

「風力発電等技術研究開発  
/②風力発電高度実用化研究開発」  
事後評価報告書

平成31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

平成31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  
理事長 石塚 博昭 殿

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 委員長 小林 直人

NEDO技術委員・技術委員会等規程第34条の規定に基づき、別添のとおり評価結果について報告します。

「風力発電等技術研究開発  
/②風力発電高度実用化研究開発」  
事後評価報告書

平成31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
評価概要	4
研究評価委員会委員名簿	6
研究評価委員会コメント	7
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	
2. 2 研究開発マネジメントについて	
2. 3 研究開発成果について	
2. 4 成果の実用化・事業化に向けた取組及び見通しについて	
3. 評点結果	1-14
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は、被評価プロジェクトごとに当該技術の外部専門家、有識者等によって構成される研究評価分科会を研究評価委員会によって設置し、同分科会にて被評価対象プロジェクトの研究評価を行い、評価報告書案を策定の上、研究評価委員会において確定している。

本書は、「風力発電等技術研究開発/②風力発電高度実用化研究開発」の事後評価報告書であり、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「風力発電等技術研究開発/②風力発電高度実用化研究開発」（事後評価）研究評価分科会において評価報告書案を策定し、第58回研究評価委員会（平成31年3月18日）に諮り、確定されたものである。

平成31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

## 審議経過

### ● 分科会（平成30年10月12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. プロジェクトの概要説明

#### 非公開セッション

6. プロジェクトの詳細説明
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

### ● 第58回研究評価委員会（平成31年3月18日）

「風力発電等技術研究開発/②風力発電高度実用化研究開発」

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	ながた てつろう 永田 哲朗	エネルギー戦略研究所株式会社 シニア・フェロー
分科 会長 代理	かとう まさかず 加藤 政一	東京電機大学 工学部 電気電子工学科 教授
委員	おおさわ えいいち 大沢 英一	公立ほこだて未来大学 複雑系知能学科 教授
	はまだ ゆきお 濱田 幸雄	日本大学 工学部建築学科 教授
	まつした たかとし 松下 崇俊	一般社団法人日本電機工業会 新エネルギー部 技術第二グループ 課長

敬称略、五十音順

## 評価概要

### 1. 総合評価

日本の陸上風力発電市場において一定規模の設備形成が達成される中で、新設設備に関わる技術開発だけでなく、現有設備を可能な限り有効活用するという観点から、本プロジェクトにおいてスマートメンテナンスなどの研究開発が進められ、その成果伝達の仕組みも整備されたことは、昨今のコストダウンの要請にも合致し時宜を得たものである。また、10MW 超級風車では海外市場進出への足掛かりを掴み、部品高度実用化についても一定の技術的成果を得た。

その一方、一部の技術開発では実用化への見通しが得られないケースや、ノウハウが特定の企業内や製品に限定されるケースも見られ、成果波及や費用対効果の面では課題も残されている。

今後の研究開発支援にあたっては、世界市場の動向や市場ニーズの把握を始めとして、費用対効果、実用化の見通し、研究成果・知財の扱いなど多面的な観点から、さらに綿密な事前の検討が望まれる。

### 2. 各論

#### 2. 1 事業の位置付け・必要性について

日本の陸上風力発電市場が拡大し一定の事業規模を達成する中で、従来型の新設設備に関わる研究開発のみならず、既存設備の的確な保守・運用やリスク管理によって運転効率改善を目指すスマートメンテナンスなどに関する研究開発が進められたことは、コストダウンが強く求められる昨今の情勢に鑑み時宜を得たものである。こうした風力発電産業全体にメリットが及ぶ公共財的な研究開発テーマについて、**NEDO** が支援を行ったことは意義深い。

また、10MW 超級風車や部品高度実用化などに関わる技術開発については、機器の性能向上やコストダウンを進めることを通じ、製造面から日本の風力発電産業を支援するとともに、海外市場進出への足掛かりを掴む上でも、**NEDO** による関与は必要であったと思われる。

一方、今後の支援に際しては、世界市場の動向、費用対効果、実用化の見通し、研究成果・知財の扱い等について、さらに綿密な事前の検討が望まれる。

#### 2. 2 研究開発マネジメントについて

全体的にどのテーマも事前の技術動向調査を十分に行っている。国内の設備利用率を世界水準までに高めるなど、定量的な目標は概ね適切に設定されており、これらを実現するための体制は整備されている。また、保険など関連業界の参画も得ながら、実用化に向けた推進体制が構築されている点は評価できる。必要な国内外標準化戦略もとられており、適切な研究開発マネジメントが実施されていたと判断できる。



一方、本プロジェクトは多分野に渡っており、個々の研究開発がそれぞれどの程度寄与しているのかが必ずしも明確ではない。また、目標設定にあたっての海外動向の反映や、出願・特許に関する戦略などについては、さらなる工夫が必要と思われる。今後は、市場のニーズがよりの確に反映される体制作りが必要であり、技術・製品の使用者側の参加を促すなどの取り組みが望まれる。

### 2. 3 研究開発成果について

どのテーマも概ね目標を達成している。特に、スマートメンテナンス技術研究開発の研究成果は高く評価できる。このテーマでは、個別のユーザーからのデータ収集が行われ、集約・統計解析までに発展させた。また、日本発の新たな国際標準作りを目指すテーマも見られるほか、成果を風力発電業界全体に水平展開するための仕組み作りも進められており、今後の発展が期待される。

一方、技術面の目標管理だけでは十分でなく、その経済合理性、信頼性、耐久性など広範囲の評価も併せて行うべきものとする。一部のテーマには、出願・特許件数、研究発表・講演件数、論文数などがきわめて少ないものが見られる。

最終的には日本製品に体化され販売されることが理想ではあるが、個々の技術単独でも世界市場での普及・拡大を目指して欲しい。

### 2. 4 成果の実用化・事業化に向けた取組及び見通しについて

スマートメンテナンス技術研究開発についてはメンテナンスサービス業務、システム運用、保険会社と連携した新たなビジネスモデルを構築し、また、複数の事業化スキームを並列的に実施するなど、実用化・事業化に向けた戦略および取り組みは高く評価できる。その見通しについても具体的なイメージが提示されていて説得力がある。

一方、部品高度実用化については、相応の技術的成果は得られているが、その後の事業化に向けての将来性・可能性が感じられない。小規模風力についても標準化の意義は認めるが、実用化への道筋がはっきりしない。技術目標を達成し、仮に特許まで取得できたとしても、その技術が所要の採算基準等をクリアして事業化されなければ、投下された公的資金は活かされなかったことになる。今後は製造・販売までを十分に念頭に置き、製造者やユーザー等の意向やニーズもがよりの確に反映されるような研究開発を期待したい。

## 研究評価委員会委員名簿

(平成31年3月現在)

	氏 名	所属、役職
委員長	こばやし なおと 小林 直人	早稲田大学 研究戦略センター 副所長・教授、 研究院 副研究院長
委員	あきの ひろし 浅野 浩志	一般財団法人電力中央研究所 エネルギーイノベーション 創発センター 研究参事
	あたか たつあき 安宅 龍明	先端素材高速開発技術研究組合 (ADMAT) 専務理事
	いなば ようじ 稲葉 陽二	日本大学 法学部／大学院 法学研究科 教授
	かめやま ひで お 亀山 秀雄	東京農工大学 名誉教授／シニア教授
	ごないかわひろし 五内川 拓史	株式会社ユニファイ・リサーチ 代表取締役社長
	さくまい ちろう 佐久間 一郎	東京大学大学院 工学系研究科 附属医療福祉工学開発評 価研究センター センター長／教授
	たからだ たかゆき 宝田 恭之	群馬大学 特任教授
	ひらお まさひこ 平尾 雅彦	東京大学大学院 工学系研究科 化学システム工学専攻 教授
	まつい としひろ 松井 俊浩	情報セキュリティ大学院大学 情報セキュリティ研究科 教授
	まるやま まさあき 丸山 正明	技術ジャーナリスト／横浜市立大学大学院非常勤講師
よしかわ のりひこ 吉川 典彦	名古屋大学 名誉教授	

敬称略、五十音順

## 研究評価委員会コメント

第58回研究評価委員会（平成31年3月18日開催）に諮り、本評価報告書は確定された。研究評価委員会からのコメントは特になし。

## 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

日本の陸上風力発電市場において一定規模の設備形成が達成される中で、新設設備に関わる技術開発だけでなく、現有設備を可能な限り有効活用するという観点から、本プロジェクトにおいてスマートメンテナンスなどの研究開発が進められ、その成果伝達の仕組みも整備されたことは、昨今のコストダウンの要請にも合致し時宜を得たものである。また、10MW 超級風車では海外市場進出への足掛かりを掴み、部品高度実用化についても一定の技術的成果を得た。

その一方、一部の技術開発では実用化への見通しが得られないケースや、ノウハウが特定の企業内や製品に限定されるケースも見られ、成果波及や費用対効果の面では課題も残されている。

今後の研究開発支援にあたっては、世界市場の動向や市場ニーズの把握を始めとして、費用対効果、実用化の見通し、研究成果・知財の扱いなど多面的な観点から、さらに綿密な事前の検討が望まれる。

### <肯定的意見>

- どの事業も適切な研究開発目標を設定し、当初の目標がほぼ満足できるレベルで達成されている。
- NEDO 事業であればこそ期待される具体的な研究成果が見られた。保険事業への貢献に関しては、今後の展開に大いに注目したい。
- 当該研究開発事業におけるいずれの研究開発テーマも、我が国の風力発電導入拡大及び産業競争力強化に必要不可欠、且つ個社では実施困難であり、NEDO 事業として有効で妥当であったと評価する。さらに、事業の成果をもとに海外市場進出への足掛かりや国内での実用化が確実に図られていることから事業化を目論んだ適切な事業のマネジメントがなされていたと評価できる。
- 日本の陸上風力発電市場において一定規模の設備形成が達成される中で、新設設備に関わる研究開発もさることながら、現有設備を可能な限り有効活用するという観点から、リスク回避・運転効率化などによって稼働率向上を目指す研究開発が進められたことは、昨今のコストダウンの要請にも合致し時宜を得たものと考ええる。また、個々の事業者では集約が難しい公共財的なノウハウについて、風力発電業界全体に行き渡らせる仕組みを作り上げたことは、NEDO が公的資金を投じた意義があったものとして高く評価できる。
- PJ の当初目標はおおよそ達成されている。また、成果の一部は事業化されていることは評価できる。

### <改善すべき点>

- ある程度基幹技術が開発され市場が形成されている分野を対象とする場合、国内と国外に分けて開発目標を設定する方が効率的である場合がある。国際標準化に向けた次の活動につながったものの、本事業終了時点では、ヨーロッパの風況において、ダウンウィ

ンド型の優位性を十分に示せたとは言えない。また国内においては、騒音問題、バードストライク・バットストライク、シャドウフリッカーなど民家に近いところに風力発電施設を建設せざるを得ない特殊性に対応する技術の潜在的な要求にも目を向ける必要がある。

- どの事業も事前の世界レベルでの市場ニーズなどの分析があまりなされていない。また、NEDO が支援する公共性の高い事業として考えた場合、今後の技術の普及や公共利用に関して知的所有権等をどう考えていくのかが明確にされていない。
- 本 PJ の達成目標が、わが国の風力発電事業にとって必要十分であるかは疑問である。必要な目標であることは理解できるが、これで十分であるかといわれると非常に疑問である。また、海外のベンチマークが一部課題を除いて不足している。風力発電機器メーカーの海外展開を考えると、単に風況特性のみを強みとして参入できるか疑問である。風力発電事業の「ガラパゴス化」は絶対に避けてほしい。
- 一部の研究開発については、その成果が当該事業者の内部情報や特許、あるいはその製品に体化されるだけに止まり、日本の風力発電業界全体が享受できるものとはなっていないことから、公的支援の意義が必ずしも明確とは言えないものもあった。新たな国際標準作りや特許取得等を目指す事業はあったものの、最終的には世界市場への展開を念頭に置いた研究開発を目指して行くことが望まれる。
- 開発研究目標を示すいくつかの指標について、達成度評価の重要なクライテリアとなることから、事業の前後における指標の妥当性と、各研究テーマにおける目標指標達成への寄与度についてブレークダウンし定量的に示されることを期待する。

#### <今後に対する提言>

- 個別テーマおよび研究開発項目毎のプロジェクト費用が示されていないため、費用対効果の検証が困難である。全体の実績額の提示だけでなく、個々の費用を開示することが望ましい。
- 技術普及や公共利用に関して知的所有権との関係性を提案段階で明確にするべきであると思う。
- NEDO による支援の目的は、最終的には日本の再生可能エネルギーの拡大にあり、そのためには開発事業者による導入に資するための環境・基盤作りが第一義であると思われる。生産サイドを中心とした技術開発の推進は当然必要ではあるが、仮に特許まで取得した技術であっても、それが採算基準等をクリアして実用化されなければ、需要サイド（開発事業者）による採用・普及に結びつかず、投下された公的資金が活かされない恐れがある。  
今後は製造・販売までの展開を念頭に置き、実機の製造者やユーザーのニーズも反映されるような技術開発の仕組み作りを考えるとともに、より大きな販路を視野に入れた海外展開を当初から志向していくべきではないか。
- より多くの事業者を巻き込んだ体制で、必要十分である達成目標について検討することが重要である。また、他の風力発電に関する NEDO の PJ と切り分けて遂行されている

が、それらの間の協調が十分にとられていないのではないかとNEDOは積極的に調整に関与すべきである。

- 我が国の風力関連産業では、軸受や駆動装置、炭素繊維といった一部の精密機械、先端材料メーカーが国内外で既に一定の市場シェアを獲得し、売上げを拡大しながら風力産業を牽引している。一方、国内外におけるグリッドパリティ化の進展による機器コスト低減ニーズ、さらに大型化・大容量化が進む洋上風車市場の拡大による耐久性を含む高信頼性並びに省保守に対する市場ニーズが高まっている。すなわち、風車始めコンポーネントメーカーが国内外で競争力を確保するためにはこれら市場ニーズに適合していく必要がある。耐久性を含む高信頼性や省保守といった製品特性は我が国メーカーの強みとも一致するが、厳しい自然環境に晒される風力発電機器において、コストを削減しながらこれらの特性を満足し、且つ海外メーカーとの差別化を図るためには多くのサンプル数での評価試験、改良設計のサイクルが必要不可欠である。

現に欧米の風車先進国では公的な支援も受けた学術研究機関などが保有する耐久負荷試験設備が整備されており競合メーカーはこれらを有効に活用し、信頼性向上及びコスト低減開発が推進されている。一方、我が国では、必要な試験基盤が十分に整備されていないことからメーカー個社の責任と努力にて対応している状況であるが、風力市場の不透明性と風車の大型化・大容量化によるコンポーネントの大型化により設備投資の規模が個社で負うことのできるリスクレベルを超えてきており、市場の要求に適切に対応できなくなりつつある。そこで、我が国においても①現に市場競争力を有する製品・技術を一層強化しシェアを拡大させるための研究開発、②現在は国内市場に依存しているが技術的強みを有する製品の海外市場獲得のための研究開発、③我が国特有の環境特性(台風、乱流、冬季雷、地震、津波等)に対し高い信頼性を確保するための製品供給・維持管理のための基礎研究・開発等が、我が国風力産業競争力強化及び主力電源としての風力による電力安定供給確保のために期待されていると思慮する。

## 2. 各論

### 2. 1. 事業の位置付け・必要性について

日本の陸上風力発電市場が拡大し一定の事業規模を達成する中で、従来型の新設設備に関わる研究開発のみならず、既存設備の的確な保守・運用やリスク管理によって運転効率改善を目指すスマートメンテナンスなどに関する研究開発が進められたことは、コストダウンが強く求められる昨今の情勢に鑑み時宜を得たものである。こうした風力発電産業全体にメリットが及ぶ公共財的な研究開発テーマについて、NEDO が支援を行ったことは意義深い。

また、10MW 超級風車や部品高度実用化などに関わる技術開発については、機器の性能向上やコストダウンを進めることを通じ、製造面から日本の風力発電産業を支援するとともに、海外市場進出への足掛かりを掴む上でも、NEDO による関与は必要であったと思われる。

一方、今後の支援に際しては、世界市場の動向、費用対効果、実用化の見通し、研究成果・知財の扱い等について、さらに綿密な事前の検討が望まれる。

#### <肯定的意見>

- ・ 国内の風力発電の事業性向上、風力発電機器メーカーの国際競争力を高めるうえで、国内の様々な企業を統合した活動は必須であり、NEDO 事業としては妥当である。
- ・ 再生可能エネルギーの普及拡大は、国内外を問わずエネルギー政策において最重要課題であるという認識は、多くの国民が共有するところである。その一方で、国内の風力発電所の施設利用率はヨーロッパに比べて極端に低い状態にある。この問題を解決することは、国民生活にとっても大きなメリットがあり、地球温暖化対策の点でも貢献が期待できる。特にスマートメンテナンス技術研究開発は公共性が高く、NEDO 事業として大きな効果が期待できる。
- ・ 日本の陸上風力発電市場が拡大し一定の事業規模を達成する中で、従来型の新設設備に関わる研究開発のみならず、既存設備の的確な保守・運用やリスク管理によって運転効率改善を目指す研究開発が進められたことは、コストダウンが強く求められる昨今の情勢に鑑み時宜を得たものと評価できる。  
特に、風力発電産業全体にメリットが及ぶものの、個別企業では推進ないし費用負担が難しい公共財的な性格を持つ研究開発テーマについて、NEDO が公的資金による支援を行ったことは意義深いものとする。
- ・ 「10MW 超級風車の調査研究」の各事業に関して、風力発電装置（発電機）の大容量化はコストパフォーマンスおよび設備利用率・稼働率の点で利点を見出すことができる限り追求すべき課題であり、その意味では妥当。  
「風車部品高度実用化開発」の各事業については、発電装置の主要コンポーネントの性能および信頼性向上は風力発電施設の利用率および稼働率向上、さらに電力コスト低下に直接的につながることであり、ここで目標とされている各技術課題はどれも重要なものである。



- ・ 6.1.2「10MW 超級風車の調査研究（発電機）」の超電導発電機については独自性があり、その性能からみても、実用化されれば相当な国際競争力の向上が見込まれる。
- 6.3.1「スマートメンテナンス技術研究開発（リスク解析）」および6.3.2「スマートメンテナンス技術研究開発（疲労予測等）」については A 事業目標である設備利用率向上は風力発電設備のコストに大きく影響をあたえる重大要因であり、その目的は妥当。また、設備利用率向上をソフトウェア技術により向上させることができれば、その技術は比較的容易に多くの発電設備に安価で導入出来る可能性が高く、つまり、日本で稼働している多くの発電設備への普及が考えられ、その公共性の高さから、NEDO 事業としては妥当。
- 6.3.3「雷検出装置等の性能・評価技術の開発」については、落雷の多い日本においては雷予測技術および回避技術の研究開発はダウンタイム縮小のために重要。落雷被害調査、雷検出装置の性能実態調査、新雷検出装置の開発、確認試験から構成されている事業目的は妥当であり、本研究開発から得られた知見や技術を JIS に反映することが計画されており、公共性の高さからみて NEDO 事業としては適切。
- ・ 洋上風力発電コスト低減のために大容量化技術開発は必須であり、現在、欧米の主要風車メーカー中心に 10MW 超級の風車開発が加速している。
 

よって、国内に洋上風車市場が形成されていなかった事業開始時点において、10MW 超級風車の調査及び大容量化のための要素技術開発に関する事業の目的が妥当であったと同時に、NEDO の関与が不可欠であったと評価する。

さらに、当該事業の成果をもとに海外風車市場への進出の足掛かりや、開発した技術の国内での実用化が図られていることから費用対効果が高かったと考える。
- ・ スマートメンテナンス技術研究開発については、国民負担低減、風車の安全性・信頼性向上に資する共通基盤技術の研究であり事業の目的は妥当である。また、当該研究は風車のみならず太陽光発電等他製品分野への適用可能性も高いと考えられ、公共性の観点から NEDO の関与が不可欠な研究であったと評価する。当該事業の成果が早期に市場で活用されるよう今後の研究継続が望まれる。

#### <改善すべき点>

- ・ 国内風車市場拡大の遅れで個社の技術に依存した研究とならざるを得ない状況であると理解できるが、特定個社だけが果実を得る研究内容とならぬよう留意が必要である。
- ・ 現在、日本の風力発電機器の売上げの中心は、軸受や駆動装置、炭素繊維といった一部の精密機械、先端材料であり、世界で既に一定のシェアを獲得しているが、風力発電コスト低減による風車価格低減圧力により世界の主要メーカーとの熾烈な価格競争に晒されている。市場拡大が遅れている我が国においては、試験基盤の整備も不十分である等、風車メーカーのみならず関連機器・材料メーカーの開発環境は、海外メーカーに対して著しく劣後しており従前のままでは市場競争力を維持できなくなる懸念がある。そこで現在我が国が競争力を有する産業の競争力維持・向上に向けた NEDO 事業が求められていると考える。

- 風力発電のコスト低減においては、超電導発電機に代表されるような新技術の検討・開発が必要と理解する一方、コスト低減と同時に一層の信頼性向上が要求されるために、特にハードウェア開発においては他産業分野等で広く実用化されている技術を風車に適用するための要素技術開発も必要であると思慮する。
- 公共性、国際競争力という観点から本事業を評価すると、ダウンウィンド風車に対するウェイトが高いように感じられる。海外市場に対応するためには、アップウィンド、ダウンウィンド双方で活用される技術を開発することが効果的である。
- 事業目的から見て、今回の参加企業、組織で充分であったか疑問である。一部テーマが特定企業の特定機器に偏っているように見受けられる。より広範な企業、組織の参画が必要である。また、国内の風況をベースとした活動に特化している。これはこれでよいが、さらに海外展開を考えた場合、これで充分であったかは疑問が残る。
- 一部の研究開発事業に対する助成については、その成果やノウハウが参画した事業者の内部情報や特許、あるいはその製品に体化されるだけに止まり、日本の風力発電産業全体としてどのような利益が享受できたのか、さらには公的支援の意義が何であったのか等について、必ずしも明確ではない事例も見られた。  
また、小形風車については標準化等によるコストダウンを目指したものの、その一方で固定買取価格（FIT）が大幅に引き下げられており、結果として支援策の意義や政策の一貫性が問われる側面もあった。
- 風力発電設備の大容量化に伴う特許等の知的財産は特定の企業が独占することになるので、その特許等の扱い方によっては NEDO の事業として公共性が問われる場合に問題となる可能性もある。この点については各事業の知的所有権の戦略および実用化・事業化とも合わせて、研究開発成果の公開や公共利用についてどのような考えでいるのかを明確にさせるべき。

## 2. 2. 研究開発マネジメントについて

全体的にどのテーマも事前の技術動向調査を十分に行っている。国内の設備利用率を世界水準までに高めるなど、定量的な目標は概ね適切に設定されており、これらを実現するための体制は整備されている。また、保険など関連業界の参画も得ながら、実用化に向けた推進体制が構築されている点は評価できる。必要な国内外標準化戦略もとられており、適切な研究開発マネジメントが実施されていたと判断できる。

一方、本プロジェクトは多分野に渡っており、個々の研究開発がそれぞれどの程度寄与しているのかが必ずしも明確ではない。また、目標設定にあたっての海外動向の反映や、出願・特許に関する戦略などについては、さらなる工夫が必要と思われる。今後は、市場のニーズがよりの確に反映される体制作りが必要であり、技術・製品の使用者側の参加を促すなどの取り組みが望まれる。

### <肯定的意見>

- ・ 当該事業の成果をもとに海外風車市場への進出の足掛かりや、開発した技術の国内での実用化が図られていること、及び必要な国内外標準化戦略もとられていることから一定の適切な研究開発マネジメントが実施されていたと判断できる。
- ・ 保険業界を含む研究体制が構築されている点は高く評価できる。
- ・ 世界的に見て遜色のない設備利用率を国内で達成するという戦略的な目標を設定している。
- ・ 目標を実現するための実施体制は実現できている。
- ・ 一部の調査研究事業においては、定量的に明確な目標を設定しており、コストと成果の比較が容易であった。
- ・ 全体的にどの事業も事前の技術動向調査は十分に行っており、目標は適切に設定されている。開発計画も実施体制もおおむね妥当である。

6.3.1「スマートメンテナンス技術研究開発（リスク解析）」については、設備利用率向上および稼働率向上のためにはハードウェアの信頼性向上およびソフトウェアによる信頼性および不具合等の予測性能の向上が考えられるが、本研究開発は後者に焦点をあてている。一般にソフトウェアによる性能向上はハードウェアのそれよりもコストパフォーマンス的に優れる場合が多く、その意味で目標は妥当。また、稼働率を95%としており目標が明確。

6.3.2「スマートメンテナンス技術研究開発（疲労予測等）」については設備利用率向上のためにはタワーボルト並びに主軸軸受の損傷検知手法と寿命予測手法を確立すべく、既往故障事故調査、風車状態監視技術調査、CMS技術基準調査、疲労寿命予測手法開発、メンテナンス手法、タワー等の異常検出技術の確立を目標として挙げている。ソフトウェアによる不具合検出および予測、そしてそれらに依拠したメンテナンス手法の確立となるが、ソフトウェアによる性能向上はハードウェアのそれよりもコストパフォーマンス的に優れる場合が多く、その意味で目標はきわめて妥当。

- 6.3.1研究開発スケジュールは目標達成に関わる各要素技術が網羅され、また各要素技術開発も綿密に計画されている。
- 6.3.2計画については、やや調査・分析期間が長くとられている部分もみられるが、同時に予測手法の開発なども行っており、検証フェーズへの移行のスムーズさを考慮すると、おおよそ妥当であろうと思う。
- 6.3.1本研究開発は現状分析のための現場の実態調査およびデータ収集、基礎技術となるモニタリングデータの解析技術およびSCADA/CMSの高度化、そしてスマートメンテナンスプラットフォーム開発の3つに大きく分けられるが、それらについて適切に実施者が選択されている。
- 6.3.2既往事故調査や手法開発、そして検証・評価が適切な実施者に割り当てられている。

#### <改善すべき点>

- 研究開発目標を数値で示すことは分かり易いが、その数値の定義の明確化、さらに〇〇%の改善などと記述する場合は、いつの実績に対してなのか、年度を明示すべきである。例えば、「風車の総合効率を20%向上させる」と示されても、総合効率の算出式が示されていない点、また比較対象の年度も明確に示されていない点は改善する必要がある。
- 研究開発目標の妥当性の一つの裏付けとなる市場動向に関する調査結果が十分に示されていない。10MW超級の発電機の製作にあたりどのような代替案があり、それらの中からどのような基準で当該目標を設定したのかが明らかではなかった。
- 一部の事業で、事業規模から考えて出願・取得特許数がきわめて少ない（もしくは皆無）のものが見られる。特許を取得することと、取得した特許を無償で利用させることの区別ができていない。国際競争力を考えた場合、特許取得は必須事項なので特許出願は積極的に行うべき。
- 上記の改善すべき各点をプレゼンテーション時に明確に示すよう義務付けてはどうか。
- 一部の調査研究においては海外での開発が先行するような展開となり、日本が独自に進めようとしていた研究の目標や成果が必ずしも明確ではなくなってきたことから、場合によって開発計画の中途でも機動的な見直しが必要ではなかったかと思われる。また、特に実機を製作し金額的にも大きい事業については、目標管理・コスト管理の一層の徹底が必要である。
- 研究目標の指標として設備利用率23%や稼働率95%という数字が示されていたが、事業開始時点の当該指標の値と、各々の研究項目における目標値達成への寄与度が不透明であり、研究目標の達成度評価のためにも可能な限り数値をブレークダウンされることが望ましい。また、各研究テーマで実施されている目標と成果の◎○△の評価においてもクライテリアが曖昧なため、評価結果が妥当であるか判断が困難であった。各研究開発事業において、大学、研究機関、メーカーのバランスのとれた体制が構築されていたと考えるが、事業者等使用者側の参加が少ない印象であり、市場の意見がより反映される体制の構築が望まれる。

- 研究目標は、今回の参加企業、組織から見た場合、妥当であるが、逆に世界的に見て、また近い将来を見据えてこの目標で充分であるか、疑問である。いくつかの課題は特定タイプの風車に特化しているため、その技術の汎用性についての検討も必要であったと思われる。

#### <今後に対する提言>

- 多くの企業、組織を巻き込んだマネジメント体制を構築することで、必要、十分な研究目標を設定できるのではないかと。風力発電等技術研究開発の研究開発項目①の実施主体とも有機的に連携したほうが良かったのではないかと。あるいは、もっと広くNEDO内の風力発電に関するすべてのPJと連携すれば、過不足のない成果を得られたのではないかと考える。
- 今回の事後評価は大きく分けて3分野にまたがるが、各分野の研究開発内容は相互にあまり関連がなく、また成果や達成度にも差があり、これらを一括して評価するには無理がある。配分された予算が効果的に使用されたかどうかを判断するためには、事業ごとの「定性的な」達成度評価はもちろん不可欠であるが、可能な限り明確で「定量的な」目標・指標の設定や、少なくとも事業分野ごとの予算額の明示や決算額対比等の金銭面での評価も重要ではないか。
- 研究開発において論文発表が必ずしもノルマとは考えないが、風車部品高度実用化開発においては論文発表されていないテーマがあり、進捗管理における論文テーマの発掘審議も検討されたい。
- 個別テーマ間で、用語の統一を図るべきであると考えます。

## 2. 3. 研究開発成果について

どのテーマも概ね目標を達成している。特に、スマートメンテナンス技術研究開発の研究成果は高く評価できる。このテーマでは、個別のユーザーからのデータ収集が行われ、集約・統計解析までに発展させた。また、日本発の新たな国際標準作りを目指すテーマも見られるほか、成果を風力発電業界全体に水平展開するための仕組み作りも進められており、今後の発展が期待される。

一方、技術面の目標管理だけでは十分でなく、その経済合理性、信頼性、耐久性など広範囲の評価も併せて行うべきものとする。一部のテーマには、出願・特許件数、研究発表・講演件数、論文数などがきわめて少ないものが見られる。

最終的には日本製品に体化され販売されることが理想ではあるが、個々の技術単独でも世界市場での普及・拡大を目指して欲しい。

### <肯定的意見>

- ・ 達成度についてはどの事業も概ね当初目標をほぼ達成していて好ましい。  
6.3.1「スマートメンテナンス技術研究開発（リスク解析）」についてはすべての個別テーマおよび全体目標が十分に達成され、成果の意義（ソフトウェアによる設備利用率向上、稼働率向上）も大である。
- ・ 6.3.1学術論文，発表，展示説明を通じた普及活動が十分に行われている。
- ・ 目標と成果の指標が曖昧であった部分はあるが、前述の通り研究開発成果の利活用が図られ、もしくは将来実用化計画されており達成度は高いと評価できる。  
スマートメンテナンス技術開発研究におけるリスク解析、疲労予測に関する研究成果は高く評価できる。この種の研究は、メーカよりデータの提供がほとんど期待できないため、研究が進展しないことが多い。今回NEDOの公共性という性格を生かして多くのデータの収集が行われ、統計解析まで到達したことは、本プロジェクトの独自性が大きく寄与したものと評価する。
- ・ 今後の展開の方向性も明確であり、社会実装実験の成果が期待される。
- ・ 効率的なメンテナンスを目指すいくつかの調査研究においては、得られた成果を風力発電業界全体に水平展開＝横展開するための仕組み作りも進められており、今後の普及・浸透が期待される。日本発の新たな国際標準作りを目指す取り組みも見られた。
- ・ 具体的に定義された達成目標は全体として技術面からは達成している。

### <改善すべき点>

- ・ 研究開発成果の競合他社との優位性について、開発当初と評価時における競合他社や比較対象国と我が国との分析結果が不明であり評価が困難であった。
- ・ 論文等の発表や知的財産権について件数での評価になっているが、各々の論文や知財の目的（論文であれば将来の標準化戦略等々、知財であれば将来の生産国権利取得等々）について示されると、それらの効果的な評価に資すると考える。
- ・ 技術面からは種々の課題に対して、目標は達成しているが、その経済合理性、信頼性、

耐久性など広範囲の評価も併せて行うべきと考える。

- ・ 小形風力の標準化について、開発目的と個別テーマの整合性が不明である。逆に言えば、個別テーマを解決すれば、小形風力の標準化につながるという道筋が見えない。
- ・ 一部の事業で、事業規模から考えて出願・取得特許数がきわめて少ない（もしくは皆無）のものが見られる。特許を取得することと、取得した特許を無償で利用させることの区別ができていない。国際競争力を考えた場合、特許取得は必須事項なので特許出願は積極的に行うべき。また同様に一部の事業で事業規模からみて研究発表や講演数が少ないのものが見受けられる。特に査読付き論文がまったく（もしくはほとんど）出されていないものがある。
- ・ 風車部品高度実用化開発研究の複数のテーマにおいて成果の普及が見られない。目標の設定段階から改善が必要と考えられる。
- ・ 個々の研究開発テーマは、最終的には日本製品として一体化され実用化されることが理想ではあるが、個々の技術単独でも世界市場を念頭に置いた開発・実用化が必要ではないか。

#### <今後に対する提言>

- ・ 風力発電において、競合技術に対して優位性を確保し、新たな技術領域の開拓を実施するための対策の一手法として、我が国特有の環境特性（台風、乱流、冬季雷、地震、津波等）に対し、グリッドパリティを確保しつつ十分な信頼性と安全性を有する風車関連機器及び関連技術・ノウハウの獲得が一層重要であると思慮する。例えば、従来NEDOにて実施され国際標準への反映等大きな成果を得た台風・乱流評価や落雷観測等の基礎研究について、今では風車大型化による市場ニーズの高まりと観測技術の向上により世界的に研究開発が継続して実施されている。すなわち、我が国風車産業の競争力強化に資する成果を今後も生み出すために、我が国特有の環境特性を産業競争力強化に生かす基礎研究も継続的に実施されることを提言する。
- ・ 研究開発の実施体制において、外注・再委託する場合、具体的な開発成果を計画段階で互いに共有し、明文化するなどの手続きが必要である。
- ・ 技術面に重点を置いた開発、評価となっているが、事業化に向けて経済性など広範な指標を意識した評価としたほうがよいと思う。
- ・ 特定企業の内部、もしくはその特許や製品にしか体化されない研究開発の成果をどのように評価すべきか、またその場合の国の支援のあり方や成果配分はどうあるべきか等について、考え方を整理すべきと思われる。

## 2. 4. 成果の実用化・事業化に向けた取組及び見通しについて

スマートメンテナンス技術研究開発についてはメンテナンスサービス業務、システム運用、保険会社と連携した新たなビジネスモデルを構築し、また、複数の事業化スキームを並列的に実施するなど、実用化・事業化に向けた戦略および取り組みは高く評価できる。その見通しについても具体的なイメージが提示されていて説得力がある。

一方、部品高度実用化については、相応の技術的成果は得られているが、その後の事業化に向けての将来性・可能性が感じられない。小規模風力についても標準化の意義は認めるが、実用化への道筋がはっきりしない。技術目標を達成し、仮に特許まで取得できたとしても、その技術が所要の採算基準等をクリアして事業化されなければ、投下された公的資金は活かされなかったことになる。今後は製造・販売までを十分に念頭に置き、製造者やユーザー等の意向やニーズもがよりの確に反映されるような研究開発を期待したい。

### <肯定的意見>

- ・ 6.3.1「スマートメンテナンス技術研究開発（リスク解析）」についてはメンテナンスサービス業務、システム運用、保険会社と連携した新たなビジネスモデルなど高く評価できる実用化・事業化戦略が示されている。また、複数展開を並列的に実施するスケジュール等、良く計画されている。さらに、見通しについても具体的なイメージが提示されていて、その内容についても説得力がある。
- ・ 効率的なメンテナンスに関わるいくつかの事業においては、得られたノウハウを零細事業者も含む風力発電業界全体に行き渡らせるような取り組みが進められており、また保険業界等の参画も得ながらコスト削減を実現させている。
- ・ 当該事業の成果をもとに海外風車市場への進出の足掛かりや、開発した技術の国内での実用化が図られていることから、事業化に向けた取り組みが成功していると評価できる。特に、スマートメンテナンス技術研究開発については、風車のみならず太陽光発電等他製品分野への適用可能性も高いと考えられ、顕著な波及効果が期待でき高く評価される。
- ・ スマートメンテナンス要素技術研究開発・SCADA/CMS高度化は、平成30年度NEDO事業への反映、および商業展開のスケジュールが決定しており評価できる。また工学分野ではあまり対象とならない保険事業分野に対して、リスク分析が貢献できる可能性を提示している点は特筆すべきである。
- ・ 成果の事業化の道筋がはっきりし、一部成果はすでに実用化されている。

### <改善すべき点>

- ・ 今回の研究開発・技術開発のいくつかについては、気象条件が厳しく、しかも風況が必ずしも良くない日本やアジア地域を主なターゲットとしていることから、今後の市場販路を考えると成果はかなり限定される恐れもある。
- ・ FSが目的であった2枚翼風車や超電導発電機の研究については、研究成果が実現した場合の市場性やコスト低減による国民負担への低減等の波及効果についても示す必要があると思慮する。

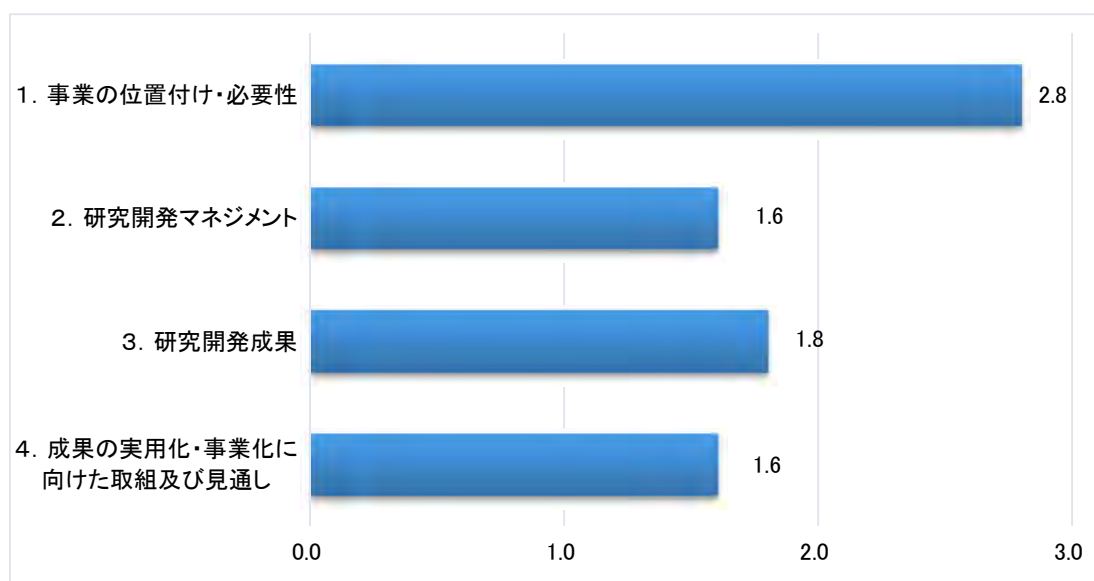


- 6.1.2「10MW超級風車の調査研究（発電機）」については、極低温冷媒給排装置の信頼性と性能がキーポイントなのであろう。また、超電導コイルモジュールに関しては技術的課題がまだ多く残っているように見受けられる。一部の事業において、成果の実用化・事業化の戦略や具体的取組に関する説明資料の内容が希薄で、プレゼンテーションの最後が尻つぼみになっているものが見受けられる。
- 風車部品高度実用開発では成果の普及が見られず、改善が必要である。
- 部品高度化については、技術的成果は得られているが、その事業化が困難という評価は問題である。小規模風力の標準化の意義は認めるが、その実用化への道筋がはっきりしない。設計にあたって参照すべき解析モデルをどのように関係事業者公開するかの仕組み造りが重要である。スマートメンテナンスに関しては、故障データの蓄積、すなわちDBの構築が重要である。このDB構築、拡充の仕組みづくりも必要ではないか？

#### <今後に対する提言>

- 実用化開発では市場動向調査を充実させる必要がある。例えば、小形風車の支柱はデザインの自由度を保証することが重要であり、汎用の構造解析ソフトを提供することが有効であると思われる。
- 当初の技術目標を達成し、仮に特許まで取得できたとしても、その技術が所要の採算基準等をクリアして事業化されなければ、投下された公的資金は活かされなかったことになる。今後は製造・販売までを念頭に置き、製造者やユーザー等の意向やニーズも反映されるような研究開発を期待したい。
- 多くの企業(製造者)にとって、事業化上、標準化が重要であると認識できるような仕組み造りが必要である。
- 成果の実用化・事業化に関してはその戦略、具体的なステップ、そしてスケジュールをすべて表などにして具体的に提示することを義務付けるのが良い。
- 研究事業期間内における実用化・事業化の取組みは確実になされていると考えるが、研究テーマにより、研究終了後も実用化・事業化のためには一定の時間を要する場合もあることが考えられ事業終了後のフォローアップも可能であれば実施されたい。

### 3. 評点結果



評価項目	平均値	素点 (注)				
		B	A	A	A	A
1. 事業の位置付け・必要性について	2.8	B	A	A	A	A
2. 研究開発マネジメントについて	1.6	C	B	B	B	C
3. 研究開発成果について	1.8	B	C	B	B	B
4. 成果の実用化・事業化に向けた取組及び見通し	1.6	B	C	B	C	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. 研究開発成果について                |
| ・非常に重要 →A          | ・非常によい →A                    |
| ・重要 →B             | ・よい →B                       |
| ・概ね妥当 →C           | ・概ね妥当 →C                     |
| ・妥当性がない、又は失われた →D  | ・妥当とはいえない →D                 |
| 2. 研究開発マネジメントについて  | 4. 成果の実用化・事業化に向けた取組及び見通しについて |
| ・非常によい →A          | ・明確 →A                       |
| ・よい →B             | ・妥当 →B                       |
| ・概ね適切 →C           | ・概ね妥当 →C                     |
| ・適切とはいえない →D       | ・見通しが不明 →D                   |

## 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。

# 「風力発電高度実用化研究開発」

## 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
-----	--

## —目次—

概 要 .....	I
プロジェクト用語集 .....	IV
1. 事業の位置付け・必要性について.....	1-1
1. 事業の背景・目的・位置づけ .....	1-1
2. NEDO の関与の必要性・制度への適合性 .....	1-1
2.1 NEDO が関与することの意義 .....	1-1
2.2 実施の効果（費用対効果） .....	1-1
2. 研究開発マネジメントについて .....	1-1
1. 事業の目標.....	1-1
2. 事業の計画内容.....	1-2
2.1 研究開発の内容 .....	1-2
2.2 研究開発の実施体制.....	1-13
2.3 研究開発の運営管理.....	1-20
2.4 研究開発成果の実用化・事業化*に向けたマネジメントの妥当性.....	1-23
3. 情勢変化への対応 .....	1-24
4. 評価に関する事項 .....	1-25
3. 研究開発成果について .....	2-1
1. 事業全体の成果 .....	2-1
2. 研究開発項目毎の成果 .....	2-3
4. 成果の実用化・事業化に向けた取組及び見通しについて.....	3-1
1. 成果の実用化・事業化に向けた取組及び見通しについて .....	4-1
 (添付資料)	
・プロジェクト基本計画	
・事前評価書	
・特許論文等リスト	

# 概要

		最終更新日	2018年9月21日				
プロジェクト名	風力発電高度実用化研究開発	プロジェクト番号	P13010				
担当推進部/ PMまたは担当者	新エネルギー部 担当者氏名 小島泰志、高木智洋、渡部良朋 (2018年9月現在)						
0. 事業の概要	<p>先進的な次世代風車に適用可能な発電機やブレード等の主要コンポーネントなどの性能向上に係わる実用化開発や主要コンポーネントの標準化を素材レベルから一体的に実施し、故障頻度の低減、停止時間の削減を図り、風車設備利用率・発電量を向上する。また、10MW以上の超大型風車の新技術に関するフィージビリティスタディ及び国内外の開発動向に関する調査研究を行い、発電機等を含むシステム全体の実現可能性を評価する。</p> <p>また、メンテナンス技術を高度化することにより、故障率の低減を図り、設備利用率を向上する。また、各種部品等の寿命を予測する先進的なメンテナンス技術を開発することで発電事業者のオペレーション&amp;メンテナンス技術の向上を図る。さらに、雷被害による風車のダウンタイム短縮のため雷検出装置等における所要性能の検討及び評価等に係る健全性確認技術を開発する。さらに、風車メンテナンス人材の確保に向けた人材育成プログラムを作成する。</p>						
1. 事業の位置 付け・必要性 について	<p>風力発電は、他の再生可能エネルギーと比較して発電コストが低く、中長期的に大規模な導入が期待されている。しかしながら我が国の厳しい気象条件の中で長時間、安定的に発電事業を行うためには、風車の信頼性のみならず、発電効率の向上やメンテナンスの高度化などの技術開発による、一層の発電コストの低減が求められている。我が国の風力発電の実態として、その設備利用率は全国平均で20%弱にとどまり、他の風力発電先進地域に比べ低い水準にある。これにより我が国の風力発電が相対的にコスト高となっている。この問題を解決するため、事故・故障個所の診断のみならず、故障の予知や各種部品等の寿命を予測し、事故・故障に係る費用の削減と共に、メンテナンス費用を削減することが求められている。さらに、高性能化を実現する部材や部品、コンポーネント開発等を支援することは、我が国における風力発電の導入を促進することに寄与するのみならず、我が国企業の国際競争力を強化し、国際市場獲得に資するものである。</p>						
2. 研究開発マネジメントについて							
事業の目標	本事業の目標は風車部品やメンテナンス技術を高度化する実用化開発を総合的に実施することで、陸上風力発電及び洋上風力発電に関する設備利用率を向上し、風力発電に係るライフサイクル発電コストを低減することを目指す。						
事業の計画内容	主な実施事項	Fy2013	Fy2014	Fy2015	Fy2016	FY2017	
	10MW超級風車の調査研究	→					
	風車部品高度実用化開発	→					
	スマートメンテナンス技術研究開発	→					
事業費推移 (会計・勘定別に NEDO が負担した実績額 (評価実施年度については予算額) を記載) (単位: 百万円)	会計・勘定	Fy2013	Fy2014	Fy2015	Fy2016	FY2017	総額
	一般会計						
	特別会計 (電源・需給の別)	2,000	1,700	580	7,500*	6,320*	18,700*
	開発成果促進財源						
	総 NEDO 負担額	2,000	1,700	580	7,500*	6,320*	18,700*
※2016年度以降 「洋上風力発電等のコスト低減	(委託)	249	618	426	405	243	1,941

に向けた研究開発事業」へ統合	(助成) : 助成率 1/2	125	746	465	397		1,733
	(共同研究) : 負担率 2/3		3.1	68.2	70		141.3
開発体制	経産省担当原課	資源エネルギー庁 省エネルギー・新エネルギー部 新エネルギー課					
	プロジェクトリーダー	一般社団法人風力エネルギー学会 代表委員 勝呂 幸男					
	プロジェクトマネージャー	新エネルギー部 田窪 祐子 主任研究員					
	委託先及び助成先	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 10MW超級風車の調査研究 (株) 日立製作所 一再委託: (国) 九州大学、(国) 東京工業大学 (国研) 産業技術総合研究所、(国) 東京大学、(国) 三重大学、 (株) 風力エネルギー研究所 (株) 古河電気工業 一再委託: (国) 新潟大学、(学) 上智学院</li> <li>(株) 前川製作所 一再委託: (国) 東京大学 (国研) 産業技術総合研究所</li> <li>・ 風車部品高度実用化開発 (株) 日立製作所 一委託: (国) 九州大学、(国) 東京工業大学 (株) ADEKA、住友重機械工業(株)、(株) ジェイテクト 一委託: (国) 三重大学 (国) 三重大学、(学) 東京理科大学、(国研) 産業技術総合研究所、(国) 東京大学、(国) 金沢大学、(一社) 日本小形風力発電協会 (株) 安川電機、東洋電機製造(株)、(株) デンロコーポレーション、 (一社) 日本小形風力発電協会、内田鍛工(株)、(株) ダイナックス 一共同実施: (国) 北海道大学</li> <li>・ スマートメンテナンス技術研究開発 (国) 東京大学 先端科学技術研究センター、(国研) 産業技術総合研究所 (株) 北拓、NTN(株)、SOMPO リスクアマネジメント(株) 一委託: 伊藤忠テクノソリューションズ(株)、日本興亜損保(株)、NTT ドコモ(株)、日本電気(株) (国) 東京大学、イー・アンド・イーソリューションズ(株)、 (一財) 日本海事協会、日本精工(株) (一財) 日本海事協会、(学) 中部大学 中部大学、電源開発(株) 一再委託: (国立高専機構) 和歌山工業高等専門学校</li> </ul>					
情勢変化への対応	2014年度に追加公募を実施。 2015年度にプロジェクト期間を2年延長し、追加公募を実施。(2015年度末まで→2017年度末まで)						
評価に関する事項	事前評価	2013年度実施 担当部 評価部					
	事後評価	2018年度実施					
3. 研究開発成果について	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 10MW超級風車の調査研究 3枚ブレードダウンウインド風車の詳細検討を行い、10MW風車の実現可能性及び次世代の有望な要素技術を示した。</li> <li>・ 風車部品高度実用化開発 プロトタイプ機のフィールド試験を行い、ブレード、ドライブトレインの軽量化等により、風力発電の総合効率20%以上改善が可能となった。PCS、発電機、支柱の標準化、実証に取り組み、現行品よりも30%コストダウン可能であることを確認した。</li> <li>・ スマートメンテナンス技術研究開発 故障予知の技術を開発し、欧州並みの利用可能率95%以上、設備利用率23%以上の実現が可能であることを示した。</li> </ul>						
	投稿論文	「査読付き」38件、「その他」45件					



	特 許	「出願済」71件、「登録」24件、「実施」0件（うち国際出願25件）
	その他の外部発表 （プレス発表等）	
4. 成果の実用化・事業化に向けた取組及び見通しについて	<p>風車部品高度実用化開発にて実施した中速ギア、荷重低減化等の実用化・事業化における初期市場としては、日本国内の市場が考えられる。我が国の厳しい気象条件や低風速地域の中で長時間、安定的に発電事業を行うためには、風車の信頼性向上が求められる。ダウンウインド型風車の特徴を生かし、中速ギア等にて開発した長翼ブレード、中速ギアドライブトレイン等について、国内のウィンドファーム等への導入が想定される。</p> <p>中速ギア等において、5MW級風車の部品高度化を実施した(株)日立製作所は、2018年4月に台湾の彰化洋上風力発電プロジェクト向け5.2MW風力発電システム21基を受注し、5MW風車の海外での受注に成功した。今後はこれを足掛りに海外市場に進出する戦略を立てており、更なる成果の事業化が進むことが期待される。</p> <p>また、スマートメンテナンス技術開発の成果を社会実装化させる為の取り組みとして、2018年度より風車運用高度化技術研究開発を新たに実施。風車の運用データ等を収集・蓄積可能なデータベースシステムを構築し、スマートメンテナンス技術研究開発で開発した人工知能(AI)等を用いた故障予知技術を広く利用してもらう為の基盤システムの開発を目指す。</p>	
5. 基本計画に関する事項	作成時期	2010年3月 作成
	変更履歴	<p>2014年5月 改訂 「風力等自然エネルギー技術研究開発」の研究開発項目に③風力発電高度実用化研究開発を統合し新たに制定。</p> <p>2014年10月 改訂 「4. 評価に関する事項」を一部改正</p> <p>2015年3月 改訂 誤記及び表現を訂正</p> <p>2016年3月 研究開発項目②「風力発電高度実用化研究開発」のii)スマートメンテナンス技術研究開発の事業期間を改正</p> <p>2016年7月 雷検出装置等における所要性能の性討及び評価健全性確認技術の開発を追記</p> <p>2017年2月 スマートメンテナンス技術研究開発に、データベースの構築及び人材育成プログラムの作成を追記、「4. 評価に関する事項」を一部改正</p> <p>2018年1月 「風力発電高度実用化研究開発」のiv)風車運用高度化技術開発を追記</p>

## プロジェクト用語集

用語	説明
CMS (Condition Monitoring System)	振動センサ、変位センサ、温度センサなどの各種測定センサを対象物に取り付け、連続または断続的にデータ収集を遠隔で行い、その取得データを基に部品の異常を早期検出する状態監視システム。
SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition)	遠隔制御監視システム。産業制御システムの一つであり、SCADAシステムはサーバ、モニタ、UPS、クライアントPC、等で構成される。サーバには、ロータ速度、アジマス角、ナセル角、他100点ほどのアナログデータや、風速や発電量などの帳票データを収集する。
ウインドファーム	集合型風力発電所のことで、大型風車を複数基設置して電気を生産する農場という意味からつけられた呼称。
大型風車	定格容量が1000kW以上の風車。
小形風車	JISにおいて、風車直径が16m以下(受風面積200m <sup>2</sup> 以下)、また電気事業法において出力規模が20kW未満の風車
主軸	ロータからの動力を発電機に伝達する回転軸。増速機付きの風車においては、低速軸及び高速軸の総称。
設備利用率	ある期間中における風車総発電量の、同期間中に定格出力で運転したと仮定して風車が発生可能な発電量に対する比率。
増速機	入力軸の回転速度を、増速して出力軸に動力伝達する装置。
ダウンウインド風車	ロータがタワーやナセルより後ろにあり、風を受けるタイプの風車。
ダウンタイム	故障や定期メンテナンス実施などのために、ある装置が使用できない時間。国内で稼働中の風力発電用風車は、約7割が海外メーカー製であり、故障が生じた場合に代替部品を取り寄せるのに時間がかかるため、欧米諸国と比較して故障発生時のダウンタイムが長くなる傾向がある。
ドライブトレイン	ロータの回転力を電力に変換するための一連の動力伝達装置の総称。
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、制御装置等を格納するもの。
年間発電量	風力発電装置の1年間の発電量。推定値は、実測したパワー曲線とハブ高さにおける風速出現頻度分布をもとに、100%の利用可能率を仮定して計算する。
発電機	機械動力(風車ロータの回転力)を受けて電力を発生する回転機。
ハブ	ブレード、またはブレード組立部品をロータシャフトに取り付けている部分。
PCS(パワーコンディショナ)	直流電力を、交流電力に変換する装置。
風向	観測者から見て、風が向かってくる方向。例えば、“北風とは北から吹く風”、“山風とは山から谷に向かって吹く風”の意味である。
風車	単一又は複数の風力エネルギーを主軸の動力に変換するロータをもつ装置(風車の最小単位。異種類のロータをもつ風車を含む)。
風車稼働率	年間のダウンタイムを1年の時間で割り、その値を1から差し引いた比率。
風速	空気が移動した距離とそれに要した時間の比(単位は通常m/s)。
風速階級別出力頻度	ある地点のある期間における風速階級に対応する各方位別の風向出現度数を示すもの。

風力発電システム	風が持つ運動エネルギーを電気エネルギーに変換するシステム。
風力発電所	一グループ又は複数グループの風力発電装置。
ブレード	風車の回転羽根。(抗力形風車の羽根はパドルと呼ばれる。)
平均風速	風速の瞬間値を、規定期間内で統計的に平均したもの。規定期間は、数秒から数年の場合がある。備考“平均風速”として、月平均風速及び年平均風速が通常使われる。
落雷	雲と大地間の大気が発生する放電で、1回以上の雷撃を含む。
雷撃	落雷における1回の放電。
乱流強度	風速の標準偏差の平均風速に対する比。この比は、指定の時間内に採取した同一の風速測定データセットから決定する。
利用可能率	ある期間中において、全歴時間から保守または故障による停止期間を差し引いた値の、同期間中の全歴時間に対する比。
レセプタ	風車ブレードの対雷対策として、雷撃電流を安全に大地に流すために取り付けられる受電部。
(風車)ロータ	風車において、風からエネルギーを吸収するために回転する部分。ブレード、ハブ、シャフト等から構成される。
ロータ直径	風車ロータの直径。

## 1. 事業の位置付け・必要性について

### 1. 事業の背景・目的・位置づけ

風力発電は、他の再生可能エネルギーと比較して発電コストが低く、中長期的に大規模な導入が期待されている。しかしながら我が国の厳しい気象条件の中で長時間、安定的に発電事業を行うためには、風車の信頼性のみならず、発電効率の向上やメンテナンスの高度化などの技術開発による、一層の発電コストの低減が求められている。我が国の風力発電の実態として、その設備利用率は全国平均で20%弱にとどまり、他の風力発電先進地域に比べ低い水準にある。これにより我が国の風力発電が相対的にコスト高となっている。この問題を解決するため、事故・故障個所の診断のみならず、故障の予知や各種部品等の寿命を予測し、事故・故障に係る費用の削減と共に、メンテナンス費用を削減することが求められている。さらに、高性能化を実現する部材や部品、コンポーネント開発等を支援することは、我が国における風力発電の導入を促進することに寄与するのみならず、我が国企業の国際競争力を強化し、国際市場獲得に資するものである。

風力発電に係るこれらの課題を克服すべく革新的技術開発を行うとともに、風力発電の導入拡大及び産業競争力の強化に資することを目的とする。

### 2. NEDOの関与の必要性・制度への適合性

#### 2.1 NEDOが関与することの意義

風力発電効率の向上やメンテナンスの高度化は中長期にわたる研究開発が必要となり、民間企業にとっては大きなリスクとなる。また、その効果的な研究開発のためには大学、研究機関、民間企業の多くの研究者が結集しなければならず、全体の推進役を担う機関が必要とされる。NEDOはその性質上この推進役として適任である。さらに、NEDOが過去に実施してきた風力発電関連事業により得てきた知見、ノウハウを活用し得ることは、NEDOが関与することによって大きな意義となる。

#### 2.2 実施の効果（費用対効果）

研究開発の期間は、「10MW超級風車の調査研究」で2年間（2013年度～2014年度）、「風車部品高度実用化開発」で4年間（2013年度～2016年度）、「スマートメンテナンス技術研究開発」で5年間（2013年度～2018年度）である。事業全体の実績額は38.7億円である。

10MW超級風車の全体設計、及び風車部品高度実用化開発（中速ギア等）を手掛けた（株）日立製作所の事業戦略では、2021年度までのダウンウインド風車事業による累計売上予測を2,500億円と見込んでおり、十分な経済効果が見込まれる。

## 2. 研究開発マネジメントについて

### 1. 事業の目標

風力発電は、他の再生可能エネルギーと比較して発電コストが低く、中長期的に大規模な導入が期待されているが、我が国の厳しい気象条件の中で長期間、安定的に発電事業を行うためには、風車の信頼性のみならず、発電効率の向上やメンテナンスの高度化などの技術開発による一層の発電コストの低減が求められている。また、風力発電による環境影響やアセスメント対応の円滑化など、社会受容性の向上も重要である。

風車部品高度実用化開発においては、プロトタイプ機における開発を完了し、風車の総合効率を20%以上向上する。また、小形風車の標準化においては要素部品の仕様を決定し、コストを30%以上削減する。

スマートメンテナンス技術研究開発においては、既設風車による実証試験を完了し、メンテナンスシステムを確立するとともに、設備利用率23%以上を達成する。また、雷検出装置等における所要性能の検討及び評価等に係る健全性確認技術の開発を行う。さらに、風車メンテナンスに関する人材育成プログラムを作成する。

10MW超級風車の調査研究においては、10MW以上の超大型風車のシステム等に係る課題を抽出し、実現可能性を評価する。

## 2. 事業の計画内容

### 2.1 研究開発の内容

#### 2.1.1 事業全体の計画内容

前項で説明したように、本事業は「10MW超級風車の調査研究」、「風車部品高度実用化開発」および「スマートメンテナンス技術研究開発」の3項目において実施している。各研究開発項目とそれぞれの個別研究テーマ、実施事業者および事業期間について整理する。

(表Ⅱ.2.1.1-1)。

表Ⅱ.2.1.1-1 研究開発項目と研究テーマ・実施事業者・事業期間の整理

#### (1) 風力発電高度実用化研究開発

研究開発項目 (小分類)	区分	研究テーマ	実施事業者	事業期間
10MW超級風車の調査研究	終了	全体設計	(株)日立製作所	2013～2014年度
	終了	要素技術	(国研)産業技術総合研究所、(国)東京大学、(国)三重大学 (株)風力エネルギー研究所	2013～2014年度
	終了	発電機	古河電機工業(株)、(株)前川製作所、(国研)産業技術総合研究所	2013～2014年度
風車部品高度実用化開発	終了	中速ギア等	(株)日立製作所	2013～2016年度
	終了	荷重低減化技術等	(株)ADEKA、住友重機械工業(株)、(株)ジェイテクト	2013～2015年度
	終了	小形風力発電部品標準化	(株)三重大学、(学)東京理科大学、(国研)産業技術総合研究所、(国)東京大学先端科学技術研究センター、(国)金沢大学、(一社)日本小形風力発電協会	2014～2016年度
	終了	小形風力発電部品実証研究	(株)安川電機、東洋電機製造(株)、(株)デンロコーポレーション、(一社)日本小形風力発電協会、内田鍛工(株)、(株)ダイナックス、(国)北海道大学	2014～2016年度
スマートメンテナンス技術研究開発	終了	リスク解析等	(国)東京大学先端科学技術研究センター、(国研)産業技術総合研究所、(株)北拓、NTN(株)損保ジャパン日本興亜リスクケアマネジメント(株)	2013～2017年度
	終了	疲労予測等	(国)東京大学、イー・アンド・イーソリューションズ(株)、(一財)日本海事協会、日本精工(株)	2013～2017年度
	終了	雷検出装置等の性能・評価技術の開発	(一財)日本海事協会、(学)中部大学、電源開発(株)	2016～2017年度

以上のとおり、本事業は3つの研究開発項目と10の研究テーマからなる幅広い事業構成となっている。ここでは、3つの開発項目のそれぞれの研究内容と実施方法を概説し、本事業全体の計画内容と各研究開発項目の相互関係を示す。

(1) 10MW超級風車の調査研究（2013年度～2014年度）

10MW以上の超大型風車の新技術に関するフィージビリティスタディ及び国内外の開発動向に関する調査研究を行い、発電機等を含むシステム全体の実現可能性を評価する。

(2) 風車部品高度実用化開発（2013年度～2016年度）

先進的な次世代風車に適用可能な発電機や主要コンポーネントなどの性能向上に係わる実用化開発を素材レベルから一体的に実施する。具体的にはブレード、発電機、動力伝達装置、軸受け等の開発を行う。また、小形風車の主要コンポーネントの標準化においては技術開発に不可欠な評価体制等も確立する。なお、風車の実用化開発を推進するもので、技術開発を行う事業者に対しては、その開発に必要な事業費の一部を助成する。

(3) スマートメンテナンス技術研究開発（2013年度～2017年度）

メンテナンス技術を高度化することにより、故障率の低減を図り、設備利用率を向上する。また、各種部品等の寿命を予測する先進的なメンテナンス技術を開発することで発電事業者のオペレーション&メンテナンス技術の向上を図る。

スマートメンテナンス技術開発の基礎となる、故障事故及びメンテナンス技術の調査分析については産学官の複数事業者が互いのノウハウ等を持ち寄り協調して実施する事業であることから、委託事業として実施する。また、メンテナンスシステムの設計及び技術開発を行う事業者に対しては、その開発に必要な事業費の一部を助成する。

各種部品等の寿命を予測する先進的なメンテナンス技術を開発することで発電事業者のオペレーション&メンテナンス技術の向上を図る。また、雷被害による風車のダウンタイム短縮のため雷検出装置等における所要性能の検討及び評価等に係る健全性確認技術を開発する。さらに、風車メンテナンス人材の確保に向けた人材育成プログラムを作成する。

以上を整理し、本事業全体のスケジュールと相互の関連および予算について図Ⅱ.2.1.1-1にまとめる。

	2013	2014	2015	2016	2017	最終目標値
10MW超級	概念設計 → FS → ●					10MW以上の超大型風車のシステム等に係る課題を抽出し、 <b>実現可能性を評価</b> する。
風車部品高度化	製作・組合試験 (中速ギア) → 実証機検証 → 評価 ● 設計・試作 (長翼ブレード) → 製作 → 試験 ● 概念設計 → プロトタイプ機実証 ● 荷重低減化技術					プロトタイプ機における開発を完了し、 <b>風車の総合効率を20%以上向上</b> する。また、小形風車の標準化においては要素部品の仕様を決定し、 <b>コストを30%以上削減</b> する。
スマートメンテナンス	メンテ実態調査、データ解析 → 故障予知技術実証 ● スマートメンテナンス技術開発 → リスク分析 故障事故・疲労解析 → CMSメンテナンス評価 ● CMS技術調査・分析 → 疲労予測 事例分析 → 装置性能評価 ● 落雷					既設風車による実証試験を完了し、メンテナンスシステムを確立するとともに、 <b>設備利用率23%以上</b> を達成する。また、雷検出装置等における所要性能の検討及び評価等に係る <b>健全性確認技術の開発</b> を行う。

年度	2013	2014	2015	2016	2017	計
事業予算 (百万円)	2,000	1,700	580	7,500*	6,320*	-

※2016年度以降「洋上風力発電等のコスト低減に向けた研究開発事業」へ統合

実績額 2013年度～2017年度：38.7億円

図Ⅱ.2.1.1-1 研究開発スケジュールと予算

## 2.1.2 研究テーマ毎の計画内容

### (1) 10MW超級風車の調査研究 (2013年度～2014年度)

調査研究には3つの個別テーマ (①全体設計、②要素技術、③発電機) がある。図

Ⅱ.2.1.2-1 に上記について、開発デバイスのイメージ、発電原理および開発項目等の実証研究の概要を図示する。



項目	全体設計グループ	要素技術グループ	発電機グループ														
実施機関	日立製作所	産業技術総合研究所 東京大学 三重大学 風力エネルギー研究所	古河電気工業 前川製作所 産業技術総合研究所														
実施概要	3枚翼ダウンウインド風車を詳細検討する。	2枚及び3枚翼風車の検討マトリクスを取りまとめ、特に、2枚翼風車及びCOE(Cost Of Energy)について詳細検討する。	10MW超級風車のキーコンポーネントの研究開発を行い、10MW超級風車に用いる超電導発電機の実現可能性を検証する。														
主な調査項目	<p>10MW用ロータブレード ドライブトレイン NEDO 10 MW 風車(2枚/3枚翼/アップウインド/ダウンウインド)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Airfoil</th> <th>Relative thickness(%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Circle</td> <td>100</td> </tr> <tr> <td>DU-A-409-050</td> <td>40</td> </tr> <tr> <td>DU97 W 300</td> <td>30</td> </tr> <tr> <td>DU91 W2 250</td> <td>25</td> </tr> <tr> <td>DU98 W 210</td> <td>21</td> </tr> <tr> <td>NACA64018</td> <td>18</td> </tr> </tbody> </table> <p>風洞実験 良航水槽試験</p>	Airfoil	Relative thickness(%)	Circle	100	DU-A-409-050	40	DU97 W 300	30	DU91 W2 250	25	DU98 W 210	21	NACA64018	18	<p>CFD 風洞実験 コスト評価 Relative LCOE (-)</p>	<p>超電導発電機システム</p>
Airfoil	Relative thickness(%)																
Circle	100																
DU-A-409-050	40																
DU97 W 300	30																
DU91 W2 250	25																
DU98 W 210	21																
NACA64018	18																

図Ⅱ.2.1.2-1 プロジェクトの概要 実証研究

以下、3つの個別テーマ毎の研究開発項目と目標について概説する。なお、各テーマの事業年度については、前出の表Ⅱ.2.1.1-1(1)を参照。

① 全体設計 ((株)日立製作所)

世界的に中長期技術として検証が行われている、10MW以上の超大型風車のシステム等に係わる課題を抽出し、実現可能性を評価する。

表Ⅱ.2.1.2-1 研究項目と内容(全体設計)

研究項目	内容
①設計条件の設定	当該風車が設計上想定すべき環境条件を定義する。
②概念検討	候補コンセプトのリストアップと10MW超風車に有望なコンセプトの絞り込み。
③風車概念設計	概念検討で絞り込んだ案について、概念設計を行い、成立性の検証と経済性評価を行う。
④ブレード概念設計	10MW風車用に適正なロータ直径が得られるブレードの概念設計を行う。
⑤次世代パワートレイン実現性評価	概念設計で選定した有力なパワートレインコンセプトに対して概念設計を行い、実現可能性を評価する。
⑥要素技術による発展性検討	10MW風車の経済性向上、浮体式洋上風車への適用、20MW風車の実現に向けた技術課題の抽出と対策技術の提案。

② 要素技術（（国研）産業技術総合研究所、（国）東京大学、（国）三重大学、（株）風力エネルギー研究所）

本調査研究事業では、現状の3枚翼風車をベースとした超大型化に加え、更なる発電コストの削減のために必要であると考えられる2枚翼風車ロータやその他新技術（インテリジェント・ロータ、高性能厚翼技術、ベント・ツイスト・カップリング風車ロータ技術、ナセル搭載 LIDAR による風車制御高度化、等）について、日本の外部条件、ロジスティクス、運転・保守を考慮したフィジビリティスタディとコスト評価を実施し、有望な10MW 超級風車の全体像を明らかにする。また、代表的な10MW 超級風車について、更なる概念設計を実施し、詳細なコスト評価を行う。これらの評価・解析を通じ、本調査研究後の日本における次世代風車の開発と実証に向けた提言を取りまとめた。

③ 発電機（古河電気工業(株)、(株)前川製作所、(国研)産業技術総合研究所)

本調査研究では、鉄心利用超電導発電機を制作するための重要な要素技術である以下の3つのキーコンポーネントについて研究開発を行った。

- (1) 鉄心利用超電導発電機用コイルモジュール：レーストラック型の超電導コイルをコンパクトなドーナツ型真空容器に格納したものであり、鉄心の各突極の周りに配置され、超低温ガスを循環して冷却される。
- (2) 高信頼性冷却機：冷却温度 20-40K、冷却能力 1kW 級で、ナセル内に設置可能な寸法を有し、3年以上メンテナンスフリーなターボブレイトン冷凍機である。
- (3) 超電導回転子用冷媒給排装置：極低温冷媒を静止系から回転する真空容器に供給するための装置で、回転側に配置される内蔵型冷媒循環ポンプと回転・静止型熱交換器から構成される。高圧の極低温ヘリウムガスは静止系のみで循環するため、高圧の極低温冷媒に対する回転シールの問題を回避できる。

表 II. 2. 1. 2-2 10MW 超級風車の調査研究 研究開発項目と目標及び根拠

研究開発項目	目標	根拠
全体設計	世界で実現されていない10MW 超級の風車の実現を目指して、その実現可能性を評価する。	世界においては風車の大型化が進み、6～8 MW 級の大型風車の開発・実証が盛んに行われており、近年では10MW 超級風車の研究が始まっている。
要素技術	<ul style="list-style-type: none"> <li>・3枚翼水平軸風車のスケールアップ効果と課題を明らかにする。</li> <li>・2枚翼風車ロータ等の新技術について調査し、一部の技術についてシミュレーション評価を行い、その可能性と課題を明らかにする。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・発電コスト低減の為、また、洋上風力への導入を想定し、風車の更なる大型化の検討が必要である。</li> <li>・2枚翼風車はロータの質量低減等のメリットが見込めるが、大型風車での実例が少ない。</li> </ul>
発電機	10MW 超級風車に用いる超電導発電機の実現可能性を実証する。	<ul style="list-style-type: none"> <li>・超電導技術を利用することで小形・軽量な大容量ダイレクトドライブ風力発電機を製作できる事が設計研究で示された。</li> </ul>

(2) 風車部品高度実用化開発 (2013 年度～2016 年度)

風車部品高度実用化開発には 4 つの個別テーマ (①中速ギア等、②荷重低減化技術等、③小形風力発電部品標準化、④小形風力発電部品実証研究、) がある。図Ⅱ.2.1.2-2 に、上記について、開発の概要を図示する。

	中速ギア等	荷重低減化技術等	小形風力発電部品標準化	小形風力発電部品実証研究
実施機関	(株)日立製作所	(株)ADEKA、住友重機械工業(株)、(株)ジェイテクト	(国)三重大学、(学)東京理科大学、(国研)産業技術総合研究所、(国)東京大学先端科学技術研究センター、(国)金沢大学、(一社)日本小形風力発電協会	(株)安川電機、東洋電機製造(株)、(株)デンロコーポレーション、(一社)日本小形風力発電協会、内田鍛工(株)、(株)ダイナックスー共同実施：(国)北海道大学
事業概要	1) 高速スレンダーブレードの開発 2) 国産増速機の開発 3) 実証機載せ替え後実証試験	1) 高信頼性風車ブレード素材の開発 2) 風車ドライブトレイン低速軸の変動荷重低減化技術の開発 3) 風車ドライブトレイン高速軸の変動荷重低減化技術の開発	小形風力発電システムの主要な構成部品である「PCS」、「発電機」、「支柱」を標準化するための研究開発。	「発電機」、「PCS」、「支柱」を開発・製作し、フィールドによる実証試験を行う。
実施項目				

図Ⅱ.2.1.2-2 プロジェクトの概要 風車部品高度実用化開発

以下、4 つの個別テーマ毎の研究開発項目と目標について概説する。なお、各テーマの事業年度については、前出の表Ⅱ.2.1.1-1 (2)を参照。

① 中速ギア等 ((株)日立製作所)

洋上風車に求められる経済性と高信頼性を同時に実現する高効率な中速ギアと、永久磁石同期発電機（PMG）システムを組合せた洋上向け風車開発を目的に、①ドライブトレイン（主軸、ギア、発電機）と、②ブレードの設計・製造技術を高め、風車システムとしてその実用性を確認する。

② 荷重低減化技術等（(株) ADEKA、住友重機械工業(株)、(株)ジェイテクト）

1) 高信頼性風車ブレード素材の開発

高度化されたFRP素材により、比強度及び成形速度を向上させ、ブレードの軽量化を図る。

2) 風車ドライブトレイン低速軸の変動荷重低減化技術の開発

増速機のトルクアームにアクティブダンパユニットを搭載し、ドライブトレイン系の最大荷重の抑制を図る。

3) 風車ドライブトレイン高速軸の変動荷重低減化技術の開発

高速軸に一方クラッチを搭載し、増速機の疲労荷重低減化、高速軸のスミアリング対策及び発電機の発電効率向上を図る。

③ 小形風力発電部品標準化（(国研)産業技術総合研究所、(国)三重大学、(国)金沢大学、(一社)日本小形風力発電協会）

1) 小形風力発電機用PCSの研究開発及び実証

小形風車用PCSの認証制度構築に向け、小形風車独特の課題を整理し、課題解決に取り組んだ。

2) 小形風力発電機用PCS入力モデルの確立

5kW級の小形風車シミュレータを開発し、シミュレーションモデルAIST-RAMにより5kW代表機の挙動を実稼働前に再現、設計にフィードバックした。また、小形風力発電機の出力急変時風モデルを構築し、小形風車用PCS認証のための試験風を確立させた。

3) 垂直軸風力発電機の空力弾性モデルの開発及び実証

小形直線翼垂直軸風車の空力弾性モデルの開発を行った。また、空力弾性モデルによる定常解析結果とフィールド試験により得られた風車運転データを比較し、風車回転数、主軸トルク、出力の解析結果が妥当であることを示した。

4) 水平軸型風車の空力弾性モデルの高度化

小形水平軸風車のシミュレーションモデルAIST-RAMの高度化を実施した。5kW代表機について基本性能構造の健全性、制御パラメータなど多面的な風車特性の評価を行った。

5) 支柱を対象とした数値解析

支柱に関して、3kW級、5kW級、10kW級、20kW級代表機の風車の振動特性を数値解析により評価し、支柱の設計にフィードバックすることで、運転中の風車本体と支柱との深刻な共振や支柱の疲労破壊の発生を回避させた。

④ 小形風力発電部品実証研究（(株)安川電機、東洋電機製造(株)、(株)デンロコーポレーション、(一社)日本小形風力発電協会、内田鍛工(株)、(株)ダイナックスー共同実施：(国)北海道大学）

発電機は、低コスト化実現のために、永久磁石型発電機と受動素子（リアクトル、コンデンサ等）で構成される直流出力回路を組み合わせた新方式の発電機（以下、CCレスと称する）の研究開発と、フェライト磁石を採用したレアアースレス発電機の研究開発の2種類の発電機の研究開発を行う。

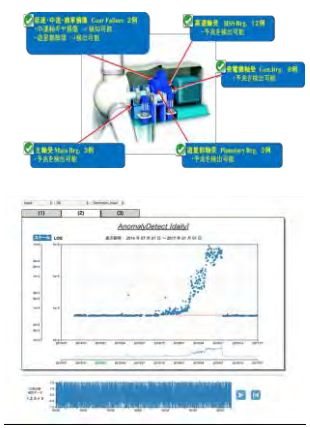
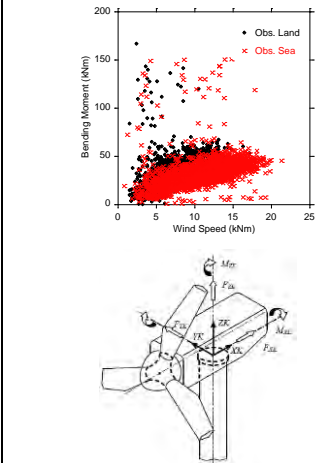
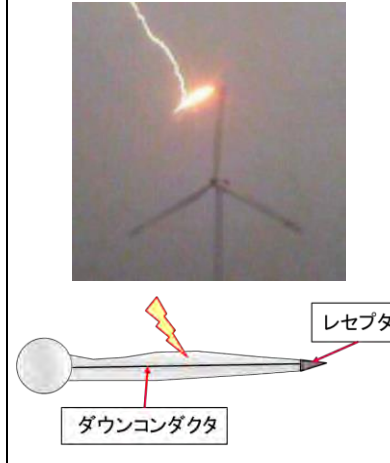
PCSは、「小形風力発電部品標準化」事業と連携し、小形風力発電特性を考慮したPCS用制御ソフトを開発し、制御ソフトを組み込んだ小形風力発電用PCSの実証を行う。また、今後の小形風力発電機の大容量化（10kW、20kWなど）に向け、複数台のPCSにより大容量の小形風力発電機の制御を実現するためのシステム設計等を行う。

支柱は、小形風力発電機は一般的に、単柱方式が大半を占めるが、10～20kWクラスにおいては、トラス構造方式によるコストダウン効果が見込まれるため、規模・敷地条件・要求性能条件・経済性を考慮し、2方式の支柱の開発設計を行い、諸荷重に対する信頼性を比較検討する。なお、本事業における研究体制として、株式会社安川電機がPCSの開発を担当し、東洋電機製造株式会社と株式会社ダイナックスは発電機の開発を担当し、株式会社デンロコーポレーションと内田鍛工株式会社は支柱の開発を担当し、一般社団法人日本小形風力発電協会はフィールド試験のデータ取得および事務局を担当する。

表Ⅱ.2.1.2-13 風車部品高度実用化開発 研究開発項目と目標及び根拠

研究開発項目	目標	根拠
中速ギア等	効率向上の評価の仕方として、メリット指数を適用し、現状のメリット指数と比較して、20%以上の向上を目指す。	メリット指数は、ブレードの発電量及び、増速機・発電機の効率を、上記部品単位重量当たりで換算したものを従前と今回開発品の比率で評価する。
荷重低減化技術等	・風車の信頼性向上及び発電量向上に資する技術を確立する。現在のMWクラス風車の設備利用率を現行比20%向上（設備利用率を20%から24%にする）させる。	個別の技術を組み合わせることにより、目標達成可能と判断。
小形風力発電部品標準化	・小形風力発電システムの主要な構成部品である「発電機」、「PCS」、「支柱」を標準化するための研究開発を行うことで、現状より30%以上のコスト削減を実現する。	部品標準化に伴うコストダウン10～20%、さらに導入量増加により30%のコストダウンが可能と試算。
小形風力発電部品実証研究	・「小形風力発電部品標準化」事業にて作成された標準仕様に基づき、「発電機」、「PCS」、「支柱」を製作し、最終的な小形風力発電システムの標準化により現状より30%以上のコスト削減を実現する。	

(3) スマートメンテナンス技術研究開発（2013年度～2017年度、2016年度～2017年度）  
 共通基盤研究には3つの個別テーマ（①リスク解析等、②疲労予測等、③雷検出装置等の性能・評価技術の開発）がある。図Ⅱ.2.1.2-3に、研究内容のイメージを示す。

	リスク解析等	疲労予測等	雷検出装置等の性能・評価技術の開発
実施機関	(国) 東京大学先端科学技術研究センター、(国研) 産業技術総合研究所、(株) 北拓、NTN(株)、SOMP O リスクアマネジメント(株)	(国) 東京大学、(一財) 日本海事協会、イー・アンド・イーソリューションズ(株)、日本精工(株)	(一財) 日本海事協会、(学) 中部大学 中部大学、電源開発(株)
事業概要	1～3ヶ月前の故障予測を可能とするメンテナンス援用利用可能なシステムに仕上げる要素技術（センサー、通信、解析技術）を開発、高度化。	1) 風車故障事故の調査 2) CMS の損傷検知手法と寿命予測手法の高度化 3) 維持管理コストモデルと信頼性評価モデルの構築	1) 風車雷被害の実態把握、雷リスクマネジメントの確立 2) 市販の雷検出装置等の性能実態整理、評価技術の開発 3) 雷撃音響タワー内検知方式の雷検出の実現可能性評価
実施項目			

図Ⅱ.2.1.2-3 プロジェクトの概要 スマートメンテナンス技術研究開発

以下、3つの個別テーマ毎の研究開発項目と目標について概説する。なお、各テーマの事業年度については、前出の表Ⅱ.2.1.1-1 (3)を参照。

① リスク解析等（(国) 東京大学先端科学技術研究センター、(国研) 産業技術総合研究所、(株) 北拓、NTN(株)、SOMP O リスクアマネジメント(株)）

本事業では各種要素部品の状態監視システム（CMS：Condition Monitoring System）で取得する風車状態データを示す各種センサ波形データの活用と関係するセンサ群の開発や分析技術、故障検知技術の開発等を通じて、メンテナンスに必要な情報収集蓄積を可能



にすることで、風車の不具合の早期検出とメンテナンス効率化に資する情報プラットフォーム・データベースの開発、最適な情報通信システム開発などを検討する。

また、国内風力発電運用実態調査では、先に述べた稼働率向上と安全な風力発電事業実現を目的として、国内風力発電事業者を対象としたO&Mに関するアンケート調査、各事業者への個別ヒアリング調査により、それぞれの事業者のメンテナンスへの取り組み状況やウィンドファーム全体の稼働状況といった国内の風力発電運用の実態について関係情報の収集・分析を実施した。

さらにこれらの研究成果を適切に風力発電事業へ反映させるため、保険などへの適用性を検討し、各事業者のこれまでの事業実績、メンテナンス実績をもとに評価分析を行った。加えて、各種SCADAデータの分析も行った。

② 疲労予測等（(国)東京大学、(一財)日本海事協会、イー・アンド・イーソリューションズ(株)、日本精工(株)）

高効率な回転系（ドライブトレイン、制御機器）と非回転系（タワー等）に係るメンテナンス手法の開発に資するために、既設風車の故障事故データの収集、発生状況・要因等の分析及びメンテナンス手法の分析を行うとともに、国内外の既設風車のメンテナンス手法及び故障事故の対応策等を整理し、まとめた。

風車CMSの製品技術や導入状況を調査するとともに、CMS及び状態監視技術の技術基準や認証等を調査し、CMSの技術資料を取りまとめた。また、CMS及び状態監視技術の技術基準・認証とその活用について検討した。

風車の疲労寿命予測手法を開発し、それによって得られるデータベース及び前項までで得られた各種データを用いて、CMSによる風車のメンテナンスコスト低減効果を定量的に示し、風車メンテナンス手法の評価を行った。

③ 雷検出装置等の性能・評価技術の開発（(一財)日本海事協会、(学)中部大学 中部大学、電源開発(株)）

1) 我が国における風車雷被害の実態を明らかにし、雷リスクマネジメントを確立するため、発電事業者等への守秘義務契約を交わしたアンケート調査を実施した。

2) 市場にある種々の雷検出装置等の性能実態を明らかにし、その評価技術を開発するため、方式の異なる4種類12式の雷検出装置の周波数特性感度を中心に性能評価を実施した。

3) 設置の簡単な雷撃音響タワー内検知方式の落雷検出装置につき実現可能性を検討するため、国内2ヶ所の実風車で雷撃時音響データを収集した。

4) ブレード内のダウンコンダクタの断線位置を検出する方法を検証し、ダウンコンダクタの断線起因による重大事故の未然防止技術開発に資するとともに、落雷によるブレード内のダウンコンダクタの損傷対策として、ブレード表面へのダウンコンダクタ設置技術の検討を行った。4つの断線検出手法を提案し、それぞれの手法の有効性を実機スケール（ダウンコンダクタ14m）の実験により証明した。

5) レセプタ外着雷等の異常被雷を自動的に検知するシステムを開発するため、異常被雷で発生するブレード表面伝播弾性波およびブレード内空气中伝播超音波の検知によるシステムの成立性を検証した。

6) 今回の研究結果、最新の知見・研究成果に基づく新しい雷リスクマネジメント手法を提案した。

研究開発項目	目標	根拠
リスク解析等	<ul style="list-style-type: none"> <li>国内風力発電設備利用率向上と風力発電の安定化、低コスト化を目指し、目標稼働率95%を達成していくメンテナンス技術、周辺要素技術の開発と手法の確立を目標とする。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>実施時の欧州における風車稼働率の水準と同等である。</li> </ul>
疲労予測等	<ul style="list-style-type: none"> <li>CMS手法の信頼性並びに利用可能率を向上し、設備利用率を23%以上にする。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>風車稼働率を欧州並みの比率に向上させた場合の、設備利用率の想定割合</li> </ul>
雷検出装置等の性能・評価技術の開発	<ul style="list-style-type: none"> <li>雷検出装置等における所要性能の検討及び雷撃後ブレードや保護システム健全性確認技術開発</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>特に雷撃リスクの高い地域においては非常停止装置を施設することが新たな要件として規定され、安全を確保しつつ風力発電コストの上昇を抑制し、雷被害による風車のダウンタイムを短縮することが必要。</li> </ul>



## 2.2 研究開発の実施体制

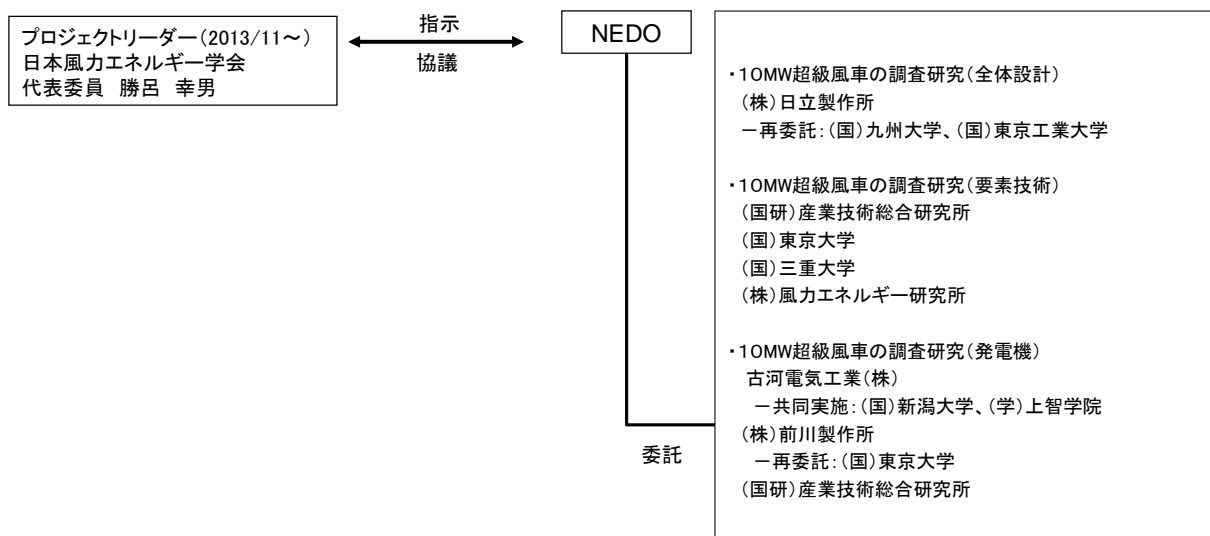
### 2.2.1 実施体制

本事業は、2013年度に公募を行い「10MW超級風車の調査研究」で3件、「風車部品高度実用化開発」で2件、「スマートメンテナンス技術研究開発」で2件、計7テーマで研究開発をスタートした。このうち、「10MW超級風車の調査研究」については2014年度で研究を完了している。

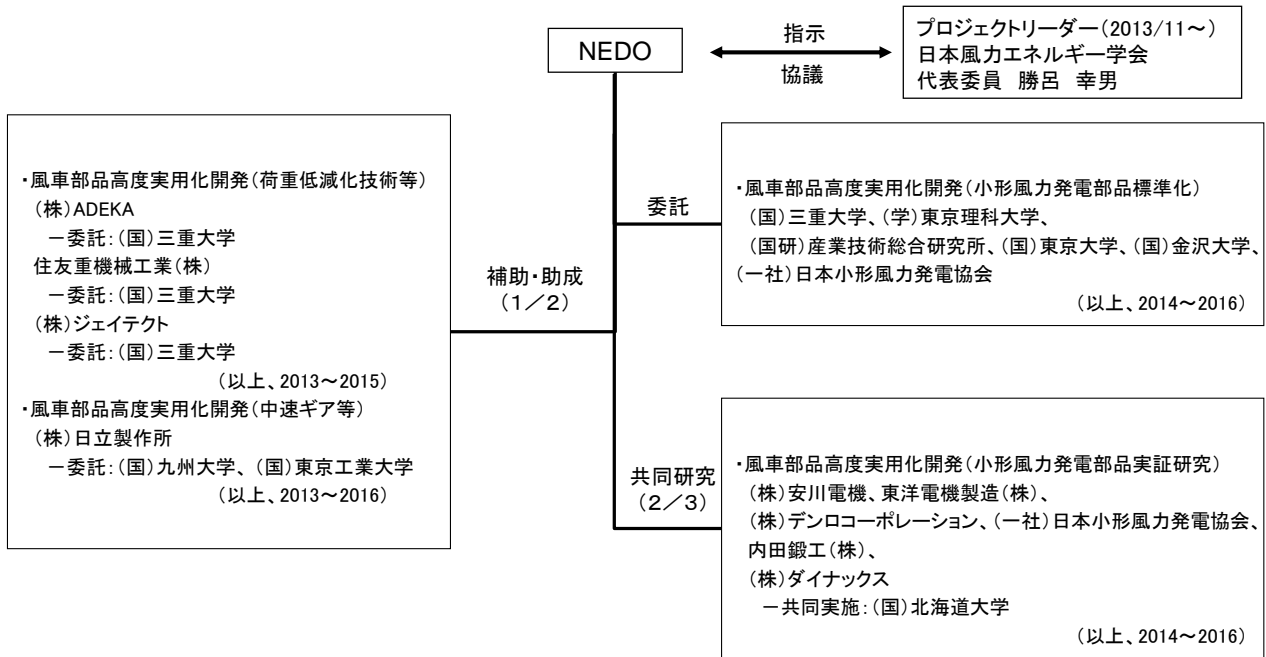
2014～2016年度には追加公募を実施し、2014年度には「風車部品高度実用化開発」で2件、2016年度には「スマートメンテナンス技術研究開発」で1件を採択している。

本事業は、2017年度末時点において、「スマートメンテナンス技術研究開発」3件を擁するプロジェクトとなっている。本事業は風車、風車部品、メンテナンスと広範囲の技術領域を含むことから、各テーマを効率的に指導しながらプロジェクト全体を推し進め十分な成果を得るため、風車全般に精通し高度の専門知識を有するプロジェクトリーダー（PL）を設置する必要があると判断し、2013年11月よりPLを設置している。

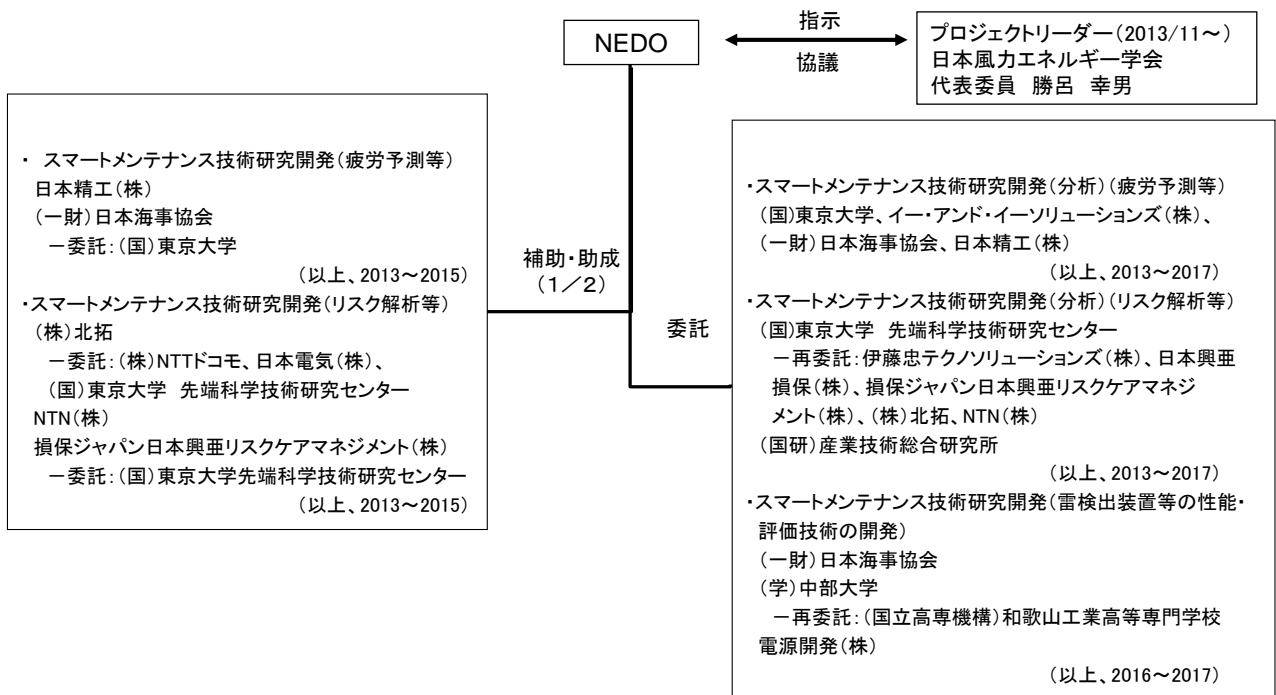
2013～2017年度までの実施体制を以下に示す。



図Ⅱ.2.2.1-1 2013～2014年度実施体制（10MW超級風車の調査研究）



図Ⅱ.2.2.1-2 2013～2016年度実施体制（風車部品高度実用化開発）



図Ⅱ.2.2.1-3 2013～2017年度実施体制（スマートメンテナンス技術研究開発）

本事業で、NEDOがプロジェクトリーダー（PL）として委嘱した（一社）日本風力エネルギー学会 代表委員 勝呂幸男氏は、風車メーカーにおける勤続経験を有し、長年にわたり風車機械工学の研究に従事され高度な専門知識と経験を有するばかりでなく、その研究活動を通じて関係学会や協会主催の分科会等でも活動されており、風車に関して

非常に幅広い学識を有している。本事業の目標や目指す方向性あるいは技術的課題も的確に把握できる立場にあり、本事業のPLとして最適任であると判断している。

## 2.2.2 主要な研究者

### プロジェクトリーダー

氏名	所属・役職	役割・研究項目
勝呂 幸男	日本風力エネルギー学会 代表委員	プロジェクト全体の最適化 研究計画・研究目標等に関する指導・助言

### 10MW超級風車の調査研究（全体設計）

#### <委託先>

事業者名	氏名	所属・役職
株式会社日立製作所	佐伯 満	日立事業所・シニアプロジェクトマネージャー

#### <再委託先>

事業者名	氏名	所属・役職
国立大学法人九州大学	吉田 茂雄	応用力学研究所・教授
国立大学法人東京工業大学	轟 章	理工学研究科・教授

### 10MW超級風車の調査研究（要素技術）

#### <委託先>

事業者名	氏名	所属・役職
国立研究開発法人産業技術総合研究所	大和田野 芳郎	再生可能エネルギー研究センター・センター長
国立大学法人東京大学	荒川 忠一	工学系研究科機械工学専攻・教授
国立大学法人三重大学	伊藤 智徳	大学院工学研究科・研究科長
株式会社風力エネルギー研究所	今村 博	取締役・技術部長

#### <再委託先>

なし

### 10MW超級風車の調査研究（発電機）

#### <委託先>

事業者名	氏名	所属・役職
古河電気工業株式会社	松岡 太郎	パワー&システム研究所・主査
株式会社前川製作所	町田 明登	技術研究所・所長
国立研究開発法人産業技術総合研究所	角口 勝彦	エネルギー技術研究部門・研究部門長

#### <共同実施先>

事業者名	氏名	所属・役職
国立大学法人新潟大学	福井 聡	大学院自然科学研究科・准教授
学校法人上智学院	高尾 智明	上智大学理工学部・教授
国立大学法人東京大学	大崎 博之	新領域創成科学研究科・教授

### 風車部品高度実用化開発（中速ギア等）

#### <助成先>

事業者名	氏名	所属・役職
株式会社日立製作所	佐野 貴彦	自然エネルギー発電システム部・グループリーダー主任技師

<委託先>

事業者名	氏名	所属・役職
国立大学法人九州大学	吉田 茂雄	応用力学研究所・教授
国立大学法人東京工業大学	轟 章	理工学研究科・教授

風車部品高度実用化開発（荷重低減化技術等）

<助成先>

事業者名	氏名	所属・役職
株式会社ADEKA	藤田 直博	機能化学品開発研究所・主任研究員
株式会社ジェイテクト	藤原 英樹	産業機械技術部・室長
住友重機械工業株式会社	岡田 真三	技術研究所

<委託先>

事業者名	氏名	所属・役職
国立大学法人三重大学	前田 太佳夫	大学院工学研究科・教授

風車部品高度実用化開発（小形風力発電部品標準化）

<委託先>

事業者名	氏名	所属・役職
学校法人東京理科大学	近藤 潤次	理工学部・准教授
国立大学法人三重大学	前田 太佳夫	大学院工学研究科・教授
国立大学法人東京大学	飯田 誠	先端科学技術研究センター・特任准教授
国立大学法人金沢大学	河野 孝昭	理工研究域サステナブルエネルギー研究センター・助教
国立研究開発法人産業技術総合研究所	仁木 栄	再生可能エネルギー研究センター・研究センター長
一般社団法人日本小形風力発電協会	進 守	事務局長

<再委託先>

なし

風車部品高度実用化開発（小形風力発電部品実証研究）

<共同研究先>

事業者名	氏名	所属・役職
株式会社安川電機	山田 達哉	インバータ事業部・部長
東洋電機製造株式会社	高木 俊晴	産業事業部・滋賀工場長
株式会社ダイナックス	竹崎 謙一	開発本部モジュール開発部・部長
株式会社デンロコーポレーション	塩出 基夫	鉄構技術本部・本部長
内田鍛工株式会社	田中 敏行	取締役技術部長
一般社団法人日本小形風力発電協会	中村 道彦	副理事長

<共同実施先>

事業者名	氏名	所属・役職
国立大学法人北海道大学	小笠原 悟司	大学院情報科学科・教授

スマートメンテナンス技術研究開発（リスク解析等）

<委託先>

事業者名	氏名	所属・役職
国立大学法人東京大学	飯田 誠	先端科学技術研究センター・特任准教授
国立研究開発法人産業技術総合研究所	辻井 潤一	人工知能研究センター・研究センター長

<再委託先>

事業者名	氏名	所属・役職
SOMPOリスクアマネジメント株式会社	足立 慎一	リスクエンジニアリング開発部・主席コンサルタント
NTN株式会社	鈴木 克義	産業機械事業本部 CMS技術部 部長
株式会社北拓	吉田 悟	取締役・副社長
伊藤忠テクノソリューションズ株式会社	福田 寿	科学システム事業部 エネルギービジネス推進部・部長
日本興亜損保株式会社	松尾 栄治	公務部営業開発課・課長

<助成先>

事業者名	氏名	所属・役職
SOMPOリスクアマネジメント株式会社	足立 慎一	リスクエンジニアリング開発部・主席コンサルタント
NTN株式会社	坂口 智也	先端技術研究所・主査
株式会社北拓	吉田 悟	取締役・副社長

<委託先>

事業者名	氏名	所属・役職
株式会社NTTドコモ	加藤 秀成	ライフサポートビジネス推進部 担当課長
日本電気株式会社	小西 寛仁	交通・公共ネットワーク事業部 主任
国立大学法人東京大学	飯田 誠	先端科学技術研究センター・特任准教授

スマートメンテナンス技術研究開発（疲労予測等）

<委託先>

事業者名	氏名	所属・役職
イー・アンド・イーソリューションズ株式会社	池 知彦	環境事業部・グループマネージャー
国立大学法人東京大学	石原 孟	大学院工学系研究科・教授
一般財団法人日本海事協会	高野 裕文	再生可能エネルギー部・部長
日本精工株式会社	木村 啓亮	総合開発研究センター・グループマネージャー

<再委託先>

なし

<助成先>

事業者名	氏名	所属・役職
一般財団法人日本海事協会	高野 裕文	再生可能エネルギー部・部長
日本精工株式会社	木村 啓亮	総合開発研究センター・グループマネージャー

<委託先>

事業者名	氏名	所属・役職
国立大学法人東京大学	石原 孟	大学院工学系研究科・教授

スマートメンテナンス技術研究開発（雷検出装置等の性能・評価技術の開発）

<委託先>

事業者名	氏名	所属・役職
一般財団法人日本海事協会	赤星 貞夫	再生可能エネルギー部・次長
学校法人中部大学 中部大学	山本 和男	工学研究科・准教授
電源開発株式会社	本庄 暢之	環境エネルギー事業部 風力発電技術室・室長

<再委託先>

事業者名	氏名	所属・役職
国立高等専門学校機構和歌山工業高等専門学校	山吹 巧一	電気情報工学科・教授

## 2.2.3 知的財産取扱いの考え方と運用

本事業に係る知的財産については、産業技術力強化法第19条第1項に規定する4項目およびNEDOが実施する知的財産権の状況調査（バイ・ドール調査）に対する回答を条件として、知的財産権については全て本事業の参画企業・大学に帰属する。また、本事業に係る産業財産権の出願（PCT国内書面の提出を含む）又は申請を行った時は、60日以内にNEDOへ通知することを業務委託契約約款及び共同研究契約約款で定めており、NEDOにおいて本事業の知的財産の権利化動向を把握することとしている。複数の企業・大学が参画しているコンソーシアムにおいては知財運営会議を実施しており、同一の研究項目を複数の企業・大学が共同で研究開発を行う場合、共同成果としての知的財産について共同成果の持ち分および責務等の帰属の範囲を明確にし、成果の発表時期や方法および内容について協議を行うことにしている。なお、本事業における研究開発成果の取扱いについて、得られた研究成果は、NEDO、研究実施事業者とも普及に努めるものとし、知的基盤整備又は標準化等との連携を図るためデータベースへのデータ提供、標準化の提案等を積極的に行うものとする。

---

### ◆知的財産管理

#### ➤ 知的財産管理指針の策定

- ・特許を受ける権利の帰属
- ・大学等と企業の共有特許
- ・プロジェクト内での実施許諾

等について規定

#### ➤ 知的財産取扱いの要点（産学連携コンソーシアムの活動例）

運営会議の設置（1回/月程度で開催）

- ・成果の発表時期、方法及び内容
- ・コンソーシアム全体での出願、自己名義の出願
- ・共同成果の持分及び責務等

---

図Ⅱ.2.2.3-1 知的財産管理について

## 2.3 研究開発の運営管理

研究開発全体の管理・執行に責任を有する NEDO は、経済産業省および各研究開発実施者と密接な関係を維持しつつ、本事業の目的および目標に照らして適切な運営管理を実施する。具体的には、必要に応じて外部有識者による技術検討委員会を設置し、開発内容について審議し、その意見を運営管理に反映させる他、半期に一回程度プロジェクトリーダー等を通じてプロジェクトの進捗について報告を受けること等を行う。

また、2013 年度から、プロジェクトの効率的な運営を図り事業全体を推進し十分な成果を得るためにプロジェクトリーダー（PL）を設置し、（一社）風力エネルギー学会代表委員の勝呂 幸男氏に PL を委嘱した。各推進委員会等においては、各事業者から研究開発の進捗状況の報告について、勝呂 PL より技術的な指導を受けるとともに、事業全体の目標達成、効率的運営等に関する助言を受けている。

### 2.3.1 NEDO が主催する報告会

風車部品高度実用化開発（荷重低減化技術等）においては、年 4 回程度の頻度で NEDO 及び PL に対する報告会を開催し、実施者の進捗を把握すると同時に PL の指導を仰ぐ機会を設け、研究開発の運営管理を実施した。以下に、これまで開催した報告会の開催実績とその内容を記す。

表Ⅱ.2.3.1.-1 荷重低減化技術等 報告会

	開催日	場所	主な議題
第 1 回	2014 年 8 月 7 日	NEDO 川崎	進捗報告、今後の実施方針
第 2 回	2014 年 9 月 19 日	NEDO 川崎	実施者毎の進捗報告、PL の技術指導
第 3 回	2014 年 11 月 5 日	NEDO 川崎	実施者毎の進捗報告、PL の技術指導
第 4 回	2014 年 12 月 16 日	NEDO 川崎	実施者毎の進捗報告、PL の技術指導
第 5 回	2015 年 3 月 17 日	NEDO 川崎	実施者毎の進捗報告、PL の技術指導
第 6 回	2015 年 5 月 21 日	NEDO 川崎	実施者毎の進捗報告、PL の技術指導
第 7 回	2015 年 9 月 1 日	NEDO 川崎	実施者毎の進捗報告、PL の技術指導
第 8 回	2015 年 12 月 16 日	三重大学工学部	実施者毎の進捗報告、PL の技術指導
第 9 回	2016 年 4 月 19 日	NEDO 川崎	実施者毎の最終成果報告

風車部品高度実用化開発（小形風力発電部品標準化／部品実証研究）では、2015 年 4 月に、「活動報告会」を開催しており、各事業者からはそれまでの成果および今後の計画等について報告がなされ研究開発の進捗状況の確認を行っている。

以下に、これまで開催した全体会議の開催実績とその内容を記す。

表Ⅱ.2.3.1.-2 小形風力発電部品標準化／部品実証研究 報告会

	開催日	場所	主な議題
第 1 回	2015 年 4 月 22 日	世界貿易センタービルディング（浜松町） WTC コンファレンスセンター38 階	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ PCS ワーキングの進捗報告</li> <li>・ 垂直軸ワーキングの進捗報告</li> <li>・ 水平軸ワーキングの進捗報告</li> <li>・ 年間スケジュールの協議</li> </ul>



## 2.3.2事業者が組織する委員会等

本事業のうち、助成事業のみの風車部品高度実用化開発（中速ギア等、荷重低減化技術等）以外の各テーマについては、各事業者がそれぞれの研究開発をすすめ、その成果を取りまとめるうえで外部からの指導・協力を得るために委員会を設置している。

以下に事業者が組織する委員会について記述する。

### (1) 推進委員会の登録委員

本事業では、各プロジェクトにおいて、助成事業を除くテーマについて推進委員会を設置している。プロジェクト毎の推進委員会の委員と所属について下記に記す。スマートメンテナンス技術研究開発においては、「雷検出装置等の性能・評価技術の開発」のテーマに関して個別に推進委員会を設置している。

表Ⅱ.2.3.1.-2 推進委員会の登録委員と所属

プロジェクト（テーマ）名	委員氏名	所属
10MW超級風車の調査研究（発電機・要素技術・全体設計）	永尾 徹	一般財団法人新エネルギー財団【委員長】
	牛山 泉	学校法人足利工業大学
	堺 浩二	新日鉄住金エンジニアリング株式会社・海洋鋼構造事業ユニットプロジェクト部
	東崎 康嘉	学校法人近畿大学理工学部機械工学科
	牧 直樹	国立大学法人東京海洋大学海洋工学部
	安田 陽	学校法人関西大学システム理工学部電気電子情報工学科
風車部品高度実用化開発（小形風力発電部品標準化／小形風力発電部品実証研究）	牛山 泉	足利工業大学
	松宮 輝	(株)HIKARUWIND.LAB
	越中 洋	電気事業連合会
	上村 敏	一般財団法人 電力中央研究所
	齋藤 祐一	一般社団法人電気安全環境研究所
	石山 卓弘	一般社団法人日本電機工業会
	佐々木 千一	一般財団法人日本海事協会
スマートメンテナンス技術研究開発（リスク解析等、疲労予測等）	牛山 泉	学校法人足利工業大学 学長
	石塚 紀雄	イオスエンジニアリング&サービス株式会社 副社長
	榊原 雅行	株式会社ユーラスエナジージャパン 工務部長兼業務・購買部長
	東崎 康嘉	近畿大学 理工学部 機械工学科 教授
	浜田 幸雄	JFEメカニカル株式会社 営業本部 開発営業部 理事
	本庄 暢之	電源開発株式会社 環境エネルギー事業部 風力事業室長代理
スマートメンテナンス技術研究開発（雷検出装置）	安田 陽	京都大学大学院 経済学研究科 再生可能エネルギー経済学講座 特任教授
	横山 茂	運輸安全委員会委員

等の性能・評価技術の開発)	植松 憲司	共立リスクマネジメント株式会社 リスクエンジニアリング・グループ
	高木 晋洋	株式会社ユーラステクニカルサービス 国内設備運用管理部 部長
	村田 直人	三菱重工業株式会社 エネルギー・環境ドメイン 再生エネルギー事業部 陸上風車部 技術グループ グループ長

## 2.4 研究開発成果の実用化・事業化<sup>\*</sup>に向けたマネジメントの妥当性

本事業では、研究開発内容の妥当性を確保するため、社会・経済的状況、内外の研究開発動向、政策動向、プログラム基本計画の変更、評価結果、研究開発費の確保状況、当該研究開発の進捗状況等を総合的に勘案し、達成目標、実施期間、研究開発体制等、基本計画の見直しを弾力的に行うものとする。

事業全体の目標を達成し成果の実用化・事業化を図るため、研究開発成果のうち共通基盤技術に係るものについては、プロジェクト内で速やかに共有した後、NEDO及び実施者が協力して普及に努めている。

本事業において得られた研究成果は、①NEDO、研究実施事業者とも普及に努めるものとし、②知的基盤整備又は標準化等との連携を図るためデータベースへのデータ提供、標準化の提案等を積極的に行う。③知的財産権については、「国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構新エネルギー・産業技術業務方法書」第25条の規定等に基づき、原則として、すべて実施事業者等に帰属することとする。

### 3. 情勢変化への対応

本事業は、東日本大震災により再生可能エネルギーへの社会的注目・関心が大きくなる中、2013年度に公募を行い「10MW超級風車の調査研究」で3件、「風車部品高度実用化開発」で2件、「スマートメンテナンス技術研究開発」で2件、計7テーマで研究開発をスタートした。政策的意向も反映しつつ、2014年度には追加公募を実施し、新たに「風車部品高度実用化開発」2件、2016年度には「スマートメンテナンス技術開発」1件の計3件を追加採択している。

2015年2月に経済産業省において「発電用風力設備の技術基準の解釈」改正がなされ、落雷のリスクの程度に応じて「雷撃から風車を保護する措置」を行うことが義務付けられたことを受け、スマートメンテナンス技術研究開発において「雷検出装置等の性能・評価技術の開発」のテーマを実施した。

昨今、経済産業省では中長期のエネルギー政策である「第5次エネルギー基本計画」をまとめ、エネルギー供給の多角化や電源構成におけるエネルギーミックスについて新たな数値目標がまとめられた。今後も、こうした政策動向を注視し関係省庁との連携を維持しながら情勢変化に対し柔軟に対応する。

表Ⅱ.3-1 動向・情勢変化の把握と対応

情勢	対応
・2015年2月に経済産業省が「発電用風力設備の技術基準の解釈」を改正。落雷リスクの程度に応じて、「雷撃から風車を保護する措置」を行うことを義務付け。	・ <a href="#">2016年度よりスマートメンテナンス技術研究開発において雷撃を検知する装置の性能評価を実施し、落雷による風車の停止(ダウンタイム)の低減を図る事業を実施。</a>

#### 4. 評価に関する事項

「風力発電高度実用化研究開発」については、2013年2月のNEDOの事前評価において、NEDOが主導して実施する事の妥当性について評価され、技術的及び政策的観点から、研究開発の意義、目標達成度、成果の技術的意義並びに将来の産業への波及効果等について、外部有識者による事後評価を平成30年度に実施する。本事業の位置づけは妥当であり、必要性も十分であると判断された。

尚、基本計画において、技術的及び政策的観点から、研究開発の意義、目標達成度、成果の技術的意義並びに将来の産業への波及効果等について、外部有識者による事後評価を平成30年度に実施するとしている。

### 3. 研究開発成果について

#### 1. 事業全体の成果

基本計画に定めたプロジェクトの目的や目標に対応した、事業全体の成果について記載する。

本事業は、「10MW超級風車の調査研究」、「風車部品高度実用化開発」、および「スマートメンテナンス技術研究開発」の3つの研究開発項目で実施しているが、各研究開発項目についてそれぞれに目標設定を行っている。研究開発項目に関する目標と達成状況について、下表に記す。(表Ⅲ.1-1)。

表Ⅲ.1-1 個別研究開発項目の目標と達成状況

#### ◆個別研究開発項目の目標と達成状況

	目標	成果	達成度	今後の課題
(1) 10MW超級	10MW以上の超大型風車のシステム等に係る課題を抽出し、実現可能性を評価する。	3枚ブレードダウンウインド風車の詳細検討を行い、10MW風車の実現可能性及び次世代の有望な要素技術を示した。	◎	・10MW超級風車の開発
(2) 風車部品高度化	プロトタイプ機におけるフィールド試験を完了し、風車の総合効率を20%以上向上する。	・プロトタイプ機のフィールド試験を行い、ブレード、ドライブトレインの軽量化等により、風力発電の総合効率20%以上改善が可能となった。	◎	・風車の販売
	小形風車の標準化においては要素部品の仕様を決定し、コストを30%以上削減する。	・PCS、発電機、支柱の標準化、実証に取り組み、現行品よりも30%コストダウン可能であることを確認。	△	・コスト低減 ・小形風力の規格の整備
(3) スマートメンテナンス	既設風車による実証試験を完了し、メンテナンスシステムを確立するとともに、設備利用率23%以上を達成する。	・故障予知の技術を開発し、欧州並みの利用可能率95%以上、設備利用率23%以上の実現が可能であることを示した。 ・落雷検出装置が正確に風車への雷撃を捕捉するために必要な性能を整理し、接地システムの健全性を確認する手法を確立。	○	・成果の社会実装

◎ 大幅達成、○達成、△達成見込み、×未達

風車部品高度実用化開発においては、「中速ギア等」にて開発したスレンダーブレード、中速ギアドライブトレイン等を風車実機に載せ替え、グローバル市場に向けた風車としての実用化の目途を付けたことから、大幅な達成となった。その他の研究開発項目においても、課題はありつつも事業化・実用化に向けた取組を進めており、目標達成に適っていると判断できる。これらの研究開発で得られた成果は、今後の風力発電産業に大きな貢献をするものと期待される。(図Ⅲ.1-2)。

## ◆プロジェクトとしての達成状況と成果の意義

	目標	達成状況	意義
(1) 10MW超級	10MW以上の超大型風車のシステム等に係る課題を抽出し、実現可能性を評価する。	3枚ブレードダウンウインド風車の詳細検討を行い、10MW風車の実現可能性及び次世代の有望な要素技術を示した。	10MW超級風車の実現可能性を示したことにより、国内での大型風車の開発が促進され、5MW級ダウンウインド風車の開発につながった。
(2) 風車部品高度化	プロトタイプ機におけるフィールド試験を完了し、風車の総合効率を20%以上向上する。また、小形風車の標準化においては要素部品の仕様を決定し、コストを30%以上削減する。	<ul style="list-style-type: none"> <li>・プロトタイプ機のフィールド試験を行い、ブレードドライブトレインの軽量化等により、風力発電の総合効率20%以上改善が可能となった。</li> <li>・PCS、発電機、支柱の標準化、実証に取り組み、現行品よりも30%コストダウン可能であることを確認。</li> </ul>	部品の総合効率の向上、荷重低減、標準化により、低風速地域等における発電量確保、日本特有の台風・乱流等における風車の安全性を高め、設備利用率の向上につながった。
(3) スマートメンテナンス	既設風車による実証試験を完了し、メンテナンスシステムを確立するとともに、設備利用率23%以上を達成する。	・故障予知の技術を開発し、欧州並みの利用可能率95%以上、設備利用率23%以上の実現が可能であることを示した。	スマートメンテナンスの取り組みにより、故障予知によるメンテナンス手法を普及させ、合理的なメンテナンスを行う手法を認知させた。

図Ⅲ.1-2 プロジェクトとしての達成状況と成果の意義

## 2. 研究開発項目毎の成果

### ◆各個別テーマの成果と意義

個別テーマの成果例

#### (1) 10MW超級風車の調査研究

テーマ1	目標	達成状況	意義
全体設計 (2014年度終了)	世界で実現されていない10MW超級の風車の実現を目指して、その実現可能性を評価する。	10MW風車、ブレード等の概念設計を実施し、仕様を作成した。20MW風車や浮体式洋上風車への発展性と課題を整理した。	洋上向け大型風車の概念設計により、ハイブリッドスパー浮体型洋上風力の開発を加速させた。
テーマ2	目標	達成状況	意義
要素技術 (2014年度終了)	・3枚翼水平軸風車のスケールアップ効果と課題を明らかにする。 ・2枚翼風車ロータ等の新技術について調査し、一部の技術についてシミュレーション評価を行い、その可能性と課題を明らかにする。	3枚翼をベースとした現状技術の延長で、10MW超級の超大型化における発電コスト削減効果の可能性を見出した。ティータリングハブと先進的な制御技術の適用等により2枚翼のCOE低減の可能性を示した。	3枚翼10MW風車の発電コスト削減効果を示し、洋上風力向け大型風車の研究開発を加速させた。
テーマ3	目標	達成状況	意義
発電機 (2014年度終了)	実海域における実証研究のためのFSを完了し、FSの結果に基づき実証研究の実現可能性を示す。	10MW超級風車に用いる超電導発電機コンポーネントの設計・試験による検討を行い、超電発電機搭載風車の実現可能性を示した。	従来型発電機と比較し大幅な軽量化が可能な発電機の実現可能性を示した。

図Ⅲ. 2-1 各個別テーマの成果と意義(1)

### ◆各個別テーマの成果と意義

個別テーマの成果例

#### (2) 風車部品高度実用化開発

テーマ4	目標	達成状況	意義
中速ギア等 (2016年度終了)	単体試験と実証試験による総合効率20%向上	長翼ブレードの開発、ドライブトレインの軽量化等により、風力発電の総合率20%以上改善した。	低風速域でも安定した発電量を確保する風車の開発につなげた。
テーマ5	目標	達成状況	意義
荷重低減化技術等 (2016年度終了)	風車の信頼性向上及び発電量向上に資する技術を確立する。以下の技術を合わせることで、現在のMWクラス風車の設備利用率を現行比20%向上させる。	従来よりも1.5倍以上高強度なFRPを成形し、ブレード重量の14%の軽量化、また風車ドライブトレインの荷重低減効果を確認し、平均的な設備利用率20%から21~23%程度にまで向上することが期待できる事を確認。	日本特有の台風や複雑地形における乱流等が発生する地域において風車の安全性を高める技術を開発した。

図Ⅲ. 2-2 各個別テーマの成果と意義(2)



## ◆各個別テーマの成果と意義

### 個別テーマの成果例

#### (2) 風車部品高度実用化開発

テーマ 6	目標	達成状況	意義
小形風力発電部品標準化 (2016年度終了)	小形風車の標準化においては要素部品の仕様を決定し、コストを30%以上削減する。	PCS、発電機、支柱の標準化に取り組み、現行品よりも30%コストダウン可能であることを確認。	乱立する小形風車の仕様の標準化を進め、規格等に反映させた。

テーマ 7	目標	達成状況	意義
小形風力発電部品実証研究 (2016年度終了)	「発電機」、「PCS」、「支柱」を製作し、実証試験にて得られたデータを「小形風力発電部品標準化」事業へフィードバックし、現状より30%以上のコスト削減を実現する。	「発電機」、「PCS」、「支柱」を製作し、実証試験を実施。「小形風力発電部品標準化」にフィードバック。	「発電機」、「PCS」、「支柱」について、より低コストな部品の標準化につながった。

図Ⅲ. 2-3 各個別テーマの成果と意義(3)

## ◆各個別テーマの成果と意義

### 個別テーマの成果例

#### (3) スマートメンテナンス技術研究開発

テーマ 8	目標	達成状況	意義
リスク解析等 (2017年度終了)	既設風車による実証試験を完了し、メンテナンスシステムを確立するとともに、設備利用率23%以上を達成する。	稼働中の風車において、1～3ヶ月前に故障予測可能なAI等を用いた故障予測技術を開発し、風車稼働率95%が可能で、設備利用率23%実現が可能と確認。	統計データによる故障予測技術により欧州並みの95%の風車稼働率が可能であることを示し、設備利用率の向上につなげた。

テーマ 9	目標	達成状況	意義
疲労予測等 (2017年度終了)	既設風車による実証試験を完了し、メンテナンスシステムを確立するとともに、設備利用率23%以上を達成する。	風車の故障事故情報等を基に、可動部分の部品の疲労寿命を予測する手法を開発し、合理的な部品調達管理により設備利用率23%実現が可能と確認。	合理的な予備品の調達が稼働率向上に貢献することを示し、設備利用率23%以上の実現可能性を示した。

テーマ 10	目標	達成状況	意義
雷検出装置等の性能・評価技術の開発(2017年度終了)	雷検出装置等における所要性能の検討及び評価等に係る健全性確認技術の開発を行う。	落雷検出装置が正確に風車への雷撃を捕捉するために「明示すべき性能」と「具備すべき性能(冬季雷地域とそれ以外の地域に分けて整理)」を整理し、接地システムの健全性を確認する手法を確立。	日本特有の冬季雷等に最適な雷検出装置の仕様等を示し、新たな雷リスクマネジメントの手法を提案した。

図Ⅲ. 2-4 各個別テーマの成果と意義(4)

## 4. 成果の実用化・事業化に向けた取組及び見通しについて

### 1. 成果の実用化・事業化に向けた取組及び見通しについて

本事業は、「10MW超級風車の調査研究」、「風車部品高度実用化開発」および「スマートメンテナンス技術研究開発」について研究開発を行っている。そのうち、共通基盤研究は調査研究であるので、研究開発成果の実用化・事業化に向けた取り組みが必要となるのは、「実証研究」と「要素技術開発」になる。

まず、以下に「実証研究」と「要素技術開発」における、実用化・事業化の定義を記す。

#### (1) 風車部品高度実用化開発

当該研究開発に係る要素技術、デバイス(装置)などが事業会社の事業責任部門に移管され、量産化に向けた開発が開始されることであり、さらに、当該研究開発に係る要素技術、製品等の販売(ライセンスを含む)や利用することにより、企業活動(売り上げ等)に貢献することを言う。

#### (2) スマートメンテナンス技術研究開発

当該研究開発に係る要素技術、デバイス(装置)などが事業会社の事業責任部門に移管され、量産化に向けた開発が開始されることを言う。

風車部品高度実用化開発にて実施した中速ギア、荷重低減化等の実用化・事業化における初期市場としては、日本国内の市場が考えられる。我が国の厳しい気象条件や低風速地域の中で長時間、安定的に発電事業を行うためには、風車の信頼性向上が求められる。ダウンウインド型風車の特徴を生かし、中速ギア等にて開発した長翼ブレード、中速ギアドライブトレイン等について、国内のウィンドファーム等への導入が想定される。

中速ギア等において、5MW級風車の部品高度化を実施した(株)日立製作所は、2018年4月に台湾の彰化洋上風力発電プロジェクト向け5.2MW風力発電システム21基を受注し、5MW風車の海外での受注に成功した。今後はこれを足掛りに海外市場に進出する戦略を立てており、更なる成果の事業化が進むことが期待される。

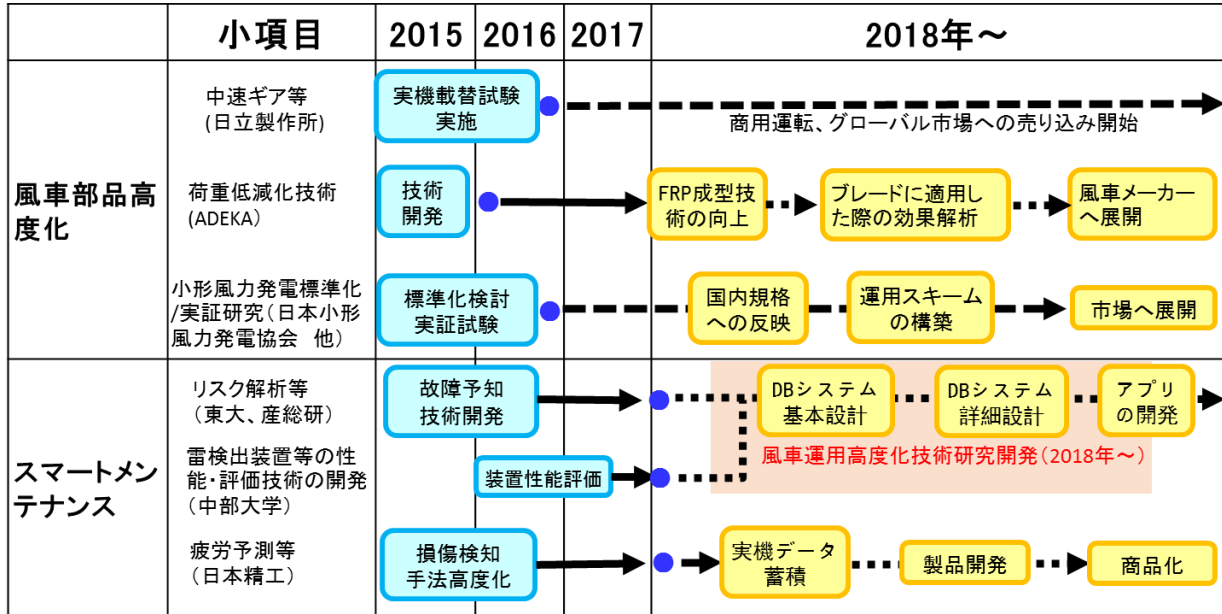
また、スマートメンテナンス技術開発の成果を社会実装化させる為の取り組みとして、2018年度より風車運用高度化技術研究開発を新たに実施している。この事業は、風車の運用データ等を収集・蓄積可能なデータベースシステムを構築し、スマートメンテナンス技術研究開発で開発した人工知能(AI)等を用いた故障予知技術を広く利用してもらう為の基盤システムの開発を目指すものである。

一方、荷重低減化技術等において開発したブレード素材についてはFRP成形技術の向上やブレードに適用した際の効果解析等を風車メーカーと共同で実施しながら、今後の事業化に向けた取組を進めている。また、小形風力発電部品標準化の成果については、系統接続に必

要な要件を整備し、国内 JIS 規格等に標準化した仕様を反映させ、小形風力発電の運用スキーム等の検討を通じ、ニーズのある市場に展開していく方針である。

◆ 実用化・事業化に向けた具体的取り組み

●: 最終目標



図IV.1-2 実用化・事業化に向けた取り組み

## 2. 分科会公開資料

次ページより、プロジェクト推進部署・実施者が、分科会においてプロジェクトを説明する際に使用した資料を示す。

# 「風力発電高度実用化研究開発」(事後評価)

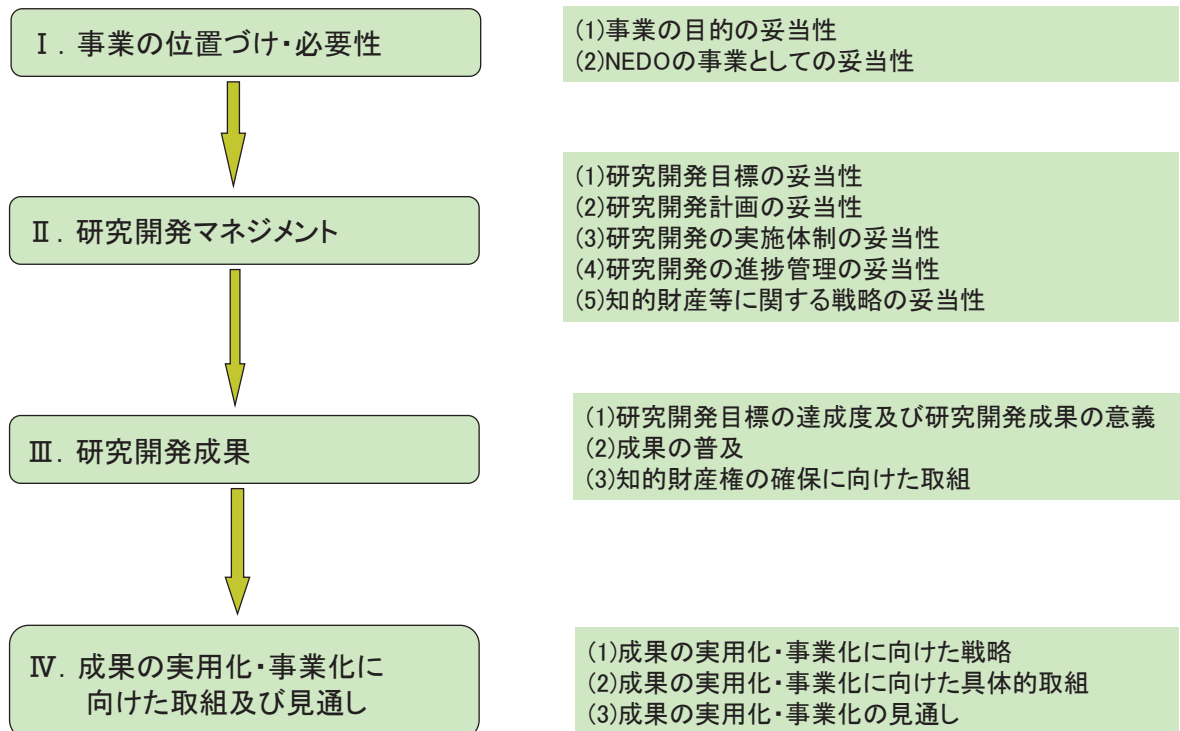
(2013年度～2017年度 5年間)

## プロジェクトの概要 (公開)

NEDO  
新エネルギー部  
2018年10月12日

### 発表内容

公開



【基本計画】

風力発電等技術研究開発

研究開発項目①洋上風力発電等技術研究開発

研究開発項目②風力発電高度実用化研究開発

	H22	H23	H24	H25	H26	H27	H28	H29
洋上風力発電等技術研究開発								
洋上風力観測システム実証研究								
洋上風力発電システム実証研究								
次世代浮体式洋上風力発電システム実証研究								
洋上風況観測技術開発								
超大型洋上風力発電システム技術研究開発								
風力発電高度実用化研究開発								
10MW超級風車の調査研究								
風車部品高度実用化開発								
スマートメンテナンス技術研究開発								

1. 事業の位置付け・必要性について (1) 事業の目的の妥当性

◆事業実施の背景と事業の目的(風力発電等技術研究開発)

社会的背景

風力発電は、他の再生可能エネルギーと比較して、発電コストが低く、中長期的に大規模な導入が期待されているが、我が国の厳しい気象条件の中で長時間、安定的に発電事業を行うためには、風車の信頼性のみならず、発電効率の向上やメンテナンスの高度化などの技術開発による、一層の発電コストの低減が求められている。

また、洋上風力発電の国内外の市場拡大をにらんで、産業競争力の強化が重要な課題となっている。

事業の目的

風力発電に係る上記の課題を克服すべく一層の低コスト化に資するイノベーティブな技術開発を行うとともに、洋上風力発電の拡大に向け、洋上風力の設置、運転、保守に係る洋上風力発電導入ガイドラインなどを整備することにより、風力発電の導入拡大及び産業競争力の強化に資することを目的とする。

必要性

我が国の風力発電の設備利用率は20%弱にとどまり、諸外国に比べて低い水準にある。その原因の1つが故障・事故による利用可能率の低下。

我が国は台風や落雷など欧米に比べ厳しい気象条件下にあるが、風車の信頼性と高信頼性を実現する部品の開発や、故障の予知や部品の寿命を予測することでダウンタイムを短縮し利用可能率を上げ、発電コストを低減することが求められている。

◆政策的位置付け

■ 「第三次エネルギー基本計画」(2010年6月閣議決定)

「2030年に目指すべき姿と政策の方向性」の中で、再生可能エネルギーについては、現時点ではコストや供給安定性の面で課題はあるものの、環境負荷が小さく、多くが国内で調達可能なエネルギーである。エネルギー源の多様化や新たな市場・雇用機会の創出といった効果も期待できることから、**積極的な利用拡大を図る**、と記載されている。

■ 「新成長戦略」(2010年6月閣議決定)

電力の固定価格買取制度の拡充等による**再生可能エネルギー(太陽光、風力、小水力、バイオマス、地熱等)の普及拡大支援策**や、低炭素投融资の促進、情報通信技術の活用等を通じて日本の経済社会を低炭素型に革新する、と記載されている。

■ 「長期エネルギー需給見通し」(2015年7月)

重要な低炭素の国産エネルギー源である再生可能エネルギーについては、**2013年から3年程度、導入を最大限加速していき、その後も積極的に推進していくこととしており**、自然条件によって出力が大きく変動し、調整電源としての火力を伴う太陽光・風力は、国民負担抑制とのバランスを踏まえつつ、**電力コストを現状よりも引き下げる範囲で最大限導入することを見込む**、とされている。

◆国内外の研究開発の動向と比較

■ 単機あたりの出力の向上及び高高度の風力エネルギーを活用するため、これまで大型化にかかる技術開発が実施されてきた。**2009年時点で欧州では7MWの風車が開発、10MWクラスの風車の開発を目指して動き始めていたところ。**

■ 洋上風車では、輸送制約等が小さくなること及び基礎コストが陸上風車に比べて高くなることから、**大型化に向けた技術開発が現在も行われている。**

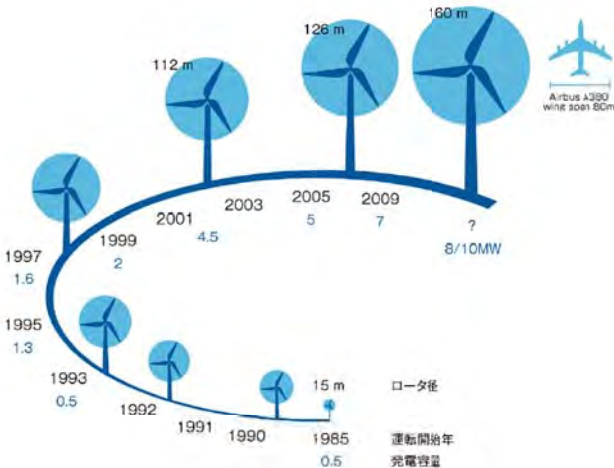


図 世界の風車の大型化の推移  
出典: 再生可能エネルギー技術白書(NEDO, 2014)

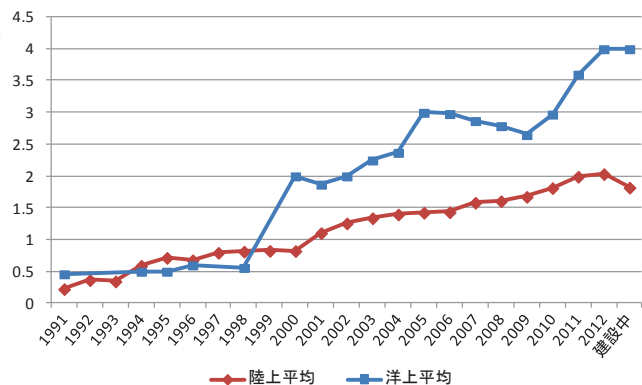


図 風車の平均単機容量の推移  
出典: 再生可能エネルギー技術白書(NEDO, 2014)



1. 事業の位置付け・必要性について (1) 事業の目的の妥当性

- 我が国の風力発電の設備利用率は20%弱にとどまり、諸外国に比べ低い水準。
- 風車部品の信頼性の向上及び小形風車の国内における部品の標準化・量産化が進まず、コストが高止まり。
- 台風や落雷など欧米に比べ厳しい気象条件下における、風車の信頼性向上と高性能化を実現する部品の開発と故障予知等によるダウンタイムを低減し、利用可能率を上げ、発電コストを低減することが求められている。

Country	Average capacity factor
Australia	---
Austria	---
Canada	31.0%
China	---
Denmark	28.4%
Finland	28.0%
Germany	19.0%
Greece	---
Ireland	31.6%
Italy	18.0%
Japan	19.0%
Korea	---
Mexico	30.0%
Netherlands	---
Norway	31.3%
Portugal	26.0%
Spain	---
Sweden	---
Switzerland	20.0%
United Kingdom	onshore 27.4% offshore 36.7%
United States	33%

--- = No data available



図 世界平均運転維持費と国内運転維持費 (2015年度)  
 ※国内については、大規模案件(20MW以上の案件)を対象

図 日本と世界の設備利用率(2011年)  
 出典: IEA Wind 2011 Annual Report

出典: H1 2016 WIND LCOE OUTLOOK (Bloomberg New Energy Finance, 2016) 及びFIT年報データを基にNEDO技術戦略研究センター作成(2016)

1. 事業の位置付け・必要性 (1) 事業の目的の妥当性

◆ 技術戦略上の位置付け

- 2016年度(平成28年度)に、風力発電の技術戦略を策定
- 本事業の実施状況等から、今後の技術開発の方向性を検討

	運転維持費が高い 設備利用率が低い理由	現在の対応策		今後の技術開発
		スマートメンテナンス 技術開発	法整備等	
運転維持費	人件費が高い O&M市場が小さいため、海外のようなO&M専門業者の競争が働かない。(競争が少ない) ファーム規模が小さいとスペアパーツや人員の配置など割に合わない。(非効率) メンテナンス頻度が多いことや人手が足りないこと。(人手不足)	定期点検作業にタブレット導入やデータ管理による作業の簡易化	・FITによる参入業者の拡大 ・再エネ分野の人材育成の指導「再生可能エネルギースキル基準(GPSS)」を策定し、人材育成を支援	・センサー拡散実証/データの一元管理、活用システムの構築(メンテナンスプラットフォームの開発)
	部品費が高い 競争が少ない。 発注単位が小	・風車事故は運転維持費・設備利用率の双方に影響がある	・FITによる参入業者の拡大	①風車ライフタイム維持管理技術開発
	保険料が高い 修理見積もりが保険事故の場合、かなり割高である。 修繕費が高い 突発的な事故への対応により、部品費+部品調達費がかかる。	・新保険制度への貢献	・電気事業法第3弾改正(平成27年)により、2017年度より500kW以上の風力発電設備に「定期検査制度」導入予定 ※IoT等による常時監視を行う事業者には、検査時期の延伸等のインセンティブ措置	
設備利用率(総発電量)	稼働率が低い 風車事故による稼働停止 発電量向上に余地あり 風車単機の発電量向上余地あり ファーム最適設計の可能性	※汎用性が課題		②風車連携制御開発

2018年度(平成30年度)から開始  
 風車運用高度化  
 技術研究開発



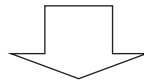
## ◆NEDOが関与する意義

## 【第3期中長期計画】

- 風力発電の一層の低コスト化に資する高効率ブレード等の開発やメンテナンス技術の高度化、出力・信頼性・稼働率の向上に向けた取り組み
- 洋上風力発電の拡大に向け、洋上風力の設置、運転、保守に係るガイドラインの整備等

## 【本事業の狙い】

- 10MW超級風車の調査研究 (連携必要)
- スマートメンテナンス技術研究開発 (公共性・連携必要)
- 風車部品高度実用化開発 (公共性(小形風車)・ハイリスク・連携必要)



NEDOの関与が妥当かつ効果的な事業

## ◆実施の効果 (費用対効果)

費用の総額(実績額) 38.7億円(2013~2017年度)

売上予測 ダウンウィンド風車事業(2021年度時点)

売上予測額 2,500億円<sup>※1</sup>

省エネルギー効果

CO<sub>2</sub>削減効果 286万t/年(CO<sub>2</sub>換算<sup>※2</sup>)

設備利用率向上に伴う発電コスト低減効果

発電コスト 13.9円/kWh→12.1円/kWh

※1:「電力・エネルギー事業戦略(2018年6月 日立製作所)」より

※2:設備利用率23%、風力発電によるCO<sub>2</sub>削減量(JWPA試算)を参考に計算

研究開発項目	個別テーマ	事業概要
10MW超級風車の調査研究	全体設計、要素技術、発電機	10MW超級風車全体の概念設計(全体設計及び要素技術)、2)10MW超級風車の次世代発電機について必要な性能検証等から実現可能性の評価を行う。
風車部品高度実用化開発		先進的な次世代風車に適用可能な発電機や主要コンポーネントなどの性能向上に係わる実用化開発を素材レベルから一体的に実施する。具体的にはブレード、発電機、動力伝達装置、軸受等の開発を行う。また、小形風車の主要コンポーネントの標準化においては技術開発に不可欠な評価体制等も確立する。
	中速ギア等	1)高速スレンダーブレードの開発 2)国産増速機の開発 3)実証機載せ替え後実証試験
	荷重低減化技術等	1)高信頼性風車ブレード素材の開発 2)風車ドライブトレイン低速軸の変動荷重低減化技術の開発 3)風車ドライブトレイン高速軸の変動荷重低減化技術の開発
	小形風力発電部品標準化/部品実証研究	小形風力発電システムの主要な構成部品である「PCS」、「発電機」、「支柱」を標準化するための研究開発を行う。また、小形風力発電システムの標準化を行う。

研究開発項目	個別テーマ	事業概要
スマートメンテナンス技術研究開発		メンテナンス技術を高度化することにより、故障率の低減を図り、設備利用率を向上する。また、各種部品等の寿命を予測する先進的なメンテナンス技術を開発することで発電事業者のオペレーション&メンテナンス技術の向上を図る。さらに、雷被害による風車のダウンタイム短縮のため雷検出装置等における所要性能の検討及び評価等に係る健全性確認技術を開発する。さらに、風車メンテナンス人材の確保に向けた人材育成プログラムを作成する。
	リスク解析	1～3ヶ月前の故障予測を可能とするメンテナンス援用利用可能なシステムに仕上げる要素技術(センサー、通信、解析技術)を開発、高度化。
	疲労予測	1)風車故障事故の調査 2)CMSの損傷検知手法と寿命予測手法の高度化 3)維持管理コストモデルと信頼性評価モデルの構築
	雷検出装置等の性能・評価技術の開発	1) 風車雷被害の実態把握、雷リスクマネジメントの確立 2) 市販の雷検出装置等の性能実態整理、評価技術の開発 3) 雷撃音響タワー内検知方式の雷検出の実現可能性評価

## ◆ 事業の目標

## (1) 10MW超級風車の調査研究 (2013-2014)

10MW以上の超大型風車のシステム等に係る課題を抽出し、実現可能性を評価する。

## (2) 風車部品高度実用化開発 (2013-2016)

プロトタイプ機におけるフィールド試験を完了し、風車の総合効率を20%以上向上する。また、小形風車の標準化においては要素部品の仕様を決定し、コストを30%以上削減する。

## (3) スマートメンテナンス技術研究開発 (2013-2017)

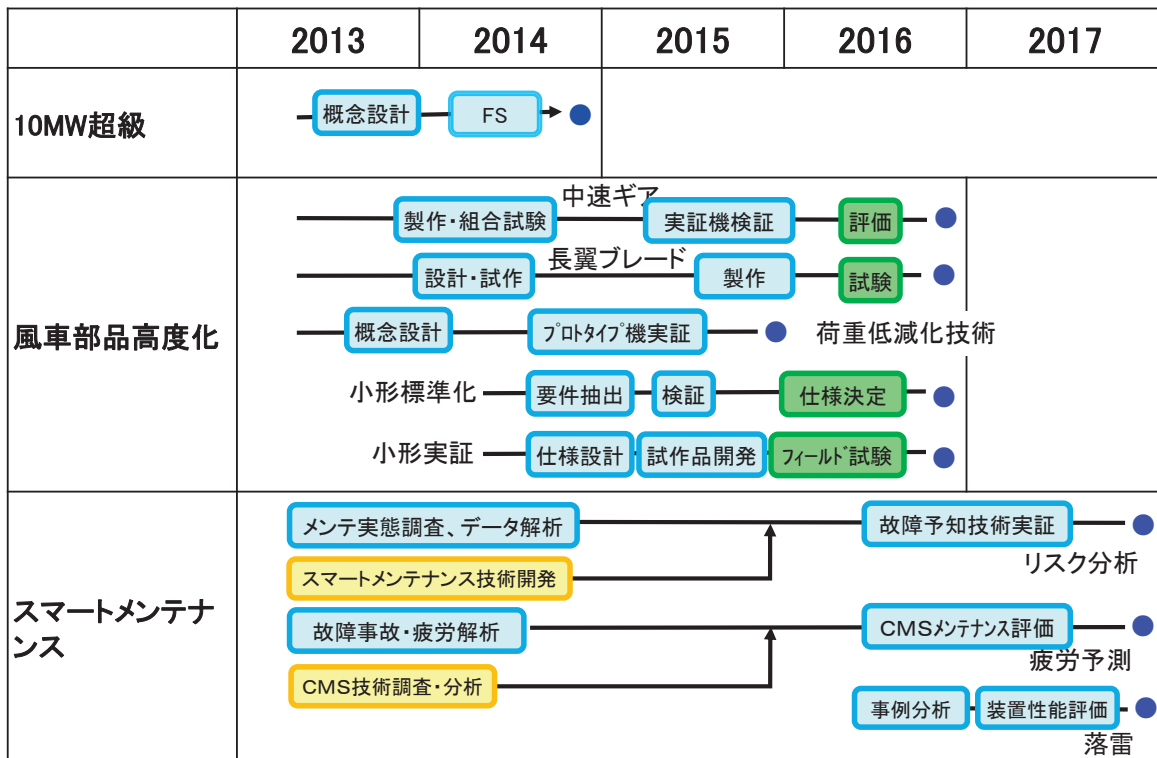
既設風車による実証試験を完了し、メンテナンスシステムを確立するとともに、設備利用率23%以上を達成する。また、雷検出装置等における所要性能の検討及び評価等に係る健全性確認技術の開発を行う。さらに、風車メンテナンスに関する人材育成プログラムを作成する。

## ◆ 研究開発目標と根拠

研究開発項目(個別テーマ)	研究開発目標	根拠
(1) 10MW超級風車の調査研究 (委託 2ヶ年)	10MW以上の超大型風車のシステム等に係る課題を抽出し、 <b>実現可能性を評価</b> する。	世界においては風車の大型化が進み、6～8MW級の大型風車の開発・実証が盛んに行われており、近年では10MW超級風車の研究が始まっている。
(2) 風車部品高度実用化開発 (1/2助成 4ヶ年) (委託、2/3共同研究3ヶ年)	プロトタイプ機における開発を完了し、 <b>風車の総合効率を20%以上向上</b> する。また、小形風車の標準化においては要素部品の仕様を決定し、 <b>コストを30%以上削減</b> する。	本事業では、欧州と比べて低い日本のMWクラス風車の設備利用率を向上する技術の開発を掲げており、各部品の総合効率を20%向上させることにより、目標達成が可能となる。小形風力発電機の普及が進まない要因は、標準仕様の未整備とコストであり、部品標準化と低コスト化の目標達成より、小形風力の経済的な競争力強化が可能となる。
(3) スマートメンテナンス技術研究開発 (1/2助成 3ヶ年) (委託 5ヶ年)	既設風車による実証試験を完了し、メンテナンスシステムを確立するとともに、 <b>設備利用率23%以上</b> を達成する。また、雷検出装置等における所要性能の検討及び評価等に係る <b>健全性確認技術の開発</b> を行う。	メンテナンスシステムの確立により、風車の稼働率が95%に向上すれば、欧州並みの風車稼働率となる。設備利用率23%は稼働率95%達成により実現可能かつ高い目標設定である。健全性確認技術の開発は、落雷検出装置の精度向上、落雷による停止時間削減に寄与し、発電コスト低減を可能とする。

◆研究開発のスケジュール

●:最終目標



◆プロジェクト費用

◆開発予算

(単位:百万円)

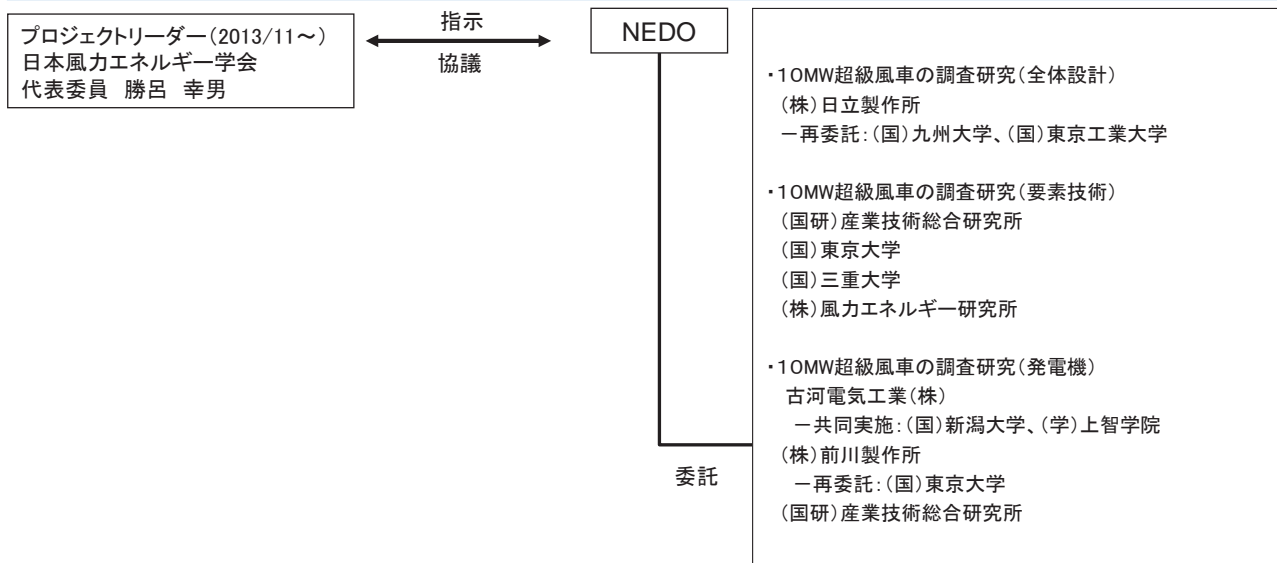
年度	2013	2014	2015	2016※	2017※	合計
事業予算	2,000	1,700	580	7,500	6,320	-

※2016年度以降「洋上風力発電等のコスト低減に向けた研究開発事業」へ統合

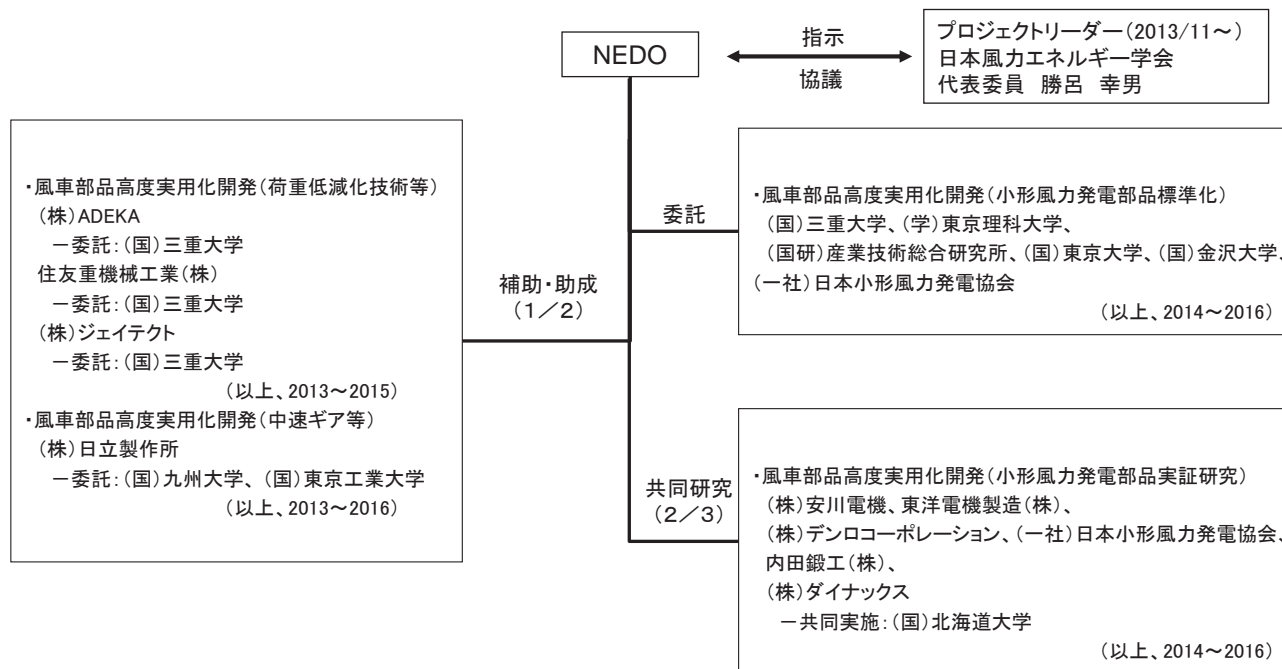
◆実績額

2013年度～2017年度:38.7億円

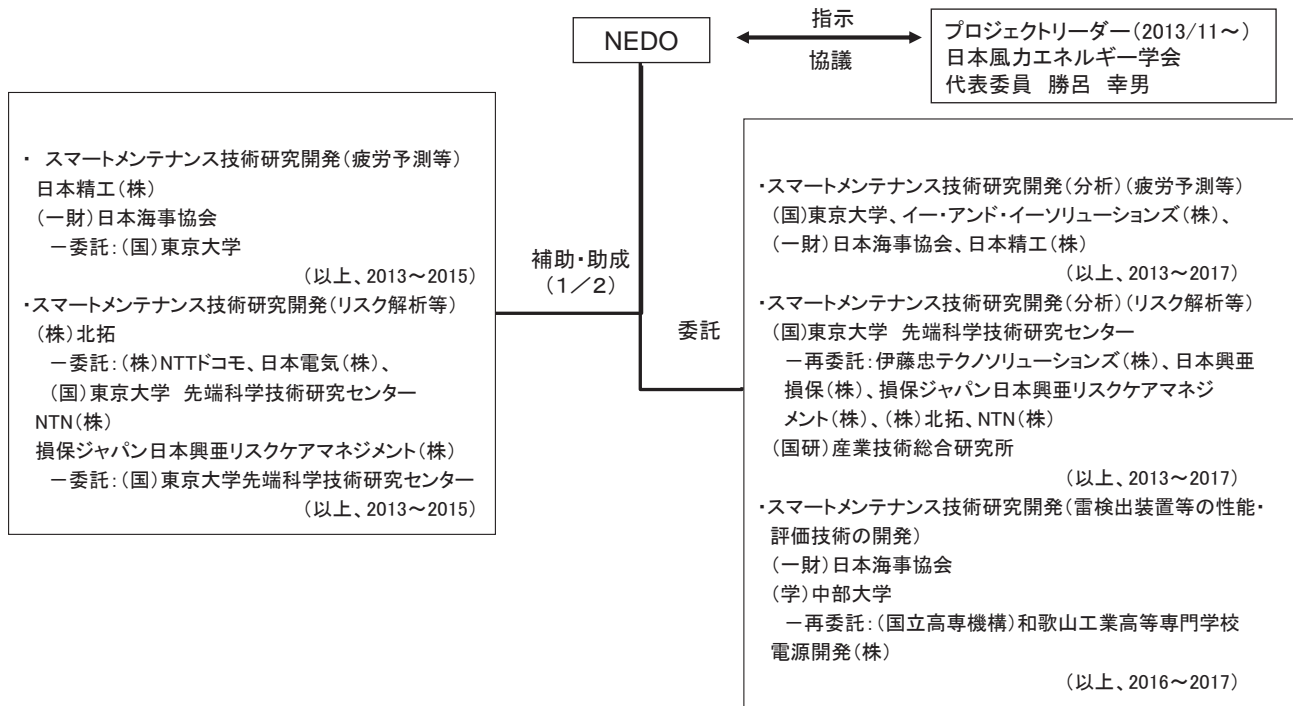
◆ 研究開発の実施体制-i) 10MW超級風車の調査研究(2013~2015)



◆ 研究開発の実施体制-ii) 風車部品高度実用化開発(2013~2016)



◆研究開発の実施体制-iii)スマートメンテナンス技術研究開発(2013～2017)



◆研究開発の進捗管理

- 開発内容の着実な実施に向け、実施者からPL及びNEDOが実施内容や進捗等を確認する会議(推進委員会等)を適宜実施し、必要に応じて技術的なアドバイス、工程等の見直しや修正等を行い、計画の進捗を管理。
- 毎月末に予算執行状況調査を行い、研究開発の進捗状況及び予算執行状況を精査。

小形風力発電部品標準化/実証研究の開催例(抜粋)

2015年4月22日	活動報告会
2015年5月15日	第1回水平軸WG
2015年5月28日	第1回推進委員会
2015年6月19日	第2回水平軸、垂直軸ワーキング
2015年7月21日	第1回部品実証研究WG
2015年7月28日	第3回水平軸、垂直軸ワーキング
2015年9月1日	第4回水平軸ワーキング
2015年9月17日	第2回部品実証研究WG 第5回垂直軸ワーキング
2015年10月29日	第6回水平軸、垂直軸ワーキング
2015年11月16日	第2回推進委員会
2015年12月18日	第7回水平軸、垂直軸ワーキング
2016年3月7日	第3回部品実証研究WG
2016年3月16日	第8回水平軸、垂直軸ワーキング

スマートメンテナンス技術研究開発の昨年度開催例(抜粋)

2017年7月12日	第3回 雷検出装置等の性能・評価技術の開発技術委員会
2017年7月20日	平成29年度第1回検討委員会
2017年11月2日	平成29年度第2回検討委員会
2017年11月24日	第4回 雷検出装置等の性能・評価技術の開発技術委員会
2018年2月8日	第5回 雷検出装置等の性能・評価技術の開発技術委員会
2018年2月9日	平成29年度第3回検討委員会

◆ 動向・情勢の把握と対応

情勢	対応
<p>・2015年2月に経済産業省が「発電用風力設備の技術基準の解釈」を改正。落雷リスクの程度に応じて、「雷撃から風車を保護する措置」を行うことを義務付け。</p>	<p>・2016年度よりスマートメンテナンス技術研究開発において雷撃を検知する装置の性能評価を実施し、落雷による風車の停止(ダウンタイム)の低減を図る事業を実施。</p>

◆ 知的財産権等に関する戦略

➤ オープン／クローズ戦略の考え方



- ダウンウィンド型風車の特性を考慮した国際標準化に向けた活動  
 ⇒ IEA Wind Task40 (Downwind turbine Technologies) を立ち上げ、ダウンウィンド風車の特性評価と、国際的な展開を推進



## ◆ 知的財産管理

## ➤ 知的財産管理指針の策定

- ・特許を受ける権利の帰属
- ・大学等と企業の共有特許
- ・プロジェクト内での実施許諾

等について規定

## ➤ 知的財産取り扱いの要点(産学連携コンソーシアムの活動例)

運営会議の設置(1回/月程度で開催)

- ・成果の発表時期、方法及び内容
- ・コンソーシアム全体での出願、自己名義の出願
- ・共同成果の持分及び責務等

## ◆ 個別研究開発項目の目標と達成状況

	目標	成果	達成度	今後の課題
(1) 10MW超級	10MW以上の超大型風車のシステム等に係る課題を抽出し、実現可能性を評価する。	3枚ブレードダウンウインド風車の詳細検討を行い、10MW風車の実現可能性及び次世代の有望な要素技術を示した。	◎	・10MW超級風車の開発
(2) 風車部品高度化	プロトタイプ機におけるフィールド試験を完了し、風車の総合効率を20%以上向上する。	・プロトタイプ機のフィールド試験を行い、ブレード、ドライブトレインの軽量化等により、風力発電の総合効率20%以上改善が可能となった。	◎	・風車の販売
	小形風車の標準化においては要素部品の仕様を決定し、コストを30%以上削減する。	・PCS、発電機、支柱の標準化、実証に取り組み、現行品よりも30%コストダウン可能であることを確認。	△	・コスト低減 ・小形風力の規格の整備
(3) スマートメンテナンス	既設風車による実証試験を完了し、メンテナンスシステムを確立するとともに、設備利用率23%以上を達成する。	・故障予知の技術を開発し、欧州並みの利用可能率95%以上、設備利用率23%以上の実現が可能であることを示した。 ・落雷検出装置が正確に風車への雷撃を捕捉するために必要な性能を整理し、接地システムの健全性を確認する手法を確立。	○	・成果の社会実装

◎ 大幅達成、○達成、△達成見込み、×未達



## ◆プロジェクトとしての達成状況と成果の意義

	目標	達成状況	意義
(1) 10MW超級	10MW以上の超大型風車のシステム等に係る課題を抽出し、実現可能性を評価する。	3枚ブレードダウンウインド風車の詳細検討を行い、10MW風車の実現可能性及び次世代の有望な要素技術を示した。	風車の大型化が進められている洋上風力発電の分野で、10MW超級風車の実現可能性が得られた。
(2) 風車部品高度化	プロトタイプ機におけるフィールド試験を完了し、風車の総合効率を20%以上向上する。また、小形風車の標準化においては要素部品の仕様を決定し、コストを30%以上削減する。	・プロトタイプ機のフィールド試験を行い、ブレードドライブトレインの軽量化等により、風力発電の総合効率20%以上改善が可能となった。 ・PCS、発電機、支柱の標準化、実証に取り組み、現行品よりも30%コストダウン可能であることを確認。	部品の総合効率の向上、荷重低減、標準化により、低風速地域等における発電量確保、日本特有の台風・乱流等における風車の安全性を高め、設備利用率の向上につながった。
(3) スマートメンテナンス	既設風車による実証試験を完了し、メンテナンスシステムを確立するとともに、設備利用率23%以上を達成する。	・故障予知の技術を開発し、欧州並みの利用可能率95%以上、設備利用率23%以上の実現が可能であることを示した。	スマートメンテナンスの取り組みにより、故障予知によるメンテナンス手法を普及させ、合理的なメンテナンスを行う手法を認知させた。

## ◆各個別テーマの成果と意義

## 個別テーマの成果例

## (1) 10MW超級風車の調査研究

テーマ1	目標	達成状況	意義
全体設計 (2014年度終了)	世界で実現されていない10MW超級の風車の実現を目指して、その実現可能性を評価する。	10MW風車、ブレード等の概念設計を実施し、仕様を作成した。20MW風車や浮体式洋上風車への発展性と課題を整理した。	洋上向け大型風車の概念設計により、ハイブリッドスパー浮体型洋上風力の開発を加速させた。
テーマ2	目標	達成状況	意義
要素技術 (2014年度終了)	・3枚翼水平軸風車のスケールアップ効果と課題を明らかにする。 ・2枚翼風車ロータ等の新技術について調査し、一部の技術についてシミュレーション評価を行い、その可能性と課題を明らかにする。	3枚翼をベースとした現状技術の延長で、10MW超級の超大型化における発電コスト削減効果の可能性を見出した。ティータリングハブと先進的な制御技術の適用等により2枚翼のCOE低減の可能性を示した。	3枚翼10MW風車の発電コスト削減効果を示し、洋上風力向け大型風車の研究開発を加速させた。
テーマ3	目標	達成状況	意義
発電機 (2014年度終了)	実海域における実証研究のためのFSを完了し、FSの結果に基づき実証研究の実現可能性を示す。	10MW超級風車に用いる超電導発電機コンポーネントの設計・試験による検討を行い、超電導発電機搭載風車の実現可能性を示した。	従来型発電機と比較し大幅な軽量化が可能な発電機の実現可能性を示した。

## ◆各個別テーマの成果と意義

個別テーマの成果例

## (2) 風車部品高度実用化開発

テーマ 4	目標	達成状況	意義
中速ギア等 (2016年度終了)	単体試験と実証試験による総合効率20%向上	長翼ブレードの開発、ドライブトレインの軽量化等により、風力発電の総合率20%以上改善した。	低風速域でも安定した発電量を確保する風車の開発につなげた。

テーマ 5	目標	達成状況	意義
荷重低減化技術等 (2015年度終了)	風車の信頼性向上及び発電量向上に資する技術を確立する。以下の技術を合わせることで、現在のMWクラス風車の設備利用率を現行比20%向上させる。	従来よりも1.5倍以上高強度なFRPを成形し、ブレード重量の14%の軽量化、また風車ドライブトレインの荷重低減効果を確認し、平均的な設備利用率20%から21~23%程度にまで向上することが期待できる事を確認。	日本特有の台風や複雑地形における乱流等が発生する地域において風車の安全性を高める技術を開発した。

## ◆各個別テーマの成果と意義

個別テーマの成果例

## (2) 風車部品高度実用化開発

テーマ 6	目標	達成状況	意義
小形風力発電部品標準化 (2016年度終了)	小形風車の標準化においては要素部品の仕様を決定し、コストを30%以上削減する。	PCS、発電機、支柱の標準化に取り組み、現行品よりも30%コストダウン可能であることを確認。	乱立する小形風車の仕様の標準化を進め、規格等に反映させた。

テーマ 7	目標	達成状況	意義
小形風力発電部品実証研究 (2016年度終了)	「発電機」、「PCS」、「支柱」を製作し、実証試験にて得られたデータを「小形風力発電部品標準化」事業へフィードバックし、現状より30%以上のコスト削減を実現する。	「発電機」、「PCS」、「支柱」を製作し、実証試験を実施。「小形風力発電部品標準化」にフィードバック。	「発電機」、「PCS」、「支柱」について、より低コストな部品の標準化につなげた。

◆各個別テーマの成果と意義

個別テーマの成果例

(3) スマートメンテナンス技術研究開発

テーマ 8	目標	達成状況	意義
リスク解析等 (2017年度終了、助成事業は2015年度終了)	既設風車による実証試験を完了し、メンテナンスシステムを確立するとともに、設備利用率23%以上を達成する。	稼働中の風車において、1~3ヶ月前に故障予測可能なAI等を用いた故障予測技術を開発し、風車稼働率95%が可能で、設備利用率23%実現が可能と確認。	統計データによる故障予知技術により欧州並みの95%の風車稼働率が可能であることを示し、設備利用率の向上につなげた。
テーマ 9	目標	達成状況	意義
疲労予測等 (2017年度終了、助成事業は2015年度終了)	既設風車による実証試験を完了し、メンテナンスシステムを確立するとともに、設備利用率23%以上を達成する。	風車の故障事故情報等を基に、可動部分の部品の疲労寿命を予測する手法を開発し、合理的な部品調達管理により設備利用率23%実現が可能と確認。	合理的な予備品の調達が稼働率向上に貢献することを示し、設備利用率23%以上の実現可能性を示した。
テーマ 10	目標	達成状況	意義
雷検出装置等の性能・評価技術の開発(2017年度終了)	雷検出装置等における所要性能の検討及び評価等に係る健全性確認技術の開発を行う。	落雷検出装置が正確に風車への雷撃を捕捉するために「明示すべき性能」と「具備すべき性能(冬季雷地域とそれ以外の地域に分けて整理)」を整理し、接地システムの健全性を確認する手法を確立。	日本特有の冬季雷等に最適な雷検出装置の仕様等を示し、新たな雷リスクマネジメントの手法を提案した。

◆成果の普及

○ 成果報告シンポジウム他

ホーム > イベント > イベント開催情報一覧 > 「平成27年度NEDO...

「平成27年度NEDO新エネルギー成果報告会」の開催

平成27年10月2日

情報を更新しました

平成27年10月27日	風力発電分野のプログラムを差し替えました。
平成27年10月14日	風力発電分野における資料配付について追記しました。
平成27年10月8日	太陽光発電分野(1)及び(2)のプログラムを差し替えました。

開催案内

国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(以下、「NEDO」という。)では、新エネルギー分野における事業の課題や進捗と成果を広く共有することを目的として、成果報告会を開催します。  
8日間にわたって口頭発表及びポスター展示を行います。  
(燃料電池・水素分野については8月31日、9月1日に開催致しました。)

参加には事前登録が必要です。ページ下部のリンクより登録ページにお進みください。

日時

- 【1日目】平成27年10月28日(水) 9時30分~18時00分
- 【2日目】平成27年10月29日(木) 9時30分~17時35分
- 【3日目】平成27年10月30日(金) 9時30分~18時10分

○ 風力メンテナンス研究会 in 青森

風力発電におけるメンテナンス技術の発展・地域普及を目的とした研究会にて講演



## ◆ 成果の普及

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	計
論文(査読付き)	0	8	1	22	4	3	38
研究発表・講演	3	59	56	58	52	8	236
受賞実績	0	1	1	3	1	0	6
新聞・雑誌等への掲載	0	1	4	8	1	0	14
展示会への出展	0	0	2	4	0	1	7

※2018年10月12日現在

## ◆ 知的財産権の確保に向けた取り組み

## 戦略に沿った具体的取り組み

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	計
特許出願(うち外国出願)	13(0)	17(1)	30(21)	10(3)	1	0	71(25)

※2018年10月12日現在

## ◆本プロジェクトにおける「実用化・事業化」の考え方

## (1) 風車部品高度実用化開発

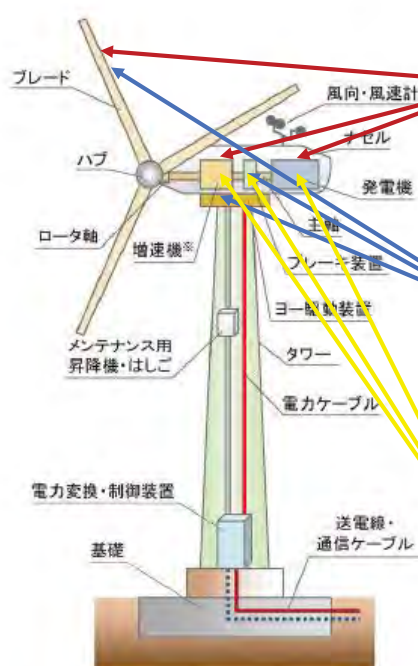
当該研究開発に係る要素技術、デバイス(装置)、などが事業会社の事業責任部門に移管され、量産化に向けた開発が開始されることであり、さらに、当該研究開発に係る要素技術、製品等の販売(ライセンスを含む)や利用することにより、企業活動(売り上げ等)に貢献することを言う。

## (2) スマートメンテナンス技術研究開発

当該研究開発に係る要素技術等が社会実装され、実用化に向けた開発が開始されることを言う。

32 / 36

## ◆実用化・事業化に向けた戦略



風車部品高度実用化開発(中速ギア等)  
実機への載せ替え、実証試験を実施済。  
→実施者(日立製作所)にてパートナー企業等とのWFプロジェクトを推進し、グローバル市場参入

風車部品高度実用化開発(荷重低減化技術等)  
ブレード素材、荷重低減型増速機、一方クラッチ軸受を開発し、発電効率の向上の可能性を確認済。  
→日立等の風車メーカーと、商品化に向けた共同開発を進め、市場へ参入

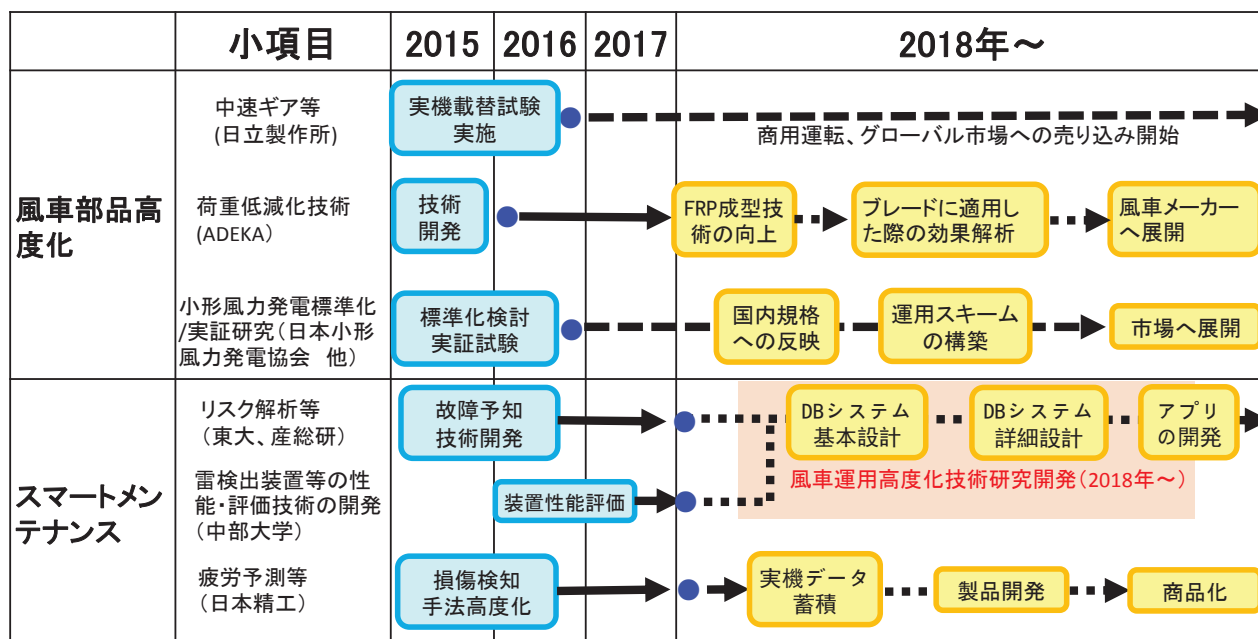
スマートメンテナンス技術研究開発  
風車の状態監視システム(CMS)の高度化により、風車の故障予知の技術を開発済  
→継続事業にて故障予知技術に必要な基盤システムを構築し、開発した技術の実用化につなげる。

33 / 36



### ◆ 実用化・事業化に向けた具体的取り組み

●: 最終目標



### ◆ 成果の実用化・事業化の見通し

#### (1) 風車部品高度実用化開発

● 中速ギア:

開発した中速ギア、スマートブレードを搭載した風車(5.2MW)について、日本と同様の気候の地域をマーケットとして、販売に向けた取り組みを行い、企業活動(売上等)へ貢献していく。

● 荷重低減化技術等:

開発したブレード素材、ドライブトレインの荷重低減技術の需要を見極めつつ、当該研究開発に係る要素技術、製品等の販売、企業活動(売り上げ等)へ貢献する予定。

#### (2) スマートメンテナンス技術研究開発

● CMSを用いた故障予知に基づくメンテナンス:

平成30年度に風車運用高度化技術研究開発を採択。風車運用情報を蓄積したデータベースシステムの構築と故障予知等を実現するアプリケーションを搭載し、スマートメンテナンス技術研究開発で開発した成果の社会実装を目指す。

## 参考資料 1 分科会議事録

研究評価委員会  
「風力発電等技術研究開発／②風力発電高度実用化研究開発」(事後評価) 分科会  
議事録

日 時：平成 30 年 10 月 12 日 (金) 9:30～17:20

場 所：AP 浜松町 A 会議室

出席者(敬称略、順不同)

<分科会委員>

分科会長 永田 哲朗 エネルギー戦略研究所株式会社 シニア・フェロー  
分科会長代理 加藤 政一 東京電機大学工学部電気電子工学科 教授  
委員 大沢 英一 公立ほこだて未来大学複雑系知能学科 教授  
委員 濱田 幸雄 日本大学 工学部建築学科 教授  
委員 松下 崇俊 一般社団法人日本電機工業会 新エネルギー部 課長

<推進部署>

近藤 裕之 NEDO 新エネルギー部 部長  
伊藤 正治 NEDO 新エネルギー部 統括調査員 (欠席)  
田窪 祐子(PM) NEDO 新エネルギー部 主任研究員  
小島 泰志 NEDO 新エネルギー部 主査  
高木 智洋 NEDO 新エネルギー部 主査  
渡部 良朋 NEDO 新エネルギー部 主査

<実施者>

勝呂 幸男 (PL) 日本風力エネルギー学会 代表委員

<評価事務局>

保坂 尚子 NEDO 評価部 部長  
塩入 さやか NEDO 評価部 主査  
前澤 幸繁 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. プロジェクトの概要説明
  - 5.1 事業の位置付け・必要性、研究開発マネジメント
  - 5.2 研究開発成果、成果の実用化・事業化に向けた取組及び見通し
  - 5.3 質疑応答

(非公開セッション)

6. プロジェクトの詳細説明
  - 6.1 10MW 級風車の調査研究
    - 6.1.1 10MW 級風車の調査研究 (要素技術)
    - 6.2.2 10MW 級風車の調査研究 (発電機)
    - 6.2.3 10MW 級風車の調査研究 (全体設計)
  - 6.2 風車部品高度実用化開発
    - 6.2.1 中速ギア等
    - 6.2.2 荷重低減化技術
    - 6.2.3 小型風力発電部品標準化
    - 6.2.4 小型風力発電部品実証研究
  - 6.3 スマートメンテナンス技術研究開発
    - 6.3.1 リスク分析等
    - 6.3.2 疲労予測等
    - 6.3.3 雷検出装置等の性能・評価仕様の開発
7. 全体を通しての質疑

(公開セッション)

8. まとめ・講評
9. 今後の予定
10. 閉会

## 議事内容

(公開セッション)

1. 開会、分資料の確認
  - ・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）
3. 分科会の公開について  
評価事務局より資料2及び3に基づき説明し、議題6.「プロジェクトの詳細説明」を非公開とした。
4. 評価の実施方法について  
評価の手順を評価事務局より資料4-1～4-5に基づき説明した。
5. プロジェクトの概要説明
- (1) 事業の位置付け・必要性、研究開発マネジメント  
PMより資料5に基づき説明が行われた。
  - (2) 研究開発成果、成果の実用化・事業化に向けた取組及び見通し  
PLより資料5に基づき説明が行われ、(1)と(2)の内容に対し質疑応答が行われた。

【永田分科会長】 ありがとうございます。

技術の詳細については後ほど議題6で扱いますので、ここでは主に事業の位置付け・必要性、マーケットについて議論したいと思います。

ただいまのご説明に対しまして、ご意見、ご質問があれば、委員の皆様からお願いします。

【加藤分科会長代理】 今回の報告で、評価項目として設備利用率が何か所で見受けられますが、風力で設備利用率といった場合、風況に大きく左右されますね。例えば、スマートメンテナンスであれば、設備利用率というより稼働率を向上させることに使えると。それから、部品の高度化に関しては、総合効率を向上することに寄与すると。大容量化に関しては設備利用率に関係するかもしれませんが、そうした意味で、結構、日本は設備利用率が低いけれども、海外は高い、だからそれに持っていくというのは、やはり風況が違うところで比較するのは、少し違うのではないかと思います。むしろ、稼働率や効率で今回の成果を評価したほうがいいのではないかと思います。いかがでしょうか。

【田窪主研（PM）】 ご意見ありがとうございます。

設備利用率を使うかどうかということ、確かに議論としてありまして、実はこの後に実施している運用高度化のほうでは、設備利用率ではなく稼働率に変更して評価する形に変更しております。この事業を実施したころは、発電所であれば設備利用率が一番ではないかということで設備利用率という目標を定めておりますが、皆様には、現時点で、風況等はこういう条件でと設定した場合、今の風況がこうで、これをするによって、実際には稼働率ですが、稼働率が上がることによって設備利用率に換算したら23%達成という形で出させていただいております。

【松下委員】 私も、先ほどの設備利用率、稼働率については全く同じ意見です。それに加えて、風車の総合効率ということがところどころに出てきて、例えば12/36ページでは、総合効率を20%以上向上するというのは、例えば、現在は何%で、それを何%に向上するのかなと思ったのですが、いかがでしょうか。

あと一つは、特許についてです。これは、海外特許なども出されていて、例えば22ページで、どの技術の特許にするとか、この特許は中国に出すとか、アメリカに出すとか、そういう戦略は、例えばメーカーが自由になさっているのかどうか知りたかったです。

【田窪主研（PM）】 1点目の総合効率のほうですが、NEDOの目標として、実はベースは出していません。提案いただいた方のベースに対して20%削減するという提案をいただく形をとっていただきましたので、総合効率20%という数字は出していますが、そのベースが幾つで、幾つに対して上がるということをこちらの目標値として定めていたというものはありません。申し訳ありません。実際には、それぞれ、日立製作所であったり、ADEKAグループであったりというところが、今のベースが幾つ、そ

れに対して自分たちの技術を使うことによって20%向上できるというご提案をいただいて、そちらを実施してきた状況です。

特許につきましては、基本的にはNEDOはパイプドールを適用しているのですが、それぞれの民間企業や、委託先、助成事業先のほうで戦略を立てて、海外特許であれば中国に出すのか、どこに出すのかということを検討していただいている状況です。

【大沢委員】 スマートメンテナンスに関係したことだと思いますが、日本は、台風や落雷など、欧米諸国に比べて気象条件が厳しいというお話がありました。一般的に、風力発電というものは比較的風が強い場所というか、環境的にわりと厳しい場所に設置されるような気がします。それで、可用性、耐用性などを前提にどこでも開発していますが、そういう条件を一緒に考えたとしても、日本の気候は状況的に厳しいのでしょうか。

【田窪主研 (PM)】 日本は、平均風速は高くありません。平均風速は低いです。風力発電で発電量が取れるのは平均風速が高い地域です。日本は、ふだんの平均風速は低いのですが、台風が来ると極値の風速が非常に高くなってしまいます。ですので、風が弱い状態で回る風車でなければ発電できないのですが、台風で突発的に強い風が吹いたときに耐えられる風車でもなければいけません。欧州から来る風車などは、風が強くて耐えられる風車を持ってくる形にして、その代わりに、風が弱いと発電できない風車になっていたりもします。ですので、台風があること自体が風車の発電量に寄与するかということ、そこは寄与しなくて、逆に、台風で安全率以上の風が吹いた場合は、安全のために風車は止めなければいけない状況になります。そういう意味で、止めたりというほうに寄与してしまう形になってしまいます。

【大沢委員】 要するに、台風が来たらシャットダウンしてしまうということで、耐用性だけではなくて、予測の技術が非常に重要になってくるということですか。

【田窪主研 (PM)】 スマートメンテナンス自体は、台風を予測するというよりも、ふだん使っている中で疲労を予測していくことを目的に実施しております。すみません、ここがミスリードになるような形で台風と書いてしまっていますが。基本的には、疲労によって故障する部分について、その部品を交換するなどのために止まる時間を短くしたいということがあります。日本は、7割くらいが海外製の風車ですので、その風車が壊れた場合、海外メーカーから部品を持ってこなければいけないということもあるので、そちらも考えて、スペアを持つのではなく、可能な限り計画的にメンテナンスを行うことで止める時間とメンテナンス費用を安くしたいということが目的です。

【濱田委員】 今、日本で使われている風車の7割が海外からというお話があったのですが、環境影響評価などに携わっていると、そこら辺が問題で、まず音響パワーのデータがない—あちらは近くに民家がありませんので、そういうことは全然気にしないのですが、これから10MW 超級となるとほとんど洋上だと思いますが、渡り鳥によるバードストライクなどにもものすごくお金をかけて予備調査をしなければいけないとか。今回の開発成果を見ていると、環境アセスメントの概念が全然入っていないように思いますが、そこら辺はいかがでしょうか。

【田窪主研 (PM)】 こちらの事業につきましては、確かにアセスの観点が入っていません。アセスに関しては、実はほかの事業で実施しているものがありまして、そちらで実際の風力発電を計画している方たちに調査をしていただいた結果をガイドにまとめるなどの事業を実施しているものがあります。こちらについては、あくまで性能を向上するところにターゲットを置いていましたので、その部分は、申し訳ありませんが、この事業では見ていません。

【松下委員】 資料の26 ページに荷重低減化技術というものがあって、僕も予習してきていればこの質問はないのかもしれませんが、単にブレード重量の軽量化は、これだけを見ると、材料さえ変えればブレード重量を軽量化することはそれほど難しい話ではないのかなと単純に思います。荷重低減化技術

で一番基本になることは、ブレード固有の低荷重化、例えばボーイング 787 に採用されているブレードのしなりなど固有のものと、もう一つは制御性だと思いますが、ブレードをどのように制御するかということでしょうけれども、そういう観点での開発というか、技術等の検討はされたのでしょうか。

【田窪主研 (PM)】 申し訳ありません、その部分については、この後の非公開セッションでお話ししていただきます。

【松下委員】 わかりました。

【加藤分科会長代理】 実用化・事業化の見通しということでお伺いします。今回、実施者が日立製作所ということで、ダウンウィンド型の風車をメインに検討されているわけですが、以前聞いた話では、ダウンウィンド型は日本の風況に非常に合っている、要するに、アップウィンド型よりもそちらのほうがいいから効率が良いと伺っています。そういった意味で日本ではダウンウィンド型がいいのだろうと考えて、その効率を上げるということは、日本国内として風力の効率を上げるという意味ではメリットがあるかと思いますが、ビジネスとして見た場合、海外はほとんどアップウィンド型が中心だと思います。そうしたときに、ダウンウィンド型を必要とするような市場というか、地域。先ほど、台湾で受注というような話がありましたが、本当にそれだけのメリットがあるのか、市場があるのかということが1点です。

部品の高度化で、例えば中速ギアやスマートブレード云々ということがありますが、これは必ずしもダウンウィンドだけではなくてアップウィンドでも使えるような技術ではないのでしょうか。これも全くの素人考えですが。そうすると、それがもっといろいろなところに応用されるのではないかという気がします。そのあたりはいかがでしょうか。

【永田分科会長】 関連して、同じような方向の質問です。

基本的に、国がお金を出すということであるならば、何らかの公共性がないと大義名分が立たないと思います。そういう意味では、スマートメンテナンスなどのほうは、NEDO の成果発表会では、スマートメンテナンスの知識をウェブに載せるとか、中小企業も含めてそういう知識を伝達するというのを伝えられていたので、その技術開発を行うことによって、その成果が、手がけた企業だけではなくて他の企業にも波及するという意味では非常に意味があると思います。逆に、その極端で、今のお話にもつながりますが、10MW 超級のものに取り組んだときに、日立製作所の技術に特化されて、それがオールジャパンとしてどういう意義があったのかということがよくわからない面があります。日立が儲かりましたというのは、日本の産業が成功することは良いことだと思いますが、1企業だけにそのノウハウなり資金を投入した価値がそこに固定されていていいのか、どういう形で周辺企業ないしはオールジャパンとしての風力発電産業にどういうメリットが生じているのかというところは、いまひとつわかりませんでした。その辺もお聞かせいただければと思います。

【田窪主研 (PM)】 まず、日立製作所のダウンウィンドの風車ですが、確かに世界的にはアップウィンドのほうが主流です。ダウンウィンドは特に音が大きいということで、陸地では使いづらいと言われていると伺っておりますが、洋上になってきたことと、日立製作所のダウンウィンドについては、先ほど申し上げた極値風速に耐えられし、遅い風速でも回る風車ですので、そういう意味で、日本と同じような ASEAN 地域のエリアを対象に売っていきたいと考えております。

台湾においても、2015年に台風で風車が倒れていまして、その際にも、現状、IEC で規定されている風速を超える極値風速が観測された台湾から伺っておりまして、台湾でも台風の極値風速に対応できる風車の導入が求められていることから、今回の日立製作所の風車の導入につながったのではないかと思います。

民間企業と公共性という部分ですが、荷重低減化技術については、ブレードの材料開発というこ

ともあり、他の風車メーカー等ともコラボレーションしながら使用できる技術であると考えております。日立製作所のものについては、ダウンウィンド風車を対象としておりますので、アップウィンドとブレード形状等が異なるので、それを全てアップウィンドで販売されている風車に展開できるかという、そこは少し難しいのではないかと思います。

このあたりについて補足がありましたら、勝呂先生、お願いしてもよろしいでしょうか。

**【勝呂 PL】** 今の話の中で、歯車やブレードの技術は、アップウィンドもダウンウィンドも、私は流用できると思っています。日立製作所がダウンウィンドにしているというのは、ダウンウィンドというのは小型風車の場合、結構、低周波騒音の影響が特にアメリカでありまして、それでみんなアップウィンドに変えたのですが、日本の場合、やはり台風が来るということで、今のアップウィンドの海外製の風車も、強風になったときはダウンウィンドに戻して風の変動を逃がすという方法もとっているのです、どちらが良いかというはつきりしたところがなくて、ほとんど同じようなレベルになっているのではないかと思います。

中速歯車の軽量化やコストダウンというのは、これは歯車全体に関して言えるのですが、特に風車の場合、回転数が非常に低いので、歯車としては大きな歯車になりやすいということがあります。例えば2枚翼にすると回転数を少し上げられるなどの空力的な問題解決を含めた可能性がありまして、速度を上げることで中速的な形の設計ができるということもあるので、その場合、逆に言うと励振力が大きくなるので少しダンパーを付けるなどいろいろ工夫して軽量化を図っていかうという形で進んできたと理解しております。

先ほど環境の問題がありましたが、2枚翼になると、風車そのものとしては周速が上がり、騒音が出やすくなることは確かです。たぶん陸上用で2枚翼の風車は使えないだろうと考えています。2枚翼にして洋上で、なおかつ、結構離れたような場所でないとは十分には使えないのではないかと思います。それを今、実証しようということで、FSとしては2枚翼でという形で設計を進めてきて、3枚翼はある程度技術が確立していますから。2枚翼と3枚翼という、羽根が1枚減るので、その羽根のコストが数千万円くらいのレベルになりますから相当なコストダウンになるというので、洋上風車として発生電力のコストを下げるという意味では、2枚翼で高速回転させたほうが、歯車も安くできるし、翼も安くできるし、トータルで安くなるという形になるという設計に全体で取り組むことが必要であるということで、今回の事業としては取り組んだと考えております。

一企業でこれを行おうとすると、例えば1枚の羽根をつくることでも型をつくるなどのことから始めるとすぐに数十億円というレベルになるので、そこがなかなかできなにくいというので、日本の固有技術として、ダウンウィンドで、2枚翼でと。先ほど言いましたが、超伝導の発電機などの技術の結集という形で取り組むことのひとつと考えています。以上です。

**【松下委員】** 今の勝呂先生のお話で超伝導が出てきたのですが、超伝導に取り組むことはいいと思いますが、風車では実用化はまだまだ先のような気がします。この辺については、どうして超伝導を選ばれたのでしょうか。

**【勝呂 PL】** 今までの発電機と比較して、超伝導にしたら効率が極端に上がるなどのことはないと思います。ただ、超伝導にして小型化が図れると、トータルコストとしては下がるのではないかと考えております。私の経験で言うと、やはり軽量化しないと絶対に安くならない。それはなぜかという、上が軽くなると、サポートするタワー、洋上であれば下の躯体も、全部安くなるということがあります。そういう観点から言うと、軽量化に資する技術は何だろうかという、そういうことも全部含めて考えていかなければいけないことになると思いますので取り組みました。

**【加藤分科会長代理】** 最近、学会の講演会で聞いたのですが、風力用の超伝導発電機が既にアメリカの超伝導機器開発メーカーで、これはまだ実証機らしいのですが、つくられたという話が報告されていま

した。そういう意味では、かなり実用化に近くなってきたのかなと思います。しかし、その講演を聞く限りにおいては、どれだけのメリットがあるのか私にはよく理解できませんでしたが。

【勝呂 PL】 まさにそのとおりでと思います。

【永田分科会長】 9 ページの成果のところ、費用対効果としてこのくらい上がっているというお話があって、先ほどもご指摘がありましたが、例えば、この発電コストが 13.9 から 12.1 というのは、何年と何年の対比でしょうか。

【田窪主研 (PM)】 こちらの発電コストにつきましては、私どものスマートメンテナンスの疲労予測のほうで考えたところから、スマートメンテナンスで得られた成果を実施するとこのくらいの効果があるという形で試算していただいた数字です。

【永田分科会長】 そうすると、これからということですか、実現したということですか。

【田窪主研 (PM)】 これからの話です。あくまで、これは私どもの事業の成果として、設備利用率 23% を達成した場合、今考えているモデルとしているところで算出すると、このくらいの効果があるだろうという試算をした結果です。

【永田分科会長】 FIT は 24 円から始まって徐々に下がっていますが、なぜ下がったかという、一番大きなことは建設コストだと思います。稼働率も多少は上がっているような気もしますが、横ばいくらいでしょうか。今、織り込まれているのは FIT で 20% くらいですか。こういうスマートメンテナンスをやったことによって稼働率がこのくらい上がりましたとか、そういうものが実証できればなるほどと皆さん納得すると思いますが、これからだということ、逆に言うと、FIT は、スマートメンテナンスがうまく進めばこのくらいは下がりますと言ってもいいということでしょうか。

【田窪主研 (PM)】 こちらに出しているものは、あくまでもこの事業の成果で試算した結果ですが、今、スマートメンテナンスを日本で導入することによって風車の停止時間が短くなるだろうということは、この成果としては得られていることですので、そちらを展開するための次の事業として風車運用高度化技術研究開発を今年度から開始しているところです。こちらの成果として、稼働率 97% 以上を目指していくという高い目標を掲げておまして、それが実現できることによって、中小企業の皆さんや、風力発電事業者だけではなくメンテナンス事業の方などに様々な情報を提供することができることで、実際に発電コストにも、FIT 価格にも寄与できていくのではないかと考えて進めております。

【永田分科会長】 知財についてご説明がありましたが、例えばダウンウィンドとかそういうものは、参加していた企業に属するものでもあるし、一方で、先ほど申し上げたような公共的なこともあると思います。国がお金を出したのだから誰に所属するかという点があると思います。こういう少ない企業の場合、わかりやすいといえればわかりやすいのですが、別の風車部品の高度化やスマートメンテナンスに参加している企業や団体は多いですね。こういうものについて、それもさっき申し上げたように、成果はなるべく公開しましょうとなると、ここで得られたノウハウや知財などの扱いはどうなるのでしょうか。

【田窪主研 (PM)】 基本的には、委託先のコンソーシアムの皆さんの中で戦略を考えていただいて、お互いに共有・納得した上で、その方針に従って進めていただく形になります。スマートメンテナンスに関しては、今、故障予知の部分はノウハウとしてブラックボックス化したいという戦略で動いていますので、その部分を特許化することは、今はしていません。逆に、特許化することで、事業化することによろしいのではないかとこのものについては、複数者いる場合は皆さんで、それぞれの開発担当の部分や特許の方針、特許化するための方針などを、そのコンソーシアムのほうで決めていただいて、その方向で運用していただいており、この方法は、NEDO の知財マネジメントの方針に従って実施している形になります。

【近藤部長】 補足します。21 ページに「オープン／クローズ戦略の考え方」として簡単な表を載せており

まして、「非競争域」と「競争域」に分けて、縦軸で「公開」と「非公開」、こういう戦略で進めております。個社にご負担いただきながら進めている技術開発もありますので、全てをオープンにしるとなると、参加する企業もなくなってしまふ心配もありますので、そこはある程度企業メリットも考えながら進めているところです。

【大沢委員】 再びスマートメンテナンスに関してですが、設備利用率に関しての現状という説明が6ページあたりにありました。このプロジェクトでは、設備利用率の目標値は幾つかに設定されているのでしょうか。

【田窪主研 (PM)】 23%です。

【大沢委員】 現在は、その23%が達成されているということですか。

【田窪主研 (PM)】 この事業で実際に、日本全国43基の風車からデータを得ていたのですが、そちらについては23%の達成ができることはわかっていますが、まだ日本全国に展開できていないので、それは次の事業で行おうとしているところです。現状、日本全体の設備利用率23%なのかと言われると、そこはこれからという話になると思います。

【大沢委員】 23%に上がった背後に、例えば異常検知を行って、事前に予測してというところがあると思います。その異常の検出、CMSという言葉が出てきているので、その辺は結構重要な技術だと思いますが、現状、異常はどの程度検出できているのでしょうか。

【田窪主研 (PM)】 具体的な検出検査については、この後の非公開セッションで、どういうものをどのように検出したかということをご説明いただけたと思いますが、一応、この事業を実施していた間に発生した故障のうち、このスマートメンテナンスで把握できるものは100%予測できております。あくまでも壊れる予兆を見ますので、43基に付けたからといって何百件と発生するようなことではないので、それが本当に展開したときに100%のまま行けるのかということは、まだこれからの課題だと思いますけれども、この事業を実施していた短い期間、43基という限られた中では、故障については一応これで検出できていきる状況です。

【大沢委員】 そうすると、利用率というか、可用性を上げていくためには、具体的にどういう故障が起きて、それに対してどう対処するか、予測して対処することを考えると、もっとトータルな技術というか、例えば、冗長化しておくとか、そういう技術がもっといろいろ必要になるような気がします。このプロジェクトの中には、そういう部分も入っているのでしょうか。可用性を上げるためのトータルな技術がもっと要るような気がするのですが、故障の予測などだけではなくて、可用性を上げるための技術。

【田窪主研 (PM)】 次の事業の中では、一応、この故障予知だけではなくて、実際に風車のメンテナンスを短くする、安くするという点を観点に置いて、ほかにはどういう課題があるのか、どういう技術開発が必要なのかということを含めて検討した上で皆様に展開できるような仕組みを考えてはいます。これで回答になっておりますでしょうか。申し訳ございません。

【大沢委員】 細かいことは後で結構です。

【永田分科会長】 ほかにまだあるかもしれませんが、一応、予定の時間になりましたので、ここで終了します。

ここで10分間の休憩をとらせていただきます。

(非公開セッション)

## 6. プロジェクトの詳細説明

省略

## 7. 全体を通しての質疑

## 省略

(公開セッション)

### 8. まとめ・講評

【永田分科会長】 再開いたします。

最後は、議題8.の「まとめ・講評」です。最初にお願ひしように、各委員から2分程度で講評をお願ひします。

松下委員から順にお願ひいたします。

【松下委員】 まず、このような機会をちょうだいいただきまして、誠にありがとうございました。今日、拝聴させていただいて、NEDOの助成事業が風力発電の発展にますます大事になってきたと感じました。

というのも、やはり主力電源化をMETIが宣言されて、今後、導入が拡大することになっていて、ますます電力安定供給というか、信頼性強化、コスト低減を図らなければいけないという中で、足元を見ると風車メーカーが少しずつ減っていき、産業の進行も若干停滞しているところです。そういう中で、個社がこういうアカデミックな研究をすることはなかなか難しい状況になってきていると感じます。

とはいえ、日本は、幸か不幸か、風力発電にとっては非常に特殊な環境に恵まれていて、よく言われるように、台風、雷、地震などに恵まれていて、このような環境で、風力発電業界に対してジェネラルな条件を有する環境条件についての研究は、日本にとっても、世界の風力発電にとってもますます重要になってくると考えています。

特に昨今、NEDOの成果でもある台風や雷などが国際標準に反映されて、それが日本の規制の一部に取り入れられて、日本の風力発電の安全性強化に非常に貢献していると考えています。したがって、今後も、台風、地震、雷—NEDOの研究はこれまで十分対応してこられたのでこれで十分だということではなくて、長期的に、もっと長いスパンで、もっと日本がナンバーワンになれるように、また、そういう分野で日本の技術というか、ノウハウがナンバーワンになって世界に広められて、ますます日本の風力業界の発展に資するように、今後ともご支援をよろしくお願ひしたいと思ひます。

以上です。

【濱田委員】 一日がかりでしたが、実用レベルの研究成果を拝聴することができまして、非常に有意義な一日だったと感じております。私が参りました福島県では、現在、十数か所のウィンドファームの計画が進んでおりまして、1箇所当たり30~50基立ちますので、これから先、500基くらいの風力発電の風車が並ぶこととなります。

衛星写真のような形で見ると、山の尾根のところにはずらりと並ぶことになって、それによる森林の伐採、盛土・切土の関係、本来、再生可能エネルギーは環境にやさしいと言われていますが、風力発電、太陽光発電も土地を改変していくという点では環境に対する負荷が非常に大きいと感じております。本日の発表は②のほうですが、①の洋上風力を含めて、もう少し効果的な技術が広く普及して、できれば地上から海上へ風車は移動してもらえたらと期待しているところです。

本日のお話を聞いていて、やはり言葉の定義が大事かと感じました。午前中も話題になりましたが、性能をあらわす評価量、設備利用率と言うのか稼働率と言うのか、プロジェクト間で必ずしも統一されていない面がありました。また、何%増減といった場合の基準となる年が明確になっていないなどの点は、少し気をつけて統一していただければ理解しやすいのではないかと感じました。

以上です。

【大沢委員】 自分の専門ではない分野のこういう話をまとめて聞くことがふだんはあまりなくて大変刺激



になりました。僕はもともと計算機科学、人工知能の世界で研究していると、研究成果を数値で表現する場合は、1%、2%ということでは論文にならない場合が多くて、大抵10%近く、場合によっては10分の1、10倍とか。ご存じだと思いますが、ムーアの法則のようなものがありまして、指数関数的に集積度が上がるとか、クロックスピードもそういう感じになっていますので、そういう成果を出さないと研究にならないというものが多いのですが、ある意味、枯れている分野というか、そういう世界で1%、2%改善していくのは大変なことなのだと実感しました。それでも、各プロジェクトの実施者の資料では、当初の目標が達成されている、場合によっては十分に達成されているということなので、NEDO事業としてはかなり成功しているものだろうという印象です。

もう一つは、特にスマートメンテナンスの領域に来ると、ここら辺はなじみがある感じで、グラフなどを見ると大幅に改善している結果が出てきていて、思うのですが、例えばスマートグリッドの世界では、計算機科学ベースで携わっている情報分野の人が多くいて、国際会議の人工知能の分野でもスマートグリッドが結構話題になっています。恐らく、こういう分野ももっと情報技術を活用すれば、ハードウェア的には1%、2%というところからは脱却できないと思いますが、何かほかの面を数十%、数倍と持っていくことはたぶん可能だと思うので、今後、そういう情報技術をもっと活用することが行われればいいなという印象を受けました。

**【加藤分科会長代理】** 本日の様々な結果を聞かせていただきまして、日本の場合、風力発電は海外と違って条件が非常に厳しいと。台風や雷など様々な問題があって、基本的に設備利用率が20%の前くらいしかこれまでは達成できていなかったのですが、今回の成果がかなり実用化されれば、このプロジェクトの目標であった24%くらい、これは恐らく、現在のFIT価格よりも安い価格になると思われま。そういった意味で、風力のさらなる導入拡大に寄与するのではないかと思います。

ただ、1点気になったのは、一部の課題を除いて海外とのベンチマークがほとんどなされていないわけです。その際に必ず、日本の場合は特に風況が海外とは違うからということが言われますが、実際にそうのかなという感じがします。例えば、現在の日本の風車は、かなり海外のものが入ってきていると。コストの問題があるということですが、コストなどを考えてつくっていかないと、今後、逆に、海外に打って出ようとしたときに、結局はアップウィンド型の、世界で主流になっているものに勝てないということも起こり得るかと思えます。

本日の話を聞いていて思ったことは、技術的にはすばらしいけれども、世界を見るとどうかなと。すなわち、携帯電話を思い出します。要するに、iモードは、技術的には非常にすばらしかったけれども、あれを開発したとき、海外のことは全く見なかった。その結果、日本国内では非常に技術が進歩したけれども、その後に出てきたスマートフォンにあっという間に駆逐されてしまった。風力発電がそんなことにならないように、要するに、ガラパゴス化しないように、世界の状況を常に見ながら、さらに日本のことも考えて技術開発していく必要があるのではないかと思います。

以上です。

**【永田分科会長】** ありがとうございます。

最後に私からです。本日お話を伺っていて、また、先日の成果発表会も踏まえていろいろな分野でNEDOさんが支援されていることはよくわかりました。ハードだけではなく、いわゆる箱ものだけではなくて、ソフトのほうも、いかに今ある既存の長くたった設備をうまく効率的に動かすか、いかに止まる期間をなくそうとか、そういうソフト面にもかなり力を入れられていることは非常に良いことだと思っています。

ただ、私は民間企業の経営に携わってきたこともありますが、コストパフォーマンスというか、どこにお金をかけるべきかという点は一番気になるところです。そういう意味で、スマートメンテナンスのところで申し上げましたが、ああいうものは、例えば個社では絶対にできないですね。けれども、

みんなが協力して集まれば、日本全体の産業界にもメリットが広がるし、全体で嵩上げにもなるということで、そういう意味では、ああいう事業は、公のお金で支援することは非常に意味があると思います。

一方では、個別企業を支援してはいけないということでは決してなくて、産業を育てるという意味ではいいのですが、そのメリットが携わった企業だけにとどまって、日本の風力業界全体にどのくらい寄与しているかということがいまひとつ明確ではないケースもあるような気がします。ですから、生産側を育てることも非常に重要なことだと思いますが、そういうほうだけではなくて、NEDOのターゲットとしては、日本の風力発電設備を増やすことが最終的な目的だと思います。そこに結びつくような技術開発ないしは仕組みづくりなど、デマンドサイドというか、開発事業者も必要としている技術、仕組み、支援、そこにお金を投じてあげることが非常に良いことだと思います。そこは、産業界を育てるということもそうですし、事業を引っ張っていつている開発事業者のニーズに即した研究開発、技術開発、支援の方法も、これからぜひ考えていただきたいと思いました。

以上です。

**【前澤主査】** ありがとうございます。

では、推進部長及びPLから一言ずつお願いします。

**【近藤部長】** 先生方、本日は朝早くから、また、多岐にわたるテーマについてご議論いただきまして、ありがとうございます。

恐らく、これが始まったころの状況からすると、大学・メーカー中心のフォーメーションになっておりまして、将来有望な技術を実用化していこうという環境の中で始まったものだと思いますが、現在は環境もだいぶ変わってきておりまして、コスト低減、国民負担の軽減、そのためには海外技術も使っていくという状況になっております。そういう意味では、スマートメンテナンス技術は今後も続いていきますが、本日、先生方からいただいたご意見はもっともだと思いますので、引き続き、次の事業、今の事業にも反映させていきたいと考えております。

個社支援につきましても、やはり市場規模が大事だと思っております、国内にとどまらず、海外も含めて、将来、普及・社会実装という面をうまく評価しながら、我々としても育てていきたいと思っております。

NEDOも本年4月から第4期中長期計画期間に入っていますが、研究開発成果の社会実装を一つの柱に据えておりまして、研究開発だけではなく、その後の社会実装、実用化までしっかりとフォローしていく体制もとっていますので、引き続きご支援、ご指導をよろしくお願いいたします。

本日はありがとうございます。

**【勝呂PL】** 今日は朝からありがとうございました。

風車は、委員の先生方が知っているものとは少し違って、今までの機械と違うのは、設計条件が千差万別で入ってくることです。今日の発表を聞いていても、実は30年くらい前から風車に携わっていますが、30年前と同じことを繰り返しているような面があります。風のことを、僕らは本当に知っているのだろうかと思っていて、それが少しずつ良くなっていますが、今後、生産する側、例えば海外に打って出るということを考えると、そういう面できちんとしたものを日本でつくれば、たぶん世界中に売れると思っているので、そのあたりも今後の研究開発に入れて、さらに日本の風車、風車事業、そういうものに尽力していきたいと思っておりますので、今後ともよろしく申し上げます。

今日はどうもありがとうございました。

**【永田分科会長】** 以上で議題8.を終了します。

9. 今後の予定

10. 閉会

## 配布資料

資料1	研究評価委員会分科会の設置について
資料2	研究評価委員会分科会の公開について
資料3	研究評価委員会分科会における秘密情報の守秘と非公開資料の取り扱いについて
資料4-1	NEDOにおける研究評価について
資料4-2	評価項目・評価基準
資料4-3	評点法の実施について
資料4-4	評価コメント及び評点票
資料4-5	評価報告書の構成について
資料5	プロジェクトの概要説明資料（公開）
資料6	プロジェクトの概要説明資料（非公開）
資料7	事業原簿（公開）
資料8	今後の予定

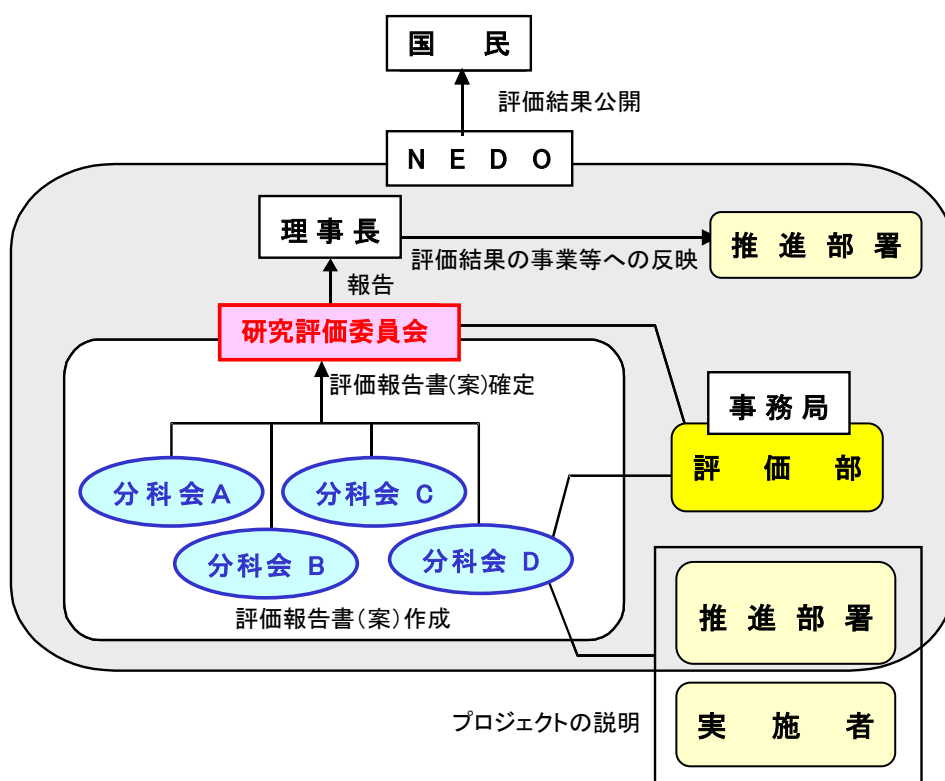
以上

## 参考資料 2 評価の実施方法

本評価は、「技術評価実施規程」（平成 15 年 10 月制定）に基づいて実施する。

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)における研究評価では、以下のように被評価プロジェクトごとに分科会を設置し、同分科会にて研究評価を行い、評価報告書（案）を策定の上、研究評価委員会において確定している。

- 「NEDO 技術委員・技術委員会等規程」に基づき研究評価委員会を設置
- 研究評価委員会はその下に分科会を設置



## 1. 評価の目的

評価の目的は「技術評価実施規程」において

- 業務の高度化等の自己改革を促進する
  - 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
  - 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
- としている。

本評価においては、この趣旨を踏まえ、本事業の意義、研究開発目標・計画の妥当性、計画を比較した達成度、成果の意義、成果の実用化の可能性等について検討・評価した。

## 2. 評価者

技術評価実施規程に基づき、事業の目的や態様に即した外部の専門家、有識者からなる委員会方式により評価を行う。分科会委員は、以下のような観点から選定する。

- 科学技術全般に知見のある専門家、有識者
- 当該研究開発の分野の知見を有する専門家
- 研究開発マネジメントの専門家、経済学、環境問題、国際標準、その他社会的ニーズ関連の専門家、有識者
- 産業界の専門家、有識者

また、評価に対する中立性確保の観点から事業の推進側関係者を選任対象から除外し、また、事前評価の妥当性を判断するとの側面にかんがみ、事前評価に関与していない者を主体とする。

これらに基づき、委員を分科会委員名簿の通り選任した。

なお、本分科会の事務局については、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構評価部が担当した。

## 3. 評価対象

「風力発電等技術研究開発／②風力発電高度実用化研究開発」を評価対象とした。

なお、分科会においては、当該事業の推進部署から提出された事業原簿、プロジェクトの内容、成果に関する資料をもって評価した。

#### 4. 評価方法

分科会においては、当該事業の推進部署及び実施者からのヒアリング及び実施者側等との議論を行った。それを踏まえた分科会委員による評価コメント作成、評点法による評価により評価作業を進めた。

なお、評価の透明性確保の観点から、知的財産保護の上で支障が生じると認められる場合等を除き、原則として分科会は公開とし、実施者と意見を交換する形で審議を行うこととした。

#### 5. 評価項目・評価基準

分科会においては、次に掲げる「評価項目・評価基準」で評価を行った。これは、NEDOが定める「標準的評価項目・評価基準」をもとに、当該事業の特性を踏まえ、評価事務局がカスタマイズしたものである。

評価対象プロジェクトについて、主に事業の目的、計画、運営、達成度、成果の意義、実用化に向けての取組や見通し等を評価した。

「風力発電等技術研究開発／②風力発電高度実用化研究開発」に係る  
評価項目・評価基準

1. 事業の位置付け・必要性について

(1) 事業の目的の妥当性

- ・ 内外の技術動向、国際競争力の状況、エネルギー需給動向、市場動向、政策動向、国際貢献可能性等の観点から、事業の目的は妥当か。
- ・ 上位の施策・制度の目標達成のために寄与しているか。

(2) NEDOの事業としての妥当性

- ・ 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、NEDOの関与が必要とされた事業か。
- ・ 当該事業を実施することによりもたらされると期待される効果は、投じた研究開発費との比較において十分であるか。

2. 研究開発マネジメントについて

(1) 研究開発目標の妥当性

- ・ 内外の技術動向、市場動向等を踏まえて、適切な目標であったか。

(2) 研究開発計画の妥当性

- ・ 開発スケジュール（実績）及び研究開発費（研究開発項目の配分を含む）は妥当であったか。
- ・ 目標達成に必要な要素技術の開発は網羅されていたか。

(3) 研究開発の実施体制の妥当性

- ・ 実施者は技術力及び事業化能力を発揮したか。
- ・ 指揮命令系統及び責任体制は、有効に機能したか。
- ・ 目標達成及び効率的実施のために実施者間の連携が必要な場合、実施者間の連携は有効に機能したか。
- ・ 大学または公的研究機関が企業の開発を支援する体制となっている場合、その体制は企業の取組に貢献したか。

(4) 研究開発の進捗管理の妥当性

- ・ 研究開発の進捗状況を常に把握し、遅れが生じた場合に適切に対応したか。
- ・ 社会・経済の情勢変化、政策・技術の動向等を常に把握し、それらの影響を検討し、必要に応じて適切に対応したか。

(5) 知的財産等に関する戦略の妥当性

- ・ 知的財産に関する戦略は、明確かつ妥当か。
- ・ 知的財産や研究開発データに関する取扱についてのルールを整備し、かつ適



切に運用したか。

### 3. 研究開発成果について

#### (1) 研究開発目標の達成度及び研究開発成果の意義

- 成果は、最終目標を達成したか。
- 最終目標未達成の場合、達成できなかった原因を明らかにして、最終目標達成までの課題及び課題解決の方針を明確にしている等、研究開発成果として肯定的に評価できるか。
- 投入された研究開発費に見合った成果を得たか。
- 成果は、競合技術と比較して優位性があるか。
- 世界初、世界最高水準、新たな技術領域の開拓、汎用性等の顕著な成果がある場合、積極的に評価する。
- 設定された目標以外の技術成果がある場合、積極的に評価する。
- 成果が将来における市場の大幅な拡大又は市場の創造につながると期待できる場合、積極的に評価する。

#### (2) 成果の普及

- 論文等の対外的な発表を、実用化・事業化の戦略に沿って適切に行ったか。
- 成果の活用・実用化の担い手・ユーザーに向けて、成果を普及させる取組を実用化・事業化の戦略に沿って適切に行ったか。
- 一般に向けて、情報を発信したか。

#### (3) 知的財産権等の確保に向けた取組

- 知的財産権の出願・審査請求・登録等を、実用化・事業化の戦略に沿って国内外で適切に行ったか。

「実用化・事業化」の定義を「プロジェクト」毎に定める。以下に例示する。

#### 「実用化・事業化」の考え方

当該研究開発に係る試作品、サービス等の社会的利用(顧客への提供等)が開始されることであり、さらに、当該研究開発に係る商品、製品、サービス等の販売や利用により、企業活動(売り上げ等)に貢献することをいう。

### 4. 成果の実用化・事業化に向けた取組及び見通しについて

#### (1) 成果の実用化・事業化に向けた戦略

- 成果の実用化・事業化の戦略は、明確かつ妥当か。
- 想定する市場の規模・成長性等から、経済効果等を期待できるか。

#### (2) 成果の実用化・事業化に向けた具体的取組

- ・ 実用化・事業化に取り組む者が明確か。
- ・ 実用化・事業化の計画及びマイルストーンは明確か。

(3) 成果の実用化・事業化の見通し

- ・ 産業技術としての適用可能性は明確か。
- ・ 実用化・事業化に向けての課題とその解決方針は明確か。
- ・ 想定する製品・サービス等は、市場ニーズ・ユーザーニーズに合致しているか。
- ・ 競合する製品・サービス等と比較して性能面・コスト面等で優位を確保する見通しはあるか。
- ・ 量産化技術を確立する見通しはあるか。
- ・ 顕著な波及効果（技術的・経済的・社会的効果、人材育成等）を期待できる場合、積極的に評価する。

## 「プロジェクト」の事後評価に係る標準的評価項目・基準

※「プロジェクト」の特徴に応じて、評価基準を見直すことができる。

「実用化・事業化」の定義を「プロジェクト」毎に定める。以下に例示する。

### 「実用化・事業化」の考え方

当該研究開発に係る試作品、サービス等の社会的利用(顧客への提供等)が開始されることであり、さらに、当該研究開発に係る商品、製品、サービス等の販売や利用により、企業活動(売り上げ等)に貢献することをいう。

なお、「プロジェクト」が基礎的・基盤的研究開発に該当する場合は、以下のとおりとする。

- ・「実用化・事業化」を「実用化」に変更する。
- ・「4. 成果の実用化に向けた取組及び見通しについて」は該当するものを選択する。
- ・「実用化」の定義を「プロジェクト」毎に定める。以下に例示する。

### 「実用化」の考え方

当該研究開発に係る試作品、サービス等の社会的利用(顧客への提供等)が開始されることをいう。

## 1. 事業の位置付け・必要性について

### (1) 事業の目的の妥当性

- ・内外の技術動向、国際競争力の状況、エネルギー需給動向、市場動向、政策動向、国際貢献可能性等の観点から、事業の目的は妥当か。
- ・上位の施策・制度の目標達成のために寄与しているか。

### (2) NEDO の事業としての妥当性

- ・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、NEDO の関与が必要とされた事業か。
- ・当該事業を実施することによりもたらされると期待される効果は、投じた研究開発費との比較において十分であるか。

## 2. 研究開発マネジメントについて

### (1) 研究開発目標の妥当性

- ・内外の技術動向、市場動向等を踏まえて、適切な目標であったか。

### (2) 研究開発計画の妥当性

- ・開発スケジュール(実績)及び研究開発費(研究開発項目の配分を含む)は妥当であったか。
- ・目標達成に必要な要素技術の開発は網羅されていたか。

### (3) 研究開発の実施体制の妥当性

- ・実施者は技術力及び事業化能力を発揮したか。

- ・指揮命令系統及び責任体制は、有効に機能したか。
- ・目標達成及び効率的実施のために実施者間の連携が必要な場合、実施者間の連携は有効に機能したか。【該当しない場合、この条項を削除】
- ・目標達成及び効率的実施のために実施者間の競争が必要な場合、競争の仕組みは有効に機能したか。【該当しない場合、この条項を削除】
- ・大学または公的研究機関が企業の開発を支援する体制となっている場合、その体制は企業の取組に貢献したか。【該当しない場合、この条項を削除】

#### (4) 研究開発の進捗管理の妥当性

- ・研究開発の進捗状況を常に把握し、遅れが生じた場合に適切に対応したか。
- ・社会・経済の情勢変化、政策・技術の動向等を常に把握し、それらの影響を検討し、必要に応じて適切に対応したか。

#### (5) 知的財産等に関する戦略の妥当性

- ・知的財産に関する戦略は、明確かつ妥当か。
- ・知的財産に関する取扱(実施者間の情報管理、秘密保持及び出願・活用ルールを含む)を整備し、かつ適切に運用したか。
- ・国際標準化に関する事項を計画している場合、その戦略及び計画は妥当か。【該当しない場合、この条項を削除】

### 3. 研究開発成果について

#### (1) 研究開発目標の達成度及び研究開発成果の意義

- ・成果は、最終目標を達成したか。
- ・最終目標未達成の場合、達成できなかった原因を明らかにして、最終目標達成までの課題及び課題解決の方針を明確にしている等、研究開発成果として肯定的に評価できるか。
- ・投入された研究開発費に見合った成果を得たか。
- ・成果は、競合技術と比較して優位性があるか。
- ・世界初、世界最高水準、新たな技術領域の開拓、汎用性等の顕著な成果がある場合、積極的に評価する。
- ・設定された目標以外の技術成果がある場合、積極的に評価する。
- ・成果が将来における市場の大幅な拡大又は市場の創造につながると期待できる場合、積極的に評価する。

#### (2) 成果の普及

- ・論文等の対外的な発表を、実用化・事業化の戦略に沿って適切に行ったか。
- ・成果の活用・実用化の担い手・ユーザーに向けて、成果を普及させる取組を実用化・事業化の戦略に沿って適切に行ったか。
- ・一般に向けて、情報を発信したか。

#### (3) 知的財産権等の確保に向けた取組

- ・知的財産権の出願・審査請求・登録等を、実用化・事業化の戦略に沿って国内外に適切に行ったか。
- ・国際標準化に関する事項を計画している場合、国際標準化に向けた見通しはあるか。【該当しない場合、

この条項を削除】

4. 成果の実用化・事業化に向けた取組及び見通しについて【基礎的・基盤的研究開発の場合を除く】

(1) 成果の実用化・事業化に向けた戦略

- ・成果の実用化・事業化の戦略は、明確かつ妥当か。
- ・想定する市場の規模・成長性等から、経済効果等を期待できるか。

(2) 成果の実用化・事業化に向けた具体的取組

- ・実用化・事業化に取り組む者が明確か。
- ・実用化・事業化の計画及びマイルストーンは明確か。

(3) 成果の実用化・事業化の見通し

- ・産業技術として適用可能性は明確か。
- ・実用化・事業化に向けての課題とその解決方針は明確か。
- ・想定する製品・サービス等は、市場ニーズ・ユーザーニーズに合致しているか。
- ・競合する製品・サービス等と比較して性能面・コスト面等で優位を確保する見通しはあるか。
- ・量産化技術を確立する見通しはあるか。
- ・顕著な波及効果(技術的・経済的・社会的効果、人材育成等)を期待できる場合、積極的に評価する。

4. 成果の実用化に向けた取組及び見通しについて【基礎的・基盤的研究開発の場合】

(1) 成果の実用化に向けた戦略

- ・成果の実用化の戦略は、明確かつ妥当か。

(2) 成果の実用化に向けた具体的取組

- ・実用化に向けて、引き続き、誰がどのように研究開発に取り組むのか明確にしているか。
- ・想定する製品・サービス等に基づき、課題及びマイルストーンを明確にしているか。

(3) 成果の実用化の見通し

- ・想定する製品・サービス等に基づき、市場・技術動向等を把握しているか。
- ・顕著な波及効果(技術的・経済的・社会的効果、人材育成等)を期待できる場合、積極的に評価する。

【基礎的・基盤的研究開発の場合のうち、知的基盤・標準整備等を目標としている場合】

(1) 成果の実用化に向けた戦略

- ・整備した知的基盤・標準の維持管理・活用推進等の計画は、明確かつ妥当か。

(2) 成果の実用化に向けた具体的取組

- ・知的基盤・標準を供給・維持するための体制を整備しているか、又は、整備の見通しはあるか。
- ・実用化に向けて、引き続き研究開発が必要な場合、誰がどのように取り組むのか明確にしているか。

【該当しない場合、この条項を削除】

(3) 成果の実用化の見通し

- ・整備した知的基盤について、利用されているか。
- ・顕著な波及効果(技術的・経済的・社会的効果、人材育成等)を期待できる場合、積極的に評価する。

本研究評価委員会報告は、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。

NEDO 評価部

部長 保坂 尚子

担当 前澤 幸繁

\* 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。

([https://www.nedo.go.jp/introducing/iinkai/kenkyuu\\_index.html](https://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 044-520-5160 FAX 044-520-5162