

放射性物質分析・研究施設第2棟について

－ 分析項目等及び安全対策・保安管理 －

2020年7月20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

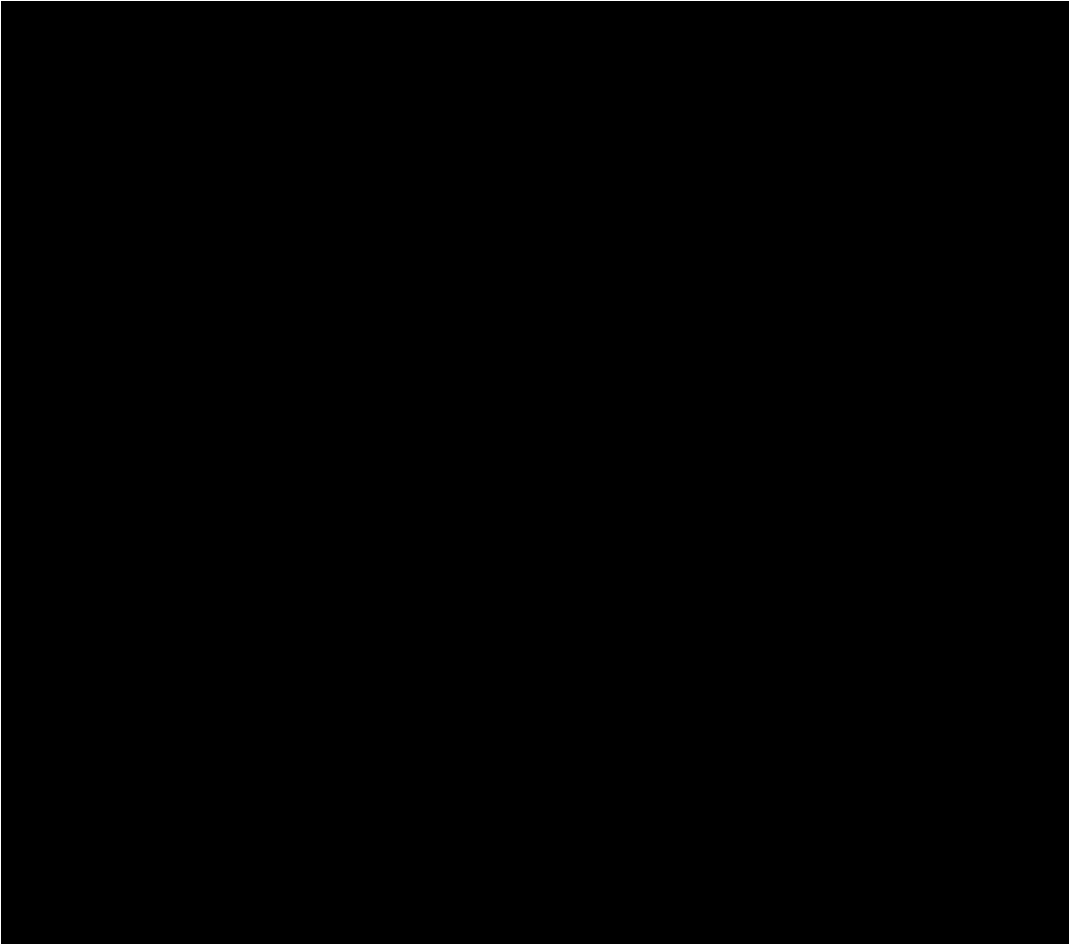
1. 放射性物質分析・研究施設第2棟の概要

1.1. 目的、分析対象の補足

■ 分析対象物(受入物)

- ・分析対象物: 燃料デブリ等(燃料デブリ、炉構造材、解体廃棄物)
- ・受入量: 1回当たり  以下
- ・受入回数: 最大12回／年
- ・最大取扱量: 

燃料デブリ等の建屋内での移送ルート概要(1/2)

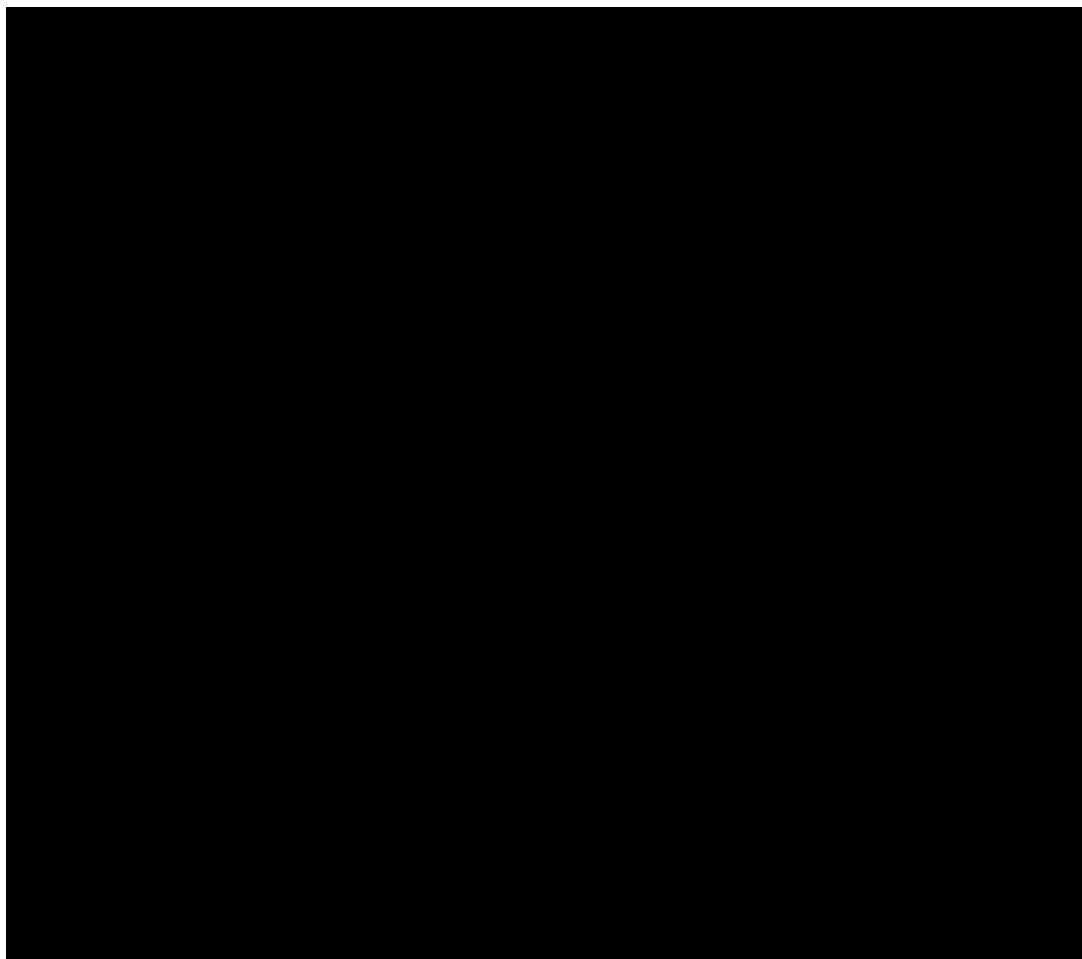
- 
- ① 1Fからのキャスクをローディングドックへ搬入
 - ② ローディングドックからサービスエリア(1)へキャスク架台含めて移送
 - ③ サービスエリア(1)にてキャスク本体のみ吊上げ、地上2階サービスエリア(2)のコンクリートセルNo.1天井又はサービスエリア(1)のコンクリートセルNo.1背面に接続
 - ④ キャスクからコンクリートセルNo.1に容器を搬入
 - ⑤ コンクリートセルNo.1からセル間ポート等を介してコンクリートセルNo.2→No.3→No.4→鉄セル→グローブボックスNo.1→フードNo.1の順に移送
 - ⑥ 一時的に保管する場合には、 XXXXXXXXXX 試料ピットに収納する。
 - ⑦ フードNo.1からフードアウトし、気密及び遮へいを考慮した容器にてグローブボックスNo.2、No.3、No.4、フードNo.2、 $\alpha \cdot \gamma$ 測定室へ移送

第2棟の機器配置図 地上1階

1. 放射性物質分析・研究施設第2棟の概要

1.3. 燃料デブリ等の取り扱いフロー概要の補足 (2/15)

燃料デブリ等の建屋内での移送ルート概要(2/2)

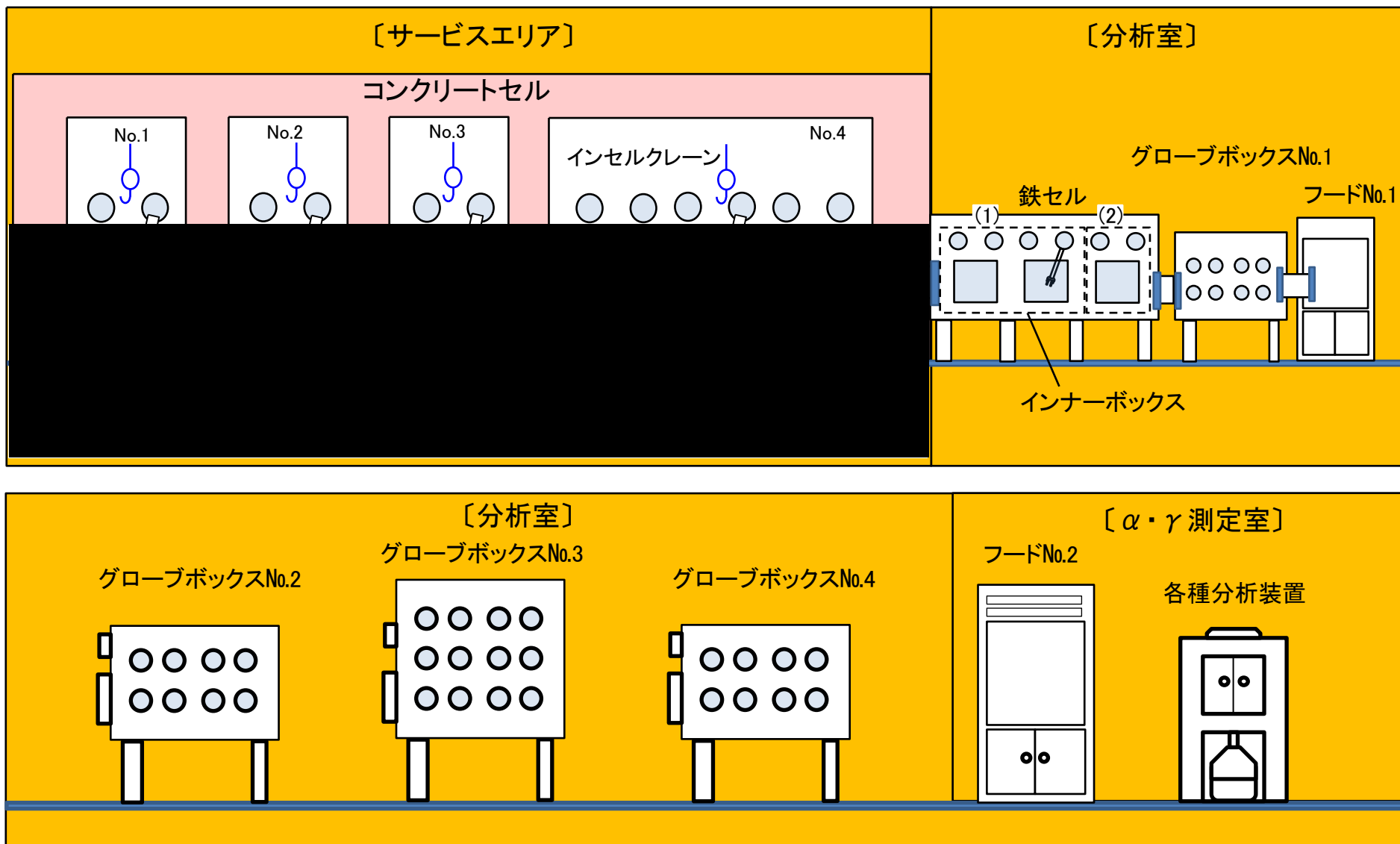


- ② 地上1階ローディングドックから地上1階サービスエリア(1)へキャスク架台含めて移送
- ③ 地上1階サービスエリア(1)にてキャスク本体のみ吊上げ、サービスエリア(2)のコンクリートセルNo.1天井又は地上1階サービスエリア(1)のコンクリートセルNo.1背面に接続

第2棟の機器配置図 地上2階

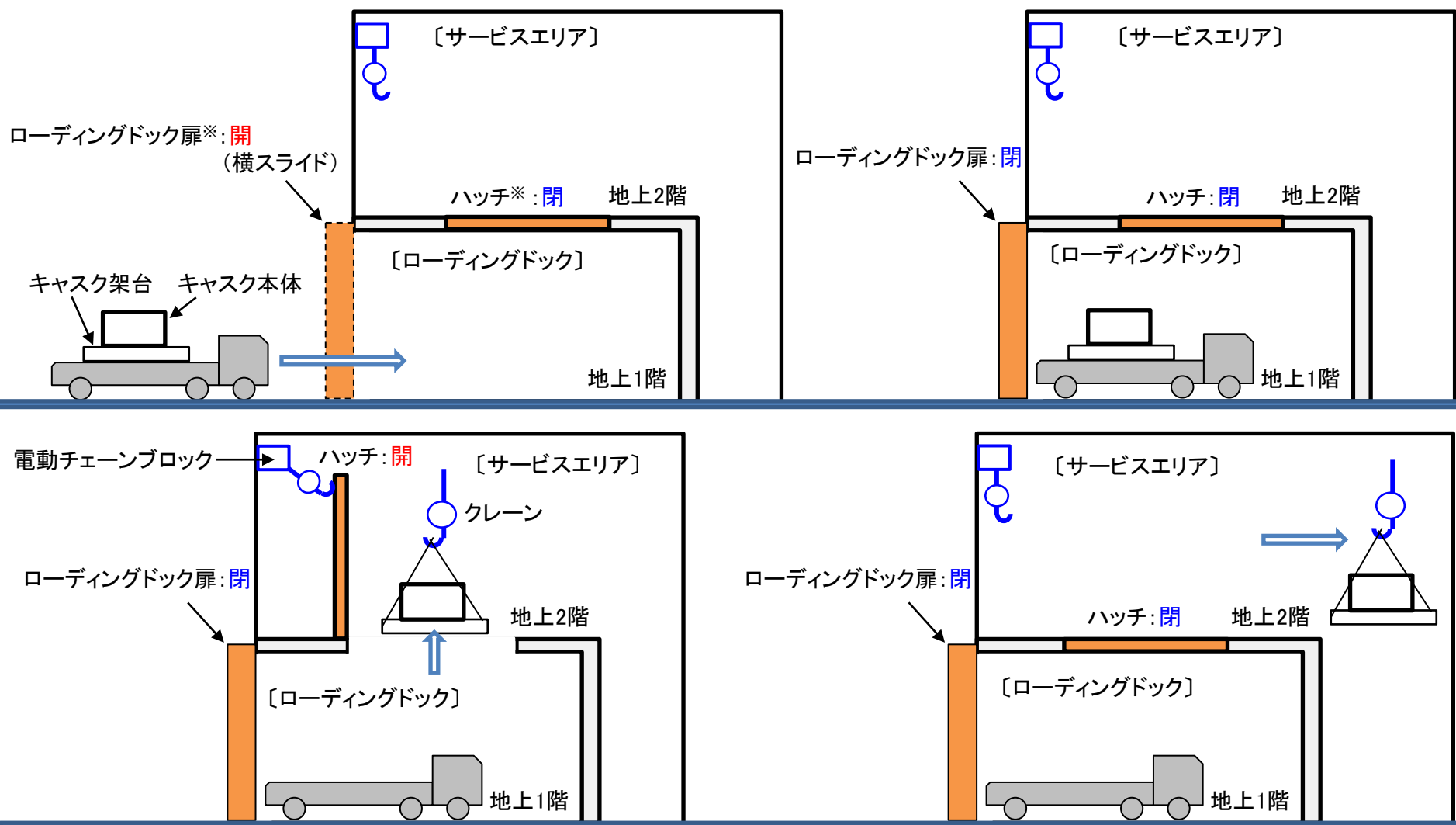
1. 放射性物質分析・研究施設第2棟の概要

1.3. 燃料デブリ等の取り扱いフロー概要の補足 (3/15)



1. 放射性物質分析・研究施設第2棟の概要

1.3. 燃料デブリ等の取り扱いフロー概要の補足 (4/15)

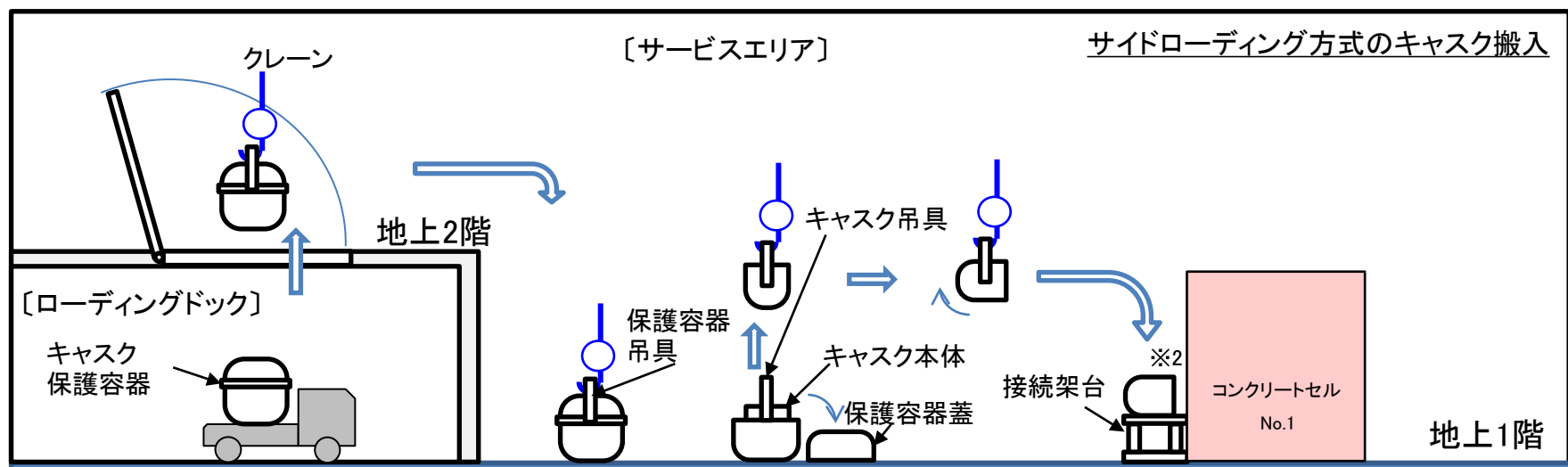
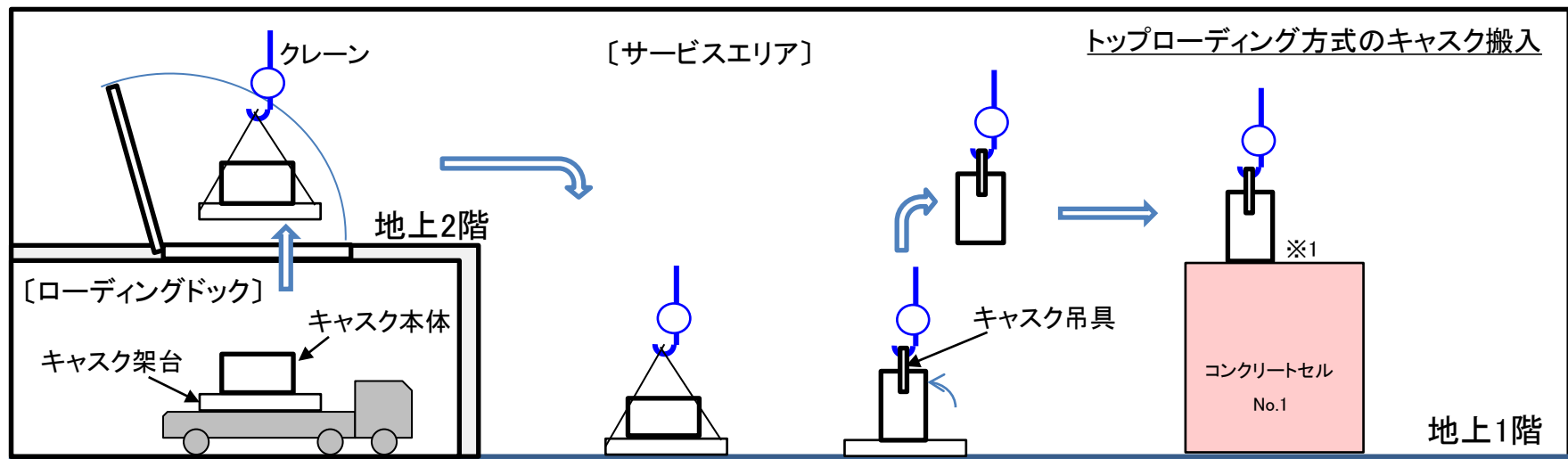


※: ローディングドック扉とハッチにインターロックを設置し、同時開放できない設計としている。

ローディングドック扉、ハッチ開閉動作

1. 放射性物質分析・研究施設第2棟の概要

1.3. 燃料デブリ等の取り扱いフロー概要の補足 (5/15)



キャスクの搬入方法

※1: コンクリートセルNo.1の天井に接続

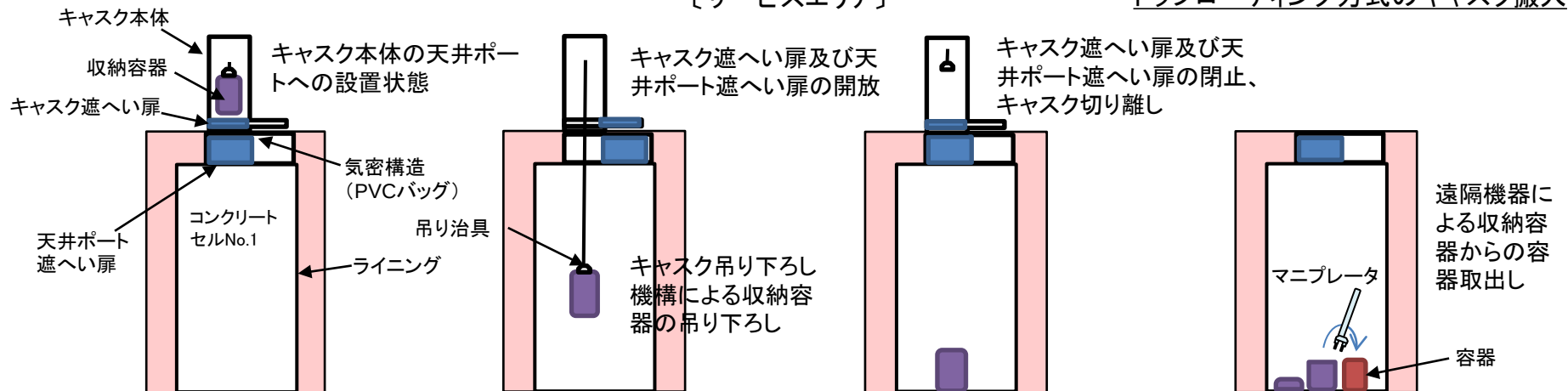
※2: コンクリートセルNo.1の背面に接続

1. 放射性物質分析・研究施設第2棟の概要

1.3. 燃料デブリ等の取り扱いフロー概要の補足 (6/15)

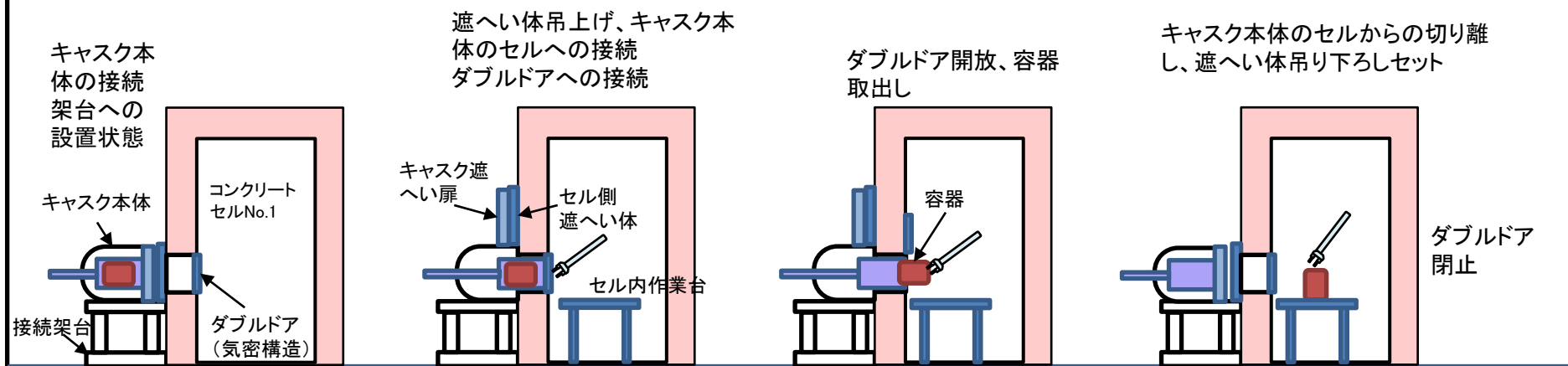
〔サービスエリア〕

トップローディング方式のキャスク搬入



〔サービスエリア〕

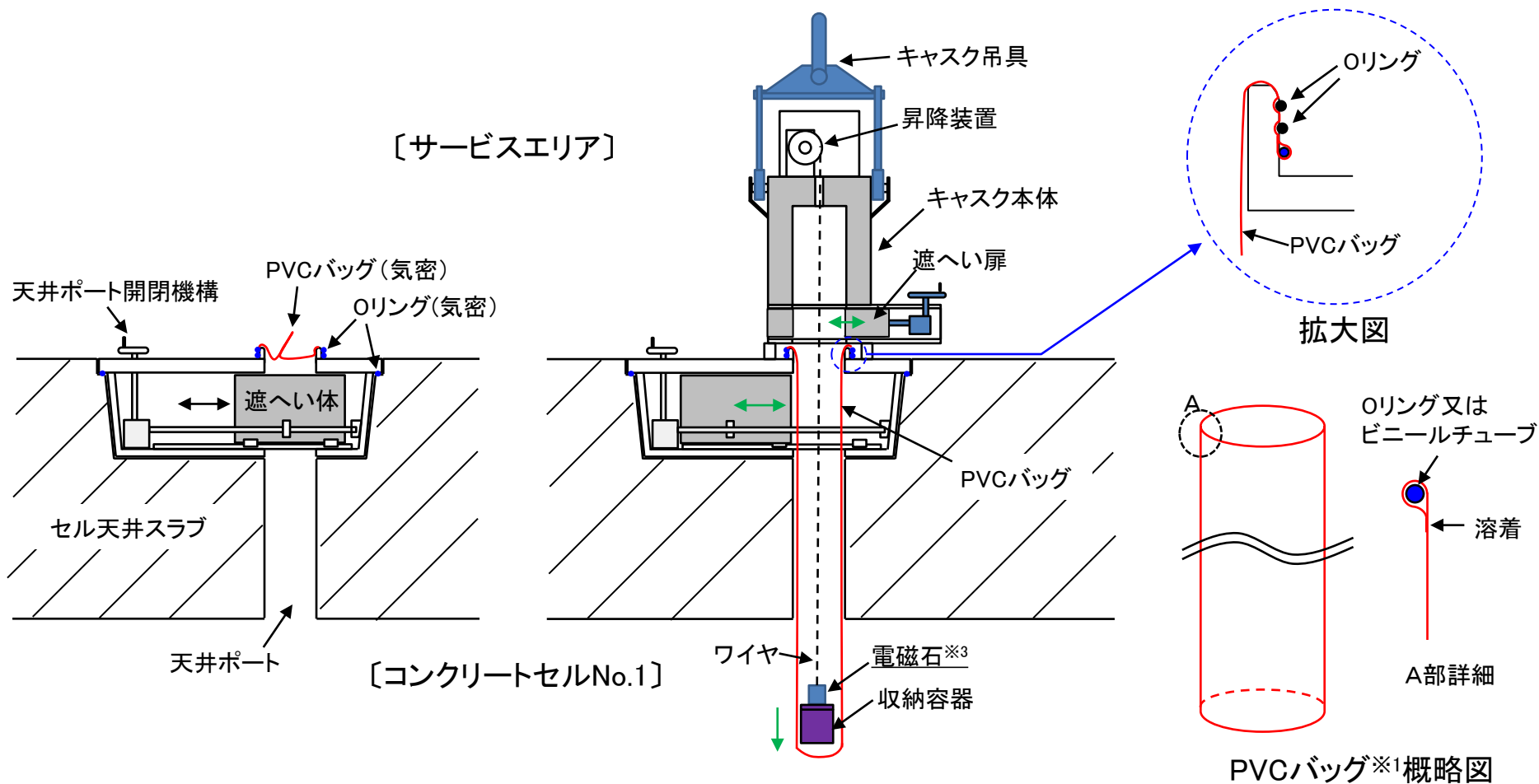
サイドローディング方式のキャスク搬入



コンクリートセルNo.1への搬入

1. 放射性物質分析・研究施設第2棟の概要

1.3. 燃料デブリ等の取り扱いフロー概要の補足 (7/15)



トップローディング方式※2によるセル内搬入方法例(1/2)

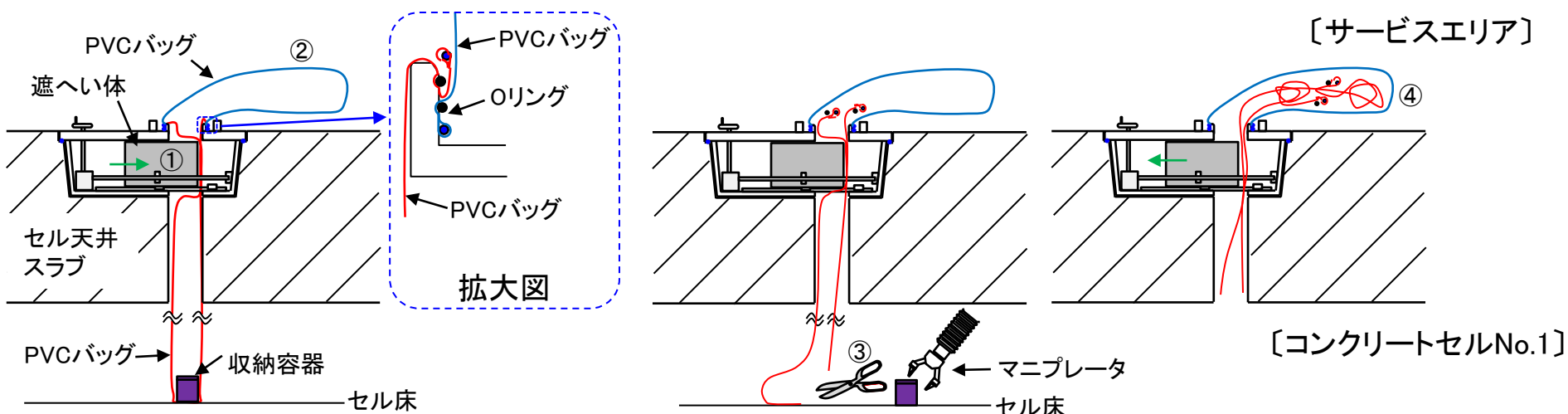
※1:PVC(難燃性のポリ塩化ビニール)を筒状に加工したもの。

※2:JAEA茨城地区において、照射済燃料集合体等の移送に使用している。

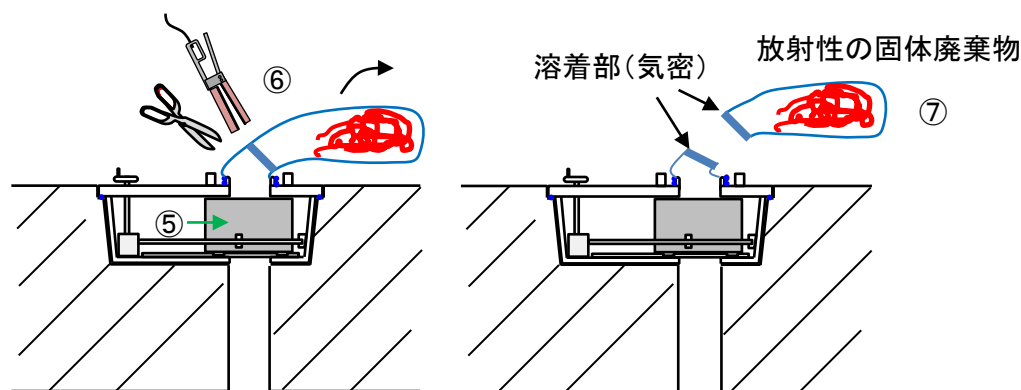
※3:電磁石は、通電によって着磁、脱磁を繰り返すことから、停電時の場合でも着磁の状態が維持され落下しない。

1. 放射性物質分析・研究施設第2棟の概要

1.3. 燃料デブリ等の取り扱いフロー概要の補足 (8/15)



[サービスエリア]



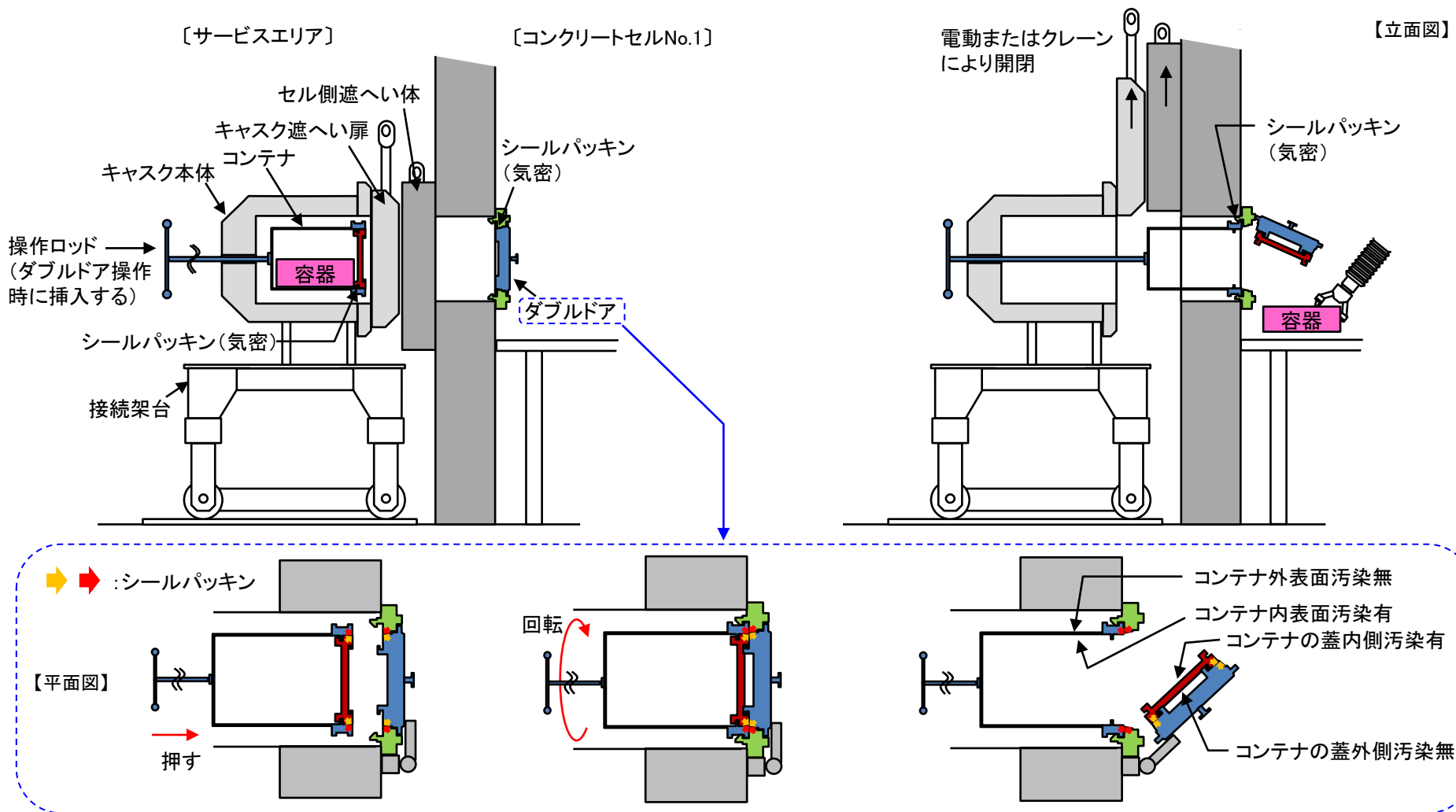
[コンクリートセルNo.1]

- ① 収納容器がセル床に着地後、遮へい体を閉める。
- ② PVCバッグ(赤)からの収納容器取出しに伴う気密維持等のため、PVC(赤)の上から新しいPVCバッグ(青)をポートに装着する。PVCバッグ(青)装着後、ポートからPVCバッグ(赤)を取り外す(Oリング含め)。
- ③ マニプレータ等を用いてPVCバッグ(赤)から収納容器を取り出す。
- ④ PVCバッグ(赤)を引き上げPVCバッグ(青)内に収納する。
- ⑤ ポートを遮へい体で完全に閉じる。
- ⑥ PVCバッグ(青)を溶着し、溶着部中央を切断する。
- ⑦ 切断したPVC(青+赤)を容器等に収納し、固体廃棄物払出準備室へ移送する。

トップロード方式によるセル内搬入方法例(2/2)

1. 放射性物質分析・研究施設第2棟の概要

1.3. 燃料デブリ等の取り扱いフロー概要の補足 (9/15)

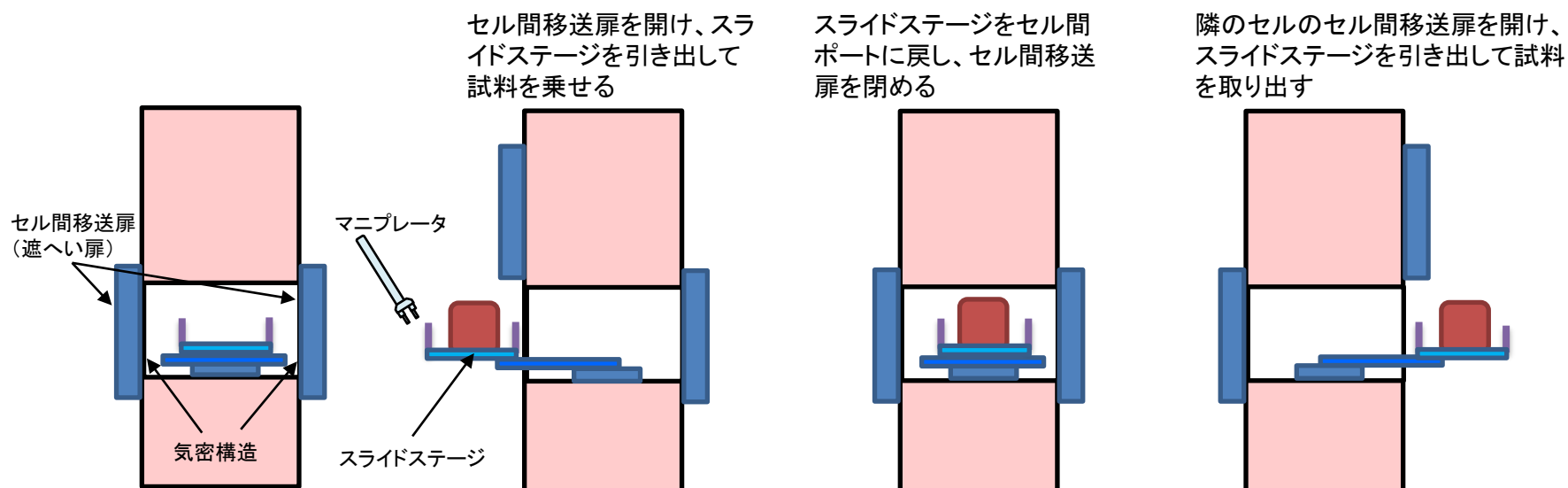
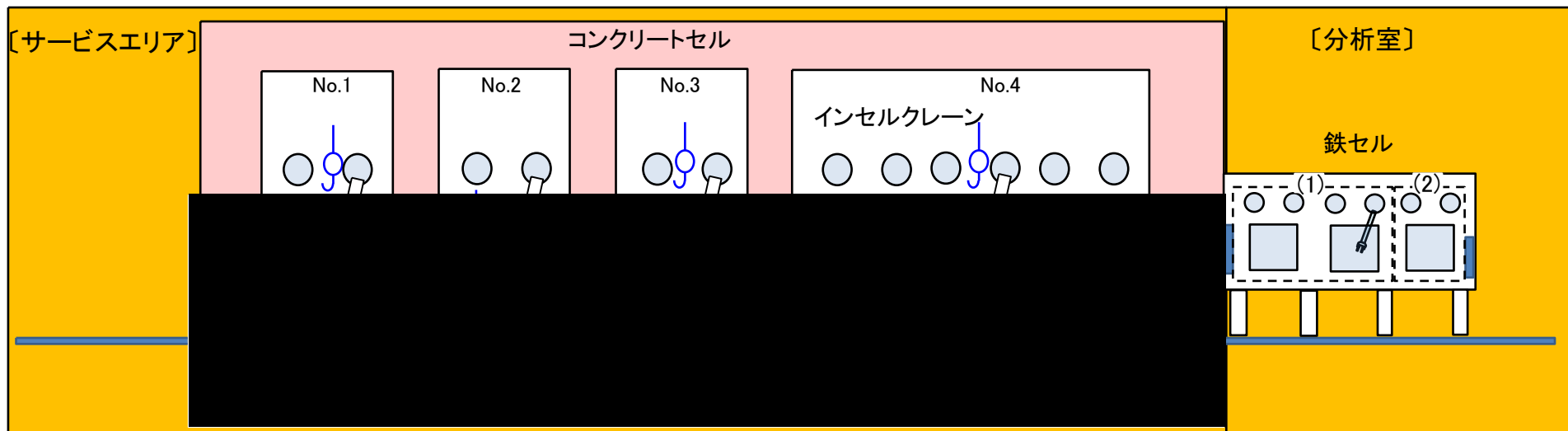


サイドローディング方式※1によるセル内搬入方法例

※1: JAEA 茨城地区 (東海) において、燃料棒切断等により作成した試料の移送に使用している。

1. 放射性物質分析・研究施設第2棟の概要

1.3. 燃料デブリ等の取り扱いフロー概要の補足 (10/15)

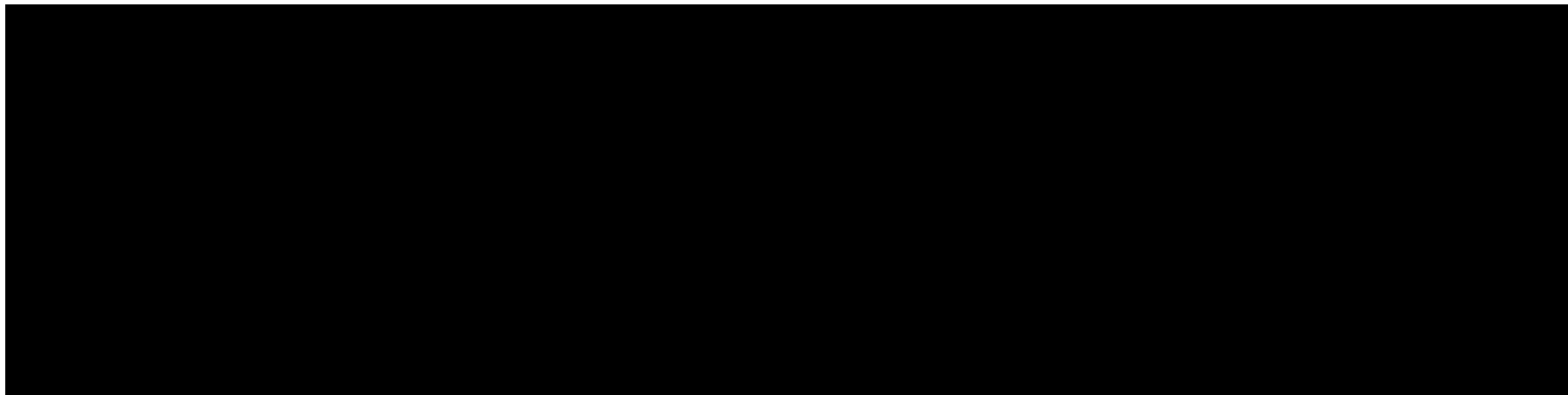


コンクリートセル間の試料の移動方法

1. 放射性物質分析・研究施設第2棟の概要

1.3. 燃料デブリ等の取り扱いフロー概要の補足 (11/15)

試料ピットの最下部に収納された容器を取り出す際には、を空にする。



① の遮へい蓋をインセル
クレーンにて取り外す。

② 容器をインセルクレーンにて吊上げ、空の へ収納する。

③ 目的の容器を取り出す。

(サービスエリア側)

【平面図】



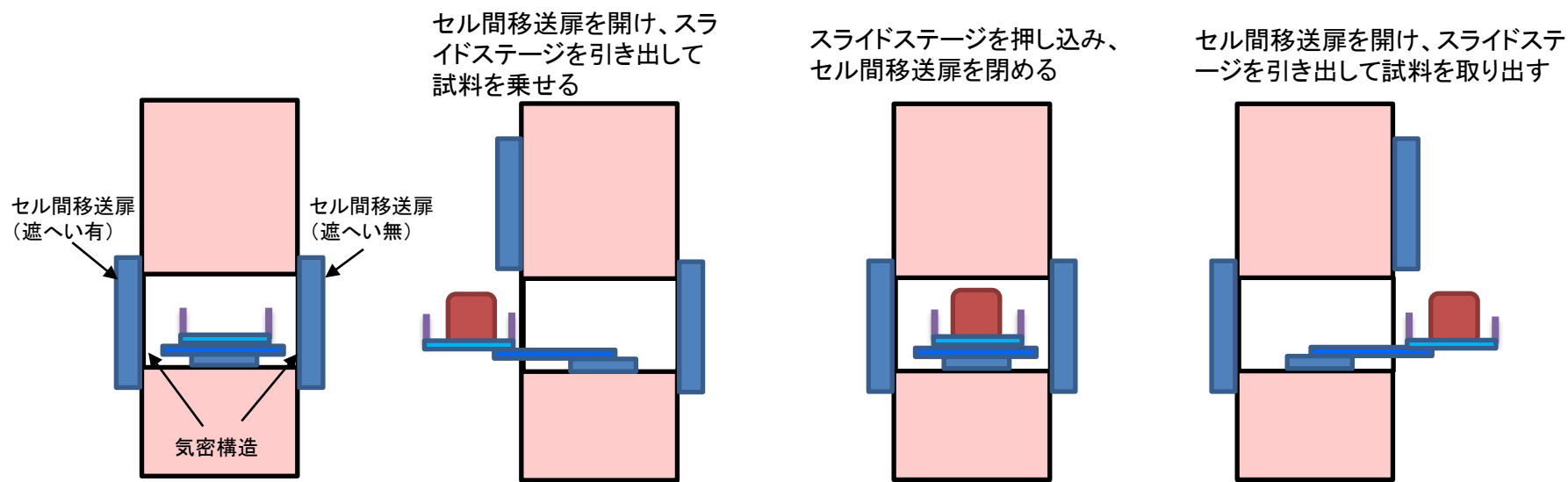
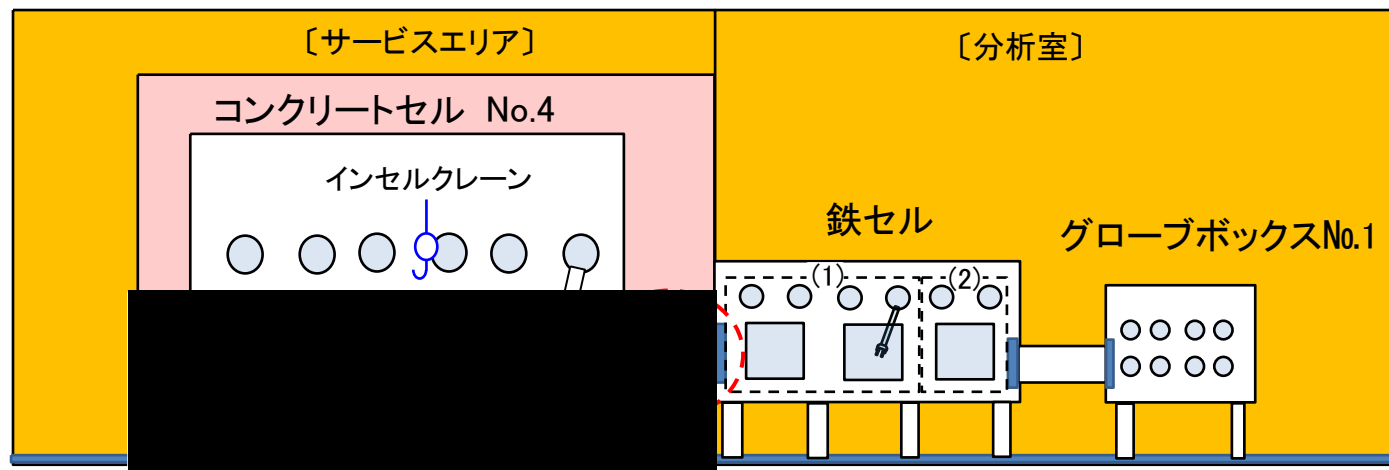
○ : 容器取出しを考慮し、を空にする
○ : 容器を収納する 

(オペレーションエリア側)

 試料ピットからの容器取出方法例

1. 放射性物質分析・研究施設第2棟の概要

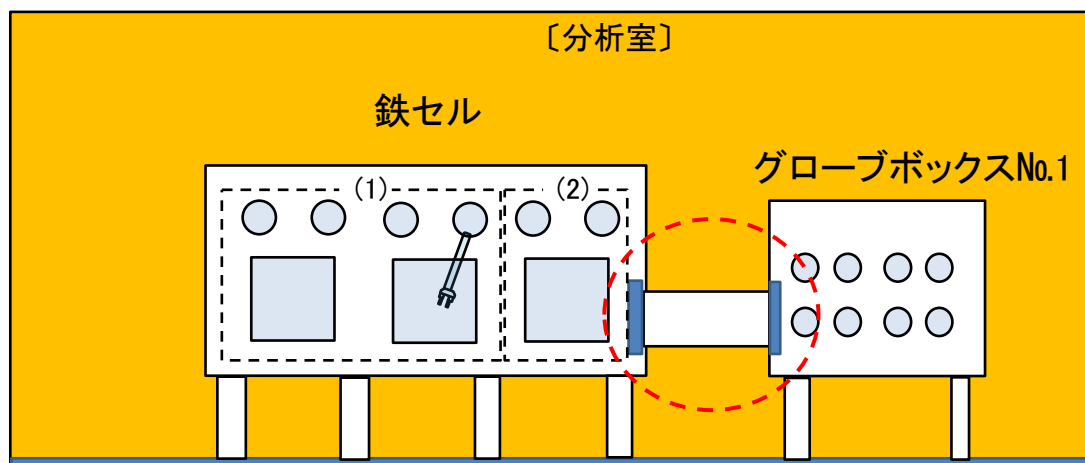
1.3. 燃料デブリ等の取り扱いフロー概要の補足 (12/15)



コンクリートセル、鉄セル間の試料の移動方法

1. 放射性物質分析・研究施設第2棟の概要

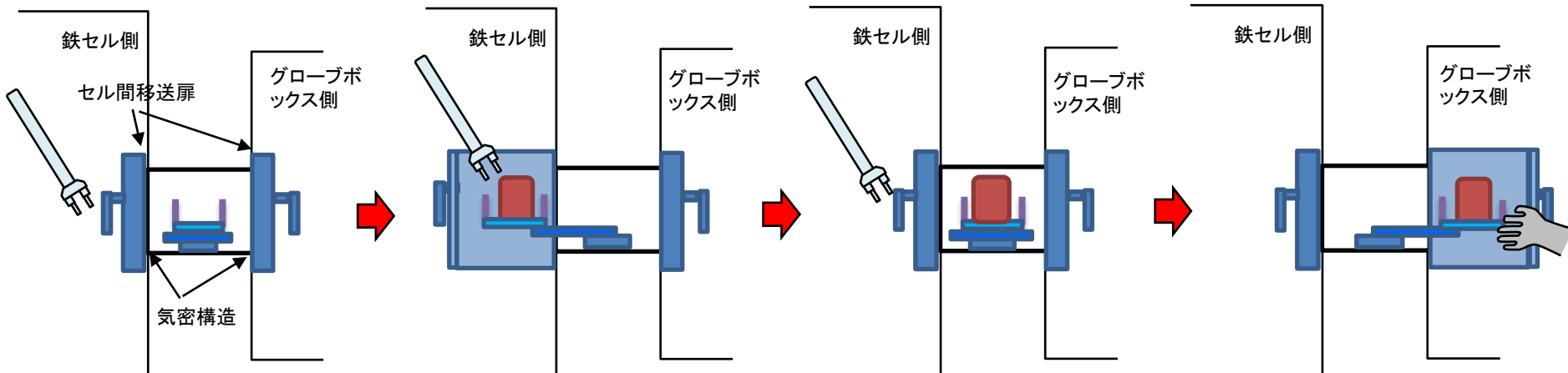
1.3. 燃料デブリ等の取り扱いフロー概要の補足 (13/15)



セル間移送扉を開け、スライドステージを引き出して試料を乗せる

スライドステージを押し込み、セル間移送扉を閉める

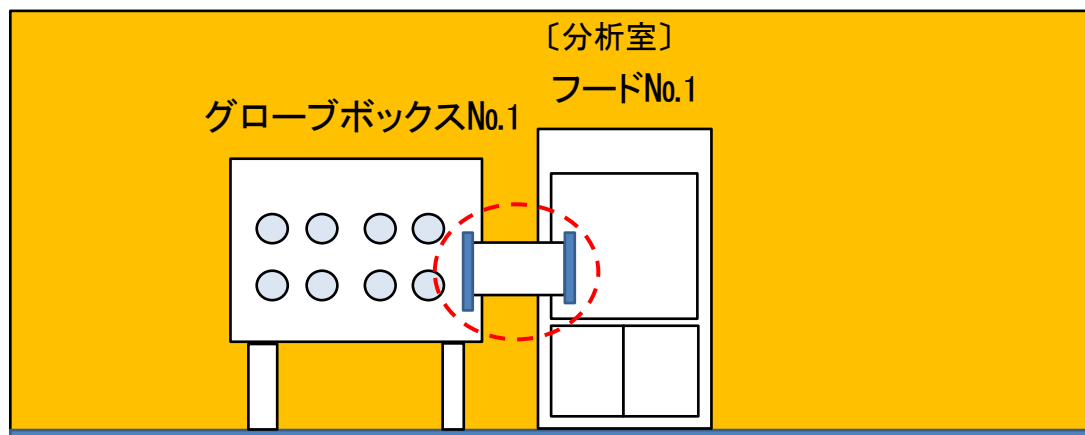
セル間移送扉を開け、スライドステージを引き出して試料を取り出す



鉄セル、グローブボックス間の試料の移動方法

1. 放射性物質分析・研究施設第2棟の概要

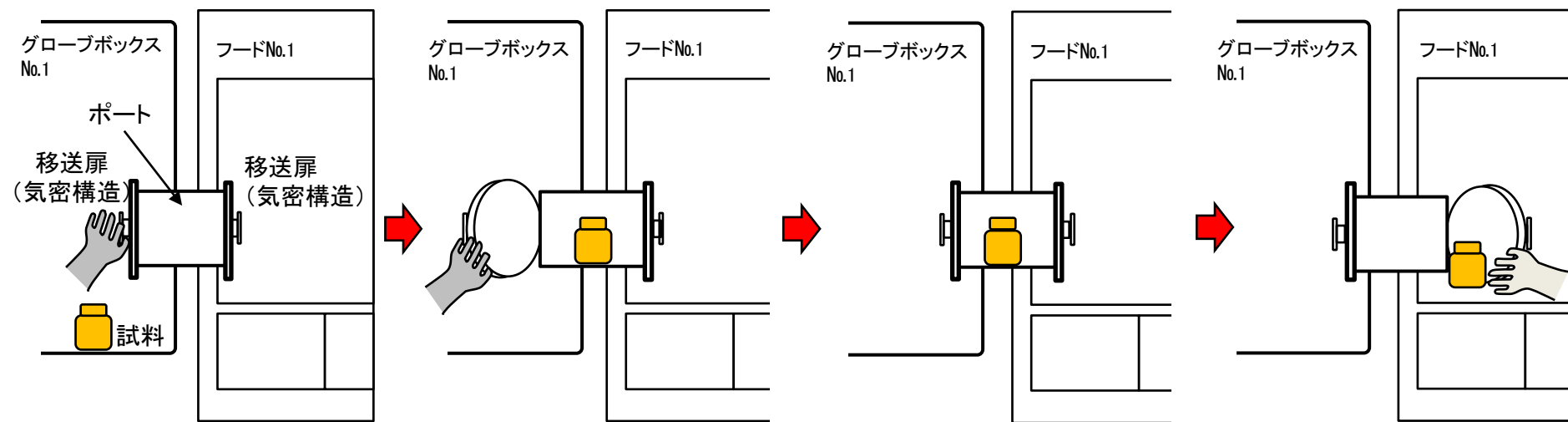
1.3. 燃料デブリ等の取り扱いフロー概要の補足 (14/15)



移送扉を開け、ポート内に
試料を移送する

移送扉を閉める

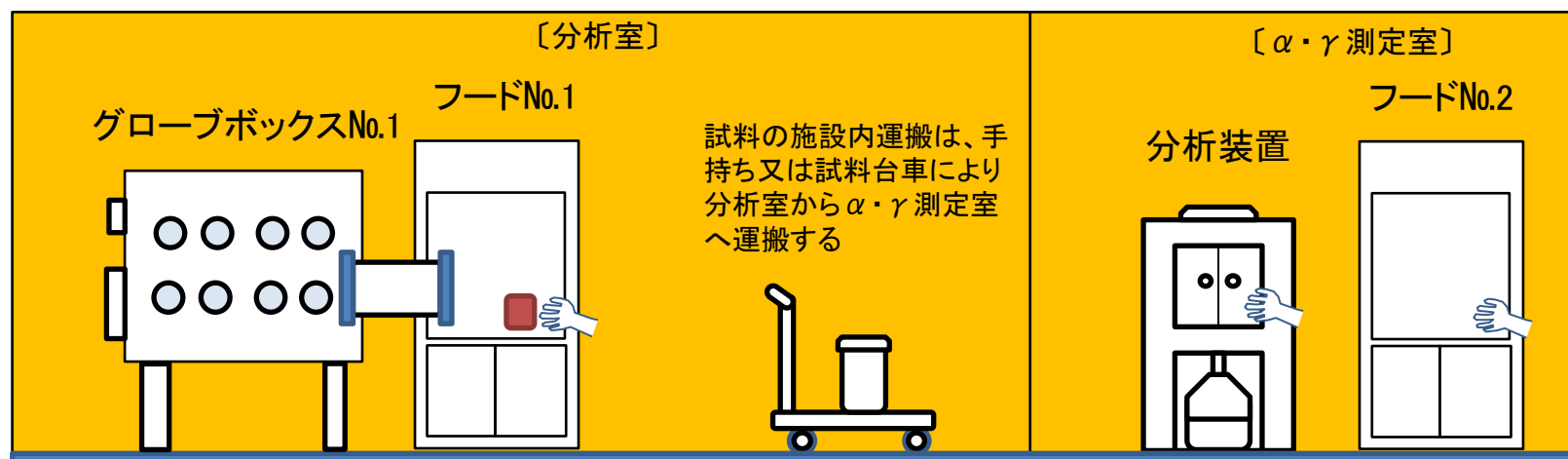
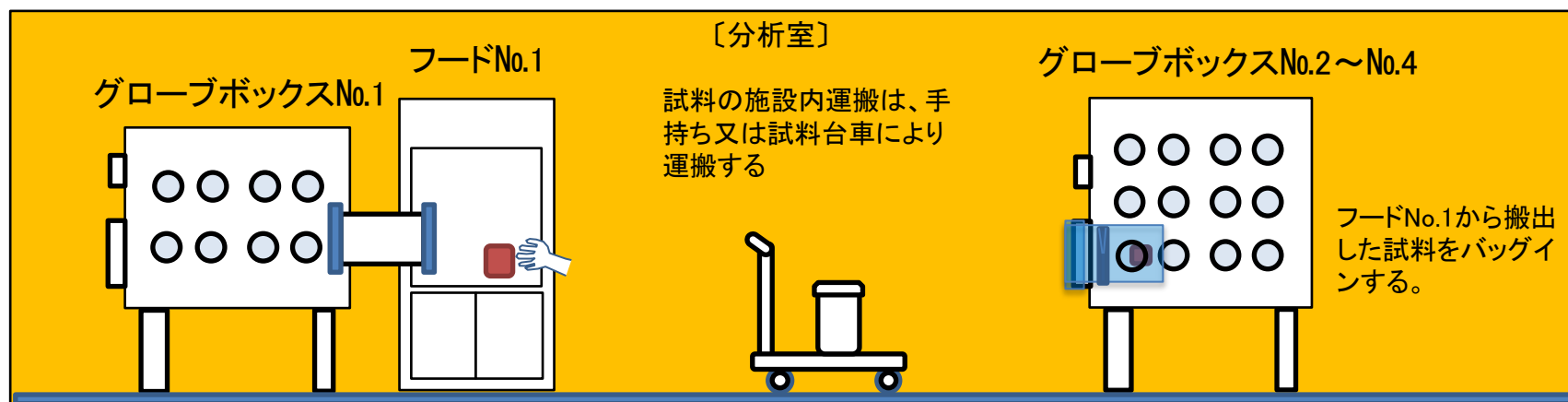
移送扉を開け、試料を取り出す



グローブボックスNo.1、フードNo.1間の試料の移動方法

1. 放射性物質分析・研究施設第2棟の概要

1.3. 燃料デブリ等の取り扱いフロー概要の補足 (15/15)



施設内での試料取出し及び運搬方法

1. 臨界管理の方法(1/2)

第2棟は、核燃料物質を含む燃料デブリ等を取り扱うため、臨界防止のための方策を講ずる。第2棟では、燃料デブリ等を取扱量及び形状を制限することで、燃料デブリ等に含まれる核燃料物質が臨界に達しない設計とする。

コンクリートセルでは、燃料デブリ等を分析試料として取り扱う際、形状等が変化する前処理を行うため質量管理で臨界管理を行う。

試料ピットは、燃料デブリ等を一時的に保管する設備で、
に設置する。

があり、各に燃料デブリ等(以下)を収納した容器をまで積み上げて保管する。最大容量は、である。

試料ピットでは、質量管理及び形状管理※で臨界管理を行う。

※ 複数の燃料集合体を収納する場合には収納間隔を制限したラック、溶液状の核燃料物質を取扱う場合には厚さを制限した平板型、円環状の槽を用いるなど、核燃料物質を収納する容器等の形状や寸法を制限することで、臨界とならないよう管理することを一般的に形状管理という。

第2棟の形状管理では、燃料デブリ等を収納する試料ピットのの径、間隔等を制限することで、臨界とならないよう管理する。

3. 第2棟の安全対策

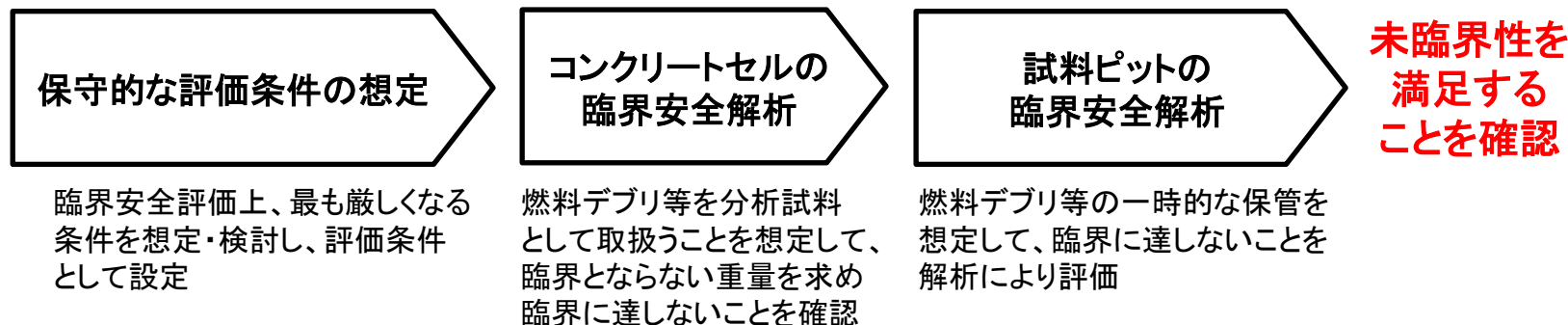
3.3. 臨界安全設計の補足 (3/16)

2. 臨界安全評価の基本方針

第2棟で想定する燃料デブリ等の最大取扱量及び臨界管理方法を下表に示す。

取扱場所	最大取扱量	臨界管理方法
コンクリートセルNo.1～4: 合計	■	質量管理
試料ピット ■	■	質量管理及び形状管理

また、以下のフローに基づき、未臨界性を満足することを確認する。なお、未臨界性の判断基準は、中性子実効増倍率 (k_{eff}) に標準偏差の3倍 (3σ) を加えた値が 0.95 以下※1 となることとする。



※1: 『臨界安全ハンドブック第2版』, 日本原子力研究所, (1999)

3. 保守的な評価条件の想定

- 燃料デブリ等のすべてが核燃料で構成されていると想定する。
- 酸化物と比較して核分裂性物質の重量割合が高くなる金属を想定する。
- 燃焼した燃料より核分裂性物質を多く含む、未照射燃料を想定する。

さらに、1F 1及び2号機、並びに3号機の UO_2 燃料及びMOX燃料について比較・検討を行い、臨界安全評価上、厳しいもので評価を行うこととした。

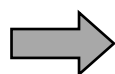
3. 第2棟の安全対策

3.3. 臨界安全設計の補足 (5/16)

4. 燃料組成の検討(1/2)－UO₂燃料－

1F 1～3号機に装荷されたUO₂燃料(未照射)の²³⁵U濃縮度に基づき、UO₂燃料の燃料組成を核分裂性物質の重量割合が高くなるように設定した。

	実績値[wt%]
²³⁵ U濃縮度	■



評価値[wt%]
■

核分裂性物質である²³⁵Uの濃縮度を保守的に ■ とした。

$$^{235}\text{U濃縮度} = ^{235}\text{U}/\text{U} \times 100$$

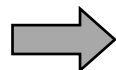
3. 第2棟の安全対策

3.3. 臨界安全設計の補足 (6/16)

4. 燃料組成の検討(2/2)－MOX燃料－

1F 3号機に装荷されたMOX燃料(未照射)のPu含有率等に基づき、MOX燃料の燃料組成を核分裂性物質の重量割合が高くなるように設定した。

	実績値[wt%]
Pu含有率	■
²³⁵ U濃縮度	■



	評価値[wt%]
Pu含有率	■
²³⁵ U濃縮度	■ ※

$$\text{Pu含有率} = (\text{Pu} + {}^{241}\text{Am}) / (\text{U} + \text{Pu} + {}^{241}\text{Am}) \times 100$$

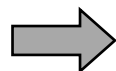
$${}^{235}\text{U濃縮度} = {}^{235}\text{U} / \text{U} \times 100$$

- ① Pu + ²⁴¹Amの含有率を ■ とした。
- ② ²³⁵Uの濃縮度を ■ ※ とした

※ ${}^{235}\text{U} / \text{U} \times 100 = \text{■}$ は
 ${}^{235}\text{U} / (\text{U} + \text{Pu} + {}^{241}\text{Am}) \times 100 = \text{■}$ に相当

・ Pu同位体組成等

核種	実績値[wt%]
■	



核種	評価値[wt%]
■	

中性子を吸収する核種である ■ の存在比 (■) を ■ に加えた。
また、■ の存在比を小数点以下で切捨て、その分 (■) を ■ に加えた。

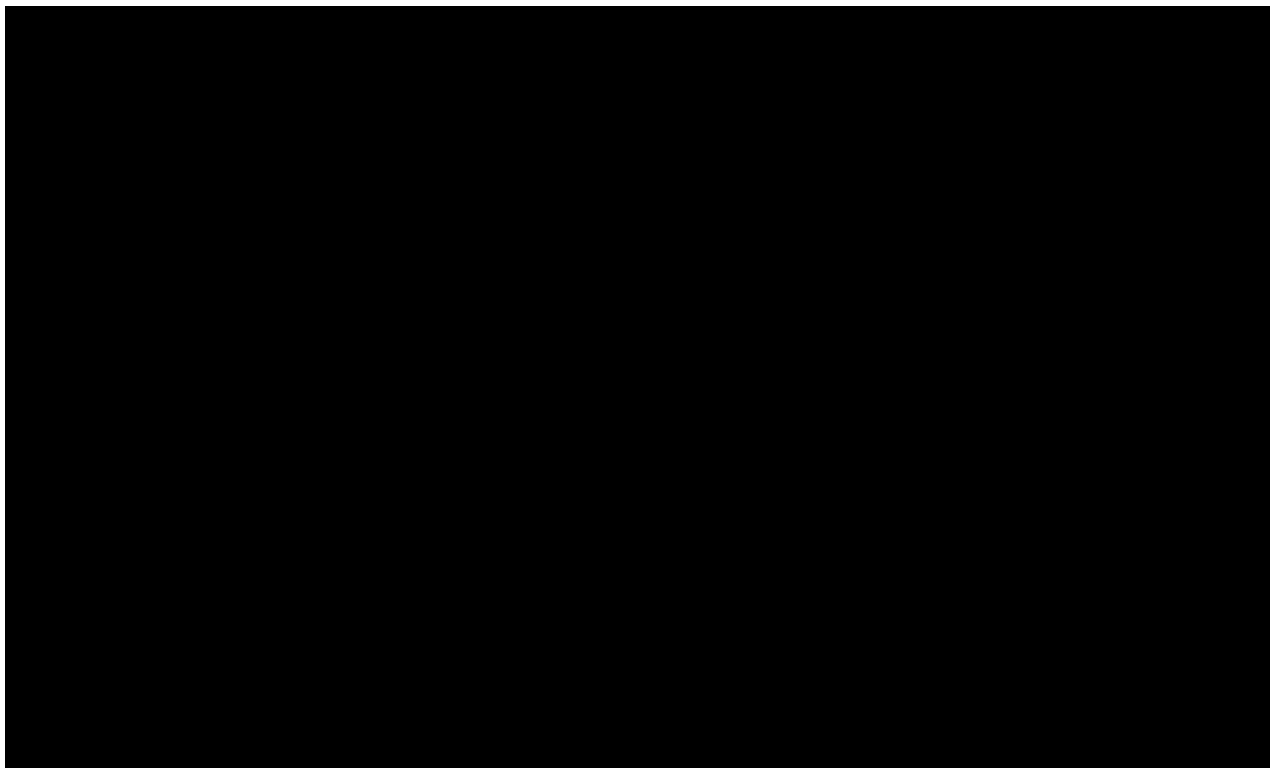
$$\text{組成} = \text{核種} / (\text{Pu} + {}^{241}\text{Am}) \times 100$$

5. UO_2 燃料とMOX燃料の比較検討

UO_2 燃料とMOX燃料を比較した場合、MOX燃料の方が臨界安全評価上、厳しい評価となる。

また、1F 3号機には、 UO_2 燃料及びMOX燃料が装荷された。これらの核燃料については、溶けて混ざり合っていることが想定されるため、 UO_2 燃料とMOX燃料の割合をパラメータとして、臨界安全評価上、最も厳しい評価(中性子実効増倍率が最大)となる条件を検討した。

その結果、燃料デブリ等をMOX燃料とした場合が厳しい条件となる。



3. 第2棟の安全対策

3.3. 臨界安全設計の補足 (8/16)

6. 臨界安全評価における燃料デブリ等の組成

これまでの想定・検討結果を踏まえ、以下の条件で臨界安全解析を行う。

	評価値[wt%]
Pu含有率	
²³⁵ U濃縮度	

※ $\frac{{}^{235}\text{U}}{\text{U}} \times 100 = \text{■}$ は
 $\frac{{}^{235}\text{U}}{\text{U} + \text{Pu} + {}^{241}\text{Am}} \times 100 = \text{■}$ に相当

$$\text{Pu含有率} = (\text{Pu} + {}^{241}\text{Am}) / (\text{U} + \text{Pu} + {}^{241}\text{Am}) \times 100$$

$${}^{235}\text{U濃縮度} = \frac{{}^{235}\text{U}}{\text{U}} \times 100$$

・ Pu同位体組成等

核種	評価値[wt%]

$$\text{組成} = \frac{\text{核種}}{\text{Pu} + {}^{241}\text{Am}} \times 100$$

7. コンクリートセルの臨界安全解析(1/3)

コンクリートセルにおいて、臨界に達しない重量を評価した。

コンクリートセルでは、燃料デブリ等の受入、外観確認、切断、溶解等を行うため、固体、粉体及び液体の形態が想定される。このうち溶解処理中において、Pu濃度の高い残渣・沈殿が発生する場合を考慮して、臨界安全評価上、最も厳しいPuと水の混合物(非均質性)で臨界に達しない重量を評価した。

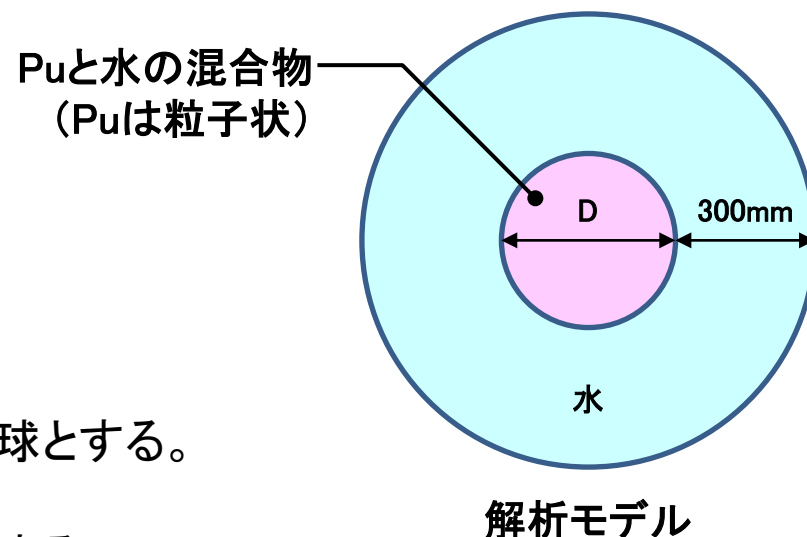
① 解析条件

(1) 解析コード : MVP2.0

(連続エネルギーモンテカルロコード)

(2) 解析モデル

- 表面積が小さく、中性子の漏れの少ない球とする。
- 燃料デブリ等はPuと水の混合物とする。
また、Puは非均質性を考慮して粒子状とする。
- Puと水の混合物の直径(D)は、Puの粒径及び粒子間距離から求められ、保守的な結果となるように設定する。
- 十分な中性子の反射効果が得られる厚さ(300mm)の水反射と仮定する。

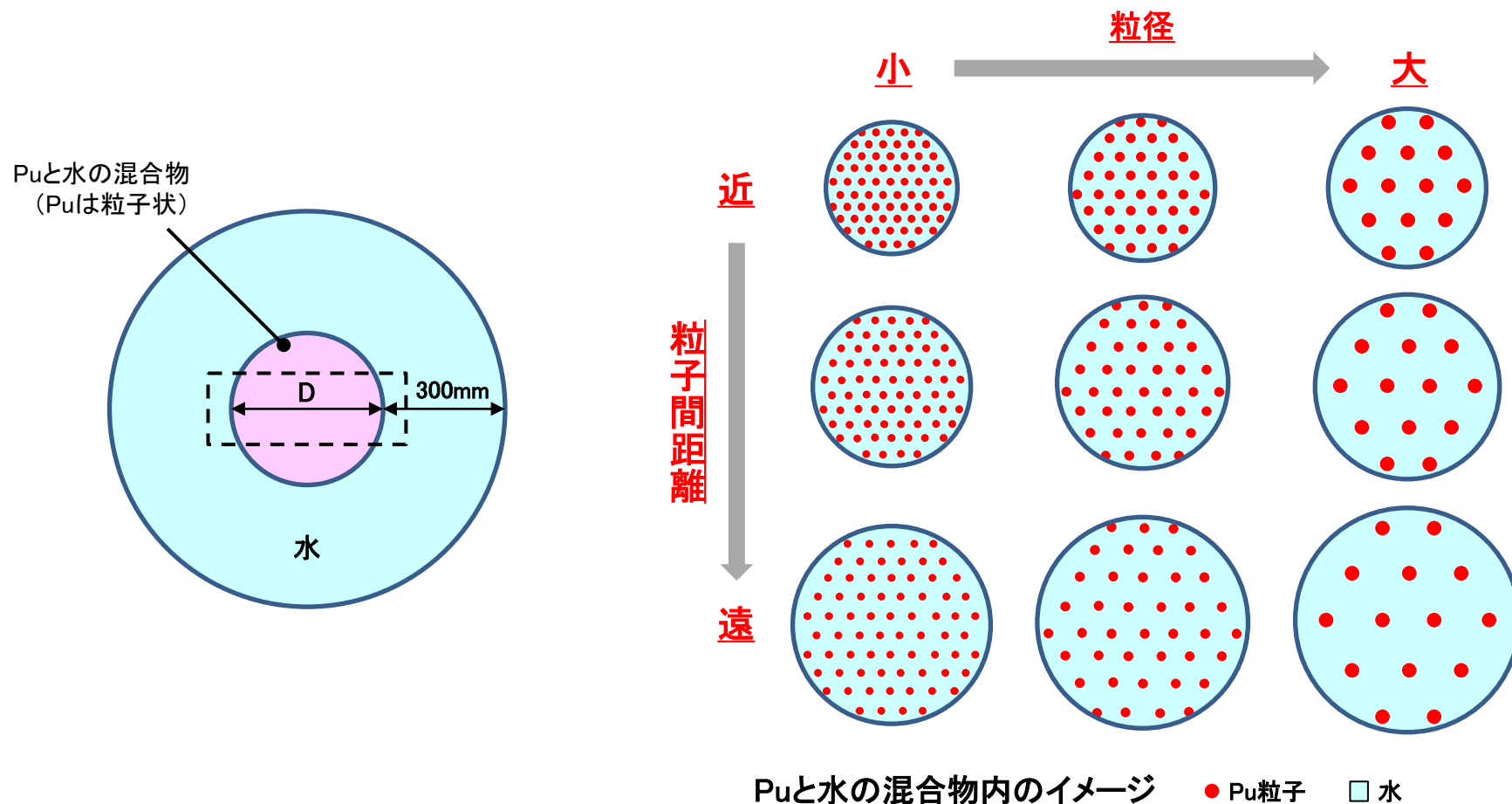


3. 第2棟の安全対策

3.3. 臨界安全設計の補足 (10/16)

7. コンクリートセルの臨界安全解析(2/3)

コンクリートセルの臨界安全解析では、Puと水の混合物の直径(D)を臨界安全評価上、最も厳しい評価(中性子実効増倍率が最大)となるように設定した。評価においては既存核燃料サイクル施設の使用済燃料の溶解工程での臨界安全評価と同様に、直径(D)は、粒子状のPuの粒径と粒子間の距離を変化させた。



7. コンクリートセルの臨界安全解析(3/3)

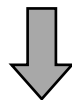
② 解析結果

(1) 臨界に達しないPuの重量: [REDACTED]

($k_{eff} + 3\sigma$ が $0.95^{※1}$ となる時の重量)

(2) 二重装荷を考慮しても臨界に達しないPuの重量: [REDACTED]

(上記(1)に二重装荷を考慮した安全係数 $0.43^{※2}$ を乗じる)



燃料デブリ等 [REDACTED] に含まれるPuの重量は [REDACTED] であり、さらに ^{235}U を加えた重量は [REDACTED] であり、二重装荷を考慮しても臨界に達しないPuの重量 [REDACTED] を下回り、**臨界に達することはない。**

Pu : [REDACTED]

^{235}U : [REDACTED]

[REDACTED]

(「6. 臨界安全評価における燃料デブリ等の組成」に示す燃料組成で評価した重量)

※1: 『臨界安全ハンドブック第2版』, 日本原子力研究所, (1999)

※2: 『Guide de Criticité』, CEA-R3114, COMMISSARIAT A L' ÉNERGIE ATOMIQUE (1967)

8. 試料ピットの臨界安全解析(1/4)

試料ピットにおいて、中性子実効増倍率を解析によって求め、臨界に達しないことを評価した。

試料ピット内に最大取扱量である[]の燃料デブリ等が保管されている状態を想定した。また、解析モデルには試料ピットの[]の径・深さ、各[]の間隔を考慮した。

加えて、燃料デブリ等を収納した容器を試料ピットから取り出す際を考慮し、最大取扱量[]と保守的に仮定して評価した。

① 解析条件

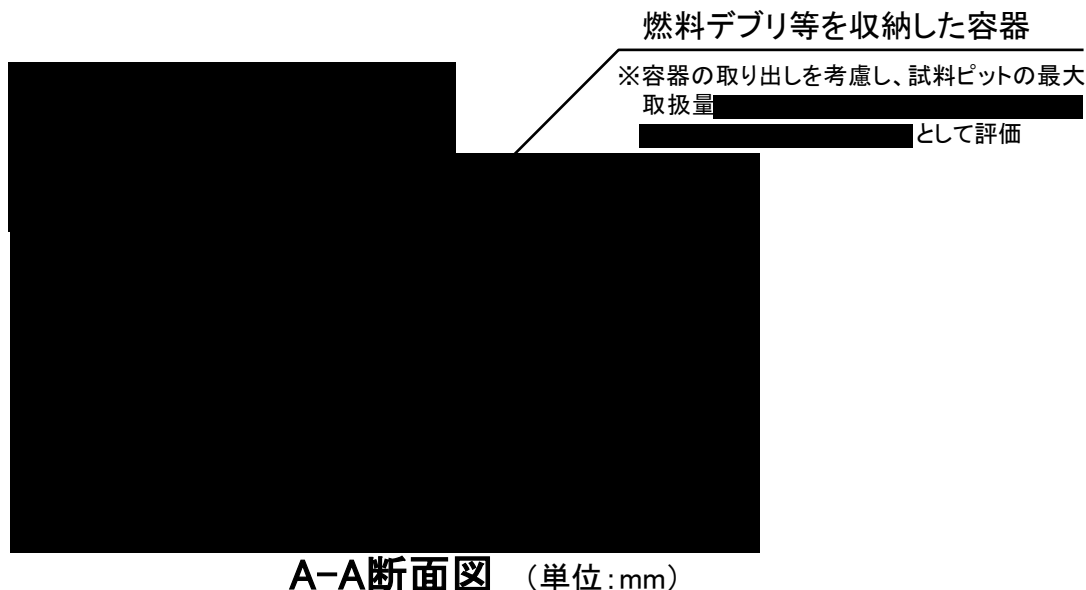
(1) 解析コード : MVP2.0(連続エネルギーモンテカルロ計算コード)

(2) 解析上の燃料デブリ等の量: 最大取扱量[]

8. 試料ピットの臨界安全解析(2/4)

(3) 解析モデル

- 容器内の燃料デブリ等は、粒子状のMOX燃料と水の混合物とする。
- 粒子状のMOX燃料の粒径及び粒子間距離は、保守的な結果となるように設定する。
- 容器中の燃料デブリ等の中性子相互作用を保守的に考慮するように、燃料デブリ等を収納している容器及び試料ピットの蓋を解析上、考慮しないものとする。
- [REDACTED] の雰囲気は空気であるが、試料ピット上部を十分な中性子の反射効果が得られる厚さ(300mm)の水反射と仮定する。



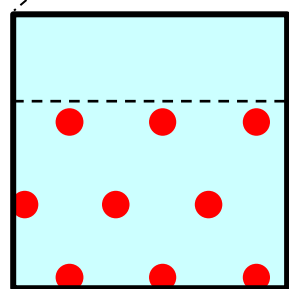
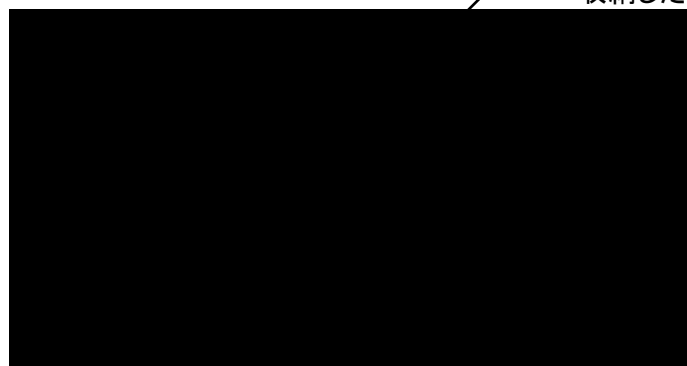
3. 第2棟の安全対策

3.3. 臨界安全設計の補足 (14/16)

8. 試料ピットの臨界安全解析(3/4)

試料ピットの臨界安全解析では、粒子状のMOX燃料の粒径と粒子間の距離を変化させ、臨界安全評価上、最も厳しい評価(中性子実効増倍率が最大)となる条件を検討した。なお、粒子間の距離は、粒子状のMOX燃料と水の混合物中の水の体積により変化した。

燃料デブリ等(■)を
収納した容器



解析上、水の反射体として扱う領域

粒子状のMOX燃料と水の混合物
※粒子間距離は水の体積により
変化する(右表)

● 粒子状MOX燃料 □ 水
容器内のイメージ

	粒径		
	小	大	大
粒子間距離 ↓ 遠			

8. 試料ピットの臨界安全解析(4/4)

② 解析結果

試料ピットにおいて、容器に収納された燃料デブリ等の一時的な保管を想定した場合の中性子実効増倍率($k_{\text{eff}}+3\sigma$)は0.92である。これは、未臨界性の判断基準である 0.95※ を下回り、**臨界に達することはない。**

※1: 『臨界安全ハンドブック第2版』, 日本原子力研究所, (1999)

9. 第2棟における臨界管理

第2棟では、燃料デブリ等を取扱量及び形状を制限することで、燃料デブリ等に含まれる核燃料物質が臨界に達しない設計とする。

- コンクリートセルでは、燃料デブリ等の最大取扱量を■■■■とする質量管理を行う。
- 試料ピットでは、質量管理及び形状管理を行う。試料ピットは、■■■■から成り、各■■■■に燃料デブリ等(■■■■以下)を収納した容器を■■■■まで積み上げて保管する。最大容量は■■■■、■■■■である。
また、■■■■、■■■■及び各■■■■の間隔■■■■で形状を制限する。

以上の設計にて、臨界安全評価を行い、臨界に達しないことを確認した。

3. 第2棟の安全対策

3.4. 放射性物質拡散防止対策の補足（1/3）

放射性気体廃棄物に係る考慮

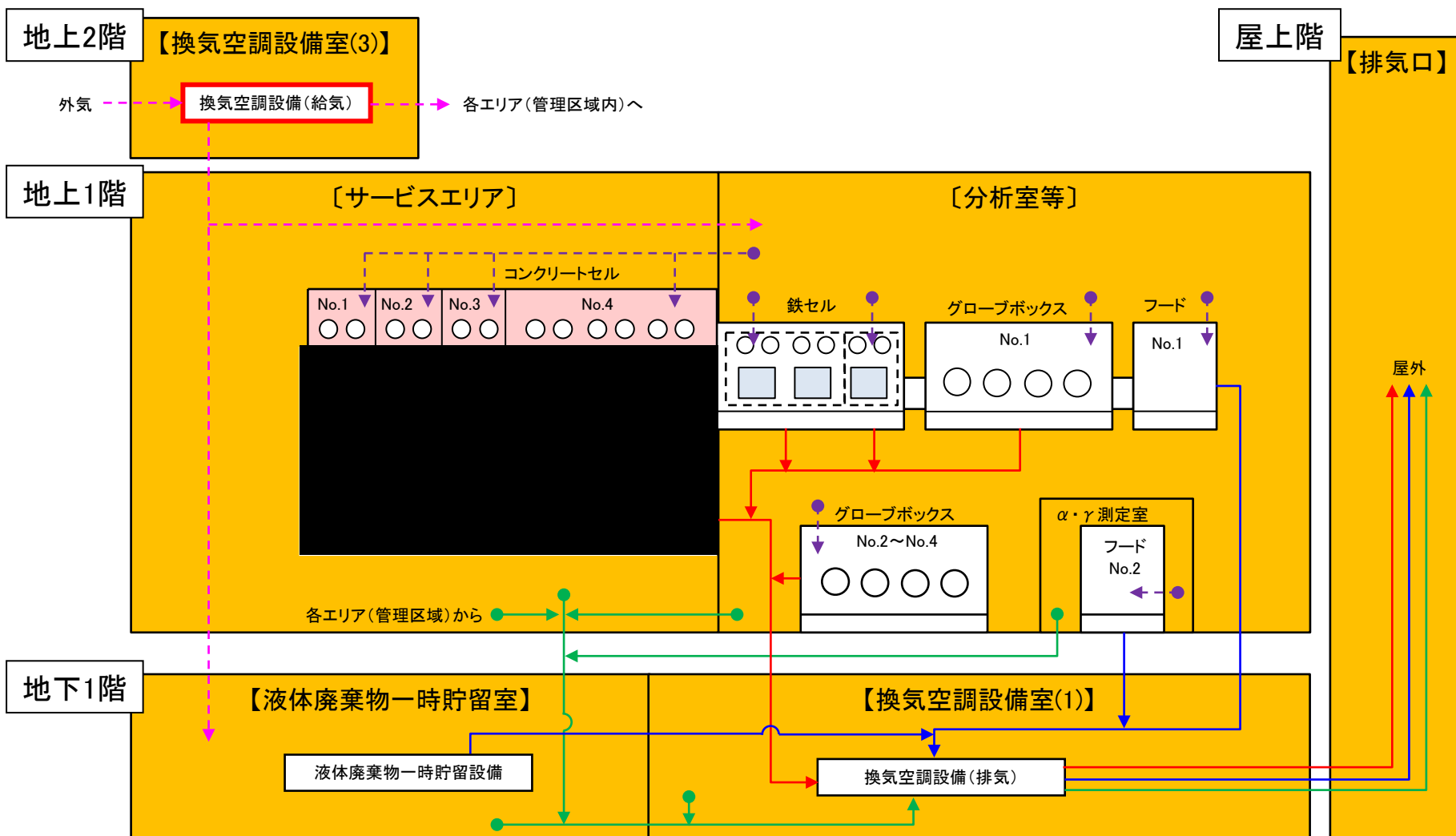
- コンクリートセル等の排気は、高性能フィルタにて放射性物質を除去し、排風機を介して第2棟の排気口より大気放出する。
- コンクリートセル、鉄セル及びグローブボックスは、排風機停止等に伴う漏えいを考慮し、給気系統に高性能フィルタを設置する。
- コンクリートセルNo.4の切断等に伴う放射性物質のセル内空気中への移行を考慮し、高性能フィルタを1段多く設置する。
- 排風機は、1基故障時又はメンテナンス時でも他の1基で機能維持可能とするように複数台(2基)設置する。
- コンクリートセル、鉄セル及びグローブボックスは、サービスエリア又は分析室に対して負圧を低く設定する。
- 第2棟の電源は2系統よ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給電できる構成とする。
- 第2棟の排気口から放出される放射性物質の濃度は、試料放射能測定装置にて告示※に定める濃度限度を下回ることを確認する。
- 試料放射能測定装置は、1チャンネル故障時でも他の1チャンネルで測定可能とするように複数台(2チャンネル)設置する。
- 第2棟内の汚染管理、漏えい検知等を考慮し、各エリアに放射線を監視する設備を設置する。

※: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」(平成二十五年四月十二日原子力規制委員会告示第三号)

3. 第2棟の安全対策

3.4. 放射性物質拡散防止対策の補足 (2/3)

放射性気体廃棄物に係る概略フロー



- ▶ : 排気(セル・グローブボックス排気系) —▶ : 排気(建屋(管理区域)排気系) - -▶ : 給気(コンクリートセル等)
—▶ : 排気(フード排気系) - -▶ : 給気(管理区域)

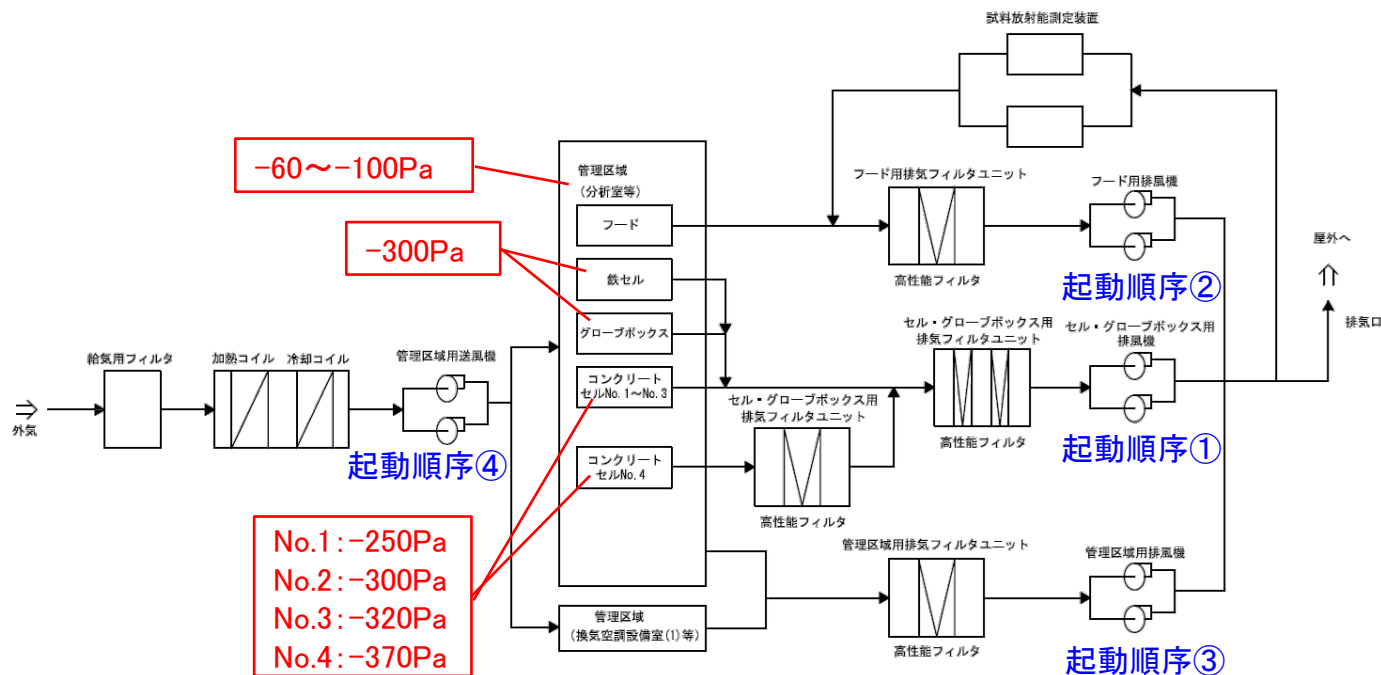
3. 第2棟の安全対策

3.4. 放射性物質拡散防止対策の補足（3/3）

分析・試験設備等の負圧設定

サービスエリア、分析室等からコンクリートセル等まで順次大気圧より負圧を深め、空気の逆流を防止する。このための処置として、セル・グローブボックス排気系統のうち、コンクリートセル、鉄セル及びグローブボックスからの排気はその内部圧力がサービスエリア及び分析室との差圧として $-150 \sim -500 \text{ Pa}$ となるように、排気風量を制御する。コンクリートセル等の負圧異常時には、制御室にて警報を発報する。

各エリアの差圧が逆転しないよう、①～④の順に起動する。また、汚染度の高い系統の排風機が運転していないと、その次の排風機が起動できないようにインターロックを設けている。



3. 第2棟の安全対策

3.6. 敷地境界線量評価の補足 (1/7)

1. 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]				

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 []

MOX燃料 : Pu富化度 [] 燃焼度 []

(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

3. 第2棟の安全対策

3.6. 敷地境界線量評価の補足 (2/7)

1. 線源の設定(2/4) —燃料の比較②—

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]				
中性子発生数 [neutrons/s]				

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としていたため、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。

1. 線源の設定 (3/4) — 燃料と構造材の比較 —

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]			
ガンマ線発生数[photons/s]			
中性子発生数[neutrons/s]			

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。

3. 第2棟の安全対策

3.6. 敷地境界線量評価の補足 (4/7)

1. 線源の設定 (4/4)

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]

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	
放出核種	寄与割合
^{137}Cs ※	57.3%
^{90}Sr ※	29.0%
^{134}Cs	6.0%
^{154}Eu	3.5%
^{244}Cm	1.4%
^{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%

中性子線	
放出核種	寄与割合
^{244}Cm	95.5%
^{246}Cm	3.0%
^{252}Cf	0.9%
その他(上記以外の核種)	0.6%
合計	100%

※放射平衡中の娘核種を含む

3. 第2棟の安全対策

3.6. 敷地境界線量評価の補足 (5/7)

2. 敷地境界線量評価(1/3)

【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: XXXXXXXXXX	XXXXXXXXXX	点線源
試料ピット	燃料デブリ等: XXXXXXXXXX		点線源
鉄セル	燃料デブリ等: XXXXXXXXXX		点線源
分析室、 α ・ γ 測定室	燃料デブリ等: XXXXXXXXXX		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 未満		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	XXXXXXXXXX	円柱線源

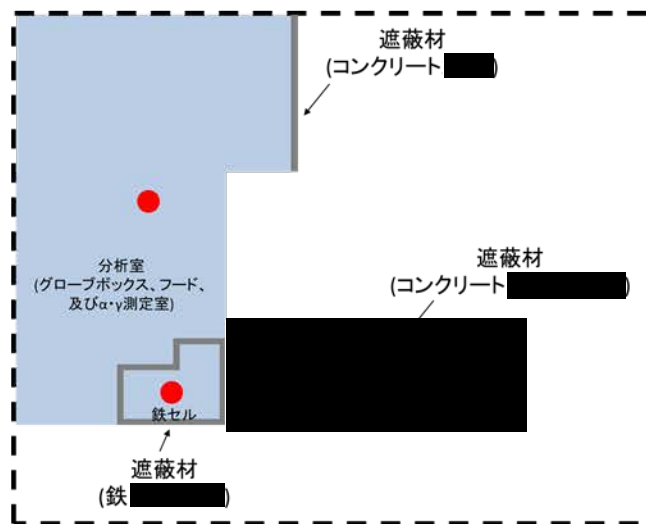
3. 第2棟の安全対策

3.6. 敷地境界線量評価の補足 (6/7)

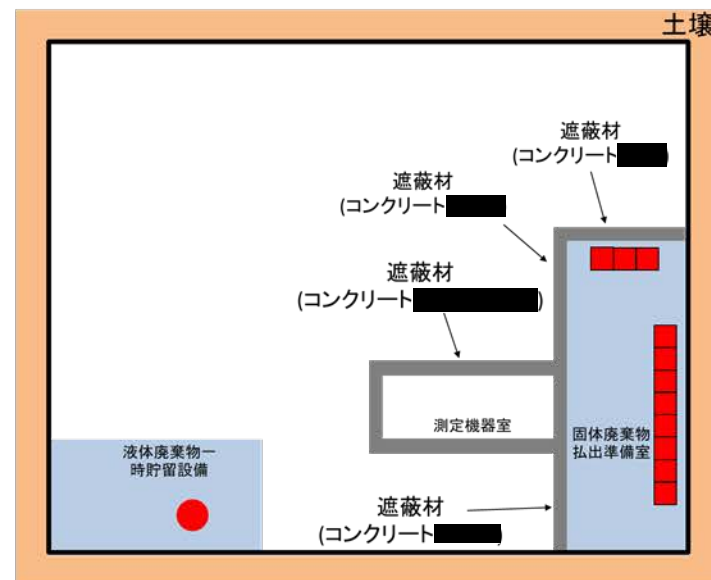
2. 敷地境界線量評価(2/3)

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气中で反射され、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

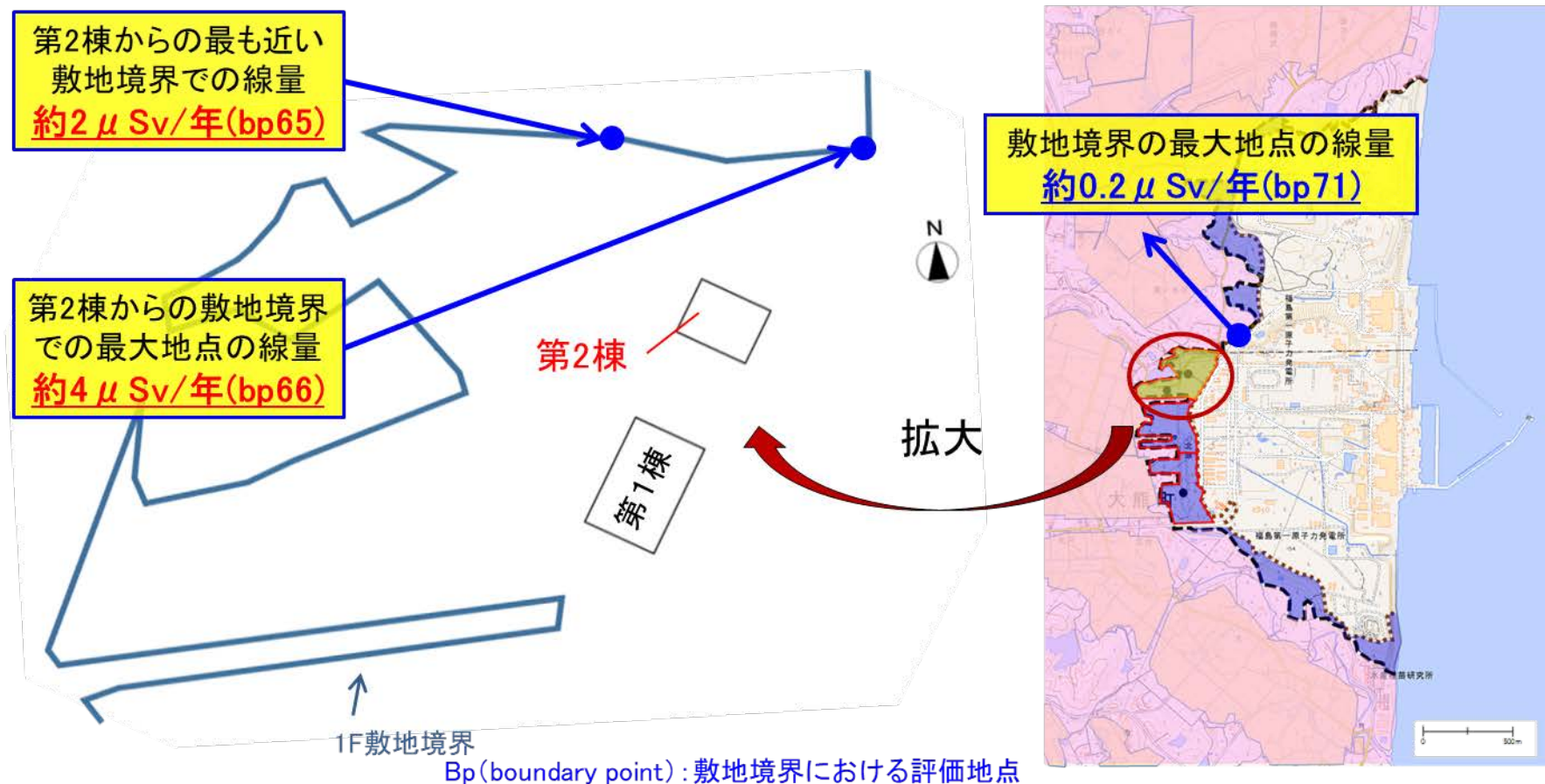
3. 第2棟の安全対策

3.6. 敷地境界線量評価の補足 (7/7)

2. 敷地境界線量評価(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。



1. 第2棟における火災防護の考慮

【火災防護の考慮】

- 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。
- 火災の早期検知、初期消火を可能にする火災検知器(温度計)、消火設備を設置する。
- コンクリートセル、鉄セル及びグローブボックスの火災に対する消火剤は不活性ガス(窒素ガス)とする。
- フード内の火災に対しては、フード近傍に設置した消火器により消火する。
- 消火設備を起動した場合においても、コンクリートセル、鉄セル及びグローブボックスの負圧を維持する。
- コンクリートセル、鉄セル及びグローブボックスの消火設備は、再着火防止を考慮した設備とする。
- コンクリートセル、鉄セル及びグローブボックスの消火設備は、設備の故障等を考慮して複数設置する。
- 放射性の固体廃棄物は、金属製の容器に収納する。
- 放射性の液体廃棄物を一時的に保管する設備は、静電気等の放電のため接地を施す。

2. コンクリートセル等に使用する材料

コンクリートセルでは、遮へい体に普通コンクリート、ライニングにステンレス鋼、遮へい窓枠にステンレス鋼、遮へい窓に鉛ガラス等の不燃性材料又は難燃性材料を使用する。

鉄セルでは、遮へい体に鉄、インナーボックスにステンレス鋼、遮へい窓枠にステンレス鋼、遮へい窓に鉛ガラス等の不燃性材料又は難燃性材料を使用する。

グローブボックスは、本体にステンレス鋼、気密パネルにポリカーボネート樹脂等の不燃性材料又は難燃性材料を使用する。

フードは、本体にステンレス鋼、前面シャッターに強化ガラスの不燃性材料又は難燃性材料を使用する。

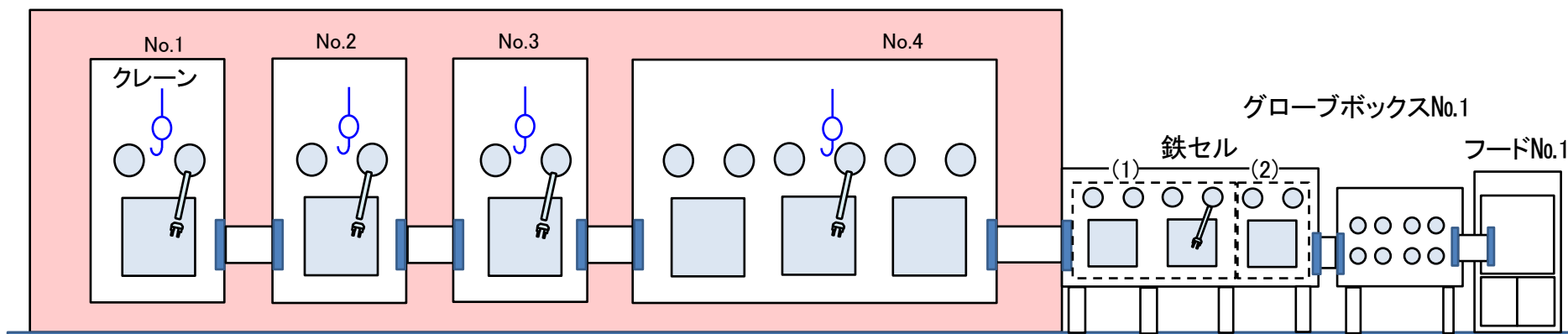
コンクリートセル等に付属するダクト、フィルタ及びケーブルは、鋼材、グラスファイバー、難燃性塩化ビニル等の不燃性材料又は難燃性材料を使用する。

3. 第2棟の安全対策

3.7.火災対策(設備)の補足 (3/17)

3. 分析・試験設備において使用を想定している試薬(1/3)

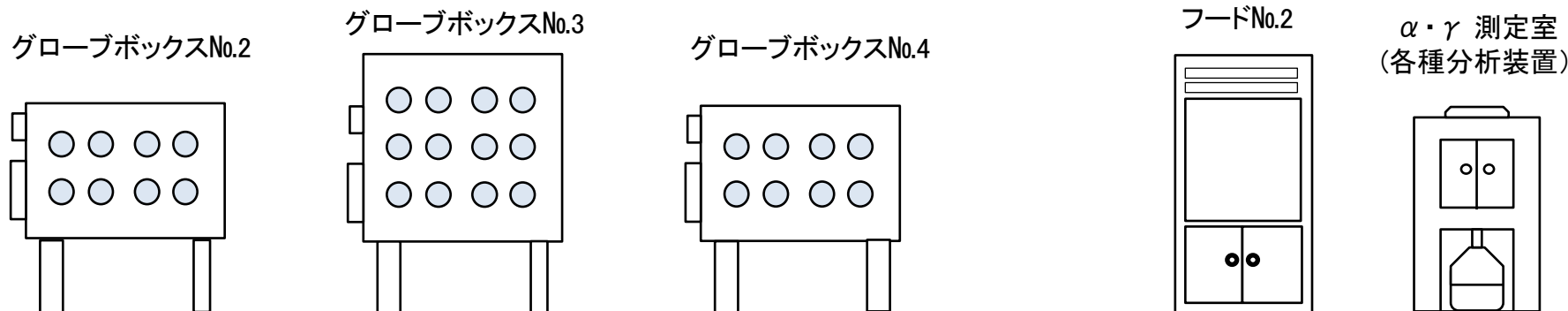
コンクリートセル



使用場所	消防法による危険物の分類 (用途)	想定使用量
コンクリートセルNo.1	第4類(除染)	数100mlオーダ
コンクリートセルNo.2	第4類(除染)	数100mlオーダ
コンクリートセルNo.3	第4類(除染)	数100mlオーダ
コンクリートセルNo.4	第1類(分析・試験) 第4類(除染)	数gオーダ 数100mlオーダ

使用場所	消防法による危険物の分類 (用途)	想定使用量
鉄セル(1)	第4類(分析・試験、除染)	数100mlオーダ
鉄セル(2)	第4類(除染) 第5類(分析・試験) 第6類(分析・試験)	数100mlオーダ 数100mlオーダ 数100mlオーダ
グローブボックスNo.1	第2類(分析・試験) 第4類(分析・試験、除染) 第5類(分析・試験) 第6類(分析・試験)	数10gオーダ 数100mlオーダ 数100mlオーダ 数100mlオーダ
フードNo.1	第4類(除染)	数100mlオーダ

3. 分析・試験設備において使用を想定している試薬(2/3)



使用場所	消防法による危険物の分類 (用途)	想定使用量
グローブボックスNo.2	第4類(除染)	数100mlオーダー
グローブボックスNo.3	第4類(除染)	数100mlオーダー
グローブボックスNo.4	第4類(除染)	数100mlオーダー
フードNo.2	第4類(分析・試験、除染)	数100mlオーダー 数100mlオーダー
$\alpha \cdot \gamma$ 測定室 (各種分析装置)	第4類(分析・試験)	数100mlオーダー

3. 第2棟の安全対策

3.7.火災対策(設備)の補足 (5/17)

3. 分析・試験設備において使用を想定している試薬(3/3)

試薬調製室



- 使用を想定している試薬は、試薬調製室の金属製の薬品保管庫に保管する。
- 消防法により混載禁止とされている危険物は分けて保管する。
- 試薬調製室にて分析・試験で使用する試薬の調製(分取、希釈、固体状の試薬の溶解、混合等)を行う。
- 試薬の調製では、加熱処理は行わない。

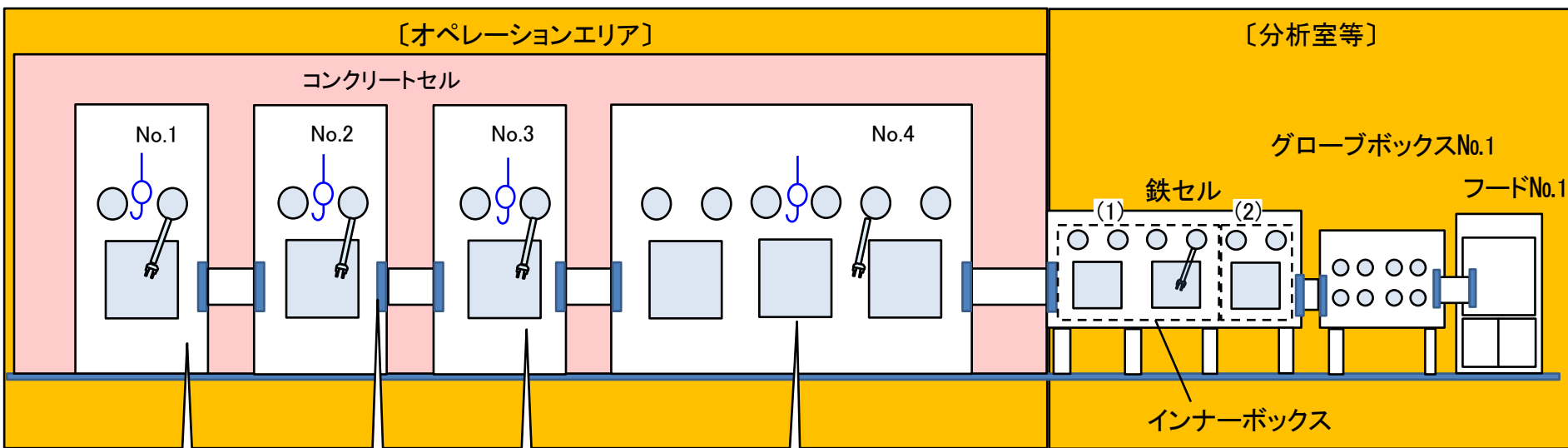
分析・試験設備において使用を想定している試薬の想定保管量は、危険物の規制に関する政令で定める指定数量より十分低く、少量危険物の貯蔵取扱所に該当しない。

消防法による危険物の分類	使用を想定している試薬名	想定保管量
第1類	硝酸銀	数10gオーダ
	過酸化ナトリウム	数100gオーダ
	亜硝酸ナトリウム	数10gオーダ
第2類	亜鉛粉末	数10gオーダ
第4類	アクアライトRS-A	数lオーダ
	アクアライトCN	数10mlオーダ
	メタノール	数100mlオーダ
	エタノール	数lオーダ
	Hionic-Fluor	数lオーダ
	Permafluor E+	数lオーダ
	Carbo-Sorb E	数lオーダ
	Ultima Gold LLT	数lオーダ
	ギ酸	数100mlオーダ
	酢酸	数100mlオーダ
	テトラエチレングリコール	数10mlオーダ
第5類	ヒドロキシルアミン溶液	数100gオーダ
第6類	過酸化水素水	数100gオーダ

3. 第2棟の安全対策

3.7.火災対策(設備)の補足 (6/17)

4. コンクリートセル等において想定している試薬の使用 (1/8)



コンクリートセルNo.1～3

消防法による危険物の分類	使用を想定している試薬名	想定使用量
第4類	エタノール(除染用)	数100mlオーダ

コンクリートセルNo.4

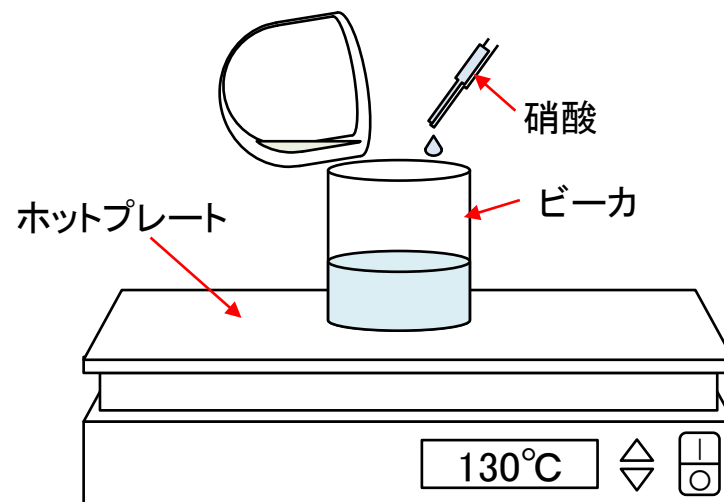
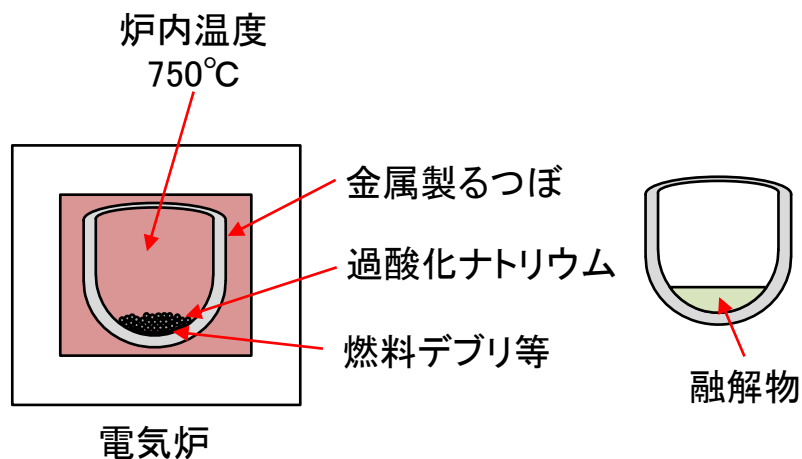
消防法による危険物の分類	使用を想定している試薬名	想定使用量
第1類	過酸化ナトリウム	数gオーダ
第4類	エタノール(除染用)	数100mlオーダ

3. 第2棟の安全対策

3.7.火災対策(設備)の補足 (7/17)

4. コンクリートセル等において想定している試薬の使用(2/8)

〔コンクリートセルNo.4: アルカリ融解作業例〕



① 過酸化ナトリウムと燃料デブリ等を金属製のつぼに入れ、750°Cに加熱して融解物とする。

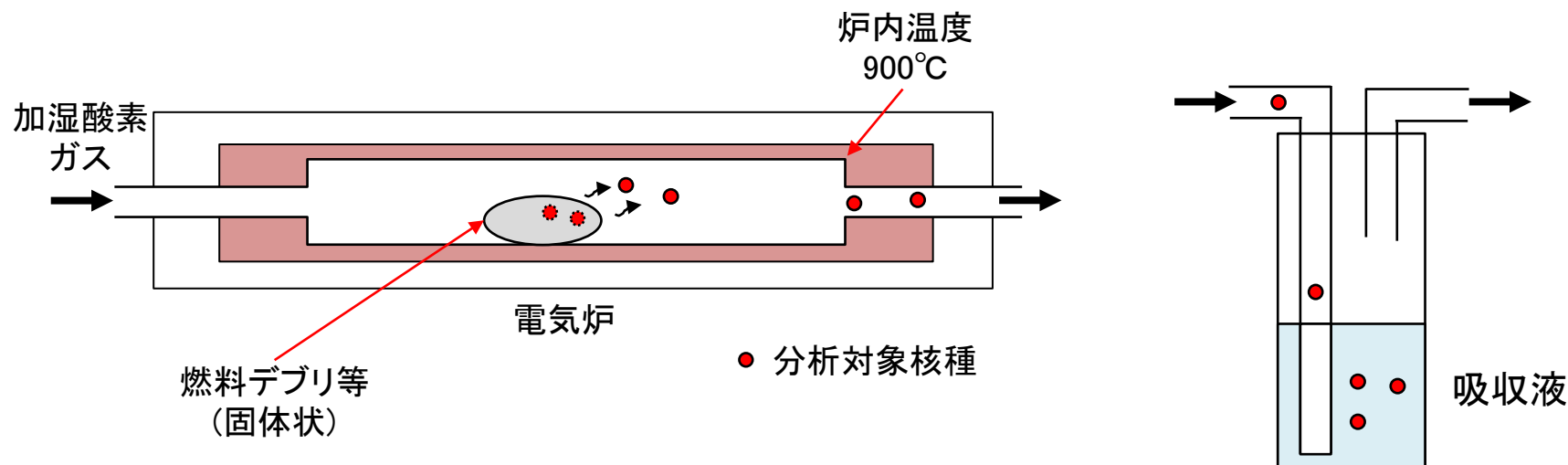
② 融解物をビーカに移し替え、硝酸を加えて加熱して溶液化する。

【当該作業における火災防護への配慮】

- 過酸化ナトリウムは可燃物の存在下で水分との接触により発火する危険性があるため、取扱う際は近傍に可燃物、水分を置かない。
- 電気炉、ホットプレートを使用する際は、周辺に可燃物を置かない。
- 可燃物は金属製の容器に収納し、使用時に取り出す。使用後の可燃物は、別の金属製の容器に収納する。
- 電気炉、ホットプレートの使用中は常時監視する。

4. コンクリートセル等において想定している試薬の使用(3/8)

〔コンクリートセルNo.4: H3、C14、I129分析前処理作業例〕



① 燃料デブリ等を加熱し、分析対象核種を気化させて分離する。

② 気化した分析対象核種は吸収液に回収する。

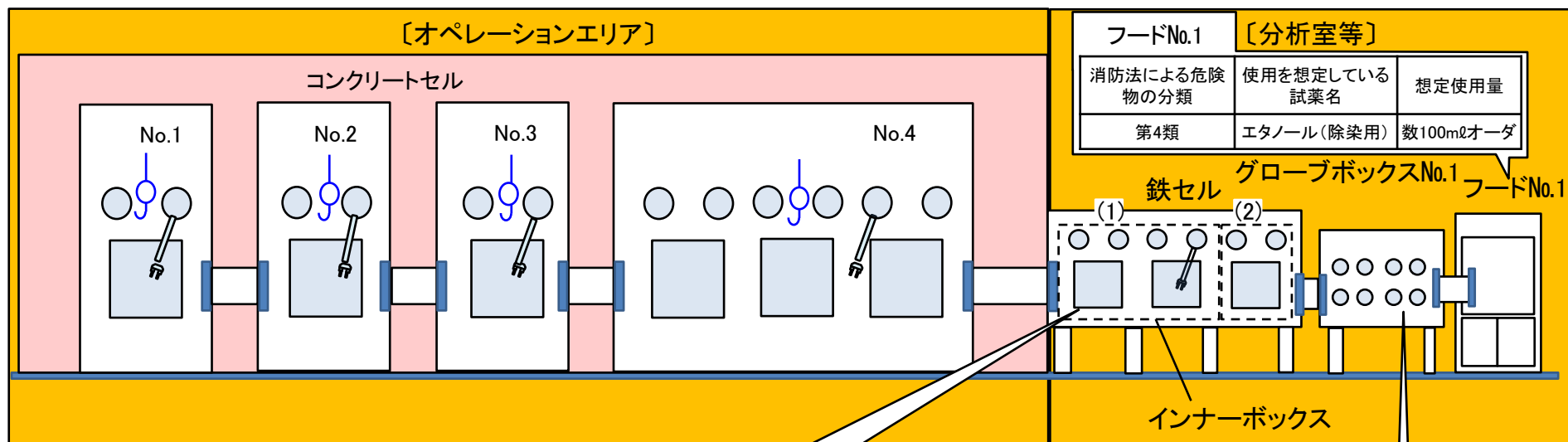
【当該作業における火災防護への配慮】

- 電気炉を使用する際は、周辺に可燃物を置かない。
- 可燃物は金属製の容器に収納し、使用時に取り出す。使用後の可燃物は、別の金属製の容器に収納する。
- 電気炉の使用中は常時監視する。

3. 第2棟の安全対策

3.7.火災対策(設備)の補足 (9/17)

4. コンクリートセル等において想定している試薬の使用 (4/8)



鉄セル(1)

消防法による危険物の分類	使用を想定している試薬名	想定使用量
第4類	アクアライト RS-A	数100mlオーダー
	アクアライト CN	数10mlオーダー
	エタノール(除染用)	数100mlオーダー

鉄セル(2)

消防法による危険物の分類	使用を想定している試薬名	想定使用量
第4類	エタノール(除染用)	数100mlオーダー
第5類	ヒドロキシルアミン溶液	数100mlオーダー
第6類	過酸化水素水	数100mlオーダー

グローブボックスNo.1

消防法による危険物の分類	使用を想定している試薬名	想定使用量
第2類	垂鉛粉末	数10gオーダー
第4類	Carbo-Sorb E	数10mlオーダー
	テトラエチレングリコール	数10mlオーダー
	酢酸	数100mlオーダー
	メタノール	数100mlオーダー
	ギ酸	数10mlオーダー
第5類	エタノール(除染用)	数100mlオーダー
第5類	ヒドロキシルアミン溶液	数100mlオーダー
第6類	過酸化水素水	数100mlオーダー

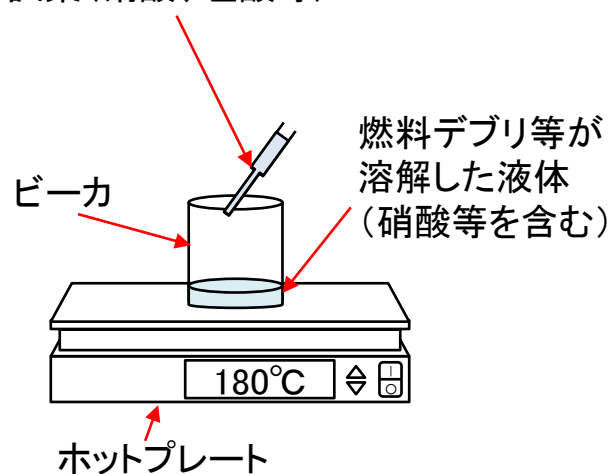
3. 第2棟の安全対策

3.7.火災対策(設備)の補足 (10/17)

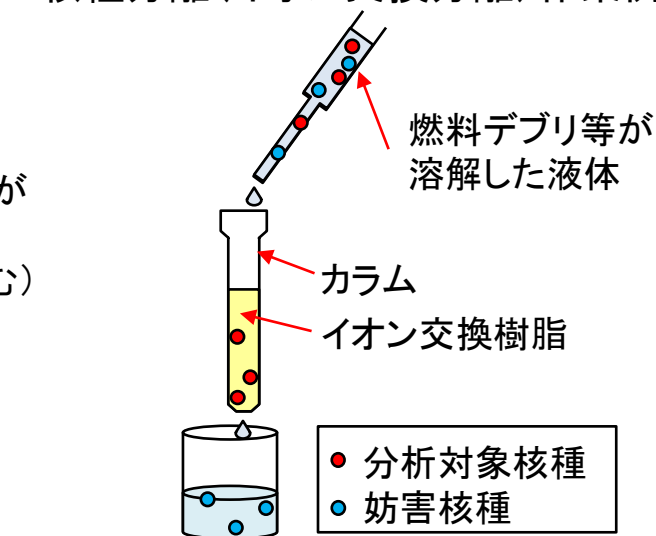
4. コンクリートセル等において想定している試薬の使用(5/8)

〔鉄セル(2)、グローブボックスNo.1:核種分離(イオン交換分離)作業例〕

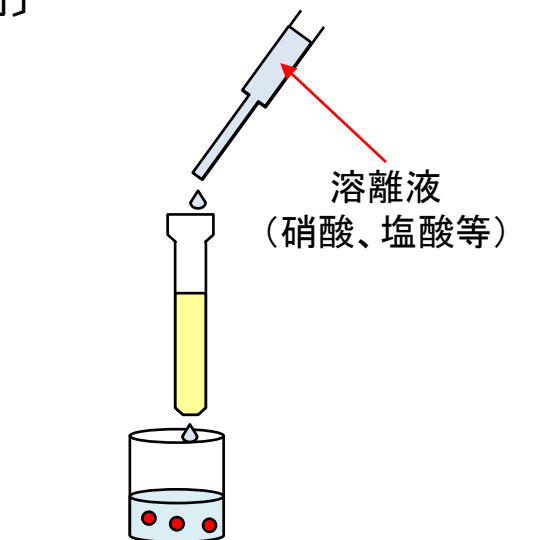
試薬(硝酸、塩酸等)



① 分析対象核種をイオン交換樹脂に吸着しやすい化学形に変換するため、試薬を加えて加熱する※。



② 燃料デブリ等が溶解した液体を、イオン交換樹脂の入ったカラムの上部から添加し、分析対象核種をイオン交換樹脂に吸着させて分離する。



③ 吸着した分析対象核種を溶離液で溶出させ、回収する。

※: 分析対象核種によっては①を行わない場合もある。

【当該作業における火災防護への配慮】

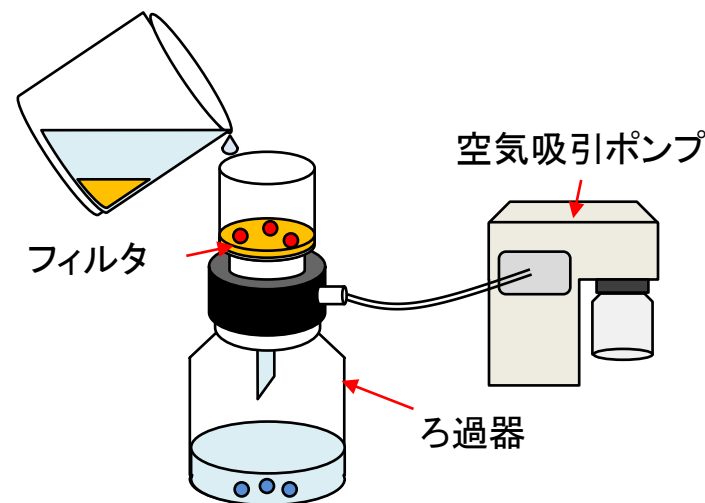
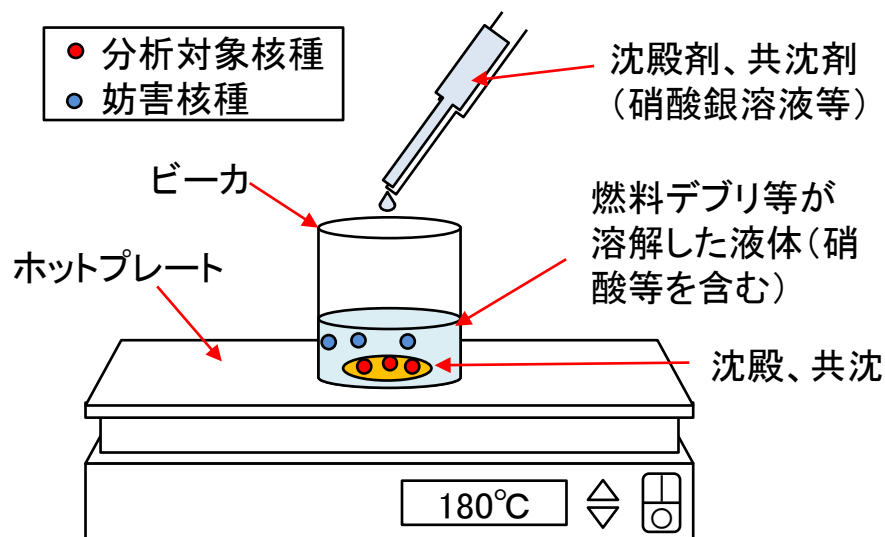
- ・ ホットプレートを使用する際は、周辺に可燃物を置かない。
- ・ ホットプレートの使用中は常時監視する。
- ・ 溶離液に危険物を含む場合があるため、近傍に着火源、可燃物を置かない。
- ・ 可燃物は金属製の容器に収納し、使用時に取り出す。使用後の可燃物は、別の金属製の容器に収納する。
- ・ 防爆仕様のホットプレートを使用する。
- ・ 混合することにより発火する可能性のある危険物は、同一の場所で使用しない。

3. 第2棟の安全対策

3.7.火災対策(設備)の補足 (11/17)

4. コンクリートセル等において想定している試薬の使用(6/8)

〔鉄セル(2)、グローブボックスNo.1:核種分離(沈殿、共沈)作業例〕



- ① 燃料デブリ等が溶解した液体に沈殿剤、共沈剤を添加し、加熱して※1分析対象核種を沈殿、共沈させる※2。

※1: 分析対象核種によっては加熱しない場合もある。

※2: 妨害核種を沈殿、共沈させ、分析対象核種を溶液側に残す場合もある。

- ② ろ過により分析対象核種を分離してフィルタ上に回収する。

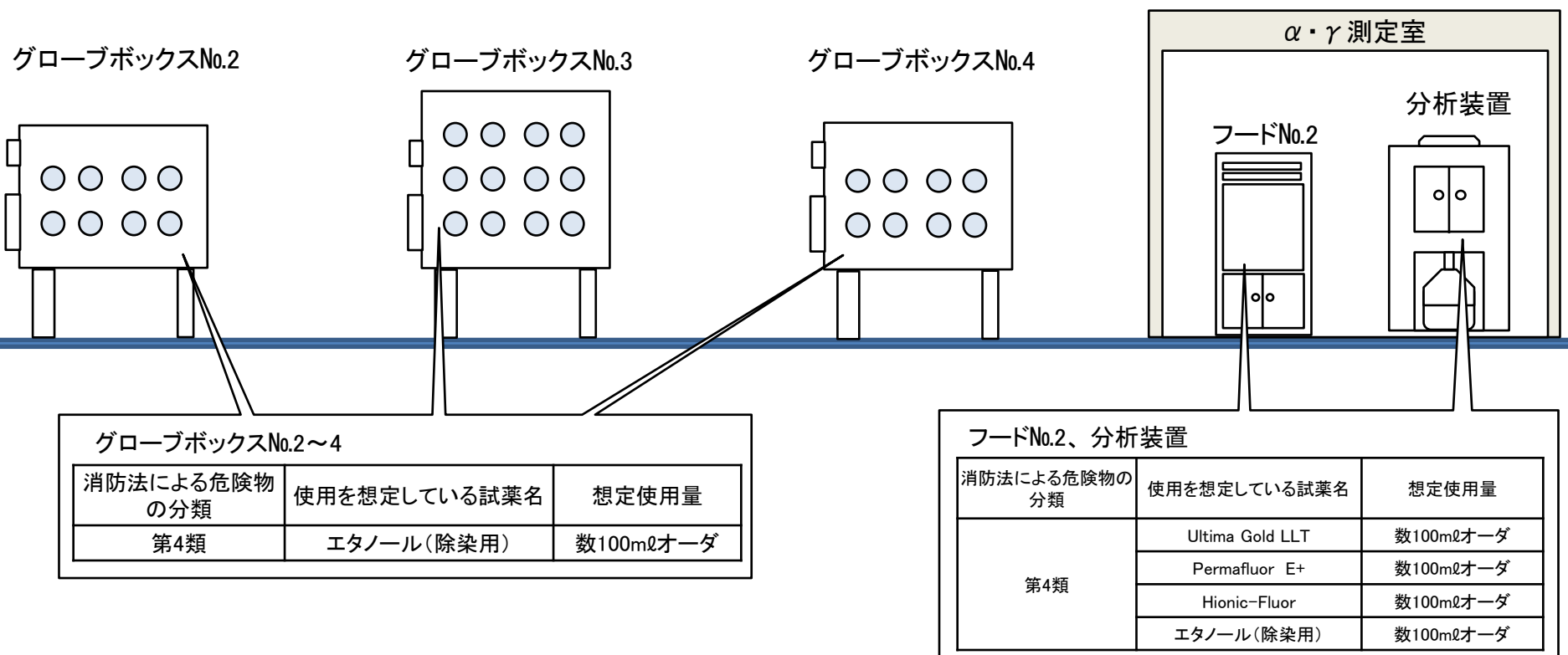
【当該作業における火災防護への配慮】

- ホットプレートを使用する際は、周辺に可燃物を置かない。
- 可燃物は金属製の容器に収納し、使用時に取り出す。使用後の可燃物は、別の金属製の容器に収納する。
- ホットプレートの使用中は常時監視する。
- 防爆仕様のホットプレートを使用する。
- 混合することにより発火する可能性のある危険物は、同一の場所で使用しない。

3. 第2棟の安全対策

3.7.火災対策(設備)の補足 (12/17)

4. コンクリートセル等において想定している試薬の使用(7/8)



4. コンクリートセル等において想定している試薬の使用(8/8)

【試薬使用時の火災防護への配慮】

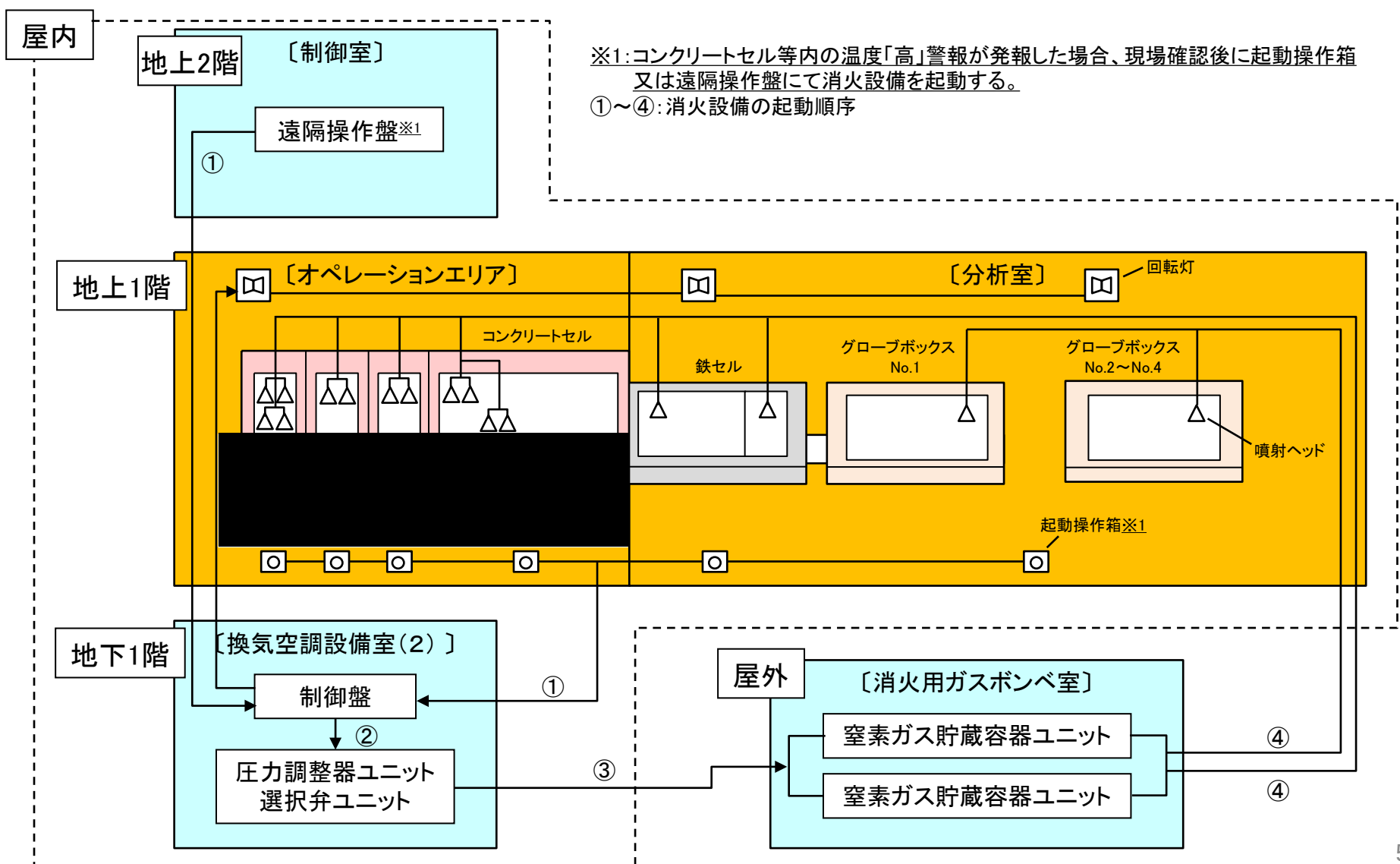
- 使用を想定している試薬は、試薬調製室の薬品保管庫(金属製)に保管する。
- 消防法により混載禁止とされている危険物は、薬品保管庫を分けて保管する。
- 混合することにより発火する可能性のある危険物は、同一の場所で使用しない。
- 電気炉、ホットプレートを使用する際は、周辺に可燃物を置かない。
- 可燃物は金属製の容器に収納し、使用時に取り出す。使用後の可燃物は、別の金属製の容器に収納する。
- 鉄セル、グローブボックスでは引火性の液体を加熱するため、防爆仕様のホットプレートを使用する。
- 電気炉、ホットプレートの使用中は常時監視する。
- 引火性の試薬を取扱う際は、近傍に着火源を置かない。
- 分析装置は接地する。

上記の対応を行い、火災発生の要因を極力排除することで、火災の発生を防止する。

3. 第2棟の安全対策

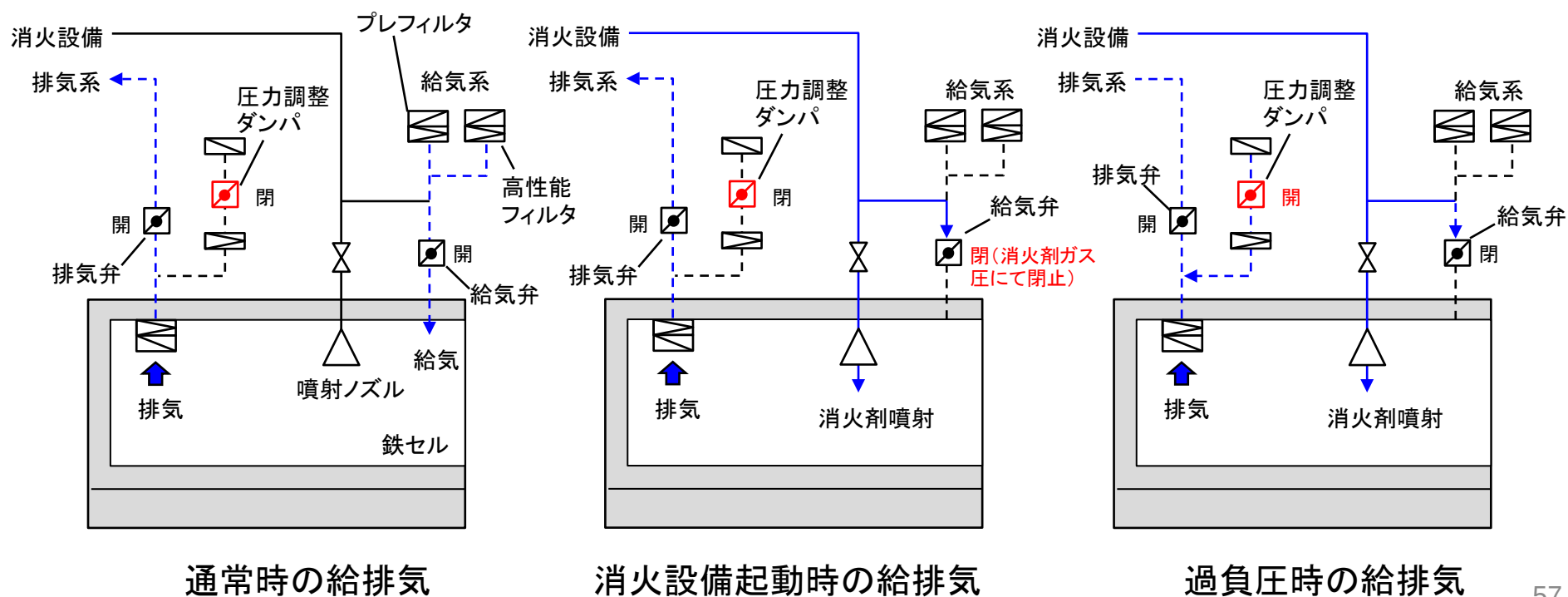
3.7.火災対策(設備)の補足 (14/17)

5. コンクリートセル等の消火設備概略系統図



6. コンクリートセル等の消火設備起動時の給排気

コンクリートセル等の消火のため不活性ガス(窒素ガス)を噴射後、消火に必要な消火剤濃度を維持するため、給気ラインに設置している給気弁は消火剤ガス圧にて閉止する。排気ラインは、コンクリートセル等の負圧を維持するため閉止しない。なお、給気ライン閉止に伴うコンクリートセル等の過負圧を考慮し、過負圧防止ダンパ(圧力調整ダンパ)を設置する。



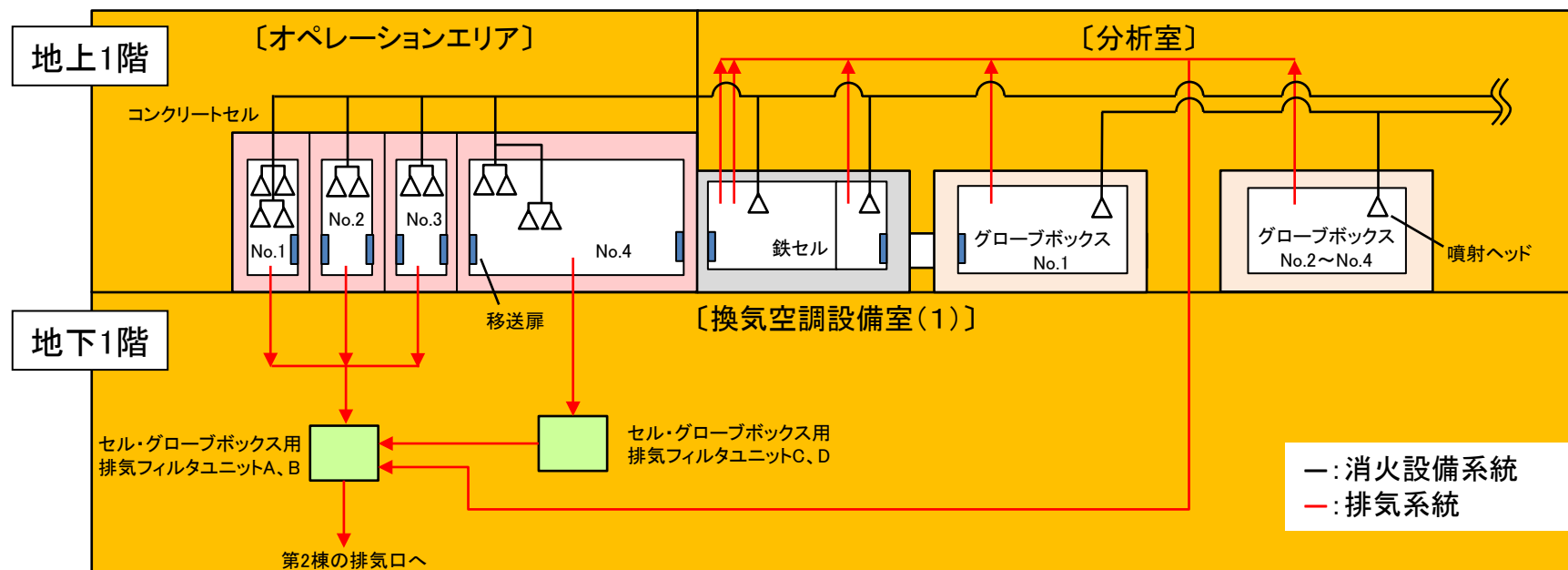
3. 第2棟の安全対策

3.7.火災対策(設備)の補足 (16/17)

7. 隣接するセル等への火災の延焼の可能性について

コンクリートセルNo.1～No.4、鉄セル及びグローブボックスNo.1～No.4間の火災の延焼は、下記の設備設計としていることから発生しない。

- ① コンクリートセル等に設置する排気管は独立している。
- ② コンクリートセル等から各排気管が合流するまで数mの距離がある。
- ③ 消火設備起動時も排気は継続しており、コンクリートセル等の負圧は維持している。
- ④ 隣接するセル等にはSUS製の気密を考慮したセル間移送扉等を設置している。



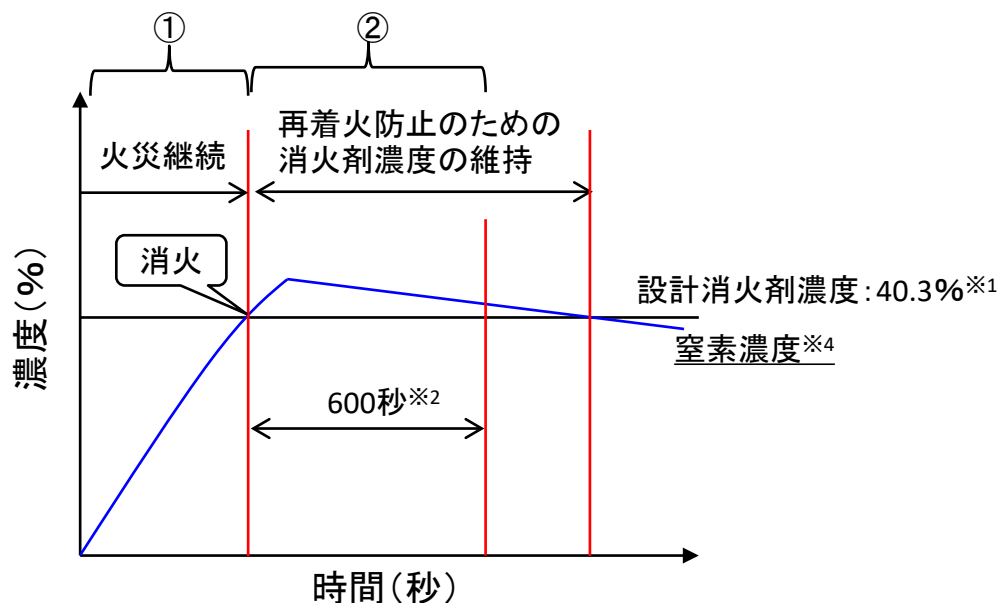
3. 第2棟の安全対策

3.7.火災対策(設備)の補足 (17/17)

8. 消火に必要な窒素ガス貯蔵容器の本数

コンクリートセル等の消火に必要な消火剤量の算出は、コンクリートセル等の容積、設計換気量、設計消火剤濃度、給気弁からの漏えい及び再着火防止のための消火剤濃度の維持時間を考慮して算出した。

消火に必要な窒素ガス貯蔵容器(ボンベ)本数は、コンクリートセル等の各エリアにおいて設計消火剤濃度に到達するまでに必要な消火剤量から算出した窒素ガス貯蔵容器本数に、設計消火剤濃度到達後に再着火防止のための消火剤濃度を維持するのに必要な消火剤量から算出した窒素ガス貯蔵容器本数を加えたものとした。



① 設計消火剤濃度に到達するまでに必要な消火剤量
→窒素ガス貯蔵容器本数: 10本

② 設計消火剤濃度到達後に再着火防止のための消火剤濃度を維持するのに必要な消火剤量
→窒素ガス貯蔵容器本数: 1本

【消火に必要な窒素ガス貯蔵容器本数】

① + ② = 11本

【第2棟に設置する窒素ガス貯蔵容器本数】

11本 × 2セット※3 = 22本

※1: 消防法施行規則第十九条第4項第一号ロ及び(一社)日本消火装置工業会 不活性ガス消火設備 設計・工事基準書に基づき算出した。

※2: 消火剤放出後の維持時間についてはNFPA2001: Standard on Clean Agent Fire Extinguishing Systemに準拠した。

※3: 設備の故障等を考慮して複数台設置した。

※4: 火災が発生しているコンクリートセル等内に不活性ガス(窒素ガス)を噴出し、セル等内を低酸素状態にすることで窒息消火させる。

3. 第2棟の安全対策

3.7.火災対策(建屋)の補足 (1/7)

1. 第2棟建屋の火災防護について(1/3)

第2棟は、火災により安全性が損なわれることを防止するために、火災の発生防止対策、火災の検知及び消火対策、火災の影響の軽減対策の3方を適切に組み合わせた措置を講ずる。

1.火災の発生防止

(1) 不燃性材料、難燃性材料の使用

第2棟は、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、天井及び仕上りは、建築基準法及び関係法令に基づく他、可能な限り不燃性材料又は難燃性材料を使用する。

建屋内の機器、配管、排気管、排気ダクト、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、動力ケーブル及び制御ケーブルは難燃ケーブルを使用する他、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。

(2) 自然現象による火災発生防止

第2棟の建屋、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。

第2棟の建屋は、「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)に基づき設計を行い、破壊又は倒壊を防ぐことにより、火災発生を防止する。

3. 第2棟の安全対策

3.7.火災対策(建屋)の補足 (2/7)

1. 第2棟建屋の火災防護について(2/3)

2. 火災の検知及び消火

(1) 火災検知器及び消火設備

第2棟の建屋に設置する火災検知器及び消火設備は、早期消火を行えるよう消防法及び関係法令に基づいた設計とする。

① 火災検知器

放射線、取付面高さ、温度、湿度、空気流等の環境条件や予想される火災の性質を考慮して検知器の型式(熱・煙)を選定する。なお、火災検知時は、受信器より常時人のいる建屋内制御室及び免震重要棟に代表警報を発報する設計とする。

② 消火設備

消火設備は、屋内消火栓設備及び粉末消火器で構成する。

消防法上の消火水槽の容量は約16m³となる。これは屋内消火栓においては約2時間の放水量に相当することから適切な消火を行える設計としている。また、福島第一原子力発電所内の消防水利に消防車を連結することにより、第2棟の消火が可能である。

(2) 自然現象に対する消火設備の性能維持

火災検知器及び消火設備は地震等の自然現象によっても、その性能が著しく阻害されることがないよう措置を講ずる。消火設備は、消防法及び関係法令に基づく設計とし、耐震設計は「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)に基づいて適切に行う。

3. 火災の影響の軽減

第2棟の建屋は、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。

なお、主要構造部の外壁(鉄筋コンクリート造)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。

3. 第2棟の安全対策

3.7.火災対策(建屋)の補足 (3/7)

1. 第2棟建屋の火災防護について(3/3)

消火設備の取付箇所を以下に示す。



凡例	
	屋内消火栓設備
	消火器

3. 第2棟の安全対策

3.7.火災対策(建屋)の補足 (4/7)

2. 第2棟の安全避難通路について

第2棟の建屋には、分析・試験、定期的な放射線測定、建物及び建屋内の巡視点検のための出入りを行うことから、建築基準法及び関係法令並びに消防法及び関係法令に基づき安全避難通路を設定する。避難通路を以下に示す。



凡例	
	非常口
	避難経路

3. 第2棟の安全対策

3.7.火災対策(建屋)の補足 (5/7)

3. 第2棟の非常用照明について(1/2)

第2棟には、分析・試験、定期的な放射線測定、建物及び建屋内の巡視点検のための出入りを行うことから、建築基準法及び関係法令に基づく非常用照明並びに消防法及び関係法令に基づく誘導灯を設置する。非常用照明及び誘導灯の取付箇所を以下に示す。



凡例	
	非常用照明器具 (電池内蔵型)
	非常用照明器具 (電池内蔵型)
	非常用照明器具 (電池内蔵型)
	非常用照明器具 (電池内蔵型)

3. 第2棟の非常用照明について(2/2)

(1) 地下1階の非常用照明器具の設置について

- ・建築基準法施行令 第126条の4より、居室から地上に通ずる廊下、階段その他の通路に非常用照明の設置が必要となる。
- ・第2棟地下1階は、居室に該当する部屋が無いことから、非常用照明の設置義務はない。
- ・地下1階で火災が発生した場合は、一般照明により照度を確保し消火活動を行う。また、避難する場合は、通路誘導灯及び避難口誘導灯により地上への避難が可能な設計としている。

(2) 消防等との事前協議結果について

第2棟に設置する消火器、屋内消火栓及び誘導灯について所轄消防に確認した際には、指導項目は無かった。
また、非常照明の配置についても建築確認審査機関と事前協議を行い、指導項目は無かった。

3. 第2棟の安全対策

3.7.火災対策(建屋)の補足 (7/7)

4. 第2棟の緊急時対策について

福島第一原子力発電所の緊急時対策については、実施計画書「Ⅱ.1.13 緊急時対策」のとおりである。これに基づき、第2棟としての具体的な対策を以下に示す。

1. 緊急時において必要な施設及び資機材

- ① 安全避難経路の設定
- ② 火災検知器、消火設備、及び防火区画の設置
- ③ 非常用照明、誘導灯の設置
- ④ 緊急時の資機材としての担架、除染用具、線量計の整備

2. 緊急時の警報系及び通信連絡設備

- ① 火災検知警報
- ② 通信連絡設備

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。特定原子力施設内の全ての人に対する指示が必要な場合には免震重要棟を介して行う。

3. 第2棟の安全対策の補足 作業員の被ばく線量について（1/5）

作業員の被ばく線量低減対策（1/2）

作業員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る。

また、燃料デブリ等、固体廃棄物、液体廃棄物等からの放射線に対して、作業員を保護するため、必要に応じてコンクリートの壁・天井による遮へいを行う。

さらに、外部放射線に係る線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。

3. 第2棟の安全対策の補足 作業員の被ばく線量について (2/5)

作業員の被ばく線量低減対策(2/2)

外部放射線に係る線量率及び空気中の放射性物質の濃度を測定し、管理する。放射線作業においては作業計画書を定め、遵守し、被ばく低減、事故防止を行っていく。

放射線管理設備

① 外部放射線管理

- ・ γ 線エリアモニタ
⇒各エリアの放射線による空間線量を把握する
- ・ 中性子線エリアモニタ
⇒セル付近の中性子線による空間線量を把握する
- ・ 各種サーベイメータ

② 空气中放射性物質濃度管理

- ・ エアスニファ
⇒作業環境及び内部被ばく管理に資するためのサンプリングを行う
- ・ 室内ダストモニタ
⇒作業環境及び内部被ばく管理に資するため、空气中放射性物質濃度を測定

その他、個人線量計、ハンドフットクロズモニタ、各種サーベイメータを用いる。

放射線作業においては、作業計画書を作成・管理し、被ばく低減に努める。

放射線作業の内容に応じて、防護装備(鉛エプロン、マスク等)を着用し、APD、個人線量計による全身被ばくに加え、グローブボックス等の作業においては、指リングによる手部被ばく管理も行う。

なお、機構の茨城地区の核燃料物質等使用施設の被ばく線量の実績は、平成30年度で平均0～0.2 mSv/人、最大5.4mSv/人である(次ページ以降参照)。

3. 第2棟の安全対策の補足 作業員の被ばく線量について (3/5)

参考: JAEA使用施設での被ばく線量の実績(1/3)

放射線業務従事者線量管理報告書(平成30年度下期) 1/3

(原子力規制委員会HPより抜粋) <https://www.nsr.go.jp/activity/regulation/housyasankanri/index.html>

原子力科学研究所(核燃料物質使用施設等)

1 放射線業務従事者の1年間の実効線量(平成30年度)

実効線量 (mSv)	5以下	5を超え 15以下	15を超え 20以下	20を超え 25以下	25を超え 50以下	50を超え るもの	合計 (人)	総線量 (人mSv)	平均線量 (mSv)	最大線量 (mSv)
所員(人)	112	0	0	0	0	0	112	2	0.0	0.5
所員外(人)	312	0	0	0	0	0	312	20	0.1	1.9
計(人)	424	0	0	0	0	0	424	22	0.1	-

2 平成13年4月1日を始期とする5年間ごとの実効線量が100mSvを超えた者 0人

核燃料サイクル工学研究所(核燃料物質使用施設等)

1 放射線業務従事者の1年間の実効線量(平成30年度)

実効線量 (mSv)	5以下	5を超え 15以下	15を超え 20以下	20を超え 25以下	25を超え 50以下	50を超え るもの	合計 (人)	総線量 (人mSv)	平均線量 (mSv)	最大線量 (mSv)
所員(人)	299	0	0	0	0	0	299	8	0.0	1.1
所員外(人)	959	1	0	0	0	0	960	160	0.2	5.4
計(人)	1258	1	0	0	0	0	1259	168	0.1	5.4

2 平成13年4月1日を始期とする5年間ごとの実効線量が100mSvを超えた者 0人

3. 第2棟の安全対策の補足 作業員の被ばく線量について (4/5)

参考: JAEA使用施設での被ばく線量の実績(2/3)

放射線業務従事者線量管理報告書(平成30年度下期)2/3

大洗研究所(北地区)(核燃料物質使用施設等)

1 放射線業務従事者の1年間の実効線量(平成30年度)

実効線量 (mSv)	5以下	5を超え 15以下	15を超え 20以下	20を超え 25以下	25を超え 50以下	50を超え るもの	合計 (人)	総線量 (人mSv)	平均線量 (mSv)	最大線量 (mSv)
所員(人)	51	0	0	0	0	0	51	0	0.0	0.2
所員外(人)	133	0	0	0	0	0	133	12	0.1	1.6
計(人)	184	0	0	0	0	0	184	12	0.1	-

2 平成13年4月1日を始期とする5年間ごとの実効線量が100mSvを超えた者 0人

大洗研究所(南地区)(核燃料物質使用施設等)

1 放射線業務従事者の1年間の実効線量(平成30年度)

実効線量 (mSv)	5以下	5を超え 15以下	15を超え 20以下	20を超え 25以下	25を超え 50以下	50を超え るもの	合計 (人)	総線量 (人mSv)	平均線量 (mSv)	最大線量 (mSv)
所員(人)	49	0	0	0	0	0	49	0	0.0	0.2
所員外(人)	263	0	0	0	0	0	263	3	0.0	0.3
計(人)	312	0	0	0	0	0	312	3	0.0	-

2 平成13年4月1日を始期とする5年間ごとの実効線量が100mSvを超えた者 0人

なお、IRRS(*)コメントなども踏まえた法令の改正により、令和2年度の報告からは、線量分布での最小値は5mSvから0.1mSvになります。(0.1mSv以下、0.1~1mSv、1~2mSv、2~5mSv、以下同じ)

(*)IRRS: Integrated Regulatory Review Service 国際原子力機関(IAEA)が行う評価業務の一つ

3. 第2棟の安全対策の補足 作業員の被ばく線量について (5/5)

参考: JAEA使用施設での被ばく線量の実績(3/3)

放射線業務従事者線量管理報告書(平成30年度下期)3/3

本報告書の記載に係る注記

本表の見方は次のとおり。

- (1)「所員」は、当該事業所の職員等を示し、「所員外」は請負業者等を示す。
- (2)「総線量」については、小数点以下第1位を四捨五入して集計した。「0」は、0.5mSv未満を示す。
- (3)「平均線量」については、小数点以下第2位を四捨五入して集計した。「0.0」は、0.05mSv未満を示す。
- (4)「放射線業務従事者の線量分布」欄における「－」は、放射線業務従事者の該当者がいないことを示す。
- (5)平成28年8月18日に原子燃料工業(株)東海事業所、平成28年12月9日に東京大学大学院工学系研究科原子力専攻が「核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律施行令」第41条の非該当施設となった。