

平成23年度 事業原簿（ファクトシート）

作成日：平成23年4月1日作成
更新時期：平成24年5月 現在

制度・施策名称	エネルギーイノベーションプログラム	
事業名称	風力等自然エネルギー技術研究開発／次世代風力発電技術研究開発	PJコード：P07015
推進部	新エネルギー部	
事業概要	我が国特有の気象条件や山岳部などの複雑な地形が、風力発電の導入を妨げている一面もあり、これらの条件に対応した風車の開発・導入が必要である。本事業では我が国の風力発電設備導入拡大を目的にした基礎・応用技術研究開発及び自然環境対応技術等の技術開発を行う。	
	(i) 基礎・応用技術研究開発	
	① 風特性モデル開発・検証 我が国特有の気象・地形条件に起因する風特性モデルを開発・検証する。	
	② リモートセンシング機器による観測手法確立 風力発電機の大型化や洋上用超大型風車の導入に向けて、リモートセンシング機器による高所風況観測手法を確立する。	
	③ IEC規格への提案 開発した風特性モデルを、国際規格に反映するためIEA活動を通して国際的な認知を得た上でIECに提案する。	
	④ 数値シミュレーション技術を用いた風車性能評価技術等の国際標準化 風車の出力性能評価方法として、数値シミュレーションモデルを用いた風車流入風速推定方法を標準化する。	
	⑤ 小形風車の性能等の評価手法を検証 市場拡大が期待されている小形風車の安全性・信頼性等に係る技術評価手法を検証する。	
	(ii) 自然環境対応技術等	
	⑥ 落雷保護対策 冬季雷などの落雷対策のために、高精度落雷リスクマップ作成及び風力発電設備に対して効果的な落雷保護対策技術を確立する。	
	⑦ 故障・事故調査 風力発電設備の利用率向上を図るため、故障・事故情報を収集分析し、効果的な故障・事故対策の策定及び新たな技術開発課題を抽出する。	
⑧ 風車音低減対策 風車音の実態を解明し、風車音低減対策の効果・検証を行うとともに、風車音予測手法の開発を行う		

事業規模	事業期間：平成20年度～平成24年度				
	契約等種別：委託				
	勘定区分：エネルギー需給勘定			[単位：百万円]	
		～H22年度	H23年度 (実績)	H24年度 (予定)	合計
	予算額	1054	750	604	2408
	執行額	1048	730	—	1778

1. 事業の必要性

(i) 基礎・応用技術研究開発

現在、世界に導入されている風車は IEC 標準等の国際規格に基づいて設計されている。しかし、我が国においては、「台風（強風）」、「高乱流」及び「落雷」といった特有の気象・地形条件により風力発電設備の被害が指摘されている。我が国の風力発電サイトは主に欧州の風条件をもとにした IEC 標準に当てはめると、風特性モデルが存在しないクラス S（設計者が仕様を定める）となる地域が多い。このため我が国における風力発電事業のリスク要因と考えられていることから、本事業により我が国の風車立地条件に適した風特性モデル（以下、複雑地形風特性モデル）を開発し、信頼性の高い風力発電所の導入を図っていく必要がある。併せて数値シミュレーションモデルによる風車性能評価技術を確立することで、風力発電所の発電量を容易に予測することが可能となる。

また、開発した複雑地形風特性モデルや数値シミュレーションモデルを IEA などの国際共同研究活動を通じて国際規格に反映することは、我が国のみならず、類似する環境を有するアジア地域などに風力発電を導入する際にも活用されることが期待されることから我が国産業の国際競争力に資すると考えられる。

さらに、近年の風力発電機の大型化や洋上用超大型風車の導入には、高々度（>50m）での風況精査が重要である。このため、大型風車導入の際の事業計画や事業リスクを定量的に評価するためには、リモートセンシング機器等を活用したコストを抑えた精度の高い観測手法の確立が必要である。加えて今後の市場拡大が期待されている小形風車には、信頼性や認証等の課題を解決することで、小形風力発電機の普及が図られる。

(ii) 自然環境対応技術等

近年、国内における風力発電システムは、発電設備の大型化も推進されていることから、ひとたび落雷、台風等による被害が発生した場合には、その復旧に大きな経済的負担と稼働時間の損失が発生し、事業収支に大きな影響を与えることとなる。NEDO がこれまでに実施した「風力発電設備への落雷対策に関する調査」（H16-18）及び「日本型風力発電ガイドライン策定事業」（H17-19）では、国際的な規格（IEC 保護レベル I）を上回る雷が観測されたことから、高精度落雷リスクマップを作成するとともに、効果的な落雷保護対策を策定する必要がある。

さらに、近年大型風力発電の導入が進むとともに、建設適地が限られ騒音問題が一部地域で発生するなど、風力発電所を円滑に導入普及させるためには、効果的な風車音低減対策を策定する必要がある。

2. 事業の目標、指標、達成時期、情勢変化への対応
<p>① 目標</p> <p>(i) 基礎・応用技術研究開発</p> <p>我が国の風力発電導入拡大を目的に、我が国特有の気象・地形条件に適した風車設計に係る基礎・応用研究を行うとともに、高々度での風況観測を容易にするため、リモートセンシング技術を確立する。</p> <p>(ii) 自然環境対応技術等</p> <p>雷特性の把握、落雷特性・落雷保護対策と被害実態を踏まえ、効果的な落雷保護対策を抽出する。高精度落雷リスクマップを作成するとともに、風力発電設備に対してより効果的な落雷保護対策技術を確立することを目的に実施する。</p> <p>また、風力発電設備の利用率向上を図るため台風等の自然現象に対する故障・事故対策を策定し、風力発電事業者等一般に広く公開する。さらに、風車音について調査検討し、効果的な風車音低減対策を検証するとともに、発電事業者が事業計画を立案する段階のツールとして、風車音予測手法を開発する。</p>
<p>② 指標</p> <p>(i) 基礎・応用技術研究開発</p> <ul style="list-style-type: none"> ・複雑地形風特性モデルの開発及び検証 ・リモートセンシング機器の精度検証及び観測手法の確立 ・我が国の気象・地形条件に適した規格を IEC へ提案 ・小形風車ラベリング制度へ向けた技術評価 ・CFD シミュレーション及び風洞実験技術の高度化 ・数値シミュレーションによる風車性能評価法の確立 <p>(ii) 自然環境対応技術等</p> <ul style="list-style-type: none"> ・落雷電流計測等による高精度落雷リスクマップの作成 ・落雷被害詳細調査・分析による効果的な落雷保護対策の策定 ・故障事故対策調査による効果的な対策の策定及び技術開発課題等の抽出 ・風車音低減対策の検証および風車音予測手法の確立
<p>③ 達成時期</p> <p>平成24年度末</p>
<p>④ 情勢変化への対応</p> <p>(i) 基礎・応用技術研究開発</p> <p>平成21年度末に外部有識者による中間評価を実施し、技術的及び政策的観点から、研究開発意義、目標達成度、成果の技術的意義について検討し、将来の風力発電産業への波及効果等について再点検を行う。中間評価結果を踏まえ必要に応じプロジェクトの加速・縮小・中止等見直しを迅速に行う。</p> <p>(ii) 自然環境対応技術等</p> <p>平成22年度末に外部有識者による中間評価を実施し、技術的及び政策的観点から、研究開発意義、目標達成度、成果の技術的意義について検討し、将来の風力発電産業への波及効果等について再点検を行う。中間評価結果を踏まえ必要に応じプロジェクトの加速・縮小・中止等見直しを迅速に行う。</p>

3. 評価に関する事項

① 評価時期

- ・ 毎年度評価：平成24年5月
- ・ 期中評価：「(i) 基礎・応用技術研究開発」については平成21年度
「(ii) 自然環境対応技術等」については平成22年度
- ・ 事後評価：平成24年度事業終了後

② 評価方法（外部評価又は内部評価、レビュー方法、評価類型）

- ・ 毎年度評価：実施状況及び成果報告書の内容等をもとに内部評価により実施する。
- ・ 期中評価：外部有識者による外部評価により実施する。
- ・ 事後評価：外部有識者による外部評価により実施する。

[添付資料]（省略可）

- ・ 平成23年度実施方針

平成23年度 事業評価書

平成24年9月18日作成

制度・施策名称	エネルギーイノベーションプログラム	
事業名称	風力等自然エネルギー技術研究開発／次世代風力発電技術研究開発	PJコード：P07015
推進部	新エネルギー部	

0. 事業実施内容

(i) 基礎・応用技術研究開発（事業原簿 事業概要①,②,③,④,⑤に対応）

我が国の風力発電設備導入拡大を目的に、我が国の厳しい風特性・気象条件を包含した複雑地形風特性モデルの開発・検証を行うと共に最終的に IEC 標準等の国際規格へ提案する。また、高々度での風況観測を容易にするため、リモートセンシング機器による観測手法を確立する。一方、IEA で提案されている国際的な小形風車ラベリング制度を検討し、小形風車の技術的な評価手法の課題抽出を行う。

平成23年度は、複雑地形（2地点）における風計測を実施し、国際的にも計測事例の少ない複雑地形における乱流・ガスト特性の鉛直方向分布等の長期データを取得した。これらのデータを基に、複雑地形風特性モデルが風車の設計に与える影響について空力荷重解析を詳細に評価し、平成22年度の終局荷重に加え、疲労荷重への影響を解析した。本事業で開発した同風特性モデルの必要性を明らかにするとともに、複雑地形及び台風襲来地域に適した同風特性モデルを IEC 国際標準案として提案した。また、リモートセンシング技術においては、計測及び現行の風計測の長期計測データより、複雑地形における誤差特性を見出した。小形風力発電の安全性・信頼性を確保するための設計要件、関連法規との技術的整合性、設置技術等を調査、検討することにより、小形風車の技術評価及び試験基準を開発した。

(ii) 自然環境対応技術等（事業原簿 事業概要⑥,⑦,⑧に対応）

全国規模での落雷電流計測、落雷様相観測による雷特性の分析、実機での実雷保護対策検証等を実施するとともに、高精度落雷リスクマップを作成し、風力発電設備に対してより効果的な落雷保護対策技術を確立し、加えて落雷保護対策指針として取りまとめる。また、風力発電設備の利用率向上を図るため、風力発電設備の故障・事故データを収集分析し、効果的な故障・事故対策を策定する。さらに、風車音低減対策を検証するとともに、発電事業者が事業計画を立案する段階のツールとして、風車音予測手法を開発する。

平成23年度は、落雷保護対策について落雷被害調査、現地ヒアリング調査、雷計測を実施し、落雷の約10%が IEC 保護レベル I を超えること、日本の雷性状が国際規格と差異があること、被害分布は冬季雷頻発地域と関連していること、ブレード保護対策として先端金属チップ構造が有効であること等の成果を得た。また、風車音予測手法について、風車音源モデルや合成音モデル設計に資するデータを取得した。

1. 必要性（社会・経済的意義、目的の妥当性）

(i) 基礎・応用技術研究開発

現在、世界に導入されている風車は主に欧州の風条件をもとにした IEC 標準等の国際規格に基づいて設計されている。我が国の風力発電サイトは IEC 標準ではクラス S（設計者が仕様を定める）となる地域が多く、このクラスの風特性モデルが存在しないため、事業評価等が厳しいものとなり、我が国の風力発電導入の妨げとなっている。これを打開するため、我が国の風車立地条件に適した複雑地形風特性モデルを開発し、信頼性の高い風力発電の導入を図っていく必要がある。開発した複雑地形風特性モデルを国際規格に反映することで、評価基準等が確立され、我が国だけではなく、類似の環境を有するアジア地域などでの風力発電の導入拡大が期待され、我が国の産業の国際競争力確保に資すると考えられる。

また、近年の風力発電機の大型化や洋上用超大型風車の導入に向けて、高々度（>50m）での風況精査の重要性が高まっており、リモートセンシング機器等を活用したコストを抑えた精度の高い観測手法の確立が必要である。

さらに、IEA でラベリング制度が検討されている小形風車は、身近に導入できる新エネルギーとして、

今後の市場拡大が期待されている。この小形風車の導入を円滑に行っていくためには、小形風車の性能や信頼性、安全性等の技術的な評価を適切に行っていく必要がある。

(ii) 自然環境対応技術等

風力発電システムは、ひとたび落雷、台風等による被害が発生した場合、その復旧までに経済的負担と稼働時間の損失が発生し、事業収支に大きな影響を与えてしまう。

NEDO の過去の調査において、我が国の落雷電流計測では、国際的な規格での保護レベルを上回る電荷量を有した雷が観測され、落雷被害要因を解明するためにはピーク電流値だけではなく電荷量等のパラメータも把握する必要があることが示された。また、実際の落雷は試験設備では再現し得ないことから、実環境下で検証する必要があるとの課題が示された。

これらのことから、効果的な落雷保護対策の抽出及び実機規模での実雷による保護対策検証等を実施し、高精度落雷リスクマップを作成するとともに、風力発電設備へのより効果的な落雷、台風等に対する対策方法を策定する必要がある。

また近年、風車からの騒音及び低周波が社会問題化しており、それらの発生メカニズムや影響を特定し、技術的な対策を講じる必要も出てきている。

以上、我が国の厳しい気象条件や周辺環境においては安全性、信頼性が高い風力発電機あるいは風力発電所に資する技術開発は社会的要求であり、本事業の必要性は高いと判断できる。

2. 効率性（事業計画、実施体制、費用対効果）

① 手段の適正性

これまでの NEDO 事業で取得した風データや知見を有効利用するとともに、IEC 標準（風車クラス 1, 乱流カテゴリー A）を越える複雑地形の中から地点を限定し、効率的にデータ収集を行っている。また、IEA Wind で実施されるタスクに参加し、最新の技術情報を大学、研究機関、風力発電業界の専門家から構成される「IEA 風力国内委員会」を通して国内の風力関係者へ発信・公開することにより研究開発を推進するとともに、標準化に向けて効率的な体制を組織している。

落雷保護対策技術の確立については、外部有識者で構成される「落雷保護対策検討委員会」の中で実施内容・調査結果などを審議・検討し、必要に応じてワーキンググループを設けて集中的に審議・検討しており、効率的に研究開発を進める体制となっている。また、これらの成果は日本型風力発電ガイドライン（落雷対策編）に反映し、広く公開する計画となっている。

② 効果とコストとの関係に関する分析

複雑地形風特性モデルが IEC 標準となることで、我が国を含むアジア等の気象条件や複雑地形に適した風力発電設備の設計に反映される。風車メーカーには大きな市場が開けると考えられることから、本事業の費用対効果は高い。

また、落雷リスクマップを活用することより、地域のリスクに適した風車設計、最適コストでの落雷保護対策が施される。また、落雷保護対策においては、既設風車への適用のみならず、風車メーカーの今後の落雷対策に係わる設計に活用することができる。風車への標準的な装備になれば、設置後に対策するより風車のコストアップも小さくなる。

3. 有効性（目標達成度、社会・経済への貢献度）

(i) 基礎・応用技術研究開発（事業原簿 事業概要①,②,③,④,⑤に対応）

以下の研究開発を実施し、平成 23 年度の目標を達成した。

- ・実際の複雑地形において取得した風データ、風洞実験結果から CFD シミュレーションを検証した。開発した複雑地形風特性モデルが実際の風車設計に与える影響について空力荷重解析を詳細に評価し、同風特性モデルの必要性が明らかになった。得られた結果を基に、IEC 国際標準へ提案する複雑地形風特性モデル案を策定した。

- ・実際の複雑地形においてリモートセンシング技術を用いた LIDAR (Laser Imaging Detection and Ranging) 計測、SODAR (Sonic Detection And Ranging) 計測及び現行の風計測から得られたデータを解析し、複雑地形におけるリモートセンシング技術の誤差特性を明らかにした。また LIDAR とカップ風速計を併用することで年間発電量を評価できる手法を開発した。

・IEA 風力国内委員会において、IEA Wind の各種 Task ミーティングの途中経過を報告した。また、IEA Wind で検討されている小形風車ラベリングに係る Task について、データ提供等積極的に参加した。

・小形風力発電の安全性・信頼性を確保するための設計要件、関連法規との技術的整合性、設置技術等に関する調査及び検討から、小形風車の技術評価及び試験基準を開発した。

・CFD シミュレーション及び屋外計測評価に必要な風洞試験を実施した。また高精度 CFD シミュレーションのための粗度モデルを開発し、風洞試験データと比較検討した結果から、高精度のシミュレーションデータベースを構築中である。

(ii) 自然環境対応技術等（事業原簿 事業概要⑥,⑦,⑧に対応）

1) 落雷保護対策

観測機器設置とデータ収集・解析を行い、平成23年度の目標を達成した。

① 全国規模での落雷電流計測、落雷様相観測

・平成22年度に引き続き、25ヶ所の計測地点において観測した。落雷の約10%がIEC保護レベルIを超え、日本の雷性状は国際規格と明確に差異があることが立証された。

・落雷様相観測より、多くの雷がブレード先端部に着雷していることを確認し、保護すべき部位を明確にした。

・各落雷パラメータ特性より、被害の有無、電荷量の大きさ、被害の発生頻度には相関があることを確認した。

② 落雷被害詳細調査

・風力発電事業者等を対象としたアンケート調査を実施した結果、被害分布は冬季雷頻発地域と関連していることが示された。

・落雷保護対策と被害実態の関係については、対策別に被害率を算定し、有効な対策を抽出した。

・事業者等より落雷被害情報を踏まえた現地ヒアリング調査を実施し、ブレード保護対策として先端金属チップ構造が有効であるデータが示された。

③ 落雷保護対策の検討

・実際の風車を用いた実機規模・実雷試験を行い、平成23年度は落雷パラメータと損傷に関するデータを収集した。

・保護対策を施したブレードは、10回以上被雷後もブレードに損傷が無く、落雷保護対策が有効であることを確認した。

・「落雷保護対策検討委員会」の運営を行い、事業実施内容・調査結果等に関する審議を受け、方向性を検討した。

2) 故障・事故対策調査

・風力発電施設において発生した故障・事故について情報を収集し、整理・解析を行った。

・風力発電事業者及び風車メーカーに、参考となる情報と故障・事故への具体的対策案を追加した。

・事例集の充実が図られ、WEB上で故障・事故データベースを公開するなど、目標を達成したものと判断し、平成22年度で終了した。

3) 風車音予測手法の開発

・風車音源モデルの開発に際し、単機の風車に対するモデル実証を行い、マイクロフォンアレイの設計

<p>のための基礎計測を行った。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ウィンドファーム合成音モデルの基となるインターフェースを設計した。 ・ベンチマークとなる既存の音伝搬モデル（単純減衰モデル）を評価し、地形効果を含めた音伝搬モデルをウィンドファーム合成音モデルに実装した。 ・フィールド試験の計測準備及び単機を対象とした予備試験を行った。
<p>4. 優先度（事業に含まれるテーマの中で、早い段階に、多く優先的に実施するか）</p> <p>特になし</p>
<p>5. その他の観点（公平性等事業の性格に応じ追加）</p> <p>特になし</p>
<p>6. 総合評価</p> <p>① 総括</p> <p>我が国産業の国際競争力確保には安全性、信頼性が高い風力発電機あるいは風力発電所に資する技術開発は必要不可欠である。いずれの研究開発も、有識者・専門家による委員会を立ち上げ、それら委員会の審議・助言等を反映して適切に行われた。また、本事業で設置した計測・観測設備からのデータ収集・解析などを進めており、複雑地形風特性モデルの素案の IEC への提案や落雷保護対策の実証など、順調に進捗している。更に平成 23 年度は小形風車技術評価のため、試験サイトにおける計測を実施し、実証試験データの解析をしているところである。</p> <p>② 今後の展開</p> <ul style="list-style-type: none"> ・基礎・応用技術研究開発は、複雑地形風特性モデル素案及び数値シミュレーションモデルによる風車性能評価を IEC 標準化、さらには、日本型ガイドラインや JIS へ反映する。 ・落雷保護対策は、計測・観測設備からデータ収集・蓄積・解析を強化することにより、落雷リスクマップの高精度化を進める。 ・風車音予測手法の開発は、フィールドでの計測データを解析し、新たな合成音モデルを検証する。