



文部科学省

MINISTRY OF EDUCATION,  
CULTURE, SPORTS,  
SCIENCE AND TECHNOLOGY-JAPAN

資料 1

# 「もんじゅ」サイトを活用した 新たな試験研究炉に関する検討状況

令和2年7月15日

文部科学省 研究開発局



MEXT

MINISTRY OF EDUCATION, CULTURE, SPORTS,  
SCIENCE AND TECHNOLOGY-JAPAN

# 「もんじゅ」サイトを活用した新たな試験研究炉について

## <背景>

- 平成28年12月に開催された「原子力関係閣僚会議」において決定された「もんじゅ」の取扱いに関する政府方針の中で、「将来的に「もんじゅ」サイトに新たな試験研究炉を設置し、我が国の今後の原子力研究や人材育成を支える基盤となる中核的拠点となるよう位置付ける」こととされた。
- 文部科学省は、平成29年度より「もんじゅ」サイトを活用した新たな試験研究炉に関する委託調査を実施するとともに、審議会（原子力科学技術委員会 原子力研究開発・基盤・人材作業部会）において方向性を議論しているところ。

## <委託調査概要> 「もんじゅ」サイトを活用した新たな試験研究炉に関する調査

委託先において、多様なステークホルダーにより構成される外部有識者委員会に2つのタスクフォースを設置し、調査・検討を行う。

### 外部有識者委員会

試験研究炉の専門家（大学、研究機関、メーカー）

試験研究炉ユーザー（学術利用、産業利用等）

原子力人材育成の専門家

コンソーシアムにおけるマネジメントの専門家

地元における地域振興の有識者

### ○ 概念設計タスクフォース

候補となり得る炉型ごとに

- ・ 利用ニーズ整理の更なる充実
- ・ 具体的な機能・スペック・地理的設置可能性等の技術的観点からの精査
- ・ 建設コスト、維持コスト等、経済的成立性の調査・検討
- ・ 原子力規制に関する調査

### ○ 利用・運営タスクフォース

他の試験研究炉や供用施設を参考に、候補となり得る炉型ごとの利用目的に応じた運営体制の事例調査・検討

# 1. 平成30年度までの主な調査結果

- ①ニーズと出力をもとに試験研究炉を整理
- ②「もんじゅ」サイト内の地理的調査を実施

# (前年度までの調査結果①) ニーズと出力をもとに大別した試験研究炉の整理

既存の試験研究炉を参照し、出力に応じ、主な利用ニーズについて大別した結果は以下の通り。

| 炉型     | 熱出力   | 既存の試験研究炉例      | 主な利用ニーズ |           |            |      |                 |                |
|--------|-------|----------------|---------|-----------|------------|------|-----------------|----------------|
|        |       |                | 炉物理研究   | 燃料・材料照射研究 | 中性子ビーム利用研究 | RI製造 | 人材育成<br>(教育・実習) | 人材育成<br>(研究開発) |
| 臨界実験装置 | 0.1kW | KUCA           | ◎       |           |            |      | ◎               | ○              |
| 低出力炉   | 1W    | 近大炉(UTR-KINKI) |         |           | △※         |      | ◎               | ◎              |
| 中出力炉   | 5MW   | 京大炉(KUR)       |         |           | ○          |      | ○               | ◎              |
| 高出力炉   | 20MW  | JRR-3          |         |           | ◎          | ○    |                 | ◎              |
| 高出力炉   | 50MW  | JMTR           |         | ◎         |            | ◎    |                 | ◎              |

その他、次世代炉や新型炉のための試験研究炉（パルス炉やスペクトルシフト炉、SMR等）についての議論も別途なされている。

| 炉型          | 試験研究炉                  | 使用目的  | 2016~2021 | 2022~2028                    | 2029~2039 |
|-------------|------------------------|---|-----------|------------------------------|-----------|
|             |                        |   |           |                              |           |
| 研究炉<br>水冷却炉 | JMTR(50MW)             | 燃料・材料照射、放射化分析、RI製造                          | ---◆ 廃止   | 原子力機構において、新たな照射炉の建設に向けた検討を実施 |           |
|             | JRR-3(20MW)            | 中性子ビーム実験、放射化分析、RI製造                         | --->      |                              |           |
|             | KUR(5MW)               | 中性子基礎基盤研究、人材育成、BNCT                         | --->      | (燃料返送期限を鑑みると廃止の可能性有)         |           |
|             | UTR-KINKI(1W)          | 人材育成、基礎基盤研究                                 | --->      |                              |           |
|             | NSRR(0.3MW, 23000MW)   | 原子炉安全性研究(事故時の燃料破損挙動)、教育訓練                   | --->      |                              |           |
| 研究炉<br>冷却炉  | ナトリウム<br>常陽(140→100MW) | 高速増殖炉の基礎基盤技術実証、燃料・材料照射、人材育成、将来炉開発のための革新技術検証 | --->      |                              |           |
|             | ガス<br>HTTR(30MW)       | 高温ガス炉の技術基盤技術の確立、高温炉心を用いた照射試験                | --->      |                              |           |
| 臨界実験装置      | STACY(0.2kW)           | 燃料デブリ臨界実験                                   | --->      |                              |           |
|             | FCA(2kW)               | 高速炉の炉物理研究                                   | ---◆ 廃止   |                              |           |
|             | KUCA(0.1kW)            | 人材育成、基礎基盤研究、ADS研究                           | --->      |                              |           |
|             | NCA(0.2kW)             | 軽水炉炉心の臨界実験、中性子束検出器の校正                       | ---◆ 廃止   |                              |           |

◎、○ その施設を用いた実施数等を勘案して表示

※ ラジオグラフィや元素分析のみ

＜令和元年度調査＞  
前年度までの調査をもとに  
➤ 具体的な機能・スペック・地理的設置可能性等の技術的観点から精査  
➤ 建設コスト等、経済的成立性の調査・検討を実施

点線：運転停止 実線：運転(予定含む)

# (前年度までの調査結果②) 「もんじゅ」サイトの地理的状況調査

既存の試験研究炉を参照し、サイトにおける設置可能性について整理した結果は以下の通り。

| 炉型     | 熱出力   | 既存の試験研究炉例      | サイトにおける設置場所 ※3 |       |         |           |        |
|--------|-------|----------------|----------------|-------|---------|-----------|--------|
|        |       |                | ①～③及び⑤         | ④荷揚岸壁 | ⑥山側資材置場 | ⑦もんじゅ施設跡地 | ⑧焼却炉場所 |
| 臨界実験装置 | 0.1kW | KUCA           | ×              | ○     | ○       | ○         | ○      |
| 低出力炉   | 1W    | 近大炉(UTR-KINKI) | ×              | △※1   | ○       | ○         | ○      |
| 中出力炉   | 5MW   | 京大炉(KUR)       | ×              | ×     | △※2     | ○         | ×      |
| 高出力炉   | 20MW  | JRR-3          | ×              | ×     | ×       | ○         | ×      |
| 高出力炉   | 50MW  | JMTR           | ×              | ×     | ×       | ×         | ×      |

スペースから見た設置可能性の記号： ○ (有り)、△ (配置上の工夫等が必要)、× (設置は困難)



試験研究炉の設置検討場所 (①～⑧)

- ※1 施設の配置の合理化等が必要
- ※2 大規模な土木工事となり、大量の残土処分地の確保等が必要
- ※3 「もんじゅ」の廃止措置終了後に設置可能となる点に注意

＜令和元年度調査＞  
⑥と⑧を合わせた場所を設置  
場所候補として炉型を検討

## 2. 令和元年度の主な調査結果

- ① 具体的なスペックや建設コスト・ニーズ・利用用途を検討し、候補となる試験研究炉を整理
- ② 試験研究炉のレイアウトイメージを整理
- ③ 試験研究炉の運営体制を検討

# 候補となり得る試験研究炉の整理（1）

## 既存炉をベースに最新技術を盛り込み建設可能と考えられる炉型

| 炉型                      |                  | 臨界実験装置+加速器   | 低出力炉   | 中出力炉  | 高出力炉      | 高出力炉    |
|-------------------------|------------------|--|--|---|-----------|---------|
| 炉型の特徴                   |                  | 炉心設計から炉心構築、原子炉運転、データ収集・分析まで原子力の基礎を一貫して実体験できる。高速～熱まで広範囲な中性子スペクトル場を構築。 | 環境を模擬した条件での燃材料照射などの原子炉工学実験を主目的するとともに、原子炉技術者の人材育成の拠点として原子力分野の裾野の維持・拡大を担う。 | 中性子ビーム利用研究を主目的とし、中性子散乱実験や元素分析、イメージングの他、RI製造等等など基礎研究から産業利用まで汎用性の高さが特徴。 | <b>参考</b> |         |
| 既存の試験研究炉例               |                  | KUCA、FCA   | UTR-KINKI  | KUR   | JRR-3     | JMTR    |
| 熱出力                     |                  | 数kW  | 500kW  | <10MW   | 20MW      | 50MW    |
| 主な利用用途                  |                  | 炉物理、核変換実験  | 原子炉工学実験  | 中性子ビーム利用  | 中性子ビーム利用  | 燃材料照射利用 |
| 原子力基礎                   | 核物理、核変換実験、核データ取得 | A  | C  | C   | C         | C       |
|                         | 原子炉設計技術開発        | A  | C  | -   | -         | -       |
| 照射利用                    | 燃材料照射            | -  | B  | B   | B         | A       |
|                         | RI製造             | -  | C  | B   | B         | A       |
|                         | 生物照射、放射線影響       | -  | B  | B   | -         | -       |
|                         | 放射化分析            | -  | A  | A   | A         | A       |
| ビーム利用                   | 中性子ラジオグラフィ       | C  | B  | A   | A         | -       |
|                         | 中性子散乱・回折         | -  | -  | B   | A         | -       |
| 人材育成                    | 教育（学生）           | A  | B  | B   | B         | B       |
|                         | 訓練（研究者・技術者）      | B  | A  | B   | B         | B       |
| 参考となる既存炉の利用人数（人・日）※1    |                  | 1,034（KUCA）  | 1,223（UTR-KINKI）   | 5,413（KUR）  | 22,533    | -       |
| 見込まれる建設費（概算）（億円）※2      |                  | 約200   | 約300   | 約500  | -         | -       |
| 設置可能性<br>（山側資材置場+焼却炉場所） |                  | ○  | ○  | ○   | ×         | ×       |

A：利用目的すべて満足するもの  
 B：利用目的を一部満足するもの  
 C：利用目的をほとんど満足しないもの

※1 通年で利用された直近の年度の利用人数（KUR・KUCA：H25年度、UTR-KINKI：H29年度、JRR-3：H22年度）。KURの利用人数は、KUR周辺実験設備の他、ホットラボや加速器等の利用者を含む。

※2 試験研究炉本体の建設費を、既存炉の出力に応じた建設実績から見積った上で、それぞれの炉型で想定される付帯設備や土木工事を含めて概算。設計段階で精査が必要。なお、設計費や新規制基準対応費等は見込まれていない。

# 候補となり得る試験研究炉の整理（2）

国内に例はないが、技術課題をクリアできれば建設可能性が見込まれる炉型

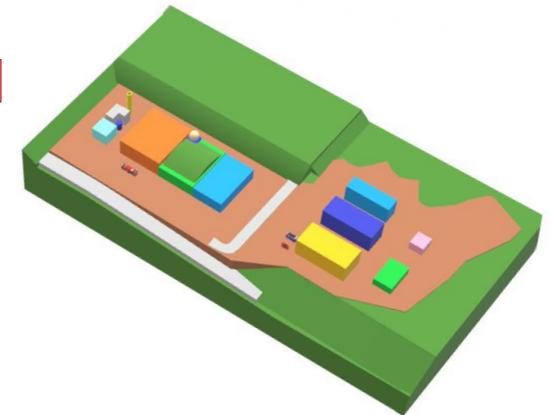
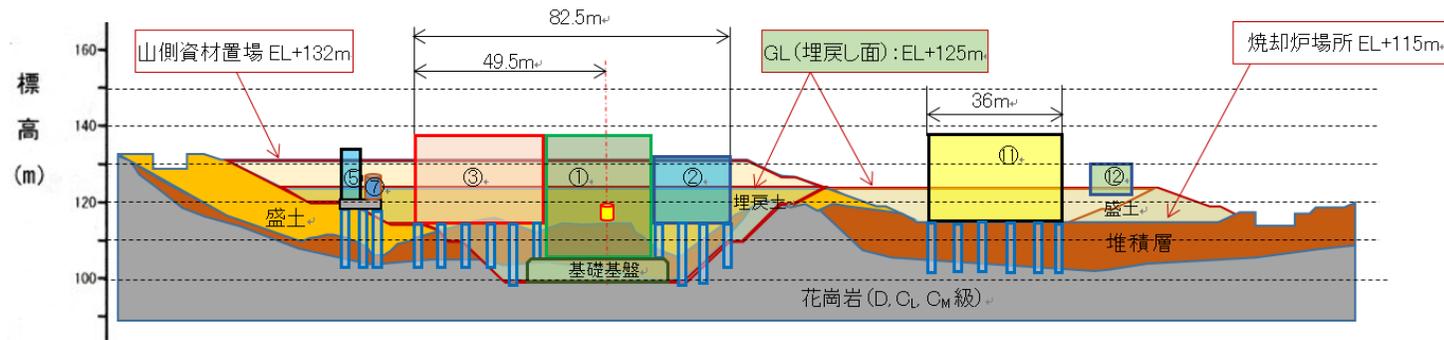
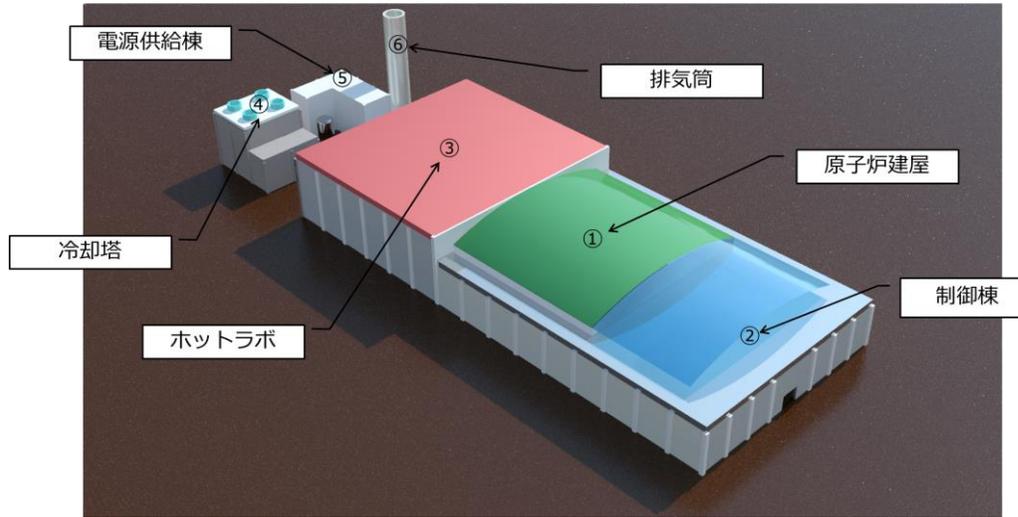
| 炉型                      | パルス炉   | スペクトルシフト炉  | 革新炉開発炉  |   |
|-------------------------|--|--|---|---|
|                         |  |  | 大型照射試験炉   | ヒートパイプ冷却小型炉   |
| 炉型の特徴                   | 炉心内の車輪型パルス発生機構により、中性子パルスビームを生成し、定常ビームとは異なる中性子ビーム利用研究を行う。 | 高速～熱まで広範囲な中性子スペクトル場を提供し、炉物理実験で得られる核反応データを通じて原子炉基礎研究や、高速炉を含む将来炉の設計に利用 | 米国のVTR試験炉を参考としたナトリウム冷却炉<br>高い中性子フラックスを持つ高速炉であり、様々な照射試験を実施 | マイクロリアクターの実機を用いた実証試験を行うとともに、中性子ビームを取り出し、中性子散乱実験等の実施を試みる |
| 熱出力                     | 250kW<br>最大パルス時30MW                                      | 2MW  | 100MW   | ～40MW   |
| 想定される利用用途               | 中性子ビーム実験   | 炉物理実験  | 燃材料照射試験   | マイクロリアクターの実証試験  |
| 見込まれる建設費（億円）            | 約200+開発費   | 約400+開発費   | 約2,500+開発費  | -   |
| 設置可能性<br>(山側資材置場+焼却炉場所) | ○  | ○  | -   | -   |

## （参考）必要な技術課題について

| 炉型        |         | 技術課題          | 技術開発内容   | 国内外での実績 |
|-----------|---------|---------------|--|---------|
| パルス炉      |         | パルス発生機構       | 炉心内の車輪型のパルス発生機構の設計製作と駆動試験                        | 海外で有    |
| スペクトルシフト炉 |         | 稠密燃料領域の炉心仕様検討 | スペクトル硬化のため設置する燃料稠密化領域の熱流力検討                      | 無       |
| 革新炉開発炉    | 大型照射試験炉 | 炉のFS検討        | 炉のフィージビリティ検討と仕様決定（Pb、Pb-Bi、熔融塩の冷却性能・システム安全の確認など） | 無       |
|           | HP冷却小型炉 | 炉のFS検討        | 炉のフィージビリティ検討と仕様決定                                | 無       |

# 試験研究炉のレイアウトイメージ

## 低出力炉、中出力炉のレイアウトイメージ ※



山側資材置場と焼却炉場所を活用した配置案をパターン分けして検討された。  
いずれの炉型においても、一定の掘削、土木工事は必要。

※ 臨界実験装置+加速器もほぼ同様のサイズで設置可能

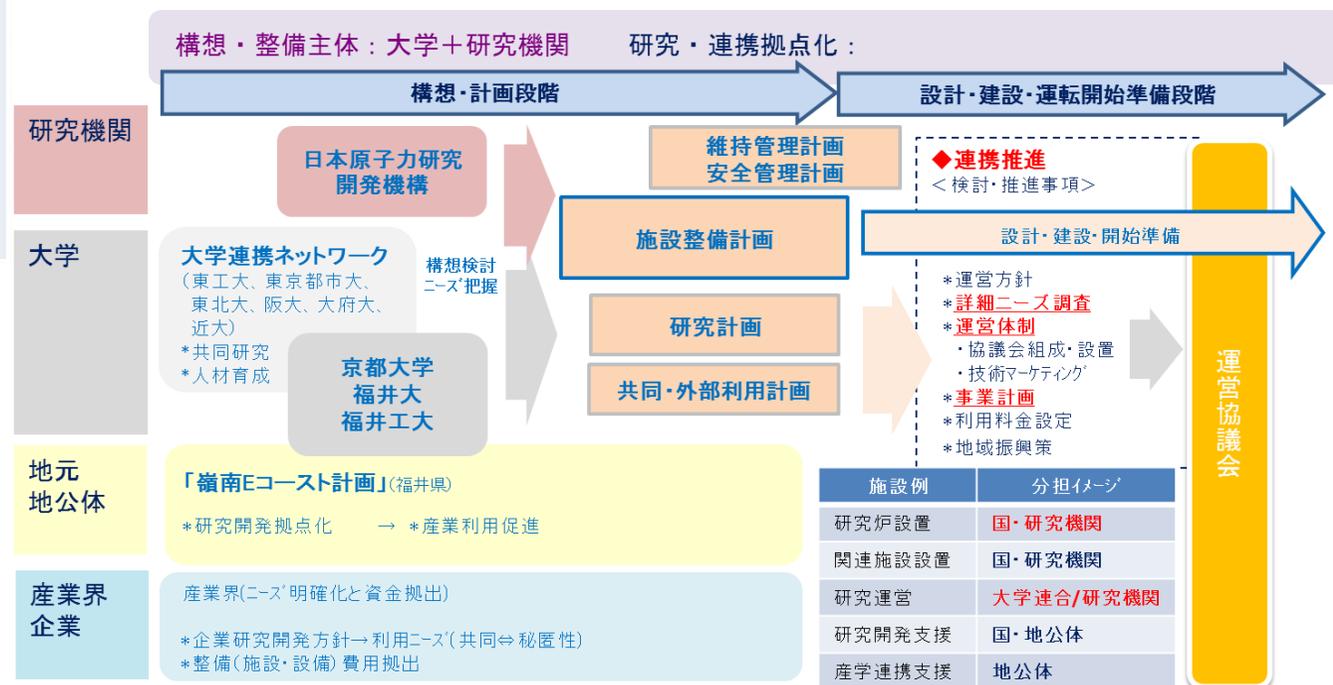
⇒ 今後は、地質調査により建設の可否を含めた詳細な情報を獲得する。

# 試験研究炉の運営体制の事例調査・検討

|        |       | 民間・連携利用重視型       |
|--------|-------|------------------|
| 運営     | 運営主体  | 大学連合+研究機関        |
|        | 施設管理者 | 研究機関             |
|        | 出資主体  | 国,大学,(民間企業)      |
| 構造     | 主体利用  | 基礎研究、人材育成        |
|        | 維持管理  | 大学連合+研究機関        |
| 特徴     | 安全管理  | 大学連合+研究機関        |
|        | 共同研究  | 共同研究・連携重視        |
| 施設整備計画 | 外部利用  | 外部利用優先           |
|        | ニーズ   |                  |
| 参考イメージ |       | JRR-3, あいちシンカトロン |

既存の施設を参考に利用目的に応じた運営体制を調査・整理

## 【調査報告に示された案】



研究機関（日本原子力研究開発機構）と大学が中心となって施設を整備・運営し、地元自治体や産業界が、利用環境の向上等の研究開発支援や産業利用促進のための支援を行うことが適切ではないか。

# 今後のスケジュールについて

## 原子力研究開発・基盤・人材作業部会において議論・意見聴取

(議論の論点)

- 我が国全体の原子力研究基盤の状況に鑑みて、我が国の今後の研究開発・人材育成を担う施設としてどのような炉型が適切か。また、どのような炉型が立地地域の振興に望ましいか。
- 試験研究炉の設置・運営に関して、研究機関、大学、地元自治体、産業界がどのような連携体制で進めることが望ましいか。

## 文部科学省の今後の取組

- 委託調査の結果、作業部会での意見を踏まえ、具体的な炉型の絞り込み等を行い、令和2年度中に概念設計に着手。

※ 炉型や運営体制を決定する前に地元の説明を行う。



令和4年度  
詳細設計を開始

### 3. 新たな試験研究炉に期待される役割

# 我が国の試験研究炉の現状

原子力分野の人材育成を行う上で重要な試験研究炉については、その多くが建設から40年以上経過するなど、高経年化が進むとともに、新規基準への対応等により、これまで通りの運用が困難な状況になっている。



|       |      |      |        |
|-------|------|------|--------|
| 1995年 | ○運転中 | △停止中 | ×廃止措置中 |
| 原子炉施設 | 20   | 0    | 6      |

|       |      |      |        |
|-------|------|------|--------|
| 2003年 | ○運転中 | △停止中 | ×廃止措置中 |
| 原子炉施設 | 16   | 0    | 11     |

|       |      |      |        |
|-------|------|------|--------|
| 2016年 | ○運転中 | △停止中 | ×廃止措置中 |
| 原子炉施設 | 0    | 13   | 6      |

|       |      |      |        |
|-------|------|------|--------|
| 現在    | ○運転中 | △停止中 | ×廃止措置中 |
| 原子炉施設 | 4    | 4    | 11     |

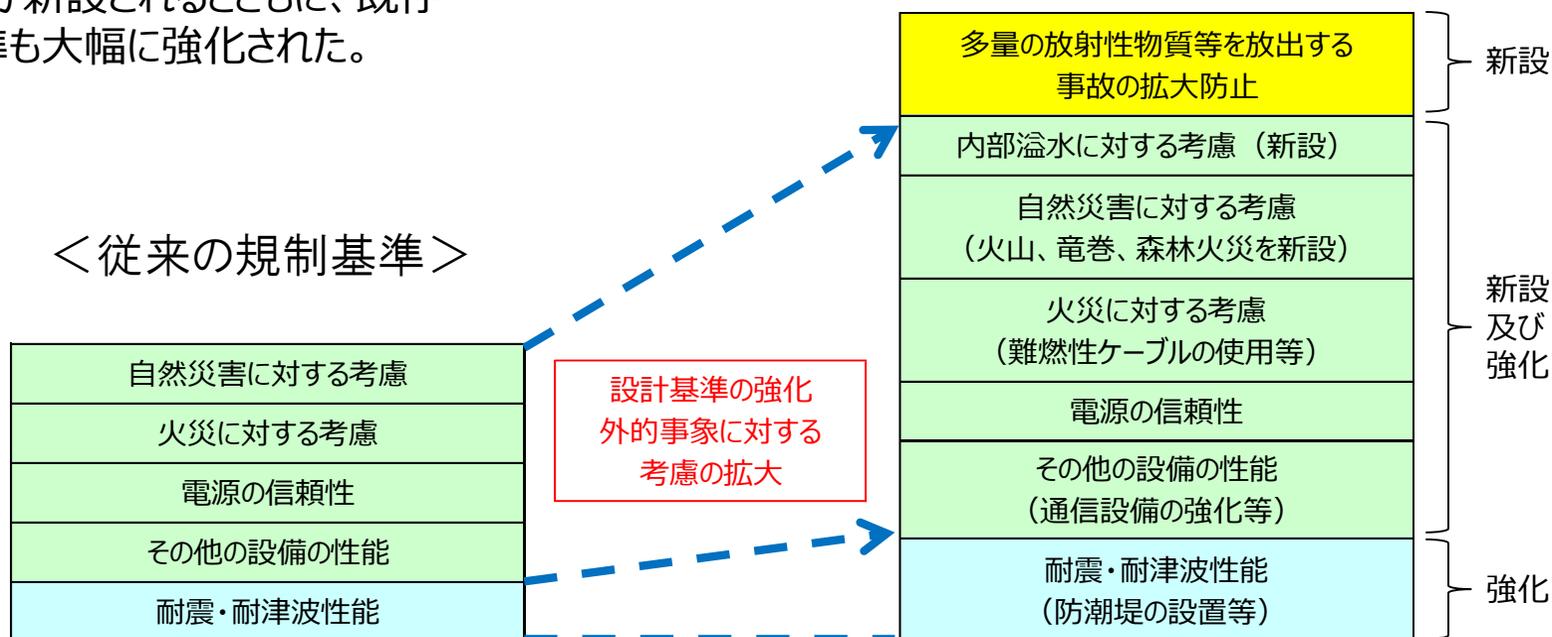
運転再開予定も含め、我が国の試験研究炉は、茨城県に5施設（日本原子力研究開発機構）大阪府に3施設（京都大学、近畿大学）計8施設のみ。

# 東日本大震災後の新規制基準

## 新規制基準

原子力規制委員会による世界で最も厳しい水準の規制基準とされている。多くの対策が新設されるとともに、既存の規制基準も大幅に強化された。

＜試験研究炉の規制基準＞  
(熱出力50MW～500kW水冷却炉)

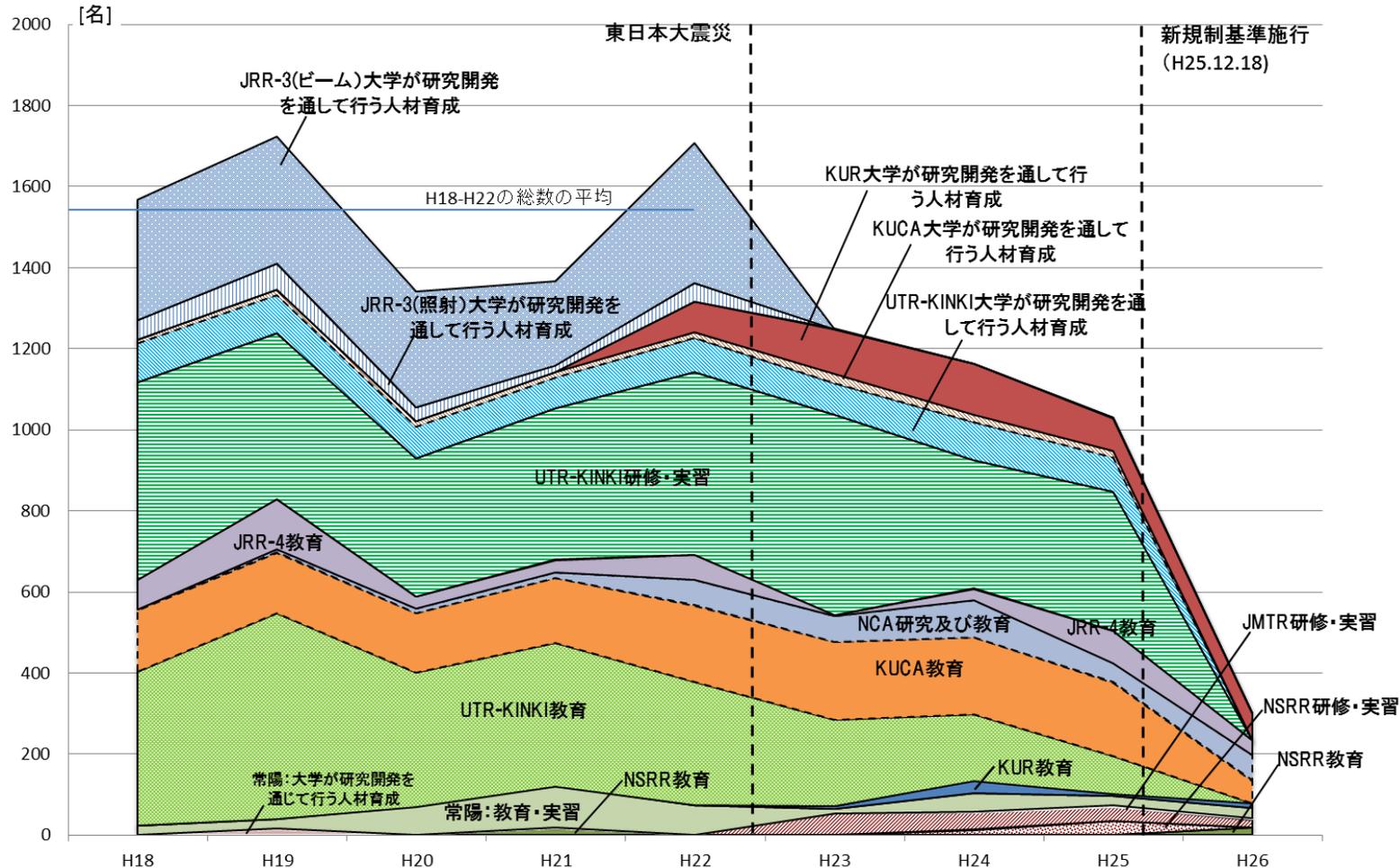


これにより、多くの原子力研究開発施設が新規制基準に対応するため利用運転を停止  
継続利用する施設に対しては、耐震補強を含む多額の対応費用が発生する状況が顕在化

※原子力機構においては、89の原子力研究開発施設のうち、43施設の廃止を決定  
うち、原子炉施設も5施設を継続利用とし、廃止施設は計10施設に

# 試験研究炉の稼働状況が原子力に係る人材育成へ及ぼした影響

東日本大震災以降、原子力機構の試験研究炉は全て停止し、さらに新規制基準への対応のため大学の研究炉等も平成25～26年度にかけてすべて停止したことによって、人材育成数は激減した。



研究炉等で行われた人材育成の人員数（研究炉等の稼働有無を問わない場合）  
出典：「我が国における研究炉等の役割について 中間報告書」（平成28年3月）日本原子力学会

## 新たな試験研究炉に期待される役割

- 今後の我が国における原子力利用のためには、原子力分野の基礎・基盤研究や人材育成の取組は将来的にも必要不可欠であり、試験研究炉はその重要な基盤
- 高経年化が進むとともに、新規制基準への対応等により、これまで通りの運用が困難な状況になっている中、我が国の試験研究炉の多くが廃止の方針となり、東日本大震災後も運転再開した試験研究炉は4施設のみ
- このように、我が国全体の研究基盤がぜい弱化する中、将来的に「もんじゅ」サイトに設置する試験研究炉には、西日本における、研究開発・人材育成の中核的拠点としての役割が期待される

- 地元として、どのような試験研究炉を設置することが望ましいか
- 試験研究炉の設置・運営に関して、関係機関がどのような連携体制を構築すべきか