

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」(中間評価)分科会
議事録

日 時 : 平成 28 年 6 月 14 日 (火) 10:00~18:15

場 所 : WTC コンファレンスセンター Room A

〒105-6103 東京都港区浜松町 2-4-1 世界貿易センタービル 3 階

出席者 (敬称略、順不同)

<分科会委員>

分科会長 加藤 宏朗 山形大学大学院理工学研究科・数物学分野磁性材料物理学 教授
分科会長代理 大森 賢次 日本ボンド磁性材料協会 専務理事
委員 岡崎 靖雄 岐阜大学 名誉教授
委員 掛下 知行 大阪大学大学院工学研究科マテリアル生産科学専攻 教授
委員 堺 和人 東洋大学理工学部電気電子情報工学科 教授
委員 佐久間 昭正 東北大学大学院工学研究科応用物理学専攻 教授
委員 千葉 明 東京工業大学大学院理工学研究科電気電子専攻 教授

<推進部署>

吉木 政行 NEDO 材料・ナノテクノロジー部 部長
井上 貴仁 NEDO 材料・ナノテクノロジー部 主任研究員
佐光 武文(PM) NEDO 材料・ナノテクノロジー部 主査
坂井 数馬 NEDO 材料・ナノテクノロジー部 専門調査員
渡部 敬介 NEDO 材料・ナノテクノロジー部 主査

<実施者※メインテーブル着席者のみ>

尾崎 公洋(PL) 産業技術総合研究所 磁性粉末冶金研究センター センター長
入山 恭彦 高効率モーター用磁性材料技術研究組合(MagHEM) 理事長
作田 宏一 高効率モーター用磁性材料技術研究組合(MagHEM) 専務理事

<評価事務局等>

井関 隆之 NEDO 技術戦略研究センター 研究員
徳岡 麻比古 NEDO 評価部 部長
保坂 尚子 NEDO 評価部 統括主幹
原 浩昭 NEDO 評価部 主査

議事次第

(公開セッション)

1. 開会、資料の確認
2. 分科会の設置について
3. 分科会の公開について
4. 評価の実施方法について
5. プロジェクトの概要説明
 - 5.1 「事業の位置付け・必要性」「研究開発マネジメント」
「研究開発成果」「成果の実用化に向けた取り組み及び見通し」
 - 5.2 質疑

(非公開セッション)

6. プロジェクトの詳細説明
 - 6.1 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
 - 6.1-① ナノ結晶粒ネオジム焼結磁石開発
 - 6.1-② Dyフリー高Br・高保磁力を有するNdFeB異方性HDDR磁石開発
 - 6.2 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開発
 - 6.2-① 窒化鉄ナノ粒子のバルク体化技術研究開発
 - 6.2-② ナノ複相組織制御磁石の研究開発
 - 6.2-③ FeNi超格子磁石材料の研究開発
 - 6.3 次世代高効率モーター用高性能軟磁性材料の開発
 - 6.3-① 高Bsナノ結晶軟磁性材料の開発
 - 6.4 高効率モーターの開発
 - 6.4-① 次世代モーター・磁性特性評価技術開発
 - 6.4-② 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）
 - 6.5 特許・技術動向調査、事業化のための特許戦略策定支援および共通基盤技術の開発
 - 6.5-① 特許調査・技術動向調査・特許戦略策定支援
 - 6.5-② 共通基盤技術の開発
7. 全体を通しての質疑

(公開セッション)

8. まとめ・講評
9. 今後の予定、その他
10. 閉会

議事内容

(公開セッション)

1. 開会、資料の確認

- ・開会宣言 (評価事務局)
- ・配布資料確認 (評価事務局)

2. 分科会の設置について

- ・研究評価委員会分科会の設置について、資料1に基づき評価事務局より説明
- ・出席者の紹介 (評価事務局、推進部署)

3. 分科会の公開について

評価事務局より資料2に基づき分科会の公開について説明があり、議題6.「プロジェクトの詳細説明」および議題7.「全体を通しての質疑」を非公開とすることが了承された。

また、評価事務局より資料3に基づき、分科会における秘密情報の守秘及び非公開資料の取扱いについての、捕捉説明があった。

4. 評価の実施方法について

評価の手順及び評価報告書の構成について、評価事務局より資料4-1～4-5の要点をまとめたパワーポイント資料に基づき説明し、評価事務局案どおり了承された。

5. プロジェクトの概要説明

5.1 (1) 「事業の位置付け・必要性」「研究開発マネジメント」

推進部署より資料6-1に基づき説明が行われた。

5.1 (2) 「研究開発成果」「成果の実用化に向けた取り組み及び見通し」

実施者より資料6-1に基づき説明が行われた。

5.2 質疑

【加藤分科会長】 どうもありがとうございました。ただいまの説明に対して、ご意見、ご質問をお願いします。

なお、技術の詳細については、のちほどの議題6で議論するので、ここでは主に事業の位置付け・必要性、マネジメント等についてのご意見をお願いします。

【大森分科会長代理】 「市場創出効果」として2030年で1100億円と記載されていますが(12頁)、どのへんまでを考えてこの金額にしたのですか。

【佐光 PM】 自動車向け市場と産業モーター向け市場との二つの用途について、いまのモーターがこれだけ切り替わるだろうという普及率を想定して計算しています。事業原簿に詳細に計算したものがあります。

【大森分科会長代理】 モーターそのものですか。モーターが使われている製品等は含めていないのですか。

【渡部主査】 これはモーターそのものの値段だけで想定しています。

【大森分科会長代理】 そういう意味では、これができると(市場)規模はもっと大きなものになるとイメージしてよろしいわけですね。

【渡部主査】 それでよいと思います。

【岡崎委員】 「プロジェクト全体の目標」(14頁)について、具体的な数値目標が3つ挙がっていますが、それらと、最終的な目標「(損失を)25%削減(するモータの実現)」との数値的なつながりは、どのへんまで検討されたのですか。

【尾崎 PL】 直接的なつながりはありません。そこまで計算は入れておりません。磁石、軟磁性、モーター、個々の目標としてこういう数字を出し、プロジェクト全体の目標にしました。

【岡崎委員】 要するに25%というのは、目標としてボンと出したということで、材料はそれとは別に目標数値と

して持ってきたということによろしいですか。

【尾崎 PL】 はい。

【堺委員】 同じ 14 ページですが、先ず、磁石で 1.5 倍と 2 倍と数字が違う二つの目標が並んでいて、電磁鋼板では 5 分の 1 という数字が出ています。これらの数値の根拠は何ですか。

もう一つは損失 25% についてですが、自動車であれば、自動車の運転パターン JC08 モード、昔なら 10-15 モードで、EV では電費か燃費かわかりませんが、そのときのモーターだけを取り出して 25% ぐらい貢献するというのであれば分るのですが、個々の 25 というのは何を言っているのか。教えていただきたい。

【尾崎 PL】 モーターの損失 25% は、測定点を 2 点規定しています。後ほどモーターの個々の発表のときにご確認いただきたい。また、材料側の目標数値の設定の仕方ですが、プロジェクトを開始するときに、非常に悩ましい数値を設定しています。

プロジェクト開始の経緯になりますが、未来開拓事業ということで、非常に大きな目標を立てるのが、まず大前提でした。まったく達成不可能な目標を掲げるとそれこそおかしな話になるので、まずはネオジム磁石に関して、現状を見ながら Dy を添加した数値から完全に Dy フリーにしたときにどこまで伸びるだろうか、可能性はあるだろうか、ということを経験的に検討して、なおかつ温度を条件につける。室温で 1.5 倍や 2 倍にするのはさすがに不可能ですので、使用を見越した 180℃ という温度でどういう数値目標を設定するとプロジェクトとして成立するか、かつ実現が不可能ではないと想定できる数値目標にしています。

【加藤分科会長】 関連して質問します。13 頁のスライドです。横軸が保磁力、縦軸が最大エネルギー積 (BHmax) という図面で、その右側に上向きの垂直な矢印が二つあって、到達目標と書かれています。この書き方ですと、保磁力 30 k に保ったまま BHmax だけ上げるという目標に見えてしまうのですが、これによろしいのでしょうか。つまり保磁力はもうすでに 30 k あるので、磁化を上げて BHmax を増やすのだという目標を立てていると見えるのですが、むしろ横になるのではないのでしょうか。斜め上を向くような矢印と言いましょか、保磁力を上げて、耐熱温度を上げるというアプローチかと思うのですが。

【佐光 PM】 これは説明で理解しやすいように矢印で表現したのですが、必ずしも保磁力 30 k にこだわっているわけではありません。先ほど尾崎 PL が言われた温度特性がよくなれば保磁力は 30 k より低くても到達します。

【加藤分科会長】 最終的な☆印のところに行こうというのはよいのですが、現在はどこから出発するのでしょうか。

【佐光 PM】 現状の材料がここに位置するので、本来はこの最大エネルギー積を 1.5 倍にするので、そのときの保磁力だけではなくて、縦軸はほかの要因もあって最大エネルギー積 38 が目標ですが、保磁力以外の要因で上げる可能性もあります。

【加藤分科会長】 この図面だと、そういう意図が誤解されるようなきらいがあるので、もう少しよい表現を検討したほうが良いと思います。

【佐久間委員】 最終目標の 180℃ で 50MGOe について、「保磁力に別にこだわっているわけではない」と言いますが、エネルギー積だけで (目標値と) 言ってよいか、問題の一つです。

また、180℃ (453K) で 50MGOe ということは、理屈から考えると約 500K で Bs がたぶん 1.4 テスラぐらいないといけない。最低でも保磁力はその半分なければならない。そういう物質が現状では、たとえば完全に Dy フリーだけではたぶんいけないとは思いますが、遷移金属だけでもそういったものが考えられるのか、根拠があるのかどうか。私から考えると、あまりにもハードルが高すぎる内容です。

もう一つは、中間目標の延長線上にその 2 倍という最終目標があるのかどうか。中間目標が今回クリアされたとしても、その延長線上には理屈から考えてその物質は到底ありえないということもあります。そうすると中間目標と最終目標は、別枠で考えないといけないのかもしれない。そのへんの目標の根拠について、もう少し詳しく説明してください。

【尾崎 PL】 まず「最大エネルギー積だけを目標にしてよいのか」の話ですが、ご存じのとおり最大エネルギー積は磁化と保磁力を併せ持った値ですので、基本的に一番わかりやすい数値目標として定めやすいということです。たとえば、保磁力がいくつで磁化がいくつだという組み合わせの目標は、新材料は温度係数すらわからない状況でそれも立てにくいので、両者を組み入れた最大エネルギー積でまずは数値目標を定めることにしました。

次に、「その可能性としてどういうものを想定しているか」ですが、50MGOe@180°Cはまず難しいだろう、という話はプロジェクト開始当初からありました。そういうものが本当にあるのかどうか。これはプロジェクト全体、われわれの考えですが、こういう（難しい）目標値を設定して、みんなでやったらどこまで行けるだろうかとこのプロジェクトにしたいというのが、この未来開拓プロジェクトの最初の考え、アイデアでした。

これは従来のプロジェクトの考え方とは少し違います。10年のプロジェクトですので、普通に頑張ればある程度達成できる目標ではなくて、頑張っ、頑張っ、頑張らないと達成できるかどうかわからない数値。但し、全く可能性ゼロかと言うとそうでもなくて、学会等々で発表していますが、たとえば1-12系では磁化が室温で1.7を超えるようなものが出てきています。もちろん保磁力がどこまで行くかはまだわからないのですが、そういう材料が出てきています。「まったくできないか」と言われると、「そういう兆しが少し見えてきた」というのが現実です。もちろん、レアアースフリーでどこまでいけるかは別の話になり、そこまで絞り込むと難しいので、最後に少し話しましたが、軽希土類はあっても良いのではないかとということで、第2期を進めたいという考えです。

【千葉委員】 いくつか意見があります。まず4頁のスライド、モーターの構造例です。ここで、「重要なのは磁石材料と低損失鉄心である」と言われましたが、他にも、電線あるいは絶縁技術、巻線技術も、非常に重要だと思います。それから鉄心と言ったときに、1枚の鉄のシートからいかにしてモーターのコアをつくるのかという鉄心製作技術も非常に重要です。

実際、1月にトヨタの新しいプリウスが発売になり、4月に私がオーガナイズしたオーガナイズセッションでのトヨタの発表では、巻線技術や鉄心が重要な役割を果たして25%の損失低減を実現している、ということでした。ですから、もう少し幅広くモーター技術を取り上げていただきたい。

【佐光 PM】 モーターではそういういろいろな要因があることは、われわれも理解して進めています。このプロジェクトでもモーター設計技術を今も進めており、午後の説明の中にも一部出てきますが、設計技術は非常に重要です。材料技術と設計技術を組み合わせる最終的に高効率なモーターをつくるということで、特にこの第2期では、実際のモーターの開発に入っていきますので、その部分が特に重要になってくると思っています。

【千葉委員】 私の指摘は、(このプロジェクトでは)新材料技術として磁石と軟磁性材料だけを取り上げていますが、電線も重要な材料であるし、その電線を絶縁する技術も非常に重要であるということです。

【佐光 PM】 設計技術の中で、そういうことを加味して進めていきたいと思います。背景で説明しましたが、このプロジェクト自体が、まず日本が非常に得意としている磁石の状況を打破して、それでいろいろな産業へ応用できるモーターを最終的なアウトプットとして進めよう、ということで組み立てたので、磁石と軟磁性材料がメインのテーマ構成のプロジェクトであるということです。

【千葉委員】 私としては、自動車用のモーターが高効率になることはとても重要だと思いますし、右半分は確かにそうだと思うのですが、磁石に少し偏重しすぎている感じがします。この国で高効率のモーターをつくらせて自動車産業がどんどん発展していくことはとても重要であり、そのためには磁石ももちろん重要ですが、巻線も重要であり鉄心の製作技術も非常に重要です。

なかなか意見がかみ合いませんが、次の指摘に行きます。14頁の「プロジェクト全体の目標」で「25%損失を削減するモーターの実現」となっていますが、これはどういう基準ですか。自動車用のモーターを考え

ているのか、それとも3頁目では消費電力の6割がモーターであるという話もあったので、そちらのほうを
考えているのか、どちらでしょうか。実際、今回出てきたプリウスのモーターは、損失を25%も削減してい
るので、目標の改善が必要だと思います。5年間で25%削減するのか、このプロジェクトは10年間です
から10年間で25%削減するのか、どちらなのか。あるいは年間25%削減というのは結構厳しいとは思
いますが、そこはいかがでしょうか。

【佐光 PM】 この目標値は10年間での25%削減という目標です。

【千葉委員】 もともとは、どんな基準ですか。

【尾崎 PL】 もともとは、このプロジェクトを開始したときに発売されている第3世代のプリウスを対象として
います。当然、プリウスもどんどん進化するので、この目標値に関しては、10年間の最終目標ですので、当
然その状況に応じた目標設定をする。基準は書いていませんので、どこが基準かと言われると、そのとき
すでに発売されているモーターを基準としたということになるかもしれません。そこは、われわれとしては
順次見直しをしていくということです。

【千葉委員】 プロジェクトスタート時のプリウスのモーターは、確かに非常に優れたモーターでしたから、それ
を基準にすることは大変適切であると思います。しかし、すでに25%削減したものが出ている状況です
から、このあと5年間の第2期の目標が出ていますが、そこは少し考えられたほうがよいと思います。今回の
プリウスですと、鉄心と銅線の改善が非常に大きい向上の要因になっており、磁石が非常に貢献したとい
う話は聞いていませんが、とにかくDyは少し減ったとは聞いています。

次は21頁目です。「レアアースフリーに拘わらない新規材料の探索」と書いてありますが、私の理解です
と、最初の5年はDyを削減しようという話だったと思います。それが先ほどのお話では、8割ぐらい目標
には進んでいて評価として○が付いていることは大変結構ですが、「新磁石開発はレアアースフリーから重
希土類フリーへシフト」と書かれていますが、これは最初の5年間で達成する予定ではなかったのですか。
この目標は10年間の目標ですが、この最後の行はどういう意味で書かれたのでしょうか。

【尾崎 PL】 基本的には14頁にある、現状の2倍の性能、180°Cで50MGOeを目指した磁石、これが10年間の
磁石の目標ですが、当初はレアアースフリーを謳っていました。このレアアースフリーを、軽希土類を使
ってもよいのではないかという意味で、重希土類は扱わない、レアアースフリーではなくて重希土類フリーだ
ということです。この達成は、現状のいわゆるネオジム磁石では不可能な値です。

【千葉委員】 大変素晴らしい目標ですが、レアアースフリーは結局できそうもないから軽希土類のレアアースは
使ってもよいのではないかということになった、ということでしょうか。

【尾崎 PL】 あとの詳細説明にもありますが、現状で、レアアースフリーで達成できる見込みという研究テーマ
もあります。ただそれだけでは広がりがなく、それ1本でプロジェクトとしてやるということはないので、
少し門戸を広げたという意味です。

【千葉委員】 門戸を広げたということですね。最後に一つ、25頁に「RE1Fe12」と書いてあります。このRE1
はどんなものですか。

【尾崎 PL】 REは希土類を総称しています。レアアースです。レアアース1に対して鉄が12入っている結晶構
造があります。1-12系と呼ばれています。

【千葉委員】 先ほどのお話ですと、軽希土類ということですか。

【尾崎 PL】 そうです。軽希土類です。

【千葉委員】 この評価は○と書いてありますが、基本的にこのプロジェクトはレアアースを使わないプロジェク
トでスタートしたのではないのですか。レアアースを使わない磁石の研究でスタートしたのに、レアアース
を使っている。今後第2期ではその門戸を広げるというのは分りますが、第1期として○の評価でよいのか、
ちょっと疑問を感じました。

【尾崎 PL】 当初の目標設定に対しては、「完全にレアアースフリーかと言われるとそうではない」というご指摘

ですが、これは、こういう材料が出てきた、あるいは、世界の研究状況を見てこういう材料を逃してはいけない、という判断です。当初（の目標設定）はレアアースフリーだったからこのプロジェクトでこの材料を捨て去る、という判断はわれわれとしてはしたくない、という意味です。

【千葉委員】 この評価はどなたが付けているのですか。トヨタさんが付けているわけではないのですか。

【尾崎 PL】 われわれのプロジェクトとしての自己評価です。

【千葉委員】 最後のデンソーさんのテーマですが、本当にレアアースを使わないという点では非常にすばらしいのですが、これも〇が付いています。実際はうまくいきそうなのかどうか、この文書だけを見てもよくわからない。先ほどからの発表を聞くと、やはりうまくいかないのかもしれないみたいな話もあって、実際どういう立ち位置なのか。

【尾崎 PL】 10年ものの高性能磁石の開発というテーマの目標は、180°Cで50MGOeを有する材料の可能性を探ることなので、その可能性が少しでも出てくれば、評価を〇にしています。このFeNiについても規則相になればこの特性が得られるはずだというベーシックなデータがあるので、後の詳細説明でお話しします。規則度0.7以上と書いていますが、要は規則度1になれば、すべての構成相がFeNiの規則相になっているという意味合いです。それが達成できれば、10年間の最終目標が達成する可能性を持っていることを示していますので、可能性はゼロではない材料が出てきたということです。

【掛下委員】 33頁のJSTとの関係について、具体的な目標があって、どのようなプロセスを経て、将来的なストラテジーに向けてどういったことを考えているのでしょうか。先ほどの発表では、分析装置をタイアップすることが一つあるということですが、それ以外に、たとえばいまの数値の問題だとか、計算だとか、そういうところでの展開はあるのかどうか。

【尾崎 PL】 私が当初「元素戦略」（文部科学省 元素戦略プロジェクト<研究拠点形成型>磁石材料領域「元素戦略磁性材料研究拠点」：ESICMM）にお願いしたのは、目標とする180°Cで50MGOeを有するような磁性材料が理論的にできるのかどうかを出してほしい、ということでした。数値目標という意味ではそういうことになります。「元素戦略」とわれわれとは、先ほど佐光 PM が示したとおり、材料開発と分析・解析で連携はしていますが、計算のところはまだ連携できていません。そのへんの可能性がある、理論的にそういう材料があるということを示してもらえれば、われわれもそういうテーマをこちらに引き入れたり、実用化につなげることをやったりできると考えています。

【加藤分科会長】 まだいろいろあるかもしれませんが、時間を過ぎましたのでここで質疑応答を打ち切らせていただきます。

(非公開セッション)

6. プロジェクトの詳細説明

省略

7. 全体を通しての質疑

省略

(公開セッション)

8. まとめ・講評

【加藤分科会長】 それでは最後の議題8のまとめ・講評です。まず千葉先生のほうから順番に1人2分程度で講評をお願いします。

【千葉委員】 まず肯定的意見ですが、トヨタのプロジェクトのRE1Fe12でよいものができそうだというのは大変明るいニュースです。それからインターメタリクスさんでそれなりのものができたこともよかったと思います。3番目の高Bsナノ結晶も非常によいプロジェクトであって、材料はだいぶできたような感じがしますが、やはりモーター化を目指して継続されるのがよいと思います。

モーター関係のプロジェクトはこれからという感じがします。アメリカでライバルのプロジェクトFreedomCar 2020が同時に動いており、非常によい論文がたくさん出ています。IEEEのトランザクションなどにもたくさん論文が出ていて、世界のトップレベルにある状況です。このプロジェクトも、是非これからそのような世界のトップを走れるような論文を書いてほしいし、また実験等を行っていただきたい。

改善すべき点ですが、磁石のプロジェクトにおいて、概略でよいのでBHカーブの減磁特性を書いてほしいし、このプロジェクトで統一したフォーマットがあったほうがよいと思いました。今日はデンソーさんから出された図が大変よかったので、あれを基本としてつくったらどうかと思います。それから10年間で25%の損失減が目標となっていますが、この目標は見直しが必要です。1月のプリウス発売でもう25%減は実現済みの状況なので、たとえば50%減とか、目標を再設定されてはいいかかでしょうか。

モーターセンターのところですが、よい材料がたくさん出てきたことから、検討課題が非常に多いので、人員、スペース等、もう少し拡充したほうがよいし、プリウスサイズのモーターを一つ二つではなくて、何台も試作して負荷装置も立派なのできていますからテストをするべきと思います。

今日の発表会ですが、質疑の時間が比較的短いと思いました。前回大阪で行ったように、現場に行って検討することもやったらどうかと思います。

最後ですが、次回はぜひ発表順を逆にしてみたいかかでしょうか。

【佐久間委員】 評価委員会分科会は初めてでしたが、参加できて非常によかったと思っています。

午前中の概要説明を伺い、大変チャレンジングな目標が設定されていて、ずいぶん驚きました。大丈夫ですかと尋ねたところ、極めて精神論に近いような、体育会系に近いような、特攻隊的なかたちで入っているのかなと思って、そもそも原理的に大丈夫なのかとずいぶん心配しました。午後に入って具体的な話を聞き、個々のテーマは、全体的に非常によくやっているという印象を受けました。全くたじろぐことなく、果敢にどんどんと進めていることに対して、大変に安心したというか、感心した次第です。特に基礎研究を、私はこのプロジェクトであまり重要なファクターではなかったのかと最初は思っていたのですが、実際に聞いてみますとESICMMでやっているよりもむしろレベルが高いと思うぐらいに、非常に真剣に取り組まれていて、材料開発ですからどんどんアイデアを駆使して前進されている姿に、大変感心しました。そういう点では非常によかったかなと思います。

ただ新規材料など基本的な特性は出ているが、最後はやっぱり保磁力となったときに、結局その保磁力は

どこから出るのかというところに最後は行きつく。その部分をきちっと基礎研究をやらなければいけない。ESICMM 等との連携、それから尾崎 PL の産総研のガバナンスが非常に大事なところに入ってきていると感じました。

【堺委員】 1 回目には現地に見学に行ったのですが、そのときは概要しか聞かなかったので、今日聞くとかなりしっかりやられていることがよくわかりました。

まず全体として、もう少し連携をうまくやったほうがよいと思いました。せっかくよい材料等が出てきても、材料の評価のときにモーターにどのように使われているか知らなくて、とにかく材料としての性能を上げようとしている。それを使う場合はいろいろな条件があるので、そのときに重要な特性は変わってくる。モーターとして見たときの特性も変わってくる。モーター開発側も、これでよいと思ってやっているけれど、その材料のよい特性を本当に活かしているのか、それとは別に自分たちが一番目指しているところをやっているかもしれないというところがある。連携が大切です。こういうデータが出ているとか、そういう情報交換です。1 回やりましたと言いますが、1 回ではなくて、皆さん忙しくて研究がメインなので、たとえば3 か月に1 回とか4 か月に1 回とか、そのときにお互いがこんな研究成果が出ているとか、こういう課題がいま出てきているとか、そういうことをやったほうがより相乗効果までは行かなくても、良い方向に行くと思っています。

個々の話では、ナノ複相組織と言うのでしょうか、トヨタさんがやられた新しい磁石や、デンソーさんの超格子材料などです。材料は新しいものは簡単に出てこない。数十年に1 回出てくればよいようなものなので、プロジェクト1 回やってすぐ出てくるとは思っていなかったのが、少し出てきていることは非常によかったという感じがしています。

レアアースで、確かにその倍ぐらいの大きなターゲットがありますが、個人の勝手な意見ですが、実用化まで行かなくても、今回出たような、技術のタネが生まれてくれば、それは非常によいことです。やらないとそういうものも生まれてこない。それを次のプロジェクトで本当にしっかり実用化すればよい。材料なので長い目で見てもらいたい。本当は文科省のほうかもしれませんが、国としてそういう材料が生まれるとよいと思いますので、しっかりやっていただきたい。

私はモーター関係の研究技術者なのであえて厳しいことを言わせてもらおうと、モーターの人も頑張っていますが、今日いろいろ聞いていると、材料屋さんの研究成果に比べて少し差をつけられているというのが若干あります。材料のほうで新しいものがいろいろ生み出されてきているので、モーターのほうもそれに負けないぐらい、そしてその材料を活かすような新しいモーターとは言わないですが、あと5 年の間に何か新しいものを生み出してもらいたいと思いました。

【掛下委員】 私も今日初めて聞かせてもらい、自分自身にも非常に勉強になりました。

材料関係では、トヨタさんの1-12 系と、超格子の鉄ニッケルは、非常におもしろい成果が出るという期待感があります。新しいものが展開されてきたと思います。そのときに必要なのは磁石なので減磁曲線です。先ほども言ったように、その温度依存性もきちっと測れるように、まずデータをきちっと出していただきたい。それを見ると、細かなところで、なぜそのところが角ではないのか、丸くなるのかとか、そういうことが議論できます。JST や元素戦略 (ESICMM) のほうの知識もたっぷり使えるとかして、非常によい関係になる可能性もあるという気がします。逆にそういうふうにご利用したらよいと思います。

もう一つはプロセスのほうですが、ファクターが非常に多いので皆さん一生懸命されているとは思いますが、たとえば鉄損だとか渦電流とか、とにかくいろいろなファクターがあるので、それをシステムティックにできるような統一的なコンセプトあるいは流れと言うか、非常に難しいのですが、何かあるとよいと思いました。それぞれの目標値には向かって、確かに超えているとは思いますが、そういうことが一つ思うところです。

今後の展開も基礎基盤の研究も大変優れています。基礎基盤研究の成果は、プロジェクト外の方々にも展

開してあげるのがよいと思います。私自身もほしいと思いました。

【岡崎委員】 磁性材料としての長期の10年にわたるようなプロジェクトは、私は初めてです。しかも非常に挑戦的な数値目標を掲げておられ、午前中のお話はちょっとどうかと思ったのですが、基礎から基盤的にやられていてよかったと思います。全体に、ひとつひとつの原因究明などが少し弱い気がしましたが、たぶん、これは時間が短かったこと、まだあまり明らかにしたくない、というところがあるのではないかと思います。

千葉先生も言われたように、材料の目標として、特に磁性材料のところ、モーターからの要求される条件をもう少し出したほうがよいのではないかと。まだそこまで行っていないということかもしれませんが、これで本当に第2期に入ってよいのかという危惧が少しありました。今日ほとんど触れられなかったのですが、実際にモーターをつくる場合、特に自動車用のモーターになると、材料の加工あるいは組み立て技術といったところには、機械的な特性は絶対外せない訳で、このへんをどのようにやるか、磁性も含めてこれから非常に大きなハードルになるのではないかと思います。

いずれにしても、非常に新しい材料の特性や新しい測定法が出てきているのですが、日本全体の産業界の底上げを含めて、こういう新しく出てきた技術をできるだけ早く知らせて、日本の全体の技術を上げるような方法はないのか、最後にちょっと感じました。

【大森分科会長代理】 私はこのプロジェクトにスタートから係っており、このテーマを決めるときに、さてレアアースフリーの磁石と言うけれど行けるのだろうか、かなり疑心暗鬼で採択したという気持ちがあります。今回、いろいろ話を聞き、この前の評価委員会分科会で議論したときに、こうしてくださいとかああしてくださいとかいろいろ提案したことを、皆さんがそういうかたちで一生懸命動いて、初めはどちらかと言うと独立してやっていたことが、うまく協力し合ってやり始めているのではないかと感じて聞きました。そうは言いながらも、それぞれの企業の中での仕事ということでバリアがあって、まだ難しい部分があることも感じています。これからプロジェクトリーダーとしてぜひ何とかうまく協力関係をつくるようにしてほしい。

今回のテーマを順に考えると、Dyフリーの関係の二つのテーマは、今回でだいたい終わって、あとは自社で進めるということですが、スタートしたときの5年後の結果をイメージすると、もう少し行っていなければいけない感じがします。一応このへんでとりあえず終えて事業化に進むということですので、ぜひ頑張ってほしい。レアアースフリーですが、窒化鉄、鉄ニッケル、これらがナノ粒子という意味でどちらも同じ位置付けにあります。また磁化は高いのですが、保磁力がなかなか出ないという問題があります。ぜひモーターを担当している方との打ち合わせをもう少しちゃんとやって、本当に保磁力をどこまで出さなければいけないのか、このレベルだったらもう使えないという判断をするのか、それをはっきりさせて今後どんなふうに進めていくのかという基準にしないと、ズルズルと行ってしまふ。これはちょっと問題なので、よろしくお願いします。軟磁性は、一応事業化というかたちで今回終わるわけですが、モーターのほうにいろいろ（サンプルとして）出しているものがあるので、今後どうするかたちでこの材料提供等進められるのか、プロジェクトマネージャーとしてきちっとやっていただきたい。特許関係ですが、オープンにすることは日本の国の予算でやっているわけですからいろいろ問題があります。海外にあまりオープンになってしまったら意味がない。だけど日本の中で、たとえば頑張っている研究者の中には海外から来ている人もいっぱいいます。そこをどのようにオープンにして、かつ有効に使っていくか、よく考えていただければと思います。共通基盤ということでは、先ほど質問しましたが、とにかく頑張ってやっていただきたい。

【加藤分科会長】 最後に私からですが、まずプロジェクト全体の目標の件ですが、先ほど千葉先生からもコメントがあったように、損失25%削減という数字がこのままでよいのか、すでにもう25%削減のものはプラスとして出ているのであれば、やはり見直す必要があるという気がします。

それに関連して個別のほうで、レアアースフリーで10年後に50MGOe@180℃という数字、これは佐久間先生もおっしゃるように、私も相当チャレンジングな数字だと思いますが、この数字もこのままでよいの

か、すでに現在の磁石で25%の損失削減ができるのであれば、ここまでハードルを上げなくても、もう少し現実的な数字を目標にしてもよいのではないかという気がします。最初につくった数字は変えてはいけないというルールではないのであれば、もう少し適切な目標設定を考えたほうがよいと感じました。

個別には、それぞれの実施者さんが非常に努力されて、よい結果が出ています。特に皆さんがおっしゃったように1-12系という新しいタネが生まれて、しかもそれが軽希土類のネオジウムとかサマリウムで実現できそうだという非常によいネタが出ているのは、喜ばしいことだと思いますが、実際の磁石になるには、やはりその異方性磁界がわかって、それが保磁力にどう効いて、どうやって保磁力化するかというたくさんハードルがあります。たとえばSm₂Fe₁₇N系がずいぶん前からありますが、それが実際にはなかなか焼結できないという同じような問題がありますので、それをどのように克服して、あと残り5年で磁石にするか、そういう問題もあります。レアアースフリーのほうの鉄ニッケルや窒化鉄をさらに異方性というもののハード化という非常に難しい問題が個別にあります、それぞれいろいろな課題を今後の第2期に向けてやってもらいたい。もう一つ、後半のモーター用の磁石の研究の中で、企業が主体となっているいろいろなデータをたくさん出していますが、応力下で磁気特性が変化したといったデータのメカニズムを、たとえば物性・物理的な立場から解析することは、企業単体ではなかなか大変です。共同研究の大学にも規則的な見地からちゃんと考えてもらいたいとは思いますが、やはり産総研がその基盤技術というところで、そのへのサポートも、できれば計測だけではなくて、そのメカニズムのサポートもぜひ尾崎PLにもご検討いただきたい。

一応講評が終わりましたので、推進部長、およびPLから何か一言ございましたらお願いします。

【吉木部長】 いろいろなコメントをありがとうございます。見直さないといけない部分も多々あるとは思いますが、目標の件も実際どのようにしていけばよいのか、後半5年間に対してどういう目標を設定していけばよいのかといったところもPLとも相談しながら、考えていきたいと思えます。

各グループのバリアの問題ですが、前回の中間評価から少しは努力してきましたが、まだ不十分な点が多いと思えます。フォーマットの問題としてもありますし、モーターと材料との連携、ESICMMとの連携、評価技術との連携など、NEDOのほうでどういうプロジェクトの見せ方をすればよいのかのフォーマットを検討して、きちんとしたプロジェクトとして、こういうプロジェクトであるという見せ方ができるようなデータの出し方をしていきたい。またコメントとしてこうしたほうがよいのではないかというサジェスション等をぜひよろしくお願ひいたします。

【尾崎PL】 目標値に関しては、もちろん見直しも含めて考えますが、私の気持ちとしては、できればこのままやりたいという希望があります。というのは、こういう高い目標をつけたときに、皆さんに一生懸命やってもらえることが、すごくよくわかってきたからです。目標は達成する目標ですが、達成しないといけないというより、そこに向かって走っていくという、一応そういうかたちで動く皆さん結構いろいろ考えるということにつながり、私としてはよい方向に向かっていると思っています。

ただ、これは「元素戦略」に以前からいつも言っているのですが、理論的限界値がいったいどこにあるのか、常にお願ひをしていますが、なかなか回答が出てこないで、その部分があって、いまそのタイミングで変えることは、なかなか難しいのではないかと逆にそのように思っています。どこで線を引くかは非常に難しい状況になっているというコメントです。

連携の話に関しては、吉木部長が言われたとおりで、もっと密にやっていく必要もありますし、プロジェクト全体としてどういうふうに見せていくか。見せ方として今回は前回よりずいぶん変えたつもりですが、さらにいろいろ検討したいと思えます。

【加藤分科会長】 どうもありがとうございました。以上で議題8を終了いたします。

9. 今後の予定、その他

10. 閉会

配布資料

- 資料 1 研究評価委員会分科会の設置について
- 資料 2 研究評価委員会分科会の公開について
- 資料 3 研究評価委員会分科会における秘密情報の守秘と非公開資料の取り扱いについて
- 資料 4-1 NEDO における研究評価について
- 資料 4-2 評価項目・評価基準
- 資料 4-3 評点法の実施について
- 資料 4-4 評価コメント及び評点票
- 資料 4-5 評価報告書の構成について
- 資料 5-1 事業原簿（公開）
- 資料 5-2 事業原簿（非公開）
- 資料 6-1 プロジェクトの概要説明資料（公開）
- 資料 6-2-1 プロジェクトの詳細説明資料（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）（非公開）
- 資料 6-2-2 プロジェクトの詳細説明資料（Dy フリー高 Br・高保磁力を有する NdFeB 異方性 HDDR 磁石開発：愛知製鋼（株）（非公開）
- 資料 6-2-3 プロジェクトの詳細説明資料（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）（非公開）
- 資料 6-2-4 プロジェクトの詳細説明資料（ナノ複相組織制御磁石の研究開発：トヨタ自動車（株）（非公開）
- 資料 6-2-5 プロジェクトの詳細説明資料（FeNi 超格子磁石材料の研究開発：（株）デンソー）（非公開）
- 資料 6-2-6 プロジェクトの詳細説明資料（高 Bs ナノ結晶軟磁性材料の開発：NEC トーキン（株）、JFE スチール（株）（非公開）
- 資料 6-2-7 プロジェクトの詳細説明資料（次世代モーター・磁性特性評価技術開発：ダイキン工業（株）（非公開）
- 資料 6-2-8 プロジェクトの詳細説明資料（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）：三菱電機（株）（非公開）
- 資料 6-2-9 プロジェクトの詳細説明資料（特許・技術動向調査・特許戦略策定：（一財）金属系材料研究開発センター）（非公開）
- 資料 6-2-10 プロジェクトの詳細説明資料（共通基盤技術の開発：（国研）産業技術総合研究所）（非公開）
- 資料 7 今後の予定
- 参考資料 1 NEDO 技術委員・技術委員会等規程
- 参考資料 2 技術評価実施規程

以上