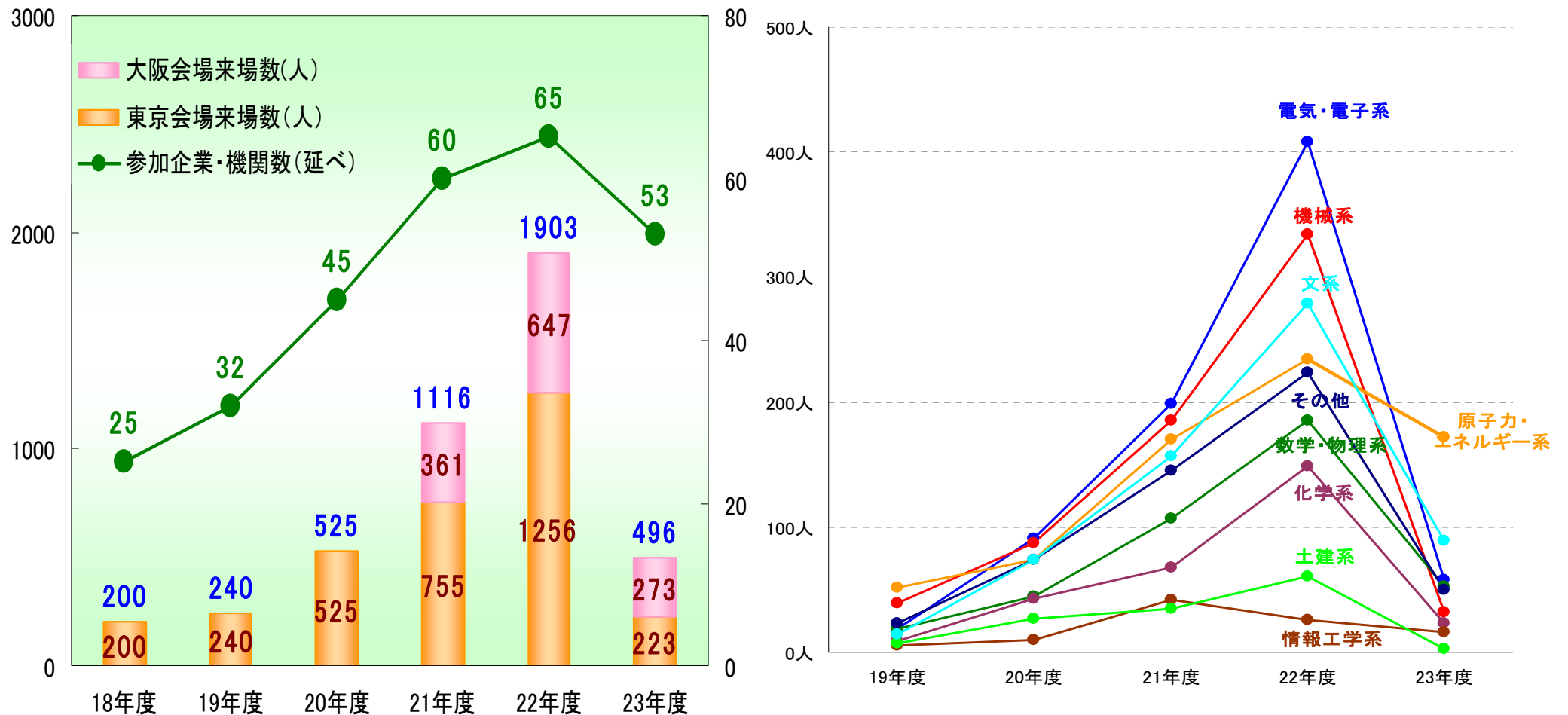


原子力産業セミナー(原子力関係企業の合同就職説明会)

- 参加学生は激減。前年度の約26%。
- 特に、他の産業への就職も可能な電気・機械の減が著しい。

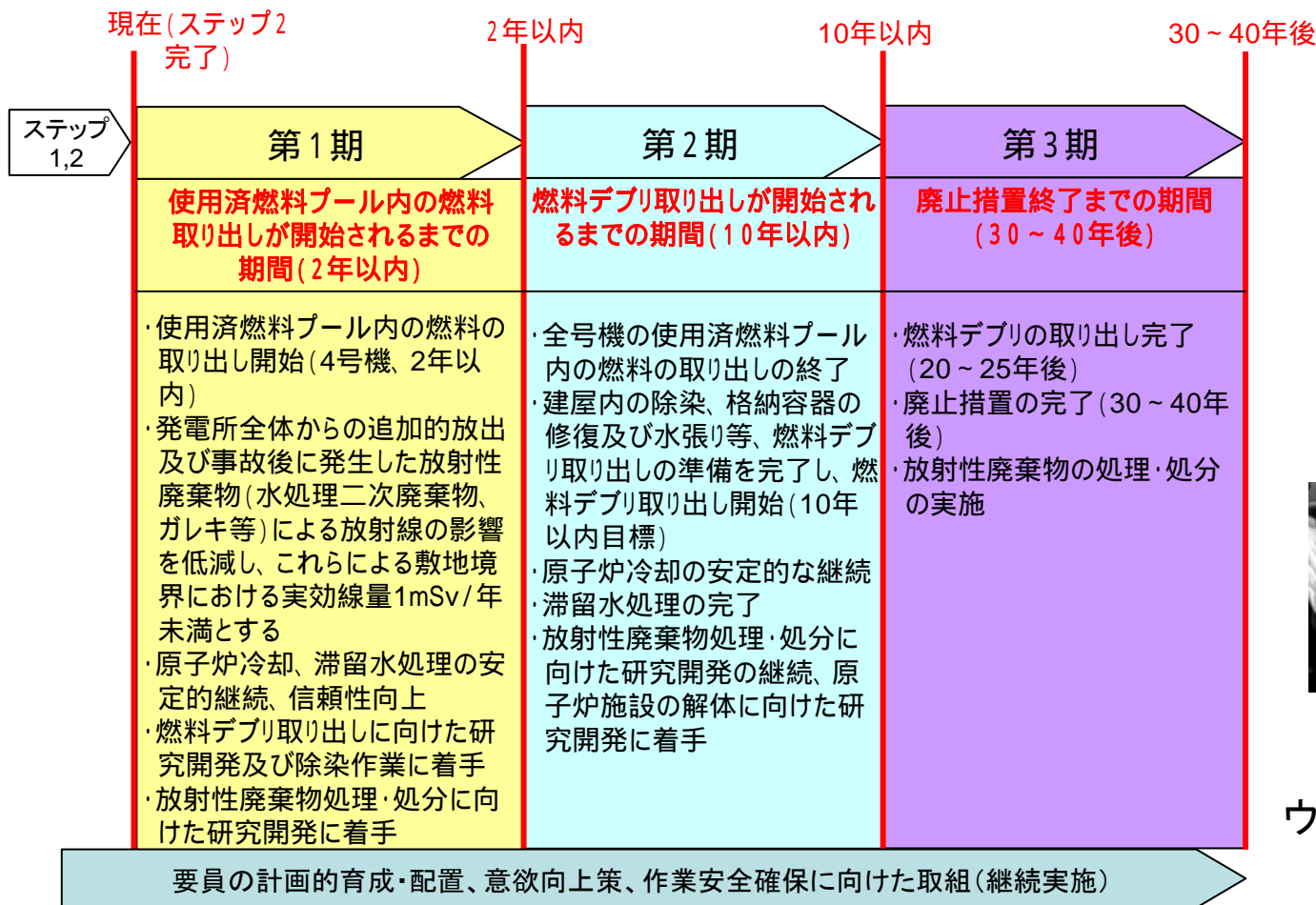


2. 福島原発事故対策及び原子力施設一般の安全確保 に向けた基礎・基盤研究、人材育成

福島第一原子力発電所の廃止措置に向けた基礎・基盤研究、人材育成

東京電力(株)福島第一原子力発電所1～4号機の廃止措置等に向けた中長期ロードマップ

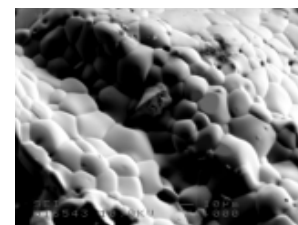
(平成23年12月21日 原子力災害対策本部、政府・東京電力中長期対策会議)



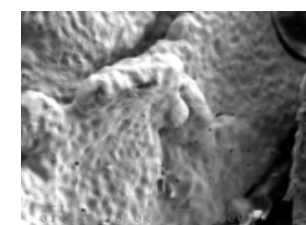
(例) 燃料デブリの取り出しに必要な基礎基盤研究



溶融後のウラン試料

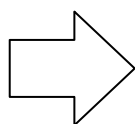


25%Zr



50%Zr

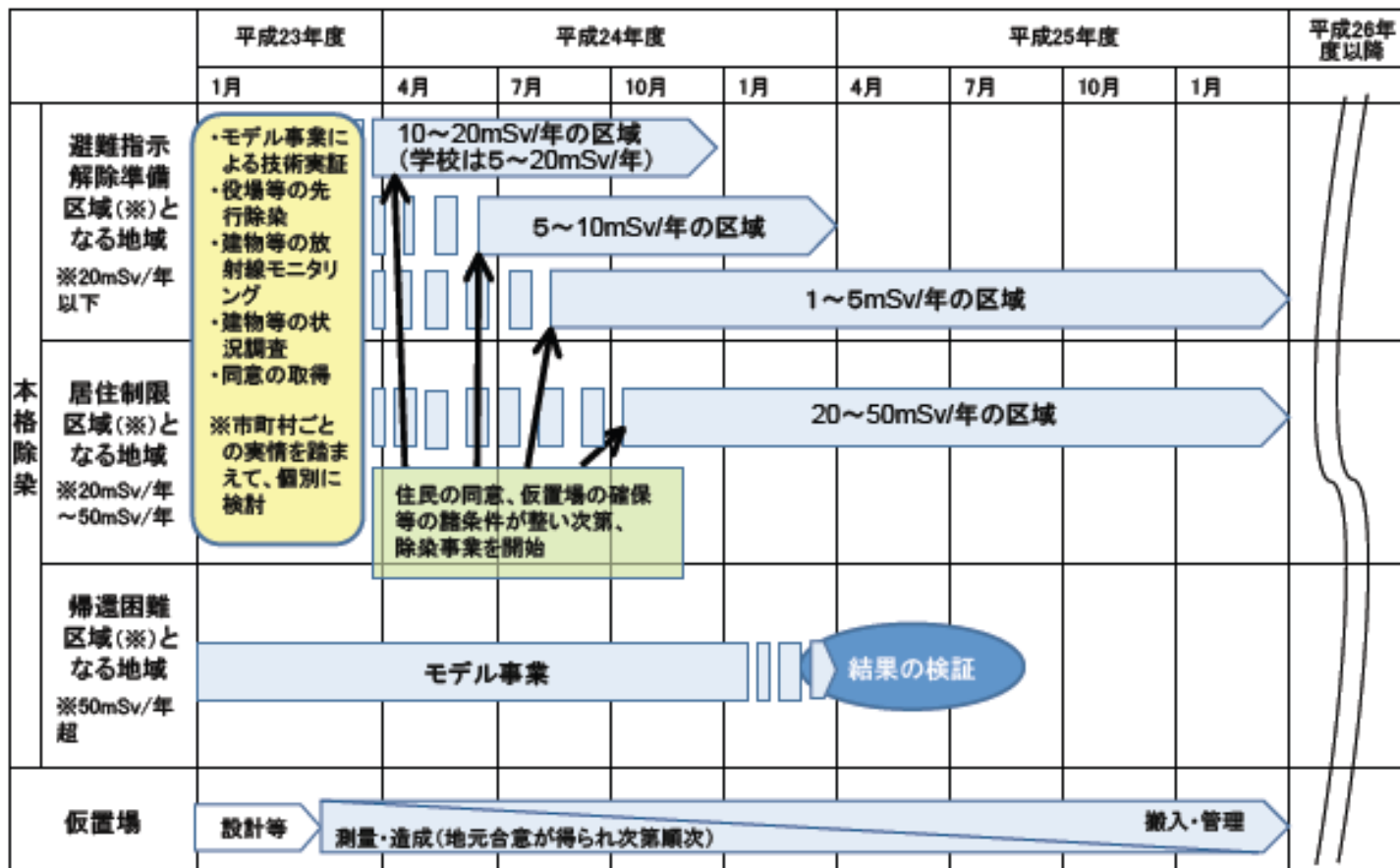
ウラン模擬デブリ試料表面のSEM観察



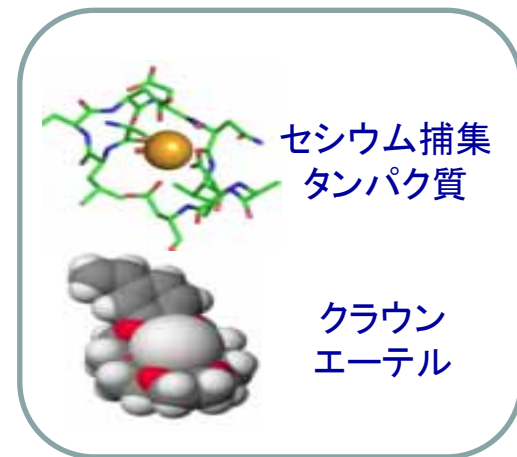
- ・廃止措置に向けては、現場と密接に連携した研究開発を支える、継続的な基盤データの取得や基礎基盤的な研究が必要。
- ・専門的な知識を有する人材を継続的に育成・確保することが必要。

より効率的・効果的な除染に向けた基礎・基盤研究、人材育成

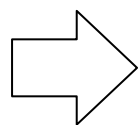
新たな避難指示区域ごとの除染工程表
(除染特別地域における除染の方針(平成24年1月環境省)より抜粋)



※具体的な除染の実施に際しては、市町村ごとに除染の手順を設定。
※除染の実施に当たっては、モデル事業(内閣府、環境省)等で得られる技術的知見を適宜取り入れる。



グラフト重合によるセシウム捕集材の開発

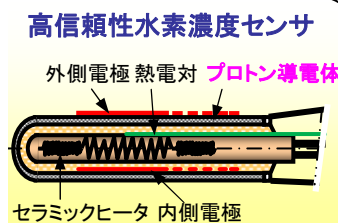
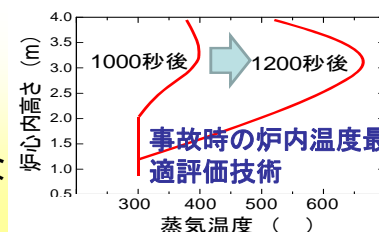


効率的・効果的な放射性物質の除去や土壌の減容化等のための新たな技術の確立に向けては、基盤的な研究開発や人材育成が必要

安全性向上・確保に向けた基礎・基盤研究、人材育成

技術基盤の強化

安全を確保しつつ継続的な向上を図るための改善技術のみならず、施設の実力・性能を正しく評価して改善策の有効性を確認するための技術、過酷な環境に耐える計測技術など幅広い技術基盤が求められている



施設・設備の維持

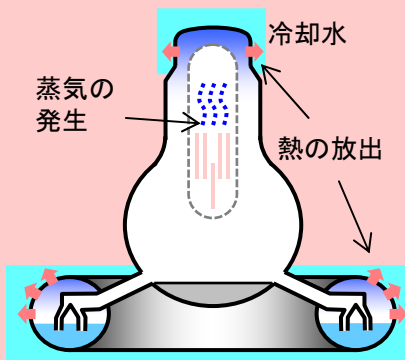
大型非定常試験装置 (LSTF)



原子炉冷却システム性能

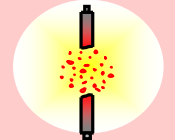
格納容器試験装置

外面からの冷却性能を評価



事故時の格納容器冷却性能

NSRR



- ・燃料破損影響評価
- ・冷却性評価
- ・シビアアクシデントへの拡大シナリオ

燃料の限界性能

人材の育成

原子力機構の施設・設備を活用した人材育成

研究開発や運転管理を通じて、原子力安全の本質を理解し実行する技術を備えた研究者・技術者を育成



材料試験炉 (JMTR)



JMTRホットラボ (JMTR-HL)

➤ 安全を支える基礎・基盤の強化には、基礎工学研究・安全研究等による**技術基盤の強化**とともに、「**研究に要求される高い性能を持つ施設・設備の維持**」、「**原子力安全を担う人材の育成**」が不可欠

➤ 福島事故を踏まえて、さらに、**シビアアクシデントに関する安全研究^{*1}**、**廃止措置等に向けた研究開発^{*2}**が求められている

*1; 原子力安全委員会決定 (H23.10.20): 「発電用軽水炉施設におけるシビアアクシデント対策について」、*2; 原子力災害対策本部 政府・東京電力 中長期対策会議 (H23.12.21): 「東京電力(株)福島第一原子力発電所1~4号機の廃止措置等に向けた研究開発計画について」

3. 原子力の基礎・基盤研究

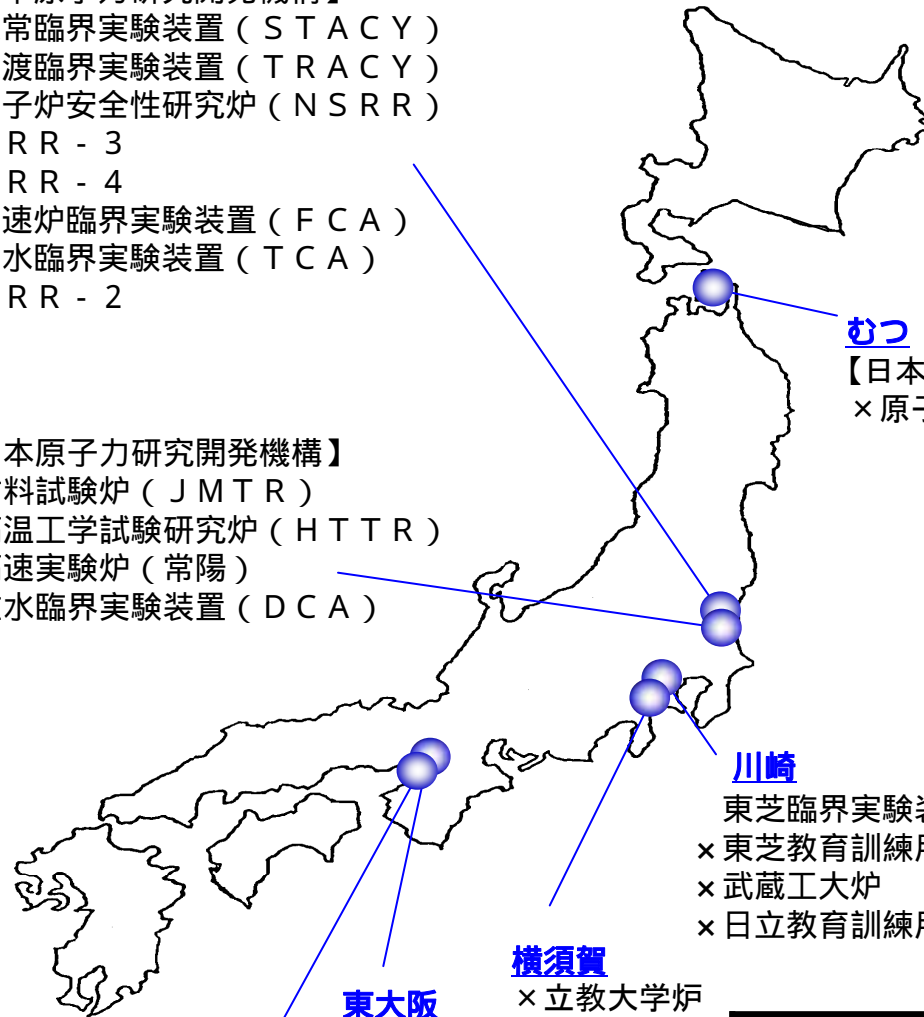
我が国の試験研究用原子炉施設

東海

- × 東京大学原子炉 (弥生)
- 【日本原子力研究開発機構】
- 定常臨界実験装置 (STACY)
- 過渡臨界実験装置 (TRACY)
- 原子炉安全性研究炉 (NSRR)
- JRR - 3
- JRR - 4
- 高速炉臨界実験装置 (FCA)
- 軽水臨界実験装置 (TCA)
- × JRR - 2

大洗

- 【日本原子力研究開発機構】
- 材料試験炉 (JMTR)
- 高温工学試験研究炉 (HTTR)
- 高速実験炉 (常陽)
- × 重水臨界実験装置 (DCA)



むつ

- 【日本原子力研究開発機構】
- × 原子力第1船 むつ

川崎

- 東芝臨界実験装置 (NCA)
- × 東芝教育訓練用原子炉 (TTR - 1)
- × 武蔵工大炉
- × 日立教育訓練用原子炉 (HTR)

横須賀

- × 立教大学炉

東大阪

- 近畿大学炉

熊取

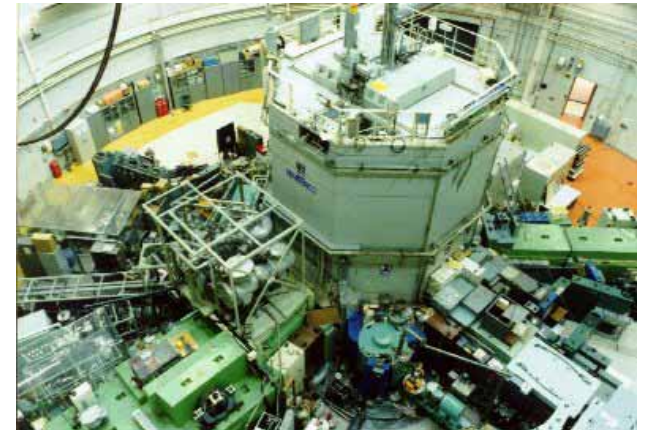
- 京都大学炉 (KUR)
- 京都大学臨界実験装置 (KUCA)

	運転中	建設中	× 廃止措置中	計
原子炉施設	14	0	8	22

京都大学原子炉(KUR)

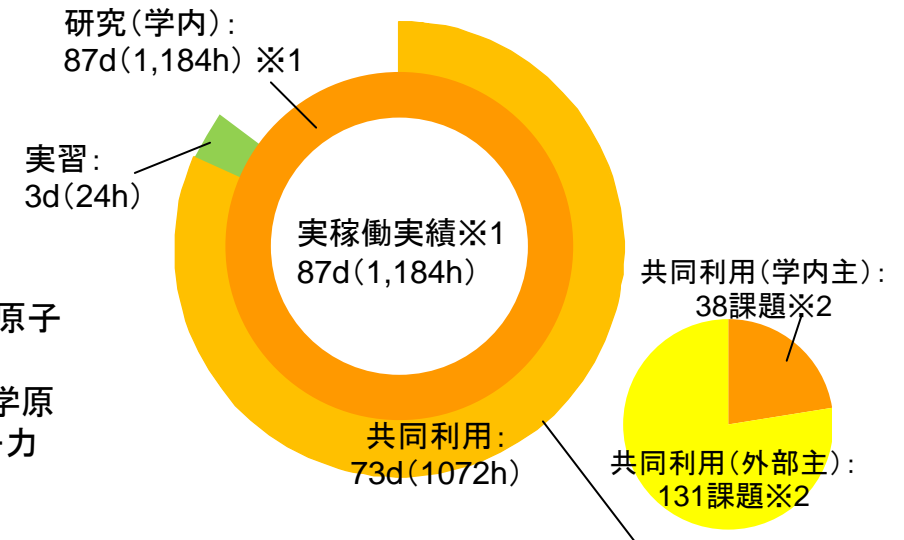
①施設の概要

- ・炉型 濃縮ウラン軽水減速冷却スイミングプール系タンク型
- ・初臨界 1964年
- ・熱出力 5MW
- ・一般研究、材料照射、放射性同位元素生産、開発研究および教育訓練に利用
- ・わが国大学の所有する唯一のMW級の研究用原子炉
- ・2010年5月より低濃縮ウラン燃料を用いた運転を開始
- ・ガンの硼素中性子捕捉療法(BNCT)で世界トップの実績



②利用の状況（平成23年度）

- ・実稼働実績 合計87日(1,184時間)
- ・共同利用 169課題（北大、東北大、東大、名大、阪大、九大、産総研、JAEAほか計79機関）
- ・医療照射(BNCT):62件
- ・大学院生実験で教育利用



③今後の計画

- ・西日本における中性子・放射線・RI・核燃料物質利用の中核施設として、原子力基盤研究、理学・工学・医学等自然科学の基礎研究、人材育成を推進
- ・我が国原子力安全の確保のための技術基盤維持、充実のため、京都大学原子炉実験所その他施設と連携して、原子力安全基盤科学研究、包括的原子力安全基盤教育を推進

④課題

- ・使用済燃料処理・処分方針の早急な決定
- ・利用ニーズに応えるための燃料購入費、運転管理維持費、設備改造・維持費等の資金確保
- ・供用期間終了後の廃止措置の検討、研究施設廃棄物の処分問題

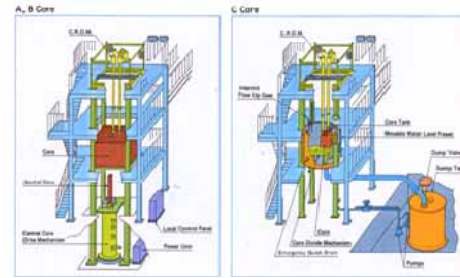
※1 施設は複数の課題が同時に利用する都合上、研究(学内)の利用期間＝実稼働実績として計上。施設検査等もこれに含まれる。

※2 グラフは課題数の内訳
(運転時間のデータがないため)

京大原子炉実験臨界集合体実験装置(KUCA)

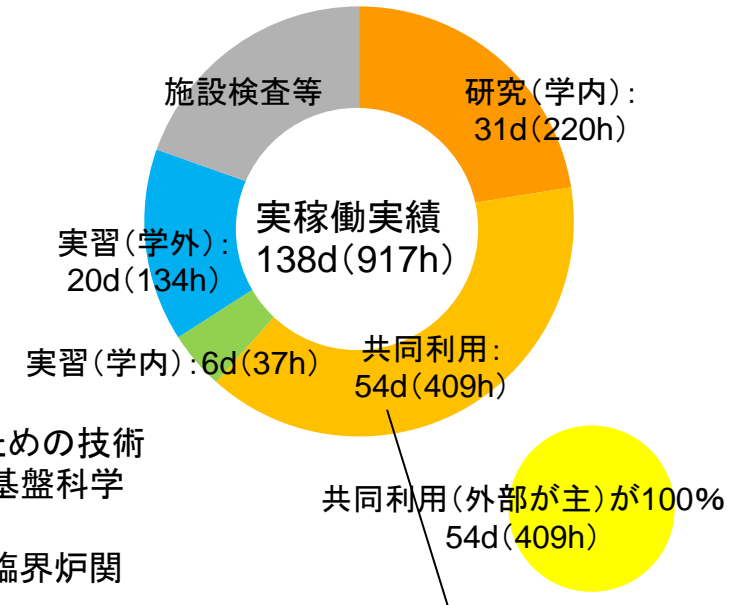
①施設の概要

- ・炉型 臨界集合体実験装置(複数架台方式)
- ・初臨界 1974年
- ・熱出力 最大100W(短時間最大1kW)
- ・原子炉物理や放射線物理等に関する基礎研究及び教育に利用
- ・世界的にも例を見ない複合架台方式を採用した実験装置
- ・FFAG陽子加速器、コッククロフト加速器中性子源と原子炉を組み合わせた加速器駆動未臨界炉模擬実験が実施可能な世界的に稀な装置



②利用の状況 (平成23年度)

- ・実稼働実績 合計138日(917時間)
- ・共同利用 9課題 (東北大、東海大、名大、福井大、近大、阪大、JAEA、電中研)
- ・大学院生実験で教育利用(原子力人材育成プログラムにて採択)
12大学の大学院生(一部学部生)及び海外(韓国5大学、中国1大学)からの
大学院生、総数192名を受け入れて炉物理実験教育を実施。



③今後の計画

- ・大学が保有する唯一の臨界集合体実験装置として、我が国原子力安全の確保のための技術基盤維持、充実のため、京都大学原子炉実験所の他施設と連携して、原子力安全基盤科学研究、包括的原子力安全基盤教育を推進
- ・中でも、KUCAの特性を活かして、福島事故関連の臨界安全研究、加速器駆動未臨界炉関連研究を推進

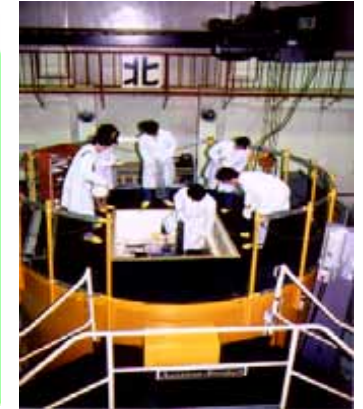
④課題

- ・燃料低濃縮化に向けた検討(我が国の核セキュリティ政策方針との関連)
- ・利用ニーズに応えるための燃料購入費、運転管理維持費、設備改造・維持費等の資金確保
- ・供用期間終了後の廃止措置の検討、研究施設廃棄物の処分問題

近畿大学原子炉(UTR-KINKI)

①施設の概要

- ・炉型 軽水減速・黒鉛反射・非均質型熱中性子炉
- ・初臨界 1961年
- ・熱出力 1W (1974年に0.1W→1Wへ増加)
- ・大学の教育・訓練及び研究用に特に設計された極低出力炉
- ・残留ガンマ線が極めて少なく炉心内での作業が可能



②利用の状況 (平成23年度)

- ・実稼働実績 合計123日(520時間)
- ・学内研究 11課題
- ・共同研究 24課題 (19大学、1研究所、1専門学校)
- ・研修目的の外部利用 4課題 (3企業、1財団)
- ・外部利用は研修会及び原子炉教育・訓練に利用

③今後の計画

- ・人材育成実習と共同研究利用を継続する
- ・アジア研究者・技術者・学生向けに人材育成事業の拡大発展を図る

④課題

- ・近畿大学原子炉及び国内臨界集合体の高濃縮炉心の低濃縮化に係る米国DOEとの困難な交渉(政府の関与必要)
- ・研究炉の使用済み核燃料の処理に係る政府の方針の早期決定
- ・潜在的なリスクに応じた研究炉の規制の再構築(要望:出力、過剰反応度等によるリスク評価と規制のマッチ)
- ・人材育成事業(全国的な学生原子炉実習)の政府援助の再開

東芝臨界実験装置(NCA)

①施設の概要

- ・炉型 臨界実験装置(軽水炉タイプ)
- ・初臨界 1963年
- ・最大熱出力 200W
- ・我が国において民間が所有する唯一の臨界実験装置
- ・軽水炉で使用する濃縮度(最大4.9wt%)及びトリニア濃度(最大15wt%)の燃料棒を所有
- ・炉心燃料や中性子吸収材等の特性評価や開発、設計コードの開発・検証に利用
- ・実験用燃料棒を手で扱える等操作性に優れる

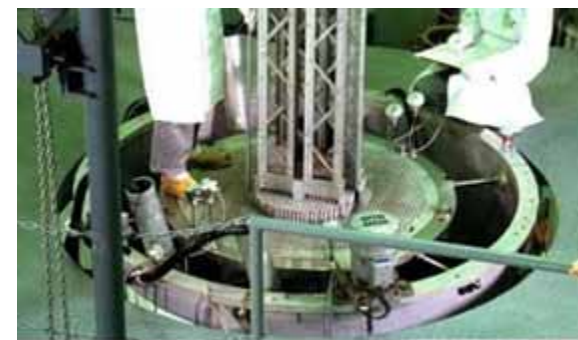


②利用の状況 (平成23年度)

- ・実稼働実績(H22年度): 起動・停止164回/年、運転時間 計73日(386時間)
 - (1)社内の技術・製品開発に係る臨界実験
 - (2)国からの委託事業あるいは補助金による臨界実験(大学及び原子力機構との共同研究、H23年度実績1件)
 - (3)電力もしくは民間企業との共同あるいは委託研究

<原子炉物理実習>

- ・研究(社内)、研究(委託)及び共同研究の中で、学生等外部の希望者へ実習を実施
- ・これまで旧通産省職員、大学生・院生・職員、新入社員・原子力関係社員、原子力関連企業に対して原子炉物理実習を実施。
- ・保安規定の改定(平成20年10月)で、実習中に許可の範囲での運転操作が可能に。
- ・年3~4件程度の実習を予定。
- ・平成23年度実績:平成23年11月29日~3月29日高専生・大学生・院生・大学職員約70名



③今後の計画

- ・臨界安全に関する研究(福島復旧関連)
- ・炉物理実習(H24年度 4件予定)

④課題

- ・施設維持管理、実験技術継承のための人材育成
- ・炉物理実習:継続的に事業を行うための予算確保

日本原子力学会 関東・甲越支部
原子力知識・技術の普及貢献賞受賞
「東芝臨界実験装置による原子炉物理実習
への取り組み」(H24,4,13)

原子力機構 JRR-3

①施設の概要

概要： 低濃縮ウラン軽水減速冷却プール型原子炉

運転開始： 昭和37年9月(平成2年3月改造)

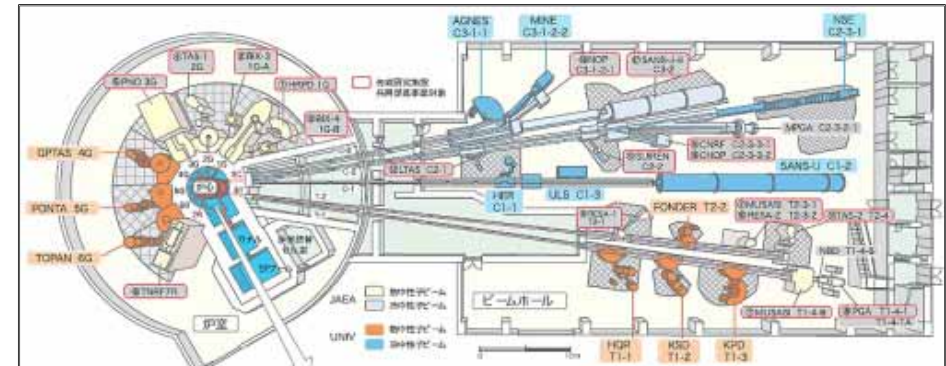
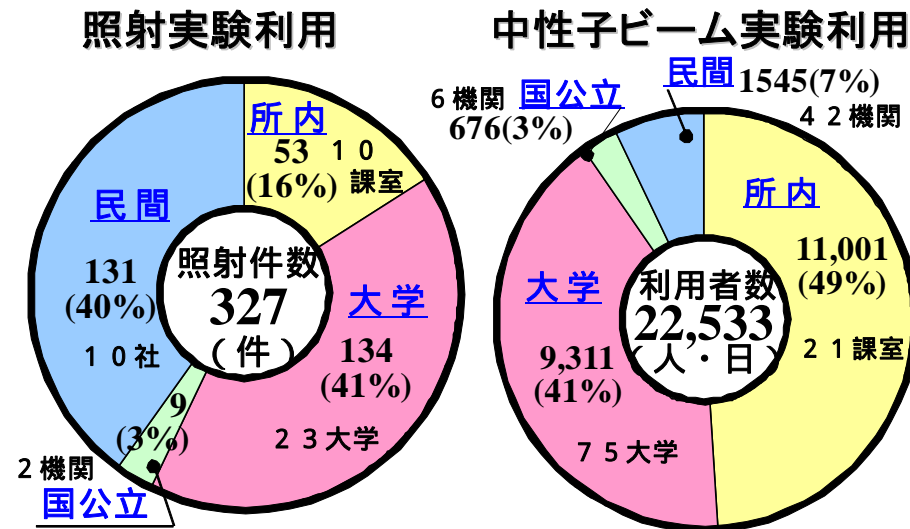
性能： 定格出力20,000kW

最大熱中性子束 $3 \times 10^{14} / \text{cm}^2 \text{sec}$

用途： 中性子ビーム実験、原子炉用燃料・材料照射、RI(ラジオアイソトープ)の製造、放射化分析等



②利用の状況(平成22年度)



③課題

JRR-3は、平成2年から20年以上にわたって施設供用運転を行ってきた。今後も安全安定に運転を継続するためには、確実な高経年化対策が必要である。また、新耐震指針に適切に対応する必要がある。

(資料: 原子力機構作成)

原子力機構

材料試験炉(JMTR)

①施設の概要

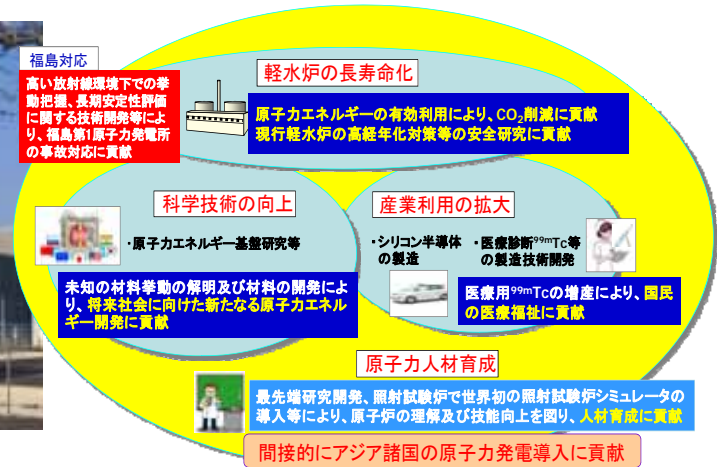
概要： 軽水減速冷却タンク型原子炉
 用途： 原子炉用燃料・材料、核融合炉用材料などの照射試験、RI製造、教育訓練
 性能： 定格出力 50,000kW、
 最大熱中性子束 $4 \times 10^{14}/\text{cm}^2\text{sec}$
 運転開始： 昭和43年3月。平成18年に停止し、平成19年度～平成22年度に改修を実施。現在、平成24年度の稼働を目指して原子炉施設の健全性確認、地震影響評価を実施中。

再稼働後のJMTRに期待される役割：

- ・ 軽水炉の長寿命化、安全研究
- ・ 科学技術の向上
- ・ 産業利用の拡大
- ・ 原子力人材育成



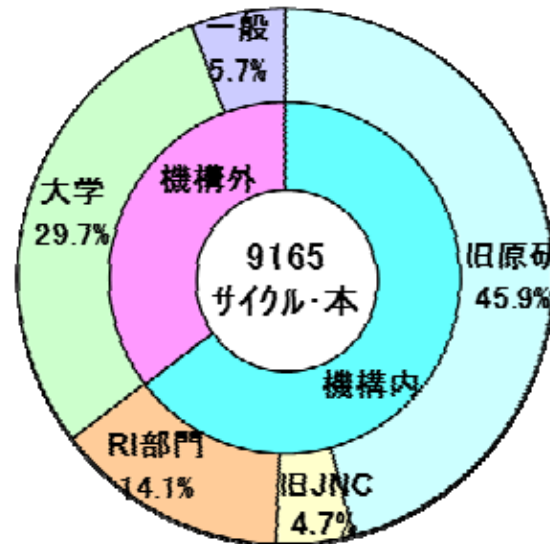
JMTR外観



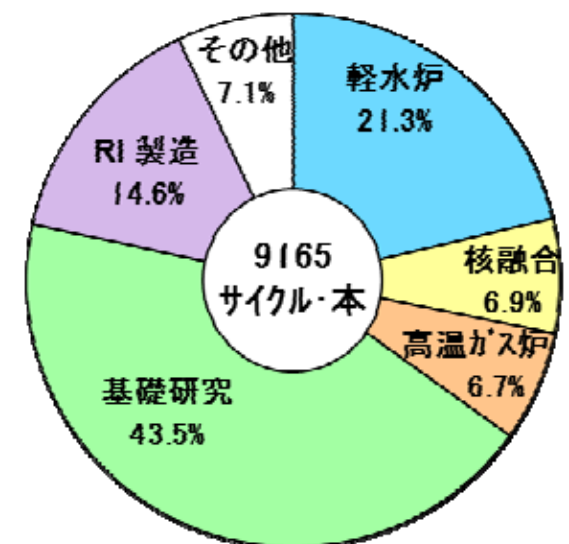
再稼働後のJMTRに期待される役割
 —最先端研究開発により世界の共通課題を解決—

②利用の状況

平成18年に停止するまで、右図に示すように旧原研及び旧JNCの機構内利用が約65%、大学等の機構外利用が約35%で、軽水炉、高温ガス炉、核融合関係等に利用されてきている。



利用者別割合
[1~165サイクル]



目的別割合
[1~165サイクル]

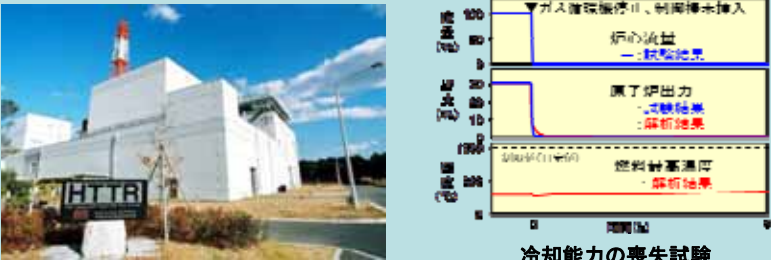
③課題

平成24年度の再稼働以降は、JMTR運転に係る国費の投入額が可能な限り低減されるよう、運転経費の合理化を図るとともに、機構外利用の拡大を図り、利用収入の確保に務める。

原子力機構のその他の研究炉(1/2)

		NSRR	JRR-4	STACY	TRACY	FCA	TCA
施設の概要	燃料	濃縮ウラン燃料	低濃縮ウラン	硝酸ウラニル溶液	硝酸ウラニル溶液	濃縮U・Pu燃料	濃縮U・Pu燃料
	形式	水素化ジルコニウム減速非均質型	軽水冷却・軽水減速プール型	円環炉心給廃液制御方式	円環炉心給廃液制御方式	水平2分割型原子炉	軽水減速縦型円筒上部開放タンク
	熱出力	パルス運転時 最大23,000MW 定出力運転時 最大300kW	3.5MW	200W	過渡出力運転時 5,000MW 定出力運転時 10kW	2kW	200W
	初臨界	1975年	1965年	1995年	1995年	1967年	1962年
利用目的		反応度事故時の燃料安全性試験	放射化分析、RI生産、医療照射、教育訓練	溶液燃料臨界の炉物理研究	臨界超過過渡現象研究	高速炉・軽水炉の炉物理研究	教育訓練、反応度計測法開発
利用状況	H22年度	保安院事業(高燃焼度MOX燃料を用いた実験)等	医療照射、教育訓練、放射化分析、RIの製造等	施設定期検査のための運転	警察庁科学警察研究所との共同研究等	文科省事業や原子力安全基盤機構の受託研究	施設定期検査のための運転
	H23年度	休止中					
課題		高経年化対策に係る費用の確保、研究炉の運転技術の継承、人材育成					

原子力機構のその他の研究炉(2/2)

施設名	<h2 style="text-align: center;">高速実験炉(常陽)</h2> 	<h2 style="text-align: center;">高温工学試験研究炉(HTR)</h2> 
施設の概要	<p>我が国初の高速炉として、高速増殖炉の技術的成立性の実証、燃料・材料開発のための中性子照射試験などを実施。成果はもじゅ、実証炉の設計へ反映</p> <p>熱出力: 140MW (MK-Ⅲ炉心)</p> <p>中性子束(最大): $5.7 \times 10^{15} \text{n/cm}^2 \cdot \text{sec}$</p> <p>高速中性子束(最大): $4.0 \times 10^{15} \text{n/cm}^2 \cdot \text{sec}$</p> <p>昭和52年4月初臨界、昭和53年10月本格運転開始</p>	<p>高温ガス炉技術の基盤確立及び高度化、高温ガス炉固有の安全性の実証を目的とした我が国初のヘリウム冷却型高温ガス炉</p> <p>熱出力: 30MW</p> <p>原子炉出口冷却材温度 最高950°C</p> <p>平成10年11月初臨界、平成16年6月950°C運転達成</p>
利用の状況	<p>世界最高レベルの高速中性子束、世界最先端の高精度な照射試験、世界に類のない照射試験技術</p> <p>運転実績: 累積運転時間 70,798時間</p> <p>照射実績: 燃料集合体588体、試験用集合体101体</p> <p>核融合炉材料等の国内外の研究機関からの照射試験 約4万試料</p>	<p>水素製造に必要な高温の熱を長期安定供給性能</p> <p>⇒DOEからトリチウム移行に関する研究受託</p> <p>炉心冷却材の流量喪失時の固有安全性を実証</p> <p>⇒OECD/NEAプロジェクトの炉心冷却喪失時の固有安全性に関する試験を実施</p>
課題	<p>燃料交換機能の一部阻害</p> <p>平成26年度中に復旧完了予定</p>	<p>技術的、経済的成立性評価に向け、本質的安全高温ガス炉技術を検証</p> <p>高温ガス炉ISプロセス水素製造プラントの概念案を提示</p>

東京大学原子炉(弥生)の廃止措置

①施設の概要

- ・炉型 ウラン燃料空気冷却型高速炉
- ・初臨界 1971年4月10日
- ・熱出力 2kW
- ・世界で唯一大学が所有し運転している研究用高速炉
- ・1炉心複数運転位置方式
(6つの異なる運転位置を選んで原子炉として運転可能)
- ・ガンマ線や熱中性子の混入の少ない高純度の高速中性子場が利用可能
- ・遮へい、計測、崩壊熱等の研究、材料照射に関する基礎研究等に利用



②主な成果

40年間にわたり、

- ・機器の故障を除き、無事故で、安全な運転を達成した。(17380時間、12.2MWd/t)
- ・学外を含む研究者へ高速中性子場を中心とした研究の場を提供し、また、教育実習を含め、多くの成果を挙げた。
- ・主な研究教育業績分野： 高速中性子場を利用した／炉物理／遮へい／パルス運転／崩壊熱／放射線計測／スカイシャイン／材料照射／トリチウム挙動／放射線損傷／ラジオグラフィー／専門職他院生・学生の原子炉実習(他大学を含む。)／等
- ・1977年第9回日本原子力学会賞受賞「汎用高速中性子源炉の開発研究」／2005年日本原子力学会北関東支部技術賞受賞「東京大学工学部附属原子力工学研究施設の運営と安全管理」／2009年日本原子力学会原子力歴史構築賞受賞「東京大学高速中性子源炉「弥生」」

③廃止措置計画

- ・2011年3月11日の運転をもって、永久停止とした。
- ・廃止措置計画は、全体で5年計画であるが、最終的な廃棄物の処理・処分については、現状では未確定要因がある。
- ・炉心燃料、冷却系、計測制御系等を除き、原子炉本体を含む大半の施設・設備・建屋は、廃止措置後も残す。
- ・燃料(米国起源)は、返還するのではなく、国内で処理する。
- ・廃止措置に伴う廃棄物の発生量は、最大でも数トン程度と見込まれる。

原子力機構の施設の廃止措置の状況

施設の廃止：中期計画に沿って実施

・廃止措置を継続する施設

- 研究炉2(JRR-2)、再処理特別研究棟、ホットラボ施設、東海地区ウラン濃縮施設、重水臨界実験装置(DCA)、原子力第1船原子炉施設、新型転換炉「ふげん」、濃縮工学施設、ウラン濃縮原型プラント、製錬転換施設、人形捨石たい積場、人形鉬さいたい積場

・中期目標期間中に着手する施設

- プルトニウム燃料第2開発室、B棟、ウラン濃縮研究棟、液体処理場、ナトリウムループ施設、東濃鉬山

・中期目標期間中に終了する施設

- モックアップ試験室建家、保障措置技術開発試験室施設(SGL)、FP利用実験棟

・中期目標期間終了以降に廃止措置に着手する施設

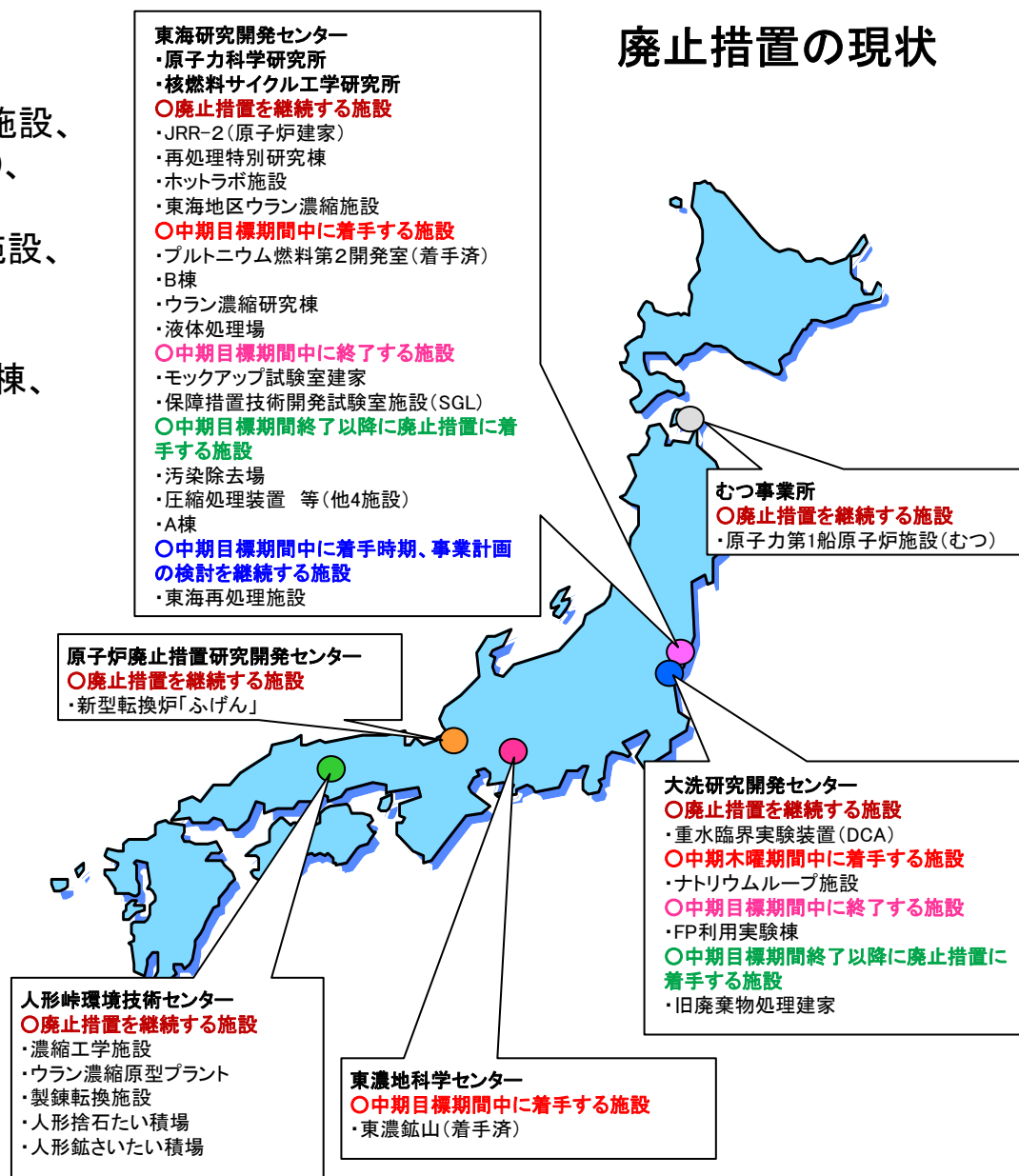
- 汚染除去場、圧縮処理装置等(他4施設)、A棟、旧廃棄物処理建家

・中期目標期間中に着手時期、事業計画の検討を継続する施設

- 東海再処理施設

なお、原子力施設の廃止措置については、当該施設に係る外部利用者等のニーズを確認した上で、廃止後の機構の研究開発機能の在り方、国内外における代替機能の確保、機能の他機関への移管、当該施設の利用者の意見等を踏まえて、具体的な原子力施設の廃止時期及び廃止方法の検討を行う(中期計画抜粋)。

廃止措置の現状



原子力機構の研究施設の外部利用状況(1/2)

原子力機構が保有する研究施設・設備のうち、民間や他の研究機関が一般に保有できない、原子力研究の基盤として重要な研究施設・設備(17供用施設)を広範な外部の利用に供している。

多様なニーズに応える供用施設

中性子利用・照射後試験

- ① JRR-3 ② JRR-4 ③ 燃料試験施設(東海)
- ④ JMTR ⑤ 常陽(大洗)

イオンビーム・電子ビーム・ガンマ線利用

- ⑥ タンデム加速器(東海)

イオン照射研究施設 TIARA(高崎)

- ⑦ AVFサイクロトロン ⑧ 3MVタンデム加速器
- ⑨ 3MVシングルエンド加速器 ⑩ 400kVイオン注入装置

- ⑪ 1号加速器
- ⑫ Co-60照射施設(高崎)

レーザー・放射光利用

- ⑬ 光量子科学研究施設(木津)
- ⑭ 放射光科学研究施設 SPring-8(播磨)

加速器質量分析(AMS)

- ⑮ ペレトロン年代測定装置(東濃)
- ⑯ タンデトロン施設(むつ)

校正試験

- ⑰ 放射線標準施設(東海)



JRR-3



TIARA (AVFサイクロトロン)

利用者支援の充実・利用促進

- 利用者に対するガイダンス、装置の運転等の役務提供、実験データ解析等の技術指導を行って、円滑な利用を支援。
- ユーザーズオフィスの開設、利用手続や実験手順等を分かりやすく示す手引の作成、ホームページを通じた情報提供など、施設の状況に応じた利便性向上のための取組を実施。
- 産業界等の利用拡大を図るため、機構のシンポジウム、フォーラム、報告会等で施設供用の紹介を行うとともに、民間企業、外部機関主催の研究会等に研究者等を派遣して、供用施設の特徴、利用分野、利用成果を分かりやすく説明するアウトリーチ活動を推進。



JRR-3 ユーザーズオフィス



TIARA
施設利用の手引き

日本原子力研究開発機構
高崎量子応用研究所
放射線標準研究所

今後の取組と施設利用に係る課題

- 利用ニーズを踏まえた新規供用施設の検討(アンケート調査を実施し、結果を検討中)
- 供用施設のみならず原子力機構の施設の運転維持・整備費等の確保が課題