

未来社会創造事業 探索加速型
「持続可能な社会の実現」領域
年次報告書(本格研究期間)

令和3年度 研究開発年次報告書

令和元年度採択研究開発代表者

[研究開発代表者名：所 千晴]

[早稲田大学 理工学術院・教授]

[研究開発課題名：製品ライフサイクル管理と
それを支える革新的解体技術開発による統合循環生産システムの構築]

実施期間：令和3年4月1日～令和4年3月31日

§1. 研究開発実施体制

(1)「代表者」グループ(早稲田大学)

①研究開発代表者:所 千晴 (早稲田大学理工学術院、教授)

②研究項目

- ・電気パルス法による解体技術開発
- ・製品ライフサイクルシミュレータ開発
- ・動脈側メーカーとの議論
- ・未来型材料に対する電気パルス法を中心とした物理的分離濃縮技術の適用可能性調査

(2)「東大」グループ(東京大学)

①主たる共同研究者:菊池 康紀 (東京大学未来ビジョン研究センター、准教授)

②研究項目

- ・解体技術の LCA 評価
- ・未来型材料への電気パルス法を中心とした物理的分離濃縮技術の適用による環境負荷の変化の評価

(3)「熊大」グループ(熊本大学)

①主たる共同研究者:浪平 隆男(熊本大学産業ナノマテリアル研究所、准教授)

②研究項目

- ・電気パルス法による解体技術開発
- ・未来型材料に対する電気パルス法適用の技術的検討

§2. 研究開発成果の概要

本格研究開始時より実施している、高速度カメラを用いた可視化、3次元歪計測(3D-DIC)、分光ストリークカメラ、高速サーモグラフィの手法整備と高度化を引き続き行い、後述する様々な対象への電気パルス印加に伴う放電形成過程、プラズマ化物質特定、局所温度上昇、ガス膨張過程、衝撃波発生過程、物体の剥離・分解過程などを把握し、現象理解と機構解明を進めた。

鋼板を接着した系において、電気パルスが有効に分解に寄与するように、エポキシ系接着剤を基材としてファイバーを添加した接着剤と、接着面の構造の二つの方法の研究を進めた。その結果、ファイバー添加接着剤剥離に及ぼす物性変化の影響を考察し、活用方法が整理できた。接着面構造においては、分離に及ぼす主要な機構を整理し、有効な構造を検討できた。

リチウムイオン電池(LIB)の新規循環ループを創成するため、電気パルス法によるLIB正極からの正極材剥離機構を整理し、機構理解に基づきスケールアップを進めた¹⁾。電気パルス分解プロセスのイベントリデータを開発現場から収集して実施したライフサイクルアセスメント(LCA)の結果²⁾から得られた性能要件に合致するように、工業的処理に向けたパイロット装置の設計と製作を行った。

同じく、LIBを循環利用するために、LIBのSOH(健全度指数)をパラメータとして利用シナリオを評価するためのシミュレーションツール(LCS)を整備した。リサイクルにまわされるLiBの量と時期を見積もった。この結果を用い、解体・リサイクル拠点とそれらの間の物流計画の最適化手法をマルチエージェントモデルを用いて検討を始めた。

太陽光パネル(PV)の新規循環ループを創成するため、ライフサイクル評価(LCA)を実施し、その有効性を議論した。電気パルス法によりPVセルから付加価値が高い銀・銅が回収される機構を整理し、後段処理も含めてプロセス全体で回収率を高める方法を検討した³⁾。

電気パルス法の新規展開先検討として、企業等の開発動向や現状技術の調査を行い、重要と考えられた異種材料の複合材料を対象として試験を実施し、電気パルスによる分離可能性が高いことを見出した。

【代表的な原著論文情報】

- 1) K. Teruya et al., International Journal of Plasma Environmental Science and Technology. 2022, Vol.16, No.1, Article number e01003.
- 2) Y. Kikuchi et al., Waste Management. 2021, Vol.132, pp. 86 – 95.
- 3) S. Lim et al., IEEE Transactions on Plasma Science. 2021, Vol.49, No.9, pp. 2857 - 2865.