

(1)事業概要

①【事業概要】

騒音を回避・最小化した風力発電に関する技術開発の基礎的検討事項として、我が国特有の地形や風況を考慮した風車音の計測と周波数分析、風車音の発生部位の特定、風車音低減対策を精査し、その結果を踏まえ、実風車を用いた低減対策により機械音の卓越成分レベル5dB低減、空力音レベル3dB低減等の目標を達成するとともに、風車音の自動監視・制御システムを開発した。本技術開発は、これらの諸技術開発を踏まえて更なる風力発電事業の導入促進に資することを目的とした。

②【期待されるCO2削減効果】

○2020年時点の削減効果（計算方法パターン A-b, III）
 2020年度の陸上風力発電の導入目標(1020万kW;日本風力発電協会)に対して本技術開発による成果が適用される風車(=騒音対策が必要な風車)は設備容量で168万kW(839基)と推定された。これに、風車の設備利用率を勘案し、CO2排出削減原単位を乗じてCO2削減効果を求めた。

・CO2削減効果: 約61万t-CO2 = 低減技術適用風車の設備容量(kW) × 設備利用率(20%) × 8760hr × 0.000566t-CO2/kWh

③【技術開発の詳細】

風車の発生音低減対策として、機械音低減技術、空力音低減技術および風車運転制御技術を用いた風車音低減方法の開発を行い、早期の製品化を目指した。

1. 機械音低減技術の開発

a. 風車発生音の音源・伝搬経路の確認

風車発生音が顕著な既設実稼動風車に対して、風車外部での騒音・低周波音、ナセル内騒音・各部位振動、タワー加振試験による振動モード測定等の実測調査を実施した。また、コンピュータ上のモデルによる解析を実施、風車構造内の振動伝搬、音響放射性状を明らかにした。これらを組合せて、音源・伝搬経路を明らかにした。

b. 機械音低減技術の開発

既存の吸・遮音材等を利用し、増速機、発電機、ファン等を音源とするナセルおよびタワー放射音低減対策を検討、実証試験を行った。また、固体伝搬、振動による放射音対策として、振動制御技術(アクティブ制振装置等)を適用する技術開発を行った。

2. 空力音低減技術の開発

a. 空力音低減技術の開発

ブレードの後縁形状や前縁表面粗度の変更等によるハード的な対策と、風車の回転数制御等によるソフト的な対策を対象とした実証を行った。

b. 空力音予測モデルの開発

空力荷重、ブレードの弾性変形およびピッチ制御等の影響も含めた風車ブレードの発生音を予測し、発生音低減に有効なブレード形状の開発・設計が可能となる解析モデルの開発を行った。

3. 風車運転制御技術の開発

a. 回転数制御および最大出力制御手法の開発

風車の回転数制御および最大出力制御による風車発生音の対策を対象とした実証を行い、最適な運転制御手法の開発を行った。

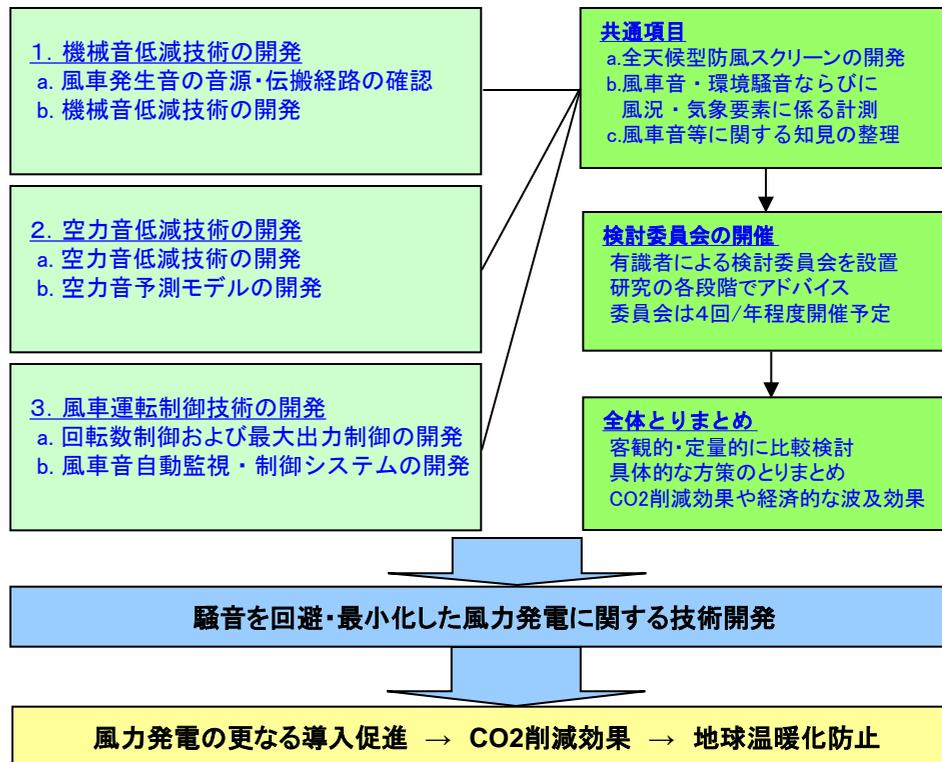
b. 風車音自動監視・制御システムの開発

風車音の低減策として気象条件などに応じて実施する風車運転制御による逸失発電量の最小化が可能となるような制御定数データベースを組み込んだ、風車音の自動監視・制御システムの開発を行った。

4. 全体取りまとめ/風況・気象・風車音計測

各技術開発項目を整理し、それぞれの対策効果や課題等を客観的・定量的に比較検討することにより、風車音低減に資する具体的な方策として取りまとめた。取りまとめにあたっては、本技術開発が実用化・製品化され普及した場合を念頭に置き、CO2削減効果や経済的な波及効果等についても試算した。

④【システム構成】



(2)事業の必要性

①【技術的意義】

近年、国内における風力発電システムの導入は、大規模ウインドファームの建設や風車の大型化等によって急速な伸びを呈しており、2010(H22)年度末における設置容量は約244万kWに達しているが、導入目標300万kWの達成は果たせなかった。一方、国土の狭隘な我が国にあって、風力発電の普及促進に伴う、周辺地域の環境影響や騒音等の問題についても、一部地域で顕在化している。

また、大型風車の導入に伴う風車音と騒音問題(低周波音を含む)との関係についても、具体的には明らかにされていない。こうした状況の中、我が国特有の気象条件を考慮した高風速域での風車音の実測など、より詳細なデータを取得・検証し、風車音の原因究明とその低減対策への取り組みを行うことは急務の課題である。

風力発電施設の騒音問題の顕在化は一部マスコミ報道等により社会問題としても取り上げられ、環境省調査(2010年10月公表)では、16%の風力発電施設で騒音・低周波音に関する苦情が発生しており、6%が未解消となっていた。こうした点から、風力発電施設の騒音対策は喫緊の課題であるが、既設稼働風車に対しては、発生音低減対策に技術面、コスト面などで大きな困難があり、実際的な対策手段に欠く現状である。

本技術開発は、風車発生音(機械音・空力音)の低減技術や風車音自動監視・制御システムの開発の他、全天候型防風スクリーンの開発等の基本的な技術開発を含んだ幅広い技術開発を志向している。これらの総合的な技術開発の下、風車音問題が軽減・解消されて技術の実用化が図られることにより、風力発電の一層の導入に寄与することが可能となる。

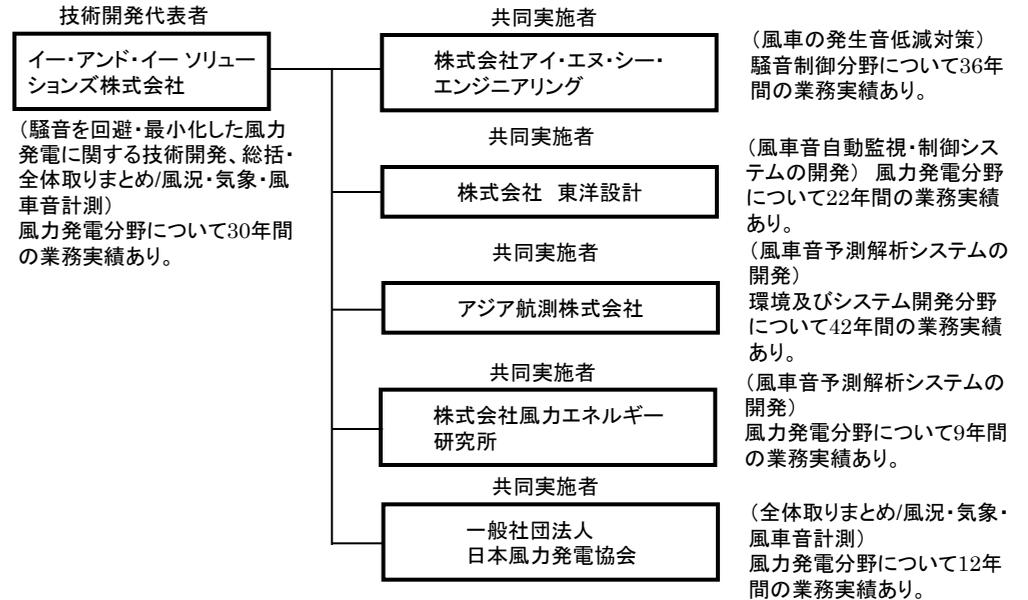
②【社会的意義】

○風力発電施設の騒音対策は前述のように喫緊の課題であり、本事業で開発される技術を既設稼働風車は元より今後新規に設置される風車に適用することにより、直接的な苦情の解消や風力発電に対する社会受容性向上の一助となる。また、風力発電は、供用時においてはCO2を排出しないクリーンなエネルギー源であり、CO2排出に係るライフサイクルコストは同じ再生可能エネルギーの太陽光発電よりも安価な優れた発電型式である。そのような特性を有する風力発電は、温暖化対策施策を推進する上で重要な地位を占め、本事業により開発される風車音低減対策技術等は、風力発電の導入拡大を促し、ひいてはCO2の大きな削減効果を生むものと考えられる。さらに、大型風車は1万点以上の部品で構成されており、素材も含めた部品生産等による国内における技術・経済的な波及効果が高い。

○将来的に風力発電の騒音に関する規制や制度の導入が図られる場合においても、本事業において開発した技術・製品を適用することにより、規制等を満足する手段(風車音を低減する手法)を講じることが可能となる。また、本技術を適用することにより風力発電の導入適地が確保可能となり、CO2を排出しない再生可能エネルギーの導入促進等、温暖化対策に必要な制度の導入につながるものとする。

(3)事業の効率性

①【実施体制】



②【実施計画】

要素技術の内容	平成23年度	平成24年度	平成25年度
機械音低減技術の開発	75,622千円	45,250千円	67,000千円
空力音低減技術の開発	73,530千円	66,250千円	83,396千円
風車運転制御技術の開発	97,964千円	81,000千円	110,526千円
全体取りまとめ			
共通項目	68,891千円	52,300千円	41,712千円
その他経費	14,969千円	20,000千円	23,031千円
合計	330,976千円	264,800千円	325,665千円

注)直接経費と間接経費を含めた事業費の額を記載した。

(4)事業の有効性

①【目標設定・達成可能性】

○最終的な目標 機械音低減の数値目標のみわずかに未達であったが他は達成できた。

◆機械音低減技術の開発

- ・機械音低減デバイス(制振装置)、振動減衰デバイスの製品化
- ・機械音に起因する卓越性騒音のレベル5dB低減
※注)低減量は基準位置における目標値

◆空力音低減技術の開発

- ・空力音低減デバイスの製品化
- ・空力音のレベル3dB低減
※注)低減量は基準位置における目標値
- ・空力音予測モデル(空力弾性解析モデルをベースとした空力音予測)

◆風車運転制御技術の開発

- ・風車音自動監視・制御システムの製品化
- ・風車の音響パワーレベル5dB低減
※注)低減量は基準位置における目標値

補足)ここでの「製品化」とは製品の技術的な仕様を決定することを指す。

②【事業化・普及の見込み】

【事業化の見込み】

本技術開発事業で実施した各研究開発項目は、全て2013年度に開発完了したことから、その事業化は数年以内に可能である。風車音低減技術開発により、既設稼働風車への適用も可能な低減対策が実用化されれば、広い範囲での製品化が行われる見込みである。

また、風車音自動監視・制御システムは、既設稼働風車にも適用が可能であり風力発電に対する社会受容性の向上が期待されること、副次的には風車の故障事故の未然防止も期待出来ることから、当該技術が事業として成立し国内のみならず海外へも展開することが見込まれる。

【普及の見込み】

風車音低減対策(機械音対策、空力音対策)は既設実稼働風車への速やかな採用のみならず、新設される風車においても必要に応じて付帯(あるいは新機種において採用)されるものと考えられ、普及の加速が期待できる。

また、風車音自動監視・制御システムについては、風車の適切な制御に加え維持管理の省力化が図られることや風車音予測解析機能を具備することにより事前調査の精度向上と効率化の面から、速やかな採用・普及が期待出来る。

具体的な普及の見込みとしては、本技術開発による成果が直接的に適用される風車(=騒音対策が必要な風車)は設備容量で2020年度にて168万kW(839基)、2030年度にて438万kW(2,188基)と推定される。

また、実用化段階の導入コストとしては以下が想定される。

- ・機械音低減対策: 3000万円/基 (制振装置)
- ・空力音低減対策: 500万円/基
- ・風車運転制御 : 116万円/基 (風車10基のウィンドファームを想定、減電分は考慮せず)

(5)事業終了後の展開

【成果を用いた事業展開】

①機械音低減技術(制振技術)

風車発生音対策技術のうち、制振技術については、広く機械の発生する振動・固体音対策に応用することが可能である。したがって、風力発電施設に付帯する送電鉄塔・変電設備や他の発電設備などの騒音・振動対策として活用することが可能となる。

②空力音低減技術

空力音低減デバイスによる騒音低減は、機械音低減技術に比較して低コストで対策可能であり費用対効果の面で有利であること、機械音のように機種固有にチューニングする部分等が小さく汎用性があることなどから、騒音問題が発生している既設サイトでの対策としては、より簡便に実施可能な対策として普及が期待できる。

③風車音監視による風車制御システム

風車音監視(機械音・空力音)による風車制御システムは、特にウィンドファームにおいて費用対効果に優れ、導入が容易な対策として普及が期待できる。さらに、風車の故障や異常を検知するシステムに応用・発展させることも可能性で、風力発電施設の無人管理によるコスト削減につながるとともに、適切なメンテナンス技術の開発に寄与するものである。

【拡大シナリオ、期待値】

2020年度及び2030年度の風車推定導入量(2020年度にて1,090万kW、2030年度にて3,620万kW)に対して、騒音対策が必要な風車は設備容量でそれぞれ168万kW、438万kWと推定され、本技術の適用対象となる市場規模としては各対策技術の合計でそれぞれ約300億円、約800億円と試算された。また、本技術の普及により風車の導入促進に寄与し、それによって得られる発電電力量をCO2排出削減量としてカウントすると、削減効果は2020年度及び2030年度にてそれぞれ約61万t-CO2/年、約194万t-CO2/年と算定された。

【課題と対応】

本事業にて開発した技術が広く普及するためには、各技術開発項目ともに、対策費用(機器・システム製作費、施工費等)の低廉化が重要であり、性能面でも各種改良やチューニングにより一層の向上を図る必要があることが課題として残された。今後、各低減対策の適正化・充実化のためのさらなる技術開発を進めることが望まれる。

CO₂排出削減対策技術開発評価委員会による終了課題事後評価の結果

- 評価点 6.3点（10点満点中）

- 評価コメント

- すでに欧州では製品化された例もあるため、製品化に向けた取組を早急に行うこと。
- 騒音レベルの低下が住民の感覚とあっているか等、本事業の効果について更なる検証を行うこと。
- 事業化に向けて、騒音低下の物理的機構を十分に明らかにし、ブレードの大きさ等が変更になった時の普遍的な対応を検討すること。
- タワー制振について、更なる応用に向けた取組を進めること。