

革新的 GX 技術創出事業 (GteX) チーム型研究
「蓄電池」領域
年次報告書

令和 5 年度
研究開発年次報告書

令和 5 年度採択研究開発代表者 (チームリーダー)

[研究開発代表者 (チームリーダー) 名 : 石川 正司]

[学校法人 関西大学 化学生命工学部・教授]

[研究開発課題名 : 低環境負荷・高特性リチウム硫黄電池の開発]

実施期間 : 令和 5 年 10 月 1 日 ~ 令和 6 年 3 月 31 日

§ 1. 研究開発実施体制

(1)「硫黄正極材料」グループ

① グループ参画者:

グループリーダー :石川 正司 (関西大学 化学生命工学部・教授)
主たる共同研究者 :向井 紳 (北海道大学大学院 工学研究院・教授)
:内田 悟史 (産業技術総合研究所 電池技術研究部門・主任研究員)
:小島 敏勝 (産業技術総合研究所 電池技術研究部門・主任研究員)

② 研究項目

【短期課題②】 正極サイクル安定性の向上
【中期課題②】 正極容量の向上とサイクル特性の維持
【長期課題②】 高容量とサイクル特性の維持と出力特性向上技術の開発

(2)「硫黄対応ソフト電解質」グループ

① グループ参画者:

グループリーダー :獨古 薫 (横浜国立大学 大学院工学研究院・教授)
主たる共同研究者 :奥野 陽太 (関西大学 化学生命工学部・助教)
:梅林 泰宏 (新潟大学 自然科学系・教授)
:藤本 和士 (関西大学 化学生命工学部・准教授)

② 研究項目

【短期課題③】 リチウム硫黄電池の安定作動に向けた電解液の最適化
【中期課題③】 リチウム硫黄電池用新規ソフト電解質の開発
【長期課題③】 高エネルギー密度・長寿命・高出力の両立に向けたソフト電解質の開発

(3)「リチウムマネジメント」グループ

① グループ参画者:

グループリーダー :片山 靖 (慶應義塾大学理工学部・教授)
主たる共同研究者 :篠原 武尚 (日本原子力研究開発機構 J-PARC センター・研究主幹)
:西 直哉 (京都大学 大学院工学研究科・准教授)
:門間 聰之 (早稲田大学 理工学術院・教授)
:石川 正司 (関西大学 化学生命工学部・教授)

② 研究項目

【短期課題④】 SEI 形成過程のその場解析
【短期課題⑤】 中性子イメージングの高分解能化

(4)「新規材料プロセス」グループ

① グループ参画者:

- グループリーダー : 栄部 比夏里 (九州大学 先導物質化学研究所 教授)
主たる共同研究者 : 井上 元 (九州大学大学院工学研究院 化学工学部門・教授)
主たる共同研究者 : 中西 康次 (兵庫県立大学 高度産業科学技術研究所・准教授)
主たる共同研究者 : 獨古 薫 (横浜国立大学 大学院工学研究院・教授)

② 研究項目

- 【短期課題⑥】 正極サイクル安定性の向上(硫黄安定化)
【中期課題⑦】 正極サイクル安定性の向上(反応分布抑制)

(5)「実証フルセル技術」グループ

① グループ参画者:

- グループリーダー : 門間 聰之 (早稲田大学 理工学術院・教授)
主たる共同研究者 : 井上 元 (九州大学大学院工学研究院 化学工学部門・教授)
主たる共同研究者 : 石川 正司 (関西大学 化学生命工学部・教授)
主たる共同研究者 : 獨古 薫 (横浜国立大学 大学院工学研究院・教授)

② 研究項目

- 【短期課題⑦】 電池プロセス開発
【中期課題⑧】 電池プロセス開発
【中期課題⑨】 全電池作動プロトコル検証
【長期課題⑦】 全電池プロセス・プロトコル開発

§ 2. 研究開発成果の概要

GteX の蓄電池領域におけるリチウム硫黄(Li-S)電池の開発では、エネルギー密度とサイクル特性の両者の向上を両立できる方策の確立を目指している。放電スタート型電池に用いる正極材料の開発では、「高硫黄含量マイクロ多孔性炭素技術」の中核となるボトルネック細孔を有する炭素の合成法を探索し、高効率で作製できる合成条件を明らかにすることができた。また、新規窒素含有前駆体 DAMN から合成する多孔性炭素については、種々の合成条件を検討することによって、硫黄固定用炭素基体に用いることで高容量の発現とサイクル安定性が獲得できる多孔性炭素の合成基本条件を明らかとした。一方、充電スタート型電池用正極材料については、活物質である Li_2S を液化すると取り扱いと材料特性が安定になることを見出し、今後のサイクル寿命向上につながると期待している。電解質に関しては、ALCA-SPRING での研究から引き続き用いているスルホラン系の電解液をさらに改良し、FEC+HFE 系統の電解液を導入することで、正極と負極の双方の充放電効率を向上させることができた。これら電解液については、Li イオンの挙動を実験的手法とシミュレーション手法で解析する方法を見出しており、さらなる電解液開発のためのツールになると期待している。他の強力なツールとして、Li の界面移動のその場解析と中性子イメージングによる解析の検討を開始し、それぞれの方法を確立した。これらの方法により、特に SEI の定量解析が安定に

行うことが可能になり、Li 負極の特性向上をさらに進展できると期待している。正極界面で効果を発揮する触媒・吸着材料の反応機構の調査は、複合化・複雑化すると予想しており、それを回避するための X 線吸収分光法による解析の準備を進めている。初年度では、予定通り標準材料のデータ収集を行うことができた。これら技術の複合的活用で、サイクル特性等の倍増につながる事が十分期待できる。なお、総合的な電池特性を発現させるための実証セルの作製準備も計画通り進んでおり、200-300Wh kg⁻¹ 級のセルの作製が可能となっているので、次年度以降の電池特性調査に使用する。