

米国の海洋開発に関する 最新動向に関する調査

2024年3月

一般社団法人 日本船用工業会
一般財団法人 日本船舶技術研究協会

はじめに

本報告書は、米国の海洋開発等の現状について取りまとめたものである。

第1章では、米国の海洋石油・ガス産業における現在と将来のビジネス活動に影響を与え得る最近の動向について、12の視点から概観する。

第2章では、メキシコ湾における海洋石油・ガス開発にかかる最新のデータを示し、最近のプロジェクトの動向等についてとりまとめている。

第3章では、米国における洋上風力エネルギープロジェクトの現状を概説し、メキシコ湾、西海岸における洋上風力エネルギー開発の進捗状況についてとりまとめている。

第4章では、波力及び潮力エネルギー開発にかかるエネルギー省の海洋エネルギー予算及びプロジェクトについてとりまとめている。

第5章では、地熱エネルギー技術における現在のエネルギー省の事業を概説し、民間企業による地熱開発における最近の動向についてとりまとめている。

第6章では、二酸化炭素回収・貯留（CCS）にかかる石油会社及び政府による取り組みの他、CCS導入に対する議論について論じる。

将来的に米国と我が国の海洋開発との間で、更なる発展的な協力関係が構築されることを期待しつつ、本報告を取りまとめた。皆様の事業のお役に立つことができれば幸いである。

なお、本報告書の情報は、特に注記の無い限り、2023年9月現在のものである。

ジェトロ・ヒューストン事務所
（一般社団法人 日本舶用工業会 共同事務所）
ディレクター（海洋・海事担当） 深石 晃

目次

1. Camp 米国海洋石油・ガス産業の最近の動向	1
1.1 米国の LNG 輸出はロシアの欧州へのガス供給停止の恩恵を受けている	2
1.2 原油価格はメキシコ湾のプロジェクト採算ラインを上回る水準を維持している	5
1.3 石油会社は巨額の利益を上げている	8
1.4 追加の資金の利用はゆっくりながら探鉱・開発投資に流れ始めている	8
1.5 メキシコ湾開発が再び石油メジャーの関心を集めている	11
1.6 タイトオイル開発に対するメキシコ湾探鉱・開発投資の魅力が改善している	13
1.7 脱化石燃料の現実性について懸念が生じている	16
1.8 中国の経済成長の鈍化により石油需要が減少する	18
1.9 ウクライナ／ロシア戦争が石油供給量を急激に減少させる可能性	18
1.10 これまでのところ、米国は景気低迷を回避している	20
1.11 インフレ抑制法がメキシコ湾リース権販売を再開させたが、障壁は残る	21
1.12 二酸化炭素回収貯留プロジェクトが税額控除の拡大により奨励されている	21
1.13 2024 年の米国選挙がエネルギー政策を大きく変える可能性がある	22
2. メキシコ湾における石油・ガスプロジェクト	24
2.1 メキシコ湾の石油及びガス生産	24
2.2 メキシコ湾における探鉱・開発活動	27
2.3 建造段階にあるメキシコ湾プロジェクト	28
2.4 直近の計画段階にあるメキシコ湾プロジェクト	30
3. 米国洋上風力エネルギープロジェクトの進捗状況	32
3.1 米国洋上風力エネルギー開発の現状	32
3.2 カリフォルニア洋上風力発電リース権入札が 2022 年 12 月に開催された	34
3.3 メキシコ湾洋上風力リース入札が 2023 年 8 月に実施される	35
3.4 Cademo 浮体式洋上風力発電プロジェクトは幾分前進	37
3.5 オレゴン州浮体式風力プロジェクトは進行しているが、州政府が反対	37
3.6 ハワイの洋上風力データ収集段階	39
4. 波力及び潮力エネルギー開発の進捗状況	40
4.1 米国エネルギー省波力・潮力研究開発予算	40
4.2 ブルーエコノミー支援イニシアティブ	41
4.3 シーププログラムでの海洋エネルギーシステムの技術革新	42
4.4 革新的な分散組み込み型エネルギー賞 (InDEEP)	43

5. 地熱エネルギー開発の進捗状況	45
5.1 強化地熱発電技術	45
5.2 強化型地熱「アースショット」	46
5.3 石油・ガスで実証されたエンジニアリングを利用した地熱開発	46
5.4 地熱ジオフォン補助金コンペディション	47
5.5 Fervo Energy の能力増強地熱技術革新	48
6. 二酸化炭素回収・貯留（CCS）プロジェクト	50
6.1 エクソンモービルは 2027 年まで CCS プロジェクトに 170 億ドルを投資	50
6.2 シェブロン のバイユーベンド CO ₂ 沖合/陸上貯留プロジェクト進行中	51
6.3 海洋二酸化炭素貯留を研究する SECARB オフショアパートナーシップ	51
6.4 オキシデンタル・ペトロリウム、CO ₂ 直接空気回収技術で足場を築く	52
6.5 エネルギー省は CCS プロジェクトに多額の資金を提供している	53
6.6 CCS 導入に対する議論	54

1. 米国海洋石油・ガス産業の最近の動向

過去1年、米国の海洋石油・ガス産業における現在と将来のビジネス活動に影響を与えるさまざまな出来事と展開があった。

- ロシアから欧州へのガス供給停止により、すでに順調だったメキシコ湾の液化天然ガス（LNG）輸出の成長がさらに加速している。
- 原油価格はメキシコ湾のプロジェクト採算ラインを上回る水準を維持している。
- 石油会社は巨額の利益を上げている。
- 積み上がった資金により新規探鉱と開発（E&D）への支出が徐々に増加している。
- メジャー石油会社が再びメキシコ湾の開発に興味を示している。
- タイトオイル開発と比較して大水深投資の魅力が改善している。
- 気候変動を抑制するために従来の化石燃料に関する警戒心が高まっている。
- 中国の経済成長の鈍化は、需要減少をもたらし、原油価格の低下を引き起こす可能性がある。
- ウクライナ／ロシア戦争により石油供給量が急激に減少する可能性がある。
- 米国は今のところ不況を回避している。
- インフレ抑制法によりメキシコ湾における鉱区リース権入札が再開したが、環境規制などの障壁も存在している。
- 二酸化炭素回収・貯留（CCS）プロジェクトは税制優遇措置の拡大によって促進されている。
- 2024年の選挙が米国のエネルギー政策を大きく変える可能性がある。

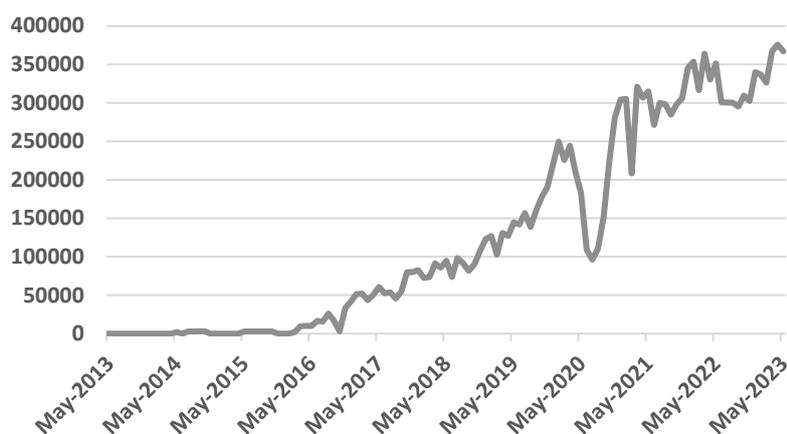
本章では上記の展開のそれぞれについて検証する。

1.1 米国の LNG 輸出はロシアの欧州へのガス供給停止の恩恵を受けている

米国の LNG 輸出は 2016 年初めにルイジアナ州のサビン・パス LNG 輸出ターミナルが運転を開始して以来、急速に成長した。図 1 に示すように、毎月の LNG 輸出量は 2016 年以前の 30 億立方フィート未満から 2023 年 5 月には 3,670 億立方フィートに成長した。もし LNG 生産能力により輸出の成長が制限されていなければ、さらに大きく増加しているだろう。

図 1 米国 LNG 輸出量の推移

(単位：百万立方フィート)

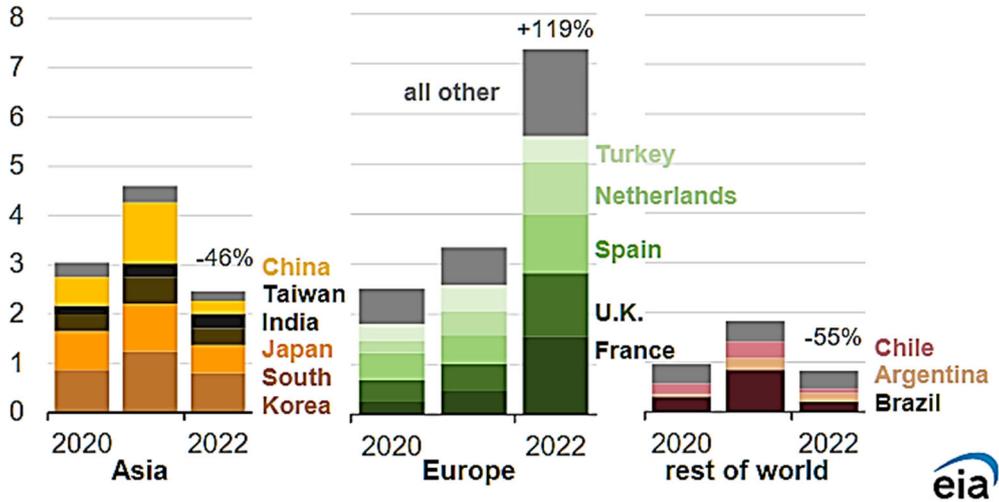


出所：米国エネルギー情報局

欧州へのロシア産パイプラインガスの供給停止は、欧州諸国が失われたロシア産パイプラインガスを米国からの LNG 輸入で埋め合わせることとなった。図 2 に示すように、欧州への米国 LNG 輸出は 2022 年に 120% 近く増加し、欧州が米国 LNG 輸出の主な仕向け先となり、輸出総量の 64% を占めた。米国エネルギー情報局 (EIA) のデータによれば、フランス、英国、スペイン、オランダの 4 カ国を合わせると米国の欧州への LNG 輸出の 74% を占める。欧州への米国 LNG 輸出のほぼ全量がルイジアナ州とテキサス州の新しい LNG プラントからのものである。

図2 米国 LNG 輸出仕向け先 (2020-22)

(単位：10 億立方フィート/日)



出所：米国エネルギー情報局

欧州の LNG 輸入/再ガス化容量が成長するにしたがって、米国から欧州への LNG 荷動き量が今後数年間にわたり拡大することが大いに期待されている。

図3は2023年5月17日における米国輸出 LNG 貨物を積載した LNG 船の位置を示したものである。船舶追跡・海事分析サービスプロバイダーである MarineTraffic により生成されたマップからは、米国 LNG 輸出プラントの顧客としての欧州の重要性が明らかに見て取れる。

図3 米国 LNG 貨物を積載している LNG 船の位置

(2023年5月17日現在)



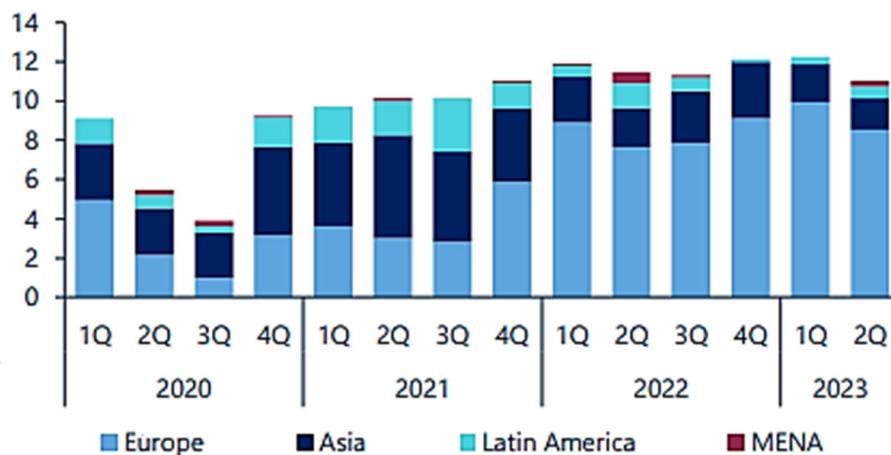
出所：Marine Traffic

米国の主要な LNG 生産者であるシェニエールは、ロシア産ガスの供給が停止して以来、市場ミックスが欧州の顧客にシフトしたことを示す良い例である。図4に示すように、欧州向けの輸出の割合はここ1年間に拡大した。中東/北アフリカとラテンアメリカ向けの

販売量が減少し、欧州向けの販売量は増加している。市場ミックスがシフトしたことにより、シェニエールの収支は恩恵をこうむった。2023年8月に、シェニエールは2023年の上半期に68億ドルの純収益を上げたことを報告しており、2022年上半期の1億2,400万ドルの赤字から大きく好転した。シェニエールはまた2023年通年のEBITDA（支払利息や税金、減価償却費を差し引く前の利益）の業績予測を2023年初めの80~85億ドルから8月に83~88億ドルに引き上げている。

図4 シェニエール LNG の主要市場への輸出量

(単位：100 万トン)

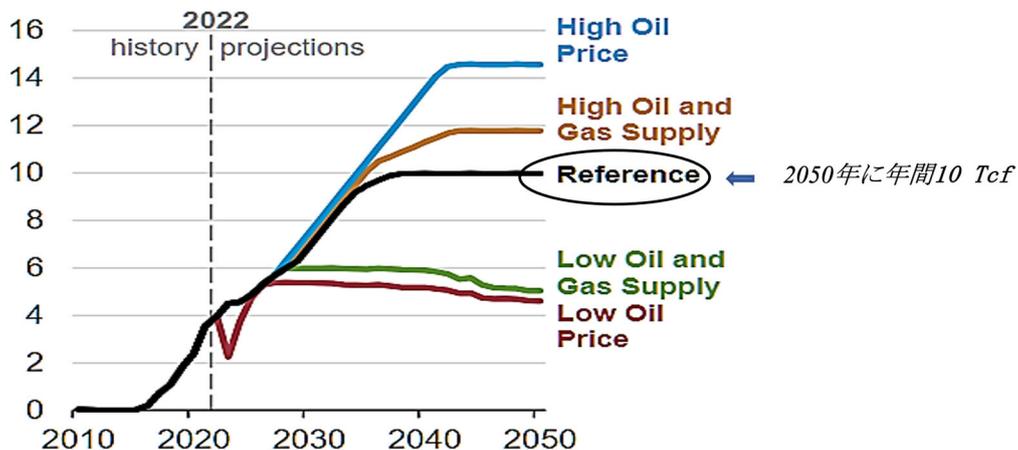


出所：シェニエール LNG

米国 LNG 輸出成長の見通しは極めてポジティブである。米国エネルギー情報局は「2023年エネルギー予測」において、標準予測として米国の LNG 輸出が2022年から2050年の間に152%増加し、2050年には年間10兆立方フィートに達すると予測している。図5に示すように、石油価格やガス供給状況により、予測される輸出量は上下する。

図5 米国エネルギー情報局の米国 LNG 輸出量予測

(単位：10 兆立方フィート)

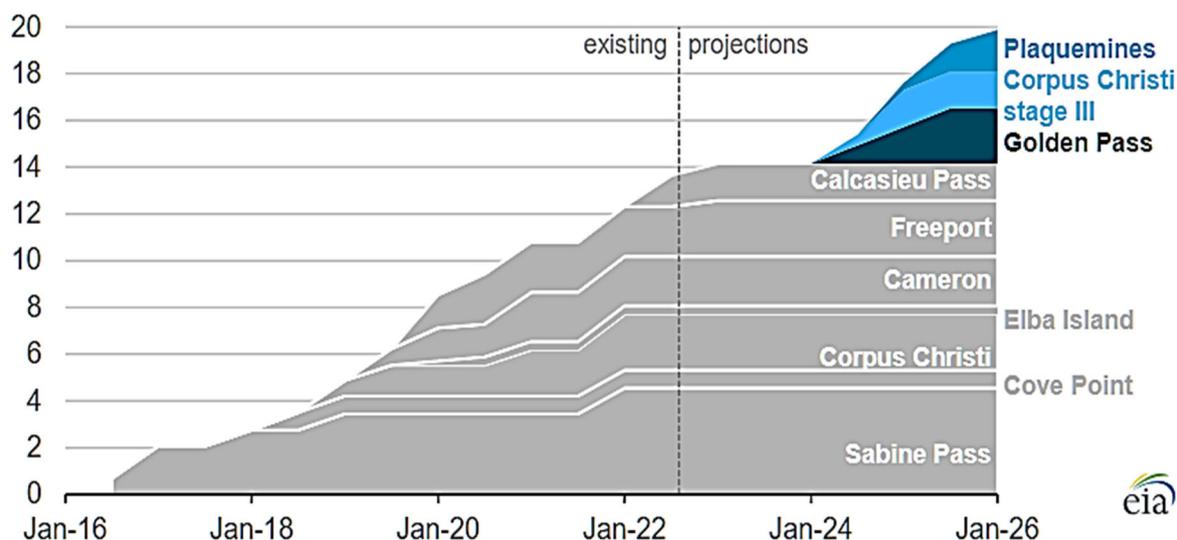


出所：米国エネルギー情報局

需要の成長に応じて、メキシコ湾岸では LNG プラントとターミナルの建設が盛んである。2016年から2023年の間に日量約140億立方フィートの LNG 輸出能力が運転を開始した。図6に示すように、2026年には現在建設中の新設及び増設プラントによりさらに日量60億立方フィートが追加される。第2章で論じるように、計画段階にある新しい LNG プラントには陸上施設に加えて浮体式 LNG プラント（FLNG）が含まれている。

図6 米国 LNG プラントの成長

(単位：日量10億立方フィート)



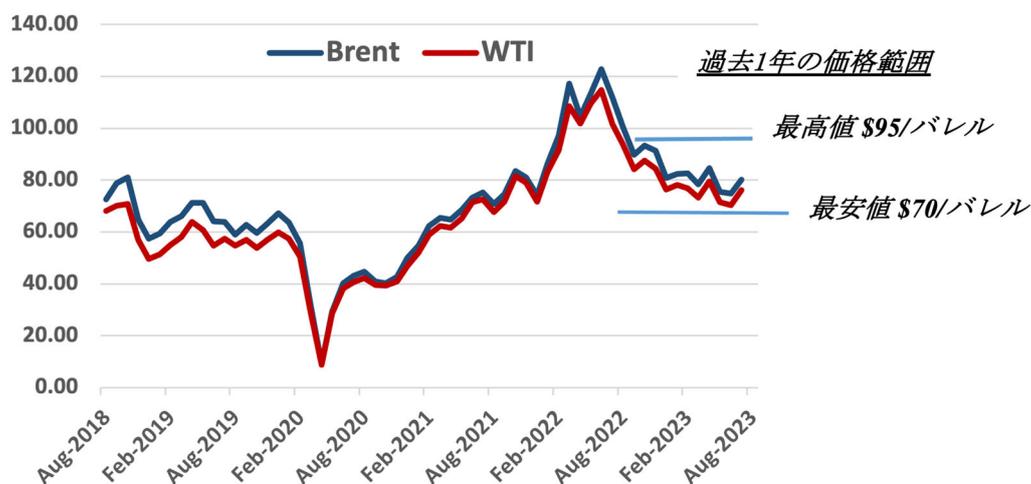
出所：米国エネルギー情報局

1.2 原油価格はメキシコ湾のプロジェクト採算ラインを上回る水準を維持している

ここ1年にわたり、石油価格は新たな海洋開発プロジェクト開始をサポートする水準を維持している。図7に示すように、ブレント及び WTI 原油価格（スポット価格）は過去12ヶ月にわたり70～95ドルの比較的狭い範囲に留まっている。石油需要の成長と、OPEC プラスの輸出制限により原油価格の安定を図る取り組みが相まったことが、比較の変動が少ない理由となっている。

図7 過去5年間にわたる原油スポット価格の推移

(単位：1バレル当たりのドル)

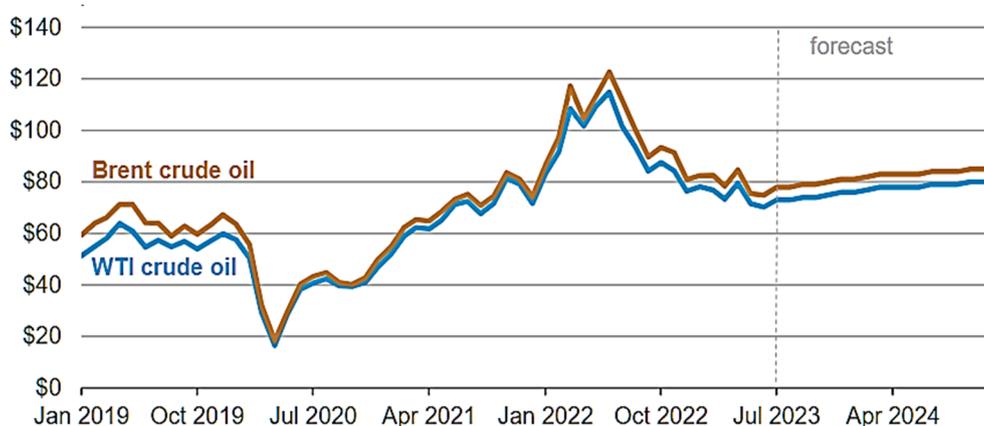


出所:WER

今後の価格変動については、石油先物市場が5～7年先に優勢となる価格の目安を提供している。2028年12月受渡しブレント先物は2023年9月初めに1バレル当たり69ドルで取引されていた。石油先物市場は過去、何度も読み違えてきたが、先物市場は将来の様々な時点での石油価格についての一貫した見解を反映している。これは石油需給バランスを保つために必要な石油価格について、現在、市場が入手できる情報に基づいての、市場の総意を反映している。

アナリストの石油価格予測には幅があるが、一般に現在の先物市場価格を上回っている。7月に米国エネルギー情報局は、原油価格が今後数年間にわたり徐々に上昇し、「世界の石油在庫量が今後5四半期にわたり減少すると考えられることから、2023年第4四半期に1バレル当たり約80ドルに達し、2024年には84ドルに達する」と予測している。

図8 米国エネルギー情報局による石油価格予測

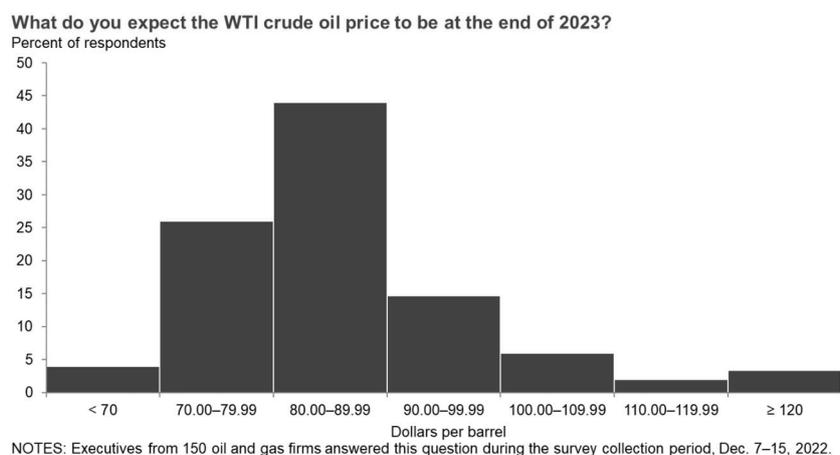


出典：EIA Short Term Energy Outlooks, July 2023

信用格付け大手のフィッチ・ソリューションズは、ブレント原油価格平均が今年 1 バレル当たり 80 ドル、2024 年と 2025 年には 83 ドル、2026 年と 2027 年には 80 ドルとなると予測している。スタンダードチャータード銀行は、ブレント平均が 2023 年に 1 バレル当たり 91 ドル、2024 年に 1 バレル当たり 98 ドル、2025 年に 109 ドルとなると予測している。World Energy Reports は、標準シナリオでブレント原油が今後 5 年間にわたり 75～85 ドルの範囲で推移すると考えている。

ダラス連邦準備銀行は 2022 年 12 月の調査で、米国石油・ガス会社 150 社に対して 2023 年の資本投資計画で使用している WTI 原油価格を質問した。その結果を図 9 に示す。回答の平均は 1 バレル当たり 84 ドルであり、これは 1 年前の 2022 年の投資計画に使用する油価の回答平均よりも 20 ドル高い。

図 9 石油会社が 2023 年の投資決定に使用した WTI 原油想定価格



出所：ダラス連邦準備銀行

これらの石油価格はオペレーターやアナリストが大水深採算価格と推算するものを大幅に上回っている。採算油価は一般に 30～40 ドルの範囲である。例えば、エクソンモービルはガイアナ沖石油開発のブレント採算価格は 1 バレル当たり 25～35 ドルと述べている。エクイノールはノルウェー沖の *Johan Castberg FPSO* プロジェクトの採算油価は 1 バレルあたり 35 ドル、またはそれよりも低いかもしれない、と述べている。BP はメキシコ湾の *Mad Dog 2* プロジェクトの採算油価は 40 ドル未満となると述べている。シェルは超大水深メキシコ湾 *Vito* プロジェクトの採算油価は 1 バレル当たり 35 ドルを下回るとしている。ペトロブラスはブレント価格 1 バレル当たり 35 ドルの想定でターゲットとする利益を得ることのできない大水深プロジェクトには投資しないとしている。業界アナリストの *Rystad* は「オフショア大水深は新規生産の 2 番目に安価な資源であり、平均採算油価は 1 バレル当たり 36 ドルである」としている。

全般に、現行の石油価格と、予想される石油価格は、新たな石油プロジェクトへの投資を下支えする。現在のブレント原油スポット価格は 90 ドルである。将来の価格予測は様々であるが、60～100 ドル+の範囲となっている。これらの価格はアナリストや大手石油生産者が一般に、メキシコ湾においてもその他の海域でも、新規の大水深開発プロジェクトで採算を取るのに必要だと考えている価格を上回っている。

1.3 石油会社は巨額の利益を上げている

2021-2022年に原油価格が新型コロナウイルスの世界的流行による2020年の市場大暴落から急激に回復し、過去2、3年間にわたって世界の石油会社はめざましい財務業績を上げている。原油価格の回復により生成された巨額のキャッシュフローにより、ほとんど全ての大手石油会社のバランスシートは大きく改善した。メキシコ湾における石油及びガスの探鉱・開発を活発に行っている企業の決算の例を挙げる。

- **オキシデンタル (Occidental)** - 石油上流部門及び石油化学を主体とする米大手独立系石油会社は、数年前に経営破綻の危機に瀕していたが、8月に2023年上半期に58億ドルのキャッシュフローを生んだと報告している。これは2022年通年の168億ドルのキャッシュフローに加えてである。オキシデンタルはメキシコ湾における主要オペレーターのひとつである。同社はメキシコ湾の10基の浮体式生産プラットフォームから日量1億3,500万石油換算バレルの石油及びガスを生産している。
- **ヘス (Hess)** - 8月にHessは2023年上半期の営業活動から20億ドルのキャッシュフローを生んだと報告した。2021年には29億ドル、2022年通年には39億ドルの営業キャッシュフローを上げていた。Hessはメキシコ湾とガイアナ沖の大手オペレーターのひとつである。
- **シェブロン (Chevron)** - 2023年上半期に135億ドルのキャッシュフローを生んでいる。2020年には106億ドル、2021年には292億ドル、2022年通年の営業キャッシュフローは467億ドルであった。同社はメキシコ湾で5基の浮体式生産システムを運転しており、現在6基目を設置中である。
- **シェル (Shell)** - 8月に2023年上半期に220億ドルのフリーキャッシュフローを生んだと報告した。2021年には451億ドル、2022年には684億ドルの営業キャッシュフローを上げていた。この石油スーパーメジャーは米国メキシコ湾で大規模な活動を行っており、現在8基の浮体式生産システムを運転し、さらに2基を発注済みである。

石油会社が過去2年間にわたり極めて良好な業績を上げていることを示す例には事欠かない。2021年に原油価格が120ドルを超えて急回復したことから、収益とキャッシュフローが驚異的に拡大した。原油価格は70～90ドルの範囲に下げ戻したが、それでも巨額のキャッシュフローを生むのに十分な価格を維持している。

オペレーターはここ2～3年にわたって巨額の利益を探鉱・開発投資の拡大に使わず、株主への還元を優先してきた。しかし、後述するように、風向きが変わり始めている。

1.4 追加の資金の利用はゆっくりながら探鉱・開発投資に流れ始めている

株式投資家は過去10年間にわたり石油会社に不満を持っていた。株主は石油会社が保有株価の改善に貢献しない探鉱・開発支出に資金を費やしていると考えていた。主要投資家の中には、ポートフォリオをより高い利益率を得ることのできる他の部門に移し始めるものもあった。石油会社株の需要が低迷するに従い、株価も低迷した。

結果的にこれがファンドマネージャーや大型の個人投資家の間に大騒動を引き起こし、会社の戦略変更を強いる株主のアクションを招いた。標的となった企業にはエクソンモービルも含まれていた。同社は株主を懐柔するために3人の役員を交代させざるを得なくなった。一方、株式市場の大部分が活況を示す中、石油会社の資産価値は低いレベルで低迷した。

石油価格の回復により、少なくとも投資家にとって、事情が変わった。先述のように、石油会社は突然巨額のキャッシュを生むようになり、新規の資源開発、増配と自社株買戻しにより株主の支持を買い戻す機会が生まれたのである。実質的に大手石油会社の全てが後者を選んだ。追加のキャッシュを採鉱・開発への支出拡大に充てる代わりに、彼らは配当を増やし、自社の株価を押し上げるために大規模な自社株買戻しを行った。

この動きは、既存の油田が成熟するに従い石油資源を代替する必要がある、資金はその目的に使うべきだとして、多くから後先を考えていないとの批判を受けた。米国大統領までもが、2023年2月の一般教書演説で石油会社への批判を取り上げ、次のように述べた。

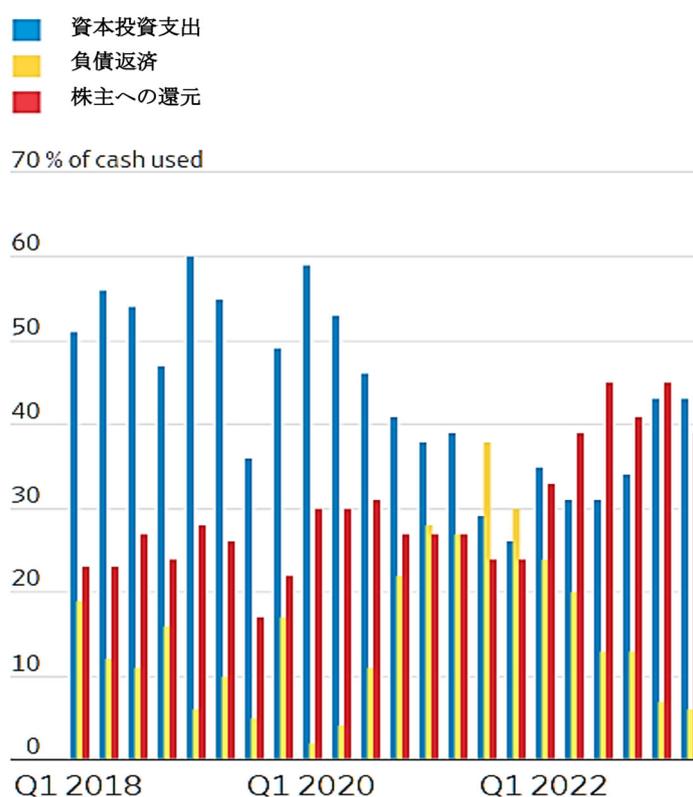
「昨年、世界エネルギー危機の真最中も石油会社は2,000億ドルの収益を上げた。これは言語道断である。この利益のうちガソリン価格を抑える目的で国内生産を増やすために使われた金額は少なすぎる。その代わりに、彼らはこの記録的な利益を自社株の買い戻しに充て、最高経営責任者と株主に報酬を与えた。」

今では採鉱・開発支出に向けられる資金が増えている兆候が見られるが、その額は依然として新型コロナウイルス大流行前の水準であり、株主はより多くの利益を受け取っている。

石油・ガス部門の情報プロバイダーである Evaluate Energy が2018年以降石油・ガス会社がどのように現金資金を利用したかについてのデータをウォールストリートジャーナル紙に提供した。その結果を図10に示す。米国石油部門の直前の四半期の投資額がクレムリンの侵攻以来、初めて株主への還元を上回ったことを示している。弊社が追跡している40社以上の石油・ガス生産者は資本投資を284億ドルに拡大したのに対し、総額254億ドルを投資家に還元した。2019年に、このグループはプロジェクトに四半期当たり平均243億ドルを費やし、株主への還元には113億ドルを費やしていた。

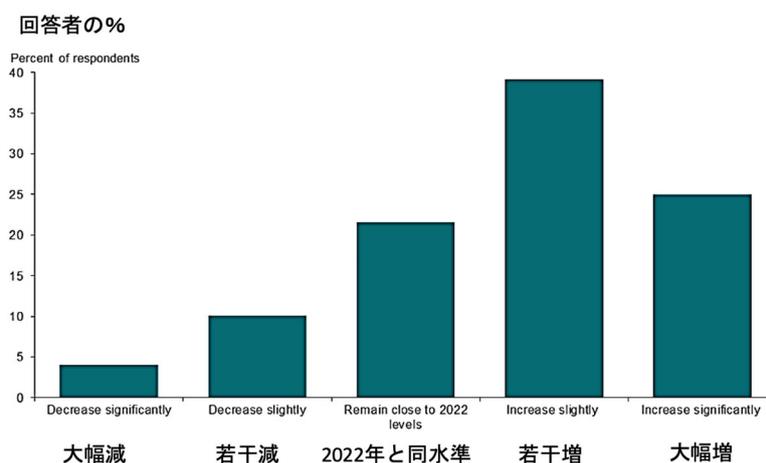
ダラス連邦準備銀行による148人の石油・ガス会社幹部を対象とした調査も石油会社が採鉱・開発への支出拡大を計画していることを示している。図11に示すように、回答者の約65%が2023年に資本投資額を若干又は大幅に拡大すると考えていた。

図 10 石油・ガス会社の現金資金の用途



出所：ウォールストリートジャーナル：Evaluate Energy

図 11 2022 年と 2023 年を比較した石油・ガス会社の資本投資支出の予測



出典：ダラス連邦準備銀行、Energy Indicators, January 2023

エクソンモービルは 2022 年 12 月に 2023 年の支出計画を発表し、2023 年に資本投資支出に前年比 9% 増の 230 億ドルを投じることを計画しており、「ブレント原油価格が少なくとも 1 バレル当たり 60 ドルと想定し」2027 年まで年間 200~250 億ドルの支出を維持する計画であると述べた。

しかし、探鉱・開発への投資額が徐々に拡大する兆候が見られる一方で、石油メジャーは依然として一貫した配当と高い株価で株主を満足させることに焦点を当てている。例えば、シェブロンは 2023 年の年頭に今後 5 年間にわたり資本投資支出を増やす計画であると発表した。8 月に同社の CEO が投資家に対して現金収入のどの程度が株主に還元されたかについて語った際に、株主を満足させる約束を強調した。

「弊社の四半期決算は依然として堅調であり、記録的な現金を株主に還元した。弊社は...今四半期に 72 億ドルを株主に還元し、これは前年同時期から 37% 増である。」

1.5 メキシコ湾開発が再び石油メジャーの関心を集めている

2023 年 3 月に海洋エネルギー管理局 (BOEM) による実施されたリース権の入札には 32 社が応札し、総額 3 億 1,000 万ドルの 353 件の入札があった。入札の約 47% は水深 1,600 メートルを超える鉱区リースに対するものであった。

上位入札者には大手石油会社が目立った。シェブロンが最も多く (75 件) を落札し、リース権に 1 億 760 万ドルを提示した。エクソンモービルはここ 10 年にわたり、メキシコ湾の新規プロジェクトに関心を示していなかったが、69 鉱区を落札している。これらは浅水域鉱区であり、将来の二酸化炭素回収・有効利用・貯留 (CCUS) に備えているのかもしれない。BP の落札件数は 3 番目に多く、総額 4,660 万ドルを 37 件のリースに提示した。英シェル、ノルウェーのエクイノール、米独立系石油会社オキシデンタル・ペトロリアム (旧アナダルコ)、米国のメキシコ湾大水深石油・ガス資源の上流生産者であるビーコン・オフショア・エナジー、米独立系石油会社ヘス、豪ウッドサイド・ペトロリアムが上位 10 社の落札者に名を連ねている。

図 12 2023 年 3 月のメキシコ湾鉱区セール上位 10 社の入札者

	企業	落札数	落札価格合計
1.	Chevron U.S.A. Inc.	75	\$107,957,492
2.	Exxon Mobile Corporation	69	\$9,779,750
3.	BP Exploration & Production Inc.	37	\$46,609,286
4.	Shell Offshore Inc.	21	\$20,147,556
5.	Equinor Gulf of Mexico LLC	16	\$18,347,168
6.	Beacon Offshore Energy Exploration LLC	13	\$9,003,885
7.	Anadarko US Offshore LLC	13	\$8,549,144
8.	Red Willow Offshore, LLC	13	\$3,768,834
9.	Hess Corporation	12	\$8,257,582
10.	Woodside Energy (Deepwater) Inc.	12	\$6,255,474

出所：米国海洋エネルギー管理局

BP は 8 月にロイター通信に、メキシコ湾の超大水深 Kaskida 開発を再開したと告げた。これは 10 年前に棚上げされていたものである。ロイター通信は次のように述べている。

現在 BP は、2024 年下半期までに 100% の権益を有する Kaskida 貯留層の開発についての最終投資決定を行うことを期待している。これは 2020 年代末の生産開始を想定したものである。Kaskida プロスペクト (訳注：一般に地下に石油・ガ

ス貯留の可能性が見込まれ、試掘の対象となりうる地質的な構造あるいはそうした有望構造が潜在的に存在すると見られる地域) は 2006 年にニューオリンズの南西沖 250 マイルで *Deepwater Horizon* 掘削リグにより発見された。その 4 年後に *Deepwater Horizon* は暴噴による死亡事故を起こし、米国の歴史始まって以来最大の石油流出となった。

同フィールドは約 40 億バレルの石油埋蔵が推定されており、高压高温オフショア貯留層を掘削するための BP の技術開発プロジェクトの中心であった。プロジェクト 20K と呼ばれるこのプロジェクトは、最大 20,000 PSI の高压、最高華氏 350 度 (摂氏 175 度) の高温環境の貯留層で石油及びガスを生産する掘削リグ、サブシー生産システム、暴噴防止装置を設計、開発することを目的としていた。しかしプロジェクトは、コスト高と技術的な難題から 2013 年に棚上げとなった。

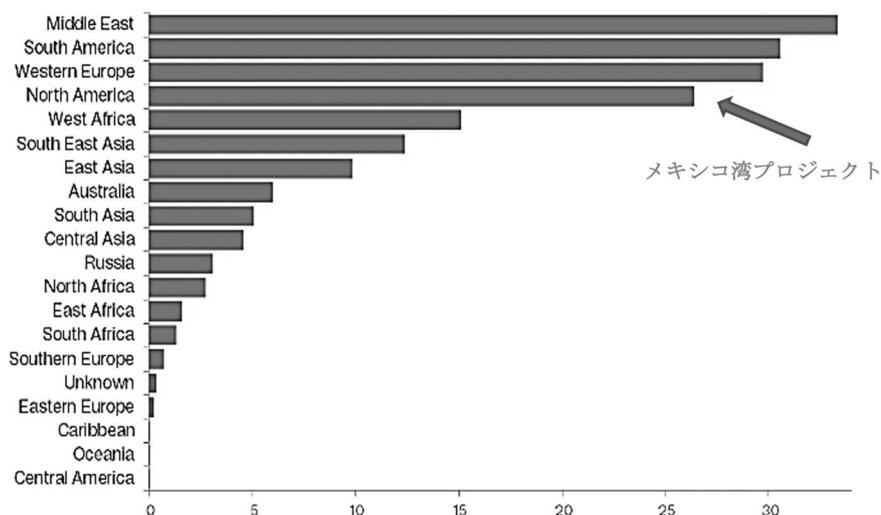
地質学分析と掘削技術の向上により、BP はプロジェクトを再開する決定を下した。「我々は常に *Kaskida* をオプションとして維持していた。そして、今その時機が来たようだ。」BP は「*Kaskida* プロスペクトは BP が最大級の生産者であるメキシコ湾の他の同様の地質学的特性を持つ貯留層の扉を開くであろう」と信じている。

出所：ロイター通信

皮肉なことに、BP が *Kaskida* プロジェクトを再開すると発表したのと同じ頃に、同社が「メキシコ湾 (マコンド) の石油流出事故の今年の賠償金支払い額は第 2 四半期中の税引き前の支払額である 12 億ドルを含み、税引き前で約 13 億ドルとなる」と予測していると述べた。マコンド井は *Kaskida* の近くにあり、圧力と温度の点で同様であり、大規模な石油流出、人命の喪失、掘削リグの沈没、そして 700 億ドルを超えるコストと罰金—13 年後になってもまだ支払いは続いている—を引き起こす結果となった。

メキシコ湾開発の関心は依然として強い。Rystad 社は、図 13 に示すように、メキシコ湾が 2023 年に投資という観点から世界で 4 番目のオフショア海域となると予測している。

図 13 2023 年の地域別オフショア投資予測



出所：Rystad Energy

1.6 タイトオイル開発に対するメキシコ湾探鉱・開発投資の魅力が改善している

過去 10 年間にわたりタイトオイル開発は海洋プロジェクト支出の主要な競争相手であった。ファーストオイル（石油生産設備が最初に原油を受け入れる）までの時間、プロジェクト投資、坑井生産量、生産技術に大きな違いがあるにもかかわらず、いずれも同じもの—石油を生産する。両方の鉱区を保有している石油会社——例えば、エクソンモービル、シェブロン、ヘス、オキシデンタル等は、どこに投資すれば利益が最大になるかに基づいて資本投資資金を割り当てる。タイトロック開発は多くの探鉱・開発オペレーターに優先されていた、そして今後も資本投資財源を引きつけ続けるであろう。しかし、海洋プロジェクトの相対的な投資の魅力に改善の兆しが見られる。

大水深とタイトロック開発の間には相対的な投資の魅力に影響を与える多くの相違点がある。ファーストオイルまでのリードタイム、生産に達するまでに必要とされる投資、経時的な坑井産出の量と持続性、ロイヤルティの支払いとプロジェクトリスクがこれに含まれる。これらの相違点が投資の比較を複雑にする。

大水深プロジェクトは開発に巨額の投資が必要であり、30 億ドルを超えるプロジェクトがざらである一方、タイトオイル開発は 1 坑井あたり 1,000～1,500 万ドルである。大水深プロジェクトはファーストオイルまで 3 年以上の長い時間がかかり、タイトオイルは最終投資決定から 6 ヶ月未満でファーストオイルに達する。しかし、一旦生産が開始すれば、大水深からの生産量の方が極めて大きく、例えば 1 坑井当たり日量 10,000 バレルであるのに対し、タイトオイルでは 1 坑井当たり日量 1,500 バレルである。さらに、大水深貯留層が枯渇するスピードはタイトオイル井よりもかなり遅い。

大水深は長期的観点に立って行動できる企業にとって魅力的である。最終投資決定から 3 年以上たってからファーストオイルに達し、一旦油田が生産を開始すると将来長年に渡って石油収入を生む金のなる木になることを期待して何十億ドルも探鉱・開発に費やすことのできる企業である。

タイトロック開発は、ファーストオイルまでの先行投資を最小限に抑え、市況に合わせて坑井仕上げのペースを迅速に調整し、ピーク生産である日量 1,500 バレルに急速に達する坑井を継続的ペースで体系的に掘削/仕上げる戦略を採る企業にとって魅力的である。

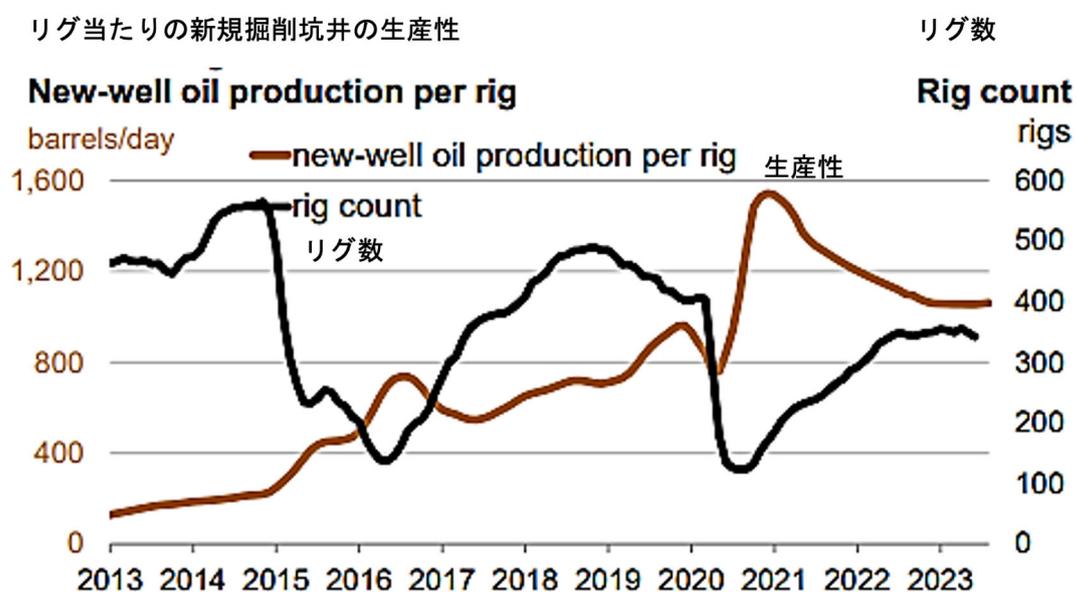
今後数十年間にわたり再生可能エネルギーが化石燃料需要の減少を引き起こす可能性を考えると、他の条件がすべて同じだとして、タイトロックと大水深鉱区を保有する石油会社がタイトロック開発を優先すると考えるのは妥当である。タイトロックは迅速に収益を生むが、大水深プロジェクトは長い（4 年以上）建設期間が終わるまで収益を生み始めない。タイトロック開発ではキャッシュフローは 1 年以内に黒字になり得る。タイトオイル開発からの早い利益回収は、利上げにより長期建設プロジェクトの資本コストが上昇している昨今には特に重要であり、大水深プロジェクトの生産が開始されるころには、石油需要が減少しているというリスクが存在する。

タイトロック開発者は、過去 10 年間にわたって大幅に生産性を向上させてきた。岩盤に亀裂を入れ坑井の生産量を増大するために試験的にプロパントの量を増やす、複数の水平坑井を 1 本の縦坑から掘削する、水平坑井の水圧破碎の段階を増やす、坑井の生産寿命を通しての最終生産量を上げるためにチョークバックにより坑井の最初の生産量を制限する、などが含まれている。

しかし、生産性向上は鈍化しているように見え、将来のタイトロック開発への関心の水準に影響を与え、大水深投資への関心が高まる可能性がある。

図 14 は過去 10 年間のパーミアン堆積盆におけるリグ当たりの新規油井生産量のトレンドを示したものである。データが示すように、新規坑井のリグ当たりの生産量は 2019 年まで増加している。リグの大多数が新型コロナウイルスのため稼働を停止し、最も生産性の高いリグだけが運転を継続したことから、リグ生産性が急上昇した。しかし、リグ生産性は 2021 年以来低下している。平均生産量は 2020 年末に日量 1,550 バレル前後まで上昇し、2023 年 7 月には日量 1,060 バレルに低下した。リグ当たりの生産量の低下は単に生産性の低いリグが稼働したこと、生産活動が回復するに従い比較的生産性の低い場所での掘削が行われていることを反映している可能性があるが、リグ当たりの生産性が 3 分の 2 に低下したというのは、リグ生産性の向上が天井を打ったことを示している。

図 14 パーミアン堆積盆における掘削リグ生産性のトレンド

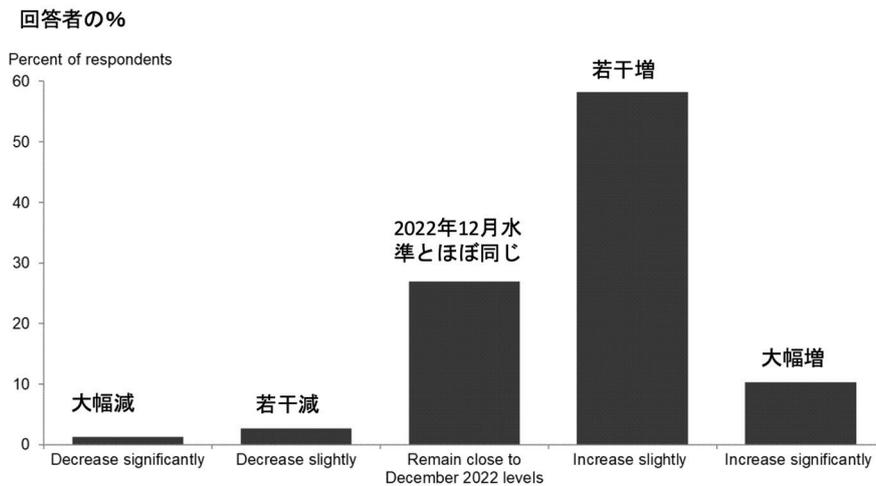


出典：EIA Drilling Productivity Report July 2023

タイトロック生産コストも上昇している。ダラス連邦準備銀行は 2022 年 12 月に、石油・ガス会社幹部に、2023 年に投入コストがどれほど上昇すると予測しているかを質問した。探鉱・開発会社 91 社、石油・ガス支援サーブス会社 53 社の幹部がこの質問に回答した。

図 15 に示すように、回答者の 58%が、主要な投入コストが若干上がると予測しており、さらに 10%が大幅な増額を、27%が 2023 年の投入コストは 2022 年の水準とほぼ同じと予測している。2023 年に投入コストが減ると答えたのは 4%に過ぎない。これらの回答者のうち何人がタイト/シェール生産、従来型油田、又は大水深生産に関与しているかは定かでないが、タイト/シェールのパーセンテージは非常に高いと考えられる。

図 15 2023 年のタイトオイルの主要投入コストの変化予測



NOTE: Executives from 144 oil and gas firms answered this question during the survey collection period, Dec. 7-15, 2022.

注：調査回答期間の2022年12月7-15日に144社の石油・ガス企業の幹部が回答

出所：ダラス連邦銀行

テキサスの産油地域で複数の地震が発生したことにより、水圧破碎—水、砂、化学物質を坑井に注入し、地中の岩盤を破碎し、石油またはガス資源を放出する手法—に対して監視の目が集まっている。これは新しい問題ではないが、パーミアン堆積盆で地震の発生度が高まっていることがテキサス州規制当局の関心をひいた。生産性が極めて高いデラウェア堆積盆（パーミアン堆積盆の一部）では、2020年には3回、2021年には11回、2022年の11月半ばまでに14回の地震があった。2022年の地震には西テキサスにおけるマグニチュード5.4の地震が含まれており、これはテキサスの歴史始まって以来3番目に大きな地震であった。規制当局は増加する地震活動を調査しており、将来の地震の発生頻度を減らすために掘削及び開発に運転制約をかけるかもしれない。新たな規則が導入されれば、運転コストが上昇する可能性が高い。変更の可能性の高い規制の中には、水圧破碎作業から出る廃水の処分の禁止がある。

米国の独立系エネルギー会社であるパイオニア・ナチュラル・リソースの最高経営責任者は2023年1月に、パーミアン堆積盆の石油生産量が2030年には日量700万ドルに達すると予測していると述べた。これは同堆積盆の生産量が日量800万ドルに達するとした先の予測から下方修正されている。もう一つの主要タイトオイル生産者は、米国のタイトオイル生産量は2026年に日量1,300万バレル前後で横ばいとなると予測していると述べた。これらの予測の下方修正は米国タイトオイル生産が今後10年のうちに天井を打つという見解が高まっていることを示している。

全体的に、メキシコ湾大水深開発に向かうかもしれない資本投資支出が今後もタイトオイル開発に流れ続けると考えられる。しかし、メキシコ湾大水深と比較した相対的な投資の魅力は低下している。タイトオイル生産性の大幅な向上はますます達成が困難になっている。ほとんどの容易に達成できる主要な生産性向上はすでに実現しており、タイトオイル生産コストはじりじりと上がっているように見える。主要なテキサスの石油生産者でさ

えも、米国タイトオイル生産は永遠に成長を続けるわけではないと警鐘を発している。これはメキシコ湾大水深開発が資本投資財源を得るための競争力にとって朗報である。

1.7 脱化石燃料の現実性について懸念が生じている

国際機関や政府は、迅速に再生可能エネルギーに転換し 21 世紀半ばまでにほとんどの石油生産を段階的に廃止することを目標として、より野心的な目標を設定している。しかし、目標とする期間内にこれらの目標を達成することの現実性を疑問視する声が高まっている。

例えば、ウォールストリートジャーナル紙は 2023 年 8 月に次のように報道している。

風力ビジネスは、政府が掲げた気候変動目標を達成し、電力供給量を拡大するための鍵と見なされているが、危険な市場の逆風に晒されている。価格上昇とロジスティック上の支障の前兆が何ヶ月にもわたって警告されていたが、ついにデベロッパーと風力発電の電力購入を考えているバイヤーは契約を破棄し、プロジェクト、投資決定を延期している。陸上と洋上のプロジェクトのいずれにおいても、後退が累積しているが、後者の方が問題は深刻である。ここ数週間に、米国と欧州で計画されている総支出額が約 330 億ドルの少なくとも 10 件の洋上風力プロジェクトが延期されるか、停滞状態に陥っている。

アラブ首長国連邦で 2023 年 11/12 月に開催される次の国連気候サミット（COP28）議長スルタン・アル・ジャベールは、最近、化石燃料の段階的廃止を「減速する」必要があるとして排出量削減のソリューションとして二酸化炭素回収貯留（CCS）を提示した。7 月にガーディアン紙のインタビューで、化石燃料の段階的廃止は「不可避」だとしたが、世界が再生可能エネルギー容量を増やして初めて実現しうる、と述べた。

「化石燃料の段階的廃止は避けがたく、絶対に必要である—これはいずれ起きることである。私が言わんとしているのは、新しいエネルギーシステムを構築する前に世界が現在のエネルギーシステムからプラグを抜くことはできないということである。これは移行である。移行は一夜にして起こるものではない。移行には時間がかかる。」

「ゼロカーボン排出のエネルギー源、又はゼロエミッションで構成される新しいエネルギーシステムへの投資を段階的に拡大しながら、現在のエネルギーシステムからの排出量削減に投資することにより、これらの排出量をゼロにする点まで（化石燃料の段階的廃止への）移行を加速しよう。これは並行して起こらなければならない、この 2 つが交わる時期を早い時期に見定める必要がある。」

出所：ガーディアン紙

再生可能エネルギー、特に洋上風力発電への関心もまた、高むコストの問題に直面している。洋上風力発電プロジェクトはコスト超過と遅延を経験しており、多くのサプライヤーは最近のプロジェクトで損失を出している。風力発電タービン製造の大手 3 社である GE、シーメンス・ガメサ、ベスタスは、風力発電タービン事業で損失を出している。ド

イツのシーメンス・エナジーは2023年8月に風力発電タービン部門で問題があり、22億ユーロ（約24億ドル）の損失を出したことを明らかにした。欧州と米国における洋上風力発電プロジェクトは遅延やその他の問題に直面している。プロジェクトの中には棚上げとなったものもあり、基本的な金銭面での条件の見直しを求めているものもある。

エクイノールとBPはニューヨーク州公益事業委員会（NYPSC）にニューヨーク沖に建設を計画している3件の風力発電所（エンパイア・ウインド1&2、ビーコン・ウインド）で生産された電力の買取り価格の54%引き上げを請願した。「新型コロナウイルス大流行に関連した激しいインフレ、世界のサプライチェーン混乱、うなぎのぼりの金利、ロシア-ウクライナ紛争とエネルギー移行のペースの加速がコストを押し上げた」としている。

全体的に、米国における洋上風力発電は健全な事業部門ではない。オーステッドは2023年9月にブルームバーグ/ロイターにより、「米国風力発電事業から手を引く」準備があると述べたと報じられている。

デンマークのオーステッドは、世界最大の洋上風力発電所デベロッパーであるが、バイデン政権がさらなる支援を確約しない限り、米国のプロジェクトから手を引く準備があると、ブルームバーグ・ニュースは同社の最高経営責任者の発言を引いて報道した。「我々は依然として手を引く現実的選択肢を保持している」とオーステッドの最高経営責任者のマズ・ニッパはインタビューでブルームバーグ・ニュースに語った。「しかし、現在のところ、依然として米国のプロジェクトについての最終投資決定に向けての取り組みを進めている。」先週、オーステッドはサプライチェーンの問題、金利の急上昇、新しい前額控除の欠如のため、160億デンマーククラウン（約23億ドル）の米国減損会計を行うかもしれないと述べた。

出典：ロイター通信、2023年9月5日

洋上風力発電については第3章でさらに論じる。

二酸化炭素を回収・貯留すれば、化石燃料消費量削減の必要性を避ける、又は縮小することができるかもしれない。再生可能エネルギーの制約や追加コストを考慮して、気候変動に対処するためにこちらの方法を選ぶ圧力が高まっている。COP28の議長はアラブ首長国連邦アブダビ石油会社（ADNOC）の最高経営責任者でもあり、「石油及びガス会社は、発生する二酸化炭素が何らかの方法で回収されるかぎり、化石燃料の採取を継続することができる」と述べたことを批判されてきた。これは神経を逆なでした。環境保護主義者のなかには二酸化炭素回収・貯留を気候変動問題への対処を避ける「おいしい話」と見なしている。国連のクリスティアナ・フィゲレス前国連気候変動枠組条約事務局長は2023年5月に二酸化炭素回収貯留を「非常に危険であり、脆弱な国家の生存にとって直接的な脅威である」と述べた。

この問題がどのように解決されるかは明らかではない。しかし、現時点で二酸化炭素回収・貯留を唱道する者はプレゼンスを高めており、彼らの見解をロビーイングするために石油会社の財源を確保している。これについては本報告書の第6章でさらに論じる。

再生可能エネルギーが化石燃料に取って代わるペースと程度によって、石油及びガス開発は今世紀、そしてそれ以降も着実に継続する可能性がある。そして、石油が—滅びゆく斜陽産業ではなく—エネルギー供給源として長期的役割を持つと見なされる限り、メキシコ湾は将来の石油開発にとって活発な地域であり続けるであろう。

1.8 中国の経済成長の鈍化により石油需要が減少する

中国は 2020 年代を通じて石油需要成長の主な牽引力になると考えられている。国際エネルギー機関は 2023 年石油中期市場報告で、「中国の石油消費量は 2022 年から 2028 年の間に日量 290 万バレル拡大し、今後も継続して世界の石油需要の約 6 分の 1 を占め、世界の石油需要成長の半分を占め続けるだろう」と予測している。これらの予測は中国の将来の経済成長についての経済的前提をもとにしているが、蓋を開けてみればそれほど明るくはないかもしれない。

国際通貨基金は 2023 年 7 月の世界経済見通しで、中国の経済に発生している問題を扱い、中国経済が「失速」していると結論した。

再開により経済が押し上げられた後、中国の回復は失速している。中国当局が厳格な都市閉鎖政策を放棄した 2023 年の初めに中国における製造活動とサービスの消費は回復した。サプライチェーンが正常化し、企業が迅速に受注残を製造し始めるに従い、その後の 2 月、3 月の成長に純輸出が大きく貢献した。とはいえ、不動産部門の冷え込みが続いていることが投資に重くのしかかっており、外国の需要は軟調が続いており、上昇する若者の高い失業率 (2023 年 5 月に 20.8%) は労働市場の軟弱さを物語っている。6 月までの高頻度のデータから、2023 年第 2 四半期に向けて勢いが衰えていることが確認される。

出典：IMF、WEO July 2023

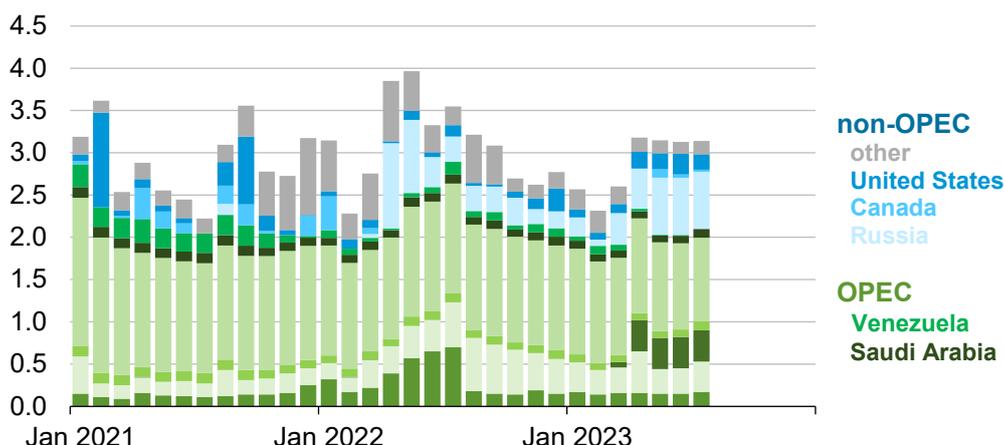
中国の経済成長にいかなる大きな変化があっても、世界の石油需要に影響を与え、石油部門全体に波紋が広がる。石油の市場価格は迅速に、そしてしばしば激しく需給不均衡に反応する。中国経済が暴落すれば、OPEC プラス産油国が石油価格の下落を抑えるのに十分な大規模な協調減産に合意するとは考えがたい。

1.9 ウクライナ/ロシア戦争が石油供給量を急激に減少させる可能性

液体燃料供給における世界的な混乱は継続的に発生している。図 16 に示すように、毎月の計画外の世界の液体燃料生産停止は過去 3 年間に日量 250~400 万バレルであった。ここ 1 年の計画外の生産停止は平均日量 300 万バレルであった。計画外の石油供給停止は今後も継続し、石油価格予測ではいつでも 200~400 万バレルの供給が停止することを折り込んでいると考えられる。しかし、これよりも大規模な供給停止を起こす混乱—たとえば日量 500~1,000 万バレル—はおそらく突然の価格高騰を引き起こすだろう。現在進行中のロシア/ウクライナ戦争—またはその他の地域の紛争—もこのような混乱を引き起こす可能性がある。

図 16 世界の計画外の液体燃料生産停止

(単位：日量百万バレル)



出所：米国エネルギー情報局

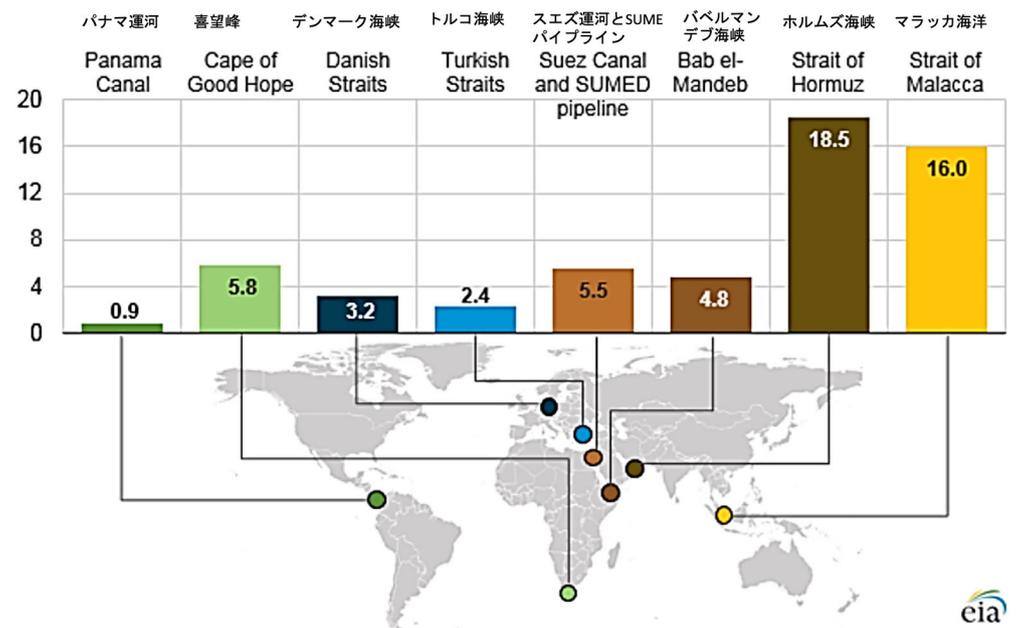
黒海の石油輸出の途絶は石油供給に影響を与える多くの出来事のひとつである。現在まで、ウクライナにおける戦争はロシア産石油の供給に影響を与えていない。しかし、黒海における船舶への攻撃がエスカレートし続ければ、トルコ海峡経由の石油輸出が途絶するリスクが高まる。少なくとも、緊張が高まると、保険料と海運コストが大幅に上昇する結果となる公算が高い。

市場情報プロバイダーの Kpler によれば、黒海ルートはロシア産石油の世界市場への輸出量の 15～20% を占める。Kpler は「ロシアはノヴォロシースクから日量 50～55 万バレルの原油と、45 万バレルの精製品を輸出している。ノヴォロシースク港ではまた、カザフスタンからパイプラインで同港に送られ、そこから精製のためにルーマニアに海上輸送される 25 万バレルの原油が積み出されている。カスピアン・パイプライン・コンソーシアムだけでも日量約 130 万バレルの原油をタンカーに積み出しており、これはカザフスタンから欧州への輸出石油のメインルートである。日量約 250 万バレルの原油と石油製品の流れが紛争の激化による危険にさらされている」としている。Kpler はまた「ロシア産原油をノヴォロシースクからインド西海岸に輸送するコストは紛争激化の結果、50%程度上昇する」としている。

日量 250 万バレルの黒海石油輸出停止が、その他の日量 250～400 万バレルの計画外の供給停止に上乗せされれば、石油供給量は日量 500 万バレル減少することになり、石油の需給バランスに大きな影響が及ぶであろう。石油価格が 100 ドルを優に超えることもあり得る。

黒海石油輸出の封鎖は発生する可能性のある多くの供給途絶のひとつにすぎない。図 17 に示すように、石油供給は少なくとも 8 カ所の主要な海運ルートの戦略上のチョークポイントにおける遮断の影響を受ける可能性がある。より悪いシナリオはホルムズ海峡が封鎖され、アラビア湾からの輸出が止まることであり、石油価格への影響は多大である。

図 17 石油供給途絶の可能性のある世界のチョークポイント



出所：米国エネルギー情報局

1.10 これまでのところ、米国は景気低迷を回避している

米国経済はネガティブな要因、特にインフレ抑制目的での急速な金利上昇に照らして、非常に抵抗力を持ってきた。複数のアナリストが米国経済は 2023 年上半期に景気後退に入ると予測していた。これが起こらなかったとき、2023 年下半期に景気後退に入ると予測された。今は、米国が景気後退を回避し、軟着陸するとの声が高まっている。これは経済を減速させるためにここ 1 年にわたって金利が 5% 以上上昇しているにもかかわらず、である。

しかし、軟着陸は希望的観測である公算が高い。ネガティブな経済的な荷物が山積しすぎている。万一米国経済がハードランディング（急速に悪化）した場合、海洋産業サプライチェーン全体が混乱に巻き込まれる—過去に同じことが何度も発生している。

米国経済で累積している問題については語るに尽きない。ポジティブなニュースを見つけるのは困難である。注目に値するのは大手格付け会社フィッチが最近、米国債を最上位の AAA から一ランク下の AA+ に格下げしたことである。米国の弁済能力の見通しについて懸念があることから、格付け会社 2 社が米国債の信用格付けを引き下げたことになる。S&P は 2011 年に米国債の格付けを 2 番目の AA+ に引き下げた。

米国は石油の主要消費国であり、世界の石油消費量の約 20% を占める。米国経済の停滞は明らかに石油価格の下落を招く。万一これが起これば、以前に石油価格が下落した際と同様に、新しい海洋プロジェクト（他の石油会社投資も）は保留となるだろう。例えば、2007-08 年、2015-16 年、2020-21 年に、世界の石油需給バランスを狂わせるネガティブな出来事の後、原油価格が暴落した時、海洋石油産業は休眠状態に入った。

1.11 インフレ抑制法がメキシコ湾リース権販売を再開させたが、障壁は残る

2022年8月に、議会は民主党が推し進める3,690億ドルの法案を可決した。この法案には民主党の社会的及び環境上の政治アジェンダを実施するための様々な条項が含まれている。

新法により米国の海洋域で化石燃料を生産するコストを押し上げる様々な課徴金が課されることとなった。これについては、石油・ガス生産者は反対したが、成功しなかった。これには連邦政府が所轄する陸上及び海洋鉱区リースの石油・ガスのロイヤルティの引き上げが含まれている。しかし、この新法には国内の海洋石油・ガス開発を支援する条項もいくつか含まれていた。これには、内務省に対して2023年末までに3回の石油・ガス大陸棚外縁リース権入札を実施することを義務づける条項が含まれている。

最初のリース権入札は2023年3月までに実施を義務づけられており、その結果は1.6で先に説明した。2回目の入札は2023年9月に開催、3回目の入札は2023年12月末までに実施することが義務づけられている。このスケジュールは、2000年の選挙運動における大統領の公約であった連邦政府が管轄する土地のリース権販売を中止するという現政権の取り組みに優先する。

反対派は法律上の異議申し立てと許認可無効申し立てを通してリース契約を遅らせ、邪魔しようとし続けるであろうが、海洋リース契約の再開は重要な展開である。同法に盛り込まれた石油・ガス生産に課される追加チャージよりもこれは重要である。

次のリース権入札はリース契約の前に立ちほだかりうる障壁を物語っている。2023年9月27日に予定されているリース権入札の最終公示で、米国内務省は当初入札を予定されていたエリアから600万エーカーを外した。これは、絶滅危惧種であるライス鯨を保護するための安全措置が不十分であるという理由であった。当初のエリアの約10%を取り下げる決定は法廷で異議が申し立てられている。

1.12 二酸化炭素回収貯留プロジェクトが税額控除の拡大により奨励されている

2022年のインフレ抑制法で米国内国歳入法セクション45Qの税額控除条項が修正された。この修正は、新たな二酸化炭素回収貯留（CCS）への投資を刺激することを目的としていた。現行法の下では、回収装置が工業施設または製造施設に直接設置される二酸化炭素回収プロジェクトに対するセクション45Q生産税額控除は現在、回収・貯留された二酸化炭素1トンあたり85ドル（トン当たり50ドルから増額）、大気から直接回収する（DAC）プロジェクトが受ける可能性のある最高レートは回収・貯蔵された二酸化炭素1トンあたり180ドル（トン当たり35ドルから増額）となっている。

図18はCCSプロジェクトについて特定の条件下で与えられる税額控除をまとめたものである。米国財務省は2020-2029年間の税額控除コストを23億ドルと推定している。

図 18 二酸化炭素回収貯留（CCS）に対する米国セクション 45Q 税額控除

2018年2月8日よりも後、2023年1月1日よりも前に稼働した機器	2022年12月31日よりも後、2033年1月1日よりも前に稼働した機器
CO ₂ トンあたりの税額控除額	
地層に貯留されたCO ₂	
2023年にCO ₂ トン当たり40.89ドル。2026年まで50ドルまで段階的に引き上げ。その後インフレ調整	CO ₂ トン当たり17ドルの基本税額控除（DACは36ドル）、建設期間と運転の最初の12年間に優勢賃金を支払い、登録された見習い要件を満たす施設には85ドル（DACは180ドル）。2026年から後はインフレ調整
石油増進回収（EOR）と共に地層に貯留されたCO ₂	
2023年にCO ₂ トン当たり27.61ドル。2026年まで35ドルまで段階的に引き上げ。その後インフレ調整	CO ₂ トン当たり12ドルの基本税額控除（DACは26ドル）、建設期間と運転の最初の12年間に優勢賃金を支払い、登録された見習い要件を満たす施設には60ドル（DACは130ドル）。2026年から後はインフレ調整
その他の適格のCO ₂ 利用	
2023年にCO ₂ トン当たり27.61ドル。2026年まで35ドルまで段階的に引き上げ。その後インフレ調整	CO ₂ トン当たり12ドルの基本税額控除（DACは26ドル）、建設期間と運転の最初の12年間に優勢賃金を支払い、登録された見習い要件を満たす施設には60ドル（DACは130ドル）。2026年から後はインフレ調整

出所：Congressional Research Service: August 2023

これらの税額控除増額と CCS 投資を奨励する目的のその他の修正は CCS プロジェクトへの投資への関心に火をつける助けとなっている。これについては第 6 章で論じる。

1.13 2024 年の米国選挙がエネルギー政策を大きく変える可能性がある

政権を握る党はエネルギー開発に関する米国政策に大きな影響を及ぼす。民主党は再生可能エネルギー源の開発に好意的な傾向にある。共和党は化石燃料の利用継続に好意的な傾向にある。もちろん例外もあるが、これらの 2 党の党員は一般にこの党路線に沿っている。

2021-24 年に大統領と上院（2022 年までは下院も）を民主党が支配したことから、洋上風力発電と太陽光発電の拡大を含む再生可能エネルギー開発に有利な法律を可決する機会が発生した。民主党支配は新型コロナウイルス大流行の終息と、「よりよい再建」の運動と重なっていた。これには、再生可能エネルギーの急速な拡大と、将来のエネルギー源としての化石燃料からの脱離が含まれていた。連邦支出の拡大、政策の見直し、そして新たな規制が「よりよい再建」の実現を確実にするために利用された。

2022 年の選挙で共和党が下院の支配を奪回し、それ以来政府が化石燃料よりも再生可能エネルギーを優遇するのが困難になっている。しかし、民主党が完全に支配していた 2 年間に可決された法により連邦資金が投入され、規則が制定されており、上院と大統領が民主党であるうちはこれを覆すのは困難であることから、再生可能エネルギーへの傾斜は継続するだろう。2024 年 11 月の選挙によりこの状況が変わる可能性がある。

現時点で、大統領候補はバイデン氏とトランプ氏である。両候補のエネルギー政策は正反対である。バイデン氏は再生可能エネルギーを優遇する現行政策を継続する可能性が高いであろう。トランプ氏はバイデン政権の下で開始された洋上風力エネルギーを含む再生

可能エネルギープロジェクトの多くをキャンセルしようと試みる可能性がある他、米国沿岸における海洋開発を含む化石燃料開発拡大の障壁を取り除くことに焦点を当てる可能性があるであろう。

11月の選挙は多くの点で、将来の米国の石油及びガス海洋産業にとって最も重要な牽引要因である。誰が当選するかによって2020年代後半のこの業界の命運が決まる。

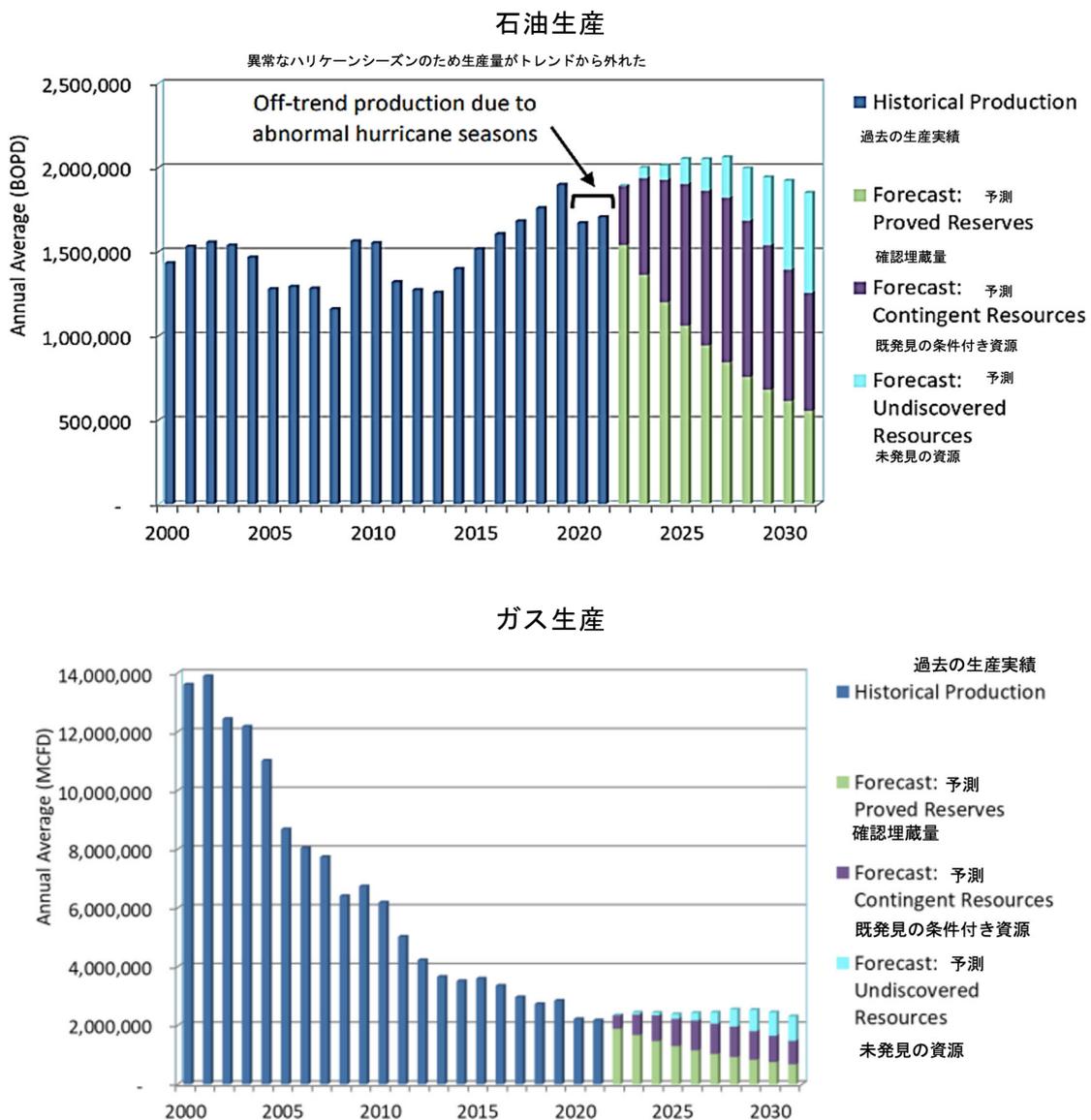
2. メキシコ湾における石油・ガスプロジェクト

本章では、メキシコ湾における石油・ガス開発のアップデートを行う。まず最新の海洋生産データを示し、2023年9月までに始まった新たなプロジェクトを説明し、現在計画段階にあるプロジェクトで今後数年以内に前進する公算が高いものを説明する。

2.1 メキシコ湾の石油及びガス生産

図19に、2000年以降のメキシコ湾における石油とガスの生産量の推移と米国海洋エネルギー管理局（BOEM）による2032年までの生産量予測を示した。予測は既発見の確認埋蔵量、既発見の条件付き資源量、推定される未発見資源量から生産される石油に分類されている。

図19 メキシコ湾（米国及びメキシコ）における石油・ガス生産量のトレンド
（退役したユニットを除く）



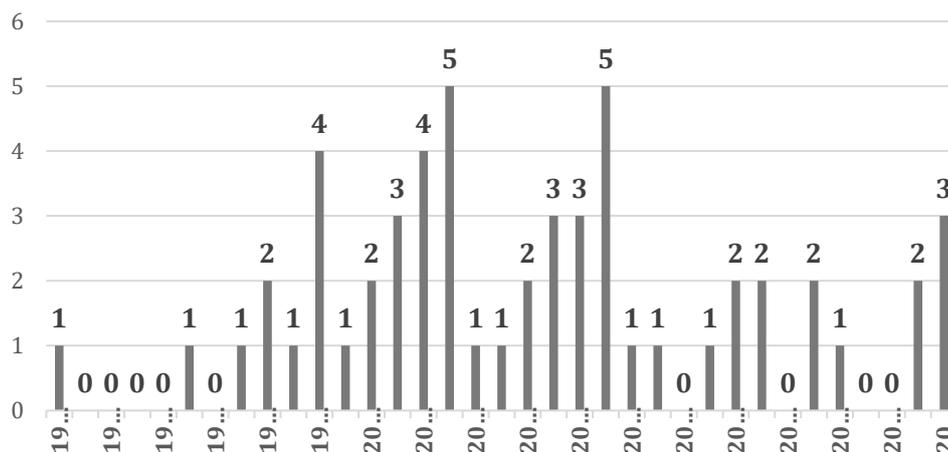
出所：米国海洋エネルギー管理局（BOEM）

BOEM はメキシコ湾石油生産が 2020 年代半ばまで拡大し続け、2027 年に日量 206 万バレルで天井を打ち、2030 年代に向けて減少し始め、2031 年には日量 185 万バレルとなると見ている。天然ガスの生産量は 2001 年から減少しており、2000 年の日量 140 億立方フィートから 2022 年に日量約 120 億立方フィートとなった。BOEM は減少が横ばいとなり、ガス生産量は 2030 年代初めまで多かれ少なかれ安定すると見ている。

メキシコ湾大水深生産における浮体式生産システムの利用は 1989 年に遡る。メキシコ湾に設置済みの浮体式生産システム数は過去 30 年間にわたり着実に成長してきた。メキシコ湾堆積盆には現在 50 基を超える浮体式生産システムが設置されている。その内訳は、TLP（テンションレグプラットフォーム）が 18 基、スパーが 18 基、生産セミサブが 13 基、FPSO が 5 基、生産バージが 1 基である。メキシコ湾よりも多くの浮体式生産システムが稼働しているのはブラジルのみである。

図 20 に 1989 年以降、毎年生産を開始した浮体式生産システム数を示す。この図にはメキシコ湾の米国領とメキシコ領の両方に設置されたユニットが含まれているが、運転を開始したが、その後退役した複数の浮体式生産システムは除外されている。

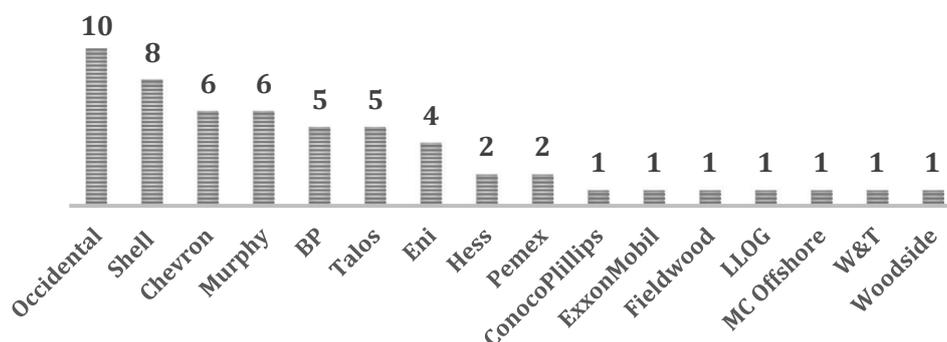
図 20 メキシコ湾（米国及びメキシコ）に設置された浮体式生産ユニット
(退役ユニットは除く)



出所：World Energy Report

16 社のフィールドオペレーターがメキシコ湾で浮体式生産システムを運転している。これらを図 21 に示す。

図 21 メキシコ湾に設置された浮体式生産システムを保有するフィールドオペレーター
(2023年8月現在)



出所：World Energy Report

ここ1年に、3基の浮体式生産ユニット—全て生産セミサブ—がメキシコ湾に設置された。これらは、シェルのVitoプロジェクト、シェブロン社のAnchorプロジェクト、BPのArgosプロジェクトに設置された。それぞれを概説する。

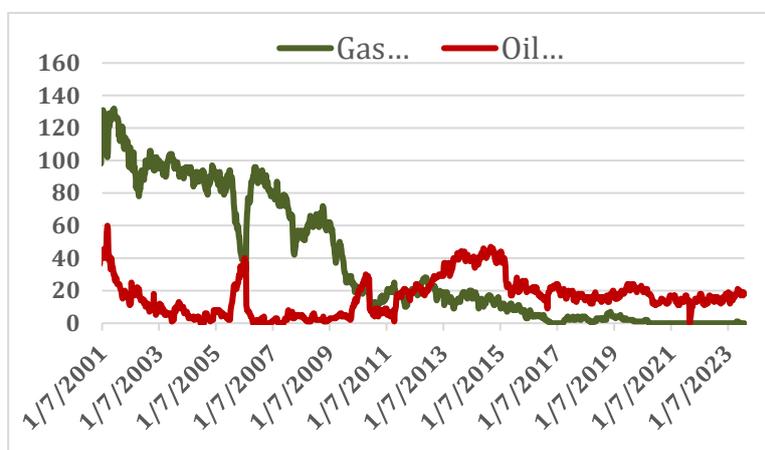
- Vito 生産セミサブ—2017年にSembcorp Marine（現シートリウム）はシェルからメキシコ湾のVitoフィールド向け生産セミサブの浮体とトップサイドを建造する契約を受注した。Vito 生産セミサブはニューオリンズ南西約90キロメートルの水深1,160メートルの海上に係留されている。本ユニットは石油生産能力日量10万バレル、ガス生産能力日量1億立方フィートである。生産は2023年初めに開始された。シェルによれば、Vitoの採算油価は1バレル当たり35ドル未満である。シェルはVitoのコストが2015年の当初の推定額よりも70%低かったと述べている。
- Anchor 生産セミサブ—シェブロンは2019年12月にメキシコ湾のAnchor油田の開発を表明した。同油田はルイジアナ沖225キロメートル、水深1,580メートルに位置する。DSME（大宇造船海洋、現ハンファオーシャン）は2億ドルのセミサブ浮体建造契約を受注した。Kiewitがトップサイド建造契約を受注した。同ユニットは現在油田に設置中である。プロジェクトの資本支出は57億ドルとなると考えられている。
- Argos 生産セミサブ—BPは2017年にメキシコ湾のMad Dog #2向けのArgos生産セミサブ建造をサムスンに発注した。建造契約価格は約12.7億ドルであった。2021年初めにサムスンによりこのユニットは完成され、2023年4月に生産を開始した。石油生産能力は日量14万バレル、ガス生産能力は日量2,500万立方フィートであり、生産井14坑が繋ぎ込まれている。BPは本プロジェクトの採算油価は1バレル当たり40ドルを下回ると述べている。

2.2 メキシコ湾における探鉱・開発活動

メキシコ湾における探鉱・開発活動は、堆積盆が成熟し、他の地域でより開発が有望な鉱脈（例えばガイアナ沖、テキサスのシェール/タイトオイル）が出現するにつれ、過去2年間にわたって低下してきた。図 22 に示すように、米国メキシコ湾で稼働している回転掘削リグ数が今世紀初め以来大幅に減少している。

減少の大部分はガス田を掘削しているリグである。メキシコ湾における稼働リグ数は2000年の120基から2010年には20基、2020年にはゼロとなった。油田開発で随伴ガスが発生するが、現在メキシコ湾でガスを主に掘削しているリグはない。石油を掘削しているリグ数も、過去10年間にわたって減少している。2020年には約8基の掘削リグが稼働していた。稼働リグ数は2014年には47基まで増加し、以来10～20基の間に落ち着いている。2023年8月現在、18基が米国メキシコ湾の油田で稼働している。

図 22 米国メキシコ湾で稼働中の回転掘削リグ数の推移



出所：ベイカーヒューズ

図 23 に、2023年8月時点でメキシコ湾において進行中の大水深掘削及びワークオーバー（坑井改修）活動を示す。このリストにはメキシコ湾の米国側水深4,000フィート（約1,200メートル）以上の海域における活動のみが含まれている。

2023年8月に、米国内務省安全環境執行局（BSEE）は掘削時の坑井管理を厳格化する最終規則を公布した。新規則は前トランプ政権時代に業界に不必要な規制上の負担をかけるものとして廃止された条項を復活するものである。新条項には暴噴防止装置（BOP）に関するより厳しい規則、指定された第三者機関へのBOPの故障報告義務、許認可申請の独立第三者機関の資格認定、BOP試験/故障解析の義務づけが含まれている。

図 23 米国メキシコ湾で実施されている大水深掘削及び改修活動（2023 年 8 月現在）

<i>Operator</i>	<i>Surface Area/ Block</i>	<i>Well Target Lease</i>	<i>Rig Name</i>	<i>Prospect Name</i>	<i>Water Depth (ft)</i>
SHELL OFFSHORE INC.	AC 815	G19409	T.O. DEEPWATER THALASSA	Silvertip	9,058
SHELL OFFSHORE INC.	AC 691	G34777	NOBLE GLOBETROTTER II		8,000
SHELL OFFSHORE INC.	AC 857	G17565	H&P 205	PERDIDO	7,814
KOSMOS ENERGY GULF OF MEXICO OP	KC 964	G36694	NOBLE VALIANT	HADRIAN SOUTH	7,491
SHELL OFFSHORE INC.	MC 393	G25852	T.O. DEEPWATER POSEIDON	White Ash	7,393
SHELL OFFSHORE INC.	MC 391	G26253	T.O. DEEPWATER PROTEUS	APPOMATTOX	7,165
CHEVRON USA INC	WR 758	G17015	VALARIS DS-18 (ROWAN RELENTL	Jack	6,970
CHEVRON USA INC	MC 608	G34902	T.O. DEEPWATER CONQUEROR	Anstey	6,678
LLOG EXPLORATION OFFSHORE LLC	KC 785	G25814	NOBLE FAYE KOZACK (FKA KHAM		6,612
BP EXPLORATION & PRODUCTION INC	GC 743	G15607	DIAMOND WEST AURIGA	ATLANTIS(GC)	6,535
BP EXPLORATION & PRODUCTION INC	MC 822	G14658	DIAMOND OCEAN BLACKHORNET	Thunder Horse South	6,267
BP EXPLORATION & PRODUCTION INC	MC 778	G14658	ISLAND INTERVENTION	THUNDER HORSE	6,037
MURPHY EXPLORATION & PRODUCTION	DC 90	G34469	NOBLE STANLEY LAFOSSE (FKA P		6,033
BOE EXPLORATION & PRODUCTION LLC	WR 51	G31938	T.O. DEEPWATER ATLAS	Shenandoah	5,839
ENI US OPERATING CO. INC.	MC 772	G16647	SAIPEM SANTORINI	Triton (mc)	5,639
ANADARKO PETROLEUM CORPORATI	MC 127	G19925	VALARIS 8505 (ENSCO 8505)	HORN MOUNTAIN D	5,468
CHEVRON USA INC	WR 29	G16942	* COIL TUBING UNIT	Big Foot	5,192
BP EXPLORATION & PRODUCTION INC	GC 825	G09982	DIAMOND OFFSHORE WEST VELA	Mad Dog Phase 2	4,956
HESS CORPORATION	MC 726	G36780	T.O. DEEPWATER ASGARD	Tubular Bells	4,603
BP EXPLORATION & PRODUCTION INC	GC 782	G15610	MAD DOG SPAR RIG	Mad Dog Phase 2	4,428
ANADARKO PETROLEUM CORPORATI	GC 627	G25174	* NON RIG UNIT OPERATION	Constellation	4,409
ANADARKO PETROLEUM CORPORATI	GC 645	G11080	HOLSTEIN SPAR RIG	Holstein	4,344
ANADARKO PETROLEUM CORPORATI	GC 608	G18402	* NON RIG UNIT OPERATION	Genghis khan	4,287
ANADARKO PETROLEUM CORPORATI	GC 608	G18402	* HYDRAULIC WORKOVER UNIT	Genghis khan	4,287
CHEVRON USA INC	MC 937	G36789	T.O. DEEPWATER TITAN	Makalu	4,233
ANADARKO PETROLEUM CORPORATI	GC 563	G34992	VALARIS DS-16 (ROWAN RESOLUT	Timon	4,191
BP EXPLORATION & PRODUCTION INC	GC 480	G36437	DIAMOND OCEAN BLACKLION	Mummy	4,127
WOODSIDE ENERGY (GOM) INC	GC 520	G34985	T.O. DEEPWATER INVICTUS		4,054
SHELL OFFSHORE INC.	MC 940	G31534	T.O. DEEPWATER PONTUS	Vito	3,995

出所：内務省安全環境執行局

2.3 建造段階にあるメキシコ湾プロジェクト

メキシコ湾では現在 6 件の海洋プロジェクトが建造段階にある。うち 5 件は米国側メキシコ湾の大水深プロジェクトである。すべて生産セミサブを使用する。6 件目はメキシコ側の海洋 LNG 輸出ターミナルである。各プロジェクトを以下に概説する。

- **Whale 生産セミサブ**—2017 年末に Sembcorp Marine（現シートリウム）はシェルのメキシコ湾 Whale 油田向け生産セミサブの浮体とトップサイド建造のターンキー契約を受注した。成約はシェルが最終投資決定を下すことが条件となっており、市場の低迷のため 2021 年 7 月まで延期された。その間ユニットの建造は、ゆっくりとしたペースで進行していた。同ユニットは Sembcorp がシェルの Vito 油田向けに建造した生産セミサブと同様のものとなる。浮体は Vito セミサブの 99%、トップサイドは 80%のレプリカとなる。生産開始は 2024 年に計画されている。

- **Shenandoah 生産セミサブ**—現代重工は 2021 年 8 月にビーコン・オフショアからメキシコ湾の油田で使用する生産セミサブの供給契約を受注した。91 メートル x 91 メートルの生産セミサブは石油生産能力日量 10 万バレル、ガス生産能力日量 1 億 4,000 万立方フィートを有するものとなる。引渡しは 2024 年上半期に予定されている。
- **Salamanca 生産セミサブ**—LLOG は 2022 年 5 月に退役した *Independence Hub* 生産セミサブを再利用して Leon/Castile 油田を開発することを決定した。このユニットは、2019 年に退役し、以来テキサス州イングルサイドで保存されていたものであり、4,000 万ドルでジェネシス・エナジーから購入されたものである。浮体は修理調整され、新しいトップサイドが製作される。本浮体式生産システムは石油生産能力日量 6 万バレル、ガス生産能力日量 4,000 万立方フィートを有するものとなる。テキサスの Keppel AmFels が 2022 年第 2 四半期にセミサブを新たな設置のために修理調整、改造する契約を受注した。本ユニットは水深 1,930 メートルの海上に設置される。生産開始は 2025 年半ばの予定である。
- **Sparta 生産セミサブ**—シェルは 2023 年 8 月にメキシコ湾ガーデンバンクスエリアの Sparta 油田開発向けの *Sparta* 生産セミサブ建造でシートリウムと基本合意に達した。本油田は水深 1,320 メートルに位置する。本ユニットはシートリウムが以前に建造した *Whale* 及び *Vito* 生産セミサブと同様のものとなる。成約にはシェル及びエクイノールによる最終投資決定が必要とされる。シェルがオペレーターであり、Sparta 油田の 51%の権益を保有している。エクイノールは 49%を保有している。
- **Trion 生産セミサブ**—豪ウッドサイド・エナジーは 2023 年 7 月にメキシコ湾大水深の Trion プロジェクトへの 72 億ドルの投資を承認した。ウッドサイドは同プロジェクトに 60%の権益を保有しており、残りの 40%はペメックスが保有している。オペレーターはブレント原油が 2023 年 6 月以降 1 バレル当たり 70 ドル（2022 年実質ドル）で取引されることを前提として、本プロジェクトへの投資を決定した。この油価を前提とすると、ウッドサイドは本投資が「4 年未満の回収期間で、16%を超える内部利益率をもたらす」と期待している。生産開始は 2028 年を目標としている。
- **Altamira LNG 輸出ターミナル**—米ニュー・フォートレス・エナジー（NFE）はメキシコの Altamira 沖の新しい LNG 生産施設の初期段階の完了に近づいている。同施設は FLNG 1 と呼ばれており、NFE が設計した独自の「ファスト LNG」システムを使用する。本システムは、3 基のジャッキアップリグを連結し、1 基をガス処理、2 基目を 1.4mtpa の液化プラントの支持、3 基目を発電/宿泊施設として使用するものである。テキサスの Kiewit 造船所がジャッキアップの改造工事を実施している。LNG 船（16 万 m³の *Penguin*）を改造し、浮体式貯蔵・積出システムとして使用する。Altamira LNG 輸出施設は 2023 年 9 月に完成し、準備が整い生産を開始する予定である。複数の FLNG システムを追加することによる輸出ターミナル拡大が現在審査を受けている（2.4 を参照）。

2.4 直近の計画段階にあるメキシコ湾プロジェクト

米国メキシコ湾で新たな独立した生産施設を必要とする大型プロジェクトへの投資意欲はここ 10 年にわたって大きく低下した。いくつかのプロジェクトは進行したが、2014 年から 2021 年間の間の市場の低迷により、一般に 10~30 億ドルの独立生産施設を伴う大規模な開発を開始する意欲が失われた。その代わりに、オペレーターは一般に、石油探鉱活動を既存の生産施設にタイバックできる距離内のメキシコ湾エリアに焦点を当てている。タイバックは一般に相当コストが低く、より迅速に仕上げることができ、新規の独立した開発よりも投資を正当化するのが容易である。例えば、8 月に、テキサス州ヒューストンに本社を置く石油・ガス探鉱開発会社であるタロス・エナジーは **Sunspear** プロスペクトの掘削で、商業化できる量の石油・ガスを掘り当てたが、この発見は 2001 年から生産を行っている **Prince TLP** にタイバックされる。

しかし、大規模なメキシコ湾独立開発への関心に再び火が付き始めているかもしれない。BP の **Kaskida** プロジェクト（下記参照）を再開する決定は、メキシコ湾開発活動が今後数年の間に勢いを増す可能性を示している。近い将来に前進する可能性の高い 3 件のプロジェクトを概説する。1 件は石油生産プロジェクトであり、2 件は海洋 LNG 輸出プラント/ターミナルである。

- **Kashida**—メキシコ湾中部 Keathley Canyon エリアで発見されたこの BP 2006 高圧/高温で複雑な地質の貯留層は 40 億バレルの原始埋蔵量を持つと推定されている。BP は開発のエンジニアリング研究を行ったが、(1) 2014-2021 年の市場の低迷と、(2) 同社の化石燃料から手を引く（現在は緩和されている）計画の結果としてプロジェクトが棚上げとなった。BP は現在 **Kaskida** を開発する計画を復活させている。同社は 2023 年半ばにエンジニアリング研究を再開し、2~3 年以内にプロジェクトの最終投資決定を行う計画だとしている。焦点は開発ソリューションとして **Anchor** のような生産セミサブの利用に移った。FPSO の可能性も残っている。BP は **Kaskida** のオペレーターで 100% の権益を保有している。
- **Delfin LNG**—テキサス州ヒューストンを拠点とする **Delfin Midstream** は 4 基の FLNG を利用してルイジアナ州沖に輸出ターミナルを建設することを提案している。FLNG は約 80 キロメートル沖合の水深 21 メートルにある閉鎖されたプラットフォームの近くに設置される。**Delfin** は年間最大 1,300 万トンの LNG をターミナル経由で輸出することを検討している。近隣の鉱区の 2 番目の閉鎖されたプラットフォームが輸出ポテンシャルを年間 2,100 万トンに拡大するために **Delfin** と共同開発される可能性がある。プロジェクト融資には信頼できるバイヤーとプラント容量のかなりの部分について長期売買（テイク・オア・ペイ）契約を確定することが必要である。2023 年 7 月に、**Delfin** は英国の多国籍エネルギー会社である **Centrica** と年間 100 万トンの LNG を 15 年間の FOB（本船渡し）ベースで買い取る LNG 売買契約に署名した。2023 年 6 月に商船三井は **Delfin** に戦略的出資を行い、取締役会に参加することで合意した。さらに最近では、2023 年 8 月に **Delfin** はプロジェクトの FLNG の設計のパートナー契約を中国の **Wison**（恵生海洋工程）と結んだ。

- Louisiana LNG 輸出ターミナル**—ニュー・フォートレス・エナジー（NFE）はルイジアナ沖に LNG 輸出ターミナルを建設することを計画している。ターミナルは再利用ジャッキアップリグと連結されたプラットフォームでそれぞれ年間 140 万トンの生産能力を有する 2 基のモジュラー「Fast LNG」プラントを支える。NFE はこのユニットを FLNG 2 及び FLNG 3 と呼んでいる。改造 LNG 船が浮体式貯蔵システムとして使用される。全体でターミナルは年間 280 トンの LNG を輸出することができるものとなる。NFE は「FLNG 2 と FLNG 3 は既に建造中であり、リードタイムの長い品目はすべて購入済みであり、商業運転開始は 2025 年の第 1 四半期の見込み」としている。図 24 にターミナル配置の概観を示す。

図 24 NFE のルイジアナ沖 LNG 輸出ターミナル計画



- FLNG**：3 つの連結されたデッキ—宿泊施設、ユーティリティ設備、天然ガス処理、天然ガス液化設備を含む—が自己昇降式プラットフォーム上に搭載される。
- 浮体式貯蔵ユニット（FSU）**：改造した LNG 船に FLNG1 と FLNG2 ユニットから生産された LNG を送り、世界の市場に輸出するために十分な量になるまで貯蔵する。
- FLNG2**：3 つの連結されたデッキ—宿泊施設、発電施設、天然ガス処理、天然ガス液化設備を含む—が着底式プラットフォームに搭載される。
 - A：液化プラットフォーム：独自の天然ガス液化プラント、救命ボート、緊急サービス
 - B：天然ガス処理プラットフォーム：天然ガスから不純物をとりのぞく設備、未処理の水システム、緊急発電、救命ボート、緊急サービス
 - C：ユーティリティプラットフォーム：最大 87 名の作業員用宿泊施設、施設に電力を供給するための発電設備、ヘリデッキ、クレーン、倉庫、病院、救命ボート、緊急サービス

出所：NFE

ルイジアナ沖での建設は米国政府の許認可プロセスにより停止しているようだ。MARAD の審査は何度も停止した後、継続しているが、NFE は現在 FLNG2 と FLNG3 を FLNG1 の輸出能力拡大のためにアルタミラ沿岸に投入することを検討中である（2.3 を参照）。

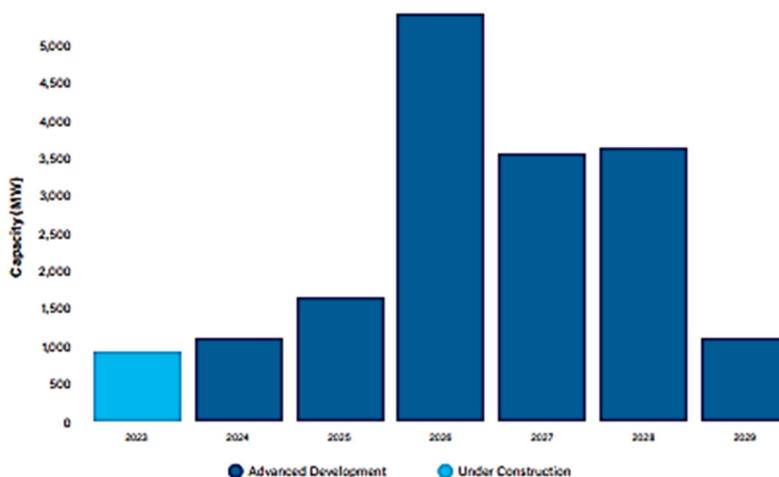
3. 米国洋上風力エネルギープロジェクトの進捗状況

本章では米国洋上風力エネルギー部門の最近の動向をアップデートする。最初に米国における洋上風力エネルギープロジェクトの現状を概説し、次にメキシコ湾、そして米国西海岸における洋上風力エネルギー開発の進捗状況に焦点を当てる。

3.1 米国洋上風力エネルギー開発の現状

米国における洋上風力発電開発は 2021 年 3 月にエネルギー省が、2030 年までに 30 ギガワットの洋上風力発電を展開するという目標を発表し、「実現すれば、2050 年までに 110GW 以上となるための道筋が開かれる可能性がある」と述べて以来、進歩を遂げた。2023 年半ばに、0.8GW の風力発電プロジェクトである Vineyard Wind がマサチューセッツ沖で建設中であり、0.1GW の風力発電プロジェクトである South Fork Wind がニューヨーク沖で建設されている。加えて、合計 17GW の 16 件のプロジェクトが、開発の進んだ段階にあり、合計 34GW の 18 件の米国洋上風力発電プロジェクトが開発の初期段階にある。すべて米国東海岸である。図 25 に示すように、洋上風力発電の大部分は 2026 年と 2029 年の間に運転が開始される予定である。

図 25 商業発電開始日による米国洋上発電プロジェクト



出所：American Clean Power

風力発電産業のロビー団体であるアメリカン・クリーン・パワーによれば、洋上風力プロジェクトは米国造船所及び機器サプライヤーに相当量の仕事を提供してきた。

洋上風力発電は国内造船業を活性化している。少なくとも知られているだけで 21 隻の作業員輸送船 (CTV) が米国で発注済み、または建造中であり、1 隻の既存船が CTV に改造されている。加えて、3 隻の作業支援船 (SOV) が発注済み、または建造中であり、さらに 3 隻の既存船が米国洋上風力産業で使用するために SOV に改造されている。ドミニオン・エナジーの Charybdis 洋上風力タービン設置船 (WTIV) は現在建造されている唯一の WTIV として際立っているが、フィー

ダー船を使った設置戦略や同様のソリューション向けに船舶を建造する計画もある。合計で、30 隻以上の新造及び改造船が米国造船所に発注済み、または建造中で、さらに多くが後ろに控えている。

洋上風力サプライチェーンは成長に向かっている。現在、ケーブル施設 2 カ所、洋上変電所 1 カ所が稼働している。さらに 14 施設が発表され、または建設中であり、今後数年内に運転を開始することになっている。投資額が公開されているところでは、大型洋上風力発電コンポーネント向けの製造施設の発表は 17 億ドルを超える。3 州で入札募集が締め切られており、発注の結果を待っているなか、さらなるサプライチェーン投資の発表が期待できる。

出所：アメリカン・クリーン・パワー

しかし、米国と欧州の洋上風力発電は乱気流に巻き込まれている。洋上風力プロジェクトのコスト上昇により、洋上風力エネルギーのデベロッパーとバイヤーは洋上風力プロジェクトを推進する計画の一部を再評価することを強いられている。ウォールストリートジャーナル紙は 8 月に、「ここ数週間に、米国と欧州全域で少なくとも 10 件の洋上プロジェクトで、計画されていた約 330 億ドルの支出が先延ばしされる、さもなければ停滞状態にある」と報じた。エクイノールの CEO は、インタビューで「この瞬間、我々はこの業界初の危機を目撃している」と述べたと引用されている。

米国で計画されているプロジェクトはプロジェクトの見直しにより特に影響を受けている。例えば、スペインのイベルドロウラの米国子会社である Avangrid は、2023 年 8 月に、4,800 万ドルを支払うことにより同社が 2021 年 9 月に落札したマサチューセッツ州の洋上風力発電契約から手を引くことで合意に達した。シェル、仏 Engie、ポルトガル EDP リニューアブルズが後押ししていたマサチューセッツ州のプロジェクトは「電力供給契約についてキャンセルし、再入札を行うように電力会社と交渉中」と報じられている。ロードアイランド・エナジーは 7 月に、「コスト上昇により、契約は電力料金納付者にとって高額すぎるものとなり、州法に一致しない」として、Resolution Offshore Wind プロジェクトから手を引くことを決定した。

米国洋上風力プロジェクトに対する見直しや、逡巡を引き起こしている問題はいずれ解決し、米国洋上風力が勢いを取り戻すかもしれない。しかし、コスト上昇をひきおこしている問題の根は深く、複雑である。ひとつには、ジョーンズアクトによる外国船の制約と公式/非公式の現地調達要件が、ロジスティクスを複雑にし、米国海洋におけるタービン設置と保守コストを押し上げていることがある。ジョーンズアクトの制約に慣れていない企業は特にそれに関連する困難を過小評価しがちである。さらに、人件費と資材費を押し上げている最近の急速なインフレと、資本コストを大幅に押し上げる金利上昇があった。

おそらく、最大の原因は、米国洋上風力に足場を築こうとして、機会を得るために低すぎる価格で落札したデベロッパーの勇み足であろう。Avangrid の洋上風力部長は、4,800 万ドルを支払いマサチューセッツ州の洋上風力発電契約から手を引いたことについて、「何が起こったかという、もちろん世界が大きく変わったのだ」と述べた。よりふさわしい説明は、同社が足を踏み入れようとしていた混乱を正しく認識していなかったということであろう。

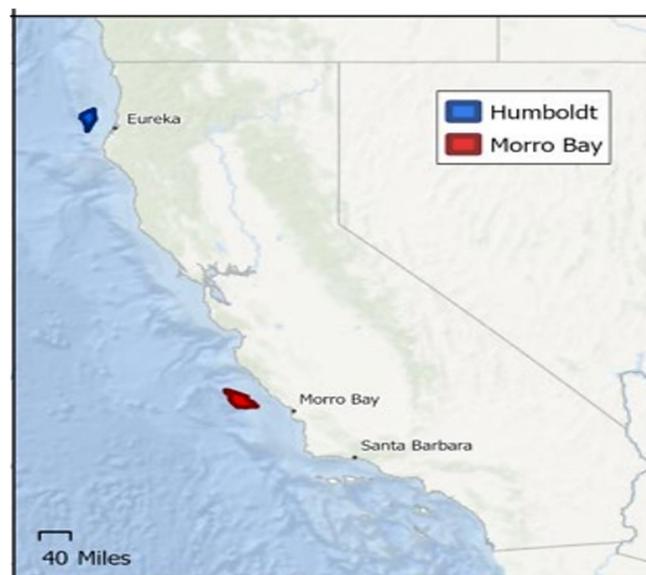
一方、エネルギー省は 2023 会計年度に 7,300 万ドルの資金を洋上風力開発支援のために供出し、この目的で 2024 会計年度には 210%増額の 2 億 2,600 万ドルを要求している。エネルギー省はまた、洋上風力プロジェクトへのデベロッパーの投資の関心を引くために大がかりな取り組みを行っており、米国の洋上風力発電開発の米国東海岸の外への拡大を押ししてきたが、進展と後退を繰り返している。後述するように、カリフォルニア沖、メキシコ湾（1 件）でリース権契約が締結されているが、オレゴン州の浮体式風力発電プロジェクトは反対運動に合った。

3.2 カリフォルニア洋上風力発電リース権入札が 2022 年 12 月に開催された

最近まで、米国西海岸沖の風力エネルギー開発に関連する動きは比較的少なかった。1 つは、西海岸は急深であるため、連邦政府管轄水域における風力発電プロジェクトには浮体式風力発電タービンが必要になり、この技術は依然として実験段階であることである。しかし、浮体式風力システムの開発計画はカリフォルニアとオレゴンで進んでおり、米国海洋エネルギー管理局（BOEM）は、2022 年 12 月に初めての西海岸風力リース権入札を実施した。

12 月の入札にはカリフォルニア沖の 5 つのリース区域が含まれた。2 件のリース区域はカリフォルニア州北部沖ハンボルト湾近くであり、3 件がカリフォルニア州中央沿岸のモロ湾近くであった。リース面積は合計 373,268 エーカーである。入札は 2 日間続き、落札金額は合計 7 億 5,700 万ドルであった。

図 26 カリフォルニア沖風力エネルギーリース区域



出所：California Energy Commission

23 社がモロ湾とハンボルト湾の風力発電区域リース入札の応札資格を取得した。落札者は、RWE オフショア、コペンハーゲン・インフラストラクチャー・パートナーズ、エクイノール、EDP リニューアブルズ/エンジー、インヴェナジーであった。

- OCS-P 0561、ハンボルト沖の 63,338 エーカーのリース区域、落札価格 1 億 5,770 万で RWE オフショア・ウインド・ホールディング LLC が落札した。RWE オフショア・ウインド・ホールディング LLC は独 RWE の完全子会社である。
- OCS-P 0562、ハンボルト沖の 69,031 エーカーのリース区域、落札価格 1 億 7,380 万ドルでカリフォルニア・ノース・フローティング LLC が落札した。カリフォルニア・ノース・フローティング LLC はデンマークのコペンハーゲン・インフラストラクチャー・パートナーズの完全子会社である。
- OCS-P 0563、モロ湾沖の 80,062 エーカーのリース区域、落札価格 1 億 3,000 万ドルで米国エクイノール・ウインド LLC が落札した。米国エクイノール・ウインド LLC はノルウェーのエクイノールの完全子会社である。
- OCS-P 0564、モロ湾沖の 80,418 エーカーのリース区域、落札価格 1 億 5,030 万ドルで、セントラル・カリフォルニア・オフショア・ウインド LLC が落札した。セントラル・カリフォルニア・オフショア・ウインド LLC はオーシャン・ウインズとカナディアン・ペンション・プラン・インベストメント・ボードの合弁事業である。（オーシャン・ウインド自体もスペインの EDP リニューアブルズと仏 ENGIE の合弁事業である。）
- OCS-P 0565、モロ湾沖の 80,418 エーカーのリース区域、落札価格 1 億 4,540 万ドルでインヴェナジー・カリフォルニア・オフショア LLC に落札された。同社は米インヴェナジーの完全子会社である。

リース権が販売されたといつて、これらの洋上風力発電プロジェクトが実現する保証はない。カリフォルニア州では沖合に何を建設するのも困難である。ウォールストリートジャーナル紙の 2022 年の記事がこの状況を簡潔に描いている。

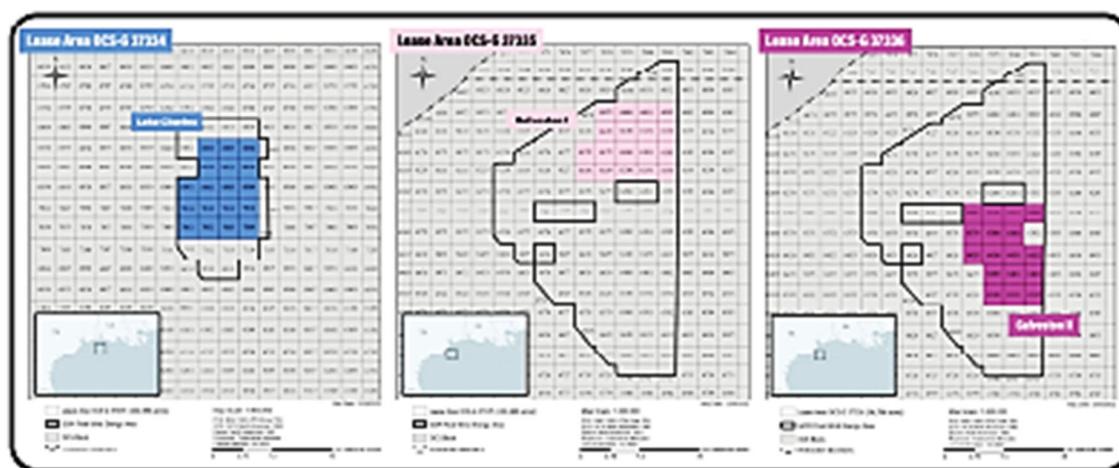
カリフォルニア洋上風力プロジェクトは圧力団体、業界利害関係者が一枚加わるに従い、ハードルに直面する。漁業従事者、海洋生物保護者、先住民族等が、最初の洋上タービンに対して慎重なアプローチを促している。パブリックコメントで表明された懸念には、「海ガメやその他の海洋生物についての懸念から、航路や海底通信ケーブルのような障害物までありとあらゆるものが含まれている。」なかには、リース権契約にはすべて「渡り鳥に対する危険度の高い期間には（風力発電タービン）のブレードを止めるようにデベロッパーに」義務づけることを求めるものもあった。

出典：ウォールストリートジャーナル紙、2022 年 9 月 12 月

3.3 メキシコ湾洋上風力リース入札が 2023 年 8 月に実施される

2023 年 7 月に内務省は、海洋エネルギー管理局（BOEM）がメキシコ湾の 3 区域について 8 月に洋上風力エネルギーリース権入札を実施することを発表した。2 つの海域には、ルイジアナ州レイクチャールズ沖の 102,480 エーカーの区域と、テキサス州ガルベトン沖の 2 区画—103,480 エーカーと 96,786 エーカーの区域—が含まれている。図 27 に、2 つの海域のロケーションと配置を示す。

図 27 メキシコ湾リース権販売の洋上風力開発エリア



出所：米国海洋エネルギー管理局（BOEM）

2022年にはBOEMにより、風力発電に適していると思なされるメキシコ湾の2つの海域をカバーする環境への影響評価報告案が発表された。2022年9月までに100件以上のコメントが提出され、その多くは洋上風力発電の反対派が懸念と反対を表明したものであった。これらのコメントが考慮され、図25に示すエリアが提供された。

入札の公示では、最終リース区域、リース条項と条件、入札の詳細についての詳細な情報が示された。公示では、リース権応募資格のある企業も特定されている。入札公示にはこの入札に独特の複数の条項が含まれていた。

- 労働者訓練プログラムを支援し、洋上風力エネルギー産業の国内サプライチェーンを開発することを約束する応募者に入札クレジットを与える。
- メキシコ湾における洋上風力エネルギー開発により引き起こされる漁業補償緩和基金を設立し、寄与する、または商業漁業及び有料レクリエーション漁業に及ぼす可能性のあるネガティブな影響を緩和するための既存の基金に資金を提供する応募者に入札クレジットを与える。
- 提案される洋上風力エネルギー活動により影響を受ける可能性のある先住民及び海洋利用者との関与をまとめた定期的進捗状況報告を提出することをリース権取得者に義務づける。

この入札募集はたいした関心を集めず、メキシコ湾における洋上風力発電開発の商業的な実現可能性に深い疑問を投げかけた。入札募集には1件の応募しかなかった。これはルイジアナ沖の102,480エーカーのリース権に対する560万ドルの入札であった。テキサス沖の2つの海域には応募はなかった。

低い関心の原因として指摘されたもののなかには、メキシコ湾の風速が低いこと、ハリケーンの危険性、テキサス/ルイジアナ地域における電力市場価格が低いことがあげられる。現時点で、BOEMが思い描いているメキシコ湾洋上風力開発に拍車をかけるためにはより多くの州政府及び連邦政府の資金支援が必要だと思われる。

3.4 Cademo 浮体式洋上風力発電プロジェクトは幾分前進

カリフォルニア州ヴァンデンバーグ基地沖に計画されている Cademo 浮体式風力発電プロジェクトは、カリフォルニア州の電力会社であるシエルコ・ウインド・エナジーとオランダの SBM オフショアによる合弁事業により提案されている。同プロジェクトは 4 基の 15MW 風力発電タービンを空軍基地の 3 マイル沖に設置するものであり、高さは 879 フィート（約 268 メートル）に達するものとなる。

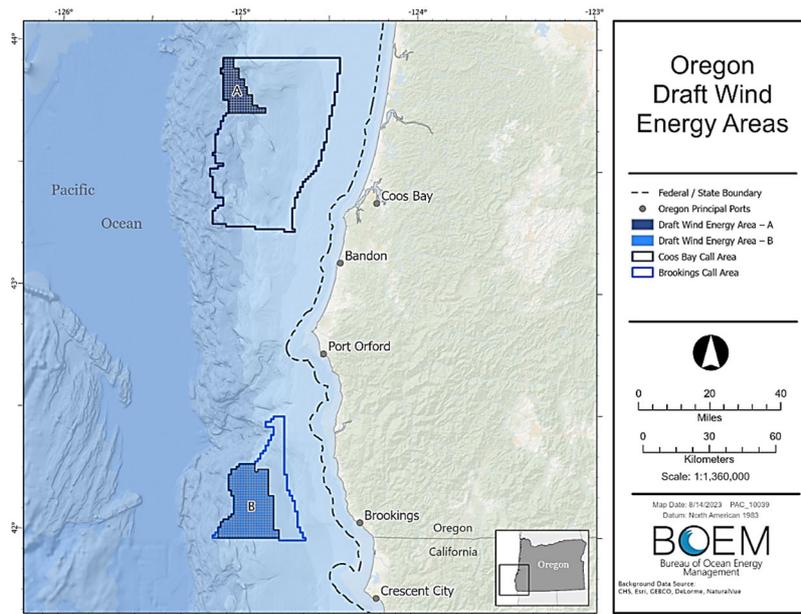
合弁事業は最近、ヴァンデンバーグ基地の打ち上げに使用される空域におけるプロジェクトの風力発電タービンの運転について「衝突回避プロトコルを設定する」空軍基地との「緩和合意」に署名した。合意によれば、「本プロジェクトの許認可決定を円滑化するために、国防総省と空軍は連邦航空局を初めとするその他の連邦、州政府機関に対して、異議なしの証明書を提供する」。本プロジェクトの環境影響調査は依然として進行中であり、カリフォルニア州土地委員会（CSLC）による最終許可が必要である。計画では、2025-26 年に風力発電タービンの設置、運転開始が予定されている。

一方、同じ海域にノルウェーの BW Ideol により提案された別の浮体式風力発電プロジェクトは棚上げとなった。BW Ideol は 2023 年 2 月に CSLC への申請を取り下げた。一方で、BW Ideol は仏国有投資会社である ADEME Investissement と、プロジェクト開発活動に 4,000 万ユーロを出資する契約に署名しており、同社はフランス、英国、台湾の洋上風力プロジェクトに軸足を置いているようである。

3.5 オレゴン州浮体式風力プロジェクトは進行しているが、州政府が反対

米国洋上風力発電開発の列には、オレゴン州沖の連邦政府管轄水域における 2 件の潜在的な海域が含まれている。ひとつは、コースベイ沖であり、もう一つはその南方のブルッキングス沖である。当初の計画では、2 つの海域は 110 万エーカーの潜在的な浮力発電区域開発から構成されていた。2023 年 8 月に発表された改訂版の計画では、リース対象となる海域は総面積 219,568 エーカー、当初の風力発電プロジェクト向けに検討されていた面積の約 20% に縮小された。当初の計画と、現在提案されている開発海域を図 28 に示す。

図 28 オレゴン沖で提案されている洋上風力開発海域



出所：米国海洋エネルギー管理局（BOEM）

プロジェクトはオレゴン州民主党の主要メンバーを含む地元からの強い反対を受けている。

オレゴン州のティナ・コテック知事と、州選出の議員は連邦海洋エネルギー管理局に対して、洋上風力エネルギープロジェクトの計画プロセスをスローダウンし、環境とオレゴンの経済に与える影響をよりよく評価するように要請した。多くの正当な質問と懸念が浮体式洋上風力発電について残っている、とコテック知事はBOEM長官エリザベス・クレインへの6月9日付けの書簡に記した。オレゴン沿岸の大きな開発決定に進むことを支持する前に、これらについて透明な対応が行われるべきである。書簡には、ロン・ワイデン上院議員と、ジェフ・マークレー上院議員、ヴァル・ホイール下院議員とスザンヌ・ボナミチ下院議員（すべて民主党）も署名した。彼らの懸念は沿岸州の民主党リーダーのうちでバイデン政権の風力エネルギー優先に対する一般に強い支持からの微妙であるが重大なシフトである。

出所：National Fisherman, 2023

オレゴン州の南海岸の先住民族もまた、リースプロセスの停止を求めている。2023年8月に部族会議の議長は「部族は法に従い、地元の漁業雇用、我々の環境、部族の文化的資源を害さないグリーン経済開発プロジェクトをすべて支持する。我々は、洋上風力発電開発が部族、そのメンバー、そしてより大きなコミュニティに資し、害することがないことが保証されない限り、これを支持することはできない」と述べた。

オレゴンのミッドウォーター・トローラーズ・コーポラティブは、「漁業従事者は漁場から追い出されることを懸念しているだけではない。これは、最も重要な点ではあるが、我々はまた、想定外の環境への影響が発生する可能性を非常に懸念している。結局のところ

ろ、土地をリースし、入札を実施することにより、BOEM は行政府の目標のボックスにチェックマークを入れることに興味を持っているのだ」と述べている。

3.6 ハワイの洋上風力データ収集段階

エネルギー省は 2023 年 2 月に、ハワイの Lidar Buoy 開発プロジェクトを支援することを発表した。本プロジェクトはノースウエスト・ナショナル・ラボラトリーと BOEM により管理されており、オアフ島沖東約 15 マイルに科学調査ブイを配備し、洋上風力資源、気象学、海洋学データを収集するものである。

ブイ風力データ収集プロジェクトは、将来の風力発電開発に向かう積極的なステップと考えられる。しかし、これまでハワイの洋上風力発電は売り込みに苦勞してきた。アルファ・ウインド・エナジーとプログレッション・エナジーの 2 社のデベロッパーがそれぞれオアフ沖で浮体式風力発電プロジェクトを提案している。いずれの提案も 2015 年に遡る。

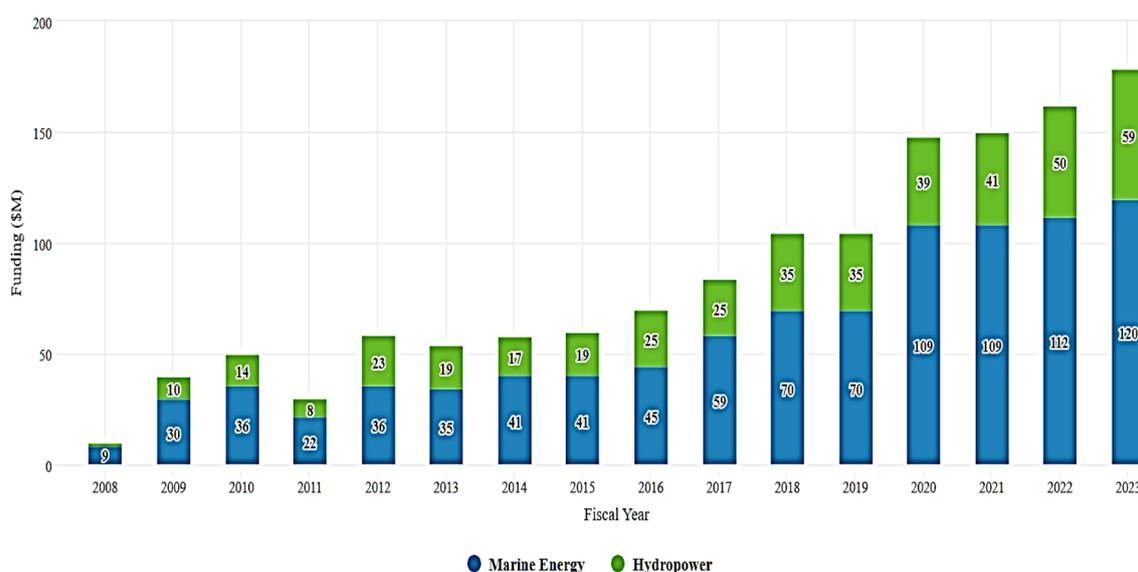
4. 波力及び潮力エネルギー開発の進捗状況

波力及び潮力再生可能資源からエネルギーを抽出する可能性を評価するために、米国エネルギー省により様々な研究開発プロジェクトが立ちあげられている。本章では、エネルギー省の海洋エネルギー予算と、エネルギー省水力技術局（WPTO）がスポンサーとなっているプロジェクトについて概説する。

4.1 米国エネルギー省波力・潮力研究開発予算

米国エネルギー省水力技術局（WPTO）は海洋エネルギー研究開発に資金を供給するために立ち上げられた連邦機関である。過去 10 年間にわたり WPTO の活動を支える年間予算は拡大し続けている。2023 会計年度に WPTO は 1 億 7,900 万ドルの配算を受けた。これは 2022 会計年度予算の 10% 増であった。1 億 7,900 万ドルのうち、5,900 万ドルは水力発電に、1 億 2,000 万ドルが海洋エネルギーに拠出される。図 28 に、過去 10 年間にわたる予算の拡大トレンドを示す。

図 29 水力技術研究開発に対するエネルギー省の支出トレンド



出所：DOE、Water Power Technologies Office

2024 会計年度の水力エネルギー予算要求額は 2 億 3,000 万ドルであり、現会計年度から 28% 増額となっている。予算要求には水力発電プログラムに約 7,500 万ドル、海洋エネルギープログラムに 1 億 500 万ドルが、そして下位プログラムの地域エネルギー・ウォーターバリデーションに 5,000 万ドルが要求されている。

2024 会計年度の水力技術予算要求は本会計年度の支出額を上回るが、エネルギー省が風力発電技術開発支出として提案している 2024 会計年度予算を下回っている。エネルギー省は 2024 会計年度に風力エネルギー技術に 3 億 8,500 万ドルの予算を要求している。これは 2023 会計年度の風力エネルギー技術予算のほぼ 3 倍であり、2024 会計年度水力技術予算要求よりも 3 分の 2 大きい。

4.2 ブルーエコノミー支援イニシアティブ

ブルーエコノミー支援イニシアティブ（PBEI: Powering the Blue Economy Initiative）は 2019 年に（1）海洋を有効活用する新たな技術のポテンシャルを開く、（2）海洋における科学力を高める、（3）遠隔、沿岸、島嶼コミュニティの回復力を発展させる海洋エネルギー技術を加速すること、を目的としてエネルギー省が設立したものである。本イニシアティブは WTPO が運営しており、エネルギー省の太平洋北西部米国研究所（Pacific Northwest National Laboratory）と米国再生可能エネルギー研究所（National Renewable Energy Laboratory）が参加している。現在 PBEI イニシアティブの下で資金を受けて進行している海洋応用研究プロジェクトを以下に挙げる。

- Aegis Technology は、複数のプロジェクトパートナーと共に送電線網を使用しない電動ビークル（輸送機器）及び電動プロジェクト充電ステーションに電力を供給するための潮力タービンシステムの開発に取り組んでいる。
- Ocean Power Technologies は、自動海洋監視システム向けの信頼性の高い動力としてモジュラー式でスケラブルな小型 Mass-on-Spring Wave Energy Converter PowerBuoy システムを開発中である。
- ROI Engineering は、ガラス繊維素材を使った 10 キロワット、低コストの振動水中波力エネルギー変換器（WEC）と高速発電装置、自動または無人水中ビークル向けのワイヤレス充電ステーションを設計している。
- Resolute Marine Energy は、水中ドッキング・再充電ステーション向けに現場で発電する信頼性の高い電源を提供する Nereus と呼ばれる革新的な波力発電システムを開発している。
- Columbia Power Technologies は、再生可能エネルギーを遠隔の洋上石油・ガスプラットフォームに供給する商用化可能な道筋を立証するための予備的波力エネルギー変換プロトタイプ—RigRAY 設計—を設計している。
- Ocean Renewable Power Company は、海底センサー網を初めとするシステムへ電力を供給し、海洋に展開される機器へ電力を供給し、長期の感知ミッションをさらに可能にするのに適した海洋再生可能エネルギー技術を開発している。
- Ocean Motion Technologies は、周囲環境に基づいて出力を最適化することのできるコスト効率の良い、適応性のある海洋波力エネルギー装置を開発している。
- SAHT Energy は、建設された水路の流動状態と同社が特許を有する吸引力拡大流体力学タービンが期待できるコストで電力を得ることができるかどうかについて調査している。
- Oscilla Power は、緩やかな波力エネルギー環境全域でパフォーマンスと効率を最適化することに焦点を当て、波力により電力供給を受ける海洋学のレーダーに基づくセンサーのプラットフォームを開発している。
- Triton Systems は、既存の LiDAR ブイシステムに組み込むことのできるポイントアブソーバータイプの WEC を開発している。これは保守の必要性を減らし、任務時間を長くし、信頼性を高めるためにこれらのブイに必要な電力を供給するものである。

出所：DOE WTPO

4.3 シープログラムでの海洋エネルギーシステムの技術革新

2023年7月に米国エネルギー省水力技術局は、Marine Energy Systems Innovation at Sea（海洋におけるマリンエネルギーシステム技術革新）プログラムの一環として7件の波力及び潮力プロジェクトに約1,000万ドルを資金供与することを発表した。これは、海洋エネルギー技術の開発と試験を加速することを意図するものである。今年資金供与を受けた7件のプロジェクトは波力発電による脱塩システムの設計と、海流試験施設の設立に焦点が当てられている。プロジェクトを以下に簡単に概説する。

- **Oneka IceCube 緊急救難波力脱塩**—このプロジェクトは緊急救難に特化して設計された波を動力とする脱塩装置である Oneka Technologies IceCube を最適化するものである。チームはコストを低減し、技術的性能、耐久性、信頼性を改良し、淡水の生成能力を最大化し、配備と製造を容易にし、商用化に備えることを目指している。（補助金額：1,996,849ドル）
- **DUO-DS 波力脱塩システム海上試験**—本プロジェクトは、Sea Potential の DUO-DS 波力脱塩装置の配備、試験、そして商用化を加速するものである。この装置は、海水を逆浸透膜に通して淡水を生成する。チームは性能データを取り込むためにマサチューセッツ州沖に配備を計画している。（補助金額：1,789,178ドル）
- **軽量、迅速配備、波力発電逆浸透システムの長期試験とスケーラビリティ**—プロジェクトの目標は Water Bros Desalination の波動、繫留緊急対応浮力逆浸透システムを前進させることである。このシステムは WPTO の「波から水へ賞」で最終選考に残ったものである。チームはノースカロライナの Nags Head の Jennette's Pier で3回の配備を計画しており、その期間中にデータを収集し、装置の性能と計装を試験及びモニターし、水質と生産を分析し、装置が配備された環境をモニターする。（補助金額：1,568,114ドル）
- **波力脱塩のための従属部品の飛躍的技術改革**—本プロジェクトは、自浄式海水吸入システムを開発し、逆浸透膜の寿命を維持し、保守の間隔を延ばすためにシステム設計を最適化し、システム性能と動作可能時間を向上し、保守コストを下げるために液圧部品（例えば、バルブや圧力調整装置）を最適化することを目標としている。Oneka のプロジェクトチームはこれらの従属部品を、フロリダ州 Fort Pierce 近くで海洋試験を行って、検証する計画である。（補助金額：1,395,579ドル）
- **可動、アンカー無しの波力脱塩プラットフォームのポンプシステムと制御装置**—本プロジェクトは、Liquid Robotics の自動、無人 Wave Glider を可動、アンカー無しの脱塩プラットフォームに変換するものである。結果として生じるシステムは近海のロケーションから迅速に展開可能であり、最大 1,000 ガロンの水を脱塩し、淡水化した水を積み出した後、即座に再展開できることを目標としている。プロジェクトにはミシガン大学でのタンク試験、Liquid Robotics のハワイ・マリン・オペレーション施設及び試験場で開放水域試験の実施が含まれる。（補助金額：1,608,160ドル）

- 送電線網を使わない潮流タービン動力の遠心性逆浸透—本プロジェクトは、統合潮力脱塩システムの概念実証を開発、試験、立証するものである。脱塩システムは、電気エネルギーではなく流体力学タービンの回転力から飲料水を生成するものである。ノースカロライナ州立大学のプロジェクトチームは、Lehigh大学の潮力乱流試験施設で実験室規模のタービン試験を行う。（補助金額：607,819ドル）
- 海流海洋エネルギー試験施設実現可能性評価—本プロジェクトは、フロリダ州パームビーチ郡の海岸沖に海流試験施設を設置することの実現可能性を評価する。施設は、潮力エネルギー変換装置に送電網に連結された技術試験を提供し、システムの商用化のリスクを回避し、加速するものである。フロリダ・アトランティック大学による実現可能性評価には、インフラストラクチャーの必要性の予備解析、最初に規制及び許認可ロードマップの作成のための規制機関とステークホルダーとの調整、予備の経済影響評価が含まれている。（補助金額：800,000ドル）

出所：DOE WPTO

4.4 革新的な分散組み込み型エネルギー賞（InDEEP）

上記のような進行中の研究開発への補助金支給に加え、WPTOは2023年3月に「InDEEP」と呼ばれるコンペティションを立ち上げた。これは、海洋の波力を利用して利用可能な種類のエネルギーに変換する新しい技術を研究する参加者に最大230万ドルの賞金を供与するものである。WPTOはこのコンペティションを次のように説明している。

本事業は、分散組み込み型エネルギー変換技術（*Distributed Embedded Energy Converter Technologies : DEEC-Tec*）の開発育成を図るものである。*DEEC-Tec*は複数のごく小さな—しばしば数センチ未満の—変換器を集めて、1つの大きな波力エネルギー変換装置を形成するものである。このより大きなシステムは広い範囲の海洋ロケーションと波のタイプからエネルギーを生成することができる。*InDEEP*は将来これらのテクノロジーをあらゆる規模で展開する—送電網への電力供給を含む—ための基礎をつくる初期段階の*DEEC-Tec*研究を支援することを目的としている。

波力エネルギーは、米国で最も豊富で地理的に多様な海洋エネルギー資源である。米国水域にある利用可能なエネルギー資源の合計は、2019年の米国発電量の約34%に相当する。

2年間にわたり3段階で、*InDEEP*は新しい*DEEC-Tec*ベースのコンセプト開発を奨励するものであり、以下の目標に焦点を当てている。

- 波力エネルギー変換技術革新技术手法を利用し、海洋波力エネルギー産業に価値をもたらさうる*DEEC-Tec*コンセプトを体系的に開発する。
- 海洋エネルギー産業及び関連*DEEC-Tec*分野の装置開発者間の協力を取り込み、円滑化することにより問題を解決するコミュニティを育成する。

- アイデアから設計まで分野の垣根を超えた参加グループを支援することにより波力エネルギー変換装置に関連する高い可能性を持った新たな DEEC-Tec の開発を奨励する。
- 本コンペティションからのフィードバックに基づき、波力エネルギーの分野の枠を超えたアイデアを組み込むために波力エネルギー変換のイノベーション手法を改良する。

コンペティションは段階を追って、参加者にとって複雑なものとなる。第 I 段階では、チームビルディングとコンセプトクリエーションに中心をおいて、最大 20 チームにそれぞれ 15,000 ドルを授与する。第 I 段階の応募は 2023 年 8 月 25 日に締め切られた。

第 II 段階は、1 つの分散組み込み型エネルギー変換装置のシンプルなプロトタイプ概念実証に焦点を当て、新たな参加者と前回の参加者の両方を対象とする。最終段階である第 III 段階では、第 II 段階の受賞者に複数の分散組み込み型エネルギー変換装置をひとつの構造物に組み合わせ、研究室で試験を実施することが求められる。

InDEEP は分散組み込み型エネルギー変換装置に焦点を当てた業界間での知識移転を円滑化することを目的としている。コンペティションでは海洋エネルギーの経験の有無を問わず、多様な、分野の垣根を超えたチームの参加、応募を歓迎している。この産業の新規参入者は、波力エネルギー専門家との訓練と関与を通して知識を得る機会を得ることができる。

出所：DOE WTPO

5. 地熱エネルギー開発の進捗状況

米国エネルギー省の地熱技術局（GTO）は、地熱エネルギーを利用する上での探鉱上及び運転上の課題を解決するポテンシャルを有する革新的な技術を支援している。本章は、地熱エネルギー技術における現在のエネルギー省の事業を概説し、Fervo Energy による地熱開発における最近の飛躍的発明について論ずる。

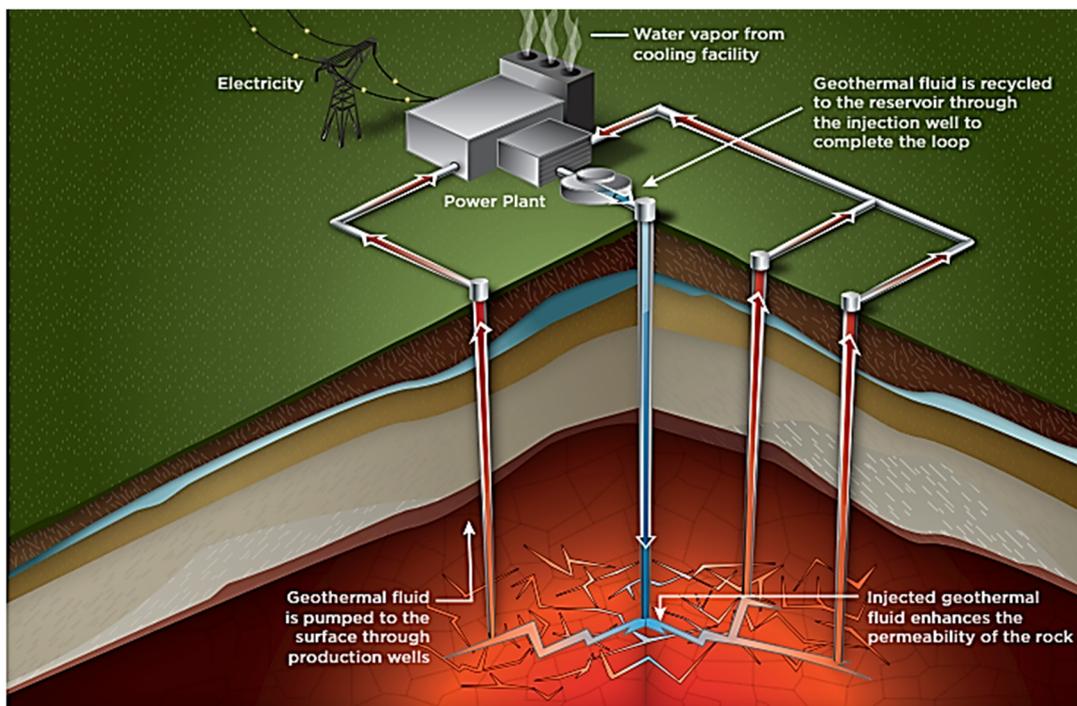
5.1 強化地熱発電技術

地熱エネルギーは何十年も前から電力源として利用されてきた。例えば、カリフォルニア州のザ・ガイザーズ地熱地域は 1920 年代から小規模に、1960 年代からは大規模に近隣地域に電力を供給してきた。しかし、既存の地熱エネルギーは、熱源、流体、エネルギーの 3 つの特性を持つ自然に発生する地熱システムを使用している。水が岩盤を通過するためには透水性が必要とされる。

地下岩盤が熱を有しているが十分な透水性を持たない、または流体が存在しない場合、強化地熱システム（EGS）を使用し、熱をエネルギーとして使うために人為的な地熱貯留構造を創出する。これには、シェール/タイトロックの既存の亀裂を再び開いて石油やガスを生産するために開発された掘削・水圧破砕プロセスが使用される。破砕により透水性が生まれることにより流体が熱性岩盤を循環できるようになり、熱交換プロセスを通じて循環中に流体が高温に熱される。地熱貯留層を出る水は、地表にくみ上げられ、蒸気として吹き出し、タービンを動かして発電する。

図 30 はシステムの仕組みを示したものである。

図 30 強化地熱発電



出所：DOE Geothermal Technologies Office

5.2 強化型地熱「アースショット」

強化型地熱アースショット（EarthShot）は「2035年までに地熱エネルギーコストを劇的に90%低減し、メガワット時あたり45ドルとする」ための省を挙げての取り組みとして新たに立ち上げられたものである。本プログラム名称は、1961年にケネディ大統領が60年代の終わりまでに人類を月面に送ることを目標とした野心的かつ成功した「ムーンショット」公約と関連付けたものである。

地熱局は次のように説明している。

地熱エネルギーは現在、米国で約3.7ギガワットの電力を生成しているが、地熱エネルギーの大部分は現在の技術では利用することができない。強化型地熱システム（EGS）掘削を進める研究と技術革新、及びエンジニアリングはこれらの資源の扉を開き、新たなクリーンな電力を送電網に供給することを可能にする。簡単に言うと、EGSとは人為的な地熱貯留層を創出するプロセスである。地熱エネルギーを地表に送るために必要な流体の流れがない深い地中の高温岩体に流体を注入することにより達成される。

EGS資源は少なくとも4,000フィートの深い地中に存在する。環境は極端—高温、高温の研磨性岩体、腐食性の環境—であり、知られていないことが極めて多い。強化型地熱ショットは、地下をよりよく理解し、より多くの坑井をより迅速に掘削するためのエンジニアリングを改良し、より大型の坑井と発電所により、より多くのエネルギーを生むための研究、開発、実証を積極的に加速することにより、これらの課題に対処しようとするものである。

出所：エネルギー省地熱局

2023会計年度にエネルギー省地熱局は1億1,800万ドルの配算を受けた。2024会計年度予算要求額は今会計年度よりも83%増の2億1,600万ドルであり、強化地熱型アースショットを実施するための研究開発及び実証プロジェクトの資金供与は大きく加速される。2024会計年度の地熱局の予算の約60%はこの取り組みに当てられることになっている。

2024会計年度予算は、実践的学習と坑井建設コスト削減に焦点を当て、EGS環境におけるダウンホール開発を可能にするための先進素材と高温コンポーネントに焦点を当てた新たなポートフォリオを保有する様々な技術エリアを支援する。財政支援はまた、さらなるゾーン分離試験を可能にするため、リーチの長い水平井のシミュレーションを含む新しい掘削及びゾーン分離テクニックの検証を支援するものである。

5.3 石油・ガスで実証されたエンジニアリングを利用した地熱開発

2023年5月にエネルギー省はGEODE（Geothermal Energy from Oil and Gas Demonstrated Engineering）コンソーシアムを立ち上げ、実施するために1億6,500万ドルの補助金を3つの非営利団体—プロジェクト・インナースペース（Project InnerSpace）、米国石油工学技術者協会（SPE）、Geothermal Rising（GR）—のグループに給付した。補助金授与の発表で説明されているように、このコンソーシアムの目標

は石油及びガス業界の掘削及びサブサーフェスエンジニアリングの知識と経験を活用することにより地熱開発を加速することである。

この補助金は初年に1,000万ドルを支給し、100以上のパートナー機関と協力してコンソーシアムのメンバーが石油・ガス産業の専門性、技術、手法を利用して地熱の成長と開発を加速するためのロードマップを作成する資金を提供する。2年目以降、エネルギー省は計画の実施の資金としてさらに最大1億5,500万ドルを支給する。

プロジェクト・インナースペース、SPE、GRにより構成される産業間横断共同研究は、石油・ガス専門家、地熱スタートアップ、その他のステークホルダーの参加により、地熱技術革新のための戦略と機会をめぐるコンセンサスを創り上げる。コンソーシアムは、掘削及びサブサーフェスエンジニアリングにおける石油・ガス産業の100年を超える経験と技術発展を活用し、現在地熱開発の制約となっている課題に対処し、克服する。

今後5年間にわたり、コンソーシアムは、地熱開発と生産を加速するために技術移転、実証と展開、拡張への障壁、労働力採用の4つの主要な面に対処する。これらの相内で、コンソーシアムは、研究開発のギャップとロードマッピング、ステークホルダーの取り込み、中枢となるプロジェクトの資金調達、生態系ステークホルダーのなかでのコンセンサスの構築を含む地熱の成長を制約する様々な痛点到焦点を当てる。

出典：Business Wire, May 4, 2023

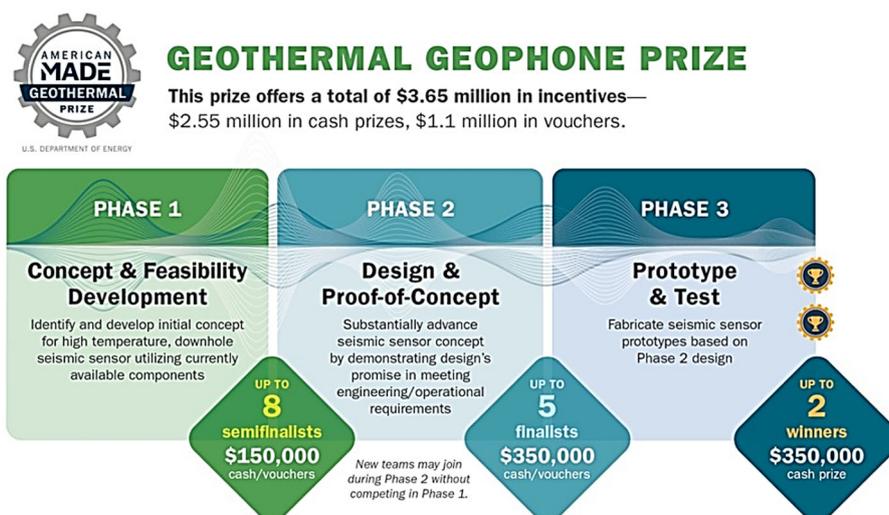
エネルギー省は、コンソーシアムが「地熱掘削の近代化、地熱開発コストを下げるため、石油&ガス技術の投入、石油&ガス産業で職を失った熟練労働者を引きつけ、訓練し、利用する労働力開発プログラムの立ち上げにおける即座の進歩をとげる」ことを期待していると述べている。

5.4 地熱ジオフォン補助金コンペディション

2022年4月にエネルギー省地熱技術局(GTO)は、国立再生可能エネルギー研究所及びローレンス・バークレー国立研究所と連携し、ジオフォン(可動線輪型電磁式地震計)補助金コンペディションを発表した。本イニシアティブは「高温電子機器コミュニティ」のなかに、能力増進地熱システムを支援するためのサブサーフェス感知のための高温、ダウンホール対応地震監視能力開発への関心を喚起することを目的としている。GTOは「複数の部門を横断した高温計装利用はここ10年間著しい成長を遂げており、地震センサー技術部門への適応の機が熟している」と述べた。

図30に示すように、ジオフォン賞はコンセプト開発からプロトタイプ/試験までの3段階の漸進的コンペディションである。365万の予算がこの賞に配算されている。

図 31 エネルギー省の地熱ジオフォン賞



出所：DOE Geothermal Technologies Office

第 1 段階は 2022 年 12 月に終了し、以下の 10 チームが最終選考に残った。

- Avalon: 地熱掘削孔のためのチャープレーザージオフォン
- GE: GE MEMS (Micro Electro Mechanical Systems) ダウンホールジオフォン
- GeoPhotonics: 光学 MEMS&地熱地震学
- Harold Snyder のチーム：地熱 3 軸加速度計微小地震ツール
- Intelligent Fiber Optic Systems: GeoSense ソリューション
- MagiQ Technologies: スマートな地熱のための ThermaView 光学地震
- NXTANT: NXTANT
- OzlC High-Temperature Seismology: 高温 LVDT ベースのジオフォン
- PSG: 地熱利用光学地震計
- Ultra-High Temperature Seismic Tool: 超高温地震ツール

5.5 Fervo Energy の能力増強地熱技術革新

ヒューストンを拠点とするグリーンエネルギー開発者である Fervo Energy は、同社が「気候変動に対処するために設計されたエネルギーシステムを構築することに情熱を持つ貯留層エンジニア、地質学者、地球物理学者、エンジニア、再生可能電力デベロッパー」の会社と説明している。

Fervo は 2021 年に Google と「ラスベガス全域の Google のクラウドデータセンターに同社の時間単位の化石燃料依存を低減する炭素を含まない「常時オン」の資源で電力を供給するための」次世代地熱発電を開発する契約を締結した。

2023 年 7 月に、Fervo は地熱エネルギーにアクセスするための掘削及び水圧破碎技術の使用を立証する試験に成功したことを発表した。Fervo によれば、同社は硬岩に 2 本の水平井を掘削し、それらの間に破碎ゾーンを創り、37 日間にわたって流体を坑井の間で循環させ、岩体から熱を回収した。Fervo は、結果として得られるフローレートと発電相

当量の点で、これまでに建設された最も生産性の高い強化地熱システムだとしている。試験完了の発表で、同社は次のように述べている。

Fervo は、ネバダ州北部の「プロジェクト・レッド」実験区域で、商業規模の坑井試験に成功した。この坑井試験の成功により、*Fervo* の掘削技術の商用化実現可能性が確認され、プロジェクト・レッドは歴史始まって以来最も生産性の高い強化地熱システムとしての地位を確立した。地熱システムの標準である 30 日間の坑井試験は、高温で秒毎 63 リットルの流量を達成し、3.5MW（メガワット）の電力生成に成功した。これは強化型地熱システムからの流量及び出力の両方における新記録である。

Fervo は商業規模の地熱発電向けに 2 本の水平井の掘削に成功した初めての企業であり、水平長は 3,250 フィート、温度は 191℃に達し、厳しいトレーサー試験を通して制御された流量を供給した。*Fervo* は米国エネルギー省が確立したベストプラクティスに従って誘発地震緩和プロトコルを取り入れ、インシデントなしにプロジェクトを完了した。このパイロット試験期間中に収集されたデータは地熱開発の急速な進展を可能にするだろう。*Fervo* は、次の水平井ペアの出力は、パイロット設計の出力の倍以上となることを計画している。

石油・ガス産業の掘削技術を適用することにより、これまで地熱発電が行われていなかった世界中の地域で、週 7 日 24 時間体制でカーボンフリーエネルギー資源を生産できることが証明された。今日シェアするこの驚くべき結果は、*Fervo* の従業員と産業パートナー、特に Google の熱心な作業とコミットメントのたまものである。

プロジェクト・レッドからの *Fervo* の結果は、エネルギー省の強化地熱アースショットの知見を支援するものであり、地熱エネルギーが米国の電力ニーズの 20%以上を供給することができ、完全な脱炭素送電網を実現するうえで、風力や太陽光を補完することができることを示している。*Fervo* の掘削及び坑井試験の結果は、米国が目標を予定よりも早く達成するための道を開く。*Fervo* の技術革新により、地熱開発の技術障壁は取り除かれる。

出所：Fervo Energy

Fervo は、同社技術の商用化に向けて動いており、様々なソースからの投資を引き付けている。同社は、地熱エネルギーの利用に基づく複数の電力購入契約に署名しており、これにはカリフォルニア州南部全域のオフテーカー 9 社のグループに対する週 7 日/24 時間の地熱電力を供給する 15 年間、20MW の電力売買契約が含まれている。

2023 年 4 月に、米国の主要なタイトロックオイル・ガス生産者である Devon Energy は、*Fervo* に 1,000 万ドルの戦略的投資を行った。*Fervo* はまた、ブレイクスルー・エナジー・ベンチャーズ、カプリコーン、DCVC のような投資家から 1 億 8,000 万ドル以上の出資をうけている。加えて、バークレイ国立研究所、ARPA-E、エネルギー省のエネルギー効率・再生可能エネルギー局から資金支援を受けている。

6. 二酸化炭素回収・貯留（CCS）プロジェクト

二酸化炭素回収・貯留（CCS）開発、商業化の取り組みはここ1年で大きく拡大した。石油業界が、CCS、そして CCUS（二酸化炭素回収・有効利用・貯留）を化石燃料利用の大幅削減なしに気候変動を遅らせる道筋と見ていることが推進要因のひとつである。CCS と CCUS 利用の広範囲の導入の成功は石油産業における商業的関心事である。これは CCS を推し進めるための大きなモチベーションとなっている。さらに 2022 年インフレ抑制法により拡大された CCS 税額控除が加わった。最近の CCS 導入の動向を本章で論じる。

6.1 エクソンモービルは 2027 年まで CCS プロジェクトに 170 億ドルを投資

エクソンモービルは CCS の開発を促進する石油産業による取り組みの良い例である。同社は、「2027 年までに低排出エネルギーソリューションに約 170 億ドルを投資する計画」であると語った。CCS における存在感を高めるための様々な事業が計画されている。

エクソンモービルは既に CO₂ 回収に強いプレゼンスを確立している。同社はワイオミング州 LaBarge で年間 6~700 万トン回収する設計の CCS 施設を運転している。エクソンモービルによれば、これは世界最大の産業施設であり、同社は本施設を 2025 年から年間さらに最大 100 万トン分拡大する計画である。

別のプロジェクトで、エクソンモービルはヒューストン近くのベイタウン精製所に水素製造プラントと CO₂ 回収・貯留施設を加える計画である。テクニップ・エナジーズは 2023 年 1 月に、同プラントの FEED 契約を受注した。これには年間約 700 トンの CO₂ を回収し、エクソンモービル及び顧客が排出する CO₂ の永久貯留を提供する CCS インフラストラクチャーが含まれている。最終投資決定は 2024 年に予定されており、新しい CCS 施設は 2027~28 年に稼働する見通しである。

CO₂ 低減の取り組みを牽引するために、エクソンモービルは新たに低炭素ソリューション事業社長という役員級のポジションを置いた。職責は「社会のネットゼロへの進展を加速する低排出エネルギーソリューションのポートフォリオをより大きな規模で開発し、実施することに焦点を当てたグローバルビジネス」を構築することである。

エクソンモービルは、「大ヒューストン圏で CCS の開発を進めるための世界の最も革新的なエネルギー、石油化学、発電会社のいくつかの協力的取り組み」であるヒューストン CCS 同盟における原動力のひとつである。

同社はまた、CO₂ を貯留する用地を集めており、これにはメキシコ湾の海洋鉦区も含まれている。2023 年 3 月の BOEM 海洋石油/ガスリース権入札で、エクソンモービルはテキサス沿岸沖の以前にリース権を取得した海域の隣にある浅水深 69 鉦区を落札した。同社はこれらの鉦区リースに約 1,000 万ドルを提示し、CO₂ 貯留に使用することを計画している。

エクソンモービルは、CCS ビジネスの顧客の開拓と輸送能力の開発に取り組んでいる。肥料メーカーである CF Industries、産業ガス会社 Linde、鉄鋼生産者 Nucor が所有する生産プラントから発生する CO₂ を回収、輸送、貯留する 3 件の契約に署名した。直近の

契約では、2023年4月に、エクソンモービルは Linde とボーモントにある同社の水素生産施設から毎年220万トンのCO₂を輸送し、永久貯留することで合意した。

2023年7月、エクソンモービルは50億ドルで、CO₂輸送パイプラインオペレーターである Denbury を買収した。この契約でエクソンモービルはメキシコ湾岸の地域製造ハブの間を走る900マイルのCO₂パイプラインへのアクセスを手に入れた。

6.2 シェブロンバイユーベンドCO₂沖合/陸上貯留プロジェクト進行中

シェブロンは2023年3月に、タロス・エナジーからバイユーベンドCCS開発における操業主体の役割を引き継いだ。オペレーターの役割に就くにあたって、同社はCO₂貯留用にテキサスに約100,000エーカーの事業用地を買収することを発表した。テキサス沖に買収済みの40,000エーカーと合わせて、CCSプロジェクトの事業用地面積は140,000エーカーに拡大する。

シェブロンは、2つの事業用地は「10億トンを超える推定潜在貯留量を有しており、バイユーベンドは米国最大級の産業回廊であるヒューストン水路およびボーモント/ポートアーサー地域にある産業排出者にとって主要なCO₂輸送・貯留ソリューションとなる」と述べている。

2023年8月に、エクイノールが Carbonverto の子会社である Texas Carbon の取得を通じてバイユーベンドCCSプロジェクトの25%の権益を取得した。この取引の後、シェブロンは操業主体となり、プロジェクトの50%の権益を保有している。タロス・エナジーとエクイノールはパートナーであり、それぞれ25%の権益を保有している。

図 32 Bayou Bend Carbon 沖合/陸上貯留プロジェクト



出所:Equinor

6.3 海洋二酸化炭素貯留を研究する SECARB オフショアパートナーシップ

SECARB オフショアプロジェクトは、海洋CO₂隔離のポテンシャルを研究する業界の取り組みである。本プロジェクトは、南部の大学と技術エキスパートの同盟である Southern States Energy Board により立ち上げられた。その目標は、「炭化水素増進回収を伴う/伴わないに関係なく、安全で、長期的、大規模のCO₂海底地中貯留のために必

要とされる知識ベース」を開発するものである。エネルギー省は770万ドルの補助金を供与しており、本プロジェクトは2024年12月まで延長されている。SECARBプロジェクト参加者はAdvanced Resources International、Aker Solutions、Battelle Memorial Institute、Gerald R. Hill Inc.、Geological Survey of Alabama、IOM Law、Louisiana State University、Oklahoma State University、Pale Blue Dot、SAS Institute、Schlumberger、University of South Carolina、Virginia Polytechnic Institute & State Universityである。

同グループは2022年の年次報告で、研究結果が大規模なCO₂海底貯留は技術的に実現可能であるが、商業的な実現可能性とプロジェクトリスクを理解するためにさらなる研究が必要であるとした。

本プロジェクトチームは、海洋環境における貯留機会の評価、CO₂に最も影響を与える貯留層特性の解明、海洋商業CO₂貯留運用の法律上及び規制上の要件の検討を継続してきた。CO₂貯留キャパシティの推定は、情報が入手可能になるに従って発展し続けるが、現在の計算では、研究対象地域が米国の年間CO₂排出量を数百年分貯留できる可能性があることを示唆している。加えて、プロジェクトチームは、サブサーフェスへのCO₂貯留のダイナミクスと関連するリスクをよりよく理解するために、既存の地震及び層序坑井データを使って、海洋環境を代表する有望な貯留層の3Dモデルを構築している。最後に、プロジェクトチームは、商業プロジェクトに関連するリスクのアカウントティングを作成した。大まかに、商業リスクは次の6つの主カテゴリーに分類される。(1) サブサーフェスリスク、(2) 規制上のリスク、(3) インフラストラクチャーリスク、(4) 監視・点検・報告(MVA) リスク、(5) 商業化リスク、及び(6) 広報リスクである。

今後、プロジェクトチームは、海洋環境における商業CCUSオペレーションに必要な情報の評価を継続する。これには、CO₂貯留機会の継続的評価、商業プロジェクトへのリスクの評価、関連する法律上及び規制上の留意事項の評価が含まれる。プロジェクトチームはまた定期的に、地域の多くの規制機関や産業界を含むステークホルダーとの話し合いを継続する。

出典：SSEB 2022 年次報告

6.4 オキシデンタル・ペトロリウム、CO₂直接空気回収技術で足場を築く

2023年8月、オキシデンタルは、CO₂直接空気回収(DAC)を専門とするカナダ企業であるカーボン・エンジニアリングを11億ドルで取得することに合意したと発表した。オキシデンタルは、1PointFive完全子会社を通じてDAC技術開発に非常に積極的である。1PointFiveは、テキサスのパーミアン堆積盆で2025年半ばに商業運転を開始することになっている世界最大のDACプラントであるStratosを建設中である。

オキシデンタルは、「カーボン・エンジニアリングの買収は、オキシデンタルの統合されたネットゼロ戦略と一致し、1PointFive子会社を通じてオキシデンタルにDAC技術ブレークスルーを急速に進め、大規模でコスト効率の高い世界の二酸化炭素除去ソリューションとしてのDACの展開を加速する機会を提供する」と述べている。

6.5 エネルギー省は CCS プロジェクトに多額の資金を提供している

エネルギー省によれば、2021年1月から2023年5月の間に、同省は「7億3,700万ドル以上を、二酸化炭素回収、変換、貯留を含む炭素管理アプローチの研究、開発、展開を進めるプロジェクトに投資した」。2023会計年度にエネルギー省は、炭素管理技術の展開を支援するために4億6,000万ドルの配算を受けている。2024会計年度予算要求でも今会計年度とほぼ同額が要求されている。

今年度のエネルギー省支出には、商業規模の直接空気回収（DAC）ハブの技術的及び経済的実現可能性を実証する2件の大規模プロジェクトに対する12億ドルが含まれている。直接空気回収は、CO₂を空気から回収し、地中深く永久貯留する、または有益な炭素含有製品に変え、大気中への放出を防ぐものである。2023年8月に発表された2件は、テキサスとルイジアナにおけるDAC実証プロジェクトに補助金を支給するものである。

- **Project Cypress**（ルイジアナ）— Battelle は、Climeworks Corporation 及び Heirloom Carbon Technologies, Inc.と連携し、年間100万トンのCO₂を大気から回収し、地中深くに永久貯留することを目標としている。このハブは、**Gulf Coast Sequestration** を通じて回収した大気CO₂のオフテイクと地中貯留を意図している。本プロジェクトは、約2,300人の雇用を創出し、全労働力の10%を化石燃料産業で雇用されていた労働者とすることを目標としている。
- **South Texas DAC Hub**（テキサス）— オキシデンタルの子会社である 1PointFive とそのパートナーである Carbon Engineering Ltd と Worley は、年間最大100万トンのCO₂を回収し、地中の塩層に貯留するように設計したDAC施設の開発と実証を試みている。本プロジェクトは、建設、運転、保守に約2,500人の雇用を生み出すと推定されており、地元からの雇用を約束している。

エネルギー省は、これらの2件のDAC補助金は「人為的炭素回収への歴史始まって以来最大の投資であり、それぞれのハブは、最終的に現在運転中の最大のDAC施設の250倍以上の二酸化炭素を回収する」と述べている。

2023年7月に、エネルギー省は、炭素利用調達補助金プログラムを発表したばかりであった。これは、州政府、地方自治体、そして公益企業が「回収された二酸化炭素及び一酸化炭素排気からの変換を通じて開発された製品を購入し使用するために」かかるコストの50%を相殺するものである。この補助金は、補助金給付を受けて購入した製品が、ライフサイクル分析を通じて従来型製品と比較して大幅な温室効果ガス純排出量低減を実証する」ことを義務づけている。

エネルギー省はまた2023年7月に、大規模炭素貯留施設と炭素管理ハブの開発を加速するために、14州の16件のプロジェクトに2,340万ドルの補助金を支給することを発表している。

補助金を受注したプロジェクトを以下に挙げる。

- アラスカ天然資源局- 100 万ドル
- バッテル・メモリアル・インスティテュート - 250 万ドル
- オクラホマ大学 -100 万ドル
- カーボン・ソリューションズ LLC - 100 万ドル
- アラバマ地質調査所- 100 万ドル
- ニューメキシコ工業技術大学--250 万ドル+90 万ドル
- オクラホマ州立大学- 250 万ドル
- ペンシルバニア州保全・天然資源局 -90 万ドル
- イリノイ大学-100 万ドル
- インディアナ大学—100 万ドル
- ノースダコタ大学—136 万ドル
- テキサス大学—250 万ドル
- ワイオミング大学—100 万ドル
- ユタ地質調査所—89 万ドル
- 西ミシガン大学—86 万ドル

全体として、エネルギー省は米国における CCS 技術開発を推し進めるうえで主要な牽引力であり続け、CCS のポテンシャルの実証を目標とする多くのプロジェクトにシード資金を提供している。

6.6 CCS 導入に対する議論

石油業界—そしてその他の多くの業界—は CCS を好んでいるが、炭素回収貯留は炭素排出問題の真の解決策ではないという反対者もいる。彼らは貯留場所からの CO₂ 漏出の可能性を主な難点として指摘している。坑井掘削と貯留層への CO₂ 圧入からの地震発生の問題もある。さらに、貯留インフラストラクチャー及び CO₂ 輸送から発生する CO₂ を考慮すると、CO₂ の純減はないとする議論もある。

しかし CCS 反対論の大部分は、もし CCS が二酸化炭素排出に対処する主な方法として受け入れられれば、化石燃料生産が継続するという考えからくるものである。これを受け入れることのできない活動家もいる。

ロンドン・スクール・オブ・エコノミクス (LSE) は、2023 年 3 月の「解説記事」で、CCUS が世界の気候変動目標を達成するうえで重要な役割を果たすことが期待されると述べた。LSE は次のように述べている。

「CCUSは多くの地域で、製鉄、鉄鋼、化学工業など、排出量削減が困難な多くの産業の大幅な脱炭素化にとって最も費用対効果の高い選択肢を提供する。さらにCCUSは、世界の排出量のほぼ7%を生み出しているセメント生産において、大幅な排出量削減を実施するためのほぼ唯一の知られている技術的選択肢であるといえる。」

「貯留施設からのCO₂漏れは、環境への潜在的なダメージや意図的な排出削減の無効化を引き起こす可能性がある。ただし、プロジェクトの選定、管理、貯留施設の監視に対する厳格な規制が設けられており、さらに、検討されている潜在的な貯留施設の多くは、すでに何百万年もの間、ガスとCO₂を自然に貯留してきたよく理解された地質学的形成物であるため、漏れのリスクは全体として比較的低いと言える。」

出典: LSE、CCUSとは何か、そして気候変動に取り組む上でどのような役割を果たすことができるのか? 2023年3月

CCSが今後もCO₂排出削減のため道筋として議論を呼び続けることに疑いはない。環境活動家は化石燃料を時代遅れにすべきだと主張している。しかし、CCSは化石燃料の使用を段階的に廃止するよりも大気中のCO₂排出を迅速に減少させる経路を提供するように思われる。そして、先に述べたように、CCSの広範な利用は石油産業の商業的な関心事であり、これは進展の大きなモチベーションである。

この報告書はボートレースの交付金による日本財団の助成金を受けて作成しました。

米国の海洋開発に関する最新動向に関する調査

2024年（令和6年）3月発行

発行 一般社団法人 日本船用工業会

〒105-0001 東京都港区虎ノ門 1-13-3
虎ノ門東洋共同ビル 5階
TEL 03-3502-2041 FAX 03-3591-2206

一般財団法人 日本船舶技術研究協会

〒107-0052 東京都港区赤坂 2-10-9 ラウンドクロス赤坂
TEL 03-5575-6426 FAX 03-5114-8941

本書の無断転載、複写、複製を禁じます。