

## 「アルミニウム素材高度資源循環システム構築事業」基本計画

環境部

## 1. 事業の目的・目標・内容

## (1) 事業の目的

## ①政策的な重要性

近年、人口増加とそれに伴う資源・エネルギー需要の拡大、廃棄物量の増加、温暖化をはじめとする環境問題の深刻化が予測され、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。アルミニウムは、資源循環向上の取組が特に期待される素材であり、輸送機器の軽量化等、CO<sub>2</sub> 排出量削減を目的とする用途において需要の大きな伸びが予測されているが、電解製錬により新地金を製造するため、製造時の CO<sub>2</sub> 排出量原単位が 11.1 kg-CO<sub>2</sub>eq/kg と大きいという課題がある。一方、再生地金は、再生のためのエネルギー消費が小さく、その排出原単位が新地金の 1/20 以下と少ないことから、SDGs、CSR、ERG 投資などの影響により需要が増大しつつある低環境負荷のアルミニウム素材として活用が期待されている。ただし、アルミニウムスクラップのリサイクル過程で混入する不純物により、再生地金は一部の用途に使用が限定される状況にある。従って、低環境負荷型の再生地金の使用用途を拡大するための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製造企業における製品の環境性能向上を可能とし、資源制約の克服や地球環境問題の解決に貢献すると同時に、わが国企業の競争力向上につながる。

なお、アルミニウムのバリューチェーンには、リサイクル産業、合金メーカー、圧延メーカー、自動車メーカー等のユーザー企業と、多くの業界が関わっており、単一の企業・業界での研究開発は限界がある。バリューチェーンの一体的な取り組みが必要であるため、国が橋渡し役として各ステークホルダー間を繋ぐ必要がある。さらに、市場形成の不確実性が高い分野であることから、国の主導の下、循環システムの構築の方向性を示す必要がある。

## ②我が国の状況

第四次循環社会形成推進基本計画(2018年6月)において、アルミニウム等ベースメタルのリサイクルを一層促進するため、高度選別設備の開発・導入を支援するとともに、二次原料利用拡大に資する基準等の検討を行うこととしている。また、革新的環境イノベーション戦略(2020年1月)において、金属等の資源循環がCO<sub>2</sub>削減に寄与する重要技術として挙げられている。さらに、資源循環環境経済ビジョン2020(2020年5月)において、アルミニウム等ベースメタルについて、今後の需給見通しや再生材の利用可能性についての評価・分析の重要性について言及している。

日本におけるアルミニウム需要量に対する再生地金の割合は、世界平均を上回るものの、再生地金は混在する不純物のため、今後、需要が増加するとみられる展伸材に求められる高い材料性能が得られず、鑄造材へカスケード利用される状況にある。現在は、アルミニウムス

クラップ発生量と鋳造材の需要が釣り合っているものの、今後、鋳造材の需要はスクラップの発生量を下回ると予想され、需給バランスが崩れることが懸念されている。そのため、アルミニウムスクラップを高性能な展伸材に再生可能な技術開発が望まれている。

### ③世界の取組状況

欧州アルミニウム協会が提唱した Circular Aluminium Action Plan では、30 年以内に、アルミニウムの需要の 50%について、使用後のアルミニウムスクラップを原料として供給することで、CO<sub>2</sub>排出削減にも貢献するとしており、今後、LCA の観点でアルミニウム再生材利用の技術開発が活発化する状況である。具体的な研究として、クローズドループの構築により、アルミニウム資源の一部を閉じた系の中で循環利用することに主眼を置いたものがある。

### ④本事業のねらい

本事業は、アルミニウム素材の高度資源循環を実現するため、溶解工程高度化による不純物元素軽減技術、鋳造・加工・成形技術高度化による微量不純物無害化技術などを組み合わせることにより、アルミニウムスクラップから高性能な再生展伸材を開発する。

## (2) 事業の目標

### ①アウトプット目標(最終目標、中間目標)

本事業の目標を以下の通り設定する。

中間目標(2023 年度):

アルミニウム素材の高度資源循環システムの構築に目途をつける。具体的には、アルミニウムスクラップからアルミニウム展伸材へのリサイクルに向けて、以下の研究開発項目に掲げる技術開発を組み合わせ、以下を達成する。

#### ・研究開発項目①不純物元素低減技術の開発

Si: 5%以上を含むアルミニウムスクラップから 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

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

最終目標(2025 年度):

アルミニウム素材の高度資源循環システムの構築に資する基盤技術を確立する。具体的には、アルミニウムスクラップからアルミニウム展伸材へのリサイクルに向けて、以下の研究開発項目に掲げる技術開発を組み合わせ、以下を達成する。

・研究開発項目①不純物元素低減技術の開発

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。

・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

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

②アウトカム目標

2040 年度までにアルミニウム圧延業界を中心に再生展伸材の製造技術を確立し、普及率 30%に当たる再生展伸材生産量 130 万トン/年、CO<sub>2</sub>削減量 968 万t/年を達成する。さらに、2050 年度までに中長期アウトカム再生展伸材生産量 257 万トン/年、CO<sub>2</sub>削減量 1,914 万 t/年を達成する。これにより、アルミニウム素材の高度資源循環システムの社会実装へと展開する。その結果として、国内企業における製品の環境性能向上による国際競争力強化、及び幅広い産業における温室効果ガス排出量削減を実現する。

③アウトカム目標達成に向けての取組

設定したアウトカム指標(2040 年度に再生展伸材生産量:130 万トン/年、普及率 30%)の達成に向け、研究開発項目間で連携を図りながら、本事業での基盤技術確立を推進する。

(3) 研究開発の内容

上記目標を達成するために、以下の研究開発項目に掲げる技術開発を実施する。

本事業は、実用化まで長期間を要するハイリスクな「基盤的技術」の開発が必要となるが、実現には企業の積極的な関与が欠かせないことから、助成事業として実施する(NEDO負担率: 1/2 助成)。

研究開発項目①不純物元素低減技術の開発

溶解アルミニウムが凝固する際、純度の高い固体が先に現れる現象を利用して不純

物元素を低減する技術を開発する。電磁攪拌や機械振動を用いた非接触攪拌技術を使うことにより、純度の高いアルミニウムの回収効率の向上を図る。

#### 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

微量不純物存在下の材料特性を向上(高延性化、高強度化)させるため、微量不純物の無害化を可能とする鋳造圧延技術や加工熱処理技術の開発を行う。

## 2. 研究開発の実施方式

### (1) 事業の実施体制

プロジェクトマネージャー(以下「PM」という。)(候補)にNEDO環境部今西大介を任命して、プロジェクトの進行全体を企画・管理や、そのプロジェクトに求められる技術的成果及び政策的効果を最大化させる。

NEDOは公募により研究開発実施者を選定する。

研究開発実施者は、企業や大学等の研究機関等(以下「団体」という。)のうち、原則として日本国内に研究開発拠点を有するものを対象とし、単独又は複数で研究開発に参加するものとする。ただし、国外の団体の特別の研究開発能力や研究施設等の活用又は国際標準獲得の観点から必要な場合は、当該の研究開発等に限り国外の団体と連携して実施することができるものとする。

なお、各実施者の研究開発能力を最大限に活用し、効率的かつ効果的に研究開発を推進する観点から、NEDOは研究開発責任者(プロジェクトリーダー)を選定し、各実施者はプロジェクトリーダーの下で研究開発を実施する。

### (2) 研究開発の運営管理

NEDOは、研究開発全体の管理、執行に責任を負い、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、必要な措置を講じるものとする。運営管理は、効率的かつ効果的な方法を取り入れることとし、次に掲げる事項を実施する。

#### ① 研究開発の進捗把握・管理

PMは、プロジェクトリーダーや研究開発実施者と緊密に連携し、研究開発の進捗状況を把握する。また、外部有識者で構成する技術検討委員会を必要に応じて組織し、技術的評価を受け、目標達成の見通しを常に把握することに努める。

#### ② 技術分野における動向の把握・分析

PMは、プロジェクトで取り組む技術分野について、内外の技術開発動向、政策動向、市場動向等について調査し、技術の普及方策を分析、検討する。なお、調査の効率化の観点から、必要に応じて本プロジェクトにおいて委託事業として実施する。

### (3) その他

本プロジェクトは非連続ナショナルプロジェクトとして取扱う。

### 3. 研究開発の実施期間

2021 年度から 2025 年度までの5年間とする。

### 4. 事業の評価に関する事項

NEDOは技術評価実施規程に基づき、技術的及び政策的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、プロジェクト評価を実施する。

評価の時期は、中間評価を 2023 年度、事後評価を 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、適宜見直すものとする。また、中間評価結果を踏まえ必要に応じて研究開発の加速・縮小・中止等の見直しを迅速に行う。

### 5. その他重要事項

#### (1)「プロジェクト基本計画」の見直し

PMは、当該研究開発の進捗状況及びその評価結果、社会・経済的状況、国内外の研究開発動向、政策動向、研究開発費の確保状況等、プロジェクト内外の情勢変化を総合的に勘案し、必要に応じて目標達成に向けた改善策を検討し、達成目標、実施期間、実施体制等、プロジェクト基本計画を見直す等の対応を行う。

#### (2) 根拠法

本事業は、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 号に基づき実施する。

### 6. 基本計画の改訂履歴

(1) 2021 年 2 月、制定。

(2) 2021 年 12 月、プロジェクトマネージャーの変更。

## (別紙 1) 研究開発計画

### 研究開発項目①不純物元素低減技術の開発

#### 1. 研究開発の必要性

アルミニウムスクラップは、混入する不純物のため展伸材に求められる高い材料性能が得られず、鑄造材へ再利用されることとなる。しかし、今後は鑄造材の需要はスクラップの発生量を下回ると予想され、需給バランスが崩れることが懸念されている。そのため、鑄造材を含むアルミニウムスクラップを高性能な展伸材に再生可能な技術開発が必要とされている。

#### 2. 具体的な研究内容

溶解アルミニウムが凝固する際、純度の高い固体が先に現れる現象を利用して不純物元素を低減する技術を開発する。電磁攪拌や機械振動を用いた非接触攪拌技術を使うことにより、純度の高いアルミニウムの回収効率の向上を図る。

#### 3. 達成目標

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。

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。

### 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

#### 1. 研究開発の必要性

研究開発項目①に述べた通り、鑄造材を含むアルミニウムスクラップを高性能な展伸材に再生可能な技術開発が必要とされており、研究開発項目①では、不純物元素の低減によって、純度の高いアルミニウムを得る技術開発を実施する。ただし、この手法のみで新地金と同等まで不純物を減らすのはコスト面から無理があると想定される。よって、不純物元素がある程度低減された再生アルミニウムから、展伸材への利用を可能とする技術開発が必要となる。

#### 2. 具体的な研究内容

微量不純物存在下の材料特性を向上(高延性化、高強度化)させるため、微量不純物の無害化を可能とする鑄造圧延技術や加工熱処理技術の開発を行う。

### 3. 達成目標

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 倍を達成する。

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 倍を達成する。



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 倍を達成する。

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 倍を達成する。

(別紙 2) 研究開発スケジュール

	R03 2021	R04 2022	R05 2023	R06 2024	R07 2025	R08 2026
①不純物元素 低減技術の 開発						
②微量不純物を 無害化する 高度加工技術等 の開発						
評価時期			中間 評価			事後 評価