

戦略的国際共同研究プログラム(SICORP)
EIG CONCERT-Japan 共同研究
終了報告書 概要

1. 研究課題名：「高効率電力貯蔵を目指す低コストナトリウムイオン電池の開発」
2. 研究期間：2018年4月～2021年12月
3. 主な参加研究者名：

日本側チーム

	氏名	役職	所属	研究分担
研究代表者	駒場 慎一	教授	東京理科大学・理学部 第一部応用化学科	研究統括
研究参加者	久保田 圭	准教授	東京理科大学・研究推 進機構・総合研究院	検討計画策 定・管理
研究参加者	多々良 涼一	助教	東京理科大学・理学部 第一部応用化学科	検討計画策 定・管理
研究参加者	保坂 知宙	助教	東京理科大学・研究推 進機構・総合研究院	材料合成、評 価
研究参加者	アブドラハマン シャーフル ハ ミード	ポスト ドクト ラル研 究員	東京理科大学・理学研 究科化学専攻	材料合成、評 価
研究参加者	時田 祐輔	大学院 生	東京理科大学・理学研 究科化学専攻	材料合成、評 価
研究期間中の全参加研究者数			21名	

相手側チーム

	氏名	役職	所属	研究分担
研究代表者	Philipp Adelhelm	Professor	Friedrich-Schiller-University Humboldt University of Berlin	研究統括
主たる 共同研究 者	Teofilo Rojo	Scientific Director, Professor	CIC EnergiGUNE University of the Basque Country	検討計画策 定・管理
主たる 共同研究 者	Montserrat Galcerán	Associate Researcher	CIC EnergiGUNE	材料合成、 評価
研究参加者	Mustafa Göktas	PhD student	Humboldt University of Berlin	材料合成、 評価
研究参加者	Damien Saurel	Associate Researcher	CIC EnergiGUNE	材料合成、 評価
研究参加者	Liangtao Yang	PhD student	Friedrich-Schiller-University	材料合成、 評価
研究期間中の全参加研究者数			34名	

4. 国際共同研究の概要

高効率な電力貯蔵には蓄電デバイスが不可欠であり、大型定置用蓄電池の普及には低コ

スト、高変換効率、長寿命、安全性に優れた蓄電池が求められる。そこで本研究では、正極に希少金属フリーな Fe-Mn 系層状ナトリウム酸化物、負極に黒鉛を用いた、低コストナトリウムイオン二次電池の開発を目的とした。正極材料および負極材料、電解液の個々の電気化学特性の向上および電極反応の理解は勿論のこと、正負極材料と電解液を組み合わせた電池トータルでの材料開発とナトリウムイオン全電池構築を目指し、正負極材料開発、電解液開発、全電池評価を専門とする、日本、ドイツ、スペインの 3 カ国の研究チームが協力して本プロジェクトを遂行した。日本側研究チームは東京理科大学の駒場が研究代表者として、主に正極材料開発を担当した。これまでに蓄積した材料組成、結晶構造、表面改質のノウハウを活かし、層状酸化物ナトリウム電池正極材の研究を行うとともに、同時並行でドイツの Adelhelm 教授と共に電極材料に最適な電解液を調査した。また、スペイン CIC EnergiGUNE エネルギー協同研究センターの Rojo 教授と全電池の作製および評価を行い、上記目標を達成するナトリウムイオン二次電池の開発を行った。

5. 国際共同研究の成果

5-1 国際共同研究の学術成果および実施内容

本研究で得られた国際共同研究の成果は国際共著論文として纏めており (M. Goktas, T. Rojo, S. Komaba, P. Adelhelm et al., *ACS Appl. Mater. Interfaces*, **2019**, *11*, 36, 32844)、例えば図 1 に示すように、グラファイト負極へのナトリウムイオン-溶媒共挿入反応において、TFSI(ビストリフルオロスルホニルイミド)アニオンに比べ OTf(トリフルオロメタンスルホネート)アニオンの方がより高い安定性を示し、充放電に伴うクーロン効率(充電電気量に対する放電電気量の比)が高くなることを見出している。また国際連名発表として日本国内の学会(電気化学会第 88 回大会、発表#1124)でも報告を行い、国際誌のナトリウムイオン電池特集号において Editorial article (Y.-S. Hu, S. Komaba, T. Rojo et al., *Small Methods*, **2019**, *3*, 4, 1900184)を執筆するなど情報発信にも努めた。また日本側の成果に関しても 2022 年 2 月末時点で 11 件の原著論文、39 件の口頭発表(うち招待講演 18 件)を報告している。

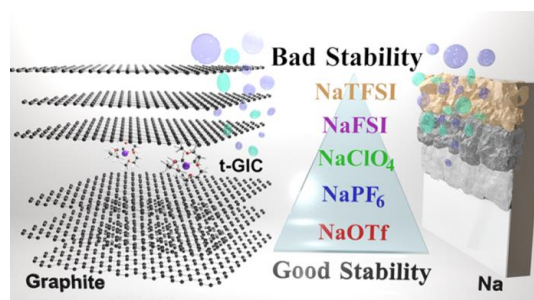


図 1 各種電解質塩のナトリウムイオン電池中での安定性(*ACS Appl. Mater. Interfaces*, **2019**, *11*, 36, 32844 より)

5-2 国際共同研究による相乗効果

共同研究先である Prof. Adelhelm グループおよび Prof. Rojo グループと 2 日間にわたってワークショップを共同開催し (Na-ion battery workshop, 2018/11/8~2018/11/9, Jena, Germany)、各グループの成果発表および今後の共同研究についての打ち合わせを実施した。また第 5 回ナトリウム電池国際会議(5th ICNaB, 2018/11/11~2018/11/17, Saint-Malo, France)にも共に参加し、成果発表および共同研究についての打ち合わせを実施した。これらの打ち合わせとは別に、2018/9/7~2018/10/8, 2019/8/26~2019/9/13 の二度にわたって Prof. Adelhelm グループより博士課程の学生を 1 ヶ月の間東京理科大学に受け入れ、黒鉛負極、層状酸化物正極の分析を推進した。これらの交流活動により、単に各グループの専門を組み合わせるだけでなく、より緊密な共同研究が遂行された。

5-3 国際共同研究成果の波及効果と今後の展望

本研究により、国際共同研究成果としての共著論文の発表に留まらず、通常国際会議等の限定的な期間では難しい深い議論を、世界最先端の技術を持つグループ同士で長期間にわたって行うことができ、また若手研究者を含めた国際的な輪が広まった。得られた見及び人脈を生かし、今後はより実用化に目を向けた研究開発を目指す。

Strategic International Collaborative Research Program (SICORP)
EIG CONCERT-Japan Joint Research Program
Executive Summary of Final Report

1. Project title : 「Low-cost and efficient sodium-ion battery based on abundant elements」
2. Research period : 04/2018 ~ 12/2021
3. Main participants :

Japan-side

	Name	Title	Affiliation	Role in the research project
PI	Shinichi Komaba	Professor	Tokyo University of Science	Research director
Collaborator	Kei Kubota	Associate Professor	Tokyo University of Science	Research management
Collaborator	Ryoichi Tatara	Assistant Professor	Tokyo University of Science	Research management
Collaborator	Tomooki Hosaka	Assistant Professor	Tokyo University of Science	Synthesis, analysis
Collaborator	Abdulrahman Shahul Hameed	Postdoc	Tokyo University of Science	Synthesis, analysis
Collaborator	Yusuke Tokita	Graduate student	Tokyo University of Science	Synthesis, analysis
Total number of participants throughout the research period:				21

Partner-side

	Name	Title	Affiliation	Role in the research project
PI	Philipp Adelhelm	Professor	Friedrich-Schiller-University Humboldt University of Berlin	Research director
Co-PI	Teofilo Rojo	Scientific Director, Professor	CIC EnergiGUNE University of the Basque Country	Research management
Co-PI	Montserrat Galcerán	Associate Researcher	CIC EnergiGUNE	Synthesis, analysis
Collaborator	Mustafa Göktas	PhD student	Humboldt University of Berlin	Synthesis, analysis
Collaborator	Damien Saurel	Associate Researcher	CIC EnergiGUNE	Synthesis, analysis
Collaborator	Liangtao Yang	PhD student	Friedrich-Schiller-University	Synthesis, analysis
Total number of participants throughout the research period:				34

4. Summary of the international joint research

Improving storage devices remains an essential task for highly efficient power storage; with the widespread use of large stationary batteries requiring batteries with low cost, high

conversion efficiency, long cycle life, and excellent safety. In this study, we aimed to develop a low-cost sodium-ion secondary battery using rare metal-free Fe-Mn layered sodium oxide as the positive electrode and graphite as the negative electrode. In addition to improving the electrochemical properties of individual cathode and anode materials and electrolytes, and understanding the electrode reactions, we targeted amenable cathode and anode materials with electrolytes for construction of improved, operable sodium-ion batteries. The research teams from Japan, Germany, and Spain, which specialize in the development of positive and negative electrode materials, electrolytes, and the evaluation of all batteries, collaborated to carry out this project. The Japanese research team, led by Dr. Komaba of Tokyo University of Science, was mainly in charge of the development of cathode materials. Using their accumulated expertise on material composition, crystal structure, and surface modification, the team conducted research on cathode materials for layered sodium oxide batteries, and at the same time, investigated the optimal electrolyte for electrode materials with Professor Adelhelm of Germany. In addition, we fabricated and tested several batteries with Prof. Rojo of CIC EnergiGUNE Energy Cooperative Research Center, Spain, and developed a sodium-ion battery that achieves the above goals.

5. Outcomes of the international joint research

5-1 Scientific outputs and implemented activities of the joint research

The results of the international collaboration in this study have been summarized in an international co-authored paper (M. Goktas, T. Rojo, S. Komaba, P. Adelhelm et al., ACS Appl. Mater. Interfaces, 2019, 11, 36, 32844). As summarized, the OTf (trifluoromethanesulfonate) anion was more stable than the TFSI (bistrifluorosulfonyl imide) anion in the sodium-ion-solvent co-insertion reaction on a graphite anode, and its Coulombic efficiency (ratio of charged to discharged electricity) was higher than that of TFSI. Our results were also presented at the 88th Annual Meeting of the Electrochemical Society of Japan (Presentation #1124) as an international joint presentation and were published as an editorial article in a special issue of the international journal "Sodium Ion Batteries" (Y.-S. Hu, S. Komaba, T. Rojo et al., Small Methods, 2019, 3, 4, 1900184). As of the end of February 2022, 11 original papers and 39 oral presentations (including 18 invited talks) have been reported from our group.

5-2 Synergistic effects of the joint research

We co-organized a two-day workshop with Prof. Adelhelm and Prof. Rojo groups (Na-ion battery workshop, 2018/11/8 - 2018/11/9, Jena, Germany). In that workshop, significant results of the project were presented and future collaborations were discussed.

We also participated in the 5th International Conference on Sodium Batteries (5th ICNaB, 2018/11/11 - 2018/11/17, Saint-Malo, France), where we presented the results of our work and discussed future joint research. Apart from these meetings, we accepted doctoral students from Prof. Adelhelm's group to Tokyo University of Science for one month from 9/7/2018 to 10/8/2018 and 8/26/2019 to 9/13/2019 to promote the analysis of graphite anodes and layered oxide cathodes. These exchange activities not only combined the expertise of each group, but also led to a closer collaboration.

5-3 Scientific, industrial or societal impacts/effects of the outputs

Through this research, we were able to not only publish a joint paper as a result of international collaborative research, but also have in-depth discussions to further progress our research goals. Such discussions are difficult in other venues, such as at an ordinary international conference. Sharing this collaboration among research groups with the world's most advanced technologies helped to expand our international circle, including young researchers. By making use of the knowledge and contacts gained, we aim to further conduct future research and developments with a focus on practical applications.

国際共同研究における主要な研究成果リスト

1. 論文発表等

*原著論文 (相手側研究チームとの共著論文) 発表件数 : 計 1 件

・査読有り : 発表件数 : 計 1 件

1. Mustafa Goktas, Christoph Bolli, Johannes Buchheim, Erik J. Berg, Petr Novak, Francisco Bonilla, Teofilo Rojo, Shinichi Komaba, Kei Kubota, and Philipp Adelhelm, Stable and unstable diglyme-based electrolytes for batteries with sodium or graphite as electrode, ACS Applied Materials & Interfaces, **2019**, 11, 36, 32844-32855, DOI: 10.1021/acsami.9b06760.

・査読無し : 発表件数 : 計 0 件

該当なし

*原著論文 (相手側研究チームを含まない日本側研究チームの論文) : 発表件数 : 計 11 件

・査読有り : 発表件数 : 計 11 件

1. Shinichi Komaba, Systematic study on materials for lithium-, sodium-, and potassium-ion batteries, Electrochemistry, 2019, 87, 6, 312-320, DOI:10.5796/electrochemistry.19-6-e2677.
2. Azusa Kamiyama, Kei Kubota, Takeshi Nakano, Shun Fujimura, Soshi Shiraishi, Hidehiko Tsukada, and Shinichi Komaba, High-Capacity Hard Carbon Synthesized from Macroporous Phenolic Resin for Sodium-Ion and Potassium-Ion Battery, ACS Applied Energy Materials, 2019, 3, 1, 135-140 DOI:10.1021/acsaem.9b01972.
3. Mika Fukunishi, Tatsuo Horiba, Maoud Dahbi, Kei Kubota, Sathoshi Yasuno, and Shinichi Komaba, Optimizing Micrometer-Sized Sn Powder Composite Electrodes for Sodium-Ion Batteries, Electrochemistry, 2019, 87, 1, 70-77 DOI:10.5796/electrochemistry.18-00069.
4. Kei Kubota, Saori Shimadzu, Naoaki Yabuuchi, Satoshi Tominaka, Soshi Shiraishi, Maria Abreu-Sepulveda, Ayyakkannu Manivannan, Kazuma Gotoh, Mika Fukunishi, Mouad Dahbi, and Shinichi Komaba, Structural Analysis of Sucrose-Derived Hard Carbon and Correlation with the Electrochemical Properties for Lithium, Sodium, and Potassium Insertion, Chemistry of Materials, 2020, 32, 2961-2911, DOI:10.1021/acs.chemmater.9b05235.
5. Tomooki Hosaka, Kei Kubota, A. Shahul Hameed and Shinichi Komaba, "Research Development on K-ion batteries", Chemical Reviews, 2020, 120, 6358-6466 DOI:10.1021/acs.chemrev.9b00463.
6. Kei Kubota, Electrochemistry and Solid-State Chemistry of Layered Oxides for Li-, Na-, and K-Ion Batteries, Electrochemistry, 2020, 88, 507-514, DOI:10.5796/electrochemistry.20-00092.
7. Shinichi Komaba, "Sodium-Driven Rechargeable Batteries: An Effort towards Future Energy Storage", Chemistry Letters, 2020, 49, 1507 - 1516, DOI:10.1246/cl.200568.
8. Yusuke Yoda, Kei Kubota, Kazutoshi Kuroki, Shinya Suzuki, Keisuke Yamanaka, Toyonari Yaji, Shota Amagasa, Yasuhiro Yamada, Toshiaki Ohta, and Shinichi Komaba, "Elucidating Influence of Mg- and Cu-Doping on Electrochemical Properties of O3-Nax[Fe,Mn]O2 for Na-Ion Batteries", Small, 2020, 16, 2006483 (9 pages), DOI:10.1002/smll.202006483.
9. Azusa Kamiyama, Kei Kubota, Daisuke Igarashi, Yong Youn, Yoshitaka Tateyama, Hideka Ando, Kazuma Gotoh, and Shinichi Komaba, "MgO-Template Synthesis of Extremely High Capacity Hard Carbon for Na-Ion Battery", Angewandte Chemie International Edition, 2021, 60, 5114 - 5120, DOI:10.1002/anie.202013951.
10. K. Kubota, M. Miyazaki, E. J. Kim, H. Yoshida, P. Barpanda, and S. Komaba,

Structural change induced by electrochemical sodium extraction from layered $O'3-NaMnO_2$, Journal of Materials Chemistry A, 2021, 9, 26810-26819 DOI:10.1039/d1ta05390f.

11. K. Kubota, N. Fujitani, Y. Yoda, K. Kuroki, Y. Tokita, and S. Komaba, Impact of Mg and Ti doping in O_3 type $NaNi_{1/2}Mn_{1/2}O_2$ on reversibility and phase transition during electrochemical Na intercalation, Journal of Materials Chemistry A, 2021, 9, 12830-12844 DOI:10.1039/d1ta01164b.

・査読無し：発表件数：計 0 件
該当なし

*その他の著作物 (相手側研究チームとの共著総説、書籍など)：発表件数：計 1 件

1. Yong - Sheng Hu, Shinichi Komaba, Maria Forsyth, Christopher Johnson, and Teófilo Rojo, A New Emerging Technology: Na - Ion Batteries, Small Methods, 2019, 3, 4, 1900184, 2019, DOI:10.1002/smt.201900184.

*その他の著作物 (相手側研究チームを含まない日本側研究チームの総説、書籍など)：発表件数：計 1 件

1. 保坂知宙, 久保田圭, 駒場慎一, ナトリウムイオン電池およびカリウムイオン電池用有機電解液の研究動向, 電気化学, 2019, 87, Autumn, 206-212, DOI:10.5796/denkikagaku.19-FE0020.

2. 学会発表

*口頭発表 (相手側研究チームとの連名発表)

発表件数：計 2 件 (うち招待講演：0 件)

1. 時田祐輔, 久保田圭, 多々良涼一, ムスタファ ゴクタス, フィリップ アデルヘルム, 駒場慎一, 「グライム系電解液に適合する Na イオン蓄電池正極用層状酸化物の合成」, 電気化学会第 88 回大会, オンライン開催, 11/24, 2021.3.22-24
2. 前島 捷人, 時田 祐輔, 久保田 圭, 保坂 知宙, 多々良 涼一, ムスタファ ゴクタス, フィリップ アーデルヘルム, 駒場 慎一, 「グライム系電解液に適合する Na イオン電池正極用 Al_2O_3 コート層状酸化物の合成」, 電気化学会第 89 回大会, オンライン開催, 2022.3.15-17

*口頭発表 (相手側研究チームを含まない日本側研究チームの発表)

発表件数：計 39 件 (うち招待講演：18 件)

1. Mizuki Hamada, "Fabrication of All-Solid-State Sodium Polymer Battery" The 19th International Meeting on Lithium batteries, Kyoto, Japan, 2018/6/ 17-22, ポスター発表.
2. Mizuki Hamada, "Demonstration of 4 V Class All-Solid-State Sodium Polymer Battery", 16th International Symposium on Polymer Electrolyte, Yokohama, Japan, 2018/6/24-29, ポスター発表.
3. 藤谷尚也, 「Mg, Ti で共置換した O_3 型 $NaNi_{1/2}Mn_{1/2}O_2$ の電極特性と充放電反応機構」, 2018 年電気学会秋季大会, 石川, 2018/9/25-26, 口頭発表.
4. Ayumi Noda, "Highly Concentrated Electrolytes for Aqueous Na- and K-Ion Batteries", 5th International Conference on Sodium Batteries, Saint-Malo, France, 2018/11/12-15, ポスター発表.
5. Shinichi Komaba, "Material science of Na- and K-ion batteries", Na-ion battery work

- shop, Jena, Germany, 2018/11/8, 口頭発表.
6. Kei Kubota, "P2 type layered Na-Ni-Mn based oxides for Na-ion batteries", Na-ion battery work shop, Jena, Germany, 2018/11/8, 口頭発表.
 7. Tomooki Hosaka, "Sodium and Potassium Insertion Mechanism of Iron and Manganese Hexacyanoferrate", Na-ion battery work shop, Jena, Germany, 2018/11/9, 口頭発表.
 8. Shinichi Komaba, "NaMeO₂ (Me=3d metal) for Na-ion batteries", 5th International Conference on Sodium Batteries, Saint-Malo, France, 2018/11/13, 招待講演.
 9. Kei Kubota, "Electrochemical Alkali-Metal Insertion/Extraction in Hard Carbon", 5th International Conference on Sodium Batteries, Saint-Malo, France, 2018/11/14, 口頭発表.
 10. 野田歩, 「NaFSA および KFSA 高濃度水系電解液の二次電池への適用」, 第 59 回電池討論会, 大阪, 2018/11/27-29, 口頭発表.
 11. 小沼宏生, 「黒鉛電極へのアルカリ金属イオン挿入脱離機構」, 第 45 回炭素材料学会年会, 名古屋, 12/5-7, 口頭発表.
 12. 佐藤周平, 「直方晶系 Na(Mn,Cu)O₂ の合成とナトリウムインサージョン特性」, 第 44 回固体イオニクス討論会, 京都, 2018/12/5-7, 口頭発表.
 13. 榎本実咲, 「Li/Na イオン交換法による LiNiO₂ の合成と Li 電池特性」, 電気化学会第 86 回大会, 京都, 2019/3/27-29, 口頭発表.
 14. 時田祐輔, 「層状 Na₂/3ZnxMn_{1-x}O₂ の合成と Na 電池特性」, 電気化学会第 86 回大会, 京都, 2019/3/27-29, 口頭発表.
 15. Shinichi Komaba, "Strategy for Advanced Na- and K-Ion Batteries", The Fourth International Forum on Cathode & Anode Materials for Advanced Batteries (ABCA-4), Hotel Nikko Suzhou, China, 2019/4/16., 招待講演.
 16. Shinichi Komaba, "On the NaMeO₂ (Me = 3d metal) for Na-ion batteries", 235th ECS Meeting, Dallas TX, USA, 2019/5/27., 招待講演.
 17. 福西美香, 「ナトリウムイオン電池用マイクロサイズ Sn 合剤電極の作製条件と電気化学特性」, 第 21 回化学電池材料研究会ミーティング, 日本化学会会館 (東京), 2019/6/12., 口頭発表.
 18. Shinichi Komaba, "Systematic Study of Lithium-, Sodium-, and Potassium-Ion Batteries", Special Seminar, ICMCB-CNRS, Bordeaux, France, , 2019/9/13., 口頭発表.
 19. Tomooki Hosaka, "Sodium and Potassium Insertion Mechanism into Manganese Hexacyanoferrate", Lithium Battery Discussions (LiBD2019), Arcachon, France, 2019/9/17., 口頭発表.
 20. Mika Fukunishi, "Functional Binders for Li-, Na-, and K-Ion Batteries", 236th ECS Meeting, Atlanta, GA, USA, 2019/10/15., 招待講演.
 21. Shinichi Komaba, "High-Capacity Sodium Insertion Materials for Negative Electrode of Na-Ion Batteries", 6th International Conference on Sodium Batteries (ICNaB-2019), Naperville, Illinois, USA, 2019/11/6., 招待講演.
 22. Kei Kubota, "Metal-Substitution in O3-type NaNi₁/2O₂ Cathodes for Na-Ion Battery",

- 6th International Conference on Sodium Batteries (ICNaB-2019), Naperville, Illinois, USA, 2019/11/6., 口頭発表.
23. 駒場慎一, 「蓄電池の基礎と未来に向けて取り組むべき課題」, 一般社団法人日本粉体工業技術協会 2019 年度秋期定例会合, ホテルグランヴィア京都, 京都, 2019/11/23., 招待講演.
 24. 齋藤陸遙, 「ソフトカーボン電極へのリチウム・ナトリウム・カリウム挿入脱離反応の調査」, 第 46 回炭素材料学会年会, 岡山大学, 岡山, 2019/11/28., 口頭発表.
 25. 神山梓, 「MgO 鑄型ハードカーボンのナトリウムイオン電池負極特性」, 第 46 回炭素材料学会年会, 岡山大学, 岡山, 2019/11/28., 口頭発表.
 26. Shinichi Komaba, "High-Energy Design of Na- and K-ion Batteries, as "Beyond Li-ion"", Le Studium Conferences – Towards Futuristic Energy Storage ; paving its way through Supercapacitors Li-ion batteries and beyond, Hotel de Ville de Tours, Tours, France, 2020/1/22., 招待講演.
 27. 久保田圭, 「リチウム・ナトリウム・カリウムインサージョン材料の固体化学・電気化学的探究と物質開拓」, 電気化学会第 87 回大会, 名古屋工業大学, 名古屋, 2020/3/19., 招待講演.
 28. 久保田圭, 「ソフトカーボン電極のリチウム・ナトリウム・カリウムインサージョン特性」, 電気化学会第 87 回大会, 名古屋工業大学, 名古屋, 2020/3/19., 口頭発表.
 29. 三浦佑介, 「ジグザグ層状型 $\text{NaMn}_{1-x}\text{Me}_x\text{O}_2$ (Me = Mn, Cu, Zn) の合成と電気化学特性」, 電気化学会第 87 回大会, 名古屋工業大学, 名古屋, 2020/3/19., 口頭発表.
 30. Shinichi Komaba, "Study of Materials for Next Generation Batteries", 日本化学会第 100 春季年会, 東京理科大学野田キャンパス, 千葉, 2020/3/23., 招待講演.
 31. Shinichi Komaba, "Higher-Capacity Electrodes for Na-Ion Batteries", 26th Topical Meeting of the International Society of Electrochemistry (ISE), 台湾, Keynote speaker,, 2020.3.29-4.1 (中止), 招待講演.
 32. 久保田圭, 層状酸化物正極材料の電気化学的 Li, Na, K インターカレーション反応, 2020 年度第 2 回関西電気化学研究会 Webinar, オンライン開催, 2020.9.17, 招待講演.
 33. Shinichi Komaba, "Sodium Insertion Carbon Materials As "Beyond Li-GIC ", PACIFIC RIM MEETING ON ELECTROCHEMICAL AND SOLID STATE SCIENCE (PRIME2020), HAWAII(USA) オンライン開催, Invited talk, #A03-0559,, 2020.10.4-9, 招待講演.
 34. Kei Kubota, "Binary Metal-Substitution in O3-type $\text{NaNi}_{1/2}\text{Mn}_{1/2}\text{O}_2$ Cathodes for Na-Ion Battery", 45th International Conference and Expo on Advanced Ceramics and Composites (ICACC2021 Virtual) Archive, オンライン開催, 3505248,, 2021.2.8-12, 招待講演.
 35. 久保田圭, リチウム・ナトリウム・カリウムイオン蓄電池の電極材料設計, 第 4 回 岡山大学 次世代電池材料研究会, オンライン開催,, 2021.3.11, 招待講演.
 36. 久保田圭, リチウム・ナトリウム・カリウム層状酸化物における固体化学と電気化学, 電気化学会第 88 回大会, オンライン開催, 3H10, 2021.3.22-25, 招待講演.
 37. 駒場慎一, ナトリウムおよびカリウムインサージョン材料の電気化学と蓄電応用,

2021 年電気化学会北陸支部春季大会 招待講演, オンラインミーティング,
2021.05.28, 招待講演.

38. Shinichi Komaba, Azusa Kamiyama, Kei Kubota, Daisuke Igarashi, Ryoichi Tatara, and Tomooki Hosaka, Li-GIC を凌駕するナトリウムイオン電池用炭素材料の開発, 第 406 回電池技術委員会, オンラインミーティング, 2021.06.25., 招待講演.
39. Shinichi Komaba and Kei Kubota, Layered Na-Mn-O Materials: Polytypes and Compositions, International Workshop on Sodium-Ion Battery, Online Meeting, 2021.11.24., 招待講演.

*ポスター発表 (相手側研究チームとの連名発表)

発表件数: 計 0 件

該当なし

*ポスター発表 (相手側研究チームを含まない日本側研究チームの発表)

発表件数: 計 12 件

1. 黒木和俊, 「軟 X 線吸収分光法を用いた $O3-Na_{5/6}Fe_{1/2-x}Mn_{1.2}Mg_xO_2$ ($x = 0, 1/6$) の充放電機構の解明」, 立命館大学 SR センター研究成果報告会, 滋賀, 2018/6/16, ポスター発表.
2. Azusa Kamiyama, "High Capacity Hard Carbon Synthesized from Phenolic Resin for Sodium Ion Battery", The 19th International Meeting on Lithium batteries, Kyoto, Japan, 2018/6/ 17-22, ポスター発表.
3. Naoya Fujitani, "High-Potential Electrode Performance and Reaction Mechanism of $O3-NaNi_{1/2}Mn_{1/2}O_2$ ", The 19th International Meeting on Lithium batteries, Kyoto, Japan, 2018/6/ 17-22, ポスター発表.
4. Mizuki Hamada, "All-Solid-State Polymer Na-ion Battery $P2-Na_{2/3}Ni_{1/3}Mn_{2/3}O_2//HC$ cell ", 5th International Conference on Sodium Batteries, Saint-Malo, France, 2018/11/12-15, ポスター発表.
5. Naoya Fujitani, "Impact of double-doping with Mg and Ti in $O3$ -type $NaNi_{1/2}Mn_{1/2}O_2$ for Sodium-Ion Battery", 5th International Conference on Sodium Batteries, Saint-Malo, France, 2018/11/12-15, ポスター発表.
6. Kazutoshi Kuroki, "Impact of Zn substitution on $O3$ -type $Na_{5/6}[Ni_{1/3}Mn_{1/2}Fe_{1/6}]O_2$ ", 5th International Conference on Sodium Batteries, Saint-Malo, France, 2018/11/12-15, ポスター発表.
7. Azusa Kamiyama, "High Capacity MgO-Template Carbon for Sodium-Ion Batteries", 6th International Conference on Sodium Batteries (ICNaB-2019), Naperville, Illinois, USA, 2019/11/6., ポスター発表.
8. Takasumi Saito, "Effects of Carbonization Temperature of Needle Coke on Structure and Electrochemical Lithium, Sodium, and Potassium Storage Properties", 6th International Conference on Sodium Batteries (ICNaB-2019), Naperville, Illinois, USA, 2019/11/6., ポスター発表.
9. Naoya Fujitani, "Origin of the Enhanced Electrode Performance of Mg and Ti

co-substituted O₃-Type NaNi_{1/2}Mn_{1/2}O₂ for Na-Ion Battery”, 6th International Conference on Sodium Batteries (ICNaB-2019), Naperville, Illinois, USA, 2019/11/6., ポスター発表.

10. Mika FUKUNISHI, ” Comparative study of electrochemical behavior of micro-Sn and nano-Sn negative electrodes for Na-ion batteries ”, MATERIALS RESEARCH MEETING 2019, 横浜シンポジウム、横浜, 2019/12/12., ポスター発表.

11. Naoya Fujitani, ”Impact of metal-substitution in O₃-type NaNi_{1/2}Mn_{1/2}O₂ for Na-Ion Battery”, MATERIALS RESEARCH MEETING 2019, 横浜シンポジウム、横浜, 2019/12/12., ポスター発表.

12. Azusa Kamiyama, ”Phenolic Resin Derived Hard Carbon as Negative Electrode for High-Energy Sodium- and Potassium-Ion Batteries”, MATERIALS RESEARCH MEETING 2019, 横浜シンポジウム、横浜, 2019/12/12., ポスター発表.

3. 主催したワークショップ・セミナー・シンポジウム等の開催

該当なし

4. 研究交流の実績 (主要な実績)

【ワークショップ共同開催】 2018/11/8～2018/11/9, Na-ion battery workshop Germany, Jena, Friedrich-Schiller-Universität Jena.

共同研究先である Prof. Adelhelm グループおよび Prof. Rojo グループと 2 日間にわたってワークショップを開催し、各グループの成果発表および今後の共同研究についての打ち合わせを実施した。

【5th ICNaB 参加および共同研究打ち合わせ】 2018/11/11～2018/11/17, 5th ICNaB, フランス、サンマロ、Hôtel Le Nouveau Monde

上記のワークショップ後に、第 5 回ナトリウム電池国際会議に共同研究先の Prof. Adelhelm グループおよび Prof. Rojo グループと共に参加し、成果発表および共同研究についての打ち合わせを実施した。

【学生・研究者の派遣、受入】

2018/9/7～2018/10/8, Prof. Adelhelm グループより博士課程の学生を 1 ヶ月の間東京理科大学に受け入れて、黒鉛負極の分析を推進した。

2019/8/26～2019/9/13, Prof. Adelhelm グループより博士課程の学生を 1 ヶ月の間東京理科大学に受け入れて、層状酸化物正極の分析を推進した。

5. 特許出願

研究期間累積出願件数 : 0 件

6. 受賞・新聞報道等

【受賞】

1. 東京理科大学 優秀研究者奨励賞, 久保田圭, 2019/3/13.
2. 電気化学会学術賞, 駒場慎一, 2019/3/28.
3. 平成 31 年度科学技術分野の文部科学大臣表彰・研究部門, 駒場慎一, 2019/4/17.
4. 1st Place Poster Award, 神山梓, 2019/11/6.
5. Highly Cited Researchers 2019, 駒場慎一, 2019/11/19.
6. 2020 年度電気化学会進歩賞(佐野賞), 久保田圭, 2020/3/18.
7. 日本化学会第 37 回学術賞, 駒場慎一, 2020/3/23.
8. Highly Cited Researchers 2020, 駒場慎一, 2020/11/18.

9. 電気化学会 2020年・年間ダウンロード数上位論文(第六位), 久保田圭, 2021/1/23.
10. 電気化学会 2020年・被引用回数上位論文(第一位), 駒場慎一, 2021/2/4.
11. 電気化学会 2020年・連続被引用回数上位論文(第五位), 駒場慎一, 2021/2/4.
12. Highly Cited Researchers 2021, 駒場慎一, 2021/11/17.

【報道】

13. 電子デバイス産業新聞, 7面, インタビュー ナトリウムやカリウムで新蓄電池, 2019/1/31, 駒場慎一
14. 東京新聞, 「未来を探る ③ナトリウム電池 ～ リチウムイオン電池を超えて」, 2019/11/18, 駒場慎一
15. 中日新聞, 「高価なレアメタル不要 ③ナトリウム電池 ～ リチウムイオン電池を超えて」, 2019/11/19 (夕刊), 駒場慎一
16. 日本経済新聞, 「再エネ普及へ蓄電池コスト減 東京理科大など・高性能競う」, 2020/11/22 (朝刊), 駒場慎一
17. 日本経済新聞, 「生命線の蓄電池 「リチウムの次」先陣争い」, 2021/1/12 (朝刊), 駒場慎一
18. JST news, 2021年3月号, pp. 6-7., 2021/3, 駒場慎一
19. 日本経済新聞, ナトリウムイオン電池 レアメタルが不要に, 2021/12/17 (朝刊), 駒場慎一

7. その他

- ・ 駒場慎一グループの成果として一般公表:
「研究成果: ナトリウムイオン電池の容量を増やす多孔質カーボン」
JST news, pp. 6-7, 2021年3月号
- ・ 駒場慎一
「現在の蓄電池の課題を解決する『次世代の蓄電池』の研究
「マイナビ進学 学問分野研究特集」, p. 149, 2021年6月
理科大広報課を通じた取材依頼と対応, 高校の総合の時間に使う教材のための学習資料
「マイナビ進学」HP内で「日本のエネルギー事情を改善する, 次世代の蓄電池を研究する」として紹介されている。
URL: <https://shingaku.mynavi.jp/gakkou/754/sm/>