

---

# 敦賀発電所1号炉クリアランス申請の補正に係る 対応状況及び今後の予定について

---

2024年3月18日  
日本原子力発電株式会社

# 1. 経緯

1

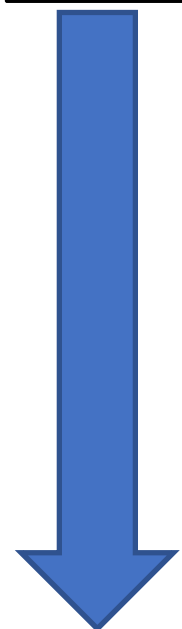
○2016年9月 敦賀発電所1号炉クリアランス認可申請書を提出

- 対象物を特定せず、プラント全体の運転中／解体廃棄物を対象とする考え方(参考－1参照)  
(推定重量 約2,900トン(ただし、除染により変動する可能性がある。))



- ・ 2019年9月:審査基準制定

○2019年12月 審査基準に適合させるため、補正に2年程度要することを審査会合にて説明



## <補正に向けた準備、測定・評価方法の見直し>

- ・ 2020年1月～:審査基準へ適合させる方針を検討
- ・ 同年10月標準記載要領の検討に着手、同年12月審査会合で案を説明
- ・ 2021年1月～:標準記載要領の敦賀発電所1号炉への適用方針を検討
  - プラントから採取したサンプルの分析値により二次的な汚染の状況を説明し、核種を選定
  - 形状認識を取り止め、放射能濃度決定を平易な方法に変更(2, 3ページ参照)
- ・ 同年4月～8月:測定装置を改修(3ページ参照)し、測定・評価方法を変更することに伴い、装置の性能確認のため標準線源と模擬試験体による試験を実施
  - バックグラウンド補正係数、放射能換算係数を設定
- ・ 2021年6月～10月:補正書案作成
- ・ 2021年10月～2022年2月:認可実績のある先行電力殿による補正内容のレビュー

○2022年5月 先行電力殿と同様の評価手法とする以下の補正内容に変更する方針を説明。

- HCUアキュムレータ及びN<sub>2</sub>ポンベを補正の対象(参考－2参照)とする。
- 物量は当初予定の約2,900トン(ただし、除染により変動する可能性がある。)から約5トンに変更。2023年度中を目標に補正を実施する予定であることを説明。

## 2. 測定及び評価方法の変更（1／2）

2

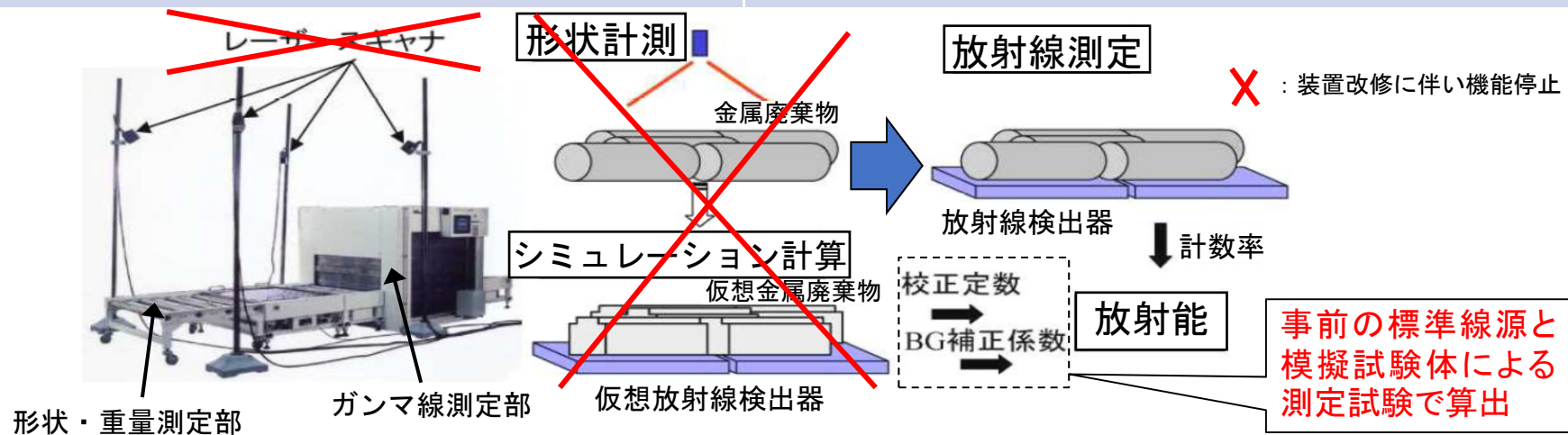
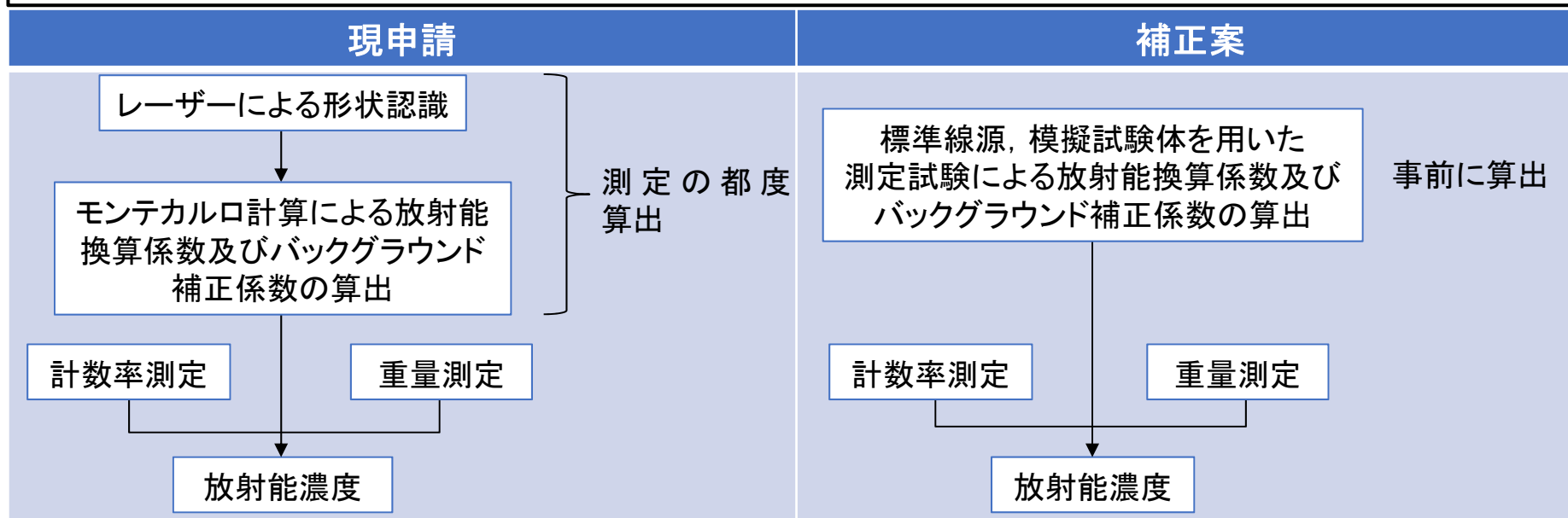
### 測定・評価方法の変更について

| 項目                         | 現申請                                                                            | 補正案                                                     | 変更理由                                                                                                     |
|----------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 評価に用いる放射性物質の種類<br>の選定      | 解析による計算評価から放射性物質の種類を選定                                                         | 放射能濃度確認対象物の表面汚染密度測定、サンプルの放射化学分析値より汚染の状況を説明し、放射性物質の種類を選定 | 先行認可電力の実績の手法と同様、対象物の使用状況や分析値から汚染状況を直接、説明するため。                                                            |
| 測定装置の放射能換算係数及びバックグラウンド補正係数 | 測定トレイに載せた放射能濃度確認対象物の形状をレーザーにより認識させ、測定の都度モンテカルロ計算により放射能換算係数及びバックグラウンド補正係数を求める方法 | 事前の標準線源と模擬試験体による測定試験で放射能換算係数及びバックグラウンド補正係数を求める方法        | 形状認識方法では放射能換算係数及びバックグラウンド補正係数の算定の妥当性説明に時間を要する可能性があるため。なお、対象物は同一形状であり、形状認識方法を用いなくとも模擬試験により容易に設定できると考えられる。 |

## 2. 測定及び評価方法の変更（2／2）

3

### 測定・評価方法の変更について（測定装置の評価方法）



### クリアランス測定装置の放射能評価手法

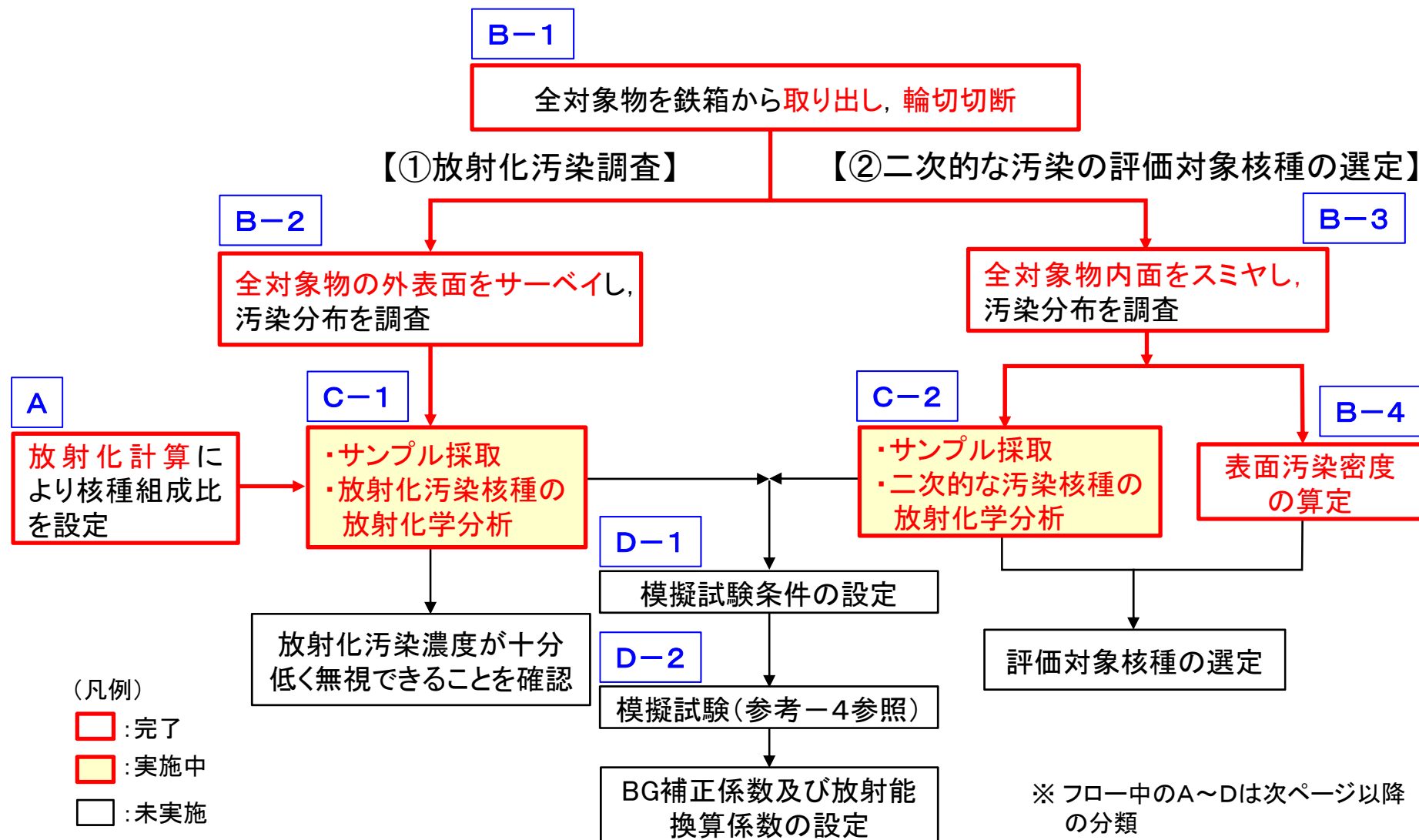
電力中央研究所報告「電中研式クリアランスレベル測定装置CLALISの開発」

「図1 電中研式クリアランスレベル測定装置CLALISの写真と放射能濃度評価手法」に一部加筆

### 3. 対象物の汚染調査, 評価対象核種選定フロー

4

先行電力の手法を参考に, 対象物(HCUアキュムレータ及びN<sub>2</sub>ボンベ)について, 「①放射化汚染調査」及び「②二次的な汚染の評価対象核種の選定」を以下の手順で実施している。



## 4. 補正の準備状況（1／2）

| 分類 | 作業項目            | ステータス | 作業内容                                                                                                                                                                 | 状況                                                                                                                                                                                            |
|----|-----------------|-------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| A  | 放射化計算           | 完了    | <p>①先行電力の認可実績を基に、説明ロジックの構築（放射化汚染の評価に重要な親元素のスクリーニング方法など）及び評価条件（照射中性子束の条件など）について検討・整理する。</p> <p>②①で整理した評価条件を基に放射化計算を実施する。</p> <p>③②の結果から放射化学分析（放射化汚染）の分析対象核種を選定する。</p> | <p>・当社の品質管理が見直しされたことに伴い、CL補正申請に係る設計開発等プロセスの再構築を実施した。</p> <p>・審査基準に合致した先行電力の申請書を基に、ロジックの構築やロジックに合わせた評価条件の設定を試計算も含め試行錯誤しながら検討、実施したこと、また計算結果の確認を十分に行ったため、当初予定より時間を要した。</p>                       |
| B  | 対象物取出し、表面汚染分布調査 | 完了    | <p>①解体工事の記録から、対象物が収納されている鉄箱を確認する。</p> <p>②固体廃棄物貯蔵庫から対象物が収納された鉄箱を作業エリア（管理区域）に搬出し、対象物の取り出しを行う。</p> <p>③取り出した対象物を輪切りし、内表面（汚染面）を露出させ、表面汚染分布を確認する。</p>                    | <p>＜対象物取出し＞<br/>本作業について、社内手続きに時間を要したため、着手時期が遅れた。</p> <p>＜表面汚染分布調査＞<br/><b>N<sub>2</sub>ボンベの表面汚染分布調査のため、サーベイした結果、予期せぬ汚染（Cs-137）が検出された。（36本中20本）。</b><br/>なお、アキュームレータについては、Cs-137は検出されていない。</p> |

## 4. 補正の準備状況（2／2）

6

| 分類 | 作業項目      | ステータス | 作業内容                                                                                                                                                                                           | 状況                                                                                                                                                                                                                |
|----|-----------|-------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| C  | サンプル採取・分析 | 実施中   | <p>①表面汚染分布調査の結果を踏まえて放射化学分析を行う試料を選定・採取（切り出し）する。</p> <p>②二次的な汚染及び放射化汚染について放射化学分析を行う。</p> <p>＜二次的な汚染＞<br/>33核種から半減期等から選定した13核種について放射化学分析を行う。</p> <p>＜放射化汚染＞<br/>放射化計算により選定した5核種について放射化学分析を行う。</p> | <p>表面汚染密度分布測定の結果、N<sub>2</sub>ボンベよりCs-137を検出したため、<b>N<sub>2</sub>ボンベに係る作業（サンプル採取・分析）を中断</b>。過去の燃料破損由来の炉水を起因とした汚染と推定されるが、汚染の性状やメカニズムなど調査・検討中。</p> <p><b>なお、アキュムレータについては、Cs-137の検出はなく</b>、放射化学分析実施中。（2024年4月まで）</p> |
| D  | 模擬試験      | 未実施   | <p>①模擬試験体及び標準線源（放射化学分析結果から選定）を用い、バックグラウンド補正係数及び放射能換算係数設定のための試験によりデータを取得する。</p>                                                                                                                 | <p>現在、測定装置の点検を実施中（2024年3月まで）であり、測定装置の点検が終了次第、模擬試験が実施できるよう、試験計画を策定中。2024年4～5月で模擬試験とその結果に基づく換算係数の作成を実施予定。</p>                                                                                                       |
| E  | 補正書作成     | 未実施   | <p>①放射化学分析結果、模擬試験結果等を踏まえて補正書を作成する。</p>                                                                                                                                                         | <p>上記の試験結果を踏まえ、補正書を作成していく。</p> <p>なお、上記の作業に係わらない部分については、補正書作成に着手。</p>                                                                                                                                             |

## 5. 今後の予定

7

これまでの調査・分析結果を踏まえ、N<sub>2</sub>ボンベの汚染の性状・メカニズムや評価対象核種の選定など検討しているが、現状ではさらに時間を要するおそれがある。このため、核種選定や測定・評価方法など当初の想定どおりのデータが得られる（先行電力と同様、D/C最大核種がCo-60であり、その濃度がクリアランスレベルの1/33以下であることを示せる）見通しがあるアキュムレータのみ補正申請（対象物：約1.2トンの減少）する予定。その場合、2024年上期を目途に補正申請できるよう準備を進めていく。

なお、今回申請対象から除外するN<sub>2</sub>ボンベについては、今後、更なる調査・検討を行い、クリアランス可能と判断できた場合は、別途申請する。

|      | 2022年度                                | 2023年度        | 2024年度                  |
|------|---------------------------------------|---------------|-------------------------|
| 当初計画 | 放射化計算<br>対象物取出し、表面汚染分布調査<br>サンプル採取・分析 | 模擬試験<br>補正書作成 | 補正                      |
| 見直し後 | A:放射化計算<br>B:対象物取出し、表面汚染分布調査          | C:サンプル採取・分析   | D:模擬試験<br>E:補正書作成<br>補正 |

## 6. 今後の進め方について

- 2022年5月の敦1審査会合での指摘事項(参考－5参照)を電力共通課題と捉え、現在、電力大で以下のような運用方法を検討中。
- 今後、詳細説明資料がまとまった段階で、本運用の詳細についてATENAよりご説明することを想定している。

### 【核種組成比の設定について】

- ・ プラントの全系統を対象に分析データを収集し、同じ核種組成比を用いることができる範囲をグルーピングして汚染区分として分類し、汚染区分ごとに核種組成比を設定
- ・ 放射化汚染は、放射化計算により各領域の核種組成比を算出
- ・ 二次的汚染と放射化汚染が混在する箇所は、二次的汚染の核種組成比と放射化汚染の核種組成比のうち、保守的な方を選択して評価(又は二次的な汚染と放射化汚染の合計値)
- ・ なお、Cs-137の算出に当たっては、プラント・系統毎にCs-137／Co-60のデータを設定する必要有り。

### 【汚染履歴が不明確な対象物の評価】

- ・ 発生系統がある程度明確なものは、グルーピングされた区分のうち該当する区分の核種組成比を適用
- ・ 発生系統が明確でないものは、グルーピングされた区分のうち、最も保守的な評価( $\Sigma D/C$ を高く評価)となる汚染区分に属するものとみなして、その核種組成比を適用

# <参考－１>当初申請の考え方

○ 2016年9月 敦賀発電所1号炉クリアランス認可申請書の「対象物を特定せず、プラント全体の運転中／解体廃棄物を対象とする考え方」について

- ・ クリアランスレベルを下回る機器として、おおよその選定は行っているが、その他にも除染や放射能の減衰によりクリアランスレベル以下になるものもある。
- ・ 測定・評価方法は設備・系統によらず同じとしていることから、あえて設備・系統を特定せず、管理区域から発生した資材を対象とし、測定・評価した結果クリアランスレベルを下回ったものは放射性廃棄物として扱う必要のない物と判断するという考え方を採用した。

(認可申請書より)

## 四 放射能濃度確認対象物の種類

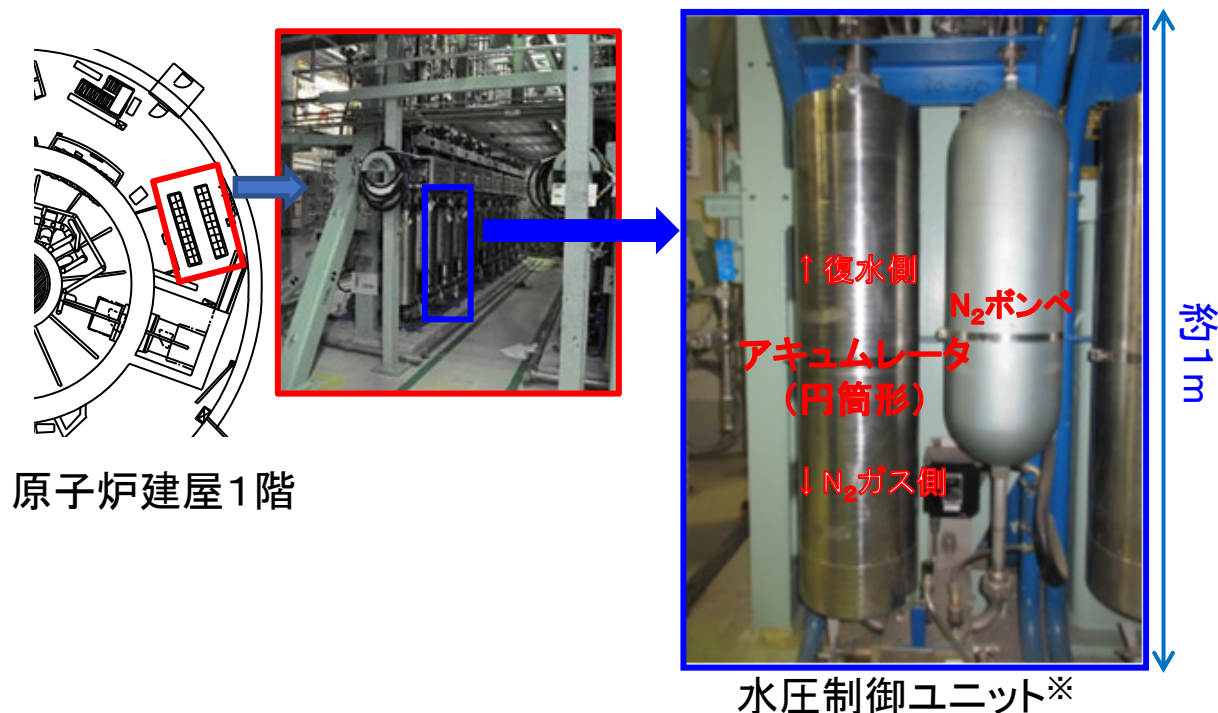
(略)

放射能濃度確認対象物は、1号原子炉施設の運転及び廃止措置の実施に伴って昭和55年度以降に放射性物質による汚染のおそれがある管理区域及び汚染のおそれのない管理区域から発生し、今後も発生する資材等であり、二次的な汚染がある金属くず及び二次的な汚染と放射化汚染の混在(以下「混在汚染」という。)がある金属くずである。

## <参考－２>対象物の状況について

10

- ・ HCUアキュムレータ及びN<sub>2</sub>ポンベ(各36個)



### ※水圧制御ユニット

制御棒を挿入・引拔を制御するための装置。制御棒(全73体)1体毎に設置している。

アキュムレータは原子炉緊急停止の際、窒素で加圧されたアキュムレータ内の水により、急速に制御棒を挿入する。

- ・ 対象物のうち、アキュムレータは昭和45年の運転開始後、第11回定期検査(昭和55年)及び第12回定期検査(昭和56年)にて取り替え(その後、運転停止まで使用継続)。
- ・ 対象物(全73体中36体)は平成30年度に解体・撤去を実施。切断しない状態で鉄箱に収納し、固体廃棄物貯蔵庫に保管。なお、解体工事にて除染作業は行っていない。
- ・ アキュムレータ内面は復水(復水脱塩装置出口水又は復水貯蔵タンク水)で汚染されている。
- ・ アキュムレータ外面は中性子による放射化の可能性はあるが、設置場所の中性子線量率は十分低く、無視できる程度と予測。
- ・ N<sub>2</sub>ポンベ外面から、燃料破損由来の炉水に起因するものと思われるCs-137による汚染が検出された。(10 cm×10 cm単位でGM管サーベイした結果、複数箇所に検出あり。現在、原因調査中)

# <参考－ 3 >対象物の保管場所等

11

| 作業エリア                                                   |                                |                             |                          |
|---------------------------------------------------------|--------------------------------|-----------------------------|--------------------------|
| 対象物取り出し                                                 | 表面汚染密度分布調査                     | サンプル採取                      | 分析                       |
| ① 固体廃棄物貯蔵庫<br>(鉄箱の搬出)<br>② 2号炉サービス建屋<br>(鉄箱からの対象物の取り出し) | ③ 1号炉廃棄物処理建屋<br>(切断, 表面汚染密度測定) | ③ 1号炉廃棄物処理建屋<br>(サンプルの切り出し) | ④ 2号炉原子炉補助建屋<br>(放射化学分析) |



(凡例)

- : 対象物取出しルート
- : 分析試料輸送ルート

アキュムレータ

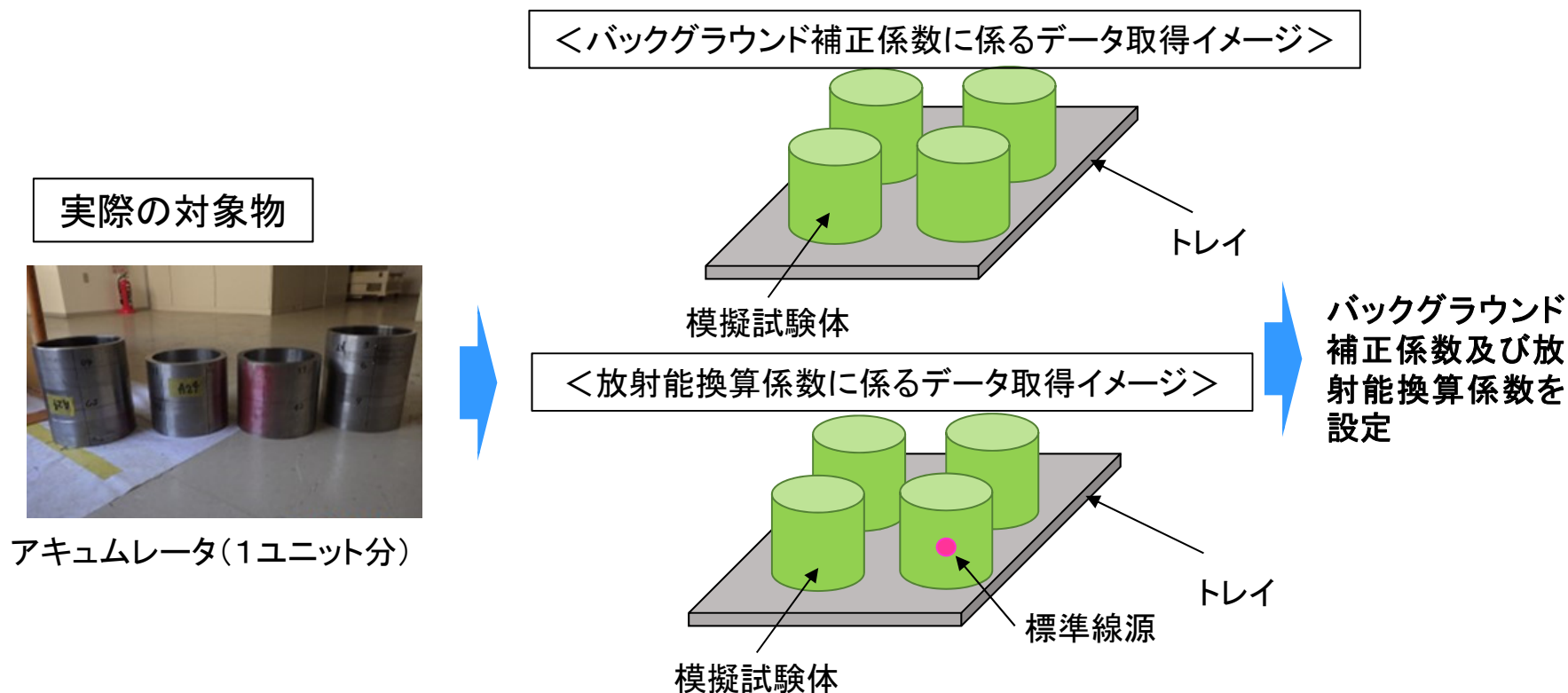


鉄箱収納状況(例)

## <参考－４> 模擬試験方法

12

- 現申請においては、測定の都度、レーザスキャンによる形状認識及びモンテカルロ計算によりバックグラウンド補正係数及び放射能換算係数を求めていたが、補正においてはこれらの機能を使用しない。(3ページ参照)
- 補正に当たっては対象物の形状が決まっていることから、事前に対象物を模擬した試験体及び標準線源を用いてバックグラウンド補正係数、放射能換算係数の設定に係るデータを取得する。



対象物の形状を考慮した模擬試験体を用いて、バックグラウンド補正係数及び放射能換算係数のデータを取得

# ＜参考－５＞敦１審査会合での指摘事項

- 電力大での検討状況を踏まえた敦１審査会合における指摘事項に対する現時点の回答方針は以下の通り。
- これらの回答の妥当性について、今回ご提示した内容の詳細を今後、ATENAよりご説明することを想定している。

|   | 敦１指摘事項(2022年5月24日)                                                                                                  | 回答方針                                                                                                                                                                                                                                      |
|---|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | そもそも核種組成はプラント全体で大きく異なることはないとあるが、この前提も相当数のサンプル分析結果から導き出す必要がまずあるのではないか。                                               | 全プラントのサンプル分析結果から、①プラント②系統による核種組成の分類可否を統計的な手法により評価・判断し、プラント内の汚染系統区分で分類が必要となるものはあるが、各汚染系統区分における核種組成はおおむね同様であることが確認できる可能性あり。                                                                                                                 |
| 2 | まず対象物が不明であるということで、どこで使用されたものか分からないということなので、そのサンプルを取ってもそのサンプルの適切性というものの判断が難しいので、幾らサンプルを積み上げてその妥当性を判断するということが困難ではないか。 | 使用履歴が明らかなものからサンプル採取・分析し、それを標本として系統ごとの核種組成比を設定する。測定対象物の履歴が不明確な場合であっても系統がわかる範囲でそれら汚染区分のうち保守的な評価となる汚染区分に属するものとみなして核種組成比を設定できる可能性あり。<br>(例：履歴が不明確なものについて、A、B、Cいずれかの汚染区分に属することまでわかっている場合は、A、B、Cそれぞれの核種組成比のうち保守的な評価となる汚染区分に属するものとみなして核種組成比を設定。) |
| 3 | 対象物が不明ということで、その使用環境等から、大きく汚染の程度が異なるということを論理的に説明するのがなかなか難しいのではないか。そうすると全数測定とかということをする必要があるのではないか。                    | No.2と同様、使用履歴が不明確なものも保守的な核種組成比を適用することで汚染の程度を評価することができる可能性あり。                                                                                                                                                                               |