

---

# 敦賀発電所 1号炉

## クリアランス申請の補正について

---

2022年4月7日  
日本原子力発電株式会社

本資料のうち、 は営業秘密又は防護上の観点から公開できません。

# ご説明内容

---

1. 経緯
2. サンプル分析方法変更の経緯とその内容
3. 対象物の選定
4. 対象物の汚染調査、評価対象核種選定手法
5. 当初申請との比較
6. 今後の進め方

# 1. 経緯

## 2021年10月以前

2016年9月の申請後の審査においていただいたコメント及び審査基準の制定を踏まえ、測定の不確かさを考慮した放射能濃度の測定・評価方法等について検討し、補正書案を作成した。

## 2021年

- ・ 10月上旬：原子力規制庁殿に補正申請をすることをご連絡させていただいた。原子力規制庁殿から電事連に対し、認可実績のある先行電力殿に敦賀発電所1号炉の補正内容をレビューするよう依頼があった。
- ・ 10月中旬：電事連レビュー（1回目）で放射能濃度確認対象物の記載の充実等のコメントを受け、補正書の内容を一部修正。
- ・ 11月上旬：原子力規制庁殿と面談を実施し、電事連レビューを踏まえた修正内容について再度レビューしてもらうよう原子力規制庁殿から依頼があった。
- ・ 11月中旬：電事連レビュー（2回目）において放射能濃度確認対象物自体の代表データの充足性について以下のようなコメントをいただき、放射能濃度確認対象物の再選定並びに汚染調査及び評価対象核種選定方法の検討に着手。
  - 放射能濃度確認対象物の核種組成の均一性について、「プラント全体で核種組成が同じであるから放射能濃度確認対象物の核種組成は同じ」という定性的なロジックによる結論ありきではなく、対象物自体のデータを示し、そこから導かれる結論として汚染の状況を説明すること。

## 2022年

- ・ 2月下旬：対象物の汚染調査及び評価対象核種選定方法について、電事連レビュー（3回目）において、これまでのレビュー（1、2回目）でコメントいただいた放射能濃度確認対象物自体の代表データの充足性等の考え方が反映されているか確認いただき、異論はなかった。

## 2. サンプル分析方法変更の経緯とその内容

### 経緯

#### 原子力規制庁殿指示

「補正申請書の作成に当たっては、クリアランス認可申請書の標準記載要領を作成した電気事業連合会や認可実績のある電力殿のレビューを受けるなどし、不備のない申請内容となるように努めること。」



- ・ ご指示を受け、電事連レビューにて補正書案を確認いただいた。
- ・ 電事連レビューの結果から、認可実績のある先行電力殿と同様の手法で対応することとした。

### サンプル分析方法の変更内容

#### 既申請の方法

- 核種組成はプラント全体で大きく異なることはなく、同様の傾向を示すことからプラントの主要な系統から可能な範囲でサンプルを採取し分析することで汚染の状況を説明



#### 先行認可電力殿の手法

- 対象物毎の放射化計算、表面汚染サーベイ、サンプル分析で汚染の状況を説明

### 3. 対象物の選定 (1/2)

#### 対象物の選定

| 要求事項            | 選定条件                   |
|-----------------|------------------------|
| 対象物自体のデータを示せること | 工事件名や保管状況から対象物が特定できるもの |
| 汚染の状況が説明できること   | 汚染源や汚染形態が特定できるもの       |



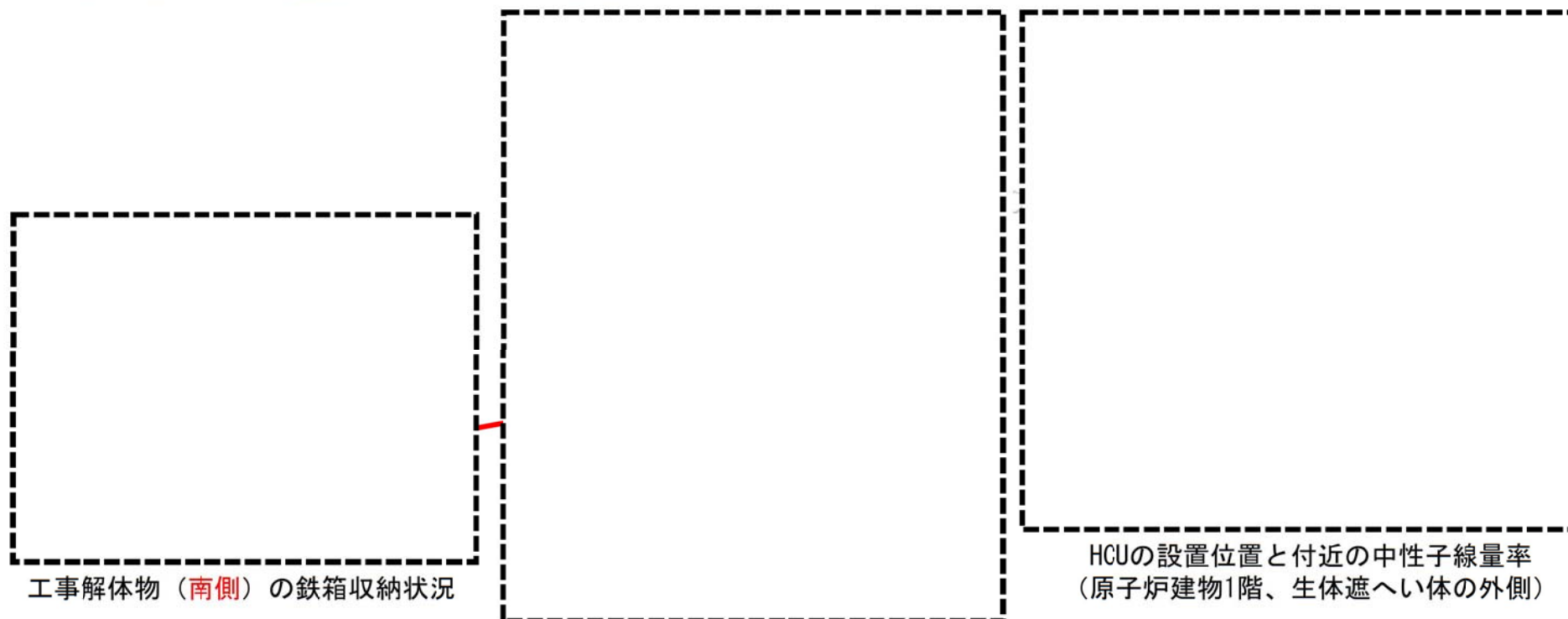
対象物の候補として、対象物自体のデータを示すことができ、汚染の状況が説明できるHCU（水圧制御ユニット）アキュムレータ及びN<sub>2</sub>ポンベを中部電力殿の認可実績（浜岡4号／5号の低圧タービンロータ）の手法に沿って、汚染調査・評価対象核種選定手法を検討した。

| HCUアキュムレータ及びN <sub>2</sub> ポンベ |  |
|--------------------------------|--|
| 解体工事件名                         | 原子炉建屋1階南側エリア解体工事（2018年実施）  |
| 保管状況                           | 当該工事解体物とともに、本体ユニットは切断されずに鉄箱に収納し、固体廃棄物貯蔵庫に保管中（36ユニット/56箱）           |
| 汚染源                            | 放射化汚染：原子炉からの中性子の直接線又はストリーミング線<br>二次的な汚染：アキュムレータ内面に接するCST（復水貯蔵タンク）水 |

### 3. 対象物の選定 (2/2)

#### HCU (水圧制御ユニット) アキュムレータ及びN<sub>2</sub>ポンベの状態 (南側)

(各36個、合計重量：約5トン (推定))



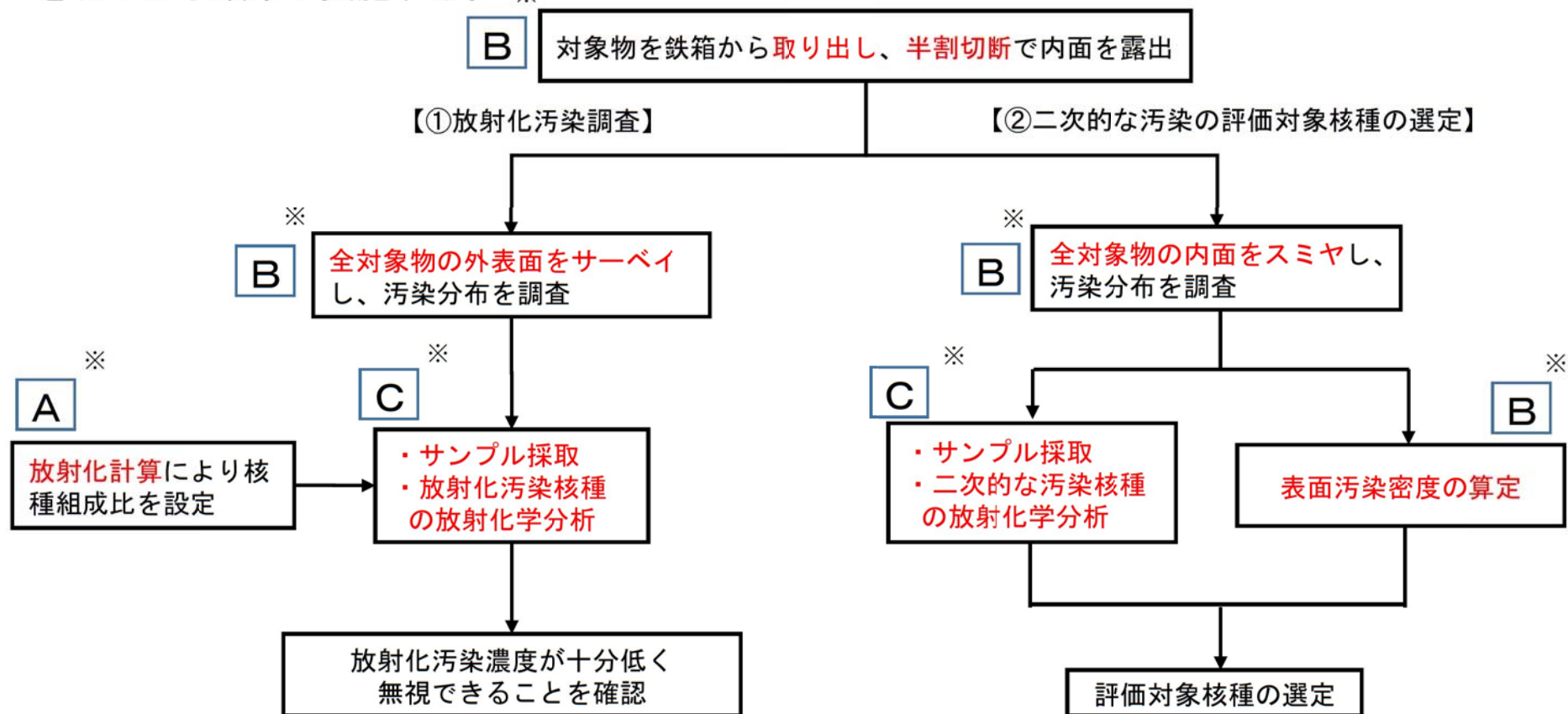
- HCUアキュムレータ及びN<sub>2</sub>ポンベは切断されていない状態で鉄箱に収納され、**固体廃棄物貯蔵庫に保管中**
- 内面はCST水で汚染されている。
- 中性子により放射化されるHCU (南側) は、設置場所の中性子線量率は十分低く、無視できる程度と予測
- HCU (北側) は付近の機器ハッチからくる中性子線量率の実測値が高く、この影響を評価するには新たな計算技術を確認する必要があり期間を要するため、対象物としない。

# 4. 対象物の汚染調査、評価対象核種選定手法 (1/5)

先行電力殿の手法を参考に、対象物（HCUアキュムレータ及びN<sub>2</sub>ボンベ）について

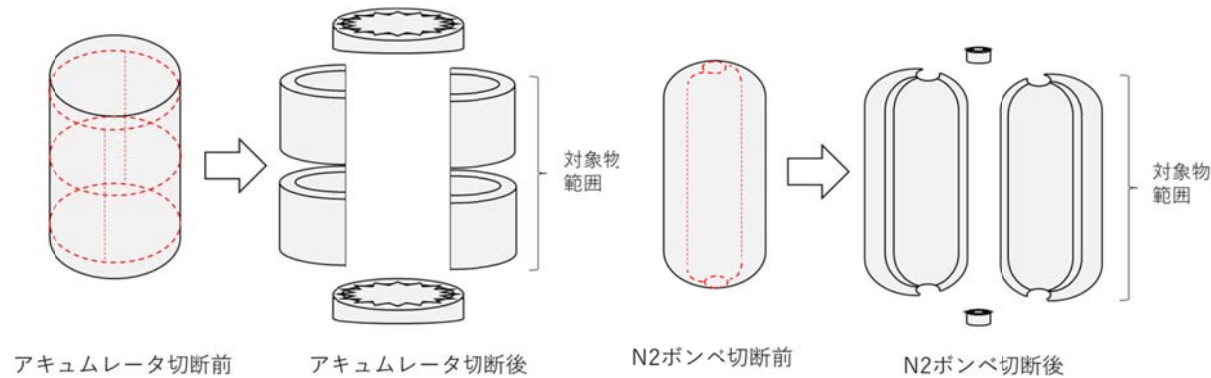
- ①放射化汚染調査（放射化汚染は十分低く無視できることを確認するため。）
- ②二次的な汚染の評価対象核種の選定

を以下の手順案で実施する。 ※

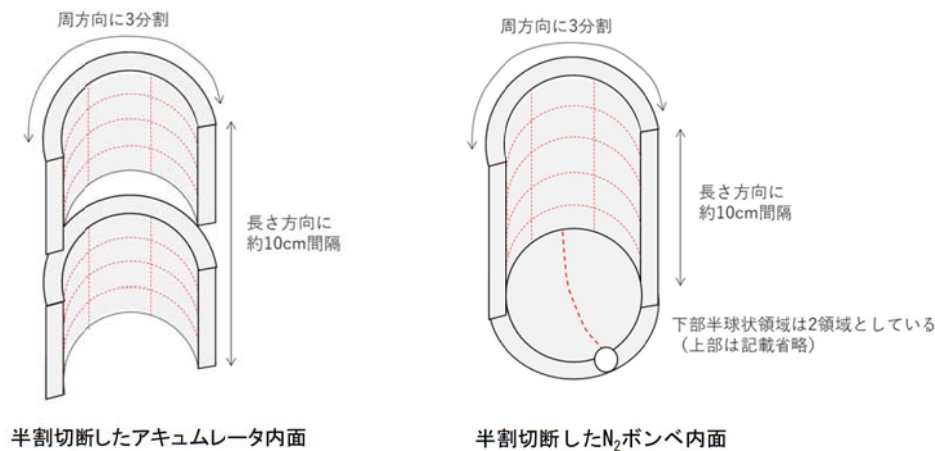


※工程案（12頁）の実施項目との関連付けを示す。

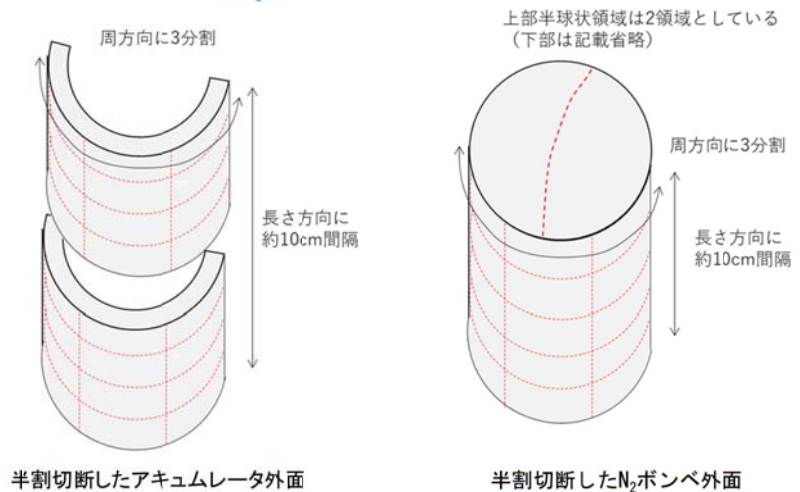
# 4. 対象物の汚染調査、評価対象核種選定手法 (2/5)



## 対象物の切断イメージ



## 内面の汚染密度測定 (スミヤ法) イメージ



## 外表面の汚染密度測定 (直接法) イメージ



# 4. 対象物の汚染調査、評価対象核種選定手法 (3/5)

## 汚染の状況

先行電力殿の手法を参考に、HCU（南側）を対象物とした場合の汚染の状況について以下のとおり整理した。

| 説明内容   |  | 敦賀発電所 1号炉  | 浜岡原子力発電所（4号炉ベース、一部5号炉から引用）   |
|--------|--|--|--|
| 前提条件   | 対象物  | ・ HCUアキュムレータ、N <sub>2</sub> ポンペ（南側）（合計約5t）                               | ・ 低圧タービンロータ（車軸、翼）（約334t）   |
|        | 汚染形態   | ・ 放射化汚染と二次的な汚染の混在  | ・ 放射化汚染と二次的な汚染の混在  |
| 放射化汚染  | 汚染源  | ・ <b>原子炉からの中性子の直接線</b>   | ・ 主蒸気中のN-17のβ崩壊に伴う中性子線   |
|        | 汚染状況   | ・ 廃止措置計画書の <b>2次元中性子束分布解析結果で放射化計算し主要核種を決定（Co-60想定）</b>                   | ・ 実測やデータベースなどを基に放射化計算（5号）<br>…①対象物の元素組成②核種組成比③汚染の分布                            |
|        |  | ・ 対象物 <b>外表面の全数サーベイ</b> から最も汚染の高い箇所を特定し、代表箇所とする                          | ・ 計算結果から最も汚染の高い箇所（主蒸気入口付近）を特定し（5号）、代表箇所とする                                     |
|        | 評価対象核種   | ・ 代表箇所から試料採取（ <b>数点程度※×2種類</b> ）、放射化学分析<br>主要核種等（H-3、Co-60、Cs-134）を分析    | ・ 代表箇所から試料採取（4号1点、5号1点）、放射化学分析（Co-60）  |
| 評価対象核種 | ・ 主要核種が <b>D/Cの1%未満のため放射化汚染を無視できるものと想定</b>                 | ・ Co-60は検出限界（10 <sup>-4</sup> Bq/gオーダー）未満で、これはD/Cの1%未満のため放射化汚染を無視        |  |
| 二次的な汚染 | 汚染源  | ・ <b>CST水（系統水中のCP、FPがCST水に移行）</b>  | ・ 原子炉水（主蒸気中のCP、FP（CPが主））   |
|        | 汚染状況   | ・ <b>①対象物の分析結果（13核種）②CST水の分析結果（γ核種）</b>                                  | ・ CP中ではCo-60が主要核種…①材料組成②炉水の分析結果（11核種）③対象物の分析結果（6核種）④5号の例（汚染源の元素組成、核種組成比を放射化計算） |
|        |  | ・ 対象物 <b>内面の全数サーベイ</b> から代表箇所を特定   | ・ 表面サーベイ（5号の例も引用）から代表箇所（主蒸気入口付近）を特定  |
|        | 評価対象核種   | ・ 代表箇所から試料採取（ <b>数点程度※×2種類</b> ）、放射化学分析（13核種） →主要核種を決定（ <b>Co-60想定</b> ） | ・ 代表箇所から試料採取（4号3点、5号4点）、放射化学分析（6核種）  |
| 評価対象核種 | ・ サーベイ結果から <b>Co-60のD/Cが1/33以下のため、測定の評価対象核種はCo-60のみと想定</b> | ・ サーベイ結果からCo-60のD/Cが1/33以下のため、測定の評価対象核種はCo-60のみ                          |  |

➤ 申請書の汚染の状況について電事連のレビューを受け、異論はなかった。

※分析点数はサーベイ結果から判断する。

# 4. 対象物の汚染調査、評価対象核種選定手法 (4/5)

二次的な汚染核種の放射化学分析に当たっては、規則※<sup>1</sup>の第1欄の放射性物質のうち、審査基準※<sup>2</sup>の別記第1号に掲げられている33種類の放射性物質から、以下の手順案（大飯発電所殿と同様な手法）で対象核種を選定し、**13核種**について放射化学分析を行う。

規則の第1欄の放射性物質のうち、審査基準の別記第1号に掲げられている33種類の放射性物質

|         |        |        |        |         |         |        |
|---------|--------|--------|--------|---------|---------|--------|
| H-3     | C-14   | Cl-36  | Ca-41  | Sc-46   | Mn-54   | Fe-55  |
| Fe-59   | Co-58  | Co-60  | Ni-59  | Ni-63   | Zn-65   | Sr-90  |
| Nb-94   | Nb-95  | Tc-99  | Ru-106 | Ag-108m | Ag-110m | Sb-124 |
| Te-123m | I-129  | Cs-134 | Cs-137 | Ba-133  | Eu-152  | Eu-154 |
| Tb-160  | Ta-182 | Pu-239 | Pu-241 | Am-241  |         |        |

半減期が1年以下の放射性物質を除外

|       |       |        |        |         |        |        |
|-------|-------|--------|--------|---------|--------|--------|
| H-3   | C-14  | Cl-36  | Ca-41  |         |        | Fe-55  |
|       |       | Co-60  | Ni-59  | Ni-63   |        | Sr-90  |
| Nb-94 |       | Tc-99  |        | Ag-108m |        |        |
|       | I-129 | Cs-134 | Cs-137 | Ba-133  | Eu-152 | Eu-154 |
|       |       | Pu-239 | Pu-241 | Am-241  |        |        |

コンクリート等の放射化により生成する放射性物質を除外

|       |       |        |        |        |  |       |
|-------|-------|--------|--------|--------|--|-------|
| H-3   | C-14  | Cl-36  |        |        |  | Fe-55 |
|       |       | Co-60  | Ni-59  | Ni-63  |  | Sr-90 |
| Nb-94 |       | Tc-99  |        |        |  |       |
|       | I-129 | Cs-134 | Cs-137 |        |  |       |
|       |       | Pu-239 | Pu-241 | Am-241 |  |       |

吸収断面積等から十分に小さいといえる放射性物質を除外

|       |       |        |        |        |  |       |
|-------|-------|--------|--------|--------|--|-------|
| H-3   | C-14  | Cl-36  |        |        |  |       |
|       |       | Co-60  | Ni-59  | Ni-63  |  | Sr-90 |
| Nb-94 |       | Tc-99  |        |        |  |       |
|       | I-129 | Cs-134 | Cs-137 |        |  |       |
|       |       | Pu-239 | Pu-241 | Am-241 |  |       |

※1：工場等において用いた資材その他の物に含まれる放射性物質の放射能濃度が放射線による障害の防止のための措置を必要としないものであることの確認等に関する規則（令和二年原子力規制委員会規則第十六号）

※2：放射能濃度についての確認を受けようとする物に含まれる放射性物質の放射能濃度の測定及び評価の方法に係る審査基準（令和3年9月29日 原規規発第2109292号 原子力規制委員会決定）



**13核種**

注) α核種 (Pu-239、Pu-241、Am-241) は、全αとして分析する。

## 4. 対象物の汚染調査、評価対象核種選定手法 (5/5)

放射化汚染への寄与が大きい核種を選定するための放射化計算に使用する元素組成の妥当性を確認するため、以下の手順案（浜岡原子力発電所殿と同様な手法）で規則33核種の親元素をスクリーニングする。この過程で選定された核種（H-3、Co-60、Cs-134 等※）について放射化学分析を行う。

①：天然に存在しないもの及び製造過程で揮発する希ガスを除外する。

②：親元素（100%存在比）毎で炉心からの中性子による放射化計算を行い、規則33核種を生成しない元素を除外する。放射化計算の条件は、申請対象物の使用履歴とする。

③：②の結果に対し、それぞれの親元素から生成した規則33核種の $\Sigma D/C$ が0.01未満の親元素を除外する。

④：③で選定した親元素からの主要な生成核種※を放射化学分析し、寄与の小さい核種の親元素を除外する。

放射化汚染の評価に重要な親元素を選定

※④で選定した核種のうち前頁で選定した13核種に相当するものを選定

## 5. 当初申請との比較

|                         | 当初申請 (2016. 9. 13)  | 補正案  |
|-------------------------|---|--|
| 評価に用いる放射性物質の選定手順        | 計算評価結果による放射性物質の選定   | 分析値による放射性物質の選定<br>(今後の調査結果から選定)                |
| 放射能濃度確認対象物の推定重量         | 発電所の管理区域全体から発生する金属くず(二次的な汚染、放射化汚染のいずれも含む)<br>(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。)) | HCUアキュムレータ及びN <sub>2</sub> ボンベ<br>(推定重量: 約5トン) |
| 放射能濃度の評価単位の重量           | 100kg以内   | 10トン以内   |
| 放射能濃度換算係数等の設定           | モンテカルロ計算により得られる検出効率等を基に設定   | 今後実施する模擬試験を基に設定                                |
| クリアランスの判断における不確かさの考慮の方法 | 不確かさが一定の許容範囲であることを確認した上で測定・評価値で判断   | 測定・放射能濃度決定値に不確かさを加えた値で判断                       |

注) その他、対象物の変更に伴う記載の変更の可能性あり

## 6. 今後の進め方

- ・ 先行電力殿と同様の手法で対応するため、対象物の表面汚染分布調査、サンプル分析等を行う。
- ・ 放射線測定装置の放射能換算係数等取得のため模擬試験を行う。
- ・ 取得データを基に補正書を作成し、2023年度中を目標に補正申請を実施する。

### 工程（案）

