

令和 5 年 6 月 29 日現在

機関番号：52604

研究種目：若手研究

研究期間：2020～2022

課題番号：20K15317

研究課題名(和文) Rfのハロゲン化物錯形成の系統的議論に向けた第4族元素の臭化物錯形成の研究

研究課題名(英文) Study of bromide complexation of group-4 elements for systematic discussion of halide complexation of Rf

研究代表者

横北 卓也 (Yokokita, Takuya)

サレジオ工業高等専門学校・その他部局等・助教

研究者番号：10802655

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)：Rfの同族元素であるZr及びHfの臭化物錯形成を調べるため、臭化水素酸系のイオン交換及び、UV-visスペクトル測定を行った。ZrとHfの陽イオン交換挙動がUV-visスペクトルの変化との関連性が見られた。一方、ZrとHfのイオン交換反応が遅く、短寿命のRfに対して、化学平衡到達下の結果を得ることが困難であることがわかった。このため、Rfの臭化物錯体の研究は、実験条件を再度検討する必要がある。関連研究として、Rfの硫酸錯体の研究も行った。ZrとHfの硫酸中の溶存状態を考察するため、溶媒抽出及びESI-MS測定を行った。本手法は、臭化水素酸系その他の化学反応系でも利用できると考えている。

研究成果の学術的意義や社会的意義

原子番号104番以降の超重元素に関しては、実験の難しさからこれまで実験がほとんど行われていない。そのような中で、最初の超重元素である104番元素のRfについては、いくつかの定量的な実験データも報告されており、さらなる実験データを取得することで、系統的な考察も行うことができ、超重元素領域における化学的性質の相対論効果の影響を調べることが可能となる。今回、関連研究として研究を行った硫酸錯体の研究では、Rfと同族元素の間でイオン交換挙動に差が見られており、この実験データを考察し、Rfの化学における相対論効果の影響を調べることにつなげていくことができると考える。

研究成果の概要(英文)：To study the bromide complexation of Rf, the bromide complexation of Zr and Hf were studied by using ion-exchange and UV-vis spectroscopic measurements in the hydrobromic acid system. On the other hand, the ion exchange reaction between Zr and Hf was slow, and it was difficult to obtain results below the chemical equilibrium for short-lived Rf. Therefore, experimental conditions need to be re-examined for the study of bromide complexes of Rf. As a related study, a sulfuric acid complex of Rf was also studied: solvent extraction and ESI-MS measurements were performed to examine the dissolved states of Zr and Hf in sulfuric acid. We believe that this method can be used in other chemical reaction systems such as hydrobromic acid systems.

研究分野：核・放射化学

キーワード：ラザホージウム 臭化水素酸 硫酸 イオン交換

1. 研究開始当初の背景

日本では、理化学研究所が 113 番元素 Nh を発見したように、世界中で、原子番号の大きな新元素合成が精力的に行われている。これらの新元素、特に、周期表の第 7 周期に属し、アクチノイド以降の元素である超アクチノイド元素 (超重元素) の化学的性質はほとんど未知である。超重元素は、加速器によってのみ製造可能な人工の放射性元素であり、その生成率は極めて少なく (多いもので 1 分間に数原子)、生成される核種の半減期も非常に短い (1 分以下)。このため、超重元素の化学実験は、一度に 1 原子しか取り扱うことができないため、単一原子化学と呼ばれている。そのような超重元素の化学的性質の興味として、相対論効果の影響が挙げられる。超重元素では、原子核の電荷が大きくなるため、内殻電子が原子核に強く引き付けられる。一方、外殻電子は、内殻電子の遮蔽効果によって拡張する現象が起きる。このような相対論効果の影響を強く受けるため、超重元素は特異な化学的性質を示す可能性がある [1]。

超重元素の化学実験は、1970 年代から開始されたものの、生成量が極めてく少ない短寿命の放射性同位体を取り扱う必要があるため、実験手法が制限され、データの統計精度も低く、熱力学的な考察に耐えうるような化学量を得ることは困難であった。そのような中で、マイクロカラム装置の開発により、Rf のフッ化物錯体の研究では、定量データが取得され、ラザホージウム (Rf) のフッ化物錯形成が同族元素の Zr と Hf と異なる化学形態をとることが明らかにされた [2]。その後、私の所属する研究グループでは、バッチ型固液抽出装置を開発し [3]、Rf の塩化物 [4] や硫酸錯体 [5] の研究において、過去の研究では確認できなかった Rf と同族元素のイオン交換挙動の差が明らかにしてきた。しかしながら、超重元素領域における強い相対論効果の影響を調べるためには、より多くの化学反応系のデータ取得が必要不可欠である。

2. 研究の目的

本研究では、超重元素 Rf を含む第 4 族元素 (Zr、Hf、Rf) の臭化物錯形成 (化学種、逐次錯形成反応、錯生成定数) を調べることを目的とした。この目的を達成するため、これまで取得してきた実験データに加え、追加実験を実施し、超重元素の錯形成を考察するための手法開発も目的とした。

3. 研究の方法

第 4 族元素の臭化物錯形成に関する研究

Zr 及び Hf の RI トレーサーの製造

イオン交換や溶媒抽出実験に、RI トレーサーの ^{88}Zr 及び ^{175}Hf を使用した。これらの RI トレーサーは理化学研究所の AVF サイクロトロンを使用し、 $^{89}\text{Y}(d, 3n)^{88}\text{Zr}$ 反応、 $^{175}\text{Lu}(d, xn)^{175}\text{Hf}$ 反応により、 ^{88}Zr と ^{175}Hf をそれぞれ製造した。製造した ^{88}Zr と ^{175}Hf は HCl 系の陰イオン交換クロマトグラフィーにより、標的から分離精製し、実験に使用した。

Zr 及び Hf のイオン交換実験

^{88}Zr と ^{175}Hf を含む HBr 溶液にイオン交換樹脂を混合し、バッチ的手法により、イオン交換実験を行った。同様の実験を樹脂なしで行うコントロール実験により、樹脂に吸着した ^{88}Zr と ^{175}Hf を算出した。これらの実験結果を基に、分配係数 (K_d) を取得した。

Zr の UV-vis スペクトル測定

ZrBr₄ を HBr に溶解させ、UV-vis スペクトルを測定した。

錯形成を考察するための手法開発に関する研究

Zr 及び Hf の溶媒抽出実験

^{88}Zr 及び ^{175}Hf を含む 0.1 M H₂SO₄ 溶液と TOA-CH₂Cl₂ 溶液を混合し、溶媒抽出実験を行った。抽出後の水相と有機相を Ge 検出器で測定し、Zr と Hf の分配比 (D) を測定した。

Zr 及び Hf の ESI-MS 測定実験

Zr または Hf を含む 0.2 M H₂SO₄ と 4 mM TOA-CH₂Cl₂ 溶液を混合し、溶媒抽出を行った。得られた有機相を CH₂Cl₂ で希釈し、ESI-MS 測定を行った。同様の実験を Zr と Hf を含まない H₂SO₄ 溶液を用いて行い、得られた ESI-MS スペクトルと Zr と Hf を含む ESI-MS スペクトルを比較し、Zr と Hf を含むイオン種を選定した。

Rf と SO₄²⁻ の錯形成における安定度定数導出に向けた Zr、Hf、Th の陰イオン交換挙動の考察

これまでの取得した Zr、Hf、Th の H₂SO₄ 系の陰イオン交換における K_d 値と硫酸濃度 [6]、文

献の安定度定数 [7]、Th の化学種情報 [8] を使って、Zr と Th の陰イオン交換の平衡定数を導出した。

4. 研究成果

HBr 系の Zr 及び Hf の研究 [9]

Zr と Hf の HBr 系の陰イオン交換挙動を取得したが、調べたすべての HBr 濃度で、 K_d 値が小さく (< 10 mL/g)、Zr 及び Hf が陰イオン錯体を形成していないことが示唆された。

Zr と Hf の HBr 系の陽イオン交換挙動を取得した (図 1)。Zr 及び Hf は似たような陽イオン交換挙動を示しており、1-7 M HBr で、HBr 濃度の上昇に伴い、 K_d 値が減少し、7 M 以上の HBr 濃度では、 K_d 値が増加した。

Zr の HBr 系の UV-vis スペクトルを測定したところ、1-5 M HBr で、極大吸収波長が 410-421 nm でモル吸光係数が HBr 濃度の上昇で増加した。6 M HBr 以上では、極大吸収波長が 390-391 nm と 463-467 nm の 2 つになり、共に HBr 濃度の上昇で、モル吸光係数が増加した。この UV-vis スペクトルの変化が、陽イオン交換挙動の変化と関連していることから、陽イオン交換挙動の変化は Zr の化学種の変化に伴うものであると示唆された。

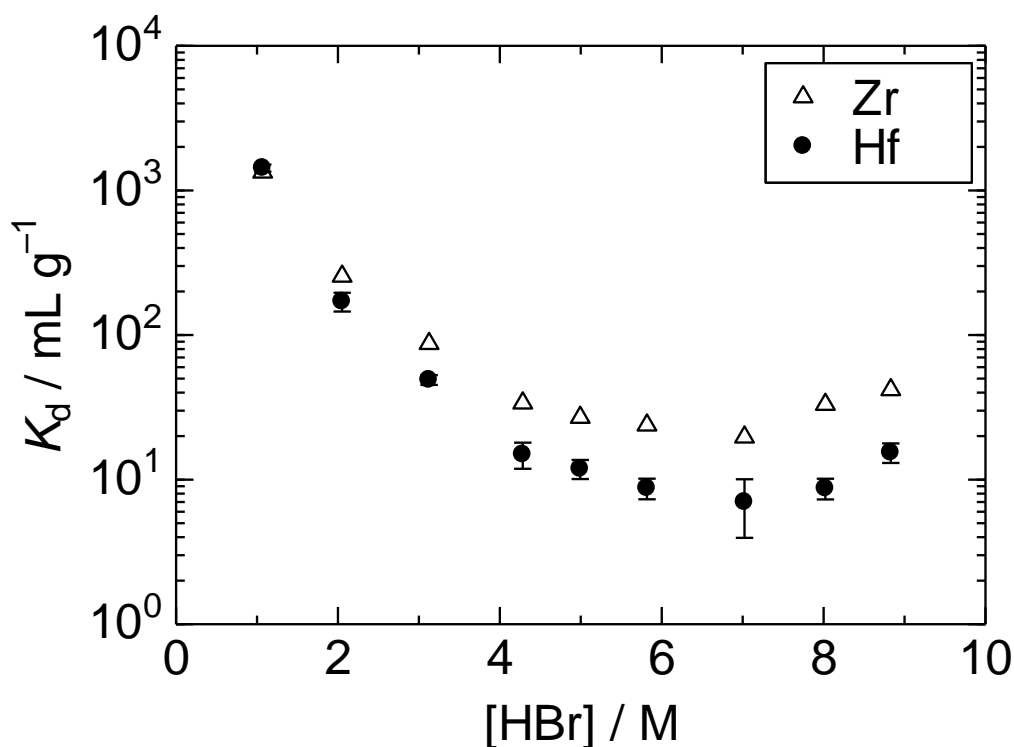


図 1. Zr と Hf の HBr 系の陽イオン交換における K_d 値の HBr 濃度依存性。

H₂SO₄ 系の Zr 及び Hf の研究 [10]

本研究は、Zr と Hf の HBr 系の化学種選定に向けた手法検討実験として行った。TOA/H₂SO₄ 系の Zr と Hf の溶媒抽出を行い、Zr と Hf の D の TOA 濃度依存性を取得した。log D vs. log [TOA] の傾きが、2 であったことから、TOA により、抽出されている化学種が HTOA を 2 つ含む化学種であることがわかった。

Zr と Hf を含む有機相の ESI-MS スペクトルと Zr と Hf を含まない有機相の ESI-MS スペクトルを取得し、それらを比較することで、Zr と Hf を含むピークを選定した。選定したピークのイオン種の化学種を考察し、もともとの抽出化学種が HTOA を 2 つ含むことを考慮した。その結果、H₂SO₄ 中の Zr と Hf の化学種が、 $[M(SO_4)_3]^{2-}$ 、 $[M(HSO_4)_2(SO_4)_2]^{2-}$ 、 $[M(OH)(HSO_4)(SO_4)_2]^{2-}$ 、 $[M(OH)(HSO_4)_3SO_4]^{2-}$ ($M = Zr, Hf$) と推定できた。ただし、この実験では、主要な化学種までは、推定できないため、今後、他の化学分析を行い、主要な化学種同定も必要である。

これまで取得してきた Zr の陰イオン交換結果と、文献 [7] の安定度定数を用いて、Zr の陰イオン交換における平衡定数を 1×10^2 と見積もった。また、文献 [8] の化学種の情報を基に、Th と SO_4^{2-} の安定度定数を算出し、陰イオン交換における平衡定数を見積もったところ Zr と同じく 1×10^2 となった。そこで、Hf と Rf の陰イオン交換における平衡定数を 1×10^2 と仮

定し、Hf の安定度定数を見積もった。今後、同手法による Rf の安定度定数を算出し、定量的な Rf の硫酸錯形成の議論を目指す。

引用文献

- [1] A. Türlér and V. Pershina, *Chem. Rev.* **2013**, *113*, 1273.
- [2] H. Haba *et al.*, *J. Am. Chem. Soc.* **2004**, *126*, 5219.
- [3] Y. Kasamatsu *et al.*, *Radiochim. Acta* **2015**, *103*, 513.
- [4] T. Yokokita *et al.*, *Dalton Trans.* **2016**, *45*, 18827.
- [5] T. Yokokita *et al.*, *RIKEN Accel. Prog. Rep.* **2019**, *53*, 165.
- [6] T. Yokokita *et al.*, *J. Radioanal. Nucl. Chem.* **2022**, *331*, 1127.
- [7] D. I. Ryabchikov *et al.*, *J. Inorg. Nucl. Chem.* **1964**, *26*, 965.
- [8] C. Henning *et al.*, *Inorg. Chem.* **2007**, *46*, 5882.
- [9] T. Yokokita and H. Haba, *RIKEN Accel. Prog. Rep.* **2021**, *54*, 151.
- [10] T. Yokokita and H. Haba, *RIKEN Accel. Prog. Rep.* **2022**, *55*, 122.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計17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 0件）

1. 著者名 Watanabe Eisuke, Kasamatsu Yoshitaka, Yokokita Takuya, Hayami Sho, Tonai Katsuma, Ninomiya Hidemi, Kondo Narumi, Shigekawa Yudai, Haba Hiromitsu, Kitagawa Yasutaka, Nakano Masayoshi, Shinohara Atsushi	4. 巻 -
2. 論文標題 Anion-exchange Experiment of Zr, Hf, and Th in HNO ₃ and Quantum Chemical Study on the Nitrate Complexes toward Chemical Research on Element 104, Rf	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Solvent Extraction and Ion Exchange	6. 最初と最後の頁 1~16
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/07366299.2021.2020956	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 Yokokita Takuya, Yano Shinya, Komori Yukiko, Haba Hiromitsu	4. 巻 331
2. 論文標題 Anion- and cation-exchange studies of Zr, Hf, and Th using ion-exchange resin and fiber in H ₂ SO ₄ media for chemical characterization of sulfate complex of Rf	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry	6. 最初と最後の頁 1127~1134
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s10967-021-08184-y	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 H. Haba et al.	4. 巻 54
2. 論文標題 Production of ²⁶⁶ Bh in the ²⁴⁸ Cm(²³ Na, 5n) ²⁶⁶ Bh reaction and its decay properties	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 RIKEN Accelerator Progress Report	6. 最初と最後の頁 141
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 M. Kato, S. Adachi, A. Toyoshima, K. Tsukada, M. Asai, T. Yokokita, Y. Komori, Y. Wang, Y. Shigekawa, D. Mori, H. Haba, A. Kashihara, A. Nakajima, K. Tokoi, Y. Suzuki, K. Nishizuka, K. Sueki	4. 巻 54
2. 論文標題 Anion-exchange behavior of Db in HF/HNO ₃ solution	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 RIKEN Accelerator Progress Report	6. 最初と最後の頁 147
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 T. Yokokita, Y. Kasamatsu, E. Watanabe, Y. Komori, Y. Shigekawa, Y. Wang, D. Mori, H. Ninomiya, S. Hayami, K. Tonai, K. Ghosh, A. Shinohara, H. Haba	4. 巻 54
2. 論文標題 Anion exchange of Rf in H2SO4 using the batch-type solid-liquid extraction apparatus AMBER	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 RIKEN Accelerator Progress Report	6. 最初と最後の頁 148
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 T. Yokokita, Y. Shigekawa, Y. Wang, Y. Komori, Y. Kasamatsu, E. Watanabe, H. Haba	4. 巻 54
2. 論文標題 Online anion-exchange experiment of Zr in H2SO4 for the chemical study of Rf in H2SO4	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 RIKEN Accelerator Progress Report	6. 最初と最後の頁 149
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 Y. Kasamatsu, N. Kondo, K. Nakamura, Y. Kuboki, H. Ninomiya, Y. Shigekawa, E. Watanabe, Y. Yasuda, K. Toyomura, M. Nagase, T. Yokokita, Y. Komori, H. Haba, T. Yoshimura, H. Itabashi, A. Shinohara	4. 巻 54
2. 論文標題 Solvent extraction of Zr and Hf from HCl by Aliquat 336 using a flow-type extraction apparatus toward online chemical studies of element 104, rutherfordium	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 RIKEN Accelerator Progress Report	6. 最初と最後の頁 150
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 T. Yokokita and H. Haba	4. 巻 54
2. 論文標題 Cation- and anion-exchange behavior and UV-vis spectroscopy of Zr in HBr for chemical characterization of bromide complexes of Rf	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 RIKEN Accelerator Progress Report	6. 最初と最後の頁 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 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 Kasamatsu Yoshitaka, Toyomura Keigo, Haba Hiromitsu, Yokokita Takuya, Shigekawa Yudai, Kino Aiko, Yasuda Yuki, Komori Yukiko, Kanaya Jumpei, Huang Minghui, Murakami Masashi, Kikunaga Hidetoshi, Watanabe Eisuke, Yoshimura Takashi, Morita Kosuke, Mitsugashira Toshiaki, Takamiya Koichi, Ohtsuki Tsutomu, Shinohara Atsushi	4. 巻 13
2. 論文標題 Co-precipitation behaviour of single atoms of rutherfordium in basic solutions	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Nature Chemistry	6. 最初と最後の頁 226 ~ 230
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41557-020-00634-6	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 Haba H. Fan F. Kaji D. Kasamatsu Y. Kikunaga H. Komori Y. Kondo N. Kudo H. Morimoto K. Morita K. Murakami M. Nishio K. Omtvedt J. P. Ooe K. Qin Z. Sato D. Sato N. Sato T. K. Shigekawa Y. Shinohara A. Takeyama M. Tanaka T. Toyoshima A. Tsukada K. Wakabayashi Y. Wang Y. Wulff S. Yamaki S. Yano S. Yasuda Y. Yokokita T.	4. 巻 102
2. 論文標題 Production of Bh266 in the Cm248(Na23,5n)Bh266 reaction and its decay properties	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Physical Review C	6. 最初と最後の頁 24625
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/physrevc.102.024625	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 Kasamatsu Yoshitaka, Kondo Narumi, Nakamura Kouhei, Kuboki Yuki, Ninomiya Hidemi, Shigekawa Yudai, Watanabe Eisuke, Yasuda Yuki, Toyomura Keigo, Nagase Masahiro, Yokokita Takuya, Komori Yukiko, Haba Hiromitsu, Yoshimura Takashi, Itabashi Hideyuki, Shinohara Atsushi	4. 巻 38
2. 論文標題 Solvent Extraction of Zr and Hf from HCl by Aliquat 336 using a Flow-Type Extraction Apparatus Toward Online Chemical Studies of Element 104, Rutherfordium	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Solvent Extraction and Ion Exchange	6. 最初と最後の頁 318 ~ 327
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/07366299.2020.1726075	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 S. Adachi, A. Toyoshima, K. Tsukada, H. Haba, Y. Komori, T. Yokokita, Y. Shigekawa, Y. Wang, A. Kashiwara, M. Kato, A. Nakajima, K. Sueki	4. 巻 53
2. 論文標題 On-line anion-exchange experiment of Nb and Ta in HF/HNO3 mixture solution for Db chemistry	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 RIKEN Accelerator Progress Report 2019	6. 最初と最後の頁 162
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 M. Kato, K. Tsukada, H. Haba, Y. Komori, T. Yokokita, D. Mori, S. Adachi, A. Kashihara, K. Sueki	4. 巻 53
2. 論文標題 Anion-exchange behavior of Nb, Ta and Pa in H2SO4	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 RIKEN Accelerator Progress Report 2019	6. 最初と最後の頁 163
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 T. Yokokita, H. Haba	4. 巻 53
2. 論文標題 Anion exchange of Nb and Ta in HF/HCl mixture solution for Db chemistry	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 RIKEN Accelerator Progress Report 2019	6. 最初と最後の頁 164
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 T. Yokokita, Y. Kasamatsu, E. Watanabe, Y. Komori, Y. Shigekawa, Y. Wang, D. Mori, H. Ninomiya, S. Hayami, K. Tonai, K. Ghosh, A. Shinohara, H. Haba	4. 巻 53
2. 論文標題 Anion exchange of element 104, Rf, at 0.11 M H2SO4 by using batch-type solid-liquid extraction apparatus, AMBER	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 RIKEN Accelerator Progress Report 2019	6. 最初と最後の頁 165
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 E. Watanabe, T. Yokokita, Y. Kasamatsu, S. Hayami, K. Tonai, Y. Shigekawa, H. Haba, A. Shinohara	4. 巻 53
2. 論文標題 Anion exchange of Zr, Hf, and Th by the automated extraction apparatus: toward the chemical study of 104Rf in HNO3	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 RIKEN Accelerator Progress Report 2019	6. 最初と最後の頁 166
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 Y. Komori, K. Ooe, T. Yokokita. Y. Shigekawa, H. Haba	4. 巻 53
2. 論文標題 An attempt to modify the membrane degasser (MDG)	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 RIKEN Accelerator Progress Report 2019	6. 最初と最後の頁 169
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4件(うち招待講演 0件/うち国際学会 0件)

1. 発表者名 横北卓也, 羽場宏光
2. 発表標題 Zr及びHfのスルファト錯体推定に向けたTOA/H ₂ SO ₄ 系の溶媒抽出
3. 学会等名 日本化学会第102春季年会 (2022)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 加藤 瑞穂, 安達 サディア, 豊嶋 厚史, 塚田 和明, 浅井 雅人, 羽場 宏光, 横北 卓也, 小森 有希子, 重河 優大, Yang Wang, 森 大輝, 柏原 歩那, 床井 健運, 中島 朗久, 鈴木 雄介, 西塚 魁人, 末木 啓介
2. 発表標題 HF/HNO ₃ 系における Db の陰イオン交換挙動
3. 学会等名 日本放射化学会第 64 回討論会 (2020)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 横北 卓也, 笠松 良崇, 渡邊 瑛介, 小森 有 希子, 重河 優大, 森 大輝, 王 洋, 二 宮 秀美, 速水 翔, 東内 克馬, ゴーシュ コースタブ, 篠原 厚, 羽場 宏光
2. 発表標題 硫酸系における Rf の陰イオン交換: 分配係数の硫酸濃度依存性
3. 学会等名 日本放射化学会第 64 回討論会 (2020)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 渡邊 瑛介, 笠松 良崇, 横北 卓也, 速水 翔, 東内 克馬, 重河 優大, 羽場 宏光, 篠原 厚
2. 発表標題 Rf の化学研究に向けた 89mZr の硝酸系でのオンライン陰イオン交換実験
3. 学会等名 日本放射化学会第 64 回討論会 (2020)
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔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
研究協力者	羽場 宏光 (Haba Hiromitsu)		

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
---------	---------