

## 【再生可能エネルギー特集】潮力・波力発電

## 欧米における潮力・波力発電プロジェクトの最新動向

NEDO 海外レポートでは、約 1 年前の 1001 号 (2007 年 6 月 6 日発行)<sup>1</sup>で「潮力・波力発電の技術開発の最新動向」を報告しているが、本号ではその後のプロジェクトの最新情報に焦点を当てて報告する。

## 1. 欧州

欧州 (特に英国) は海洋エネルギー技術で世界を先導している。欧州の海洋エネルギー技術の開発を支えている大きな要因は、再生可能エネルギーを支援することにより世界の気候変動の脅威に取り組もうとする政府の積極的な政策と、クリーン技術の主導的地位を得て経済成長の機会をもたらそうとする意欲である。研究開発の取組みの多くは、欧州海洋エネルギーセンター (EMEC)<sup>2</sup> (スコットランドのオークニー諸島にある試験センター) や、潮力エネルギーセンター<sup>3</sup> (ポルトガル) で行われている。欧州海洋エネルギー協会<sup>4</sup> は、海流資源やコスト、技術についての情報を提供している。様々な企業が実際の海洋条件のもとで、大規模な波力・潮力エネルギー試作機 (プロトタイプ) の建設・テストを行っている。

## 英国

- ・ Pelamis Wave Power 社 (旧 Ocean Power Delivery 社、スコットランド、エジンバラ) は 2006 年、商業規模のペラミス (Pelamis) 波力発電装置 3 基 (1 基 750kW) をポルトガル北部沿岸の Aguçadoura 試験場に出荷した。この Aguçadoura プロジェクトを主導しているのは欧州最大の独立した再生可能エネルギー事業者の一つ、Enersis SGPS S.A. 社であるが、同社は 22MW 潮力ファームの第一段階としてペラミス装置の導入を目指している。2007 年 10 月時点では、気候や装置の問題のため導入の遅れが報告されており、Pelamis Wave Power 社のウェブサイトでは、ペラミス装置がいまだに試運転段階であると発表されている。



図1：Pelamis波力発電装置

出典：© 2007 Electric Power Research Institute, Inc.  
All rights reserved.

<sup>1</sup> <http://www.nedo.go.jp/kankobutsu/report/1001/1001-01.pdf>

<sup>2</sup> EMEC (European Marine Energy Centre): <http://www.emec.org.uk/>

<sup>3</sup> Wave Energy Centre: <http://wave-energy-centre.org/pages/index.html>

<sup>4</sup> European Ocean Energy Association: <http://www.eu-oea.com/>

・潮力エネルギー分野では、Marine Current Turbines 社 (MCT 社、イングランド、ブリストル) が世界で初めて商業規模の潮力エネルギータービンを導入し、第一段階を完了した。2008 年 4 月、MCT 社はアイルランド北部のストランフォード海峡に同社の SeaGen 潮力システム (1.2MW) を設置した。この 1,000 トンの構造物は、海岸線から約 400 メートルの海底に設置された。2008 年夏に完全稼動すると、直径 16m の 2 つのローターが一日最大 18 ~ 20 時間稼動して、地域の配電網に電力を供給する予定である。MCT 社は ESB Independent Energy (アイルランドの国立電力会社である ESB 社の電力小売子会社) との電力受給契約 (PPA: Power Purchase Agreement) に署名した<sup>5</sup>。MCT 社は、英国、ウェールズ地方、カナダ、そしてその他の地域においてもプロジェクトを開発中である。

・2007 年 9 月、イングランド南西地域開発局は、同局の 2,800 万ユーロ (5,500 万ドル) のウェーブハブ (Wave Hub) ・波力ファームプロジェクト<sup>6</sup>について、政府から認可を受けた。このプロジェクトは 2009 年に配電網への接続が計画されている。これにより波力発電の技術開発者達がウェーブハブに接続し、商業生産段階に移行する前に自らの装置の大規模試験が実施できることになる。ウェーブハブは海中ケーブルを通じて英国の国内送配電網に接続され、約 20MW を発電する予定である (これはコーンウォール州の電力需要の 3% に相当する)。2007 年、このプロジェクトへの参加事業者として、4 つの波力装置開発事業者が選ばれた。

Ocean Prospect 社 (英国ブリストル、Wind Prospect グループの子会社) と電力会社である E.On UK のコンソーシアム (合併企業) である WestWave 社。同社は Pelamis Wave Power 社のペラミス装置を最大 10 基テストする予定である。

Ocean Power Technologies 社 (英国、ウォリック) は、緩く繋がれたパワーブイ (PowerBuoy) の波力変換機をベースとした、5MW プロジェクトを計画している。

Fred. Olsen 社 (ノルウェー、オスロ) は、浮遊構造プラットフォームに浮遊ブイを装着した、多重式ポイント・アブソーバーシステムを保有している。

OceanLinx 社 (旧 Energetech 社、オーストラリア、ボタニー) は、同社が独自開発したタービン技術と周期振動水柱<sup>7</sup> (OWC) 装置を使用する予定である。

・2007 年 9 月、英国政府は潮の干満のあるセバーン川の河口に、大規模な堰を建設する実現性を再び研究することを発表した。このようなイングランド沿岸からウェールズ沿岸の 1km にわたるプロジェクトは何年もの間検討されてきたのだが、見込まれるコストと環境への影響について懸念があり、保留となっていた。2008 年 1 月、英国政府は 2 年間

<sup>5</sup> [http://www.marineturbines.com/3/news/article/7/seagen\\_the\\_world\\_s\\_first\\_commercial\\_scale\\_tidal\\_energy\\_turbine\\_deployed\\_in\\_northern\\_ireland/](http://www.marineturbines.com/3/news/article/7/seagen_the_world_s_first_commercial_scale_tidal_energy_turbine_deployed_in_northern_ireland/)

<sup>6</sup> <http://www.wavehub.co.uk/>

<sup>7</sup> Oscillating Water Column (OWC) systems

の実現可能性調査に関する調査事項を公表した。このプロジェクトは英国の電力需要の約5%を発電できる可能性がある<sup>8</sup>。

・2008年4月、スコットランド政府は、海洋再生可能エネルギーの革新的技術に対して、賞金1,000万ポンド(2,000万ドル)を提供することを発表した<sup>9</sup>。この「Saltire Prize」という賞は海洋エネルギーの革新的技術を促進することを目的としている。このコンテストは国際的コンテストだが、参加者はスコットランドにおける技術革新を実証しなければならない。この賞の詳細については、2008年11月30日に発表される。スコットランド政府は、2020年までにスコットランドのエネルギー需要のうち再生可能エネルギーの割合を50%とする目標を設定した(現在は16%)。

## アイルランド

・アイルランドは海洋エネルギーの潜在的可能性が大きい。Ocean Energy 社<sup>10</sup>(アイルランド、コーク)はOE Buoy(周期振動水柱式)の波力エネルギー技術を開発中である。同社は2006年後期から2007年早期にかけて、ゴールウェー湾に係留した4分の1サイズの試作機をテストした。最終的な実物サイズのテストベッドは2008年後期に開始される予定である。容量は最大2MWで、アイルランドの国営の配電網に接続される。その他の企業では、Wavebob社(アイルランド、メイヌース)もゴールウェー湾に波力エネルギーの試作機を導入した。Wavebob社の装置は2006年から詳細なテストが行われ、現在はアイルランド海洋持続可能エネルギー協会(Marine Institute and Sustainable Energy Ireland)の波力エネルギー試験場に設置されている。2007年10月、Wavebob社はこの装置で現在発電を行っていることを発表した。

・2007年3月、OpenHydroグループ(アイルランド、ダブリン)は、チャンネル諸島(フランスのノルマンディ沖にある英国の保護領)で潮力エネルギープロジェクトを開発することを発表した。OpenHydroグループは、Alderney Renewable Energy社と2009年までに完了予定のプロジェクトの契約に署名した。OpenHydroグループのOpen-Centreタービン技術は、元々Florida Hydro and Power社が開発したものである。2006年にOpenHydroグループはFlorida Hydro and Power社を買収している。同社は欧州海洋エネルギーセンターでOpen-Centreタービンをテストしている。

## その他

・その他の欧州の幾つかの国でも、欧州海洋エネルギーセンターやウェーブハブのように、海洋エネルギー技術の試験・開発を促進するプロジェクトを計画中である。スペイン北部のバスク政府は、ウェーブハブのようなインフラプロジェクトを、バスク地域の沖合で20MWの設置容量で計画している。バスク政府は2010年までに潮力発電を

<sup>8</sup> <http://ecologyandpolicy.blogspot.com/2008/01/details-of-severn-estuary-feasibility.html>

<sup>9</sup> <http://www.scotland.gov.uk/News/Releases/2008/04/02151533>

<sup>10</sup> <http://www.oceanenergy.ie/index.html>

5MW 導入する目標を立てており、そのために 1,500 万ユーロ (2,400 万ドル) を予算配分した。デンマークは北西部の Nissum Bredning に、配電網に接続した潮力発電の試験場を建設した。ノルウェーとフランスも試験場とパイロット地域の建設計画を発表した。

・Nereida Mowc プロジェクトは、スペインのバスク地方沿岸 Mutriku の港にあるロックフィル式<sup>11</sup>の防波堤で、Wells タービンと周期振動水柱システムを統合する実証プロジェクトである。このプロジェクトにより発電される電力は直接配電網に供給される予定である。この設備は 16 個の周期振動水柱から構成され、コレクター (集電装置) の総長は約 100m、Wells タービン 16 基となる予定である。各タービンの容量は 18.5 kW であり、総設置容量は 0.3MW である。この技術は、Voith Siemens Hydro Power Generationグループ<sup>12</sup>の完全な子会社である Wavegen 社 (スコットランド、インバーネス) によって開発中である。この Mutriku プロジェクトは、革新的な実証プロジェクトのために出資される欧州委員会開発ファンドから資金提供を受けている。

## 2. 米国

米国の海洋エネルギー関連の研究開発と商業化活動は増加している。資源調査では、米国の海岸線に波力・潮力エネルギー開発の大きな潜在的可能性があることが指摘されているが、米国の商業化活動は依然として、欧州、とりわけ英国に遅れをとっている。米国は配電網に接続された海洋エネルギープロジェクトの実証をまだ行っていない。この理由として大きいのは、認可プロセスに時間と費用がかかることと、政府の研究開発費が不足していることである。

規制環境については改善されはじめている。2 つの連邦政府機関 米国連邦エネルギー規制委員会 (FERC) と米国内務省鉱物資源管理部 (MMS) が、沖合の再生可能エネルギー開発を監視している。両機関は最近、海洋エネルギー開発プロジェクトのための限定ライセンスの発行やリース契約が行えるように、規制環境の完全な見直しを終えた。2007 年 11 月、連邦エネルギー規制委員会は米国に多く存在する 5MW 以下のパイロットプロジェクトのために、条件付きライセンスを発行すると発表した。このライセンスによって、開発者達はプロジェクトの資金援助を獲得することができる。条件付きライセンスの下では、連邦法と州法 (水質汚染防止法、沿岸域管理法、絶滅危惧種保護法など) が定める必要な全ての認可を得た後にのみ、建設を開始することができる。

<sup>11</sup> 岩石や土砂を積み上げて建設する形式。

<sup>12</sup> [http://www.voithsiemens.com/index\\_en.php](http://www.voithsiemens.com/index_en.php)

電力研究所 (EPRI、カリフォルニア州、パロアルト) は、海洋エネルギー開発についての報告資料を提供している<sup>13</sup>。その中では例えば、米国の海洋波力・潮力エネルギー技術と課題のレビューが提供されている<sup>14</sup>。海洋エネルギー協議会(Ocean Energy Council) はワシントン DC にある海洋エネルギー支持団体であり、業界の最新情報と、海洋エネルギーを積極的に推進している民間企業名や政府機関名が載ったオンライン・ライブラリーを提供している<sup>15</sup>。官民ともに支援が増えているため、米国の様々な海洋エネルギープロジェクト (特に波力エネルギー) は発展している。

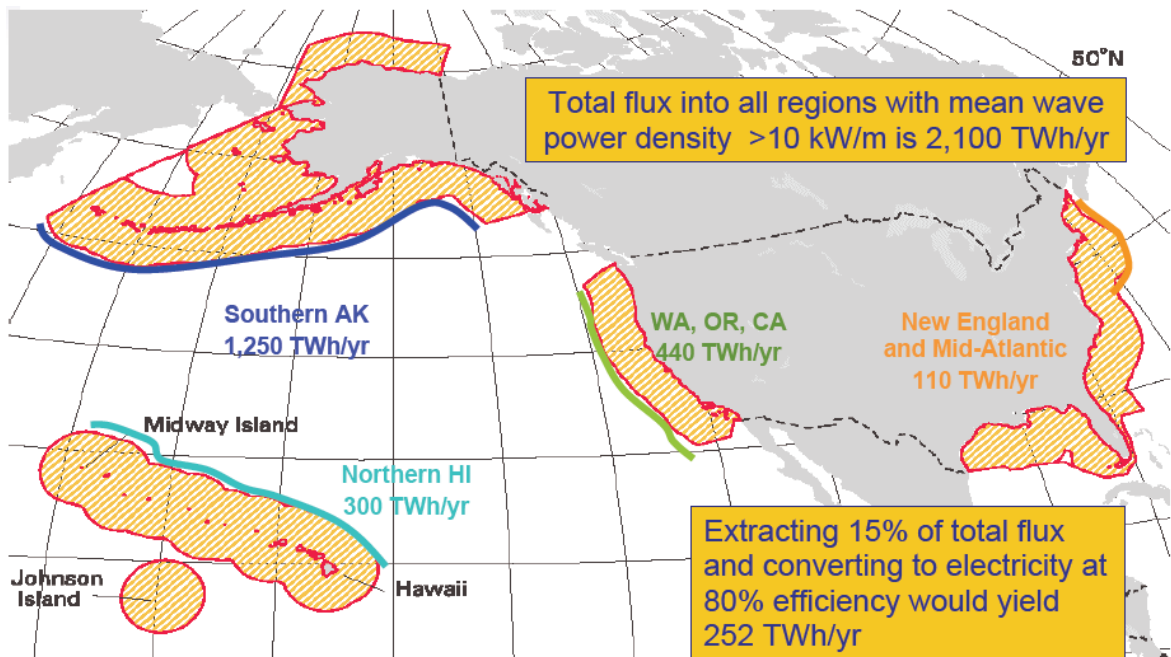


図 2 : 米国の沖合波力エネルギー資源

出典 : © 2007 Electric Power Research Institute, Inc. All rights reserved.

(注釈)

\*全地域のフラックス (流量) 合計 (平均密度波 10kW/m 以上) は 2,100TWh/年。

\*全フラックスの 15%を抽出し、80%の効率で電力に変換した場合、総発電量は 252TWh/年。

### 西海岸

- ・ 2007 年 12 月 Finavera Renewables 社 (カナダ、バンクーバー) は、海洋エネルギー会社としては初めて、連邦エネルギー規制委員会から沖合波力エネルギーについてのライセンスを獲得した。連邦エネルギー規制委員会は、ワシントン州沿岸沖で行われる予定の、米国で最も進んだ波力エネルギープロジェクトの一つ「マカ湾沖波力エネルギー

<sup>13</sup> <http://www.epri.com/oceanenergy/oceanenergy.html>

<sup>14</sup> [http://oceanenergy.epri.com/attachments/ocean/reports/EWTEC\\_Bedard\\_Sep\\_11.pdf](http://oceanenergy.epri.com/attachments/ocean/reports/EWTEC_Bedard_Sep_11.pdf)

<sup>15</sup> <http://www.oceanenergycouncil.com/library.html>

パイロットプロジェクト」について、5年間の期限付きライセンスを発行した。このライセンスでは、1MW プロジェクトに必要な全ての連邦政府の許可を取得することが Finavera 社に求められている。このテストプロジェクトは、海中伝送ケーブル（全長 3.7 マイル）で海岸に接続される 4 つの 250kW の浮遊ブイで構成される予定であり、Waatch Point 海岸の沖合 1.9 海里で実施される予定である。Finavera 社はライセンス発行日から 3 年以内に建設を完了しなければならない。<sup>16</sup>

さらに 2007 年 12 月、Finavera 社はカリフォルニア州の PG&E 社（Pacific Gas and Electric 社）と、カリフォルニア州北部で計画されている 2MW 波力プロジェクトの電力を購入する契約に署名した。Finavera 社は波力資源が最も大きい 2.5 マイルほどの沖合にフンボルト沖合波力発電プラントの建設を予定している。発電は 2012 年に開始される予定である。Finavera 社の技術であるアクアブイ(AquaBuOY)は、加圧水を水中ホースを通して強力に送り込むために波の動きを使用する繫留ブイである。その後その加圧水によってタービンが動かされ、発電が行われる。プロセス認可にかかるこの先 2～3 年の間、このプロジェクトは、地域、州、及び連邦政府の規制機関とステークホルダー（利害関係者）によって評価（例えば、魚類の生息環境、海洋哺乳類の移動経路、漁業水域への影響評価など<sup>17</sup>）が実施される予定である。このプロジェクトはカリフォルニア州の再生可能エネルギー使用基準(RPS)プログラムによって、PG&E 社に対して再生可能エネルギー源の条件が付けられている。PG&E 社は 2010 年までに電力供給のうちの 20%を再生可能エネルギー源から行わなければならない（現在の供給率は 14%）。



図3：AquaBuOY

出典：© 2007 Electric Power Research Institute, Inc. All rights reserved.

2007 年 9 月、Finavera 社は、オレゴン州ニューポート沖合約 2.5 マイルにアクアブイの試作機を設置したと発表した。この試作機はソーラーパネルと小さな風力タービンを備えており、変換機をモニターする装置に電力を安定提供する。しかし、送水ポンプの損壊により、一ヵ月後にブイが沈んだと報告されている。

- ・ 2008 年 3 月、連邦エネルギー規制委員会とオレゴン州は、オレゴン州の海岸線沿いの波力エネルギープロジェクトの見直しを調整するため、覚書(MOU: memorandum of understanding)に署名をした。この覚書では実験的なパイロットプロジェクトのための

<sup>16</sup> <http://www.finavera.com/files/2007-12-21%20Finavera%20Renewables%20secures%20FERC%20licence%20for%20Makah%20Bay.pdf>

<sup>17</sup> <http://www.finavera.com/files/2007-12-18%20Finavera%20Renewables%20signs%20power%20purchase%20agreement%20with%20PG&E.pdf>

短期ライセンスに関する連邦エネルギー規制委員会の手続きについて、オレゴン州が支援を行うことが規定されている<sup>18</sup>。オレゴン州は波力エネルギープロジェクトを海中に設置するための包括的な計画を準備しており、波力エネルギープロジェクトの推進的リーダーとなることを目指している。

オレゴン州の Finavera プロジェクト（上記参照）に加えて、オーシャン・パワー・テクノロジー社（OPT 社、ニュージャージー州、ペニントン）はオレゴン州のリーズポート沖合に波力エネルギープロジェクトを計画している。OPT 社のパワーブイ (PowerBuoy) は Finavera 社のアクアブイと似て、ピストンのような構造を使用している。2007 年 8 月、OPT 社は PNGC Power 社（オレゴン州、ポートランド）との提携に署名した。この提携によって、150kW の試作機の建設・設置のために、OPT 社に 50 万ドルが提供される。OPT 社はその後、リーズポートで 2MW の波力発電システムを計画している。連邦エネルギー規制委員会は OPT 社に対して、リーズポートで最大 50MW の試験を行える仮認可を与えた<sup>19</sup>

- ・2007 年半ば、Oceana Energy 社（ワシントン DC）の子会社である Golden Gate Energy 社は、PG&E 社、サンフランシスコ市、及びサンフランシスコ郡との共同で、サンフランシスコ湾（米国の主要な潮力エネルギー場）で潮力発電プロジェクトの開発を促進する協定に署名した。このグループは、潮力エネルギー資源の研究を行い、技術の選択肢を評価し、ステークホルダーと連携を行う予定である。これらの活動は、Golden Gate Energy 社が連邦エネルギー規制委員会から 2005 年に受け取った仮認可のもとでこれまで行われてきた取組みを礎としている。
- ・2007 年中盤、SRI International 社（カリフォルニア州、メンロパーク）の研究者達は波力発電に「人工筋肉材料」を用いたシステムの最初の海洋テスト（フロリダ州沖合）を完了した。ポリマーを基盤としたこのシステムは、膨張・収縮する時に発電することができる。まだ研究の初期段階ではあるが、開発者達はこのシステムが、海の力に対抗する上で、他の設計よりも弾力性があることを実証する可能性があると考えている。

## ハワイ

- ・2008 年 2 月、Oceanlinx 社（旧 Energetech 社、オーストラリア、ボタニー）は、ハワイのマウイ北東沿岸沖に、2.7MW の波力エネルギープロジェクトを導入する計画を発表した<sup>20</sup>。Oceanlinx 社は Renewable Hawaii 社（ハワイ電力会社の子会社）との覚書に署名した。その内容は、2,000 万ドルのプロジェクトで 2009 年末までに操業を目指すものである。このプロジェクトには 3 件の波力プラットフォームが含まれ、それぞれに Oceanlinx 社の周期振動水柱技術（可変ピッチのブレード付きタービン、可変速発電機、

<sup>18</sup> <http://www.ferc.gov/news/news-releases/2008/2008-1/03-27-08.asp>

<sup>19</sup> <http://phx.corporate-ir.net/phoenix.zhtml?c=155437&p=irol-newsArticle&ID=1042194&highlight=>

<sup>20</sup> <http://www.oceanlinx.com/uploads/OCEANLINXSIGNSMOUWITHRHI.pdf>

および複雑な制御システム) が用いられている。ハワイ州は最近、米国エネルギー省 (DOE) とクリーンエネルギーイニシアティブの協定に署名した。これは、2030 年までにハワイ州のエネルギー需要の 70% を再生可能エネルギーで供給することを目標としている<sup>21</sup>。Oceanlinx 社は最近、オーストラリアのケンプラ港に試験導入された同社の技術の実物規模の試運転を、成功裏に完了した。さらに同社は、英国のウェーブハブ・プロジェクトにも参加している (上記参照)。しかし同社は最近、オレゴン州フローレンス沿岸に波力エネルギーパークを建設するための連邦エネルギー規制委員会への認可申請を取り下げた。

### 東海岸

- ・ 2007 年 12 月、Ocean Renewable Power 社 (ORPC 社、マサチューセッツ州、フォールリバー) は、メイン州イーストポート沖合に、同社の初めての試作機であるタービン発電装置を設置し、データ収集のために 3 週間テストを行った。設置場所は、潮力エネルギーには世界でも最も良い場所の一つと考えられているファンデー湾の入江である。この発電モジュールの構成は、25 フィートのチューブ (直径 4 フィート) と、中心部に発電機 1 台、タービン 2 基が格納されている。ORPC 社はこのモジュールを、イーストポートからカナダのニューブランズウィック州ディア・アイランドに流れる水路の中に係留されている荷船 (barge) の 30 フィート下に水中設置した。この試作機は、6 ノットの海流で最大 25kW まで発電することができる。この OCGen モジュールという技術の開発に資金援助をするために、ORPC 社は 2008 年 3 月、メイン技術研究所 (MTI: Maine Technology Institute) から追加で 20 万ドル調達し、2008 年 1 月にカリフォルニアに拠点を置く Quercus Trust 社から追加で 100 万ドルの資金提供を受けた。また、カナダのノバスコシア州政府は、ファンデー湾にも公的な潮流実証インフラを建設することを発表した。
- ・ Verdant Power 社 (ニューヨーク州、ニューヨーク) は、2007 年ニューヨークのイーストリバー・プロジェクト<sup>22</sup> (マンハッタンとクイーンズの間) に 2 つの水中タービンを設置) を開始した。同社は予測していた以上に激しい潮流によって被害を受け、最初のタービンを水中から撤去しなければならなかった。それにもかかわらず、2008 年 4 月、カナダのオンタリオ州は Verdant Power 社との実証プロジェクト (15MW) に 220 万ドルを投資する計画を発表した。タービンはセント・ローレンス川の川底に設置される予定である。

翻訳・編集：NEDO 研究評価広報部

(出典：SRI Consulting Business Intelligence Explorer Program)

<sup>21</sup> 参照 NEDO海外レポート1017号「米国DOE とハワイ州がクリーンエネルギー技術の推進で合意」：<http://www.nedo.go.jp/kankobutsu/report/1017/1017-13.pdf>

<sup>22</sup> East River Project: <http://www.verdantpower.com/what-initiative>