

「部素材からのレアアース分離精製技術開発事業」 基本計画

1. 研究開発の目的・目標・内容

(1) 研究開発の目的

① 政策的な重要性

2020年に政府が宣言した「2050年カーボンニュートラル」の実現には、電動化の普及がカギと言われている。例えば、エアコンや電気自動車などに使用される電動モータには、レアアース(軽希土類のネオジウムや重希土類のディスプロシウム、テルビウムなど)を用いたネオジウム磁石が部材として使用されており、今後も大幅にその需要が増加すると見込まれている。しかしながら、ネオジウム磁石に含有するこれらのレアアース、特に、ディスプロシウムやテルビウムについては、それらの鉱石資源が特定国に偏在していることから、その供給リスクは以前から問題視されており、現在もまだ十分に解決できているとは言い難い状況が続いている。

そこで、我が国においても、継続的にこのネオジウム磁石の原料となるレアアース資源を確保していく政策が必要である。これまでに行われてきた政策としては、例えば、「新国際資源戦略(経済産業省 令和2年3月)(4)サプライチェーン強化に向けた国際協力の推進」においては、『資源の確保に向けては、下流産業も含めたサプライチェーンがグローバルに広がっており、昨今の国際情勢の変化を受けてレアメタルの安定供給がリスクにさらされている。その上で、鉱山開発や製錬、製品製造等、サプライチェーンの各段階に関係する各国と、JOGMEC を通じ、バイやマルチでの国際協力を強化することが必要である。』こと、さらに「(5)産業基盤等の強化」によれば、『レアメタルはベースメタルの副産物として生産されるものも多いことから、その安定供給のためには、産学連携による課題解決に向けた取組を活性化しつつ、ベースメタルの生産を支える産業基盤や技術基盤の強化を図ることが重要である。また、金属鉱物のリサイクルやレアメタル等の使用量削減に向けた技術開発、デジタル技術の活用、海外での資源確保を支える人材の確保も重要である。』ことが記されている。また、「マテリアル革新力強化戦略」(統合イノベーション戦略推進会議決定 令和3年4月) 第2章. マテリアルを取り巻く状況」によれば、『資源としてのレアメタル、レアアースは、電池、モータ、半導体、触媒等、先端電子部品や機能性化学品等の高機能化を実現する上で必要不可欠である。一方で、地政学的な資源の偏在と脆弱なサプライチェーンが供給リスクとなっている。』とあり、その具体的取り組みとして「【目標】資源制約の克服 (2) 具体的取組」に『サプライチェーン強靱化』が挙げられている。

② 我が国の状況

これまでのレアアースに関する国内の資源対策に関しては、2009年7月に経済産業省にて「レアメタル確保戦略」を公表後、中国によるレアアース問題を契機に、「レアアース総合対策」(2010年10月)を策定し、平成22年度(2010年度)補正予算で対策を実施した。この対策では、レアメタル確保戦略にて掲げられた「代替材料・使用量低減技術開発」、「リサイクルの推進」、「鉱山開発・権益確保」、「備蓄」に加え、新たな施策として、「レアアース等利用産業の高度化」が掲げられた。これは、次世代自動車のモータ用磁石を製造する高度な技術を有する事業者等の海外流出を防ぐため、レアアース等使用量削減のための設備導入に対して補助を行うという目的であった。しかし、2011年、高性能永久磁石の生産に不可欠な重希土類であって、中国南部以外に有望な供給源が望めないディスプロシウムについて、中国政府による輸出枠の削減、生産管理強化に加え、中国国内での内需の高まりを背景とした輸出価格の急騰が起り、日本の産業界は、必要量の確保がより一層困難な状況に陥った。そこで、この状況を打開すべく、「レアアース・レアメタル使用量削減・利用部品代替支援事業」(2011年度補正)を新たに措置し、レアアース・レアメタルの使用量削減をサプライチェーン全体で推し進めるとともに、使用済み製品からネオジム磁石等を一定量回収し、再度磁石に加工して製品に再利用するという一連の市中リサイクル実現に向けて、技術面、コスト面等についての社会システムの実証を行うための技術開発を進めてきた。さらに、「使用済みモータからの高性能レアアース磁石リサイクル技術開発(2012-2014年度)」では、レアアース磁石を使用しているモータ類を対象に、使用済み製品からの磁石の回収、廃磁石からのレアアース(素材)分離等に関する技術開発を実施し、高効率で低コストのリサイクルシステムの構築を目指し、継続的な対策と支援を行ってきた。

その後、2020年の新型コロナウイルス感染症の世界的拡大により、ネオジム、ディスプロシウム、テルビウムを中心とするレアアースに関して、再び価格高騰が起り、更なるレアアースの資源確保と有効利用に向け、「部素材の代替・使用量削減に資する技術開発・実証事業」(2020-2021年度補正事業)を実施した。また現在、内閣府では「経済施策を一体的に講ずることによる安全保障の確保の推進に関する法律」(通称:「経済安全保障推進法」令和4年5月11日成立)にて、本法律に該当する特定重要物資の選定が進められており、その要件2(外部依存性)として、「外部依存度が高く、特定少数国への依存度が高い(供給先が分散していない。)」や「当該物資を供給可能な事業者が数社に限定されており、国際環境・事業環境等の理由から、供給途絶する可能性が高まっているなど、供給体制が顕著に脆弱な状況にある。」ことが事例として挙げられている。

上述のように、これまで日本ではレアアースの資源供給リスクに向け、多くの政策事業を実施し、様々な技術開発が行われ、またその一部は社会実装もされてきたが、現在もなおレアアースの資源供給リスクは解消されているとは言い難い状況にある。特に、レアアースの分離精製工程に関しては、作業コストの関係上、製造時の端材(工程くず)、スペックアウト品及びスクラップ品から回収された廃ネオジム磁石を海外(ベトナムや中国)へ輸出し、そこで加工された再生品を再び輸入しているという現状は大きな課題である。従って、この分離精製工程に関しては、日本国内で実施してもコスト優位性のあるプロセ

スを早期に構築し、併せて、国内でも資源のリサイクルを推進し、重要資源の国外流出を抑えていく必要がある。

③ 世界の取組状況

次に、海外主要国のレアアース対策について紹介する。

<欧州連合(EU)>

欧州連合(EU)の執行機関である欧州委員会は、『「重要な原材料」(Critical Raw Materials)の供給に関する政策文書』(European Commission, 2020a)に基づき、「欧州原材料同盟(European Raw Materials Alliance, ERMA)」と呼ばれる官民協業の共同体を、2020年9月29日に発足した。欧州委員会は、経済活動に不可欠でありながらも調達の多くを域外の輸入に頼っている原材料のことを「重要な原材料」と定義し、この原材料の中に重希土類、軽希土類(レアアース)も含まれている。レアアースは、欧州委員会が掲げる経済成長戦略の実現に必要な不可欠な鉱物であるが、現状、その9割以上を中国からの輸入に依存している。そこで、経済安全保障上の観点から、欧州委員会は ERMA での取り組みを通じて、EU 域内外で鉱山の自主開発を推進するとともに、再利用(リサイクル)のシステムを構築して、レアアースに代表される「重要な原材料」の供給網(サプライチェーン)の強靱化を図り、輸入依存度(特に対中依存度)を引き下げようとしている。

<米国>

米国地質調査所(USGS)によると、米国は 2019 年時点でレアアース化合物及び金属の輸入先として中国に約80%を依存している。Trump 政権下で署名された大統領令 13817 号に基づいて、2018 年に内務長官は、レアアースを含めた35の鉱物を重要鉱物(Critical Minerals)として特定、同年には、国防総省が、中国による価格競争相手の排斥を目的とした戦略的な市場寡占化に懸念を示すレポートを発行している。これにより、精密誘導ミサイルや高性能爆弾などの軍事機器向けの永久磁石原料であるレアアースは、国家安全保障上の課題として位置付けられることとなった。

その後、2021 年においても米国のレアアース磁石生産のフローは中国に大きく依存しており、自国内での生産フローの構築が検討されている。主要なレアアース生産者であった MP Materials 社は、レアアース磁石生産のために Mountain Pass 内での分離・精製処理場の建設を計画しているほか、テキサス州でのメタル・合金の生産計画を発表している。その他、Energy Fuels 社の White Mesa Mill においては、天然モナズ砂から混合レアアース炭酸塩(mixed REE carbonate)の生産が開始されており、生産フローの多角化が進展しつつある。

<中国>

中国は 1980 年代から、レアアースおよびレアアース関連製品に関する輸出規制を行ってきた。初期には、輸出する際に国内流通過程に発生した増値税等の還付など税制上の優遇等を行い、レアアースの輸出を奨励し、有効な外貨獲得の手段と位置付け、そ

の後、1990年代に入り、中国政府はレアアースの産業戦略上の重要性に着目し、レアアースの採掘、輸出に対して、厳格な管理・規制を行うようになってきた。また、2006年以降、レアアースおよびレアアース関連製品に対する輸出関税を10%から徐々に15～25%へと引き上げてきた。

このような輸出規制のほか、中国は国内のレアアース産業に対して、生産の品質管理、採掘・生産量の管理を中心に産業政策の構築も行っている。例えば、2000年代から、レアアースの「実地調査、採掘、選鉱」について外資参入を禁止するなど、生産技術および環境対策の産業参入基準を厳格化することで、レアアースの戦略備蓄体制の構築を始めている。

④ 本事業の狙い

このような国内外の背景の中、レアアースの資源価格は、現状、日本国内の民間企業の事業活動に影響するほどではなく、企業が直ちにリサイクルや分離精製技術の向上に向けた技術開発を行う動機、必要意識が働きづらい状況にある。その一方、日本政府は、カーボンニュートラル社会の実現にレアアースは不可欠であること、将来的に需要が拡大し需給の逼迫の恐れがあること、中国への高い依存度から供給途絶リスクが高いこと等を踏まえ、先を見越して経済安全保障対策を進めている。

そこで、本事業では、鉱石並びに廃電気自動車、廃家電等に含まれるネオジウム磁石廃棄物から目的とするディスプロシウムやテルビウム等の重レアアースを選択的に回収するまで一連の製造工程を日本国内で実施できるように、コスト競争力を有する重レアアースの高効率分離精製技術の開発、および重レアアースの精錬技術の開発を目標とし、この目標を達成することで、特定国の製造技術や資源政策に依存しない「重レアアースの資源循環および資源確保」を国が主導する形で進めていき、日本の素材産業の安定化と将来の供給不安を解消することが狙いである。

(2) 研究開発の目標

本事業は、日本国内での社会実装化が目標であるため、事業開始前に目指すべきコスト水準(現行コスト(海外製造コスト))に対して競争力のあるコスト)を目標として設定し、適宜、コスト評価を行いながら、次の各研究開発項目を進めていく。

① アウトプット目標

研究開発項目①: 未利用資源からの重レアアース回収技術の開発

レアアースを含む天然鉱物に含有することが多いウランやトリウム等の放射性元素、磁石製造時の端材などの屑や不用な金属夾雑物を含む未利用資源から、ディスプロシウムやテルビウムのような重レアアースのみを選択的に回収する手法を開発する。また、目指すべきコスト水準に対するコスト評価も行う。

研究開発項目②: ディスプロシウム/テルビウムの高精密相互分離技術及び精錬技術の

開発

従来法であるミキサーセトラを用いた溶媒抽出法と比較して、ディスプレイウム/テルビウム分離工程の簡素化及びこれに伴う設置規模(設備面積等)の削減、処理速度の向上を達成するディスプレイウム/テルビウムの高精密相互分離技術の開発を行う。両者の分離について分離係数(液-液、固-液など二相間の両金属の分配比の比)を指標とし、従来法(溶媒抽出法)の分離係数 2-3 を基準として 2 倍以上の分離係数を持つ高精密相互分離技術、および装置規模が従来比 1/5 となることを目指した分離精製プロセスを確立する。

さらに、この分離精製プロセスの後工程となる精錬工程についても、省電力化のため、従来法と比較して 200℃低い温度でテルビウムの精錬を可能にする技術を開発する。また、目指すべきコスト水準に対するコスト評価も行う。

② アウトカム目標

本事業では、研究開発項目①で開発した重レアアース回収技術と研究開発項目②で開発した高精密相互分離技術および重レアアース精錬技術のスケールアップ試験を実施し、事業開始時に設定した製造コスト範囲内(目指すべきコスト水準内)で量産化ができるかどうかを確認する。次いで、資源回収量と製造コストから、この製造方法で実施する重レアアース生産量と製造設備の規模を特定し、国内で施設を立ち上げていく。

本事業により、2040 年度には、国内需要(2040 年予測)の 4 割強にあたる重レアアース量 400 トンを、産業廃棄物から 300 トン/年、未利用資源から 100 トン/年を生産可能な状態にすることで、これらの生産品から約 800 億円分の売上げが期待できる。また本事業で開発された製造設備の稼働により使用電力量が低減することにより約 740 トン/年の CO₂ の削減が見込まれる。

③ アウトカム目標達成に向けての取組

本事業で確立する技術は、NEDOの成果報告や展示会、セミナー等で積極的に宣伝し、国内のレアアースリサイクル事業者、レアアース販売事業者のみならず、永久磁石製造/回収事業者、永久磁石を用いた電動モータの製造/回収事業者、次世代自動車の研究開発者やその事業者まで幅広く発信していくことにより、成果の普及、すなわち増設を促進する。

またNEDOは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・検討するとともに、技術推進委員会等において、研究開発の進捗管理や目標の見直しを行う等、細やかなマネジメントを実行することで、社会ニーズに合った研究開発を推進し、確実な実用化へと繋げる。

(3) 研究開発の内容

上記目標を達成するために以下のテーマについて、研究開発を行う。

具体的な開発内容は、資料1-3 別紙1の研究開発計画の通りとする。

研究開発項目①:未利用資源からの重レアアース回収技術の開発
研究開発項目②:ディスプレイウム/テルビウムの高精密相互分離
技術及び精錬技術の開発

本事業は、標準的研究開発として、資源確保、CO₂削減の観点から次世代産業への大きな貢献が期待されている。従って、プロジェクト終了後4年を目標に実用化/製品導出まで達することを目指す。また、本事業は産学官の複数事業者がこれまでに個別または共同して行ってきた研究で得られた知識と経験を迅速に社会実装に繋げて行くべく、委託事業として実施する。

2. 研究開発の実施方式

(1) 研究開発の実施体制

プロジェクトマネージャー(以下「PMgr」という。)を指名する。PMgrは、事業の成果・効果を最大化させるため、実務責任者として担当事業全体の進行を計画・管理し、事業遂行にかかる業務を統括する。

NEDOは、公募によって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。

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はプロジェクトリーダー(以下「PL」という。)を委嘱する。PLは、P Mgrの指示の下、プロジェクトに参画する実施者の研究開発を主導する。

本事業は、基盤技術の確立を目的としているため、研究開発実施者はNEDOと協議の上、可能な限り研究拠点を集約して、PL等の指揮の下、組織的に知見・ノウハウを蓄積しながら研究開発等を推進することとする。

(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

NEDOは、経済産業省及び研究開発実施者と緊密に連携し、本事業の目的及び目標に照らして適切な運営管理を実施する。具体的には、必要に応じて、技術推進委員会等における外部有識者の意見を運営管理に反映させる他、随時、プロジェクトの進捗について報告を受けること等により進捗の確認及び管理を行うものとする。また、全体の最終目標の効率的かつ効果的な早期達成のため、(新たな課題の対応も含む)関連技術や市場の動向を随時把握し、最新の技術や知見を取り込むこととし、毎年度、実施方針に掲げられた研究開発プロジェクトの目標や研究開発の内容を評価し、必要に応じて変更するものとする。早期実用化が可能と認められた研究開発については、期間内であっても研究を完了させ、実

用化へ向けた実質的な研究成果の確保と普及に努める。

② 技術分野における動向の把握・分析

NEDO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、本プロジェクトにおいて委託事業として実施する。

3. 研究開発の実施期間

2023年度から2027年度の5年間

4. 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、中間評価を実施期間の中間年である2025年度、事後評価を終了時期の2028年度に実施する。

なお、中間評価結果を踏まえ必要に応じて事業の加速・縮小・中止等の見直しを迅速に行う。評価の時期については、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、評価実施を前倒しする等、適宜見直すものとする。

5. その他重要事項

(1) 研究開発成果の取扱い

① 共通基盤技術の形成に資する成果の普及

研究開発実施者は、研究成果を広範に普及するよう努めるものとする。

NEDOは、研究開発実施者による研究成果の広範な普及を促進する。

② 知的財産権の帰属、管理等取扱い

委託研究開発の成果に関わる知的財産権については、「国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構新エネルギー・産業技術業務方法書」第 25 条の規定等に基づき、原則として、すべて委託先に帰属させることとする。

③ 知財マネジメントに係る運用

本プロジェクトは「NEDOプロジェクトにおける知財マネジメント基本方針」を適用する。

④ データマネジメントに係る運用

本プロジェクトは「NEDOプロジェクトにおけるデータマネジメント基本方針」を適用する。

(2) 「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おこなう。

(3) 根拠法

本プロジェクト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十五条第一号ニ及び第九号に基づき実施する。

(4) その他

本事業は、交付金インセンティブ制度を活用することとする。当該事業における具体的運用等は、公募を経て採択された実施者に提示する。

研究開発計画

研究開発項目①:未利用資源からの重レアアース回収技術の開発

1. 研究開発の必要性

ディスプレイやテレビのような特定国に偏在する重レアアースの資源リスクに資する方策として、国内にある資源を有効に使用することが必要である。そのためには、重レアアースを含有しているが利用されていない資源、例えば、ネオジム磁石の製造工場やリサイクル工場から出る廃液など、夾雑物の多い状態から、選択的にレアアースを回収する技術が必要となる。特に、電気自動車(EV)、エアコン、洗濯機、ハードディスクドライブ等の電動モータなどに使用されている重レアアースについては、今後の市場の成長速度を鑑みた場合、資源確保が喫緊の課題である。

2. 研究開発の具体的内容

本事業は重レアアース回収技術の日本国内での社会実装化が目標であるため、研究開発項目①では、事業開始前に現行の製造コスト(海外製造コスト)に対して競争力のあるコスト(目指すべきコスト水準)を目標として設定し、適宜、コスト評価を行いながら、次に掲げる開発を実施する。

(重レアアースの選択的濃縮プロセスの開発)

研究開発項目①では、未利用資源からディスプレイやテレビなどの重レアアース群を選択的に濃縮し回収するプロセスの開発を行う。具体的には、鉄などの高濃度夾雑物から希薄な重レアアース群を選択的かつ効率的に分離・回収が可能な技術を開発し、回収特性、選択性、耐久性等の評価を行う。その際、天然資源(鉱物)に含有することが多い放射性元素(ウラン、トリウム等)との分離も考慮する。次に、未利用資源の実工程液を用いた試験により、回収コスト等のプロセス評価を行う。得られた結果を基に、スケールアップ試験を行い、社会実装に向けたプロセス確立および設備構築を目指す。

3. 達成目標

(重レアアースの選択的濃縮プロセスの開発)

【中間目標(2025年度)】

目的物である重レアアース群(ディスプレイ、テレビ)と想定される夾雑物(鉄、アルミニウム等)、放射性元素(ウラン、トリウム等)との分離を可能にする技術を開発し、さらに当該技術を用いた重レアアースの選択的濃縮・回収プロセスを開発する。また、目指すべきコスト水準に対するコスト評価も行う。

【最終目標(2027年度)】

中間目標で設定した目指すべきコスト水準に基づいた方法で社会実装が可能かを確認するためのスケールアップ試験を実施し、再度コスト評価を行う。

研究開発項目②: ディスプロシウム/テルビウムの高精密相互分離技術及び精錬技術の開発

1. 研究開発の必要性

ディスプロシウムやテルビウムのような特定国に偏在する重レアアースの資源リスクに資する方策として、日本国内にある資源から重レアアースを回収するプロセスを国内で構築する必要がある。そのためには、これまで海外で行われてきたレアアースの分離・精製工程について、日本国内でも事業化できるようなコスト競争力を有する技術を開発することが必須である。ディスプロシウム及びテルビウムは、EV用電動モータの高性能磁石成分の一部として使用されており、それぞれを純度よく生産することができれば、将来のEV市場の成長を支える重要技術として大きな貢献が期待される。

2. 研究開発の具体的内容

本事業は日本国内での社会実装が目標であるため、研究開発項目②においても、事業開始前に現行の製造コスト(海外製造コスト)に対して競争力のあるコスト(目指すべきコスト水準)を目標として設定し、これを踏まえて、次に掲げる(1)高精密相互分離技術の開発及び(2)新規電解還元法の実施する。

(1) 高精密相互分離技術の開発

研究開発項目②では、ディスプロシウムとテルビウムとを高精密で相互に分離する技術の開発を行う。両者は原子番号が隣接し、化学的挙動が類似しているため、従来は溶媒抽出法を多段階で繰り返すことで分離されている。そこで両者の分離について分離係数(液—液、固—液など二相間の両金属の分配比の比)を指標とし、従来法(溶媒抽出法)の分離係数(条件により2~3)を基準として2倍以上の分離係数を持つ高精密相互分離技術を確立する。当該分離技術については、実用プロセスに向けた環境適合性、量産性、コスト適合性を備えることを前提とする。さらに、当該技術の耐久性、使用溶媒の削減検討等、実用性向上のための性能評価を行う。

また従来型の分離装置であるミキサーセトラーの設置規模や溶媒使用量を低減する分離装置を開発する。これまでのNEDOプロジェクトで開発された分離装置(エマルションフロー装置等)の活用も考慮する。これらの開発内容を統合した高精密相互分離技術を開発し、装置規模が従来比1/5となる分離精製プロセスを確立する。

(2) 新規電解還元法の開発

分離精製プロセスの後工程となる金属回収工程についても、より低温下での実施を可能にする精錬技術として新規電解還元法を開発する。ここで、新たに開発する方法は、一般的な熔融電解法や金属熱還元法と比較して、200℃以上低い温度下でテルビウムを取得することを目標とする。これにより精錬プロセスの省エネルギー化および環境負荷の低減を達成する。

3. 達成目標

【中間目標(2025年度)】

(1) 高精度相互分離技術の開発

ディスプロシウムとテルビウムの分離について、従来法(溶媒抽出法)の分離係数(条件により2~3)を基準として2倍以上の分離係数を持つ高精度相互分離技術を確立する。また従来型装置(ミキサーセトラ)と比較して1/2以下の装置規模で、かつ同等の分離性能を示すような新規分離装置を開発する。また目指すべきコスト水準に対するコスト評価も行う。

(2) 新規電解還元法の開発

一般的な熔融塩電解法、金属熱還元法と比較して、200℃以上低い温度下でテルビウムを取得する新製法を開発する。熔融塩電解法の場合、電解をより低温下で実施でき、かつレアアースメタル取得の際に蒸留除去精製が可能となるような熔融塩と液体合金系との有望な組み合わせを複数開発する。また、目指すべきコスト水準に対するコスト評価も行う。

【最終目標(2027年度)】

(1) 高精度相互分離技術の開発

中間目標で見いだされた新規分離技術のスケールアップ検討を行う。また新規分離装置による分離精製プロセスのスケールアップ試験を実施し、装置規模が従来比1/5で環境適合性、量産性、コスト適合性を備える分離精製プロセスを確立する。

(2) 新規電解還元法の開発

中間目標までに調査した新製法を最適化し、環境適合性、量産性、コスト適合性を備えたプロセスを確立する。

研究開発スケジュール

研究期間	2023年度	2024年度	2025年度	2026年度	2027年度
研究開発項目	要素技術開発			量産化技術開発	
①未利用資源からの重レアース回収技術の開発	レアースの選択的濃縮プロセスの開発		中間評価		事業終了
	分離回収技術の開発と評価				
	未利用資源の実工程液を用いた試験によるプロセス評価			スケールアップ試験	
②ディスプロシウム / テルビウムの高精密相互分離技術及び精錬技術の開発	(1) 高精密相互分離技術の開発		中間評価		事業終了
	高選択的な相互分離法の開発				
	分離装置の開発				
	分離法 + 装置の統合による高精密分離技術の開発				
	(2) 新規電解還元法の開発			分離精製プロセスの開発と評価	
	新規電解還元法の開発			(環境適合性、量産性、コスト適合性)	