

「エネルギー消費の効率化等に資する我が国技術の国際
実証事業／直流送電システム向け自励式変換器の
実証事業（イタリア）」
個別テーマ／事後評価報告書

平成30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

目次

はじめに	1
審議経過	2
分科会委員名簿	3
第1章 評価	
1. 総合評価	1-1
2. 各論	
2. 1 事業の位置付け・必要性について	1-3
2. 2 実証事業マネジメントについて	1-5
2. 3 実証事業成果について	1-7
2. 4 事業成果の普及可能性	1-9
3. 評点結果	1-11
第2章 評価対象事業に係る資料	
1. 事業原簿	2-1
2. 分科会公開資料	2-2
参考資料1 分科会議事録	参考資料 1-1
参考資料2 評価の実施方法	参考資料 2-1

はじめに

国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構において、「エネルギー消費の効率化等に資する我が国技術の国際実証事業」の個別実証事業は、平成27年度に実施された行政事業レビューの結果を踏まえて、全件事後評価を実施することとなった。当該評価にあたっては、評価部が評価事務局として協力し、被評価案件ごとに当該技術等の外部専門家、有識者等によって構成される分科会を研究評価委員会の下に設置し、独立して評価を行うことが第47回研究評価委員会において承認されている。

本書は、「エネルギー消費効率化等に資する我が国技術の国際実証事業／直流送電システム向け自励式変換器の実証事業(イタリア)」の個別テーマの事後評価に係る報告書であり、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「エネルギー消費効率化等に資する我が国技術の国際実証事業／直流送電システム向け自励式変換器の実証事業(イタリア)」個別テーマ／事後評価分科会において確定した評価結果を評価報告書としてとりまとめたものである。

平成30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「エネルギー消費効率化等に資する我が国技術の国際実証事業／
直流送電システム向け自励式変換器の実証事業(イタリア)」
個別テーマ／事後評価分科会

審議経過

● 分科会（平成30年10月16日）

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. 事業の概要説明

非公開セッション

6. 事業の詳細説明

公開セッション

7. まとめ・講評
8. 今後の予定、その他
9. 閉会

「エネルギー消費の効率化等に資する我が国技術の国際実証事業／
直流送電システム向け自励式変換器の実証事業（イタリア）」

個別テーマ／事後評価分科会委員名簿

(平成30年10月現在)

	氏名	所属、役職
分科 会長	よりの 餘利野 <small>なおと</small> 直人	広島大学 大学院工学研究科 サイバネティクス 応用講座 教授
分科 会長 代理	なかじま 中島 <small>たつひと</small> 達人	東京都市大学 工学部電気電子工学科 教授
委員	いとう 伊藤 <small>たけし</small> 健	北海道北部風力送電株式会社 代表取締役社長
	ふくだ 福田 <small>ひさし</small> 寿	株式会社エナリス ビジネス推進本部 需給マネジメント部 部長
	まつおか 松岡 <small>とよと</small> 豊人	一般社団法人海外電力調査会 調査部門主幹

敬称略、五十音順

第1章 評価

この章では、分科会の総意である評価結果を枠内に掲載している。なお、枠の下の箇条書きは、評価委員の主な指摘事項を、参考として掲載したものである。

1. 総合評価

これまで、再生可能エネルギー導入の鍵となる高圧直流送電（HVDC）技術の中核を担う変換器技術に関しては、海外市場は欧米メーカーに占有されている。自励式モジュラーマルチレベル変換器（MMC）技術自体は、他社も推進する技術であるが、本事業において独自技術と組み合わせた総合技術として実証したことは高く評価できる。本事業により、強力な競合が存在する市場に向けての布石として、相手国との調整や国が後押しする必要があり、NEDO 実証の意義はあった。

今後、イタリアを含む欧州での展開を考えた場合には、すでに実績もある大手との競争の中で、事業者が日本企業を採用するメリットが何かという点を追求していくべきである。トータルパッケージでのコストダウンや、他社がまだ取組んでいない機器など、幅広く検討いただきたい。長期的な視点で優れた人材を育成し、HVDC 事業、電力事業全般の世界的な展開を期待したい。

〈総合評価〉

- ・ 現在、欧州では再エネの大量導入に際して HVDC を活用する国際プロジェクト BEST PATHS が進行するなど、エネルギー分野は世界的にも新たな局面を迎えているが、これまで、再エネ導入の鍵となる HVDC 送電技術の中核を担う変換器技術に関して、海外市場は欧米メーカーに占有され、日本のメーカーは海外展開が難しい現実に直面してきた。このような状況の中で、このプロジェクトでは、イタリアに焦点を合わせて東芝独自の自励式変換器技術を実証した。プロジェクトの中核をなす自励式 MMC 技術自体は、他社も推進する技術であるが、IEGT などの技術と組み合わせた東芝独自の総合技術として実証したことは高く評価できる。また、イタリアの電力会社 TERNA の評価と信用を得て、唯一の日本企業として、ここで実証した MMC 技術を持って BEST PATHS に参画できたことなども、直接的な結果とは言えないかもしれないが、このプロジェクトの成果と考え得る。
- ・ 実証段階とはいえ、欧州大手メーカーが独占状態の欧州市場（イタリア）に参入できる機会を得られたことは大きな一歩（成果）である。これを起点に欧州における普及に向けて市場分析・技術改善を行いながら取組みを進めていって欲しい。実証においては、圧接型 IEGT の独自開発などにより、機器の優位性はあるとの結論は付けられていることから、今後は実機ベースでのコストダウン、運転保守での故障率の低減を実現化させるなど実績を積んでいっていただきたい。
- ・ 洋上風力やエリア間（国家含む）連系の重要性が高まる中での直流送電市場に向けて、自励式変換器製品に絞った実用化実証としては、大きな成果を上げたと評価している。強力な競合が存在する市場に向けての布石として、相手国との調整や国が後押しする必要があり、その意味で NEDO 実証の意義はあった。

- 直流送電システム向け変換器は今後、市場拡大が予想される重要な技術であり、イタリアでの実証事業は、MMC の技術改良、コストダウンを後押しする事業として高く評価する。欧州の強力な競合他社に挑戦し、今後の市場開拓に一定の道筋をつけることができたことを、本事業の成果として評価する。
- 本事業は当初の事業目的に沿って所期の成果が得られたものと考えられる。

〈今後への提言〉

- 他社との差別化を行うという点において、どこに注力するかが課題ではないかと考える。圧接型 IEGT の使用はその一つであるが、一方で、イタリアを含む欧州での展開を考えた場合には、地理的にも不利な条件がある中で、すでの実績もある大手との競争の中で、事業者（使う側）が日本企業を採用するメリットが何かという点を追求していくべき。総合力ということでも良いが、MMC 変換器単体で比較されたときでも、少なくとも他社と対等レベルでなければ、利用者側にメリットがあるかという点において厳しい状況になると考える。機器製作、輸送などでのコスト削減はもとより、MMC 変換器の周辺機器（開閉器や変圧器等）での仕様変更や新製品を開発するなどパッケージ化することやトータルパッケージでのコストダウンが図れないのか、その他、他社がまだ取組んでいない（取組もうとしている）機器などが無いのか等、幅広く検討いただきたい。
- 本事業の今後は自助努力が中心とは言え、本来、一企業に完全に任せて競争していく（技術、価格、パートナー、標準化ほか）分野なのか、あるいは国の更なる後押しの元で競争していく分野なのか、議論があっても良いと感じている。ビジネスの立場から見ると、厳しい競争環境下に晒されている中、最初の支援だけでは競争しづらい場合もあるため。NEDO で実証する場合、競争力がある分野や事業を強化するパターンと競争力が今はないが成長分野であるが故に支援するパターンが考えられるが、実証支援する場合の基準を外からもわかりやすく明確化して欲しい。
- 電力の分野では国際的な PR 活動が重要である。今の日本のメーカーには次世代を担うべき国際的に顔となれる人材が必要ではないか。これは日本全体に言えることだが、電力技術全般に精通し、コミュニケーション能力に優れた人材を育成し、国際的なプレゼンスを向上させてほしい。実施者にはこのプロジェクトを事業展開する上で、長期的な視点で優れた人材を育成し、今後の HVDC 事業、電力事業全般の世界的な展開を期待したい。
- 直流送電システムの損失低減による CO₂ 排出量削減を訴求し、欧州の直流送電システムへの日本発の技術の適用をめざしていくには、本事業を通じて密接な連携関係を構築することができたイタリアを足がかりとすることが、自然な流れであるように考えられる。
- 我が国の優れた技術の海外普及を後押しし、技術の更なる改良とコストダウンにつなげていく NEDO の国際実証事業に大いに期待している。海外で、そして日本でも今後新たに導入が進むと予想される MMC 変換器の性能向上、機器のコストダウンについて実施者の一層の努力を期待する。

2. 各論

2. 1 事業の位置付け・必要性について

電力技術に関して日本のメーカーは高い技術力を持っていても、海外市場は欧米のメーカーに占有されている。この状況の中で、欧州で拡大が見込まれる高圧直流送電（HVDC）事業への参入を目指して、NEDO がイタリアにおいて我が国のモジュラーマルチレベル型（MMC）変換器の技術実証事業を実施した意義は十分に認められる。日本国内でも、連系設備の増強に、信頼性の高い、かつコストの低廉な変換器への需要が高まっており、今後の国内での展開においても重要な意義があると評価できる。

〈肯定的意見〉

- ・ 今後、市場拡大が期待できるが競合が強く、実績も少ない直流送電分野において、市場分析や競合分析等を行った上で果敢に参入しようとする意志が感じ取れた。そのプロセスにおいて本プロジェクトの機会を利用し、交直変換器の実証と海外機関との関係づくりに挑戦し、実績を上げてきたと評価している。また、実証の成果を上げるうえで、対象国との調整が必要となるが、NEDO の関与は必須で実際、効果を出したと評価している。
- ・ 直流送電システムに向けた自励式変換器として、直流送電線の高電圧化を可能にする MMC（モジュラーマルチレベル変換器）を適用することにより、直流送電システムの発生損失を低減し、ひいては CO₂ 排出量削減をめざすという事業目的が明確に示されている。
- ・ 電力技術に関して日本のメーカーは高い技術力を持っていても、これまで海外へのビジネス展開ができていないため、海外市場は欧米のメーカーに占有されている。この状況の中で、欧州で拡大が見込まれる HVDC 送電事業への参入を目指して、NEDO がイタリアにおいて我が国の MMC 技術の実証事業として、本事業を実施した意義は十分に認められる。東芝は我が国の HVDC 技術の核を担うメーカーであり、本事業の成果によりインフラ・システム輸出推進等が期待できる。
- ・ 今後更に世界的にも導入が進んでくる高圧直流送電技術において、ブラックスタートも可能となる MMC 自励式変換器の導入実証を行えたことには海外だけではなく、今後の日本国内での展開においても重要な意義があると評価できる。
- ・ 日本では交直変換器の設置数が少なく、設備のコストも海外に比べて高いと言われる。日本国内の連系設備の増強に、信頼性の高い、かつコストの低廉な変換器への需要が高まっている。また海外では多くの国際連系線の建設が検討され、我が国企業にとって海外のビジネスチャンスが拡大しており、日本の技術の海外普及に資する今回の実証事業は時宜を得たものである。

〈改善すべき点〉

- 直流送電に実績のある欧州の競合他社技術と今回採用した技術との、コスト、信頼性に関する比較分析が十分ではないので、実施者に詳しい報告を求めるよう勧めたい。イタリアを含めた欧州で要求されている規格の違い、現地の実態に合わせて行った仕様変更や、コストダウンにつながる「気づき」についても、実施者に報告を求めるよう勧めたい。
- 今回の実証は ENEA の協力のもと研究施設内で行ったものという理解だが、実際にイタリアで電力事業を行っている事業者（電力会社など）からの意見も吸い上げられるような体制も検討すべきではなかったか。また MMC 自励式変換器は、欧州でも他社が製作を行っており、今回の実証が他社を差別化しているか、また、新たな試みであったのかという点においてはもう少し明確にすべきであったと感じる。
- MOU 締結後 ID までの協議に 9 ヶ月を要した点について、今後は今回の経験を踏まえた事前の調整が望まれる。

2. 2 実証事業マネジメントについて

NEDO の相手先機関が政府組織であるイタリア経済振興・新技術エネルギー環境局 (ENEA) であったことは、交直変換器の実証をする上で適切であった。NEDO－ENEA 間の実施協定書 (MOU) を基に現地側での実証実行において多大な協力が得られる体制が構築されたことは、本事業の遂行に大いに貢献した。

一方で、協定付属書 (ID) 締結までに数ヶ月の期間を要したため、期間の制約が生じた中で実証をせざるを得なかったのは否めない。今後の別事業において繰り返さないように、マネジメント改善の余地があるものと思われる。

〈肯定的意見〉

- ・ 相手国との関係構築、実施体制については適切であったと判断される。また、事業内容についても、実証事業は計画通りに実施されたと考えられる。費用負担の問題で調整が難航したことは仕方がないことかもしれないが、ID 締結の遅れを挽回し当初の事業計画を遂行できたことは高く評価できる。
- ・ 将来の拡張性が見込め、且つ、東芝として事業基盤のあったイタリアで実証を進めることができたこと、NEDO－ENEA 間の MOU を基に現地側での実証実行において多大な協力が得られる体制が構築できていることは適切な体制であったと評価ができる。
- ・ NEDO の相手先機関が ENEA であったことは適切である。ENEA の協力を得て場所の提供、土工工事の提供、機器据え付け、エンジニアリング支援、メンテナンスサービスを提供してもらったことができたことは評価できる。
- ・ 実施体制において、NEDO のカウンターパートとして、政府組織であるイタリア経済振興・新技術エネルギー環境局 (ENEA) が選定されたことはよく理解できる。ENEA から試験サイトや試験用電源等の提供を受けたことは、本事業の遂行に大いに貢献したものである。
- ・ 交直変換器の市場参入と実証をする上で、適切な国の適切な機関を選択し、有効な関係作りを行い、2年間の短い実証期間中に成果を上げたと評価している。

〈改善すべき点〉

- ・ 初期の費用負担協議から合意形成までに時間を要したことにより、その後の工程がタイトになったことは否めない。現地工事の短縮化により実証期間を確保したとの説明ではあったものの、更に実証期間が増えれば想定していない項目の実証もできたのではないか。ビジネスプランにおいては、後発であるため個別案件の事業展開までに時間がかかるのは致し方ない部分はあるが、その間に他社も技術的な課題の克服はしてくると考えられ、それにも対抗できるビジネススキームの構築、技術改善を行える体制を考えていく必要があると考える。

- MOU 締結と ID 締結までに期間を要したため、実証期間が事実上、半年以上短くなり、期間の制約が生じた中で実証をせざるを得なかったのは否めない。実証期間マネジメントは改善の余地あり。また、本プロジェクトと BEST PATHS プロジェクトが並行して行われ、その場合の実証内容や費用負担の役割については誤解を招きかねないので、予め明示する等、工夫して欲しい。
- ENEA と実施者の ID 締結が遅延したことは反省材料。十分な事前調整が必要であった。相手先として送電会社の TERN A から協力を得ることができず、ENE A の Casaccia 研究所と協力することになったが、TERN A 以外に、CESI 等の研究機関も候補として検討を行えば良かったのではないか。実施者の相手先機関として、より適切な組織を選定し、直接に協力 MOU を締結して、共同研究と、きめの細かい情報収集などを行うべきであった。
- NEDO と ENE A の MOU 締結から、実施者と ENE A の ID 締結までに数ヶ月の時間を要していた。機器製作や試験方法の工夫によって工程短縮の影響を抑えたとの説明があったが、今後の別事業において繰り返さないように、マネジメントの改善の余地があるものと思われる。

2. 3 実証事業成果について

省エネルギー効果など当初設定した数値目標が全て達成された点は、計画が成功裏に達成されたことを意味している。独自の MMC 技術をデモできたことの意義は大きく、ここで実証した技術は、ヨーロッパのメーカーに対しても競争力を発揮し得る総合技術として高く評価できる。電力損失低減の内訳として、送電線発生損失の低減分と変換器発生損失の低減分も分析されており、省エネ・CO₂削減効果も大きい日本の優れた技術であることを海外に示すことができた。

一方で、競合他社の技術との比較分析が不十分である。MMC 方式自体は既存技術であり、海外では実際に適用されて稼働している直流送電設備もあるので、さらなる損失低減に資する、我が国ならではの独自の回路方式や制御方式が編み出されていくことを期待する。また、検証結果は 1/25 縮約モデルのため、実機ベースとなった時に想定される懸念事項やリスク評価についても明確にしておくべきである。

〈肯定的意見〉

- ・ 数値目標自体は実証機器が正常に動作すれば自動的に達成される数値ではあるが、実証事業により、省エネ効果など当初設定した数値目標が全て達成された点は、当初の計画が成功裏に達成されたことを意味している。加えて、IEGT 素子を用いるなどの東芝独自の MMC 技術をデモできたことの意義は大きいと考える。ここで実証した東芝の技術は、競合する欧米メーカーに対しても競争力を発揮し得る総合技術として高く評価できる。
- ・ MMC の適用による電力損失低減により、CO₂ 排出量が抑制できることが定量的に明示されている。電力損失低減の内訳として、送電線発生損失の低減分と変換器発生損失の低減分も分析されている。事業目的に沿った方針で実施され、所期の成果が得られているものと判断される。製作・試験を行った 1/25 スケールモデルが事業目的に適切な規模であることもよく理解できる。
- ・ 今後、欧州だけでなくアジアでも国際送電線連系プロジェクトが構想されており、また導入量の拡大が予想されている洋上風力の連系など、変換器は大きな市場を持つ技術として期待されている。そうした中で今回、MMC が、省エネ・CO₂ 削減効果も大きい「日本の優れた技術」であることを海外に示すことができた。
- ・ 検証項目として挙げられている 3 つの項目については目標通りの成果をあげられており、評価ができる。また CO₂ 削減効果についても MMC 変換器が高電圧化による送電を実現できることにより省エネ化が実証できていることについても評価ができる。
- ・ 参入市場に向けた製品の実用化実証としては、当初の目標をクリアしており、全く問題なし

〈改善すべき点〉

- 日本の技術の国際競争力を高めるための実証事業であるが、競合他社の技術との比較分析が不十分である。特にコスト比較が明示されていないことは非常に残念である。信頼性についても MMC ではない自社の従来技術の信頼性を説明するにとどまっており、MMC についての分析が示されていない。省エネ効果の検証も、比較対象とした変換器は 2 レベル変換器であり、競合他社の新機種ではないため効果説明の説得力が弱い。実証の結果から判明した技術課題、およびコストダウンのための課題についても検討し、報告すべきであった。
- 他社の自励式変換器で同様の実証を行ったデータがあれば比較が明確になったと考える。高電圧化することによる保守費用増加が見込まれないかの検証を行うことで、省エネ化の費用対効果が明確になるのではないかと考える。検証結果は 1/25 縮約モデルでの検証結果と理解するが、実機ベースとなった時に想定される懸念事項やリスク評価についても明確にしてもらえれば良かったと感じる。
- MMC 方式自体は既存技術であり、海外では実際に適用されて稼働している直流送電設備もあるので、さらなる損失低減に資する、我が国ならではの独自の回路方式や制御方式が編み出されていくことを期待したい。
- 自社製品との比較結果であり、競合製品との比較が難しいのは承知しているが、願わくば他社比の結果が欲しいところである。

2. 4 事業成果の普及可能性

欧米のメーカーに占有されている欧州の HVDC 市場において、本事業でイタリアとの交流を深め、事業展開の足場を固めたことは高く評価できる。普及拡大に向けては、実施者が長年培った欧州におけるネットワークを活用することやイタリア送電会社（TERNA）との共同技術検討を予定しているなど、今後の事業展開が期待できる。

一方で、狙いの市場には強力な競合が立ちはだかっていることは事実である。技術や信頼性、価格など、何を軸に競争していくのかを、明確化することに期待したい。また、海外における PR 活動をもっと拡大し、国際的な影響力を強めてほしい。

〈肯定的意見〉

- ・ 欧米のメーカーに占有されている欧州の HVDC 市場において、今回のプロジェクトではイタリアとの交流を深め、事業展開の足場を固めたことは高く評価できる。たとえば、イタリア電力会社 TERNA より、自励式 MMC ではなく他励式ではあるが、イタリア-モンテネグロ間の DC プロジェクトを受注できたことは、これまでほとんど皆無であった欧州の DC 事業に風穴を開けたことを意味している。本プロジェクトの成果として、東芝は圧接型の IEGT を用いた独自の MMC 技術を構築し、これを実証できたことで、今後競争力を発揮できると期待される。さらに、事業成果を普及させ得る力を有しており、現地の関係者からの信頼も得られたようであるので、今後の事業展開が期待できる。
- ・ 洋上風力やエリア間（国家含む）連系の重要性が高まる故に、自励式変換器市場の拡大を見越して 3C（Customer, Competitor, Company）分析をして本事業を開始し、実際に成果を上げているため、成果の普及可能性は潜在的にはあると判断している。普及体制や参入プランについてもある程度、実行済みであり期待できる内容である。
- ・ 将来イタリアを中心とした欧州市場での拡張性（成長性）については大いに期待できる。競合他社との比較において、東芝製の MMC 変換器が圧接型 IEGT を使用するなどにより性能的に優位な位置づけにあるということは評価できるポイントである。また、MMC 変換器の利用による CO₂ 削減効果も大きく期待されることから本事業に実施による MMC 変換器の今後の普及拡大の可能性が見込まれる。フィルターレスにすることによるコスト削減やそれに伴う使用面積の削減、故障率の低減などは事業者側にとってはトータルコストで見た時にメリットが出る話であり、評価ができる。
- ・ 実施者が長年培った欧州におけるネットワークを今後の MMC 技術の普及に活用できることや、今後は TERNA との共同技術検討を予定していることが評価できる。CIGRE での研究成果発表など、PR を実施したことは評価できる。
- ・ 今後の普及拡大に向けた戦略は、実施者からふさわしい提案がなされている。また、海外の先行企業との市場競争にさらされるであろうということは十分な自己分析が行われている。

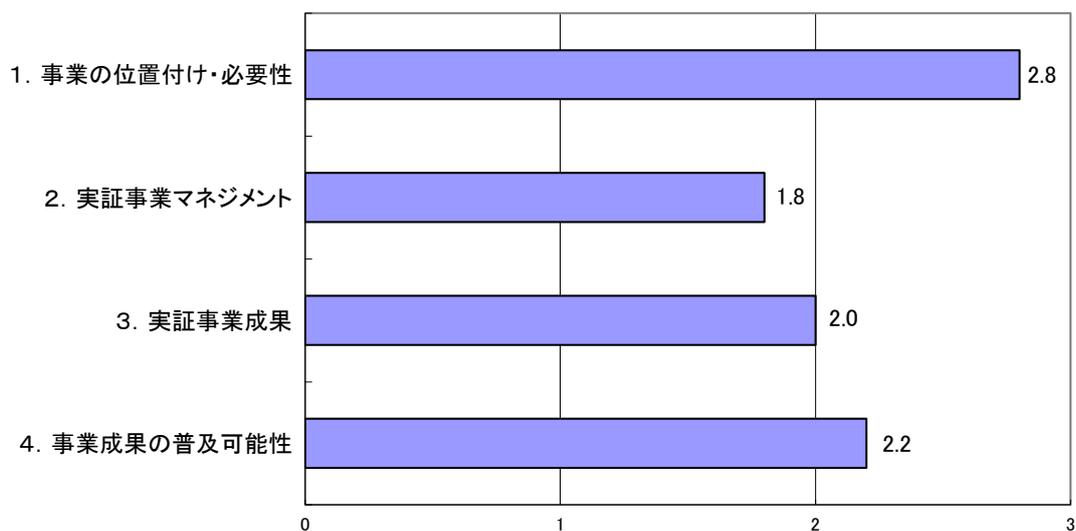
〈改善すべき点〉

- ・ 競合他社との比較において、すでに実績において大きくリードしている 2 社に対して、

技術的に勝っているとはいえ、大きく差をあけられているかは明確ではないと感じた。大手競合 2 社との差別化は総合力（バランス）で対応したいとのことであったが、総合力においても大手 2 社（特に Siemens）を大きく離せるのかは課題と考える。また、具体的なコスト明示が秘密保持の関係からできないとのことであったため、コスト面において競合他社と比べどの程度の差があるのかは不明である。メンテナンスにおいても規模が大きくなれば故障率も上がるとの説明があったが、具体的な検証（リスク分析）の説明がなされていなかったため、明確にならなかった面がある。

- 競合他社とのコスト比較が明示されていないので、競争力の有無を判定できない。信頼性についても従来技術の自社製品の信頼性しか説明されておらず、他社との比較分析や、部品点数の多い MMC の信頼性に関する情報が不足している。今回の実証事業を通じて、欧州の規格、実態に合わせて行った仕様変更や、コストダウンにつながる「気づき」を踏まえて、今後の実施者の MMC の競争力強化を図ってほしい。欧米のメーカーは主要なイベントに積極的に参加して自社技術を PR し、IEC 等でも存在感を示している。実施者も海外における PR 活動をもっと拡大し、国際的な影響力を強めてほしい。
- 実施者の自助努力に負うところが大きいかもしれないが、価格競争力および技術競争力を培って、実案件の受注につながることを期待したい。このためには、ビジネスプランのスケジュールを前倒しすることや、国際会議等を通じた海外への一層の情報発信が肝要と思われる。
- 狙いの市場には強力な競合が立ちはだかっていることは事実であり、自助努力が中心とはなるが、何を軸に競争していくのか（技術、価格、パートナー、標準化ほか）、更なる明確化に期待したい。日本市場も今後期待できるが、欧州と同様の参入検討を明示して欲しかった。
- プロジェクトの期間に欧州ではいろいろな電力の学会があったが、学会発表がなかった。欧米メーカーが国際学会の場でプレゼンスを発揮しているように、より積極的な PR 活動が望まれる。

3. 評点結果



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	B	A	A	A	A
2. 実証事業マネジメントについて	1.8	B	B	B	B	C
3. 実証事業成果について	2.0	B	C	A	A	C
4. 事業成果の普及可能性	2.2	B	B	B	A	B

(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. 実証事業成果について |
| ・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. 実証事業マネジメントについて | 4. 事業成果の普及可能性 |
| ・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 |

第2章 評価対象事業に係る資料

1. 事業原簿

次ページより、当該事業の事業原簿を示す。

複製禁止

「エネルギー消費の効率化等に資する我が国技術の国際
実証事業／直流送電システム向け自励式変換器の実証事
業(イタリア)」

事業原簿

担当部	国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 省エネルギー部、国際部
-----	--

—目次—

本紙	I-3
用語集	I-6

本 紙

	最終更新日	平成 30 年 9 月 25 日	
事業名	エネルギー消費の効率化等に資する我が国技術の国際実証事業		
実証テーマ名	直流送電システム向け自励式変換器の実証事業(イタリア)	プロジェクト 番号	P93050
担当推進部/ PM、PT メンバー	省エネルギー部 PM 島 昌英(平成 27 年 5 月～平成 28 年 3 月) 篠崎 健作(平成 28 年 4 月～平成 30 年 3 月) PT 岸田 央範、岩下 徹幸、沼田 光紗 国際部 SPM 安永 良(平成 27 年 5 月～平成 28 年 4 月) 井上 信一(平成 28 年 5 月～平成 29 年 11 月) 田中 孝浩(平成 29 年 12 月～平成 30 年 3 月) PT 伊坂 美礼		

1. 事業の概要

(1)概要	<p>高圧直流送電(HVDC)システムは高圧交流送電システムと比較し、送電ロスが多い海底ケーブル送電を含む長距離送電に適している。交流/直流変換器(以降、変換器)は HVDC システムを支える技術要素の一つであり、大別し他励式と自励式がある。自励式は出力変動が大きい再生可能エネルギー電源に対し有効であるものの、従来型(2レベル型)は高圧化、大容量化に課題があった。しかし、近年開発されたマルチモジュールレベル型の自励式変換器(MMC)は、その課題を克服したものであり、欧州を中心として導入拡大が見込まれている。</p> <p>イタリアはエネルギーの 8 割以上を輸入に依存しているため、電力の安定供給および再生可能エネルギーの拡大に向けて、MMC 自励式変換器を用いたプロジェクトが複数検討され、HVDC システムへの関心が高い。本実証事業は、東芝エネルギーシステムズ株式会社独自の MMC 自励式変換器をイタリア経済振興省・新技術エネルギー環境局 ENEA の研究施設に設置し、適用性を検証し、実証事業の実績を作り、それを足がかりにイタリアを含め欧州諸国への技術普及を図るとともに、技術普及により省エネルギー効果、CO2 排出削減効果、再生可能エネルギーの普及に貢献する。</p>
(2)目標	<p>実証事業全体の目標: 東芝エネルギーシステムズ製の MMC 方式自励式変換器はまだ運用実績がないため、試験システムに接続して自励式変換器システムとしての応動確認を行い、実用化の確認を行う。</p> <p>個別実証項目</p> <p>① MMC 実証器の出力電圧の検証 MMC 実証器の出力電圧が管理値内(誤差 10%以下)となることを確認する。</p> <p>② MMC 実証器の低損失動作の検証 MMC 実証器が、損失を低減可能な低いスイッチング周波数(従来比 1/6)で動作可能であることを確認する</p> <p>③ 省エネ効果の検証 将来実システムに適用した場合における省エネ効果を検証する。</p>

(3)内容・計画	主な実施事項	H28fy	H29fy		
	① 基本設計	➡			
	② 機器製作		➡		
	③ 輸送		➡		
	④ 現地工事		➡		
	⑤ 調整・試運転 実証運転			➡	
(4)予算 (単位:百万円) 契約種類: (委託)	会計・勘定	H28fy	H29fy	総額	
	特別会計(需給)				
	総予算額	570	312	882	
(5)実施体制	MOU 締結先	イタリア経済振興省・新技術エネルギー環境局(ENEA)			
	委託先	東芝エネルギーシステムズ株式会社			
	実施サイト企業	イタリア経済振興省・新技術エネルギー環境局(ENEA)			

2. 事業の成果

① MMC 実証器の出力電圧の検証

MMC 実証器の出力電圧において、階段状波形のステップ電圧幅および 50Hz 成分の振幅が管理値内に収まっていることが確認できた。MMC 変換器はセルを多段に接続することで容易に高電圧化が可能であるため、すでに他励式変換器にて実証済みであるパワーエレクトロニクス機器の高電圧構造設計技術を用いることで、洋上向け直流送電システムなどで想定される数百 kV 級の直流送電システムに MMC 自励式変換器を適用することができる。

② MMC 実証器の低損失動作の検証

目標通りの低いスイッチング周波数で実証できた。同等の高調波を出力する 2 レベル変換器と比較して約 1/3 のスイッチング損失となった。

③ 省エネ効果の検証

仮にイタリア SACOI(イタリアーコルシカ島ーサルデニア島直流連系)の更新に本技術を適用して現状の直流電圧±200kV から±320kV まで高電圧化を実現すると、送電損失を約 46.8%削減でき、エネルギー消費量の削減効果は 1.39 万 kl/年、二酸化炭素排出量の削減効果は 3.91 万t-CO₂/年という試算結果となった。

3. 実証成果の普及可能性

○市場の規模、競合技術に対する優位性：

変換器市場の規模は欧州で推定 4000 億円が見込まれている。競合技術と比べ故障率、設置面積の面で優位性がある。既設変換器システムの故障率を調査すると、海外メーカーに比べて国内の直流設備の故障率は低く信頼性が高いといえる。今回の MMC 変換器も同等の信頼性を確保しており、メンテナンスにかかる時間が短く、メンテナンスコストを低く抑えることができるため、海外メーカーに対して有利である。

○普及形態：

イタリアを中心とした連系設備、および、欧州の直流送電システム等の計画の各スペックに合わせ、本実証事業で実証した自励式 MMC 変換器システムの最適設計を行った上で提案し、導入していく。海外 EPC 経験とネットワークを生かした現地体制を構築し、普及を進める。

- ・現地法人の販売ネットワークの活用
- ・東芝の製・技・販ネットワーク利用
- ・イタリア送電会社 TERNA 社との共同技術検討
⇒欧州 BEST PATHS プロジェクトに東芝電力流通システム欧州社(TTDE)が参加
- ・学会等におけるプロモーション活動

○成果普及までのシナリオ：

本実証事業の成果を学会、展示会にて報告し、東芝の海外実績や技術的な優位性を広く PR し認知していただく。また、並行して、イタリアや欧州で計画されている連系設備、および、洋上直流送電システム等に対し、現地パートナーを介して要求される電圧値・送電距離等のスペック情報を入手。それをもとに、最適な設計を策定、案件タイミングを鑑みて提案、システムの導入を図る。

○普及に向けた課題と今後の方針：

客先ニーズと計画時期の把握、現地法人や客先との連携により案件情報やスペックを迅速に入手し、各計画に合わせた最適な設計を提案していく。

4. 省エネ効果・CO₂削減効果

	実証事業段階	普及段階（2030）	
(1)省エネ効果による原油削減効果	-	5.6 万 kL/年	
(2)代エネ効果による原油削減効果	-	-	
(2)温室効果ガス排出削減効果	-	15.6 万 t-CO ₂ /年	
(4)我が国、対象国への便益	<p><我が国> 日本のインフラ輸出拡大に貢献する。</p> <p><対象国> 欧州委員会の定めるエネルギーロードマップ 2050 における温室効果ガス排出量の削減目標(1990 年比 80%)に貢献する。</p>		

用語集

用語	意味
セル	変換器要素回路(サブモジュール)
BEST PATHS プロジェクト	欧州の電力分野全般にかかる各主要企業、研究機関等約 40 機関が一丸となり、5 つの DEMO パックに分かれ大規模な DEMO を行う。洋上風力発電等の有益性・実現性を評価し欧州の電力問題解決に寄与する。
ENEA	イタリア経済振興省・新技術エネルギー環境局 (Italian National Agency for New Technologies, Energy and Sustainable Economic Development)
EPC	E (Engineering : 企画、基本設計、詳細設計) P(Procurement : 調達) C(Construction & Commissioning: 施工、試運転) の略語。
HVDC	High Voltage Direct Current Transmission: 高圧直流送電
MMC	Modular Multilevel Converter: モジュラーマルチレベル変換器

2. 分科会における説明資料

次ページより、事業推進・実施者が、分科会において事業を説明する際に使用した資料を示す。

「エネルギー消費の効率化等に資する我が国技術の国際実証事業／直流送電システム向け自励式変換器の実証事業(イタリア)」(事後評価)

(2016年度～2017年度 2年間)

実証テーマ概要 (公開)

東芝エネルギーシステムズ株式会社
NEDO(省エネルギー部・国際部)

2018年10月16日

0

目次

1. 事業の位置付け・必要性
 - 1-1-1. 目的
 - 1-1-2. 事業の意義
 - 1-2-1. 政策的必要性
 - 1-3-1. NEDO関与の必要性
2. 実証事業マネジメント
 - 2-1-1. 相手国との関係構築
 - 2-2-1. 実証体制
 - 2-2-2. 役割分担
 - 2-3-1. 事業内容・計画
3. 実証事業成果
 - 3-1-1. 事業の成果・達成状況
4. 事業成果の普及可能性
 - 4-1-1. 成果の競争力
 - 4-2-1. 普及体制
 - 4-3-1. ビジネスモデル
 - 4-4-1. 政策形成・支援措置
 - 4-5-1. 市場規模、省エネ・CO₂削減効果

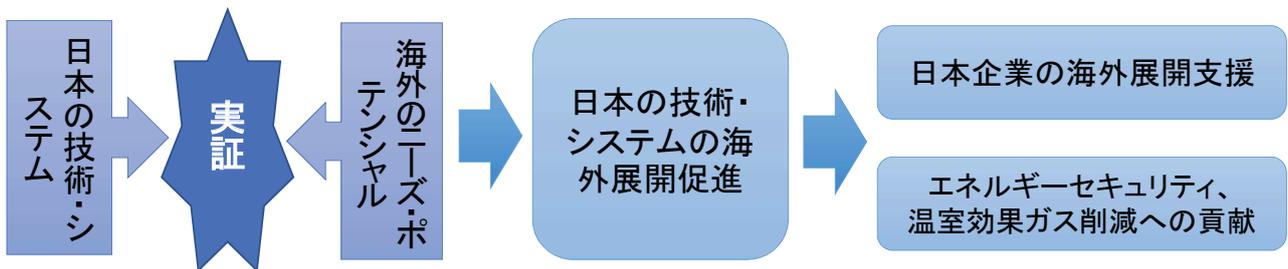
1

1. 事業の位置付け・必要性(1-1. 意義)

◆ 1-1-1. 目的(基本計画から抜粋)

- 我が国が強みを有するエネルギー技術・システムを対象に、相手国政府・公的機関等との協力の下、海外の環境下において技術・システムの有効性を実証し、民間企業による普及につなげる。
- これにより、海外のエネルギー消費の抑制を通じた我が国のエネルギー安全保障の確保に資するとともに、温室効果ガスの排出削減を通じた地球温暖化問題の解決に寄与する。

国際エネルギー実証のイメージ



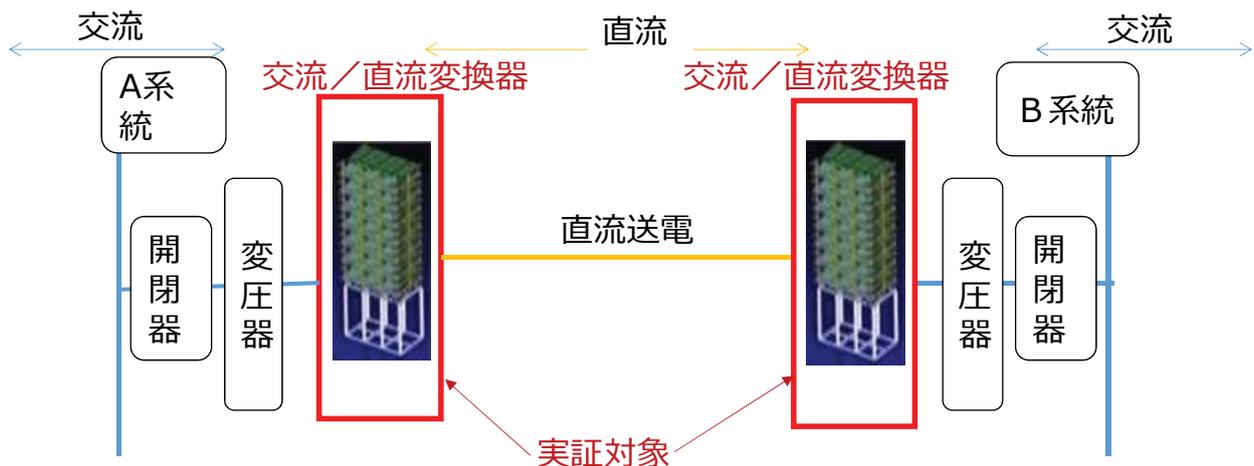
2

1. 事業の位置付け・必要性(1-1. 意義)

◆ 1-1-2. 事業の意義

<背景 高圧直流送電(HVDC)システムの特徴 >

- 高圧直流送電 (HVDC) システムは、高圧交流送電システムと比較し、送電ロスが大きい海底ケーブル送電を含む長距離送電に適している。
- 交流/直流変換器 (以下、変換器) はHVDCシステムを支える技術要素の一つ。大別し他励式と自励式があり、自励式には従来型の2レベル型と新型のモジュラーマルチレベル型 (以下、MMC) がある。
- MMC自励式変換器は、出力変動が大きい再生可能エネルギー電源かつ高圧に対し有効であり、欧州を中心として導入拡大が見込まれている。



3

1. 事業の位置付け・必要性(1-1. 意義)

◆ 1-1-2. 事業の意義

- 世界規模のCO₂削減に向けて、政府間の協力が重要であり、その一環としてNEDO実証事業を通じ、新しい技術導入のきっかけを作ることが重要。
- 欧州を含め世界的に既設の変換器は他励式変換器がメインであり、MMC自励式変換器の導入実績が少ないのが現状である。
- イタリアはエネルギーの8割以上を輸入に依存しているため、電力の安定供給及び再生可能エネルギー拡大に向け、MMC自励式変換器を用いたプロジェクトが複数検討されており、関心が高い。



イタリアの国際直流連系^[1]

本実証事業の意義

- HVDCシステムへの関心が高いイタリアにおいて、MMC自励式変換器の適用性を検証し、実証事業の実績を作り、それを足がかりにイタリアを含む欧州諸国への技術普及を図る。
- 技術普及により省エネルギー効果、CO₂排出削減効果、再生可能エネルギーの普及に貢献する。

[1] International energy context , Terna S.p.A, <https://www.terna.it/en-gb/chi-siamo/contestoenergeticointernazionale.aspx>

1. 事業の位置付け・必要性(1-2. 政策的必要性)

◆ 1-2-1. 政策的必要性

<欧州における政策>

- 「エネルギーロードマップ2050」(欧州委員会)
- ◆ 2050年までに温室効果ガス排出量1990年比80%削減の政策目標。
- ◆ エネルギー改革として、
 - 2030年に再生可能エネルギー源の割合約30%を目標。
 - 2050年までに再生可能エネルギー源が最大比率の供給技術となることを目標。

上記の欧州政策の動きを受け、自励式変換器技術の適用可能性が拡大しつつある。

<日本における政策>

- 「設計、製造から維持・管理まで含めた総合的な「システム」の海外展開・輸出推進政策」により、積極的な海外展開を支援。

<イタリアにおける政策>

- 「トリプル20」の達成目標
「国家エネルギー戦略」においてEU「トリプル20」目標超過の達成を掲げている。
- ◆ 2020年温室効果ガス排出を1999年比で20%削減。
- ◆ 最終エネルギー消費に占める再エネの割合を20%まで引き上げる。
- ◆ エネルギー消費量を20%削減。

■ 国際間連系の加速

上記のイタリア政策の動きを受け、自励式変換器技術の適用可能性が拡大しつつある。

MMC自励式変換器の導入は欧州およびイタリアにおける政策目標の達成に貢献できる。

1. 事業の位置付け・必要性(1-3. NEDO関与の必要性)

◆ 1-3-1. NEDO関与の必要性

<管轄省庁との連携>

- 電力事業は安定供給及び安全保障の面から、政府主導による事業推進が必要とされる。
- MOU※を締結することにより、相手国の管轄官庁から必要な協力を得ながら実証事業を推進することが必要。

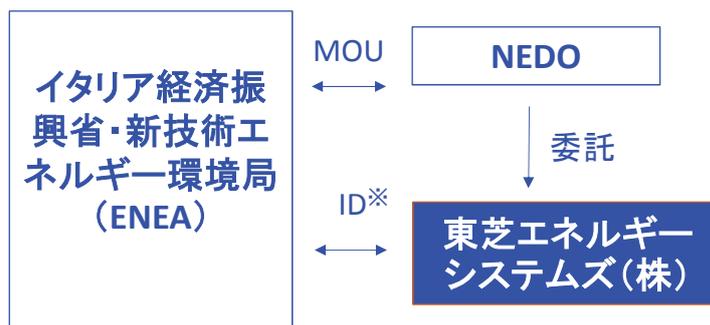
※MOU:NEDOと相手国政府又は公的機関が締結する実証内容、事業スケジュール、業務分担等を定める実施協定書

6

2. 実証事業マネジメント(2-1. 相手との関係構築／2実施体制)

◆ 2-1-1. 相手国との関係構築／実証体制の妥当性

- イタリア経済振興省の傘下であり、エネルギー関連技術等の研究機関である新技術エネルギー環境局（ENEA）とMOU及びIDを締結。
- ◆ 2013年7月に東芝電力流通システム欧州社がENEAと共同普及活動等に関する協業の合意書を締結。
- ◆ ENEAの研究施設（Casaccia研究所）にて、実証に必要な設備である変圧器を活用。

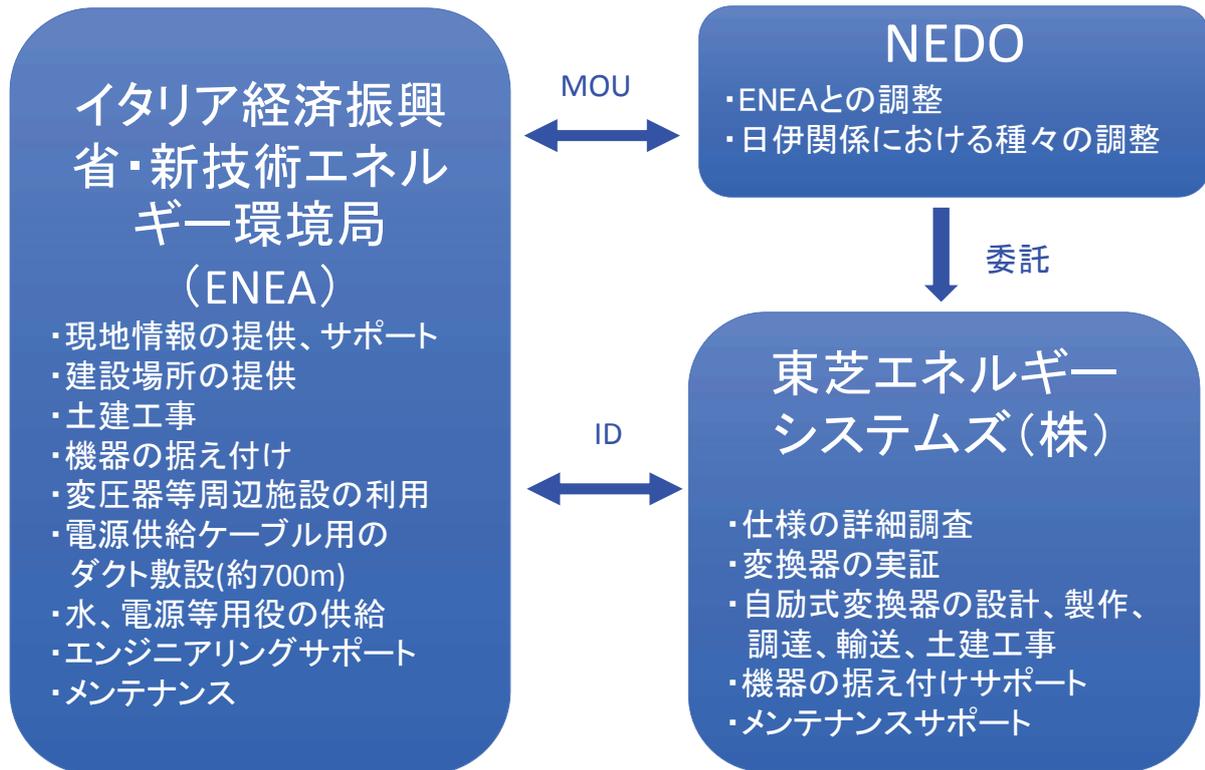


※ID: 委託先である日本企業と現地サイトが締結する実証事業の細則を定める協定付属書

7

2. 実証事業マネジメント(2-2. 実施体制の妥当性)

◆ 2-2-2. 役割分担



8

2. 実証事業マネジメント(2-3. 事業内容・計画の妥当性)

◆ 2-3-1. 事業内容・計画

年度	27FY	28FY	29FY
計画	実証前調査	MOU締結 設計 機器製作 輸送	現地工事 調整・試運転 実証運転
実行	実証前調査	MOU締結 設計 機器製作 輸送	現地工事 調整・試運転 実証運転
費用	6百万円	570百万円	312百万円

※付加価値税(VAT)の免除への対応および費用等負担の協議が長期化したため、ENEAと東芝とのID締結が遅延。NEDOと東芝は2016年11月にENEAを訪問し12月までに締結協力の約束を取り付けた。

※事業期間内に本事業を完結させるべく、工程をレビューし、上記のとおり計画変更を行った。

9

3. 実証事業成果(3-1. 事業内容・計画の達成状況と成果の意義)

2レベル変換器(従来回路)とMMC変換器

2レベル変換器

IGBT素子多直列
同時スイッチングが必要
⇒高耐圧化困難

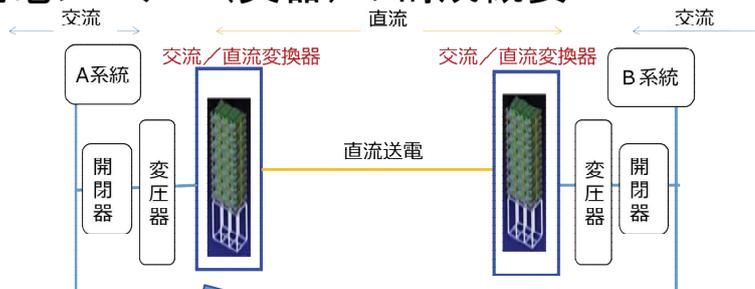
モジュラーマルチレベル変換器(MMC)

1と0の2値が出せる
チョップセルの直列多重
各セルの出力を1⇔0切替
タイミングをずらすことで階段状
のマルチレベルを合成
⇒同時スイッチング不要
⇒ACフィルタ不要

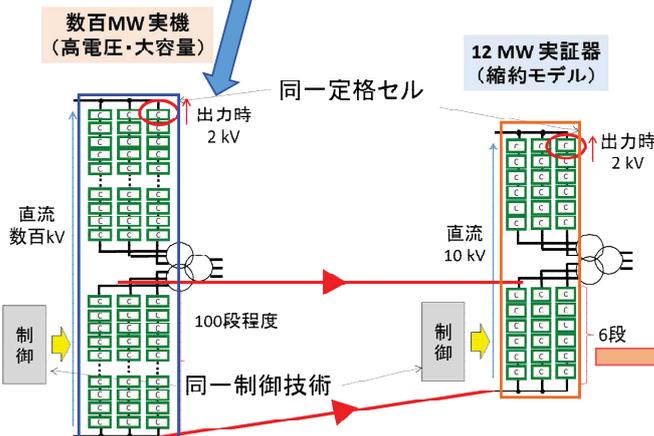
10

3. 実証事業成果(3-1. 事業内容・計画の達成状況と成果の意義)

直流送電システム(実器)の構成概要

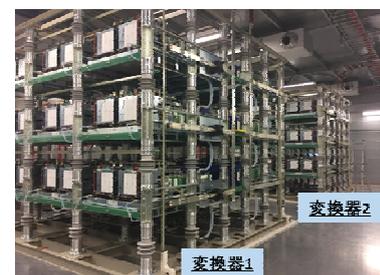


実証器構成



実証器の特徴

- ✓ 実器と同じセルを使用
- ✓ 実器と同じ制御を使用



実器の実証は高コストとなることから1/25縮約モデルで検証

MMC変換器 実証器

3. 実証事業成果(3-1. 事業内容・計画の達成状況と成果の意義)

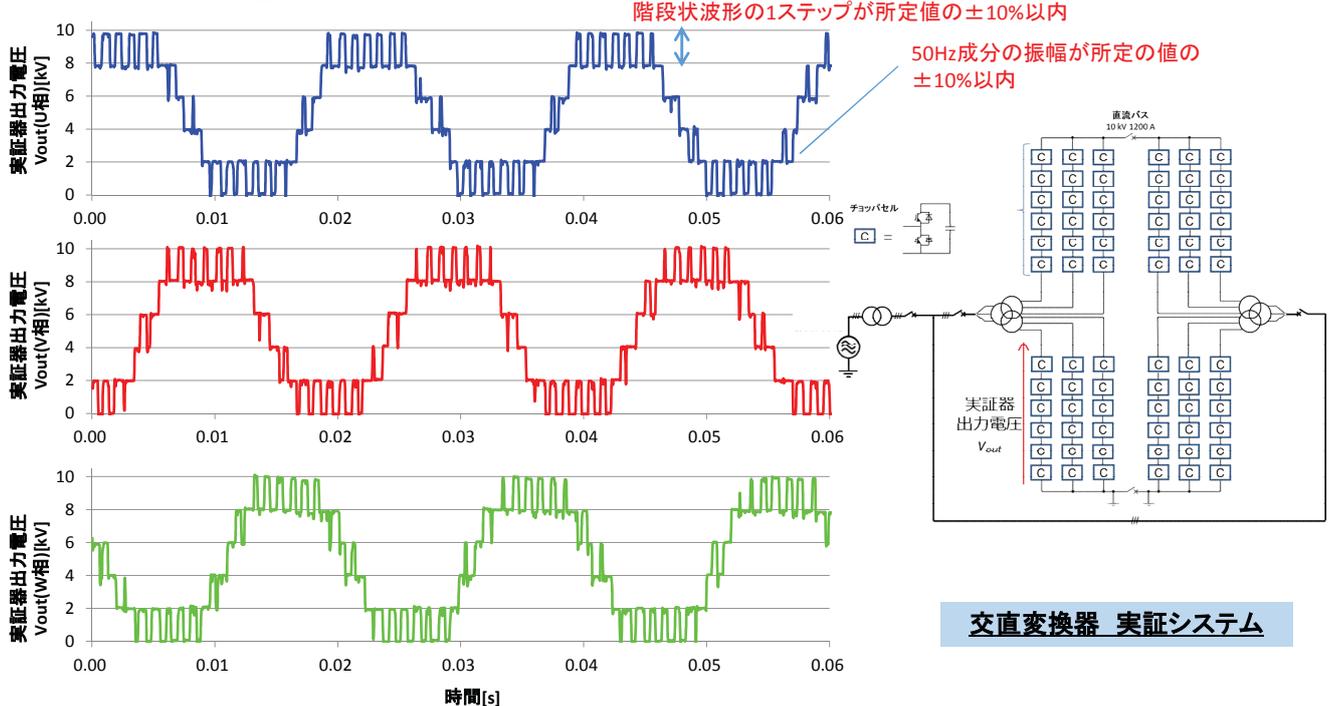
◆ 3-1-1. 事業の成果・達成状況

目標と成果			
項目	目標	成果	達成度
①MMC実証器の出力電圧の検証	MMC実証器の出力電圧が管理値内(所定の値から誤差10%以内)となることを確認する。	MMC実証器の出力電圧において、階段状波形のステップ電圧幅および50Hz成分の振幅が管理値内に収まっていることが確認できた。	○
②MMC実証器の低損失動作の検証	MMC実証器が、損失を低減可能な低いスイッチング周波数(従来比1/6)で動作可能であることを確認する。	目標通りの低いスイッチング周波数で実証できた。同等の高調波を出力する2レベル変換器と比較して約1/3のスイッチング損失となった。	○
③省エネ効果の検証	将来実システムに適用した場合における省エネ効果を検証する。	仮にイタリアSACOI※の更新に本技術を適用して現状の直流電圧±200kVから±320kVまで高電圧化を実現すると、送電損失を約46.8%削減できるという試算結果となった。	○

※イタリアーコルシカ島ーサルデニア島直流連系(SACOI)

3. 実証事業成果(3-1. 事業内容・計画の達成状況と成果の意義)

【成果項目①MMC実証器の出力電圧の検証】



交直変換器実証器 出力電圧波形(実証器運転状態)

理論通りのマルチレベル電圧波形を出力することができた

3. 実証事業成果(3-1. 事業内容・計画の達成状況と成果の意義)

【成果項目②MMC実証器の低損失動作の検証】

MMCはアーム内でセルのスイッチングのタイミングをずらす位相シフト制御で、N倍(*)の周波数で動作させる2レベル変換器と同程度の高調波出力となる

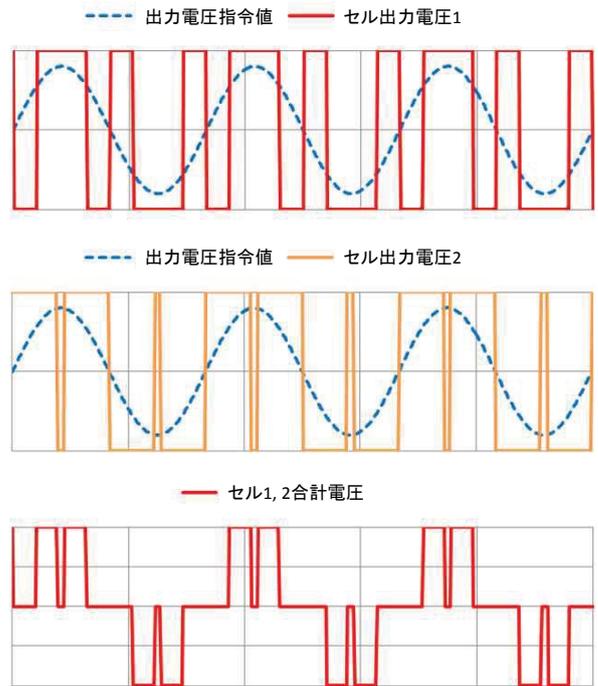
※Nは1アームあたりのセル数

実証器と同等の高調波出力の2レベル変換器と比較してスイッチング周波数は約1/6

スイッチング周波数, 素子数に比例するスイッチング損失は約1/3

※MMCは素子数が約2倍のため

位相シフト制御による高調波低減効果例
(1アーム当たり2セルの場合)



低いスイッチング周波数で動作させることで損失を低減できた

14

3. 実証事業成果(3-1. 事業内容・計画の達成状況と成果の意義)

【成果項目③省エネ効果の検証】

省エネ・CO₂削減効果試算条件

2レベル変換器とMMCで同じ600MWを送電する

送電損失は電圧の2乗に反比例

➡ MMCは高電圧化による送電損失が低減

$$\text{送電線損失 } P_{loss} = \frac{RP^2}{V^2}$$

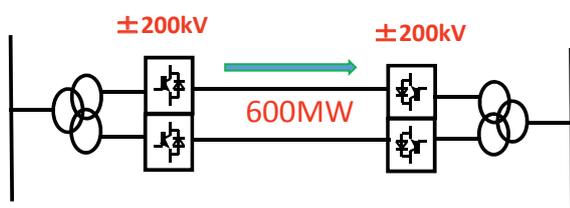
R: 送電線抵抗

P: 送電電力

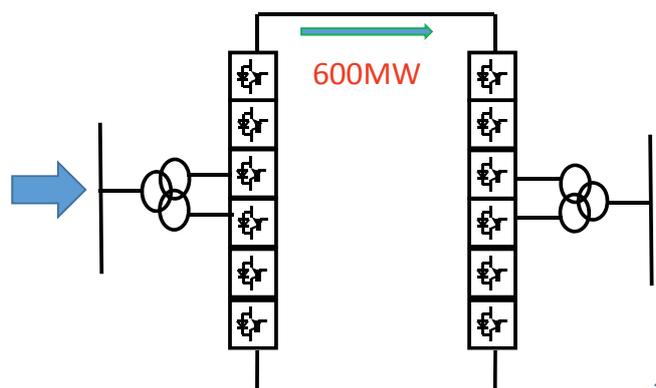
V: 直流電圧

2レベル変換器

MMC自励式変換器



±320kV ±320kV



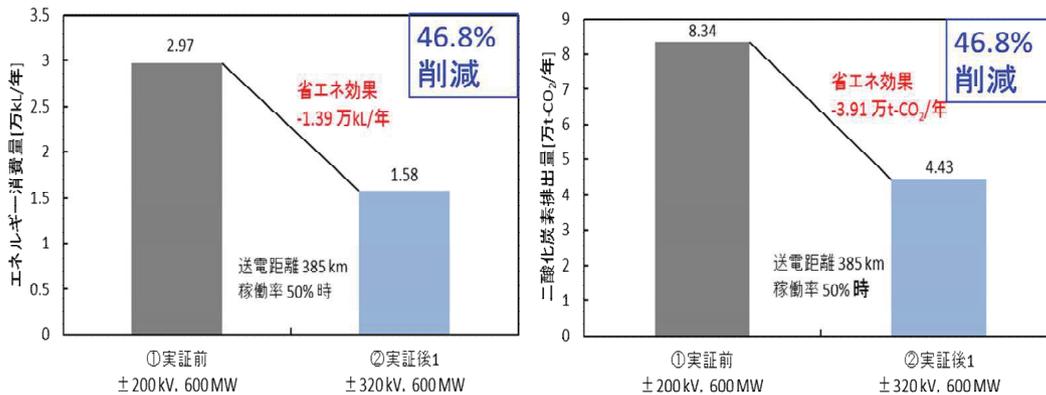
15

3. 実証事業成果(3-1. 事業内容・計画の達成状況と成果の意義)

【成果項目③省エネ効果の検証】

省エネ・CO₂削減効果試算結果(イタリアSACOIへの適用を想定)

項目	試算条件
送電電力	双極600 MW
稼働率	50%
線路抵抗	0.01 Ω/km × 385km × 2 = 7.7 Ω
変換器損失	1.5%(2レベル変換器), 1.0%(MMC変換器)
二酸化炭素排出原単位	0.539kg-CO ₂ /kWh
エネルギー消費量原油換算原単位	0.0192万kL/GWh



2レベル変換器とMMC変換器における変換器, 送電線エネルギー消費量(石油換算)

MMC変換器適用により46.8%の省エネ化を実現

16

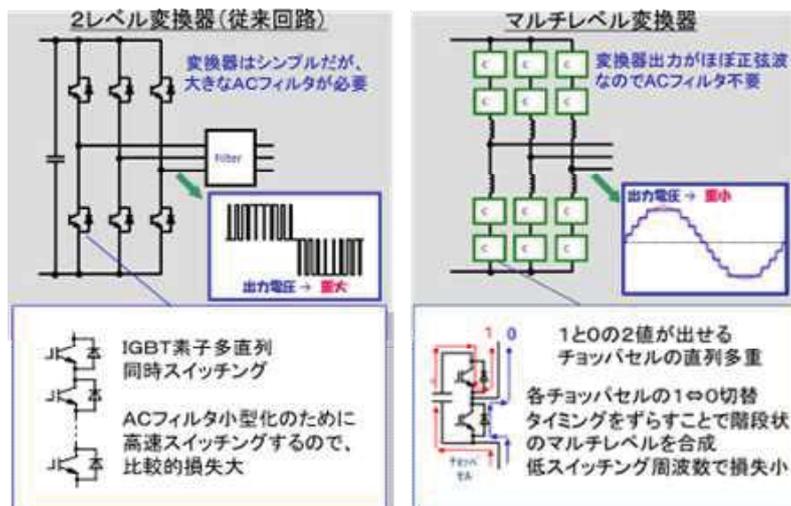
4. 事業成果の普及可能性(4-1. 事業成果の競争力)

◆ 4-1-1. 成果の競争力

実証技術(MMC変換器)の競争力

技術競争力 -フィルタレスのシステムを提供-

- 当社MMC(マルチレベル変換器)では高調波の発生を抑制し、基本的にフィルタレスのシステムとすることが可能 ⇒ 省スペース、低コスト化
- 2レベル変換器やCTL(Cascaded two level)方式*1に対し、高調波発生量の低減に有利



*1: CTL(MMC)方式:
素子直列化により段数を減らしたMMC
チョッパセルの数が少なくなるため、
階段状の波形が粗くなる。

17

4. 事業成果の普及可能性(4-1. 事業成果の競争力)

◆ 4-1-1. 成果の競争力

東芝製MMC変換器の競争力

技術競争力 -運転継続性に優れた圧接形IEGTの採用-

当社は半導体素子であるIEGT(Injection Enhanced Gate Transistor)を独自開発し、圧接型のIEGTをMMC変換器に適用

- 素子故障時に短絡するため健全素子にて運転継続可能
- 低いオン電圧(低ロス)の実現
- 回路構成をシンプル化し故障率の低減を図る
- 電力・鉄道インフラ向けで多数の実績があり



4. 事業成果の普及可能性(4-1. 事業成果の競争力)

◆ 4-1-1. 成果の競争力

東芝製MMC変換器の競争力

技術競争力 -システムの高い品質-

当社納入変換器システム(下表赤線部)

System	Year Commissioned	Maximum Continuous Capacity MW	Energy Availability percent		Energy Utilization percent (1)		Forced Energy Unavailability percent (2)		Scheduled Energy Unavailability percent	
			2009	2010	2009	2010	2009	2010	2009	2010
Sikagrak 1 & 2	1976/77	550	98.2	97.4	49.0	54.6	0.02	0.25	1.77	2.34
Sikagrak 3	1993	500	97.8	97.1	65.0	68.1	0.56	1.13	1.61	1.78
Vancouver Island Pole 2	1977/79	476	89.0	-	37.4	-	0.70	-	10.3	-
Square Bune	1977	550	95.6	74.8	77.9	59.0	0.65	6.21	3.71	18.0
Shiu-Shimano 1	1977	300	88.8	97.7	2.2	0.8	0.00	0.00	11.2	2.34
Shiu-Shimano 2	1992	300	98.2	98.0	35.6	38.9	0.00	0.00	1.83	1.99
Nelson River BP1	1973/04	1855	97.7	95.2	75.5	72.2	0.59	1.16	1.70	3.63
Nelson River BP2	1978/83	2000	97.2	94.7	75.5	74.1	0.67	2.08	2.12	3.26
Hokkaido-Honshu	1979/93	600	97.0	97.3	14.2	20.1	0.07	0.19	2.89	2.46
Gotland 2 & 3	1983/87	320	99.4	99.7	25.0	25.2	0.00	0.04	0.57	0.30
Itaipu BP1	1985/86	3150	90.9	96.9	72.4	77.6	1.85	0.78	7.21	2.33
Itaipu BP2	1985/86	3150	95.4	97.5	72.4	77.6	0.33	0.02	4.22	2.46
Highbate	1985	200	96.6	97.6	89.0	84.5	0.15	0.10	3.23	2.34
Virginia Smith	1988	200	86.2	96.8	33.9	38.1	1.47	1.28	12.4	1.87
Koati Skan 1	2005	250	-	12.5	-	6.3	-	87.5	-	0.00
Vindhyachal	1989	500	98.7	99.3	40.6	45.6	0.08	0.03	1.22	0.66
McNeill	1989	150	96.0	86.6	51.1	28.0	0.18	0.96	3.80	12.4
Femooskan	1990	500	88.6	96.0	57.5	69.4	0.44	1.71	11.0	2.24
Rihand-Dadri	1991	1650	97.2	96.3	79.2	67.7	0.06	0.97	2.73	2.67
SACOI(4)	1992	300/300/50	90.0	76.1	46.6	68.3	0.28	0.13	7.52	7.23
New Zealand Pole 2	1992	500	97.1	97.9	69.1	46.7	0.78	0.06	1.71	1.98
Sakuma	1965/93	300	97.0	97.2	0.0	0.4	0.00	0.00	2.99	2.80
Koatek	1998	600	91.0	91.1	58.5	64.6	0.20	0.14	8.85	8.76
Chandrapur	1998	1000	96.2	97.0	39.3	65.5	1.90	1.46	1.90	1.51
Minami-Fukushima	1999	300	96.7	94.9	88.5	90.0	0.00	0.00	3.25	5.06
SwePol	2000	600	97.0	93.6	31.4	23.9	0.49	4.11	2.50	2.30
Vizag I East-South	2000	500	99.6	99.8	42.4	32.3	0.04	0.00	0.37	0.19
Vizag II East-South	2005	500	99.7	99.8	36.1	20.2	0.01	0.00	0.32	0.17
Kin Channel	2006	1400	94.5	95.0	42.7	73.7	0.00	0.00	5.47	4.98
Grita	2001	500	84.1	71.7	72.2	54.3	8.44	1.47	7.43	26.7
Talcher-Kolar	2003	2000	98.4	99.6	62.1	87.6	0.33	0.20	1.08	0.17
Sasaram	2003	500	99.4	100.0	2.9	3.7	0.00	0.00	0.56	0.00
Higashi-Shimizu	2006	300	94.5	99.9	1.2	4.1	0.00	0.00	5.46	0.14
Basslink	2006	500	98.8	97.1	63.1	58.4	0.04	2.71	1.18	0.21
NoriNed	2008	700	93.0	74.6	65.7	58.5	1.05	0.74	0.73	1.59
Storeboelt	2010	600	-	99.7	-	87.9	-	0.00	-	0.33

(1) Based on maximum continuous capacity (2) Converter station outages only (3) Three terminal monopole system

東芝納入変換器システム

➡ 故障率: 0%~0.2%

■ 海外メーカーに比べて故障率は低く信頼性が高い。

■ 変換器の設計・製作ノウハウと、多数の実績をもち、高い品質管理による安定的な品質を確保できているため、MMC変換器においても、低故障率が見込める。

(出典: CIGRE 2012 「A Survey of the Reliability of HVDC System throughout the World During 2009-2010」)

4. 事業成果の普及可能性(4-2. 普及体制)

◆ 4-2-1. 普及体制

欧州イタリアでは当社現地法人 東芝電力流通システム欧州社(TTDE)を拠点として展開。当社海外初HVDC案件としてイタリアとモンテネグロの国家間を連系するHVDC(他励式変換器を適用)を受注しており、現在プロジェクト進行中。

海外EPC経験とネットワークを生かした現地体制を構築し、普及を進める。

- 現地法人の販売ネットワークの活用
- 東芝グループ内での製造・技術・販売の連携
- 電力会社との共同技術検討を推進
 - ➡ イタリア送電会社と欧州BEST PATHSプロジェクトに共同参画
- 学会等におけるプロモーション活動

20

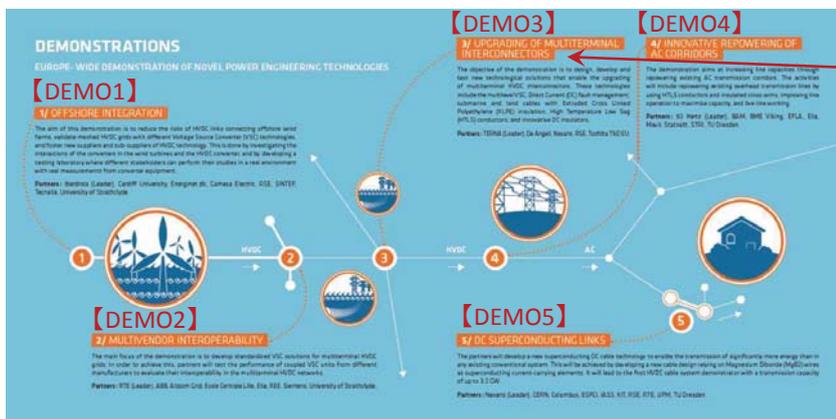
4. 事業成果の普及可能性(4-2. 普及体制)

◆ 4-2-1. 普及体制

【BEST PATHSプロジェクト】

欧州の電力分野全般にかかる各主要企業、研究機関等約40機関が5つのDEMOパックに分かれ大規模なDEMOを行う。

洋上風力発電等の有益性・実現性を評価し欧州の電力問題解決に寄与する。



【DEMO3】
TTDEを含めた5社が参加
(リーダー: イタリア送電会社TERNA)

BEST PATHSプロジェクトでは
系統連系試験等による直流送電
システム評価を実施。
TERNAからポジティブな評価を受
けた。

BEST PATHSの5つのDEMOパック^[2]

[2] Best Paths Brochure, <http://www.bestpaths-project.eu/en/publications>, 2015

21

4. 事業成果の普及可能性(4-3. ビジネスモデル)

◆ ビジネスプラン

本実証事業の実績をもとに、欧州を中心とした直流連系設備や洋上・多端子直流送電システム等の各計画の要求仕様・スケジュール等を明らかにし、個別案件に向けた展開を図る。

【ビジネスプラン】

2017年度	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025～
実証事業								
	技術提案活動			<ul style="list-style-type: none"> ・電力会社・機関等にアプローチ ・学会・展示会によるコンタクト 				
		受注に向けた営業活動			<ul style="list-style-type: none"> ・案件スペック調査 ・客先ニーズ把握と課題解決検討 ・システムの客先提案 ・将来の増設・新規計画を収集し顧客ターゲットを絞る 			
			<ul style="list-style-type: none"> ・事前資格審査 ・入札 ・受注 ・契約 	個別案件への展開(欧州案件、国内案件)				

22

4. 事業成果の普及可能性(4-3. ビジネスモデル)

◆ 4-3-1. ビジネスプラン

【直近の技術PR活動】

PR場所	期間	概要
電気学会D部門大会	2018年8月29日	イタリア実証器について発表(2件)
CIGRE 2018 パリ大会	2018年8月28日～31日	イタリアVSC実証概要 パネル紹介



CIGRE2018 パリ大会
東芝展示ブース



CIGRE2018 パリ大会
イタリアVSC実証概要紹介

23

参考資料:エネルギー消費量・二酸化炭素排出量 算出根拠

実証前と実証後のエネルギー消費量・二酸化炭素排出量

【実証前条件による試算】

- 実証前：定格600 MW，直流電圧±200 kV，稼働率50%を想定
- 送電電力量 2.47 TWh/年
$$= (600 \text{ MW} - 600 \text{ MW} \times 0.015 \times 2 - 7.7 \Omega \times (600 \text{ MW}/400 \text{ kV})^2) \times 24 \text{時間} \times 365 \text{日} \times 0.50 \times 10^6$$
- エネルギー消費量 2.97 万kL/年
$$= (600 \text{ MW} \times 0.015 \times 2 + 7.7 \Omega \times (600 \text{ MW}/400 \text{ kV})^2) \times 24 \text{時間} \times 365 \text{日} \times 0.50 \times 0.0192 \text{ 万kL/GWh} \times 10^{-3}$$
- 二酸化炭素排出量 8.34 万t-CO₂/年
$$= (600 \text{ MW} \times 0.015 \times 2 + 7.7 \Omega \times (600 \text{ MW}/400 \text{ kV})^2) \times 24 \text{時間} \times 365 \text{日} \times 0.50 \times 0.539 \text{ kg-CO}_2/\text{kWh} \times 10^{-4}$$

【実証後条件による試算】

電力損失は電圧の2乗に反比例する。MMC方式自励式変換器は高電圧化による送電損失が低減するため、省エネ効果が見込める。また、本実証により適用するMMC方式自励式変換器の損失は1%程度まで低減できると仮定し、簡単のため、送電側MMCと受電側MMCで等しく定格電力600 MWの1%の損失が発生するものとして計算する。

- 実証後1：定格600 MW，直流電圧±320 kV，稼働率50%を想定
- 送電電力量 2.55 TWh/年
$$= (600 \text{ MW} - 600 \text{ MW} \times 0.01 \times 2 - 7.7 \Omega \times (600 \text{ MW}/640 \text{ kV})^2) \times 24 \text{時間} \times 365 \text{日} \times 0.50 \times 10^6$$
- エネルギー消費量 1.58 万kL/年
$$= (600 \text{ MW} \times 0.01 \times 2 + 7.7 \Omega \times (600 \text{ MW}/640 \text{ kV})^2) \times 24 \text{時間} \times 365 \text{日} \times 0.50 \times 0.0192 \text{ 万kL/GWh} \times 10^{-3}$$
- 二酸化炭素排出量 4.43 万t-CO₂/年
$$= (600 \text{ MW} \times 0.01 \times 2 + 7.7 \Omega \times (600 \text{ MW}/640 \text{ kV})^2) \times 24 \text{時間} \times 365 \text{日} \times 0.50 \times 0.539 \text{ kg-CO}_2/\text{kWh} \times 10^{-4}$$

参考資料 1 分科会議事録

研究評価委員会

「エネルギー消費の効率化等に資する我が国技術の国際実証事業／ 直流送電システム向け自励式変換器の実証事業（イタリア）」個別テーマ／事後評価分科会 議事録

日時：平成30年10月16日（火） 13:30～16:30

場所：NEDO川崎 2301、2302会議室

出席者（敬称略、順不同）

<分科会委員>

分科会長	餘利野 直人	広島大学 大学院工学研究科 システムサイバネティクス専攻	教授
分科会長代理	中島 達人	東京都市大学 工学部電気電子工学科	教授
委員	伊藤 健	北海道北部風力送電株式会社	代表取締役社長
委員	福田 寿	株式会社エナリス	ビジネス推進本部 需給マネジメント部 部長
委員	松岡 豊人	一般社団法人海外電力調査会	調査部門主幹

<推進部署>

石井 紳一	NEDO 省エネルギー部	部長
曲 暁光	NEDO 省エネルギー部	主査
奥野 良和	NEDO 省エネルギー部	主査
竹廣 克	NEDO 国際部	部長
田中 孝浩	NEDO 国際部	主査

<実施者>

佐藤 純正	東芝エネルギーシステムズ株式会社	パワーエレクトロニクスシステム技術部	部長
飯尾 尚隆	東芝エネルギーシステムズ株式会社	パワーエレクトロニクスシステム技術部	参事
石黒 崇裕	東芝エネルギーシステムズ株式会社	パワーエレクトロニクスシステム技術部	

<評価事務局>

保坂 尚子	NEDO 評価部	部長
上坂 真	NEDO 評価部	主幹
原 浩昭	NEDO 評価部	主査
松坂 陽子	NEDO 国際部（評価担当）	主幹

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. 事業の概要説明
 - 5.1 事業位置付け・必要性、実証事業マネジメント
 - 5.2 実証事業成果、事業成果の普及可能性
 - 5.3 質疑応答

(非公開セッション)

6. 事業の詳細説明
 - 6.1 実証事業成果、事業成果の普及可能性
 - 6.2 質疑応答

(公開セッション)

7. まとめ・講評
8. 今後の予定
9. 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.「事業の詳細説明」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. 事業の概要説明
 - 5.1 事業位置付け・必要性、実証事業マネジメント
 - 推進部署より資料5に基づき説明が行われた。
 - 5.2 実証事業成果、事業成果の普及可能性
 - 実施者より資料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。

【餘利野分科会長】 どうもありがとうございました。

それでは、質疑応答を行っていただきたいと思います。詳細につきましては、議題 6 のほうでまたございますが、ただいまの説明に関しまして、ご意見、ご質問等をお願いいたします。

ただいま 2 つの視点から説明いただきましたが、まず前半の部分で、事業の位置付け・必要性、実証事業マネジメントといったところで、関連する質問ございましたら、まず先をお願いいたします。よろしく申し上げます。

【福田委員】 4 ページと 5 ページのところちょっとご質問したいなと思っています。

これ、イタリアの絵で、プライベートラインとパブリックラインと書いているとは思いますが、という話と、あと 5 ページでは、欧州全体の話であったり、ということだったとは思いますが、今回のターゲットというのは、プライベート狙いなのか、パブリックライン狙いなのかとか、あるいは、陸上のところでの直流送電なのか、洋上のところの直流送電とか、どこをターゲットにされているのかなというのをまずお聞きしたいなと思っていました。

【餘利野分科会長】 よろしく申し上げます。

【佐藤部長】 それでは、私、佐藤のほうからお答えさせていただきます。

まず、特にイタリアに関しましては、パブリック、プライベートと書かれておりますが、送電会社 TERN A が行う入札に関しましては、基本的にはパブリックになるものと考えております。ただ、我々といましては、パブリック、プライベートというものにこだわらず、機会があれば、まず中身を精査して、それが、我々が出ていくに値するものかどうかというのは、個別に判断していきたいと考えております。

また、今回、イタリアが非常に縁深く、実証を進めるに当たってつき合っていくことになりましたが、欧州全体では自励式を中心に、直流送電、パワーエレクトロニクスを使った様々な技術が急成長しておりますので、機会をイタリアだけに限定するつもりはございません。ただ、イタリアはいろいろな意味で足がかりが既にできているということもございますので、まずは身近な例としてご紹介するという位置付けでございます。

【餘利野分科会長】 よろしいでしょうか。

ほか、いかがでしょうか。お願いします。

【中島分科会長代理】 中島でございます。今のご質問と少し絡むかもしれませんが、7 枚目のスライドの体制図を見ますと、NEDO と ENEA と東芝エネルギーシステムズさんということで、この中には、系統運用事業者である TERN A は現れないのですね。一方では、直流連系の実際の設備を持っている TSO である TERN A への納入が最終ターゲットとしてはあると思うのですが、このスキームにおいても、何か TERN A と情報交換するとかということはあったのでしょうか。

【佐藤部長】 今回、私どもとしましては、変換器の実証ということで、NEDO からの委託により実際に実証事業をやっております。一方で、TERN A 社のほうは、先ほどご説明いたしました BEST PATHS プロジェクトに参画しておりまして、DEMO3 のリーダーになっております。

この DEMO3 では、変換器システム全般を検証するというようになっており、彼らの立場からすると、変換器そのものを実証という考え方ではなくて、それは、メーカー固有の仕事と位置付けて、あくまでシステム全般の検証を目的としております。

ただ、ご承知のとおり、変換器は変換システムの中で最もコア、かつ高価な製品でございますので、なかなか変換器を供給できる場所や施設がなく、折よく NEDO の実証事業で使用した変換器と、BEST PATHS でやっているシステム全体の組み合わせで試験ができるということになっております。実際には細かくデビジョンオブワークを定義付けており、きちんと分けながら、しかし、かつ密接に連絡を取り合いながら、様々な検証を進めております。

スキームといたしましては、まず我々が変換器を ENEA の Casaccia の研究設備で検証した後に、それをいわゆる試験設備として使っていただいております。一方、TERNA が BEST PATHS 側の検証を同じ研究設備で進めているということです。そういった形になっておりますので、TERNA から様々な変換器に関するお問合せ等々も頂くことも多く、そういったところで継続してコンタクトを持ち続けてやっております。

【中島分科会長代理】 しっかりとしたすみ分けがあったということですね。

【佐藤部長】 少なくとも会計上、税務上の問題点には十分な注意を払って進めました。

【中島分科会長代理】 よくわかりました。ありがとうございます。

【餘利野分科会長】 ほか、いかがでしょうか。お願いいたします。

【伊藤委員】 この事業の位置付け、もしくは、将来的な目標として、今現在他励式が比較的導入が進んでい
る中で、今回の実証の後、他励式から自励式に変えていくということも目標には入っているのですか。

【佐藤部長】 それはリプレースという意味ですか。

【伊藤委員】 はい。

【佐藤部長】 他励式と自励式各々、直流送電の中にカテゴリズされておりますけれども、機能としては、
ただ単に電力を送るという以外の部分で、かなりいろいろな違いがございます。

こと自励式に関しましては、例えば、無効電力供給でございますとか、先日の北海道胆振地震のときに他励式ではできなかったいわゆるブラックスタートといったものもできるなどの違いがございます。そういったニーズに自励式は多分優先的に入っていくだろうと考えております。

一方、イタリアを始めとして、電源がない国、いわゆる国家間連系などによって、電源ソースを頼る国に対しては、いわゆるバルクの送電で進みますので、そういった場合には、まだ他励式も土俵に上がっているだろうと、そういう判断をしております。他励式が自励式に変わるかという話とはまたちよっと別ものと考えております。

【餘利野分科会長】 ありがとうございます。よろしいですか。それではどうぞ。

【松岡委員】 松岡でございます。大変興味深いテーマを今日お話ししていただきましたが、質問といたしましては、19 ページのところ、事業成果のところ、飛んでしましまして恐縮ですが、普及の可能性。ここで、これまでの実績ということで、変換器の競争力のご説明をいただいております。これまで納入されている機械につきまして、故障率は非常に低いということは非常にすばらしいと思いますが、これはいずれも今回のこの MMC といったような技術ものではないということですね。

【佐藤部長】 表に載せておりますのは、ほとんどが他励式の結果でございます。ちょっと小さくて読めないかもしれませんが、左から 2 列目は、いわゆる運用年が書かれてございますけれども、ほとんどが 2000 年以前になります。2000 年以降のものがまだ少なく、この当時のものは全て他励式と考えて差し支えございません。

そういった中での評価ではございますけれども、先ほど申しましたとおり、こと直流送電という観点での品質管理につきましては、他励式も自励式も変わらず取り組んでまいりますので、基本的にはこの数字を踏襲していけるものだと考えてございます。

【松岡委員】 続きまして、MMC だと、どうしてももう少し複雑なシステムになります。欧州の会社の中には、既に MMC、同じではありませんけれども、自励式について既に入れている事例があると思うのですが、その辺、比較していかがなのでしょう。例えば、自励式になって故障率が上がることもあるかどうかという意味ですが。

【佐藤部長】 まだ事例が非常に少ないので、かつ、なかなかそういった情報は、こういった資料など特別な機会がないと公開されませんので、私見で申し上げるのはなかなか難しいと思っておりますけれども、おっしゃられるとおり、自励式になりますと、特に MMC に関しましては、部品数が非常に多くなります

ので、いわゆる故障率という観点でいくと、一般的には高くなってもおかしくないということだと思います。

一方、私どもが今一番ポイントとして挙げておりますのが、そもそも我々の他励での故障率の実績はほぼゼロに近く、要は、ゼロは何倍してもゼロのはずだということです。少なくとも意気込みとしては、そのような気持ちでおりまして、おそらく実際にまだこれからやっていくといろいろな問題が出てくると思いますけれども、それも過去取り組んできた方法で乗り越えられるものと考えてございます。

【餘利野分科会長】 よろしいですかね。

私のほうから、前半部分で、先ほどマネジメントとか、あの辺のところちょっと質問があるのですが、MOUの締結から、しばらく交渉が長引いているというような説明がありまして、ID締結まで、いろいろ費用負担のところとというような話があったのです。これは多分プロジェクトとしては結構空白期間というふうに考えられるような部分でもあるかと思うのです。ここら辺について、先ほどちょっと説明いただいたのですけれども、結果的には非常にうまくいったプロジェクトかなと思うのです。これはやっぱりちょっとマイナス要因かなというようにも感じるのです。この辺いかなのですかね。この辺は、もう全く支障がなかった。あるいは、もしか最初に何か交渉が足りなかったとか、そういうようなところというのは、何か反省点みたいなものってあるのでしょうか。

特にMOUからIDの間で、通常であれば、すぐに実証事業が始まるところが、始められない状態が少し続いたというご説明だったのですけど。

【石井部長】 これは、本プロジェクトに限らずですが、まずMOUを締結いたしまして、それにぶら下がる形で、IDを実施者間同士で結ぶということになっております。今回のケースですと、政府間の合意文書であるMOUは締結ができたのですけれども、さらに詳しい細かい部分での合意を取らなければいけないIDに関しましては、若干先方側との業務分担のところ、どうしても相いれない部分について協議が長引いてしまったというところで、この期間、IDの締結が遅れてしまったと。

もちろん、これがすぐに整うケースのプロジェクトも当然ございまして、そういった場合は、すぐに設計なり、こういった装置製作といったものにかかるケースのプロジェクトもございまして。今回のケースは、たまたまIDの部分の細かいところでの合意がなかなか取りづらかった相手方だったというふうに考えている次第です。

【餘利野分科会長】 それは、例えば、最初にMOUの段階である程度まとめておくというようなやり方というのはあるのですか。そういうのはあまりないのですか。

【石井部長】 もちろん、MOUが結べて初めてIDが結ばれるものですので、ある程度下地としては、交渉はしてございます。ただ、最終的な合意を取るといことは、当然MOUが結ばれてから行われるものですので、そういった意味で、ケースバイケースで、やはり遅延がどうしても起きてしまうというものでございます。

【餘利野分科会長】 9カ月間ということだったので、その間、東芝さんとしては、特に問題はなく進められたということでしょうか。

【佐藤部長】 厳しい状況ではございましたが、先ほどご紹介いたしましたとおり、今回の実証機は、我々が実機と言っております商用機ベースでございまして、この期間に実プロジェクトのほうで、いわゆる設計的なところがかなり固まりつつありました。IDが結ばれないと実際に動かせませんが、ぎりぎりのところで何とか締結できました。幸いにして、4月、5月にはもう試験に入れるような工程まで戻しまして、何とか終えられたというところでございます。

【餘利野分科会長】 どうもありがとうございます。

ほかに何かございますか。

【福田委員】 今の続きで、スケジュールのところ、29年度で実証運転とかという線が、計画と実行でちょっと短くなっているかなと思っはいるのですが、そこでも十分問題なく実証実験ができたというふうな認識でよろしいのでしょうか。

【佐藤部長】 確かに期間が非常に押しまして、苦しいところもございましたけれども、先ほどご覧いただいた2台の変換器をある程度パラ工程、パラ試験に見直しました。なお、現地では日本人が直接作業することができませんので、現地のローカル作業者に作業してもらいますが、予想以上に習熟効果が高く、予定工期の半分近くまで短縮して組み立てを終わるなどの効果もございまして、最終的には必要な試験をやり切れる工程まで戻して終えることができました。

【福田委員】 すみません、もう一つ、17ページ、18ページで、競争力の比較をされていたと思うのですが、これ、私の知る限り、他社、巨人がいるとは思うのですが、ABBとかシーメンスとかです。そういうところとどういうレベル感なのかなとか、価格の面も含めて、将来どういう展望でヨーロッパ市場に参入されていこうとされているのかというのをちょっと聞きたいなと思っています。

【佐藤部長】 価格の面に関しましては、後ほど非公開のほうで多少ご紹介させていただきます。

【福田委員】 すみません。

【佐藤部長】 おっしゃられるとおり、欧州には巨人が、大きくは2社、加えて1社ございますけれども、例えば、今回我々が受注しております、先ほどのイタリアーモンテネグロ間の他励式というのも、欧州3メーカー以外が受注したトピック的な案件でございます。これは必ずしも価格だけではなくて、いろいろな技術であり、いろいろな準備であり、様々な努力をして勝ち取ったものでございますけれども、こういったチャンスをつかみ取るのに、やはり年単位でかかることは間違いないと思っております。ただ、チャンスは明らかに転がっておりまして、それは、後ほどの非公開で、説明いたします。

【福田委員】 わかりました。

【佐藤部長】 そういった意味で、全く高い壁にぶち当たって動けないということではないという認識でございます。

【福田委員】 ありがとうございます。

【松岡委員】 先ほど福田委員からご質問されたポイントに関わりますけれども、例えば、7ページで、あるいは、8ページもそうですが、相手先は ENEA ということで、ENEA 自身がいろいろ技術評価をするということについて、非常に適切な相手先であったかということに関して言えば、ちょっと違うかもしれないというふうに私は思うのです。それから、TERNA も実際重要なカウンターパートであると思いますが、彼らも研究機関ではないので、そういった意味では、一緒に新しい実証の試験をするときに、もう少し違うパートナーが必要だったのではないかと思います。

日本人が現地で仕事ができないというのは、おそらくあちらのワークシェアみたいなことで、現地にしかやらせないという法律的な設定がきつとあったのだろうと想像しますけれど、そういうこととは別に、やはりしかるべき研究機関みたいなものが、この ENEA の下について、一緒に仕事ができたらよかったはずだと思っております。おそらくそういう努力はされたのだと思うのですが、それが必ずしもそういう形になっていないということなのかなと思います。

あと、このレポートで、私自身、読み取る能力が足りないので申しわけないのですが、相手先から出てきたいろいろなアドバイスなり、リクエストなり、そういったものについて、どのようにお考えになって、今後の御社様の製品のグレードアップにつなげていくのかということをお教えいただければと思います。

【佐藤部長】 確認ですが、相手先と今おっしゃられたのは、ENEA のことでしょうか。

【松岡委員】 はい、ENEA のことでございます。

【佐藤部長】 先ほどのコメントにも関連するところでございますが、今回我々が NEDO の委託事業として

実証したのと同じように、NEDO と同じように、ENEA のほうも、研究機関ではございますけれども、もともとが原子力の研究施設だったということで、こと電気設備、電力設備ということに関しましては、中立的な立場でございます。ですので、我々がこの実証事業の結果を普及していくに当たって、第三者的、客観的な立場でいろいろな協力を NEDO、あるいは ENEA からいただけたということは、それはそれで一面強みであると思っており、この点に関しては、むしろよかったのではないかと個人的には思っているところでございます。

また、ENEA のほうからいただいているアドバイスというのは、いわゆる技術的なところではなく、むしろ今後の普及活動ですとか、例えば、欧州で開かれているいろいろなカンファレンス、あるいは、プレゼンの場といったところを、お互いに情報連絡しながら、これを生かしていこうというような話にまだとどまっております。ENEA のほうから具体的に、例えば、助言とか、提言とか、指導とか、そういったところは具体的にはほとんどございません。それが現状でございます。

【餘利野分科会長】 よろしいですかね。

私からも、今の関連で質問があります。今回、モンテネグロ間のプロジェクトを受注されましたが、非常に画期的だと思います。私自身の感覚では、今まで日本は全く入っていないという感覚でしたので、これが取れているというのは非常にすごいことだと思うのですが、まさに風穴を開けたようなインパクトがあるような気がしています。このプロジェクトで、NEDO のプロジェクトがやっぱり直結しているというか、非常に役に立ってこの仕事が取れたというふうに考えてよろしいでしょうか。

【佐藤部長】 イタリアーモンテネグロ間の直流事業がこの NEDO の事業につながったというのは、若干無理があるかと思っております。ただ、実証先がイタリアだったということに関して、幸い我々、イタリアでの経験をそれまでに積むことができましたので、通関や輸送時におけるいろいろなレギュレーションですとか、そういったところが比較的ハードル低く進められたとは思っております。

【餘利野分科会長】 電力事業は、人と人との顔のつながりとか、そういうものがかなりあるというふうに私自身は感じているのですが、そういう意味では、非常に役に立ったというふうな認識でよろしいのですね。

【佐藤部長】 はい。

【餘利野分科会長】 それから、BEST PATHS の話もされていたのですが、あれについても、今回、まさにこの事業で入ったというように解釈してよろしいのですか。

【佐藤部長】 あくまで BEST PATHS は BEST PATHS、NEDO 事業のほうは NEDO 事業のほうで完結しており、形としては、偶然我々が納めた変換器の ENEA の設備を BEST PATHS 側も使って試験を進めているという位置付けでございます。

【餘利野分科会長】 私、BEST PATHS のホームページを見たのですが、一応 DEMO3 のところに、東芝の変換器の絵が入っていました。ただ、それ以外には、何の説明もないのですが、そこに入っていたものが、まさにここでやっていたもので、かなり直結しているのかなというふうには思ったのですが、そうでもないのですね。

【佐藤部長】 契約的にも、実務的にも、変換器そのものの性能を検証するようなところは、BEST PATHS のスコープには全く含まれておりません。その周辺の、例えば、変換用変圧器ですとか、いろんな保護システムですとか、そういったところを含めたシステムは検証しております。

【餘利野分科会長】 わかりました。次の質問をお願いいたします。

【中島分科会長代理】 話題を MMC にまつわる技術的なほうに変えさせてください。

今回製作なさったスケールモデルが 25 分の 1 というお話でしたが、25 分の 1 が適正であるという理由があると思うので補足の説明をいただければというのが、まず 1 点目です。

2 点目に、今回は CO₂ の排出原単位への換算まで行っていただいて、どれだけの省エネ効果がある

かということで、見通しがいいのですが、変換器の損失の低減と、高電圧化に伴う送電線の損失の低減と、それから、そのほかの構成機器には、おそらくあまり変わらない損失というものもあるはずですが、その辺の損失の内訳について補足いただければと思うのですが、いかがでしょうか。

【佐藤部長】 スケールモデルの話ですね。1点目は、ENEAを使うからということに限らず、やはりいわゆる商用機レベルの変換器を納めるとなると、それはもう大変な土木工事まで含めた敷地の確保が必要になります。そうしますと、どこか空いている何らかの、例えば、実験棟のようなもの、そういったものを探していく前提も含めると、この25分の1スケールというのは、ちょうどよいぐらいの大きさであるということがあります。

それと、もう一つは、実証目的が、階段状の波形を取るということであり、先ほど申しましたとおり、あまり特別な設計を行うということをお今回スコープに入れてございませんので、そうしますと、実証機で用いている1つ当たりのセル、これを何段組み合わせるとちょうどよい交流波形の階段状の波形が取れるのかということをお考えた結果、6段構成ぐらいがちょうどよからうということで、これがたまたま25分の1、6段というのが合いましたので、そこを選定しているということでございます。

それから、2つ目が、すみません。

【中島分科会長代理】 損失の内訳です。

【佐藤部長】 細かい計算は、一番後ろに算出根拠をつけてございますけれども、一言で言ってしまうと、今回の送電線と変換器の損失は、ほぼ同じレベルになりました。今回のパラメータ設定ではということになります。

一方で、そのほかの損失のところは、基本的には比較対象である2レベル変換器で適用する機器と基本的には変わりませんので、そこのところは損失評価の差分には何も考慮しておりません。

【中島分科会長代理】 そうすると、今回は、こういうふうにお計算はしたのですが、送電距離やシステムの容量とか幾つかのそういうパラメータ要素はあるわけですね。

CO₂の排出原単位は、イタリアの値をお使いなのでしょうか。

【石黒様（東芝）】 東芝エネルギーシステムズの石黒から回答いたします。

こちら、IEAが公開しておりましたイタリアの情報で使用しておりますけれども、年度は古いものになりまして、2012年頃、当社がFS事業として検証していた頃に使っていた値が2012年のものでもございまして、そちらをそのまま利用して、今回発表させていただいております。

【中島分科会長代理】 ちょっと出典だけ知りたかったもので、ありがとうございます。

【餘利野分科会長】 いかがでしょうか。

【伊藤委員】 スケールの話ですが、25分の1で実証されたという話と、19ページに記載の故障率の関係ですが、25分の1ではなく、実際のスケールになった場合、故障は上がる可能性はあるのですか。

【佐藤部長】 当然のことながら、部品数が増えれば、それに比例して増えるはずではございます。ですので、大きいシステムになればなるほど、当然増える可能性はあります。

【伊藤委員】 その検証をされているのですか。

【佐藤部長】 検証といいますか、あえて偶発的な故障を模擬するというのはなかなか難しいので、これは実績ベースでの見解になります。

【伊藤委員】 また、この製品の製品寿命は何年になりますか。

【佐藤部長】 この製品に関しましては、30年を設定しております。ただ、もちろん、途中の適切なメンテナンス等々を含んでのお話になります。

【伊藤委員】 ということは、故障率は少ないというお話ですので、機械のメンテナンスは、ほぼメンテナンスフリーというものになりますか。

【佐藤部長】 いえ、さすがにそこまでは参りませんで、やはり必要な時期に必要なメンテナンスはやっていただかないといけないと考えております。

【伊藤委員】 ありがとうございます。

【餘利野分科会長】 いかがでしょうか。

【松岡委員】 先ほどの省エネ率のご質問がありましたけれども、それに関連しますが、16ページのシートですと、実証前の技術に比べて、今回非常に下がっていると。これは非常に素晴らしいと思うのですが、この実証前というところの、つまり、比較している相手対象ですが、この技術は、基本的には御社様の技術ですか、それとも、競合他社の技術でしょうか。

【佐藤部長】 これは一般論文で、例えば、上の表がございますけれども、ここに変換器損失というのがございます。これは、競合他社が一般論文の中で記載されている2レベル変換器で1.5%、MMCで1.0%という数字を使わせていただいております。今回の我々のデータは、特に2レベル変換器側は、私どもで等価に評価できるデータを持っておりませんので、同じ他社のデータを使わせていただいております。

【松岡委員】 ありがとうございます。

【餘利野分科会長】 よろしいでしょうか。

もう大体予定の時間ということになりましたけれども。以上で、よろしいですかね。

それでは、ありがとうございます。ほかにもご意見、ご質問あるかと思っておりますけれども、とりあえず予定の時間が参りましたので、終了させていただきます。

(非公開セッション)

6. 事業の詳細説明

省略

(公開セッション)

7. まとめ・講評

【餘利野分科会長】 それでは、最後に、聞き残したことがありましたら、お願いいたします。特によろしいですか。それでは、お願いします。

【福田委員】 すみません、ちょっと聞き漏らしていたかもしれないのですが。標準化戦略とか、規格に対して何か取り組みをされていることがあれば、ちょっと聞きたいなと思っていました。聞き漏らしていたらすみませんけど、もう一度お願いします。

【佐藤部長】 標準化や規格化類につきましては、特に直流に関しましては、残念ながら、日本は立ち遅れているところがございます、今もいろいろな直流に関する規格のタスクフォースですとか、そういったものの立ち上げは欧州を中心に進んでおります。

我々のほうも、それに乗り遅れないように、極力参加できるものにつきましては継続して参加しているところがございますし、また、特に日本勢にとしましては、CIGREの日本委員会を通じた欧州との接触というのは、非常に有益な情報を得られる情報源でございます、こういったもともとあるコネクションも忘れずに、引き続き継続して使っていきたいと思っております。

【餘利野分科会長】 ありがとうございます。ほかに、よろしいでしょうか。

それでは、最後に、講評に入っていきたいと思っております。それでは、まとめ・講評です。松岡委員から始めて、最後に私という順序で講評をいたします。それでは、松岡委員、よろしくお願いいたします。

【松岡委員】 ありがとうございます。

大変いろいろと詳しいご説明もいただきまして、ありがとうございました。

私からは、まず、この変換器の技術に関しまして、先ほども少し申し上げましたが、日本でも今後非常に重要になっていく技術であると考えておりますし、今のところ、まだなかなかちゃんと進みませんけれども、様々な直流の連系といったことも、さらに広がっていくのだろうと考えますし、また、日本におきましても、洋上風力に関する取り組みも、漁業権の問題があるにしても、必ず前に進んでいくのだと思います。ですから、大容量のもの、長距離のもの以外にも、洋上風力のような、少し毛色の違う形での普及といったことも視野に入れていく必要があると思います。そういった意味で、今回の取り組み、非常に有意義なものであります。

ヨーロッパに実際に御社の技術を導入していくということを今回チャレンジしたこと、これは極めて大きなことでありまして、ヨーロッパは日本よりもはるかに速いスピードで直流に関して導入、そして、技術の洗練といったことも進んでおります。

それから、中国ですね。中国におきましても、大容量の長距離もありますし、洋上風力も中国では着々と取り組みが行われております。中国では直流に関して強い開発意欲がありまして、そして、世界の標準もリードしていくということで、かなり力を入れております。日本がぜひそれに負けないようにしていただく上で、今回のチャレンジ、すばらしかったと思います。

コストのことですが、これまでのスペックを少し変えていくような形でのコストを下げているような提案とか、今後いろいろと工夫、取り組みを進めていただければと思います。

私からは以上です。

【餘利野分科会長】 ありがとうございます。それでは、よろしく願いいたします。

【福田委員】 このプロジェクトを見るということが決まったときには、欧州の巨人に対して、どのように取り組んでいくのかなというのが、一番興味がございました。今日、技術面、あるいは、マーケティング面というところで、果敢にリングに上がって挑戦されているのだなというふうにお聞きしまして、大変感銘を受けたところではございます。

ぜひプレゼンスを上げて、欧州だけではなく、先ほど松岡委員もおっしゃっていたのですけれども、国内でもチャンスがあるのかなと思っております。国際部のプロジェクトであるので、なかなか国内と書けなかったのかもしれないですけれども、スケジュールのところは4行、国内案件と、ちょっと書いていたところだけではあるので、そういうところも、国内でもよりプレゼンスを上げていただいて、普及していただければと思っております。

期待しておりますので、今後もぜひ活躍を見せていただければと思っております。ありがとうございました。

【伊藤委員】 本日はありがとうございました。いろいろ細かい説明をいただき理解が進みました。

直流送電ビジネスは、既に欧州のほうでかなり先行しているビジネスだと思っております。皆さんおっしゃるとおり、今後、国内でも、先日の北海道胆振東部地震の影響もあり、また、ブラックスタートができるというメリットもある中で、今回実証される技術は、注目されていく技術ではないかと思っております。

ただ、欧州でもそうですが、先ほどお聞きしましたとおり、コストなのか品質なのかというところで、先行している大企業、大きなメーカーと勝負していくためには、差別化していかなければなかなか勝

負は難しいと考えます。私どももそうですが、実際に使う立場になったときに、比較検討するところは、どうしてもコストの部分は大きく、幾ら品質がよくてもコストが高かったら、多少の技術的なメリットがあったとしても安いほうを選んでしまうという話になります。今後、御社においてもいろいろ研究していただいて、いかにコストを下げていくかというところは、今後の新エネの導入という意味では非常に大きな課題です。これは日本に限った話ではなく、世界でも同じことだと思いますので、いかにコストを下げていけるかというところが、多分大きな注目点になるのではないかと考えていますので、その点にも今後注力していただければ、欧州でもプレゼンスを発揮できるでしょうし、欧州からアジア圏、米中圏でも、新エネ導入は加速化していく話ですので、今後も期待していきたいと思えます。ぜひよろしくをお願いします。

ありがとうございました。

【中島分科会長代理】 本日はありがとうございました。詳しいご説明、大変参考になりました。

MMC 変換器のところは、電力損失の従来型の 2 レベル変換器に比べて、これだけ電力損失が下がりますということ、それが、ひいては、地球温暖化の効果のガスがこれだけ低減しますということについて、はっきり明快なご説明がございました。

技術力での国際競争をどうしていくかという話も、資料の中ですとか、あるいは、こうして質疑をさせていただいた中での補助説明の中で、やはり非常に明快になったと思います。

そういう意味では、今回の NEDO の事業は、所期の成果がはっきり上げられていたのではないかなと私は思います。

今後の実際的な案件を受注するという、営業力のほうは、NEDO の枠組みを超えた、東芝さんの自助努力に任せるところが多いですけれども、今回の NEDO の成果ですとか、国内の電力会社に納入した高信頼度な直流連系設備の実績、これらをぜひ PR していただいて、欧州の案件も取ってもらえればと思います。

欧州といっても、やはり今橋頭堡を築いているイタリアを足がかりにしていくのがやはり自然な流れではないかと思えます。ぜひ SACOI 直流連系の更新ですとか、あるいは、今後の国際連系の地点に、東芝さんのほうから受注ができるようなところが現れればとぜひ期待しております。頑張ってください。

ありがとうございました。

【餘利野分科会長】 ありがとうございます。

今回は非常に大きな成果が得られたと思います。

まず事業の位置付けとか、必要性とか、そういった部分に関しては、東芝さんだけではなくて、日本のメーカー全体に言えることですが、やはり海外展開で、今課題を抱えているというのが現状だと思います。そういった中で、この事業でイタリアに焦点を当てて、それで新規受注につながり、1 つ足がかりをつかったということは、やはり非常に大きな成果であると思います。そういう意味で、非常に成果の得られたプロジェクトであったと思います。

MOU の締結から ID 締結まで少し時間を要したというところはあったかと思うのですが、当初の目的は全て達成できているし、それから、相手国との関係の構築とか、実施体制の構築とか、いろんな意味で適切であったのだらうと思います。事業内容についても、実証事業がきっちり計画どおりにできて、成果が得られたということは、非常に意義があったと思います。

それで、東芝独自の、特にMMC技術をデモできたということで、コスト的な課題はこれから解決していくということですので、ぜひ、この技術を今後いろいろな場所でプレゼンテーションしながら、相手国と一緒に、例えば、論文を書くとか、そういうことをやりながら、いわゆる盟友関係を構築してほしいと思います。そういうことをやりながら、ほかの海外メーカーに比べて、高いプレゼンスを発揮できるように努めていただくと、事業もうまくいくのではないかなと期待する限りでございます。そういうことで、プロジェクト全体としては、非常に高い評価できると思いました。

最後に、本当に日本の電力の技術の中核を担う東芝さんとして、このプロジェクトを足がかりに飛躍していただきたいということと、それから、これは期待とお願いなのですが、国際的にプレゼンスを発揮できるような、そういう人材をぜひ育成していただきたいと思う次第でございます。以上です。

それでは、推進部長及び国際部長から一言ずつお願いいたします。

【石井部長】 省エネルギー部の石井でございます。今日は活発なご議論いただきまして、まことにありがとうございました。

本日いただきました様々なコメントでございますけれども、実施者のほうの今後の普及展開に向けての一助になるかと思っておりますので、引き続きご指導いただければと思います。

どうもありがとうございました。

【竹廣部長】 国際部長の竹廣でございます。長い時間、ありがとうございました。

今日ご指摘いただいた中で、必ずしも国際実証であるからといって、海外だけではなくて、国内にも普及していただくということは、その目的の中に当然含まれていますし、これから国際実証、逆に、日本の中ではチャレンジできない技術を海外で確立させて、それを日本の中にフィードバックさせていく。特に電力の分野に関しては、そういうケースというのは結構あるのではないかと考えていますので、決して我々、国内に普及すること自体を否定しているものでもなく、ぜひ、そういうところは普及をしていってもらえればなと思っております。

その上で、今日いただいたご質問というのが、多分、東芝への期待の部分が非常に大きくて、ぜひ、これをきっかけに海外に展開してほしいという、我々も同じ思いでおりますので、今回の成果を実証で終わらせることなく、この後、ビジネスにつなげていただくということで、我々としてできることは何かということも考えていきたいと思っております。

ありがとうございました。

【餘利野分科会長】 どうもありがとうございました。

以上で、議題7を終了させていただきます。

8. 今後の予定

9. 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 における制度評価・事業評価について
- 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 事業の詳細説明資料（非公開）
- 資料 7 事業原簿（公開）
- 資料 8 今後の予定

以 上

参考資料 2 評価の実施方法

NEDOにおける制度評価・事業評価について

1. NEDOにおける制度評価・事業評価の位置付けについて

NEDOは全ての事業について評価を実施することを定め、不断の業務改善に資するべく評価を実施しています。

評価は、事業の実施時期毎に事前評価、中間評価、事後評価及び追跡評価が行われます。

NEDOでは研究開発マネジメントサイクル（図1）の一翼を担うものとして制度評価・事業評価を位置付け、評価結果を被評価事業等の資源配分、事業計画等に適切に反映させることにより、事業の加速化、縮小、中止、見直し等を的確に実施し、技術開発内容やマネジメント等の改善、見直しを的確に行っていきます。

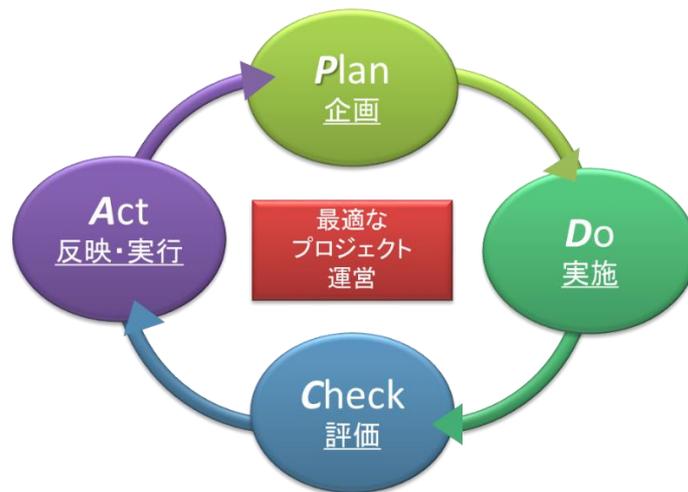


図1 研究開発マネジメントサイクル概念図

2. 評価の目的

NEDOでは、次の3つの目的のために評価を実施しています。

- (1) 業務の高度化等の自己改革を促進する。
- (2) 社会に対する説明責任を履行するとともに、経済・社会ニーズを取り込む。
- (3) 評価結果を資源配分に反映させ、資源の重点化及び業務の効率化を促進する。

3. 評価の共通原則

評価の実施に当たっては、次の5つの共通原則に従って行います。

- (1) 評価の透明性を確保するため、評価結果のみならず評価方法及び評価結果の反映状況を可能な限り被評価者及び社会に公表する。
- (2) 評価の明示性を確保するため、可能な限り被評価者と評価者の討議を奨励する。
- (3) 評価の実効性を確保するため、資源配分及び自己改革に反映しやすい評価方法を採用する。
- (4) 評価の中立性を確保するため、外部評価又は第三者評価のいずれかによって行う。
- (5) 評価の効率性を確保するため、研究開発等の必要な書類の整備及び不必要な評価作業の

重複の排除等に務める。

4. 制度評価・事業評価の実施体制

制度評価・事業評価については、図2に示す実施体制で評価を実施しています。

- ① 研究評価を統括する研究評価委員会をNEDO内に設置。
- ② 評価対象事業毎に当該技術の外部の専門家、有識者等を評価委員とした研究評価分科会を研究評価委員会の下に設置。
- ③ 同分科会にて評価対象事業の評価を行い、評価報告書が確定。
- ④ 研究評価委員会を経て理事長に報告。

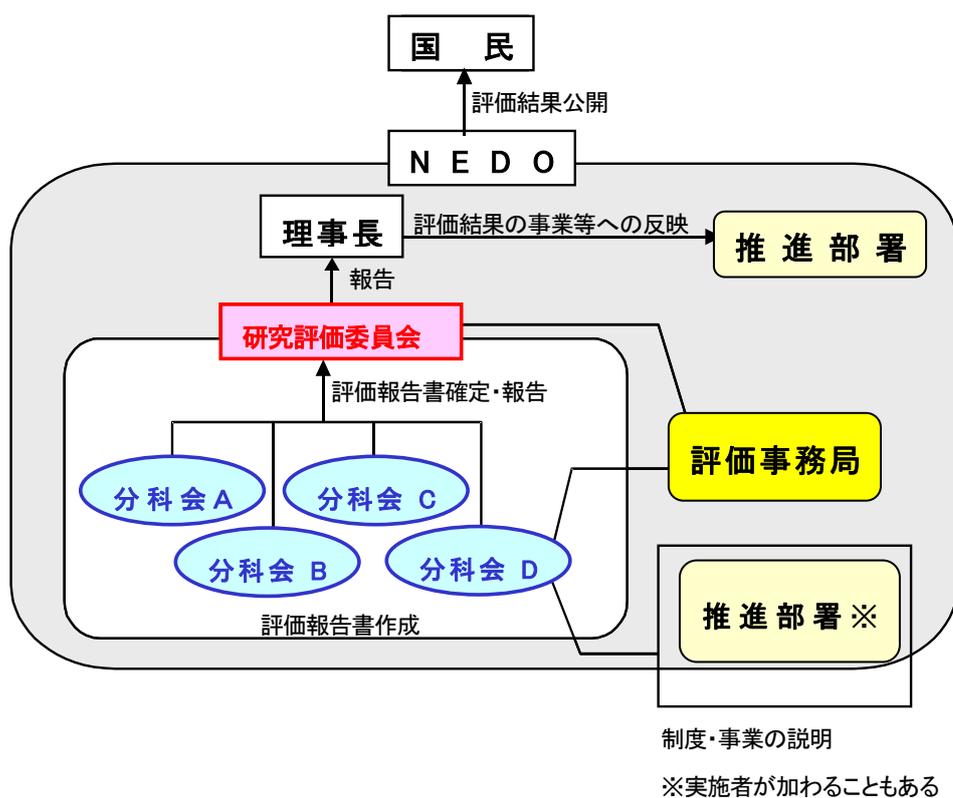


図2 評価の実施体制

5. 分科会委員

分科会は、対象技術の専門家、その他の有識者から構成する。

研究評価委員会「エネルギー消費の効率化等に資する我が国技術の国際実証事業／
直流送電システム向け自励式変換器の実証事業（イタリア）」
個別テーマ／事後評価に係る評価項目・基準

1. 事業の位置付け・必要性について

(1) 意義

- ・ 対象技術について、国際的な技術水準や競合技術の状況が適切に分析され、我が国が強みを有するといえるものであったか。

(2) 政策的必要性

- ・ 案件の発掘、実施可能性調査でのプロポーザル、実証での売り込みなどのフロー全体を通じて、我が国の省エネルギー、新エネルギー技術の普及が促進され、世界のエネルギー需給の緩和を通じた我が国のエネルギーセキュリティの確保に資するものであったか。また、温室効果ガスの排出削減に寄与するものであったか。
- ・ 当該フロー全体を通じて、インフラ・システム輸出や普及に繋がる見通しが立っていたか。
- ・ 同時期以前に同じ地域で、同じ技術の実証や事業展開がなされていなかったか。
- ・ 日本政府のインフラ・システム輸出推進等の政策の趣旨に合致していたか。
- ・ 対象国政府との政治・経済的な関係を考慮した効果的なアプローチとなっていたか。

(3) NEDO 関与の必要性

- ・ 民間活動のみでは改善できないものであること、又は公共性が高いことにより、公的資金による実施が必要とされるものであったか。とりわけ、技術的な不確実性の存在、普及展開を図る上での運転実績の蓄積、実証を通じた対象国における政策形成・支援の獲得など、実証という政策手段が有効であったか。
- ・ 採択時点で想定していた事業環境や政策状況に関する将来予測・仮定について、実証終了時点の状況との差異が生じた要因を分析した上で、採択時における将来予測・仮定の立て方が妥当であったか。また、将来予測・仮定の見極めにあたり今後どのような改善を図るべきか。

2. 実証事業マネジメントについて

(1) 相手国との関係構築の妥当性

- ・ 対象国と日本側との間で、適切な役割分担及び経費分担がされたか。
- ・ 対象国において、必要な資金負担が得られていたか。
- ・ 対象国における政府関係機関より、電力、通信、交通インフラ、土地確保等に関する必要な協力が得られたか。今後の発展に資する良好な関係が構築できたか。
- ・ 当該実証事業は、対象国における諸規制等に適合していたか。

(2) 実施体制の妥当性

- ・ 委託先と対象国のサイト企業との間で、実証事業の実施に関し協力体制が構築されたか。サイト企業は必要な技術力・資金力を有していたか。
- ・ 委託先は、実証事業の実現に向けた体制が確立できていたか。当該事業に係る実績や必要な設備、研究者等を有していたか。経営基盤は確立していたか。

(3) 事業内容・計画の妥当性

- ・ 実証事業の内容や計画は具体的かつ実現可能なものとなっていたか。想定された課題の解決に対する方針が明確になっていたか。
- ・ 委託対象経費について、費用項目や経費、金額規模は適切であったか。
- ・ 標準化の獲得が普及促進に資すると考えられる場合、標準化に向けた取組が適切に検討されていたか。
- ・ 事業の進捗状況を常に把握し、社会・経済の情勢の変化及び政策・技術動向に機敏かつ適切に対応していたか。

3. 実証事業成果について

(1) 事業内容・計画の達成状況と成果の意義（省エネ又は代エネ・CO2削減効果を含む）

- ・ 事業内容・計画目標を達成していたか。
- ・ 未達成の場合、達成できなかった原因が明らかで、かつ目標達成までの課題を把握し、この課題解決の方針が明確になっているなど、成果として評価できるものであったか。
- ・ 投入された予算に見合った成果が得られていたか。
- ・ 設定された事業内容・計画以外に成果があったか。
- ・ 実証事業に係る省エネ効果又は代エネ効果、CO2削減効果は妥当な水準であったか。

4. 事業成果の普及可能性

(1) 事業成果の競争力

- ・ 対象国やその他普及の可能性がある国において需要見込みがあるか。将来的に市場の拡大が期待できると考えられるか。（調査実績を例示できることが望ましい。）
- ・ 普及段階のコスト水準や採算性は妥当と考えられるか。また、実証事業終了後から普及段階に至るまでの計画は明確かつ妥当なものになっていると考えられるか。
- ・ 競合他者に対する強み・弱みの分析がなされているか。特に、競合他者に対して、単純な経済性だけでなく付加価値（品質・機能等）による差別化が認められるか。
- ・ 想定される事業リスク（信用リスク、流動性リスク、オペレーショナルリスク、規制リスク等）が棚卸されているか。その上で、これらリスクに係る回避策が適切に検討されているか。

(2) 普及体制

- ・ 営業、部材生産、建設、メンテナンスなどの役割分担毎に、技術提携や合弁会社の設立など、ビジネスを実施する上での体制が検討されているか。（既に現地パートナーとの連携実績がある、現地又は近隣地に普及展開のための拠点設置につき検討されていることが望ましい。）
- ・ 当該事業が委託先の事業ドメインに合致している、又は経営レベルでの意思決定が行われているか。

(3) ビジネスモデル

- ・ 対象国やその他普及の可能性がある国での普及に向けて、具体的かつ実現可能性の高いビジネスプランが検討されているか。
- ・ 対象国やその他普及の可能性がある国において、普及に資する営業活動・標準化活動が適切に検討されているか。
- ・ 日本企業が継続的に事業に関与できるスキームとなっていることが見込まれるか。
- ・ 標準化の獲得が普及促進に資すると考えられる場合、標準化を考慮したビジネスプランが検討されているか。

(4) 政策形成・支援措置

- ・ 対象国やその他普及の可能性がある国において、普及のために必要な政策形成・支援措置が検討されているか。

(5) 市場規模、省エネ又は代エネ効果・CO2削減効果

- ・ 2020年及び2030年時点における当該技術による市場規模、省エネ効果又は代エネ効果、CO2削減効果は妥当な水準となっているか。当該技術を導入することにより、経済性では測れない社会的・公共的な意義（インフラ整備等）があるか。

本評価報告書は、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）評価部が委員会の事務局として編集しています。

平成30年12月

NEDO 評価部

部長 保坂 尚子

主幹 上坂 真

担当 原 浩昭

*研究評価委員会に関する情報はNEDOのホームページに掲載しています。

(http://www.nedo.go.jp/introducing/iinkai/kenkyuu_index.html)

〒212-8554 神奈川県川崎市幸区大宮町1310番地

ミュージア川崎セントラルタワー20F

TEL 044-520-5161 FAX 044-520-5162