



第16回東海フォーラム

未来へげんき  
To the Future / JAEA

# 原子力科学研究所の概況

原子力科学研究所

所長 遠藤 章



# 原子力科学研究所(原科研)の活動

未来へげんき  
To the Future / JAEA

原子力・放射線の安全な利用を先導し、持続的にイノベーションを生み出す

東電福島第一  
原発事故復旧

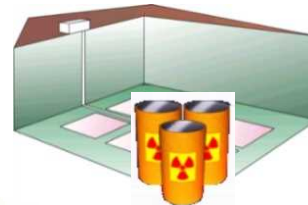
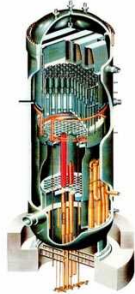
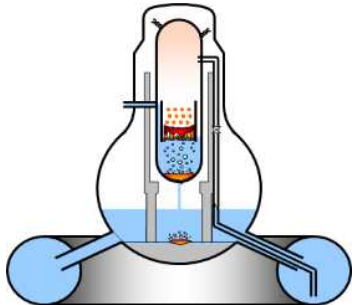
軽水炉安全性向上

分離変換技術

廃棄物処理処分

先端基礎科学

一般産業応用



将来ビジョン

JAEA 2050 +

原子力科学技術を通じて社会へ貢献

東海村除去土壌  
埋立処分実証事業

原子力基礎工学研究

安全研究

先端基礎研究

物質科学研究

廃止措置技術開発



JRR-3



NSRR



STACY



タンデム加速器



RFEF

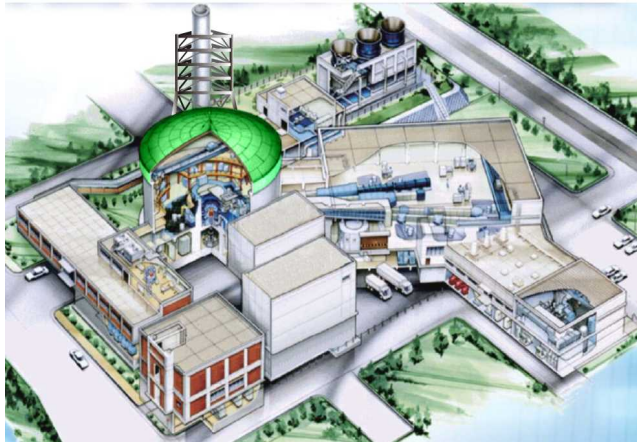


BECKY



廃棄物減容施設

## 試験研究炉 JRR-3 : 2021年2月運転再開



原子炉



実験利用棟 (ビームホール)

### 熱出力20MWの高性能汎用研究炉

#### 中性子を用いたイノベーション創出の場として活用

- **ビーム実験**：中性子散乱、ラジオグラフィ、即発ガンマ線分析等
- **照射試験**：半導体や原子炉材料等の照射、放射化分析、RI製造等

## 原子炉安全性研究炉 NSRR : 2020年3月運転再開



炉心

### 反応度事故に対する原子炉の安全性研究用専用炉

- 短時間の高出力パルス運転により様々な事故条件を模擬
- **軽水炉の事故時の燃料損傷評価の研究により国の安全基準策定等へ貢献**

## 臨界実験装置 STACY : 改造中

### 2023年運転開始予定

完成予想図



炉心タンク

### ウラン燃料棒と軽水減速材を用いる臨界実験装置

- 臨界安全に係るデータベースの構築、特に**東京電力福島第一原子力発電所の燃料デブリ (破損燃料) の取り出しに向けた技術開発**に利用



# 運転再開した JRR-3 の利用・成果

未来へげんき  
To the Future / JAEA

## JRR-3 と J-PARC の連携により、多彩な研究開発・産業利用を推進

➤ 両施設の共通窓口 **J-JOIN** (J-Joint Office for Innovation) を設け利用者を支援

### 中性子ビーム利用

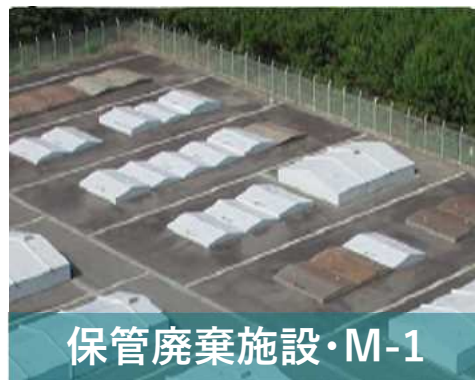
- **世界で初めて準結晶磁性体で強磁性秩序を観測**
  - 東京理科大・田村ら 米国化学会学会誌 (Journal of American Chemical Society) に掲載 (2021年11月)
- 銅酸化物超伝導体の**超伝導の起源に迫る**酸素原子構造と熱処理効果の関係解明
  - 東北大・藤田ら 日本物理学会誌 (Journal of the Physical Society of Japan) に掲載 (2021年9月)
- **多関節ロボットを導入し、即発ガンマ線分析装置で全自動分析を実現** (JAEA)
- **引張負荷をかけながらコンクリート内部の鉄筋の精密な応力導出に成功** (JAEA、建築研究所、東京理科大)

### 中性子照射利用

- **$^{99}\text{Mo}/^{99\text{m}}\text{Tc}$  製造試験を開始**
  - 国内ニーズの高い核医学検査用RIの安定供給へ貢献
- 放射線治療用RIの製造・供給 (右表)

RI	治療例	JRR-3による国内供給率
Au-198	口腔がん、中咽頭がん、舌がん 	約50% (年間4サイクルの場合)
Ir-192	舌がん 	約100%

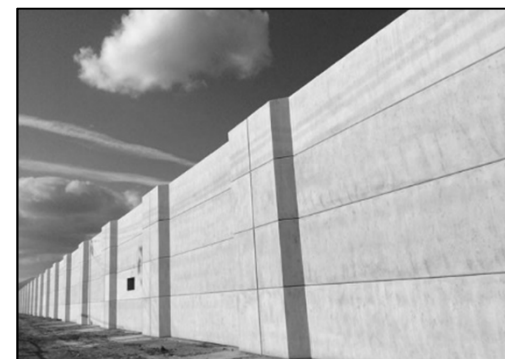
新規制基準対応として、津波（L2津波）による浸水域の保管廃棄施設に  
海水流入を防止する津波防護壁を設置



鋼管杭設置



津波防護壁イメージ



2022年3月完成予定





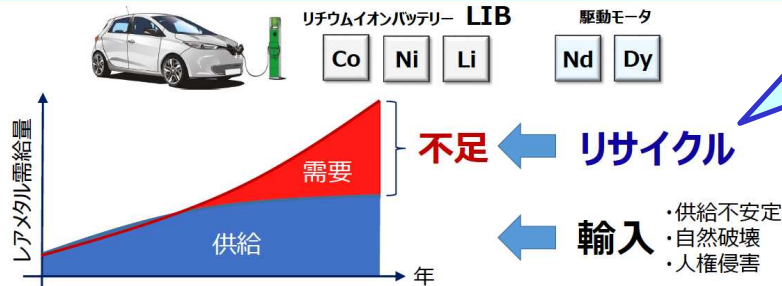
# 原子力機構発ベンチャー企業設立

未来へげんま  
To the Future / JAEA

## カーボンニュートラル実現に向けたレアメタルのリサイクルに貢献

### 社会的背景

~2030 脱炭素社会の実現のための電動自動車の爆発的普及



レアメタルリサイクルによる資源確保が求められている

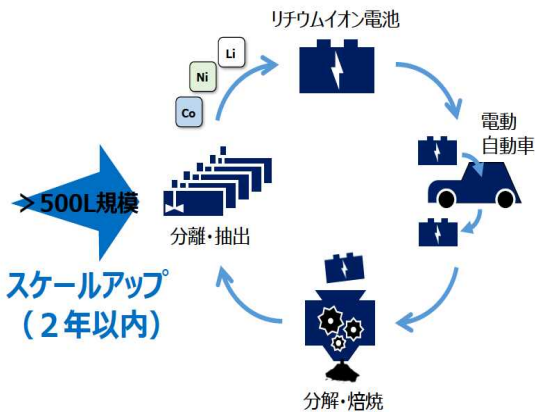
リサイクルをとりまく課題

- 複雑な分離・精製処理
- 高い処理コスト

従来技術の10倍以上の生産能力

JAEAが開発した溶媒抽出技術  
“エマルションフロー”を活用

### テクノロジー



エマルションフローでLIBの水平リサイクルを実現

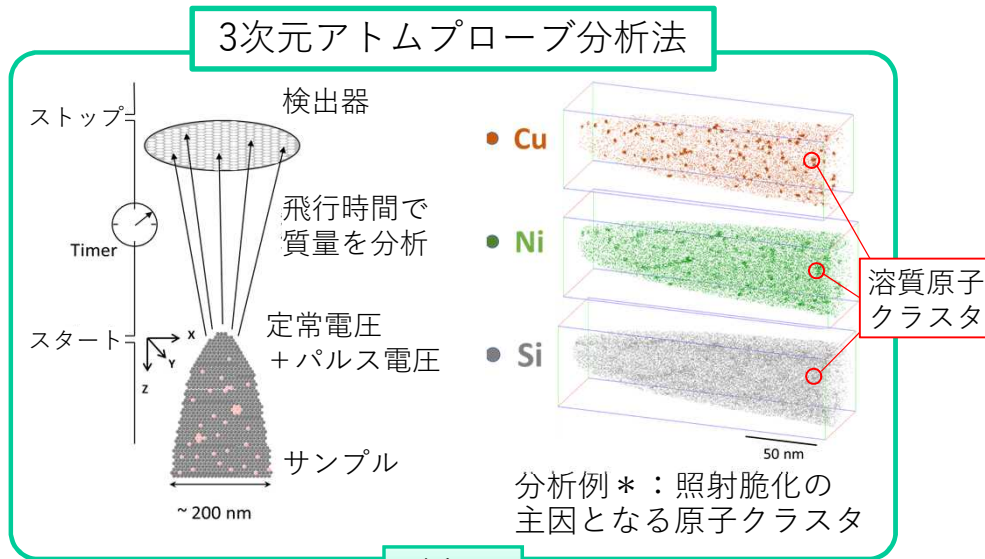
エマルションフローを軸に事業展開するベンチャー企業  
**(株)エマルションフローテクノロジーズ**  
**(EFT) 設立 (令和3年4月5日)** **本社東海村**



## 脱炭素化エネルギーとして原子力の持続的活用のため一層の安全性向上を追求

### 原子炉圧力容器の照射脆化予測

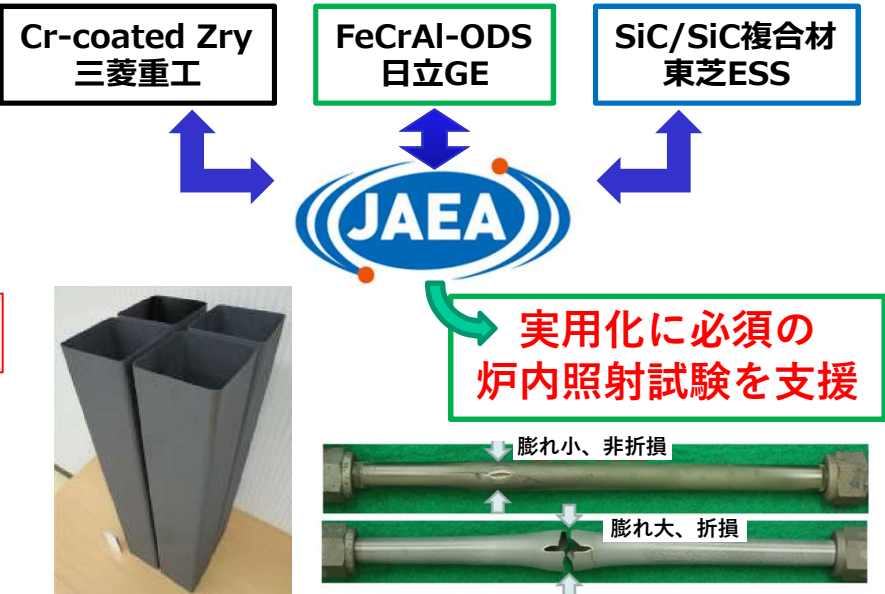
加圧水型軽水炉で照射された圧力容器監視試験片の脆化データのベイズ統計解析、3次元アトムプローブ分析により、**脆化予測式の精度を向上**



予測法の規格基準改定に設置された日本溶接協会「原子炉圧力容器の中性子照射脆化予測法 (IET) 検討小委員会」の活動報告書に反映 (令和4年1月)

### 事故耐性燃料 (ATF) 実用化への貢献

より安全な軽水炉に向けて、耐熱性、耐酸化性に優れた**新型燃料をメーカーと共に開発**



SiCチャンネルボックス試作例 (東芝ESS)

<https://www.ibiden.co.jp/tech/items/140703.pdf>

冷却材喪失事故 (LOCA) 模擬試験後クロムコーティング被覆管上：Crあり。下：Crなし (三菱重工)

<https://www.mhi.co.jp/technology/review/pdf/574/574110.pdf>

\* 原子力規制庁からの受託事業「平成29年度軽水炉照射材料健全性評価研究」による成果の一部

## 廃炉環境国際共同研究

### 東京電力福島第一原発の廃炉に向けた課題解決を主導し、技術開発を推進

- 安全研究や基礎基盤研究の豊富な知見、施設・装置を活用

### ■ 研究開発のトピックス

#### ➤ 炉内モニタリング技術の開発

- **マイクロチップレーザー**を利用した **LIBS\*システムを構築**

\* **L**aser-**I**nduced **B**reakdown **S**pectroscopy:  
レーザー誘起ブレイクダウン分光法

- 放射線環境下での分析を実証

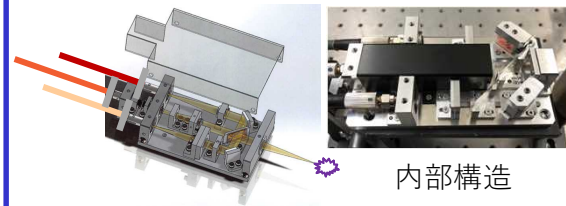
#### ➤ 特殊環境下の腐食現象の研究

- デブリ取出し時の格納容器内への**空気混入**を想定した材料健全性を評価
- 腐食を抑える**新しい防錆剤を開発**

**デブリ取り出し作業方法検討に活用**

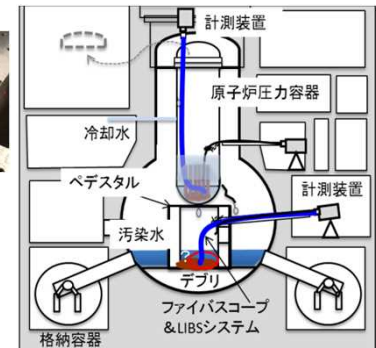
## 炉内モニタリング技術の開発

LIBS用マイクロチップレーザー  
約280g, 120×60×25mm



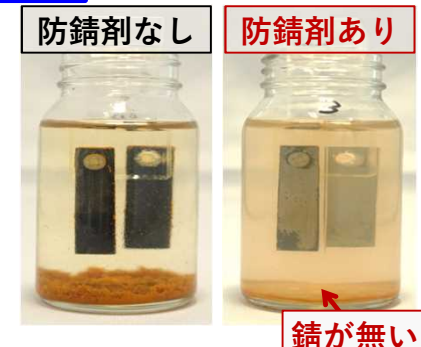
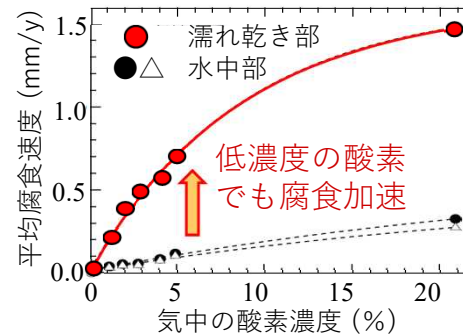
内部構造

炉内適用イメージ



- ◆ 小型軽量化により、**原子炉内部まで測定可能**な分析技術を開発

## 特殊環境下の腐食現象の研究



- ◆ 格納容器濡れ乾き部は、**僅かな酸素増加で腐食が加速** (酸素濃度上限目標は3.5%)

- ◆ 鉄鋼の腐食を抑える**防錆剤\***を開発し特許取得  
\* 乳酸アルミニウム+モリブデン酸ナトリウム



## 安全研究

原子力施設の安全性や重大事故が人と環境へ及ぼす影響について幅広く研究するとともに、原子力規制行政を技術的に支援

### ■ 研究開発のトピックス

#### ➤ 東京電力福島第一原子力発電所 (1F) 事故の調査・分析等に係る取り組み

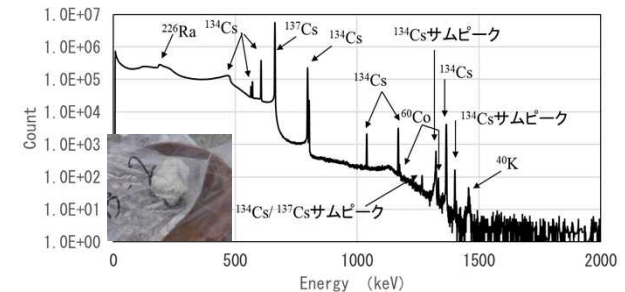
#### 【原子力規制委員会の 1F 事故の分析に係る検討会】

(原科研 (安全研究センター) 職員が検討会メンバーとして参加)

- 1F事故の知見を他の原子力施設の安全確保に反映させるため、1F事故時の事象進展や状況の分析 (事故分析) を実施

⇒ 1Fから採取した試料の分析及び解析 (右図) を通じて**事故分析に協力し、中間取りまとめ\***に反映

知見の活用



3号機原子炉建屋壁と推定されるコンクリート瓦礫の分析例\* (得られた核種組成情報を統合し事故時の炉内雰囲気条件等を推定)

#### 【経済協力開発機構/原子力機関 (OECD/NEA) の国際共同プロジェクト】

- 1Fの原子炉建屋及び格納容器内情報の分析 (ARC-F, 2019-2021) (安全研究センターがプロジェクト運営)

⇒ 1F事故シナリオやプラント内核種移行挙動の検討、原子炉建屋内調査から得られた情報の収集・整理等を行い、**国際的な 1F 事故分析に貢献** ⇒ 当初目標を達成し終了

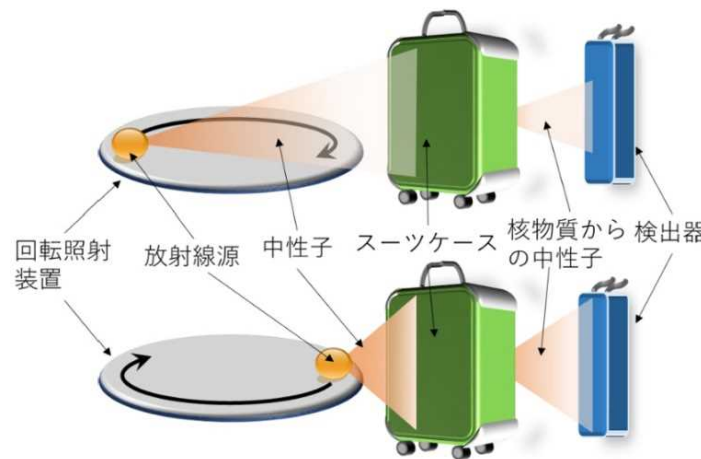
- 1F事故情報の収集及び評価 (FACE, 2022-2026) ⇒ **新規に立ち上げ事故分析を発展的に継続** (安全研究センターが廃炉環境国際共同研究センターと連携してプロジェクト運営)

\*: 東京電力福島第一原子力発電所事故の調査・分析に係る中間取りまとめ (<https://www.nsr.go.jp/data/000345595.pdf>)

## 原子力基礎工学研究



中性子線源を回転させ強度に強弱をつけ照射することで核物質を検出



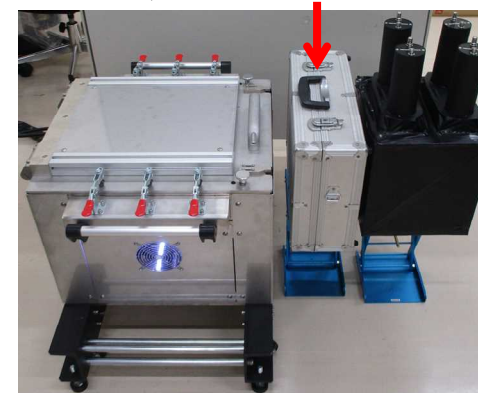
## ■ 研究開発のトピックス

### ➤ 低コスト・可搬型の核物質検知装置の開発

- 放射線源を回転させる簡便な方法で核物質を検知する手法を開発
- 既存技術より低コスト・小型の装置を実現

核テロ防止に向け、運輸関連施設、大規模イベントにおける荷物検査や不審物検査に活用

回転照射装置 (中性子線源)    スーツケース    中性子検出器



## 物質科学研究

中性子・放射光を用いた計測・実験技術の開発を推進し、学術研究、産業応用へ幅広く貢献

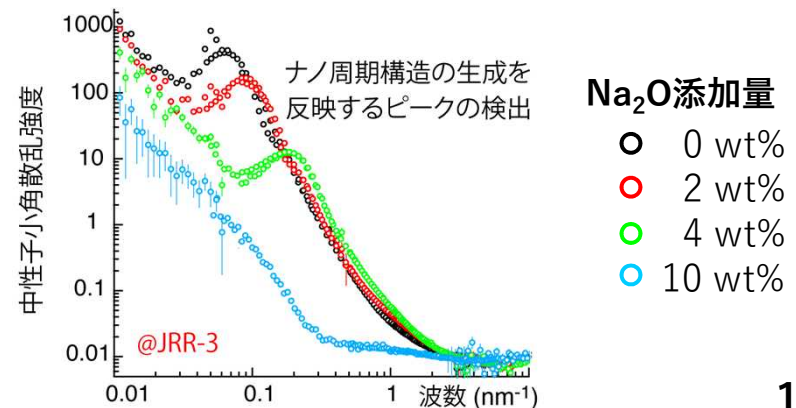
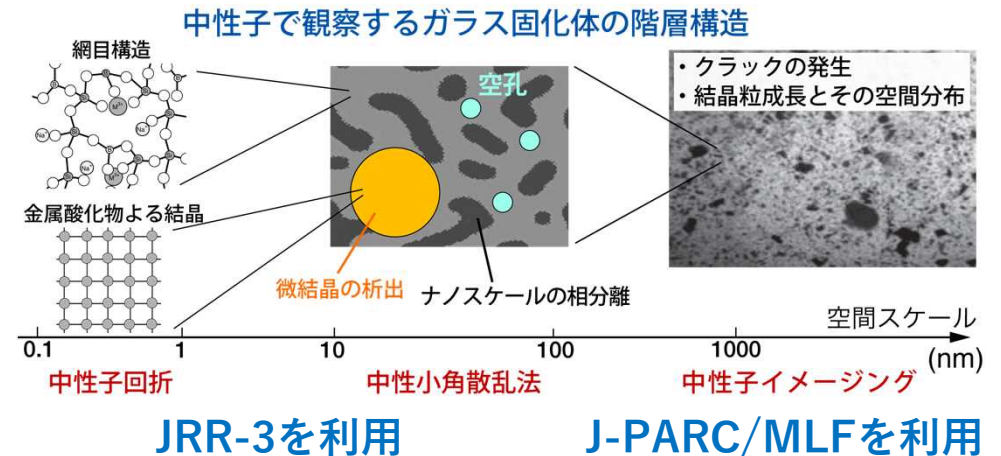
### ■ 研究開発のトピックス

#### ➤ 中性子によるガラスの階層構造観察

- 中性子回折・小角散乱法・イメージングを利用し、**ガラスの構造をナノからミリメートルスケールにわたり観察**
- ガラス固化に用いるホウケイ酸ガラスに含まれる**添加剤** (Na, Li, Ca, Zn) が、ナノスケールの**周期構造や不均一構造を誘起**することを解明

ガラス固化体の構造と力学的・化学的安定性との関係を明らかにし、固化体製作技術の高度化に貢献

JRR-3 の定常中性子源、J-PARC 物質・生命科学実験施設 (MLF) のパルス中性子源、日本が誇る **2大中性子源施設を横断的に活用した成果**



## 先端基礎研究

学術的・技術的にインパクトを持つ  
世界最先端の原子力科学研究を推進

- 新原理・新現象の発見、新物質の創生、革新的技術の創出などを旨す

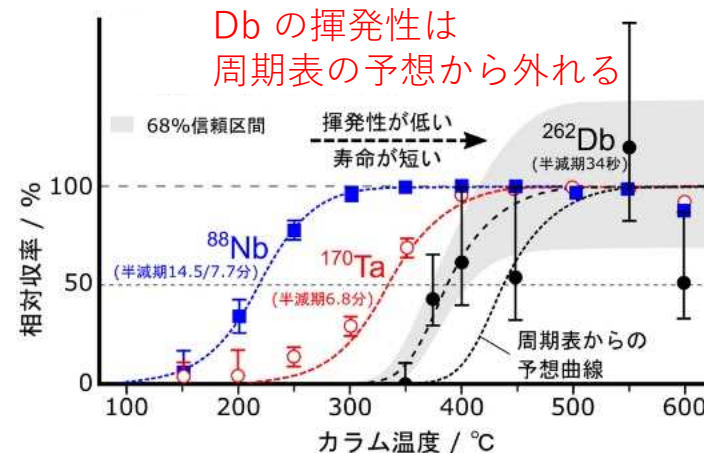
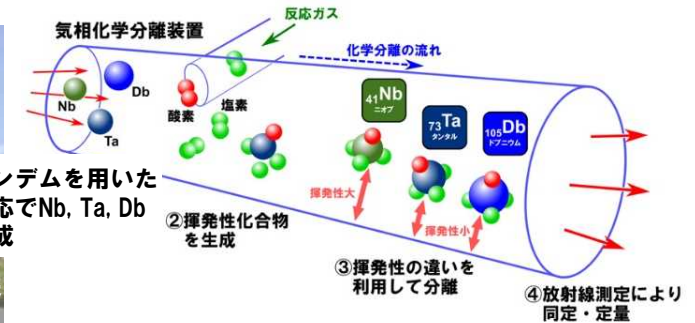
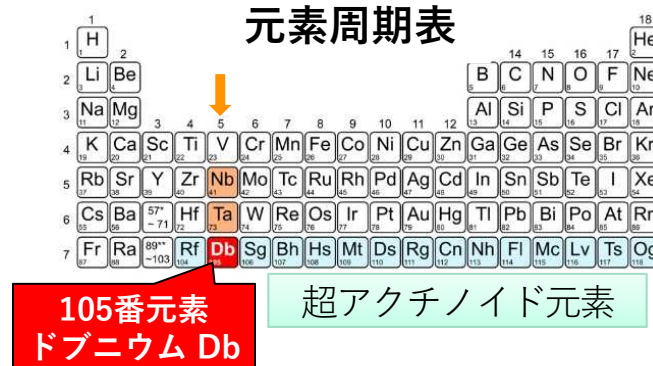
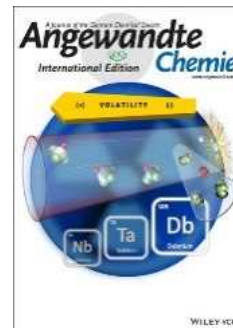
## ■ 研究開発のトピックス

➤ 元素周期表の極限元素の周期律に  
“ほころび”を発見

- 原子番号が非常に大きな元素は短寿命放射性元素のため周期性は未解明
- 原科研タンデム加速器を用い、原子番号105番元素“ドブニウム”が周期性から外れることを発見

## 周期表の未解明の性質の 理解促進に貢献

世界的に著名なドイツ化学会誌に掲載  
令和3年7月プレス発表



原子力科学研究所は、安全確保を最優先に、原子力研究施設を安全に運転・維持管理・利用し、社会に貢献する研究成果を創出してまいります。

