

5 活かす 海洋エネルギーの利用



木下 健
KINOSHITA Takeshi

海洋エネルギー資源利用推進機構会長
東京大学生産技術研究所教授

近年、地球温暖化とエネルギー安全保障の観点から海洋エネルギーの利用が注目されている。欧米やアジア各国では洋上風力発電が盛んに行われ、波力、潮位差、潮流発電も既に実証段階に入っている。世界と我が国における取り組みの現状と課題とは何か。

洋上の大型ウィンド・ファーム

近年、欧米諸国では地球温暖化、環境問題、国家安全保障の観点からエネルギー源の多様化を急速に進めており、国によって多少異なるものの、2020年ごろまでには使用電力の10~20%を再生可能エネルギーで賄うことを目標値として掲げている。再生エネルギーの現在の主力は風力エネルギーであり、当初は米国や欧州が先行していたが、近年は中国やインドでの導入が目覚しく、特に中国は米国を抜き累積導入量で世界一となったと言われる。欧州では陸上の適地が限界に達し、洋上に大型のウィンド・ファーム(風力発電施設)が多数稼働している。中でも英国は、今後さらに大規模に沖合い展開する計画を立てており、3期に分けた海域リースの分譲が開始され、既に1期と2期の分譲は売り切れになっている。IEA(国際エネルギー機関)は、2030年になっても再生エネルギーの主力は風力エネルギーであるとしている。

立ち後れている日本

我が国も本気で海洋エネルギー利用を進めるためには、大胆に短期的経済原理至上主義から一旦脱却し、あらゆる省エネ、新エネ技術を総動員する必要がある。欧米諸国が洋上風力を最大の再生可能エネルギーとして技術開発を戦略展開している中で、太陽光発電に特化した政策を講じている日本の現状には、エネルギー源の多様化という観点から憂慮せざるを得ない。また、洋上風力発電が欧州を始め世界中で沖合い展開される中で、EEZ(排他的経済水

域)の権益という観点からも大変残念な現状である。中国や韓国は日本の何十倍もの予算規模で、海洋再生エネルギー利用計画を着々と進めている。EEZを積極的、合理的に活用する国と、活用しない国の差が、近い将来いろいろな局面で顕在化することが危

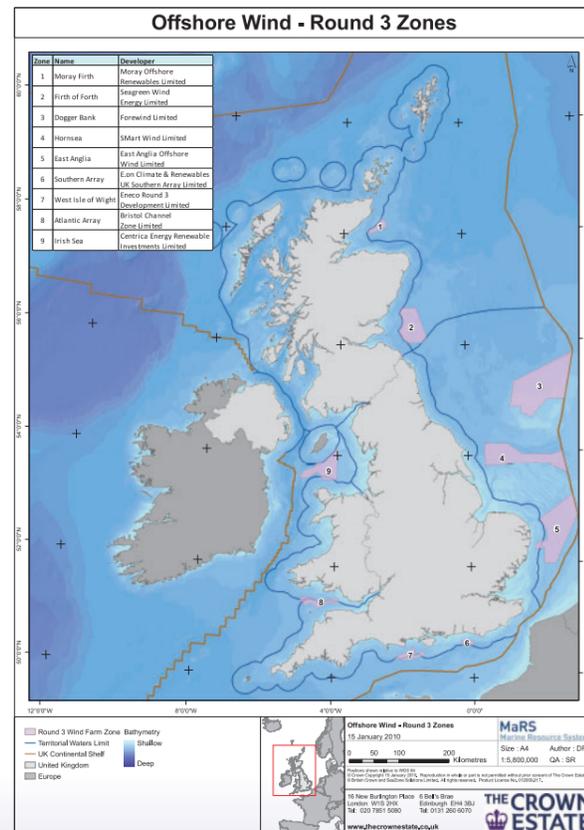


図1 英国の洋上風力の沖合い展開(図中の桃色が既契約海域、青線は領海線、茶線はEEZ境界線)



写真1 世界初の浮体式風力発電

図2 Wave Hub

写真2 波力発電ブイ Power Buoy

惧される。

海洋再生エネルギーの分野は、既に世界は実用化の段階で凌ぎを削っており、国際標準化が議論され、英国はIEC(国際電気標準会議)の場で、認証制度の提案等により世界的主導権確立に向け戦略的に動いている。そうした状況下で、過去に基礎理論や基盤技術で優位にあった日本であるが、本格実用化を前にした今、我が国が参入できる最後の機会と考えられる。海洋再生エネルギーの利用は、我が国の新たな成長と雇用創出のための最重要な国家的課題の一つである。

海洋再生エネルギーの海外の動向

35年程前の石油危機によってもたらされた、波力等の海洋再生エネルギー利用研究のブームの時と同じく、現在の海洋再生エネルギーの本格的利用の動きも英国を中心とする欧州から始まっている。メガワット級の発電量の実証研究が産業を巻き込んだ国のプロジェクトとして多数実施され、海洋エネルギーに関するベンチャー企業及び関連企業が100社以上興され、新しい雇用創出がなされている。近年は韓国や中国でも大規模な国のプロジェクトが実施されている。我が国も遅ればせながら、ここ2~3年でやっと準備が始まった。諸外国に比べ、実証研究で10年は遅れていると言わざるを得ない。

● 英国の動き

英国は海洋再生エネルギー利用の分野で世界をリードしている。海洋エネルギーは、将来的には北海油田に匹敵する規模のものと考えられており、政策的にも強く後押しされている。その中で特筆すべきものは、2001年に公的資金で整備された実証試験海域、EMEC(欧州海洋エネルギーセンター)である。実証試験のための海洋空間利用には、漁業調整や各種法規制、自然環境に与える影響評価など試験海域となる地元との調整に多大な労力を要する。実証



写真3 波力発電装置 PELAMIS

試験海域が用意されることで、それらの苦勞をすることなく装置の開発が行える。2010年には同様の実証試験海域でWave Hub(波力発電システム)が稼働し、既存送電網との系統連系も可能となった。

英国政府は洋上風力発電を低炭素化戦略の中核と位置付け、2020年の産業規模を年間約10兆円と見込んでいる。それは風力発電事業が世界で最も成長率の高い産業の一つであることによっている。2001年以降、年間約27%の伸び率で推移しており、8年間で約6.6倍に拡大している。洋上風力以外の海洋再生エネルギーの基礎技術は、洋上風力の技術が応用できる部分が多いので、波力や潮流についてもコスト低減が進むことが予測されている。

● 米国の動き

米国でも2006年以降、大変活発に海洋再生エネルギー開発が行われている。設置済みや建設計画中のプロジェクトとして、波力発電ではOcean Power Technologies社(オアフ、ニュージャージ、オレゴン)、Finavera社(オレゴン、ワシントン州、カリフォルニア)、Ocean Linx社(マウイ、ロホレ島)があり、潮流ではVerdant Power社(イーストリバー/ニューヨーク、セントローレンス河、プゲットサウンド)、Ocean Renewable Power Company(マリーン)が挙げられる。支援や研究開発補助しているものとしては、オレゴン州立大学の波力試験海域があり、大学の水力関係の研究開発に1千万ドルの支援を行っている。

● 中国の動き

中国は海洋国家というよりも大陸国家と考えられるが、莫大な海洋再生エネルギーの賦存量をはじき出し、運転または建設中の施設として、「白沙江潮汐発電所(運転中)」「江夏湖潮汐発電所(浙江省、建設中)」「70kW潮流発電設備(浙江省、建設中)」「30kW波力発電設備(山東省、運転中)」「100kW波力発電設備(広州市、運転中)」がある。

● 韓国の動き

韓国も大変精力的である。賦存量は潮位差発電6,500GW、潮流発電1,000GW、波力発電6,500GWとされており、既に始華湖に仏国のランスを抜いて世界一の潮汐発電所を完成させ、2010年に運用を始めている。今後も同様の潮汐発電所を数箇所計画している。また、大掛かりな潮流発電所を半島西南のウルドルモック海峡に完成させ、2010年に稼働している。さらに、波力発電も計画している。

日本の海洋再生エネルギー利用技術の現状

我が国では2007年に『海洋基本法』が制定され、総理大臣を本部長とする総合海洋政策本部ができた。翌年には海洋基本計画もでき、さらに海洋エネルギー・鉱物資源開発計画も策定された。しかし、残念なことにメタンハイドレートや熱水鉱床が中心で、海洋再生エネルギーはほとんど触れられていない。そのような状況を変えるため、OEAJ(海洋エネルギー資源利用推進機構)が2008年3月に設立され、海洋エネルギー資源利用を推進し、産学官の協力により持続可能な発展を目指す社会の構築を目的として活動している。海洋エネルギー資源フォーラムを毎年開催し、情報交換・発信や国際的連携を行いながら、実証的研究開発の推進と実証試験海域の設置を目指している。

● 洋上風力発電

沿岸域の風力エネルギー賦存量は日本の電力需要量を上回るが、現在、洋上風力発電施設は北海道せたな町の「風海鳥」と茨城県神栖市の「ウィンド・パワーかみす」の事例のみである。NEDO(新エネルギー・産業技術総合開発機構)は洋上風力発電等技術研究開発事業で洋上風況観測システムの実証研究を開始しており、洋上風力発電システムの実証研究を東京電力との共同研究として、銚子沖で着床式の実証試験を行うとしている。また、環境省は浮体式の実証試験を京都大学等に委託している。



図3 始華湖の世界一の潮汐発電所



図4 ウルドルモック海峡の潮流発電所

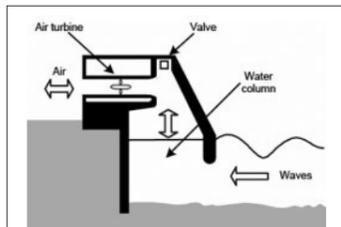


図5 振動水柱型波力発電



写真4 ジャイロ式波力発電の外観

● 波力発電

振動水柱型装置には強みがあるが、可動物体型は大きく出遅れている。研究資金が絶対的に不足し、共用の実海域実験場が未整備のため実証試験が進まない。その中で、日本独自の技術として開発が進められているものは神戸大学等のジャイロ式、室蘭工業大学のロータリーベーン式、EPAM(電場応答高分子型人工筋肉)である。

● 潮流・海流発電

黒潮のエネルギーは大きいですが、潮流エネルギーの賦存量はさほどではない。しかし、強潮流の海峡の数は多いので中小型には可能性がある。ダリウス形水車の研究は多いが、エンジニアリング振興協会による新方式のメガワット級海流発電システムも実験中である。実海域実験が強く望まれる。

● 温度差発電

佐賀大学では世界で唯一の海洋温度差発電の研究装置を稼働させ、国際競争力を有する技術として海外をリードしている。経済性のためには大型化が必要であり、メガワット級の実海域での実証研究が不十分である。

海洋再生エネルギーの経済性

OEAJが算出した海洋再生エネルギーの電力価格を、原子力や太陽光と比較してみる。原子力については、放射性廃棄物の最終処分法が未定のため価格から除いている。たとえば処分に2倍の費用が掛かると仮定すると、表1の6円/kWhの3倍である18円/kWhとなる。

電力価格に幅があるのは設置場所の違いによる。注目すべきは、太陽光に比べ海洋再生エネルギーが

1/3位の価格であることである。海洋再生エネルギーの開発に欧米各国が凌ぎを削っている所以もここにある。2050年に向けたOEAJの海洋エネルギー開発ロードマップによると、海洋再生エネルギーは原子力発電所何十基分もの可能性を秘めている。前述のように、洋上風力は今後、急速に巨大産業に発展すると予想されているが、波力や潮流についても、基礎技術が洋上風力と大幅に重なっているため、コスト低減が進むことが予測される。

日本での海洋再生エネルギー利用の緊急課題

● 1kmメッシュでの設置海域の海象の推定

既存データでは約25kmメッシュまでしか得られないが、細かく見る必要がある。詳細な海象情報(風速、波高、波周期、潮流速等)から、その場所には風力、波、潮流利用のいずれが最も適しているかを綿密に判断する必要がある。

● 現地との合意形成

漁業や各種法規制、自然環境に与える影響など、商業化への展開の「日本モデル」を確立することが急務である。従来、試験海域となる地元との調整に多大な労力を要し、試験適地を見つけれないことがままあった。漁業補償という考えでなく、地産地消を追求して、海洋再生エネルギーを漁業者や地域住民にとっても役立つ「漁業協調型システム」として構築し、海域総合利用による新しい漁業展開、地域振興、生活向上の一つの要素とすべきである。

ハワイでもスコットランドでも漁業補償は皆無で、協調や共益を見出している。今後早急に、この合意形成・文化醸成をしなければならぬが、そのためには何よりもぶれない国家戦略が必要である。

● 実証試験海域の整備

海洋エネルギー利用技術の実証試験海域を整備し、実用化を加速するとともに、運用技術の蓄積をはかり国際競争力を飛躍的に高める必要がある。実証試験海域はインフラとして国が整備し、試験管体はベンチャーキャピタルの資金で賄うことで、装置の淘汰が行われ、実用化に至る高性能な装置が早期に実現される。このようにして、20円/kWh以下を実証する開発メカニズムを用意することが大切である。

商業化の事業主体

実証試験海域を利用して高性能のシステムが開発されると、次は商業化のための事業となる。この時、資金調達、FIT(定額買取制度)等の助成制度とともに、再度解決すべき問題に事業海域の地元調整があ

表1 海洋再生エネルギーの経済性(OEAJによる)

	整備コスト (¥/kW)	設備利用率 (%)	電力価格 (¥/kWh)
洋上風力	300,000	40	9-14
陸上風力	250,000	30	9-14
波	400,000	30	25-35
海流・潮流	400,000	40-70	7-14
海洋温度差発電	1,000,000	80-90	10-50
原子力	300,000	80	6
太陽光	700,000	10	50

る。前述の合意形成・文化醸成が鍵になるが、さらに制度として英国の例が参考になる。

英国では歴史的に沿岸域管理は国王の義務・権利(国防、外交)であり、現在は国王所有地管理局が管理調整し、海域を事業者にリースしている。事業者は送電系等のインフラ、安全基準、環境アセス、利害調整等を支援機関と契約し処理する。EMECはそのような調整支援機関としての仕事もしている。EMECは英国貿易産業省やスコットランドの関連組織等の出資で運営されている。このように、国王所有地管理局、EMEC、事業者という三層構造の仕組みが、海域利用調整と言う困難な合意形成・文化醸成に機能している。事業者は投資家から資金を集めて事業をすることに専念できる。

我が国でも、コモンズとしての海域のルールとして、計測可能な環境指標と評価基準による順応的管理を基本とした「海洋空間計画」と「統合沿岸域管理」により海域利用の総合計画を策定し、漁民に代表される既存事業者と新規事業者間の調整を担う国王所有地管理局にあたる機関と、各事業による影響評価を代行できるEMACにあたるコンサルタント機関の養成が待たれる。

まとめ

海洋再生エネルギーは再生可能エネルギーの重要な一つである。日本はその実用化技術で10年遅れているのみならず、海洋空間利用の合意形成・文化醸成についても10年以上遅れている。世界的な本格実用化を目前にした今日は最後のチャンスであり、今を逃したら永遠に技術参入の機会は得られない。

<図・写真出典>

- 図1 http://www.thecrownestate.co.uk/round3_map.pdf
- 図2 <http://www.southwestrda.org.uk>
- 図3 <http://www.kordi.re.kr/english/bin/main.asp>
- 図4 <http://www.momaf.go.kr>
- 図5 <http://www.wavegen.co.uk/index.htm>
- 写真1 <http://www.siemens.com/>
- 写真2 <http://www.oceanpowertechnologies.com/products.htm>
- 写真3 <http://www.pelamiswave.com/>
- 写真4 神吉博:高効率ジャイロ波力システムの開発、山口大学建設部会技術講演会、2008