

未来社会創造事業 探索加速型
「地球規模課題である低炭素社会の実現」領域
年次報告書(探索研究期間)

| |
|--------------------|
| 令和2年度 研究開発年次報告書 |
|--------------------|

平成29年度採択研究開発代表者

[研究開発代表者名：津田 哲哉]

[国立大学法人 大阪大学 大学院工学研究科・准教授]

[研究開発課題名：アニオン電池の社会実装を志向した要素技術の開発]

実施期間：令和2年4月1日～令和3年3月31日

§1. 研究開発実施体制

(1)「電解液探索・硫黄コンポジット正極(S(IV)/S系)」グループ(国立大学法人 大阪大学)

- ① 研究開発代表者:津田 哲哉 (大阪大学 工学研究科、准教授)
- ② 研究項目
 - ・電解液と正極のマッチングに関する知見の収集
 - ・新規な硫黄ドーパ炭素・硫化物正極活物質(S(IV)/S系)の合成とその電極反応解析

(2)「電極反応解析」グループ(国立研究開発法人 物質・材料研究機構)

- ① 主たる共同研究者:西川 慶 (物質・材料研究機構 エネルギー・環境材料研究拠点、主任研究員)
- ② 研究項目
 - ・硫黄コンポジット電極およびアルミニウムアニオン電池内での反応解析に適したオペランド分析法の開発

(3)「硫黄コンポジット正極(S/S²⁻系)」グループ(国立大学法人 岩手大学)

- ① 主たる共同研究者:宇井 幸一 (岩手大学 理工学部、准教授)
- ② 研究項目
 - ・新規な硫黄ドーパ炭素・硫化物正極活物質(S/S²⁻系)の合成とその電極反応解析

(4)「硫黄コンポジット正極(S(IV)/S系)」グループ(国立研究開発法人 産業技術総合研究所)

- ① 主たる共同研究者:妹尾 博 (産業技術総合研究所 エネルギー・環境領域 電池システム研究部門、主任研究員)
- ② 研究項目
 - ・新規な硫黄ドーパ炭素・硫化物正極活物質(S(IV)/S系)の合成とその電極反応解析

§2. 研究開発実施の概要

前年度に引き続き、アルミニウムアニオン電池の社会実装を目指す上で避けて通れない、電解液、高容量・高電位正極、電極反応解析に関する3つの研究課題に重点的に取り組んだ。最重要研究課題である高容量・高電位正極の開発については、チーム体制の変更・強化によって研究の加速を図った。電解液の開発は、クロロアルミネート錯アニオン種([AlCl₄]⁻、[Al₂Cl₇]⁻)の一部にクロロ基とは異なる官能基を導入するといったアプローチによって行い、塩化アルミニウムとアルカリ金属チオシアン酸塩から構成される無機イオン液体が室温(298 K)以下でも流動性を維持し、既知のAlCl₃系イオン液体・熔融塩と同様、アルミニウムアニオン電池の電解液として利用できること

を実験的に証明した。アルミニウムアニオン電池用の高容量・高電位正極として $S(IV)/S$ 電極反応を利用するための調査も行い、 S/S^{2-} のそれと比較して、過電圧の少ない理想的な正極反応になりうることがわかった。しかしながら、サイクル特性は硫黄活物質材料の種類によって大きく異なり、活物質の化学構造が電極の安定性に大きな影響を与える可能性が示唆された。以前から S/S^{2-} についてはこのような報告はされていたが、 $S(IV)/S$ にも同様の傾向があることが明らかとなり、硫黄系電極活物質の設計指針が明確になりつつある。また、電極作製に用いる導電剤の最適化や量産化に適した方法による正極の作製とその評価に取り組み、連続的に電極作製が可能な塗工法によって、良好な充放電挙動を示す硫黄正極の作製に成功した。以前から技術のブラッシュアップに取り組んでいた単粒子・微量粒子測定法については、アルミニウムアニオン電池用硫黄活物質への適用を開始し、硫黄系合材電極では捉えることの難しかった酸化還元挙動の解明に利用できることがわかった。

令和2年度の主要な論文等

Chen, Chih-Yao; Tsuda, Tetsuya; Kuwabata, Susumu. Inorganic $AlCl_3$ -alkali metal thiocyanate ionic liquids as electrolytes for electrochemical Al technologies. *Chemical Communications* (2020), 56, 15297-15300. DOI: 10.1039/d0cc06547a

Hosoya, Kei; Kamidaira, Toshiki; Tsuda, Tetsuya; Imanishi, Akihito; Haruta, Masakazu; Doi, Takayuki; Inaba, Minoru; Kuwabata, Susumu. Lithium-Ion Battery Performance Enhanced by Combination of Si Thin Flake Anode and Binary Ionic Liquid System. *Materials Advances* (2020), 1, 625-631. DOI: 10.1039/D0MA00296H

Tsuda, Tetsuya. Aluminum and Zinc Metal Anode Batteries. *Next Generation Batteries*, Kanamura, Kiyoshi, ed., Springer (Switzerland), pp. 565-580 (2021). ISBN: 978-981-336-667-1