

令和 5 年 6 月 6 日現在

機関番号：32613

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2020～2022

課題番号：20K12224

研究課題名(和文)リン酸塩ガラス異常現象を利用した放射性物質の固定化と分相リサイクル技術の確立

研究課題名(英文) Immobilization of radioactive materials using phosphate glass anomaly and establishment of phase separation recycling technology

研究代表者

大倉 利典 (OKURA, Toshinori)

工学院大学・先進工学部・教授

研究者番号：70255610

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,300,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、安価な粘土鉱物を吸着剤とし、Cs吸着粘土鉱物ごとリン酸マグネシウムガラスを用いてガラス固化する方法を検討した。吸着等温線より、モンモリロナイトMtsのCs飽和吸着量は119 mg g⁻¹であった。焼成前のMtsとCs吸着MtsではMtsの回折ピークのみが見られ、焼成後のMtsではムライト、焼成後のCs吸着Mtsではポルサイトが生成した。焼成済みCs吸着Mtsのガラス固化範囲を調べたところ、最大で30mass%程度のCs吸着Mtsを固化できることがわかった。蛍光X線分析の結果、すべての固化体試料にCsが残存していることを確認した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

現在、原子力発電所事故により発生した放射性物質による汚染土壌の保管技術は確立しておらず、課題となっている。本研究では、安価な粘土鉱物を吸着剤とし、Cs吸着粘土鉱物ごとガラス固化する方法を用いた。粘土鉱物はAlやSiのようなガラス形成成分が主成分であるため、ガラス固化が可能であり、減容化をした上で長期安定的な保管が期待できる。MgO-P2O5系ガラス(MPガラス)はメタ組成(MgO/P2O5=1)付近において、急激な密度低下が起こることから(リン酸異常現象)、より多くの廃棄物を取り込むことができる。本研究では、Cs吸着粘土鉱物の、MPガラスへの固化化の可能性を示した。

研究成果の概要(英文)：In this study, inexpensive clay minerals were used as adsorbents and the Cs adsorbed clay minerals were directly vitrified with magnesium phosphate glass. From adsorption isotherms, the saturated Cs adsorption of montmorillonite Mts was 119 mg g⁻¹. Only diffraction peaks of Mts were observed in the pre-calcined Mts and pre-calcined Cs-adsorbed Mts, while mullite was formed in the calcined Mts and porcite in the calcined Cs-adsorbed Mts. The extent of vitrification of calcined Cs-adsorbed Mts was investigated and it was found that up to 30 mass% of Cs-adsorbed Mts could be solidified. The results of X-ray fluorescence analysis confirmed that Cs remained in all solidified samples.

研究分野：無機材料化学

キーワード：粘土鉱物 セシウム リン酸マグネシウムガラス リン酸塩ガラス異常現象 ガラス固化 分相リサイクル

1. 研究開始当初の背景

2011年3月の東日本大震災により発生した原子力発電所事故により、これまで核燃料サイクルの中では比較的半減期が短い重要視されてこなかった Cs、Sr などの核種の放射性同位体が大気、海、土壤に飛散した。これにより新たな問題として、これらの核種の処理に関する技術の不足が明らかとなった。問題点は大きく分けて二つの段階からなる。初めの段階は、飛散して希薄な放射性物質を効率よく回収することであり、次の段階はそれを安全に長期間保管することである。この問題のうち保管(固化処理)に関しては、当研究グループでこれまで行われてきた放射性廃棄物のガラス固化技術を応用して核種の安定的な長期保管が可能であると考えられる。そのガラス固化技術につながる形で効率的な回収方法を確立することが必要とされている。

2. 研究の目的

現在、原子力発電所事故により発生した放射性物質による汚染土壤の保管技術は確立しておらず、課題となっている。除染が困難な放射性物質として Cs が挙げられるが、これは土壤中の粘土鉱物が様々な陽イオンを吸着および収着する能力を持ち、とりわけ Cs に対して高い選択性を示すためである。本研究では、安価な粘土鉱物を吸着剤とし、Cs 吸着粘土鉱物ごとガラス固化する方法を用いた。粘土鉱物は Al や Si のようなガラス形成成分が主成分であるため、ガラス固化が可能であり、減容化した上で長期安定的な保管が期待できる。ここで、ガラス溶融時の課題として、Cs の揮発が挙げられる。そこで、Cs 吸着粘土鉱物に対して焼成を行い、化学的安定性に優れたポルサイトを生成させることで、より安定的な Cs の固定化ができるを考える。当研究室では、MgO-P₂O₅系ガラス (MP ガラス) を用いた放射性廃棄物のガラス固化を検討してきた。MP ガラスはメタ組成 (MgO/P₂O₅=1)付近において、急激な密度低下が起こる(リン酸異常現象)ことから、より多くの廃棄物を取り込むことができる。本研究では、長期安定的な保管のため、Cs を吸着させた粘土鉱物の、MP ガラスへのガラス固化を検討した。

3. 研究の方法

100-4000 ppm の CsNO₃ 溶液 15 mL に対し、粉末状のモンモリロナイト(粘土学会標準試料: 月布産、以下 Mts) 0.1 g を加え、24 時間振とうさせた。3500 rpm で 1 時間遠心分離した後、上澄み液に対して原子吸光測定を行い、吸着等温線を作成して Mts の Cs 飽和吸着量を求めた。さらに、1M の CsNO₃ 溶液 500 mL に対し、Mts を 15 g を混合し 24 時間振とうさせて、Cs 飽和吸着試料(以下 CsMts) を作製した。得られた Mts、CsMts に対して 1200 °C で 3 時間焼成を行い、X 線回折(XRD)より結晶相の同定を行った。母ガラスとして種々の混合比の MgO、H₃PO₄ より MP ガラスを作製し、粉碎した MP ガラスと焼成済みの CsMts を混合(20 wt%、30 wt%) 後、1450 °C で 2 時間溶融、流し出し、急冷して固化体試料を得た。得られた固化体試料に対して、XRD、熱重量-示差熱分析(TG-DTA)、蛍光 X 線分析(XRF)を行った。

以下、母ガラス組成として MgO:P₂O₅=50:50 (mol%)、CsMts の含有率 20 wt%の固化体試料を MP5050CsMts20 と表記する。

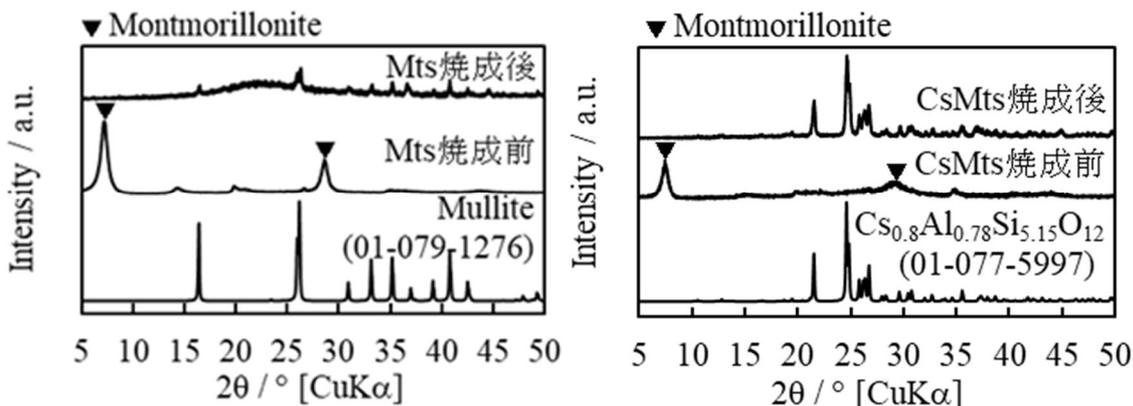


Fig. 1 焼成前後の Mts (上) と CsMts (下) の XRD パターン

4. 研究成果

吸着等温線より、Mts の Cs 飽和吸着量は 119 mg g^{-1} であった。Fig. 1 に焼成前後の Mts と CsMts の XRD パターンを示す。焼成前の Mts と CsMts では Mts の回折ピークのみが見られ、焼成後の Mts ではムライト ($3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$)、焼成後の CsMts ではポルサイト ($\text{Cs}_{0.8}\text{Al}_{0.78}\text{Si}_{5.15}\text{O}_{12}$) が生成した。作製した固化体試料のガラス化範囲を Table 1 に示す。CsMts 含有率 20 wt% の固化体すべてと MP4357CsMts30 は、XRD、TG-DTA よりガラス化を確認した。また、MP4753CsMts30 はガラス表面に失透、MP5050CsMts30 は融液の粘度が高く、流し出しができなかった。XRF より、すべての固化体試料に Cs が残存していることを確認した。

Table 1 CsMts固化体のガラス固化範囲

	20mass%	30mass%
MP5050	○	—
MP4753	○	○
MP4357	○	○

○ガラス化可 △表面失透 —流しだし不可

Fig. 2 に TG-DTA の結果を示す。また、ガラス転移温度を T_g 、結晶化温度を T_c とし、ガラスの熱的安定性を示す指標である T を $T_c - T_g$ として Table 2 に示す。さらに、Fig. 2 に試料に含まれる MgO のモル比と T の関係を示す。 MgO の割合が小さくなるにつれて、ガラスの熱的安定性は大きくなる傾向がみられた。

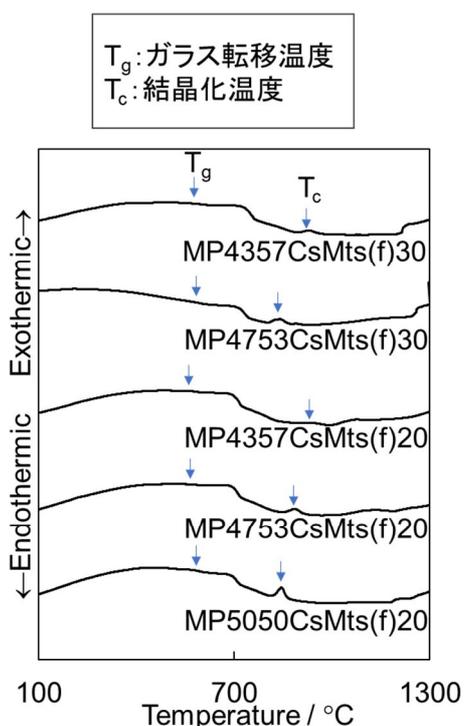


Fig. 2 固化体試料のDTA曲線

Table 2 TG-DTA測定の結果

名称	T_g / °C	T_c / °C	ΔT / °C
MP5050CsMts(f)20	584	844	260
MP4753CsMts(f)20	575	885	310
MP4357CsMts(f)20	570	933	362
MP4753CsMts(f)30	581	839	258
MP4357CsMts(f)30	577	927	350

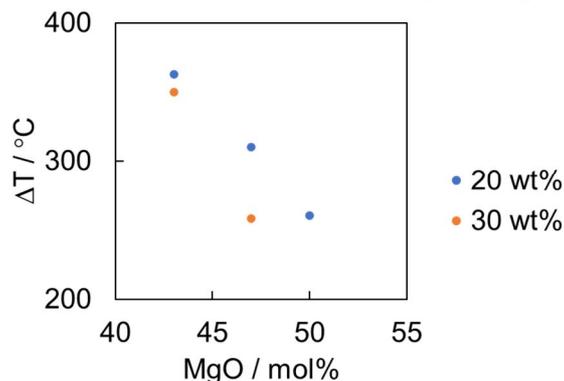


Fig. 3 母ガラスのMgO比と ΔT の関係

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計15件（うち査読付論文 11件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 3件）

1. 著者名 Toshinori Okura, Naoki Matsuoka, Yoshiko Takahashi, Naoya Yoshida, Kimihiro Yamashita	4. 巻 16
2. 論文標題 Chemically Driven Ion Exchanging Synthesis of Na ₅ YSi ₄ O ₁₂ -Based Glass-Ceramic Proton Conductors	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Materials	6. 最初と最後の頁 2155
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/ma16062155	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 國母優香, 小川実紗, 藤井達生, 大倉利典, 橋本英樹	4. 巻 95
2. 論文標題 アルカリホウケイ酸無鉛フリット / ヘマタイト混合焼成体の色彩に及ぼす微細構造の影響	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 色材協会誌	6. 最初と最後の頁 122-127
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.4011/shikizai.95.122	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Toshinori Okura, Takaaki Imai	4. 巻 -
2. 論文標題 Dissolution Behavior of MgO-P ₂ O ₅ Glass System for Vitrification of High-Level Radioactive Waste	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s10967-022-08272-7	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Toshinori Okura, Yuki Ota, Naoya Yoshida, Kimihiro Yamashita	4. 巻 313
2. 論文標題 Fast potassium ion conducting glass-ceramics of Na ₅ YSi ₄ O ₁₂ -type Na _{4-x} K _x Y _{0.6} P _{0.2} Si _{2.8} O ₉	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Materials Letters	6. 最初と最後の頁 131741
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.matlet.2022.131741	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Toshinori Okura, Koji Kawada, Kimihiro Yamashita	4. 巻 130
2. 論文標題 Microstructural effects on sodium ion conduction properties of grains and grain boundaries of Na ₅ YSi ₄ O ₁₂ -type silicophosphate glass-ceramics	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of the Ceramic Society of Japan	6. 最初と最後の頁 10-15
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2109/jcersj2.21111	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Naohiro Horiuchi, Kaede Ryu, Akiko Nagai, Toshinori Okura, Kimihiro Yamashita	4. 巻 8
2. 論文標題 Sol-gel synthesis and electrical properties of sodium ion conducting solid electrolyte with Na ₅ YSi ₄ O ₁₂ -type structure	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Open Ceramics	6. 最初と最後の頁 100175
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.oceram.2021.100175	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 Hideki Hashimoto, Dan Kawabe, Akane Terasawa, Hirofumi Inada, Taigo Takaishi, Toshinori Okura	4. 巻 41
2. 論文標題 Hematite crystal growth in high-temperature lead-free multicomponent alkali borosilicate glass frit for red overglaze enamels	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of the European Ceramic Society	6. 最初と最後の頁 7886-7892
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jeurceramsoc.2021.08.005	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Koji Kawada, Kimihiro Yamashita, Toshinori Okura	4. 巻 14
2. 論文標題 Crystallization and sodium-ion conduction properties of glass-ceramic solid solutions of Na ₅ FeSi ₄ O ₁₂ and Na ₄ ZrSi ₄ O ₁₂	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Functional Materials Letters (Full-Length Research Articles)	6. 最初と最後の頁 2141001
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1142/S1793604721410010	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Toshinori Okura, Koji Kawada, Yuta Nojima, Yoshiyuki Kojima, Kimihiro Yamashita	4. 巻 47
2. 論文標題 Photoluminescence properties of rare-earth ion-doped Na ₅ YSi ₄ O ₁₂ -based glass ceramics	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Ceramics International	6. 最初と最後の頁 1940-1948
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.ceramint.2020.09.023	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Koji Kawada, Kimihiro Yamashita, Toshinori Okura	4. 巻 545
2. 論文標題 Synthesis and characterization of Na ⁺ conducting glass-ceramic Na ₅ FeSi ₄ O ₁₂ doped with boron, aluminum, and gallium oxides	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Non-Crystalline Solids	6. 最初と最後の頁 120236
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jnoncrysol.2020.120236	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Koji Kawada, Kimihiro Yamashita, Toshinori Okura	4. 巻 128
2. 論文標題 Effects of boron and phosphorus substitution on sodium-ion conduction properties of glass-ceramic Na ₅ FeSi ₄ O ₁₂	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of the Ceramic Society of Japan	6. 最初と最後の頁 375-380
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2109/jcersj2.20083	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 大倉利典	4. 巻 56
2. 論文標題 リン酸塩ガラスの構造特異性とその応用 高レベル放射性廃棄物の固定化	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 セラミックス	6. 最初と最後の頁 147-151
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 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 関志朗, 須賀一博, 大倉利典	4. 巻 27
2. 論文標題 大型蓄電池の新しい設置形態を実現する複相電解質を用いた全固体電池開発	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 工学院大学総合研究所年報 (2019年度)	6. 最初と最後の頁 61-69
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 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 大倉利典	4. 巻 153
2. 論文標題 次世代機能性薄膜の動向 (3) ~ 物理・化学機能薄膜 ~	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Yano E plus	6. 最初と最後の頁 55-59
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 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 大倉利典	4. 巻 147
2. 論文標題 次世代高機能材料の動向 (4) ~ セラミックス機能材料 ~	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Yano E plus	6. 最初と最後の頁 14-17
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 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計35件 (うち招待講演 6件 / うち国際学会 5件)

1. 発表者名 高井香沙音, 川田耕司, 山下仁大, 大倉利典
2. 発表標題 Na ₂ O-Fe ₂ O ₃ -P ₂ O ₅ 系結晶化ガラス電極の合成と電気化学評価
3. 学会等名 日本セラミックス協会2023年年会 (横浜)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 大倉利典
2. 発表標題 2050年カーボンニュートラルに向けたイノベーション課題を考える ~次世代全固体電池材料から地層処分に向けたガラス固化体まで~
3. 学会等名 日本技術士会電気電子部会2月度講演会(東京)(招待講演)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Toshinori Okura
2. 発表標題 Fast sodium ion conducting glass-ceramic Na ₅ FeSi ₄ O ₁₂ doped with boron, aluminium, and gallium oxides
3. 学会等名 International Conference on Materials Science, Engineering and Technology (Dubai, United Arab Emirates: Virtual Conference) (招待講演)(国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 大河原悠斗, 國母優香, 川田耕司, 前川隆一, 仁科勇太, 奥野怜, 笠原辰哉, 大倉利典, 橋本英樹
2. 発表標題 陶磁器用フリットの粉砕と着色の関係
3. 学会等名 第9回工学院大学先進工学部イノベーションフォーラム(IFAEE)(オンライン)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 奥野怜, 笠原辰哉, 大倉利典, 橋本英樹
2. 発表標題 沈殿法による非晶質アルミナの合成
3. 学会等名 第9回工学院大学先進工学部イノベーションフォーラム(IFAEE)(オンライン)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 河村岳, 川田耕司, 吉田直哉, 山下仁大, 大倉利典
2. 発表標題 ZrO ₂ 置換Na ₂ O-Y ₂ O ₃ -P ₂ O ₅ -SiO ₂ 系結晶化ガラス固体電解質の作製とイオン伝導度の評価
3. 学会等名 第9回工学院大学先進工学部イノベーションフォーラム (IFAE) (オンライン)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 吉田直哉, 二木拓海, 大倉利典
2. 発表標題 水中における固体表面の気泡付着性
3. 学会等名 無機マテリアル学会第145回学術講演会 (熊本)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 門奈亜優, 吉田直哉, 川田耕司, 橋本英樹, 永井裕己, 山下仁大, 大倉利典
2. 発表標題 NASICON型Na ₃ V ₂ (P ₀₄) ₃ 結晶化ガラスの合成
3. 学会等名 無機マテリアル学会第145回学術講演会 (熊本)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 松本百華, 吉田直哉, 桑折仁, 橋本英樹, 山下仁大, 大倉利典
2. 発表標題 Na ₂ O-Y ₂ O ₃ -P ₂ O ₅ -SiO ₂ 系固体電解質の微細構造がイオン伝導度へ及ぼす影響の検討
3. 学会等名 無機マテリアル学会第145回学術講演会 (熊本)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 松本百華, 吉田直哉, 桑折仁, 橋本英樹, 山下仁大, 大倉利典
2. 発表標題 Na ₂ O-Y ₂ O ₃ -P ₂ O ₅ -SiO ₂ 系固体電解質の微細構造がイオン伝導度へ及ぼす影響の検討
3. 学会等名 日本セラミックス協会第3回酸素酸塩材料科学研究会(御茶ノ水)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 河村岳, 川田耕司, 吉田直哉, 山下仁大, 大倉利典
2. 発表標題 Zr置換Narpsio結晶化ガラス固体電解質の作製とイオン伝導度の評価
3. 学会等名 日本セラミックス協会第3回酸素酸塩材料科学研究会(御茶ノ水)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 門奈亜優, 吉田直哉, 川田耕司, 橋本英樹, 永井裕己, 山下仁大, 大倉利典
2. 発表標題 ガラス結晶化法によるNASICON型Na ₃ V ₂ (P ₀₄) ₃ 結晶化ガラスの合成
3. 学会等名 日本セラミックス協会第3回酸素酸塩材料科学研究会(御茶ノ水)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 橋本あや子, 川田耕司, 吉田直哉, 大倉利典
2. 発表標題 モンモリロナイトによるCs回収とリン酸塩ガラスを用いた固化処理
3. 学会等名 日本セラミックス協会第3回酸素酸塩材料科学研究会(御茶ノ水)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 大河原悠斗, 國母優香, 川田耕司, 前川隆一, 仁科勇太, 大倉利典, 橋本英樹
2. 発表標題 陶磁器用アルカリホウケイ酸無鉛フリット焼成体の着色に及ぼす粉碎と組成の影響
3. 学会等名 色材協会創立95周年記念会議(市ヶ谷)(国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 河村岳, 川田耕司, 吉田直哉, 山下仁大, 大倉利典
2. 発表標題 ZrO ₂ 添加Na ₂ O-Y ₂ O ₃ -P ₂ O ₅ -SiO ₂ 系結晶化ガラス固体電解質の作製とイオン伝導度の評価
3. 学会等名 第31回無機リン化学討論会(徳島)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 大倉利典
2. 発表標題 超Naイオン伝導性を持つ全固体電池のための新たな結晶化ガラスの開発
3. 学会等名 株式会社AndTech Webセミナー『ナトリウムイオン二次電池の最新開発動向・各種電極材と課題・将来展望』(オンライン)(招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 河村岳, 川田耕司, 吉田直哉, 山下仁大, 大倉利典
2. 発表標題 Na ₂ O-Y ₂ O ₃ -ZrO ₂ -P ₂ O ₅ -SiO ₂ 系結晶化ガラス固体電解質の作製とイオン伝導度の評価
3. 学会等名 無機マテリアル学会第144回学術講演会(オンライン)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 國母優香, 小川実紗, 藤井達生, 大倉利典, 橋本英樹
2. 発表標題 ヘマタイトとの反応に及ぼすアルカリホウケイ酸無鉛フリットの粘度の影響
3. 学会等名 日本セラミックス協会2022年年会(オンライン)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 小川実紗, 國母優香, 藤井達生, 大倉利典, 橋本英樹
2. 発表標題 アルカリホウケイ酸無鉛フリットとヘマタイトの反応に及ぼす石灰釉添加の影響
3. 学会等名 日本セラミックス協会2022年年会(オンライン)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Toshinori Okura
2. 発表標題 Synthesis and characterization of Na ⁺ conducting glass-ceramic Na ₅ FeSi ₄ O ₁₂ doped with boron, aluminium, and gallium oxides
3. 学会等名 17th International Conference of Computational Methods in Sciences and Engineering (ICCMSE 2021) (Crete, Greece: Virtual Conference) (招待講演)(国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 大倉利典
2. 発表標題 超Naイオン伝導性を持つ全固体電池のための新たな無機酸化物結晶化ガラス
3. 学会等名 工学院大学ノリそな中小企業振興財団「技術懇親会」『カーボンニュートラル達成に向けた工学院大学の取り組み』~建築及び高性能蓄電池材料開発によるイノベーション~(オンライン)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 五嶋環, 藤井克彦, 大倉利典
2. 発表標題 廃セッコウの微生物製剤に対する影響について
3. 学会等名 無機マテリアル学会第143回学術講演会 (オンライン)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 橋本太一, 大倉利典, 山崎由紀, 上原元樹
2. 発表標題 エーライト添加がエトリンナイト遅延生成に与える影響
3. 学会等名 無機マテリアル学会第143回学術講演会 (オンライン)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 星寿里奈, 吉田直哉, 大倉利典
2. 発表標題 交互浸漬法によるリン酸カルシウム系蛍光材料の合成
3. 学会等名 無機マテリアル学会第143回学術講演会 (オンライン)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 近本将, 吉田直哉, 大倉利典
2. 発表標題 交互浸漬法による塩化銀の析出と水滴除去性の関係
3. 学会等名 無機マテリアル学会第143回学術講演会 (オンライン)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 後藤拓馬, 吉田直哉, 大倉利典
2. 発表標題 二次元逆オパール構造が親水表面の水滴の濡れ拡がりに及ぼす影響の検討
3. 学会等名 無機マテリアル学会第143回学術講演会 (オンライン)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 國母優香, 小川実紗, 藤井達生, 大倉利典, 橋本英樹
2. 発表標題 陶磁器用無鉛ガラス/赤色酸化鉄焼成体の色彩に及ぼす微細構造の影響
3. 学会等名 日本化学会第11回CSJ化学フェスタ2021 (オンライン)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 國母優香, 小川実紗, 藤井達生, 大倉利典, 橋本英樹
2. 発表標題 アルカリホウケイ酸無鉛フリット/ヘマタイト混合焼成体の色彩に及ぼす微細構造の影響
3. 学会等名 2021年度色材研究発表会 (オンライン)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 川田耕司, 山下仁大, 大倉利典
2. 発表標題 Zr 置換 Na ₅ FeSi ₄ O ₁₂ 結晶化ガラスの合成とナトリウムイオン伝導性
3. 学会等名 日本セラミックス協会第34回秋季シンポジウム (オンライン)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 大倉利典, 今井隆晶
2. 発表標題 MgO-P2O5系高レベル放射性廃棄物ガラス固化体の溶解挙動
3. 学会等名 日本セラミックス協会第34回秋季シンポジウム (オンライン)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 橋本太一, 大倉利典, 山崎由紀, 上原元樹
2. 発表標題 エトリンガイトの遅延生成 (DEF) に関連した生成物の熱的挙動
3. 学会等名 日本セラミックス協会第34回秋季シンポジウム (オンライン)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 河村 岳, 川田耕司, 吉田直哉, 山下仁大, 大倉利典
2. 発表標題 Na2O-Y2O3-ZrO2-P2O5-SiO2系結晶化ガラス固体電解質の作製
3. 学会等名 日本セラミックス協会第34回秋季シンポジウム (オンライン)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 五嶋 環, 藤井克彦, 袋布昌幹, 大倉利典
2. 発表標題 廃セッコウを用いた好気性微生物培養方法の検討
3. 学会等名 無機マテリアル学会第142回学術講演会 (オンライン)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Toshinori Okura
2. 発表標題 Development of Na+ Conducting Rare Earth-Free Narpsio Glass-Ceramics
3. 学会等名 18th International Conference of Numerical Analysis and Applied Mathematics (ICNAAM 2020) (Rhodes, Greece: Virtual Conference) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Toshinori Okura
2. 発表標題 Development of Narpsio solid electrolytes with Na+-superionic conductivity prepared by crystallization of glasses
3. 学会等名 16th International Conference of Computational Methods in Sciences and Engineering (ICCMSE 2020) (Crete, Greece: Virtual Conference) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 大倉利典 他 (計55名)	4. 発行年 2020年
2. 出版社 技術情報協会	5. 総ページ数 543
3. 書名 エレクトロニクス用セラミックスの 応用、開発と評価手法	

〔出願〕 計5件

産業財産権の名称 ナトリウムイオン電池用部材、ナトリウムイオン電池用部材の形成材料、及び、ナトリウムイオン電池	発明者 大倉利典, 山下仁大	権利者 学校法人工学院 大学
産業財産権の種類、番号 特許、2023-33063	出願年 2023年	国内・外国の別 国内

産業財産権の名称 結晶化ガラス、ナトリウムイオン電池用電極、及び、ナトリウムイオン電池	発明者 大倉利典, 山下仁大	権利者 学校法人工学院 大学
産業財産権の種類、番号 特許、2022-179863	出願年 2022年	国内・外国の別 国内

産業財産権の名称 微生物製剤の製造方法、微生物製剤及び堆肥製造方法	発明者 石田陽平, 五嶋環, 藤井克彦, 大倉利典	権利者 株式会社太陽油 化
産業財産権の種類、番号 特許、PCT/JP2022/022475	出願年 2022年	国内・外国の別 外国

産業財産権の名称 堆肥製造方法、堆肥化資材、堆肥発酵産物、及び培養土	発明者 石田陽平, 五嶋環, 藤井克彦, 大倉利典	権利者 株式会社太陽油 化
産業財産権の種類、番号 特許、2021-093088	出願年 2021年	国内・外国の別 国内

産業財産権の名称 微生物製剤の製造方法及び微生物製剤	発明者 石田陽平, 五嶋環, 藤井克彦, 大倉利典	権利者 株式会社太陽油 化
産業財産権の種類、番号 特許、2021-093087	出願年 2021年	国内・外国の別 国内

〔取得〕 計0件

〔その他〕

<p>機能性セラミックス化学研究室 http://www.ns.kogakuin.ac.jp/~wwb1020/index.html 先進工学部の研究室 機能性セラミックス化学研究室 https://www.kogakuin.ac.jp/faculty/lab/ae_lab15.html</p>

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

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