

国立国会図書館 調査及び立法考査局

Research and Legislative Reference Bureau
National Diet Library

論題 Title	第3章 海洋エネルギー・鉱物資源及び海洋再生可能エネルギーをめぐる日本と世界の動向
他言語論題 Title in other language	Chapter 3 Worldwide and Japanese Trends in Marine Energy and Mineral Resources as well as Marine Renewable Energy
著者 / 所属 Author(s)	山口聡 (YAMAGUCHI Satoshi) / 国立国会図書館調査及び立法考査局 経済産業課
書名 Title of Book	海洋をめぐる動向と課題 科学技術に関する調査プロジェクト報告書 (Trends and Issues in Ocean Affairs)
シリーズ Series	調査資料 2024-5 (Research Materials 2024-5)
編集 Editor	国立国会図書館 調査及び立法考査局
発行 Publisher	国立国会図書館
刊行日 Issue Date	2025-3-27
ページ Pages	61-94
ISBN	978-4-87582-938-6
本文の言語 Language	日本語 (Japanese)
摘要 Abstract	海底熱水鉱床、コバルトリッチクラスト、マンガン団塊、レアアース泥、石油・ガス、メタンハイドレート、洋上風力発電、海洋エネルギー、洋上太陽光発電に関する政策及び開発の動向を概観する。

* この記事は、調査及び立法考査局内において、国政審議に係る有用性、記述の中立性、客観性及び正確性、論旨の明晰（めいせき）性等の観点からの審査を経たものです。

* 本文中の意見にわたる部分は、筆者の個人的見解です。

第3章 海洋エネルギー・鉱物資源及び海洋再生可能エネルギー をめぐる日本と世界の動向

国立国会図書館 調査及び立法考査局
経済産業課 山口 聡

目 次

はじめに

I 海洋鉱物資源

- 1 日本の動向
- 2 世界の動向
- 3 小括

II 海洋エネルギー資源

- 1 日本の動向
- 2 世界の動向
- 3 小括

III 海洋再生可能エネルギー

- 1 日本の動向
- 2 世界の動向
- 3 小括

おわりに

【要旨】

日本は、領海やEEZ内で分布が確認されている海底熱水鉱床やメタンハイドレート等の海洋エネルギー・鉱物資源の開発に向けて、世界最先端の取組を進めてきたが、商業化には至っていない。世界的には、深海底におけるマンガン団塊の探査活動が活発になる一方、深海生態系の保全等、環境影響の観点から、深海採掘の一時停止を求める動きも大きくなっている。海洋再生可能エネルギーについては、着床式洋上風力発電の導入が欧州と中国で進み、浮体式洋上風力発電や潮流発電の商業化が近づいているが、日本は主要分野で商業化が遅れている。

現段階では日本の取組は成果として結実していない。政府の計画の問題、開発に向けた制度整備の遅れなど政策面の課題も指摘されている。日本だけでは、商業化に向けた技術、経済、環境上の諸課題の解決が困難な分野もある。世界の国々の政策、技術開発や市場の動向を注視し、長期的展望と大局的観点の下、どのような協力が可能であるのか見定めることも重要となろう。

はじめに

日本の管轄権が及ぶ海域・海底（領海⁽¹⁾、接続水域⁽²⁾、排他的経済水域（Exclusive Economic Zone: EEZ）⁽³⁾、大陸棚⁽⁴⁾）には、海底熱水鉱床、コバルトリッチクラスト、マンガン団塊、レアアース泥といった海洋鉱物資源のほか、石油・天然ガス、メタンハイドレートといった海洋エネルギー資源の分布が確認されている（表1）。陸上資源の乏しい日本においては、安定供給の確保の観点から、政府が策定する「海洋基本計画」や同計画で定められた開発の目標を具体化するために経済産業省が策定する「海洋エネルギー・鉱物資源開発計画」に基づき、これらの海洋エネルギー・鉱物資源の開発に向けた取組が進められてきた。世界的には、海洋鉱物資源の中でも、深海底⁽⁵⁾におけるマンガン団塊の開発に向けた探査活動が活発になっているが、

*本稿におけるインターネット情報の最終アクセス日は、令和7（2025）年1月30日である。

- (1) 沿岸国の主権が及ぶ水域。沿岸国は、「海洋法に関する国際連合条約」（平成8年条約第6号。以下「国連海洋法条約」）（United Nations Convention on the Law of the Sea: UNCLOS）の規定により決定される基線（通常、沿岸国が公認する大縮尺海図に記載されている海岸の低潮線）から測定して12海里（約22km）を超えない範囲で領海の幅を定める権利を有する。沿岸国の主権は、領海の上空並びに領海の海底及びその下に及ぶ。ただし、全ての国の船舶は、沿岸国の平和、秩序又は安全を害しない限り、領海を航行できる（無害通航権）。（内閣官房総合海洋政策本部事務局『海洋の状況及び海洋に関して講じた施策 平成22年版』2010, p.13. <https://www8.cao.go.jp/ocean/info/annual/h22_annual/pdf/h22_annual_all.pdf>）。
- (2) 領海に接続する水域で、基線から24海里（約44km）までの水域。沿岸国は、接続水域において、自国の通関、財政、出入国管理又は衛生に関する一定の規制を行うことができる（同上, p.16）。
- (3) 領海を越えてこれに接続する水域で、基線から200海里（約370km）までの水域。接続水域はEEZの範囲内に含まれるが、領海はEEZには含まれない。国連海洋法条約の規定により、EEZ（海底及びその下を含む。）において、沿岸国は、①海底の上部水域並びに海底及びその下の天然資源（生物・非生物を問わない。）の探査、開発、保存及び管理のための主権的権利並びにEEZにおける経済的な目的で行われる探査及び開発のためのその他の活動（海水、海流及び風力からのエネルギー生産等）に関する主権的権利、②人工島、施設及び構築物の設置及び利用、海洋の科学的調査、海洋環境の保護及び保全に関する管轄権を有する（同上, p.14）。
- (4) 領海の基線からその外側200海里の線までの海域（領海を除く。）の海底及びその下。国連海洋法条約の規定により、地形・地質的条件によっては、200海里を超えて大陸棚を延長することができる。大陸棚においては、沿岸国に、①天然資源（海底及びその下の鉱物などの非生物資源・定着性の生物）の開発等に係る主権的権利、②人工島、設備、構築物の設置及び利用に係る管轄権が認められている（同上, p.15）。
- (5) 国連海洋法条約第1条第1項では、「深海底」（Area）は、「国の管轄権の及ぶ区域の境界の外の海底及びその下」と規定されている。深海底及びその資源は、「人類の共同の財産」（第136条）とされ、いずれの国も深海底又

深海生態系の保全等の環境影響の観点から、深海採掘の一時停止を求める動きも大きくなりつつある。日本の近海では、中国が積極的に海洋エネルギー・鉱物資源の探査、開発を進めている。

表1 海洋エネルギー・鉱物資源の概要

<p>海洋鉱物資源</p> <p>【海底熱水鉱床】 海底から噴出する熱水が低温の海水と接触することにより、銅、鉛、亜鉛、金、銀、レアメタル等の金属成分が析出・沈殿してできた多金属鉱床。水深 500～3,000m の海底に分布している。沖縄近海、伊豆・小笠原海域などで鉱床が発見されている。多金属硫化物 (polymetallic sulphides: PMS) と呼ばれる。</p> <p>【コバルトリッチクラスト】 水深 800m～2,400m の海山の頂部の玄武岩等の基盤岩を厚さ数 mm～数 10cm でアスファルト状に覆っている鉄・マンガン酸化物。マンガン団塊に比べてコバルトの品位が3 倍程度高く、また微量の白金を含むのが特徴。コバルトリッチ・鉄マンガングラスト (cobalt-rich ferromanganese crusts: CFC) と呼ばれる。</p> <p>【マンガン団塊】 水深 4,000～6,000m の比較的平坦な大洋底に半埋没している、直径 2～15cm 程度の球形ないしだ円球状の鉄・マンガン酸化物の塊。マンガン、鉄を主成分とする酸化物で、ニッケル、銅、コバルト等の有用金属を含有する。多金属団塊 (polymetallic nodules: PMN) と呼ばれる。</p> <p>【レアアース泥】 水深 5,000～6,000m の海底下に広く分布するレアアース (重希土を含む) を含む粘土状の堆積物。レアアースは、31 鉱種あるレアメタルの一種で、17 種類の元素 (希土類) の総称。主な用途は、電気自動車等に不可欠なレアアース磁石の材料であるネオジムやジスプロシウム、ハードディスクドライブに使われるガラス基板等の研磨剤や自動車用排ガス触媒に使用されるセリウムやランタン等がある。</p> <p>海洋エネルギー資源</p> <p>【石油・天然ガス】 石油は、炭化水素を主成分とする、硫黄、窒素、酸素を含む化合物の液体。地下から採掘し、ガスや水分などを除く処理をした状態は、原油と呼ばれる。原油を加熱し、沸点の差を利用して蒸留・分解することで、石油として利用できるようになる。天然ガスは、メタンを主成分とする可燃性の気体。石油や天然ガスは、太古の生物の死骸などが地下に堆積し、地下の高い温度や微生物の分解作用などにより、数百万年から数千万年をかけてできたものといわれている。変化により生成された石油や天然ガスは、地下でそれらがたまりやすい地層がある場所に集まっていき、油ガス田を形成する。</p> <p>【メタンハイドレート】 低温高圧の条件下で、水分子にメタン分子 (天然ガス) が取り込まれ、氷状になっているもの。非在来型の化石燃料として将来の実用化が期待されている。日本の周辺海域では、水深 500m 以深の海底面下数百 m の砂質層内の砂の隙間を埋める状態で存在する砂層型メタンハイドレート (主に東部南海トラフ海域を中心に賦存) と、水深 500m 以深の海底面及び比較的浅い深度の泥層内に塊状、粒状、板状及び脈状で存在する表層型メタンハイドレート (主に日本海側を中心に賦存) の二つの賦存形態が確認されている。ガスハイドレート (gas hydrates) と呼ばれる。</p>

(出典) 内閣府総合海洋政策推進事務局『海洋レポート—海洋の状況及び海洋に関して講じた施策【年次報告】—令和5年版』2023, pp.9, 126, 129, 136-137. <https://www8.cao.go.jp/ocean/info/annual/r5_annual/pdf/r5_all.pdf>; 「石油・天然ガスとは」石油資源開発株式会社ウェブサイト <<https://www.jpaxco.jp/business/oilgas/origin/>>; 経済産業省「海洋エネルギー・鉱物資源開発計画」2024.3.22, p.5. 資源エネルギー庁ウェブサイト <https://www.enecho.meti.go.jp/category/resources_and_fuel/strategy/pdf/report2403.pdf> 等を基に筆者作成。

国際エネルギー機関 (International Energy Agency: IEA) によると、海洋再生可能エネルギー (洋上風力発電、潮汐発電、潮流発電、海流発電、波力発電、海洋温度差発電、塩分濃度差発電など) (表2) は、技術成熟度に差があるが、マンガン団塊の深海採掘と比べると技術成熟度が高いと評価されている (表3)。特に着床式洋上風力発電は、欧州や中国を中心に商業化が進んでおり、日本でも導入が進められつつある。潮流発電、波力発電等の海洋エネルギーは、欧州が導入目標を設定して取り組んでおり、潮流発電については商業化が近づきつつある。

はその資源のいかなる部分についても主権又は主権の権利を主張し又は行使してはならないとされている (柳井俊二「第1章II 国連海洋法条約の下での海域制度」『海と国際法』信山社, 2024, p.20)。

表2 海洋再生可能エネルギーの概要

<p>【洋上風力発電】 陸上と比較して風況が安定している海上に風車を設置して発電する技術。海底に直接基礎を設置する「着床式」と、浮体を基礎として係留などで固定する「浮体式」に分類される。</p> <p>【潮汐発電】 潮汐に伴う潮位差を利用してタービンを回して発電する技術。水力発電と同様の原理を用いて、潮位差が大きい湾や河口の入口などにダムと水門を建設し、基本的には満潮時に貯水し、干潮時に水門を開いて水を放出することによって発電機を回して発電する。諸外国には10m以上の潮位差が得られる地点が存在するのに対し、日本では最も好条件の有明海でも最大潮位差4.9mであり、ポテンシャルは小さいとされている。</p> <p>【潮流発電】 潮流の運動エネルギーを利用し、一般的には水車により回転エネルギーに変換させて発電する技術。設置形式には、海底に固定する「海底設置式」と「浮体式」がある。</p> <p>【海流発電】 一般的にエネルギー変換装置として水車を用い、海流の運動エネルギーをタービンの回転を介して電気エネルギーに変換する発電技術。海流の強い地点は陸地から数km以上離れており、送電距離が長くなる。また、水深が深いため、装置の設置や管理が難しい。</p> <p>【波力発電】 波のエネルギーを利用した発電技術。主に、装置内に空気室を設け、海面の上下動によって生じる空気室内外の圧力差により空気タービンを回転させる「振動水柱型」、可動物体を介して波の作用による運動を機械的エネルギー等に変換して発電する「可動物体型」、波を貯水池などに越波させて貯留し、貯水面と海面との高低差を利用して海に排水する際に、タービンを回して発電する「越波型」の3種類に区分される。</p> <p>【海洋温度差発電】 表層の温かい海水（表層水）と深海の冷たい海水（深層水）との温度差を利用する発電技術。</p> <p>【塩分濃度差発電】 海水などの塩水と河川水などの淡水の間に存在する塩分濃度差エネルギーを電気エネルギーに変換する発電技術。イオンより水を選択的に透過する半透膜で、海水と淡水を隔て、膜の両側の浸透圧差を利用して水車を回し発電する「浸透圧発電」、イオンを選択的に透過するイオン交換膜を用いて、イオンを移動させて発電する「逆電気透析発電」などがある。</p> <p>【洋上太陽光発電】 太陽光発電パネルを海上に設置して発電する技術。陸上太陽光発電と比較して、障害物による日照の影響が少なく、水面の反射光も利用できるなどの利点がある。「着床式」と「浮体式」に分類される。</p>

(出典) 新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) 編『NEDO 再生可能エネルギー技術白書 第2版』森北出版, 2014, pp.8-9 (第3章 風力発電), 4-13 (第6章 海洋エネルギー). <https://www.nedo.go.jp/library/ne_hakusyo_index.html>; 比嘉充「塩分濃度差エネルギー発電の原理と最近の技術動向」『日本海水学会誌』Vol.73 No.1, 2019.2, pp.3-5. <https://doi.org/10.11457/swsj.73.1_3>; Trina solar, “Offshore PV Module White Paper,” pp.1-2. <https://static.trinasolar.com/sites/default/files/Trina%20Solar%20Offshore%20PV%20Module%20White%20Paper_2024A.pdf> を基に筆者作成。

表3 海洋再生可能エネルギー等の技術成熟度レベル (TRL) の推移

技術	技術成熟度レベル (TRL)				
	2020年	2021年	2022年	2023年	2024年
着床式洋上風力発電	9	9	9	9	10
潮汐発電	8-9	8-9	9	9	9
潮流・海流発電	5	5	9	9	9
浮体式洋上風力発電	8	8	8	8	8
波力発電	4	4	6-7	6-7	7-8
海洋温度差発電	4	4	4	5	5
塩分濃度差発電	3	3	4	4	4
深海採掘 (マンガン団塊)	3	3	3	3	3

(注) TRL (Technology Readiness Level) は、各技術が初期の構想段階から市場投入までの過程のどこに位置しているかを評価する方法で、国際エネルギー機関 (IEA) は、クリーンエネルギー関連の技術について、以下のTRL1~TRL11の11段階で評価している。
【コンセプト】 TRL1: 初期の構想、TRL2: 方法の定式化、TRL3: コンセプトの検証
【小規模なプロトタイプ】 TRL4: 初期のプロトタイプ
【大規模なプロトタイプ】 TRL5: 大規模なプロトタイプ、TRL6: フルスケールのプロトタイプ
【実証】 TRL7: 商業化前の実証、TRL8: 商業化の最初期
【導入初期】 TRL9: 適切な環境下での商業的運営、TRL10: 大規模展開に向けた統合
【成熟】 TRL11: 安定性の証明

(出典) “Innovation needs in the Sustainable Development Scenario.” International Energy Agency (IEA) Website <<https://www.iea.org/reports/clean-energy-innovation/innovation-needs-in-the-sustainable-development-scenario>>; “ETP Clean Energy Technology Guide,” 2024.10.22. *ibid.* <<https://www.iea.org/data-and-statistics/data-tools/etp-clean-energy-technology-guide>> を基に筆者作成。

本稿では、「海洋鉱物資源」、「海洋エネルギー資源」、「海洋再生可能エネルギー」それぞれの日本と世界の動向を概観することによって、世界の中での日本の取組の全体的な特徴を明らかにしたい。

I 海洋鉱物資源

1 日本の動向

(1) 海底熱水鉱床

平成 20 (2008) 年度から、独立行政法人エネルギー・金属鉱物資源機構 (Japan Organization for Metals and Energy Security: JOGMEC)⁽⁶⁾が、EEZ 内の海底熱水鉱床の資源量評価、採鉱・揚鉱 (海底の鉱物資源を海上に引き上げること) 技術、選鉱・製錬技術、環境影響評価の取組を実施している⁽⁷⁾。採鉱・揚鉱技術については、平成 29 (2017) 年 8~9 月に、沖縄近海の海底約 1,600m の海底熱水鉱床を掘削・集鉱し、水中ポンプで海水と共に連続的に洋上に揚げる世界初の採鉱・揚鉱パイロット試験を実施した (揚鉱された鉱石量は 16t)⁽⁸⁾。資源量評価については、ボーリング調査等によって、沖縄海域及び伊豆・小笠原海域において合計 5000 万 t 超の概略資源量を把握した⁽⁹⁾。

商業化に向けては、採鉱機や揚鉱方式の技術的信頼性の向上が必要不可欠とされている⁽¹⁰⁾。また、経済面や環境面の課題もある。経済面に関しては、JOGMEC が実施した経済性評価で、二つの鉱床での採掘を想定した閉山時までの累計のキャッシュフローがマイナスになると評価されており、経済価値の高い鉱石の発見、実証試験による開発リスクや不確実性の低減化、生産システムの技術革新等によるコスト削減などが課題とされている⁽¹¹⁾。環境面に関しては、海底の熱水噴出孔周辺に、多様かつ固有の生物群集が存在するため、人為的な資源開発が深海生態系に悪影響を与える可能性が強く懸念されている⁽¹²⁾。開発に当たっては周辺環境や生物種への影響、それらの保全策等についての十分な科学的調査・検証や環境影響に係る規制の整備が不可欠と考えられている⁽¹³⁾。

(6) 当時の名称は、「独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構」(Japan Oil, Gas and Metals National Corporation: JOGMEC) であったが、「安定的なエネルギー需給構造の確立を図るためのエネルギーの使用の合理化等に関する法律等の一部を改正する法律」(令和 4 年法律第 46 号) が施行され、令和 4 (2022) 年 11 月 14 日に現在の名称に変更された (JOGMEC「法改正による JOGMEC の機能強化・名称変更と組織改編について」2022.11.14. <<https://www.jogmec.go.jp/news/release/content/300380810.pdf>>)。本稿では、当機構について、名称変更の前後を通じて一貫して使われている略称「JOGMEC」で表記する。

(7) 資源エネルギー庁・JOGMEC「海底熱水鉱床開発計画 総合評価報告書」2023.11 (2024.2.27 訂正), pp.1, 15. <<https://www.jogmec.go.jp/content/300386327.pdf>>

(8) JOGMEC「世界で初めて海底熱水鉱床の連続揚鉱に成功しました—沖縄近海で海底熱水鉱床の採鉱・揚鉱パイロット試験を実施—」2017.9.26. <<https://www.jogmec.go.jp/news/release/content/300338498.pdf>>; 資源エネルギー庁・JOGMEC「海底熱水鉱床開発計画 総合評価報告書」2018.12, pp.52-72. <<https://www.jogmec.go.jp/content/300359550.pdf>>

(9) JOGMEC「海底熱水鉱床の資源量評価により、概略資源量 5000 万トンレベルの把握に成功—EEZ 内の海底熱水鉱床開発にむけた着実な成果—」2023.11.8. <<https://www.jogmec.go.jp/news/release/content/300386394.pdf>>; 資源エネルギー庁・JOGMEC 前掲注(7), pp.20-50.

(10) 資源エネルギー庁・JOGMEC 同上, p.228.

(11) 同上, pp.219-222, 226.

(12) 加藤泰浩「日本近海の海底鉱物資源とその開発に向けた展望」『マリンエンジニアリング』Vol.56 No.2, 2021.3, pp.45-46. <<https://doi.org/10.5988/jime.56.215>>

(13) 資源エネルギー庁・JOGMEC 前掲注(7), pp.18, 168-170.

平成20(2008)年3月策定の海洋基本計画〔第1期〕では、国際市場における構造的な需給ひっ迫状況を踏まえ、当時の高水準の資源価格が今後も中長期的に継続する可能性が高いことから、メタンハイドレートと共に、10年程度を目途に商業化を実現することが目標として設定された⁽¹⁴⁾。しかし、その後の改定で、目標の時期は次第に後退し、令和5(2023)年4月策定の海洋基本計画〔第4期〕では、「国際情勢を睨みつつ、2020年代後半以降に民間企業が参画する商業化を目標としたプロジェクトの開始」⁽¹⁵⁾を目指すとの目標が示されている。

なお、深海底の鉱区で探査等を行う場合には、国連海洋法条約(1994年11月発効)に基づき設立された国際海底機構(International Seabed Authority: ISA)⁽¹⁶⁾との間で探査契約を締結する必要があるが、日本は、EEZ内の海底熱水鉱床に専念しているため、後述のコバルトリッチクラストやマンガン団塊とは異なり、ISAと探査契約を締結していない⁽¹⁷⁾。

(2) コバルトリッチクラスト

コバルトリッチクラストは、世界の海洋のうち北太平洋に最も多く分布すると考えられている⁽¹⁸⁾。深海底においては、平成26(2014)年1月に、JOGMECが、北西太平洋の鉱区(南鳥島EEZを越える南東沖海域)について、ISAと探査契約(有効期限は令和11(2029)年1月)を締結し⁽¹⁹⁾、これに基づき、地形調査、海底観察、ボーリング調査を実施し、探査鉱区の絞り込みを行っている⁽²⁰⁾。

日本の管轄権が及ぶ海域・海底においては、国立研究開発法人海洋研究開発機構(Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology: JAMSTEC)、高知大学などが、船舶・無人探査機を用いて、南鳥島EEZ南部に位置する拓洋第5海山のほか、房総半島の東南東約350km沖に位置する拓洋第3海山、福島県沖350kmに位置する磐城海山で、コバルトリッチクラストの調査を行ってきた⁽²¹⁾。令和2(2020)年7月には、JOGMECが拓洋第5海山平頂部(水深約

(14) 「海洋基本計画〔第1期〕」(平成20年3月18日閣議決定) pp.17, 21. 内閣府ウェブサイト <<https://www8.cao.go.jp/ocean/policies/plan/plan01/pdf/plan01.pdf>>

(15) 「海洋基本計画〔第4期〕」(令和5年4月28日閣議決定) p.60. 内閣府ウェブサイト <https://www8.cao.go.jp/ocean/policies/plan/plan04/pdf/keikaku_honbun.pdf>

(16) 深海底の資源は、人類共同の財産とされ、ISA(1994年11月設立)が管理している。令和6(2024)年4月現在、ISAには日本を含む168か国とEUが加盟している(ISA, *Secretary-General Annual Report 2024*, pp.10-12. <https://www.isa.org.jm/wp-content/uploads/2024/06/ISA_Secretary-General_Annual_Report_2024.pdf>)。各国の事業者(コントラクター)は、ISAと契約を締結することによって、契約で決められた鉱区について15年間(延長も可能)排他的に探査を行うことができる。

(17) 山崎哲生「海底鉱物資源利用の現状と将来展望」『日本LCA学会誌』Vol.18 No.4, 2022.10, p.223. <<https://doi.org/10.3370/lca.18.220>>

(18) 白井朗「コバルトリッチクラストの広域分布概要」鈴木勝彦・白井朗編『コバルトリッチクラストの成り立ち—調査手法の確立に向けて—改訂版』(戦略的イノベーション創造プログラム次世代海洋資源調査技術研究開発成果資料集 Vol.2) 海洋研究開発機構次世代海洋資源調査技術研究開発プロジェクトチーム, 2018, pp.26-27. JAMSTECウェブサイト <https://www.jamstec.go.jp/sip/pdf/resultList2018_c.pdf>

(19) JOGMEC「国際海底機構とコバルトリッチクラスト探査契約に調印—15年間のコバルト、ニッケル、白金等を含むレアメタル鉱床の探査活動に着手—」2014.1.27. <<https://www.jogmec.go.jp/news/release/content/300125443.pdf>>

(20) 経済産業省「海洋エネルギー・鉱物資源開発計画」2024.3.22, p.34. 資源エネルギー庁ウェブサイト <https://www.enecho.meti.go.jp/category/resources_and_fuel/strategy/pdf/report2403.pdf>

(21) JAMSTEC・高知大学「5,500mを超える大水深に広がるコバルトリッチクラストを確認—コバルトリッチクラストの成因解明に大きな前進—」2016.2.9. <https://www.jamstec.go.jp/j/about/press_release/archive/2016/20160209_2.pdf>; JAMSTECほか「本州近海に位置する拓洋第3海山の水深1500m~5500mの斜面に厚いコバルトリッチクラストの広がりを確認—成因モデルの普遍化から低コスト、高効率な調査手法の開発へ—」2017.6.5. <https://www.jamstec.go.jp/j/about/press_release/archive/2017/20170605.pdf>; JAMSTECほか「常磐沖での新たなマンガンクラストの調査結果速報について」2018.11.14, pp.1-6. <<https://www.jamstec.go.jp/sip/pdf/press20181114.pdf>>

930m) で、海底熱水鉱床用に開発した採掘機をクラスト用に改造して掘削試験を行い、世界で初めてクラスト片等 (649kg) を回収した。これまでの調査から、拓洋第5海山には、コバルトが日本の年間消費量の約 88 年分、ニッケルが約 12 年分存在することが期待されている⁽²²⁾。

コバルトリッチクラストの採掘においては、クラストが、基盤となる海山の斜面をアスファルトのように薄く覆う形で分布しているため、クラスト部分のみを剥離するように回収する必要があり、深海の不安定な斜面上でこれを実施するのは技術的に困難が大きいと考えられている⁽²³⁾。凹凸に富んだ海底面の複雑地形の表面のみを効率的に掘削し採取する技術を確認し⁽²⁴⁾、クラスト専用の採掘機を開発することが必要となる⁽²⁵⁾。また、大規模な採掘を行う場合、海山斜面の基盤岩を広く削ることは避けられず、周辺の生態系に与える環境影響も懸念されている⁽²⁶⁾。

平成 25 (2013) 年 12 月策定の海洋エネルギー・鉱物資源開発計画では、公海域において、令和 10 (2028) 年末までに、資源量評価、採鉱・揚鉱技術の開発成果を踏まえ、民間企業による商業化を検討するとの目標を掲げていた (一方、EEZ 内においては、明確な商業化の目標は示されていなかった)⁽²⁷⁾。しかし、令和 6 (2024) 年 3 月策定の同計画では、商業化への言及はなくなった。ISA 鉱区と EEZ の両方での資源量調査、コバルトリッチクラスト専用の採掘試験機を用いた掘削試験等を踏まえて、令和 9 (2027) 年度と令和 14 (2032) 年度の 2 度、総合的な検証・評価を行うものとしている⁽²⁸⁾。

(3) マンガン団塊

深海底においては、官民出資の深海資源開発株式会社⁽²⁹⁾が平成 13 (2001) 年 6 月に、ハワイ南東沖からメキシコ西沖に広がるクラリオン・クリッパートン海域 (Clarion-Clipperton Zone: CCZ)⁽³⁰⁾の鉱区について、ISA と 15 年間の探査契約を締結した。平成 28 (2016) 年 6 月と令和 3 (2021) 年 6 月に、それぞれ 5 年間契約を延長して、探査活動を進めている⁽³¹⁾。

日本の EEZ 内においては、海山の緩斜面にコバルトリッチクラストに伴って存在する小規

(22) JOGMEC 「世界初、コバルトリッチクラストの掘削試験に成功—海底に存在するコバルト・ニッケルの資源化を促進—」 2020.8.21. <<https://www.jogmec.go.jp/news/release/content/300368319.pdf>>

(23) 高野慧・正信聡太郎「海洋鉱物資源とエアリフトポンプ方式における移送評価技術」『混相流』 Vol.36 No.3, 2022.9, p.314. <<https://doi.org/10.3811/jjmf.2022.T009>>

(24) 五十嵐吉昭「海底鉱物資源開発に向けた取り組み—海底熱水鉱床採鉱・揚鉱パイロット試験とコバルトリッチクラスト掘削性能確認試験—」『Kanrin』 No.99, 2021.11, pp.35-36. <https://doi.org/10.14856/kanrin.99.0_33>

(25) 高橋達ほか「我が国の海底鉱物資源—コバルトリッチクラストの開発に向けた取り組み—」『科学と工業』 Vol.96 No.4, 2022.4, pp.96-97.

(26) 加藤 前掲注(12), p.47.

(27) 経済産業省「海洋エネルギー・鉱物資源開発計画」2013.12.24, p.29. (国立国会図書館インターネット資料収集保存事業 (WARP) により保存されたページ) <https://warp.da.ndl.go.jp/collections/info:ndljp/pid/8658576/www.meti.go.jp/committee/sougouenergy/shigen_nenryo/pdf/report01_01_00.pdf>

(28) 経済産業省 前掲注(20), p.38.

(29) 出資比率は、JOGMEC が 75.83%、非鉄金属 6 社を含む民間企業 43 社が 24.17% (「会社概要」(2023 年 8 月 26 日現在) 深海資源開発株式会社ウェブサイト <<https://www.dord.co.jp/corporate/profile.html>>)。

(30) 世界で最も多くのマンガン団塊が分布する海域。CCZ 内のマンガン団塊には、地球上の陸上資源よりも多くのマンガン、ニッケル、コバルトなどが含まれているほか、銅、モリブデン、リチウムなども地球上の陸上資源の 20~60% の量が含まれているとの推計がある (James R. Hein et al., “Deep-ocean mineral deposits as a source of critical metals for high- and green-technology applications: Comparison with land-based resources,” *Ore Geology Reviews*, Vol.51, June 2013, pp.9-11. <<https://doi.org/10.1016/j.oregeorev.2012.12.001>>)。

(31) 資源エネルギー庁資源・燃料部鉱物資源課「海洋エネルギー・鉱物資源開発計画改定について」(総合資源エネルギー調査会資源・燃料分科会鉱業小委員会 (第 12 回) 資料 4) 2024.1.19, p.18. <https://www.meti.go.jp/shingikai/eneco/shigen_nenryo/kogyo/pdf/012_04_00.pdf>

模なマンガン団塊の分布は知られていたが、平成 28 (2016) 年 8 月に、JAMSTEC、東京大学、千葉工業大学などの研究グループが、南鳥島周辺 EEZ の南部から東部の水深 5,500~5,800m に広大なマンガン団塊の密集域を初めて発見したことを発表した³²⁾。令和 6 (2024) 年 6 月には、東京大学と日本財団が、南鳥島沖の水深 5,200~5,700m で、マンガン団塊が 2 億 3000 万 t 密集する鉱床を発見したと発表した。コバルトの資源量は 61 万 t (国内消費量の約 75 年以上)、ニッケルの資源量は 74 万 t と推定されている。令和 7 (2025) 年から 1 日数千 t の揚鉱実証試験を開始し、それを踏まえて商業化に向けた検討を行うことが計画されている³³⁾。

採鉱システムとしては、海底に設置する採鉱機で鉱石を採鉱し、圧縮空気の力によって揚鉱管を通じて鉱石を船上に揚鉱し、輸送船で日本本土に新規建設される製錬設備に輸送する方法が考えられている³⁴⁾。ただ、経済的に十分な耐久性がある 5,000m 超の揚鉱管はまだ開発されていない³⁵⁾。

海洋基本計画や海洋エネルギー・鉱物資源開発計画では、CCZ の ISA 鉱区でのマンガン団塊の開発が想定されており³⁶⁾、EEZ 内のマンガン団塊の開発に関する言及はない。

(4) レアアース泥

レアアース泥は、他の海洋鉱物資源よりも発見が遅いが、近年、経済安全保障の観点から、開発に向けた期待が急速に高まり、具体的な目標設定等の動きも出ている。

平成 23 (2011) 年 7 月、東京大学などの研究グループは、レアアースを豊富に含有するレアアース泥が太平洋の広範囲 (タヒチ沖の南東太平洋とハワイ沖の中央北太平洋) に分布していることを明らかにした³⁷⁾。その後の研究によって、南鳥島の南方約 250km の EEZ 内の海域 (約 2,500km²) における海底面下に、世界需要の数百年分に相当する 1600 万 t 超の莫大 (ばくだい) なレアアース資源が存在すること、レアアース泥とマンガン団塊の分布域が共通すること、マンガン、コバルト、ニッケル、モリブデンをレアアースの副産物として回収できる可能性があることなども明らかとなった³⁸⁾。

採鉱技術については、内閣府の戦略的イノベーション創造プログラム (Cross-ministerial Strategic Innovation Promotion Program: SIP) 第 2 期 (平成 30 (2018) ~令和 4 (2022) 年度) 「革

32) JAMSTEC ほか「南鳥島沖の排他的経済水域内の深海底に広大なマンガンノジュール密集域を発見—三種の酸化物海底資源の包括的な成因解明のための手掛かり—」2016.8.26. <https://www.jamstec.go.jp/j/about/press_release/archive/2016/20160826.pdf>

33) 海野光行「南鳥島周辺海域におけるマンガンノジュールに関する調査結果」2024.6.21, pp.5, 8, 11, 13. 日本財団ウェブサイト <https://www.nippon-foundation.or.jp/app/uploads/2024/06/new_pr_20240621_04.pdf>

34) 同上, p.4.

35) 山崎 前掲注(17), p.225.

36) 令和 6 (2024) 年 3 月策定の「海洋エネルギー・鉱物資源開発計画」では、ISA 鉱区でのマンガン団塊の開発について、取組の成果及び国際的な動向を踏まえて探査契約の延長を検討するとされている (経済産業省 前掲注(20), p.40)。

37) 加藤泰浩「レアアース泥とは何か」町田嗣樹ほか編『レアアース泥の成り立ち—調査手法の確立に向けて—改訂版』(戦略的イノベーション創造プログラム次世代海洋資源調査技術研究開発成果資料集 Vol.3) 海洋研究開発機構次世代海洋資源調査技術研究開発プロジェクトチーム, 2018, p.6. JAMSTEC ウェブサイト <https://www.jamstec.go.jp/sip/pdf/resultList2018_r.pdf>

38) 早稲田大学ほか「南鳥島レアアース泥の資源分布の可視化と高効率な選鉱手法の確立に成功」2018.4.10, p.1. 千葉工業大学ウェブサイト <<https://www.it-chiba.ac.jp/media/press20180410.pdf>>; JAMSTEC ほか 前掲注(32); 安川和孝ほか「南鳥島レアアース泥に含まれるマイクロマンガンノジュールの地球化学的特徴とレアメタル資源ポテンシャル」『日本地質学会学術大会講演要旨 第 128 年学術大会 (2021 名古屋オンライン)』R24-O-6, 2021. <https://doi.org/10.14863/geosocabst.2021.0_180>

「新的深海資源調査技術」の研究テーマの一つに「深海資源生産技術（レアアース泥の採泥・揚泥技術）」が採択された。これを受けて、JAMSTEC が、レアアース泥の採鉱システム（3,000m分の揚泥管、採鉱装置等）を完成させた⁽³⁹⁾。令和4（2022）年8～9月に、茨城県沖水深2,470mの海底において、1日当たり約70tの海底堆積物の揚泥に世界で初めて成功した⁽⁴⁰⁾。

課題は、水深約6,000mからレアアース泥を揚泥する技術の開発である。現有の揚泥管は上部の3,000mまでで、早期に下部揚泥管3,000mを完了させ、南鳥島海域での揚泥試験を行う必要がある⁽⁴¹⁾。また、将来の産業化に向けた分離・精製・製錬プロセスの開発なども必要となる。SIP第3期（令和5（2023）～令和9（2027）年度）では、国産レアアースのサプライチェーン構築に向けて、JAMSTECがこれらの課題の解決に向けた取組を進めるものとされている⁽⁴²⁾。また、採掘に伴って巻き上げた泥の堆積によって、海底に住む生物を埋没させることがないよう、採掘方法を最適化することなど環境面の課題もある⁽⁴³⁾。

海洋基本計画及び海洋エネルギー・鉱物資源開発計画においては、平成25（2013）年策定の海洋基本計画〔第2期〕で初めてレアアース泥（レアアース堆積物）の開発が記載された⁽⁴⁴⁾。平成30（2018）年策定の海洋基本計画〔第3期〕等ではSIP第2期の成果を、令和5（2023）年策定の海洋基本計画〔第4期〕等ではSIP第3期の成果を踏まえて、方向性を検討するものとされたが、具体的な目標は示されていなかった⁽⁴⁵⁾。他方、総合海洋政策本部が令和6（2024）年4月に決定した「海洋開発等重点戦略」では、「南鳥島周辺海域のレアアース生産について、令和10（2028）年度以降早期の社会実装実現を促すこと」が「達成すべき目標」として設定され、採鉱・揚泥試験について、令和8（2026）年2月までに技術実証を行い、令和9（2027）年10月までに1日当たり350t規模で採鉱・揚泥を実施すること、令和8（2026）年4月までに精錬処理等の技術実証を行い、令和9（2027）年12月までに1日当たり350t規模の精錬処理等を実施すること、令和10（2028）年3月までにSIPによるレアアース生産の社会実装化プランを取りまとめることが、「成果指標」として具体的に明記された⁽⁴⁶⁾。

(39) 『令和4年度 戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）第2期最終成果報告書 課題名：革新的深海資源調査技術』（ガバニングボード（第99回）参考資料2）2023.3.9, pp.28-30. 内閣府ウェブサイト <<https://www8.cao.go.jp/cstp/gaiyo/sip/230309/sanko2.pdf>>

(40) JAMSTEC「レアアース泥採鉱装置による水深2,470m海域からの海底堆積物揚泥試験の成功について」2022.10.18. <https://www.jamstec.go.jp/j/about/press_release/20221018/>

(41) 石井正一「海洋安全保障プラットフォームの構築」『Ocean Newsletter』No.554, 2023.9.5. <https://www.spf.org/opri/newsletter/554_1.html>

(42) 内閣府科学技術・イノベーション推進事務局「戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）海洋安全保障プラットフォームの構築 社会実装に向けた戦略及び研究開発計画」2024.3.21, pp.1-5, 30-32. <https://www8.cao.go.jp/cstp/gaiyo/sip/sip_3/keikaku/05_kaiyo.pdf>

(43) 中村謙太郎ほか「持続可能な社会を構築するための切り札「レアアース泥」—その研究と開発の最前線—」『希土類』No.83, 2023.11, p.22.

(44) 「海洋基本計画〔第2期〕」（平成25年4月26日閣議決定）p.15. 内閣府ウェブサイト <<https://www8.cao.go.jp/ocean/policies/plan/plan02/pdf/plan02.pdf>>

(45) 「海洋基本計画〔第3期〕」（平成30年5月15日閣議決定）pp.38-39. 内閣府ウェブサイト <<https://www8.cao.go.jp/ocean/policies/plan/plan03/pdf/plan03.pdf>>; 経済産業省「海洋エネルギー・鉱物資源開発計画」2019.2.15, p.41. 資源エネルギー庁ウェブサイト（WARPにより保存されたページ）<https://warp.da.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/11564902/www.enecho.meti.go.jp/category/resources_and_fuel/strategy/pdf/report1902.pdf>; 「海洋基本計画〔第4期〕」前掲注(15), pp.60-61; 経済産業省 前掲注(20), p.42.

(46) 総合海洋政策本部「海洋開発等重点戦略—海洋の無限の可能性を我が国の成長に活かすために—」2024.4.26, pp.15-18. 内閣府ウェブサイト <https://www8.cao.go.jp/ocean/policies/juten_pdf/strategy_honbun.pdf>

また、これまで国内ではレアアースの開発が想定されていなかったことから、「鉱業法」⁽⁴⁷⁾（昭和25年法律第289号）において、レアアースは鉱業権（試掘権・採掘権）の設定等の対象外となっていたが、今後、商業的に開発される可能性が出てきたことを受けて、資源を適正に管理し、レアアースの国内生産を円滑化するため、同法を改正⁽⁴⁸⁾し、令和5（2023）年4月から、同法の適用鉱物（第3条）に「希土類金属鉱（レアアース）」を追加した⁽⁴⁹⁾。

2 世界の動向

(1) 深海底の資源

国の管轄権が及ばない深海底の資源については、ISA が管理している。ISA は、2000年にマンガン団塊、2010年に海底熱水鉱床、2012年にコバルトリッチクラストに関する探査規則を順次策定した⁽⁵⁰⁾。これらの規則に基づき、計20か国21事業者（コントラクター）との間で30の探査契約が結ばれ、CCZ（マンガン団塊17鉱区）、インド洋（マンガン団塊1鉱区、海底熱水鉱床4鉱区）、大西洋中央海嶺（海底熱水鉱床3鉱区）、南鳥島近くの北西太平洋（マンガン団塊1鉱区、コバルトリッチクラスト4鉱区）の探査が進められている（図1）⁽⁵¹⁾。国別では、中国が最も多く5契約、次いで、韓国とロシアが各3契約⁽⁵²⁾となっている。日本は、JOGMECが1契約（北西太平洋のコバルトリッチクラスト）、深海資源開発株式会社が1契約（CCZのマンガン団塊）の2契約である⁽⁵³⁾。

ISA は、2014年から、深海底の鉱物資源の商業採掘に必要な開発規則の策定を進めて

(47) 鉱業法はもともと陸上における鉱業を律する目的で制定されたものであるが、大陸棚が陸地の延長と目されていることから、同法は大陸棚における非生物資源開発をも対象とする。従って、特に海域が排除されていない限り、日本の法律及び政令で定められたEEZ下の大陸棚は鉱業法の適用範囲ということになり、よって同法は「排他的経済水域及び大陸棚に関する法律」（平成8年法律第74号）第3条において明記された、EEZ又は大陸棚における天然資源の探査及び開発、並びに大陸棚の掘削を律する基本法と考えられている。なお、深海底鉱業の事業活動の調整等に関する法律として、「深海底鉱業暫定措置法」（昭和57年法律第64号）が存在し、「深海底鉱業を行おうとする者は、探査又は採掘を行う区域を定めて、経済産業大臣の許可を受けなければならない。」（第4条）などの規定が設けられているが、同法は国連海洋法条約が発効し、その深海底規定が国際社会に受け入れられるまでを想定した暫定法にすぎず、国連海洋法条約が発効した現在において、人類の共同財産であり、いずれの国の管轄権にも服さない深海底の鉱業権を国内法のみで認可することはできないと考えられている（稲本守ほか「海底鉱物資源開発をめぐる国際法と国内法—その現状と今後の課題—」『東京海洋大学研究報告』Vol.16, 2020, pp.28-31. <<https://oacis.repo.nii.ac.jp/records/1869>>）。

(48) 「安定的なエネルギー需給構造の確立を図るためのエネルギーの使用の合理化等に関する法律等の一部を改正する法律」（令和4年法律第46号）

(49) 資源エネルギー庁資源・燃料部鉱物資源課「2050年カーボンニュートラル実現に向けた鉱物資源政策」（総合資源エネルギー調査会資源・燃料分科会鉱業小委員会（第9回）資料3）2021.12.21, p.16. <https://www.meti.go.jp/shingikai/enecho/shigen_nenryo/kogyo/pdf/009_03_00.pdf>; 松本拓・大槻由昭「レアアースを適用対象とするための2022年鉱業法改正」『ENERGY PRACTICE LEGAL UPDATE』2022.12.16, pp.1-3. アンダーソン・毛利・友常法律事務所ウェブサイト <https://www.amt-law.com/asset/pdf/bulletins12_pdf/221216.pdf>

(50) ISA, *op.cit.*(16), p.42; 「1982年12月10日の海洋法に関する国際連合条約第11部の実施に関する協定」（平成8年条約第7号。以下「国連海洋法条約第11部実施協定」。Agreement relating to the Implementation of Part XI of the United Nations Convention on the Law of the Sea of 10 December 1982）附属書1節第5に、ISAの業務として、深海底における活動の進展に伴い、その実施に必要な規則、規制及び手続を採択することが規定されている。これに基づいて、これら三つの資源の探査規則が採択されたが、レアアース泥については、発見から日が浅いため、探査規則は制定されていない（加藤 前掲注(12), p.49）。

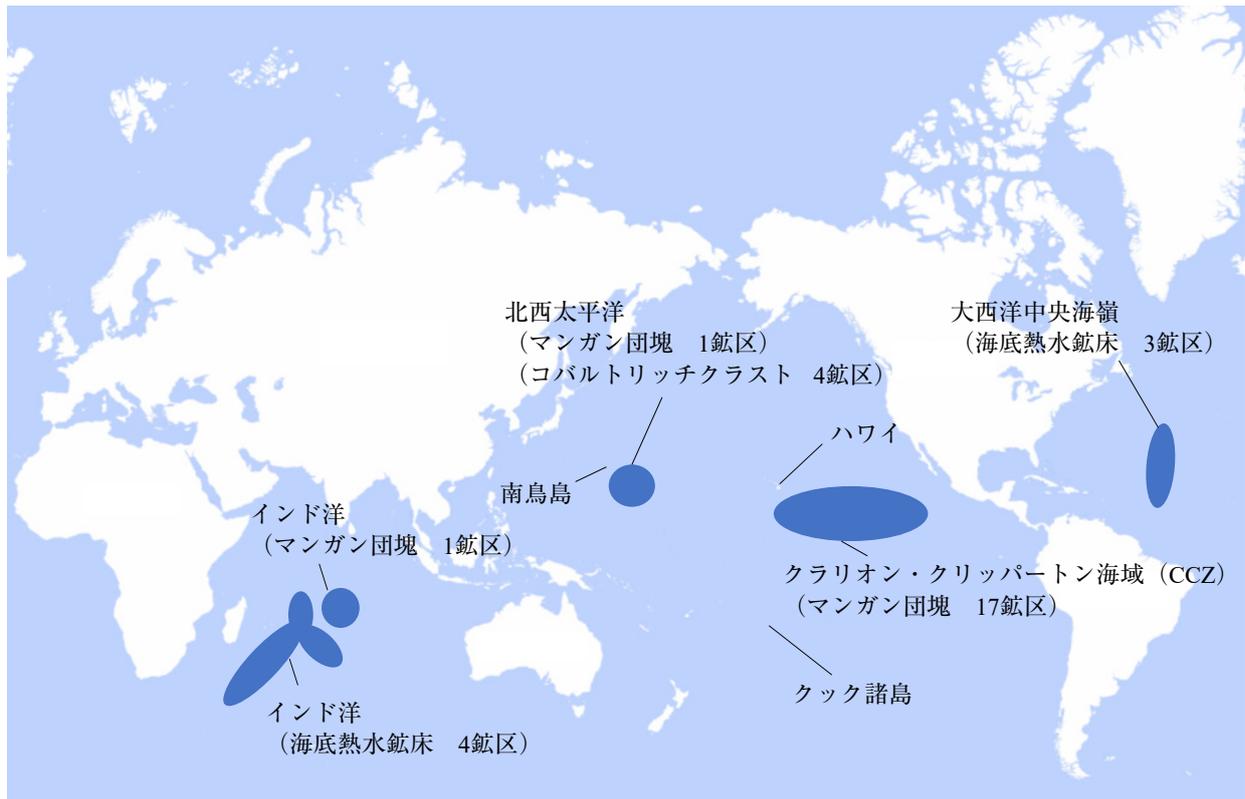
(51) “Exploration Contracts.” ISA Website <<https://www.isa.org/jm/exploration-contracts/>>; “Exploration areas.” ISA Website <<https://www.isa.org/jm/exploration-contracts/exploration-areas/>>

(52) ロシアは、このほか、ブルガリア、キューバ、チェコ、ポーランド、スロバキアと共に政府間コンソーシアムを結成し、ISAと探査契約を結んでいる（ISA, *op.cit.*(16), pp.100-103.）。

(53) *ibid.*

いるが、採択には至っていない⁵⁴⁾。2021年6月には、Nauru Ocean Resources Inc. (NORI) 社を支援してCCZでマンガン団塊の採掘を計画するナウル⁵⁵⁾が、国連海洋法条約第11部実施協定で規定された2年ルール⁵⁶⁾に基づき、開発規則を2年以内に採択するよう要請した⁵⁷⁾。しかし、深海採掘が生態系にどのような影響を及ぼすのか明確なことが分かっていないため、議論は難航している⁵⁸⁾。ISAは採択の目標時期を2025年7月に設定したが、課題が多く、当該時期までの採択の可能性は低いとの見方が出ている⁵⁹⁾。

図1 深海底の鉱区



(出典) International Seabed Authority (ISA), *Secretary-General Annual Report 2024*, pp.100-103. <https://www.isa.org.jm/wp-content/uploads/2024/06/ISA_Secretary_General_Annual_Report_2024.pdf>; 国土地理院「地理院地図(電子国土web)」<<https://maps.gsi.go.jp/>>を基に筆者作成。

54) “The Mining Code: Draft exploitation regulations.” ISA Website <<https://www.isa.org.jm/the-mining-code/draft-exploitation-regulations-2/>>

55) ISAとCCZの鉱区の契約を締結して探査をしているのは、カナダのThe Metals Company (TMC) 社の子会社NORI社で、ナウルはそのスポンサー国となっている (ISA, *op.cit.*(16), p.103)。

56) 国連海洋法条約第11部実施協定附属書1第15に、自国の国民が開発のための業務計画の承認のための申請を行う意図を有する国の要請がある場合には、ISA理事会は、要請後2年以内に規則及び手続の採択を完了すること、2年以内に採択が完了しない場合は、条約並びに理事会が暫定的に採択した規則及び手続等に基づいて審査し、当該業務計画を暫定的に承認することが規定されている。

57) ISA Council, “Letter dated 30 June 2021 from the President of the Council of the International Seabed Authority addressed to the members of the Council,” ISBA/26/C/38, 2021.7.1. <https://www.isa.org.jm/wp-content/uploads/2022/06/ISBA_26_C_38-2108753E.pdf>

58) マンガン団塊の深海採掘に対しては、海洋生態系への影響を懸念する意見がある一方、気候変動への影響、非生物資源(土地や水質、大気等)への影響、生物多様性への影響、社会的影響(事故による死亡、児童労働の問題等)、経済的影響(金属の単価や雇用等への影響)に関して、陸上採掘よりも大きな利点を持つ可能性があるとの意見もある (O. ヘファナン「深海底採掘 始動へ 突きつけられたジレンマ」『日経サイエンス』Vol.54 No.10, 2024.10, pp.62-71; Daina Paulikas et al., *Where Should Metals for the Green Transition Come From?*, 2020, pp.70-157. <<http://doi.org/10.13140/RG.2.2.21346.66242>>)。

59) “ISA Council closes Part II of its 28th session,” 2023.7.24. ISA Website <<https://www.isa.org.jm/news/isa-council-closes-part-ii-of-its-28th-session/>>; “Commercial Deep Sea Mining,” *Global Industry SnapShot*, 2024.8.5, p.4.

マンガン団塊については、ISA と探査契約を締結する事業者の活動が活発化している。ISA との間で、CCZ のマンガン団塊の鉱区について探査契約を締結しているベルギーの Global Sea Mineral Resources (GSR) 社は、2021 年 4 月、水深 4,500m のマンガン団塊の集鉱に初めて成功した⁶⁰⁾。カナダの The Metals Company (TMC) 社は、ナウル、トンガ、キリバスの各子会社を通じて、ISA との間で、CCZ の三つのマンガン団塊の鉱区について探査契約を締結している（それぞれナウル、トンガ、キリバスがスポンサー国となっている。）⁶¹⁾。このうち、NORI 社は、2022 年 11 月に、水深 4,300m から 3,000t 以上のマンガン団塊の揚鉱に成功した⁶²⁾。TMC 社は、ISA の開発規則が採択され次第、NORI 社が採掘計画を ISA に申請するが、採択されない場合でも申請する権利を留保しているとの考えを示している⁶³⁾。

中国は、国が積極的に深海底の資源開発を支援しており、ISA への最大の拠出国にもなっている⁶⁴⁾。技術力は世界最先端ではないとされるが、船舶やロボットの生産力、多額の補助金、巨大な国内市場を背景に、中国企業が海底資源開発のトップに躍り出る可能性も指摘されている⁶⁵⁾。北西太平洋の ISA 鉱区（南鳥島の南方約 600km）では国有企業の北京先駆技術開発が、CCZ の ISA 鉱区（ハワイ沖）では別の国有企業である中国五鉱集団が、それぞれマンガン団塊の採鉱試験を計画している⁶⁶⁾。

米国は、国連海洋法条約を批准しておらず、ISA に加盟していないため、オブザーバー参加にとどまっているが、深海底の資源開発に対する中国の影響力拡大を懸念する声が高まっており、同条約の批准を求める意見も出ている⁶⁷⁾。2024 年 3 月には、同盟国による海底資源の探査及びマンガン団塊の採掘に関する国際ガバナンスへの支援、国内の製錬能力の強化を目的とする「海底資源責任利用法案」が下院に提出された⁶⁸⁾。

(2) EEZ 等の資源

国の管轄権が及ぶ海域・海底の資源探査・開発を積極的に進めている国は、日本以外に、ニュージーランド、クック諸島、パプアニューギニア、ノルウェー、中国などが挙げられる。

(60) Craig Guthrie, “GSR collects first deep-sea nodules,” *Mining Magazine*, 2021.4.22. <<https://www.miningmagazine.com/exploration/news/1408814/gsr-collects-deep-sea-nodules>>

(61) The Metals Company, “The Metals Company acquires third seabed contract area to explore for polymetallic nodules,” 2020.4. <<https://metals.co/deepgreen-acquires-third-seabed-contract-area-to-explore-for-polymetallic-nodules/>>

(62) The Metals Company, “NORI and Allseas Lift Over 3,000 Tonnes of Polymetallic Nodules to Surface from Planet’s Largest Deposit of Battery Metals, as Leading Scientists and Marine Experts Continue Gathering Environmental Data,” 2022.11.14. <<https://investors.metals.co/news-releases/news-release-details/nori-and-allseas-lift-over-3000-tonnes-polymetallic-nodules/>>

(63) The Metals Company, “The Metals Company Comments on ISA Council Decision and Intention to Deliver Final Rules, Regulations and Procedures for Exploitation,” 2023.7.24. <<https://investors.metals.co/news-releases/news-release-details/metals-company-comments-isa-council-decision-and-intention>>

(64) “Contributions of Members.” ISA Website <<https://www.isa.org.jm/contributions/>>

(65) “China is itching to mine the ocean floor,” *The Economist (Online)*, 2024.7.28.

(66) 「中国、南鳥島沖採鉱計画 公海で来夏 深海底レアメタル」『読売新聞』2024.12.1.

(67) Yusuf Khan, “Former U.S. Military and Political Leaders Call on Senate to Ratify Law of the Sea,” *Wall Street Journal (Online)*, 2024.3.13. <<https://www.wsj.com/articles/former-u-s-military-and-political-leaders-call-on-senate-to-ratify-law-of-the-sea-87a6d33b>>

(68) Responsible Use of Seafloor Resources Act of 2024, 118 H.R.7636. <<https://www.congress.gov/bill/118th-congress/house-bill/7636/text>>

ニュージーランドでは、2012～2013年にEEZ内での鉱物資源の開発及びその規制に関する制度整備が行われた⁶⁹⁾。これらの制度に基づいて、オーストラリアのManuka Resources社は、ニュージーランドの子会社を通じて、石油鉱物局(New Zealand Petroleum and Minerals)からの採掘許可と、海洋への影響評価に関する環境保護庁(Environmental Protection Authority)の同意の両方を得て、北島の西海岸タラナキ沖の海域(水深20～40m)で、含バナジウム・チタン磁鉄鉱の開発プロジェクトを進めている⁷⁰⁾。タラナキ沖では、Ngarara Exploration Limited社も、バナジウムの採掘を政府に申請している⁷¹⁾。

クック諸島のEEZには、マンガン団塊が高密度に分布しており、世界最大のコバルト鉱床が存在すると思われる⁷²⁾。クック諸島では、2015年に「2009年海底鉱物法」が改正され⁷³⁾、海底資源開発に関する包括的な枠組みが整備されるなど、他の太平洋島嶼(しょ)国よりも法制度整備が進んでいる⁷⁴⁾。同国政府は、2022年2月、採掘の可能性を調査するため、EEZで5年間の探査を行うことができるライセンスを民間企業3社に付与した⁷⁵⁾。

パプアニューギニアでは、2011年に、EEZ内に存在する海底熱水鉱床の商業開発に向け、政府がカナダのNautilus Minerals社に対して、世界初となる深海での採掘権を付与した。2019年に同社は資金難のため経営破綻したが、Deep Sea Mining Finance Limited社がこれを買収し、鉱区の権益を引き継いでいる⁷⁶⁾。

ノルウェーでは、2019年7月に「海底鉱物法」⁷⁷⁾が施行され、ノルウェー大陸棚⁷⁸⁾の一部を鉱物資源の開発のために開放する手続が開始された⁷⁹⁾。影響評価プロセスを経て、2023年6月、政府はノルウェー大陸棚の鉱区開放に関する報告書(政府白書)をノルウェー議会に提出した。ノルウェー議会の決議(2024年1月)、国王による決定(同年4月)を経て、企業に開発ライセンスを付与するための第1回目のライセンスラウンドが開始された⁸⁰⁾。なお、ライセンス付

69) 社会科学レファレンス編集委員会編『海洋環境の保全に配慮した海底資源開発に向けて一法制度と社会的枠組みに関する動向—』(戦略的イノベーション創造プログラム次世代海洋資源調査技術社会科学レファレンスVol.1) 海洋研究開発機構次世代海洋資源調査技術研究開発プロジェクトチーム, 2018, pp.65-66. JAMSTEC ウェブサイト <<https://www.jamstec.go.jp/sip/pdf/resultList201807.pdf>>

70) 同上 pp.66-67; “Taranaki VTM Project” Manuka Resources Website <<https://www.manukaresources.com.au/site/projects/taranaki-vtm-project>>

71) “New Zealand debates second seabed mine in push to double mineral exports,” *Mining Technology*, 2024.7.8. <<https://www.mining-technology.com/news/new-zealand-debates-second-seabed-mine-in-push-to-double-mineral-exports/>>

72) Phillip Gales, “Cook Islands EEZ Resource Estimate,” 2023.11.20. Deep Sea Mining Inc. Website <<https://deepseamining.ac/article/31>>; “The Cook Islands Nodule Project.” Moana Minerals Ltd Website <<https://www.moanaminerals.com/cook-island-nodules>>

73) Seabed Minerals (Amendment) Act 2015, No.1, 2015. なお、「2009年海底鉱物法」(Seabed Minerals Act 2009, No.16, 2009)は既に廃止され、現在は「2019年海底鉱物法」(Seabed Minerals Act 2019, No.05, 2019)が施行されている。

74) 社会科学レファレンス編集委員会編 前掲注69), p.71.

75) The Cook Islands Seabed Minerals Authority (SBMA), “SBMA Release: Historic First Seabed Minerals Exploration Licences Granted,” 2022.2.25. <<https://www.sbma.gov.ck/news-3/article-88>>

76) Garvit Bhandari, *Commercial Deep-Sea Mining Market Report*, 2020.6, p.1.

77) Lov om mineralvirksomhet på kontinentalsokkelen (havbunnsmineralloven), LOV-2019-03-22-7.

78) ノルウェー大陸棚には、海底熱水鉱床とマンガンクラスト(コバルトリッチクラスト)の分布が確認され、鉱物資源量が推定されている (“Resource report 2024: 7 New Industries.” Norwegian Offshore Directorate Website <<https://www.sodir.no/en/whats-new/publications/reports/resource-report/resource-report-2024/the-new-industries/>>).

79) 井上真由美ほか「国家管轄権内での海洋鉱物資源開発において留意すべき国際法—国連海洋法条約に着目した検討結果の報告—」『Journal of MMIJ』Vol.140 No.4, 2024, pp.17-18. <<https://doi.org/10.2473/journalofmmij.140.15>>

80) “Timeline: Seabed Minerals.” Government.no Website <<https://www.regjeringen.no/en/topics/energy/sea-bed-minerals/seabed-minerals-timeline/id2876680/>>

与は採掘を開始できることを意味するものではなく、開発前に、影響評価プロセスの実施を含む開発計画を作成し、エネルギー省の承認を受ける必要がある⁸¹⁾。

中国は、陸上でのレアアース採掘による環境影響を回避しつつ、レアアース市場における中国の優位性を維持するために、南シナ海におけるレアアースの調査を進めている⁸²⁾。

(3) 開発モラトリアム

2年ルールの発動を契機として、深海底における海洋鉱物資源開発による環境への影響を危惧し、開発に向けた活動の一時停止（モラトリアム）を訴える動きが活発になっている。当初は環境NGOや科学者を中心とした活動であったが、2022年度以降、欧州や太平洋島嶼国を中心とする国々も、モラトリアムの立場を示すようになってきている⁸³⁾。

EUは、2020年5月に欧州委員会が発表した「2030年に向けたEU生物多様性戦略」の中で、「予防原則にのっとり、欧州議会の要請を考慮に入れて、深海採掘による海洋環境、生物多様性、人間活動に対する影響が十分に調査され、リスクが理解され、技術と作業行為が環境に深刻な害を及ぼさないことを実証できるようになる前に、国際海底域の海洋鉱物を採掘することはできない」との考え方を表明した⁸⁴⁾。2024年2月には、欧州議会が、ノルウェー議会によるノルウェー大陸棚の鉱区開放決定に対して、環境影響の評価が不十分であること、EUの漁業にも影響を及ぼす可能性があることなど、懸念を表明する決議を採択した⁸⁵⁾。

ドイツ、フランス、英国は、それぞれISAと2件の探査契約を締結しているが⁸⁶⁾、採掘の一時停止又は禁止を支持すると表明している。ドイツは、深海生態系と深海採掘のリスクが十分に調査され、深刻な環境被害を防ぐ厳格な開発規則が導入されるまでは、深海採掘を「予防的休止」にすべきとの考えを2022年のISA理事会で表明した⁸⁷⁾。フランスは、エマニュエル・マクロン（Emmanuel Macron）大統領が、2022年11月に開催された国連気候変動枠組条約第27回締約国会議（COP27）で、海底採掘の全面禁止を支持すると表明した⁸⁸⁾。英国は、2023年

(81) “Public consultation of the first licensing round for seabed minerals,” 2024.6.26. Government.no Website <<https://www.regjeringen.no/en/aktuelt/public-consultation-of-the-first-licensing-round-for-seabed-minerals/id3047008/>>

(82) Tobias Burgers and Scott N. Romaniuk, “Rare Earths in the South China Sea: Adding Fuel to the Geopolitical Fire,” *The Diplomat*, 2023.11.9.

(83) 井上ほか 前掲注(79), p.19; O. ヘファナン 前掲注(58), p.64.

(84) European Commission, “Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions: EU Biodiversity Strategy for 2030 Bringing nature back into our lives,” COM(2020) 380 final, 2020.5.20. <<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/HTML/?uri=CELEX:52020DC0380>>; 欧州委員会「2030年に向けたEU生物多様性戦略—私たちの生活に自然を取り戻す—」2020.5.20, p.21. 特定非営利活動法人近畿アグリハイテクウェブサイト <https://kinkiagri.or.jp/library/organic/EU_GreenDeal/BiodiversityStrategy_JP.pdf>

(85) European Parliament, “Norway’s recent decision to advance seabed mining in the Arctic (2024/2520(RSP)),” 2024.2.7. <https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/TA-9-2024-0068_EN.pdf>

(86) ISA, *op.cit.*(16), pp.100-103.

(87) “Marine protection: Germany will not sponsor deep-sea mining until further notice,” 2022.11.1. Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation, Nuclear Safety and Consumer Protection Website <<https://www.bmu.de/en/pressrelease/marine-protection-germany-will-not-sponsor-deep-sea-mining-until-further-notice>>; 「【国際】ドイツ政府、深海底資源開発の凍結宣言。他国にも要請。新たな政治フェーズに」『Sustainable Japan』2022.11.3. <<https://sustainablejapan.jp/2022/11/03/germany-sea-bed-mining/78765>>

(88) “COP27: l’objectif de limiter le réchauffement climatique à 1,5 °C préservé,” 2022.11.21. Ministères Territoires Écologie Logement Website <<https://www.ecologie.gouv.fr/actualites/cop27-lobjectif-limiter-rechauffement-climatique-15-degc-preserve>>; 山崎あき「マクロン仏大統領、COP27で途上国への資金支援強化を訴え（フランス）」『ビジネス短信』2022.11.11. <<https://www.jetro.go.jp/biznews/2022/11/639f292f431f07b5.html>>

10月、海洋生態系に及ぼす潜在的な影響を評価するのに十分な科学的証拠が得られ、ISAが強力な環境規制等を策定するまで、開発ライセンスの付与を一時停止することを支持すると発表した⁸⁹⁾。

太平洋島嶼国においては、2022年6～7月に開催された第2回国連海洋会議で、パラオの主導で深海採掘モラトリアム諸国同盟が発足し、フィジー、サモアのほか、ミクロネシア連邦も加わった⁹⁰⁾。カナダ、ニュージーランド、スイス、メキシコ、ペルーなどもモラトリアムを求めている。深海保全連合（Deep Sea Conservation Coalition）⁹¹⁾の取りまとめによれば、これまでに計32か国が国際水域での深海採掘に反対する（モラトリアム、予防的休止又は禁止を求める）立場を採っている⁹²⁾。

日本のEEZ内での採掘に対しても、海外の有識者から、環境影響の問題点を指摘する意見⁹³⁾が出てきている。

3 小括

日本では、海底熱水鉱床やコバルトリッチクラストの早期商業化が期待されたが、計画どおりの開発とはいかず、近年では、むしろ、新しく発見されたレアアース泥やマンガン団塊への期待が高まっている。一方、世界では、深海採掘の環境影響をめぐる議論が大きくなっている。深海底でのマンガン団塊の開発が焦点となっているが、EEZ内での開発計画を掲げるノルウェーや日本に対しても、環境影響の観点から世界の注目が集まりつつあることを認識して、対応することが必要となろう。

II 海洋エネルギー資源

1 日本の動向

(1) 石油・天然ガス

日本で生産が行われている海洋油ガス田は、平成2（1990）年に生産を開始した新潟県沖の岩船沖油ガス田（水深36.2m）1か所だけである⁹⁴⁾。

海底の探査に関しては、JOGMECが、三次元物理探査船⁹⁵⁾で日本の周辺海域のデータ収集を

⁸⁹⁾ “UK supports moratorium on deep sea mining to protect ocean and marine ecosystems,” 2023.10.30. Gov.UK Website <<https://www.gov.uk/government/news/uk-supports-moratorium-on-deep-sea-mining-to-protect-ocean-and-marine-ecosystems>>; 平田哲人「英：政府、海洋・海洋生態系保護のための深海採掘モラトリアムを支持」『ニュース・フラッシュ』2023.12.7. <https://mric.jogmec.go.jp/news_flash/20231207/180075/>

⁹⁰⁾ “FSM joins regional alliance calling for deep-sea mining moratorium,” *Pacific Island Times*, 2022.7.11. <<https://www.pacificislandtimes.com/post/fsm-joins-regional-alliance-calling-for-deep-sea-mining-moratorium>>; Whatmore 康子「太平洋諸島諸国：フィジー、パラオ、サモア、国連海洋会議で海底鉱物採掘のモラトリアムを呼び掛け」『ニュース・フラッシュ』2022.7.1. <https://mric.jogmec.go.jp/news_flash/20220701/168529/>

⁹¹⁾ 2004年に創設された深海生態系の保護に取り組む国際的な連合体。世界中の130を超える非政府組織（NGO）、漁業団体、法律・政策研究所から構成されている。

⁹²⁾ “Voices calling for a moratorium.” Deep Sea Conservation Coalition Website <<https://deep-sea-conservation.org/solutions/no-deep-sea-mining/momentum-for-a-moratorium/governments-and-parliamentarians/>>

⁹³⁾ Oliver Banks and Ariel Silverman, “Will Japan Turn to Deep Seabed Mining to Secure Critical Mineral Supply Chains?” *The Diplomat*, 2024.9.3.

⁹⁴⁾ 『海洋開発工学概論 海洋資源開発編 改訂第2版』2021, p.241. 国土交通省ウェブサイト <<https://www.mlit.go.jp/common/001235508.pdf>>

⁹⁵⁾ JOGMECが利用している三次元物理探査船「たんさ」は、エアガンと呼ばれる装置から音波を発生し、海底面や地層の境界で反射した音波を受振することによって、海底下の地下構造を調べる船である。なお、物理探査（掘

進めている。平成30（2018）年5月策定の海洋基本計画〔第3期〕で示された、令和元（2019）～令和10（2028）年度末までの10年間でおおむね5万km²を探索するとの目標⁹⁶⁾に対し、令和元（2019）～令和4（2022）年度の4年間で約1.2万km²の探索が実施されており、民間企業に情報が共有されている⁹⁷⁾。令和6（2024）年度からは、毎年度、約6,000km²の探索を行い、目標の達成を目指すとしている⁹⁸⁾。

JOGMECによるデータ収集から、試掘調査に至った事例も存在する。近年では、株式会社INPEXが、島根県・山口県沖合において石油・天然ガスの商業生産が期待できると判断し、事業費の約半分をJOGMECからの出資で賄い⁹⁹⁾、令和4（2022）年5～8月に試掘調査を実施した。しかし、商業生産には至らない規模と評価され、開発は見送られた¹⁰⁰⁾。このほか、経済産業省の補助を受けて民間企業が試掘を行う事例もあるが、商業生産が可能な石油・天然ガスは発見されていない¹⁰¹⁾。

一方、東シナ海においては、石油・天然ガスの埋蔵が推定されているが¹⁰²⁾、日本と中国・韓国のEEZ・大陸棚の境界線は定まっておらず、共同開発も進んでいない。

韓国との間では、昭和49（1974）年に、日韓両政府は、「日本国と大韓民国との間の両国に隣接する大陸棚の南部の共同開発に関する協定」に署名し（昭和53（1978）年6月発効）、石油や天然ガスの産出の可能性のある九州南西沖の海域について、境界画定を棚上げして、共同開発区域を設定した（第2条）。同区域では、2000年代前半までは資源探索が行われていたものの、有望な鉱床が発見されず商業開発には至っていない。有効期間を発効から50年間としていることから、協定の継続・終了の判断が迫られている¹⁰³⁾。

中国との間の海域では、中国の国有企業である中国海洋石油（China National Offshore Oil Corporation: CNOOC）と中国石油化工（Sinopec）が、平成15（2003）年8月に、日中の地理的中間線（日中中間線）の4～5km中国側にある白樺（春暁）油ガス田の開発を開始した¹⁰⁴⁾。平成20（2008）年6月には、日中国家間の関係が改善したことを受けて、中国との間で、東

削せずに物理現象を利用する地下構造の調査)には、音波以外に、地震波、重力、電気、磁気を利用する方法もある（「海底の奥深くに眠る石油・天然ガスの探し方 三次元物理探査船「たんさ」の実力」『JOGMEC NEWS PLUS』Vol.11. <https://www.jogmec.go.jp/publish/plus_vol11.html>）。

96) 「海洋基本計画〔第3期〕」前掲注(45), p.37.

97) 経済産業省 前掲注(20), p.20.

98) 同上, p.22.

99) JOGMEC「株式会社INPEXの島根・山口県沖合における探鉱事業の出資採択について—JOGMEC初の国内探鉱出資対象事業—」2022.1.17, p.2. <<https://www.jogmec.go.jp/news/release/content/300376224.pdf>>

100) 株式会社INPEX 広報・IR ユニット「島根・山口県沖合における試掘調査の終了について（お知らせ）」2022.9.2. <https://www.inpex.co.jp/news/assets/pdf/20220902_b.pdf>

101) 例えば、三井石油開発株式会社（現・三井エネルギー資源開発株式会社）による北海道遠別町西方沖合の掘削調査など（「北海道遠別町西方沖合における掘削調査の終了について」2021.9.6. 三井エネルギー資源開発株式会社ウェブサイト <<https://www.moeco.com/news/2021/09/post-57.html>>）。

102) 石油の埋蔵量については、日本、中国、米国がそれぞれ推定しているが、大きな相違が見られる（亀田晃尚「尖閣諸島の石油資源と21世紀初頭の中国の行動に関する一考察—石油埋蔵量に関する記述を中心に—」『公共政策志林』Vol.6, 2018.3, p.139. <<https://doi.org/10.15002/00014458>>）。

103) 竹内明里「海洋における共同開発を巡る国際法制度と日本への示唆」『Ocean Newsletter』No.569, 2024.4.22. <https://www.spf.org/opri/newsletter/569_1.html>

104) 渡辺紫乃「第6章 習近平政権下の中国共産党・中国政府と三大国有石油会社」日本国際問題研究所編『国際秩序動揺期における米中の動勢と米中関係 中国の国内情勢と対外政策』（平成28年度外務省外交・安全保障調査研究事業）2017.3, p.81. <https://www2.jiia.or.jp/pdf/research/H28_China/H28_China_s_domestic_situation_and_foreign_policy_fulltext.pdf>

シナ海の日中共同開発に関する原則的な合意がなされた⁽¹⁰⁵⁾。しかし、その実施に向けた交渉は中断しており、中国が開発行為を継続する一方で、共同開発は行われていない⁽¹⁰⁶⁾。日本は、いまだ境界が画定していない状況において、日中中間線の西側においては、中国側が一方的な開発行為を進めていることは極めて遺憾であると主張している⁽¹⁰⁷⁾。

(2) メタンハイドレート

メタンハイドレートには、砂層型メタンハイドレート（砂層型 MH）と表層型メタンハイドレート（表層型 MH）があり、前者の研究開発が先行して進められている。

砂層型 MH の開発に向けては、平成 13（2001）年に経済産業省が「我が国におけるメタンハイドレート開発計画」を定め、JOGMEC と国立研究開発法人産業技術総合研究所（National Institute of Advanced Industrial Science and Technology: AIST）が組織する「メタンハイドレート資源開発研究コンソーシアム」（MH21）が 3 フェーズ計 18 年間にわたりメタンハイドレート研究開発を進めた。次の「フェーズ 4」（令和元（2019）～令和 7（2025）年度）では、JOGMEC、AIST に加えて民間の日本メタンハイドレート調査株式会社（Japan Methane Hydrate Operating Co., Ltd.: JMH）も参加する「MH21-S 研究開発コンソーシアム」（MH21-S）が、研究開発を進めている⁽¹⁰⁸⁾。

砂層型 MH は、日本近海に広く存在すると推定されているが、そのうち大規模な濃集帯が確認されている東部南海トラフ（静岡県沖～和歌山県沖）での開発に向けた取組が進められている⁽¹⁰⁹⁾。MH21 は、2000 年代におけるカナダでの陸上産出試験に続き、平成 25（2013）年 3 月には、愛知県～三重県沖の水深約 1,000m、海底面下約 270～330m の濃集帯を対象に第 1 回海洋産出試験を実施し、減圧法⁽¹¹⁰⁾によって累計 119,000m³（1 日当たり平均 20,000m³）のガス生産に成功した。しかし、急激な出砂等によって減圧を継続できず、産出試験は 6 日間で終了した⁽¹¹¹⁾。平成 29（2017）年 5～6 月には、第 2 回海洋産出試験を第 1 回試験と同じ場所（2 本の坑井）で、同じ減圧法で実施した。計 36 日間で累計 26 万 m³ のガスを生産したが、第 1 回試験と同様に出砂が大きな問題となった⁽¹¹²⁾。これらの産出試験によって、砂層型では海洋で減圧

(105) 「東シナ海における日中間の協力について（日中共同プレス発表）」2008.6.18. 外務省ウェブサイト <https://www.mofa.go.jp/mofaj/area/china/higashi_shina/press.html>

(106) 「中国による東シナ海での一方的な資源開発に関する新たな動きについて」2023.12.18. 外務省ウェブサイト <https://www.mofa.go.jp/mofaj/press/release/pressit_000001_00122.html>

(107) 「中国による東シナ海での一方的な資源開発の現状」2023.12.19. 外務省ウェブサイト <https://www.mofa.go.jp/mofaj/area/china/higashi_shina/tachiba.html>

(108) 山本晃司・天満則夫「メタンハイドレート開発—商業生産に向けての課題と現在の研究開発—」『マリンエンジニアリング』Vol.56 No.2, 2021.3, pp.74-75. <<https://doi.org/10.5988/jime.56.244>>

(109) MH21-S 研究開発コンソーシアム「METHANE HYDRATE 砂層型メタンハイドレート研究開発 フェーズ 4」2024.3. <<https://www.mh21japan.gr.jp/mh21wp/wp-content/uploads/panflet2024.pdf>>

(110) メタンハイドレート層に井戸を掘り、水をくみ上げることで圧力を下げ、メタンハイドレートを水とガスに分解して回収する手法（「メタンハイドレートを分解してガスを取り出す 減圧法の仕組みとは？」『JOGMEC NEWS』Vol.74, 2023.9, p.6. <<https://www.jogmec.go.jp/news/release/content/300385892.pdf>>）。

(111) MH21 「我が国におけるメタンハイドレート開発計画」フェーズ 2 及びフェーズ 3 総括成果報告書」2019.2, pp.IV-7, IV-10-IV-16. <https://www.mh21japan.gr.jp/mh21wp/wp-content/uploads/phase2_3_4-1_2.pdf>; 松本良ほか「日本周辺海域におけるメタンハイドレートの分布、産状と起源」『地学雑誌』Vol.133 No.2, 2024, p.72. <<https://doi.org/10.5026/jgeography.133.63>>

(112) 松本ほか 同上

法が適用できることは確認されたが、長期安定的な生産可能性はまだ実証されていない状況にある⁽¹¹³⁾。

令和5(2023)年5~8月には、JMHが中心となって、三重県沖で2本の坑井を試掘し、簡易生産実験を行ったが、坑井の一つでは機器等のトラブルで生産できず、もう一つの坑井でもこれまでの生産試験に比べ、減圧の程度に対して生産レート(1日当たりの生産量)が低いという結果に終わった⁽¹¹⁴⁾。令和5(2023)年9月~令和6(2024)年7月には、JOGMECが、米国エネルギー省(Department of Energy: DOE)傘下の国立エネルギー技術研究所(National Energy Technology Laboratory: NETL)と協働で、アラスカ州において長期陸上産出試験を実施し、長期生産挙動のデータを得た⁽¹¹⁵⁾。商業化に向けては、生産レートの向上も必要であり、様々な増進回収法(回収率を上げる方法)が提案されている⁽¹¹⁶⁾。

一方、表層型MHの研究開発は、AISTが平成25(2013)~平成27(2015)年度に実施した資源量把握に向けた調査を契機に大きく進んだ。結果として、日本海を中心とする10海域において、1,742箇所を表層型MHの存在可能性がある地質構造を確認した⁽¹¹⁷⁾。しかし、生産システムは検討段階であり、海洋産出試験はまだ行われていない。砂層型MHと異なり、海底面を直接攪乱(かくらん)するため、海底環境に大きなインパクトをもたらすことが不可避であること、表層型MH賦存海域にはメタンをエネルギー源とする特殊な化学合成生態系の存在が確認されており、生物の多様性や特異性という観点での評価が強く求められることなど、環境影響面の課題もある⁽¹¹⁸⁾。

海洋基本計画[第1期]では、(砂層型)MHについて、「今後10年程度を目途に商業化を実現する⁽¹¹⁹⁾」という野心的な目標が設定されたが、海洋産出試験などを受けて、徐々に、目標は現実的なものにトーンダウンしている⁽¹²⁰⁾。海洋基本計画[第4期]では、(砂層型MH、表層型MHともに)「2030年度までに民間企業が主導する商業化に向けたプロジェクトが開始されること⁽¹²¹⁾」を目指すとしている。

(113) 山本・天満 前掲注⁽¹⁰⁸⁾, p.74.

(114) MH21-S 研究開発コンソーシアム試掘チーム「<砂層型メタンハイドレートの研究開発>試掘・簡易生産実験の概要と現場作業」(第42回メタンハイドレート開発実施検討会 資料3) 2023.11.6, pp.2-5. 経済産業省ウェブサイト <https://www.meti.go.jp/shingikai/energy_environment/methane_hydrate/pdf/042_03_00.pdf>

(115) 「米国アラスカ州でメタンハイドレート層から10か月間のガス産出試験を実施—長期陸上産出試験を終了、商業化に向け更なる研究開発を推進—」 2024.8.13. JOGMEC ウェブサイト <https://www.jogmec.go.jp/news/release/news_10_00193.html>

(116) Yoshihiro KONNO and Jiro NAGAO, “Methane Hydrate in Marine Sands: Its Reservoir Properties, Gas Production Behaviors, and Enhanced Recovery Methods,” *Journal of the Japan Petroleum Institute*, Vol.64 No.3, 2021, pp.119-121. <<https://doi.org/10.1627/jpi.64.113>>; 山崎哲生「第3章第2節 海底資源開発の変革に向けた可能性」『海洋白書2022』笹川平和財団海洋政策研究所, 2022, pp.70-71. <https://www.spf.org/opri/global-image/units/upfiles/494177-1-20230626114820_b6498fc7429725.pdf>

(117) 山本・天満 前掲注⁽¹⁰⁸⁾, pp.74-76.

(118) 天満則夫ほか「表層型メタンハイドレートの研究開発に関する取り組み」『Kanrin』Vol.99, 2021.11, pp.29-30. <https://doi.org/10.14856/kanrin.99.0_26>

(119) 「海洋基本計画[第1期]」前掲注⁽¹⁴⁾, p.21.

(120) 佐藤徹「第3章第1節 海洋産業に求められるイノベーション」『海洋白書 2022』前掲注⁽¹¹⁶⁾, pp.55-56.

(121) 「海洋基本計画[第4期]」前掲注⁽¹⁵⁾, p.59.

2 世界の動向

(1) 石油・天然ガス

石油・天然ガスについては、1970年代に沿岸域や水深300m未満の浅海域をフィールドとして開発が始まり、浮体式生産設備などの技術の進歩によって次第に深い海域での開発が可能になった。代表的な海域は、メキシコ湾、北海、西アフリカ沖、ブラジル沖、オーストラリア周辺などであり、水深2,000～3,000mでの開発も行われている⁽¹²²⁾。

日本の近海では、ロシアがサハリン島北東のオホーツク海で石油・天然ガスを生産している（「サハリン1」及び「サハリン2」）。ロシアによるウクライナ侵攻（2022年2月～）後においても、エネルギー安全保障の観点から、日本企業は、これらのプロジェクトに参画を続けている⁽¹²³⁾。

中国では、CNOOCが、2019～2023年の4年間で、海洋からの石油・天然ガスの生産量を約35%増加させた。水深の浅い（約10～30m）渤海での生産が半分以上を占めるが、南シナ海や東シナ海でも開発が行われている⁽¹²⁴⁾。CNOOCは、水深500mでの天然ガス生産や、台風自動制御モードを備えた遠隔操作による生産など、最新技術を駆使した生産も行っている⁽¹²⁵⁾。南シナ海では、領有権の問題があり、探査が十分に行われていないが、ノルウェーの独立系調査会社Rystad Energy社によると、36億bbl（約5.7億kL）の石油等と40.3Tcf（約1.1兆m³）の天然ガスが存在すると推定されている⁽¹²⁶⁾。

韓国では、国営の韓国石油公社（Korea National Oil Corporation: KNOC）が韓国近海で探査している⁽¹²⁷⁾。1998年には、日本海で商業的に採算の取れるガス田が発見され、2004年に稼働を開始した。2016年には、その南西に位置するガス田の生産も開始された。しかし、資源の枯渇のため、2021年末までに両ガス田ともに商業生産を終了した⁽¹²⁸⁾。一方、韓国政府は、これらのガス田の周辺海域に更に多くの油ガス田が存在する可能性が高いとの判断から、米国の企業に物理探査を依頼した。2024年6月、尹錫悦（ユン・ソンニョル）大統領は、探査の結果として、最大140億bbl（約22億kL。1998年に発見されたガス田の300倍を超える規模）の石油と天然ガスが埋蔵されている可能性が高いことを発表した⁽¹²⁹⁾。今後、試掘井を掘削する方針である。

一方、米国では、ジョー・バイデン（Joe Biden）政権（2021年1月～2025年1月）において、海洋油ガス田の開発に慎重な政策が実施されてきた。2022年8月に成立した「インフレ削減法」（IRA）⁽¹³⁰⁾に基づき、連邦政府管轄の外縁大陸棚（Outer Continental Shelf: OCS）⁽¹³¹⁾において、2023

(122) 『海洋開発産業概論 改訂第3版』2021.3, pp.19-20, 29-30. 国土交通省ウェブサイト <<https://www.mlit.go.jp/common/001235512.pdf>>

(123) 早田豪「エネルギー安全保障について—LNGを巡る国際情勢から考える—」2023.10.5, pp.45-46, 62-63. 資源エネルギー庁ウェブサイト <https://www.enecho.meti.go.jp/category/resources_and_fuel/enecaree/assets/pdf/enecaree_seminar1.pdf>

(124) CNOOC, *Annual Report 2023*, p.6. <<https://www.cnoc.com/english/investorrelations/reports/annualreport/202409/P020240925659674329475.pdf>>

(125) *ibid.*, p.10.

(126) U.S. Energy Information Administration, *Regional Analysis Brief: South China Sea*, 2024.3.21, pp.2-3. <https://www.eia.gov/international/content/analysis/regions_of_interest/South_China_Sea/south_china_sea.pdf>

(127) “Korea.” KNOC Website <https://www.knoc.co.kr/ENG/sub03/sub03_1_1_4.jsp>

(128) “Donghae-1, Donghae-2 Gas Field.” KNOC Website <https://www.knoc.co.kr/ENG/sub03/sub03_9_3_1.jsp>; 「現代建設など、韓国初 CCS 商用化へ実証 枯渇ガス田に貯留」『電気新聞』2023.7.14.

(129) “포항 영일만 앞바다 막대한 양의 석유와 가스 매장 가능성... 국민께 보고,” 2024.6.3. 대한민국 대통령실ウェブサイト <<https://www.president.go.kr/president/speeches/DTC8Pvb7>>

(130) Inflation Reduction Act of 2022, P.L.117-169, August 16, 2022.

(131) 海岸から3海里（約5.6km）以上離れた米国の管轄海域（“Outer Continental Shelf.” Bureau of Ocean Energy Management (BOEM) Website <<https://www.boem.gov/oil-gas-energy/leasing/outer-continental-shelf>>）。

年末までに海域リース権⁽¹³²⁾の入札を3回実施することが義務付けられたものの⁽¹³³⁾、2024～2029年においてはメキシコ湾の海域リース権の販売が3回計画されているだけとなっている⁽¹³⁴⁾。また、メキシコ湾以外の海域にも大量の石油・天然ガスが埋蔵されているが、多くの海域が、環境保護の観点から海域リースの対象外とされている⁽¹³⁵⁾。しかし、第二次ドナルド・ジョン・トランプ（Donald J. Trump）政権（2025年1月～）においては、「米国のエネルギーを解放」と題する大統領令⁽¹³⁶⁾の中で、OCSを含む連邦政府の土地と海域でのエネルギー探査と生産を促進する方向性が示されるなど、政策転換が進められつつある。

英国は、ロシアがエネルギーを政治的な武器として利用していることを非難し、エネルギー安全保障と経済成長・雇用の観点から、北海の油ガス田開発のライセンス供与を積極的に進めてきた⁽¹³⁷⁾。しかし、2024年7月、クリーンエネルギーへの移行を進め、北海の油ガス田のライセンスを新たに供与しないことを公約⁽¹³⁸⁾として掲げる労働党が政権に就き、その実行に向けた準備が進められている⁽¹³⁹⁾。

(2) メタンハイドレート

日本以外では、メタンハイドレートの海洋産出試験を実施したのは中国だけである。中国の近海では、南シナ海にメタンハイドレートの分布が推定されており、2017年5月に、中国地質調査局（China Geological Survey: CGS）が南シナ海北部の海域で初の海洋産出試験を開始した。産出試験は60日間続き、生産されたガスの総量は計30万9000m³（1日当たり平均5,151m³）に達した⁽¹⁴⁰⁾。さらに、2019年10月～2020年4月に、CGSは、同じ海域（水深約1,200m）で2回目の産出試験を実施した。30日間の連続ガス生産が達成され、累積ガス生産量は86万

(132) 内務省（Department of the Interior: DOI）が策定する5か年計画に基づき、同省海洋エネルギー管理局（BOEM）が、OCSにおける石油・天然ガスの探査、開発・生産のための海域リース権（基本期間は水深に応じて5年又は10年）の販売を実施している。海域リース権を取得した企業は、探査計画を策定し、BOEMの承認を受けて試掘を行うことができる。石油・天然ガスを発見した場合は、更に開発・生産計画を策定し、BOEMの承認を受けて開発・生産を行うことができる。生産段階に入ると、基本期間を超えてリースを維持することができ、場所と条件に応じて40～70年間生産できる。BOEMは、OCSにおける洋上風力発電等の再生可能エネルギーの開発のための海域リース権の販売も行っている；“National OCS Oil and Gas Leasing Program.” BOEM Website <<https://www.boem.gov/oil-gas-energy/national-program/national-ocs-oil-and-gas-leasing-program>>; “Lease and Grant Information” *ibid.* <<https://www.boem.gov/renewable-energy/lease-and-grant-information>>。

(133) 日本船用工業会・日本船舶技術研究協会『米州の海洋開発事情（米国）—海洋石油ガス開発及び再生可能エネルギー拡大に向けた今後の展望—』2023.3, pp.24-25. <<https://www.jstra.jp/PDF/1bf614a7ea9441a0a449f4ed07e5d27929fbf8bd.pdf>>

(134) “Interior Department Publishes Final 2024-2029 National Outer Continental Shelf Oil and Gas Leasing Program, Enabling Offshore Wind Industry to Progress,” 2023.12.15. Department of the Interior (DOI) Website <<https://www.doi.gov/pressreleases/interior-department-publishes-final-2024-2029-national-outer-continental-shelf-oil>>

(135) 日本船用工業会・日本船舶技術研究協会 前掲注⁽¹³³⁾, pp.1-2, 29-30; “Areas Under Restriction.” BOEM Website <<https://www.boem.gov/oil-gas-energy/leasing/areas-under-restriction>>

(136) Executive Order 14154: Unleashing American Energy, January 20, 2025, *Federal Register*, Vol.90 No.18, pp.8353-8359. <<https://www.govinfo.gov/content/pkg/FR-2025-01-29/pdf/2025-01956.pdf>>

(137) “Hundreds of new North Sea oil and gas licences to boost British energy independence and grow the economy,” 2023.7.31. Gov.UK Website <<https://www.gov.uk/government/news/hundreds-of-new-north-sea-oil-and-gas-licences-to-boost-british-energy-independence-and-grow-the-economy-31-july-2023>>

(138) “Labour Party Manifesto 2024: Make Britain a clean energy superpower.” Labour Website <<https://labour.org.uk/change/make-britain-a-clean-energy-superpower/>>

(139) Abby Wallace and Andrew McDonald, “The UK is backing away from oil,” *POLITICO*, 2024.9.10. <<https://www.politico.eu/article/uk-government-north-sea-oil-labour-ed-miliband-keir-starmer-green-energy/>>

(140) Jin-fa Li et al., “The first offshore natural gas hydrate production test in South China Sea,” *China Geology*, Vol.1 Issue 1, 2018.5, pp.5-16. <<https://doi.org/10.31035/cg2018003>>

1400m³（1日当たり平均2万8700m³）に達した⁽¹⁴¹⁾。ガス生産量は日本よりもはるかに大きく、技術力でも先んじられた可能性があるとの指摘も見られる⁽¹⁴²⁾。

インドでは、石油天然ガス省（Ministry of Petroleum and Natural Gas）の国家ガスハイドレートプログラム（National Gas Hydrate Program: NGHP）の下で探査活動・研究が行われている。近海の潜在的資源量を評価するため、2006年と2015年の2回、掘削調査が行われた⁽¹⁴³⁾。2015年の調査（NGHP-02）では、インド東部のベンガル湾で地質試料（コア）が採取され、メタンハイドレートが広範囲に存在していることが明らかになった⁽¹⁴⁴⁾。日本や中国のような海洋産出試験は行われていない。

米国は、アラスカ州で日本と協力して陸上産出試験を進めている。メキシコ湾では、DOEによる資金提供の下、テキサス大学オースティン校の主導で、コアの採取などを実施している⁽¹⁴⁵⁾。

3 小括

世界的には、石油・天然ガスの商業化が早くから進められる一方、生産方法がまだ確立していないメタンハイドレートについては、日本や中国を除くと開発に向けた積極的な動きは乏しい。日本では、近年において商業生産が可能な石油・天然ガスの発見には至っていない。メタンハイドレートについては、日本近海に広く存在していると推定されるため、その早期商業化が期待されたが、長期安定的な生産可能性はまだ実証されていない。

Ⅲ 海洋再生可能エネルギー

1 日本の動向

(1) 洋上風力発電

日本には、令和6（2024）年1月現在で、約30万kWの洋上風力発電が導入されている⁽¹⁴⁶⁾。平成28（2016）年7月施行の「港湾法の一部を改正する法律」（平成28年法律第45号）によって、洋上風力発電事業のために港湾区域内の水域を長期間⁽¹⁴⁷⁾占有する事業者を公募で決定する

(141) Jian-liang Ye et al., “The second natural gas hydrate production test in the South China Sea,” *China Geology*, Vol.3 Issue 2, 2020.6, pp.197-209. <<https://doi.org/10.31035/cg2020043>>

(142) 佐藤 前掲注(140), p.56.

(143) Timothy S. Collett et al., “India National Gas Hydrate Program Expedition 02 Summary of Scientific Results: Gas hydrate systems along the eastern continental margin of India,” *Marine and Petroleum Geology*, Vol.108, 2019.10, pp.39-142.

(144) Ray Boswell et al., “India National Gas Hydrate Program Expedition 02 summary of scientific results: Evaluation of natural gas-hydrate-bearing pressure cores,” *Marine and Petroleum Geology*, Vol.108, 2019.10, pp.143-153.

(145) 「米国アラスカ州でメタンハイドレート層から10か月間のガス産出試験を実施—長期陸上産出試験を終了、商業化に向け更なる研究開発を推進—」前掲注(145); The United States Geological Survey (USGS) Central Energy Resources Science Center (CERSC), “Gas Hydrate Energy Research - 2024 Update,” 2024.1.19. <<https://www.usgs.gov/centers/central-energy-resources-science-center/science/gas-hydrate-energy-research-2024-update>>

(146) 以下の資料に基づき、令和5（2023）年12月末時点の洋上風力発電の出力に、令和6（2024）年1月に運転開始した石狩湾新港洋上風力発電の出力を加算して算出した。「2023年12月末時点日本の風力発電の累積導入量：5,213.4MW、2,626基」2024.2.2. 日本風力発電協会ウェブサイト <<https://jwpa.jp/information/9782/>>; 「これまでの洋上風力政策の進捗」（「総合資源エネルギー調査会省エネルギー・新エネルギー分科会再生可能エネルギー大量導入・次世代電力ネットワーク小委員会洋上風力促進ワーキンググループ」「交通政策審議会港湾分科会環境部会洋上風力促進小委員会」合同会議（第24回）資料1）別紙1, 2024.4.24. 経済産業省ウェブサイト <https://www.meti.go.jp/shingikai/enecho/denryoku_gas/saisei_kano/yojo_furyoku/pdf/024_01_00.pdf>

(147) 最長20年間とされていたが、「港湾法の一部を改正する法律」（令和元年法律第68号）によって、最長30年間とされている。

制度が整備されたことで、導入が進んだ(令和4(2022)年12月に秋田県の能代港、令和5(2023)年1月に秋田港、令和6(2024)年1月に北海道の石狩湾新港の港湾区域でそれぞれ8.4万kW、5.5万kW、11.2万kWの運転が開始された。)。水深約50mまでの浅海域にのみ設置可能な着床式のものがほとんどであるが、50m以深でも設置可能な浮体式も含まれている(長崎県五島市沖、福岡県北九州市沖でそれぞれ0.2万kW、0.3万kW)⁽¹⁴⁸⁾。

一般海域においては、海域占有に関する統一的なルールが存在しなかったが、平成31(2019)年4月に「海洋再生可能エネルギー発電設備の整備に係る海域の利用の促進に関する法律」(平成30年法律第89号。以下「再エネ海域利用法」)が施行され、領海及び内水⁽¹⁴⁹⁾のうち国が指定する海域において、公募で選定された事業者が30年間海域を占有し、洋上風力発電事業を進めることが可能になった。令和6(2024)年12月までに行われた4回の公募で、計10海域(秋田県4海域、長崎県2海域、青森県・山形県・新潟県・千葉県各1海域、計約456万kW)で事業者が選定された。このうち、長崎県五島市沖の事業は浮体式(約1.7万kW)で、それ以外の海域は着床式である⁽¹⁵⁰⁾。ただ、建設時期が集中しているため、サプライチェーンや船舶の確保、人材の育成、コスト高に伴う事業採算性などが問題になる可能性がある。中長期的には、大規模事業や風車の大型化に対応できる基地港湾や送電系統の整備も課題である⁽¹⁵¹⁾。

令和6(2024)年3月には、EEZにおいても洋上風力発電事業を実施できるよう、再エネ海域利用法の改正法案⁽¹⁵²⁾が国会に提出された。EEZで事業化が可能になれば、洋上風力発電のポテンシャルは、領海だけの場合と比較して約2倍に拡大するとの試算(水深は200m未満又は300m未満を想定)もある⁽¹⁵³⁾。しかし、EEZで主体となる浮体式は、コストがまだ高く、サプライチェーンの構築や工期の短縮など、利用拡大に向けた課題は多い⁽¹⁵⁴⁾。政府は、低コストで量産化する技術を確立するために、二つの海域(秋田県南部沖及び愛知県田原市・豊橋市沖)

(148) 「2023年12月末時点日本の風力発電の累積導入量：5,213.4MW、2,626基」前掲注(146)；「これまでの洋上風力政策の進捗」前掲注(146)，別紙；福島県沖でも、平成25(2013)年に浮体式風力発電の実証事業(3基、計1.4万kW)が開始されたが、風車内部のセンサや油圧システム等の不具合の頻発等で設備利用率が低迷し、令和3(2021)年までに全て撤去された(福島沖での浮体式洋上風力発電システム実証研究事業総括委員会「福島沖での浮体式洋上風力発電システム実証研究事業総括委員会最終報告書 概要版」2022.8, pp.5, 19. 資源エネルギー庁ウェブサイト <https://www.enecho.meti.go.jp/category/saving_and_new/new/information/220824a/report_2022_1.pdf>)。

(149) 領海の基線の陸側の水域(領海とは区別されている)。内水では領海と同様に領土と同じ主権が行使できる。無害通航権は認められていない(内閣官房総合海洋政策本部事務局 前掲注(1), p.16)。

(150) 「長崎県五島市沖における洋上風力発電事業者の選定について」2021.6.11. 経済産業省ウェブサイト <<https://www.meti.go.jp/press/2021/06/20210611004/20210611004.html>>; 「秋田県能代市、三種町及び男鹿市沖」、秋田県由利本荘市沖、「千葉県銚子市沖」における洋上風力発電事業者の選定について」2021.12.24. 同 <<https://www.meti.go.jp/press/2021/12/20211224006/20211224006.html>>; 「秋田県男鹿市、潟上市及び秋田市沖」、新潟県村上市及び胎内市沖、「長崎県西海市江島沖」における洋上風力発電事業者の選定について」2023.12.13. 同 <<https://www.meti.go.jp/press/2023/12/20231213003/20231213003.html>>; 「秋田県八峰町及び能代市沖」における洋上風力発電事業者の選定結果等について」2024.3.22. 同 <<https://www.meti.go.jp/press/2023/03/20240322002/20240322002.html>>; 「青森県沖日本海(南側)」及び「山形県遊佐町沖」における洋上風力発電事業者の選定結果等について」2024.12.24. 同 <<https://www.meti.go.jp/press/2024/12/20241224002/20241224002.html>>

(151) 川崎雄介「洋上風力大量導入に向けての課題と解決の道筋」『風力エネルギー』Vol.48 No.1, 2024, pp.76, 78.

(152) 「海洋再生可能エネルギー発電設備の整備に係る海域の利用の促進に関する法律の一部を改正する法律案」(第213回国会閣法第53号)。衆議院本会議で可決されたが、参議院で審査時間を確保できず廃案となった(「衆院選、与党が過半数割れ/政策運営は不安定化へ」『電気新聞』2024.10.29)。

(153) 自然エネルギー財団「[分析レポート]日本の洋上風力発電ポテンシャル 領海と排他的経済水域」2023.11, p.2. <https://www.renewable-ei.org/pdfdownload/activities/REI_Analysis_JapanOSWPotential.pdf>

(154) 鈴木英之「浮体式洋上風力発電の研究開発の進展と課題」『エネルギー・資源』Vol.45 No.1, 2024.1, pp.48-50.

において、新たな実証事業（それぞれ 1.5 万 kW 超）を進める予定である⁽¹⁵⁵⁾。

洋上風力発電に対する導入支援策としては、平成 26（2014）年度から固定価格買取（Feed-in Tariff: FIT）制度が適用され、着床式については令和 5（2023）年度からフィードインプレミアム（Feed-in Premium: FIP）制度に変更されている。浮体式については、FIT と FIP の選択が可能であり、FIT 調達価格・FIP 基準価格は制度の導入当初以来 36 円 /kWh のままで変更はない⁽¹⁵⁶⁾。

目標については、令和 2（2020）年 12 月に策定された「洋上風力産業ビジョン（第 1 次）」で、令和 12（2030）年までに 1000 万 kW、令和 22（2040）年までに 3000 万～4500 万 kW の案件を形成するという数値目標が初めて示された（一方、令和 3（2021）年 10 月に策定された「エネルギー基本計画」では、令和 12（2030）年度で 570 万 kW の稼働が目標とされている。）⁽¹⁵⁷⁾。さらに、政府は浮体式に特化した目標も検討するとしている⁽¹⁵⁸⁾。また、国内に大型風車メーカーは存在しないものの、洋上風力発電事業は、事業規模が大きく、構成する機器や部品点数が多いため、関連産業への経済波及効果が大きいことから、ライフタイム全体での国内調達比率を令和 22（2040）年までに 60% にするという目標も設定された⁽¹⁵⁹⁾。海洋基本計画〔第 4 期〕や令和 6（2024）年 4 月策定の海洋開発等重点戦略でも、洋上風力産業ビジョン（第 1 次）と同じ数値目標が記されている⁽¹⁶⁰⁾。

(2) 海洋エネルギー

海洋エネルギーを利用した発電には、潮流発電、潮汐発電、海流発電、波力発電、海洋温度差発電、塩分濃度差発電がある。日本の領海及び EEZ 全域の海洋が持つ力学的エネルギーは、陸上風力発電に匹敵するポテンシャルがあり、特に海洋温度差発電のポテンシャルが最も大きいとの評価がある（次いで海流発電、波力発電（共に海洋温度差発電の 4 分の 1 以下）、潮流発電（海洋温度差発電の 40 分の 1 弱）、潮汐発電の順となっている。）⁽¹⁶¹⁾。

(155) 「グリーンイノベーション基金「浮体式洋上風力発電実証事業」の実施海域及び事業者を決定しました」2024.6.11. 経済産業省ウェブサイト <<https://www.meti.go.jp/press/2024/06/20240611007/20240611007.html>>

(156) FIT 制度は、電力会社が一定期間、一定価格（調達価格）で買い取ることを国が約束する制度。FIP 制度は、卸電力取引市場や相対取引で自ら市場で売買し、その際、あらかじめ設定された基準価格から参照価格（市場取引等により期待される収入）を控除したプレミアム単価に供給量を乗じた額が発電事業者に交付される制度。着床式の FIP 基準価格は入札で決定される（資源エネルギー庁『再生可能エネルギー FIT・FIP 制度ガイドブック 2024』2024.3, pp.3, 7-10. <https://www.enecho.meti.go.jp/category/saving_and_new/saiene/data/kaitori/2024_fit_fip_guidebook.pdf>; 資源エネルギー庁「国内外の再生可能エネルギーの現状と今年度の調達価格等算定委員会の論点案」(第 87 回調達価格等算定委員会 資料 1) 2023.10.5, pp.31-32. <https://www.meti.go.jp/shingikai/santeii/pdf/087_01_00.pdf>。

(157) 洋上風力の産業競争力強化に向けた官民協議会「洋上風力産業ビジョン（第 1 次）」2020.12.15, p.4. 国土交通省ウェブサイト <<https://www.mlit.go.jp/kowan/content/001382705.pdf>>; 資源エネルギー庁「2030 年度におけるエネルギー需給の見通し（関連資料）」2021.10, p.30. <https://www.enecho.meti.go.jp/category/others/basic_plan/pdf/20211022_03.pdf>; 内閣官房 GX 実行推進室「分野別投資戦略について④（水素等・次世代再エネ・原子力・CCS）」(第 4 回 GX 実現に向けた専門家ワーキンググループ 資料 1) 2023.11.16, p.43. <https://www.cas.go.jp/jp/seisaku/gx_jikkou_kaigi/senmonka_wg/dai4/siryoku.pdf>

(158) 齋藤健経済産業大臣(当時)の答弁(第 213 回国会衆議院経済産業委員会議録第 18 号 令和 6 年 5 月 29 日 p.9.)。

(159) 洋上風力の産業競争力強化に向けた官民協議会 前掲注(157), p.8. なお、石狩湾新港のプロジェクトでは、発電設備の基礎の建設や、作業船による施工等を国内企業が実施することによって、国内調達比率 60% 超を達成している(内閣官房 GX 実行推進室 前掲注(157), pp.41-42.)。

(160) 「海洋基本計画〔第 4 期〕」前掲注(15), p.61; 総合海洋政策本部 前掲注(46), pp.12-13. なお、洋上風力産業ビジョン（第 1 次）では、「産業界は、着床式の発電コストを、2030～2035 年までに、8～9 円 /kWh にする」というコスト低減目標も掲げられているが、海洋基本計画や海洋開発等重点戦略には記載されていない。

(161) 山田博資・中田喜三郎「日本の海洋エネルギーポテンシャルの評価」『海洋理工学会誌』Vol.19 No.1, 2013, pp.46-47. <<https://doi.org/10.14928/amstec.19.43>> この論文では、塩分濃度差発電の評価は行われていない。

実証試験の多くは国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（New Energy and Industrial Technology Development Organization: NEDO）の助成で進められてきた。平成 23（2011）～平成 29（2017）年度においては、潮流、海流、波力、海洋温度差の各実証試験が行われ、NEDO は水中浮遊式海流発電と海洋温度差発電について良好な結果を得たと評価した⁽¹⁶²⁾。波力発電と潮流発電については、欧米と比較するとポテンシャルが低いこともあり、技術開発が遅れていると評価する一方、海流発電については、黒潮が比較的陸地の近くに存在するメリットをいかして技術開発で先行していると評価し⁽¹⁶³⁾、平成 30（2018）～令和 3（2021）年度においては、海流発電に絞って、実海域での長期実証研究を実施した⁽¹⁶⁴⁾。

導入支援については、現段階では、再エネ海域利用法の対象とはされておらず⁽¹⁶⁵⁾、FIT 制度や FIP 制度による支援対象ともされていない⁽¹⁶⁶⁾。

目標については、東日本大震災等を踏まえたエネルギー戦略の見直しを受けて、海洋エネルギーへの期待が高まり、海洋基本計画〔第 2 期〕では、「海洋エネルギー（波力、潮流、海流、海洋温度差等）を活用した発電技術として、40 円/kWh⁽¹⁶⁷⁾の達成を目標とする実機を開発する」とされたが、その後の海洋基本計画では、具体的な発電コストへの言及はなくなる一方、離島振興的な位置付けが明記されるようになった⁽¹⁶⁸⁾。

（i）潮流・海流発電

潮流発電については、令和 3（2021）年に、環境省の委託事業として、九電みらいエナジー株式会社が、長崎県五島市沖で 11 か月間、英国で実績のある SIMEC Atlantis Energy（SAE）社の海底設置式の潮流発電機（500kW）の実証試験を行った⁽¹⁶⁹⁾。さらに、潮流発電機を商用スケールの 1,000kW 級に改造して実証試験を行う予定である⁽¹⁷⁰⁾。潮流条件の良い海域に潮流発電機を

(162) NEDO 研究評価委員会「「海洋エネルギー技術研究開発」事後評価報告書」2019.3, p.5. <<https://www.nedo.go.jp/content/100897628.pdf>>

(163) NEDO 研究評価委員会「「海洋エネルギー発電実証等研究開発事業」事後評価報告書」2022.10, pp.1-2-I-3. <<https://www.nedo.go.jp/content/100964399.pdf>>

(164) 同上, pp. 概要-1- 概要-3.

(165) 「海洋再生可能エネルギー発電設備の整備に係る海域の利用の促進に関する法律施行令」（平成 31 年政令第 46 号）第 1 条において、「海域における風力」のみが海洋再生可能エネルギー源に指定されている（三浦大介「第 3 章 再エネ海域利用法の意義と課題」日本エネルギー法研究所『再生可能エネルギー導入拡大の法的論点の検討—2018～2020 年度再生可能エネルギー導入拡大の法的論点検討班研究報告書—』2024, p.56. <<https://www.jeli.gr.jp/img/file139.pdf>>）。

(166) 資源エネルギー庁 前掲注⁽¹⁶⁵⁾, p.5.

(167) 40 円/kWh という発電コストは、既に商業化されている他の再生可能エネルギーと比較すると高い水準である。経済産業省による令和 7（2025）年の試算では、陸上風力 16.3 円/kWh、洋上風力（着床式）30.9 円/kWh、太陽光（事業用）10.9 円/kWh、太陽光（住宅用）14.5 円/kWh、小水力 26.6 円/kWh、地熱 16.4 円/kWh、バイオマス（専焼）32.9 円/kWh とされている（発電コスト検証ワーキンググループ「発電コスト検証に関するとりまとめ（案）」（総合資源エネルギー調査会基本政策分科会発電コスト検証ワーキンググループ（第 6 回会合）資料 1）2025.1.24, p.4. 資源エネルギー庁ウェブサイト <https://www.enecho.meti.go.jp/committee/council/basic_policy_subcommittee/mitoshi/cost_wg/2024/data/06_04.pdf>）。

(168) 「海洋基本計画〔第 2 期〕」前掲注⁽⁴⁴⁾, p.18; 「海洋基本計画〔第 3 期〕」前掲注⁽⁴⁵⁾, p.40; 「海洋基本計画〔第 4 期〕」前掲注⁽⁴⁵⁾, p.62.

(169) 九電みらいエナジー株式会社『令和元年度大規模潜在エネルギー源を活用した低炭素技術実用化推進事業のうち潮流発電技術実用化推進事業（長崎県五島市沖における潮流発電技術を実用化するための実証事業）成果報告書』2022.3, pp.3-1, 6-8. 環境省ウェブサイト（WARP により保存されたページ）<https://warp.da.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/13728899/www.env.go.jp/earth/ondanka/tidalcurrent_pg/index.html>

(170) 九電みらいエナジー株式会社「環境省「令和 4 年度潮流発電による地域の脱炭素化モデル構築事業」に採択されました一国内初の商用スケール大型潮流発電による実証試験—」2022.3.14. <https://www.q-mirai.co.jp/files/optionallink/00000331_file.pdf>

複数台設置するファーム化が実現できれば、浮体式洋上風力発電等と遜色ないレベルまで発電単価を低下させることが可能とされているが、系統連系や国内インフラ（船舶）を使った施工等の技術的な課題の解決が必要となる⁽¹⁷¹⁾。

海流発電については、株式会社 IHI が、NEDO の助成を受けて、水中浮遊式海流発電システム（50kW × 2 基、計 100kW）を開発し、平成 29（2017）年に、鹿児島県沖の黒潮海域で、100kW 規模の海流発電としては世界初となる実証試験を行い、想定どおりの性能を発揮することを確認した⁽¹⁷²⁾。IHI は、令和 3（2021）年にも鹿児島県沖で試験を行い、経済性を評価したが、離島用電源として十分な経済性（40 円 / kWh）を確保するという目標は達成されなかった⁽¹⁷³⁾。実用化のためには、海上工事作業など、設置や運用にかかるコストの削減が課題とされている⁽¹⁷⁴⁾。

（ii）波力発電

波力発電は、日本での研究開発は縮小しており、海外に後れを取っていると考えられている⁽¹⁷⁵⁾。近年では、令和 2（2020）年に、東京大学などが、環境省の委託を受けて、新型の波力発電装置（45kW）を神奈川県平塚市の平塚新港に設置し実証試験を行った⁽¹⁷⁶⁾。令和 4（2022）年には、岩手県釜石市で地元企業が、環境省の委託を受けて、防波堤設置型の波力発電装置（20kW）の実証試験を行った⁽¹⁷⁷⁾。波力発電の商業化に向けては、装置の大型化、信頼性の向上、コスト削減などの課題を解決する必要がある⁽¹⁷⁸⁾。

（iii）海洋温度差発電

海洋温度差発電は、要素技術の性能、実証の実績、特許等知的資産などの面において日本が世界をリードしているとの評価がある⁽¹⁷⁹⁾。沖縄県は、平成 25（2013）年 6 月から、沖縄県久米島に設置した実証設備（100kW）の運転を開始し、発電利用後の海洋深層水の副次利用も進めている⁽¹⁸⁰⁾。さらに、環境省の委託事業として、株式会社商船三井、株式会社ゼネシス及び佐賀大学が共同で、令和 8（2026）年頃に 1,000kW 級の規模で世界初の商業化を実現させることを目指している⁽¹⁸¹⁾。

(171) 九電みらいエナジー株式会社 前掲注⁽¹⁶⁹⁾, pp.8-14.

(172) IHI・NEDO「世界初、100kW 級の海流発電の実証試験を完了—実海域での発電出力や姿勢安定性など、実用化に向けたデータを取得—」2017.8.25. <https://www.ihico.jp/all_news/2017/technology/1190413_1639.html>

(173) NEDO 研究評価委員会 前掲注⁽¹⁶³⁾, pp.1-2, 概要 -1- 概要 -3, III -1; 百々泰・越智文俊「海流発電実証試験の概要と信頼性評価・事業性評価」『IHI 技報』Vol.62 No.2, 2023, p.29. <https://www.ihico.jp/technology/techinfo/contents_no/_icsFiles/afiedfile/2023/08/09/08-1.pdf>

(174) 百々・越智 同上, p.32.

(175) 高尾学「波力発電装置の開発動向」『ターボ機械』Vol.52 No.7, 2024.7, p.18.

(176) 工藤宗介「平塚市の港で波力発電の実証開始、東大生産研が開発」『メガソーラービジネス』2020.6.1. <<https://project.nikkeibp.co.jp/ms/atcl/19/news/00001/00885/>>

(177) 加藤伸一「釜石の企業が波力発電、建設から運営、電力利用まで地域主導—防波堤の「穴」を活用、波の上下動をいかしてタービンを回す—」『メガソーラービジネス』2022.11.11. <<https://project.nikkeibp.co.jp/ms/atcl/19/feature/00007/00069/>>

(178) 今井康貴「波力発電の動向・展望」『太陽エネルギー』Vol.49 No.4, 2023, pp.20-21. <<https://www.jses-solar.jp/wp-content/uploads/journal276-pdf18-22.pdf>>

(179) 池上康之「海洋温度差発電を核とした日本版「GX 島嶼モデル」」『Ocean Newsletter』No.564, 2024.2.5. <https://www.spf.org/opri/newsletter/564_3.html>

(180) 池上康之「世界に先駆けて沖縄・久米島で海洋温度差発電の実証を開始—再生可能エネルギーにおける安定的電源の役割を目指して—」『産学官連携ジャーナル』Vol.12 No.8, 2016, pp.15-16. <https://doi.org/10.1241/sangakukanjournal.12.8_14>

(181) 「沖縄県久米島における海洋温度差発電の実証事業が環境省事業に採択—2026 年頃までに世界初の海洋温度差発電の商用化を目指す—」2023.3.24. 商船三井ウェブサイト <<https://www.mol.co.jp/pr/2023/23038.html>>

(iv) 塩分濃度差発電

塩分濃度差発電の一つである浸透圧発電については、福岡地区水道企業団、福岡市及び協和機電工業株式会社が、福岡市内の同企業団の海水淡水化センター⁽¹⁸²⁾に、日本初の実用規模の発電設備（110kW）を建設する（令和7（2025）年稼働予定⁽¹⁸³⁾）。この成果を踏まえて、協和機電工業は、中東地域の大型海水淡水化施設への導入を目指しているほか、海水と下水処理水を使用した浸透圧発電の開発にも取り組んでいる。浸透性能に優れた膜の開発が課題とされている⁽¹⁸⁴⁾。

(3) 洋上太陽光発電

浮体式太陽光発電設備は、世界に先駆けて貯水池や湖に設置されてきたが、洋上においては、令和6（2024）年5月に、実証実験（2件）が初めて開始された。2件とも、東京都の補助事業であり、波がほとんどない東京湾に発電設備が設置され、令和7（2025）年3月末まで実施される。一つは、東急不動産株式会社とオランダのSolarDuck社が共同で設置した発電設備（83kW）で、地上の蓄電池への充電、照明への利用等について検証する事業である⁽¹⁸⁵⁾。もう一つは、三井住友建設株式会社が設置した発電設備（55kW）で、海の環境に適したフロート（太陽光パネルを水面に浮かべるための部材）や係留等について検証する事業である⁽¹⁸⁶⁾。

海洋基本計画には、洋上太陽光発電に関する記述はない。

2 世界の動向

(1) 洋上風力発電

洋上風力発電の世界全体の累積導入量（2023年末）は7520万kWで、そのほとんどは、着床式である。約半分は中国（3780万kW）で、英国など欧州諸国も多い（表4）。導入の中心は、2019年までは欧州であったが、2020年以降は、中国が欧州を上回っている⁽¹⁸⁷⁾。浮体式については、世界全体の累積導入量（2023年末）は23.6万kWでノルウェーと英国の導入量が多い。2029年以降に商業化段階に入り、年間数百万kW規模で導入が進み、2033年末の世界全体の累積導入量は3300万kWに達するとの予測もある⁽¹⁸⁸⁾。

欧州では、北海を中心とした遠浅で風況が強い海域を有するという地理的優位に加え、石油・天然ガスなどの海洋資源開発で培った技術をベースとして、洋上風力発電の開発が進められた⁽¹⁸⁹⁾。

(182) 海水淡水化センターについては、澤田大祐「2 水資源問題の解決に取り組む日本の膜技術」国立国会図書館調査及び立法考査局『持続可能な社会の構築—総合調査報告書—』（調査資料 2009-4）2010.3, pp.142-143. <<https://doi.org/10.11501/1166387>> を参照のこと。

(183) 「日本初！「浸透圧発電」の実用化へ—捨てるもの（排水）から生み出す新たな価値—」福岡地区水道企業団ウェブサイト <<https://www.f-suiki.or.jp/wp-content/uploads/2023/10/5683f686954e8bd95ac993ef013f1ccb.pdf>>

(184) 眞壁良・上山哲郎「浸透圧発電（PRO）の開発動向」『ターボ機械』Vol.52 No.7, 2024.7, pp.30-31.

(185) 加藤伸一「東京湾に浮かぶ「洋上太陽光」、蘭社製フロートで強風の影響など検証 蓄電池に貯めて運び、ベイエリアで地産地消」『メガソーラービジネス』2024.7.4. <<https://project.nikkeibp.co.jp/ms/atcl/19/feature/00007/00121/>>

(186) 加藤伸一「「洋上太陽光」を東京湾で実証、国産フロートも採用 三井住友建設が鋼管製の外枠を開発、貯木場跡などへの設置を想定」『メガソーラービジネス』2024.7.19. <<https://project.nikkeibp.co.jp/ms/atcl/19/feature/00007/00123/>>

(187) Global Wind Energy Council (GWEC), *Global Offshore Wind Report 2024*, 2024.6, p.90.

(188) *ibid.*, p.142.

(189) 日本船舶輸出組合ほか『2022年度特別調査 欧州の洋上風力事業及び関連船舶に関する動向調査』2023.3, p.143. 日本船舶技術研究協会ウェブサイト <<https://www.jstra.jp/PDF/d9c84d9e200305323f7c913b0215cb92626b4fab.pdf>>

2010年代に、風車の大型化など技術の向上によって発電コストの低下が進み、競争力が向上した⁽⁹⁰⁾。

表4 世界各国の洋上風力発電の導入実績と目標

単位：百万kW

	実績	目標					
	2023年	2025年	2030年	2035年	2040年	2045年	2050年
EU	19.4	-	111	-	-	-	317
ドイツ	8.5	-	30	40	-	70	
オランダ	4.7	-	21 [2032年]		50	-	70
デンマーク	2.7	-	13	-	-	-	-
ベルギー	2.3	-	6	-	8	-	-
フランス	0.8 (0.002)	-	-	18	-	-	45
ポルトガル	0.0 (0.025)	-	10	-	-	-	-
アイルランド	0.0	-	7 (2)	-	20	-	37
スペイン	0.0 (0.002)	-	3 (3)	-	-	-	-
ポーランド	-	-	6	-	11	-	-
英国	14.8 (0.078)	-	50 (5)	-	-	-	-
ノルウェー	0.1 (0.101)	-	-	-	30	-	-
米国	0.0	-	30	- (15)	-	-	110
中国	37.8 (0.023)	-	-	-	-	-	-
台湾	2.1	6	13	21	-	-	40～55
ベトナム	0.8	-	6	-	-	-	-
韓国	0.1	-	14	-	-	-	-
日本	0.2 (0.005)	-	10	-	30～45	-	-
世界計	75.2 (0.236)						

(注) EUの目標は、洋上風力発電だけでなく、海洋エネルギーを含めた目標。日本の目標は、案件形成に関する目標で導入目標ではない。括弧内の数値は浮体式洋上風力発電の導入に関する実績及び目標。

(出典) Global Wind Energy Council (GWEC), *Global Offshore Wind Report 2024*, 2024.6, pp.92-93, 128-145; WindEurope, *Wind energy in Europe: 2023 Statistics and the outlook for 2024-2030*, 2024.2, pp.10-11. <<https://windeurope.org/intelligence-platform/product/wind-energy-in-europe-2023-statistics-and-the-outlook-for-2024-2030/>>; “New offshore wind farms,” 2021.7.19. Netherlands Enterprise Agency (RVO) Website <<https://english.rvo.nl/topics/offshore-wind-energy/new-offshore-wind-farms/>>; Ministry of Climate and Environment, “Energy Policy of Poland until 2040 (EPP2040),” 2021.2, p.63. <<https://www.gov.pl/attachment/b1febd0c-e544-412d-a0d7-f6bff01707c1>>; U.S. Department of Energy, *Advancing Offshore Wind Energy in the United States*, 2023.3, p.3. <<https://www.energy.gov/sites/default/files/2023-03/advancing-offshore-wind-energy-highlights.pdf>>; 南穀・工藤歩惟「北東アジアにおける洋上風力開発の最新事情—台湾・韓国における洋上風力開発の現状と課題—」『海外電力』Vol.65 No.11, 2023.11 を基に筆者作成。

(90) 欧州で新規に導入された洋上風力のローターの直径の平均は、2010年で100m以下であったが、2020年には160m超となった。発電コストは、2010年で0.156 USD/kWhであったが、2020年には0.096 USD/kWhに低下した (Mehmet Bilgili et al., “Potential visibility, growth, and technological innovation in offshore wind turbines installed in Europe,” *Environmental Science and Pollution Research*, Vol.30, 2022.11, pp.27213, 27220.)。

欧州委員会 (European Commission) は、2020年11月に「洋上再生可能エネルギー戦略」を発表し、洋上風力発電を2030年までに6000万kW、2050年までに3億kWに拡大する目標を掲げた⁽¹⁹¹⁾。ロシアのウクライナ侵攻を受けて、欧州の五つの海域の沿岸国が、次々に共同宣言の形で新たな洋上風力発電の目標を打ち出したことを受け⁽¹⁹²⁾、2023年10月、欧州委員会は、2030年に1億1100万kW、2050年に3億1700万kWとする新たな洋上再生可能エネルギーの導入目標を設定した⁽¹⁹³⁾。ただし、許認可手続の長期化、送電系統容量の不足、インフレによる建設コストの上昇、大型化に対応する部品供給体制や港湾インフラの構築への対応など、解決すべき課題もある⁽¹⁹⁴⁾。

欧州で最も意欲的なのは英国である。2022年4月に、政府は、2030年までに、洋上風力発電5000万kW（浮体式500万kWを含む。）という目標を打ち出した⁽¹⁹⁵⁾。スコットランドの海域だけでも、既に4554万kW超の洋上風力プロジェクト（着床式2086万kW、浮体式2469万kW）が進行中である⁽¹⁹⁶⁾。代表的なプロジェクトとして、Green Volt 風力発電所（最大35基、56万kW。2029年発電開始予定）があり、差額決済契約 (Contracts for Difference: CfD)⁽¹⁹⁷⁾ と呼ばれる支援スキームを利用して、建設が進められている⁽¹⁹⁸⁾。洋上風力発電の導入が遅れていたフランスでは、2024年5月に、商業規模（25万kW）の浮体式洋上風力発電として世界初のFIT入札が実施され、86ユーロ/MWh（約14.1円⁽¹⁹⁹⁾/kWh）という低価格で落札された⁽²⁰⁰⁾。

(191) European Commission, “Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions: An EU Strategy to harness the potential of offshore renewable energy for a climate neutral future,” COM(2020) 741 final, 2020.11.19, pp.1-2. <<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52020DC0741>>

(192) “THE DECLARATION OF ENERGY MINISTERS on The North Sea as a Green Power Plant of Europe.” WindEurope Website <<https://windeurope.org/wp-content/uploads/files/policy/position-papers/20220518-Declaration-of-energy-ministers.pdf>>; “THE MARIENBORG DECLARATION: The Baltic Sea Energy Security Summit,” 2022.8.30. Government of Denmark Website <https://www.regeringen.dk/media/11544/the-marienborg-declaration-_300822.pdf>; North Seas Energy Cooperation (NSEC), “2022 Joint Statement on the North Seas Energy Cooperation,” 2022.9.12. <<https://circabc.europa.eu/ui/group/9198696f-e42c-4a88-b4f1-7a1788eb9b7c/library/082173b4-8d19-4c4b-aaa4-7612daf879c0/details>>; “OSTEND DECLARATION ON THE NORTH SEAS AS EUROPE’S GREEN POWER PLANT,” 2023.4.24. HM Government Website <<https://assets.publishing.service.gov.uk/media/65ae768d82fee900106f5ffa/ostend-leaders-declaration-north-seas-as-europes-green-power-plant.pdf>>

(193) 海洋エネルギーを含む目標値であり、新たに設定された2050年の目標値は、前述の「洋上再生可能エネルギー戦略」の目標値（洋上風力発電3億kW + 海洋エネルギー4000万kW）よりも小さくなっている（European Commission, “Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions: Delivering on the EU offshore renewable energy ambitions,” COM(2023) 668 final, 2023.10.24, pp.2-3. <<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52023DC0668>>）。

(194) 安芸稔夫「欧州における洋上風力開発の最新事情」『海外電力』Vol.65 No.11, 2023.11, pp.24-35.

(195) HM Government, *British Energy Security Strategy*, 2022.4, p.16. <<https://assets.publishing.service.gov.uk/media/626112c0e90e07168e3fdb3/british-energy-security-strategy-web-accessible.pdf>>

(196) “Scotland Offshore Wind Project map.” Offshore Wind Scotland Website <<https://www.offshorewindscotland.org.uk/media/wrlb1jdk/scottish-offshore-wind-market-jan-2024-hires.png>>

(197) 再生可能エネルギー等の発電事業者の投資回収の予見可能性を高めるために、入札を通じて設定された基準価格（ストライクプライス）に対して、市場価格（卸電力取引価格）がそれを下回る場合は、政府側がその差額を事業者に補てんし、上回る場合は、その差額を事業者が政府側に支払う仕組み。Green Volt 風力発電所の基準価格は139.93ポンド/MWh（約28.5円/kWh）（“Contracts for Difference Allocation Round 6 results,” 2024.9.3. HM Government Website <https://assets.publishing.service.gov.uk/media/66d6ad7c6eb664e57141db4b/Contracts_for_Difference_Allocation_Round_6_results.pdf>）。

(198) “The first commercial-scale floating offshore windfarm in Europe.” Green Volt Windfarm Website <<https://greenvoltoffshorewind.com/>>

(199) 1ユーロ=164円（令和6（2024）年5月分報告省令レート）で換算。

(200) “France announces winners of world’s first commercial-scale floating offshore wind auction,” 2024.5.16. WindEurope Website <<https://windeurope.org/newsroom/news/france-announces-winners-of-worlds-first-commercial-scale-floating-offshore-wind-auction/>>

第一次トランプ政権（2017年1月～2021年1月）の下で洋上風力発電の導入が停滞していた米国は、バイデン政権の下、2021年3月に、2030年に3000万kW、2050年に1億1000万kWという導入目標を打ち出した⁽²⁰¹⁾。2024年5月末時点での設備容量は17.4万kWにとどまるが、IRAによる税額控除の拡大や積極的な海域リース等によって、総計8000万kW（建設中410万kW、認可済（未着工）338万kW、認可申請中1979万kW、海域リース権取得2287万kW、計画段階（海域リース権取得前）3021万kW）を超えるプロジェクトが存在している⁽²⁰²⁾。2022年9月には、バイデン政権は、浮体式について、2035年までに1500万kWという導入目標を打ち出した⁽²⁰³⁾。カリフォルニア州沖合には、海域リース権を獲得した段階にある計600万kWを超える浮体式洋上風力発電のプロジェクトが存在する⁽²⁰⁴⁾。しかし、第二次トランプ政権は、発足直後に発表された洋上風力発電の海域リース一時撤退等に関する大統領覚書⁽²⁰⁵⁾で、エネルギーのコスト低減等の観点から、洋上風力のための新規の海域リースを一時停止するとともに、内務長官に対して、既存の海域リースを経済や環境の観点から終了・修正する必要性を包括的に検討し、大統領に報告書を提出するよう求めるなどの政策を打ち出し、政策転換を進めている。

浮体式に関しては、韓国の取組も注目されている。南東部の蔚山（ウルサン）市沖で、2030年までに600万kW超（計13プロジェクト）を建設する計画があり、国内外の事業者が事業許可を取得して取組を進めている⁽²⁰⁶⁾。

(2) 海洋エネルギー

世界全体の海洋エネルギーのポテンシャルは、海洋温度差発電が最も大きく、海洋エネルギー全体の6割近く、次いで波力発電が4割近くを占める。塩分濃度差発電や潮流発電のポテンシャルは、これらよりもはるかに小さいと考えられている⁽²⁰⁷⁾。一方、海洋エネルギーの設備容量は計53万4700kWで、その大部分を占めるのは潮汐発電（52万1500kW）である⁽²⁰⁸⁾。潮汐発電は、フランスのランス発電所（24万kW、1967年完成）、韓国の始華湖（シファホ）発電所（25万4000kW、2011年完成）など、技術的には商業化レベルにあるが、莫大な建設費が必要なことから新規建設の意欲は乏しいとされる⁽²⁰⁹⁾。近年、開発が進展しているのは潮流発電と波力発電

(201) “FACT SHEET: Biden Administration Jumpstarts Offshore Wind Energy Projects to Create Jobs,” 2021.3.29. National Archives Website <<https://bidenwhitehouse.archives.gov/briefing-room/statements-releases/2021/03/29/fact-sheet-biden-administration-jumpstarts-offshore-wind-energy-projects-to-create-jobs/>>

(202) Angel McCoy et al., *Offshore Wind Market Report: 2024 Edition*, 2024.8, pp.7-26. National Renewable Energy Laboratory Website <<https://www.nrel.gov/docs/fy24osti/90525.pdf>>

(203) “FACT SHEET: Biden-Harris Administration Announces New Actions to Expand U.S. Offshore Wind Energy,” 2022.9.15. National Archives Website <<https://bidenwhitehouse.archives.gov/briefing-room/statements-releases/2022/09/15/fact-sheet-biden-harris-administration-announces-new-actions-to-expand-u-s-offshore-wind-energy/>>

(204) Angel McCoy et al., *op.cit.*⁽²⁰²⁾, pp.v, 19, 21.

(205) Memorandum: Temporary Withdrawal of All Areas on the Outer Continental Shelf from Offshore Wind Leasing and Review of the Federal Government’s Leasing and Permitting Practices for Wind Projects, January 20, 2025, *Federal Register*, Vol.90 No.18, pp.8363-8365. <<https://www.govinfo.gov/content/pkg/FR-2025-01-29/pdf/2025-01966.pdf>>

(206) 南穀・工藤歩惟「北東アジアにおける洋上風力開発の最新事情—台湾・韓国における洋上風力開発の現状と課題—」『海外電力』Vol.65 No.11, 2023.11, pp.68-69.

(207) International Renewable Energy Agency (IRENA) and Ocean Energy Europe (OEE), *Scaling up investments in ocean energy technologies*, 2023.3, p.6. <https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2023/Mar/IRENA_OEE_Scaling_up_investment_ocean_energy_2023.pdf>

(208) *ibid.*, p.7.

(209) 科学技術振興機構研究開発戦略センター『環境・エネルギー分野—研究開発の俯瞰報告書— 2023年』2023, p.243. <<https://www.jst.go.jp/crds/pdf/2022/FR/CRDS-FY2022-FR-03.pdf>>

である。2020年時点において、それぞれ1万600kW、2,310kWが導入されている。海洋温度差発電は230kW、塩分濃度差発電は50kWにとどまっている⁽²¹⁰⁾。

海洋エネルギーの開発は、欧州で積極的に進められているほか、中国や米国でも取組が進められている。EUは、2020年11月に「洋上再生可能エネルギー戦略」の中で、海洋エネルギーについて、2030年までに100万kW、2050年までに4000万kWという導入目標を設定した⁽²¹¹⁾。2023年10月には、2027年までに10万kW、2020年代末又は2030年代初頭までに100万kWの達成が可能と評価した⁽²¹²⁾。アイルランド、ポルトガル、スペインもそれぞれ、海洋エネルギーの導入目標や見通しを示している⁽²¹³⁾。英国では、スコットランドが、産業振興の観点から世界の海洋エネルギー（波力、潮流）市場でのシェア獲得を目指している⁽²¹⁴⁾。中国は、2022年6月に公表した「第14次5か年再生可能エネルギー発展計画」で、潮汐発電（1万kW級）、潮流発電（1,000kW級）、波力発電の実証試験を着実に推進する方針を打ち出している⁽²¹⁵⁾。米国では、2023年11月に、カリフォルニア州において、波力・潮力エネルギーの実現可能性、コスト、便益を評価する報告書を2025年1月までに提出するよう、州のエネルギー資源保全開発委員会に求める法改正が行われた⁽²¹⁶⁾。連邦議会でも、海洋エネルギー技術加速化法案⁽²¹⁷⁾が提出されるなど、商業化の促進を求める動きがある。

将来見通しに関する見解は大きく分かれている。国際再生可能エネルギー機関（International Renewable Energy Agency: IRENA）は、世界の海洋エネルギーの設備容量は、2030年に7200万kW（洋上風力発電の約19%相当）、2040年に1億8800万kW（洋上風力発電の約17%相当）、2050年に3億5200万kW（洋上風力発電の約18%相当）まで拡大すると予測している⁽²¹⁸⁾。IEAの技術協力プログラムの一つである海洋エネルギーシステム（Ocean Energy Systems: OES）は、2050年までに、3億kW（波力発電1億8000万kW、潮流発電1億2000万kW）の導入に向けたロードマップを描いている⁽²¹⁹⁾。一方、最新のIEAの見通しはこれらよりも抑制的で、海洋エネルギー（潮流＋波力）の設備容量は、2030年に100～400万kW、2040年に1600～2300万kW、2050年に3400～4300万kWと見込んでいる⁽²²⁰⁾。

⁽²¹⁰⁾ IRENA and OEE, *op.cit.*⁽²⁰⁷⁾, p.7; IRENA, *Offshore Renewables: An Action Agenda for Deployment*, 2021.7 pp.51, 56. <https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2021/Jul/IRENA_G20_Offshore_renewables_2021.pdf>

⁽²¹¹⁾ European Commission, *op.cit.*⁽¹⁹¹⁾, pp.1-2.

⁽²¹²⁾ European Commission, *op.cit.*⁽¹⁹³⁾, p.3.

⁽²¹³⁾ IRENA and OEE, *op.cit.*⁽²⁰⁷⁾, p.25.

⁽²¹⁴⁾ Scottish Government, *Draft Energy Strategy and Just Transition Plan – delivering a fair and secure zero carbon energy system for Scotland*, 2023.1, pp.3, 66, 173-175. <<https://www.gov.scot/binaries/content/documents/govscot/publications/strategy-plan/2023/01/draft-energy-strategy-transition-plan/documents/draft-energy-strategy-transition-plan/draft-energy-strategy-transition-plan/govscot%3Adocument/draft-energy-strategy-transition-plan.pdf>>

⁽²¹⁵⁾ 『“十四五” 可再生能源发展规划（发布稿）』 pp.19-20. 中华人民共和国国家发展和改革委员会ウェブサイト <<https://www.ndrc.gov.cn/xxgk/zcfb/ghwb/202206/P020220602315308557623.pdf>>

⁽²¹⁶⁾ “SB-605 Wave and tidal energy. (2023-2024).” California Legislative Information Website <https://leginfo.ca.gov/faces/billTextClient.xhtml?bill_id=2023202405B605>

⁽²¹⁷⁾ Marine Energy Technologies Acceleration Act, 118 H.R.9238. <<https://www.congress.gov/bill/118th-congress/house-bill/9238/titles>>

⁽²¹⁸⁾ IRENA, *op.cit.*⁽²¹⁰⁾, pp.40, 60.

⁽²¹⁹⁾ OES, *Ocean Energy and Net Zero: An International Roadmap to Develop 300GW of Ocean Energy by 2050*, 2023, pp.6-8. <<https://www.ocean-energy-systems.org/documents/71206-oes-international-vision-2023.pdf>>

⁽²²⁰⁾ IEA, *World Energy Outlook 2024*, 2024, pp.299, 305, 311. <<https://iea.blob.core.windows.net/assets/04f06925-a5f4-443d-8f1a-6daa31305ace/WorldEnergyOutlook2024.pdf>>

(i) 潮流・海流発電

潮流発電については、流速の速い海域がある英国が世界をリードしている⁽²²¹⁾。2018年には、スコットランドの北方の海域に設置された世界最大規模の潮流発電設備（1,500kW × 4基、計6,000kW）の運転が開始された（SAE社のMeyGenプロジェクト）。このプロジェクトは、洋上風力発電と同じようにCfDによる支援（直近のCfDの基準価格⁽²²²⁾は172ポンド/MWh（約35.1円⁽²²³⁾/kWh）で、浮体式洋上風力発電より2割ほど高い。）を受けて、2029年までに5万9000kWを追加する計画となっており、将来的には、更に設備を追加設置して計39万8000kWとすることを目指すものである⁽²²⁴⁾。CfDの支援を受けて進められている潮流発電プロジェクトは、MeyGenプロジェクトを含めて、計12万kWに達する⁽²²⁵⁾。中国では、浙江省の実証プラントが、近年3,300kWまで拡張された⁽²²⁶⁾。一方、世界最大級の干満差があるカナダ・ノバスコシア州のファンディ湾では、連邦政府の支援を受けた潮流発電プロジェクトが複数あるが、海洋生物の保護に関する規制やタービンの技術上の問題などに直面し、撤退する企業もある⁽²²⁷⁾。

海流発電については、日本以外では、世界的にほとんど実証試験が行われていない。環境への影響は明確ではなく、技術の水準は低いが、同様の技術を用いる潮流発電が十分に商業化されれば、注目が集まる可能性があるとの見方がある⁽²²⁸⁾。オランダのスタートアップ企業による商業化に向けた動きもある⁽²²⁹⁾。

(ii) 波力発電

様々な形式の波力発電装置が提案されているが、一つの最適な装置に収れんしていない⁽²³⁰⁾。商業化されたものとしては、2011年にスペインの堤防に埋め込まれる形で設置された振動水柱型の波力発電設備（18.5kW × 16基、計296kW）、米国のOcean Power Technologies社が販売する可動物体型の小型の波力発電（3kW）を利用した海洋監視装置などがある⁽²³¹⁾。2024年7

(221) 村上天元「海流・潮流発電の動向・展望」『太陽エネルギー』Vol.49 No.4, 2023, p.17. <<https://www.jses-solar.jp/wp-content/uploads/journal276-pdf11-17.pdf>>

(222) 前掲注⁽¹⁹⁷⁾参照。

(223) 1ポンド=204円（令和6（2024）年9月分報告省令レート）で換算。

(224) “MEYGEN.” SAE Website <<https://saerenewables.com/tidal-stream/meygen/>>; “Contracts for Difference Allocation Round 6 results,” *op.cit.*⁽¹⁹⁷⁾

(225) “Contracts for Difference Allocation Round 6 results,” *ibid.*; “Contracts for Difference Allocation Round 5 results,” 2023.9.8. HM Government Website <<https://assets.publishing.service.gov.uk/media/64fa0473fdc5d10014fce820/cfd-ar5-results.pdf>>; “Contracts for Difference Allocation Round 4 results,” 2022.7.7. *ibid.* <<https://assets.publishing.service.gov.uk/media/65b1463d160765000d18f834/contracts-for-difference-cfd-allocation-round-4-results.pdf>>

(226) Libo Chen et al., “Analysis for the Development of Marine Renewable Energy Industry in China,” *Advances in Engineering Technology Research*, Vol.7 No.1, 2023, p.274.

(227) “Are efforts to harness the Bay of Fundy’s tides doomed to fail? Companies seeking to harness the power of Nova Scotia’s currents have so far hit the rocks, both literally and metaphorically, and anyone who hopes to succeed faces a sea of challenges,” *The Globe and Mail*, 2024.1.17.

(228) T.M.T.N Thennakoon et al., “Harnessing the Power of Ocean Energy: A Comprehensive Review of Power Generation Technologies and Future Perspectives,” *Journal of Research Technology and Engineering*, Vol.4 No.3, 2023.7, p.78. <<https://www.jrte.org/wp-content/uploads/2023/07/Harnessing-the-Power-of-Ocean-Energy-A-Comprehensive-Review-of-Power-Generation-Technologies-and-Future-Perspectives.pdf>>

(229) Admir Cavalic, “Ocean current energy is the third source,” *Offshore Energy*, 2022.11.18. <<https://www.offshore-energy.biz/ocean-current-energy-is-the-third-source/>>

(230) 永田修一「波力発電の研究開発動向」『マリンエンジニアリング』Vol.56 No.2, 2021.3, p.69. <<https://doi.org/10.5988/jime.56.236>>

(231) 同上, pp.67-68; 今井 前掲注⁽¹⁷⁸⁾, pp.20-21.

月には、アイルランドの OceanEnergy 社が、米国、アイルランド両政府の協力の下、ハワイ州 オアフ島沖の海軍波力エネルギー試験場に浮体式の波力発電設備（1,250kW）を設置した⁽²³²⁾。スウェーデンの Eco Wave Power 社は、ポルトガル及びトルコの防潮堤にそれぞれ最大 2 万 kW、7.7 万 kW の波力発電設備を設置するプロジェクトを進めている⁽²³³⁾。

(iii) 海洋温度差発電

設備容量 100～200kW のプラントは、日本、米国（ハワイ）、韓国で運転が行われてきた実績がある。2019 年に、これを大きく上回る 1,000kW のプラントの実証試験が韓国で行われた（同プラントはキリバスに移設される予定である。）⁽²³⁴⁾。2025 年には、サントメ・プリンシペで、英国の Global OTEC 社が開発した 1,500kW のプラントの運転が開始される予定である。同社は世界中の島嶼国に展開することを計画している⁽²³⁵⁾。モーリシャスでは、株式会社商船三井が、海洋深層水を発電だけでなく、水産、農業、空調など様々な分野で複合的に活用する事業に向けた調査を進めている⁽²³⁶⁾。

(iv) 塩分濃度差発電

海洋エネルギーの中で最も成熟度の低い技術で、まだ小規模プラントによる実証段階にある。塩分濃度差発電の一つである逆電気透析発電については、オランダの REDstack 社が、2014 年に世界初の実証プラント（1kW）の運転を開始し、2025 年には 16.5kW に拡張する計画である。フランスでも実証プラント（最大 50kW）の建設計画がある⁽²³⁷⁾。浸透圧発電については、デンマークの SaltPower 社が、2023 年に実証プラント（75～95kW）の試運転を開始した⁽²³⁸⁾。

(3) 洋上太陽光発電

洋上太陽光発電は、国土が狭く、地上設置型の太陽光発電システムの開発が困難な国々での導入が進んでいる。シンガポールとマレーシアの間のジョホール海峡では、5,000kW の浮体式太陽光発電が設置された⁽²³⁹⁾。セーシェルのラグーンでは、これを上回る 5,800kW の浮体式太陽

⁽²³²⁾ “Irish Wave Energy Pioneer Deploys World’s First Electricity Grid- Scale Device at US Navy Test Site in Hawaii,” 2024.7.25. OceanEnergy Website <<https://oceanenergy.ie/irish-wave-energy-pioneer-deploys-worlds-first-electricity-grid-scale-device-at-us-navy-test-site-in-hawaii/>>

⁽²³³⁾ “Eco Wave Power Enters Concession Agreement with APDL to Enable the Construction of an up to 20MW Wave Energy Power Station in Portugal,” *Cision News*, 2020.4.16. <<https://news.cision.com/ewpg-holding-ab--publ-r/eco-wave-power-enters-concession-agreement-with-apdl-to-enable-the-construction-of-an-up-to-20mw-wav,c3092835>>; “Eco Wave Power Inks Historic Concession Agreement to build 77-Megawatt Power Station,” 2022.12.8. Eco Wave Power Website <<https://www.ecowavepower.com/eco-wave-power-inks-historic-concession-agreement-to-build-77-megawatt-power-station/>>

⁽²³⁴⁾ 森崎敦史「海洋温度差発電の動向・展望」『太陽エネルギー』Vol.49 No.4, 2023, p.28. <<https://www.jses-solar.jp/wp-content/uploads/journal276-pdf23-30.pdf>>

⁽²³⁵⁾ Pamela L argue, “Commercial-scale ocean thermal energy conversion tech launched,” *Power Engineering International*, 2023.11.7. <<https://www.powerengineeringint.com/renewables/marine/commercial-scale-ocean-thermal-energy-conversion-tech-launched/>>

⁽²³⁶⁾ 工藤宗介「商船三井、モーリシャスの海洋温度差発電へ調査事業」『メガソーラービジネス』2024.1.18. <<https://project.nikkeibp.co.jp/ms/atcl/19/news/00001/03903/>>

⁽²³⁷⁾ European Commission Directorate-General for Energy and Energy Transition Expertise Centre (EnTEC), *The potential of osmotic energy in the EU - Final report*, Publications Office of the European Union Website, 2024. <<https://data.europa.eu/doi/10.2833/360619>>

⁽²³⁹⁾ Amir Garanovic, “Sunseap installs one of world’s largest offshore floating solar farms in Singapore,” *Offshore Energy*, 2021.3.24. <<https://www.offshore-energy.biz/sunseap-installs-one-of-worlds-largest-offshore-floating-solar-farms-in-singapore/>>

光発電の建設計画もある⁽²⁴⁰⁾。EUは、洋上設置の浮体式太陽光発電について開発の初期段階にあるが、将来的に有望な技術として、海洋エネルギーと共に、研究開発の支援対象に含めている⁽²⁴¹⁾。欧州の中ではオランダが最も意欲的であり、2030年までに300万kWの洋上太陽光発電の導入を目標として設定した⁽²⁴²⁾。2024年7月には、SolarDuck社が同国沖の北海に実証試験用の500kWの浮体式発電設備を設置した⁽²⁴³⁾。フランス沖の地中海では、2025年末から1,000kWの実証試験が計画されている⁽²⁴⁴⁾。イタリアのターラント湾沖では、浮体式洋上風力発電（42万kW）と浮体式洋上太陽光発電（12万kW）を組み合わせたハイブリッド発電所を開発する計画がある⁽²⁴⁵⁾。中国の山東省沖では、2024年11月に、世界最大となる100万kWの洋上太陽光発電所（着床式）の発電が開始された⁽²⁴⁶⁾。

3 小括

世界的には、着床式洋上風力発電の飛躍的な導入が進み、浮体式洋上風力発電や潮流発電の商業化も見込まれている。波力発電や洋上太陽光発電なども、気候変動対策の観点から開発が進められつつある。一方、遠浅の海域が少ない日本では、着床式洋上風力発電の導入量は欧州や中国と比べると少ない。浮体式洋上風力発電のポテンシャルはアジア最大であるが、欧州や韓国の後じんを拝している状況である⁽²⁴⁷⁾。海洋エネルギーについては、ポテンシャルの大きい海洋温度差発電や海流発電を中心に開発が進められているが、EUのような導入目標は掲げられていない。

おわりに

日本の海洋エネルギー・鉱物資源及び海洋再生可能エネルギーの開発に向けた取組の特徴は、世界的には研究開発が進んでいないものの日本の管轄海域で賦存量や導入ポテンシャルが大きいと考えられる海底熱水鉱床、レアアース泥、メタンハイドレート、海流発電の開発に重点を置き、世界初の実証試験など先端的な取組が進められてきた（ただし、商業化の見通しはまだ得られていない）ことである。一方、世界的に商業化が進んでいる石油・天然ガス、着床式洋上風力発電や、世界的に商業化の期待が高まっているマンガン団塊、浮体式洋上風力発電、潮

⁽²⁴⁰⁾ IRENA, *op.cit.*(210), p.68.

⁽²⁴¹⁾ European Commission, *op.cit.*(191), pp.4, 21.

⁽²⁴²⁾ “Extra pakket maatregelen dicht gat tot klimaatdoel 2030,” 2023.4.26. Government of the Netherlands Website <<https://www.rijksoverheid.nl/actueel/nieuws/2023/04/26/extra-pakket-maatregelen-dicht-gat-tot-klimaatdoel-2030>>

⁽²⁴³⁾ “SolarDuck and RWE successfully install offshore floating solar pilot Merganser off Dutch coast,” 2024.7.4. SolarDuck Website <<https://solarduck.tech/solarduck-and-rwe-successfully-install-offshore-floating-solar-pilot-merganser-off-dutch-coast/>>

⁽²⁴⁴⁾ Zerina Maksumic, “Multimillion-euro grant for first 1 MWp French and Mediterranean floating solar farm,” *Offshore Energy*, 2024.6.24. <<https://www.offshore-energy.biz/multimillion-euro-grant-for-the-first-1-mwp-french-and-mediterranean-floating-solar-farm/>>

⁽²⁴⁵⁾ Nadja Skopljak, “Three partners unite for landmark hybrid wind-solar farm offshore Italy,” *Offshore Energy*, 2024.2.29. <<https://www.offshore-energy.biz/three-partners-unite-for-landmark-hybrid-wind-solar-farm-offshore-italy/>>

⁽²⁴⁶⁾ 工藤宗介「中国で1GWの「洋上太陽光」が稼働、パネル下で養殖」『メガソーラービジネス』2024.11.16. <<https://project.nikkeibp.co.jp/ms/atcl/19/news/00001/04606/>>

⁽²⁴⁷⁾ 木下健「「海洋立国」日本の戦略考える一動き始めた我が国の洋上風力の現状下、さらなる海洋エネルギー利用推進に向けてやれること、やるべきこと」『政策オピニオン』No.292, 2024.4.20, pp.1-5. <https://ippjapan.org/pdf/Opinion292_TKinoshita.pdf>

流発電、波力発電についても、取組は行われてきたが、世界の先端的な取組からは遅れている。

日本がこうした現状に甘んじている背景の一つとして、日本特有の地形、地質、気象、海象等の自然的条件が大きく影響していることは言うまでもないが、政府の計画の問題、開発に向けた制度整備の遅れなど政策面の課題もある。有識者からは、例えば、従来の海洋基本計画は、海底熱水鉱床やメタンハイドレートの目標が現状の技術水準からかい離していたこと、商業化に必要な発見やイノベーションまでを目的化し、基礎科学を軽視してきたこと、再エネ海域利用法が制定されるまで海域利用調整に関する法的な課題が洋上風力発電の普及のボトルネックとなっていたこと、などが指摘されている⁽²⁴⁸⁾。また、今後の課題として、深海底やEEZでの海洋資源開発の際の海洋環境保全に関する法的枠組みの整備の必要性も指摘されている⁽²⁴⁹⁾。

日本だけでは、商業化に向けた技術、経済、環境上の諸課題を解決することが困難な分野もある。世界の国々の政策、技術開発や市場の動向を把握し、長期的展望と大局的観点の下、どのような協力が可能であるのか見定めることも重要となろう。

(やまぐち さとし)

⁽²⁴⁸⁾ 佐藤徹「第4期海洋基本計画策定に関わった立場から振り返る」『日本海洋政策学会誌』No.13, 2024.2, pp.6-7; 角田智彦「洋上風力発電の普及に向けて一再エネ海域利用法の成立」『Ocean Newsletter』No.448, 2019.4.5. <https://www.spf.org/opri/newsletter/448_2.html>

⁽²⁴⁹⁾ 稲本ほか 前掲注(47), p.34; 井上ほか 前掲注(79), p.19.