

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  
終了報告書(探索研究)

令和元年度  
終了報告書

平成30年度採択研究開発代表者

[研究開発代表者名：三木 貴博]

[国立大学法人東北大学大学院工学研究科・准教授]

[研究開発課題名：有機溶剤を用いた  
革新的レアメタル分離回収プロセスの創出]

実施期間：平成30年11月15日～令和2年3月31日

## § 1. 研究実施体制

### (1)「レアメタル分離回収」グループ(東北大学)

① 研究開発代表者: 三木 貴博 (東北大学大学院工学研究科、准教授)

#### ② 研究項目

- ・有機金属ガス生成
- ・有機金属ガス分離
- ・有機金属溶液の濃度測定法の確立
- ・有機金属溶液からの金属回収

### (2)「評価」グループ(立命館大学)

① 主たる共同研究者: 山末 英嗣 (立命館大学理工学部、教授)

#### ② 研究項目

- ・レアメタル分離回収プロセスのコスト・エネルギー・環境影響評価

## § 2. 研究実施の概要

リチウムイオン電池(LIB)の原料となる Co, Ni, Li 等の安定的な供給は我が国にとって非常に重要である。そのためには、新しい元素分離技術を駆使して、レアメタルを回収・再利用するプロセスを創出し、使用済み LIB からの Co, Ni, Li 等の回収を行うことが不可欠である。従来とは全く異なる回収プロセスとして、ガス化有機溶媒(たとえばアセチルアセトン, acetylacetone)を用いて 200°C前後の比較的低い反応温度で気-固反応を行い、使用済み LIB から Co や Ni などの有価金属を分離回収するプロセスの開発を行った。

東北大学では、試薬を用いての各種酸化物のアセチルアセトンとの反応による有機金属ガスの生成を確認した。マントルヒーターでアセチルアセトンを 140°Cに加熱し、アルゴンガスを流通させて、Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、Co<sub>3</sub>O<sub>4</sub>、MnO<sub>2</sub> 試薬とそれぞれ反応させ、揮発したガスを回収したところ、赤、黄色、黒の液体を回収することができた。ガス化アセチルアセトンと酸化物が反応し、金属錯体を含む溶液を得ることができた。Fe、Co 酸化物の価数によって、アセチルアセトンとの反応性に差があることも確認できた。室温ではアセチルアセトンへの Co(acac)<sub>2</sub>、Ni(acac)<sub>2</sub> の溶解度は 1mass%未満であり、溶液を加熱しても溶媒の沸点が低く、金属錯体溶液の分留ができず、結晶が析出することが分かった。析出した金属錯体の昇華温度の違いで Al(acac)<sub>3</sub>、Mn(acac)<sub>3</sub>、Co(acac)<sub>3</sub> の混合物の分離は可能であることを確認したが、更なる反応効率の向上が必要である。

立命館大学では、既存プロセスのコスト、エネルギー、環境評価に必要な情報収集を行い、暫定的な評価を行った。第一段階として、LIB の代表的な組成を決定した。組成情報は文献情報とヒアリング調査で得られた平均的な電動自動車のバッテリー容量情報を加味して修正した。また、得られた組成情報を基に、資源強度の代表的な指標である関与物質総量(Total Material Requirement, TMR)を用いて製造段階における環境影響を資源の観点から評価した。その結果、特にリサイクルをすべき元素として Cu, Ni, Co を選定しその影響を定量的に示すことに成功した。