

研究評価委員会
「希少金属代替材料開発プロジェクト
Nd-Fe-B系磁石を代替する新規永久磁石及びイットリウム系複合材料の開発
超軽量高性能モータ等向けイットリウム系複合材料の開発」
(事後評価) 分科会
議事要旨

日 時：平成23年10月18日（火） 13：00～17：40

場 所：東京国際フォーラム G610 会議室

出席者（敬称略、順不同）

＜分科会委員＞

分科会長	熊倉 浩明	(独) 物質・材料研究機構 強磁場ステーション ステーション長 筑波大学 大学院数理物質科学研究科 教授
分科会長代理	杉本 英彦	福井大学 大学院工学研究科 特命教授
委員	浅野 克彦	(株) 日立製作所 電力システム社 日立事業所 主管技師長
委員	下山 淳一	東京大学 大学院工学系研究科 応用化学専攻 准教授
委員	星野 勉	明星大学 理工学部 総合理工学科 教授
委員	前田 敏彦	高知工科大学 環境理工学群 教授

＜推進者＞

佐藤 嘉晃	NEDO 省エネルギー部 部長
松林 成彰	NEDO 省エネルギー部 主任研究員
楠瀬 暢彦	NEDO 省エネルギー部 主査
三輪 肇	NEDO 省エネルギー部 主査

＜実施者＞

塩原 融	産業用超電導線材・機器技術研究組合 (iSTERA)	専務理事・特別研究員
奥田 昌宏	産業用超電導線材・機器技術研究組合 (iSTERA)	事務局長
和泉 輝郎	産業用超電導線材・機器技術研究組合 (iSTERA)	特別研究員 (テーマリーダー)
山田 穰	産業用超電導線材・機器技術研究組合 (iSTERA)	特別研究員
定方 伸行	産業用超電導線材・機器技術研究組合 (iSTERA)	技術開発部 部長代理
宮田 成紀	産業用超電導線材・機器技術研究組合 (iSTERA)	技術開発部 主管研究員
齊藤 隆	産業用超電導線材・機器技術研究組合 (iSTERA)	佐倉分室 室長
青木 伸夫	産業用超電導線材・機器技術研究組合 (iSTERA)	相模原分室 室長
高橋 保	産業用超電導線材・機器技術研究組合 (iSTERA)	総務部 部長代理
伊藤 暁彦	東北大学 金属材料研究所 助教	
吉田 隆	名古屋大学 准教授 (開発責任者)	
一野 祐亮	名古屋大学 准教授	
岩熊 成卓	九州大学 准教授 (開発責任者)	
木須 隆暢	九州大学 教授	
石山 敦士	早稲田大学理工学術院 教授 (開発責任者)	

<企画調整>

中谷 充良 NEDO 総務企画部 課長代理

<事務局>

竹下 満 NEDO 評価部 部長

三上 強 NEDO 評価部 主幹

吉崎 真由美 NEDO 評価部 主査

室井 和幸 NEDO 評価部 主査

一般傍聴者 5名

議事次第

(公開セッション)

1. 開会、分科会の設置、資料の確認
2. 分科会の公開について
3. 評価の実施方法
4. 評価報告書の構成について
5. プロジェクトの概要説明
 - (1) 事業の位置付け・必要性、研究開発マネジメント
 - (2) 研究開発成果、実用化の見通し
 - (3) 質疑応答
6. プロジェクトの詳細説明
 - (1) 超長尺イットリウム系複合材料における希少金属使用量低減技術開発
 - (2) イットリウム系複合材料の製造工程における希少金属利用率等の効率向上技術開発
 - (3) イットリウム系複合材料を用いた回転機要素技術開発

(非公開セッション)

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 (分科会成立の確認、挨拶、資料の確認)
 - ・開会宣言 (事務局)
 - ・研究評価分科会の設置について、資料 1-1、1-2 に基づき事務局から説明。
 - ・熊倉分科会長挨拶
 - ・出席者 (委員、推進者、実施者、事務局) の紹介 (事務局、推進者)
 - ・配付資料確認 (事務局)

2. 分科会の公開について

資料 2-1、2-2、2-3 及び 2-4 に基づき事務局から分科会の公開について説明し、「議題 7. 全体を通しての質疑」を非公開にすることが了承された。

3. 評価の実施方法について

資料 3-1～3-5 に基づき事務局から評価の実施方法について説明し、事務局案通り了承された。

4. 評価報告書の構成

資料 4 に基づき事務局から評価報告書の構成について説明し、事務局案通り了承された。

5. プロジェクトの概要説明

事業の位置づけ・必要性、研究マネジメント、研究開発成果の概要、実用化の見通しについて、資料 5-1、5-2 に基づき推進者、実施者から説明が行われた後、以下の質疑応答が行われた。

主な質疑内容

- ・ 線材強度の必要性と損失の数値根拠について質問がなされた。これに対して実施者から、強度を高くすればモータ設計の自由度が増す、損失については、リニアモーターカーでの過去の実績に基づき、永久電流減衰率の試算をしている旨の回答がされた。
- ・ モータの要素技術開発の予算 2 億 5900 万円の用途について質問がなされた。これに対して、概念設計のためのシミュレーション用コンピュータの導入と計算作業の外注、並びに冷凍機試作および線材作りとそのコイル化である、と回答された。
- ・ 希土類の種類が異なるのに 130 分の 1 に低減、とした計算内容について質問がなされた。これに対して、分母が Nd + Dy、分子が Gd として希土類の重量比で計算したと回答された。
- ・ モータの価格やメンテナンスの面でマイナス要素となる冷却の問題をクリアする見通しについて質問がなされた。これに対して、回転機に適した冷却技術があっても良かろうと考えており、今回のサーモサイフォン方式は比較的回転機に向けた冷却方式ではあるが、まだまだ開発要素は多いと回答された。
- ・ 収率の目標を 40%とした根拠について質問がなされた。これに対して、これまでの関連するプロジェクトにおける機器開発への提供線材の実績が目安で 30%なので、それを凌駕しようということで 40%に設定した、と回答された。
- ・ 超電導以外の材料の薄膜製造プロセスでは、材料、プロセスによって相当変わることを承知の上で、どのくらいの収率であれば実用化が成り立つか質問がなされた。これに対して、今回取り上げたレーザーCVDでいうと、他の単純な、例えばジルコニアでは 70～80%の収率なので、そこまでを期待できるのではなかろうかと取り組んできた、との回答がされた。
- ・ 先日の現地調査で、装置が休止していたのがもったいない、マネジメントとしてどうなのか、との質問がなされた。これに対して推進者から、関連プロジェクトで有効利用すべく手続きを進めていると回答された。
- ・ 希土類使用量 4000t を 1000t ぐらいまで減らすとなると、モータを何千万台作るのかと言うところで話に飛躍があるのではないか、との質問がなされた。これに対して、最近の動きとして風力発電の大型風車の永久磁石で大量に使うだろうと言われており、これを線材に置き換えれば適用領域が広がって来るだろう、と回答された。

6. プロジェクトの詳細説明

(1) 超長尺イットリウム系複合材料における希少金属使用量低減技術開発

事業の詳細について資料 6-1 に基づき実施者から説明が行われた後、以下の質疑応答が行われた。

主な質疑内容

- ・今回採られた2つの製法アプローチ、PLD法とMOD法の棲み分けについて質問がなされた。それに対して、モータ適用性の2大要素であるコストと磁場中特性で見ると、コストではMODが、磁場中特性ではPLDが優位であるが、現時点ではどちらかに絞ることはできないため、両方とも検討を進めてきた旨が回答された。
- ・今回、東日本大震災による停電があつて、結局1kmの一本ものが作れなかったわけだが、停電対策をどのように考えるか、との質問がなされた。それに対して、停電の問題はこのプロセスに限った話ではなく、その事業所の他の製造技術とともに、会社としてどう考えて対応するかであろう、と回答された。
- ・MOD法での処理温度の許容範囲について質問がなされた。それに対して、材料組成比1:2:3からBaを減らすことによって許容範囲が広がり、仮焼条件を適正にすれば50℃ぐらいの幅がある、特性を絞っていけば縮まるが少なくとも20~30℃はある、と回答された。
- ・地震もあつて技術課題がいくつか残ったままになっているが、当初目的をどのくらいの期間でクリアしようと考えているのか、との質問がなされた。それに対して、プロジェクトの目標はクリアしているが、実際に使える線材を作製するという観点では、あと2~3ヵ月続ければ、収束していくのではないかと考えている、と回答された。

6. (2) イットリウム系複合材料の製造工程における希少金属利用率等の効率向上技術開発

事業の詳細について資料6-2に基づき実施者から説明が行われた後、以下の質疑応答が行われた。

主な質疑内容

- ・実用化を考えた場合の収率の重要性について質問がなされた。これに対して、希土類をどれだけ減らせるかという点ではダイレクトに効く、コストで言うと、数十円/Amの比較的高い領域では装置費の比率が大きいのので原料収率はあまり効かないが、例えば3円/Amを切ると原料収率が効いてくる、と回答された。
- ・普通のMOCVDに比べてレーザーを用いることで、堆積率や収率が上がる反面、均一度を下げる心配があるのではないかと、との質問がなされた。それに対して、その心配を否定するだけのデータはここにはないが、反応の不安因子であるガス供給に対する不安定性や表面に至るまでの不確定性を、レーザー励起が緩和していると期待され、レーザーCVDだからといって不安定であるという結果は聞こえてきていない、と回答された。
- ・未反応原料と線材に堆積しなかった反応物を回収して純化・再使用すれば収率が上がるのではないかと、との質問がなされた。それに対して、原理的にはそういう考え方もあるが、回収・精製に必要なコストを考えると、コストが見合うかどうかが大変であろう、と回答された。

6. (3) イットリウム系複合材料を用いた回転機要素技術開発

事業の詳細について資料6-3に基づき実施者から説明が行われた後、以下の質疑応答が行われた。

主な質疑内容

- ・回転機の最適化には色々な指標があるが、これはどの視点から最適化を行ったか、との質問がなされた。それに対して、コンパクト、軽量でしかも線材量をできるだけ少なくするという概念を含んでいるが、最適化までは行っておらず今後詰めていかなければならないところが残っている、と回答された。
- ・界磁がシャフトに被っているが、シャフトが磁石になっていないか、との質問がなされた。それに対して非磁性のシャフトを使っている、と回答された。更に、そうするとかなり太くしないと機械的な問題が出ないか、との質問がなされ、委員会でも議論したが今回やれていないところもあり課題である、と回答された。

(非公開セッション)

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

(前田委員) 日本でなかなかできなかった 1km の線材ができそうだということは、ある意味世界一が見えてきたということでもあるので、大変うれしく、それがほとんど全ての感想。タイトルと中身について、レアメタルの使用量を減らすという観点で見ると、努力は十分理解するが、きつい言い方をすれば少し無理があるという感じがする。ただ、それを補って余りある技術的成果が上がっている。せっかく作ったすばらしい装置なので、これを無駄にしないように、できるだけ早く再稼働させて更なる成果を上げてほしい。

(星野委員) 1年間という非常に短い期間の中で成果を出されて、非常に敬服している。プロジェクトの成果、努力を評価するが、成果が最初から前面に上がっていれば、先ほど申し上げるようなことはなかった。機器の専門家がたくさん入っていない中で難しいかとは思いますが、もう少し周りの説明をきちんと整理すれば、専門家以外の方が見たときに誤解を受けることがないと思う。

(下山委員) MOD のクエスチョンはまだ少し残っているが、PLD はホットウォールタイプでロングレンジのものができて、それが一つの解であるとはっきり示せたという印象を持っている。当初、このプロジェクトを立ち上げるときに、1年でできるのか色々な心配事があったが、当初予定していた形にはなかったのではないかと思う。一番心配していた装置導入が、ある意味一発勝負で、後で細かな修正が利かない状態でそれなりのことができたことは、従来あった装置の拡張版ではあるが、その技術がある程度確立されていたことの実証になった。思った通りの成果で良かった。モータ等々の設計については、現時点の線材性能での最適設計もさることながら、超電導材料は育っている材料であり、線材の性能向上を見ながら設計を自由に変えていく道筋ができてくると本格的なのではないか。

(浅野委員) 非常に短期間に、しかも震災もあった中でこれだけ立派な成果を上げられたことに敬意を表す。今まで蓄積されてきた色々なものが今回こういう形で結びついているのは、投資ということもあると思うが、推進者、実施者の皆さんがここまでプロジェクトを立ち上げた着想も含めて、大変価値あるプロジェクトだった。きちんと目標を達成した立派な技術的成果だが、事業化までは求めていないにしても、実用化のためには、リプレースするにしても何が必要かという観点をもっと求められる。一方ではこれだけ卓越した成果が出れば、色々なものが派生的に出てくるので、リプレースだけではなく、もっと新しいものにつながる検討もぜひ継続してほしい。成果がきちんと達成した上でのことだが、目標が高ければ高いほど新しい課題も出てくるはずなので、それらを整理して、ぜひ関連するプロジェクトに結びつけてほしい。今イットリウム系でも進めているプロジェクトと連携を強化して進めることが、日本の技術として世界をリードしていくことになると思う。

(杉本分科会長代理) 1年間で 30 億円を使うことに最初は驚いたが、使い方がわかった。一連のテーマの中で(2)は本当に必要だったのかと思うところはあるが、将来を見越してということであろう。NEDO の別の事業で、岩熊効果という線材が出てきて非常に良いという話も聞いている。こういうものは日々刻々改良されており、まだまだ良い線材が次から次に出てきていると思うので、そういう中でこの技術をどのように使っていくのか、単に置き換えて使えるものかどうか分からない。いずれにしても、超電導は今まで非常にたくさんのお金を使っているので、ぜひ成功させてほしい。

(熊倉分科会長) 下山委員と一緒に、このプロジェクトの事前評価を担当し、そのときはたった 1年で、非常に大きなお金で、果して十分な成果が出るのだろうかと少し心配したが、非常に大きな成果が得ら

れて良かったと考えている。補正予算なので止むを得ないが、できればもう少し時間に余裕を持って研究を行うことが大事だと思う。これを土台にして、さらに日本の超電導が発展するようにご努力いただきたい。色々事情があったと思うが、タイトルを素直に「線材開発」などにしていれば星野委員の疑問もおそらく湧かなかったのではないか。

9. 今後の予定、その他

10. 閉会

配付資料

資料 1-1 研究評価委員会分科会の設置について

資料 1-2 NEDO技術委員・技術委員会等規程

資料 2-1 研究評価委員会分科会の公開について（案）

資料 2-2 研究評価委員会関係の公開について

資料 2-3 研究評価委員会分科会における秘密情報の守秘について

資料 2-4 研究評価委員会分科会における非公開資料の取り扱いについて

資料 3-1 NEDOにおける研究評価について

資料 3-2 技術評価実施規程

資料 3-3 評価項目・評価基準

資料 3-4 評点法の実施について（案）

資料 3-5 評価コメント及び評点票（案）

資料 4 評価報告書の構成について（案）

資料 5-1 プロジェクトの概要（公開）

資料 5-2 事業原簿（公開）

資料 6-1 プロジェクトの詳細説明（公開）

(1)超長尺イットリウム系複合材料における希少金属使用量低減技術開発

資料 6-2 プロジェクトの詳細説明（公開）

(2)イットリウム系複合材料の製造工程における希少金属利用率等の効率向上技術開発

資料 6-3 プロジェクトの詳細説明（公開）

(3)イットリウム系複合材料を用いた回転機要素技術開発

資料 7 今後の予定

以上