

# 【課題名】カーボンニュートラルに向けた次世代型低濃度アルミドロスの有効利用技術開発(委託)

【代表者】(株)鈴木商会 菅原 道紀

【実施年度】令和4年度～令和6年度

## (1) 技術開発・実証の概要

### ①【課題の概要・目的】

本研究開発は廃棄物化・埋立物化されるアルミ灰から有価物を回収するとともに、CO<sub>2</sub>を排出しないグリーンアルミ、グリーン水素・アンモニアの生産を可能とするものである。2050年のカーボンニュートラルの実現に向けて、地球温暖化対策の取組みが本格化する中、CO<sub>2</sub>を排出しないで製造するグリーンアルミ、グリーン水素・アンモニアの生産実現は、日本のアルミやアルミ製品の国際競争力確保にも大きく貢献し、製造業のサプライチェーンでのCO<sub>2</sub>削減に貢献する。

### ②【技術開発・実証の内容と成果】

#### ○重要な開発要素

##### A1～3.【新アルミドロス処理プロセス】

・スクラップアルミの成分別仕分けによるアルミ製錬条件の最適化(A1)、アルミドロスの選択粉碎+渦電流選別による金属アルミ回収用の二次高濃度アルミドロスと水素・アンモニア発生用の二次低濃度アルミドロスへの分離(A2)、それらアルミドロスの成分分析システムの確立(A3)を行う。A2の目標値は、二次高濃度アルミドロスの金属アルミ品位:70 wt.%以上、同回収率50 %以上である。(R.6年度に実用化レベルへ到達)

##### A4.【水酸化アルミの生成】

・ADC12等製造時に生成されるアルミドロス無害化技術の開発を検討し、アルミドロス中の金属アルミ分の全量を水酸化もしくは酸化させ、組成的に安定状態を確立する。反応率90 %、水酸化アルミ品位85 %を達成。(R.6年度に実用化レベルへ到達見)

##### A5.【水素・アンモニア分離回収及び精製】

・水酸化アルミ生成時に発生する水素・アンモニアを回収し、CO<sub>2</sub>を排出しない高純度水素(99.999 %)、各種用途(水素:半導体向け)への活用を達成。アンモニアは濃度が薄く検討継続中。(R.6年度に実用化レベルへ到達)

##### A6.【反応残渣の成分分析と固体触媒材料の合成】

・A4工程により排出する反応残渣から製造するメタン水蒸気改質及びアンモニア分解反応用固体触媒触媒の安定性を確認できた。(R.6年度に実用化レベルへ到達)

#### ○その他の開発要素:

##### B/ C 開発要素のシステム統合と、トータルのCO<sub>2</sub>削減効果の評価を行う。

・低濃度アルミドロスから発生する全熱量を有効活用できた場合、270.6 kJ相当の重油削減効果が最大効果となる。CO<sub>2</sub> 733.3 t-CO<sub>2</sub>/年)。年間約730 t相当のCO<sub>2</sub>削減効果確認を目指して達成した。※熱量換算のみでの比較。

※A2工程を通過した低濃度アルミドロス 1 t から回収できる低純度水素(純度97 %、発生水素全体に占める低純度水素の割合10%、反応効率90%)からの熱量:約275.4 MJ/t、反応熱からの熱量:約3138.0 MJ/t

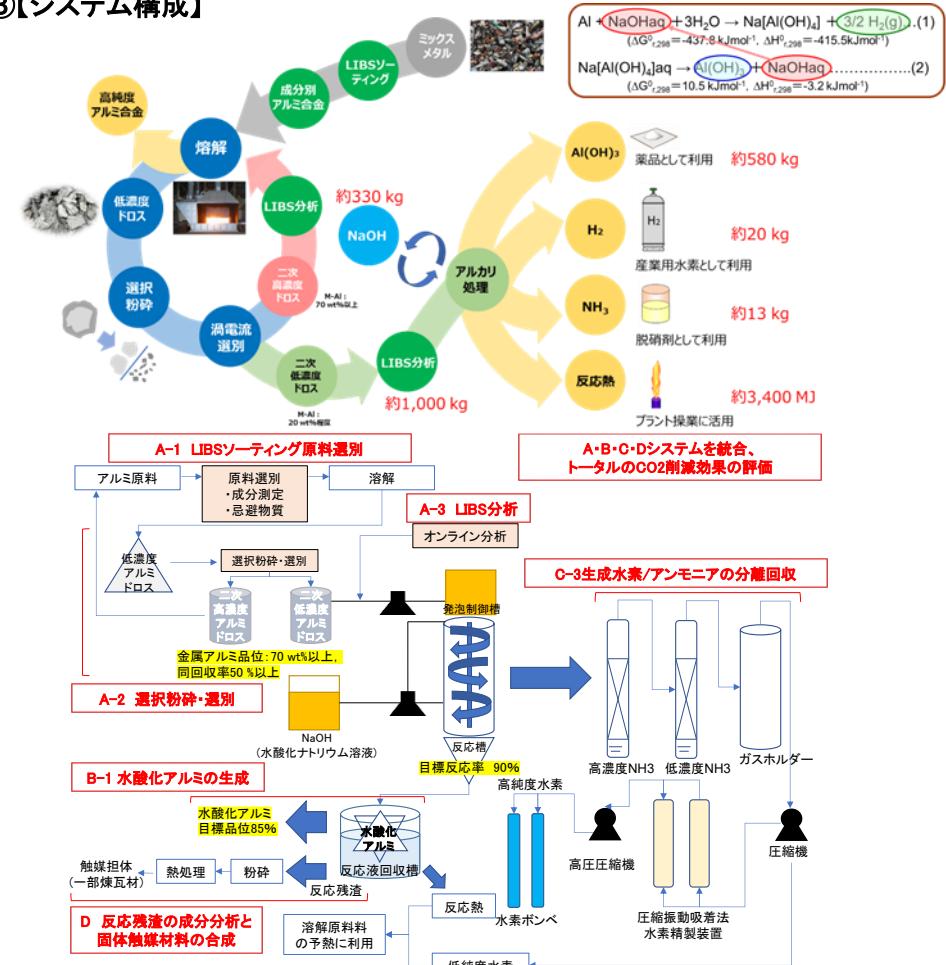
※重油1 kJ燃焼で排出するCO<sub>2</sub>量は2.71 t-CO<sub>2</sub>/kJ。低濃度アルミドロス1 tから回収できる熱量は、約3413.4 MJ/t

※鈴木商会で発生する低濃度アルミドロス約3100 t/年から回収できる熱量(10581.5 GJ/年)/ A重油発熱量(39.1 GJ/kJ) = 270.6 kJ/年

#### D 事業化計画

・実証フェーズから実用フェーズへスムーズに移行できるように製造コストの算出、事業計画の策定を行う。

## ③【システム構成】



## ④【開発・実証成果のまとめ】

### ○開発・実証の目標及び達成状況:

・実用機の70分の1規模の連続反応試験を作成しテストを行った。

・水素純度 99.999 %、水酸化アルミ回収率 70 %以上、触媒担体としての性能評価を完了させた。

・水素製造時のCO<sub>2</sub>排出量 0.27 t-CO<sub>2</sub>/年・tH<sub>2</sub> (=kgCO<sub>2</sub>/年・kgH<sub>2</sub>)を達成できた。

○想定ユーザー・利用価値:エンジン製造メーカー、水晶ガラス製造メーカー等

## (2)技術開発・実証の実施内容

### ①【実施体制】

代表事業者

鈴木商会

[総括]

実証規模に最適な2次合金プラントを有し、アサヒセイレン(株)の技術支援の元で20年運営。水酸化アルミ製造ラインのメーカー代行者。

共同実施者

アサヒセイレン

[主担当業務 B]

アルミ2次合金国内トップメーカーであり、製造プロセスに関して50年以上の業務経験を持つ。

共同実施者

前田産業

[主担当業務 B]

化成品販売実績あり(約4,000 t/月)。水酸化アルミの評価を行う。

共同実施者

スミコエアー

[主担当業務 C]

産業用・エレクトロニクス用ガス、ファインガスの幅広いガスを製造・販売している。水素・アンモニアの回収・高純度精製を行う。

共同実施者

早稲田大学

[主担当業務 A1~3]

リサイクル工学分野において最先端の知見あり。

共同実施者

徳島大学

[主担当業務 D]

触媒材料分野において知見あり。反応残渣の触媒担体への適応を行う。

共同実施者

NTTデータ  
経営研究所

[主担当業務 E]

CO<sub>2</sub>排出削減量の算定、各報告書取り纏め、計画の進行管理を行う。

### ②【実施スケジュール】

		令和4年度	令和5年度	令和6年度
A1	LIBSスキャンシステムの開発	7,947	9,470	0
A2	ドロスの新プロセスの構築	6,278	10,300	0
A3	LIBSスキャン分析システムの開発	1,300	2,782	1,218
B	水酸化アルミの生成確認	1,666	3,598	3,250
C	水素・アンモニアの分離回収	23,416	26,375	26,256
D	反応残渣の触媒担体化技術の開発	1,300	3,250	3,250
E	システム統合・連続稼働の確立	2,075	4,438	15,329
	一般管理費	4,155	8,989	8,979
	合計(千円)	47,867	68,602	60,766

### ③【成果発表・特許取得状況】

特許現在申請準備

## (3)CO<sub>2</sub>削減効果の評価

【提案時当初計画】※実施期間中における専門委員会等で計画変更が認められた場合等はその設定値

開発品(装置/システム)1台当たりの単年度CO <sub>2</sub> 削減量 (t-CO <sub>2</sub> /台・年)	51,937 t-CO <sub>2</sub> /年
開発品(装置/システム)の耐用年数	10年
年度	2024 (販売開始年度を記載)
単年度CO <sub>2</sub> 削減量 (万t-CO <sub>2</sub> /年)	0
累積CO <sub>2</sub> 削減量 (万t-CO <sub>2</sub> )	0
CO <sub>2</sub> 削減コスト (円/t-CO <sub>2</sub> )	558
2030	51.9
2050	249.2
100.4	520.0
481	2493
558	423

### 【本資料作成時点見込み】

本表の年次は固定

開発品(装置/システム)1台当たりの単年度CO <sub>2</sub> 削減量 (t-CO <sub>2</sub> /台・年)	: 41,304 t-CO <sub>2</sub> /年
開発品(装置/システム)の耐用年数	10年
年度	2028 (販売開始年度を記載)
単年度CO <sub>2</sub> 削減量 (万t-CO <sub>2</sub> /年)	8.2
累積CO <sub>2</sub> 削減量 (万t-CO <sub>2</sub> )	8.2
CO <sub>2</sub> 削減コスト (円/t-CO <sub>2</sub> )	1319
2030	41.3
2040	136.3
2050	136.3
578	1173
880	2536
980	690

## (4)事業化について

### 【事業化計画】

- ・2028年までに、5000t/年プラント。水素、水酸化アルミの販売開始
- ・2028年までに、20000t/年プラント 触媒の性能評価が完了し販売開始  
大型化による初期導入費用の削減、省力化を実施し、販売
- ・2030年に複数社へのライセンス販売及び、自動車関連企業への設置

### ○事業化の体制

装置のプランニングを鈴木商会が行い、ファーストプラントを北海道に設置。装置の設計・製造に関わるエンジニアリングは北海道の地場企業が行う。

エンドユーザーとしては I社・H社の2社がある。

アルミドロスの供給はアサヒセイレン、鈴木商会が行い、水酸化アルミの販売は前田産業、水素・アンモニア水の販売はスミコエアーが行う。

触媒のOEMは触媒メーカーN社が担当する。

### ○事業展開における普及の見込み

・対象市場規模、年間 アルミドロスの発生20万トンの市場

・導入コスト目標:5億円/5000 t処理ライン

・運用コスト目標:3000万円/年

(触媒の販売開始により廃棄コストが大幅削減する前提)

・製品単純回収年数:4年程度(導入コスト差額 ÷ 年間運用コスト差額)

### ○年度別販売見込み

**【提案時当初計画】**※実施期間中における専門委員会等で計画変更が認められた場合はその設定値

年度	2028	2030	2040	2050
目標単年度販売台数(台)	1	1	8	38
目標累積販売台数(台)	1	2	10	48
目標販売価格(円/台)	320,000,000	290,000,000	290,000,000	290,000,000

### 【本資料作成時点見込み】

本表の年次は固定

年度	2028 (販売開始年度 を記載)	2025	2040	2050
目標単年度販売台数(台)	2	0	8	10
目標累積販売台数(台)	2	0	10	20
目標販売価格(万円/台)	114500	-	56000	46000

### ○量産化・販売計画

オーダーメイドとなる為、小型化した場合は量産を検討するが、当面の5千t・1万台装置に関しては、現在の販売候補先と連携して設計・制作を進める。

### ○事業拡大シナリオ

年度	2026	2027	2028	2029	2030 (最終目標)
技術開発 水酸化アルミ	連続生産 方法の確 立	装置の設 計	実用化開催	大型プラ ント	
技術開発 触媒	性能評価	性能評価			
海外への事 業展開			装置の海外 対応 ベトナム	装置の海外 対応 インドネシ ア	装置の海外 対応 タイ・マレー シア
…	プラント処 理能力の 拡大設計	プラント処 理能力の 拡大設計		1万/年処理 ラインへ拡 大	プラント設 計製造コス ト10%削減

### ○事業化におけるリスク(課題・障害)とその対策

・事業化に向けた課題:

各生成物の最終エンドユーザーへの供給品質の確認、反応槽の耐久性の検証、各付属機器の動作確認

・課題の解決手段・見通し:装置の形状課題、装置の耐久性、

生成物の性状はR6年の試験データから各数値が確認できており、これらの数値を織り込んだフロー及び機器選定にて対応。

・法規制関連:事業終了後、大型装置設置に係わる規制事項について、胆振総合振興局へ相談

・装置の大型化:

大規模プラントに向けた検証用の中規模パイロットプラントの設置を行い、順次拡大していく。

・性能評価の必要時間:触媒担体の商品評価に数年単位の時間を要するため、当面はセメント原料として代替え利用を検討する。

## (10)その他

### ○競合技術の開発状況／開発技術の優位性

- ・アルミドロスを対象とした利活用技術での競合はない。
- ・本提案技術は工程内での副生水素やアルカリ処理工程での反応熱を有効利用することで、CO<sub>2</sub>排出量0の実現も可能な技術であり、バリューチェーン全体を含めたカーボンニュートラルの実現に大いに貢献できるものと考える。
- ・近年、アルミ2次合金の最大の消費先である自動車メーカーが、SCOPE3を含め、製品そのもののCO<sub>2</sub>排出量の確認及び削減を率先する活動が顕著になり、2050年に向けてCO<sub>2</sub>排出量を削減する際に、当技術の導入可能性が検討され始めている。

### ○開発技術の展開について

- ・要素技術A(1～3)で行うLIBSソーティング・分析技術はアルミドロス処理プロセス以外にも、様々なレアアース、レアメタルリサイクル分野で活用ができる。
- ・要素技術A-4 では従来回収が困難とされていた析出物質からの希少金属回収可能性を含む。
- ・要素技術A-5 では水素とアンモニアの気体分離後の水素保管、運搬技術の発展と同期して小型プラント化、水素ステーションへ供給が期待できる。
- ・要素技術A-6 では検討するメタン水蒸気改質反応のみならずアルミナ系固体触媒を用いる様々な反応プロセスにおいても活用できる可能性がある。また、成分の8割を占める酸化アルミの回収可能性を持っているため、特定国の輸入に依存しない経済安全保障への寄与の可能性がある。
- ・以上より、本システムの開発により金属リサイクル分野のアルミ部門における大幅なCO<sub>2</sub>削減効果の発現と低炭素型機器への更新が進むことが期待される。

### ○情報発信の実績

- ・2023年は学会発表1回、展示会2回、各種研究会での講演3回、2024年度は学会1回、展示会3回を行った。
- ・2025年2月に循環経済研究会にて発表

### 【論文・特許・その他実績】

- ・LIBSソーティングに関する特許を1件取得している。
- ・本開発内容での特許申請を準備中

# 事後評価結果

評価点 6. 2点 (10点満点中。(10点:特に優れている、8点:優れている、6点:問題ない、4点:多少問題がある、2点:大きな問題がある))

## 評価コメント

### [評価される点]

- 性状が一定ではなく変動の大きいアルミドロスを高濃度アルミドロスと低濃度アルミドロスに分離し、後者から水酸化アルミ、水素・アンモニアや反応残渣を生成・回収する技術の開発であり、生成・回収物が有効利用可能であることを示した点、発生量の大きいアルミドロスの埋立量を削減できる点は評価できる。

### [今後の課題]

- 反応槽で発生するガスから回収できるNH<sub>3</sub>水の量が想定より大幅に少なく、また水酸化アルミ中に鉛とフッ化物が含まれる品質問題も生じる等、全体システムの完成に向け引き続き技術開発することが望まれる。
- 反応残渣を触媒担体として販売できるかどうかが本システムの経済性に関係することから、販売可能な性能を有するかを明らかにすることが望まれる。
- 2028年までに販売するとしている5000t／年規模での事業性について十分な検討をすることが望ましい。

### [事業化に向けたコメント]

- 資源循環の点でアルミドロスの再資源化は有意義であることから、H<sub>2</sub>とNH<sub>3</sub>の安定回収及び有効利用は将来課題としてアルミドロスの処理と水酸化アルミの回収及びその工業利用に注力し、H<sub>2</sub>、NH<sub>3</sub>水、触媒担体と事業範囲を拡大することが望まれる。
- LIBS分析の課題解決によって水酸化アルミや触媒担体としての反応残渣の付加価値を高める等、さらに大きなCO<sub>2</sub>削減効果を得るために継続的な努力が望まれる。
- 新規性のある技術であるため、安定してプラントが稼働する事が重要である。実際に近い規模・条件での稼働実績を蓄積し、ユーザーが不安無く導入を検討できる環境を整える事が望まれる。