

(詳細関連資料 2-④)

【再生可能エネルギー(風力発電)】 風力タービン 風力発電 大型 洋上 分散 製造仮訳

## 米国エネルギー省 (DOE) 風力発電プログラム

(DOE ホームページの風力発電プログラム部分を和訳)

### (1) 大型風力発電の技術

「風力・水力発電プログラム」は、風力発電コストを削減しつつ大型風力発電技術の効率および信頼性を高めるために、産業界のパートナーと共同で取り組まれている。このプログラムの研究活動の成果として、平均的な設備利用率(発電プラントの生産性基準)を、1998 年以前に設置された風力タービンの利用率 22%から、2004 年～2007 年の間に設置された同タービンの利用率 35%に引き上げられた。風力発電コストは、1980 年の約 80 セント(現実ドル)/kWh から、現在の 5～8 セント/kWh へと低下した。

今後の産業を確実に成長させるためには、信頼性のさらなる向上、利用率の増加、コスト削減の早期実現を踏まえ、本技術が引き続き発展しなくてはならない。この頁では、このプログラムの大型風力発電技術の研究成果について述べ、最近のいくつかのプロジェクトにスポットを当てる。

### 目標

このプログラムの目標は、風力レベル 4(15.7～16.8 マイル/時)の地上設置型大型



GE 社の 1.5MW 規模の風力タービン



Clipper Windpower 社の 2.5MWk 規模風力タービン

風力発電システムによる発電コストを、ベースラインの 5-8 セント/kWh から、2012 年までに 3.6 セント/kWh とすることである。

## 主な研究プロジェクト

これらは、同プログラムの大型風力発電技術研究に基づく、主な研究プロジェクトの目玉である。



## プロトタイプの開発

過去 20 年間、このプログラムは産業界と共同で進められ、多数のプロトタイプ技術が開発されてきた。その中の多くは、商業的にも実現可能になっている。その一つが、GE Wind Energy 社の 1.5 メガワット(MW)規模風力タービンであるが、2009 年 5 月時点で、12,000 個以上のプロトタイプタービンが 19 カ国に設置されていた。

DOE の風力プログラムは、効率を検証し、風力タービン部品の信頼性を向上させるために、産業界のパートナーと共同で進められている。

商業レベルでの成功を実証するもう 1 つのプロジェクトは、Clipper Windpower 社<sup>注1</sup>が製造する 2.5MW 規模の風力タービン Liberty である。同社は、2.5MW 規模のプロトタイプ Liberty を、同プログラムによる共同研究開発からわずか 3 年後の 2005 年に製造した。また同社は 2008 年に、200 個以上の 2.5MW 規模タービンを設置したのである。

## 部品開発

このプログラムは、産業パートナーとともに進められ、システムコンポーネントの効率と信頼性の改善を図るものである。カリフォルニア州ナショナルシティにある Knight and Carver 社の<sup>注2</sup> 風力発電ブレード事業部は、発電量の 5~10% 増加が見込まれる革新的な風力タービンブレードを開発するために、DOE のサンディア国立研究所<sup>注3</sup>の研究者と共同で研究活動を行った。Sweep Twist Adaptive Rotor (STAR) 社のブレードの最も顕著な特性

<sup>注1</sup> <http://www.clipperwind.com/>

<sup>注2</sup> <http://www.knightandcarver.com/>

<sup>注3</sup>

<http://ja.wikipedia.org/wiki/%E3%82%B5%E3%83%B3%E3%83%87%E3%82%A3%E3%82%A2%E5%9B%BD%E7%AB%8B%E7%A0%94%E7%A9%B6%E6%89%80>

は、先端になだらかなカーブがあり、現在使用されているブレードの多くとは異なり、遅い風速も含め、すべての風速を最大限に活用できるように、特別な設計がなされている。

より信頼性のあるギアボックスの開発を支援するために、同プログラムでは、複数の会社とともに、革新的な動力伝達系のコンセプトの設計、テストに取り組んできた。Clipper's Liberty 社の風力タービンは、4つの最新式の永久磁石ジェネレータに動力を供給できる、非常に革新的なマルチプル駆動パスを持つ変速装置を内蔵している。

Global Energy Concepts (GEC)は、遊星ギアボックス(変速装置)と中速(190rpm)の永久磁石ジェネレータ付きの1.5MW規模の単段(一段式)ドライブトレインを製造した。これにより、タワー先端部の重量とドライブトレインのコストが低く抑えられるものと見込まれる。Northern Power Systems<sup>注4</sup>社は、新しい電力変換装置(パワーコンバータ)を装備した永久磁石ジェネレータを建設し、無段変速の動作を可能にした。同社のコンバータは、米国風力エネルギー協会(American Wind Energy Association)主催の、2006年度技術功績賞(Technical Achievement Award)を受賞した。

## 電力会社規模の研究用タービン

同プログラムの下、2009年にコロラド州、ボルダーにある国立風力技術センターに、1.5MWの風力タービンが設置された。このタービンは、DOEが100%保有する初の大型風力タービンであり、風力発電技術の性能向上と風力発電コストの低減を目的とした研究プロジェクトのためのプラットフォームとして利用される予定である。GEが製造し、通称「DOE1.5」として知られる1.5MW規模のタービンは、同技術センターの施設向けに発電し、地方の送電網へと電力を戻すことになる。同タービンは、発電特性テスト、タービンの負荷データ解析、最新式タービン制御装置の設計、最新式タービン部品の開発、ウィンドファームの発電効率についてさらに詳細な研究を行うため、多くの機器を備える予定である。

(2009年8月と9月に、同センターにタービンを設置する様子を低速度撮影した映像が、原文記事より閲覧できる。末尾リンクを参照。)

## 国際協力

国際エネルギー機関(International Energy Agency : IEA)の風力エネルギー執行委員会の一員として、このプログラムは、10地域の風力エネルギー研究に参加することによって、国際レベルでの風力エネルギー研究活動を支援する。同プログラムから米国の研究者がこ

<sup>注4</sup> <http://www.northernpower.com/>

のような国際レベルの研究活動に参加することで、風力エネルギー分野における国際レベルの専門家と共同研究を行い、最新の技術情報およびマーケット情報を交換する機会が与えられ、その結果、米国産業にとって価値あるフィードバックが得られる。IEAの活動に関する詳細は、IEAのウェブサイト<sup>注5</sup>を参照のこと。

翻訳：NEDO（担当 総務企画部 原田 玲子）

出典：本資料は、DOE の以下の記事を翻訳したものである。

”Large Wind Technology”

[http://www1.eere.energy.gov/windandhydro/large\\_wind\\_tech.html](http://www1.eere.energy.gov/windandhydro/large_wind_tech.html)

---

<sup>注5</sup> <http://www.ieawind.org/>

## (2) 洋上風力発電の技術

洋上風力発電の利用は、米国の温室効果ガス排出量の削減、エネルギー供給の多様化、コスト競争力を持つ電気の主要沿岸地域への提供、経済における主要産業の再活性化促進に役立つ。このプログラムの役割は、洋上風力発電技術の開発や展開を阻む主な障害を克服することである。

### 戦略プラン

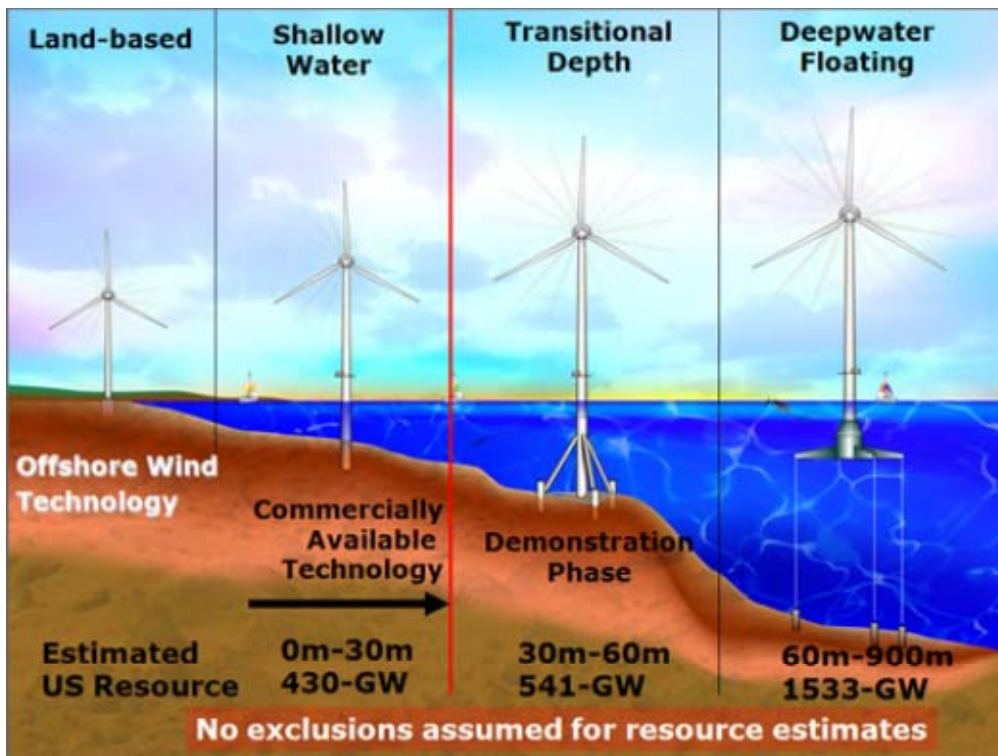
2011年2月7日に、DOEのステイブン・チュー長官と、内務省のケン・サラザール長官は、洋上風力発電国家戦略について明らかにした。その内容とは、米国内に洋上風力産業をつくり出すといったものである。この戦略プランが記載された文書には、DOEが内務省と協力の上、世界レベルの洋上風力産業の開発支援を引き受ける計画がまとめられている。これらの活動は、洋上風力タービンで発電される電力コストの削減により、また、洋上風力発電の展開スケジュールの短縮によって、洋上風力発電を広範囲に拡大できるようになるだろう。

### 主要な研究プロジェクト

#### 技術開発

同プログラムは、資本コストを抑え、信頼性を高め、運営維持費を低減し、エネルギー捕捉量を増加することによって、洋上風力タービンによる発電コスト削減を可能にする革新的技術の開発を支援する。

洋上設置型の風力タービンは、陸上設置型に比べ、規模がはるかに大きく出来る。というのは、風力資源が広域にわたり、その輸送にも制限がないからである。しかしながら、海洋環境は厳しいため、洋上風力タービンは、より頑丈かつ信頼性を備えたものでなければならない。また、海岸からはるか遠く離れた海底深くに設置される風力タービンには、この先10年で、新たな基礎およびプラットフォームの技術が必要となるだろう。



風力プログラムでは、浅い水深、深海、その中間の深さ向けに洋上風力発電技術の研究を行う。

### 市場障壁の排除

同プログラムの役割は、3つの主な活動を通じて、洋上風力発電を展開する上での市場障壁を克服することである。まず1つ目の資源計画活動では、風力資源の特性評価、および沿岸・海洋空間計画に必要なその他のデータ収集に取り組む。2つ目の立地選定および認可に関する活動では、方針および経済分析、電波障害、レーダー障害、規制プロセス、環境リスク、国民の同意、政府機関間のやりとりにおける懸念事項、リスク管理を行う。3つ目のインフラの補完に関する活動では、国内における製造および供給チェーンの展開、送電・連系計画、専用船、その他の設置、運営およびメンテナンス技術に取り組む。

### 最新技術の実証

同プログラムは、予算次第であるが、画期的な洋上風力発電プロジェクトを展開する幅広い機関とパートナーシップを結び、共同で技術実証を行う予定である。今後見込まれるパートナーには、商業レベルの洋上風力発電開発業者、研究団体、発電業者(売電業者)、電力事業者またはそのいずれかが考えられるだろう。

## 政府間の協力

DOEは、その他の連邦政府機関とともに、洋上風力発電技術の開発および展開に取り組んでいる。これらの取り組みに積極的に携わっている連邦政府関係機関には、例えば、内務省、米国立海洋大気圏局、米国沿岸警備隊、海軍省、連邦航空局、米国陸軍技術工兵隊、米国環境保護局、米国魚類野生動物保護局などがある。これらの政府機関は、プロジェクトの最新情報、洋上風力技術、マッピング、環境や社会に及ぼす影響についての研究、プロジェクトの立地選定に関する情報を共有している。

とりわけDOEと内務省は、より迅速で効率的に洋上風力発電を展開できるように、より広範囲に及ぶ政府機関間にまたがる政策について積極的な協力を行っている。両政府機関は2010年、連邦大陸棚で、環境的な責任がある商業規模の洋上風力発電および海洋・水力エネルギー技術の開発を優先して促進させる覚書を交わした。

翻訳：NEDO（担当 総務企画部 原田 玲子）

出典：本資料は、DOE の以下の記事を翻訳したものである。

”Offshore Wind Technology”

[http://www1.eere.energy.gov/windandhydro/offshore\\_wind.html](http://www1.eere.energy.gov/windandhydro/offshore_wind.html)

### (3) 分散配置型(小型)風力発電技術

風力・水力発電プログラムの分散配置型(以下、分散型という。)風力発電活動では、テクノロジーの発展やテスト、認証に焦点を当てることによって、より小さいタービンの性能や信頼性の課題に取り組む。このプログラムの成果は、分散型風力発電用途の最大1メガワット(MW)の小型・中型サイズのタービン(一般家庭や企業、農場、コミュニティの風力プロジェクトなど)の普及を支援することにある。



Southwest Windpower 社の  
1.8kW の風力タービン Skystream

#### 目標

このプログラムの分散型風力発電活動の目標は、分散型風力タービン(1kWから1MW)の数を拡大することであり、タービン数が2,400機であった2007年をベースラインとして、2015年までに米国市場における普及を5倍にすることを目指す。この目標を支援する活動には、技術的なサポートや小型タービンの第三者テストの提供などが含まれ、米国市場で扱われる製品が信頼でき、かつ安心できるものになることを確実にする。



Nothern Power Systems 社の 100kW の  
風力タービン

#### 調査プロジェクトのハイライト

##### 第三者テスト活動

2007年にこのプログラムの第三者による小型風力発電テストプロジェクトが開始され、産業界が、安全性と性能が認証されたより小型の風力タービンシステムを消費者に提供できるよう支援される。このプロジェクトの第1の目的は、米国市場にて成功する可能性の高い市販の小型風力タービンシステムをテストすることである。信頼できる小型風力タービンが入手



Windward Engineering 社の 4.2kW の  
風力タービン



しやすくなることで、米国において設置される小型風力タービンの普及率の増加というプログラムの目標を支援する。

## プロトタイプの開発

同プログラムは、小型の風力発電産業のパートナー数社とともに進められ、資金供与を受け、商業ベースでの利用が可能な小型の風力発電システムを開発してきた。2000年、DOEの国立再生可能エネルギー研究所は、Northern Power Systems<sup>注6</sup>社によるNorthWind100/20風力タービンの開発に対して、R&D 100 Awardを授賞した。この風力タービンは、遠隔操作が可能となるように、寒冷地向けに設計された最新式の風力タービンである。

2007年末までには、これらの11個のタービンが設置されており、また、10個以上のタービンが販売されて、設置待ちの状態であった。その後、Northern Power Systems社は、寒冷地用の100kWタービンを農業目的や地域社会向けに改良した。2007年に同社は、国立再生可能エネルギー研究所において、プロトタイプの100kWタービンのテストおよび改良を開始した。

Southwest Windpower<sup>注7</sup>社は、過去数年間にわたってこのプログラムに取り組み、Skystreamと呼ばれる2kWの風力発電機を開発を行ってきた。2006年、Southwest Windpower社は、自社のこの最新型風力発電機で、Best of What's New Award<sup>注8</sup>の表彰をPopular Science<sup>注9</sup>誌から表彰を受け、Skystreamは、Time Magazine誌により「2006年度最高の発明」と認められた。Southwest Windpower社は、商業ベースでのSkystreamの生産を2007年に開始し、1000個以上を売り上げている。

このプログラムではまた、Windward Engineering社<sup>注10</sup>と共同で、Enduranceと呼ばれる4kWのマシンの設計およびテストを行った。同社は2008年、商業ベースでのEnduranceの生産を開始している。

翻訳：NEDO（担当 総務企画部 室井 沙織 / 原田 玲子）

---

<sup>注6</sup> <http://www.northernpower.com/>

<sup>注7</sup> <http://www.windenergy.com/>

<sup>注8</sup> <http://www.popsoci.com/bown/2010>

<sup>注9</sup> <http://www.popsoci.com/>

<sup>注10</sup> <http://windwardengineering.com/about>

出典：本資料は、DOE の以下の記事を翻訳したものである。

“Distributed(small)Wind Technology”

[http://www1.eere.energy.gov/windandhydro/wind\\_dist\\_tech.html](http://www1.eere.energy.gov/windandhydro/wind_dist_tech.html)

#### (4) 風力タービン製造の支援

風力・水力発電プログラムは米国の製造業者と協力し、先進的ブレード設計や製造技術、オートメーション・プロセスなどの展開を行う。それにより風力タービンがさらに多くのエネルギーを捕獲するとともに、ブレード製造業者の生産能力増強の助けとなることを目指す。

#### 新ブレード設計の開発

このプログラムのブレード製造技術研究が取り組む開発は次のものがある：

- より効率的なタービン構造 (例)構造と空気力学を完全に統合したブレード設計
- 適応構造 (例)受動の曲げねじりカップリング
- 応力集中を最小化する設計の詳細
- より安価なブレード付根連結装置

#### 革新的なブレード設計が負荷を削減し、エネルギー捕獲を増加

過去数年間、このプログラムはブレード製造業者である Knight & Carver 社と協力し、公益事業規模のサイズでの最初の生産となる革新的な風力タービンブレードの設計を展開してきた。The Sweep Twist Adaptive Rotor(STAR)ブレードは、繊維ガラスとエポキシ樹脂でできており、長さは約 27 メートルある。その独特な形は翼の後端に向かって曲線を描くことで、疲労荷重を低減し、エネルギー捕獲を増加させる。



DOE 風力プログラムとともに Knight&Carver 社が開発した STAR の風力タービンブレードが、耐久性や性能をテストする装置に取り付けられている。

翻訳：NEDO (担当 総務企画部 室井 紗織)

出典：本資料は、EERE の Wind & Power Program の中の以下の記事を翻訳したものである。“Supporting Wind Turbine Manufacturing”

[http://www1.eere.energy.gov/windandhydro/wind\\_turbine\\_mfg.html](http://www1.eere.energy.gov/windandhydro/wind_turbine_mfg.html)