

私論 海洋資源・エネルギー開発の産業化について

Commercialization and industrialization of offshore resources and energy development

まつみ よしお
松見 芳男

伊藤忠商事株式会社理事
(社)日本工学アカデミー会員
金沢工業大学大学院客員教授

要 旨

世界第6位の海洋大国である日本にとり、エネルギー安全保障、クリーンエネルギー導入、国際的鉱物資源争奪戦等に対応して、海洋資源・エネルギー開発の産業化を進めることは喫緊の課題である。また、新成長産業創出、地域振興、雇用創出等を目指して、海洋開発の産業化を進めることは、日本の経済発展のために極めて重要である。そのためには、国際連携による共同研究開発、ベンチャー育成、オールジャパン体制での取り組み、日本の強みの重点強化などが重要であるが、今般の日本の産業界の状況に鑑み、海洋開発の産業化に向けた国家資金の大規模投入など公的支援の検討が強く望まれる。

I はじめに

世界第6位の海洋大国である日本は、1970年代に海洋開発ブームを迎え、1980年代には、海洋再生可能エネルギー開発など海洋開発の研究が更に進められ、研究開発では世界のトップランナーであった。しかし、1985年のプラザ合意以降、資源は金で買うものであるとの意識が広がり、海洋開発への関心は低下、海洋資源開発向け技術研究開発などの国家プロジェクトもビジネス化に至らなかった。特に1990年代に入ってから、関心を喪失する企業も増え、バブル崩壊後は、海洋開発研究は低調・停滞の状況に陥った。この10年間は実証・実用化、産業化の段階で立ち遅れている。

一方、欧米では海洋再生可能エネルギーの技術開発は、商用化されているもの、実用化に近い段階に来ているものがあり、国際競争力のある機器をアジア市場に向けて、輸出拡大を図っている⁽¹⁾。英国では洋上風力発電の導入が始まっている。また、米国、カナダは、海洋資源の産出技術に、産業化を見据え、先行して取り組んでいる。韓国・中国も、意欲的に海洋開発用の技術開発に取り組んでおり、欧米ベンチャーからの技術導入や独自装置の開発により、海洋エネルギー導入を目指している。中国では、波力、潮流エネルギーの技術は産業化の初期段階にある。このように、海洋資源・エネルギーをめぐる技術開発において、欧米は日本の10年先を行っていると見え、中韓も日本をリードしている状況にある⁽²⁾。

豊富な海洋資源に恵まれる日本にとり、福島原発事故後のエネルギー安全保障、クリーンエネルギー導入、グローバルベースの金属・鉱物資源争奪戦と価格高騰、海洋をめぐる地政学的国際問題等の諸問題に対応して、海洋開発の産業化を進めることは重要な課題である。同時

(1) 湯原哲夫『海洋再生エネルギーの現状と展望』講演資料

(2) 同上

に、海洋資源・エネルギー自給、国際競争力のある持続可能な成長産業創出、地域振興、雇用創出等を目指して、海洋開発の産業化を進め、海洋新産業を創出することは、日本の産業・経済発展のために重要である。

更に、日本は、自国の管轄海域で、環境・生物多様性に配慮した海洋資源開発の経験を積み重ね、自国海域を持たない他国との差別化を図り、環境対策・生物多様性対策重視の海洋資源開発技術の国際標準化を目指すことの出来る立場にある。かかる点からも、海洋大国日本は、海洋資源・エネルギー開発において、世界をリードし、世界のトップを目指し、また、世界に貢献することが望まれる。

海洋資源・エネルギー開発にかかわる科学技術政策の究極的な目的は、日本の経済成長のための、海洋資源・エネルギー開発の新産業化、即ち、海洋新産業の創出、及び国際競争力のある持続可能な成長産業への海洋産業育成にある。

Ⅱ 海洋資源・エネルギーをめぐる科学技術政策と産業政策

海洋資源・エネルギー開発の産業化のための、科学技術政策と産業政策として、以下のようなことが考えられ、これらの政策をシームレスに推進することが望ましい。

1 政策策定

特に、海洋エネルギー産業化については、国家のエネルギー基本計画の中で海洋エネルギー産業の位置付けをより明確にし、海洋エネルギー開発導入の長期ビジョンと中長期目標を設定することが重要である。海洋資源・エネルギー開発を国家戦略として推進するため、司令塔となる政府組織の下に、産業界の参加を重視する、産学官代表者により構成される海洋資源・エネルギー総合開発戦略推進委員会を設置し、技術開発ロードマップ、技術戦略、出口戦略、商業化戦略、総合支援戦略、海外戦略などを策定することが考えられる。

因みに英国では、海洋基本法に相当する2009年海洋・沿岸アクセス法に基づき、海洋管理庁(Marine Management Organization: MMO)を中心に、英国海洋科学戦略、海洋産業戦略、海洋再生可能エネルギー技術ロードマップなどを推進している。

また米国では、2009年に設置された海洋政策タスクフォース及び国家海洋会議を軸に、「海洋、沿岸及び五大湖の管理に関する大統領令」や国家海洋政策の下、国家洋上風力戦略、海洋再生可能エネルギーロードマップ、メタンハイドレート研究開発などを推進している。

2 基礎研究から開発への一貫通貫戦略

科学技術に強く事業化に弱い日本と言われることの多い我が国として、海洋資源・エネルギー開発並びに産業化において世界で主導的役割を果たし、グローバル競争に勝ち残っていくためには、基礎研究から実証試験を経て商業生産に至るまでの一貫戦略を確立し、産学官で総力を挙げて取り組むことが重要である。特に、政府の最先端研究開発支援プログラムにおいて現在推進されているように、出口を見据えて、基礎研究の段階から産学官コンソーシアム体制で取り組むことが、研究の実用化・事業化に向かうために重要である。

海洋鉱物資源、海洋エネルギー共に、経済性の面で目途が立つまでは、国の支援の下、産学官連携で研究開発を推進することが、今の日本において重要である。ステップとしては、産学官合同の総合的探査事業の実施（engineering design）、商業生産に必要なパイロットプロジェクトや実証試験を公的研究機関の設備も利用して民主導・官支援で実施（pilot plant）、その後の商業生産（industrial application/commercialization）等があるが、特に、実海域での実証試験を含む、海洋開発産業技術の構築のためには、弱体化している産業界の実情に鑑み、継続的な公的資金支援が望まれる。

中国では、2010年の統計によると、186の海洋科学研究機構があり、研究費総額は約2,000億円であった⁽³⁾が、現時点では約5,000億円と言われている。日本と比べ、1桁多い状況である。⁽⁴⁾

米国では、継続的な科学技術研究開発投資により、シェールガスを商業生産する技術を開発し、シェールガスをエネルギー産業におけるゲームチェンジャーとした。その結果、2015年には、米国は世界最大の天然ガス生産国となる見込みである。一貫した科学技術研究開発が、国の経済や産業の発展のために、如何に大きなインパクトを与えるかが如実に示されている。

日本としても、海洋資源・エネルギーの長期的重要性に鑑み、これらの開発のための研究に継続的な努力をすることが必要である。特に、浮体式洋上風力発電と超電導発電という、日本が世界をリードしている分野での研究開発を重点強化案件にするなど、日本の強い分野を更に強くし、他国の追随を許さないような取り組みが重要である。

3 新産業創出と国際競争力強化

メタンハイドレートや海洋鉱物資源は、その経済的インパクトの大きさを勘案すると、将来、日本経済の強化に重要な役割を果たすことが期待される。また、洋上風力発電や波力発電、潮流発電などの海洋再生可能エネルギーは、エネルギーミックスや日本のエネルギー安全保障に貢献するものであり、地球温暖化対策においても重要な役割を果たすことになることは、言うまでもない。日本の資源対策やエネルギー戦略における海洋開発の重要性により、また、日本経済再生・発展のために、海洋新産業を創出し、更に、本分野における国際競争力を強化して持続的に発展させることは、将来輸出にもつながり、国益にかなうものであり、官民挙げて努力を傾注することが望まれる。一方、これらの産業化を担う日本企業は、企業時価総額ランキングにおける世界トップ30社から日本企業が消え去ってしまったことに象徴される如く、企業力の弱体化や国際競争力の低下が著しい状況にある。海洋開発分野において熾烈化する国際競争や、要される長期投資などを勘案し、個別企業による取り組みのみならず、企業コンソーシアムによる取り組みが、また、産業活性化につながる海洋開発ベンチャーの育成が、それぞれ強化されるような政策が望まれる。

4 海洋分野人材育成

海洋資源・エネルギーの研究から商業生産に至る時間軸は5年から10年と長く、また、今後、

(3) 中国国家海洋局『中国海洋統計年鑑2010』2011, pp.115, 121

(4) 湯原哲夫『海洋再生エネルギーの現状と展望』講演資料

資源争奪戦などにより、海洋資源・エネルギー開発をめぐるグローバル競争は熾烈化して行く。そのような状況下、日本の海洋資源・エネルギー開発導入の長期ビジョンに基づき、持続可能な海洋開発に取り組んでいくためには、海洋資源・エネルギーに係る科学技術研究の強化と共に、海洋分野人材、特に、エンジニア人材の育成とリーダー人材の育成を長期的観点から推進していくことが要される。大学での海洋開発講座の充実、海外の大学や海洋開発企業への留学・派遣、あるいは、国内の海洋開発企業でのインターンシップ・現場教育など、実践を積み重ねるための教育の実現により、若手・女性海洋分野人材の育成を強化することが必要であり、この面においても政府のリーダーシップが望まれる。海洋産業の将来に希望を見出すことが出来なければ、若手・女性人材も集まらず、海洋分野人材育成と海洋開発産業強化が表裏一体であることも認識する必要がある。

英国は、英国海洋エネルギー研究センターにおいて海洋分野人材育成を行ない、米国では、海洋大気研究所（National Oceanic and Atmospheric Administration）が中心になって、主要大学向け海洋研究プログラムを通じて、海洋分野人材育成の取り組みを行なう大学に補助金を提供している。中国でも、中国海洋大学や大連理工大学他で、海洋資源開発技術学科が2010年に創設されるなど、海洋人材育成基盤が強化されている。

Ⅲ 産業化のための施策

1 産業化のための公的支援

日本において、基礎研究や応用研究が事業化に結び付かないケースが多いひとつの理由は、科学技術の商業化・事業化・産業化に係る時間と資金やリスクに対し、企業が消極的であり、日本の強い基礎技術が活かされないことである。海洋大国として、海洋資源・エネルギー開発を国家戦略として位置付けるならば、海洋資源・エネルギーに関わる研究の助成と共に、応用研究や実証試験・試験操業を含む事業化に向けた研究開発の助成に公的資金を投入し、国を挙げて、海洋開発産業化を目指すことが望まれる。資源量が確定していない段階ではなおさら、企業中心に海洋資源開発の産業化を進めることは困難であり、国家主導の下で進められることが必要である。バブル崩壊後、多くの日本企業の企業力が弱体化し、国際競争力において後退が著しいが、国家戦略としての海洋資源・エネルギー開発に、国家資金を投入し、企業による産業化を国が後押しすることは、日本の産業・経済発展、雇用創出という国益にかなうものであると判断される。

自動船位保持装置のような最先端技術・装置を搭載した作業船など、開発環境の整備にも国の支援が必要である。また、産業用の水中ロボットを含む機器や設備は、欧米に比べ日本が遅れている海洋産業インフラであり、このような海洋開発インフラを国が整備することは、産業界が海洋資源・エネルギー開発に一層積極的に取り組む上で、極めて重要な要素である。

但し、将来、日本が海洋資源・エネルギー開発の産業化に成功し、採算ベースに乗った暁には、ロイヤルティ等の形で国と企業が成果を共有するなどの仕組みとし、国民の理解と支持を得ることも重要である。

英国ビジネス・イノベーション・技能省は、全国に技術・イノベーション・センター（カタパルト）のネットワークを構築しているが、そのひとつが「オフショア再生可能エネルギー・

カタパルト」である。英国産業界によるオフショア再生可能エネルギー関連の最新技術や新材料の研究、試験および実用化を支援している。波力と潮流エネルギーの研究開発、実証試験を行なうための助成金も提供されている。また、英国政府は、13兆円を投じ、官民を挙げて世界最大の洋上風力発電事業を進め、10万人分の雇用を創出する一大産業化を目指している。

米国でも同様に、国立科学財団やエネルギー省を中心に、洋上風力開発プロジェクトや海洋温度差発電プロジェクト、波力発電プロジェクトなどに補助金を出している。

2 オールジャパン体制-1

日本企業の国際競争力低下の状況に鑑み、日本が海洋開発分野での熾烈なグローバル競争に立ち向かうためには、国家プロジェクトとしての海洋開発重点案件を選定し、それらの推進のためのオールジャパン体制を形成するよう、政府が主導的役割を果たすことが必要であると判断される。一国一企業とも言える体制で、重点戦略産業強化に取り組む国もあり、日本としては、資源・エネルギー戦略や成長戦略の観点から、海洋資源・エネルギー開発を国家戦略とし、個別企業による取り組みだけでなく、国策海洋開発企業の設立や企業コンソーシアム設立と言った方策を政府が検討・実施することが効果的であると考えられる。世界初のメタンハイドレート商業化に近いポジションにある日本は、官民一体となって、最強のコンソーシアム体制で成功裡に商業生産に持ちこむべく、日本の技術と人的資源を結集・投入することが望まれる。

また、オールジャパン体制で立ち上げられる国家プロジェクトについては、その継続性が維持されるよう、行政側の対応にも改善が求められる。

海洋資源・エネルギー開発を国家プロジェクトとする場合は、単なる技術開発コンソーシアムではなく、ビジネスという出口を見据えたユーザー企業、即ち、自動車や機械など製造業のエンドユーザー企業が参加するコンソーシアムを形成することが肝要である。更に、様々な企業が各自鉅区を持って個別に海洋エネルギー開発の事業化に乗り出す際も、陸上グリッドシステムとのリンクなど、インフラの部分をジョイントベンチャーにすることが出来れば、即ち、共通設備を相互利用するなど、共通インフラ部分をオールジャパン体制で構築出来れば、産業界にとっても効率的、経済的な海洋エネルギー開発が推進出来る。

現在のところ、表1にあるような企業が、海洋開発産業化に取り組んでいる。

表1 海洋産業化に取り組む日本企業例

洋上風力発電	東京電力（研究期間・2010年～2014年、設置場所・千葉県銚子市沖、ローター直径・約90m、2MWクラス）、丸紅/三菱重工/三井造船/日立/新日鐵等グループ（研究期間・2011年～2015年、浮体式2MWと7MW）、東芝、JFEスチール
潮流発電	三井海洋開発（研究期間・2011年～2015年、設備容量・500KW）、川崎重工
波力発電	市川土木/協力電機（研究期間・2011年～2015年、実証海域・静岡県御前崎沖、設備容量・25KW）、三井造船、日立造船、三菱重工鉄構エンジニアリング
海流発電	IHI、東芝
海洋温度差発電	神戸製鋼
メタンハイドレート	石油資源開発
海底資源開発	三菱重工

（出典）筆者作成

水ビジネスの分野において、世界の強豪と競争し勝利するために、日本企業コンソーシアムが形成されたり、米国でのスマートグリッド実証試験を生産的に実施するために、日本企業コンソーシアムが形成されたりした例があり、参考に出来る。また、過去の類似オールジャパン体制の教訓も参考にすることが望ましい。

3 オールジャパン体制—2

日本が現時点で世界をリードしている分野を更に強化し、他国の追随を許さないポジションに立って国益に結び付けるためにも、オールジャパン体制を政府が重点施策として取り上げ、支援することが重要である。

そのひとつの候補が、浮体式洋上風力発電と超電導発電であり、日本が世界をリードするこの2分野を統合した研究開発を、オールジャパン体制で国を挙げて重点推進することが望ましいと考える。超電導発電機の導入により、出力15MWを超える浮体式大型洋上風力発電機の開発が可能になると言われており⁽⁵⁾、この研究開発に国家資金を投入し、強力な産学官連携で推進、5～10年で産業として育成することを目指すことが期待される。このために、例えば、次のようなオールジャパン産学官コンソーシアムを形成することが考えられる：線材メーカー（フジクラ、昭和電線等）、重電メーカー（日立、三菱電機等）、重工メーカー（日本製鋼、三菱重工等）、国際超電導産業技術研究センター、日本風力協会等。

なお、風力発電と超電導の分野を併せて研究開発に取り組んでいるのは、世界で米American Superconductor社のみである。

4 海洋開発ベンチャーの育成

如何なる国においても、産業や社会の活性化のために、産業の新陳代謝のために、また雇用創出のために、起業家を支援し、先端技術に挑戦するベンチャーを育てることは不可欠である。表2に示される創薬や新エネルギー等の分野で顕著な如く、一層効率的な研究開発を戦略的に推進するために、大企業がベンチャーと提携したり、ベンチャーを買収したりするケースが増大している。産業発展のためには、ベンチャーの活躍や、ベンチャーと大企業の連携が必要な時代になっている。

表2 大企業によるベンチャー買収・提携例

分野	大企業	取引携帯	ベンチャー	金額
創薬	ファイザー	買収	ヴィクロン	19億ドル
	武田薬品	買収	ミレニアム	88億ドル
バイオ燃料	シェル	出資	アイオジェン・エナジー	
小型原子炉	東芝	提携	テラパワー	

(出典) 筆者作成

(5) 塩原融『21世紀の日本経済を支える高温超電導産業への期待』講演資料

波力発電や潮力発電の分野においても、表3の如く、英国、米国、フランス等でベンチャーが立ち上がり、次世代機種開発にも入っている。シーメンスは潮流発電ベンチャーに資本参加し、ロッキード・マーチンはベンチャーと組んで潮流発電計画を共同推進している。

表3 欧米の海洋開発ベンチャー例

国	ベンチャー	分野
英国	MCT	潮流発電 (1.2MW)
	Atlantis	潮流発電 (1MW)
	LUNAR ENERGY	潮流発電
	OPEN HYDRO	潮流発電 (~4MW)
米国	Ocean Power Technologies	波力発電 (150KW)
	Verdant Power	潮流発電
	Oceanlinx	波力発電
	Neptune Minerals	海底熱水鉱床開発
ドイツ	Voith Hydro	海洋部門
フランス	DCNS	潮流発電
カナダ	Nautilus	海底鉱物資源開発

(出典) 筆者作成

また、米国政府は、波力、潮力発電ベンチャーに資金を付けて支援している。このように、欧米では、海洋資源・エネルギー開発分野においても、ベンチャーが始動している。

実績データの積上げが必要とされる海洋開発分野では、実運用経験を有する大企業が主体的な役割を果たすが、一方で、海洋開発イノベーションを促進するためにも、国として海洋開発ベンチャー育成・支援を重点推進することが肝要である。公的研究機関、大学、企業などによる起業を促し、海洋開発ベンチャーを支援していくことが求められる。米国では、軍と大学がベンチャーの実績作りを支援するケースがあるが、政府調達において海洋開発ベンチャーの技術や機器を優先的に扱うなど、立場の弱い海洋開発ベンチャーを支援する仕組みを、日本として確立することが望まれる。

日本は、ベンチャーが育ちにくい国であり、成功例も少ないが、しかし、イノベーションを起こしていくためには、ベンチャーの活躍が不可欠であり、日本は、あきらめることなく、海洋開発分野においても、ベンチャー育成の努力を続けることが必要である。特に、ベンチャー育成・支援において最も重要な役割を果たすベンチャーキャピタルの強化が喫緊の課題であると言え、例えば、産業革新機構の活用による海洋開発ベンチャーの育成・支援強化が考えられる。

5 ハイパフォーマンスコンピューティング利用

米国や中国は、スパコン利用によるハイパフォーマンスコンピューティングを軍事目的に利用するのみならず、産業力強化にも利用する動きを活発化させている。特に米国は、ハイパフォーマンスコンピューティングを、エネルギー、創薬、自動車、航空宇宙、材料などを中心に、ものづくり産業の再生と強化に活用すべく産学官が協働している。注目を集めているシェールガスの開発においても、鉱床の特定化や、効率的生産などのためにハイパフォーマンスコンピューティングを活用、また風力発電においてもブレードの最高効率やベストな配置を求める

ためにハイパフォーマンスコンピューティングを利用する動きを、ローレンス・リバモア国立研究所を筆頭とするエネルギー省傘下の米国立研究所と企業の間で戦略的に進めている。

日本が、海洋資源・エネルギー開発で先行する欧米と競争し、成功するためには、従来の手法に加え、高度シミュレーションを駆使するハイパフォーマンスコンピューティングを導入し、効率的で低コストの資源の探査、試作、産出に取り組む必要がある。特に、海洋エネルギーについては、科学技術研究の域に留まらず、産業化を実現するためには、以下のような点に関する研究と検証を可能な限りスピーディに進め、他のエネルギー源との比較の下、海洋エネルギー導入の現実的可能性と妥当性を確認する必要がある：供給面での安定性、エネルギー効率、環境・生物多様性への対応、価格競争力・経済性。ただし、海洋開発の実験には多大の資金と時間が要されるため、ハイパフォーマンスコンピューティングによる高度なシミュレーションを行なうことが必要になる。かかる観点から、ハイパフォーマンスコンピューティングの海洋開発産業利用を産学官で積極推進することが望まれる。

6 国際連携

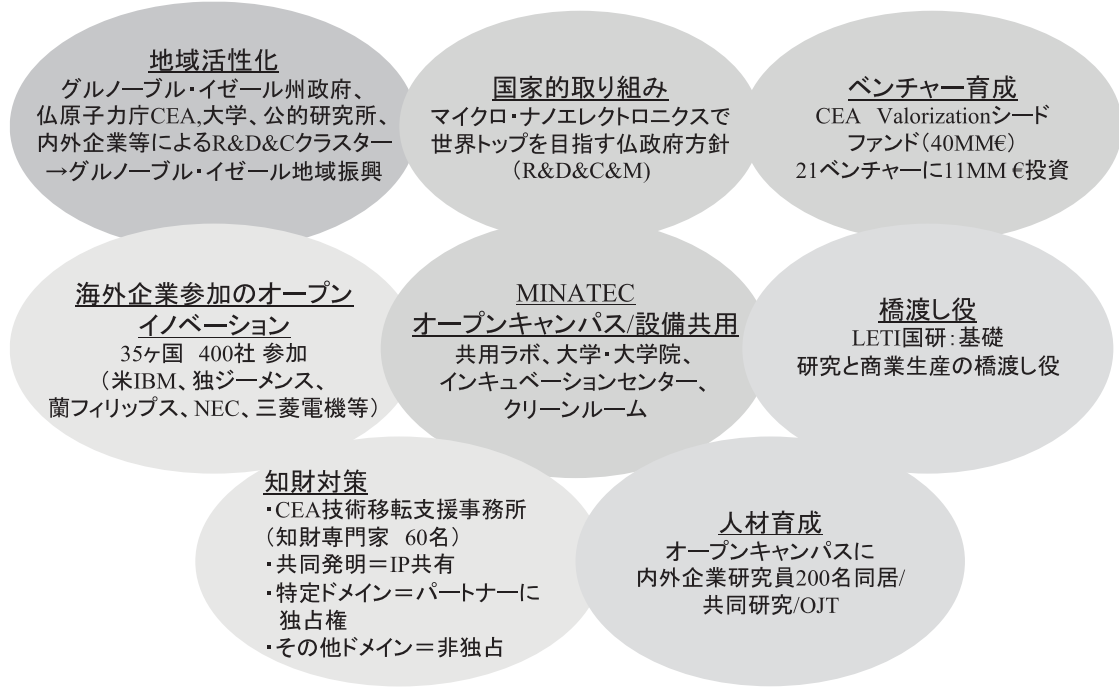
グローバル化、オープンイノベーションの時代においては、広く海外の異質の頭脳や知恵、多様性等を取り入れることが、日本の国際競争力を強化する上で重要である。海洋開発分野での研究や、企業コンソーシアムベースでの産業化においても、日本の内向き姿勢や引きこもりから脱却し、国際連携を進めることが、究極的に日本にとり有益である。国際連携を強化し、多様性を取り入れた研究開発を進めることは、将来の輸出や国際標準取得も視野に入れると、日本にとり一層重要となる。特に、アジア諸国との連携を深め、アジアでのプレゼンスを高めることは、日本の国益に結びつくことであり、政府のリーダーシップが期待される。

図1に示されるように、フランスのイゼール県グルノーブルにあるマイクロナノエレクトロニクス分野の産学官国際研究拠点ミナテック（Pole d'Innovation en Micro et Nanotechnologies : MINATEC）には、35ヶ国から400を超す企業や大学が参加している。ナノサイエンス分野において州政府と企業が共同で設立した、米国ニューヨーク・オルバニー国際オープンイノベーション研究拠点では、IBMやアプライドマテリアル、東京エレクトロンなど様々な国の企業研究員が約400名、大学キャンパスに同居し、オープンイノベーション共同研究を進めている。ベルギーにおいても、地方政府の支援を受けて設立された国際研究連携拠点アイメック（Inter-University Microelectronics Center : IMEC）では、半導体やヘルスケアなどの分野での国際共同研究のために、約70ヶ国から600社以上の企業と175大学が連携している。

海洋資源・エネルギー開発分野で、海外、特にアジアの研究者をも招聘し、国際共同研究を推進する国際オープンイノベーション産学官連携拠点「アジア海洋開発研究連携拠点」（仮称）を立ち上げることは、日本のためにも、またアジア諸国のためにも極めて有益なことでありと考える。日本に設立するアジア海洋開発研究連携拠点では、大型研究設備を共有し、日本人研究者やアジア人研究者の多様な知恵を取り入れた海洋開発研究を共同で行なうと共に、海洋発電実証試験サイトの共有や海洋分野人材・国際人材育成のための協力なども行なえる。アジア海洋開発研究連携拠点は、日本政府資金のみならず、アジア諸国政府、ASEAN Foundation やアジア開発銀行などの公的資金支援機関、及び民間企業等からの資金を得て、立ち上げられることが望ましい。本連携拠点での共同研究開発成果をアジア諸国の海洋資源・エネルギー開

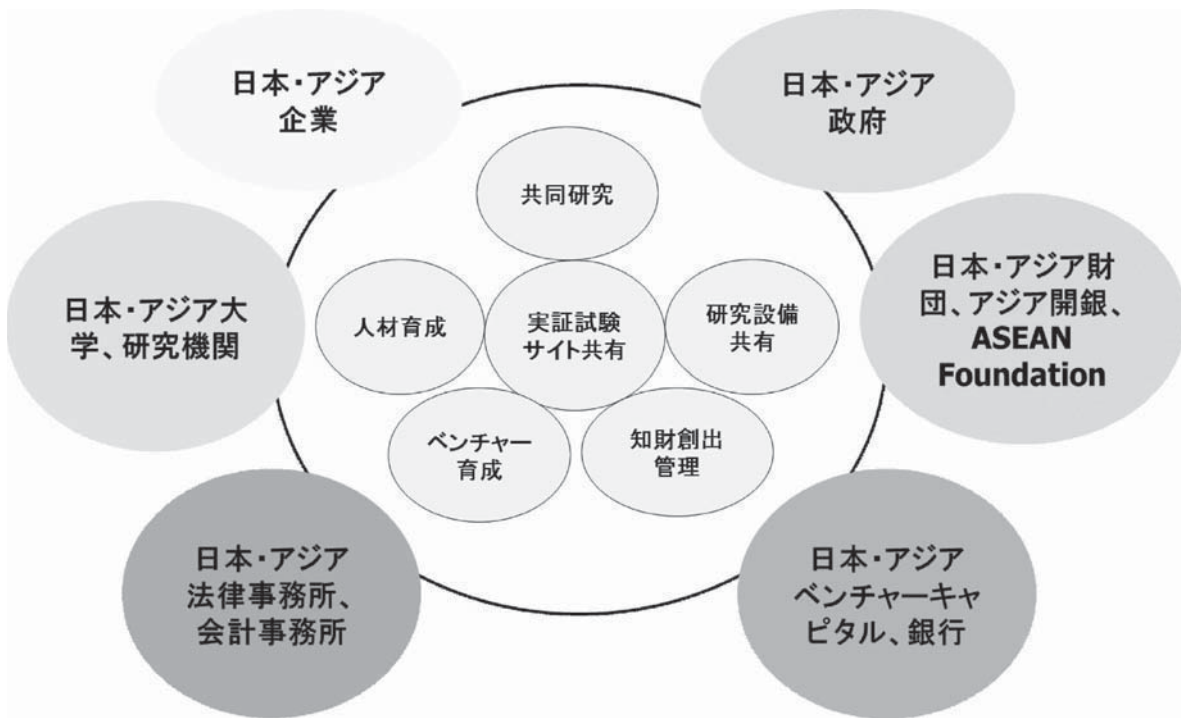
発の発展に活かすべく、海洋大国日本がイニシアティブを取ることが適切であろう。図2にアジア海洋開発研究連携拠点構想案を示す。

図1 フランス・イゼール県グルノーブル産学官国際研究拠点



(出典) 筆者作成

図2 アジア海洋開発研究連携拠点構想案
Asian Marine Development Research Collaboration Center



(出典) 筆者作成

