

令和 6 年 6 月 20 日現在

機関番号：13101

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2021～2023

課題番号：21K12290

研究課題名（和文）フライアッシュ由来ゼオライトを用いた土壌溶出液中の放射性セシウム除去法の開発

研究課題名（英文）Removal of Cesium in Soil Solution by Zeolite Produced from Fly Ash

研究代表者

狩野 直樹（KANO, Naoki）

新潟大学・自然科学系・准教授

研究者番号：00272857

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,200,000円

研究成果の概要（和文）：福島第一原子力発電所事故以降，放射性セシウム（Cs）等により汚染した土壌の除染過程において生じた除染土壌の減容化が重要な課題となっている。減容化において提案されるプロセスとして，適切な試薬を用いて放射性Csを水溶液中に溶出させ，固液分離をした後に適当な吸着剤を用いて吸着・除去して土壌から取り除くという手法が考えられる。

本研究では，フライアッシュを原料として作製したゼオライトをはじめ，ゲル状のアルギン酸-ゼオライトハイブリッド材料を作製して，土壌溶出液中のCs吸着実験を行った。これらの吸着剤は，Csの有用な吸着剤となりうることがわかった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

福島第一原子力発電所事故以降，放射性セシウム（Cs）等により汚染した土壌の除染過程において生じた除染土壌の減容化が重要な課題となっている。本研究での手法やビード状の吸着剤および得られた成果は，実用化に向けての基礎データとなりうる。今後，除染廃棄物を数千分の1程度に減容化することができれば，莫大な金額の最終処分場関連の予算を削減できることが期待される。また本研究における基礎から応用・開発へと積み重ねる方針は，今後の開発的研究の方法論としても重要な手法と考えられ，実用化への発展とともに，経済・産業社会への波及効果も絶大と考えられる。

研究成果の概要（英文）：After the Fukushima Daiichi nuclear disaster, the volume-reducing of the decontamination soil polluted by radioactive cesium (Cs) during the decontamination process has become the important problem. Possible process of volume-reducing is to adsorb and remove radioactive Cs from aqueous solution by suitable adsorbents after solid-liquid separation for eluting radioactive Cs from the soil to the solution by suitable reagents. The zeolite prepared by fly ash as raw materials, and alginate-zeolite (AZHM) hybrid material were used to adsorb Cs from the soil eluate in this study. The adsorbents synthesized in this work may be the useful adsorbent of the Cs and promising option for the treatment and disposal of nuclear-contaminated waste.

研究分野：環境負荷低減技術および保全修復技術関連

キーワード：セシウム吸着 ゼオライト フライアッシュ 土壌溶出液 アルギン酸-ゼオライト カオリン-キトサン

様式 C - 19、F - 19 - 1 (共通)

1. 研究開始当初の背景

- (1) 福島第一原子力発電所事故以降、放射性セシウム (Cs) 等により汚染した土壤の除染過程において生じた除染土壤の減容化が重要な課題となっている。
- (2) 除染土壤の減容化として、これまで分級処理、化学処理、熱処理等による検討が実施されてきたが、経済性や効率性、環境負荷や安全性の観点から十分に満たす方法はまだ開発されていない。

2. 研究の目的

- (1) フライアッシュ由来のゼオライトを用いて、効率の良い Cs 吸着法を確立し、実際の土壤溶出液中の Cs の吸着・除去に適用し、土壤の再利用および除染土壤の減容化を図る。
- (2) 微視的な吸着メカニズムを理論的に解明し、効率の良い吸着剤創製のための設計指針とする

3. 研究の方法

(1) 土壤からのセシウム分離に関する基礎実験

土壤からのセシウム分離では、溶剤として塩酸を用いたが、塩酸濃度、処理温度や処理時間などを変化させて放射性セシウム除去率を検討した。

(2) セシウム吸着剤の調製と特性評価

液体 (アルカリ活性剤) / 固体 (フライアッシュ) = 0.5 の混合物からフライアッシュ系ジオポリマーを調製した。アルカリ活性剤として 9M NaOH 溶液とケイ酸ナトリウム溶液の重量比 1:1 の混合物を使用した。アルカリ水溶液中で水熱処理することによりセシウム吸着剤としてのゼオライトを調製した。また、ゼオライトとアルギン酸ナトリウムを 1:1 混合させた溶液を塩化カルシウム溶液に滴下し、作製されたゲルを乾燥させて顆粒状のアルギン酸-ゼオライトのハイブリッド材料 (AZHM) を調製した。さらに、ドデシル硫酸ナトリウム (SDS) 改質のカオリン/キトサン複合マイクロボール (KCCM) も作製した。

作製した吸着剤は、X 線回折 (XRD)、走査型電子顕微鏡-エネルギー分散型 X 線分析装置 (SEM-EDS)、BET 比表面積等 (N_2 -BET)、X 線光電子分光法 (XPS)、フーリエ変換赤外分光光度計 (FT-IR) 等により特性評価を行った。

(3) セシウム吸着実験

安定セシウム (^{133}Cs) が放射性同位体 ^{137}Cs をシミュレートするために用いられた。種々の吸着剤を用いて塩化セシウム CsCl 水溶液の吸着実験を行った。温度、水溶液中の pH 値、吸着剤の投与量と接触時間を変化させ、原子吸光分析法を用いてセシウム濃度を測定し、セシウム吸着の最適条件を決定した。その後これらの最適条件において、溶液の Cs 濃度を変化させて吸着実験を行い、得られた結果から Langmuir model、Freundlich model の吸着等温線を作成し、吸着特性を解析した。また速度論的検討も行い、吸着メカニズムを検討した。

4. 研究成果

(1) 土壤からのセシウム分離に関する基礎実験

土壤溶出に用いた塩酸濃度は、0.1 mol/L から 6 mol/L まで変化させたものの、除去率および実用化に向けた経済性を考慮し、塩酸 (2 mol/L) に設定した。50-75°C で 2-4 時間の処理時間で行ったところ、処理時間が長くなると徐々に除去率が上昇した。

(2) セシウム吸着剤の調製と特性評価

XRD、SEM/EDS および BET/BJH などの方法を用いて特性評価を行った結果、セシウムはジオポリマー-接着剤の基質全体に均一に分布し、ナトリウムと負の相関を持つことがわかった。またフライアッシュ系地質材料は、微小孔で高い表面積を有することがわかった。これらの材料の SEM 像を Fig. 1 に示す。

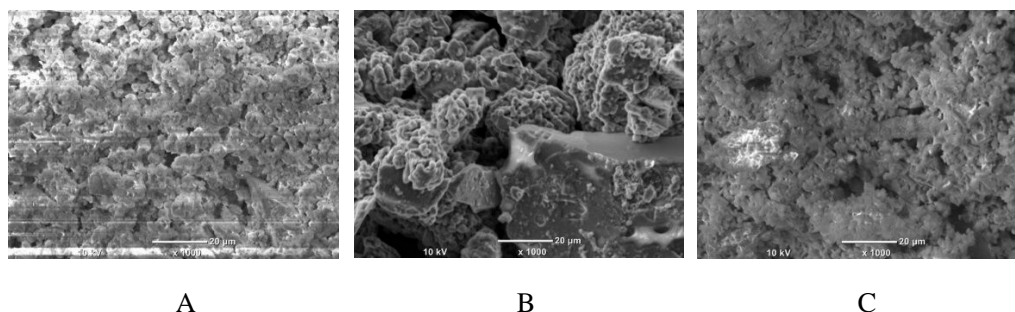


Fig. 1 The SEM images of binder matrices with Cs (A: portland cement, B: fly ash, C: slag)

またN₂-BET法で求めた比表面積，細孔径や細孔容積をTable 1に示す。

Table 1 The BET surface area, pore size, and pore volume of Portland cement, fly ash, and slag.

Sample	BET Surface Area [m ² ·g ⁻¹]	Pore Volume [cm ³ ·g ⁻¹]	Pore Size [nm]
Portland Cement	0.9582	0.002652	11.07
Slag	1.388	0.004432	12.77
Fly Ash	1.869	0.006359	13.61

(3) セシウム吸着実験

フライアッシュ系地質材料は，セシウムの最大吸着容量として89.32mg·g⁻¹が得られ，また分配係数として，31.02 mg·g⁻¹·mM⁻¹と高い値が得られた。これより地質材料をベースにしたフライアッシュ由来の吸着剤は，セシウムの有用な吸着剤（固定化）になりうることを示唆された。また，吸着反応は擬二次モデルに適合し(Table 2)，化学吸着が支配的であること，Langmuir等温線に高い相関性を示し(Table 3)，単分子層による吸着が支配的であることがわかった。これは，フライアッシュ系ポリマー中のセシウムの固定機構がカチオン交換機構により制御されているためと解釈できる。

また，アルギン酸-ゼオライトのハイブリッド材料(AZHM)吸着剤によるCs除去メカニズムの検証を行った結果，内部拡散による化学吸着のみならず，吸着剤との接触時に構造中の空孔への補完による吸着も行われていると考えられる。吸着剤をビーズ化する意義などの知見も得られ，実用化に向けての基礎データが得られた。

Table 2 Parameters for two kinetic models of adsorption of Cs by fly ash-based geomaterials and slag-based geomaterials.

Sample	q_{exp} (mg/g)	Pseudo-first-order			Pseudo-second-order		
		q_e (mg·g ⁻¹)	k_1 (h ⁻¹)	R^2	q_e (mg·g ⁻¹)	k_2 (g·mg ⁻¹ ·h ⁻¹)	R^2
Fly ash	83.68	53.20	0.03620	0.6936	85.82	12.83	0.9955
Slag	60.93	60.67	0.1812	0.9994	31.71	12.40	0.9989

Table 3 Coefficient of Langmuir and Freundlich isotherms for Cs.

Sample	Langmuir isotherm			Freundlich isotherm		
	q_{max} (mg·g ⁻¹)	K_L (L·mg ⁻¹)	R^2	K_F ((mg·g ⁻¹)· (dm ⁻³ ·mg ⁻¹) ^{1/n})	1/n	R^2
Fly ash	89.32	0.1665	0.9948	10.75	0.01620	0.1309
Slag	44.52	0.02126	0.9954	20.55	0.04660	0.3698

本研究によって，フライアッシュ由来ジオマテリアルがCsに対する吸着と除去に有効であることが示唆され，実用化への第一歩になりうることを示された。本材料と本手法は，核廃液をはじめとする産業廃水の処理に利用できることが考えられるため，環境保全の観点からも非常に重要な情報であり，汚染水の処理において有望な選択肢といえる。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計16件（うち査読付論文 16件/うち国際共著 10件/うちオープンアクセス 16件）

1. 著者名 Zhang Shuang, Yang Fan, Cao Xiaohui, Tang Yong, Yin Taiqi, Bo Tao, Liu Yunhai, Lisak Grzegorz, Kano Naoki, Na Bing, Chang Mengyu, Liu Yuhui	4. 巻 459
2. 論文標題 Enhanced uranium separation by charge enabling -MnO ₂ with oxygen vacancies	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Journal of Hazardous Materials	6. 最初と最後の頁 132112 ~ 132112
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jhazmat.2023.132112	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 該当する
1. 著者名 Zhang Haixin, Chonan Ayako, Zou Ming, Bat-Amgalan Munkhpurev, Miyamoto Naoto, Kano Naoki, Zhang Shuang	4. 巻 15
2. 論文標題 A Study of the Recovery of Phosphorus from Aqueous Solutions Using Zr-Doped MgMn-Layered Double Hydroxide (MgMnZr-LDH)	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Water	6. 最初と最後の頁 3420 ~ 3420
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/w15193420	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 Mishima Kenji, Kano Naoki	4. 巻 127
2. 論文標題 Contribution Factors of the First Kind Calculated for the Marcus Electron-Transfer Rate and Their Applications	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 The Journal of Physical Chemistry B	6. 最初と最後の頁 8509 ~ 8524
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.jpcc.3c03420	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 Majigsuren Enkhtuya, Byambasuren Ulziidelger, Yunden Gachimeg, Shirendev Nasanjargal, Tserendorj Chuluuntsetseg, Bat-Amgalan Munkhpurev, Kano Naoki	4. 巻 4
2. 論文標題 Synthesis of chitosan based new material for recovery of Pt (IV)	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Journal of Applied Science and Engineering A	6. 最初と最後の頁 16 ~ 26
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5564/jasea.v4i1.3159	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 原田直樹・伊藤早紀・木幡祐介・鈴木啓真・野中昌法	4. 巻 3
2. 論文標題 除染後の畑地における 土壌137Cs濃度とサイズへの移行	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 復興農学会誌	6. 最初と最後の頁 1-10
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Zhang Shuang, Yang Fan, Cao Xiaohui, Tang Yong, Yin Taiqi, Bo Tao, Liu Yunhai, Lisak Grzegorz, Kano Naoki, Na Bing, Chang Mengyu, Liu Yuhui	4. 巻 459
2. 論文標題 Enhanced uranium separation by charge enabling -MnO ₂ with oxygen vacancies	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Journal of Hazardous Materials	6. 最初と最後の頁 132112 ~ 132112
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jhazmat.2023.132112	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Zhang Haixin, Chonan Ayako, Zou Ming, Bat-Amgalan Munkhpurev, Miyamoto Naoto, Kano Naoki, Zhang Shuang	4. 巻 15
2. 論文標題 A Study of the Recovery of Phosphorus from Aqueous Solutions Using Zr-Doped MgMn-Layered Double Hydroxide (MgMnZr-LDH)	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Water	6. 最初と最後の頁 3420 ~ 3420
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/w15193420	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Mishima Kenji, Kano Naoki	4. 巻 127
2. 論文標題 Contribution Factors of the First Kind Calculated for the Marcus Electron-Transfer Rate and Their Applications	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 The Journal of Physical Chemistry B	6. 最初と最後の頁 8509 ~ 8524
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.jpcc.3c03420	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Majigsuren Enkhtuya, Byambasuren Ulziidelger, Yunden Gachimeg, Shirendev Nasanjargal, Tserendorj Chuluuntsetseg, Bat-Angalan Munkhpurev, Kano Naoki	4. 巻 4
2. 論文標題 Synthesis of chitosan based new material for recovery of Pt (IV)	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Journal of Applied Science and Engineering A	6. 最初と最後の頁 16 ~ 26
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5564/jasea.v4i1.3159	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 原田直樹・伊藤早紀・木幡祐介・鈴木啓真・野中昌法	4. 巻 3
2. 論文標題 除染後の畑地における 土壌 ¹³⁷ Cs濃度とサイズへの移行	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 復興農学会誌	6. 最初と最後の頁 1-10
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Khashbaatar Zoltuya, Akama Shota, Kano Naoki, Kim Hee-Joon	4. 巻 14
2. 論文標題 Development of a New Dolomite-Based Adsorbent with Phosphorus and the Adsorption Characteristics of Arsenic (III) in an Aqueous Solution	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Water	6. 最初と最後の頁 1102 ~
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/w14071102	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Zou Ming, Zhang Haixin, Miyamoto Naoto, Kano Naoki, Okawa Hirokazu	4. 巻 14
2. 論文標題 Adsorption of an Anionic Surfactant (Sodium Dodecyl Sulfate) from an Aqueous Solution by Modified Cellulose with Quaternary Ammonium	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Polymers	6. 最初と最後の頁 1473 ~
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/polym14071473	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Bat-Angalan Munkhpurev, Miyamoto Naoto, Kano Naoki, Yunden Ganchimeg, Kim Hee-Joon	4. 巻 12
2. 論文標題 Preparation and Characterization of Low-Cost Ceramic Membrane Coated with Chitosan: Application to the Ultrafine Filtration of Cr(VI)	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Membranes	6. 最初と最後の頁 835 ~
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/membranes12090835	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Shirendev Nasanjargal, Bat-Angalan Munkhpurev, Kano Naoki, Kim Hee-Joon, Gunchin Burmaa, Ganbat Batdenberel, Yunden Ganchimeg	4. 巻 12
2. 論文標題 A Natural Zeolite Developed with 3-Aminopropyltriethoxysilane and Adsorption of Cu(II) from Aqueous Media	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Applied Sciences	6. 最初と最後の頁 11344 ~
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/app122211344	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Zhang Haixin, Zhu Mingze, Du Xiaoyu, Feng Sihan, Miyamoto Naoto, Kano Naoki	4. 巻 11
2. 論文標題 Removal of Cesium from Radioactive Waste Liquids Using Geomaterials	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Applied Sciences	6. 最初と最後の頁 8407 ~ 8407
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/app11188407	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Oshima Masumi, Goto Jun, Kin Tadahiro, Hayakawa Takehito, Ohta Yuji, Shinohara Hirofumi, Kitamura Kiyoshi, Seto Hirofumi, Isogai Keisuke	4. 巻 59
2. 論文標題 Spectral determination method and its application to γ -ray determination	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Nuclear Science and Technology	6. 最初と最後の頁 472 ~ 483
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/00223131.2021.1976296	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

〔学会発表〕 計26件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 8件）

1. 発表者名 Naoki Kano, Munkhpurev Bat-Angalan, Enkhtuul Mendsaikhan, Naoto Miyamoto, Ganchimeg Yunden, Hee-Joon Kim
2. 発表標題 Fabrication of ceramic membrane developed with cross-linked chitosan for removing Cr(VI)
3. 学会等名 The Third International Conference on Applied Sciences and Engineering (ICASE-2023) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Zoltuya Khashbaatar, Shota Akama, Narantsetseg Magsarjav, Naoki Kano, Hee-Joon Kim
2. 発表標題 Synthesis of hydroxyapatite nanoparticles using dolomite powder
3. 学会等名 The Third International Conference on Applied Sciences and Engineering (ICASE-2023) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Majigsuren Enkhtuya, Byambasuren Ulziidelger, Ganchimeg Yunden, Nasanjargal Shirendev, Chuluuntsetseg Tserendorj, Munkhpurev Bat-Angalan, Naoki Kano
2. 発表標題 Synthesis of chitosan based new material for recovery of P(IV)
3. 学会等名 The Third International Conference on Applied Sciences and Engineering (ICASE-2023) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 原田直樹・安瀬大知・星野大空・高橋篤広・野川憲夫・鈴木一輝
2. 発表標題 ポット実験による懸濁態Cs-137のイネへの移行性の検討
3. 学会等名 復興農学会第2回研究会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 柿畑仁司・鈴木一輝・野川憲夫・原田直樹
2. 発表標題 農業用水路内堆積物が保持する ¹³⁷ Csの特徴と動態
3. 学会等名 日本土壌肥料学会2023年度愛媛大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 後藤淳
2. 発表標題 福島における放射性物質分布調査(3) ASURA による国道6号線における空間線量率低減原因の分析
3. 学会等名 日本原子力学会2023年秋の大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 後藤淳
2. 発表標題 自動車走行サーベイシステム ASURA の調査結果などの紹介 2023
3. 学会等名 福島県への支援取り組み及び放射線マッピング研究会2023(第510回生存圏シンポジウム)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Vuochkeang Phon, Naoto Miyamoto, Naoki Kano, Hee-Joon Kim, Zoltuya Khashbaatar
2. 発表標題 Adsorption of Arsenic (III) onto calcined dolomite modified with phosphorus from aqueous solution
3. 学会等名 第36回日本分析化学会関東支部新潟地区部会研究発表会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Enkhtuul Mendsaikhan, Munkhpurev Bat-Amgalan, Naoto Miyamoto, Naoki Kano, Ganchimeg Yunden, Hee-Joon Kim
2. 発表標題 Simultaneous adsorption of Pb(II), Cu(II), Cd(II), and Zn(II) in the quaternary system from aqueous solution using modified <i>Urtica Dioica</i>
3. 学会等名 KAAB International Symposium 2024 (国際学会)
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 Vuochkeang Phon, Naoto Miyamoto, Naoki Kano, Hee-Joon Kim, Zoltuya Khashbaatar
2. 発表標題 Removal of Arsenic (III) using calcined dolomite modified with phosphorus from aqueous solution
3. 学会等名 KAAB International Symposium 2024 (国際学会)
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 Haixin Zhang, 富樫 亮介, 井川 優二, 宮本 直人, 狩野 直樹
2. 発表標題 Adsorption of Cs on some functional materials
3. 学会等名 第59回アイソトープ・放射線研究発表会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 三浦 直也, 諸橋 峻秀, 宮本 直人, 狩野 直樹
2. 発表標題 イオン交換樹脂を用いた水溶液中のトリチウム挙動に関する研究
3. 学会等名 第59回アイソトープ・放射線研究発表会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Khashbaatar Zoltuya, Magsarjav Narantsetseg, Kano Naoki, Kim Hee-Joon
2. 発表標題 Development of New Dolomite-Based Adsorbent for Cr (VI) and the Adsorption Characteristics of Cr (VI)
3. 学会等名 化学工学会第53回秋季大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Khashbaatar Zoltuya, Magsarjav Narantsetseg, Akama Shota, Kano Naoki, Kim Hee-Joon, Sakai Yuji
2. 発表標題 Adsorption Characteristics of Arsenic (III) by using New Dolomite-Based Adsorbent
3. 学会等名 化学工学会第53回秋季大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 後藤淳
2. 発表標題 福島における放射性物質調査 (10) 自動車走行サーベイシステムASURA のデータ解析法の検討
3. 学会等名 日本原子力学会2022年秋の大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 ZOU Ming, 宮本直人, 狩野直樹, 大川浩一
2. 発表標題 第四級アンモニウム修飾セルロースを用いた陰イオン界面活性剤ドデシル硫酸ナトリウム (SDS) の吸着法の研究
3. 学会等名 第35回日本分析化学会関東支部新潟地区部会研究発表会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 原田直樹・安瀬大知・星野大空・高橋篤広・野川憲夫・鈴木一輝
2. 発表標題 ポット実験による懸濁態Cs-137のイネへの移行性の検討
3. 学会等名 復興農学会第2回研究会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 富樫亮介, 宮本直人, 狩野直樹
2. 発表標題 ゼオライトを用いた水溶液中からのセシウム除去
3. 学会等名 第58回アイソトープ・放射線研究発表会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Haixin Zhang, 宮本直人, 狩野直樹
2. 発表標題 Study on the characterization and performance of removing cesium by geomaterials
3. 学会等名 第58回アイソトープ・放射線研究発表会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 富樫亮介, Haixin Zhang, 宮本直人, 狩野直樹
2. 発表標題 ゼオライトや地質材料を用いた水溶液中からのセシウム除去
3. 学会等名 第34回日本分析化学会関東支部新潟地区部会研究発表会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 柿畑仁司・星野大空・鈴木一輝・野川憲夫・宮津進・吉川夏樹・原田直樹
2. 発表標題 請戸川水系の農業用水路内植生が保持する137Csストック量の推定
3. 学会等名 日本土壌肥料学会2021年度北海道大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 後藤淳
2. 発表標題 福島における放射性物質分布調査 (3)ASURA による放射性セシウム沈着量分布調査
3. 学会等名 日本原子力学会2021年秋の大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 後藤淳
2. 発表標題 自動車走行サーベイで測定した 線量率の経時変化に関する検討
3. 学会等名 第9回「原発事故被災地域における放射線量マッピングシステムの技術開発・運用とデータ解析に関する研究会」と第460回生存圏研究所シンポジウム「第11回東日本大震災以降の福島県の現状及び支援の取り組みについて」
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 A. Takahashi, A. Klevtsova, M. Takahashi, S. Miyazu, N. Yoshikawa, N. Nogawa, K. Suzuki, N. Harada
2. 発表標題 Impacts of 137Cs supplied as suspended solids in irrigation water on rice plants
3. 学会等名 7th International Symposium on Strategies for Sustainability in Food Production, Agriculture and the Environment 2021 (ISFAE 2021 NIIGATA) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 S. Ichii, T. Anze, N. Nogawa, S. Miyazu, N. Yoshikawa, K. Suzuki, N. Harada
2. 発表標題 137Cs added to the soil surface as suspended solids is easily absorbed by rice plants
3. 学会等名 7th International Symposium on Strategies for Sustainability in Food Production, Agriculture and the Environment 2021 (ISFAE 2021 NIIGATA) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 H. Kakihata, H Hosino, N. Nogawa, S. Miyazu, N. Yoshikawa, N. Harada, K. Suzuki
2. 発表標題 Estimation of the origin of organic matter containing high levels of 137Cs flowing into paddy fields via agricultural waterways
3. 学会等名 7th International Symposium on Strategies for Sustainability in Food Production, Agriculture and the Environment 2021 (ISFAE 2021 NIIGATA) (国際学会)
4. 発表年 2021年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 狩野 直樹 他	4. 発行年 2023年
2. 出版社 シーエムシー出版	5. 総ページ数 336
3. 書名 脱炭素と環境浄化に向けた吸着剤・吸着技術の開発動向	

〔出願〕 計1件

産業財産権の名称 分離フィルタ、及び分離フィルタの製造方法	発明者 狩野 直樹, Bat-Angalan M., 金 熙濬	権利者 同左
産業財産権の種類、番号 特許、2024-009042	出願年 2024年	国内・外国の別 国内

〔取得〕 計0件

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	後藤 淳 (Goto Jun) (90370395)	新潟大学・研究統括機構・助教 (13101)	
研究分担者	原田 直樹 (Harada Naoki) (50452066)	新潟大学・自然科学系・教授 (13101)	
研究分担者	金 熙濬 (Kim Hee-Joon) (50242045)	新潟大学・自然科学系・フェロー (13101)	
研究分担者	三嶋 謙二 (Mishima Kenji) (60758415)	筑波大学・計算科学研究センター・研究員 (12102)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関