ENAA2010-ODF1

平成 22 年度
海洋資源・エネルギー産業事業化の
実証フィールド整備に関する調査研究

報　告　書

平成 23 年 3 月

財団法人エンジニアリング振興協会

KEIRIN

この事業は、競輪の補助金を受けて実施したものです。

http://ringring-keirin.jp/

序

本報告書は、財団法人 JKA から自転車等機械工業振興資金の補助を受けて実施した平成 22 年度「海洋資源・エネルギー産業事業化の実証フィールド整備に関する調査研究」の成果を取りまとめたものであります。

我が国では、平成 19 年 3 月に閣議決定された海洋基本法に基づく海洋基本計画等を踏まえ、海洋資源・エネルギー等を利用する海洋新産業創造への期待が高まっております。海洋新産業の 1 つとして、海洋エネルギーを利用する発電を事業化するためには、開発技術について発電効率や耐久等の性能を実証し、実用化することが不可欠となりますが、我が国においては手軽に実証試験を行うことが出来る実海域（実証フィールド）が存在しておりません。このため、開発推進者は実証試験を行うため、海洋環境や水産資源の保全、船舶航行の安全確保等への対応等に多大な労力を費やす必要があり、実用化への大きな妨げの一因となっております。

一方、海洋産業の育成に力を入れる EU や英国においては、実用化のための実証フィールドとして、EMEC（The European Marine Energy Centre）や NaREC (National Renewable Energy Centre) 等の先進的な事例が知られており、海域での実証試験を経て実用化段階に達している技術があります。

今後、日本の海洋エネルギー発電事業の育成及び国際競争力の強化を図るためには、海洋という特殊な場を考慮した日本独自の実証フィールド等の基盤整備を推進する必要があると考えられます。

本調査研究は、波力発電・海流発電等の海洋新産業を事業化するために必要な実証フィールド整備に関して、国内外の情報収集、機能・立地条件等の検討等を行い、それに基づいた概念設計を行うことを目的としており、学識経験者及び関連専門家で構成する研究委員会（委員長：鈴木英之　東京大学大学院教授）を設置し、委員会指導のもと、実証フィールドの整備に関する検討を実施致しました。

この事業にご協力いただいた関係各位に対して心から謝意を表すとともに、本報告書の成果が各方面で有効に活用されることを切望する次第であります。

平成 23 年 3 月

財団法人　エンジニアリング振興協会
会　長　　増　田　信　行

研究委員会名簿

（順不同・敬省略）

職　務	氏　名	所　属
委員長	鈴木　英之	東京大学大学院
委　員	経塚　雄策	九州大学大学院
委　員	小田巻　実	財団法人日本水路協会
委　員	重見　利幸	財団法人日本海事協会
委　員	永田　良典	株式会社アイ･エイチ･アイ マリンユナイテッド
委　員	飯塚　昌弘	川崎重工業株式会社
委　員	五明　美智男	東亜建設工業株式会社
委　員	黒﨑　明	三井造船株式会社
委　員	奥村　敬司	株式会社間組
委　員	梅田　厚彦	財団法人エンジニアリング振興協会
オブザーバー	太田　均	青森県エネルギー総合対策局
オブザーバー	谷口　信雄	東京都環境局　都市地球環境部
事務局	鈴木　孝一	財団法人エンジニアリング振興協会
	黒川　明	同
	播本　孝史	同
	湯浅　城之	同
ワーキング委員	大澤　宏至	芙蓉海洋開発株式会社
	杉岡　伸一	同

平成 22 年度
海洋資源・エネルギー産業事業化の実証フィールド整備に関する調査研究
報　告　書

目　　次

序

委員会名簿

第１章　総論 1

１．１　背景と目的 1

１．２　調査研究の内容 2

１．３　対象とする海洋エネルギー 3

第２章　海洋エネルギーを取り巻く現状 5

２．１　海外の海洋エネルギーの現状 5

２．２　国内の海洋エネルギーの状況 19

２．３　国内外の比較 23

第３章　日本版実証フィールドを取り巻く現状と課題 25

３．１　海洋エネルギーを取り巻く現状と課題 25

３．２　実証フィールド整備に係る法規制 26

３．３　課題解決の考え方 35

第４章　日本版実証フィールドの必要性とコンセプト 37

４．１　実証フィールドに対するヒアリング調査結果 37

４．２　実証フィールドの効果と必要性 38

第５章　国内外の実証フィールドの調査 40

５．１　国内調査 40

５．２　海外現地調査 52

５．３　文献調査 60

５．４　実証フィールドの運営に関する事項の整理 76

第６章　日本版実証フィールドのあるべき姿 85

６．１　日本版実証フィールドの位置づけ 85

６．２　あるべき姿 86

第７章　日本版実証フィールド実現のための提案 102

むすび

参考文献

添付資料

第１章　総論

１．１　背景と目的

我が国は周囲を海に囲まれた海洋国家であり、平成 19 年の海洋基本法、平成 20 年の海洋基本計画及び経済財政改革の基本方針では海洋産業の育成が国是とされている。また、最近、政府が進めている新成長戦略、地球温暖化基本対策、エネルギー基本計画の見直し等においても、波力、海流、洋上風力等の海洋再生可能エネルギー（以下「海洋エネルギー」という）の利用に対する関心と期待が高まっている。その根底には、海洋エネルギーをエネルギー供給の視点ばかりでなく、海洋エネルギーをベースにした海洋新産業の育成と言う産業政策の視点も重視されている。

我が国の海洋基本計画では、“洋上風力については、設置コストの低減、耐久性の向上のための技術的課題に取り組む”、“波力、潮汐等による発電については、効率性、経済性向上のための基礎的な研究を進める”と言う認識と位置づけである。また、新エネルギーの利用等の促進に関する特別措置法（以下、「新エネ法」という）では、海洋エネルギーは研究開発段階にあるために新エネルギーとして指定されておらず、現時点では普及の対象とはなっていない。

他方、諸外国の海洋エネルギーに対する取り組みは、近年、とみに目を見張る状況にある。特に、英国、北欧諸国を始めとする欧州諸国、オバマ政権がイニシアチブをとる米国、アジアの新たな海洋国家を目指す中国や韓国等は官民あげて海洋エネルギー開発に取り組んできている。

この様な状況の中で、欧米に後塵を拝している日本の海洋エネルギー開発が諸外国との競争力を維持し、海洋エネルギー産業を今後の新産業として根付かせて行くためには、新たな視点と発想に立った施策の展開と民間企業の意欲的な取り組みが重要になってきている。その取り組みの視点としては、エネルギーの供給、CO_2 排出量の削減、経済成長への貢献、雇用促進、地域振興、海外展開が挙げられる。

この様な観点から、“海洋エネルギーの事業化と産業化”にとって最も喫緊の課題は何かを考察した結果、技術開発と事業化の間に存在する重要なプロセスである“実証段階”で、その実行とりわけ実海域における実証試験の実行が実際上極めて難しいことが明らかになった。すなわち、実証に近い段階にまで来ている波力発電や海流発電等の開発技術を実用化レベルに押し上げるためには、発電効率や耐久性等について実海域での性能を実証する実証試験が不可欠であるが、我が国においては容易に実証試験を行うことが出来る海域（実証フィールド）が存在しない。このため、開発推進者は、海面利用について漁協関係者との合意形成や、船舶航行の安全確保のための許可申請に関わる手続き等、実証試験を行うために多くの労力が必要になっている。また、海上又は海底での装置の設置、撤去等に関わる工事の他、データをモニターするための計測器やケーブル等整備は、陸上とは比べものにならない位厳しい自然条件（気象・海象）下で行うことから、大規模且つ多額の経費が必要になっている。

この様な実情に鑑み、本研究では海洋エネルギー技術を実用化する上で鍵になっている技術の実証をするための「海洋エネルギー事業化の実証フィールド」のあり方について調査研究を行うこととした。具体的には、実証フィールド整備に関して、国内外の情報収集、機能・立地条件等の検討等を行い、それに基づいて概念設計を行うことを目的とした。

１．２　調査研究の内容

１．２．１　全体工程

本調査研究は平成 21 年度及び 22 年度の２ヶ年にわたり、以下の項目について実施した。

【H21 年度】

・国内外の海洋エネルギーの状況調査
・先進事例調査
・実証フィールド機能・立地条件等調査

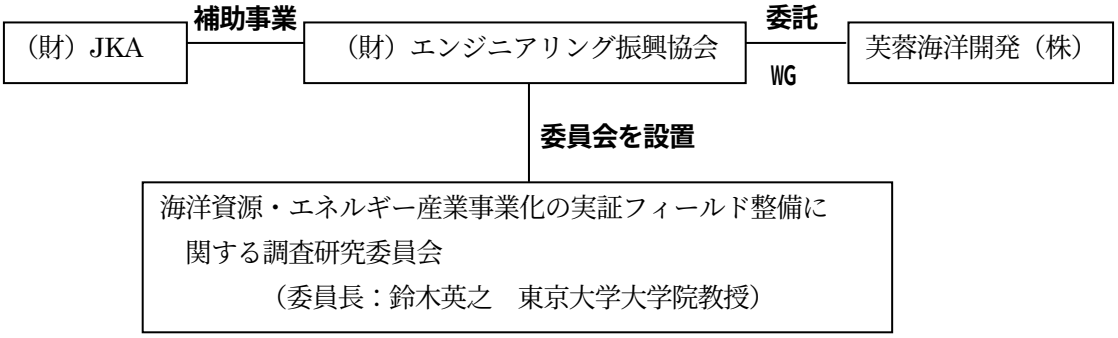
【H22 年度】

・実証フィールド運営方法等調査
・実証フィールド概念設計

１．２．２　実施体制

本調査研究では、学識経験者や有識者等で構成される「海洋資源・エネルギー産業事業化の実証フィールド整備に関する調査研究委員会（委員長：鈴木英之　東京大学大学院教授)」を設置し、調査研究の内容や方法の検討・審議を行った。

（財）エンジニアリング振興協会（以下、「当協会」という）は、委員会事務局として事業の取りまとめを行うとともに、委員会の指導の下、委託先等と構成するワーキンググループ(WG) で詳細検討を行った。



１．３　対象とする海洋エネルギー

2007 年、経済産業省は、新エネ法における新エネルギーの対象範囲を見直した。新エネルギーの新たな対象範囲は、「再生可能エネルギーのうち普及のために支援を必要とするもの」として整理され（図 1-1 参照）、風力発電、太陽光発電、太陽熱利用、バイオマス関連等が対象の新エネルギーとして含まれたが、波力等の海洋エネルギーは含まれていない。その理由は定かでないが、両者を区別する基準は“普及のために支援を必要とするもの”としていることから、普及のための導入目標を有しているか否かが基準と考えられる。その具体的基準を 2007 年版「エネルギー白書」の概念図から推測すると、“導入目標設定”ができるものは新エネルギーであるが、設定できないエネルギーは対象外になったと思料される。海洋エネルギーが、自らの導入目標を設定できる様になるためには、技術レベルが実用化段階に達していることが必要である。海洋エネルギーを実用化段階に持って行くための重要なプロセスは、実海域における実証試験である。今後、海洋エネルギーの技術レベルを普及レベルまで高めて行くためには、実海域での実証試験が重要な関門と考えられる。

我が国において、実証試験のハードルを乗り越えて実用化レベルに達している海洋エネルギーは、極めて少ない現状にある。しかしながら、実用化の可能性を秘めた技術レベルを有する海洋エネルギーは、大学レベル、ベンチャー企業等に存在している。今後、日本の海洋エネルギー技術を事業化していくためには、実証段階でのハードルを乗り越えられず開発をストップせざるを得ない日本独自の技術に対するきめ細かな施策の展開が重要である。日本版実証フィールドを整備して、実証試験が容易に行える環境を整え、実用化レベルに達する技術を増やしていくことは、有効且つ効果的なな手段である。

発電に利用可能な海洋エネルギーの種類としては、主に波力、海流、潮流、潮汐、洋上風力、海洋温度差が考えられる。この中で実証フィールドを必要とする海洋エネルギーには波力、海流、洋上風力等があるが、それぞれのエネルギー特性等が異なるため、その特性に応じて実証フィールドを整備する必要がある。海洋エネルギーの実証に共通する要素は、実海域での実証試験である。いずれも発電効率や耐久性、係留方法等について、エネルギー特性や海象条件を考慮して選定した実海域（フィールド）での実証試験により、技術・システムの信頼性を得るとともに必要なデータ等の収集を行うものである。

しかし、海洋エネルギーの中で、海洋温度差発電は海洋深層水の取水施設に近接した立地の場合が多いことから、特に実証フィールドの整備の必要性は低いと考えられる。また、潮汐については、我が国では他国に比べて潮差の大きい海域が少なく、実海域実証フィールドの適地が少ない等の事情がある。

以上のことから、本調査研究では海洋エネルギーのうち実証フィールドの必要性が高いと考えられる波力、海流、潮流、洋上風力を対象とし、それぞれの特性に応じた実証フィールドについて検討することとする。

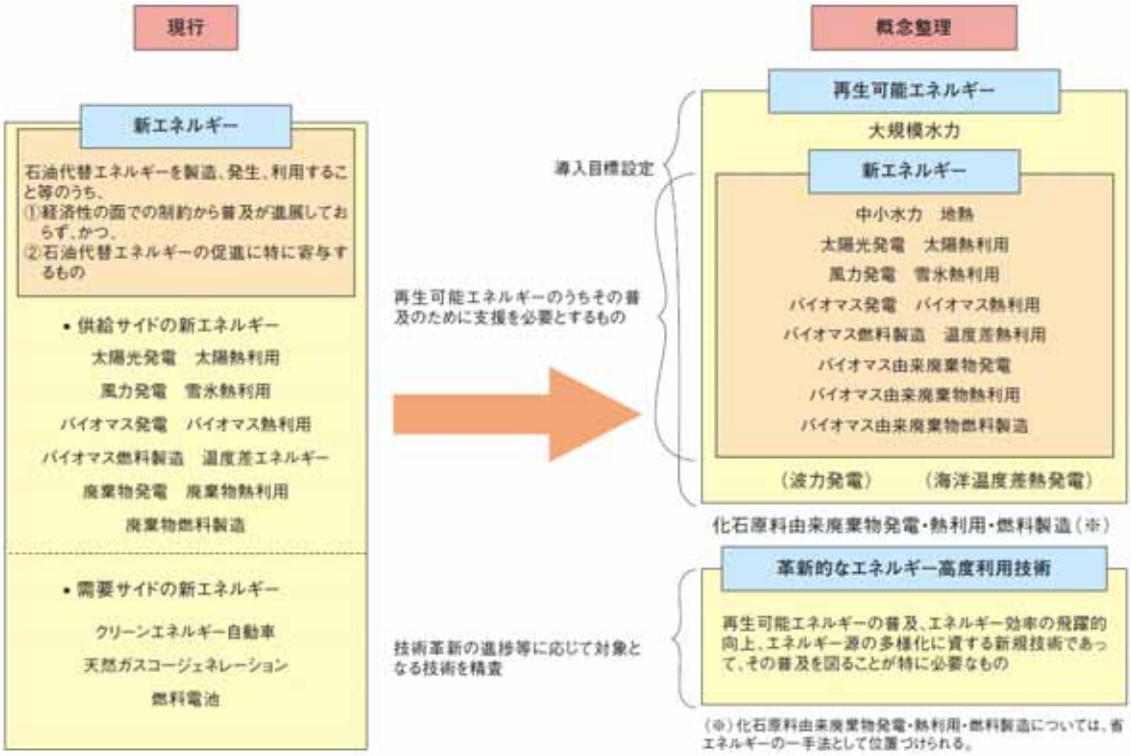


図 1-1　新エネルギーの概念

「エネルギー白書　2007 年版」経済産業省

第２章　海洋エネルギーを取り巻く現状

２．１　海外の海洋エネルギーの現状

海外の海洋エネルギー利用技術の概要は、以下のとおりである。

世界では、欧米を中心に、海洋エネルギーを実用可能な再生可能エネルギーと位置づけ、産学官連携のもとに、事業化を目指した開発研究を行って来ている。特に、海洋エネルギーの開発研究は、実用化研究を通じた海洋エネルギー産業の創生に重点をおいている。

世界で最も海洋エネルギー開発が盛んな地域は欧州である。特に、英国及びノルウェーは北海油田開発で身につけた海洋エンジニアリングのノウハウと経験を海洋エネルギー開発に活用して、海洋新産業の創生と海洋エネルギーの供給拡大を目指している。英国では自国の地理的、海象的条件を踏まえて北海での洋上風力の事業化や、波力、潮流の実証フィールドの整備を行い、実用化の研究を進めている。

米国は、オバマ政権のもとで再生可能エネルギーに対する取り組みを強化している。その目的は、海洋エネルギー技術の経済性の確保、市場の信頼性確保、環境への効果の向上であり、多額の資金援助と具体的なプロジェクトの選定を発表し、技術開発の加速・拡大を図っている。

カナダ、豪州等の資源大国においても、地球環境問題への取り組みから海洋エネルギーの技術の開発、導入等が活発に行われている。

アジアでは、エネルギー資源に乏しい韓国が政府主導のもとで海外の技術導入による海洋エネルギー開発及びその産業化に熱心に取り組んでいるとともに、中国においても再生可能エネルギー開発の眼を海洋に向け始めてきている。

（１）世界全体の動き

１）技術開発の状況

[1]IEA は、2030 年までの再生可能エネルギーの展開のシナリオにおいて、2004 年時点では 1TWh 未満であった潮汐や波力による発電量が、2030 年には 25TWh まで増えるとし、海洋エネルギーを実用可能な再生可能エネルギーとして位置づけている [1)]。

また、[2]IEA-OES は、2008 年までの国別の海洋エネルギー変換システムの開発状況を報告 [2)] している（図 2-1 参照）。英国が先導的に開発を進めていることが示されており、次に米国、カナダ、ノルウェーが続いている。海洋エネルギー種別の各国の特徴は、英国では潮流と波力の開発、米国では潮流、波力、海洋温度差の開発、カナダ、ノルウェーは潮流と波力の開発が多い。世界の多くの国で潮流、波力を中心に海洋エネルギーの研究開発が進められている。

海洋エネルギー別の変換技術の開発状況を図 2-2 に示す。潮汐発電については潮汐差

---

[1] IEA：International Energy Agency、国際エネルギー機関

[2] IEA-OES：International Energy Agency- Ocean Energy System　国際エネルギー機関、海洋エネルギーシステムに係る実施協定、世界の海洋エネルギーに関する情報が集約され、情報発信がされている。参加国は 19 カ国（2009 年 1 月現在）で、日本は 2002 年より参加し、現在、佐賀大学海洋エネルギー研究センターが代表機関となっている。

の大きい地域が限られるため、開発システムの数は 8 件と他の海洋エネルギーに比べて少ないものの、事業化（Commercial Production：事業に有効期間稼動しているもの）されたものは既に 4 件もある。潮流については、開発システムの数は 40 件で、事業化されたものはないが、波力発電に続いて開発研究が多く、実用化（Pre- Commercial：数年以内に事業化されるであろうレベル）のものが 4 件、海域実験レベル（Part-Scale（Sea））が 12 件、水槽実験レベル（Part-Scale（Tank））が 10 件となっている。波力発電への取り組みは、合計 76 件と海洋エネルギーの中で最も多いものの、事業化されたものは未だない。しかし、実用化レベルから水槽実験レベルまで徐々に増えており、研究の裾野が広がっていることから、今後実用化の可能性が高いものと考えられる。

各海洋エネルギー技術における完成度別の開発件数と比率を表 2-1 に示す。開発件数の多い潮力、波力についてみると、開発の完成度は、実用化のものが潮流発電で 10%、波力発電が 7%と高く、これらの多くは数年後に事業化されることが予想される。

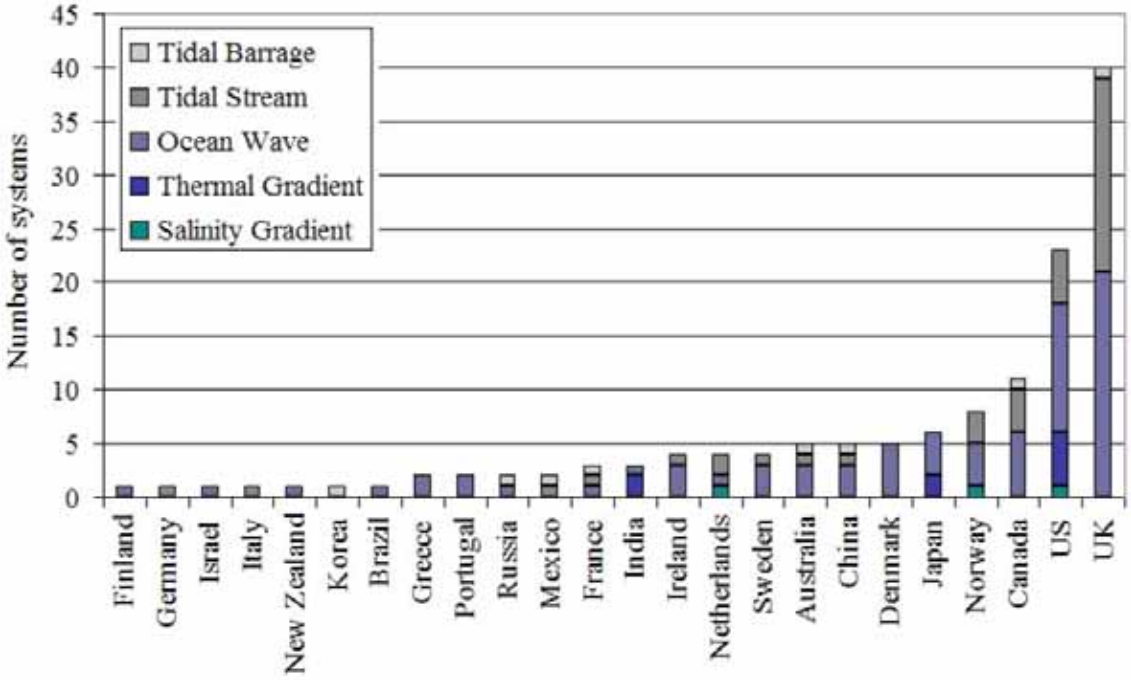


図 2-1　国別の海洋エネルギー変換システムの開発状況 [2)]

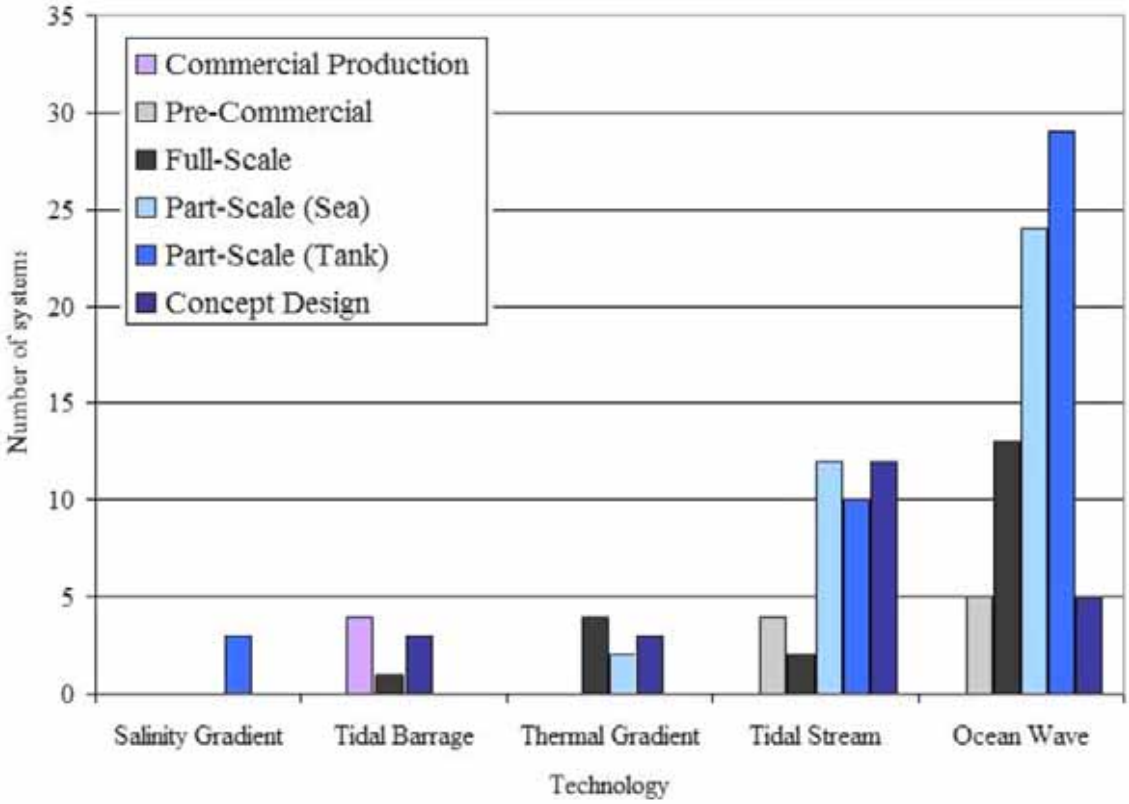


図 2-2　海洋エネルギー別の技術の完成度状況 [2)]

表 2-1　海洋エネルギー別の技術の完成度状況（開発件数と比率） [2)]

	塩分濃度差		潮汐		海洋温度差		潮流		波力	
	開発件数	比率(%)	開発件数	比率(%)	開発件数	比率(%)	開発件数	比率(%)	開発件数	比率(%)
事業化 (Commercial Production)	0	0	4	50	0	0	0	0	0	0
実用化 (Pre-Commercial)	0	0	0	0	0	0	4	10	5	7
実証機 (Full-Scale)	0	0	1	12	4	45	2	5	13	17
海域実験 (Part-Scale(Sea))	0	0	0	0	2	22	12	30	24	32
水槽実験 (Part-Scale(Tank))	3	100	0	0	3	33	10	25	29	37
概念設計 (Concept Design)	0	0	3	38	0	0	12	30	5	7
合 計	3	100	8	100	9	100	40	100	76	100

2）研究開発予算の動き

IEA-OES の報告 [3] に、加盟国政府の海洋エネルギーの研究開発予算の推移が示されている（図 2-3 参照）。1974 年から 2004 年までの研究開発費は 8 億 US$（2004 年換算レート）が配分されている。米国が約半分を占めており、残りは英国、日本、カナダ、ノルウェー等となっている。

1970 年代は、石油高騰の影響を受け、海洋エネルギー研究開発に関する政府支出額が急激に増加し、第一次海洋開発ブームが生じたことがわかる。しかし、1980 年が研究開発費のピークで、1980 年代半ばにかけて急激に減少している。それは、米国の海洋温度差発電からの撤退によるものとされている。1998 年から 2001 年の増額は、日本がマイティーホエール（波力発電）の実証機に出資したものによる。2001 年以降は、英国の波力と潮流の技術開発に投資が増えているものの、1980 年代の第一次海洋開発ブームの水準から比べると、最近の状況は極めて低水準にあることがわかる。

中央政府、地方政府、地方開発機関等の出資を含む国別の研究開発の取り組みに対する支援政策等（図 2-4）を見ると、英国の金融支援は突出しており、波力、潮流の実証研究に 2006 年以降 5,000 万ポンド（約 71 億円）を支援している。また、2000 年以降の技術開発では、毎年 1,800 万ポンド（約 26 億円）を支援している。その他では、カナダ、アイルランド、ノルウェー、ポルトガルが 2009 年以降も継続的に金融支援を行う可能性がある国々としてあげられている。

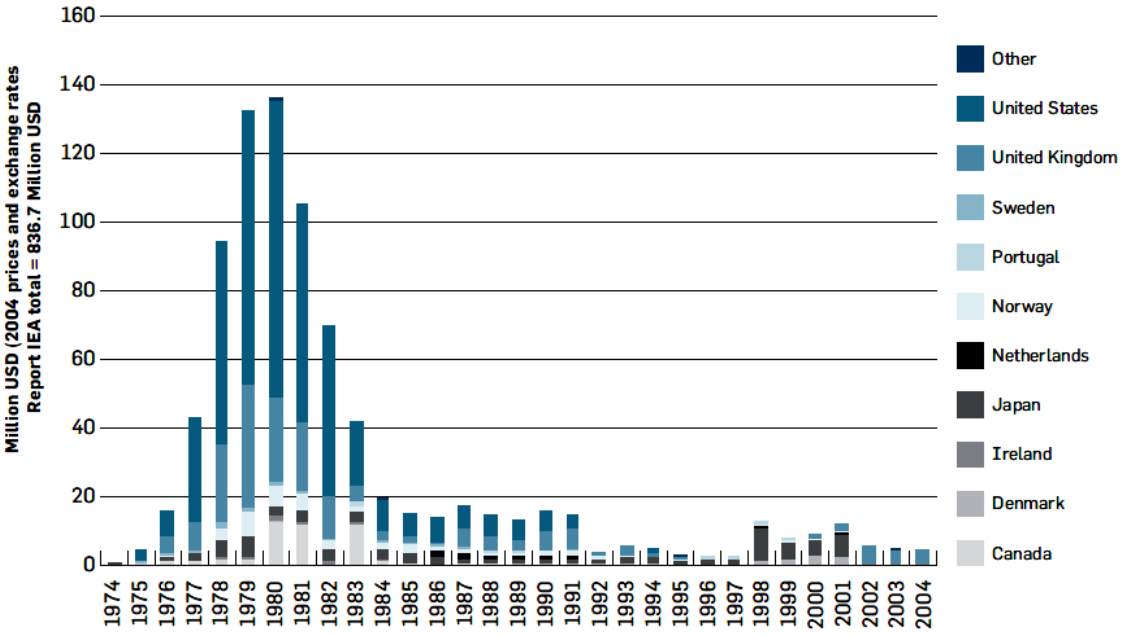


図 2-3　IEA 加盟国政府の海洋エネルギーの研究開発予算（1974～2004）[3]

Country	Name	Techonologies supported (all unless specified)	Total Funding available	Funding for Ocean energy/ No of projects supported	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Canada	Climate Change Action Fund Technology Early Action Measures			CAD 0.25 million allocated										
Canada	Sustainable Development Technology Canada			1 demonstration project										
Denmark	Danish Wave energy Programme	Ocean Wave		EUR 5.3 million										
France	Research, Development and Innovation Programme			1 R&D project supported										
Ireland	Ocean energy Strategy													
Ireland	Renewable Energy Research, Development & demostration	Ocean Energy	EUR 16,25 million	EUR 26.6 million										
Norway	RENERGI (Research Council of Norway)		US 20 million	5 R&D projects supported										
Norway	Enova SF – The Energy Fund		EUR 680 million	1 demostration project										
Portugal	Agência de inovação SA PRIME – DEMTEC programme		EUR 5 million per year	2 demostration projects										
United Kingdom	NRE/Technology Programme		Approx. GBP 18 million per year	GBP 26 million (2000-2005)										
United Kingdom	Wavw and Tidal Stream energy Demonstration Scheme	Wave and Tidal Current		GBP 50 million										
United Kingdom	Carbon Trust: Applied Research Grants			GBP 2.5 million										
United Kingdom	Carbon Trust: Marine Energy Challenge	Wave and Tidal Current		GBP 3.0 million										
European Union	Research and Technology Development (RTD) Sixth Framework Programme			EUR 7.2 million										
European Union	RTD Seventh Framework Programme		EUR 2,931 million											

Indicates policy does not have definite end date.

図 2-4　海洋エネルギーの研究開発を支援する調査及び革新的政策 [3)]

（2）欧州の動向

1）政策

欧州は、海洋エネルギー技術で先導しており英国を中心に活発な動きが見られる。再生可能エネルギー資源の利用は、温室効果ガスの削減のみならず EU の化石燃料（特にオイルとガス）の輸入依存からの脱却にあった [4]。しかし、最近では、海洋エネルギー技術をはじめとするクリーン技術の実用化達成により、自国の経済成長の牽引ばかりでなく、国際的優位性の確保を目指した動きが報告されている [5]。

英国は、海洋エネルギーアクションプラン 2010 の中で、波力と潮流について、2020 年までに発電装置の大規模な海域展開（deployment）の計画（10～1,000MW）を示しており、事業性の高さが伺える。現在、35 以上の研究開発と実証システムを持っており [5]、多くの投資を行っている。技術開発と装置の海域展開を加速させるため 6,000 万ポンドを追加すると発表しており、その中には、NaREC（National Renewable Energy Centre）への 1,000 万ポンド、EMEC（European Marine Energy Centre）へは波力と潮流のテストバース等に 800 万ポンド、WaveHub に 951 万ポンドも含まれている [4]。

2）民間企業

民間企業の分野では、洋上風力への取り組みが盛んである。2009 年までに欧州 9 カ国、38 ヶ所で 828 基の洋上風力タービンが設置され、総発電容量は 2,056MW に達している [6]。さらに、この数年、北海での洋上風力ウィンドファームや洋上風力タービン生産工場の建設プロジェクトが多数発表されている。ドイツの Simens、RWE、E-ON、英国の Centrica が、発電所計画に多額の投資をしている。スペインの Iberdrola、スウェーデンの Vattenfall 等も英国に洋上風力発電会社を設立する計画がある。これは、欧州では陸上の風力発電適地が次第に少なくなりつつあるとともに、遠浅な海域が多い地形を利用した着底型の洋上風力発電分野への進出が行われている。着底型の洋上風力発電は、浮体式に比較すると技術的には取り組み易い傾向にあるようである。

波力については、大学レベルからベンチャー企業まで多種多様の実証機（プロトタイプ）を製作し実海域で試験を行っており、技術的には実用化レベルにまで進展しているものもある。その代表的なプロジェクトには、PWP 社の Pelamis、AquaMarine Power 社の Oyster、Wavegen 社の LIMPET 等がある。

潮流については、英国の Marine Current Turbines 社の SeaGen タービン等が最も実用化レベルに近い状況にある。

3）研究機関

欧州各国の研究機関が海洋エネルギーの実用化に向けて、実証試験海域を整備している。英国の EMEC、WaveHub をはじめ、デンマークの Nissum Bredning 試験海域、フランスの REM-SEV、アイルランドの Marine Institute の Galway Bay Wave Energy Test Site 等がある。

以下、近年の欧州における波力・潮流・洋上風力発電プロジェクトの状況を示す。

表 2-2（1）　近年の欧州における波力・潮流・洋上風力発電プロジェクト[5)]（1）

開発機関	装置	内容
Pelamis Wave Power 社（PWP 社、スコットランド、エジンバラ）	【波力】Pelamis 波力発電装置（PWEC:Pelamis Wave Energy Converter）	【実績】 ポルトガル北部沿岸から約 5km 沖合の Agucadoura 波力ファームで稼働中。2008 年 9 月に運転が開始されたが、装置の不具合等により同年 11 月には撤収している。 同試験場では 3 基の Pelamis 波力発電装置（容量 750kW／基）を使用しており、総設備容量は 2.25MW である。 【計画】 第二フェーズでは、さらに 25 基の装置を製造・設置し、総設備容量は 21MW まで拡大される。ポルトガルは Aguçadoura 波力エネルギープロジェクトを電力の固定価格買取制度（feed-in tariff）で支援している。同プロジェクトは、ポルトガル波力（Ondas de Portugal）コンソーシアムの一環であり、一連の実験的波力エネルギープロジェクトに焦点を当てる予定。
Wavebob 社（アイルランド、キルディア）、スウェーデンの州立電力会社 Vattenfall AB 社。	【波力】Wavebob 装置の試作機	【計画】 2 社は 2009 年 2 月に研究開発協定に署名した。二社共同で本格的な商用波力ファームで試作機を運用。Wavebob 装置は自動調整式ポイントアブソーバーであり、沖合に複数の装置を大規模に配列設置する。Wavebob 社は、将来アイルランドの西海岸沖合の 250MW 商用波力ファームにこの装置を使用する予定。
AquaMarine Power 社	【波力】Oyster 発電装置	【実績】 2009 年 8 月 EMEC に設置され、実証試験が開始され、11 月に商用に接続され、連系が開始された。波の動きでフラップを振動させ、送圧管を通して陸上にある発電装置に接続し発電する方式。 【計画】 将来的には、1 基 2MW の Oyster 波力発電装置を 20 基導入し、9000 戸分に相当する電力を発電する計画。
英国クラウンエステート（海域管理政府系機関）	【波力・潮流】 波力・潮流発電所建設	【計画】 スコットランド沖のペントランド湾とオークニー諸島に波力発電所（6 ヶ所）と潮流発電所（4 ヶ所）を建設すると発表。投資総額は 7000 億円以上、2020 年までに 1.2GW の電力が供給され、75～100 万世帯をまかなう予定。英スコティシュパワー、独 E-ON、英スコティシュパワーアンドサザンエナジー等が受注。（出所：ecool）
Wavegen 社（スコットランド、インバーネス）	【波力】商業規模（500kW）OWC: 波力発電装置、LIMPET	【実績】 2000 年から運用しているが、2008 年 7 月に新しい 100kW タービンを稼動。この新しいタービンは、ルイス島で行われてきた Siadar 波力発電プロジェクト SWEP（npower renewables 社（RWE Innorgy 社の英国の子会社）と Wavegen 社が 2006 年から推進してきたプロジェクト）の成果を発展させたもの。2009 年 1 月、スコットランド政府は SWEP を認可。SWEP の発電出力は、最大で 4MW となる見込み。スコットランド政府認可の再生可能エネルギー証書（Renewable Obligation Certificates）の下で運用が行われる初のプロジェクトの一つとなる。

表 2-2（2）　近年の欧州における波力・潮流・洋上風力発電プロジェクト[5)]（2）

開発機関	装置	内容
Checkmate Sea energy 社（イングランド、ウィルトシャー州）	【波力】 Anaconda（両端が閉じられた、水が入った長いゴム管で構成）	【計画】 現在、同装置は実験モデル段階だが、1MW のユニットの場合、長さ 200m、直径 7m になる可能性がある。 将来の波力エネルギー技術よりも、この装置の設計の方がより軽量でコスト競争力があると予想。Anaconda の設計は簡易で柔軟性があり、可曲部とヒンジが他のシステムよりも少ない。このことによって、厳しい海洋状況でも持ちこたえられ、メンテナンスがより少なくて済むと予想。
Marine Current Turbines 社（イングランド、ブリストル）	【潮流】潮流タービンを導入した Sea Gen 潮力システム	【実績】 2008 年 4 月、アイルライド北部のストランフォード海峡の海岸線から約 400m 沖合の海底に設置 世界で最初の商用化された潮流プロジェクトで出力 1.2MW のツインタービンを使用。系統に連系し、約 1000 軒分の電力をまかなった。 【計画】 ウェールズのアングルシー島沖合のスケリーズに Sea Gen を用いた新しい 10.5MW の潮力エネルギーファームを計画。7 基の Sea Gen タービン（出力 1.5MW/基）で構成、構造物の海面上の高さは 9m。MCT 社と npower 社（英国の電力会社）が合弁で設立した開発会社「Sea Gen Wales 社」が実施。事業者が必要な許可と融資を獲得できれば、この潮力ファーム試運転は 2011 年まで行われる。
Hammerfest Strøm AS 社（ノルウェー、ハンメルフェスト）	【潮流】水中オープンタービン（Lànstrøm 潮力タービン）	【計画】 2008 年 9 月、Scottish Power Renewable 社は、大規模な潮流プロジェクトの開発計画を発表。スコットランド及びアイルランドの沿岸域 3 ヵ所の沿岸域には 1MW の潮力タービンを 5～20 基設置でき、容量は合計 60MW と評価。 スコットランドの海洋で同装置の最終的なテストを実施。同プロジェクトは現在認可待ちであり、2011 年までに実運用が開始される予定。
OpenHydro Group 社（アイルランド、ダブリン）	【潮流】タービン	【計画】 2008 年 10 月、フランス電力公社 EDF（Électricité de France）は、国有のグリッドに連系する初めての潮流実証ファームの開発会社として、OpenHydro Group 社を選定。 ・海底に 4 ~10 基のタービンを設置する計画で、EDF は 2011 年にタービンをグリッドに連系する事を予定。 ・チャンネル諸島の潮力エネルギープロジェクトを推進中。 チャンネル諸島の潮力エネルギー資源の推計は、約 3,000MW。このプロジェクトの第一フェーズでは出力 285MW の潮力アレイ（装置を複数配列した発電ファームのこと）が構築される予定
EWE、E.ON（ドイツ）、Vattenfall Europe（スウェーデン）	【洋上風力】 5MW	【実績】 2010 年 4 月、ドイツ最初のウィンドファームアルファベンタスの運用が開始された 5MW 風力タービンが 12 基。水深 30m 地点にとライポッド方式とジャケット方式の 2 タイプを採用。
Dong Energy 社（デンマーク）	【洋上風力】	【計画】 デンマークアンホルト島の沖合に 400MW の洋上風力発電所を 2013 年までに建設を完了させ、40 万世帯に電力を供給する計画（2010 年 4 月発表）。 1,650 億円

表 2-2（3）　近年の欧州における波力・潮流・洋上発電プロジェクト[5)]（3）

開発機関	装置	内容
Simens Energy 社 ENOVA 社 （ドイツ）	【洋上風力】 3.6MW 風力タービン	【計画】 北海沖ボルクム島の北西 15km に Riffgat 洋上風力発電所建設計画。 設備容量は 3.6MW 風力タービン 30 基の 108MW。着工は 2011 年、稼動は 2012 年末を目指している。完成後は 10 万世帯の電力を賄う。（2010 年 4 月発表）
Simens Energy 社 （ドイツ）	【洋上風力】	【計画】 英国に洋上風力発電所向けの風力タービン生産工場の建設を発表。（2010 年 3 月） 英国で増えつつある洋上風力発電プロジェクトの需要に対応するため
Iberdrola 社（スペイン）	【洋上風力】	【計画】 英国グラスゴーに洋上風力発電の新会社を設立すると発表。ノーフォーク沿岸での開発で 7,200MW の洋上風力発電所の建設を目指す。 また、英国西岸沖の West of Duddon Sands で 2012 年に 500MW の洋上風力発電所の建設を開始する。 その他、英国の複数の開発権を獲得し洋上風力発電所を建設する計画がある。（2010 年 3 月）
RWE Innogy 社 Repower system AG 社 （ドイツ）	【洋上風力】 ローター直径 126m、6MW 風力タービン（リパワー社製）	【計画】 2010 年 2 月、ドイツ北西部、ヘルゴランド島沖合にノルトオーゼスト洋上風力発電所の建設計画を発表した。 規模は 6MW 風力タービン 48 基、着工は 2011 年、2013 年建設予定。 投資総額 14 億 5 千万ドル。
Centrica（英国ガス会社）	【洋上風力】 3.6MW 風力タービン（シーメンス社製）	【計画】 2012 年までに、英国リンカンシャー州スケッグネス沿岸の沖合 8km の Lincs に、3.6MW 風力タービン 75 基が稼動する予定。（2009 年 10 月発表）
E.ON（ドイツ）	【洋上風力】 ローター直径 93m、2.3MW 風力タービン（シーメンス社製）	【計画】 バルト海で稼動する洋上風力発電所（Rodsand1）に続き、Rodsand2 の建設が進められ、2010 年には送電が開始される予定である。建設費用は約 510 億円。ローター直径 93m、2.3MW 風力タービンが 90 基設置され、200MW 以上の発電容量をもち、23 万世帯に供給される。
E.ON（ドイツ）	【洋上風力】	【実績】 2009 年 9 月 10 日、イングランド北部、ソルウェー湾沖合にある Robin Rigg 洋上風力発電所が稼動したと発表した。発電容量は 180MW で 12 万世帯へ供給。総投資額は約 520 億円。
英エネルギー技術研究所（ETI）	【洋上風力】世界最大の洋上風力タービン用屋内試験施設	【計画】 2010 年 2 月 16 日洋上風力タービンの評価のための世界最大規模の屋内試験施設を建設すると発表した。2011 年末の完成を目指している。 洋上で稼動させる前に陸上や屋内でタービンのエンジン室全体を検査できるよう設計されるもので、大規模な生産や導入における技術的・事業的リスクの軽減につなげる狙いがある。 設計仕様は、英国の研究機関、再生可能エネルギーセンター（NaREC）と ETI が 2 年にわたって取り組んだ技術開発や産業支援によって作られたもので、施設の完成により、低コストでの試作品の開発や新タービンの早期導入を加速させることが期待されている。 （出所：アイビータイムズ　2010 年 02 月 20 日）

（3）米国の動向

1）政策

2007 年ブッシュ大統領は、再生可能エネルギーの利用と石油依存の低減を狙いとした新エネルギー法案「The Energy Independence and Security Act of 2007」に署名した。2009 年にオバマ政権に変わり、グリーンニューディール政策を打ち出し、再生可能エネルギーの利用促進やスマートグリッドの支援等を進めている。

2009 年 4 月、オバマ大統領は、演説の中で 2050 年に CO_2 排出量 80%削減を目標に再生可能エネルギーの開発を推進し、2030 年には、洋上風力発電や潮力発電等による電力生産が、全電力供給の 20%を賄い、同時に 25 万の雇用を作るとしている。

2009 年 9 月には、「米国復興再投資法」を通じて、25 の再生可能エネルギープロジェクトを対象に 5 億 5000 万ドルを提供することを発表した。そのねらいは、技術開発に取り組む企業への資金提供、国内の再生可能エネルギープロジェクトの拡大・加速、将来のクリーン・エネルギーによる雇用の促進がある。

2010 年度の予算案では、再生可能エネルギーの開発を 10 年間にわたり毎年 150 億ドル投入して支援することになっている。

2）民間企業

洋上風力については、GE（General Electric）社が、欧州の洋上風力発電向けに次世代タービンの開発に乗り出している。しかし、洋上風力ウィンドファーム建設については、ケープウィンドの計画が始まったばかりで、民間企業の参入は欧州に比べてまだ少ない。

波力・潮流については、OPT（Ocean Power Technologies）社がハワイ沖合で実施しているパワーブイの実証実験や、Verdant Power 社のイーストリバープロジェクトの実証実験の実績がある。

3）研究機関

フロリダ・アトランティック大学海洋エネルギー技術センターは、海流を利用して発電するタービンを試作し、今後、水中に設置して実験を行う予定である。また、英国の研究機関と共同で、情報の共有と開発にむけての協力を進めることを発表した。

MIT（マサチューセッツ工科大学）が取り組む OWC（振動水柱型変換装置）は、波の圧力で棒が振動する力を利用して発電しようとするもので、今後、より大きな装置で実験し実用化を進める予定である。

オレゴン州立大学は、振動式のリニア発電機で波の動きを直接的に電気エネルギーに換える波力発電ブイの開発を行っている。

ニューハンプシャー大学の CORE（Center for Ocean Renewable Energy）は、2008 年に設立され、造波水槽、潮流エネルギーテストサイト、波力エネルギーテストサイトをもち、さまざまなスケールの調査、技術開発を行っている。

Ocean Energy Council（海洋エネルギー協議会）は、業界の最新情報の提供、EPRI（Electric Power Research Institute：米国電力中央研究所）は、海洋エネルギー開発に関する報告書や情報の提供を行っている。

以下、近年の米国における波力・潮流・洋上風力発電プロジェクトの状況を示す。

表 2-3（1）　近年の米国における波力・潮流・洋上風力発電プロジェクト[5)]（1）

発電装置開発機関	装置	技術内容
Ocean Power Technologies 社（OPT 社）	【波力】 パワーブイ（PowerBuoy）	【実績】 2010 年 2 月、オアフ島（ハワイ）の海兵隊基地から沖合約 1 マイルに PowerBuoy を設置したと発表した。上下動を利用して最大 40kw を発電。波力発電技術の検証を行っている米海軍との共同プログラムで製造され、同社は 380,000 ドルの支援を受けている。
SRI International（カリフォルニア州、メンロパーク） 2008 年 12 月 カリフォルニア州サンタクルーズ近海	【波力】 ブイに取り付けた波力発電装置	【実績】 この波力発電システムは、SRI 製の人工筋肉（EPAM: Electroactive Polymer Artificial Muscle）技術を使用しており、膨張・収縮時に発電できる。この実証試験は HYPER DRIVE 社（東京）が出資したプログラムの一環である。HYPER DRIVE 社は SRI International と、そのスピンアウト会社の Artificial Muscle 社から、波力発電に利用するためのライセンスを得ている。SRI のブイに取り付ける新設計の波力発電装置は、同社が 2007 年にフロリダ海岸沖で設置した古いバージョンのものよりも、より大量の電力を得ることができる。
オーストラリア企業の OceanLinx 社 2008 年 2 月 マウイ島（ハワイ）の海岸沖	【波力】 周期振動水柱装置	【計画】 周期振動水柱装置を用いた、2.7MW 波力エネルギープロジェクトを実施する計画を発表。このシステムは 2009 年末までに稼動される可能性あり。
オレゴン州立大学	【波力】 振動式リニア発電装置	【計画】 オレゴン州は、この装置を利用した波力ファームを計画している。オレゴン州の平均波ポテンシャルは、30kW/m で、海岸長は 460km あるので、波エネルギーのポテンシャルは、13,800MW となる。（2006 年 10 月）
Blue Energy Canada World Energy Research(カナダ)	【潮流】 Tidal Bridge (垂直軸型の回転翼タイプの水車)	【計画】 2009 年 6 月、Blue Energy は、200MW の発電計画を発表。コストは概算 500 万米ドル。垂直軸型回転翼タイプの水車を橋の下に複数設置する。
Verdant Power 社（ニューヨーク州、ニューヨーク）	【潮流】 グリッドに連系する 2 基の水平軸タービン	【実績】 イーストリバープロジェクト（RITE）を開始。このプロジェクトで、水中にグリッドに連系する 2 基の水平軸タービンを設置。このシステムは、予測していた以上に激しい潮流によって被害を受け、同社は水中からタービンを撤去した。2008 年 9 月、Verdant 社は損傷を受けた 2 基の潮力タービンを、アルミ合金製の第五世代のローターとブレードに変更し、イーストリバーにユニットを再設置することに成功。 【今後の予定】 このプロジェクトの最初の実証機である 6 基のタービン・アレイが、いずれ最大 10MW を発電できるようなタービンに発展することを期待。

表 2-3（2）　近年の米国における波力・潮流・洋上風力発電プロジェクト[5)]（2）

発電装置開発機関	装置	技術内容
Ocean Renewable Power（ORPC）社（マサチューセッツ州、フォールリバー）	【潮流】	【計画】 連邦エネルギー規制委員会から、大きな潮力発電資源のあるメイン州、アラスカ州及びフロリダ州の 3 ヵ所に、潮力発電試験場を建設するための予備認可を取得。 フロリダ州東海岸沖のフロリダ海流（メキシコ湾流）の試験場建設の予備認可も取得
Ocean Renewable Power（ORPC）社（マサチューセッツ州、フォールリバー）	【潮流】	【実績】 水平タービン設計の潮流発電装置 2 台の試験を実施。メイン州（ファンデー湾の入り江近く）及びアラスカのクック入り江（アンカレッジ近郊）。 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）、及び、中心部に発電機 1 台と、タービン 2 基が格納されている。
Oceana Energy 社（ワシントン DC）の子会社 Maine Tidal Energy 社 2008 年 6 月	【潮流】	【計画】 連邦エネルギー規制委員会から、メイン州のケネベック川の潮流発電プロジェクト開発の実現可能性について研究するための予備認可を受けた。様々な実施段階にある潮流発電プロジェクトを、6 つの州で 9 件保有。
フロリダ・アトランティック大学（FAU）海洋エネルギー技術センター 2009 年 3 月	【海流】 海流発電タービン	【計画】 タービン試作機の開発継続に関し、連邦政府から約 120 万ドルの助成金を受け取った。現在までの全ての試験は陸上で行われてきた。同センターは、今後、水中の状態を調査し、試作機を水中に設置するために、連邦政府と州政府に認可を申請。2009 年夏までには認可が下りる可能性。この助成金はバラク・オバマ大統領が署名した 4,100 億ドルの一括歳出法案の一部。
ケープウィンド	【洋上風力】 3.6MW（シーメンス社製）	【計画】 2010 年マサチューセッツ州東端のケープコッドのウィンドファーム Cape Wind が 3 月 31 日にシーメンスの 3.6MW の大型風力発電機 130 基を採用、同社との合意に至ったことを発表した。
GE 社	【洋上風力】 次世代 4MW 風力タービン	【計画】 欧州の洋上風力発電所向け風力タービンの開発に 3 億 4 千万ユーロを投じると発表（2010 年 3 月）。計画では、洋上用の次世代 4MW 風力タービンの開発をおこなうため、ノルウェーの ScanWind 社を買収する。

（4）アジアの動向

1）政策

アジアについては、韓国、中国、台湾等が、国の主導で、国外の技術導入を含めて実用化に取り組んでいる。

韓国は、海洋エネルギーを再生エネルギーに位置づけ、2008 年に新・再生可能エネルギーの開発等に関する長期戦略を打ち出した。目標は 2030 年までにエネルギー需要の 11%を新・再生可能エネルギーで供給することとしており、さらにその 4.7%を海洋エネルギーで賄うとしている。朝鮮半島の西側に生じる高い潮汐差を利用した潮汐発電の計画がいくつかある。そのうちの韓国水資源公社が進めている始華湖潮汐発電所（254MW）は 2010 年に完成予定である。

中国は、沿岸域の人口増加に伴うエネルギー問題が背景にあり、研究開発が積極的に進められている。2010 年 4 月末までに外国企業（SDE Energy イスラエル）の技術を導入し、広東省広州市に 10GW 規模の波力発電所を建設する計画を発表した。

台湾は 2007 年に黒潮発電計画を発表しており、現在は、実績のある海外の技術等も含めての情報収集、研究を行っている段階にある。

なお、台湾政府は、2010 年までに固定価格買取制度を整備し、2025 年までに再生可能エネルギーによりエネルギー需要の 15%を賄うこととしている。

2）民間企業

アジアの海洋エネルギーの技術開発は国の研究機関や大学が主導しており、民間企業の動きは少ない。そのなかで、台湾の Taiwan Generations Corporation 社とスコットランドの Sea Energy 社は、2009 年 10 月に、台湾の西岸沖 2.5km～10km、水深 30m までの海域に洋上風力ファームを建設する計画を発表した。発電容量は 600MW の予定である。韓国では、現代や大宇等の重工エンジニアリング企業が、海洋石油掘削のプラットフォームで培った技術と経験を生かして、海洋ネルギー開発分野に進出の意欲を示している。

3）研究機関

KORDI（韓国海洋研究所）、韓国国土交通省により、2009 年 5 月韓国の Uldolmok に潮流発電所が建設された。第 1 段階で 1MW の発電で 430 世帯に供給し、2013 年までに 90MW の規模、46,000 世帯の電力を供給できるように拡大していく計画である。

また、同研究所によって 500kW の OWC 波力変換装置が開発され、発電プラントが 2011 年に Changi-Do のテストサイトに作られる予定である。

以下、近年のアジアにおける波力・潮力・洋上風力発電プロジェクトの状況を示す。

表 2-4　近年のアジアにおける波力・潮力・洋上風力発電プロジェクト

開発機関	装置	内容
中国 SDE Energy （イスラエルの企業）	【波力】 防波堤設置型	【実績】 2010 年 4 月末までに中国広東省広州市の海岸沿いに 10GW の規模の波力発電所が建設される。中国は、波力については実績がないものの、海岸沿いの多くの人口を抱えているため実施された。 波がブイにあたりブイの上下で油圧が変動し発電する仕組み。
韓国 KORDI、 MLTM（韓国国土交通省）	【波力】 振動水柱型（OWC）波力変換装置	【計画】 500kW の OWC 波力変換装置が開発され、Jeju に建設される予定である。2 機の 250kW タービン発電機が 2010 年に製造され、発電プラントが 2011 年に Changi-Do のテストサイトに作られる予定である。
韓国 KORDI、GCK TECHNOLOGY INC 、MLTM	【潮流】 鉛直軸ヘリカルタービン	【実績】 2009 年 5 月に韓国の Uldolmok にて潮流発電所が建設された。 第 1 段階で 1MW の発電で 430 世帯に供給する。2013 年までに 90MW の規模、46000 世帯の電力を供給できるように拡大していく計画である。
韓国 水資源公社	【潮汐】 防波堤潮汐発電	【実績】 2010 年に完成予定である発電出力 254MW（25.4MW×10 機）、年間 552GWh、海水流通門：1 億 6 千万 m^3/日、定格落差 5.82m
中国 江夏（ジャンシャ）	【潮汐】 潮汐発電	【実績】 江夏潮汐発電所は上海から南へ 300km に位置する。 1980 年 5 月に運転開始。平均潮差 5m の両方向発電方式で, 最高出力 5MW、1 日 15～17 時間運転で年間総出力 1.61GWh である。 これは中国初の大規模な潮汐発電所であり, 異なった 2 タイプのユニットの運転と調査のための実験プラントである。
台湾	【海流】 黒潮発電	【計画】 2007 年 8 月 5 日、台湾が世界初となる黒潮発電所を建設する計画を発表。日本と同様エネルギー資源をもたない台湾にとって、風力、バイオマス、そして海洋エネルギーの利用等を検討し開発に着手した。 現段階では、実績のある海外の技術等も含めての情報収集、研究段階にある。台湾経済部では、欧州・米国・日本の専門家の協力のもと、候補地の調査を進めている。計画では、緑島に 5000kw の発電所を設置、評価を行う方針。
台湾 Taiwan Generations Corporation 社 SeaEnergy 社（スコットランド）	【洋上風力】	【計画】 2009 年 10 月、台湾の西岸沖 2.5km～10km、水深 30m までの海域に洋上風力ファームの建設計画を発表した。発電容量は 600MW の計画である。 背景に、政府は 2025 年までに再生可能エネルギーにより 15%を賄うこと、また 2010 年までに固定価格買取制度が整備される予定である。

（5）まとめ

以上、世界の海洋エネルギー開発に取り組む各国の状況と利用技術の現状を概観したが、まとめに当たり以下の点を強調したい。

① 海洋エネルギーは再生可能エネルギーの中でも最も取り組みが難しい分野であるが、先見性のある先進的な諸国では産学官の連携による研究段階から実用化段階への取り組みが始まっている。
② 海洋再生可能エネルギーへの取り組みは自然エネルギーが対象であることから、各国の置かれた地理的、自然的条件に適した固有の技術の開発が重要視されている。
③ 海洋エネルギー開発に利用される技術は、最先端技術ばかりでなく既存の実証された技術の組み合わせによるエンジニアリング技術等の実証による応用技術開発が重要な要素になっている。
④ 海洋エネルギー技術の実用化のためには、基礎研究から実用化研究まで息の長い研究開発が必要であることから、発展段階に応じた公的な支援措置が講じられている。
⑤ 特に、実海域での技術の実証は、開発者への負担が大きいことから、実証研究のための実験フィールド等のインフラ整備と支援措置が重要視されている。

２．２　国内の海洋エネルギーの状況

（1）国内

1）政策

国の政策における海洋エネルギーの取り扱い状況は、以下の通りである。

① 海洋基本法（平成 19 年 3 月）

「海洋の開発、利用、保全等を担う産業（以下「海洋産業」という。）については、我が国の経済社会の健全な発展及び国民生活の安定向上の基盤であることにかんがみ、その健全な発展が図られなければならない」と記されている。すなわち、海洋産業の健全な発展は、我が国の経済社会の健全な発展と国民生活の安定向上の基盤と考えている。

② 海洋基本計画（平成 20 年 3 月）

エネルギー開発に関し、「基礎調査や技術開発等について、国が先導的な役割を担う」と明記されている。しかし、その対象は、石油・天然ガスやメタンハイドレート、海底熱水鉱床等であり、波力、潮汐等の海洋エネルギーによる発電に関しては、「海外では実用化されている例もあるので、国際的な動向を把握しつつ、わが国の海域特性を踏まえ、その効率性、経済性向上のための基礎的な研究を進める。」と記述されている。すなわち、ここでは日本の海洋エネルギー技術開発は、効率性や経済性向上のための基礎的研究段階と位置づけている。

③ 地球温暖化対策基本法案（平成 22 年 3 月）

「一次エネルギーの供給量に占める再生可能エネルギーの割合を 2020 年までに 10%とすることを目標」としているが、対象は、太陽光、風力、水力、地熱、太陽熱、バイオマス及びその他（政令で定めるもの）となっており、現時点では海洋エネルギーは対象となっていない。

④ 新エネ法

前述（１．３　対象とする海洋エネルギー）の通り、波力等の海洋エネルギーは、普及のために支援を行う対象になっていない。

2）民間企業

民間企業レベルにおける海洋エネルギーの利用技術への取り組みは、諸外国に比べると少ない状況にある。しかし、中小ベンチャー企業等において、実用化に向けた開発研究が行われてきている。また、大企業も次第に海洋エネルギー開発への関心を示しつつある。その中で、注目すべき事例として以下のプロジェクトがある。

波力発電については、大学発ベンチャー企業である㈱ジャイロダイナミクスが従来の２倍以上の変換効率となるジャイロ式による新しい波力発電装置の実証実験を行った。また、三井造船等は OPT 社製の波力発電機を日本の海域で実用化展開するための準備を進めている。

洋上風力については、東京電力が東京大学と共同で千葉県銚子市南沖合に着底式洋上風力発電のための風況観測タワーを設置する実証研究を進めている。浮体式洋上風力発電については、京都大学と民間企業による実証実験プロジェクトが環境省の予算により進められている。

海流発電については、㈶エンジニアリング振興協会とベンチャー企業がタイアップして、2MW 級の海流発電システムの研究に取り組んでいる。また、㈱ノヴァエネルギーは海流・潮流発電機を開発し、海域実験を環境省の予算で実施している。

3）大学等研究機関

波力発電については、海洋科学技術センター（現　㈱海洋研究開発機構）により、海明、マイティーホエール等の浮体式波力発電の研究・実証試験が 2002 年まで実施されていた。それ以降は、大学レベルで例えば佐賀大学で浮体型振子式波浪発電装置及び浮体式波力発電装置の開発、山口大学でつるべ式波力発電システムの開発と研究が行われている。

潮流発電については、小規模発電では明石海峡で灯浮標用のシステムを実用化している他、九州大学のグループが橋脚を利用した潮流発電システムの実証試験を実施しており、実用化に向け研究を進めている。

洋上風力については、㈱海上技術安全研究所・東京大学等のグループ、京都大学・佐世保重工業等のグループ、㈱国立環境研究所等、複数の機関で浮体式洋上風力発電の研究が進められている。

以下、近年の国内における主な研究開発プロジェクトの状況を示す。

表 2-5(1)　近年の国内における海洋エネルギー発電プロジェクト

開発機関	装置	内容
(株)ジャイロダイナミクス	【波力】 ジャイロを利用した波力発電装置	【実績】 ジャイロ式波力発電システムは、ジャイロモーメント（円板を高速で回転させておき、これに傾き速度を与えることによってモーメントが傾きと直角する作用）で発電機を直接駆動するものである。 これまでの研究開発により、原理の検証、小型モデル、5.5kW プロト機、22kW プロト機を開発し、鳥取港、和歌山県すさみ町で実証実験を行ってきた。 現在、45kW 機を実用機として開発を進めている。
三井造船(株)、出光興産(株)、日本風力開発(株)	【波力】 オーシャンパワー・テクノロジー社（Ocean Power Technologies）の波力発電装置を使用	【計画】 オーシャンパワー・テクノロジー社の波力発電システムは、オレゴンやハワイ、イギリス、スペイン、オーストラリアで具体的な計画が進んでおり、三井造船と出光興産、日本風力開発との間で、日本初の本格的な波力発電所建設計画に合意した。まずは 10MW の波力発電所の建設を開始する。 同社のシステムは、PowerBuoy（TM）という発電ブイを海上に数多くならべ、海中の送電網により合計で大きな発電量を生み出す能力がある。PowerBuoy（TM）一基あたりの容量は、スペインで利用された PB40ES が 40kW、さらに最大規模の 150kW の PB150 等も用意されている。
東京都、学識経験者、民間事業者	【波力】	【実績】 東京都が学識経験者、民間研究者らに呼びかけて波力発電検討会を開催し、波力発電の有効性の検証及び波力発電の導入促進に関する提言を行った。 【計画】 伊豆大島近海を候補地として、波力発電の実証実験を行う。
(財)エンジニアリング振興協会	【海流】 ループ型タービン翼を用いたメガワット級の高出力海流発電システム	【実績】 新たに開発された海流発電システムの実用化に向けた研究に取り組んでいる。平成 20 年度は当発電システムの流体抵抗や発電性能等の基本特性及びシステムの有効性を確認するために、模型試験器の設計・製作と室内プール試験を実施し、平成 21 年度では、当発電システムの基本設計の開発に必要となる基本データを得るための試験・検討等を行った。 【計画】 タービン直径 33m あるいは、その 1/3～1/2 スケールの実証機による現場海域実証試験を実施し、その後実用化を図る予定である。 （この事業は、競輪の補助金を受けて実施したものである）
	【波力】 固定式波力発電システム	【実績】 エンジニアリング振興協会と竹中工務店は、1988～95 年まで 8 年間連続発電を行った定圧式タンク方式の発電システムを開発した。この実績を踏まえて、より経済性の発揮できるシステム開発のための研究会を発足させている。

表 2-5(2)　近年の国内における海洋エネルギー発電プロジェクト

開発機関	装置	内容
(株)ノヴァエネルギー	【海流・潮流】 独自開発の水流プロペラタービン	【実績】 2008年2月に藻や漂流物が絡まないように設計した小型プロペラ（直径62cm）の実験を明石海峡で行い、200Wの発電に成功した。 【計画】 明石海峡での実証試験を行い、2020年までに東シナ海での海流発電装置2,000kw型を800基設置し、160万kWの発電を目指す。
東京電力(株)、東京大学	【洋上風力】 洋上風況観測システム実証研究	【計画】 平成21年から平成26年にかけて、千葉県銚子市の南沖合に風況観測タワーを設置し、風況や波浪等を観測して、気象・海象条件を把握するとともに、海洋構造物が環境に与える影響等についても調査を行う。
佐世保重工業(株)、京都大学、戸田建設（株)、日本ヒューム（株）	【洋上風力】 浮体式洋上風力発電プラットフォーム	【実績】 佐世保重工業等は、長崎県佐世保市において、世界で初めて、鋼・PCコンクリートのハイブリッドスパー構造による、浮体式洋上風力発電施設用プラットフォームを共同で開発し、1/10モデルの実海域実験によりその有効性を確認したことを2009年9月に発表した。
三菱重工業(株)	【洋上風力】	【計画】 三菱重工業の欧州原動機拠点であるMPSE（Mitsubishi Power Systems Europe, Ltd.）は、英国政府と覚書（MOU：non bindingのMemorandum of Understanding）を締結し、ビジネス・イノベーション省（BIS）から最大3,000万ポンド（約42億円）の補助金を受けて洋上風車の開発プロジェクトに取り組む。

（2）まとめ

我が国内の海洋エネルギー技術の開発及び利用状況を概観すると以下の通りである。

①我が国の海洋エネルギーへの取り組みは、マイティーホエールに代表されるように世界的に早い段階から行われたものの、政府支援の減少に伴いその開発も次第に低調になった。

②政府関連プロジェクトが低調な時期においても、大学やベンチャー企業では草の根的な研究開発が継続され、その成果の一端が芽を出しつつある。ジャイロ式波力発電、ループ型タービン翼、浮体式洋上発電等はその事例と言える。

③大学レベルの研究開発プロジェクトの中には、実用化レベルに近づきつつあるものもある。神戸大学のジャイロ式波力発電装置、佐賀大学の海洋温度差発電が好例である。

④全般的に取り組みが消極的である大企業の中にも、次第に海洋エネルギー開発に取

り組む姿勢を示している企業もある。特に海洋エネルギーの中では実用化が最も近いと言われている洋上風力に対する取り組みが顕著である。今後は、この様な大企業の取り組みが他の分野にも増えるものと思料される。

⑤最近、地方公共団体の中には、地域振興の観点から海洋エネルギー開発と産業誘致に関心を示しつつある。東京都は、波力発電の利用可能性を検討するため、学識経験者や民間事業者等と共に「波力発電検討会」を立ち上げた。また、青森県は海洋エネルギー開発を活用した地域振興に意欲を示している。

⑥今後は、実証フィールドの整備により、これらの様々な海洋エネルギー開発への取り組みを支援し、地域に根ざした海洋エネルギー産業の育成を行うことが重要である。

２．３　国内外の比較

海洋エネルギーの開発において、我が国と外国との比較を見るため、これまでに行われた国内外の海洋エネルギーに関する開発プロジェクトの開始年次と技術レベル(実用化、応用、基礎）の関係を図 2-6 に示す[7]。実用化は量産化・商用利用の段階、応用は海域実証試験の段階、基礎は室内実験・構想の段階と定義している。この図からわかるように、波力と潮流エネルギーは、2000 年以降、海外のプロジェクト数は我が国の 2 倍以上となっており、積極的に開発が進められている。技術レベルについては、波力は海外がやや進んでいるが、潮流についてはほぼ同様なレベルである。

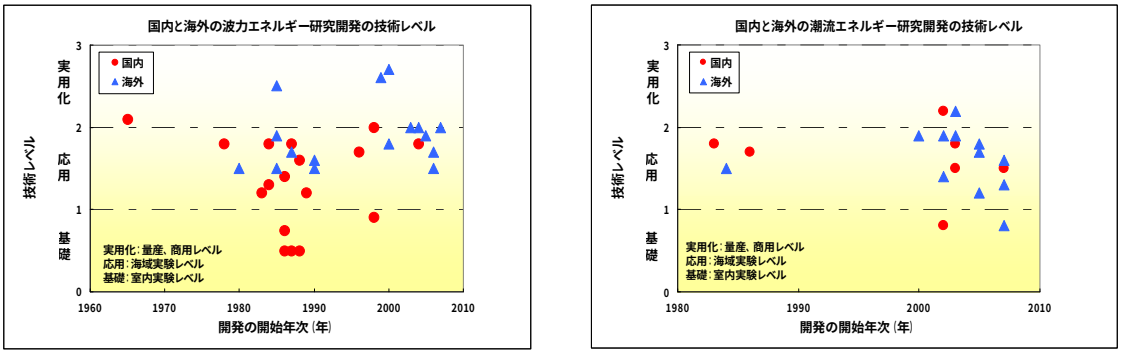


図 2-6　海洋エネルギーの研究開発の技術レベル[7]（左：波力、右：潮流）

次に国内と海外の取り組みの違いについて社会条件、技術条件、自然条件の点から比較し、整理した結果を表 2-6 に示す[8]。この図からわかるように、欧米を中心とする海外諸国は、海洋エネルギーを再生可能エネルギーに位置づけて、明確な政策対象にしている。このため、海洋エネルギーに対する多額の投資が行われており、民間企業の参入も多く、活発な海洋エネルギー開発が行われている。また、法規制の観点からも、法律体系が整理された状況にあり、民間企業の負担が軽減されている。技術条件では、技術レベルが実用化レベルに達していることから実証試験海域が整備され、一層技術開発がし易くなる環境が整備されている。このことが、波力、潮汐、潮流、洋上風力等の分野で欧米諸国が技術的リードをとっている要因の１つになっている。自然条件では、水深が浅く遠浅の面積が広いため着底式洋上風力の設置に適しているとともに、波力発電に適した波浪が存在している。また、潮流発電に適

した入り江や海峡が存在していることから海流発電機の開発が盛んであるが、海流について良好な海流が存在しないことから、海流発電機についてそれ程進展している状況にない。

表 2-6　国内と海外の取り組みの違い [8)]

	項　目	日　本	海外（欧米）
社会条件	国の施策（新エネルギー扱い、投資等）	新エネルギー*の扱いではない。	・再生可能エネルギーに位置づけ明確な政策対象となっている。[9)] ・投資額（英国 2005 年以降 40 億円以上、2006 年に £ 42Mプロジェクトを発表しスタート）[10)]
	近年の民間企業の参入（2000 年以降）	少ない。温度差、洋上風力関連(4 社)	・多い。波力、潮流、洋上風力（20 社以上） ・EC：1470 万ユーロの民間投資 [10)] ・民間中心の国際会議 Energy Ocean
	合意形成（漁業者等）	合意形成の手順が明確ではない	合意形成の手順が明確
技術条件	技術レベル	実用化に近い研究レベル	実用化レベル
	実証試験海域の整備	なし	2003 年欧州海洋エネルギーセンター整備（EMEC)、スコットランド政府及び EU の投資で設立。2008 年は 20 社が試験中。
	リードする技術分野	海洋温度差	波力、潮汐・潮流、洋上風力、沖合展開技術
自然条件	地形条件	水深が急深	水深浅、遠浅の面積が広いため、沿岸域の利用が可能
	エネルギーの賦存量	潮差（有明海 4.9m)、波パワー（5～50kw/m）[12)] は比較的小さい	潮差（フランスのランス 8.4m、カナダのファンデー湾 10.7m）[11)]、波パワー（12～102kw/m）[12)] が比較的大きい

*新エネルギー利用等の促進に関する特別措置法

第３章　日本版実証フィールドを取り巻く現状と課題

海洋エネルギーを取り巻く現状として研究、事業、および地域社会などとの間に存在する課題を明確化し、その課題解決に向けての実証フィールドの位置づけを整理した。また、実証フィールド整備に向けて具体的な制約条件となる法規制について整理した。

３．１　海洋エネルギーを取り巻く現状と課題

①研究者と民間事業者の間にある課題

・意識のギャップ

これまで、大学などにおける海洋エネルギー関連のデバイス研究成果が事業化に中々結びつかないことが課題として指摘されている。その要因として、「研究相互間の横断的連携不足の問題」と「研究と事業化に至る縦断的連続性の欠如の問題」が存在している。

横断的連携の分断は、研究者と事業者の行動パターンの違いに由来する。すなわち、大学等の研究者は最先端の研究成果を目指すが故に単独行動パターンになりやすい。他方、事業者は利益を重視するために連携行動パターンになる。

縦断的連続性の分断は、研究者が研究成果（学術性や先端性など）を重視するが、事業者は事業の実現（経済性や実現性など）を重視するという両者間の目的意識のズレに起因する場合が多い。この目的意識の強弱及び組織の縦割り状況により、ズレは一層増幅された状況になり、研究と事業化の間に死の谷が形成される傾向にある。

・行動パターンのギャップ

研究者は、研究事業に対して最先端を目指すものの、予算的制約等を受け単独行動になりがちであるが、事業者は、事業に対して利益を生むために、他の民間事業者、研究機関、自治体などと連携行動をとる。

これらの意識と行動のギャップに組織の縦割り状況が加わり、増幅された結果、死の谷が形成され、両者の融合の場が存在しない状況になっている。

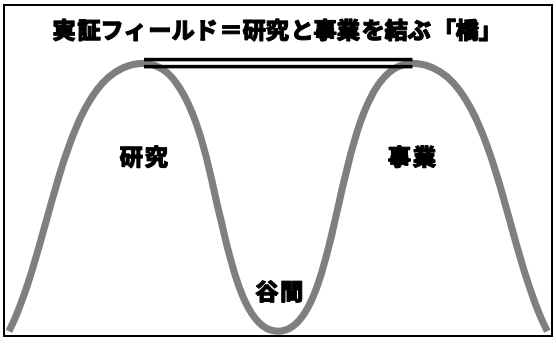


図 3-1　研究者と事業者との間にある課題のイメージ

②政府と民間事業者との間にある課題

政府の政策当局者と民間事業者の間に存在する課題は、リスクと責任のギャップを

如何に最少にするかである。両者は、リスクに対して自らの責任範囲をできる限り小さくする行動パターンをとる。このため、政策当局者と民間事業者との間には政策に対するギャップが存在する。特に、海洋エネルギー開発等の様に、厳しい自然条件の中で不確実性の高く、ライフサイクルの長い事業を行う場合は、意識のズレとギャップは増幅されるケースが多い。すなわち、政策当局者は部分的な政策の整合性を重視するが、事業者は事業全体の政策を期待する。

海洋開発事業では、技術開発事業を行う場合に社会的問題の解決が前提条件として要求される。具体的には、海面利用に当たり、漁業関係者との調整、複雑な行政手続などの複雑な社会条件が加わり、多大な時間と労力的負担強いられている現状にある。この海洋エネルギー開発に課されている負荷を官・民で分担する意識の共有とその課題解決の仕組みの構築が重要な課題である。

③地域社会と民間事業者との間にある課題

本来開発事業は開発事業者の利益につながるばかりでなく、地域の利益にもつながる事業である。にもかかわらず、両者の関係は対立的側面が強調されてきた。海洋エネルギー開発事業の実施に当たっては、地域社会との協調は不可欠の要素である。特に、海洋エネルギー開発事業と漁業は、両者の事業活動の場が近接しているため、より一層互恵的仕組みにより、両者が WIN－WIN の関係を築くことが求められている。

④世界と日本との間にある課題

日本の技術に対して、世界と日本の間には意識のミスマッチが生じている。国内では中々意識することが難しいことではあるが、世界が日本の技術に寄せている期待度は、想像以上に大きい。海洋エネルギー分野においても、嘗て波力発電分野で世界の先端を走っていた日本が陰を潜めていることに対して、世界のもどかしさが感じられる。反面、海洋国家を目指す日本は、必ず何時かは優れた技術力で世界に出てくるとの期待も大きい。すなわち、世界は日本に対して日本の優れた海洋エネルギー関連技術によって、世界が抱えるエネルギー問題、環境問題、貧困問題等を解決することを期待している。この分野において、日本はこれ以上世界とギャップを広げていくことは許されない。

３．２　実証フィールド整備に係る法規制

実証フィールドを整備する際には、水域の占用、海上工事、漁業、環境、発電装置に係わる法律の制約を受ける。

３．２．１　水域占用について

実証フィールドは、公共物である海域の一定区域を排他的に利用することになるので水域の占用許可を得る必要がある。水域占用に関しては、その区域を管轄する規定に基づいて許可申請を申請することになる。

以下、港湾区域、漁港区域、海岸保全区域、一般海域、自然公園ごとに内容と関連法規を示す。

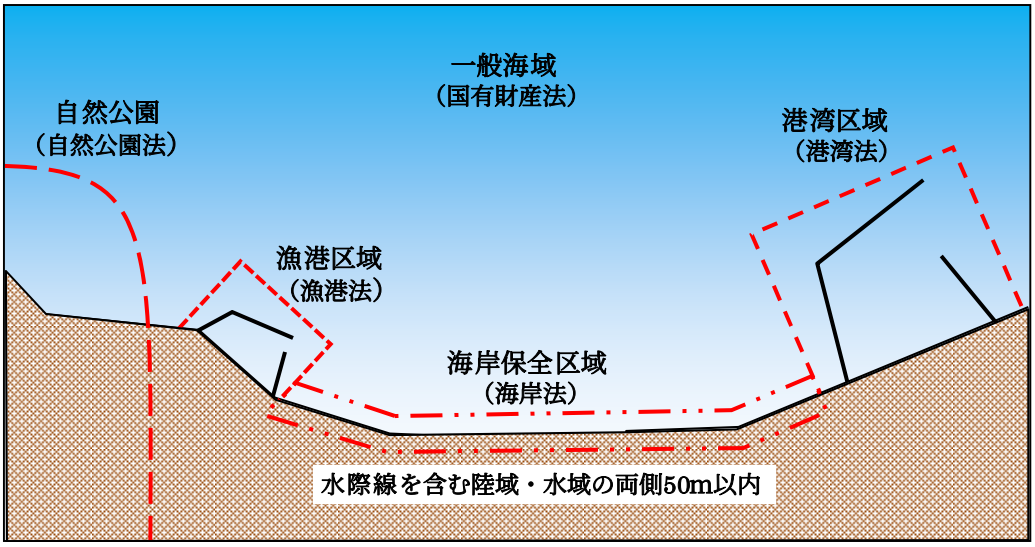


図3-2　水域占用に関わる区域と法律

表3-1　各区域における関連法規

区　域	内　　容	関連法規
港湾区域	水域占用には、港湾管理者の許可を必要とすることが港湾法で定められている。港湾管理者は、公告水域では地方自治体の長（知事・市長等）、開発保全航路では運輸大臣である。水域利用多様化への対応として、最長 10 年までの占用期間と、水域占用の要請の高い港湾においては、港湾計画と整合した水域利用計画を策定することが定められ、水域の長期・計画的利用に向けて改善が重ねられている。	港湾法
漁港区域	水域占用には、港湾管理者の許可を必要とすることが漁港法で定められている。港湾管理者は、第一種漁港では市町村長、その他では都道府県知事。主務大臣は農林水産大臣となっている。占用許可の対象は水域の占用が不可欠なものに限られ、漁業者の筏が一般的である。S47 年の通達において永久／半永久の工作物でないものに限り許可する事、占用期間を 1 年以内とする事が定められている。（許可を受けたものは占用料を徴収される）	漁港法
海岸保全区域	海岸保全区域は、護岸の整備や国土の保全を目的として、水際線を挟む陸域・水域の両側 50m以内に指定されている。S31 年に制定された海岸法では、海岸保全区域の占用に関しては水面を除くとしていて（7 条）水域占用についての規定が無いのが現状である。	海岸法
一般海域等	一般海域は、港湾法・漁港法・海岸法の適用を受けない海域を指す。一般海域の管理権が国にあるとする場合と地方自治体にあるとする場合で適用法規が異なる。国にあるとする場合は、国有財産法に基づく国土交通省所管国有財産取扱規則により、地方自治体にあるとする場合は、各地方自治体が定める条例に基づいて管理が行なわれる。	国有財産法
自然公園	自然の風景地を保護し、国民の保健、休養および教化に資する区域を自然公園として指定している。自然公園法は、「国立公園」「国定公園」「都道府県立自然公園」に分類され、一定規模以上の工事を行う際には許可が必要となる。	自然公園法

（1）港湾法

港湾法は、港湾の秩序ある整備と適正な運営を図るとともに、航路を開発し保全することを目的として、昭和25年に制定された法律である。

港湾の施設を管理する地方公共団体が設立する港務局が、国土交通大臣や都道府県知事の許可を受けて「港湾区域」を指定している。また、港湾区域に隣接する地域であって港湾管理者の長が指定する地域を「港湾隣接地域」という。

港湾区域内や港湾区域に隣接する地域において、港湾管理者が指定する区域内で、以下に示す行為を行う者は、港湾管理者の許可を受ける必要がある。

- 港湾区域内の水域（政令で定めるその上空及び水底の区域を含む。以下同じ。）又は公共空地の占用
- 港湾区域内の水域又は公共空地における土砂の採取
- 水域施設、外郭施設、係留施設、運河、用水きよ又は廃水きよの建設又は改良（第1号の占用を伴うものを除く。）
- 港湾の開発、利用又は保全に著しく支障を与えるおそれのある政令で定める行為（上記に掲げるものを除く）

港湾付近に実証フィールドを設置する際には、港湾区域・港湾隣接地域の確認を行い、必要に応じて許可を受ける必要がある。

（2）漁港法

この法律は、水産業の発達を図り、これにより国民生活の安定と国民経済の発展とに寄与するために、漁港を整備し、及びその維持管理を適正にすることを目的とする。

「漁港」とは、天然又は人工の漁業根拠地となる水域及び陸域並びに施設であり、以下のような種類に分類されている。

- 第一種漁港　その利用範囲が地元の漁業を主とするもの
- 第二種漁港　その利用範囲が第一種漁港よりも広く、第三種漁港に属しないもの
- 第三種漁港　その利用範囲が全国的なもの
- 第四種漁港　離島その他辺地にあって漁場の開発又は漁船の避難上特に必要なもの

漁港の港湾管理者は、第一種漁港は市町村、第一種漁港以外は都道府県である。漁港区域内の水域または公共空地において水面もしくは土地の一部の占用をしようとする者は農林水産大臣の許可を受けなければならない。

漁港付近に実証フィールドを設置する際には、漁港管理者に確認をとり、必要に応じて許可を受ける必要がある。

（3）海岸法

海岸法は、津波、高潮、波浪その他海水又は地盤の変動による被害から海岸を防護するとともに、海岸環境の整備と保全および公衆の海岸の適正な利用を図ることを目的として、昭和 31 年に制定された法律である。

都道府県知事は、海水または地盤の変動による被害から海岸を防護するため、海岸保全

施設の設置等の管理を行う必要があると認められる場合には、防護すべき海岸に係る一定の区域を「海岸保全地域」として指定することができる。海岸保全区域は、陸地においては春分の日の満潮時の水際線から、水面においては春分の日の干潮時の水際線からそれぞれ 50m 以内（原則）で指定される。

海岸保全区域内において以下の行為をしようとする者は、海岸管理者の許可を受ける必要がある。

- 土石（砂を含む）を採取すること
- 水面若しくは公共海岸の土地以外の土地において、他の施設等を新設し、又は改築すること
- 土地の掘さく、盛土、切土又は海岸管理者が海岸保全施設を損壊する恐れがあると認めて指定した木材その他の物件の投棄・係留等

実証フィールドを整備する際は、海岸域で海底ケーブル埋設等の工事が行われることが想定されるため、当該海域が海岸保全区域に該当するか確認を行い、必要に応じて許可を受けることとなる。

（4）国有財産法

国有財産法によれば国の財産は普通財産と行政財産とに分けられており、普通財産は、貸付・払い下げ、その上に私権を設定することが出来るが、行政財産は原則としてそれらが出来ないことになっている。海域は行政財産の一種である公共用財産に属すると考えられているため、これを普通財産に組み替えることが出来れば、その貸与・払い下げ・出資等は可能であると考えられる。若しくは、行政財産のままでも例外措置として、特定の法人（日本鉄道建設公団・日本道路公団等）については貸与・地上権の設定が出来ることから、特別法によって行政財産のまま権利関係を整理していくことも考えられる。

（5）自然公園法

自然公園は、環境大臣が指定する国立公園・国定公園および都道府県知事が指定する都道府県立自然公園があり、いずれも自然環境の保護と快適で適正な利用が推進されている。国立公園は環境省が管理し、国定公園・都道府県立自然公園は都道府県が管理する。

自然公園の指定地域では、開発を全面的に禁止してはいない。国有地、公有地のほか、民有地も含まれるため、農業や林業、その他の産業活動を行うことも一定の条件下で許容している。

なお、国立公園または国定公園内の海域の景観を維持するため、公園計画に基づいて、海域公園地区が設けられている。海域公園地区内における工作物の新築・改築、鉱物の採取、広告の掲示、動植物の採取、埋立・干拓、海底の形状の変更、物の繋留、排水、環境大臣が指定する区域・期間内の動力船の使用には、許可が必要となる。

3．2．2　水域占用以外について

水域占用以外の法規は、以下の表にまとめた。

表 3-2　関連法令一覧

分　野	法令名	実証フィールド		備　　考
		設置時	稼動時	
海上工事	港則法（国土交通省）	○		
	海上交通安全法（国土交通省）	○		
	水路業務法（国土交通省）	○		
漁　業	漁業法（農水省）	○		漁業補償と関連
	水産資源保護法（農水省）	○		
	沿岸漁業振興法（農水省）	○		
	沿岸漁業整備開発法（農水省）	○		
環　境	公害対策基本法（環境省）		○	
	水質汚濁防止法（環境省）		○	
	海洋汚染及び海上災害の防止に関する法（環境省）		○	
	大気汚染防止法（環境省）		○	
	騒音防止法（環境省）		○	
	振動規制法（環境省）		○	
発電装置	電気事業法（経済産業省）	○	○	海底ケーブル
	建築基準法（国土交通省）		○	
	船舶安全法（国土交通省）		○	
	電波法（総務省）		○	
	消防法（総務省）		○	
	航空法（国土交通省）		○	高さ制限、障害灯設置
	航路標識法（国土交通省）		○	

注）○：関連する法令あるいは関連する可能性が高い法令、△：関連する可能性がある法令

漁業と漁業補償について

漁業は、漁業制度に基づいて大別すると①自由漁業、②漁業権漁業、③許可漁業の 3 つがあり、内容や免許又は許可等の存続期間、免許又は許可権者等が異なっている。

自由漁業は、小規模な釣り漁業、延縄漁業等であり、許認可等の必要がない。漁業権は漁業法（第 6 条）で定義されており、共同漁業権（沿岸の採貝・採草、小型の定置網等が営まれる水域）、区画漁業権（養殖が行われている水域）および定置漁業権（大型定置網が設置されている水域）がある。また、指定漁業には、大臣許可漁業（指定漁業（第 52 条）、特定大臣許可漁業（第 65 条））と知事許可漁業（法定知事許可漁業（第 66 条）、知事許可制漁業（第

65 条)）がある。

漁業権は他の漁業を排他し海域を独占的に営む権利であり、許可漁業は水産資源保護及び漁業調整のために一般的に禁止し、行政庁が特定者に禁止を解除するものである。

漁業法

（漁業権の定義）

第 6 条　この法律において「漁業権」とは、定置漁業権、区画漁業権及び共同漁業権をいう。

2　「定置漁業権」とは、定置漁業を営む権利をいい、「区画漁業権」とは、区画漁業を営む権利をいい、「共同漁業権」とは、共同漁業を営む権利をいう。

3　「定置漁業」とは、漁具を定置して営む漁業であつて次に掲げるものをいう。

一　身網の設置される場所の最深部が最高潮時において水深二十七メートル（沖縄県にあつては、十五メートル）以上であるもの（瀬戸内海（第百十条第二項に規定する瀬戸内海をいう。）におけるます網漁業並びに陸奥湾（青森県焼山崎から同県明神崎燈台に至る直線及び陸岸によつて囲まれた海面をいう。）における落とし網漁業及びます網漁業を除く。）

二　北海道においてさけを主たる漁獲物とするもの

4　「区画漁業」とは、次に掲げる漁業をいう。

一　第一種区画漁業　一定の区域内において石、かわら、竹、木等を敷設して営む養殖業

二　第二種区画漁業　土、石、竹、木等によつて囲まれた一定の区域内において営む養殖業

三　第三種区画漁業　一定の区域内において営む養殖業であつて前二号に掲げるもの以外のもの

5　「共同漁業」とは、次に掲げる漁業であつて一定の水面を共同に利用して営むものをいう。

一　第一種共同漁業　藻類、貝類又は農林水産大臣の指定する定着性の水産動物を目的とする漁業

二　第二種共同漁業　網漁具（えりやな類を含む。）を移動しないように敷設して営む漁業であつて定置漁業及び第五号に掲げるもの以外のもの

三　第三種共同漁業　地びき網漁業、地こぎ網漁業、船びき網漁業（動力漁船を使用するものを除く。）、飼付漁業又はつきいそ漁業（第一号に掲げるものを除く。）であつて、第五号に掲げるもの以外のもの

四　第四種共同漁業　寄魚漁業又は鳥付こぎ釣漁業であつて、次号に掲げるもの以外のもの

五　第五種共同漁業　内水面（農林水産大臣の指定する湖沼を除く。）又は農林水産大臣の指定する湖沼に準ずる海面において営む漁業であつて第一号に掲げるもの以外のもの

（指定漁業の許可）

第 52 条　船舶により行なう漁業であつて政令で定めるもの（以下「指定漁業」という。）を営もうとする者は、船舶ごとに（母船式漁業（製造設備、冷蔵設備その他の処理設備を有する母船及びこれと一体となつて当該漁業に従事する独航船その他の農林水産省令で定める船舶（以下「独航船等」という。）により行なう指定漁業をいう。以下同じ。）にあつては、母船及び独航船等ごとにそれぞれ）、農林水産大臣の許可を受けなければならない。

（漁業調整に関する命令）

第 65 条　農林水産大臣又は都道府県知事は、漁業取締りその他漁業調整のため、特定の種類の水産動植物であつて農林水産省令若しくは規則で定めるものの採捕を目的として営む漁業若しくは特定の漁業の方法であ

つて農林水産省令若しくは規則で定めるものにより営む漁業（水産動植物の採捕に係るものに限る。）を禁止し、又はこれらの漁業について、農林水産省令若しくは規則で定めるところにより、農林水産大臣若しくは都道府県知事の許可を受けなければならないこととすることができる。

（許可を受けない中型まき網漁業等の禁止）

第 66 条　中型まき網漁業、小型機船底びき網漁業、瀬戸内海機船船びき網漁業又は小型さけ・ます流し網漁業を営もうとする者は、船舶ごとに都道府県知事の許可を受けなければならない。

2　「中型まき網漁業」とは、総トン数五トン以上四十トン未満の船舶によりまき網を使用して行う漁業（指定漁業を除く。）をいい、「小型機船底びき網漁業」とは、総トン数十五トン未満の動力漁船により底びき網を使用して行う漁業をいい、「瀬戸内海機船船びき網漁業」とは、瀬戸内海（第百十条第二項に規定する瀬戸内海をいう。）において総トン数五トン以上の動力漁船により船びき網を使用して行う漁業をいい、「小型さけ、ます流し網漁業」とは、総トン数三十トン未満の動力漁船により流し網を使用してさけ又はますをとる漁業（母船式漁業を除く。）をいう。

このような水域で、干拓、埋立等の公共事業の施工により、海域の消滅あるいは制限が必要となる場合等においては、漁業者に漁業補償が支払われる。

漁業補償は「公共用地の取得に伴う損失補償基準要綱」（昭和 37 年 6 月　閣議決定）等により規定されたものであり、当該基準要綱は土地収用法その他の法律により土地等を収用し、又は使用できる事業に必要な土地等の取得又は使用に伴う損失の補償基準の大綱を示したものである。

同要綱の第 17 条に漁業権等の消滅に係る補償について示されており、「消滅させる漁業権、入漁権その他漁業に関する権利（以下「漁業権等」という。）に対しては、当該権利を行使することによって得られる平年の純収益を資本還元した額を基準とし、当該権利に係る水産資源の将来性等を考慮して算定した額をもって補償するものとする。」となっている。

また、第 38 条には漁業廃止に対する補償、第 39 条に漁業休止に対する補償、第 40 条に漁業の経営規模縮小に対する補償などが示されている。

補償額は、漁獲量、魚価、経費、被害率、年利率及び制限期間（休止期間）の要素をもとに算定される。

漁業権内に実証フィールドを整備する場合、補償の対象は当該漁協となるが、その他の一般海域において整備する場合は、許可漁業や自由漁業を営む漁業者に補償を行うこととなり、補償対象者は多岐に及ぶと考えられる。

公共用地の取得に伴う損失補償基準要綱

第 17 条　消滅させる漁業権、入漁権その他漁業に関する権利（以下「漁業権等」という。）に対しては、当該権利を行使することによつて得られる収益（漁業粗収入から漁業経営費（自家労働の評価額を含む。）を控除した額をいう。）を資本還元した額を基準とし、当該権利に係る水産資源の将来性等を考慮して算定した額をもつて補償するものとする。

第 38 条　漁業権等の消滅又は制限に伴い通常漁業の継続が不能となると認められるときは、次の各号に掲げる額を補償するものとする。

一　漁具等の売却損その他資本に関して通常生ずる損失額及び解雇予告手当相当額その他労働に関して通常生ずる損失額

二　転業に通常必要とする期間中の従前の所得相当額（法人経営の場合においては、従前の収益相当額）

2　第 31 条第 2 項の規定は、前項の場合について準用する。

第 39 条　漁業権等の消滅又は制限に伴い通常漁業を一時休止する必要があると認められるときは、次の各号に掲げる額を補償するものとする。

一　通常漁業を休止することを必要とする期間中の固定的な経費等

二　通常漁業を休止することを必要とする期間中の所得減（法人経営の場合においては、収益減）

第 40 条　漁業権等の消滅又は制限に伴い通常漁業の経営規模を縮少しなければならないと認められるときは、次の各号に掲げる額を補償するものとする。

一　漁業の経営規模の縮少に伴う資本及び労働の過剰遊休化により通常生ずる損失額

二　漁業の経営規模の縮少に伴い経営効率が客観的に低下すると認められるときは、これにより通常生ずる損失額

2　第 31 条第 2 項の規定は、前項の場合について準用する。

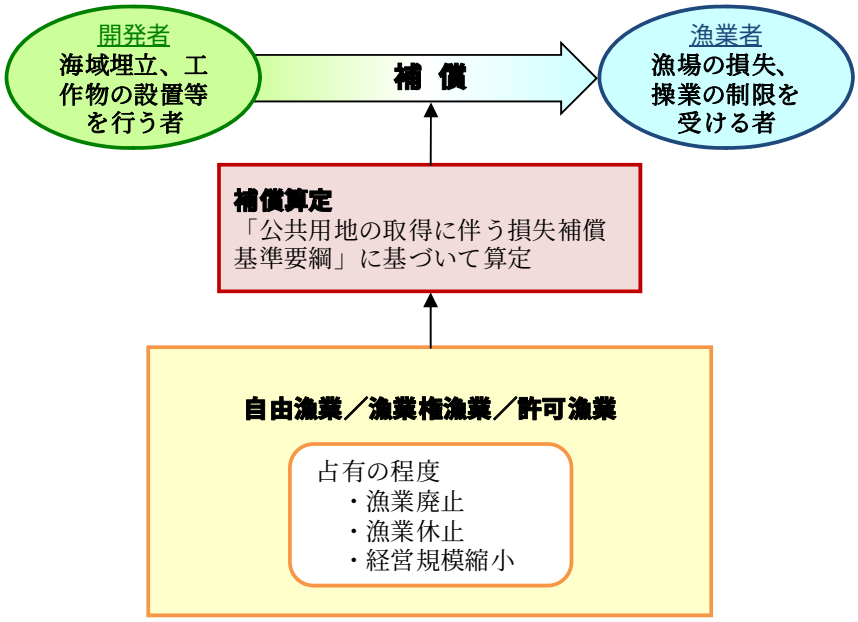


図 3-3　漁業補償の仕組み

3．2．3　類似事例

海洋構造物等の設置に伴う法的対応について、過去 10 年までの類似事例を文献等から抽出した。設置海域や装置規模によって異なるが、港湾法、海上災害の防止に関する法律、航路標識法等で対応している。

(1) ジャイロ式波力発電装置

実施主体：神戸大学、鳥取大学、アルファ技研(株)
設置期間：平成18年～平成20年（フェーズ1）
設置海域：鳥取港湾区域内
法的対応：港則法に基づき海上保安庁に作業許可申請
（ヒアリング調査結果より）

(2) ジャイロ式波力発電装置 2

実施主体：(株)ジャイロダイナミクス
設置期間：平成20年～平成22年（フェーズ2）
設置海域：和歌山県周参見漁港の外側、下山防波堤沖合約200mの地点
法的対応：漁協の設置承認、港則法に基づき海上保安庁に作業許可申請
（ヒアリング調査結果より）

(3) メガフロート

実施主体：メガフロート技術研究組合
設置期間：平成10年～平成12年
設置海域：横須賀港（追浜地区）東北防波堤内側
法的対応：装置の設置に関しての詳細な情報はないが、実証試験中の環境調査に伴う法対応として、港則法に基づき海上保安庁に作業許可申請を提出した。
（既存資料より）

(4) マイティーホエール

実施主体：海洋科学技術センター（現　海洋研究開発機構(JAMSTEC)）
設置期間：平成10年～平成12年
設置海域：三重県南勢町五ヶ所湾の湾口1.5km沖
法的対応：地元漁協協議会の設置承認
※マイティーホエールは、自ら積極的に位置保持を行なうための装置を持たないこと、また、計測データの回収や、浮体の点検整備以外は基本的に無人運転となることから、船舶の扱いは受けず、船舶安全法の適用から除外された。このため、本装置はブイとしての取り扱いとなり、衝突防止等の安全確保の面から航路標識法が適用された。
（既存資料より[13,14]）

(5) 拓海

実施主体：（社）マリノフォーラム21
設置期間：平成17年～平成19年（3年間）
設置海域：相模湾（平塚沖25km）
法的対応：国有財産法に基づき、神奈川県知事へ設置許可申請
海上保安部などと協議し、以下のやり取りで理解を得て実験を実施した。
（既存資料より[15]）

表3-3　「拓海」設置における海上保安部からの問い合わせ及び回答

海上保安部からの問い合わせ	回　答	法的対応
航行安全上の見地から見た設置位置の状況	・城ケ島と石廊崎を結ぶ線より 10 マイルほど陸側にあり、相模湾に入って来る船以外はほとんど通行しない。 ・通行船は真鶴港、大磯港に入出港する船である。 ・相模湾は米軍演習海域である。	海上交通安全法
油漏れ対策	・本装置は基本的には無人で陸上より監視、支援する（月 1 回通船）。 ・燃料油タンク（FOT）液面を陸で常時モニターする。 ・第一種警報で液面異常低下（油漏れ）を警報する。 ・FOT は下部浮体のダブルハル内部に配置 ・FOT は A 重油給油バージにより通常の方法で年 2 回給油予定。	海洋汚染等及び海上災害の防止に関する法律
装置の漂流対策	・直ちに MF21 に対策本部を設け、適切迅速な対応を取る。	海洋汚染等及び海上災害の防止に関する法律
灯火	・航路標識を装備する。仕様は灯台部に確認する。	航路標識法
漁業関係者との調整・設置期間・撤去について	・神奈川県水産課を通じ、関係漁協と調整済み。 ・世界初の海洋肥沃化実験機であり、水産庁主導で技術開発が行われるもの。漁業者の期待はある。 ・少なくとも 5 年使う。各部精査の上、それ以上使う場合も考えられる。 ・使用後は撤去する。	―
設置の許認可	・設置許可は神奈川県知事に「つきいそ設置届」を提出する。 ・本施設はエンジンなどを有する海洋構造物であり、塗装の色（水面上）は慣例により白とする。	国有財産法
設置後沈んだ場合の対策	・沈んだ場合、水深は約 1,000m あり、排水量も 1,700 t と 499GT 船級なので引き揚げは非常に難しい。 ・保険をかけることを検討中	海洋汚染等及び海上災害の防止に関する法律

（出所：平成 14 年度深層水活用型漁場造成技術開発機器開発ワーキンググループ報告書（要約）加筆修正）

３．３　課題解決の考え方

実証フィールドを整備し、海洋再生可能エネルギー産業を創出・発展させていく際には、多数の法規制の制約を受けることとなる。実証フィールド整備や海洋再生可能エネルギー開発を実現させるためには、研究、事業、および地域社会などとの間にある課題を解決するとともに、組織的、法的な位置づけを行い、他の法規制に対して一定の効力を持たせることが必要と考えられる。

例えば、構造改革特別区域法により「実証フィールド特区」として整備することが一例としてあげられる。

同法は、構造改革特別区域（以下、特区）を設定し、規制の特例措置の適用を受けることによって経済社会の構造改革の推進及び地域の活性化を図り、国民生活の向上及び国民経済の発展に寄与することを目的としており、特区とは、地方公共団体が自発的に設定する区域であり、当該地域の特性に応じた特定事業を実施するものと定義されている。

この規制の特例措置として、実証実験を実施する発電装置に対する海上保安庁等への許可申請が緩和されれば、開発者がこれまで手続に要していた労力が軽減され、発電装置の開発・実用化の推進に寄与すると考えられる。

構造改革特別区域法

第 1 条　この法律は、地方公共団体の自発性を最大限に尊重した構造改革特別区域を設定し、当該地域の特性に応じた規制の特例措置の適用を受けて地方公共団体が特定の事業を実施し又はその実施を促進することにより、教育、物流、研究開発、農業、社会福祉その他の分野における経済社会の構造改革を推進するとともに地域の活性化を図り、もって国民生活の向上及び国民経済の発展に寄与することを目的とする。

第 2 条　この法律において「構造改革特別区域」とは、地方公共団体が当該地域の活性化を図るために自発的に設定する区域であって、当該地域の特性に応じた特定事業を実施し又はその実施を促進するものをいう。

2　この法律において「特定事業」とは、地方公共団体が実施し又はその実施を促進する事業のうち、別表に掲げる事業で、規制の特例措置の適用を受けるものをいう。

3　この法律において「規制の特例措置」とは、法律により規定された規制についての第四章で規定する法律の特例に関する措置及び政令又は主務省令により規定された規制についての政令又は主務省令で規定するこれらの規定の特例に関する措置をいい、これらの措置の適用を受ける場合において当該規制の趣旨に照らし地方公共団体がこれらの措置と併せて実施し又はその実施を促進することが必要となる措置を含むものとする。

4　この法律（第 43 条第 1 項を除く。）において「地方公共団体」とは、都道府県、市町村（特別区を含む。第 4 条第 3 項及び第 6 項並びに第 19 条第 1 項において同じ。）又は地方自治法（昭和 22 年法律第 67 号）第 284 条第 1 項の一部事務組合若しくは広域連合をいう。

第４章　日本版実証フィールドの必要性とコンセプト

４．１　実証フィールドに対するヒアリング調査結果

本調査では、実証フィールドの必要性について、装置の研究開発を行っている委員及び専門家等からヒアリングを行った。その結果を以下に示す。

＜実用化検証の場としての必要性＞

大学の研究者からは、実証フィールドの整備に強い要望がある。その理由としては、基礎研究から実用化のステップとして、実海域において、性能や材質について長期的に試験を行ない、海域の条件に耐えられるかどうか確かめたいという点、また、屋内水槽で出現した性能が、実海域でもきちんと出せるかどうかを検証したいという点を挙げている。

その他に、実海域試験の経験を持つ研究者は、海面利用にあたって、地元の漁業関係者との利用調整や所管官庁への提出書類作成等に多くの手間と時間を割いており、調整を円滑化、手続きを簡明化して、実証試験がスムーズに実施できる環境を望んでいる。また、実証フィールドの付帯機能として、海底ケーブル、モニタリングブイ等の設備が利用できるので、予算の少ない大学は実証フィールドの整備に期待を寄せている。

海洋エネルギーの装置のユーザーとしては、複数の装置を、同じ条件で比較し、性能の優劣を評価できる場所が必要ではないかと考えている。

＜地域振興としての必要性＞

実証フィールドを地域エネルギー振興の起点と位置づけ、その先の漁業振興、地域振興にどう繋げるかを模索している地方公共団体があった。この様な地方公共団体は、海に囲まれた地域特性を活かし、海流、波浪の高いポテンシャルを利用しながら、海洋エネルギーの事業化、すなわち新たな産業クラスターの形成を図ることによって地域振興に繋げて行けると期待している。

その際の実証フィールドの場所としては、漁業とバッテイングしない所を確保して、大学からの技術的支援と地元漁業関係者による支援体制をつくり、開発者をサポートしていくと言う考え方である。

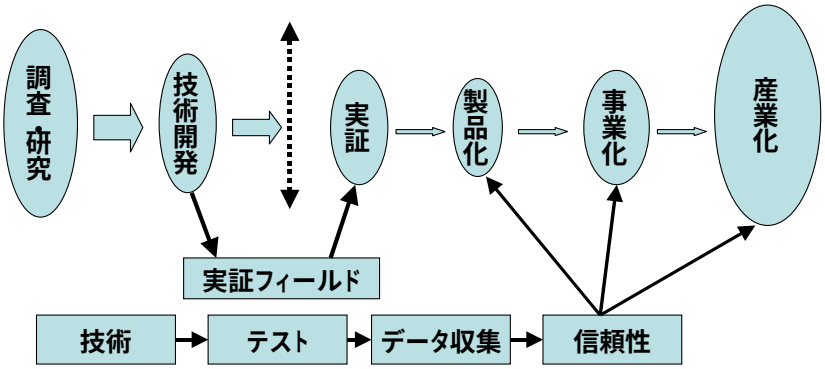
また、将来的には、海洋エネルギーの利用が、漁師の利益につながるような仕組みを作り、自分たちで管理できるようになれば、海洋エネルギーは急速に広がるものと考えている。因みに、海外では、地球温暖化の CO_2 排出量削減政策の下、その実現に向けて再生可能エネルギーが有効であるという認識をもち、再生可能エネルギーを利用したビジネスを拡大しつつある。

４．２　実証フィールドの効果と必要性

諸外国の先進事例、我が国の開発事業者の意見、我が国が置かれた状況等を踏まえて、海洋エネルギー開発のための実証フィールドの効果と必要性を整理すると次の通りである。

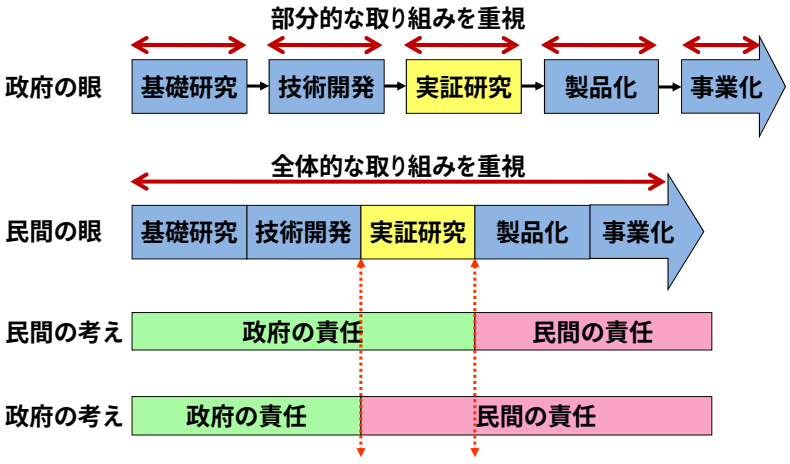
①実海域実証試験の場の提供

技術開発の観点からは、海洋エネルギーの実用化に不可欠な実証の場を提供する。海洋エネルギーに限らず、技術開発を経済的価値に結びつけるためには技術の実用化、製品化が必要である。特に、技術の実用化や製品化には技術の実証によるデータの収集と検証結果が不可欠である。実証フィールドは開発者に実証のためのツールを提供することになり、技術の開発を飛躍的に促進させる効果が期待できる。我が国の場合、発電効率や耐久性等について実海域で試験を行い、実用化に近い段階にまで来ている波力発電や海流発電等の開発技術を実用化レベルに押し上げる効果が期待できる。



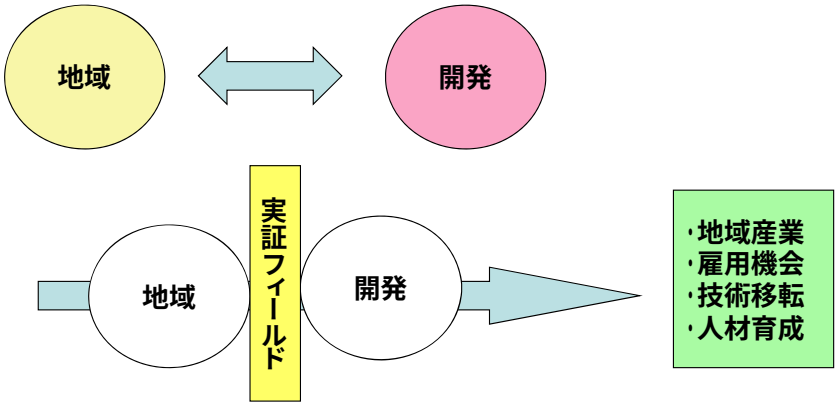
②政府と民間の政策的ミスマッチの解消

政策当局者は、事業化までの各プロセスの基礎研究、技術開発、実証研究、製品化、事業化の各ステップで部分的な取り組みの整合性を重視している。一方、民間事業者は、最終目標が事業化までの全体的な取り組みを重視しており、両者のミスマッチが存在する。実証研究の検証の中心的役割を担う実証フィールドの整備が、このミスマッチを官・民で分担する意識の共有につながり、その課題解決の仕組みになるものと考えられる。



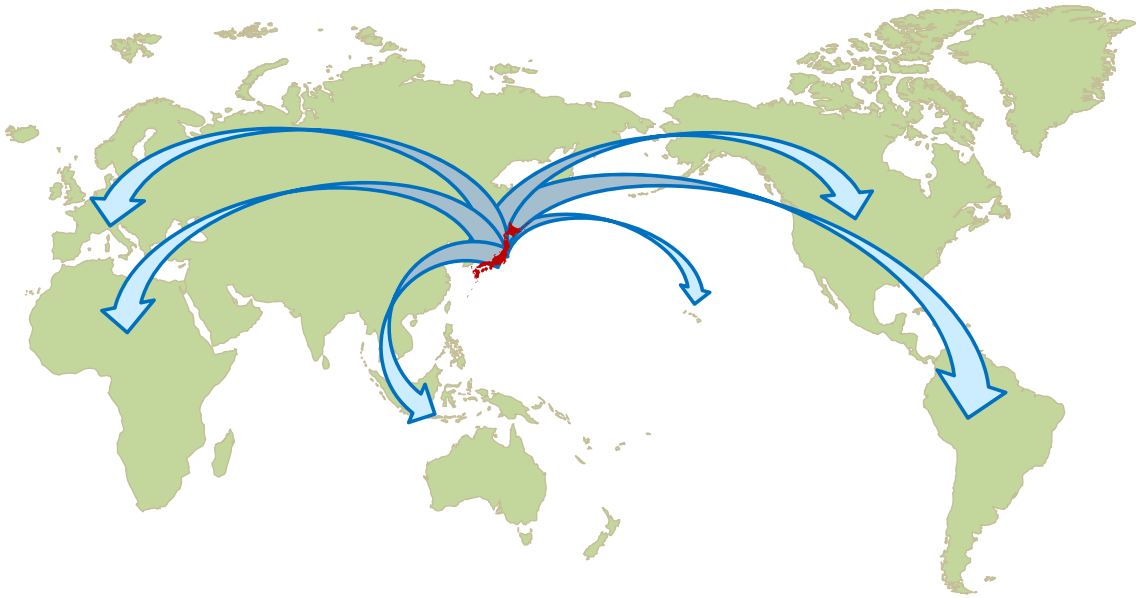
③地域の技術・人材・エネルギーの集積

海洋エネルギーの実証フィールドの創設は、地域の技術の集積を促し、地方振興の効果をもたらす効果を期待できる。地方にとって地域に根ざした、人材や産業の育成は重要な課題である。海洋エネルギーの実証フィールドの創設は、これを基点にした技術集積、産業集積を促し、新産業の創出と雇用形成を促す効果が期待できる。



④国際標準化等国際協力の拠点形成

海洋エネルギーの実証フィールドの創設は、国際協力の拠点形成に貢献する。アジア等の諸国で開発された技術を実証するサービスを提供することにより、アジア等への技術移転を促進、すなわち世界への架け橋となる効果が期待できる。



第５章　国内外の実証フィールドの調査

５．１　国内調査

５．１．１　国内ヒアリング調査

実証フィールドとして要求される設備の機能・立地条件を明らかにするため、海流発電、波力発電等の実証試験を行っている専門家、技術者、及び関係者へのヒアリングを実施し、実施海域を選定された経緯、実証試験の課題、地元との合意形成、実証フィールドとして必要な機能、立地条件、可能性のある地域等について意見を取りまとめた。

ヒアリングの実施対象は表 5-1 にまとめた。ヒアリングのポイントは、以下のとおりである。

・実証試験の現状（取り組み）
・実証フィールドの立地条件
・実証海域として可能性のある地域
・海洋エネルギーの事業化について
・我が国の海洋エネルギー政策について

表 5-1　ヒアリング対象と実施時期

ヒアリング対象	専　門　家	試験海域	ヒアリング実施日（平成 22 年）
波力発電	神吉博（㈱ジャイロダイナミクス副社長、神戸大名誉教授）、築山勲（技術部主任）	和歌山周参見町地先海域	1 月 12 日
波力発電	有井士郎（鳥取大学大学院工学研究科 情報エレクトロニクス専攻　准教授）	鳥取港海域	1 月 13 日
潮流発電	経塚雄策（九州大学大学院　総合理工学研究院　流体環境理工学部門　教授）	長崎県生月大橋	1 月 20 日
洋上風力	鈴木英之（東京大学大学院　新領域創成科学研究科　海洋技術環境学専攻　教授）	東大実験水槽	2 月 16 日
潮流発電	南條宏肇（弘前大学北日本新エネルギー研究センター担当　学長特別補佐）	青森県大間崎	2 月 18 日
エネルギー開発振興	濱舘豊光（青森県エネルギー総合対策局 エネルギー開発振興課　副参事）	青森県	2 月 18 日

（敬称略、ヒアリング実施順に記載）

1）実証試験の現状（取り組み）

専門家が過去に実施してきた実証実験等の経験から、以下の項目についてコメントを頂いた。

＜過去の実海域試験の海域選定理由＞

選定理由としては、以下の海域条件、利便性、経済性等であった。

・（海域条件）海洋エネルギーのポテンシャルの高い海域、地形条件
・（利便性）現地までのアクセスの良さ
・（経済性）工事費等コストのかからない（業者がいる）場所

＜地元の合意形成＞

・地域によって異なるが、自治体と漁協が話しあって、地元説明会等を開催して相互理解を得る形となっている。その前提には、“ステークホルダー（自治体、組合長、施設管理者等）に、海洋エネルギーに対して理解のある方がいること”が重要な要素である。
・大学の研究ということで大学が前面に立つケースでは、地元の合意が得られやすい場合が多かったケースがあった。
・一般論として、地元漁業とあまり競合していない場所の方が、受け入れられやすい。
・海洋エネルギーが新たな事業になるのではということで興味を持つ地元関係者もいる。
・エネルギー産業振興戦略をもち、支援してくれる自治体の管理する海域が、実証フィールドの整備に有望と考えられる。

＜実証試験の課題＞

○研究者が実験に専念できる環境作り

・装置の設置、組立、撤去をしてくれる人、工事業者、船員
・実験設備、組立て場所

等を整備する必要がある。

○実験海域のデータ整備

・水深、潮流、波浪データの整備

実証海域を整備段階において、事前に調査をする必要がある。

○環境影響評価

漁業関係者に対して、プロペラの振動、騒音等が魚に影響しないことを科学的に証明することと、魚等の巻き込み防止等の対応策が必要。

2）実証フィールドの立地条件

専門家に、実証フィールドの整備について、以下の項目についてお伺いし、コメントを頂いた。

＜海域条件＞

・海洋エネルギーのポテンシャルが高いところで、開かれた場所。
・波高は高くて、同じ方向の波、きれいな波が理想である。
・設置の点からは、断崖絶壁の急深ではなく、アンカーができる場所。
・メンテナンスを考えると、岸に近い場所。

＜社会条件＞

・許可や交渉に関係なく試験できる場所。
・交通のアクセスが良いところ。装置の輸送の際、道路に高さ制限があるところは分解して輸送しなければならないので避けたい。また、海上輸送の場合には、港湾施設が必要と考えられる。
・使われなくなった漁港の利用も考えられる。

＜規模、機能＞

・規模としては、コストはかけなく、できるだけ規模は小さく、例えば、デンマークの実験海域のような桟橋、電源ケーブルだけ備えた無人の施設。
・地形条件から、航路の横等を利用して、数十 m から数百 m 規模。

一方で、実験を円滑に進めるため EMEC のような設備が望まれている。

・海底地形の地盤整備、水深データの整備。
・モニタリング
気象、海象（波高計、ADCP)、水中監視カメラ
・通信施設　インターネット（リモートでデータをモニターできるように）
・台船、警戒船
・組立て、修理施設
例えば、廃ドックのようなところで、クレーンがあり、溶接ができ、屋根がある施設
・避難場所
台風や冬の日本海はきびしいので、一時的に避難できる場所
・スマートグリッドの試験、平滑化するための技術、余った電力を蓄電池で溜めてインバータ（直流を交流に変換）で送電等が試験できる機能。

＜系統連系の必要性＞

・今の段階は、まだ小規模なので、電気の質がわかり、データが得られるだけで十分である。
・課題の抽出を目的に系統連系してもいいのでは。
・発電装置の性能（発電量、安定性等）を確認するフェーズでは、インフラの試験が必要である。
・系統連系の利用としては、余った電力を生け簀の 24h 循環ポンプに利用するアイデアがある。

＜運用＞

・実証フィールドの運営主体としては、大学、公的研究機関、船級協会等が考えられる。

・国及び自治体の融資や債務保証（金融支援）のもと、大学が技術サポート、地元企業、漁協で体制をつくり、漁師にメリットが生まれるような運用方法を目指したい。

3）実証海域として可能性のある地域

専門家に、実証フィールドの可能性の地域について、以下の項目についてお伺いし、コメントを頂いた。

＜ポテンシャルエネルギーの視点＞

・波ポテンシャルが高いところとして、日本海側の東北沿岸域、太平洋側は、房総沖等。

・海流、潮流のポテンシャルが高いところとして、瀬戸内海の海峡、九州の離島等が有望とされる。ただし、瀬戸内海は、法的規制があり関係省庁に了解をとる必要がある。

・黒潮のエネルギーが利用できる伊豆七島、紀伊半島、千葉の房総等。

＜社会的視点＞

・海洋エネルギーに興味を示している自治体がある。そこは、東京、大阪からのアクセスもよい。

・日本海側で漁業と競合しない場所があり、可能性が高い。太平洋側では、エネルギーパークとして、風力や海洋エネルギーを受け入れる可能性のある場所がある。実証フィールドの整備にも積極的である。

＜その他＞

・歴史的な経緯として九州～沖縄地方の離島等。

4）海洋エネルギーの事業化について

専門家に、海洋エネルギーの事業化について、以下の項目について、コメントを頂いた。

＜事業に結びつくビジネスモデル＞

・実証フィールドの整備のねらいとして NaREC のように、最終的には企業誘致、地場産業の育成が考えられる。実証フィールドの周りに、様々なメーカーを誘致し、雇用を増やすことができることを期待。

・海洋エネルギーは、離島でのニーズに期待できる。また、海外展開としては、海に囲まれた英国、オーストラリア、ニュージーランド、その他の途上国等も有望。

・自然再生エネルギーは輸送するとコストがかかるので、地産地消が前提となる。例えば、エネルギーの多段利用（総合利用）として、海流エネルギーを漁船の動力源

として利用し、出てきた熱を養殖等への漁業利用が考えられる。

・海洋エネルギーの不安定性をカバーする方法は、風力、太陽光の複合利用や、貯めの効く電池の開発がある。エネルギーの貯留という意味では、例えば、水と電気からエタノールを作り貯留することが考えられる。

＜水産利用、地域振興＞

・漁協の現状として、どこも高齢化や、漁業補償による漁業権放棄で漁業そのものが厳しい状況にある。今のままでは、漁業が衰退するので、漁協や地元にもメリットが提示できることがカギになる。その例として、海洋エネルギーを利用した製氷機、冷蔵庫、養殖用、漁港照明の利用、洋上マグロ基地構想（海洋エネルギーを利用した洋上で氷を作り箱詰めまでおこなうアイデア）、動力源を海洋エネルギーで賄う燃料電池船、ハイブリッド船の開発等がある。

・自然エネルギーは輸送するとコストがかかるので、地産地消が前提になるだろう。それにより、地元が活性していく。地域のためには、大規模なハイテクより、小規模なローテクを大きく展開（分散型）する方がよい。

・地域振興として再生エネルギーはどうあるべきかを検討することが重要であり、漁業振興にどう結びつけるか。漁協のノウハウ、漁民にどう協力してもらうか、地元の利益に繋がる方法を考える必要がある。

5）我が国の海洋エネルギー政策について

専門家に、我が国の海洋エネルギー政策についてコメントを頂いた。

・海洋エネルギーは、1990 年ごろまで開発の流れがあったが、2000 年で止まってしまっている。研究費は、数千万～数億と少なく、人材（教育）も少ない。海外とは、国の取り組み（姿勢）が違う。予算をもう 1～2 桁増やして欲しいとの研究者の要望がある。韓国は、始華湖、ウルドルモク等、ナショナルプロジェクトを立ち上げている。

・日本は海に囲まれ、無限の自然エネルギーが使えるということを示すことが重要である。

・今のポテンシャルエネルギーのデータは古いので、衛星データやシミュレーションを使って最新のデータで再検討する必要がある。

・一般に、海洋エネルギーは、風力や太陽光に比べて認識が低いというのが現状である。海洋エネルギーの実績を示し、新エネに含めてもらうことが先決ではないだろうか。そのためには、個々の要素技術の完成度を高めることが重要であり、そのための環境整備として実証フィールドがある。国には、特区を整備してもらい日本の技術力を出せるような取り組みを見せてほしいものである。その取り組みの姿勢として、是非、“ CO_2○○%を海洋エネルギーで賄う ”と目標を明示してほしい。日本の技術力は、英国には負けてないので、目標をもち、アイデア、政治力を結集すれば大きな展開ができるはずである。

５．１．２　日本周辺の海洋エネルギーの賦存量

実証フィールドの候補地を選定する際には、事前にエネルギー賦存量を把握しておくことが重要である。ここでは、日本周辺海域における波、海流、潮流、風エネルギーの賦存量に関する情報を文献等により収集した。

（１）波の賦存量

図 5-1 に海上技術安全研究所の「日本近海の波と風のデータベース」をもとに日本周辺及び沖合の波浪パワーを試算した事例を示す。

それによると、沿岸域は 4～6kW/m、沖合では 6～14kW/m と高くなっている。日本海側に比べ太平洋側は、波浪エネルギーが高く、特に千葉から北海道にかけての沖合は、20kW/m 以上の高エネルギー域が見られる。

図 5-2 に各主要地点の月別の波パワー変化図を示す。年間を通してエネルギーが高い地点は、三陸沖、八丈島、父島、紀伊半島沖、大東島であり、波力エネルギー利用の有力な候補地である。

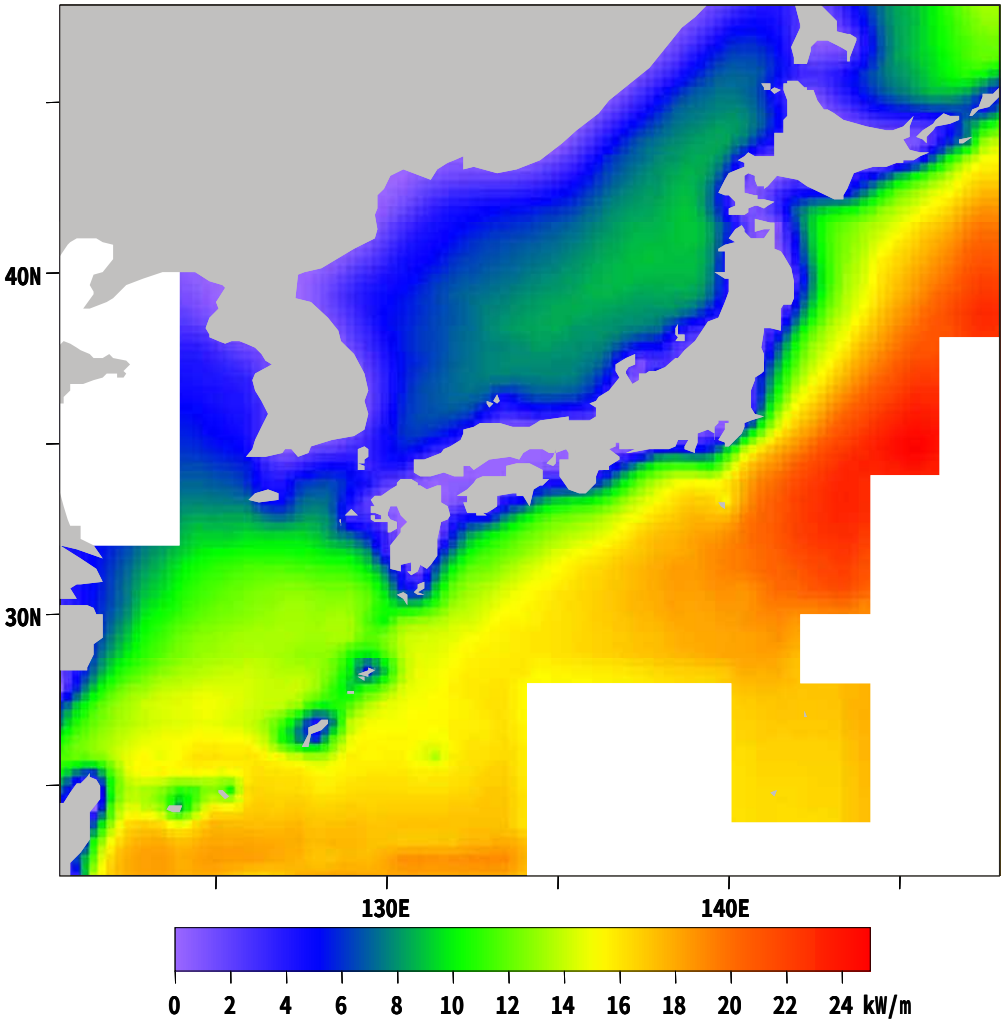


図 5-1　日本近海における波浪パワーの分布（1994～2004 年平均）[7)]

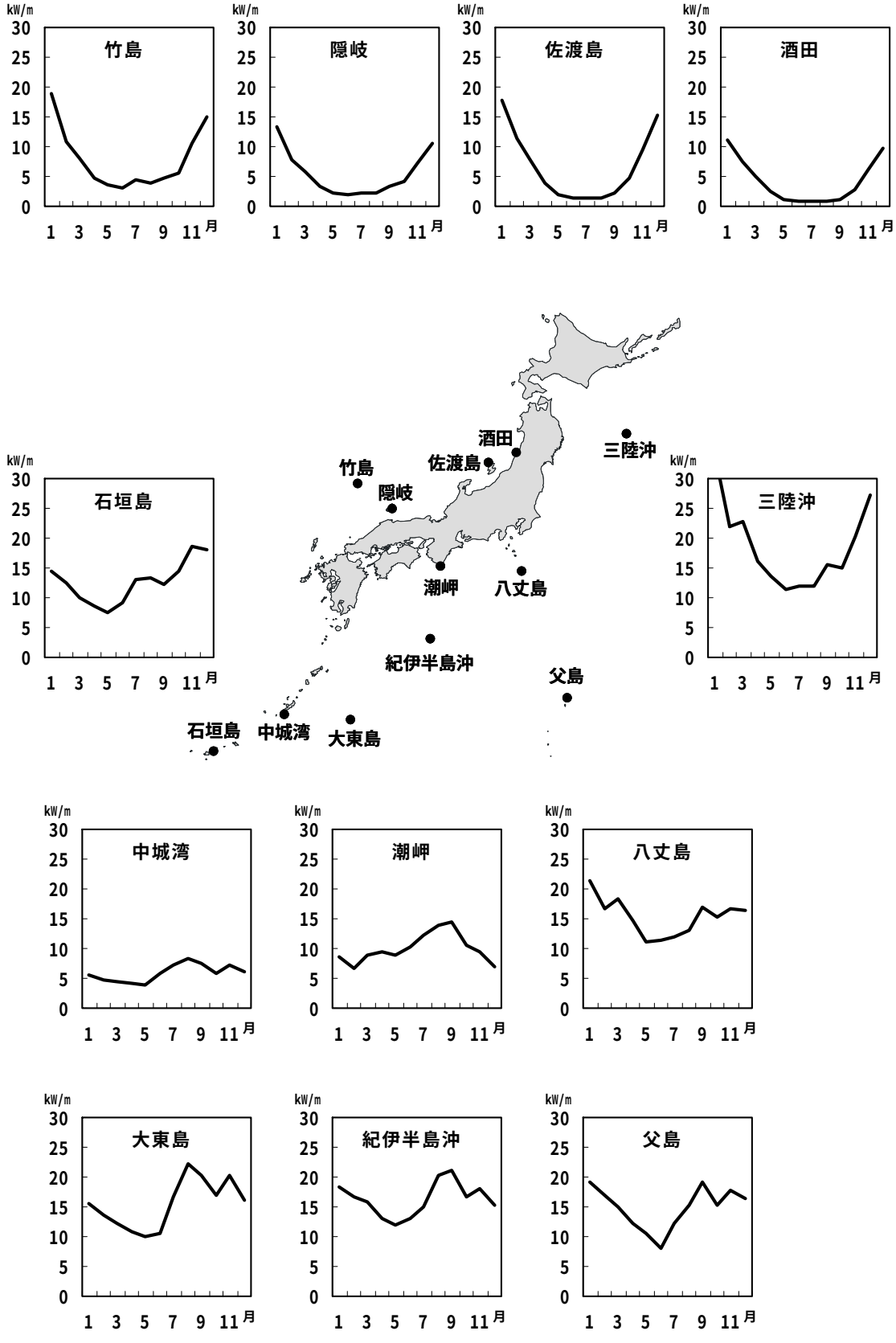


図 5-2　日本周辺の月別波浪パワー（1994～2004 年平均）[7)]

（2）潮流の賦存量

日本における潮流の流速が早い海域は、瀬戸内海に分布している。鳴門海峡で最大流速は 10 ノット（約 5.1m/s）、来島海峡で最大流速は 9 ノット（約 4.6m/s）である（図 5-3）。また、最大流速 5 ノット以上（約 2.5m/s 以上）を記録する海峡は多数存在する。

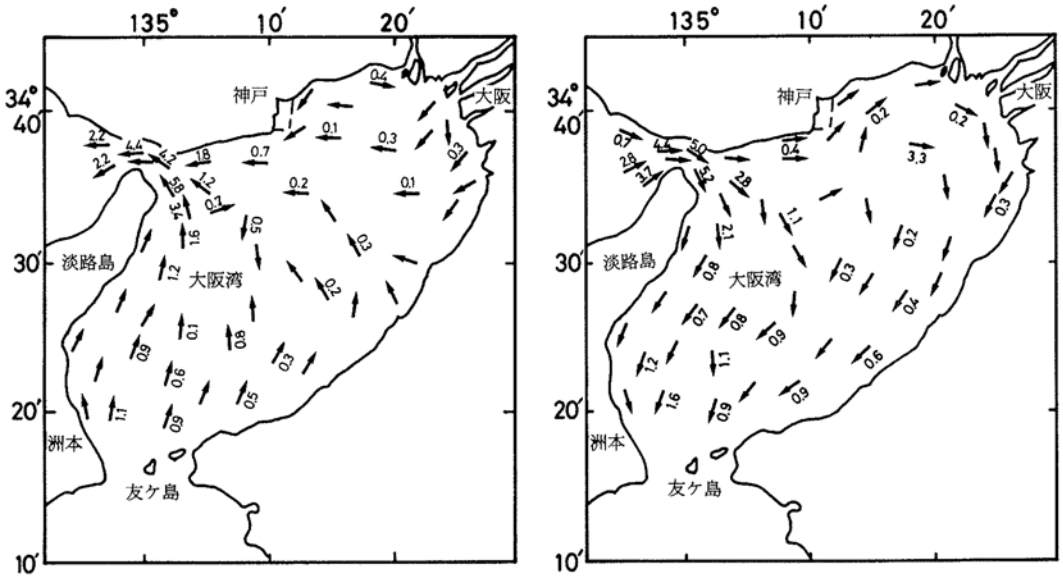


図 5-3　明石海峡の潮流分布（左：西流、右：東流、単位：ノット）

（出所：海上保安庁：大阪湾潮流図、1969）

日本国内及び EMEC の潮流エネルギーの賦存量を表 5-2 に示す。なお、EMEC については、大潮時に 3.3～3.5m/s、断面積 30,000m²（幅 1,000m×水深 30m）という条件で概略的に試算したものである。賦存量としては鳴門海峡が最も高く、明石海峡、早崎瀬戸、来島海峡が続き、EMEC は鳴門海峡の 1/4 程度である。

表 5-2　日本国内の潮流エネルギー賦存量

地点	流速（m/s）		断面積 (m²)	賦存量 (MW)
	平均大潮期	最大大潮期		
鳴門海峡	4.3/4.4	5.4/5.0	93,000	1,727
来島海峡	3.7/3.7	4.9/4.5	77,000	850
関門海峡	3.5/3.6	4.3/4.8	12,920	131
大畠瀬戸	3.2/3.2	3.5/3.5	48,300	345
明石海峡	2.4/2.4	3.4/2.6	264,000	796
早崎瀬戸	2.9/2.9	3.1/3.4	286,000	1,521
EMEC	3.5	3.4	30,000	257

資料：「理科年表(平成 21 年)　国内主要地点の潮流」に追加修正
流速：上げ潮流／下げ潮流
賦存量：平均大潮期の上げ潮と下げ潮の平均流速をもとに、次式[11]により算定した。

賦存量（MW）＝0.218×断面積（m²）×流速（m/s）³／1000

（3）海流の賦存量

日本周辺には黒潮を中心としていくつかの海流が流れている（図 5-4）。

流れの運動エネルギーP(W)は、以下の式で表される。

$$P = 0.5\rho QV^2 = 0.5\rho AV^3$$

ρ：海水密度(kg/m^3)、Q：流量(m^3/s)、V：流速(m/s)、A：断面積(m^2)

黒潮の持つエネルギーは、平均流速 0.5m/s、幅 250km、深さ 1,000m、海水密度 1,025kg/m^3 とすると概算で 1,600 万 kW となる [16]。

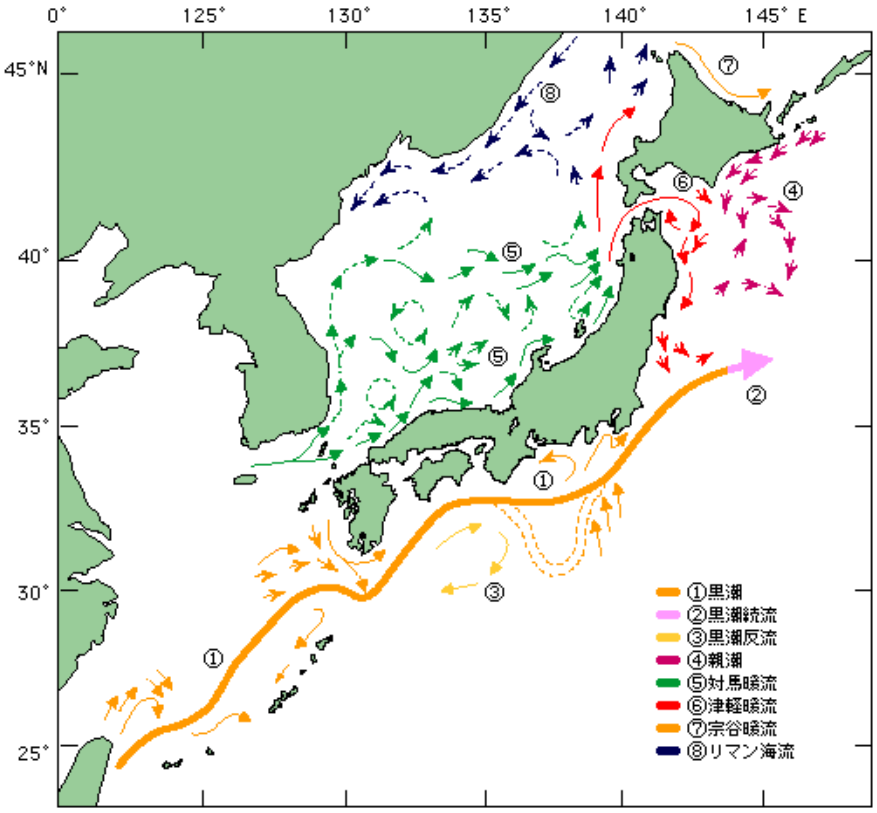


図 5-4　日本周辺の海流（日本海洋データセンター）

JCOPE（海流予測情報利用有限責任事業組合）の 2007 年の流速データを用いて日本周辺及び沖合の流速分布から、海流発電が利用可能な水域の検討が行われている [7]。2007 年の冬季（1 月）と夏季（7 月）について、表層の流速分布図及び東経 136 度の流速断面図を示す（図 5-5～8）。

流速の分布状況から黒潮の流路が明確に確認できる。夏季（7 月）の流れは、冬季に比べ流速が大きく、四国沖から紀伊半島にかけて 2m/s 以上の強い流れが見られる。

水深方向には 500m 付近まで 1m/s 以上の流れが見られる。海流発電装置を黒潮の流路に沿う方向、水深方向に配置することで莫大なエネルギーを取得できる。

なお、津軽海峡には、日本海から太平洋に通過する津軽暖流がある。その流速は 2 ノット以上に達する。さらに強い潮流成分（主に 1 日周潮流）が重なって、東に向かう東流は 7 ノットに達する。西流は、ほとんど見られないか、1 ノット程度である。

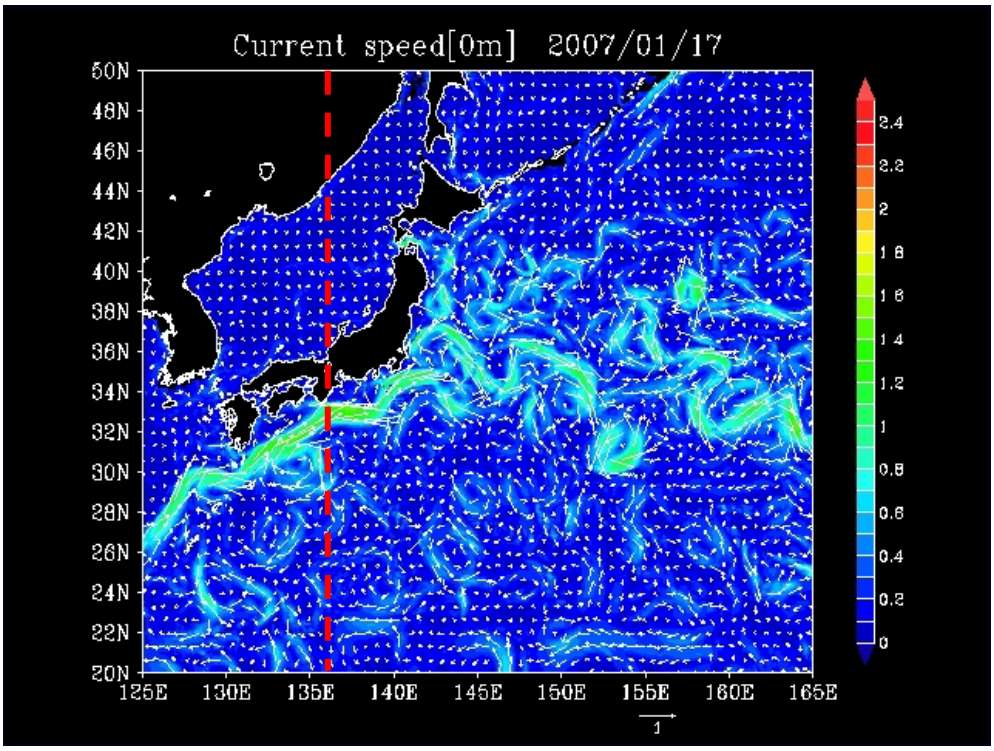


図 5-5　水深 0m 層における流向流速分布（2007 年 1 月）単位：m/s

赤の破線は、東経 136 度を示す。[7)]

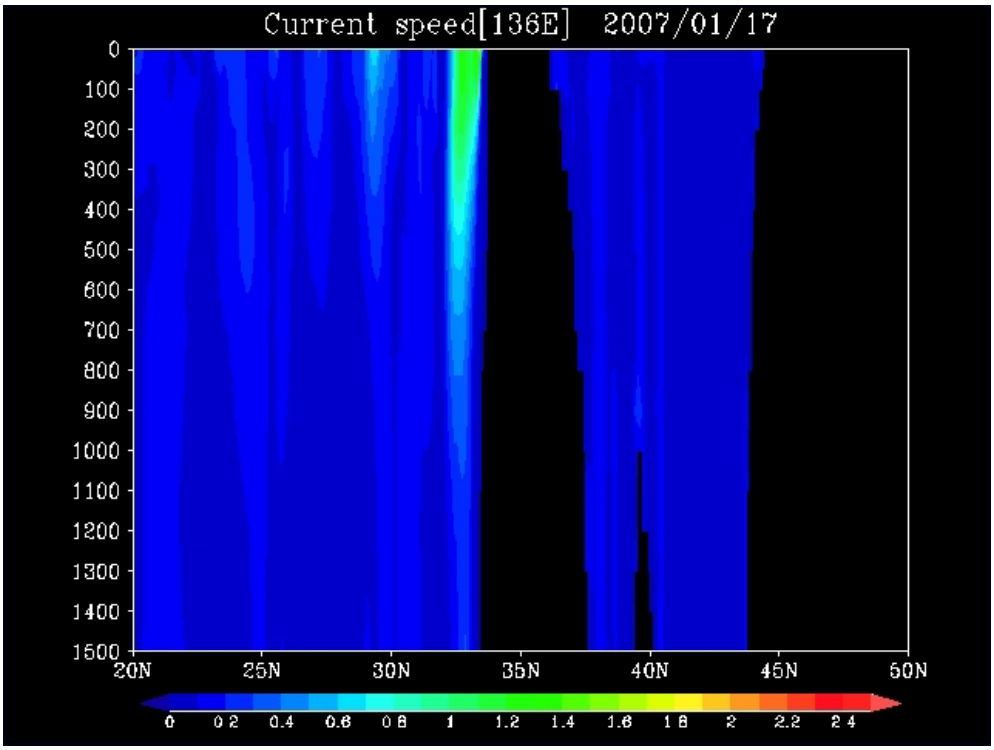


図 5-6　東経 136 度における流速の鉛直分布（2007 年 1 月）単位：m/s[7)]

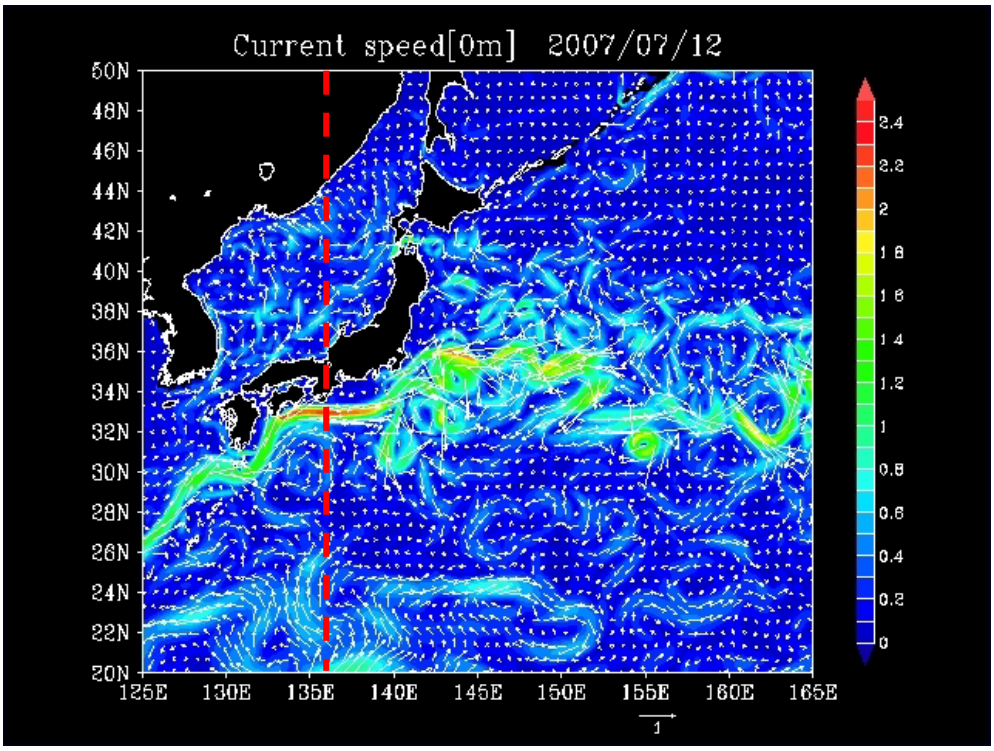


図 5-7　水深 0m 層における流向流速分布（2007 年 7 月）単位：m/s

赤の破線は、東経 136 度を示す。[7)]

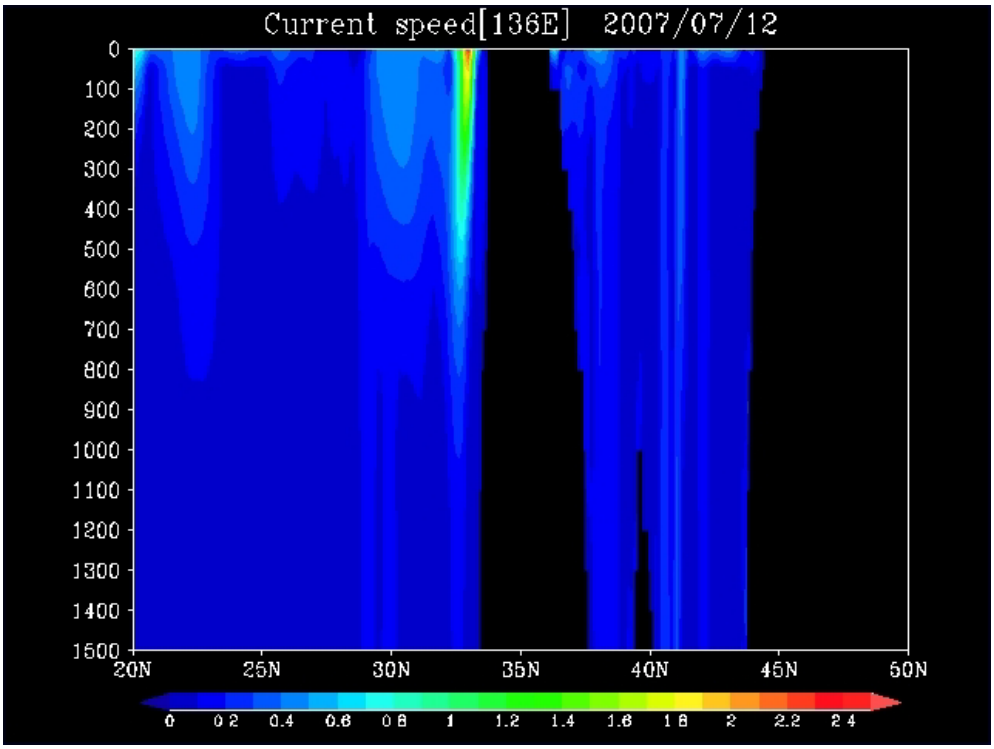


図 5-8　東経 136 度における流速の鉛直分布（2007 年 7 月）単位：m/s[7)]

（4）風の賦存量

海上技術安全研究所は、日本近海の風と波のデータベースを提供している。海域の部分のデータもかなり示されており洋上風況の検討に有用と考えられる。これは、日本気象協会が 1 日 2 回、緯度経度 2 分格子間隔で波浪推算を行った 10 年分（1994 年 2 月～2004 年 1 月）の結果を用いて、平均風速、平均風向等について海上技術安全研究所が統計解析したものである。それによれば、風況は季節的な変化が大きく、夏季の風速は全国的に 5～6m/s であるが、冬季には、風速は高く太平洋側では、9m/s 以上の地域が広く見られる（図 5-9）。

風速から風力エネルギー密度に換算すると、夏季は 146～251W/m^2、冬季は 848W/m^2 程度となる。

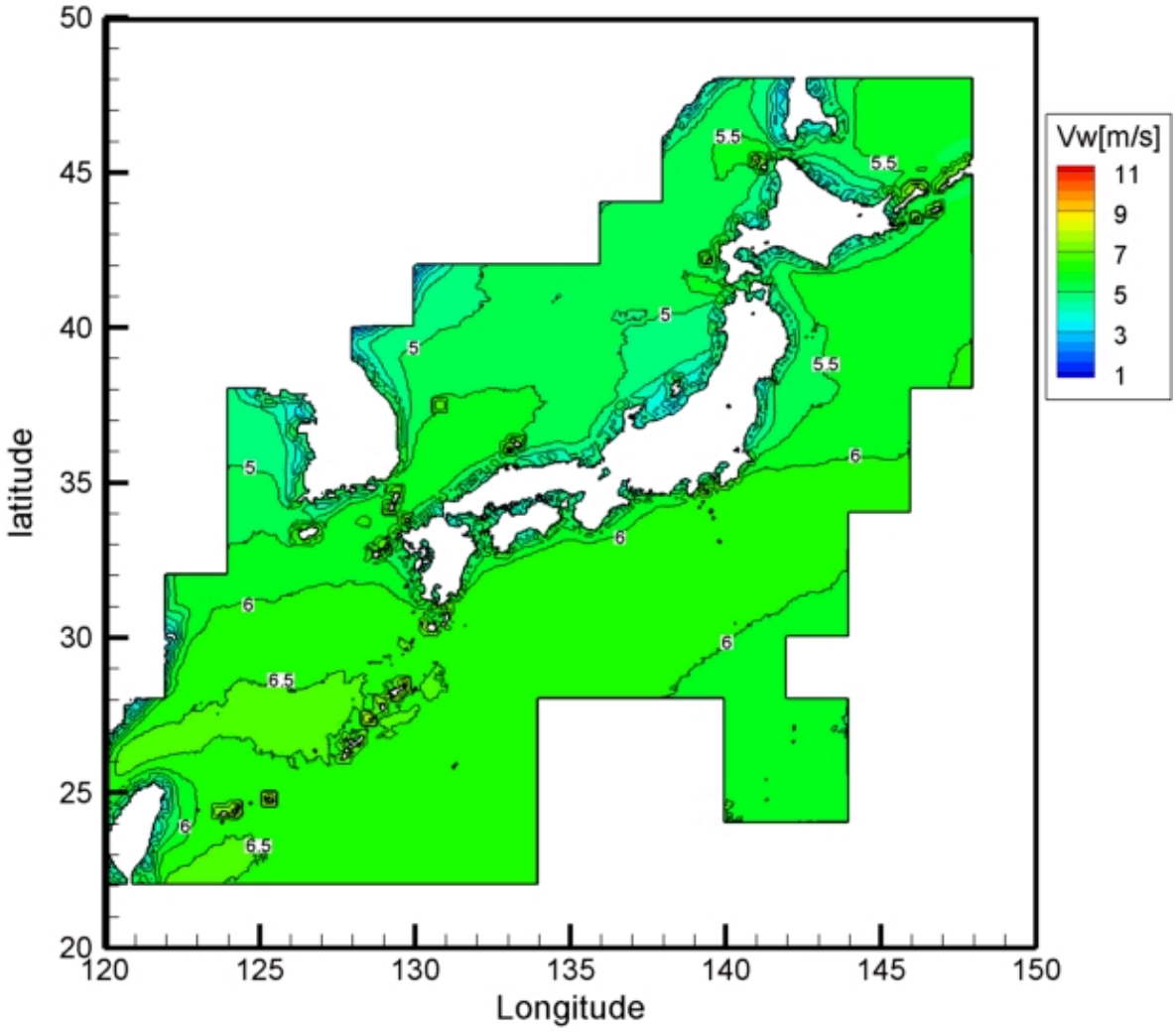


図 5-9(1)　風速分布（夏季）

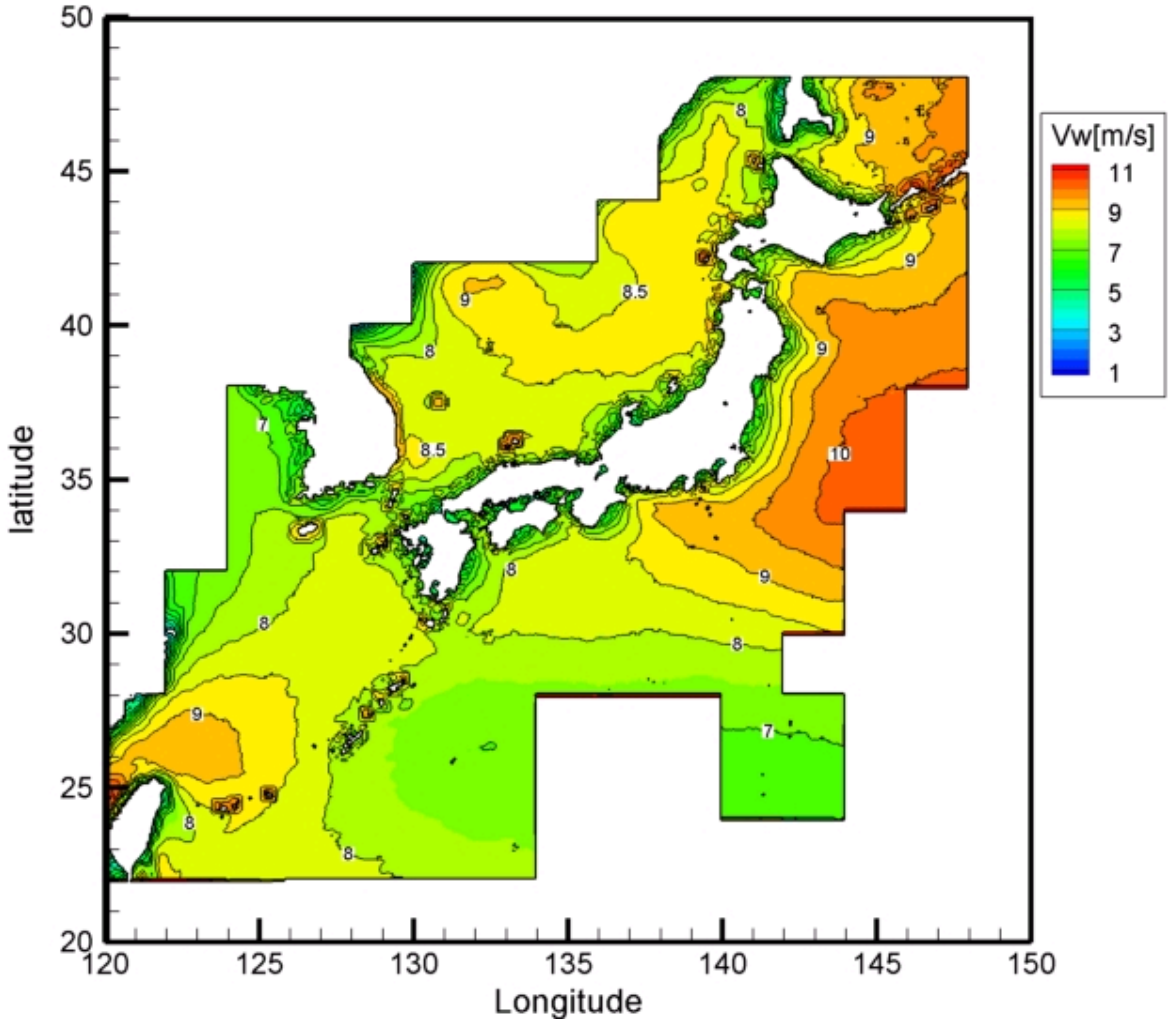


図 5-10(2)　風速分布（冬季）

５．２　海外現地調査

５．２．１　調査対象概要

英国では海洋エネルギー変換装置の開発に関し、以下のように研究開発段階に応じた複数の実証試験場が存在する。

NaREC：初期試作機によるデモ（Initial Prototype Demonstration）
↓
EMEC：改良試作機による試験（Refined Prototype Testing）
↓
WaveHub：商用前段階装置によるデモ（Pre-Commercial Device Demonstration）
↓
商用機での市場参入（Market entry with commercial product）
↓
市場浸透（Market Penetration）

今回の調査では、EMEC は先方の都合等により調査対象から除外し、NaREC 及び WaveHub について現地調査を行った。

なお、NaREC と EMEC は組織名、WaveHub は装置・計画の名称となっているが、ここでは一般的に使用されているこれらの名称にて記載することとする。

（1）WaveHub

近年の英国では、波力・潮力・洋上風力エネルギーが大きなビジネスチャンスとして注目されており、南西イングランド地域は、2009 年 7 月に英国政府から英国初の海洋エネルギーのための LCEA（Low Carbon Economic Area：低炭素経済地域）に指定された。South West RDA（South West of England Regional Development Agency：英国南西イングランド地域開発公社）は、実海域における海洋エネルギー発電装置の稼働状態と発電量の評価を行うために、WaveHub Project を実施することとした。

WaveHub は、海洋再生可能エネルギーの大規模なインフラ計画であり、南西イングランドのコーンウォール地方沖合の海底に“ソケット（WaveHub）”を設置し、英国電力網に接続する実証実験を行う。現在、海底ケーブル等の敷設工事を終えており、来年（2011 年）から波力発電装置を接続し、稼働開始することになっている。

WaveHub は、South West RDA、European Regional Development Fund Convergence Programme（欧州地域開発基金）及び英国政府からの資金提供を受けている。WaveHub Management Company (WHMC)社は、CLG（Company Limited by Guarantee：有限責任保証会社）という形態で運営されている。

テストサイトは、図 5-11 に示すコーンウォール地域の北側約 16km 沖（水深約 55m）の地点（4km×2km）で、Crown Estate と 25 年間のリース契約を締結している。このエリアを 4 区画に分割し、各デバイスに提供する。

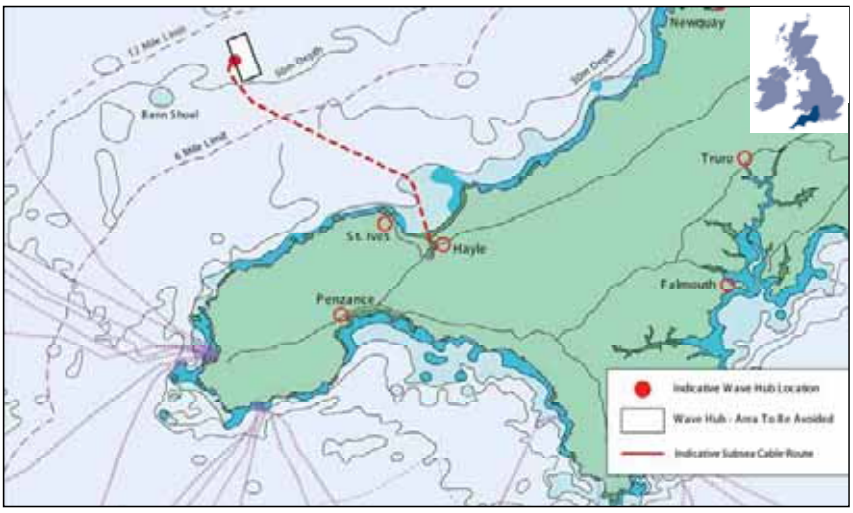


図 5-11　WaveHub 設置海域

各デバイスの予定出力は計 20MW（各 4～5MW）となっているが、将来的には出力を 50MW まで増強させる計画である。

WaveHub に接続する事業者は以下の予定である。

①Ocean Power Technologies ： Power Buoy（150kW 級）を使用
②Fred. Olsen ： 多重ポイント・アブソーバーシステムによる装置を使用
③Orecon ： 1.5MW 型（500kW 級×3 基）の振動水柱発電装置を使用

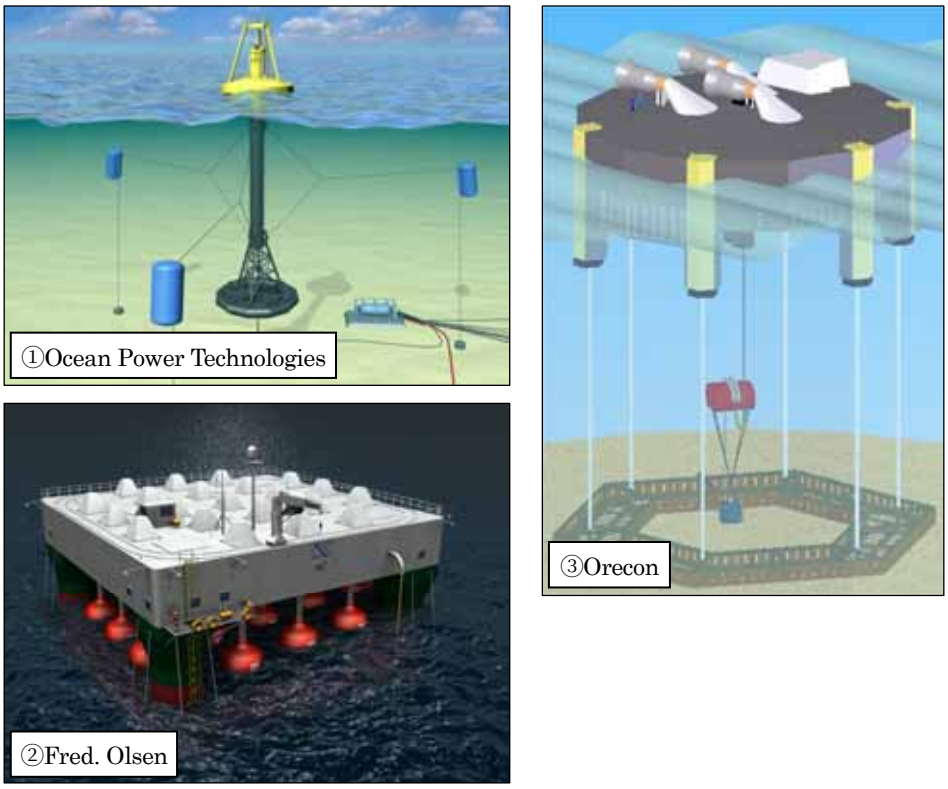


図 5-12　WaveHub に接続するデバイスのイメージ図

（2）NaREC

NaREC は、北東イングランド地域を管轄する英国政府機関（ONE（One North East：英国北東イングランド経済開発公社））と民間からの資金提供を受けて 2002 年、ノーサンバーランド州ブライスに設立された。その任務は、風力・波力・潮力・太陽光発電を対象として受託試験および研究開発支援を行っている機関である。

英国政府は、NaREC を再生可能エネルギーの戦略研究機関として位置づけており、ここで風力・波力・潮力・太陽光発電を対象とした受託試験および研究開発支援、コンサルタント業等を行っている。海洋エネルギー（波力・潮力）についてはスケールモデルによる水槽試験を行っているほか、洋上風力用の海域テストサイトをブライス沖に建設することが計画されている。

洋上風力テストサイトは、プロトタイプのテスト及びデモンストレーションを目的とし、2010 年 2 月にプロジェクト実施が決定した。また、2010 年 4 月 8 日に、英国の海底（水深 3m 以深かつ沖合 12 マイルまで）を管理する Crown Estate と 25 年間のリース契約を締結している。

その当初計画は、ブライスの沖合 4 箇所の水深帯（15m、25m、45m、55m）に各 5 基ずつ設置する予定であった。しかし、ニューカッスル空港のレーダー施設に干渉するとの

理由により、浅い岸側（水深約 15m）での設置が見送られ、結局 3 箇所（35m、45m、55m の水深帯、計 15 基）で実施することとなった（図 5-13）。ただし、2 年後にはこの問題が改善される可能性があるため、もう 1 地点（5 基）を増設することをオプションとして残している。

なお、研究開発目的の場合、100MW 以上の発電が認められていないため、合計出力は最大で 99MW を予定している。

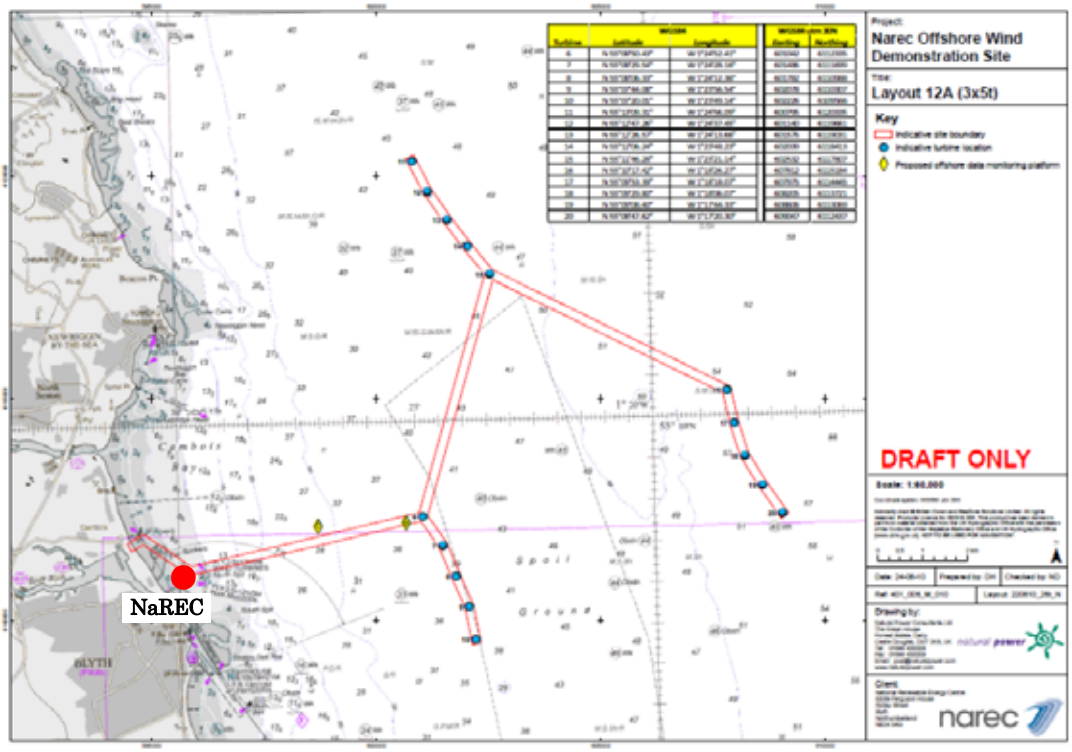


図 5-13　洋上風力テストサイト予定位置図

5．2．2　運営方法等

WaveHub 及び NaREC の洋上風力テストサイトの運用に関わる事項について、ヒアリング及び文献等による調査結果を以下に示す。

WaveHub の初期費用は 4200 万ポンド（約 54.6 億円、換算レート：1 ポンド＝130 円(以下同様)）であるが、そのうち約 5 割が ERDF（European Regional Development Fund：欧州地域開発基金）によるものであり、South West RDA が約 3 割、英国政府が約 2 割を出資している。また、年間運用費は約 100 万ポンド（約 1.3 億円）かかるとのことであるが、そのうちおよそ半分がケーブル保険料となっている。Wave Hub Development and Design Phase Final design report（2009 年 6 月）によれば、年間の運転・メンテナンス費（O&M 費）は約 42 万ポンド（約 55 百万円）であるが、そのうち約 6 割が人件費・事務所経費、メンテナンスが約 2 割、その他（モニタリング、データ管理等）で 2 割となっている。これら費用は、施設を利用する事業者が概ね負担する。

NaREC の洋上風力テストサイトは、BIS（英国ビジネス・イノベーション・技能省）から 1850 万ポンド（約 24 億円）と ONE から 435 万ポンド（5.7 億円）の資金提供を受

けて建設される。運用費用については非公開となっており不明であるが、ONE が負担しているとのことである。

設立時の初期費用に関しては、事業実施主体が 2〜3 割程度負担し、残りを政府等が負担している。

表 5-3　運営方法等とりまとめ

項　目	WaveHub	NaREC	NaREC （洋上風力テストサイト）
初期費用	£42M（約 55 億円） ・ERDF　£20M ・South West RDA　£12.5M ・UK government　£9.5M	£30M（約 39 億円） ・ERDF　£20M ・ONE　£10M	£22.85M（約 29.7 億円） ・BIS　£18.5M ・ONE　£4.35M
運用費用	£1M／年（約 1.3 億円／年） ※およそ半分がケーブル保険料 FS による年間運転・メンテナンス費試算（計£423,185） ・人件費、事務所経費等：£257,600 ・サービス：£50,000 ・環境モニタリング：£38,500 ・定期メンテナンス：£30,880 ・不定期メンテナンス：£9,680 ・ブイ改装：£7,950 ・大規模改修（不定期）：£28,575 施設利用者より使用料を徴収	非公開につき不明	非公開につき不明
運用主体	WaveHub Management Company	NaREC	
スタッフ、組織体制	General Manager、Marine Operations Manager、Electric Device Manager、Business Manager の 4 名。 将来的には EMEC（21 名）のように増やすかもしれないが、現時点で増員する予定は無い。	115 名（2010 年時点）	デモンストレーションサイトのスタッフは、時と場合に応じて流動的。準備とか、実験が開始されれば増員するが、それ以外は人を配置しない。
ユーザー	・Ocean Power Technologies ・Fred. Olsen ・Orecon	【海洋エネルギーのみ】 ・Aqua Marine Power ・Swan Turbine ・SMD Tidel 等	・E.On

５．２．３　立地条件等

立地条件については、WaveHub は系統連係が可能で、かつ海域のポテンシャル（図 5-14）や環境（水深・底質等）、航路制限等を考慮して選定している。

NaREC の洋上風力テストサイトは、この海域が NaREC の前面海域にあるため利便性が高いことから選定された（図 5-15 参照）。また、英国最大の洋上風力サイト（ドッガーバンク）が近くにあり、その気象・海象状況がこのサイトと類似していることから、NaREC の実証サイトでデータ検証を行い、ドッガーバンクでの事業者等にデータを提供することが可能となっている。

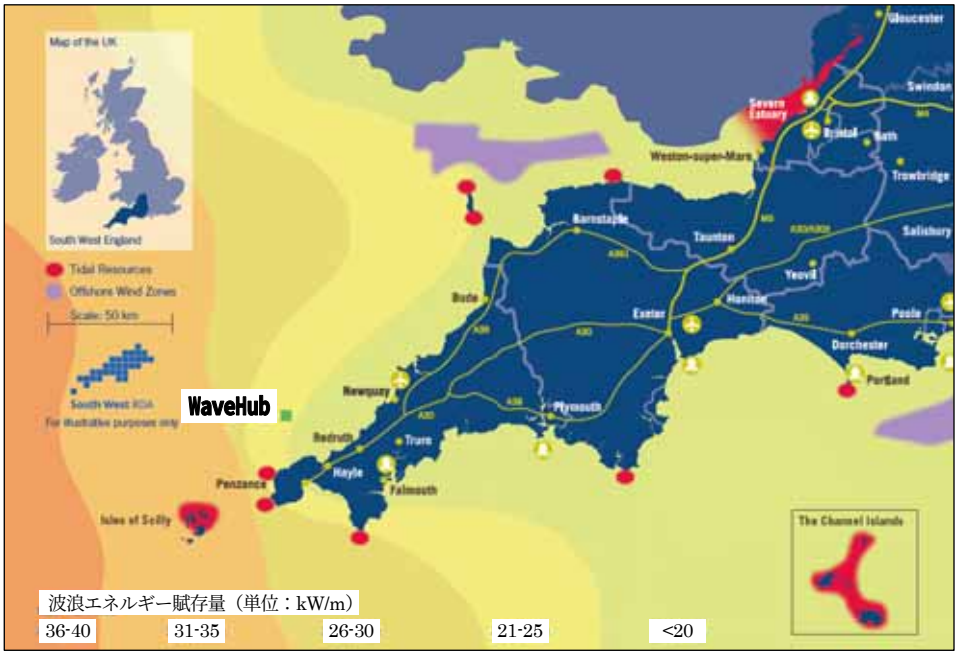


図 5-14　WaveHub 周辺海域の波浪エネルギー賦存量

図 5-15　　NaREC 周辺海域

表 5-4　立地条件等とりまとめ

項　目	WaveHub	NaREC （洋上風力テストサイト）
計画内容	コーンウォール地域の北側約 16km 沖、水深約 55m の地点（4km×2km）	ブライスの沖合 3 箇所の水深帯（35m、45m、55m の水深帯）に各 5 基ずつ設置する ※当初は 15m の地点にも設置する予定であったが、ニューカッスル空港のレーダー施設に干渉するとの理由より変更
選定理由	系統連系が可能であり、波高（エネルギーポテンシャル）、水深（地形）、環境アセスメントの評価等を考慮して選定した。	NaREC の前面海域にあり、利便性が高い。 英国最大の洋上風力サイト（ドッガーバンク）が近くにあるが、その気象・海象がこのサイトと似ているので、この実証サイトでデータ検証を行い、開発者にデータを送ることで共有可能。
地元との合意形成	地元漁業者及び当該海域を運航する船舶の関係者等と協議・調整を行った。	地元漁業者及び当該海域を運航する船舶の関係者等と協議・調整を行った。
プロセス	水深 3m 以深（沖合 12mile まで）の海底を管理している Crown Estate から 25 年間のリース契約を締結している。	2010 年 2 月：洋上風力発電用プロトタイプのテスト及びデモンストレーションを目的とするプロジェクト決定 2010 年 4 月：クラウンエステートとブライス沖海域（海底）のリース契約を締結
環境影響への対応	環境アセスを 2 年間実施、その後 6 年はモニタリングを実施。 FEPA（Food and Environmental Protection Act 1985）に準拠している。	海底ケーブルは、漁具、アンカーからの保護及び、魚介類への電磁波障害影響低減のため、1m 以上の深さに埋設する。
発電出力	当初は、合計 20MW（1 つの接続業者につき 4-5MW）の発電を行う。その後、50MW まで増強する予定。	合計 99MW
拡張予定	近くにあるファルマス（トゥルローの南）は海洋ポテンシャルが高いので可能性が高いが、今のところ拡張の計画は無い。	レーダー干渉の問題が改善される可能性があるため、増設することをオプションとして残しておく。

５．３　文献調査

海外においては、海洋産業の育成に力を入れており、実証フィールドや試験施設の整備が進められている。そこで、EMEC や NaREC 等の先進事例について、文献や Web 情報を収集し、実態を調査した。

５．３．１EMEC の概要

（1）概要

2001 年、オークニー諸島ストロムネス（Stromness）に世界初の海洋エネルギー試験所として EMEC が開設された。

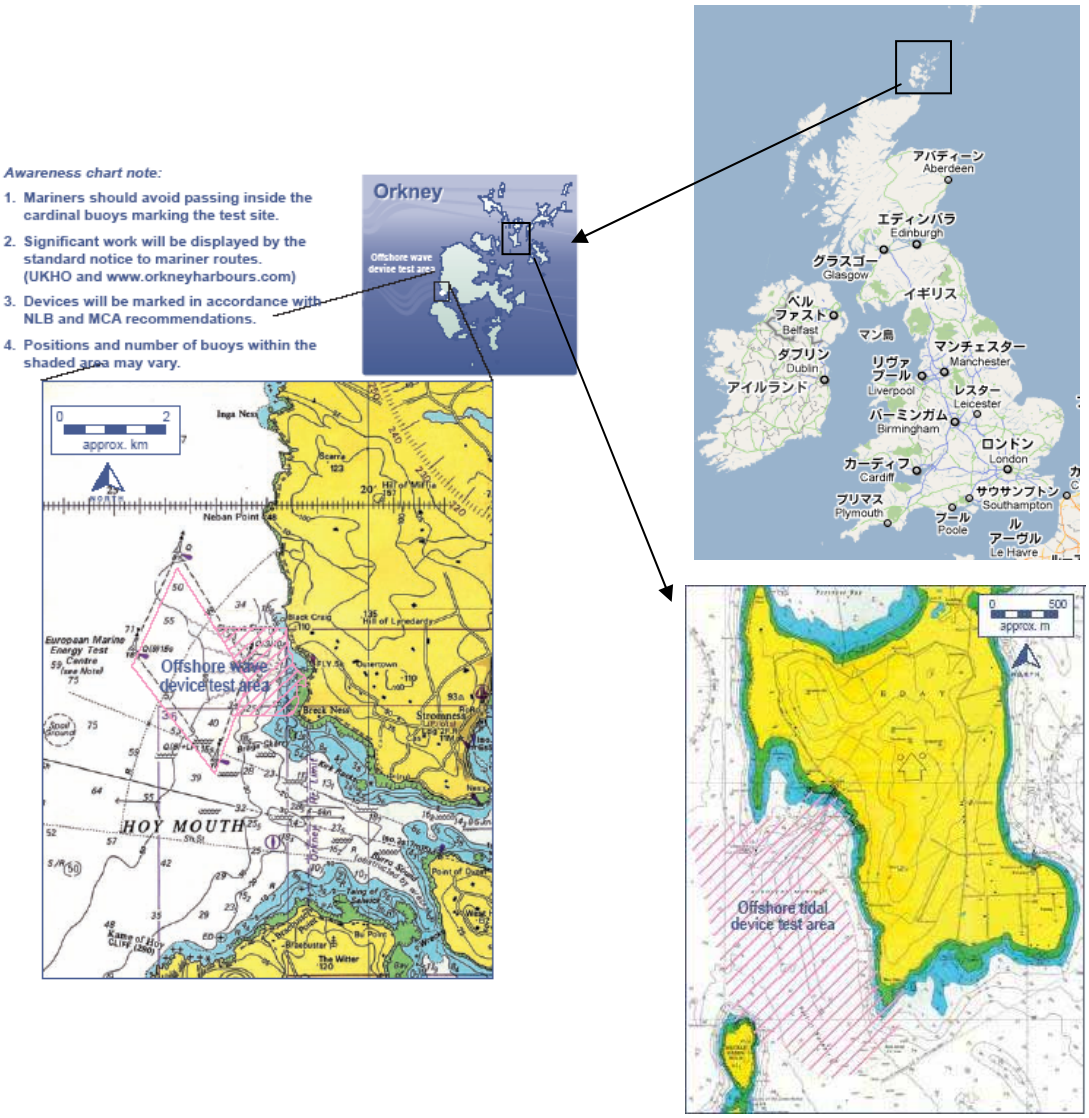


図 5-16　EMEC の位置図（左：波力サイト、右：潮流のサイト）[17)]

1) EMEC の使命

EMEC の使命は、“ 海洋エネルギー変換装置の国際的に認められた先導的な試験センター及び認証機関 ” であり、その主な役割は以下の通りである。

＜主な役割＞
・装置のエネルギー変換能力、構造的な運用性及び耐久性（安定性）の独立した評価
・系統連系及びの ROCs（Renewable Obligation Certificates）の認定の支援
・気象海象条件のリアルタイム計測
・合意形成及び法的問題の多方面にわたる支援
・EMEC の計測戦略に参加する機会
・多方面にわたる現地の調査、技術支援
・避難水域、港へのアクセス
・事務所、データセンター支援

EMEC の特徴は、UKAS（英国認証サービス）の統合された管理システム（品質、健康&安全、環境）下で運営されていることである。これは、今後の海洋エネルギーの機器と装置開発等の認証機関として確立させ、英国が海洋エネルギー分野で主導権を取るための戦略と考えられる。

2) EMEC の位置づけ

海洋エネルギー機器と装置の開発は、コンセプトの開発から始まり、調査、設計、水槽試験、実海域試験と進められる。その開発過程のなかで、EMEC は、最終的なフルスケールの実海域での実証試験の実施機関として位置づけられている。EMEC の実証試験で取られたデータは、実用化、製品化のための重要な裏付け資料となるばかりでなく、国際標準化のための重要な情報を提供する役目を果たしている。

一方、後述する NaREC は、実海域試験の前段階となるスケールモデルの水槽試験を行う機関である。

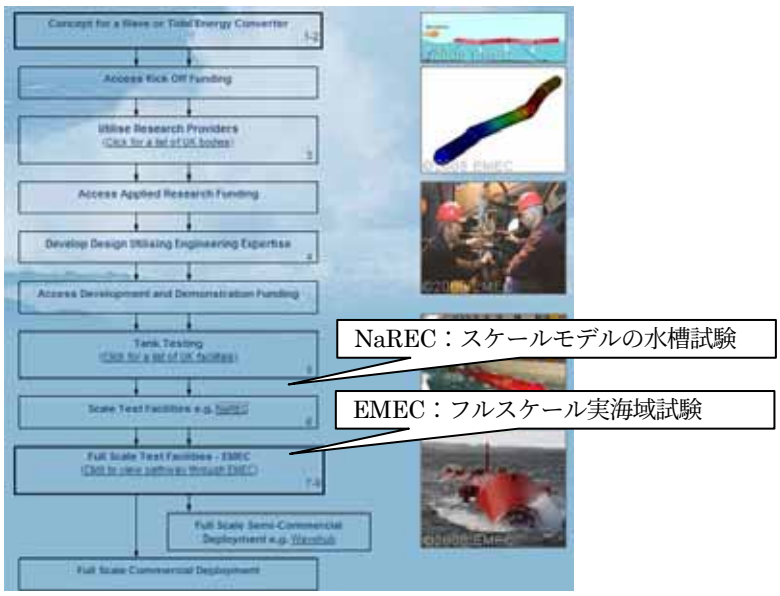


図 5-17　開発のフロー[17)]

3) EMEC の設立経緯

EMEC は、The House of Commons Science and Technology Committee の推薦を受けて、以下の公共セクターのグループにより 2001 年に発足した。(図 5-18)。資金（プロジェクト及び開発費用）は、1450 万ポンド（約 21 億円）とされる。

図 5-18　EMEC の設立関連機関 [17)]

4) 場所の選定理由

EMEC は、EU のなかでスコットランドが熱意を持って誘致した施設とされる。周辺地域は、野生動物が多く、豊かな自然が残されている場所である。この場所を選定した主な理由は、波浪のテストサイトには、大西洋からの 15m の波（50 年確率波）があること、潮流は 4m/s（8kn）あり、欧州で最も速いこと、当該地域は、英国の最も北に位置し、英国の系統に連系していること、優良な港湾施設があること等である。

5) EMEC の実験施設

a) 波力発電のテストサイト（Billia Croo Test Site）

本島の西端に位置し、欧州で最も波エネルギーのポテンシャルが高いところである（図 5-19)。施設は 2003 年 10 月に完成し、直後に運用開始した。海岸より約 2km 沖、水深 50m に 0.5km 間隔に 4 つのバースを設置し、浅海域のバースも現在建設中である。それぞれのバースに向けて 11kV の電力ケーブル（情報伝達用光ケーブル 2 本、制御用電線複合）を岸から展張している。

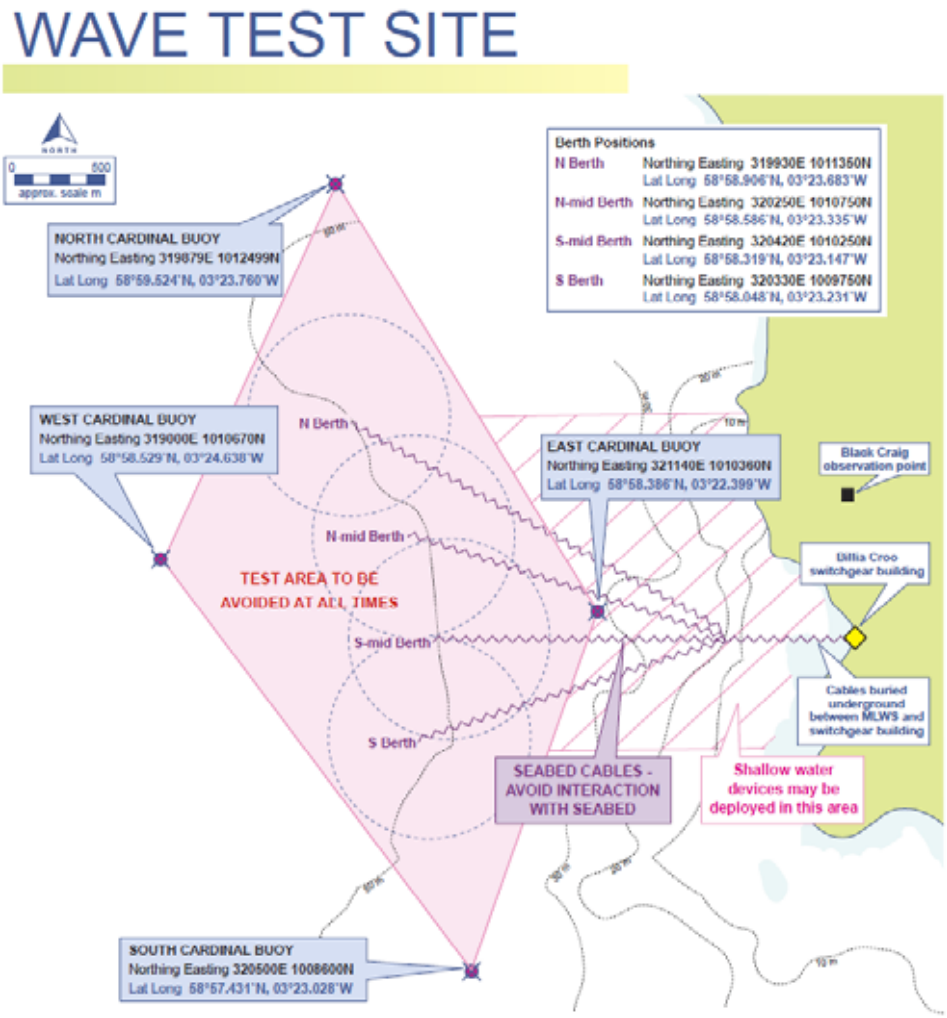


図 5-19　波力発電のテストサイト [17)]

b）潮流発電のテストサイト（Fall of Warness Test Site）

島の西部に位置し、流速は大潮時に約 4m/s に達する（図 5-20）。5 つのテストバース、水深 25m～50m、断面距離 2km、長さ 4km の範囲。海底ケーブルは、各テストバースから海底に沿って、ビーチの下を通って、サブステーションに接続している。

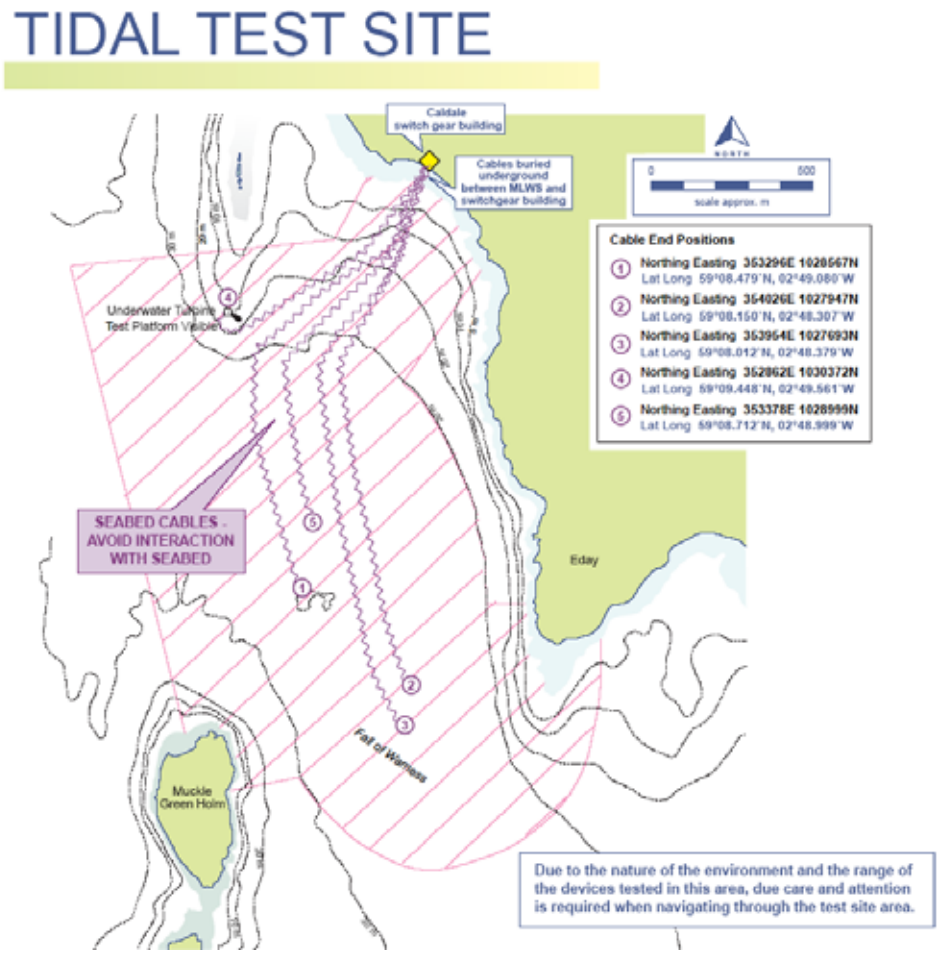


図 5-20　潮流発電のテストサイト [17)]

c) 波測定用ブイ

波高・波長・方向を 2 つのブイで測定し、リアルタイムでデータを送信している（図 5-21）。

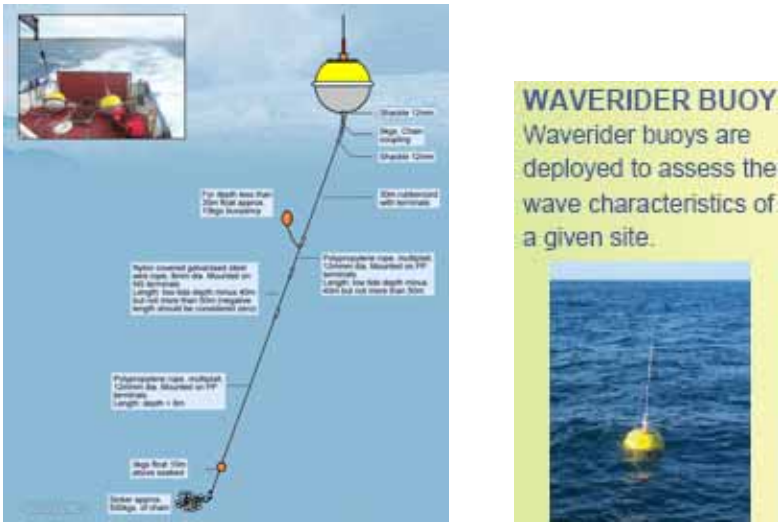


図 5-21　波測定用ブイ [17)]

d) 流向流速計

ADCP（Acoustic Doppler Current profilers）超音波流速計を海底に設置しており、水位、流況（流速、流向）、波浪データを測定し、リアルタイムでデータを送信する（図 5-22）。

図 5-22　流向流速計（ADCP）[17)]

e) サブステーション

ストロムネスの西方約 4km、Billia Croo の海岸、実験用バースからのケーブルの岸側の接続点にある建造物で、EMEC と英国系統連系のインタフェースとして稼動する（図 5-23）。各装置の発電出力は計測され、データセンターに転送される。EMEC は、発電した電力を系統へスムーズに供給し、かつ信頼できることを示すため、電気の質を解析している。建物内に送電網連系のための開閉装置、補助変圧器、バックアップ用発電機、力率改善回路装置、受送電メーター、通信機器を持つ。

図 5-23　サブステーション [17)]

f) データセンター

ストロムネスの試験所事務所内に設置し、SCADA（Supervisory Control and Data Acquisition：計測データの制御及び監視）システムを導入している（図 5-24）。実験サイト・各計測機器からのデータを光ファイバで結んで受信している。データストック・開発者へのデータ提供が可能で解列（発電機と送電系統を切り離すこと）のための遮断器操作も可能である。

図 5-24　データセンター[17)]

g）陸上観測点

サイトの陸上側から海上のサイトを監視する。2 台の監視カメラはデータセンターから操作可能。

h）気象観測ステーション

陸上に設置され気象情報をリアルタイムにデータセンターへ送信する（図 5-25）。

同所は、ISO（International Standardization Organization：国際標準化機構）から 17025 番（試験所認定規格）、14001 番（環境管理規格）を取得済みである。

将来的には唯一の実験所として波力・潮力の実証試験について標準化を図り、規格化していく意向である。

各テストサイトに設置され、計測されたデータは SCADA システムを通して開発者側に送られる。

＜5 分おき＞

平均風速、平均風向

＜30 分おき＞

平均気温、相対湿度、降雨量、気圧

＜24 時間統計値＞

気温（平均、最小、最大）、平均相対湿度、日降雨量、平均風速、平均風向、平均気圧

図 5-25　気象観測ステーション [17)]

6)海域環境条件

EMEC は、大西洋に開けた地形であり、強い流れや波を受けやすい場所にある。

波浪データについては、平均の有義波高は、1.9m、周期は 5.9 秒程度、50 年確率波は 14.7m である（図 5-26）。

これは、日本の太平洋側の紀伊半島沖の 50 年確率波の波高が 12～13m なので、日本に比べてややポテンシャルが高い海域といえる。

Typical Averages	
Significant Wave Height (m)	1.9
Zero Up-Crossing Period (s)	5.9
Mean Direction (° True North)	291
Power (kW/m)	22.1

Extremes				
Return Period (years)	1	10	50	100
Significant Wave Height (m)	10.0	12.7	14.7	15.4
Zero Up-Crossing Period (s)	11.7	13.2	14.2	14.6
Mean Direction (° True North)	285	284	284	284

図 5-26　EMEC の有義波高と確率波

EMEC の流れのデータ

大潮時の流れ

3.5m/s（SE）、3.34m/s（NW）

小潮時の流れ

1.44m/s（SE）、1.29m/s（NW）

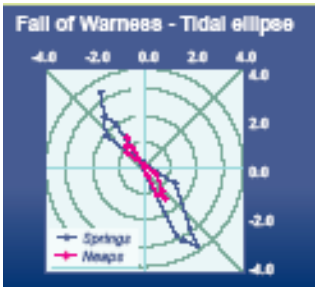


図 5-27　EMEC 潮流サイトの潮流楕円

7)社会的条件

a）漁業権等の法規制

EMEC については、設立段階で漁業権の問題があったが、漁業関係者と議論を重ね事業の理解を得ることができ、漁業補償は行われなかったとされる。

b）環境影響評価

英国政府は、戦略環境アセスメントが、イギリス及びウェールズ水域については必要と結論付けられている。それは、将来に複数の商用装置が設置される場合に対象エネルギーに関しての環境影響評価書及び基本計画の策定において役立つものとされている。

EMEC については、周辺地域は野生動物が多く自然が残されている。設立に当たり、環境影響評価が実施され、航行船舶等に対する安全リスク評価も行われた。

・EMEC の実証フィールド設置に伴う環境影響評価の実施

“Billa Croo Environmental Statement”, “Fall of Warness Environmental Statement”

・EMEC の実証フィールド設置に伴う安全リスク評価の実施

“Billa Croo Navigational Risk Assessment”, “Fall of Warness Navigational Risk Assessment”

EMEC でテストを行う開発者にも EMEC 環境影響評価ガイドライン（2005）が用意されている。評価項目は以下のとおりである。

・生態系に関する影響

1.生態系エネルギーバランス、2.底生生物、3.水塊、4.海岸線、5.陸域、6.野生生物、7.保護地区/保護種、8.汚染（水質、底質、野生生物、養殖場）、9.衝突、10.水中騒音、光、振動、11.空中騒音、光、12.電磁波、13.温室効果ガス

・社会経済に関する影響

14.視覚、景観、15.局所の大気質、16.通信システム、17.廃棄物、18.航行、海域利用者

・運営に関する影響

19.装置の適合性、20.運用季節、21.事故、漏洩

5．3．2　NaREC の概要

＜役割＞

実証試験の前段階の水槽試験による性能評価

＜場所＞

英国北東部ニューカッスル

＜設立＞

Tees Barrage（英国水路部所有）に One Northeast（英国北東イングランド経済開発公社）が出資し創設。

図 5-28　NaREC の位置 [18)]

＜対象事業＞

風力や海洋エネルギーを対象とした公共調査、民間共同研究、装置のテスト、検証、コンサルタント、技術サービス等。

・電気　－　システム設計、PSA、防護、パワーエレクトロニクス（電力用半導体素子を用いた電力変換、電力開閉に関する技術、交流から直流に変換する順変換

器（整流器）、直流を交流に変換する逆変換器（インバータ）等の半導体電力変換装置。）

・機械　－　構造設計、製作、水力学、Packaging
・制御と計測　－　埋め込み制御、SCADA、データ取得、センサー
・プロジェクト管理　－　建設、製造、研究開発

洋上風力のタービンブレードテスト

・80m、3000t hub
・静的試験、疲労試験、Dual-Axis Testing、破壊試験、落雷テストと開発、産業動向調査

図 5-29　洋上風力タービンブレード試験場（左：施設俯瞰図、右：試験風景）[18)]

・NaREC の波浪水槽

＜施設規模＞

波浪タンク：幅 5.2m、長さ 56m、
深さ 4.2m～7.2m

＜波の特性＞

波高（1.0m まで）、周期 3.25 秒
波高 0.8m 以上で 2～4 秒、不規則波対応

図 5-30　波浪水槽 [18)]

・NaREC の潮流水槽

＜水槽規模＞

潮流タンク：幅 6m、水深 1～7m

＜流れの特性＞

0m/s～1.5m/s

＜データモニタリング＞

ADCP 流速計測

図 5-31　潮流水槽 [18)]

・NaREC の活動状況

図 5-32　Oyster の試験 [18)]

図 5-33　SMD Tidel の試験 [18)]

５．３．３　デンマークの実海域試験場（波力）-Nissum Bredning の概要

デンマーク北湖にある国の実験施設であり、漁業補償や規制がない。特に、常駐する管理人やデータセンター、サブステーション等の施設はないが、ケーブルをつないで実験することが可能である。ここで、Wave DRAGON、Wave STAR の実験が行われた。

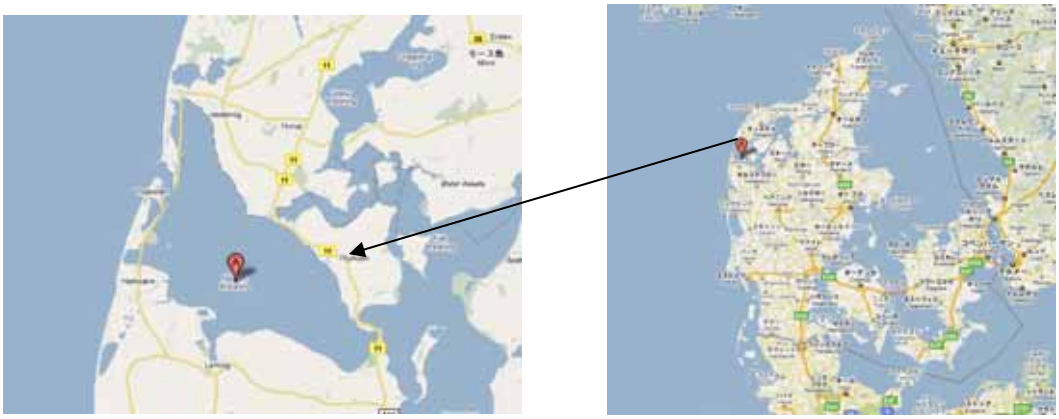


図 5-34　Nissum Bredning 試験場の位置

図 5-35　Nissum Bredning 試験風景（赤い装置は Wave DRAGON の試作機）[19)]

５．３．４　フランスの実海域試験場（波力）の概要

フルスケールの系統に連系した波力エネルギーのテストサイト建設・運用のプロジェクトがある（SEM-REV プロジェクト）。背景として、フランスは 18,000km の海岸を持ち、420TWh の波エネルギーポテンシャルを持つとともに、海洋再生可能エネルギーに対して固定価格買取制度（15C ユーロ/1kWh）の支援策等の取り組みがある。

プロジェクトの内容は、1km×1km のテストエリアに計測器が設置されモニターされることになっているおり、2.5MW の系統に連系される。プロジェクトは、地域開発プログラム（2007～2013 年）により支援され、550 万ユーロの資金により運用される。プロジェクトの工程は、2007 年～2010 年を建設期間としてフィージビリティー・スタディー、地元合意、設置等を進め、2010～2013 年に海域実験を実施する予定である。

このプロジェクトの主体は ECN（École Centrale de Nantes）と CNRS（Centre National de la Recherche Scientifique）の共同ユニットである。そこでは、水理学と海洋工学の部門で、波力、潮流、洋上風力を研究対象とし、数値計算ソフトウェアツールや実験水槽を所有する（図 5-37）。

また、実海域試験については、それをサポートする施設として 400t クレーン、支援船基地を有している（図 5-38）。

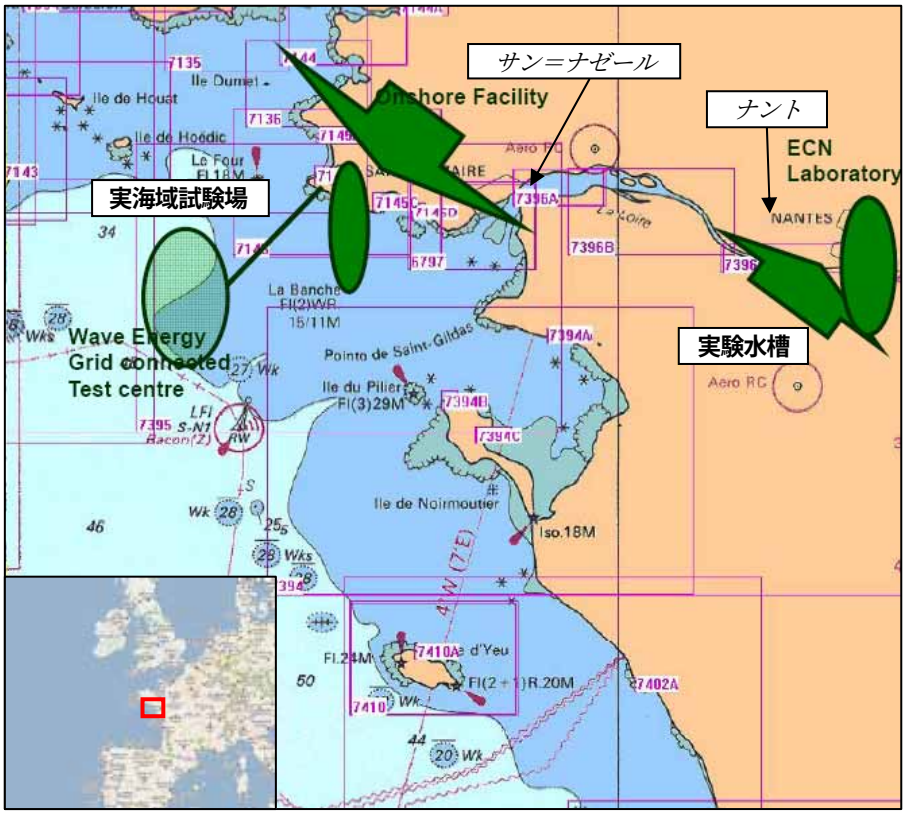


図 5-36　SEM-REV Wave Energy Test Site の位置（左図中の赤枠）

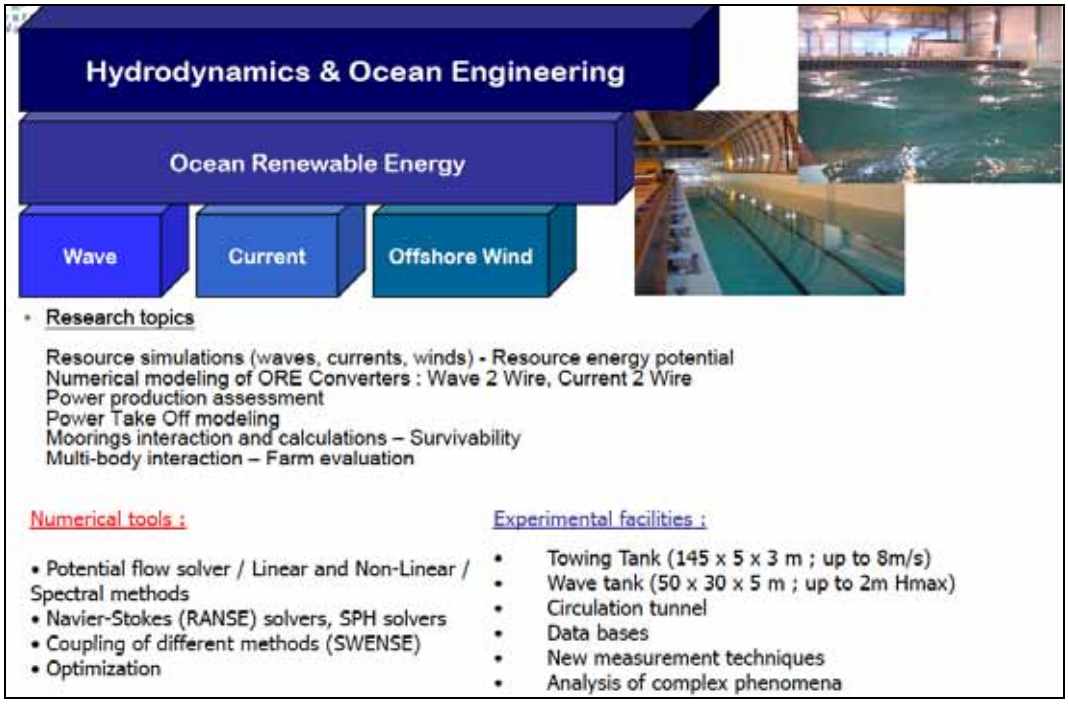


図 5-37　研究内容

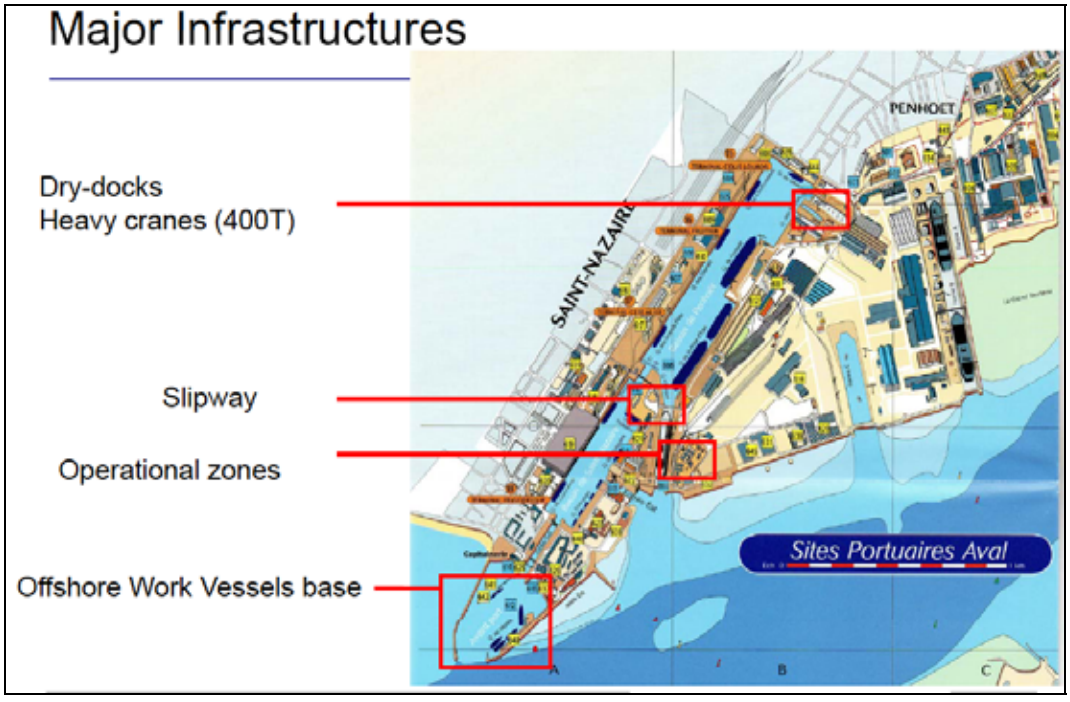


図 5-38　主な実験施設

５．３．５　Wave Hub の概要

Wave Hub は、沖合およそ 16km（10 海里）で波エネルギー装置につなぎ受電・送電できるようにしようとする構想である。これによって、サイトから陸地・送電網との接続点までの設備を自前で建設しなくても済むようになる。英国の最初の沖合施設をつくる草分け的な再生可能エネルギー利用計画である。

2003 年に英国南西イングランド地域開発公社によってこの構想が発表されている（図 5-39）[20]。2004 年 2 月にこの構想の調査、フィージビリティー・スタディー等が行われた。

2009 年 7 月に資金提供交渉の完了に引き続き、海底ケーブル設置が発注され、インストールが 2010 年春から夏に行われた。

2010 年４月、英国南西イングランド地域開発公社はコーンウォールの高潮対策の桟橋、道路の整備と合わせて、Wave Hub デモプラントの建設のために英国政府から 500 万ポンド受け取った。2011 年には 1800 人の雇用が生まれると期待されている。

プロジェクトは、4 つの異なる技術が検討されており（図 5-40）、1km×2km の海域は、2010 年以降からインストールのために各開発者に貸し出される。貸し出し期間は、およそ 5 年間で、最大 4～5MW の出力の発生を許可している。例えば、図 5-41 に漁場と系統連系について検討した設置案を示す。

2010 年以降、波力エネルギー装置の設置を希望している開発者からの申し入れを受け入れている。

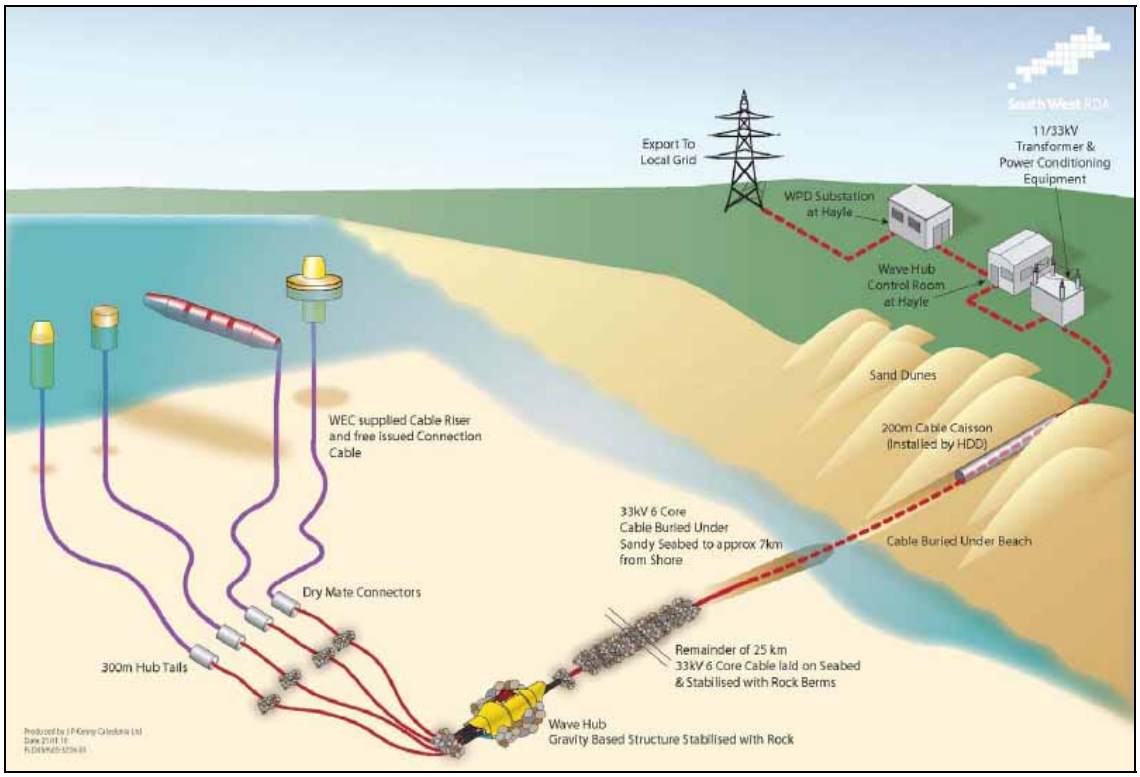


図 5-39　WaveHub のイメージ [20]

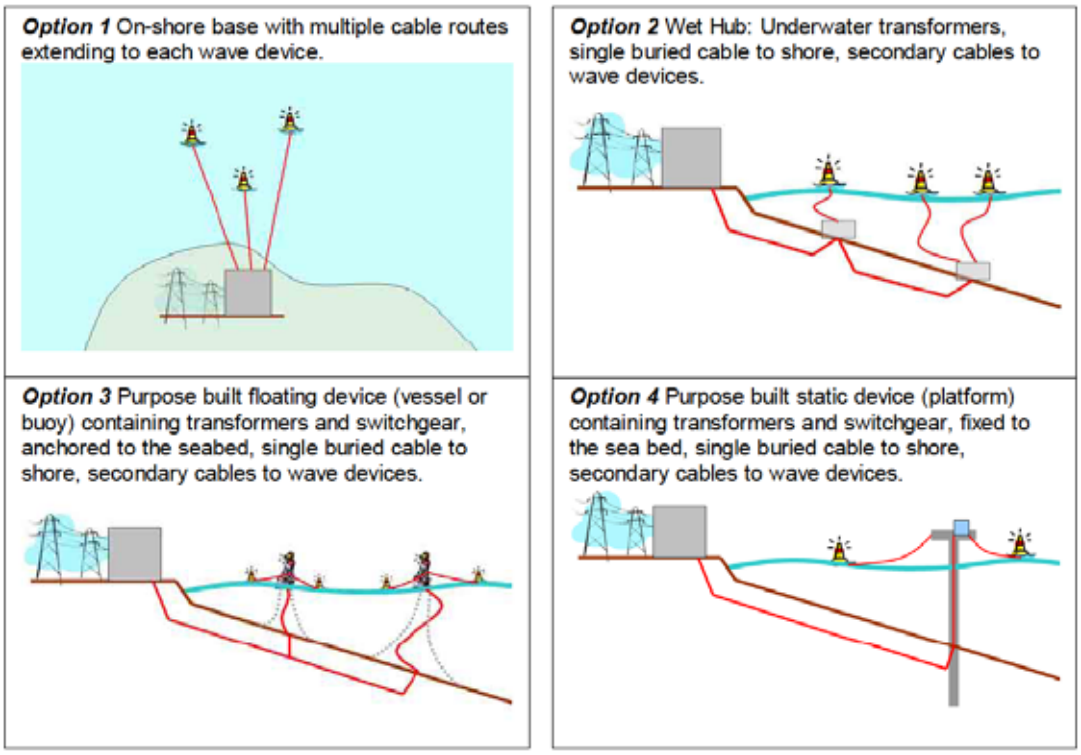


図 5-40　WaveHub における設置方法 [20)]

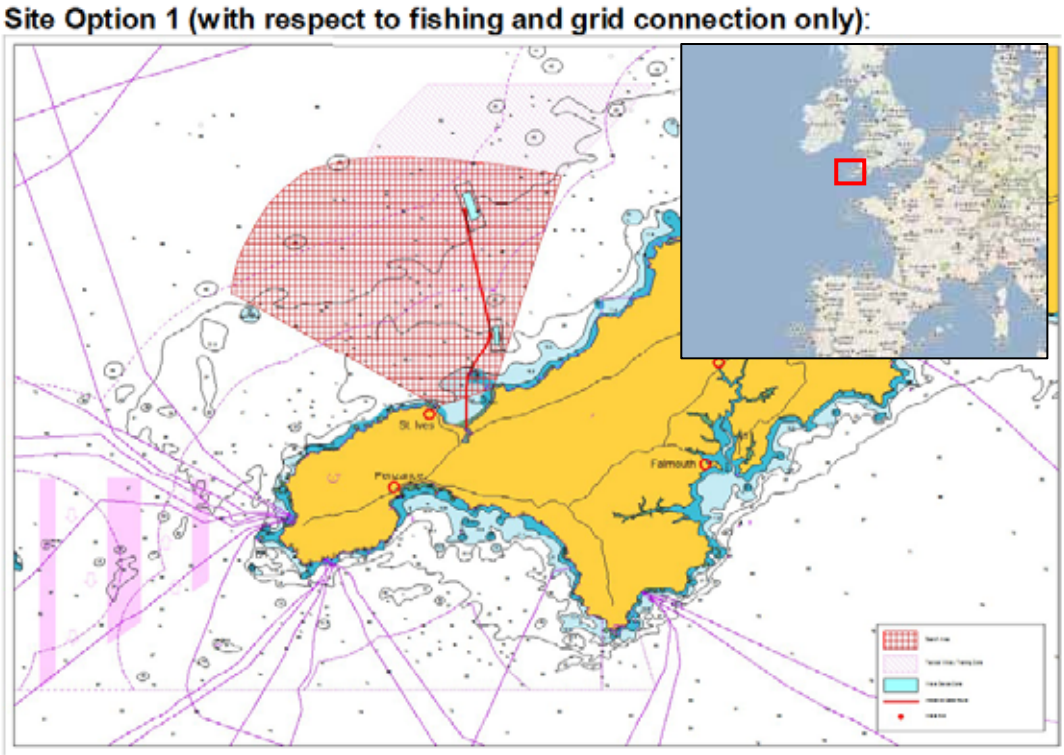


図 5-41　漁場と系統連系について検討した設置案 [20)]

５．４　実証フィールドの運営に関する事項の整理

平成21年度に実施した既存資料による海外の先進事例調査と平成22年度の現地調査をもとに、EMEC、WaveHub、NaREC 等の実証フィールドに関する運営主体、資金、事業内容、設備、顧客、立地条件について概要を整理した。

５．４．１　運営主体

海外の実証フィールドの設立および運営主体は次の通りである。

（1）EMEC

EMEC は、[3]公共セクター（8 機関）によって設立され、European Marine Energy Centre (EMEC) Ltd が運営主体となっている。組織体制及び人員は、設立時 3 名であったが 2010 年現在は Managing Director、Commercial Director、Client Relationship and Marketing Manager、Administrator、Administration Assistant、OPERATIONS TEAM（5 名）、RESEARCH AND CONSENTS TEAM（6 名）、BOARD OF DIRECTORS（5 名）の合計 21 名と拡大している。

（2）WaveHub

Wave Hub は英国南西イングランド地域開発公社によって設立され、WaveHub Management Company によって運営されている。会社の運営は、General Manager、Marine Operations Manager、Electric Device Manager、Business Manager の 4 名で行っている。

この会社は、CLG（Company Limited by Guarantee：有限責任保証会社）という形態をとっている。この形態をとっているのは、公共団体に比べ、外部資産にアクセスでき、容易に共同事業体としてビジネス活動に参加できること、リスクや知的財産権が適切に管理でき、商業環境においてより自由に効果的に運営できるというメリットを活かすためである。

（3）NaREC

NaREC は、英国北東イングランド経済開発公社によって設立され、WaveHub と同様に CLG という形態をとっている。

従業員は、2010 年現在、NaREC 全体で 115 名、洋上風力テストサイトのスタッフについては、実験が開始されれば増員する予定である。

なお、2009 年 10 月に洋上の再生可能エネルギー利用を拡大するために計画管理者、技術者、海洋学者など 15 名を募集した。

---

[3] EMEC 設立に関与した公共セクター：Department of Trade and Industry (現 BIS)、Scottish Government、Orkney Islands Council、HIE Orkney、Scottish Enterprise、Highlands and Islands Enterprise、Highlands and Islands Partnership Programme、Carbon Trust

（4）Nissum Bredning

設立及び運営主体は、デンマーク政府である。テストサイトの管理人はいるが、常駐はしていない。実験の開始と終了時には管理人が立ち会うが、それ以外の場合は、開発事業者が発電装置を持ち込み、試験を行なう方法である。テストサイトを運営するための組織体制については、情報は得られていない。

（5）SEM-REV

フランスの CPER（地域開発プログラム）のもとで、SEM-REV プロジェクトが発足し、そのなかで、実証フィールドの整備と運用を行う。プロジェクトは、SGAR (The Regional Affairs General Secretary)、The Regional Council、The Local Council、[4]CNRS (The Centre National de la Recherche Scientifique：フランス国立科学研究センター)、[5]ECN (The Ecole Centrale de Nantes)の代表者で構成されるパイロット委員会で統括されている。運営主体は ECN と CNRS の共同ユニットで、スタッフは 70 名である。

5．4．2　資金

海外の実証フィールドの設立および運営資金は次の通りである。

（1）EMEC

地元スコットランドの組織を始め、DTI（英国貿易産業省：Department of Trade and Industry、現 BIS）を含む 8 つの公共セクターからプロジェクト及び開発費用として 1450 万ポンド（約 18.9 億円）を受けている。設立および運営資金については公表されていない。

（2）WaveHub

WaveHub の初期投資（CAPEX）と運営資金（OPEX）の流れを下図に示す。

初期投資は、公共セクターのファンドから合計 4200 万ポンド（約 54.6 億円）を受けており、内訳は、英国政府 950 万ポンド（約 12.4 億円）、南西イングランド地域開発公社 1250 万ポンド（約 16.3 億円）、欧州地域開発資金計画 2000 万ポンド（約 26.0 億円）である。

運営資金については、公共セクターのファンドと WaveHub 利用者からのレンタル料と売電のロイヤリティーで賄っている。

WaveHub 利用者は、民間と公共セクターからの投資と売電による歳入が見込まれる。運営会社は、利用者からは£2,000-20,000/MW、£2-8/MWh の利用料とることを計画し、2007 年までに 171,000 ポンド（約 2200 万円）、2010 年まで 670,000 ポンド（約 8700 万円））の歳入を見込んでいた。しかし、計画が遅れており、2011 年度に運用開始する予定となっている。

---

[4] CNRS：The Centre National de la Recherche Scientifique。1939 年 10 月 19 日設立のフランス最大の政府基礎研究機関。

[5] The Ecole Centrale：エコール・サントラル。フランスの工学・技術系エリート養成のための高等教育機関。ナントの他、パリやリヨン等、国内に 5 校、国外に 6 校ある。

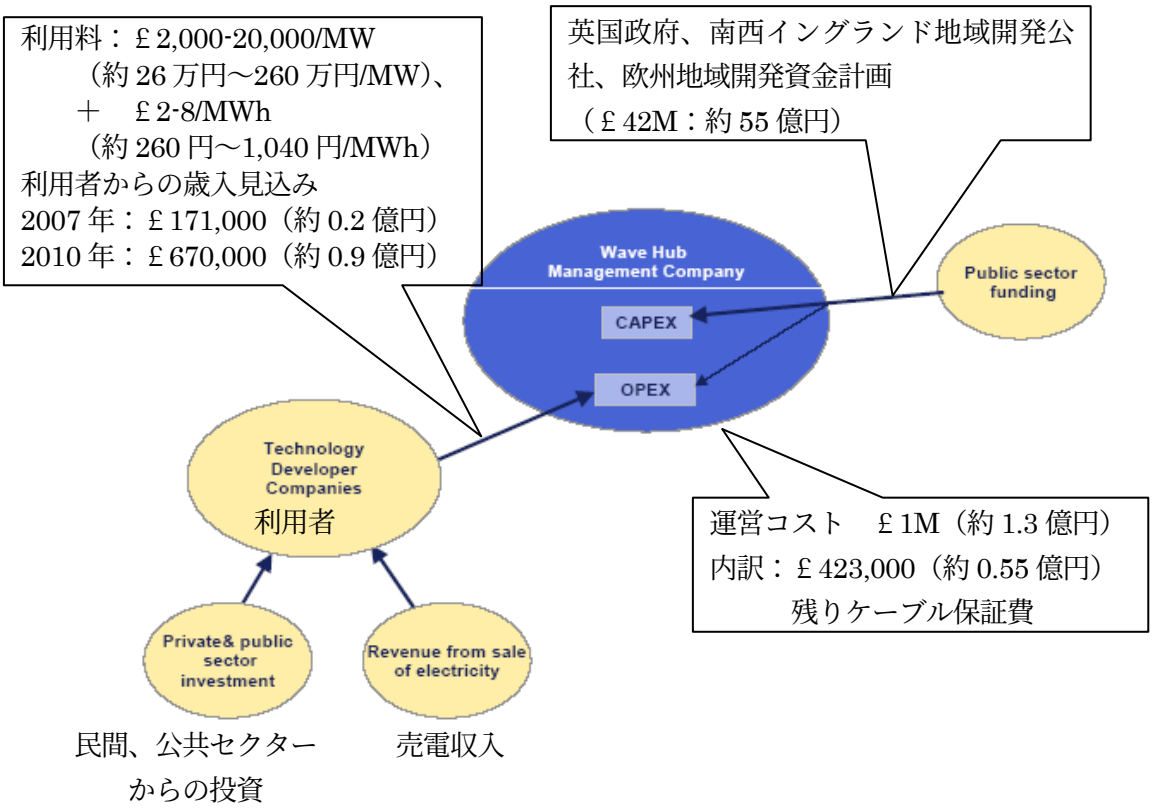


図 5-42　WaveHub の初期投資（CAPEX）と運営資金（OPEX）の流れ

（3）NaREC

NaREC の設立資金は、3000 万ポンド（約 39 億円）で、内訳は、ERDF から 2000 万ポンド（約 26 億円）、英国北東イングランド経済開発公社から 1000 万ポンド（約 13 億円）である。

洋上風力テストサイトの設立資金は、2285 万ポンド（約 29.7 億円）で、内訳は BIS から 1850 万ポンド（約 24.0 億円）、英国北東イングランド経済開発公社から 435 万ポンド（約 5.7 億円）である。

（4）Nissum Bredning

設立および運営資金についての情報は得られていないが、ここは、実験に付随するモニタリング機器、データセンターなどの設備や常駐する管理人はいないため、運営にかかわる費用は小規模なものと推測できる。

（5）SEM-REV

フランス地域開発プログラム（CPER　2007-2013）の資金で設立され、550 万ユーロ（約 6 億円、換算レート：1 ユーロ＝110 円）の資金により運用される。

5．4．3　事業内容

海外の実証フィールドの事業内容は次の通りである。

（1）EMEC

EMEC では、実海域のフル・スケールテストサイトを所有し、海洋エネルギー機器に関するエネルギー変換能力、構造性能及び耐久性について、試験及び評価を行う実証事業を実施している。

また、性能評価に必要な気象・海象条件のリアルタイム計測、現地調査等の調査事業を行っているとともに、技術支援や事業化で課題となる地元等との合意形成及び法的問題解決のコンサルティングも行っている。

さらに、認証事業として、波力発電機器と潮流発電機器の認証を行っているとともに、波力及び潮流発電機の国際標準化を推進している。具体的には国際標準化のための国際標準化コード（規格）の作成を IEC（International Electotechnical Commision）で主導している。IEC では、既に TC114（Marine Energy-Wave,tidal and other current converters）が設立され、6 つのプロジェクトチームに分かれて規格案の検討が行われている。2010 年には、英国提案である認証スキームのプロジェクトチームの設立が採択されており、実証試験場の国際標準化とその認証事業を進めている。

（2）WaveHub

WaveHub のビジョンは、“ 波力エネルギー変換装置の開発と性能実証のための主要センター ” になることである。そのため、WaveHub のミッション（任務）は、以下の 2 つである。

①調査、開発（基礎段階）を終えた波力エネルギー変換装置開発者を支援し、英国のイニシアチブを維持する。

②波力エネルギー変換装置開発者の必要性に応え、南西イングランド、特にコーンウォールに投資させる。

具体的には、発電事業の実証事業として、フルスケールの商用段階一歩手前の発電機器をファーム形式に設置し、それを系統連系し、ファームとしての試験を行うことである。その際、初期段階のファームとしての試験を引き続き行い、発電所として継続して最大 20MW（約 7000 世帯分）を発電する予定である。

この構想によって、SWRDA は南西イングランド地域近海に海洋エネルギー発電の集積地を作り上げるのが目標であり、実現すれば雇用増加、地域経済の活性化につながると見込んでいる。

（3）NaREC

NaREC は、研究開発段階の性能を検証する機関として位置づけられており、事業内容は、潮流、波浪のスケールタンクを有し、装置の性能評価を行っている。また、2013 年から NaREC の前面海域において、洋上風力の実証試験海域の運用を開始することになっている。

なお、海洋エネルギー以外にも、風力、太陽光等を対象とした公共調査、民間共同研究、装置の試験、検証、コンサルタント、技術サービスを実施している。

海洋エネルギーの実証事業としては

・潮流水槽による潮流発電装置の性能評価
・波浪水槽による波浪発電装置の性能評価
・洋上風力実証試験海域での洋上風力性能評価（2013 年予定）

英国の NaREC、EMEC、WaveHub は、技術開発の段階（基礎研究から商用化まで）に応じて、それぞれの役割を担っている。

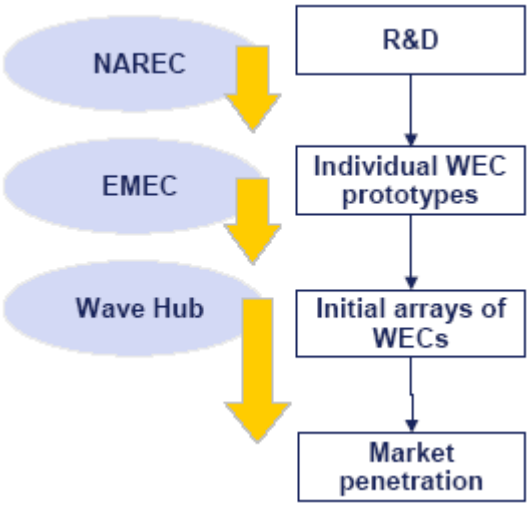


図 5-43　NaREC、EMEC、WaveHub の位置づけ

（4）Nissum Bredning

事業内容に関する情報は、得られていないが、少なくとも装置開発者が制約を受けないで試験ができる“場”を提供する役割を果たしている。

（5）SEM-REV

事業内容は、テストサイトにおいて波力エネルギー変換装置の性能評価（2010 年予定）を行う実証事業と、数値モデルや水槽実験を利用して、海洋エネルギーのポテンシャル推定、発電量、係留、ファーム（複数装置）の評価を行う調査事業からなる。

5．4．4　設備

海外の実証フィールドの設備は次の通りである。

（1）EMEC

EMEC には、波力発電用と潮流発電用の 2 つのテストサイトがある。波力発電テストサイトは、Billia Croo の沖合 1～2km において、約 3km×2km のエリアが設定されている。エリアの 4 隅には標識ブイを設置しており、このエリア内の約 50m の水深帯に 4 つのバースを設けている。海底ケーブルは 11kV となっている。

潮流発電テストサイトは、Fall of Warness に約 4km×2km のエリアに 5 つのバースを

設けている。バースの設置水深は、3 点が約 35m で残りは 12m と 45m となっている。

また、波浪計（2 基）、超音波流速計（ADCP、1 基）、サブステーション、データセンター、陸上観測点（監視カメラ）、気象観測ステーションを設置している。発電データや海象計測データは、SCADA（Supervisory Control and Data Acquisition：計測データの制御及び監視）システムを導入し、リアルタイムで開発者側に送られる。

（2）WaveHub

WaveHub の波力発電テストサイトは 2km×4km の規模で、2km×1km の区画を 4 事業者に提供する。Hayle のにある陸上ステーション（データ管理、系統接続）までの電源ケーブルは、延長 25km、重量 1300t、電圧 11kV（33kV に増強予定）となっている。

（3）NaREC

洋上風力テストサイトでは、3 つの水深帯（35、45、55m）に各 5 基のプロトタイプ機を接続するサイトを設置する。各サイトと陸上施設は海底ケーブルで接続され、合計出力は 99MW である。

その他施設のうち、海洋エネルギー分野では波力発電及び潮流発電用のテストタンクがある。波浪水槽の仕様は、幅 5.2m、長さ 56m、深さ 4.2～7.2m、波高 1.0m、周期 3.25 秒、潮流水槽の仕様は、幅 6m、水深 1～7m、流速 0～1.5m/s となっている。

（4）Nissum Bredning

Nissum Bredning には、波力テスト用の実験区及び海底ケーブル、桟橋があるだけで海象等の計測装置はなく、必要最小限の設備となっている。

（5）SEM-REV

実海域試験として、1km×1km の波力発電サイトが沖合 15km、水深 35m に設定されている。ここには、波浪計（1 基）、超音波流速計（ADCP、1 基）、気象ブイ（1 基）が設置されているほか、陸上にはドライドック（400t クレーン）、組立てゾーン、支援船基地、造船台（Slipway）がある。

陸上にある水槽試験場には、曳航水槽（145×5×3m、曳航速度 8m/s まで）、波浪水槽（50×30×5m、H_{max}2m まで）、循環水槽がある。

5．4．5　ユーザー（顧客）

海外の実証フィールドのユーザーは次の通りである。

（1）EMEC

2008 年には国内外の企業 20 社が EMEC を利用した。波力発電テストサイトでは、Pelamis Wave Power、AW Energy（フィンランド）、Aquamarine Power Ltd、Ocean Power Technologies（米国）、E.ON（ドイツ）、Scottish Power Renewables（2011 予定）、Wello Oy（フィンランド 2011 予定）等、潮流発電テストサイトでは OpenHydro、Tidal Generation Ltd、Hammerfest Strom UK Ltd、Atlantis Resources Corporation、Voith

Hydro Ocean Current Technologies（2011 予定）、Scotrenewables（2011 予定）等がユーザーとなっている。

（2）WaveHub

WaveHub は 4 つの事業者が利用可能となっている。これまでに West Wave、Oceanlinx が利用計画を中止しており、現時点でのユーザーは、Ocean Power Technologies、Fred Olsen、Orecon となっている。

（3）NaREC

洋上風力テストサイトでは、E.ON が Vestas 製（1.8MW×2 基）を使用した実証試験を行う予定となっている。

陸上施設の水槽（波浪・潮流）は、Aquamarine Power、Swanturbines、SMD　等がこれまでに利用している。

（4）Nissum Bredning

過去において Wave Dragon、Wave Star（2006 年）が試験された。

（5）SEM-REV

2011 年供用開始予定なのでユーザーの情報はない。

5．4．6　立地条件

海外の実証フィールドの立地条件は次の通りである。

（1）EMEC

EMEC では、以下の点を考慮してフィールドが選定された。

・テストサイトは、大西洋に開けており、波高（50 年確率波 15m）、潮流（4m/s）のエネルギーポテンシャルが高いこと。
・系統に連系していること
・優良な港湾施設があること
・地域住民、漁業者との合意形成ができた場所
・土地利用に関し、軍の制限を受けないこと
・環境に大きな影響を与えないこと

（2）WaveHub

WaveHub では、以下の点を考慮してフィールドが選定された。

・波エネルギーポテンシャルが高い場所（21～25kW/m）
・波高（平均：1.6m、50 年確率波：13.8m）、平均周期 5.4s
・系統連系が可能
・環境に大きな影響を与えないこと
・地域住民、漁業者との合意形成ができた場所

（3）NaREC

NaREC では、以下の点を考慮してフィールドが選定された。

・NaREC の前面海域にあり、利便性が高い
・近くにある英国最大の洋上風力ファーム（ドッガーバンク）のデータ検証
・地域住民、漁業者との合意形成ができた場所
・環境に大きな影響を与えないこと

（4）Nissum Bredning

Nissum Bredning の立地条件に関する情報は得られていない。

（5）SEM-REV

SEM-REV では、以下の点を考慮してフィールドが選定された。

・波力エネルギーポテンシャル
・地形、水深 35m、風況、潮汐と流れ
・系統連系が可能
・周辺地域の活動能力の高さ
・航路、商業漁業、軍事演習海域、採砂場所でない海域
・環境に大きな影響を与えないこと

表 5-5　先進事例における実証フィールドの運用に関するとりまとめ

項目		EMEC	NaREC	WaveHub	国内（案）
実施主体		House of Commons Science and Technology Committee の推薦を受け、以下の公共セクターのグループから資金調達して 2001 年に発足。2004 年 8 月に試験施設を開設。 Department of Trade and Industry（現 BIS), Orkney Islands Council, Highlands and Islands Enterprise, HIE Orkney, Scottish Enterprise, Highlands and Islands Partnership Programme, Carbon Trust, Scottish Government 【組織体制】 21 名　（操作チーム、調査チーム、管理スタッフ他）	英国北東イングランド経済開発公社（ONE）が 2002 年に設立。 【組織体制】 115 名	英国南西イングランド地域開発公社が 2006 年 6 月に WaveHub の建設を申請。 2007 年 9 月に政府から最終的な許可を取得。 WaveHub Management Company (WHMC)が有限責任保証会社（Company Limited by Guarantee ：CLG）という形態を取り、運営している。 【組織体制】 General Manager、Marine Operations Manager、Electric Device Manager、Business Manager	・法人 ・大学法人 ・公益法人 ・政府
資金	初期費用	£14.5M（約 19 億円、プロジェクト及び開発費用）	【NaREC】 £30M（約 39 億円） £20M　ERDF／£10M　ONE 【洋上風力テストサイト】 £22.85M（約 30 億円） £18.5M　BIS／£4.35M　ONE	£42M（約 55 億円） £9.5M　UK government £12.5M　South West RDA £20M　ERDF	・公設
	運営費	*非公開*	*非公開*	£ 1M／年（約 1.3 億円／年） ※およそ半分がケーブルの保険料 FS による試算　計£423,185／年 ・人件費、事務所経費等：257,600 ・サービス（データ管理、船舶使用等）：50,000 ・環境モニタリング：38,500 ・定期メンテナンス：30,880 ・不定期メンテナンス：9,680 ・ブイ改装：7,950 ・大規模改修（不定期）：28,575	・公営 ※運営が安定したところで民間に移管 公設公営　→　公設民営
業務内容		【実証事業】 ・Full Scale Test Facilities ・エネルギー変換能力、構造性能、耐久性に関する独自評価 ・気象海象条件のリアルタイム計測 ・合意形成及び法的問題の多方面にわたる支援 ・EMEC の計測戦略に参加する機会 ・多方面にわたる現地の調査、技術支援、避難水域、港へのアクセス　等 【認証事業】 ・波力・潮流エネルギー変換装置の標準化と認証制度 ・系統連系及びの ROCs（Renewable Obligation Certificates）認定の支援	【実証事業】 ・Scale Test Facilities ・海洋エネルギー、風力、太陽光等を対象とした公共調査 ・民間共同研究 ・装置の試験、検証、コンサルタント、技術サービス ・洋上風力の実証試験	【実証事業】 ・Full Scale Semi-Commericial Deployment ・海洋再生エネルギーの大規模なインフラ計画 ・英国の電力系統に接続し、最大 20MW（約 7000 世帯分）を発電する。	【実証事業】 ・Full Scale ＆ Part Scale Test Facilities ・装置のエネルギー変換能力、構造的な運用性及び耐久性（安定性）の評価 ・気象海象条件のリアルタイム計測 【認証事業】 ・どのように認証機能を持たせるのか？
設備		波力発電テストサイト、潮流発電テストサイト、電源ケーブル、テストバース、波浪測定、超音波流速計、サブステーション、データセンター、陸上観測点、気象観測ステーション　等	【洋上風力テストサイト】 100MW 規模　15 基のプロトタイプ機を 3 つの水深帯に設置（35～55m） 【その他海洋エネルギー】 ・波浪水槽 ・潮流水槽	・波力発電テストサイト：2km×4km ・電源ケーブル：11kV（33kV に増強予定） ・バース：4 系統、各 4～5MW ・陸上ステーション：データ管理、系統接続　等	・海底ケーブル ・気象、海象（波高計、ADCP)、水中監視カメラ ・通信施設（インターネット） ・台船、警戒船、組立て修理施設（クレーン、溶接等） ・避難場所
ユーザー		・2008 年には国内外の企業 20 社が試験 ・波力：Pelamis Wave Power、AW Energy（フィンランド)、Aquamarine Power Ltd、Ocean Power Technologies（米国)、E.ON（ドイツ)、Scottish Power Renewables（2011 予定)、Wello Oy（フィンランド 2011 予定）　等 ・潮流：OpenHydro、Tidal Generation Ltd、Hammerfest Strom UK Ltd、Atlantis Resources Corporation 、 Voith Hydro Ocean Current Technologies（2011 予定)、Scotrenewables（2011 予定）　等	【海洋エネルギー】 Aquamarine Power、Swanturbines、SMD　等 【洋上風力テストサイト】 E.ON（ベスタス製 1.8MW×2 基）	Ocean Power Technologies：Power Buoy Fred Olsen:多重ポイント･アブソーバーシステム（浮遊構造プラットフォームに浮遊ブイを装着） Orecon：1.5MW 型（500kW×3 基）の OWC 装置（振動水柱）	・大学 ・民間企業　等
立地	所在地	スコットランド　オークニー諸島 事務所、データセンター：Stromness 波力サイト：Billia Croo（メインランド島 西部）1-2km 沖、水深 55m 潮流サイト：Fall of Warness（エダイ島 西部）水深 12-45m	イングランド北東部　Blyth 洋上風力テストサイト：8-18km 沖、水深 35-55m	イングランド南西部　Hayle テストサイト：16km 沖、水深 55m	H21 年度の試案では実証海域として可能性のある地域を提示。
	条件	・波高 15m（50 年確率波)、潮流 4m/s ・英国の系統に連系している ・優良な港湾施設がある	【洋上風力テストサイト】 NaREC の前面海域にあり利便性が高い。また英国最大の洋上風力サイト（ドッガーバンク）に近いため、データ検証が可能	設置海域の波力エネルギー賦存量　21～25kW/m 大学の研究機関（ブリストル大学、エクセター大学他）と連携可能	・エネルギーポテンシャルが高い ・地方自治体、漁協の支援がある ・交通のアクセスが良い　等

第６章　日本版実証フィールドのあるべき姿

６．１　日本版実証フィールドの位置づけ

海洋エネルギーを取り巻く課題解決に向け、実証フィールドの位置づけを行う際の基本的な考え方を以下に示す。

①公的セクターの主導

海外の実証フィールドの組織形態としては、EMEC の公設公営、WaveHub の公設民営、SEM-REV のプロジェクト方式が存在している。ここで共通点は、いずれのケースも実証フィールド事業を行う組織に政府、地方政府などの公的セクターが主導するとともに深く関わっていることである。特に、EMEC は当初 EU が主導し、それを英国が誘致し、それをスコットランド地方政府がオークニーへ誘致した経緯がある。

政府は海洋の所有権を有しており、その使用権の賦与は政府を含めた公的セクターに委ねられている仕組みになっている。実証フィールドの設立条件として優先的な海面使用の付与が重要なファクターになることから、政府を始めとする公的セクターの積極的関与が重要な要素になる

②研究と事業の結節点で大きなリスク

海洋エネルギー開発の実証事業は､研究から事業化への橋渡し的存在であることから、実規模に近い大型の実証試験が多くなる。かつ、海洋という海象・気象条件の厳しい場合が多いことから、エネルギー開発のリスクは一段と大きくなる。実証試験段階における大きなリスクを民間セクター単独で背負うことは非常に難しい現実がある。従って、政府のイニシアチブで実証研究事業を主導することが基本と考える。

実証事業は、製品開発や事業化の最終段階であることから、必須のプロセスであるばかりでなく、その成功は国際市場へのゲイトウェイでもある。

③実証フィールドの地域振興

実証フィールド事業は、研究開発から事業化へのプロセスの一つであるが、そこから生じる波及効果は多様である。先ず第 1 に、実証事業の実施は地域企業からの部品や役務の調達が期待できる。第 2 に、実証事業の研究成果は事業化や技術波及を通じて地域関連産業の再生と創生に繋げることが出来る。第 3 に、地域関連産業の再生と創生は地域のサービスの提供を通じたが地域関連産業の活性化が期待できる。また、実証事業の研究成果は、産業集積や雇用促進の起爆剤となる可能性がある。

④産学官のプラットフォーム

日本の海洋エネルギーを取り巻く環境は、産・官・学の間に海洋エネルギープロジェクトや事業を遂行するための共通の認識とプラットフォームが形成されていないことである。これらのプラットフォームの欠如が海洋エネルギー事業の知識の共有化、技術の事業化と統合化を停滞させている要因でもある。また、技術と経営知識を備えた人材の育成の場として利用できる。

“日本版実証フィールド”は、上記の多様な公的機能が期待される。また、その建設運営は、厳しい自然条件と複雑な社会条件下で実行しなければならない。このため、“日本版実証フィールド”は、一種のインフラとし位置づけ、政府の責任とイニシアチブで建設・運営を行う公設公営方式を目指すことが重要と考える。

公設公営の組織形態としては、独立行政法人としての学術研究を重視した国立研究所や国立大学、産業技術開発を重視した新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）が存在している。また、独立行政法人の海洋関係の事業活動で分類すると海洋研究開発機構（JAMSTEC)、海上技術安全研究所（NMRI)、港湾空港技術研究所（PARI）等が存在している。本来は単独の専門独立行政法人の設立が望ましいが、現在の行財政改革の中で、実証事業を専門に行う単独の独立行政法人を設立することは現実的でない面も否めない。従って、国立大学又は既存の独立行政法人等の中で本事業に取り組む意欲のある機関において事業をになってもらうことも一案と思料される。また、地域社会が主導権を発揮されて、地域の受け皿を準備する案も考えられる。いずれにしても、“日本版実証フィールド”を実現させるためには、関係独立行政法人間の協力体制と関係独立法人を所管する省庁間の協力関係の合意が不可欠である。

実証フィールド事業に関係が深い省庁は、エネルギー政策と産業政策の観点から経済産業省及び資源エネルギー庁、海面利用と海上安全の観点から国土交通省と海上保安庁、海洋科学と研究開発の観点から文部科学省、漁業振興と漁業権の観点から農林水産省、国有財産管理の観点から財務省、地域振興の観点から総務省などになろう。

このため、多数の省庁を束ねて全体の目的とフレームすなわち基本方針の決定を行うことが重要であるが、それを主導するためには内閣官房、とりわけ国家戦略室と総合海洋政策本部のイニシアチブの発揮が重要なファクターになる。

６．２　あるべき姿

６．２．１　目的と事業内容

今回の先進事例調査や関係者へのヒアリング調査の結果、実証フィールドの必要性は認識しているものの、その目的については様々な意見や見解があることが判明した。その多様な意見と見解を踏まえ、日本の置かれた実情に鑑み、日本版実証フィールドの目的を以下のとおり集約することとした。

①海洋エネルギー技術開発と実用化の加速的推進のための「インフラ施設」

海洋エネルギーの基礎研究を実用化研究段階に高めていくためには、実海域での試験研究の成果が重要な役割を果たす。また、内外の市場では実証実験による性能評価などの実証試験結果が求められる。

しかし、我が国には実海域で実証試験ができる施設が整備されていないため、研究者や企業などの開発者等は多大な労力とコストをかけて実証実験を行わざるを得ない実情にある。

かかる実情に鑑み、“実海域での実証フィールド”を海洋エネルギーの研究開発と実用化を加速的に推進するための「インフラ施設」として整備する必要がある。

②地域開発推進のための「支援・インキュベーター施設」

英国等では、“ 実海域での実証フィールド ” による波力や潮流発電などの海洋エネルギー企業の育成を通じた地域への技術の蓄積と雇用の創出も大きな目的の一つになっている。その中で、EMEC 等の実証フィールドは地域産業としての海洋エネルギー産業を育成する支援やインキュベーター機能を果たしている。

我が国では、衰退する地域産業の再生と新産業の育成が喫緊の課題であるにもかかわらず、その有効な方策が見出せない状況にある。特に、食糧供給という重要な役割を担う農業や漁業はその再生が切望されている。また、国内景気の悪化やグローバリゼーションによる産業の空洞化などの影響を強く受けて撤退せざるをえない地域の中小企業に代わって、新たな雇用機会を提供する産業育成は国家的課題でもある。

実証フィールドの地域への整備は、地域への技術集積と企業誘致を誘発し、海洋エネルギー事業の展開を通じて、衰退する地域産業の再生と新産業の育成に寄与する。

③国際市場をリードする海洋エネルギー機器とシステム開発の「拠点施設」

海洋エネルギー機器とシステム開発の国際競争は既に開始されている。それは技術の先端分野だけでなく、技術開発の成果である機器とシステム分野での “ 国際標準化 ” という形でも進められている。

この国際競争に参入して世界をリードしていくためには、実海域における出来るだけ多くの実証データの蓄積と分析結果が重要な要素になる。

このため、今後、我が国が独自に研究開発した技術や製品を国際展開していくためには、実海域における実証実験によるデータの取得と蓄積を可能とする、すなわち “ 実証フィールドの整備 ” が重要なファクターになる。

④地域又は海外への技術移転と支援のための「技術移転推進施設」

海洋エネルギーは、再生可能エネルギー開発の中でも後発的なエネルギーであり、そのクリーン・エネルギーとしての潜在的な大きさゆえ、地球温暖化防止への貢献が期待されている。海洋エネルギーは地球の表面積の 2/3 を覆う海洋に存在することから、従来型の再生可能エネルギーと比較し、量的ポテンシャルは非常に大きい。

海洋は、陸上に比較して自然条件や環境条件がより厳しいことから最後のフロンティアとして残されてきた。しかし、地球温暖化対策のためには、遅かれ早かれ残されてきたフィールドである海洋の二面的活用、すなわち、“ クリーン海洋エネルギー供給としての海洋の活用 ”、“ CO_2 吸収の場としての海洋の活用 ” が不可欠な状況になろう。

このような観点から、“ 海洋エネルギーの実証フィールド ” は、海洋エネルギー技術とシステムの実証を通して、国際普及による地球温暖化緩和のための技術移転推進施設になる。

⑤実践的人材から高度知識人材を育成、プール、派遣するための「人材育成施設」

我が国の海洋産業の代表は造船業であるが、現在の造船業に海洋エネルギー分野に進出する機運は本格的になっていない。石油・天然ガスなどの化石エネルギーの海洋開発

は、これまで全般的に見れば低調でその規模や活動範囲が減少してきた。特に、海底石油掘削リグやプラットフォームの国内での建設が行われていないことから、海洋石油開発技術とその関連エンジニアリング技術は諸外国に大きな遅れることになった。

この様な造船業や海洋石油開発業の停滞と衰退は、技術ばかりでなく人材の減少を招いている。かかる現状から、我が国の海洋エネルギーの技術開発を担う人材の育成は緊急課題である。大学等の教育機関と連携することにより、机上学習とフィールド学習を同時並行的に行う実証フィールドの整備は、実践的海洋エンジニアの育成拠点として必要不可欠のものである。

６．２．２　機能と施設

日本版実証フィールドは、６．２．１で述べた多様な目的を達成するために多様な機能と施設が必要になる。その在り様は、状況と条件に応じて柔軟に整備することが望ましい。主要な機能と施設を纏めれば以下のとおりである。

①実海域実験による性能及び構造などの試験・評価機能

海洋エネルギー機器やシステム（以下「デバイス」という。）を製品化又は商品化するためには、実海域での性能及び構造などの試験・評価機能を有することが不可欠である。海洋エネルギー機器の試験・評価とは、デバイスの一部又は全体を、海面、海中又は海底に設置して、実海域で一定期間デバイスの性能、構造、挙動などを観察して必要なデータの収集を図る試験とデータに基づいて評価を行う一連の作業である。

この試験・評価作業を実施するためには、一定の基準を満たした実証サイト（海域）と試験計測機器などの試験設備の整備が不可欠である。この実海域と試験設備を研究開発のインフラとして整備する必要がある。特に、国際市場で“実証されたデバイス”と言われるためには、国際基準に準拠して整備されたインフラと手順に従って行われた評価結果を必要とすることから、インフラ整備及び評価作業は、国際基準に準拠した方法で行われることになる。現在、EMEC の評価基準をベースに IEC（国際電気学会）において、この国際規格の策定作業が行われている。

②コンサルティング及びファシリティー機能

地域開発推進のための「支援・インキュベーター施設」を実現するためには、運営主体を中心に地元企業、地元漁協等が技術支援や地元調整等を図りながら、実証実験を実施することが現実的である。実証実験と言ってもそれを実施するためには、プロセスとそれに伴う様々な支援作業が必要になる。デバイスの運搬、設置、撤去作業、モニタリングや計測作業などの労働集約的作業ばかりでなく、データ集計やその分析などの知的作業も必要になる。これらの支援作業は、近隣から供給されることが便利であることから、これらの支援サービス機能の集積が必要になる。

施設や装備の支援ばかりでなく、知的及び行政支援サービスとしてのコンサルティング機能も重要な支援機能である。知的コンサルティング機能としては、大学や研究所との連携による調査・分析、研究開発支援などが考えられる。行政支援としては、行政手続の代行、アドバイスなどの機能が考えられる。

海洋エネルギーを実用化するためには、利害関係者との調整を図るファシリティー機能が重要になる。特に、漁業関係者との調整が重要なファクターになる。利害関係者の理解と協力を増進させるためには、各種の科学的なデータを踏まえた第 3 者の中立的な意見が必要不可欠となる。実証フィールドで観察されたデータに基づき、中立的立場から第 3 者意見を表明して、利害調整を図り事業の推進を図ることは、現実の課題解決として極めて重要である。

このようなコンサルティング、及びファシリティー機能を有することは、地域への技術の集積、新産業の創出（インキュベーター）に繋がるものと考えられる。

③国際標準に基づいたデバイスの認証機能

海洋エネルギー機器の国際市場への事業展開を行う上で、デバイスの国際認証取得は重要なファクターである。実証フィールドが認証機能を持つ（デバイスの試験・評価の結果が国際的に認められる）ためには、国際基準に準拠した認証機関による認証行為が必要である。現在、この分野の国際規格は策定されていないことから国際基準に準拠した認証機関は存在しないが、実質的には英国の EMEC が国際認証機関的な役割を果たしている。また、英国及び EMEC は、IEC の場において認証のための国際規格化を推進している。この様な国際的動きに呼応して、スペイン、デンマーク、米国、韓国などが自国に実証フィールドの整備と認証機能の整備を進めている。

今後、我が国が実証フィールドを整備するに際し、デバイスの認証機能を付加することは、海洋エネルギー機器の国際市場への事業展開を行う上で不可欠な機能である。

④研究と事業化のブリッジ機能とデモ機能

実証フィールドにおける実証事業（試験・評価プロセス）は、研究と事業開発の結節点である。このため、実証事業の成否が事業化の成否を大きく左右することになる。実証事業の中には、実験的な実証事業もあれば製品性能確認のような実証事業もあり、それぞれの実証事業が抱えるリスクは異なっているのが現実である。

実証フィールドが研究と事業開発のブリッジ機能を発揮するためには、開発事業者のリスクを最大限低減することを目的にきめ細かな支援策を講じることが重要である。特に、海洋エネルギー開発事業は、他の開発事業に比べてリスクの高い事業を言われていることから、実証フィールドのブリッジ機能が阻害されないよう考慮する必要がある。

海洋エネルギーのデバイスを商品として市場に送り出すためには、開発したデバイスの性能、安全性、有効性などをユーザーに認知してもらう必要がある。また、特に海洋エネルギーで発電された電力を売電するためには、系統連系とのマッチングが重要になる。このため、開発したデバイスのデモンストレーション機能に加え、電気の供給と需要の負荷変動などの量的・質的なマッチングのデモンストレーションが行える機能を有することが重要になる。

⑤人材育成、プール、派遣機能

WaveHub や NaREC は、地元の大学と連携をとりつつ共同研究を行なっている。共同研究によって、大学は実証施設を利用した教育と研究の場を得ている。一方、実証

フィールド側は、大学から技術支援を受け、実証実験の運営を行っている。そのような互恵関係の中で、大学は実海域における海洋利用技術の経験や知識を蓄えた優秀な海洋エンジニアを育てている。

日本版実証フィールドにおいても、このような人材育成機能を持たせ、高度知識と実践力を身につけた海洋エンジニアを育成していくことは、将来の海洋産業を担う人材育成として重要な機能である。また、実証フィールドが実証実験を通じて育成した人材をプールし、必要に応じて地域の企業等の要請に応じて、派遣することは地域産業への技術的普及を促進するとともに、地域産業への発展の芽になる。

6．2．3　組織と運営方法

日本版実証フィールドの組織と運営については、海外の先進事例を参考に日本の現状と課題を考慮した設計を行うことが重要である。

実証フィールドの組織と運営は、組織の目的と活動フレーム・ワークの中で組織と運営の“あるべき姿”をデザインし、それをビジョンとして見える姿にすることである。そのビジョンの中で運営の手段である①人材、②設備、③資金、④情報、⑤地域との協力を調整して行くことになる。ここでは、各項目について基本的考え方を提示することにする。

①人材

実証フィールドの質の高さは、実証フィールドの人員スタッフの充実の程度に依存する。実証フィールドの人員スタッフは、高度の知識を有する研究技術スタッフから実証の現場作業を行うスタッフなど様々である。従って、人材充実の方法としては、できる限り地元大学、地元研究機関、地元企業からの協力を仰ぎ、現状の状況に応じた形で順次充実を図ることが現実的と考える。すなわち、地元の協力を第一優先として、地元でカバーできない部分を中央がカバーするとの考え方が必要である。設立時の人員スタッフにかかる財政負担は公的負担を原則として、順次人的充実の程度に応じて地元又は負担へと移行させることになろう。

②設備

基本的には、自由に使える海面の確保と実証実験に必要な設備を備える必要がある。特に、海面を自由に実証実験に確保する方法が困難且つ重要である。設備については、最低限ソケットブイ、海底電線、モニター計測機器、クレーン、設置専用船などである。これらの設備の整備はインフラとして考え、その維持管理も含めて、公的負担を原則とする必要がある。実証データの取得に直結する設備については事業者が都度準備することになる。詳細は後述の「概念設計」を参照。

③資金

実証フィールドの資金は、公設公営であることから公的（政府と地方公共団体）負担で実行することが望ましい。しかし、使用者負担をどの項目にどのタイミングでどの程度入れていくかが議論になる。これは実証フィールドの事業の推移と収支状況を勘案しながら、現実的に検討していくことになろう。

④情報

実証フィールド運営のための情報には様々の情報が含まれるが、実証事業を遂行するために必要な海象情報、海上輸送情報、諸外国のデバイス開発情報、海洋エネルギー政策情報、認証情報など幅広い情報集が必要である。その際、中央の関係機関に集められた情報を実証フィールドに提供するチャンネルの形成が重要であるとともに、実証フィールドで集められた情報を関係機関に送付する双方向のチャンネルの形成が必要である。また、実証フィールドで収集、蓄積された情報を世界発信するとともに、国際標準化のデータとして活用していくことも重要な側面である。

⑤地域との協力

実証フィールド事業における地域の協力は、決定的に重要である。とりわけ地域の漁業者（漁協）との協力は、実証フィールド事業の円滑な遂行を図る漁船を活用した作業支援事業ばかりでなく、海洋エネルギー開発が漁業の振興につながる、より高次なプロジェクトの展開が必要である。漁業との協力事業の進展は、地域経済に新たな局面を開く可能性がある。また、漁業以外の協力事業としては、地元大学による研究・調査協力、地元企業による作業支援、部品供給、サービス提供事業が期待されることから、これらの協力の実現により地元への雇用機会や地域所得の増加に結びつけるよう設計することが重要である。これらの事業を推進するためには、中央政府における省庁間の連係、関係都道府県を始めとする関係者の連携が必要になる。

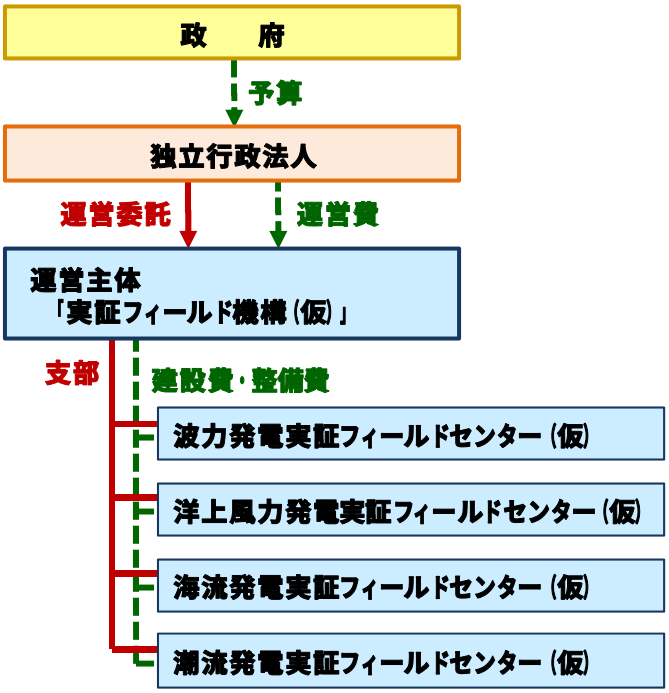


図 6-1　実証フィールドの組織構造と資金の流れ

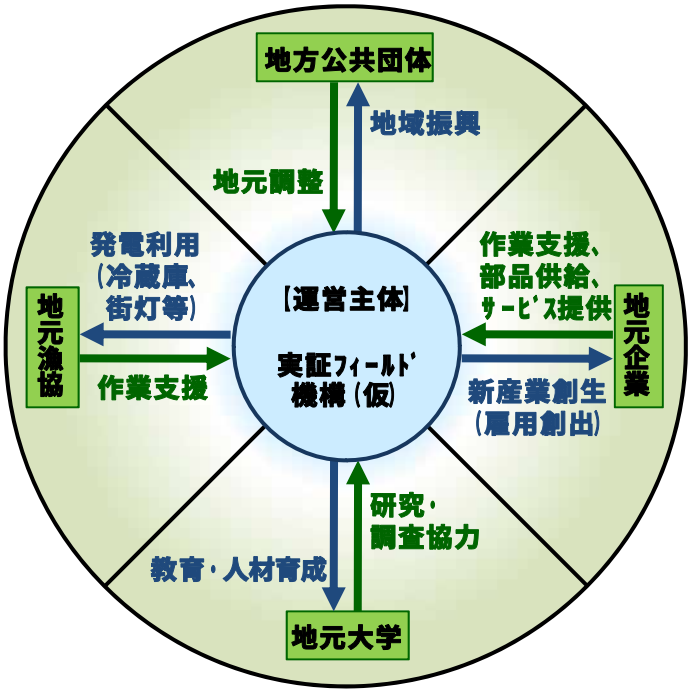


図 6-2　実証フィールドにおける地域との連携

6．2．4　立地選択

実証フィールドの立地条件としては、①実証フィールドに相応しい海象、地形などの自然条件の潜在可能性　②実証フィールドの建設可能性　③発電電力の利用可能性　④実証フィールドの地元の受け入れ可能性　⑤デバイス等開発事業者の利便性　が基本になる。

①実証フィールドに相応しい海象、地形などの自然条件の潜在可能性

実証フィールドにおける海洋エネルギーデバイスの実証は、立地場所の自然条件に大きく制約される。求められる自然条件は、潮流や波力発電などのデバイスの種類によって異なるばかりか、同一デバイスであっても実証目的によって異なる。従って、実証フィールドを選定する際の自然条件への要求事項は、実証の対象となる海洋エネルギーのデバイス毎に実証目的との関係を考慮しながら、対応する自然条件の優先度を明確にして決定していくことなる。

②実証フィールドの建設可能性

実証フィールドの立地は、実証フィールドの施設が物理的且つ経済的に建設可能なことが条件となる。すなわち、海底の送電線やソケットブイなどの沖合設備や陸上施設などが合理的な予算の範囲で設置可能であることである。

③発電電力の利用可能性

発電性能と発電能力の実証をする場合、発電電力の利用可能性は一義的には関係ないが、利用可能性含めた発電能力の可能性を実証することは実用化と事業化の観点から極めて重要になる。

この様な観点から、自家消費の利用可能性ばかりでなく系統連系を通じた利用可能性の実証が可能な立地整備は立地条件としてプラスの効果を持つ。

④実証フィールドの地元受け入れ可能性

実証フィールドの整備に当たって、地域や地元の協力は不可欠である。従って、地元の受け入れ協力の熱意と具体的貢献度合いは、立地の重要な条件となる。

⑤デバイス等開発事業者の利便性

実証フィールドにとって、デバイスなどの開発事業者は大事な顧客である。従って、実証フィールドの立地は、顧客の立場に立って考える必要がある。顧客から見た実証フィールドへの要望事項は、現場への機器の搬入の容易さ、確実で安全な実証事業の遂行、合理的なコストなどであろう。これらの顧客の要望を出来るだけ具備した立地が条件になる。

具体的な立地選択は、上記の条件を組み合わせて選択していくことになるが、1 ヶ所で条件を満たす場所を探すことは難しいことから、立地選択は複数にならざるを得ない。すなわち、波力発電の実証フィールド、洋上風力発電の実証フィールド、海流発電の実証フィールド、潮流発電の実証フィールドに分かれて設置される可能性がある。また、各デバイスには浮体型・着底型等があり、同じデバイスの中でも立地選択が分かれる可能性がある。

自然条件に加えて地元の受け入れ体制の程度も大きな条件になる。地方自治体の中には、実証フィールドの整備に関心を示している所もあるので、候補地選定の方法として誘致可能な自治体の立候補方式で行うことが、有効かつ実際的である。

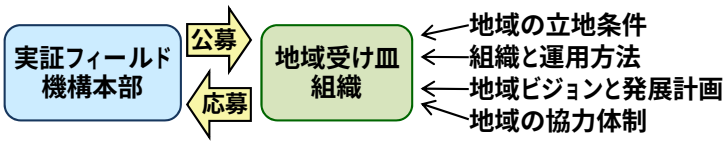


図 6-3　立地選択の考え方

6．2．5　概念設計

前項の運営方法に関する調査結果を踏まえ、設計のコンセプトを設定し、想定したモデル海域の地形データ、海域データを用いて、具体的に規模や設備機能について試算を行った。

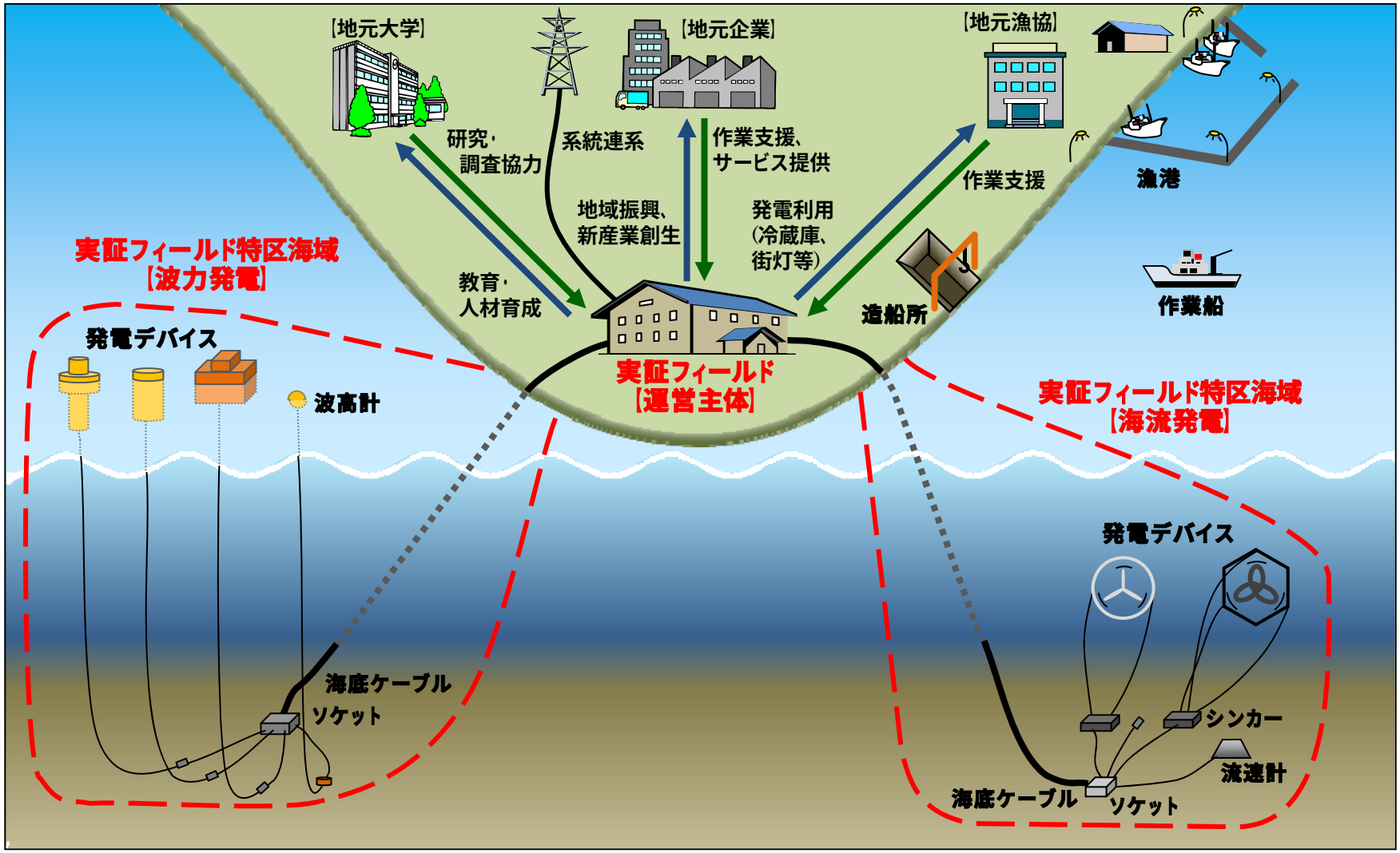


図 6-4　実証フィールドイメージ図

（1）波力

【モデル海域】　A 諸島

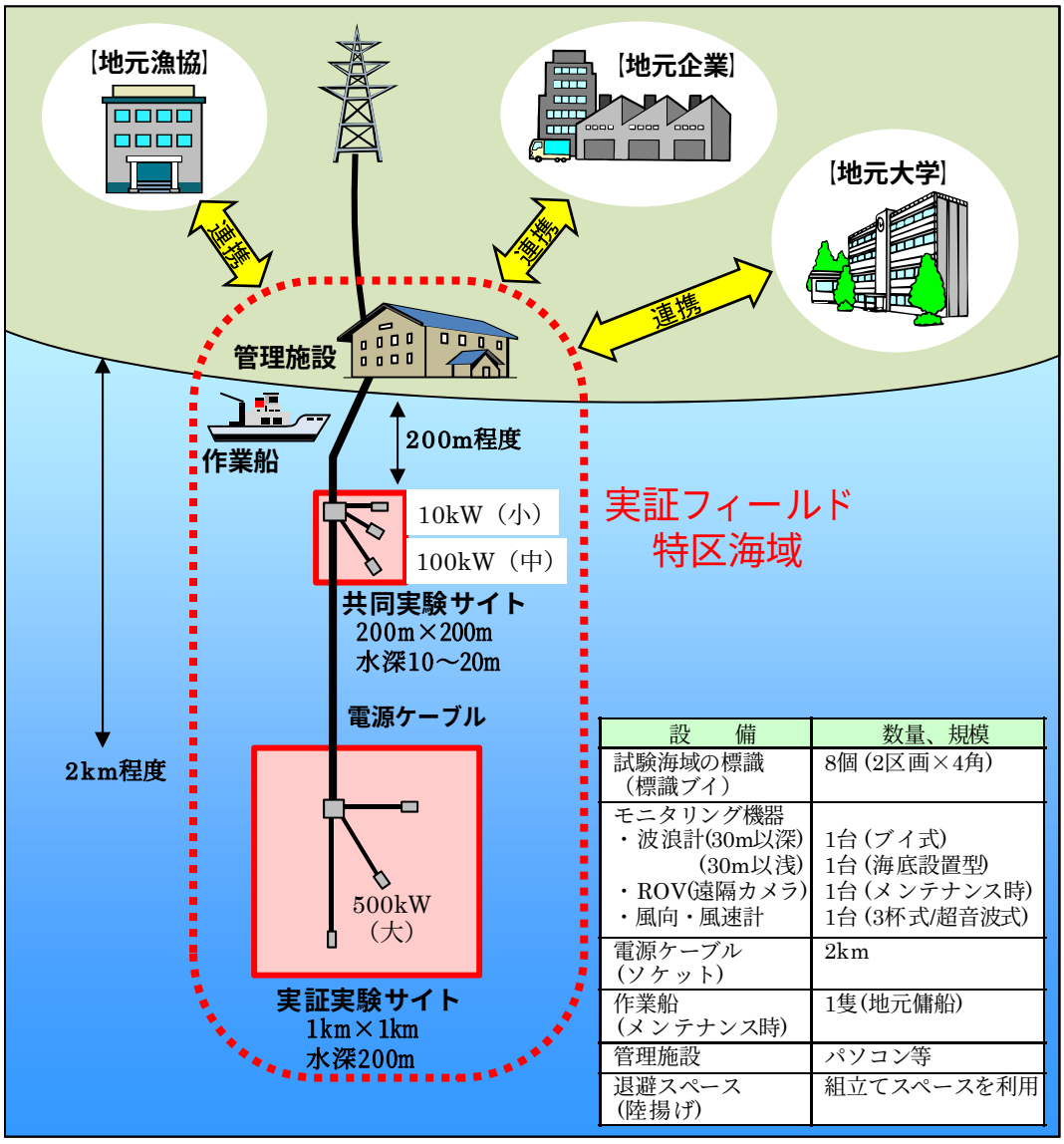
水深地形：水深　20m～200m　（沖合約200m～2km）

海象（波高）：最大有義波　$H_{1/3}$　8.36m　$T_{1/3}$　10.7s

最小有義波　$H_{1/3}$　0.4m　$T_{1/3}$　7.9s

平均有義波　$H_{1/3}$　1.51m　$T_{1/3}$　7.4s

（出所：ナウファス統計データ）



設　　備	数量、規模
試験海域の標識 （標識ブイ）	8個（2区画×4角）
モニタリング機器 ・波浪計(30m以深) (30m以浅) ・ROV(遠隔カメラ) ・風向・風速計	 1台（ブイ式） 1台（海底設置型） 1台（メンテナンス時） 1台（3杯式/超音波式）
電源ケーブル （ソケット）	2km
作業船 （メンテナンス時）	1隻（地元傭船）
管理施設	パソコン等
退避スペース （陸揚げ）	組立てスペースを利用

図 6-5　実証フィールド概念（波力）

（2）洋上風力

【モデル海域】　B 沖

水深地形：水深　約20～200m　（沖合約200m～3km）

気象（風速）：年間平均風速　5.8m/s（高さ28m）

年間平均風速　7.5 m/s（高さ80m）

（出所：NEDO資料）

海象（波高）：平均有義波　$H_{1/3}$　1.40m　$T_{1/3}$　7.5s

海象（海流）：平均　0.5 m/s

（潮流）：平均　0.3 m/s

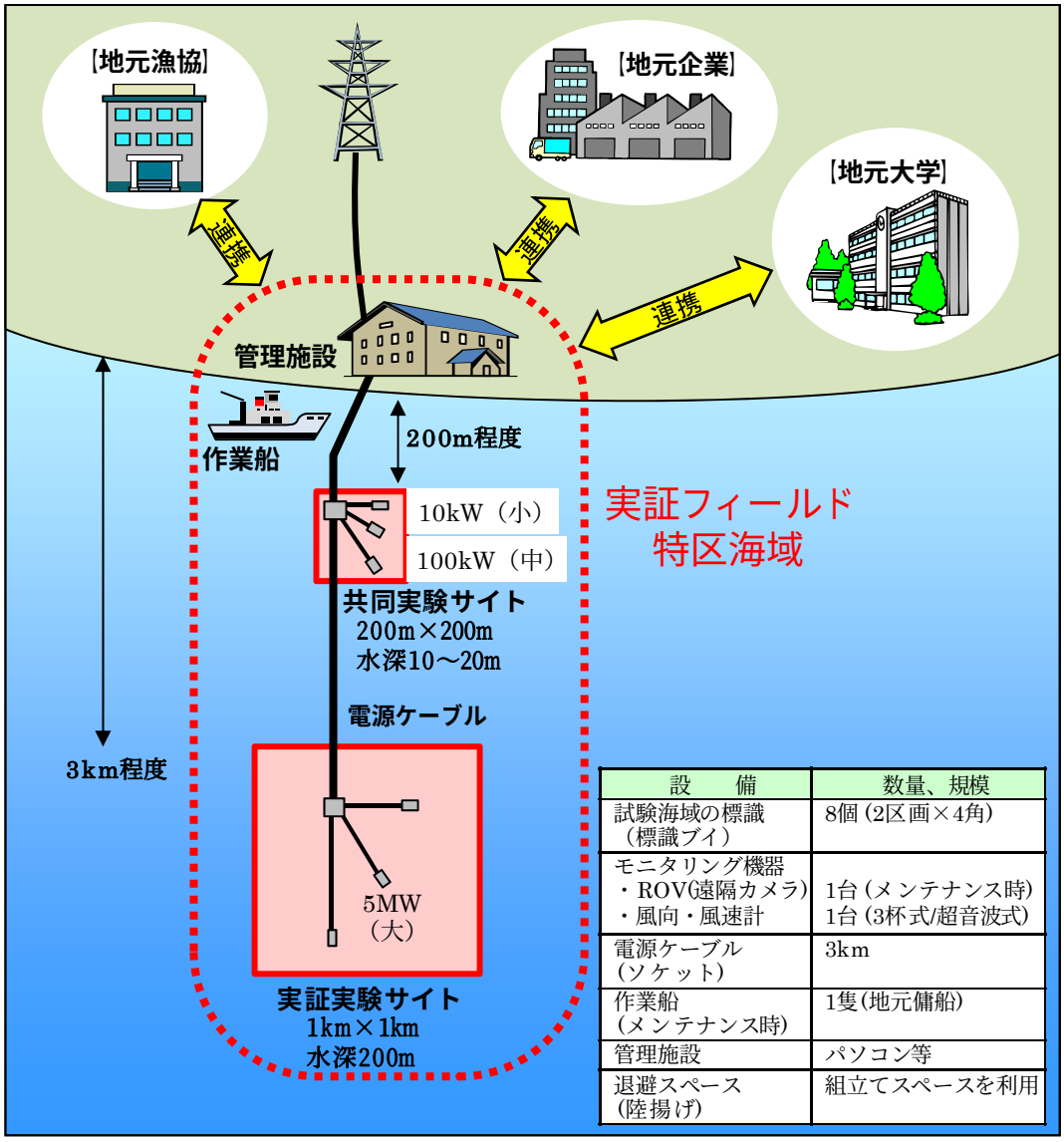


図 6-6　実証フィールド概念（洋上風力）

（3）海流

【モデル海域】　C 沖

水深地形：水深　約200m　（沖合約3km）

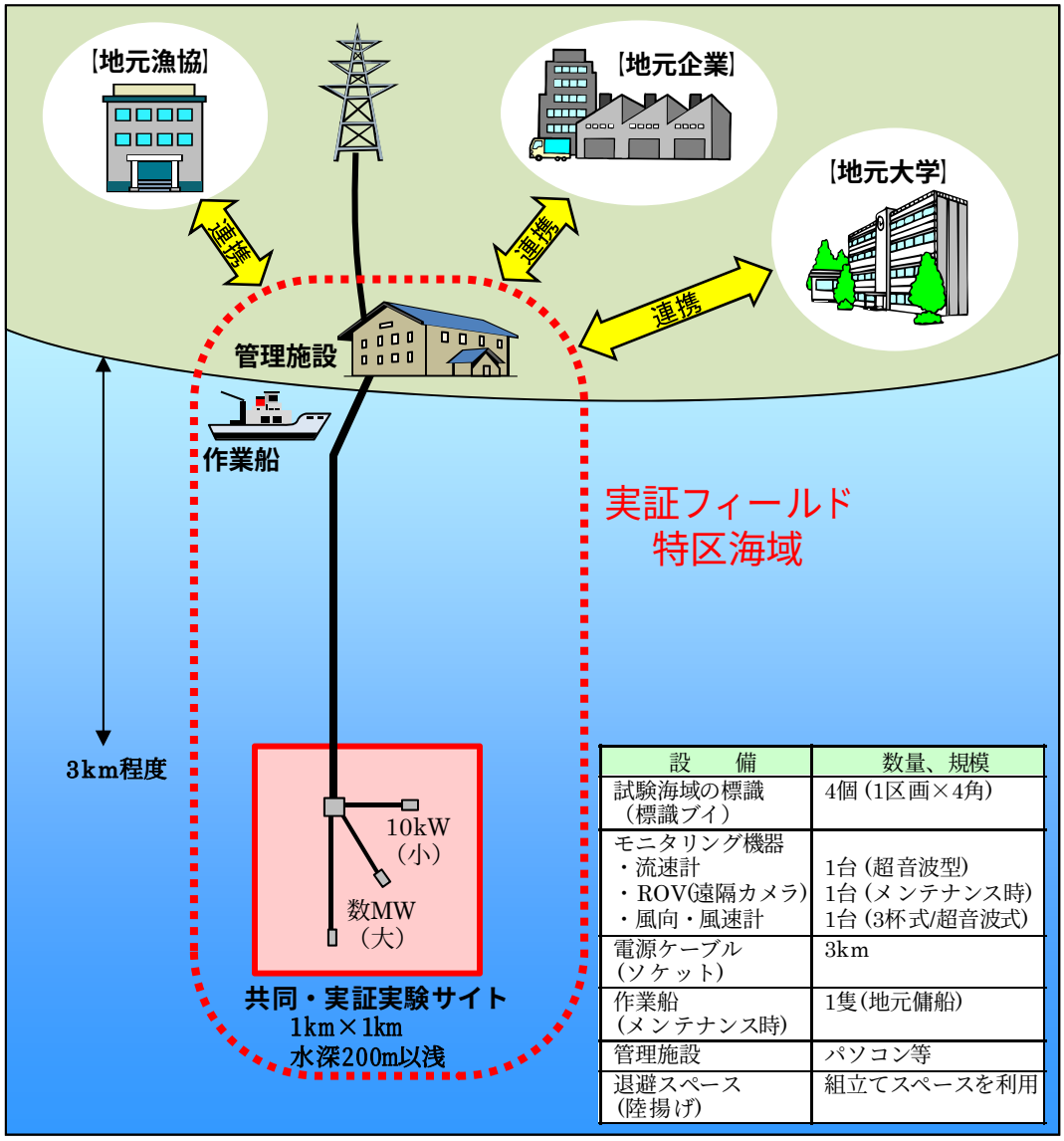
海象（海流）：1～2m/s　　（出所：JCOPEデータ）

海象（波高）：最大有義波　$H_{1/3}$　11.37m　$T_{1/3}$　13.8s

最小有義波　$H_{1/3}$　0.12m　$T_{1/3}$　8.4s

平均有義波　$H_{1/3}$　1.06m　$T_{1/3}$　7.0s

（出所：ナウファス統計データ）



設　備	数量、規模
試験海域の標識 （標識ブイ）	4個（1区画×4角）
モニタリング機器 ・流速計 ・ROV(遠隔カメラ) ・風向・風速計	 1台（超音波型） 1台（メンテナンス時） 1台（3杯式/超音波式）
電源ケーブル （ソケット）	3km
作業船 （メンテナンス時）	1隻(地元傭船)
管理施設	パソコン等
退避スペース （陸揚げ）	組立てスペースを利用

図 6-7　実証フィールド概念（海流）

【設備】

海流発電は黒潮等の海流にタービン等浮体の設定を係留で行うことから、実証実験毎にこの様な実証浮体及び係留システムの設置を行うことは、大きなコスト負担を強いられることになる。このため、各種のタービンブレードなどの実証実験が行われるユニバーサル利用が可能な実証浮体を準備しておくことが重要である。その際、今後の海流発電システムの開発を考慮すると、海面吊り下げ方式と浮体潜行式の 2 種類のユニバーサル浮体を事前に準備する必要がある。

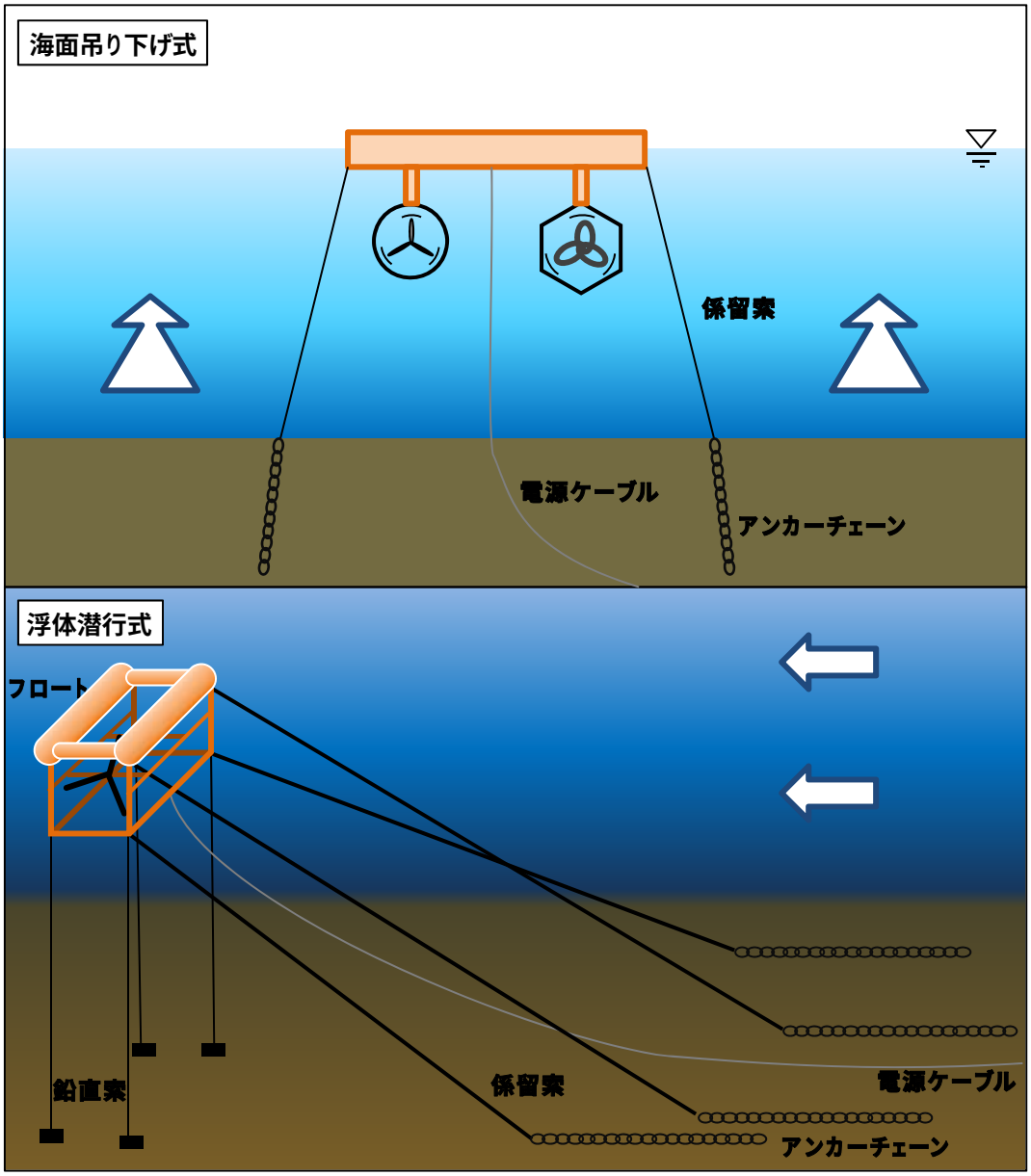


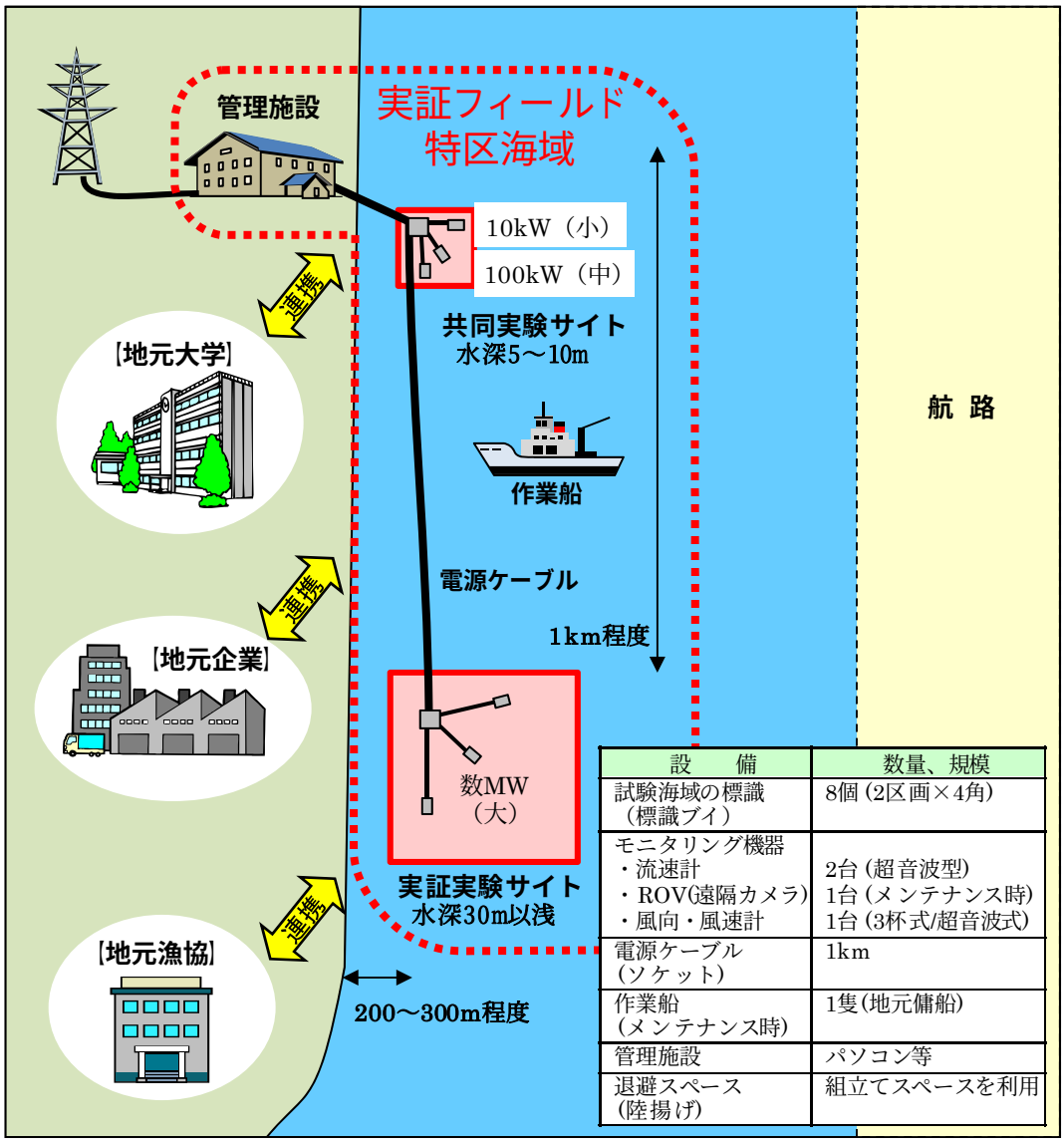
図 6-8　海流発電機器用設置設備例

（4）潮流

【モデル海域】　D 海峡

水深地形：水深　約10～30m　（沖合約200～300m）

海象（潮流）：平均最大流速　3.1 m/s　、最大流速　4.6 m/s



設　　備	数量、規模
試験海域の標識 （標識ブイ）	8個 (2区画×4角)
モニタリング機器 ・流速計 ・ROV(遠隔カメラ) ・風向・風速計	 2台 (超音波型) 1台 (メンテナンス時) 1台 (3杯式/超音波式)
電源ケーブル (ソケット)	1km
作業船 (メンテナンス時)	1隻(地元傭船)
管理施設	パソコン等
退避スペース (陸揚げ)	組立てスペースを利用

図 6-9　実証フィールド概念（潮流）

（5）概算費用の算定

概算費用の算定は、以下の考え方及び算定条件に基づき行った。

＜考え方＞

○当初はコンパクトでコストを抑えたものを想定した。

○既存施設の利用しながら運営するため、陸上建屋建設費は含めない。

＜算定条件＞

○関係省庁への許可申請や、地域住民、漁業関係者への合意形成が得られているものと仮定する。

○施設はプロジェクトが終了後、撤去するものとする。

○運営主体は公的機関を想定しているため人件費は考慮しない。

○実証フィールドの稼働率は 50%とした。（1 年のうち 6 ヶ月が利用される）

○系統連系に係わる費用は含めていない。

実証フィールド施設の設置、運用、撤去の流れは以下のとおりである。

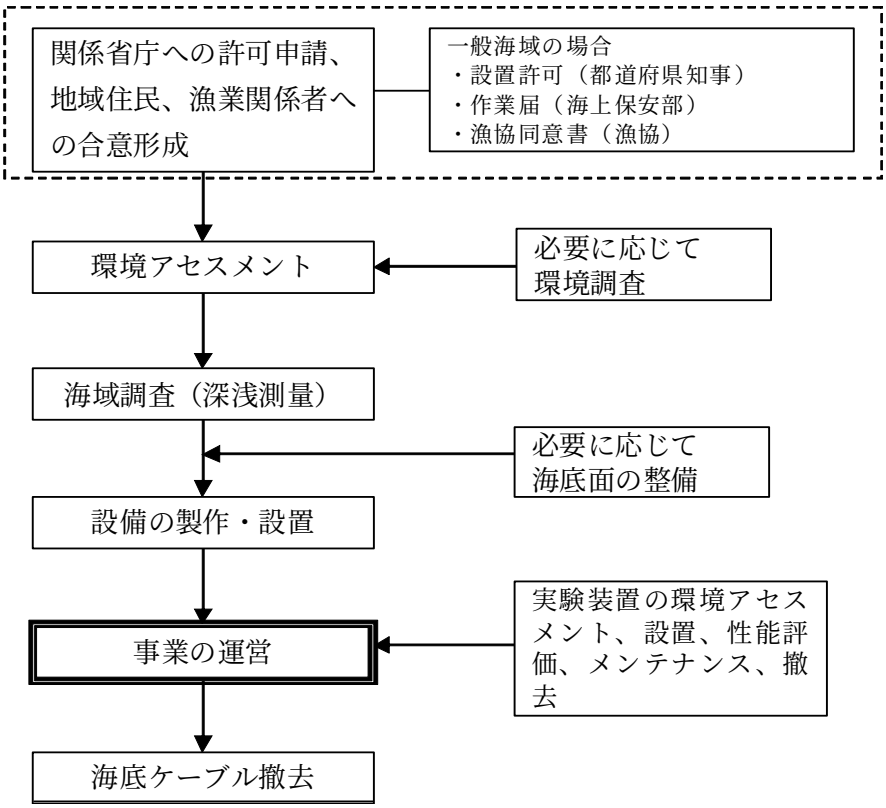


図 6-10　実証フィールド施設の設置、運用、撤去の流れ

表 6-1(1)　実証フィールドの整備に関わる概算費用（初期整備）

（単位：千円）

	波力	洋上風力	海流	潮流
⑴環境アセスメント	50,000	50,000	50,000	50,000
⑵海域調査（深浅測量）	5,000	5,000	5,000	5,000
⑶設備の製作・設置 （海底ケーブル設置）	200,000	300,000	300,000	100,000
合　　計	**255,000**	**355,000**	**355,000**	**155,000**

表 6-1(2)　実証フィールドの整備に関わる概算費用（運用時）

（単位：千円／年）

	波力	洋上風力	海流	潮流
⑴事業の運営	85,000	83,000	46,000	81,000
合　　計	**85,000**	**83,000**	**46,000**	**81,000**

表 6-1(3)　実証フィールドの整備に関わる概算費用（撤去）

（単位：千円）

	波力	洋上風力	海流	潮流
⑴海底ケーブル撤去	150,000	225,000	225,000	75,000
合　　計	**150,000**	**225,000**	**225,000**	**75,000**

＜内訳＞

（1）環境アセスメント費用

漁業、生物、騒音、振動などを中心にアセスメントを実施

（2）海域調査費用

海域調査（深浅測量）

2 海域：共同実験サイト（200m×200m）と実証実験サイト（1km×1km）

（3）海底ケーブル敷設

ケーブル製作、敷設（約 1 億円/ケーブル 1km）

（4）運営・維持管理

・設備費（ブイ、施設利用料、船舶使用料、事務所経費等）
・環境モニタリング（環境計測器）
・メンテナンス（ブイ、環境計測器）
・装置の設置、撤去
・装置の環境アセスメント（簡易アセス）
・性能評価（データ解析）

（5）海底ケーブル撤去

ケーブル敷設費用の 75%

第７章　日本版実証フィールド実現のための提案

①国の政策における海洋エネルギー開発と実証フィールドの位置づけの明確化

2010 年に策定された新成長戦略においてグリーン･イノベーション戦略が打ち出されている。その中に“ 海洋再生エネルギーなどの開発・普及の推進 ”が盛り込まれている。また、エネルギー基本計画においても、1 次エネルギー供給に占める海洋エネルギーを含む再生可能エネルギーの割合を 2020 年までに 10%にすることが掲げられている。この様に､海洋エネルギーの重要性と開発の方向性は次第にはっきりしつつある｡しかし、それを実現するための明確な目標と十分な実現のシナリオは準備されていない｡早急に、海洋エネルギーの長期的な供給目標と実現のシナリオを検討することが重要である。

その際、国のイニシアチブにより、海洋エネルギーの実用化を実現するためのインフラとして実証フィールドの果たす役割と位置づけを明確にし、整備することを提案したい。特に、実証フィールドの整備には、関係省庁が多数になることから内閣の総合海洋政策本部のイニシアチブを切望したい。

②実証フィールドの整備により、研究開発と事業化の結節点

研究開発と事業化は、一枚のコインの裏表の関係にある。両者を結びつける結節点が実証フィールドの任務である。にもかかわらず、日本では海洋の実証事業が低調であった要因は､実証フィールド等の実証環境が十分整備されていないことによる｡実証フィールドの整備により、日本の海洋事業の活性化を図ることが求められている。

そのため、国は事業化における実証の重要性を認識し、実証フィールドの整備を主導的に行うことが重要である。すなわち、実証事業が出来る海面調整と実験設備の整備を行う必要がある。

③海洋エネルギー産業と地域振興ビジョンモデルの作成

実証フィールドの整備による事業化の促進は、海洋エネルギー機器開発の促進ばかりでなく海洋エネルギー供給の増大をもたらすことにより、関連産業の誘発効果をもたらす。特に、海洋エネルギー開発のフィールドは、都市ではなくて地域であることから地域産業への影響が大きい。特に、海洋エネルギーと漁業が WIN－WIN の関係構築をすることは、新たな地域振興モデルになる可能性がある。そのため、実証フィールドを中心にした地域振興モデルとなるようなビジョンの作成を構築すべきである。

④実証フィールド整備・運営の考え方

海洋エネルギー開発における実証フィールドの整備は、漁業者等の海面調整が複雑であること、整備のための初期投資が大きいこと等を考慮すると、公設公営で整備・運営せざるを得ない実情にある。受益者負担の原則は、実証フィールドの経営の安定化が可能となった時点で､実施されるべきものと思料する｡実際の整備の方法などについては、関係者の協議を行い、実証フィールドの設置地点の実情に応じた設計を行うことが重要である。

その際、実証フィールドの整備の箇所は、一つ箇所に集中させることが効率的である

が、各海洋エネルギーの種類を全て満たす場所の選定は難しいことから、数カ所に分散せざるを得ない場合も生じることになろう。

⑤実証フィールド整備のためのロードマップ

海洋再生可能エネルギー産業の発展には、実証フィールドを整備することが必要条件の一つであると考えられることから、できるだけ早期に整備することが望まれる。

候補地は、地元（漁協等）との調整が出来ている地方自治体からの誘致により選定することとする。候補地選定後、フィールドの区画を決定し、海底ケーブルのルート選定や施工方法等の詳細設計や環境アセスメントを行い、関係部署からの許認可を得た後、フィールド整備工事に着手する。

候補地選定後、３年で運用開始することを目標とする。

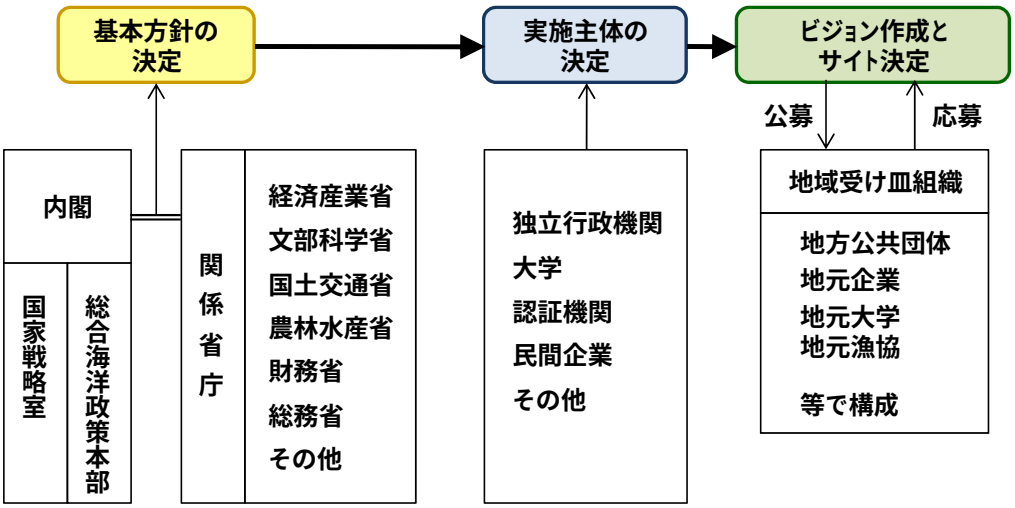


図 7-1　実現のためのプロセス

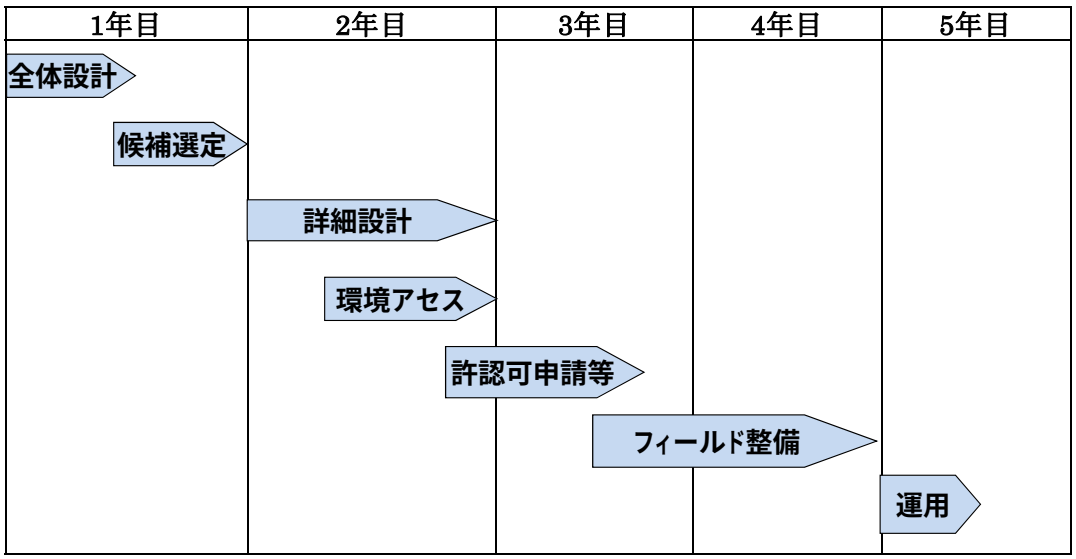


図 7-2　実証フィールド整備のロードマップ

むすび

本調査研究では、波力、海流、潮流、洋上風力等の再生可能な海洋エネルギーを対象に、国内外における利用技術の現状、海外における海洋エネルギーの実証フィールドの先進事例等の調査を実施し、我が国において、海洋エネルギーの利用技術を新産業として発展させていくための手段として、実海域で手軽に開発技術の実証試験ができる場所（海洋エネルギーの実証フィールド）を整備することが必要不可欠であることを明らかにした。また、海洋エネルギー実証フィールドの先進事例である WaveHub 及び NaREC、EMEC 等の立地条件、機能及び運営方法等の状況、我が国の海洋エネルギー政策の現状、国内関連法規制の状況等について、詳細な調査分析を行った結果、英国をはじめとする欧州と我が国とでは、海洋エネルギー開発に対する政府の取り組み状況、海域の土地管理のあり方や海域利用に関する法規制の状況等が大きく異なることを明らかにした。

これら調査の結果を踏まえ、我が国における海洋エネルギーの実証フィールドについて、我が国の立地環境の状況、海域利用及び関連法規制の状況、利用技術の現状等の実情を踏まえた日本版実証フィールドとしてのあるべき姿を提示し、概念設計を行った。

さらに、我が国における海洋エネルギーの実証フィールドの政策的な位置づけ、技術開発基盤としての意義や役割、実現のためのロードマップ等を整備し、日本版実証フィールド実現のための提案としてとりまとめた。

我が国における海洋産業は、中長期的な産業構造の変化、グローバル化の進展による産業の空洞化等により低迷し、我が国に与えられた世界第 6 位と言われる広大な排他的経済水域が有するメリットを生かせない状況に陥りつつある。また、地域における最大の海洋産業である漁業は、少子高齢化に伴う漁業従事者の減少、乱獲や過度の土地開発、気候変動等の様々な要因による漁業資源の劣化等により、活力を失い関連する地域の経済も疲弊してきている。

我が国の海洋産業が置かれたこのような状況を打開するためには、これまでの漁業及び海運業を中核とする従来型海洋産業に固執せず、産学官の連携、国と地方の協力等により、新たな視点に立った海洋の利活用としての海洋エネルギーを活用する海洋新産業を創出し、発展させていくことが重要である。

本成果報告書は、海洋新産業としての海洋エネルギー開発を実現するための方策として、実証フィールドが果たす役割が極めて重要あるとの認識に立ってとりまとめたものである。

本報告書が広く活用され、我が国の海洋新産業の創出や地域経済の活性化のための一助となれば幸いである。

参考文献

1）IEA：Renewables in global energy supply, An IEA Fact Sheet 2007

2）International Energy Agency Implementing Agreement on Ocean Energy Systems：Global Technology Development Status IEA-OES Document No.T0104, pp.3-20, 2009.

3）AEA Energy & Environment：Review and analysis of ocean energy systems development and supporting policies, pp.23-26, 2006.

4）OES-IA：Annual Report 2009

5)NEDO:海外レポート　欧米における潮力･波力発電プロジェクトの最新動向､No.1044、2009.5.20

6）EWEA Press Release：European offshore wind power market grew 54% in 2009

7）NEDO：平成 19 年度　海洋エネルギーの利用技術に関する現状と課題に関する調査、平成 20 年 3 月

8）杉岡伸一、植村泰治、河口真紀：海洋エネルギーの利用技術に関する現状と課題、土木学会海洋開発論文集　2009

9）東京都環境局：東京都再生可能エネルギー戦略、2006

10）池上康之：海洋エネルギーフォーラム、pp.7-15、2007 年 10 月 12 日

11）清水幸丸編：再生型自然エネルギー利用技術、パワー社、2006

12）渡部富治、近藤俶郎：波力発電、パワー社、2005

13）JAMSTEC：波浪エネルギー利用技術の研究開発　－沖合浮体式波力装置「マイティーホエール」の開発－、2004

14）鷲尾幸久　他：沖合浮体式波力装置「マイティーホエール」実海域実験　その１　実験システムの概要および係留設置工事

15）社団法人マリノフォーラム 21　他：平成 14 年度深層水活用型漁場造成技術開発　機器開発ワーキンググループ　報告書（要約)、平成 15 年 3 月

16）近藤俶郎　他：海洋エネルギー利用技術、森北出版株式会社、1996

17）http://www.emec.org.uk

18）NaREC：プレゼンテーション説明資料

19）Jens Peter Kofoed, Peter Frigaard：The Dragon of Nissum Bredning, Renewable Ocean Energy, Vol.4, No.4, 2009

20）http://www.wavehub.co.uk/

添　付　資　料

先進事例現地ヒアリング調査報告・・・・・・・・・・資料－1

EMEC における標準化の取り組み ・・・・・・・・・資料－15

先進事例現地ヒアリング調査報告

先進事例現地ヒアリング調査報告

１．調査概要

⑴ 調査目的

「海洋資源・エネルギー産業事業化の実証フィールド整備に関する調査研究」では、実証フィールドの整備について検討するに当たり、我が国に適した運営主体、運営方法等について検討する必要がある。

そこで、海洋エネルギー発電装置の開発及び開発装置の実証実験を精力的に取り組んでいる英国を対象に、実証フィールドの整備、運営方法の実態について現地調査を行い、我が国の実証フィールド設立に必要な情報を収集することを目的とする。

⑵ 訪問先概要

英国では研究開発段階に応じ、NaREC（スケールモデルの水槽試験）、EMEC（フルスケール実海域試験）、WaveHub（フルスケール商用前段階）といった複数の実証試験機関が存在する。

今回の調査では、EMEC は先方の都合等により調査対象から除外し、NaREC 及び WaveHub について現地調査を行った。

なお、NaREC と EMEC は組織名、WaveHub は装置・計画の名称となっているが、ここでは一般的に使用されているこれらの名称にて記載することとする。

1) WaveHub

近年の英国では、波力・潮力・洋上風力エネルギーが大きなビジネスチャンスとして注目されており、南西イングランド地域は、2009 年 7 月に英国政府から英国初の海洋エネルギーのための LCEA（Low Carbon Economic Area：低炭素経済地域）に指定された。South West RDA（South West of England Regional Development Agency：英国南西イングランド地域開発公社）は WaveHub プロジェクトを実施し、実海域における海洋エネルギー発電装置の稼働状態と発電量の評価を行うこととしており、本調査対象として選定した。

2) 再生可能エネルギーセンター（National Renewable Energy Centre：NaREC）

NaREC は、北東イングランド地域を管轄する英国政府機関の英国北東イングランド経済開発公社（One North East：ONE）から資金提供を受けて 2002 年に設立された組織であり、洋上風力発祥の地とされているブライス（北東イングランド　ノーサンバーランド州）に位置している。

英国政府は、NaREC を再生可能エネルギーの戦略研究機関として位置づけており、ここで風力・波力・潮力・太陽光発電を対象とした受託試験および研究開発支援、コンサルタント業等を行っている。海洋エネルギー（波力・潮力）についてはスケールモデルによる水槽試験を行っているほか、洋上風力用の海域テストサイトをブライス沖に建設することが計画されており、今回の調査対象として選定した。

(3)調査行程

調査行程を表-1、ルートを図-1 に示す。

表-1　調査工程表

	月　日	行　程	現地時刻	調査事項
①	11 月 9 日(火)	成田空港	11:45 発	（移動）
		ヒースロー空港	15:25 着	
		パディントン駅	18:30 着	
②	11 月 10 日(水)	パディントン駅	10:06 発	（移動）
		トゥルロー駅	14:24 着	
③	11 月 11 日(木)	South West RDA	14:00～16:00	ヒアリング調査（WaveHub）
		トゥルロー駅	16:41 発	（移動）
		パディントン駅	21:21 着	
④	11 月 12 日(金)	パディントン駅	8:00 発	（移動）
		ヒースロー空港	11:30 発	
		ニューカッスル空港	12:45 着	
		NaREC	14:00～16:00	ヒアリング調査（NaREC）
⑤	11 月 13 日(土)	ニューカッスル空港	14:40 発	（移動）
		ヒースロー空港	19:00 発	
⑥	11 月 14 日(日)	成田空港	16:05 着	（移動）

図-1　ルート図

２．調査結果

(1) WaveHub

訪問先：南西イングランド地域開発公社

日 時：平成 22 年 11 月 11 日（木）14:00～16:00

場 所：South West RDA Truro Office

（Castle House, Pydar Street, TRURO, Cornwall TR1 2UJ）

出席者：Guy Lavender (WaveHub General Manager)

湯浅城之（(財)エンジニアリング振興協会）

杉岡伸一（芙蓉海洋開発㈱）

1) 海洋再生エネルギーについて

海洋再生エネルギー（波力、潮流）開発は、洋上風力と比べると約 15 年遅れていると言われている。英国では NaREC／EMEC／WaveHub が連携し、以下のように事業化に向けて取り組んでいる。

また、南西地域は、波力、潮流、風力ともに高いポテンシャルを有しており、大学の研究機関（ブリストル大学、エクセター大学他）と連携して、一箇所で研究きるメリットがある。

NaREC：初期試作機によるデモ　Initial Prototype Demonstration

↓

EMEC：改良試作機による試験　Refined Prototype Testing

↓

WaveHub：商用前段階装置によるデモ　Pre-Commercial Device Demonstration

↓

商用機での市場参入　Market entry with commercial product

↓

市場浸透　Market Penetration

2) WaveHub

WaveHub は、波力発電装置（デバイス）を英国の電力網に接続させるための装置（Hub）の名称であり、デバイスの商用前段階として実証実験を実施する事になっている。

テストサイトは、図-2 に示すコーンウォール地域の北側約 16km 沖（水深約 50m）の地点において 4km×2km のエリアを 25 年間のリース提供を受けている。このエリアを 1 km ×2 km の 4 区画に分割し、それぞれのデバイスに提供する。

予定しているデバイスは、予定出力は 20MW（各区画で 4-5MW）となっているが、将来的に出力を 50MW まで増幅させる計画である。

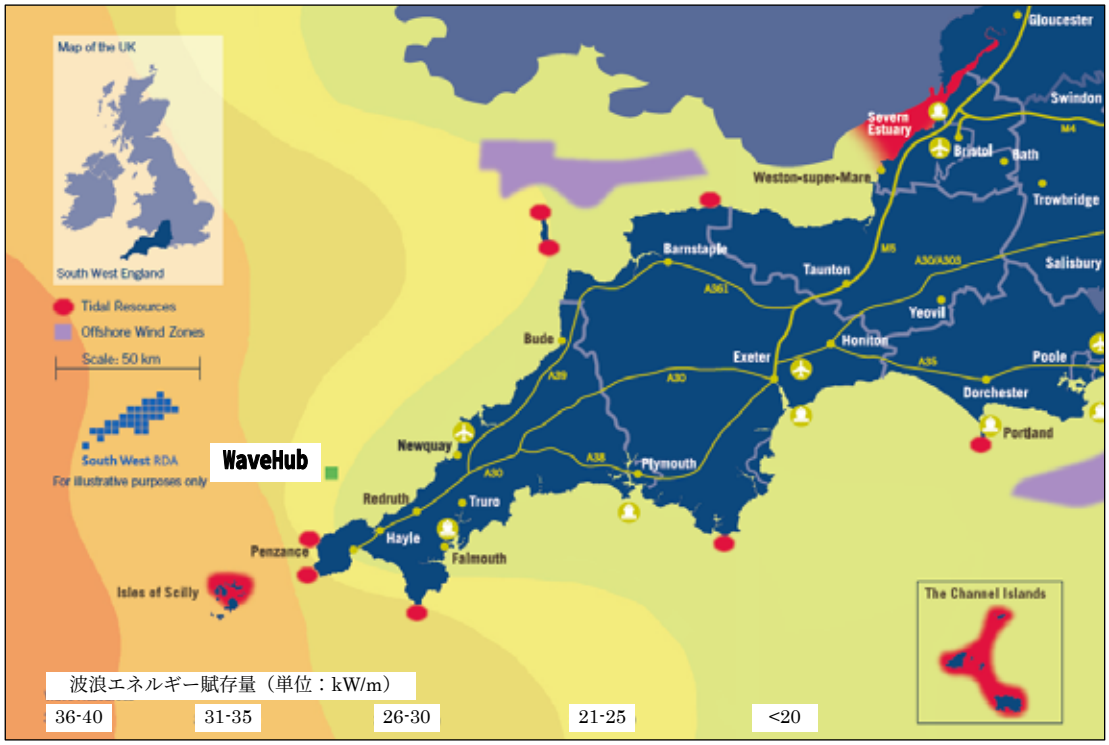


図-2　WaveHub 設置海域

3)　プロジェクト工程概要

WaveHub プロジェクトの工程は、以下のとおり行われた。

2007	9	許可取得
2009	2	プロジェクト実行の決定
2009	6	ケーブル発注
2009	8	電気設備発注
2009	11/12	埋設ケーブル掘削
2010	1	WaveHub General Manager 就任
2010	1-5	サブステーション建設
2010	6	Hayle 事務所リース
2010	7	オペレーションチームメンバー（2 名）就任
2010	7-8	海底ケーブル敷設
2010	8-9	ケーブル保護石の設置
2011	春	航路標識ブイ設置
2011		波力発電装置接続

4)　工事施工

海底ケーブル製作等、国内の企業にて実施している。主な設備製作・工事施工を実施した企業は以下のとおり。

ケーブル埋設：Dean & Dyball　　ケーブル、ハブ作成：JDR Cables
サブステーション設置：Dawnus　　電気計装品：Powermann
海域工事：CTC Marine　　保護石工事：Tideway

5)　海底ケーブル

WaveHub の概念図を図-3、海底ケーブルの断面を写真-1 に示す。

陸上設備～WaveHub は太いケーブル（直径約 16cm、全長約 25km、重量 1300t）を用いる。陸上設備から海岸までは砂丘下に埋設したダクト内を通り、海岸にある接続施設にて沖合に続く海底ケーブルに接続している。海岸から沖合約 7km までは、海底下約 1m の深さに埋設し、その先 WaveHub までは防護のためにケーブル上に合計 91 千 t の石を敷設している。

WaveHub～デバイスコネクションは、接続するデバイスごとに「tail」と称する細いケーブル（直径約 12cm、300m×4 系統）を接続している。敷設は、WaveHub に各ケーブルを接続した状態で海底（下）に敷設する。発電装置との接続は、細ケーブル先端の部分のコネクションを海面に浮かせておき、海上で接続作業を行ったのち、沈設する。

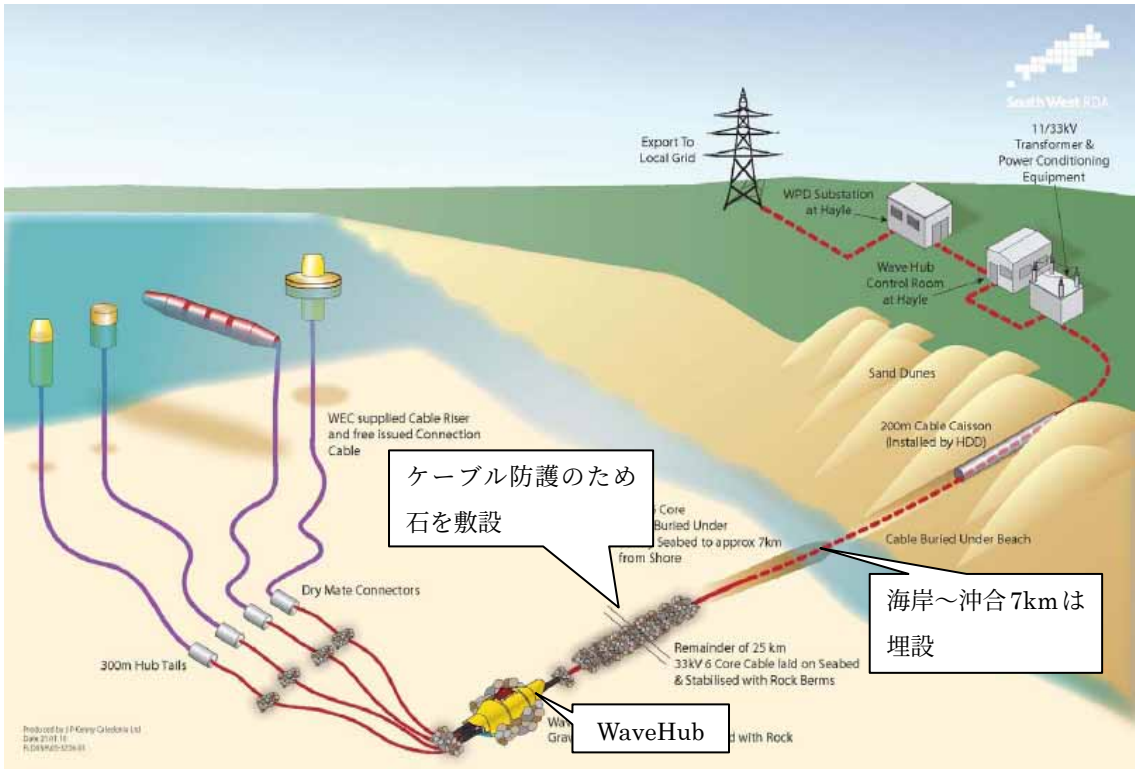


図-3　WaveHub 概念図

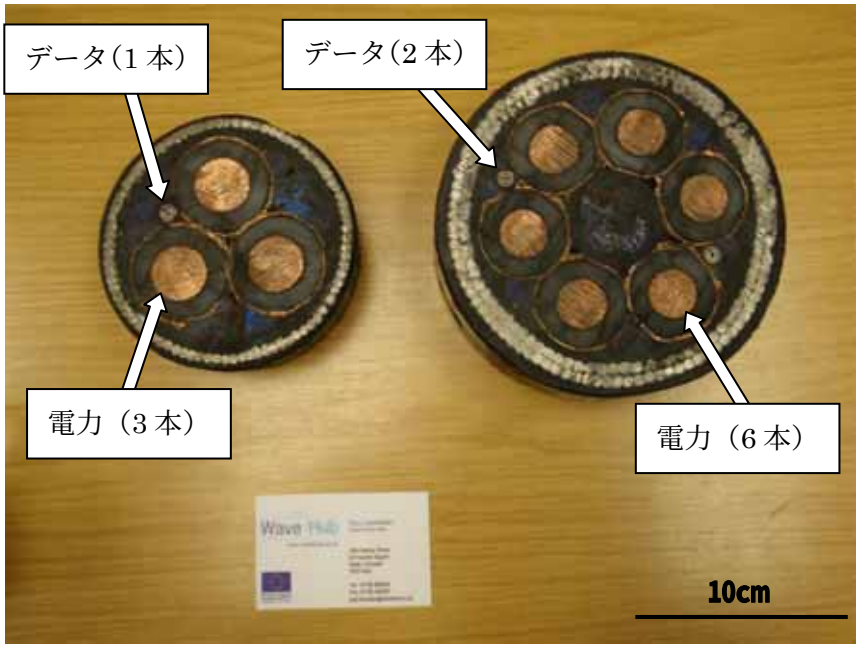


写真-1　海底ケーブル断面

6)　その他

○WaveHub は、非常に繊細な装置である。

○工事において、ROV のケーブルがプロペラに絡まることがあり、慎重を要する。

○デバイスの実験における重要事項：耐久性、操作性、維持管理、コスト

○WaveHub 参加事業者は以下の通り

・Ocean Power Technologies

Power Buoy（150kW 級）を使用

・Fred. Olsen

装着した多重ポイント・アブソーバーシステムによる装置を使用

・Orecon

1.5MW 型（500kw×3 基）振動水柱発電装置を使用

7)　質問事項

運用体制について

初期コスト：£ 42M（約 55 億円）

運用コスト：£ 1M／年（約 1.3 億円／年）　　※うち半分がケーブル保障費

運用主体：South West RDA（南西イングランド地域開発公社）

スタッフ、組織体制

General Manager、Marine Operations Manager、Electric Device Manager、Business Manager の 4 名。

将来的には EMEC（21 名）のように増やすかもしれないが、現時点で増員する予定は無い。

実証フィールド設置について

実証フィールドの場所の選定方法：

系統連系が可能、ポテンシャル、水深、波高、水域環境、環境アセスメントの評価　等

開設までの準備期間：2005－2010

許認可のプロセス：

水深 3m 以深（沖合い 200mile まで）の海底を管理している Crown Estate からリース契約している

漁業権の対応、地域住民との合意形成方法：

テスト区域のミチゲーション、会合等により行った。

環境影響評価：

環境アセスを 2 年間実施、その後 6 年はモニタリングを実施。

FEPA（Food and Environmental Protection Act 1985）に準拠している。

拡張予定：

近くにあるファルマス（トゥルローの南）は海洋ポテンシャルが高いので可能性が高いが、今のところ拡張の計画は無い。

テストサイトの使用の条件：

係留系の適切な設計、装置の保険、発電データの供給、海洋データ

(2) NaREC

訪問先：National Renewable Energy Centre（NaREC）

日 時：平成 22 年 11 月 12 日（金）14:00～16:00

場 所：NaREC Head Office

（Eddie Ferguson House, Ridley Street, Blyth,

Northumberland, NE24 3AG）

出席者：Paul Parry (Business Development Executive)

Alan Walker (Business Manager - Technology Centres)

湯浅城之（(財)エンジニアリング振興協会）

杉岡伸一（芙蓉海洋開発㈱）

1) NaREC 概要について

NaREC は ONE（英国北東イングランド経済開発公社）の資金提供を受け、2002 年、ノーサンバーランド州ブライスに設立され、風力・波力・潮力・太陽光発電を対象として受託試験および研究開発支援を行っている機関である（図-4、5）。

表-2 に示す波力・潮流テストタンク、風力発電用施設（ブレード試験、トレーニングタワー）、太陽光発電技術センター、高電圧試験設備等を有している他、現在、以下の施設拡張を計画している。

図-4 NaREC 位置図

図-5 NaREC 施設

表-2　NaREC の研究施設

施　　設	内　　容
太陽光発電技術センター (PV Centre)	セル・モジュール・材料・システムデザイン開発、プロセスライン及びキャラクタリゼーション
エネルギーリンク研究所 (Energy LINK Laboratory)	新しい機器を既存のエネルギーシステムに接続する場合における安全性、性能、相互作用効率化に関する研究開発
高電圧試験室 (Ark Royal Centre)	英国で唯一の商業用高電圧試験室
ブレード実験施設 (Blade Test Facility)	最大 70m までのブレードテストが可能
波力・潮流ドック施設 (Marine Test Facility)	通常の 1/10 規模で制御された波浪･潮流環境を再現し、様々なレベルの試験が可能

【施設等の拡張予定】

・　海洋テスト施設拡張（Nautilus）

2009 年 7 月にプロジェクト実行決定

総予算　£14.47M（約 19 億円；BIS　£10M／ONE　£4.47M）

2011 年 3 月稼働予定

海洋エネルギー発電装置のドライブトレイン（動力伝達系）テストを行う

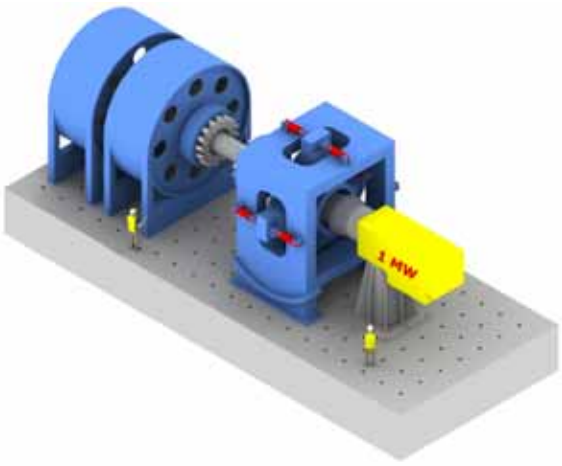


図-6　Nautilus 概念図

・ 風力発電ブレードテスト施設（現在の 70m から 100m に拡張）

2009 年 12 月にプロジェクト実行決定

総予算　£15M（約 20 億円；BIS, DECC　£11.5M／ONE　£3.5M）

2011 年度稼働予定

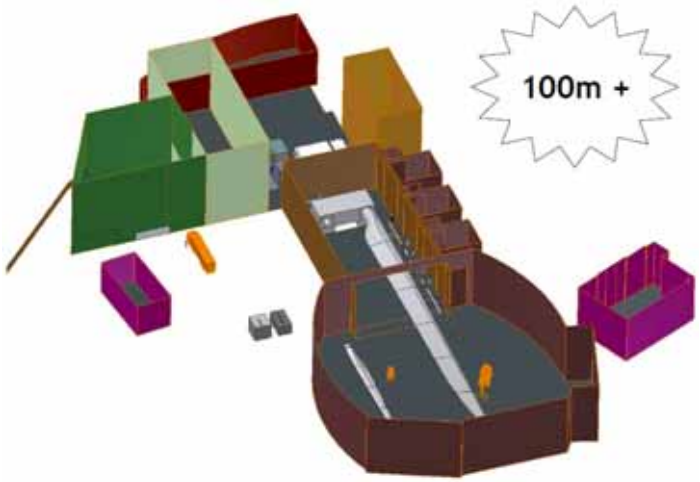


図-7　風力発電ブレードテスト施設概念図

・ 洋上風力テストサイト

2010 年 2 月にプロジェクト実行決定

総予算　£22.85M（約 30 億円；BIS　£18.5M／ONE　£4.35M）

実海域にて洋上風力発電のプロトタイプ機・基礎タイプのテストを行う

3 つの水深帯（35m、45m、55m）において各 5 基ずつ設置

合計で 99MW の出力を予定

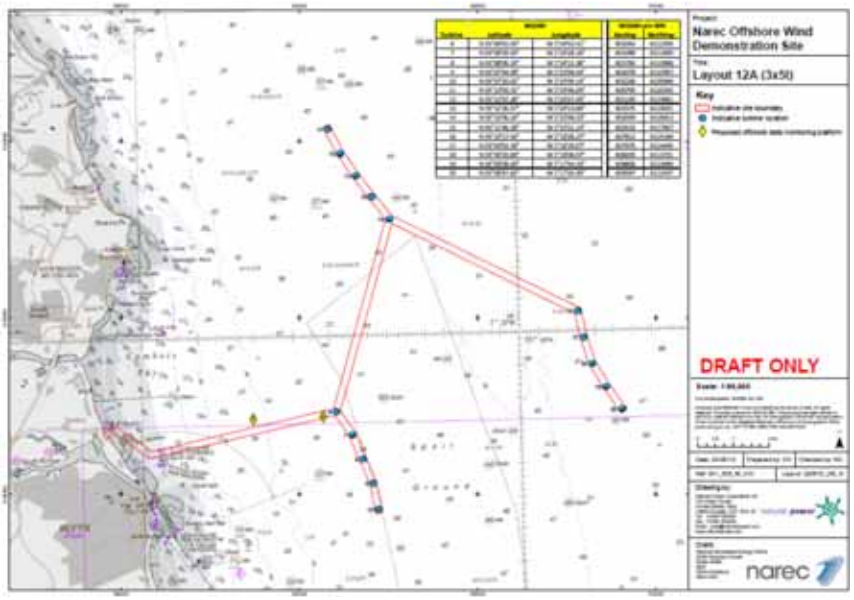


図-8　洋上風力テストサイト予定位置図

・ 洋上風力発電用ドライブトレインテスト施設（風神）

2010 年 2 月にプロジェクト発表

総予算　未定（ETI(Energy Technologies Institute)　未定／ONE　£ 10M）

研究開発項目

ギアボックスの設計、検証、および開発

コンバータおよびコントロールの検証

環境負荷シミュレーション　等

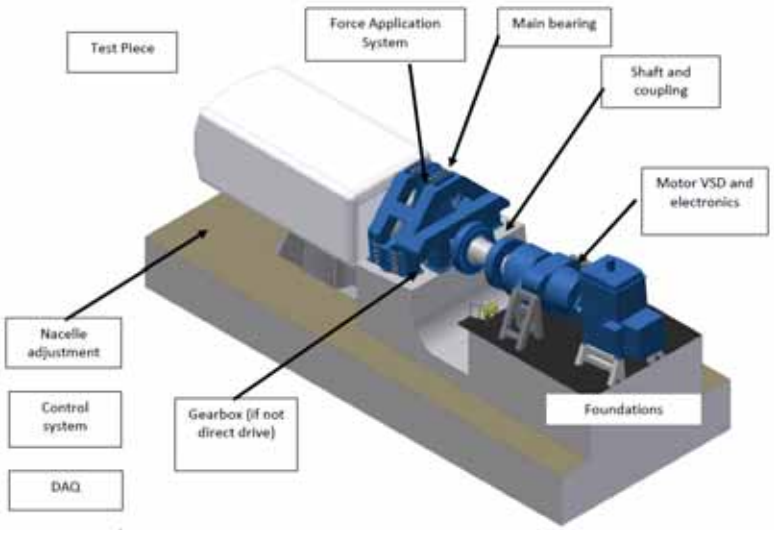


図-9　洋上風力用ドライブトレイン（15MW）概念図

2)　洋上風力テストサイトについて

洋上風力発電用プロトタイプのテスト及びデモンストレーションを目的とするプロジェクトが 2010 年 2 月に決定した。また、2010 年 4 月 8 日に、英国の海底（水深 3m 以深かつ沖合 200 マイルまで）を管理するクラウンエステートとブライス沖でのリース契約を締結した。

当初はブライスの沖合 4 箇所の水深帯（15m、25m、45m、55m の水深帯）に各 5 基ずつ設置する予定であったが、ニューカッスル空港のレーダー施設に干渉するとの理由より、最も岸側（水深約 15m）での計画を見送り、3 箇所（計 15 基）で実施することとなった（図-8 参照）。ただし、2 年後にはこの問題が改善されることが考えられるため、もう 1 地点（5 基）を増設することをオプションとして残しておく。

なお、このプロジェクトは政府の補助金提供により実施され、商用発電を目的としていない。出力が 100MW 以上になる場合、研究開発目的での発電ができないため、合計出力は最大で 99MW を予定している。

○ 初期投資

£22.85M（約 30 億円；BIS　£18.5M／ONE　£4.35M）

（BIS：英国ビジネス・イノベーション・スキル省）

○ 運用体制

NaREC が運用主体となる

○ スタッフ

デモンストレーションサイトのスタッフは、時と場合に応じて流動的。

準備とか、実験が開始されれば増員するが、それ以外は人を配置しない。

○ 実証サイト

・ ロケーション選定理由

NaREC の前面海域にあり、利便性が高い。

英国最大の洋上風力サイト（ドガーバンク）が近くにあるが、その気象・海象がこのサイトと似ているので、この実証サイトでデータ検証を行い、開発者にデータを送ることで共有する。

・ サイト場所の選定においては、地元漁業者及び当該海域を運航する船舶の関係者等と協議が行われた。Danbrit Ship Management Ltd (DSML；再生可能エネルギーの開発区の漁業評価、海洋環境調査等を実施)が漁業者との調整のため、会議を開いた。

・ 環境モニタリング用プラットフォームは、2011 年の晩春若しくは初夏までに設置予定。

・ 周辺海域では、底曳き網、籠、流し網等の漁業が行われている。

・ 海底ケーブルは、漁具、アンカーからの保護及び、魚介類への電波障害影響提言のため、1m 以上の深さに埋設する。

・ リスクミチゲーション（危機回避）をして、リスクを低減した。

・ 海域調査では、水深測量、地質調査、堆積物の状況及び厚さについて行った。

・ ケーブルメーカーは、英国内にある JDR が担当した（WaveHub と同じ）。日本には住友電気工業株式会社、株式会社ジェイ・パワーシステムズがある。

・ 現在 2 機（1.8MW×2）　E.ON（Vestas 製）の運用が決まっている。

3)　その他施設

・水槽実験施設は、大学にある施設は 1/50 スケール程度が一般であるが、NaREC は 1/10 スケールの規模での潮流、波浪の再現が可能。

・洋上風力（2MW）の落雷防止テストもしている

・ヤンマーは、バイオディーゼルの系統連携に関し、NaREC で実験している。

・装置の認証機能はないが、検証（コメント）はしている。

・施設は、DNV(Det Norske Veritas；ノルウェー船級協会）に準拠している。

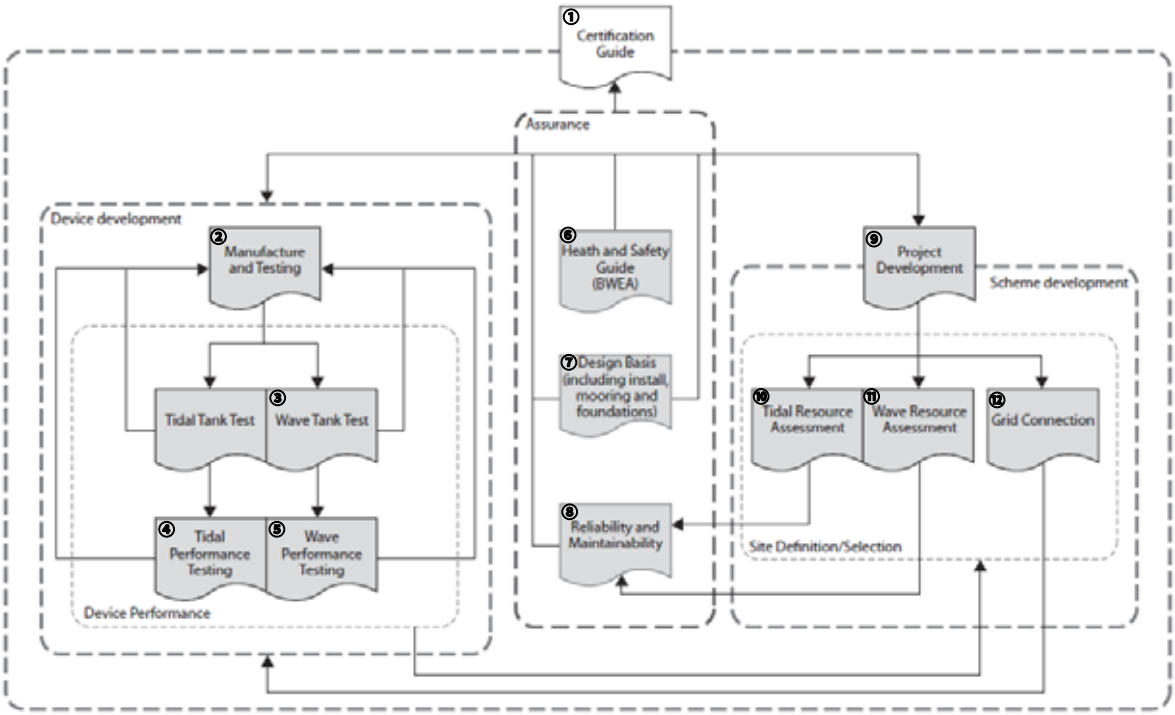
EMEC における標準化の取り組み

PERFORMANCE ASSESSMENT
FOR WAVE ENERGY CONVERSION SYSTEMS IN OPEN SEA TEST FACILITIES
(Draft Standard)

1 General
1.1 Scope
1.2 Normative References
1.3 Definitions
1.4 Symbols and units
1.5 Abbreviations
2 Test conditions
2.1 Wave energy spectra
2.2 Test Site
3 Test equipment
3.1 Electric power
3.2 Wave measurement
3.3 Tidal stream and current measurement
3.4 Sea water density
3.5 Precipitation
3.6 WECS system status
3.7 Data acquisition system
4 Measurement Procedure
4.1 Introduction
4.2 WECS operation
4.3 Data collection
4.4 Data selection
4.5 Data correction
4.6 Database
5 Derived results
5.1 Data normalization
5.2 Determination of measured power curve
5.3 Annual energy production (AEP)
5.4 Power coefficient
6 Reporting Format
6.1 Description of WECS
6.2 Description of test site
6.3 Description of grid conditions
6.4 Description of test equipment
6.5 Description of measurement procedure
6.6 Presentation of data
6.7 Presentation of measured power matrix
6.8 Presentation of estimated AEP
6.9 Presentation of power coefficient
6.10 Uncertainty assumptions
6.11 Deviations

最初のドラフト標準の査定（Draft Standard Assessment）

EMEC は海洋の再生可能エネルギー産業を代表して、一連の標準化の開発を進めた。それぞれの標準化を包括し認証制度として体系化した。



認証制度の体系

① Guidelines for Marine Energy Converter Certification Schemes

1 Scope
2 Normative references
3 Terms and definitions
4 Abbreviated terms
5 Criteria for acceptance of certification bodies
6 Management of certification system
6.1 General
6.2 Categories of certification
6.3 Agreement on certification
6.4 Security of relevant documentation
6.5 Maintenance and expiration of certificates
6.6 Periodic survey
6.7 Risk-based inspection
6.8 Withdrawal of certificate
6.9 Corrective actions
6.10 Certificates and conformity statements
7 Extent of certification
7.1 Existing offshore and maritime standards
7.2 Risk-based approach
7.3 Type certification
7.4 Project certification

② Guidelines for Manufacturing, Assembly and Testing of Marine Energy Conversion Systems

1. Scope
2. Normative references
3. Terms, definitions and abbreviations
3.1 Terms and definitions
3.2 Abbreviations
4. Contract review
(including agreed inspection stages and certification)
4.1 Contract review
4.2 Contractual requirements
5. Manufacture and workmanship
5.1 Materials
5.2 Material handling and forming
6. Welding
6.1 Weld procedures
6.2 Operator qualifications
6.3 Weld equipment
6.4 Weld consumables
6.5 Weld preparation and distortion
6.6 Weld monitoring
6.7 Post-weld heat treatment
6.8 Visual weld quality
7. Inspection and testing of welds
7.1 Non-destructive testing – general
7.2 NDT procedures
7.3 NDT operators
7.4 NDT reports
7.5 Repair of reject welds
7.6 Proof load testing
8. Assembly
8.1 Fitters
8.2 Work environment and tools
8.3 Assembly records
8.4 Hydraulic fitting
8.5 Piping systems
8.6 Testing of pressure containing assemblies
9. Electrical installation
9.1 Work instructions
9.2 Materials
9.3 Inspection
10. Surface coatings
10.1 Pre-blasting preparations
10.2 Paint requirements
10.3 Paint application
10.4 Repair and touch-up requirements
10.5 Certification requirements
11. Factory and acceptance testing
12. Certification

③Tank Testing of Wave Energy Conversion Systems

1 Scope
2 Terms, definitions, abbreviations, symbols and units
2.1 Terms and definitions
2.2 Abbreviations
2.3 Symbols and units
3 Purpose of testing
3.1 General guidance
3.2 Use of regular seas
3.3 Use of irregular seas
4 Recommended wave tests
4.1 Energy capture performance
4.2 Survival tests
5 Test equipment
5.1 Model design
5.2 Test facilities
5.3 Data acquisition system (DAQ)
5.4 Calibration
6 Calculation procedures
6.1 General
6.2 Analysis of tank testing results
6.3 Extrapolation of results
7 Reporting
7.1 General
7.2 Purpose of tests
7.3 Facilities
7.4 Model
7.5 Waves and seaways
7.6 Data acquisition
7.7 Test programme
7.8 Data analysis
7.9 Extrapolation of results

④Assessment of Performance of Tidal Energy Conversion Systems

1 Scope
2 Normative references
3 Terms, definitions, symbols and abbreviations
3.1 Terms and definitions
3.2 Symbols and units
3.3 Abbreviations
4 Test conditions
4.1 Tidal energy conversion system
4.2 The test site
4.3 Local site considerations in resource assessment at the pre-deployment stage
4.4 Data measurement of speed and direction at the resource assessment stage
4.5 Data analysis at the resource assessment stage
4.6 Transposing performance between sites and sea areas
5 Test equipment
5.1 Electric power
5.2 Tidal stream and current measurement
5.3 Seawater density
5.4 Tidal energy conversion system operational status
5.5 Data acquisition system
6 Measurement procedures for TECS device performance
6.1 General
6.2 Tidal energy conversion system operation
6.3 Data collection
6.4 Data issues
6.5 Database
7 Derived results
7.1 General
7.2 Prediction of the power curve from measurements
7.3 Power coefficient
7.4 Annual energy production
8 Reporting format
8.1 Description of tidal energy conversion system
8.2 Description of the test site
8.3 Grid conditions
8.4 Test equipment
8.5 Measurement procedure
8.6 Presentation of the data
8.7 Provision of estimated AEP
8.8 Presentation of power curve and coefficients
8.9 Uncertainty assumptions
8.10 Deviations

⑤Assessment of Performance of Wave Energy Conversion Systems

1 Scope
2. Normative references
3. Terms, definitions and symbols
3.1 Terms and definitions
3.2 Symbols
4. Test site
4.1 General
4.2 Initial site selection
4.3 Bathymetric survey
4.4 Current measurements
4.5 Tidal height measurements
4.6 Current modelling
4.7 Wave modelling
4.8 Pre-deployment wave measurements
4.9 Incorporation of site investigation results
5. Measurements – general considerations
5.1 General
5.2 Method of comparison
5.3 Sample duration and frequency
5.4 Simultaneity
5.5 Data recording
6. Wave energy conversion system power output measurements
6.1 General
6.2 Definition of the wave energy conversion system for electrical export purposes
6.3 Instruments and calibration
6.4 Wave energy conversion system power data processing
7. Wave measurements
7.1 Specification of the wave field
7.2 Placement of instruments
7.3 Instrument types
7.4 Wave buoy moorings
7.5 Specification and calibration of instruments
7.6 Wave data analysis and presentation
8. Meteorological measurements
8.1 General
8.2 Measurements of wind speed and direction
8.3 Measurements of temperature, pressure and humidity
9. Calculation of performance indicators
9.1 General
9.2 Sensitivity of performance to factors other than Hs and Te
9.3 Measured power matrix
9.4 Capture length
10. Reporting
10.1 Purpose of reporting
10.2 Contents of the reports
10.3 Frequency of reporting

⑥Guidelines for Health and Safety in the Marine Energy Industry

1 Introduction
2 The Nature of the Guidelines
3 Status of the Guidance
4 Further Information
5 Principles of Successful Health and Safety Management
5.1 Introduction
5.2 Legislative Requirements
5.3 Policy
5.4 Organising
5.5 Planning and implementation
5.6 Measuring and reviewing performance
5.7 Relevance of Occupational Health & Safety Auditable Standard
5.8 Risk Assessment
5.9 Management of Change
6 Legislation and Standards
6.1 Relevant Health and Safety Legislation
6.2 Relevant Standards and Guidelines
6.3 The Construction(Design and Management) Regulations 2007
7 Site selection, initial site investigation & planning considerations
7.1 Introduction
7.2 Site Selection
7.3 Site investigation
8 Design, Specification, Manufacture and Testing
8.1 Introduction
8.2 Site Specific Data Requirements for Safe Designs
8.3 Device Design Considerations
8.4 Design for Marine Hazards
8.5 Specifications
8.6 Manufacture
8.7 Testing
9 Installation, Commissioning and Decommissioning
9.1 Introduction
9.2 Planning, Communication, Co-ordination
9.3 Notification
9.4 Documentary control and Record keeping
9.5 Hazard Identification and Risk Assessments
9.6 Safe System of work
9.8 Information, Consultation, Training and Supervision
9.9 Competency and Fitness
9.10 Met Ocean Considerations
9.11 Safe Working Practices
9.12 Onshore Works
9.13 Safety Signs
9.14 Chemicals and Substances
9.15 Security
9.16 Occupational Health
9.17 Medical Facilities and First aid
9.18 Emergency Response Planning
9.19 Reporting and Investigation of Accidents and Incidents
9.20 As built data and the Health and Safety File
10 Operation and Maintenance
10.1 Introduction
10.2 Planning, Communication, Co-ordination
10.3 Documentary Control and Record Keeping
10.4 Safe Systems of Work
10.5 Information, Consultation, Training and Supervision
10.6 Maintenance Planning
10.7 Safe Working Practices
10.8 Safety Signs
10.9 Chemicals and Substances
10.10 Security
10.11 Occupational Health
10.12 Medical Facilities and First aid
10.13 Emergency Response Planning
10.14 Reporting and Investigation of Accidents and Incidents
10.15 Safety Equipment

⑦Guidelines for Design Basis of Marine Energy Conversion Systems

1 Scope
2 Normative references
3 Terms, definitions and abbreviated terms
3.1 Terms and definitions
3.2 Abbreviated terms
4 Managing the design process
4.1 Quality assurance
4.2 The use of prototype components
4.3 FMEA/FMECA
4.4 Health and safety
4.5 Environmental impacts
4.6 Consultations, permissions and consents
4.7 Standard hierarchy
5 General description of device
5.1 General
5.2 Description of device
5.3 Design life
6 Environmental guidance
6.1 General
6.2 Bathymetry/coastal topography
6.3 Geotechnical considerations
6.4 Meteorology and climatology
6.5 Water level
6.6 Currents
6.7 Waves
6.8 Marine life
6.9 Sea ice and icebergs
7 Loading guidance
7.1 General
7.2 Design conditions
7.3 Design concepts
8 Fatigue design guidance
8.1 Fatigue considerations
8.2 Factors of safety for fatigue
9 Harmonic response
9.1 General
9.2 Forcing frequencies
9.3 Natural frequencies
9.4 Analysis
10 Material standards and testing
11 Corrosion protection
11.1 General
11.2 Concrete
11.3 Structural steel
11.4 Mooring system
12 Floating structures (and structures floated during installation)
12.1 General
12.2 Stability of floating devices
13 Design of foundation and support structure (if applicable)
13.1 General
13.2 Geotechnical design parameters
13.3 Design of pile foundations
13.4 Design of gravity foundations
13.5 Stability of seabed
13.6 Scour protection
14 Design of mooring system (if applicable)
14.1 General
14.2 Mooring equipment
14.3 Loadings
14.4 Design of mooring system
14.5 Anchor design
15 Marine renewable energy converter (electrical and mechanical design)
15.1 General
15.2 Definition of design environment
15.3 Design life of components
15.4 Electrical and control equipment
15.5 Mechanical equipment
15.6 Piping systems
16 Instrumentation and control systems
16.1 General
16.2 Definition of design environment
16.3 Design of systems
16.4 General requirements for control systems
16.5 Requirements for safety and business critical control systems
16.6 Alarm and safeguards
17 Cable connection to shore
17.1 General
17.2 Installation
17.3 Loading
17.4 Design
17.5 Terminal boxes
17.6 Umbilicals and cables
18 Fabrication, manufacture and commissioning
19 Deployment and retrieval
20 Maintenance, inspection and monitoring
20.1 General
20.2 Access arrangements
21 Decommissioning

⑧Guidelines for Reliability, Maintainability and Survivability of Marine Energy Conversion Systems

1 Scope
2 Normative references
3 Terms, definitions, units and abbreviations
3.1 Terms and definitions
3.2 Units and abbreviations
4 Importance of reliability, maintainability and survivability
5 Factors affecting reliability, maintainability and survivability
5.1 Technical and operational factors
5.2 Weather factors
5.3 Combining technical and operational factors with weather factors
6 Defining reliability, maintainability and survivability targets
6.1 General
6.2 Availability target
6.3 Reliability and maintainability targets
7 Reducing reliability, maintainability and survivability risk
7.1 General
7.2 Scalability of the risk assessment methods
7.3 Typical output – written risk assessment
8 Setting a reliability, maintainability and survivability strategy
8.1 General
8.2 Balance between reliability and maintainability
8.3 Balance between reliability and redundancy
8.4 Incorporation of avoidance features
8.5 Typical output – written reliability, maintainability and survivability strategy
9 Design for reliability, maintainability and survivability
10 Assurance requirements for reliability, maintainability and survivability
10.1 General
10.2 Typical assurance process
10.3 Typical assurance tools
10.4 Typical assurance methodology
10.5 Evidence in support
10.6 Sources of evidence
10.7 Design review
10.8 Prediction against targets
10.9 Typical outputs – written prediction against targets with supporting justifications
11 Potential tools
11.1 General
11.2 Failure modes effects and criticality analysis
11.3 Hazard and operability studies
11.4 Maintenance task analysis
12 Improving reliability from prototype and operational feedback
12.1 General
12.2 Failure reporting and corrective action system
12.3 Data recording and corrective action system
12.4 Lessons learned

⑨Guidelines for Project Development in the Marine Energy Industry

1 Scope
2 Normative references
3 Terms, definitions and abbreviations
3.1 Terms and definitions
3.2 Abbreviations
4 Stage 0 – Project development strategy
4.1 General
4.2 Outline project development strategy
5 Stage 1 – Site screening
5.1 General
5.2 Legislative and jurisdictional considerations
5.3 Technical and physical considerations
5.4 Environmental considerations
5.5 Health and Safety considerations
5.6 Site screening checklist
6 Stage 2 – Project feasibility
6.1 General
6.2 Technology selection
6.3 Feasibility assessment
6.4 Conceptual design
6.5 Health and Safety considerations
6.6 Financial assessment
6.7 Consultation
6.8 Commercial
6.9 Project feasibility checklist
7 Stage 3 – Project design and development
7.1 General
7.2 Environmental Impact Assessment
7.3 Project design
7.4 Procurement strategy
7.5 Health and Safety considerations
7.6 Consultation
7.7 Project design and development checklist
8 Stage 4 – Project fabrication and installation
8.1 General
8.2 Detailed design
8.3 Contract strategy and tender process
8.4 Project fabrication and installation
8.5 Health and Safety considerations
8.6 Consultation
8.7 Project fabrication and installation checklist
9 Stage 5 – Operation and maintenance
9.1 General
9.2 Operation and maintenance
9.3 Health and Safety considerations
9.4 Consultation
9.5 Operation and maintenance checklist
10 Stage 6 – Decommissioning
10.1 General
10.2 Decommissioning
10.3 Health and Safety considerations
10.4 Consultation
10.5 Decommissioning checklist

⑩ Assessment of Tidal Energy Resource

1 Scope
2 Normative references
3 Terms, definitions, symbols, conventions and abbreviations
3.1 Terms and definitions
3.2 Symbols and units
3.3 Conventions
3.4 Abbreviations
4 Project description
4.1 Involved parties
4.2 Previous work
4.3 Objective and nature of resource assessment
4.4 Specific or generic TECS characteristics
4.5 Extent of array
4.6 Site conditions
4.7 Constraints
4.8 Physical boundaries of assessment
5 Estimation of current speeds
5.1 Methods
5.2 Tidal harmonic analysis
5.3 Modelling
5.4 Field study
6 Results presentation
6.1 Tidal harmonic analysis
6.2 Hydrodynamic model
6.3 Transect survey
6.4 Static survey
7 Data analysis
7.1 Velocity distribution
7.2 Maximum velocities
7.3 Tidal range
7.4 Tidal ellipse
7.5 Power density
7.6 Extrapolation of data to a longer period
7.7 Comparison of model with static field survey
7.8 Comparison of static field survey and model with transect field survey
7.9 Uncertainty analysis
7.10 External effects on tidal current speed
8 Mean annual electrical power
8.1 Definition and characteristics
8.2 Velocity distribution
8.3 Power curve
8.4 Mean annual electrical power
8.5 Annual energy production
9 Available and extractable energy
9.1 General
9.2 Site characteristics (energy extraction effects)
9.3 Resource assessment with farm method
9.4 Resource assessment with flux method
10 Reporting
10.1 Purpose of reporting
10.2 Contents of the report
10.3 Frequency of reporting
11 Bibliography

⑪ Assessment of Wave Energy Resource

1. Scope
2. Normative references
3. Terms, definitions, symbols and units
3.1 Terms and definitions
3.2 Symbols and units
4. Overview of resource assessment procedure
5. Resource description
5.1 The directional spectrum
5.2 Time domain description
6. Measurements
6.1 Role of measurements
6.2 Wave measuring instruments
6.3 Spectral analysis
6.4 Data archive
6.5 Interpretation of measurements
6.6 Archiving statistical analyses
7. Wave models
7.1 General
7.2 Role of wave models
7.3 Global models
7.4 Local models
7.5 Comparison with measurements
7.6 Interpretation of model results
8. WECS productivity calculations
8.1 General
8.2 Productivity calculations
9. Meteorological archive
9.1 General
9.2 Climate indices
10. Presentation of resource data
10.1 General
10.2 Contents of the reports

⑫ Guidelines for Grid Connection of Marine Energy Conversion Systems

1 Scope
2 Normative references
3 Terms and definitions
4 Electrical parameters
4.1 General
4.2 Frequency
4.3 Voltage range
4.4 Power factor and voltage control
4.5 Power quality
5 Protection
5.1 General
5.2 Protection at the point of connection
5.3 Electrical infrastructure protection
6 Electrical islanding
7 Earthing
7.1 General
7.2 Electrical infrastructure onshore
7.3 Electrical infrastructure offshore
7.4 Marine generators
8 Electromagnetic compatibility
9 Commissioning and Information
9.1 Commissioning
9.2 Information
10 Operation

このうち、一例として①Guidelines for Marine Energy Converter Certification Schemes（海洋エネルギー認証制度のガイドライン）から概要を以下に示す。

１）対象

海洋エネルギー変換装置、あるいは複数で構成されるファームを対象とする。

２）認証制度のガイドライン

以下を提供するものである。

・波力、潮流エネルギー変換装置の適合評価（conformity evaluation）の原則
・適合監査（conformity surveillance）の原則
・適合評価を申請する者によって供給されることになっている文書の要求事項
・認証と検査機関の選択のための評価基準

３）認証のカテゴリー

a）型式認証(Type certification)

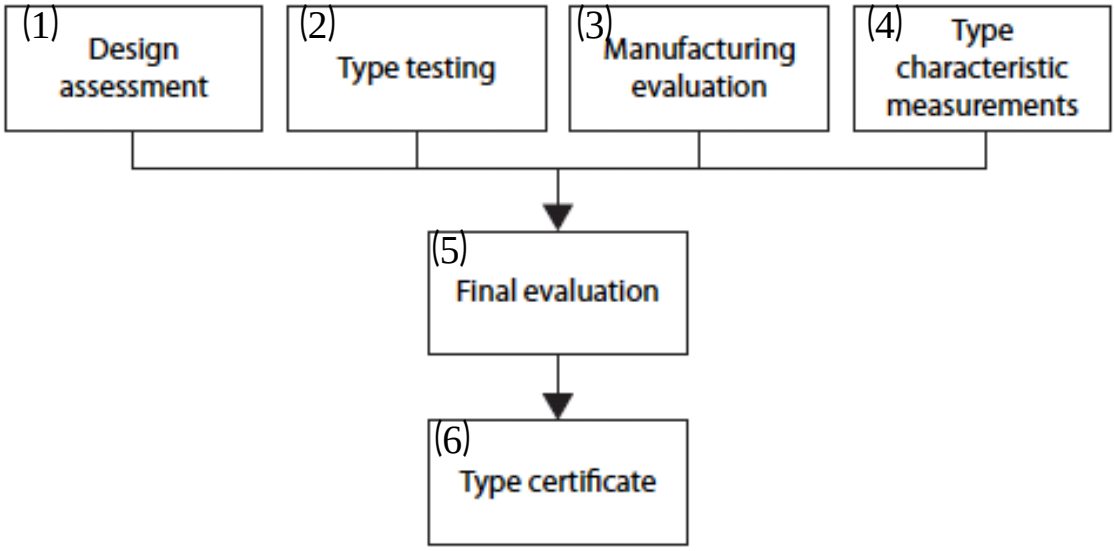
設計アセスメント、品質システムの査定、製造と据付における設計関連の要求の実現、製造評価、試作機の試運転の査定

b）プロジェクト認証(Project certification)

気象海象条件、他の環境、電気のネットワーク状態、およびサイトの土質がエネルギー変換装置の設計文書で定義されたものに適合しているかどうかを評価

４）型式認証の流れ

下図に示すフロー図のように、設計審査、型式テスト製造評価、型式特性計測を行い、全ての最終評価を行なって型式が認証される。



(1) 設計審査（Design assessment）

（例）　構造、機械、電気的構成要素について

・緊急停止を含む防御システム、構造、係留、基礎システム、電気システム、機械システム、水理システム、制御システム、海洋システム、その他、タービン、潤滑、防湿、冷却システム、衝突防止
・基礎、係留設計
・製造計画
・据付計画
・メンテナンス、検査計画
・人的安全（防火、防炎、非難システム、緊急停止、）

(2) 型式テスト（Type testing）

・安全性と機能テスト
・発電性能計測
・構造的負荷計測（設計で使用される構造負荷の検証）

(3) 製造評価（Manufacturing evaluation）

・品質評価（材質、構成要素、装置の製造）
・製造検査

(4) 型式特性計測（Type characteristic measurements）

・電力品質
・音響騒音など

(5) 最終評価（Final evaluation）

・要求文書の完成、型式テストプログラムが要求事項を満足しているかどうか検証
・設計文書のレビュー（図面、仕様、製造、稼動、据付手順）
・設計が設計計算に準拠していることの検証
・型式に関連する文書リスト

(6) 型式認証（Type certificate）

・装置の検証
・全ての関連する適合文書、最終評価報告
・装置の仕様（環境条件、電気的ネットワーク、設計寿命）
・認証プロセスで確認された追加仕様
・認証の有効性の条件

5）プロジェクト認証(Project certification)

プロジェクトの関する以下の項目について評価・監査を行い認証される。

・サイトアセスメント
　基礎、構造、係留、発電出力に関する影響
・ 基礎、係留設計評価
・据付評価
・稼動とメンテナンスの監査
・プロジェクト認証
　海洋エネルギー変換装置の検証
　配備のためのサイトの検証
　関連報告書と適合文書の参照
　認証プロセスで確認された追加仕様
　認証の有効性の条件
　波力、潮流変換（装置仕様）の型式認証

書名	平成 22 年度　海洋資源・エネルギー産業事業化の実証フィールド整備に関する調査研究　報告書
発行	平成 23 年 3 月 31 日 財団法人　エンジニアリング振興協会 〒105-0003 東京都港区西新橋一丁目 4 番 6 号 TEL　03-3502-4491
印刷	株式会社　リョーサン