別紙-1

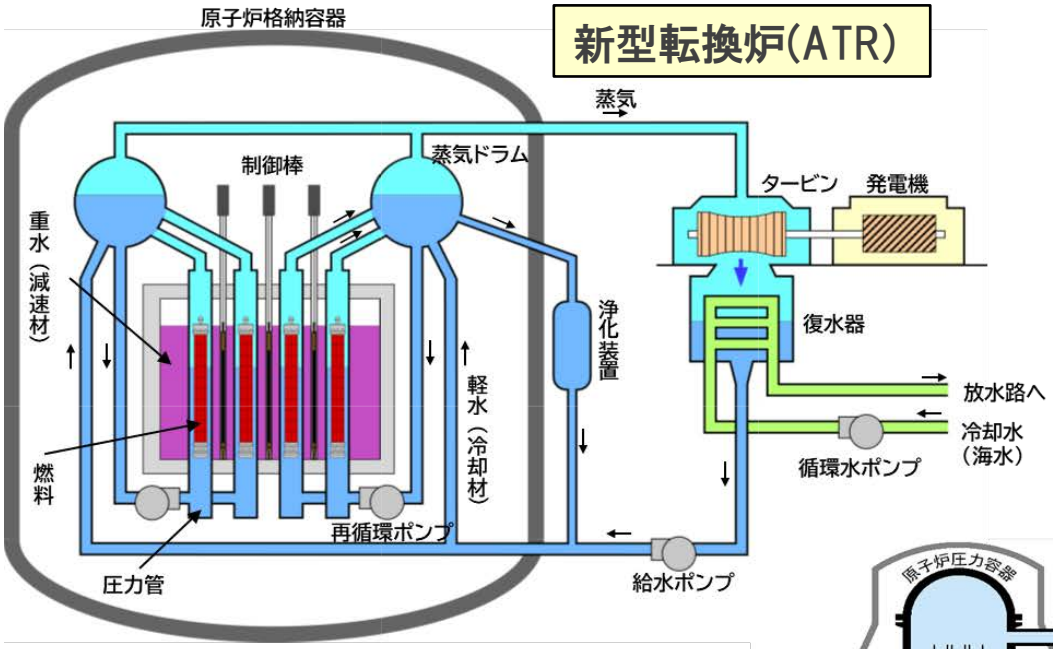
ふげん第2回クリアランス認可申請書の記載概要

2026年6月1日

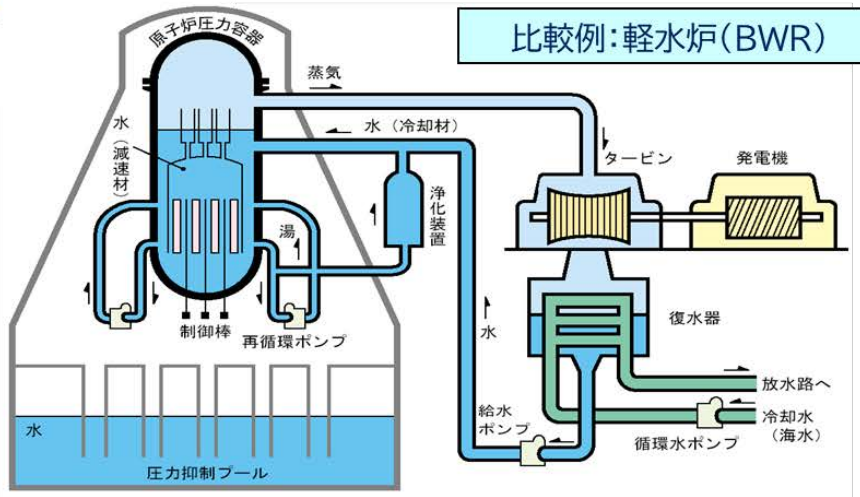
国立研究開発法人日本原子力研究開発機構
新型転換炉原型炉ふげん

0. ふげんの概要

ふげん(ATR)と軽水炉(BWR)の違い



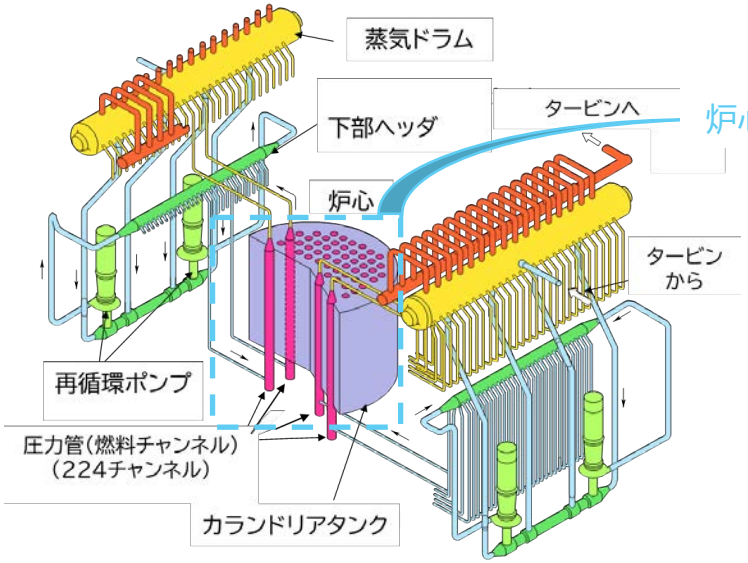
	炉容器の型	減速材	冷却材
ふげん	圧力管型	重水	軽水
軽水炉	圧力容器型	軽水	軽水



【ふげん原子炉の特徴】

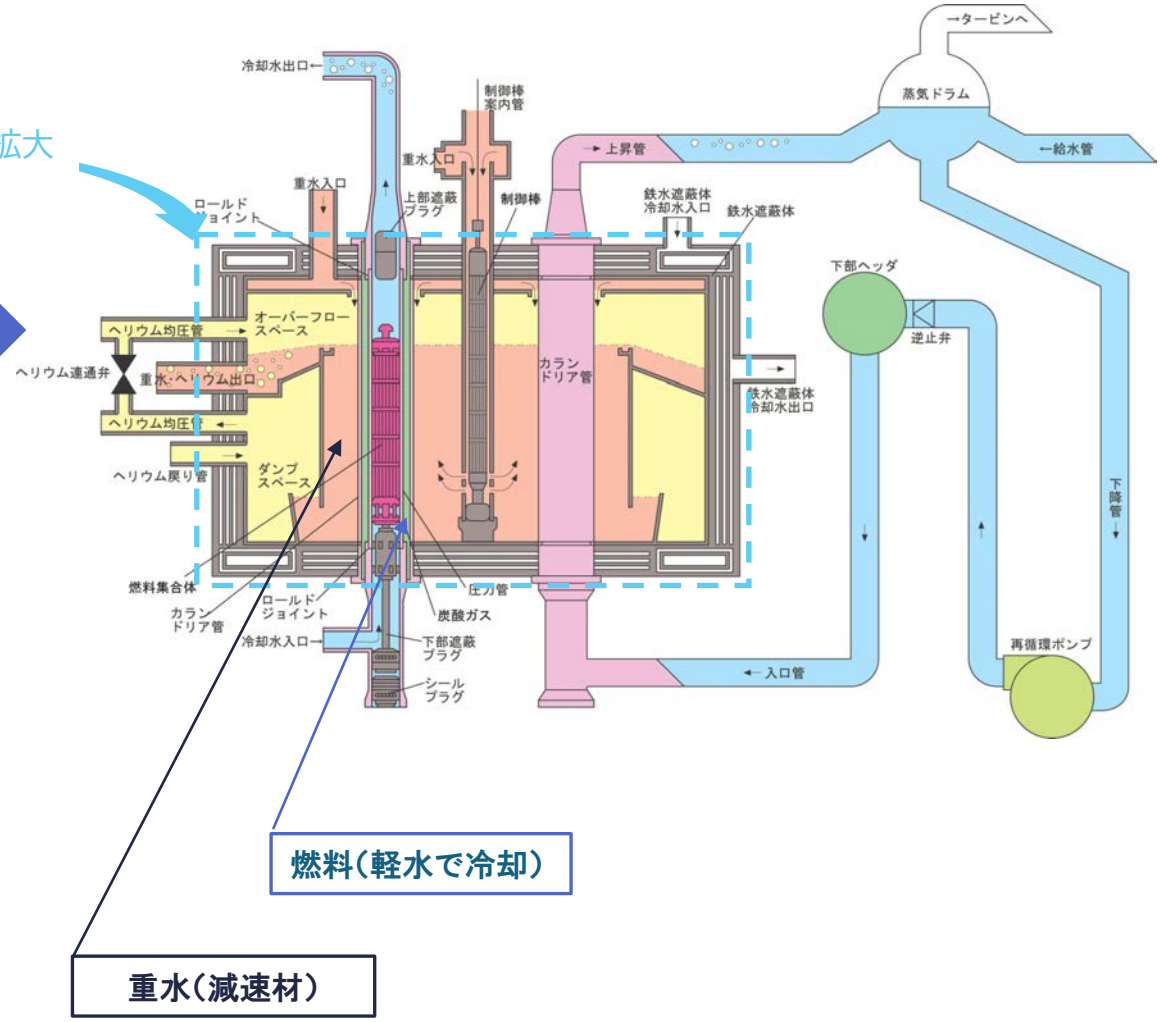
- 減速材に中性子の吸収の少ない重水を使用
- 圧力管型の原子炉
- 濃縮度の低いウラン燃料やプルトニウム(MOX)燃料を燃焼させ，核燃料資源を効率的に利用

0. ふげんの炉心構造



炉心部を拡大

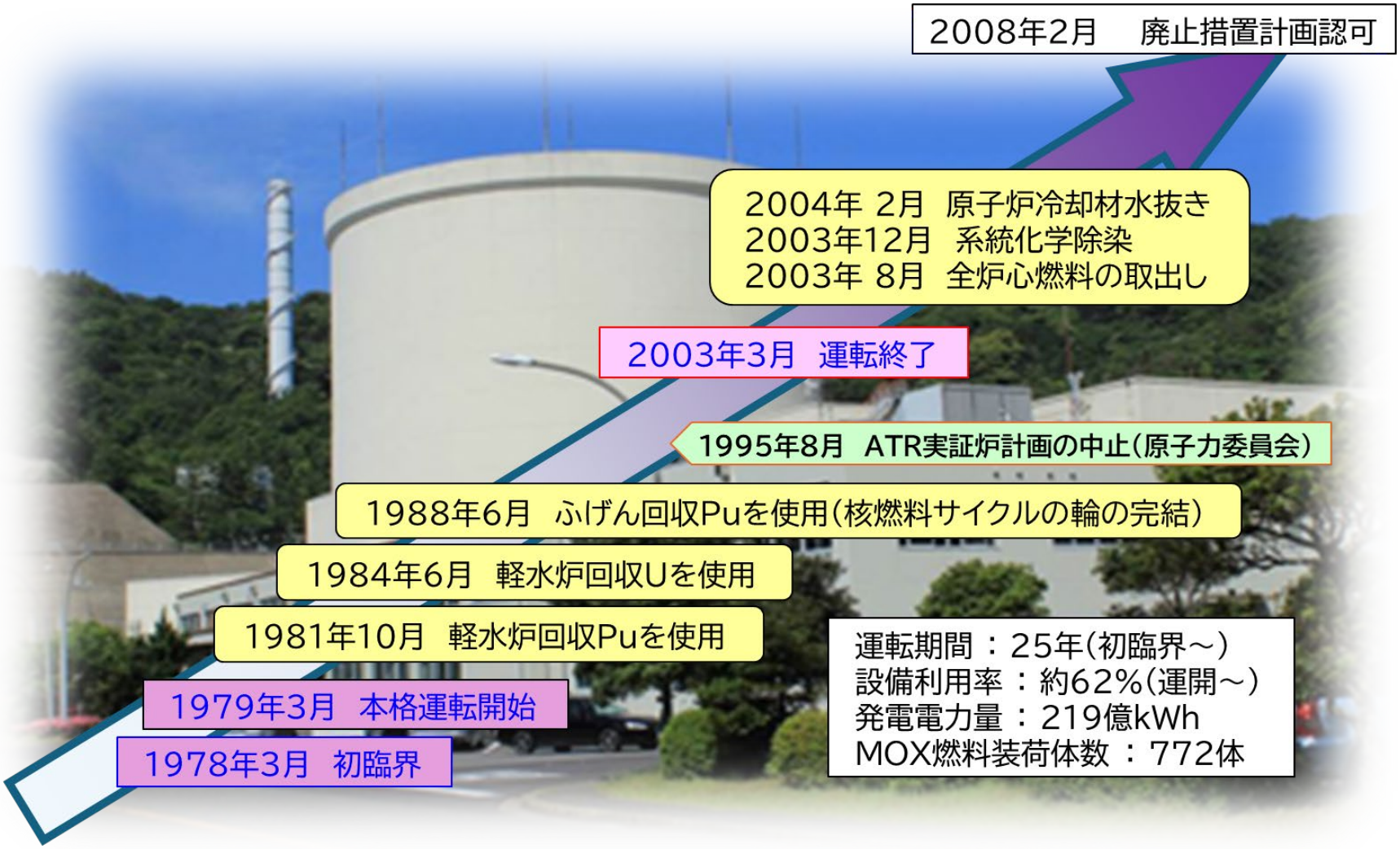
炉心部を中心とした断面図



【廃止措置で考慮が必要な炉心部の特徴】

- ◆ 25年間の運転で放射化
  - →放射線量が高い
- ◆ 一部にジルコニウム合金を使用
  - →切断時の発火性
- ◆ 圧力管部は，二重管構造等多様な配置
  - →切断工法に工夫が必要

0. ふげんのこれまでの経緯



0. ふげん第1回クリアランス認可申請の概要

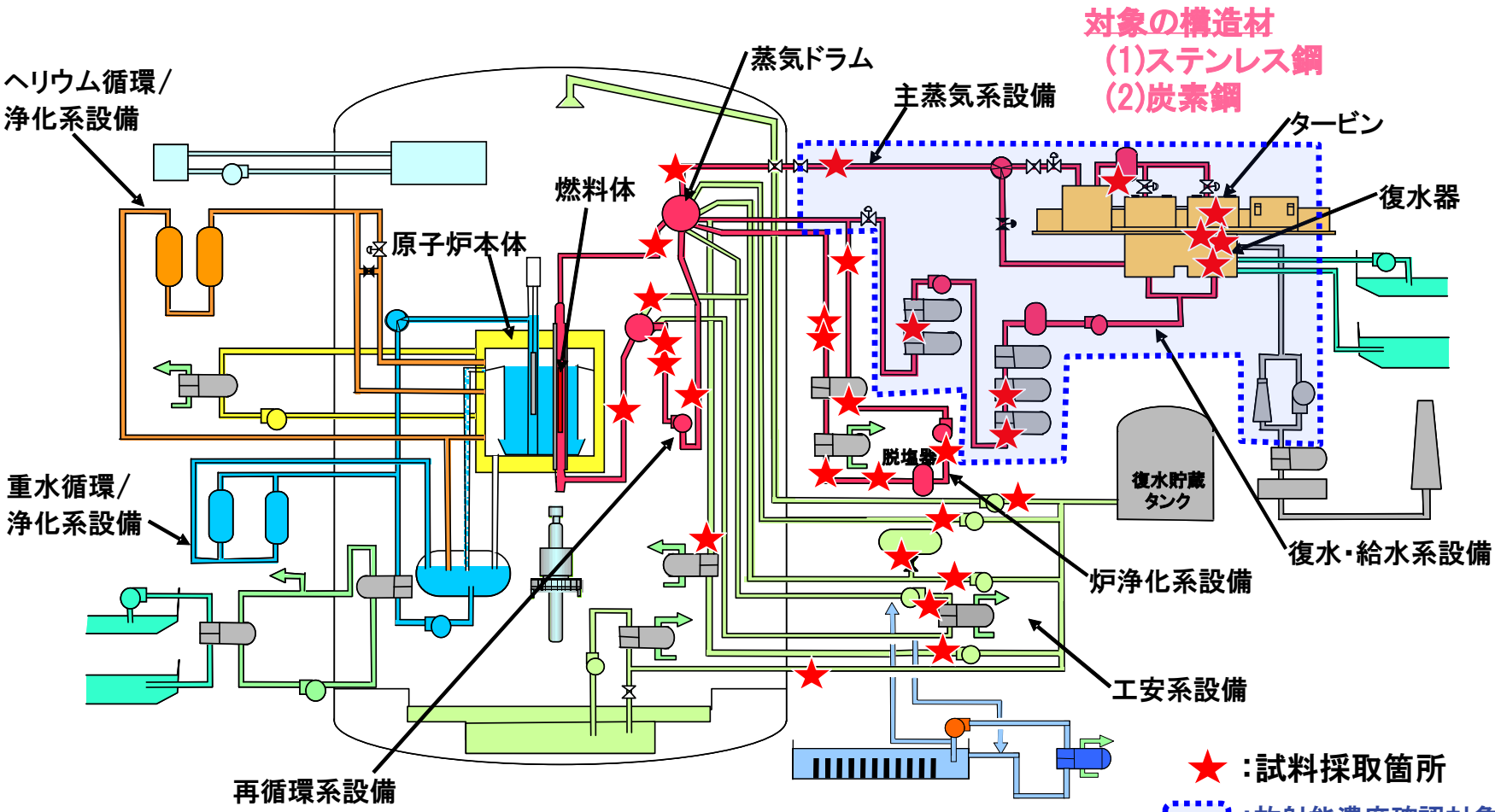
1. 放射能濃度確認対象物

- 廃止措置に伴い発生する解体撤去物のうちの金属くず　約1,100トン
- ただし，タービン建屋（管理区域）に設置された主蒸気系，タービン，復水器，タービン・バイパス系，給水系（以下，まとめて「タービン系」という）の設備・機器等の一部で，単純形状のもの。
- 汚染の状況は，二次的な汚染，放射化汚染である。

2. 放射能濃度確認対象物が生じる施設

- ふげんは昭和53年3月20日に初臨界に到達以降，平成15年3月29日までの運転実績を有している。
- 運転中において，燃料破損は発生していない。
- 放射能濃度確認対象物が発生する領域は，汚染のおそれのある管理区域内であり，原子炉冷却材による二次的な汚染を考慮する必要がある。
- 建屋及び設備の構造上，タービン系には原子炉本体から発生する中性子の影響は少なく，炉心部でO-17が放射化して生成され主蒸気中に僅かに存在するN-17のβ崩壊に伴う中性子が支配的であり，これらによる放射化汚染も考慮する必要がある。

0. ふげん第1回クリアランス認可申請の概要



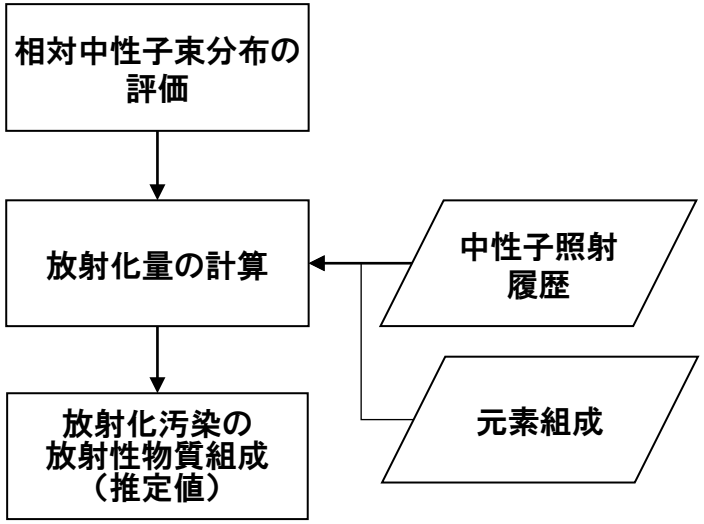
「ふげん」の概略系統図

0. ふげん第1回クリアランス認可申請の概要

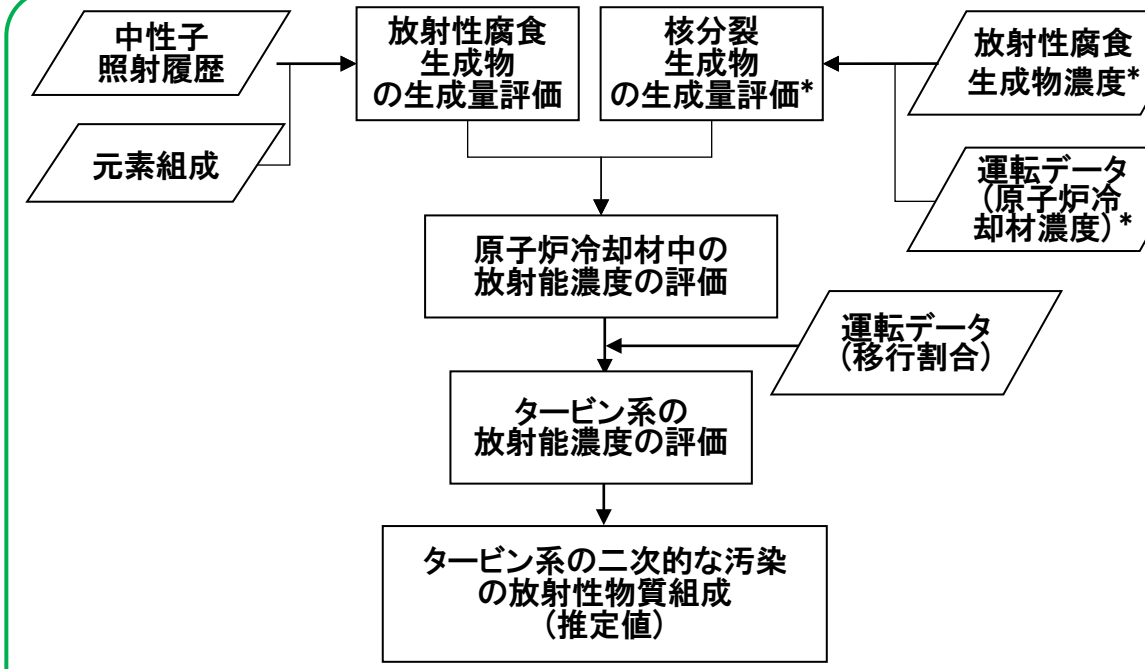
3. 評価対象核種の選定

- 計算や測定により，対象物の推定放射能量（放射化汚染，二次的な汚染）を算定
- 「重要10核種※のD/Cの総和」/「33核種のD/Cの総和」が90%以上になることを確認
  →重要10核種を評価対象核種として選定

※H-3,Mn-54,Co-60,Sr-90,Cs-134,Cs-137,Eu-152,Eu-154,Pu-239,Am-241の10核種



【放射化汚染の評価方法】



*燃料体表面に製造時に付着した核燃料物質に由来する核分裂生成物生成量を放射性腐食生成物濃度に運転データを考慮した補正を行うことで算出

【二次的な汚染の評価方法】

0. ふげん第1回クリアランス認可申請の概要

4. 測定単位及び評価単位

- 測定単位は，放射能濃度確認対象物をトレイ型専用測定装置のトレイに載せ，重量30～100 kgの範囲内とする。
- 評価単位は，上記の複数の測定単位を容器に集荷して1トン以内とする。

5. 放射能濃度の決定方法及び放射線測定装置

- 専用測定装置とサンプルの核種分析結果等に基づいて放射能濃度を決定

<table>
<tr><th>放射性物質
の種類</th><th>二次的な汚染</th><th>放射化汚染</th></tr>
<tr><td>Co-60</td><td colspan="2">専用測定装置を用いて放射能濃度を決定
（専用測定装置では，二次的な汚染，放射化汚染を区別することなく測定）</td></tr>
<tr><td>Mn-54</td><td>Co-60の放射能濃度に核種分析データに基づく核種組成比を乗じて放射能濃度を決定</td><td rowspan="2">Co-60の放射能濃度に評価対象核種ごとの放射化計算の放射性物質組成に基づく核種組成比を乗じて放射能濃度を決定</td></tr>
<tr><td>H-3，Sr-90，
Cs-134，Cs-137，
Eu-152，Eu-154，
Pu-239，Am-241</td><td>評価対象核種ごとの核種分析データに基づく平均放射能濃度を用いて放射能濃度を決定</td></tr>
</table>



専用測定装置

0. ふげん第1回クリアランス認可申請の概要

6. 品質保証

- 保安規定及び品質マネジメント計画並びにこれに基づく下部規程において具体的な運用の手順を定めて実施
  - 責任の明確化
  - 教育・訓練
  - 業務の実施
  - 放射線測定装置の管理
  - 保管場所の管理
  - 評価及び改善

続く第2回クリアランス認可申請では，高経年化する専用測定装置への対策及び合理的な測定方法によるクリアランス処理の加速化を目指して，汎用測定装置を用いた代表サンプリング測定方法を採用

ふげん第2回クリアランス認可申請書の構成

本文	添付書類
一　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	一　放射能濃度確認対象物が生ずる施設に関すること。
二　放射能濃度確認対象物が生ずる工場等の名称及び所在地	
三　放射能濃度確認対象物が生ずる施設の名称	
四　放射能濃度確認対象物の種類，発生及び汚染の状況並びに推定される総重量	二　放射能濃度確認対象物の種類，発生状況，汚染の状況及び推定される総重量に関すること。
五　評価に用いる放射性物質の種類	三　評価に用いる放射性物質の選択に関すること。
六　評価単位	四　評価単位に関すること。
七　放射能濃度の決定を行う方法	五　放射能濃度の決定を行う方法に関すること。
八　放射線測定装置の種類及び測定条件	六　放射線測定装置の選択及び測定条件の設定に関すること。
九　放射能濃度確認対象物の保管場所及び保管方法	七　放射能濃度確認対象物の保管場所及び保管方法に関すること。
十　放射能濃度の測定及び評価に係る品質マネジメントシステム	八　放射能濃度の測定及び評価に係る品質マネジメントシステムに関すること。
	九　前各号に掲げる事項のほか，原子力規制委員会が必要と認める事項

法　　：核原料物質，核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律
規則　　：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
審査基準：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

1. 放射能濃度確認対象物が生じる施設

- クリアランス申請を行う者及び放射能濃度確認対象物が生じる施設について記載。
- 第1回認可申請と同様の記載。

本文1,2,3

- 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
- 放射能濃度確認対象物が生ずる工場等の名称及び所在地
- 放射能濃度確認対象物が生ずる施設の名称

添付書類1

- 施設の概要，の型式，出力，燃料破損の有無
- 施設の系統・構造，使用履歴等
- 施設の主要な系統や汚染源，管理区域等を示す平面図，系統図

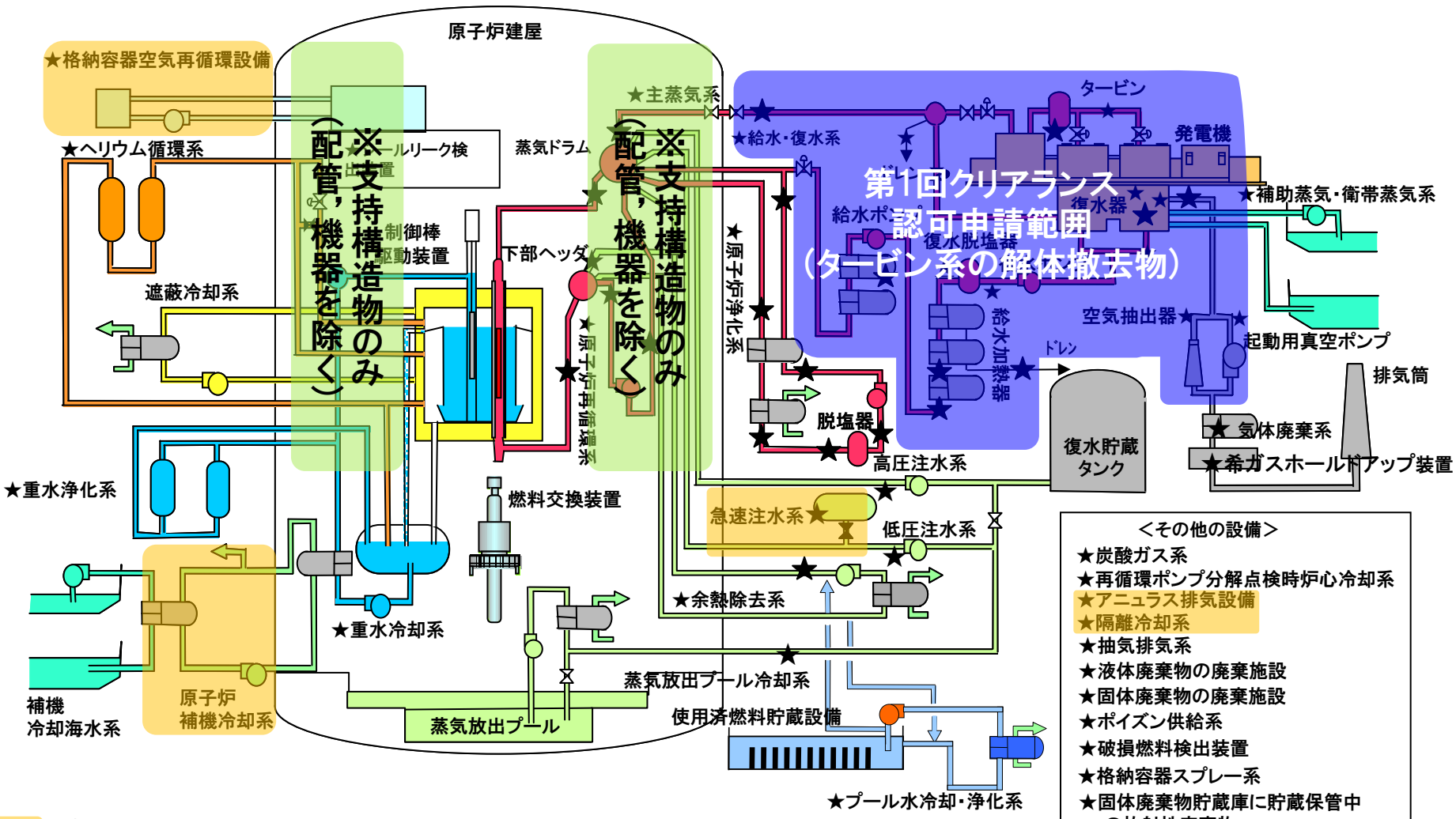
2. 放射能濃度確認対象物の種類，発生状況，汚染の状況及び推定される総重量

- 評価に用いる放射性物質の選定や放射能濃度の決定方法を設定する際の前提条件となる放射能濃度確認対象物に関する情報を説明。
- 第1回認可申請の記載をベースとし，新たな対象物について追記。

- 放射能濃度確認対象物
  - ① 原子炉補助建屋の原子炉冷却系関連機器類
  - ② 原子炉建屋内の支持構造物*
  - ③ タービン系の解体撤去物（第1回認可対象物のうち，確認申請が完了していないもの）
    - 1100トンのうち722トン確認済み。残りの378トンを今回の対象物に含めるが，第1回認可申請に基づく作業を継続しており，第1回認可申請に基づく国の確認を受けることがある。
  - ①，②，③はそれぞれ分別管理を行う。
  - 表面汚染密度測定が容易に実施できない形状のもの，中性子影響が比較的大きい原子炉領域の直上直下及び建屋地下階のものを除く。
  - これらは基本的に除染することを考慮して，放射能濃度がCLレベルを満足すると想定される。解体撤去時点で廃止措置計画書のL3又はNRに区分される。

*支持構造物：原子炉冷却材に接液していないサポート，架台，梁，ケーシング等

補足 放射能濃度確認対象物の範囲



①原子炉補助建屋の原子炉冷却系関連機器類
②原子炉建屋内の支持構造物
③タービン系の解体撤去物（第1回認可の対象物のうち確認申請が完了していないもの，タービン本体は含まない。）

2. 放射能濃度確認対象物の種類，発生状況，汚染の状況及び推定される総重量

- 発生状況
  - 解体撤去物は帳票を作成して識別し，異物混入防止措置及び追加汚染防止措置を講じて指定の保管場所に保管する。
  - 必要に応じて熱的切断工法や機械的切断工法による切断を行うが，汚染部位を熱的切断した際に付着したスラグやドロスは機械的工法等により除去する。
- 材質
  - 主要材質が炭素鋼及びステンレス鋼である金属くず
- 汚染の状況
  - ①原子炉補助建屋の原子炉冷却系関連機器類
    - 放射化汚染：考慮不要。(運転中の中性子測定値が全て1μSv/h未満であり，旧NISA文書*にて放射化の影響を考慮する必要がないとされる中性子線量当量率6.25μSv/h未満となる)

      *原子力発電所から発生する非放射性廃棄物(放射性廃棄物に該当しない廃棄物)の判別方法に関するガイドライン(平成17･07･19原院第3号，平成17年8月12日)

    - 二次的な汚染：一部の設備は有り。炉心で放射化した原子炉冷却材中の放射性腐食生成物(CP)や核分裂生成物(FP)が機器に付着。
      - 運転中に原子炉冷却材との接触は無い設備であっても，解体撤去工事の段階で分別が困難である等の理由で汚染が否定できない場合は，上記汚染が付着しているとみなす。

2. 放射能濃度確認対象物の種類，発生状況，汚染の状況及び推定される総重量

- 汚染の状況（続き）
  - ②原子炉建屋内の支持構造物
    - 放射化汚染：有り。
    - 二次的な汚染：支持構造物は原子炉冷却材に接液していないため考慮不要。
      - ただし，解体撤去工事の段階で分別が困難である等の理由で汚染が否定できない場合は，原子炉冷却材による二次的な汚染が付着しているとみなす。
  - ③タービン系の解体撤去物（第1回認可対象物のうち，確認申請が完了していないもの））
    - 汚染状況は第1回認可申請書に記載のとおり。
    - 放射化汚染：N-17崩壊中性子による放射化汚染を考慮する必要がある。
    - 二次的な汚染：有り。炉心で放射化した原子炉冷却材中のCPやFPが主蒸気に移行し，機器に付着。

2. 放射能濃度確認対象物の種類，発生状況，汚染の状況及び推定される総重量

- フォールアウト(第1回認可申請と同じ記載)
  - JNESレポートに基づく測定を実施。フォールアウトによる影響は無い。
- 放射能濃度確認対象物の推定量
  - ③タービン系の解体撤去物は前述のとおり378トン
  - ①②は廃止措置計画書で物量を算出したデータベースを用いて，下記条件により算出(約900トン)
    - 金属類であること。
    - 原子炉冷却系であること。
    - 原子炉建屋及び原子炉補助建屋内の機器であること。
    - 複雑形状の機器類以外，計装品類以外であること。
    - 原子炉建屋内においては支持構造物のみを対象物とする。
    - 中性子影響が比較的大きい原子炉領域の直上直下及び原子炉建屋地下階の機器類を除外する。

3. 評価に用いる放射性物質の選択

- 放射能濃度確認対象物に含まれる放射性物質のうち，放射線量を評価する上で重要となる核種の選定方法及び選定結果を記載

- 放射能濃度確認対象物の発生範囲における放射化汚染・二次的な汚染の放射性物質組成をそれぞれ評価し，評価の不確かさを考慮した上で，線量評価上重要となり得る核種（寄与率※90%以上となり得る核種）を抽出した。
  - ベースとなる評価時点は原子炉運転終了後23年（令和8年3月29日）
  - 「タービン系の解体撤去物」の放射化汚染・二次的な汚染
  - 「原子炉補助建屋の原子炉冷却系関連機器類」の二次的な汚染
  - 「原子炉建屋内の支持構造物」の放射化汚染
- 最終的にこれらの評価で抽出された核種を包含するように評価対象核種として選定した。

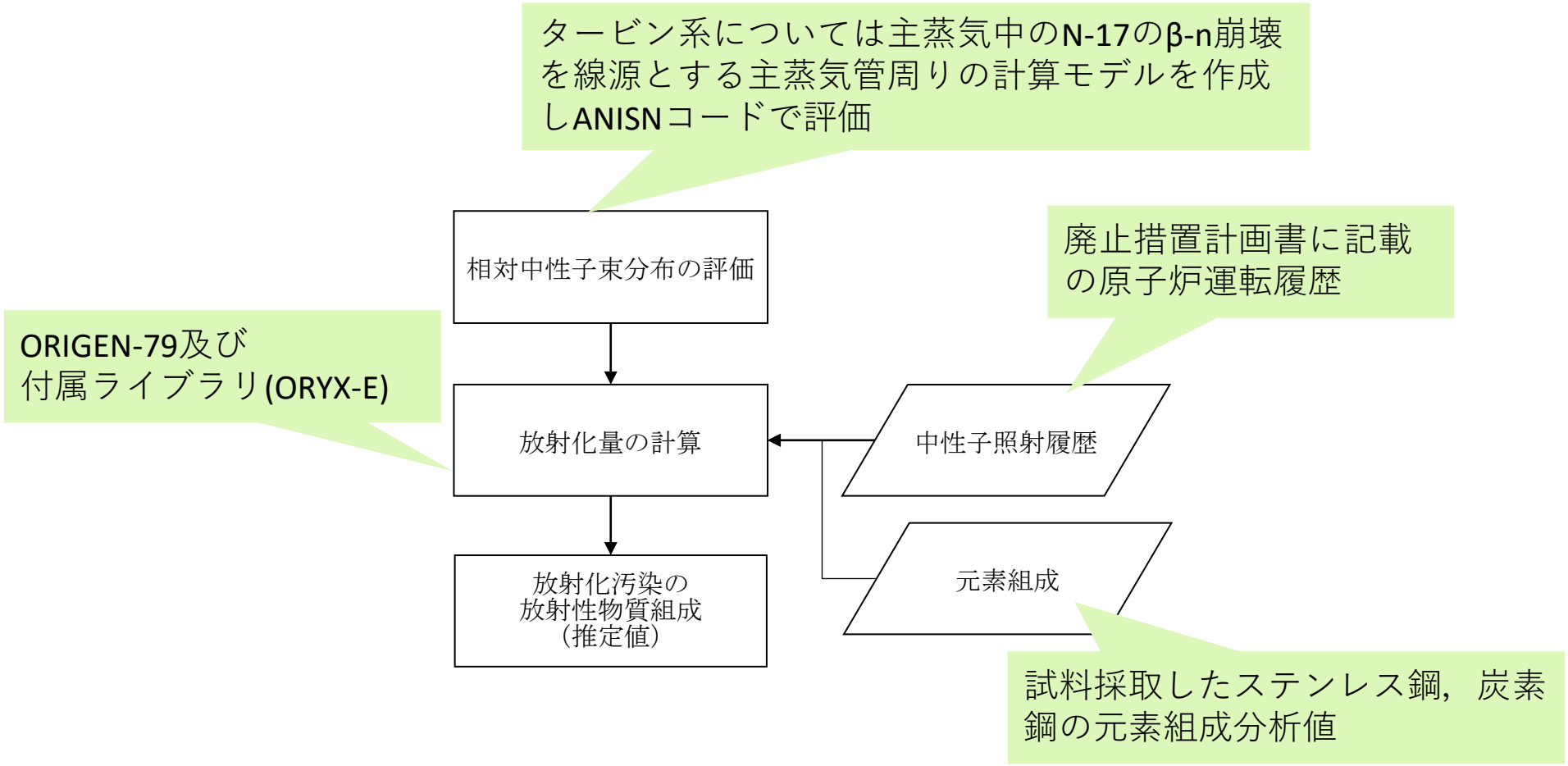
※審査基準33核種のΣ(D/C)に対するそれぞれの放射性物質のD/Cの割合

3. 評価に用いる放射性物質の選択

- 二次的な汚染におけるH-3について
  - 二次的な汚染に関して，H-3は主に原子炉冷却水の放射化によって生成され，他の32核種と生成起源が異なる。
  - よって，H-3については核種分析データによる放射能濃度の評価結果から評価対象核種に含めるか否かを判断し，残りの32核種について放射性物質組成を評価した。
  - これまでに原子炉冷却系統施設※1から試料を採取し，核種分析データを取得している。原子炉運転終了時点（平成15年3月29日）でのH-3の放射能濃度（チェビシェフ不等式による母集団の平均の95%上限値※2）はクリアランスレベルの基準値※3(100 Bq/g)の1000分の1未満となっており，主要核種であるCo-60と比較しても十分に小さい。このことから，二次的な汚染における評価対象核種の抽出においてH-3は考慮する必要はないと判断した。

※1放射能濃度確認対象物のうち「③タービン系の解体撤去物」を包含する領域
※2 信頼水準を片側95%としたときの上限値
※3 規則別表第2欄の放射能濃度

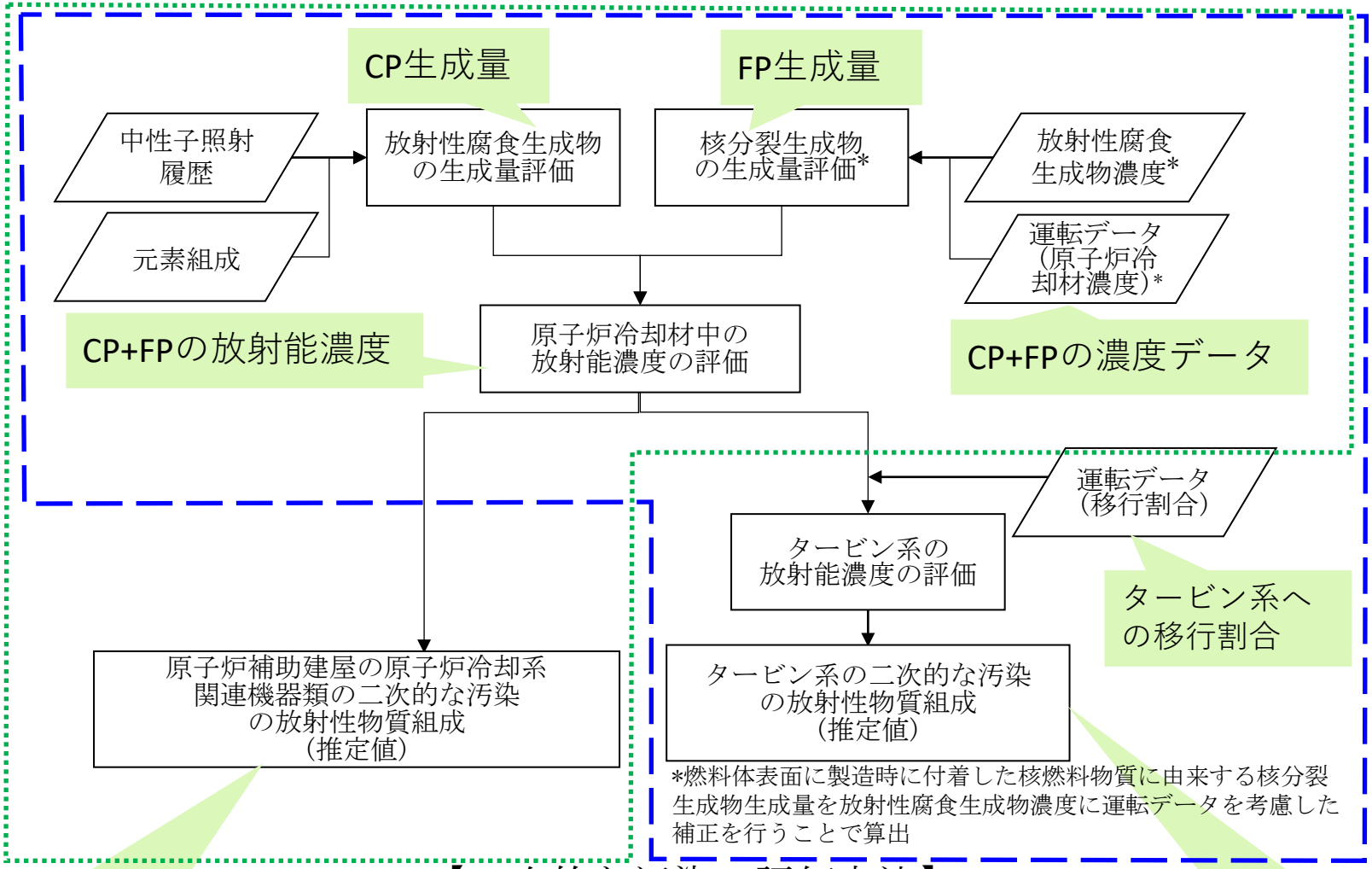
図3-1 放射性物質組成の評価方法



【放射化汚染の評価方法】

（放射能濃度確認対象物のうち，②原子炉建屋内の支持構造物，③タービン系の解体撤去物（第1回認可対象物のうち，確認申請が完了していないもの））共通）

図3-1 放射性物質組成の評価方法



【二次的な汚染の評価方法】
（放射能濃度確認対象物のうち，
：①原子炉補助建屋の原子炉冷却系関連機器類
：③タービン系の解体撤去物（第1回認可対象物のうち，確認申請が完了していないもの））

3. 評価に用いる放射性物質の選択

○「タービン系の解体撤去物」

- 第1回認可申請の評価結果を使用する。ただし，当時の「重要10核種※」の設定はないため，改めて放射線量を評価する上で重要となる核種を抽出する。

- 放射化汚染(元データは第1回認可申請と同一)
  - SUS：運転終了後23年時点でCo-60が99.8%，運転終了後33年時点で99.5%である。
  - 炭素鋼：運転終了後23年(令和8年)時点でCo-60が98.2%，運転終了後33年(令和18年)時点で96.4%である。
  - 高速，共鳴，熱中性子の相対比を任意に変化させたときの影響：
    - いずれの条件でもCo-60の寄与率が90%以上
  - 元素組成データの影響：
    - 元素組成の変動を考慮してもCo-60の寄与率が90%以上

→Co-60を評価対象核種として抽出

※ 旧原子力安全委員会による「重水炉，高速炉等におけるクリアランスレベルについて」（平成13年7月16日）において，線量評価で相対的に重要となるものとして選定された10核種

3. 評価に用いる放射性物質の選択

○「タービン系の解体撤去物」

- 二次的な汚染(元データは第1回認可申請と同一)
  - 第1回認可申請と同一の手法で，CPとFPの2種類の汚染を踏まえた上で，主蒸気を介してタービン系へ移行する挙動を考慮して放射性物質組成を評価した。
  - 運転終了後23年時点でCo-60が97.4%，運転終了後33年時点で91.9%。
  - その他パラメータ変動の影響を考慮した結果，いずれの条件でもCo-60+Cs-137の合計寄与率が90%以上となった。

→Co-60,Cs-137を評価対象核種として抽出

3. 評価に用いる放射性物質の選択

○「原子炉補助建屋の原子炉冷却系関連機器類」

- 二次的な汚染
  - 第1回認可申請では，CPとFPの2種類の汚染を踏まえ，原子炉冷却材中の放射能濃度を評価した上で，主蒸気を介してタービン系へ移行する挙動を考慮している。
  - 原子炉補助建屋の原子炉冷却系関連機器類の二次的な汚染は，上記の原子炉冷却材中の放射性物質の付着によるものであり，原子炉冷却材が主蒸気を介さず移行・沈着する条件にて放射性物質組成を評価した。
  - 運転終了後23年(令和8年)時点でCo-60が98.3%，運転終了後33年時点で95.0%となった。
    - タービン系への移行による補正がない分，タービン系の解体撤去物よりもCo-60の寄与率が大きくなる。
    - その他パラメータの変動による影響の確認もタービン系の解体撤去物での確認結果に包含される。

→タービン系の解体撤去物と同様にCo-60，Cs-137を評価対象核種として抽出

3. 評価に用いる放射性物質の選択

○「原子炉建屋内の支持構造物」

- 放射化汚染
  - 原子炉建屋内の中性子スペクトルは，燃料体，原子炉冷却材，減速材から発生する中性子の重ね合わせとなる。それ以外の条件（中性子照射履歴，構造材の元素組成）は，タービン系の解体撤去物と同一である。
  - 上記の中性子スペクトルを中性子輸送計算によって評価することは難しいことから，ボナーボール（減速材付BF_3中性子検出器）測定により代表位置の中性子スペクトルが評価されている。
  - タービン系の解体撤去物の放射化汚染の評価で求めた，高速，共鳴，熱中性子の相対比を任意に変化させた場合の放射性物質組成は，上記結果から整理した中性子スペクトルの変動幅よりも十分な裕度を持った変動を考慮しており，原子炉建屋内の支持構造物の放射性物質組成は，この組成の範囲内にあると評価する。

→タービン系の解体撤去物と同様にCo-60を評価対象核種として抽出

3. 評価に用いる放射性物質の選択

- 評価対象核種の選定結果
  - タービン系の解体撤去物，原子炉補助建屋の原子炉冷却系関連機器類，原子炉建屋内の支持構造物の評価結果により抽出された評価対象核種を踏まえ，放射化汚染はCo-60，二次的な汚染はCo-60 及びCs-137 を評価対象核種として選定した。

4. 評価単位

- 評価単位及び測定単位の設定の考え方を記載

CL審査基準 3.2. 評価単位の設定

(1)「放射能濃度の分布の均一性及び想定される放射能濃度を考慮した適切なものであること」とは，以下のことをいう。

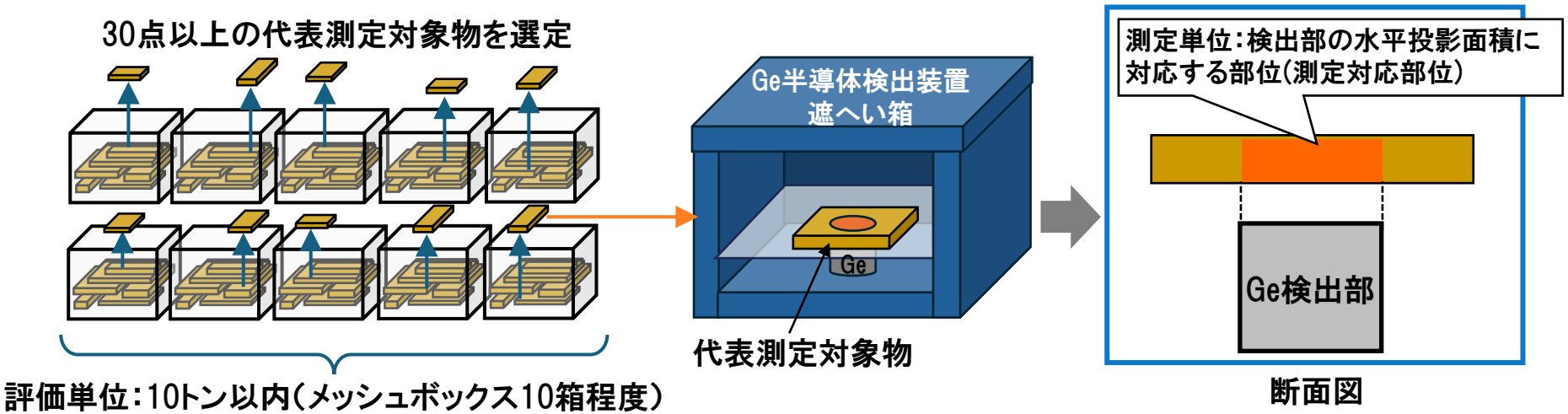
イ：汚染の履歴等を考慮して，汚染の程度が大きく異なると考えられる物を一つの測定単位としていないこと。

ロ：評価単位内のいずれの測定単位においても，評価に用いる放射性物質のΣ(D/C)が10を超えないこと。

ハ：10トンを超えないこと。

4. 評価単位

- 評価単位：
  - 放射能濃度確認対象物を10トン以内で集めて構成する。
  - 1つの評価単位は「①原子炉補助建屋の原子炉冷却系関連機器類」,「②原子炉建屋内の支持構造物」,「③タービン系の解体撤去物」のいずれか1種類で構成する。
- 測定単位：
  - 評価単位の中から30点以上の代表測定対象物を選定し，それらをGe半導体検出装置で測定した際の測定対応部位(検出部の水平投影面積に対応する部位)が測定単位となる。
- 分布の均一性：
  - 添付5に記載のとおり，放射能濃度がおおむね同じであることの確認を行う。
  - また，いずれの選定した測定単位においてもΣ(D/C)が1を超えないことを確認する。



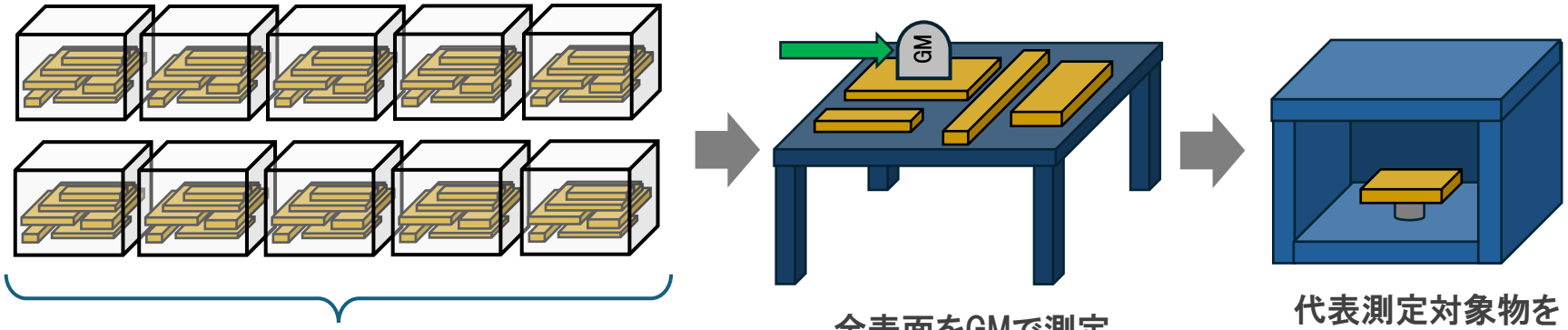
5. 放射能濃度の決定を行う方法

- クリアランス測定によって評価に用いる放射性物質の放射能濃度を決定する方法について記載

- 基本的な考え方
  - Co-60は放射化汚染と二次的な汚染を区別せずに放射線測定装置を用いて測定することにより評価する。
  - Cs-137は核種分析データから統計的手法で求めた母集団の平均値の95%上限値を用いる平均放射能濃度法により決定する。
  - これら評価した放射能濃度から不確かさを考慮したCo-60及びCs-137のΣ(D/C)が1を超えないことを確認する。

5. 放射能濃度の決定を行う方法

- Co-60の放射能濃度の決定の概要
  - 10トン以内の評価単位を構成する放射能濃度確認対象物について，放射能濃度がおおむね同じことを確認した上で，代表測定対象物を30点以上選定し，Ge半導体検出装置で放射能濃度を評価する。(具体的な方法は添付6に記載)
  - それらの評価結果から統計的に推定される，不確かさを考慮した評価単位での放射能濃度を評価する。
- 放射能濃度がおおむね同じであることの確認
  - 放射化汚染：中性子が局所的に照射される箇所はなく，中性子の測定結果等からも中性子線量の空間分布に局所的な偏りがないことを確認している。
  - 二次的な汚染：対象物は除染後にクリアランスレベル以下になると推定しているものの，局所的な汚染がないことを確認するため，全対象物の表面をGM管式サーベイメータで測定し，主要な核種であるCo-60の放射能濃度がおおむね同じであることを確認する。(具体的な方法は添付6に記載)



5. 放射能濃度の決定を行う方法

- Co-60の放射能濃度の決定方法
  - 添付6により，測定の不確かさを考慮して評価された各代表測定単位の放射能濃度を評価日時点の放射能濃度に補正した上で，代表測定単位から推定される評価単位のCo-60の放射能濃度の95%上限値を評価することにより求める。
  - 代表測定単位の放射能濃度と片側チェビシェフの不等式により信頼上限値を評価する。
    - $D_{Co,UCL} = \overline{D}_{\mathrm{Co}} + \sqrt{\frac{1}{\alpha} - 1}\left(\frac{s}{\sqrt{n}}\right)$
    - n=30の場合，$\mathrm{UCL}_{0.95} = \overline{X} + 0.80\mathrm{s}$ 程度となる。
      - $\overline{D}_{\mathrm{Co}}$：代表測定単位の算術平均値
      - α：危険率(0.05)
      - n：代表測定単位の数
      - s：代表測定単位の標準偏差 $s = \sqrt{\frac{1}{n-1}\sum_{i=1}^{n}\left(D_{\mathrm{Co,i}} - \overline{D}_{\mathrm{Co}}\right)^2}$

5. 放射能濃度の決定を行う方法

- クリアランスレベル以下であることの判断方法
  - 一部の測定単位の放射能濃度に基づいて放射能濃度の決定を行うため，各代表測定単位において評価対象核種のΣ(D/C)が1を超えないことを確認する。
    - $\frac{D_{\mathrm{Co,i}}}{C_{\mathrm{Co}}}+\frac{D_{\mathrm{Cs,UCL}}}{C_{\mathrm{Cs}}}\leq 1$
      - $D_{\mathrm{Co,i}}$：評価日における代表測定単位iのCo-60の放射能濃[Bq/g]
      - $D_{Cs,UCL}$：評価日における評価単位のCs-137の平均放射能濃度の95%上限値[Bq/g]
      - C_{Co}，C_{Cs}:規則別表第2欄におけるCo-60,Cs-137の放射能濃度(CLレベル基準値)
  - 上記を確認した上で，評価単位におけるCo-60及びCs-137の放射能濃度を用いてクリアランスレベル以下であることを判断する。
    - $\frac{D_{\mathrm{Co,UCL}}}{C_{\mathrm{Co}}}+\frac{D_{\mathrm{Cs,UCL}}}{C_{\mathrm{Cs}}}\leq 1$
      - $D_{Co,UCL}$：代表測定単位から推定される評価日における評価単位のCo-60の放射能濃度の95%上限値[Bq/g]

6. 放射線測定装置の選択及び測定条件の設定

- 放射線測定装置及びその測定条件について記載

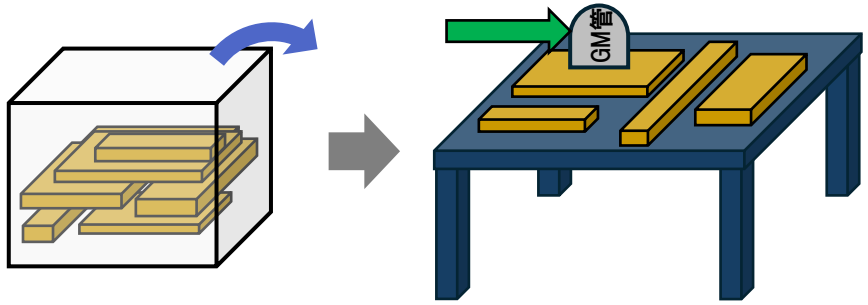
- GM管式サーベイメータによる二次的な汚染がおおむね同じであることの確認測定
  1. GM管式サーベイメータ(以下，GM管)の点検，バックグラウンド測定を実施する。
  2. 測定台に複数の対象物(100 kg以下)を並べ，GM管で全表面の走査測定を行う。
     - 走査中に計数率が上昇する部位があれば，GM管を静止させて静止測定を行う。
     - 測定中の最大計数率と換算係数を用いて，検出窓面積に対応するCo-60上限放射能量を評価する。
  3. 対象物の厚み(測定面に垂直な方向)を計測する。最も厚みの薄い対象物の厚みを最小厚みとする。
  4. Co-60 上限放射能量を最小重量で除してCo-60 上限放射能濃度を評価し，クリアランスレベルの10 倍を超えないことを確認する。
  5. 作業単位の終了後にはバックグラウンド測定を実施し，作業単位前後のバックグラウンド変動が計数に起因する統計的な変動の範囲内であることを確認する。

図-3　GM管式サーベイメータによる測定及び評価の概念図



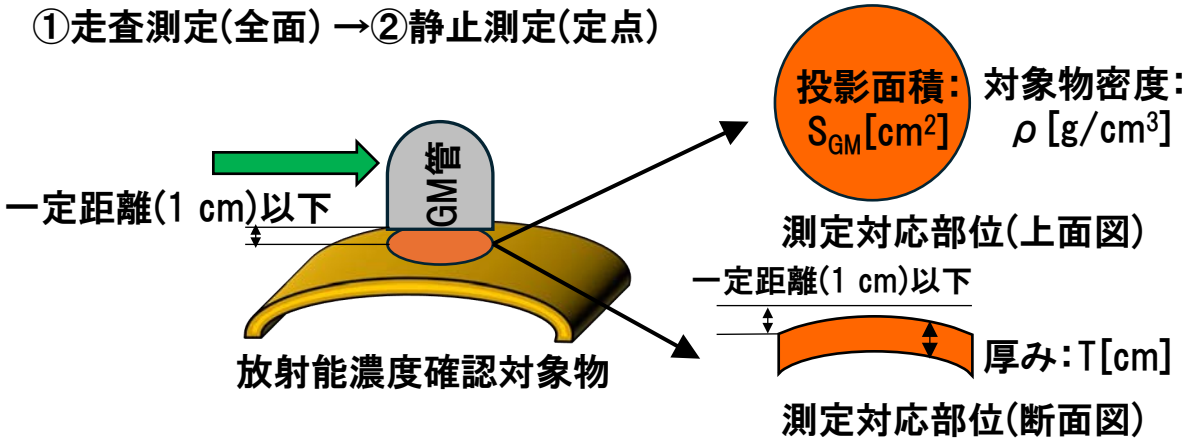
参考)メッシュボックスと解体撤去物
- ✓ 外寸:L約1.2 m×W約1 m×H約0.9 m
- ✓ 1箱あたり1トン程度の内容物
- ✓ 養生を実施

①走査測定(全面) →② 静止測定(定点)



- 評価単位を構成するメッシュボックスから放射能濃度確認対象物(100 kg以下)を取り出して測定台に並べる。
- 表面をGM管で走査測定し，計数率が上昇した箇所で静止測定に切り替える。
- 測定で最大計数率を得る。
- 測定対象物の厚みを計測し，最小厚みを得る。

①走査測定(全面) →②静止測定(定点)



測定体系図

6. 放射線測定装置の選択及び測定条件の設定

- 測定条件は測定における不確かさ等を考慮した上で，検出限界放射能濃度がクリアランスレベルの10 倍を十分に下回るように設定

項目	測定条件
バックグラウンド測定時定数	30秒
バックグラウンド測定時間	90秒以上
検出窓と測定対象物の距離	1 cm以下
走査測定時定数	3秒
走査速度	3 cm/秒
静止測定時定数	10秒
静止測定時間	30秒以上

- 換算係数の設定
  - 換算係数は，Co-60 標準線源を用いて実際の測定条件を模した測定試験を行って設定する。(線源放射能量/正味計数率=換算係数)
  - 換算係数の設定にあたっては，換算係数が保守的な設定となるよう，標準線源の放射能量(拡張不確かさ)，線源との距離(大きめ)，正味計数率の不確かさ(95%下限値)を考慮する。
    - $n_{N,LCL} = n_N - 1.645\sqrt{\frac{n_T}{2\tau_T} + \frac{n_B}{2\tau_B}}$

6. 放射線測定装置の選択及び測定条件の設定

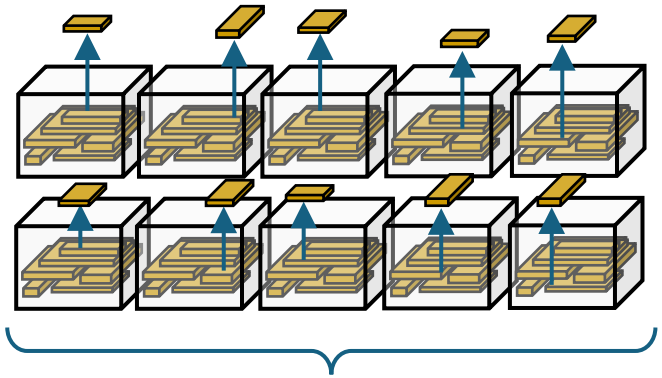
- 検出限界放射能濃度の確認
  - 設定した測定条件における検出限界放射能濃度を確認する。
  - 確認にあたっては，検出限界放射能濃度が保守的に算出されるよう，重量(最小値)，計数率の不確かさを考慮する。
    - $A_{LD} = C_{GM} \times \frac{3}{2}\left[\frac{3}{2\tau_T} + \sqrt{\left(\frac{3}{2\tau_T}\right)^2 + 2n_B\left(\frac{1}{\tau_T} + \frac{1}{\tau_B}\right)}\right]$
    - $W = S_{GM}T\rho$ （S_{GM}, ρに小さめの値を使用することで保守的な評価となる）
    - 検出限界放射能濃度= A_{LD}/W

- Co-60上限放射能濃度の評価
  - Co-60上限放射能濃度が保守的に算出されるよう，重量(最小値)，計数率(95%上限値) を考慮する。
    - $n_{N,UCL} = n_N + 1.645\sqrt{\frac{n_T}{2\tau_T} + \frac{n_B}{2\tau_B}}$
    - $A_U = C_{GM} \times n_{N,UCL}$
    - $D_U = A_U/W$

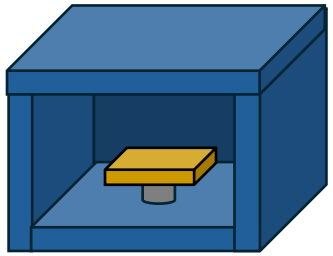
6. 放射線測定装置の選択及び測定条件の設定

- Ge半導体検出装置による代表測定単位の放射能濃度の測定方法
  1. 評価単位の中から代表測定対象物を30点以上選定する。
     - 評価単位を構成する各メッシュボックスから1点以上選定する。
     - Ge半導体検出装置（以下，測定装置）の遮へい箱に入り，検出窓を覆うことのできる大きさとする。
  2. 測定装置の点検，全チャンネルでのバックグラウンド測定を実施する。
  3. 対象物を測定装置の検出器上に設置し，全チャンネルの計数率を測定する。
  4. 測定対応部位について最小厚み（測定面に垂直な方向）を計測し，最小重量を評価する。
  5. 測定結果からCo-60放射能量を評価し，最小重量で除してCo-60放射能濃度を評価する。いずれの代表測定単位もクリアランスレベルを超えないことを確認する。
  6. 作業単位の終了後にはバックグラウンド測定を実施し，作業単位前後のバックグラウンド変動が計数に起因する統計的な変動の範囲内であることを確認する。

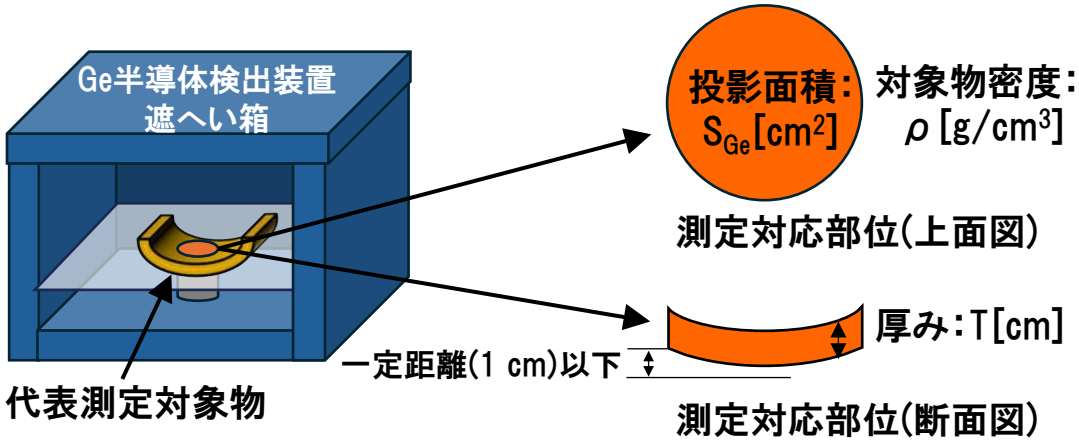
図-4　Ge半導体検出装置による測定及び評価の概念図



30点以上の代表測定対象物を選定



- 代表測定対象物をGe半導体検出装置で測定し，正味計数率を得る。
- 測定対応部位の厚みを計測し，最小厚みを得る。



測定体系図

6. 放射線測定装置の選択及び測定条件の設定

- 測定条件は測定における不確かさ等を考慮した上で，検出限界放射能濃度がクリアランスレベルを十分に下回るように設定

項目	測定条件
バックグラウンド測定時間	600秒以上
検出窓と測定対象物の距離	1 cm以下
測定時間	180秒以上
測定対象物寸法	Ge半導体検出装置の遮へい箱に入り，かつ検出窓を覆うことのできる大きさ

- 換算係数の設定
  - Co-60標準線源を用いた測定試験により，測定対象物の厚みに応じた換算係数を設定。測定対象物自身によるバックグラウンドの遮へいがあるため，厚みに応じたバックグラウンド計数率を取得する。
  - 換算係数の設定にあたっては，換算係数が保守的な設定となるよう，標準線源の放射能量(拡張不確かさ)，線源との距離(大きめ)，正味計数率の不確かさ(95%下限値)を考慮する。
    - $n_{N,LCL} = n_N - 1.645\sqrt{\frac{n_T}{t_T} + \frac{n_B(T)}{t_B}}$

6. 放射線測定装置の選択及び測定条件の設定

- 検出限界放射能濃度の確認
  - 設定した測定条件における検出限界放射能濃度を確認する。
  - 確認にあたっては，検出限界放射能濃度が保守的に算出されるよう，重量(最小値)，計数率の不確かさを考慮する。
    - $A_{LD} = C_{Ge}(T) \times \frac{3}{2}\left[\frac{3}{t_T} + \sqrt{\left(\frac{3}{t_T}\right)^2 + 4n_{B0}\left(\frac{1}{t_T} + \frac{1}{t_B}\right)}\right]$
    - $W = S_{Ge}T\rho$ （S_{GM}, ρに小さめの値を使用することで保守的な評価となる）
    - 検出限界放射能濃度= A_{LD}/W

- 放射能濃度の評価
  - 放射能濃度が保守的に算出されるよう，バックグラウンドの遮へい(保守的な補正)，重量(最小値)，計数率の不確かさ(95%上限値) を考慮する。
    - $n_{N,UCL} = n_N + 1.645\sqrt{\frac{n_T}{t_T} + \frac{n_{B_0}}{t_B}}$
    - $A = C_{Ge}(T) \times n_{N,UCL}$
    - $D = A/W$

6. 放射線測定装置の選択及び測定条件の設定

- 点検・校正
  - 適切な測定を行うため，放射線測定装置の日常点検及び定期点検を実施する。
  - 放射線測定装置を使用する日には日常点検を実施し，Co-60 標準線源を測定して得られる放射能量の評価値が想定範囲内であることを確認する。
  - 定期点検(1 回／年)では，Co-60 標準線源を用いて放射線測定装置の点検・校正を行うとともに，重量計等についても点検・校正を行う。
  - また，故障等により放射線測定装置を取り換える場合は，測定試験により換算係数を設定し直し，放射能濃度を保守的に評価できることを確認する。

7. 放射能濃度確認対象物の保管場所及び保管方法

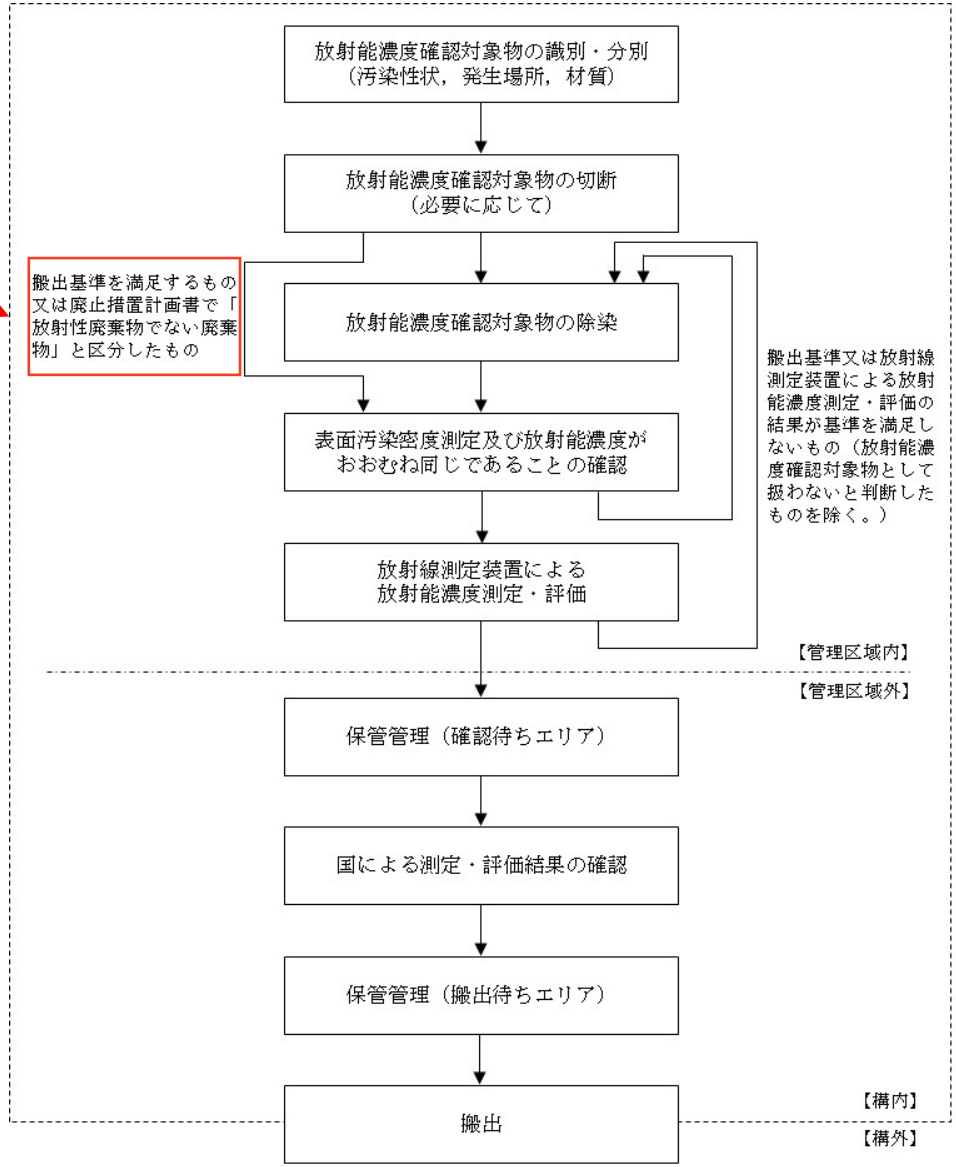
- 放射能濃度確認対象物の保管場所及び保管方法，異物の混入等の防止措置の概要を記載

- 放射能濃度確認対象物は，発生から搬出するまでの処理の過程ごとに容器に収納し，収納した放射能濃度確認対象物と照合可能な管理を行う。
- 放射性物質による追加的な汚染のない場所で保管
- 放射線測定時の管理（分別管理，異物混入対策）
- 確認待ちエリアでの保管管理（分別管理，立入制限，巡視）

図7-1 放射能濃度確認対象物の基本処理フロー

【除染の可否の判断について記載】
（搬出基準）
・α線：0.04Bq/cm^2
・α線以外：0.4Bq/cm^2

（廃止措置計画書で「放射性廃棄物でない廃棄物」と区分したもの）
・廃止措置認可申請書（2008年2月認可）の放射性固体廃棄物の放射能レベル区分ごとの推定発生量で「放射性廃棄物でない廃棄物（NR）」と評価したもののうち，その後の詳細な履歴調査等で，NRとできなかったもの。



8. 放射能濃度の測定及び評価に係る品質マネジメントシステム

- 測定及び評価の業務に係る品質マネジメントシステムの概要について記載。（第1回認可申請と同様の記載）

- 保安規定及び品質マネジメント計画並びにこれに基づく下部規程において具体的な運用の手順を定めて実施する。
  - 責任の明確化
  - 教育・訓練
  - 放射線測定装置の管理（定期点検）
  - 放射能濃度確認対象物の管理（混在防止措置）
  - 業務の実施，評価及び改善

(参考)前回認可申請書からの主な変更点(1/2)

	前回(第1回申請)	今回(第2回申請)
本文一 本文二	省略	
本文三	新型転換炉原型炉施設	新型転換炉原型炉施設
本文四	・タービン建屋に設置されている設備からの発生分 ・約1,100トン ・金属(炭素鋼及びステンレス鋼)	・タービン建屋に設置されている設備からの発生分:約378トン(第1回認可の対象物のうち確認申請が完了していないもの) ・原子炉建屋に設置されている支持構造物及び原子炉補助建屋に設置されている原子炉冷却系関連機器類:約900トン ・金属(炭素鋼及びステンレス鋼)
本文五	放射化汚染及び二次的な汚染の評価結果から,重要10核種を評価対象核種として選定 H-3,Mn-54,Co-60,Sr-90,Cs-134,Cs-137, Eu-152,Eu-154,Pu-239,Am-241の10核種	放射化汚染はCo-60, 二次的な汚染はCo-60 及びCs-137 を 評価対象核種として選定
本文六	測定単位:30～100kg 評価単位:1トン以内	測定単位:評価単位の中から30点以上の代表測定対象物を選定し,Ge半導体検出装置で測定した際の検出部の水平投影面積に対応する部位 評価単位:10トン以内

(参考)前回認可申請書からの主な変更点(2/2)

	前回(第1回申請)	今回(第2回申請)
本文七	・二次的な汚染の放射能濃度の決定 ①Co-60:専用測定装置を用いて放射能濃度を決定(①'との合算値) ②Mn-54:Co-60濃度に核種組成比を乗じて評価 ③その他の評価対象核種:平均放射能濃度法 ・放射化汚染の放射能濃度の決定 ①' Co-60:専用測定装置を用いて放射能濃度を決定(①との合算値) ②'その他の評価対象核種:核種組成比法	二次的な汚染の放射能濃度の決定。 ①Co-60:Ge半導体検出装置に測定し，測定の不確かさを考慮して評価(①'との合算値) ②Cs-137:平均放射能濃度法 ・放射化汚染の放射能濃度の決定 ①' Co-60:Ge半導体検出装置に測定し，測定の不確かさを考慮して評価(①との合算値)
本文八	トレイ型専用測定装置	GM管式サーベイメータ Ge半導体検出装置
本文九	測定単位(30～100kg)ごとに梱包し，保管場所(確認待ちエリア)で保管管理	測定単位ごとの梱包の記載なし。 (保管場所，異物の混入等の防止措置は変更なし)
本文十	ー (旧規則では本文十はないが，本文九に品質保証に関する内容を記載)	・測定及び評価の品質マネジメントシステムに関する記載。