分取装置 グローブボックス	粉末缶：13 缶 J 18：2 基 分取ホッパA 分取ホッパB 原料MOXポット：1 缶 粉末回収装置	500
予備混合装置 グローブボックス	J 60：7 基 予備混合機 原料MOXポット：1 缶 粉末回収装置	1050
一次混合粉末秤量・分取装置 グローブボックス	J 60：16 基 CS・RS保管ポット：1 缶 篩分粉末ホッパ 粉末回収装置 一次混合粉末ホッパ	1610
均一化混合装置 グローブボックス	J 85：8 基 CS・RS保管ポット：1 缶 均一化混合機 粉末回収装置	2600
回収粉末処理・詰替装置 グローブボックス	J 60：3 基 ペレット保管容器：6 基 9 缶バスケット：9 基 CS・RS保管ポット：11 缶 粉末回収装置 反転装置付ホッパ 粗粉碎機 ポット反転装置	2020
回収粉末処理・混合装置 グローブボックス	J 60：10 基 CS・RS保管ポット：1 缶 回収粉末ホッパ（強制篩分機） 回収粉末混合機 粉末回収装置	1510

第 3.3.3-4 表 未臨界質量に至るまでに要する時間

核燃料物質の堆積が可能なグローブボックス	搬送容器	未臨界質量 (kg・MOX)	未臨界質量に至る時間 (h)
原料MOX粉末秤量・分取装置グローブボックス	粉末缶	300	20
予備混合装置グローブボックス	J60	650	17
ウラン粉末・回収粉末秤量・分取装置グローブボックス	J60	650	12
一次混合粉末秤量・分取装置グローブボックス	J60	650	13
均一化混合装置グローブボックス	J85	2200	31
回収粉末処理・混合装置グローブボックス	J60	650	21
添加剤混合装置グローブボックス	J85	1500	43
回収粉末処理・詰替装置グローブボックス	ペレット保管容器	850	32
分析試料採取・詰替装置グローブボックス	5 缶バスケット	650	79

第 3.3.3-5 表 外部事象を起因とする臨界評価モデル (1 / 9)

設備	計算モデル	モデル図	備考
<p>貯蔵容器 一時保管 設備</p>	<ul style="list-style-type: none"> 混合酸化物貯蔵容器 粉末缶 3 体を取納 ステンレス鋼 0.55cm 粉末缶 質量 15.1kg・MOX (13.3kg・(U+Pu)) Pu 富化度 60% 核分裂性Pu割合 83% U中のU-235含有率 1.6% 含水率 0.5% MOX密度 $1.8 \sim 4.0 \times 10^3 \text{kg/m}^3$ アルミニウム 0.55cm 混合酸化物貯蔵容器の配列 2段×8列×2行 雰囲気中水密度 $0 \sim 0.001 \times 10^3 \text{kg/m}^3$ 反射体条件 コンクリート 100cm 	<p>モデル図</p> <p> 混合酸化物貯蔵容器 普通コンクリート 雰囲気中水密度 ($0 \sim 0.001 \times 10^3 \text{kg/m}^3$) </p> <p>[単位: cm]</p>	<ol style="list-style-type: none"> 混合酸化物貯蔵容器は密閉構造であることから、溢水時においても水の浸入は想定されず、容器内部の粉末の含水率が変動することはない。また、容器内の雰囲気中水密度を $0 \times 10^3 \text{kg/m}^3$ とする。 溢水を想定しない場合の反射条件は反射体なしの場合より厳しい評価となるよう核燃料物質の周囲に水 2.5cm 反射とする。

第 3.3.3-5 表 外部事象を起因とする臨界評価モデル (2 / 9)

設備	計算モデル	モデル図	備考
<p>原料MOX 粉末缶一時 保管設備</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・粉末缶 質量 15.1kg・MOX (13.3kg・(U+Pu)) Pu 富化度 60% 核分裂性Pu割合 83% U中のU-235含有率 1.6% 含水率 0.5% MOX密度 $1.8 \sim 4.0 \times 10^3 \text{kg/m}^3$ 直径 20.4cm ・粉末缶の配列 1段×2行 (列方向無限) ・雰囲気中水密度 $0 \sim 0.001 \times 10^3 \text{kg/m}^3$ ・上下方向及び行方向の反射体条件 コンクリート 100cm 	<p style="text-align: center;">モデル図</p> <p style="text-align: right;">[単位 : cm]</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1) 溢水を考慮しても粉末缶内に水が浸入することは考えられないことから、含水率が変動することはない。 2) 溢水を想定しない場合の反射条件は反射体なしの場合より厳しい評価となるよう核燃料物質の周囲に水 2.5cm反射とする。

第 3.3.3-5 表 外部事象を起因とする臨界評価モデル (3 / 9)

設備	計算モデル	モデル図	備考
<p>粉末一時保管設備</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ J 60 質量 65kg・MOX Pu 富化度 30% 核分裂性Pu割合 83% U中のU-235含有率 1.6% 含水率 1.0% MOX密度 $1.8\sim 5.0\times 10^3\text{kg/m}^3$ 外径41cm×内径19cm ・ J 85 質量 90kg・MOX Pu 富化度 14% 核分裂性Pu割合 83% U中のU-235含有率 1.6% 含水率 2.5% MOX密度 $1.8\sim 5.0\times 10^3\text{kg/m}^3$ ・ 外径47cm×内径13.5cm ・ J 60または J 85の配列 1段×2列 (行方向無限) ・ 券囲気中水密度 $0\sim 0.001\times 10^3\text{kg/m}^3$ ・ 上下方向及び列方向の反射体条件 コンクリート 100cm 	<p>モデル図</p> <p>平面図</p> <p>側面図</p> <p> J60 普通コンクリート 券囲気中水密度 ($0\sim 0.001\times 10^3\text{kg/m}^3$) </p> <p>[単位: cm]</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1) 溢水を考慮しても J 60及び J 85内に水が浸入することは考えられないことから、含水率が変動することはない。 2) 溢水を想定しない場合の反射条件は反射体なしの場合より厳しい評価となるよう核燃料物質の周囲に水 2.5cm反射とする。

第 3.3.3-5 表 外部事象を起因とする臨界評価モデル (4 / 9)

設備	計算モデル	モデル図	備考
スクラップ 貯蔵設備 / 製品ペレ ット貯蔵設備 / ペレット一 時保管設備	<ul style="list-style-type: none"> ・ 焼結ペレット Pu 富化度 14% 核分裂性Pu割合 83% U中のU-235含有率 1.6% 含水率 0.1% MOX密度 $11.1 \times 10^3 \text{kg/m}^3$ ・ ペレットの配列 厳しい評価となるようペレット間の空隙を無視する。 高さ 6.5cm(スクラップ貯蔵設備) ・ 雰囲気中水密度 $0 \sim 0.001 \times 10^3 \text{kg/m}^3$ ・ 上下方向の反射体条件 コンクリート 100cm 	<p style="text-align: center;">モデル図</p> <p style="text-align: center;">平面図</p> <p style="text-align: center;">断面図</p> <p style="text-align: right;">[単位: cm]</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1) 設備の構造及び収納物が類似していること並びに同一の階に設置されていることから、最大貯蔵能力の最も大きいスクラップ貯蔵設備で代表して評価を行う。 2) 反射条件は反射体なしの場合より厳しい評価となるよう核燃料物質の周囲に水2.5cm反射とする。

第 3.3.3-5 表 外部事象を起因とする臨界評価モデル (5 / 9)

設備	計算モデル	モデル図	備考
<p>燃料棒 貯蔵設備</p>	<ul style="list-style-type: none"> 貯蔵マガジン 添 5 第 6 表に示す貯蔵マガジンと同一形状 ただし長さ400cm 貯蔵マガジンの配列 4段×1列 (行方向無限) 券囲気中水密度 $0 \sim 0.001 \times 10^3 \text{kg/m}^3$ 段方向及び列方向の反射体条件 コンクリート 100cm 	<p>モデル図</p> <p>● 貯蔵マガジン ■ 普通コンクリート □ 券囲気中水密度 ($0 \sim 0.001 \times 10^3 \text{kg/m}^3$)</p> <p>[単位 : cm]</p>	<p>1) 反射条件は反射体なしの場合より 厳しい評価となるよう核燃料物質の 周囲に水2.5cm反射とする。</p>

第 3.3.3-5 表 外部事象を起因とする臨界評価モデル (6 / 9)

設備	計算モデル	モデル図	備考
<p>燃料集合体 貯蔵設備</p>	<ul style="list-style-type: none"> 燃料集合体貯蔵チャンネルの貯蔵量 PWR燃料集合体1体または BWR燃料集合体4体 燃料集合体 添5第6表に示すBWR燃料集合体又は PWR燃料集合体と同一形状 燃料集合体貯蔵チャンネルの配列 1段×10行(列方向無限) 雰囲気中水密度 $0 \sim 0.001 \times 10^3 \text{kg/m}^3$ 上下方向及び行方向の反射体条件 コンクリート 100cm 	<p>平面図</p> <p>断面図</p> <p>[単位: cm]</p>	<p>1) 反射条件は反射体なしの場合より 厳しい評価となるよう核燃料物質の 周囲に水2.5cm反射とする。</p>

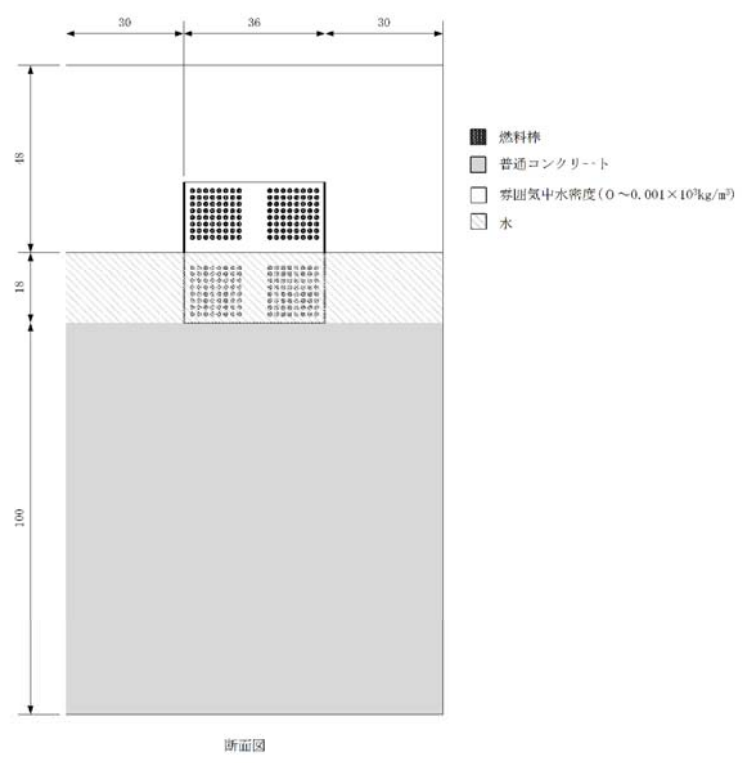
第 3.3.3-5 表 外部事象を起因とする臨界評価モデル (7 / 9)

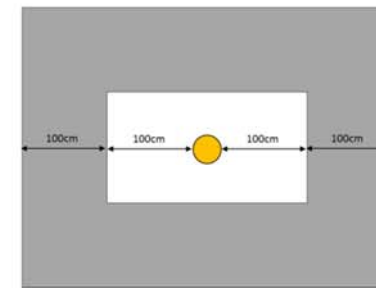
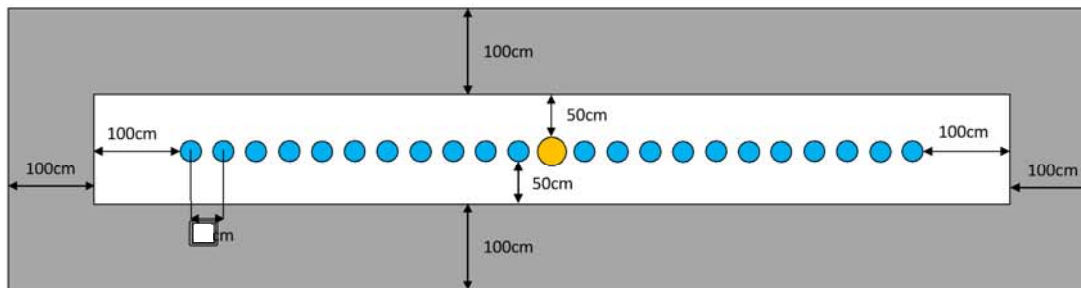
設備	計算モデル	モデル図	備考
スクラップ 貯蔵設備 / 製品ペレ ット貯蔵設備 / ペレット- 時保管設備	<ul style="list-style-type: none"> ・焼結ペレット Pu 富化度 14% 核分裂性Pu割合 83% U中のU-235含有率 1.6% 含水率 0.1% MOX密度 $11.1 \times 10^3 \text{kg/m}^3$ ・ペレットの配列 正方配列 高さ 5.3cm ・下方向の反射体条件 コンクリート 100cm 	<p style="text-align: center;">[単位 : cm]</p>	<p>1) ペレットの配列については、空隙を無視した形状、正方配列、六方配列のうち、最も実効増倍率が高い正方配列とした。</p>

第 3.3.3-5 表 外部事象を起因とする臨界評価モデル (8 / 9)

設備	計算モデル	モデル図	備考
<p>均一化混合装置</p>	<ul style="list-style-type: none"> MOX 粉末 <ul style="list-style-type: none"> 形状 円すい 質量 270kg・MOX Pu 富化度 14% 核分裂性Pu割合 83% U中のU-235含有率 1.6% MOX粉末密度 $1.8 \times 10^3 \text{kg/m}^3$ 含水率 (浸水部) 32% 含水率 (乾燥部) 1.5% 安息角 50° 雰囲気中水密度 $0.001 \times 10^3 \text{kg/m}^3$ 上下方向の反射体条件 コンクリート 100cm 	<p>断面図</p> <p>[単位: cm]</p>	

第 3.3.3-5 表 外部事象を起因とする臨界評価モデル (9 / 9)

設備	計算モデル	モデル図	備考
<p>貯蔵マガジン / 組立マガジン / 燃料集合体</p>	<ul style="list-style-type: none"> 貯蔵マガジン 添 5 第 6 表に示す貯蔵マガジンと同一形状 燃料棒の長さ 無限長 券囲気中水密度 $0 \sim 0.001 \times 10^3 \text{kg/m}^3$ 床面の反射体条件 コンクリート 100cm 	 <p>断面図</p> <p>[単位: cm]</p>	<ol style="list-style-type: none"> 貯蔵マガジン、組立マガジン、燃料集合体のうち、最も実効増倍率が高い貯蔵マガジンのモデルとした。 被覆管としてジルカロイを考慮。

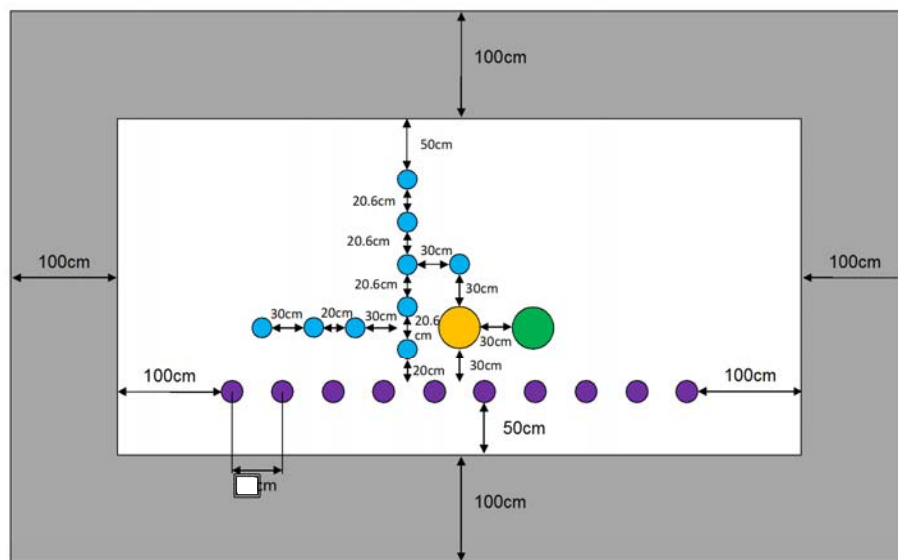


- 粉末缶5缶分と粉末回収装置を合わせた球 $r=16.7\text{cm}$
- 粉末缶2缶分を合わせた球 $r=12.2\text{cm}$
- 普通コンクリート
- 雰囲気中水密度 ($0.001 \times 10^3\text{kg/m}^3$)

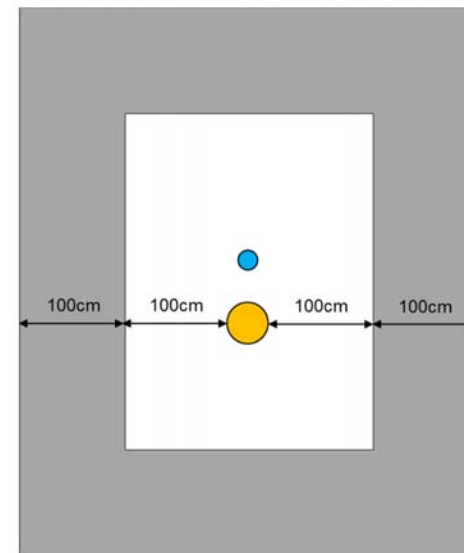
評価条件
 プルトニウム富化度：60%
 含水率：0.5%
 密度： $4.0 \times 10^3\text{kg/m}^3$

第 3.3.3-1 図 分散配置モデル（原料MOX粉末缶取出装置グローブボックス）（1 / 7）

□ は商業機密の観点から公開できません。



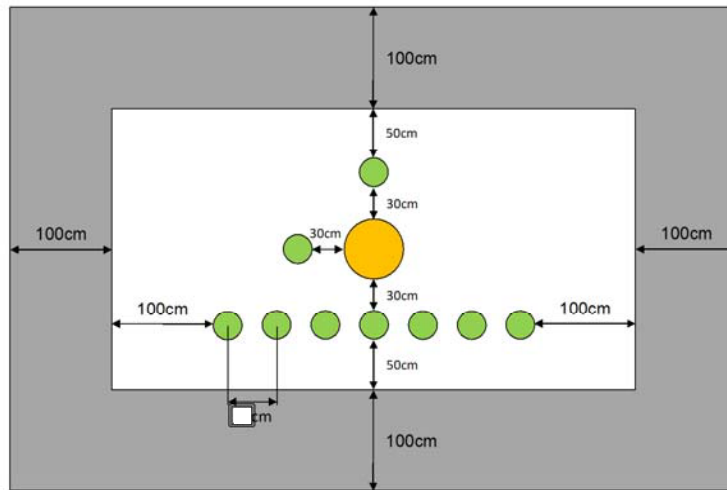
- 分取ホッパA $r=20.2\text{cm}$ ● J18 $r=10.7\text{cm}$ ■ 普通コンクリート
- 分取ホッパB $r=19.4\text{cm}$ ● 粉末缶 $r=9.7\text{cm}$ □ 雰囲気中水密度 ($0.001 \times 10^3\text{kg/m}^3$)



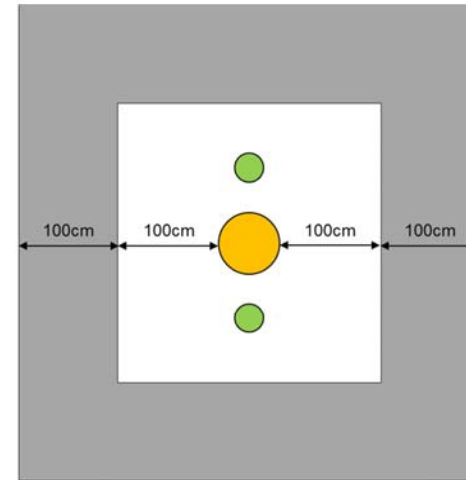
- 評価条件
 プルトニウム富化度：60%
 含水率：0.5%
 密度： $4.0 \times 10^3\text{kg/m}^3$

第 3.3.3-1 図 分散配置モデル（原料MOX粉末秤量・分取装置グローブボックス）（2 / 7）

□ は商業機密の観点から公開できません。



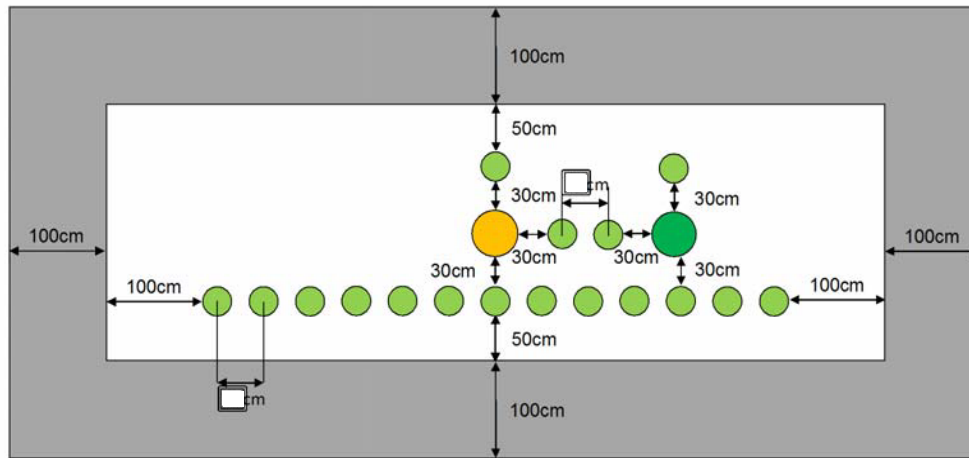
● 予備混合機 $r=30.4\text{cm}$ ● J60 $r=14.6\text{cm}$
 普通コンクリート 雰囲気中水密度 ($0.001 \times 10^3\text{kg/m}^3$)



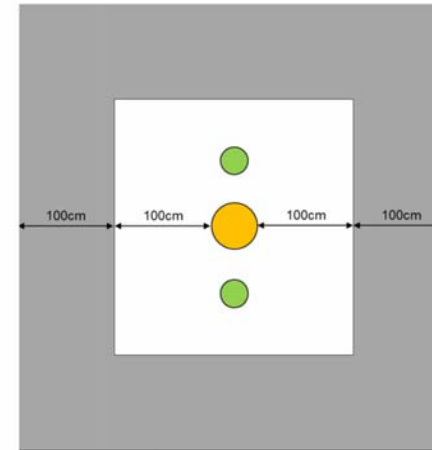
評価条件
 プルトニウム富化度：30%
 含水率：1.0%
 密度： $5.0 \times 10^3\text{kg/m}^3$

第 3.3.3-1 図 分散配置モデル（予備混合装置グローブボックス）（3 / 7）

□ は商業機密の観点から公開できません。



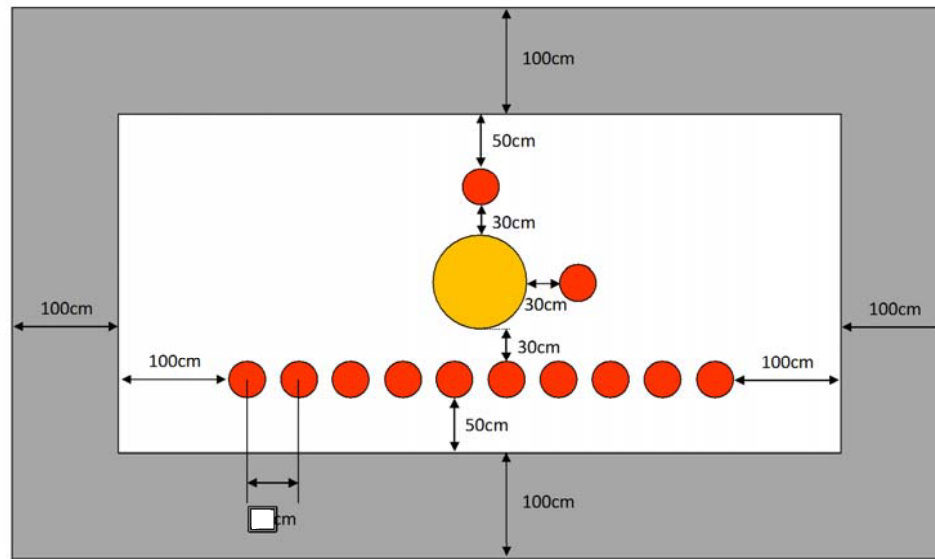
- 一次混合粉末ホッパー $r=24.3\text{cm}$ ■ 普通コンクリート
- 篩分粉末ホッパー $r=23.3\text{cm}$ □ 雰囲気中水密度 ($0.001 \times 10^3\text{kg/m}^3$)
- J60 $r=14.6\text{cm}$



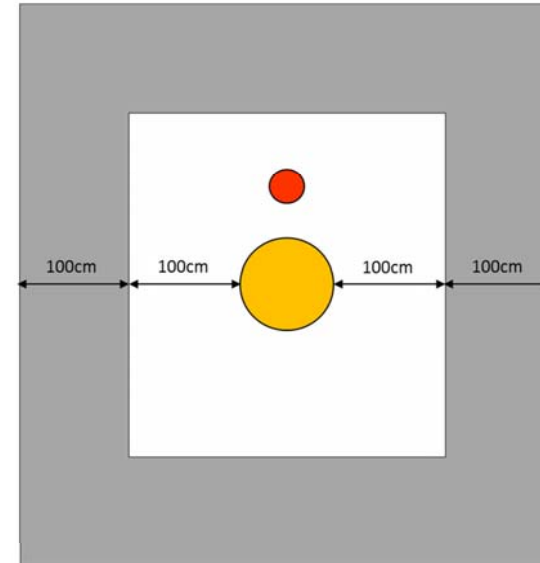
評価条件
 プルトニウム富化度：30%
 含水率：1.0%
 密度： $5.0 \times 10^3\text{kg/m}^3$

第 3.3.3-1 図 分散配置モデル（一次混合粉末秤量・分取装置グローブボックス）（4 / 7）

□ は商業機密の観点から公開できません。



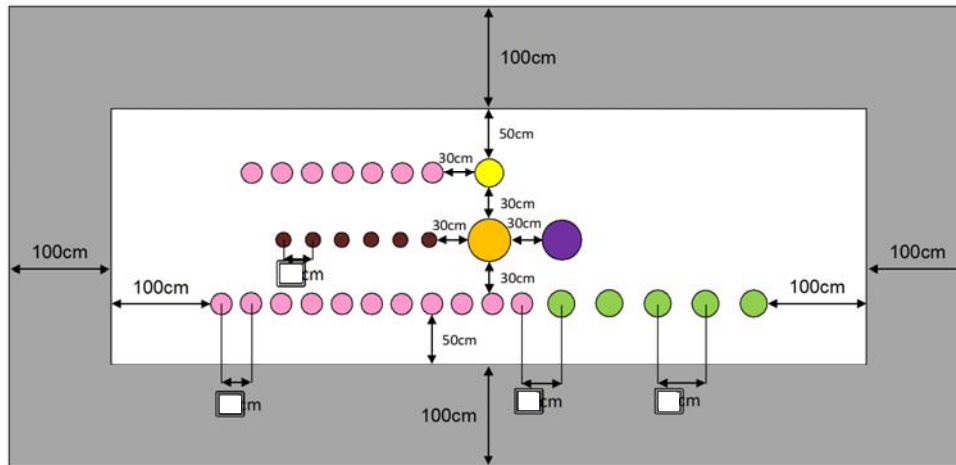
- 均一化混合機 $r=44.8\text{cm}$
- J85 $r=16.3\text{cm}$
- 普通コンクリート
- 雰囲気中水密度 ($0.001 \times 10^3\text{kg/m}^3$)



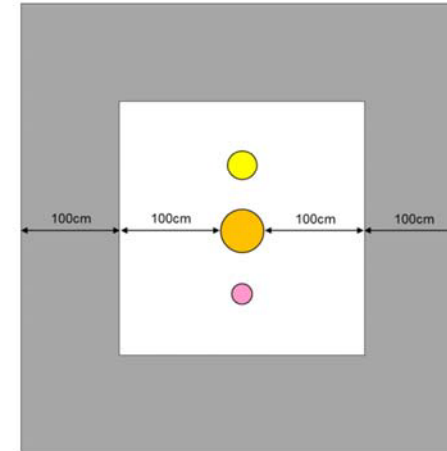
- 評価条件
 プルトニウム富化度：14%
 含水率：1.5%
 密度： $5.0 \times 10^3\text{kg/m}^3$

第 3.3.3-1 図 分散配置モデル（均一化混合装置グローブボックス）（5 / 7）

□ は商業機密の観点から公開できません。



- ポット反転装置付ホツパ[®] $r=21.8\text{cm}$
- 粗粉碎機 $r=20.5\text{cm}$
- 反転装置 $r=15.1\text{cm}$
- 普通コンクリート
- J60 $r=14.6\text{cm}$
- 9缶バスケット $r=11.1\text{cm}$
- ペレット保管容器 $r=8.1\text{cm}$
- 雰囲気中水密度 ($0.001 \times 10^3\text{kg/m}^3$)



評価条件

【J60】

プルトニウム富化度：30%

含水率：1.0%

密度： $5.0 \times 10^3\text{kg/m}^3$

【J60 以外】

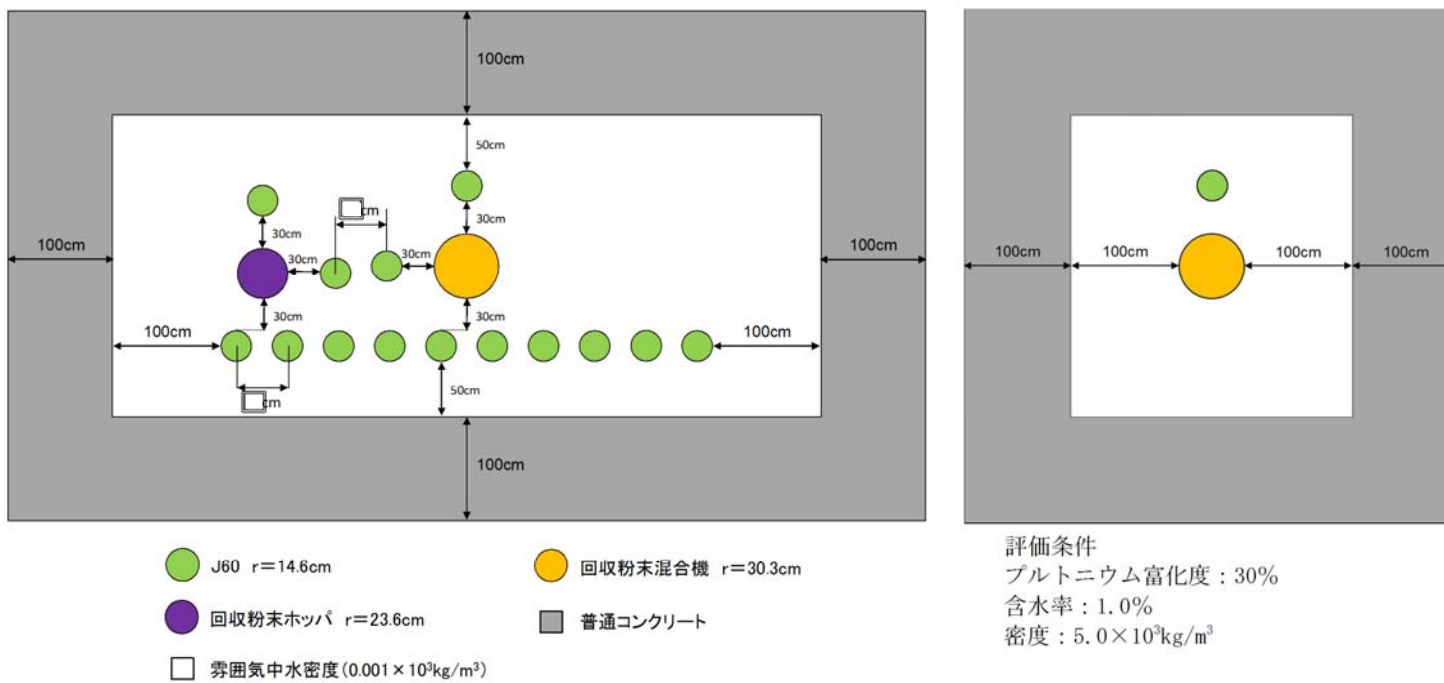
プルトニウム富化度：14%

含水率：0.1%

密度： $11.1 \times 10^3\text{kg/m}^3$

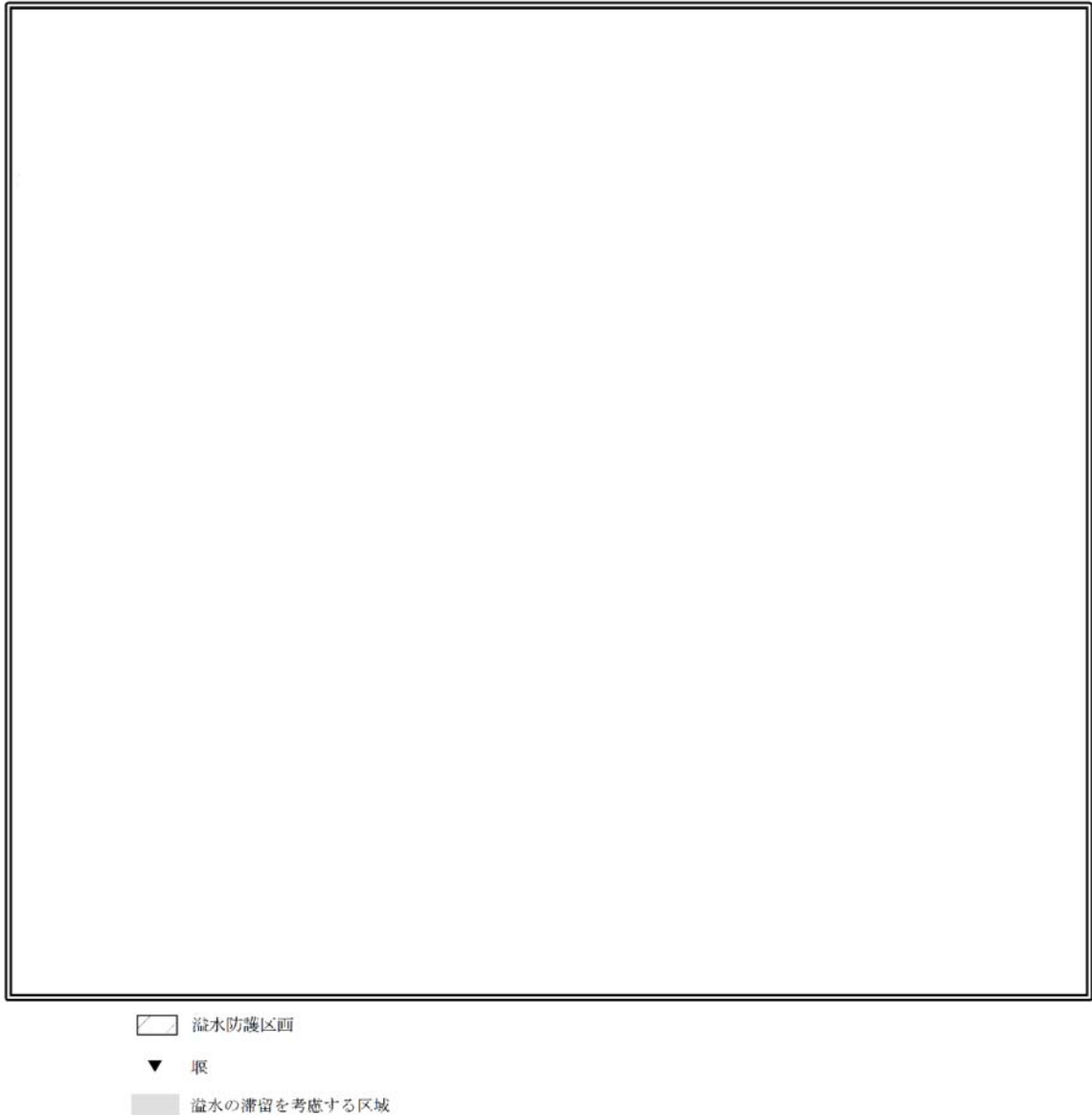
第 3.3.3-1 図 分散配置モデル（回収粉末処理・詰替装置グローブボックス）（6 / 7）

□ は商業機密の観点から公開できません。



第 3.3.3-1 図 分散配置モデル（回収粉末処理・混合装置グローブボックス）（7 / 7）




□ は商業機密の観点から公開できません。



第 3.3.3-2 図 溢水の滞留を考慮する区域（地下 1 階）（1 / 3）

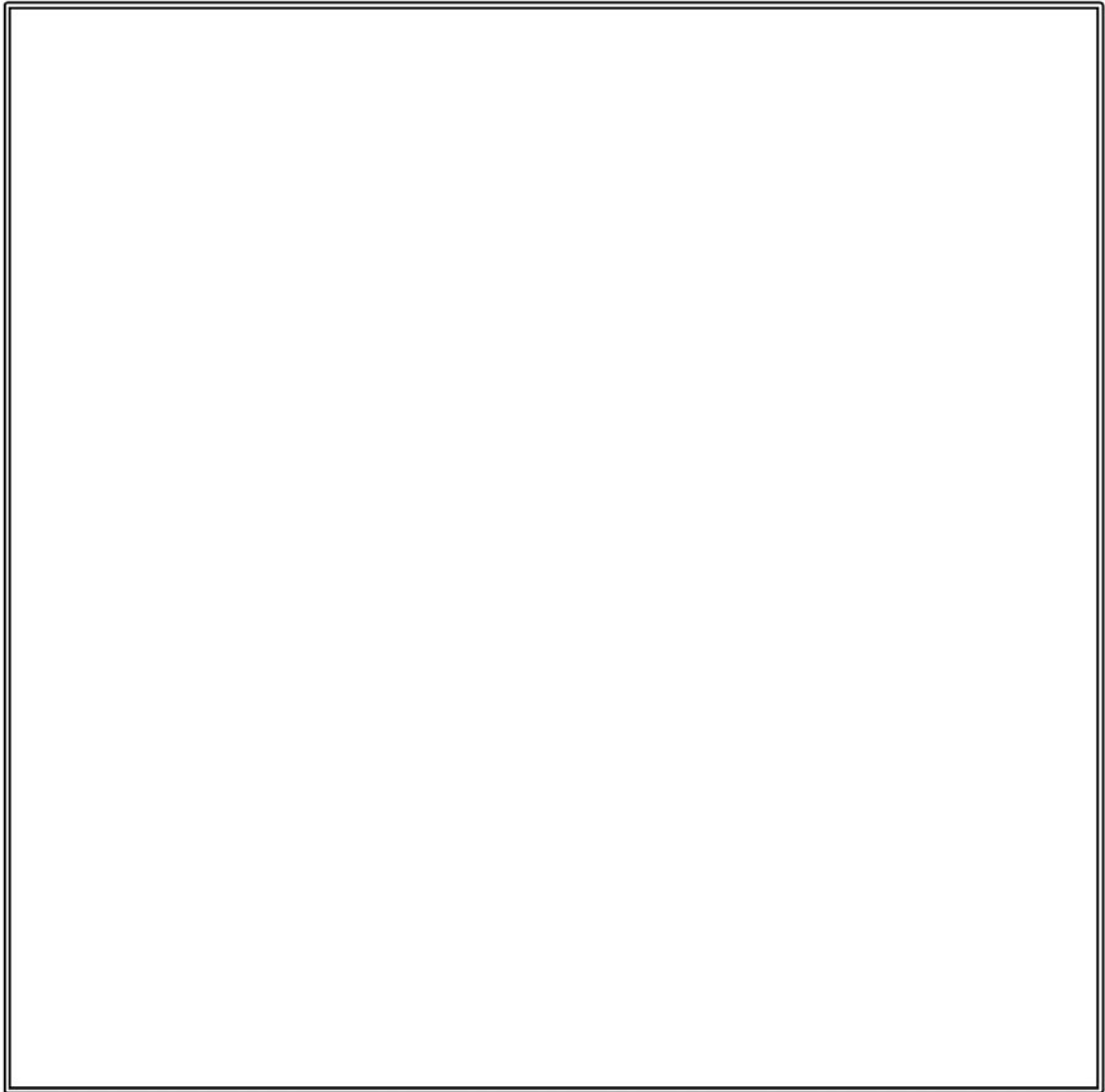
□ は核不拡散上の観点から公開できません。






-  溢水防護区画
-  堰
-  溢水の滞留を考慮する区域

第 3.3.3-2 図 溢水の滞留を考慮する区域（地下 2 階）（2 / 3）

□ は核不拡散上の観点から公開できません。



-  溢水防護区画
-  堰
-  溢水の滞留を考慮する区域

第 3.3.3-2 図 溢水の滞留を考慮する区域（地下 1 階）（1 / 3）

□ は核不拡散上の観点から公開できません。

令和元年 12 月 13 日 R 0

4. 重大事故等の同時発生, 連鎖の想定

目次

4. 重大事故等の同時発生，連鎖の想定

4. 1 概要

4. 2 重大事故等の同時発生，連鎖の整理の考え方

4. 3 同時発生，連鎖の検討対象となる重大事故等

4. 4 重大事故等の同時発生に関する検討

4. 5 重大事故等の連鎖に関する検討

4. 5. 1 起因となる重大事故等の抽出

4. 5. 2 起因となる重大事故等の事象進展，事故規模の分析

4. 5. 3 起因となる重大事故等の事故影響が及ぶ範囲の特定

4. 5. 4 安全機能喪失の分析

4. 5. 4. 1 安全機能喪失の分析

4. 5. 4. 2 安全機能喪失の分析結果

4. 5. 5 重大事故等対策への影響分析

4. 5. 5. 1 重大事故等対策への影響分析

4. 5. 5. 2 重大事故等対策への影響分析結果

4. 6 まとめ

4. 重大事故等の同時発生，連鎖の想定

4. 1 概要

重大事故は，核燃料物質の加工の事業に関する規則第二条の二において，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 臨界事故

二 核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失

上記，各号に掲げる重大事故が，共通する起因によって同時に発生するかを明確にすることが必要である。また，上記，各号に掲げるいずれかの事故が発生することで，その他の事故の発生を防止するための安全機能が喪失し，その他の事故が連鎖的に発生するかを明確にすることが必要である。

4. 2 重大事故等の同時発生，連鎖の整理の考え方

起因となる重大事故等と同時に発生する重大事故等又は起因となる重大事故等の事故影響を受けて連鎖して発生する重大事故等の整理は，同時発生又は連鎖の組み合わせを前提とした場合に，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確認することを目的として実施する。

4. 3 同時発生，連鎖の検討対象となる重大事故等

同時発生，連鎖の検討対象となる重大事故等は，「3. 重大事故の選定」で抽出された重大事故等を対象に検討を行う。

4. 4 重大事故等の同時発生に関する検討

同時発生は、互いに異なる重大事故等が共通する起因によって、各々の重大事故等の発生を防止している安全機能が同時に喪失することで発生することである。

重大事故等の発生を防止している安全機能がどういった原因により喪失するかは、「3. 2 設計上定める条件より厳しい条件」で示した機能喪失の想定そのものである。

設計上定める条件より厳しい条件による機能喪失の想定のうち、同時に複数の安全機能を喪失させる条件は、「蓄電池、充電機、乾電池といった電源を有する設備以外の動的機器が全て同時に機能喪失（全交流電源の喪失）」及び「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おり、かつ蓄電池、充電機、乾電池といった電源を有する設備以外の動的機器が全て同時に機能喪失＋設計基準地震動を 1.2 倍にした地震動を考慮した設計としない静的機器の損傷（地震による機能喪失）」の 2 つであり、この想定により発生する重大事故等は、同時発生を想定した上で有効性を確認する。

4. 5 重大事故等の連鎖に関する検討

起因となる重大事故等の事故影響を受けて連鎖して発生する重大事故等の特定は、以下の流れ（第 1 図に示す検討フローの 1. 2. 3. 4.）に沿って実施する。

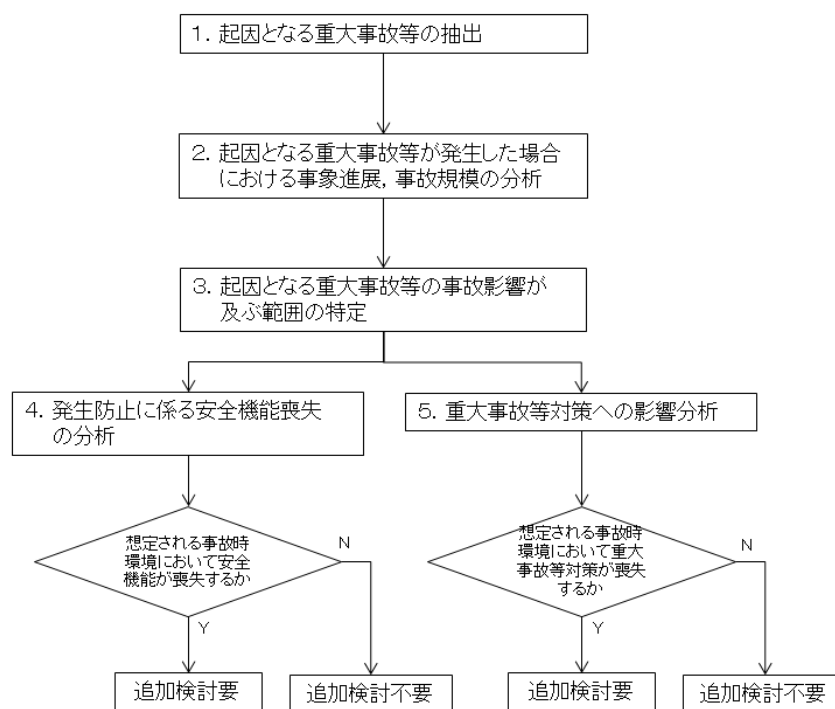
(1) 起因となる重大事故等の抽出

(2) 起因となる重大事故等が発生した場合における事象進展、事故規模の分析

- (3) 起因となる重大事故等の事故影響が及ぶ範囲の特定
- (4) 発生防止に係る安全機能喪失の分析

さらに、起因となる重大事故等の発生の結果として、連鎖してその他の重大事故等が発生するか否かの観点とは関係のない分析ではあるが、各機器に接続している各重大事故等対策を担う機器・系統が機能を喪失するか否かについても同様のアプローチで明らかとすることができることから、本観点での分析を以下の流れ（第1図に示す検討フローの1. 2. 3. 5.）に沿って実施する。

- (1) 起因となる重大事故等の抽出
- (2) 起因となる重大事故等が発生した場合における事象進展，事故規模の分析
- (3) 起因となる重大事故等の事故影響が及ぶ範囲の特定
- (5) 重大事故等対策への影響分析



第1図 連鎖の検討フロー

4. 5. 1 起因となる重大事故等の抽出

「3. 4 重大事故の事象選定結果」に示した重大事故等の全てを起因となる重大事故等とする。

4. 5. 2 起因となる重大事故等の事象進展，事故規模の分析

起因となる重大事故等の事象進展，事故規模を分析し，事故影響によって健在化する環境条件の変化を，起因となる重大事故等が発生する機器毎に特定する。環境条件は，「温度」，「圧力」，「放射線」及び「ばい煙」を考慮する。

各環境条件の影響を考慮する主な観点は次のとおりである。

(1) 温度

事故による発熱や構造材を通じた熱伝導，空間部を通じての熱伝達による熱影響を考慮する。

(2) 圧力

当該空間のバウンダリを構成する機器への圧力上昇に伴う応力を，また，配管・ダクト等を通じて空間が連結されている場合には圧力伝播によって発生する応力の影響を考慮する。

(3) 放射線

当該環境にさらされる機器の材質との関係から，脆化等が発生し得るかを考慮する。

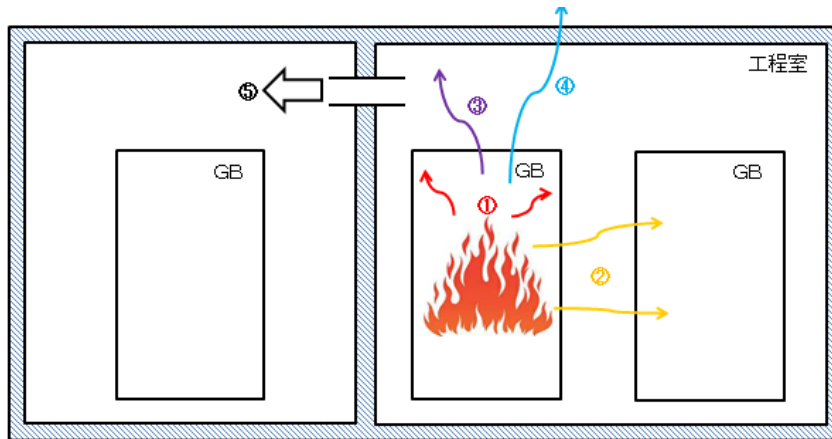
(4) ばい煙の発生

ばい煙の発生は，当該環境にさらされる機器が有する機能との関係から機能低下等が発生し得るかを考慮する。

4. 5. 3 起因となる重大事故等の事故影響が及ぶ範囲の特定

起因となる重大事故等の事故影響によって生じる環境条件の変化が及ぶ範囲を以下の観点で整理する。(第2図参照)

- (1) 起因となる重大事故等が発生している機器自体の損傷・劣化及び機器に接続している各種安全機能を担う機器・系統の損傷・劣化(第2図における①)
- (2) (1)の結果, 起因となる重大事故等の事故影響が, 起因となる重大事故等が発生している機器を超えて波及すると判断された場合には, 隣接するその他機器の損傷・劣化(第2図における②)
- (3) (1)の結果, 起因となる重大事故等の事故影響が, 起因となる重大事故等が発生している機器を超えて波及すると判断された場合には, 機器が設置される工程室の損傷・劣化(第2図における③)
- (4) (3)の結果, 起因となる重大事故等の事故影響が, 工程室を超えて波及すると判断された場合には, 起因となる重大事故等が発生する機器が設置されている工程室外の機器の損傷・劣化(第2図における④)
- (5) 上記(1)から(4)は, 機器又は工程室を通過している配管, ダクト等を通じた事故影響の伝播を考慮する。(第2図における⑤)



第2図 起因となる重大事故等の事故影響が及ぶ安全機能の概念図

4. 5. 4 安全機能喪失の分析

4. 5. 4. 1 安全機能喪失の分析

重大事故等の連鎖を評価するにあたっては、重大事故等の発生防止対策としている、各機器に接続された各種安全機能を担う機器・系統の構造的な健全性について、「4. 5. 2 起因となる重大事故等の事象進展，事故規模の分析」に示した環境条件の変化に対して分析する。分析の概要を第1表に示す。

また、各種安全機能に対し、「4. 5. 2 起因となる重大事故等の事象進展，事故規模の分析」に示した環境条件の変化を考慮した場合に、これらの安全機能が劣化又は喪失するかについて、各安全機能を構成する機器の特徴に応じて個別に評価する。

なお、本施設の特徴を踏まえると、重大事故等の発生防止対策に係る各種安全機能と重大事故等の発生に直接的な因果関係がない場合がある*ことから、環境条件の変化による直接的な重大事故等の発生可能性についての評価についても併せて実施する。重大事故等の発生防止対策と直接的な重大事故等の発生可能性について第2表に

示す。

- *：火災に対する発生防止対策は，重大事故等に至る火災の発生を防止するための消火対策及び火災の感知であり，火災そのものの発生防止ではない。このため，環境条件の変化を考慮した場合における火災そのものの発生可能性についても評価する。
- 爆発に対する発生防止対策は，再爆発を防止するための水素・アルゴン混合ガスの供給停止であり，爆発そのものの発生防止ではない。このため，環境条件の変化を考慮した場合における爆発そのものの発生可能性についても評価する。

第1表 安全機能喪失の分析（構造的な健全性）

環境条件	主要な分析内容	判断基準
温度	起因となる重大事故等によって生じる温度上昇に対する機器の耐性を確認する。 また、温度上昇そのものが重大事故等の要因となり得るか確認する。	機器の設計温度との比較により、機器の耐性を確認する。 また、温度上昇による引火点等の比較を行う。
圧力	起因となる重大事故等によって生じる圧力上昇に対する機器の耐性を確認する。 また、圧力上昇そのものが重大事故等の要因となりうるか確認する。	機器の機械的強度との比較により、機器の耐性を確認する。
放射線	起因となる重大事故等によって生じる放射線に対する機器の耐性を確認する。 また、放射線そのものが重大事故等の要因となりうるか確認する。	金属及びコンクリート以外の材料を使用する場合、放射線の影響を考慮する。
ばい煙の発生	フィルタ等の機能に対する影響を確認する。	ばい煙の発生では機器が損傷することは想定されないが、フィルタ等の機能劣化について、ばい煙発生量とフィルタ等の許容負荷量との関係から機能喪失の有無を判断する。

第2表 重大事故に至る可能性がある要因

重大事故	重大事故に至る可能性がある要因	
	発生防止対策	直接的な要因
火災による閉じ込める機能の喪失	<ul style="list-style-type: none"> 各種消火装置による消火 各種機器による火災状況の監視 	<ul style="list-style-type: none"> 火災の三要素「可燃物，酸素，着火源」
爆発による閉じ込める機能の喪失	<ul style="list-style-type: none"> 水素・アルゴン混合ガスの遮断 	<ul style="list-style-type: none"> 焼結炉等の破損による空気混入

4. 5. 4. 2 安全機能喪失の分析結果

各重大事故において発生を想定する全機器に対して分析を実施する。火災による閉じ込める機能の喪失を想定する機器に対する分析結果及び爆発による閉じ込める機能の喪失を想定する機器に対する分析結果のいずれにおいても、起因となる重大事故等の事故影響を受けて連鎖して発生する重大事故等はない。

【補足説明資料4-1】

4. 5. 5 重大事故等対策への影響分析

4. 5. 5. 1 重大事故等対策への影響分析

起因となる重大事故等の発生の結果として連鎖して新たな重大事故等が発生するか否かの観点とは関係のない分析ではあるものの、複数の重大事故等が同時に発生した場合において、互いの事故影響によって、互いの重大事故等対策に使用する設備が使用できなくなることがないかを把握することを目的として、「4. 5. 1 起因となる重大事故等の抽出」から「4. 5. 4 安全機能喪失の分析」の分析を各機器に接続している各重大事故等対策を担う機器・システムに対して実施する。

影響評価の詳細は、個別の重大事故等の有効性評価に示す。

4. 5. 5. 2 重大事故等対策への影響分析結果

各重大事故において発生を想定する全機器に対して分析を実施する。

火災による閉じ込める機能の喪失を想定する機器に対する分析結

果及び爆発による閉じ込める機能の喪失を想定する機器に対する分析結果のいずれにおいても、互いの事故影響によって、互いの重大事故等対策に使用する設備が使用できなくなることはない。

【補足説明資料4-2】

4. 6 まとめ

互いに異なる重大事故等が共通する起因によって同時に発生する可能性について分析した結果、重大事故等の起因となる地震による「火災による閉じ込める機能の喪失」及び「爆発による閉じ込める機能の喪失」の同時発生を想定する。

起因となる重大事故等の事故影響を受けて連鎖して発生する重大事故等を分析した結果、本施設では、起因となる重大事故等の事故影響を受けて連鎖して発生する重大事故等はない。また、複数の重大事故等が同時に発生した場合において、互いの事故影響によって、互いの重大事故等対策に使用する設備が使用できなくなることはない。

5. 重大事故等の対処に係る有効性評価の基本的考え方

目 次

5. 重大事故等の対処に係る有効性評価の基本的な考え方

5. 1 概要

5. 1. 1 評価対象の整理及び評価項目の設定

5. 1. 2 評価に当たって考慮する事項

5. 1. 3 有効性評価に使用する計算プログラム

5. 1. 4 有効性評価における評価の条件設定

5. 1. 5 評価の実施

5. 1. 6 解析コード及び評価条件の不確かさの影響評価

5. 1. 7 必要な要員及び資源の評価

5. 2 評価対象の整理及び評価項目の設定

5. 2. 1 火災による閉じ込める機能の喪失

5. 2. 1. 1 有効性評価として着目する設計上定める条件
より厳しい条件の特定

5. 2. 1. 2 有効性を確認するための評価項目の設定

5. 2. 2 爆発による閉じ込める機能の喪失

5. 2. 2. 1 有効性評価として着目する設計上定める条件
より厳しい条件の特定

5. 2. 2. 2 有効性を確認するための評価項目の設定

5. 2. 3 重大事故等の同時発生

5. 2. 3. 1 有効性評価として着目する設計上定める条件
より厳しい条件の特定

5. 2. 3. 2 有効性を確認するための評価項目の設定

5. 3 評価に当たって考慮する事項

- 5. 3. 1 安全機能を有する施設の安全機能の喪失に対する想定
- 5. 3. 2 電源の喪失に対する想定
- 5. 3. 3 操作及び作業時間に対する仮定
- 5. 3. 4 単一故障に対する仮定
- 5. 3. 5 重大事故等の起因となる「地震」における想定
- 5. 3. 6 対処中に発生する自然現象の想定
- 5. 3. 7 有効性評価の範囲
- 5. 4 有効性評価に使用する計算プログラム
 - 5. 4. 1 火災による閉じ込める機能の喪失
 - 5. 4. 2 爆発による閉じ込める機能の喪失
- 5. 5 有効性評価における条件設定の方針
 - 5. 5. 1 評価条件設定の考え方
 - 5. 5. 2 共通的な条件
- 5. 6 必要な要員及び資源の評価方針
 - 5. 6. 1 必要な要員
 - 5. 6. 2 必要な資源

5. 重大事故等の対処に係る有効性評価の基本的な考え方

5. 1 概要

本施設において、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、重大事故の発生の防止のための措置及び重大事故の拡大の防止のための措置（以下、「重大事故等対策」という。）が有効であることを示すため、以下のとおり、評価対象を整理し、対応する評価項目を設定した上で、評価・解析の結果を踏まえて、設備、手順及び体制の有効性を評価する。

5. 1. 1 評価対象の整理及び評価項目の設定

重大事故等の選定において考慮した設計上定める条件より厳しい条件を基に、各重大事故等の発生を防止している安全機能の喪失の範囲及び生じる環境変化に着目し、措置の有効性を確認するための各重大事故等の発生の起因事象及び起因事象の原因となる設計上定める条件より厳しい条件を特定して、対応する措置の有効性評価を行う。

有効性評価に際しては、事故の様相や設備の特徴を踏まえて有効性を確認するための評価項目を設ける。

具体的には「5. 2 評価対象の整理及び評価項目の設定」による。

5. 1. 2 評価に当たって考慮する事項

有効性評価は、重大事故等対処設備としている設備を用いたものを対象とする。手順及び体制としては、その他の措置との関係を含めて必要となる水源、燃料及び電源の資源や要員を整理した上で、

安全機能の喪失に対する仮定，外部電源に対する仮定，単一故障に対する仮定，実施組織要員の操作時間に対する仮定等を考慮して，事態が収束する時点までを対象とする。具体的には「5. 3 評価に当たって考慮する事項」による。

5. 1. 3 有効性評価に使用する計算プログラム

有効性評価において計算プログラム（以下、「解析コード」という。）を使用する場合，重大事故等の特徴に応じて，着目している現象をモデル化でき，実験等を基に妥当性が確認され，適用範囲を含めてその不確かさが把握されているものを選定して使用する。

5. 1. 4 有効性評価における評価の条件設定

有効性評価における評価の条件設定については，「5. 3 評価に当たって考慮する事項」による仮定等を考慮するとともに，事象進展の不確かさを考慮して，設計値等の現実的な条件を設定することを基本とする。

具体的には「5. 5 有効性評価における解析の条件設定の方針」による。

5. 1. 5 評価の実施

有効性評価における解析は，発生を想定する重大事故の影響を把握し，設備の健全性を確認するとともに，対策の実施により事故が収束することを確認し，その結果を明示する。

5. 1. 6 解析コード及び評価条件の不確かさの影響評価

解析コード及び評価条件の不確かさの影響評価の範囲として、運転員等の操作時間に与える影響、評価項目に与える影響を確認し、それらの影響を踏まえても、措置の実現性に問題なく、評価項目を満足することを確認する。

5. 1. 7 必要な要員及び資源の評価

必要な要員は、重大事故等が同時に又は連鎖して発生することを想定しても、本施設として評価項目を満たすために必要な要員を確保できる体制となっていることを評価する。資源は、重大事故等が同時に又は連鎖して発生することを想定しても、重大事故に至るおそれがある事故が発生してから7日間は外部支援がないものとして、本施設単独での措置を継続して実施できることを確認する。

5. 2 評価対象の整理及び評価項目の設定

重大事故等対策の有効性を確認するため、重大事故等のそれぞれについて、以下のとおり、有効性を確認するための評価項目の設定を行う。また、重大事故等の発生によって連鎖して発生する事象がある場合には、連鎖して発生する事象に対しても有効性を確認するための評価項目の設定を行う。

これらの有効性を確認するための評価項目は、重大事故等の同時発生を想定する場合であっても変わらない。ただし、大気中への放射性物質の放出量評価については、同時発生を想定する重大事故等による大気中への放射性物質の放出量を合算した上で評価を実施する。

5. 2. 1 火災による閉じ込める機能の喪失

5. 2. 1. 1 有効性評価として着目する設計上定める条件より厳しい条件の特定

火災による閉じ込める機能の喪失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、外部事象の「地震」を起因とした機能喪失である。

設計上定める条件より厳しい条件によって、潤滑油を内包する機器が破損し、潤滑油が漏えいして複数のグローブボックスにおける火災が発生及び継続することを想定する。

5. 2. 1. 2 有効性を確認するための評価項目の設定

(1) 評価項目の設定

火災による閉じ込める機能の喪失に対し、発生防止対策、拡大防止対策の有効性を確認するために、以下の評価項目を設定する。

- a. 発生防止対策の有効性については、基準地震動を超える地震動による地震により発生した火災の感知及び消火が実施できることを確認する。
- b. 拡大防止対策の有効性については、基準地震動を超える地震動による地震により発生した火災による燃料加工建屋外への核燃料物質の放出を防止するために、燃料加工建屋外への核燃料物質の放出につながる経路を閉止し、建屋内で閉じ込めができることを確認する。

重大事故等対策が完了するまでの間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。

(2) 有効性評価の評価単位

火災による閉じ込める機能の喪失の評価対象は、グローブボックス内に設置する機器においてMOX粉末を内包していることから、重大事故の起因となる火災源を有するグローブボックスに対して有効性評価を行なう。

(3) 代表性の考慮

a. 設計上定める条件より厳しい条件の代表性

火災による閉じ込める機能の喪失の範囲、重大事故等への対処時の想定される作業環境の過酷さを考慮し、有効性評価の前提となる設計上定める条件より厳しい条件は、外部事象の「地震」を起因とした機能喪失とする。

b. 有効性評価の代表性

評価項目毎に最も厳しい結果を与えるグローブボックスを代表として有効性評価の結果を示す。

5. 2. 2 爆発による閉じ込める機能の喪失

5. 2. 2. 1 有効性評価として着目する設計上定める条件より厳しい条件の特定

爆発による閉じ込める機能の喪失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、外部事象の「地震」を起因とした機能喪失である。

設計上定める条件より厳しい条件によって焼結炉が破損し、水素・アルゴン混合ガスが漏えいし、爆発が発生し及び水素・アルゴン混合ガスの漏えいが継続することを想定する。

5. 2. 2. 2 有効性を確認するための評価項目の設定

(1) 評価項目の設定

爆発による閉じ込める機能の喪失に対し、発生防止対策、拡大防止対策の有効性を確認するために、以下の評価項目を設定する。

- a. 発生防止対策の有効性については、基準地震動を超える地震動による地震による水素・アルゴン混合ガスの漏えいを感知及び遮断が実施できることを確認する。
- b. 拡大防止対策の有効性については、基準地震動を超える地震動による地震により発生した爆発による燃料加工建屋外への核燃料物質の放出を防止するために、燃料加工建屋外への核燃料物質の放出につながる経路を閉止し、建屋内で閉じ込めができることを確認する。

重大事故等対策が完了するまでの間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。

また、一連の重大事故等対策が完了後、工程室内に飛散又は漏えいした核燃料物質等を回収する際に、可搬型ダクト（可搬型排風機用）、可搬型排風機、可搬型フィルタ等の設置により核燃料物質の除去ができることを確認する。

(2) 有効性評価の評価単位

爆発による閉じ込める機能の喪失の評価対象は、水素・アルゴン混合ガスを取り扱う焼結炉及び小規模焼結炉に対して 有効性評価を行なう。

(3) 代表性の考慮

- a. 設計上定める条件より厳しい条件の代表性

爆発による閉じ込める機能の喪失の範囲, 重大事故等への対処時の想定される作業環境の過酷さを考慮し, 有効性評価の前提となる設計上定める条件より厳しい条件は, 外部事象の「地震」を起因とした機能喪失とする。

b. 有効性評価の代表性

評価項目毎に最も厳しい結果を与える焼結炉を代表として有効性評価の結果を示す。

5. 2. 3 重大事故等の同時発生

5. 2. 3. 1 有効性評価として着目する設計上定める条件より厳しい条件の特定

重大事故等の同時発生の起因事象の原因となる設計上定める条件より厳しい条件は, 外部事象の「地震」を起因とした機能喪失であり, 地震を共通要因として発生する「火災による閉じ込める機能の喪失」と「爆発による閉じ込める機能の喪失」が同時に発生することを想定する。

これらの設計上定める条件より厳しい条件によって, 重大事故がどのように発生するかについては5. 2. 1及び5. 2. 2に示したとおりである。

5. 2. 3. 2 有効性を確認するための評価項目の設定

(1) 評価項目の設定

重大事故等の同時発生に対する発生防止対策及び拡大防止対策の有効性を確認するための評価項目は, 5. 2. 1及び5. 2. 2に記載したとおりである。

大気中への放射性物質の放出量評価については、「火災による閉じ込める機能の喪失」と「爆発による閉じ込める機能の喪失」が同時に発生した場合であって、対策の実施により、重大事故等が収束するまでの間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。

(2) 有効性評価の評価単位

5. 2. 1 及び 5. 2. 2 に記載したとおりである。

(3) 代表性の考慮

5. 2. 1 及び 5. 2. 2 に記載したとおりである。

5. 3 評価に当たって考慮する事項

有効性評価においては、共通して以下の事項を考慮する。

5. 3. 1 安全機能を有する施設の安全機能の喪失に対する想定

重大事故等の起因事象の発生に加えて、想定する共通原因損傷及び系統間の機能依存性を考慮した安全機能の喪失を考慮する。

また、機能喪失の要因として損傷又は待機除外を想定した設備の復旧には期待しない。

5. 3. 2 電源の喪失に対する想定

火災及び爆発による閉じ込める機能の喪失については、基準地震動を超える地震動による地震を起因とするため、外部電源の喪失に加え、非常用所内電源設備の機能喪失により、全交流電源喪失することを想定する。また、復旧を期待しない。

5. 3. 3 操作及び作業時間に対する仮定

重大事故等への対処のために実施する操作及び作業を開始する時間は、以下のとおり想定する。

(1) 設計上定める条件より厳しい条件における外部事象（地震）

地震発生直後、要員は自らの身を守るための行為を実施し、揺れが収まったことを確認してから、安全機能が維持されているかの確認を実施する。したがって、地震の発生を起点として、その後 10 分間は要員による対処を期待しない。地震の発生から 10 分後以降、要員による安全系監視制御盤等の確認を実施し、その結果に基づき、安全機能の喪失を把握し、通常 of 体制から重大事故等への対処を実施するための実施組織に体制を移行するものと仮定する。その後、重大事故対処の体制に移行するために 5 分を要するものと仮定して、地震の発生から 15 分後以降、要員による重大事故等への対処に必要な操作及び作業を実施するものと仮定する。

5. 3. 4 単一故障に対する仮定

火災及び爆発による閉じ込める機能の喪失は、基準地震動を超える地震動による地震により発生することから、安全機能を有する施設のうち、火災の感知・消火に関する機能及び基準地震動を 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機能は全て喪失することを想定する。これに加えて、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常設重大事故等対処設備及び可搬型重大事故等対処設備の動的機能の単一故障を想定し、対策の有効性を評価する。

5. 3. 5 重大事故等の起因となる「地震」における想定

常設重大事故等対処設備のうち静的機器については、基準地震動を 1.2 倍にした地震動を考慮する設計とすることで、期待する機能を発揮できるものとする。また、重大事故等対処設備のうち動的機器については、基準地震動を 1.2 倍にした地震動を考慮する設計としており、且つ蓄電池、充電機、乾電池といった電源を有することで、期待する機能を発揮できるものとする。

5. 3. 6 対処中に発生する自然現象の想定

対処の実施中に、設計基準において想定した規模の自然現象の発生を想定する。ただし、対処により事象を収束させるまでの時間が短い場合には、その間に自然現象が発生する可能性が十分に低いと考えられることから、対処実施中の自然現象の発生は想定しない。

5. 3. 7 有効性評価の範囲

有効性評価の範囲は、事態が収束するまでの期間を対象とし、具体的には次のとおりとする。

(1) 火災による閉じ込める機能の喪失

a. 事態の収束

火災によるMOX粉末の気相部への移行量が増大する要因は、機器に内包する潤滑油が漏えいし火災が継続し上昇気流が発生することによる気相への移行である。

火災による閉じ込める機能の喪失における事態収束の観点では、消火装置により早期に消火し、グローブボックス内の気相部への放

放射性物質の移行を停止させることが重要となる。

火災の消火後は、グローブボックスの気相部への新たな放射性物質の移行が停止することから、火災が発生し消火するまでの時間に排気設備を経由して放射性物質が大気中へ放出する量が評価の対象となる。

b. 各重大事故等対策の有効性評価の前提条件

重大事故等に対処するための設備が健全であり、実施組織要員が確保されている状況において、地震を起因として火災が発生した直後であることを想定する。大気中への放射性物質の放出量は、漏えいした潤滑油に着火し、消火されるまでの間の放出量とする。

(2) 爆発による閉じ込める機能の喪失

a. 事態の収束

爆発によるMOX粉末の気相部への移行量が増大する要因は、水素・アルゴン混合ガスの漏えいが継続して再爆発し、核燃料物質が工程室内に飛散することによる気相への移行である。

爆発による閉じ込める機能の喪失における事態収束の観点では、混合ガス緊急遮断弁により早期に水素・アルゴン混合ガスの供給を停止させることが重要となる。

水素・アルゴン混合ガスの供給停止後は、工程室内の気相部への新たな放射性物質の移行が停止することから、最初に爆発が発生した際に排気設備を経由して放射性物質が大気中へ放出する量が評価の対象となる。

b. 各重大事故等対策の有効性評価の前提条件

重大事故等に対処するための設備が健全であり、実施組織要員が確保されている状況において、地震を起因として爆発が発生し

た直後であることを想定する。大気中への放射性物質の放出量は、地震が発生した直後の爆発による放出量とする。

(3) 重大事故等の同時発生

a. 事態の収束

5. 3. 7 (1) 及び (2) に記載したとおりである。

b. 各重大事故等対策の有効性評価の前提条件

5. 3. 7 (1) 及び (2) に記載したとおりである。

5. 4 有効性評価に使用する計算プログラム

有効性評価に使用する解析コードは、重大事故等の特徴に応じて、着目している現象をモデル化でき、実験等を基に妥当性が確認され、適用範囲を含めてその不確かさが把握されているものとする。

5. 4. 1 火災による閉じ込める機能の喪失

火災による閉じ込める機能の喪失の有効性評価において、計算プログラムは使用していない。

5. 4. 2 爆発による閉じ込める機能の喪失

爆発による閉じ込める機能の喪失の有効性評価において、計算プログラムは使用していない。

5. 5 有効性評価における条件設定の方針

5. 5. 1 評価条件設定の考え方

有効性評価における評価・解析の条件設定については、事象進展の不確かさを考慮して、設計値及び運転状態の現実的な条件を設定

することを基本とする。

5. 5. 2 共通的な条件

有効性評価に必要な共通的条件として、MOXの性状を以下のとおり定める。

(1) プルトニウム富化度

MOXのプルトニウム富化度は取扱制限値に基づき、MOXの形態ごとに第5. 5. 2-1表のとおり設定する。

第5. 5. 2-1表 MOX中のプルトニウム富化度

MOX形態		プルトニウム富化度 (%)
粉末	原料MOX粉末	60
	一次混合粉末	30
	二次混合粉末	18
	添加剤混合粉末	18
ペレット	グリーンペレット	18
	焼結ペレット	18

(2) プルトニウムの同位体組成

MOX中のプルトニウムの同位体組成は、MOX燃料加工施設で取り扱う核燃料物質の仕様及び取扱量については運転状態により変動し得るが、被ばく評価の条件が最も厳しくなるよう、燃料加工建屋外へ放出するプルトニウムの同位体組成を、再処理する使用済燃料の燃焼条件及び冷却期間をパラメータとして、吸入による被ばくがより厳しい評価結果となるよう第5. 5. 2-2表のとおり設定する。

第5. 5. 2-2表 MOX中のプルトニウムの同位体組成

核種	質量割合 (%)
Pu-238	3.8
Pu-239	55.6
Pu-240	27.3
Pu-241	13.3
Am-241	4.5
合計	104.5

(3) インベントリ

MOXのインベントリは、各グローブボックス及び設備に設定している単一ユニットの取扱制限値の最大量を適用する。火災源となる潤滑油を内包するグローブボックス及び水素・アルゴン混合ガスを取り扱う設備のインベントリを第5. 5. 2-3表に示す。

第5. 5. 2-3表 グローブボックス・機器のインベントリ

グローブボックス・設備名称	インベントリ (kg・Pu)
予備混合装置 GB	28.8
均一化混合装置 GB	53.7
造粒装置 GB	20.3
回収粉末処理・混合装置 GB	39.7
添加剤混合装置 GB (A)	33.0
プレス装置 (プレス部) GB (A)	38.9
添加剤混合装置 GB (B)	33.0
プレス装置 (プレス部) GB (B)	38.9
焼結設備	195.8
小規模試験設備	54.5

5. 6 必要な要員及び資源の評価方針

重大事故等への対処に必要な要員及び資源の評価においては、同時に又は連鎖して発生することを想定する重大事故等が同時に又は連鎖して発生することを想定して評価を行う。

5. 6. 1 必要な要員

重大事故対策を実施するために必要な要員を確保できる体制となっていることを評価する。

5. 6. 2 必要な資源

「火災による閉じ込める機能の喪失」及び「爆発による閉じ込める機能の喪失」の対処において、水源、電源、燃料等の外部からの供給は不要である。

6. 核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失への対処

目 次

- 6. 核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失への対処
 - 6. 1 火災による閉じ込める機能の喪失への対処
 - 6. 1. 1 火災による閉じ込める機能の喪失の発生の防止のための措置
 - 6. 1. 1. 1 火災による閉じ込める機能の喪失の発生の防止のための措置の具体的対策
 - 6. 1. 1. 2 火災による閉じ込める機能喪失の発生の防止のための措置の有効性評価
 - 6. 1. 2 火災による閉じ込める機能の喪失の拡大の防止のための措置
 - 6. 1. 2. 1 火災による閉じ込める機能の喪失の拡大の防止のための具体的内容
 - 6. 1. 2. 2 火災による閉じ込める機能の喪失の拡大防止対策の有効性評価
 - 6. 1. 3 火災による閉じ込める機能の喪失の発生及び拡大の防止のための措置に必要な要員及び資源
 - 6. 2 爆発による閉じ込める機能の喪失への対処
 - 6. 2. 1 爆発による閉じ込める機能の喪失の発生の防止のための措置
 - 6. 2. 1. 1 爆発による閉じ込める機能の喪失の発生の防止のための措置の具体的対策
 - 6. 2. 1. 2 爆発による閉じ込める機能喪失の発生の防止のための措置の有効性評価

- 6. 2. 2 爆発による閉じ込める機能の喪失の拡大の防止のための措置
 - 6. 2. 2. 1 爆発による閉じ込める機能の喪失に対する具体的内容
 - 6. 2. 2. 2 爆発による閉じ込める機能の喪失の拡大防止対策の有効性評価
- 6. 2. 3 爆発による閉じ込める機能の喪失の発生及び拡大の防止のための措置に必要な要員及び資源

6. 1 火災による閉じ込める機能の喪失への対処

(1) 本施設における火災の特徴

本施設の燃料製造工程では焼結処理で水素・アルゴン混合ガスを使用するほかには有機溶媒等の可燃性物質を多量に取り扱う工程がないこと、核燃料物質を取り扱うグローブボックス等の設備及び機器は不燃性材料又は難燃性材料を使用することから、本施設における大規模な火災の発生は想定されない。また、MOX粉末を取り扱うグローブボックスは窒素雰囲気とする設計であり、窒素雰囲気下では火災の発生は想定されない。

本施設の燃料製造において、グローブボックス内における核燃料物質の形態は、粉末、焼結前の圧縮成形体（以下、「グリーンペレット」という。）、グリーンペレット焼結後のペレット（以下、「ペレット」という。）であるが、核燃料物質が火災の影響を受けて燃料加工建屋外への放出に至る可能性があるほどの気相中への移行が考えられるのは、粉末の形態で火災の影響を受けた場合である。

前述のとおり、MOX粉末を取り扱うグローブボックスは窒素雰囲気とする設計であるが、基準地震動を超える地震動による地震を想定した場合、地震により窒素雰囲気を維持する機能が喪失することにより、グローブボックス内が空気雰囲気となることが想定される。

また、グローブボックス内における火災源となり得る可燃性物質としては、金属製の容器等に収納された除染作業用のアルコール、ウエス等の他、グローブボックス内に設置する機器が保有する潤滑油が考えられる。これらは、不燃性材料で覆われ

ており露出していないことから火災の発生は想定されないが、基準地震動を超える地震動による地震を想定した場合、潤滑油を保有する機器が地震により損傷し、潤滑油が漏えいすることが考えられる。上記を踏まえると、基準地震動を超える地震動による地震を想定した場合には、窒素雰囲気を維持する機能の喪失によるグローブボックス内の空気雰囲気化、機器からの潤滑油の漏えい及びケーブルの断線等による着火源の発生が想定されることから、火災が発生することは否定できない。

【補足説明資料6-1】

以上のとおり、本施設における火災の特徴を考慮すると、火災区域に設定する工程室においてMOX粉末を露出した状態で取り扱うグローブボックスのうち、潤滑油を有するグローブボックスを、重大事故等の起因となる火災源を有するグローブボックスとして特定し、これらのグローブボックス内で発生する火災への対処として、加工施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の第二十二条及び第二十九条に規定される要求に対して、整備した重大事故等の対策を講ずる。

(2) 火災への対処の基本方針

火災による閉じ込める機能の喪失への対処として、加工施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の第二十二条及び第二十九条に規定される要求を満足する重大事故等の発生及び拡大を防止するための措置を整備する。

火災による閉じ込める機能の喪失の発生を防止するための措置として、火災による核燃料物質の飛散の発生を未然に防止す

るための対策を整備する。

火災による閉じ込める機能の喪失の拡大を防止するための措置として、燃料加工建屋外への核燃料物質の漏えいを防止するための対策を整備する。

火災による閉じ込める機能の喪失の発生を想定する機器を添7第12表に、各対策の概要図を6-1図に示す。また、各対策の基本方針の詳細を以下に示す。

① 火災による閉じ込める機能の喪失の発生を防止するための措置

基準地震動を超える地震動の地震により、重大事故等の起因となる火災源を有するグローブボックス内で火災が発生した場合、消火剤を供給し消火する。

本対策は、火災の発生後速やかに対策を完了させる。

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設計とする。

② 火災による閉じ込める機能の喪失の拡大を防止するための措置

基準地震動を超える地震動の地震が発生した場合、給排気経路上に設置するダンパを閉止することにより、核燃料物質を燃料加工建屋内に閉じ込める措置を講ずる。

本対策は、地震の発生後速やかに対策を完了させる。

また、火災の消火又は核燃料物質を燃料加工建屋内に閉じ込める措置が完了するまでの間、核燃料物質が火災の影響を受けることにより、燃料加工建屋外へ放出されるおそれがある。このため、燃料加工建屋外へ放射性物質を放出するおそれがある

経路に設置する高性能エアフィルタにより，燃料加工建屋外へ放出される放射性物質を可能な限り除去する。

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設計とする。

【補足説明資料 6－2】

6. 1. 1 火災による閉じ込める機能の喪失の発生の防止のための措置

6. 1. 1. 1 火災による閉じ込める機能の喪失の発生の防止のための措置の具体的対策

重大事故の起因となる火災源を有する複数のグローブボックス内で火災が発生した場合，核燃料物質が火災の影響を受けることにより飛散又は漏えいするおそれがあることから，火災による閉じ込める機能の喪失の発生防止対策については，核燃料物質の飛散又は漏えいの原因となる火災の消火を行う。

添 7 第 12 表に示す機器への対策の概要を以下に示す。また，対策の系統概要図を添 7 第 25 図及び添 7 第 26 図に，アクセスルート図を添 7 第 34 図から添 7 第 38 図に，対策の手順の概要を添 7 第 24 図に示す。また，対策における手順及び設備の関係を添 7 第 15 表に，必要な要員及び作業項目を 6－2 図に示す。

① 火災による閉じ込める機能の喪失の発生防止対策の実施判断

地震発生に伴い，外部電源が喪失し，非常用発電機が自動起動しない場合は，現場での手動起動操作を行う。非常用発電機を手動起動できない場合は，全交流電源の喪失と判断し，重大

事故等への対処として以下の②に移行する。

② 火災の感知

基準地震動を超える地震動の地震が発生した場合，中央監視室又は中央監視室近傍の廊下において，火災状況確認用温度計（グローブボックス内火災用）によるグローブボックス内温度の確認及びグローブボックス内の火災状況を確認する火災状況確認用カメラによるグローブボックス内の確認を行う。火災状況確認用温度計（グローブボックス内火災用）の測定値及び火災状況確認用カメラで撮影した映像の確認は，可搬型火災状況監視端末を接続することで行う。

万一，火災状況確認用温度計（グローブボックス内火災用）及びグローブボックス内の火災状況を確認する火災状況確認用カメラの機能が喪失した場合においては，③，④，⑤及び⑥の消火の対策を実施した後に，予備開口から可搬型工程室監視カメラを挿入し，室内の確認を行う。

③ 火災の消火（グローブボックス局所消火装置の自動起動）

重大事故等の起因となるグローブボックス内において火災が発生した場合は，グローブボックス局所消火装置が自動的に消火剤を放出することで消火を行う。

④ 火災の消火（遠隔消火装置の遠隔手動起動）

③の対策にも係らず，火災状況確認用温度計（グローブボックス内火災用）又はグローブボックス内の火災状況を確認する火災状況確認用カメラにより火災の継続を確認した場合は，中央監視室又は中央監視室近傍廊下からの遠隔手動操作により，遠隔消火装置による消火を行う。

⑤ 火災の消火（遠隔消火装置の現場手動起動）

④の対策における遠隔消火装置の遠隔手動起動に失敗した場合は、工程室外の廊下にて、該当する箇所に対して遠隔消火装置を手動起動することによる消火を行う。

⑥ 火災の消火（可搬型消火ガスボンベによる消火）

④及び⑤の対策の実施にも係らず、火災の消火を確認できない場合は、当該箇所に対して消火剤を放出できるよう、遠隔消火装置の分岐配管の接続口又はグローブボックス火災対処配管の接続口に可搬型消火ガスボンベを接続し、消火を行う。

⑦ 重大事故等の発生防止対策の成功判断

火災状況確認用温度計（グローブボックス内火災用）による温度の確認及びグローブボックス内の火災状況を確認する火災状況確認用カメラによる室内の確認により、火災が消火されたことを判断する。

6. 1. 1. 2 火災による閉じ込める機能喪失の発生を防止するための措置の有効性評価

(1) 有効性評価の方法

火災による閉じ込める機能の喪失の発生防止対策に係る有効性評価は、火災発生後速やかに火災の感知及び消火を実施できることについて評価する。

(2) 有効性評価の条件

火災の感知及び消火対策の有効性評価は、添7第12表に示すグローブボックスを対象に実施する。

主要な評価条件を以下に示す。

① 事故条件

a. 起因事象

有効性評価の前提となる設計上定める条件より厳しい条件は、火災の発生防止対策として構成する静的機器及び動的機器の機能を広範囲に喪失させる「地震」を起因事象とする。

b. 安全機能の喪失に対する仮定

設計上定める条件より厳しい条件として外部事象の「地震」を起因とした場合の安全機能の喪失の想定は、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する。このため、安全機能を有する施設の火災の感知及び消火に関する機能が喪失することを想定する。また、耐震重要度分類を S クラスとしているグローブボックスは、基準地震動を 1.2 倍にした地震動の地震力に対して概ね弾性範囲に留まるように設計することから、基準地震動を超える地震により当該グローブボックスが一部損傷したとしても、多量の放射性物質が漏えいするおそれはない。また、耐震重要度分類が S クラスのグローブボックスに対して、波及的影響を及ぼさないようにするために、グローブボックス内及びグローブボックス外の機器についても、地震時に転倒及び落下によりグローブボックスの安全機能に波及的影響を及ぼさないようにするために、基準地震動による地震力に対して概ね弾性範囲に留まるように設計することから、基準地震動を超える地震時においても転倒及び落下しない。また、外部電源も含めた全ての交流電源喪失も想定し、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おり、且つ蓄電池、充電池、

乾電池といった電源を有する設備以外の動的機器が全て同時に機能喪失することを想定している。

② 重大事故等への対処に関連する機器条件

火災による閉じ込める機能の喪失の発生を防止するための措置に使用する機器を6-1表に示す。また、主要な機器の機器条件を以下に示す。

a. 火災の感知に係る機器

火災の感知に係る機器の条件を以下に示す。また、火災の感知に係る機器については、火災状況確認用温度計（グローブボックス内火災用）及び火災状況確認用カメラにより、多様性を有している。

(a) 火災状況確認用温度計（グローブボックス内火災用）

重大事故等の起因となる火災源を有するグローブボックス内で発生した火災を感知できるよう、常設重大事故等対処設備として設置する。このため、基準地震動を1.2倍にした地震動を考慮する設計とするが、グローブボックス内に設置される部位については、グローブボックスと同等の耐震性を有する設計とする。

全交流電源喪失時においても機能するよう、想定される重大事故等への対処が完了するまでの時間駆動できる蓄電池を有する設計とする。

(b) 火災状況確認用カメラ

重大事故等の起因となる火災源を有するグローブボックス内で発生した火災を感知できるよう、常設重大事故等対処設備として設置する。このため、基準地震動を1.2倍に

した地震動を考慮する設計とする。

全交流電源喪失時においても機能するよう、想定される重大事故等への対処が完了するまでの時間駆動できる蓄電池を有する設計とする。また、廊下に隣接しない室については火災状況確認用カメラを2系統設置する。

(c) 可搬型火災状況監視端末

火災状況確認用温度計及び火災状況確認用カメラと接続することにより、中央監視室又は中央監視室近傍廊下にて火災状況を監視できるよう、可搬型重大事故等対処設備として保管する。保管に当たっては、保管容器に収納した上で固縛又は転倒防止対策を講じた保管棚に固縛するとともに、保管容器又は保管棚は被水防護できる構造とする。

全交流電源喪失時においても機能するよう、想定される重大事故等への対処が完了するまでの時間駆動できる充電電池を有する設計とする。また、故障時を考慮した個数を燃料加工建屋内において、常設重大事故等対処設備と異なり、かつ火災源となる機器と異なる室又は離れた場所に保管する。

(d) 可搬型工程室監視カメラ

万一、廊下に隣接する工程室内における火災状況を確認できない場合において、廊下に隣接する室の壁面に設けている予備開口に可搬型工程室監視カメラを挿入することにより室内の状況確認をできるよう、可搬型重大事故等対処設備として保管する。保管に当たっては、保管容器に収納した上で固縛又は転倒防止対策を講じた保管棚に固縛する

とともに、保管容器又は保管棚は被水防護できる構造とする。

全交流電源喪失時においても機能するよう、想定される重大事故等への対処が完了するまでの時間駆動できる充電池又は乾電池を有する設計とする。また、故障時を考慮した個数を燃料加工建屋内において、常設重大事故等対処設備と異なり、かつ火災源となる機器と異なる室又は離れた場所に保管する。

b. 火災の消火に係る機器

火災の消火に係る機器の条件を以下に示す。また、消火のために消火剤を有する機器については、グローブボックス局所消火装置、遠隔消火装置及び可搬型ガスボンベにより多様性を有するとともに、消火剤を重大事故等の起因となる火災源まで投入する配管については、遠隔消火装置及びグローブボックス火災対処配管により多様性を有する。

(a) グローブボックス局所消火装置

重大事故等の起因となる火災源の近傍に設置することから、常設重大事故等対処設備として設置し、設置する施設と同等の耐震性を有する設計とする。

装置自身により火災を感知できる設計であり、火災を感知した場合に電源を必要とせず、自動で消火剤の放出が可能であり、消火に必要な容量以上の消火剤量を確保する。

(b) 遠隔消火装置

重大事故等の起因となる火災源を有するグローブボックス内で発生した火災を消火できるよう、常設重大事故等対

処設備として設置する。このため、基準地震動を 1.2 倍にした地震動を考慮する設計とするが、グローブボックス内に設置される部位については、グローブボックスと同等の耐震性を有する設計とする。

中央監視室又は中央監視室近傍の廊下から遠隔手動操作により消火剤を投入できるとともに、全交流電源喪失時においても機能するよう、想定される重大事故等への対処が完了するまでの時間駆動できる充電池を有する設計とする。また、工程室外の廊下からの現場手動操作が可能とする設計とし、消火に必要な容量以上の消火剤量を確保する。また、可搬型消火ガスボンベとの接続が可能なよう、分岐配管を設ける。

(c) グローブボックス火災対処配管

可搬型消火ガスボンベを接続して重大事故等の起因となる火災源を有するグローブボックス内に消火剤を投入できるように、常設重大事故等対処設備として設置する。このため、基準地震動を 1.2 倍にした地震動を考慮する設計とするが、グローブボックス内に設置される部位については、グローブボックスと同等の耐震性を有する設計とする。

(d) 可搬型消火ガスボンベ

遠隔消火装置の分岐配管又はグローブボックス火災対処配管に接続して重大事故等の起因となる火災源を有するグローブボックス内に消火剤を投入できるように、可搬型重大事故等対処設備として保管する。保管に当たっては、保管容器に収納した上で固縛又は転倒防止対策を講じた保管棚

に固縛する。

全交流電源喪失時においても機能するよう、手動で操作できる設計とする。また、故障時を考慮した個数を燃料加工建屋内において、常設重大事故等対処設備と異なり、かつ火災源となる機器と異なる室又は離れた場所に保管する。

【補足説明資料 6-3】

③ 重大事故等への対処に関連する操作条件

地震発生後、速やかに火災の感知及び消火に係る対策を実施する。作業と所要時間を 6-2 図に示す。

④ 評価シナリオ

重大事故等の起因となる火災源を有する複数のグローブボックス内で火災が発生する。

⑤ 評価条件

基準地震動を超える地震動の地震の発生前までは通常運転状態であることを想定する。

(3) 有効性評価の判断基準

火災による閉じ込める機能の喪失の発生を防止する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。

重大事故等の起因となる火災源を有する複数のグローブボックスにおいて発生した火災を速やかに感知及び消火できること。

(4) 有効性評価の結果

- ① 重大事故等の起因となる火災源を有するグローブボックス内は通常運転時は窒素雰囲気であるため、地震による窒素雰囲気を維持するための設備の機能喪失によりグローブボックス内が

直ちに空気雰囲気となることは想定しにくいですが、地震の発生直後より火災が発生することを想定し、グローブボックス局所消火装置による消火が行われた時点で、中央監視室又は中央監視室近傍廊下にて火災状況確認用温度計（グローブボックス内火災用）による温度の確認又はグローブボックス内の火災状況を確認する火災状況確認用カメラによる火災状況の確認を行い、温度異常又は発煙の継続により火災が継続していると現場管理責任者が判断した場合は、中央監視室又は中央監視室近傍廊下からの遠隔操作により遠隔消火装置を起動する。この作業は2名にて10分で完了できる。また、この作業は地震の発生後20分で完了できる。

- ② ①の作業の結果、遠隔操作による遠隔消火装置の起動ができない場合は、工程室外の廊下から遠隔消火装置を手動起動する。この作業は4名（2名/班×2班）にて10分で完了できる。また、この作業は地震の発生後45分で完了できる。
- ③ ②の作業の結果、遠隔消火装置を手動起動ができない場合は、遠隔消火装置又はグローブボックス火災対処配管の接続口に可搬型消火ガスボンベを接続し、消火剤を噴射する。この作業は4名（2名/班×2班）にて15分で完了できる。また、この作業は地震の発生後1時間で完了できる。
- ④ 火災の消火をグローブボックス内の火災状況を確認する火災状況確認用カメラ又は火災状況確認用温度計（グローブボックス内火災用）により確認するが、万一、これらの機器で火災の消火が確認できない場合は、b. 及びc. の消火の対策を実施した後に予備開口から可搬型工程室監視カメラを挿入し、室内

の状況を確認する。

以上より、火災による閉じ込める機能の喪失の発生を防止するための措置は地震の発生後1時間で完了する。また、必要となる実施組織要員は6名であり、燃料加工建屋にて常時確保する20名で対処可能である。

(5) 評価条件の不確かさの影響評価

① 実施組織要員の操作の時間余裕に与える影響

火災による閉じ込める機能の喪失への対処における実施組織要員の操作の時間に与える影響を以下のとおり評価し、影響がないことを確認した。

a. 外部電源の考慮の観点

火災の進展は、外部電源の有無によらず同じである。設計上定める条件より厳しい条件の想定に係らず、実施組織要員の操作の時間余裕に与える影響はない。

b. 実施組織要員の操作の観点

「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て計画することで、これら要因による影響を低減している。

また、遠隔消火装置の遠隔手動起動は、簡易な操作であるため、余裕をもって作業を完了することができる。

c. 作業環境の観点

重大事故等対策におけるアクセスルートは、最短で対策できるアクセスルートを可能な限り2ルート確保する。アクセスルートの設定に当たっては、実施する重大事故等対策及び

重大事故等対処施設の配置を踏まえ、作業性及び効率性を考慮する。重大事故等対策における作業環境に対する有効性は下記のとおりであり、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。

(a) ばい煙による視界不良

地下3階で対策を実施する実施組織要員は、ヘッドライト、呼吸器及び防護衣を装備する。また、視界不良時においても対策ができるよう、消防建屋における濃煙下での訓練を実施する。

したがって、ばい煙による視界不良を考慮しても、重大事故等対策は実施可能である。

(b) 当該室の照明の損傷による視界不良

実施組織要員は、必要に応じヘッドライトを装備して対策を実施する。また、中央監視室又は中央監視室近傍に可搬型照明を配備する。

したがって、当該室の照明の損傷による視界不良を考慮しても、重大事故等対策は実施可能である。

(c) アクセスルート上の火災による温度上昇

アクセスルートを阻害する火災がある場合は室又は廊下にある消火器を用いて消火する。

したがって、火災の熱による当該室及び廊下の温度上昇を考慮しても、重大事故等対策は実施可能である。

(d) 管理区域内における放射性物質の飛散

重大事故等対策では、火災区域に設定する工程室への入室はないため、放射性物質が室外へ飛散しているとは考え

にくい。管理区域内作業においては、内部被ばくを防止する観点から呼吸器を装備する。

したがって、放射性物質の飛散を考慮しても、放射性物質の体内への取込みが防止されるため、重大事故等対策は実施可能である。

(e) 配管破断による溢水

配管破断による溢水量の考え方を以下に示す。以下の考え方に基づいた重大事故等対策のアクセスルート上の溢水水位は、最大でも 20cm 以下であり、実施組織要員は防護装備を装備して対策を実施することから、配管破断による溢水を考慮しても、重大事故等対策は実施可能である。

- i. 溢水防護対象設備を有する燃料加工建屋に配置される機器及び配管のうち、溢水防護対象設備に影響を与えるおそれのある流体（液体及び蒸気）を内包し、かつ基準地震動を 1.2 倍にした地震動を考慮する設計とした設備以外の機器及び配管の破損による系統保有水の溢水量を見込む。
- ii. 加速度大の信号により自動的に閉止して供給を停止する緊急遮断弁を設置する設備については、緊急遮断弁の設置箇所から破損箇所までの配管の保有量と燃料加工建屋内に設置される機器の保有量を合算して算定する。
- iii. 重大事故等対策を行う作業エリア内に水配管が敷設されている箇所は、周囲への溢水の流出を考慮せず、作業エリアの溢水水位が最も高くなるように設定する。
- iv. 重大事故等対策を行う作業エリアへのアクセスルートについては、アクセスルートの全域を溢水の滞留エリアとし、

周囲への溢水の流出を考慮せず、作業エリアの溢水水位が最も高くなるように設定する。

(f) 設備・機器の落下又は転倒によるアクセスルートの阻害

可搬型重大事故等対処設備を運搬するアクセスルートにおいて、落下又は転倒することにより可搬型重大事故等対処設備の運搬に支障がある設備・機器については、落下防止措置又は固縛措置を実施する。

可搬型重大事故等対処設備の運搬を必要としないアクセスルートにおいては、設備・機器が落下又は転倒した場合に乗り越えて移動することを基本とするが、落下又は転倒によりアクセスに支障が生じる設備・機器については、落下防止措置又は固縛措置を実施する。

また、重大事故等対策に係るアクセスルートは、最短で対策できるアクセスルートを可能な限り2ルート確保する設計とする。

したがって、設備・機器の落下又は転倒を考慮しても、重大事故等対策は実施可能である。

② 評価項目に与える影響

火災を消火するまでの実施組織要員に与える影響は、「① 実施組織要員の操作の時間余裕に与える影響」に記載したとおりである。

③ 評価結果

評価条件の不確かさが実施組織要員の操作の時間余裕に与える影響について確認した結果、実施組織要員の想定操作時間をより厳しい結果を与える条件で評価をしていること又は実施組織要員

の操作の時間に影響を与えないことを確認した。

(6) 必要な要員及び資源の評価

火災による閉じ込める機能の喪失への対策に必要な要員及び資源は、火災による閉じ込める機能の喪失の拡大の防止のための措置に必要な要員及び資源を合わせて 6.1.2 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、「7. 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。

(7) 判断基準への適合性の検討

火災による閉じ込める機能の喪失を未然に防止することを目的として、火災を消火する手段を整備しており、これらの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。

重大事故等の起因となる火災源を有するグローブボックス内で火災が発生した場合、火災の感知により自動起動するグローブボックス局所消火装置及び中央監視室又は中央監視室近傍廊下から遠隔操作が可能な遠隔消火装置により、火災源に対して必要量の消火剤を投入することで消火が可能である。

上記の対策で消火されない場合においても、工程室の外から遠隔消火装置の手動起動、遠隔消火装置の分岐配管又はグローブボックス火災対処配管へ可搬型消火ガスボンベを接続し、必要量の消火剤を投入することにより、消火が可能である。また、全交流電源喪失時においても消火が可能である。

火災の感知は、温度異常の感知又は室内の状況の確認により行うことができる。火災状況確認用温度計（グローブボックス

内火災用) 及び火災状況確認用カメラは蓄電池を有する設計であることから、全交流電源喪失時においても、中央監視室又は中央監視室近傍廊下にて温度異常の感知及び室内の状況の確認が可能である。

これらの火災による閉じ込める機能の喪失の発生を防止するための措置は、地震の発生後1時間で実施が可能である。

上記のとおり、複数の対策手段を講ずること及びアクセスルート可能な限り2ルート確保することから、遠隔操作が困難な場合においても、現場操作により手動で起動することが可能であり、対策は有効であると評価する。

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時間に与える影響はない。

以上のことから、火災による閉じ込める機能の喪失の発生を未然に防止できる。

以上より、「(3) 有効性評価の判断基準」を満足する。

6. 1. 2 火災による閉じ込める機能の喪失の拡大の防止のための措置

6. 1. 2. 1 火災による閉じ込める機能の喪失の拡大の防止のための具体的内容

基準地震動を超える地震動の地震が発生した場合、建屋排風機、工程室排風機、グローブボックス排風機、送風機及び室素循環ファン(以下、「送排風機」という。)の停止及び核燃料物質を燃料加工建屋内に閉じ込める措置を講ずる。重大事故等の起因となる火災源を有する複数のグローブボックス内での火災の発生状況を直ちに把

握できない場合においても、同様の対策を講ずる。

また、火災が発生した場合、火災の影響を受けた核燃料物質の一部がグローブボックス内の気相中に移行し、グローブボックス排気設備を通り燃料加工建屋外へ放出されるおそれがあるが、排気経路に設置する高性能エアフィルタで放射性物質を捕集することで、放射性物質の燃料加工建屋外への放出量を低減する。

対策の概要を以下に示す。

対策の系統概要図を添 7 第 29 図及び添 7 第 30 図に、アクセスルート図を添 7 第 34 図から添 7 第 38 図に、対策の手順の概要を添 7 第 24 図に示す。また、対策における手順及び設備の関係を添 7 第 16 表に、必要な要員及び作業項目を 6 - 3 図に示す。

① 重大事故等の拡大防止対策の実施の判断

地震発生に伴い、中央監視室に表示される加速度計の指示値が、基準地震動相当の加速度であることを確認した場合、以下の②及び③ a. の操作を行う。また、外部電源が喪失し、非常用発電機が自動起動しない場合は、現場での手動起動操作を行う。非常用発電機を手動起動できない場合は、全交流電源の喪失と判断し、重大事故等への対処として③ b. を実施する。

② 送排風機の停止

基準地震動を超える地震動の地震が発生した場合、中央監視室から送排風機の停止を実施する。送排風機の停止に失敗した場合は、電源を遮断することにより、送排風機の停止を実施する。

③ ダンパの閉止による核燃料物質の燃料加工建屋内への閉じ込め

め

a. 給排気閉止ダンパの閉止

中央監視室からの遠隔操作によりグローブボックス排気閉止ダンパ，工程室排気閉止ダンパ，建屋排気閉止ダンパ及び給気閉止ダンパ（以下，「給排気閉止ダンパ」という。）の閉止を実施する。

また，給排気閉止ダンパの閉止を遠隔操作により実施できない場合においても，中央監視室近傍にて可搬型ガスボンベを接続してガスを供給することにより，給排気閉止ダンパの閉止を実施する。その後，(b)の作業と並行して，給排気閉止ダンパの作動状態の現場確認を実施する。

b. 送排風機入口手動ダンパの閉止

a. の対策の成否に係らず，送風機入口手動ダンパ，建屋排風機入口手動ダンパ，工程室排風機入口手動ダンパ及びグローブボックス排風機入口手動ダンパ（以下，「送排風機入口手動ダンパ」という。）を現場手動操作により閉止する。

6. 1. 2. 2 火災による閉じ込める機能の喪失の拡大防止対策の有効性評価

(1) 有効性評価の方法

重大事故等の拡大防止対策に係る有効性評価については，火災による核燃料物質の燃料加工建屋外への漏えいの防止対策について評価する。

また，火災による閉じ込める機能の喪失に対する，消火及び核燃料物質を燃料加工建屋内に閉じ込める措置が完了するまでの間，放射性物質の移行率及び高性能エアフィルタによる放射

性物質の除染係数を考慮して、大気中への放射性物質の放出量（セシウム-137 換算）を評価する。

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、火災時に気相中に移行する放射性物質（エアロゾル）を対象とする。

セシウム-137 への換算係数は、IAEA-TECDOC-1162 のセシウム-137 が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内部取り込みを考慮した 50 年間の実効線量への換算係数と着目核種の換算係数の比を用いる。

ただし、プルトニウム及びアメリシウムは、化学形態による影響の違いを補正する係数を乗じる。

（2）有効性評価の方法

主要な解析条件を以下に示す。

① 事故条件

a. 起回事象

有効性評価の前提となる設計上定める条件より厳しい条件は、火災の発生防止対策として構成する静的機器及び動的機器の機能を広範囲に喪失させる「地震」を起因として想定する。

b. 安全機能の喪失に対する仮定

設計上定める条件より厳しい条件として外部事象の「地震」を起因とした場合の安全機能の喪失の想定は、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

のとする。このため、安全機能を有する施設の火災の感知及び消火に関する機能が喪失することを想定する。また、耐震重要度分類をSクラスとしているグローブボックスは、基準地震動を1.2倍にした地震動の地震力に対して概ね弾性範囲に留まるように設計することから、基準地震動を超える地震により当該施設が一部損傷したとしても、多量の放射性物質が漏えいするおそれはない。また、耐震重要度分類がSクラスのグローブボックスに対して、波及的影響を及ぼさないようにするために、グローブボックス内及びグローブボックス外の機器についても、地震により転倒及び落下によりグローブボックスの安全機能に波及的影響を及ぼさないようにするために、基準地震動による地震力に対して概ね弾性範囲に留まるように設計することから、転倒及び落下しない。また、外部電源も含めた全ての交流電源喪失も想定し、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おり、且つ蓄電池、充電機、乾電池といった電源を有する設備以外の動的機器が全て同時に機能喪失することを想定している。

② 重大事故等への対処に関連する機器条件

火災による閉じ込める機能の喪失の拡大の防止のための措置に使用する機器を6-1表に示す。また、主要な機器の機器条件を以下に示す。

a. 核燃料物質を燃料加工建屋内に閉じ込める措置に係る機器

核燃料物質を燃料加工建屋内に閉じ込める措置に係る機器の条件を以下に示す。また、核燃料物質を燃料加工建屋内に閉じ込める措置に係る機器については、給排気閉止ダンパ及

び送排風機入口手動ダンパにより，多様性がある。

(a) 給排気閉止ダンパ

重大事故等の起因となる火災源を有するグローブボックス内で発生した火災の影響を受けた核燃料物質が燃料加工建屋外へ漏えいすることを防止できるよう，常設重大事故等対処設備として設置する。このため，基準地震動を 1.2 倍にした地震動を考慮する設計とする。

中央監視室から遠隔手動操作により閉止できるとともに，全交流電源喪失時においても機能するよう，中央監視室近傍にて可搬型ガスボンベを接続してガスを供給することにより閉止できる設計とする。

(b) 送排風機入口手動ダンパ

重大事故等の起因となる火災源を有するグローブボックス内で発生した火災により火災影響を受けた核燃料物質が燃料加工建屋外へ漏えいすることを防止できるよう，常設重大事故等対処設備として設置する。このため，基準地震動を 1.2 倍にした地震動を考慮する設計とする。

全交流電源喪失時においても機能するよう，現場手動操作を可能とする設計とする。

(c) 燃料加工建屋外への漏えいの防止のために経路を維持する機器

以下の機器を基準地震動を 1.2 倍にした地震動を考慮する設計とすることにより，地震が発生したときにも経路を維持し，重大事故等の起因となる火災源を有するグローブボックス内で発生した火災により火災影響を受けた核燃料

物質が燃料加工建屋外へ漏えいすることを防止できるようにする。

- i. グローブボックス排気ダクト（外部と燃料加工建屋の境界となる壁外側からグローブボックス排気閉止ダンパ及びグローブボックス排風機入口手動ダンパまでの経路）
 - ii. グローブボックス排風機（経路を維持するために必要な機能）
 - iii. 工程室排気ダクト（外部と燃料加工建屋の境界となる壁外側から工程室排気閉止ダンパ及び工程室排風機入口手動ダンパまでの経路）
 - iv. 工程室排風機（経路を維持するために必要な機能）
 - v. 建屋排気ダクト（外部と燃料加工建屋の境界となる壁外側から建屋排気閉止ダンパ及び建屋排風機入口手動ダンパまでの経路）
 - vi. 建屋排風機（経路を維持するために必要な機能）
 - vii. 給気ダクト（外部と燃料加工建屋の境界となる壁外側から給気閉止ダンパ及び送風機入口手動ダンパまでの経路）
- b. 放射性物質の放出量を低減するための措置に係る機器

放射性物質の燃料加工建屋外への放出量を低減できるよう、排気経路を維持するとともに、排気系路に設置する高性能エアフィルタで放射性物質を捕集するための機器条件を以下に示す。

(a) グローブボックス排気フィルタ

火災の影響を受けて燃料加工建屋外へ放出される放射性物質量を低減できるよう、重大事故等の起因となる火災源

を有するグローブボックスの排気経路に常設重大事故等対処設備として設置する。このため、基準地震動を 1.2 倍にした地震動を考慮する設計とする。

1 段当たり 10^3 以上 ($0.15 \mu\text{mDOP}$ 粒子) の除染係数を有し、2 段で構成する。

(b) グローブボックス排気フィルタユニット

火災の影響を受けて燃料加工建屋外へ放出される放射性物質量を低減できるよう、重大事故等の起因となる火災源を有するグローブボックスの排気経路に常設重大事故等対処設備として設置する。このため、基準地震動を 1.2 倍にした地震動を考慮する設計とする。

1 段当たり 10^3 以上 ($0.15 \mu\text{mDOP}$ 粒子) の除染係数を有し、2 段で構成する。

(c) 放出量を低減するために経路を維持する機器

以下の機器を基準地震動を 1.2 倍にした地震動を考慮する設計とすることにより、地震が発生したときにも経路を維持し、重大事故等の起因となる火災源を有するグローブボックス内で発生した火災による燃料加工建屋外への放射性物質の放出量を低減できるようにする。

- i. グローブボックス排気ダクト (重大事故等の起因となる火災源を有するグローブボックスに対して設置する範囲)
- ii. グローブボックス排風機 (経路を維持するために必要な機能)

③ 重大事故等への対処に関連する操作条件

地震発生後、速やかに核燃料物質を燃料加工建屋内に閉じ込

める措置を実施する。作業と所要時間を6-3図に示す。

また、消火又は核燃料物質を燃料加工建屋内に閉じ込める措置を完了するまでの間、燃料加工建屋外へ放出される放射性物質の放出量を低減する対策については、操作を要さない。

④ 評価シナリオ

重大事故等の起因となる火災源を有する複数のグローブボックス内で火災が発生する。

⑤ 評価条件

地震の発生前までのグローブボックスは通常運転されていたものとし、火災の発生前は通常時の温度、圧力の状態である。

有効性評価における燃料加工建屋外への放射性物質の放出量は、火災が発生するグローブボックスが保有する放射性物質質量、火災に伴い気相中に移行する放射性物質の割合、燃料加工建屋外への放出経路における低減割合を乗じて算出する。

また、評価した燃料加工建屋外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、燃料加工建屋外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。

- a. 重大事故等の起因となる火災源を有するグローブボックス内の火災源近傍に、地震により高温部が露出して着火源となるような機器は存在しないこと及び潤滑油は引火点が高く（200℃以上）容易には着火しないことから、地震時においても火災の発生は考えにくいいため、複数個所で潤滑油が漏えいし、さらに複数個所で火災が同時発生することは、関連性が認められない偶発的な事象の同時発生であり、重大事故等の起因となる火災源を有するグローブボックスの全てである8

基のグローブボックス内において火災が発生することは想定しにくい。しかし、評価に当たっては、設計基準事故で想定する単一の火災区域における火災よりも規模が上回るものとして、2つの火災区域（2室）で同時発生した火災が継続することを想定する。このため、添7第12表に示すグローブボックスのうち、放出量の評価結果が最も厳しくなるようMOX粉末の取扱量が多い2室（粉末調整第5室及びペレット加工第1室）の火災源から火災が発生することを想定する。

- b. MOX粉末がグローブボックス内で容器又は機器に保有された状態を想定する場合と、グローブボックス内にMOX粉末が付着した状態を想定する場合で、火災により火災影響を受けたMOX粉末が燃料加工建屋外へ放出されるまでの評価が異なる。より厳しい条件により燃料加工建屋外への放射性物質の放出量の評価をするために、これらが同時に発生するものとして評価する。
- c. 火災が発生したグローブボックス内で容器又は機器が保有する放射性物質量は、当該室に設置するグローブボックスの取扱制限値を基に設定する。また、グローブボックス内に付着した放射性物質量は、当該室に設置するグローブボックスの取扱制限値の100分の1として設定する。
- d. 火災により影響を受ける割合は、グローブボックス内で容器又は機器が保有する放射性物質が火災の影響を受ける場合及びグローブボックス内に付着した放射性物質が火災の影響を受ける場合いずれにおいても、放射性物質量の全量が、火災により影響を受けるものとして設定する。

- e. 火災に伴い気相中に移行する放射性物質の割合は、グローブボックス内で容器又は機器が保有する放射性物質が火災により気相中に移行する割合を 1×10^{-2} として設定する。また、グローブボックス内に付着した放射性物質が火災により気相中に移行する割合を 1 として設定する。
- f. 気相中に移行した放射性物質は、グローブボックス排気設備を経由して燃料加工建屋外へ放出される。基準地震動を超える地震動の地震に伴い、送排風機を停止させるため、グローブボックス排風機の停止までの間に、グローブボックス排気設備に移行する割合を 1×10^{-1} ととして設定する。
- g. 経路中にはグローブボックス排気フィルタ及びグローブボックス排気フィルタユニットとして高性能エアフィルタが計 4 段設置されている。通常時の環境における健全な高性能エアフィルタ 3 段で除染係数が 10^{11} 以上という測定試験結果もあることから、健全な高性能エアフィルタ 4 段の除染係数を 10^9 と想定する。ただし、基準地震動を 1.2 倍にした地震動の地震が発生した場合の高性能エアフィルタの除染係数は、高性能エアフィルタ 1 段につき除染係数が 1 桁下がることを想定する。このため、高性能エアフィルタ 4 段の除染係数を 10^5 と設定する。

【補足説明資料 6 - 4】

(3) 有効性評価の判断基準

火災による閉じ込める機能の喪失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。

燃料加工建屋外への核燃料物質の漏えいにつながる経路を閉止し、核燃料物質を燃料加工建屋内に閉じ込める措置ができること。

また、火災の感知及び消火の対策又は核燃料物質を燃料加工建屋内に閉じ込める措置が完了するまでの間に燃料加工建屋外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。

【補足説明資料 6 - 5】

(4) 有効性評価の結果

- ① 基準地震動を超える地震動の地震が発生した場合には、中央監視室から送排風機を停止する。送排風機の停止に失敗した場合には電源を遮断することで送排風機を停止する。この作業は 2 名にて 5 分で完了できる。また、この作業は基準地震動を 1.2 倍にした地震動の地震の発生後 30 分で完了できる。
- ② ①の対策が完了した後、給排気閉止ダンパを中央監視室からの遠隔操作により閉止する。中央監視室からの遠隔操作が実施できない場合は、中央監視室近傍にて可搬型ガスボンベを接続してガスを供給することにより給排気閉止ダンパを閉止する。この作業は 2 名にて 10 分で完了できる。また、この作業は基準地震動を 1.2 倍にした地震動の地震の発生後 35 分で完了できる。その後、c. の作業と並行して、給排気閉止ダンパの作動状態の現場確認を実施する。
- ③ ②の作業の成否に係らず、送排風機入口手動ダンパを現場手動操作により閉止する。この作業は 4 名（2 名/班×2 班）にて

25分で完了できる。また、この作業は基準地震動を1.2倍にした地震動の地震の発生後1時間で完了できる。

- ④ 以上より、火災による閉じ込める機能の喪失の拡大を防止するための措置は基準地震動を1.2倍にした地震動の地震の発生後1時間で完了する。また、必要となる実施組織要員は6名であり、燃料加工建屋にて常時確保する20名で対処可能である。
- ⑤ 燃料加工建屋外への放射性物質の放出量（セシウム-137換算）は、約 1.4×10^{-3} TBqである。燃料加工建屋外への放射性物質の放出量（セシウム-137換算）の詳細を6-2表に示す。
- ⑥ 燃料加工建屋外への放射性物質の放出量（セシウム-137換算）が100TBqを下回ることから、火災による閉じ込める機能の喪失による燃料加工建屋外への放射性物質の異常な水準の放出を防止することができる。

(5) 評価条件の不確かさの影響評価

① 実施組織要員の操作の時間余裕に与える影響

火災による閉じ込める機能の喪失への対処における実施組織要員の操作の時間に与える影響を以下のとおり評価し、影響がないことを確認した。

a. 外部電源の考慮の観点

6. 1. 1. 2 (5) ①に記載したとおりである。

b. 実施組織要員の操作の観点

6. 1. 1. 2 (5) ②に記載したとおりである。

また、送排風機の遠隔手動停止及び給排気閉止ダンパの遠隔手動閉止は、簡易な操作であるため、余裕をもって作業を完了することができる。

c. 作業環境の観点

重大事故等対策におけるアクセスルートは、最短で対策できるアクセスルートを可能な限り2ルート確保する。アクセスルートの設定に当たっては、実施する重大事故等対策及び重大事故等対処施設の配置を踏まえ、作業性及び効率性を考慮する。重大事故等対策における作業環境に対する有効性を下記のとおりであり、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。

(a) ばい煙による視界不良

地下3階で対策を実施する実施組織要員は、ヘッドライト、呼吸器及び防護衣を装備する。また、視界不良時においても対策ができるよう、消防建屋における濃煙下での訓練を実施する。

したがって、ばい煙による視界不良を考慮しても、重大事故等対策は実施可能である。

(b) 当該室の照明の損傷による視界不良

実施組織要員は、必要に応じヘッドライトを装備して対策を実施する。また、中央監視室又は中央監視室近傍に可搬型照明を配備する。

したがって、当該室の照明の損傷による視界不良を考慮しても、重大事故等対策は実施可能である。

(c) アクセスルート上の火災による温度上昇

アクセスルートを阻害する火災がある場合は室又は廊下にある消火器を用いて消火する。

したがって、火災の熱による当該室及び廊下の温度上昇を

考慮しても、重大事故等対策は実施可能である。

(d) 管理区域内における放射性物質の飛散

重大事故等対策では、火災区域に設定する工程室への入室はないため、放射性物質が室外へ飛散しているとは考えにくい。管理区域内作業においては、内部被ばくを防止する観点から呼吸器を装備する。

したがって、放射性物質の飛散を考慮しても、放射性物質の体内への取込みが防止されるため、重大事故等対策は実施可能である。

(e) 配管破断による溢水

配管破断による溢水量の考え方を以下に示す。以下の考え方に基づいた重大事故等対策のアクセスルート上の溢水水位は、最大でも 20cm 以下であり、実施組織要員は防護装備を装備して対策を実施することから、配管破断による溢水を考慮しても、重大事故等対策は実施可能である。

- i. 溢水防護対象設備を有する燃料加工建屋に配置される機器及び配管のうち、溢水防護対象設備に影響を与えるおそれのある流体（液体及び蒸気）を内包し、かつ基準地震動を 1.2 倍にした地震動を考慮する設計とした設備以外の機器及び配管の破損による系統保有水の溢水量を見込む。
- ii. 加速度大の信号により自動的に閉止して供給を停止する緊急遮断弁を設置する設備については、緊急遮断弁の設置箇所から破損箇所までの配管の保有量と燃料加工建屋内に設置される機器の保有量を合算して算定する。
- iii. 重大事故等対策を行う作業エリア内に水配管が敷設され

ている箇所は、周囲への溢水の流出を考慮せず、作業エリアの溢水水位が最も高くなるように設定する。

iv. 重大事故等対策を行う作業エリアへのアクセスルートについては、アクセスルートの全域を溢水の滞留エリアとし、周囲への溢水の流出を考慮せず、作業エリアの溢水水位が最も高くなるように設定する。

vi. 設備・機器の落下又は転倒によるアクセスルートの阻害
可搬型重大事故等対処設備を運搬するアクセスルートにおいて、落下又は転倒することにより可搬型重大事故等対処設備の運搬に支障がある設備・機器については、落下防止措置又は固縛措置を実施する。

可搬型重大事故等対処設備の運搬を必要としないアクセスルートにおいては、設備・機器が落下又は転倒した場合に乗り越えて移動することを基本とするが、落下又は転倒によりアクセスに支障が生じる設備・機器については、落下防止措置又は固縛措置を実施する。

また、重大事故等対策に係るアクセスルートは、最短で対策できるアクセスルートを可能な限り2ルート確保する設計とする。

したがって、設備・機器の落下又は転倒を考慮しても、重大事故等対策は実施可能である。

② 評価項目に与える影響

核燃料物質を燃料加工建屋内に閉じ込める措置が完了するまでの実施組織要員に与える影響は、「a. 実施組織要員の操作の時間余裕に与える影響」に記載したとおりである。

燃料加工建屋外への放射性物質の放出量に与える影響については、以下に示すとおりである。

a. 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

放射性物質の放出量評価に用いるパラメータは不確かさを有するため、燃料加工建屋外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。

(a) 火災が発生したグローブボックスを設置する室内で保有する放射性物質質量

設備・機器内の放射性物質質量については、設備・機器の最大取扱量である取扱制限値を基に設定している。また、グローブボックスへのMOX粉末の付着量は少ないと考えられるが、各グローブボックスへのMOX粉末の付着量として、取扱制限値を基に設定することから安全余裕を有する。有効性評価においては、設計基準事故を上回る規模の火災として、発生防止の措置を考慮せず重大事故の起因となる火災源を有するグローブボックスを設置する室のうち、二つの火災区域（2室）で火災が同時発生することを想定したものであり、下振れが考えられる。

(b) 火災により影響を受ける割合

火災の影響を受ける放射性物質の割合を評価上1として設定しているが、耐震重要度分類がSクラスのグローブボックスの内装機器については、基準地震動による地震力に対して概ね弾性範囲に留まるよう設計することから、基準地震動を1.2倍にした地震動の地震時においても機器又は

容器からMOX粉末が全量漏えいして火災影響を受けるとは考えにくいいため、火災により影響を受ける割合は2桁程度の下振れが考えられる。

(c) 火災により放射性物質が気相に移行する割合

文献に示されている火災による粉末状のプルトニウムの気送中への移行率のうち、最も移行率の高いシュウ酸プルトニウムの気相中への移行率が1時間あたり 9×10^{-3} であることから、重大事故等対策が1時間で完了することを踏まえ、機器又は容器で取り扱うMOX粉末が火災により気相中へ移行する割合を 1×10^{-2} と設定している。重大事故時の火災の態様等に不確かさがあること及び火災を早期に消火した場合又は火災による放射性物質の移行率の不確かさを考慮すると、1桁程度の上振れ又は下振れが考えられる。

(d) 大気中への放出経路における低減割合

基準地震動を1.2倍にした地震動の地震が発生した場合の高性能エアフィルタの除染係数としては、高性能エアフィルタ1段につき捕集効率が1桁下がることを想定し、高性能エアフィルタ4段の除染係数を 1×10^5 と設定しているため、4桁程度の下振れが考えられる。また、放射性物質の放出経路としてグローブボックス排気設備を経由せず工程室に漏えいし工程室排気設備を経由する場合、高性能エアフィルタ2段（除染係数は 1×10^3 と見込む。）となることから、2桁上振れする可能性が考えられる。結果として、放出経路における低減割合としては4桁程度の下振れ

又は2桁程度の上振れが考えられる。なお、放出経路となる排気ダクトは、数十mの長さがあり、屈曲部を有しているため、経路上への放射性物質の沈着が想定されるため、更なる下振れの可能性がある。

【補足説明資料6－6】

③ 評価結果

評価条件の不確かさの影響評価の範囲として、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を確認した。

評価条件の不確かさが実施組織要員の操作の時間余裕に与える影及び重大事故等の拡大を防止するための措置の評価項目に与える影響は、より厳しい結果を与える条件で評価をしていることを確認した。

また、燃料加工建屋外への放射性物質の放出量評価では、放出量算出において考慮する各パラメータに上振れ又は下振れする可能性があるものの、その幅は、各パラメータにおいて1桁から4桁程度であり、100TBqに対して重大事故等対策が完了するまでの間の燃料加工建屋外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ことを確認した。

(6) 必要な要員及び資源の評価

火災による閉じ込める機能の喪失への対策に必要な要員及び資源は、火災による閉じ込める機能の喪失の発生の防止のため

の措置に必要な要員及び資源を合わせて 6.1.3. 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、「7. 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。

(7) 判断基準への適合性の検討

火災による閉じ込める機能の喪失の拡大を防止するための措置として、燃料加工建屋内に核燃料物質を閉じ込め手段及び燃料加工建屋外に放出される放射性物質の放出量を低減する手段を整備しており、これらの対策について、設計上定める条件より厳しい条件として、「地震」による機能喪失を条件として有効性評価を行った。

基準地震動を超える地震動の地震が発生した場合、火災による核燃料物質の閉じ込める機能の喪失の発生を防止するための措置の成否に係らず、拡大を防止するための措置として、中央監視室から送排風機の停止及び核燃料物質を燃料加工建屋内に閉じ込める措置を並行して実施する。

送排風機の停止については、中央監視室より遠隔で実施するとともに、万一停止操作に失敗した場合には、現場手動操作にて電源を遮断し、送排風機を停止することができる。

給排気閉止ダンパは、中央監視室からの遠隔操作により閉止可能である。中央監視室からの遠隔操作が実施できない場合は、中央監視室近傍にて可搬型ガスボンベを接続してガスを供給することにより、全交流電源喪失時においても給排気閉止ダンパを閉止することができる。また、給排気閉止ダンパの閉止操作の成否に係らず、送排風機入口手動ダンパを現場手動操作によ

り閉止する。

これらの火災による閉じ込める機能の喪失の拡大を防止するための措置は、地震の発生後1時間で実施が可能である。

上記のとおり、複数の対策手段を講ずること及びアクセスルート可能な限り2ルート確保することから、遠隔操作が困難な場合においても、現場操作により手動で起動することが可能であり、対策は有効に機能すると評価する。

また、火災による閉じ込める機能の喪失への対処として実施する、火災の感知及び消火に係る対策又は燃料加工建屋内に核燃料物質を閉じ込める措置が完了するまでの間、火災により気相中へ移行し燃料加工建屋外へ放出される放射性物質の放出量（セシウム-137換算）は、約 1.4×10^{-3} TBqである。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時間に与える影響はないこと及び放射性物質の放出量（セシウム-137換算）への影響は小さいことを確認した。

以上のことから火災による閉じ込める機能の喪失が発生したとしても、核燃料物質を燃料加工建屋内に閉じ込める措置を実施できる。また、有効性評価で示す燃料加工建屋外への放射性物質の放出量は基準以下であり、燃料加工建屋外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、「(3) 有効性評価の判断基準」を満足する。

6. 1. 3 火災による閉じ込める機能の喪失の発生及び拡大の防止のための措置に必要な要員及び資源

火災による閉じ込める機能の喪失の発生及び拡大の防止のための措置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、「7. 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。

(1) 必要な要員

火災による閉じ込める機能の喪失の発生及び拡大を防止するための措置に必要な要員は、合計 12 名である。

(2) 必要な資源

火災による閉じ込める機能の喪失の発生及び拡大を防止するための措置には水源、燃料及び電源を要さない。

【補足説明資料 6 - 7】

6. 2 爆発による閉じ込める機能の喪失への対処

(1) 爆発の特徴

本施設の燃料製造工程において、焼結炉等における焼結処理で水素・アルゴン混合ガスを使用するほかには、爆発下限値を越える水素濃度の雰囲気下で核燃料物質を取り扱う設備はない。

このため、重大事故として想定する、燃料加工建屋外への放射性物質の放出に至るような爆発とは、核燃料物質を取り扱う焼結炉等において発生する爆発である。

焼結炉等は、グリーンペレットの焼結処理が目的である。グリーンペレットは高圧で成形された圧縮成形体であるため、そのままの状態では気相中への移行は起こりにくいが、グリーンペレットが爆発の影響を受けて粉末化し、燃料加工建屋外への放出に至るおそれがある。

地震を重大事故の起因として想定した場合、焼結炉の全ての

系統及び小規模焼結処理装置において地震により損傷が生じた場合、同時に爆発が発生することは否定できない。

【補足説明資料 6－1】

以上のとおり、本施設における爆発の特徴を考慮すると、核燃料物質を取り扱う設備・機器のうち、爆発の発生が想定される設備・機器として焼結炉等を特定し、これら焼結炉等で発生する爆発への対処として、加工施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の第二十二条及び第二十九条に規定される要求に対して、整備した重大事故等の対策を講ずる。

(2) 爆発への対処の基本方針

爆発による閉じ込める機能の喪失への対処として、加工施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の第二十二条及び第二十九条に規定される要求を満足する重大事故等の発生及び拡大の防止のための措置を整備する。

爆発による閉じ込める機能の喪失の発生を防止するための措置として、再爆発による核燃料物質の飛散の発生を未然に防止するための対策を整備する。

爆発による閉じ込める機能の喪失の拡大の防止のための措置として、燃料加工建屋外への核燃料物質の漏えいを防止するための対策を整備する。

爆発による閉じ込める機能の喪失の発生を想定する機器を 6－3 表に、各対策の概要図を 6－4 図に示す。また、各対策の基本方針の詳細を以下に示す。

① 爆発による閉じ込める機能の喪失の発生の防止のための措置

基準地震動を超える地震動の地震が発生した場合、焼結炉等における爆発が発生するおそれがあることから、再爆発による核燃料物質の飛散を防止するために、水素・アルゴン混合ガスの供給を遮断する。

本対策は、地震の発生後速やかに対策を完了させる。

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設計とする。

② 爆発による閉じ込める機能の喪失の拡大の防止のための措置

基準地震動を超える地震動の地震が発生した場合、給排気経路上に設置するダンパを閉止することにより、核燃料物質を燃料加工建屋内に閉じ込める措置を講ずる。

本対策は、地震の発生後速やかに対策を完了させる。

また、核燃料物質を燃料加工建屋内に閉じ込める措置が完了するまでの間、核燃料物質が爆発の影響を受けることにより、燃料加工建屋外へ放出されるおそれがある。このため、燃料加工建屋外へ放射性物質を放出するおそれがある経路に設置する高性能エアフィルタにより、燃料加工建屋外へ放出される放射性物質を可能な限り除去する。

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設計とする。

【補足説明資料6－2】

6. 2. 1 爆発による閉じ込める機能の喪失の発生の防止のための措置

6. 2. 1. 1 爆発による閉じ込める機能の喪失の発生を防止するための措置の具体的対策

焼結炉等で爆発が発生した場合、水素・アルゴン混合ガスの供給が継続すると再爆発が発生するおそれがあることから、爆発による閉じ込める機能の喪失の発生防止対策として、焼結炉等への水素・アルゴン混合ガスの供給を遮断する。

対策の概要を以下に示す。また、6-3表に示す機器への対策の概要を以下に示す。また、対策の系統概要図を添7第42図に、アクセスルート図を添7第43図から添7第45図に、対策の手順の概要を添7第41図に示す。また、対策における手順及び設備の関係を添7第19表に、必要な要員及び作業項目を6-5図に示す。

① 爆発による閉じ込める機能の喪失の発生防止対策の実施判断

地震発生に伴い、混合ガス緊急遮断弁が自動閉止したことを中央監視室にて確認する。混合ガス緊急遮断弁が自動閉止しない場合は、中央監視室にて遠隔閉止操作を行う。また、外部電源が喪失し、非常用発電機が自動起動しない場合は、現場での手動起動操作を行う。非常用発電機を手動起動できない場合は、全交流電源の喪失と判断し、重大事故等への対処として以下の②に移行する。

② 混合ガス隔離弁の現場手動閉止操作

混合ガス隔離弁の現場での手動閉止操作を行う。

6. 2. 1. 2 爆発による閉じ込める機能喪失の発生の防止のため

の措置の有効性評価

(1) 有効性評価の方法

爆発による閉じ込める機能の喪失の発生防止対策に係る有効性評価は、地震発生後速やかに再爆発の防止を実施できることについて評価する。

(2) 有効性評価の条件

再爆発の防止の有効性評価は、6-3表に示す焼結炉等を対象に実施する。

主要な評価条件を以下に示す。

① 事故条件

a. 起回事象

有効性評価の前提となる設計上定める条件より厳しい条件は、爆発の発生防止対策として構成する静的機器及び動的機器の機能を広範囲に喪失させる「地震」を起回事象とする。

b. 安全機能の喪失に対する仮定

設計上定める条件より厳しい条件として外部事象の「地震」を起因とした場合の安全機能の喪失の想定は、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する。このため、安全機能を有する施設の焼結炉等の爆発の防止に関する機能が喪失することを想定する。また、耐震重要度分類をSクラスとしているグローブボックスは、基準地震動の地震力に対して概ね弾性範囲に留まるように設計することから、基準地震動を超える地震により当該グローブボックスが一部損傷したとしても、多量の放射性物質が漏え

いするおそれはない。また、耐震重要度分類がSクラスのグローブボックスに対して、波及的影響を及ぼさないようにするために、グローブボックス内及びグローブボックス外の機器についても地震時に転倒及び落下により焼結炉等の安全機能に波及的影響を及ぼさないようにするために、基準地震動による地震力に対して概ね弾性範囲に留まるように設計することから、基準地震動を超える地震時においても転倒及び落下しない。また、外部電源も含めた全ての交流電源喪失も想定し、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おり、且つ蓄電池、充電機、乾電池といった電源を有する設備以外の動的機器が全て同時に機能喪失することを想定している。

② 重大事故等への対処に関連する機器条件

爆発による閉じ込める機能の喪失の発生を防止するための措置に使用する機器を6-4表に示す。また、主要な機器の機器条件を以下に示す。

a. 水素・アルゴン混合ガスの供給の遮断に係る機器

水素・アルゴン混合ガスの供給の遮断に係る機器の条件を以下に示す。また、水素・アルゴン混合ガスの供給の遮断に係る機器については、混合ガス緊急遮断弁及び混合ガス隔離弁により、多様性を有している。

(a) 混合ガス遮断弁（ユーティリティ用洞道と燃料加工建屋の接続部の壁外側から混合ガス緊急遮断弁及び混合ガス隔離弁までの経路を含む。）

地震が発生した際に焼結炉等への水素・アルゴン混合ガ

スの供給を遮断できるよう、常設重大事故等対処設備として設置する。このため、基準地震動を 1.2 倍にした地震動を考慮する設計とする。

混合ガス緊急遮断弁は多重化するとともに、基準地震動を超える地震動の地震が発生した場合においても確実に水素・アルゴン混合ガスの供給を遮断できるよう、基準地震動よりも低い加速度（耐震Cクラスの設備・機器に適用する静的震度（1.2Ci）程度）で自動閉止する設計とする。また、中央監視室からの遠隔手動操作による閉止も可能とする設計とする。

- (c) 混合ガス隔離弁（ユーティリティ用洞道と燃料加工建屋の接続部の壁外側から混合ガス緊急遮断弁及び混合ガス隔離弁までの経路を含む。）

焼結炉等への水素・アルゴン混合ガスの供給を遮断できるよう、常設重大事故等対処設備として設置する。このため、基準地震動を 1.2 倍にした地震動を考慮する設計とする。

全交流電源喪失時においても機能するように、現場手動操作による閉止が可能とする設計とする。

- ③ 重大事故等への対処に関連する操作条件

地震発生後、速やかに再爆発の防止に係る対策を実施する。作業と所要時間を 6-5 図に示す。

- ④ 評価シナリオ

複数の焼結炉等で爆発が発生する。

- ⑤ 評価条件

基準地震動を超える地震動の地震の発生前までは通常運転状態であることを想定する。

(3) 有効性評価の判断基準

爆発による閉じ込める機能の喪失の発生を防止する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。

速やかに焼結炉等における再爆発を防止できること。

(4) 有効性評価の結果

① 地震により設定加速度を検知した場合、混合ガス緊急遮断弁が自動閉止する。

② 加速度検知による混合ガス緊急遮断弁の自動閉止に加え、中央監視室からの混合ガス緊急遮断弁の遠隔手動閉止及び混合ガス隔離弁の現場手動閉止を実施する。当該作業は、2名にて5分で完了できる。また、この作業は地震の発生後20分で完了できる。

以上より、爆発による閉じ込める機能の喪失の発生を防止するための措置は地震の発生後20分で完了する。また、必要となる実施組織要員は4名であり、燃料加工建屋にて常時確保する20名で対処可能である。

(5) 評価条件の不確かさの影響評価

① 実施組織要員の操作の時間余裕に与える影響

爆発による閉じ込める機能の喪失への対処における実施組織要員の操作の時間に与える影響を以下のとおり評価し、影響がないことを確認した。

a. 外部電源の考慮の観点

爆発の進展は、外部電源の有無によらず同じである。設計

上定める条件より厳しい条件の想定に係らず、実施組織要員の操作の時間余裕に与える影響はない。

b. 実施組織要員の操作の観点

「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て計画することで、これら要因による影響を低減している。

また、混合ガス緊急遮断弁の遠隔手動閉止は、簡易な操作であるため、余裕をもって作業を完了することができる。

c. 作業環境の観点

重大事故等対策におけるアクセスルートは、最短で対策できるアクセスルートを可能な限り2ルート確保する。アクセスルートの設定に当たっては、実施する重大事故等対策及び重大事故等対処施設の配置を踏まえ、作業性及び効率性を考慮する。重大事故等対策における作業環境に対する有効性は下記のとおりであり、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。

(a) ばい煙による視界不良

地下3階で対策を実施する実施組織要員は、ヘッドライト、呼吸器及び防護衣を装備する。また、視界不良時においても対策ができるよう、消防建屋における濃煙下での訓練を実施する。

したがって、ばい煙による視界不良を考慮しても、重大事故等対策は実施可能である。

(b) 当該室の照明の損傷による視界不良

実施組織要員は、必要に応じヘッドライトを装備して対策を実施する。また、中央監視室又は中央監視室近傍に可搬型照明を配備する。

したがって、当該室の照明の損傷による視界不良を考慮しても、重大事故等対策は実施可能である。

(c) アクセスルート上の火災による温度上昇

アクセスルートを阻害する火災がある場合は室又は廊下にある消火器を用いて消火する。

したがって、火災の熱による当該室及び廊下の温度上昇を考慮しても、重大事故等対策は実施可能である。

(d) 管理区域内における放射性物質の飛散

重大事故等対策では、火災区域に設定する工程室への入室はないため、放射性物質が室外へ飛散しているとは考えにくい。管理区域内作業においては、内部被ばくを防止する観点から呼吸器を装備する。

したがって、放射性物質の飛散を考慮しても、放射性物質の体内への取込みが防止されるため、重大事故等対策は実施可能である。

(e) 配管破断による溢水

配管破断による溢水量の考え方を以下に示す。以下の考え方に基づいた重大事故等対策のアクセスルート上の溢水水位は、最大でも 20cm 以下であり、実施組織要員は防護装備を装備して対策を実施することから、配管破断による溢水を考慮しても、重大事故等対策は実施可能である。

i. 溢水防護対象設備を有する燃料加工建屋に配置される機

器及び配管のうち、溢水防護対象設備に影響を与えるおそれのある流体（液体及び蒸気）を内包し、かつ基準地震動を 1.2 倍にした地震動を考慮する設計とした設備以外の機器及び配管の破損による系統保有水の溢水量を見込む。

- ii. 加速度大の信号により自動的に閉止して供給を停止する緊急遮断弁を設置する設備については、緊急遮断弁の設置箇所から破損箇所までの配管の保有量と燃料加工建屋内に設置される機器の保有量を合算して算定する。
- iii. 重大事故等対策を行う作業エリア内に水配管が敷設されている箇所は、周囲への溢水の流出を考慮せず、作業エリアの溢水水位が最も高くなるように設定する。
- iv. 重大事故等対策を行う作業エリアへのアクセスルートについては、アクセスルートの全域を溢水の滞留エリアとし、周囲への溢水の流出を考慮せず、作業エリアの溢水水位が最も高くなるように設定する。

(f) 設備・機器の落下又は転倒によるアクセスルートの阻害
可搬型重大事故等対処設備を運搬するアクセスルートにおいて、落下又は転倒することにより可搬型重大事故等対処設備の運搬に支障がある設備・機器については、落下防止措置又は固縛措置を実施する。

可搬型重大事故等対処設備の運搬を必要としないアクセスルートにおいては、設備・機器が落下又は転倒した場合に乗り越えて移動することを基本とするが、落下又は転倒によりアクセスに支障が生じる設備・機器については、落下防止措置又は固縛措置を実施する。

また、重大事故等対策に係るアクセスルートは、最短で対策できるアクセスルートを可能な限り2ルート確保する設計とする。

したがって、設備・機器の落下又は転倒を考慮しても、重大事故等対策は実施可能である。

② 評価項目に与える影響

再爆発の防止対策が完了するまでの実施組織要員に与える影響は、「① 実施組織要員の操作の時間余裕に与える影響」に記載したとおりである。

③ 評価結果

評価条件の不確かさが実施組織要員の操作の時間余裕に与える影響について確認した結果、実施組織要員の想定操作時間をより厳しい結果を与える条件で評価をしていること又は実施組織要員の操作の時間に影響を与えないことを確認した。

(6) 必要な要員及び資源の評価

爆発による閉じ込める機能の喪失への対策に必要な要員及び資源は、爆発による閉じ込める機能の喪失の拡大の防止のための措置に必要な要員及び資源を合わせて6.2.2.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、「7. 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。

(7) 判断基準への適合性の検討

爆発による閉じ込める機能の喪失を未然に防止することを目的として、再爆発を防止する手段を整備しており、これらの対策について設計上定める条件より厳しい条件として外部事象の

「地震」を起因として有効性評価を行った。

基準地震動よりも低い加速度（耐震Cクラスの設備・機器に適用する静的震度（1.2Ci）程度）の検知により多重化された混合ガス緊急遮断弁が自動閉止することにより、地震が発生した場合においても焼結炉等への水素・アルゴン混合ガスの供給を確実に遮断できる。また、混合ガス緊急遮断弁は中央監視室からの遠隔手動操作による閉止も可能であるとともに、混合ガス隔離弁の現場手動操作による焼結炉等への水素・アルゴン混合ガスの供給を遮断することも可能である。

これらの爆発による閉じ込める機能の喪失の発生を防止するための措置は、地震の発生後 20 分で実施が可能である。

上記のとおり、複数の対策手段を講ずること及びアクセスルート可能な限り 2 ルート確保することから、遠隔操作が困難な場合においても、現場操作により手動で閉止することが可能であり、対策は有効であると評価する。

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時間に与える影響はない。

以上のことから、爆発による閉じ込める機能の喪失の発生を未然に防止できる。

以上より、「(3) 有効性評価の判断基準」を満足する。

6. 2. 2 爆発による閉じ込める機能の喪失の拡大を防止するための措置

6. 2. 2. 1 爆発による閉じ込める機能の喪失の拡大を防止するための具体的内容

基準地震動を超える地震が発生した場合、送排風機の停止及び核燃料物質を燃料加工建屋内に閉じ込める措置を講ずる。焼結炉等における爆発の発生状況を直ちに把握できない場合においても、同様の対策を講ずる。

また、爆発が発生した場合、爆発の影響を受けた核燃料物質の一部が焼結炉内の気相中に移行し、グローブボックス排気設備又は工程室排気設備を通り燃料加工建屋外へ放出されるおそれがあるが、排気経路に設置する高性能エアフィルタで放射性物質を捕集することで、放射性物質の燃料加工建屋外への放出量を低減する。

対策の概要を以下に示す。

対策の系統概要図を添 7 第 29 図及び添 7 第 30 図に、アクセスルート図を添 7 第 34 図から添 7 第 38 図に、対策の手順の概要を添 7 第 41 図に示す。また、対策における手順及び設備の関係を添 7 第 20 表に、必要な要員及び作業項目を添 6 - 3 図に示す。

① 重大事故等の拡大防止対策の実施判断

地震発生に伴い、中央監視室に表示される加速度計の指示値が、基準地震動相当の加速度であることを確認した場合、以下の②及び③ a. の操作を行う。また、外部電源が喪失し、非常用発電機が自動起動しない場合は、現場での手動起動操作を行う。非常用発電機を手動起動できない場合は、全交流電源の喪失と判断し、重大事故等への対処として③ b. を実施する。

② 送排風機の停止

基準地震動を 1.2 倍にした地震動の地震が発生した場合、中央監視室から送排風機の停止を実施する。送排風機の停止に失敗した場合は、電源を遮断することにより、送排風機の停止を

実施する。

③ ダンパの閉止による核燃料物質の燃料加工建屋内への閉じ込め

a. 給排気閉止ダンパの閉止

中央監視室からの遠隔操作により給排気閉止ダンパの閉止を実施する。

また、給排気閉止ダンパの閉止を遠隔操作により実施できない場合においても、中央監視室近傍にて可搬型ガスボンベを接続してガスを供給することにより、給排気閉止ダンパの閉止を実施する。その後、b. の作業と並行して、給排気閉止ダンパの作動状態の現場確認を実施する。

b. 送排風機入口手動ダンパの閉止

a. の対策の成否に係らず、送排風機入口手動ダンパを現場手動操作により閉止する。

6. 2. 2. 2 爆発による閉じ込める機能の喪失の拡大防止対策の有効性評価

(1) 有効性評価の方法

重大事故等の拡大防止対策に係る有効性評価については、爆発による核燃料物質の燃料加工建屋外への漏えいの防止対策について評価する。

また、爆発による閉じ込める機能の喪失に対する、核燃料物質を燃料加工建屋内に閉じ込める措置が完了するまでの間、放射性物質の移行率及び高性能エアフィルタによる放射性物質の除染係数を考慮して、大気中への放射性物質の放出量（セシウ

ム-137 換算) を評価する。

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、爆発時に気相中に移行する放射性物質(エアロゾル)を対象とする。

セシウム-137 への換算係数は、IAEA-TECDOC-1162 のセシウム-137 が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内部取り込みを考慮した 50 年間の実効線量への換算係数と着目核種の換算係数の比を用いる。

ただし、プルトニウム及びアメリシウムは、化学形態による影響の違いを補正する係数を乗じる。

(2) 有効性評価の方法

主要な解析条件を以下に示す。

① 事故条件

a. 起回事象

有効性評価の前提となる設計上定める条件より厳しい条件は、爆発の発生防止対策として構成する静的機器及び動的機器の機能を広範囲に喪失させる「地震」を起因として想定する。

b. 安全機能の喪失に対する仮定

設計上定める条件より厳しい条件として外部事象の「地震」を起因とした場合の安全機能の喪失の想定は、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する。このため、安全機能を有する施設の爆発の防止に

関する機能が喪失することを想定する。また、耐震重要度分類をSクラスとしているグローブボックスは、基準地震動の地震力に対して概ね弾性範囲に留まるように設計することから、基準地震動を超える地震により当該施設が一部損傷したとしても、多量の放射性物質が漏えいするおそれはない。また、耐震重要度分類がSクラスのグローブボックスに対して、波及的影響を及ぼさないようにするために、グローブボックス内及びグローブボックス外の機器についても、地震により転倒及び落下によりグローブボックスの安全機能に波及的影響を及ぼさないようにするために、基準地震動による地震力に対して概ね弾性範囲に留まるように設計することから、転倒及び落下しない。また、外部電源も含めた全ての交流電源喪失も想定し、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おり、且つ蓄電池、充電機、乾電池といった電源を有する設備以外の動的機器が全て同時に機能喪失することを想定している。

② 重大事故等への対処に関連する機器条件

爆発による閉じ込める機能の喪失の拡大の防止のための措置に使用する機器を6-4表に示す。また、主要な機器の機器条件を以下に示す。

a. 核燃料物質を燃料加工建屋内に閉じ込める措置に係る機器

核燃料物質を燃料加工建屋内に閉じ込める措置に係る機器の条件を以下に示す。また、核燃料物質を燃料加工建屋内に閉じ込める措置に係る機器については、給排気閉止ダンパ及び送排風機入口手動ダンパにより、多様性を有する。

(a) 給排気閉止ダンパ

焼結炉等で発生した爆発の影響を受けた核燃料物質が燃料加工建屋外への漏えい防止できるよう、常設重大事故等対処設備として設置する。このため、基準地震動を 1.2 倍にした地震動を考慮する設計とする。

中央監視室から遠隔手動操作により閉止できるとともに、全交流電源喪失時においても機能するように、中央監視室近傍にて可搬型ガスポンペを接続してガスを供給することにより閉止できる設計とする。

(b) 送排風機入口手動ダンパ

焼結炉等で発生した爆発の影響を受けた核燃料物質が燃料加工建屋外への漏えい防止できるよう、常設重大事故等対処設備として設置する。このため、基準地震動を 1.2 倍にした地震動を考慮する設計とする。

全交流電源喪失時においても機能するように、現場手動操作が可能とする設計とする。

(c) 燃料加工建屋外への漏えいの防止のために経路を維持する機器

以下の機器を基準地震動を 1.2 倍にした地震動を考慮する設計とすることにより、基準地震動を超える地震動により地震が発生したときにも経路を維持し、焼結炉等で発生した爆発の影響を受けた核燃料物質が燃料加工建屋外へ漏えいすることを防止できるようにする。

- i. グローブボックス排気ダクト（外部と燃料加工建屋の境界となる壁外側からグローブボックス排気閉止ダンパ及び

グローブボックス排風機入口手動ダンパまでの経路)

- ii. グローブボックス排風機 (経路を維持するために必要な機能)
 - iii. 工程室排気ダクト (外部と燃料加工建屋の境界となる壁外側から工程室排気閉止ダンパ及び工程室排風機入口手動ダンパまでの経路)
 - iv. 工程室排風機 (経路を維持するために必要な機能)
 - v. 建屋排気ダクト (外部と燃料加工建屋の境界となる壁外側から建屋排気閉止ダンパ及び建屋排風機入口手動ダンパまでの経路)
 - vi. 建屋排風機 (経路を維持するために必要な機能)
 - vii. 給気ダクト (外部と燃料加工建屋の境界となる壁外側から給気閉止ダンパ及び送風機入口手動ダンパまでの経路)
- b. 放射性物質の放出量を低減するための措置に係る機器

放射性物質の燃料加工建屋外への放出量を低減できるよう、排気経路を維持するとともに、排気系路に設置する高性能エアフィルタで核燃料物質を捕集するための機器条件を以下に示す。

(a) グローブボックス排気フィルタ

爆発の影響を受けて燃料加工建屋外へ放出される放射性物質量を低減できるよう、焼結炉等の排気に係るグローブボックスの排気経路に常設重大事故等対処設備として設置する。このため、基準地震動を 1.2 倍にした地震動を考慮する設計とする。

1 段当たり 10^3 以上 ($0.15 \mu\text{mDOP}$ 粒子) の除染係数を有

し， 2 段で構成する。

(b) グローブボックス排気フィルタユニット

爆発の影響を受けて燃料加工建屋外へ放出される放射性物質を低減できるよう，焼結炉等の排気に係るグローブボックスの排気経路に常設重大事故等対処設備として設置する。このため，基準地震動を 1.2 倍にした地震動を考慮する設計とする。

1 段当たり 10^3 以上 ($0.15 \mu\text{mDOP}$ 粒子) の除染係数を有し， 2 段で構成する。

(c) 工程室排気フィルタユニット

爆発の影響を受けて燃料加工建屋外へ放出される放射性物質を低減できるよう，焼結炉等を設置する工程室の排気経路に常設重大事故等対処設備として設置する。このため，基準地震動を 1.2 倍にした地震動を考慮する設計とする。

1 段当たり 10^3 以上 ($0.15 \mu\text{mDOP}$ 粒子) の除染係数を有し， 2 段で構成する。

(d) 放出量を低減するために経路を維持する機器

以下の機器を基準地震動を 1.2 倍にした地震動を考慮する設計とすることにより，地震が発生したときにも経路を維持し，焼結炉等で発生した爆発による燃料加工建屋外への放射性物質の放出量を低減できるようにする。

- i. グローブボックス排気ダクト (焼結炉等の排気に係るグローブボックスから外部と燃料加工建屋の境界となる壁外側までの範囲)

- ii. グローブボックス排風機（経路を維持するために必要な機能）
 - iii. 工程室排気ダクト（焼結炉等を設置する工程室から外部と燃料加工建屋の境界となる壁外側までの範囲）
 - iv. 工程室排風機（経路を維持するために必要な機能）
- ③ 重大事故等への対処に関連する操作条件

地震発生後，速やかに核燃料物質を燃料加工建屋内に閉じ込める措置を実施する。作業と所要時間を 6－3 図に示す。

また，核燃料物質を燃料加工建屋内に閉じ込める措置を完了するまでの間，燃料加工建屋外へ放出される放射性物質の放出量を低減する対策については，操作を要さない。

④ 評価シナリオ

複数の焼結炉等で，爆発が発生する。

⑤ 評価条件

地震の発生前までの焼結炉等は通常運転されていたものとし，爆発の発生前は通常時の温度，圧力の状態である。

有効性評価における燃料加工建屋外への放射性物質の放出量は，爆発が発生する焼結炉等が保有する放射性物質質量，爆発の影響を受ける割合，爆発に伴い気相中に移行する放射性物質の割合，燃料加工建屋外への放出経路における低減割合を乗じて算出する。

また，評価した燃料加工建屋外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，燃料加工建屋外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。

(a) 爆発による閉じ込める機能の喪失の発生が想定されるペレ

ット加工第2室の焼結炉3系統及び分析第3室の小規模焼結処理装置において、基準地震動を超える地震動の地震により焼結炉等が損傷し、炉内に空気が流入することにより、複数箇所での爆発が発生することを想定する。

- (b) 焼結炉等内で保有する放射性物質量は、焼結炉等に設定される取り扱制限値を基に設定する。具体的には、焼結炉は焼結炉ユニットの取扱制限値を、小規模焼結処理装置は小規模試験ユニットの取扱制限値を基に設定する。
- (c) 爆発による影響を受ける割合は、焼結炉等内のグリーンペレットの全量が爆発の影響を受けると想定する。焼結炉等内に存在するグリーンペレットの想定比率として、焼結炉においては、ペレット及びグリーンペレットが混在することから、焼結炉ユニットの取扱制限値のうち3分の2がグリーンペレットとして設定する。小規模焼結処理装置においては、小規模試験ユニットの取扱制限値のうち、10分の1をグリーンペレットとして設定する。
- (d) 焼結炉等内の気相中への移行率については、グリーンペレットは高圧で圧縮成形しているため爆発により容易に粉末化することが想定しにくいことから、 1×10^{-2} として設定する。
- (e) 焼結炉等内の気相中に移行した放射性物質は、排ガス処理装置又は小規模焼結炉排ガス処理装置（以下、「排ガス処理装置等」という。）を經由して排ガス処理装置グローブボックス（上部）又は小規模焼結炉排ガス処理装置グローブボックス（以下、「排ガスの処理に係るグローブボックス」という。）に放出された後にグローブボックス排気設備を經由して燃料

加工建屋外へ放出される若しくは焼結炉等から焼結炉等の損傷部から工程室内に移行し、工程室排気設備を経由して燃料加工建屋外へ放出される。

グローブボックス排気設備を経由する場合、基準地震動を超える地震動の地震に伴い送排風機を停止させるが、グローブボックス排風機の停止までの間に、排ガス処理装置等へ移行する割合を 1×10^{-1} として設定する。排ガス処理装置等内への付着を踏まえた排ガスの処理に係るグローブボックス内へ移行する割合を 1×10^{-1} と設定し、その全量がグローブボックス排気設備に移行するものとする。

工程室排気設備を経由する場合、焼結炉等内から工程室へ移行する割合を 9×10^{-1} として設定する。基準地震動を超える地震動の地震に伴い送排風機を停止させるが、工程室排風機の停止までの間に、工程室排気設備へ移行する割合を 1×10^{-2} として設定する。

- (f) グローブボックス排気設備を経由する場合、経路中にはグローブボックス排気フィルタ及びグローブボックス排気フィルタユニットとして高性能エアフィルタが計4段設置されている。通常時の環境における健全な高性能エアフィルタ3段で除染係数が 10^{11} 以上という測定試験結果もあることから、健全な高性能エアフィルタ4段の除染係数を 10^9 と想定する。ただし、基準地震動を超える地震動の地震が発生した場合の高性能エアフィルタの除染係数は、高性能エアフィルタ1段につき除染係数が1桁下がることを想定する。また、高性能エアフィルタは重大事故で想定する爆発の環境条件の影響を

受けない箇所に設置するが、評価としてはグローブボックス直近にある高性能エアフィルタの1段目は爆発圧力による一部損傷により除染係数が1桁下がることを想定する。このため、高性能エアフィルタ4段の除染係数を 10^4 として設定する。

工程室排気設備を経由する場合、経路中には工程室排気フィルタユニットとして高性能エアフィルタが2段設置されている。健全な高性能エアフィルタ2段の除染係数を 10^5 と想定する。ただし、基準地震動を1.2倍にした地震動の地震が発生した場合の高性能エアフィルタの除染係数は、高性能エアフィルタ1段につき除染係数が1桁下がることを想定する。このため、高性能エアフィルタ2段の除染係数を 10^3 として設定する。

【補足説明資料6-4】

(3) 有効性評価の判断基準

爆発による閉じ込める機能の喪失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。

燃料加工建屋外への核燃料物質の漏えいにつながる経路を閉止し、核燃料物質を燃料加工建屋内に閉じ込める措置ができること。

また、核燃料物質を燃料加工建屋内に閉じ込める措置が完了するまでの間に燃料加工建屋外へ放出される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。

(4) 有効性評価の結果

- ① 基準地震動を超える地震動の地震が発生した場合には、中央監視室から送排風機を停止する。送排風機の停止に失敗した場合には電源を遮断することで送排風機を停止する。この作業は2名にて5分で完了できる。また、この作業は地震の発生後30分で完了できる。
- ② ①の対策が完了した後、給排気閉止ダンパを中央監視室からの遠隔操作により閉止する。中央監視室からの遠隔操作が実施できない場合は、中央監視室近傍にて可搬型ガスボンベを接続してガスを供給することにより給排気閉止ダンパを閉止する。この作業は2名にて10分で完了できる。また、この作業は地震の発生後35分で完了できる。その後、c.の作業と並行して、給排気閉止ダンパの作動状態の現場確認を実施する。
- ③ ②の作業の成否に係らず、送排風機入口手動ダンパを現場手動操作により閉止する。この作業は4名（2名/班×2班）にて25分で完了できる。また、この作業は地震の発生後1時間で完了できる。
- ④ 以上より、爆発による閉じ込める機能の喪失の拡大を防止するための措置は地震の発生後1時間で完了する。また、必要となる実施組織要員は6名であり、燃料加工建屋にて常時確保する20名で対処可能である。
- ⑤ 燃料加工建屋外への放射性物質の放出量（セシウム-137換算）は、約 4.2×10^{-3} TBqである。燃料加工建屋外への放射性物質の放出量（セシウム-137換算）の詳細を6-5表に示す。

⑥ 燃料加工建屋外への放射性物質の放出量（セシウム-137 換算）が 100TBq を下回ることから、爆発による閉じ込める機能の喪失による燃料加工建屋外への放射性物質の異常な水準の放出を防止することができる。

(5) 評価条件の不確かさの影響評価

① 実施組織要員の操作の時間余裕に与える影響

爆発による閉じ込める機能の喪失への対処における実施組織要員の操作の時間に与える影響を以下のとおり評価し、影響がないことを確認した。

a. 外部電源の考慮の観点

6.2.1.2.(5)① a. に記載したとおりである。

b. 実施組織要員の操作の観点

6.2.1.2.(5)① b. に記載したとおりである。

また、送排風機の遠隔手動停止及び給排気閉止ダンパの遠隔手動閉止は、簡易な操作であるため、余裕をもって作業を完了することができる。

c. 作業環境の観点

重大事故等対策におけるアクセスルートは、最短で対策できるアクセスルートを可能な限り 2 ルート確保する。アクセスルートの設定に当たっては、実施する重大事故等対策及び重大事故等対処施設の配置を踏まえ、作業性及び効率性を考慮する。重大事故等対策における作業環境に対する有効性を下記のとおりであり、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。

(a) ばい煙による視界不良

地下3階で対策を実施する実施組織要員は、ヘッドライト、呼吸器及び防護衣を装備する。また、視界不良時においても対策ができるよう、消防建屋における濃煙下での訓練を実施する。

したがって、ばい煙による視界不良を考慮しても、重大事故等対策は実施可能である。

(b) 当該室の照明の損傷による視界不良

実施組織要員は、必要に応じヘッドライトを装備して対策を実施する。また、中央監視室又は中央監視室近傍に可搬型照明を配備する。

したがって、当該室の照明の損傷による視界不良を考慮しても、重大事故等対策は実施可能である。

(c) アクセスルート上の火災による温度上昇

アクセスルートを阻害する火災がある場合は室又は廊下にある消火器を用いて消火する。

したがって、火災の熱による当該室及び廊下の温度上昇を考慮しても、重大事故等対策は実施可能である。

(d) 管理区域内における放射性物質の飛散

重大事故等対策では、火災区域に設定する工程室への入室はないため、放射性物質が室外へ飛散しているとは考えにくい。管理区域内作業においては、内部被ばくを防止する観点から呼吸器を装備する。

したがって、放射性物質の飛散を考慮しても、放射性物質の体内への取込みが防止されるため、重大事故等対策は実施可能である。

(e) 配管破断による溢水

配管破断による溢水量の考え方を以下に示す。以下の考え方に基づいた重大事故等対策のアクセスルート上の溢水水位は、最大でも 20cm 以下であり、実施組織要員は防護装備を装備して対策を実施することから、配管破断による溢水を考慮しても、重大事故等対策は実施可能である。

- i. 溢水防護対象設備を有する燃料加工建屋に配置される機器及び配管のうち、溢水防護対象設備に影響を与えるおそれのある流体（液体及び蒸気）を内包し、かつ基準地震動を 1.2 倍にした地震動を考慮する設計とした設備以外の機器及び配管の破損による系統保有水の溢水量を見込む。
- ii. 加速度大の信号により自動的に閉止して供給を停止する緊急遮断弁を設置する設備については、緊急遮断弁の設置箇所から破損箇所までの配管の保有量と燃料加工建屋内に設置される機器の保有量を合算して算定する。
- iii. 重大事故等対策を行う作業エリア内に水配管が敷設されている箇所は、周囲への溢水の流出を考慮せず、作業エリアの溢水水位が最も高くなるように設定する。
- iv. 重大事故等対策を行う作業エリアへのアクセスルートについては、アクセスルートの全域を溢水の滞留エリアとし、周囲への溢水の流出を考慮せず、作業エリアの溢水水位が最も高くなるように設定する。

(f) 設備・機器の落下又は転倒によるアクセスルートの阻害

可搬型重大事故等対処設備を運搬するアクセスルートにおいて、落下又は転倒することにより可搬型重大事故等対

処設備の運搬に支障がある設備・機器については、落下防止措置又は固縛措置を実施する。

可搬型重大事故等対処設備の運搬を必要としないアクセスルートにおいては、設備・機器が落下又は転倒した場合に乗り越えて移動することを基本とするが、落下又は転倒によりアクセスに支障が生じる設備・機器については、落下防止措置又は固縛措置を実施する。

また、重大事故等対策に係るアクセスルートは、最短で対策できるアクセスルートを可能な限り2ルート確保する設計とする。

したがって、設備・機器の落下又は転倒を考慮しても、重大事故等対策は実施可能である。

② 評価項目に与える影響

核燃料物質を燃料加工建屋内に閉じ込める措置が完了するまでの実施組織要員に与える影響は、「a. 実施組織要員の操作の時間余裕に与える影響」に記載したとおりである。

燃料加工建屋外への放射性物質の放出量に与える影響については、以下に示すとおりである。

a. 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

放射性物質の放出量評価に用いるパラメータは不確かさを有するため、燃料加工建屋外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。

(a) 爆発が発生した焼結炉等が保有する放射性物質質量

設備・機器内の放射性物質質量については、設備・機器の

最大取扱量である取扱制限値を設定している。

(b) 爆発により影響を受ける割合

爆発の影響を受ける放射性物質の割合を炉内におけるグリーンペレットの割合として設定している。評価上は焼結炉においては取扱制限値の3分の2，小規模焼結処理装置においては取扱制限値の10分の1として設定しているが，爆発発生時には，焼結に使用する容器及び多量のグリーンペレット自体が爆発の障壁となることが想定されることから，グリーンペレットの全量が爆発の影響を受けるとは考えにくく，1桁程度の下振れが考えられる。一方，焼結炉内のグリーンペレットとペレットの存在比率には不確かさを有することから，焼結炉における爆発により影響を受ける割合は約1.5倍の上振れが考えられる。

(c) 爆発により放射性物質が気相に移行する割合

気相中に移行する粉末は，極めて微細な粉末であり，グリーンペレットが爆発による圧力で粉末化しても気相中に移行するほどの微細な粉末となる割合は実際には小さいと考えられること及び爆発により気相中へ移行する割合として，文献では 5×10^{-3} と示されていることから，爆発によりグリーンペレットが粉末化し焼結炉等内の気相中へ移行する割合として，より厳しい評価となるよう 10^{-2} に設定しているが，爆発による放射性物質の気相中への移行率の不確かさを考慮すると，1桁程度の上振れ又は下振れが考えられる。

(d) 大気中への放出経路における低減割合

基準地震動を 1.2 倍にした地震動の地震が発生した場合の高性能エアフィルタの除染係数としては、高性能エアフィルタ 1 段につき捕集効率が 1 桁下がることを想定している。グローブボックス排気設備を経由する場合、高性能エアフィルタ 4 段の除染係数を 1×10^5 と設定しているため、4 桁程度の下振れが考えられる。また、工程室排気設備を経由する場合、高性能エアフィルタ 2 段の除染係数を放射性物質の放出経路としてグローブボックス排気設備を経由せず工程室に漏えいし工程室排気設備を経由する場合、高性能エアフィルタ 2 段の除染係数を 1×10^3 と設定しているため、2 桁程度の下振れが考えられる。となることから、2 桁上振れする可能性が考えられる。結果として、放出経路における低減割合としては 4 桁程度の下振れ又は 2 桁程度の上振れが考えられる。なお、放出経路となる排気ダクトは、数十 m の長さがあり、屈曲部を有しているため、経路上への放射性物質の沈着が想定されるため、更なる下振れの可能性がある。

【補足説明資料 6 - 6】

③ 評価結果

評価条件の不確かさの影響評価の範囲として、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を確認した。

評価条件の不確かさが実施組織要員の操作の時間余裕に与える影及び重大事故等の拡大を防止するための措置の評価項目に

与える影響は、より厳しい結果を与える条件で評価をしていることを確認した。

また、燃料加工建屋外への放射性物質の放出量評価では、放出量算出において考慮する各パラメータに上振れ又は下振れする可能性があるものの、その幅は、各パラメータにおいて1桁から4桁程度であり、100TBqに対して重大事故等対策が完了するまでの間の燃料加工建屋外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いことを確認した。

(6) 必要な要員及び資源の評価

爆発による閉じ込める機能の喪失への対策に必要な要員及び資源は、爆発による閉じ込める機能の喪失の発生を防止するための措置に必要な要員及び資源を合わせて6.2.3.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、「7. 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。

(7) 判断基準への適合性の検討

爆発による閉じ込める機能の喪失の拡大を防止するための措置として、燃料加工建屋内に核燃料物質を閉じ込め手段及び燃料加工建屋外に放出される放射性物質の放出量を低減する手段を整備しており、これらの対策について、設計上定める条件より厳しい条件として外部事象の「地震」を起因として有効性評価を行った。

基準地震動を1.2倍にした地震動の地震が発生した場合、爆発による核燃料物質の閉じ込める機能の喪失の発生を防止する

ための措置の成否に係らず，拡大を防止するための措置として，中央監視室から送排風機の停止及び核燃料物質を燃料加工建屋内に閉じ込める措置を並行して実施する。

送排風機の停止については，中央監視室より遠隔で実施するとともに，万一停止操作に失敗した場合には，現場手動操作にて電源を遮断し，送排風機を停止することができる。

給排気閉止ダンパは，中央監視室からの遠隔操作により閉止可能である。中央監視室からの遠隔操作が実施できない場合は，中央監視室近傍にて可搬型ガスボンベを接続してガスを供給することにより，全交流電源喪失時においても給排気閉止ダンパを閉止することができる。また，給排気閉止ダンパの閉止操作の成否に係らず，送排風機入口手動ダンパを現場手動操作により閉止する。

これらの爆発による閉じ込める機能の喪失の拡大を防止するための措置は，地震の発生後1時間で実施が可能である。

上記のとおり，複数の対策手段を講ずること及びアクセスルート可能な限り2ルート確保することから，遠隔操作が困難な場合においても，現場操作により手動で起動することが可能であり，対策は有効に機能すると評価する。

また，燃料加工建屋内に核燃料物質を閉じ込める措置が完了するまでの間，爆発により気相中へ移行し燃料加工建屋外へ放出される放射性物質の放出量（セシウム-137換算）は，約 4.2×10^{-3} TBqである。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時間に与える影響はないこと及び放射性物質の放出量（セシウム-137換算）への影響は小さいことを確

認した。

以上のことから爆発による閉じ込める機能の喪失が発生したとしても、核燃料物質を燃料加工建屋内に閉じ込める措置を実施できる。また、有効性評価で示す燃料加工建屋外への放射性物質の放出量は基準以下であり、燃料加工建屋外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、「(3) 有効性評価の判断基準」を満足する。

6. 2. 3 爆発による閉じ込める機能の喪失の発生及び拡大の防止のための措置に必要な要員及び資源

爆発による閉じ込める機能の喪失の発生及び拡大の防止のための措置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、「7. 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。

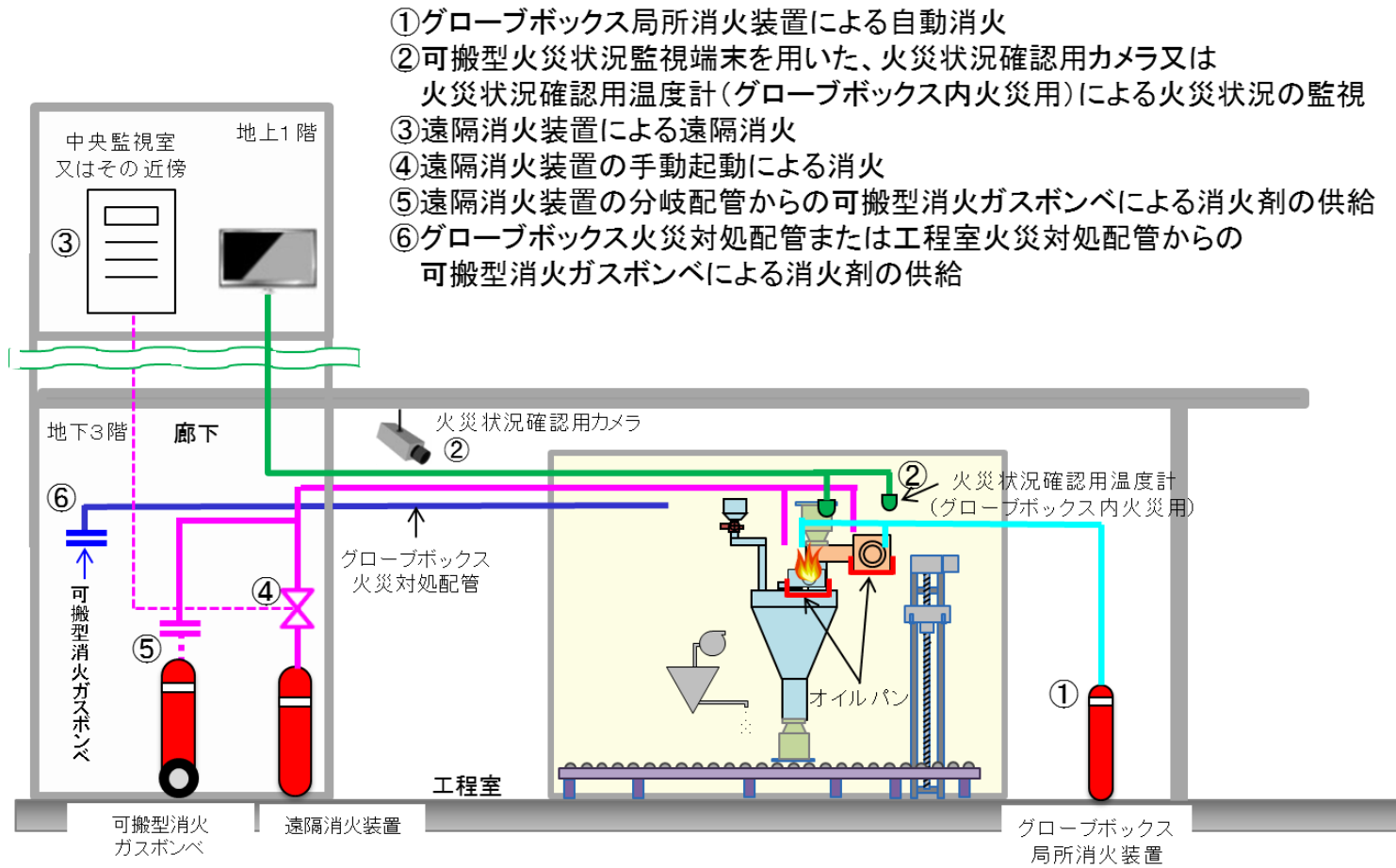
(1) 必要な要員

爆発による閉じ込める機能の喪失の発生及び拡大を防止するための措置に必要な要員は、合計 10 名である。

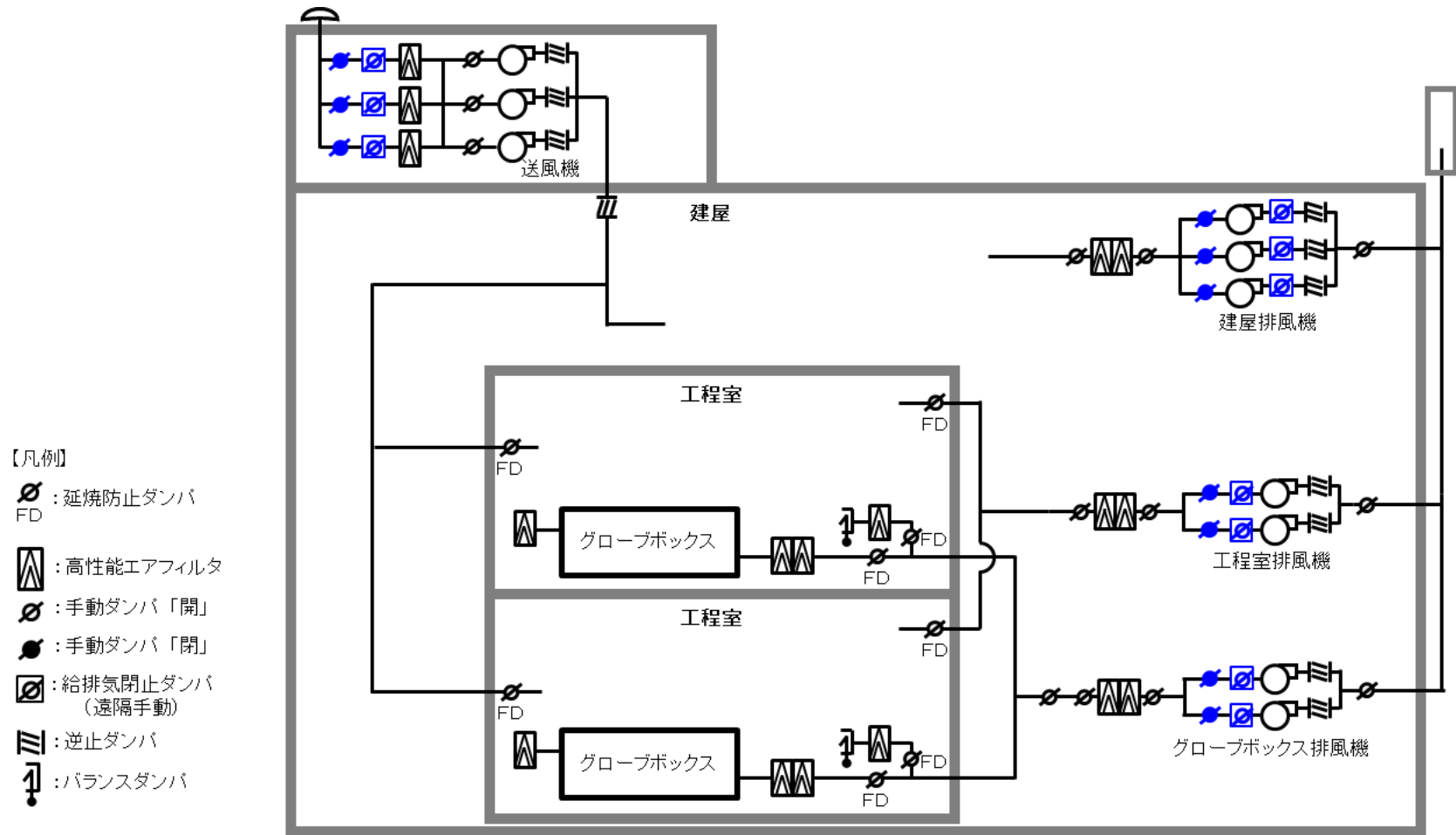
(2) 必要な資源

爆発による閉じ込める機能の喪失の発生及び拡大を防止するための措置には水源、燃料及び電源を要さない。

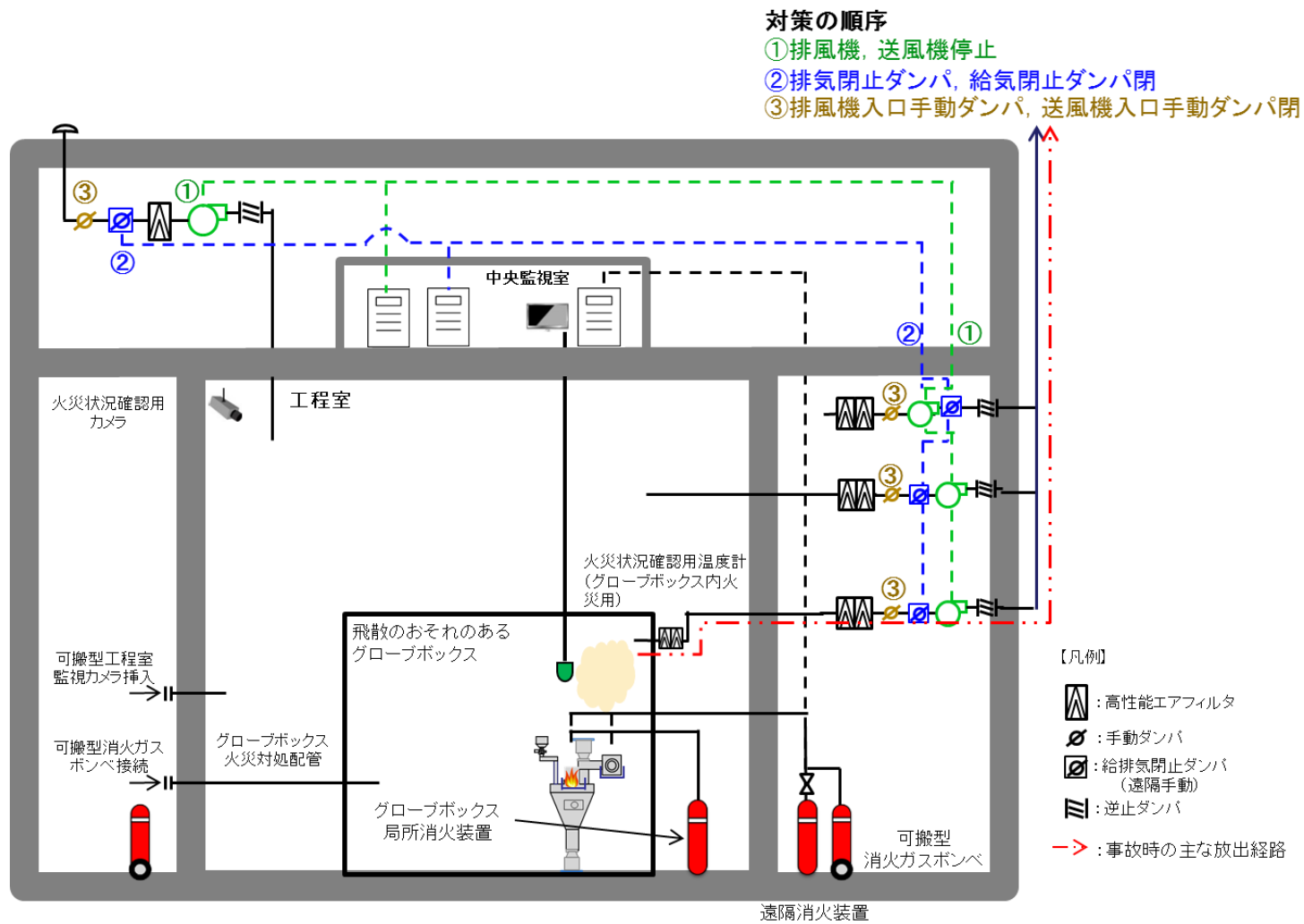
【補足説明資料 6 - 7】



6-1図 「火災による閉じ込める機能の喪失」への対策の概要図 (1/3)



6-1 図 「火災による閉じ込める機能の喪失」への対策の概要図 (2 / 3)



6-1 図 「火災による閉じ込める機能の喪失」への対策の概要図 (3/3)

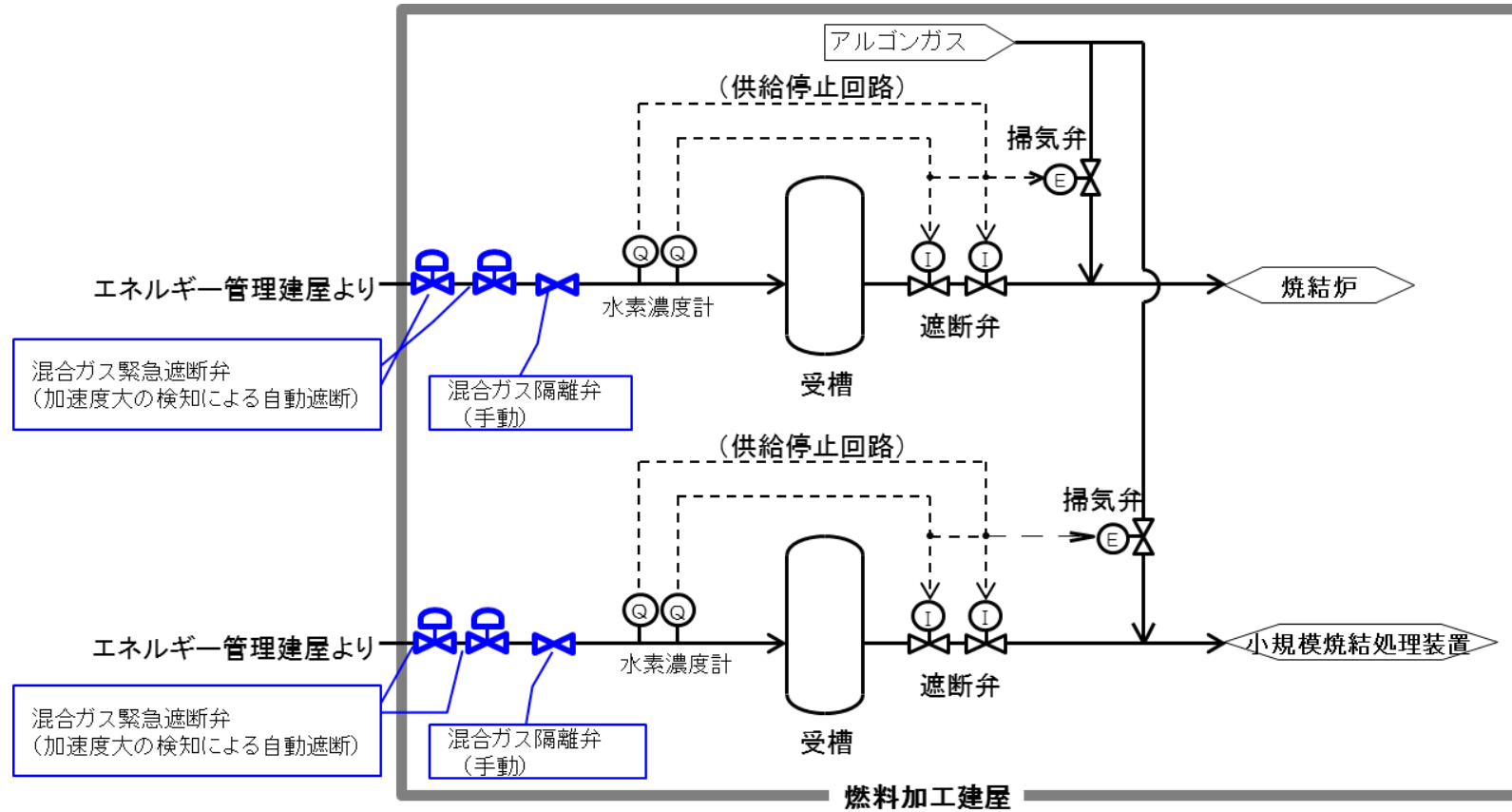
作業		要員数	経過時間 (分)													備考			
			30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	360	390				
			▽事象発生																
火災の消火	GB局所消火装置の自動起動による初期消火	-	0:05																
	火災状況確認用温度計及び火災状況確認用カメラによる火災の確認, 遠隔消火装置の遠隔手動起動	2	0:10																
	廊下からの遠隔消火装置手動起動	4	0:10																
	廊下から対象GBへの可搬型消火ガスボンベによる消火	4	0:15																

6-2図 火災による閉じ込める機能の喪失への対処 発生防止対策のフローチャート

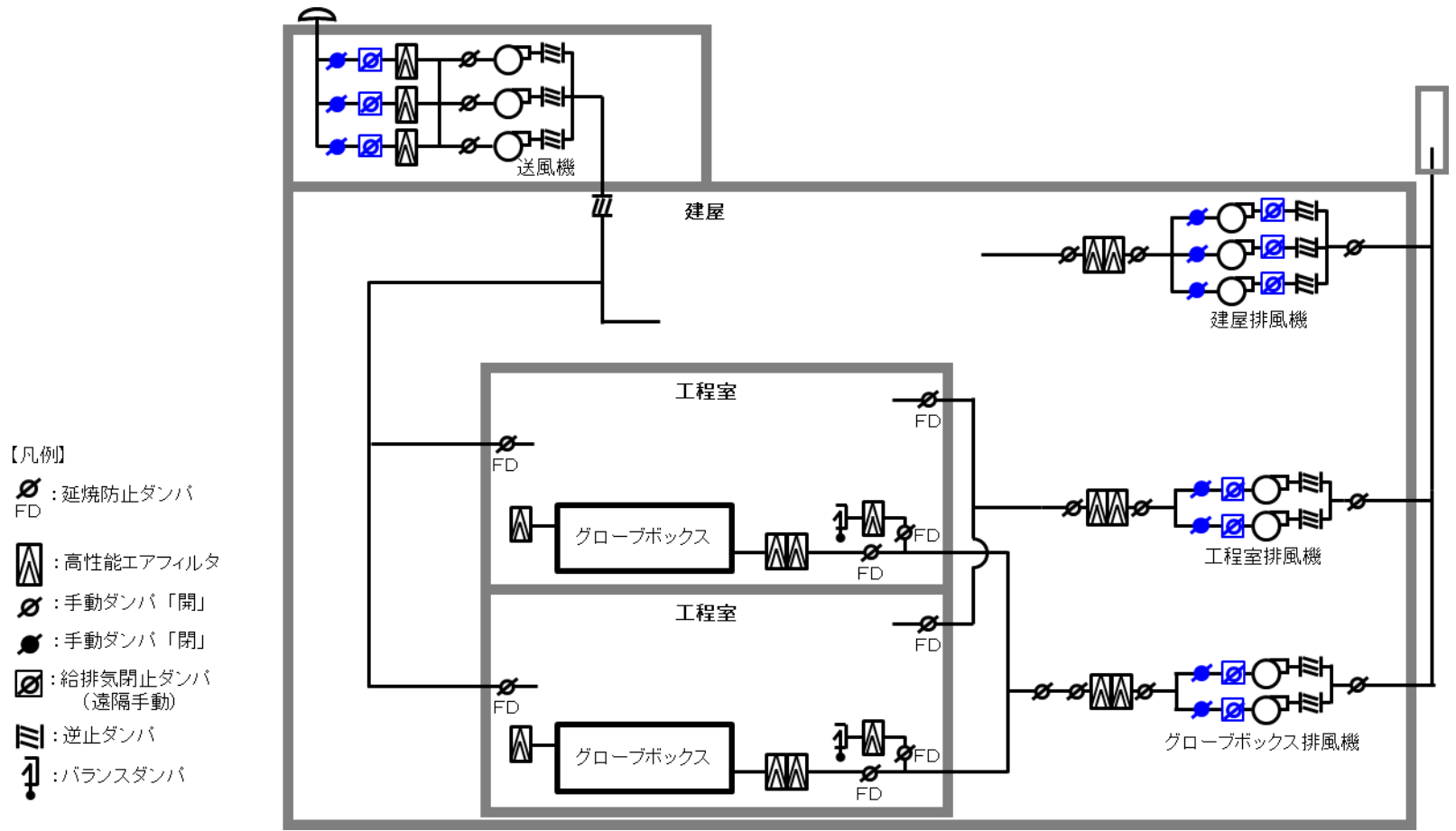
対策	作業	要員数	経過時間 (分)												備考												
			30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	360		390											
拡大防止防止	放射性物質の 閉じ込め	送排風機の遠隔停止	2	0:05																							
		電源遮断操作	2	0:05																							
		給排気閉止ダンパ遠隔手動閉止	2	0:05																							
		給排気閉止ダンパ遠隔手動閉止 (中央監視室近傍からの可搬型ガスボンベ接続による閉止)	2	0:10																							
		各排風機入口ダンパ閉止	2	0:25																							
		各送風機入口ダンパ閉止	2	0:10																							

6-3 図 火災による閉じ込める機能の喪失への対処／爆発による閉じ込める機能の喪失への対処

拡大防止対策のフローチャート










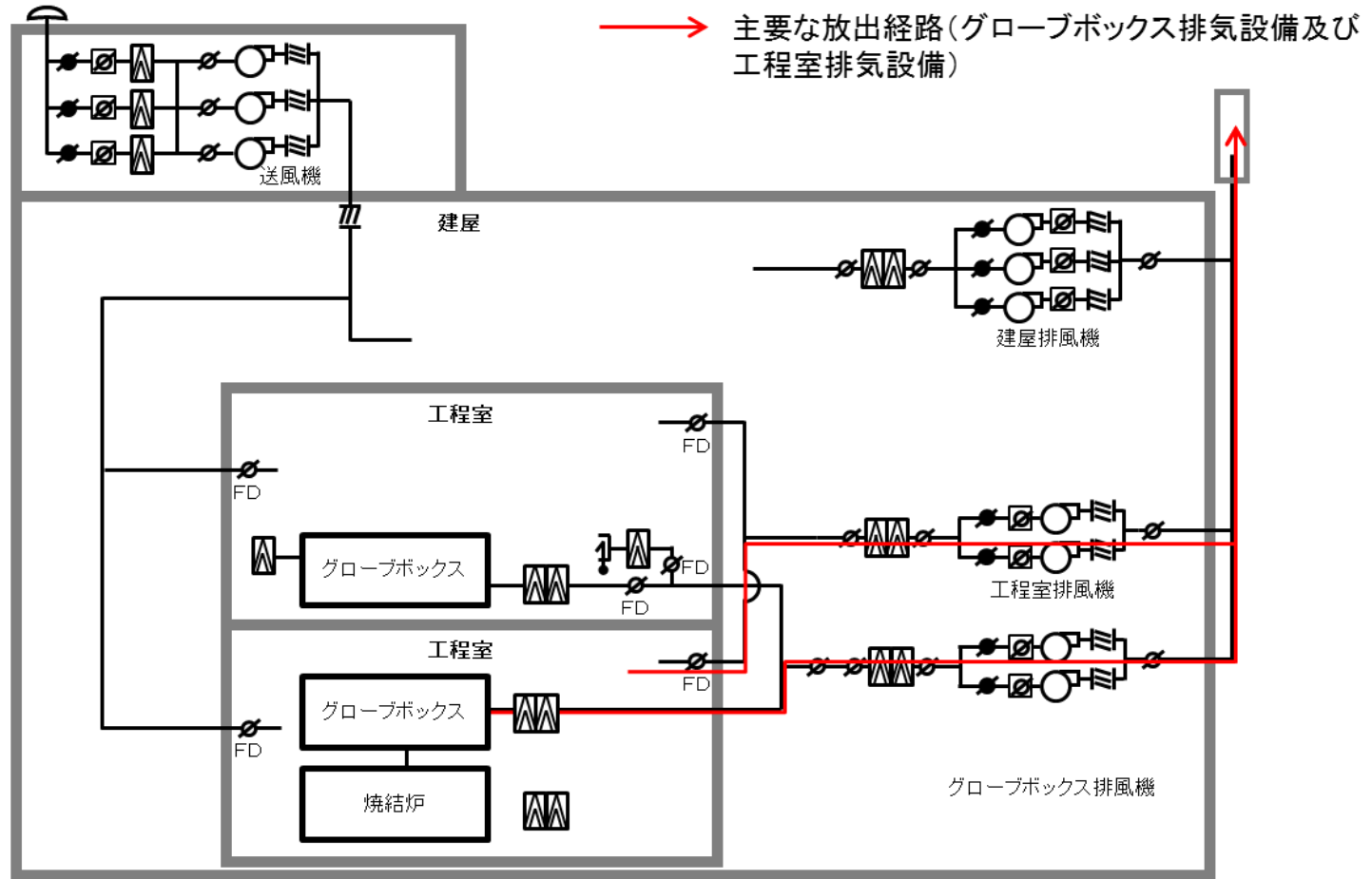
6-4 図 「爆発による閉じ込める機能の喪失」への対策の概要図 (1 / 3)



6-4図 「爆発による閉じ込める機能の喪失」への対策の概要図 (2/3)

【凡例】

-  : 延焼防止ダンパ
-  : 高性能エアフィルタ
-  : 手動ダンパ「開」
-  : 手動ダンパ「閉」
-  : 給排気閉止ダンパ (遠隔手動)
-  : 逆止ダンパ
-  : バランスダンパ



6-4 図 「爆発による閉じ込める機能の喪失」への対策の概要図 (3 / 3)

作業		要員数	経過時間 (分)														備考		
			30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	360	390				
			▽事象発生																
再爆発の防止	加速度検知による混合ガス緊急遮断弁の自動閉止	-	0:05																
	加速度検知による混合ガス緊急遮断弁の遠隔閉止	2	0:05																
	混合ガス隔離弁の手動閉	2	0:05																

6-5 図 爆発による閉じ込める機能の喪失への対処 発生防止対策のフローチャート

添7第12表 重大事故等の起因となる火災源を有するグローブボックス一覧

部屋名称	グローブボックス名称		インベントリ (kg・Pu)	対象グローブボックスの部屋 毎の合計インベントリ (kg・Pu)
粉末調整第2室	予備混合装置グローブボックス	①	28.8	28.8
粉末調整第5室	均一化混合装置グローブボックス	②	53.7	74.0
	造粒装置グローブボックス	③	20.3	
粉末調整第7室	回収粉末処理・混合装置グローブボックス	④	39.7	39.7
ペレット加工第1室	添加剤混合装置グローブボックス	⑤	33.0	143.8
	プレス装置（プレス部）グローブボックス	⑥	38.9	
	添加剤混合装置グローブボックス	⑦	33.0	
	プレス装置（プレス部）グローブボックス	⑧	38.9	

添7第15表 「火災による閉じ込める機能の喪失」の発生防止対策の手順と重大事故等対処施設（1／2）

	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
a.	発生防止対策の準備の判断	<ul style="list-style-type: none"> 地震発生に伴い、外部電源が喪失し、非常用所内電源設備の非常用発電機が自動起動しない場合は、現場での手動起動操作を行う。その結果、非常用所内電源設備の非常用発電機を手動起動できない場合は、全交流電源の喪失と判断し、重大事故等への対処として以下のb.に移行する。 	—	—
b.	火災状況の監視及び消火活動の実施判断	<ul style="list-style-type: none"> 可搬型火災状況監視端末を、火災状況確認用温度計及び火災状況確認用カメラと接続する。 中央監視室又は中央監視室近傍廊下にて、火災状況確認用温度計及び火災状況確認用カメラにより、重大事故の起因となる火災源を有するグローブボックスの火災状況及びグローブボックス局所消火装置の起動状況を確認する。 	<ul style="list-style-type: none"> グローブボックス局所消火装置 火災状況確認用温度計 火災状況確認用カメラ 	<ul style="list-style-type: none"> 可搬型火災状況監視端末
		<ul style="list-style-type: none"> 上記の監視の結果、重大事故の起因となる火災源を有するグローブボックスにおける火災の継続を確認した場合は、以下のc.に移行する。 	—	—
c.	遠隔消火装置の遠隔手動起動操作	<ul style="list-style-type: none"> 上記b.にて、重大事故の起因となる火災源を有するグローブボックスにおける火災の継続を確認した場合、中央監視室又は中央監視室近傍廊下にて、当該箇所の遠隔消火装置を遠隔手動操作により起動する。 	<ul style="list-style-type: none"> 遠隔消火装置 	—
		<ul style="list-style-type: none"> 上記の遠隔消火装置の遠隔手動操作による起動に失敗した場合は、以下のd.に移行する。 	—	—

添7第15表 「火災による閉じ込める機能の喪失」の発生防止対策の手順と重大事故等対処施設（2／2）

	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
d.	遠隔消火装置の現場手動起動操作	<ul style="list-style-type: none"> 工程室外の廊下にて、遠隔消火装置を現場手動操作により起動する。 	<ul style="list-style-type: none"> 遠隔消火装置 	—
		<ul style="list-style-type: none"> 上記の遠隔消火装置の現場手動操作による起動に失敗した場合は、以下のe.に移行する。 	—	—
e.	廊下からの状況確認及び消火活動	<ul style="list-style-type: none"> 工程室外の廊下にて、遠隔消火装置又はグローブボックス火災対処配管の接続口に可搬型消火装置を接続し、消火剤を噴射する。 	<ul style="list-style-type: none"> 遠隔消火装置 グローブボックス火災対処配管 	<ul style="list-style-type: none"> 可搬型消火ガスボンベ
f.	火災状況の継続監視	<ul style="list-style-type: none"> 火災状況を継続監視する。 室内の状況を確認できない場合は、予備開口から可搬型工程室監視カメラを挿入し、室内の状況を確認する。 	<ul style="list-style-type: none"> 火災状況確認用温度計 火災状況確認用カメラ 	<ul style="list-style-type: none"> 可搬型工程室監視カメラ 可搬型火災状況監視端末

添7第16表 「火災による閉じ込める機能の喪失」の拡大防止対策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
a.	拡大防止対策の準備の判断	<ul style="list-style-type: none"> 地震発生に伴い、中央監視室に表示される加速度計の指示値が、基準地震動相当の加速度であることを確認した場合、中央監視室より送排風機停止及び給排気閉止ダンパ閉止の操作を行う。また、外部電源が喪失し、非常用所内電源設備の非常用発電機が自動起動しない場合は、現場での手動起動操作を行う。その結果、非常用所内電源設備の非常用発電機を手動起動できない場合は、全交流電源の喪失と判断し、重大事故等への対処として以下のb., c. 及びd. に移行する。 	<ul style="list-style-type: none"> グローブボックス排気閉止ダンパ 工程室排気閉止ダンパ 建屋排気閉止ダンパ 給気閉止ダンパ 	—
b.	電源の遮断操作	<ul style="list-style-type: none"> 中央監視室より送排風機停止操作ができない場合は、非常用電気A室及び非常用電気B室にて、手動遮断操作を行う。 	—	—
c.	給排気閉止ダンパの遠隔手動閉止	<ul style="list-style-type: none"> 全交流電源喪失により中央監視室より給排気閉止ダンパ閉止の操作ができない場合は、中央監視室近傍にて、可搬型ガスボンベを接続してガスを供給することで閉止する。 	<ul style="list-style-type: none"> グローブボックス排気閉止ダンパ 工程室排気閉止ダンパ 建屋排気閉止ダンパ 給気閉止ダンパ 	—
d.	送排風機入口手動ダンパの現場手動閉止	<ul style="list-style-type: none"> 上記c. の対策の成否に係らず、グローブボックス排風機入口手動ダンパ、工程室排風機入口手動ダンパ及び建屋排風機入口手動ダンパを排風機室にて手動閉止する。 	<ul style="list-style-type: none"> グローブボックス排風機入口手動ダンパ 工程室排風機入口手動ダンパ 建屋排風機入口手動ダンパ 	—
		<ul style="list-style-type: none"> 上記c. の対策の成否に係らず、送風機入口手動ダンパを給気機械・フィルタ室にて手動閉止する。 	<ul style="list-style-type: none"> 送風機入口手動ダンパ 	—

添7第19表 「爆発による閉じ込める機能の喪失」の発生防止対策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
a.	発生防止対策の準備の判断	<ul style="list-style-type: none"> 地震発生に伴い、混合ガス緊急遮断弁が自動閉止したことを中央監視室にて確認する。混合ガス緊急遮断弁が自動閉止しない場合は、中央監視室にて遠隔閉止操作を行う。また、外部電源が喪失し、非常用発電機が自動起動しない場合は、現場での手動起動操作を行う。その結果、非常用発電機を手動起動できない場合は、全交流電源の喪失と判断し、重大事故等への対処として以下のb.に移行する。 	<ul style="list-style-type: none"> 混合ガス緊急遮断弁 	—
b.	混合ガス隔離弁の現場手動閉止操作	<ul style="list-style-type: none"> 混合ガス隔離弁を地上1階にて、現場での手動閉止操作を行う。 	<ul style="list-style-type: none"> 混合ガス隔離弁 	—

添7第20表 「爆発による閉じ込める機能の喪失」の拡大防止対策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
a.	拡大防止対策の準備の判断	<ul style="list-style-type: none"> 地震発生に伴い、中央監視室に表示される加速度計の指示値が、基準地震動相当の加速度であることを確認した場合、中央監視室より送排風機停止及び給排気閉止ダンパ閉止の操作を行う。また、外部電源が喪失し、非常用所内電源設備の非常用発電機が自動起動しない場合は、現場での手動起動操作を行う。その結果、非常用所内電源設備の非常用発電機を手動起動できない場合は、全交流電源の喪失と判断し、重大事故等への対処として以下のb., c. 及びd. に移行する。 	<ul style="list-style-type: none"> グローブボックス排気閉止ダンパ 工程室排気閉止ダンパ 建屋排気閉止ダンパ 給気閉止ダンパ 	—
b.	電源の遮断操作	<ul style="list-style-type: none"> 中央監視室より送排風機停止操作ができない場合は、非常用電気A室及び非常用電気B室にて、手動遮断操作を行う。 	—	—
c.	給排気閉止ダンパの遠隔手動閉止	<ul style="list-style-type: none"> 全交流電源喪失により中央監視室より給排気閉止ダンパ閉止の操作ができない場合は、中央監視室近傍にて、可搬型ガスボンベを接続してガスを供給することで閉止する。 	<ul style="list-style-type: none"> グローブボックス排気閉止ダンパ 工程室排気閉止ダンパ 建屋排気閉止ダンパ 給気閉止ダンパ 	—
d.	送排風機入口手動ダンパの現場手動閉止	<ul style="list-style-type: none"> 上記c. の対策の成否に係らず、グローブボックス排風機入口手動ダンパ、工程室排風機入口手動ダンパ及び建屋排風機入口手動ダンパを排風機室にて手動閉止する。 	<ul style="list-style-type: none"> グローブボックス排風機入口手動ダンパ 工程室排風機入口手動ダンパ 建屋排風機入口手動ダンパ 	—
		<ul style="list-style-type: none"> 上記c. の対策の成否に係らず、送風機入口手動ダンパを給気機械・フィルタ室にて手動閉止する。 	<ul style="list-style-type: none"> 送風機入口手動ダンパ 	—

6-1表 「地震発生による全交流電源の喪失を伴う火災による閉じ込める機能の喪失」に対する設備

事象	対策	重大事故等対処施設		常設, 可搬型の区分		
火災	発生防止対策	閉じ込める機能の喪失に対処するための設備	飛散防止設備	グローブボックス局所消火装置	常設	
				遠隔消火装置	常設	
				グローブボックス火災対処配管	常設	
				火災状況確認用温度計 (グローブボックス内火災用)	常設	
				火災状況確認用カメラ	常設	
				可搬型消火ガスボンベ	可搬型	
				可搬型工程室監視カメラ	可搬型	
				可搬型火災状況監視端末	可搬型	
	拡大防止対策	漏えい防止設備	給気閉止ダンパ	給気閉止ダンパ	常設	
				グローブボックス排気閉止ダンパ	常設	
				工程室排気閉止ダンパ	常設	
				建屋排気閉止ダンパ	常設	
				送風機入口手動ダンパ	常設	
				グローブボックス排風機入口手動ダンパ	常設	
				工程室排風機入口手動ダンパ	常設	
				建屋排風機入口手動ダンパ	常設	
				グローブボックス排気ダクト	常設	
				グローブボックス排風機	常設	
				工程室排気ダクト	常設	
				工程室排風機	常設	
				建屋排気ダクト	常設	
				建屋排風機	常設	
				給気ダクト	常設	
				【検討中】	グローブボックス排気フィルタ	常設
					グローブボックス排気フィルタユニット	常設
					グローブボックス排気ダクト	常設
					グローブボックス排風機	常設

6-2表 「地震発生による全交流電源の喪失を伴う火災による閉じ込める機能の喪失」時の放射性物質の放出量

核種	放出量 (Bq)
Pu-238	1×10^8
Pu-239	6×10^6
Pu-240	1×10^7
Pu-241	2×10^9
Am-241	2×10^7

6-3表 爆発の発生を想定する機器一覧

部屋名称	機器名称
ペレット加工第2室	焼結炉 A
	焼結炉 B
	焼結炉 C
分析第3室	小規模焼結処理装置

6-4表 「地震発生による全交流電源の喪失を伴う爆発による閉じ込める機能の喪失」に対する設備

事象	対策	重大事故等対処施設		常設、可搬型の区分		
爆発	発生防止対策	閉じ込める機能の喪失に対処するための設備	飛散防止設備	混合ガス緊急遮断弁	常設	
				混合ガス隔離弁	常設	
	拡大防止対策		漏えい防止設備	給気閉止ダンパ	常設	
				グローブボックス排気閉止ダンパ	常設	
				工程室排気閉止ダンパ	常設	
				建屋排気閉止ダンパ	常設	
				送風機入口手動ダンパ	常設	
				グローブボックス排風機入口手動ダンパ	常設	
				工程室排風機入口手動ダンパ	常設	
				建屋排風機入口手動ダンパ	常設	
				グローブボックス排気ダクト	常設	
				グローブボックス排風機	常設	
				工程室排気ダクト	常設	
				工程室排風機	常設	
				建屋排気ダクト	常設	
				建屋排風機	常設	
				給気ダクト	常設	
				【検討中】	グローブボックス排気フィルタ	常設
					グローブボックス排気フィルタユニット	常設
					工程室排気フィルタユニット	常設
工程室排気ダクト	常設					
グローブボックス排気ダクト	常設					
工程室排風機	常設					

6－5表 「地震発生による全交流電源の喪失を伴う爆発による閉じ込める機能の喪失」時の放射性物質の放出量

核種	放出量 (Bq)
Pu-238	3×10^8
Pu-239	2×10^7
Pu-240	3×10^7
Pu-241	7×10^9
Am-241	8×10^7

7. 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

- 7. 重大事故が同時に又は連鎖して発生した場合の対処
 - 7.1 重大事故等の同時発生時の発生防止対策
 - 7.1.1 重大事故等の同時発生に対する具体的対策
 - 7.1.2 重大事故等の同時発生への対処に使用する設備
 - 7.1.3 重大事故等の同時発生の発生防止対策に係る手順
 - 7.1.4 重大事故等の同時発生時の発生防止対策の有効性評価
 - 7.2 重大事故等の同時発生時の重大事故等の拡大防止対策
 - 7.2.1 重大事故等の同時発生に対する具体的対策
 - 7.2.2 重大事故等の同時発生への対処に使用する設備
 - 7.2.3 重大事故等の拡大防止対策に係る手順
 - 7.2.4 重大事故等の同時発生時の拡大防止対策の有効性評価

7. 重大事故が同時に又は連鎖して発生した場合の対処

(1) 重大事故等の同時発生の特徴

重大事故等の同時発生は、重大事故等の起因となる「地震」によって、「火災による閉じ込める機能の喪失」及び「爆発による閉じ込める機能の喪失」が同時に発生する事象である。

(2) 重大事故等の同時発生への対処の基本方針

a. 重大事故等の発生防止対策

「火災による閉じ込める機能の喪失」及び「爆発による閉じ込める機能の喪失」の同時発生時の発生防止対策は、単独発生の場合と同じであり、「6.1 火災による閉じ込める機能の喪失への対処」及び「6.2 爆発による閉じ込める機能の喪失への対処」に記載したとおりである。

b. 重大事故等の拡大防止対策

「火災による閉じ込める機能の喪失」及び「爆発による閉じ込める機能の喪失」の同時発生時の拡大防止対策は、単独発生の場合と同じであり、「6.1 火災による閉じ込める機能の喪失への対処」、「6.2 爆発による閉じ込める機能の喪失への対処」に記載したとおりである。

7.1 重大事故等の同時発生時の発生防止対策

7.1.1 重大事故等の同時発生に対する具体的対策

「火災による閉じ込める機能の喪失」と「爆発による閉じ込める機能の喪失」が同時に発生した場合においても、重大事故等の発生防止対策は単独で発生した場合と同じであり、「6.1 火災による閉じ込める機能の喪失への対処」及び「6.2 爆発による閉じ込める機能の喪失

への対処」に記載したとおりである。

7.1.2 重大事故等の同時発生への対処に使用する設備

「火災による閉じ込める機能の喪失」と「爆発による閉じ込める機能の喪失」が同時に発生した場合においても、重大事故等の発生防止対策に使用する設備は単独で発生した場合と同じであり、「6.1 火災による閉じ込める機能の喪失への対処」及び「6.2 爆発による閉じ込める機能の喪失への対処」に記載したとおりである。

7.1.3 重大事故等の同時発生の発生防止対策に係る手順

「火災による閉じ込める機能の喪失」と「爆発による閉じ込める機能の喪失」が同時に発生した場合においても、重大事故等の発生防止対策に係る手順は単独で発生した場合と同じであり、「6.1 火災による閉じ込める機能の喪失への対処」及び「6.2 爆発による閉じ込める機能の喪失への対処」に記載したとおりである。

7.1.4 重大事故等の同時発生時の発生防止対策の有効性評価

(1) 有効性評価の方法

「火災による閉じ込める機能の喪失」及び「爆発による閉じ込める機能の喪失」に記載した発生防止対策が、「火災による閉じ込める機能の喪失」と「爆発による閉じ込める機能の喪失」の重大事故等が同時に発生した場合においても実施できることを確認する。

(2) 有効性評価の条件

a. 事故条件

(a) 起回事象

有効性評価の前提となる設計上定める条件より厳しい条件による機能喪失の想定は、基準地震動を1.2倍にした地震動を考慮する設計としており、かつ蓄電池、充電機、乾電池といった電源を有する設備以外の動的機器が全て同時に機能喪失+基準地震動を1.2倍にした地震動を考慮した設計としない静的機器の損傷（地震による機能喪失）である。

(b) 安全機能の喪失に対する仮定

重大事故等の起因となる地震を想定した場合、基準地震動を超える地震動の地震が発生した際には、外部電源が喪失すると考えられ、電源が期待できない可能性が高い。したがって、外部電源の供給により駆動する動的機器は、全て機能喪失することを想定する。ただし、基準地震動を超える地震動の地震に対して、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おり、かつ蓄電池、充電機、乾電池といった電源を有する動的機器の機能喪失は想定しない。

b. 重大事故等への対処に関連する機器条件

i. 機器条件

「6.1 火災による閉じ込める機能の喪失への対処」及び「6.2 爆発による閉じ込める機能の喪失への対処」に記載したとおりである。

c. 重大事故等への対処に関連する操作条件

発生防止対策に係る作業と所要時間を第7.1.4-1図、第7.1.4-2図に示す。

(3) 有効性評価の判断基準

火災及び爆発による閉じ込める機能の喪失の同時発生への発生防

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. 重大事故の起因となる火災源を有するグローブボックスにおいて、火災の発生を検知し、重大事故等対処設備の消火装置を用いて消火することにより、火災の継続を防止できること。
- b. 室内において爆発を防止できること及び焼結炉等において再爆発を防止できること。

(4) 有効性評価の結果

「火災による閉じ込める機能の喪失」及び「爆発による閉じ込める機能の喪失」が同時に発生した場合であっても、それぞれの重大事故等の発生防止対策で対策要員を確保することから、対処完了までの時間は重大事故等が個別に発生した場合と変わることはなく、発生防止対策は「6.1 火災による閉じ込める機能の喪失への対処」及び「6.2 爆発による閉じ込める機能の喪失への対処」に記載したとおり有効である。

(5) 必要な要員及び資源の評価

a. 必要な要員の評価

重大事故等の同時発生への対策に必要な要員は、「火災による閉じ込める機能の喪失」で6名、「爆発による閉じ込める機能の喪失」で4名であり、確保する20名の要員で実施可能である。

b. 必要な資源の評価

発生防止対策の実施には資源を必要としない。

(6) 作業環境の評価

重大事故等対処は、火災及び爆発の発生を想定している工程室に入室せずに実施することから、「火災による閉じ込める機能の喪失」及び「爆発による閉じ込める機能の喪失」が同時に発生した場

合であっても作業環境は同じであり、発生防止対策は「6.1 火災による閉じ込める機能の喪失への対処」及び「6.2 爆発による閉じ込める機能の喪失への対処」に記載したとおり有効である。

(7) 判断基準への適合性の検討

「6.1 火災による閉じ込める機能の喪失への対処」及び「6.2 爆発による閉じ込める機能の喪失への対処」に記載したとおりである。

必要な要員は「火災による閉じ込める機能の喪失」及び「爆発による閉じ込める機能の喪失」それぞれで確保していることから、同時発生を考慮しても発生防止対策は実施可能である。

以上のことから、重大事故等の発生防止対策により火災の継続を防止するとともに、室内において爆発を防止及び焼結炉等において再爆発を防止することが可能であり、重大事故等の発生を防止できる。

7.2 重大事故等の同時発生時の重大事故等の拡大防止対策

7.2.1 重大事故等の同時発生に対する具体的対策

「火災による閉じ込める機能の喪失」と「爆発による閉じ込める機能の喪失」が同時に発生した場合においても、重大事故等の拡大防止対策は単独で発生した場合と同じであり、「6.1 火災による閉じ込める機能の喪失への対処」及び「6.2 爆発による閉じ込める機能の喪失への対処」に記載したとおりである。

7.2.2 重大事故等の同時発生への対処に使用する設備

「火災による閉じ込める機能の喪失」と「爆発による閉じ込める機能の喪失」が同時に発生した場合においても、重大事故等の拡大防止

対策に使用する設備は単独で発生した場合と同じであり、「6.1 火災による閉じ込める機能の喪失への対処」及び「6.2 爆発による閉じ込める機能の喪失への対処」に記載したとおりである。

7.2.3 重大事故等の拡大防止対策に係る手順

「火災による閉じ込める機能の喪失」と「爆発による閉じ込める機能の喪失」が同時に発生した場合においても、重大事故等の拡大防止対策に係る手順は、単独で発生した場合と同じであり、「6.1 火災による閉じ込める機能の喪失への対処」及び「6.2 爆発による閉じ込める機能の喪失への対処」に記載したとおりである。

7.2.4 重大事故等の同時発生時の拡大防止対策の有効性評価

(1) 有効性評価の方法

「火災による閉じ込める機能の喪失」及び「爆発による閉じ込める機能の喪失」に記載した拡大防止対策が、「火災による閉じ込める機能の喪失」と「爆発による閉じ込める機能の喪失」の重大事故等が同時に発生した場合においても実施できること。

(2) 有効性評価の条件

a. 事故条件

(a) 起回事象

有効性評価の前提となる設計上定める条件より厳しい条件による機能喪失の想定は、基準地震動を1.2倍にした地震動を考慮する設計としており、かつ蓄電池、充電機、乾電池といった電源を有する設備以外の動的機器が全て同時に機能喪失+基準地震動を1.2倍にした地震動を考慮した設計としない静的機器

の損傷（地震による機能喪失）である。

(b) 安全機能の喪失に対する仮定

重大事故等の起因となる地震を想定した場合、基準地震動を超える地震動の地震が発生した際には外部電源が喪失すると考えられ、電源を期待できない可能性が高い。したがって、外部電源の供給により駆動する動的機器は、全て機能喪失することを想定する。ただし、基準地震動を超える地震動の地震に対して、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おり、かつ蓄電池、充電電池、乾電池といった電源を有する動的機器の機能喪失は想定しない。

(c) 重大事故等への対処に関連する機器条件

i. 機器条件

「6.1 火災による閉じ込める機能の喪失への対処」及び「6.2 爆発による閉じ込める機能の喪失への対処」に記載したとおりである。

b. 重大事故等への対処に関連する操作条件

拡大防止対策及び作業の所要時間を第7.2.4-1図に示す。

(3) 有効性評価の判断基準

火災及び爆発による閉じ込める機能の喪失の同時発生へ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. 火災及び爆発により気相へ移行した核燃料物質の燃料加工建屋外への放出を抑制できること。

(4) 有効性評価の結果

「火災による閉じ込める機能の喪失」と「爆発による閉じ込める機能の喪失」が同時に発生した場合であっても、「火災による

閉じ込める機能の喪失」及び「爆発による閉じ込める機能の喪失」に対するの拡大防止対策は同じ設備を用いた共通の対策であることから、対処完了までの時間が変わることはなく、拡大防止対策は「6.2 火災による閉じ込める機能の喪失への対処」及び「6.2 爆発による閉じ込める機能の喪失への対処」に記載したとおり有効である。

(5) 必要な要員及び資源の評価

a. 必要な要員の評価

重大事故等の同時発生による閉じ込める機能の喪失の拡大防止対策に必要な要員は12名であり、確保する20名の要員で対策が可能である。

b. 必要な資源の評価

拡大防止対策の実施には資源を必要としない。

(6) 作業環境の評価

重大事故等対処は、火災及び爆発の発生を想定している工程室に入室せずに実施することから、「火災による閉じ込める機能の喪失」及び「爆発による閉じ込める機能の喪失」が同時に発生した場合であっても作業環境は同じであり、拡大防止対策は「6.1 火災による閉じ込める機能の喪失への対処」及び「6.2 爆発による閉じ込める機能の喪失への対処」に記載したとおり有効である。

(7) 判断基準への適合性の検討

「6.1 火災による閉じ込める機能の喪失への対処」及び「6.2 爆発による閉じ込める機能の喪失への対処」に記載したとおりである。

「火災による閉じ込める機能の喪失」と「爆発による閉じ込める機能の喪失」に対する拡大防止対策は、同じ設備を用いた共通の対

策であることから、同時発生を考慮しても拡大防止対策は実施可能である。

以上のことから、重大事故等の拡大防止対策により、火災及び爆発により気相へ移行した核燃料物質の燃料加工建屋外への放出を抑制することが可能であり、重大事故等の拡大を防止できる。

(8) 大気中への放射性物質の放出量評価

a. 評価方法

火災及び爆発による閉じ込める機能の喪失に対する重大事故等の発生防止対策及び拡大防止対策が完了するまでの間、放射性物質の移行率及び高性能粒子フィルタによる放射性物質の除去効率を考慮して、大気中への放射性物質の放出量（セシウム-137換算）を評価する。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。

b. 評価条件

(a) 事故条件

i. 起回事象

有効性評価の前提となる設計上定める条件より厳しい条件による機能喪失の想定は、基準地震動を1.2倍にした地震動を考慮する設計としており、かつ蓄電池、充電機、乾電池といった電源を有する設備以外の動的機器が全て同時に機能喪

失+基準地震動を1.2倍にした地震動を考慮した設計としない
静的機器の損傷（地震による機能喪失）である。

ii. 安全機能の喪失に対する仮定

重大事故等の起因となる地震を想定した場合，基準地震動を超える地震動の地震が発生した際には外部電源が喪失すると考えられ，電源を期待できない可能性が高い。したがって，外部電源の供給により駆動する動的機器は，全て機能喪失することを想定する。ただし，基準地震動を超える地震動の地震に対して、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おり，かつ蓄電池，充電機，乾電池といった電源を有する動的機器の機能喪失は想定しない。

iii. 重大事故等への対処に関連する機器条件

(i) 機器条件

「6.1 火災による閉じ込める機能の喪失への対処」及び
「6.2 爆発による閉じ込める機能の喪失への対処」に記載
したとおりである。

(b) 重大事故等への対処に関連する操作条件

「6.1 火災による閉じ込める機能の喪失への対処」及び「6.2
爆発による閉じ込める機能の喪失への対処」に記載したとおり
である。

(c) 解析シナリオ

地震を起因として同時に発生する重大事故等の解析シナリオ
は，火災及び爆発の同時発生により核燃料物質等を閉じ込める
機能が喪失し，核燃料物質が気相へ移行した後にグローブボッ
クス内又は工程室に移行することを想定する。このときの核燃

料物質の気相への移行量は、火災による移行量と爆発による移行量の積算とする。

(d)解析条件

有効性評価における大気中への放射性物質の放出量は、重大事故等が発生したグローブボックス及び機器が保有する放射性物質質量、事故の影響を受ける割合、事故により放射性物質が気相に移行する割合、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を用いて算出する。

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。

(e)使用する解析コード

解析コードは用いない。

c. 有効性評価の判断基準

環境へ放出される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。

d. 有効性評価の結果

火災及び爆発が同時発生した場合の重大事故等対策を踏まえた環境への放出量はセシウム-137換算値で約 5.6×10^{-3} TBqとなり、100TBqを下回る。また、本評価ではアメリカシウム-241含有率を4.5%と見込んでいるが、アメリカシウム-241含有率が最大となる11.9%として評価を行ったとしても、放射性物質の放出量は 7.1×10^{-3} TBqとなり、100TBqを下回る。

爆発の発生が想定されるペレット加工第2室及び分析第3室に

において、仮に工程室火災及び爆発が同時発生した場合、爆発により工程室内に飛散した核燃料物質が、火災により再び工程室の気相中へ移行し、工程室排気設備の高性能エアフィルタ 2 段を經由した燃料加工建屋外への放出に至る可能性があるが、この 2 室において爆発後に火災が発生することを評価した結果、放射性物質の放出量は約 4.2×10^{-5} TBq であることから、爆発の発生が想定される工程室の火災を考慮しても、上記の火災及び爆発が同時発生した場合の放出量評価への影響は小さい。

【補足説明資料 - 1】

e. 解析条件の不確かさの影響評価

火災と爆発の同時発生に係るパラメータに内在する不確かさを評価した結果、厳しい評価結果となるようパラメータを設定して評価を実施しても最大 3 桁程度の上振れであり、100TBq を下回る。

【補足説明資料 - 2】

f. 必要な要員及び資源の評価

i. 必要な要員の評価

「6.1 火災による閉じ込める機能の喪失への対処」及び「6.2 爆発による閉じ込める機能の喪失への対処」に記載したとおりである。

ii. 必要な資源の評価

「6.1 火災による閉じ込める機能の喪失への対処」及び「6.2

爆発による閉じ込める機能の喪失への対処」に記載したとおりである。

g. 作業環境の評価

「6.1 火災による閉じ込める機能の喪失への対処」及び「6.2 爆発による閉じ込める機能の喪失への対処」に記載したとおりである。

h. 判断基準への適合性の検討

「6.1 火災による閉じ込める機能の喪失への対処」及び「6.2 爆発による閉じ込める機能の喪失への対処」に記載したとおりである。

「火災による閉じ込める機能の喪失」と「爆発による閉じ込める機能の喪失」に対する拡大防止対策は、同じ設備を用いた共通の対策であることから、同時発生を考慮しても実施可能である。

また、「火災による閉じ込める機能の喪失」と「爆発による閉じ込める機能の喪失」の同時発生を想定した場合においても、環境へ放出される放射性物質の放出量は、セシウム-137 換算で100TBq を下回り、大気中への異常な水準の放出を防止することができる。

作業	要員数	経過時間（分）												備考					
		30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	360		390				
		▽事象発生																	
火災の消火	GB局所消火装置の自動起動による初期消火	-	0:05																
	火災状況確認用温度計及び火災状況確認用カメラによる火災の確認, 遠隔消火装置の遠隔手動起動	2	0:10																
	廊下からの遠隔消火装置手動起動	4	0:10																
	廊下から対象GBへの可搬型消火ガスボンベによる消火	4	0:15																

第 7.1.4-1 図 火災による閉じ込める機能の喪失への対処 発生防止対策のフローチャート

作業		要員数	経過時間 (分)														備考		
			30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	360	390				
			▽事象発生																
再爆発の防止	加速度検知による混合ガス緊急遮断弁の自動閉止	-	0:05																
	加速度検知による混合ガス緊急遮断弁の遠隔閉止	2	0:05																
	混合ガス隔離弁の手動閉	2	0:05																

第 7.1.4-2 図 爆発による閉じ込める機能の喪失への対処 発生防止対策のフローチャート

対策	作業	要員数	経過時間 (分)												備考					
			30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	360		390				
拡大防止防止	放射性物質の 閉じ込め	送排風機の遠隔停止	2	■	0:05															
		電源遮断操作	2	■	0:05															
		給排気閉止ダンパ遠隔手動閉止	2	■	0:05															
		給排気閉止ダンパ遠隔手動閉止 (中央監視室近傍からの可搬型ガスボンベ接続による閉止)	2	■	0:10															
		各排風機入口ダンパ閉止	2	■	0:25															
		各送風機入口ダンパ閉止	2	■	0:10															

第 7.2.4-1 図 火災及び爆発による閉じ込める機能の喪失への対処 拡大防止対策のフローチャート

8. 必要な要員及び資源の評価

目次

8. 必要な要員及び資源の評価

8.1 必要な要員及び資源の評価

8.2 重大事故等対策時に必要な要員の評価結果

8.3 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

8. 必要な要員及び資源の評価

8.1 必要な要員及び資源の評価

重大事故等への対処に必要な要員及び資源の評価を以下に示す。

8.2 重大事故等対策時に必要な要員の評価結果

重大事故等への対処に必要な要員を評価する。

(1) 前提条件

重大事故等の同時発生について考慮する。

(2) 評価結果

重大事故等の対処に必要な要員の最大は、第8.2-1表に示すとおり、18名であり、実施組織要員の20名で実施可能である。

8.3 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

重大事故等への対処には水源、燃料及び電源を要さない。

第8.2-1表 重大事故等の対処に必要な要員

事故対処班	対処概要
建屋責任者（当直長）	・再処理施設の制御建屋における対策検討及び実施責任者への状況報告
現場管理責任者 （当直長代行）	・中央監視室における遠隔操作（送排風機，給排気閉止ダンパ及び混合ガス緊急遮断弁の遠隔操作） ・現場指揮及び建屋責任者への状況報告
要員・情報管理要員（1名）	・再処理施設の制御建屋における要員情報管理
（中）MOX 1班（2名） （中）MOX 2班（2名）	・各排風機入口ダンパの現場手動閉止 ・混合ガス隔離弁の現場手動閉止 ・電源断による送排風機停止 ・送風機入口手動ダンパの現場手動閉止
（制）MOX 3班（2名） （中）MOX 3班（1名）	・火災状況確認用温度計（グローブボックス内火災用）及び火災状況確認用カメラによる火災の確認 ・遠隔消火装置の遠隔手動起動 ・可搬型ガスボンベ接続による給排気閉止ダンパの遠隔閉止 ・情報整理等中央監視室における作業補助
（中）MOX 4班（2名） （中）MOX 5班（2名）	・遠隔消火装置手動起動 ・遠隔消火装置又はグローブボックス火災対処配管への可搬型消火ガスボンベ接続による消火
（制）MOX 6班（2名）	・閉じ込め機能回復設備可搬型発電機の可搬型電源ケーブル敷設
放射線管理係（2名）	・避難者の汚染検査，建屋周辺のモニタリング

（中）：中央監視室に駐在する要員

（制）：制御室に駐在する要員

2 章 補足説明資料

第22条: 重大事故等の拡大の防止等
(3. 重大事故の事象選定)

MOX燃料加工施設 安全審査 整理資料 補足説明資料				備考
資料No.	名称	提出日	Rev	
補足説明資料3-1	重大事故の起因として想定する外部事象の選定			
補足説明資料3-2	重大事故の選定について			
補足説明資料3-3	計算コードシステムSCALE-4のベンチマーク			

第22条: 重大事故等の拡大の防止等
(4. 重大事故等の同時発生, 連鎖の想定)

MOX燃料加工施設 安全審査 整理資料 補足説明資料				備考
資料No.	名称	提出日	Rev	
補足説明資料4-1	安全機能喪失の分析結果について			
補足説明資料4-2	重大事故等対策への影響分析結果について			

第22条: 重大事故等の拡大の防止等
(6. 核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失への対処)

MOX燃料加工施設 安全審査 整理資料 補足説明資料				備考
資料No.	名称	提出日	Rev	
補足説明資料6-1	MOX燃料加工施設における火災及び爆発の特徴			
補足説明資料6-2	火災による閉じ込める機能の喪失へ及び爆発による閉じ込める機能の喪失の対処			
補足説明資料6-3	火災の消火について			
補足説明資料6-4	重大事故等への対処に使用する設備の有効性について			
補足説明資料6-5	事態の収束までの放出量及び被ばく線量評価			
補足説明資料6-6	不確かさの設定について			
補足説明資料6-7	要員及び資源等の評価			