



第18回東海フォーラム 未来へげんき To the Future / JAEA

原子力機構 東海地区に関する報告

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構

理事 大井川 宏之

社会情勢の変化と変革への動向

- カーボンニュートラル実現へ向けた取組みが世界規模で加速している
(SDGsの目標13 “気候変動に具体的な対策を”)
 - ・2050年カーボンニュートラル宣言(令和2年10月26日)
 - ・「2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略」改定(令和3年6月18日)
 - ・「エネルギー基本計画」の改定(令和3年10月22日閣議決定)
 - ・ロシアによるウクライナ侵略の影響を受けたエネルギー安定供給の危機
- Society 5.0 実現のための科学技術イノベーションの創出が不可欠となっている
 - 第6期科学技術・イノベーション基本計画(令和3年3月26日閣議決定)

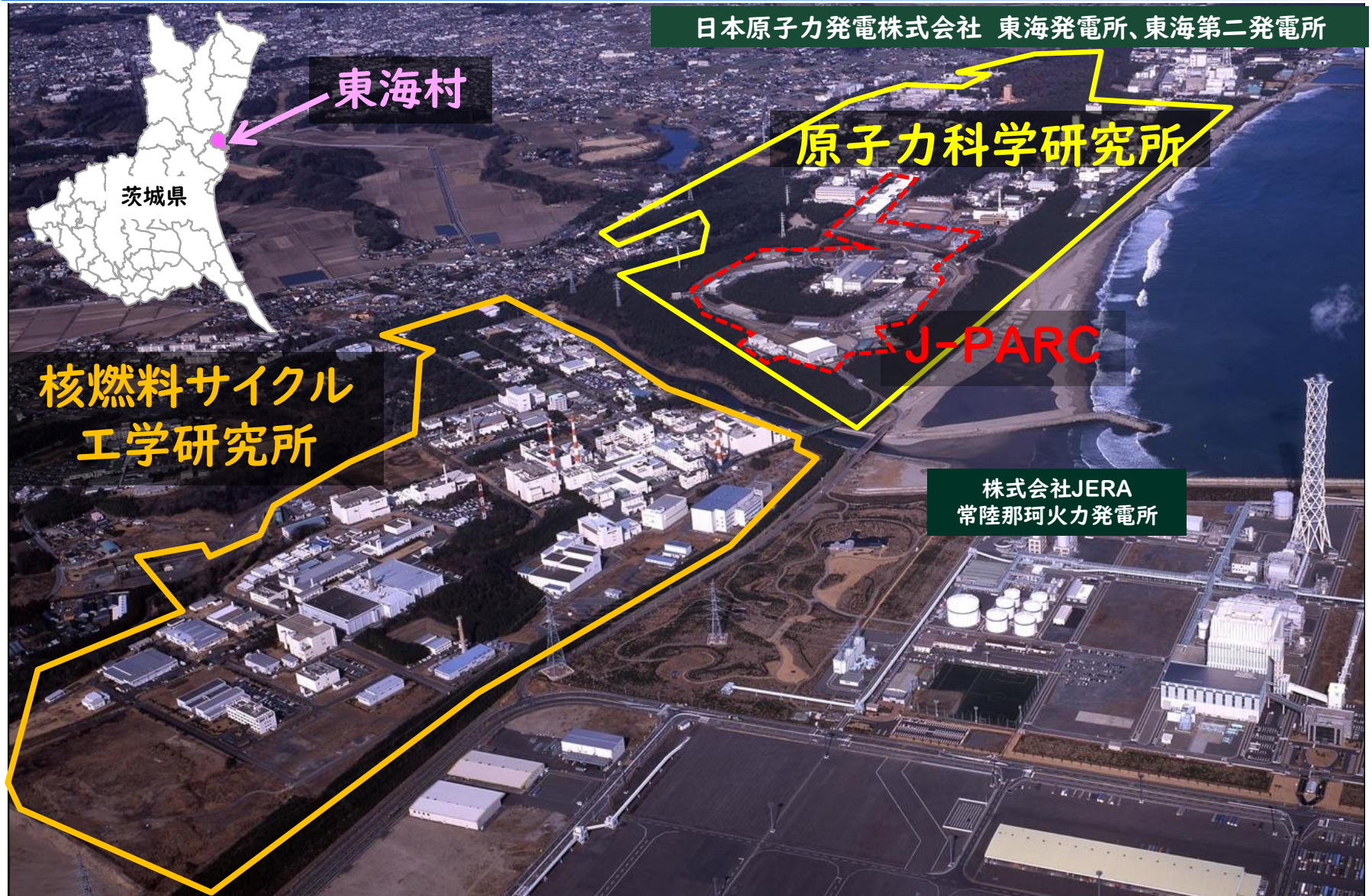
原子力を取り巻く状況

(令和4年12月22日 第5回GX実行会議 “将来にわたって持続的に原子力を活用”)

- カーボンニュートラルに向けた脱炭素電源である原子力の技術のイノベーションが期待されている
- 社会課題の解決につながるイノベーション創出が期待されている

機構が目指す研究の方向性

- ニュークリア × リニューアブルの相乗効果 (**Synergy**) のための研究開発
- 原子力自体を **Sustainable** にするための研究開発
- 原子力利用の多様化 (**Ubiquitous化**) に向けた研究開発



放射性廃棄物の再資源化

- ・ 熱源、電源、RIとして再資源化
- ・ 原子力、産業・宇宙分野等に提供

リニューアブル社会への貢献

- ・ 燃料電池、水素インフラの機能性向上等

医療用RIの製造

- ・ 医療用RI (Mo/Tc) の製造
- ・ 安定な核医学診断体制構築への寄与

原子力施設の更なる安全性向上

- ・ 事故耐性燃料開発
- ・ 軽水炉の長期運転対応



我が国の原子力利用と科学技術を支える研究活動

- ・ 原子力基礎基盤研究
- ・ 原子力計算科学研究
- ・ IF廃止措置に向けた研究開発
- ・ 大型研究施設の運転及び関連する技術開発
- ・ 先端原子力科学研究
- ・ 原子力安全研究
- ・ 放射性廃棄物の処理・処分及び関連する技術開発
- ・ J-PARCの整備・共用
- ・ 物質科学研究
- ・ 核不拡散・核セキュリティに資する活動

原子力分野の人材育成

- ・ 国内、国際研修
- ・ 大学との連携協力

研究開発の基盤である施設群

- ・ 研究炉
- ・ 臨界実験装置
- ・ 加速器施設
- ・ 核燃料物質使用施設
- ・ スーパーコンピュータ

医療用RIの国産化等を実現させるため

「成長戦略フォローアップ」(令和3年6月閣議決定)、
「医療用等ラジオアイソトープ製造・利用推進アクションプラン」
(令和4年5月原子力委員会決定)

⇒ **JRR-3を用いたMo-99/Tc-99mの一部国産化**により
安定的な**核医学診断体制**を構築

- ・製薬企業との協力体制を構築(2023年度)
- ・製造技術を確認し、JRR-3で製造したMo-99の試験供給を開始する予定(2025年度)
- ・**国内需要の約3割の国内製造を目指す**(2027年度)



JRR-3



ラジオアイソトープ製造棟

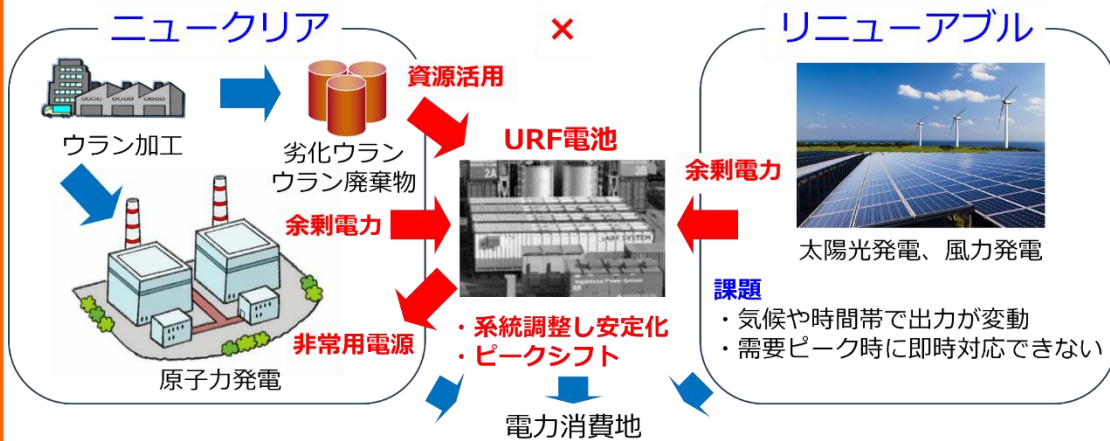
Mo-99/Tc-99m国産化に向けた年度展開

	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028~	
JRR-3の運転	定常運転 (年間7サイクル、26日/サイクル)							
⁹⁹ Mo/ ^{99m} Tcの一部国産化	国内体制検討		国内体制構築		2025 ↓ 国産化技術確立		2027末 ↓ 国内需要3割供給	
	照射試験				試験供給			定常供給
	分離・抽出・精製技術開発							

- 再資源化のため、放射性廃棄物を分離する技術を推進
⇒ アメリシウム(Am), モリブデン(Mo)等をRI原料として利用する技術を開発
- 放射性廃棄物を熱源・電源として利用するため、劣化ウラン、放射性廃棄物に含まれるAm等を熱源・電源化する技術を開発
⇒ 燃えないウランの蓄電池利用(URF電池)、宇宙等極地用RI電池

URF電池開発

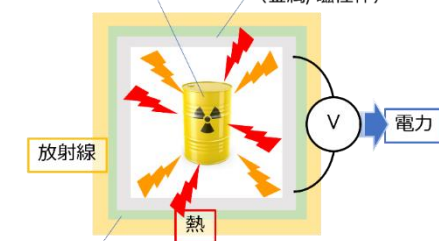
- 燃えないウランを資源化
- 原子力発電所や再生可能エネルギーの余った電力をためておく



- 2035年以降:
MWh級蓄電を達成し、再生可能エネルギーと連動

RI電池開発

放射性同位体 (RI) スピン熱電素子 (金属/磁性体)



放射線発電素子
耐放射線性&高効率の発電素子によって過酷な環境での発電を可能に



人間が容易に近づけない過酷な環境における半永久・メンテフリー電源の実現

- ・ 中性子や放射光を活用し、自動車等のモビリティ・イノベーションなどの創出に貢献

モビリティを中心としたイノベーション創出

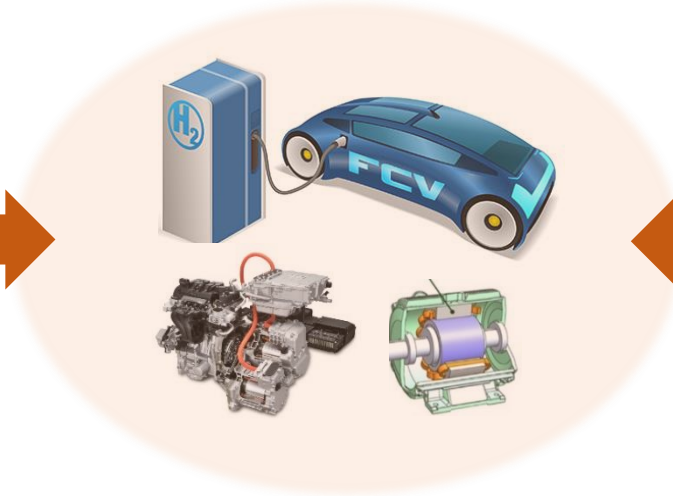
エネルギー転換

燃料電池や
全固体電池の
性能向上

水素インフラの
信頼性向上

燃料電池車・電気自動車の
普及拡大

水素ステーションの
安全性向上



省エネルギー化

高効率トランス・
モーターの開発

エンジンやギアなど
駆動系の摩擦低減

部品材料の安全性・
耐久性向上

車載機器等の高性能化

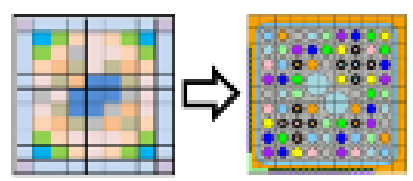
カーボンニュートラルへ

- 原子炉内の中性子・温度・水蒸気の分布を詳細に計算できる **次世代型ツール**を開発して原子力メーカーに提供
- 試験コストが高く、時間がかかる大型インフラ（照射炉、ホットセル等）を用いた試験を最小化するため、**量子ビームによる代替照射を活用した燃料・材料評価技術**を開発
- **環境動態デジタルツインの構築**

実施例

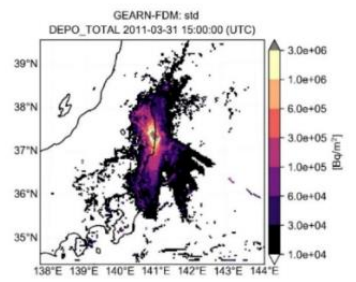
仮想空間シミュレーション

・革新的原子力システムの許認可の合理化に貢献



→解像度
「cmからmmの
世界へ」

・原子力防災計画策定等に貢献



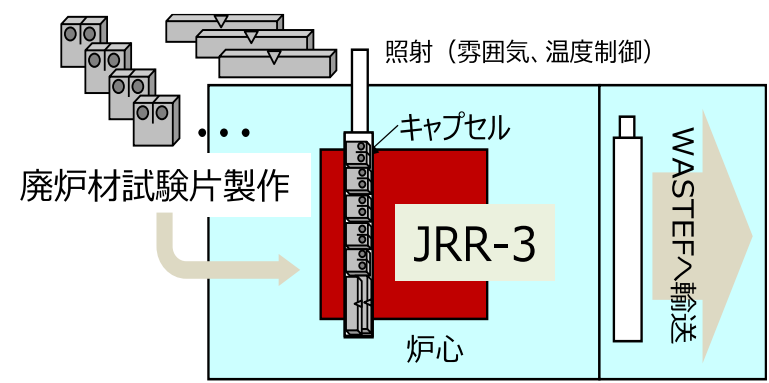
性状が変化する
ヨウ素 131の
大気拡散計算結果

開発期間
と
コストを低減



実空間データ取得

・原発の高経年化の評価のために照射試験場を提供

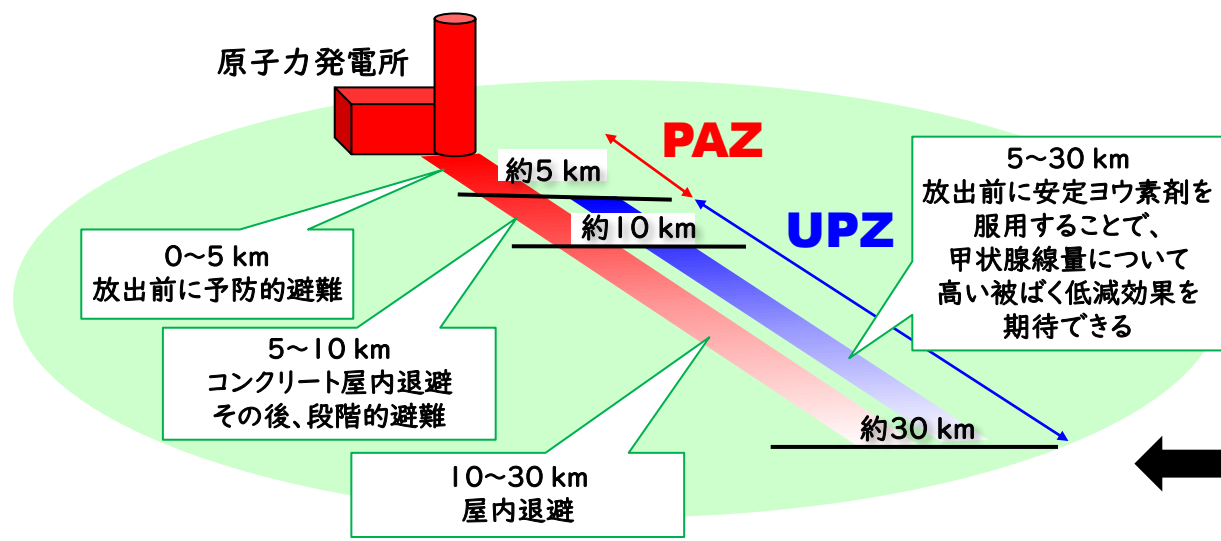


JRR-3による原発の60年を超える高経年化
対応照射技術の再構築

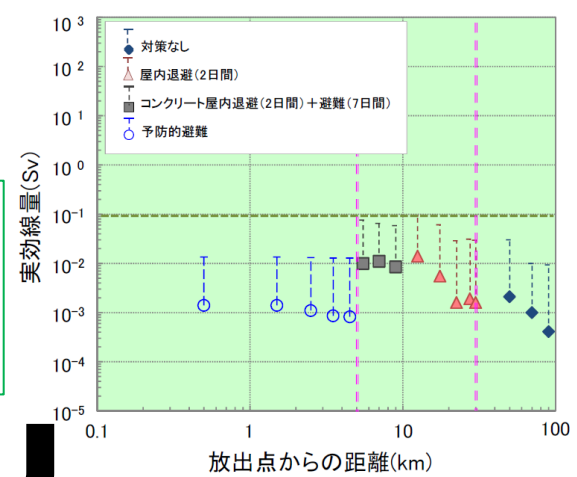
- 新検査制度に係る指摘事項の重要度評価、安全性向上対策の実効性向上等に係るリスク情報の活用に向けた研究の推進
- 原子力緊急時対応のためのリスク評価基盤研究とその成果に基づく最適な防護戦略の立案等、放射線安全・防災分野への応用研究の推進

■ 原子力災害時の住民の被ばく線量を、さまざまな気象条件のもとで、避難や屋内退避などの防護対策の効果を考慮して評価するための解析コードOSCAARを開発

例えば、適切な範囲とタイミングで異なる対応を組み合わせることで国際基準を満たす防災戦略を立案



OSCAARの出力例
防護措置による被ばく低減効果



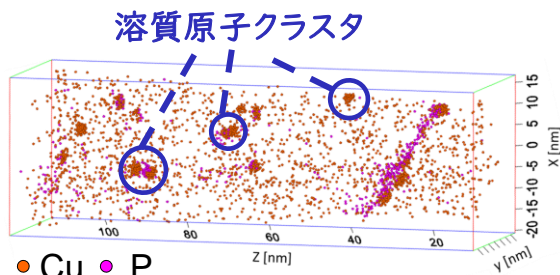
防災戦略の科学的な根拠を提供

安全上重要な機器の経年劣化を対象とした発電用軽水炉の長期運転における確実かつ科学的に合理的な安全規制に向けた総合的な研究の推進

(例) 原子炉压力容器の中性子照射脆化研究

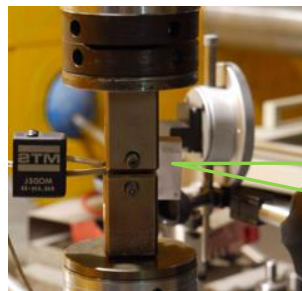
← $10^{-9} \sim 10^{-6} \text{ m}$ $10^{-3} \sim 10^{-2} \text{ m}$ $10^{-2} \sim 10^1 \text{ m}$ →

微細組織分析



3次元アトムプローブによる分析例:
中性子照射材の溶質原子クラスター

材料特性試験



破壊靱性試験の様子



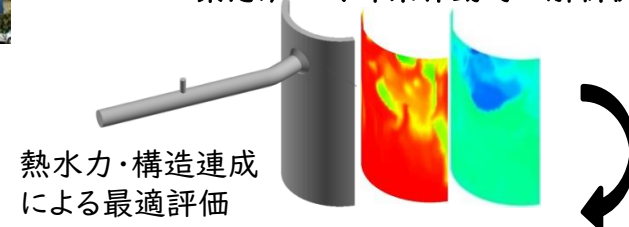
ホット試験施設
WASTEF



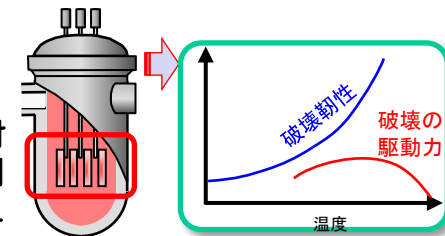
シャルピー試験片残材から
の微小破壊靱性試験片加工

構造健全性評価

緊急炉心冷却系作動時の解析例



中性子照射
脆化の予測
精度の向上



評価手法の整備

- 材料劣化メカニズムの理解
- 材料劣化評価精度の向上

- 実機材等の試験片加工
及び材料特性評価試験

- 確率論的破壊力学 (PFM) 手法
に基づく評価手法の実用化等_q

～原子力分野の研究者及び技術者を養成～

国内研修

国際研修

原子力人材
育成センター

原子力人材育成
ネットワーク

大学との
連携協力



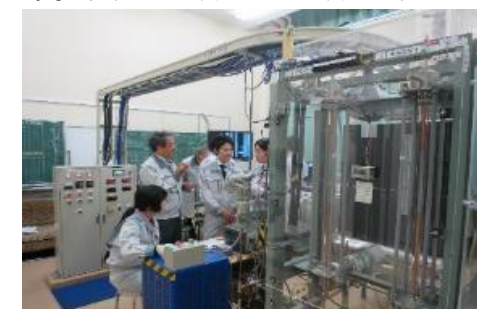
放射線管理に関する実習風景



夏期休暇実習生の実習の様子



外国人研修生の実習風景



沸騰熱伝達実験の様子

事業内容

- ・原子力エネルギー/RI・放射線技術者の育成
- ・アジアでの原子力平和利用に関わる人材の育成
- ・大学における原子力人材育成への支援
- ・産学官連携による原子力人材育成の推進

主な計画

- ・国内研修:20回の定期講座開催を継続
- ・国際研修:アジア諸国における原子炉工学等の講師育成を継続
- ・大学との連携協力:講師派遣や学生受入等を継続
- ・原子力人材育成ネットワーク事務局としての活動を継続



外来者用多目的宿泊施設 (JAEA Tokai Mirai Base)

未来へげんき
To the Future / JAEA

宿泊・研修機能、イノベーション活動の場、地域との交流の場を
兼ね備えた施設 → 令和6年4月から運用開始

東海駅

外観イメージ



所在地

JAEA本部

食堂イメージ

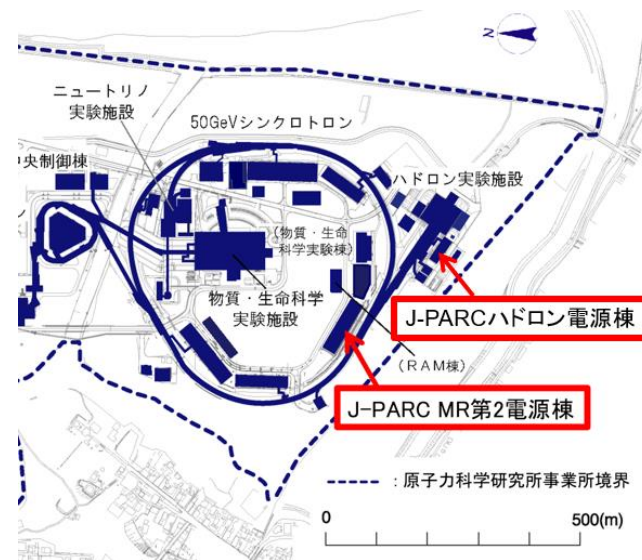
多目的研修室イメージ

◆2件の火災(4月25日、6月22日)発生

⇒原因調査に基づく再発防止策
(特に高経年化機器の対策)を徹底

11月21日:ニュートリノ実験施設への
ビーム供給運転を再開

12月3日:物質・生命科学実験施設の
利用運転を再開



◆メインリングシンクロトロンでは、所期性能の750 kWを超え、
760kWの陽子ビームのニュートリノビームラインへの連続供給
に成功

◆ニュートリノ生成装置の増強、新型の前置検出器設置により、
従来より高精細にニュートリノの観測が可能に

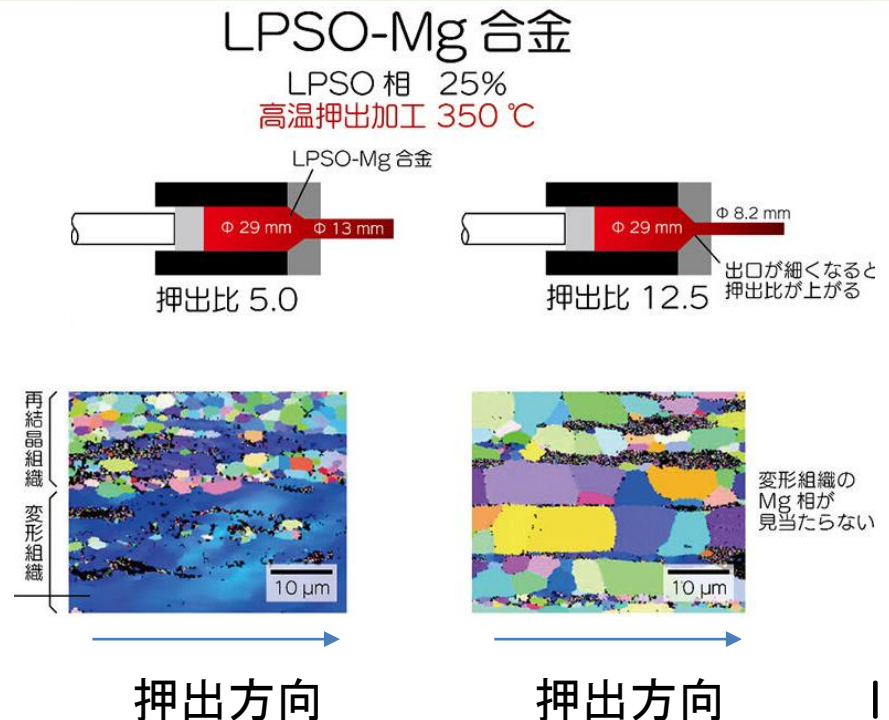
◆物質・生命科学実験施設では上期に平均840kWで90%以上の
高稼働率での安定運転を実施し、44.5日の利用運転を実施

より軽くて強い材料の開発に貢献!

- 熊本大学で開発されたマグネシウム合金（LPSO-Mg合金）は、**軽量でありながら、その密度当たりの強度が強く**、各方面での応用が期待されている。
- LPSO-Mg合金は、高温押出加工によって強度が大きく向上するが、その**メカニズムは未解明**だった。

強度が大きく変化するの、
押出加工による生じる組織
の違いによるものであること
を中性子を使って解明

- さらに優れたマグネシウム合金材料の開発が可能に
- 航空機や自動車部品等への展開が期待



- 原子力科学研究所中央地区を通過することなく直接 J-PARCへ入退域できる道路の要望
- 東海村からも周辺地域へのアクセス性向上と渋滞緩和の点からご支持、村との合同事業として整備する計画
- 令和4年度に詳細設計を実施、許認可手続を順次開始



半世紀を超える 大型プロジェクト



東海再処理施設

最優先課題

(1) 新規制基準を踏まえた安全性向上対策の実施

- 高放射性廃液貯蔵場 (HAW)
- ガラス固化技術開発施設 (TVF)
- ➡ 地震・津波対策等を最優先に安全対策工事を実施中

(2) 高放射性廃液のガラス固化と3号溶融炉への更新

設計津波に伴う漂流物の衝突からHAW及びTVF等を防護するため津波漂流物防護柵の設置を進めている

→ 引き波に対する防護柵は令和4年度に設置を完了



地盤改良状況(押し波)



支柱の建込状況(押し波)



津波防護柵(押し波)の
設置状況(令和5年12月)



津波漂流物防護柵(引き波)の
設置状況(令和5年1月)

事故対処設備保管場所の崩落防止対策

➔ 必要な耐震性を確保するため地盤改良を実施中



掘削前（令和4年6月）



改良土盛土の様子（令和5年11月）



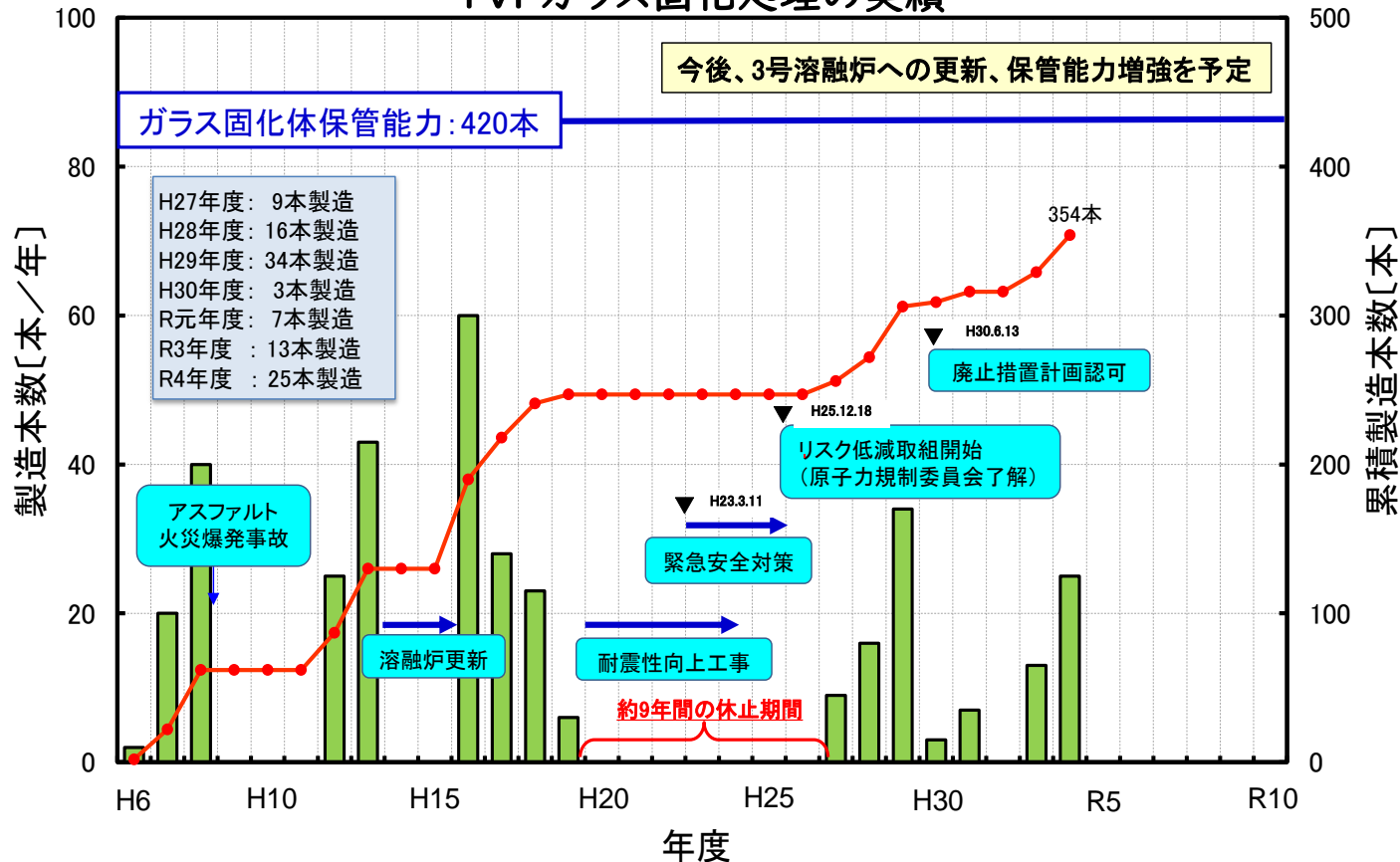
掘削前（令和4年6月）



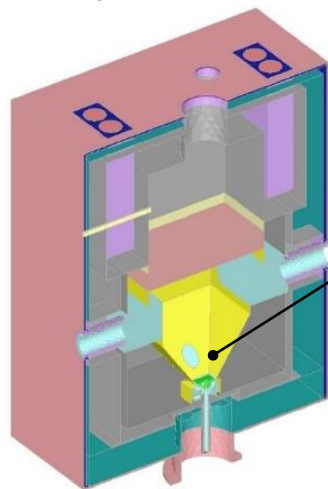
改良土盛土の様子（令和5年11月）

- 白金族元素の影響により、令和4年度のガラス固化体製造は25本で終了（累計製造本数：354本）
- ガラス固化処理を最短で進める観点から、新型溶融炉（3号溶融炉）への更新を前倒しすることとし、溶融炉更新に向け固化セル内廃棄物解体作業等を実施中

TVFガラス固化処理の実績

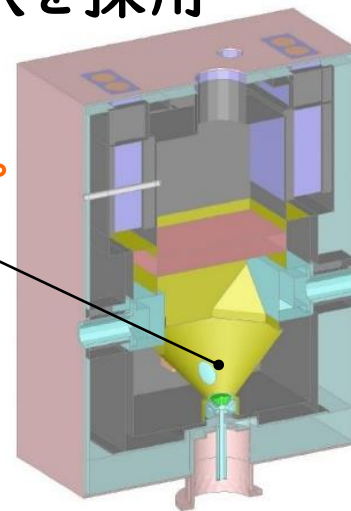


3号溶融炉では、開発期間が最短で不確実性が少なく、高放射性廃液に含まれる白金族元素の抜き出し性が現行2号溶融炉より優れることが期待される円錐45°の炉底形状を採用



2号溶融炉の鳥瞰図

炉底形状
四角錐45°



3号溶融炉の鳥瞰図

円錐45°

- モックアップ試験棟において、3号溶融炉の基本性能を確認する作動試験及び運転条件確認試験が終了
- 試験を通して得られた知見は日本原燃(株)六ヶ所再処理工場とも共有



作動試験の状況

ガラス固化処理完了は、令和20年度末になる見通し



学校教育支援



地域住民懇談会



地域イベントへの参加



地域ボランティア活動

2023年:対面でのイベント解禁!



今後も地域の皆様とのコミュニケーションを活性化しながら、
原子力科学技術の発展に貢献し、
研究イノベーションの創出に努めてまいります!