

海洋資源 から見える 未来の日本

文 荒船 良孝
Arafune Yoshitaka

資源価格の高騰で存在感の増す海洋資源

日本の国土は世界中の陸地の中でたった0・28%しかない小さな島国だ。その狭い国土には、エネルギーや鉱物資源がほとんどない。日本は世界有数の工業国ではあるが、エネルギー源や原料となる資源はほとんど輸入に頼っている。日本は資源保有国と共同で鉱山や油田、ガス田などの探査や開発をして、必要な資源を確保するようにしている。しかし、ここ最近、資源保有国自身が自国の資源に対する権利を強化する資源ナショナリズムの動きが目

立つようになってきた。日本は資源を安定して手に入れられるように、資源保有国との関係を強化するようにしているが、さらに日本独自の資源を開発することが重要になってきている。そこで注目されているのが海洋に眠る資源だ。水深200mより深い深海底には、様々な鉱物資源が存在する。海洋の鉱物資源は1960年代からその存在が知られていた。だが、海底の鉱物資源は陸地にある資源よりも採取が難しく、コストもかかる。そのため、実際に採掘して活用されることはなかった。しかし、2000年代に入ると状況が一変する。中国をはじめ新興国の台頭によって、金属資源などの消費量が急激に増加し、価格も高騰してしまっ

資源やエネルギーの乏しい日本にとって、資源やエネルギーの確保は重要な課題だ。その重要な課題を解決する手立てが海にあるという。海にはどれくらいの資源があり、私たちはそれを活用していけるのか。その現状を追った。

た。資源価格の急激な上昇により、生産コストの高い海洋資源でも、経済的に成り立つ可能性が大きくなり、多くの国があいついで開発に乗り出すようになった。日本は国土が狭いものの、天然資源などの探査や開発をおこなう権利を与えられる排他的経済水域と領海の面積は約448万km²と、世界第6位の広さを誇っている(Chart 1)。さらに、日本が申請していた大陸棚の延長も一部が認められ、資源開発ができる海域が広がっている。

進む海洋鉱物資源の利権争い

海洋鉱物資源には、大きく分けて3つの種類がある。1つ目は、マンガン、ニッケル、コバルト、銅などが球状に固まり海底の泥の上に並ぶマンガン団塊。2つ目が、海山の頂上から斜面にかけてコバルト、ニッケル、白金などが10cmほどの層をつくって堆積するコバルトリッチクラスト。そして3つ目が、海洋プレートに生まれる海域や沈みこむ海域などで形成される海底熱水

鉱床だ。このうち、日本の排他的経済水域内で有望とされているのが、海底熱水鉱床である。実際、海底熱水鉱床は、伊豆・小笠原海域や沖縄海域でいくつも発見されている。2012年には世界で初めて海底熱水鉱床の採掘に成功し、将来の商業化を見据えた技術開発が進められている。他の2つの鉱物資源についても、日本はすでに権利を確保している。マンガン団塊についてはハワイ沖やインド洋の公海域での探査権を保有しているのに加え、世界有数の良質な産地とされるクック諸島海域での調査にも協力した。また、コバルトリッチクラストについては、2013年に南鳥島沖の公海域で、世界に先駆けて探査権を取得することに成功した。排他的経済水域内にある海山とあわせて、開発を進める予定である。

日本だけでなく、フランス、ロシア、中国、韓国、カナダなどの国々は、現在、公海域や発展途上国の排他的経済水域での海洋鉱物資源を確保しようと、先を争うようにして探査権を取得している。だが、海洋鉱物資源を私たちが活用するにはまだまだ時間がかかる。海底鉱物資源は、1000mよりも深い



海底熱水 鉱床
Submarine Hydrothermal Polymetallic Ore & Methane Hydrate



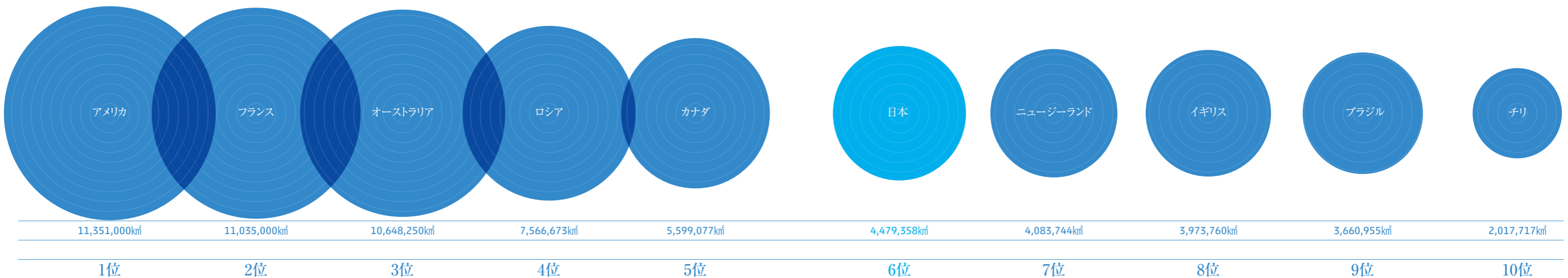
人工のメタンハイドレート

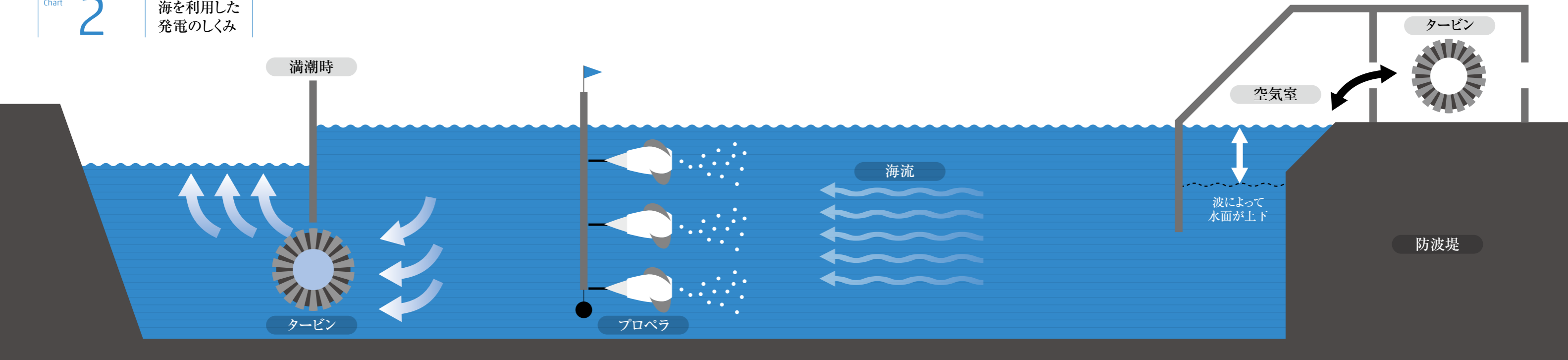
Chart

1

排他的経済水域ランキング

排他的経済水域と領海を合わせた面積の順位。日本の国土面積は世界で61位だが、領海を含めた排他的経済水域の面積では世界6位で、国土の約12倍の広さ。





Tidal Power Generation

潮の満ち引きの水位差を利用してタービンを回し発電

潮汐力発電の一例

さらに、砂層型のメタンハイドレートではメタンガスを生産するときに大量の砂をくみ上げてしまう問題もある。実際、2013年3月の生産実験では、6日目に井戸の中に大量の砂が出てしまったという。今後は、この実験のと

Tidal Current Power Generation

海流でプロペラを回して発電

海流発電の一例

メタンガスを生産するための調査や試験に取り組んでいる。2013年3月には、海上でメタンハイドレートからメタンガスを生産する実験をおこない、6日間で合計約12万m³の生産に成功した。JOGMECメタンハイドレート研究開発グループの磯部人志さんは「海洋でメタンハイドレートからメタンガスを取り出すのは、世界でも初の試みで、実際にできるかどうかを確かめるのが大きな目的でした。実際に、6日間にわたってガスの生産ができたので安堵しました」と実験を振り返った。

Wave-Activated Power Generation

波が起こした空気流によってタービンを回して発電

波力発電の一例

日本は2007年に制定した海洋基本法により、海洋エネルギーや海洋鉱物資源の開発を積極的に進める姿勢を示している。2013年にまとめられた第二次海洋基本計画によると、海底熱水鉱床は2023年以降に採鉱から精錬まで連動した試験プロジェクトを実施し、その成果を民間企業に引き継ぎ、商業化を進めるロードマップが敷かれている。コバルトリッククラストについては、2028年ごろに商業化の検討ができるように、資源量の評価をしたり、基礎技術を固めていく予定になっている。

新しい天然ガス供給源

海洋には鉱物資源の他にも、石油、天然ガスなどの資源が眠っている。その中でも、日本近海で大量の資源があると見られているのがメタンハイドレートだ。メタンハイドレートとは水の分子がメタンの分子を取り囲むように

して結晶化した水のような物質で、温度を上げたり、圧力を下げたりすると、天然ガスの主成分であるメタンを得ることができる。そのため、シエールガスと同じように新しい天然ガス資源と位置づけられている。日本では、2002年にメタンハイドレート資源開発研究コンソーシアム(MH21)が組織され、メタンハイドレートの開発研究が本格的にはじまった。

メタンハイドレートは圧力が高く、温度の低い場所につくられる。具体的には、陸上の永久凍土層や、水深500mより深い海底に存在している。日本の海域では、日本列島に沿うようにメタンハイドレートが凝集している地層があると考えられている。その中でも、もつとも調査が進んでいるのが静岡県沖から和歌山県沖に広がる東部南海トラフとよばれる海域だ。この海域の、メタンハイドレート濃集帯だけでも約5739億m³のメタンガスがあると試算された。これは日本が2011年に輸入した液化天然ガスの約5・5倍にあたる量である。日本近海の埋蔵量はまだまだつきりとしていないが、どの海域にも東部南海トラフと同じくらい大きな天然ガス供給源となるはずだ。

世界初の生産実験に成功

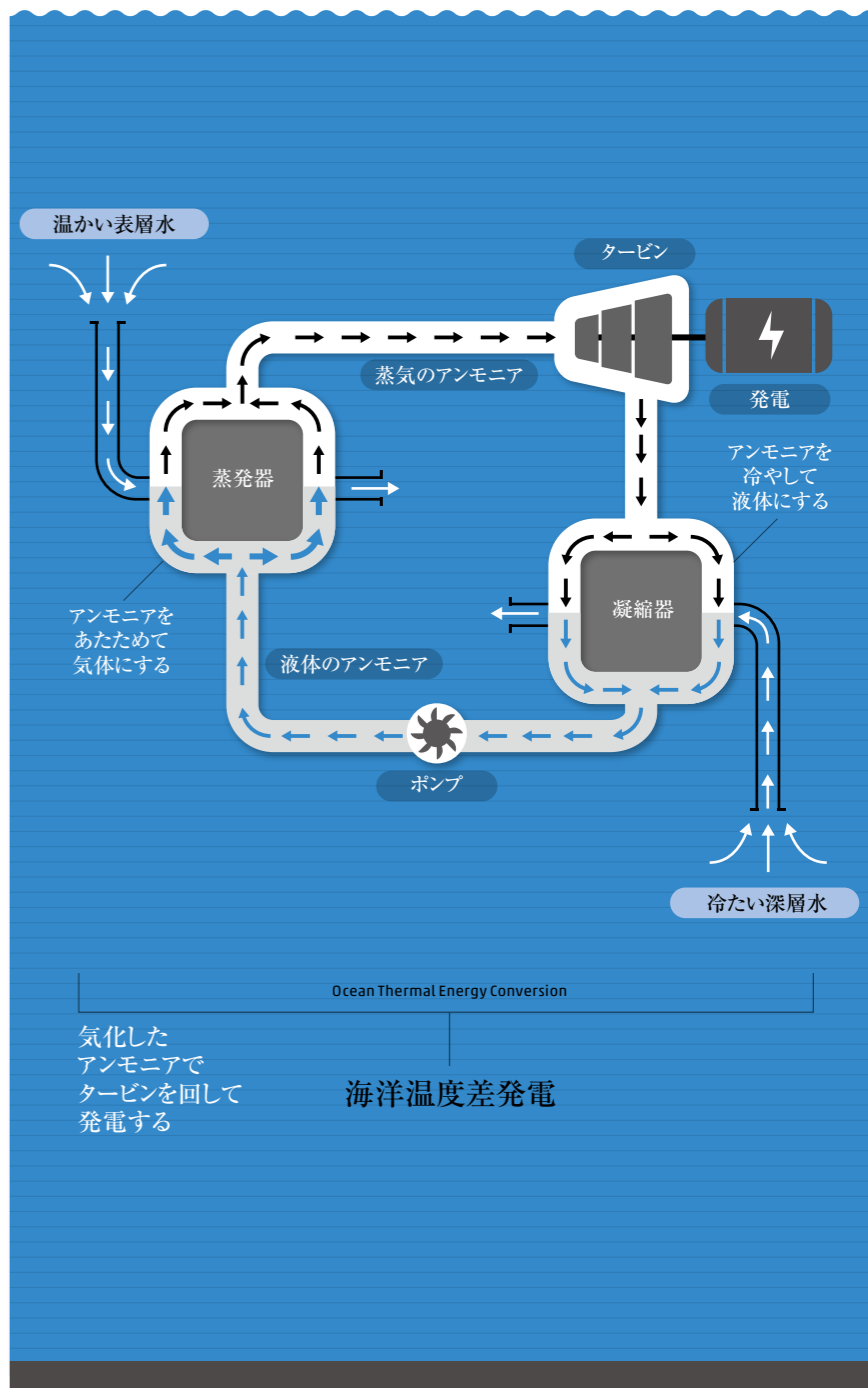
MH21は、メタンハイドレートから

きに得たデータを解析して、出砂を抑えて、効率よくメタンガスを生産する方法を探っていく。そして、今後2、3年くらいで数か月規模の海洋産出試験をおこない、商業化への目処をつけていくとしている。

実海域での実証実験を目指す海洋発電

広い海は資源の新しい供給源としてだけでなく、新たなエネルギー源としても期待されている。2011年3月に起きた東日本大震災とそれに続く福島第一原発の事故によって、エネルギー政策は大幅に見直され、太陽光発電を中心とする再生可能エネルギーの導入がより推進されるようになった。

再生可能エネルギーの供給源としては、太陽光、風力、地熱などが真っ先に挙がってくるが、海洋にも、波力、海流、潮汐力など、エネルギー源として利用できる力がたくさんある(Chart 2)。ヨーロッパや韓国では、これらの力を利用した海洋発電技術の開発が積極的に進められており、海の干潮時と満潮時の海面の高低差を利用した潮汐力発電の商業利用がはじまっている。また、波の力を利用する波力発電や、海流でプロペラを回して発電する海流発電も、様々な国々で海洋に試験プラントを建設した実証



海洋温度差発電のしくみ

3

Chart

実験がおこなわれている。日本も数十年前から波力、海流、潮汐力といった発電方式の研究、開発をおこなっているが、そのほとんどが水槽試験や研究室での実験の段階である。ヨーロッパなどでは再生可能エネルギーの導入目標がはっきりと示されており、その目標に向かって開発が進められた結果、実用化や商業化への道を着々と歩んでいるが、日本の場合はそのような目標が打ち出されていない。

また、数年前まで、再生可能エネルギーへの期待度も低かったために、規模の大きな実験があまりおこなえずに、小規模で基礎的な研究で技術をつないでいた。

だが、最近では、新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）を中心に、海洋エネルギー発電技術の研究開発が積極的におこなわれるようになってきた。波力、海流、潮汐力などを対象に、実用化に向けたプロジェクト

は十分にある。エネルギー密度の小ささを跳ね返すほどの画期的な技術が開発されることを期待したい。

世界をリードする海洋温度差発電

実は、海洋エネルギーを利用した発電にはもう1つの方式がある。それが海洋温度差発電だ。海は太陽光にさらされている表層の部分と、水深600〜1000m付近の深層の部分で温度差ができる。この温度差を利用して電気をつくるのが海洋温度差発電だ（Chart 3）。海洋温度差発電は表層と深層の温度差が20℃以上保たれることが重要で、日本では沖縄や小笠原諸島が適地とされており、日本近海としては比較的エネルギー密度が高い地域だ。しかも、40年間、佐賀大学を中心に技術開発を続けてきたおかげで、2013年には沖縄県の久米島に世界初の実証実験プラントが建設され、1年以上運転が続けられている。海洋温度差発電で実証プラントが稼働しているのは、世界中でここだけしかない。

久米島の実証実験プラントでは出力50kWの発電設備を2台つくり、1つは連続発電の試験をし、そしてもう1つは要素技術を開発するための試験を繰り返している。この実験に参加している柳澤ネシスの岡村盡さんは「50kWの設備では、発電コストがかかるので、

これをそのまま商業化することはできませんが、今後、1千kW以上の発電設備の導入を視野に入れて、必要なデータを取っています」と説明する。実際に、実験データは事前のシミュレーションとも一致し、現在の技術で数千kWクラスの設備をつくることは十分可能だという。この実証実験は2015年まで続けられる。岡村さんたちは、そこで得られたデータをもとにし



写真提供：沖縄県商工労働部産業政策課

て、次の段階として1千kWクラスの発電施設をつくり、商業利用へとつなげていきたいと考えている。

海洋温度差発電は、表層水と深層水をくみ上げて発電をおこなっている。海洋深層水は飲料水や化粧品などにも利用されているが、それらの事業と発電を組み合わせて複合的に利用することで、より効率的な利用や新しい産業が生みだせるのではないかと期待されている。

が次々と動き出している。NEDO新エネルギー部の担当者は「日本の海は世界の海と比べて、海洋エネルギーのエネルギー密度が小さいので、大規模な発電技術を一気に開発するのは難しい状況です。ですから、まずは数百kWクラスの小規模発電システムを開発し、離島などのエネルギー源として活用できないかと考えています」と解説する。現在の試算では、波力、海流、潮汐力などのエネルギーをあわせても、日本の年間需要の数%しかまかなえない。そのため、日本の電力を支えるベース電源というよりは、離島などのように既存の電力網ではカバーできない地域で、消費地に直結した電源としての活躍が期待されている。このような地域で活用されているディーゼル発電の代替となるには、発電コストを1畝あたり40円以下に抑えなければならぬ。まずは実海域での実証試験によって、1畝あたり40円以下の発電コストの実現を目指していく。

さらに、より効率の高い発電を目指して、要素技術の開発も同時におこなっていき、発電コストを1畝あたり20円以下に抑えられるシステムの開発を長期目標として掲げている。エネルギー密度で考えると、世界の海に比べて日本近海は不利な要素が強いように思えるが、日本は省エネ技術やシステムの効率的な運用に長けているので、将来的には、小さなエネルギーを効率的に電気に変換するシステムや、大規模発電につながる技術が登場する可能性

海洋温度差発電の実験プラントがある久米島では、クルマエビや海ブドウの養殖などに深層水を利用して、これらの生き物は生育に適した温度が決まっているために、養殖池の温度管理などに冷たい深層水を使っている。水産業以外にも食品、化粧品などで、深層水関連企業が増えており、深層水は年間で約20億円の売上を支えるようになった。さらに、深層水を利用して

沖縄県海洋深層水研究所の敷地内で使用する電力の一部を供給している。

久米島の海洋温度差発電の実証プラント

日本はそれらの資源をしっかりと活用するために技術を磨いており、世界のトップレベルとなっているものも多い。海洋鉱物やメタンハイドレートなどが取れる海洋鉱床などは、日本の新たな鉱物源として、製造業を支える基盤となり、海洋発電技術は日本だけでなく発展途上国などで役立つ潜在能力を秘めている。難しい技術を世界に先駆けて開発することで、海洋技術立国としての新たな姿が見えてくることだろう。

Arafune Yoshitaka

あらふね・よしとか／1973年、埼玉県生まれ。科学ライター、保育士、東京理科大学在学中より科学ライターとしての活動を始める。二ホントオオカミから宇宙論まで幅広い分野で取材、執筆をしてきた。日々、新発見が続いている科学のおもしろさを、多くの人に伝えていきたいと思っている。著書に『3つの謎からわかる宇宙』（平凡社新書）、『宇宙の新常識100』（サイエンス・アイ新書）、『教えて！科学本』（共著、洋泉社）などがある。