

2024 年度実施方針

環境部

1 件名

アルミニウム素材高度資源循環システム構築事業

2 根拠法

国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構法第 15 条第 3 号及び第 9 号

3 背景及び目的・目標

3.1 背景・目的

近年、人口増加とそれに伴う資源・エネルギー需要並びに廃棄物量の増大、加えて温暖化をはじめとする環境問題が深刻化しつつあることから、あらゆる経済活動において“循環経済（Circular Economy：CE）”への転換が求められている。本事業で対象とするアルミニウムは、輸送機器の軽量化に用いることで CO₂ 排出量を削減できることから、資源循環向上への取組みが特に期待される素材であり、需要の大きな伸びが予測されている。

アルミニウム新地金は、電解製錬によって広く製造されているが、この時の CO₂ 排出量原単位は 11.1 kg-CO₂eq/kg と非常に大きい。一方でアルミニウム再生地金は、再生に係るエネルギー消費が排出量原単位の比較で新地金製造時の 1/20 以下と非常に小さく、SDGs、CSR、ESG 投資等の考えからも低環境負荷素材として活用が期待されている。しかしながら再生地金は、スクラップのリサイクル過程で除ききれない不純物によって用途が限定されている。このため、再生地金の用途拡大をもたらす高度なリサイクル技術の開発は、アルミニウム素材を利用する国内企業製品の環境性能の向上や原材料調達の多角化、地球環境問題への貢献、国際競争力の向上につながる。

アルミニウム・バリューチェーンには、素材メーカー・リサイクル企業等のサプライヤー、自動車メーカー・飲料缶メーカー等のユーザーと多くの企業が存在する。本事業の研究開発では、バリューチェーンでの一体的な取組みが必要であることから、国には企業間を結ぶ橋渡し役としての役割が期待されており、かつ、市場形成の不確実性が高いことから、国主導の下で循環システム構築の方向性を示す必要がある。

本事業では、アルミニウムスクラップから高純度アルミニウム再生材を得るための高度な溶解技術の開発（研究開発項目① 不純物元素低減技術の開発）と、不純物が微量存在するアルミニウム再生材の性能向上させるための加工技術の開発（研究開発項目② 微量不純物を無害化するため高度加工技術等の開発）を推進することで、アルミニウム素材の高度資源循環システムの構築を目指す。

3.2 最終目標・中間目標 [助成事業 (NEDO負担率 : 1/2 以内)]

研究開発項目① 不純物元素低減技術の開発

最終目標(2025 年度) : Si : 7%以上を含むアルミスクラップから Si : 3%以下の再生アルミニウムを 70%以上回収可能とする技術を開発する。

中間目標(2023 年度) : Si : 5%以上を含むアルミスクラップから Si : 3%以下の再生アルミニウムを 70%以上回収可能とする技術を開発する。

研究開発項目② 微量不純物を無害化する高度加工技術等の開発

最終目標(2025 年度) : Si : 3%を含む再生材を使用した Al-Mg-Si 系 (6000 系) 合金で、以下の特性を有する材料を得るための技術を開発する。

従来の新地金ベース Al-Mg-Si 系 (6000 系) 成形用板材と引張強度同等で、伸び 0.9 倍。従来の新地金ベース 6000 系構造用材料と伸び同等で、引張強度 1.5 倍。

中間目標(2023 年度) : Si : 3%を含む再生材を使用した Al-Mg-Si 系 (6000 系) 合金で、以下の特性を有する材料を得るための技術を開発する。

従来の新地金ベース Al-Mg-Si 系 (6000 系) 成形用板材と引張強度同等で、伸び 0.8 倍。従来の新地金ベース 6000 系構造用材料と伸び同等で、引張強度 1.2 倍。

4 実施内容及び進捗 (達成) 状況

プロジェクトマネージャー (以下「PMgr」という。) は NEDO 環境部今西大介が務め、本事業全体の企画・運営・管理や、求められる技術的成果及び政策的効果の最大化に努めた。

4.1 2023 年度事業内容

研究開発項目① 不純物元素低減技術の開発

溶融塩電解を用いた電析法並びに電磁攪拌による結晶分別法の技術開発を実施した。

電磁攪拌による結晶分別法では、ラボスケールで、Si:5%を含むアルミスクラップから Si:3%以下かつスクラップ投入量に対して 70%の再生アルミニウムを回収して中間目標を達成した。更に Si:7%程度を含むアルミスクラップでも 60%以上の再生アルミニウムを回収し、最終目標達成への目途を得た。また、導入が遅れた実証プラントの稼働を開始し、処理量 10kg/バッチ程度で最終目標達成に向けた実験を行っている。

溶解前処理によるスクラップ組成制御の技術開発では、ソータ試作機ではアルミニウム合金種の判別率 50%が可能となり、選別技術の経済性について検証を行った。

溶融塩電解を用いた電析法では、小規模ベンチプラントで、溶融塩に LiCl 系並びに MgCl₂ 系の 2 種類を用いて研究開発を行ったが、LiCl 系・MgCl₂ 系とも電析物のアルミニウム純度はそれぞれ 80%程度・50%程度と低かった。いずれも電析物総重量の 70%以上が溶融塩の混入によるものであり、混入抑制のための電解条件の解析、制御には至っていない。このため、溶融塩電解の技術開発は終了とした。

研究開発項目② 微量不純物を無害化する高度加工技術等の開発

縦型高速双ロール鋳造法および加工熱処理、成形シミュレーションの技術開発並びに LCA 解析、知的財産戦略とりまとめ等を実施した。

縦型高速双ロール鋳造では、ラボ機（小型縦型実験機）で中間目標を達成し、各種改良等によって表面・内部組織の改善を図る等の実証機（長尺縦型実験機）で最終目標を達成する技術開発に取り組んでいる。

加工熱処理では、高圧スライド加工（HPS）並びに繰返し重ね圧延（ARB）を用いて中間目標を達成し、動的回復の挙動、加工歪みと時効温度の関係、組織観察について検証を行った。さらに逐次繰り出し高圧スライド加工（IF-HPS）を用いて大型板材の試作を実施した。

成形シミュレーションでは、既存合金材およびラボ機で試作された再生展伸材の高精度材料モデルを構築した。これを用いることで、成形シミュレーションの予測精度を目標レベルまで高められることを検証した。

LCA 解析では、電磁攪拌と加工熱処理による実験データから、GHG・コストの推計を行うとともに、AI 解析を用いてプロセスの条件最適化を行った。また、需要推計手法を用いて、国内外のアルミニウムを使用する製品の需要推計を行った。

運営面では、事業者・共同研究者を横串するディスカッションを設定し、情報・状況の共有化を図った。特に知的財産戦略に於いては、オープンパテント（合理的なライセンス料での実施許諾）、クローズドパテント（独占排他権行使）のコンセンサスを得た。

4.2 需給勘定推移

	2021 年度	2022 年度	2023 年度
予算現額（百万円）	287	447 (前年度繰越し含む)	247
執行額（百万円）	102	341	

5 事業内容

引き続き PMgr を今西大介が務め、本事業の企画・運営・管理を行って、技術的成果及び政策的効果を最大化させる。

実施体制については、別紙を参照のこと。

5.1 2024 年度の事業内容

2023 年度までの成果を踏まえ、以下の研究開発を行なう。

研究開発項目① 不純物元素低減技術の開発

電磁攪拌による結晶分別法の技術開発を推進し、実証プラントでの最終目標の達成並びに連続的なプロセス法の確立を目指す。プロセス法の確立には、純化部組成の再現性やバラつき等の検証が必要であることから、分析内容・手順の検討等を実施する。

研究開発項目② 微量不純物を無害化する高度加工技術等の開発

縦型高速双ロール鋳造では、実証機（長尺縦型実験機）の最適試作条件を見出して、安定したプロセスの確立を目指し、用途別仕様材の試作・評価を実施する。

加工熱処理では、IF-HPS または ARB により大型板材を試作し、機械的特性、耐食性の評価を行う。

成形シミュレーションでは、ラボ機、および、実証機で試作される再生展伸材の成形性を評価し、自動車部品や、飲料缶などといった部品への適用検討を始める。また、再生展伸材の成形シミュレーション技術の更なる改善を図る。

LCA 解析では、電磁攪拌および縦型高速双ロール鋳造の実証プロセスについて評価を行うとともに、アルミニウム使用製品に関する需要推計を行う。また、AI 解析手法を用いて、プロセスの最適化に関する支援を行う。

運営面では、再生材に対する規格・標準化について検討を行い、本事業に対する広報活動を強化する。

5.2 2024 年度事業規模

需給勘定 100 百万円（予算見通し、変動があり得る）

6 その他重要事項

6.1 評価の方法

技術的及び政策的な観点から、研究開発の意義、目標達成度、成果の技術的意義並びに将来の産業への波及効果等について、技術評価実施規程に基づいて評価を実施する。

評価時期は、終了時評価を 2026 年度とし、当該研究開発に係る技術動向、政策動向や当該研究開発の進捗状況等に応じて、前倒しする等、適宜見直すことがある。

6.2 企画・運営・管理

PMgr は、本研究開発全体の企画・運営・管理に責任を負い、研究開発の進捗のほか、外部環境の変化等を適時に把握して必要な措置を講じ、効率的かつ効果的な方法を以って次に掲げる事項を実施する。

① 研究開発の進捗把握・管理

PMgr は、研究開発実施者と緊密に連携することで研究開発の進捗状況を把握し、外部有識者で構成する技術推進委員会を必要に応じて開催して技術的評価を受ける等、目標達成に向けて取り組む。

② 技術分野における動向の把握・分析

PMgr は、事業で取組む技術分野について、内外の技術開発動向・政策動向・市場動向並びに技術普及に向けた分析・調査を検討し、必要があれば効率化の観点から本事業に於いて委託事業として実施する。

6.3 複数年度契約の実施

2024 年度から 2025 年度までの複数年度契約を行う。

6.4 継続事業に係る取扱いについて

2024 年度の助成先は次のとおり。

株式会社 U A C J、株式会社大紀アルミニウム工業所、トヨタ自動車株式会社、
本田技研工業株式会社、株式会社デンソー、東洋製罐グループホールディングス株式会社、
東洋製罐株式会社、株式会社神戸製鋼所、株式会社エイゾス、
一般社団法人日本アルミニウム協会

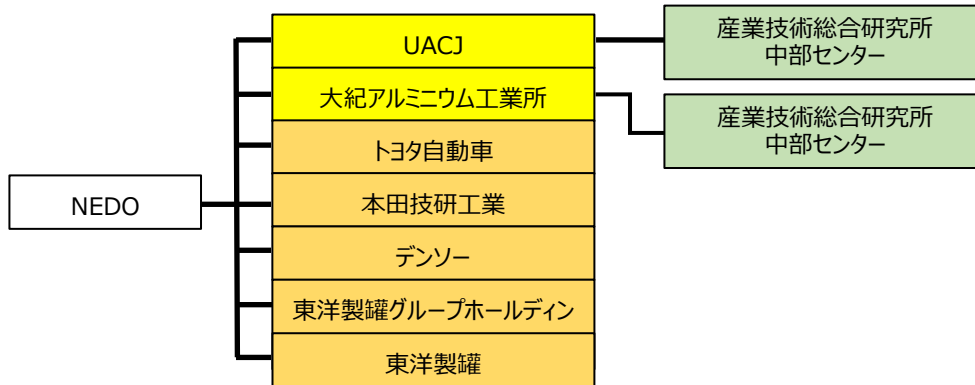
7 実施方針の改定履歴

2024 年 3 月 制定

8 (別紙) 事業実施体制

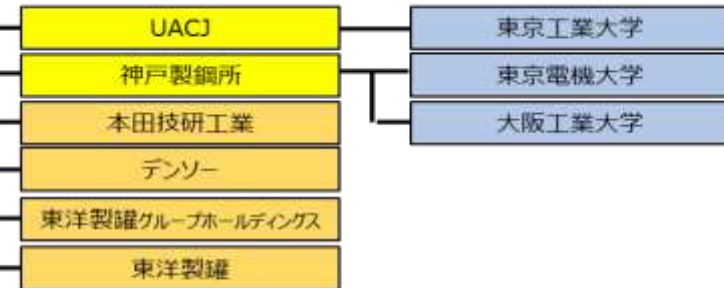
研究開発項目① 不純物元素低減技術の開発

①.溶解工程における不純物元素除去技術

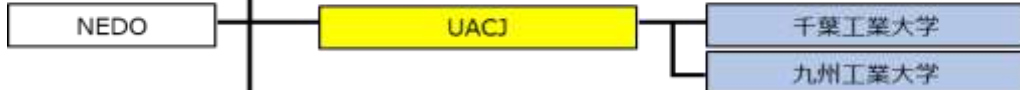


研究開発項目② 微量不純物を無害化する高度加工技術等の開発

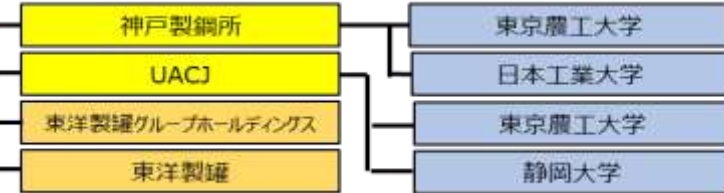
②-1.縦型高速双ロール鋳造を用いた不純物無害化技術



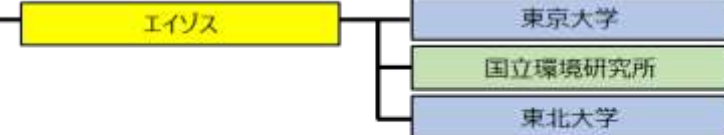
②-2.加工熱処理による不純物無害化技術



②-3.計算科学による再生アルミニウム材の高精度成形性予測技術



②-4.LCA・戦略策定支援



②-5.運営・規格化

