

# 高速実験炉原子炉施設（常陽）の RI生産用実験装置の追加等に関する 審査概要

原子力規制庁

# 1. 高速実験炉原子炉施設「常陽」の概要（1/2）

＜原子炉の型式及び熱出力＞

型式      ウラン・プルトニウム混合酸化物燃料ナトリウム冷却高速中性子型

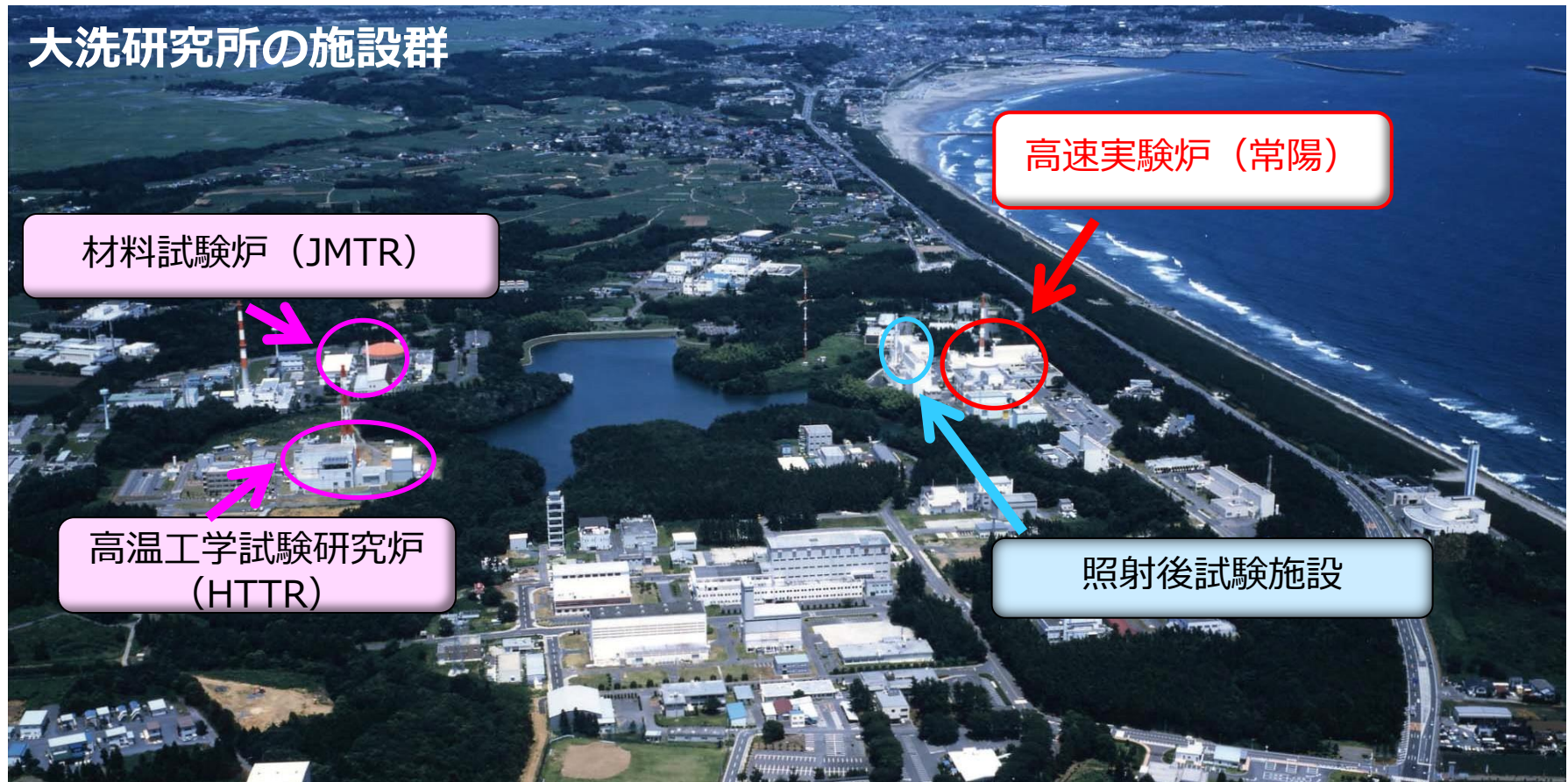
熱出力   100MW

＜原子炉を設置する事業所の名称及び所在地＞

事業所の名称      国立研究開発法人日本原子力研究開発機構   大洗研究所（南地区）

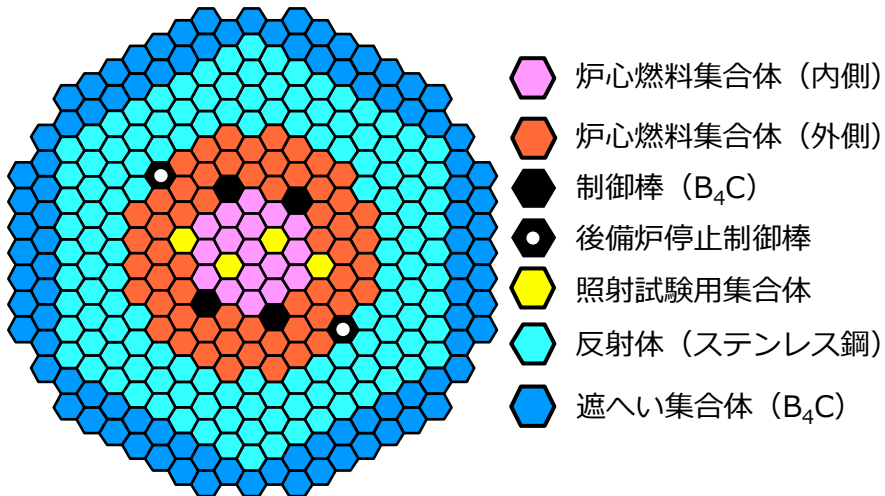
事業所の所在地      茨城県東茨城郡大洗町成田町4002番地

## 大洗研究所の施設群



# 1. 高速実験炉原子炉施設「常陽」の概要 (2/2)

代表的な炉心の構成 (MK-IV)



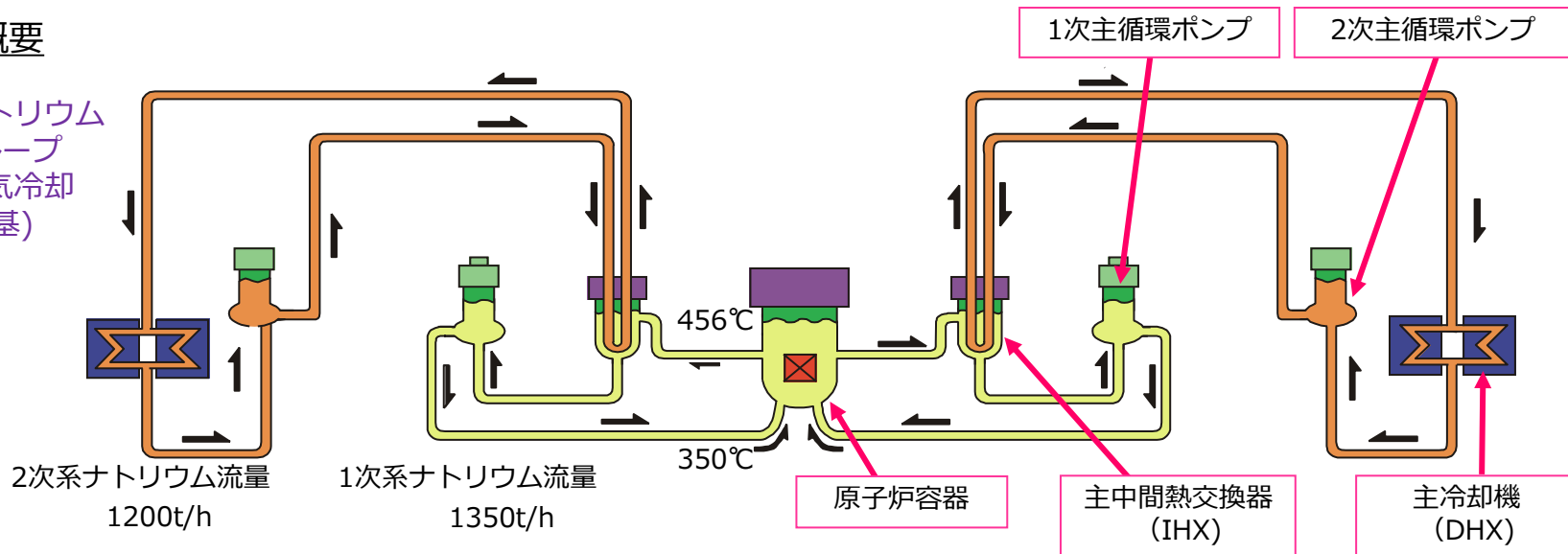
燃料領域 (ピンク、赤) 直径: 約78cm  
高さ: 約50cm

炉心の主な仕様 (MK-IV)

|                        |            |
|------------------------|------------|
| 炉心燃料集合体の最大装荷体数         | 79体        |
| 照射試験用集合体の最大装荷体数 (燃料領域) | 4 体        |
| 炉心燃料領域等価直径 (最大)        | 約78cm      |
| 炉心燃料領域高さ               | 約50cm      |
| ウラン濃縮度                 | 約18wt%     |
| プルトニウム含有率              | 32wt%以下    |
| 核分裂性プルトニウム富化度 (内側/外側)  | 約16/約21wt% |
| 最大線出力密度                | 約330W/cm   |

冷却系の概要

冷却材 : ナトリウム  
冷却系 : 2ループ  
除熱方法 : 空気冷却  
(4基)

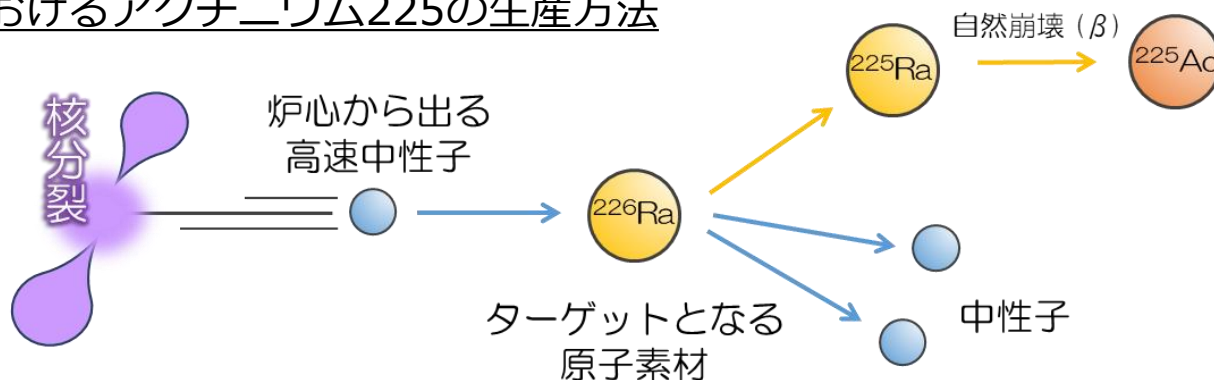


## 2. 申請の概要 (1/3)

### <変更の概要>

- 高速実験炉原子炉施設「常陽」を放射性同位元素（RI）の生産その他の研究開発に利用するため、使用の目的として、既許可の「高速増殖炉の開発」に「一般研究、材料照射、放射性同位元素の生産に関する研究開発」を追加
- 実験設備及び利用設備として、RI生産用実験装置を追加
- 新基準許可日以降に公表された知見（火山）を反映

### 高速炉におけるアクチニウム225の生産方法



- ✓ **ラジウム226 ( $^{226}\text{Ra}$ )** に炉内で高速中性子を照射し、ラジウム225 ( $^{225}\text{Ra}$ ) を生成する。
- ✓ ラジウム225の自然崩壊 ( $\beta$ 崩壊) により、**アクチニウム225 ( $^{225}\text{Ac}$ )** が生成される。

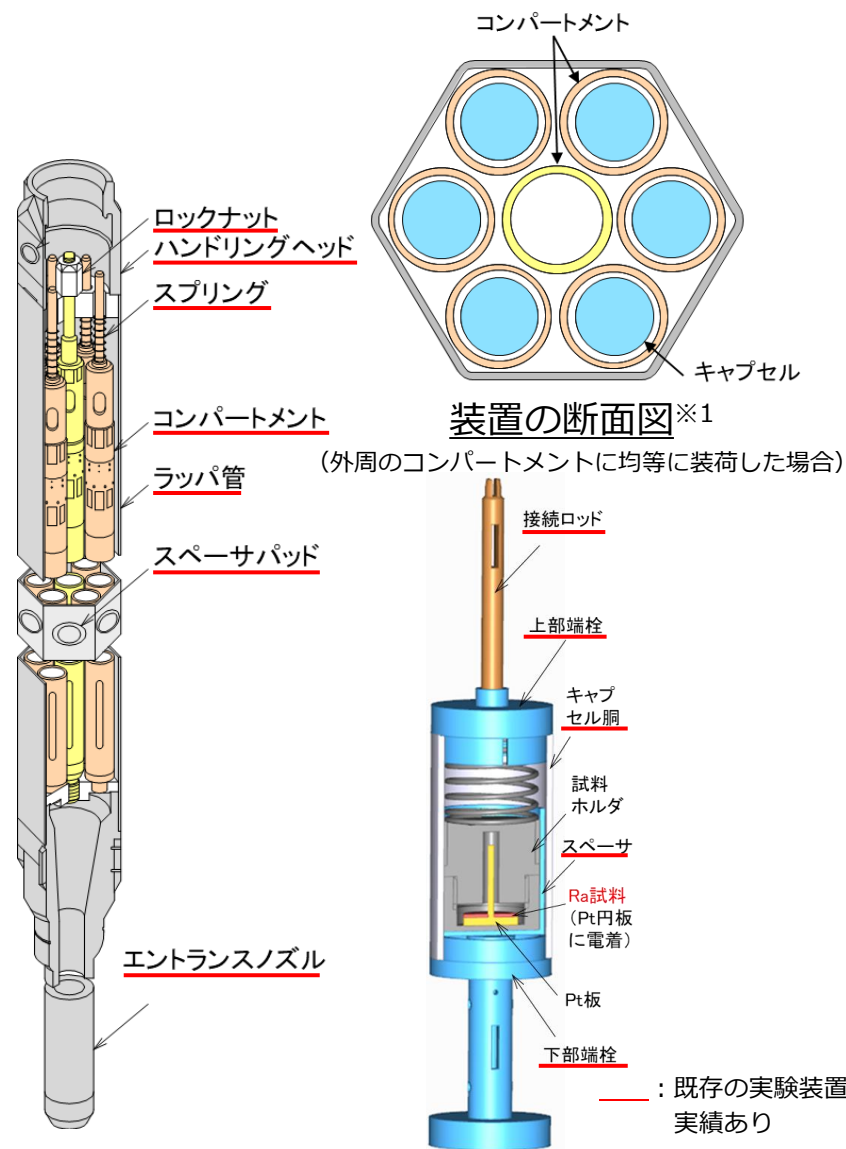
## 2. 申請の概要 (2/3)

### <RI生産用実験装置等の主要仕様>

|                |             |          |
|----------------|-------------|----------|
| RI生産用<br>実験装置  | 全長          | 約2,970mm |
|                | 外側対辺<br>間距離 | 約78.5mm  |
|                | 材料          | ステンレス鋼   |
| RI生産用<br>キャプセル | 外径          | 22.5mm以下 |
|                | 材料          | ステンレス鋼   |

### 照射物（ラジウム）の炉心装荷量

- キャプセルへのラジウム装荷量：  
最大0.02g/キャプセル
- RI生産用実験装置へのキャプセル装填個数：  
最大6キャプセル/体
- RI生産用実験装置の炉心装荷体数：  
最大4体
- ラジウムの炉心への最大装荷量：  
 $0.02 \text{ g} \times 6 \text{ キャプセル} \times 4 \text{ 体} = 0.48 \text{ g}$



RI生産用実験装置 (案) ※1 RI生産用キャプセル (案) ※2

※1 出典：第517回 核燃料施設等の新規制基準適合性に係る審査会合 資料1-1

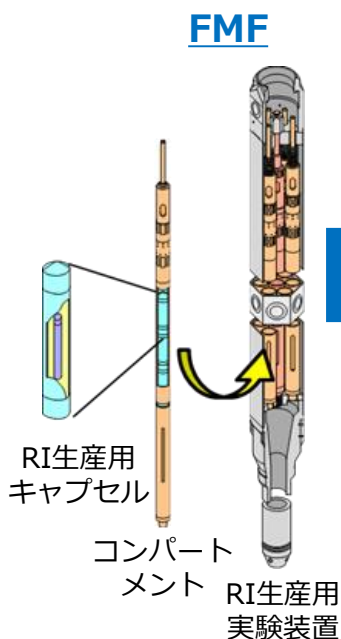
※2 出典：第522回 核燃料施設等の新規制基準適合性に係る審査会合 資料1-5 4

## 2. 申請の概要 (3/3)

(案)

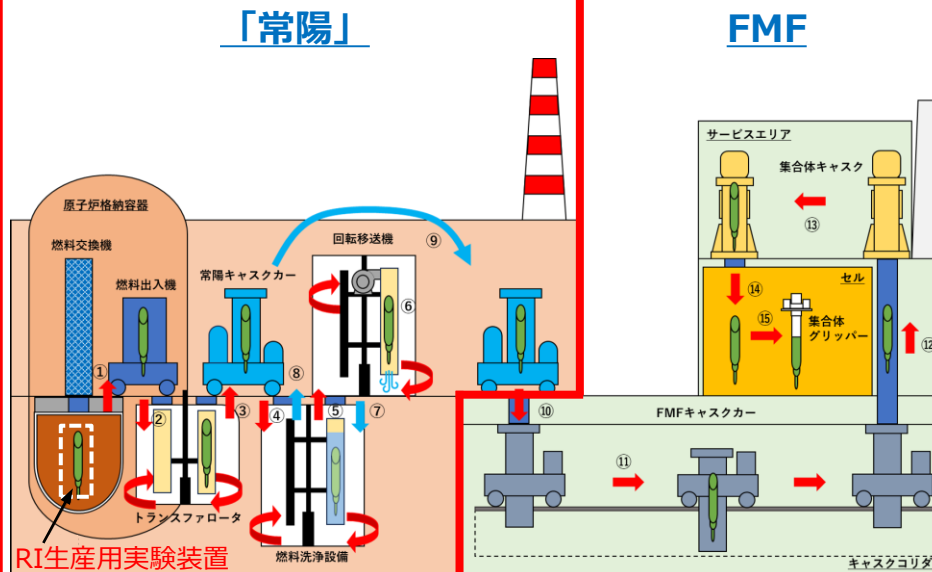
### <本申請の範囲>

#### RI生産用実験装置 の組立

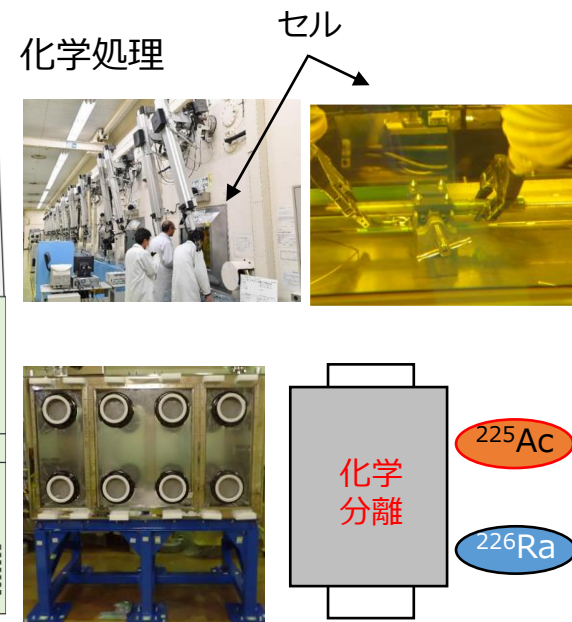


#### RI生産用実験装置の使用 (RIの生産)

- 「常陽」：炉施設
- ・ 使用の目的の追加
  - ・ RI生産用実験装置の追加



#### RI生産用実験装置の解体 (RIの分離・取出し)



FMF (Fuels Monitoring Facility) : 照射燃料集合体試験施設

出典：第522回 核燃料施設等の新規規制基準適合性に係る審査会合 資料1-1を一部修正

### 3. 審査内容

#### <審査の経緯>

令和5年7月26日 高速実験炉原子炉施設「常陽」 原子炉設置変更許可（新規制基準適合）

令和6年2月 7 日 原子炉設置変更許可申請（RI生産用実験装置の追加等）

審査会合：令和6年3月19日、4月22日、5月27日（計3回）

令和6年8月 9 日 補正申請

#### <審査項目及び結果>

- RI生産用実験装置の追加については、以下の項目※について審査を行った。  
なお、以下の項目以外については、既許可申請書から変更する必要がないことを確認した。
  - ✓ 第 4 条：地震による損傷の防止
  - ✓ 第12条：安全施設
  - ✓ 第19条：反応度制御系統
  - ✓ 第29条：実験設備等
  - ✓ 第32条：炉心等
  - ✓ 新基準許可日以降に公表された知見の反映（第6条（火山））
- 使用の目的として追加された一般研究及び材料照射においても、既許可申請書の制限又は条件の範囲内で行うとしていることから、災害の防止上支障がないものと判断した。

※ 条番号については、断りのない限り「試験研究の用に供する原子炉等の位置、構造及び設備の基準に関する規則」のものとする。

### 3. 審査内容（第4条：地震による損傷の防止）

#### <要求事項>

- 試験研究用等原子炉施設は耐震重要度の区分に応じた地震力に十分耐える設計とする。
- 耐震重要施設は基準地震動による地震力に対して安全機能が損なわれるおそれがない設計とする。

#### <審査結果>

RI生産用実験装置に関して、以下を確認したことにより、基準に適合していると判断した。

- 既許可の設計方針に基づき、耐震重要度分類Sクラスに分類すること
- 既許可の設計方針に基づき、耐震重要度分類Sクラスに応じた地震力に対しておおむね弾性状態に留まる範囲で耐えるように設計し、さらに、基準地震動による地震力に対してその安全機能が保持できるように設計すること

### 3. 審査内容（第12条：安全施設）

#### <要求事項>

- 安全機能の重要度に応じて安全機能が確保される設計とする。
- 設計基準事故時及び設計基準事故に至るまでの間に想定される全ての環境条件において機能が発揮できる設計とする。

#### <審査結果>

RI生産用実験装置に関して、以下を確認したことにより、基準に適合していると判断した。

- 他の炉心構成要素と同様に、「炉心形状の維持機能」として「PS-1」、「原子炉の緊急停止及び未臨界維持機能」として「MS-1」に分類し、クラスに応じた設計とすること
- 他の炉心構成要素と同様に、設計基準事故時及び設計基準事故に至るまでの間に想定される全ての環境条件において、「炉心形状の維持機能」及び「原子炉の緊急停止及び未臨界維持機能」を発揮するように設計すること

### 3. 審査内容（第19条：反応度制御系統）

#### <要求事項>

- 通常運転時に予想される実験物の移動その他の要因による反応度変化を制御できる設計とする。

#### <審査結果>

既許可申請書において、可動する実験装置については、試料部を動かしても炉心の核特性に有意な影響を与えないように設計している。

本申請で追加するRI生産用実験装置については、以下を確認したことにより、基準に適合していると判断した。

- 照射物をキャプセル内で固定・密封するとともにキャプセルをRI生産用実験装置内で固定すること、RI生産用実験装置を炉心の核熱特性に影響を与えない範囲で装荷すること、及び照射物の装荷量を制限することにより、通常運転時に実験物の移動その他の要因による有意な反応度変化が生じないように設計すること

### 3. 審査内容（第29条：実験設備等）

#### <要求事項>

- 実験設備等の損傷その他の実験設備等の異常が発生した場合においても、試験研究用等原子炉の安全性を損なうおそれがない設計とする。
- 実験物の移動又は状態の変化が生じた場合においても、運転中の試験研究用等原子炉に反応度が異常に投入されない設計とする。
- 実験設備等は放射線又は放射性物質の著しい漏えいのおそれがない設計とする。

#### <審査結果>

RI生産用実験装置に関して、以下を確認したことにより、基準に適合していると判断した。

- キャプセル内の照射物が装置外へ流出して原子炉の安全性を損なうおそれがないようにするため、キャプセルが破損しないように設計すること
- 実験物の移動又は状態の変化による異常な反応度が投入されないようにするため、照射物をキャプセル内で固定・密封するとともにキャプセルを装置内で固定する設計とすること、また、照射物の装荷量を制限する設計とすること
- 放射性物質及び放射線の異常な漏えいが生じないようにするため、キャプセルを溶接によって密封する設計とすること、また、搬入から搬出まで既設の核燃料物質取扱設備で取扱う設計とすること

### 3. 審査内容（第32条：炉心等）

#### <要求事項>

- 試験研究用等原子炉施設について、原子炉固有の出力抑制特性及び反応度制御能力を有する設計とする。
- 炉心について、通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時において、原子炉の運転に支障が生じた場合に原子炉冷却系統及び原子炉停止系統等の機能により燃料の許容設計限界を超えない設計とする。
- 燃料体及び炉心構造物等について、通常運転時、運転時の異常な過渡変化時及び設計基準事故時に原子炉を安全に停止し、かつ、停止後に炉心の冷却機能を維持する設計とする。

#### <審査結果>

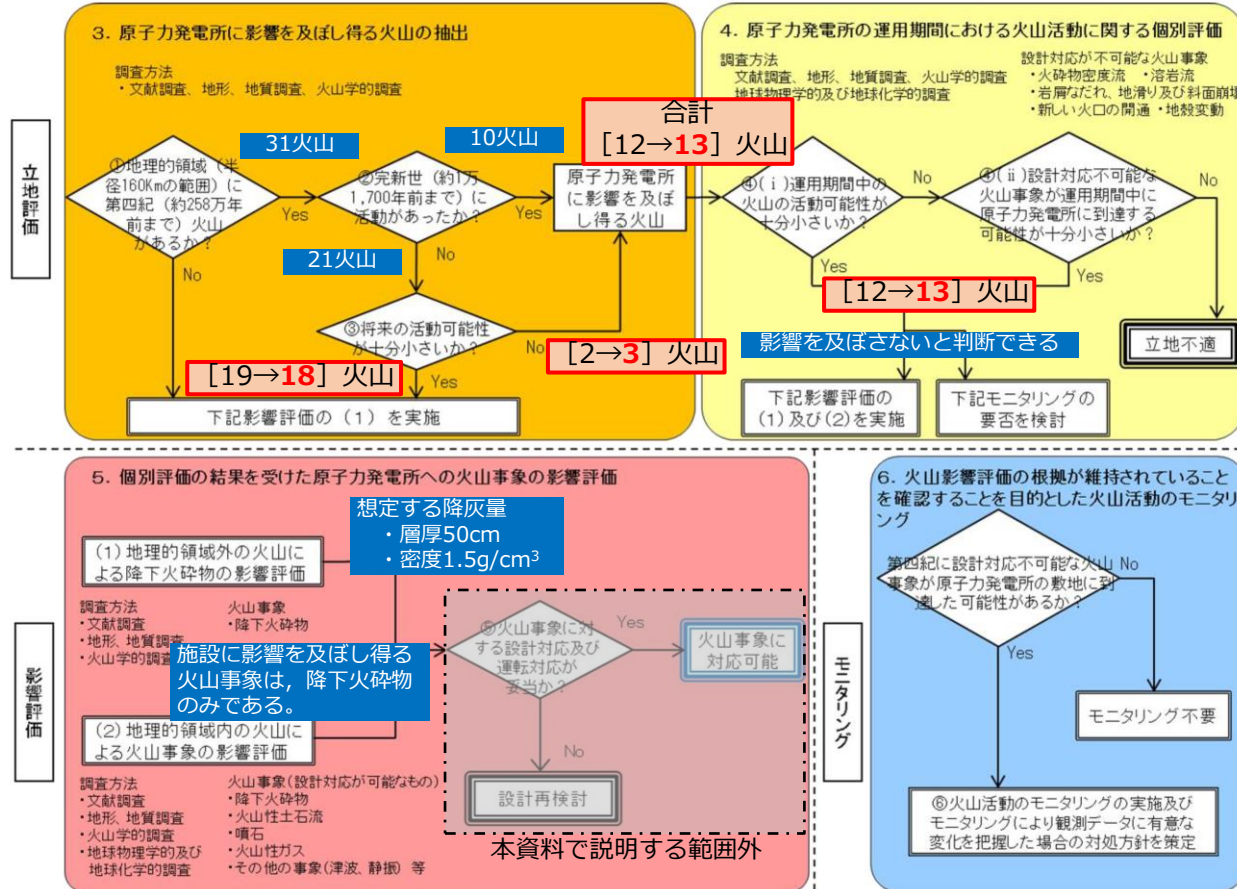
RI生産用実験装置に関して、以下を確認したことにより、基準に適合していると判断した。

- 既許可における過剰反応度等の制限の範囲内で炉心に装荷することから、炉心の核熱特性に既許可から変更はなく、要求事項への適合性に既許可から変更がないこと

### 3. 審査内容（新基準許可日以降に公表された知見の反映（第6条））

#### <新知見の概要>

- 中野ほか（2013）による「日本の火山（第3版）」データベースの2023年10月1日までの更新を踏まえ、既許可申請書における地理的領域にある第四紀火山及び原子炉施設に影響を及ぼし得る火山に関する変更がなされた。



#### 【主な変更点】

- 二岐山の評価を原子炉施設に影響を及ぼし得る火山に変更
- ⇒ 既許可の火山影響評価結果に変更はない。

出典：第517回原子力発電所の新規制基準適合性に係る審査会合資料（2024年3月19日）から一部加算・修正

<<https://www.da.nra.go.jp/view/NRA100000076?contents=NRA100000076-002-002#pdf=NRA100000076-002-002>>

#### <審査結果>

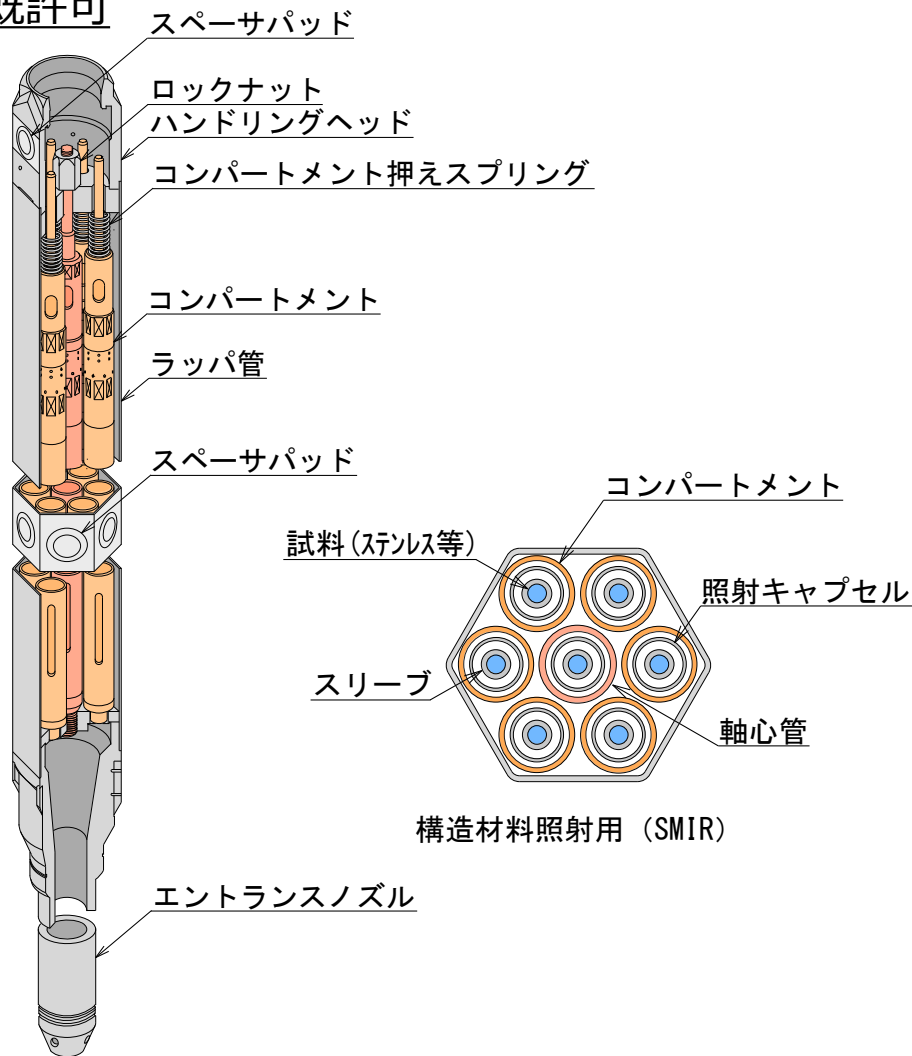
- 「日本の火山（第3版）」データベースの更新内容に基づく火山の影響に対する設計方針の評価については、火山ガイド※を踏まえた個別評価及び影響評価が適切に実施されていることを確認
- 想定する降下火砕物については、既許可で評価した赤城鹿沼テフラ（層厚50cm, 密度1.5g/cm<sup>3</sup>）を変更する必要がないことを確認

## 參考資料

# 参考：炉心構成要素の構造図

## 材料照射用反射体

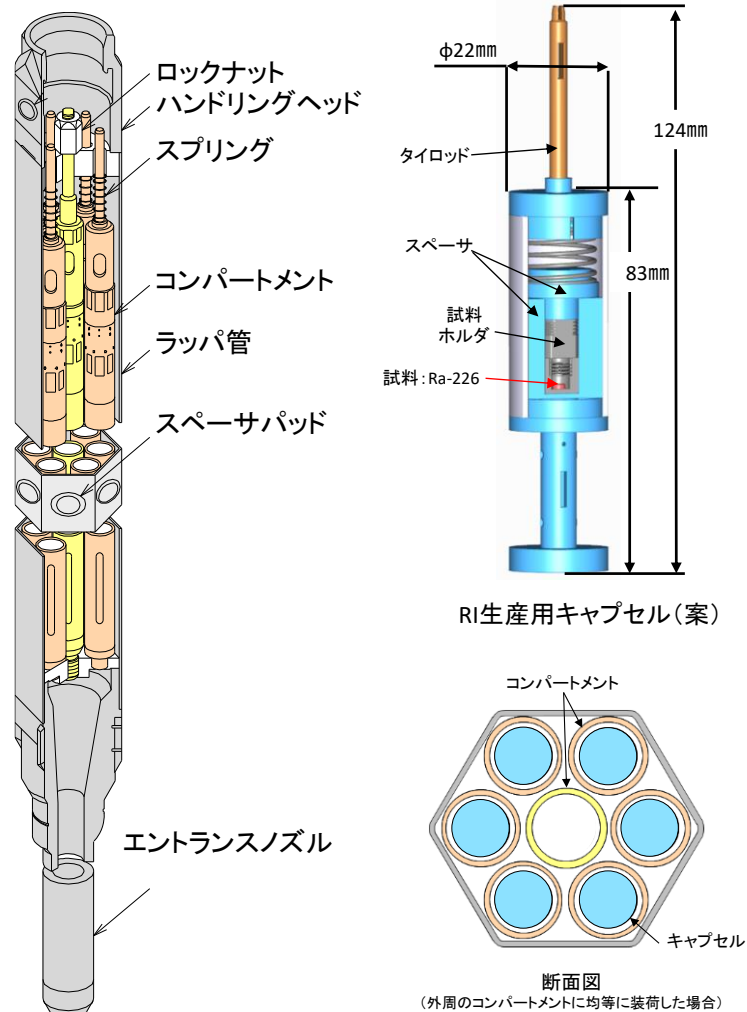
既許可



構造材料照射用 (SMIR)

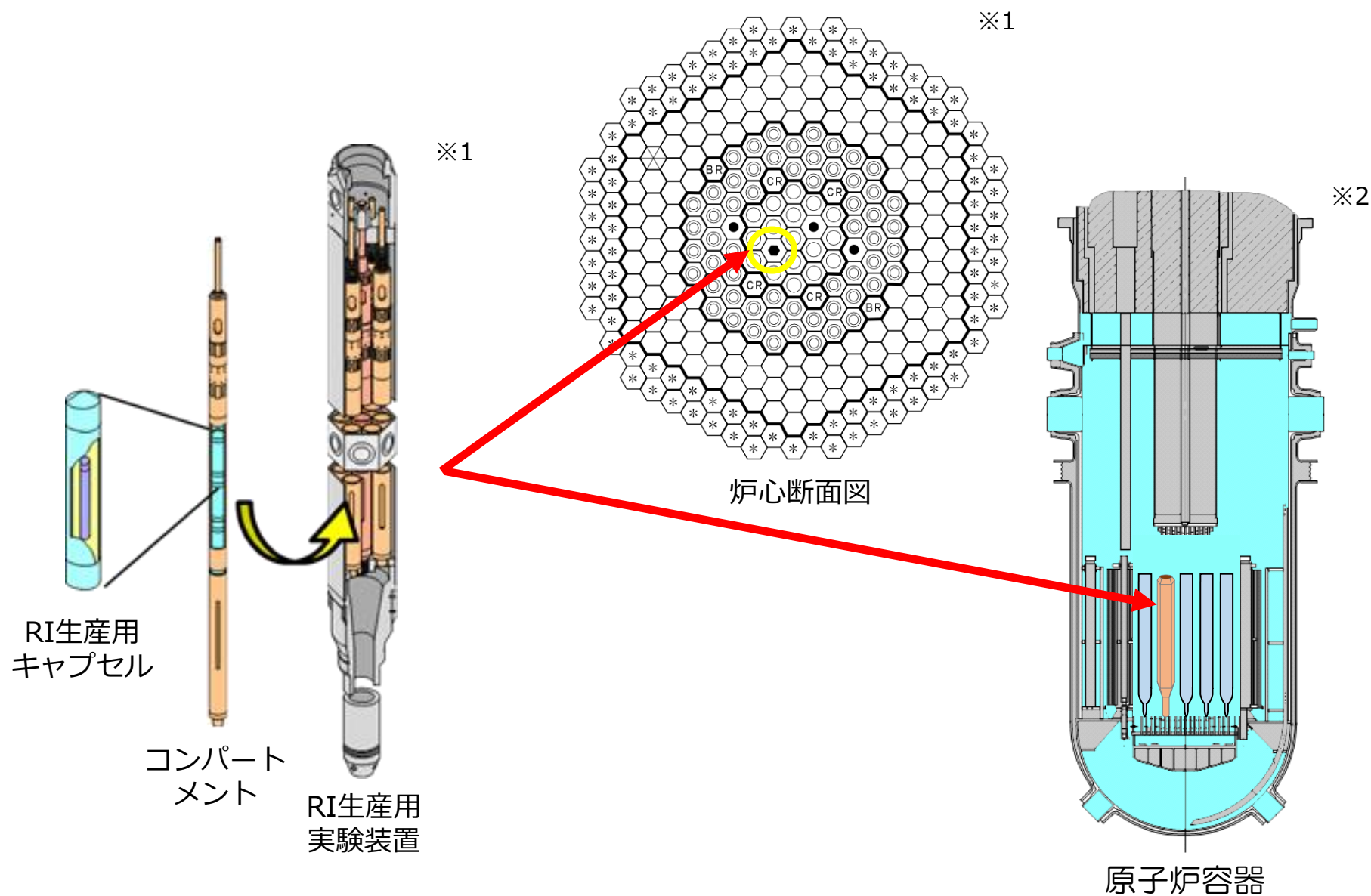
## R I 生産用実験装置

本申請



RI生産用キャプセル(案)

# 参考：RI生産用実験装置の炉心装荷



※1 出典：第517回 核燃料施設等の新規制基準適合性に係る審査会合 資料1-1

※2 出典：第403回 核燃料施設等の新規制基準適合性に係る審査会合 資料1を一部修正

## 参考：使用の目的に係る新旧対応表

| 変更前                                                 | 変更後                                                                                     |
|-----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>2. 使用の目的</p> <p>高速増殖炉の開発。ただし、その利用は平和利用に限られる。</p> | <p>2. 使用の目的</p> <p>高速増殖炉の開発、<u>一般研究、材料照射、放射性同位元素の生産に関する研究開発</u>。ただし、その利用は平和利用に限られる。</p> |

# 原子炉を用いたRI製造とは？

- ラジオアイソトープ (RI) は、物体 (ターゲット) に中性子を照射して、ターゲットの原子に核反応を起こさせて製造することができる。
- 原子炉は、ウランの核分裂反応によって中性子が得られることから、ターゲットに照射する中性子源として用いられる。

## ～原子炉を用いたRI製造例～

