

放射性物質分析・研究施設第2棟に係る 実施計画の変更認可申請について (措置を講ずべき事項の対応について)

2020年9月30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



福島第一特定原子力施設の「措置を講ずべき事項」の対応について

第2棟は、福島第一特定原子力施設に対して求める「措置を講ずべき事項」に対して満たした設計とする。以下に、「措置を講ずべき事項」に対する第2棟における設計上の対応を示す。

措置を講ずべき事項	第2棟における設計上の対応
<p>1. 原子炉等の監視 原子炉圧力容器内・格納容器内及び使用済燃料貯蔵設備内の使用済燃料等の冷却温度、未臨界状態など主要パラメータ及び運転状況の監視を可能とすること。特に、異常時の状態を把握し、対策を講じるために必要なパラメータ及び運転状況については記録が可能であること。 緊急時の対応手順等を整備すること。 (1～4号機。5・6号機は現状を踏まえ、制御性等の措置。)</p>	<p>原子炉等の設備がないため、該当しない。</p>
<p>2. 残留熱の除去 原子炉圧力容器内・原子炉格納容器内の燃料デブリ等及び使用済燃料貯蔵設備内の燃料体の残留熱を適切に除去すること。 原子炉圧力容器底部の温度を100℃未満に維持すること。 (1～4号機。5・6号機は常設の炉心冷却系等を措置。)</p>	<p>原子炉等の設備がないため、該当しない。</p>
<p>3. 原子炉格納施設雰囲気等の監視等 原子炉格納容器内気体の抽気・ろ過等によって、環境へ放出される放射性物質の濃度及び量を監視するとともに、達成できる限り低減すること。 原子炉圧力容器内・原子炉格納容器内における未臨界状態を監視するとともに、臨界を防止すること。 (1～4号機。5・6号機は格納容器バウンダリ等を措置。)</p>	<p>原子炉等の設備がないため、該当しない。</p>
<p>4. 不活性雰囲気の維持 (1～4号機のみ) 原子炉圧力容器内・原子炉格納容器内等に滞留している水素ガス等の濃度を監視・抑制するとともに、水素爆発を予防するために、窒素その他のガスによる不活性雰囲気を維持すること。ただし、燃料取出し等特別な場合を除く。</p>	<p>原子炉等の設備がないため、該当しない。</p>

福島第一特定原子力施設の「措置を講ずべき事項」の対応について

措置を講ずべき事項	第2棟における設計上の対応
<p>5. 燃料取出し及び取り出した燃料の適切な貯蔵・管理 使用済燃料貯蔵設備からの燃料の取り出しにあたっては、確実に臨界未満に維持し、落下防止及び遮へいを行い、適切に冷却及び貯蔵を行うために必要な設備を健全な状態に維持・管理すること。</p>	<p>原子炉等の設備がないため、該当しない。</p>
<p>6. 電源の確保 重要度の特に高い安全機能を有する構築物、系統及び機器が、その機能を達成するために電力を必要とする場合においては、外部電源(電力系統)又は非常用所内電源のいずれからも電力の供給を受けられ、かつ、十分に高い信頼性を確保、維持し得ること。 外部電源系、非常用所内電源系、その他の関連する電気系統の機器の故障によって、必要とされる電力の供給が喪失することがないように、異常を検知しその拡大及び伝播を防ぐこと。</p>	<p>外部電源は2系統より受電する設計とし、1系統からの受電が停止した場合でも全ての負荷に給電できる構成とする。 万が一、外部電源が喪失した場合でも、予備電源から必要な設備(セル・グローブボックス用排風機等)に給電できる構成とする。</p>
<p>7. 電源喪失に対する設計上の考慮 全交流電源喪失に対して、原子炉圧力容器内・原子炉格納容器及び使用済燃料貯蔵設備の冷却を確保し、かつ復旧できること。これを達成するために、電源車、ポンプ車を含む代替電源及び代替給水設備を備えること。</p>	<p>原子炉等の設備がないため、該当しない。</p>
<p>8. 放射性固体廃棄物の処理・保管・管理 施設内で発生する瓦礫等の放射性固体廃棄物の処理・貯蔵にあたっては、その廃棄物の性状に応じて、適切に処理し、十分な保管容量を確保し、遮へい等の適切な管理を行うことにより、敷地周辺の線量を達成できる限り低減すること。</p>	<p>第2棟で発生する放射性的の固体廃棄物(以下「第2棟固体廃棄物」という。)は、8種類(可燃物4種類、不燃物4種類)に分類し、第2棟内の固体廃棄物払出準備設備で一時的に保管する。一時的に保管した第2棟固体廃棄物は、発電所内の他施設に払い出す。 固体廃棄物払出準備設備は、数か月に1回程度の頻度で発電所内の他施設に払い出すことを想定し、$1\text{m}^3 \times 8$個(8種類分類)+$1\text{m}^3 \times 9$個(払出前)の保管容量を確保する。 敷地周辺の線量を達成できる限り低減するために、固体廃棄物払出準備設備からの放射線について、コンクリートの壁・天井による遮蔽を行う。</p>

福島第一特定原子力施設の「措置を講ずべき事項」の対応について

措置を講ずべき事項	第2棟における設計上の対応
<p>9. 放射性液体廃棄物の処理・保管・管理</p> <p>施設内で発生する汚染水等の放射性液体廃棄物の処理・貯蔵にあたっては、その廃棄物の性状に応じて、当該廃棄物の発生量を抑制し、放射性物質濃度低減のための適切な処理、十分な保管容量確保、遮へいや漏えい防止・汚染拡大防止等を行うことにより、敷地周辺の線量を達成できる限り低減すること。また、処理・貯蔵施設は、十分な遮へい能力を有し、漏えい及び汚染拡大し難い構造物により地下水や漏水等によって放射性物質が環境中に放出しないようにすること。</p>	<p>第2棟で発生する放射性の液体廃棄物(以下「第2棟液体廃棄物」という。)については、第2棟内の液体廃棄物一時貯留設備で一時的に保管する。一時的に保管した第2棟液体廃棄物は、発電所内の他施設に払い出す。</p> <p>第2棟内の液体廃棄物一時貯留設備については、以下の設計とする。</p> <ol style="list-style-type: none"> ① 液体廃棄物一時貯留設備の機器、配管等は、環境や内部流体の性状に応じた適切な材料を使用するとともに、受槽には液位計を設置する。 ② 液体廃棄物一時貯留設備は、数か月に1回程度の頻度で発電所内の他施設に払い出すことを想定し、分析廃液受槽3m³×2基、設備管理廃液受槽7m³×2基、塩酸含有廃液70リットル、有機廃液30リットルの保管容量を確保する。 ③ 液体状の放射性物質が漏洩した場合の拡大を防ぐため、堰を設置し、漏洩検知器を堰内に設置する。堰は一時的に保管する容量の全てが漏洩しても、全量保持できる設計とする。 ④ 槽水位、漏洩検知等の警報は、異常を確実に運転員に伝え、適切な措置をとることができるようにする。 ⑤ 敷地周辺の線量を達成できる限り低減するために、液体廃棄物一時貯留設備を地下に設置する。
<p>10. 放射性気体廃棄物の処理・保管・管理</p> <p>施設内で発生する放射性気体廃棄物の処理にあたっては、その廃棄物の性状に応じて、当該廃棄物の放出量を抑制し、適切に処理・管理を行うことにより、敷地周辺の線量を達成できる限り低減すること。</p>	<p>第2棟内で発生する放射性気体廃棄物の処理にあたっては、以下の設計とする。</p> <ol style="list-style-type: none"> ① コンクリートセル、鉄セル及びグローブボックスについては、換気空調設備によりその内部を負圧にする設計とする。フードの開口部については、一定の風速を満たす設計とする。 ② コンクリートセル、鉄セル、グローブボックス、フード等の排気は、高性能フィルタを有したフィルタユニットにて放射性物質濃度を十分に低い濃度になるまで除去した後、排風機を介して第2棟の排気口から放出する設計とする。また、放出する放射性物質濃度については、試料放射能測定装置により、「東京電力株式会社福島第一原子力発電所原子炉施設の保安及び特定核燃料物質の防護に関して必要な事項を定める告示」(平成25年原子力規制委員会告示第3号)に定める濃度限度を下回ることを確認する。 ③ 負圧維持機能を有する動的機器を複数台設置し、故障した場合でも、待機している機器が起動することにより負圧を維持する設計とする。

福島第一特定原子力施設の「措置を講ずべき事項」の対応について

措置を講ずべき事項	第2棟における設計上の対応
<p>11. 放射性物質の放出抑制等による敷地周辺の放射線防護等 特定原子力施設から大気、海等の環境中へ放出される放射性物質の適切な抑制対策を実施することにより、敷地周辺の線量を達成できる限り低減すること。 特に、施設内に保管されている発災以降に発生した瓦礫や汚染水等による敷地境界における実効線量(施設全体からの放射性物質の追加的放出を含む実効線量の評価値)を、平成25年3月までに1mSv/年未満とすること。</p>	<p>第2棟を設置した場所の敷地境界における実効線量(評価値)について、東京電力福島第一原子力発電所内の他施設との合算を考慮しても最大となる地点において1mSv/年を下回る設計とする。</p>
<p>12. 作業員の被ばく線量の管理等 現存被ばく状況での放射線業務従事者の作業性等を考慮して、遮へい、機器の配置、遠隔操作、放射性物質の漏えい防止、換気、除染等、所要の放射線防護上の措置及び作業時における放射線被ばく管理措置を講じることにより、放射線業務従事者が立ち入る場所の線量及び作業に伴う被ばく線量を、達成できる限り低減すること。</p>	<p>コンクリートセル、鉄セル及びグローブボックスについては、換気空調設備によりその内部を負圧にする設計とするとともに、フードの開口部については、一定の風速を満たす設計とする等の所要の放射線防護上の措置を講ずる。 分析対象物、固体廃棄物払出準備施設、液体廃棄物一時貯留設備等からの放射線に対して、放射線業務従事者等を保護するため、コンクリートの壁・天井による遮蔽を行う。さらに、外部放射線に係る線量当量率及び空気中の放射性物質の濃度を測定し、作業時間の制限等を実施することで、「東京電力株式会社福島第一原子力発電所原子炉施設の保安及び特定核燃料物質の防護に関して必要な事項を定める告示」(平成25年原子力規制委員会告示第3号)に定める線量限度を遵守する。</p>

福島第一特定原子力施設の「措置を講ずべき事項」の対応について

措置を講ずべき事項	第2棟における設計上の対応
<p>13. 緊急時対策 緊急時対策所、安全避難経路等事故時において必要な施設及び緊急時の資機材等を整備すること。 適切な警報系及び通信連絡設備を備え、事故時に特定原子力施設内に居るすべての人に対する指示ができるとともに、特定原子力施設と所外必要箇所との通信連絡設備は、多重性及び多様性を備えること。</p>	<p>建築基準法、消防法及び関係法令に基づき、以下の設計とする。</p> <ol style="list-style-type: none"> ①安全避難経路を設定する。 ②火災検知器、消火設備及び防火区画を設置する。 ③非常用照明及び誘導灯を設置する。 ④緊急時の資機材として、担架、除染用具及び線量計を整備する。 ⑤火災検知警報及び通信連絡設備を整備し、第2棟内の人に対する指示は、放送設備、ページング、電話回線を用いて行う。第2棟から免震重要棟に対しては電話回線、LAN回線を用いて連絡する。また、免震重要棟から第2棟に対しても、同設備を用いて連絡する。
<p>14. 設計上の考慮 施設の設計については、安全上の重要度を考慮して以下に掲げる事項を適切に考慮されたものであること。</p> <p>① 準拠規格及び基準 安全機能を有する構築物、系統及び機器は、設計、材料の選定、製作及び検査について、それらが果たすべき安全機能の重要度を考慮して適切と認められる規格及び基準によるものであること。</p>	<p>第2棟の建屋については、「原子力施設鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説（日本建築学会 平成25年8月）」に従った設計とする。</p> <p>第2棟を構成する機器、配管等のうち、「実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則」においてクラス3に位置付けられる機器及び配管については、「発電用原子力設備規格 設計・建設規格 JSME S NC-1-2005（2007年追補版含む。）（日本機械学会 平成19年9月）」、クラス3に該当しない機器、配管等については日本産業規格や製品規格に従った設計とする。</p>

福島第一特定原子力施設の「措置を講ずべき事項」の対応について

措置を講ずべき事項	第2棟における設計上の対応
<p>② 自然現象に対する設計上の考慮</p> <ul style="list-style-type: none"> 安全機能を有する構築物、系統及び機器は、その安全機能の重要度及び地震によって機能の喪失を起した場合の安全上の影響を考慮して、耐震設計上の区分がなされるとともに、適切と考えられる設計用地震力に十分耐えられる設計であること。 安全機能を有する構築物、系統及び機器は、地震以外の想定される自然現象(津波、豪雨、台風、竜巻等)によって施設の安全性が損なわれない設計であること。重要度の特に高い安全機能を有する構築物、系統及び機器は、予想される自然現象のうち最も苛酷と考えられる条件、又は自然力に事故荷重を適切に組み合わせた場合を考慮した設計であること。 	<p>建屋及び設備は、「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針」に基づき耐震クラス分類を実施するとともに、各耐震クラスに応じた地震力に対して、「原子力発電所耐震設計技術規程 JEAC4601-2008」等に基づき耐震評価を実施し、建屋及び設備は発生応力が許容応力を下回る設計とする。また、建屋の各層の保有水平耐力が必要保有水平耐力以上であることを確認する。</p> <p>主要配管(鋼管)及び主要排気管(鋼管、ダクト)は、原子力発電所の耐震設計に用いられている定ピッチスパン法により算出したサポート間隔で設計する。</p> <p>また、地盤への接地圧を許容応力度と比較し、接地圧が許容応力度以下であることを確認する。</p> <p>第2棟は、アウターライズ津波より高いT.P.+約40mの場所に設置する。また建築基準法及び関係法令に基づいた風圧力及び積雪荷重に対して耐えられるよう設計する。</p>
<p>③ 外部人為事象に対する設計上の考慮</p> <ul style="list-style-type: none"> 安全機能を有する構築物、系統及び機器は、想定される外部人為事象によって、施設の安全性を損なうことのない設計であること。 安全機能を有する構築物、系統及び機器に対する第三者の不法な接近等に対し、これを防御するため、適切な措置を講じた設計であること。 	<p>第2棟は、福島第一原子力発電所の周辺監視区域内に防護区域を設け、その防護区域内に設置する。</p> <p>また、人がみだりに管理区域内に立ち入らないように壁、柵その他の区画物及び標識を設ける。</p>

福島第一特定原子力施設の「措置を講ずべき事項」の対応について

措置を講ずべき事項	第2棟における設計上の対応
<p>④ 火災に対する設計上の考慮 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設計であること。</p>	<p>火災防護にあたっては、以下の設計とする。</p> <ol style="list-style-type: none"> ① 建屋は、建築基準法及び関係法令で定める耐火建築物とする。 ② 主要構造部である壁、柱、床、梁、屋根及び階段は、不燃性材料を使用する。間仕切り壁、天井及び仕上げは、建築基準法及び関係法令に基づくほか、可能な限り不燃性材料又は難燃性材料を使用する。 ③ 建屋内の機器、配管、排気管、トレイ、電線路及び盤の筐体の主要構造体並びにこれらの支持構造物は不燃性材料とする。また、幹線ケーブル及び動力ケーブルは難燃ケーブルを使用するほか、消防設備用のケーブルは消防法に基づき耐火ケーブル及び耐熱ケーブルを使用する。 ④ 放射性物質を取り扱うコンクリートセル、鉄セル、グローブボックス及びフードは、可能な限り不燃性材料又は難燃性材料を使用する。 ⑤ 火災検知器及び消火設備を消防法及び関係法令に基づき適切に設置し、火災の早期検知及び初期消火が可能な設計とする。コンクリートセル、鉄セル及びグローブボックスに対しては、温度計及び不活性ガス消火設備を設置することにより、火災拡大防止対策を講ずる。 ⑥ 建築基準法及び関係法令に基づき防火区画を設置し、消防設備と組み合わせることにより火災の影響を軽減する設計とする。また、主要構造部の外壁は、延焼を防止するために必要な耐火性能を有する設計とする。 ⑦ 建屋、系統及び機器は、落雷、地震等の自然現象により火災が生じることがないように防護した設計とし、建築基準法及び関係法令に基づき避雷設備を設置する。 ⑧ 外部火災に対しては、建屋内設備は建屋で防護し、屋外設備は消火活動により防護する設計とする。消火活動が可能なように、消防水利を設置するとともに、周囲の森林から建屋までは20m以上の距離を確保する。
<p>⑤ 環境条件に対する設計上の考慮 安全機能を有する構築物、系統及び機器は、経年事象を含むすべての環境条件に適合できる設計であること。特に、事故や地震等により被災した構造物の健全性評価を十分に考慮した対策を講ずること。</p>	<p>コンクリートセルライニング及びセル等の排気系統はSUS304を使用し、廃液系統は、耐食性を考慮してSUS316L又はSUS304を使用する等、環境や内部流体の性状に応じた適切な材料を使用する。</p> <p>また、放射性物質を取り扱う区域の壁、床等で、汚染のおそれのある部分の表面は平滑にするとともにエポキシ樹脂等で塗装する。</p>

福島第一特定原子力施設の「措置を講ずべき事項」の対応について

措置を講ずべき事項	第2棟における設計上の対応
<p>⑥ 共用に対する設計上の考慮 安全機能を有する構築物、系統及び機器が複数の施設間で共用される場合には、十分な多重性、バックアップを備え、施設の安全性を損なうことのない設計であること。</p>	<p>設備の共用がないため、該当しない。</p>
<p>⑦ 運転員操作に対する設計上の考慮 運転員の誤操作を防止するための適切な措置を講じた設計であること。</p>	<p>盤の配置及び操作器具等の操作性、計器表示及び警報表示においては施設の状態が正確かつ迅速に把握できる配置となるように設計する。</p> <p>液体廃棄物一時貯留設備では、廃液移送時に運転員が誤操作をしないようにするため、受槽内の液位を確認できる液位計を設置する。受け入れ側の受槽が液位計の設定値以上になった場合には、それ以上廃液を移送しないようにポンプが停止する設計とする。</p> <p>受槽間の移送及びタンクローリへの移送時に、払い出し側の受槽が液位計の設定値以下になった場合には、それ以上廃液を移送しないようにポンプが停止する設計とする。また、液位計からの設定値以上又は以下の信号が入った状態が維持されている限り、ポンプは起動せず、移送を停止する設計とする。</p> <p>セル・グローブボックス用排風機、フード用排風機及び管理区域用排風機の停止時には、管理区域用送風機を作動させることがないように、管理区域用排風機の停止信号により、管理区域用送風機が作動しない設計とし、運転員の誤操作を防止する。</p>
<p>⑧ 信頼性に対する設計上の考慮</p> <ul style="list-style-type: none"> 安全機能や監視機能を有する構築物、系統及び機器は、十分に高い信頼性を確保し、かつ、維持し得る設計であること。 重要度の特に高い安全機能を有するべき系統については、その系統の安全機能が達成できる設計であるとともに、その構造、動作原理、果たすべき安全機能の性質等を考慮して、多重性又は多様性及び独立性を備えた設計であること。 	<p>信頼性を十分に検討し、故障の少ないものを採用するとともに、万一、負圧維持機能を有する機器等の故障を考慮し、セル・グローブボックス用排風機、フード用排風機等を複数台設置する。</p>

福島第一特定原子力施設の「措置を講ずべき事項」の対応について

措置を講ずべき事項	第2棟における設計上の対応
<p>㊦ 検査可能性に対する設計上の考慮 安全機能を有する構築物、系統及び機器は、それらの健全性及び能力を確認するために、適切な方法によりその機能を検査できる設計であること。</p>	<p>機器については、安全機能を確認するための検査及び試験並びに安全機能を維持するための保守及び修理ができる構造とする。</p>
<p>15. その他措置を講ずべき事項 上記に加えて、災害の防止等のために必要であると認めるときは、措置を講じること。</p>	<p>第2棟では臨界安全上、質量管理又は形状管理にて燃料デブリ等を取り扱う設計とする。質量管理値は保守的な条件で設定しており、誤操作(二重装荷)が仮に生じても、臨界に達しないことを確認した。また、形状管理においても保守的な条件で形状を設定しており、臨界に達しない設計とする。</p> <p>また、第2棟ではガンマ線エリアモニタ及び中性子線エリアモニタにより臨界に伴う線量率の上昇を検知し、警報を発する設計となっており、万が一臨界が発生した場合でも、臨界及びその継続性を検知することができる設計とする。</p>

放射性物質分析・研究施設第2棟に係る
実施計画の変更認可申請について
(遮へい・線量評価について)
6月30日面談資料改訂版

2020年9月30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



1. 遮へい・線量評価に係る事項

2.48.1.3 設計方針

2.48.1.3.8 被ばく低減

第2棟は、放射線業務従事者等の立入場所における線量を合理的に達成できる限り低減できるように、**遮へい**、**機器の配置**、放射性物質の漏えい防止、換気等の所要の放射線防護上の措置を講じた設計とする。

また、地周辺の線量を達成できる限り低減するため、**遮へい**等の所要の放射線防護上の措置を講じた設計とする。

2.48.1.5 主要な機器

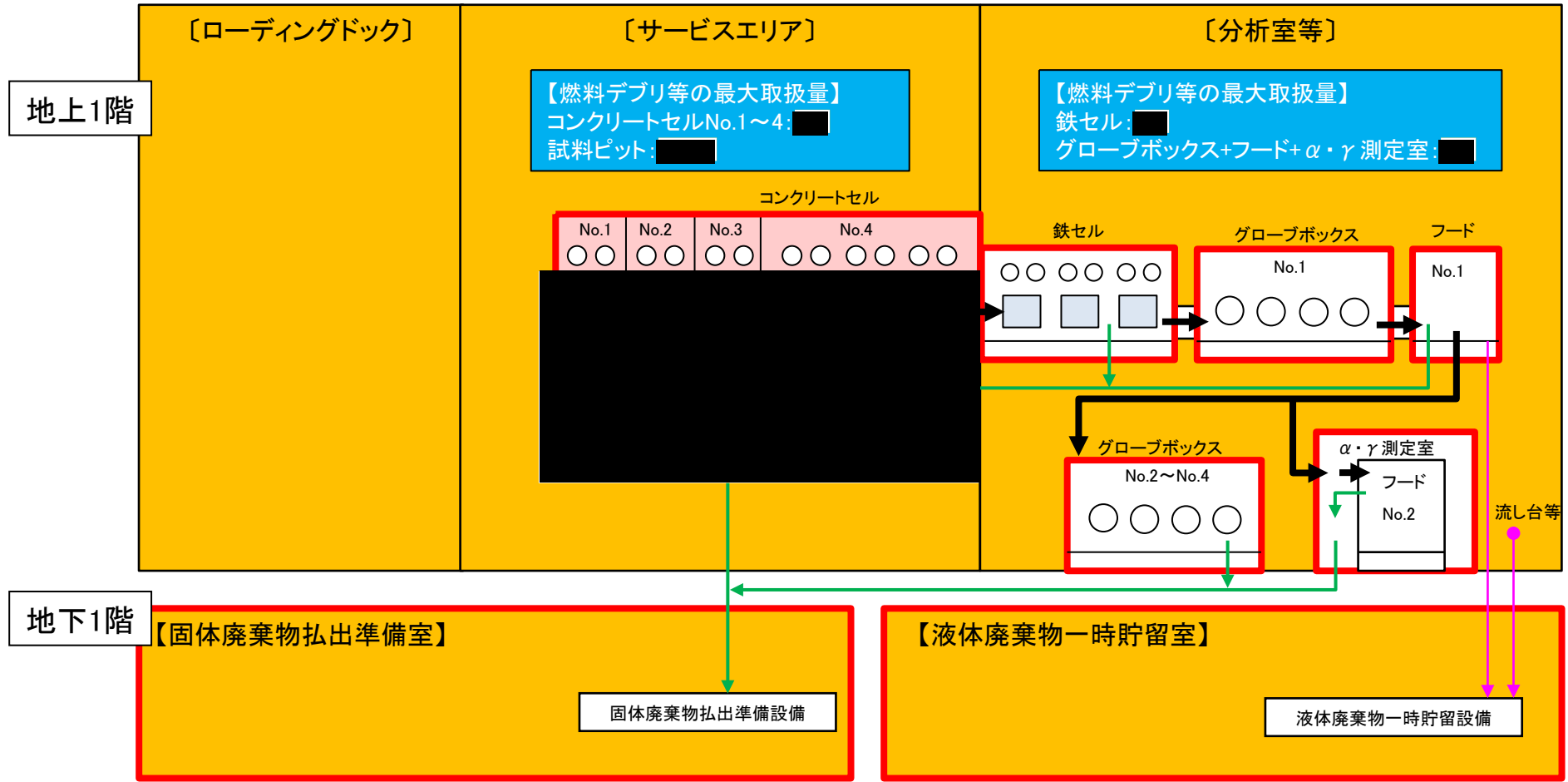
2.48.1.5.6 遮へい壁

燃料デブリ等、固体廃棄物払出準備設備、液体廃棄物一時貯留設備からの放射線に対して、放射線業務従事者等を保護するため、必要に応じてコンクリート等の壁・天井による**遮へい**を行う。

また、敷地周辺の線量を達成できる限り低減するために、燃料デブリ等、固体廃棄物払出準備設備、液体廃棄物一時貯留設備からの放射線について、コンクリートの壁・天井による**遮へい**を行う。

(実施計画 「2.48放射性物質分析・研究施設第2棟」より記載)

2. 第2棟内の各エリアにおける想定作業 ー燃料デブリ等の取扱い及び遮へいを考慮する箇所についてー



→ : 放射性的液体廃棄物
→ : 放射性的固体廃棄物(低線量)

[] : 管理区域

→ : 燃料デブリ等

[] : 今回説明する遮へいに係る設備

3. 第2棟の遮への考え方(1/4)

第2棟では、燃料デブリ等、固体廃棄物払出準備設備、液体廃棄物一時貯留設備からの放射線に対して、放射線業務従事者等を保護するため、必要に応じてコンクリート等の壁・天井による遮へいを行う。

(1) 非管理区域について

非管理区域においては、外部放射線に係る線量が1.3mSv/3月を超えないことが求められる。このために必要な遮へいを設置する。遮へい厚さは、3ヶ月あたりの線量で定められる非管理区域の線量を超えないように定めた外部放射線に係る設計基準線量率 2.6×10^{-3} mSv/h以下となるように設定する。

(2) 管理区域について

管理区域においては、放射線作業従事者等の被ばくに関して、線量限度※が定められている他、合理的に達成できる限り低減することが求められる。

このことを踏まえ、作業エリアを区域区分し、その区域区分に応じた外部放射線に係る設計基準線量率を設定し、必要な遮へいを設置する。

※東京電力株式会社福島第一原子力発電所原子炉施設の保安及び特定核燃料物質の防護に関して必要な事項を定める告示
(平成25年4月12日原子力規制委員会告示第3号)

3. 第2棟の遮へいの考え方(2/4)

追加説明

第2棟における外部放射線に係る設計基準線量率は、福島第一原子力発電所と同じ区分で設定する。なお、管理区域内の各エリアにおける線量率区分については、作業内容に応じて割当てた。

	区分	外部放射線に係る設計基準線量率	第2棟での線量率区分の考え方
管理区域外	A	0.0026mSv/h以下	—
管理区域	B	0.01mSv/h未満	人が常時作業を行うエリア。
	C	0.05mSv/h未満	人の立ち入り頻度が比較的少ないエリア。ただし、分析室等のグローブボックス、フードを設置する室については、作業頻度が比較的多いものの、グローブボックス、フード表面での線量率が高くなることから、C区分としている(作業者の放射線防護装備、時間管理等により被ばく線量を管理する)。
	D	0.25mSv/h未満	特定の業務(例:設備の点検・保守や廃棄物の搬出入等)でのみ立ち入るエリア(人の立ち入り頻度、立ち入り時間が少ない)。
	E	1mSv/h未満	—
	F	1mSv/h以上	燃料デブリ等を取り扱うため線量率は高いが、マニプレータ等を用いて遠隔で取扱うため、原則として人が立ち入らないエリア。

3. 第2棟の遮へいの考え方(3/4)

追加説明

なお、JAEAの既存施設では下記の基準としている。

原子力科学研究所 バックエンド研究施設(BECKY)

管理 区域	区域Ⅰ	人が常時立ち入る場所で1週間あたり1mSv以下とする区域
	区域Ⅱ	区域Ⅰ以外の区域

原子力科学研究所 廃棄物安全試験施設(WASTEF)

管理 区域	人が常時立ち入る区域で汚染の生じる恐れはほとんどなく、最大 $20 \mu\text{Sv/h}$ の線量当量率の可能性がある区域
	人が一時的に立ち入る区域で作業により一時的に汚染の恐れがあり、 $20 \sim 200 \mu\text{Sv/h}$ の線量当量率の可能性がある区域
	汚染の封じ込めと被ばく防止のため、人が立ち入らないことを原則とする区域であり、 $200 \mu\text{Sv/h}$ 以上の線量当量率の可能性がある区域

原子力科学研究所 燃料試験施設(RFEF)

管理 区域	人の常時立ち入る場所におけるしゃへい設計値 $25 \mu\text{Sv/h}$ (線量限度週当たり1mSvに相当し、1週間の作業時間を40時間以下とする。)
	人の常時立ち入らない場所についての設計値 $100 \mu\text{Sv/h}$ (線量限度週当たり1mSvに相当し、1週間の作業時間を10時間以下とする。)

核燃料サイクル工学研究所 高レベル放射性物質研究施設(CPF)

管理 区域	グリーン	放射線業務従事者等が常時立ち入る区域で汚染の生じるおそれのほとんどない区域	$12.5 \mu\text{Sv/h}$ 以下
	アンバー	放射線業務従事者等が一時的に立ち入る区域で、作業により一時的に汚染のおそれのある区域	$200 \mu\text{Sv/h}$ 以下
	レッド	放射線業務従事者等が原則として立ち入らず、放射線源のある区域又は汚染のある区域	$200 \mu\text{Sv/h}$ を超える

3. 第2棟の遮へいの考え方(4/4)

追加説明

大洗研究所 照射燃料集合体試験施設 (FMF)、照射燃料試験施設 (AGF)

管理区域	放射線業務従事者が常時立入る区域	20 μ Sv/h以下
	放射線業務従事者が一時的に立入る区域	200 μ Sv/h以下

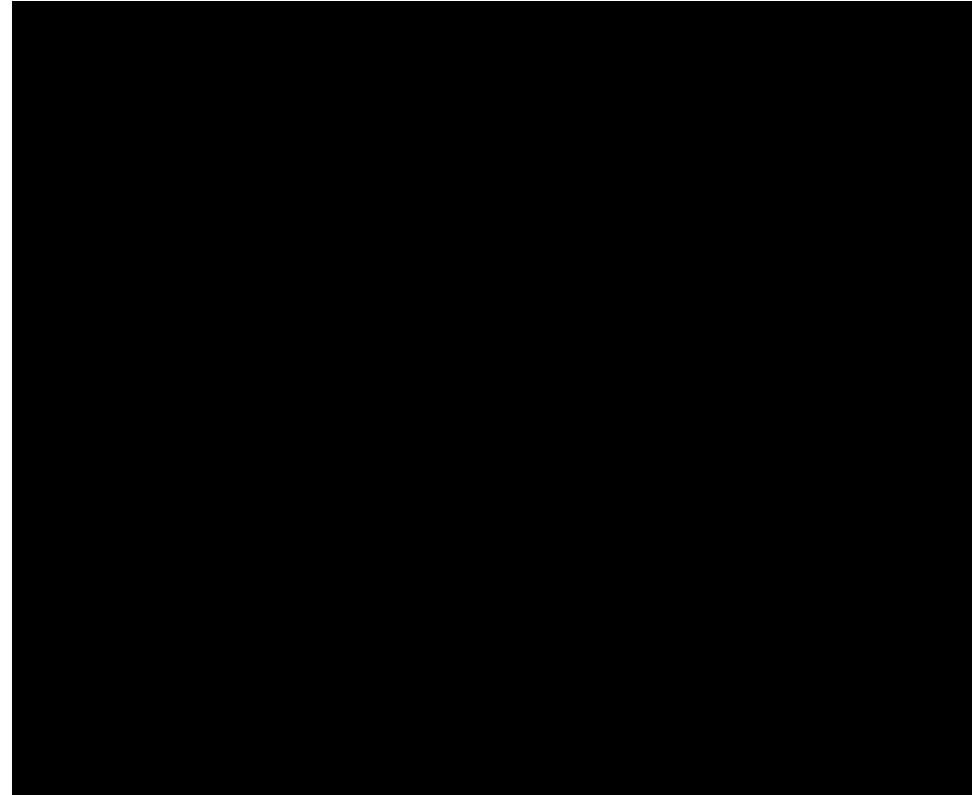
第2棟では、管理区域のうち人が立ち入るエリアであるB、C区分について、0.01～0.05mSv/h (10～50 μ Sv/h) に設定している。JAEAの多くの既存施設では、人が常時立ち入る区域の線量率を12.5～25 μ Sv/hとしている。

また、第2棟では、管理区域のうち特定の業務でのみ立ち入るエリアであるD区分について、0.25mSv/h (250 μ Sv/h) に設定している。JAEAの多くの既存施設では、一時的に立ち入るエリアを200 μ Sv/h以下としている。

4. 第2棟の遮へい(1/2)

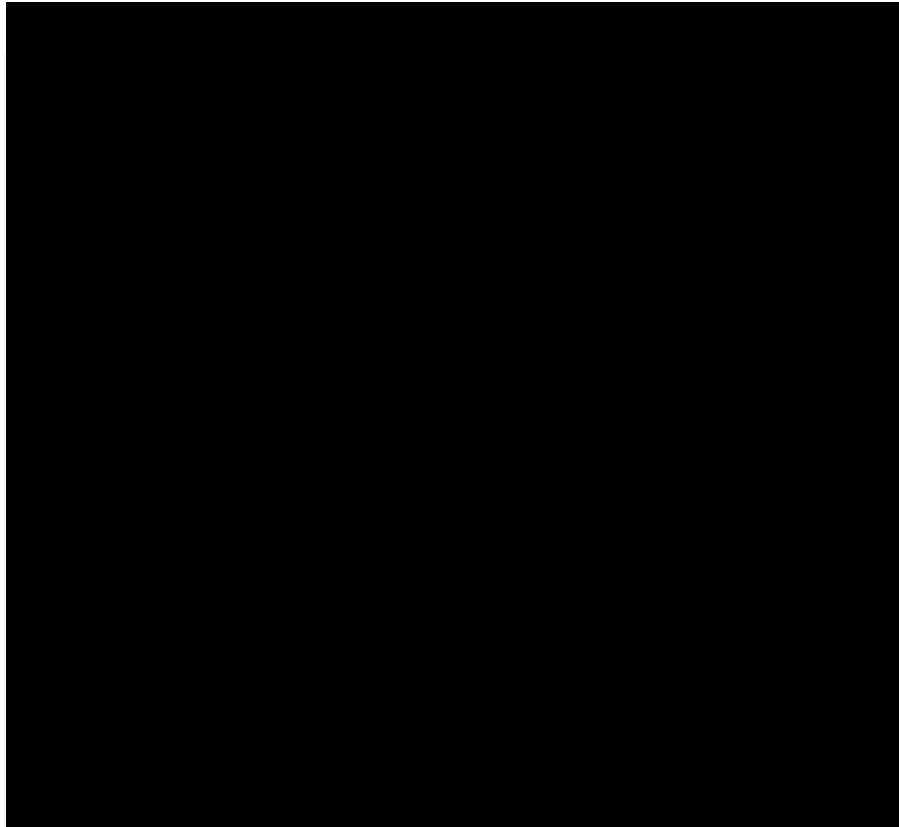
線源に対し、距離だけでは外部放射線に係る設計基準線量率を満足できない場所について、遮へい体(壁、床)を設定している。

区分		外部放射線に係る設計基準線量率
管理区域外	A	0.0026mSv/h以下
管理区域	B	0.01mSv/h未満
	C	0.05mSv/h未満
	D	0.25mSv/h未満
	E	1mSv/h未満
	F	1mSv/h以上



: 管理区域
 : 遮へい(壁)
 : 遮へい(床)

4. 第2棟の遮へい(2/2)



: 管理区域
 : 遮へい(壁)
 : 遮へい(床)

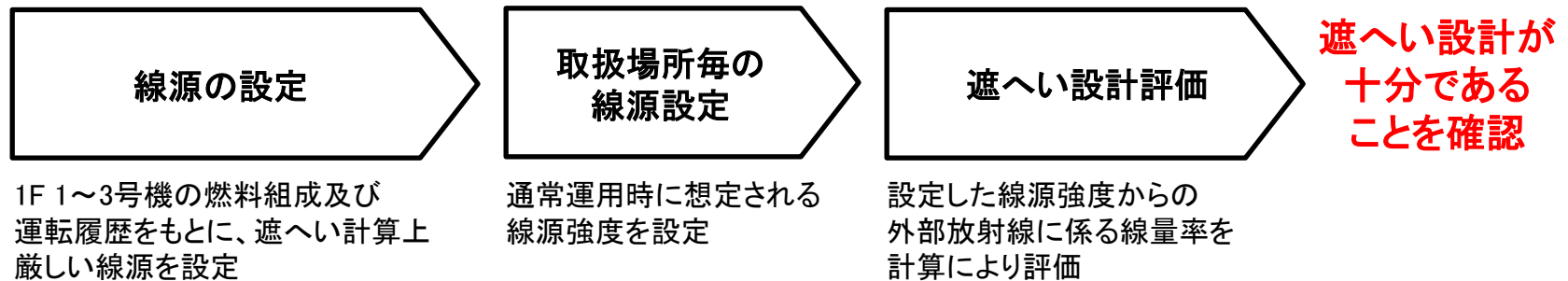
区分		外部放射線に係る設計基準線量率
管理区域外	A	0.0026mSv/h以下
管理区域	B	0.01mSv/h未満
	C	0.05mSv/h未満
	D	0.25mSv/h未満
	E	1mSv/h未満
	F	1mSv/h以上

5. 第2棟の遮へい評価について

実施計画では、非管理区域について設計基準線量率を超えないことを記載している。

非管理区域においては、3ヶ月あたりで定められる線量(1.3mSv/3月)を超えないように定めた外部放射線に係る設計基準線量率 2.6×10^{-3} mSv/h以下となることを、以下のフローに基づき確認する。

なお、建屋外壁においても、第2棟の外部放射線のみでは 2.6×10^{-3} mSv/hを超えないことを確認する。



6. 線源の設定(1/4)

—燃料の比較①—

1F 1～3号機に装荷された燃料の燃料組成及び運転履歴に基づき、放射能、ガンマ線発生数及び中性子発生数を求めた。なお、 UO_2 燃料の ^{235}U 濃縮度及びMOX燃料のPu富化度をパラメータとして、どのような燃料が遮へい計算上、厳しい評価となるのかを検討した。

燃料仕様等

	1号機	2号機	3号機	
種類	UO_2 燃料	UO_2 燃料	UO_2 燃料	MOX燃料
^{235}U 濃縮度又はPu富化度 [wt%]				
ペレット最大燃焼度[GWd/t]	54.7	56.7	57.0	8.5

① 評価条件

上表の燃料仕様等に基づき、評価条件を設定した。

(1) 計算コード : ORIGEN2.2-UPJ※

(2) UO_2 燃料 : ^{235}U 濃縮度 燃焼度 60GWd/t

MOX燃料 : Pu富化度 燃焼度 10GWd/t

(3) 冷却期間 : 12年間

※使用済燃料等の核種生成量並びに中性子及びガンマ線の線源強度の評価が可能な計算コード

6. 線源の設定(2/4)

—燃料の比較②—

一部改訂

② 評価結果

1F 1～3号機における放射能、ガンマ線発生数及び中性子発生数の評価結果を下表に示す。

1gあたりの放射能、ガンマ線発生数及び中性子発生数

	1号機	2号機	3号機	
種類	UO ₂ 燃料	UO ₂ 燃料	UO ₂ 燃料	MOX燃料
放射能 [Bq]				
ガンマ線発生数 [photons/s]	1.0 × 10 ¹⁰	1.1 × 10 ¹⁰	1.1 × 10 ¹⁰	2.1 × 10 ⁹
中性子発生数 [neutrons/s]	3.8 × 10 ³	4.2 × 10 ³	3.8 × 10 ³	6.3 × 10 ²

ガンマ線発生数は燃焼度の違いによる影響を大きく受ける。本評価では、1～3号機の燃焼度を同じ60GWd/tとしているため、ガンマ線発生数に大きな違いは見られない。また、中性子発生数について、1～3号機の燃焼度は同じであるが、2号機は1、3号機に比べて燃焼期間が短い。このため、中性子吸収反応で生成される主要な中性子源である²⁴⁴Cmの生成量が増え、2号機が高くなっている。

評価の結果、UO₂燃料、²³⁵U濃縮度■■■■及び2号機の運転履歴に基づき評価したとき、放射能、ガンマ線発生数及び中性子発生数が最大となった。

ここまで1F 1～3号機に装荷された燃料の比較を行った。一方、燃料デブリ等には、燃料のほか放射化した炉内の構造材が含まれる可能性がある。次頁では、燃料デブリ等に含まれる可能性の高い被覆管及び炉内の構造材のうち放射化量の多い炉心シュラウド※について評価し、UO₂燃料の評価結果と比較する。

※出典：H.D.Oak, et al., "Technology, Safety and Costs of Decommissioning a Reference Boiling Water Reactor Power Station", NUREC/CR-0672-Vol.2 (1980).

6. 線源の設定(3/4)

—燃料と構造材との比較—

一部改訂

被覆管及び炉心シュラウドについて、放射能及びガンマ線発生数を求め、 UO_2 燃料の評価結果と比較した。なお、被覆管の評価には、 UO_2 燃料と同じく2号機の運転履歴を適用した。また、炉心シュラウドは中性子照射期間が長い3号機の炉心シュラウドを想定した。

① 評価条件

- (1) 計算コード : ORIGEN2.2-UPJ
- (2) 被覆管 : ジルカロイ-2
炉心シュラウド : SUS316L
- (3) 冷却期間 : 12年間

② 評価結果

被覆管及び炉心シュラウドの評価結果を下表に示す。また、比較のため2号機の運転履歴で評価した UO_2 燃料の結果を示す。

1gあたりの放射能、ガンマ線発生数及び中性子発生数

種類	被覆管	炉心シュラウド	UO_2 燃料
放射能[Bq]	5.7×10^7	8.8×10^8	
ガンマ線発生数[photons/s]	9.3×10^7	4.5×10^8	1.1×10^{10}
中性子発生数[neutrons/s]	—	—	4.2×10^3

検討の結果、燃料デブリ等のすべてが UO_2 燃料(^{235}U 濃縮度:)で構成され、また、2号機の運転履歴で評価した場合が、放射能、ガンマ線発生数及び中性子発生数が最大となり、遮へい評価上、最も厳しい条件となる。

6. 線源の設定(4/4)

追加説明

遮へい計算で使用する1gあたりの放射能、ガンマ線発生数及び中性子発生数を下表に示す。

1gあたりの放射能、ガンマ線発生数及び中性子発生数

放射能 [Bq]	ガンマ線発生数 [photons/s]	中性子発生数 [neutrons/s]
	1.1×10^{10}	4.2×10^3

また、上記の線源について、主要なガンマ線及び中性子線放出核種を下表に示す。

ガンマ線		中性子線	
放出核種	寄与割合	放出核種	寄与割合
^{137}Cs ※	57.3%	^{244}Cm	95.5%
^{90}Sr ※	29.0%	^{246}Cm	3.0%
^{134}Cs	6.0%	^{252}Cf	0.9%
^{154}Eu	3.5%	その他(上記以外の核種)	0.6%
^{244}Cm	1.4%	合計	100%
^{241}Am	0.8%		
^{125}Sb ※	0.5%		
^{238}Pu	0.4%		
^{155}Eu	0.4%		
その他(上記以外の核種)	0.7%		
合計	100%		

※放射平衡中の娘核種を含む

7. 遮へい計算(1/13)

遮へい計算では、「6. 線源の設定」の検討結果をもとに、各取扱場所に応じた線源強度及び線源形状を設定する。また、線源や遮へい体をモデル化し、外部放射線に係る設計基準線量率 $2.6 \times 10^{-3} \text{mSv/h}$ を超えないことを計算コードを用いて確認する。

【計算条件】

計算コード : MCNP(連続エネルギーモンテカルロ計算コード)
 密度 : 普通コンクリート 2.1g/cm^3 、鉄 7.8g/cm^3

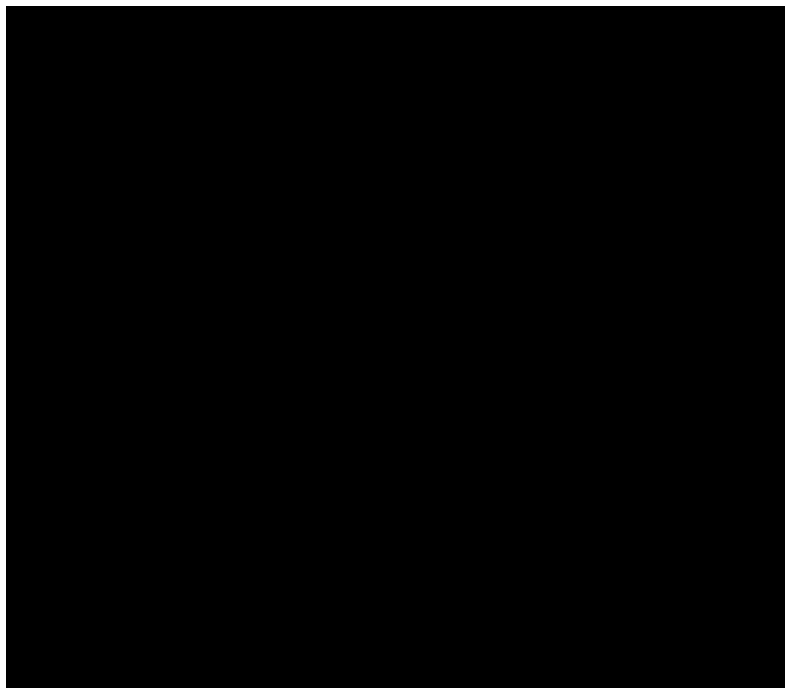
各取扱場所での線源強度及び形状を下表に示す。なお、固体廃棄物払出準備室及び液体廃棄物一時貯留室においては、想定する線量率及び放射能濃度から線源強度を設定する。

取扱場所	取扱量	線源強度[Bq]	線源形状
コンクリートセルNo.1~4	燃料デブリ等: ■■■	1.2×10^{14}	点線源
試料ピット	燃料デブリ等: ■■■■■	3.1×10^{15}	点線源
鉄セル	燃料デブリ等: ■■■	2.3×10^{11}	点線源
分析室、 $\alpha \cdot \gamma$ 測定室	燃料デブリ等: ■■■	2.3×10^7	点線源
固体廃棄物払出準備室	固体廃棄物が収納された角型容器 最大17個 容器表面の線量率 0.1mSv/h 未滿	2.3×10^{10}	直方体線源
液体廃棄物一時貯留室	分析廃液受槽(容量 3m^3 /基) 2基分 放射能濃度 37Bq/cm^3	2.4×10^8	円柱線源

7. 遮へい計算(2/13)

— 評価点①(非管理区域:換気空調設備室(2))の計算モデル—

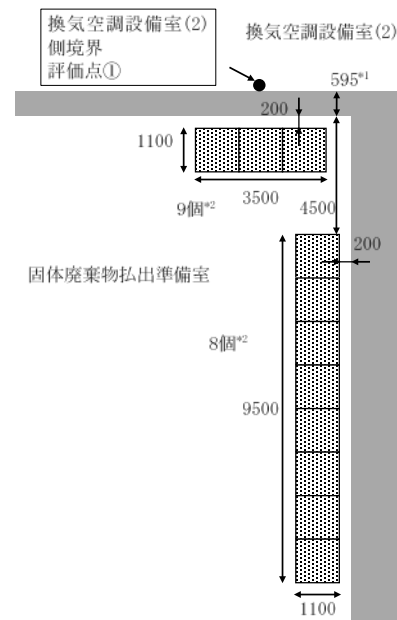
線源形状 : 直方体線源
 計算モデル : 角型容器17個分の放射能を
 固体廃棄物払出準備室に配置
 遮へいは、固体廃棄物払出準備室北壁(厚さ595mm)を考慮



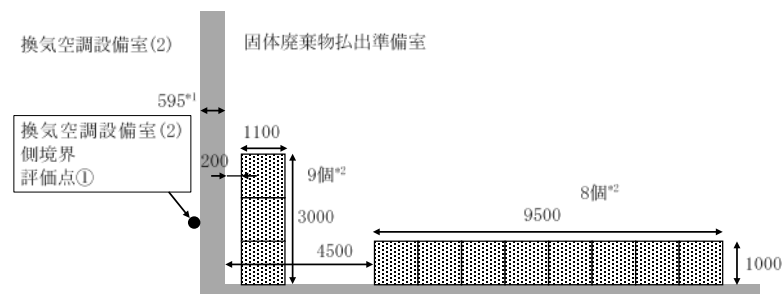
管理区域 (orange square) 遮へい(壁) (green square)

地下1階の評価点①

[平面図]



[立面図]



注記 *1: 遮へい厚さを示す。

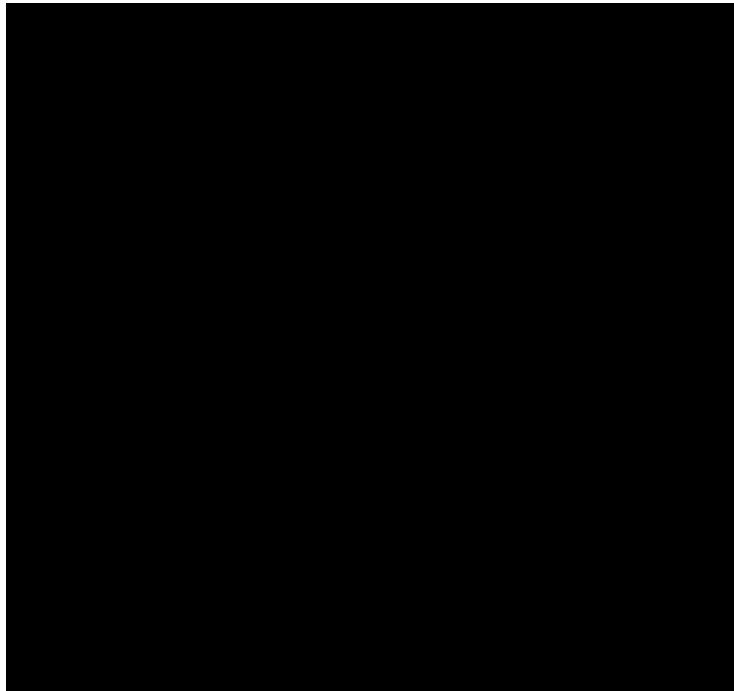
*2: 直方体線源。計算モデルは3列3段積み(9個)と8列1段積み(8個)が固体廃棄物払出準備室に全配置された状態を仮定。

(単位: mm)

7. 遮へい計算(3/13)

一評価点②(非管理区域:換気空調設備室(2))の計算モデル

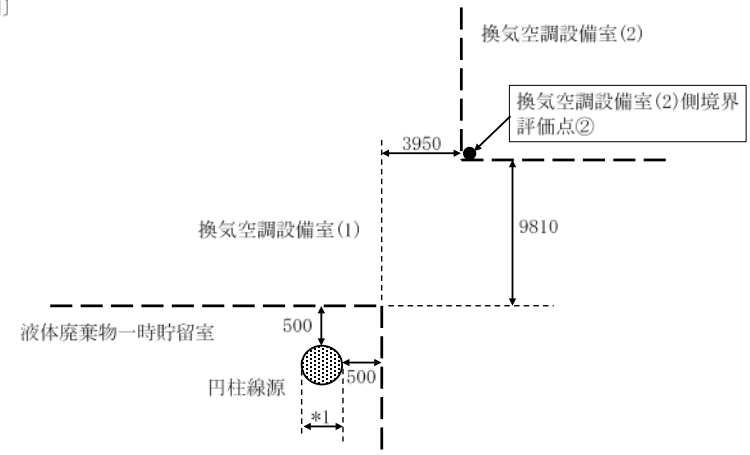
線源形状 : 円柱線源
 計算モデル : 分析廃液受槽2基分の放射能を
 液体廃棄物一時貯留室に配置
 遮へいは考慮しない



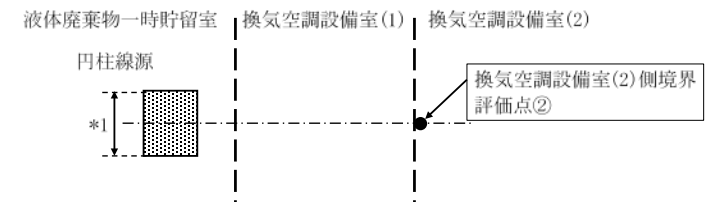
管理区域 (Management Area) 遮へい(壁) (Shielding Wall)

地下1階の評価点② (Evaluation Point ② on the 1st basement floor)

[平面図] (Plan View)



[立面図] (Elevation View)



*1 分析廃液受槽: 直径1500mm×高さ1698mm

(単位: mm)

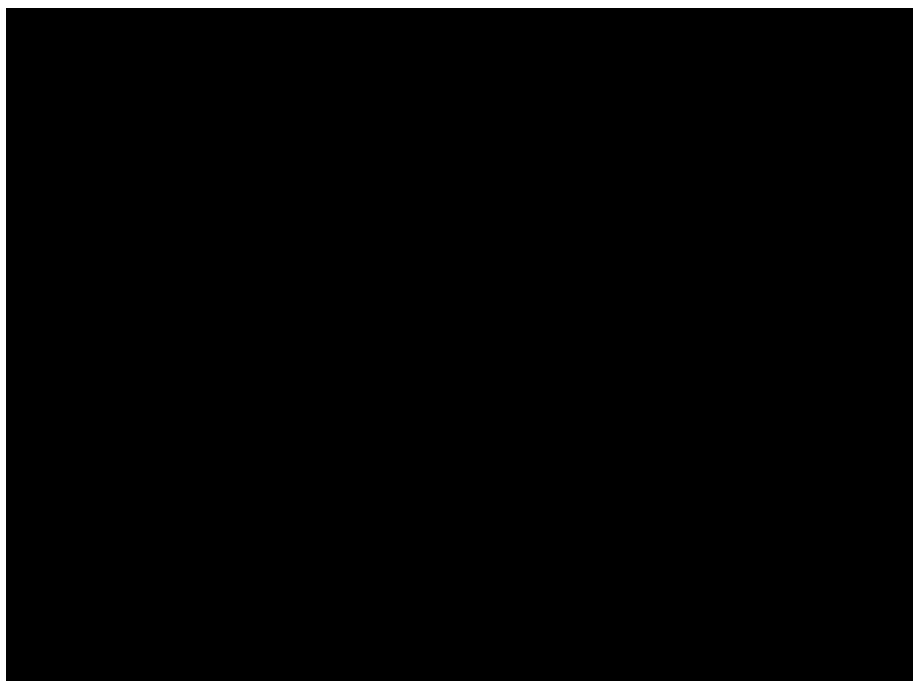
7. 遮へい計算(4/13)

— 評価点③(1階東側外壁)の計算モデル —

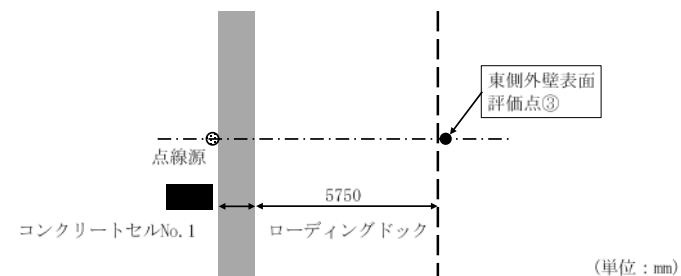
線源形状 : 点線源

計算モデル : 燃料デブリ等■分の放射能を
コンクリートセルNo.1に配置

遮へいは、コンクリートセルNo.1東壁(厚さ■)を考慮



[平面図]



注記 *1: 遮へい厚さを示す。

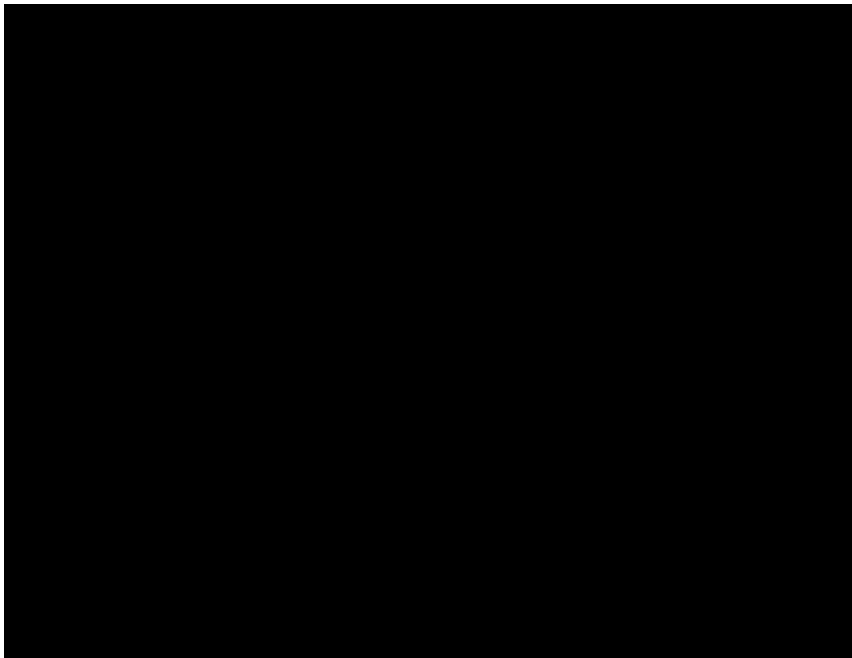
■ : 管理区域 ■ : 遮へい(壁) □ : 遮へい(床)

1階の評価点③

7. 遮へい計算(5/13)

一評価点④(非管理区域:電気設備室(1))の計算モデル

線源形状 : 点線源
 計算モデル : (a)燃料デブリ等■■■分の放射能を
 コンクリートセルNo.2に配置
 (b)燃料デブリ等■■■分の放射能を
 試料ピットに配置
 遮へいは、コンクリートセルNo.2北壁(厚さ■■■)を考慮

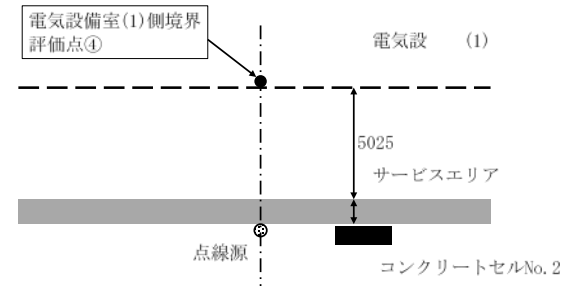


■■■ : 管理区域 ■■■ : 遮へい(壁) ■■■ : 遮へい(床)

1階の評価点④

(a)コンクリートセルNo.2

[平面図]

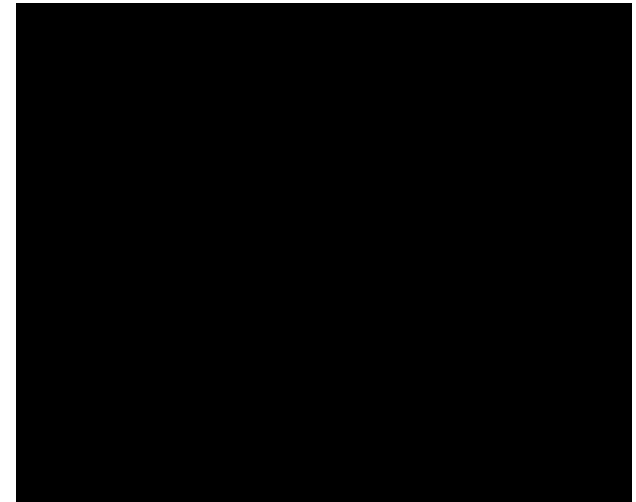


注記 * : 遮へい厚さを示す。

(単位: mm)

(b)試料ピット(■■■)

[平面図]



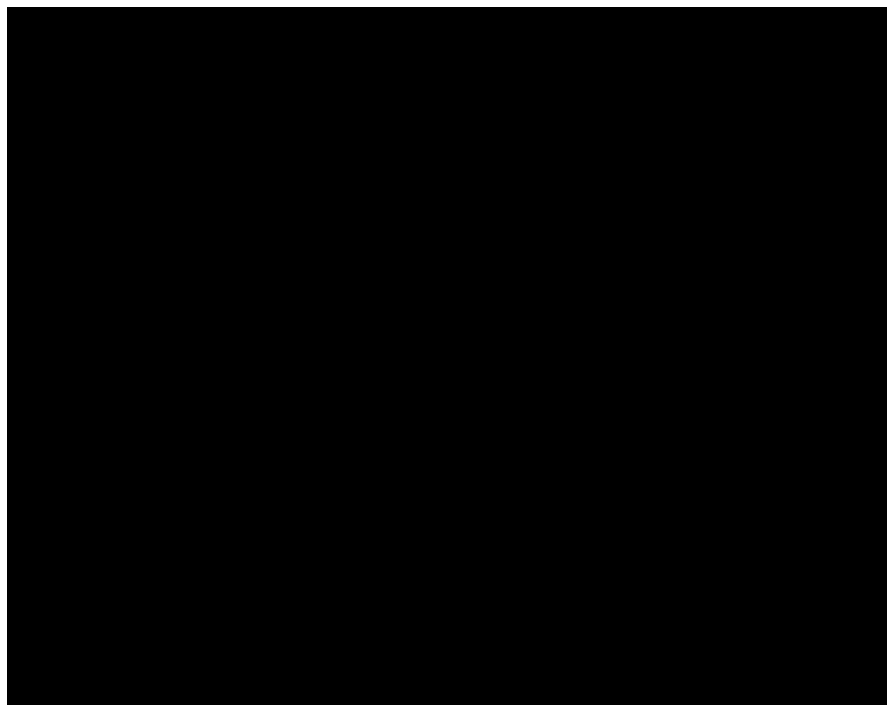
注記 * 1 : 遮へい厚さを示す。

(単位: mm)

7. 遮へい計算(6/13)

一評価点⑤(1階南側外壁)の計算モデル

線源形状 : 点線源
 計算モデル : (a)燃料デブリ等 [] 分の放射能を
 コンクリートセルNo.2に配置
 (b)燃料デブリ等 [] 分の放射能を
 試料ピットに配置
 遮へいは、コンクリートセルNo.2南壁(厚さ [])を考慮

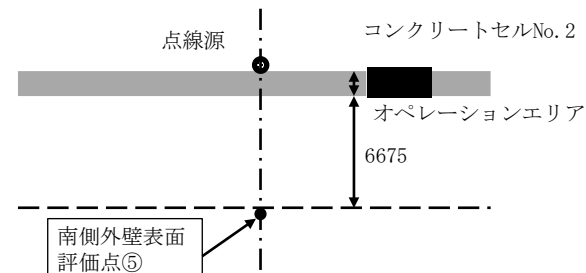


[] : 管理区域 [] : 遮へい(壁) [] : 遮へい(床)

1階の評価点⑤

(a)コンクリートセルNo.2

[平面図]

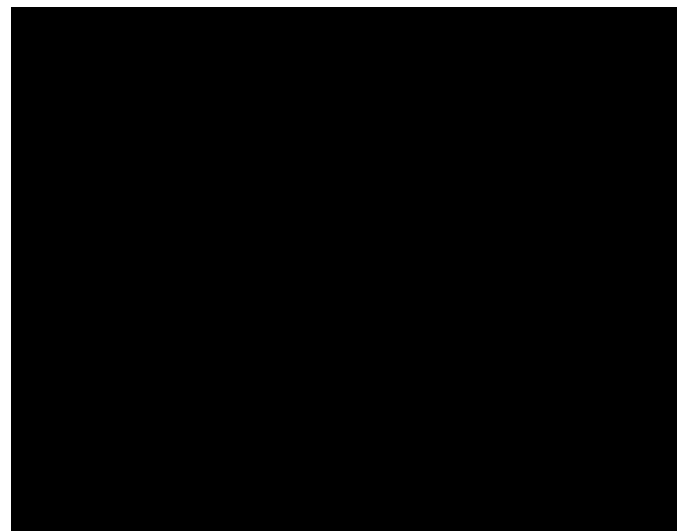


注記 *1: 遮へい厚さを示す。

(単位: mm)

(b)試料ピット([])

[平面図]



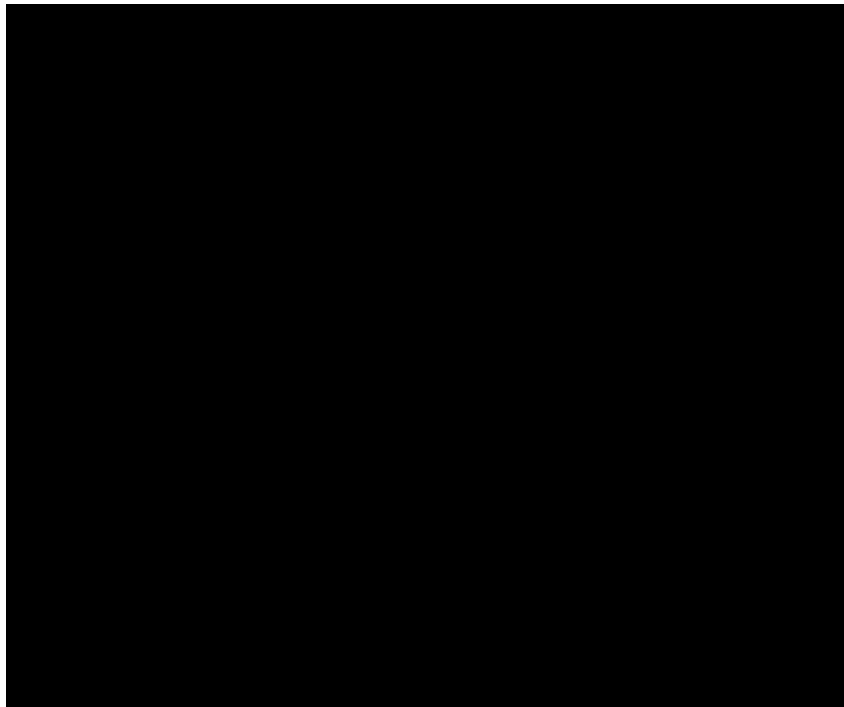
注記 *1: 遮へい厚さを示す。

(単位: mm)

7. 遮へい計算(7/13)

－評価点⑥(屋上表面)の計算モデル－

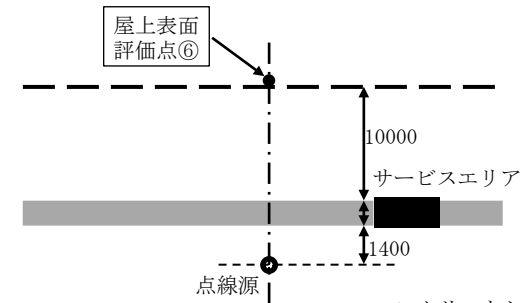
- 線源形状 : 点線源
 計算モデル : (a)燃料デブリ等■■■分の放射能を
 コンクリートセルNo.4に配置
 (b)燃料デブリ等■■■分の放射能を
 試料ピットに配置
 遮へいは、(a)コンクリートセルNo.4天井(厚さ■■■)と
 (b)コンクリートセルNo.2天井(厚さ■■■)を考慮



屋上階の評価点⑥

(a)コンクリートセルNo.4

[立面図]

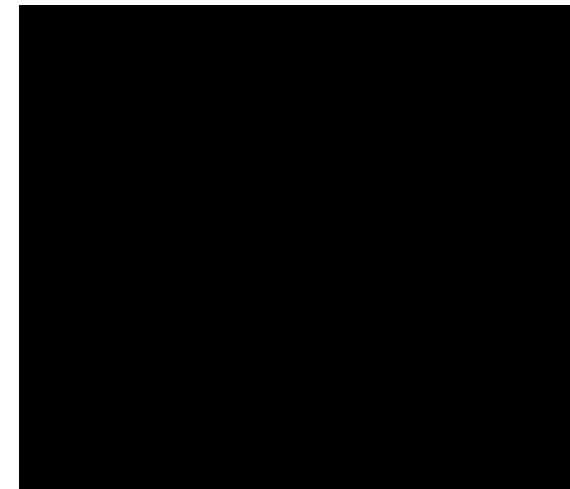


注記*1: 遮へい厚さを示す。

コンクリートセルNo.4単位: mm)

(b)試料ピット(■■■)

[立面図]



(単位: mm)

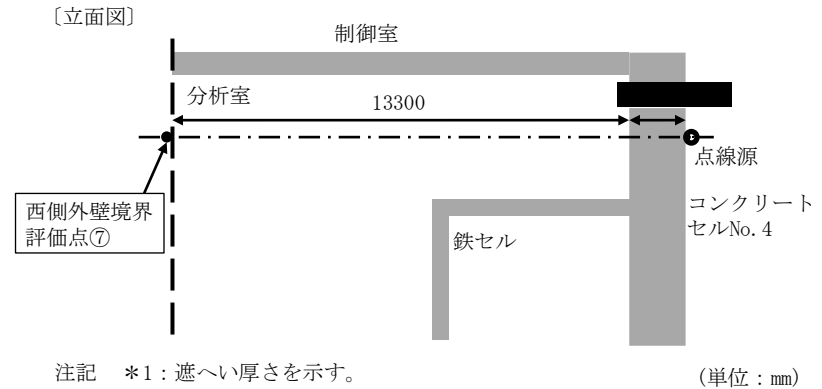
注記*1: 壁面の遮へい厚さを示す。

7. 遮へい計算(8/13)

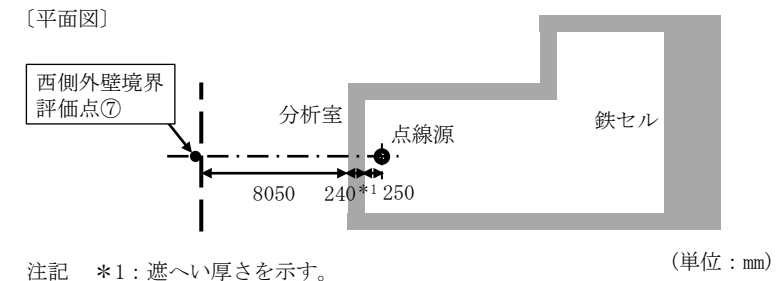
— 評価点⑦(1階西側外壁)の計算モデル —

- 線源形状 : 点線源
 計算モデル : (a)燃料デブリ等 分の放射能を
 コンクリートセルNo.4に配置
 (b)燃料デブリ等 分の放射能を鉄セルに配置
 (c)燃料デブリ等 分の放射能を分析室に配置
 遮へいは、(a)コンクリートセルNo.4西壁(厚さ)と
 (b)鉄セル遮へい体(厚さ240mm)を考慮

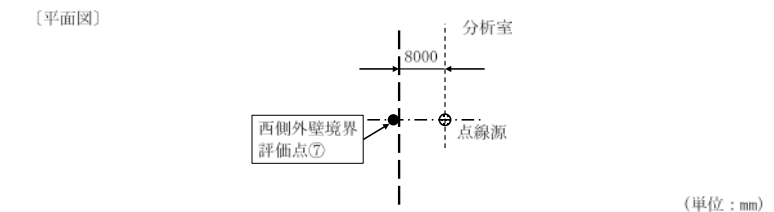
(a)コンクリートセルNo.4



(b)鉄セル



(c)分析室



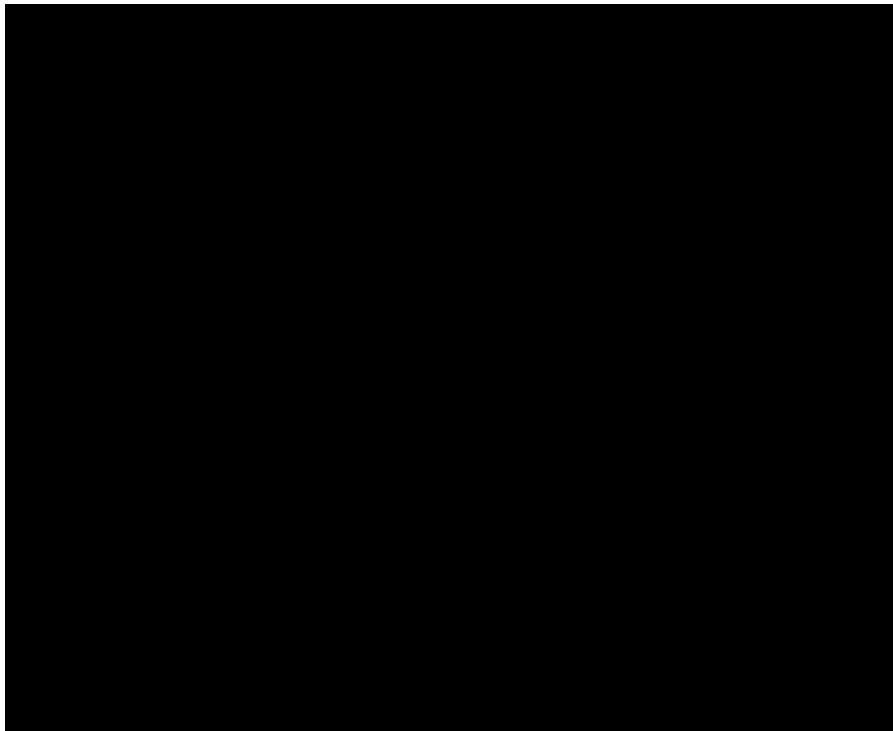
: 管理区域 : 遮へい(壁) : 遮へい(床)

1階の評価点⑦

7. 遮へい計算(9/13)

— 評価点⑧(1階北側外壁)の計算モデル —

- 線源形状 : 点線源
 計算モデル : (a)燃料デブリ等 10%分の放射能を鉄セルに配置
 (b)燃料デブリ等 10%分の放射能を
 $\alpha \cdot \gamma$ 測定室に配置
 遮へいは、(a)鉄セル遮へい体(厚さ160mm)を考慮

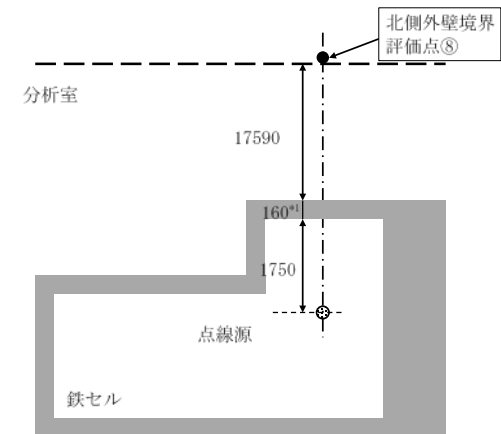


■ : 管理区域 ■ : 遮へい(壁) □ : 遮へい(床)

1階の評価点⑧

(a) 鉄セル

[平面図]

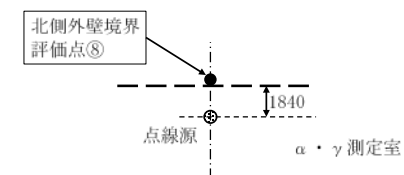


注記 *1: 遮へい厚さを示す。

(単位: mm)

(b) $\alpha \cdot \gamma$ 測定室

[平面図]



(単位: mm)

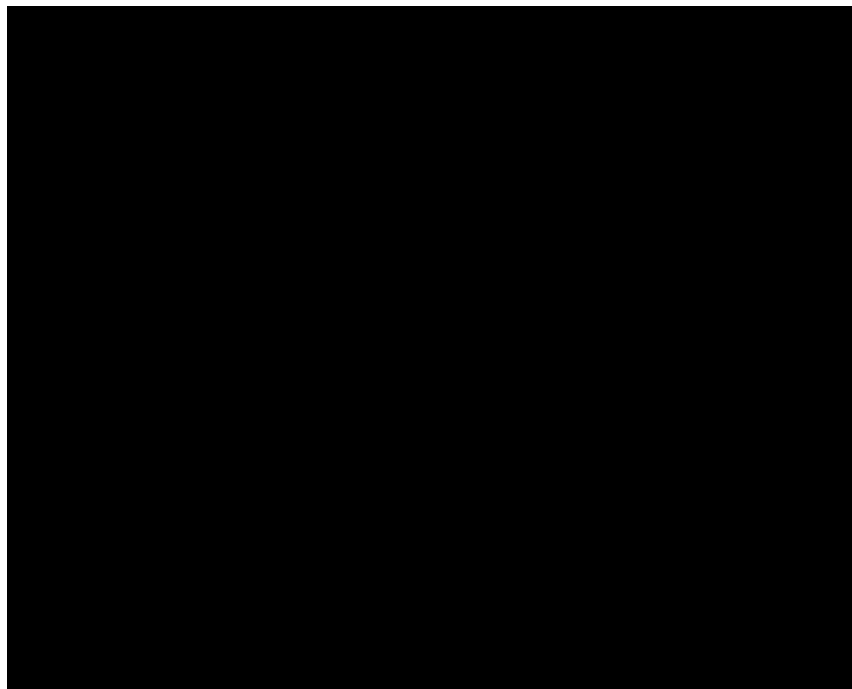
7. 遮へい計算(10/13)

— 評価点⑨(非管理区域:制御室)の計算モデル —

線源形状 : 点線源

計算モデル : (a)燃料デブリ等 10%分の放射能を鉄セルに配置
(b)燃料デブリ等 10%分の放射能を分析室に配置

遮へいは、(a)鉄セル遮へい体(厚さ240mm)を考慮

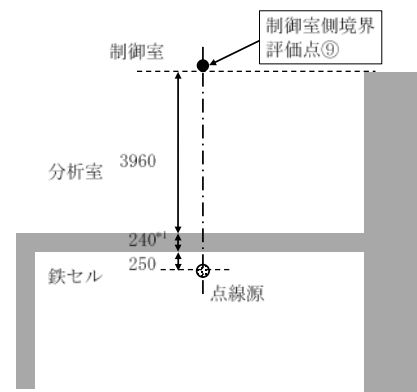


■ : 管理区域 □ : 遮へい(床)

2階の評価点⑨

(a)鉄セル

[立面図]

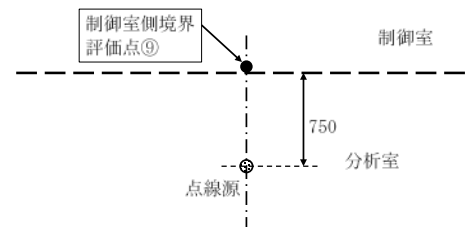


注記 *1: 遮へい厚さを示す。

(単位: mm)

(b)分析室

[立面図]

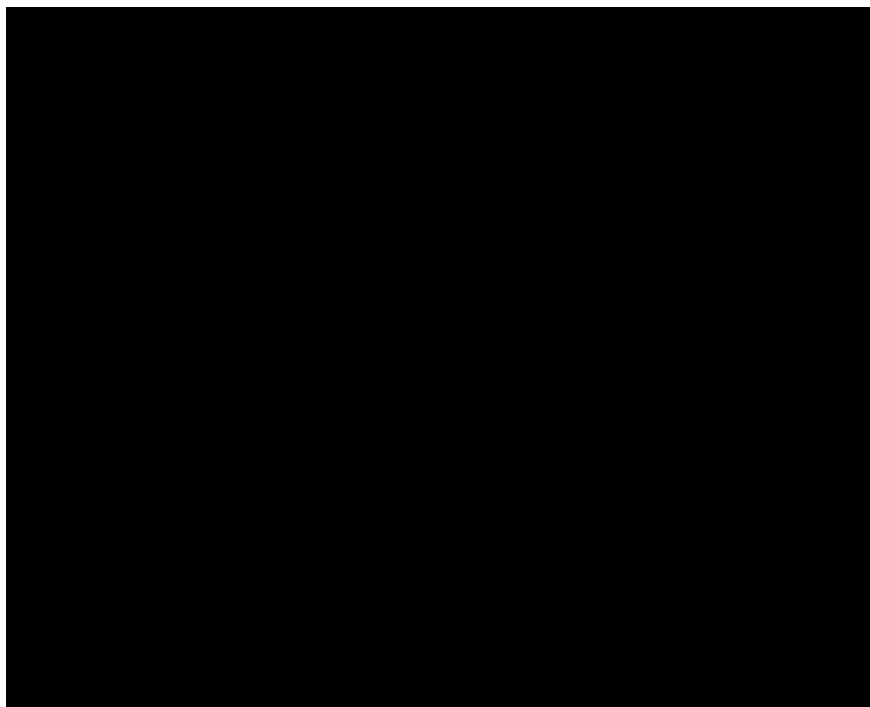


(単位: mm)

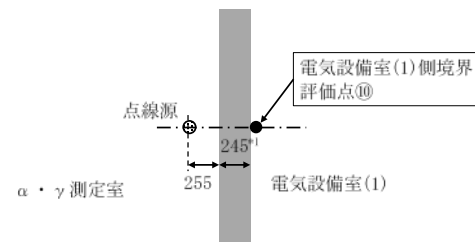
7. 遮へい計算(11/13)

－評価点⑩(非管理区域:電気設備室(1))の計算モデル－

線源形状 : 点線源
 計算モデル : 燃料デブリ等■分の放射能を
 $\alpha \cdot \gamma$ 測定室に配置
 遮へいは、 $\alpha \cdot \gamma$ 測定室東壁(厚さ245mm)を考慮



[平面図]



注記 *1: 遮へい厚さを示す。

(単位: mm)

■ : 管理区域 ■ : 遮へい(壁) □ : 遮へい(床)

1階の評価点⑩

7. 遮へい計算(12/13)

一部改訂

【計算結果】

第2棟の非管理区域及び建屋外壁における線量率は、いずれも外部放射線に係る設計基準線量率 2.6×10^{-3} mSv/h以下を満足することを確認した。

評価点	評価場所	線源部屋	線源強度 [Bq]	線量率 [mSv/h]
①	換気空調設備室(2)	固体廃棄物払出準備室	2.3×10^{10}	3.1×10^{-5}
②	換気空調設備室(2)	液体廃棄物一時貯留室	2.4×10^8	1.1×10^{-5}
③	東側外壁	コンクリートセルNo.1	1.2×10^{14}	2.1×10^{-5}
④	電気設備室(1)	試料ピット	3.1×10^{15}	5.4×10^{-5}
		コンクリートセルNo.2	1.2×10^{14}	3.9×10^{-5}
⑤	南側外壁	試料ピット	3.1×10^{15}	1.6×10^{-5}
		コンクリートセルNo.2	1.2×10^{14}	1.6×10^{-5}
⑥	屋上	試料ピット	3.1×10^{15}	9.2×10^{-6}
		コンクリートセルNo.4	1.2×10^{14}	9.8×10^{-6}
⑦	西側外壁	コンクリートセルNo.4	1.2×10^{14}	5.4×10^{-6}
		鉄セル	2.3×10^{11}	7.0×10^{-6}
		分析室	2.3×10^7	1.1×10^{-5}
⑧	北側外壁	鉄セル	2.3×10^{11}	1.3×10^{-5}
		$\alpha \cdot \gamma$ 測定室	2.3×10^7	1.8×10^{-4}
⑨	制御室	鉄セル	2.3×10^{11}	2.4×10^{-5}
		分析室	2.3×10^7	9.8×10^{-4}
⑩	電気設備室(1)	$\alpha \cdot \gamma$ 測定室	2.3×10^7	2.1×10^{-4}

7. 遮へい計算(13/13)

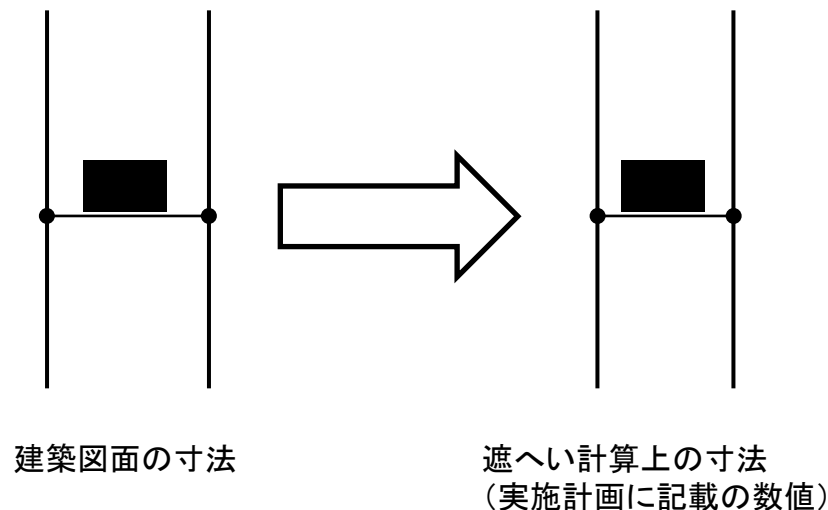
— 遮へい計算における遮へい厚の考え方について —

追加説明

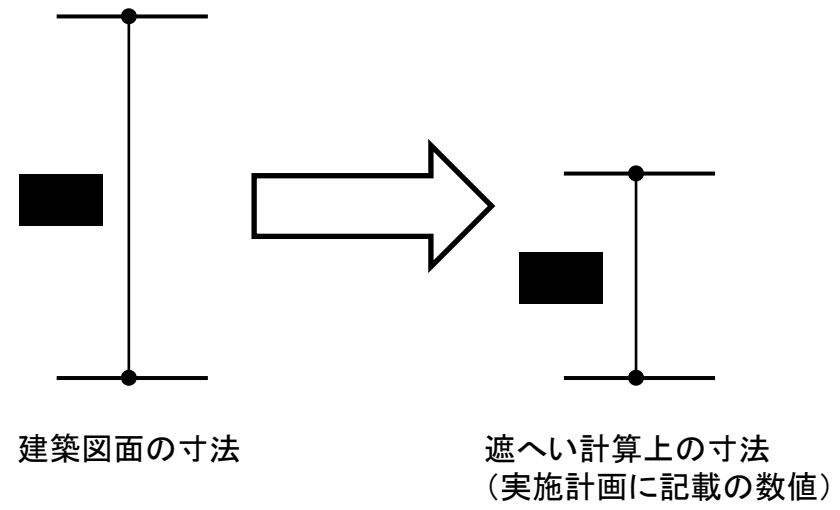
コンクリート壁、床は、遮へい厚さ以上で施工することとしている。

壁については、「建築工事標準仕様書・同解説 JASS5N 原子力発電所施設における鉄筋コンクリート工事」に定められているマイナス側の許容差5mmを考慮した厚さで評価している。

また、コンクリートセルNo.1～4の天井については、施工上の厚さに対し十分な余裕をもった遮へい厚さで評価している。



コンクリート壁・床の遮へい厚さの考え方の例



コンクリートセル天井の遮へい厚の考え方の例

第2棟のコンクリートセル、鉄セル、グローブボックス、フードにおける線量率は、非管理区域の遮へい計算と同様に、各取扱場所に応じた線源強度及び線源形状を設定する。また、線源や遮へい体をモデル化して、線量率区分を満足することを計算コードを用いて確認する。

【計算条件】

計算コード : MCNP(連続エネルギーモンテカルロ計算コード)
 密度 : 普通コンクリート 2.1g/cm³、鉄 7.8g/cm³

各取扱場所での線源強度及び形状を下表に示す。

取扱場所	取扱量	線源強度[Bq]	線源形状
コンクリートセルNo.1~4	燃料デブリ等: ■■■	1.2×10^{14}	点線源
試料ピット	燃料デブリ等: ■■■■	3.1×10^{15}	点線源
鉄セル	燃料デブリ等: ■■■	2.3×10^{11}	点線源
グローブボックス、フード	燃料デブリ等: ■■■	2.3×10^7	点線源

ーコンクリートセル正面ー

追加説明

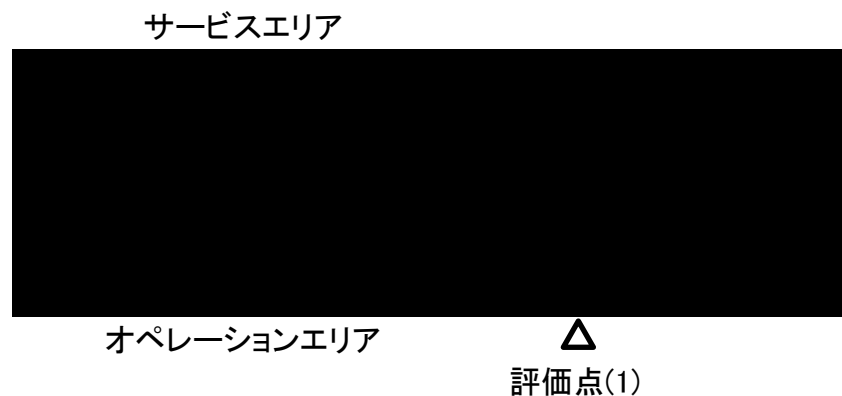
線源形状：点線源

計算モデル

(a) 燃料デブリ等■■■分の放射能をコンクリートセルNo.2に配置

(b) 燃料デブリ等■■■分の放射能を試料ピットに配置

遮へいは、コンクリートセルNo.2南壁(厚さ■■■)を考慮



ーコンクリートセル背面ー

追加説明

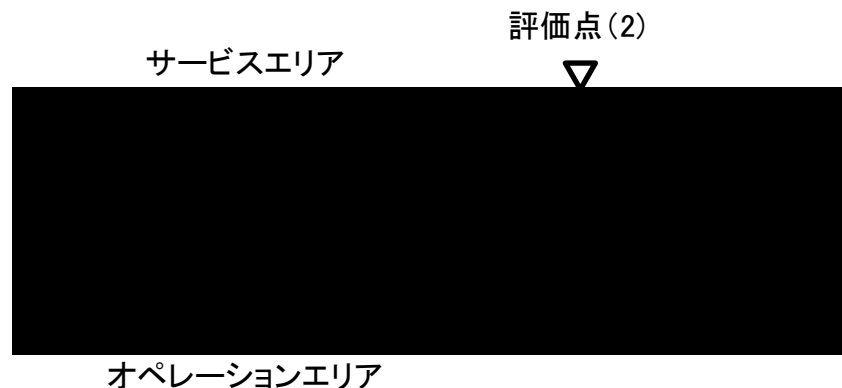
線源形状：点線源

計算モデル

(a) 燃料デブリ等■■■分の放射能をコンクリートセルNo.2に配置

(b) 燃料デブリ等■■■分の放射能を試料ピットに配置

遮へいは、コンクリートセルNo.2北壁(厚さ■■■)を考慮



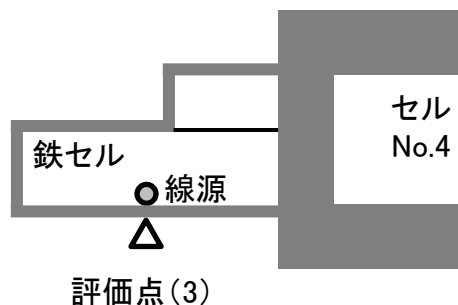
—鉄セル正面—

追加説明

線源形状：点線源

計算モデル

(a) 燃料デブリ等■分の放射能を鉄セルに配置
遮へいは、鉄セル遮へい体(厚さ300mm)を考慮



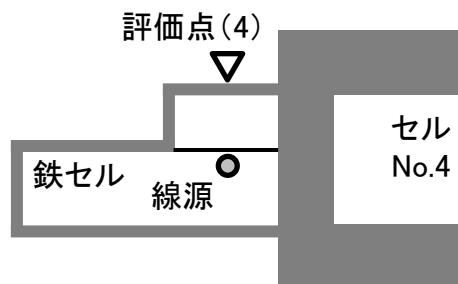
—鉄セル背面—

追加説明

線源形状：点線源

計算モデル

(a) 燃料デブリ等■分の放射能を鉄セルに配置
遮へいは、鉄セル遮へい体(厚さ160mm)を考慮



ーグローブボックス、フード正面ー

追加説明

線源形状：点線源

計算モデル

(a) 燃料デブリ等■分の放射能をグローブボックスに配置
遮へいは考慮しない



第2棟のコンクリートセル、鉄セル、グローブボックス、フードにおける線量率を下表に示す。
いずれも各室の設計基準線量率を満足することを確認した。

評価点	評価場所	線源位置	線量率 [mSv/h]	区分	基準線量率
(1)	コンクリートセル正面 (オペレーションエリア)	コンクリートセルNo.2	1.8×10^{-3}	B	0.01mSv/h未満
(2)	コンクリートセル背面 (サービスエリア)	コンクリートセルNo.2	2.9×10^{-3}	C	0.05mSv/h未満
(3)	鉄セル正面 (オペレーションエリア)	鉄セル	6.1×10^{-4}	B	0.01mSv/h未満
(4)	鉄セル背面 (分析室)	鉄セル	2.2×10^{-3}	C	0.05mSv/h未満
(5)	グローブボックス、フード正面 (分析室、 $\alpha \cdot \gamma$ 測定室)	グローブボックス、フード	8.1×10^{-3}	C	0.05mSv/h未満

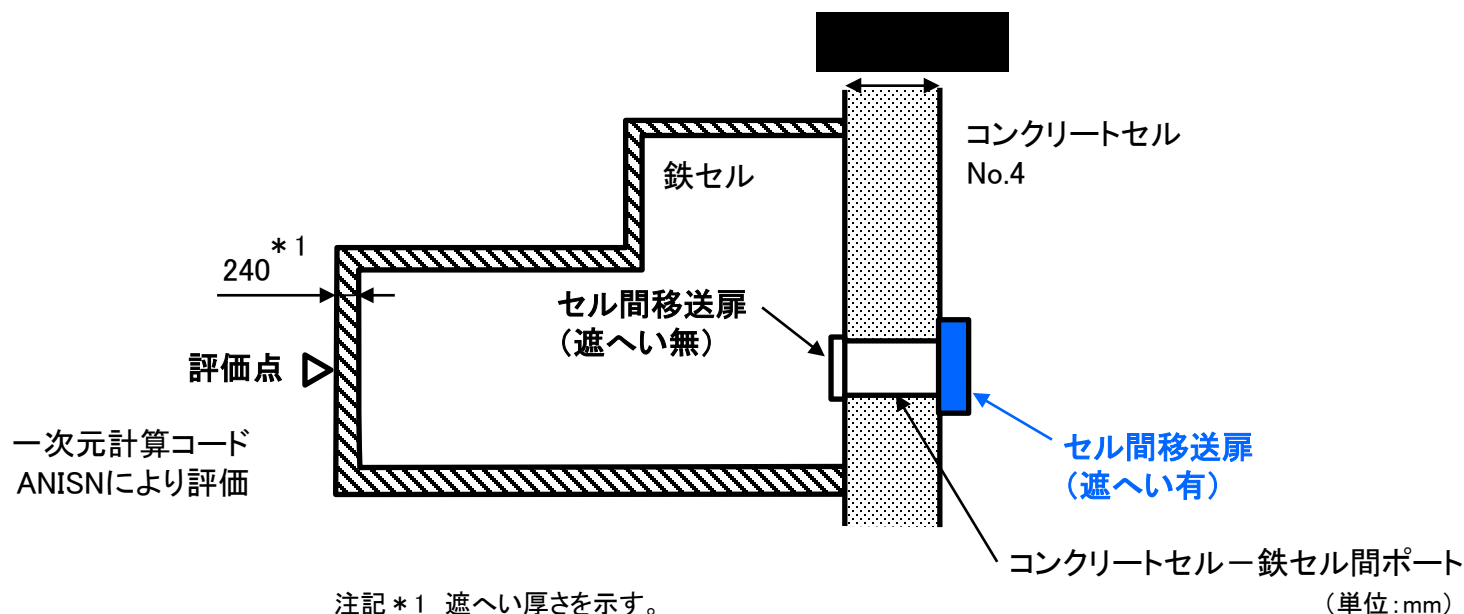
8. コンクリートセル、鉄セル、グローブボックス、フードにおける線量率(8/8)

ーコンクリートセルー鉄セル間ポートのセル間移送扉についてー

追加説明

コンクリートセルNo.4と鉄セルとの間には、分析試料等を移送するためのポートを設置する。ポートの設置により、コンクリートセル壁に貫通部が生じるため、コンクリートセル壁相当の遮へい機能を持つセル間移送扉を設置する。

なお、燃料デブリ等 \blacksquare をコンクリートセルNo.4内に配置し、セル間移送扉が開いた状態を想定して、鉄セル表面での線量率を評価した結果、約0.02mSv/hであり、鉄セルの設置している分析室の設計基準線量率0.05mSv/h未満を満足することを確認した。



注記*1 遮へい厚さを示す。

(単位:mm)

9. 放射線作業従事者の被ばく管理

追加説明

作業に先立ち、作業エリアの線量率を測定し、これに基づく作業計画（放射線防護装備、作業時間）の策定を行い、管理することで可能な限り作業者の被ばく低減を図る。

また、グローブボックスやフードの作業では、試料から手部までの距離が短いため、手部の被ばく線量が高くなると考えられる。このため、試料を扱う際には作業用の器具等を用いて試料からの距離を取るようにする。また、必要に応じて、含鉛グローブ等を用いた遮へい対策及び指リング線量計を用いた手部被ばく線量を測定し管理を行う。

10. 敷地境界における線量の評価(1/3)

「6. 線源の設定」で設定した線源並びに線源形状及び取扱場所での線源配置に基づき、敷地境界における線量を確認する。

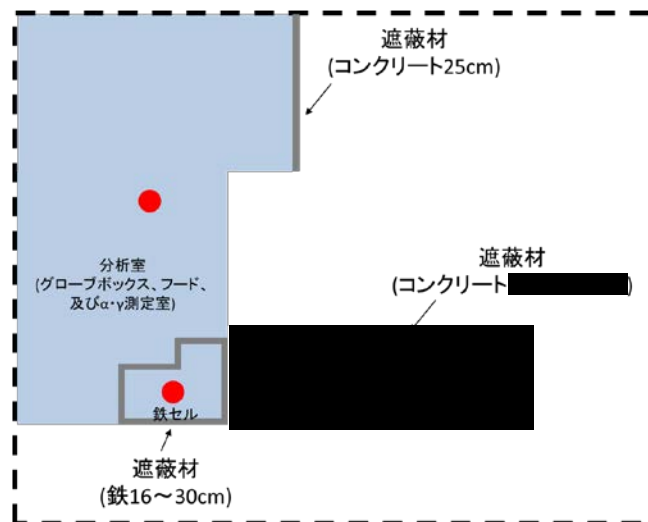
【計算条件】

計算コード : MCNP(連続エネルギーモンテカルロ計算コード)
線源強度 : 「7. 遮へい計算(1/12)」に記載の線源強度
密度 : 普通コンクリート 2.1g/cm³
鉄 7.8g/cm³

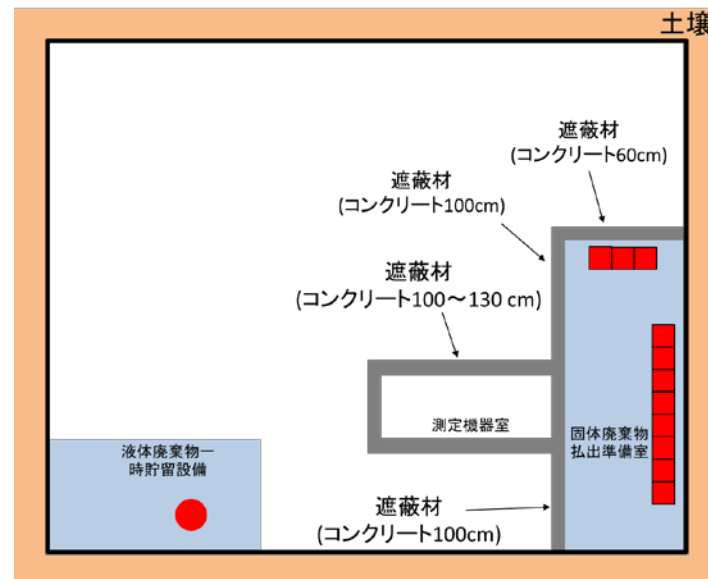
10. 敷地境界における線量の評価(2/3)

コンクリートセル、鉄セル等の設備で最大量の線源(燃料デブリ等重量相当)を同時に取り扱う等の安全側の条件を想定し、直接線及びスカイシャイン線※の敷地境界線量を評価した。

※天井を通過した後施設上方の空気中で反射され、建物から離れた地上付近に降り注ぐ放射線



1階平面図



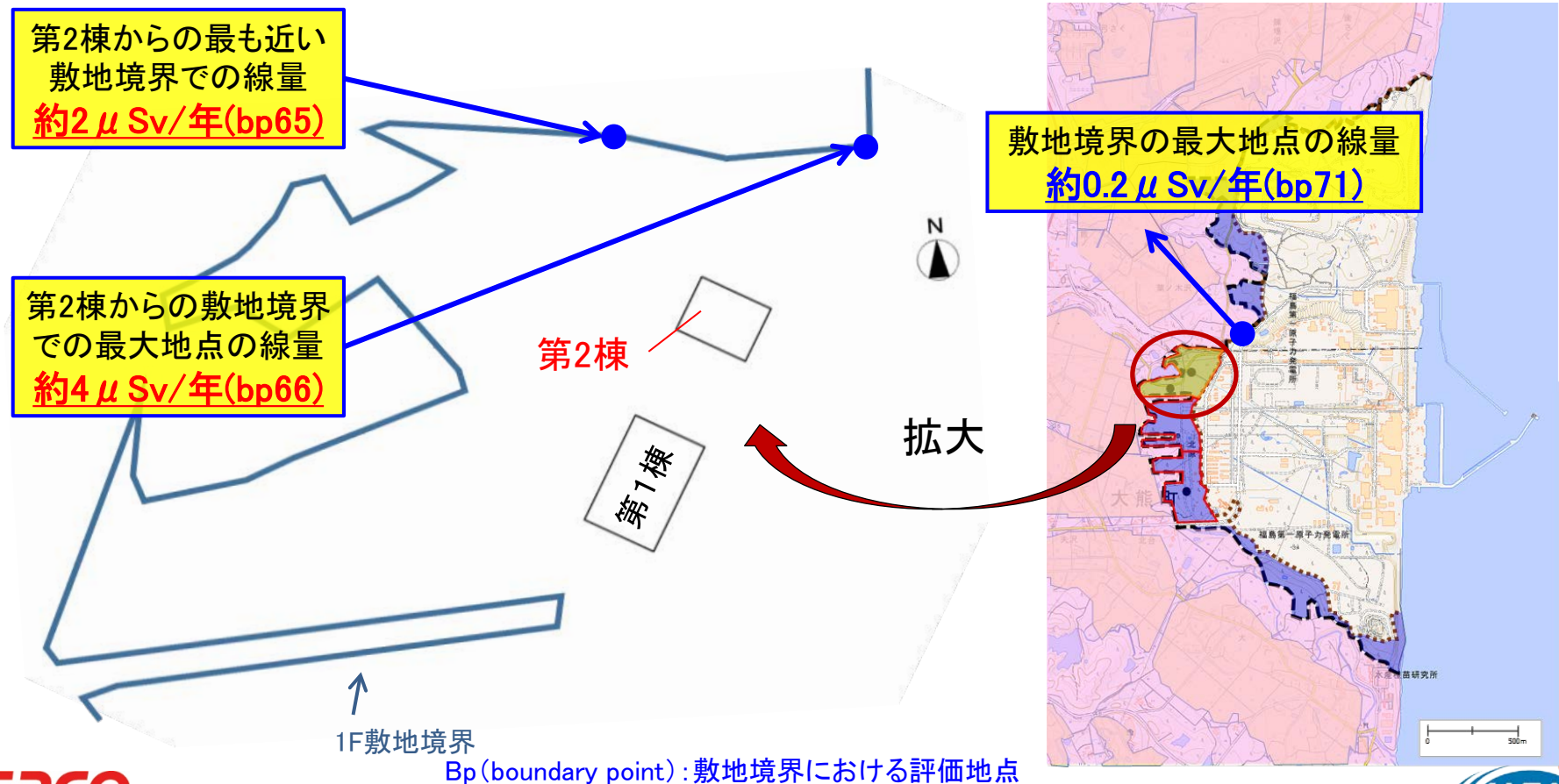
地下1階平面図 ※土壌はコンクリートで模擬

● ■ ▨ : 線源位置

10. 敷地境界における線量の評価(3/3)

第2棟からの敷地境界での最大地点の線量を計算した結果、約 $4 \mu\text{Sv}/\text{年}$ となった。

現行の1F敷地境界のうち最大となる地点(bp71)における第2棟からの実効線量は、約 $0.2 \mu\text{Sv}/\text{年}$ 。これを合算した値(1F各施設からの実効線量の合算値)は $0.92\text{mSv}/\text{年}$ であり、 $1\text{mSv}/\text{年}$ を下回る。なお、第2棟からの実効線量が最大となる地点(bp66)での1F各施設からの実効線量の合算値は $0.87\text{mSv}/\text{年}$ である。



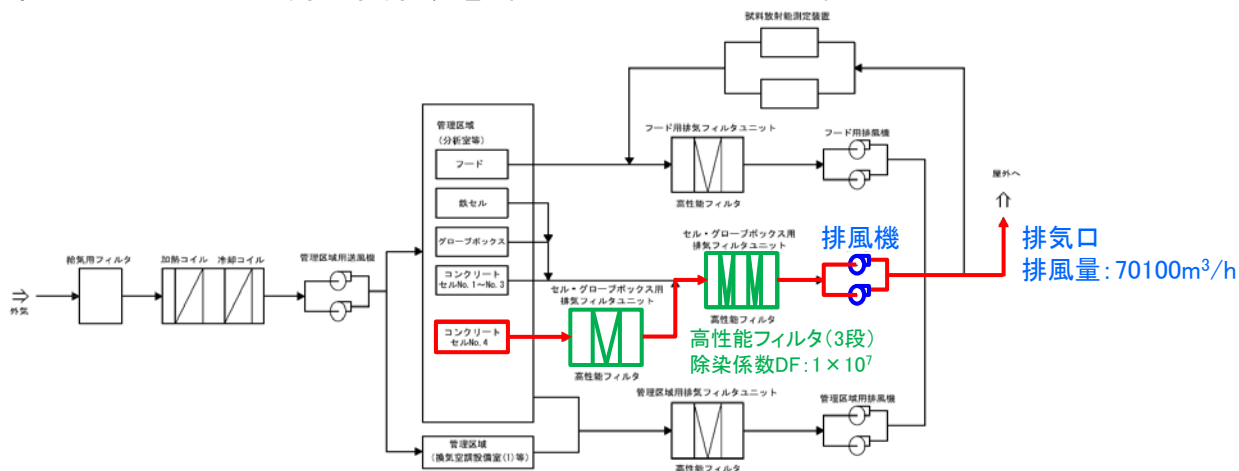
11. 放射性物質の放出に伴う濃度及び実効線量の評価(1/4)

追加説明

第2棟の排気中に含まれる放射性物質は、主にコンクリートセルNo.4で行う燃料デブリ等の切断、粉砕により発生するガス状及び粒子状の放射性物質が排気中に移行したものである。排気中に含まれる放射性物質が、換気空調設備の高性能フィルタ、排風機を介して排気口から大気放出されるものとして、このときの排気口における放射性物質濃度及び敷地境界外における実効線量を評価した。

評価では、燃料デブリ等が全てMOX燃料で構成されているとした(「6.線源の設定」にて記したMOX燃料の燃焼度等の条件で各核種の放射エネルギーをORIGEN2.2-UPJコードで求めたもの)。また、1回の受入物(■の燃料デブリ等)から30個程度の試料を採取するために切断等を行うが、その切断代の全てが粉体となると仮定し、その1%※1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、よう素及び希ガスの移行率は100%とした。また、年間の受入れ回数は12回とした。

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)については、除染係数を 10^7 ※2とした。なお、トリチウム、よう素及び希ガスに対しては、除染係数を考慮しないものとした。



※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 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。

11. 放射性物質の放出に伴う濃度及び実効線量の評価(2/4)

－排気口の放射性物質濃度の評価－

追加説明

第2棟の排気口の放射性物質濃度の評価結果を下表に示す。各核種の放射能濃度は告示に定める周辺区域外の濃度限度を下回り、また、各核種の濃度限度に対する割合の和は1未満である。さらに、排気口からの大気拡散効果を考慮すると、周辺監視区域外においては、この濃度はさらに低下することから告示に定める濃度限度を十分に下回る。

排気口出口における放射性物質濃度

	核種	排気口出口 放射能濃度 [Bq/cm ³]	空气中 濃度限度 [Bq/cm ³]	空气中濃度 限度との比
1	H-3	7.9E-06	3.0E-03	2.6E-03
2	Kr-85	7.6E-05	1.0E-01	7.6E-04
3	I-129	4.6E-09	1.0E-06	4.6E-03
4	Pu-238	1.1E-11	3.0E-09	3.7E-03
5	Pu-239	8.0E-13	3.0E-09	2.7E-04
6	Pu-240	1.4E-12	3.0E-09	4.8E-04
7	Pu-241	1.1E-10	2.0E-07	5.6E-04
8	Am-241	5.9E-12	3.0E-09	2.0E-03
9	Am-242m	2.0E-13	4.0E-09	5.0E-05
10	Am-243	3.5E-14	3.0E-09	1.2E-05
11	Cm-243	1.1E-13	4.0E-09	2.8E-05
12	Cm-244	1.5E-12	5.0E-09	3.1E-04
13	その他 ^{※1}	1.7E-13	－	1.5E-05
			(合計)	1.6E-02

※1 上記1～12以外の核種

11. 放射性物質の放出に伴う濃度及び実効線量の評価(3/4)

— 敷地境界外における実効線量の評価 —

追加説明

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」、「発電用軽水型原子炉施設周辺の線量目標値に対する評価指針」を参考として行った。

また、外部被ばく及び内部被ばくによる実効線量の評価は、敷地境界外でそれぞれ最大の被ばくを与える地点とし、以下の被ばく経路について評価した。

外部被ばく

- ①放射性雲からのガンマ線による外部被ばく
- ②地表に沈着した放射性物質による外部被ばく

内部被ばく

- ③吸入摂取による内部被ばく

11. 放射性物質の放出に伴う濃度及び実効線量の評価(4/4)

— 敷地境界外における実効線量の評価結果 —

追加説明

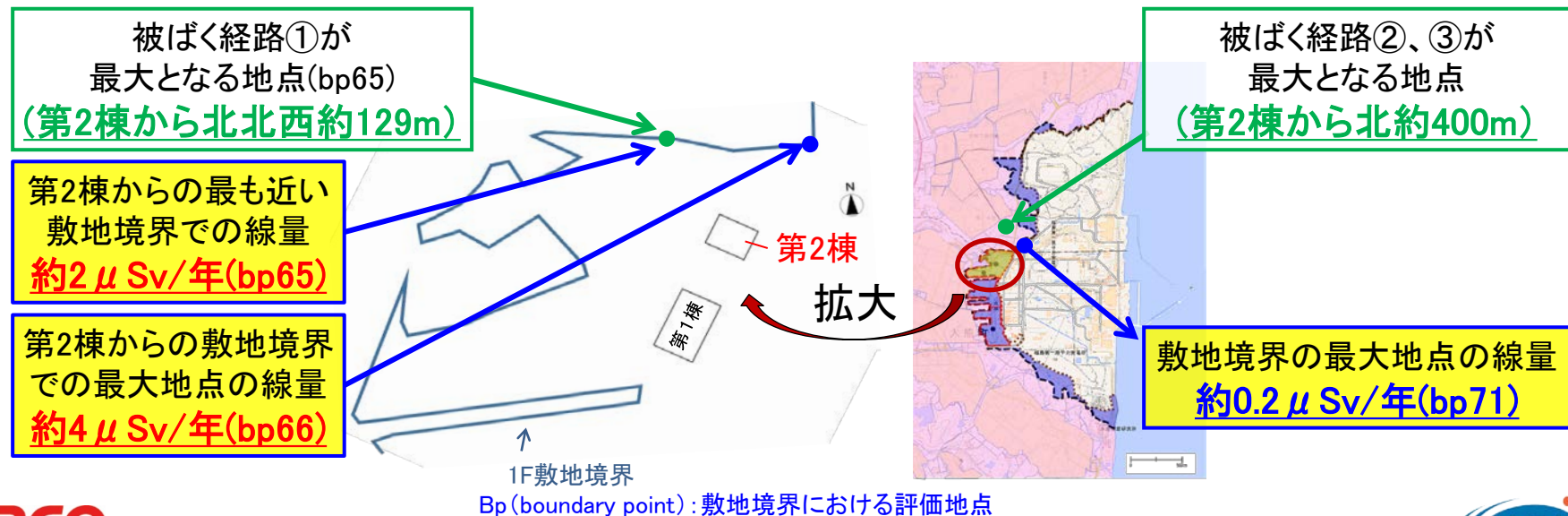
放射性物質の放出に伴う、各経路における実効線量は以下のとおり。

- ①放射性雲からのガンマ線による被ばく : 1.9×10^{-8} mSv/年 (bp65の地点で最大)
- ②地表に沈着した放射性物質による被ばく : 2.1×10^{-8} mSv/年 (第2棟から北約400m地点で最大)
- ③吸入摂取による被ばく : 3.8×10^{-7} mSv/年 (第2棟から北約400m地点で最大)

各被ばく経路において、最大の線量となる地点は異なるが、同時に被ばくするものとして、これを合算した値は、約 4.2×10^{-7} mSv/年 (約 4.2×10^{-4} μ Sv/年)。

放射性物質の放出に伴う実効線量は、合計で約 4.2×10^{-4} μ Sv/年であり、直接線・スカイシャイン線による実効線量に比べ、その影響は小さい。

「10. 敷地境界における線量の評価」で示した直接線・スカイシャイン線による実効線量の評価結果及び放射性物質の放出に伴う実効線量が最大となる地点



放射性物質分析・研究施設第2棟に係る 実施計画の変更認可申請について (セル内火災に対する考慮について)

2020年9月30日

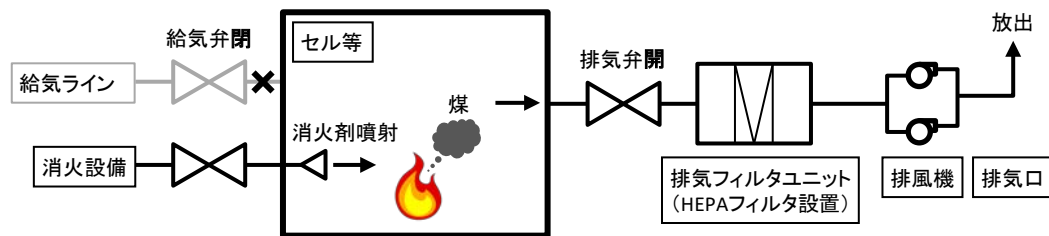
東京電力ホールディングス株式会社
国立研究開発法人日本原子力研究開発機構



1. セル内火災に対する考慮(1/3)

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に置換するため、排気弁は閉止しない。また、排風機も停止しない。

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. セル内火災に対する考慮(2/3)

【想定事象】

- 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措置を講ずる。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た。
- 紙ウェス、ポリ容器の全てが燃焼し、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%※¹(5g)、ポリ容器の重量の9%※¹(18g)とし、保守的に合計25gとした。

【評価結果】

高性能フィルタについて、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※²では、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損しない。また、負圧維持に必要な排気風量も維持できることから、セル内の負圧は維持できる。

※¹ “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。

※² TECHNICAL REPORTS SERIES No.325 IAEA, VIENNA, (1991)

1. セル内火災に対する考慮(3/3)

コンクリートセルNo.4では、燃料デブリ等の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い。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、このときの公衆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(MOX燃料の燃焼度等の条件で各核種の放射エネルギーをORIGEN2.2-UPJコードで求めたもの)。
- 1回の受入物(燃料デブリ等)に対して、切断等により粉体が発生する。粉体は適宜、回収し保管するが、評価では、この粉体の全てがセル内に存在するものとした保守的な仮定とした。この粉体に対し、切断時の飛散(1%※¹)と火災に伴う飛散(0.6%※²)を合わせて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、本事象に係る公衆の実効線量は、約 1.2×10^{-3} μSv であり、公衆への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。

放射性物質分析・研究施設第2棟に係る
実施計画の変更認可申請について
(保安体制について)

7月15日面談資料-4 改訂版

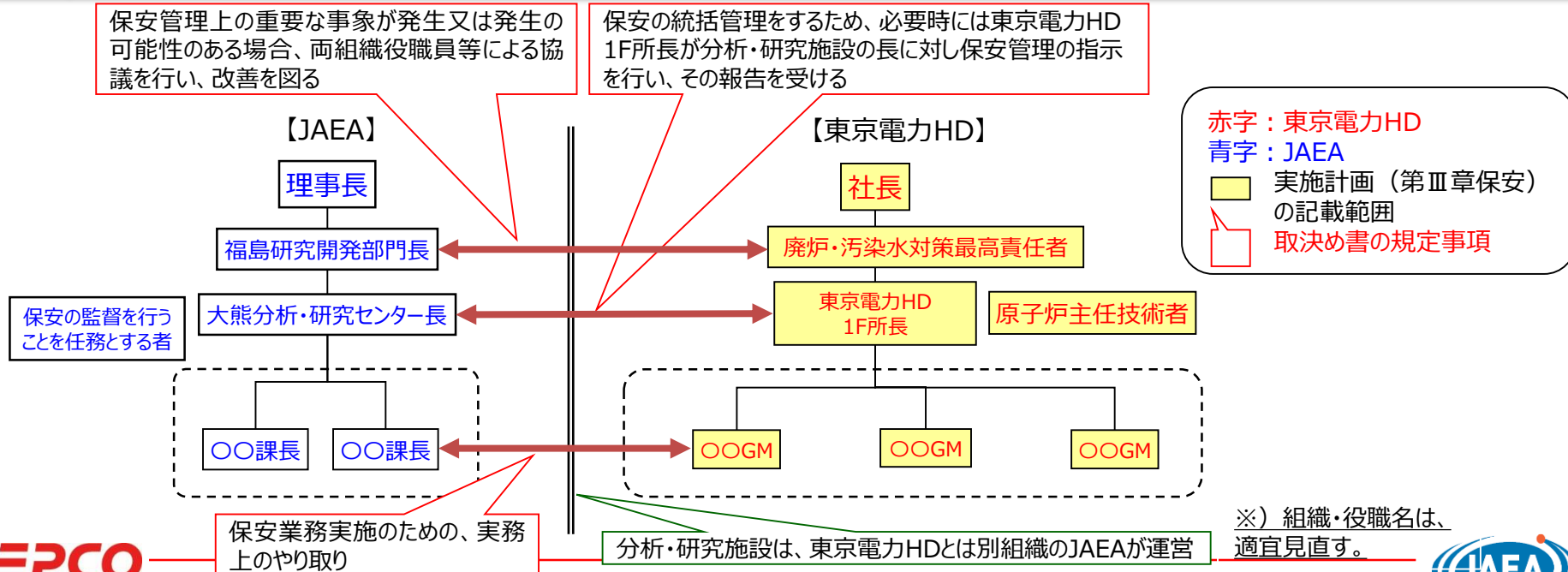
2020年9月30日

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

1. 放射性物質分析・研究施設の保安体制(覚書)

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から、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. 放射性物質分析・研究施設の保安体制（取決め）

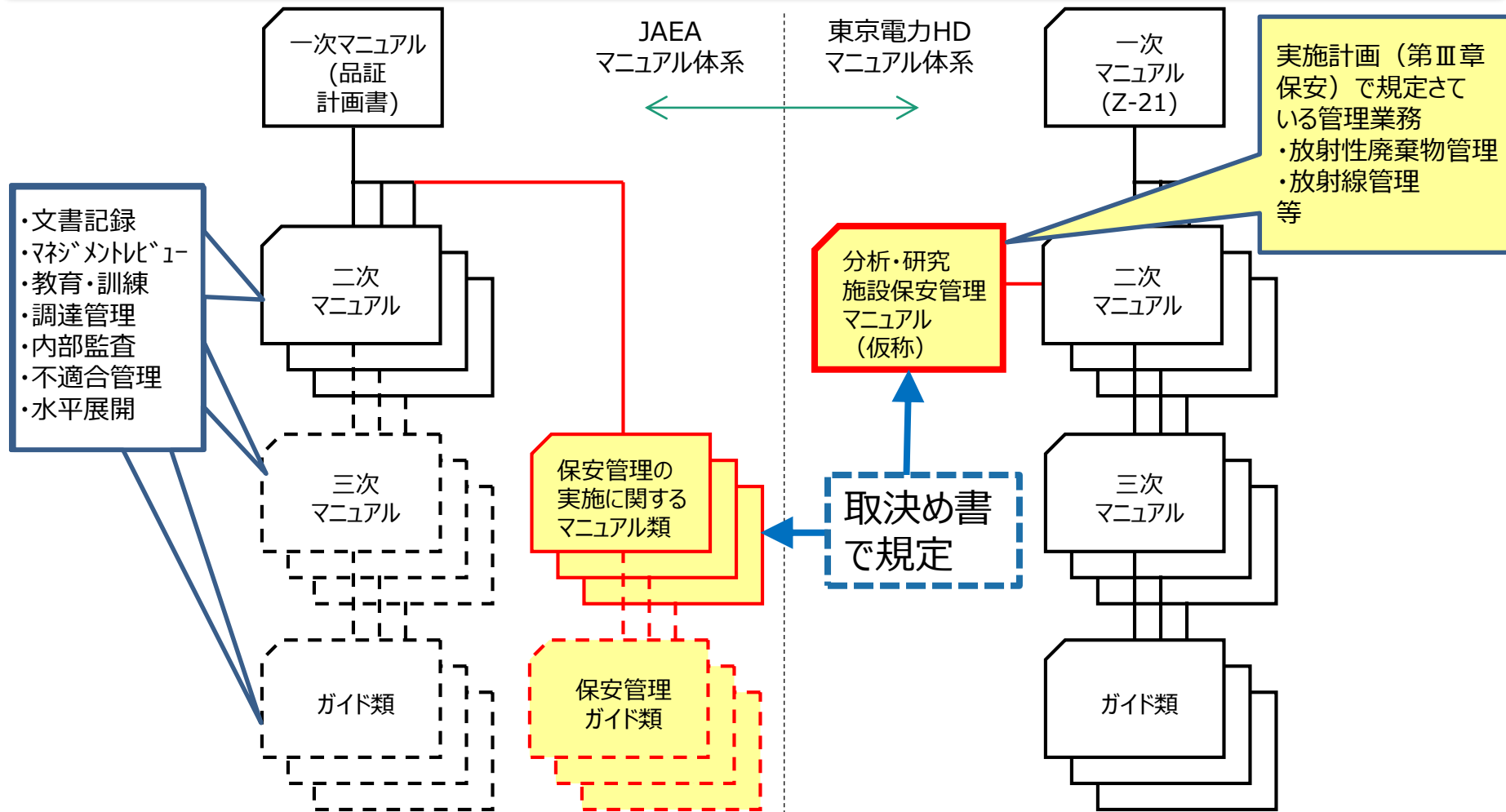
放射性物質分析・研究施設についての**保安管理を確実に実施するため、両者の関係を取決め書で規定**する。今後、第2棟に係る取決め書は、以下の第1棟の建設・運転保守における保安管理に関する取決め書に準じた内容とする予定である。

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
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。	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。
特定原子力施設の設置者として、各職務に応じた 保安管理 を行う。 ・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 確認 。 ・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、 当該施設の運用状況を把握 。 ・保全計画が適切に管理されていることを 定期的に確認 。 ・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 通知 。	東電HDの保安管理の下、各職務に応じた 保安活動 を行う。 ・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 報告 。 ・保安管理上の改善が必要な場合は、改善を実施。 ・保安管理状況を 日常的に報告 。 ・全ての 不適合事象を報告 。 ・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 確認 を受ける。
保安管理に関する具体的な 要求事項をマニュアルとして定める 。	左記マニュアルの 要求事項に従い、その具体的な手順を示したマニュアル等を定める 。
保安検査は東電HDが受検。	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。
1F所長は、保安管理上の懸念があった際には、 設備運用停止 やその改善について指示できる。	左記指示に従う。

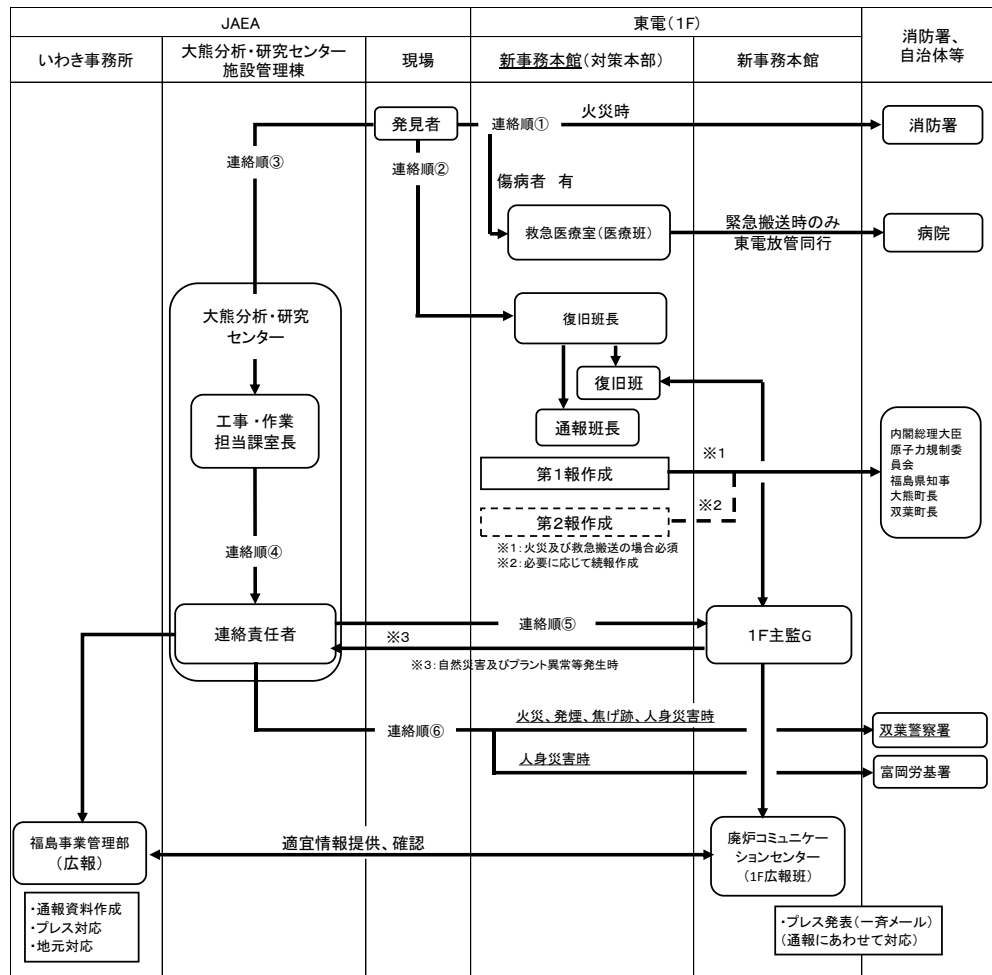
3. 放射性物質分析・研究施設の保安体制(QMS)

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。



4. 放射性物質分析・研究施設の保安体制 (連絡通報体制案)

第2棟に係る連絡通報体制は、以下の建設工事及び、施設管理棟運用に係る事故時等の通報・連絡対応による。なお、本体制は必要に応じ改善を図って行く。



2. 第2棟の保安全管理

2.4. 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)	警察への連絡	○		
	c)	自治体への通報		○	
	2	消火活動			
	a)	JAEA自衛消防隊	○	※	※:状況が許す範囲において、JAEAからの要請に応じて発電所自衛消防隊を派遣し、JAEAの案内の下、消火活動に協力する。
	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	自治体への通報		○		

2. 第2棟の保安全管理

2.4. 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自治体への通報		○	
	b)	原因究明及び再発防止	○		
	4	その他事象への対応			
	a)	自治体への通報		○	
b)	自治体への通報以外の対応	○			