

# 「高温超電導実用化促進技術開発」

## 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32条に基づき研究評価委員会において設置された「高温超電導実用化促進技術開発」（中間評価）の研究評価委員会分科会（2019年7月30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33条の規定に基づき、第60回研究評価委員会（2019年12月20日）にて、その評価結果について報告するものである。

2019年12月

国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構  
研究評価委員会「高温超電導実用化促進技術開発」分科会  
（中間評価）

分科会長 市川 路晴

「高温超電導実用化促進技術開発」 (中間評価)

分科会委員名簿

(2019年7月現在)

	氏名	所属、役職
分科 会長	いちかわ みちはる 市川 路晴	一般財団法人電力中央研究所 電力技術研究所 副所長
分科 会長 代理	みうら おおすけ 三浦 大介	首都大学東京大学院・システムデザイン研究科 電子情報 システム工学域/超電導応用研究室 教授
委員	ごとう みか 後藤 美香	東京工業大学 環境・社会理工学院 技術経営専門職学位 課程 イノベーション科学系 教授
	ひらの なおき 平野 直樹	自然科学研究機構 核融合科学研究所 ヘリカル研究部 装置工学・応用物理研究系 低温工学研究部門 教授
	ふくい さとし 福井 聡	新潟大学 自然科学系・電気情報工学系列 教授
	みやぎ だいすけ 宮城 大輔	千葉大学大学院 工学研究院 総合工学講座 教授

敬称略、五十音順

# 「高温超電導実用化促進技術開発」（中間評価）

## 評価概要（案）

### 1. 総合評価

超電導ケーブルシステムと高磁場マグネットシステムを総合的に推進する本事業は、持続可能な社会に向けた再生可能エネルギーの増加や省エネルギー政策と整合的で、さらに、MRI 機器の性能向上により医療サービスの水準向上にも資するものである。高温超電導技術における国際競争力の確保と公共性が高い社会インフラである電力送電網の高度化は、国として戦略的に進めて行くためにも NEDO が主導して推進していくことは重要である。超電導ケーブルシステム・高磁場マグネットシステム両分野ともに研究開発目標、スケジュール、実施体制、進捗管理は適切である。超電導ケーブルシステムに関しては、実証試験を経て、冷却効率の向上、不測の事故における復旧ガイドラインが策定できたことで社会実装の最終段階にきていると見ることができる。また、本成果を基にして冷凍機の営業販売を開始しており、研究成果の一部がすでに事業化されていることは、高く評価できる。

一方で、実用化・商品化のロードマップが具体的に示されたとは言えず、競合技術や既存技術も日々進化していることから、スピード感をもって攻めの戦略を示していただきたい。実用化・事業化に向けて、更なるコストダウンが必要であり、設定された研究開発項目以外の超電導接続などの要素技術の向上、実機への適用のしやすさ等を改善すべきである。

今後、直流超電導ケーブルに関しては、交流超電導ケーブルと同様な不測事故対策のガイドラインの追加が望まれる。国際市場において優位性を獲得するため高温超電導に関する規格化と標準化も戦略的に進めていただきたい。また、本事業で非常に高い成果が得られていることから、メディア等を通じて積極的に発信すべきと思われる。

### 2. 各論

#### 2. 1 事業の位置付け・必要性について

本事業では、これまでの NEDO 等の高温超電導技術開発の成果を統合・展開し、社会実装に向けたさらにレベルの高い技術開発が進められている。持続可能な社会に向けて電気抵抗による損失が無く大電流を流すことができ、また、高磁場を発生することができる超電導技術は、わが国の省エネルギー政策とも整合的であり、事業目的は妥当である。

また、高温超電導技術における国際競争力の確保と公共性が高い社会インフラである電力送電網の高度化は、一企業のみで実現できるものではなく、関係する機関の総合力で推進する必要がある。さらに、高温超電導技術の市場への投入には、規格化、標準化を進めていくことも不可欠であり、国として戦略的に進めて行くためにも NEDO が主導して推進していくことは重要である。

一方、目標とする省エネルギー効果の分かりやすい提示や、市場規模に対してどの程度貢献するかを明確にする必要がある。

## 2. 2 研究開発マネジメントについて

本事業では、超電導ケーブルと高磁場マグネット分野に的を絞り、事業化に進むための研究開発を行うこととした目標は、妥当であると評価する。研究開発計画、研究課題ともに明確かつ定量的に到達目標が設定されている。事業化の主体者が実施機関として参画しており、実施機関と NEDO の役割分担も明確であり、適切な研究体制が採用されていると考えられる。プロジェクトリーダーによる課題間のマネジメントや技術委員会の設置、さらに、コイル技術と線材技術に関する課題横断型の MRI 技術ミーティングなど技術開発における問題解決・進捗管理が適切になされている。各研究開発項目において高い目標設定を達成できたのは、問題発生時にも適切に対応し、研究推進を柔軟に進め、的確にマネジメントされていた結果であると思われる。知的財産権等に関する戦略において、オープン・クローズの戦略に基づき管理され、課題間連携が必要な内容に関しては、知財取扱のための覚書を交わすなど適切に対応されている。

一方、交流ケーブルと直流ケーブルの開発が並行して進められたにもかかわらず、両者での情報共有や連携が十分に図られたとは思われない。共通する課題やガイドラインとして整理すべき項目はあるはずなので、その点は、しっかりとマネジメントするべきであったと思われる。

国際標準化への取り組み自体が、目標や実施項目に挙がっていないことから、今後より明確な戦略の打ち出しが望まれる。

## 2. 3 研究開発成果について

研究開発目標のすべての項目において目標を達しており、素晴らしい成果が得られていると高く評価できる。交流超電導ケーブルの実証研究を踏まえ、ブレイトン冷凍機を用いたケーブル冷却効率の向上、保守点検・不測の事故を想定し、その運転管理・復旧ガイドラインを作成したことは世界的にも例は無く、社会実装を促進する上で高く評価できる。高磁場コイル用高温超電導線材の実用化技術開発において、MRI を想定した臨界電流密度向上と生産性の向上を実現し、低温超電導線の数倍以下を見通せるコストまで下げることが可能な主要な技術的課題をクリアしたことも大きな成果である。また、得られた成果について、学会発表等を数多く実施し、論文については、その大半を海外論文誌に投稿し、事業化戦略を踏まえて実施されている。

一方、直流超電導ケーブルシステムにおけるガイドラインは、網羅的に実施した感があり、直流ならではの課題を明確に示し、実施すべきであったと思われる。また、超電導接続などの要素技術開発は要素技術の確立はもちろんのこと、実機への適用のしやすさも重要となるが、この点においては、今回の研究成果は十分に達成できておらず、改善すべき点である。

今後、要素技術を総合化して国内外の市場が取れる商品として実用化していくためにも、最大限の成果の表出に一層取り組んでほしい。

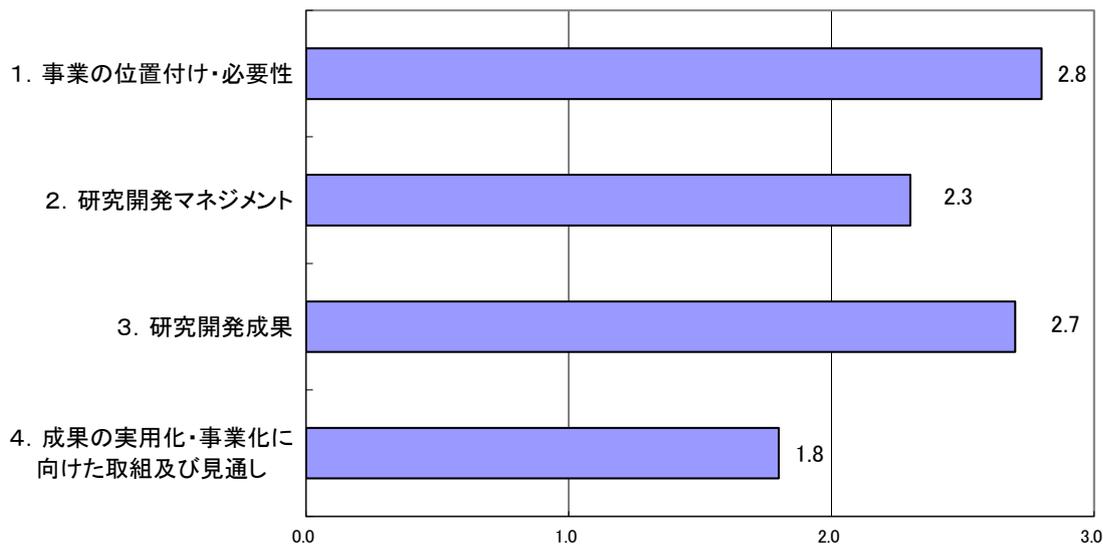
## 2. 4 成果の実用化・事業化に向けた取組及び見通しについて

交流超電導ケーブルシステムは、実証試験を経て、運転管理・事故時復旧ガイドラインを策定できたことで社会実装の最終段階にきている。また、冷却システムについては、ケーブル以外の超電導市場の要求にも沿える幅広い適用を考慮し営業販売開始の段階まで至ったことは、事業化という観点から評価できる。高温超電導線材の開発においては、ターゲットを MRI コイル用と定め、さまざまな課題を克服し事業化を見通せるレベルに到達している。また、高磁場コイル用線材の実用化技術開発では、事業化を睨んだ成果が得られており、事業化を大いに期待できる。

一方で、研究開発課題が要素技術の研究開発ではあるが、実用化をもう少し具体的にイメージした研究開発が必要であったと思われる。事業化・商品化が早期に期待できる対象として、ケーブルと MRI 用マグネットに的を絞って行われているが、それぞれの実用化・商品化のロードマップが具体的に示されたとは言えず、あくまで今後の市場動向次第の面があるという、受け身の戦略と感じられた。競合技術や既存技術も日々進化していることから、スピード感をもって攻めの戦略を示していただきたい。

今後、幅広い分野で超電導技術が活用されれば、コスト低下と信頼性の向上を招き、実用化ならびに事業化につながると考えられる。事業化を加速させる施策を進めるとともに、NEDO には、戦略的にサポートを続けていただきたい。

## 評点結果〔プロジェクト全体〕



評価項目	平均値	素点 (注)					
1. 事業の位置付け・必要性について	2.8	A	A	A	A	A	B
2. 研究開発マネジメントについて	2.3	A	A	B	A	B	C
3. 研究開発成果について	2.7	A	A	B	A	A	B
4. 成果の実用化・事業化に向けた取組及び見通しについて	1.8	B	A	B	B	C	C

(注) 素点：各委員の評価。平均値は A=3、B=2、C=1、D=0 として事務局が数値に換算し算出。

### 〈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. 成果の実用化・事業化に向けた取組及び見通しについて |
| ・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                   |