

## 平成26年度実施方針

電子・材料・ナノテクノロジー部

### 1. 件名：

(大項目) 次世代自動車向け高効率モーター用磁性材料技術開発

### 2. 根拠法

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構法第15条第1項第1号ニ

### 3. 背景及び目的・目標

現在、電力の過半はモーターが消費している。また、家電や産業機械向けに加えて、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おり、中長期的なエネルギー需給戦略において、モーターの省エネは最重要課題の一つである。特に高効率モーターの性能は磁性材料に依存しており、省エネを推進するためには、高性能磁性材料の開発が鍵となる。

磁性材料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、日本企業のみが生産している。しかし、1982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。

また、高性能磁石の原材料には、特定国がほぼ独占しているレアアース（ネオジム、ジスプロシウム等）が大量に必要であり、特定国の原料の生産動向に影響される可能性が大きいことから、レアアースの安定確保に取り組むとともに、レアアースに依存しない体制の構築が急務となっている。

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、高温で使用する場合には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。ジスプロシウムは地球上に偏在するため資源リスクが非常に高い。我が国ではジスプロシウムの添加量を削減したネオジム磁石の開発がすすめられており、NEDOプロジェクト「希少金属代替材料開発プロジェクト／希土類磁石向けジスプロシウム使用量低減技術開発」（平成19年度～23年度）では結晶粒径の微細化、界面ナノ構造制御技術等によりジスプロシウム使用量原単位40%削減を達成するなど大きな成果が得られた。

本プロジェクトは、レアアースに依存しない革新的高性能磁石の開発、さらにはモーターを駆動するためのエネルギーの損失を少なくする高性能軟磁性材料の開発を行うと共に、新規磁石、新規軟磁性材料の性能を最大限に活かして更なる高効率を達成できるモーター設計の開発を通じて、次世代自動車や家電、産業機械の心臓部であるモーターの省エネ化を図り、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的としている。

本プロジェクトにおいては、以下の研究開発を実施する。

## 【研究開発項目】

### [委託事業]

#### ① 新規高性能磁石の開発

##### (I) ジスプロシウムを使わないネオジム磁石の高性能化技術開発

###### 1. 研究開発の具体的内容

次世代自動車の駆動用モーターに使用されているネオジム磁石は、耐熱性を付与するためにジスプロシウムを添加している。ジスプロシウムを添加すると耐熱性が良くなる一方、磁石の強さは低下する。したがって、ジスプロシウムを使わずに耐熱性を付与出来れば、磁石の強さを大幅に向上させることが出来る。そこで、ジスプロシウムを使わず耐熱性を付与し、1.5倍の強さ（最大エネルギー積）を持つ耐熱ネオジム磁石の開発を行う。

###### 2. 達成目標

###### 【中間目標（平成26年度末）】

現在の耐熱性ジスプロシウム含有ネオジム焼結磁石の1.25倍の最大エネルギー積「180℃において32MG0e」を持つジスプロシウムを使わないネオジム磁石の製造技術を確立する。また、以下の各項目について要素技術を確立する。

- ・高配向性微結晶からなる原料合金製造技術
- ・高異方性ナノ結晶粒を有する磁石粉末製造技術
- ・最適粒界形成技術
- ・結晶粒の肥大化を抑制できる焼結固化技術

###### 【最終目標（平成28年度末）】

現在の耐熱性ジスプロシウム含有ネオジム焼結磁石の1.5倍の最大エネルギー積「180℃において38MG0e」を持つジスプロシウムを使わないネオジム磁石の製造技術を確立する。

#### ①新規高性能磁石の開発

##### (II) ネオジム焼結磁石を超えるレアアースを使わない新磁石の開発

###### 1. 研究開発の具体的内容

永久磁石技術開発の歴史は、新規材料出現による非連続的な技術発展を成し、大胆な分野融合的発想あるいは情熱からもたらされてきた。そこで、ネオジム焼結磁石では達成できない特性である、耐熱性を有し2倍の強さ（最大エネルギー積）をもつ「安定供給が不安視されているレアアース元素」を使わない高性能新磁石の探索・開発を行う。

## 2. 達成目標

### 【中間目標（平成 26 年度末）】

現在の耐熱性ジスプロシウム含有ネオジム焼結磁石の 2 倍の最大エネルギー積「180℃において50MG0e」を持つ「安定供給が不安視されているレアアース元素」を使わない高性能新磁石となりうる磁石群を探索し、その可能性を示す。

### 【中間目標（平成 28 年度末）】

現在の耐熱性ジスプロシウム含有ネオジム焼結磁石の 2 倍の最大エネルギー積「180℃において50MG0e」を持つ「安定供給が不安視されているレアアース元素」を使わない高性能新磁石となりうる磁石群の探索・可能性検討結果より、課題の抽出および基本材料設計の指針を示す。ただし、磁石使用温度に関しては、「③高効率モーターの開発」の解析・評価結果を反映させる。

## ② 次世代高効率モーター用高性能軟磁性材料の開発

### 1. 研究開発の具体的内容

次世代自動車には、駆動用モーターの鉄心などに軟磁性材料が使用されている。これらの軟磁性材料は、使用中に磁束が通ると損失（鉄損）が生じ、熱が発生する。鉄損はモーターの効率低下を伴うだけでなく、放熱部品や冷却装置追加による車両重量やコスト増加（＝航続距離およびコスト競争力の低下）の問題を発生するため、低損失な軟磁性材料の実用化が急務となっている。そこで、現在のモーター鉄損を 80%削減できる新軟磁性材料の実用化製造技術を開発する。

## 2. 達成目標

### 【中間目標（平成 26 年度末）】

磁気特性が「Bs1.6T以上」「400Hz・1Tにおける損失3W/kg台」を両立する「Fe基ナノ結晶軟磁性材料」の実用化製造技術を確認する見通しを得る。また、モーターとしての省エネ効果を検証する。また、以下の各項目について要素技術を確認する。

- ・超急冷粉末アトマイズ技術、粉末熱処理技術
- ・薄帯積層技術、ナノ結晶素材バルクコア熱処理技術

### 【最終目標（平成 28 年度末）】

磁気特性が「Bs1.6T以上」「400Hz・1Tにおける損失3W/kg台」を両立する「Fe基ナノ結晶軟磁性材料」の実用化製造技術を確認する。また、モーターを試作することにより省エネ化を実証する。

## ③ 高効率モーターの開発

### 1. 研究開発の具体的内容

既存・新規磁性材料を用いて、産業競争力がある小型・高効率モーターを開発するため、

実機モーター組込時の磁性特性評価技術、モーター構造設計技術およびそのモーターを低損失にて駆動できるインバーター制御技術を開発し、その性能・信頼性評価を確立する。

## 2. 達成目標

### 【中間目標（平成 26 年度末）】

エネルギー損失を従来モーター比25%削減する高効率モーター設計に関する課題の抽出および基本設計指針を示す。また以下の各項目について要素技術を確立する。

- ・ 高低温減磁試験評価技術
- ・ 超高精度モーター損失分析評価技術

### 【中間目標（平成 28 年度末）】

エネルギー損失を従来モーター比 3%削減する高効率モーターの実現を目指す。また以下の各項目について要素技術を確立する。

- ・ 3次元磁石減磁評価試験技術
- ・ インバーターとモーターのトータルでの低損失化設計手法技術

## ④ 特許・技術動向調査、事業化のための特許戦略策定および共通基盤技術の開発

### 1. 研究開発の具体的内容

ネオジム磁石に関する米国の基本特許が平成 26 年に切れるにあたり、我が国の優位性が低下する恐れが指摘されている。この様に、特許戦略は事業化には必須であり、磁性材料から最終製品であるモーターまでを巻き込んだ特許戦略議論が重要となっている。そこで、磁性材料・モーター設計に関する特許戦略策定のため、磁性材料からモーターまで全てを網羅した特許調査・技術動向調査を行う。また、共通基盤技術として、各テーマで共通する基盤的な技術開発や材料開発、分析・評価・解析保磁力機構の解明などを必要に応じて行う。

### 2. 達成目標

#### 【中間目標（平成 26 年度末）】

##### (1) 「特許調査・技術動向調査・特許戦略策定」

- ・ 磁石材料、軟磁性材料、モーター設計に関する先行特許調査・技術動向調査を行い、各事業者の①～③の磁性材料・モーター設計の開発方針の策定に反映させる。

##### (2) 「共通基盤技術の開発」

- ・ 本研究のそれぞれのテーマにて開発する新規磁性粒子・粉末について材料の焼結性を高めるための、材料毎に応じた表面処理技術を開発する。

【中間目標（平成 28 年度末）】

（1）「特許調査・技術動向調査・特許戦略策定」

「①（Ⅰ）ジスプロシウムを使わないネオジム磁石の高性能化技術開発

（Ⅱ）ネオジム焼結磁石を超えるレアアースを使わない新磁石の開発」

「②次世代高効率モーター用高性能軟磁性材料の開発」および「③高効率モーターの開発」の成果を事業化するための特許戦略を策定する。

（2）「共通基盤技術の開発」

・基盤技術開発では現実のモーターに使用した磁石の磁気特性変化およびその分布を調べ、モーターの最適設計に結び付ける。

4. 実施内容及び進捗（達成）状況

4. 1 平成 24 年度、25 年度実施内容

① 新規高性能磁石の開発

（Ⅰ）ジスプロシウムを使わないネオジム磁石の高性能化技術開発

（1）[ ナノ結晶粒ネオジム焼結磁石開発 ]

[平成24年度事業内容]

・平成 24 年度は原料合金組織のナノ微細化を達成するための装置検討・プロセス検討を行い仕様を確定した。また、結晶粒サイズの微細化の評価、磁石のマイクロ構造の評価を行った。

（インターメタリックス株式会社－再委託（共同実施） 東北大学）

[平成25年度事業内容]

・平成 25 年度は原料合金組織の微細化・ナノ粉砕技術の確立と希土類リッチ相の均一分散技術を確立した。原料合金組織の微細化については、新規導入の原料合金作製装置を用いて、直接微細組織合金を作製し、これらの原料を用いて、ジェットミルを用いたナノ粉砕条件を確立した。希土類リッチ相の均一分散技術については超微粒子作製装置で作製した希土類リッチ相超微粒子を主相粉末表面にコーティングする方式、希土類均一塗布装置を用いてより微細な希土類リッチ相を表面に均一生成させる 2 つの手法を並行して実施し最適化を行った。

（インターメタリックス株式会社－再委託（共同実施） 東北大学）

（2）[ Dyフリー高Br・高保持力を有するNdFeB異方性HDDR磁石開発 ]

[平成24年度事業内容]

・高 Br 化の原理・原則を確認するための装置開発を行った。新 d-HDDR 処理技術を確立するため、従来より高い精度で水素圧力の制御が可能な装置を実現した。また、原料の組成・組織の均質化を目的に、低酸素の微粉末化技術を開発した。

（愛知製鋼株式会社－再委託（共同実施） 東北大学）

[平成25年度事業内容]

- ・平成24年度に導入した新 d-HDDR 処理技術をベースに各種の水素圧力制御方法について検討するとともに、原料合金の組成の均一化、d-HDDR 処理前の合金の結晶粒の粗大化により最適化を図った。

(愛知製鋼株式会社－再委託 (共同実施) 東北大学)

① 新規高性能磁石の開発

(Ⅱ) ネオジム焼結磁石を超えるレアアースを使わない新磁石の開発

(1) [ 窒化鉄ナノ粒子のバルク体化技術研究開発 ]

[平成24年度事業内容]

- ・平成24年度は各種分析による窒化鉄ナノ粒子スラリーの分散安定性の精密評価、分散材との結合状態や機械的分散条件の最適化を図った。また、高分散窒化鉄ナノ粒子の表面の被覆層制御を試み、窒化鉄ナノ粒子をコアシェル構造にする新しい合成プロセスを検討した。

(株式会社T&Tイノベーションズ－再委託 (共同実施) 住友電気工業株式会社・東北大学・秋田大学・京都大学・広島大学・倉敷芸術科学大学)

[平成25年度事業内容]

- ・平成25年度は、窒化鉄ナノ粒子バルク材料の高特性・高品位化を念頭に、得られた窒化鉄系材料の構造的知見および磁気特性を「分散」「表面修飾」「バルク化」の各研究開発項目の作製プロセス条件等へ反映させた。
- ・表面修飾については、平成24年度に選出された非磁性材料系に対して極薄被覆膜厚制御を行った。

(株式会社T&Tイノベーションズ－再委託 (共同実施) 住友電気工業株式会社・東北大学・秋田大学・京都大学・広島大学・倉敷芸術科学大学)

(2) [ ナノ複相組織制御磁石の研究開発 ]

[平成24年度事業内容]

- ・平成24年度はナノ複相組織制御磁石のモデル材料・組織形成手法の構築を行った。磁性層の形状と保磁力、磁化の相関の解析を行い、ナノ粒子合成法による高品位なナノ複相組織粒子を創製した。また、形状制御したナノ複相組織粒子を用いて、粒子の規則配向およびバルク化を行った。

(トヨタ自動車株式会社－再委託 (共同実施) 京都大学、東北学院大学、東北大学、静岡理工科大学、高エネルギー加速器研究機構、物質・材料研究機構)

[平成25年度事業内容]

- ・平成25年度は、磁化と保磁力の両立を具現化する組織要件の解明を実施した。平成24年度に構築したモデル材料創製技術を高速化、高精度化しナノ複相組織の理想状態を物理量に落とし込んだ。実用化を意識した材料系については、原理知見を活用し、等方位ナノ複相組織制御バルク磁石実現に向けた要素技術探索を実施した。

(トヨタ自動車株式会社—再委託 (共同実施) 京都大学、東北学院大学、東北大学、静岡理工科大学、高エネルギー加速器研究機構、物質・材料研究機構)

(3) [ FeNi超格子磁石材料の研究開発 ]

[平成24年度事業内容]

- ・平成24年度はFeNi超格子粉末の合成条件を確立すると共に、超格子粉末の結晶構造・組織、および磁気特性との相関を明確にした。超格子の生成過程をその場解析することで、合成プロセスへのフィードバックを加速した。

(株式会社デンソー—再委託 (共同実施) 東北大学)

[平成25年度事業内容]

- ・平成25年度はFeNi超格子粉末の合成条件を改良し、磁気特性との相関を明確することにより、保磁力および磁束密度の向上を図った。また、FeNi超格子の生成メカニズムを提示するため、残留酸素の影響などの合成プロセスにおける各種要因を明らかにした。

(株式会社デンソー—再委託 (共同実施) 東北大学)

② 次世代高効率モーター用高性能軟磁性材料の開発

(1) [ 高BSナノ結晶軟磁性材料の開発 ]

[平成24年度事業内容]

- ・平成24年度は高形成能組成材料の探索・開発を行うと共に、製造プロセス方法として急冷アトマイズ法の基礎検証のために粉末の粒径、粒度分布、非晶質性の確認を行い、冷却速度に影響を及ぼす粉化パラメータを検討し、装置仕様を検討した。

(NECトーキン、JFEスチール株式会社)

[平成25年度事業内容]

- ・平成25年度は高飽和磁束密度／高形成能を両立する組成探索を行った。製造プロセスにおいては、20Kg規模急冷アトマイズ装置を導入し、粉末作製条件の最適化を実施し、高密度圧粉磁心製造条件を確立した。

(NECトーキン、JFEスチール株式会社)

### ③ 高効率モーターの開発

#### (1) [ 次世代モーター・磁性特性評価技術開発 ]

[平成24年度事業内容]

- ・平成24年度は磁石の3次元磁束密度分布測定のための調査および磁気特性測定を行い、課題を抽出した。また、超高精度モーター損失分析評価装置の開発に向け必要設備の導入を図った。

(ダイキン工業株式会社―再委託 (共同実施) 大阪府立大学、名古屋工業大学)

[平成25年度事業内容]

- ・平成25年度は磁化・保磁力測定装置を導入し、サンプル磁石の磁化・保磁力を測定し、結果の分析を行った。また、超高精度モーター損失分析評価装置の設置を行い、機械損失の低減に対する課題を抽出するとともに、現行IPMモーターの特性評価のために、リアルタイムシミュレータの導入と現行磁性材料を用いた限界性能モーター形状の検討を行った。

(ダイキン工業株式会社―再委託 (共同実施) 大阪府立大学、名古屋工業大学)

#### (2) [ 次世代モーター・磁性特性評価技術開発 (応力を考慮したモーター設計・評価技術の研究開発) ]

[平成24年度事業内容]

- ・平成24年度は応力下での測定可能な軟磁性材料特性評価装置を導入し、新材料に対応した磁気特性測定技術を開発し、外部応力下でのヒステリシス損や渦電流損の影響が小さい周波数域にて1T以下磁束密度領域での励磁条件と計測条件を明らかにした。

(三菱電機株式会社―再委託 (共同実施) 同志社大学、九州工業大学)

[平成25年度事業内容]

- ・平成25年度は軟磁性材料への応力印加機構とこれを適用した応力下軟磁性材料特性評価プロト装置で計測条件を明らかにした。これを基に応力下軟磁性材料特性評価装置を開発した。また、残留応力による永久磁石材料の磁気特性の変化について現象を調査し、永久磁石材料への応力印加方式の指針を得た。

(三菱電機株式会社―再委託 (共同実施) 同志社大学、九州工業大学)

### ④ 特許・技術動向調査、事業化のための特許戦略策定および共通基盤技術の開発

#### (1) 「特許調査・技術動向調査・特許戦略策定」

[平成24年度事業内容]

- ・平成24年度は、特許調査につき、検索範囲の確定、解析軸の設定を検討し、検索を開始した。技術動向調査については、技術論文の予備調査・分析を行い調査方針・分析検索手法を決定し、得られる効果の推定を行った。

(一般財団法人金属系材料研究開発センター―再委託 大分大学)



[平成25年度事業内容]

- ・平成25年度は、特許調査につき、前年度の調査範囲をさらに10年程度遡る範囲における国内検索特許に関し精読と重要度分類をすすめ、解析軸からの、特許からみた技術傾向調査を実施した。技術動向調査については、文献検索と、解析軸からの技術論文からみた技術動向分析の追加調査を実施した。

(一般財団法人金属系材料研究開発センター—再委託 大分大学)

(2) 「共通基盤技術の開発」

[平成24年度事業内容]

- ・平成24年度は新規磁性粒子・粉末について材料の焼結性を高めるための、材料毎に応じた表面処理技術を開発した。

(独立行政法人産業技術総合研究所—再委託 (共同実施) 東北大学、名古屋大学、  
ファインセラミックスセンター)

[平成25年度事業内容]

- ・平成25年度は開発途中にある各粒子並らびに表面修飾した粒子の構造や、熱的特性を調べ、粉末性能を維持しながら高密度焼結・固するための条件を明らかにした。

(独立行政法人産業技術総合研究所—再委託 (共同実施) 東北大学、名古屋大学、  
ファインセラミックスセンター)

#### 4. 2 実績推移

	平成 24 年度	平成 25 年度
需給勘定 (百万円)	2000 (経済産業省)	3000 (経済産業省)
特許出願件数 (件)	1	5
論文発表数 (報)	4	6 0

#### 5. 事業内容

独立行政法人産業技術総合研究所 サステナブルマテリアル研究部門 中村守部門長をプロジェクトリーダーとし、以下の研究開発を実施する。実施体制については、別紙を参照のこと。また、必要に応じ市場等の現状把握及び将来動向把握を目的とした調査を行う。

##### 5. 1 平成 26 年度事業内容

###### ① 新規高性能磁石の開発

###### (I) ジスプロシウムを使わないネオジム磁石の高性能化技術開発

###### (1) [ ナノ結晶粒ネオジム焼結磁石開発 ]

- ・平成 26 年度は、平成 25 年度に引き続き、原料合金組織の微細化・ナノ粉碎技術の確

立と希土類リッチ相の均一分散技術の確立を目指す。原料合金組織の微細化については、平成24年度から検討中のHDDR法を用いて結晶粒径を $0.4\mu\text{m}$ 以下に微細化する。また、平成25年度に予備実験を行った超急冷合金作成装置を導入し、HDDR法を用いずに希土類リッチ相が均一に分散した微細結晶粒原料の作製を検討する。これらの原料をジェットミルで粉碎し、粉末粒径 $0.4\mu\text{m}$ 以下の原料を作成する。希土類リッチ相の均一分散技術は、超微粒子作成装置で作成した低酸素希土類立地相超微粒子を主相粉末表面にコーティングする手法で行い、平成25年度に引続き組成の最適化と表面の被覆率をあげる検討を行う。

(2) [ Dyフリー高Br・高保持力を有するNdFeB異方性HDDR磁石開発 ]

・平成26年度は、24年度、25年度の結果をベースに、量産化に向けた基礎研究に取り組む。特に、Brと保磁力の両立に取り組むため原料合金、水素処理の量産化基礎技術を検討し、磁粉の配向性を向上させる。さらに、拡散原料の組成・作製条件を最適化する。また、NdFeBの分解反応初期の組織観察やラメラ構造を検討して、処理量による組織と磁気特性との関係を明確化する。

① 新規高性能磁石の開発

(II) 「レアアースを使わない新磁石開発（ネオジム焼結磁石を超えるレアアースを使わない新磁石の開発）」

(1) [ 窒化鉄ナノ粒子のバルク体化技術研究開発 ]

・平成26年度は、窒化鉄ナノ粒子バルク材料の高特性・高品位化を念頭に、電子顕微鏡・透過型電子顕微鏡観察技術や、局所磁化過程解析・磁区観察・メスバウア分光測定等の独自技術を駆使し、得られたバルク等資料のマクロおよびマイクロ視点からの構造的知見及び磁気特性を、「分散」「表面修飾」「バルク化」の各研究開発項目の作製プロセス条件等へ反映させる。粒子としての各種特性や磁気特性に影響を与えることのない分散安定化条件を確立し、目標とする窒化鉄ナノ粒子の一次粒子均一分散性60%以上、分散濃度30wt%以上、分散安定性1週間以上を達成することを目指す。分散処理後の粉末特性制御技術を検討し、凝集粒子径 $100\mu\text{m}$ 以下の粉末を $500\text{g/hr}$ 以上のレートで作成できる技術開発を行う。表面修飾については、分散化チーム・バルク化チームとの密接な技術交流によって、磁気的特性、分散特性、バルク加工性と言った総合的な観点により非磁性層材料やその厚さ等のパラメータの最適化を図る。さらにこれら分散及び表面修飾技術のスケールアップ検討を継続する。バルク化に関しては、平成25年度に設計を行ったバルク化装置を製作・導入する。配向磁場の均整が高い環境において分散・表面修飾を行った窒化鉄ナノ粒子の成型技術の検討を行い、高密度・高配向性バルクを作製できる条件を探索する。また、窒化鉄ナノ粒子モデル原料の造粒技術を高めスケールアップ検討を行い、平行して磁石性能のバラツキを確認する。

(2) [ ナノ複相組織制御磁石の研究開発 ]

- 平成26年度は理想組織形態のモデル化および材料指針構築を行い、ナノ複相組織制御磁石のポテンシャルを明らかにする。モデル材料系（ナノ粒子、薄膜等）を用いたナノ複相組織（ハード/ソフト、ハード/セミハード）の組織形態制御技術を完成させ、異種磁性相の複合化による影響を明らかにする。そのために、ナノスケール元素識別磁区観察、磁気相関解析などを行い、微結晶組織、軟磁性相、界面それぞれの磁気異方性や化学状態、微細結晶組織構造、磁気微細構造と保持力との関係などを解明する。また、磁気相関関数から交換相互作用を定量化し、高温、高圧力下で測定可能な放射光X線・中性子精密構造解析技術を開発することで、ナノコンポジット磁石の特性メカニズムや異方性メカニズム観察の可能性を検討する。上記と平行して、等方性ナノ複相組織磁石のバルク化手法探索を行うことで、等方性焼結磁石を上回る残留磁化を有する等方性ナノ複相組織制御バルク磁石（cf. NdFeB系磁石の場合、約0.9T以上）実現の目処付けをする。

(3) [ FeNi超格子磁石材料の研究開発（新規合成プロセスの研究開発） ]

- 平成26年度は、FeNi超格子粉末の合成方法を改良し、第3元素の添加、合成時の磁場印加が超格子構造の安定化や磁気特性に及ぼす効果を明らかにする。前年度までに確立したFeNi粉末の微細構造解析手法を適用して、上記合成プロセスにフィードバックをかける。上記で合成したFeNi超格子粉末の低温成型技術を開発し、成型磁石としての特性を評価する。

② 次世代高効率モーター用高性能軟磁性材料の開発

(1) [ 高Bsナノ結晶軟磁性材料の開発 ]

- 平成26年度は、前年度に開発した高Bs/高形成能を両立する組成を基とし、アトマイズ粉末製造装置において非晶質粉末作成条件の最適化を実施し安定的な非晶質粉末の試作製造を行う。得られた粉末を用い、高密度圧粉磁心製造プロセスとして、粉末成型プレスを導入し、高圧成型、熱間成型による高重点化検討を実施し高密度成型条件を確立する。高密度圧粉磁心および薄帯積層バルクコアともナノ結晶材専用小型熱処理炉にて、大型コアとしてのナノ結晶安定析出熱処理検討を実施し、最適な熱処理条件の確立を行う。

③ 高効率モーターの開発

(1) 「次世代モーター・磁性特性評価技術開発」

平成26年度は磁化・保磁力測定方法の課題抽出を行い、磁化・保磁力測定装置の改造を行い、測定結果の分析により、実運転状態での減磁評価を行える要素技術を確立する。また、超高精度モーター損失分析評価装置の改造を行い、併せて、大容量モーター

ター特性評価装置の導入を行う。また、高出力モーター試作機及び高効率モーター試作機の製作・評価によりモーター設計の課題抽出及び基本設計指針の立案を行う。また、可変磁力モーターについては、現有各種試作機的设计変更・部分試作・評価を行い、可変磁力モーターの特徴を最大限に発揮させる為の普遍的設計法を確立する。さらに、モーターモデル鉄損評価システムを構成し、解析と実験により鉄損評価方法を開発する。

(2)「次世代モーター・磁性特性評価技術開発（応力を考慮したモーター設計・評価技術の研究開発）」

平成26年度は応力下軟磁性材料特性評価装置を活用して新材料の磁気特性評価を実施し、評価方式を実証する。また、軟磁性材料磁気特性の温度依存性を把握可能とする。さらに永久磁石材料へ応力を印加した状態での磁性材料特性と永久磁石に印加する応力の大きさや向きの違いによる永久磁石の磁区状態の変化について計測を行う。これにより永久磁石への印加応力、材料組成、磁性材料特性の変化の関係を把握する。

④ 特許・技術動向調査、事業化のための特許戦略策定および共通基盤技術の開発

(1)「特許調査・技術動向調査・特許戦略策定」

「磁石材料」「軟磁性材料」「高効率モーター」等の特許調査・技術動向調査を行う。平成26年度は、予め設定下期間内の調査範囲において、精読と重要度分類を進める。さらに解析軸からみた傾向分析を実施するとともに、解析軸意外の俯瞰も検討する。また、図書館機能システムについては関係企業に既に開示しているが、関係企業との連携のもと、改良点を洗い出し、改良仕様のシステム政策、運用を行う。

(2)「共通基盤技術の開発」

平成26年度は開発途中にある格粒子ならびに表面修飾した粒子を短時間で高配向できる技術を開発する。成膜装置を導入し、磁性粒子表面に異相を物理的に成膜し、磁気特性の向上を目指す。また、熱処理により粒子表面を改質し、粒子の安定性や磁気特性向上に繋げる。これらの技術を総合して、成型体の相対密度が90%以上で元の粒子の特性の80%以上を維持した焼結・成型体を開発する。合わせて、強磁場中で溶解・凝固を行い、磁石原料組織を改良する。さらに、第一原理計算により磁石の保磁力機構の解明を進める。

5. 2 平成26年度事業規模

需給勘定（平成26年度通常予算額） 3000百万円（委託）

事業規模については変動があり得る。

## 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、成果の技術的意義及び将来産業への波及効果等について、事業項目毎に、外部有識者による研究開発の中間評価を平成26年度に実施する。

### (2) 運営・管理

研究開発全体の管理・執行に責任と決定権を有するNEDOは、経済産業省及び研究開発実施者と密接な関係を維持しつつ、事業の目的及び目標、並びに本研究開発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、外部有識者の意見を運営管理に反映させる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、四半期に一回程度事業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。

## 7. 実施方針の改定履歴

(1) 平成26年 3月 制定

(2) 平成26年 5月 改訂

NEDO



運営推進委員会

プロジェクトリーダー 中村 守

委託

高効率モーター用磁性材料技術研究組合

研究開発項目①-I

研究開発項目①-II

研究開発項目②

①-I ジスプロシウムを使わない  
ネオジム磁石の高性能化技術開発

(1) ナノ結晶粒ネオジム  
焼結磁石開発  
インターメタリックス(株)  
場所: 京都分室

(2) NdFeB異方性HDDR  
磁石粉末開発  
愛知製鋼(株)  
場所: 東海分室

①-II レアアースを使わない新磁石開発

(3) 窒化鉄ナノ粒子の  
バルク体化技術研究開発  
(株)T&Tイノベーションズ  
場所: 広島分室

(4) ナノ複相組織制御  
磁石の研究開発  
トヨタ自動車(株)  
場所: 東富士分室

(5) FeNi超格子磁石  
材料の研究開発  
(株)デンソー  
場所: 日進分室

② 軟磁性材料開発

(6) 高Bsナノ結晶  
軟磁性材料の開発  
NECTーキン(株)、  
JFEスチール(株)  
場所: みちのく分室

(9) 共通基盤技術の開発(粒子表面修飾技術及び低温高密度焼結技術、磁気特性評価・解析技術)  
(独)産業技術総合研究所 場所: 中部センター

研究開発項目③

③ 高効率モーターの開発

(7) 次世代モーター・磁性特性評価技術開発 及び モーター設計技術調査  
ダイキン工業 (株)・三菱電機 (株)  
場所: 大阪府立大学

研究開発項目④

④ 共通基盤調査・技術

(8) 特許調査・技術動向調査  
JRCM (各組合員)  
場所: 東京 JRCM

再委託・共同実施

東北大学、広島大学、京都大学、秋田大学、倉敷芸術科学大学、高エネルギー加速器研究機構、東北学院大学、静岡理工科大学、大阪府立大学、名古屋工業大学、名古屋大学、同志社大学、九州工業大学、大分大学、物質・材料研究機構、住友電気工業、ファインセラミックスセンター