

題名 **駆動用モータ磁石からのレアース回収技術開発**

実施者 早稲田大学創造理工学部環境資源工学科

期間

2019/6～2020/2

課題

<取り組んだ課題>

- ①リサイクル料金低減（ASRの削減、処理費低減等）
- ☑ ②自動車の新素材、新技術採用へのリサイクル対応（軽量化、電動化等）

目的

レアース等希少金属を使用したネオジム磁石がEVの駆動用モータで使用されている。天然資源に乏しい我が国において、EVの需要増加が予測される中において、廃モータ用磁石からのレアースリサイクルが重要となる。しかし現段階では、モータ解体やハンドリング性が阻害要因となり、廃モータ用磁石のリサイクルは経済的な観点より成立していない。そのため、モータを解体する事なく、廃モータ用磁石からレアース成分を分離/回収する技術の構築が必要となっている。

そこで本研究では、廃モータ/廃磁石からレアース化合物を低コストで分離・回収するリサイクル技術を構築することを目的とする。

課題

本研究は、廃モータ用磁石のリサイクル基礎技術確立から大型化検証まで、3か年計画で取り組んだ。

	課題	成果
FY 17	・乾式リサイクル法の基礎技術構築	ネオジム磁石とB ₂ O ₃ フラックスを溶融し、レアース含有スラグ相とFe-C相に分離。
FY 18	・フラックス量の低減 ・スケールの大型化	・Na ₂ B ₄ O ₇ でホウ素使用量がFY17 (B ₂ O ₃ フラックス) 対比、約半減。 ・100kg/batchサイズでの大型化実証。
FY 19	・フラックス種・量の最適化 ・スケールの大型化（継続）	・Na系フラックス最少化 + Ba、Ca、Liフラックスの検証（詳細は検証結果参照）。

取組体制

早稲田大学創造理工学部環境資源工学科
教授 山口勉功

日産自動車株式会社 材料技術部
小川 和宏、荒井 誠也、小金沢 泰一

取組内容

廃モータ用磁石のリサイクル実現のためには、フラックス使用量のさらなる低減と、モータを解体する事なく、廃モータ用磁石からレアース成分を分離/回収する技術の構築が必要となっている。そこで本年度は、
1) フラックス種と添加量の最適化
2) EVロータからのレアース含有スラグの分離/回収（100kg炉）について取り組んだ。

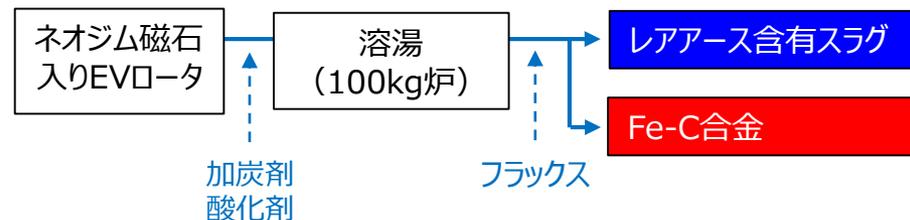


図1. 実験で用いた100kg溶解炉

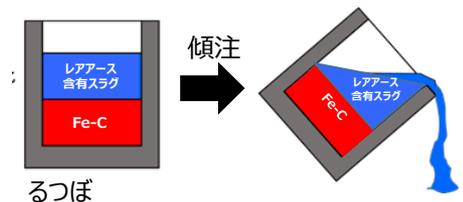


図2. 傾注によるレアース含有スラグの分離

題名 駆動用モータ磁石からのレアース回収技術開発

実施者 早稲田大学創造理工学部環境資源工学科

期間

2019/6～2020/2

結果

検証結果

1) フラックス種と添加量の最適化

Nd₂O₃に対するNa₂B₄O₇、BaB₄O₇、CaB₂O₄、およびLi₂B₄O₇フラックスの溶解度を調査するため、それぞれの擬二元系状態図を実験的に作成した。表1に結果概要を示す。その結果、Na₂B₄O₇フラックス添加領域が13～25mass%領域において、Nd₂O₃-Na₂B₄O₇系スラグの均一液相生成領域が存在する事を見出した。酸化ホウ素(B₂O₃)濃度としては9～17mass%であり、FY17 (B₂O₃フラックス) 対比でホウ素の使用量を最大で1/8に削減する事ができた。

表1. 各フラックスでの均一液相生成領域と酸化ホウ素濃度

	フラックス種	均一液相の生成領域 (mass%)	B ₂ O ₃ 濃度 (mass%)
FY17(参考)	B ₂ O ₃	75～	75～
FY18(参考)	Na ₂ B ₄ O ₇	60～	42～
FY19	Na ₂ B ₄ O ₇	13～25	9～17
	BaB ₄ O ₇	22～33	11～16
	CaB ₂ O ₄	42～52	23～29
	Li ₂ B ₄ O ₇	40～	33～

FY18成果
 約半減
 約1/8
FY19成果
 Newフラックス

2) EVロータからのレアース含有スラグの分離/回収

フラックス検討結果をもとに、EVロータからのレアース含有スラグの分離/回収実験を100kg/batchサイズの大型溶解炉を用いて実施した。表2および表3に結果概要を示す。フラックス存在下、EVロータを熔融加熱することにより、レアース含有スラグを傾注により分離/回収することができた。回収したFe-C中の残存レアース濃度は0.1%以下であり、レアース成分をもれなくスラグ中に回収できる事を確認した。湿式法により精製した酸化物中のレアース酸化物濃度は約99%であり、高純度レアース酸化物が回収出来ている事を確認した。

表2. 傾注によるレアース含有スラグとFe-Cの分離

実験条件		結果	
フラックス種	フラックス添加量	スラグ相の外観	Fe-C相の外観
Na ₂ B ₄ O ₇	18 mass%		
BaB ₄ O ₇	25 mass%		

表3. Fe-C相中の残存R量と酸化物中のR濃度

実験条件		結果	
フラックス種	フラックス添加量	Fe-C中の残存レアース量	酸化物中のレアース量
Na ₂ B ₄ O ₇	18 mass%	0.08 %	98.9 %
BaB ₄ O ₇	25 mass%	0.07 %	99.1 %

開発成果

- ① 開発の目的とした「市中走行後のモータ/廃磁石からレアース化合物を低コストで分離・回収するリサイクル技術」を確立した。
- ② 特許出願済み(特願2020-077557,特願2020-111868)

将来の展望

リサイクルの実用化・大型化を計るために、以下の内容に取り組む。
 ・リサイクラーへの技術移管およびスケールアップ検討