

研究評価委員会
「高温超電導実用化促進技術開発」(中間評価)分科会
議事録

日 時：平成30年9月20日(木) 10:00~16:40

場 所：大手町サンスカイルームA室

出席者(敬称略、順不同)

<分科会委員>

分科会長 伊瀬 敏史 奈良学園 理事長/大阪大学 名誉教授
分科会長代理 市川 路晴 電力中央研究所 電力技術研究所 副所長
委員 高畑 一也 自然科学研究機構 核融合科学研究所 装置工学・応用物理研究系 教授
委員 福井 聡 新潟大学 工学部 電気電子工学科 教授
委員 吉田 隆 名古屋大学 工学研究科 電気工学専攻 教授
委員 李 瑞 住友重機械工業(株) 精密機器事業部 主任技師

<推進部署>

石井 紳一 NEDO 省エネ部 部長
矢島 康德 NEDO 省エネ部 統括主幹
岩坪 哲四郎(PM) NEDO 省エネ部 特定分野専門職
木下 晋 NEDO 省エネ部 特定分野専門職
中原 裕司 NEDO 省エネ部 主査

<実施者>

岡田 道哉(PL) 産業技術総合研究所 TIA 推進センター 上席イノベーションコーディネータ
富田 優 鉄道総合技術研究所 超電導応用研究室 研究室長
鈴木 賢次 鉄道総合技術研究所 超電導応用研究室 副主任研究員
福本 祐介 鉄道総合技術研究所 超電導応用研究室 副主任研究員
石原 篤 鉄道総合技術研究所 超電導応用研究室 副主任研究員
小林 祐介 鉄道総合技術研究所 超電導応用研究室 研究員
横山 彰一 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
古瀬 充穂 産業技術総合研究所 省エネルギー研究部門 エネルギー貯蔵技術グループ 主任研究員
吉田 良行 産業技術総合研究所 電子光技術研究部門 超伝導エレクトロニクスグループ グループ長

<評価事務局>

保坂 尚子 NEDO 評価部 部長
前澤 幸繁 NEDO 評価部 主査
塩入 さやか NEDO 評価部 主査

<オブザーバー>

山下 尚人 NEDO 技術戦略研究開発センター 研究員
根本 耕司 経済産業省 研究開発課 エネルギー環境イノベーション戦略室 研究開発専門職

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
 - 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 運輸分野への高温超電導適用基盤技術開発
 - 6.2 高温超電導高安定磁場マグネットシステム技術開発
 - 6.2.1 超電導コイル製造
 - 6.2.2 超電導接続
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、実施者)
3. 分科会の公開について
 - 評価事務局より資料2及び3に基づき説明し、議題6.「プロジェクトの詳細説明」及び議題7.「全体を通しての質疑」を非公開とした。
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資料4-1～4-5に基づき説明した。
5. プロジェクトの概要説明
 - 5.1 事業位置付け・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

評価事務局より資料5に基づき説明が行われた。

5.3 質疑応答

5.1及び5.2の内容に対し質疑応答が行われた。

【伊瀬分科会長】 ありがとうございます。

技術の詳細につきましては、後ほどの議題6で扱いますので、ここでは主に事業の位置づけや必要性、マネジメントについて議論いたします。ただいまのご説明に対しまして、ご意見、ご質問等お願いいたします。

【市川分科会長代理】 ご説明ありがとうございます。

まずMRIについてお聞きしたいのですが、研究開発目標として、マグネットシステムの市場展開時期を平成38年度に設定されているのですが、このMRIの市場というのは、現状、かなり広がりを見せていると思うのですね。今、どこの病院に行っても、そういう新しい医療機器というのが1つの宣伝文句みたいになってきてまして、MRIも、そういう意味では、一番先頭を切っている医療機器だと思うのですね。そういう意味で、市場への進展というのは非常に早いものと思うのですが、平成38年に設定されているというのは、そういうところも加味しているのか、それとも、技術的にそれが限界なのかということなのですか、そこをまず1つお聞きしたいのです。

【岩坪特専PM】 PMとしては、技術的にまだ2つの理由があると思います。線材として高磁場に耐えられる線材が必要であるし、それを巻いて高磁場で耐えられるコイル化する技術というのがまだ未開発なので、このプロジェクトで開発しているという意味合いがあります。それから、もう一つは、線材のコストの低減が今後進むということで、現状ではまだ高いY系線材でございますので、それも念頭に置いて、市場展開時期を38年に設定することが必要になっていると思います。

【横山研究員】 私どものほうで、平成38年のターゲットなのですが、1つは、1.5テスラ機からの置き換え需要、これをターゲットにしようということで、タイムスケジュールを合わせております。

【市川分科会長代理】 わかりました。

もう一つなのですが、今、置き換え需要というのがあるのですが、やはり裾野が広がっていくというのが非常に大きい市場になってくると思うのです。その場合、今現在まだMRIを持っていない病院施設が、今後MRIを新しく入れていこうとした場合に、やはり第1世代のヘリウムよりも、第2世代の液体窒素冷却を入れたいという希望のほうが多いと思うのですね。そういうニーズを考えた場合、それは、今3テスラ機ということをおっしゃっていただけますけれども、1.5テスラ機でも十分需要があるかと思うのですが、その辺の考えは何かございますでしょうか。

【横山研究員】 1.5テスラ機に対してということでございますでしょうか。3テスラ機ではなくてということですね。

【市川分科会長代理】 はい。

【横山研究員】 おっしゃるとおりでございまして、1.5テスラ機に対しても、ヘリウムレスということではご要望があるかと思っておりますので、3テスラ機をまず開発することによって、1.5テスラ機に対しての展開というのは平易だろうと思っております。

【市川分科会長代理】 そういう意味では、3テスラ機の完成を待たず、今現在、その1/2、1.5テスラ機という技術が確立してくるので、それが確立したところで、3テスラ機より前に展開もあり得ると考えてよろしいのでしょうか。

【岩坪特専PM】 検討いたします。出口の戦略については、3テスラフルサイズ機というのを明確にしまし

たが、いただいたご意見を実施者さんと相談して、今後そういう方向も検討したいと思います。

【伊瀬分科会長】 ほかにいかがでございましょうか。高畑委員。

【高畑委員】 価格比という言葉が出てきまして、20倍近いというのは、これはニオブチタン線材と比べてということでしょうか。確認です。

それから、38年には価格比が2倍程度になると想定しということですが、この想定は、今の状況からのスケーリングで言えることなんでしょうか。教えてください。

【岩坪特専PM】 まず20倍というのは、ニオブチタン線材との比較でございます。

それから、線材のコストについては、本中間評価の対象でございます線材の高性能化と生産性の向上について、別テーマでも扱っております。そういった意味で、NEDOとしても研究開発を行っています。出口のこちらについては、メーカー等へのヒアリングを含めて、38年度程度には、そちらを目標にするということを考えて、このプロジェクトとして、MRIのコイルの位置づけを行っています。

【李委員】 鉄道き電線について、ご質問させていただきます。現状では、300メートルのシステムが構築されているということと、最終目標では、キロメートル級のシステムを構築するとおっしゃったのですが。鉄道の実用化を考えると、キロメートル級のシステムの構築が不可欠だと思いますけれども、これ、具体的にキロメートル級というのはどのぐらいの数字というのは、今決まっているのですか。何キロメートルとか、そういうのは決まっているのですか。

【鈴木研究員】 予算もあり、決まってないです。

【岩坪特専PM】 現状では、4年目、5年目の実施内容は、まだ予算も確定していませんけれども、現状では、キロメートル級との表現をしています。予算との関係もあり、確実なことは言えませんが、中間接続部が複数あって、ポンプの長手方向にやはり分布が生じますので、それについての実証ということで、キロメートル級の実証を行いたいと思っております。

【伊瀬分科会長】 今のに関連しますけれども、電鉄の変電所にこの冷凍機を置くというのが普通考えられると思うのですが、今のお話ですと、電鉄の変電所の間にもどんと冷凍機を置いていくという話でしょうか。変電所間の距離というのは、もっと長いように思うのですが。

【鈴木研究員】 ケースバイケースだと思います。基本的には、片送りでも冷却はできる。変電所に置くだけでも、片方に冷凍機を置くことで、冷却はできる場合もあると考えております。

【伊瀬分科会長】 そうしますと、今、直流電気テストの変電所間の距離というのは大体どのぐらいでしょうか。

【鈴木研究員】 都市部ですと、数キロ。

【伊瀬分科会長】 ですね。そうすると、その数キロの間をできるということですね。そういう理解でよろしゅうございましょうか。

【鈴木研究員】 はい。

【伊瀬分科会長】 関連しまして、この直流き電線の場合ですが、今回の研究開発の項目には入っていないのですが、冷凍機の効率向上というのがやはり省エネ効果に大きく寄与すると思うのです。省エネルギー効果ということで、69GWhの省エネルギー効果が42年度で得られるというような計算になっているわけですが、一方で、高温超電導ケーブルの話では、やはり冷凍機の効率向上というのが非常に大きな研究開発テーマになっておるわけですが、こちらのほうではそれは全く挙げられておらずに、コンパクト化とかというようなことでやっているわけですが、冷凍機の効率向上に関しては、特に現状で問題ないという理解でしょうか。

【岩坪特専PM】 もちろん、省エネを狙う場合にはとても重要な要素だと思いますけれど、制約条件としての設置、コンパクトさがございますので、そちらを第一義的に開発目標として据えている。同じサイズの中では、効率向上の努力を行わないわけではございません。ただ、ご承知かもしれませんが、ターボ

ブレイトンの冷凍機で効率向上するためには、コールドボックス内で中間熱交換器の熱交換をできるだけ上げることがあり、こちらが最もサイズの大きなところで、おそらく性能と中間熱交換器の大きさはほぼトレードオフの関係になって、中間熱交換器の大きさが冷凍機全体の大きさの中でかなりの部分を占めると私は理解しております、そういう意味で、おそらくトレードオフの関係で、サイズを決めたときに、どれだけ性能が落ちないようにするかという努力を行っていくというのが技術開発の内容になるかと思えます。よろしいでしょうか。

【伊瀬分科会長】 そうしますと、これ、冷凍機の効率としては、現状のままで年間 69GWh の省エネルギー効果が得られるであろうと、そういう計算でしょうか。

【岩坪特専 PM】 はい。

【伊瀬分科会長】 わかりました。

それから、もう一つ、MRI の省エネルギー効果で、年間 65GWh の省エネルギー効果が得られるというような計算結果が出ているわけですが、これは現状のものも超電導ですので、どちらも省エネルギー効果はあるということで、これはどういう計算で 65GWh という数字が出てくるのですか。

【岩坪特専 PM】 これについては、単純に、冷却温度がヘリウム温度レベルから上がりますので、そちらの温度差による冷凍機の関係の消費電力を換算して、省エネ効果として算出しております。

【福井委員】 MRI のところなのですが、現状、低温超電導の 3 テスラ機って、だんだん導入が進んでいますよね。私の認識だと、ヘリウムは一回入れれば、ほぼ飛ばないと思うのですよね。初期冷却に多分数千リッターぐらいのヘリウムが必要だと思うのですが。一方、高温超電導にすると、それは要らなくなるのだけれども、一方、コイルは、現状でもやっぱり高いですよね。将来的に線材価格は安くなっても、多分、かなり低温超電導よりは高いものになると思います。そういうイニシャルなコストを考えたときに、ユーザーとして、高温超電導の 3 テスラ MRI システムというのがアピールできるのかどうかというのは、その点、何か見解ありましたら教えていただきたいのですが。

【横山研究員】 それは、先ほど岩坪さんのほうからご説明いただきました、超電導線材のコストが、先ほどはイットリウム系比と言われたのですが、ニオブチタン比でございますけれども、2 倍程度からさらに下がってくるということで、コストメリットです。

それから、もう一つが、先ほど置き換え需要の中でお話しさせていただきました、1.5 テスラ機から 3 テスラ機に置き換えるときの改造費等も軽減できるというトータルコストで考えております。

【福井委員】 私、別の超電導とは全く関係ない研究で、NMR のプローブとかをやっている、脳研の先生とかともやっているのですが、マグネットはあくまでも磁場をつくるだけで、そういう方々からすると、高温超電導であるか低温超電導であるかは全く興味がない。クエンチしないで動いてくればそれでいいという。その中で、高温超電導がきちんとマーケットをシェアできるようにするためというのが、多分一番大事なところだと思うのですが、そのあたり、やはり線材価格だけに依存してくるというのは、なかなか予想しにくいという感じがするのですが、その辺のところ、コメントをもしいただければと思います。

【岩坪特専 PM】 当初はそういったことでなく、ただ、三菱電機さんがコイルを納められている医療機器メーカーさんにも、NEDO も同席してヒアリング等もさせていただきまして、我々は、まずはドライブモードでの商品化を目指すと。長期的に言うと、ヘリウム温度レベルと同じ永久電流モードかなと思っていたのですが、医療機器メーカーさんから言うと、いや、永久電流モードだけではなくて、冷却はしていくのだけれど、コイルについては、使わないときは消磁をするみたいな運転もあり得るよねとか、それから、高温超電導については、クエンチが起こる確率がヘリウム、ニオブチタン等よりもはるかに小さいということがわかっていますので、そういった面では、クエンチのトラブル対策みたいなことの考慮をすると、ドライブモードでも早期に対応するマーケットがあるのではないかとされています。

して。それも含めて、三菱電機さんと出口については相談させていただいているというところで、当初は考えていなかったところでも、やはり医療機器メーカーさんにヒアリングすると、そういったことも出てきたということで、マネジメントを行っております。

【吉田委員】 今、永久電流モードという話が出てきたのですが、1点、その点でお伺いしたいのですけれども。マグネットシステムの最適化技術の構築、線材の開発、それと、もう1個、超電導接続の技術の開発というので、この永久電流モードと、そのあたりはいつ頃合体してくるイメージをお持ちなのか。それとも、この5年間の間では、あくまでもそれはパラに研究していくのかというのを。

【岩坪特専 PM】 5年間の中ではパラで走っていただいて、ドライブモードにつきましても、このプロジェクトの後、5年後ぐらいからですので、まずはドライブモードのMRIの製品化した後、そのさらに改良版としての超電導技術の導入というのが入ってくるのだろうと私は思っております。

【岡田 PL】 PLから。先ほどMRIの、特に従来の3テスラ機と、それから、高温超電導の今三菱さんが目指している3テスラ機で、将来的にマーケットでちゃんと闘えるかどうかというところのご質問であったのではないかなと思うのですけれども。先ほど岩坪PMからもありましたが、私がちよっと補足させていただきたいのは、今回、三菱さんがよく考えてご提案されているところは、本日の資料の31ページの図面でもございますように、従来の1.5テスラ機の設定されているところに、3テスラ機を高温超電導にすることで設置することができると、そこが非常に重要なポイントと考えて計画されているなど、PLとしては理解しております。3テスラのMRIは、今、非常に速いスピードで普及しているのですが、やはり絵がきれいなのですね。ものすごくきれいで、かつ、短時間で撮像が終わる、この利点があります。患者さんにとっても、お医者さんにとってもいいということなのですけれども、日本の市場を考えますと、やはり医療機関の建物の制約、天井高さの制約等がありまして、3テスラ機に置き換えたいのだけれど置き換えられないような方々が結構いらっしゃる。そういったところを、三菱さんはよく考えて計画をされております。問題は、では、もっと早く入れればいいじゃないかということですが、やはり線材の価格が下がってこない、MRIマグネットビジネスだけですとなかなか闘えないというところがありますので、そこは線材メーカーさんと、鶏と卵みたいなのところもあるのですが、需要が増えれば線材の価格は下げられるというところで、今のところ結構悩まれたのだと思うのですが、現状、今確実に見通せる実用化時期ということで設定されていると理解しております。

【市川分科会長代理】 き電線についてなのですが、ご説明のあった中で、研究開発目標で明確な時期というのが示されていません。時期を示すのは非常に難しいと思うのですが、まずは適用するターゲット、特に日本の場合、非常に過密状況となると、やはり東京だと思いますが、第一に考えているターゲットはどこかというのは、現状でございましたらお聞きしたいのですが。

【岩坪特専 PM】 地下鉄の高過密で、しかも、古い地下鉄で電圧が600ボルトとか低いようなところは、大電流が生かせる、高温超電導が生かせるので、そういったところへの出口というのが考えられます。まずは、このプロジェクトの出口としては、そういったところがあるのかなと、PMとしては考えております。

【李委員】 特許出願件数について質問ですが、研究・論文発表に比べると、特許出願件数があまりにも少ないという印象なのですが、これは何かの理由あつてのことなのですか。

【岩坪特専 PM】 NEDOとしては、マネジメントとしては、特許については、先ほどのオープン/クローズ戦略に従って判断してくださいということで進めておりますが、もしも実施者の方から何か補足があれば。

【横山研究員】 三菱電機、横山でございます。私どものほうの発表内容は、基本的には基礎研究的な要素でございまして、特許内容があまり含まれていないものについて、発表を積極的にさせていただいております。特許戦略につきましては、実は、まだこれから出願を検討している段階でございますので、今

後出願の件数が増えていくということで、ご理解いただければと思っております。

【李委員】 ぜひ特許出願の件数を。一番わかりやすい指標なので。もちろん、特許の質というのは追求されていると思いますけれども、まずは数を出さないと質も議論できないと思いますので、よろしく願います。

【高畑委員】 き電線のほうの質問なのですが、研究体制の中に大学の方が共同研究者にいますが、具体的にどういうことで、どういう研究に大学の方が関与されているのでしょうか。

【鈴木研究員】 午後も紹介させていただきますが、東京大学さんは、電流リードの解析の関係、三重大学さんは、システム保全技術、九州大学さんも、同様にシステム保全技術のところで共同実施させていただいております。そのあたりは午後も発表で紹介させていただきます。

【市川分科会長代理】 冷凍機についてちょっとお聞きしたいのですが。今回、冷凍機を10立米の大きさという形で開発目標を置いているのですが、これは何か制約があってこの容積になっているのか、それとも、現状の技術でここまで達しているものはない、1つの達成目標としてやっているのか、どちらが開発目標の根拠になっているのでしょうか。

【岩坪特専 PM】 鉄道総研さんの目標設定は、実際に設置を念頭に置かれて設定されていると理解しておりますが、補足ございますか。

【鈴木研究員】 そのとおりです。

【岩坪特専 PM】 実際の変電設備なりに、この冷凍機を部屋に置くとしたら、これぐらいの目標が必要であろうという想定だという理解でございます。

【市川分科会長代理】 そうしますと、大きさは設置箇所の制約からになってきていて、あと、冷凍能力の5キロワットというのは、これはどういう制約というか、条件から来ているのでしょうか。

【岩坪特専 PM】 これも数キロメートル、2キロメートル超で、これぐらいの冷凍能力。もちろん、断熱管の構造とか性能とかの環境もございしますが、システムとして実機を念頭に置いたとき、断熱管の性能及び冷凍機、それから、ポンプというのは、それはワンセットで目標設定をしております。

【福井委員】 すみません、さっきちょっと聞き流してしまったのですが。伊瀬先生が質問された省エネルギー効果で、MRI マグネットで年間65GWhというところなのですが、先ほどの説明だと、4.2Kか高温超電導の運転温度かの冷凍能力の差で省エネルギー効果を算出しているというのは、つまり、例えば、3テスラのマグネットを4.2Kに伝導冷却で冷却したときのという、そういう想定ですか。

【岩坪特専 PM】 そうです。

【福井委員】 つまり、HTSは伝導冷却なので、だから、HTSの3テスラのマグネットを、台数をどれぐらい見積もっているか知りませんが、運転温度に冷却する場合と、3テスラの低温超電導のマグネットを4.2Kに伝導冷却で冷却する場合の電力との差で、この差を見積もっているということでしょうか。

【岩坪特専 PM】 温度についての差で省エネ効果はもちろん。横山さん、伝導冷却、どちらでやっていくというのを。

【横山研究員】 現在のMRI マグネットが7キロワットの冷凍機で運転をさせていただいておりますけれども、20ケルビンで運転した場合に5キロワットに低減できるという見込みができていますので、これに対して台数を掛けて算出させていただいています。

【福井委員】 要するに、定常の分の電力だけ、つまり、初期冷却の冷却エネルギーは考慮されない。

【横山研究員】 そうです。現在、24時間の運転の中で計算しています。

【伊瀬分科会長】 これは鉄道き電線のほうですが、省エネルギーのために、き電線の電圧、昇圧という方策もあると思うのですが、超電導化のほかにも、電圧を上げると。例えば、今は1500ボルトですけれども、それを3000ボルトに上げるとか、そういうことに対する超電導の優位性というのはどうふうにかえたらよろしいでしょうか。

【岩坪特専 PM】 様々な省エネルギー効果を考えられていると思いますが、その選択肢の一つとしての今回の提案だと思えます。ただ、午後詳細の中で、鉄道き電線での省エネルギー効果の中には、抵抗ゼロになるからロス分が減るといふことと、超電導化によって、現在の常電導の銅では回生電力を回収できるといふか、同じ区間に力行しているのがなければ回生電力って回収できないのですけれど、これを超電導化によって、力行している電車との距離が離れていても回生電力を有効活用できるという効果もございますので、昇圧による省エネ効果だけでなく、とは違って、そういった超電導化による省エネ効果もあると思うので、少し超電導化による省エネ効果のほうが効果は大きいかなと私は理解していますが、何か補足は。

【鈴木研究員】 あと、実際、送り出しの電圧を 1500 ボルトではなくて、上げる対策もしておりまして、送り出しの電圧が上がることで、そういった回生の絞り込み、回生電力をうまく使えないという状態もありますので、超電導を使うことによって、変電所からの送り出しの電圧も、例えば、1500 ボルトに下げることができるとか、1600 ボルトぐらいで送り出さなければいけなかったのが 1500 ボルトにできると、そういったところでの効果も我々は期待しております。

【伊瀬分科会長】 いわゆる回生失効ですね。回生失効が超電導化によって少なくなるという話ですか。

【鈴木研究員】 そうです。

【伊瀬分科会長】 それはどういうことですか。

【鈴木研究員】 それは午後少し詳しく説明させていただきますので、そちらで。

【伊瀬分科会長】 わかりました。

いかがでございましょうか。よろしゅうございましょうか。それでは、大体予定しました時間になりましたので、これにて質疑を終了したいと思います。

(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

【伊瀬分科会長】 それでは、議題 8. まとめ・講評でございます。

この議題におきましては、各委員から、このプロジェクト全体に対してコメントいただくということになっております。それでは、李委員から始めまして、最後に私という順序で行いたいと思います。それでは、李委員、お願いいたします。

【李委員】 最後に少し述べさせていただきます。まず今回のプロジェクトの意味なのですが、今回実施している 2 つのプロジェクト、き電ケーブル及び MRI に関しては、ともに国民生活に関係あるプロジェクトで、非常に意味あるものと感じています。もちろん、先ほどの委員の指摘もあったように、省エネ効果とは別に、超電導技術の実用化においても非常に意味のあるプロジェクトだと思えます。過去数十年間、超電導というのはずっと夢の技術と言われていまして、そのために国にも民間にも巨大な資金を投入して技術開発は行われているのですが、この技術の進歩を確実に世の中に実現させて、皆さんの利益に還元するという意味でも、このプロジェクトとしての意味が、私は、省エネのこの数字以上に十分あると考えています。

その次に、実施内容について述べさせていただきます。今回のプロジェクト2つに関して、実施者の皆さんは、コアの技術以外に、実用化するための幅広く周辺の技術の開発にも精力的にやっただいて、この点においては大いに評価できると考えています。

最後に、2つ気になる点を指摘させていただきます。

1つは、午前中私も申し上げたのですが、特許の件数は少ないということで、非常に気になりまして。やっぱりこの技術、日本が技術で立国するためには、知的財産権の確立を重視していかないといけない。これは実施者の皆さんにも、NEDOのほうにも、今後の改善を期待したいと考えています。

もう一つ気になることなのですが、目標達成状況の表を今見ているのですが、それぞれ4項目から5項目の実施項目はあるのですが、○が付いているのは1個ずつですね。あとは全部△と。この状況は、私は、決してあるべき姿ではないと考えています。今は中間評価の段階ですが、それはよしとしても、プロジェクト終了時点で、事後評価の段階で同じような表を出されると、非常に困った状態になりますので、ぜひ、これから2年間の間、開発を進めて、スケジュールどおりに進めていただいて、最後はあるべき姿を見せていただきたいと願っています。

【吉田委員】 今日と、この間の現地を見させていただきました、まず非常におもしろい課題をやられているなと思います。特に高温超電導材料を何とかものにしようという技術開発においては、このインパクトは確かに非常に大きいものだと思います。ですから、もちろんCO2削減という非常に大きな課題もあるわけですが、やはり超電導というのは、そういう意味では、その実用化されていくというインパクトは非常に大きい。今日もお話を聞いて、この間の現地のときもそう思ったのですが、特に何かトラブルが起きて、課題が出てくる。その課題に向かって新しく解決して、そしてまた次の、これは多分高温超電導材料をこうやって実用化するときに、誰かが必ず通らなければいけない壁だったと思うんですね。それを今のメンバーの人たちがきちんと解決を一個一個進めているということは、非常にいいことだと思うと同時に、その努力に対して非常に感謝したい。

それぞれ、き電線のほうから一言だけ言いますと、冷凍機、周辺技術も含めて、細かいことは、ある程度先のことまで見越して、よく考えられていると思います。

一方、また今のMRIのマグネットでございますけれども、線材、俗にコーテッドコンダクタの線材と次世代の線材のことまで含めて、よく先のことを考えられていると。先ほども言いましたけれども、課題とその解決というのをうまくフィードバックを加えながらやっているというところが、非常に評価に値するかと思います。

やはり1つ懸念事項としてあるのは、先ほど横山さんからありましたが、表に出てこない海外の動き、このあたりが、この高温超電導材料を使った超電導の新しい医療機器への展開というのは、多分、すごくアンダーグラウンドで、どこか見えない敵といつも勝負していかなければいけないということは、これは非常に大変でもありますので、このあたりについては、ぜひ加速していただいて、何か次の展開を見せていただければなと思います。

ありがとうございました。

【福井委員】 本日はどうもありがとうございました。

鉄道き電線に関しては、特に超電導ケーブルの部分については、これまでかなり開発が進んでいて、あと残るは長距離冷却だということで、ゴーがかかれば、すぐにもうできるような状態に持っていくということで、特に鉄道分野で、中央リニアに続く超電導の実用化があるのではないかなということで、大変期待しております。

それから、MRIのマグネットの開発については、特に、先ほど李先生からご指摘あったように、MRIのマグネットはノウハウの塊だと思いますので、特に昨今の中国なんかの動向だと、もう本当にいいものとか、ちょっと売れそうなものだったら、国でなくても、もう民間からすぐに非常に速いスピードで

資金を調達してコピー品をつくるというようなことが、ほかの分野でも出てきていますので、特に技術を日本できちんと保持するということは、もちろん、実施者の三菱電機さんも含めて、国等できちんとバックアップをして、日本の将来に必要な技術として保持していくことをやっていただきたいなと思います。

それから、マグネットの技術的なことについては、劣化の話がいろいろ出ていましたけれども、確かに、学术界でも、劣化の要因というのはまだわかっていない。けれども、その上で、この技術開発を通じて、どこまで製品として成立させるには、線材、巻線、マグネットを組み立てる段階、どういうところで保証していけば、最終的な製品のクオリティが成り立つのかということ、この MRI を 1 つの題材としてきちんと作り上げていただければ、ほかの大規模マグネットにもこれは汎用的に通用するような技術になると思いますので、ぜひそのような成果が今後、あと残りの期間できちんとできてくることを期待します。

【高畑委員】 本日、き電線と MRI の開発について話を聞きまして、もし実用化したら、社会へのインパクトが非常に大きいこと、それから、環境、運輸、医療分野におきまして、社会に対する貢献は非常に大きいことを確認させていただきました。ぜひ実用化していただきたいと思います。

中間目標につきまして、まだ達成度が、今年度の達成予定という項目がほとんどですので、切に今年度の達成を期待しております。

最後に、5年間の最終目標なのですが、あくまでも目標は3年前に立てられた当初の目標だと思いますので、これまで3年近くいろいろ開発されてきましたので、当初の目標以上の達成をお願いいたします。そして、市場に投入、実用化されるよう期待しております。

【市川分科会長代理】 本日は、いろいろとお話聞かせていただいて、ありがとうございました。

スケジュール途中で、△という年度内達成予定ということで出ているのですが、逆に、このように中間の段階で、いろいろな課題を多く出している。そのために若干スケジュールが遅れているというのは、逆に、最終的なスケジュールにはしっかりと到達するのではないかと。後のほうになってから問題が出るよりも、やはりこういう初期の間にいろいろな課題を明らかにして、それに対する対応策も出されていますので、そういう意味では、最終的な達成というのは問題ないというふうに、私のほうは深く感じました。

それぞれに対して、き電線についても、MRI についても、やはり社会的インパクトは非常に大きい内容でありますので、ぜひとも、今、高畑先生がおっしゃったように、要は、可能であれば早く、そして、さらに大きな成果を上げるような形にいただければ一番よろしいかと思います。

特に MRI の場合、先ほども何度も言われていますけれども、海外の動向があまり見えていないということは、逆に、いつ出てもおかしくないというような状況かと思います。そういう意味で、今、市場展開、平成 38 年という目標を持っていますけれども、それを少しでも早く、先んじて日本がイニシアティブをとれるような形で研究開発を進めていただければと思います。

今日はどうもありがとうございました。

【伊瀬分科会長】 それでは、私から最後に申し上げます。

今回、高温超電導実用化促進技術開発ということで、高温超電導が発見されてから 30 年が経過して、高温超電導技術がやっとここまで来たのかなということ。当初は高温超電導の研究開発というのは盛んだったわけですが、最近ちょっと下火になってきて、大学でも研究をやっている人が少なくなってきたというようなことであつたわけですが、こういうことで、NEDO さんのサポートの中で、こういう実用化に向けての研究がもう一歩のところまで来たというようなことで、非常に感慨深く思っております。

最初の鉄道のき電線への適用ということでは、これは今回の冷凍機の小型化ということができれば、

線材はもう全く問題ないということであるわけですが、1つに、やはりユーザーさん、鉄道事業者の方がこれをどう受け入れてくれるかというようなことだと思います。

もう一つは、同じような競合技術というのがほかにもあると思います。途中でちょっと申し上げましたけれども、超電導のき電線は別に張るということですので、それに対して、代替技術としては、例えば、DC/DC コンバータを通して、3000 ボルトとか6000 ボルトとかというき電線を別に張って、同じようなシステムもできるのだと思いますので、そういったものに対する超電導システムの優位性ということをはっきりと示して、それで、こういった高温超電導の実用化ということで進めていただければ非常にうれしいことだと思います。

また、MRI のマグネットにつきましては、昨今、医療用の MRI というのはもういろんなところで使われてきていますので、それがさらに普及するというところに、もしこの高温超電導の技術によって MRI ができれば、コンパクトにでき、そして、鮮明な画像が取得できるというようなことで、さらに医療技術の向上ということに役立つのだと思います。そのためには、今日のご発表の中でありましたように、線材の劣化の問題であるとか、あるいは、保護システムの問題であるとか、そういった解決すべき技術課題がまだ残っているわけでございますけれども、このプロジェクトの中でそれを解決していただいて、高温超電導を使った MRI が実用化されまして、医療の技術の向上に役立つようになれば、超電導がさらに身近なものになって、超電導技術の発達がさらに加速されるのではないかと思います。

大学におりますと、まだまだ若い人たちや学生さんは、超電導に対する魅力というのは持っておるようではございますけれども、残念ながら、研究テーマにしている先生がだんだん少なくなってきて、先細りのような感じがありますので、そういったことで、本日ありましたような技術が実用化されて、また超電導が身近になっていくことを願っております。

本日はどうもありがとうございました。

【前澤主査】 どうもありがとうございました。

推進部長から一言お願いいたします。

【石井部長】 本日、長時間にわたりまして、ご評価、ご質疑いただきまして、まことにありがとうございました。

この研究開発、残り2年半ほどございますけれども、本日いただきましたコメントにつきましては、今後のマネジメントのほうに生かして、ぜひ実用化を促進できればと考えている次第でございますので、どうぞよろしく願いいたします。

本日はありがとうございました。

【伊瀬分科会長】 以上で、議題8を終了いたします。

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	プロジェクトの概要説明資料（公開）
資料 6-1	プロジェクトの詳細説明資料（非公開） 運輸分野への高温超電導適用基盤技術開発
資料 6-2	プロジェクトの詳細説明資料（非公開） 高温超電導高安定磁場マグネットシステム技術開発
資料 7-1	事業原簿（公開）
資料 7-2	事業原簿（非公開）
資料 8	今後の予定

以上