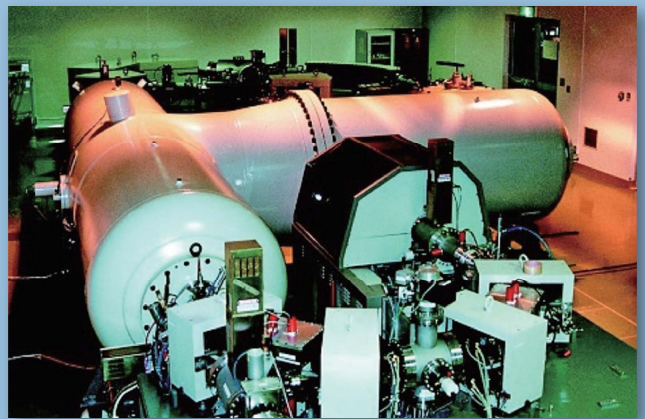
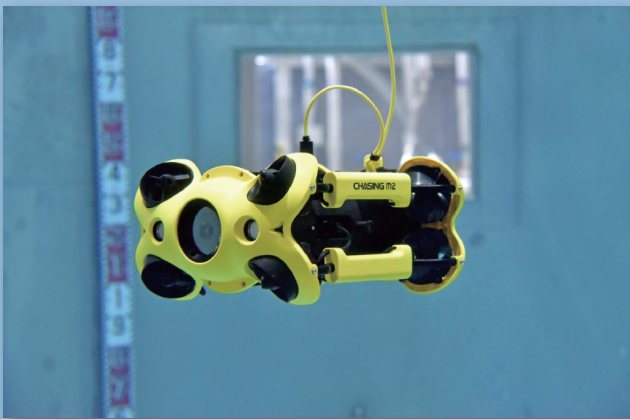
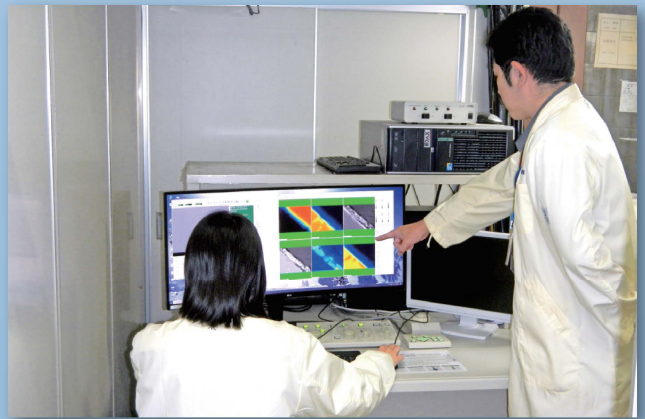
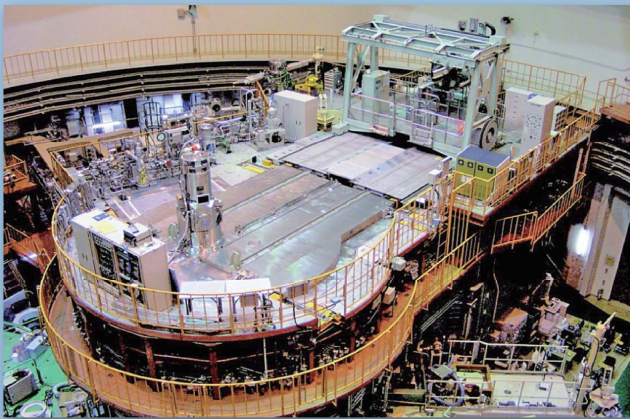
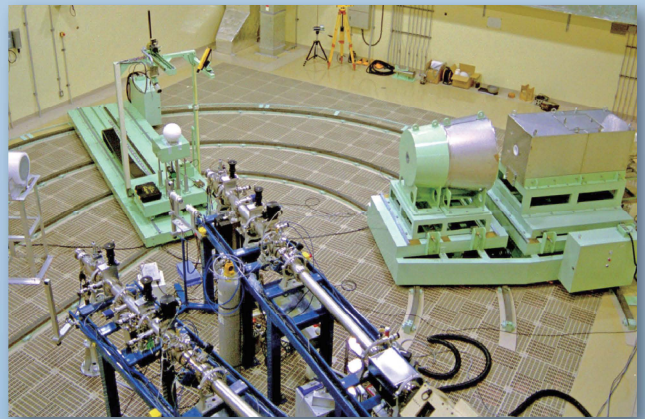


国立研究開発法人 日本原子力研究開発機構の供用施設



原子力機構の施設供用制度

原子力機構では、保有する先端的大型研究施設・設備を公共財として位置づけ、外部の多くの方々にご利用いただくため、11の供用施設を対象に『施設供用制度』を設けています。

この制度では、外部利用者自らの研究開発や産業利用など、目的に合わせて有償でご利用いただくことができ、施設利用に係わる研究課題を年2回募集しています。(一般産業利用や一部施設については随時受け付けています。)

STEP.01

利用したい供用施設がある

- ・ 研究開発推進部に問い合わせ
- ・ 各施設の担当者に相談
- ・ 利用課題の申込み(定期募集・随時募集)

STEP.02

利用課題の採択

- ・ 申込書の提出
- ・ 実施日の決定
- ・ 来所手続き

STEP.03

施設供用(実験)の実施

- ・ 支払い手続き
- ・ 実施報告書の提出
- ・ 論文等による成果の公表

各施設のご利用にあたりましては、例年2回(5月頃、11月頃)ご利用のための公募を実施致しております。

応募期間にご応募いただくことで審査の上、御利用いただくことが可能です。

また、随時利用も承っております。詳細は下記 HP 等をご覧ください。



◀ より詳しい情報はこちら
(料金表含む)

<https://tenkai.jaea.go.jp/facility/facilities.html>

■ お問い合わせ先

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構
研究開発推進部 研究推進課

〒319-1112 茨城県那珂郡東海村村松4番地49
TEL.029-282-0251 FAX.029-282-0256
E-mail : renkei.shisetsu@jaea.go.jp

JRR-3

Japan Research Reactor-3



〒319-1195 茨城県那珂郡東海村大字白方2-4

- 日本国内最大級の研究用原子炉
- 中性子利用の最先端
- 汎用性を持つ施設

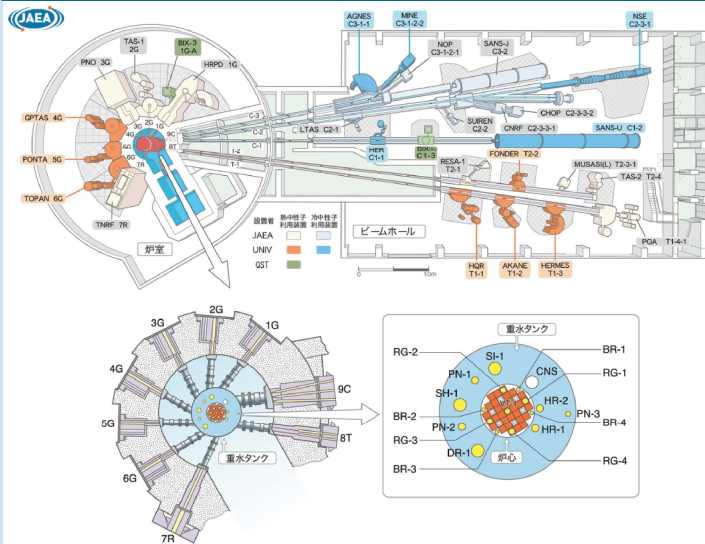
施設概要

研究用原子炉JRR-3は、熱出力20MW、炉心付近における最大熱中性子束 $3 \times 10^{14} \text{n}/(\text{cm}^2 \text{sec})$ の我が国最大級の研究用原子炉です。

現在、種々の中性子ビーム実験、原子炉燃料・材料の照射試験、医療用ラジオアイソトープ(RI)の製造や中性子放射化分析などが行われ、基礎研究から産業利用に至る幅広い分野に利用されています。

設備説明

JRR-3炉室・ビームホール照射利用設備及び実験装置配置図



- 運転開始年・月
昭和37年 9月 臨界
平成 2年 3月 改造炉臨界
平成 2年11月 利用運転開始
平成22年 3月 東日本大震災に伴う新規制基準対応のため運転停止
令和 3年 2月 運転再開
令和 3年 7月 供用利用運転再開

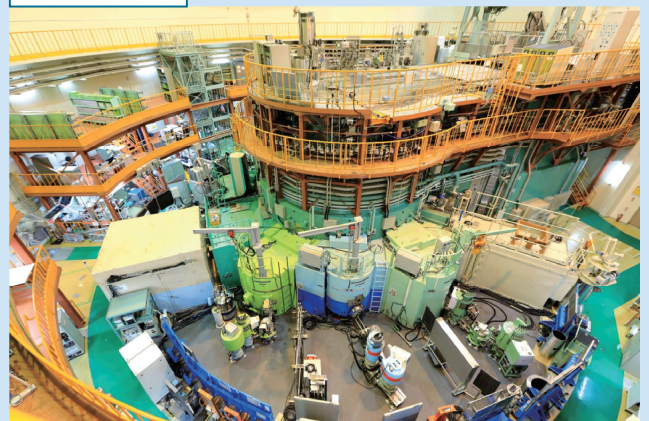
ビームホール内全景



JRR-3の特徴

項目	内容	
炉形式	低濃縮ウラン軽水減速冷却プール型	
最大熱出力	20MW	
中性子束	最大熱中性子束： $3 \times 10^{14} \text{n}/\text{cm}^2 \cdot \text{s}$	
原子炉炉心	構成要素	標準燃料(26体)、制御棒(フォロウ燃料付6本)照射筒(5体)、Be反射体(周辺部)
	炉心寸法	等価直径 約60cm、有効高さ 約75cm
	反射体寸法	内径(0.6m)、外形(2m)、高さ(1.6m) 2重円筒の重水タンク
燃料要素	シリサイド燃料	外形：約76.2×76.2×1,150mm 濃縮度：約20wt%、U-235 含有量：472g 燃料板：約1.27×71×770mm、枚数：21枚/体
	フォロウ型	外形：約64×64×880mm 濃縮度：約20wt%、U-235 含有量：302g 燃料板：約1.27×60×770mm、枚数：17枚/体
原子炉プール主要寸法	寸法：高さ 約8.5m 水深 約8.0m 内径 約4.5m ライニング：ステンレスクラッド鋼	
その他	冷中性子源装置設置	

炉室内全景



利用の例

利用装置：HRPD

右の図1は水素伝導体BaSn_{0.5}In_{0.5}O_{2.75}の10Kの粉末解析データをリートベルト解析プログラムRIETAN-FPで解析した結果です。これにより結晶構造パラメータ情報が得られます。さらに、マキシマムエントロピー法(MEM)により、原子核密度分布を求めることもできます。

図2は、水素導入前後のBaSn_{0.5}In_{0.5}O_{2.75}の原子核密度分布です。水素原子が隣接する酸素原子の近傍に分布している様子がわかります。

図3は、リチウムイオン2次電池用の正極材料LiCo_{1/3}Mn_{1/3}Ni_{1/3}O₂の原子核密度分布です。X線では解析が難しいLiの分布が観察され、Liはc軸に垂直な面上で拡散している様子がわかります。

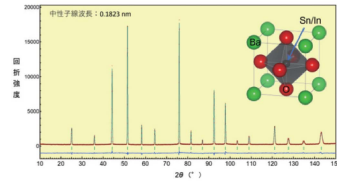


図1 水素伝導体BaSn_{0.5}In_{0.5}O_{2.75}のリートベルト解析

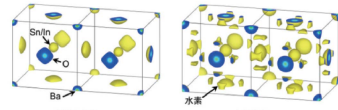


図2 BaSn_{0.5}In_{0.5}O_{2.75}の原子核密度分布図 (単位胞を2つ並べて表示)

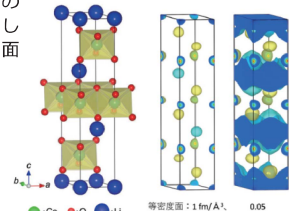


図3 リチウムイオン2次電池正極材の結晶構造と原子核密度

利用装置：TNR, RESA

中性子の高い透過力を活かすことにより、材料内部の様子を非破壊で観察することができます。

図1は熱中性子ラジオグラフィ装置で測定した鉄筋コンクリート内部の様子です。コンクリートの中のセメント、粗骨材、鉄筋、その周りの樹脂、そして樹脂の中の欠陥(白色)がはっきり観察できます。また、今回の映像にはありませんが、コンクリート内部のき裂などの観察も可能です。

図2は中性子応力測定装置で測定した鉄筋に引張負荷を加えた状態における鉄筋コンクリート内部の鉄筋のひずみ分布です。表面に近い鉄筋は樹脂が既に変形し始めているためにコンクリートに力が分散できず、強く引張られています。内部に行くに従い、樹脂を介して鉄筋に加わった力がコンクリートに拡散しているために鉄筋自身は弱い引張状態となります。

このように複数の装置を利用し、材料内部の状態を明らかにしていくことで、構造部の健全性評価や新規材料開発などさまざまな分野の研究開発に役立っています。

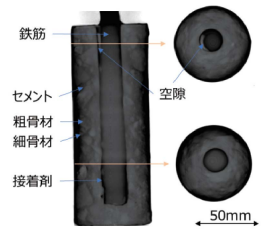


図1 鉄筋コンクリート内部の様子

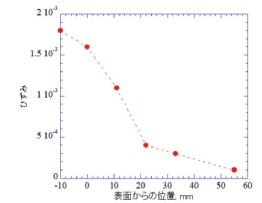
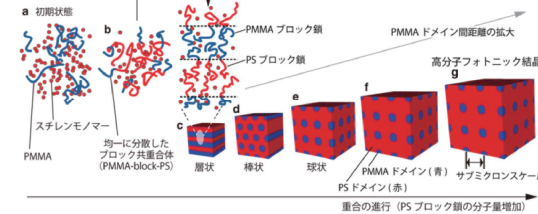


図2 引張負荷中のコンクリート内部の鉄筋ひずみ分布

利用装置：SANS-J

SANS-Jはナノからマイクロメートルに渡る物質の構造を観察する装置です。構造を知ることは、物質の特徴や機能発現の理解に繋がるため、様々な分野での利用が進んでいます。中でも高分子材料開発での利用頻度は高く、学術、産業を問わず幅広い利用が進んでいます。例えば、或る波長の可視光を選択的に反射する高分子フォトニック結晶の開発では、重合によって誘起される相分離を利用した新しい作製方法の開発でSANS-Jが貢献しました。可視光を選択反射させるには、数百ナノメートルの周期構造を高分子量のブロック共重合体でつくる必要がありますが、高分子鎖どうしの強い絡み合いが原因で周期性の高い構造をつくることはできませんでした。これに対して本研究では、様々な条件でブロック共重合体が相分離するプロセスをSANS-Jで観察していくことで、高分子の重合を利用する方法が有効なことを発見しています。すなわち、分子量が小さく絡み合いの少ない重合の初期段階で高分子に周期的な構造をつくらせ、その後、周期性を維持させたまま重合を進めることで、構造サイズを可視光領域まで拡張する方法を考案しています。図1は、ポリスチレン(PS)とポリメタクリル酸メチル(PMMA)によるブロック共重合体で高分子フォトニック結晶が作製されるスキームを示しています。

Motokawa, Kumada, et al. Macromolecules 2016



図、ブロック共重合体の重合誘起相分離を利用した高分子フォトニック結晶作製スキーム、

-照射設備の利用例-

JRR-3では、照射内容に応じて照射設備や照射時間を変えて照射しています。

照射試料は、図1のキャプセル(照射用容器)に封入して、重水タンクに設置された照射設備で照射を行っています。

照射例として図2のような医療用RIの製造や土壌の調査などに利用されています。



図1 キャプセル写真



図2 医療用RI(Au-198)

施設より



JRR-3は中性子利用の先端かつ汎用性を持つ施設であり、原子力機構内部の研究者だけでなく、「施設共用制度」のもとで広く研究課題を募集し、外部の多くの方にご利用頂いています。多くのご利用をお待ちしております。

原子力科学研究所
研究基盤技術部 計画推進課 岸 敏明

お問い合わせ

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構
JRR-3ユーザズオフィス(研究基盤技術部 計画推進課窓口)
〒319-1195 茨城県那珂郡東海村大字白方2-4
TEL: 029-282-6098 FAX: 029-282-6763

タンデム加速器施設

Tandem Accelerator



〒319-1195 茨城県那珂郡東海村大字白方2-4

- 重イオンによる核物理、核化学、物性物理等の研究などの基礎研究
- 最大20MVの重イオン加速器として、世界有数の施設

施設概要

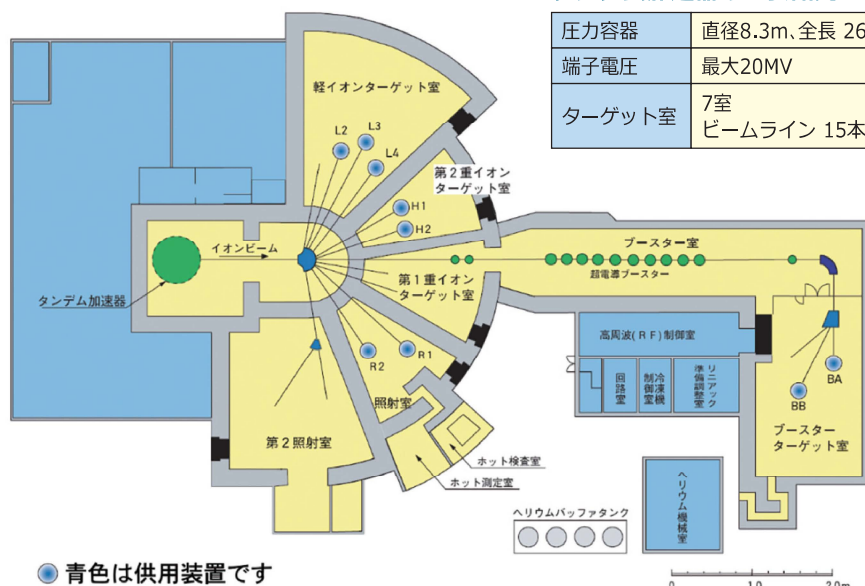
原子力機構タンデム加速器は世界有数の大型静電加速器の一つで、重イオンを利用した原子核物理、核化学、物性物理の基礎的研究を目的としています。

静電加速器としては世界トップレベルの最大20MVの加速電圧を発生させることができます。

負のイオン源で生成された負のイオンは高電圧端子に向かって加速され、電子ストリッパにより多価の正イオンに変換され、さらに地上電位に向けて加速されます。また、高電圧端子内に多価の正イオンを入射するECRイオン源が設置されており、希ガスイオンなどの加速も可能となっています。

設備説明

タンデム加速器施設の機器配置図



タンデム加速器の主要諸元

圧力容器	直径8.3m、全長 26.6m	加速可能イオン	水素からビスマスまで
端子電圧	最大20MV	ビーム電流例	陽子 3pμA 炭素、フッ素 0.5pμA アルゴン、キセノン 0.1pμA
ターゲット室	7室 ビームライン 15本		

実験装置の例



L2照射チェンバー
高領域均一照射が可能



H1低温/高温イオン照射チェンバー

実験装置と様々な研究の例



■イオン照射による材料研究

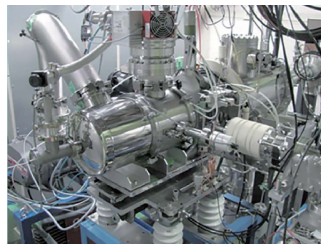
核分裂片に相当する質量・エネルギーのイオンビームを照射することにより原子炉材料などの照射効果を調べています。

垂直実験室では、液体鉛ビスマス共晶金属中での材料照射により材料腐食挙動を調べる実験を行っています。また、重すぎて分析電磁石で曲げることができないクラスターイオンや分子イオンによる実験も検討中。



■電子励起効果の研究

高エネルギー重イオンが固体を通過するときに原子の電離・励起が起こり原子の一部が動かしたり結晶構造自体をかえてしまったりする効果などの研究。



■超重元素の価電子状態研究

イオンビームと標的核の核反応で生成する重アクチノイドや超重元素の核化学的研究。

^{103}Lr のイオン化エネルギー測定で価電子の電子軌道に特異性を発見しnature誌の表紙を飾るなど特徴ある研究を展開しています。



利用研究の例

イオン照射法による高温超伝導体の性能向上を目的とした照射最適条件の探索

高温超伝導体のイオン照射することにより、磁場がどの方向(θ)を向いていたとしても、照射前の性能よりも高い臨界電流密度(J_c)になるようにすることを目的として、イオン照射の照射条件(照射方向等)を工夫した。

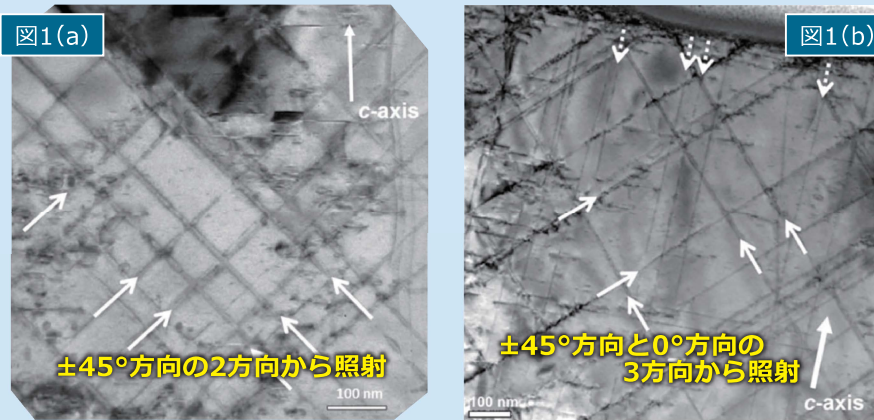


図1 イオン照射した高温超伝導体について、透過型電子顕微鏡観察した微細組織の写真。左図が2方向から照射して、2方向に柱状欠陥が形成されていることが分かる。右図は、3方向から照射して、3方向に柱状欠陥が形成されていることが確認できる。

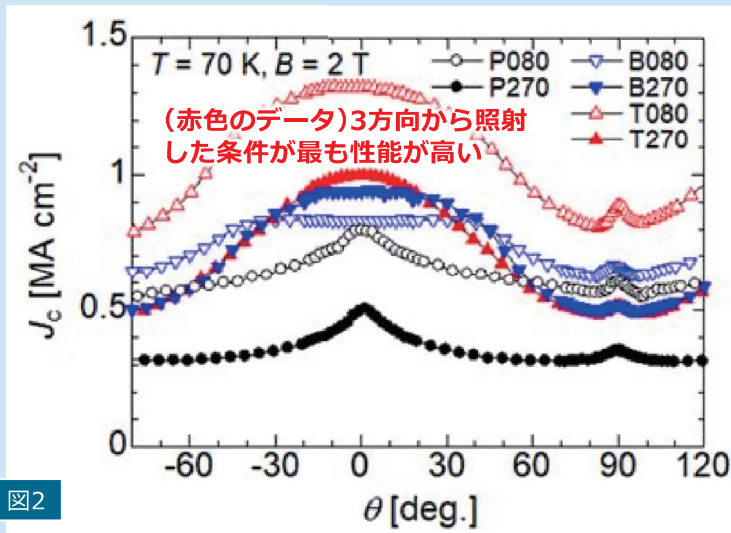
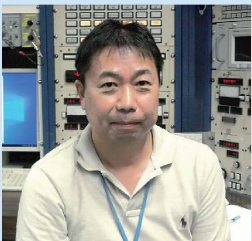


図2 黒(1方向から照射)や青(2方向から照射)よりも赤(3方向から照射)の照射条件が最も高温超伝導体の臨界電流密度の性能が高いことが判明した。材料性能を向上させる最も適したイオン照射条件を探索することが研究の目的である。
(試料番号に080, 270がついてもいるものは、それぞれ、80 MeV, 270 MeV Xeイオンを照射したことを示す。270 MeV Xeよりも80 MeV Xeイオンを照射した方が性能が高いことも分かった。)

施設より



東海タンデム加速器は1982年に定常運転が開始され、様々な実験に利用されてきました。他の加速器と比べて、エネルギーの変更が容易であり精度の高いビーム(~10keV)を供給できる、加速できるイオン種が豊富(約50元素、200核種)、ビームの拡がり小さい(1mm Φ)、などの利点があります。照射チェンバー、均一照射のためのスキャナーなどの設備がそろっており、多様な研究開発に利用いただけます。

施設の見学希望やご利用相談がありましたら是非お問い合わせください。

原子力科学研究所
研究基盤技術部 加速器管理課 松田 誠

お問い合わせ

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構
原子力科学研究所 研究基盤技術部 加速器管理課

〒319-1195 茨城県那珂郡東海村大字白方2-4

TEL : 029-282-5847 FAX : 029-282-6321 e-mail : riyou.tandem@jaea.go.jp

燃料試験施設

Reactor Fuel Examination Facility



〒319-1195 茨城県那珂郡東海村大字白方2番地4

- 国内最大級のホットラボ施設
- 実用炉の燃料集合体からミリ単位の試料まで幅広い照射後試験に対応

施設概要

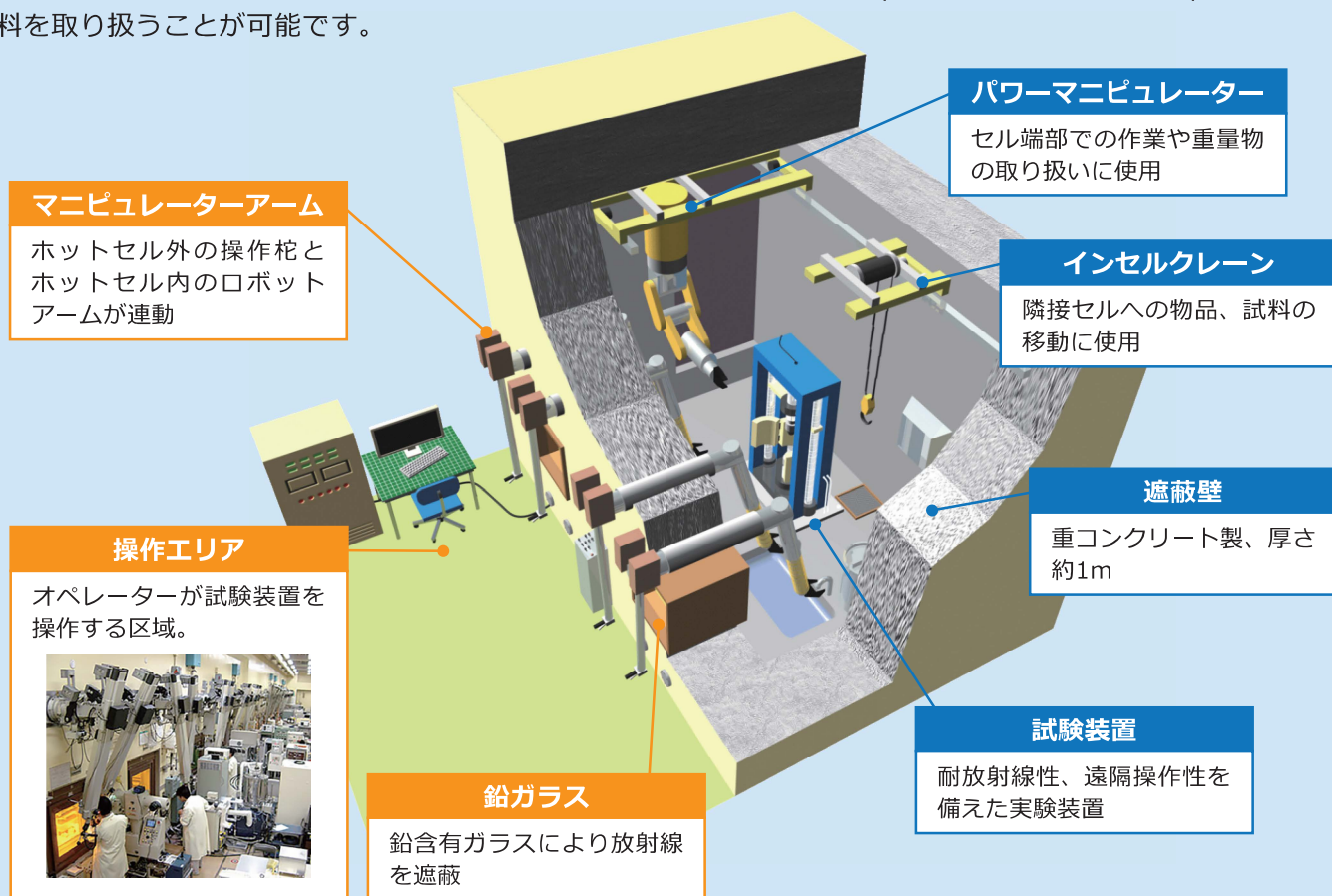
実用炉等で照射された使用済燃料の試験を目的として設置された施設で、使用済の核燃料物質及び材料の材料強度試験等を中心に実施しています。

強い放射線を発する使用済燃料を安全に取り扱うため、マニピュレーターアームを備えたコンクリートセル8基及び鉛セル5基が整備されており、燃料集合体からペレットまで幅広い照射後試験に対応可能な国内最大級のホットラボ施設です。

これまでに国内外様々な原子炉で照射された使用済燃料の試験実績があり、原子力施設における事故原因調査にも貢献しています。

設備説明

コンクリートセルは、厚さ約1mの遮蔽壁により放射線を遮蔽し、マニピュレーターアームによる遠隔操作にて使用済燃料の試験を行います。当施設ではペレットサイズ(数TBq)から燃料集合体(数EBq)の使用済燃料を取り扱うことが可能です。



コンクリートセル前面部には、信号線や電源線をコンクリートセル内に通すための貫通プラグが多数備えられており、既設の実験装置以外にも新たな試験装置を設計、設置し、既設装置で対応できない実験にも対応することが可能です。

代表的な実験装置

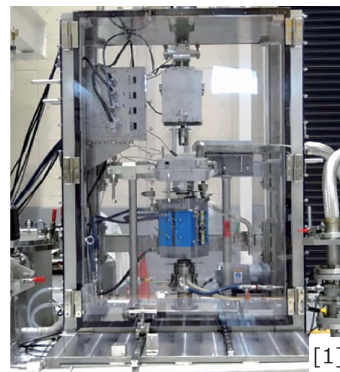


燃料集合体外観検査装置

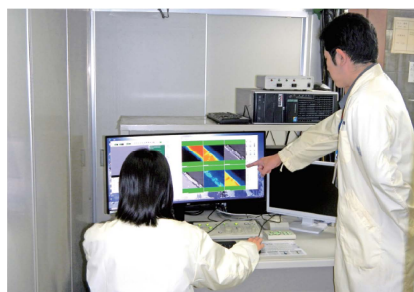
フルサイズの燃料集合体を検査するための非破壊検査装置です。全長・全周にわたる写真撮影や寸法測定、重量計測等の試験を原子炉内と同様に集合体を垂直に立てた状態で行うことが可能です。

LOCA試験装置(実燃料入り対応型)

実用炉において冷却材喪失事故が発生した際の燃料挙動を模擬する試験装置です。実燃料入りの燃料棒を用いた試験により、FFRD挙動を直接評価可能な国内唯一の試験装置です。



[1]



電子線マイクロアナライザ

電子線を分析試料に照射し、放射された2次電子と特性X線から試料の観察、元素の定性、定量分析を行う試験装置です。X線を検出する波長分散型分光器は、ホットセル環境に対応させた国内でも数少ない試験装置です。

これらの他にも下表のような様々な実験装置を有しており、破壊・非破壊の多岐に渡る実験が行えます。

γ線スキャニング装置	渦電流探傷装置	酸化膜厚さ測定装置	X線検査装置
パンクチャー試験装置	引張試験装置	アウトガス分析装置	微小硬度測定装置
重量密度測定装置	金属顕微鏡	試料研磨装置	脱燃料装置

※[1]JAEA-Evaluation 2022-008 (2022)

施設より



使用済燃料はその放射線の強さによる取り扱いの難しさもさることながら、放射線によるノイズや試験機器へのダメージなど、試験データの正確さを担保するうえで特有の難しさがあります。

当施設はこれらを踏まえた多くの試験実績があり、試験ノウハウを熟知した高い技術力を有するオペレーターが多数在籍しており、ご期待に沿った試験データの提供が出来るかと自負しております。ご利用お待ちしております。

原子力科学研究所
研究基盤技術部 実用燃料試験課 小畑 裕希

お問い合わせ

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構
原子力科学研究所 研究基盤技術部 実用燃料試験課
〒319-1195 茨城県那珂郡東海村大字白方2番地4
TEL : 029-282-5732

放射線標準施設

Facility of Radiation Standards (FRS)



〒319-1195 茨城県那珂郡東海村大字白方2番地4

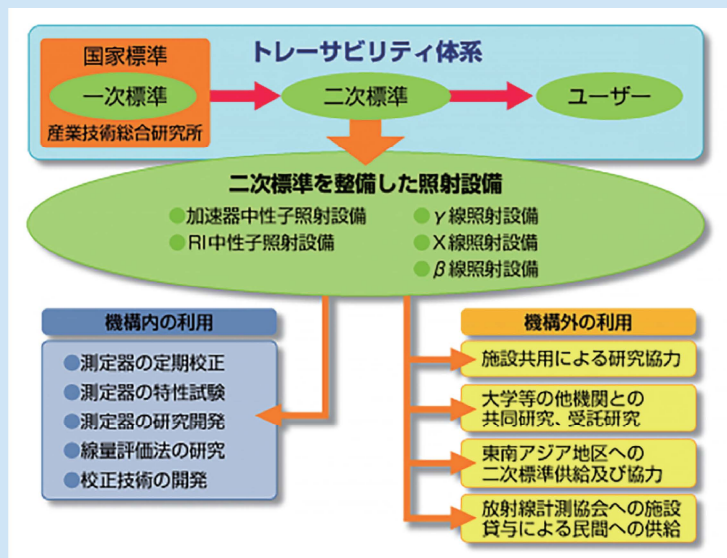
- 放射線測定器JIS試験所登録日本初
- 多種多様な標準校正場を提供
- アジア最大級の校正施設

施設概要

放射線標準施設は、1980年にγ線、X線、RI中性子照射設備の設置後、2000年には加速器と単色中性子照射室を増築して、放射線防護分野では国内最大規模を誇る総合的な放射線の校正施設として完成しました。施設内に整備された各種の照射設備や加速器等により、トレーサビリティを確保したγ線、X線、β線、中性子などの二次標準校正場の提供が可能です。

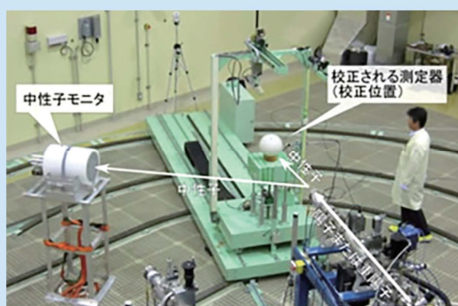
受託研究・共同研究及びJCSS登録業者への施設貸与により、放射線測定器の校正、特性試験及び研究開発等に数多く利用されている施設です。

設備説明



放射線標準施設(FRS)は、国家標準とのトレーサビリティを確保した中性子、γ線、X線、β線の校正用照射設備が整備され、研究利用として放射線測定器の開発、放射線防護に係る研究及び校正技術の開発、産業・商業利用として種々の放射線測定器の校正、特性試験に利用することができます。

また、日本産業規格(JIS)法に基づく産業標準化法試験事業者登録制度(JNLA)において、放射線測定器の試験を行う試験所として、2022年6月23日に日本で初めて登録されました。「JIS Z 4345 X・γ線及びβ線用受動形個人線量計測装置」、「JIS Z 4416 中性子用個体飛跡個人線量計」、「JIS Z 4333 X・γ線及びβ線用線量当量(率)サーベイメータ」、「JIS Z 4341 中性子用線量当量(率)サーベイメータ」のエネルギー特性試験についてJNLA認証付試験証明書の発行が可能です。



中性子校正場



エックス線校正場

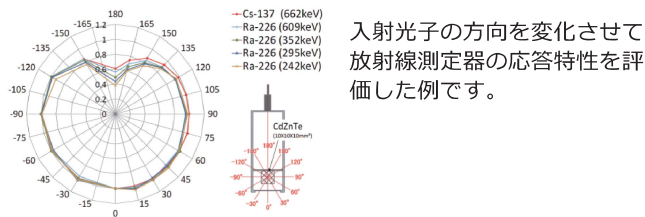
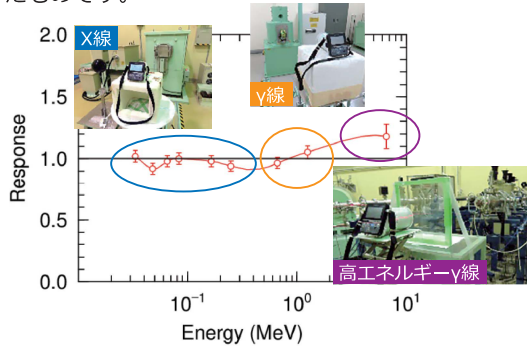


ガンマ線校正場

利用研究の例

■放射線測定器の特性評価試験

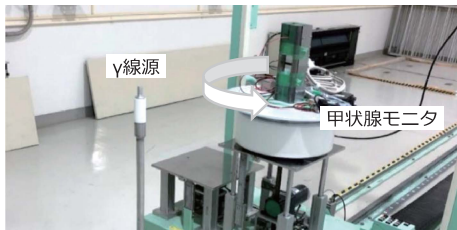
入射光子のエネルギーを変化させて放射線測定器の応答特性を評価した例です。X線発生装置、各種放射性同位元素及び加速器を組み合わせ、世界でも最も広範囲なエネルギー領域で試験したものです。



Y. Tanimura, *Et. al.* Prog. Nucl. Sci. Technol., Vol. 6 (2019) 134-138

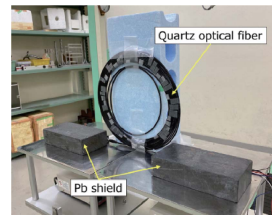
■放射線照射

遮蔽一体型の甲状腺モニタについて、高バックグラウンド放射線環境下での測定精度を評価するため、γ線源を用いた照射が行われた例です。



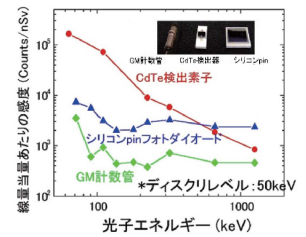
■新規放射線測定器の開発

光ファイバーを利用した位置検出型放射線測定器の開発におけるγ線照射の実施例です。



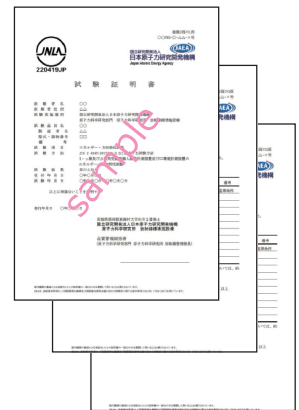
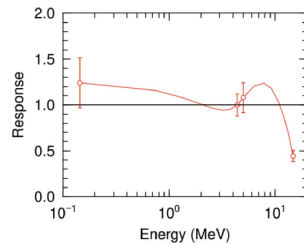
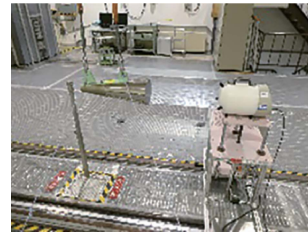
Y. Terasaka, *et. al.* Nucl. Instrum. Methods Phys. Res. A, 996 (2021) 165151

家庭用放射線メータの開発のため、光子校正場を利用したさまざまな検出器の基礎特性評価が行われた例です。



■JISに基づくエネルギー特性試験

JIS Z 4341に基づいて、中性子線量計に対するエネルギー特性試験を行った例です。RI中性子線源及び加速器を用いた単色中性子源を利用して、さまざまなエネルギーに対する線量計の応答を試験した例です。試験結果を公的に証明するJNLA試験証明書が発行されます。



施設より



放射線標準施設棟は、光子、β線、中性子の照射が包括的に実施できる放射線防護分野では世界でも最大規模の校正・試験場となります。国家計量標準とのトレーサビリティを確保した二次校正機関として、さまざまなニーズにあわせたユーザーフレンドリーな施設を目指しております。2022年6月には国内唯一となります放射線測定器のJIS試験所を発足させておまして、エネルギー特性試験結果の品質を保証する公的な証明書の発行が可能となりました。施設設備の見学も可能ですので、お気軽にお問合せください。

原子力科学研究所
放射線管理部 放射線計測技術課 阿部 琢也

お問い合わせ

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構
原子力科学研究所 放射線管理部 放射線計測技術課
〒319-1195 茨城県那珂郡東海村大字白方2番地4
TEL : 029-282-5205 FAX : 029-282-6063 Email : riyou.frs@jaea.go.jp

高速実験炉「常陽」

Experimental Fast Reactor -Joyo-



〒311-1393 茨城県東茨城郡大洗町成田町4002番地

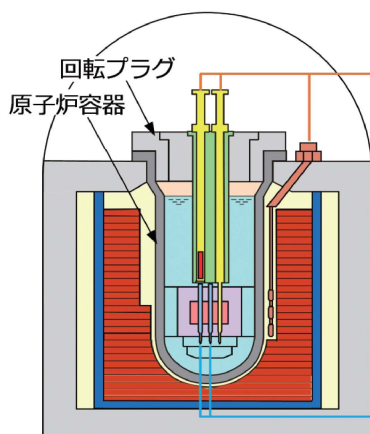
- ナトリウム冷却ループ型高速実験炉
- 最高レベルの高速中性子束を有する照射施設

施設概要

「常陽」は、ナトリウム冷却型の高速炉であり、世界最高レベルの高速中性子束を有する照射施設として、高速炉用燃料・材料の開発、外部利用等に用いられています。また、「常陽」の周囲には、関連施設として照射後試験施設が配置され、燃料・材料等の様々な照射後試験に対応できるように、ホットセル内に種々の試験機器を整備しています。このように、照射から照射後試験まで効率的に行うことができ、幅広いご利用に対応できる体制が整っています。

原子力機構では、これらの世界的にも貴重な高速中性子の照射施設及び照射後試験施設を供用施設として指定しており、施設供用制度の下で外部の方々が一層の目的でこれら施設をご利用いただけます。

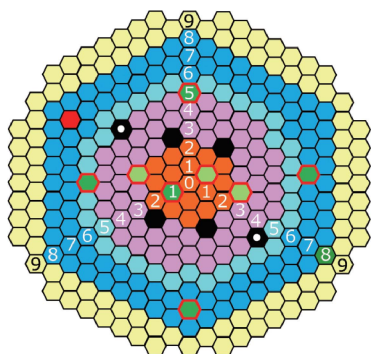
設備説明



「常陽」の照射場

- オンライン照射装置 —
 - 温度制御型材料照射装置
 - 計測線付燃料集合体
 - 炉上部材料照射装置
 - 安全容器内材料照射装置
- オフライン照射装置 —
 - 照射燃料集合体
 - 材料照射用反射体

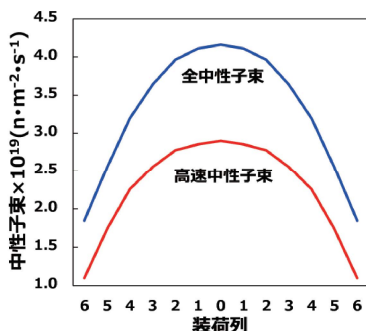
- 用途
 - 原子炉用燃料・材料などの照射試験
- 性能
 - 高速中性子束(最大) $3 \times 10^{19} \text{n} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1} (\geq 0.1 \text{MeV})$
 - 定格熱出力 100MW
 - 冷却材温度(入口/出口) $250^* \sim 350^{\circ}\text{C} / 456^{\circ}\text{C}$
 - * : 入口温度を250℃に下げた運転の場合
- 運転開始年・月
 - 昭和52年4月(初臨界)
 - 令和8年度(MK-IV炉心での運転再開予定)



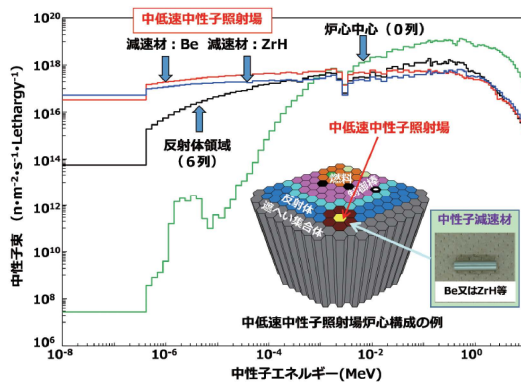
数字は装荷列を示す。

- 照射燃料集合体
- 材料照射用反射体
- 内側燃料集合体
- 外側燃料集合体
- 中性子源
- 制御棒
- 後炉停止制御棒
- 内側反射体
- 外側反射体
- 遮へい集合体

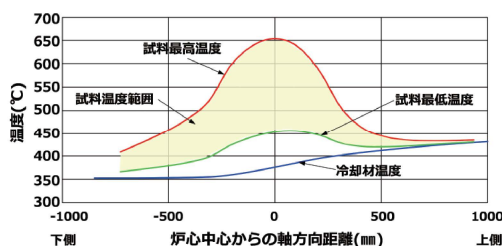
MK-IV炉心構成の例



中性子束分布

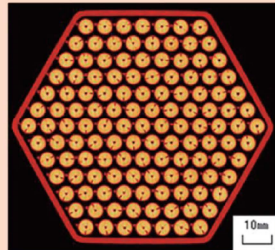
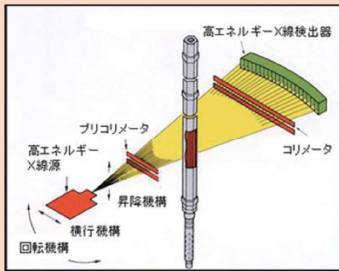
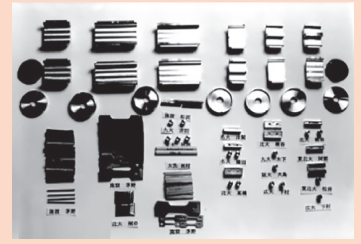
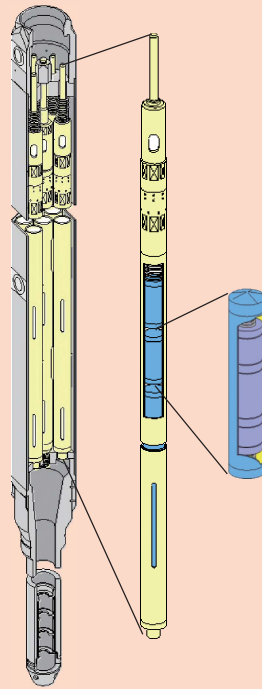
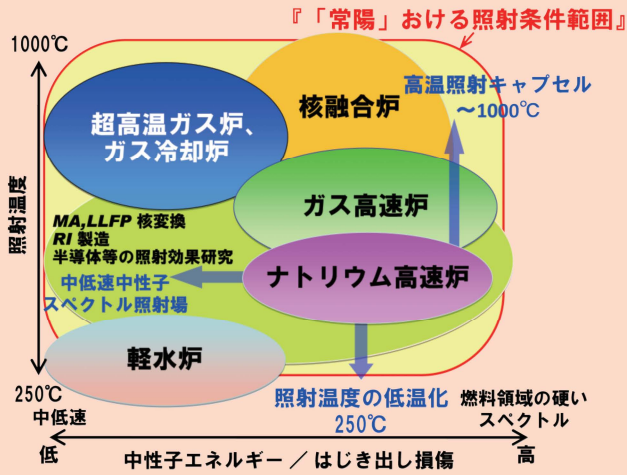


中性子スペクトル



材料照射の場合の試料温度(第6列)

照射条件



領域	温度(°C)	中性子束 ($n \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$)		
		全	高速 ($E \geq 1.0 \text{ MeV}$)	高速 ($E \geq 0.1 \text{ MeV}$)
燃料領域	250~1,000	$\sim 4 \times 10^{19}$	$\sim 7 \times 10^{18}$	$\sim 3 \times 10^{19}$
反射体領域	250~1,000	$10^{19} \sim 2 \times 10^{19}$	$10^{17} \sim 3 \times 10^{18}$	$10^{18} \sim 1.5 \times 10^{19}$
中低速中性子スペクトル照射場	250~	$\sim 6 \times 10^{18}$	$\sim 4 \times 10^{17}$	$\sim 2 \times 10^{18}$
炉上部領域	450~	$\sim 8 \times 10^{16}$	$\sim 2 \times 10^{14}$	$\sim 1 \times 10^{16}$
安全容器内	200~600	$\sim 7 \times 10^{15}$	$\sim 2 \times 10^{12}$	$\sim 2 \times 10^{14}$

施設より



高速実験炉「常陽」は、新規制基準適合性確認のための原子炉設置変更許可を2023年7月26日に取得しました。「常陽」は、高速中性子での照射試験が可能であることから、核融合炉、革新炉など多分野の国内外の研究者からも再起動に向けた期待が高まっています。今後、新規制基準対応に係る工事を着実に進め、早期の運転再開を目指します。

大洗原子力工学研究所
高速実験炉部 高速炉技術課 前田 茂貴

お問い合わせ

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構
大洗原子力工学研究所
高速実験炉部 高速炉技術課
〒311-1393 茨城県東茨城郡大洗町成田町4002番地
E-mail : o-arai.syousya@jaea.go.jp

放射光科学研究施設

Synchrotron radiation facility (SPring-8)



*写真提供：理化学研究所

〒679-5148 兵庫県佐用郡佐用町光都1丁目1-1

- 第三世代の大型放射光施設
- 革新的なエネルギー変換を可能とする
マテリアル研究を推進

施設概要

SPring-8は、兵庫県の播磨科学公園都市にある世界最高性能の放射光を生み出すことができる大型放射光施設です。放射光とは、電子を光とほぼ等しい速度まで加速し、磁石によって進行方向を曲げた時に発生する、細く強力な電磁波のことです。この放射光を用いてナノテクノロジー、バイオテクノロジーや産業利用まで幅広い研究が行われています。SPring-8の名前は**Super Photon ring-8** GeV(80億電子ボルト)に由来しています。

日本原子力研究開発機構(JAEA)はSPring-8に2本の専用ビームライン(BL22XUおよびBL23SU)に装置9台、量子科学技術研究開発機構所有のBL14B1に装置を1台保有しています。これらの装置は従来から供用設備として外部の研究者の方にもお使いいただいています。

設備説明

硬X線光電子分光装置(HAXPES) [BL22XU]

表面の清浄化処理が難しい試料や、内部にナノスケールの多層構造を持つデバイス材料などの電子構造解析が可能。



高輝度XAFS測定装置 [BL22XU]

アンジュレータからの高輝度・高エネルギーX線を利用したXAFS測定が可能。時分割高速計測(Quick-XAFS)にも対応。試料中の元素の化学状態や局所構造などの分析が可能。



応力・イメージング測定装置 [BL22XU]

金属材料を中心とした内部ひずみ・応力分布、イメージング測定が可能。



κ型X線回折計 [BL22XU]

通常の6軸の他、全系の水平面内回転軸を有し、表面構造解析にも適用可能。ポテンシostat等を用いた電気化学特性の同時測定も可能。



表面化学実験ステーション [BL23SU]

金属および半導体表面での吸着・脱離、酸化・還元等の化学反応のダイナミクスをその場観察、リアルタイムで測定可能。



軟X線光電子分光装置 [BL23SU]

高分解能光電子分光によって、強相関電子系物質(希土類、遷移金属、アクチノイドなど)の電子構造の測定、化学結合分析などが可能。



走査型透過X線顕微鏡(STXM) [BL23SU]

フレネルゾーンプレート(FZP)により数十nmに集光した軟X線を試料に照射し、試料を走査しながら吸収率を測定することで、元素分布や価数・化学結合状態の分析が可能。



エネルギー分散型XAFS(DXAFS)装置 [BL14B1]

二結晶分光器を用いた通常型X線吸収分光(XAFS)測定に加え、湾曲分光結晶を用いた分散型XAFS測定を行うことが可能。



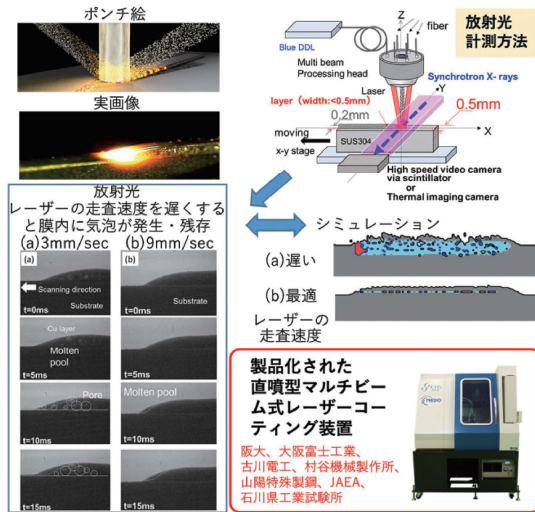
※量子科学技術研究開発機構の専用ビームライン [BL14B1] にJAEAの装置を設置して運営。

*軟X線磁気円二色性測定装置は挿入光源故障により円偏光切り替えが不可の為募集しておりません。(2023.9現在)

利用研究の例

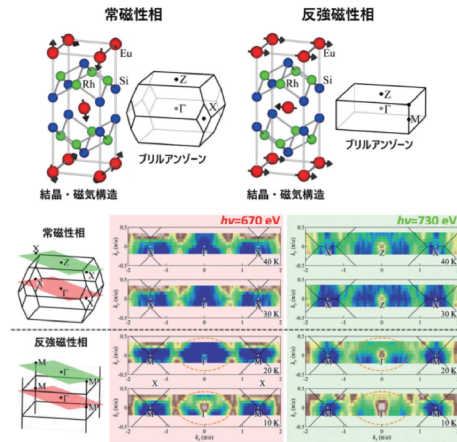
レーザーコーティング現象の観察 BL22XU

放射光その場測定によりレーザーコーティング現象の観察、シミュレーションの高度化に活用することでレーザーコーティング装置の開発に貢献しました。



希土類化合物の電子構造 BL23SU

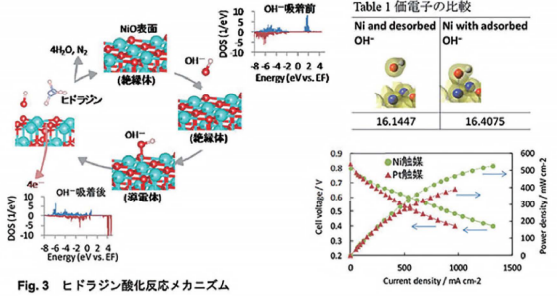
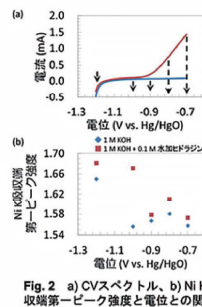
Eu化合物EuRh₂Si₂における反強磁性転移をARPESによって直接観測することに成功しました。
【論文】Nature Communications 10, 796 (2019)



(図1) EuRh₂Si₂の磁気構造と、ARPESによって実験的に決定したフェルミ面の温度変化。反強磁性転移によってブリルアンゾーンが折りたたまれる様子が観測されている。

水加ヒドランジ酸化触媒のin-situ XAFS解析 BL14B1

エネルギー密度の高い液体燃料として、水素を電子のキャリアとする水加ヒドランジ(N₂H₄・H₂O)を使用し、電極触媒材料として貴重な貴金属資源を使わないアニオン形燃料電池自動車の開発に産学官の連携で取り組んできた(図1)。燃料電池の出力向上と耐久性向上を両立するためには電極触媒上での素反応を理解し、触媒設計への知見をフィードバックする必要がある。本研究では、「In-situ XAFS」手法を用いて反応中の電極触媒の電子状態や局所構造を解析し、理論計算の結果との相関性を確認しながらヒドランジ酸化反応のメカニズムを検討した。
【論文】T. Sakamoto et al., J. Electrochem. Soc., 163, H951 (2016).



施設より



放射光実験の経験をお持ちでない方でも、ご利用の可能性など、お気軽にご相談ください。ご相談は無料です。
また、本事業で支援された課題に対しては、原則として、得られた実験データを提供していただくとともに、その成果は公開されます。成果を非公開にしたい場合は、成果占有課題として支援ができます。
詳しくは、下記までお問い合わせください。

原子力科学研究所 物質科学研究センター
岡根 哲夫

お問い合わせ

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構
原子力科学研究所 物質科学研究センター 研究推進室 (播磨放射光RIラボラトリー)
〒679-5148 兵庫県佐用郡佐用町光都1丁目1-1
Tel : 070-1456-9348 (ARIM事務局)
Tel : 070-1493-3351 (播磨放射光RIラボラトリー代表)

ペレトロン年代測定装置

Pelletron accelerator for radioactive age determination (JAEA-AMS-TONO)



〒509-5102 岐阜県土岐市泉町定林寺959番地の31

- 断層運動や火山活動に関連した研究
- 環境科学分野の研究

施設概要

東濃地科学センターでは、平成9年に加速器質量分析装置であるJAEA-AMS-TONO-5MV(ペレトロン年代測定装置)を導入し、年代測定技術の開発とこの技術を用いた各種地質試料の年代測定を行っています。現在測定可能な同位体は炭素-14, ベリリウム-10, アルミニウム-26, ヨウ素-129の4種類です。また、本装置は日本原子力研究開発機構が行う施設供用制度の施設になっており、地球科学に関する研究だけでなく、考古学試料の年代推定や同位体変動に注目した環境科学分野の研究にも利用されています。

年代測定法とは

年代測定法とは

加速器質量分析装置を用いて試料中の放射性同位体を測定すると、同位体の個数を直接測定するため、放射性同位体を放射能で測定する方法より試料が少なくすみ、また短時間で測定することができます。

炭素-14年代法

自然界の炭素の同位体のうち、安定同位体は炭素-12(^{12}C)、炭素-13(^{13}C)があり、放射性同位体は炭素-14(^{14}C)があります。炭素-14は時間とともに壊変し5730年(半減期)で元の個数の半分になります。これを利用する方法が炭素-14年代法で、現代から数万年の年代範囲を対象とする年代測定のうち最も精度の高い年代測定法のひとつです。この年代法を使用して地球科学や考古学の試料などの年代を得ることができます。

ベリリウム-10・アルミニウム-26年代法

宇宙線の中性子やミュオン粒子と岩盤中の石英などに含まれる、酸素-16やケイ素-28が反応することにより、放射性同位体であるベリリウム-10(^{10}Be)やアルミニウム-26(^{26}Al)が生成します。ベリリウム-10・アルミニウム-26年代法は、この生成を利用する年代測定法であり、地面の侵食速度などを得ることができます。半減期は、 ^{10}Be が約140万年、 ^{26}Al が約70万年のため、およそ数十年から一千万年までの年代範囲を推定できます。

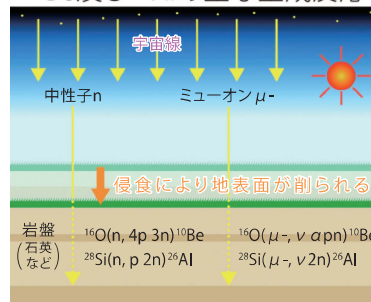
ヨウ素-129年代法

ヨウ素-129(^{129}I)年代法は地下水の滞留年代などを得ることができます。大気中のキセノン(Xe)と宇宙線との反応(核破砕反応)及びウラン(U)の自発核分裂により ^{129}I は生成され地下水等に取り込まれます。半減期は約1570万年と長半減期であるので、数千年前から数千万年前までの年代範囲を推定できます。

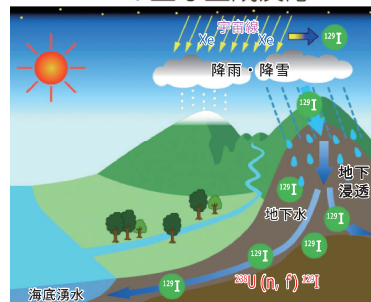
自然界の炭素の同位体

炭素同位体	^{14}C	^{12}C	^{13}C
自然界での存在量	約1兆分の1	99%	1%
5730年経過	↓量1/2	↓	↓
5730年経過	↓量1/2	↓	↓

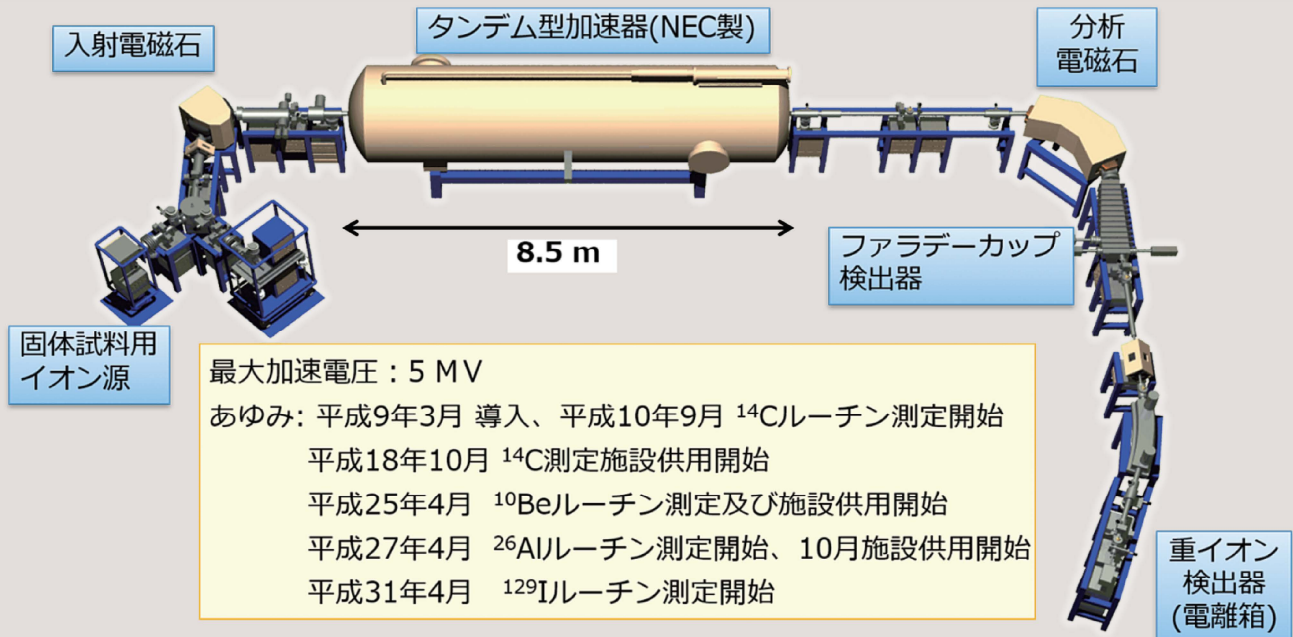
^{10}Be 及び ^{26}Al の主な生成反応



^{129}I の主な生成反応



設備及び研究例



■性能

炭素同位体比測定レンジ： $10^{-16} \sim 10^{-12}$

アルミニウム同位体比測定レンジ： $10^{-15} \sim 10^{-11}$

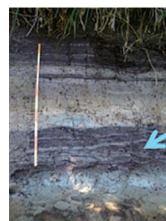
ベリリウム同位体比測定レンジ： $10^{-15} \sim 10^{-11}$

ヨウ素同位体比測定レンジ： $10^{-14} \sim 10^{-11}$

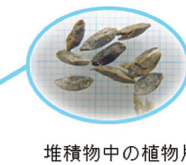
適用分野



研究例



地層の堆積年代



堆積物中の植物片



火山噴火の記録



火砕流堆積物中の炭化木
(産総研 地質調査総合センターのウェブページより)

施設より



JAEA-AMS-TONO-5MVを平成9年3月に導入し、平成18年度からは供用施設となり、外部の方にも利用いただいています。

原子力機構では、保有する先端的大型研究施設・設備を公共財として位置づけ、外部の多くの方々にご利用いただくため、『施設供用制度』を設けています。JAEA-AMS-TONO-5MV(ペレット年代測定装置)もその1つに指定されています。研究開発や産業利用など、多数のご利用をお待ちしています。

東濃地科学センター

年代測定技術開発グループ

藤田 奈津子

お問い合わせ

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構

東濃地科学センター

年代測定技術開発グループ

〒509-5102 岐阜県土岐市泉町定林寺959番地の31

TEL : 0572-53-0211

タンデトロン施設

Tandetron accelerator mass spectrometer
(JAEA-AMS-MUTSU)



- 炭素及びヨウ素同位対比分析の性能は世界トップクラス
- 考古学や環境研究などの様々な分野の研究が得意

〒035-0022 青森県むつ市大字関根字北関根400番地

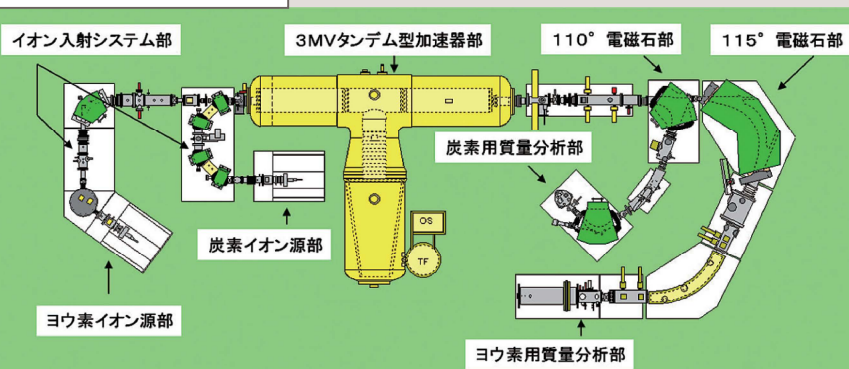
施設概要

加速器質量分析装置(AMS)は、タンデム型加速器と質量分析計を組み合わせた分析装置です。β線計測などの従来の放射線計測法では、対象とする放射性核種自身の放射壊変により発生する放射線を計測するものでしたが、AMSでは、試料に含まれる同位体を物理的に分離し、その原子一つ一つを計測するため、試料の重量にして従来の約1000分の1以下の試料量で短時間で測定することができます。ヨウ素(^{129}I)の場合は、90から120分程度の計測で従来法では測定できない低レベルまで測定することができます。本装置は、イオン源・イオン入射システム部・タンデム加速器部・高エネルギーイオン質量分析部から構成されています。

設備説明

- 用途
極微量C-14及び I-129分析
- 性能
原子数比でC-14/C-12: 10-16、
I-129/I-127: 10-14まで測定可能
- 運転開始年・月
炭素ライン 平成11年12月
ヨウ素ライン 平成15年 5月

タンデトロン配置図



利用設備及び施設一覧

設備・装置の種類	装置の概要・条件	
タンデトロン加速器 質量分析装置 (AMS)	オランダのHVEE社製 Model 4130-AMS(3MV)で、炭素同位体比($^{14}\text{C}/^{12}\text{C}$ 、 $^{14}\text{C}/^{13}\text{C}$ 、 $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$)及びヨウ素同位体比($^{129}\text{I}/^{127}\text{I}$)の測定が可能です。 炭素ではグラファイトで2mg以上、もしくは二酸化炭素で0.25mmol以上の試料が必要です。 ヨウ素では、ヨウ化銀で2mg以上必要です。	
炭素 前処理装置	二酸化炭素抽出 自動処理装置	海水中に溶存している無機炭素を燐酸と窒素ガスで追い出し、二酸化炭素ガスとして抽出・精製する。
	グラファイト化 自動処理装置	精製された二酸化炭素と、水素ガス及び鉄触媒を同一の反応管に自動で封入するライン。 この反応管は電気炉で650℃に加熱し、水素還元反応によりグラファイトを作製する。
	^{14}C 測定試料作製装置	作製されたグラファイト(+鉄触媒)をターゲットピースに詰め、AMS測定試料を作製する。
	二酸化炭素精製 手動ライン	試料を酸化銅や銀プレートとともに燃焼し、硫黄等の不純物を取り除き二酸化炭素として抽出する。 さらに、二酸化炭素から水蒸気や窒素等の不純物を取り除く精製ライン。
	グラファイト化 手動処理ライン	精製された二酸化炭素と、水素ガス及び鉄触媒を同一の反応管に手動で封入するライン。 この反応管は電気炉で650℃に加熱し、水素還元反応によりグラファイトを作製する。
安定炭素同位体比測定装置	二酸化炭素中の炭素安定同位体比を、フィニガンマツト社製デルタプラスを用いて二酸化炭素中の炭素同位体比($^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$)を $\delta^{13}\text{C}$ として測定する。	
ヨウ素 前処理装置	^{129}I 測定試料作製装置	精密天秤で重量を測定し、ヨウ化銀試料をニオブ粉末と混ぜてプレス機でターゲットピースに詰め、AMS測定試料を作製する。
安定ヨウ素濃度測定装置	水溶液50mlからポルタンメトリー又はICP-MSにより安定ヨウ素濃度を測定する。	

本装置は、炭素とヨウ素の同位体比測定が可能
な二つのビームラインを持っています。

炭素については、測定試料に含まれる炭素を二酸化炭素ガスとして抽出した後、グラファイト(炭素)に還元して測定します。ヨウ素については、試料中のヨウ素イオンやヨウ素酸イオン等を化学反応を用いてヨウ化銀にして測定します。海洋環境や地表環境における放射性核種の移行挙動に関わる研究に多く使われています。

重イオン検出器
(炭素)



TOF検出器
(ヨウ素)

利用研究の例

炭素測定的主要成果

年代測定による歴史の解明

むつ市川内町田野沢海岸の「海底林」の年代測定

三内丸山遺跡からの出土遺物の年代測定

地球温暖化傾向の把握と将来予測

『放射性炭素の大气放出と環境中移行に関する総合的研究』

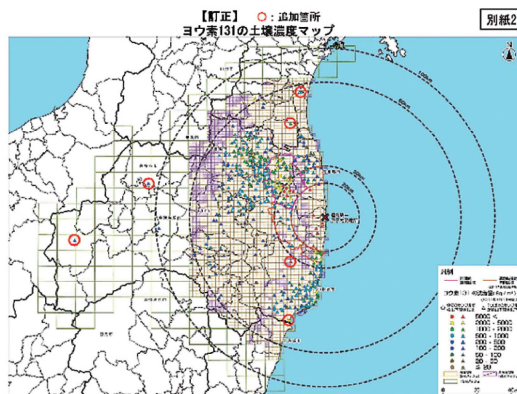
原子力科学研究部門 原子力科学研究所
原子力基礎工学研究センター
環境・放射線科学ディビジョン
環境動態研究グループ
研究主幹 小嵐 淳(こあらし じゅん)

平成31年度科学技術分野の
文部科学大臣表彰(科学技術賞)受賞
(平成31年4月17日)

ヨウ素測定的主要成果

福島第1原発事故の 影響調査※に貢献

※文部科学省による
「放射線量等分布マップ(ヨウ素131の土壤濃度マップ)」の作成



原子力規制委員会ホームページより
<https://radioactivity.nsr.go.jp/ja/contents/6000/5047/view.html>

(平成23年9月21日、平成25年7月1日一部訂正)

施設より



青森研究開発センターは自然界に存在する微量の放射性同位体である、129ヨウ素や14炭素の測定を実施しており、得られたデータは環境科学においては土壌や海洋における核種の分布や動態、考古学においては試料の年代測定を目的のために用いられています。通常の質量分析では難しいm/z比が同一となる妨害元素が存在する場合でも、加速器を通すことにより電荷・運動エネルギー・運動量を変化させて妨害元素の影響を回避することが出来ます。

青森研究開発センター 施設工務課 廣田 賢司

お問い合わせ

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構
青森研究開発センター 施設工務課
〒035-0022 青森県むつ市大字関根字北関根400番地
TEL : 0175-25-3311 FAX : 0175-45-1119

楡葉遠隔技術開発センター

Naraha Center for Remote Control Technology
Development (NARREC)



- “遠隔技術が ひらく未来”
- 幅広い専門分野の研究者や技術者が集う 遠隔技術開発の拠点

〒979-0513 福島県双葉郡楡葉町山田岡字仲丸1-22

施設概要

楡葉遠隔技術開発センター(略称：NARREC ナレック)は、東京電力ホールディングス福島第一原子力発電所(1F)の廃炉推進のために遠隔操作機器(ロボット等)の開発実証施設として整備されました。

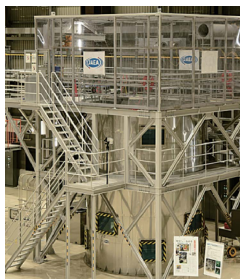
研究管理棟と試験棟から構成されるこの施設は、ロボットシミュレータとモックアップ試験装置を併用でき、効率的かつ有効に研究開発が進められるようになっています。2016年4月より、これらの施設・設備の外部利用を開始し、遠隔技術に関する幅広い専門分野の研究者や技術者の研究開発を支援、得られた成果の情報発信も行い、世界的な遠隔技術開発の拠点を目指しています。

利用可能施設

ロボット試験用水槽

水中ロボットの实証試験用の円筒型水槽。必要な水質を模擬し、水深5mまでの試験が可能。

[仕様]
直径：4.5m
水深：5.0m(高さ5.5m)
観察窓：12箇所
水温：常温～60℃
水質：上水、工水、濁水、塩水
付帯設備：水中カメラ/照明
ジブクレーン



▲水槽上部



▲水槽内部

モックアップ階段

傾斜角度、手摺幅、階段周り方向、踏板材質が可変式となっており、多様な試験が可能。



[仕様]
傾斜：40, 41, 42, 43, 51, 55度
手摺幅：700, 800, 900, 1000mm
踏板：縞鋼板、グレーチング
蹴上高：180, 190, 200, 210, 220, 230mm
階段は、90度回り(左右)、180度回り(左右)の入れ替えが可能。

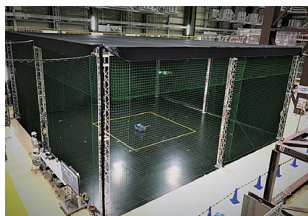
モーションキャプチャ

広い空間領域でドローン及びロボット等の動作を定量的に計測。カメラの移動により、計測範囲の変更も可能。

[仕様]
計測範囲：①幅10m×奥行10m×高さ2m
②幅6m×奥行6m×高さ5m
計測精度：±1.5mm(上記計測範囲の場合) カメラ：16台



▲高速度カメラが
全方向から動作を捉える



VRシステム

VR(仮想現実)技術を用いて、あたかも1F現場にいる感覚を体験できるシステムです。このシステムで作業者訓練や作業計画の検討・立案等を行うことが可能です。現在、1Fの1～3号機の地下階及び1階のデータを備えています。

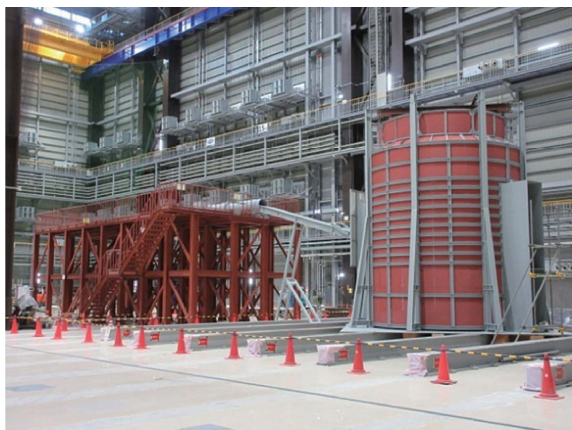
[主な機能]
・線量分布表示機能
・照明設定機能
・物体間の距離計測機能
・模擬空間内への
任意物体投入機能



利用研究の一例

■ IRID原子炉格納容器内部詳細調査技術の開発 (X-6ペネトレーションを用いた内部詳細調査 技術の現場実証)

- ・施設：試験棟（実規模試験エリア）
- ・内容：2号機で用いるロボットアームの遠隔操作手法の検証、オペレーターのトレーニングを実施予定。



原子炉格納容器のモックアップ (IRID提供)

■ 廃炉創造ロボコン

廃止措置研究・人材育成等強化プログラムの一環として開催。全国の高専生らが、廃炉という作業の問題や解決策を考え、ロボットの製作を通じて競技課題に挑みます。

- ・開催施設：試験棟（共通エリア）
- ・開催内容：1F内部での除染をテーマにした競技課題に取り組む



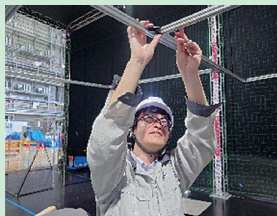
▲「第4回廃炉創造ロボコン」(17校・18チームが参加)

■ 株式会社エイブル

- ・施設：試験棟（ロボット試験用水槽）
- ・内容：1F建屋における1階から地下階の滞留水の汲み上げ・油回収の模擬試験。



スタッフから



楢葉遠隔技術開発センターは1F廃炉作業に向けた遠隔技術の実証試験を行う場として、2016年より本格的な運用を開始しました。試験棟の大空間では最先端の設備がそろっており、遠隔操作技術の実証試験や研究開発に利用いただけます。研究管理棟にはVRシステムのほか、展示会や会議にご利用いただける設備もございます。随時見学が可能となりますので、まずはぜひご視察にいらしてください。

福島廃炉安全工学研究所 楢葉遠隔技術開発センター 利用・技術課
鈴木 壮一郎

問合せ先

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構
福島廃炉安全工学研究所 楢葉遠隔技術開発センター 利用・技術課
〒979-0513 福島県双葉郡楢葉町大字山田岡字仲丸1-22
TEL：(0240)26-1040 (代表) FAX：(0240)26-1041 ※施設見学のお問合せも随時受け付けています。

ふくいスマートデコミッショニング 技術実証拠点（スマデコ）

Fukui Smart Decommissioning Technology
Demonstration Base (Sumadeco)

- 廃止措置の課題解決に貢献する拠点
- 3つの特色あるフィールド



〒914-8585 福井県敦賀市木崎65号20番

施設概要

「ふくいスマートデコミッショニング技術実証拠点」(略称：スマデコ)は、文部科学省の支援施策である平成28年度補正「地域科学技術実証拠点整備事業」で採択されました。

この施設は、原子力発電所の廃止措置に関する技術について地元企業の成長を支援し、産学官が一つ屋根の下で地域経済の発展と廃止措置の課題解決に貢献するための拠点です。平成30年6月より運用を開始し、3つの特色あるフィールドを有しており、供用施設として皆様にご利用頂いております。

設備説明

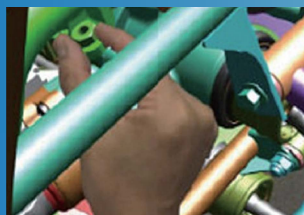
スマデコが備える3つのフィールド

廃止措置解体技術検証フィールド

～ 複合現実感で作業を事前検討！ ～

廃止措置現場を実寸の臨場感で仮想体験できる複合現実感(Mixed Reality:MR)システムを備えています。

これにより、解体作業に入る前に、安全で効率的な設備の解体手順を検討することができます。



作業性の検証



配置の検討

レーザー加工高度化フィールド

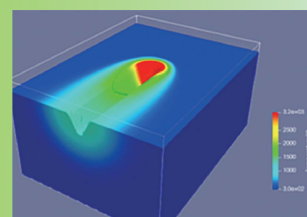
～ レーザー加工条件を探る！ ～

レーザー光を熱源として廃止措置に適用する技術開発を行うための試験装置と計算コードを備えています。

これにより、どんなレーザー加工条件が現場作業に適するかを検討することができます。



レーザー照射試験



数値計算の例

廃止措置モックアップ試験フィールド

～ 装置の実証や作業の習得に！ ～

外径約4.5m、水深最大10mの円筒型プール設備や、現場のグリーンハウスを模擬したエリアなどを備えています。

これにより、水中遠隔装置の実証、解体作業の事前確認や習得等の場としてご利用頂くことができます。



円筒型プール



解体作業の習熟

施設利用の事例

◆ 株式会社 三ツ星 & 北陸先端科学技術大学院大学

利用期間：2022年5月16日～5月20日

利用施設：水中技術実証試験エリア

利用内容：音響カメラによる3次元環境復元の実証
安価で汎用的な音響カメラの映像データから
水中環境の3次元データを生成するシステム
の試験を実施。
本試験の結果は 日本ロボット学会学術講演
会にて口頭発表（※1）されている。

※1) 中村 洋貴, 池 勇勲, 金田 一 亮, 北村 嘉弘, “水中環境における
音響カメラの録画映像処理による3次元環境復元(2G3-05)”
第40回日本ロボット学会学術講演会予稿集(RSJ2022),
東京,2022年9月.



◆ 自主利用

運営者である我々も自ら、レーザースキャナ
を用いて点群データを取得し、廃止措置のため
の仮想化技術の応用について調査・技術開発を
行っています。

(参考) 古澤 彰憲, “廃止措置への仮想化技術の応用-ふくいス
マートデコミッションング技術実証拠点(スマデコ)に
おける取組-”, シンビオ社会研究会講演会国内ワーク
ショップ「先端ICT適用による原子力安全の高度化」,
京都, 2020年12月.

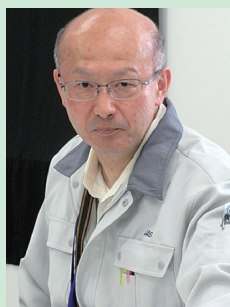


点群データ取得時の様子



取得した点群データ

スマデコより



スマデコ施設は福井県敦賀市内にあり、最寄のJR敦賀駅に
は特急でアクセスでき、駅から車で約10分と交通の便にも恵
まれています。

3つのフィールドに加え、インターネットで閲覧可能な
バーチャルツアーも用意しております。

スマデコ施設を多くの皆様にご愛用頂き、廃止措置の課題
解決に貢献する拠点としてますます発展させていきたいと
思っております。

皆様、是非お越し下さい。お待ちしております。

敦賀事業本部 敦賀総合研究開発センター
先進技術開発課 宇都 成昭



スマデコバーチャルツアー



お問い合わせ・ご相談

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構
敦賀事業本部 敦賀総合研究開発センター 先進技術開発課

〒914-8585 福井県敦賀市木崎65号20番 TEL : 0770-21-5033 / FAX : 0770-25-5782



ペレトロン年代測定装置
(質量分析加速器)



ふくいスマートデコミッショニング
技術実証拠点 (スマデコ)
(廃止措置技術実証試験施設)



タンデトロン施設 (質量分析加速器)



橋本遠隔技術開発センター (NARREC)
(遠隔操作機器実証試験施設)



タンデム加速器施設
(重イオン加速器)



燃料試験施設
(照射後試験施設)



放射光科学研究施設 SPring-8 *
(大型放射光施設)



高速実験炉 常陽
(原子炉)



研究炉 JRR-3
(中性子利用施設)



放射線標準施設 (FRS)
(校正施設)



国立研究開発法人日本原子力研究開発機構
研究開発推進部



MORE
INFORMATION

〒319-1112 茨城県那珂郡東海村村松4番地49
TEL.029-282-0251 FAX.029-282-0256
E-mail : renkei.shisetsu@jaea.go.jp

* 写真提供 : 理化学研究所