

# 放射性物質分析・研究施設第2棟の安全設計他について

2020年11月16日



- 1.第2棟の安全設計
- 2.第2棟の保安管理
- 3.分析項目

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

# 1. 第2棟の安全設計

## 1.1. 基本方針

### (1) 基本方針

第2棟の安全対策は下記の基本方針に従い実施する。

- 他の特定原子力施設の設計を参考にしつつ、「特定原子力施設への指定に際し、東京電力株式会社福島第一原子力発電所に対して求める措置を講ずべき事項について」(以下「措置を講ずべき事項」という。)を満たした設計とする。
- 既存の核燃料物質等の使用施設を参考にしつつ、合理的に対応可能な範囲で、「使用施設等の位置、構造及び設備の基準に関する規則」(以下、「使用許可基準規則」という。)(「その解釈」も含む)についても考慮した設計とする。

# 1. 第2棟の安全設計

## 1.1. 基本方針

### (2) 使用許可基準規則に対する対応（閉じ込め）

機能	使用許可基準規則の主な要求事項	第2棟における設計上の考慮
閉じ込め	<p>①セル等からの放射性物質の<b>漏えいを防止</b>でき、<b>腐食対策</b>を講じていること。</p> <p>②放射性物質の<b>漏えいを確認</b>でき、<b>拡大防止を図れる</b>こと。</p> <p>③セル等の内部を<b>常時負圧</b>に保つこと。</p> <p>④設計評価<b>事故時</b>において、公衆に著しい放射線被ばくのリスクを与えないよう<b>放出抑制</b>できること。</p>	<p>耐腐食性材料を施したセル等による静的な閉じ込めを行う【補正申請対象】</p> <p>定点モニタによる検知の他、ルーチンサーベイによる早期検知で拡大防止を図る</p> <p>排風機により負圧維持（動的閉じ込め）を行う。設備と電源の多重化で機能維持強化【補正申請対象】</p> <p>セル内の火災、地震による機能喪失を想定し、敷地境界線量を評価。著しい被ばくリスクなし【補正申請対象】</p>

# 1. 第2棟の安全設計

## 1.1. 基本方針

### (3) 使用許可基準規則に対する対応（臨界防止）

機能	使用許可基準規則の主な要求事項	第2棟における設計上の考慮
臨界防止	<ul style="list-style-type: none"> <li>① <b>形状管理</b>（制限値を設定）により臨界防止を図ること。</li> <li>② 形状管理が困難な場合は、<b>質量管理</b>（制限値を設定）により臨界防止を図ること。</li> <li>③ 制限値を設定する際、<b>最も厳しい結果を与えるよう条件設定し、誤差、誤操作等を考慮して十分な裕度を見込む</b>こと。</li> <li>④ 制限値を設定する際、計算コードや文献等は信頼度が高いこと</li> <li>⑤ ユニットが<b>複数ある場合は、相互間で安全な配置</b>とすること。</li> <li>⑥ <b>臨界検知</b>できること</li> </ul>	<p>試料ピットにて形状管理し臨界防止を図る</p> <p>受入及び払出時に質量管理を行い臨界防止を図る</p> <p>誤って二重装荷したケース、且つ保守的な条件設定でモンテカルロ解析し、臨界に達しないことを評価</p> <p>信頼度の高い公開情報を利用し、コードはMVPを使用【補正申請対象】</p> <p>試料ピットの各ホール間をコンクリートにて構造的に隔離</p> <p>セル外の中性子線エリアモニタ及びγ線エリアモニタで検知【補正申請対象】</p>

# 1. 第2棟の安全設計

## 1.1. 基本方針

### (4) 使用許可基準規則に対する対応（火災防護）

機能	使用許可基準規則の主な要求事項	第2棟における設計上の考慮
火災防護	<p>① <u>建物・セル等は、<b>火災の発生を防止できる構造・材料</b></u>とすること。</p> <p>② <u><b>水素対策</b></u>を講じること。</p> <p>③ <u><b>火災時も、安全機能（閉じ込め、臨界防止等）を維持</b></u>できること。</p> <p>④ <u><b>消火設備及び火災感知設備を設けること。</b></u></p>	<p>建物・セル等ともに、可能な限り不燃性又は難燃性材料で構築</p> <p>水の放射線分解による水素発生と水素ガス使用機器からの漏えいに対し、換気による希釈と帯電防止対策で対応【補正申請対象】</p> <p>セル等の火災に対し、窒素ガス消火設備による消火を行う場合においても、負圧維持を図る【補正申請対象】</p> <p>建屋内各所に感知器と消火設備（消火栓と消火器）を配備。</p>

# 1. 第2棟の安全設計

## 1.1. 基本方針

### (5) 使用許可基準規則に対する対応（耐震）

機能	使用許可基準規則の主な要求事項	第2棟における設計上の考慮
耐震	<p>①耐震重要度に応じて耐震クラス分類すること。 (事故当りの実効線量) Sクラス：&gt;5mSv <b>Bクラス：≤5mSv</b>           &gt;0.05mSv Cクラス：≤0.05mSv</p> <p>②耐震クラス分類に応じて耐震設計を行うこと。</p> <p>③耐震設計時の地震動は法令で定めた方法によること。</p>	<p>耐震設計審査指針に基づき耐震クラス分類を行い、その上で地震時の機能喪失を想定した敷地境界線量評価を行い5mSvを超えないことを確認【補正申請対象】</p> <p>原子力発電所耐震設計技術規程(JEAC4601-2008)に基づき耐震性を評価</p> <p>耐震設計審査指針に基づき地震力を算定</p>

# 1. 第2棟の安全設計

## 1.2. 閉じ込めについて

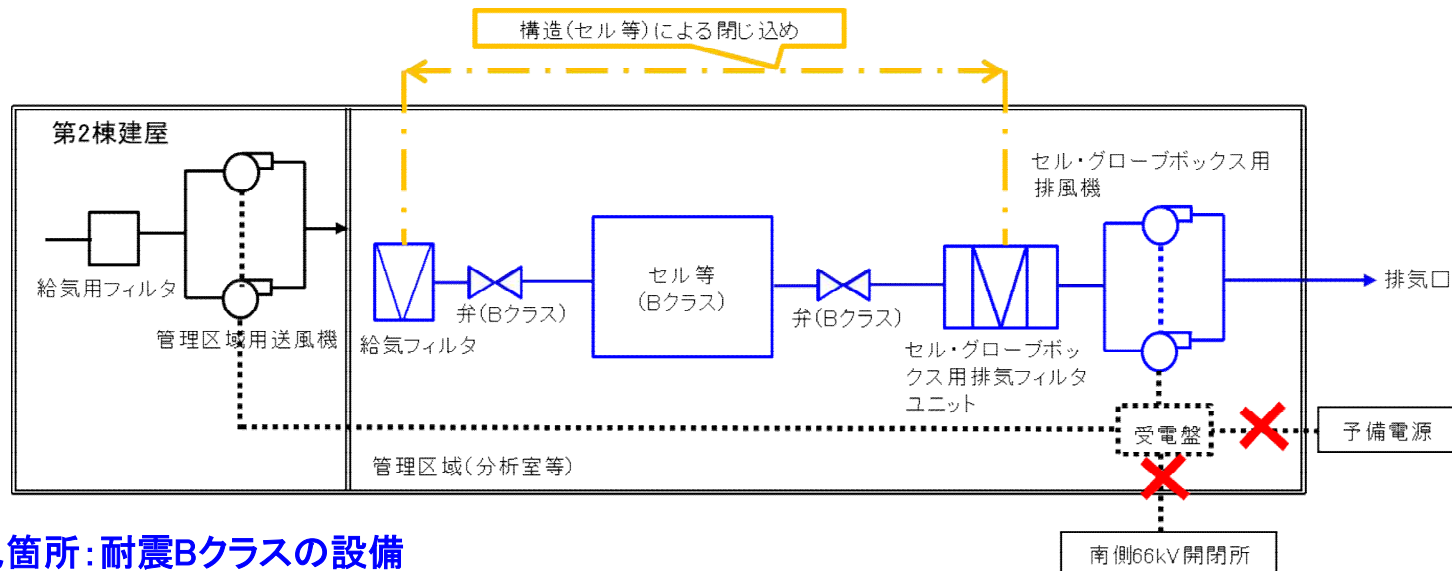
### ○「使用許可基準規則」第二条（閉じ込めの機能）を踏まえた設計上の考慮

使用許可基準規則の主な要求事項	第2棟における設計上の考慮
<p>放射性物質を限定された区域に適切に閉じ込めることができるものであること。</p> <ul style="list-style-type: none"><li>✓ セル等の内部を負圧状態に保つ必要がある場合、当該セル等の内部は常時負圧に保たれていること。</li><li>✓ 放射性物質の漏えいを防止できる設計であること。</li></ul>	<p>第2棟では、放射性物質を限定された区域に適切に閉じ込めることができるよう下記の考慮を行っている。</p> <ul style="list-style-type: none"><li>✓ 換気空調設備にてセル等の内部を負圧にすることで、放射性物質を閉じ込めることを基本とする。【補正申請対象】</li><li>✓ 負圧維持機能を有する換気空調設備は2式を設置し、外部電源も2系統確保する。【補正申請対象】</li><li>✓ さらに、万が一外部電源が喪失した場合でも負圧維持が継続できるように、予備電源（ディーゼル発電機1基）を設置する。【補正申請対象】</li><li>✓ 耐震クラスを超える地震等、電源設備の破損等により排風機を作動することができない場合（負圧にできない場合）は、セル等の構造（セル等、ダクト、弁、給排気系のフィルタ）で放射性物質を閉じ込める。【補正申請対象】</li></ul>

# 1. 第2棟の安全設計

## 1.2. 閉じ込めについて 【参考資料】

- セル等は負圧に維持することを基本とする。
- 万一、地震等による設備の損傷で排風機を動かすことができない場合は、セル等の構造（セル等、ダクト、弁、給排気系のフィルタ）で放射性物質を閉じ込める。
- 地震等により排風機を動かすことができず、さらに火災の発生を想定した場合でも、火災によるフィルタ損傷の恐れがないことから、セル等の構造（セル等、ダクト、弁、給排気系のフィルタ）で放射性物質を閉じ込める。



### 青色箇所: 耐震Bクラスの設備

放射性物質の拡散防止(バウンダリの確保)、電源復帰後に速やかに負圧を回復できるよう耐震Bクラスとしている。

❌ 電源の喪失を示す ❌ ❌



# 1. 第2棟の安全設計

## 1.3. 臨界防止について

### ○「使用許可基準規則」第七条（核燃料物質の臨界防止）を踏まえた設計上の考慮

使用許可基準規則の主な要求事項	第2棟における設計上の考慮
<p>核燃料物質が臨界に達するおそれがないようにするため、核的に安全な形状寸法にすることその他の適切な措置を講じたものでなければならない。</p> <ul style="list-style-type: none"><li>✓ 設備・機器の形状寸法、取り扱う核燃料物質自体の質量等について、適切な核的制限値が設けられていること。</li><li>✓ 核的制限値を設定するに当たっては、取り扱われる核燃料物質の形状、組成、減速条件等を考慮し、十分な裕度を見込むこと。</li><li>✓ 臨界及びその継続性を検知することができる設計であること。</li></ul>	<p>第2棟では、核燃料物質が臨界に達するおそれがないように、下記の考慮を行っている。</p> <ul style="list-style-type: none"><li>✓ コンクリートセルにおける質量制限値を設定する際、分析における溶解工程で燃料デブリが粒子状となることを想定し（非均質系での評価）、十分な裕度を見込んでいる。【補正申請対象】</li><li>✓ 中性子線エリアモニタ、γ線エリアモニタにより臨界及びその継続性の検知を行う。【補正申請対象】</li></ul>

# 1. 第2棟の安全設計

## 1.3. 臨界防止について【参考資料-1】

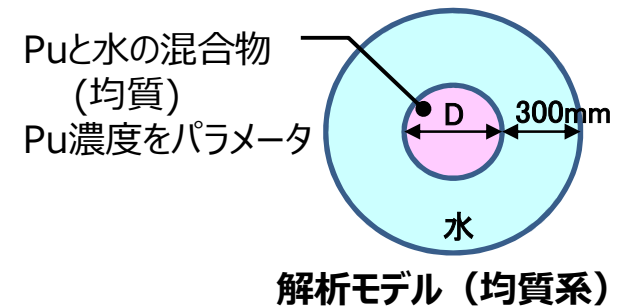
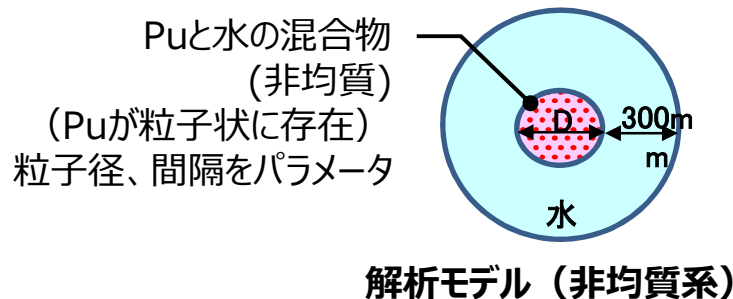
### ○ 燃料デブリを粒子状（非均質）として臨界解析している点について

- 第2棟では、燃料デブリの分析の前処理として溶解を実施する。溶解では、粉体状の燃料デブリ等を溶かすため、Puが粉体（粒子）で溶液中に分散して存在する状態（非均質な状態）となる可能性がある。また、粉体が徐々に溶けていくため、粒子径は徐々に小さくなる。
- 過去の知見から燃料デブリの溶解は難しく、非常に溶けにくいいため、残渣が発生する可能性がある。また、既存施設にて実施されたTMI-2燃料デブリ試料に対するアルカリ融解の適用確認のなかで、一部の試料の溶解時に沈殿物が発生することが確認されている。
- これら残渣、沈殿物が溶液中に分散することで非均質な状態となる可能性がある。

以上を踏まえ、均質性、非均質性を考慮した解析モデルにおいて、中性子実効増倍率が0.95となるPuの重量を、連続エネルギーモンテカルロコードMVPを用いて評価した。

均質系 均質性の解析モデルでの臨界に達しないPuの重量 : M1  
非均質系 非均質性の解析モデルでの臨界に達しないPuの重量 : M2

解析の結果、 $M1 > M2$  ( $M1/M2 = \text{約}1.04$ ) であり、非均質性を考慮した場合（燃料デブリを粒子状として評価）が厳しい結果であった。これを踏まえ、非均質系で評価を実施した。



# 1. 第2棟の安全設計

## 1.3. 臨界防止について 【参考資料-2】

### ○ 臨界防止に係る解析に用いた解析コードについて

第2棟の臨界防止に係る解析に用いた解析コードについて、下記に示す。

- ・コード名 : MVP (連続エネルギーモンテカルロコード)
- ・使用目的 : コンクリートセル、試料ピットの未臨界性評価
- ・開発機関 : 日本原子力研究開発機構

#### ・解析コードの概要

核燃料物質、構造材等の幾何形状等を入力とし、中性子の発生、飛行、衝突といった事象を追跡、これ进行处理することで中性子実効増倍率を求めるものである。

幾何形状の入力に際し、直方体、球等のあらかじめ用意された基本形状を組み合わせることで、複雑な形状の解析ができる。なお、球とその他の形状を組合せ、さらに球の半径を変化させることで非均質性及び粒子径を考慮した解析を行うことができる。したがって、燃料デブリの非均質も考慮した第2棟における臨界防止に係る解析に用いるに適切な解析コードである。

# 1. 第2棟の安全設計

## 1.4 火災防護について

### ○「使用許可基準規則」第四条（火災等による損傷の防止）を踏まえた設計上の考慮

使用許可基準規則の主な要求事項	第2棟における設計上の考慮
<p>使用施設等は、火災又は爆発によりその安全性が損なわれないよう、火災及び爆発の発生を防止することができ、かつ、火災及び爆発の影響を軽減する機能を有するものでなければならない。</p> <ul style="list-style-type: none"><li>✓ 火災により換気設備等の設備・機器の一部が、その機能を喪失しても、施設等全体として、公衆に対し過度の放射線被ばくを及ぼさないように、閉じ込め等の安全機能が確保されるものとする。</li></ul>	<p>第2棟では、火災発生防止、火災検知及び消火並びに火災の影響の軽減の方策を適切に組み合わせて、火災により施設の安全性を損なうことのないよう下記の考慮を行っている。</p> <ul style="list-style-type: none"><li>✓ セル等の設備は、可能な限り、不燃性材料又は難燃性材料を使用する設計とし、セル等では、少量の可燃物しか取り扱わない。また、万一に備えて、不活性ガス消火設備を設ける。【補正申請対象】</li><li>✓ なお、セル内の火災を想定しても、換気設備の排気フィルタは破過せず、セル等の負圧維持が可能であるとともに、火災による敷地境界での被ばく影響は十分小さいことを確認している。【補正申請対象】</li></ul>

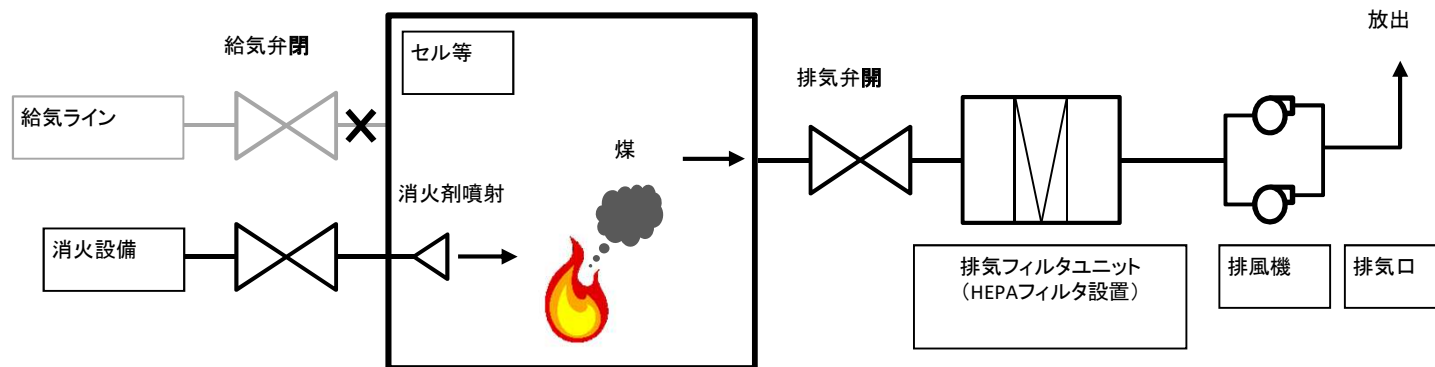
# 1. 第2棟の安全設計

## 1.4 火災防護について【参考資料-1】

### ○ 火災時の換気空調設備の排気フィルタへの影響（1/2）

第2棟では、コンクリートセル等で火災が発生した場合、不活性ガス（窒素ガス）を噴射し、セル内を消火に必要な消火剤濃度に維持することで消火する。このとき、セル内の負圧を維持するため及び効率よくセル内の空気を消火剤（窒素ガス）に置換するため、排気弁は閉止せず、排風機も作動状態を維持する。

セル内火災を想定し、セル内の可燃物が燃焼することで発生する煤が、換気空調設備の排気系に流入したとして、排気フィルタユニットに設置されている高性能フィルタへの影響を評価した



# 1. 第2棟の安全設計

## 1.4 火災防護について【参考資料-1】

### ○ 火災時の換気空調設備の排気フィルタへの影響（2/2）

#### 【想定】

セル内の可燃物として、紙ウェス、ポリ容器がある。通常、可燃物は必要の都度、必要な量だけをセル内に持ち込んで使用し、また、使用しない場合は金属製容器に収納する等、火災発生の要因を極力排除する。評価では、紙ウェス500g、ポリ容器200gがセル内に存在すると仮定し、そのすべてが燃焼し、このとき発生する煤が換気空調設備の排気系に移行し、高性能フィルタに捕集されるものとした。なお、煤の発生量については、紙ウェスの重量の1%※<sup>1</sup>（5g）、ポリ容器の重量の9%※<sup>1</sup>（18g）とし、保守的に合計25gとした。

#### 【評価結果】

高性能フィルタは、初期圧力損失の2倍が交換時期の目安とされている。IAEAの報告書※<sup>2</sup>では、第2棟に設置する高性能フィルタとサイズ及びろ材の種類（グラスファイバー）が同じフィルタについて、初期圧力損失の2倍の圧力に相当する工業用の煤（カーボンブラック）の保持量が約200gと示されている。

第2棟のセル内火災で想定される煤の発生量は25gであり、高性能フィルタに対する保持量200gを下回ることから、セル内火災時に発生が想定される量の煤を捕集しても高性能フィルタは破過せず、負圧維持に必要な排気風量も維持できる。

※<sup>1</sup> “Characteristics of Combustion Products: A Review of Literature” NUREG/CR-2658, (1983) から、燃焼物の初期重量に対する煤の発生割合について、紙の材料である木材では0.2～0.4%、ポリ容器の材料であるポリエチレンでは8.3%である。以上より、煤の発生量について、紙ウェスを1%、ポリ容器を9%とした。

※<sup>2</sup> TECHNICAL REPORTS SERIES No.325 IAEA, VIENNA, (1991) p.32 FIG. 18に、高性能フィルタの粉塵保持量(Dust load)に対する圧力損失(Pressure drop)の変化が示されており、工業用の煤(カーボンブラック, Carbon Black)を高性能フィルタに捕集させた場合、試験開始時の圧力損失(初期圧力損失)に対して2倍の圧力損失を示すときの粉塵保持量は約200gである。

# 1. 第2棟の安全設計

## 1.4 火災防護について【参考資料-2】

### ○ 火災時の放射性物質の放出に伴う線量評価

コンクリートセルNo.4では、燃料デブリ等を容器から取り出して切断等を行うため他の取扱場所に比べ、セル内に飛散する放射性物質の量が多く、また、切断等により飛散しやすい粉体状の放射性物質が発生する。このため、**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火災が発生した場合を想定し**、火災に伴う放射性物質の飛散を考慮して、このときの敷地境界での実効線量を評価した。

#### 【評価条件】

燃料デブリ等がすべてMOX燃料で構成されているとした（放射性物質の放出に伴う呼吸摂取による内部被ばく線量を評価しており、アクチノイド核種の多いMOX燃料がウラン燃料よりも厳しい）。

燃料デブリの前処理では、切断等により発生した粉体は適宜、回収し保管するが、評価では、この粉体のすべてがセル内に存在するものとし、切断時の飛散（1%※1）と火災に伴う飛散（0.6%※2）を合わせた粉体の1.6%の放射性物質が排気中に移行するものとした。なお、トリチウム、よう素及び希ガスについては、粉体中の全量が排気中に移行するものとした。コンクリートセルNo.4から排気口までに設置する高性能フィルタ（3段）の除染係数を $10^7$  ※3とした。なお、トリチウム、よう素及び希ガスについては、除染係数を考慮しないものとした。

#### 【評価結果】

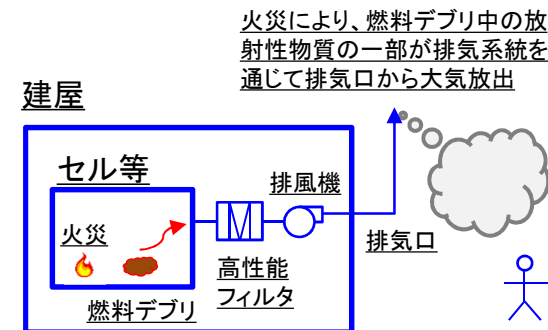
敷地境界外の実効線量の評価は、「発電用原子炉施設の安全解析に関する気象指針」等を参考とし、呼吸摂取による内部被ばく線量を求めた。

その結果、本事象に係る敷地境界での実効線量は、約 $1.2 \times 10^{-3} \mu\text{Sv}$ であり、放射線影響は十分に小さい。

※1 「ホットラボの設計と管理」, ホットラボ研究専門委員会, 日本原子力学会 (1976)

※2 “Nuclear Fuel Cycle Facility Accident Analysis Handbook”, NUREG/CR-6410

※3 高性能フィルタは、基準粒子径 $0.15 \mu\text{m}$ 以上に対して粒子捕集率99.97%以上のJIS規格品を使用する設計としている。  
第2棟では、フィルタ1段目の除染係数を $10^3$ とし、2段目以降は1段あたりの除染係数を $10^2$ として評価する。



# 1. 第2棟の安全設計

## 1.5 耐震設計について

### ○「使用許可基準規則」第九条（地震による損傷の防止）を踏まえた設計上の考慮

使用許可基準規則の主な要求事項	第2棟における設計上の考慮
<p>施設は、地震力に十分に耐えることができるものでなければならぬ。</p> <ul style="list-style-type: none"><li>✓ 地震時の破損（機能喪失）による公衆への放射線影響の程度で耐震クラス分類を行う。<ul style="list-style-type: none"><li>・Sクラス：5mSvを超える場合。</li><li>・Bクラス：5mSvを超えない場合。 50μSv以下の場合にはCクラスに分類できる。</li></ul></li></ul>	<p>第2棟では、地震力に十分に耐えることができるよう以下の考慮を行っている。</p> <ul style="list-style-type: none"><li>✓ 機能喪失を想定した場合の影響を評価し、耐震指針に基づき定めた耐震クラスが「使用許可基準規則」についても則したものであることを確認している。<ul style="list-style-type: none"><li>・ コンクリートセル、鉄セルは、機能喪失を想定しても5mSv以下であり、Bクラスとなる。</li><li>・ グローブボックスは、機能喪失を想定しても50μSv以下でありCクラスとなる。なお、将来の機能拡張を考慮しBクラスとしている。</li><li>・ フード、廃液受槽は、機能喪失を想定しても50μSv以下であり、Cクラスとなる。</li><li>・ 消火設備は、火災を想定しても50μSv以下であり、Cクラスとなる。</li><li>・ また、セル等に関連した換気空調設備は、セル等と同等の閉じ込め機能を求めるものとし同一の耐震クラスとしている。</li></ul></li></ul> <p>【補正申請対象】</p>



# 1. 第2棟の安全設計

## 1.5 耐震設計について【参考資料-1】

### ○ 日本海溝地震等の影響について

「内閣府「日本海溝・千島海溝沿いの巨大地震モデルの検討について（概要報告）」（令和2年4月21日）」で示された地震については、公表された地震の震源域が発電所敷地から十分に遠方に位置しており、また、震度が5弱未満であることから、第2棟は耐震Bクラスであり耐震安全性に影響はないと判断している。

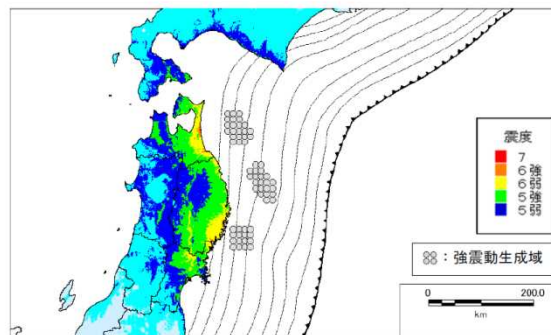
また、第2棟は、T.P.+40mの場所に設置するため、津波の影響も受けない。

内閣府「日本海溝・千島海溝沿いの巨大地震モデルの検討について（概要報告）」参考図表集より抜粋

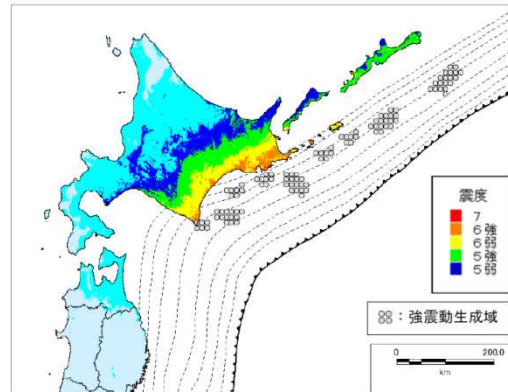
#### 強震断層モデルの強震動生成域の分布と震度分布

津波断層モデルの検討で得られた震源域において、過去の地震や地震活動の状況を参考に、強い揺れの発生源（強震動生成域）を配置し、震度分布を計算

【①日本海溝（三陸・日高沖）モデル】



【②千島海溝（十勝・根室沖）モデル】



・プレート境界の地震としては最大クラスの地震動であるが、プレート内部や地殻内の浅い場所（活断層）で発生した地震の方が揺れの影響としては大きくなる場合があることに留意する必要がある。

# 1. 第2棟の安全設計

## 1.5 耐震設計について【参考資料-2】



### ○ 核燃料物質等の使用施設の規制基準に照らした際の耐震クラス

第2棟の建屋及び設備の耐震クラスは、「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針（平成18年9月19日）」に基づき行い、下表のように分類している。

		耐震Bクラス	耐震Cクラス
建屋		・第2棟建屋（コンクリートセル含む）	・電気設備棟 ・消火用ガスボンベ庫
設備	(1)分析設備	・鉄セル ・グローブボックス	・フード
	(2)液体廃棄物 一時貯留設備	—	・分析廃液受槽 ・設備管理廃液受槽 ・分析廃液移送ポンプ ・分析廃液回収ポンプ ・設備管理廃液移送ポンプ ・設備管理廃液回収ポンプ ・主要配管の一部（鋼管）
	(3)換気空調設備	・セル・グローブボックス用排風機 ・セル・グローブボックス用排気フィルタユニット ・主要排気管の一部（鋼管、ダクト）	・フード用排風機 ・管理区域用排風機 ・管理区域用送風機 ・フード用排気フィルタユニット ・管理区域用排気フィルタユニット
	(4)その他設備	—	・電気設備 ・消火設備

# 1. 第2棟の安全設計

## 1.5 耐震設計について【参考資料-3】

### ○ 使用許可基準規則に照らした際の耐震クラスの検討結果

#### ◆ 地震による機能喪失時の線量評価と耐震クラス

設備	想定事象	線量評価の概要	線量の評価値
第2棟建屋 (コンクリートセル 含む)	閉じ込め 機能喪失	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>※1</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放出 <sup>※2</sup> され地上放出によって敷地境界に達したと想定	1.1mSv < 5mSv →Bクラス
鉄セル	閉じ込め 機能喪失	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放出 <sup>※2</sup> され地上放出によって敷地境界に達したと想定	0.3mSv < 5mSv →Bクラス
グローブボックス、 フード	閉じ込め 機能喪失	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、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放出 <sup>※2</sup> され地上放出によって敷地境界に達したと想定	0.03 μSv < 50 μSv →Cクラス
廃液受槽 (分析廃液受槽)	閉じ込め 機能喪失	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堰内に漏えいし、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>※4</sup> し、排気系統を通じてではなく、直接、建屋から外部へ放出 <sup>※2</sup> され地上放出によって敷地境界に達したと想定	0.008 μSv < 50 μSv →Cクラス
消火設備	消火機能喪失 (火災)	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切断時に飛散 <sup>※1</sup> することに加えて、火災に伴ってセル内の気相に移行 <sup>※5</sup> するものとし、これらが排気系統を通じて、排気口から火災によって放出され敷地境界に達したと想定	0.001 μSv < 50 μSv →Cクラス

※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」)。Kr等の気体状の放射性物質は100%移行。

※2 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  
".Handing of Radiation Accidents. International Atomic Energy Agency. Vienna, 1969. IAEA-SM-119/7)

※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、※1の移行率を用いた。

※4 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)

※5 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)

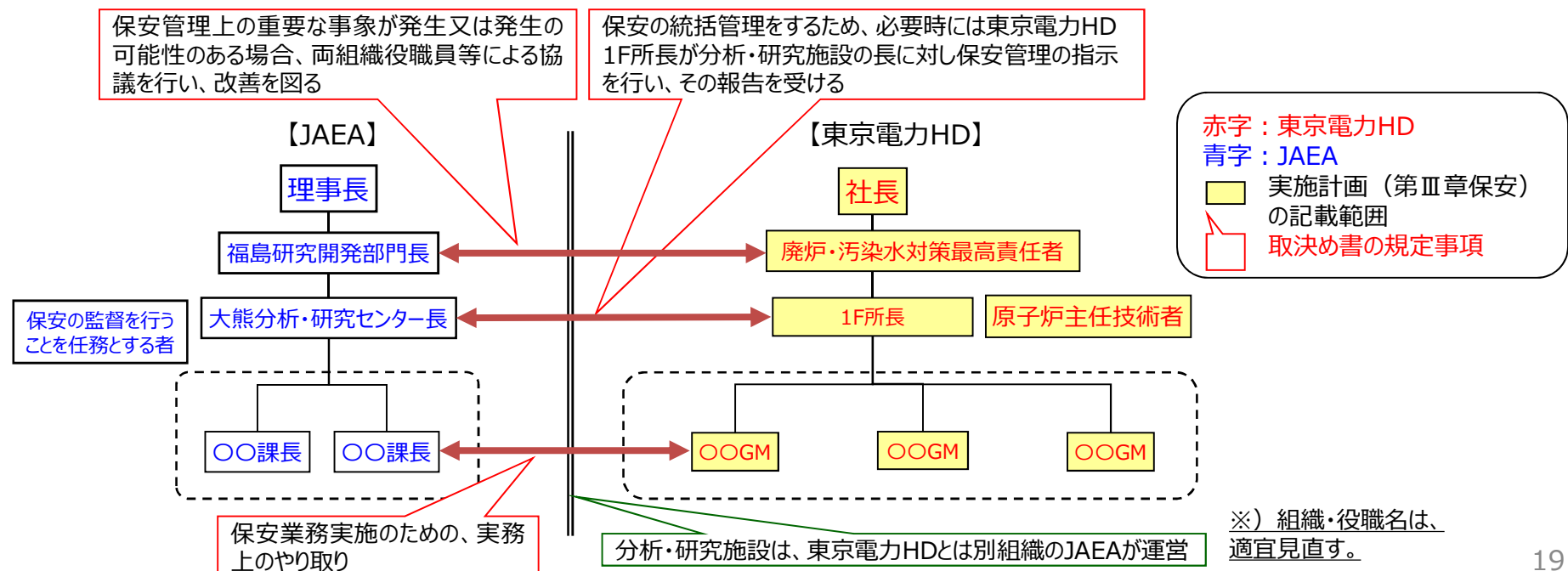
## 2. 第2棟の保安管理

### 2.1. 保安管理体制

#### (1) 概要

JAEAと東京電力HDは本施設の安全性並びに効率性を相互協力により確保するため覚書を交わし、放射性物質分析・研究施設に係る両者の基本的な役割分担、権利義務を以下の通り定めている。

- 放射性物質分析・研究施設は、1Fにおける特定原子力施設の一部として、**東京電力HDが保安に関する統括管理を行う。**
- 放射性物質分析・研究施設の**施設所有・運営**は、十分な技術力を有する**JAEAを主体**とすることで、本施設の有効活用を図る。
- 分析結果の第三者性の観点を踏まえ、JAEAの運営組織は東京電力HDと別組織とする。
- 本施設についての保安管理を確実に実施するため、**両者の関係を取決め書**で規定する。
- 保安管理上の重要な事象が発生又は発生の可能性がある場合は、両組織の役員による協議を行い、改善を図る。  
(東京電力HDの役員は実施計画上に位置づけがあり、対応するJAEA役員と協議を行う。)



## 2. 第2棟の保安管理

### 2.1. 保安管理体制

#### (2)保安管理についての取決め

放射性物質分析・研究施設は、JAEAが施設の所有・運営を行う事業体として、東京電力HDの保安管理の下、保安活動を実施する。今後、第2棟に係る取決め書は、以下の第1棟の建設・運転保守における保安管理に関する取決め書に準じた内容とする予定である。

取決め書に定める両社の保安に係る具体的な役割分担

東京電力HD	JAEA
<p>本施設についても、他の実施計画の施設と同等の保安管理・保安活動を実施。</p>	<p>実施計画を遵守。 実施計画第三章の条文から直接的な要求がない場合でも、東電HDの施設と同水準の管理を行う。</p>
<p>特定原子力施設の設置者として、各職務に応じた<b>保安管理</b>を行う。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・JAEAのマニュアル・手順書及びそれらに沿った活動のエビデンスを定期的に<b>確認</b>。</li> <li>・運転保守段階では、定期的な現場巡視や保安管理に関する各種会議に参加する等により、<b>当該施設の運用状況を把握</b>。</li> <li>・保全計画が適切に管理されていることを<b>定期的に確認</b>。</li> <li>・保管管理に係るマニュアル・手順書等を制改訂する際は、JAEAに<b>通知</b>。</li> </ul>	<p>東電HDの保安管理の下、各職務に応じた<b>保安活動</b>を行う。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・東電HDがマネージメントレビューを実施する上で必要な情報やその他双方が必要と考える事項について<b>報告</b>。</li> <li>・保安管理上の改善が必要な場合は、改善を実施。</li> <li>・保安管理状況を<b>日常的に報告</b>。</li> <li>・全ての<b>不適合事象を報告</b>。</li> <li>・保安管理に係るマニュアル・手順書等を制改訂する際は、施行前に東電HDに<b>確認</b>を受ける。</li> </ul>
<p>保安管理に関する具体的な<b>要求事項</b>をマニュアルとして定める。</p>	<p>左記マニュアルの<b>要求事項</b>に従い、その具体的な手順を示したマニュアル等を定める。</p>
<p>保安検査は東電HDが受検。</p>	<p>東電HDの統括管理の下、保安検査官への状況説明及び必要な対応を行う。</p>
<p>1F所長は、保安管理上の懸念があった際には、<b>設備運用停止</b>やその改善について指示できる。</p>	<p>左記指示に従う。</p>

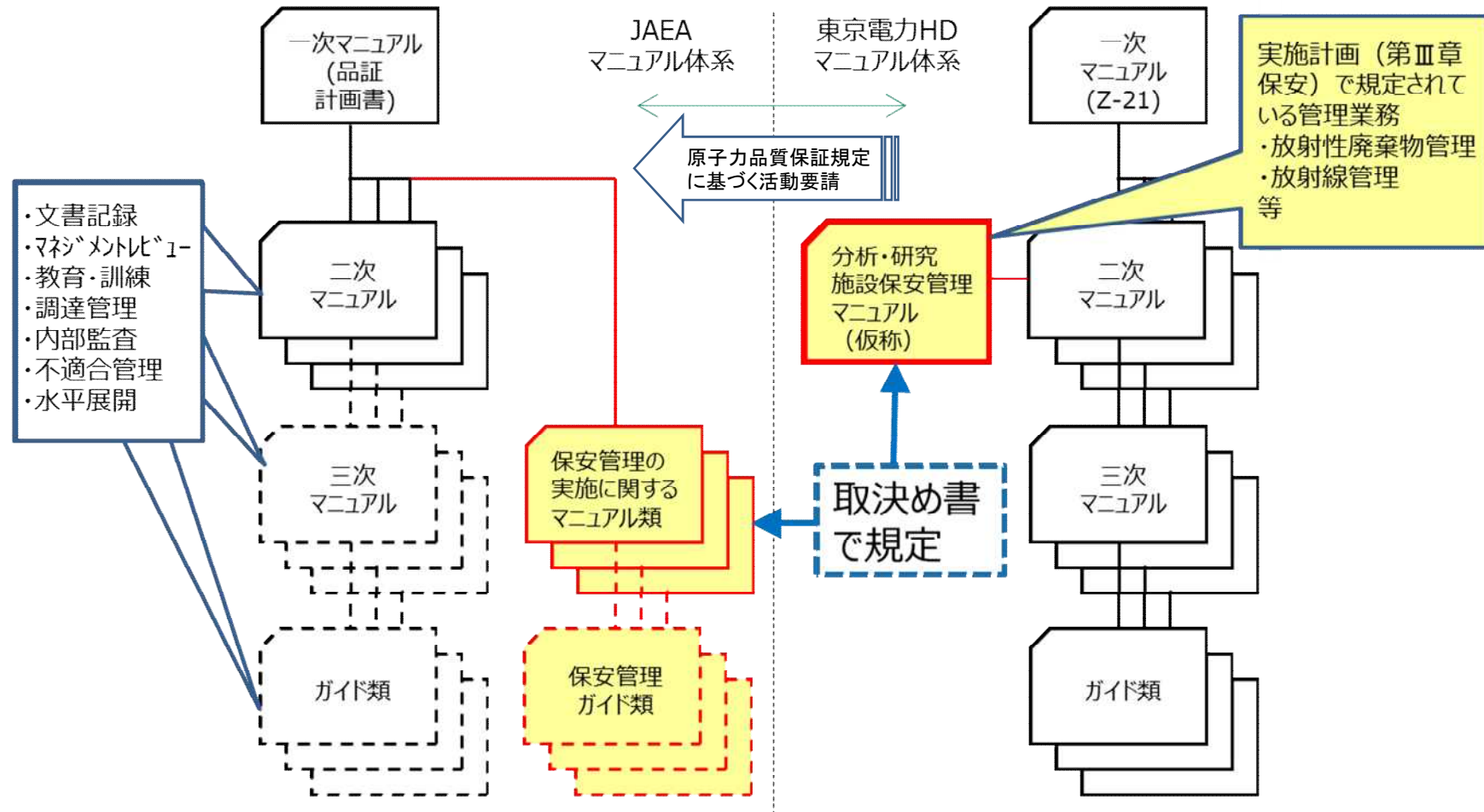
## 2. 第2棟の保安管理

### 2.1. 保安管理体制

#### (3) マニュアル体系(イメージ)

両社の覚書に基づき、JAEAは東京電力HDの原子力品質保証規定に基づいて必要な保安活動に係る届出・申請文書及びマニュアル等の整備を行う。

さらに両社は取決め書に基づき、東京電力HDは二次マニュアルに「保安管理上の要求事項」を定め、JAEAは三次マニュアルに「その要求事項に従い具体的な手順等」を定め、実務に適用する。



## 2. 第2棟の保安管理

### 2.2. 緊急時対応

#### (1) 緊急事態発生時の役割分担(1/2)

第2棟に係る緊急事態発生時の役割分担は、以下の第1棟役割分担に準じた内容とする予定である。

	№	項目	区分		備考
			JAEA	東電	
火災	1	通報連絡			
	a)	消防(119番)通報、復旧班長への連絡	○(発見者)		
	b)	警察署への連絡	○		
	c)	関係機関(注)への通報		○	
	2	消火活動			
	a)	自衛消防隊	○	※	※:JAEAからの要請に応じて出勤し、JAEAの指揮下に入る
	b)	消火本部の設置	○		本部及び現地本部
	c)	消火本部用場所の確保	○	※	※:JAEAからの要請に応じて提供
	d)	発電所構内消火活動における便宜提供		○	JAEAからの要請に応じて提供(APD貸与、サーベイ、消火設備等)
	3	鎮火確認	○		東電への報告を含む
4	原因究明及び再発防止	○		東電への報告を含む	
傷病	1	通報連絡			
	a)	救急医療室、復旧班長への連絡	○(発見者)		
	b)	労基署・警察署への連絡・説明	○		
	2	救急医療		○	緊急医療室の用意、応急処置、緊急搬送判断、身体汚染確認及び証明書作成
	3	病院への同行及び説明			
	a)	事業主体としての対応	○		東電への必要な情報提供を含む
	b)	原子力災害現地対策本部の定める要領に基づく対応		○	東電保安班員が同行
4	関係機関(注)への通報		○		

(注) 関係機関：内閣府、原子力規制委員会、福島県、大熊町、双葉町

## 2. 第2棟の保安管理

### 2.2. 緊急時対応



#### (1) 緊急事態発生時の役割分担(2/2)

	№	項目	区分		備考
			JAEA	東電	
現場異常 トラブル	1	実施計画に記載の安全機能に係わる設備の故障	○	※	※:東電は報告を受け、必要に応じ指示、指導を行う
	2	上記以外の設備の故障	○		
	3	油漏れの場合			
	a)	通報連絡			
	①	消防、復旧班長への連絡	○(発見者)		
	③	関係機関(注)への通報		○	
	b)	原因究明及び再発防止	○		
	4	その他事象への対応			
	a)	関係機関(注)への通報		○	
	b)	関係機関(注)への通報以外の対応	○		

(注) 関係機関：内閣府、原子力規制委員会、福島県、大熊町、双葉町

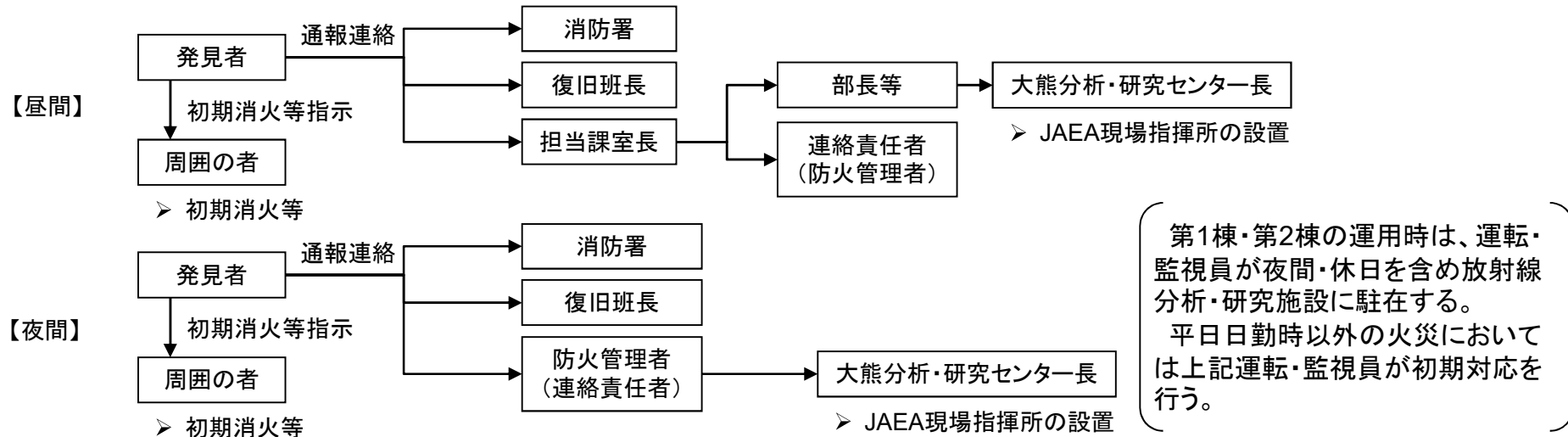


## 2. 第2棟の保安管理

### 2.2. 緊急時対応

### (2) 火災時の対応

第2棟における対応は、以下の施設管理棟における連絡通報体制をもとに今後定めていく。



	【JAEA現場指揮所】 指揮所責任者 (自衛消防班長)	東電消防要請	【火災現場】
【JAEA自衛消防】 消防班※1	火元確認指示	東電消防誘導指示	初期消火 火元確認
【JAEA自衛消防】 運営班※2		誘導指示	東電消防誘導 公設消防誘導
			東電消防指示 東電消防がJAEA指示のもと消火活動を実施

※1: 初期消火、消火作業の指揮等を行うもの。 ※2: 情報収集、消防機関の誘導等を行うもの。

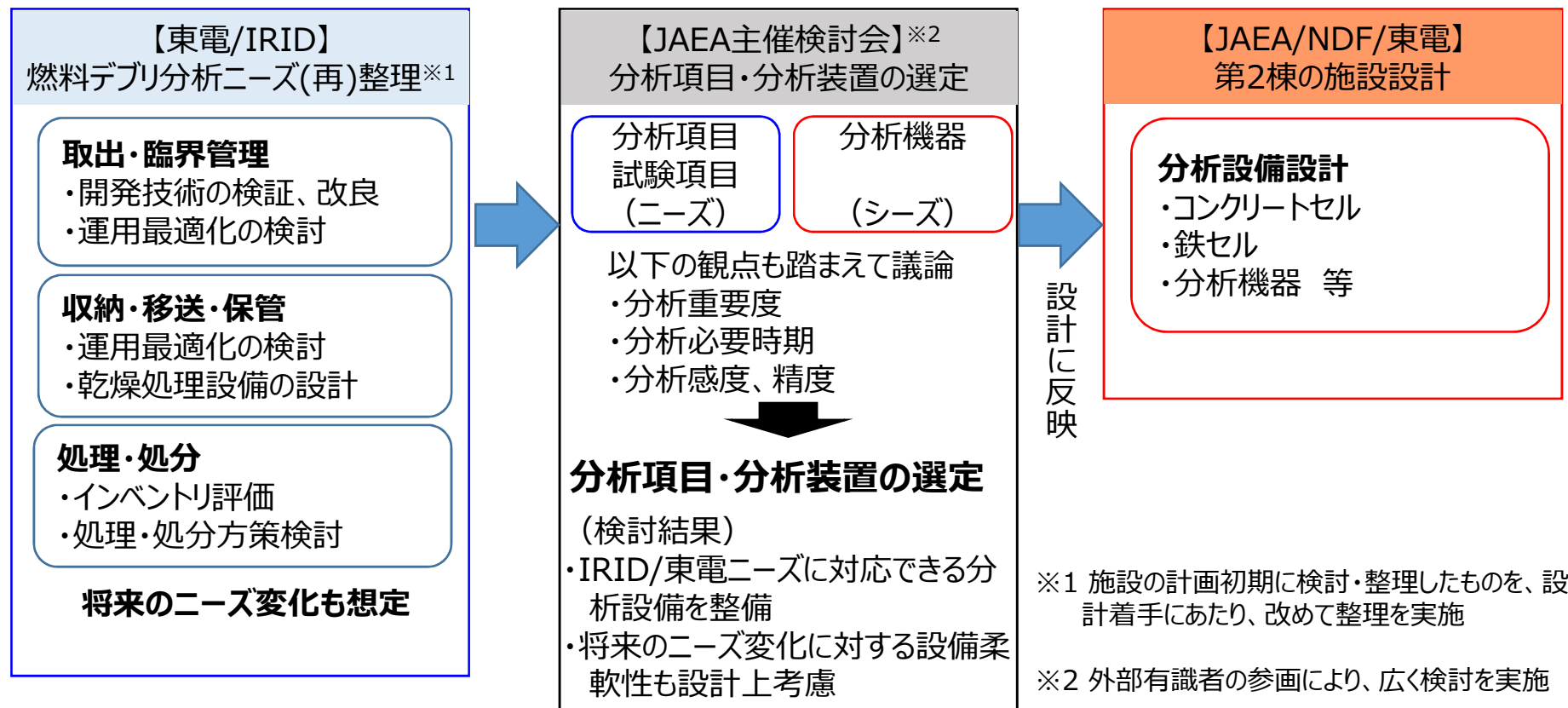
### (3) 補正申請について

緊急事態発生時の対応に係り、休日・夜間を含む発生時の対応の追記等について補正申請を行う。

### 3.分析項目

#### 3.1. 分析項目の選定プロセス概要

- ① 廃炉に直接貢献する分析の観点で、IRID、東電にて**燃料デブリ取り出しの各工程**※1において、**分析ニーズ**※2を整理  
 ※1 燃料デブリ取り出し、収納・移送・保管、処理・処分 ※2 分析項目と対応する装置
- ② 上記を踏まえ、JAEA主催の検討会で**分析項目と対応する装置**や各分析項目の**重要性と優先度**について関係機関を含む有識者を交えて整理
- ③ 施設設計の段階で JAEAと原子力損害賠償・廃炉等支援機構、東電間で協議のうえ、**改めて廃炉作業上の必要性や構外の既存分析施設の利用**も考慮して導入する設備を検討



### 3.分析項目

#### 3.2. 施設設計への反映 ～ 施設設計にあたっての考慮事項 ～

- 第2棟と構外の既存分析施設で廃炉作業に必要な分析項目を実施できる体制を構築する。
- なお、事故進展の研究に必要な分析項目も、概ね網羅されていることを確認した。現行分析項目で読めない燃焼度等についても、ICP-MSでのNd-148の分析可否等の検討を進める。**
- 分析ニーズは設計・建設・運用中にも変わりうるとの認識のもと、柔軟な対応を目指す。

【成果の反映先】	⑤	④	③	②	①
① 取出し時の臨界安全の確認					
② 取出し作業時の線量、ガス挙動の把握					
③ 取出し工法へのフィードバック					
④ 収納・移送・保管にあたっての安全確認・評価					
⑤ 処理・処分方策の検討					
【第2棟の分析項目※】					
線量率			○	○	
核種インベントリ、組成	○	○		○	○
形状、化学形態、表面状態			○		
寸法（粒径）			○		
密度（空隙率）		○			
硬さ、じん性			○		
熱伝導率、熱拡散率	○				
組成（塩分濃度、SUS等含有率）	○	○	○		
有機物含有量	○	○			
含水率		○			○
水素発生量		○			
加熱時FP放出挙動	○	○		○	

※）一部は将来設置を想定

### 3.分析項目

#### 3.3.事故進展の研究に必要な分析項目に関する検討



- JAEAでは、2019年度に、燃料デブリの取出し、保管管理、処理処分及び事故原因の究明においてどのような課題があるのか、その課題を解決するためには燃料デブリについて何をどのように分析すればよいのかについて検討し、推奨としてまとめたところ。  
：「東京電力ホールディングス(株)福島第一原子力発電所燃料デブリ等分析について」  
燃料デブリ等研究戦略検討作業部会、JAEA-review 2020-004  
<https://jopss.jaea.go.jp/pdfdata/JAEA-Review-2020-004.pdf>
- この検討においても、燃料デブリの取り出し、保管管理、処理処分の検討に関してと、事故原因の究明に関してでは、概ね重複する分析項目が挙げられている。
- 燃料デブリ分析項目については引き続き関係者による検討が進められるところ、その検討によっても分析ニーズが高くかつ第2棟に導入されない装置が必要な項目については、既存施設での分析を検討する。分析頻度等で既存施設の能力が不足する場合等には、第2棟における将来機器増設用のスペースの活用も検討する。

## 【使用許可基準規則(解釈)】 第9条(地震による損傷の防止) 一部抜粋

### 一 耐震クラス分類 I

#### ① Sクラス

自ら放射性物質を内蔵している施設、当該施設に直接関係しており、その機能喪失により放射性物質を外部に放出する可能性のある施設、放射性物質を外部に放散する可能性のある事態を防止するために必要な施設及び放射性物質が外部に放散される事故発生の際に、外部に放散される放射性物質による影響を低減させるために必要な施設、並びに地震に伴って発生するおそれがある津波による安全機能の喪失を防止するために必要となる施設であって、環境への影響が大きいものをいい、例えば、次の施設が挙げられる。

- a) 核燃料物質を非密封で取り扱う設備・機器を収納するセル又はグローブボックス及びこれらと同等の閉じ込め機能を必要とする設備・機器であって、その破損による公衆への放射線の影響が大きい施設。
- b) 上記a) に関連する設備・機器で放射性物質の外部への放散を抑制するための設備・機器
- c) 上記a) 及びb) の設備・機器の機能を確保するために必要な施設

上記に規定する「環境への影響が大きい」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。

#### ② Bクラス

機能喪失した場合の影響がSクラス施設と比べ小さい施設をいい、例えば、次の施設が挙げられる。

- a) 核燃料物質を取り扱う設備・機器又は核燃料物質を非密封で取り扱う設備・機器を収納するセル又はグローブボックス及びこれらと同等の閉じ込め機能を必要とする設備・機器であって、その破損による公衆への放射線の影響が比較的小さいもの。(ただし、核燃料物質が少ないか又は収納方式によりその破損による公衆への放射線の影響が十分小さいものは除く。)
- b) 放射性物質の外部への放散を抑制するための設備・機器であってSクラス以外の設備・機器  
なお、Sクラスに属する施設を有しない使用施設等のうち、安全機能を喪失した場合に敷地周辺の公衆が被ばくする線量が十分に低いものは、Cクラスに分類することができる。この場合において、上記の「敷地周辺の公衆が被ばくする線量が十分に低い」とは、「発電用軽水型原子炉施設周辺の線量目標値に関する指針」(昭和50年5月13日原子力委員会決定)を参考に、実効線量が発生事故当たり[50マイクロシーベルト以下](#)であることをいう。

#### ③ Cクラス

Sクラスに属する施設及びBクラスに属する施設以外の、一般産業施設又は公共施設と同等の安全性が要求される施設をいう。

# 参考資料

## 事故進展の研究に必要な分析項目に関する検討 ：各分析によって得られる情報と評価項目の反映先

分析項目	試験/装置 (下線は必須ではないがより高度なデータが望める項目)	取得できる情報	分析値を利用する評価項目	反映先				
				(1) 取出し	(2) 保管管理	(3) 処理処分	(4)① 炉心溶融進展	(4)② ソースターム
金相観察	・ 光学顕微鏡	・ 形状 ・ 組織状態 ・ 酸化膜厚	・ 事故時の熱挙動・化学反応 ・ 粒子径分布	2.1.1(2)① 2.1.1(3) 2.1.2(3) 2.1.3(2)①③ 2.1.4(2)① 2.1.5(2)② 2.1.6(2)① 2.1.8(3)②② 2.1.8(4)②②		2.4.2(3)	2.5.1(3)①①②) 2.5.1(3)②①) 2.5.1(3)③①) 2.5.1(3)④①②)	2.5.2(2) 2.5.2③①) 2.5.2④①)
構成元素・不純物	・ SEM-EDX ・ SEM-WDX ・ EPMA-WDX	・ 外観・微細構造 ・ 組織構造観察 ・ 構成元素比	・ 臨界安全評価 ・ 長期健全性 ・ 事故時の熱挙動・化学反応	2.1.1(2)① 2.1.1(3) 2.1.2(2)① 2.1.2(3) 2.1.3(2)①①③) 2.1.4(2)① 2.1.5(2)② 2.1.6(2)① 2.1.8(2)② 2.1.8(3)②② 2.1.8(4)②②	2.3.1(2)① 2.3.2(2)① 2.3.3(2)①②	2.4.2(2) 2.4.2(3)	2.5.1(3)①①②) 2.5.1(3)②①) 2.5.1(3)③①) 2.5.1(3)④①②) 2.5.1(4)③	2.5.2(2) 2.5.2(2)①①)~3) 2.5.2(2)②①)~7) 2.5.2(2)③①)~4) 2.5.2(2)④①②) 2.5.2(2)⑤①)~4)
化合物・相の定性分析	・ 赤外分光装置 ・ ラマン分光装置 ・ HAXPES ・ STXM (SR-XA)	・ 化学形、化学状態	・ 長期健全性 ・ 事故時の化学挙動	2.1.1(3) 2.1.2(3) 2.1.8(2)②	2.3.1(2)① 2.3.3(2)①			2.5.2(2) 2.5.2(2)①①)~3) 2.5.2(2)②②) 1)~4),6)7) 2.5.2(2)③①)~4) 2.5.2(2)④②) 2.5.2(2)⑤③)

※) 「東京電力ホールディングス(株)福島第一原子力発電所燃料デブリ等分析について」燃料デブリ等研究戦略検討作業部会、JAEA-review 2020-004 p.117より。「反映先」に記載の番号は、同報告書で詳細を記載している章節項を指す。