

放射性物質分析・研究施設第2棟における  
使用施設等の位置、構造及び設備の基準に関する規則  
第22条及び第29条の評価結果について

2023年12月26日

東京電力ホールディングス株式会社  
国立研究開発法人日本原子力研究開発機構



# 本技術会合における目的

## ■ 本技術会合の目的

放射性物質分析・研究施設第2棟（以下「第2棟」という。）における“使用施設等の位置、構造及び設備の基準に関する規則”に基づく**以下の評価結果についてご審議頂きたい。**

- ・**第22条（設計評価事故時の放射線障害の防止）**（以下「第22条」）
- ・**安全上重要な施設の選定**
- ・**第29条（多量の放射性物質等を放出する事故の拡大の防止）**（以下「第29条」）

なお、本件は第13回技術会合において進め方を説明しており、その結果を示すものである。

## ■ コメントリスト（2023年9月11日第13回技術会合におけるコメント）

No.	指摘事項	回答内容
1	設計評価事故の評価において、単一故障が生じた場合を想定すること。	設計評価事故で想定する <b>機器故障について、動的機器の単一故障として評価</b> しており、「2-4. 第2棟における第22条の評価結果」に示す。
2	設計評価事故、多量の放射性物質等を放出する事故の起回事象について、第2棟で行うプロセスを網羅した上で抽出すること。	設計評価事故、ならびに多量の放射性物質等を放出する事故の各評価が網羅的となるよう、 <b>起回事象の発生タイミングを燃料デブリ等を施設に持ち込むところから、廃棄物として払い出すまでを対象として評価</b> しており、「2-2. 第2棟における異常事象に係る発生タイミング」に示す。
3	多量の放射性物質を放出する事故の起回事象として、極低頻度かつ高影響事象を想定すること。	自然現象、外部人為事象について、 <b>設計基準を超える事象を極低頻度かつ高影響事象として想定しても、多量の放射性物質等を放出する事故に至らないと判断</b> しており、「4-4. 多量の放射性物質等の放出事故の起回事象の想定」に示す。
4	多量の放射性物質等を放出する事故の拡大防止措置（対策）を示すこと。	<b>多量の放射性物質等を放出する事故時の影響や対策（拡大防止措置含む）を起回事象ごとにMLDを用いて整理</b> しており、「4-5. 第2棟における第29条の評価結果」に示す。本会合では、線量影響が最大となるシナリオを代表で説明する。
5	線量評価に用いた除染係数（DF）等の設定根拠を示すこと。	「 <b>参考資料6 線量評価に用いた移行率及び除染係数について</b> 」に線量評価に用いた <b>除染係数（DF）等の設定根拠を示す</b> 。

## 本技術会合における概要

### ■ 概要：評価結果

#### ➤ 第22条（設計評価事故時の放射線障害の防止）

- 自然現象／外部人為事象、機器故障、人的過誤（HE）による単一起因事象（従属事象含む）を想定して設計評価事故を評価した結果、**公衆の被ばく線量が最大でも1.8mSv/事象となり、発生事故当たり5mSvを超えないことを確認**した。
- 施設全体に影響を及ぼす起因事象として想定される**地震により、複数の設備に異常が発生した場合における公衆の被ばく線量を合算(2.3mSv/事象)しても、5mSvを超えないことを確認**した。

#### ➤ 安全上重要な施設の選定

- 臨界安全上の観点から、**臨界防止機能を有する“コンクリートセル”及び“試料ピット”を安全上重要な施設に選定**する。
- 設計評価事故の評価を踏まえて、**コンクリートセルの給排気弁が公衆の被ばく線量を5mSv未満に緩和する機能として重要と判断したため、当該の給排気弁を安全上重要な施設に選定**する。

#### ➤ 第29条（多量の放射性物質等を放出する事故の拡大の防止）

- 設計評価事故を超える事象を想定し、多量の放射性物質等を放出する事故を評価した結果、放射性物質の**放出量が最大0.08TBq/事象（Cs-137換算）となり、100TBqを十分下回ることを確認**。また、発生防止や緩和対策（拡大防止措置）についても適切に講じていることを確認した。
- 施設全体に影響を及ぼす起因事象として想定される**地震により、複数の設備に異常が発生した場合における放射性物質の放出量を合算(0.09TBq/事象)しても、100TBqを十分下回ることを確認**した。

# 目次 (1/2)

---

---

## 1. 全体概要

- 1-1. 第2棟における第22条、安全上重要な施設及び第29条の適合方針
- 1-2. 第2棟における燃料デブリ等及び廃棄物のフロー
- 1-3. 第2棟の安全機能と設備

## 2. 第2棟における設計評価事故の評価

- 2-1. 第2棟における第22条の適合方針
- 2-2. 第2棟における異常事象に係る発生タイミング
- 2-3. 設計評価事故の起因として考慮すべき事象の抽出
- 2-4. 第2棟における第22条の評価結果

## 3. 第2棟における安全上重要な施設の選定

- 3-1. 安全上重要な施設を選定するための基準
- 3-2. 安全機能喪失の観点からの安全上重要な施設の選定
- 3-3. 設計評価事故の評価結果に基づく安全上重要な施設の選定
- 3-4. 第2棟における安全上重要な施設
- 3-5. 安全上重要な施設に係る要求事項及び適合性

## 目次 (2/2)

---

---

### 4. 第2棟における多量の放射性物質等を放出する事故の評価

- 4-1. 第2棟における第29条の適合方針
- 4-2. 第2棟における多量の放射性物質等を放出する事故の評価対象
- 4-3. 第2棟における異常事象に係る発生タイミング
- 4-4. 多量の放射性物質等の放出事故の起回事象の想定
- 4-5. 第2棟における第29条の評価結果

### 5. まとめ

## 1-1. 第2棟における第22条、安全上重要な施設及び第29条の適合方針

### 第22条（設計評価事故時の放射線障害の防止）への適合に係る考え方

- 設計評価事故として、**単一起因事象（従属する事象を含む）を想定し、安全機能喪失による公衆の被ばく線量が5mSv以下であることを確認**する。
- 起因となる事象として、自然現象、外部人為事象、設備故障等を考慮する。

### 安全上重要な施設への適合に係る考え方

- 構築物、系統及び機器の**安全機能喪失による公衆被ばく影響を評価し、発生事故当たり5mSvを超えるものを安全上重要な施設として選定**する。また、設計評価事故の評価において、**公衆の被ばく線量が5mSvを超えないよう影響を緩和する機能を有する設備としたものは、安全上重要な施設として選定**する。
- 公衆被ばく線量の評価に当たっては、Sクラスの地震力に対する第2棟の耐震性を考慮し、除染係数（DF）等を設定する。

### 第29条（多量の放射性物質等を放出する事故の拡大の防止）への適合に係る考え方

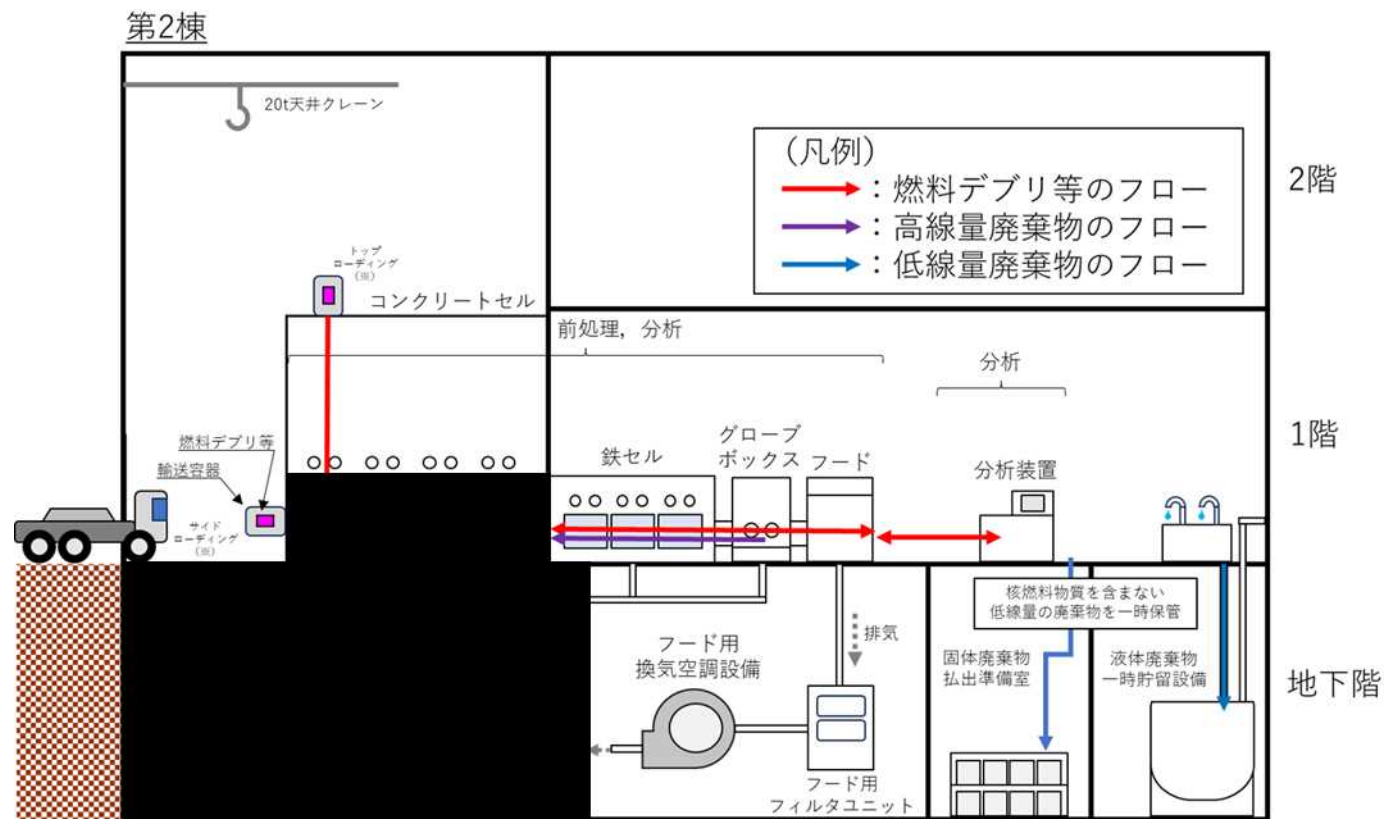
- 多量の放射性物質等を放出する事故として、**複数の起因事象を想定し、安全機能喪失による放射性物質の放出量がCs-137換算で100TBqを十分下回り、事故の拡大を防止するために必要な措置が講じられていることを確認**する。
- 起因となる事象として、自然現象、外部人為事象、設備故障等を考慮する。

## 1-2. 第2棟における燃料デブリ等及び廃棄物のフロー

安全上重要な施設の選定、設計評価事故及び多量の放射性物質等を放出する事故の評価を行うに当たって、第2棟の安全機能と設備を整理する。

第2棟の安全機能は、各設備で取り扱う燃料デブリ等、廃棄物の取扱量から必要と考えられる機能（閉じ込め機能、遮蔽機能、臨界防止機能）を各設備に持たせている。

第2棟における燃料デブリ等及び廃棄物のフローを以下に示す。



※ トップローディング又はサイドローディングにより輸送容器とコンクリートセルを接続し、燃料デブリ等を受け入れる。

次頁に、第2棟における安全機能と設備を示す。



### 1-3. 第2棟の安全機能と設備

第2棟における燃料デブリ等及び廃棄物のフローに基づき、第2棟の安全機能と設備を整理した結果を以下に示す。

No.	安全機能	設備名称	備考
1	閉じ込め機能	コンクリートセル	構造による閉じ込め 負圧維持による閉じ込め※1
		鉄セル	
		グローブボックス	
		フード	風速維持による閉じ込め※2
		液体廃棄物一時貯留設備	構造による閉じ込め
2	遮蔽機能	建屋	建屋躯体の遮蔽
		コンクリートセル	
		試料ピット	
		鉄セル	鉄セル遮蔽体の遮蔽
3	臨界防止機能	コンクリートセル	質量管理による臨界防止
		試料ピット	質量管理による臨界防止
			形状管理による臨界防止

※1 セル・GB用換気空調設備の負圧維持による閉じ込め

※2 フード用換気空調設備の風速維持による閉じ込め

上記の安全機能と設備に対して、安全上重要な施設の選定、設計評価事故及び多量の放射性物質等を放出する事故の評価を行う。



## 2-1. 第2棟における第22条の適合方針（1/3）

第22条（設計評価事故時の放射線障害の防止）及びその解釈に基づき、第2棟における設計評価事故の評価を行い、公衆に著しい放射線被ばくのリスクを与えないことを確認する。

使用施設等の位置、構造及び設備の基準に関する規則（抜粋）

第二十二條（設計評価事故時の放射線障害の防止）

使用前検査対象施設は、設計評価事故時において、周辺監視区域の外の公衆に放射線障害を及ぼさないものでなければならない。

使用施設等の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈（抜粋）

1 第22条に規定する「設計評価事故時において、周辺監視区域の外の公衆に放射線障害を及ぼさないもの」とは、**設計評価事故の解析及び評価を行った結果、公衆に著しい放射線被ばくのリスクを与えないことが確認できることをいう。**

2 上記1の「著しい放射線被ばくのリスク」とは、**周辺監視区域周辺の公衆の実効線量の評価値が発生事故当たり5ミリシーベルトを超えることをいう。**

3 上記1の評価は、使用前検査対象施設内に、機器等の破損、故障、誤動作あるいは使用者の誤操作によって放射性物質を外部に放出する可能性のある事象を想定し、その発生の可能性との関連において、各種の安全設計の妥当性を確認するという観点から評価することをいう。設計評価事故として評価すべき事例は以下に掲げるとおりとする。

一 核燃料物質による臨界

二 閉じ込め機能及び遮蔽機能の不全（火災・爆発及び重量物の落下によるものを含む。）

使用施設等の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈を踏まえて、第2棟においては安全機能の喪失として「閉じ込め機能不全」、「遮蔽機能不全」及び「核燃料物質の臨界（臨界防止機能喪失）」の観点から設計評価事故を想定する。想定した設計評価事故に対し、公衆の被ばく線量が発生事故当たり5mSvを超えないことを確認する。

次頁に、設計評価事故の評価手順を具体的に示す。

## 2-1. 第2棟における第22条の適合方針（2/3）

前頁の条文に対する適合性を確認するため、マスターロジックダイアグラム※（以下「MLD」という。）を用いて設計評価事故の評価を行う。

①：“**頂上事象**”を設定する。（レベル1）

- ◆ **頂上事象：「安全機能喪失により公衆の被ばく線量が5mSvを超える放射性物質等の放出事象」**
- ◆ 頂上事象に対応した事象を洗出し、公衆に著しい放射線被ばくのリスクを与えない設計であることを以降のフローで確認する。

②：頂上事象を安全機能の観点から3つの“**異常事象**”に分類する。（レベル2）

- ◆ **異常事象：「閉じ込め機能不全」、「遮蔽機能不全」及び「臨界防止機能喪失」**

③：第2棟を構成する構築物、系統及び機器ごとに異常事象に達しうる“**具体的事象**”を整理する。（レベル3）

④：“**具体的事象**”に至る**起因事象**を「発生タイミング」、「異常カテゴリ」、「内容」の項目をもとに抽出する。（レベル4）

- ◆ 燃料デブリ等の受入れ時、分析時、一時保管時、払出時等の取り扱うタイミングごとに起因事象を抽出する。
- ◆ 自然現象、外部人為事象、設備故障等の**単一起因事象（従属する事象を含む）**を**異常カテゴリとして整理**し、具体的な内容を想定する。

次頁へ続く

※ 頂上事象から起因事象を抽出するトップダウン型分析法であり、本手法により、異常事象へと至る起因事象や原因を明らかにする。

## 2-1. 第2棟における第22条の適合方針 (3/3)

---

---

前頁からの続き



⑤：起因事象に対して、**設備設計・運用上の対策を整理**する。(レベル5)

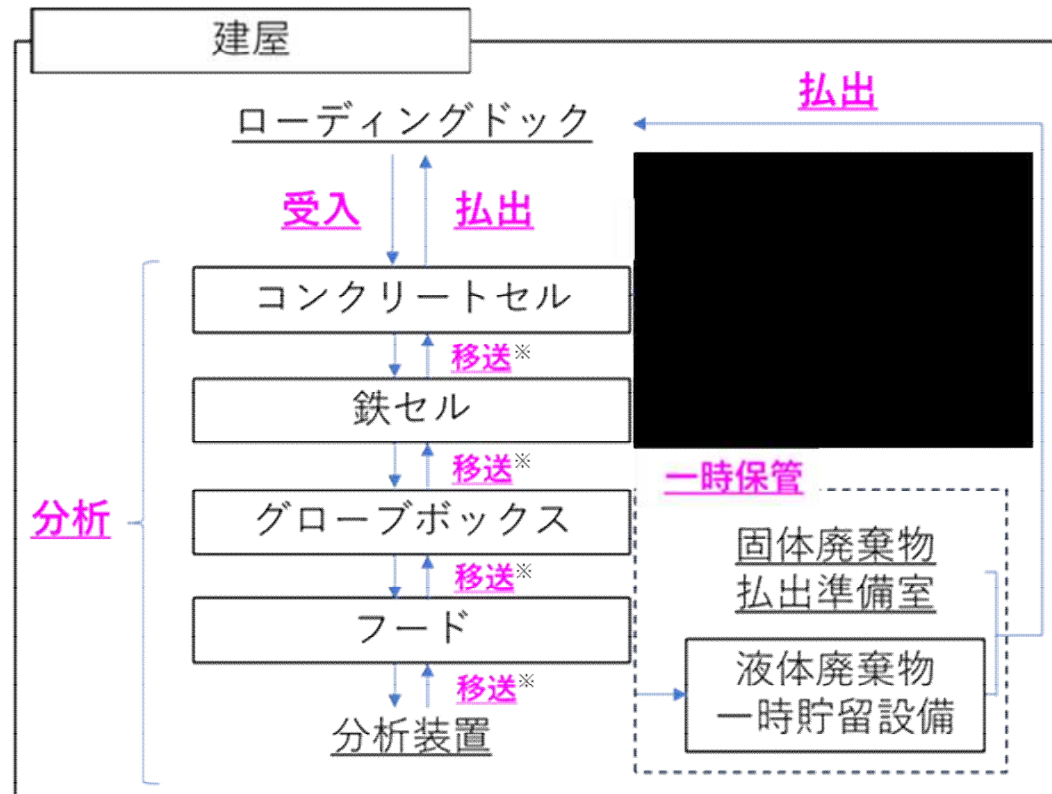


⑥：対策について、異常事象への有効性と緩和した場合の**公衆への被ばく影響を確認**する。(レベル6)

- ◆ レベル5で整理した対策を踏まえ、想定した起因事象による事故の発生が防止又は緩和されることを確認する。
- ◆ **公衆の被ばく線量を評価し、発生事故当たり5mSvを超えないことを確認する。**
- ◆ 施設全体に影響を及ぼす起因事象（例：地震）により複数の設備に異常が発生する可能性がある場合は、その起因事象における公衆の被ばく線量を合算し、5mSvを超えないことを確認する。

## 2-2. 第2棟における異常事象に係る発生タイミング

第2棟における燃料デブリ等及び廃棄物のフロー（p.6参照）をもとに、異常事象が発生するタイミングを下図のとおり、第2棟に燃料デブリ等を受入、廃棄物等として払出すまでを対象とした。



※ 「移送」は、該当する設備から他設備へ移送するタイミングを指す。

上記の作業フローをもとに、各設備における発生タイミングごとに異常事象を想定する。

## 2-3. 設計評価事故の起因として考慮すべき事象の抽出 (1/3)

起因事象の異常カテゴリの項目は、自然現象、外部人為事象等の単一事象（従属する事象を含む）とする。なお、以下に示す事象は、設計評価事故の起因として想定しないものとする。

### ➤ 確率的に発生することが想定しがたい事象

- 第2棟の立地、周辺環境等を考慮し、確率的に発生することが想定しがたい事象は、設計評価事故の起因事象では想定しない。

### ➤ 第2棟周辺では起こり得ない事象

- 第2棟の立地、周辺環境等を考慮し、第2棟周辺では起こり得ないと判断される事象は、安全機能喪失に至らず設計評価事故に進展しないため、設計評価事故の起因事象として想定しない。

### ➤ 事象の進展が緩慢で対策を講ずることができる事象

- 自然現象、外部人為事象のうち、安全機能が直ちに喪失するものでなく、運用面における対策で安全機能への影響を防止できると判断される事象は、安全機能喪失に至らず設計評価事故に進展しないため、設計評価事故の起因事象として想定しない。

### ➤ 第2棟の安全機能に影響を及ぼさない事象

- 第2棟の設計上、安全機能に影響が生じないと評価された自然現象、外部人為事象は設計評価事故に進展しないため、設計評価事故の起因事象として想定しない。

設計評価事故の起因として考慮すべき事象の抽出結果を次頁に示す。

## 2-3. 設計評価事故の起因として考慮すべき事象の抽出 (2/3)

### 設計評価事故の起因として考慮すべき事象の抽出結果 (1/2)

No.	起因事象	異常カテゴリ	設計評価事故の起因として想定しない事象				理由	設計評価事故の起因として想定するか
			確率的に発生することが想定しがたい事象	第2棟周辺では起こり得ない事象	事象の進展が緩慢で対策を講ずることができる事象	第2棟の安全機能に影響を及ぼさない事象		
1	自然現象	地震	—	—	—	—	地震により、第2棟の安全機能の喪失が想定されるため、設計評価事故の起因とする。	○
		津波	—	—	—	✓	第2棟は、津波が到達しないと考えられるT.P.+約40mの場所に設置することにより、津波の影響を受けないため、安全機能を損なうおそれはない。	×
		豪雨	—	—	—	✓	地下階に流入しないよう壁面に防水対策を施し、地下階に流入したとしても地下ピットへ流れ込む設計とするため、安全機能を損なうおそれはない。	×
		積雪	—	—	—	✓	建築基準法及び関係法令福島県建築基準法施行細則第19条に基づく荷重に耐えられる設計とするため、安全機能を損なうおそれはない。	×
		落雷	—	—	—	✓	JIS A 4201 (建築物等の雷保護) に基づき、避雷針、接地等を設計とするため、安全機能を損なうおそれはない。	×
		台風 (強風, 高潮)	—	—	—	✓	台風など暴風時に係る建屋の設計は、建築基準法及び関係法令に基づく風圧力に対して耐えられる設計とするため、安全機能を損なうおそれはない。	×
		竜巻 (飛来物含む)	—	—	—	✓	第2棟は、竜巻及びその随伴事象等によって安全性を損なわない設計とするため、安全機能を損なうおそれはない。	×
		凍結	—	—	✓	—	第2棟は鉄筋コンクリート造であり、凍結により建屋が損傷するおそれはないため、安全機能を損なうおそれはない。	×
		紫外線	—	—	✓	—	第2棟は、建屋外壁への塗装等により、紫外線に対して安全性が損なわれない設計とするため、安全機能を損なうおそれはない。	×
		高温	—	—	✓	—	第2棟は、福島第一原子力発電所近傍の気象観測記録として過去に計測された最高気温を踏まえて、適切な材料、機器等を選定することにより、高温に対して、その安全性が損なわれない設計とするため、安全機能を損なうおそれはない。	×
		生物学的事象	—	—	—	✓	小動物等の襲来により、建屋貫通孔等からの小動物の侵入が想定されるため、建屋貫通孔や電路端部等に対してシール材を施工することにより、侵入を防止する設計とするため、安全機能を損なうおそれはない。	×
		地滑り	—	✓	—	—	第2棟は、斜面からの離隔を確保し、地滑りのおそれがない位置に設置する設計とするため、安全機能を損なうおそれはない。	×
		火山の影響	—	—	—	✓	火山の影響により、第2棟に火山灰が降下してきた場合は、屋上階の降灰を必要に応じて除去し、火山灰により建屋の給気フィルタに目詰まりが生じた場合は給気フィルタを交換し、目詰まりを解消するため、安全機能を損なうおそれはない。	×
外部火災	—	—	—	✓	第2棟は、周囲の森林から20m以上の離隔幅を確保し森林火災から防護する設計とし、また、航空機墜落による火災によって、建屋が損傷するおそれはないため、安全機能を損なうおそれはない。	×		

✓ : 該当する事象  
— : 該当しない事象

○ : 設計評価事故の起因として想定する事象  
× : 設計評価事故の起因として想定しない事象



## 2-3. 設計評価事故の起因として考慮すべき事象の抽出 (3/3)

### 設計評価事故の起因として考慮すべき事象の抽出結果 (2/2)

No.	起因事象	異常カテゴリ	設計評価事故の起因として想定しない事象				理由	設計評価事故の起因として想定するか
			確率的に発生することが想定しがたい事象	第2棟周辺では起こり得ない事象	事象の進展が緩慢で対策を講ずることができる事象	第2棟の安全機能に影響を及ぼさない事象		
2	外部人為事象	電磁的障害	—	—	—	✓	第2棟は、電磁的障害による擾乱に対して、制御部、演算部は接地した鋼製の筐体に格納、高圧動力ケーブルは金属シールド付きとするともに、計装ケーブルとは別ケーブルトレイに設置、通信ラインにおける光ケーブルの適用等により、影響を受けない設計とするため、安全機能を損なうおそれはない。	×
		不正アクセス行為 (サイバーテロを含む)	—	—	—	✓	不正アクセス行為(サイバーテロを含む)を未然に防止するため、燃料デブリ等の閉じ込めに係る設備の操作に係る監視・制御装置を第2棟内の制御室に設置し、監視・制御装置は電気通信回線等を通じて外部と接続しない設計とするため、安全機能を損なうおそれはない。	×
		漂流船舶の衝突	—	✓	—	—	第2棟は、福島第一原子力発電所港湾から離れており、漂流船舶の衝突の恐れはなく、安全機能を損なうおそれはない。	×
		航空機落下	✓	—	—	—	第2棟への航空機の落下確率は、これまでの事故実績等をもとに、民間航空機、自衛隊機及び米軍機を対象として評価した結果、航空機落下は確率的に低く想定しがたいため、設計評価事故の起因としない。	×
		ダムの崩壊及び爆発	—	—	—	✓	ダムの崩壊により第2棟に影響を及ぼすような河川並びに爆発により第2棟の安全性を損なうような爆発物の製造及び貯蔵設備はないため、安全機能を損なうおそれはない。	×
		有毒ガス	—	—	—	✓	第2棟の安全機能の維持・確保は、運転員の操作を要するものではないため、有毒ガスにより安全機能を損なうおそれはない。	×
3	設備故障					設備故障により、第2棟の安全機能喪失が想定されるため、設計評価事故の起因とする。	○	
4	人的過誤					人的過誤により、第2棟の安全機能喪失が想定されるため、設計評価事故の起因とする。	○	

✓：該当する事象  
—：該当しない事象

○：設計評価事故の起因として想定する事象  
×：設計評価事故の起因として想定しない事象

上記の抽出結果をもとに、“地震”、“設備故障”及び“人的過誤”を設計評価事故の起因として考慮すべき事象とする。

次頁に、MLDを用いて設計評価事故を評価した結果を示す。



## 2-4. 第2棟における第22条の評価結果（1/5）

MLDを用いて評価を行った結果のうち、設備設計・運用上の対策（レベル5）が異常事象への緩和策（レベル6）となった起因事象（レベル4）に関する評価結果を以下に示す。

レベル1 頂上事象	レベル2 異常事象の定義 (OR条件)	レベル3 具体的事象 (OR条件)	レベル4 起因事象				レベル5 対策 (AND条件) 青字：設計面、緑字：運用面	レベル6 影響
			発生 タイミング	異常 カテゴリ	No.	内容		
安全機能喪失により公衆の被ばく線量が5mSvを超える放射性物質等の放出事象	閉じ込め機能不全	コンクリートセルの閉じ込め機能不全	分析時	地震 (地震に伴う火災を含む)	8	加熱機器を使用している際に、Sクラス相当の地震が発生、さらに、地震に伴って可燃物が加熱機器に接触し、セル内で紙ウェスが燃える程度の火災が発生した状況を想定する。地震により、セル・グローブボックス用換気空調設備、圧縮空気設備、消火設備が損傷し、コンクリートセルの負圧維持機能、圧縮空気、外部電源及び消火機能が喪失した状態を想定する。	<ul style="list-style-type: none"> <li>・コンクリートセル内で取り扱う可燃物の量を必要最低限にする等の管理を行う。</li> <li>・加熱機器を使用する間は、異常時に速やかな対応ができるよう、作業員が作業場所にて常時監視を行う。</li> <li>・コンクリートセルの給排気弁は、Sクラス相当の地震に対して耐震性を有する設計とし、セル・グローブボックス用換気空調設備、圧縮空気設備が損傷又は外部電源を喪失した場合、コンクリートセルの給排気弁が自動で閉止し、構造による閉じ込め機能を維持できる設計とする。</li> <li>・コンクリートセルの給排気弁が単一故障により自動で閉止しなかったとしても、コンクリートセルの給排気弁を多重化することで閉じ込めが行える設計とする。</li> </ul>	<p>(緩和) →給排気弁の閉止により構造による閉じ込めを行い、建屋、コンクリートセルの除染係数を考慮した場合の公衆の被ばく線量 <b>1.8mSv</b></p>

## 2-4. 第2棟における第22条の評価結果 (2/5)

レベル1 頂上事象	レベル2 異常事象の定義 (OR条件)	レベル3 具体的事象 (OR条件)	レベル4 起因事象				レベル5 対策 (AND条件) 青字：設計面、緑字：運用面	レベル6 影響
			発生 タイミング	異常 カテゴリ	No.	内容		
安全機能喪失により公衆の被ばく線量が5mSvを超える放射性物質等の放出事象	閉じ込め機能不全	鉄セルの閉じ込め機能不全	分析時	地震 (地震に伴う火災を含む)	22	加熱機器を使用している際に、Sクラス相当の地震が発生し鉄セルが損傷、さらに、地震に伴って可燃物が加熱機器に接触したことにより紙ウェスが燃える程度の火災が発生した状況を想定する。地震により、セル・グローブボックス用換気空調設備、圧縮空気設備、消火設備が損傷し、鉄セルの負圧維持機能、圧縮空気、外部電源及び消火機能が喪失した状態を想定する。	<ul style="list-style-type: none"> <li>鉄セル内で取り扱う可燃物の量を必要最低限にする等の管理を行う。</li> <li>加熱機器を使用する間は、異常時に速やかな対応ができるよう、作業員が作業場所にて常時監視を行う。</li> <li>Sクラス相当の地震により設備が安全機能を喪失したとしても、燃料デブリ等の取扱量の制限、建屋躯体により、公衆への被ばく影響が5mSvを超える放射線又は放射性物質の放出が生じない設計とする。</li> </ul>	(緩和) →燃料デブリ等の取扱量の制限、建屋躯体の構造による閉じ込めを行い、建屋の除染係数を考慮した場合の公衆の被ばく線量 <b><math>4.4 \times 10^{-1} \text{mSv}</math></b>
			移送時	地震	28	鉄セルからグローブボックスへ燃料デブリ等を移送中に、Sクラス相当の地震が発生した状況を想定する。	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sクラス相当の地震により設備が安全機能を喪失したとしても、燃料デブリ等の取扱量の制限、建屋躯体により、公衆への被ばく影響が5mSvを超える放射線又は放射性物質の放出が生じない設計とする。</li> </ul>	(緩和) →燃料デブリ等の取扱量の制限、建屋躯体の構造による閉じ込めを行い、建屋の除染係数を考慮した場合の公衆の被ばく線量 <b><math>2.7 \times 10^{-1} \text{mSv}</math></b>

## 2-4. 第2棟における第22条の評価結果 (3/5)

レベル1 頂上事象	レベル2 異常事象の定義 (OR条件)	レベル3 具体的事象 (OR条件)	レベル4 起因事象				レベル5 対策 (AND条件) 青字：設計面、緑字：運用面	レベル6 影響
			発生 タイミング	異常 カテゴリ	No.	内容		
安全機能喪失により公衆の被ばく線量が5mSvを超える放射性物質等の放出事象	閉じ込め機能不全	グローブボックスの閉じ込め機能不全	分析時	地震 (地震に伴う火災を含む)	31	加熱機器を使用している際に、 <u>Sクラス相当の地震が発生し</u> グローブボックスが損傷、さらに、 <u>地震に伴って可燃物が加熱機器に接触したことにより紙ウェスが燃える程度の火災が発生した状況を想定する。</u> 地震により、セル・グローブボックス用換気空調設備、消火設備が損傷し、グローブボックスの負圧維持機能、外部電源及び消火機能が喪失した状態を想定する。	<ul style="list-style-type: none"> <li>・<u>グローブボックス内で取り扱う可燃物の量を必要最低限にする等の管理を行う。</u></li> <li>・<u>加熱機器を使用する間は、異常時に速やかな対応ができるよう、作業員が作業場所にて常時監視を行う。</u></li> <li>・<u>Sクラス相当の地震により設備が安全機能を喪失したとしても、燃料デブリ等の取扱量の制限、建屋躯体により、公衆への被ばく影響が5mSvを超える放射線又は放射性物質の放出が生じない設計とする。</u></li> </ul>	(緩和) →燃料デブリ等の取扱量の制限、建屋躯体の構造による閉じ込めを行い、建屋の除染係数を考慮した場合の公衆の被ばく線量 <b>4.4×10<sup>-5</sup>mSv</b>
			移送時	地震	36	グローブボックスからフードへ燃料デブリ等を移送中に、 <u>Sクラス相当の地震が発生した状況を想定する。</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・<u>Sクラス相当の地震により設備が安全機能を喪失したとしても、燃料デブリ等の取扱量の制限、建屋躯体により、公衆への被ばく影響が5mSvを超える放射線又は放射性物質の放出が生じない設計とする。</u></li> </ul>	(緩和) →燃料デブリ等の取扱量の制限、建屋躯体の構造による閉じ込めを行い建屋の除染係数を考慮した場合の公衆の被ばく線量 <b>2.7×10<sup>-5</sup>mSv</b>
		分析時	地震	39	<u>Sクラス相当の地震により、フード用換気空調設備、フードの風速維持機能、外部電源が喪失した状況を想定する。</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・<u>Sクラス相当の地震により設備が安全機能を喪失したとしても、燃料デブリ等の取扱量の制限、建屋躯体により、公衆への被ばく影響が5mSvを超える放射線又は放射性物質の放出が生じない設計とする。</u></li> </ul>	(緩和) →燃料デブリ等の取扱量の制限、建屋躯体の構造による閉じ込めを行い、建屋の除染係数を考慮した場合の公衆の被ばく線量 <b>2.7×10<sup>-5</sup>mSv</b>	

## 2-4. 第2棟における第22条の評価結果 (4/5)

レベル1 頂上事象	レベル2 異常事象の定義 (OR条件)	レベル3 具体的事象 (OR条件)	レベル4 起因事象				レベル5 対策 (AND条件) 青字：設計面、緑字：運用面	レベル6 影響
			発生 タイミング	異常 カテゴリ	No.	内容		
安全機能喪失により公衆の被ばく線量が5mSvを超える放射性物質等の放出事象	閉じ込め機能不全	液体廃棄物一時貯留設備の閉じ込め機能不全	一時保管時	地震	51	Sクラス相当の地震による液体廃棄物一時貯留設備の損傷を想定する。	・地震により設備が安全機能を喪失したとしても、建屋躯体により、公衆への被ばく影響が5mSvを超える放射線又は放射性物質の放出が生じない設計とする。	(緩和) →建屋躯体の構造による閉じ込めを行い、建屋の除染係数を考慮した場合の公衆の被ばく線量 <b>7.4×10<sup>-6</sup>mSv</b>
	遮蔽機能不全	鉄セルの遮蔽機能不全	分析時	地震 (地震に伴う火災を含む)	79	加熱機器を使用している際に、Sクラス相当の地震が発生し鉄セルが損傷、さらに、地震に伴って可燃物が加熱機器に接触したことにより、鉄セル内で紙ウエスが燃える程度の火災が発生した状況を想定する。地震により、セル・グローブボックス用換気空調設備、圧縮空気設備、消火設備が損傷し、鉄セルの負圧維持機能、圧縮空気、外部電源及び消火機能が喪失した状態を想定する。	・鉄セル内で取り扱う可燃物の量を必要最低限にする等の管理を行う。 ・加熱機器を使用する間は、異常時に速やかな対応ができるよう、作業員が作業場所にて常時監視を行う。 ・Sクラス相当の地震により設備が安全機能を喪失したとしても、燃料デブリ等の取扱量の制限、建屋躯体により、公衆への被ばく影響が5mSvを超える放射線又は放射性物質の放出が生じない設計とする。	(緩和) →燃料デブリ等の取扱量の制限、建屋躯体の構造による遮蔽を行った場合の公衆の被ばく線量 <b>3.1×10<sup>-7</sup>mSv</b>

上記の評価結果から、設備設計・運用上の対策を講じた上での公衆の被ばく線量が発生事故当たり5mSvを超えないことを確認した。

## 2-4. 第2棟における第22条の評価結果 (5/5)

施設全体に影響を及ぼす起因事象として地震が想定されるため、地震による異常時に関連する公衆被ばく線量を合算した結果を以下に示す。

異常事象※	起因事象	公衆被ばく線量 (mSv)
コンクリートセルの 閉じ込め機能不全	地震 (地震に伴う火災を含む)	1.8
鉄セルの閉じ込め機能不全	地震 (地震に伴う火災を含む)	$4.4 \times 10^{-1}$
グローブボックスの 閉じ込め機能不全	地震 (地震に伴う火災を含む)	$4.4 \times 10^{-5}$
フードの閉じ込め機能 (風速維持) 不全	地震	$2.7 \times 10^{-5}$
液体廃棄物一時貯留設備の 閉じ込め機能不全	地震	$7.4 \times 10^{-6}$
鉄セルの遮蔽機能不全	地震 (地震に伴う火災を含む)	$3.1 \times 10^{-7}$
地震による公衆被ばく線量 (mSv)		2.3

※設計評価事故の評価において、同じ設備に対し地震を起因とした異常事象が複数ある場合は、公衆被ばく線量が最も大きくなる異常事象を引用して、公衆被ばく線量の合算を行う。

上記の評価結果から、**施設全体に影響を及ぼす起因事象として想定される地震により、地震による異常時に関連する公衆被ばく線量の合算値が、5mSvを超えないことを確認した。**



### 3-1. 安全上重要な施設を選定するための基準（1/3）

「使用施設等の位置、構造及び設備の基準に関する規則」の解釈に基づき、第2棟における安全上重要な施設を選定する。

使用施設等の位置、構造及び設備の基準に関する規則（抜粋）

第一条（定義）

四 「安全上重要な施設」とは、使用施設等のうち、**安全機能の喪失により、公衆又は従事者に放射線障害を及ぼすおそれがあるもの及び設計評価事故時に公衆又は従事者に及ぼすおそれがある放射線障害を防止するため、放射性物質又は放射線が使用施設等を設置する工場又は事業所（以下「工場等」という。）の外へ放出されることを抑制し、又は防止するもの**をいう。

使用施設等の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈（抜粋）

第1条（定義）

3 上記2の「安全上重要な施設」とは、以下に掲げるものが含まれるものをいう。ただし、安全機能が喪失したとしても、公衆及び従事者に過度の放射線被ばくを及ぼすおそれのないことが明らかな場合は、この限りでない。

一 プルトニウムを含む溶液又は粉末を内蔵する系統及び機器

二 使用済燃料、高レベル放射性液体廃棄物を内蔵する系統及び機器

三 上記一及び二の系統及び機器の排気系統

四 上記一及び二の系統及び機器を収納するセル等

五 上記四のセル等の排気系統

六 上記四のセル等を収納する構築物及びその換気系統

七 核燃料物質を非密封で大量に取り扱う系統及び機器の排気系統

八 非常用所内電源系統及び安全上重要な施設の機能の確保に必要な圧縮空気等の主要な動力源

九 熱的、化学的又は核的制限値を有する設備・機器並びに当該制限値を維持するための設備・機器

十 臨界事故の発生を直ちに検知し、これを未臨界にするための設備・機器

十一 使用済燃料を貯蔵するための施設

十二 高レベル放射性固体廃棄物を保管廃棄するための施設

十三 その他上記各系統・設備・機器等の安全機能を維持するために必要な系統・設備・機器等のうち、安全上重要なもの

4 上記3に規定する「過度の放射線被ばくを及ぼすおそれ」とは、周辺監視区域周辺の公衆の実効線量の評価値が発生事故当たり5ミリシーベルトを超えることをいう。

## 3-1. 安全上重要な施設を選定するための基準（2/3）

「使用施設等の位置、構造及び設備の基準に関する規則」の解釈に基づき、第2棟における安全上重要な施設を選定する。

使用施設等の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈（抜粋）

第1条（定義）

4 上記3に規定する「過度の放射線被ばくを及ぼすおそれ」とは、周辺監視区域周辺の公衆の実効線量の評価値が発生事故当たり5ミリシーベルトを超えることをいう。**当該実効線量の評価方法としては、別記1のとおりとする。**

（別記1）安全上重要な施設の有無の確認に当たっての実効線量の評価方法

3. 外部事象による使用施設等の損傷を考慮する場合のSSCの機能の喪失による周辺監視区域周辺の公衆への実効線量の評価（以下この別記1において「外部事象評価」という。）に当たっては、以下を基本とする。なお、使用施設等の立地状況を考慮して、必要に応じて、自然現象の重畳についても考慮し、外部事象評価を行うこととする。

**（1）地震**

・地震は、Sクラスに属する施設に求められる程度の地震力を設定することとする。当該地震力を設定しない場合は、SSCの機能を喪失するものとして外部事象評価を行う。

・外部事象評価に当たっては、上記地震力を受けた場合における使用施設等の損傷を当該使用施設等の設計に応じて考慮し、適切な除染係数（DF）等を設定するものとする。

（2）津波（略）

（3）竜巻（略）

（4）その他の外部からの衝撃について（略）



### 3-1. 安全上重要な施設を選定するための基準 (3/3)

---

前頁の条文を踏まえ、以下の2つの基準から、安全上重要な施設を選定する。

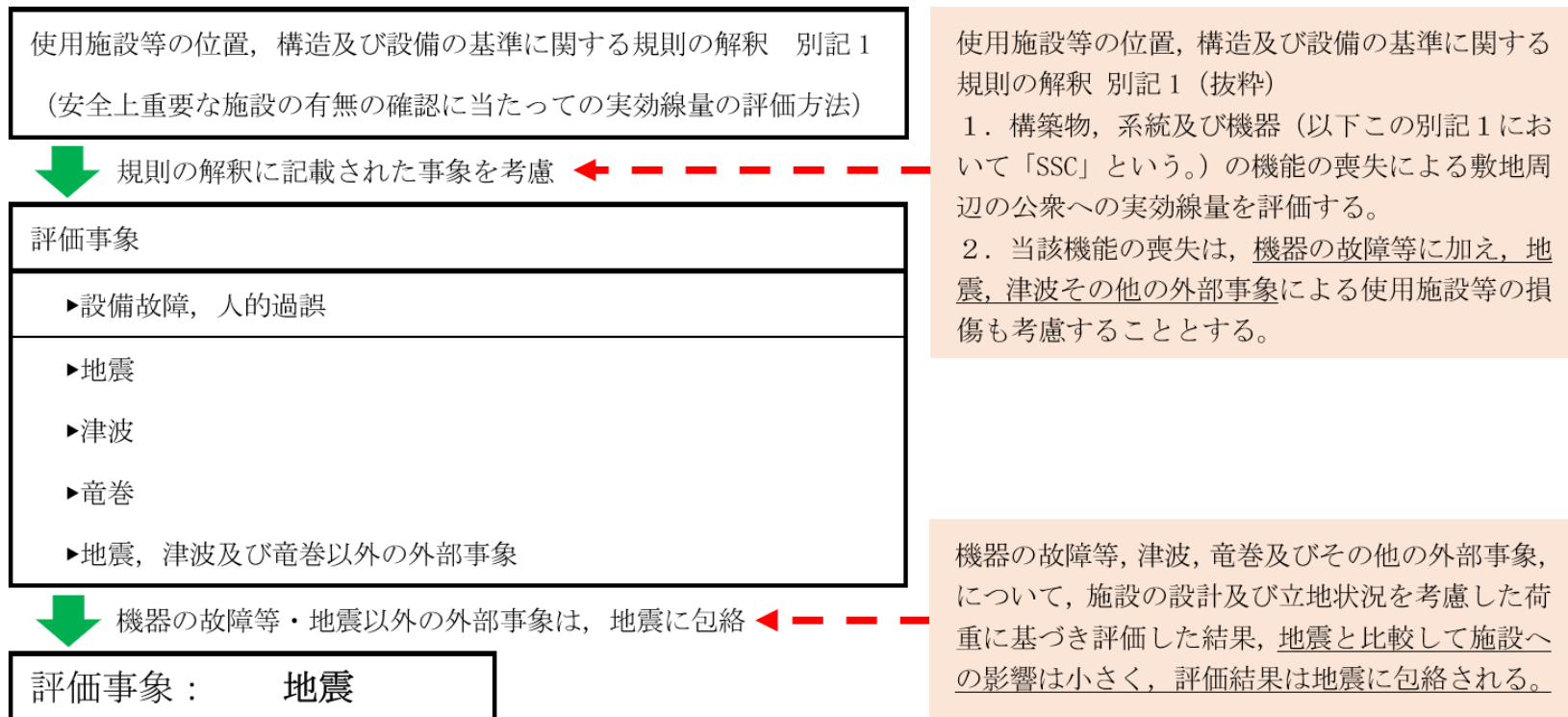
- **安全機能喪失時に公衆への被ばく影響が5mSv/事象を超える施設・設備**  
→安全機能喪失時の公衆被ばく線量を評価し、安全上重要な施設を選定 (p.23～24)
  
- **設計評価事故において、当該施設・設備による事故の防止・緩和機能に期待しているものであって、それら機能に期待しない場合の公衆への被ばく影響が5mSv/事象を超える施設・設備**  
→設計評価事故の評価を行った結果から、安全上重要な施設を選定 (p.25)

## 3-2. 安全機能喪失の観点からの安全上重要な施設の選定（1/2）

閉じ込め機能又は遮蔽機能を喪失した際の公衆への被ばく影響の観点から、第2棟における安全上重要な施設を選定する。

### ① 評価条件

使用施設等の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈の別記1に従って、地震、津波、竜巻、その他の外部事象を想定し、公衆被ばく影響の評価を行う。以下に、評価事象の選定に係るフローを示す。



## 3-2. 安全機能喪失の観点からの安全上重要な施設の選定（2/2）

### ②評価結果

外部事象のうち、影響が最も大きくなると考えられるSクラス相当の地震力を想定して線量評価を行う。なお、第2棟の耐震性を鑑み、除染係数（DF）及び遮蔽を考慮する。第2棟の各設備における閉じ込め機能又は遮蔽機能喪失時の公衆の被ばく線量を以下に示す。

（単位：mSv）

設備名称	閉じ込め機能喪失	遮蔽機能喪失
建屋	—	$1.5 \times 10^{-11}$
コンクリートセル	1.1	$2.4 \times 10^{-4}$
試料ピット	—	$2.6 \times 10^{-4}$
鉄セル	$2.7 \times 10^{-1}$	$3.1 \times 10^{-7}$
グローブボックス	$2.7 \times 10^{-5}$	—
フード	$2.7 \times 10^{-5}$	—
液体廃棄物一時貯留設備	$7.4 \times 10^{-6}$	—
セル・GB用 換気空調設備	$2.0 \times 10^{-1}$	—
フード用 換気空調設備	$2.7 \times 10^{-5}$	—

※1 評価条件等は、参考資料4に示す。

※2 設備として該当する安全機能を有していない箇所については、“—（バー）”を記載する。

※3 安全機能の喪失が継続する期間を7日間として評価した。

※4 燃料デブリ切断時の粉体から気相への放射性物質の移行率1%（日本原子力学会「ホットラボの設計と管理」）。Kr等の気体状の放射性物質は100%移行。

※5 鉄セル、グローブボックス、フードでは、燃料デブリの切断は行わないが、取り扱う燃料デブリ全量が粉体化するものとし、※4の移行率を用いた。

上記の評価結果より、閉じ込め機能又は遮蔽機能を喪失時に、公衆の被ばく線量が5mSvを超える設備はない。なお、臨界安全上の観点から、臨界防止機能を有するコンクリートセル及び試料ピットを安全上重要な施設に選定する。

### 3-3. 設計評価事故の評価結果に基づく安全上重要な施設の選定

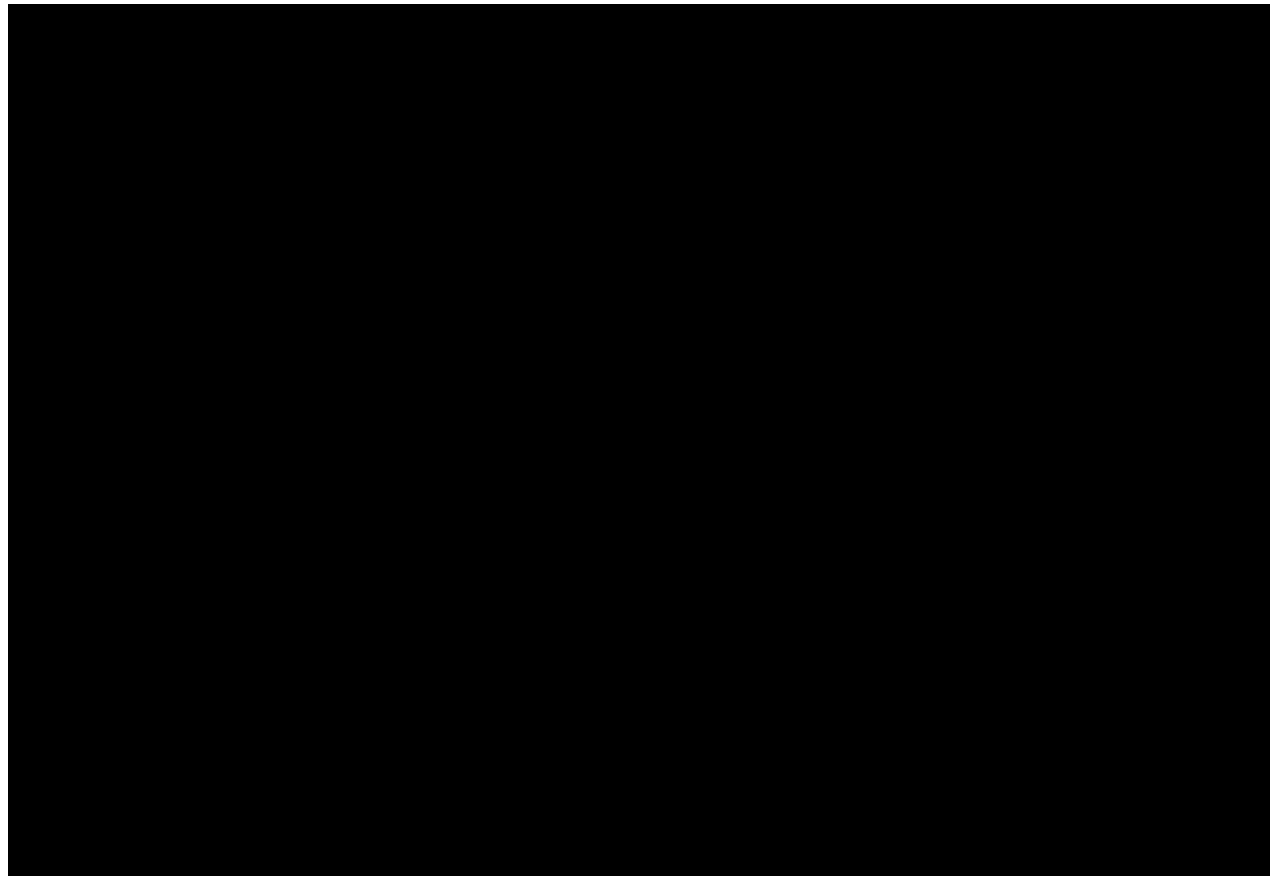
設計評価事故の評価を行った結果から、コンクリートセルの給排気弁は、設計評価事故における防止・緩和機能として閉じ込めのバウンダリを期待しており、その機能に期待しない場合の公衆への被ばく影響が5mSv/事象を超える機器であることから、安全上重要な施設に選定する。

設計評価事故の評価結果（コンクリートセル）

レベル1	レベル2	レベル3	レベル4				レベル5	レベル6
頂上事象	異常事象の定義 (OR条件)	具体的事象 (OR条件)	起因事象				対策 (AND条件) 青字：設計面、緑字：運用面	影響
			発生 タイミング	異常 カテゴリ	No.	内容		
安全機能喪失により公衆の被ばく線量が5mSvを超える放射性物質等の放出事象	閉じ込め機能不全	コンクリートセルの閉じ込め機能不全	分析時	地震 (地震に伴う火災を含む)	8	加熱機器を使用している際に、Sクラス相当の地震が発生、さらに、地震に伴って可燃物が加熱機器に接触し、セル内で紙ウェスが燃える程度の火災が発生した状況を想定する。地震により、セル・グローブボックス用換気空調設備、圧縮空気設備、消火設備が損傷し、コンクリートセルの負圧維持機能、圧縮空気、外部電源及び消火機能が喪失した状態を想定する。	<ul style="list-style-type: none"> <li>・コンクリートセル内で取り扱う可燃物の量を必要最低限にする等の管理を行う。</li> <li>・加熱機器を使用する間は、異常時に速やかな対応ができるよう、作業員が作業場所にて常時監視を行う。</li> <li>・コンクリートセルの給排気弁は、Sクラス相当の地震に対して耐震性を有する設計とし、セル・グローブボックス用換気空調設備、圧縮空気設備が損傷又は外部電源を喪失した場合、コンクリートセルの給排気弁が自動で閉止し、構造による閉じ込め機能を維持できる設計とする。</li> <li>・コンクリートセルの給排気弁が単一故障により自動で閉止しなかったとしても、コンクリートセルの給排気弁を多重化することで閉じ込めが行える設計とする。</li> </ul>	(緩和) →給排気弁の閉止により構造による閉じ込めを行い、建屋、コンクリートセルの除染係数を考慮した場合の公衆の被ばく線量 <b>1.8mSv</b>

### 3-4. 第2棟における安全上重要な施設

「安全機能喪失の観点からの安全上重要な施設の選定」(p.23～24参照)及び「設計評価事故の評価結果に基づく安全上重要な施設の選定」(p.25参照)から、**第2棟における安全上重要な施設として“コンクリートセル（給排気弁を含む）”及び“試料ピット”を安全上重要な施設に選定する。安全上重要な施設の範囲を以下に示す。**



安全上重要な施設の範囲（青破線内）

## 3-5. 安全上重要な施設に係る要求事項及び適合性

「使用施設等の位置、構造及び設備の基準に関する規則」及びその解釈に基づく安全上重要な施設に係る要求事項を以下に示す。

使用施設等の位置、構造及び設備の基準に関する規則 (抜粋)	使用施設等の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈 (抜粋)	要求事項に対する適合性	
		コンクリートセル (給排気弁を含む)	試料ピット
<p>第四条 (火災等による損傷の防止)</p> <p>3 消火設備は、破損、誤作動又は誤操作が起きた場合においても安全上重要な施設の安全機能を損なわないものでなければならない。</p>	<p>3 第3項の規定については、消火設備の破損、誤作動又は誤操作が起きた場合のほか、火災感知設備の破損、誤作動又は誤操作が起きたことにより消火設備が作動した場合においても、安全上重要な施設の機能を損なわないもの (消火設備の誤動作によって核燃料物質等が浸水したとしても、当該施設の臨界防止機能を損なわないこと等) であることをいう。</p>	<p>設計評価事故の評価結果のとおり、消火設備の破損、誤作動又は誤操作が起きたとしても、コンクリートセルの安全機能 (遮蔽機能、閉じ込め機能、臨界防止機能) を損なうことはない。万一、燃料デブリ等が浸水したとしても、臨界安全上問題はない。</p>	<p>設計評価事故の評価結果のとおり、消火設備の破損、誤作動又は誤操作が起きたとしても、試料ピットの安全機能 (遮蔽機能、臨界防止機能) を損なうことはない。万一、燃料デブリ等が浸水したとしても、臨界安全上問題はない。</p>
<p>第十一条 (外部からの衝撃による損傷の防止)</p> <p>2 安全上重要な施設は、当該安全上重要な施設に大きな影響を及ぼすおそれがあると想定される自然現象により当該安全上重要な施設に作用する衝撃及び設計評価事故時に生ずる応力を適切に考慮したものでなければならない。</p>	<p>3 第2項に規定する「大きな影響を及ぼすおそれがあると想定される自然現象」とは、対象となる自然現象に対応して、最新の科学的技術的知見を踏まえて適切に予想されるものをいう。なお、過去の記録、現地調査の結果、最新知見等を参考にして、必要のある場合には、異種の自然現象を重量させるものとする。</p> <p>4 第2項に規定する「適切に考慮したもの」とは、大きな影響を及ぼすおそれがあると想定される自然現象により安全上重要な施設に作用する衝撃及び設計評価事故が発生した場合に生じる応力を単純に加算することを必ずしも要求するものではなく、それぞれの因果関係及び時間的変化を考慮して適切に組合せた場合をいう。</p>	<p>「参考資料2 第2棟における自然現象、外部人為事象等の評価一覧」にて示したとおり、当該安全上重要な施設に大きな影響を及ぼすおそれがあると想定される自然現象はない。</p>	<p>「参考資料2 第2棟における自然現象、外部人為事象等の評価一覧」にて示したとおり、当該安全上重要な施設に大きな影響を及ぼすおそれがあると想定される自然現象はない。</p>
<p>第十六条 (重要度に応じた安全機能の確保)</p> <p>2 安全上重要な施設は、機械又は器具の単一故障 (単一の原因によって一つの機械又は器具が所定の安全機能を失うこと (従属要因による多重故障を含む。)) をいう。) が発生した場合においてもその機能を損なわないものでなければならない。</p>	<p>1 第2項に規定する「単一故障」とは、動的機器の単一故障をいう。動的機器とは、外部からの動力の供給を受けて、それを含む系統が本来の機能を果たす必要があるとき、機械的に動作する部分を有する機器をいう。</p> <p>2 第2項について、単一故障があったとしても、その単一故障が安全上支障のない期間に除去又は修復できることが確実であれば、その単一故障を仮定しなくてよい。</p> <p>さらに、単一故障の発生の可能性が極めて小さいことが合理的に説明できる場合、あるいは、単一故障を仮定することで系統の機能が失われる場合であっても、他の系統を用いて、その機能を代替できることが安全解析等により確認できれば、当該機器に対する多重性の要求は適用しない。</p>	<p>コンクリートセルは、安全機能 (遮蔽機能、閉じ込め機能、臨界防止機能) のうち、閉じ込め機能の確保に動的機器 (給排気弁) を有しているが、給排気弁を二重化することにより、単一故障が発生した場合においてもその機能を損なわない設計とする。</p>	<p>試料ピットは、安全機能 (遮蔽機能、臨界防止機能) の確保に動的機器は有していないため、対象外。</p>
<p>第二十条 (誤操作の防止)</p> <p>2 安全上重要な施設は、容易に操作することができるものでなければならない。</p>	<p>2 第2項に規定する「容易に操作することができるもの」とは、設計評価事故が発生した状況下 (混乱した状態等) であっても、簡潔な手順によって必要な操作が行える等の使用者に与える負荷を小さくすることができるよう考慮された設計であることをいう。また、設計評価事故の発生後、一定期間は、使用者の操作を期待しなくても必要な安全機能が確保される設計であることをいう。</p>	<p>コンクリートセルは、給排気弁を二重化かつ自動化することにより、閉じ込め機能を確実かつ自動で確保することができ、使用者に与える負荷を小さくするよう考慮された設計である。また、設計評価事故の発生後、使用者の操作を期待しなくても必要な安全機能が確保できる設計である。</p>	<p>試料ピットは、その安全機能 (遮蔽機能、臨界防止機能) の確保に操作を必要とするものではないため、対象外。</p>

上記のとおり、第2棟における安全上重要な施設が要求事項に対して適合していることを確認した。



## 4-1. 第2棟における第29条の適合方針（1/4）

第29条（多量の放射性物質等を放出する事故の拡大の防止）及びその解釈に基づき、第2棟における多量の放射性物質等を放出する事故の評価を行う。

使用施設等の位置、構造及び設備の基準に関する規則（抜粋）

第二十九条（多量の放射性物質等を放出する事故の拡大の防止）

使用前検査対象施設は、**発生頻度が設計評価事故より低い事故であって、当該使用前検査対象施設から多量の放射性物質又は放射線を放出するおそれがあるものが発生した場合**において、**当該事故の拡大を防止するために必要な措置を講じたもの**でなければならない。

使用施設等の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈（抜粋）

1 第29条に規定する「発生頻度が設計評価事故より低い事故であって、当該使用前検査対象施設から多量の放射性物質又は放射線を放出するおそれがあるもの」とは、設計評価事故を超える事故であって、周辺監視区域周辺の公衆の実効線量の評価値が発生事故当たり5ミリシーベルトを超えるものをいう。

2 上記1の「設計評価事故を超える事故」を想定する際には、例えば、次に掲げる条件を含め、検討すること。

### 一 事故発生条件

想定される事故が単独で、同時に又は連鎖して発生することを想定するに当たっては、同一の室内にある等、同じ防護区画内（発生する事故により、他の設備及び機能に影響を及ぼしうる範囲）にある設備及び機器の機能喪失の同時発生の可能性について考慮することをいう。なお、関連性が認められない偶発的な同時発生の可能性を想定する必要はない。想定される事故としては、例えば次の各号が考えられる。

- ① 臨界
- ② 火災・爆発
- ③ 閉じ込め機能の喪失
- ④ 冷却機能の喪失
- ⑤ 外的事象（地震・津波（地震随件事象を含む。）等
- ⑥ その他施設の特性に応じた事故



## 4-1. 第2棟における第29条の適合方針（2/4）

第29条（多量の放射性物質等を放出する事故の拡大の防止）及びその解釈に基づき、第2棟における多量の放射性物質等を放出する事故の評価を行う。

使用施設等の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈（抜粋）

4 第29条の規定において、想定される事故に応じて、再処理施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則（原子力規制委員会規則第27号、平成25年12月18日制定）及び加工施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則（原子力規制委員会規則第17号、平成25年12月18日制定）の重大事故等の拡大の防止等を参考とすること。

再処理施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈（抜粋）

第28条（重大事故等の拡大の防止等）

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

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

加工施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈（抜粋）

第22条（重大事故等の拡大の防止等）

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

8 上記7の「セシウム137換算」については、例えば、放射性物質が地表に沈着し、そこからのガンマ線による外部被ばく及び再浮遊による吸入摂取による内部被ばくの50年間の実効線量を用いて換算することが考えられる。

## 4-1. 第2棟における第29条の適合方針（3/4）

前頁の条文に対する適合性を確認するため、設計評価事故の評価方法と同様にMLDを用いて多量の放射性物質等を放出する事故の評価を実施する。

①：“**頂上事象**”を設定する。（レベル1）

◆ **頂上事象：「安全機能喪失によりCs-137換算で100TBqを超える放射性物質の放出事象」**

②：頂上事象を安全機能の観点から3つの“**異常事象**”に分類する。（レベル2）

◆ **異常事象：「閉じ込め機能喪失」、「遮蔽機能喪失」及び「臨界防止機能喪失」**

③：第2棟を構成する構築物、系統及び機器ごとに異常事象に達しうる“**具体的事象**”を整理する。（レベル3）

◆ **安全上重要な施設に選定したものをに対し評価を行う。**

④：“**具体的事象**”に至る**起因事象**を「発生タイミング」、「異常カテゴリ」、「内容」の項目をもとに抽出する。（レベル4）

◆ **起因事象は、「自然現象、外部人為事象のうち極低頻度かつ高影響事象」又は「設計評価事故の起因事象+単一の内部事象を起因事象（従属事象を含む）」を抽出する。**

次頁へ続く

## 4-1. 第2棟における第29条の適合方針（4/4）

---

---

前頁からの続き



⑤：起因事象に対して、**設備設計・運用上の対策を整理**する。（レベル5）



⑥：対策について、異常事象への有効性と緩和した場合の**公衆への被ばく影響を確認**する。（レベル6）

- ◆ レベル5で整理した対策を踏まえ、想定した起因事象による事故の発生が防止又は緩和されることを確認する。
- ◆ **放射性物質の放出量を評価し、Cs-137換算で100TBqを十分下回ること、かつ、事故の拡大を防止するために必要な措置が講じられていることを確認する。**
- ◆ 施設全体に影響を及ぼす起因事象（例：地震）により複数の設備に異常が発生する可能性がある場合は、その起因事象における放射性物質の放出量を合算し、Cs-137換算で100TBqを十分下回ることを確認する。

## 4-2. 第2棟における多量の放射性物質等を放出する事故の評価対象

第2棟における多量の放射性物質等を放出する事故の評価は、多量の放射性物質等を放出するおそれがある安全上重要な施設を対象として実施する。

なお、施設全体に影響を及ぼす起因事象による放射性物質の放出量を合算した評価を行うため、安全上重要な施設以外の閉じ込め機能を有する設備についても、同様の事故を想定した条件のもと、放射性物質の放出量の評価を行う。

第2棟における多量の放射性物質等を放出する事故の評価対象を以下に示す。

### 第2棟の安全上重要な施設

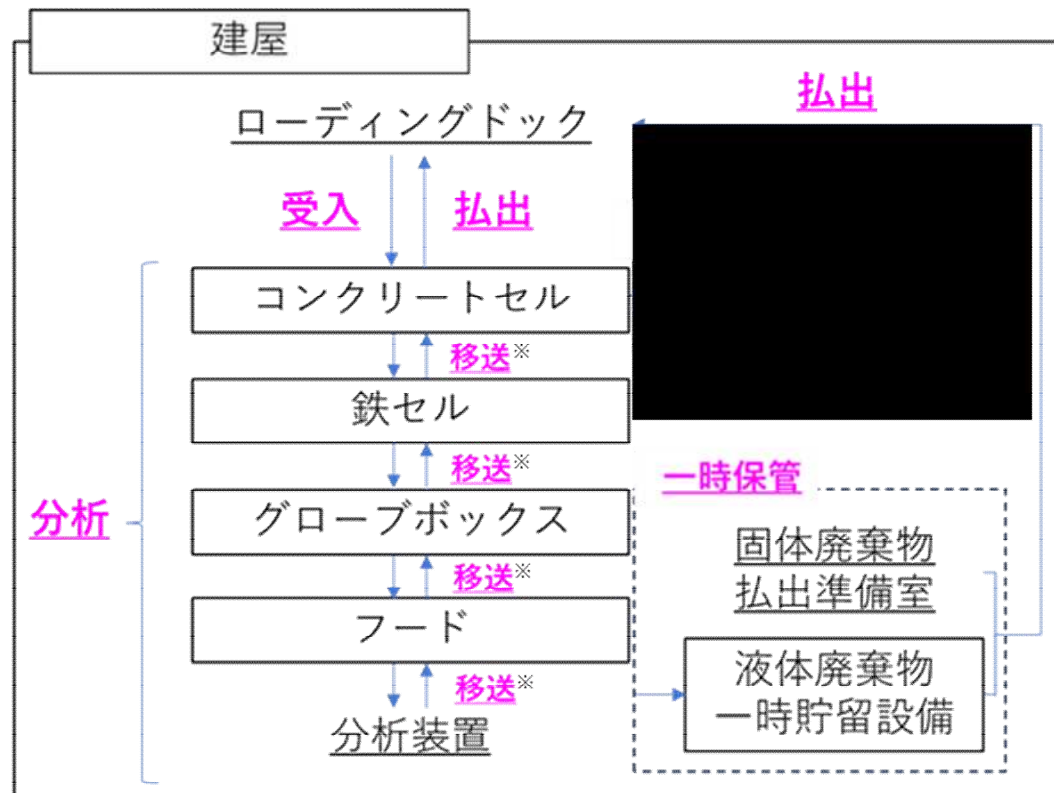
安全上重要な施設
コンクリートセル（給排気弁を含む）
試料ピット

### 第2棟の安全上重要な施設以外の 閉じ込め機能を有する設備

安全上重要な施設以外の 閉じ込め機能を有する設備
鉄セル
グローブボックス
フード
液体廃棄物一時貯留設備

### 4-3. 第2棟における異常事象に係る発生タイミング

第2棟における燃料デブリ等及び廃棄物のフロー（p.6参照）をもとに、異常事象が発生するタイミングを下図のとおり、第2棟に燃料デブリ等を受入、廃棄物等として払出すまでを対象とした。なお、異常事象の発生タイミングは設計評価事故と同様とする（p.11参照）



※ 「移送」は、該当する設備から他設備へ移送するタイミングを指す。

上記の作業フローをもとに、各設備における発生タイミングごとに異常事象を想定する。

## 4-4. 多量の放射性物質等の放出事故の起因事象の想定（1/5）

---

第2棟における多量の放射性物質等を放出する事故は、「①自然現象、外部人為事象のうち極低頻度かつ高影響事象」又は「②設計評価事故の起因事象＋単一の内部事象（従属事象を含む）」を起因事象として想定する。

### ①自然現象、外部人為事象のうち極低頻度かつ高影響事象

設計評価事故の評価において想定した自然現象、外部人為事象のうち、確率的に発生することが想定しがたい事象又は第2棟の安全機能に影響を及ぼさない事象を対象に、より低頻度かつ高影響となる事象を起因として想定する。

なお、以下に示す事象は、多量の放射性物質等を放出する事故の起因として想定しないものとする。

- **設計上、十分な裕度を有している事象**
- **安全上重要な施設の安全機能に影響を与えない事象**

自然現象、外部人為事象のうち極低頻度かつ高影響事象の想定結果を次頁に示す。

## 4-4. 多量の放射性物質等の放出事故の起因事象の想定（2/5）

### 自然現象、外部人為事象のうち極低頻度かつ高影響事象の想定結果（1/3）

起因事象	No.	異常カテゴリ	多量の放射性物質等を放出する事故の 起因として想定しない事象		極低頻度かつ高影響事象の想定	多量の放射性物質等 を放出する事故の起 因として想定するか
			設計上、十分な裕 度を有している事象	安全上重要な施設 の安全機能に影響を 与えない事象		
自然現象	1	地震	✓	—	Ss900 の 1.1 倍程度の地震力による地震を想定したとしても、第 2 棟建屋の各層に発生するせん断応力度におけるせん断ひずみは、第 2 棟のスケルトンカーブの第 2 折れ点を超過しないことから、おおむね弾性範囲にとどまるため、多量の放射性物質等を放出する事故の起因として想定しない。	×
	2	津波	✓	—	第 2 棟は T.P.約 40m に建設予定であることから、検討用津波(T.P.22.6m)に対して十分な裕度を有しており、検討用津波の高さを超え、かつ、第 2 棟まで遡上する津波は想定しがたいため、多量の放射性物質等を放出する事故の起因として想定しない。	×
	3	豪雨	✓	—	設計の基準として用いた降雨強度（136.56mm/h）の 1.1 倍程度の降雨を想定したとしても、第 2 棟の屋根面の排水は設計上問題なく、第 2 棟の建屋内に設置される安全上重要な施設に影響を与える豪雨は想定しがたいため、多量の放射性物質等を放出する事故の起因として想定しない。	×
	4	積雪	✓	—	設計の基準として用いた積雪荷重(積雪量:30cm, 単位荷重:20N/m <sup>2</sup> /cm) の 1.1 倍程度の積雪を想定したとしても、第 2 棟の屋上の耐力は設計上問題なく、第 2 棟の建屋内に設置される安全上重要な施設に影響を与える積雪は想定しがたいため、多量の放射性物質等を放出する事故の起因として想定しない。	×
	5	落雷	—	✓	第 2 棟建屋は、JIS A 4201（建築物等の雷保護）及び建築基準法に基づき避雷針の設置、機器接地を行い、落雷による損傷を防止する設計とするが、想定した強さを超える落雷が発生し停電が発生したとしても、安全上重要な施設の安全機能は電力を要さず維持できるため、多量の放射性物質等を放出する事故の起因として想定しない。	×



## 4-4. 多量の放射性物質等の放出事故の起因事象の想定 (3/5)

### 自然現象、外部人為事象のうち極低頻度かつ高影響事象の想定結果 (2/3)

起因事象	No.	異常カテゴリ	多量の放射性物質等を放出する事故の 起因として想定しない事象		極低頻度かつ高影響事象の想定	多量の放射性物質等を 放出する事故の起 因として想定するか
			設計上、十分な裕 度を有している事象	安全上重要な施設 の安全機能に影響を 与えない事象		
自然現象	6	台風（強風， 高潮）	✓	—	設計の基準として用いた風圧力（基準風速：30m/s）の1.1倍程度の台風を想定したとしても、第2棟への風荷重は設計上問題なく、第2棟の建屋内に設置される安全上重要な施設に影響を与える台風は想定しがたいため、多量の放射性物質等を放出する事故の起因として想定しない。また、高潮については、第2棟はT.P.約40mに建設予定であり、多量の放射性物質等を放出する事故の起因となる安全上重要な施設の安全機能の喪失の要因となる規模には至らないため、事故の起因として想定しない。	×
	7	竜巻（飛来物 含む）	✓	—	設計の基準として用いた竜巻風速（100m/s）の1.1倍程度の竜巻を想定したとしても、第2棟建屋の壁は飛来物により貫通せず、第2棟の建屋内に設置される安全上重要な施設に影響を与える竜巻は想定しがたいため、多量の放射性物質等を放出する事故の起因として想定しない。	×
	8	生物学的事象	—	✓	小動物等の襲来により、建屋貫通孔等からの小動物の侵入が想定されるため、建屋貫通孔や電路端部等に対してシール材を施工することにより、侵入を防止する設計としており、生物学的事象の極低頻度かつ高影響の事象を想定したとしても、多量の放射性物質等を放出する事故の起因となる安全上重要な施設の安全機能の喪失の要因となる規模には至らないため、事故の起因として想定しない。	×
	9	火山の影響	✓	—	設計の基準に用いた降下火砕物の堆積厚さ（基準火砕物堆積量：30cm）の1.1倍の火山の影響を想定したとしても、第2棟の屋上の耐力は設計上問題なく、第2棟の建屋内に設置される安全上重要な施設に影響を与える火山の影響は想定しがたいため、多量の放射性物質等を放出する事故の起因として想定しない。	×
	10	外部火災	✓	—	外部火災の評価により得られた危険距離（75m）を1.1倍程度大きくしたとしても、第2棟建屋の離隔距離は設計上問題なく、想定される外部火災に対して十分な裕度を有しており、第2棟の建屋内に設置される安全上重要な施設に影響を与える外部火災は想定しがたいため、多量の放射性物質等を放出する事故の起因として想定しない。	×

## 4-4. 多量の放射性物質等の放出事故の起因事象の想定（4/5）

### 自然現象、外部人為事象のうち極低頻度かつ高影響事象の想定結果（3/3）

起因事象	No.	異常カテゴリ	多量の放射性物質等を放出する事故の 起因として想定しない事象		極低頻度かつ高影響事象の想定	多量の放射性物質等 を放出する事故の起 因として想定するか
			設計上、十分な裕 度を有している事象	安全上重要な施設 の安全機能に影響を 与えない事象		
外部人為 事象	11	電磁的障害	—	✓	第2棟建屋は、電磁的障害による擾乱を防止するため、接地した銅製の筐体に制御部及び演算部は格納し、高圧動力ケーブルは金属シールド付きとする等の電磁障害の影響を受けない設計としており、電磁的障害に係る極低頻度かつ高影響事象が万一発生したとしても、多量の放射性物質等を放出する事故の起因となる安全上重要な施設の安全機能の喪失の要因となる規模には至らないため、事故の起因として想定しない。	×
	12	不正アクセス行為（サイバーテロを含む）	—	✓	第2棟は、安全上重要な施設の安全機能の維持・確保に運転員の操作を要さず、不正アクセス行為（サイバーテロを含む）を想定したとしても、多量の放射性物質等を放出する事故の起因となる安全上重要な施設の安全機能の喪失の要因となる規模には至らないため、事故の起因として想定しない。	×
	13	航空機落下	✓	—	第2棟への落下確率（ $3.9 \times 10^{-9}$ 回/年）は、設計上の考慮が必要とするか否かの判断基準（ $1.0 \times 10^{-7}$ 回/年）を十分下回るため、多量の放射性物質等を放出する事故の起因として想定しない。	×
	14	ダム崩壊及び爆発	✓	—	第2棟近傍の河川及びダムは、第2棟から十分距離が離れており、河川又はダムの崩壊により施設に影響をおよぼすことはない。同様に爆発物の製造及び貯蔵施設も近隣になく、爆発により施設の安全性を損なうことは起こり得ないため、多量の放射性物質等を放出する事故の起因として想定しない。	×
	15	有毒ガス	—	✓	安全上重要な施設の安全機能の維持・確保は、運転員の操作を要さず、有毒ガスにより施設の安全性は損なわれないことから、多量の放射性物質等を放出する事故の起因として想定しない。	×

上記の結果から、自然現象、外部人為事象のうち、極低頻度かつ高影響事象は、事故の起因として想定しないものとする。

## 4-4. 多量の放射性物質等の放出事故の起因事象の想定 (5/5)

---

### ②設計評価事故の起因事象 + 単一の内部事象 (従属事象を含む)

設計評価事故の起因事象に対し、施設・設備の動的な故障や誤動作、運転員の誤操作等の単一の内部事象を重ねたケースを多量の放射性物質等を放出する事故の起因事象として想定する。単一の内部事象は、設計評価事故で想定した設備故障又は人的過誤の起因事象を用いる。

なお、コンクリートセルについては、分析時における地震及び設備故障を組み合わせた事象として、Sクラス相当の地震発生に加え、動的機器である給排気弁の複数故障が生じた場合を起因とした事象も併せて想定する。

次頁に、起因として想定する事象に対して、MLDを用いて多量の放射性物質等を放出する事故を評価した結果を示す。

## 4-5. 第2棟における第29条の評価結果（1/2）

MLDを用いて、多量の放射性物質等を放出する事故の評価を行った結果を以下に示す。

レベル1 頂上事象	レベル2 異常事象 の定義 (OR条件)	レベル3 具体的事象 (OR条件)	レベル4 起因事象				レベル5 対策 (AND条件) 青字：設計面、緑字：運用面	レベル6 影響
			発生 タイミング	異常 カテゴリ	No.	内容		
安全機能 喪失により 公衆の被 ばく線量が 5mSvを 超える放 射性物質 等の放出 事象	閉じ込め 機能喪失	コンクリートセルの閉じ込め 機能喪失	分析時	地震 × 設備故障	8×8	Sクラス相当の地震が発生、さらに、地震に伴って可燃物が加熱機器に接触し、セル内で紙ウエスが燃える程度の火災が発生した状況を想定する。また、コンクリートセルの給排気弁が故障により自動で閉止せず、更に、多重化した給排気弁も故障により機能しない場合を想定する。	<ul style="list-style-type: none"> <li>・コンクリートセル内で取り扱う可燃物の量を必要最低限にする等の管理を行う。</li> <li>・加熱機器を使用する間は、異常時に速やかな対応ができるよう、作業員が作業場所にて常時監視を行う。</li> <li>・コンクリートセルは、Sクラス相当の地震に対しておおむね弾性範囲にとどまり、安全機能を維持できる。</li> <li>・建屋は、動的地震力Ss900に対し耐震性を有しているため安全機能を維持できる。</li> <li>・コンクリートセルの給排気弁は、Sクラス相当の地震に対して耐震性を有する設計とする。</li> <li>・コンクリートセルの給排気弁は、故障により自動で動作しない場合においても手動で操作できる設計とする。</li> </ul>	(緩和) 事故発生時の影響 建屋の除染係数を考慮した場合の放射性物質（Cs-137換算）の放出量 <b>8.4×10<sup>-2</sup>TBq</b>

上記の評価結果から、**多量の放射性物質等を放出する事故時の放射性物質の放出量がCs-137換算で100TBqを十分下回り、事故の拡大を防止するために必要な措置（対策）が講じられていることを確認した。**

## 4-5. 第2棟における第29条の評価結果（2/2）

施設全体に影響を及ぼす起因事象として地震が想定されるため、地震を起因とした事故時における放射性物質の放出量を合算した結果を以下に示す。

異常事象 <sup>※1</sup>	起因事象	放射性物質の放出量 (TBq)
コンクリートセルの 閉じ込め機能喪失	地震（地震に伴う火災を含む） + 設備故障	$8.4 \times 10^{-2}$
鉄セルの閉じ込め機能喪失 <sup>※2</sup>	地震（地震に伴う火災を含む）	$2.1 \times 10^{-3}$
グローブボックスの 閉じ込め機能喪失 <sup>※2</sup>	地震（地震に伴う火災を含む）	$2.1 \times 10^{-7}$
フードの閉じ込め機能 （風速維持）喪失 <sup>※2</sup>	地震	$1.3 \times 10^{-7}$
液体廃棄物一時貯留設備の 閉じ込め機能喪失 <sup>※2</sup>	地震	$3.5 \times 10^{-8}$
地震による放射性物質の放出量の合算 (TBq)		$8.6 \times 10^{-2}$

※1 多量の放射性物質等を放出する事故の評価において、同じ設備に対し地震を起因とした異常事象が複数ある場合は、放射性物質の放出量が最も大きくなる異常事象を引用して、放射性物質の放出量の合算を行う。

※2 鉄セル、グローブボックス、フード、液体廃棄物一時貯留設備の閉じ込め機能喪失は、安全を損なう影響が最も大きいSクラス相当の地震を起因として事故を想定した場合、耐震設計上、設備自体が損傷するため、設備故障、人的過誤を追加した異常が想定できないことから、Sクラス相当の地震を起因とした事象（従属事象含む）における放射性物質の放出量を算出する。

上記の評価結果から、施設全体に影響を及ぼす起因事象として想定される地震時において、放射性物質の放出量を合算したとしても、Cs-137換算で100TBqを十分下回ることを確認した。

## 5. まとめ

### **第22条（設計評価事故時の放射線障害の防止）の評価結果**

- MLDの手法を用いて、頂上事象や異常事象といった各事象の選定を行い、第2棟における設計評価事故の評価を行った結果、設備設計・運用上の対策を講じた上での公衆の被ばく線量が発生事故当たり5mSvを超えないことを確認した。
- 施設全体に影響を及ぼす起因事象として想定される地震により、複数の設備に異常が発生した場合における公衆の被ばく線量を合算し、5mSvを超えないことを確認した。

### **第2棟における安全上重要な施設の選定について**

- 安全機能喪失時の公衆被ばく影響及び設計評価事故の評価結果から、“コンクリートセル（給排気弁を含む）”及び“試料ピット”を安全上重要な施設に選定する。

### **第29条（多量の放射性物質等を放出する事故の拡大の防止）の評価結果**

- MLDの手法を用いて、頂上事象や異常事象といった各事象の選定を行い、第2棟における多量の放射性物質等を放出する事故の評価を行った結果、放射性物質の放出量がCs-137換算で100TBqを十分下回り、事故の拡大を防止するために必要な措置が講じられていることを確認した。
- 施設全体に影響を及ぼす起因事象として想定される地震により、複数の設備に異常が発生した場合における放射性物質の放出量の合算値が、Cs-137換算で100TBqを十分下回ることを確認した。



## 参考資料

---

- 参考資料 1 : 第2棟の概要
- 参考資料 2 : 第2棟における自然現象、外部人為事象等の評価一覧
- 参考資料 3 - 1 : 設計評価事故起因一覧
- 参考資料 3 - 2 : 設計評価事故時における公衆被ばく線量の評価
- 参考資料 4 : 安全上重要な施設の選定に係る公衆への被ばく影響評価
- 参考資料 5 - 1 : 多量の放射性物質等を放出する事故の起因一覧
- 参考資料 5 - 2 : 多量の放射性物質等を放出する事故時における放射性物質の放出量評価
- 参考資料 6 : 線量評価に用いた移行率及び除染係数について

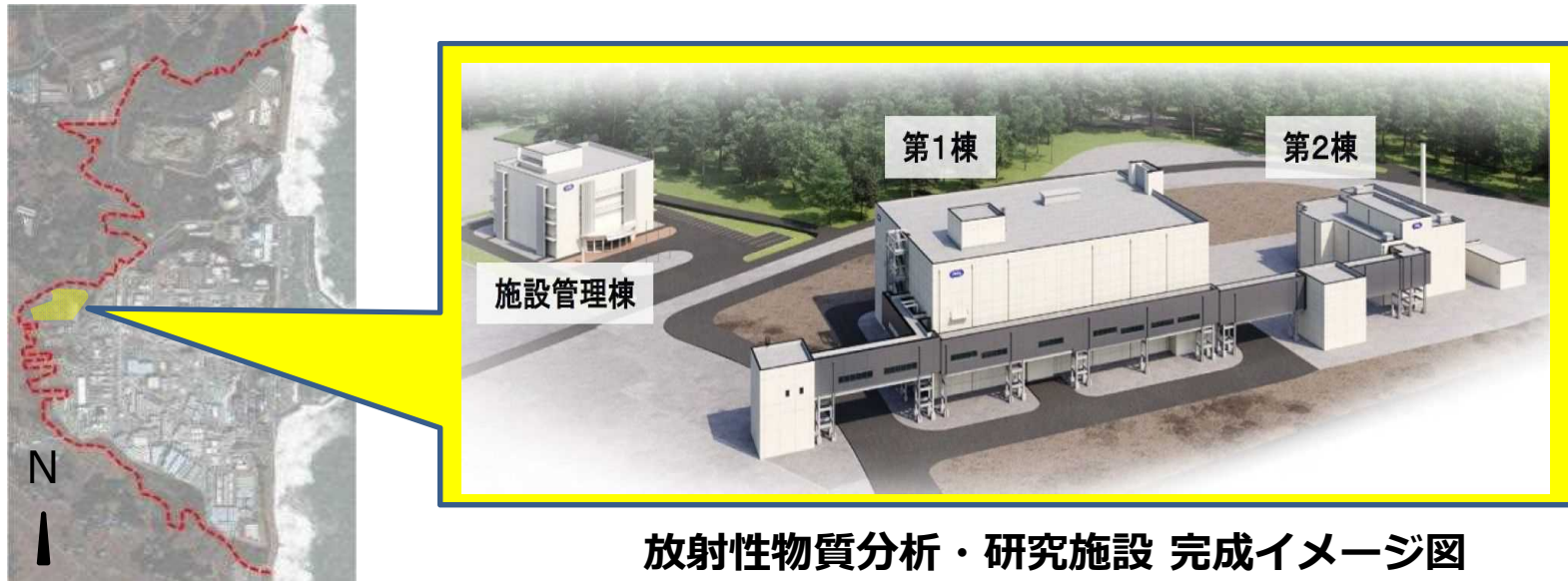
## 参考資料1 第2棟の概要（目的、分析対象）

### ■目的

燃料デブリ等の取り出しや保管等、各プロセスの安全性向上を主目的とした研究開発を進めるため、第2棟では、**燃料デブリの性状把握として必要な各種分析**を行う。

### ■分析対象

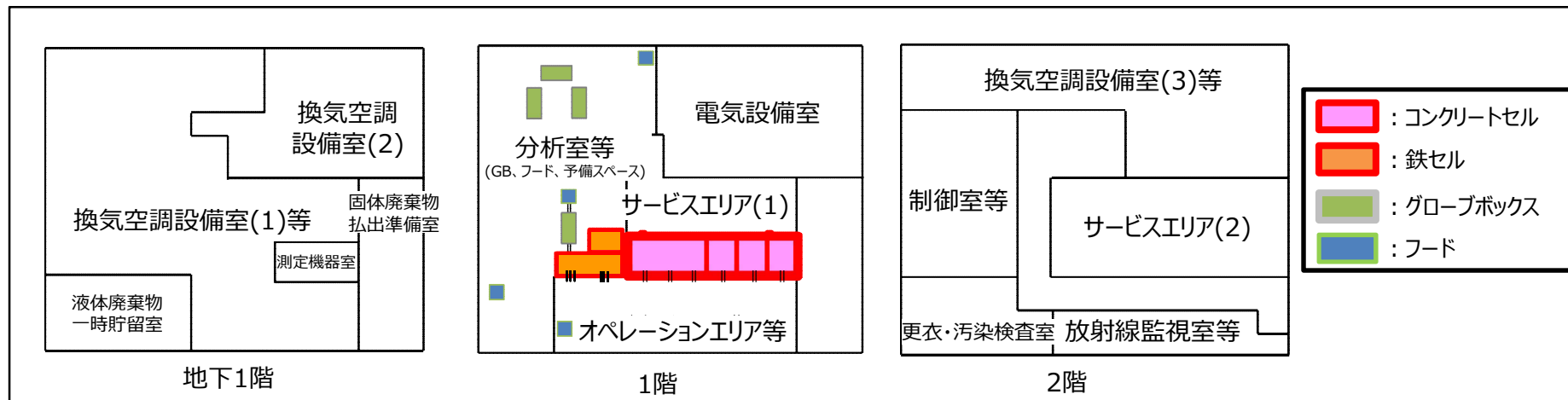
- 燃料デブリ等（燃料デブリの他、PCV内構造材や堆積物を含む）
- 受入回数：年間12回を想定



## 参考資料1 第2棟の概要（施設・設備概要）

- 建屋は1階、2階、地下1階の鉄筋コンクリート造とする。
- 燃料デブリ等を安全に取り扱えるよう、十分な遮蔽性と閉じ込め性を有したコンクリートセルや鉄セル、グローブボックス等を設置するとともに、発生する廃棄物についても安全に管理できるよう、換気空調設備や廃液受槽等を設置する。
- なお、コンクリートセル XXXXXXXXXX では、燃料デブリ等の取扱量及び形状を制限することで臨界安全を確保する。

### <第2棟の施設レイアウト概要>



## 参考資料 2 第2棟における自然現象、外部人為事象等の評価一覧（1/5）

第2棟における自然現象、外部人為事象等に係る評価概要を示す。

### 自然現象

事象	評価概要
地震	<p><b>耐震設計</b>            第2棟は福島第一原子力発電所に建設予定のため、「令和3年2月13日の福島県沖の地震を踏まえた東京電力福島第一原子力発電所の耐震設計における地震動とその適用の考え方」に示されている通り“Ss900”及び“Sd450”を地震動として用いた。            耐震設計方針については「東京電力ホールディングス株式会社福島第一原子力発電所における耐震クラス分類と地震動の適用の考え方」及び第7回特定原子力施設の実施計画の審査等に係る技術会合での議論等に基づきコンクリートセル等の耐震クラスを選定し、「原子力発電所耐震設計技術規定 JEAC4601-2008」等を参考に評価した。            コンクリートセル（給排気弁含む）はSs900及びSd450に対しおおむね弾性範囲にとどまり、3.0Ci評価においてもSクラス相当の耐震性を有することから、安全機能は損なわれない。また、試料ピットについてもSs900及びSd450に対しおおむね弾性範囲にとどまり、地震によるホール間隔の変位も小さいため、安全機能は損なわれない。</p> <p><b>地盤評価関係</b>            （基礎地盤の滑り）            Ss900による建屋基礎底面に作用するせん断力に対して、基礎と人工岩盤間のせん断抵抗力が評価基準値以上であることを確認した。            （基礎の支持力）            Ss900による地震応答解析から、接地圧が評価基準値を超えないことを確認した。            （基礎底面の傾斜）            Ss900による地震応答解析の接地圧評価において発生する建屋基礎の傾斜が、評価基準値を超えないことを確認した。            （周辺地盤の変状）            第2棟は、十分な支持性能を有する地盤（新第三紀富岡層）に人工岩盤（コンクリート）を介して支持されており、第2棟以外に耐震Sクラスの機器・配管系及びそれらを支持する建物・構造物はないことから、周辺地盤の変状（不等沈下、液状化、揺すり込み沈下等）による影響をうけるおそれはない。            （地殻変動による基礎地盤の変形）            福島第一原子力発電所と同様な地殻に原子力施設を設置している近県他施設の審査事例において、太平洋側のプレート間地震をモデルとした地殻変動の傾斜影響は基準地震動による最大傾斜に比べ十分に小さい。このため、地殻変動による影響は建屋基礎の傾斜を十分下回ると考えられるため、地殻変動による基礎地盤の変形の影響はないと判断した。            以上のことから、地盤に係る地震の影響により、コンクリートセル（給排気弁含む）及び試料ピットの安全性は損なわれない。</p>
津波	<p>第2棟は津波が到達しないと考えられるT.P.+約40 mに建設し、検討用津波(T.P.22.6 m)での遡上評価でも津波は到達しないことから、想定される自然現象として津波に対する設計上の考慮は不要となる。</p>
豪雨	<p>第2棟は屋根面等が適切に排水できる設計とするため、施設の安全性は損なわれない。</p>

## 参考資料2 第2棟における自然現象、外部人為事象等の評価一覧 (2/5)

### 自然現象

事象	評価概要
積雪	第2棟は「建築基準法ならびに関係法令」及び「福島県建築基準法施工細則第19条」に基づく積雪荷重(積雪量:30 cm、単位荷重:20 N/m <sup>2</sup> /cm)に耐えられる設計とするため、施設の安全性は損なわれない。
落雷	第2棟は「建築基準法ならびに関係法令」及び「JIS A 4201 (建築物等の雷保護)」に基づき、落雷防護のために避雷針・遮断器・保護継電器を設置する設計とする。また、第2棟は非常用電源設備を設置する設計となっており、外部電源が喪失した場合でもセル・グローブボックス用換気空調設備及び圧縮空気設備に給電できる設計であり、コンクリートセルは電源喪失による負圧維持機能が停止しても、自動的に給排気弁が閉止し、構造による閉じ込め機能は損なわれない。
台風 (強風・高潮)	第2棟は「建築基準法ならびに関係法令」に基づく風圧力(30 m/s)に耐えられる設計であり、高潮が到達しないと考えられるT.P.+約40 mに建設するため、施設の安全性は損なわれない。
竜巻 (飛来物含む)	<p><b>施設設計</b></p> <p>基準及び設定竜巻は、過去に発生した竜巻の最大風速に不確かさを考慮して100 m/sと設定し、竜巻荷重及び飛来物の影響を評価する。竜巻荷重は建屋に影響をおよぼさず、飛来物は建屋を貫通しないが裏面剥離を生じさせ、衝突位置によっては剥離物がコンクリートセルに衝突する。しかし、剥離物がコンクリートセルに衝突しても、貫通及び裏面剥離は発生せず、安全機能は損なわれない。</p>
	<p><b>竜巻随件事象</b></p> <p>(火災) 第2棟近傍に火災源となる燃料タンク等が存在せず、落雷による電子機器の発火については雷によって発生する雷サージから電気機器を保護するため、分電盤等内に避雷器を設置し、電気機器を保護する設計とするため、火災が発生する恐れは低い。</p> <p>(溢水) 第2棟近傍には溢水源となる貯水タンク等が存在せず、建屋は飛来物により貫通しない。よって、浸水による溢水が発生する恐れは低い。</p> <p>(外部電源喪失事象) 第2棟は非常用電源設備を設置する設計となっており、外部電源が喪失した場合でもセル・グローブボックス用換気空調設備及び圧縮空気設備に給電できる設計であり、コンクリートセルは電源喪失による負圧維持機能が停止しても、自動的に給排気弁が閉止し、構造による閉じ込め機能が維持される。</p> <p>以上のことから、竜巻随件事象によって、コンクリートセル(給排気弁含む)及び試料ピットの安全性は損なわれない。</p>
凍結	第2棟の建屋は鉄筋コンクリート造であり、屋外配管には保温材の設置等の対策を実施するため、凍結する恐れがなく施設の安全性は損なわれない。

## 参考資料 2 第2棟における自然現象、外部人為事象等の評価一覧 (3/5)

### 自然現象

事象	評価概要
紫外線	第2棟の建屋外壁には塗装等により紫外線対策を講ずる設計とするため、施設の安全性は損なわれない。
高温	第2棟近傍の気象観測データから現在までの最高気温を踏まえた設計とするため、施設の安全性は損なわれない。
生物学的事象	小動物等が建屋内に侵入しないよう、防止建屋貫通孔や回路端部等にシール材を取り付ける設計とするため、施設の安全性は損なわれない。
地すべり	「原子力発電所耐震設計技術指針JEA4601-1987」において評価対象とすべき斜面は「斜面のり尻から原子炉建屋との離隔距離が約50 m以内の斜面、あるいは斜面の高さの約1.4倍以内の斜面」とされており、第2棟の周辺には斜面は存在しなく、周辺斜面の影響はないことから、想定される自然現象として地すべりに対する設計上の考慮は不要となる。
火山	<p>安全性が損なわれた場合に公衆に対して過度な放射線被ばくを及ぼす恐れのある、コンクリートセル(給排気弁含む)及び試料ピットは第2棟建屋内に設置されていることから、火山事象により安全機能は損なわれない。</p> <p>なお、第2棟の建屋に火山灰が降り積もったとしても建屋躯体に対して影響が生じないことを、原子力発電所の火山影響評価ガイドを参考に評価する。評価対象火山としては第2棟に最も近い安達太良山を選定し、火山灰の蓄積量は文献より推定し、第2棟はその蓄積量に耐えられる強度を有していることを確認した。</p> <p>また、火山灰の降下してきた場合は、屋上階の降灰をシャベル、塵取り等を用いて除去する。火山灰により建屋の給気フィルタに目詰まりが生じた場合は、給気フィルタを交換し目詰まりを解消する。火山灰の降灰により送電線が切断され、外部電源の喪失が発生した場合は、非常用電源設備から給電できる設計とする。</p>



## 参考資料 2 第2棟における自然現象、外部人為事象等の評価一覧 (4/5)

### 外部人為事象

事象	評価概要
電磁的障害	第2棟の制御部及び演算部は鋼鉄の筐体に格納する等の、電磁的影響がないような設計とするため、施設の安全性は損なわれない。
不正アクセス行為 (サイバーテロを含む)	第2棟の監視・制御装置はスタンドアロンで不正アクセス行為が行われない設計とするため、施設の安全性は損なわれない。
漂流船舶の衝突	第2棟は海に面しておらず、T.P.+約40 mに建設し、漂流船舶が衝突する恐れはないことから、想定される外部人為事象として漂流船舶の衝突に対する設計上の考慮は不要となる。
航空機落下	第2棟への航空機落下確率を評価基準に基づき評価すると、各事象の合計落下確率は $3.9 \times 10^{-9}$ 回/年・炉(施設)となり、考慮基準である $1 \times 10^{-7}$ 回/年・炉(施設)を下まわることから、想定される外部人為事象として航空機落下に対する設計上の考慮は不要となる。
ダム崩壊及び爆発	第2棟近傍にはダム崩壊及び爆発により、影響をおよぼす河川ならびに製造・貯蔵施設がないことから、想定される外部人為事象としてダム崩壊及び爆発に対する設計上の考慮は不要となる。
有毒ガス	安全性が損なわれた場合に公衆に対して過度な放射線被ばくを及ぼす恐れのある、コンクリートセル(給排気弁含む)及び試料ピットの安全機能の維持・確保は、運転員の操作を要するものではないことから、想定される外部人為事象として有毒ガスに対する設計上の考慮は不要となる。

## 参考資料2 第2棟における自然現象、外部人為事象等の評価一覧 (5/5)

### その他

事象	評価概要
外部火災	<p>(森林火災) 発火源を国道6号線からと想定して、森林火災シミュレーション(FARSITE)による結果により、森林火災による輻射熱が第2棟外壁コンクリートの許容温度以下であるため、施設の安全性は損なわれない。</p> <p>(産業施設の火災・爆発) 産業施設の火災・爆発による影響が無いため、施設の安全性は損なわれない。</p> <p>(航空機落下による火災) 第2棟周辺に航空機の落下確率を考慮した標的面積を算出し、航空機積載燃料からの火災による輻射熱が第2棟外壁コンクリートの許容温度以下であるため、施設の安全性は損なわれない。</p>
内部火災	<p>(火災の発生防止) 第2棟の主要構造部、支持構造物及び防護対象施設は可能な限り不燃性材料又は難燃性材料を使用する設計であり、自然現象(地震・落雷等)による火災発生を防止するため、適切な耐震クラスの設定や避雷針・遮断器・保護継電器を設置する。また、防護対象施設も同様に不燃性材料又は難燃性材料を使用するため、施設の安全性は損なわれない。</p> <p>(火災の検知及び消火) 第2棟は早期消火を実施できるように火災検知器を配備し、適切な距離間隔で消火設備(消火栓・消火器)を配備する。防護対象施設は、温度計ならびに消火設備(窒素ガス消火設備及び消火剤・乾燥砂)を設置するため、施設の安全性は損なわれない。</p> <p>(火災影響の軽減) 第2棟は関係法令に基づき防火区画を設け、消防設備と組み合わせることで火災の影響を軽減する設計とする。また、鉄筋コンクリート造であり、延焼を防止する設計であるため、施設の安全性は損なわれない。</p>
内部溢水	<p>安全性が損なわれた場合に公衆に対して過度な放射線被ばくを及ぼす恐れのある、コンクリートセル及び試料ピットは第2棟の1階に設置されており、セル周囲に対して最大の溢水源となる消火設備による放水を全量実施しても、水位は約0.4 mとなり水没しない。万が一、水没しても試料ピットの臨界評価は保守的に評価するため、水没状態で評価を実施しており、水没状態でも臨界には達せず、臨界防止機能は損なわれない。</p> <p>また、コンクリートセルはコンクリート造であり、放水によって破損する恐れはないため、遮蔽機能は損なわれない。</p> <p>コンクリートセル給排気弁は2階及び中地下1階に設置されているため、放水した水は階段等から流出し、中地下1階よりも低い地下1階レベルとなるため水没しない。また、空気作動のフェイルクローズ弁としているため、消火設備の放水によって、電気系または圧縮空気系の不具合が発生して負圧維持機能を喪失しても、自動的に弁が閉止し、構造による閉じ込め機能は損なわれない。</p>

上記のとおり、第2棟は、自然現象、外部人為事象等によって、施設の安全性が損なわれない設計であることを確認した。

# 参考資料 3-1 設計評価事故起因一覧 (1/3)

レベル1 頂上事象	レベル2 異常事象の定義	レベル3 具体的事象	レベル4				公衆被ばく線量			
			起因事象				除染係数等を見込まない場合 の公衆被ばく線量 (mSv)	除染係数等を見込んだ場合		
			発生タイミング	異常カテゴリ	No.	状況		除染係数等	公衆被ばく線量 (mSv)	
安全機能喪失により公衆の被ばく線量が5mSvを超える放射性物質等の放出事象	閉じ込め機能不全	コンクリートセルの閉じ込め機能不全	受入・払出時	地震	1	・輸送容器を20t天井クレーンで吊り上げ中に、Sクラス相当の地震が発生した状況を想定する。	180	建屋の除染係数 (DF10) コンクリートセルの除染係数 (DF10)	1.8	
					2	・輸送容器をコンクリートセルの天井ポート又はシールドドアに接続時、Sクラス相当の地震が発生した状況を想定する。				
					3	・輸送容器を20t天井クレーンで吊り上げ中に、20t天井クレーンの動力部が故障する状況を想定する。				
					4	・輸送容器を20t天井クレーンで吊り上げ中に、外部電源喪失が発生した状況を想定する。				
					5	・輸送容器を20t天井クレーンで吊り上げ中に、玉掛けの状態が不十分で、ワイヤロープが外れる状況を想定する。				
					6	・輸送容器を20t天井クレーンで吊り上げ中に、20t天井クレーンの操作を誤って、輸送容器をコンクリートセルに接触させる状況を想定する。				
					7	・輸送容器を天井ポートに接続し、燃料デブリ等を受け入れる際、PVCバッグの装着を誤る状況を想定する。				
			分析時	地震(地震に伴う火災を含む)	8	・Sクラス相当の地震の発生に伴い、可燃物が加熱機器に接触し、セル内で紙ウェスが燃える程度の火災が発生した状況に加えて、動的機器である給排気弁の単一故障が発生した場合を想定する。				
					設備故障	9				・セル・グローブボックス用換気空調設備の排風機の動力部故障を想定する。
						10				・圧縮空気設備の動力部が故障したことに伴うコンクリートセルの給排気弁の閉鎖操作不可を想定する。
						11				・外部電源喪失によるセル・グローブボックス用換気空調設備の排風機停止、圧縮空気設備、コンクリートセルの給排気弁の操作不可を想定する。
					人的過誤	12				・可燃物を加熱機器に誤って接触させ、セル内で紙ウェスが燃える程度の火災が発生した状況を想定する。
						13				・分析中に、薬品を誤って溢した状況を想定する。
						14				・背面遮蔽扉を誤って開放する状況を想定する。
		15	・窒素ガス消火設備の起動ボタンに誤って接触し起動させ、コンクリートセル内に消火ガスが噴射される状況を想定する。							
		移送時	地震	16	・保管容器をインセルクレーンで移送中に、Sクラス相当の地震が発生した状況を想定する。					
				17	・コンクリートセルから鉄セルへ燃料デブリ等を移送中に、Sクラス相当の地震が発生した状況を想定する。					
				設備故障	18	・保管容器をインセルクレーンで移送中に、インセルクレーンの動力部が故障することを想定する。				
					19	・保管容器をインセルクレーンで移送中に、外部電源喪失が発生した状況を想定する。				
					20	・保管容器とインセルクレーンの接続状態が不十分であり、保管容器が落下する可能性を想定する。				
				21	・2重の扉となっているセル間遮蔽扉(コンクリートセルNo.4-鉄セル間)を同時開放する状況を想定する。					
		分析時	地震(地震に伴う火災を含む)	22	・Sクラス相当の地震の発生に伴い鉄セルが損傷し、可燃物が加熱機器に接触したことにより紙ウェスが燃える程度の火災が発生した状況を想定する。					
				設備故障	23	・セル・グローブボックス用換気空調設備の排風機の動力部故障を想定する。				
					24	・外部電源喪失によるセル・グローブボックス用換気空調設備の排風機停止を想定する。				
					25	・圧縮空気設備の動力部が故障したことに伴う排気弁の閉鎖操作不可を想定する。				
				人的過誤	26	・可燃物を加熱機器に誤って接触させ、鉄セル内で紙ウェスが燃える程度の火災が発生した状況を想定する。				
					27	・窒素ガス消火設備の起動ボタンに誤って接触し起動させ、鉄セル内に消火ガスが噴射される状況を想定する。				
		移送時	28		・鉄セルからグローブボックスへ燃料デブリ等を移送中に、Sクラス相当の地震が発生した状況を想定する。					
			29	・外部電源喪失によるセル・グローブボックス用換気空調設備の排風機停止を想定する。						
			30	・2重の扉となっている移送扉(鉄セル-グローブボックス間)を同時開放する状況を想定する。						
		グローブボックスの閉じ込め機能不全	分析時	地震(地震に伴う火災を含む)	31	・Sクラス相当の地震の発生に伴いグローブボックスが損傷し、可燃物が加熱機器に接触したことにより紙ウェスが燃える程度の火災が発生した状況を想定する。				
					設備故障	32				・セル・グローブボックス用換気空調設備の排風機の動力部故障を想定する。
						33				・外部電源喪失によるセル・グローブボックス用換気空調設備の排風機停止を想定する。
						34				・分析装置により生じた熱又は火花等が可燃物に接触し、グローブボックス内で紙ウェスが燃える程度の火災が発生した状況を想定する。
			移送時	地震	35	・窒素ガス消火設備の起動ボタンに誤って接触し起動させ、グローブボックス内に消火ガスが噴射される状況を想定する。				
					36	・グローブボックスからフードへ燃料デブリ等を移送中に、Sクラス相当の地震が発生した状況を想定する。				
					37	—				
					38	・2重の扉となっている移送扉(グローブボックス-フード間)を同時開放する状況を想定する。				

# 参考資料 3-1 設計評価事故起因一覧 (2/3)

レベル1 頂上事象	レベル2 異常事象の定義	レベル3 具体的事象	レベル4 起回事象				公衆被ばく線量		
			発生タイミング	異常カテゴリ	No.	状況	除染係数等を見込まない場合 の公衆被ばく線量 (mSv)	除染係数等 を見込んだ場合	公衆被ばく線量 (mSv)
安全機能喪失により公衆の被ばく線量が5mSvを超える放射性物質等の放出事象	閉じ込め機能不全	フードの閉じ込め機能(風速維持)不全	分析時	地震	39	・Sクラス相当の地震により、フード用換気空調設備、フードの風速維持機能、外部電源が喪失した状態を想定する。	2.7×10 <sup>-4</sup>	建屋の除染係数 (DF10)	2.7×10 <sup>-5</sup>
				設備故障	40	・フード用換気空調設備の排風機の動力部故障を想定する。			
				人的過誤	41	・外部電源喪失によるフード用換気空調設備の排風機停止を想定する。			
			移送時	地震	42	・フード窓を大きく開放したことにより、規定の風速が得られていない状態を想定する。			
				設備故障	43	—			
				人的過誤	44	—			
		液体廃棄物一時貯留設備の閉じ込め機能不全	払出時	地震	46	・Sクラス相当の地震による液体廃棄物一時貯留設備の損傷を想定する。	7.4×10 <sup>-5</sup>	建屋の除染係数 (DF10)	7.4×10 <sup>-6</sup>
				設備故障	47	・液体廃棄物の払出中に、移送ポンプの動力部故障を想定する。			
				人的過誤	48	・液体廃棄物の払出中に、外部電源喪失が発生し、液位計、移送ポンプが使用できなくなる状態を想定する。			
				人的過誤	49	・液体廃棄物の払出しの際に使用するタンクローリーとの接続が不十分で、隙間が生じることを想定する。			
			一時保管時	地震	50	・液体廃棄物の払出時に、タンクローリーの容量を超えた液体廃棄物を移送ポンプで送水する状態を想定する。	7.4×10 <sup>-5</sup>	建屋の除染係数 (DF10)	7.4×10 <sup>-6</sup>
				設備故障	51	・Sクラス相当の地震による液体廃棄物一時貯留設備の損傷を想定する。			
				人的過誤	52	・移送ポンプの動力部故障を想定する。			
				人的過誤	53	・液体廃棄物を廃液受槽から別の廃液受槽へ移送中に、液位計が故障する状態を想定する。			
	建屋の遮蔽機能不全	払出時	地震	54	・液体廃棄物一時保管中に、外部電源喪失が発生した状態を想定する。				
			設備故障	55	・タンクローリーが接続されていない状態で、誤って移送ポンプを稼働させ、液体廃棄物を送水することを想定する。				
			人的過誤	56	・液体廃棄物一時貯留設備のサンプリング口を開けたままの状態を想定する。				
		一時保管時	地震	57	・液位計を十分確認せず、液体廃棄物を横間移動する状態を想定する。	7.4×10 <sup>-5</sup>	建屋の除染係数 (DF10)	7.4×10 <sup>-6</sup>	
			人的過誤	58	—				
	遮蔽機能不全	コンクリートセルの遮蔽機能不全	払出時	地震	59	—			
				設備故障	60	—			
				人的過誤	61	・Sクラス相当の地震が発生した状態を想定する。			
			一時保管時	地震	62	—			
				設備故障	63	—			
				人的過誤	64	—			
		鉄セルの遮蔽機能不全	分析時	地震	65	—			
				設備故障	66	—			
				人的過誤	67	—			
移送時			地震	68	—				
			人的過誤	69	—				
試料ピットの遮蔽機能不全		受入・払出時	地震	70	・Sクラス相当の地震の発生に伴い、可燃物が加熱機器に接触し、セル内で紙ウェスが燃える程度の火災が発生した状況に加えて、動的機器である給排気弁の単一故障が発生した場合を想定する。				
			設備故障	71	—				
			人的過誤	72	・誤って背面遮蔽扉又は天井ポートを開放することを想定する。				
	鉄セルの遮蔽機能不全	分析時	地震	73	—				
			設備故障	74	—				
			人的過誤	75	—				
		移送時	地震	76	・試料ピットに燃料デブリ等を一時保管中に、Sクラス相当の地震が発生した状態を想定する。				
			人的過誤	77	—				
鉄セルの遮蔽機能不全	分析時	地震(地震に伴う火災を含む)	79	・Sクラス相当の地震の発生に伴い鉄セルが損傷し、可燃物が加熱機器に接触したことにより紙ウェスが燃える程度の火災が発生した状態を想定する。	5.3×10 <sup>-2</sup>	建屋(壁コンクリート、天井コンクリート)	3.1×10 <sup>-7</sup>		
		設備故障	80	—					
		人的過誤	81	—					
	移送時	地震	82	—					
		設備故障	83	—					
		人的過誤	84	—					

# 参考資料 3-1 設計評価事故起因一覧 (3/3)

レベル1 頂上事象	レベル2 異常事象の定義	レベル3 具体的事象	レベル4 起因事象				公衆被ばく線量	
			発生タイミング	異常カテゴリ	No.	状況	除染係数等を見込まない場合 の公衆被ばく線量 (mSv)	除染係数等を見込んだ場合 の公衆被ばく線量 (mSv)
安全機能喪失により公衆の被ばく線量が5mSvを超える放射性物質等の放出事象	臨界防止機能喪失	コンクリートセルの臨界防止機能喪失	受入・払出時	地震	85	・地震による重量測定器の損傷を想定する。		
				設備故障	86	・重量測定器の誤作動による表示値の相違からの最大取扱量の超過を想定する。		
					87	・重量測定器の表示値を読み間違えることによる最大取扱量の超過を想定する。		
				人的過誤	88	・コンクリートセル内に燃料デブリ等が存在する状態で、コンクリートセル外から燃料デブリ等を受け入れることを想定する(二重装荷)。		
					89	・コンクリートセル内に燃料デブリ等が存在する状態で、誤って保管容器を取り出すことを想定する(二重装荷)。		
					90	—		
			分析時	地震	91	—		
				設備故障	92	—		
				人的過誤	93	—		
			移送時	地震	94	・地震による重量測定器の損傷を想定する。		
				設備故障	95	・重量測定器の誤作動による表示値の相違からの最大取扱量の超過を想定する。		
					96	・試料容器又は収納容器のIDを読み間違え、制限を超える燃料デブリ等を移送することを想定する(二重装荷)。		
		人的過誤		97	・重量測定器の表示値を読み間違えることによる最大取扱量の超過を想定する。			
				98	・試料ピットに燃料デブリ等を一時保管中に、Sクラス相当の地震が発生した状況を想定する。			
	99	・重量測定器の誤作動による表示値の相違からの最大取扱量の超過を想定する。						
一時保管時	設備故障	100	・誤って保管容器に制限以上の燃料デブリ等を収納し、最大取扱量を超えることを想定する(二重装荷)。					
	人的過誤	101	・試料容器又は収納容器のIDを読み間違え、制限を超える燃料デブリ等を収納することを想定する(二重装荷)。					
		102	・試料ピットに保管容器を誤って制限数以上収納する状況を想定する。					
		103	—					

## 参考資料 3-2 設計評価事故時における公衆被ばく線量の評価 (1/8)

### 起回事象No.8

#### ◆ 想定事象

・加熱機器を使用している際に、Sクラス相当の地震が発生、さらに、地震に伴って可燃物が加熱機器に接触し、セル内で紙ウェスが燃える程度の火災が発生した状況を想定。地震により、セル・グローブボックス用換気空調設備、圧縮空気設備、消火設備が損傷し、コンクリートセルの負圧維持機能、圧縮空気、外部電源及び消火機能が喪失した状態を想定。

#### ◆ 放射性物質の放出経路

・コンクリートセルNo.4における燃料デブリ等 XXXXXXXXXX の切断時に地震が発生し、その後、火災が発生したことを想定。  
 ・切断時に発生する粉体（約 $7.0 \times 10^{12}$ Bq）について、切断時の飛散1%（既存使用施設で同様な評価に用いている移行率※1）と火災に伴う飛散0.6%※2を合わせた1.6%（トリチウム、希ガス、ヨウ素等の揮発性・ガス状の放射性物質は100%）が気相に移行。  
 ・気相に移行した放射性物質は、排気系統を通じてではなく、直接、室内に放出され、更に室内から建屋外へ地上放出され、敷地境界に達したと想定。

#### ◆ 除染係数

・コンクリートセル及び建屋について、除染係数（DF）として10を考慮する※3。  
 ・なお、揮発性・ガス状の放射性物質については、除染係数を考慮しない。

#### ◆ 放出された放射能

・建屋外に放出された放射能 →  $9.6 \times 10^9$ Bqと評価。

#### ◆ 放射性物質の大気拡散

・「発電用原子炉施設の安全解析に関する気象指針」に従い、地上放出によって敷地境界に達する場合の相対濃度 →  $3.2 \times 10^{-7}$  h/m<sup>3</sup>と評価。



#### ◆ 線量評価結果

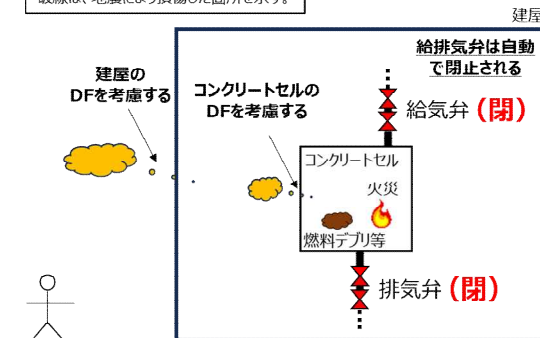
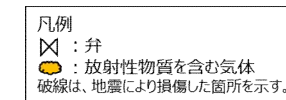
・「発電用軽水型原子炉施設の安全評価に関する審査指針」を参考に求めた呼吸摂取による内部被ばく線量 → 約1.8mSv

※1 燃料デブリ切断時の粉体から気相への放射性物質の移行率1%（日本原子力学会「ホットラボの設計と管理」）

※2 火災に伴う粉体から気相への放射性物質の移行率0.6%（“Nuclear Fuel Cycle Facility Accident Analysis Handbook”、NUREG/CR-6410）

※3 コンクリートセル及び建屋の除染係数として10を考慮。

Elizabeth M.Flew, et al. "Assessment of the Potential Release of Radioactivity from Installations at AERE, Harwell. Implications for Emergency Planning". Handling of Radiation Accidents. International Atomic Energy Agency. Vienna, 1969, IAEA-SM-119/7



建屋外への放出量

核種	放出量 [Bq]
Pu-238	$7.5 \times 10^7$
Pu-239	$5.4 \times 10^6$
Pu-240	$9.7 \times 10^6$
Pu-241	$7.5 \times 10^8$
Am-241	$4.0 \times 10^7$
Am-242m	$1.4 \times 10^6$
Cm-243	$7.7 \times 10^5$
Cm-244	$1.0 \times 10^7$
その他	$8.7 \times 10^9$
合計	$9.6 \times 10^9$

「その他」以外の核種が全体の実効線量のうち約99%を占める。

「その他」の主な核種

核種	放出量 [Bq]
Sb-125	$3.7 \times 10^9$
Te-125m	$1.4 \times 10^9$
Kr-85	$3.2 \times 10^9$
H-3	$3.3 \times 10^8$



## 参考資料 3-2 設計評価事故時における公衆被ばく線量の評価 (2/8)

### 起回事象No.22

#### ◆想定事象

・加熱機器を使用している際に、Sクラス相当の地震が発生し鉄セルが損傷、さらに、地震に伴って可燃物が加熱機器に接触したことにより紙ウェスが燃える程度の火災が発生した状況を想定する。地震により、セル・グローブボックス用換気空調設備、圧縮空気設備、消火設備が損傷し、鉄セルの負圧維持機能、圧縮空気、外部電源及び消火機能が喪失した状態を想定する。

#### ◆放射性物質の放出経路

・鉄セルにおける燃料デブリ等 ████████ の取扱い時に地震が発生し、その後、火災が発生したことを想定する。なお、鉄セルにおいては燃料デブリ等の切断を行わないが、保守的な評価として、気相への放射性物質の移行率は、燃料デブリ等切断時の値を使用する。  
 ・切断時に発生する粉体（約 $2.0 \times 10^{11}$ Bq）について、切断時の飛散1%（既存使用施設で同様な評価に用いている移行率※1）と火災に伴う飛散0.6%※2を合わせた1.6%（トリチウム、希ガス、ヨウ素等の揮発性・ガス状の放射性物質は100%）が気相に移行する。  
 ・気相に移行した放射性物質は、排気系統を通じてではなく、直接、室内に放出され、更に室内から建屋外へ地上放出され、敷地境界に達したと想定する。

#### ◆除染係数

・建屋について、除染係数（DF）として10を考慮する※3。  
 ・なお、揮発性・ガス状の放射性物質については、除染係数を考慮しない。

#### ◆放出された放射能

・建屋外に放出された放射能 →  $4.8 \times 10^8$ Bqと評価。

#### ◆放射性物質の大気拡散

・「発電用原子炉施設の安全解析に関する気象指針」に従い、地上放出によって敷地境界に達する場合の相対濃度 →  $3.2 \times 10^{-7}$  h/m<sup>3</sup>と評価。



#### ◆線量評価結果

・「発電用軽水型原子炉施設の安全評価に関する審査指針」を参考に求めた呼吸摂取による内部被ばく線量 → 約 $4.4 \times 10^{-1}$ mSv

※1 燃料デブリ切断時の粉体から気相への放射性物質の移行率1%（日本原子力学会「ホットラボの設計と管理」）

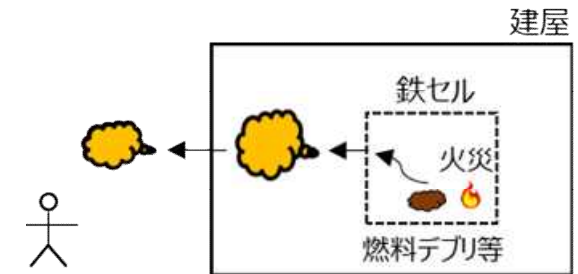
※2 火災に伴う粉体から気相への放射性物質の移行率0.6%（“Nuclear Fuel Cycle Facility Accident Analysis Handbook”、NUREG/CR-6410）

※3 建屋の除染係数として10を考慮。

Elizabeth M.Flew, et al.“Assessment of the Potential Release of Radioactivity from Installations at AERE, Harwell. Implications for Emergency Planning”. Handling of Radiation Accidents. International Atomic Energy Agency. Vienna, 1969, IAEA-SM-119/7

凡例

☁️：放射性物質を含む気体  
 破線は、地震により損傷した箇所を示す。



建屋外への放出量

核種	放出量 [Bq]
Pu-238	$1.9 \times 10^7$
Pu-239	$1.4 \times 10^6$
Pu-240	$2.4 \times 10^6$
Pu-241	$1.9 \times 10^8$
Am-241	$1.0 \times 10^7$
Am-242m	$3.4 \times 10^5$
Cm-244	$2.6 \times 10^6$
その他	$2.6 \times 10^8$
合計	$4.8 \times 10^8$

「その他」以外の核種が全体の実効線量のうち約99%を占める。

「その他」の主な核種

核種	放出量 [Bq]
Sb-125	$9.1 \times 10^7$
Kr-85	$8.0 \times 10^7$
Te-125m	$3.4 \times 10^7$
H-3	$8.3 \times 10^6$

## 参考資料 3-2 設計評価事故時における公衆被ばく線量の評価 (3/8)

### 起回事象No.28

#### ◆ 想定事象

・鉄セルからグローブボックスへ燃料デブリ等を移送中に、Sクラス相当の地震が発生した状況を想定する。

#### ◆ 放射性物質の放出経路

・鉄セルにおける燃料デブリ等 ████████ の取扱い時に地震が発生したことを想定する。なお、鉄セルにおいては燃料デブリ等の切断を行わないが、保守的な評価として、気相への放射性物質の移行率は、燃料デブリ等切断時の値を使用する。

・切断時に発生する粉体（約 $2.0 \times 10^{11}$ Bq）について、切断時の飛散1%（トリチウム、希ガス、ヨウ素等の揮発性・ガス状の放射性物質は100%）が気相に移行する（既存使用施設で同様な評価に用いている移行率※1）。

・気相に移行した放射性物質は、排気系統を通じてではなく、直接、室内に放出され、更に室内から建屋外へ地上放出され、敷地境界に達したと想定する。

#### ◆ 除染係数

・建屋について、除染係数（DF）として10を考慮する※2。

・なお、揮発性・ガス状の放射性物質については、除染係数を考慮しない。

#### ◆ 放出された放射能

・建屋外に放出された放射能 →  $3.8 \times 10^8$ Bqと評価。

#### ◆ 放射性物質の大気拡散

・「発電用原子炉施設の安全解析に関する気象指針」に従い、地上放出によって敷地境界に達する場合の相対濃度 →  $3.2 \times 10^{-7}$  h/m<sup>3</sup>と評価。



#### ◆ 線量評価結果

・「発電用軽水型原子炉施設の安全評価に関する審査指針」を参考に求めた呼吸摂取による内部被ばく線量 → 約 $2.7 \times 10^{-1}$ mSv

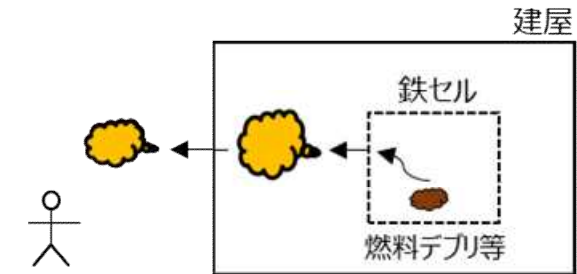
※1 燃料デブリ切断時の粉体から気相への放射性物質の移行率1%（日本原子力学会「ホットラボの設計と管理」）

※2 建屋の除染係数として10を考慮。

Elizabeth M.Flew, et al. "Assessment of the Potential Release of Radioactivity from Installations at AERE, Harwell. Implications for Emergency Planning". Handling of Radiation Accidents. International Atomic Energy Agency, Vienna, 1969, IAEA-SM-119/7

凡例

☁️ : 放射性物質を含む気体  
破線は、地震により損傷した箇所を示す。



建屋外への放出量

核種	放出量 [Bq]
Pu-238	$1.2 \times 10^7$
Pu-239	$8.4 \times 10^5$
Pu-240	$1.5 \times 10^6$
Pu-241	$1.2 \times 10^8$
Am-241	$6.2 \times 10^6$
Am-242m	$2.1 \times 10^5$
Cm-244	$1.6 \times 10^6$
その他	$2.4 \times 10^8$
合計	$3.8 \times 10^8$

「その他」以外の核種が全体の実効線量のうち約99%を占める。

「その他」の主な核種

核種	放出量 [Bq]
Sb-125	$9.1 \times 10^7$
Kr-85	$8.0 \times 10^7$
Te-125m	$3.4 \times 10^7$
H-3	$8.3 \times 10^6$

## 参考資料 3-2 設計評価事故時における公衆被ばく線量の評価 (4/8)

### 起回事象No.31

#### ◆想定事象

・加熱機器を使用している際に、Sクラス相当の地震が発生しグローブボックスが損傷、さらに、地震に伴って可燃物が加熱機器に接触したことにより紙ウェスが燃える程度の火災が発生した状況を想定する。地震により、セル・グローブボックス用換気空調設備、消火設備が損傷し、グローブボックスの負圧維持機能、外部電源及び消火機能が喪失した状態を想定する。

#### ◆放射性物質の放出経路

・グローブボックスにおける燃料デブリ等 ████████ の取扱い時に地震が発生し、その後、火災が発生したことを想定する。なお、グローブボックスにおいては燃料デブリ等の切断を行わないが、保守的な評価として、気相への放射性物質の移行率は、燃料デブリ等切断時の値を使用する。  
 ・切断時に発生する粉体（約 $2.0 \times 10^7$ Bq）について、切断時の飛散1%（既存使用施設で同様な評価に用いている移行率※1）と火災に伴う飛散0.6%※2を合わせた1.6%（トリチウム、希ガス、ヨウ素等の揮発性・ガス状の放射性物質は100%）が気相に移行する。  
 ・気相に移行した放射性物質は、排気系統を通じてではなく、直接、室内に放出され、更に室内から建屋外へ地上放出され、敷地境界に達したと想定する。

#### ◆除染係数

・建屋について、除染係数（DF）として10を考慮する※3。  
 ・なお、揮発性・ガス状の放射性物質については、除染係数を考慮しない。

#### ◆放出された放射能

・建屋外に放出された放射能 →  $4.8 \times 10^4$ Bqと評価。

#### ◆放射性物質の大気拡散

・「発電用原子炉施設の安全解析に関する気象指針」に従い、地上放出によって敷地境界に達する場合の相対濃度 →  $3.2 \times 10^{-7}$  h/m<sup>3</sup>と評価。



#### ◆線量評価結果

・「発電用軽水型原子炉施設の安全評価に関する審査指針」を参考に求めた呼吸摂取による内部被ばく線量 → 約 $4.4 \times 10^{-5}$ mSv

※1 燃料デブリ切断時の粉体から気相への放射性物質の移行率1%（日本原子力学会「ホットラボの設計と管理」）

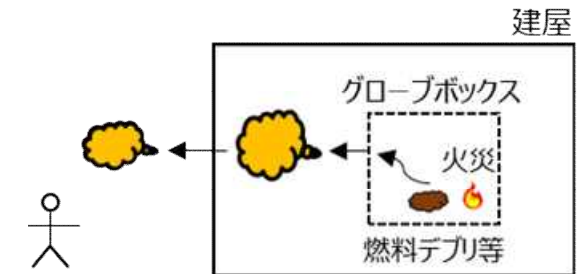
※2 火災に伴う粉体から気相への放射性物質の移行率0.6%（“Nuclear Fuel Cycle Facility Accident Analysis Handbook”、NUREG/CR-6410）

※3 建屋の除染係数として10を考慮。

Elizabeth M.Flew, et al.“Assessment of the Potential Release of Radioactivity from Installations at AERE, Harwell. Implications for Emergency Planning”. Handling of Radiation Accidents. International Atomic Energy Agency. Vienna, 1969, IAEA-SM-119/7

凡例

☁️：放射性物質を含む気体  
 破線は、地震により損傷した箇所を示す。



建屋外への放出量

核種	放出量 [Bq]
Pu-238	$1.9 \times 10^3$
Pu-239	$1.4 \times 10^2$
Pu-240	$2.4 \times 10^2$
Pu-241	$1.9 \times 10^4$
Am-241	$1.0 \times 10^3$
Am-242m	$3.4 \times 10^1$
Cm-244	$2.6 \times 10^2$
その他	$2.6 \times 10^4$
合計	$4.8 \times 10^4$

「その他」以外の核種が全体の実効線量のうち約99%を占める。

「その他」の主な核種

核種	放出量 [Bq]
Sb-125	$9.1 \times 10^3$
Kr-85	$8.0 \times 10^3$
Te-125m	$3.4 \times 10^3$
H-3	$8.3 \times 10^2$

## 参考資料 3-2 設計評価事故時における公衆被ばく線量の評価 (5/8)

### 起回事象No.36

#### ◆想定事象

- ・グローブボックスからフードへ燃料デブリ等を移送中に、Sクラス相当の地震が発生した状況を想定する。

#### ◆放射性物質の放出経路

- ・グローブボックスにおける燃料デブリ等 ████████ の取扱い時に地震が発生したことを想定する。なお、グローブボックスにおいては燃料デブリ等の切断を行わないが、保守的な評価として、気相への放射性物質の移行率は、燃料デブリ等切断時の値を使用する。
- ・切断時に発生する粉体（約 $2.0 \times 10^7$ Bq）について、切断時の飛散1%（トリチウム、希ガス、ヨウ素等の揮発性・ガス状の放射性物質は100%）が気相に移行する（既存使用施設で同様な評価に用いている移行率※1）。
- ・気相に移行した放射性物質は、排気系統を通じてではなく、直接、室内に放出され、更に室内から建屋外へ地上放出され、敷地境界に達したと想定する。

#### ◆除染係数

- ・建屋について、除染係数（DF）として10を考慮する※2。
- ・なお、揮発性・ガス状の放射性物質については、除染係数を考慮しない。

#### ◆放出された放射能

- ・建屋外に放出された放射能 →  $3.8 \times 10^4$ Bqと評価。

#### ◆放射性物質の大気拡散

- ・「発電用原子炉施設の安全解析に関する気象指針」に従い、地上放出によって敷地境界に達する場合の相対濃度 →  $3.2 \times 10^{-7}$  h/m<sup>3</sup>と評価。



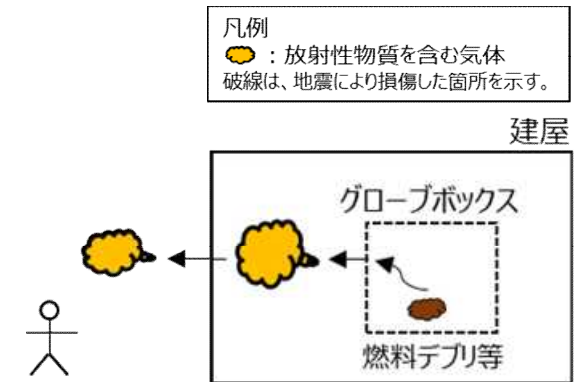
#### ◆線量評価結果

- ・「発電用軽水型原子炉施設の安全評価に関する審査指針」を参考に求めた呼吸摂取による内部被ばく線量 → 約 $2.7 \times 10^{-5}$ mSv

※1 燃料デブリ切断時の粉体から気相への放射性物質の移行率1%（日本原子力学会「ホットラボの設計と管理」）

※2 建屋の除染係数として10を考慮。

Elizabeth M.Flew, et al. "Assessment of the Potential Release of Radioactivity from Installations at AERE, Harwell. Implications for Emergency Planning". Handling of Radiation Accidents. International Atomic Energy Agency. Vienna, 1969. IAEA-SM-119/7



建屋外への放出量

核種	放出量 [Bq]
Pu-238	$1.2 \times 10^3$
Pu-239	$8.4 \times 10^1$
Pu-240	$1.5 \times 10^2$
Pu-241	$1.2 \times 10^4$
Am-241	$6.2 \times 10^2$
Am-242m	$2.1 \times 10^1$
Cm-244	$1.6 \times 10^2$
その他	$2.4 \times 10^4$
合計	$3.8 \times 10^4$

「その他」以外の核種が全体の実効線量のうち約99%を占める。

「その他」の主な核種

核種	放出量 [Bq]
Sb-125	$9.1 \times 10^3$
Kr-85	$8.0 \times 10^3$
Te-125m	$3.4 \times 10^3$
H-3	$8.3 \times 10^2$



## 参考資料 3-2 設計評価事故時における公衆被ばく線量の評価 (6/8)

### 起回事象No.39

#### ◆想定事象

・Sクラス相当の地震により、フード用換気空調設備、フードの風速維持機能、外部電源が喪失した状況を想定する。

#### ◆放射性物質の放出経路

- ・フードにおける燃料デブリ等 [ ] の取扱い時に地震が発生したことを想定する。なお、フードにおいては燃料デブリ等の切断を行わないが、保守的な評価として、気相への放射性物質の移行率は、燃料デブリ等切断時の値を使用する。
- ・切断時に発生する粉体（約 $2.0 \times 10^7$ Bq）について、切断時の飛散1%（トリチウム、希ガス、ヨウ素等の揮発性・ガス状の放射性物質は100%）が気相に移行する（既存使用施設で同様な評価に用いている移行率※1）。
- ・気相に移行した放射性物質は、排気系統を通じてではなく、直接、室内に放出され、更に室内から建屋外へ地上放出され、敷地境界に達したと想定する。

#### ◆除染係数

- ・建屋について、除染係数（DF）として10を考慮する※2。
- ・なお、揮発性・ガス状の放射性物質については、除染係数を考慮しない。

#### ◆放出された放射能

・建屋外に放出された放射能 →  $3.8 \times 10^4$ Bqと評価。

#### ◆放射性物質の大気拡散

- ・「発電用原子炉施設の安全解析に関する気象指針」に従い、地上放出によって敷地境界に達する場合の相対濃度 →  $3.2 \times 10^{-7}$  h/m<sup>3</sup>と評価。



#### ◆線量評価結果

- ・「発電用軽水型原子炉施設の安全評価に関する審査指針」を参考に求めた呼吸摂取による内部被ばく線量 → 約 $2.7 \times 10^{-5}$ mSv

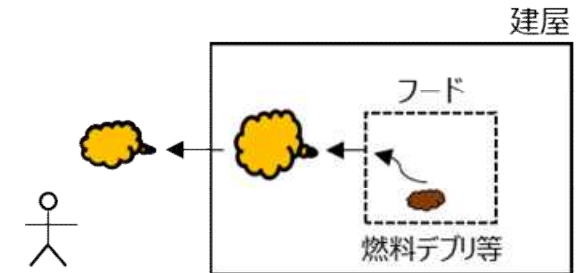
※1 燃料デブリ切断時の粉体から気相への放射性物質の移行率1%（日本原子力学会「ホットラボの設計と管理」）

※2 建屋の除染係数として10を考慮。

Elizabeth M.Flew, et al."Assessment of the Potential Release of Radioactivity from Installations at AERE, Harwell. Implications for Emergency Planning". Handling of Radiation Accidents. International Atomic Energy Agency. Vienna, 1969. IAEA-SM-119/7

凡例

☁️：放射性物質を含む気体  
破線は、地震により損傷した箇所を示す。



建屋外への放出量

核種	放出量 [Bq]
Pu-238	$1.2 \times 10^3$
Pu-239	$8.4 \times 10^1$
Pu-240	$1.5 \times 10^2$
Pu-241	$1.2 \times 10^4$
Am-241	$6.2 \times 10^2$
Am-242m	$2.1 \times 10^1$
Cm-244	$1.6 \times 10^2$
その他	$2.4 \times 10^4$
合計	$3.8 \times 10^4$

「その他」以外の核種が全体の実効線量のうち約99%を占める。

「その他」の主な核種

核種	放出量 [Bq]
Sb-125	$9.1 \times 10^3$
Kr-85	$8.0 \times 10^3$
Te-125m	$3.4 \times 10^3$
H-3	$8.3 \times 10^2$

## 参考資料 3-2 設計評価事故時における公衆被ばく線量の評価 (7/8)

### 起回事象No.51

#### ◆ 想定事象

- ・Sクラス相当の地震による液体廃棄物一時貯留設備の損傷を想定する（一時保管時）。

#### ◆ 放射性物質の放出経路

- ・液体廃棄物一時貯留設備における燃料デブリ等 ████████ の液体廃棄物の一時保管時に地震が発生したことを想定する。
- ・液体廃棄物（約 $3.0 \times 10^8 \text{Bq}$ ）について、3mの高さから液体を流下させた場合の飛散0.02%が気相に移行する<sup>※1</sup>。
- ・気相に移行した放射性物質は、排気系統を通じてではなく、直接、室内に放出され、更に室内から建屋外へ地上放出され、敷地境界に達したと想定する。

#### ◆ 除染係数

- ・建屋について、除染係数（DF）として10を考慮する<sup>※2</sup>。
- ・なお、揮発性・ガス状の放射性物質については、除染係数を考慮しない。

#### ◆ 放出された放射能

- ・建屋外に放出された放射能 →  $1.8 \times 10^5 \text{Bq}$ と評価。

#### ◆ 放射性物質の大気拡散

- ・「発電用原子炉施設の安全解析に関する気象指針」に従い、地上放出によって敷地境界に達する場合の相対濃度 →  $3.2 \times 10^{-7} \text{h/m}^3$ と評価。



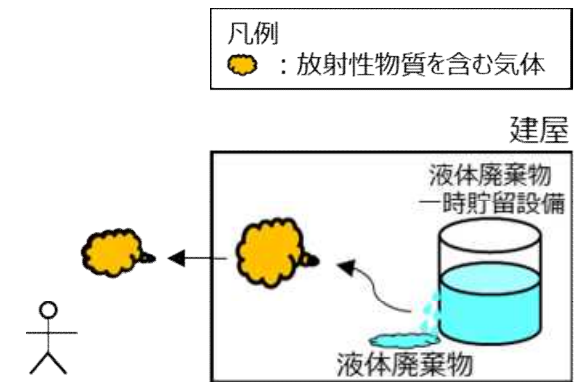
#### ◆ 線量評価結果

- ・「発電用軽水型原子炉施設の安全評価に関する審査指針」を参考に求めた呼吸摂取による内部被ばく線量 → 約 $7.4 \times 10^{-6} \text{mSv}$

※1 流体を3mの高さから流下させた場合の気相への移行率0.02%  
Nuclear Fuel Cycle Facility Accident Analysis Handbook、NUREG/CR-6410、(1998)。

※2 建屋の除染係数として10を考慮。

Elizabeth M.Flew, et al."Assessment of the Potential Release of Radioactivity from Installations at AERE、Harwell. Implications for Emergency Planning". Handling of Radiation Accidents. International Atomic Energy Agency. Vienna, 1969. IAEA-SM-119/7



建屋外への放出量

核種	放出量 [Bq]
Pu-238	$3.1 \times 10^2$
Pu-239	$2.2 \times 10^1$
Pu-240	$4.0 \times 10^1$
Pu-241	$3.1 \times 10^3$
Am-241	$1.7 \times 10^2$
Am-242m	$5.6 \times 10^0$
Cm-244	$4.3 \times 10^1$
Sb-125	$1.2 \times 10^5$
Te-125m	$4.5 \times 10^4$
その他	$1.2 \times 10^4$
合計	$1.8 \times 10^5$

「その他」以外の核種が全体の実効線量のうち約99%を占める。

「その他」の主な核種

核種	放出量 [Bq]
H-3	$1.1 \times 10^4$



## 参考資料 3-2 設計評価事故時における公衆被ばく線量の評価 (8/8)

### 起回事象No.79

#### ◆想定事象

・加熱機器を使用している際に、Sクラス相当の地震が発生し鉄セルが損傷、さらに、地震に伴って可燃物が加熱機器に接触したことにより、鉄セル内で紙ウェスが燃える程度の火災が発生した状況を想定する。地震により、セル・グローブボックス用換気空調設備、圧縮空気設備、消火設備が損傷し、鉄セルの負圧維持機能、圧縮空気、外部電源及び消火機能が喪失した状態を想定する。

#### ◆評価方法

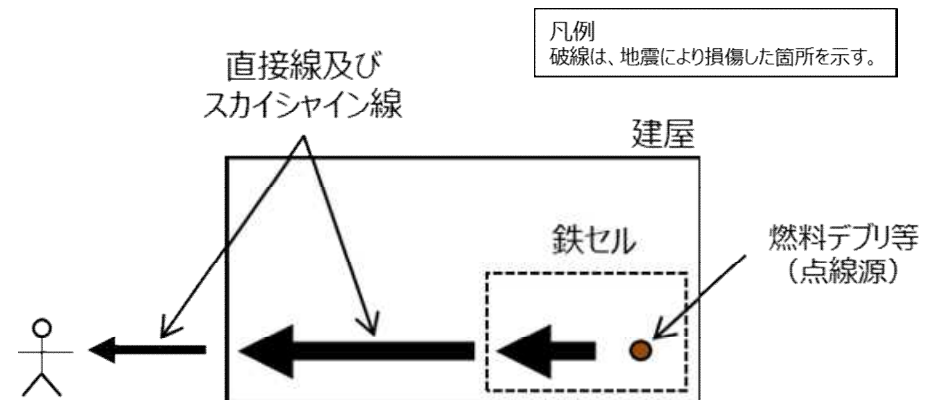
・建屋の遮蔽機能が見込め、燃料デブリ等 [ ] から直接線・スカイシャイン線が敷地境界に達したと想定する。  
 ・第2棟における各取扱場所に応じた線源強度及び線源形状を設定する。  
 ・線源や遮蔽体のモデル化を行い、計算コードを用いて評価を行う。  
 ・計算コードはANISN（一次元輸送計算コード）及びG33-GP2R（一回散乱γ線計算コード）を使用する。

#### ◆計算条件

・建屋 [ ] を遮蔽として見込む。  
 ・遮蔽機能を見込む建屋の材質及び密度は、普通コンクリート（ $2.1\text{g/cm}^3$ ）とする。  
 ・評価する外部被ばく線量は、7日間とする。  
 ・鉄セルにおける線源強度及び形状を以下に示す。

鉄セルでの線源強度及び形状

取扱場所	取扱量	線源強度	線源形状
鉄セル	燃料デブリ等： [ ]	$2.3 \times 10^{11}\text{Bq}$	点線源



#### ◆線量評価結果

・敷地境界における7日間の外部被ばく線量 → 約 $3.1 \times 10^{-7}\text{mSv}$

## 参考資料4 安全上重要な施設の選定に係る公衆への被ばく影響評価（1/2）

閉じ込め機能又は遮蔽機能を喪失した際の公衆への被ばく影響を評価し、第2棟における安全上重要な施設を選定する。評価に当たっては、第2棟のSs900等に対する耐震性を鑑み、以下の安全機能を考慮して、第2棟の各設備における閉じ込め機能又は遮蔽機能喪失時の公衆への被ばく影響を評価した。

- ・閉じ込め機能：換気空調設備による負圧維持機能が喪失するため、放射性物質が外部に放出することを想定する。なお、おおむね弾性状態（スケルトンカーブの第2折れ点以下）にとどまることから、コンクリートセル及び建屋の除染係数として気体状の放射性物質を除き、各々 $10^{*3}$ を見込めるものとして評価を行う。
- ・遮蔽機能：おおむね弾性状態（スケルトンカーブの第2折れ点以下）にとどまることから、建屋・コンクリートセルの遮蔽機能は保持されるものとして評価を行う。

設備名称	安全機能 <sup>*1</sup>	敷地境界線量評価の概要	安全機能喪失時の公衆被ばく影響
建屋	遮蔽	【外部被ばく】建屋の遮蔽機能が見込め、地下階に存在する固体廃棄物払出準備設備及び液体廃棄物一時貯留設備に含まれる放射性物質の放射能（それぞれ $2.3 \times 10^{10}$ Bq及び $2.4 \times 10^8$ Bq）から燃料デブリ重量に換算し、その直接線・スカイライン線が敷地境界に達したと想定する。 ・建屋の遮蔽を考慮する。 ・固体廃棄物払出準備設備及び液体廃棄物一時貯留設備は地下階に存在するため、土壌による遮蔽を考慮する。	$1.5 \times 10^{-11}$ mSv
コンクリートセル	閉じ込め	【内部被ばく】コンクリートセル内の試料調製時に発生する燃料デブリからの粉体の発生量を安全側に見積もり、粉体中の放射性物質がセル内の気相に移行 <sup>*2</sup> し、排気系統を通じてではなく、直接、セル周辺の室に放出され、さらに建屋から外部へ地上放出され、敷地境界に達したと想定する。 ・建屋、コンクリートセルの除染係数各々 $10^{*3}$ を考慮する。 【外部被ばく】建屋外に放出された放射性物質からの放射線（クラウドシャイン、グランドシャイン）による外部被ばく線量 <sup>*4</sup> は、建屋外に放出された放射性物質による内部被ばく線量と比べ十分小さい。	1.1 mSv
	遮蔽	【外部被ばく】コンクリートセルの遮蔽機能が見込め、燃料デブリ <sup>■</sup> からの直接線・スカイライン線が敷地境界に達したと想定する。 ・コンクリートセル及び建屋による遮蔽を考慮する。	$2.4 \times 10^{-4}$ mSv
試料ピット	遮蔽	【外部被ばく】試料ピットの遮蔽機能が見込め、燃料デブリ <sup>■</sup> からの直接線・スカイライン線が敷地境界に達したと想定する。 ・ <sup>■</sup> 建屋による遮蔽を考慮する。 ・試料ピットは地下階に存在するため、土壌による遮蔽を考慮する。	$2.6 \times 10^{-4}$ mSv

※1 遮蔽機能の喪失が継続する期間を7日間として評価した。

※2 燃料デブリ切断時の粉体から気相への放射性物質の移行率1%（日本原子力学会「ホットラボの設計と管理」）。Kr等の気体状の放射性物質は100%移行。

※3 コンクリートセル、建屋の除染係数として気体状の放射性物質を除き、各々10を考慮。鉄セル、グローブボックス、フード、廃液受槽については建屋の除染係数のみ考慮  
Elizabeth M.Flew, et al."Assessment of the Potential Release of Radioactivity from Installations at AERE, Harwell. Implications for Emergency Planning". Handling of Radiation Accidents. International Atomic Energy Agency, Vienna, 1969, IAEA-SM-119/7

※4 クラウドシャインについては気相へ移行した放射性物質が1時間で全て放出された想定で評価し、グランドシャインについては外部被ばくの期間を7日間として評価した。

## 参考資料 4 安全上重要な施設の選定に係る公衆への被ばく影響評価 (2/2)

設備名称	安全機能 <sup>※1</sup>	敷地境界線量評価の概要	安全機能喪失時の公衆被ばく影響
鉄セル	閉じ込め	<p>【内部被ばく】鉄セル内の燃料デブリ中の放射性物質の一部がセル内の気相に移行<sup>※3</sup>し、排気系統を通じてではなく、直接、セル周辺の室に放出され、さらに建屋から外部へ地上放出され、敷地境界に達したと想定する。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・建屋の除染係数10<sup>※4</sup>を考慮する。</li> </ul> <p>【外部被ばく】建屋外に放出された放射性物質からの放射線（クラウドシャイン、グランドシャイン）による外部被ばく線量<sup>※6</sup>は、建屋外に放出された放射性物質による内部被ばく線量と比べ十分小さい。</p>	2.7×10 <sup>-1</sup> mSv
	遮蔽	<p>【外部被ばく】鉄セルの遮蔽機能が喪失し、燃料デブリ<sup>■</sup>から直接線・スカイシャイン線が敷地境界に達したと想定する。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・建屋の遮蔽を考慮する。</li> </ul>	3.1×10 <sup>-7</sup> mSv
グローブボックス	閉じ込め	<p>【内部被ばく】グローブボックス内の燃料デブリ中の放射性物質の一部がグローブボックス内の気相に移行<sup>※3</sup>し、排気系統を通じてではなく、直接、グローブボックス周辺の室に放出され、さらに建屋から外部へ地上放出され、敷地境界に達したと想定する。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・建屋の除染係数10<sup>※4</sup>を考慮</li> </ul> <p>【外部被ばく】建屋外に放出された放射性物質からの放射線（クラウドシャイン、グランドシャイン）による外部被ばく線量<sup>※6</sup>は、建屋外に放出された放射性物質による内部被ばく線量と比べ十分小さい。</p>	2.7×10 <sup>-5</sup> mSv
フード	閉じ込め	<p>【内部被ばく】フード内の燃料デブリ中の放射性物質の一部がフード内の気相に移行<sup>※3</sup>し、排気系統を通じてではなく、直接、フード周辺の室に放出され、さらに建屋から外部へ地上放出され、敷地境界に達したと想定する。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・建屋の除染係数10<sup>※4</sup>を考慮する。</li> </ul> <p>【外部被ばく】建屋外に放出された放射性物質からの放射線（クラウドシャイン、グランドシャイン）による外部被ばく線量<sup>※6</sup>は、建屋外に放出された放射性物質による内部被ばく線量と比べ十分小さい。</p>	2.7×10 <sup>-5</sup> mSv
液体廃棄物一時貯留設備	閉じ込め	<p>【内部被ばく】液体廃棄物一時貯留設備のうち分析廃液受槽が破損し、内蔵している放射性の液体廃棄物が壇内に漏えいし、漏えいに伴い液体廃棄物中の放射性物質の一部が室内の気相に移行<sup>※5</sup>し、排気系統を通じてではなく、直接、建屋から外部へ地上放出され、敷地境界に達したと想定</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・建屋の除染係数10<sup>※4</sup>を考慮する。</li> </ul> <p>【外部被ばく】建屋外に放出された放射性物質からの放射線（クラウドシャイン、グランドシャイン）による外部被ばく線量<sup>※6</sup>は、建屋外に放出された放射性物質による内部被ばく線量と比べ十分小さい。</p>	7.4×10 <sup>-6</sup> mSv
セル・GB用換気空調設備	閉じ込め	<p>【内部被ばく】コンクリートセル内の試料調製時に発生する燃料デブリからの粉体の発生量を安全側に見積もり、粉体中の放射性物質がセル内の気相に移行<sup>※2</sup>し、コンクリートセルの排気配管内の放射性物質を含む気体が直接周辺の室に放出され、さらに建屋から外部へ地上放出され、敷地境界に達したと想定する。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・建屋の除染係数10<sup>※4</sup>を考慮する。</li> </ul> <p>【外部被ばく】建屋外に放出された放射性物質からの放射線（クラウドシャイン、グランドシャイン）による外部被ばく線量<sup>※6</sup>は、建屋外に放出された放射性物質による内部被ばく線量と比べ十分小さい。</p>	2.0×10 <sup>-1</sup> mSv
フード用換気空調設備	閉じ込め	<p>【内部被ばく】フード内の燃料デブリ中の放射性物質の一部がフード内の気相に移行<sup>※3</sup>し、フードの排気配管内の放射性物質を含む気体が直接フード周辺の室に放出され、さらに建屋から外部へ地上放出され、敷地境界に達したと想定する。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・建屋の除染係数10<sup>※4</sup>を考慮する。</li> </ul> <p>【外部被ばく】建屋外に放出された放射性物質からの放射線（クラウドシャイン、グランドシャイン）による外部被ばく線量<sup>※6</sup>は、建屋外に放出された放射性物質による内部被ばく線量と比べ十分小さい。</p>	2.7×10 <sup>-5</sup> mSv

※1 遮蔽機能の喪失が継続する期間を7日間として評価した。

※2 燃料デブリ切断時の粉体から気相への放射性物質の移行率1%（日本原子力学会「ホットラボの設計と管理」）。Kr等の気体状の放射性物質は100%移行。

※3 鉄セル、グローブボックス、フードでは、燃料デブリの切断は行わないが、取り扱う燃料デブリ全量が粉体化するものとし、※2の移行率を用いた。

※4 コンクリートセル、建屋の除染係数として気体状の放射性物質を除き、各々10を考慮。鉄セル、グローブボックス、フード、廃液受槽については建屋の除染係数のみ考慮  
Elizabeth M. Flew, et al. "Assessment of the Potential Release of Radioactivity from Installations at AERE, Harwell. Implications for Emergency Planning". Handling of Radiation Accidents. International Atomic Energy Agency, Vienna, 1969. IAEA-SM-119/7

※5 液体状の放射性物質の漏えい時の気相への移行率0.02%（"Nuclear Fuel Cycle Facility Accident Analysis Handbook", NUREG/CR-6410）

※6 クラウドシャインについては気相へ移行した放射性物質が1時間で全て放出された想定で評価し、グランドシャインについては外部被ばくの期間を7日間として評価した。

閉じ込め機能又は遮蔽機能を喪失した際に、公衆の被ばく線量は5mSvを超えない。



# 参考資料 5 - 1 多量の放射性物質等を放出する事故の起因一覧 (1/5)

多量の放射性物質等を放出する事故の起因事象一覧								除外する理由				多量の放射性物質等を放出する事故として想定するか
レベル1	レベル2	レベル3	レベル4 起因事象				①	②	③	④		
頂上事象	異常事象の定義	具体的事象	発生タイミング	異常カテゴリ		設計評価事故No. 組み合わせ	状況の想定	組み合わせる事象の内容が重複しているため。	事象発生のタイミング(状態)が異なり、同時に事象が発生することは想定されないため。	設計又は運用上、事象の組み合わせが想定されないため。	事象を組み合わせたとしても、安全上重要な施設の安全機能に影響を与えないため。	
				主な事象	副事象							
安全機能喪失によりCs-137換算で100TBqを超える放射性物質の放出事象	閉じ込め機能喪失	コンクリートセルの閉じ込め機能喪失	受入・払出時	地震	設備故障	1×3	輸送容器を20t天井クレーンで吊り上げ中に、Sクラス相当地震が発生し、加えて20t天井クレーンの動力部が故障したとしても、安全上重要な施設の安全機能に影響を与えないため除外。				✓	—
						1×4	Sクラス相当地震の事象において外部電源喪失を想定しており、事象の内容が重複するため除外。	✓			—	
						2×3	事象発生のタイミングが異なり、同時に発生することが想定されないため除外。		✓		—	
						2×4	事象発生のタイミングが異なり、同時に発生することが想定されないため除外。		✓		—	
				地震	人的過誤	1×5	輸送容器を20t天井クレーンで吊り上げ中に、Sクラス相当の地震が発生し、玉掛けの状態が不十分でワイヤロープが輸送容器から外れたとしても、安全上重要な施設の安全機能に影響を与えないため除外。				✓	—
						1×6	輸送容器を20t天井クレーンで吊り上げ中に、Sクラス相当の地震が発生した場合、外部電源を喪失する状態となり、20t天井クレーンの操作は行えないことから、同時に事象が発生することは想定されないため除外。		✓		—	
						1×7	事象発生のタイミングが異なり、同時に事象が発生することは想定されないため除外。		✓		—	
						2×5	事象発生のタイミングが異なり、同時に事象が発生することは想定されないため除外。		✓		—	
				設備故障	設備故障	2×6	事象発生のタイミングが異なり、同時に事象が発生することは想定されないため除外。		✓		—	
						2×7	燃料デブリ等をコンクリートセルに受け入れる際、Sクラス相当の地震が発生し、PVCバッグの装着を誤る状況になったとしても、安全上重要な施設の安全機能に影響を与えないため除外。				✓	—
						3×4	輸送容器を20t天井クレーンで吊り上げ中に、外部電源喪失が発生した状態で、20t天井クレーンの動力部が故障した状況が発生することは想定されないため除外。		✓		—	
						3×5	輸送容器を20t天井クレーンで吊り上げ中に、20t天井クレーンの動力部が故障し、玉掛けの状態が不十分で、ワイヤロープが外れたとしても、安全上重要な施設の安全機能に影響を与えないため除外。				✓	—
			設備故障	人的過誤	3×6	20t天井クレーンの動力部が故障した場合、クレーンの操作が行えず、クレーンの操作を誤る事象が同時に発生することは想定されないため除外。		✓		—		
					3×7	事象発生のタイミングが異なり、同時に発生することが想定されないため除外。		✓		—		
					4×5	輸送容器を20t天井クレーンで吊り上げ中に、外部電源喪失が発生し、加えて玉掛けの状態が不十分で、ワイヤロープが外れる状況を想定したとしても、安全上重要な施設の安全機能に影響を与えないため除外。				✓	—	
					4×6	外部電源喪失が発生した場合、20t天井クレーンの操作を行えず、クレーンの操作を誤る事象が同時に発生することは想定されないため除外。		✓		—		
					4×7	事象発生のタイミングが異なり、同時に発生することが想定されないため除外。		✓		—		
					人的過誤	人的過誤	5×6	輸送容器を20t天井クレーンで吊り上げ中に、玉掛けの状態が不十分でワイヤロープが外れる状況と20t天井クレーンの操作を誤って輸送容器をコンクリートセルに接触させる状況は同時に発生することが想定されないため除外。		✓		—
			5×7	事象発生のタイミングが異なり、同時に発生することが想定されないため除外。				✓		—		
			6×7	事象発生のタイミングが異なり、同時に発生することが想定されないため除外。				✓		—		
分析時	地震	設備故障	8×8	Sクラス相当の地震が発生し、さらに、地震に伴って可燃物が加熱機器に接触し、セル内で紙ウェスが燃える程度の火災が発生した状況を想定する。また、コンクリートセルの給排気弁が故障により自動で閉止せず、更に、多重化した給排気弁も故障により機能しない場合を想定する。							○	
			8×9	Sクラス相当の地震の事象のほか外部電源喪失を想定しており、電源を喪失した状態で、セル・グループボックス用換気空調設備の排風機の動力部故障が同時に発生することは想定されないため除外。		✓		—				

# 参考資料 5 - 1 多量の放射性物質等を放出する事故の起因一覽 (2/5)

多量の放射性物質等を放出する事故の起因事象一覽								除外する理由				多量の放射性物質等を放出する事故として想定するか			
レベル1	レベル2	レベル3	レベル4				①	②	③	④					
頂上事象	異常事象の定義	具体的事象	発生タイミング		設計評価事故No. 組み合わせ	状況の想定	組み合わせる事象の内容が重複しているため。	事象発生のタイミング(状態)が異なり、同時に事象が発生することは想定されないため。	設計又は運用上、事象の組み合わせが想定されないため。	事象を組み合わせたとしても、安全上重要な施設の安全機能に影響を与えないため。					
			異常カテゴリ	副事象							主な事象		副事象		
安全機能喪失により Cs-137換算で 100TBqを超える放射性物質の放出事象	閉じ込め機能喪失	コンクリートセルの閉じ込め機能喪失	分析時	地震	設備故障	8×10	Sクラス相当の地震の事象のなかで外部電源喪失を考慮しており、電源を喪失した状態で、圧縮空気設備の動力部故障が同時に発生することは想定されないため除外。		✓			-			
						8×11	Sクラス相当の地震の事象において外部電源喪失を想定しており、事象の内容が重複するため除外。	✓				-			
				地震	人的過誤	8×12	Sクラス相当の地震の事象に火災事象を従属事象として考慮しており、事象の内容が重複するため除外。	✓					-		
						8×13	Sクラス相当の地震の発生に伴い、可燃物が加熱機器に接触し、セル内で紙ウェスが燃える程度の火災が発生し、加えて薬品が溢れたとしても、安全上重要な施設の安全機能に影響を与えないため除外。					✓		-	
						8×14	Sクラス相当の地震の発生に伴い、可燃物が加熱機器に接触し、セル内で紙ウェスが燃える程度の火災が発生した状況で、誤って背面遮蔽扉を開放する操作を行うことは困難で想定しないため除外。		✓					-	
						8×15	Sクラス相当の地震及び従属事象として火災が発生した場合、耐震性能上窒素ガス消火設備は機能喪失しており、同時に事象が発生することは想定されないため除外。		✓					-	
				設備故障	設備故障	9×10	セル・グローブボックス用換気空調設備の排風機の動力部故障が発生したとしても、セル・グローブボックス用換気空調設備は予備機を有しており、事象の組み合わせが想定されないため除外。			✓				-	
						9×11	外部電源喪失の想定ではセル・グローブボックス用換気空調設備の排風機停止を想定しており、電源を喪失した状態で、セル・グローブボックス用換気空調設備の排風機の動力部故障が同時に発生することは想定されないため除外。		✓					-	
						10×11	外部電源喪失の事象において圧縮空気設備の機能喪失及び給排気弁の操作不可を想定しており、事象の内容が重複するため除外。	✓						-	
				設備故障	人的過誤	9×12	セル・グローブボックス用換気空調設備の排風機の動力部故障が発生したとしても、セル・グローブボックス用換気空調設備は予備機を有しており、事象の組み合わせが想定されないため除外。		✓					-	
						9×13	セル・グローブボックス用換気空調設備の排風機の動力部故障が発生したとしても、セル・グローブボックス用換気空調設備は予備機を有しており、事象の組み合わせが想定されないため除外。		✓					-	
						9×14	セル・グローブボックス用換気空調設備の排風機の動力部故障が発生したとしても、セル・グローブボックス用換気空調設備は予備機を有しており、事象の組み合わせが想定されないため除外。		✓					-	
						9×15	セル・グローブボックス用換気空調設備の排風機の動力部故障が発生したとしても、セル・グローブボックス用換気空調設備は予備機を有しており、事象の組み合わせが想定されないため除外。		✓					-	
						10×12	圧縮空気設備の動力部が故障したとしても、圧縮空気設備は予備機を有しており、事象の組み合わせが想定されないため除外。		✓					-	
						10×13	圧縮空気設備の動力部が故障したことに伴うコンクリートセルの給排気弁の開閉操作不可の状況に加えて、薬品を誤って溢したとしても、安全上重要な施設の安全機能に影響を与えないため除外。					✓			-
						10×14	圧縮空気設備の動力部が故障したとしても、圧縮空気設備は予備機を有しており、事象の組み合わせが想定されないため除外。		✓						-
						10×15	圧縮空気設備の動力部が故障したとしても、圧縮空気設備は予備機を有しており、事象の組み合わせが想定されないため除外。		✓						-
						11×12	外部電源喪失が発生した場合、加熱機器を使用できず、同時に事象が発生することは想定されないため除外。		✓						-
						11×13	外部電源喪失によるセル・グローブボックス用換気空調設備の排風機停止、圧縮空気設備、コンクリートセルの給排気弁の操作不可の状況に加えて、薬品を誤って溢したとしても、安全上重要な施設の安全機能に影響を与えないため除外。					✓			-



# 参考資料 5 - 1 多量の放射性物質等を放出する事故の起因一覧 (3/5)

多量の放射性物質等を放出する事故の起因事象一覧							除外する理由				多量の放射性物質等を放出する事故として想定するか			
レベル1	レベル2	レベル3	レベル4				①	②	③	④				
頂上事象	異常事象の定義	具体的事象	発生タイミング	異常カテゴリ		設計評価事故No. 組み合わせ	状況の想定	組み合わせる事象の内容が重複しているため。	事象発生のタイミング(状態)が異なり、同時に事象が発生することは想定されないため。	設計又は運用上、事象の組み合わせが想定されないため。		事象を組み合わせたとしても、安全上重要な施設の安全機能に影響を与えないため。		
				主な事象	副事象									
安全機能喪失により Cs-137換算で 100TBqを超える放射性物質の放出事象	閉じ込め機能喪失	コンクリートセルの閉じ込め機能喪失	分析時	設備故障	人的過誤	11×14	外部電源喪失によるセル・グロブボックス用換気空調設備の排風機停止、圧縮空気設備、コンクリートセルの給排気弁の操作不可の状況で、誤って背面遮断扉を開放する操作を行うことは困難で想定しがたいため除外。		✓			-		
						11×15	外部電源喪失時、窒素ガス消火設備の起動ボタンに誤って接触し起動させることはできず、同時に事象が発生することは想定されないため除外。		✓			-		
				人的過誤	人的過誤	12×13	可燃物が加熱機器に接触し、セル内で紙ウェスが燃える程度の火災に加えて、薬品が溢れたとしても、安全上重要な施設の安全機能に影響を与えないため除外。			✓			-	
						12×14	可燃物を加熱機器に誤って接触させ、セル内で紙ウェスが燃える程度の火災が発生した状況に加え、背面遮断扉を誤って開放したとしても、換気空調設備による閉じ込め機能は維持されており、安全上重要な施設の安全機能に影響を与えないため除外。			✓			-	
						12×15	可燃物を加熱機器に誤って接触させ、セル内で紙ウェスが燃える程度の火災が発生した状況に加えて、窒素ガス消火設備の起動ボタンに誤って接触し起動させ、コンクリートセル内に窒素ガスが噴射されたとしても、安全上重要な施設の安全機能に影響を与えないため除外。			✓			-	
						13×14	分析中に、薬品を誤って溢した状況で、背面遮断扉を誤って開放しても、換気空調設備による閉じ込め機能は維持されており、安全上重要な施設の安全機能に影響を与えないため除外。			✓			-	
						13×15	分析中に、薬品を誤って溢した状況で、窒素ガス消火設備の起動ボタンに誤って接触し起動させ、コンクリートセル内に窒素ガスが噴射されたとしても、安全上重要な施設の安全機能に影響を与えないため除外。			✓			-	
						14×15	背面遮断扉を誤って開放する状況に加え、窒素ガス消火設備の起動ボタンに誤って接触し起動させ、コンクリートセル内に窒素ガスが噴射されたとしても、換気空調設備による閉じ込め機能は維持されており、安全上重要な施設の安全機能に影響を与えないため除外。			✓			-	
				移送時	地震	設備故障	16×18	保管容器をインセルレーンで移送中に、Sクラス相当の地震が発生した場合、インセルレーンの動力部は機能を喪失しており、同時に事象が発生することは想定されないため除外。		✓				-
							16×19	Sクラス相当地震の事象において外部電源喪失を想定しており、事象の内容が重複するため除外。	✓				-	
							17×18	Sクラス相当地震の事象のなかで外部電源喪失を想定しており、電源を喪失した状態で、インセルレーンの動力部の故障が同時に発生することは想定されないため除外。		✓			-	
							17×19	Sクラス相当地震の事象において外部電源喪失を想定しており、事象の内容が重複するため除外。	✓				-	
					地震	人的過誤	16×20	保管容器をインセルレーンで移送中に、Sクラス相当の地震が発生し、加えて保管容器とインセルレーンの接続状態が不十分であり、保管容器が落下する状況を想定したとしても、安全上重要な施設の安全機能に影響を与えないため除外。			✓			-
							16×21	事象発生のタイミングが異なり、同時に発生することが想定されないため除外。			✓			-
	17×20	事象発生のタイミングが異なり、同時に発生することが想定されないため除外。						✓			-			
	設備故障	設備故障	17×21		インターロックによりセル間遮断扉を同時開放することはできず、事象の組み合わせが想定されないため除外。				✓		-			
			18×19		外部電源喪失が発生した状況で、インセルレーンの動力部が故障する状況は想定されないため除外。			✓			-			
			18×20		保管容器をインセルレーンで移送中に、インセルレーンの動力部が故障した状態で、保管容器とインセルレーンの接続状態が不十分であり、保管容器が落下したとしても、安全上重要な施設の安全機能に影響を与えないため除外。			✓			-			
	設備故障	人的過誤	18×21		事象発生のタイミングが異なり、同時に発生することが想定されないため除外。				✓			-		
			19×20		保管容器をインセルレーンで移送中に、外部電源喪失が発生した状況に、保管容器とインセルレーンの接続状態が不十分であり、保管容器が落下したとしても、安全上重要な施設の安全機能に影響を与えないため除外。				✓			-		
			19×21		事象発生のタイミングが異なり、同時に発生することが想定されないため除外。				✓			-		
			20×21		事象発生のタイミングが異なり、同時に発生することが想定されないため除外。				✓			-		





# 参考資料 5 - 1 多量の放射性物質等を放出する事故の起因一覧 (4/5)

多量の放射性物質等を放出する事故の起因事象一覧								除外する理由				多量の放射性物質等を放出する事故として想定するか														
レベル1	レベル2	レベル3	レベル4 起因事象					①	②	③	④															
頂上事象	異常事象の定義	具体的事象	発生タイミング	異常カテゴリ		設計評価事故No. 組み合わせ	状況の想定	組み合わせる事象の内容が重複しているため。	事象発生のタイミング(状態)が異なり、同時に事象が発生することは想定されないため。	設計又は運用上、事象の組み合わせが想定されないため。	事象を組み合わせたととしても、安全上重要な施設の安全機能に影響を与えないため。															
安全機能喪失によりCs-137換算で100TBqを超える放射性物質の放出事象	遮蔽機能喪失	コンクリートセルの遮蔽機能喪失	受入・払出時	—	—	組み合わせなし	—					—														
			分析時	地震	設備故障	組み合わせなし	—																			
				地震	人的過誤	70×72	Sクラス相当の地震の発生に伴い、可燃物が加熱機器に接触し、セル内で紙ウェスが燃える程度の火災が発生した状態で、誤って背面遮蔽扉を開放する操作を行うことは困難で想定しがないため除外。	✓																		
				設備故障	設備故障	組み合わせなし	—																			
				設備故障	人的過誤	組み合わせなし	—																			
			人的過誤	人的過誤	組み合わせなし	—																				
		移送時	—	—	組み合わせなし	—																				
		試料ピットの遮蔽機能喪失	一時保管時	—	—	組み合わせなし	—																			
		コンクリートセルの臨界防止機能喪失	臨界防止機能喪失	コンクリートセルの臨界防止機能喪失	受入・払出時	地震	設備故障	85×86	地震によって重量測定器が損傷した場合、重量測定器の操作が行えず、同時に事象が発生することは想定されないため除外。	✓				—												
								85×87	地震によって重量測定器が損傷した場合、重量測定器の操作が行えず、同時に事象が発生することは想定されないため除外。	✓			—													
								85×88	事象を組み合わせたととしても、安全上重要な施設の安全機能に影響を与えないため除外。			✓	—													
								85×89	事象を組み合わせたととしても、安全上重要な施設の安全機能に影響を与えないため除外。			✓	—													
	設備故障					設備故障	組み合わせなし	—																		
							86×87	重量測定器の誤作動に伴う表示値の相違と、重量測定器の表示値の読み間違えは事象の内容が重複するため除外。	✓			—														
							86×88	事象発生のタイミングが異なり、同時に発生することが想定されないため除外。		✓		—														
							86×89	事象発生のタイミングが異なり、同時に発生することが想定されないため除外。		✓		—														
	人的過誤				人的過誤	87×88	事象発生のタイミングが異なり、同時に発生することが想定されないため除外。		✓		—															
						87×89	事象発生のタイミングが異なり、同時に発生することが想定されないため除外。		✓		—															
						88×89	事象発生のタイミングが異なり、同時に発生することが想定されないため除外。		✓		—															
						組み合わせなし	—																			
	分析時				—	—	組み合わせなし	—	—	—	—					—										
																	移送時	地震	設備故障	93×94	地震によって重量測定器が損傷した場合、重量測定器の操作が行えず、同時に事象が発生することは想定されないため除外。	✓				—
																				93×95	事象発生のタイミングが異なり、同時に事象が発生することは想定されないため除外。	✓			—	
																	地震	人的過誤	93×96	地震によって重量測定器が損傷した場合、重量測定器の操作が行えず、運用上事象の組み合わせが想定されないため除外。		✓		—		
		組み合わせなし	—																							
		設備故障	人的過誤	94×95													事象発生のタイミングが異なり、同時に事象が発生することは想定されないため除外。		✓		—					
				94×96													組み合わせる事象の内容が重複しているため除外。	✓			—					
				95×96													事象発生のタイミングが異なり、同時に事象が発生することは想定されないため除外。		✓		—					
97×98	事象発生のタイミングが異なり、同時に事象が発生することは想定されないため除外。				✓		—																			
移送時	地震	人的過誤	97×99	試料ピットに燃料デブリ等を一時保管中に、Sクラス相当の地震が発生した場合、燃料デブリ等を一時保管するための手順が行えず、運用上事象の組み合わせが想定されないため除外。			✓		—																	

# 参考資料 5 - 1 多量の放射性物質等を放出する事故の起因一覧 (5/5)

多量の放射性物質等を放出する事故の起因事象一覧								除外する理由				多量の放射性物質等を放出する事故として想定するか		
レベル1	レベル2	レベル3	レベル4					①	②	③	④			
頂上事象	異常事象の定義	具体的事象	起因事象											
			発生タイミング	異常カテゴリ		設計評価事故No. 組み合わせ	状況の想定							
主な事象	副事象													
安全機能喪失により Cs-137換算で 100TBqを超える放射性物質の放出事象	臨界防止機能喪失	試料ピットの臨界防止機能喪失	一時保管時	地震	人的過誤	97×100	試料ピットに燃料デブリ等を一時保管中に、Sクラス相当の地震が発生した場合、燃料デブリ等を一時保管するための手順が行なえず、運用上事象の組み合わせが想定されないため除外。			✓		—		
						97×101	試料ピットに燃料デブリ等を一時保管中に、Sクラス相当の地震が発生した場合、燃料デブリ等を一時保管するための手順が行なえず、運用上事象の組み合わせが想定されないため除外。			✓		—		
				設備故障	設備故障	組み合わせなし	—							—
				設備故障	人的過誤	98×99	事象発生のタイミングが異なり、同時に事象が発生することは想定されないため除外。		✓			—		
						98×100	事象発生のタイミングが異なり、同時に事象が発生することは想定されないため除外。		✓			—		
						98×101	事象発生のタイミングが異なり、同時に事象が発生することは想定されないため除外。		✓			—		
				人的過誤	人的過誤	99×100	事象発生のタイミングが異なり、同時に事象が発生することは想定されないため除外。		✓			—		
						99×101	事象発生のタイミングが異なり、同時に事象が発生することは想定されないため除外。		✓			—		
				100×101	事象発生のタイミングが異なり、同時に事象が発生することは想定されないため除外。		✓			—				

## 参考資料 5-2 多量の放射性物質等を放出する事故時における放射性物質の放出量評価 (1/5)

### 起回事象No.8×8

#### ◆想定事象

・Sクラス相当の地震が発生、さらに、地震に伴って可燃物が加熱機器に接触し、セル内で紙ウェスが燃える程度の火災が発生した状況を想定。また、コンクリートセルの給排気弁が故障により自動で閉止せず、更に、多重化した給排気弁も故障により機能しない場合を想定。

#### ◆放射性物質の放出経路

・コンクリートセルNo.4における燃料デブリ等 [ ] の切断時に地震が発生し、その後、火災が発生したことを想定。  
 ・切断時に発生する粉体（約 $7.0 \times 10^{12}$ Bq）について、切断時の飛散1%（既存使用施設で同様な評価に用いている移行率<sup>※1</sup>）と火災に伴う飛散0.6%<sup>※2</sup>を合わせた1.6%（トリチウム、希ガス、ヨウ素等の揮発性・ガス状の放射性物質は100%）が気相に移行。  
 ・気相に移行した放射性物質は、排気系統を通じてではなく、直接、室内に放出され、更に室内から建屋外へ地上放出され、敷地境界に達したと想定。

#### ◆除染係数

・建屋について、除染係数（DF）として10を考慮する<sup>※3</sup>。  
 ・なお、揮発性・ガス状の放射性物質については、除染係数を考慮しない。

#### ◆放出された放射能に関するCs-137換算方法

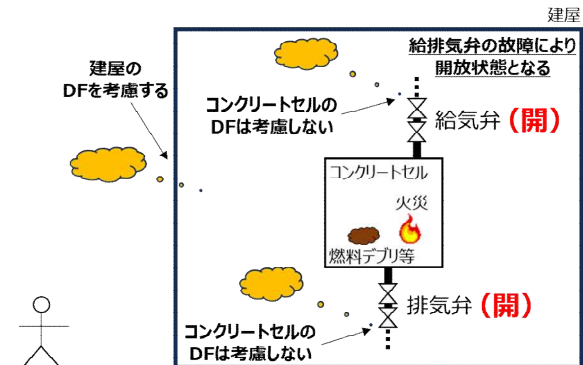
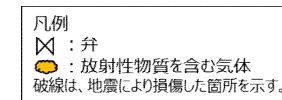
・外部への放射性物質の放出量にCs-137への換算係数を乗じて、外部への放射性物質の放出量（Cs-137換算）を算出する。Cs-137への換算係数は、IAEA-TECDOC-1162に示される、地表沈着した放射性物質からのガンマ線による外部被ばく及び再浮遊した放射性物質の吸入摂取による内部被ばくに係る実効線量への換算係数<sup>※4</sup>を用いて、Cs-137と着目核種との比から算出する。  

$$\text{Cs-137への換算係数} = (\text{各核種の換算係数}) / (\text{Cs-137の換算係数})$$



#### ◆放出量評価結果

・放射性物質の放出量（Cs-137換算） → 約 $8.4 \times 10^{-2}$ TBq



建屋外への放出量

核種	Cs-137換算の放出量 [Bq]
Pu-238	$3.8 \times 10^{10}$
Am-241	$2.1 \times 10^{10}$
Pu-241	$1.1 \times 10^{10}$
Pu-240	$6.3 \times 10^9$
Pu-239	$3.5 \times 10^9$
Cm-244	$2.2 \times 10^9$
Am-242m	$6.6 \times 10^8$
Cs-137	$6.0 \times 10^8$
Ba-137m	$5.7 \times 10^8$
その他	$4.6 \times 10^8$
合計	$8.4 \times 10^{10}$

「その他」以外の核種が「Cs-137換算した放出量の合計」のうち約99%を占める。

※1 燃料デブリ切断時の粉体から気相への放射性物質の移行率1%（日本原子力学会「ホットラボの設計と管理」）

※2 火災に伴う粉体から気相への放射性物質の移行率0.6%（“Nuclear Fuel Cycle Facility Accident Analysis Handbook”、NUREG/CR-6410）

※3 建屋の除染係数として10を考慮。

Elizabeth M. Flew, et al. “Assessment of the Potential Release of Radioactivity from Installations at AERE, Harwell. Implications for Emergency Planning”. Handling of Radiation Accidents. International Atomic Energy Agency, Vienna, 1969, IAEA-SM-119/7

※4 IAEA-TECDOC-1162, Generic procedures for assessment and response during a radiological emergency, 「TABLE E3. CONVERSION FACTORS FOR EXPOSURE TO GROUND CONTAMINATION」, p.98-100

## 参考資料 5-2 多量の放射性物質等を放出する事故時における放射性物質の放出量評価 (2/5)

### 起回事象No.22

#### ◆想定事象

- 加熱機器を使用している際に、Sクラス相当の地震が発生し鉄セルが損傷、更に、地震に伴って可燃物が加熱機器に接触したことにより紙ウェスが燃える程度の火災が発生した状況を想定する。地震により、セル・グローブボックス用換気空調設備、圧縮空気設備、消火設備が損傷し、鉄セルの負圧維持機能、圧縮空気、外部電源及び消火機能が喪失した状態を想定する。

#### ◆放射性物質の放出経路

- 鉄セルにおける燃料デブリ等 ████████ の取扱い時に地震が発生し、その後、火災が発生したことを想定する。なお、鉄セルにおいては燃料デブリ等の切断を行わないが、保守的な評価として、気相への放射性物質の移行率は、燃料デブリ等切断時の値を使用する。
- 切断時に発生する粉体（約 $2.0 \times 10^{11}$ Bq）について、切断時の飛散1%（既存使用施設で同様な評価に用いている移行率<sup>※1</sup>）と火災に伴う飛散0.6%<sup>※2</sup>を合わせた1.6%（トリチウム、希ガス、ヨウ素等の揮発性・ガス状の放射性物質は100%）が気相に移行する。
- 気相に移行した放射性物質は、排気系統を通じてではなく、直接、室内に放出され、更に室内から建屋外へ地上放出され、敷地境界に達したと想定。

#### ◆除染係数

- 建屋について、除染係数（DF）として10を考慮する<sup>※3</sup>。
- なお、揮発性・ガス状の放射性物質については、除染係数を考慮しない。

#### ◆放出された放射能に関するCs-137換算方法

- 外部への放射性物質の放出量にCs-137への換算係数を乗じて、外部への放射性物質の放出量（Cs-137換算）を算出する。Cs-137への換算係数は、IAEA-TECDOC-1162に示される、地表沈着した放射性物質からのガンマ線による外部被ばく及び再浮遊した放射性物質の吸入摂取による内部被ばくに係る実効線量への換算係数<sup>※4</sup>を用いて、Cs-137と着目核種との比から算出する。

$$\text{Cs-137への換算係数} = (\text{各核種の換算係数}) / (\text{Cs-137の換算係数})$$



#### ◆放出量評価結果

- 放射性物質の放出量（Cs-137換算） → 約 $2.1 \times 10^{-3}$ TBq

※1 燃料デブリ切断時の粉体から気相への放射性物質の移行率1%（日本原子力学会「ホットラボの設計と管理」）

※2 火災に伴う粉体から気相への放射性物質の移行率0.6%（“Nuclear Fuel Cycle Facility Accident Analysis Handbook”、NUREG/CR-6410）

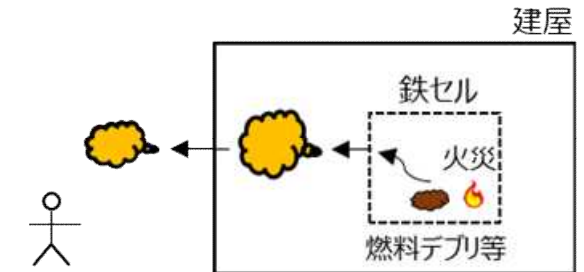
※3 建屋の除染係数として10を考慮。

Elizabeth M. Flew, et al. "Assessment of the Potential Release of Radioactivity from Installations at AERE, Harwell. Implications for Emergency Planning". Handling of Radiation Accidents. International Atomic Energy Agency. Vienna, 1969, IAEA-SM-119/7

※4 IAEA-TECDOC-1162, Generic procedures for assessment and response during a radiological emergency, 「TABLE E3. CONVERSION FACTORS FOR EXPOSURE TO GROUND CONTAMINATION」, p.98-100

凡例

☁️ : 放射性物質を含む気体  
破線は、地震により損傷した箇所を示す。



建屋外への放出量

核種	Cs-137換算の放出量 [Bq]
Pu-238	$9.5 \times 10^8$
Am-241	$5.2 \times 10^8$
Pu-241	$2.7 \times 10^8$
Pu-240	$1.6 \times 10^8$
Pu-239	$8.8 \times 10^7$
Cm-244	$5.5 \times 10^7$
Am-242m	$1.6 \times 10^7$
Cs-137	$1.5 \times 10^7$
Ba-137m	$1.4 \times 10^7$
その他	$1.2 \times 10^7$
合計	$2.1 \times 10^9$

「その他」以外の核種が「Cs-137換算した放出量の合計」のうち約99%を占める。

## 参考資料 5 - 2 多量の放射性物質等を放出する事故時における放射性物質の放出量評価 (3/5)

### 起回事象No.31

#### ◆想定事象

- 加熱機器を使用している際に、Sクラス相当の地震が発生しグローブボックスが損傷、更に、地震に伴って可燃物が加熱機器に接触したことにより紙ウェスが燃える程度の火災が発生した状況を想定する。地震により、セル・グローブボックス用換気空調設備、消火設備が損傷し、グローブボックスの負圧維持機能、外部電源及び消火機能が喪失した状態を想定する。

#### ◆放射性物質の放出経路

- グローブボックスにおける燃料デブリ等 ████████ の取扱い時に地震が発生し、その後、火災が発生したことを想定する。なお、グローブボックスにおいては燃料デブリ等の切断を行わないが、保守的な評価として、気相への放射性物質の移行率は、燃料デブリ等切断時の値を使用する。
- 切断時に発生する粉体（約 $2.0 \times 10^7$ Bq）について、切断時の飛散1%（既存使用施設で同様な評価に用いている移行率※1）と火災に伴う飛散0.6%※2を合わせた1.6%（トリチウム、希ガス、ヨウ素等の揮発性・ガス状の放射性物質は100%）が気相に移行する。
- 気相に移行した放射性物質は、排気系統を通じてではなく、直接、室内に放出され、更に室内から建屋外へ地上放出され、敷地境界に達したと想定。

#### ◆除染係数

- 建屋について、除染係数（DF）として10を考慮する※3。
- なお、揮発性・ガス状の放射性物質については、除染係数を考慮しない。

#### ◆放出された放射能に関するCs-137換算方法

- 外部への放射性物質の放出量にCs-137への換算係数を乗じて、外部への放射性物質の放出量（Cs-137換算）を算出する。Cs-137への換算係数は、IAEA-TECDOC-1162に示される、地表沈着した放射性物質からのガンマ線による外部被ばく及び再浮遊した放射性物質の吸入摂取による内部被ばくに係る実効線量への換算係数※4を用いて、Cs-137と着目核種との比から算出する。

$$\text{Cs-137への換算係数} = (\text{各核種の換算係数}) / (\text{Cs-137の換算係数})$$



#### ◆放出量評価結果

- 放射性物質の放出量（Cs-137換算） → 約 $2.1 \times 10^7$ TBq

※1 燃料デブリ切断時の粉体から気相への放射性物質の移行率1%（日本原子力学会「ホットラボの設計と管理」）

※2 火災に伴う粉体から気相への放射性物質の移行率0.6%（“Nuclear Fuel Cycle Facility Accident Analysis Handbook”、NUREG/CR-6410）

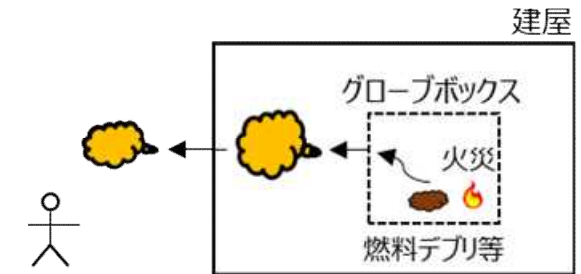
※3 建屋の除染係数として10を考慮。

Elizabeth M.Flew, et al. "Assessment of the Potential Release of Radioactivity from Installations at AERE, Harwell. Implications for Emergency Planning". Handling of Radiation Accidents. International Atomic Energy Agency. Vienna, 1969, IAEA-SM-119/7

※4 IAEA-TECDOC-1162, Generic procedures for assessment and response during a radiological emergency, 「TABLE E3. CONVERSION FACTORS FOR EXPOSURE TO GROUND CONTAMINATION」, p.98-100

凡例

☁️：放射性物質を含む気体  
破線は、地震により損傷した箇所を示す。



建屋外への放出量

核種	Cs-137換算の放出量 [Bq]
Pu-238	$9.5 \times 10^4$
Am-241	$5.2 \times 10^4$
Pu-241	$2.7 \times 10^4$
Pu-240	$1.6 \times 10^4$
Pu-239	$8.8 \times 10^3$
Cm-244	$5.5 \times 10^3$
Am-242m	$1.6 \times 10^3$
Cs-137	$1.5 \times 10^3$
Ba-137m	$1.4 \times 10^3$
その他	$1.2 \times 10^3$
合計	$2.1 \times 10^5$

「その他」以外の核種が「Cs-137換算した放出量の合計」のうち約99%を占める。



### 起因事象No.39

◆ 想定事象

・Sクラス相当の地震により、フード用換気空調設備、フードの風速維持機能、外部電源が喪失した状況を想定する。

◆ 放射性物質の放出経路

- ・フードにおける燃料デブリ等 ████████ の取扱い時に地震が発生したことを想定する。なお、フードにおいては燃料デブリ等の切断を行わないが、保守的な評価として、気相への放射性物質の移行率は、燃料デブリ等切断時の値を使用する。
- ・切断時に発生する粉体（約 $2.0 \times 10^7$ Bq）について、切断時の飛散1%（トリチウム、希ガス、ヨウ素等の揮発性・ガス状の放射性物質は100%）が気相に移行する（既存使用施設で同様な評価に用いている移行率<sup>※1</sup>）。
- ・気相に移行した放射性物質は、排気系統を通じてではなく、直接、室内に放出され、更に室内から建屋外へ地上放出され、敷地境界に達したと想定。

◆ 除染係数

- ・建屋について、除染係数（DF）として10を考慮する<sup>※2</sup>。
- ・なお、揮発性・ガス状の放射性物質については、除染係数を考慮しない。

◆ 放出された放射能に関するCs-137換算方法

・外部への放射性物質の放出量にCs-137への換算係数を乗じて、外部への放射性物質の放出量（Cs-137換算）を算出する。Cs-137への換算係数は、IAEA-TECDOC-1162に示される、地表沈着した放射性物質からのガンマ線による外部被ばく及び再浮遊した放射性物質の吸入摂取による内部被ばくに係る実効線量への換算係数<sup>※3</sup>を用いて、Cs-137と着目核種との比から算出する。

$$\text{Cs-137への換算係数} = (\text{各核種の換算係数}) / (\text{Cs-137の換算係数})$$



◆ 放出量評価結果

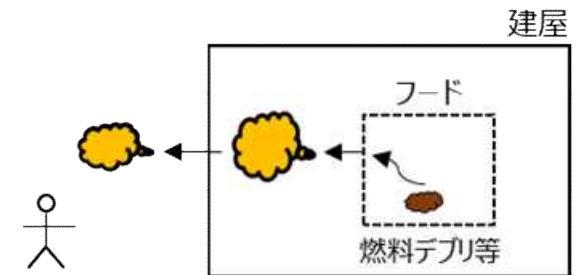
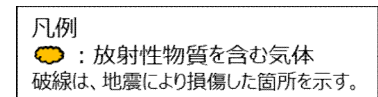
・放射性物質の放出量（Cs-137換算） → 約 $1.3 \times 10^7$ TBq

※1 燃料デブリ切断時の粉体から気相への放射性物質の移行率 1%（日本原子力学会「ホットラボの設計と管理」）

※2 建屋の除染係数として10を考慮。

Elizabeth M.Flew, et al."Assessment of the Potential Release of Radioactivity from Installations at AERE, Harwell. Implications for Emergency Planning". Handling of Radiation Accidents. International Atomic Energy Agency. Vienna, 1969, IAEA-SM-119/7

※3 IAEA-TECDOC-1162, Generic procedures for assessment and response during a radiological emergency, 「TABLE E3. CONVERSION FACTORS FOR EXPOSURE TO GROUND CONTAMINATION」, p.98-100



建屋外への放出量

核種	Cs-137換算の放出量 [Bq]
Pu-238	$5.9 \times 10^4$
Am-241	$3.2 \times 10^4$
Pu-241	$1.7 \times 10^4$
Pu-240	$9.8 \times 10^3$
Pu-239	$5.5 \times 10^3$
Cm-244	$3.5 \times 10^3$
Am-242m	$1.0 \times 10^3$
Cs-137	$9.4 \times 10^2$
Ba-137m	$8.9 \times 10^2$
その他	$7.2 \times 10^2$
合計	$1.3 \times 10^5$

「その他」以外の核種が「Cs-137換算した放出量の合計」のうち約99%を占める。



**起回事象No.51**

◆ 想定事象

・スクラ相当の地震による液体廃棄物一時貯留設備の損傷を想定する（一時保管時）。

◆ 放射性物質の放出経路

- ・液体廃棄物一時貯留設備における燃料デブリ等 ████████ の液体廃棄物の一時保管時に地震が発生したことを想定する。
- ・液体廃棄物（約 $3.0 \times 10^8 \text{Bq}$ ）について、3mの高さから液体を流下させた場合の飛散0.02%が気相に移行する<sup>※1</sup>。
- ・気相に移行した放射性物質は、排気系統を通じてではなく、直接、室内に放出され、更に室内から建屋外へ地上放出され、敷地境界に達したと想定。

◆ 除染係数

- ・建屋について、除染係数（DF）として10を考慮する<sup>※2</sup>。
- ・なお、揮発性・ガス状の放射性物質については、除染係数を考慮しない。

◆ 放出された放射能に関するCs-137換算方法

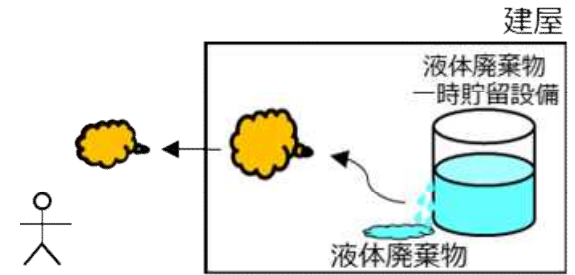
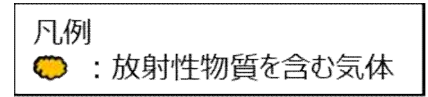
・外部への放射性物質の放出量にCs-137への換算係数を乗じて、外部への放射性物質の放出量（Cs-137換算）を算出する。Cs-137への換算係数は、IAEA-TECDOC-1162に示される、地表沈着した放射性物質からのガンマ線による外部被ばく及び再浮遊した放射性物質の吸入摂取による内部被ばくに係る実効線量への換算係数<sup>※3</sup>を用いて、Cs-137と着目核種との比から算出する。

$$\text{Cs-137への換算係数} = (\text{各核種の換算係数}) / (\text{Cs-137の換算係数})$$



◆ 放出量評価結果

・放射性物質の放出量（Cs-137換算） → 約 $3.5 \times 10^8 \text{TBq}$



建屋外への放出量

核種	Cs-137換算の放出量 [Bq]
Pu-238	$1.6 \times 10^4$
Am-241	$8.6 \times 10^3$
Pu-241	$4.5 \times 10^3$
Pu-240	$2.6 \times 10^3$
Pu-239	$1.5 \times 10^3$
Cm-244	$9.2 \times 10^2$
Am-242m	$2.7 \times 10^2$
Cs-137	$2.5 \times 10^2$
Ba-137m	$2.4 \times 10^2$
その他	$1.9 \times 10^2$
合計	$3.5 \times 10^4$

「その他」以外の核種が「Cs-137換算した放出量の合計」のうち約99%を占める。

※1 流体を3mの高さから流下させた場合の気相への移行率0.02%  
 Nuclear Fuel Cycle Facility Accident Analysis Handbook, NUREG/CR-6410, (1998).  
 ※2 建屋の除染係数として10を考慮。  
 Elizabeth M.Flew, et al."Assessment of the Potential Release of Radioactivity from Installations at AERE, Harwell. Implications for Emergency Planning". Handling of Radiation Accidents. International Atomic Energy Agency, Vienna, 1969, IAEA-SM-119/7  
 ※3 IAEA-TECDOC-1162, Generic procedures for assessment and response during a radiological emergency, 「TABLE E3. CONVERSION FACTORS FOR EXPOSURE TO GROUND CONTAMINATION」, p.98-100

## 参考資料6 線量評価に用いた移行率及び除染係数について (1/4)

線量評価において用いた移行率及び除染係数は、以下の文献に基づき設定した。

### 燃料デブリ切断時の粉体から気相への放射性物質の移行率：1%

「ホットラボの設計と管理（日本原子力学会）」において、以下の通り記載されている。

放射性物質がセルから排気系へ放出される可能性の大きいのは、主として照射燃料切断の場合である。第3-Ⅲ-6表は、照射燃料切断時に粒子状および揮発性放射性物質がどの程度セルから排気系へ飛散するか（飛散度）の測定結果を示したものである。この表から通常の飛散度は、粒子状の場合  $10^{-2}$ 、揮発性の場合  $10^{-1}$ と考えてよい。

【ホットラボの設計と管理、社団法人 日本原子力学会、1976年9月、5. 排出廃棄物のモニタリング、5.1 排気 (p100) より抜粋】

第3-Ⅲ-6表 照射燃料切断時における放射性物質の飛散度<sup>15)</sup>

核種 実験番号	$^{144}\text{Ce} - ^{144}\text{Pr}^{++}$	$^{134}\text{Cs}^{++}$	$^{137}\text{Cs}^{++}$	$^{125}\text{Sb}^{+++}$
1	$4.3 \times 10^{-5}$	$2.2 \times 10^{-4}$	$1.4 \times 10^{-4}$	$2.3 \times 10^{-2}$
2	$1.2 \times 10^{-4}$	$4.5 \times 10^{-4}$	$4.0 \times 10^{-4}$	$3.7 \times 10^{-2}$
3	$1.3 \times 10^{-4}$	$6.3 \times 10^{-4}$	$4.2 \times 10^{-4}$	$5.8 \times 10^{-3}$
4	$1.6 \times 10^{-4}$	$2.0 \times 10^{-3}$	$1.6 \times 10^{-3}$	$4.1 \times 10^{-2}$
5	$1.1 \times 10^{-4}$	$9.8 \times 10^{-4}$	$8.4 \times 10^{-4}$	$1.4 \times 10^{-2}$
6	$2.9 \times 10^{-4}$	$4.0 \times 10^{-3}$	$3.8 \times 10^{-3}$	$5.0 \times 10^{-2}$
7	$3.1 \times 10^{-4}$	$6.6 \times 10^{-3}$	$4.7 \times 10^{-3}$	$3.9 \times 10^{-2}$
8	$2.7 \times 10^{-4}$	$4.9 \times 10^{-3}$	$3.4 \times 10^{-3}$	$2.6 \times 10^{-2}$
平均値	$1.8 \times 10^{-4}$	$2.5 \times 10^{-3}$	$1.9 \times 10^{-3}$	$3.0 \times 10^{-2}$

+ 飛散度 = 排気系へ飛散した全放射能 / 照射燃料の切削の全放射能  
 ++ 粒子状  
 +++ 揮発性 (化学的性状)

地震により安全機能を失った際の線量評価、現実的な緩和策を考慮した線量評価では、照射燃料の切断時を想定したため、上記の文献に基づき、燃料デブリ切断時の粉体から気相への放射性物質の移行率を1%とした。なお、揮発性・ガス状の放射性物質については、保守的な評価を行なうため、移行率を100%とした。

## 火災に伴う移行率 : 0.6%

「Nuclear Fuel Cycle Facility Accident Analysis Handbook (NUREG) 」に基づき、火災に伴う移行率を設定した。

Nuclear Fuel Cycle Facility Accident Analysis Handbook、NUREG/CR-6410、3.3.2 Thermal Stress、3.3.2.10 Solid, Non-Combustible - Powders (右記 : p3-71 より抜粋)

化学的に安定かつ不燃性の粉体試料が 1000℃まで熱されたときの粉体の気相への移行率が0.006 (0.6%) と記載されている。

### 3.3.2.10 Solid, Non-Combustible - Powders

a. Non-Reactive, up to 1000° C (1830 °F), upflow around powder to 100 cm/s (2.24 mph)

**ARF 6E-3**  
**RF 0.01**

b. Reactive, plutonium compounds, up to 100° C (212 °F), upflow around to 100 cm/s (2.24 mph):

- Pu fluoride

**ARF 1E-3**  
**RF 0.001**

- Pu oxalate, nitrate

**ARF 1E-2**  
**RF 0.001**

ARF : 物理的刺激による気相への移行率

第2棟で扱う燃料デブリの粉体は酸化物と想定され、化学的に安定かつ不燃性であるため、上記の文献に基づき、火災に伴う移行率は0.6%と設定した。

## 液体状の放射性物質の漏えい時の気相への移行率：0.02%

「Nuclear Fuel Cycle Facility Accident Analysis Handbook (NUREG)」に基づき、液体状の放射性物質の漏えい時の気相への移行率を設定した。

Nuclear Fuel Cycle Facility Accident Analysis Handbook、NUREG/CR-6410、3.3.3 Aerodynamic Entrainment/Resuspension、3.3.4.2 Free-Fall Spill – Aqueous Liquids、Bounding Values (右記：p3-81より抜粋)

右記の赤実線部に、液体（水溶液、スラリー、粘性液）が落下した場合における放射性物質の気相への移行率（ARF）が示されている。

### 【気相への移行率】

- a. 水溶液：2E-4 (0.02%)
- b. スラリー：5E-5 (0.005%)
- c. 粘性液：7E-6 (0.0007%)

### 3.3.4.2 Free-Fall Spill - Aqueous Liquids, Bounding Values

a. Aqueous solutions (experiments performed using acidic UNH and sodium fluorocein), spill distance up to 3 m (~ 10 ft)

**ARF 2E-4**  
RF 0.4

b. Aqueous slurries, < 40 percent solids, spill distance < 3 m (~ 10 ft)

**ARF 5E-5**  
RF 0.8

c. Aqueous viscous solutions, spill distance < 3 m (~ 10 ft)

**ARF 7E-6**  
RF 0.8

ARF：物理的刺激による気相への移行率

UNH(Uranyl nitrate hexahydrate)：硝酸ウラニル六水和物

以上を踏まえ、第2棟の液体廃棄物一時貯留設備において漏えいが発生した場合の線量評価における放射性物質の気相への移行率は、最も高い移行率である2E-4 (0.02%)を設定した。

## 参考資料 6 線量評価に用いた移行率及び除染係数について (4/4)

### 除染係数 (DF) : 10

Ss900による建屋の耐震性の評価結果から、建屋及びコンクリートセルは閉じ込め機能を維持できるため、以下の文献に基づき除染係数 (DF) を設定した。

Elizabeth M.Flew, et al. "Assessment of the Potential Release of Radioactivity from Installations at AERE, Harwell. Implications for Emergency Planning". Handling of Radiation Accidents. International Atomic Energy Agency. Vienna, 1969, IAEA-SM-119/7 (右表: p664より抜粋)

右表の赤破線部に、各設備における気体状を除く放射性物質の除染係数が示されているが、保守的な評価を行うため、赤実線部に基づき除染係数を設定した。

上記のことから、建屋及びコンクリートセルのDFは、気体状の放射性物質に対して1 (Factor : 1.0)、それ以外の放射性物質に対してそれぞれ10 (Factor : 0.1) とした。

Modifying Factors	
<u>Factor 3. Fraction of Aerosol released from primary containment into building.</u>	
<u>Primary Containment</u>	<u>Factor</u>
<u>Gases &amp; Vapours</u>	
Whatever the containment (except elemental iodine released under water).	1.0
Elemental iodine released under water.	0.01
<u>All other forms</u>	
Fibre drums, glove boxes, cells, reactor structures etc., which are so seriously damaged that containment is virtually nil.	1.0
Storage blocks and pits, seriously damaged glove boxes, cells, flasks, reactor structures, etc.	0.1
Safes, undamaged or slightly damaged glove-boxes <sup>(12)</sup> , cells, flasks, reactor structures, etc., under water storage, particulate release into building via filtered extract, single metal containment.	0.01
Concreted steel drums, double metal containment.	0.001
<u>Factor 4. Fraction of Airborne Material released from Building</u>	
<u>Condition of Building</u>	<u>Factor</u>
Gases in damaged or undamaged buildings.	1.0
Volatile and particulate aerosols in buildings so seriously damaged that containment is virtually nil.	
(a) by explosion	1.0
(b) by fire (factor allowed for thermal lift)	0.1
Volatile and particulate aerosols in building containments undamaged or slightly damaged.	0.1
Particulate release from building via filtered extract.	0.01