

# 「次世代自動車向け高効率モータ用磁性材料技術開発」

## 中間評価報告書（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31条に基づき研究評価委員会において設置された「次世代自動車向け高効率モーター用磁性材料技術開発」（中間評価）の研究評価委員会分科会（第1回（平成26年11月12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32条の規定に基づき、第41回研究評価委員会（平成27年2月20日）にて、その評価結果について報告するものである。

平成27年2月

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構  
研究評価委員会「次世代自動車向け高効率モーター用磁性材料技術開発」分科会  
（中間評価）

分科会長 松井 信行

「次世代自動車向け高効率モーター用磁性材料技術開発」(中間評価)

分科会委員名簿

(平成26年11月現在)

	氏名	所属、役職
分科 会長	まつい のぶゆき 松井 信行	中部大学 理事長付特任教授
分科 会長 代理	おおもり けんじ 大森 賢次	日本ボンド磁性材料協会事務局 専務理事 兼 事務局長
委員	かとう ひろあき 加藤 宏朗	山形大学 大学院理工学研究科 数物学分野 教授
	とくなが まさあき 徳永 雅亮	明治大学 理工学部 兼任講師
	まるやま まさあき 丸山 正明	元日経 BP プロデューサー 技術ジャーナリスト
	やまもと ひろし 山元 洋	明治大学 名誉教授

敬称略、五十音順

# 「次世代自動車向け高効率モーター用磁性材料技術開発」（中間評価）

## 評価概要（案）

### 1. 総論

#### 1. 1 総合評価

資源リスクの高いレアメタルを削減した高性能磁石を開発し、高効率モーターへ応用する研究開発プロジェクトは、わが国が世界に抜きん出ている高性能磁石の技術力をさらに高め、自動車や電機産業の競争力の強化に寄与するとともに、電動化が進む輸送機器の省エネルギー化の意義がある。

高性能磁石材料、高性能軟磁性材料およびそれらを組み合わせたモーターの設計という重要な研究開発テーマを設定し、企業と研究機関が一体となって推進することは評価できる。

永久磁石、軟磁性材料は新しい特性を持つものが開発され、モーター関係では高効率を達成するための設計指針等が確立される等、目標に向かっての研究開発の進捗は総じて良好であるが、テーマの難しさの程度の違いを把握した上で、個別のマネジメントが必要である。例えば、レアアースフリーの高性能磁石材料開発は極めて難しいテーマであり、実用化の観点からはレアアースフリーに拘らず新しい磁石材料の探索を進めるべきであろう、また、新しい磁石材料の探索は学術面での発見に依存することから、研究者の資質と環境が重要と思われる。

プロジェクト全体の最終目標を達成するためには、磁性材料、モーター設計及び制御システム間の役割分担及び連携のシナリオの検討を進めるとともに、プロジェクト後期においては、プロジェクト全体を横断的に見渡し、連携の一層の強化を計ることを可能とする開発体制への見直しも重要と思われる。

#### 1. 2 今後に対する提言

プロジェクト遂行のためには、新しい発見を導きそうな仮説及び事業化の過程での仮説を、プロジェクトメンバー以外の者にわかりやすく説明できることが重要である。

NEDO と JST の連携はガバニングボードの設置による推進が図られているものと思うが、より効果の期待できる相互の情報交換を行って欲しい。

プロジェクト後期においては、プロジェクト全体を横断的に見渡し、連携の一層の強化を計ることを可能とする開発体制への見直しが必要と思われる。

モーター設計に関しては新しい材料として望む特性をさらに明確にする必要がある。新しい材料開発やモーターの設計指針が出ているテーマは、実用化試験をなるべく早くやって頂きたい。レアアースフリーで進めているテーマは、成果が出るまで見守る必要があるだろう。

国際標準での取組強化に期待する。プロジェクトのコンセプトと技術的成果を世界に発信する事で、技術先進国に対する我が国の立場を明確に位置づけるとともに、技術途上国に対する我が国の優越性を示すことも必要であろう。

## 2. 各論

### 2. 1 事業の位置付け・必要性について

輸送体の電動化が進む中、その最重要機能部品であるモーターの高度化に資するための磁性材料開発に研究開発資源を国として集中する事は極めて大きな意義があると判断する。とくに、我が国の永久磁石を含む磁性材料技術が世界で先導的な立場にある事を勘案すれば、この事業を NEDO が先導する意義は大きい。

モーター用磁性材料の開発にモーター設計と制御方法を加えて、一貫通貫でやりとげるのは NEDO プロジェクトとして適している。民間企業のみならず大学や国立研究機関等の基礎研究成果をフルに活用して、高い科学技術的水準が求められるのは明白であり、NEDO の事業として妥当であるといえる。

### 2. 2 研究開発マネジメントについて

プロジェクトの目標は、今後の日本が果たすべき地球温暖化対策および電気エネルギー使用量低減に対して、確固たる基盤技術を提供する立場を有する。

的確な現状分析のもとで将来を見据えたプロジェクト計画が樹立されていると判断できる。現時点ではしっかりした仮説を説明できる研究開発計画で、大胆かつ繊細に判断し続けることを実施していただきたい。

Dy フリーネオジム磁石、レアアースフリー新磁石、軟磁性材料、共通基盤という項目に分かれて多角的に開発できる実施体制を構築していることは評価できる。ただし、プロジェクトリーダーの権限と役割が分かりにくい。予算の効率使用、プロジェクト目的の完遂の観点から、プロジェクトリーダーが効率的な研究マネジメントを実施していく必要がある。また、プロジェクト後半に向けて、アウトプット目標のモーター損失 25%低減を達成するために、研究組合主導で、磁性材料、モーター設計、モーター制御の役割分担を明確にしてゆく必要がある。

中間評価の時点で成果の出ているものについては、実用化研究を進めて頂きたい。

今後は、研究開発成果をどう事業化につなげるかという視点で、特許化する・ノウハウ化するなどの日ごろの議論を進めて頂きたい。また、希土類元素問題の情勢変化に見合った素早い対応に努めて頂きたい。

### 2. 3 研究開発成果について

多くの研究機関で中間目標をほぼ達成していることは評価できる。ネオジム・ホウ素・鉄磁石の研究開発は優れた研究開発成果と事業化見通しの成果を得ており、また、モーターの高効率を達成するための設計指針等は目標に向かって達成度が高い。ただし、一部の研究開発項目に関しては、現時点での成果がそれまで投入した予算額に対して見劣りしているように見える。また、大学などにテーマを再委託して feasibility study をしているかのように見受けられるものもある。

特許出願は予想を超えて少ないように感じる。ノウハウの維持のためという論理もわからないではないが、出願努力をして頂きたい。

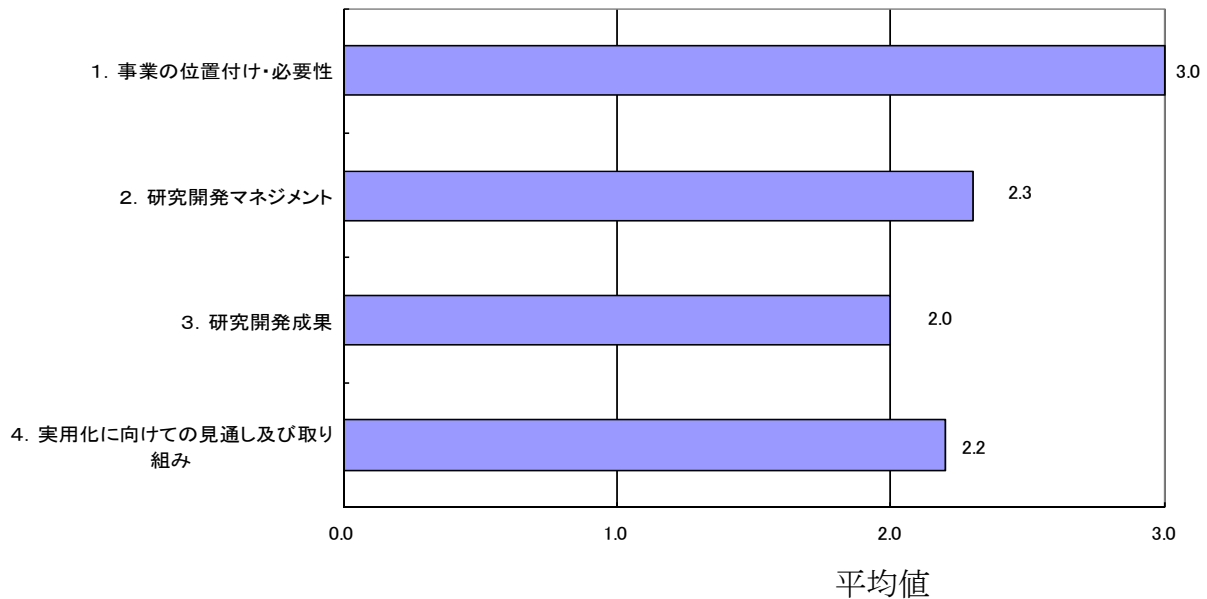
成果の公表は、学会、Conference、Workshop 等で随時実行されているように思う。なお、研究開発結果を論文として Publish することに留意して頂きたい。また、5 年先、あるいはこの未知の発見が実現すると、こうした事業化プランが描けるという構想を、説明できることも、成果の普及には重要である。

#### 2. 4 実用化に向けての見通し及び取り組みについて

多くの研究開発項目において実用化イメージに基づき、課題及びマイルストーンが明確に検討されている。Dy フリーネオジム磁石、軟磁性材料の粉体開発、高効率モーター評価は順調に進められており、期待したい。

一方、希土類元素を使わない新磁石の開発はハードルが高い。自由な発想を容認し頑張りを期待するとともに、添加元素などを使った新しい展開も検討が必要と思われる。また、180℃で 50MGOe の磁石という最終目標の達成のためには、incremental な改善だけでなく、基礎科学的な原理原則に立ち返った検討も必要と思われる。

## 評点結果〔プロジェクト全体〕



評価項目	平均値	素点 (注)					
		A	A	A	A	A	A
1. 事業の位置付け・必要性について	3.0	A	A	A	A	A	A
2. 研究開発マネジメントについて	2.3	A	B	B	B	A	B
3. 研究開発成果について	2.0	B	B	B	B	B	B
4. 実用化に向けての見通し及び取り組みについて	2.2	B	B	B	B	A	B

(注) A=3, B=2, C=1, D=0 として事務局が数値に換算し、平均値を算出。

### 〈判定基準〉

1. 事業の位置付け・必要性について	3. 研究開発成果について
・非常に重要 →A	・非常によい →A
・重要 →B	・よい →B
・概ね妥当 →C	・概ね妥当 →C
・妥当性がない、又は失われた →D	・妥当とはいえない →D
2. 研究開発マネジメントについて	4. 実用化に向けての見通し及び取り組みについて
・非常によい →A	・明確 →A
・よい →B	・妥当 →B
・概ね適切 →C	・概ね妥当 →C
・適切とはいえない →D	・見通しが不明 →D





6.4-①高効率モーターの開発	[説明 15 分、質疑応答 15 分]	15:24～15:54 (30 分)
6.4-②高効率モーターの開発	[説明 15 分、質疑応答 15 分]	15:57～16:27 (30 分)
6.5-①共通基盤調査・技術	[説明 15 分、質疑応答 15 分]	16:30～17:00 (30 分)
6.5-②共通基盤調査・技術	[説明 15 分、質疑応答 15 分]	17:03～17:133(30 分)
7. 全体を通しての質疑		17:33～17:48 (15 分)
(公開セッション)		
8. まとめ・講評		17:50～18:05 (15 分)
9. 今後の予定		18:05～18:10 (5 分)
10. 閉会		

概要

		最終更新日	平成26年11月12日
プログラム（又は施策）名	1. 経済成長, 2. 資源エネルギー・環境政策 ①エネルギー, ②イノベーション		
プロジェクト名	次世代自動車向け高効率モーター用磁性材料技術開発	プロジェクト番号	P14015
担当推進部	電子・材料・ナノテクノロジー部		
0. 事業の概要	<p>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電気エネルギーの損失を少なくする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生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行うことで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する。</p>		
I. 事業の位置付け・必要性について	<p>次世代自動車や家電、産業機械の心臓部であるモーターに使用されるネオジム高性能磁石は、我が国が競争力を有する技術分野である。しかし、昭和57年（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。</p> <p>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、軽希土類元素まで含めた希土類元素全体の投機的な高騰を考慮して国家的な観点から国の積極的な関与が必要である。</p> <p>中長期的な最重要課題の1つであるエネルギー需給戦略においても、省エネの一層の促進に貢献する高効率モーターの省エネルギー化に取り組むことは、まさに国策として重要である。</p> <p>以上、本事業は、我が国産業にとって最重要課題の一つであるモーターの省エネ化に貢献する技術を開発するものであり、我が国のエネルギー・資源問題解決および産業競争力強化に貢献する、NEDOが取り組むべきプロジェクトとして妥当である。</p>		
II. 研究開発マネジメントについて			
	<p>レアアースに依存しない革新的高性能磁石の開発、エネルギーの損失が少ない高性能軟磁性材料の開発、さらにはこれらの新規磁石や新規軟磁性材料の性能を最大限に生かして更なる高効率を達成できるモーターの開発を行い、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の実現を目指す。</p> <p>それぞれの研究開発項目の具体的な開発目標は以下の通り。</p> <p>① 新規高性能磁石の開発</p> <p>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 【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38MGOe」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認する。</p> <p>①-（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 【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50MGOe」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。</p> <p>② 次世代高効率モーター用高性能軟磁性材料の開発 【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。</p> <p>③ 高効率モーターの開発 【中間目標（平成28年度末）】 高効率モーターの試作・評価を行い従来モーター比でエネルギー損失を25%削減する高効率モーター実現の見通しを得る。</p>		

- 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  
 【中間目標（平成 28 年度末）】  
 (1) 「特許・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。

事業の計画内容	主な実施事項	H24fy	H25fy	H26fy	H27fy	H28fy	第 2 期 H29～ 33fy
	①－（Ⅰ） 新規高性能磁石開発 ジスプロシウムフ リー磁石の開発	[Progress bar from H24 to H28]					
①－（Ⅱ） 新規高性能磁石開発 レアアースフリー 磁石の開発	[Progress bar from H24 to H28]						中間評価 に基づき テーマ、体 制、目標を 再設定
② 軟磁性材料研究開発	[Progress bar from H24 to H28]						
③ 高効率モーターの開 発	[Progress bar from H24 to H28]						中間評価 に基づき テーマ、体 制、目標を 再設定
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	[Progress bar from H24 to H28]						中間評価 に基づき テーマ、体 制、目標を 再設定
	評価時期			★中間評価		★中間評価	
		METI 執行		*1. 中間評価でテーマ、体制の絞込および目標の見直し実施 *2. 上記①－Ⅱ、③および④については、第 2 期への移行を予定し ている。移行に際しては、H28 年度の中間評価を踏まえて、第 2 期の体制、目標等を決定する。			
開発予算 (会計・勘定別 に事業費の実 績額を記載) (単位：百万 円)  契約種類： ○をつける (委託(○)助 成( ) 共 同研究(負担 率( ))	会計・勘定	H24fy	H25fy	H26fy	H27fy	H28fy	第 2 期 H29～ 33fy
	一般会計						
	特別会計(需給)	2,000	3,000	3,000			
	開発成果促進財源						
	総予算額	2,000	3,000	3,000			
	(委託) (助成) : 助成率△/□	○	○	○			

	(共同研究) : 負担率△/□					
	経産省担当原課	製造産業局自動車課, 非鉄金属課				
	プロジェクトリーダー	中村 守 (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長)				
開発体制	委託先 (* 委託先が 管理法人の場合は 参加企業数及び 参加企業名も記 載)	<p>管理法人：高効率モーター用磁性材料技術研究組合 (参加9社, 1財団, 1独法)</p> <p>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  インターメタリックス (株)  共同実施：東北大学  愛知製鋼 (株)  共同実施：東北大学  (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  (株) T&amp;T イノベーションズ  共同実施：住友電気工業 (株), 東北大学, 秋田大学,  京都大学, 広島大学, 倉敷芸術科学大学  トヨタ自動車 (株)  共同実施：京都大学, 東北学院大学, 東北大学, 静岡理科大学,  高エネルギー加速器研究機構, 物質・材料研究機構  (株) デンソー  共同実施：東北大学</p> <p>② 次世代高効率モーター用高性能軟磁性材料の開発  NEC トーキン (株), JFE スチール (株)</p> <p>③ 高効率モーターの開発  ダイキン工業 (株)  共同実施：大阪府立大学, 名古屋工業大学  三菱電機 (株)  共同実施：同志社大学, 九州工業大学</p> <p>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  (一財) 金属系材料研究開発センター  再委託：大分大学  (独) 産業技術総合研究所  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</p>				
評価に関する事項	中間評価	平成26年度 中間評価実施				
	中間評価	平成28年度 中間評価実施				

Ⅲ. 研究開発成果について	①－（Ⅰ）	(インターメタリックス株式会社) (愛知製鋼株式会社)
	微細化し保磁力達成の目処がついた	
	①－（Ⅱ）	(株式会社T&Tイノベーションズ) (トヨタ自動車株式会社) (株式会社デンソー)
	概ね現行の焼結磁石を超える可能性を示した	
	②	(NEC トーキン, JFE スチール株式会社)
アトマイズ粉末でナノ結晶が出来る目処がついた		
③	(ダイキン工業株式会社) (三菱電機株式会社)	
評価装置を開発し、基本設計指針を出すことが可能		
④	(一般財団法人金属系材料研究開発センター) (独立行政法人産業技術総合研究所)	
● 表面処理技術と焼結技術開発 ● 特許・論文のデータベース化		
投稿論文	「査読付き」20件, 「その他」0件	
特 許	「出願済」16件, 「登録」0件, 「実施」0件 (うちPCT出願2件) 特記事項:	
その他の外部発表 (プレス発表等)	「口頭発表」100件, 「新聞・雑誌」3件, 「その他」5件	
Ⅳ. 実用化の見通しについて	①－（Ⅰ）	(インターメタリックス株式会社) (愛知製鋼株式会社)
	現状のラインで生産可能	
	①－（Ⅱ）	(株式会社T&Tイノベーションズ) (トヨタ自動車株式会社) (株式会社デンソー)
	バルク化、保磁力向上、量産化技術の開発継続	
	②	(NEC トーキン, JFE スチール株式会社)
自社製造・販売が可能		
③	(ダイキン工業株式会社) (三菱電機株式会社)	
各社のモーターに適用可能		
④	(一般財団法人金属系材料研究開発センター) (独立行政法人産業技術総合研究所)	
共通基盤技術の確立により実施者の実用化を支援		
Ⅴ. 基本計画に関する事項	作成時期	平成26年3月 作成
	変更履歴	平成26年5月 改訂

	2012	2013	2014	2015	2016	第2期 (2017~2021)	
新規高性能磁石開発	①-I ジスプロシウムフリー磁石の開発						
	①-II レアアースフリー磁石の開発						中間評価に基づき、テーマ、体制、目標を再設定
	② 軟磁性材料研究開発						
	③ 高効率モーターの開発						中間評価に基づき、テーマ、体制、目標を再設定
	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						中間評価に基づき、テーマ、体制、目標を再設定
	METI 執行		★ 中間評価		★ 中間評価		
予算 (億円)	20	30	30				

事業原簿 II-5

5/22

<プロジェクト体制図>

公開



事業原簿 II-5

7

4/22