

海洋エネルギー発電の技術開発

大 重 隆

波力エネルギーや潮流エネルギー等を発電に利用する、海洋エネルギー発電に関しては、石油ショック以降、各国で研究開発が行われているものの、世界的に商用利用されているものは少なく、未だ実験レベルにある。欧州や北米では実海域での実証研究を実施するプロジェクトや試験サイトを運営し、研究開発を推進している。我が国では、2011年度より海洋基本計画、経済産業省の施策の一環として、NEDOにて5ヶ年プロジェクト「海洋エネルギー技術研究開発」を開始し、波力発電や潮流発電の実証研究に向けた実現可能性調査（FS）、海洋温度差発電や海流発電の要素技術開発等を実施している。

本報では、それら波力発電や潮流発電を中心とする海洋エネルギー発電に関する国内外の技術開発動向を紹介し、今後の展望を考察する。

キーワード：海洋エネルギー発電、波力、潮流、海洋温度差、海流

1. はじめに

波力発電は様々な発電方式が検討されており、一般的に海面の上下運動を空気や油、機械等の運動エネルギーに変換し、発電機を稼働させ発電を行う。潮流発電は地球・月・太陽の公転及び自転により生じる規則的で周期的な潮流によりローターを回転し、発電機を稼働させ発電を行う。波力発電及び潮流発電については欧州や北米で研究開発及び実証研究が実施されており、特にイギリスでは電力会社とデバイスメーカーによる実海域での実証研究が進められている。また、海洋温度差発電については、海水の熱エネルギーを利用し、表層の温海水（約18～30℃）で暖められ気化、深層の冷海水（約5℃）で冷やされ液化する作動流体のサイクルにより、蒸気タービンを回転し、発電機を稼働させ発電を行う。さらに、海流発電は、黒潮等の連続的で特定方向の海流により、ローターを回転し、発電機を稼働させ発電を行う。海洋温度差発電や海流発電については、我が国の大学を中心に研究開発が進められている。

我が国は波力、潮流、海洋温度差、海流等の海洋エネルギーポテンシャルを有しているが（表-1及び図-1～4）、未だ、海洋エネルギー発電は研究開発段階にある。そのため、技術が確立されておらず、他の再生可能エネルギーに比べ発電コストが高いことから商用利用されていない。本報では、海洋エネルギー

表-1 我が国における海洋エネルギーポテンシャル

	波力	潮流	海洋温度差	海流
海洋エネルギーポテンシャル [GW]	195	22	904	205
導入ポテンシャル※ [GW]	5	2	6	1
発電ポテンシャル※ [TWh/年]	19	6	47	10

※現状技術により算定（詳細は、NEDO「海洋エネルギーポテンシャルの把握に係る業務（平成23年3月）」成果報告書を参照）

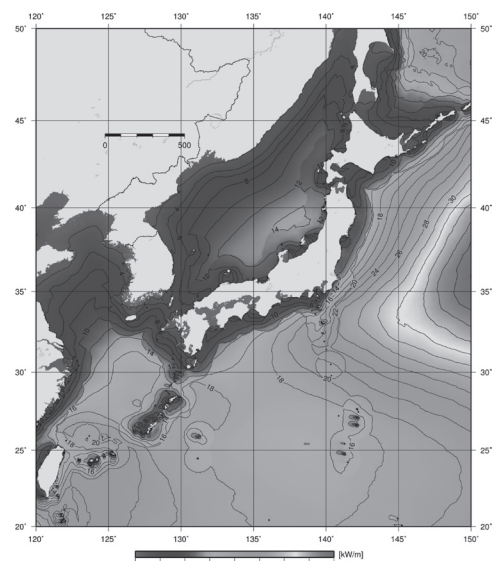
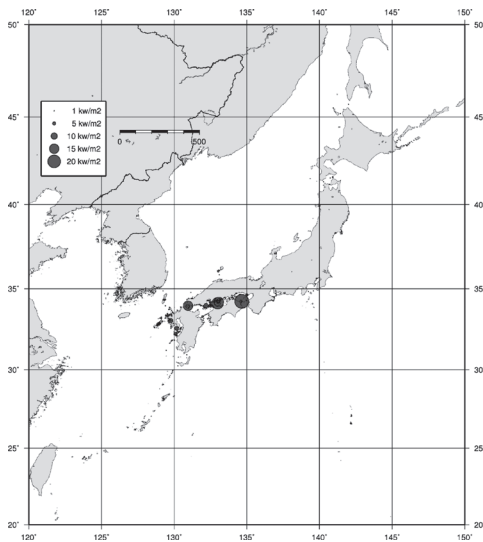
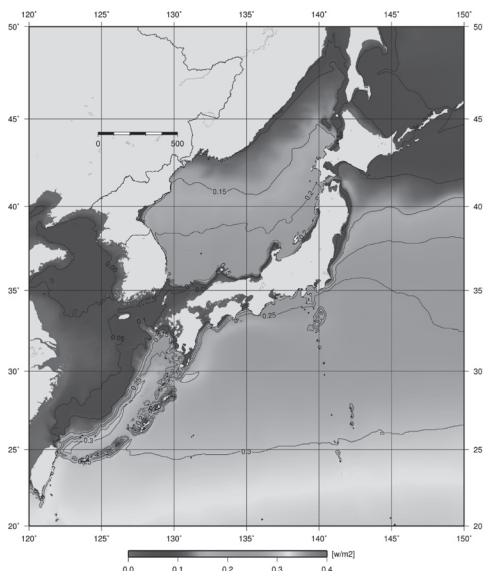


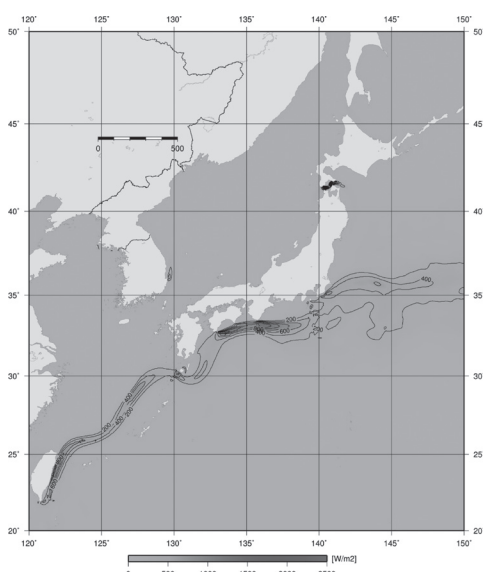
図-1 波力エネルギー密度 [kW/m]



図一 2 潮流エネルギー密度 [kW/m²]



図一 3 海洋温度差エネルギー密度 [W_{th}/m²]

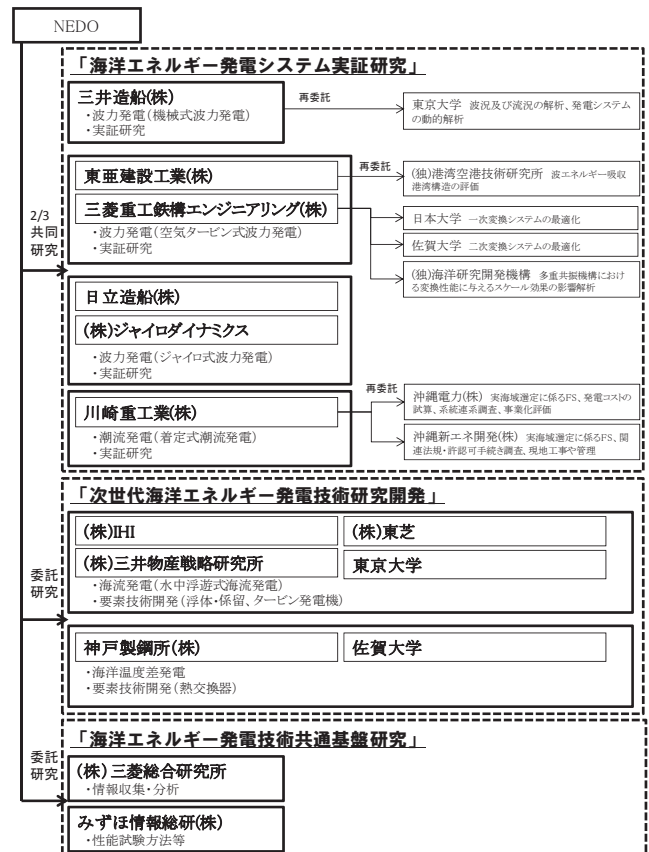


図一 4 海流エネルギー密度 [W/m²]

発電の主要課題である発電コストの低コスト化に関する技術開発を推進している「海洋エネルギー技術研究開発」について紹介する。また、海外の技術開発動向として、波力発電及び潮流発電により 2020 年 1.6 GW の導入目標を有するイギリスの取組を中心に紹介する。

2. 我が国の技術開発動向

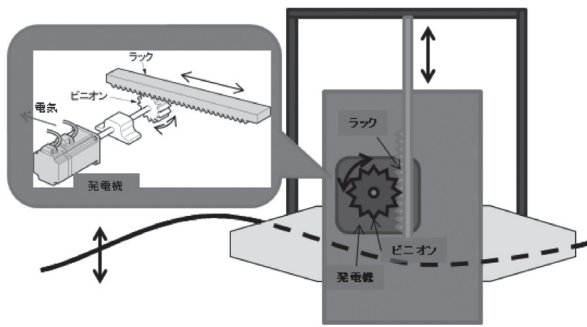
「海洋エネルギー技術研究開発」については、2011 年度から 2015 年度までの 5 ヶ年のプロジェクトとして、「海洋エネルギー発電システム実証研究」、「次世代海洋エネルギー発電技術研究開発」、「海洋エネルギー発電技術共通基盤研究」を実施している(図一 5)。本事業は、波力発電や潮流発電の海洋エネルギー発電システム、海洋温度差発電や海流発電の要素技術等の実用化・事業化を促進し、海洋エネルギー発電の国内導入や我が国企業の国際競争力強化を図る。



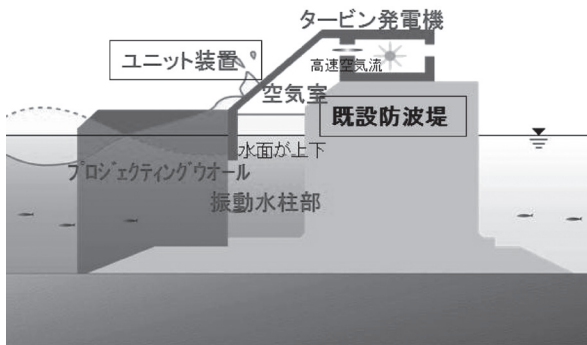
図一 5 海洋エネルギー技術研究開発の実施体制

(1) 海洋エネルギー発電システム実証研究

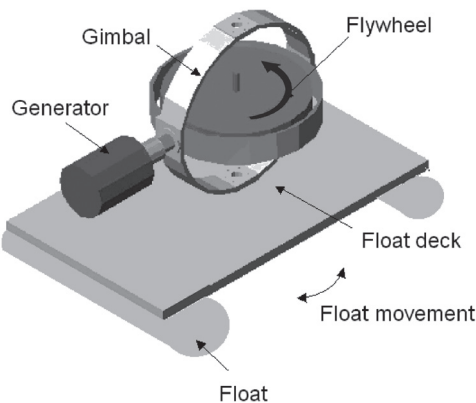
波力発電(機械式、空気タービン式、ジャイロ式)、潮流発電(着定式)について(図一 6～9)、2015 年に発電コスト 40 円/kWh 以下を目標とする発電システムを対象に想定海域における FS を 2011 年度から 2012 年度まで実施する。FS では、想定海域にお



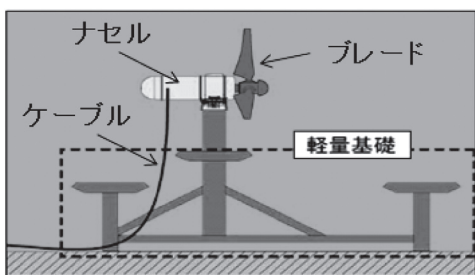
図一六 機械式波力発電の発電原理



図一七 空気タービン式波力発電の発電原理



図一八 ジャイロ式波力発電の発電原理

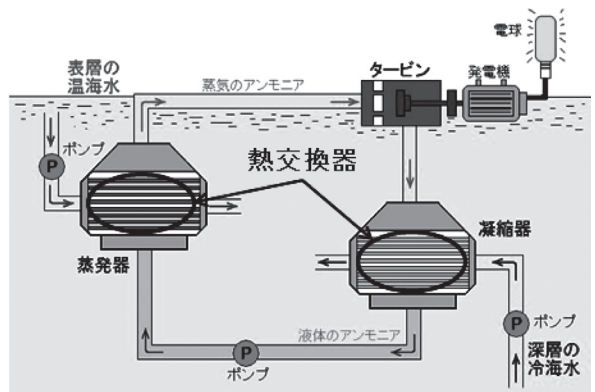


図一九 着定式潮流発電の発電原理

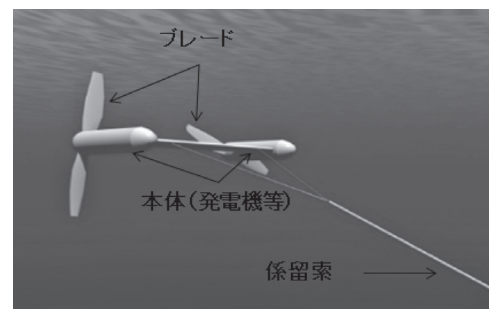
る自然条件や環境影響の調査、発電システムの水槽試験等による性能評価、実証研究の全体計画の検討等を行い、実現可能性を明らかにする。FSの結果に基づき、2013年度以降、実海域に発電システムを設置し、発電性能、耐久性、塩害・生物付着対策、係留手法、メンテナンス性等に関する実証研究を行う。

(2) 次世代海洋エネルギー発電技術研究開発

海洋温度差発電の熱交換器技術、海流発電（水中浮遊式）の浮体・ブレード・発電機・係留等について（図一10, 11）、2020年に発電コスト20円/kWh以下を目標とする要素技術開発を実施する。要素技術開発では、発電装置の高效率化及び耐久性の向上、メンテナンス性の向上等に関する研究開発を実施した上で、水槽試験や縮尺モデル等による発電性能や信頼性等の試験・評価を行う。



図一10 海洋温度差発電の発電原理



図一11 水中浮遊式海流発電の発電原理

(3) 海洋エネルギー発電技術共通基盤研究

海洋エネルギー発電に関する各国の政策、技術開発や市場動向等の情報を収集し、海洋エネルギー発電の費用対効果や事業性について分析する。また、海洋エネルギー発電システムの性能試験や信頼性評価等に関する方法や手順を検討する。

3. 海外の技術開発動向

イギリスのスコットランドでは、波力発電及び潮流発電の指定海域（Round1）において、2020年1.6GWの導入目標を有すると共に、インセンティブ施策として、再生可能エネルギー購入義務（Scottish Renewable Obligation, 以下「ROs。」）と再生可能エネルギー証書（Scottish Renewable Obligation Certificate, 以下

「ROCs」) を運用している。ROsに基づき波力発電や潮流発電で発電された電力は、電供給事業者間において5ROCs ((約£250/MWh) で取引が可能である。

洋上風力についてイギリスでは、2000年から2009年の10年間で約894MW 導入された実績と比較して、波力発電及び潮流発電による2020年1.6GWの導入目標は極めて高い目標である。また、洋上風力のROCsが1.8ROCs~2ROCsであるのに対し2倍以上のインセンティブを波力発電と潮流発電に設けている。更に、研究開発については、Round1の周辺海域に実海域の試験サイトとして、European Marine Energy Centre (EMEC) を設けており、各デバイスメーカーが実海域における実証研究を実施すると共に、一部電力会社はデバイスメーカーと共同で実証研究を行っている(図-12, 13)。そして、EMECで実証研究を行っている、電力会社やデバイスメーカーは既にRound1の開発権を有している(図-14, 15)。その他、イギリスでは、水槽試験、発電機やローターの性能試験等をNational Renewable Energy Centre (NAREC) 等で実施しており、さらに、複数台の波力発電システムに

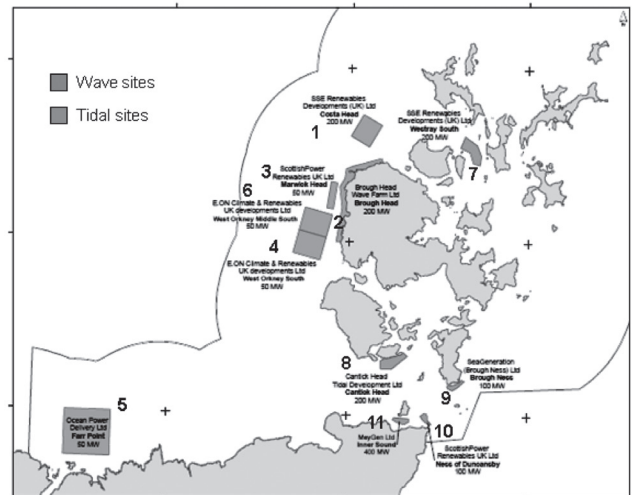


図-14 Round1の指定海域 (Scottish Development International Paul O'Brien氏の提供資料より)

No	Wave Sites	Developer	Technology Supplier	MW
1	Costa Head	SSE Renewables Developments	TBC	200
2	Brough Head	SSE Renewables Holdings	Aquamarine Power	200
3	Manick Head	ScottishPower Renewables	Pelamis Wave Power	50
4	West Orkney South	E.On Renewables	Pelamis Wave Power	50
5	Armadale	Pelamis Wave Power	Pelamis Wave Power	50
6	West Orkney Middle South	E.On Renewables	Pelamis Wave Power	50
No	Tidal Sites	Developer	Technology Supplier	MW
7	Westray South	SSE Renewables Developments	TBC	200
8	Cantick Head	SSE Renewables Holdings	Open Hydro	200
9	Brough Ness	SeaGeneration Ltd	Marine Current Turbines	100
10	Ness of Duncansby	ScottishPower Renewables	Hammerfest Strom	100
11	Inner Sound	MayGen	Atlantis Resources	400

図-15 Round1の1.6 GW 開発権 (Scottish Development International Paul O'Brien氏の提供資料より)



図-12 波力発電のEMEC 実証サイト (EMEC Neil Kermodie氏の提供資料より)

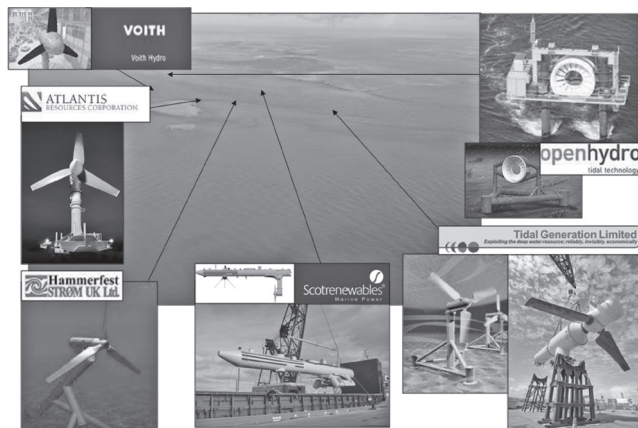


図-13 潮流発電のEMEC 実証サイト (EMEC Neil Kermodie氏の提供資料より)

より実海域試験が可能である WAVEHUB やフルスケールの潮流発電システムにより実海域試験が可能である Solent Ocean Energy Centre (SOEC) が稼動する予定である。また、各国においても同様に実証試験を実施しており、デンマークは Nissum Bredning Test Station for Wave energy (NBPB) や Danish Wave Energy Centre (DanWEC), カナダでは Fundy Ocean Research Centre for Energy (FORCE) 等において実海域における実証研究を行っている。

4. 今後の展望

海洋エネルギー発電の初期市場としては、四方を海洋に囲まれ既設の発電所を重油等による火力発電に依存し、平均的な発電コストが40円/kWh以上する国内の離島地域、国外において海洋エネルギー発電の導入目標やインセンティブ施策等を有する地域が考えられる。一方、海洋エネルギー発電は、未だ技術が確立されておらず、他の再生可能エネルギーと比較し、

価格競争力を有していない。そのため、海洋エネルギー技術研究開発において、発電コスト40円/kWh以下を目標とし、国内導入や我が国企業の国際競争力強化を図る。特に海洋エネルギー発電システム実証研究に関しては、2011年度から2012年度まで想定海域におけるFSを実施し、2012年度末には、実海域における実証試験の実現可能性を明らかにする「ステージゲート」を予定しており、波力発電及び潮流発電の発電コスト、性能や信頼性の評価等を行う。これらの評価結果を基に、2013年度以降、実海域における実証試験を行い、2015年に発電コスト40円/kWh以下の海洋エネルギー発電システムを確立する。また、中長期的な観点から、海洋温度差発電や海流発電等、従来、我が国の大学を中心に研究開発が進められてきた発電手法について、産学連携により2020年に発電コスト20円/kWh以下を実現する要素技術を確立する。

5. おわりに

海洋エネルギー発電に関しては、世界的に商用利用

されているものは少なく、未だ実験レベルにある。2011年度から開始した、5ヶ年プロジェクトの海洋エネルギー技術研究開発は、未だ技術が確立されていない、波力発電や潮流発電について、2015年に発電コスト40円/kWh以下を目標に想定海域におけるFS及び実証研究を実施し、発電システムを確立する。併せて、海洋温度差発電や海流発電について、2020年に発電コスト20円/kWh以下を目標に要素技術を確立する。そして、各国の研究開発動向を踏まえ、価格競争力を有する海洋エネルギー発電システム及び要素技術を確立し、海洋エネルギー発電の国内導入や我が国企業の国際競争力強化を図る。

JCMA

【筆者紹介】

大重 隆（おおしげ たかし）
 (独)新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）
 新エネルギー部 風力・海洋エネルギー担当



大口径岩盤削孔工法の積算

——平成22年度版——

■改訂内容

- ・国交省の損料改正に伴う関連箇所の全面改訂
- ・ケーシング回転掘削工法のビット損耗量の設定
- ・工法写真、標準積算例による解りやすい説明
- ・施工条件等に対応した新たな岩盤削孔技術事例の追加
- ・“よくある質問と回答”の追加

- A4判/約250頁（カラー写真入り）
- 定 価
 非会員：5,880円（本体5,600円）
 会 員：5,000円（本体4,762円）
 ※学校及び官公庁関係者は会員扱いとさせていただきます。
- ※送料は会員・非会員とも
 沖縄県以外 450円
 沖縄県 340円（但し県内に限る）
- 発刊 平成22年5月

一般社団法人 日本建設機械施工協会

〒105-0011 東京都港区芝公園3-5-8（機械振興会館）

Tel. 03 (3433) 1501 Fax. 03 (3432) 0289 <http://www.jcmanet.or.jp>