Bulletin
of
Atomic Energy Research Laboratory
Tokyo City University
MITR 171 October 2017

ISSN 2185-4025

東京都市大学 原子力研究所
研 究 所 報

通巻43号

平成28年度
研 究 報 告

東京都市大学・原子力研究所

平成29年10月

巻頭言

平成２３年３月１１日に発生した東北地方太平洋沖地震は津波により、福島第一原子力発電所に大きな災害を生起させた。事故収束に向けて作業は７年目を向かえている。新規制基準への対応が申請された原子力発電プラントのその適合性審査が行われ、合格となったものは再稼働されたが、原子力を取り巻く環境は引き続き厳しい状況にある。こうした中、原子力研究所は近隣住民からの原子力や放射線・放射能の質問や放射線測定への対応、一般市民団体や小学校から大学までのエネルギー・原子力教育への協力、原子力研究開発機構等との福島支援に係る森林や湖沼での汚染状況や線量評価に係る共同研究を行ってきた。原子力研究所は原子力の専門家を擁する集団組織として、分かりやすく説明し、その役割を果たすことが期待されるところであり、これら活動の他、外部利用を含めた放射能測定機会の提供、市民への情報の提供や放射線教育等リスクコミュニケーション活動を積極的に行っており、今後とも継続して行きたい。

原子力研究所は１９６３年に初臨界となった研究用原子炉を用い、原子力の利用開発の基礎研究施設として日本でも類をみない全国大学の共同利用施設として、特色ある医療照射、放射化分析等の研究に使用され、１９７６年に開設された原子力専攻の院生等の研究教育、原子炉運転実習にも活用されてきた。しかし、１９８９年に原子炉タンクからの水漏れ事故が発生し、１０数年の葛藤を経て、２００４年には原子炉の廃止を決定した。その後、国に提出した廃止措置計画書に沿って、使用済燃料を米国に返還し、原子炉施設・設備の機能停止措置を終え、屋外に設置していた液体廃棄物処理場では機器や建屋等を撤去し、管理は原子炉室内のみに集中できるものとした。歴史ある原子炉施設は廃止措置中である特徴を、整備を進めてきた放射性同位元素使用施設は放射化分析で培った分析技術を生かし、また、新たな化学分離・物性評価技術並びに小型加速器の構築等を進めており、これらを学内外の教育・研究設備として、有効に活用して行きたい。

本学においては、２００９年度に原子力安全工学科、２０１１年度には共同原子力専攻を開設して、将来の原子力・放射線技術を担う人材育成を積極的に推し進めてきている。原子力研究所の教員はこれらの教育研究も行っている他、原子力研究所は学科、専攻と一体となり、実験実習等の教育や教員及び学生院生の研究の場として活用している。

研究所報は原子力研究所のこうした教育、福島支援を含む各種研究活動の最新の成果及び保安管理活動の内容を総括したものである。関係者の皆様には、ご高覧をいただき、忌憚のないご意見を賜りたく、また、今後ともご支援のほど、よろしくお願い申し上げます。

平成２９年８月

東京都市大学原子力研究所
所長　　三橋　偉司

目　次

Ⅰ. 平成 28 年度研究報告

1・1　Fluoride Addition Effects on Voltammograms and UV-vis Spectra of Neodymium Cation in Molten Chlorides.
H. Matsuura, A. Nezu, H. Akatsuka, A Uehara, T. Fujii　1

1・2　Fluorination Behavior of Uranium-Zirconium Mixture by Hydrogen Fluoride.
T. Ono, N. Sato, A. Nezu, T. Uchiyama, and H. Matsuura　6

1・3　川崎北部における大気浮遊塵中の放射性セシウム濃度と空間線量率の経年
羽倉　尚人、松浦　治明、内山　孝文、岡田　往子　13

1・4　ゲルマニウム半導体検出器を用いた柿の木に巻かれたセシウム吸着材の吸着効果の検証
松浦　治明、長橋　孝将、常磐井　守泰　17

1・5　原子力研究所を活用した学科教育プログラムの改善：原子力実験実習
松浦　治明、岡田　往子、羽倉　尚人、内山　孝文、三橋　偉司　22

Ⅱ. 平成 28 年度業務報告

2・1　小型加速器構築の構築　～2016 年度の進捗～
羽倉　尚人、加藤　優弥、山田　恵多　29

2・2　東京都市大学原子力研究所における放射線管理報告
内山　孝文、三橋　偉司、岡田　往子、松浦　治明
羽倉　尚人、上田　辰己　33

Ⅲ. 平成 28 年度修士論文概要

３・１　軽水炉燃料の燃焼度測定に関する基礎的検討

1581005　大井　亮昌　51

３・２　有限傾斜地における空間線量率評価手法を用いた線源の変化と空間線量率との相関に関する経年変化の調査と検討

1581014　長尾　瞭平　61

３・３　タンデム加速器用小型冷陰極 PIG イオン源の開発

1581007　加藤　優弥　71

Ⅳ. 平成 28 年度卒業論文概要

４・１　ジルカロイ再生を目的とした塩化物浴におけるジルコニウムの電気化学

1313006　江森　達也　81

４・２　酸化物が共存したフッ化物ジルコニウムのフッ化物溶融塩への溶解挙動

1313015　佐藤　忠義　86

４・３　V を含む溶融ホウケイ酸ガラス中の模擬廃棄物の局所的な構造
―アルカリ含有率の効果

1313021　田治見　祐里　91

４・４　モリブデンを含むフッ化リチウム溶融塩に酸素が与える影響

1313028　中村　建翔　96

４・５　大雨時に赤城大沼周辺域より流入する放射性セシウムの動態研究

1313029　長橋　孝将　101

４．６　Ｖを含む溶融ホウケイ酸ガラス中の模擬廃棄物の局所的な構造
ーSi/B 比効果

1313017　椎名　慶　107

４．７　川崎大気降下物における放射性セシウムー2016 年月別の挙動

1213017　國府　敬巧　112

４・８　MOX 燃料の燃焼度測定に係る中性子及びγ線の燃焼度との相関に関する
基礎的研究

1313012　國邑　勇太　116

４・９　PIXE 分析法を用いたコンクリート試料の含有元素の測定

1313007　樫又　恒一　121

４・１０　川崎大気浮遊塵の計測と計測法の検討

1313030　舟生　慶太　126

４・１１　都市大タンデム加速器における分析電磁石の磁場特性評価とビーム
軌道に影響を及ぼす因子

1313040　山田　恵多　132

Ⅴ. 研究所を活用した教育支援及び研究支援活動

５・１　大妻女子大学の学生による環境試料の測定（第３報）

大妻女子大学社会情報学部環境情報学専攻　櫻井　四郎　137

５・２　ヒト乳歯・第三大臼歯に蓄積された微量元素量に関する研究

大妻女子大学社会情報学部社会情報学科環境情報学専攻　内堀　朱理　138

５・３　野外 ^{40}K 及び ^{137}Cs の土壌中挙動解析

大妻女子大学社会情報学部社会情報学科環境情報学専攻 4B　中里美佐子　144

Ⅵ. 教育並びにセミナー等の実施・外部発表　149

教育並びにセミナー等の実施

○原子力安全工学科３年生　原子力実験実習

平成 28 年度前期：4/12～6/7（保安教育１日・実験６日×４班・理解度確認１日、３１名）

・放射線管理区域において RI 線源並びに廃止措置中の原子炉を使用した実験実習

－イオン交換法を用いた化学分離

－環境試料分析

－原子炉シミュレーター

－イオン源実験

－中性子測定

○原子力安全工学科２年生　電気機械・放射線実験

平成 28 年度後期：1/13・20（保安教育・実験・理解度確認２日×４班、３８名）

・放射線管理区域における放射線・放射能に関する基本的な実験実習

－放射能表面汚染の測定

－γ線スペクトロメトリー

－サーベイメータの取扱い

－放射線の人体影響に関する DVD

○いわきものづくり塾「廃炉コース」 いわきものづくり塾「廃炉コース」 いわきものづくり塾「廃炉コース」都市大原研（王禅寺キャンパス）見学会　平成２９年３月３日(金)

・廃止措置中の研究用原子炉施設の見学

－研究用原子炉 TRIGA-II

－施療室（小型静電加速器）

・放射性同位元素取扱施設

－Ge 半導体検出器による低バックグラウンド放射能測定

－高温化学実験　・高温化学実験

－サーベイメタによる汚染検査の実演

○東京都市大学 特別シンポジウム

「火山性湖沼赤城大沼周辺調査報告」平成２９年２月２２日(水)

－福島の環境回復に向けた取り組み―放射性セシウムの環境動態研究－

－赤城大沼の水圏生態系における放射性セシウムの動態

－山岳湖沼での放射性セシウムの挙動－赤城大沼から中禅寺湖、沼沢湖での取り組み―

○第 189 回電気化学会溶融塩委員会 2016 年 1 月 27 日（水）

http://msc.electrochem.jp/committee.files/189/index.html

講演　松浦治明、「選択フッ化および溶融塩電解法を用いた燃料デブリの処理」

講演　内山孝文、「武蔵工大炉のあゆみと廃止措置の進捗状況」

参加者・見学者人数 50 名

○柏門技術士会 2016 年 8 月 27 日（土）

松浦治明、「選択フッ化および溶融塩電解法を用いた燃料デブリの処理」

外部発表

○加速器に関する研究発表

・加藤優弥、羽倉尚人ほか「タンデム静電加速器用小型冷陰極 PIG 負イオン源の開発(3) 」2M08、日本原子力学会 2016 年春の年会(2016/3)

・羽倉尚人ほか「東京都市大学原子力研究所における 1.7MV ペレトロン・タンデム加速器構築の状況」P1、第 29 回タンデム加速器及びその周辺技術の研究会(2016/6)

・松嶋大輔、羽倉尚人ほか「可搬型加速器中性子源ターゲット設計のための中性子及び γ 線評価」PHITS 研究会(2016/9)

・樫又恒一、羽倉尚人「放射化評価に影響を与える微量元素分析に関する検討」日本原子力学会 関東・甲越支部 第 10 回学生研究発表会(2017/3)

・樫又恒一、羽倉尚人、内山孝文「将来の解体を見据えた研究用原子炉の廃止材中の微量元素分析に関する検討」NDEC-2(The second Conference for R&D Initiative on Nuclear Decommissioning Technology by the Next Generation)(2017/3)

・串間祐亮、松嶋大輔、羽倉尚人ほか「加速器駆動可搬型中性子源のターゲットおよび遮蔽設計」日本原子力学会 2017 年春の年会(2017/3)

○福島事故による放射能・環境放射能に関する研究発表

・Masanobu Mori,Kin-ichi Tsunoda, Shoichi Aizawa, Yoichi Saito, Yuko Koike, Takahiro Gonda, Shunji Abe, Kyuma Suzuki, Yumi Yuasa, Toshihiro Kuge, Hideki Tanaka, Hajime Arai, Shun Watanabe, Seiichi Nohara, Yoshitaka Minai, Yukiko Okada, Seiya Nagao, "Fraction of radiocesium in soil, sediments, and aquatic organisms in Lake Onuma of Mt.Akagi," Gunma Prefecture using sequential extraction, Science of the Total Environment, 5751247-1254(2017)

・長橋孝将、松浦治明、今川峻、内山孝文、鈴木究真、湯浅由美、渡辺峻、新井肇、野原精一、岡田往子, 「赤城大沼周辺土壌の放射性セシウム濃度分布」, 2016 日本放射化学会年会・第 60 回放射化学討論会,(2016/9)

・Y. Minai, T. Miura, C. Yonezawa, H. Iawamoto, M. Shibukawa, Y. Takagai, M. Furukawa, F. Arakawa, Y. Okada, K. Kakita, I. Kojima, S. Hirai, "Certified Reference Materials of agricultural products and foods bearing radioactivity from the Fukushima nuclear accident, "J. Radioanal. Nucl. Chem., 307(3), 査読有, 2421-2425 (2016).

・M. Kato, Y. Okada, S. Hirai, Y. Minai, S. Saito, and M. Shibukawa, "Comparative analysis of distributions of radioactive cesium and potassium and stable cesium, potassium, and strontium in brown rice grains contaminated with radioactive

materials released by the Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant accident," J. Radioanal. Nucl. Chem., 310(1), 査読有, 247-252 (2016).

- 鈴木 究真, 小野関（湯浅） 由美, 田中 英樹, 松岡 栄一, 久下 敏宏, 角田 欣一, 相澤 省一, 森 勝伸, 野原 精一, 薬袋 佳孝, 岡田 往子, 長尾 誠也,「ワカサギにおける放射性セシウムの生物学的半減期の推定」,日本水産学会,（査読有）,82, 774–776（2016）.
- 中町鴻, 廣瀬正明, 木川田喜一, 廣瀬勝己, 岡田往子, 鈴木章悟, 本多照幸, 「逐次抽出法による川崎の大気浮遊塵中に存在する福島原発事故由来放射性セシウムの存在形態」,分析化学, 64(8), 査読有, 589-594 (2015).
- Y. Minai , T. Miura, C. Yonezawa, H. Iwamoto, M. Shibukawa, Y. Takagai, M. Furukawa, F. Arakawa, Y. Okada and 3 more, "Certified reference materials of agricultural products and foods bearing radioactivity from the Fukushima nuclear accident," j. Radioanalytical and Nucl. Chem., 査読有,DOI 10.1007/s10967-015-4445-2,(2015).
- 鈴木究真,小野関-湯浅由美,渡辺 峻,新井 肇,田中英樹,久下敏宏,角田欣一,相澤省一,森勝伸,阿部隼司,伊藤結衣子,野原精一,薬袋佳孝,岡田往子,村上公一,今川 峻,長尾誠也, 「赤城大沼の湖沼生態系における放射性セシウム（137Cs）の動態」, 第 16 回「環境放射能」研究会 Proceedings of the 16h Workshop on Environmental Radioactivity, (査読有) pp.222-229 (2015).
- Tsunoda, K., Aizawa, S., Mori, M., Saito, Y.,Kozaki, D., Koike, Y. ,Abe, S., Suzuki, K., Kuge, T., Izumi, S., Tanaka, H.,Onozeki, Y., Nohara , S, Minai, Y, Okada, Y.,Nagao, S., "Environmental Contaminations with Radiocesium in Lake Onuma on Mt. Akagi in Gunma Prefecture Emitted by the Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant Accident", Tenth International Conference on Methods and Applications of Radioanalytical Chemistry (MARC X), April 13th, 2015, Kailua-Kona, Hawaii, USA(2015).
- Tsunoda, K., Aizawa, S.,Mori, M., Kozaki, D.,Koike, Y.,Abe, S.,Ito, Y.,Suzuki, K.,Yuasa, Y., Watanabe, S., Arai, H., Tanaka, H., Kuge, T., Nohara, S, Minai, Y,Okada, Y.,Nagao, S., (Invited) "Radiocesium Contaminations in Lake Onuma on Mt. Akagi after the FDNPP Accident"The 8th Asia Pacific Symposium on Ion Analysis, August 31 to September 3, 2015, Makuhari Messe, Chiba, Japan.(2015).
- 羽倉尚人、松浦治明、内山孝文、岡田往子「川崎北部における大気浮遊塵中の放射性セシウム濃度と空間線量率の経年変化」, BUNSEKI KAGAKU,Vol.66,No.3,pp.1-4(2017)（印刷中）
- 三橋 偉司、「空間線量率と放射能濃度との相関に基づく放射能濃度の評価手法」、一般財

団法人 日本クリーン環境推進機構　技術参与会、平成29年 2月17日

○高温・化学に関する研究発表

・日本原子力学会春の年会@東北大2016年3月25日（金）－3月27日（土）

http://www.aesj.net/events/2016annual

松浦 治明，根津 篤，大野 真平，新井 剛，渡部 創，佐野 雄一，竹内 正行、「MA回収用吸着材に吸着されたユウロピウムのEXAFS構造解析」

大野貴裕、佐藤修彰、根津篤、内山孝文、松浦治明、「フッ化水素によるウラン-ジルコニウム混合試料のフッ化挙動（ポスター）」

・2016年6月29日（水）JAEA－芝浦工大—筑波大との共同研究「MA回収用吸着材の最適化に関する研究」

・2016年12月15日（木）JAEA－芝浦工大—筑波大との共同研究「MA回収用吸着材の最適化に関する研究」

・日本原子力学会秋の大会@久留米シティプラザ2016年9月7日（水）－9月8日（金）

http://www.aesj.net/events/2016fall

大野 貴裕、佐藤 修彰、根津 篤、内山 孝文、松浦 治明、「フッ化水素によるウラン-ジルコニウム混合試料のフッ化挙動」

・電気化学日米合同大会　PRiME2016@ハワイコンベンションセンター

2016年10月2日（日）—6日（木）

http://ma.ecsdl.org/content/MA2016-02/47

Takahiro Ono, Nobuaki Sato, Atsushi Nezu, Takafumi Uchiyama, and Haruaki Matsuura," Fluorination Behavior of Uranium-Zirconium Mixture by Hydrogen Fluoride"

Haruaki Matsuura, Atsushi Nezu, Hiroshi Akatsuka, Akihiro Uehara, and Toshiyuki Fujii, "Fluoride Addition Effects on Voltammograms and UV-Vis Spectra of Neodymium Cation in Molten Chlorides"

・第48回溶融塩化学討論会2016年11月24日（木）－25日（金）

http://msc.electrochem.jp/touron.html

井崎 恭子,江森 達也,内山 孝文,岡田 往子,松浦 治明、「1B12　溶融 LiCl-KCl 中の希土類元素の電気化学的挙動におけるフッ化物添加効果」

江森 達也,岡田 往子,松浦 治明,内山 孝文,井崎 恭子、「1A02　LiCl-KCl 共晶溶融塩中における酸化物共存下でのジルコニウムの電気化学的挙動」

・日本原子力学会春の大会@東海大学湘南キャンパス2017年3月27日(月)－3月29日(水)

http://www.aesj.net/activity/annual-meeting/next_meeting

松浦治明、田治見祐里、椎名慶、内山孝文、橋本拓、川島英典、柿原敏明、「バナジウム添加ホウケイ酸ガラス中の模擬廃液成分のEXAFSによる局所構造解析」

佐野 雄一、渡部 創、松浦 治明、新井 剛、「走査型透過 X 線顕微鏡による放射性元素回収用吸着材の構造解析」

大野 貴裕、内山 孝文、根津 篤、佐藤 修彰、松浦 治明、「燃料デブリ処理のためのウラン-ジルコニウム酸化物の相関係とフッ化水素によるフッ化挙動」

○廃止措置に関する研究発表

平成２８年度弥生研究会、平成２９年３月６日（月）

羽倉尚人他、「武蔵工大炉の廃止措置の現状と今後の施設利用計画」

○日本原子力学会関甲越支部学生発表会

平成２８年３月１１日（金）第9回日本原子力学会関東甲越支部学生研究発表会＠東海大学高輪キャンパス

・井﨑 恭子，内山 孝文，松浦 治明，岡田 往子、「RI施設中雰囲気の簡便な流れ解析」

・梶本　雅俊，根津　篤，内山　孝文，佐藤　修彰，松浦　治明、「フッ化水素による鉄化合物のフッ化挙動」

・坂根侑，根津篤，内山孝文，佐藤修彰，松浦治明、「フッ化水素によるジルカロイのフッ化挙動」

・佐藤 瞬，新井 剛，岡田 往子，松浦 治明、「X線吸収微細構造による抽出剤に吸着された希土類元素の評価」

・三善 真秀，根津 篤，内山 孝文，松浦 治明、「ニッケルを含むフッ化リチウム溶融塩に酸素が与える影響」

平成２９年３月１０日（金）第10回日本原子力学会関東甲越支部学生研究発表会

・長尾瞭平、「有限傾斜地における空間線量率評価手法を用いた線源の変化と空間線量率との相関に関する経年変化の調査と検討」

・大井亮昌、「軽水炉燃料の燃焼度測定に関する基礎的検討」

・舟生慶太、羽倉尚人「川崎大気浮遊塵の計測と計測法の検討」

・椎名　慶,田治見　祐里,内山　孝文,柿原　敏明,川島　英典,橋本　拓,松浦　治明、「Vを含む溶融ホウケイ酸ガラス中の模擬廃棄物の局所的な構造 - Si/B比の効果」

・田治見　祐里，椎名　慶，内山　孝文，橋本　拓，川島　英典，柿原　敏明，松浦　治明、「V を含む溶融ホウケイ酸ガラス中の模擬廃棄物の局所的な構造―アルカリ含有率の効果」

・佐藤　忠義，内山　孝文，松浦　治明、「酸化物が共存したフッ化ジルコニウムのフッ化物

溶融塩への溶解挙動」

・片井　雄也，渡部　創，佐野　雄一，安倍　諒治，櫻井　智明，新井　剛，内山　孝文，松浦　治明、「MA 回収用吸着材中の Eu 錯体構造解析」

・江森　達也,岡田　往子,内山　孝文,松浦　治明、「ジルカロイ再生を目的とした塩化物浴中におけるジルコニウムの電気化学」

・中村　建翔，三善　真秀，内山　孝文，岡田　往子，松浦　治明、「モリブデンを含むフッ化リチウム溶融塩に酸素が与える影響」