

2021年度実施方針

材料・ナノテクノロジー部

1. 件名：部素材の代替・使用量削減に資する技術開発・実証事業

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2号

3. 背景及び目的・目標

(1) 研究開発の目的

①政策的な重要性

新型コロナウイルス感染症の世界的な流行によって、人々の健康・経済活動に重要な物資のサプライチェーンの寸断リスクが顕在化した。この経験を踏まえ、予期せぬ危機に際して部素材の供給途絶リスクを解消するためにはサプライチェーンの強靱化に資する技術開発等が必要である。

部素材の中でも、レアアースは供給源が限られているが、高性能磁石やモーター等の中核素材であり、家庭や産業用機器・機械向けなど様々な分野で使用されている上、自動車の電動化（HEV、EV、FCV）に伴い、モーター需要の拡大が予想されていることなどから、部素材の中でも特にサプライチェーンの強靱化が必要な分野である。また、中長期的なエネルギー需給戦略において、モーターの動力変換効率の向上、省エネ化、小型化等の高効率化は最重要課題の一つであるが、高効率モーターの性能はモーター鉄損の低減および磁石性能に依存しており、高性能磁性材料の開発が鍵となる。

現在まで高効率モーター等には磁性材料としてネオジム磁石が利用されている。このネオジム磁石は日本で発明された磁石であり、我が国は磁石技術で世界をリードしてきた。特に自動車駆動用モーターに使用される高性能磁石は、自動車の電動化が進展する中でますます必要不可欠なキーデバイスとなる一方、昭和57年に発明されたネオジム磁石の基本特許等は排他的独占権が切れつつあり、革新的な新規高性能磁石の開発が最重要課題となっている。

②我が国の状況

ネオジム磁石は小型・高効率モーターには重要な磁性材料ではあるが、耐熱性付与等の性能向上には、重希土類元素であるジスプロシウム（Dy）の添加が必要である。しかし、ジスプロシウムは地球上に偏在し、かつ資源量が非常に少なく、供給途絶リスクが高い。また、今後駆動用モーターを搭載した次世代自動車の生産台数が増加するとネオジムの大量使用時代が来ると言われており、ネオジムの需給が逼迫することも懸念されている。

サプライチェーン強靱化の観点から、重希土類を使用しない高性能磁石の開発や供給途絶懸念

のあるレアアースの使用を極力減らす、又は使用しない高性能新磁石材料の探索等は最重要課題の一つである。

また、軽希土類については、複数地域から供給可能であるが高品位のものは供給源が限定されている。そのため、低品位レアアースの高品位化に資する改質技術や低品位レアアースの触媒等材料への代替利用技術も、サプライチェーン強靱化における最重要課題である。

③世界の取組状況

中国はレアアース産出国であることなどを背景にネオジム磁石市場において存在感を増しており、平成 27 年の世界シェアの 80%近くを占めている。研究開発力、品質の高さにおいて日本は世界をリードしているが、中国には研究者の数が多く特許も多数出願されるようになり、性能面でも日本製品をキャッチアップしつつある。現状、次世代自動車の駆動用モーターには、性能と品質の高さから日本製のネオジム磁石が 100%使用されているが、韓国や欧州の自動車メーカーでは中国製ネオジム磁石の採用が進み始めている。また、欧米、特に米国ではレアアースのリサイクル率を高め、リサイクルで全体の資源有効活用を高めるといような、トータルシステム指向の発想による問題解決を図ろうとしている。しかし、リサイクル可能な磁石を含む日本の次世代自動車は使用後に海外で再利用されていることから、リサイクルで供給途絶懸念があるレアアース需要を満たすことは困難である。

そのような中、更なる技術革新を目指してポストネオジム磁石としての新規高性能磁石が世界中で研究されている。未だ有力な磁石は開発できていないが、その開発動向を調べると、レアアースを使用しない（レアアースフリー）磁石から、最近では、資源的にリスクの高い重希土類（ジスプロシウム、テルビウム等）のみを使用しない重希土類フリー磁石に開発の主流が変わってきている。

④本事業の狙い

本プロジェクトでは、サプライチェーンの強靱化の観点から、レアアースの使用を極力減らす、又は使用しない技術の開発等を行うことを目的としている。

小型・高効率モーターには磁性材料としてネオジム磁石が利用されているが、高効率モーターでは、回転数の高速化により小型化が実現するとともに高効率領域が拡大して実用効率が向上するが、一方で磁石内の渦電流による自己発熱で高温となることから、磁石の性能を維持するため、重希土類元素であるジスプロシウムを添加する必要がある。しかし、ジスプロシウムは地球上に偏在し、かつ資源量が非常に少なく、供給途絶リスクが高いことから、ジスプロシウムの使用を極力減らす、又は使用しないことが期待されている。

高温で使用可能な重希土類フリー高性能磁石の開発はNEDOプロジェクト「次世代自動車向け高効率モーター用磁性材料技術開発」として高効率モーター用磁性材料技術研究組合に委託して進められてきた。

モーターの効率化には設計の自由度が重要であるが、小型化が進み磁石の組付け難易度が増すと、設計性能との乖離が顕著となるため、形状自由度や組付け性の良い磁石成形法の開発が併せて重要となる。更に高速化が進展すると継続的な耐熱性能向上には限界があり、発熱抑制と耐熱

性のバランスを考慮した重希土類フリー高性能磁石の開発が重要となる。

これらを総合的に判定し、重希土類フリー高性能磁石の有用性を確認するために、車軸駆動用超高速回転モーターシステムで実走行回転取出し可能性を実証し、磁石ならびにシステム実用化の為の課題を抽出する。これらの事で、重希土類フリー高性能磁石搭載モーターの社会実装への道筋を示し、サプライチェーンの強靱化に繋げる。

また、自動車の電動化の加速などの社会状況の変化を受けて、ネオジムの大量使用時代を見据えて、重希土類を使用せず、供給途絶懸念のあるレアアースの使用を極力減らす、又は使用しない高性能新磁石材料を探索するため、機械学習を用いた新しい磁石開発手法を開発するとともに、一度に多数のデータを取得できるハイスループットな材料作製手法を開発し、機械学習との組み合わせによる探索を行う。

さらに、複数地域から供給可能であるが、含有量や、不純物が多く、現状ではそのままでの利用が難しいレアアース（低品位レアアース）を利用するため、不純物を高効率で除去し、高品位化するための新しい改質技術を確立するとともに、低品位レアアースの高付加価値化等を目指した機能性材料開発実証を行う。

（2）研究開発の目標

①アウトプット目標

レアアース等の部素材の使用を極力減らす、又は使用しない技術の開発によって、予期せぬ危機に際して重要物資の供給途絶リスクを削減し、サプライチェーンの強靱化に繋げる技術を確立する。

②アウトカム目標

次世代自動車用高性能モーターは、エアコンなどの家電製品、ならびに産業用ロボットなどの産業機器に波及拡大するため、国内電力消費量の約半分を占めるモーター全体の効率を上げることができる。新規高性能磁石を用いた高効率モーターへのシフトを考慮した、2030年に年間890万トンのCO₂排出量削減に貢献する。また、上記年間CO₂削減量を890万トンの約78%を占める産業用モーターに限っても、低損失化により、年間240億kWhの電力使用料削減に寄与し、金額ベースでは年間3,700億円の削減になる。（15円/kWhとして算出）

高効率モーター市場に関しては次世代自動車の2030年における販売台数を288万台とし、その30%に高効率モーターが搭載されるとした場合530億円／年の市場が創出される。また、産業用モーターの2030年の国内出荷額を約2,000億円とし、その30%に高効率モーターが搭載されるとした場合600億円／年の市場が創出される。両方合わせると、約1,100億円／年の高効率モーター市場創出に貢献する。上記実現にあたり、危機に際して供給途絶リスクの高い重希土類のサプライチェーンのリスク解消が達成され、レアアース使用量削減により一部のサプライチェーンの断絶に対しても必要量が確保できる。

2030年に於ける、酸化セリウムを含む主な自動車排ガス浄化触媒の国内市場規模は、ガソリン車用触媒（三元触媒）1,542億円と予測されており、排ガス規制が一層強化されていくことを受け、世界規模では、三元触媒では17,063億円が見込まれている。低品位レアアースを利用し

た新しい触媒材料技術の開発が進めば、日本独自のサプライチェーンの構築とその強靱化が期待され、国内市場の20%（仮置き数値）が低品位レアアース代替利用となれば300億円の市場が創出される。これら実現にあたり、特定の軽希土類産地に限定されず多様なサプライチェーンを活用できる。

③アウトカム目標達成に向けての取組

研究開発と並行して実用化に向けて、本プロジェクトで開発した成果を広く社会に普及させるためにNEDOの成果報告や展示会、セミナー等で成果発信を積極的に行う。事業期間中、NEDO知財マネジメントにかかる運用「NEDOプロジェクトにおける知財マネジメント基本方針」やNEDOデータマネジメントに係る運用「NEDOプロジェクトにおけるデータマネジメントに係る基本方針」を活用しつつ、事業アウトカムを最大化するべく、実材料の創生を行う。また本事業の成果の実用化への展開を幅広く行うため、ユーザー企業はじめ内外の供給者／需要者を幅広く巻き込んだオープンイノベーション体制やそのための知財戦略を構築する。

このように次世代自動車や家電、産業機械の心臓部であるモーターや、次世代の素材産業の競争力を確保し、我が国産業全体の活性化に寄与することを目指す。

[委託事業]

研究開発項目① 重希土類を使用しない高性能磁石等の開発

資源的にリスクの高い重希土類（ジスプロシウム、テルビウム等）を使用しない、小型超高速回転モーター駆動システム用磁石の開発と動作実証および、レアアース量低減、レアアースフリーを目指した新しい磁石開発手法の開発を行う。

研究開発項目①-1

重希土類を使用しない小型超高速回転モーター駆動システム用磁石の開発と動作実証

資源的にリスクの高い重希土類（ジスプロシウム、テルビウム等）を使用しない高性能磁粉ならびに、形状自由度が高く組付け性の良い成形方法を開発する。成形した磁石は、高保磁力 H_c 高残留磁束密度 B_r を示し、渦電流損の抑制が可能な高電気抵抗を目指す。

更に、開発した磁石を組み込み、車軸に実走行回転の取出しが可能な、小型軽量の車軸駆動用超高速回転モーターシステムを設計・試作し、稼働試験による実証を行うとともに、実用化にむけた課題を抽出する。なお、実証に必要な周辺技術は併せて開発を行う。

【最終目標（2021年度末）】

（1）高性能磁石の開発

重希土類（ジスプロシウム、テルビウム等）を使用しない高保磁力 H_c で高残留磁束密度 B_r の磁粉を開発し、成形方法を開発する。

① 高性能な重希土類フリー磁石粉末の開発

② ローターと磁石の一体化可能な成形技術の開発

③ 体積抵抗率（電気） $\rho \geq 10m\Omega \cdot cm$ 以上、 $H_c \geq 18kOe$ 以上、 $B_r \geq 8.5kG$ 以上の成形磁石の実現

(2) 超高速回転モーター駆動システムによる実証

上記磁石を組み込み、実走行回転数の出力を得る車軸駆動用の小型軽量の超高速回転モーターシステムを設計・試作し、稼働実証を行う。また、長時間稼働実証をもって、磁石の耐稼働環境（耐自己発熱、潤滑剤等）の指標とする。

① 車軸駆動用小型軽量超高速モーターシステムの基本設計目安

リッターカーエンジン出力を目安とした、最高出力：50 kW 以上で、
モーター最高回転数：30,000rpm 以上

の稼働実証

② 磁石およびシステムの実用化に向けた課題抽出

研究開発項目①-2

重希土類を使用せず、供給途絶懸念のあるレアアースの使用を極力減らす、又は使用しない高性能新磁石材料を探索するための新しい磁石開発手法の開発

ネオジム磁石を超える可能性のある磁石材料の多くは準安定な材料であり、その特性は結晶構造や材料組成のみならずプロセスに依存する。

【1】機械学習を用いた磁石材料探索を効率的に進める手法を開発し、【2】一度に多数のデータを取得できるハイスループットな材料作製手法を開発し、機械学習との組み合わせの有効性を明らかにする。さらに、これらの研究から得られる知見を活かして、重希土類を使用せず、供給途絶懸念のあるレアアースの使用を極力減らす、又は使用しない磁石の可能性について探索を行う。具体的には、【1】機械学習を利用したデータ駆動型材料開発を（1）磁気物性は第一原理計算データや実験データを基に、優れた組成を予測するシステムを構築（2）プロセス条件由来の組織に強く依存し理論予測が困難な磁気特性は、実験データを基に機械学習システムを構築して因子を明確化、これらの融合で磁石特性予測ができるシステムを構築する。これらは、従来のネオジム磁石以外の高性能磁石候補に適用する。

【2】準安定な状態を作り出すため冷却速度を考慮し、一度に多組成や複数の結晶構造を持つ粉末を合成できるハイスループットな材料プロセスを開発する。【1】の予測結果を、開発したプロセスで適正化することにより、効率的に探索を進めることを実証する。

また、特定レアアース削減により一般に小さくなる保磁力を、材料組織や結晶状態で向上すべくデータ駆動による機械学習により予測して材料探索を行う。

以上の試みにより、データ駆動型の材料開発のプラットフォームを構築するための要素技術を開発し、省希土類元素磁石の高特性化を進める。

【最終目標（2021年度末）】

【1】 脱重希土類磁石材料開発をモデルケースとしたデータ駆動型の材料開発プラットフォームの要素技術の開発

【2】 多組成の粉末を1プロセスで合成できるハイスループット装置の開発

これらの結果として、脱重希土類磁石がネオジム磁石の特性を凌駕するための指針を得る。

研究開発項目②

低品位レアアースを利用した機能性材料の開発

含有量や、不純物が多く、現状ではそのままでの利用が難しいレアアース（低品位レアアース）を利用した多用途、代替化、高付加価値化等を目指した機能性材料開発を行う。

研究開発項目②-1

低品位レアアースの高品位化に資する改質技術の開発

低品位のために使用されていないセリウム化合物から不純物を高効率で除去するため、新たな溶媒抽出等技術の開発を行う。環境に配慮して実施可能な高純度化プロセスにするため、排水基準等が厳しい有害物質の使用量が少なく、かつ有機溶剤使用量の大幅低減が可能な技術とする。

【最終目標（2021年度末）】

複数地域から供給可能でも低品位のためにそのままでの利用が難しいセリウム化合物の品位を、CMP用研磨剤等の素材として、当該製品の生産者が求める品位にまで高め、我が国触媒産業等の発展に寄与することを目指す。環境負荷が高い硝酸性窒素等の排水への流出を考慮し、硝酸溶液を使用しない分離法を開発する。最終的には、小型かつ大量処理が可能で、実プロセスに導入可能な分離装置を用いた試験を行い、実用化への課題を明確にする。

また、以下の各項目について要素技術を確立する。

① セリウム溶媒抽出における選択性向上：忌避元素残存率0.01%以下

分離プロセスの高効率化：従来型ミキサセトラ比で装置規模1/2（同等能力運転）

研究開発項目②-2

低品位レアアースの触媒等材料への代替利用技術の開発実証

酸化セリウムを含有する低品位希土類化合物由来の原料等を用い、自動車排ガス浄化用触媒を調製する。酸化セリウムは触媒の熱安定性や活性向上に必須な助触媒成分である。触媒性能は自動車排ガス成分（CO, HC, NO_x等）の浄化温度特性等で評価され、浄化温度が低いほど触媒性能が高く、低品位原料を利用した触媒材料への代替のためには、実用触媒と同等の浄化性能を示す必要がある。実用触媒の構成成分の見直しやナノメートルレベルでの適材配置を検証することで、実用触媒並みの浄化性能を備えた触媒材料の開発を行う。

【最終目標（2021年度末）】

自動車排ガス浄化用の実用触媒並みの浄化性能を備えた、セリウム化合物の使用率の高い高付加価値な触媒調製技術を、触媒材料並びにハニカム部材化も含めて開発する。

低品位のために利用できない軽希土類化合物について、高品位原料から調製した触媒材料の浄化性能と比較し低下した浄化性能を補うため、触媒組成および構造の最適化等による触媒性能向上を図り、低品位原料を有効利用できる技術開発・実証を実施する。

低品位原料からでも高性能な触媒材料が調製できる、高付加価値な触媒材料技術を開発すること

で、自動車排ガス浄化触媒の高性能化に不可欠なレアアース（酸化セリウム）の原料代替化を目指し、我が国の技術力の底上げや国際競争力の強化、サプライチェーンの強靱化に貢献する。

また、以下の各項目について要素技術を確立する。

①触媒の構成成分の見直しと適材配置を提案：実用触媒同等性能／プロピレン浄化率 50%の温度 300°C以下（ストイキ組成のモデルガスによるライトオフ特性評価法に準じる、文献：自動車技術会論文集 Vol.50, No.5, September 2019 p1293 等）

②低品位原料の触媒部材の利用割合最適化：低品位原料の利用比（重量比）50%以上

4. 実施内容

プロジェクトマネージャーに NEDO 材料・ナノテクノロジー部 原 謙治 を任命して、プロジェクトの進行全体を企画・管理を行い、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。

4. 1 事業規模

委託事業

一般勘定

1 2 億円 事業規模に関しては、変動があり得る。

4. 2 【2020 年度】委託事業内容

研究開発項目①-1

「重希土類を使用しない小型超高速回転モーター駆動システム用磁石の開発と動作実証」

本研究開発項目に対し、2020 年度、以下の実施体制にて、以下の 2 つの研究開発テーマを実施した。

[実施体制：愛知製鋼株式会社]

[1] 重希土類を使用しない小型超高速回転モーター駆動システム用磁石の開発

高性能磁石粉末の開発には、微細結晶を得ることが出来るプロセス技術の最適化を行い、重希土類フリーネオジム系異方性磁石粉末の高 Br 化を狙った。重希土類フリーネオジム系異方性磁石粉末への表面処理を施し、SmFeN 粉末と混合させ、高充填コンパウンドを試作検討した。

[2] 超高速回転モーター駆動システムによる実証

超高速モーターシステムの設計・評価および減速機システムの設計・評価、高強度ギア・シャフト鋼の開発等や部分改質技術の開発を行った。

超高速モーターシステムおよび減速機システムの基本設計および試作実証するために、磁場解析シミュレーション技術およびギアシミュレーションソフトを導入し、基本設計を行い、磁石ならびにシステム実用化の為の課題抽出を行った。

研究開発項目①-1

「重希土類を使用しない小型超高速回転モーター駆動システム用磁石の開発と動作実証」

本研究開発項目に対し、2020 年度、以下の実施体制にて、以下の 3 つの研究開発テーマを実施した。

[実施体制：IHI 株式会社]

[1] 薄型磁石層形成方法

SmCo 磁石紛の粉末圧延による緻密化と異方化によって残留磁束密度 (Br) を向上の為、薄型磁石層の試作と課題抽出を行った。

[2] 積層プロセスの確立

・絶縁層を介した積層構造とすることで、高い Br を維持させつつ、渦電流を抑え、高抵抗磁石とする為、積層磁石の試作と課題抽出を行った。

[3] 高速回転モーターの試作

・積層磁石のモーターローターへの組み込み方法、複合構造磁石の成立検証に超高速モーターの試作を行った。

研究開発項目①-2

「重希土類を使用せず、供給途絶懸念のあるレアアースの使用を極力減らす、又は使用しない高性能新磁石材料を探索するための新しい磁石開発手法の開発」

本研究開発項目に対し、2020 年度、以下の実施体制にて、以下の 8 つの研究開発テーマを実施した。

[実施体制：国立研究開発法人産業技術総合研究所、国立研究開発法人物質・材料研究機構、国立大学法人東北大学、株式会社東芝]

「データ駆動による高鉄濃度準安定系磁石材料の開発」

[1] 単ロール法によるプロセスデータを中心としたデータ駆動型材料開発

・これまで蓄積した単ロール法による SmFe_xN 系磁石のデータセットの事例において、欠損しているデータを機械学習により予測し、高精度な学習を行った。

[2] 微細組織解析とそれによる材料画像インフォマティクス技術開発

・試作された SmFe_xN 系や Sm-Fe 系磁石の原料粉に対して、SEM を用い、分析等を行った。ナノ、サブナノスケールで結晶、界面構造等を調べ、材料画像インフォマティクスで解析した。

[3] 第一原理シミュレーションによる構造安定化と特性予測システムの開発

・典型的な配列のパターンや元素置換系に対する第一原理計算を行い、計算データを蓄積した。

[4] 熱プラズマ法を用いたハイスループット粉末合成システムの開発

・低酸素熱プラズマ法を用いて、希土類-Fe 系合金において、酸化物を極力無くした状態の多組成の粒子を合成し、結晶構造や磁気特性の評価を行った。

[5] 高 Fe 濃度 SmFe_xN 系磁石材料の異方化の可能性探索

・単ロール法によって作製した材料を強加工により異方化を試み、粒子の組成分析や形状の確認は透過型電子顕微鏡によって分析、解析を行った。

「高鉄濃度希土類磁石化合物における相平衡とプロセス技術開発」

[1] 高鉄濃度希土類化合物微結晶創製技術の開発

・粒径数 10 nm レベルの均一な高鉄濃度微結晶を得るための合金組成と液体急冷条件と熱処理条件の検討を行った。

[2] 高鉄濃度希土類化合物急冷薄帯の組織解析

・高鉄濃度希土類化合物微結晶創製技術開発と連携し、作製条件による出現相の変化を調べ、出現相の結晶粒径、組成、粒界相の有無、などの組織形態を調べた。

[3] 高鉄濃度希土類化合物の非平衡状態図の構築

・第一原理計算等により、Sm-Fe 系合金に出現する安定相、準安定相の自由エネルギーを計算し、相の安定性に及ぼす添加元素の影響を解明した。

研究開発項目②-1

低品位レアアースの高品位化に資する改質技術の開発

本研究開発項目に対し、2020 年度、以下、実施体制にて、以下 3 つの研究開発テーマを実施した。

[実施体制：国立研究開発法人産業技術総合研究所、国立研究開発法人日本原子力研究開発機構、ニッキ株式会社]

[1] Ce³⁺に対する高選択抽出分離系の探索

・有機リン系抽出剤を用いたセリウムの溶媒抽出による二相間抽出分配挙動を、バッチ法により調べ、有機リン系抽出剤によるセリウム抽出機構の解明を行った。

・ La, Ce, Pr, Nd 混合水溶液に対する有機リン系抽出剤による金属の抽出／逆抽出特性を、バッチ法により調べ、有機リン系抽出剤を用いた際の Ce 純度の最大値が得られる条件を決定した。

[2] エマルションフロー装置による Ce³⁺の高純度化

・ラボ用エマルションフロー装置を導入し、有機リン系抽出剤を用いた試験を開始した。

[3] 実工程液による分離試験及びプロセス評価

・実液試験用エマルションフロー装置の設計を行い、装置を導入する。導入した装置におけるエマルション発生や相分離性を調べるために油水分離試験を開始した。

研究開発項目②-2

低品位レアアースの触媒等材料への代替利用技術の開発実証

本研究開発項目に対し、2020年度、以下、実施体制にて、以下1つの研究開発テーマを実施した。

[実施体制：国立研究開発法人産業技術総合研究所]

[1] 低品位セリア原料を用いた触媒材料の研究開発

- ・セリウムとジルコニウム原料からセリア-ジルコニア複合酸化物担体を合成した。
- ・合成したセリア-ジルコニア複合酸化物担体および市販のアルミナ担体にPdやRh等の貴金属ナノ粒子を表面ポリオール還元法を用いて担持し、触媒粉末を調製した。
- ・触媒分析装置により担持した貴金属の粒子径、触媒の比表面積、昇温還元スペクトル等の触媒物性の評価を行い、ガス分析装置を検出器として使用し、自動車排ガスを模したモデルガスによる触媒性能評価試験を行った。
- ・貴金属組成や助触媒添加量等の異なる調製条件で触媒を調製し、触媒物性と触媒性能特性を比較検討し、最適な触媒組成および触媒構造を探索した。
- ・触媒組成および触媒構造の最適化による性能向上を確認した。

5. 事業の実施方式

5. 1 【2021年度】委託事業内容

研究開発項目①-1

「重希土類を使用しない小型超高速回転モーター駆動システム用磁石の開発と動作実証」

本研究開発項目に対し、2021年度、以下の2つの研究開発テーマを実施する。

[実施体制：愛知製鋼株式会社]

[1] 重希土類を使用しない小型超高速回転モーター駆動システム用磁石の開発

・水素処理炉にて粉碎条件を検討し、重希土類フリー高性能ボンド磁石作製に磁石粉末を供給する。高充填コンパウンド作製条件を最適化し、コンパウンド磁気特性の保磁力目標値を達成する。

[2] 超高速回転モーター駆動システムによる実証

- ・超高速モーターシステムの設計・評価および減速機システムの設計・評価、高強度ギア・シャフト鋼の開発等や部分改質技術の開発を行う。
- ・シミュレーションによる最適解を基に、超高速モーターシステムおよび潤滑冷却システムを含

むギアシステムを試作、評価を行う。最終的目標条件にて、長時間稼働試験を行う。

研究開発項目①-1

「重希土類を使用しない小型超高速回転モーター駆動システム用磁石の開発と動作実証」

本研究開発項目に対し、2021 年度、以下の実施体制にて、以下の 4 つの研究開発テーマを実施する。

[実施体制：IHI 株式会社]

[1] 薄型磁石層形成方法

- ・異方化した粉末層を試作し、粉末圧延機改良と薄型磁石層の異方化プロセスの構築を行う。

[2] 積層プロセスの確立

- ・接合方法や条件を決定し、複合構造磁石の試作実証を行う。

[3] 高速回転モーターの試作

- ・超高速モーターの詳細設計及び試作を行う。

[4] 高速回転モーターの動作実証と複合構造磁石成立性の課題抽出

- ・高速回転試験を行い、出力、損失、強度等の性能評価し、実用化に向けた課題を明確にする。

研究開発項目①-2

「重希土類を使用せず、供給途絶懸念のあるレアアースの使用を極力減らす、又は使用しない高性能新磁石材料を探索するための新しい磁石開発手法の開発」

本研究開発項目に対し、2021 年度、以下、実施体制にて、以下の 8 つの研究開発テーマを実施する。

[実施体制：国立研究開発法人産業技術総合研究所、国立研究開発法人物質・材料研究機構、国立大学法人東北大学、株式会社東芝]

「データ駆動による高鉄濃度準安定系磁石材料の開発」

[1] 単ロール法によるプロセスデータを中心としたデータ駆動型材料開発

- ・試料作製の効率化や、高速に構造解析等を行い、より高精度な予測システムを構築し、プロセス・インフォマティクスのプラットフォームを構築の為の学習モデル構築要素技術を開発する。

[2] 微細組織解析とそれによる材料画像インフォマティクス技術開発

・画像解析を行い、磁石高性能化のため、アクティブラーニングを行い、磁気特性を予測する。どのような画像特徴量が磁気特性を向上させ、プロセス条件が必要か提案する。

[3] 第一原理シミュレーションによる構造安定化と特性予測システムの開発

・回帰モデルを構築し、構造・組成の安定性や磁化を予測し、元素置換効果を検討し、材料の安定性、磁気特性を総合的に評価できる技術を開発する。

[4] 熱プラズマ法を用いたハイスループット粉末合成システムの開発

・多元素の合成が可能な新しい低酸素熱プラズマ装置を開発する。ハイスループットな粉末合成システムとして、データ駆動型材料開発のデータ取得方法として活用できることを実証する。

[5] 高 Fe 濃度 SmFe_xN 系磁石材料の異方化の可能性探索

・ SmFe_xN の高 Fe 濃度化を目指す。蓄積されたデータに対し、プロセス・インフォマティクスの手法を取り入れ、少量データにおいても効率的に探索を行う手法を開発し、妥当性を検証する。

「高鉄濃度希土類磁石化合物における相平衡とプロセス技術開発」

[1] 高鉄濃度希土類化合物微結晶創製技術の開発

・データ駆動材料開発手法ならびに各種添加元素などを用いて、高鉄濃度を維持しながら高保磁力化を目指し、研究開発を行う。

[2] 高鉄濃度希土類化合物急冷薄帯の組織解析

・高い磁気特性が得られる作製条件と組織形態の関係をもとに、高鉄濃度希土類化合物微結晶創製技術で検討する添加元素を中心に、その組織形態への影響を調べ、作製方法を検討する。

[3] 高鉄濃度希土類化合物の非平衡状態図の構築

・Sm-Fe 系合金の安定、準安定状態図を完成させるとともに、化合物間の遷移障壁に対する合金元素の効果を計算することによって、安定化に寄与する元素を特定する。

研究開発項目②-1

低品位レアアースの高品位化に資する改質技術の開発

本研究開発項目に対し、2021 年度、以下の実施体制にて、以下の 3 つの研究開発テーマを実施する。

[実施体制：国立研究開発法人産業技術総合研究所、国立研究開発法人日本原子力研究開発機構、ニッキ株式会社]

[1] Ce³⁺に対する高選択抽出分離系の探索

- ・有機リン系抽出剤を用いたセリウムの溶媒抽出による二相間抽出分配挙動をバッチ法で調べる。
- ・La, Ce, Pr, Nd 混合水溶液に対する有機リン系抽出剤による、抽出／逆抽出特性をバッチ法により調べる。
- ・Ce 純度の最大値が得られる条件を決定する。

[2] エマルションフロー装置による Ce³⁺の高純度化

- ・ラボ用エマルションフロー装置を用いて、抽出剤に有機リン系化合物、水相に La, Ce, Pr, Nd 混合溶液を使用した系での溶媒抽出試験を行う。
- ・DGAA 系抽出剤を用いて溶媒抽出試験を行う。
- ・ラボ試験用エマルションフロー装置の改良、多段化のための設計、装置の最適化を行う。

[3] 実工程液による分離試験及びプロセス評価

- ・実液試験用エマルションフロー装置による実液を用いた分離試験から Ce 分離データを取得し、それに基づく実用化への課題を抽出する。

研究開発項目②-2

低品位レアアースの触媒等材料への代替利用技術の開発実証

本研究開発項目に対し、2021 年度、以下の実施体制にて、以下の 1 つの研究開発テーマを実施する。

[実施体制：国立研究開発法人産業技術総合研究所]

[1] 低品位セリア原料を用いた触媒材料の研究開発

- ・表面ポリオール還元法により調製した触媒粉末において、前年度から引き続き調製条件の詳細な検討を行い、触媒組成および触媒構造の最適化を進め、触媒性能の目標値の達成を目指す。
- ・実機評価試験を行うために、表面ポリオール還元法により調製した触媒粉末をハニカム担体への担持を検討する。
- ・触媒粉末を担持したハニカム触媒から切り出したテストピースを購入した触媒部材性能評価装置を用いてモデルガスを使用した触媒性能評価試験を行い、触媒担持量や触媒層密度等のハニカム触媒の作製条件を最適化する。
- ・試作したハニカム触媒についてガソリンエンジン排ガスを使用した実機評価試験を行い、本研究で開発した触媒の実用化に必要な指針を得る。

6. その他重要事項

(1) 評価の方法

NEDOは、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、技術評価実施規程に基づき、プロジェクトの事後評価を2

022年度に実施する。尚、本年度が事業最終年度であることから、NEDOは2021年度、外部有識者による技術推進委員会を実施する。

(2) 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、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推進委員会等を組織し、材料・プロセス技術等の様々な観点から定期的に技術的評価を受け、目標達成の見通しを常に把握することに努める。

② 研究開発テーマの評価

研究開発を効率的に推進するため、外部有識者による審査を活用し、2021年5月下旬（予定）、及び11月下旬（予定）に、各研究開発テーマについて、技術推進委員会を開催する。

(3) 複数年度契約の実施

2020年度～2021年度の複数年度契約を行う。

(4) 知財マネジメントにかかる運用

「NEDOプロジェクトにおける知財マネジメント基本方針」に従って事業を実施する。

(5) データマネジメントに係る運用

「NEDOプロジェクトにおけるデータマネジメントに係る基本方針」に従い事業を実施する。

7. スケジュール

7.1 本年度のスケジュール：

2021年5月下旬（予定）・・・技術推進委員会

11月下旬（予定）・・・技術推進委員会

8. 実施方針の改定履歴

(1) 2021年2月、制定