

原子力規制委員会原子力規制庁殿

NDCの核燃料物質使用変更許可申請について

2022年1月

MHI原子力研究開発株式会社

1. 変更の概要

2. 変更の内容

2.1 1F燃料デブリの使用(燃料ホットラボ施設・燃料実験施設)

2.2 無停電電源装置の追加(燃料ホットラボ施設)

2.3 非常用発電装置の更新(燃料ホットラボ施設)

2.4 非常用発電装置の更新(ウラン実験施設)

2.5 事業所全体の記載事項の適正化

3. 補足

1F燃料デブリの使用に関する各設備毎の閉じ込め方法

1.変更の概要

核燃料物質の使用について、以下の施設で準備を進めている。

No.	施設名	変更の概要
1	燃料ホットラボ施設 (施行令41条該当施設)	①1F燃料デブリの使用 1F事故により生成した1F燃料デブリ及びその汚染物を使用し、物理的・化学的特性、放射能濃度の分析を実施する。
		②非常用電源設備(無停電電源装置)の追加 無停電電源装置(No.1)のバックアップ対応として設置しているUPS(No.2)を申請書に追記する。
		③非常用電源設備(非常用発電装置)の更新 非常用発電装置の経年劣化による不具合事象の未然防止のため、2台設置しているうちの1台を更新する。
2	ウラン実験施設 (施行令41条非該当施設)	④非常用電源設備(非常用発電装置)の更新 非常用発電装置の経年劣化による不具合事象の未然防止のため更新する。本施設とは別の建屋で使用(RI施設並びに一般施設)しているEGに繋ぎ変え、既設のEGを撤去する。
3	燃料実験施設 (施行令41条非該当施設)	⑤1F燃料デブリの使用 上記①のうち、放射能濃度分析(放射化学分析)を実施する。

2.1 1F燃料デブリの使用

燃料ホットラボ施設

燃料実験施設

1Fの廃炉を安全・着実にを行うためには燃料デブリの情報を基に検討を行うことが有効であり、そのためには1F燃料デブリの分析が必要となる。

1F燃料デブリ試料の採取が2022年度から開始の予定であり、採取された1F燃料デブリ試料受入れ及び分析作業等を行うに当たり、燃料ホットラボ施設（以下、F棟という）及び燃料実験施設（以下、A棟という）に対する使用変更が必要となる。

但し、既存設備を用いて分析・試験を行うこととすることから、主に使用の目的、使用の方法に係る点を変更する。

使用の目的【F棟, A棟】

福島第一原子力発電所の事故により発生したプルトニウム未富化の溶融した燃料成分が構造材を巻き込みながら固化した物(1F燃料デブリ)を受け入れ、それらの物理的・化学的性状の評価、放射能濃度の測定等により、福島第一原子力発電所の廃止措置に貢献することを目的とする。

使用の方法

既存の試験装置を用いて以下の分析・試験を行う。
なお、1F燃料デブリは初期濃縮度5%未満の使用済み燃料と同等であり、
取扱量も既許可の範囲内であるため、現状設備と同等の運用で行う。

□性状分析【F棟】

電子顕微鏡を用いた表面観察及び元素分布を分析

(SEM-EDS/WDS、TEM-EDS※)

X線回折により物質構造情報の分析

□放射能分析【F棟, A棟】

核燃料物質及び放射性同位元素の定性・定量分析

線量当量率などの情報を得る。

□乾燥特性・機械強度分析【F棟】

ガス発生挙動 : ガスクロマトグラフ

硬さ : 微小ビッカース測定

重量変化 : 天秤測定

熱物性 : レーザーフラッシュ法

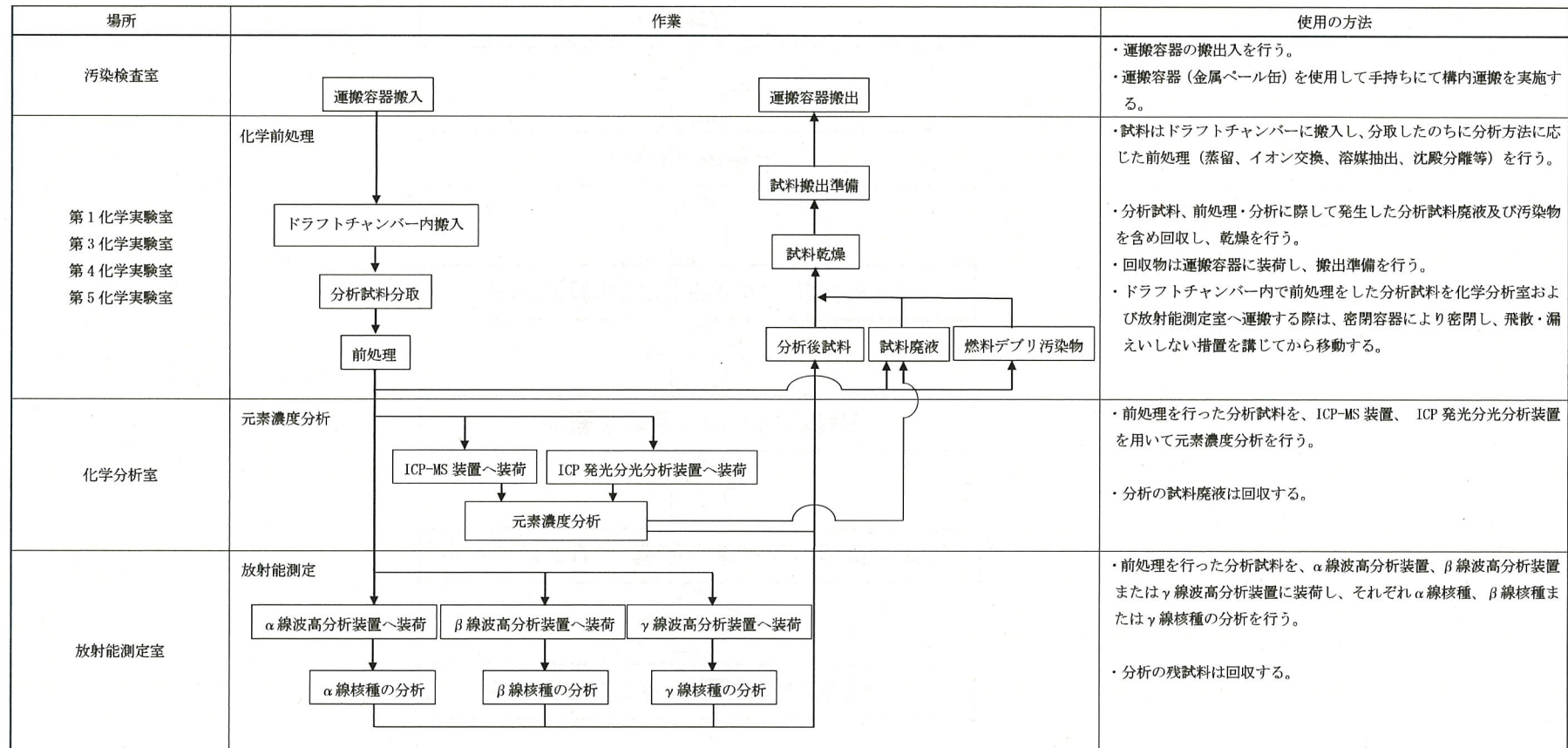
※SEM : 走査型電子顕微鏡
TEM : 透過型電子顕微鏡
EDS : エネルギー分散型X線分析
WDS : 波長分散型X線分析

Scanning Electron Microscope
Transmission Electron Microscope
Energy Dispersive X-Ray Spectroscopy
Wave-length Dispersive X-Ray Spectroscopy

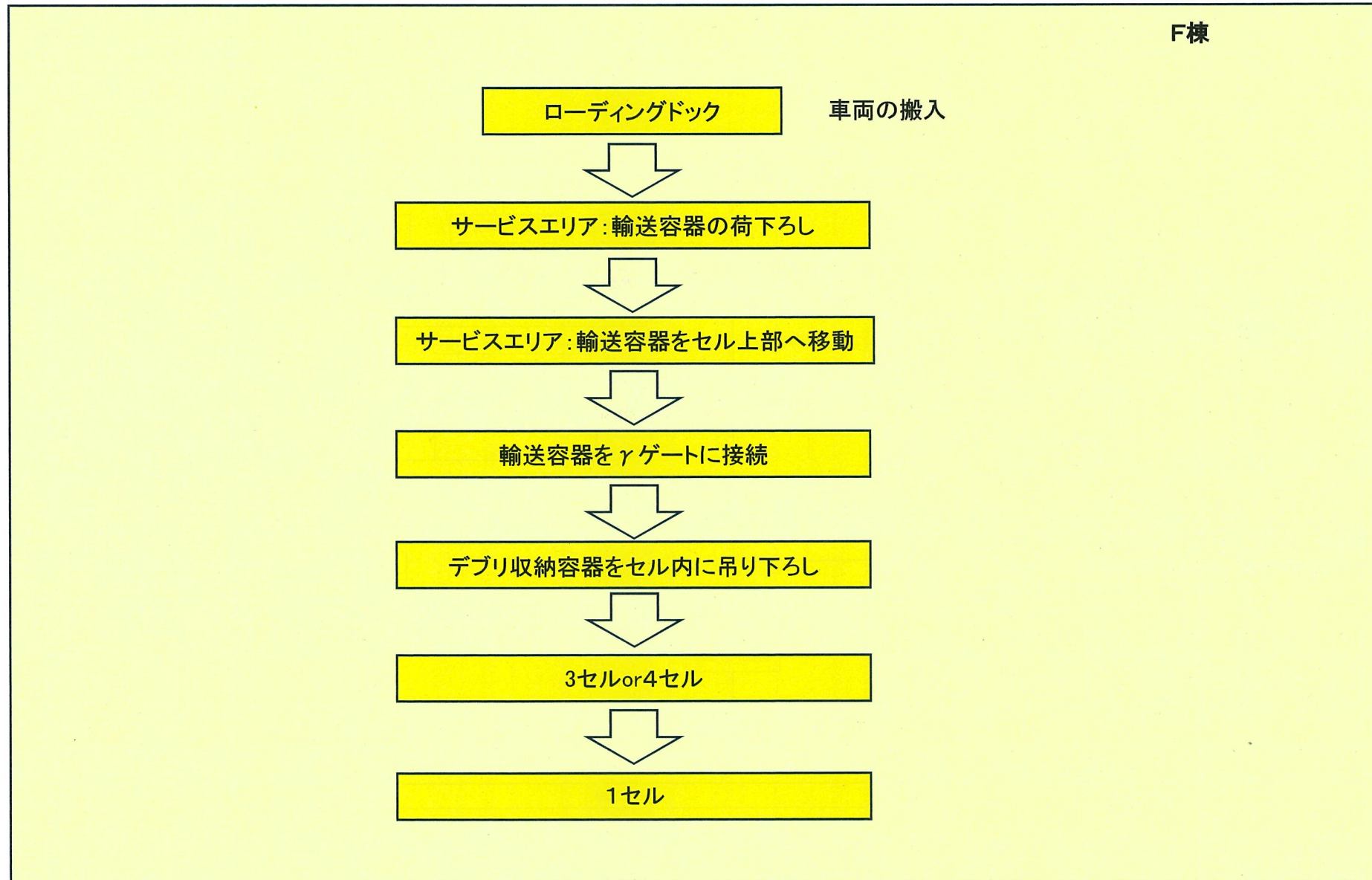
2.1.2 変更点-2(1F燃料デブリ試料の分析・試験フロー①) F棟 全体フロー

場所	作業	使用の方法
ローディングドック	キャスク搬入	キャスク搬出
サービスエリア (1F)	容器の荷下ろし → 汚染確認	キャスク搬出準備 → 汚染確認
サービスエリア (2F)	セル内へ試料の吊り下ろし	輸送容器へ収納
No. 1セル ※1 2~5セル及び機器分析室で発生した物	γ線スペクトル測定	ストレージピット貯蔵
No. 2セル	試料切断	1F燃料デブリ汚染物※1
No. 3セル	試料のセル内搬入	試験のセル外搬出
No. 4セル ※2 A棟から構内運搬をし、4セル背面扉より搬入した物	試料のセル内搬入 試料を酸溶解、濾過 試料分取 希釈 → カラム通水 分取 → 背面扉より搬出(A棟へ) 試料台塗布 溶媒攪拌 背面扉より搬出(前処理室へ) 重量測定 試料埋込、試料研磨	試験のセル外搬出 A棟での分析が終了した1F燃料デブリ及び汚染物※2
No. 5セル	表面観察 金相観察 → 硬さ試験	
第二機器分析室 (第二機器分析室への移動は気送管を經由)	蒸着装置へ装荷 → 導電コーティング → 分析SEMへ装荷 → 表面観察 → 元素分析(EDS/WDS) XRDへ装荷 → X線回折測定	電子線観察に必要な試料表面の導電処理を行うために、試料表面に金をコーティングする。 分析SEMを用いて試料表面に電子線を照射し、表面を拡大観察する。 試料表面に電子線を照射し、EDS(エネルギー分散型X線検出器)を用いて分光し、元素測定を行う。 試料表面に電子線を照射し、WDS(波長分散型X線検出器)を用いて分光し、元素測定を行う。 X線回折測定を行い、試料中の結晶構造の同定を行う。
前処理室	4セルより移送 → 溶媒希釈 → 容器へ分取 → Cグリッドへ塗布 → TEM試料台へ装荷 → TEM試料台から着脱	密閉されたグローブボックス内で試料の取扱を行う。
機器分析室	TEMへ装荷 → 電子線測定 → 元素分析(EDS)	試料表面に電子線を照射し、結晶構造を観察する。 試料表面に電子線を照射し、EDS(エネルギー分散型X線検出器)を用いて分光し、元素測定を行う。

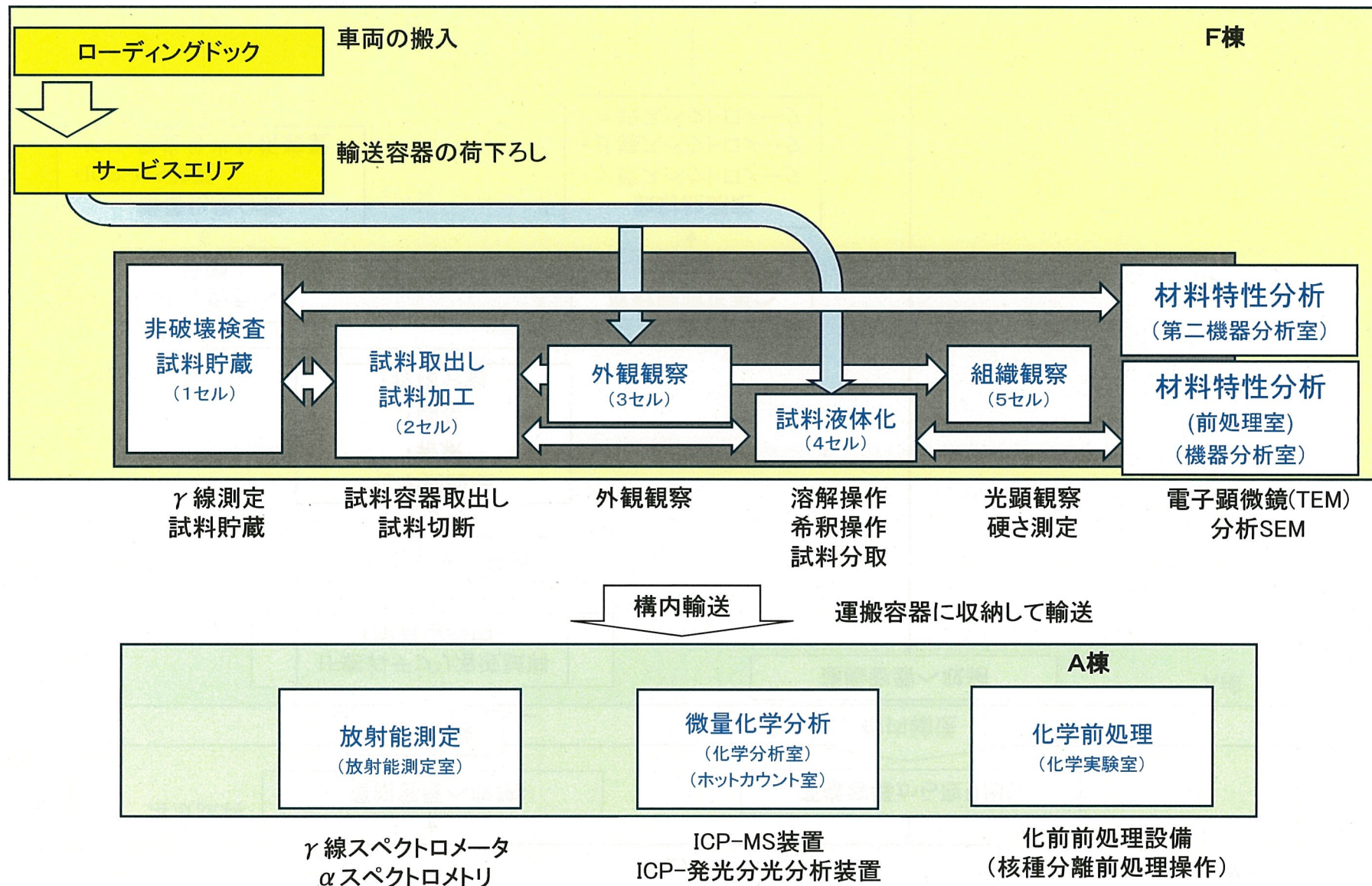
2.1.2 変更点-2(1F燃料デブリ試料の分析・試験フロー②) A棟 全体フロー



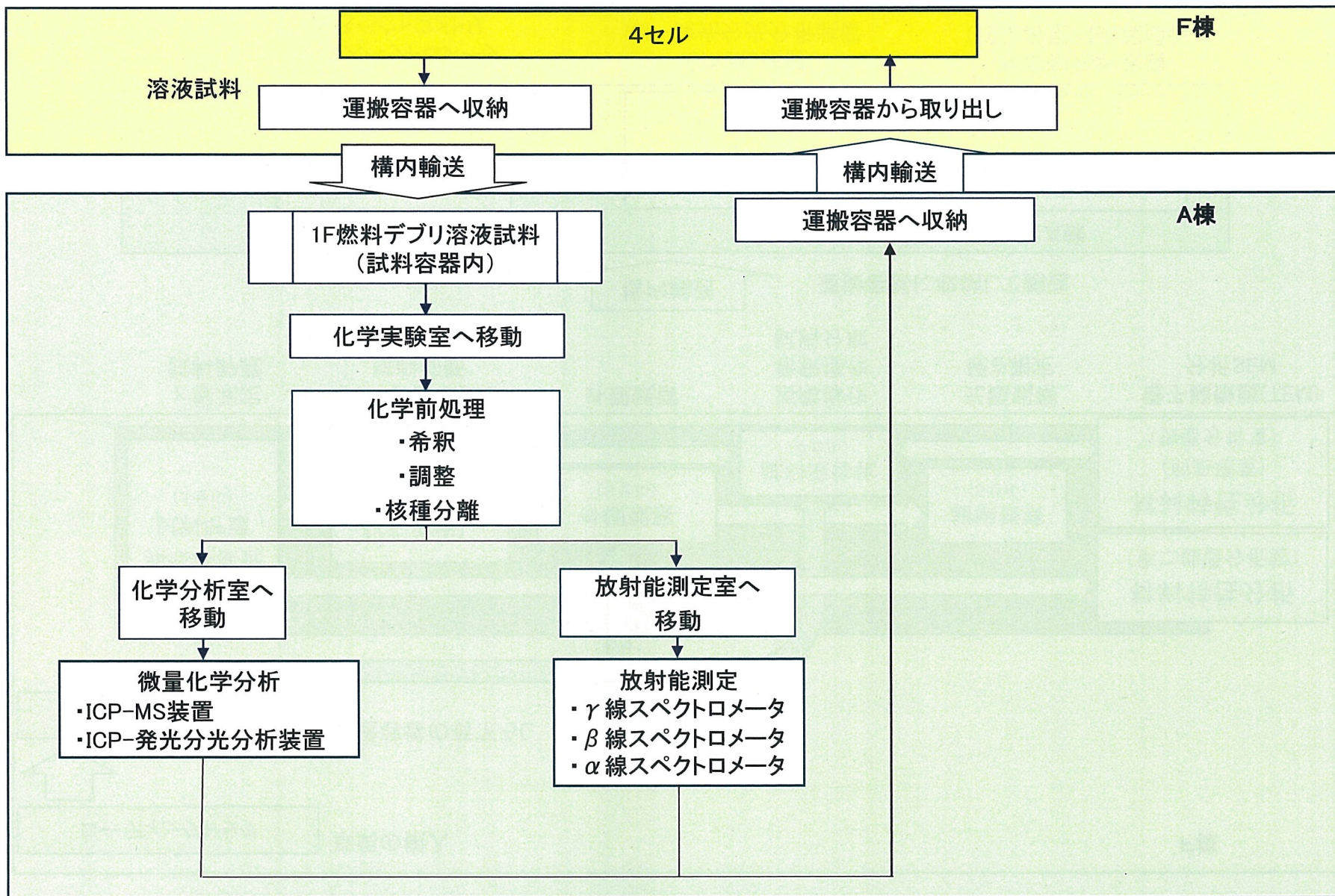
2.1.2 変更点-2(1F燃料デブリ試料の分析・試験フロー③) F棟受入



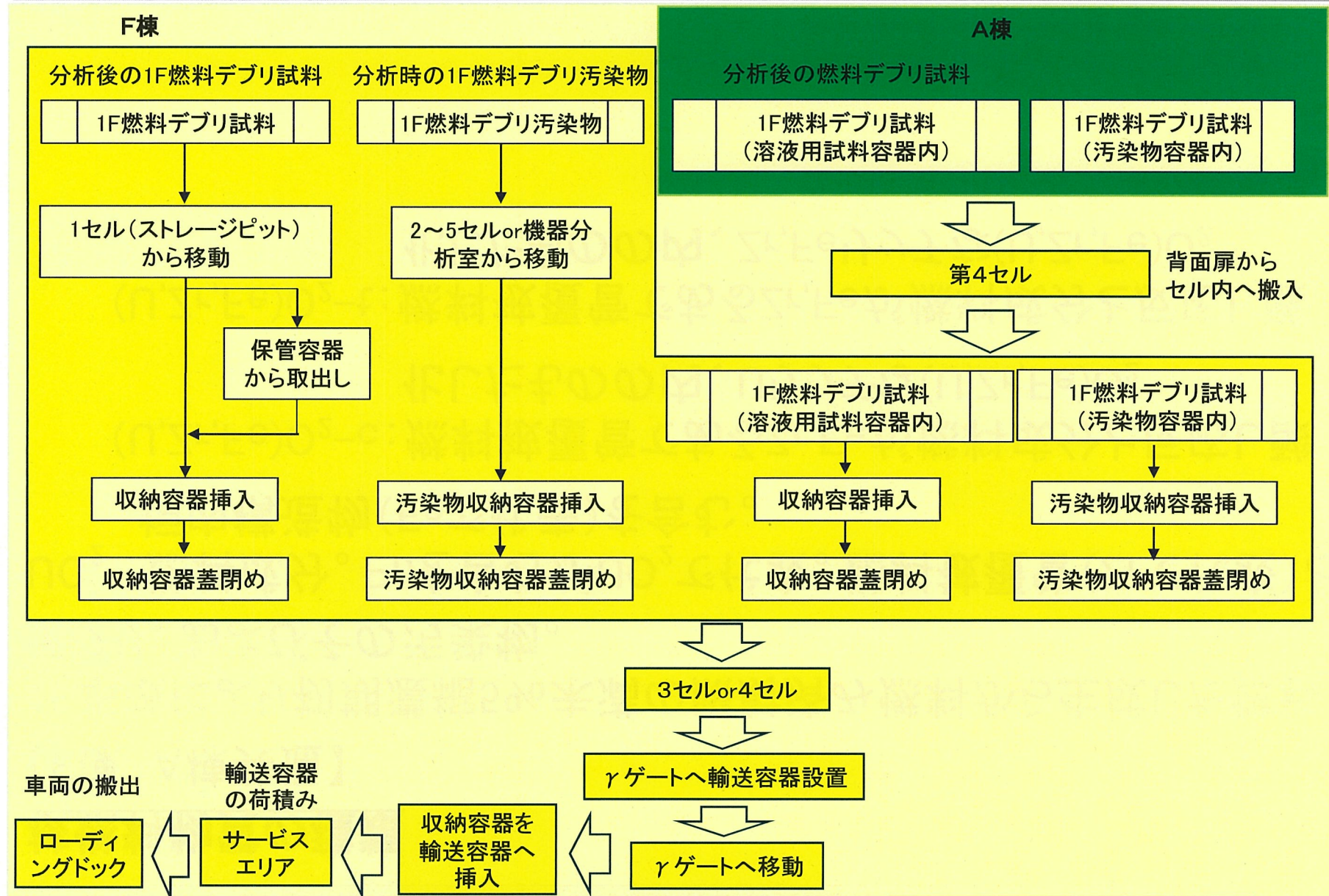
2.1.2 変更点-2(1F燃料デブリ試料の分析・試験フロー④) 1F燃料デブリ試料分析(F棟)



2.1.2 変更点-2(1F燃料デブリ試料の分析・試験フロー⑤) 1F燃料デブリ試料分析(A棟)



2.1.2 変更点-2 (1F燃料デブリ試料の分析・試験フロー⑥) 1F燃料デブリ試料の搬出



核燃料物質の種類

【F棟, A棟共通】

1F事故により初期濃縮5%未満の照射済み燃料から生成した燃料デブリ、およびその汚染物。

UO₂ : 燃料成分。Puを含むがUO₂で代表。燃料被覆管(Zrで代表)と炉内構造物(Feで代表)を含む。

(U,Zr,Fe)O_{2-c} : 燃料被覆管であるZr,Feが燃料成分と反応し酸化したものの内、Uリッチな(U,Zr,Fe)O₂

(U,Zr,Fe)O_{2-t} : 燃料被覆管であるZr,Feが燃料成分と反応し酸化したものの内、Zr,Feリッチな(U,Zr,Fe)O₂

年間予定使用量

【全体での受入量】

10g : 5g(A型容器輸送相当) × 2回/年

✓1F燃料デブリ試料量は使用済燃料の許可量の範囲内。

【F棟】

・使用済燃料(初期濃度5%未満)(3.7TBq以上)

4000kg-U ⇒ 3999.99kg-U

・使用済燃料(1F燃料デブリ)(初期濃度5%未満)

10g-U ≪新たに追加≫

【A棟】

・使用済燃料(初期濃度20%未満,核分裂性プルトニウム富化度21%以下)(1F燃料デブリを含む)

0.1g-U・Pu(6.0 × 10⁸Bq)

使用済燃料の処分の方法

【F棟, A棟】

分析に使用した容器・治具に付着物、残渣等※を可能な限り回収し、分析に供していない1F燃料デブリを含め、所有者である東京電力ホールディングス株式会社へ返却する。

※燃料デブリ試料を拭取ったウエス等を含む

使用施設の設備

【F棟, A棟】

使用設備毎に取り扱う核燃料物質の種類として1F燃料デブリを追加。

使用設備毎の取扱量及び取扱い方法については変更なし。

核燃料物質の使用等に係る核的制限

【F棟】

使用施設毎に取り扱う核燃料物質の種類として1F燃料デブリを追加。
核的制限方法及び核的制限値に変更なし。

貯蔵施設の設備

【F棟, A棟】

貯蔵設備毎に取り扱う核燃料物質の種類として1F燃料デブリを追加。
最大収納量に変更なし。

2.2 無停電電源装置(UPS)の追加

燃料ホットラボ施設(F棟)

無停電電源装置(UPS)は、非常用設備のうちの非常用電源設備としてEG室に設置され、臨界警報装置を給電先として常時接続されているものであり、**UPS(No.1)のバックアップとして設置しているUPS(No.2)を追加(台数変更)する。**

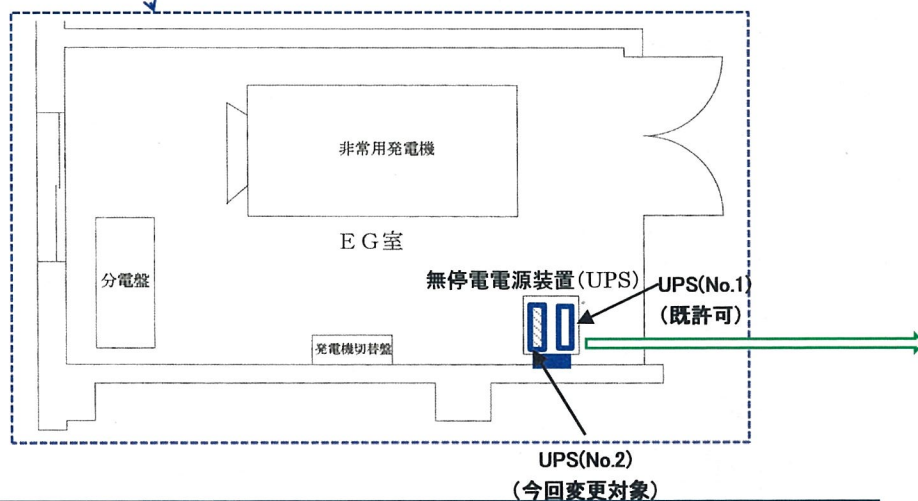
《設備の経緯》

当該UPSは、2016年7月22日に不具合が発生したため、同年12月5日に同一仕様のUPSを調達・設置し施設検査を受検した。その際、不具合事象の水平展開として、切替え可能な2台目のUPS(No.2)をバックアップ用として設置している。

UPS(No.2)について当時のNRA担当官殿から、施設検査を受検していない設備であるが、現許可のUPS(No.1)に不具合が発生した場合、代替機として使用することを了承いただいております、次回使用変更許可申請の際に追加申請し、施設検査を受けることとコメントを受けている。

なお、追加するUPS(No.2)については、UPS(No.1)同様、設置時に自主検査を行っており、定期点検も実施していることから、直ちに使用可能な状態である。(ただし、設置後に代替機としての使用実績はない。)

2.2.1概要(設置場所について)



写真：UPS2台の設置状況

□で囲った箇所は核セキュリティ情報及び商業機密等が含まれているため、非公開とします。

2.2.2 変更点

使用施設の設備

非常用設備として非常用電源設備(無停電電源装置)の数量を1台から2台へ変更。

その他の記載については変更なし。

非常用電源系統図

無停電電源装置の追加に伴い、図にUPS(No.2)の記載を追加。

2.3 非常用発電装置の更新

燃料ホットラボ施設(F棟)

2.3.1概要

F棟には、外部電源喪失時の安全確保のため、緊急・災害時に備えて非常用発電機(以下、EGと称す)1号機、2号機の2台を設置しており、そのうちの1台から

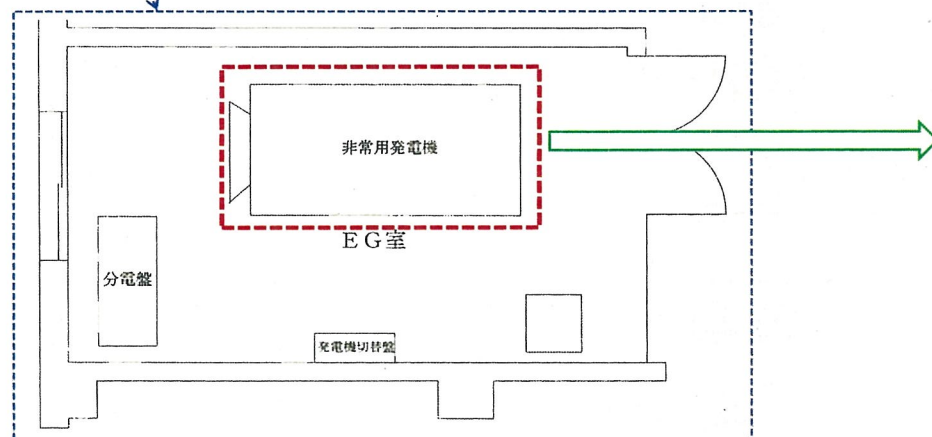
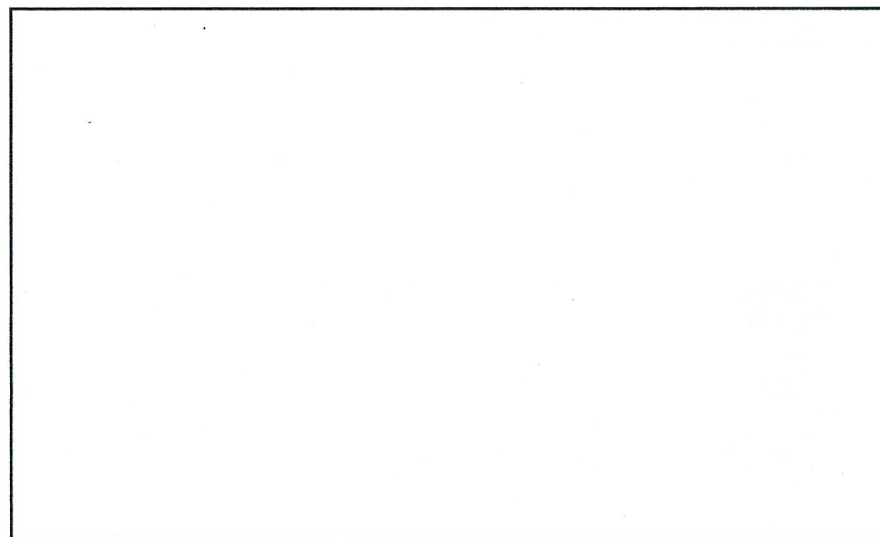
へ給電する仕組みとしている。

なお、給電はEG2号機からの電源を優先しており、1号機については2号機が不具合によって停止した際のバックアップ用として運用している。

今回は、EG1号機(設置後約35年)の高経年化が進んでいることから、1号機を更新する。1号機の廃棄については、非管理区域に設置しているため、一般物として処分する。(放射性廃棄物の発生はない。)

□で囲った箇所は核セキュリティ情報及び商業機密等が含まれているため、非公開とします。

2.3.1 概要(設置場所について)



写真：EG 1号機の設置状況

□で囲った箇所は核セキュリティ情報及び商業機密等が含まれているため、非公開とします。

非常用電源系統図

- ・非常用発電機の更新に伴い、非常用発電機1号機の仕様を記載し、1号機の非常用発電設備容量を170kVAから180kVAへ変更。

2.4 非常用発電装置の更新

ウラン実験施設(U棟)

ウラン実験施設(以下、U棟という)の非常用設備のうち、非常用発電機(EG)は、設置後約50年が経過しており、経年劣化による不具合等により設備維持が困難になることを懸念している。そのため、機械棟(非管理区域)に設置しているU棟EGを撤去し、同じ部屋に設置している既存の材料ホットラボ施設(以下、R棟という)及び一般施設用のEGへ幹線ケーブルを接続することで、U棟のEGとして運用する。

なお、旧U棟EGの廃棄については、非管理区域に設置しているため、一般物として処分する。(放射性廃棄物の発生はない。)

2.4.1概要(設置場所について)

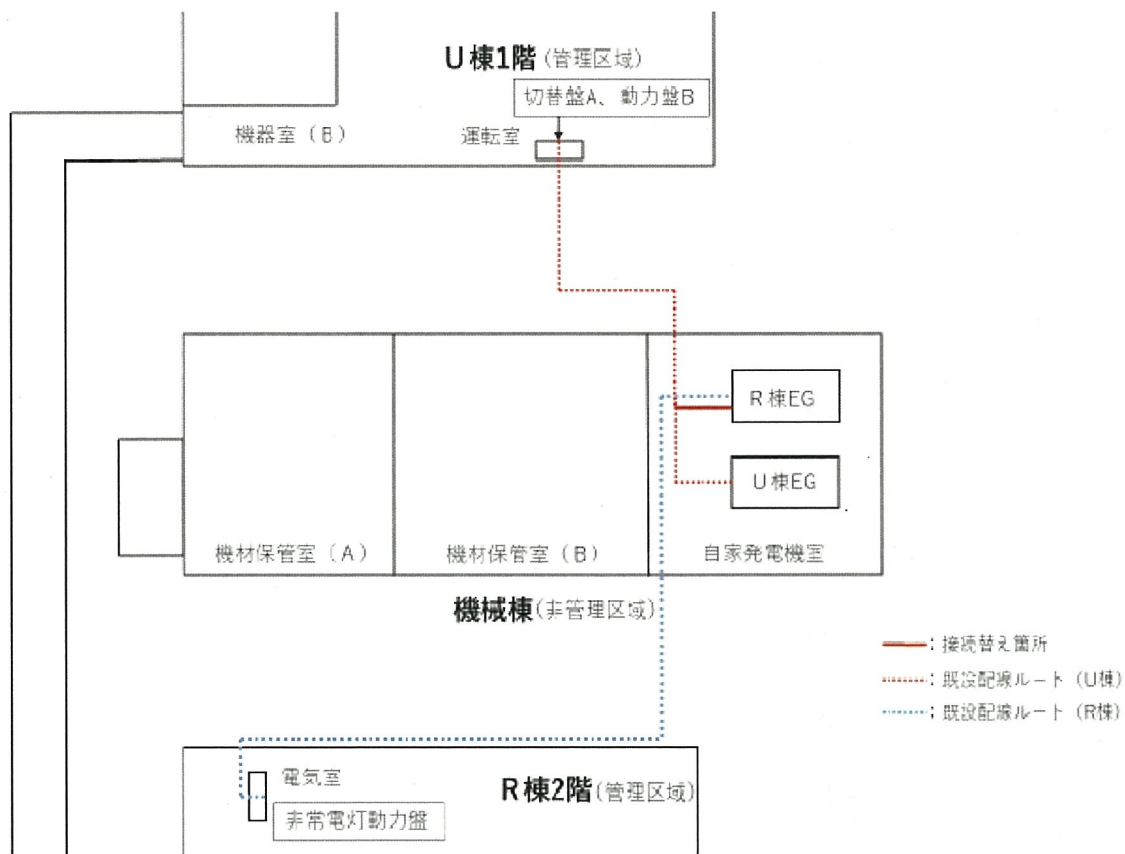


図 非常用発電機の設置場所及び配線ルート

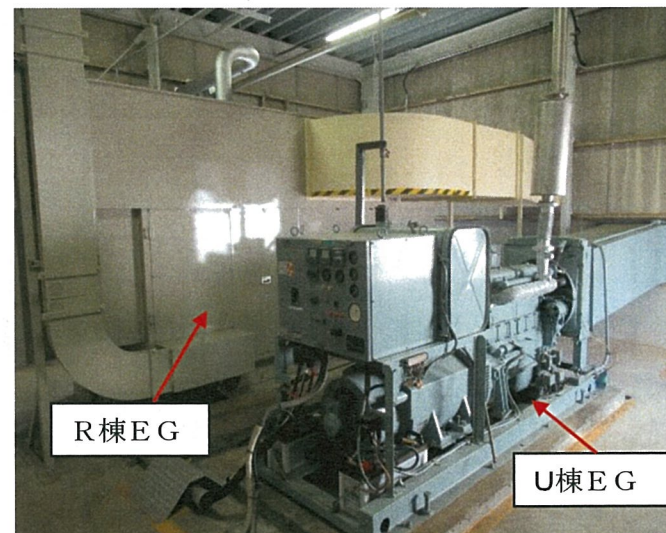


写真3 : U棟EG,R棟EG外観

非常用電源系統図

- ・非常用発電機の更新に伴い、非常用発電機の非常用発電設備容量を75kVAから200kVA *へ変更。
- ・非常用発電機の共用に伴い、材料ホットラボ施設及び一般施設の記載を追加。

* 更新するEGは、R棟の他、本館にも非常用電力として供給するものであるが、その電力供給能力は、U棟の非常用電力を追加しても十分に賄える能力がある。

非常用発電機出力

R棟非常用発電機出力: 200 (kVA)

U棟非常用発電機出力: 75 (kVA)

停電時負荷

R棟非常用発電機負荷: 57.8(kVA)

U棟非常用発電機負荷: 52.5(kVA)

合算値 110.3(kVA)

2.5 事業所全体の記載事項の適正化

燃料ホットラボ施設(F棟)

燃料実験施設(A棟)

ウラン実験施設(U棟)

2.5.1 事業所全体の変更点

以下のとおり、現行の核燃料物質使用変更許可申請書(事業所全体)の見直しを行う。

・核燃料物質の使用等に関する規則の改正に伴い、10章「使用施設等の保安のための業務に係る品質管理に必要な体制の整備に関する事項」及び12-4章「使用施設等の保安のための業務に係る品質管理に必要な体制の整備に関する説明書」を共通章として「事業所全体」に追加する。

・F棟及びA棟に記載していた「核燃料物質の使用に必要な技術的能力に関する説明書」を共通章として「事業所全体」12-3章に統合する。

変更前

目次

1. 氏名又は名称及び住所並びに法人にあっては、その代表者の氏名	1-1
4. 使用の場所	4-1
5. 予定使用期間及び年間予定使用量	5-1

変更後

目次

[事業所全体]	
1. 氏名又は名称及び住所並びに法人にあっては、その代表者の氏名	1-1
4. 使用の場所	4-1
5. 予定使用期間及び年間予定使用量	5-1
<u>10. 使用施設等の保安のための業務に係る</u>	
品質管理に必要な体制の整備に関する事項	10-1
<u>12-3. 核燃料物質の使用に必要な技術的能力に関する説明書</u>	12-3-1
<u>12-4. 使用施設等の保安のための業務に係る</u>	
品質管理に必要な体制の整備に関する説明書	12-4-1

2.5.2 障害対策書及び安全対策書の統合

以下の表に示す通り、障害対策書及び安全対策書を11章(一部12章-1, 12章-2)へ統合する。

適用条文	11章及び12-1章 (添付書類)
第二条 閉じ込めの機能	障害対策書 4. 内部被ばくに対する対策
第三条 遮蔽	障害対策書 2. 使用する放射性物質の最大取扱量
	障害対策書 3. 外部被ばくに対する対策
	障害対策書 9. 周辺環境への影響の評価
	障害対策書 10. MOX燃料照射後試験に係る補足説明
	障害対策書 11. 事業所全施設に係る周辺監視区域境界等における線量
第四条 火災等による損傷の防止	安全対策書 2. 火災事故 安全対策書 3. 爆発事故
第五条 立入りの防止	該当なし
第六条 自然現象による影響の考慮	該当なし
第七条 核燃料物質の臨界の防止	安全対策書 4. 臨界事故
	安全対策書 10. MOX燃料照射後試験に係る補足説明
第八条 施設検査対象施設の地盤	該当なし
第九条 地震による損傷の防止	安全対策書 5. 地震及び台風による事故
第十条 津波による損傷の防止	該当なし
第十一条 外部からの衝撃による損傷の防止	安全対策書 5. 地震及び台風による事故
	安全対策書 6. 地震及び台風以外の自然現象による事故
第十二条 施設検査対象施設への不法な侵入等の防止	該当なし
第十三条 溢水による損傷の防止	該当なし
第十四条 化学薬品の漏洩による損傷の防止	該当なし
第十五条 飛散物による損傷の防止	安全対策書 3. 爆発事故
	安全対策書 7. 誤操作による事故

適用条文	11章及び12-1章 (添付書類)
第十六条 重要度に応じた安全機能の確保	該当なし
第十七条 環境条件を考慮した設計	該当なし
第十八条 検査等を考慮した設計	該当なし
第十九条 施設検査対象施設の供用	該当なし
第二十条 誤操作の防止	安全対策書 7. 誤操作による事故
第二十一条 安全避難通路等	該当なし
第二十三条 貯蔵施設	該当なし
第二十四条 廃棄施設	障害対策書 5. 気体廃棄物の管理
	障害対策書 6. 液体廃棄物の管理
	障害対策書 7. 固体廃棄物の管理
	障害対策書 9. 周辺環境への影響の評価 障害対策書 10. MOX燃料照射後試験に係る補足説明
第二十五条 汚染を検査するための設備	該当なし
第二十六条 監視設備	障害対策書 8. 放射線管理
第二十七条 非常用電源設備	安全対策書 8. 停電事故
第二十八条 通信連絡設備等	該当なし

適用条文	12-2章 (添付書類)
第二十二條 設計評価事故時の放射線障害の防止	安全対策書 9. 最大想定事故時における周辺への影響
第二十九條 多量の放射性物質等を放出する事故の拡大の防止	該当なし

3. 補足

1Fデブリの使用に関する各設備毎の閉じ込め方法

3.1 1F燃料デブリ試料の装置閉込め方法

燃料ホットラボ施設			
設置場所	使用装置名	閉じ込めの方法	備考
1セル	ガンマスキャンニング装置	セル	セルは常時負圧に保たれており、専用の高性能エアフィルタ等を通して排気処理系統に接続する。
2セル	切断機(3台)	セル	同上
4セル	試料前処理装置	セル	同上
	ワークテーブル内埋込式(1台)	セル	同上
5セル	金属顕微鏡	セル	同上
	低倍率顕微鏡	セル	同上
前処理室	グローブボックス	グローブボックス	グローブボックスは常時負圧に保たれており、専用の高性能エアフィルタ等を通して排気処理系統に接続する。
機器分析室	電子顕微鏡	装置内	装置は密閉されており、試料室は負圧となっている。専用の高性能エアフィルタを通して排気処理系統に接続する。
	試料移送装置	装置内	装置内は負圧に保たれており、専用の高性能エアフィルタを通して排気処理系統に接続する。
	X線解析装置	装置内、汚染拡散防止ボックス	試料移送装置とX線回析装置を囲う汚染拡散防止ボックスが接続されている。汚染拡散ボックスは試料移送装置により負圧となっている。
第2機器分析室	分析SEM	装置内	試料移送装置と密閉された分析SEMの測定部を密閉構造となった試料搬送機構にて接続。専用の高性能エアフィルタを通して排気処理系統に接続する。
	蒸着装置	試料移送装置	閉じ込めは試料移送装置内で管理。
	気送管	装置内	1セル及び試料移送装置に接続。密閉されており、専用の高性能エアフィルタを通して排気処理系統に接続する。

3.2 1F燃料デブリ試料の閉込めー1 容器①

□密閉内容器①

●ガラス製容器

- ✓ 主要用途：固体試料取扱用
- ✓ 以下の特性を有する
 - ・ 90Nの圧力付加でも割れない
 - ・ 1m落下でも割れない(開放時)
 - ・ 2m落下でも割れない(密閉時)
- ✓ セル外搬出時はポリ袋にて養生

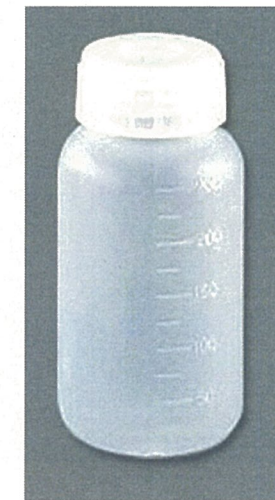


密閉内容器①外観例

□密閉内容器(液体試料取扱用)

●ポリプロピレン製容器

- ✓ 主要用途：液体試料取扱用
- ✓ 以下の特性を有する
 - ・ メーカー水漏れテスト合格品
- ✓ セル外搬出時はポリ袋にて養生



密閉内容器②外観例

3.3 1F燃料デブリ試料の閉込めー1 容器②

□ 運搬遮蔽容器(外容器:セル外運搬用)

- 鉛製容器

- ✓ 試料装荷内容器(ポリ袋養生)を運搬



外容器外観例

□ 試料保管容器(保管時)

- ステンレス製容器

- ✓ ストレージピット内に保管

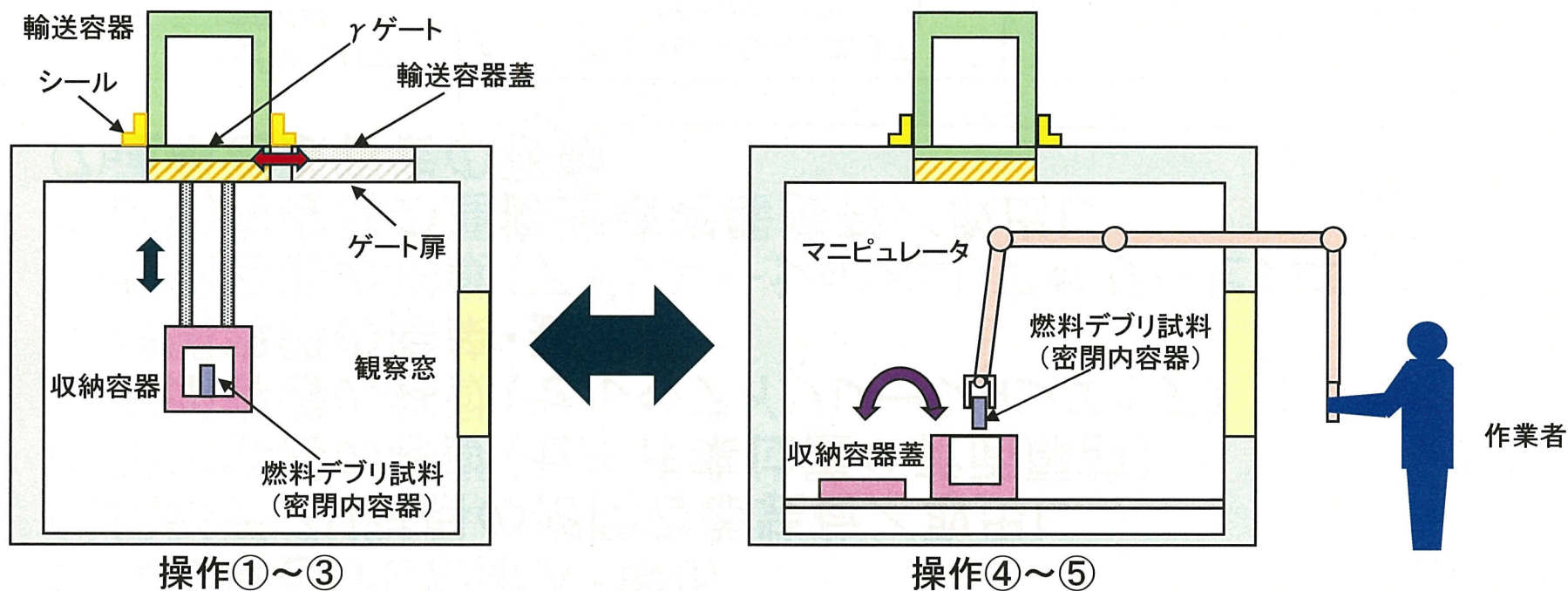


保管容器外観例

3.3 1F燃料デブリ試料の閉込め-2 セル搬出入①

□セルの γ ゲートを介した搬入・搬出

- ① 輸送容器を γ ゲートに接続／脱着
- ② 輸送容器蓋・ γ ゲート扉の扉開閉(スライド)
- ③ 収納容器の吊り下ろし／吊り上げ
- ④ 収納容器開閉
- ⑤ 密閉内容器(燃料デブリ試料)取出し／装荷

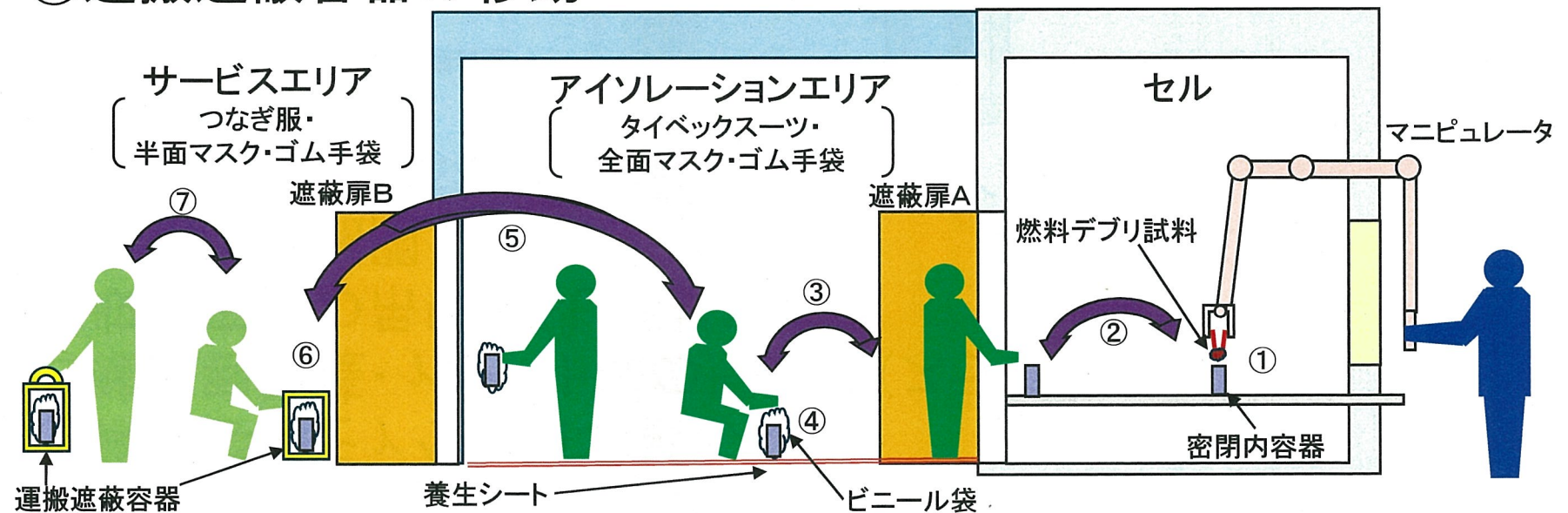


γゲートを介した燃料デブリ試料のセル搬入・搬出操作概念図

3.3 1F燃料デブリ試料の閉込め-2 セル搬出入②

□セル背面扉を介した搬入・搬出

- ①燃料デブリ試料の密閉容器装荷／取出し
- ②密閉容器の移動(セル作業位置⇔背面扉前)
- ③密閉容器の移動(セル⇔アイソレーションエリア)
- ④密閉容器の除染・養生
- ⑤密閉容器の移動(アイソレーションエリア⇔サービスエリア)
- ⑥密閉内容器の運搬遮蔽容器装荷／取出し
- ⑦運搬遮蔽容器の移動

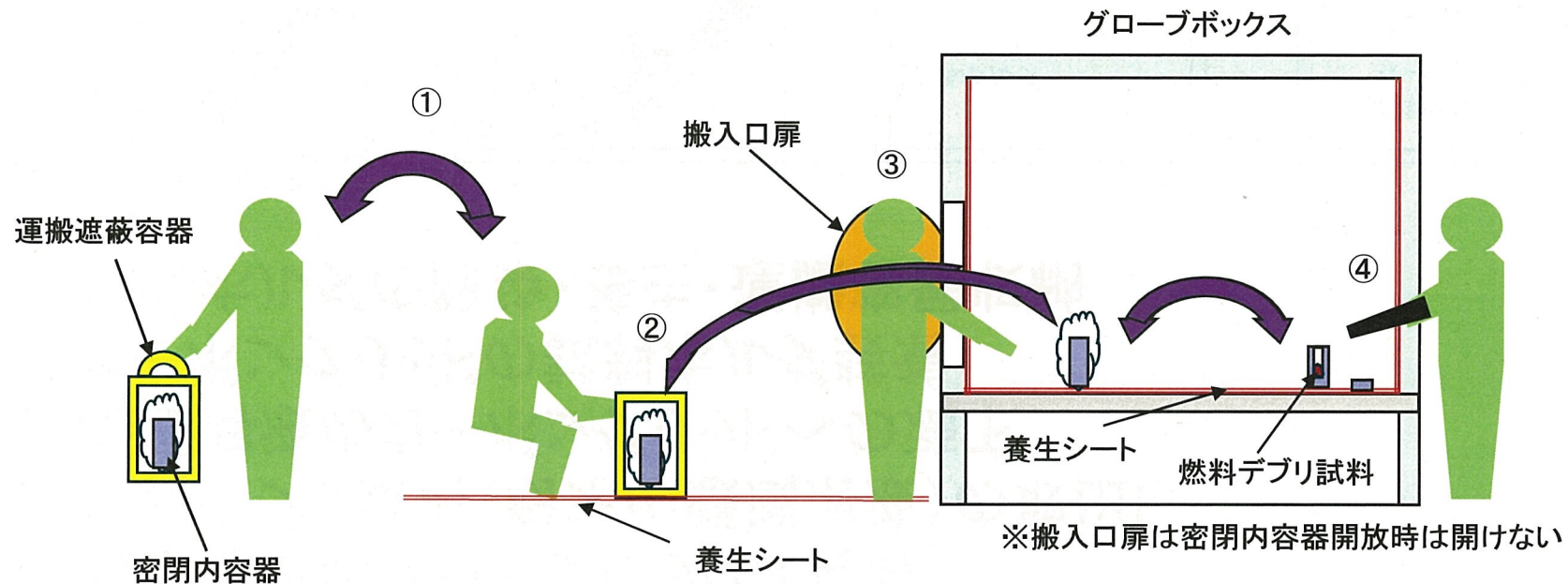


背面扉を介した燃料デブリ試料のセル搬入・搬出操作概念図

3.3 1F燃料デブリ試料の閉込め-3 グローブボックス

□グローブボックス搬入・搬出

- ①運搬遮蔽容器の移動
- ②密閉容器の装荷・取出し
- ③密閉容器のグローブボックス搬入・搬出
- ④燃料デブリ試料の取出し



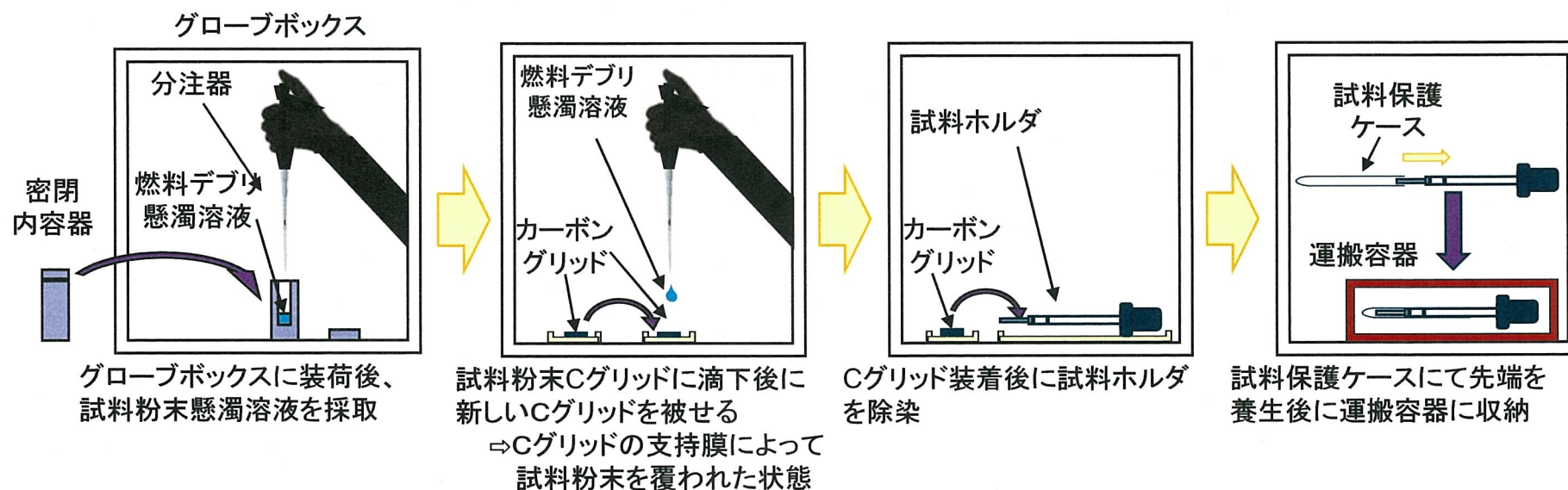
グローブボックス搬入・搬出操作概念図

(つなぎ服・半面マスク・ゴム手袋)

3.3 燃料デブリ試料の閉込めー4 TEM操作①

□TEM操作①: 試料調整・試料ホルダ装着

- ①密閉容器のグローブボックス装荷
- ②燃料デブリ試料(粉末の懸濁溶液)の取出し
- ③懸濁溶液のカーボングリッドへの滴下
- ④カーボングリッドの試料ホルダ装着
- ⑤試料ホルダの除染・養生・運搬容器収納



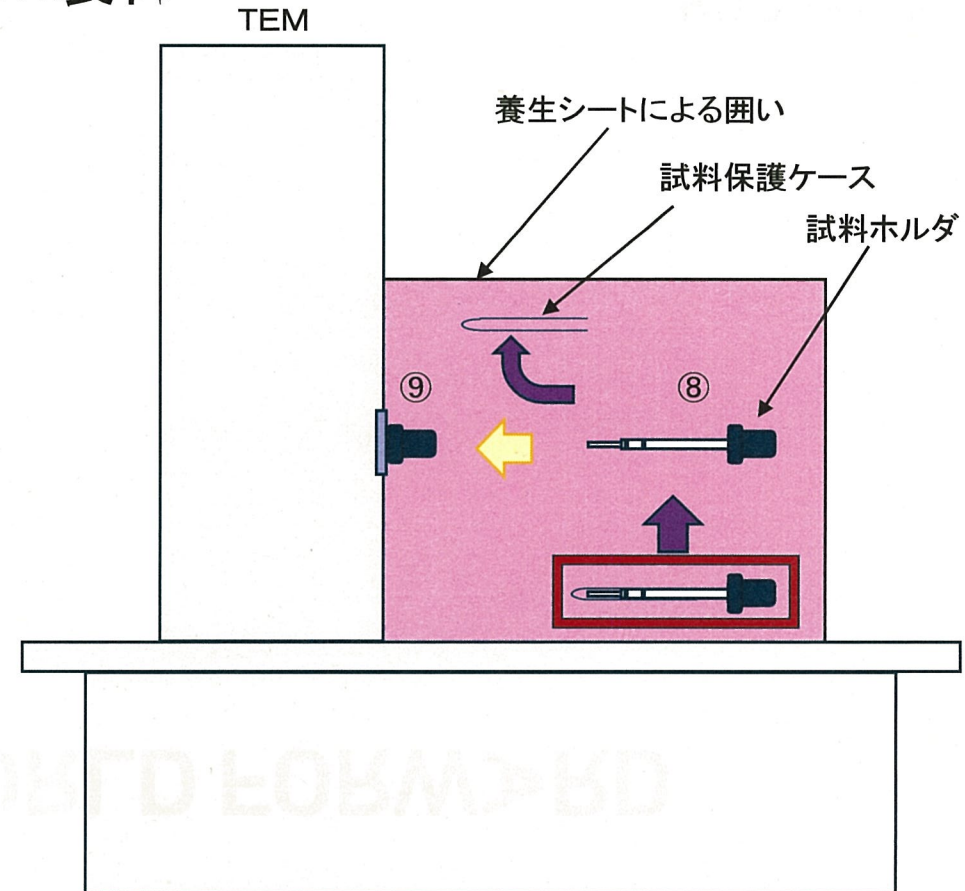
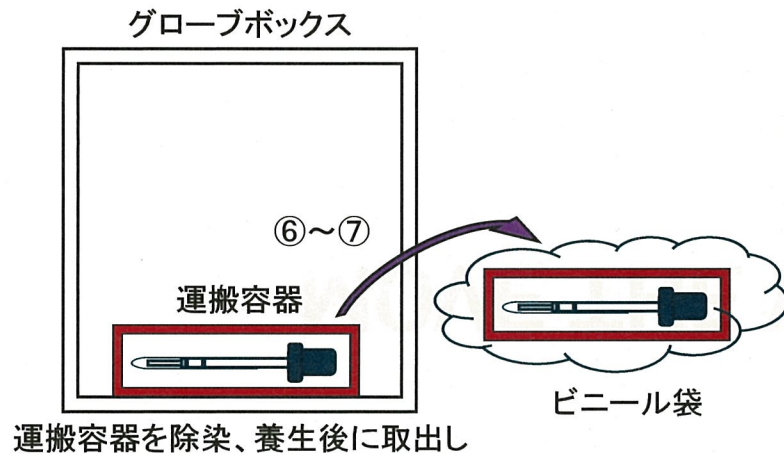
グローブボックスでの試料調整・試料ホルダ装着の操作概念図

(つなぎ服・半面マスク・ゴム手袋)

3.3 燃料デブリ試料の閉込め-4 TEM操作②

□TEM操作②: 試料ホルダのTEM装荷

- ⑥ 運搬容器除染・養生
- ⑦ 運搬容器の取出し
- ⑧ 試料ホルダの取出し
- ⑨ 試料ホルダのTEM装荷



TEMの試料挿入口周辺を養生シートで囲う
囲いの中で運搬容器から試料ホルダを取出し、試料保護ケースを外した後に、試料をTEM内に装荷する。

試料ホルダのTEM装荷操作概念図
(つなぎ服・半面マスク・ゴム手袋)

MOVE THE WORLD FORWARD

mitsubishi
HEAVY
INDUSTRIES
GROUP