



# 原子力化学に関する研究

原子力科学研究部門  
原子力基礎工学研究センター  
原子力化学ディビジョン

## 中長期計画（抜粋）

核データ、燃料・材料の劣化挙動、放射性核種の環境中挙動等の知見を蓄積し、長寿命核種の定量分析や核燃料物質の非破壊測定等の測定・分析技術を開発する。また、核特性、熱流動、環境動態、放射線輸送、耐震評価、シビアアクシデント時の炉内複雑現象等のモデル開発のための基礎データの拡充並びに信頼性及び妥当性検証のための測定手法や分析手法の開発を進め、データベース及びコンピュータシミュレーション技術の開発を進める。

この研究を進めることにより東京電力福島第一原子力発電所事故の中長期的課題への対応、分離変換技術等の放射性廃棄物処理処分、軽水炉を含む原子炉技術高度化、環境影響評価及び放射線防護の各分野に貢献する。

## 達成目標

- ・新しい分光・測定技術を適用し、化学反応モデル構築し、反応を制御する。
- ・放射性廃棄物インベントリ評価に必要な長寿命核種の定量分析法を開発する。
- ・分離試薬の性能予測に向けて、コンピュータシミュレーション技術として量子化学計算手法を開発する。

## 実施計画

年度	H27	H28	H29	H30	H31/R 1	R2	R3
<ul style="list-style-type: none"> <li>・新しい分光・測定技術と化学反応モデル構築</li> </ul>	液体・固体界面の分光分析法の開発 液液界面反応・固液反応に関わる基礎データの取得			ウラン酸化物の溶解・再沈殿・析出反応モデルの構築			
<ul style="list-style-type: none"> <li>・長寿命核種の定量分析法</li> </ul>	Zr-93・Pd-107の新しい分析法の確立			簡易分析方法への改良			
<ul style="list-style-type: none"> <li>・分離試薬の性能予測に向けた量子化学計算手法</li> </ul>	計算手法の最適化と分離性能の再現			分離メカニズムの解明		分離試薬の分離性能予測と分子設計	

化学挙動知見の蓄積による放射性核種の分析法開発とシミュレーション技術の開発

**達成目標1：新しい分光・測定技術を適用し、化学反応モデル構築する。**

- ✓ 液体・固体界面の分光分析法を開発し、溶媒抽出反応における界面反応モデルと放射線環境下でのウラン酸化物の溶解・再沈殿反応モデルを構築した。また、弱酸性溶液中でのウランの原子価変化に伴う析出反応の反応過程を明らかにし、3段階の反応モデルを構築した。

**※：ウラン酸化物の表面変質層の三次元顕微ラマン分光法により、再沈殿メカニズムの解明に成功した。**

**（③項目2へ展開）**

**達成目標2：放射性廃棄物インベントリ評価に必要な長寿命核種の定量分析法を開発する。**

- ✓ Zr-93分析の前処理操作の分離に要する時間を短縮する分離材料を開発し、Zr-93分析の迅速化に成功し、分離樹脂に吸着させたZrをレーザーアブレーション（LA）を利用して直接測定する簡易分析法を完成させた。
- ✓ レーザーを利用した光還元誘起析出反応を利用したPdの分離法を開発し、Pd-107の分析に初めて成功した。この方法を汎用光源を利用したより簡便な方法への改良に成功した。

**※：LAや析出物分析で培った技術を応用し、α微粒子分析法の開発に展開した。（③項目2へ展開）**

**達成目標3：分離試薬の性能予測に向けて、コンピュータシミュレーション技術として量子化学計算手法を開発する。**

- ✓ 量子化学計算による化学状態の解析手法をマイナーアクチノイド(MA)化学種に適用できるように最適化し、溶媒抽出反応における抽出錯体形成の反応モデルを構築し、抽出剤の性能評価に応用した。

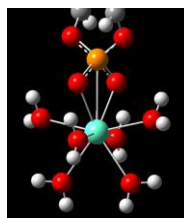
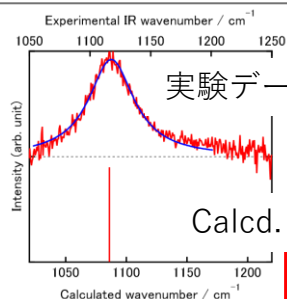
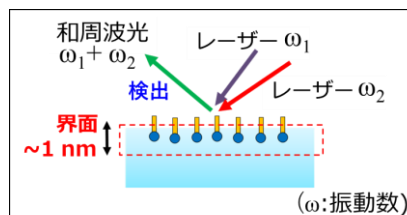
**※：希土類元素とMAとの分離だけでなく、MA同士の分離メカニズムに関しても量子化学計算によりその分離メカニズムを世界で初めて明らかにした。**

中長期計画以外の成果

- ✓ 計算化学技術を白金族に応用し、事故時挙動予測の基礎となる溶液内化学モデルを構築した。
- ✓ 放射線環境下での放射線化学反応の知見を礎に沸騰時の再処理溶液の水素発生に関する研究を受託した。

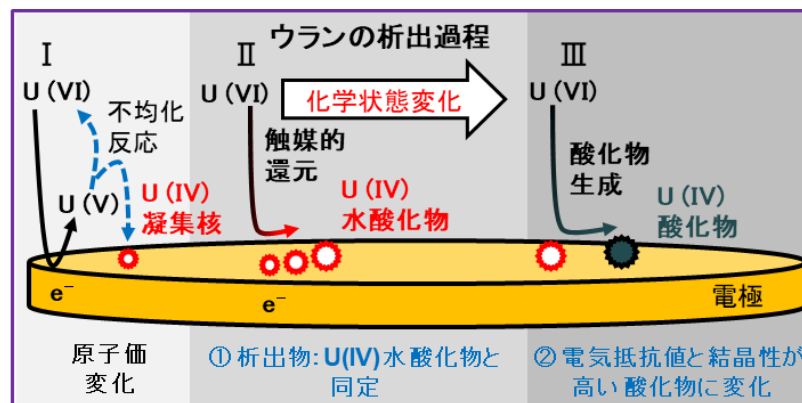
【目的】界面反応を測定する新しい分光法（振動和周波発生分光法）の溶媒抽出反応への適用と顕微ラマン分光、交流インピーダンス法や電気化学水晶振動子マイクロバンス（EQCM）等を駆使した化学反応モデルを構築する。

## ①和周波発生分光法

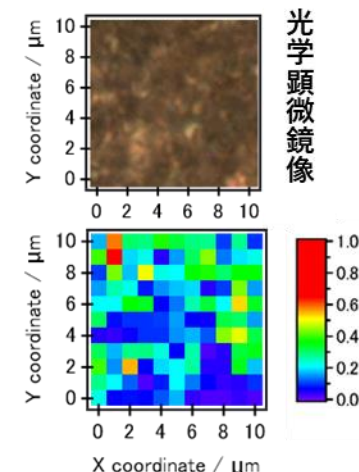


界面錯体の構造

## ②中性領域での析出反応メカニズム



## ③ウラン変質相の顕微ラマン分析法



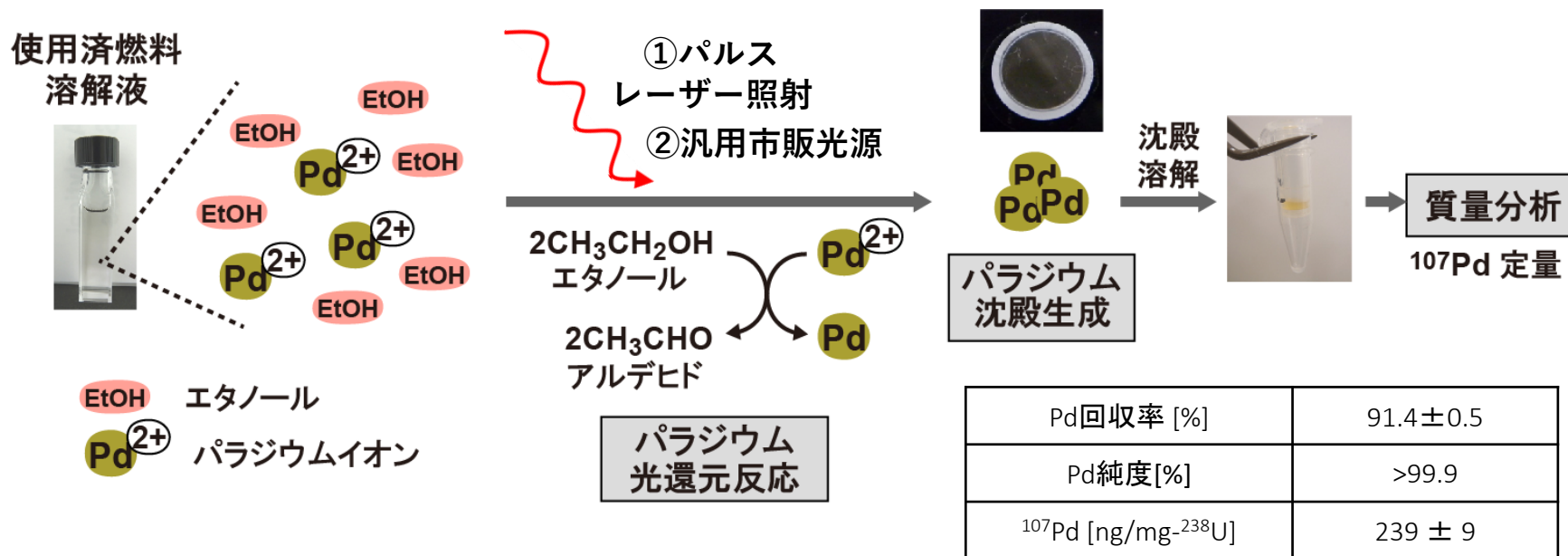
- 【成果】① 和周波発生分光法（SFG）により溶媒抽出錯体の界面での構造と新しい抽出メカニズムを解明  
 ② 中性領域におけるウランの還元析出メカニズム（3段階の反応機構）  
 ③ 液体・固体界面の分光分析法を開発し、再沈殿・析出反応などの反応モデルを構築した。

【アウトカム】界面反応の測定が可能になり、反応モデルの新しいメカニズムを提示し、実デブリ・直接処分研究への応用に期待

【学術論文】 R. Kusaka, et al., "Stoichiometry of lanthanide-phosphate complexes at the water surface studied using vibrational sum frequency generation spectroscopy and DFT calculations " J. Phys. Chem. B, 125, 6727-6731 (2021). (IF=2.991,カバーアート選出)

【受賞】 R1年日本放射化学会奨励賞他5件

【目的】 高レベル放射性廃棄物中のインベントリ評価に必要な核種の分析法を開発し、使用済み燃料中の $^{107}\text{Pd}$ を実測する。



【成果】 ① 使用済み燃料から $^{107}\text{Pd}$ を高純度で分離し、世界で初めて定量分析に成功した。

② 本手法を汎用市販光源にて可能な簡易分析法として改良に成功した。

【アウトカム】 分析手順の簡素化と作業に係る被ばく低減を同時に実現する分析手法として実用化が期待

【学術論文】 S. Asai, et al., "Preparation of microvolume anion-exchange cartridge for inductively coupled plasma mass spectrometry-based determination of  $^{237}\text{Np}$  content in spent nuclear fuel", Anal. Chem., 88, 3149 (2016).

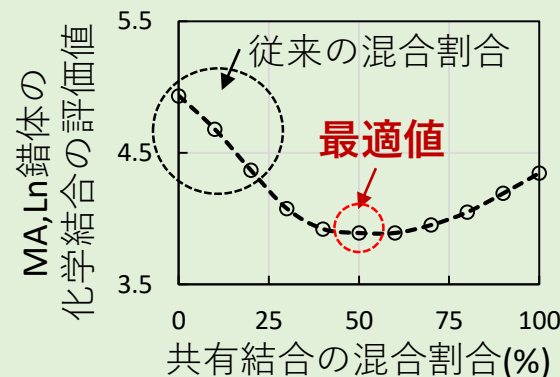
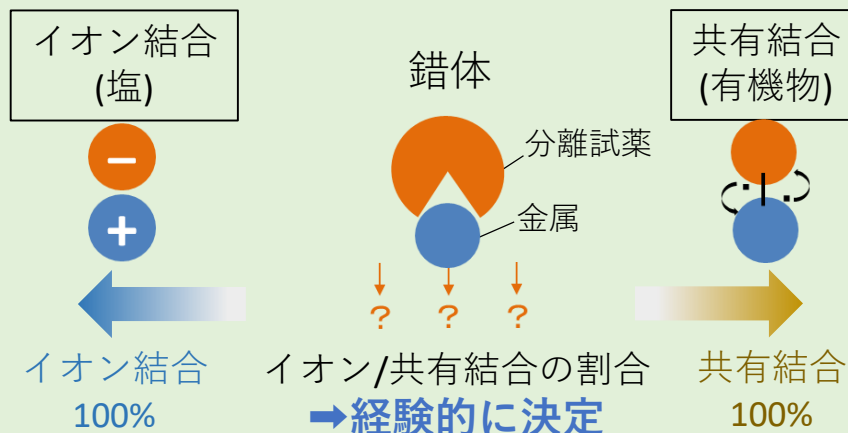
(IF=6.986) 同誌掲載ほか2報、Talanta(IF=6.057)1報

【プレス発表】 H29年「使用済み燃料中パラジウム-107の存在量を世界で初めて実測～試料に近づかずに高純度パラジウムを分離し正確に測定～」

【受賞】 H28年 日本分析化学会関東支部「2015年度新世紀賞受賞」他1件受賞

【目的】量子化学計算シミュレーションにより、マイナーアクチノイド(MA)の分離性能を評価できる計算手法を開発し、分離試薬の性能評価により新規高性能分離試薬の分子設計を行う。

錯体における化学結合の特徴 ⇒MA,希土類(Ln)錯体については良く分かっていない



MA, Ln錯体の最適な混合割合を決定

- 【成果】①これまで計算科学で再現できなかったMA/Lnの分離性能を分光学的データを元に計算手法を最適化した結果、精度よく再現することに成功した。
- ②最適化した計算手法により、MA/Ln分離メカニズムを結合状態から解明し、MA同士の分離Am/Cmの分離メカニズムを結合状態から解明した。
- ③本計算手法により、分離試薬の改良を行い、合成した分離試薬とLnの分子構造から高性能が予測される分離試薬の設計に成功した。

【アウトカム】 **分離試薬開発に係る時間・コストの大幅な削減と高効率な分離試薬開発への応用が期待**

【学術論文】 M. Kaneko, et al. " Theoretical elucidation of Am(III)/Cm(III) separation mechanism with diamide-type ligands using relativistic density functional theory calculation "Inorg. Chem., 57, 14513-14523 (2018)

**(IF=5.165) 同誌掲載ほか3報**

【受賞】 R3年 日本原子力学会 奨励賞 他5件受賞



## 令和3年度計画

原子力化学研究では、放射性物質の環境中移行挙動解析のためのコロイド生成等に関連する固液界面反応データ解析と固相の化学状態の同定により、固液反応機構モデルを構築する。

新規に合成した溶媒抽出分離試薬による抽出分離錯体の構造を解明し、分離性能を評価する。

これまでに開発した分離機構に基づく分析前処理法を適用した、長寿命核種の効率的な定量分析技術を確立する。

## 令和3年度実績

### 【目標を達成】

- 中性領域でのコロイド生成反応モデルの構築に成功するとともに、放射線環境下におけるウラン酸化物の溶解・再沈殿反応モデルの構築に成功した。また、直接処分環境下におけるウラン酸化物の溶解メカニズムを解明した。
- MA分離メカニズムに基づく抽出錯体の構造解析に成功し、これを基に新規分離試薬の分子設計と分離性能の予測評価に成功した。
- 分離機構に基づいた分析前処理法として、Zr-93に最適な分離方法を見出し、簡易定量分析法の開発に成功した。

## ○1F事故対処への貢献

### 達成目標①：1F廃棄物を微量のサンプルで分析可能とする技術を開発する。

- ✓ ウランに選択的な吸着樹脂を充填したマイクロチップを設計・製作し、共存する元素から高効率にウランを分離することに成功した。同マイクロチップを用いて、海水成分含む液体試料のウランを精度よく定量分析することに成功した。

### 達成目標②：燃料デブリ性状の長期変化に関する知見を整備する。

- ✓ 被覆管成分や構造材成分を含有する各種模擬デブリを、過酸化水素との反応実験やX線照射実験により性状変化を検討した結果、ウランの溶解反応や変質層の形成が認められるが、各種の模擬デブリは総じてウラン酸化物よりも化学的に安定であることを明らかにした。これらの知見はデブリ取り出し時の汚染拡大の可能性に関する評価に貢献すると期待される。

### 達成目標③：汚染水中の $\alpha$ 粒子の表面化学特性と凝集挙動及び捕集特性を評価する。

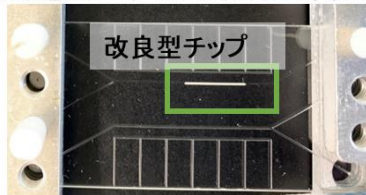
- ✓ 微細化したウラン微粒子の水中での凝集挙動を調べ、コロイドとして安定に存在する微細粒子と凝集沈殿する微粒子が存在することを見出した。ウラン酸化物微粒子を微細化することにより表面状態の変化が生じ短時間でU(VI)に酸化されることを明らかにした。



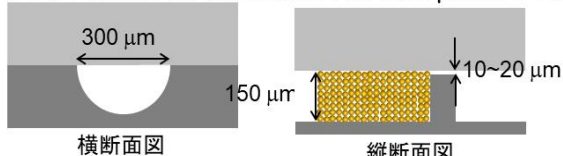
【目的】1F廃棄物の分析において、微量・自動化分析技術の開発および、デブリ取出しにおいて、デブリの長期化学的安定性を評価を行い、廃棄物分析の迅速自動化やデブリ取出し時の性状把握に貢献する。

## 微量サンプルでの廃棄物分析技術開発

・深い流路を加工するためガラス製に変更



・マイクロ流路：形状を変更内径 300 μmの半円



・陰イオン交換樹脂（粒径11 μm）による分離

・カラム容量の最適化：0.39 μl（長さ：11 mm）

- 陰イオン交換樹脂を充填したU用マイクロ流路カラムにより高効率な分離に成功
- 海水成分含む試料液のU定量分析に成功

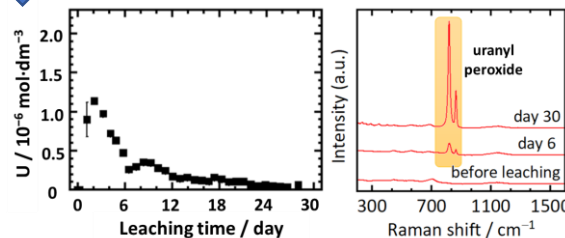
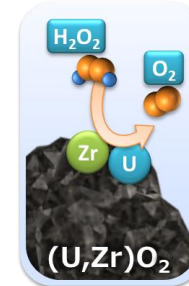
## デブリの長期化学的安定性（デブリの性状把握）

模擬デブリ =  $\text{UO}_2 + \text{Zr} + \text{SUS}(\text{Fe}, \text{Cr}, \text{Ni}, \dots)$



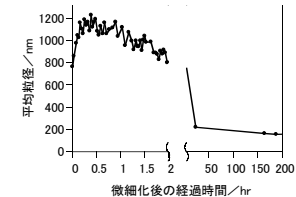
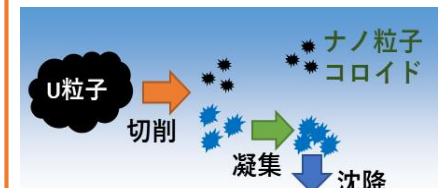
固溶体形成  
(化学的安定性)

模擬デブリ +  $\text{H}_2\text{O}_2$   
→ ウラン過酸化化合物



- $(\text{U}, \text{Zr})\text{O}_2$  固溶体の安定性を評価
- ウランの溶解と沈着相の形成過程を解明

## α粒子の凝集・化学状態変化



$\text{UO}_2$  微細粒子の粒径変化

- 安定に存在する微細粒子と凝集沈殿する微粒子が存在
- 微細化による化学状態変化

【成果】①吸着樹脂を充填したマイクロチップを設計製作し、海水成分含む液体試料中のUの定量分析に成功  
②新規開発したラマン分光による変質相分析法を活用して、模擬デブリの化学的安定性を評価  
③微細化されたウランの水中での分散・凝集挙動、化学状態変化を解明

【アウトカム】1F廃炉におけるデブリ取り出し及び廃棄物分析の安全性向上に資する基盤データの提供

【学術論文】Design of Microchannel Suitable for Packing with Anion Exchange Resins: Uranium Separation from Seawater Containing a Large Amount of Cesium, Anal. Sci., 37, 1789-1794(2021).

【プレス発表】「被覆材が混ざった核燃料は水に溶けにくくなる～燃料デブリの炉内安定性に係る新たな知見～」(H29)

評価項目	自己評価
(1)研究成果の達成度と当初計画の妥当性 ・研究開発の達成度（成功・不成功の原因の把握・分析）と妥当性 ・学会賞等の受賞数	S

学会賞等：**17件受賞**すると共に、化学挙動知見の蓄積による放射性核種の分析法開発とシミュレーション技術の開発、1F廃炉に関する原子力化学研究を**計画通り達成し、当初計画は妥当であり、特に顕著な成果もあげている**と評価した。

第3期中長期計画分(①項目5)

達成目標1：**新しい分光・測定技術を適用し、化学反応モデル構築**する。

- 液体・固体界面の分光分析法を開発し、界面反応・溶解反応・再沈殿・析出反応などの反応モデルを構築した。

達成目標2：**放射性廃棄物インベントリ評価に必要な長寿命核種の定量分析法を開発**する。

- Zr-93やPd-107の新しい分析法を開発し、より簡便な分析方法の開発に成功した。

達成目標3：**分離試薬の性能予測に向けて、コンピュータシミュレーション技術として量子化学計算手法を開発**する。

- 量子化学計算による化学状態の解析手法をマイナーアクチノイド(MA)向けに最適化し、分離メカニズムの解明に成功した。

第3期中長期計画分(③項目2)

達成目標①：**1F廃棄物を微量のサンプルで分析可能とする技術を開発**する。

- マイクロチップに吸着樹脂を組み込むことに成功し、ウランを精度よく分析する方法を完成させた。

達成目標②：**燃料デブリ性状の化学的長期安定性に関する知見を整備**する。

- 被覆管成分や構造材成分を含有する各種模擬デブリの1F廃炉環境を想定した環境下での性状変化を調べたところ、模擬デブリは、ウラン酸化物より化学的に安定であることを明らかにした。

達成目標③：**汚染水中のα粒子の表面化学特性と凝集挙動及び捕集特性を評価**する。

- 微細化したウラン微粒子の水中での凝集挙動を調べ、コロイドとして安定に存在する微細粒子と凝集沈殿する微粒子が存在することを見出した。

第3期中長期計画分以外

- 計算化学技術を白金族に応用し、事故時挙動予測の基礎となる溶液内化学モデルを構築した。（①項目5の当初計画外）

賞等の受賞数：17件（以下抜粋）

- ✓ H28年 日本放射化学会 奨励賞「メスバウアー分光パラメータと密度汎関数法を用いたd, fブロック錯体の結合状態研究」
- ✓ H28年 日本分析化学会関東支部「2015年度新世紀賞受賞」
- ✓ H30年 日本アイソトープ協会RADIOISOTOPES誌論文奨励賞「Bonding Study on Trivalent Europium Complexes by Combining Mossbauer Isomer Shifts with Density Functional Calculations」
- ✓ R1年 日本放射化学会 奨励賞「振動和周波発生分光法を用いたランタノイドおよびアクチノイド研究の界面化学への展開」
- ✓ R3年 日本原子力学会 奨励賞「マイナーアクチノイド及び希土類元素の分離メカニズム解明に向けた密度汎関数研究」

評価項目	自己評価
<p>(2)研究成果の社会への反映</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・研究開発成果の効果・効用（アウトカム）の把握・普及の程度</li> <li>・イノベーション創出への取組の妥当性</li> <li>・社会実装の達成度、取組の妥当性（技術・知識基盤プラットフォームの構築・提供を含む）</li> <li>・科学技術政策、社会的・経済的意義／ニーズへの適合性</li> </ul>	S

ニーズに対応した研究開発のアウトカムを見据えて、**多くの外部資金を獲得し、特に顕著な成果を挙げている**と評価した。

- ・研究開発成果の効果・効用（アウトカム）の把握・普及の程度
  - ✓ **量子化学計算による化学状態の解析手法は新規抽出剤の設計が可能な水準**に達しており、今後、化学挙動のシミュレーション技術における標準的手法として、新規抽出剤開発や化学分離プロセス設計に活用されると期待できる。（日本放射化学会 奨励賞、日本原子力学会 奨励賞）
  - ✓ 溶液内の放射性核種の反応研究は、**ウランの特異な還元－析出反応を発見し、反応過程ごとの化学状態を推定**することに成功しており、廃棄物処分分野における環境中でのウラン挙動の正確な予測への波及効果が期待できる。
- ・イノベーション創出への取組の妥当性
  - ✓ 多角的な分光分析技術による固体・液体界面での化学挙動研究は、**最先端のレーザー分光法を取り込んだ独自のアプローチ**として国内外から注目されており、今後、廃棄物や材料等の技術分野に展開することで新しい価値を創造できると考える。（日本放射化学会 奨励賞）
  - ✓ 「表面増強赤外分光法によるランタノイド／マイナーアクチノイド分離メカニズムの解明」として、機構内研究資金を獲得し、広島大学との共同研究を行い、**開発した分光技術の新しい用途展開**での活用が期待できる。
  - ✓ 溶液内の放射性核種の反応制御の研究は、劣化ウランを被電解質として活用する新しい**レドックスフロー電池開発**へのスピノフを目指し、フィージビリティ研究を実施した。放射性廃棄物の新しい利活用法開発として大きなインパクトを与えたと考える。（東工大との共同研究として実施）
  - ✓ マイクロ分析デバイス開発は、極微小量の海水組成の溶液中のウラン分析に成功したことにより、**1F廃炉における滞留水の分析等への実用化**や、分析の自動化に向けた取り組みに進むことが期待できる。（東工大との共同研究として実施）
- ・社会実装の達成度、取組の妥当性（技術・知識基盤プラットフォームの構築・提供を含む）
  - ✓ 放射線作用下での化学挙動に関する研究で得られた知見は、再処理や処分分野におけるニーズに対応するものであり、事業者等からの受託研究を通じて原子力技術の社会実装に貢献すると期待される。（JNFL受託、エネ庁受託を実施）
  - ✓ 表面増強赤外分光法用の測定システムを開発し、特許の出願を行った。（「赤外分光分析の試料台」広島大学との共願）
  - ✓ 難分析核種の分析法開発として実施したPd-107の分析は、使用済み燃料中のPd-107の実測に世界で初めて成功しており、今後、高レベル廃棄物の安全な処分に必要なインベントリ評価手法に活用されると期待できる。（QSTとの技術協力）
  - ✓ 放射性核種分析をより簡易化するための技術開発研究は、高線量の放射性試料を対象とする分析に要する作業員の被ばくを低減できる技術であり、作業負担の少ない分析法として実用化されることが期待できる。（福島部門との連携）

評価項目	自己評価
<p>(2)研究成果の社会への反映（つづき）</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>研究開発成果の効果・効用（アウトカム）の把握・普及の程度</li> <li>イノベーション創出への取組の妥当性</li> <li>社会実装の達成度、取組の妥当性（技術・知識基盤プラットフォームの構築・提供を含む）</li> <li>科学技術政策、社会的・経済的意義／ニーズへの適合性</li> </ul>	S
<ul style="list-style-type: none"> <li>科学技術政策、社会的・経済的意義／ニーズへの適合性 <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 模擬燃料デブリの放射線作用下での化学変化を明らかにした成果は、福島第一原子力発電所の安全着実な廃炉の推進のための、<b>燃料デブリの取出・保管・管理に貢献する知見を提供</b>した。</li> <li>✓ 微粒子状α核種の状態分析の研究により、マイクロメートルサイズの放射性微粒子の検出や化学種の同定を可能とし、<b>1Fタービン建屋滞留水中の固形分に含まれる微粒子状ウランの存在状態解明</b>のニーズに適っており、1F廃炉への貢献が大きいと考える。（東京電力からの受託研究として実施）</li> </ul> </li> </ul> <p>解説記事(含む書籍)：11件</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ ウランの化学的な知見を取りまとめた<b>教科書2冊 ウランの化学(I)基礎と応用、ウランの化学(II)方法と実践</b></li> <li>✓ 原子力分野向けの分光分析技術の解説記事（日本放射化学会・日本分光学会会誌 各1報）</li> <li>✓ 放射線作用下での液体・固体界面での化学挙動についての解説記事（日本アイソトープ協会発行 Radioisotopes誌）</li> <li>✓ 量子化学計算に関する解説記事（日本放射化学会誌・現代化学 各1報）</li> <li>✓ 溶液内アクチノイドイオンの電極反応と酸化還元特性の解説記事（Radioisotopes）</li> <li>✓ ESRで調べる野生動物の外部被ばく線量（放射線化学）</li> </ul> <p>受託研究(国/民間)：16件</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 放射線作用下における化学挙動の知見と多角的な分光分析技術をシーズとして、文部科学省からの英知事業（課題解決型）、資源エネルギー庁からの受託研究、JNFLからの受託研究2件の外部資金を獲得した。</li> <li>✓ 化学反応予測に向けた計算化学技術の開発が、英知事業（共通基盤型）の獲得につながった。</li> <li>✓ マイクロ化学チップ及び電気泳動分析法の研究が、マイクロ流路電気泳動によるLi-7濃縮技術開発として、株式会社アトックスからの受託事業1件の外部資金獲得につながった。</li> <li>✓ α核種微粒子の検出・状態分析技術開発が、1F廃炉における汚染水中の固形分分析として、東京電力HDから受託事業3件の外部資金獲得につながった。</li> <li>✓ 放射性核種の分離法研究が、医用RI製造における放射性Ra,Acの分離法開発として、文部科学省からの受託事業（原子力システム研究開発：再委託）2件の外部資金獲得につながった。</li> </ul> <p>科研費：71件</p>	



# 原子力化学に関する自己評価 (4/5)

評価項目	自己評価
(3)研究成果の展開・発展 ・将来/次期中長期計画への研究開発の展開、新たな課題への反映の検討	A
<p>研究成果の次期中長期計画への研究開発の展開されており展開・発展は十分に行っていると評価した。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 構築した化学反応モデルは次期中長期計画において実施予定のデジタルツイン+の開発に活用し、化学挙動の知見や分光技術は革新的化学分析技術や次世代スマート燃料材料評価技術に発展させる。</li> <li>✓ マイクロ化学チップによる分析法開発技術は、次期中長期計画において実施予定のスマート測定技術・分析技術の開発に反映させ、放射性核種分析の自動化を進める。</li> </ul>	
(4)国内外他機関との連携	S
<p><b>国際協力（共同研究含む）：2件,共同研究：42件</b>を実施し、<b>9報の国際共著論文</b>（スウェーデン王立工科大、米国INL、ベトナム原子力庁他）を発表しており、国内外との十分な連携が得られており、<b>特に顕著な成果を挙げている</b>と評価した。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 東北大、京大、東工大との研究協力体制を構築し、燃料デブリの安定性評価や海水中ウランの回収技術について文部科学省英知事業（2件）を獲得し、成果を挙げている。</li> <li>✓ 日本原燃との情報交換を継続的に実施、事業者ニーズを掘り起こし、2件の受託研究を実施した。</li> <li>✓ ベトナム原子力庁と連携を図り、レアアース鉱石の分光分析と精錬技術についてのJSPS二国間交流事業により共同研究を実施した。</li> <li>✓ 科研費国際共同研究加速基金（国際共同研究強化G）を獲得し、日独のアクチノイド化学研究の拠点形成に取り組んでいる。</li> <li>✓ スウェーデン王立工科大学との<b>国際共著論文が、Angewandte Chemie International Edition(IF=15.33)</b>に掲載された。</li> <li>✓ グラフト重合による分離材料の製造を千葉大学との共同して行い、日本分析化学会の受賞につなげた。</li> <li>✓ Pd-107の分析法開発で量研機構との連携して成果をプレス発表につなげた。</li> </ul>	

# 原子力化学に関する自己評価 (5/5)

評価項目	自己評価
<p>(5)研究成果の発信</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・研究開発課題／成果の社会的受容性（社会へ及ぼす影響度の想定）査読論文数/プレス発表</li> </ul> <p><b>査読付き論文数:59報(うち高IF論文掲載(IF&gt;5)：9報, 国際共著：9報, 表紙選定：3報, HOT Article 選定：1報)、プレス:2件と、多くの成果が高く評価されていることから、<u>特に顕著な成果を挙げている</u>と評価した。</b></p> <p>高IF論文掲載(IF&gt;5)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ <u>Analytical Chemistry (IF 6.986)3報, Talanta(IF 6.057)2報, Inorganic Chemistry (IF 5.165) 4報</u></li> <li>プレスリリース</li> <li>✓ H29年「使用済燃料中パラジウム-107の存在量を世界で初めて実測～試料に近づかずに高純度パラジウムを分離し正確に測定～」</li> <li>✓ H29年「被覆材が混ざった核燃料は水に溶けにくくなる～燃料デブリの炉内安定性に係る新たな知見～」</li> </ul>	S
<p>(6)人材育成に関する取組</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・若手研究者の育成・支援への貢献の程度、特別研究生・夏期実習生</li> </ul> <p><b>人材育成に関する取組を精力的に行っている評価した。</b></p> <p>大学等連携講座：<u>のべ28講座、35名派遣</u>（茨城大学理学部、同大学院理学研究科；東北大学大学院理学研究科、同工学研究科；千葉工業大学工学研究科、福島工業高等専門学校、愛知県立時習館高等学校SSH等）</p> <p><u>外国人滞在研究者受け入れ（ベトナム原子力庁）：のべ9名受け入れ</u></p> <p><u>国外滞在研究（ベトナム原子力庁）：のべ16名派遣</u></p> <p>外国留学：1名派遣（スウェーデン王立工科大学）</p> <p><u>特別研究生：10名受入、学生実習生：3名受入</u></p> <p><u>夏期実習生：61名受入</u></p>	A



# 第3期中長期計画成果とその反映先

実施計画項目	中長期計画における成果（見込み）	アウトカムへの反映
化学挙動知見の蓄積による放射性核種の分析法開発とシミュレーション技術の開発	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 新規分光・測定技術の開発と応用</li> <li>● ウラン酸化物の酸化劣化モデルの構築</li> <li>● α線微粒子の取扱いと分析法の開発</li> <li>● 水や放射線分解生成物の化学反応挙動モデルの構築</li> <li>● MA分離を量子化学シミュレーションするための最適手法の構築</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● デブリの長期安定性の評価に貢献</li> <li>● 直接処分におけるウランの溶解・沈殿による核種溶出・移行評価への貢献（受託）</li> <li>● 東京電力福島第一原子力発電所2号機トラス室滞留水中の固相分析による滞留水処理への貢献（受託）</li> <li>● 再処理アルカリ廃液中の放射線分解生成有機物の除去法の開発（受託）</li> <li>● 再処理工程溶液の沸騰時の水素発生G値に関する基盤データの取得（受託）→再処理施設の運転再開に向けた規制対応への貢献</li> <li>● 分離試薬改良、新規分離試薬開発の加速に貢献</li> </ul>