

【海洋・地熱エネルギー特集】

欧米における潮力・波力発電技術の最新状況

本テーマについては、962号(2005年9月7日発行)¹で報告しているが、その後の最新情報を追加し、改めて報告する。

過去数年間、波力、潮力エネルギー技術に対する注目が大幅に増加している。特に欧州では、地球規模の気候変動に対処するために、再生可能エネルギーへの支援が増加している現在の状況に関連して、再生可能な海洋エネルギー利用についての新しい考え方が進展するとともに、既往の技術の再評価が行われている。全般的には海洋エネルギー利用技術は初期の段階にあるが、いくつかのコンセプトはかなり進展している。少なくとも2010年までに波力および潮力産業が産業として離陸するものと、アナリスト達は期待している。

1. 潮力発電

潮力発電は、海洋の潮力(含む海流)のエネルギーを利用して発電を行うものであり、原理は水力発電と同様である。潮力発電の場合は、より大きなダム・バラージ(堰) - が河口などに設置される。バラージを設置することにより、潮の干満を利用してタービンを回転させ発電を行う。潮が出入りする度に、海水がバラージ内のトンネルを通過して流れ込むことにより、タービンを回転させたり、パイプ中の空気を圧縮してタービンを回して発電する。潮力バラージの設置は非常に高資本費がかかるが、設置後の稼働期間は長い。また、今日の代表的な海流プロジェクトでは、オフショア(沖合)の水平軸タービンや垂直軸タービン(水面下のウインドファームのように)を用いて、潮力発電を行う。ほとんどの潮力発電設備は4-5ノットの流速において最もよく稼働する。

ストラスクライド大学のESRUのウェブサイト²には海流利用技術について有用な情報が掲載されている。さらに、開発中の様々な潮流エネルギー捕捉装置に関連するサイト³も掲載されている。

- ・ **SeaGen** (Marine Current Turbines 社⁴、英国・ブリストル) : この会社は世界で初めて潮流装置を設置した。現在より大規模な試作機を計画中である。(より詳しくは、最近の開発状況の項(後出)参照) 添付資料 のイメージ図参照

¹ www.nedo.go.jp/kankobutsu/report/962/962.html

² www.esru.strath.ac.uk/EandE/Web_sites/03-04/marine/bkgd_about.htm

³ www.esru.strath.ac.uk/EandE/Web_sites/03-04/marine/tech_concepts.htm

⁴ www.marineturbines.com

- ・ **Stingray** および **AWCG** (Engineering Business 社⁵、英国・ノーザンバーランド): EB 社は最近 Stingray 潮流発電機のフルスケールの実証設備の設計、建設、オフショアの設置、試験、実証のプログラムを完了した。3年間のプログラムは英国通商産業省(DTI)と新および再生可能エネルギーセンターの支援で行われた。
- ・ **Sea Snail** (スコットランドのロバートゴードン大学および AREG⁶) : Sea Snail 装置は革新的である。プレハブ式であるため、他の潮力タービンよりも安価に設置できるかもしれない。2005年5月には、ロバートゴードン大学は Sea Snail の設置が成功したことを発表した。詳しい情報は web⁷サイトを参照のこと。 添付資料 の写真参照
- ・ **Ocean Turbine** (Blue Energy 社、カナダ・バンクーバー) : Blue Energy 社は垂直軸の水力タービンの開発者である。より詳しくは、最近の開発状況の項参照。
- ・ **Underwater Electric Kites** 社⁸ (メリーランド州アナポリス) : 同社は 50-100kW の範囲のいくつかのプロジェクトを行っている。(より詳しくは、最近の開発状況の項参照)
- ・ **Exim** (Seapower International 社⁹、Delta Marine 社、Stormturbiner 社) : Sea Power 社は造船や水力発電産業で確立された技術を基に波力発電ステーションを開発した。
- ・ **Gorlov Helical Turbine** (GCK Technology 社¹⁰、テキサス州サンアントニオ)

さらに ESRU の WEB サイトでは、二つの新しいコンセプトとして LUNAR ENERGY 社¹¹による LUNAR SYSTEM と HYDROVISION 社¹²の TIDEL 発電機を解説している。

2. 波力発電

波力エネルギーの転換には 3 つの基本的なシステムが存在する。波をリザーバーに

⁵ www.engb.com

⁶ www.rgu.ac.uk/cree/general/page.cfm?pge=10645

⁷ <http://www.rgu.ac.uk/cree/general/page.cfm?pge=10769>

⁸ <http://uekus.com>

⁹ www.seapower.se

¹⁰ www.gcktechnology.com

¹¹ www.lunarenergy.co.uk

集中させるチャネルシステム、水圧ポンプを作動させるフロートシステム、コンテナ中の空気を圧縮するために波を用いる周期振動水柱システムである。これらのシステムから産み出される機械的な力で、直接発電機を作動させたり、作動流体や水や空気へ転換した後にタービンや発電機を作動させる（詳しくは web 情報^{13、14}を参照）。

3. 潮力および波力発電の最近の開発状況

(1) 欧 州

特に英国において潮力および波力発電技術の開発が活発である。欧州では 2, 3 の大規模な試作設備が実際の海洋条件下で建設されて試験運転されており、また商用プロジェクトの建設が進行中である。

Carbon Trust 社の最近の出版物「未来の海洋エネルギー」¹⁵では、波力や潮力エネルギーについて、コスト競争力や今後の成長のための利用可能な研究上の発見が記述されている。英国の経済産業省(DTI)は過去 5 年間に、波力および潮力エネルギー技術の研究開発に対し 1,500 万ポンド以上の投資を行っている。様々な波力および潮力エネルギー技術についてのワークショップや実証結果に関する DTI のアーカイブは web¹⁶を参照。

欧州での波力および潮力エネルギー技術の最近の活動状況は以下の通り。

・ Ocean Power Delivery 社¹⁷（スコットランド・エジンバラ）は世界の最初の商用波力発電ファームを建設中である。この技術は欧州海洋エネルギーセンター¹⁸（オークリー州ストロムネス）で試験された Pelamis 技術に基づいている。第一段階が進行中で、2006 年 3 月に 3 基の Pelamis P-750 機（各 750 kW）がスコットランドからポルトガルに向けて出荷された。波力ファームは北部ポルトガルのポボア・デ・バリム近郊の海岸の 5km 沖合に設置される。設置設備の規模は全体計画 24MW の第一段階として 2.25 MW である。既に増設分の 28 基の Pelamis 機（約 20MW）の発注が内示されている。これらの発電により、ポルトガルの 15,000 世帯以上の電力需要に匹敵する発電量が期待されている。Pelamis 装置は、蝶番のある結合部で連結された半潜水型円筒形が連なった形をしている。波によって動く円筒形部が水圧ラムに力を加える。

¹² www.smdhydrovision.com

¹³ www.eere.energy.gov/consumer/renewable_energy/ocean/index.cfm/mytopic=50009

¹⁴ www.machinedesign.com/ASP/strArticleID/57260/strSite/MDSite/viewSelectedArticle.asp. An updated list of ongoing feasibility demonstration projects is at <http://www.epriweb.com/public/00000000001012886.pdf>

¹⁵ “Future Marine Energy

“ (www.thecarbontrust.co.uk/carbontrust/about/publications/FutureMarineEnergy.pdf)

¹⁶ www.dti.gov.uk/renewables/renew_6.1i.htm

¹⁷ www.oceanpd.com

¹⁸ European Marine Energy Centre (www.emec.org.uk/)

水圧ラムは、スムージング・アキュムレーター経由で水圧モーターへ高圧の油を送り込む。水圧モーターは発電機を作動させる。全接合部からの電力は、1本のケーブルを通じ海底の設置部に送られる。いくつかの装置を一本の海底ケーブルで接続し海岸へ繋がれる。 添付資料 の写真参照

・ Marine Current Turbines 社¹⁹は2003年にイングランドのデボンのリンマス沖に、世界で最初の潮力発電装置 **SeaFlow 300-kW 装置** を設置した。2006年に第一段階の研究が終了する計画である。この会社は現在、商用試作設備 ノース・デボン沿岸の12基からなる潮力発電ファーム の建設についてのフィージビリティを調査中である。2005年12月に、この企業は **SeaGen** プロジェクトに対し200万ポンドの追加資金を受け取ったことを発表した。また、同月には設置に必要な認可を得ている。この企業は2010年までに約300MWの設置を目指している。SeaGen プロジェクトの最近のプレスリリースは web²⁰ を参照。

・ ノルウェー企業の Hammerfest Strom 社²¹の300-kW 潮力発電機が、2003年に Hammerfest's 町の電力系統に接続した。これは最初の潮力発電の電力系統への接続であった。Hammerfest Strom 社は、ABB 社や Statoil 社と共同で、水車型のシステムの開発を行っている。同社の web サイトによると試作機は期待通りに進んでいる。次の段階では Hammerfest Strom 社は費用効率性を向上させるため、技術の最適化をはかり、潮力タービンの改良を行う予定である。

・ イタリアの Aircraft Design and Aeroflight Dynamics (ADAG)グループはナポリ大学において、試作用潮力タービンプラント **NERMAR** を開発した。2001年以降、設備はイタリアのメッシーナ海峡の150m沖合の深度18-25mの水中に係留されている。NERMARは潮流速度わずか2 m/s (4 ノット)で25 kWの発電を行う。ADAGは現在、より大規模でより効率的である次の発電タービンの試作機 **MYTHOS** に取り組んでいる。コンピュータ分析によると、MYTHOSは潮流速度2m/sで最大150kWの発電を行うことができる。MYTHOSについてのより詳細は web サイト²²参照。

・ European Marine Energy Centre (EMEC) 社²³は2004年に創業した新しい企業である。EMEC社は、Orkneyの試験センターでの運転を通じて、海洋発電装置の開発に取り組んできた。試験センターの波力サイトは現在フル稼働状態で、発電した電力は Ocean Power Deliver 社と AW Energy 社で使用されている。潮力サイトの建設はまだ進行中であり、5つの係留地点の開発者との交渉が進んでいる。

¹⁹ www.marineturbines.com

²⁰ www.marineturbines.com/mct_text_files/MCT%20PLANS%20TIDAL%20ENERGY%20FARM%20FOR%20NORTH%20DEVON%20COAST.pdf

²¹ www.e-tidevannsennergi.com/index.htm

²² www.compositesworld.com/ct/issues/2005/December/1120/

²³ www.emec.org.uk/

・アイルランドの Marine Institute 社²⁴は、アイルランド沖で新しい波力エネルギー試験センターを設置中である。最初の波力エネルギー発電機 **Wavebob** は 2006 年 3 月にガルウェイ沖の新たな 37 ヘクタールのサイトで稼働した。試作用の海洋発電機の試験を行う企業家や技術者はこのサイトを利用することができる。アイルランド政府は、大学ベースの研究に 30 万ポンド、海洋エネルギー技術の産業化に基づく研究にさらに 85 万ポンドをこれまでに投資した。試験を行うために Wavebob の 4 分の 1 規模の試作機が建設されている。Wavebob は物理学者のウィリアム・ディックにより発明された。その最初の製品は Clearpower Technology 社²⁵(アイルランド、ベルファースト)が製造した。この企業は波力エネルギーに関する工学と水理学の事業を行っている。

(2) 米国およびカナダ

米国は欧州に比べて潮力エネルギーのポテンシャルは小さい。しかし 2005 年 1 月に電力研究所(EPRI)²⁶が、波力発電は米国で近い将来経済性が成立しうるかもしれないという研究成果を発表し、引き続き研究を行う必要性を強調した(この報告書²⁷では様々な海岸サイトで、技術面、経済性、法規制を含む波力エネルギー利用のポテンシャルが調べられた)。

最近の米国でのプロジェクトの状況は「2005 年海洋エネルギー報告書」²⁸で見ることができる。国立再生可能エネルギー研究所(NREL)は、Web サイト²⁹でいくつかの関連情報を掲載しているものの、海洋エネルギー技術の研究には一切取り組んでいない。

北米における最近の波力および潮力発電に関する活動は以下の通り。

・ Ocean Power Technologies(OPT)社³⁰(ニュージャージー州ペニントン)は最近、ハワイとニュージャージー³¹の沖合の需要家サイトに二基の **PowerBuoys** を設置したと発表した。PowerBuoy はモジュール式の組み立て製品で、異なる波の条件に対応できるインテリジェントシステムを備えたブイのような構造物である。ハワイのプロジェクトは、オアフ島の海兵隊基地沖の波力発電ステーションである。システムの規模は 40kW の発電容量で、海岸から沖合約 1km に設置されている。ニュージャージーのシステムは、ニュージャージーの沖合における MW レベルの OPT 発電ステーション

²⁴ www.marine.ie/

²⁵ www.clearpower.ie/

²⁶ the Electric Power Research Institute (EPRI; Palo Alto, California; www.epri.com)

²⁷ www.epri.com/attachments/297213_009_Final_Report_RB_01-14-05.pdf

²⁸ Ocean Energy Report for 2005

(www.renewableenergyaccess.com/rea/news/story?id=41396).

²⁹ The National Renewable Energy Laboratory (NREL),

(www.nrel.gov/learning/re_ocean.html).

³⁰ OPT; www.oceanpowertechnologies.com

³¹ www.oceanpowertechnologies.com/PDF/nov_3_05_power.pdf

の建設に対して予想されるパートナーに対する、OPT 社の設計のマーケティングのために用いられる。 添付資料 の写真参照

・ AquaEnergy 社³²の AquaBuOY Wave Energy Converter 技術は、ワシントン州のマカ湾で試験が行われている。この技術はスウェーデンで開発され、水槽、湖および北海で試験された。AquaEnergy 社は現在 1MW のデモ用発電設備の設計および認可手続き中であり、2006 年末までに地域の電力会社の電力供給網を通じて配電を行うことを目標としている。AquaEnergy 社の沖合設備は、ブイ技術に基づく波力エネルギー転換機で構成されている。これらの小規模でモジュール形式の設備群は、波力資源が最も大きな沖合数マイルの海域に係留される。これらの設備は、数百 kW から数百 MW までの規模に対応できる。この企業は最近、マカ湾のデモ用波力発電計画の認可手続の重要な段階である環境アセスメントの契約を結んだことを発表した。これまで 3 年間にわたって認可プロセスが行われており、連邦エネルギー規制委員会(FERC)の審査終了に近い段階にある。 添付資料 のイメージ図参照

・ 2005 年 4 月に、EPRI は米国とカナダの潮力技術の評価に焦点を当てた海洋プログラムの第 2 段階を立ち上げた。EPRI の海洋エネルギー・プロジェクト - 4 つの波力プロジェクトおよび 5 つの潮力プロジェクト - のグラフィカルなレビューは web サイト³³を参照。

・ 2005 年 5 月に、Verdant Power 社 (バージニア州アーリントン) はニューヨーク州で実施する 1,500 万ドルの潮力発電技術の試験に対する FERC の認可を受けた。FERC はパイロット試験のために必須の認可要求に対して限定的な例外措置を取った。3 段階にわたって行われるプロジェクトの現在は第二段階である。この企業は 6 基の水中タービンの試験、運転性能の研究、および環境影響の可能性の研究を行うことを目指しており、計画通り 2006 年中に 200kW の発電を行うための最初の 6 基が設置される。18 ヶ月間の試験の終了後は、Verdant 社は 300 基のタービンの設置への承認を得ることを希望している。これにより、ニューヨークの約 8,000 世帯の家庭の電力需要量に匹敵する発電を行うことができる。詳しくは web サイト³⁴参照。

・ Energetech America 社³⁵はロードアイランドで新たな波力エネルギー設備を計画している。非営利団体である GreenWave Rhode Island は、ポイント・ジュディス近くの避難用港の外の海域でパイロット・プロジェクトを行うことを提案している。プロジェクトは 3 つの州 (ロードアイランド、コネチカット、マサチューセッツ) の再生可能エネルギープログラムの資金的援助を受けている。オーストラリアが拠点の

³² www.aquaenergygroup.com

³³ www.epri.com/oceanenergy/oceanenergy.html

³⁴ www.verdantpower.com/tech/lowimpact.html

³⁵ www.energetech.com.au/index.htm?http://www.energetech.com.au/content/company.html

Energetech社は、現在試験のためのFERCからの認可取得手続き中である（2005年10月にはFERCは最初の申請書を却下している）。認可が下りれば2006年中に運転が開始される。

・Blue Energy(BE)社³⁶の**Ocean Turbine**は水中垂直軸風車である。現在まで、カナダ国家研究会議³⁷の支援で6つの試作タービンが建設され試験が行われた。Blue Energy社は現在カナダ・ブリティッシュコロンビア州の沖合で500kW機の前商業化デモプロジェクトを実施中である。プロジェクトは、海流から発電を行う二つの浮上式250kWユニットから構成される。BE社は技術面、資金面、プロジェクトへの政府の参加について検討中である。これは世界で最大の海流エネルギー施設になる予定である。第2段階では、プロジェクトではBlue Energy社の海洋エネルギーシステムと水素燃料電池との統合を例証する予定である。 添付資料 のイメージ図参照

・Underwater Electric Kites社³⁸はフィッリペ・バウザー氏が起業した小さな企業である。彼は海洋および河川の潮流からエネルギーを取り出す水中タービンの特許を保有している。バウザー氏はアラスカ電力電話会社に勤務していた際には、近くの町に電力を供給するためのタービンを、ユーコン川に設置することに従事していた。彼はまた、ニューヨーク発電公社のためイーストリバーで使用するタービンを設計している。

添付資料 の写真参照

以上

翻訳・編集：NEDO情報・システム部

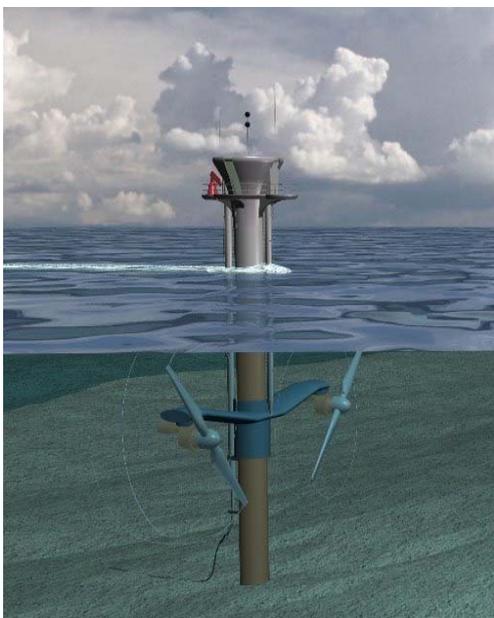
(出典：SRI Consulting Business Intelligence Explorer Program)

³⁶ www.bluenergy.com

³⁷ the National Research Council of Canada
(www.bluenergy.com/davisTurbinesptypes.html#proto)

³⁸ www.uekus.com

添付資料： 潮力・波力発電装置の写真・イメージ図例



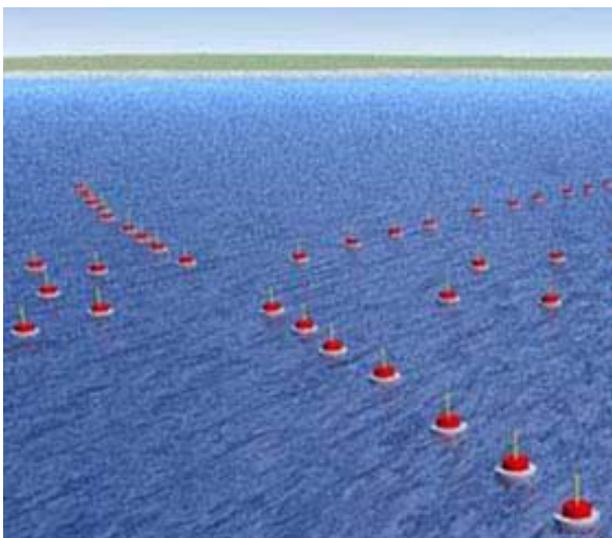
SeaGen(Marine Current Turbines 社)
(www.marineturbines.com より)

Sea Snail(ロバートゴードン大学等)
(www.rgu.ac.uk/cree/general/page.cfm?pge=10769 より)



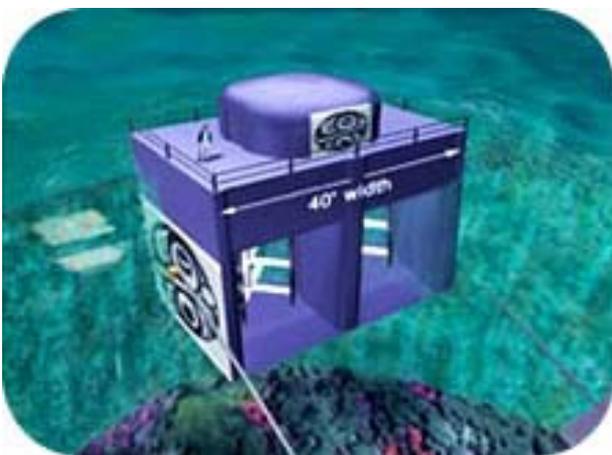
Pelamis(Ocean Power Delivery 社)
(www.oceanpd.com より)

PowerBuoy (OPT 社)
(www.oceanpowertechnologies.com より)



AquaBuOY (AquaEnergy 社)

(www.aquaenergygroup.com より)



Ocean Turbine (Blue Energy 社)

(www.blueenergy.com より)



Underwater Electric Kites 社

の水中タービン

(www.uekus.com より)