

ポスターセッション

13:40～14:40

ポスターセッション発表

対象分野 1. 人材育成/各大学の原子力教育取組み

1-1

福井大学における原子力人材育成

○有田 裕二*¹

* 1 福井大学附属国際原子力工学研究所

福井大学における人材育成の取組みについて紹介し、今後の取組みについて意見交換する。

対象分野 7. 分離変換研究、サイクル研究

7-1

再処理プロセス・化学ハンドブック第3版の整備

○津幡 靖宏*¹、朝倉 俊英*¹、筒井 菜緒*¹、伴 康俊*¹、宝徳 忍*¹、松村 達郎*¹、森田 泰治*¹、本間 俊司*²

*1 国立研究開発法人 日本原子力研究開発機構

*2 埼玉大学 理工学研究科

原子力機構・原子力基礎工学研究センターでは、従来より多く活用されてきた「再処理プロセス・化学ハンドブック」を新たに改訂し、2015年3月に「第3版」¹⁾を刊行した。湿式再処理分野に関わるこれまでの多くの知識・経験を継承、整理し、将来の燃料サイクルの推進と研究開発のために役立てていくことが重要と考え、プロセスと関連する化学について基礎基盤の情報をまとめたものである。想定される高燃焼度ウラン燃料、MOX燃料の利用とそのリサイクル、さらにはマイナーアクチノイド等の分離回収を目指した研究開発、課題解決に向けた取り組みの一つである。

今回の改訂版の製作にあたっては、国内の大学、企業、研究所、原子力機構の有識者による再処理プロセス・化学ハンドブック検討委員会(2010～2014年度)を組織し、活発な意見交換を行いながら文献資料の調査、執筆及び査読を進めた。

本セミナーでは、改訂内容とそのねらいについて概要を紹介する。多くの研究者・技術者の皆様に活用頂くとともに、今後に向けた御意見を頂ければと考えている。

なお下記機構HPより、PDF版の入手が可能となっている(正誤表や旧版ハンドブックも同サイトに掲載)。

<http://www.jaea.go.jp/> → "研究成果" → "JOPSS" → キーワード "ハンドブック" で検索

1) 再処理プロセス・化学ハンドブック検討委員会, 再処理プロセス・化学ハンドブック第3版, JAEA-Review 2015-002, 2015.

7-2

双性イオンを官能基とする樹脂による白金族元素の選択分離法の開発

○鈴木 智也^{*1}、森田 圭介^{*1}、佐々木 祐二^{*1}、松村 達郎^{*1}

*1 国立研究開発法人 日本原子力研究開発機構

高レベル廃液に含まれる白金族元素 (Ru, Rh, Pd) は、ガラス固化体の生成を阻害するため、分離回収し、有用資源として利用することが望ましい。しかしながら、白金族元素、特に Rh 及び Ru に有効な分離剤に関する報告は、ほとんどない。これまでの研究から、双性イオンである N,N,N-trimethylglycine を官能基とする樹脂 (カルボベタイン型イオン交換樹脂) が、白金族元素に関し、比較的の高い吸着選択性を有することがわかっている。本研究では、カルボベタイン型イオン交換樹脂の Ru(III), Rh(III), Pd(III) に関する吸着及び溶離特性を詳細に検討した。

7-3

遠心抽出器を用いた酸分配法によるプルトニウムの分配挙動

○中原 将海^{*1}、駒 義和^{*1}、中島 靖雄^{*1}

*1 国立研究開発法人 日本原子力研究開発機構

高速炉再処理のため還元剤を使用しない酸分配法を用いたフローシートを構築し、向流多段抽出試験によりプルトニウムの分配挙動を評価した。

7-4

東海再処理施設における U,Pu 共回収プロセスの開発

○工藤 淳也^{*1}、柳橋 太^{*1}、星 貴弘^{*1}、多田 一仁^{*1}、佐藤 武彦^{*1}、藤本 郁夫^{*1}、
大部 智行^{*1}

*1 国立研究開発法人 日本原子力研究開発機構

核拡散抵抗性を向上させるため、Pu を単離しない (できない) 抽出プロセスを設定し、ミキサセトラ試験を通してその実現性について評価した。これらの内容について報告する。

7-5

新規抽出剤を用いたマイナーアクチノイド分離プロセスの開発

○松村 達郎*¹、鈴木 英哉*¹、津幡 靖宏*¹、柴田 光敦*¹、黒澤 達也*¹、川崎 倫弘*¹、佐川 浩*¹

* 1 国立研究開発法人 日本原子力研究開発機構

高レベル廃液中に含まれる長寿命核種であるマイナーアクチノイド (MA) を分離・回収し、短寿命あるいは安定核種に変換する分離変換技術は、高レベル廃棄物ガラス固化体処分の負担軽減に寄与するものとして期待されている。本研究では、廃棄物の発生量が少なく抽出性能が高い TDdDGA 抽出剤によって MA を希土類元素(RE)と共に回収(MA・RE 一括回収)し、さらに新規に開発を進めているソフトドナー抽出剤またはハイブリッド型抽出剤によって相互に分離(MA/RE 相互分離)する 2 段階の分離プロセスの開発を進めている。現在、MA・RE 一括回収プロセスは、TDdDGA 抽出剤による模擬高レベル廃液の連続抽出試験により 3 価 MA である Am を検出限界以下まで回収できることを示し、MA/RE 相互分離プロセスの開発では、複数の新規抽出剤の MA/RE 相互分離性能を確認し、プロセス構築の検討を進めている。

対象分野 8. ガラス固化技術研究

8-1

ガラス溶融炉への電気抵抗トモグラフィの適用

○宮坂 郁*¹、一条 憲明*¹、酒井 泰二*¹、藤原 寛明*¹、上ノ山 周*²、仁志 和彦*²、三角 隆太*²

* 1 (株)IHI

* 2 横浜国立大学大学院

新型ガラス溶融炉のモックアップ試験において、炉内既設構造物を用いた電気抵抗トモグラフィの適用性を検討した。

8-2

次世代再処理ガラス固化技術基盤研究 (その 1)

～低レベル廃棄物に対する溶融ガラス化の検討～

○鬼木 俊郎*¹、立花 孝洋*¹、柿原 敏明*¹、福井 寿樹*¹、遠藤 芳浩*¹

* 1 (株)IHI

低レベル廃棄物を対象として、減容性が高く、より安定した廃棄体とするためのガラス固化技術の開発状況を報告する。

8-3

次世代再処理ガラス固化技術基盤研究（その2）

～高レベル廃棄物に対する熔融ガラス化の検討～

○多田 晴香*¹、兼平 憲男*¹、矢野 哲司*²、松岡 純*³、菅原 透*⁴

* 1 日本原燃㈱

* 2 東京工業大学

* 3 滋賀県立大学

* 4 秋田大学

高レベル廃棄物を対象として、減容性が高く、より安定した廃棄体とするためのガラス固化技術の開発状況を報告する。

対象分野 9. その他、バックエンドに関する研究

9-1

フェロシアン化物系吸着材の安定固化技術の開発

○下田 千晶*¹、中村 秀樹*¹、井上 由樹*¹、阿部 紘子*¹、松宮 浩志*²

* 1 (株)東芝 原子力化学・サイクル技術開発部

* 2 (株)東芝 原子炉・量子応用技術開発部

1F 汚染水処理で生じた廃棄物の減容に関して

対象分野 12. 学生の研究発表

12-1

ゲル薄膜塗布法によるプルシアンブルーの新規造粒手法の開発

○坂井 悠介*¹、金澤 恵太*¹、稲葉 優介*¹、竹下 健二*¹

* 1 東京工業大学 原子炉研究所

高い Cs 吸着性能を持つプルシアンブルーは微粒子であるため使用後の回収が困難であり、賦形化の必要性がある。

本研究ではプルシアンブルーをゲル薄膜塗布法により多孔質シリカゲルに担持させた複合吸着剤の作製手法及び吸着性能を報告する。

12-2

小学校6年生の考える「高レベル放射性廃棄物処分のリスク」
—幸式ワールドカフェを通して—

○幸 浩子*¹

*1 京都大学大学院エネルギー科学研究科

2013年度及び2014年度に実施した放射線出前授業の中から、高レベル放射性廃棄物処分についての授業のアクティビティー（幸式ワールドカフェ）の結果に焦点を合わせて、放射線理解と高レベル放射性廃棄物処分の方法に関する小学校6年生の考えを分析し考察する。放射線授業内容と幸式ワールドカフェについても紹介する。

12-3

アミノ酸を用いた新規ベタニウム型イオン液体の合成とそのU(VI)抽出能の評価

○森 貴宏*¹、鷹尾 康一郎*¹、池田 泰久*¹

*1 東京工業大学 原子炉研究所

ウラン濃縮工場から排出されるウラン廃棄物の除染工程では、溶媒抽出を利用したウランの分離が必要とされる。溶媒抽出には長い間、有機溶媒が使用されてきたが、近年難燃性、難揮発性を有するイオン液体が、環境負荷低減の観点から抽出溶媒としての利用を期待されている。これまでの研究で、ベタニウム型のイオン液体[HGbet][Tf₂N]がU(VI)に対する抽出能を有することが分かっていたが、抽出率は70%程度であった。本研究ではU(VI)に対し、より高い抽出能を有するベタニウム型のイオン液体の合成を目的とし、アミノ酸を原料としてイオン液体の合成を行った。結果として、新しく合成したイオン液体はU(VI)に対して高い抽出能を有することが確認できた。

12-4

マイクロ波と熱応答性イオン液体を用いた高レベル放射性廃液からの
白金族元素迅速抽出法に関する研究

○池田 沙紀*¹、森 貴宏*¹、鷹尾 康一郎*¹、池田 泰久*¹

*1 東京工業大学 原子炉研究所

高レベル放射性廃液からのRu、Rh、Pdの分離は、そのガラス固化処理を効果的に行う上で重要である。本研究では、熱応答性相分離挙動を示すイオン液体である[Hbet][Tf₂N]と金属イオンの反応性を活性化するマイクロ波を用いることにより、置換不活性なために従来技術では抽出の効率が悪かった白金族元素の迅速抽出が達成され得ると考え、その確認のための基礎試験を行った。

12-5

光触媒的水素製造を目指した新規ウラニル錯体の合成とキャラクタリゼーション

○明石 信*¹、鷹尾 康一郎*¹、池田 泰久*¹

*1 東京工業大学 原子炉研究所

近年、ウラニル錯体の光化学的性質に起因した水の分解に伴って水素の発生が報告されている。ウラニルイオンの光化学的反応性に基づいて、太陽光再生可能エネルギーを利用した光触媒的水素発生反応系を構築できれば、ウラン資源有効利用法としての方向性のひとつが見出されうる。

本件旧では錯体化学的見地から光触媒的水素発生反応に適すると思われる分子構造の設計を行い、新規ウラニル錯体の合成およびキャラクタリゼーションを行った。

12-6

バーナブルポイズンを利用した重希土類元素の核変換による金属資源生成に関する研究

○田上 友基*¹、横山 次男*¹、小澤 正基*¹

*1 東京工業大学 原子炉研究所

軽水炉燃料には、重希土類元素であるガドリニウム (Gd) がバーナブルポイズン (BP) として添加されているが、その中性子捕獲によって生成されるテルビウム (Tb) やジスプロシウム (Dy) は、蛍光材料や磁性材料としての産業利用価値が高いため、再処理時の分離回収が望ましい。本研究ではまず、BP が燃料ペレットに混ぜられている従来の軽水炉燃料体系についての燃焼計算を行い、生成される Tb や Dy の資源性を定量的に明らかにした。また、容易に分離回収が行えるように BP を燃料ペレットと予め分離して配置した構造の燃料ピンを検討・設計し、核分裂由来の長半減期同位体を含む Tb が BP 由来の Tb に混入しない新たな燃料体系を提案した。これにより、クリアランスレベルまでの冷却期間を大幅に短くできる上に、軽水炉の安全性を損ねず高効率で有用金属資源の生成と回収が可能となる見通しを得た。

12-7

高レベル廃液の熱分解挙動の解明

～ルテニウムの存在がランタノイド硝酸塩／アルカリ金属硝酸塩の
熱分解反応に及ぼす影響～

○川合 康太*¹、中野 義夫*¹、竹下 健二*¹、永井 崇之*²、小林 秀和*²、天本 一平*²、
菖蒲 康夫*²

*1 東京工業大学 原子炉研究所

*2 原子力機構・核サ研

本研究では、ガラス固化熔融炉内の現象解明を目的として、高レベル廃液の熱分解挙動を検討している。本発表では、高レベル廃液中のルテニウムの存在が高レベル廃液中に含まれる他の主要金属硝酸塩の熱分解に与える影響を熱重量分析計により検討した。その結果、ランタノイド硝酸塩およびアルカリ金属硝酸塩の熱分解反応に影響が見られた。特に、ルテニウムの存在がアルカリ金属硝酸塩の熱分解反応を促進することが明らかとなった。

12-8

福島第一原子力発電所事故で発生した汚染水からのトリチウム回収

○小菌 俊介*¹、竹下 健二*¹、稲葉 優介*¹

*1 東京工業大学 原子炉研究所

本研究は、福島第一原子力発電所事故で発生した汚染水からのトリチウム回収に対し、疎水性白金触媒を用いて、水・水素同位体交換法によるトリクルベッド装置を用いた場合の分離プロセスの規模を評価することを目的とする。

12-9

ゲル液抽出法によるソフト性金属 (MA) の吸着・回収

○河村 卓哉*¹、竹下 健二*¹

*1 東京工業大学 原子炉研究所

核燃料再処理プロセスに適用可能な多座包接型配位子である TPEN を高濃度に含有する TPEN-NIPA クロマト分離剤を作製しソフト性金属 (MA) の吸着・回収性能を評価した。

12-10

ランタノイド発光センサーの創製

○樋田 吉紀*¹、塚原 剛彦*¹

* 1 東京工業大学 原子炉研究所

核燃料再処理工場における工程管理の簡素化と二次廃棄物の低減に向けて、新しい核種分離分析法の開発が望まれている。簡便で高感度な分析法として蛍光分析法があるが、再処理廃液に含まれるランタノイドイオン (Ln(III)) は常磁性のため、消光し易く分析に不向きであり、また、化学的な特性が非常に類似している Ln (III) の相互分離は難しいという課題がある。そこで本研究では、Ln (III) を選択的に分離でき、かつ、蛍光検出を可能とする新しい環状キレート試薬を合成することを目的とした。DOTA 骨格を有する Ln(III)配位部位とフルオレセイン骨格を持つ蛍光部位とを塩基性溶液中で反応させた後、シリカゲルカラム等を用いて精製することで、目的化合物

(FITC-DOTA)を得た。さらに、NMR 等の各種分光分析装置を用いて、目的化合物の構造及び光学特性を解析した。その結果 Tb (III) を加える事によってピークが明らかにシフトすることが判明した。図 1 に Tb (III) を添加した際の励起及び蛍光スペクトルを示す。

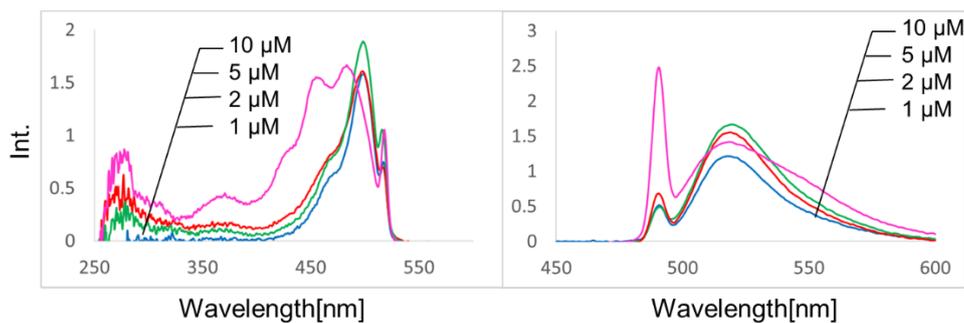


図 1. 各 Tb(III)濃度における FITC-DOTA の励起及び蛍光スペクトル

12-11

Poly(NIPAAm)を骨格とするクラウンエーテル含有ポリマーの合成と評価

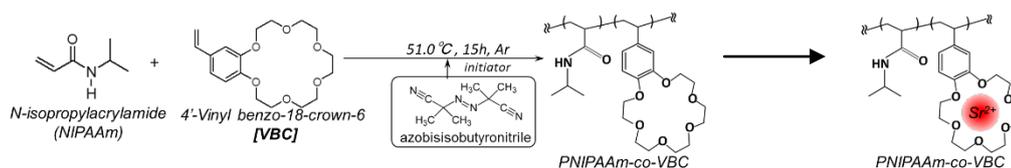
○佐賀 要*¹、塚原 剛彦*¹

*1 東京工業大学 原子炉研究所

使用済み核燃料の再処理工程では、様々な核種が含まれている大量の高レベル放射性硝酸廃液が発生する。特に、Sr-90は28.8年という半減期と発熱性核種であるため、もつとも有害な放射性物質のひとつである。現在は、溶媒抽出、カラムクロマトグラフィーや沈殿法などの化学分離法が用いられている。これらの分離法はすでに確立されており優れているが、分離操作に時間がかかる、化学操作が複雑、大量の二次廃液が生じる等のデメリットが上げられる。つまり、二次廃液を少なく、被ばく量を最小限に抑えることのできる、簡便で迅速な分離法が求められる。

これまでに、私たちの研究室では感応性ポリマーであるpoly N-isopropylacrylamide (PNIPAAm)を用いた新しい金属イオン分離法を確立してきた。PNIPAAmは、温度変化により親水・疎水性を変化させることができる。これまでに金属イオンを含む水溶液に、このPoly(NIPAAm)と配位子とを混ぜた後、温度を変化させるだけで、標的金属イオンをポリマーゲルとして吸着回収できることを見出してきた。有機溶媒や樹脂を利用せず、水系で操作可能な新しい分離手法である。本研究では、Srイオンの分離を目指し、イオン選択性と持たせるためにクラウンエーテルを用いた。Poly(NIPAAm)を骨格とするクラウンエーテル含有コポリマー(PNIPAAm-co-VBC6)を合成する(Scheme 1.)と共に、硝酸・塩酸溶液中におけるコポリマーの特性を明らかにした。NMRとゲル浸透クロマトグラフィーの分析結果から、目的物質であるPNIPAAm-co-VBC6を合成できたことを確認した。また、PNIPAAm-co-VBC6の水溶液中と酸溶液中での下限臨界溶液温度(LCST)をUV-Visスペクトロペーター測定した。水溶液中では、PNIPAAm-co-VBC6のLCST=35.0°Cであり、2M硝酸溶液中では、LCST=9.0°Cにまで低下することを確認した。

これらの硝酸溶液中での特性から、PNIPAAm-co-VBC6が温度上昇(LCST以上)によってゲル化することが分かった。このPNIPAAm-co-VBC6ゲル化によってSrイオンの分離の可能性をあることを確認した。

Scheme 1. PNIPAAm-co-VBC6の合成とcopolymer-Sr²⁺ホスト-ゲスト錯体.

12-12

BNCT用ホウ素含有ポリマーナノミセルの創製

○米岡 修一郎*¹、塚原 剛彦*¹

*1 東京工業大学 原子炉研究所

現在発展途上にあり、今後有望な放射線ガン治療法の一つにホウ素中性子捕捉療法 (BNCT)がある。BNCT ではホウ素を高濃度かつ選択的に腫瘍内に集積させることが重要となるが、既存のホウ素薬剤では選択性・集積性に課題があり、より高機能なホウ素薬剤が求められている。本研究では、高機能な BNCT 薬剤に資する、温度応答性ポリマーである Poly[N-isopropylacrylamide] (PNIPAAm) を骨格としたホウ素含有ナノミセルを合成することを目的とした。PNIPAAm 及び PNIPAAm とホウ素含有モノマー 3-(Acrylamido)phenylboronic acid (PBA) (Fig.1) との共重合ポリマー Poly[NIPAAm-*co*-PBA]をそれぞれ合成し、それらの特性を評価した。その結果、PNIPAAm の下限臨界溶液温度は 30°Cであるのに対し、Poly[NIPAAm-*co*-PBA]は 14°Cとなり、PBA 付加に伴って疎水化が進行することが明らかとなった。そこで、前者を親水部、後者を疎水部としたジブロックコポリマー Poly[NIPAAm-*b*-NIPAAm-*co*-PBA]を合成し、LCST を測定したところ、18°Cと 23.5°Cに 2段階の LCST を確認した(Fig.2)。これはナノミセルの形成を示すものである。

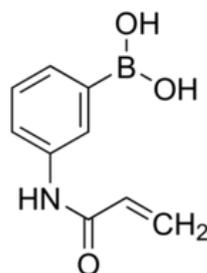
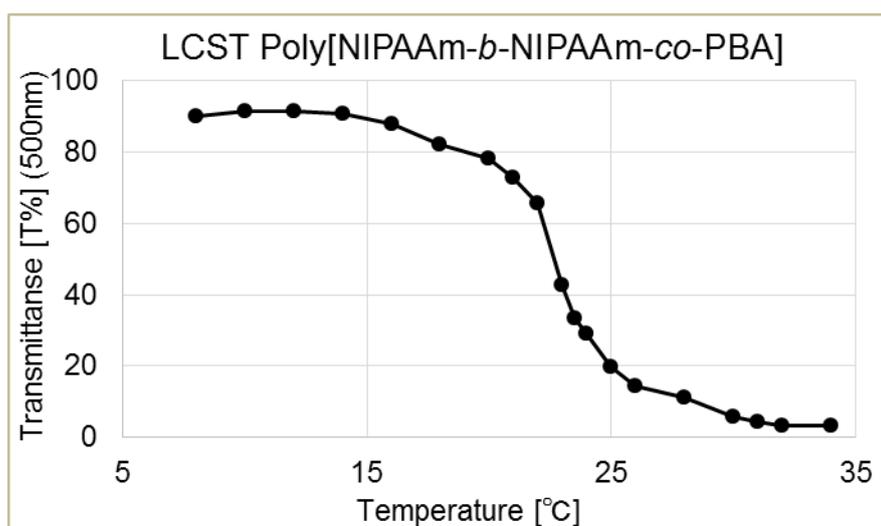


Figure 1 : 3-(Acrylamido)phenylboronic acid

Figure 2 : Poly[NIPAAm-*b*-NIPAAm-*co*-PBA]の LCST

12-13

Solvent extraction of PGM from Nitric Acid Solutions

○Michal Cibula^{*1}、Yusuke Inaba^{*1}、Hirokazu Narita^{*2}、Kenji Takeshita^{*1}

* 1 Research Laboratory for Nuclear Reactors, Tokyo Institute of Technology

* 2 Environmental Management Research Institute, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology

Novel thiodiglycolamide (TDGA) extractants were synthesized and their ability to extract PGM from nitric acid solutions were studied. Mechanism of Pd extraction was clarified. Synergistic effect of TDGA extractants and tertiary amine compounds for extraction of Rh and Ru was observed.