

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」(事後評価)分科会
議事録及び書面による質疑応答

日 時 : 2022年11月18日(金) 10:00~17:20

場 所 : NEDO川崎2301~2303会議室(オンラインあり)

出席者(敬称略、順不同)

<分科会委員>

分科会長	掛下 知行	福井工業大学 学長 / 大阪大学 名誉教授
分科会長代理	佐久間 昭正	東北大学 大学院工学研究科 応用物理学専攻 名誉教授
委員	赤城 文子	工学院大学 先進工学部 応用物理学科 教授
委員	加納 善明	大同大学 工学部 電気電子工学科 准教授
委員	清水 孝太郎	三菱UFJリサーチ&コンサルティング株式会社 東京本部 環境・エネルギーユニット 持続可能社会部長 上席主任研究員
委員	竹森 祐樹	株式会社日本政策投資銀行 業務企画部 イノベーション推進室長 兼 業務企画部担当部長
委員	野口 敏彦	静岡大学 大学院 総合科学技術研究科 工学専攻 電気電子工学コース 教授

<推進部署>

林 成和	NEDO 材料・ナノテクノロジー部 部長
依田 智	NEDO 材料・ナノテクノロジー部 統括研究員
近藤 芳昭	NEDO 材料・ナノテクノロジー部 主査
春山 博司	NEDO 材料・ナノテクノロジー部 主査
大類 和哉	NEDO 材料・ナノテクノロジー部 専門調査員
原 謙治	NEDO 材料・ナノテクノロジー部 専門調査員
吉村 公彦	NEDO 材料・ナノテクノロジー部 主査
本田 絵美	NEDO 材料・ナノテクノロジー部 調査員
高田 和哉	NEDO 材料・ナノテクノロジー部 専門調査員

<実施者>

尾崎 公洋(PL)	国立研究開発法人 産業技術総合研究所 磁性粉末冶金研究センター 研究センター長
立石 裕	高効率モーター用磁性材料技術研究組合(MagHEM) 専務理事
蔵 裕彰	株式会社デンソー 材料技術部 担当課長
平松 秀彦	株式会社デンソー 先端技術研究所 担当次長
中村 健二	株式会社デンソー マテリアル研究部 課長
加藤 晃	トヨタ自動車(株) 先端材料技術部 技範
庄司 哲也	トヨタ自動車(株) 先端材料技術部 主査
佐久間 紀次	トヨタ自動車(株) 先端材料技術部 主任
梅谷 有亮	トヨタ自動車(株) 先端材料技術部 主査
木下 昭人	トヨタ自動車(株) 先端材料技術部 主任

細井 日向	トヨタ自動車(株) 先端材料技術部 一般
山際 昭雄	ダイキン工業株式会社 テクノロジー・イノベーションセンター グループリーダー 主席技師
浅野 能成	ダイキン工業株式会社 テクノロジー・イノベーションセンター 主任技師
菊池 芳正	ダイキン工業株式会社 テクノロジー・イノベーションセンター 副センター長
松橋 大器	株式会社明電舎 電動リソリューション営業・技術本部 開発部 部長
内山 翔	株式会社明電舎 研究開発本部 先進技術研究所 システム技術研究部 研究第二課 技師
松本 紀久	三菱電機株式会社 先端技術総合研究所 マテリアル技術部 主席研究員
久保 一樹	三菱電機株式会社 先端技術総合研究所 マテリアル技術部 部長
中野 善和	三菱電機株式会社 先端技術総合研究所 マテリアル技術部 グループマネージャー
栢山 盛幸	三菱電機株式会社 先端技術総合研究所 電機システム技術部 主席研究員
加東 智明	三菱電機株式会社 開発本部 開発業務部 担当部長
豊田 俊介	一般財団法人 金属系材料研究開発センター 部長
谷川 茂穂	高効率モーター用磁性材料技術研究組合(MagHEM) 主席研究員
小紫 正樹	一般財団法人 金属系材料研究開発センター 専務理事
小林 久理	一般財団法人 金属系材料研究開発センター 職員

<オブザーバー>

岡田 周祐 経済産業省 製造産業局 金属課 金属技術室 調査員

<評価事務局>

森嶋 誠治 NEDO 評価部 部長
木村 秀樹 NEDO 評価部 専門調査員
北原 寛士 NEDO 評価部 専門調査員

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
 - 5.2 研究開発成果、成果の実用化に向けた取組及び見通し
 - ・プロジェクトの概要
 - ・戦略広報、社会実装の取組み
 - ・モーター3社連携成果
 - 5.3 質疑応答

(非公開セッション)

6. プロジェクトの詳細説明
 - 6.1 ネオジム焼結磁石を超える新磁石の開発
 - 6.2 磁石とモーターのMagHEM内連係
 - 6.3 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
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
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

評価事務局より行われた事前説明及び質問票のとおりとし、議事録に関する公開・非公開部分について説明を行った。
4. 評価の実施方法について

評価の手順を評価事務局より行われた事前説明のとおりとした。

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

推進部署より資料5に基づき説明が行われ、その内容に対し質疑応答が行われた。

5.2 研究開発成果、成果の実用化に向けた取組及び見通し

- ・プロジェクトの概要
- ・戦略広報、社会実装の取組み
- ・モーター3社連携成果

実施者より資料5に基づき説明が行われ、その内容に対し質疑応答が行われた。

【掛下分科会長】 ご説明いただきありがとうございます。これから質疑応答に入りますが、技術の詳細については、次の議題6での取扱いとなるため、ここでは、主に事業の位置づけ、必要性、マネジメント並びに研究開発成果と成果の実用化に向けた取組及び見通しについて議論を行います。また、その際には事前にやり取りをした質問票の内容も踏まえまして、ご意見、ご質問等をよろしくお願ひいたします。

ただいま説明をいただいた10年の成果については、委員の方々もこれに携わってきた方がおられます。また、それぞれのご専門もございますので、初めに磁石とモーター関係、そしてマネジメント評価等々といった形で、私から委員の皆様をご指名する形で議論をさせていただきたく思います。

それでは、まず磁石関係及び全体的なところとして、佐久間分科会長代理いかがでしょうか。

【佐久間分科会長代理】 ご発表どうもありがとうございます。大変素晴らしい成果だと思っております。

その上で、質問というよりもコメントになりますようお願いいたします。今回第2期の成果の目玉は、尾崎先生から紹介のあったように超Nd磁石となるのでしょうか。これの目標に対し、設計ではなく実機で達成できている点が大変素晴らしい限りです。私は第1期の評価にも少し参加をいたしましたが、あのときに大幅に予算とテーマが絞られたのにもかかわらず、目標値が上がったように記憶しており、これは本当に大丈夫なのだろうか、ものすごく不安を抱いたところもございました。しかし、今回見事に数字の上できちんと達成されたということで、繰返しになりますが大変素晴らしいと思ひますし、敬意を表します。

また、私はモーターの専門家ではないのですが、この表を見ると目標値が磁石の性能として50MG0eだったところを、実機では35MG0eで達成できたというお話で、これは本当に驚いた次第です。これというのは、要するにモーターの設計といいますか、私は割合に関してはどのぐらいのものなのかよく分からないのですが、後半のほうで3社連携の話がありましたように、材料特性やモーターの設計技術として、どのぐらいの割合でこういったものが寄与されているのでしょうか。もしかすると50MG0eというのは、単にオーバースペックだったのか、あるいは、そうではなく完全に設計技術が相当向上したことによりここまでいったのか。そういった観点として、非常に雑駁な質問となるのですが教えていただけるとありがたいです。よろしくお願ひいたします。

【ダイキン工業 浅野】 ご質問ありがとうございます。ダイキンの浅野からお答えいたします。まず50MG0eが達成した際に多少の工夫はするとして、設計は物すごく頑張らない場合の50MG0eが達成したときのパワーアップ、同じサイズでのパワーアップがおおよそ15%前後寄与すると考えています。それと併せまして、磁石が強い分、電流を減らせるため、巻き線で発生する銅損がおおよそ4分の1減らせるものと考えます。実際はモーターの設計により鉄損やパワーアップをしても鉄の磁気飽和などがありますので形どおりにはいかないものの、35MG0eで達成した理由としては、これは後の非公開セッションでまた出てくるところになりますが、50MG0eを模擬した磁石、つまり常温で測定をしたところ45%

のモーター損失削減が実測で達成できました。それが 35MGOe の磁石を搭載すると 40.2%のモーター損失削減というように。これを 5%目減りと言っては大変申し訳ないですし、モーター損失が 40%に減らせるだけでもすばらしいと思うのですが、45%が 40.2%になったと。あと、実際の磁石が弱くなったことによりサイズを 2 割アップしているのです。それでもパワー密度 40%向上を達成した次第です。したがって、50MGOe が、もしできていたらより高い目標を達成できたと。それで 35MGOe でちょうど 40%プラスアルファ達成ができたという状況になります。

【佐久間分科会長代理】 ありがとうございます。仮にも 50MGOe が達成できているとすると、どのぐらいの見積りになるのか。パワー損失低減がどのぐらいになるのかといったところも、一応既に見積もられているという状況になりますか。

【ダイキン工業_浅野】 そのようになります。

【佐久間分科会長代理】 ありがとうございます。

【掛下分科会長】 よろしいでしょうか。それでは、今のモーター関係のところで、加納委員いかがでしょうか。

【加納委員】 大同大学の加納です。全体を通して、エネルギー損失 40%、パワー密度 40%向上ということ非常にすばらしい成果だと思います。今のモーターのところとして、基本的なパワー密度のからくりは多分高速化にあるのではないかと思います。モーターの出力というのは、回転速度×トルクですから、速度を上げるとトルクを下げることはできる。トルクが下がるとモーターを小さくできる。ということで、繰返しになりますが、パワー密度向上というのはモーターの高速化が一つのからくりになっていて、そこが今回皆様、フラックススイッチングモータとかいろいろなもので、IPM も含めて高速化について、パワー密度の向上を達成しているということだと思っているのですが。そこで、この保磁力が高い、低いで効率が上がるというか、損失が低減できているという部分がちょっとよく分からずにおります。今 35MGOe の磁石で 40%の損失削減ができたということで、仮に従来の磁石で同じようなことをしようとするとうどんな形になってしまうのでしょうか。多分、機械強度であるとかそのあたりが厳しくて成立しないのではないかとはいえながらも、実際にもしも高保磁力の磁石ができないとすると、こういった成果は実はもっと下がってしまうというような、そのあたりを少し伺えたらと思います。

【ダイキン工業_浅野】 IPM の話でさせていただいてもよろしいでしょうか。

【加納委員】 お願いします。ほかのモーターは、やはり毛色が少し違いますし、固定子に磁石が入っているモーターとはまた少し違いますので IPM 型のモーターでお教えいただけたらと思います。

【ダイキン工業_浅野】 おっしゃるとおり、高速化でパワー密度にかなり貢献をしているというのは事実です。それで、高速化をした場合にちょっと幾つか要因はあるのですが、小型化をするため回転子に入る磁石の自由度というものがどうしても小さくなってしまいます。それで磁石自体も小さくせざるを得ないということで厚みが変わる点が保磁力に効いてまいります。

もう一つは、磁力の話、先ほど磁石だけで十何パーセント上がると申し上げましたが、高速化すると回転子の強度を持つためにブリッジ部という内側と外側をつなぐ鉄の部分がどうしても厚くなってしまいますので、その分の漏れ磁束も増える。そちらのカバーにも寄与しているということで、まず保磁力が小さい磁石ですと磁石が厚くなるため、リラクタンストルクの出力を活かすという意味で小さいローターの中にアレンジするのが難しくなる。もう一つは漏れ磁束によって磁束が低下するという、その 2 点で達成が難しかったのではないかと考えます。

【加納委員】 分かりました。逆磁界に耐えるために磁石は厚くしていかなくては行けなくて、厚くしていくとローターの遠心力、マスが増えるため、その分ブリッジ部を厚く補強しなくては行けない。それで補強をしていくと、また磁束が下がるので、また厚くなってというような形で、負の連鎖ではありません

が、そういったことで磁石の量も増えますし、強度対策でいろいろ無駄な磁束が増えてしまう。そういったところが保磁力、エネルギー積を上げるというところで改善ができて、高速・高出力化で損失低減に寄与したという理解でよろしいでしょうか。

【ダイキン工業_浅野】 そのご理解で合っております。

【加納委員】 分かりました。ありがとうございます。

【ダイキン工業_浅野】 ありがとうございました。

【掛下分科会長】 それでは、もう一つの観点として、全体的な業績が世界あるいは社会に及ぼす影響といったところも含めたところとしては、竹森委員いかがでしょうか。

【竹森委員】 日本政策投資銀行の竹森です。私自身、航空機や衛星、小型ロケットやドローンといったところをずっとやってきており、常にこういったモーターやインバーターの調達をどうするかという議論がございました。そういう立場でいながら、こういう活動を知らなかったもので、本当にすばらしいと思った次第です。

全体感としては、資料を読んでいると「社会実装」という言葉、それから実用化においては「企業活動に貢献」という表現があったのでしょうか。また、資料5-1の7ページで、第1期だと思いますが、「事業化」という表現が多々ございます。それで「事業化とはどういうものですか」との質問に対し、「事業化に向けて取り組むのが事業化である」といったようなご発言がありますが、それは事業化ではないのではないかと思うところがございます。

また5-2の資料の27ページで、エアコンや産業機械、実機の評価もされているということで、実用化・事業化・社会実装というところで、完全なものを造ってからというよりも、むしろトライでもどんどん入れて商用化をしていくようなところが必要ではないかと感じます。要は、商品に例えば組み込み始めるような取組も必要で、その中でいろいろなフィードバックを受けながら、本当に目的、数値が正しいのか、妥当なのか、社会のニーズに合っているのかというところを愚直に追いかけていくような取組が必要ではないでしょうか。あわせて、この研究成果1期、2期を含めて商品に実際に組み込まれているなど、もう既にトライで実用化されているものがあるのかどうかというのが一つ気になったところです。

また、もう一つとして、各企業様、特許も含めてMagHEMの解散後に「各企業に任せる」といった表現が相当ございます。それはそれで仕方がないにせよ、各企業の取組が一部分最適とするならば、この産業全体の全体最適になるとは必ずしも思いません。そこは連携というお話などいろいろあったのですが、この連携というものが果たしてと。もちろん、これ一つがすごく価値があるのですが、さらにまたいかないと、スピードも速いわけですから、全体最適をどのようにMagHEM後につくっていくのか。逆にもう時間もないですし、非常に期待されているということであるならば、この実用化、社会実装というものに対してどのように取り組んでいくのかという、そのあたりでお考えがあれば、ぜひ伺いたく思います。

【NEDO 材ナノ部_依田】 NEDOの依田よりお答えいたします。まず資料5-1、7ページ目の表にある事業化ですが、これは私どもの不注意であり、軽々しく書いてしまった点がございます。誤解を与えましたことにおわびを申し上げます。この事業化というのは、各企業様の取組について、事業化に向けた取組を行っているということを簡単に書いてしまったものになります。この点で誤解を与えてしまったことと思われませんが、ご容赦いただけますと幸いです。

また、後半部分の社会実装に向けた取組として、どのように支援していくかというところは、おっしゃるとおり難しい点がございます。これは、あくまでも組織の立てつけの問題で、プロジェクト終了後のフォローというのは、各事業の事業者様の動向をウォッチしながらできる支援をと。「できる支援」と言いましても、例えば次のプロジェクトであるとか、そういったことを考えるというような機能が限

定されてしまうため、ご指摘いただいた支援というものは、制度上、我々のファンクションからすると難しい面があることはまずご理解いただきたく思います。そういった中で、NEDO にはこういうプロジェクトを通じた各企業様との人脈及び蓄積がございますので、それをフル活用し、何かしら実施者側の事業化・実用化・社会実装に向けた取組としてお役に立てる点がないかといったことを常々考えておる次第です。

また、実用化の例としては、私どもの回答書のほうから、現状の事例を確認したところを紹介しておりますが、ほかに、もしPL、事業様等で実用化の補足がありましたらお願いをできればと思います。

【ダイキン工業_浅野】 その点につきましては、後の非公開セッションプレゼンに含まれているため、そこでお話しをさせていただきたく存じます。

【掛下分科会長】 よろしいでしょうか。それでは、全体的な観点や専門分野のところでご意見等をお願いできればと思いますが、何かございますか。赤城委員お願いします。

【赤城委員】 工学院大学の赤城です。本プロジェクトは、材料開発だけでなく、材料開発をした上でそれを実際に実機に入れて評価をされて今回目標を達成されたということで、非常にすばらしいプロジェクトであると感じた次第です。

質問としては、私は材料の観点から少し伺いますが、今後どのように実用化をされていくのかが気になるところです。今回超Nd磁石の開発、省Nd磁石の開発、希土類元素フリーの開発ということをして3つ行われてきたところで、資料のページは忘れてしまいましたが、超Nd磁石、省Nd磁石の試作機を実証評価する予定という記載があり、いろいろな種類の磁石をいろいろなところで目的別に実用化していかれる方向性だとは思いますが、実際どのように考えられているのかを伺いたく思います。

また、やはり希土類元素フリーというものが最終的な目標だとは思いつつ、これは非常に厳しいようにも思うところがありまして、このあたりは今後どのような方向に持っていられるのか。何かそこにおいてお考えがありましたら併せて教えてください。よろしくお願ひいたします。

【NEDO 材ナノ部_依田】 NEDO の依田からお答えいたします。ただいまの質問内容については、多くが後の非公開セッションに入っているため、その発表の中で議論を行えたらと思います。

【赤城委員】 承知いたしました。

【掛下分科会長】 ほかにございますか。清水委員お願いします。

【清水委員】 三菱UFJリサーチ&コンサルティングの清水です。ご説明どうもありがとうございました。

全体を通して大変すばらしい研究成果を出されたものとして理解しております。また、私の限られた知見で申しますが、やはりこの分野は中国との競争であるとか、欧米との競争もあるとしても、それを抜き出した大変すばらしいものであったという印象です。

質問としては3点ございます。1つ目は国際標準化ですが、本年5月に「New work item Proposal」を出されたということで、恐らく既にもう採択・不採択の結果は出ているのではないかと思いますので、その結果はどうだったのでしょうか。

2つ目は、磁石のサプライチェーンを考えると、少し研究開発テーマからは外れるかもしれませんが、やはり人材の蓄積がなくては、なかなかものづくりができないというのが欧米の悩みでもあり、それが原因で、彼らも一生懸命研究開発を行っていながらも、進んでいないものとして見ています。ですので、人材育成の観点として、どのぐらい今回若手の方が研究開発に関わっていたのか。また次世代の方が育っていきそうなのかというところを伺いたく思います。

3つ目は、実証評価予定リストの中では、今主だった用途がエアコン、車、飛行機、ロボット等が入っておりますが、現状のシェアを考えると風力発電のようなものも有力な候補になるのではないかと思います。一方で、やはりレアアースのリスクが原因でこのマーケットになかなか入ることができないという話も聞きますので、もし今回の技術が世界に先駆けてレアアースリスクを低減した新しい風力

発電のマーケットを開拓するきっかけになるのであれば、ぜひそういう用途も検討に入れていただけたらと思います。今回加わったメーカー様の得意分野ではないところもあるかもしれませんが、ある意味、本当の意味で日本が世界に先駆けてこの技術の社会実装を進めていくことにつながるのではないかと考える次第です。そういった社会実装のフォローの予定も併せて伺えたらと思います。以上3点です。

【産総研_尾崎 PL】 尾崎からお答えいたします。まず1点目の国際標準化の件ですが、「New work item Proposal」は採択されました。次は「Committee Draft」を作成し、ワーキンググループ内に回付して各国の意見収集を行う予定です。従来は、ヨーロッパに集まって、特にドイツに集まって皆で議論をその場で行うということでしたが、今はそういう形ではなく、会議もいわゆるメールベースで進んでいるような状況です。なかなか一堂に会しての情報共有や議論ができておりません。メールでぐるりと皆様に回してそういう手続を行っているため、まだ時間がかかっている次第です。多分、早ければ今年度中ではないかと思っております。

2点目の人材育成については、MagHEMの全てを把握はできておらず、後の非公開セッションの場にて各事業者様からお答えいただきたく存じます。

3点目の風力発電に関しては、これは私見となりますが、国内のメーカー様がどこまで磁石を搭載したモーター、発電機を造られるかというところで、まだそこまで至っていないのではないかと思うところがあります。我々の開発した磁石なりモーター構造が実装されて世の中に出ていくと、その中で皆様に理解をしていただけるのではないかと思います。我々も別に風力発電を除いて考えているというわけではございません。もちろん対象として、そういうことも視野に入れながら普及活動をしているところですし、随時、情報を皆様に知っていただくことが、まずは大事かと思っております。

【掛下分科会長】 ありがとうございます。それでは、野口委員からは何かご意見等ございますか。

【野口委員】 静岡大学の野口です。磁石材料、マテリアルの研究開発とモーター側の研究開発が一体化されているというところで、普通は材料なんかですと、正直展示会に行っても粉が置いてあるだけでなかなか訴求力がないといったところで、モーターで表現をされると非常に訴求力があると感じますし、非常によいコンビネーションでこの組織をつくられたのではないのでしょうか。国プロとしての存在意義があるものと感じた次第です。

質問としては、前半のお話しの中で高磁性材料のほうばかりに偏っていたのですが、やはりモーターとなると軟磁性、こちらのほうの性能のお話しが重要になると思います。磁石の残留磁束密度を幾ら高くしても、 $(BH)_{max}$ を幾ら高くしても鉄のほうに通さなかったら全然話にならないといったところもございまして、これは後の非公開セッションで伺えることを楽しみにしております。ありがとうございます。

【NEDO 材ナノ部_依田】 NEDOの依田からお答えいたします。ご指摘いただいた軟磁性材料について、大変細かい表で恐縮ですが、資料の13ページにあるようにプロジェクト前半部分での開発というものを実施しております。その後、軟磁性材料については予算の都合等でこのプロジェクトでは取り上げていないものの、重要性は引き続きウォッチしており、今後何らかの支援を行っていきたいと考えている次第です。

【掛下分科会長】 ありがとうございます。それでは最後に私のほうからもコメントをさせていただきます。全体感として、本当にこの10年間の成果がいろいろな形で出ており、すばらしい限りです。ひとつ質問ですが、現在、マテリアルインフォマティクスと言う計算予測がありますが、開発された磁石ならびにモーター開発の際には、このマテリアルインフォマティクスを用いて行ったのでしょうか。尾崎様、いかがでしょうか。

【産総研_尾崎 PL】 詳細は、後の非公開セッションの中でお話しをさせていただきたく思いますが、機械学

習、AIを含め、特に超Nd、省Ndの開発にはその辺をいち早く取り入れて進めております。

【掛下分科会長】 ありがとうございます。それでは、時間がまいりましたので以上で議題5を終了いたします。

(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

【掛下分科会長】 ここから議題8に移ります。これから講評を行います。その発言順序につきましては、最初に野口委員から始まりまして、最後に私、掛下ということで進めてまいります。それでは、野口委員よろしくお願いたします。

【野口委員】 静岡大学の野口です。本日は非常に長い時間において、ご発表いただきありがとうございます。その内容は、どれも非常にユニークであり、オリジナリティあふれるものばかりでありました。特に永久磁石の開発については、日本の底力を感じ次第です。また、こういう高性能磁石ならではのモーター開発もなさってきたということで、そういう点で非常に実用化を見据えた研究開発がなされていたという理解です。今後オールジャパンで次の世代にも引き継げるような技術を確立できたところも非常によかったです。以上になります。

【掛下分科会長】 ありがとうございます。それでは、竹森委員よろしくお願いたします。

【竹森委員】 日本政策投資銀行の竹森です。長時間本当にありがとうございました。私どもの銀行は設立70年で戦後復興からずっとやってきた銀行であり、まさに産業金融としていろいろな日本を見てきた経緯があります。本日初めて参加をさせていただきまして、改めて思ったのは、基盤技術がすごい。「すごい」なんて言ってしまうと非常に雑な感想になってしまうのですが、本当にすごいと感じました。この10年間の連携の中で、いろいろと化学反応を起こしていった、さらにまた変化をし、今新しく製品化や事業化というものが見えてきている。要は、基盤技術の組合せで連携をしていくことで化かされている。どんどん違うものに変化していき、その成果をまさにこれからスタートするところでしょうか。この成果をまさに事業化、ビジネス化、それも小さいビジネスではなく社会にいかにかこれを貢献していくかというような視点でいくと、企業単位を超えてまさにいろいろやっていきたいという思いが出てくるかと思えます。各社の例えば技術的な情報管理などはいろいろとありつつも、そういうものも一定程度乗り越えながらぜひ連携していただいて、さらにこの事業化の加速をお願いできれば幸いです。銀行員の立場ではありますが、何かそういうことがあれば、我々としても全力でご支援させていただきます。ありがとうございました。

【掛下分科会長】 ありがとうございます。それでは、清水委員よろしくお願いたします。

【清水委員】 三菱UFJ リサーチ&コンサルティングの清水です。今回の事業は10年間の掲げられた目標の中で、いずれも高い水準で達成をされていたものとして理解しております。一方で、10年前の当初、開始する前には想定されていなかったような事項というのも大変増えてきており、例えば経済安全保障であるとか、カーボンニュートラルやサーキュラーエコノミーといった動向があるでしょうか。循環経済であるとか重要鉱物に関する ISO の標準化活動に自ら関わっている身として申し上げると、当初は考慮の対象に入っていなかったかもしれませんが、今後の社会実装においては、ぜひこういう新しい観点も加味の上、社会実装をされるとよいのではないかと願っておる次第です。また、日本のものづくりは大変重要なポイントだと思っており、今回の成果がまた次世代の若手技術者の育成、国内における確保につながることも願っております。以上です。

【掛下分科会長】 ありがとうございます。それでは、加納委員よろしく申し上げます。

【加納委員】 大同大学の加納です。本日は貴重な開発内容をご発表いただきまして誠にありがとうございました。モーターの周辺技術、材料技術、またモーターを設計開発するモーターメーカー様であるとか、製造技術といったいろいろな幅広い技術があるのですが、それがかみ合わない性能が上がらないというところで、今回は磁石の開発が行われ、それをうまくモーターに生かして性能を上げるということで、そのモーターの開発技術者と磁石の開発、材料技術者といろいろな技術者がタッグを組まれて一つの目標に対して非常に連携をされて成果を上げられていました。非常にすばしかったです。今後もこういった連携を密に取っていただきながら、この先、モーターもまだまだ進化をするといえますか、性能向上の伸び代がございますので、より一層性能を上げて省エネなどいろいろな分野で効果があるように続けていっていただけたらと思います。本日はありがとうございました。

【掛下分科会長】 ありがとうございます。それでは、赤城委員よろしく申し上げます。

【赤城委員】 工学院大学の赤城です。本日はありがとうございました。今回、磁石材料開発から、それを実機に適用して測定評価をし、またモーター開発などを行っていくということでトータル的にすばらしい成果を上げられていたという理解です。日本のものづくりは、だんだん衰退をしているような雰囲気もございますが、今回の発表を聞く限り、まだまだ大丈夫だという自信が湧いてまいりました。これをぜひ次世代の技術者、開発者、研究者につなげていただければと思います。また、今回の成果を早く社会実装につなげていただければ幸いですし、世界の気候変動なども抑えられると思いますので、ぜひよろしく願いいたします。ありがとうございました。

【掛下分科会長】 ありがとうございます。それでは、佐久間分科会長代理よろしく申し上げます。

【佐久間分科会長代理】 東北大学の佐久間です。今日は長い間大変お疲れさまでした。これは午前中にお話ししたことでありますが、第1期で随分とテーマが絞られた中にもかかわらず、さらに高い目標設定が要求されたという非常に厳しい状況の下に第2期がスタートしたわけですが、今回お聞かせいただきまして、きちんとその数値目標を達成されているのが大変すばしかったです。今日は、日本の産学官の本当に底力を見せていただきました。大変感動をしている次第です。

またもう一つとして、数値目標達成以外の成果としては、次世代につながると思いますか、残せるような財産が示されたと感じています。その一つは、いわゆる基礎的、科学的な知見と、それから基盤技

術、要素技術というものがきちんと蓄積されていることが分かった点でしょうか。また、人材育成がちゃんとなされている。これは私の要望として、引き続きここは続けていただきたく思います。そして、実際の材料開発においては、この10年間に於いて開発のツールが随分と様変わりをして、新しいツールが生まれました。それはご存じのようにMI、PIであります。それを先駆けて導入をされて、その上で数値目標を達成されたというのは、これは本当にすばらしいと感じます。シナリオとしても非常によいですし、やり方としても十分に威張れる内容ではないでしょうか。本日はどうもありがとうございます。

【掛下分科会長】 ありがとうございます。それでは最後に、本日分科会長を務めました福井工業大学の掛下より講評をさせていただきます。まず、このプロジェクトは本当に日本の将来にかかる国益とも言える非常にビッグなプロジェクトであります。10年間の間には様々なことがありながらも、当初の目標を見失わずに、また数値を上げるといった状況の中、皆様一生懸命に成果、業績を上げられてきたという認識です。また、磁石開発においては日本がトップであろうという状況が私の学生時代の情勢でしたが、この事業によりその伝統が守られたと思います。この10年間の業績の中にはAIであるとかそのほか第一原理を含めたいろいろな財産があります。また、プロセスの財産もあります。これらの財産を、繋いでいくことが非常に大切だと思います。したがって、それらを繋ぐ人材育成は、国益においてとても大切なものとなります。是非、人材育成を次のステップに向かって行っていただきたいというのが私の願いです。本日は、長丁場でありましたが、皆様のすばらしい業績をお聞きすることができて、大変うれしく思いました。以上です。ありがとうございます。

【北原専門調査員】 委員の皆様、ご講評を賜りまして誠にありがとうございました。ただいまの講評を受けて、推進部署の林部長より一言賜りたく存じます。よろしく願いいたします。

【NEDO 材ナノ部_林部長】 材料ナノテクノロジー部の林でございます。まず、委員の皆様におかれましては、本日大変長丁場においてご議論をいただき、そして貴重なご意見を賜りましたことに御礼を申し上げます。ありがとうございます。中には10年間丸々見てくださった委員の方もおられまして、非常にありがたい限りです。私はこちらに着任をしてまだ半年ではございますが、その前を振り返ってみれば正直いろいろなことがございました。その中でいろいろな判断がありまして、目標が少し高くなったり、テーマが絞り込まれたりといった状況もございましたが、それがトータルとして最後10年後によい結果が出れば、「終わりよければ全てよし」とも捉える次第です。トータルとして、途中の判断も含めましてご評価をいただけたらありがたく思います。

そして、本日いただいた様々なアドバイス、特に社会実装を進めるにおいて、例えばこれまでの連携をうまく続けてほしい。あるいは、これまでの成果を次につないでほしい。人材育成も含めてつなげてほしいといった点について、実施者の方々とも引き続きコミュニケーションを取りながら、できる限りのこととして新しい事業につなげていきなり、何か人材育成事業といったものを考えるなどをしていけたらと思った次第です。改めまして、本日は誠にありがとうございました。

【北原専門調査員】 ありがとうございます。それでは最後に、このプロジェクトを推進してくださいました尾崎PLより一言賜りたく存じます。よろしく願いいたします。

【産総研_尾崎 PL】 尾崎でございます。10年間を振り返ると長くなってしまいますので、今後に向けたことを少し述べさせていただきます。本日、委員の先生方から多々アドバイスを頂戴しまし

たが、その中において「ここがスタートである」という言葉が非常に印象に残りました。その言葉のとおり、本当にここがスタートであり、社会実装に向けて引き続き連携をして頑張っていく必要がございます。この MagHEM の中で培った人脈、人間関係を大事にしながら、引き続き本当の実装へと結びつけられるように全員でやっていきたいと思っておりますので、ご支援いただけますと幸いです。よろしくお願いいたします。

【掛下分科会長】 ありがとうございました。それでは、以上で議題8を終了といたします。

9. 今後の予定

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	事業の概要説明資料（公開）
資料 6	事業の概要説明資料（非公開）
資料 7-1	事業原簿（公開）
資料 7-2	事業原簿（非公開）
資料 8	評価スケジュール
番号なし	質問票と回答（非公開）

分科会前に実施した書面による質疑応答は、質問または回答が非公開情報を含んでいるため、記載を割愛する。

以上