

「高効率な資源循環システムを構築するためのリサイクル技術の研究
開発事業」

終了時評価報告書（案）概要

目 次

分科会委員名簿	1
評価概要（案）	2
評点結果	5

はじめに

本書は、NEDO技術委員・技術委員会等規程第32条に基づき研究評価委員会において設置された「高効率な資源循環システムを構築するためのリサイクル技術の研究開発事業」（終了時評価）の研究評価委員会分科会（2023年4月28日）において策定した評価報告書（案）の概要であり、NEDO技術委員・技術委員会等規程第33条の規定に基づき、第74回研究評価委員会（2023年8月8日）にて、その評価結果について報告するものである。

2023年8月

国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構
研究評価委員会「高効率な資源循環システムを構築するための
リサイクル技術の研究開発事業」分科会
（終了時評価）

分科会長 松野 泰也

「高効率な資源循環システムを構築するためのリサイクル技術の研究開発事業」

(終了時評価)

分科会委員名簿

	氏名	所属、役職
分科会長	まつの やすなり 松野 泰也	千葉大学 大学院融合理工学府 先進理化学専攻 共生応用化学コース 教授
分科会長 代理	しばた ひろゆき 柴田 浩幸	東北大学 多元物質科学研究所 材料分離プロセス研究分野 教授
委員	おおた ひろぶみ 太田 洋文	三井金属鉱業株式会社 金属事業本部 技術統括部 部長補佐
	きどおし ひでき 木通 秀樹	株式会社日本総合研究所 創発戦略センター シニアスペシャリスト
	つつい かずなり 筒井 一就	株式会社グリーンサイクルシステムズ 製造管理部 部長
	やまぐち かつのり 山口 勉功	早稲田大学 創造理工学部 環境資源工学科 教授

敬称略、五十音順

「高効率な資源循環システムを構築するためのリサイクル技術の研究開発事業」

(終了時評価) 評価概要 (案)

1. 評価

1. 1 意義・アウトカム (社会実装) 達成までの道筋

研究開発スタート当時の 2017 年頃はレアアースの回収・再生に対して世間的な関心はあまり高くなかったが、この 6 年の間にカーボンニュートラル達成に向けた世界的な自動車の EV・PHV への移行や、紛争拡大など地政学上の問題等で、外部環境は大きく変化した。それにより、レアアースの需要急増やレアアースの資源安全保障は、世界的な課題となっている。

そのような状況を踏まえ、アウトカム達成までの道筋においては、2035 年に 1,000 億円相当の金属資源を新たに資源化する目標に対して、本事業の①廃製品自動選別技術、②廃部品自動選別技術、③高効率製錬技術開発、④廃製品リサイクルの動静脈情報連携システムの 4 項目について、適切な数値目標が設定されていたことは、評価できる。また、2021 年度に④廃製品リサイクルの動静脈情報連携システムの開発をスタートさせた点も、循環型社会の形成に欠かせないメーカーなど動脈側産業の静脈産業への関与を促進するものとして評価できる。

知財戦略においては、産総研の集中研方式によって開発が行われており、情報の管理が適切に行われていること、定期的に知財委員会が開催され、ノウハウの保有と知財としての確保が選別されていることから、知的財産・標準化戦略は妥当であったと評価できる。

今後については、社会実装を念頭に効率的な廃棄家電の収集やコストの精査、回収と処理できる対象を広げること、また、副産物として発生する付加価値の低い回収物や、想定外の金属回収純度や歩留りの低下など、現段階では見えていないマイナス因子の把握等についても改善・検証を継続していただきたい。さらに、回収された部品を水平リサイクルするための製錬技術の開発も不可欠であり、動静脈一体でリサイクルのシステムを検討していくこと、加えて、レアアースの高効率製錬技術については、アウトカム達成に向けて、より大規模な実証試験を実施し、今回の成果のスケール依存性の確認やコスト削減に向けた取り組みが期待される。

また、知財戦略に関しては、国外での特許取得も検討していく必要があると考えられるため、知的財産の管理については、諸外国からのアドバンテージをどの程度維持できるかを考慮し、どこまでの特許として公開するのかを慎重に検討していく必要があると考える。

(注釈) 集中研方式：各参加企業の研究員が一つの研究機関に集まる研究開発方式

1. 2 目標及び達成状況

アウトカム目標については、本事業が目指すビジョン・目標を含む将来像と市場規模・シェア、エネルギー・CO₂削減量などに関する指標、目標値および達成時期は適切に設定されていたと言える。また、外部環境の変化及び当該研究開発により見込まれる社会的影響等を踏まえてアウトカム指標・目標値を適切に見直していたことも評価できる。さらに、選別技術への期待は大きく、小型家電に限らず各種都市鉱山原料や、天然原料である鉱石についても深部や周辺に採掘場所が変化しつつあることから、副次的効果として選別装置メーカーの活性化にも繋がっていくと考えられる。

アウトプット目標及び達成状況においては、①廃製品自動選別技術、②廃部品自動選別技術、③高効率製錬技術開発、④廃製品リサイクルの動静脈情報連携システム、いずれの4つの研究開発項目においても、アウトプットの最終目標は達成されており、国内のリサイクル産業や日本社会への貢献度は極めて高いと言える。また、オープン・クローズ戦略や実用化・事業化の計画も踏まえて、必要な論文発表、特許出願等が行われていたと判断できる。さらに、「SURE コンソーシアム」「SURE アカデミー」においてリサイクル技術の普及や若手技術者の育成に貢献した意義は大きい。メーカーにとっては今後リサイクルに携わる人材の育成は必須かつ急務と思われ、今後も継続が必要と考えられる。

社会実装においては、どれだけ本市場規模が開拓できるかの精査は必要であり、今回技術開発した CEDEST システムをフルスペックで導入可能な企業は全国に数社と考えられ、より多くの中間処理工場にも導入できるように、対象品目別のラインナップの充実と、各社のニーズに合わせた、より安価で効率的な個別最適システムの提案や拡販を図るなどの検討が必要になってくるだろう。また、選別技術の開発においては、CEDEST システムで回収される部品の出口や製錬技術を考えた上での市場価値としての評価や、高効率製錬技術開発においては、現行においてはその処理コストが高額になることが予想されるため、スケールアップした場合のコスト削減の可能性も検討が必要と考えられる。さらに、高効率製錬技術開発の鑄型分離技術は非常に独創的な方法の発見であるため、知的財産の保護に高度に留意した情報の共有が行われることを期待する。

(注釈) CEDEST : Center for Developing Separation Technology (分離技術開発センター)、
SURE : Strategic Urban Mining Research Base (戦略的都市鉱山開発拠点)

1. 3 マネジメント

実施体制においては、産総研がコアとなり、実用化を担うことができる企業および NEDO が適切な役割を果たしており、NEDO を中心に複数の進捗管理会議が開催され、進捗の見える化、課題共有がなされ、中間評価や技術進委員会で出された意見を尊重し、新たな研究開発テーマを設定することで、アウトカム目標実現に必要な成果を出せたと考えられる。また、研究開発当初からリサイクル事業者など民間の事業者を実施体制に取り入れ、回収素材の価値変動や廃製品の性状変化など市場情報が得られる仕組みになっていたことも評価できる。さらに、研究開発データの利活用・提供方針等は、オープン・クローズ戦略に沿った適切なものであり、研究者による適切な情報開示やその所属機関における管理体制整備といった研究の健全性・公平性の確保に係る取組みについても十分に実施していた。

研究開発計画については、4つのいずれの研究開発項目においても、技術委員会等によるチェックや、各種検討会の適切な運営により、課題解決や進捗の状況の共有や、アウトプット目標達成に必要な要素技術の開発が網羅されており、要素技術間で連携も取れていることから、スケジュールは適切に計画されていたと評価できる。また、中間評価での指摘事項に対して、研究開発項目④廃製品リサイクルの動静脈情報連携システムの開発を追加し、短期間で具体的な成果を挙げるなど、目標達成に必要な要素技術の開発を網羅的に行い、各要素技術を繋ぎこむことで、将来対象物が変わったとしても、連続的に処理できる柔軟な処理フローを確立できている。

今後、2035年度のアウトカム目標を達成するために、次期実証技術検証フェーズでは、特定の産業分野の中で効率的な水平リサイクルを実現するモデルを構築することが必要と考えられることから、メーカーなど動脈側のプレイヤーも取込んだ動静脈連携の体制作り、また、オープン・クローズ戦略の下で各研究開発から得られた成果や知見を実施者間で共有すると共に、国内外で情報開示していくことも必要と考えられる。さらに、研究開発項目③高効率製錬技術開発は挑戦的な開発であり、その開発にはある程度の時間が必要であることから、スケールアップした実証研究開発事業に発展させて行くことも期待したい。

2. 評点結果

評価項目・評価基準	各委員の評価						評点
1. 意義・アウトカム（社会実装）達成までの道筋							
(1) アウトカム達成までの道筋	A	A	B	B	A	A	2.7
(2) 知的財産・標準化戦略	A	A	A	B	A	A	2.8
2. 目標及び達成状況							
(1) アウトカム目標及び達成見込み	A	A	A	B	B	B	2.5
(2) アウトプット目標及び達成状況	A	A	B	A	B	A	2.7
3. マネジメント							
(1) 実施体制	A	A	B	B	A	A	2.7
(2) 研究開発計画	A	A	A	A	A	A	3.0

《判定基準》

A：評価基準に適合し、非常に優れている。

B：評価基準に適合しているが、より望ましくするための改善点もある。

C：評価基準に一部適合しておらず、改善が必要である。

D：評価基準に適合しておらず、抜本的な改善が必要である。

(注) 評点は A=3、B=2、C=1、D=0 として事務局が数値に換算・平均して算出。