

「国際エネルギー消費効率化等技術・システム実証事業  
／独立電力系統地域における寒冷地気候に対応した風力  
発電システム実証事業（ロシア）」  
個別テーマ／事後評価報告書

平成29年3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	1-4
2. 2 実証事業マネジメントについて	1-6
2. 3 実証事業成果について	1-8
2. 4 事業成果の普及可能性	1-10
3. 評点結果	1-13
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、「国際エネルギー消費効率化等技術・システム実証事業」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、「国際エネルギー消費効率化等技術・システム実証事業／独立電力系統地域における寒冷地気候に対応した風力発電システム実証事業（ロシア）」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「国際エネルギー消費効率化等技術・システム実証事業／独立電力系統地域における寒冷地気候に対応した風力発電システム実証事業（ロシア）」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29年3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「国際エネルギー消費効率化等技術・システム実証事業／独立電力系統地域  
における寒冷地気候に対応した風力発電システム実証事業（ロシア）」  
個別テーマ／事後評価分科会

## 審議経過

### ● 分科会（平成29年2月6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
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、閉会

「国際エネルギー消費効率化等技術・システム実証事業／独立電力系統地域に  
おける寒冷地気候に対応した風力発電システム実証事業（ロシア）」

（事後評価）事業評価分科会委員名簿

（平成29年2月現在）

	氏名	所属、役職
分科会長	ながお とおる 永尾 徹	一般財団法人 新エネルギー財団 計画本部 国際 協力部長
分科会長 代理	ながた てつろう 永田 哲朗	名古屋大学大学院 環境学研究科 客員教授
委員	あさづま ゆきお 朝妻 幸雄	特定非営利活動法人 日口交流協会 副会長
	たむら しげる 田村 滋	明治大学 総合数理学部 ネットワークデザイン学 科 教授
	わけべ やすお 分部 恵生	東洋エンジニアリング株式会社 インフラ事業本部 インフラ営業本部 担当部長

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

ロシア極東地域の小規模独立系統における風力発電の導入可能性を検証した本事業は、対象とする市場と、それに適合するシステム開発の焦点が明確である。日露両国政府から地方政府、エネルギー事業者に至るまで、幅広い関係機関の協力を得て進められ、寒冷地における機器仕様、系統安定化、燃料・CO2削減などの技術的な諸課題については概ね目標を達成し、短期間に所期の成果を上げた。昨今の日露両政府による経済協力関係緊密化の動きを踏まえると時宜を得たものである。本事業は諸リスク等を考えると民間企業だけでは事業実施に踏み切るのが難しく、NEDO 事業のもとで技術及びロシア市場での実績と経験を有する企業が協力体制を組み、それぞれの企業が担当分野の役割を責任もって遂行したことにより、最終的に事業全体の成果に結びつけることが可能となった。

一方、大幅な為替レートの悪化により、今後の導入規模の拡大に向けては、現地生産などによる大幅なコスト削減や合理化・効率化を通じた事業採算性の確保が最大の課題となる。競争技術に対しては、信頼性、稼働率、維持費等を含めたライフサイクル評価などで競争に勝つアプローチ等が必要である。ロシアの公的組織に今回の成果の意義をアピールし、今後の普及に向けた支援体制構築の必要性を認識せしめることが望まれる。

### <総合評価>

- ・ロシア極東地域の小規模独立系統における風力発電の導入可能性を検証した本プロジェクトは、既製の300kW 中型風車をこの地域向けに改良・適合させることなどにより、特殊な気候・立地条件の下での風力発電導入及びCO2削減の可能性を模索したという観点からは、日本の風力発電産業のフロンティアを拡大したという先見性もあり、また昨今の日露両政府による経済協力関係緊密化の動きを踏まえば時宜を得たものと考えられる。今回の実証事業においては、寒冷地における機器仕様、系統安定化、燃料・CO2削減などの技術的な諸課題については概ね目標を達成している。
- ・対象とする市場と、それに適合するシステム開発の焦点が明確であり、両国政府からロシア地方政府、エネルギー事業者に至るまで、幅広い関係機関の協力を得て、短期間に所期の成果を上げた。また成果物は今後の本格的な事業化に於いて、他社の風力発電装置に対して高い競争力を持っている。
- ・事業としての意義や、実質的成果を確認すると、NEDO のリーダーシップによって当プロジェクトが滞りなく実施された意義は大きい。民間企業だけでは事業実施の際の資金負担や諸リスク等を考えると踏み切れないものがある。また、開始した後にも、遂行期間中に困難に直面して継続を断念せざるを得ないことも往々にしてあり得る。今回 NEDO の指導のもとで技術及びロシア市場での実績と経験を有する三社が協力体制を組んだこと、またそれぞれの企業が担当分野の役割を責任もって遂行したことが最終的に事業全体の成果に結びつけることができた所以であろう。極東地方におけるエネルギーの低価格による安定的な供給は、地域のインフラのみならず産業の活性化に資する。即ち産業振興→雇用創設→人口増加→地域の発展という好循環を生み出す梃子になる。これはプーチン政権が掲げる極東発展に寄与するものであり、日露両政府間で合意している日本による経済協力を大き

く前に進める。

- ・実証事業の計画と取組については、現地の事情を踏まえて適切に実施しており、適用した技術とシステムも的確で妥当であり、十分な成果が得られた。しかしながら、ビジネスモデルとしては、独立系統地域での、ディーゼル燃料の焚き減らしを狙った、熱電併給システムの適用であり、現地通貨ルーブルでのディーゼル燃料コストと、日本から輸出する風力発電システムの円貨のコスト差を狙ったものであるため、ルーブル安の為替の影響をダイレクトに受けてしまうことになり、普及に向けた採算は厳しい結果になっている。
- ・事業の位置付け・必要性、実証事業マネジメント、実証事業成果については、良いと考える。事業成果の普及可能性については、寒冷地仕様風車の他社製品との競争力、実証事業成果をそのまま適用できないサイトがあることによる市場規模の大きさ、為替変動による事業普及への影響の見通しが不明である。

#### <今後への提言>

- ・本案件を商業ベースのモデル事業としてスタートさせるとともに、今後想定通りの導入規模に拡大させていくためには、大幅なコスト削減や合理化・効率化を通じた事業採算性の確保が最大の課題となることは明らかである。日本の風力発電産業として新たな海外展開の領域を広げる意味からも、単に実証事業で終わらせることのないよう、現地生産化などによるコスト削減を含め各方面でのさらなる事業努力を期待したい。
- ・競合風車はその簡素な形態から来る、単純、軽量、安価という強力な競争力を持っている。それに対して本事業で開発した風車は、高い技術内容を持っているが、その反面、重い、高価、複雑なシステムであるので、信頼性、稼働率、維持費等を含めたライフサイクルで評価して競争に勝つアプローチが必要と考える。そのためには、本開発事業は終わっても、引き続きシステムの熟成、データ取得、改善を継続することが競争力強化、事業の本格的な展開に必要と思われる。
- ・今回は当該地点に焦点を絞り、機器選定・運転管理も含む最適なシステム設計がなされたものと理解するが、実証事業後のさらなる展開を視野に置いた場合には、地点ごとに異なる各種の自然条件（気温、風況、立地）、経済条件（ディーゼル油価格、電力価格）、負荷パターン（熱／電力比率、産業用／民生用比率、季節・時間帯変動）、既存インフラ（ディーゼル電源容量、系統容量）などに応じて最適なシステム設計を行うことが重要であり、それらにも弾力的な対応が可能でロシア側にも分かりやすい汎用化・パッケージ化の充実が望まれる。さらには、既存ディーゼル発電機のコージェネ化などによる熱利用や、蓄電池の併用などを含むトータルなエネルギー効率化の提案ができれば、日本企業の一層の技術発展や事業拡大に繋がるものと思われる。
- ・今後の導入拡大を実現させるには、まずは実証事業を成功させロシア側の信頼を得ることが重要であり、そのためには、建設時のコスト削減や資金の手当にとどまらず、現地における安定運転や補修計画などを着実に推進するための体制を早期に構築することが必要と思われる。その後は、今回の事業モデルが当該地域内の他の地点でも柔軟に適用できるような汎用化・パッケージ化を進めつつ、大量導入に向けたロシア側のコミットメントを

確保していくと同時に、後発の海外企業やロシア国内企業の参入を防止する上で、各種の契約関係や認証の整備、知財管理などにも万全を期すことが望まれる。

- ・今回の成果を活かして、今後独立系統地域への普及に努力することが重要である。RAO - V は今回の事業を実施するにあたって日本側が費用の大半を負担したことによって、今後も同様の期待を持つ可能性は排除できない。引き続き政府及び当該地方行政を巻き込んで、実証成果の意義と価値を十分理解せしめたいうえでロシア側にしっかり予算化させていくことが必要である。NEDO の主導で実施した独立電力系統地域における風力発電の導入及びマイクログリッドシステムによる効率化プロジェクトに対する肯定的評価は、当該独立電力系統地域だけでなく、今後の極東全域における導入の窓を開き、ロシア政府が志向する極東地方の経済の早期活性化につながるものであり、歓迎すべき成果である。NEDO は今後、トップダウンで動く傾向が強いロシアにおいて、連邦の省庁、即ちエネルギー省、経済発展省、極東発展省、極東大統領全権代表をはじめとする公的組織に今回の成果の意義をアピールして今後の普及と支援体制を組む必要性を認識せしめていく必要がある。
- ・ロシアでは再生可能エネルギーの開発については制度化、法制化が遅れているが、そのために予算化も不十分である。したがって、当該事業の成果の意義を認識せしめて極東地方における独立系統地域への日本の技術による風力発電の本格的導入につなげる努力を続けることが必要である。NEDO が今回のカムチャツカでの事業だけでなく、昨年末の首脳会談を契機に調印された経済協力に関する政府・民間による案件の中に、再生可能エネルギー源の開発に関する MOU への署名を交わしたこと、またルスギドロとも複数の協力事業実施について正式に確認したことは有意義であったが、今回の風力発電の実証事業の実行段階における経験を踏まえてこれらの新たな案件を一つ一つ実現に結び付けていくことが有用である。本プロジェクトは、日本政府からの提案によってロシア側と合意したロシア経済発展のための経済協力プラン 8 項目のうち、第 4 = エネルギー、第 5 = ロシアの産業多様化、第 6 = 極東における産業振興の三項目にまたがる重要事業と位置付けることができる。今後とも日本の技術における同様のビジネス拡大に向けて両国政府の公的な資金協力を得ていくことが望ましい。つまり、今回の成功はこれで完結ではなく、今後同様の事業を継続して成果を積み上げていくことが必要である。その意味でこれは最初の一步であるという認識を持つことが大事である。
- ・本事業はロシア側のニーズに合致していることより、事業普及に積極的に取り組むべきである。それと同時に、見通しが不明な部分に対し、更なる調査や検討を実施し、必要ならばビジネスモデルを修正し、本事業成果を活かすべきであると考えらる。
- ・市場規模は有望であり、現地の政策（補助金、FIT 等）の方向性が明確になれば、現地生産および現地 O&M 体制を整備することによって、実証事業と同等のシステムを大いに普及させていける可能性があると思われる。

## 2. 各論

### 2. 1 事業の位置づけ・必要性について

エネルギー問題が深刻なロシア極東地域の小規模独立系統における風力発電の導入可能性を検証した本事業は、営利企業単独での挑戦範囲を超えているため、公的資金の投入をはじめ、国家間の幅広い視点からの指揮、運営が必要である。対象国の公的機関の参画は本事業の成否を握る重要なポイントであり、相手国の幅広い機関の参画を引き出すにはNEDOの主導が不可欠であった。また、日本の風力発電産業のフロンティアを拡大したという先見性もあり、昨今の日露両政府による経済協力関係緊密化の動きを踏まえれば時宜を得たものであった。極東におけるエネルギーの効率化は日本の電力協力推進に繋がり、我が国のエネルギー・セキュリティに資するとともに、他国に比して普及度の低い日本国内の風力発電の普及促進に役立つことも期待される。

#### <肯定的意見>

- ・ロシア極東地域の小規模独立系統における風力発電の導入可能性を検証した本プロジェクトは、特殊な気候・立地条件の下での風力発電導入及びCO2削減の可能性を模索したという観点からは、日本の風力発電産業のフロンティアを拡大したという先見性もあり、また昨今の日露両政府による経済協力関係緊密化の動きを踏まえれば時宜を得たものとする。その実証にあたっては、既に実用化された汎用型の製品や技術は存在するものの、今回は特殊な地域への発展・応用となることから、民間商業ベースでは相当の開発リスクが予想されるため、NEDOが公的資金をもって関与することには合理的な根拠があるものと思われる。
- ・ロシアをはじめとする環境の厳しい過疎地のエネルギー問題は深刻であり、再生可能エネルギーの導入で解決する試みは適切であり、世界各地に於いて応用範囲は広いと考えられる。極寒地方、弱小電力系統に適した特殊なサイズの風力発電機を、高度な系統安定化技術を付加することで、競争力の高いシステムに仕上げた。環境条件が厳しくインフラも不十分なロシア過疎地における実証は、営利企業の挑戦範囲をはるかに超えており、公的資金の投入を始め、国家間の幅広い視点からの指揮、運営が不可欠であった。対象国の公的機関の参画は本事業の成否を握る重要なポイントであり、NEDOの主導無しでは相手国の幅広い機関の参画を引き出すことは困難であったと思われる。
- ・ロシアでは炭化水素エネルギー資源が豊富であるため、これまで火力発電に依存するあまり、再生可能エネルギーの普及に熱心ではなかった。NEDOのイニシャチブで実施ができた本プロジェクトは、今後の普及のための具体的な機会提供を行うとともに、電力独立系統地域における風力発電システムの普及、既存のディーゼル発電システムとのマクログリッドシステムを活用することによる独立系統地域における電力の効率的利用に役立つことを示し、その結果ロシア政府、地域行政にその有用性を認識せしめることとなる。そのうえで今後の当該技術の導入において日本への発注を引き出すための誘い水となる。現在ロシアでは約1700MWの風力発電を増強する計画があることから時宜を得たプロジェクトである。ロシアでは発電量は需要量を超えて、電力輸出国となっている。日本が懸案のサハリ

- ンからのエネルギーブリッジを実現するに際して、極東におけるエネルギーの一層の効率化は日本との電力協力の推進につながり、ひいては我が国のエネルギー・セキュリティに資する。日本では風力発電の普及度は他国に比して低い。ため、派生的な効果として、今後の国内での普及のために実証研究を重ねて国内での普及に役立てることが可能となる。
- ・従来ディーゼル燃料を用いて発電していたロシアの独立電力系統に対し、CO2削減と燃料費削減とのニーズに対し、我が国の新エネルギー技術が適用され、温室効果ガス削減に寄与するものであることから、本事業の位置付けは重要であると考え。本事業を実施する際には、ロシア国政府、地方政府、電力会社の理解・協力が必須であることから、NEDOが関与することは必要であったと考える。
  - ・風力発電の普及及びそのための当該プロジェクトの実施は、日露間経済協力プログラム8項目のうち、第4（エネルギー）、第5（ロシアの産業多様化・生産性向上）、第6（極東の産業振興・輸出基地化）といった多岐にまたがる重要な事業として位置付けられ、今後ロシア政府に対してその重要性と日本の協力を一層アピールするべきである。
  - ・「電気ヒーターを用いて系統安定化を図る」というアイデアは、現地の事情に即した適切なアプローチだったといえる。事業スキームとして、一義的には「ディーゼル発電燃料の焚き減らし」を狙っており、温室効果ガスの排出削減に寄与するものである。インフラ・システム輸出の可能性についても、一定の成果が得られたと思われる。対象国に対しては、実証して見せることが最も効果的である一方、民間だけでは、実証施設を現地に建設することは不可能であることから、NEDOの関与は、非常に有意義であったと考えられる。

## 2. 2 実証事業マネジメントについて

事業は相手国の中央政府、地方政府、事業者等の権限と責任を持った機関、企業の全面的協力と参画を得て実施し、本事業の円滑な遂行と、本事業終了後の事業展開に対して活用できる体制を構築しており、日本とロシア側の役割分担も適切であった。日本側の実施体制においても、各専門技術を有する企業と現地のネットワークを有する商社との体制は、実証事業および今後の普及可能性の観点から妥当であった。実証事業予算に関しても、当初の予算の範囲内で実施され、適切であった。

一方、風車仕様の認証・標準化、データ開示、秘密保持、特許取得などについては、適切な対価を前提として、必要な手続きを確実に進めることが期待される。

### <肯定的意見>

- ・事業は相手国の中央政府、地方政府、事業者等の権限と責任を持った機関、企業の全面的協力と参画を得て実施し、本事業の円滑な遂行のみならず、本事業終了後の事業展開に対して活用できる体制を構築した。相手国の中央政府から現地の実施者まで、有効で妥当な実施体制を構築した。その体制を通じて現地機関の強みを生かした体制と役割分担が設定されて、適切な協力が得られている。事業を実施した委託先の能力、体制は本事業を短期間に完成する為に十分なものであった。事業の内容とそれを実施する計画は適切であった。
- ・日本からの風力発電システムおよび系統安定化システム提供と、ロシア側の建設用地の確保など、日本とロシア側の役割分担は適切であったと考える。日本側の実施体制においても、各専門技術を有する企業と現地のネットワークを有する商社との体制は、実証事業および今後の普及可能性の観点から適切であったと考える。実証事業予算は、当初の予算の範囲内で実施されており、適切であったと考える。
- ・両国の金銭的な分担比率は必ずしも明確に公表されていないが、実証事業の分担項目を見る限りそれぞれの特性を生かし概ね妥当な役割分担が行われていたものと理解する。今後導入拡大の段階に進んだ場合には、日露間の協力事業として進める旨のロシア側のコミットメントを確保していくことが重要と思われる。
- ・実施体制は日本側及びロシア側共に妥当であると判断する。ロシアで事業を実施するにあたって政府及び公的組織には最初から当事者として関与してもらうことが円滑な実施及び、万一問題が生じた場合を想定したリスクを削減することにつながる。その意味で本件では最初からロシア政府、カムチャツカ地方行政が関与してその支援を得ることができたことは重要であり正しい。少なくとも政府、行政から事業の実施において障害となる諸規制を克服するために有意義であるが、今回は最初からそうしたことを踏まえて準備できていたと理解される。一般にロシア側の事業実施相手はプロジェクトの政治的意義よりも事業の利益性を最重視する傾向が強い。また地域の行政からの支援を得ることは容易でない。事業実施において、現場でいろいろな困難に遭遇したのではないかとと思われるが、それらを一つ一つ克服して実現し、成果に結びつけたことは今後の同様事業の推進に必ず役に立つであろう。

- ・対象国の状況と関係性については、的確であったといえる。実施体制や事業内容、計画も妥当であった。

#### <改善すべき点>

- ・今後の市場を押さえるための標準化の取組について明確に見えていない。実証期間が1シーズン（1年）のみで、厳しい環境条件下の実証としては短く、信頼性、耐久性、総合的な評価のためには事業終了後も継続運転を行い、これを通じてデータ取得を続ける必要がある。
- ・実証機の建設時にはそれなりの協力関係が築かれたとしても、その後の運転管理や補修計画の着実な実施が事業の成否を大きく左右することから、日本側からの支援体制に万全を期すとともに、ロシア側で早く自主運用ができるような展開を期待したい。一方、実証事業とはいえ、通常の商業ベースで締結される運転性能保証、保守管理、保険などの契約に加え、風車仕様の認証、データ開示、秘密保持、特許取得などに関わる必要な手続きがあれば、適切な対価を前提として確実に進めることが望まれる。
- ・今回はロシア独立系統電力地域及び寒冷地での実際のオペレーションとその効果の実証のためのトライアルであり、日本側が今後の同国における普及によるビジネスを見込む意味があるため日本側の負担が大きいことは認めるが、今後の実施にあたっては受益者となるロシア側とはEPCベースでのロシア側負担に基づく契約が望ましい。ロシアではパートナーによって、取組姿勢や推進の方法などが異なることが多い。従って1回、2回の経験が今後ともそのまま生きてくるとは限らない。今後RAOV(RAO東エネルギー・システム)に限定することなく他のパートナー、例えばRAO UES、RUSGIRO(RAOVの親会社)との取組の可能性も追求していくことが望ましい。
- ・「電気ヒーターが有効ではない地域」では、「蓄電池を組み合わせる必要」が生じるが、その際の展開方策の検討を要する。対象風車の技術に、寒冷地仕様が挙げられるが、他の追随を許さないほどの強みを有するとは考え難い。

## 2. 3 実証事業成果について

風車仕様の寒冷地化対応、系統安定化、燃料削減効果など、本事業が検証しようとしていた技術面での主要課題については、当初の目標を概ね達成している。風車単体でなく、電力制御を含めたシステム開発と位置づけて開発することで強い競争力を示すことができた。ディーゼル価格が輸送上非常に高い寒冷地の小規模系統において、風力発電の導入を可能とする一つのビジネスモデルが確認でき、今後の風力発電の普及の可能性に道を開いたという意味で予算投入効果は大きいと考えられる。また、エネルギー分野での経済協力は日露双方の貿易額の増加にも繋がると期待できる点は、事業内容以外の成果として認めることができる。

一方、実証試験期間中に外気温がマイナス 30℃以下にならなかったために実環境下での確認ができない項目があったのは残念であった。

### <肯定的意見>

- ・風車仕様の寒冷地化対応、系統安定化、燃料削減効果など、本事業が検証しようとしていた技術面での主要課題については、当初の目標を概ね達成している。ディーゼル価格が輸送の問題から非常に高い寒冷地の小規模系統において、風力発電の導入を可能とする一つのビジネスモデルの可能性が確認できたものとする。
- ・所期の目標を達成した。耐寒レベルの異なった3種類のシステムを開発、実証したことは適用市場、地域の拡大に効果的である。世界的に規模、用途で先行し競合している風車は1機種あり、世界各地で相当数使用されており、本事業で開発した風車の強力なコンペティターであるが、今回の事業を通じて耐寒性能、系統安定化システムを付加することで、風車単体ではなく、電力制御を含めたシステム開発と位置づけて開発することで強い競争力を得た。
- ・事業の目標を達成できたと評価する。ただしCO2削減効果についての総合評価は今回の事業が小規模であったことから困難であるが、焚き減らし効果が実証されたことから省エネ、代エネ効果は間違いない。事業内容は期初の達成目標を達成できたと評価する。予算に成果が見合っているかどうかは当該事業としては妥当性の判断が困難であるが、効果の実証を成功裏に実現できたということが、即ち今後の風力発電の普及の可能性に道を開いたという意味で予算投入効果は大きい。従って総合的に予算投入は肯定的に判断できる。ロシアとの経済協力の推進のための地ならし的な意義が大きい。即ち昨年末プーチン大統領訪日の際に68件の民間経済協力合意書(MOU)が署名されたが、その中でも本件は重要な位置を占めるプロジェクトであったと評価する。68件の大半がMOUであり今後の実施の意向の確認である中で、本件はすでに実行に入っている具体的な日露協力の実現という点でも意義がある。またロシアから見て日本との貿易額はわずか4%にとどまっているが、これはポテンシャルに比して非常に小さい。そのためにも、今後のエネルギー分野での双方の経済協力は貿易額の増加にもつながる点で有意義である。これらは事業内容以外の成果として認めることができる。

- ・実証事業による燃料削減効果は当初の予想レベルにあることより、燃料削減効果の計画を達成していると考ええる。実証事業より寒冷地仕様風車の要求性能が確認されていること、系統安定化システムの設計の妥当性が確認されていることにより、事業計画を達成していると考ええる。
- ・寒冷地仕様の風車を3タイプ製造・設置し、それぞれの性能を確認した。燃料削減効果は、想定を上回る成果を得た。系統安定化システムの有効性が確認できた。

#### <改善すべき点>

- ・実証試験期間中に、外気温がマイナス 30℃以下にならなかったため、実環境下での確認ができない項目があったのは残念。
- ・実証事業は風力発電システム+系統安定化システム（電気ヒーターを使用）で実施している。しかし、今後のロシアの市場においては系統安定化システムとして蓄電池を導入する必要があるサイトもあることから、たとえ蓄電池を実証事業で使用しなかったとしても、蓄電池を使用した場合の蓄電池の最低必要導入量や系統安定化システムの効果などのシミュレーションを、普及可能性評価のために本実証事業の中で実施すべきであったと考える。

## 2. 4 事業成果の普及可能性

寒冷地における展開という意味で、今回の実証成果は、独立系統地域だけでなくロシア全域への風力発電の可能性を示唆するものである。風車システムのコストダウンのために現地生産も視野に入れ、コスト競争下での普及に向けた検討がなされている。また、現地のネットワークを持つ商社が体制に加わり、極東地域における風力発電の候補地を公表して導入に前向きな RAOV (RAO Energy System of the East 社) との信頼関係を築きつつあり、今後さらに密接な協力体制が構築されていくことが期待される。

一方、大幅な為替レートの悪化で、本格的事業化における収益と他のエネルギー源に対する競争力の確保、維持は容易ではない。普及に向けては、決め手はコストダウンであり、風力発電機器の現地生産化および現地 O&M 体制の確立が必須と考えられるが、具現化のための方策がまだ十分とはいえない。また、現地生産だけでは限りがあるため、現在のシステムを信頼性、耐久性、性能を維持したまま、設計・製造の簡素化、建設の容易化等、抜本的な改修も視野に入れることも必要である。知財面での管理・防衛策にも一層留意することが望まれる。

### <肯定的意見>

- ・極東地域における風力発電の候補地を公表し、導入にも前向きな RAOV との信頼関係が築かれつつあり、今後より密接な協力体制を構築していくことが期待される。もし、ある程度まとまった導入量が確保されるのであれば、量産効果による事業コスト削減の可能性もある。また、風車の規模を 300kW という中型機に特化することにより、これまで培われてきた技術や経験をベースとして、寒冷地向けの新たな事業モデルに発展させている。
- ・対象地域、開発システムとその適合性はよく考えて設計されており、競争を排して高い競争力を持っている。本開発で構築した我が国及び対象国における事業支援、実施組織は両国政府から実行企業までの幅広いもので、今後のビジネスの拡張に有効に活用できるものである。対象国の助成、補助制度を上手に活用している。
- ・RAOV 社が風力発電の設置に関する 35 プロジェクトを公表していることに鑑み、今回の実証事業の成果は今後の同社のプロジェクトの実施に際して楔を打ち込むことができた。我が国は競争する他国の企業が今回のような実証事業を実施していない点をとっても明らかに有利となる。今回の事業を通じて築かれたであろう RAOV との関係を大事にして次のビジネスにつなげることが重要である。寒冷地における展開という意味で今回の実証成果は独立系統地域だけでなくロシア全域への風力発電の可能性を示唆するものであり、その中でも今回極寒地での立証はシベリア、北西管区などで適用が可能であり将来的に普及の可能性を開くものでもある。
- ・RAOV 社による肯定的評価を正式に取得することが極めて望ましい。今回の成果を踏まえて独立系統電力地域における今後の普及体制のプログラムをできるだけ早急に作成し、行動を開始することが望ましい。
- ・ロシア極東の市場規模が調査されており、普及可能性があることが示されている。風車システムのコストダウンのために現地生産も視野に入れており、コスト競争下での普及に向

けた検討がされている。現地のネットワークを持つ商社が体制に加わっていることから、幅広い事業成果の普及が期待できる。

- ・対象国には、独立系統地域が多数あり、設備容量的には、今回実証を行った風車が最適であり、競合他社は寒冷地仕様を有しないため、事業環境としては、普及が大いに期待できる状況にある。競合分析とリスク対策を実施しており、対応方針も明確になっている。ディーゼル燃料使用時に支給される政府補助金制度があり、風車での発電コストがディーゼル発電コストを下回れば、有効に活用できる。市場規模としては、有望である。

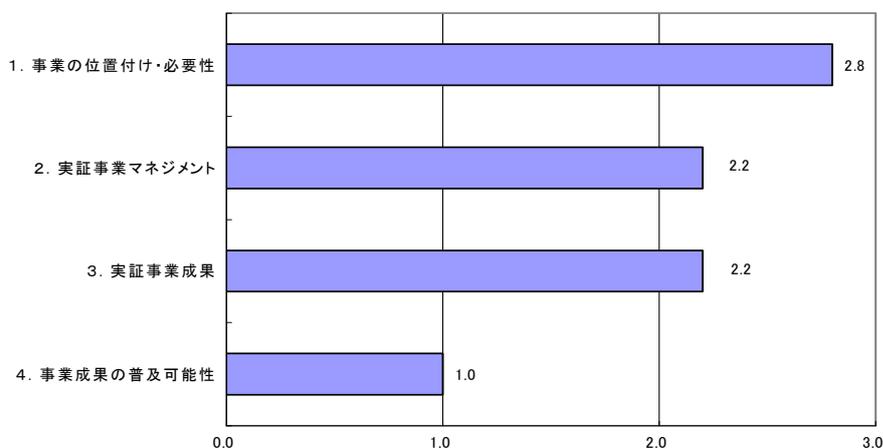
#### 〈改善すべき点〉

- ・大幅な為替レートの悪化で、本格的事業化における収益と他のエネルギー源に対する競争力の確保、維持は容易ではないと思われる。決め手はコストダウンであるが、現地生産だけでは限りがあり、かつ日本企業のメリットも少ないため、現在のシステムを信頼性、耐久性、性能を維持したままの、設計・製造の簡素化、建設の容易化等の、抜本的な改修も視野に入れることが必要。
- ・所期の目標は達成したが、開発中に発生した想定外の為替レートの悪化のため、他のエネルギー源に対する価格競争力が低下した。本事業で完成したシステムは、環境保護、温暖化ガスの削減、独立電源の多様化等の多くの長を有しており、今後の普及拡大が期待されるが、費用削減に有効な、設計、製造、輸送、建設、維持他の幅広い領域について、今後の努力を期待する。
- ・現行のルーブル／円の為替レート水準を前提とすれば、300kW 風車 1 基と系統安定化システムの標準価格 1.5 億円の想定に基づく限り、商業ベースでの事業採算ラインを十分クリアしているとは言い難いことから、今後は公的資金の導入および民間の資金調達を可能にするような水準を目指し、大幅なコスト削減や合理化・効率化を進めることが不可欠である。一つの解決策として風力発電機器の現地生産化が挙げられているが、具体的な見通しはまだ明らかではない。また、日本以外の外国企業やロシアの国内企業による後発の参入を防ぐためにも、コスト削減に加え、知財面での管理・防衛策にも一層留意することが望まれる。
- ・寒冷地仕様風車の普及可能性においては、開発・実証した製品の他社製品とのコスト競争力や技術競争力の比較が最も重要であるが、この競争力の見通しが不明である。また、今回開発した寒冷地仕様風車の今後の市場シェアを 100%と想定しているが、この見通しも不明である。ロシアの今後の実施見込みサイトでは蓄電池を導入する必要があるとの調査結果であるが、蓄電池のコストは高いため、蓄電池を導入した場合のロシア側のメリットが不明である。すなわち、蓄電池を導入する必要があるサイトに普及されるかどうかの見通しが不明である。ルーブル為替により事業の経済性が変化する。為替の最悪シナリオにおいてシステムの最大コストダウンで事業の経済性がどのようになるかなどの検討が行われていなく、したがってコストダウンの目標値がないことに事業普及への不安を感じる。
- ・寒冷地仕様には、競合他社の追随を許さないほどの特殊性はないが、対象国に競合他社が参入を果たす前に、迅速に現地体制を確立して、普及に取り組むことができれば、勝機が

あると思われる。普及のためには、現地生産体制および現地 O&M 体制の確立が不可欠だが、まだ未整備である。ビジネスモデルとしては、ディーゼル発電と風力発電とのコスト差を前提にしているため、為替（ルーブル）の影響が大きく、事業開始当初の 3.5 円/ルーブルならば成立するものが、1.8 円/ルーブルでは厳しくなってしまう。そのため、普及に向けては、現地生産および現地 O&M 体制の確立が必須と考えられるが、まだ検討段階であり、具現化のための方策が不足している。現地での FIT 制度の制定が望まれる。

- ・「大幅なルーブル安」という、予見が難しい事業環境の変化に見舞われたため、将来のビジネスプランについては、「現地生産」という未知の要素が成否を握ることになると考えられる。

### 3. 評点結果



平均値

評価項目	平均値	素点 (注)				
		A	A	A	A	B
1. 事業の位置付け・必要性について	2.8	A	A	A	A	B
2. 実証事業マネジメントについて	2.2	B	B	A	B	B
3. 実証事業成果について	2.2	B	B	A	B	B
4. 事業成果の普及可能性	1.0	B	C	B	D	D

(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。

「国際エネルギー消費効率化等技術・システム実証事業  
/独立電力系統地域における寒冷地気候に対応した  
風力発電システム実証」

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 新エネルギー部、国際部
-----	--

—目次—

本紙	I-3
用語集	I-9

事業名	国際エネルギー消費効率化等技術・システム実証事業		
実証テーマ名	独立電力系統地域における寒冷地気候に対応した風力発電システム実証事業	プロジェクト番号	P93050
担当推進部／PM、PTメンバー	新エネルギー部 大西康志(PM)、伊藤正治、梯昌二(平成 27 年 10 月から)、佐々木淳(平成 28 年 5 月末まで)、 国際部 幸本和明(SPM)、酒井文嗣(平成 27 年 1 月から)、山田芳靖(平成 26 年 12 月末まで)		

## 1. 事業の概要

(1) 概要	<p>ロシアの極東地域には、電力供給を小規模なディーゼル発電機に依存する独立系統地域が約 5,300 も存在しており、燃料輸送費のために発電コストが極めて割高な上、悪天候が継続すれば、燃料・電力供給に支障をきたすおそれがあるなど、エネルギーセキュリティ面でリスクを抱えている。</p> <p>また、電力価格を他地域と同等に維持するための政策措置を執る地方政府は、大きな財政負担を余儀なくされている。</p> <p>更に、ディーゼル発電機の場合、CO2 の排出を含め環境面でも課題を有する。</p> <p>風力発電システムは、ディーゼル燃料の焚き減らし等が期待される反面、寒冷地かつ独立系統に属する当地での利用については、風力発電に係る寒冷地対策や系統連系の安定化に係る技術的な制約がある。</p> <p>本事業では、①風力発電に係る寒冷地対策技術及び②容量の小さな独立電力系統に風力発電機を連系するためのシステム技術を確立することを目的に、寒冷地気候条件の下、独立電力系統地域において風力発電システム実証事業を実施する。</p>
(2) 目標	<p>ロシア極東のカムチャツカ地方において、独立電力系統に寒冷地気候に対応した風力発電機(300kW、3 基)と系統安定化システム(既存ディーゼル発電設備と風車との連系及び熱供給利用)を導入し、風力発電機の寒冷地対策技術と効率的なシステム運用を実証・評価して、当該技術の普及に向けた取り組みを検討する。</p> <p>実証項目の具体的内容は以下の通り。</p> <p><u>実証項目①: 風車適正出力確認</u> (目標) ・発電出力に必要な風車運転データの取得と、適正な発電出力を確認すること。 (選定根拠) ・寒冷地気候に設置した風車が適正に発電出力しているのかを確認する必要があるため。</p> <p><u>実証項目②: 風車温度管理</u> (目標) ・低温域において風車の温度管理が正しく行われること。 (選定根拠) ・風車を構成する機器の低温域での安全性・健全性を確保するため、想定した温度管理が適正に行われているのを確認する必要があるため。</p> <p><u>実証項目③: 低温運転制御</u> (目標) ・低温域において風車の安全運転が確保できること。 (選定根拠) ・外気温が低温になると空気密度が高くなり、風車機械部品への負荷増大が懸念される。低温運転時の機械部品保護のために設定した外気温(-15℃～-30℃)に比例して出力抑制する制御機能の有効性を確認する必要があるため。</p>

**実証項目④: 着氷・着雪検出**

(目標)

・着氷・着雪時に風車の安全が確保できること。

(選定根拠)

・ブレードの着氷・着雪による空力特性の変化により、ブレード、増速機、タワーへの動的荷重の増加、耐用年数の低下が予測されることから、寒冷地仕様として採用したブレード塗料の効果、およびと着氷・着雪時の風車停止制御機能の有効性を確認する必要があるため。

**実証項目⑤: タイプ別風車適合性**

(目標)

・タイプ別風車の寒冷地適合性を確認すること。

(選定根拠)

・今後の寒冷地域での普及活動を想定して、 $-40^{\circ}\text{C}$ 以下、 $-30^{\circ}\text{C}$ 以下の発生時間、発生日数、低温停止からの風車起動回数を想定して、寒冷地仕様3タイプの風車の低温待機時の風車補機電力消費電力量をシミュレーションすることでタイプ別の経済性を確認する必要があるため。

**実証項目⑥: 系統安定化システム**

(目標)

・電気ヒーターによる系統安定化制御(冬期)、発電出力抑制による系統安定化制御(夏期)を確認すること。

(選定根拠)

・寒冷地の地域熱供給施設のボイラー設備に併設した電気ヒーターの連続制御による系統安定化システムの効果、有効性の確認が必要であるため。

**実証項目⑦: CMS(コンディション・モニタリング・システム)**

(目標)

・遠隔地風車の保全管理をリモートで行うこと。

(選定根拠)

・寒冷地に設置した風車における駆動系の稼働特性を把握し、冬期の管理・保全の難しい地域を想定した予防的な維持管理に活用するための有効性の確認が必要であるため。

**実証項目⑧: 燃料削減率**

(目標)

・実証における燃料削減率を計算し成果を確認すること。

(選定根拠)

・今後の普及活動を想定して、ディーゼル燃料削減率、削減量を算出して、発電コスト水準や採算性の試算に活用するため。

(3)内容・計画	主な実施事項	H26fy	H27fy	H28fy	
	① 風車設計、製作、テスト	→	→		
	② 系統安定化機器設計、製作、テスト		→		
	③ 機器輸送	→	→		
	④ 風車建設、試運転	→	→		
	⑤ 系統安定化機器据付、試運転		→		
	⑥ 実証・評価(風車+系統安定化)			→	→
(4)予算 (単位:百万円) 契約種類: (委託)	会計・勘定	H26fy	H27fy	H28fy	総額
	特別会計(需給)	430	733	28	1,191
	総予算額	430	733	28	1,191
(5)実施体制	MOU 締結先	カムチャツカ地方政府、RAO Energy System of the East 社(RAOV 社)			
	委託先	株式会社駒井ハルテック、富士電機株式会社、三井物産株式会社			
	実施サイト企業	Mobile Energy 社			

## 2. 事業の成果

各実証項目に対する目標と成果を下記に記載する。

### 実証項目①: 風車適正出力確認

(目標)

・発電出力に必要な風車運転データの取得と、適正な発電出力を確認すること。

(成果)

・風車の運転データを監視することで稼働率 95%以上を確保し、発電出力は過去の実績値に基づく発電出力(パワーカーブ)と比較して適正であることを確認できた。

### 実証項目②: 風車温度管理

(目標)

・低温域において風車の温度管理が正しく行われること。

(成果)

・寒冷地仕様としてナセル内に追加したファンヒーター、ナセルカバーの断熱材の効果により運転可能温度(-15℃)を下まわらないことを確認した。

### 実証項目③: 低温運転制御

(目標)

・低温域において風車の安全運転が確保できること。

(成果)

・低温時の空気密度の増大を考慮した外気温が-15℃以下となった場合での風車への負荷低減のための最大出力抑制制御の適正な動作を確認できた。

・同様に、外気温-30℃以下での運転停止制御については、実証期間中に-30℃以下の外気温が出現しなかったことから、設定値を-20℃に変更した上で、外気温が-20℃以下となった場合の運転制御の適正な動作を確認した。

**実証項目④: 着氷・着雪検出**

(目標)

・着氷・着雪時に風車の適正な停止が確認できること。

(成果)

・着氷・着雪の可能性が高い気象条件下での風車停止制御の適正な動作を確認できた。

・ブレードの塗装性能により、実証期間中にはブレードの着氷・着雪の発生は無かった。ブレードの着氷・着雪による振動での風車停止制御の適正な動作は未確認であるが、ブレードにかかった荷重に起因する振動による風車停止制御の適正な動作を確認できた。

**実証項目⑤: タイプ別風車適合性**

(目標)

・タイプ別風車の寒冷地適合性を確認すること。

(成果)

・各寒冷地仕様 3 タイプについて、いずれも仕様に沿った適正な動作を確認した。

・3 タイプの補機の電力消費量を踏まえると、タイプ A は最低気温が $-30^{\circ}\text{C}$ 前後の地域、タイプ B は $-40^{\circ}\text{C}$ に達することのある地域、タイプ C は $-50^{\circ}\text{C}$ までの地域に適していることを明らかにした。

**実証項目⑥: 系統安定化システム**

(目標)

・冬期の電気ヒーターによる系統安定化制御、夏期の発電出力抑制による系統安定化制御を確認すること。

(成果)

・季節ごとの電力系統の特性を把握した。

・具体的には、冬季については、電気ヒーターによる系統安定化制御の実現とその効果、及び必要な電気ヒーター容量の定量化を達成した。

・また、夏季については、電気ヒーター停止期間における風車導入後の電力品質を評価した。評価結果より、風車の出力抑制制御のみで電力品質を維持できることを確認した。

**実証項目⑦: CMS(コンディション・モニタリング・システム)**

(目標)

・遠隔地風車の保全管理をリモートで行うこと。

(成果)

・設置した風車の保全管理を遠隔監視で行うことができた。実証期間中に異常の発生はなかった。

**実証項目⑧: 燃料削減率**

(目標)

・実証における燃料削減率を計算し成果を確認すること。

(成果)

・2012 年の事前調査時の想定値 7.2%であるのに対して、実証事業の結果を踏まえた通年の燃料削減率は 7.0%。実証特有の事由によるシステム停止を除くと燃料削減率は 7.6%となり、事前調査の想定値を上回った。

### 3. 実証成果の普及可能性

#### 【事業成果の競争力】

- ・ロシア極東では、独立系統地域が約 5,300 存在する。うち、RAOV 社は、風力発電システムの設置に関する 35 プロジェクト(合計容量 44.1MW、300kW 風車で 147 基に相当)を公表済み。日本企業と RAOV 社との間で、35 プロジェクトの中でも特に有望な 5 つのプロジェクトを特定できている。
- ・実証事業の成果を踏まえ、普及段階に想定される設備に係る初期費用や維持費を算定し、これに基づき発電単価を推計した。その上で、為替変動を考慮した上で、内部収益率(IRR)や投資回収年数を算定し、コスト水準や採算性の妥当性を確認した。普及に至るまでの計画についても、ロシア側事業者との間で具体的な議論を実施している。
- ・中型風車(300kW 級)に係る競合他社は限定され、かつロシア極東の温度条件下でも可能であること、更に独立系統との連系という点でも問題ないことを確認していることから、本技術に係わる競争力を有している。
- ・想定されるリスク(信用リスクやロシア側の規制変更等に関するリスク等)についても、輸出保険等の活用や政治情勢に関する情報収集等により、現時点で想定している範囲内では回避が可能と考えている。

#### 【普及体制】

- ・三井物産は、2016 年 12 月に、RAOV 社を完全子会社化した RusHydro 社との間で、風力発電システムの普及に向けた協力を進めていくことが合意されている。その上で、駒井ハルテックや富士電機も、Mobile Energy 社との間で、カムチャツカ地方のあるサイトを対象に、具体的な技術の導入に向けた検討を進めている。
- ・普及にあたっては、日本側は、ロシアの展示会(INNOPROM やヤクーツクで開催される再生可能エネルギーセミナー等)での出展・発表を通じ、プロモーションを行う。加えて、風力発電システムの設置に関して、ロシア側が主体的に進めるサイトの特定、風況調査、システム導入、メンテナンスに対して、日本側はサイトの条件、風況調査結果の解析、サイトに適したシステムの提供、メンテナンス要員の指導・派遣等を行う。

#### 【ビジネスモデル】

- ・風力発電システムの普及に向けて、現地生産化を含むコストダウンやファイナンス支援に関する RusHydro 社等との議論を開始している。
- ・また、本実証事業の成果や競合分析の結果を踏まえれば、ロシア極東における風力発電システムの普及に向けて、日本企業が継続的に関与できるスキームが構築できている。

#### 【政策形成・支援措置】

- ・ロシア中央政府における補助金や税額控除等の優遇措置について確認済み。加えて、カムチャツカ地方では、発電事業者が風力発電システムの導入により発電コストを引き下げることが、発電事業者にとって経済的インセンティブとなる制度が構築されている。
- ・2016 年 11 月に行われた日露エネルギーイニシアティブ協議会や同年 12 月に行われた日露ビジネス対話における安倍総理スピーチでは、日露間のエネルギー分野での協力に、再生可能エネルギーや風力発電が言及されるなど、本実証を通じて、日露間のエネルギー協力に風力発電が位置付けられるとともに、日本政府として、風力発電の普及に向けて取り組むことを意図している。

#### 【市場規模、省エネ・CO2 削減効果】

- ・RusHydro 社(RAOV 社)が策定した風力発電システムの設置に関する 35 プロジェクト(合計容量 44.1MW、300kW 風車で 147 基に相当)を基本に、2020 年及び 2030 年までに実現可能性が高いプロジェクトを特定済み。その上で、累積基数、累積年間発電量、燃料削減効果(代エネ効果)、CO2 削減効果を算定済み。

4. 省エネ効果・CO <sub>2</sub> 削減効果	実証事業段階	普及段階（2020）	普及段階（2030）
(1)省エネ効果による原油削減効果	- kL/年	- kL/年	- kL/年
(2)代エネ効果による原油削減効果	429kL/年	1,935kL/年	14,032kL/年
(3)温室効果ガス排出削減効果	1,367t-CO <sub>2</sub> /年	14,465t-CO <sub>2</sub> /年	104,868t-CO <sub>2</sub> /年
(4)我が国、対象国への便益	<p>ロシア極東でディーゼル発電に依存する独立電力系統において、風力発電システムの導入による発電コストの低減は、当地におけるエネルギーセキュリティの確保や地方政府における財政負担の軽減等の観点から、ロシア中央/地方政府にとって、極めて関心が高い課題である。他方、これまでロシア側も、風車導入に向けたいくつかの試みを進めてきたが、いずれも十分な効果が得られていないところである。</p> <p>このロシア側の強いニーズに対して、本実証事業により、カムチャツカを中心としたロシア極東での風力発電システムの普及に必要な技術を実証することができた。本技術については、ロシア側も高く評価しており、風力発電システムの普及のための素地が整ったといえる。</p> <p>二国間関係という点で言えば、本件は、日露首脳会談で議論された経済分野での8項目の協力プランのうち「エネルギー開発協力」に沿ったものである。</p> <p>本実証で確立した風力発電システムの普及展開を促進していくことは、ロシアにおけるエネルギー問題に大きく貢献することが期待できる。</p> <p>その上で、ロシアとのエネルギー分野での協力には、石油・天然ガス等のプロジェクトが進展しているところ、本実証事業の進展は、石油・天然ガスプロジェクトの進展にも寄与するものであり、ひいては我が国のエネルギー安全保障にも貢献していくことが期待される。</p> <p>また、本実証事業により、日本企業とロシア側企業との間で協業関係・信頼関係が構築され、日本の技術・システムの優れた点をロシア側関係者に高く訴求することができた。これにより、本実証成果である風力発電システムの普及を進め、我が国技術の海外展開による経済面での貢献も期待される。</p>		

## 用語集

用語	意味
ロシア極東地域	ロシア極東連邦管区に属する地域であり、沿海地方、ハバロフスク地方、サハ共和国、アムール州、サハリン州、カムチャツカ地方、ユダヤ自治州、マガダン州、チュコト自治管区から構成。
独立系統	独立系統とは大規模な電力系統とはつながっていない系統のこと。なお本文中に記載の独立電力系統の数(5,300)はロシア科学アカデミーシベリア支部エネルギーシステム研究所の報告(2011年)に基づく。
RAO Energy System of the East 社(RAOV 社)	東方エネルギーシステム社。ロシア極東における電力及び熱供給並びに代替エネルギーの開発を行う企業。発電容量は 9,047MW。熱供給量は 18,206Gcal/h。2016年12月に、RusHydro 社の完全子会社となる。
Mobile Energy 社	ロシア極東の独立電力系統において、電力供給を行う企業。最近は、独立系統に風力発電システムの導入に取り組む。累積発電容量は 17000kW。年間 10,500t のディーゼル燃料の削減を実現。
パワーカーブ	横軸に風速、縦軸に風車出力をとり、両者の関数関係を示す曲線又はプロットされたデータ群。
ナセル	水平軸風車において、タワーの上部に配置され、動力伝達装置、発電機、制御装置などを格納するもの、及びその内容物の総称。
ブレード	ロータを構成する回転翼。
増速機	ロータの回転速度よりも発電機の回転数が高い場合に、主軸の回転速度を増速して動力を伝達する装置。
タワー	風車ロータ、同略伝達装置、発電機などを地上から適切な高さに支持するための架台。
RusHydro 社	公開株式会社ルズギドロ。ロシア連邦政府が株式の 66.8%を所有するロシア最大規模の国営発電事業者。発電容量は 38.7GW。

## 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。

# 「独立電力系統地域における寒冷地気候に対応した 風力発電システム実証事業」(事後評価)

(2014年度～2016年度 3年間)

## 実証テーマ概要 (公開)

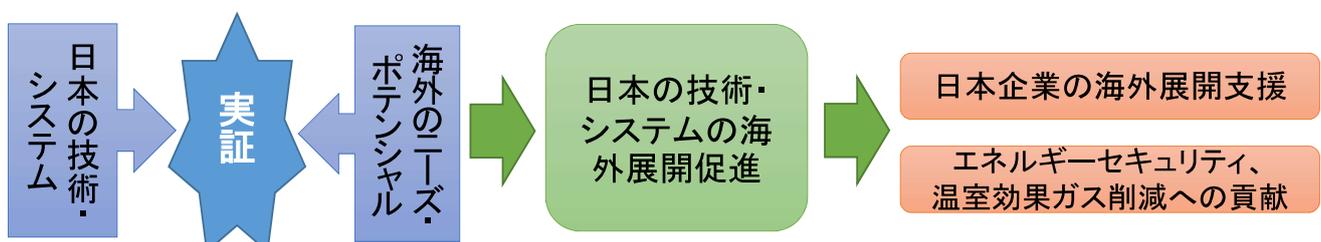
NEDOロシア風力プロジェクトチーム(新エネルギー部・国際部)  
事業者名/株式会社駒井ハルテック、富士電機株式会社、三井物産株式会社

2017年2月6日

### ✓ 「国際エネルギー消費効率化等技術・システム実証事業」の 事業目的について

- ① 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、海外の環境下にて技術・システムの有効性を実証し、民間企業による技術・システムの普及につなげる。
- ② これにより、海外で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



# 1. 事業の位置付け・必要性(意義)

## ◆ 実証の目的・意義

### 日本の技術

- 中型風車(300kW級)に関する技術
- 小規模独立システムにおけるマイクログリッドシステム

再エネ由来の不安定電力に対する、蓄電池等による系統の高品質・効率的運用手法

- ◆ 寒冷地の環境に対応した風車の開発
- ◆ ロシア極東の既設電力インフラを踏まえた経済的なマイクログリッドの開発

### ロシア極東地域のニーズ

- 寒冷地に散在する約5,300の独立システムでは電力をディーゼル発電に依存。
- 燃料輸送により発電コストが極めて高く、電力価格を他地域と同等に維持するため、地方政府の財政を圧迫。
- 悪天候が継続すると燃料輸送に支障。

ロシア極東のカムチャツカ地方において、独立電力系統に寒冷地気候に対応した風力発電機(300kW、3基)と系統安定化システム(既存ディーゼル発電設備と風車との連系及び熱供給設備)を導入し、風力発電機の寒冷地対策技術と効率的なシステム運用を実証する

### 実証の意義

- ◆ 好風況地が多いロシア極東地域において、「①当地の環境に適した風車」と、「②離島での実績を踏まえた系統安定化技術」に基づく寒冷地仕様の風力発電システム技術を確立し、当地における風力発電システム市場の開拓・顕在化と、我が国の高競争力製品の海外展開。地域の環境問題や温室効果ガスの排出削減にも貢献。

2

# 1. 事業の位置付け・必要性(政策的必要性)

## ◆ 社会的背景・位置づけ

### ロシア国の現状

#### 再生可能エネルギーの現状

- ◆ 総使用電力量に占める再エネ発電の割合は1.0%以下で非常に少ない
- ◆ バイオマスや地熱発電が主流であり、太陽光・風力等の開発はほとんど進んでいない
- ◆ 極東地域や沿海州は風力発電にとって良好な風況が得られ風力発電のポテンシャルが大きい

#### エネルギーの課題

- ◆ 旧式のディーゼル発電設備が多く存在。エネルギー効率が悪く、CO2排出量も大きい
- ◆ 広大な国土を有するために遠隔地では小規模独立システムが多い
- ◆ 陸路で長距離輸送するために燃料輸送コストが膨大

#### 再エネ導入に係る政策状況

- ◆ 2020年に向けた再エネ開発基本方針<sup>※1</sup>によれば再エネ発電比率の目標を4.5%に設定
- ◆ 2030年エネルギー政策<sup>※2</sup>などを通じて再エネの普及促進を目指す(補助や優遇措置の検討)

※1 2009年の政令「2020年までの再エネ利用に基づく電気事業のエネルギー効率向上分野の国家政策の基本方針」  
※2 2009年11月に制定された「2030年までのロシアのエネルギー政策」

### 我が国のメリット

- ◆ 民間企業におけるロシアに対する投資意欲は高く、資源分野に限らない、新たな商材を模索している。
- ◆ 政府間でも議論されているとおり、極東地域の開発は、エネルギーを含む経済協力の観点で重要。
- ◆ 再生可能エネルギー関連技術の普及は、地球レベルの課題である温室効果ガス削減等に貢献ができる

ロシア極東地域における風力発電システム市場の開拓と関連技術の海外展開は、両国の官民全てにメリットがある

3

# 1. 事業の位置付け・必要性(政策的必要性)

## ◆ 社会的背景・位置づけ(地理)

カムチャツカ地方



出典: ウィキメディア・コモンズ



4

# 1. 事業の位置付け・必要性(政策的必要性)

## ◆ 社会的背景・位置づけ(サイトの状況)

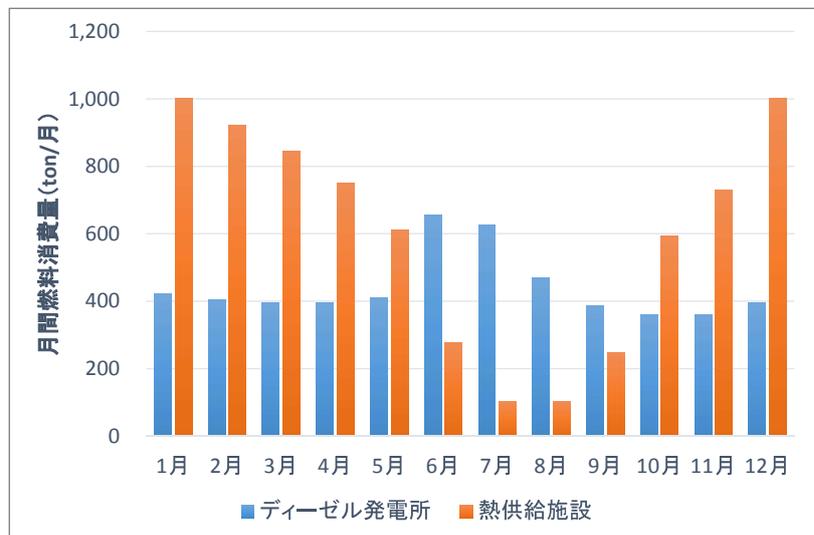
ウスチ・カムチャツク村

人口:  
4659人(2013年)

産業:  
魚加工工場

電力需要:年間 約20GWh  
ディーゼル発電燃料消費  
年間 約5,300ton  
最大需要(夏期) 6MW  
最小需要(冬期) 1.6MW  
※ 魚加工工場が稼動する夏期  
の電力消費量が大きくなる

熱供給設備(市役所管轄):  
ボイラー熱供給燃料消費  
年間 約7,180ton



ウスチ・カムチャツク村 月別燃料消費量

出典:平成25年度事前調査報告書

5

# 1. 事業の位置付け・必要性(NEDO関与の必要性)

## ◆ NEDO関与の必要性

### 日本側の基本的考え方

- ◆ GDP当りのエネルギー消費を比較すると、ロシアは日本に比べ、7倍程度エネルギーを消費しており、エネルギー改善の余地が大きい。
  - ◆ ロシアは、輸入代替政策を掲げる中、日本企業の海外展開先としてポテンシャルを有する。
- ➡ 日本のエネルギー技術のロシア展開は、エネルギー分野での協力促進や我が国企業の海外展開の観点で有益。

### ロシアでの事業の課題

- ◆ 再エネ導入に関する支援策等は地方政府の決定に依存するところが多い
- ◆ 極東地域や沿海州等遠隔地は地方政府の支援なしに持続的な経済活動は困難(立地・輸送等)

官  
民

- ◆ 2013年9月5日に、経済産業省とロシアエネルギー省との間で行われた第3回日露省エネ再エネ共同委員会において、風力発電システムについて議論。更に2014年3月19日に、経済産業省、ロシア経済発展省主催で行われた第6回日露投資フォーラムにおいて、NEDOとカムチャツカ地方政府、RAOV社※との間で意向表明書を取り交わし、風力発電システムの普及に向けた実証を進めていくこととされた。
- ◆ 2016年12月15、16日に行われた日露首脳会談では、経済分野に関する8項目の協力プランについて議論され、本実証は、8項目のうち、「エネルギー開発協力」に沿うものである。
- ◆ すなわち、本事業は、日露間のエネルギー開発協力を促進するものであることから、我が国のエネルギー安全保障の確保に資することも含む、日露関係の総合的な発展にも貢献するものである。

- ◆ エネルギー開発を実質的に進めるのは民間企業であり、日露政府間の協力の枠組みの下で、日露企業間による新たなビジネスの進展に寄与するものである。

### NEDOによる関与の必要性

※RAO Energy Systems of the East社 (RAOV社)

- ◆ 本件は、現地の寒冷地気候、独立電力システムに適した風力発電システムという点で、技術的チャレンジに加え、ロシアにおける事業環境が必ずしも十分でないことを考慮すると民間企業独自の取り組みは困難である。
- ◆ したがって、本事業は、日露政府間の協力の下、NEDOのプロジェクトとして進めることが有効である。

# 2. 実証事業マネジメント(相手国との関係構築の妥当性)

## ◆ 相手国との関係構築

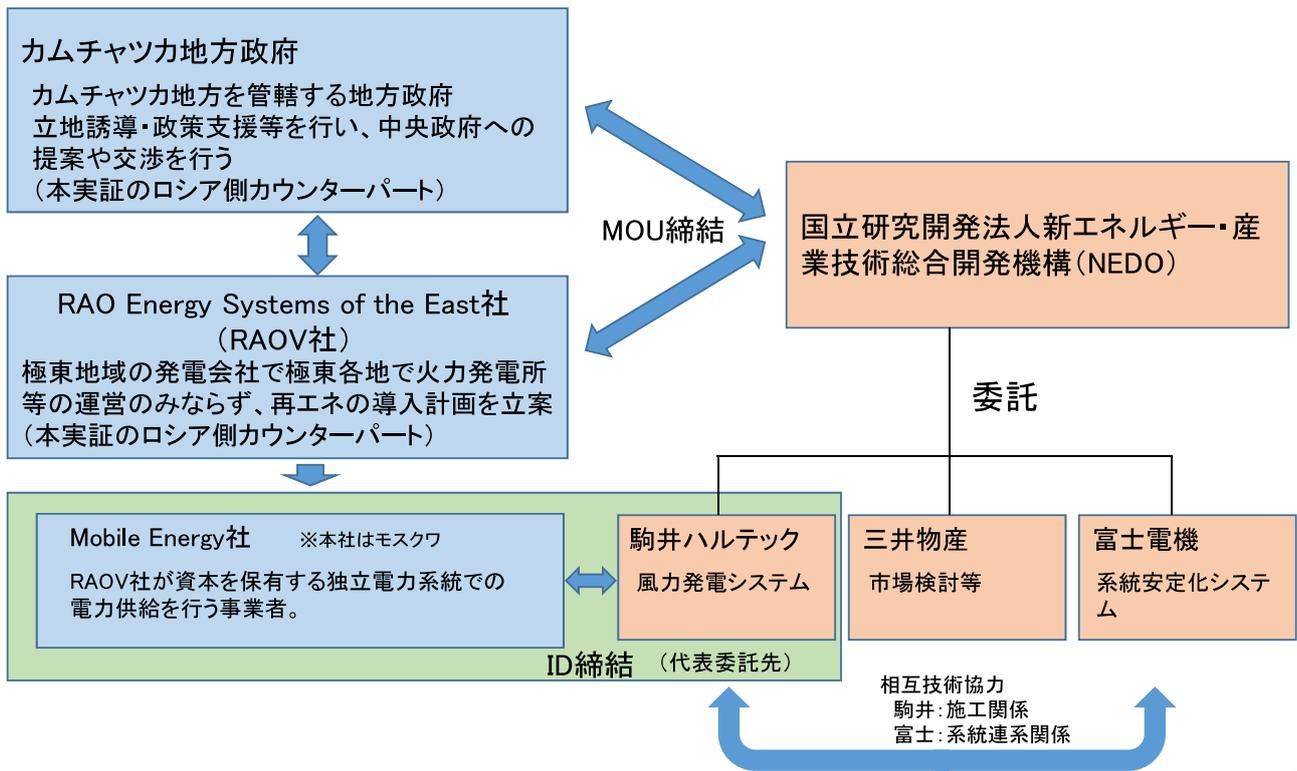
← 政府間関係   ← NEDOによる関係   ← 企業による関係



- 経済産業省は、ロシアエネルギー省との間で、日露エネルギーイニシアティブ(大臣級)により協力を推進。
- NEDOは、MOU相手方であるカムチャツカ地方政府及びRAOV社と協力し、プロジェクトマネジメント。(実証内容の特定、スケジュール決定に加え、企業間で調整がつかない事項の方針提示)
- 企業間については、駒井ハルテックとMobile Energy社との間でIDを締結し、事業を主導。
- その上で、三井物産は、ロシア側との従前からの関係を活用し、日本側とのつなぎ役として機能。
  - ✓ 同社は1967年にモスクワ支店設立以来、ロシアでの投資実績は本邦企業一であり、政府や国営企業へのパイプが太い。
  - ✓ ロシアにおける電力セクター改革(2008年完了)時より、同国電力セクター参入を検討し政府関係機関、電力会社との関係を構築。
  - ✓ RAOV社より極東独立電源地域への電力供給システムの導入につき相談を受け、検討を開始。
  - ✓ NEDO実証事業の結果を受け、極東・シベリア地域等で独立電源地域の電力供給システム効率化を課題に抱える地方政府等からの問い合わせに対応中。

## 2. 実証事業マネジメント(実施体制の妥当性)

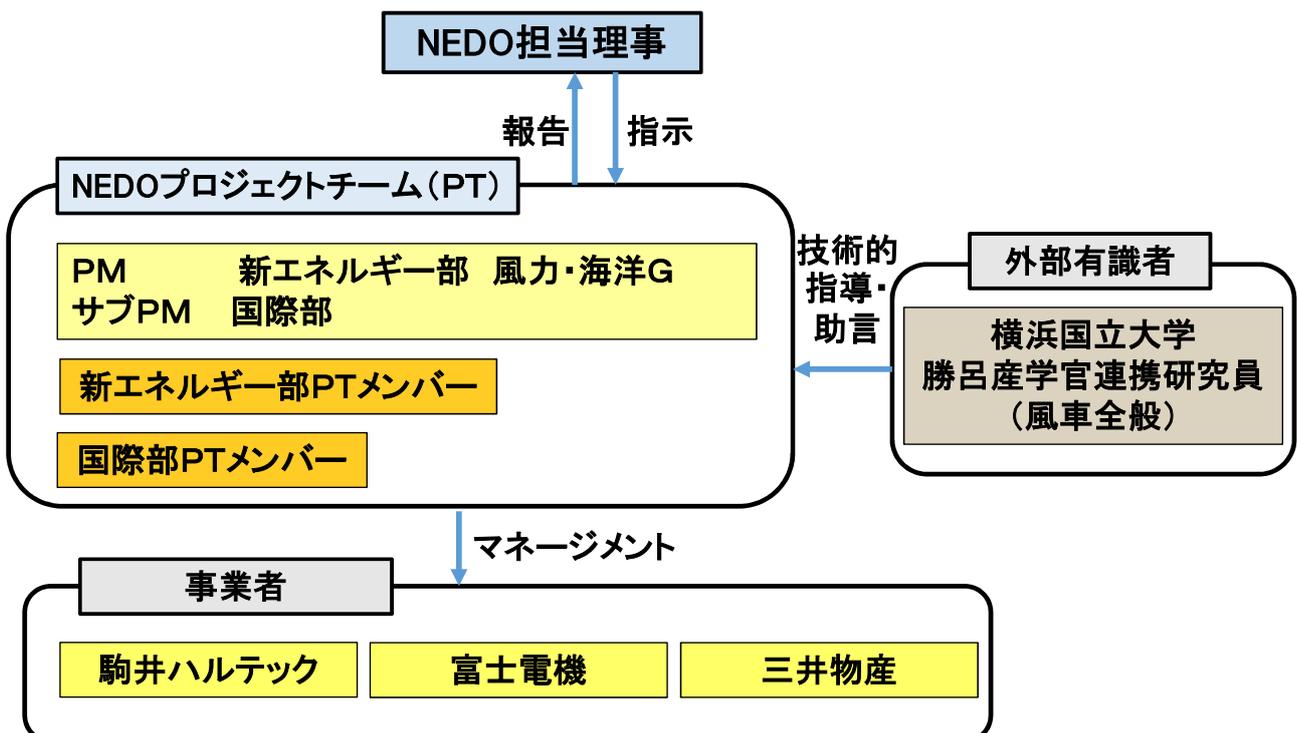
### ◆ 実証体制 1/3



8

## 2. 実証事業マネジメント(実施体制の妥当性)

### ◆ 実証体制 2/3



9

## 2. 実証事業マネジメント(実施体制の妥当性)

### ◆ 実証体制 3/3

#### 駒井ハルテック

※代表委託先

【主な担当業務】  
風力発電システム  
(風力発電機開発及び製造、海外輸送、土木・据付工事、系統連系工事、試運転調整、メンテナンス、トレーニング)

【担当する実証項目】  
項目1:風車性能確認  
項目2:風車温度管理  
項目3:低温時運転制御  
項目4:着氷・着雪検出  
項目5:タイプ別風車適合性  
項目7:CMS(遠隔機器状態監視)

#### 富士電機

系統安定化システム  
(系統安定化システム制御関係設計製作、試運転調整、メンテナンス、トレーニング)

【担当する実証項目】  
項目6:系統安定化システム

項目8(燃料削減率)は共同で実施

#### 三井物産

市場検討等  
(ロシア側窓口、契約関係まとめ、ファイナンス検討、ローカライゼーション検討、広報企画検討)

#### ロシア(Mobile Energy社)

建設用地の確保・環境調査、ロシア内輸送、通関手続き、日常運転管理・記録など

10

## 2. 実証事業マネジメント(事業内容・計画の妥当性)

### ◆ 事業内容・計画: 工程

概ね当初予定通り実施され、工程に関する問題は生じなかった。

実施項目	平成26年度			平成27年度												平成28年度												
	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	
1. プロジェクト管理	[Red bar]																											
2. 協定書関連業務	[Red bar]																											
3. 現地調査	[Red bar]																											
4. 基本計画の策定	[Red bar]																											
5. 基本設計, 詳細設計	[Red bar]																											
5-1. 基本設計	[Red bar]																											
5-2. 詳細設計	[Red bar]																											
6. 機器調達, 製作, 輸送, 保険付保	[Red bar]																											
6-1. ナセル機器調達, 製作	[Red bar]																											
6-2. ブレード機器調達, 製作	[Red bar]																											
6-3. タワー機器調達, 製作	[Red bar]																											
6-4. 輸送, 保険付保	[Red bar]																											
7. 現地組立工事, 土木基礎工事	[Red bar]																											
7-1. 土木基礎工事	[Red bar]																											
7-2. 建設工事	[Red bar]																											
7-3. 電気工事	[Red bar]																											
8. 系統安定化システム製作・設置	[Red bar]																											
9. 教育・訓練	[Red bar]																											
10. 試運転, 実証運転	[Red bar]																											
11. 実証, 評価	[Red bar]																											
12. 普及活動	[Red bar]																											

黒ライン: 予定工程    赤ライン: 実施工程

11

## 2. 実証事業マネジメント(事業内容・計画の妥当性)

### ◆ 風力発電機の現地設置概略工程写真



12

## 2. 実証事業マネジメント(事業内容・計画の妥当性)

### ◆ 事業内容・計画:費用

当初想定していた予算の範囲内で、計画に沿って必要な実証を行うことができた。

(単位:百万円、消費税及び地方消費税込)

委託先名	事業期間全体	
	予算	実績
株式会社駒井ハルテック	1,014	1,014
三井物産株式会社	28	28
富士電機株式会社	149	136
合計	1,191	1,178

13

## 2. 実証事業マネジメント(事業内容・計画の妥当性)

### ◆ 課題の認識と分析

想定された課題	背景・原因(要因)	実施した内容	成否
輸送	陸路:未舗装路 海路:港の水深が浅い	複数回に渡る現地調査の実施 物流会社(海路:日本業者/陸路:ロシア業者)も含めた詳細検討実施	○
建設	現地施工業者のスキル 建設機械の調達 寒冷地の労働時間制限	施工業者との密なコミュニケーションと現地調査 日本からの必要スキルの提示とエビデンスの取得 適切な工程管理の徹底	○
寒冷地対策技術	-30℃以下を未経験 設計妥当性が未確認	大型冷凍試験設備(日本)を利用した設計妥当性の検証	○
メンテナンス移管	カウンターパートのスキル	試運転調整の共同実施 訓練の実施(繰返し実施による習熟度の向上)	○
系統安定化システムの構築	現地熱供給施設との接続 高速ネットワークの実現 複数設備管理会社の存在(電力会社・熱供給会社)	熱供給施設の改造工事の現地委託(許認可・施工方法を現地委託) 現地インフラも含めたネットワークの活用と冗長化 設備管理を風車管理会社(Mobile Energy社)に統一	○

14

## 2. 実証事業マネジメント(事業内容・計画の妥当性)

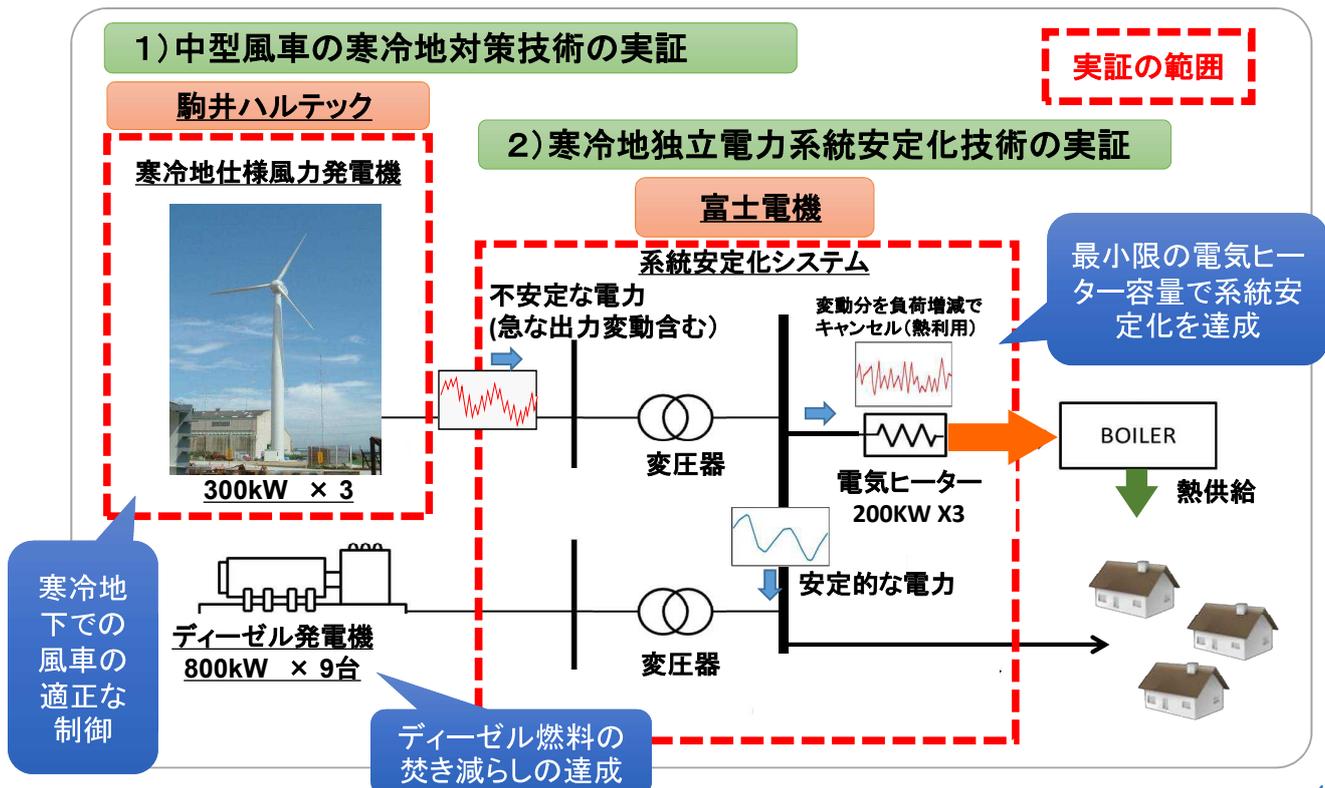
### ◆ 情勢変化等への対応

- ・ルーブル下落: ルーブルの価値が、調査実施時の1ルーブル=3.5円から、1ルーブル1.8円程度まで急落。実証事業に対する影響は無かったが、今後の普及を考慮する際に、日本からの輸出品のルーブル換算の価格が大幅に上がることになる。

この問題については、現地生産化を進めることで一定程度回避が可能である。

## 2. 実証事業マネジメント(事業内容・計画の妥当性)

### ◆ 風力発電システム構成



16

## 2. 実証事業マネジメント(事業内容・計画の妥当性)

### ◆ 風力発電機の仕様・特徴 (1/2)



- 定格出力: 300kW × 3機  
⇒ 現地電力需要に適合し、電力品質の安定化を保証  
架設に大型重機不要
- ブレード長: 16m
- ナセル重量: 18t
- タワー高さ: 41.5m (4ブロック, 1ブロック10t以下)  
⇒ ロシア極東地域の道路・輸送状況に適合したサイズ
- 耐風速: 70m/s
- 乱れ強度 Iref = 0.18  
⇒ 寒冷地のため空気密度が高くなり、作用外力が  
厳しくなる現地条件を想定し、  
仕様値をIEC基準より高い値に設定
- 基礎・タワー設計: 土木学会指針※1に準拠  
⇒ 阪神・淡路大震災レベルの地震動に抵抗  
地震多発地帯の現地に適合

※1 風力発電設備支持物構造設計指針・同解説[2010年版], 土木学会

17

## 2. 実証事業マネジメント(事業内容・計画の妥当性)

### ◆ 風力発電機の仕様・特徴 (2/2)

風車名称	寒冷地種別	寒冷地の特徴	特徴
タイプA	準寒冷地仕様	外気温 -30℃以下になることが少ない地域(年間100時間程度を想定)	外気温 -40℃まで対応可能 導入コスト削減タイプ
タイプB	寒冷地仕様	外気温 -30℃以下になることが多い地域(年間600時間以上を想定)	外気温 -40℃まで対応可能 ランニング・コスト削減タイプ
タイプC	極寒冷地仕様	外気温 -40℃以下になることがある地域	基本仕様はタイプBと同じだが、外気温 -50℃まで対応可能

18

## 3. 実証事業成果(事業内容・計画の達成状況と成果の意義)

### ◆ 事業の成果・達成状況

#### 目標と成果(1/4)

◎:大幅達成、○:達成、△:達成見込み、×:未達

	目標	成果	達成度	大幅達成した場合、または残った課題/変更した場合はその内容を記載
項目1. 風車適正出力確認	発電出力に必要な風車運転データの取得と、適正な発電出力を確認すること	風車の運転データを監視することで稼働率95%以上を確保し、発電出力は過去の実績値に基づく発電出力(パワーカーブ)と比較して適正であることを確認できた。	◎	風車の稼働率は96%(平成28年度のうちデータ収集が完了している12月末まで)を確保できた。
項目2. 風車温度管理	低温域において風車の温度管理が正しく行われること	寒冷地仕様としてナセル内に追加したファンヒーター、ナセルカバーの断熱材の効果により運転可能温度(-15℃)を下まわらないことを確認した。	◎	実証期間中の最低外気温は-26℃であったが、温度管理によりナセル内の最低温度を-5℃にとどめることができた。

19

### 3. 実証事業成果(事業内容・計画の達成状況と成果の意義)

#### ◆ 事業の成果・達成状況

##### 目標と成果(2/4)

◎:大幅達成、○:達成、△:達成見込み、×:未達

	目標	成果	達成度	大幅達成した場合、または残った課題/変更した場合はその内容を記載
項目3. 低温運転制御	低温域において風車の安全運転が確保できること	低温時の空気密度の増大を考慮した外気温が-15℃以下となった場合での風車への負荷低減のための最大出力抑制制御の適正な動作を確認できた。 同様に、外気温-30℃以下での運転停止制御については、実証期間中に-30℃以下の外気温が出現しなかったことから、設定値を-20℃に変更した上で、外気温が-20℃以下となった場合の運転制御の適正な動作を確認した。	○	国内で実施した大型冷凍試験設備で-20℃と-30℃からの起動試験結果が相似であることから、実証サイトでの-30℃以下からの起動についても適正に動作するものとする。
項目4. 着氷・着雪検出	着氷・着雪時に風車の安全が確保できること	着氷・着雪の可能性が高い気象条件下での風車停止制御の適正な動作を確認できた。 ブレードの塗装性能により、実証期間中にはブレードの着氷・着雪の発生は無かった。ブレードの着氷・着雪による振動での風車停止制御の適正な動作は未確認であるが、ブレードにかかった荷重に起因する振動による風車停止制御の適正な動作を確認できた。	○	着氷・着雪に係わる気象観測値及び、着氷センサーの着氷度数を基に、着氷・着雪予測条件を数値化することができた。 今後、他地域でのデータを積み重ねて予測条件数値化の一般化を行い、他地域で検証する。

20

### 3. 実証事業成果(事業内容・計画の達成状況と成果の意義)

#### ◆ 事業の成果・達成状況

##### 目標と成果(3/4)

◎:大幅達成、○:達成、△:達成見込み、×:未達

	目標	成果	達成度	大幅達成した場合、または残った課題/変更した場合はその内容を記載
項目5. タイプ別風車適合性	タイプ別風車の寒冷地適合性を確認すること	各寒冷地仕様3タイプについて、いずれも仕様に沿った適正な動作を確認した。 3タイプの補機の電力消費量を踏まえると、タイプAは最低気温が-30℃前後の地域、タイプBは-40℃に達することのある地域、タイプCは-50℃までの地域に適していることを明らかにした。	◎	これにより、ロシアの他の候補地について、気象条件に基づいてタイプ別風車の提案を行うことができるようになった。
項目6. 系統安定化システム	【冬期】電気ヒーターによる系統安定化制御の確認  【夏期】風車発電出力抑制による系統安定化制御の確認	季節ごとの電力系統の特性を把握した。 【冬期】電気ヒーターによる系統安定化制御の実現とその効果、及び必要な電気ヒーター容量の定量化を達成した。 【夏期】電気ヒーター停止期間における風車導入後の電力品質を評価した。評価結果より、風車の出力抑制制御のみで電力品質を維持できることを確認した。	◎	電気ヒーターによる系統安定化制御は、風力発電による周波数変動を抑制するためのもので、その容量が小さいほどディーゼル発電所の燃料削減に貢献できる。実証結果から、電気ヒーターの容量を、風車の設置容量に対して60%から30%に削減できることを確認した。

21

### 3. 実証事業成果(事業内容・計画の達成状況と成果の意義)

#### ◆ 事業の成果・達成状況

##### 目標と成果(4/4)

◎:大幅達成、○:達成、△:達成見込み、×:未達

	目標	成果	達成度	大幅達成した場合、または残った課題/変更した場合はその内容を記載
項目7. CMS(コンディション・モニタリング・システム)	遠隔地風車の保全管理をリモートで行うこと	設置した風車の保全管理を遠隔監視で行うことができた。実証期間中に異常の発生はなかった。	○	風車の保全管理は実証後も引き続き監視することが重要であり、今後も継続して監視をおこなってゆく。
項目8. 燃料削減率	実証における燃料削減率を計算し成果を確認すること	2012年の事前調査時の想定値7.2%であるのに対して、実証事業の結果を踏まえた通年の燃料削減率は7.0%。実証特有の事由によるシステム停止を除くと燃料削減率は7.6%となり、事前調査の想定値を上回った。	◎	風速に対する燃料削減率の確保は、系統安定化システムの効率的運用により事前調査以上の効果を得ることができた。

CMS: ギア・ベアリングの振動を継続監視することで、機器の疲労度を判断するシステム

22

### 4. 事業成果の普及可能性(事業成果の競争力)

#### ◆ 成果の競争力:市場規模

- ロシア極東には、地理的条件や風況条件等を考慮すると、合計1000機程度(300MW)の導入ポテンシャルがある。
- このうち、RAOV社は、風力発電の設置に関する35プロジェクト(合計容量44.1MW、300kW風車で147基相当)を公表済み。

	導入可能風力発電潜在量	導入可能風力発電機	風力発電機・システム売上規模(1.5億円/基と仮定)
極東地域全体 ※2	300MW	約1000基	1500億円
うちカムチャツカ地方 ※1	14.85MW	約50基	75億円
うち沿海州 ※2	20MW	約66基	99億円

※1 Mobile Energy社投資計画資料

※2 国立極東大学附属Local Energy System 研究所レポート(2012年)

23

## 4. 事業成果の普及可能性(ビジネスモデル、政策形成・支援措置)

### ◆ ビジネスモデル

事業の項目	日本側分担内容	ロシア側分担内容
(1) サイトの特定	ロシア側が特定した候補サイトの条件を確認	全般的に担う
(2) 風況調査 システム検討 事業計画の策定	風況調査結果確認及び必要があればデータの解析等を実施 調査内容に基づきシステム構成を設計 システム導入費用、メンテナンスコスト、発電電力量などを算出	風況調査を実施 サイトの電力条件を調査 現地の工事業者などと協議し、総事業費確定、事業計画策定
(3) システム導入	システム機器を現地サイト条件に合わせて選定、製作、納品(タワーの現産地化でコスト削減) システム施工時に監督・指導を実施する(段階的に監督もロシア側に移管していく)	システム機器のサイトへの搬入、建設・設置工事実施、電力会社との連系協議、政府からの許認可取得等々全般
(4) メンテナンス	現地でのメンテナンス要員を指導。必要な場合は日本での遠隔監視も実施。トラブルの場合は技術者を現地に派遣	日常監視、遠隔監視、定期点検を実施

24

## 4. 事業成果の普及可能性(市場規模、省エネ・CO<sub>2</sub>削減効果)

### ◆ 社会・経済への波及効果

#### 本事業による原油削減及び温室効果ガス排出削減効果

	実証事業段階	普及段階 (2020年)	普及段階 (2030年)
原油削減効果	429kL/年 (397ton/年)	1,935kL/年 (1,790ton/年)	14,032kL/年 (12,977ton/年)
温室効果ガス排出削減効果	1,367t-CO <sub>2</sub> /年	14,465t-CO <sub>2</sub> /年	104,868t-CO <sub>2</sub> /年

25

## 参考資料 1 分科会議事録

## 研究評価委員会

「国際エネルギー消費効率化等技術・システム実証事業／独立電力系統地域における寒冷地気候に対応した風力発電システム実証事業（ロシア）」

個別テーマ／事後評価分科会

### 議事録

日 時：平成 29 年 2 月 6 日（月） 13：30～18：15

場 所：NEDO 川崎 2101、2102、2103 会議室（ミューザ川崎セントラルタワー21F）

出席者（敬称略、順不同）

<分科会委員>

分科会長	永尾 徹	一般財団法人 新エネルギー財団 計画本部 国際協力部長
分科会長代理	永田 哲朗	名古屋大学大学院 環境学研究科 客員教授
委員	朝妻 幸雄	特定非営利活動法人 日ロ交流協会 副会長
委員	田村 滋	明治大学 総合数理学部 ネットワークデザイン学科 教授
委員	分部 恵生	東洋エンジニアリング株式会社 インフラ事業本部 インフラ営業本部 担当部長

<推進部署>

松本 真太郎	NEDO 新エネルギー部 部長
伊藤 正治	NEDO 新エネルギー部 統括研究員
大西 康志	NEDO 新エネルギー部 主査(PM)
奥山 剛	NEDO 国際部 部長
幸本 和明	NEDO 国際部 主査

<実施者※メインテーブル着席者のみ>

駒井 えみ	株式会社駒井ハルテック 環境事業部 執行役員
幽谷 栄二郎	株式会社駒井ハルテック 環境事業部 課長
岩井 憲一	株式会社駒井ハルテック 環境事業部 課長
小島 武彦	富士電機株式会社 発電・社会インフラ事業本部 社会システム事業部 電力流通総合技術部 担当部長
中島 香里	三井物産株式会社 プロジェクト本部 プロジェクト開発第二部 マネージャー

<オブザーバー>

松坂 陽子 NEDO 国際部 主幹

<評価事務局>

徳岡 麻比古 NEDO 評価部 部長

保坂 尚子 NEDO 評価部 統括主幹

坂部 至 NEDO 評価部 主査

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 「事業の位置付け・必要性」 「実証事業マネジメント」 「実証事業成果（概要）」  
「事業成果の普及可能性（概要）」
- 5.2 質疑

【非公開セッション】

6. 事業の詳細説明「実証事業成果（概要）」 「事業成果の普及可能性（概要）」
  - 6.1 実証事業成果
  - 6.2 事業成果の普及可能性
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、資料の確認
  - ・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に基づき評価事務局より説明。

・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

評価事務局より資料2 及び3 に基づき説明し、議題6.「事業の詳細説明」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. 事業の概要説明

5.1 「事業の位置付け・必要性」 「実証事業マネジメント」 「実証事業成果（概要）」

「事業成果の普及可能性（概要）」

### 5.2 質疑

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。

【永尾分科会長】 只今、概要のご説明を頂きましたが、今から質疑応答に入りたいと思います。議題6 非公開の部分では、主として事業性、事業の追加とか事業の必要性、事業のマネジメントについてご発表いただきますので、この場では事業全体にわたる事業の位置付けや必要性、それから実証事業のマネジメントに関して質疑と皆様のご意見を伺いたいと思います。40分ほど時間がございますので忌憚なきご意見をよろしくお願いします。

【永田分科会長代理】 このビジネスモデルについてお伺いしたいと思います。16頁に全体像が示されていますが、発電した電気のかなりの部分は電気ヒーターで熱に変換して使うとなっています。常識的に電気を熱に変えるのは非効率ですが、この事業を実施するメリットとしては、例えば蓄電池を付けなくて済むとか変動を全部ここで吸収するという理解でよろしいでしょうか。島だからこういう特殊なビジネスモデルにされたのか、これからの事業性で、例えばロシアのもっと系統が強い本土の方に持っていったときにも成り立つかということについては如何でしょうか。ディーゼル発電機は既存のものがあるわけで、熱が必要なところならばディーゼル発電機の熱をもっと使ってもいいのではないかという感じもします。そういう熱と電気のバランスをどう考えて、島という特殊な地域のビジネスモデルとしてしか通用しないのか、もう少し大きな寒冷地の系統に繋いだときにも成り立つものなのか。これから駒井ハルテックさんが販売されるマーケットが開けるかどうか全然違ってくると思うので、その辺の考え方をお伺いしたいと思います。

【駒井執行役員】 まず、本実証モデルについては、当初、ロシア側の要望で寒冷地であることからできれば蓄電池を使わない形の安定化の検討を進めてまいりました。このウスチ・カムチャツク村では村で運営している熱供給設備が多数ありそれを利用できないかということです。ご指摘の電気を熱に変えるのは非効率ではないかという点

ですが、夏場は全て電気として消費しており、冬場の消費電力、負荷が減ったときだけ余剰分を熱にまわすという使い方がこの場所ではできます。カムチャッカ半島もまだまだこのモデルのポテンシャルのあるサイトがございますのでこのまま普及できると考えております。ロシアの極東地域の別の場所で、それほど熱供給インフラが十分整っていないところでわざわざ熱供給設備を作るというものではございません。そうした場合には、サイトの状況に従ってバッテリーを組み合わせながら導入を進めて普及に努めたいと考えております。

【永田分科会長代理】現地生産するとコストダウンできると書いてあったと思うのですが、どのくらいの見通しというか展望を持ってらっしゃるのかお伺いしたい。

【駒井執行役員】まずは輸送コストが一番大きい容積の大きいタワーを現地生産化したいと考えております。タワーでしたら生産能力が十分見込めるところが極東にございます。その後につきましては、タワーに次いで輸送時の容積が大きいブレードも同様なものとなっております。期待できるものとしましては、日本よりも人件費が安いことがございます。ただ若干極東地域はロシアの中でも人件費が高いという側面もございますので、事前に物産さんとよく市場調査をした上で適切なサイトを選んでブレードを導入すれば、ブレードの場合は3分の2が人件費でございますので、コストダウンを図れるものと考えております。

【永田分科会長代理】思い出したのもう少し伺いたいのですが。あと2点だけです。せっかく作っても故障で動かなくなり稼げなくなって失敗している事業が結構多いです。ロシアをトレーニングするとおっしゃいましたが本当にできるのかどうかと、ロシアとメンテナンス契約を結びそれなりの負担のもとにやってあげることになっているのか、それがないと途切れるかと思いますが、如何でしょうか。何かあったとき、部品が供給できないとか、契約に定めがないとかいうことになるかと困ります。2点目は、せっかく日本政府がお金を出して日本企業のためにやろうという訳ですから、こういう技術を確立したとして特許ないしは何らかの方法でどれくらい守られていて、税金を投入しただけの価値が日本にとっても日本の企業にとってもあるのかどうか。ロシアの企業がそれほど簡単に作れるとは思わないですが、導入して真似されてしまったということがありますので、知財関係の防衛がどうなっているのかということをお伺いしたいと思います。

【駒井執行役員】まず、最初の故障時の対応ということですが、すでにロシアの極東におきましてもヨーロッパ製の中古風車の導入などがなされておきまして、そのメンテ等については現地で苦労しながら対応しているという情報を得た上で今回実証させて

いただいております。本実証の時の最初の 500 時間点検からその後の半年点検等も現地に駐在している発電所と今後の事業になるモバイルパワー社の両方のメンバーでメンテナンスをしており、継続的に交流をしております。そうしたことで、故障して動かないことのないように対応しております。今後の日本の技術の普及という点からしますと、今回いろいろな寒冷地仕様に関する検証につきましては、北海道や三重大などいろいろな大学さんでの検証を経まして、かつギアボックスでは最初の風車につきましては外国製のもので実証いたしました。翌年度につきましては、日本製のギアボックスは冷凍庫試験を行い問題ないことを確認した上で現地に出させて頂いております。実証期間を経まして問題ないことを確認しておりますので、今後は日本の部品を使って寒冷地仕様を普及させるということが今回実証させて頂いた私ども日本の風力メーカーの責任だと思っております。知財関係ということでは今後いろいろ現産地化が進むとは思いますが、ナセルの部分につきましてはどの部分を現産地化するかということについては、少なくともギアボックスまでは日本の確立した技術を守るということを考えております。ただ建設の工法につきましては、今回特許を申請しております。200 トン、500 トンという大型重機が全くない地域で 60 トンクレーンでの仮設工法を実証させて頂いております。それは日本で特許を申請済のものですが、仮設工法ですので 360° どこからでも見えてしまうということで、実際建設中もビデオを各所から撮られて、有難いことに国営放送などで流して頂いていることもありまして、やはりロシアでも特許技術を申請しておくべきということで、申請書を提出させて頂いております。

**【田村委員】** 16 頁の資料の系統安定化システムで質問があつて、今回、風車と電気ヒーターで系統安定化されているのですが、今回の制御のやり方が、今後の事業の展開という点から確立されたものなのか、あるいは今回の場所が故の制御方法になっているのか、今後の展開という観点からこの制御方法をどのように捉えているのかを教えてくださいたいと思います。

**【小島担当部長】** 共同実証者の富士電機の方から回答させて頂きます。今回の系統安定化装置はコンセプトとしては地元にあるものをできる限り使ってシンプルに周波数の安定化を図る目的で設計をさせて頂いております。例えば風車 1 台についてヒーターがどういう割合で補償するかというものも、造りとしてはシンプルかつ柔軟性に富んだものとさせて頂いております。現地では系統安定化システムにあまり深い技術的な知見がないものですから、季節に合わせてとか状況に合わせて設定を変更するとかがままならない状況でございまして、その辺りも踏まえて、パッケージで風車と制御システムを付属させ何処へでも適用できるという形にしております。実際に現地でも、ごく一部のパラメータをオペレータに開放して設定を自分たちの運用に

合わせて変更して頂く以外は、夏も冬も含めて自分たちで判断して自分たちで運用するようになっていきます。基本的にはパッケージングしたシステムを風車に付属してどこにでもお持ちして制御対象のセッティングだけをすれば汎用的に使えるというようなシステム設計、システムコンセプトにさせて頂いたつもりでおります。

【田村委員】もう一点ですが、先ほど、展開のところで、場所によっては熱供給がない際には蓄電池の適用も考えるというお話があったのですが、その事業展開ということと、投資対回収という話が出てくると思います。今回電気ヒーターを使いましたが、今後電気ヒーターと蓄電池を使う比率がよく分らないので事業性を考えての蓄電池の利用を教えてくださいませんか。

【小島担当部長】電池を使った系統安定化システムというのは日本国内数十ヶ所に入れさせて頂いております。ご存じのように蓄電池本体の値段が比較的高価でございますので、我々としてはできるだけ大きな容量を販売したいと考えても事業性を考えた時には、この容量をいかに小さくするかということが課題になります。ロシアでは系統安定化に寄与する蓄電池は比較的性能上、普通の車に搭載するようなものでは実現できないものですから、例えば日本から持っていくとコストが非常に高くなってしまいます。そういう面で今回はヒーターという、最終的にはかなりの部分がロシアで製作できるということを考えた次第です。ただし、熱供給がないところにつきましては、今のシステムをそのまま持っていくという訳にはいかないで、ここでは電池、ないしは新しく熱供給に替わるものを考えなければいけないと思っています。電池についてはですね、昨今普及が図られてきてコストもだいぶ下がってきたように考えていますが、我々今回の実証の中で一番重点をおいたのはいかにヒーターにしても蓄電池にしても、いかに少ない容量で系統安定化の目標を達成できるかというところで、今回のセッションでは具体的な数字を説明させて頂くつもりですけれども想定していた容量に対してかなりアグレッシブな削減結果をご報告させて頂くつもりでございます。そのような面では蓄電池のコストダウン、蓄電池の容量の最小化、こういうことも含めて全体のコーディネートをすることによって少しでも事業性に貢献するような系統安定化システムを実現できると考えております。

【幸本主査】NEDO から一点補足ですけれども、蓄電池につきましては、平成 23 年度に経済産業省の調査予算を頂きましてサハリンで風力発電と蓄電池を入れるパターン、あと熱を使って今回のように平準化するパターンを経済計算しました。その結果、サハリンでは熱の方が経済的にいいということでその方法をベースにしました。そのサハリンでの結果を踏まえて今回のカムチャッカの事業を考えると、 $-30^{\circ}\text{C}$ とか $-40^{\circ}\text{C}$ にも下がりうる地域の場合で蓄電池が本当に安定的に動くのか、場合によっては蓄電池の保温が必要になる可能性があり、作った電気を温めている状況にもなりかねないので、今回の実証では、まずは風力の寒冷地対策と熱を使った平準化に注力したという経緯になります。

- 【田村委員】私は今回のプロジェクトで電気ヒーターを使ったことを否定しているわけではなく、今後の事業の展開を考えたときに、先ほど蓄電池の利用もありうるということでしたので、投資対回収という観点からそれはどのようにお考えになっているかということで質問をした次第です。
- 【永田分科会長代理】例えば蓄電池を併用し、島ではなくて、もっと大陸に近い方でやるとしたら蓄電池を入れる場合はもっと効率がいいかもしれないですが、その辺のビジネスモデルは今後の展開を考えるに当たってもう少し大きな括りで考えられたらどうなのかと思います。あとで数字が出て来てから申し上げたいのですが、島だけの特殊な条件だけで成り立つのであればあまり展望が開けないという感じもします。せっかく寒冷地用を開発されたなら大陸でも使えるような形で考えていかれたらどうなのかなと感じましたのですが、如何でしょうか。
- 【永尾分科会長】質疑がビジネスモデルはどうかとか今後の事業性、それから波及性、発展性はどうかとかという、一番の核心でございますが、それが非公開の部分とすればここで議論できないだろうと思いますが、その他の部分は如何ですか。非公開のところでも議論するからそのとき回答しますというのであれば、それでも結構ですが、如何ですか。
- 【幸本主査】そうですね、非公開の部分で是非ご説明させて頂けたらと思います。一点補足ですけれども、この実証サイトは島ではなくてカムチャッカ半島のウスチ・カムチャツク村で、陸地の部分になりカムチャッカの中で人口が二番目に多い地域になります。非公開のところでも図をもってご説明申し上げますが、ロシアは当然大陸ですけれども系統が引かれている地域は実際にはごく一部で、系統から外れた地域については離島と同じような独立系統の地域が多数あります。そういう所においてその熱のインフラが既に整っているかいないのか、ロシアといっても北は北極海から亜寒帯の地域まで気候としてもいろいろですので、そういうところを踏まえて最適なシステムを設計し入れていく必要があるという理解をしております。
- 【朝妻委員】この事業の今後の普及性のところにも関係してきますが、先ほどのご説明の中に輸入代替という言葉があったと思います。確かにロシアでは石油、ガスが豊富、地下資源が豊富であるが故に、それを売った代金で必要なものを主に欧米から輸入してきました。結果として国内の技術があまり育ってこなかったという背景があります。この風力発電にしても、ロシアにとって将来非常に有用であると思われるながらヨーロッパから完成品を買えばいいということを過去やってきて、結果としてまだ普及度は非常に低いです。他の欧米と比べたら極めて低いし、インドと中国と比べても非常に低いレベルにあります。2020年でしたか、やっと4.5%までもっていくレベルで、逆に言えばそれだけに今後のポテンシャルは非常に大きいです。また、ロシアの東側、極東地方は日本から近いので我々には地の利がある訳なので、日本がチャンスを作っていく上で非常に今回いい実証事業を実施されたと思います。

他方、現地生産ということも、将来的にロシアはやろうと思っただけですぐできるようになると思います。今グループが非常に安いですし、輸入するよりも自国で作った方がロシアにとってはメリットがあります。将来のポテンシャルは大きい。と同時に、ロシアが自国でもっていわゆる輸入代替、要するにこれ以上もう輸入ばかりやったら外貨を浪費するだけなので、今後は自国で生産していきたいという政府の指示もあるし、イノベーションという言葉で今経済構造改革を一生懸命やっています。これもその中に填まっちゃうと、一生懸命やってもそれがその今後の普及性に結びついていかないのかなという懸念が若干あるのですが、その辺りについてお考えをちょっと聞かせて頂きたいと思います。

【中島マネージャー】有難うございます。三井物産の中島と申します。ご指摘頂きました通り、ロシアでは風力発電需要が全くヨーロッパに比べて推進が遅れております。理由の一つとしまして、欧米でいいます FIT 補助金制度が確立されていなかったというところにあると思います。また、石油産国でありますので、国のリーダである大統領が再生エネルギーなどをなぜ研究しなければいけないのかというようなことをずっと言い続けてきたということもありまして、非常に法整備が遅れておりました。2012年に大統領令が出まして FIT の枠組みが決まりました。2年前実際に運用がなされております。この FIT の対象地域になるのが、ヨーロッパ～ロシアの卸売電力市場が成り立っているところに限られておまして、駒井さんの風力とそして富士電機さんの安定化システムを組み合わせたマイクログリッドの主なる対象であります。極東地域は、電力コストが高いために国が補助を出して電力会社が運転しているような地域は対象外になっております。ですので、卸売市場が立っている地域での風力発電機というのは、おそらく大型風力発電機になると思われまして。こちらについては、確かいろいろな企業がヨーロッパ風力（発電）メーカーと現地化については検討しておりますが、やはり、いろいろなリスクを鑑みて今のところは話が進んでいないと我々は分析しております。一方、極東地域で必要なのは、100kw から 300kw の中型風力になってきます。こちらは後のセッションでご説明させて頂きますけれども、今のところ寒冷地仕様を持っている風力発電メーカーは駒井ハルテックさんだけですので、これを現地化して欲しいというのはロシア側からの強い要望でございます。私どもと一緒に事業をしようとして検討している極東電力および極東電力の親会社でありますロスハイダル社の社長ご自身がこのローカライゼーションのリーダーシップメントをとって各政府機関とも話しを進めてさせて頂いております。そういった意味では、このローカライゼーションを進めることは今後のこの事業の普及に大きな役割を果すものだと私どもは期待しているところでございます。

【朝妻委員】独立系の地域では今後とも可能性が高いとそう言う意味でとってよろしいでしょうか。

【中島マネージャー】はい、そういうことになります。

【分部署員】今回は寒冷地仕様ということでかなりいろいろと特殊な試験をされたのだと思います。ご説明の中でナセルの中にヒーターを置くとかファンヒーターを置くとか書いてありましたが、おそらく断熱材を使ったりもされたと思います。ピッチコントロール用のモータはその辺で固ってしまうような気がするのですが、断熱か熱を与えるとか、そういうような対策とかされたのでしょうか。

【幽谷課長】駒井ハルテックの幽谷です。実際には、タイプABCとありまして、タイプAが循環冷気地域ということでほぼ標準の仕様の風車の機材を採用させて頂いているのですが、唯一一点、ご心配の通り、ピッチ系の駆動システム、電動ではなく今油圧を採用させて頂いているのですけれども、アキュムレータの方が標準地域ではゴム風船が内蔵に搭載されているブラザータイプを使っているのですがピストンタイプのアキュムレータを採用させてもらっています。ヒーター関係についても弱点を冷凍庫試験の方で探しましてその弱点を補完するようにヒーターを設置してあげるということを対策として実施しております。

【朝妻委員】もう一点質問させていただきます。現地側に引き渡された後のオペレーションがきちんと実施されていくためのトレーニングやセミナーみたいなこともやってらっしゃると思いますが、今後の運転、その他において支障がないような形になっているのでしょうか。いわゆるスーパーバイジングというのはどの段階まで実施されて、その後はまったくロシア側でオペレーションをやっていく上で全く問題がないのでしょうか。そのモデルが今後とも仮に電力独立系の地域にやっていくとしたら今回やったいろいろな形のトライアルがいい例となり、今後の普及に繋がっていくのかなというふうに思っていますが、その引き渡し後の見通しについて簡単にご説明いただけますか。

【駒井執行役員】まず5年間は実証事業を終了後もNEDOをはじめ関係各位から問合せがあった場合は対応させて頂くことになっておりますし、具体的なメンテナンスの実証事業後の契約につきましては今カウンターパートナーのモバイルパワー社とメンテナンス契約の素案のドラフトを調整しておりますので、きちんとメンテナンス契約を結んで現地ですることは徐々に移管をしていきながら、ただ全く全てすぐにロシア側だけでオペレーションできるという段階にはまだございませんので継続して契約をしながら運転管理を続けてまいる予定でございます。

【永尾分科会長】はい、わかりました。

【幸本主査】一点補足です。NEDOの国際エネルギー実証事業の実証後にフォローアップという制度がありまして、各企業さんにこの後調査を委託する予定にしております。その中でロシア側のモバイルパワーの関係会社のまさに現地で携わるような人を4月頃に日本に招聘し、そこで駒井さんの工場なり、富津のタワーの立っている風車の立っている現場を一週間程度かけて見て頂き、その中でオペレーションのノウハウをロシア側にきちんと引き渡すということをしていただきたいと思います。

【永尾分科会長】私からちょっと質問させて頂いてよろしいでしょうか。今回タイプ A,B,C の 3 種類の風車を現地に建てておりますが、その違いは何でしょうか。20 頁の表の目標と成果の項目 3 の中で、現地の温度は-30℃まで下がらなかったが、事前試験で-20℃と-30℃は相似であるから-30℃は大丈夫だろうということを記載されています。また 18 頁では-50℃まで対応可能と記載されています。実際に実証した現地の温度は-30℃程度だと思っておりますが、-50℃まで OK であるという根拠はどこにあるのでしょうか。

【幽谷課長】タイプ A,B,C でこちらに項目 3 で記載させていただいている分に関しましては、そういう制御が可能という動作上の確認になります。タイプ A というのが-40℃まで対応可能ということになります。ヒーティングとかそういう機能が A,B,C で違ったりします。B に関しましては-30℃になっても運転継続が可能なものになっています。タイプ A に関しましてはナセル内が-15℃以上にならないと運転できないという制約があります。タイプ C に関しましては、タワーが-50℃でも対応可能なような鋼材を採用しております。風車自体は停止するのですけれども-50℃でも健全に風車としては立っていられるということになっています。

【永尾分科会長】こういう理解でよろしいですか？ まず風車の中のヒーターの構成が違って、-40℃というのは、基本的にはタワーの低温脆化の話でしょうか。材料さえ OK であれば大丈夫であると、そういうことを仰っているのでしょうか。

【幽谷課長】そういうふうにしております。

【永尾分科会長】オペレーションの方の-50℃の保証では如何でしょう。

【幽谷課長】オペレーションの方は-30℃で停止することにしてあります。

【永尾分科会長】-30℃で停止だから-50℃まで下がった場合には材料が壊れなければよく、その時の問題はタワーだけで、鉄材だけであるという理解でしょうか。

【幽谷課長】それとまた、風況のデータも整備しておりますして-50℃まで下がる時には強い風は吹かないというデータもございまして、低温と強風というのが同時に起こらないことも確認はしております。

【永尾分科会長】鉄の低温に関する脆性はよく知られておりますが、複合材に関する低温特性については確認された上で仰っているのでしょうか。

【幽谷課長】はい、そうです。設計会社にも全て確認をとりまして FRP 素材はそうした低温での変成がないと確認しております。

【永尾分科会長】わかりました。周波数の変動はロシアの場合、どの程度許されるのでしょうか。電圧変動の対策をどうされたか分かりませんが、温度は全体のエンベロープを見るとロシア、極東ですとどれくらい下がるから、設計はこうした、というような仕様はご提示頂けるのでしょうか。取扱注意の範疇になるのであれば、非公開セッションで説明しても結構ですが、そういう点は如何でしょうか。

【小島担当部長】詳細については、大変申し訳ないのですけれども非公開セッションの方で

ご説明させて頂くつもりです。現地の系統の状態、あと運用の状況については私も基本特性も含めて全て取得させて頂いておりますので後ほどご紹介させて頂きます。

【永田分科会長代理】そもそもの話になるのですが、寒冷地仕様というのは他にないというお話ですが、実際には例えばカナダのウィニペグとかかなり寒いところに風車が立っています。東欧でも、ポーランドとか相当寒いところでも立って動いています。そういう風車の寒冷地型というのは、例えばセンサーが凍りつかないようにヒーターを付けるなどして寒い所でも動かしています。そういう既製品を使えないのかと普通の人は考えると思うのですが、今回の風車はそういうものを越えた全く異次元の技術なのか、他のメーカーがやっている所からもう少しだけ工夫すると入ってこられるマーケットなのか、その辺りの感触をお伺いしたいと思います。もう一つは、300kW で 1 基 1.5 億円と普及可能性のところに書いてありますが、これは普通の相場から言うと 2 倍くらい高いです。この値段で果たしてマーケットに浸透できるのか、こういう特殊な系統の状態、こういうような立地条件だから普及できるのだというのか、それとももっと大量に導入されればコストダウンでき、もう少し違う形の汎用型にできるのか、その辺りの感触がわかれば教えて頂けるでしょうか。

【駒井執行役員】寒冷地仕様は他にもあるのではないかという件でございますが、MW クラスの風車につきましては北欧では寒冷地もありますので既に寒冷地仕様は導入されていると考えております。ただ、300kW という中型の風力というのはもともと過去数 10 年前に開発されたものが主流でございます。現在の最近の私どもの場合、IGB コンバータも採用している現状の風車の技術を使った 300kW の中型風車で、かつこの寒冷地仕様は他には今のところないということでございます。それから 1.5 億円という点につきましては、現状概算でございますが、やはりサイト毎に仕様ですとか安定化システムも規模が異なっておりますけれどもそうした費用も込みで概算 1.5 億円ということの市場規模を記載させて頂いております。

【永尾分科会長】私から、もう一点よろしいでしょうか。今回のこの事業は日本側のチームと、相手方としてカムチャッカ地方政府から RAOV、モバイルエナジーということでありますが、この RAOV 社のロシアの極東における強さといいますか、将来性とか製品仕様に対する影響度というのはどういったものでしょうか。

【中島マネージャー】極東の電源送電、垂直統合式で全て管理している会社が RAOV (バストーク)、日本語でいうと統一電力東、我々は極東電力と呼んでおりますけれども、この会社が全てを管理しています。モバイルエナジーは、RAOV 社、極東電力の子会社になり系統に連携されていない独立電源の電力供給を管理している会社になっています。原則、極東地域にある発電は全てこの極東電力会社が管理保有しておりますので、ここと共同事業を行うということは極東電力のほぼ全ての分散電源に関われるということになります。一部地方政府がもっている発電所もありますが、そ

のような地方政府の発電所に関しましても何らかの形で極東電力がサポートしているという体制になっています。

【永尾分科会長】有難うございます。永田先生、ロシアの電力の市場というかそういう感じの理解で宜しいのでしょうか。

【永田分科会長代理】ロシアの市場にはあまり詳しくありません。朝妻委員が詳しいのではないのでしょうか。

【朝妻委員】今のお話に若干関連します。RAOVは2002年に統一エネルギーシステム RAOVが解体されたときに出来た会社です。ロス hidro の支配下にあるのではないのでしょうか。ロス hidro というのは、水力発電の会社です。これは極東だけじゃなくてロシア全体の水力発電を事実上全て握っている会社と理解しています。その下部機構の RAOV で、先ほどのモバイルエナジー、これはさらに RAOV の子会社と思います。RAOV とこういう事業をやっている親会社のロス hidro とは今回この件で話を通しておく必要はないのか、将来いろいろな展開をやろうとするときに、こういったものを全部巻き込んでおく必要があるように感じています。その辺りはどうでしょうか。

【中島マネージャー】ご指摘有り難うございます。ご指摘頂きました通りでございまして、極東電力が去年 100%ロス hidro の子会社化されております。モバイルパワーの実際の実施部隊の会社は孫会社になる訳ですけれども、全てロス hidro の予算で今後案件が推進されて行くこととなります。

【永尾分科会長】はい、有難うございました。他に何かございますか。ございませんようでしたら、時間がもう少しありますけれども、先に進めましょう。

#### 【非公開セッション】

6. 事業の詳細説明 「実証事業成果（詳細）」「事業成果の普及可能性（詳細）」

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

各委員から以下のまとめと講評がなされた。

【分部委員】いろいろと興味深いお話、ありがとうございました。私どもソ連時代からかなり向こうでたくさん工事をやっております、いろいろと寒い地域というのは工事も大変だということはよく存じているのですが、今回お話を伺って経済性が出るならば私どもいろいろと協力できることがあるのではないかと思います。思いながら聞いており

ました。ポイントとしては当然ルーブルというロシアの通貨、為替の状況というものがあると思うのですが、先ほどのフランスのメーカーの話もあったように、如何に製作と現地オペレーションをコストダウンできるかというところが重要です。あと、工事に絡んだ諸々の経費はまだかなり工夫の余地があるのではないかというふうに感じました。おそらく、量産化をするということを前提にすれば、いろいろなことに手が打てるのでしょうか、まだ今は第一歩だというそこをどう見るかというところが一番悩ましいところじゃないかと思いました。おそらく、今回の事業をうまく活用して、まず何基かまとめて現地と話をうまくまとめてしまうと、何かブレイクスルーがないと先へ進みにくい部分もあるのかなという印象も持ちました。可能性はあると思いますので、ぜひ頑張ってくださいと思います。ありがとうございます。

【田村委員】どうもいろいろとありがとうございました。実証事業としてはニーズがあるところに適用されて、かつ NEDO が関わるということでロシア側と日本側の環境を作ることによって前に進められています。寒冷地仕様の風車、電気ヒーター、電気ヒーターは面白いところに着目したなと思って聞いておりました。実証事業としては良かったと思います。ただし、事業成果の普及可能性については、先程来話がありますが、ルーブルの問題、それからお話を伺っていると、頭の中で現地生産を考えながら進められているように感じました。如何に現地生産を進めていくかというのが今後重要になってくると思います。それから、蓄電池が入ってくるとビジネスモデルが違ってくると思います。蓄電池が入ってうまく行くのであればもっと今まで普及しているはずなのですが、そうはなっていないので先ほどのサハ州ですか、蓄電池が入ってくるというのは、事前に向こう側と発電単価がこうなるというところから始めるべきかどうかは判りませんが、慎重に進める必要があると思います。今後の普及可能性については今なんともいえませんが、ニーズがあるところで実施されていますので、あと先行者利益を如何にもってくるかということもあるかと思っています。うまく進めていただければと思います。以上でございます。

【朝妻委員】大変有意義な討議ができたと思います。私がいくつか事前に疑問に思っていた点もかなり詳しいご説明をしていただいて、理解できたように思います。再エネ分野というのは、ロシアとは今までいろいろな話がありましたが、事実上ほとんど実現できてない分野であり、これからある意味非常に楽しみだと思っています。ご存じのように去年の12月15、16日の首脳会談を一つの山場にして、経済協力プラン、8項目というのがございます。この風力発電というこれから事業をやるには非常に今いい追い風が吹いていると思っています。それは8項目経済協力プランの中で、いくつかキーワードがあって、一つはエネルギー、もう一つは産業多用化、もう一

つは極東、本事業はこれら三つに跨がる案件です。こういう追い風が吹いている時に政府の後押しもいい意味で精一杯利用しながら、うまく主流に入り込めるといいなと思っています。もちろん、相手がロシア、私もロシアとの付き合いは長いのですけれども、過去いろんな契約をした後に、厳しいこともありました。特にそういう意味において、リスクマネジメント、その中でも信用リスク、これはJBICさんのお金を使うのであればJBICさんが心配することでもあるのですが、当然事業者として考えておく必要があります。先ほど、地域行政府の保証という言葉もちょっとあったようですが、私はできればロシア政府保証に持って行ければそれに越したことはないなと、おそらくJBICさんももっとやりやすくなるだろうなと思いました。ただ、それは容易なことではないので、その辺も視野に入れながらこれからやっていけば面白い展開が可能になるなと思っています。以上です。

【永田分科会長代理】今日いろいろとお話を伺って、新しい分野に挑戦されているということは非常に喜ばしいことであり、是非頑張ってくださいと思っています。再生可能エネルギーというのは、どうしても少しだけ採算に届かない場合もあるので、その分の下駄を履かせるといいますか、何らかの政府支援や、少し後ろから押してあげて進めるということはどの国にもある訳です。その意味では制度的な枠組み変更のリスクというのは非常に大きいと思います。採算の面でも法制度でも同じことが言えます。しかし逆に言うと、制度が変わるときはビジネスチャンスがあります。皆さんが言われているように、今ロシアはそういう状況にあり、フォローの風としては日露で一緒にやりましょうと言うことで動いています。逆風としてはルーブル下落によってロシア経済がなかなか大変なときかと思いますが、フィードインタリフも導入されると言うことを伺いますと、制度が変わると言う面ではビジネスチャンスであると言えます。しかしながら、同じようなことは日本企業だけではなく世界の企業も考えており、何かが変われば皆飛びついてくるので、是非遅れをとらないように進めていただければと思います。もう一つは、実証レベルというのは、NEDOさんから支援があるし、ある程度潤沢に使って調べたいことは調べられるので良いと思うのですが、ぜひそれをコマーシャルベースに繋げることを目標に置いてやっていただきたいと思っています。せっかく日本の税金を使っているのですから、日本の産業のためになるように、何故税金を投じてやるのかということ念頭において進めていただければ有意義なものになるのではないかと思います。どうもありがとうございました。

【永尾分科会長】最後に、私から。委員の皆さんからご意見とご講評をいただいたので、私が改めて付け加えることはあまりないのですが、今回の開発そのものは、今日お伺いした内容で、開発ターゲットは完全にクリアしているというふうに思いました。

日本側のフォーメーション、すなわち、造る人、その周辺で協力する人、インフラを押さえる人、そして売る人というのが1つのフォーメーションになって、そして、その受け皿となる相手側も、買う人、それから使う人という本当にいい国際的なチームができたと思います。このNEDOさんの事業は非常に筋がいい、それから、仕組みが大変だっただろうなと思います。達成した成果、それを可能としたフォーメーションそのものが1つの成果だと思います。それに対して敬意を表したいと思います。それから、風車の性能もさることながら、機器の信頼性をあの極寒の中で確保し、更に人間の信頼性も築き上げたのではないかと思います。日本のチームはよくやってくれると思われ、反対にロシアのチームのあの人と話せばわかるようになったのだろうと想像します。そういった人と人の信頼性も築き上げたというのが、過去にない非常に大きな成果だったのではないかと考えております。ルーブルと円の為替レートに影響を受けたため、今後のコストダウンは非常に大きな課題だと思います。皆さんご存じのとおり、昨年9月に資源エネルギー庁により風力発電競争力強化研究会というのが開催されました。日本の風力発電がどうすれば競争力が世界に伍して、かつ、ほかの化石燃料、太陽光等々に対して競争力が上がるかという検討会が持たれました。私もその研究会のメンバーだったのですが、結論の一つがコストダウン、もう一つは海外進出、更にO&Mをいかに安くするかという、ほとんどの課題が本事業に入っているような気がします。今回の舞台がロシアということで、先ほどから何遍もご紹介がありますように、ロシアは国と国との関係もあり、今後の展開が非常に期待できるものだろうと思います。このチームのうち、NEDOとしてはここで手離れするのだと思いますが、お金の手離れと気持ちの手離れは別でございまして、そこはしっかりフォローしていただきたい、せっかくできた日本のチーミング、ロシア側のチーミングということをフォローするのはやはり人と人との関係です。そろばんも大事ですが、人の関係の方がもっとも大切だと思いますので、引き続きよろしくお願ひしたいと思います。どうもありがとうございました。

## 9. 今後の予定、その他

### 10. 閉会

## 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。

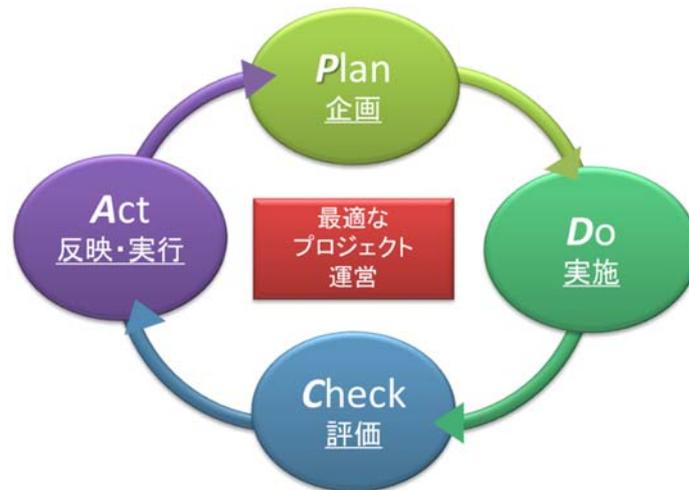


図1 研究開発マネジメントサイクル概念図

### 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。

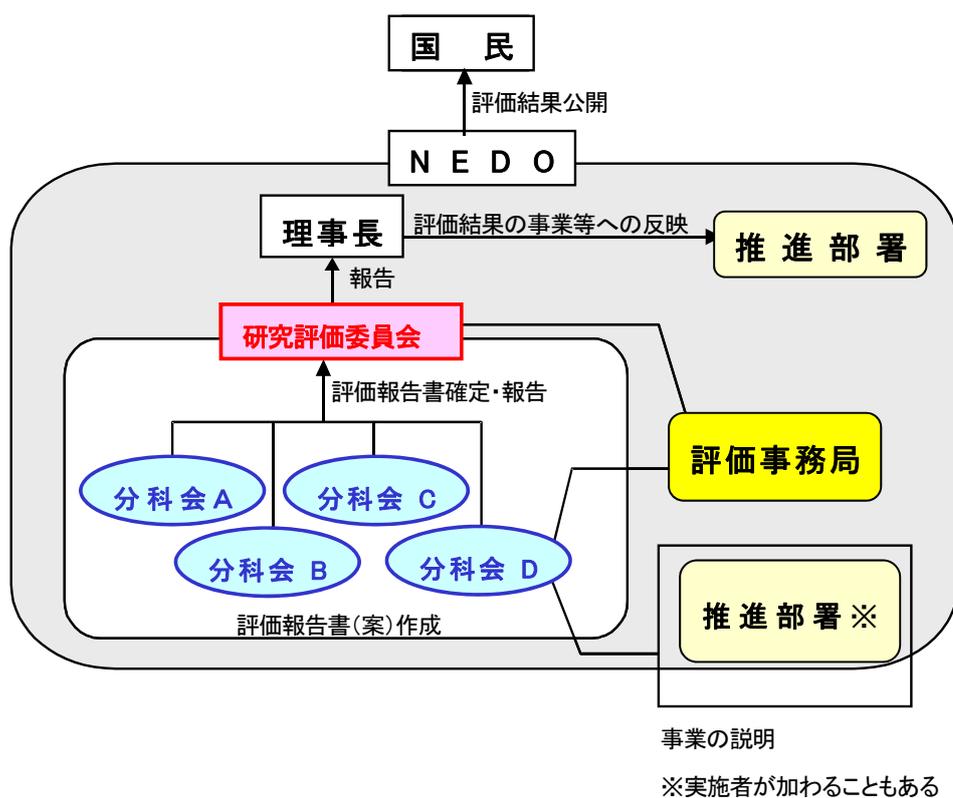


図2 評価の実施体制

#### 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「国際エネルギー消費効率化等技術・システム実証事業  
／独立電力系統地域における寒冷地気候に対応した風力発電システム実証事業  
(ロシア)」個別テーマ／事後評価分科会に係る評価項目・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い付加価値（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・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29年3月

NEDO 評価部

部長 徳岡 麻比古

統括主幹 保坂 尚子

担当 坂部 至

\*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](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