

【再生可能エネルギー特集】 洋上風力発電 浮体式プラットフォーム

洋上風力(浮体式)の基本・設計課題・研究実証動向(欧米)

洋上風力発電システムは、デンマークなど北欧の国々を中心に設置されてきた。その大部分は水深 20m 以下、最大でも 45m までの海域に設置され、固定式の基礎構造が海底にしっかりと設置されている。これより水深の深い海域にも風力エネルギーは豊富に賦存しているが水深が深くなるに従い、固定式の基礎構造はコストが高くなり経済的でなくなるため、浮体式構造が検討されるようになる。

浮体式には 2 種類の方式がある。一つめは係留式で、プラットフォームを海底に置いた「いかり」で固定する方式である。発電電力は海底ケーブルで陸上へと送電される。

もう一つの方式はセイリング式で、プラットフォームは海上を移動できる。この方式では、得られた発電電力で海水を電気分解して水素を得る。さらに一部の水素と二酸化炭素を化学反応させてメタンを得る。有機ハイドライド化も行う。そして液体水素、液化メタン、有機ハイドライドの形で、陸上へと運ぶ。セイリング式については、日本の国立環境研究所が中心になり、5 年間の大規模な研究を推進しているのでご存知の方も多いかと思う。

そこで本稿では、この二つの内の係留式について取り上げることとする。まず、米国立再生可能エネルギー研究所 (NREL : National Renewable Energy Laboratory) の技術レポート他を元に、洋上浮体式風力発電の基本事項、係留式プラットフォーム (3 種類) の設計課題について紹介する。

さらに、研究開発・実証試験に取り組む海外の企業や大学の動向を紹介する。ここでは、ページ数の関係で、一部のプラットフォームの写真や図を掲載するが、参照先を示してあるので興味のある読者は参照して頂きたい。

目次

1. 洋上浮体式風力発電の基本
2. 係留式プラットフォームの設計課題
3. 研究開発・実証試験の動向
 - 3.1 WindSea トリプルタービン・プラットフォーム
 - 3.2 ノルウェーのカルモイ島沖合における浮体式風力発電システムの実証試験
 - 3.3 ドイツ・ノルウェーの企業が共同開発する浮体式プラットフォーム
 - 3.4 マサチューセッツ州沖合における大規模浮体式風力発電システムの実証試験
 - 3.5 WindFloat プラットフォーム
 - 3.6 その他

1. 洋上浮体式風力発電の基本

風力発電は自然の無尽蔵なエネルギーである風を利用し、大気汚染などの公害をもたらさない。陸上風力はここ十年の間、世界で最も成長の早いエネルギー源である。米国では風力発電の開発は主に西部・中西部で行われている。こうした地域は風力が強く、人口はまばらである。風力発電成長のための主な障壁は、発生した電力を海岸沿いの大消費地(人口と電力負荷が集中)に送るための送電線の容量が不十分なことである。

海岸沿いの大消費地へ電力を供給するためには、風力発電設備を洋上に設置する方法がある。欧州では陸上の空き地が少なく、一方、洋上の浅瀬の風力資源が豊富であり、900MW以上の洋上風力発電設備が北海およびバルト海で設置されてきた。現在、洋上風力タービンは欧州以外では使用されていないが、世界の洋上風力エネルギーの賦存量は豊富であり、世界中で関心が高まっている。米国の賦存量は中国に次いで第二位である。たとえば5~50海里¹(9.3~92.7km)沖の米国の風力発電電力賦存量は、現在設置されている様々な発電設備の容量を上回ると推定されている。そしてこれらの洋上資源のほとんどは、海岸沿いの主な都市部に隣接している。

以上に加え、洋上風力発電の利点として、下記がある。

洋上の風は陸上と比較してより強く連続して、また、より小さい乱流強度(turbulence intensity)、せん断力(shear)で吹く傾向がある。

沿岸近辺で洋上風力タービンが製造されるならば、その大きさは、道路や鉄道による運搬上の制約を受けない。

海岸から十分な距離を置いて洋上に風力タービンを設置すれば、視覚及び騒音公害を避けることができる。

さえぎるものがない広々とした海を利用でき、陸上設置のように周辺の土地利用(者)に影響を与えない。

一方、これらの長所は風力タービンを洋上に設置することに伴ういくつかの短所により相殺される。

それらは下記の通りである。

洋上風力タービンは、より多額の設備投資を必要とする。

この要因は、タービンを洋上使用に適したものにするためのコスト、基礎(土台)の複雑さが増すこと、洋上風力特有の支持構造物が必要なこと、設置費用、廃棄に関連する費用である。

洋上設置は、陸上設置と比較するとアクセス可能性が小さく²、運用と保守のコスト、そしておそらく機械のダウンタイム³が増大する。

¹ 国際海里 = 1.852km = 0.999 米国海里。

² 「設置やメンテナンスの際には設置場所(洋上)に赴く必要があるが、陸上に比べ、それが容易でない」という意味である。

³ 設備が稼働していない時間のことで、その要因は、故障、メンテナンス等の設備停止である。

洋上風力タービンは風からの負荷を受けるだけでなく、波や海流による水力的負荷などにも耐えるものでなければならない。この結果、設計の複雑度が増す。

中国、米国、日本、ノルウェー及び他の多数の国々の大部分の潜在的な洋上風力資源は、30m 以上の水深地帯にある。これとは対照的に、これまでに設置された欧州の洋上風力発電設備は、ほとんどが 20m よりも浅い水深海域に設置されており、固定式の基礎構造である。その方式は、海底に一本の杭を打ち込む方式、あるいは在来型のコンクリートの重力基礎に基づくものである。これらの方式は深度が増すと経済的に採算が取れるものではなくなる。代わりに、立体骨組み基礎 (space-frame substructure) たとえば三脚、四脚、あるいは格子梁 (lattice frame) (ジャケット (jackets) などがこれに該当する) が、最も少ないコストで強度と剛性を維持するために必要となる。

スコットランドに近い北海のベアトリス風力ファーム実証プロジェクトでは、5MW の二つの風力タービンがジャケット構造物の上に設置されている。深度は 45m であり、この技術の良い適用例である⁴。しかし、ある深度にまで到達すると、浮体式支持構造が最も経済的な選択肢になる。深度の深さに伴う基礎構造の変化を図 1 に示す。

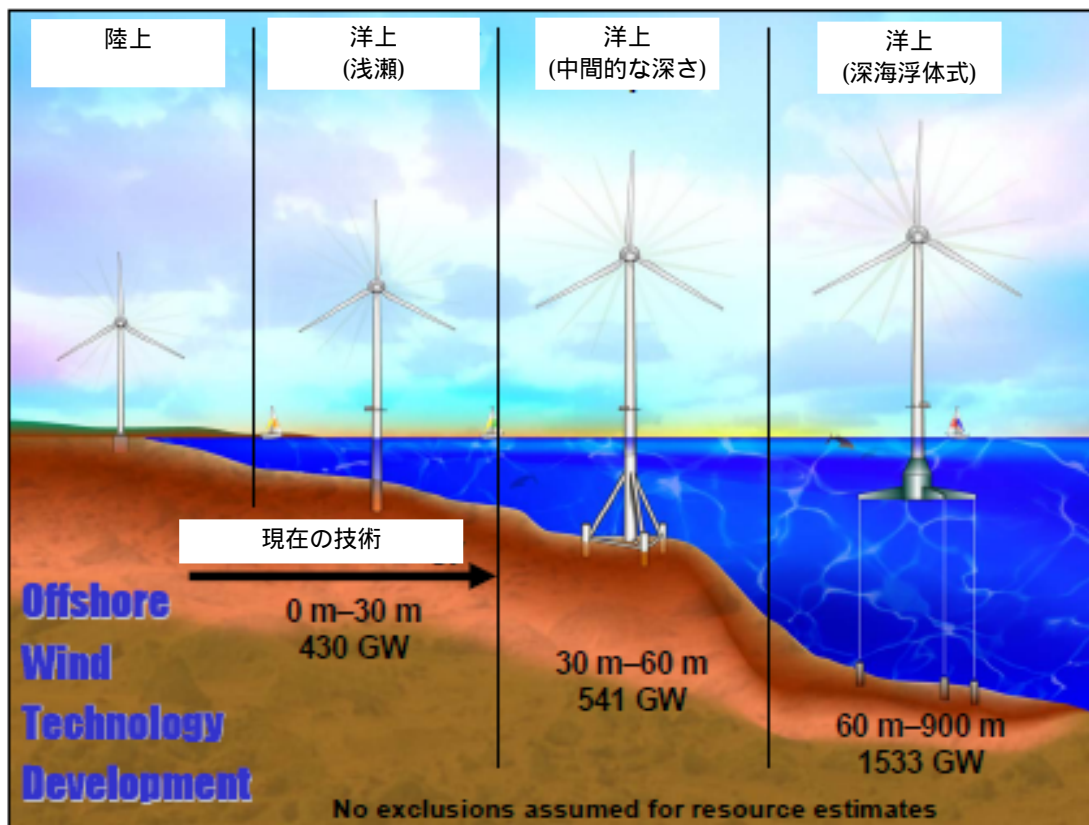


図 1: 水深の増加に伴う支持構造物の変化

(出所: NREL)

⁴ <http://www.beatricewind.co.uk/home/default.asp>

洋上風力タービンには、様々な浮体支持構造が可能である。特に係留システム (mooring systems)、タンク、安定化装置 (ballast : バラスト) には様々な選択肢があり、こうした技術は洋上の石油およびガス産業により使用されてきた。図 2 に、3 つの代表的な浮体支持構造を示す。これらは静的安定度をどのように維持するかにより分類される。

円柱浮標 (spar buoy) は、カテナリー (catenary)⁵ ケーブルあるいは張力ケーブル (taut line)⁶ により係留されるが、この場合の安定度は安定化装置を使用して浮力の中心よりも重心を低くすることにより実現される。張力脚プラットフォーム (TLP : tension leg platform) は、タンク中の余剰な浮力によりもたらされる係留ケーブルの張力を利用して安定度を実現する。はしけ (barge) 方式では、「はしけ」は通常カテナリー係留され、水との接触面により安定度を実現する。以上 3 種の特徴を活用した複合型も可能である。

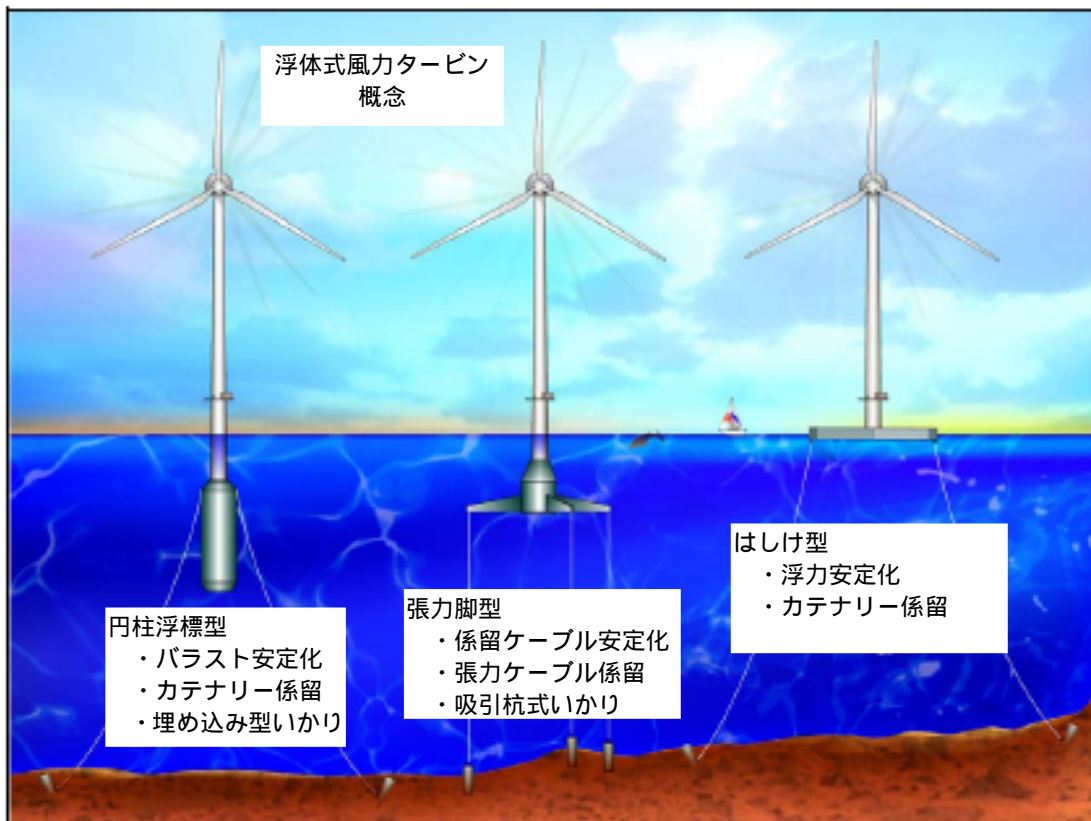


図 2 : 洋上風力タービンの様々な浮体支持構造

(出所 : NREL)

⁵ カテナリーは、日本語では懸垂曲線と呼ばれる。ロープなどの両端を持って垂らした時にできる曲線。

⁶ ピンと張ったケーブル。

石油・ガス企業が、洋上浮体構造の長期的な持続可能性の実証試験を行ってきたため、浮体式風力タービン開発の技術的な可能性には問題はない。しかし、費用効果が高く、競争の激しいエネルギー市場に浸透できる浮体式風力タービンデザインを開発するためには、相当な検討や解析が必要である。石油・ガス会社の洋上関連技術を風力発電向けに適応させずに直接、洋上風力企業に移転することは経済的ではないであろう。これらの経済的課題は技術的課題でもあり、概念設計と解析を通して取り組む必要がある。

国際電気標準会議（IEC：International Electrotechnical Commission）の61400 - 1 設計標準⁷は陸上風力タービンの設計要件を規定している。今後規定される予定のIEC61400 - 3 設計標準⁸は、61400 - 1 設計標準を洋上風力タービンの設計要件で補完するものである。これら二つの設計標準は、機械設備認証の際の総合的な負荷解析を要求している。このような解析は概念の設計と解析にとっても有用であり、費用効果が高く性能の良い、また構造的欠陥のない風力タービンを設計者が理論的に設計することを可能にする。

出典

Technical Report

NREL/TP-500-41958 November 2007

“Dynamics Modeling and Loads Analysis of an Offshore Floating Wind Turbine”

<http://www.nrel.gov/docs/fy08osti/41958.pdf>

2. 係留式プラットフォームの設計課題

設計者は、最も低価格なシステムを設計するために、これらの各プラットフォームの長所と短所の得失評価を行なう必要がある。表1は、浮体式風力タービンシステムの性能とコストに影響を与える設計課題を示したものである。

各々の設計課題は、+（プラス）、-（マイナス）シンボルを用いて、3つのプラットフォームに対し、その安定度達成方法を評価する。+ / - は、それぞれのプラットフォームにおける設計課題克服の容易さ / 難しさを表している。

タービンの設計は、どのプラットフォームを選択するかにより、影響を受ける。張力脚方式は最も安定したプラットフォームであり、その為タービンの動力学に対する影響は最も少ないと思われる。浮標のような安定化装置主体の設計は、より重く従って建設コストがより多くかかると思われる。はしけ方式は、高波負荷の影響を受けやすいと思わ

⁷ IEC 61400-1 Ed. 3, Wind Turbines – Part 1: Design Requirements, International Electrotechnical Commission (IEC), 2005.

⁸ IEC 61400-3, Wind Turbines – Part 3: Design Requirements for Offshore Wind Turbines, International Electrotechnical Commission (IEC), 2006 (to be published).

れ、このことは、波に対するシステム応答（すなわち動揺）を増加させる。そこで、より大きなタワーの動きに耐えるタービン設計が必要になる。タービンは、より大きな動揺に耐えるように設計することは可能だが、高コストとなるだろう。

表 1： 係留式プラットフォームの安定化に関する設計課題

（出所：NREL より編集）

プラットフォームの設計課題	浮体式プラットフォームの技術的課題		
	プラットフォームの安定度区分		
	はしけ方式	張力脚方式	円柱浮標方式
設計ツールと手法	-	+	-
浮力タンクのコスト小・複雑でない事	-	+	-
係留ケーブルシステムのコスト小・複雑でない事	-	+	-
錨(いかり)のコスト小・複雑でない事	+	-	+
曳航のコスト小・複雑でない事(注 1)・天候条件に影響されにくい事	+	-	
現場設置作業の容易さ	+	-	+
廃棄及び保守の容易さ	+	-	+
耐食性	-	+	+
水深に依存しないこと(独立性)	+	-	-
海底地質による影響を受けにくい事	+	-	+
設置面積が最小限である事	-	+	-
波の影響を受けにくい事	-	+	+

+ : 相対的な長所

- : 相対的な短所

空白 : 上記以外

注 1: 洋上の設置現場への曳航、設置現場から陸上までの曳航

設計ツールと手法

適切なモデル開発業務の複雑度は、モデルの柔軟性やタービンと基礎（土台）を組み合わせる度合いにより増加する。

張力脚方式の基礎（土台）は安定しているが、波による動作を予測するためには新しい解析ツールが必要になる。しかしおそらく、波の影響を受けやすい方式と比較すれば、解析はより容易であろう。

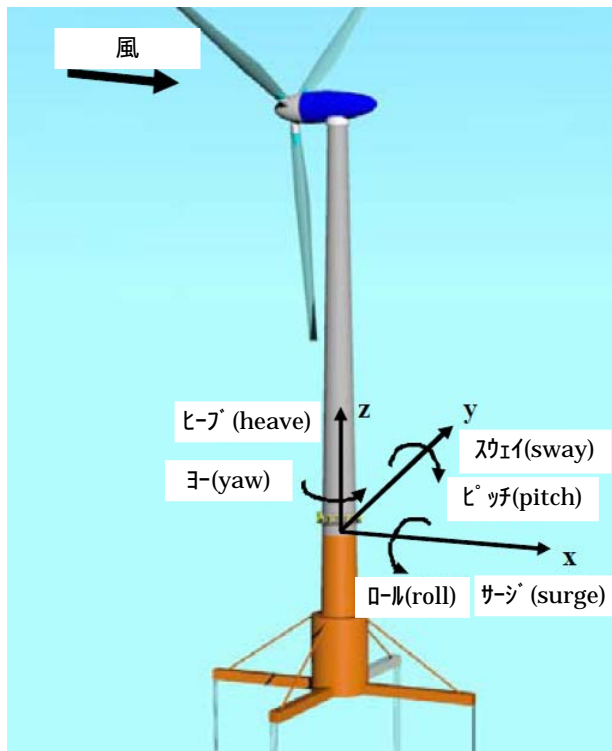


図3： 風力タービンに働く様々な力

(出所：NREL)

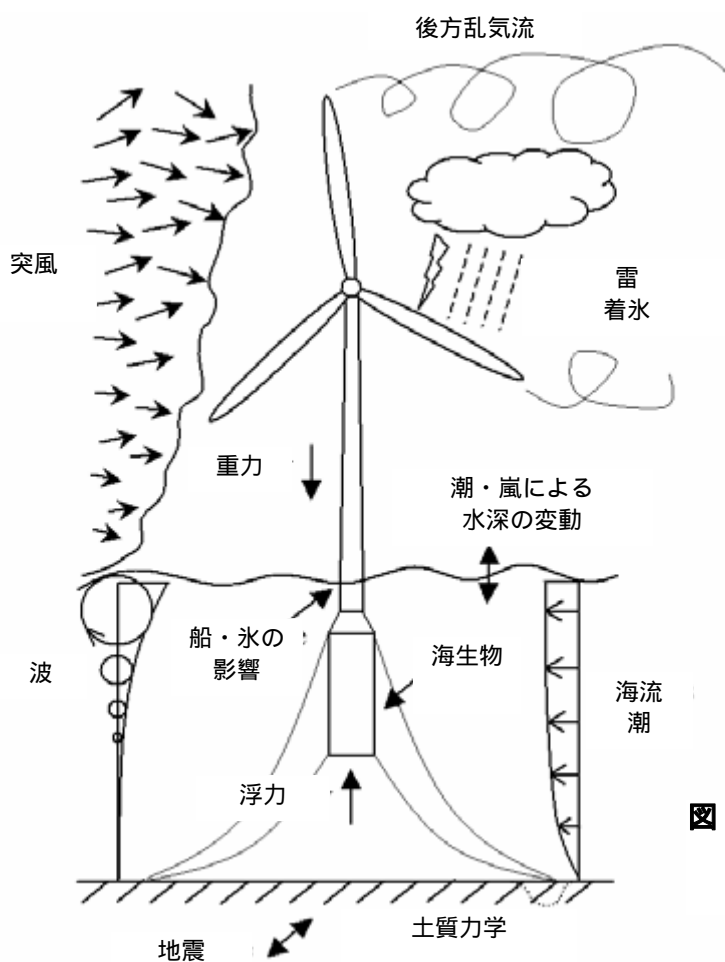


図4： 環境からの影響

(出所：NREL)

はしけ方式は、大部分の構造が水面（自由表面）にあるが、より大きなピッチ（pitch）、ロール（roll）、ヒープ（heave）を受ける（図3）。モデリングと評価はより複雑であろう。

円柱浮標方式は、はしけ方式と比較してタワー頂上の動きは少ないであろうが、それでも、非線形な波力の影響を受け、より進んだ設計ツールを必要とする。

他の洋上負荷は、浮遊ゴミ、氷、基礎（土台）にからみつく水生生物（貝類、海藻）から発生する（図4）。洋上風力タービンの解析は、各々のプラットフォームに適した浮力システム用の係留ケーブルの力学的特性とともに、プラットフォームとタービンの並進運動（サージ：surge、スウェイ：sway、ヒープ：heave）と回転運動（ロール：roll、ピッチ：pitch、ヨー：yaw）の動的な組み合わせを考慮したものでなければならない（図3）。

浮力タンクのコスト小・複雑でない事

どのプラットフォームでも、浮力システムが必要である。はしけ方式は、おそらくユニットあたりのコストが最も安い。それは、形状が単純で製造技術が確立されているからである。しかし、安定性は主に水面に依存するため、重い構造物になりがちであろう。円柱浮標はおそらく普通の圧延鋼材から製造されるが、安定化装置の重さに耐えるために、より多くの排水量が必要とされ、結果的にシステムの全体的な材料コストが高くなる。張力脚方式のタンクは、排水量は最も少なくコストも最も安い、係留ケーブルの負荷（張力）を支えるために、タンク構造がより複雑である。

係留ケーブルシステムのコスト小・複雑でない事

係留ケーブルのコストは水深に依存する。はしけ、および円柱浮標方式は、カテナリー係留されることが多く、海底に埋め込まれた「いかり」を引っ張るように取り付けられる。この二つのシステムでは、ケーブルと鎖のコストは、「いかり」への垂直負荷を最小化するために必要な長さにより決まる。張力脚方式のケーブルは垂直に延ばすので短い。しかし、「いかり」と浮力タンク間に常時、張力が働くため、ケーブルにかかる負荷は高い。

「いかり」のコスト小・複雑でない事

「はしけ」や円柱浮標方式の水平方向に負荷のかかる「いかり」は、垂直方向に強い負荷のかかる「いかり」（張力脚方式）と比較して、材料コストと複雑度がより低いであろう。カテナリー係留では水平方向に負荷がかかり、プラットフォームの全負荷は受けない。張力脚方式では垂直、あるいは垂直ではなくともピンと張った係留システムが必要であり、過酷な条件の下でケーブルが弛まないよう、タンクの浮力に抗する能力の高い「いかり」が使用される。これが、係留ケーブルにより安定度を保つ方式の主要な設計課題である。

曳航⁹のコスト小・複雑でない事・天候条件への耐性

はしけ方式は、低価格の引き船（tugboat）あるいは小型船舶で曳航できる。この特徴は、タービンの修理、長期にわたるメンテナンス、あるいは廃棄を含めたライフサイクルコストを引き下げるであろう。

天候条件への耐性とは、さまざまな天候条件の下で曳航・設置できることである。天候条件は設置作業時にしばしば遅延の原因となり、この時、曳航船や乗組員の待機費用が発生する。海が荒れ、あるいは強風の時でも設置可能で、特殊な作業船を必要としないプラットフォームは、設置費用が低い。総点検（overhaul）の際に港まで曳航する必要があるプラットフォームでは、海の状態が整わなくても曳航でき、陸上で組み立てることができるならば、設置費用と長期の保守費用が低い。

現場設置作業の容易さ

現場における設置費用は、特殊船の用船料、乗組員の人件費により決定され、組み立て作業の複雑さ、天候の良／悪への依存度の大きさにより増加する。重いナセルを持ち上げ、波の作用等で動いているプラットフォームと組み合わせることは、難しいコストのかかる作業である。この理由により、海上での組み立て作業は最小限にとどめるべきである。

はしけ方式では、はしけに「いかり」配置システムを搭載し、曳航する。円柱浮標方式では、円柱浮標システムにタービンを取り付け、安定化装置は外し、タービンを傾け、船上に横に倒して曳航することは経済的であろう。安定化装置は、洋上で垂直方向に取り付けることができる。この戦略は大型船に配備されているような設備の必要性を取り除くであろう。

水力学的に安定な張力脚方式は、安定化装置無の重力いかりを付けて漂う（float-out）ように設計でき、特殊な設備を使用せずに現場に配置できるであろう。

廃棄および保守のしやすさ

はしけ方式は、長期間の保守や廃棄の際に港へ曳航できる。このことにより、総点検サイクル（overhaul cycle）の際の保守費用を下げることになる。張力脚や円柱浮標方式のように、取り外して港に持ち帰ることがより難しいシステムは大規模な保守の際、より多くのコストがかかるであろう。

そのほかの観点としては、プラットフォーム自体に必要な保守の負荷である。簡潔なシステムは、より少ないメンテナンスで済む。最後に、高い可用性（availability）¹⁰を維持

⁹ 設置海域までプラットフォームを運ぶこと、あるいは設置海域から保守などのために港に運ぶこと。

¹⁰ ユーザーがそのシステムを利用できる時間が長いこと。様々な要素が合わさって可用性が構成される。信頼性が高く故障の頻度が少ないほど、修理や保守に必要な時間が少ないほど、あるいは故障しても別の装置に切り替えて運転できるなどバックアップ機能がついているほど、可用性が高い。

する上で、アクセスのしやすさが主要な要素とされている。悪天候の時でもアクセスできるプラットフォームは、発電量の増加、維持管理費用の減少をもたらし、全体的なシステムコストを引き下げる。

耐食性

水面の近くに主要な構造物があるプラットフォーム（はしけ方式）は、腐食の問題により多くさらされる。この問題は、コンクリートなどの非腐食性の材料の使用、耐食性コーティング、陰極防食（cathodic protection）により解決できるが、システムのコストは増加する。

水深に依存しないこと（独立性）

単一のプラットフォームデザインで様々な水深に適用できれば、そのデザインに適した設置箇所が増加する。どのタイプのプラットフォームでも最小限度の水深を必要とする。はしけ方式は浅瀬、あるいは水深の深い場所で動作できる。張力脚方式、及び円柱浮標方式では、5MWのタービンで少なくとも50mの深さが必要である。

はしけ方式は、水深の浅い港から水深の深い、あるいは浅い場所へ曳航できる。張力ケーブル方式、円柱浮標方式では、運搬用及び設置用に、より深い水路が必要であろう。水深が深くなるにつれ、コストは「いかり」までのケーブル長に、より多く左右されるようになる。これは張力脚方式よりも、はしけ、および円柱浮標方式に、より多くの影響を与える¹¹。

海底地質による影響を受けにくい事

地質工学的調査はコストと時間を要するものである。もし、「いかり」システムが所定の地質条件と、地質条件による設計変更を必要とする場合、設置現場毎のエンジニアリング作業が必要となる。様々な地質に適合する「いかり」システムは、地質工学的な作業量がより少なく、また設置現場特有の「いかり」の設計も少なくすむ。

はしけ方式や、円柱浮標方式用の「いかり」は、より、さまざまな海底状態に適合するであろう。それは、張力脚方式用の垂直負荷いかりの場合と比較して、負荷がより軽く故障発生の影響がより壊滅的ではないからである。

設置面積が最小限であること

環境への影響はコストに影響を与えるであろう。カテナリー係留システムは、より広い海底に影響が及び、いかりシステムまで含めたタービン同士の間隔が狭くなり、障害物が

¹¹ 同一の水深では、カテナリーケーブルは垂直ケーブルよりも長さが長くなるためである。

増え、また、海の他の使用目的（漁業など）に影響するであろう。この問題は、環境に敏感な地域で認可を得た洋上風力プロジェクトにとっては、極めて重要である。

波の影響を受けにくい事

ほとんどの洋上構造物の設計に際しては、暴風波浪の影響を考慮する必要がある。悪天候の荒れた海の状態に耐性があるプラットフォームは、さまざまな場所に設置できる。

一般的に、水中に沈んだプラットフォーム（張力脚方式、円柱浮標方式）は、水面上に位置するプラットフォーム（はしけ方式）と比較して、より容易に暴風波浪を避けることができる。

出典

Conference Paper

NREL/CP-500-38776 September 2007

“Engineering Challenges for Floating Offshore Wind Turbines”

<http://www.nrel.gov/wind/pdfs/38776.pdf>

3. 研究開発・実証試験の動向

3.1 WindSea トリプルタービン・プラットフォーム

発表：2008年6月27日

ノルウェーの Statkraft 社、NLI Innovation 社、FORCE Technology 社による合弁事業の WindSea は、次世代浮体式風力プラントに着手したと発表した。

Statkraft 社によると、2007年に、風力は欧州で1,000億ノルウェークローネ（NOK）以上取引され、2020年には3倍になると予想されている。洋上風力発電は、ノルウェーにとって新しい洋上の宝庫になる可能性がある。タービンに関するいくつかの課題の解決に向けた開発に取り組んでおり、WindSea の概念は現在、同じ名前の会社（WindSea AS）により立ち上げられている。

WindSea の特徴は、三角形の浮体式プラットフォームのそれぞれの角にタワーとタービンを持つ点である。このことは、風力プラントを安定させ、修理と保守の際のアクセスを容易にし、設置と移動がより速く効率的に実現されるとしている。

1プラットフォームあたりの発電容量は10MW。30プラットフォーム（90タービン）から構成される風力プラントで1,200GWh/年の電力を生産し、これは6万世帯を賄うことができる量である。試算では、1メガワットあたりの投資コストは、他の方式と比較して競争力があるとしている。



図 5： WindSea プラットフォームの概念図

(出所：Statkraft)

(Copyright Statkraft. Used with Permission)

Statkraft 社は、ノルウェーに 3 つの風力発電プラントを保有・運用し、ノルウェー、スウェーデン、英国に開発中の多くのプロジェクトを抱える。また、Norwind AS¹² 社の深海風力発電 (wind power on deep seas) の研究に参加している。Sway 海洋タービンプロジェクトのオーナーでもある。また、予算 1 億 6,000 万ノルウェークローネの海洋エネルギー研究プログラムにおいて、ノルウェー、スウェーデン、デンマークの大学と共働している。

WindSea プロジェクトでは、早ければ 2011 年にプロトタイプを設置を計画しているとしている。

出典

http://www.statkraft.com/pub/wind_power/feature_articles/Windsea.asp

3.2 ノルウェーのカルモイ島沖合における浮体式風力発電システムの実証試験

発表：2008 年 6 月 17 日

ノルウェーの StatoilHydro 社は、同国カルモイ島沖合に浮体式洋上風力プラントを設置し、2 年間の試験を行う予定である。同社はこのパイロットプロジェクトの研究開発、建設に 4 億ノルウェークローネを投資、プラントの発電開始は 2009 年秋を予定している。

¹² Norwind AS 社は、洋上風力に特化したエンジニアリング、調達、建設工事を主務とするノルウェーの会社である。

浮体構造は、洋上関連企業の間でジャケット構造と呼ばれている方式を採用。ローターブレードの直径は 82.4m、海上部分のタワー高さは 65m、海面下の浮きの長さは 100m、また風力発電容量は 2.3MW である。水深 120～700m までの海域での設置を想定しており、海底には 3 つのアンカー杭で係留される。風車本体はシーメンス製の採用を予定している。

ノルウェー石油・エネルギー省所管の公営企業 Enova 社はこのプロジェクトに対し、5,900 万ノルウェークローネを助成している。

出典：

StatoilHydro 社

<http://www.statoilhydro.com/en/TechnologyInnovation/NewEnergyAndRenewables/Wind/VindTilHavs/Pages/Hywind.aspx>

3.3 ドイツ・ノルウェーの企業が共同開発する浮体式プラットフォーム

ドイツのシーメンス社は、ノルウェーの StatoilHydro 社と協同で、浮体式風力プラットフォームを開発している。StatoilHydro 社が水面下の構造物を担当、シーメンス社がタワーとタービンを担当する。StatoilHydro 社の採用している浮体構造は「円柱浮標」と呼ばれるもので、鉄とコンクリートでできた浮標（長さ 120m）と安定化装置から構成されている。

プラットフォームはスチールケーブルで海底に設置された「いかり」に係留する。発電電力は、海底ケーブルで陸上へと送電される。スチールケーブル、及び「いかり」のコストを考慮し、水深 700m までの海域への設置を想定しているという。

出典：

http://w1.siemens.com/innovation/en/publikationen/publications_pof/pof_spring_2008/energy/offshore.htm

3.4 マサチューセッツ州沖合における大規模浮体式風力発電システムの実証試験

発表：2008 年 7 月 3 日

Blue H Technologies BV 社は、本社をオランダに置く英国企業である。同社関連の Blue H USA, LLC 社は、マサチューセッツ州沖合に計画中の大規模浮体式風力発電システムの実証試験につき、同州選出の全ての連邦上下両院議員団から合意を得たとプレス発表した。議員団（上院 2 名、下院 10 名）は米国内務省資源管理局に対し、プロジェクトの実施を要請する書簡を連名で送っている。

この実証プロジェクトの概要は：

- ・ 120 基の風力タービン

- ・総発電容量は 420MW
- ・マーサズ・ヴィニヤード (Martha s Vineyard) の沖合 37km、及びニュー・ベッドフォード (New Bedford) の沖合 70km に設置
- ・設置海域の水深は、51m
- ・張力脚プラットフォーム

なお Blue H Technologies BV 社はこの約半年前の 2007 年 12 月 6 日、大規模な浮体式風力発電プラントの試作品を南イタリアのプーリア州 (Puglia) 沖合約 20km、水深 108m の海域に設置するとプレス発表している。浮体構造は張力脚プラットフォームを採用。

同社によれば、この方式を採用することにより、下記が実現されるとしている。

- ・洋上構造物の主なコスト要因となる構造物の重量を軽減できる
- ・陸上で組み立て、沿岸から 20km、あるいはそれ以上離れた設置現場へ曳航でき、海上の強い恒常的な風力を利用できる。
- ・設置海域の水深は 50m あるいはそれ以上を想定。
- ・構造物の海底への設置に関し、起重機船など高価な機械を必要としない。

同社は、この海域に 90MW の風力エネルギーパークを建設するための認可も申請している。

出典：

マサチューセッツ実証プロジェクト

<http://www.bluehgroup.com/company-newsandpress-080703.php>

イタリア実証プロジェクト

<http://www.bluehgroup.com/company-newsandpress-0712062.php>

プラットフォーム形状

<http://www.bluehgroup.com/download/BlueH-FloatingWindTurbine-Prototype2.jpg>

3.5 WindFloat プラットフォーム

WindFloat プラットフォームは、米国 Marine Innovation & Technology 社が着想し、同じく米国の Principle Power 社に独占的にライセンス供与 (全世界における) されている浮体式風力プラットフォームである。

出力：5MW、ローター直径：125m、タービン高さ：100m、設置海域水深：50m 以上 (いずれも概略値) である。その特徴は、ピッチやヨーを無視できる安定性、陸上で組み立て可能、設置現場への曳航時に深い水深を必要としないので様々な海域に設置できる、としている。

出典：

Marine Innovation & Technology 社のパンフレット

http://www.marineitech.com/downloads/WF_brochure.pdf

3.6 その他

以上紹介したもの以外にも、下記の興味深いニュースがある。

傾いた状態で安定しているユニークなプラットフォーム（ノルウェー-SWAY 社）

<http://sway.no/index.php?id=16>

<http://sway.no/index.php?id=17>

カリフォルニア沖合の水深別風力エネルギー賦存量（米国スタンフォード大学）

<http://www.stanford.edu/~dvorak/papers/offshore-wind-ca-analysis-awea-2007.pdf>

<http://news-service.stanford.edu/news/2008/january9/dvorak-010908.html>

編集・翻訳： NEDO 研究評価広報部 久我 健二郎