



世界のCCSの動向 2023年版

# 2030年までの スケールアップ



GLOBAL CCS  
INSTITUTE

## 本書について

本報告書は、世界的に採用される事例が増加しているCO<sub>2</sub>回収貯留との1年間のマイルストーンを記録し、今後の重要な機会と課題を定めている。

本書内のデータは、世界の気候目標において不可欠である実証済みの排出量削減技術の展開の進捗状況を読者に伝え、早期の進展を後押しすることを目的としている。各国の政府、政策決定者、学術関係者、メディアの解説者、および気候問題に関心のある多くの方々が本書を手に取り、活用して頂けることを期待している。

### グローバルCCSインスティテュートについて

グローバルCCSインスティテュートは、二酸化炭素回収貯留（CCS）の分野における世界的なシンクタンクである。気候変動の取り組みと気候中立性の実現において不可欠であるCCSの世界的展開を加速させることを使命とする。

政府、企業、研究機関、NGOを含む200を超える世界中の全会員が、CO<sub>2</sub>排出量ネットゼロの将来を達成する作業の一環としてCCSに取り組んでいる。インスティテュートは、ワシントンDC、ニューヨーク、ロンドン、パリ、ブリュッセル、アブダビ、北京、クアラルンプール、メルボルン、パース、ブリズベン、東京を拠点に活動している。



# 目次

1.0 CEOによる序文	4
2.0 2030年までのスケールアップ	5
2.1 2030年までのスケールアップ	6
3.0 世界のCCSの動向	9
3.1 世界の施設と傾向	10
3.2 世界の政策、法制度、規制の進展状況	20
3.3 CCSの資金調達状況	23
4.0 地域別の概要	27
4.1 南北アメリカ	28
4.2 アジア太平洋	34
4.3 ヨーロッパと英国	41
4.4 中東とアフリカ	49
5.0 分析	53
5.1 ネットゼロ世界におけるCCSの価値	54
5.2 CCSへの投資を促進する要素	56
5.3 CCSのビジネスモデルと傾向	60
5.4 世界の輸送方法	66
5.5 長期的責任の管理	71
5.6 貯留資源の開発の進捗状況	74
6.0 施設の一覧	76
2023年の施設の一覧	77
7.0 別表	93
略語一覧	94
参考文献	94



# 1.0

## CEOによる序文

気候の数理は明確である。CO<sub>2</sub>回収貯留（CCS）とCO<sub>2</sub>除去（CDR）を、年間ギガトン規模までスケールアップしなければ、気候変動の緩和や、ネットゼロ排出を達成できない。

気候変動への取り組みは喫緊を要するとの声が政策立案者、産業リーダー、投資家、および一般大衆の間で高まり、世界の多くの地域でCCSの展開が加速している。世界の主要な気候およびエネルギーのアナリストは、世界の気温上昇を1.5°Cに抑えるために努力するというパリ協定の目標を達成するために今後10年間に要求される重要な柱としてCCSとCDRを支持している。

昨年の「世界のCCSの動向 2022年版」の報告以降、北米と欧州の政府があらゆる形の気候変動の緩和を促進させる政策を提案し、CCSは重大な進展を見せた。

米国だけを見ても、連邦政府の政策により、2030年までに年間数億トンレベルでCCSを展開する可能性が出てきた。デンマークのCCS支援は、強力な公的支援の下で、CCSを実現する政策がいかに迅速かつ強力に策定され、実施に移されるかを示す模範例である。

現在、グローバルCCSインスティテュートは世界で操業中の41のプロジェクトと351の開発段階のプロジェクトを追跡しており、新たなプロジェクトが毎週のように公表されている。多くの地域で、産業間で、また様々な用途で、CCSプロジェクト開発者の関心が高まっているの

が容易に理解できる。

世界の多くの地域で多くのプロジェクトが進展している状況は喜ばしい限りである。一例として、北米の大規模プロジェクトや、2027年までに操業第1フェーズに入るサウジアラビアのJubailハブ、中国の大規模CO<sub>2</sub>パイプラインなどがある。中東、北アフリカ、オーストラリア、アジアではプロジェクトレベルで進行が加速している。

CCSネットワーク（時にはハブとクラスターとも呼ばれる）は拡大しており、世界の約115のネットワークをインスティテュートは追跡している。共通のインフラを共有することで規模の経済効果がもたらされ、排出点源でのCO<sub>2</sub>回収とCO<sub>2</sub>除去の相乗効果ももたらされる。許認可のタイムラインを短縮でき、開発と操業のいずれの段階においても効率化を図れる。

---

現在、グローバルCCSインスティテュートは世界で操業中の41のプロジェクトと開発段階の351のプロジェクトを追跡しており、新たなプロジェクトが毎週のように公表されている。

---

金融部門と投資家は、各々の持続可能な開発ポートフォリオと投資にCCSを組み込むことを積極的に検討している。このような関心の高まりに対応するため、インスティテュートは金融コミュニティと共同でCCSを規制要件と報告要件に組み込む作業にあたっている。

CCSの世界的なコラボレーションはかつてないほど強化されている。インスティテュートは炭素管理チャレンジ（Carbon Management Challenge）を支援しているが、これは2030年までにギガトン規模のCCSの実現を目指すもので、気候の数理とモデルとも一致しており、米国や他の多くの国々が連携して賛同している。インスティテュートの会員を代表して、グローバルCCSインスティテュートは、インスティテュートのアドボカシー、ソートリーダーシップ、および知識共有作業を通じて、この重大な気候変動緩和技術の加速的な展開を支えるべく努力している。

世界中で見られるCCSを可能にする政策、プロジェクト、コラボレーション活動の飛躍的な増加は心強い限りである。

政府と産業間の官民のコラボレーションおよび多くの地域を内包する多国間のコラボレーションによりCCSは加速化できる。

Jarad Daniels



## 2.0 2030年までの スケールアップ

## 2.1 2030年までの スケールアップ

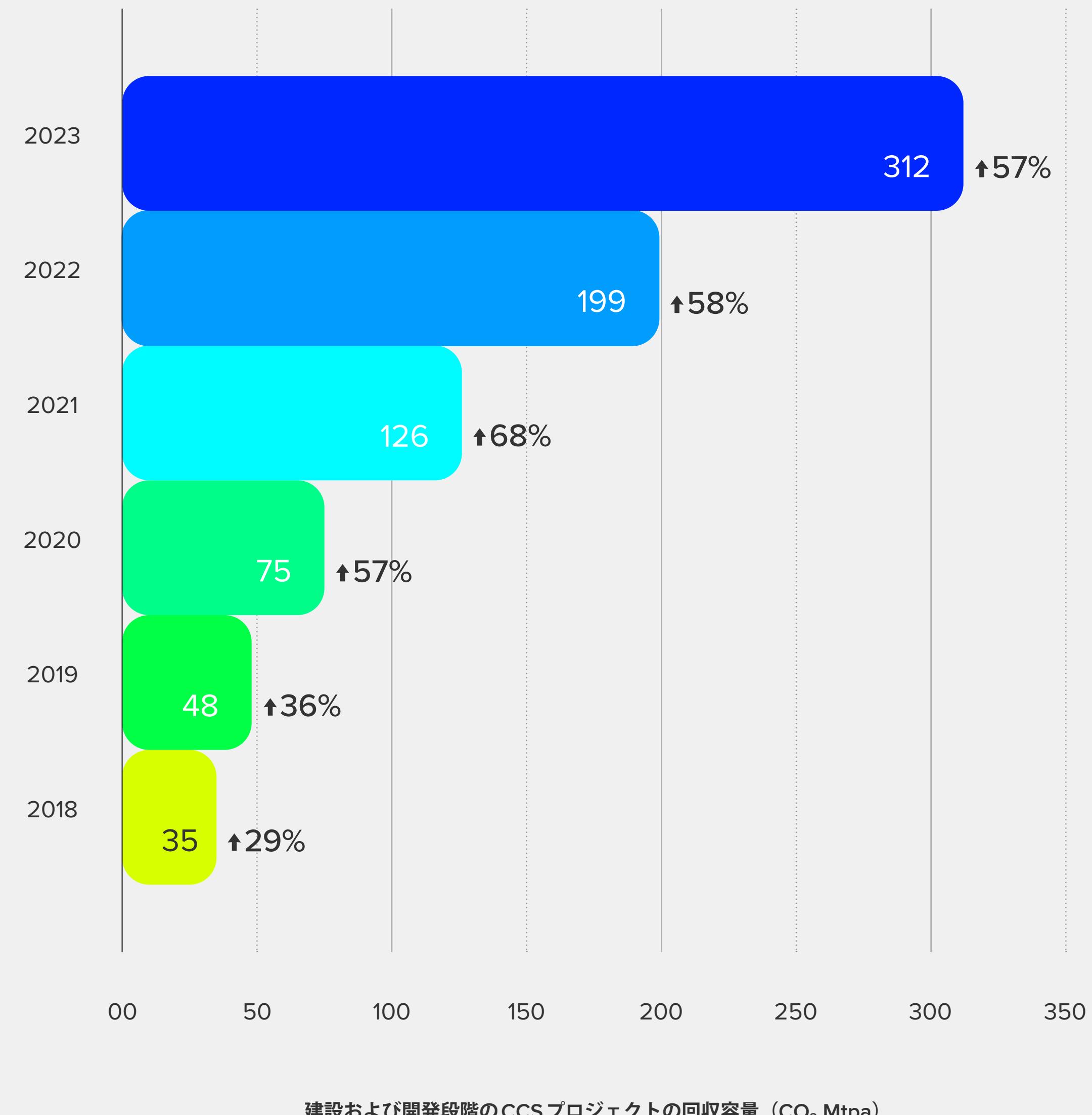
CO<sub>2</sub>回収貯留のスケールアップは始まっており、CCSプロジェクトのパイプラインは空前の容量に達している。2023年7月31日時点で、開発、建設、操業の各段階にあるCCSプロジェクト（公表されている範囲内で）のCO<sub>2</sub>回収の総容量は361 Mtpaであり、「世界のCCSの動向 2022年版」で報告された容量よりも50%近く増加している。

建設および開発段階にあるCCSプロジェクトだけでも、図2.1-1に見られるように増加率は高い傾向が続いている。

図2.1-1の冒頭の統計以外に、CCSが利用されている産業の多様化はここ数年間で著しく拡大しており、ネットゼロの野心を支える上でのCCSの役割を物語っている。

図2.1-1：

建設および開発段階のCCSプロジェクトの回収容量が前年度比で増加（操業中の容量を除く）。



## 2.1 2030年までのスケールアップ

この12か月間に、CCSプロジェクトのエクイティファイナンスと、プロジェクト融資への関心は著しく高まっている。数十年にわたる政府後援の研究、開発、展開、産業界のネットゼロへの取り組み、および厳しさの増した気候政策の期待を背景に、CCS事業の展開で収益を得ようとする多くのビジネス、特にCO<sub>2</sub>の輸送および／または貯留のビジネスが出現し始めている。

また、国が決定する貢献 (Nationally Determined Contributions: NDC) にCCSを採用する国が増え、展開の推進を目指した政策を実施し、適切な規制を草案するなど、CCSが公共政策の目玉事業として扱われるようになっている。多国間のCCSビジネスモデルも開発されており、2023年にはベルギーとデンマークの間で地中貯留用のCO<sub>2</sub>の船舶による国境間移動が初めて実施された。

この数年間の政策面での進展は非常に目覚ましいものがあり、CCSプロジェクトの投資が加速する目途が立つことになった。

上記の例はすべて期待が持てる進捗である。しかし、国際エネルギー機関 (International Energy Agency)、気候変動に関する政府間パネル (Intergovernmental Panel on Climate Change)、その他の権威筋の分析によると、世界の気候目標を達成するには、2030年までに年間約1 GtpaのCO<sub>2</sub>貯留が、さらに2050年までにそれを約10 Gtpaまで引き上げる必要があるという。現在の状況を考えると差し迫った疑問が起こる。このようなレベルのスケールアップは実現可能か？

インスティテュートおよび他の機関の分析によると、パリ協定の目標を世界全体で軌道に乗せるためにCCSの展開をスケールアップする確実な道筋は開かれているものの、そのためには政府やプロジェクト開発者による継続的で拡大的な取り組みや、政策措置の採択、またCCSのナレッジベースをより広範囲のオーディエンス、すなわち主要なステークホルダーに拡大するプラットフォームが必要になるということである。必要とされる展開速度を達成するには、施設の開発のパイプラインを継続的に増大させ、開発段階のプロジェクトが効率的に最終投資決定、建設、操業に移行できるようにすることが重要である。

炭素価値を支える強固な支援政策、説得力のある補完的な優遇税制、そして地域の多くの回収プロジェクトを誘引するCO<sub>2</sub>輸送・貯留ハブの促進があれば、開発パイプラインに加わるCCSプロジェクトの数を最大限にまで増やすことが可能になる。

これと並行して、プロジェクト間のクロスラーニングを改善して奨励し、融資コミュニティ内でCCSの支持を高め、回収顧客とインフラプロバイダー間のより緊密な交流を促し、一般大衆と地域社会の関わり合い、教育、対

話を活発化できれば、プロジェクトのFIDと建設までの円滑な進捗が保証されるであろう。

幸いにも、本報告書の地域別の項目で説明するように、この数年間に政策面での進展は非常に目覚ましいものがあり、結果的にCCSプロジェクトの投資が加速する目途が立つことになった。以下に例を挙げる。

- EUのネットゼロ産業法 (Net-Zero Industry Act) は、50 MtpaのCO<sub>2</sub>の貯留を2030年までに開発することを意図したものである。
- 英国のCCUSネットゼロ投資ロードマップ (CCUS Net Zero Investment Roadmap) は、2030年までのCCS設備容量として20～30 Mtpaを見込んでいる。
- 米国のインフレ削減法 (Inflation Reduction Act) の影響分析によると、同法により米国のCCSの展開が促され、2030年までにCO<sub>2</sub>の容量が200～250 Mtpa増加すると結論付けている。
- 2023年1月に公表された日本のCCS長期ロードマップ (Long-Term Roadmap) では、2030年までに初の商業施設の操業を開始し、2050年までに240 MtpaのCO<sub>2</sub>貯留を軌道に乗せる目標が設定されている。
- サウジアラビアは、2035年までに44 MtpaのCO<sub>2</sub>を回収し、貯留するという目標を公表した。



## 2.1 2030年までのスケールアップ

また、気候政策全般と規制が厳格になっていることから、全世界がすべての部門を通じた速やかな脱炭素化に取り組んでいるという点が明確に読み取れる。欧州の炭素国境調整措置 (Carbon Border Adjustment Mechanism) の発効や、EUの排出量取引制度 (Emissions Trading System : EU ETS) の改革による2030年までの排出量の55%削減の達成、また今後5年間に対象施設からの排出量を前年度比4.9%削減することが要求されるオーストラリアのセーフガードメカニズム (Safeguard Mechanism) の改革の開始などの例もある。

操業にまで漕ぎつけたCCSプロジェクトはまだ少ないが、新たなプロジェクトの開発は急速に拡大している。プロジェクトの開発には通常は7年以上を要することを考えると、開発段階のプロジェクトが操業に入るまでのタイムラグは驚くにあたらない。

このような近年の進展の影響を受けて、開発段階のCCSプロジェクトの件数が継続的に増加し、円滑に建設に移行できるプロジェクトの割合が高くなっている。特に2010年から2020年までの10年間と比較すればその差は明白である。同期間は、もっぱら研究を通じてコストを割り出す時期であり、経済的に実現が不可能という理由でプロジェクト開発が途中で取り消され、また遅滞するといった事例も目立った。現在はコストが予想外になることが稀になり、政策の牽引も一段と強化されている。状況が変わったのである。

しかし、近年のCCSプロジェクトの容量増加は、支援政策や炭素価格制度が最も強化された北米と欧州に集中している。これらの管轄地域では、包括的なCCS規則を公布している。いずれも、有効な政策と規制により、いかにしてCCSへの投資を増加させることができるかを実証

してきた。今世紀の半ばまでに、年間10 GtpaのCO<sub>2</sub>を回収するのに必要なレベルまでCCSプロジェクトのパイプラインを拡大するには、欧州と北米だけではなく、全ての管轄地域で強力な容量の増加が要求される。

また、欧州や北米で施行されているような政策と規制が世界のあらゆる地域で施行される必要がある。しかし地中貯留資源の開発の速度は、将来予想される需要に追いついていない。先進地域や欧州においても同様である。地中貯留が可能な場所を特定し、評価するための専用のプログラムが実施されない限り、必要な段階で十分な容量を確保するのが難しくなるであろう。

2030年から2050年まで、さらにその後もCCSのスケールアップを確実に実施するためには、今後10年内に強力な政策と貯留資源の開発に的を絞ったプログラム、そしてグローバルサウスを含むより多くの管轄地域での目的にかなったCCS規制の公布が必ず必要になる。



3.1 2023年の世界の施設と傾向 3.2 世界の政策、法制、規制の進展状況 3.3 長期的責任の管理

# 3.0 世界のCCSの動向

3.1 2023年の世界の施設と傾向

3.2 世界の政策、法規、規制の進展状況

3.3 長期的責任の管理

## 3.1 世界の施設と 傾向

開発のパイプラインにあるCCS施設の数は2023年に急増しており、11の施設が新たに操業を開始し、15のプロジェクトが建設を開始した。2023年7月時点で、パイプラインのプロジェクトは392件にのぼり、前年度比で102%増加している。

施設の数と容量の点で、プロジェクトのパイプラインは過去最高になっている。2017年以降、回収容量は年間35%以上の平均増加率を維持している。この12か月間で増加は加速し、回収容量は2022年から50%増加しており、2018年以降の上昇傾向で最も高い増加率である。

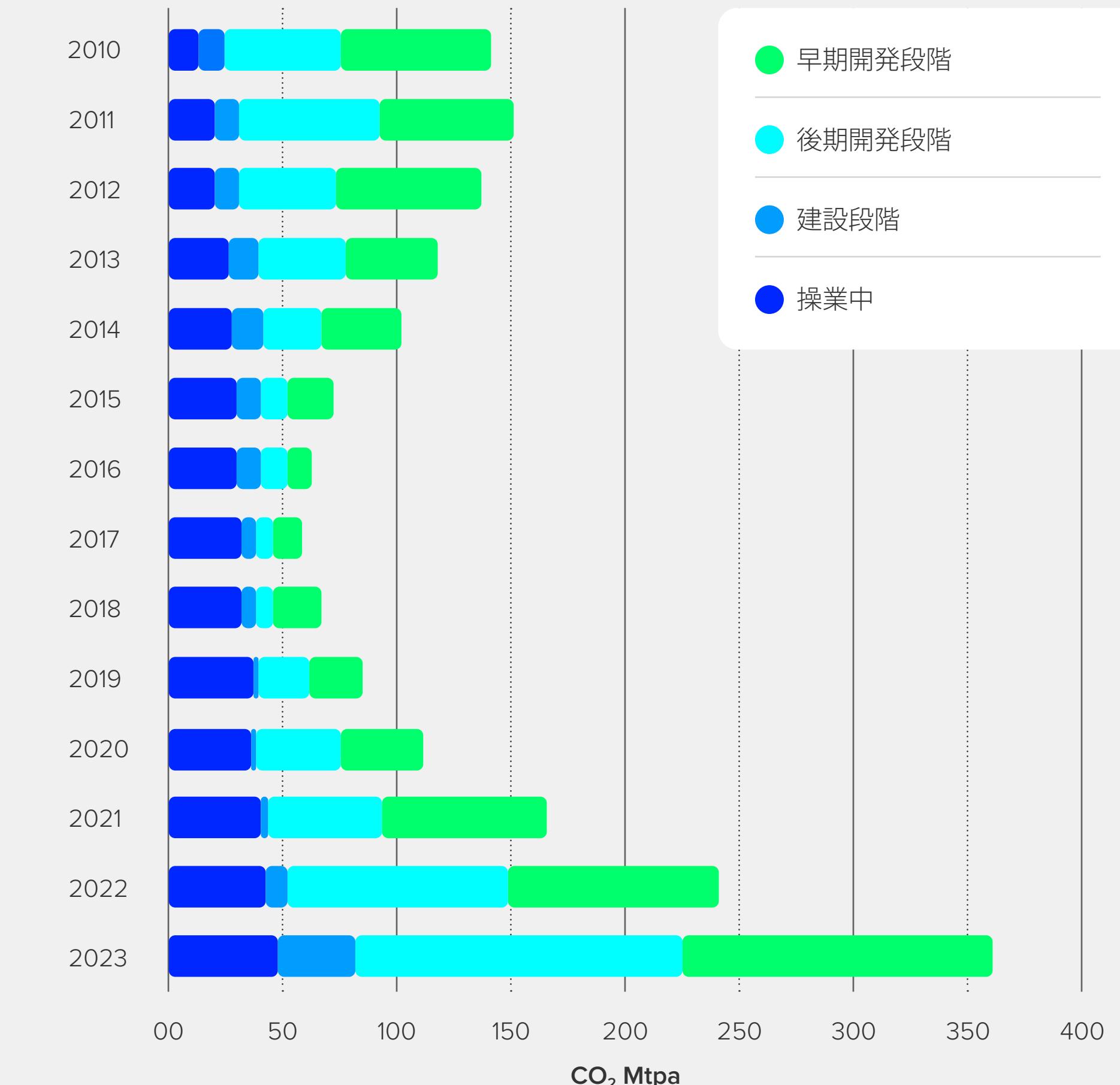
# 102%

開発のパイプラインに含まれる  
CCS施設の数の前年度比  
増加率。

図3.1-1は、2010年から2023年7月31日までの容量の増加を表したものである。この数字と図3.1-1で報告された回収容量は、二重のカウントを避けるためにCO<sub>2</sub>の輸送および/または貯留のプロジェクトの容量を含んでいない。しかし、図3.1-1の施設の数字は、専用のCO<sub>2</sub>回収資源を保有しないCO<sub>2</sub>輸送および/または貯留施設を含んでいる。2023年7月31日時点で、101の輸送および/または貯留プロジェクトが展開のパイプラインに含まれ、建設または操業段階にある。

開発プロジェクトの全段階の回収容量は、後期開発段階と早期開発段階のプロジェクトでそれぞれ47%の増加するなど顕著に増加した。多額の技術開発向けの資金が注ぎ込まれたプロジェクトは、高レベルの取り組みを見せており、資金調達と建設への移行が非常に有望になっており、「後期開発段階」に含まれている。この点を踏まえると、47%の増加はかなりレベルである。

図3.1-1: 2020年以降の商業施設パイプラインの容量



3.1 2023年の世界の施設と傾向

3.2 世界の政策、法規、規制の進展状況

3.3 長期的責任の管理

図3.1-2

2023年7月31日時点の  
商業CCS施設の件数と  
総回収容量、比較用に  
2022年の総容量を表示。

392

361

204

135

194

121

241

144

32

49

2022年合計

2023年合計

2022年合計

2023年合計

施設数

回収容量(Mtpa)

注:「世界のCCSの動向 2022年版」の報告書では、回収事業を中断した施設の容量を含めた総回収容量を約244 Mtpaと記している。中断された容量は今回の統計には含めておらず、したがって2022年の容量は多少減量された数字で改訂されている。

歴史的に、CCS施設は垂直的に統合されてきた。単一のCO<sub>2</sub>回収プラントに、専用のCO<sub>2</sub>圧入、パイプライン、貯留の各システムが組み込まれる方式だ。しかし、最近のCCSの展開はCCSネットワークが主流になっている。

CCSネットワークでは、回収プラントは輸送と貯留のインフラを共有して利用する。開発パイプラインの多くのCO<sub>2</sub>輸送および貯留施設は、特定のCO<sub>2</sub>回収源との関連を持たない。しかし、それらのCO<sub>2</sub>輸送および貯留施設は、依然として設計容量を使用する。例えば、貯留サイトが最大年間圧入速度を公表する場合、容量で報告される。これらのCO<sub>2</sub>輸送および貯留施設のCO<sub>2</sub>流動容量を、それを利用するCO<sub>2</sub>回収プラントの容量に含めた場合、CO<sub>2</sub>回収および貯留容量は二重にカウントされることになる。

2022年以降、「世界のCCSの動向」の報告書では、CO<sub>2</sub>回収の最大設計容量のみを報告内で使用している。この方法により、インスティテュートのこれまでの容量統計との互換性を維持しながら、二重のカウントを回避している。施設のパイプラインのチャートと数字は、2022年以前の見出し「CCS施設の容量」から現在では「回収容量」として明確に言及している。専用のCO<sub>2</sub>輸送および貯留施設は、現在も合計施設数で計数されるが、今後は世界のCCS容量に含めない。

CCS施設の回収、輸送、貯留容量は、第6章で詳細に説明している。

## 産業の発展

### 輸送と貯留のネットワーク

ネットワークを通じたCCSの展開方針が主流になっているが、これはコスト削減につながる規模の経済とリスクを軽減するビジネスモデルの相乗効果がネットワークにより可能になるためである。地域のCO<sub>2</sub>排出源向けのサービスを目的とした回収ハブと輸送ネットワークが開発されている。これらの排出源は、通常は貯留資源から1,000 kmも離れていないが、規模とプロジェクトの経済性が許す限り、特に主な輸送手段が船舶の場合は、かなり遠方に位置していてもよい。

これらのハブとネットワークは、CO<sub>2</sub>の恒久貯留のための共有のCO<sub>2</sub>貯留インフラを設置している。モデル化による試算では、世界に160のハブを設置することで、CO<sub>2</sub>のトンあたりのコストを\$85未満に抑え、最大4.2 GtpaのCO<sub>2</sub>の回収と貯留が可能になる。今世紀半ばまでに排出量ネットゼロの目標を達成するには10 Gtpa前後のCO<sub>2</sub>の貯留が必要になるため、CCSネットワークとハブの開発が重要であることは明らかである。

世界のCCSの政策と規制が進展し、資本支援が高まる中、企業はCCSネットワークにおける立場を確立し、規模の経済と削減されたコストを活用することが期待されている。2023年の現在まで、重要なCCSの吸収合併取引が3件実施されている。米国のChevron-Talos-Carbonvent間の取引、欧州のE.ON-Horisont Energi間の取引、そしてCO<sub>2</sub>輸送と貯留施設のためのExxonMobilのDenburyの買収である。

2023年はCCSネットワークの拡大が進んだ。CCSネットワークの継続的な発展により、「CO<sub>2</sub>輸送および貯留」施設という新しい産業カテゴリーが生まれた。2023年、世界では同カテゴリーの施設が101件確認されている。

このような独立した施設がCCSの新しい産業モデルとなっている。同施設は、今日まで回収源として定義されていた他の産業と立場が異なる。これらのマルチユーチューラー、複合産業型のCO<sub>2</sub>輸送および貯留施設の例を挙げる。

- カナダのWolfのアルバータ州CO<sub>2</sub>幹線パイプライン(Alberta Carbon Trunk Line)のCO<sub>2</sub>圧入およびパイプライン。2020年より操業。
- オーストラリアのCarbonNet。CO<sub>2</sub>貯留を中心とした施設。
- CarbFixのCODA CO<sub>2</sub>輸送および貯留。欧州全体からCO<sub>2</sub>を船舶輸送した後に、鉱物炭酸塩化でCO<sub>2</sub>を貯留。
- ノルウェーのNorthern Lightsオープン・ソース輸送および貯留ネットワーク。2024年に操業を開始し、ブレヴィク(Brevik)のセメントプラントとオスロの廃棄物プラント(フェーズ1)から排出される0.8 MtpaのCO<sub>2</sub>を北海の海底深部に貯留する計画。2023年5月、同プロジェクトは、デンマークの2つの発電所の430,000 tpaを追加的に輸送および貯留する別の越境取引契約をØrstedとの間で締結した。

### CCS施設を保有する産業

回収源に焦点を当てる場合、エタノール産業の施設の数は2番目に多い70である。米国にはエタノール系の2大CCSネットワークが存在し、SummitのMid West Expressは36、NavigatorのHeartland Greenwayは18のプラントを保有する。

発電と熱は産業別の施設数では3番目に多く53、これに水素/アンモニア/肥料が続く(50)。歴史的にCCSの主要産業であった天然ガス処理も2023年の上位5部門に入り、45施設である。

前記の5部門の産業以外では、セメントは最も急速に22施設まで増加している。主に欧州のプラントで占められる。最後に、現在パイプラインには6件の商業規模の直接空気回収プラントが含まれている。

### CCSの進展のハイライト



10.6 Mtpa

世界最大の操業中のプロジェクトであるPetrobrasのサントス盆地プレソルト(岩塩層下)油田は、CO<sub>2</sub>回収容量が10.6 Mtpa。



5

中国で新たに操業段階に入った施設



7

日本の7つのCCSネットワークに向けた新しい資金



2

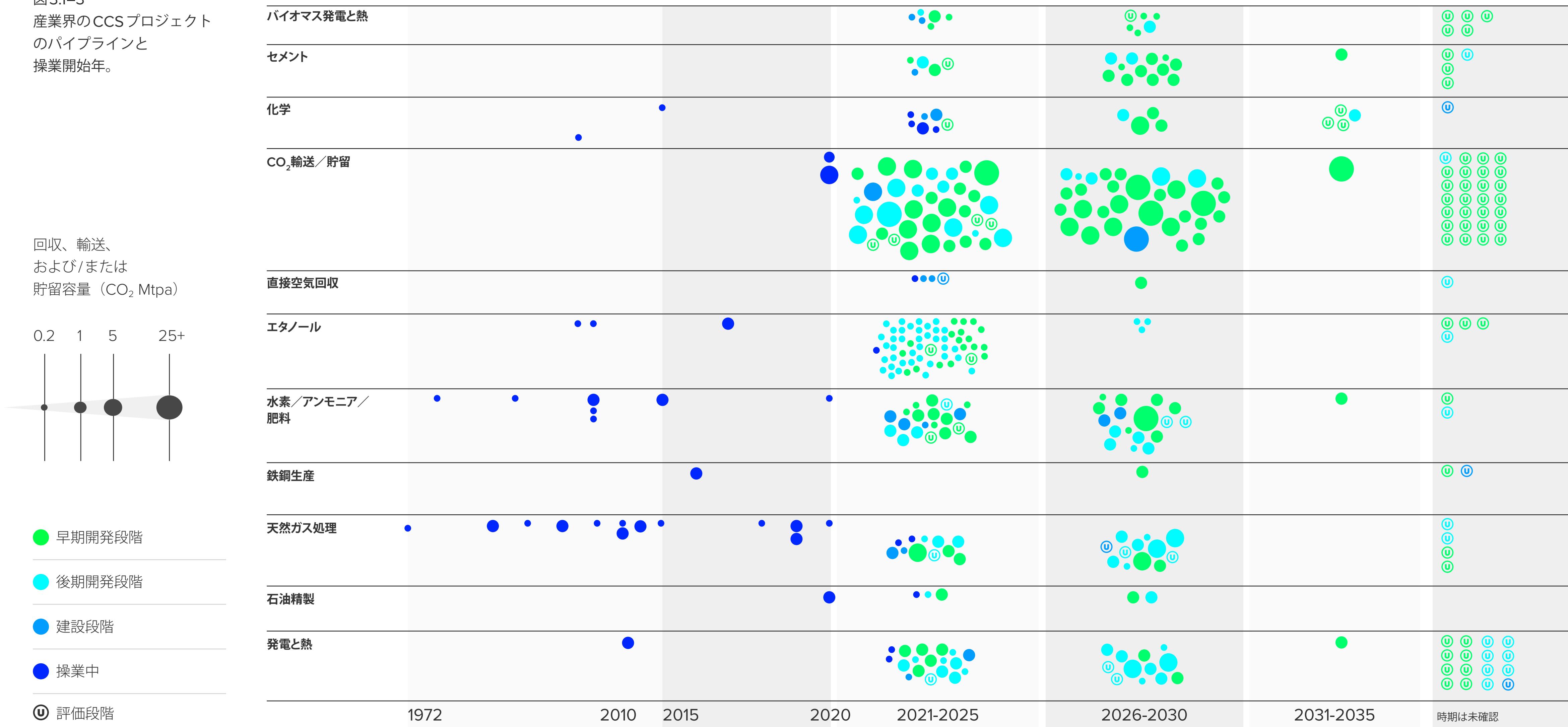
施設数の上位2部門 - エタノール、発電と熱

3.1 2023年の世界の施設と傾向

3.2 世界の政策、法規、規制の進展状況

3.3 長期的責任の管理

図3.1-3  
産業界のCCSプロジェクト  
のパイプラインと  
操業開始年。



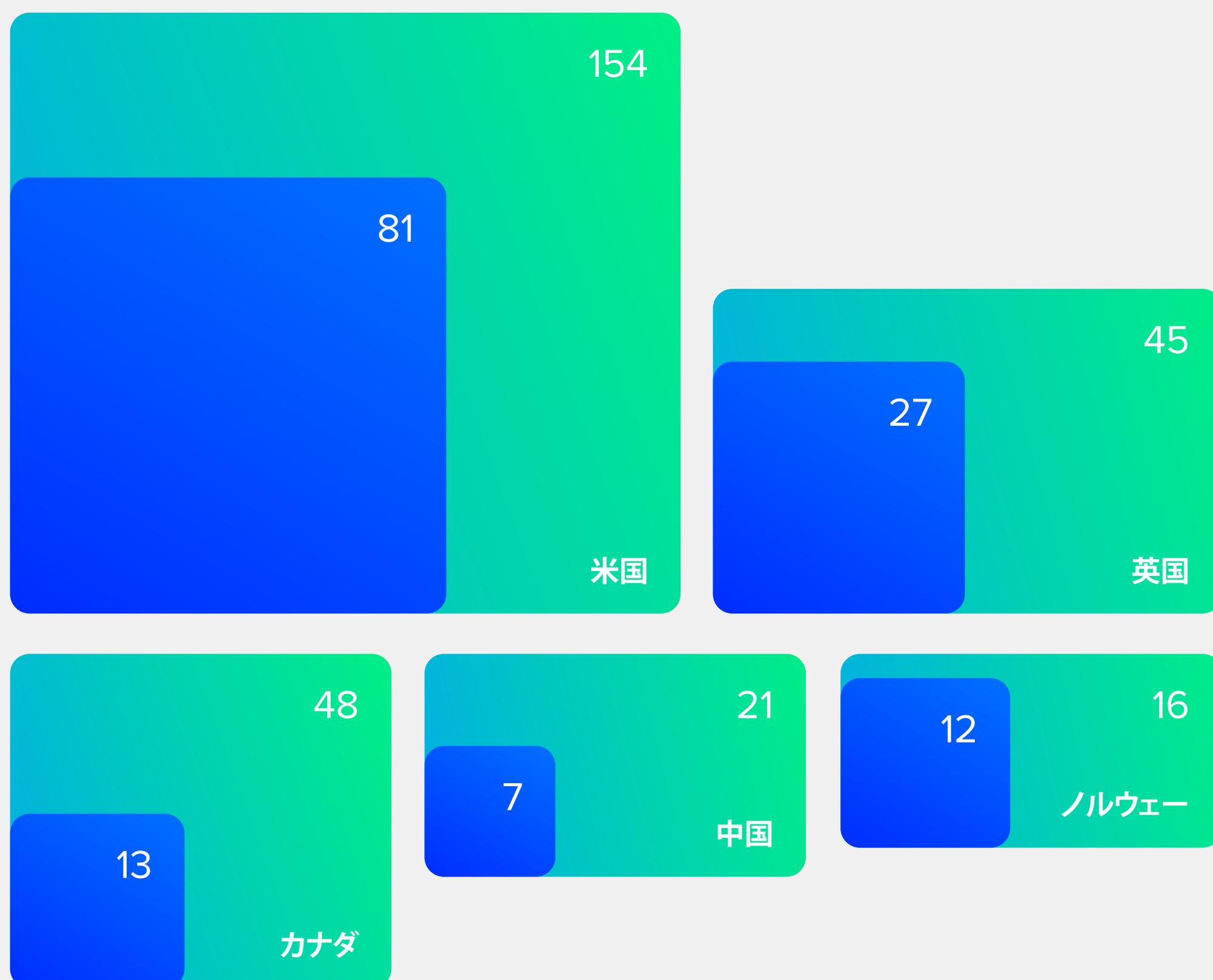
3.1 2023年の世界の施設と傾向

3.2 世界の政策、法制、規制の進展状況

3.3 長期的責任の管理

図3.1-4

2023年と2022年のパイプライン上のCCSプロジェクトの上位5か国：米国、英国、カナダ、中国、ノルウェー



GSR 2022  
(26か国中)

GSR 2023  
(37か国中)

## 国別および地域別の発展

昨年度のCCS施設開発については、相当な規模で進展が見られたため、簡単にまとめるのは難しい。開発段階のCCSプロジェクトの広域性と規模を示すために、いくつかの例を以下に述べる。

- ・ サウジアラビア：世界最大のCCUSハブの一つであるJubail Industrial Cityは、2027年までに操業を開始する予定であり、第一フェーズでは最大9 Mtpaの容量のCO<sub>2</sub>が処理される。2035年までに44 MtpaのCO<sub>2</sub>を抽出、利用、貯留する同国の目的を支援することになる。
- ・ 中国：2023年に3件のプロジェクトが操業段階に入った。アジア最大の石炭火力発電所のCCS施設、初のオフショアCO<sub>2</sub>貯留施設、および石油精製所のCO<sub>2</sub>回収施設である。中国では現在、初の商業規模のCO<sub>2</sub>輸送パイプライン（シノペック齐鲁勝利（Qilu-Shengli）施設の一部）を含む、11の施設が操業している。
- ・ 米国：初の大規模DACプロジェクトであるSTRATOSの建設が始まり、2025年に操業開始が予定されている。同プロジェクトは、年間最大500,000トンのCO<sub>2</sub>の回収を予定している。

- ・ 日本：日本のオフショア水域と広域的にアジア太平洋地域で貯留されるCO<sub>2</sub>を日本で回収する7つのCCSネットワークへの支援が発表された。

- ・ ギリシャ：天然ガス、セメント、水素プラントを含むPrinos CCSネットワーク内のCO<sub>2</sub>輸送および貯留インフラにアクセスするための5施設を公表。

世界で公表される開発段階のCCS施設の数は増加していることから、この技術の誘引力が高まっていることが分かる。そのような状況で、国と企業は縮小するカーボンバジエットでそれぞれの気候公約を達成しようと努力している。

2022年から2023年の間に、新たに11か国が開発の様々な段階にあるCCS施設を登録した。米国は依然としてCCS展開の中心であり、2023年に新しく73の施設がパイプラインに加わった。米国、カナダ、中国は施設数を増やしており、CCSを展開する上位5か国の中を維持している。オランダは、オーストラリアに追い越され、オーストラリアは現在12の施設が開発段階にある。2022年に日本とギリシャには商業施設がなかったが、2023年には、それぞれ7施設と5施設を保有している。

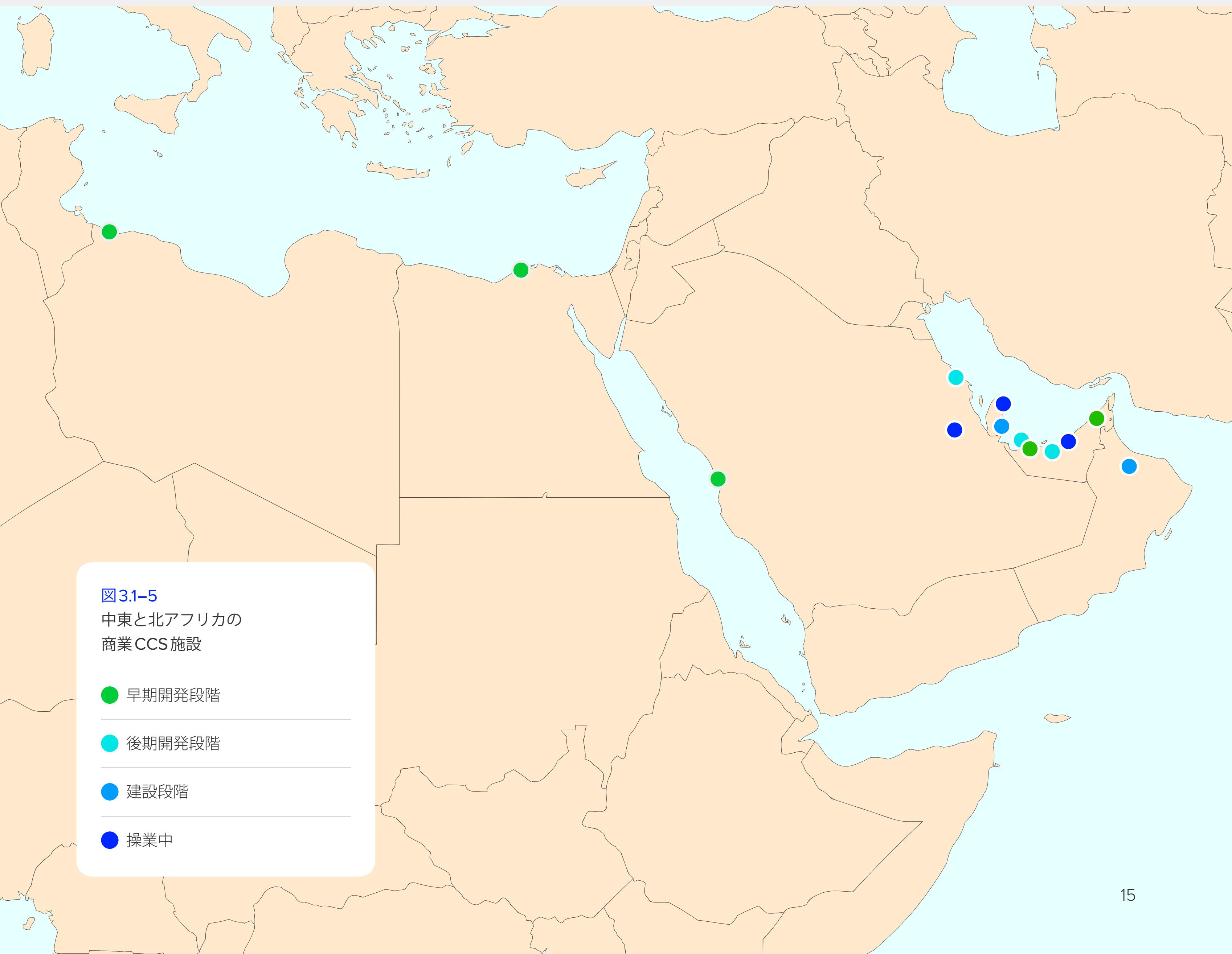
3.1 2023年の世界の施設と傾向

3.2 世界の政策、法制、規制の進展状況

3.3 長期的責任の管理

## 中東とアフリカ

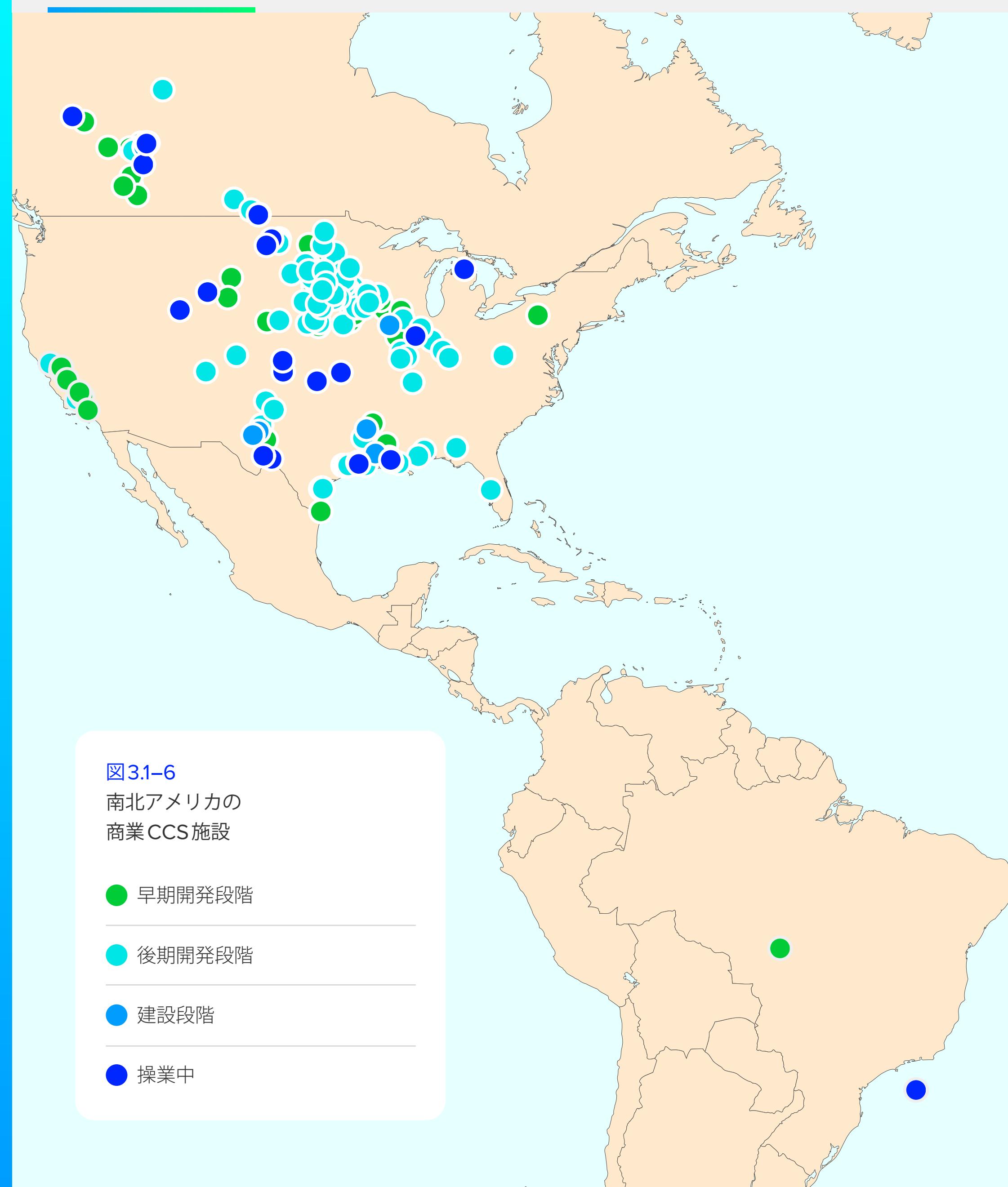
3件のCCS施設が中東で操業しており、さらに3件が建設段階、3件が後期開発段階にある。この地域の6つのCCS施設は天然ガス処理産業と関係を持つ。



3.1 2023年の世界の施設と傾向

3.2 世界の政策、法制、規制の進展状況

3.3 長期的責任の管理



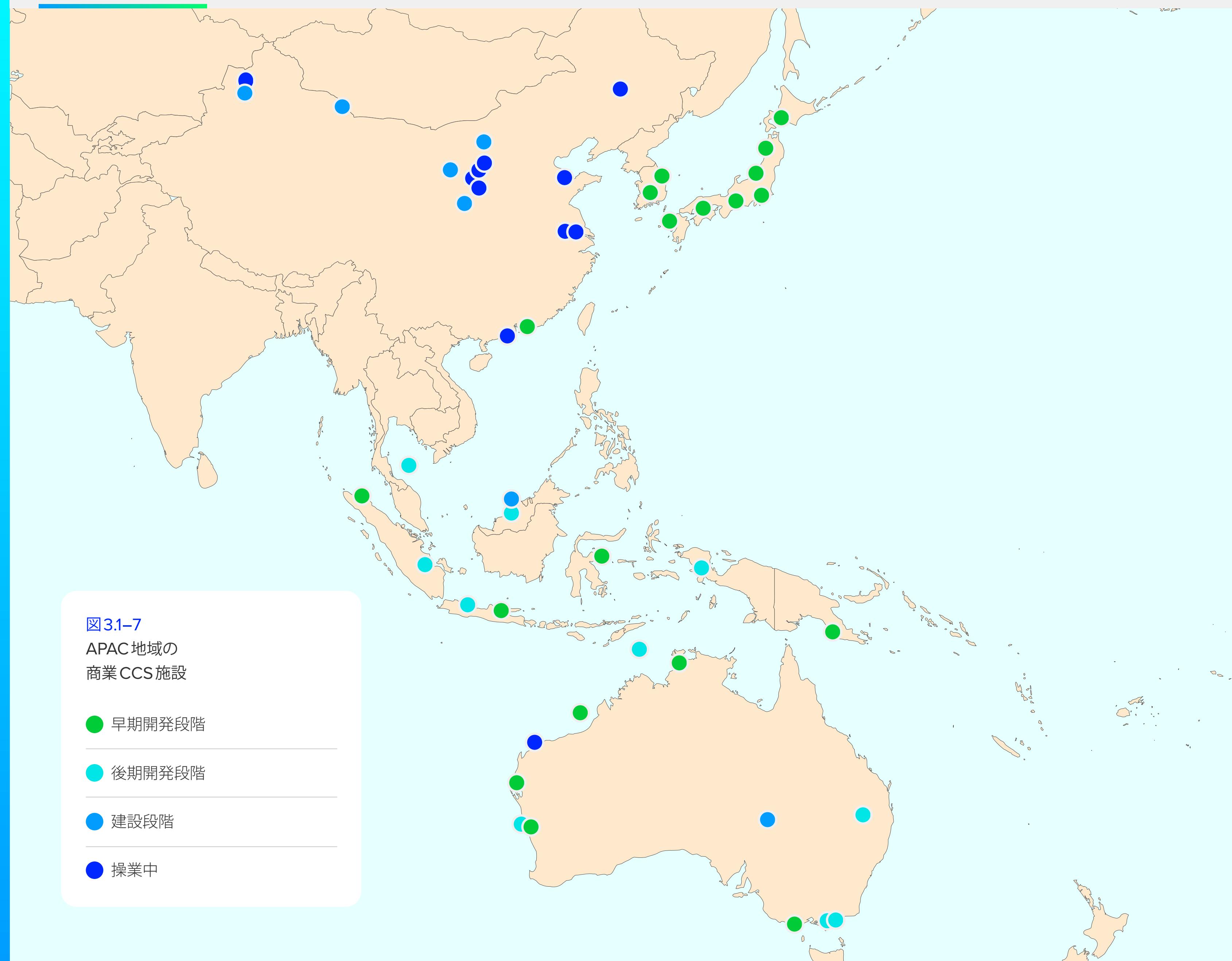
## 北米

米国とカナダでは、操業中、建設または開発段階において、エタノール産業が最も CCS 施設 (69) を保有している。CO<sub>2</sub>輸送および貯留施設は2番目に多い産業であり、48 施設がパイプラインにある。CCSはアンモニア、水素、肥料生産、さらに発電と熱の部門でも勢いを持ち、それぞれ25と28のプロジェクトがプロジェクトのパイプライン内または操業段階にある。天然ガス処理は16の CCS プロジェクトを実施している。この地域では全体で21の CCS 施設が操業しており、9施設が建設段階、80施設が後期開発段階、さらに92施設が早期開発段階にある。

## 南米

世界最大の操業中の CCS 施設は、ブラジルの Petobras が操業するサントス盆地プレソルト（岩塩層下）の天然ガス処理産業である。水深2,000 m以下で操業する同施設は、現在、10.6 Mtpa を回収し、このCO<sub>2</sub>を石油増進回収 (enhanced oil recovery) 用に再圧入している。2022年には累積40.8 MtのCO<sub>2</sub>が再圧入された。

3.1 2023年の世界の施設と傾向 3.2 世界の政策、法制、規制の進展状況 3.3 長期的責任の管理



### アジア太平洋

開発段階のCO<sub>2</sub>輸送および貯留施設（17）が、アジア太平洋地域の施設では最大のカテゴリーであり、天然ガス処理と化学品製造がそれぞれ15と10施設で続く。合計12施設が操業中であり（中国では2022～2023年に5施設が操業を開始）、8施設が建設段階、34施設が後期または早期開発段階にある。

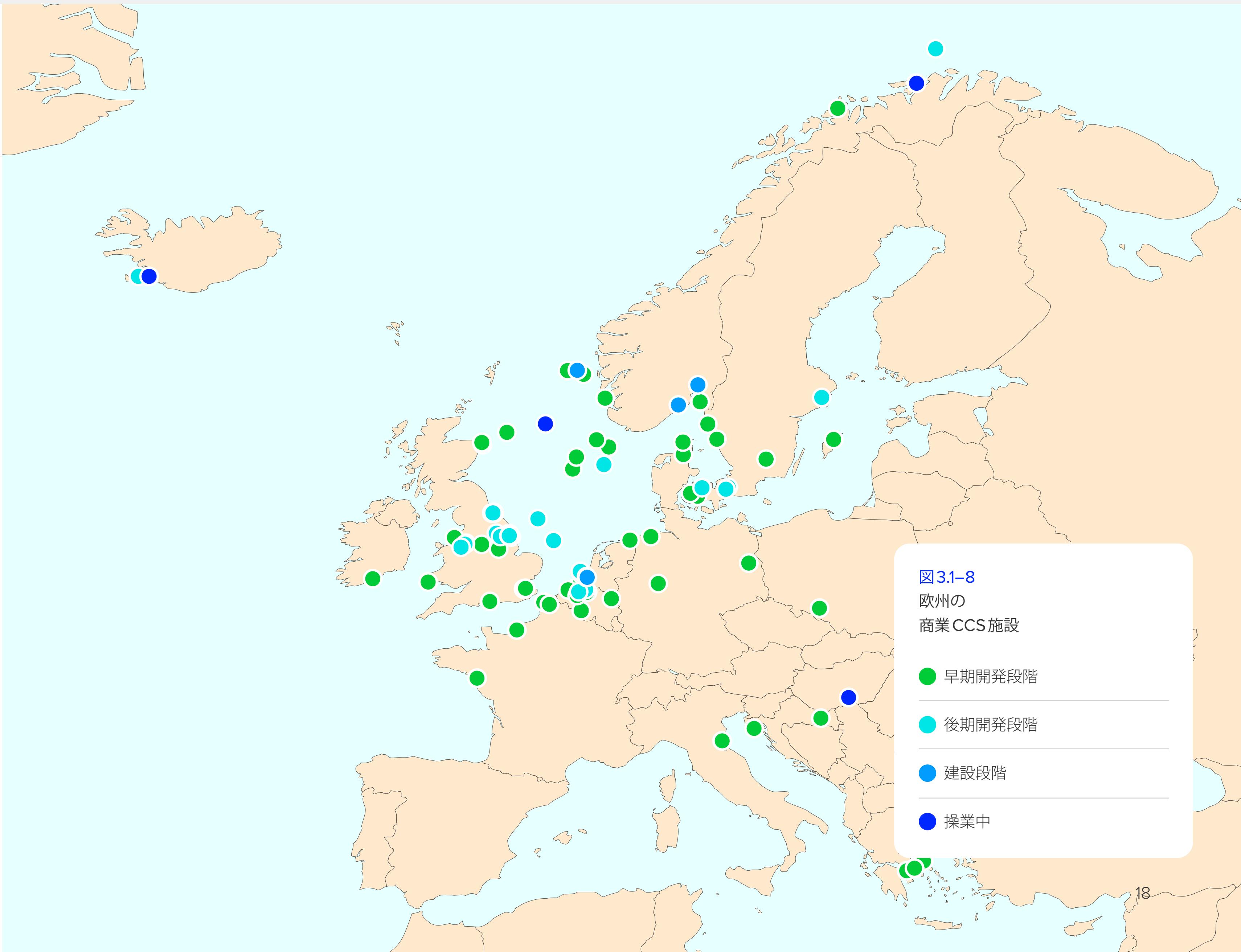
3.1 2023年の世界の施設と傾向

3.2 世界の政策、法制、規制の進展状況

3.3 長期的責任の管理

## 欧州

欧州では、35のCO<sub>2</sub>輸送および貯留ネットワークが開発段階にある。CCSが顕著な他の産業には、水素、アンモニア、肥料の施設（20）、発電と熱（19施設）、セメント（17施設）、バイオマス発電/熱（15施設）などがある。4施設が操業中であり、6施設が建設段階、109施設が早期または後期開発段階にある。



3.1 2023年の世界の施設と傾向

3.2 世界の政策、法規、規制の進展状況

3.3 長期的責任の管理



## 液化CO<sub>2</sub>の 船舶輸送の発展

CO<sub>2</sub>ネットワークが勢いを増す中で、液化CO<sub>2</sub> (LCO<sub>2</sub>) の船舶輸送技術を含めたCO<sub>2</sub>の輸送メカニズムが発展し、成熟しつつある。船舶運航会社は積極的に業務を拡大し、LCO<sub>2</sub>の船舶輸送に取り組んでいる。この12か月間の主な活動の例を挙げる。

- 2023年6月、株式会社商船三井 (MOL)、マレーシア国営石油会社PETRONAS、上海船舶研究設計院 (Merchant Ship Design & Research Institute : SDARI) は、共同開発したLCO<sub>2</sub>輸送船について、船舶等級協会Det Norsk Veritasとアメリカ船級協会 (American Bureau of Shipping : ABS) から基本承認 (approval in principle) を取得した。ABSはまた、前記の3社が共同で開発した浮体式貯蔵積出設備 (floating storage and offloading unit) の基本承認も付与した。
- さらに2023年6月には、三菱造船株式会社と日本郵船株式会社 (NYK) に対し、アンモニアとLCO<sub>2</sub>の同時輸送が可能な船舶の開発に対して、日本の海事協会であるClassNKから基本承認が付与された。
- 2023年7月、韓国のコングロマリットHD Hyundaiが、Korea Shipbuilding & Marine Engineering 部門を通じて、ギリシャのCapital Maritime Groupの最大のLCO<sub>2</sub>輸送船の建造を初めて受注した。2隻の船舶はそれぞれ22,000 m<sup>3</sup>のLCO<sub>2</sub>を輸送し、最初の納入は2025年を予定している。

## 3.2

# 世界の政策、法制、規制の進展状況

## 世界的なCCSの共同活動に向け 気運が高まっている

2023年の上半期は、CCSの世界的な活動が大きく前進した。気候変動に関する政府間パネル(Intergovernmental Panel on Climate Change : IPCC)の第6次統合評価報告書では、パリ気候目標の達成におけるCCSの必要性が改めて明言された。

同報告書は、6～7年の報告周期を締めくくるもので、地球の温暖化を1.5°Cに抑える経路モデルにおける明確なオプションとしてのCCS、また削減が困難な部門からの残余排出量を相殺する大気中からのCO<sub>2</sub>除去(CDR)が強調されている。次回の報告書は2030年頃に発行が予定されており、IPCC AR6のタイミングはこの重要な10年間の気候行動にとって極めて重大になる。

同報告書は、特に、11月30日からUAEのドバイで開催される第28回締約国会議(Conference of the Parties : COP)において、世界初のグローバル・ストックテイク(Global Stocktake : GST)となる予定である。GSTは、国が決定する貢献(Nationally Determined Contributions : NDC)として知られる国内気候行動計画を更新する際に、各国が基礎として用いるものである。

世界的なCCSコラボレーションで注目すべきは、4月の主要経済国フォーラム(Major Economies Forum : MEF)

での米国による炭素管理チャレンジ(Carbon Management Challenge)の発表である。これは他国に、2030年までのCCS/CDR共同目標に向けた課題への参加を呼びかける内容で、COP28で明確な声明と目標を公表することを目的とする。

MEF会議で、オーストラリア、カナダ、エジプト、欧州連合、日本、サウジアラビア、UAE、ノルウェー、デンマークの首脳は、この実施要請の立ち上げを支持した。7月にインドのゴアで開催された第14回クリーンエネルギー大臣会合(Clean Energy Ministerial)で、スウェーデンとブラジルがイニシアチブに参加し、参加国はさらに増えることが予想される。相前後して、国際エネルギー機関(IEA)の「Credible Pathways to 1.5°(1.5°Cへの確実な経路)」報告書も公表された。同書は、この10年間の行動に据えられた4本の柱の4番目として炭素管理を挙げており、2030年までに1.2 GtのCO<sub>2</sub>を貯留することを目標としている。

MEF会議の直後、G7広島首脳コミュニケ(Group of 7 Summit in Hiroshima Leaders' Communiqué)で、過去にG7首脳文書内で取り上げられてきたCCSについての詳細な発表があり、他の技術では回避できない排出量削減のための幅広い脱炭素化ソリューションのポートフォリオにCCS技術が重要な役割を持つこと、およびCDRにより残余排出量が相殺されることが認識された。

6月のボン気候変動会議では、加速する緩和の野心とCOP27で設置された実施作業プログラムの下での初のグローバルな対話および投資(Global Dialogue and Investment)の集中イベントが開かれ、グローバルCCSインスティテュートはIEA GHGのCCSの技術エキスパートとして対話を主導した。

終日行われた討議で、CCSに対する国家の見解の変化が明らかになった。例えば小さな島国などでは、国境内にCCSの機会が得られないながらも、パリ合意の実施におけるCCSの価値に理解を示した。

GSTの第3回および最後の技術対話では、CCSに対する見解の多様性が際立ち、この技術に賛成または反対する強力な見解を持つ国々がそれぞれの発言枠で明確に意思を伝えた。

7月時点の最新のNDC情報では、新たにアンゴラ、シンガポール、トルコ、トルクメニスタン、英国、ベトナムが各国のNDCにCCSを加えている。さらに対応措置の実施の影響に関するカトヴィツェ専門家委員会(Katowice Committee of Experts on the Impacts of Implementation of Response Measures)では、現在の作業計画の活動5(Activity 5)にCCSが確認され、国際連合の場でキャパシティ・ビルディングに関連した側面と同技術の社会経済的影響を討議する機会が各国に与えられた。

第6条に基づく新しい国際的な炭素市場の運用化が世界で期待されている中、今年は、このメカニズムの下でのCDRの取扱いを左右する重要な文書を巡って激しい討議が交わされた。



これらの文書で、技術的除去（すなわち直接空気回収貯留—DACCsとバイオエネルギーCO<sub>2</sub>回収貯留—BECCs）、最終的にはCCSに対する見解が表明された。最終的にCCS/CDRコミュニティからプロセスに対して一連の公式な提案がなされ、大きな反応が得られた。

第6条を幅広い状況で検証した場合、第6.2項の2国間セグメントに関してはプロジェクトが実際に進められている。様々な管理要素に関する交渉が継続する中、暫定的なプラットフォームが稼働しており、技術的なキャパシティ・ビルディングを必要とする特定の国では取り組みが進んでいる。

現在のCDR議論の対象となる世界市場（第6.4項）に関しては、取引の開始に必要な進捗に根本的な差異が存在しており、第6.4項に従いどのようなメカニズムを実施しても、コンプライアンスと自発的な炭素市場を監視するための「金字塔的存在」としか認識されないだろう。

UAEのCOP28では、議長国がネットゼロに向けた世界的なエネルギー移行についてどのような意見を述べるか期待が高まっており、CCSが前進する機会となり得る。

世界的な目標達成の期限が差し迫る中、2030年までのCCS展開に対する世界の野心をより明確にする必要がある。勢いは増しており、「どの程度」の取り組みではなく、「どのような」取り組みが必要か、が重要になる。

## 世界的な目標達成の期限が差し迫る中、2030年までのCCS展開に対する世界の野心をより明確にする必要がある。

世界の持続可能な開発目標（Global Sustainable Development Goals : SDG）と、それらの目標をCCSとどのように関連付けるかについて、世界的に注視されるエネルギー移行の道筋と合わせ、IPCC AR6で予備的な作業が行われている。実際、国際社会はグローバルサウスの技術的なキャパシティ・ビルディングと必要資金の調達のために動いており、これが2030年までにCCS技術の利用を通じて脱炭素化を大きく進めるための重要な手段となる。

### 政策の役割

この1年間で、世界の多くの管轄地域で政策、法制、規制的な介入が顕著にみられ、その結果CCSの支援が強化され、商業展開の取り組みが進んだ事例も見られた。長年CCSを支援してきた管轄地域では注目に値する事例も見られる一方で、より広域的な諸国連合がCCSの展開を支援する環境の促進に注力しているのは確かである。

強力な政策介入による影響は、特に米国で顕著であり、連邦と州レベルのイニシアチブがプロジェクトの強力なインセンティブと支援を可能にしている。連邦レベルでは、インフラ削減法（Inflation Reduction Act）と超党派

インフラ投資・雇用法（Bipartisan Infrastructure Law）がプロジェクトの商業化に影響しているのは疑いがなく、パッケージ化されたプログラムと資金、そして強力な野心を受けて、プロジェクトの公表が全国的に急拡大している。

州レベルの規制面の取り組みとしては、地中貯留の許認可以外にも、孔隙空間の確保や長期スチュワード（管理）などの他の問題を扱っており、米国の複数の州でプロジェクト開発を予定している事業者に対し、後押しとなる可能性がある。

連邦および州の規制当局が協調し、全管轄地域にわたる技術的なキャパシティ・ビルディングを行うことで、より効率的な規制スケジュールが可能になる。

欧州では、欧州委員会が提案したネットゼロ産業法（Net Zero Industry Act）がEUのクリーンエネルギーへの移行をさらに促進している。同法は、脱炭素化技術のスケールアップに的を絞って、貯留機会の拡大と2030年までの圧入容量の増大をはっきりと公約しており、CCS技術に対する域内全体の政策と規制的環境を強力に後押ししている。

CCS向けの政策と法律の策定は、CCS技術の国内レベルでのアプローチが黎明段階にある国では重要であることが証明されている。インドネシアとマレーシアの特定の州では、最近CCSに特化した法律と規制が策定され、両国の広域的な展開を阻む重要な障壁に対処してきた。このような早期段階の枠組みは、重要な基礎となる役割がある一方、投資家や両管轄地域で新たに公表されるプロジェクトの事業者に対しても信頼を与える。

### 枠組みの重要性

この1年間に複数の管轄地域で著しい発展がみられたものの、政策と法制化作業のスケールと緊急性は依然として重要な課題となっている。先進的な管轄地域においても、国内の枠組みを検証すると、さらに行動が必要であることが分かる。

世界初のCCSに特化した政策と法律の一部が策定された欧州では、これらの早期の枠組みを補完し、強化するための作業が継続している。これまでに強調された政策の策定以外に、欧州委員会は、EUCCS指令の下での認可手続きを事業者と関係当局が各国で実施および解釈するまでの重要な支援ツールとなる指導書（Guidance Documents）の改訂を支援している。最新版では、加盟国のプロジェクトレベルの経験や、政策委決定者と規制当局からのフィードバックなど、欧州での著しい進展が反映される予定である。

## 米国では規制当局が大量の案件を処理しきれておらず、認可を適時に行なうことが緊急課題である。

欧州委員会は、その作業の中で、新しいプロジェクトの認可に注力する国内当局に対し重要な支援を与えたり、当初の政策と規制の策定時には認識されていなかったCCS技術の新しい技術的な用途にも対処する予定である。現在、複数の加盟国が規制的枠組みを拡大するために国内法を見直す作業を進めているため、その適時性が特に重要となる。

法律の施行の遅れはプロジェクトの展開に深刻な影響を及ぼす。特に、世界の複数の地域でプロジェクトへの投資または開発を予定している関係者にとって、この問題がいかに重要かはすでに実証済みである。CCSに特化した枠組みを開発していない国は多く、CCS技術を規制するための予備調査や既存の容量の評価すら始めていない国は相当数にのぼる。

東南アジアでは、既存の枠組みでは商業規模の展開を支援できていないとの懸念をプロジェクト提案者が訴え続けており、国内法で対処されないままの多くの重要な問題が引き合いに出されている。この地域では、この1年間に注目に値する進展もいくつか見られたが、CCSに特化した法律が制定されていないため、大きな障壁が依然として立ちはだかっている。地域内の国や産業がCCSの展開と排出量削減の公約を同時に果たすためには、それを乗り越えなければならない。この点について、時宜を得

た行動が肝要であり、さらに先送りされた場合、その結果は重大なレベルになることが予想される。

米国では、時宜を得た認可が緊急課題である。クラスVIのプロジェクト提案が急激に増加し、規制当局が認可の未処理問題を大量に抱える結果となっている。環境保護庁が保有するデータベースでは、クラスVI坑井の認可申請が大量に「保留中」のままになっている。一部の州に優位な法施行責任 (primacy) を許可したことで今後の認可プロセスが円滑になるかもしれないが、現在の状況ではCCS技術の展開が停滞する可能性もある。

### 越境問題

CCS技術の新たな市場と用途の出現、ネットゼロの達成に向けた国内公約の拡大または改訂、そしてCCSネットワークでもたらされる商業機会の広域化により、国境を越えたCCSプロジェクトの機会を精査する作業が重要になった。

ここ数年で、技術展開の進展を目的とした複数地域間の協力イニシアチブが進んでおり、この作業に対する注目が高まっている。最終的に、プロジェクトの提案者や政策立案者、規制当局は、回収されたCO<sub>2</sub>を国境を含む領土の境界線を越えて輸送することの法的な影響も考慮せざるを得なくなった。

最も考慮されるのはロンドン議定書の第6条である。同条項では、「廃棄物やその他の物質を海洋投棄あるいは焼却のために他国に輸出すること」が禁止されており、同様に地中貯留を目的としたCO<sub>2</sub>の越境輸送も禁止されている。

2009年のロンドン議定書の修正はこの問題に対処した

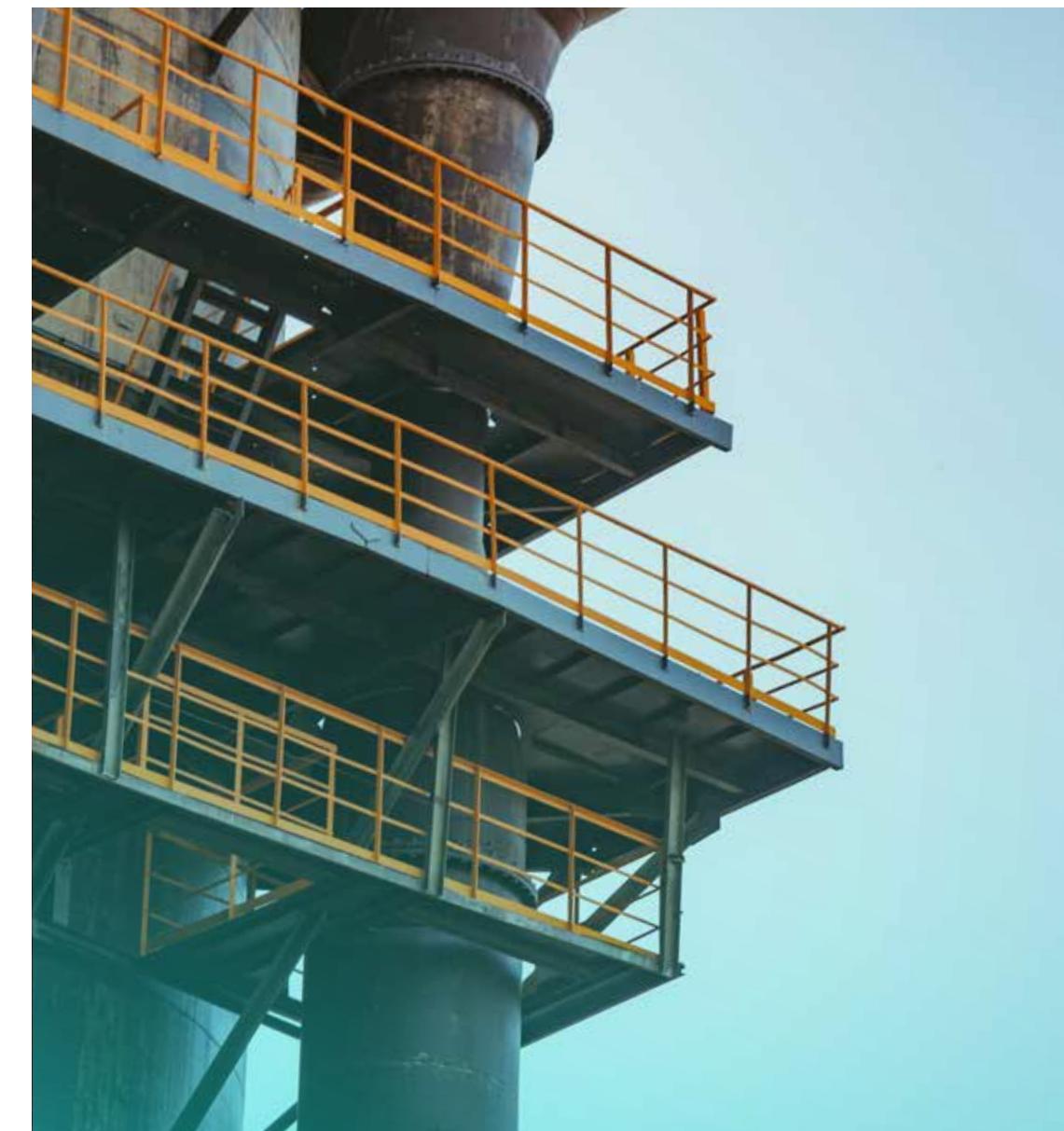
ものであり、同議定書の締約国による直近の決定で、修正を条件付きで適用できるものとし、最終的な障壁は取り除かれた。

しかし、一部の国では、政府がロンドン議定書の修正の採択に取り組んでおらず、また越境移動を可能にする正式な協定を他国と締結していないため、不明瞭な状況が続いている。

欧州の複数の締約国は、このような協定を結んで北海のプロジェクトを進めているが、越境的な事業が提案されている他の地域では、正式な採択と協定の締結作業は遅れている。

オーストラリア政府の気候変動、エネルギー、環境、水に関する下院常設委員会 (House Standing Committee) は、最近、2009年の修正の批准を勧告しており、このことは協定の重要性と同地域のCCSの役割を認識する上で重要な一步となる。

国際的な海洋協定以外に、このような性質の事業に適用される広範な国内および国際法に焦点を当てなければならない。様々な法律が適用されることが分析から示されており、政策立案者と規制当局は今後CCSの展開の障壁となるものが生じないようにする必要がある。



## 3.3 CCSの 資金調達状況

資金調達の見通しは、政策支援やその他の価格シグナルなどの要因で、この1年間に主な管轄地域で著しく改善された。その勢いが継続する兆しは十分にある。

CCSへの大幅な投資の増加はあったものの、増加しているのは主に複数の収益源の恩恵を受ける先進国経済のエクイティファンディングである。CCSが気候目標を達成できるまでにスケールアップするには、発展途上国のデッドファイナンス（借入の資金調達）と急速な展開が必要である。

表3.3-1は、この1年間に主要要因の変化が先進地域のCCSプロジェクトの財務能力にどのように影響したかをグローバルCCSインスティテュートが大まかに評価した結果を示している。

結論としては、表に挙げた要因の改善により、CCS施設の開発への投資は著しく増加した。開発段階、建設段階、または操業中のCCSプロジェクトの合計容量は、2022年9月の244 Mtpa CO<sub>2</sub>から、2023年7月には361 Mtpaに47%増加している。

表3.3-1：先進地域のCCSの資金調達能力に影響する要因の概要評価

要因	変化*	推進策
予想投資収益	改善	政策支援の強化、炭素価格の値上げ、税額控除、商業／オフティク契約の推進
収益の予測可能性	改善	政策支援の強化、炭素価格の値上げ、差金決済取引（Contract for Difference : CCfD）手段、税額控除、商業／オフティク契約の推進
技術の成熟度	改善	操業実績の積み上げ、実現可能性調査/フロント・エンド・エンジニアリングおよび設計（Front End Engineering & Design : FEED）調査回数の増加
開発者の経験	改善	操業実績の積み上げ、実現可能性調査/調査回数の増加
潜在的リスク	改善	政策支援が増えている場合は、一般に政策上のリスクは低い
金利	悪化	金利の引き上げにより、全体の資本コストが上昇
認可	米国の認可期間の悪化のリスクは変化なし	評価が必要な認可申請数の急増によりタイミングが不確定。認可要件/規制の変更は実質的ない
責任リスク	改善	リスクへの理解が進んでいる/保険会社はリスクの価格設定を開始している

\*「世界のCCSの動向 2022年版」報告書の公表後の変更



### エクイティファイナンス：

ビジー & 加速



### デッドファイナンシング：

まだ確約はないが、勢いは上昇



### 政府資金：

政府は公債、保証、助成金を通じて多額の財源をCCSプロジェクトとインフラに投資



### バランスシート／キャッシュフロー：

現在は主要な財源だが、野心的な目標の達成にはプロジェクト融資が必要

## 企業の株式投資

エクイティファイナンスは、株式保有による高リスク・高リターン投資である。気候技術への株式の流動は、CCSが占める割合はわずかであるが、2022年に1,960億ドルに増加し、2021年から6.6%上昇した。

この上昇とは対照的に、ベンチャーキャピタル、プライベートエクイティ、および環境、社会、ガバナンス（ESG）投資は停滞している。状況を説明すると、全体のベンチャーキャピタル資金の調達は、2022年に37%減少して4,200億ドルに、ESG流入は2021年の6,500億ドルから2022年には1,550億ドルに落ち込んでいる。

表3.3-2に、2022年と2023年上半期のCCSに関連した注目すべき取引を取り上げている。.

表3.3-2：近年の注目すべき取引

取引	詳細	投資家	投資家タイプ	規模 100万米ドル	契約時期
Climeworks	直接空気回収	Swiss Re Partners Group M&G GIC  Baille Gifford	保険業者 プライベートエクイティ プライベートエクイティ シンガポール政府系投資ファンド（ソブリン・ウェルス・ファンド） 年金基金	646	2022年4月
Svante	CO <sub>2</sub> 回収	Chevron Ventures United Airlines Samsung Ventures OGCI M&G Japan Energy Fund GE Vernova 3M Hesta AG	ChevronのVC部門 航空会社 SamsungのVC部門 グロースキャピタル プライベートエクイティ プライベートエクイティ 脱炭素化発電技術サプライヤー 多角的コングロマリット ファミリーオフィス	324	2022年5月
Summit carbon solutions	CCS as a Service	TPG Infrastructure Tiger Infrastructure Continental SK	プライベートエクイティ プライベートエクイティ 石油・ガス 多角的コングロマリット	1,000+	2022年5月
Amogy	燃料アンモニアのニアゼロエミッション	SK Innovation Temasek Aramco Ventures Korea Zinc MOL+	SKのVC部門 世界的な投資会社 Saudi AramcoのVC部門 非鉄金属&クリーンエネルギー会社 大阪商船三井船舶のVC部門	150	2023年3月
Infinium	回収後のCO <sub>2</sub> とニアゼロエミッション水素を利用した合成燃料生産	SK Innovation Nextera MHI Grantham Foundation	SK（韓国）のVC部門 公社 多角的重工業 財団	69	2021/22年10月
Ion clean energy	CO <sub>2</sub> 回収	SK Materials Denbury	半導体とガス供給 CCS開発者/石油・ガス	25	2023年4月
Heirloom	高速鉱物化、CO <sub>2</sub> 遊離、CO <sub>2</sub> の地中貯留による直接空気回収	Carbon Direct Ahren Innovation Breakthrough Microsoft Climate Time Ventures	ベンチャーキャピタル ベンチャーキャピタル ベンチャーキャピタル ベンチャーキャピタル ベンチャーキャピタル	53	2022年3月

出典: Crunchbase – GCCSIの分析

## エクイティプロジェクトファイナンス

CCSを開発する企業に出資する以外に、投資家はCCSプロジェクトに直接出資する場合もある。エクイティプロジェクトファイナンスである。エクイティプロジェクトファイナンスを活用しているCCSプロジェクトの一例を挙げる。

- Brookfield Renewablesは、ハイブリッド構造のEntropyに対して、GlacierフェーズIとIIの資金として3憶ドルのエクイティ融資を、またCalifornia Resourcesのカリフォルニア州のGrannusブルーアンモニアプロジェクトに対して5憶ドルの融資を主導した。
- Carlyle Groupが支援するCrescent Midstreamは、ルイジアナ州ジェイズマー(Geismar)からグランドアイル間のCO<sub>2</sub>オフショア貯留用パイプラインの建設に関して、Repsol、Cox Oil両社と業務提携した。
- 最大の森林投資家、Manulife Investment Managementは、CO<sub>2</sub>地中貯留ハブの開発と操業用の27,000エーカーの用地リースにおいて、Occidentalと業務提携した。
- Copenhagen Infrastructure Partners (CIP)は、米国を拠点とするSustainable Fuel Groupと共に、年間容量300万トンのメキシコ湾岸のブルーアンモニアプロジェクトの過半数の株式を推定46億ドルで取得了。アンモニアの貯蔵と取扱い業務はInternational-Matex Tank Terminalsが担う予定である。CIPはこの投資をCI Energy Transition Fundを通じて実施した。同ファンドは国連の持続可能な開発目標に沿って投資を行っている。

CCSプロジェクトの経済性に対する理解が高まり、脱炭素化された燃料とCO<sub>2</sub>の輸送と取扱いのためのインフラ需要が高まることで、CCSのプライベートエクイティ投資が加速することが予想される。最も顕著にみられるのは、政策のインセンティブが最も確実な米国である。

## 開発資本とプロジェクトのデッドファイナンス

開発資本はエクイティファイナンスの1つの形態であり、工学および実現可能性調査、認可、オフティク契約の交渉などに使用される。プロジェクトのデッドファイナンスは、プロジェクト開発者がプロジェクトの資金を借り入れる場であり、貸し手の債権はプロジェクト資産とキャッシュフローに限定され、借り手の他の資産に及ばない。すなわちノンリコース融資である。プロジェクト融資は、インフラプロジェクトの融資において非常に重要であり、通常は資本支出の70~80%を占める。プロジェクト融資は、プロジェクトの商業的実現可能性の確率の高さが要求され、また操業、規制および商業的条件を決算の前または同時に決定する必要があるため、最終手段となっている。

開発資本の取引は、一般への公表が限定されているため、その公開データは少ない。しかし、インスティテュートのプロジェクト開発者および金融関係者とのエンゲージメントから、政策状況の変化、特に米国と英国における変化により、CCSの開発資本の需要と供給がかなり増大したことがわかる。

さらに現在、CCSプロジェクトの初のプロジェクトファイナンス取引が商業銀行により進められている。CCS プ

ロジェクト向けのプロジェクトデッドファイナンスの一例として、米国のSummit Carbon Solutionsが開発しているMidwest Carbon Express CCSネットワークが挙げられる。CCSプロジェクトのプロジェクトデッドファイナンスの出現により、最近のCCS融資への選好性の向上は確かだと言える。少なくとも米国ではそのようである。気候野心を支えるだけの展開速度を達成するために、プロジェクトのデッドファイナンスは、現在の世界の一般的なインフラプロジェクトと同様、CCSプロジェクトにおいても当たり前に利用されるべきである。

## 政府関連のファイナンス

近年米国のCCSに対する政府支援が拡大しており（インフレ削減法など）、国内のCCSプロジェクトが利用できる政府融資が空前の水準にまで高まっている。米国以外でも政府融資が増加している。資金増加につながった過去1年間の各国政府による融資の事例を以下に挙げる。

- 米国では、インフラ削減法を通じて、連邦政府はクリーンエネルギー融資プログラム(Clean Energy Financing Program)の第17条に基づきクリーンエネルギー開発とインフラ再投資を支援するプロジェクト(CCUSを含む)に対して、3憶ドル以上を、また25憶ドルの助成金以外に、貸付と貸付保証として2026年9月まで二酸化炭素輸送に対して250憶ドルを供与した。
- EUは、イノベーション基金(Inovation Fund)の第3次募集により、CCSプロジェクトを含む気候技術に30億ユーロの資金提供を発表した。

- 英国政府は、今後20年間のCCSプロジェクトのスケールアップのために200憶ユーロの投資を公約した。

ノルウェーは、Heidelbergの関連会社Norcemの（セメント）CO<sub>2</sub>回収施設に関連して、4億ユーロのコストの85%を負担した。これは大ノルウェー圏のCO<sub>2</sub>回収貯留イニシアチブLongshipの一環であるNorthern Lightsに対する長期融資公約とは別である。

- オランダ政府は、CCSプロジェクト、特にAramisプロジェクトを活用して北海の枯渇天然ガス田にCO<sub>2</sub>を貯留する8件のプロジェクトに67憶ユーロを割り当てると発表した。

アジアでは、日本のJOGMECが、商業化を支援するために、国内5件、また海外のCO<sub>2</sub>船舶輸送を含む2件の合計7件のCCSプロジェクト候補を選定した。財務条件は未開示で、年間合計1,300万トンのCO<sub>2</sub>の貯留を計画している。

- 中国人民銀行は、CO<sub>2</sub>排出削減ファシリティ(carbon emission reduction facility: CERF)を通じて支援を行い、石炭のクリーンで効率的な利用に特化した再貸付を割り当てている。CERFは上限が設けられていないが、再貸付の割り当ては現在3000億元(420億米ドル)である。

## グリーン・ボンドと気候ボンド

グリーンおよび気候ボンドの基準および証明書において、CCS技術は歴史的に除外されてきた。しかし、CCSの適格性の審査に多くのリソースが割り当てられる事例もある。グリーン・ボンドの負債コストの低さを考えると、CCSを対象とした場合、CCSプロジェクトの融資能力が改善される可能性がある。

## コーポレート・ファイナンス

ほとんどのCCSプロジェクトはプロジェクトファイナンスが広く活用されていないため、企業のバランスシートによって融資を受けている。Exxon、Occidental、Denburyの各社は、それぞれCO<sub>2</sub>パイプラインと貯留ネットワークに融資している。歴史的に、コーポレート・ファイナンスの大半は石油・ガス部門から提供されてきたが、現在ではCCSプロジェクトに直接投資する産業は多様化している。現在は肥料・科学部門が活発に動いており、CF、MHI、Linde、OCI、Yaraの各社は米国メキシコ湾岸のブルー水素とアンモニアプラントを公表している。

同様に、Holcim、Cemex、Heidelbergのような大規模セメント企業もCCSを展開するプロジェクトを発表している。Hafnia-NYK、Knudsen、MOLなどの船舶運航会社も、排出量削減のために低炭素燃料に移行すると同時に、低炭素燃料とCO<sub>2</sub>タンカーへの投資計画を公表している。

## 結論

近年の、今や空前のレベルでのCCSプロジェクトへの資金の増加は喜ばしいことであり、政策が多額の民間部門の投資の動機となりうることを証明している。現在のマクロトレンド、すなわち気候軽減を推進する政策の強化が続くと仮定して、金融部門とプロジェクト提案者の経験が積まれ、部門のリスクが軽減されるに従い、CCSプロジェクトの融資が加速するとグローバルCCSインスティテュートは予想している。

世界の気候目標の達成には、このような北米と欧州に集中する発展がさらに加速し、依然として温室効果ガスの排出量の増加率が最大の発展途上経済においても同様の発展が起こらなければならない。



4.1 地域別の概要:アメリカ大陸

4.2 地域別の概要:アジア太平洋地域

4.3 地域別の概要:ヨーロッパと英国

4.4 地域別の概要:MENA

# 4.0 地域別の概要



\*「発表済み」のプロジェクトは含まない。

## 4.1 アメリカ大陸

### 概要

北米は、特に、革新的な米国インフレ抑制法（IRA）をはじめとする大幅な政策強化を受けて、CCS展開における世界的リーダーであり続けている。世界のCCSの動向2022年版の発表以降、この地域ではいくつもの新しいCCSプロジェクトとネットワークが発表されており、その勢いは止まらない。さらに、政策と動向の変容が加速化したことで、CCSは脱炭素化に関する議論や一般市民の意識に直接浸透はじめている。

このポジティブな傾向を後押ししているのは、排出量を削減し、ネットゼロへの道筋を明確にするという社会的期待の高まりであり、CCSのビジネスケースを生み出す連邦政府、州政府、地方政府レベルの持続的な政策支援である。米国とカナダ政府により明確な政策が策定され、北米の脱炭素化にはCCSが必要であるという認知が引き続き広まっている。この地域におけるプロジェクトのパイオニアの持続的な成長は、産業界全体にわたってCCSが勢いづいていることの表れである。

## 米国

### 政策

米国は、世界のCCSの動向2022年版の発表以降、73施設が増加するなど、操業中、建設中、開発中のCCS施設の数が最も多く、世界のCCSをリードしている。いくつかのプロジェクトでは、インフレ抑制法（IRA）がCCS施設建設増加の原動力として挙げられている。

米国には、CCS展開の全段階を支援する強固で包括的な政策枠組みがある。CCSは、2030年までに排出量を2005年比で50～52%削減し、2050年までにネットゼロを実現するという連邦政府の気候変動目標を達成するための重要な緩和手段である。

超党派インフラ法（BIL）（2021年）、IRA（2022年）、半導体生産・科学支援インセンティブ創設法（CHIPS法）（2022年）は、より強力な財政支援メカニズムを提供することでCCS導入に拍車をかける財政的・政策的インセンティブとなっている。こうした政策的枠組みは、米国政府の野心的な気候目標を達成し、米国の脱炭素化のリーダーとしての地位を確固たるものにするために不可欠である。またこれは、他の国々が必要な資源を投入し、米国とともに炭素管理を拡大する契機となる。

BILは、2026年までの炭素管理、研究、実証、展開などのプログラムに120億米ドルを拠出している。具体的には、2022～2026年度のCCSのための追加資金として85億ドル（新規の炭素回収施設や商業的炭素貯留施設の建設資金を含む）、DACのための追加資金として36億ドル（主に米国内の4つの地域の直接空気回収ハブ設立を支援するための資金）を拠出している。

IRAに含まれるCCSと直接空気回収技術の導入に対する税制優遇措置は、BILの資金を補完するものである。IRAは、既存の産業施設の脱炭素化を支援するために数十億ドルを拠出し、また炭素回収の閾値を引き下げ、税額控除の金額を引き上げ（電力および産業資源から回収され、専用の地層貯留資源に貯留されたCO<sub>2</sub>あたり85米ドル）、直接支払いと税額控除の譲渡可能性の規定を追加する内国歳入庁（IRS）第45Q条の強化された税制優遇措置を盛り込んでいる。

分析によると、IRAにより、2030年までに米国における炭素回収の導入は13倍に増加する可能性がある。

CHIPS法の第10102条は、DOEに対して、「炭素隔離研究・地質計算科学イニシアチブ」の構築と、少なくとも2つの炭素貯留研究・地質計算科学センターを設立して、炭素の地層貯留を推進するための基礎知識、データ収集、データ解析、地下地質のモデリングを拡大する権限を規定している。米国エネルギー省（DOE）は、CHIPS法の下で地層への炭素隔離のための研究を実施する予定である。

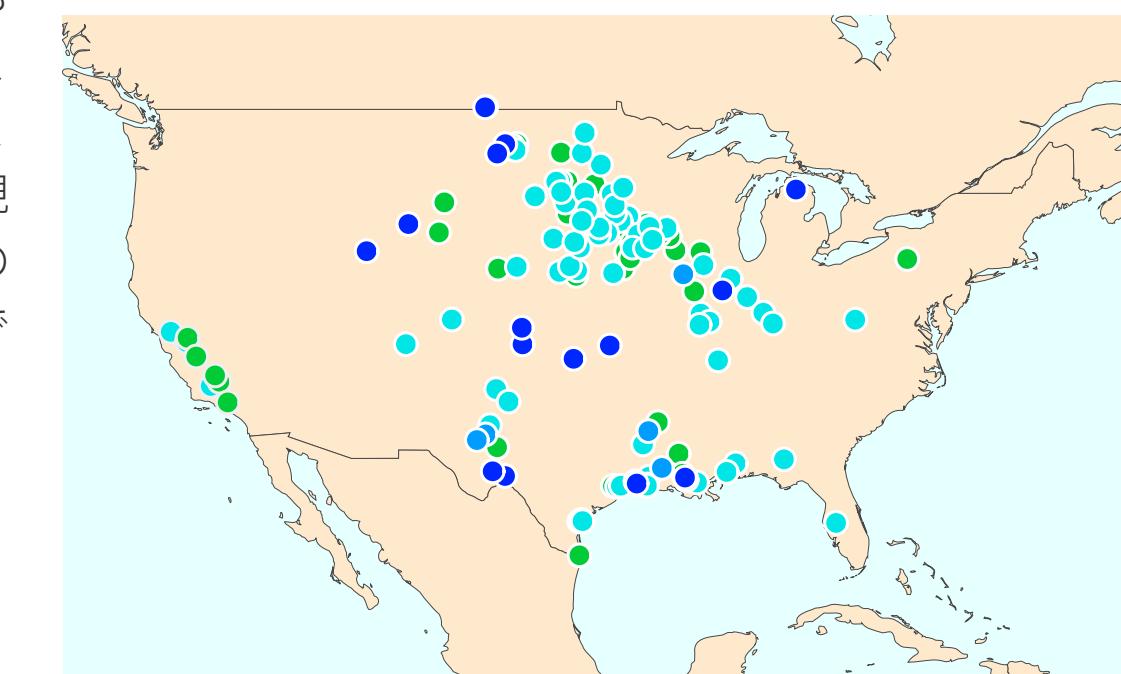
バイデン政権は、CCSの展開を政府規模のアプローチとして引き続き推進し、行政府の各機関は、地域社会や開発者の懸念に対処しながら、CCSのバリューチェーン全体の展開を進め、その安全性を高めるために尽力している。BILは、内務省（DOI）がCO<sub>2</sub>の海洋貯留に関する規制を公布する時間枠を定めた。

運輸省パイプライン・危険物安全局（PHMSA）は、緊急事態への備えと対応に関する要件を含むCO<sub>2</sub>パイプラインの基準を更新するための新たなルール作りに引き続き取り組んでいる。

EPAは、ルイジアナ州に対し、坑内圧入規制プログラムにおけるクラスVI坑井の一次施行権限（プライマシー）を付与する規則案を発表し、現在行政手続きを進めている。EPAはまた、発電所からの二酸化炭素排出量を削減するための規則案を発表し、来年最終決定される予定である。

米国各州も政策や規制措置に積極的に取り組んでいる。カリフォルニア州大気資源局は、世界第4位の経済規模

を持つ同州で使用するエネルギーを化石燃料からクリーンで再生可能なエネルギーに移行させる気候変動対策計画（スコープ計画）を承認した。同計画内で、CCSは緩和手段のひとつとされる。ルイジアナ州は、連邦政府の優先要件を満たしつつ、CCS導入のさまざまな側面に対処するための法律を制定した。



4.1 地域別の概要:アメリカ大陸

4.2 地域別の概要:アジア太平洋地域

4.3 地域別の概要:ヨーロッパと英国

4.4 地域別の概要: MENA

連邦レベル、州レベルで大きな進展があったとはいえ、地域社会の支援や許認可など、いくつかの重要なステップが必要である。CCSプロジェクトを展開するには、地域社会と良好な関係を築くことが重要である。過去には、地域社会と関係をうまく築けず、地域住民による反対がCCSプロジェクトの中止や移転につながったケースもあれば、CCSプロジェクトが地域社会に好意的に受け入れられたケースもあった。地域社会からの支援の欠如は、許認可の難しさと相まって、米国における早期開発段階のCCSプロジェクトにとって障壁となっている。

特にクラスVIの坑井とパイプライン・インフラに対する許認可がCCS導入の潜在的なボトルネックとなっている。許認可件数は急速に増加しており、許認可の評価に必要な技術的・規制的専門知識を含め、連邦政府と州の能力を増強する必要がある。議会はIRAとBILを通じて資金を拠出し、EPAのクラスVI許認可プログラムにスタッフを追加した。EPAは、許認可プロセスの合理化、継続的なプログラム評価の実施、一般市民へのアウトリーチ、認知度、透明性の向上に注力することを公約している。

米国における  
エタノール生産プロジェクトは、  
後期開発段階まで進んでいる。

二酸化炭素パイプラインの安全性とパイプラインの立地条件は、開発者にとっての懸念事項である。PHMSAがパイプラインの安全性を規制しているが、米国でパイプラインの立地条件を規制している連邦機関はない。二酸化炭素パイプライン建設の反対が、地域社会との関係を優先する開発者の検討事項となっている。

## プロジェクト

クリーン水素とクリーンアンモニアの製造は、新たな政策環境において経済的に優遇されており、今年発表されたいくつかのプロジェクトに反映されている。米国エネルギー省の「ハイドロジェン・ショット」は、10年以内にクリーン水素のコストを80%削減し、1キログラム当たり1米ドルにすることを目指すもので、地域の水素ハブの開発を支援する80億ドルを含む政府の資金援助と政策枠組みによって支えられている。

石炭やガスベースの水素製造におけるCCSは、CO<sub>2</sub>貯留と低コストの化石燃料原料の両方が利用可能な地域では依然として最も経済的な選択肢であり、クリーン水素を大規模に製造する機会となっている。「世界のCCSの動向 2022年版」が発表されて以降、開発、建設、運転中のクリーン水素／アンモニア施設の数は米国で13か所増加した。

エタノール生産が新たなプロジェクト発表の原動力となり、40件が後期開発段階に入った。このうち36施設は、ミッドウェスト・エクスプレスCCSネットワークの一部である。

2035年までに電力をカーボンフリーにするという米国の目標により、化石燃料発電所におけるCCSのスケールアップの可能性に注目が集まっている。根拠となるのは2023年5月に発表された環境保護庁の規則案である。23の発電・熱供給施設で開発が続けられており、その半数以上が2020年代後半に操業を開始する予定である。

現在および将来の化石燃料発電施設におけるCCSは、コストのかかるエネルギー貯蔵を必要とせず、信頼性が高く、炭素排出が少なく、需給調整可能な電力を提供できる利点がある。さらに、CCSをバイオエネルギーや廃棄物発電と組み合わせることで、大気から二酸化炭素を除去し、正味のマイナス排出を実現することができる。米国では現在、CCSを導入したバイオマス発電・熱供給施設が2か所、初期開発段階にある。

セメント、鉄鋼、化学生産におけるCCSプロジェクトも開発されている。3つの化学CCS施設と3つのセメントCCS施設が開発中である。米国では今年、初の2つの鉄鋼CCSプロジェクトが初期開発段階に入った。CCSは、これらの産業で排出ガスを削減するための実行可能性の高い技術的解決策であり続けている。

DACプロジェクト1件が建設中で、さらに2つのDACプロジェクトが米国で開発中である。DACプロジェクトは、DACリージョナル・ハブ (DAC Regional Hubs) の資金援助と、炭素除去コストを100ドル／純トンまで削減することを目的としたDOEカーボン・ネガティブ・ショット (DOE Carbon Negative Shot) を通じて米国政府から研究開発に注ぎ込まれている数十億ドルの資金によって支えられている。



出典：NET Powerのラポート試験施設（画像提供：NET Power）

8月、米エネルギー省は、テキサス州とルイジアナ州にある2つの商業規模の直接空気回収施設の開発を進めるため、最大12億ドルの資金提供を発表した。

北米のCCS業界では、サービスとしてのCCS、あるいはより広義にはサービスとしての脱炭素化を提供するプロジェクト開発者が一般的になりつつある。CCSプロジェクトのバリューチェーンを管理し、柔軟なビジネスモデルを提供できる起業家は、脱炭素化を目指す排出事業者にワンストップ・ショップを提供しようとしている。

CCS輸送・貯留ハブは、排出削減の可能性が最も高い最大級のプロジェクトである。規模の経済と多様なCO<sub>2</sub>排出源を活用したCCSネットワークは、回収・貯留の総容積としては最大級のものである。研究所のデータベースによると、米国で16の輸送・貯留施設が開発中、1施設が建設中である。

CCSを利用した広範なエコシステムがこの部門全体の注目すべきテーマとなりつつある。複雑なプロジェクトを開発・展開するために複数関係者が参画するパートナーシップは拡大を続けており、CCSのバリューチェーン全体で補完的に能力を活用することで、さまざまな業界で大幅な排出削減を実現する。昨年は、垂直統合型の最大手エネルギー企業や排出事業者、技術プロバイダー、CCS能力や地域資産を有するサービスプロバイダーとの間でパートナーシップの発表が相次いだ。例えば、本稿執筆時点では、ExxonMobilが数十億ドル規模でDenburyとその重要なCO<sub>2</sub>輸送・貯留資産の買収を試みている。

## 貯留開発

米国では、かなりの件数の地層貯留開発が進行中である。以下にそのような貯留施設の一部を紹介する。

### Carbon Terravault (CTV) & カリフォルニアDACハブコンソーシアム

カリフォルニア・リソーシズ・コーポレーション (CRC)は、カリフォルニア州でいち早くCCSを推進し、州内のサイトで1GtのCO<sub>2</sub>貯留資源を特定した。米国環境保護庁 (EPA)に提出されたCRCのクラスVI坑井許可申請手続きは順調に進んでおり、開発中のプロジェクトについては3件が「行政上は完了」とされた。

サンホアキン盆地南部では、CRCはエルクヒルズ鉱区の地層に46 MtのCO<sub>2</sub>貯留資源が存在すると推定している。CRCはこのプロジェクトをCarbon Terravault I (CTVI)と呼んでいる。CRCは、各社から年間10万トンのCO<sub>2</sub>をCTVIに貯留するためのオフティク契約をLone Cypress Energy ServicesおよびInEnTecと進めている。

CTVIはまた、新たに設立されたカリフォルニアDACハブコンソーシアムから回収されたCO<sub>2</sub>の貯留予定地である。カリフォルニアDACハブコンソーシアムは、CRCの子会社であるCTV Direct、EPRI、カーン郡コミュニティ・カレッジ地区が主導しているが、産業、技術、学術、国立研究所、地域コミュニティ、政府、労働団体など、より広範なパートナーシップで構成されている。カリフォルニアDACハブの回収率は公表されていないが、コンソーシアムはDACハブの資金調達に関し、米国エネルギー省を通じて利用可能な資金を充てる予定である。

CRCはサクラメント盆地でCTV II、CTV III、CTV IVと呼ばれる3つの追加サイトにそれぞれ23、71、24 MtCO<sub>2</sub>のCO<sub>2</sub>貯留資源を特定しており、合計で118 Mtとなる。CRCは、CTV IIIに貯留するため、Grannusのブルーアンモニア・水素プロジェクト (Grannus Blue Ammonia and Hydrogen Project) から年間37万トンのCO<sub>2</sub>を受け入れるオフティク契約締結をGrannusと進めている。

また、Yosemite Clean Energyがオーロビルで計画しているバイオエネルギー発電所から年間4万トンのCO<sub>2</sub>をCTVサイトに貯留するため、Yosemite Clean Energyと提携を進めている。

## 中央ルイジアナ地域

### 炭素貯留ハブ (CENLAハブ)

2023年2月、CapturePointは、ルイジアナ州中部に14,000エーカーのCO<sub>2</sub>貯留ハブを開発する最終投資決定を承認した。この複合貯留施設には100MtCO<sub>2</sub>以上のCO<sub>2</sub>貯留資源が含まれていると推定されており、10 Mtpa以上を圧入できる可能性があり、米国環境保護庁 (EPA)に2つのクラスVIの坑井許可申請書を提出した。

### Denbury OrionとLeo隔離サイト

Denburyは、ルイジアナ州アセンション・パリッシュに計画されているAscension Clean Energyの水素アンモニアコンプレックスからCO<sub>2</sub>を隔離するためのパートナーであるClean Hydrogen Worksとの垂直統合プロジェクトに加え、CO<sub>2</sub>の輸送と貯留に焦点を当てた8つのプロジェクトを発表した。輸送と貯留に焦点を当てた8つのプロジェクトを合わせると、1.78 Gtの貯留資源となる。OrionとLeoのサイトは初期開発段階にあり、それぞれアラバマ州とミシシッピー州に位置している。Denburyは、OrionとLeoの両サイトについてEPAにク

ラスVI許可申請書を提出し、Orionサイトについては最初の層序試験坑井を掘削した。

# 100 MtCO<sub>2</sub>

CENLAハブの推定貯留資源は、10 Mtpa以上のCO<sub>2</sub>を圧入できる可能性がある。

### リバーベンドCCS (River Bend CCS)

Talos Energy (60%出資)とStoregga (40%出資)は、ニューオーリンズ/バトンルージュ地域のリバーベンドCCSプロジェクトを開発している。このプロジェクトは、3つのサイトにわたる620 MtCO<sub>2</sub>以上のCO<sub>2</sub>貯留資源で構成され、47,000エーカーをTalos Energyがリースしている。Talos Energyは、将来プロジェクトを展開するために、この地域に追加で63,000エーカーの優先交渉権を確保している。最初の圧入は2026年後半の予定。

## バイユー・ベンドCCS (Bayou Bend CCS)

バイユー・ベンドCCSプロジェクトは、Chevron New Energies (オペレーター、50%)、Talos Low Carbon Solutions (25%)、Carbonconvert (25%) によるジョイントベンチャーで、2023年3月にテキサス州チェンバーズ郡とジェファーソン郡の約10万エーカーの陸地の権益を取得した。8月にCarbonconvertは権益をEquinorに売却した。この権益は、以前に発表されたテキサス州ポートアーサー／ボーモント沖の州水域における同プロジェクト内の4万エーカーに付与される。バイユー・ベンドのオフショア許可は、州が許諾した最初のオフショア貯留許可である。陸地と沖合を合わせたCO<sub>2</sub>貯留資源量は1GtCO<sub>2</sub>を超えると推定される。最初の圧入は2027年初めに予定されている。

## コースタル・ベンド

テキサス州コーパスクリスティでは、Talos Energy (50%) がHoward Energy Partners (50%) と提携し、陸上1万3,000エーカーにわたり、50～75 MtCO<sub>2</sub>を貯留可能なCO<sub>2</sub>貯留サイトを開発している。プロジェクトの最初の目標は、塩水層に1～1.5 Mtpaを貯留し、その後貯留量を6～10 Mtpaまで増やすことである。最初の圧入は2026年後半を予定している。

## カナダ

### 政策

カナダの野心的な気候変動目標には、2030年までに温室効果ガス排出量を2005年比で少なくとも40%削減し、2050年までにネットゼロを達成することが含まれている。連邦排出削減計画では、2030年までに少なくとも15 MtpaのCO<sub>2</sub>を回収・貯留する施設を追加し、国内のCCS能力の大幅な拡大を見込んでいる。

同時に連邦政府が定めた炭素価格は、2030年までに1トン当たり170カナダドルに引き上げられる予定である。

連邦政府は3月の予算案で、CCS導入を強く支援することを発表した。その中には、2022年から2030年にかけてCO<sub>2</sub>回収プロジェクトの資本コストの最大50%をカバーする投資税額控除が含まれており、さらなる公開協議を経て10月までに導入される予定だ。また、将来価格に対する炭素価格の不確実性を排除することで炭素価格決定のリスクを効果的に軽減する差額炭素契約 (CCfD) の導入も提案されている。

州レベルでは、アルバータ州は排出削減、技術革新、資源の持続可能な開発において、世界を牽引するべく尽力している。排出削減とエネルギー開発計画 (The Emissions Reduction and Energy Development Plan) は、排出削減、投資誘致、先住民コミュニティとの協力、雇用支援に向けたアルバータ州の方針を定めたものである。アルバータ州の地質学的優位性を活かすことで大規模な排出削減が可能になる。CCSはその方程式の重要な要素である。

## プロジェクト

カナダでは、炭素価格の高騰がCCS投資を促進し続けており、アルバータ州やサスカチュワン州を中心にCCSの成長が続いている。

アルバータ州では、2022年第2四半期に発表された6件の隔離ハブ契約に加え、同州の技術革新・排出削減規制 (Technology Innovation and Emissions Reduction Regulation) (TIER) 規則により、さらに19件のハブ契約が締結された。これらのハブは、炭素回収を実施する排出事業者が貯留資源を利用しやすくするものであり、ネットワークが同州内のCCSを成長させる主要な戦略となっている。

2022年8月に開始したアルバータ州のグレイシャー・ガス・プラントCCSプロジェクトは、天然ガス稼働設備から排出されたCO<sub>2</sub>を回収・隔離する世界初の試みであり、CO<sub>2</sub>の貯留に成功している。

昨年来、いくつかのプロジェクトが発表されており、パイプラインにあるプロジェクトのほとんどはさまざまな開発段階を経て進行中である。今後数年間に開始が予定されているこれらのプロジェクトは、石油精製、発電、水素製造、エタノール製造などの産業にまたがっており、排出削減に向けたCCSに対する関心が複数の分野で高まっていることがわかる。

炭素価格の安定性とCCSをめぐるビジネスケースの確実性がカナダ企業の最大の関心事となっており、同国におけるCCSプロジェクトは慎重なペースで進んでいる。



出典: カーボン・エンジニアリング社のイノベーションセンターおよび研究開発本部。画像提供:カーボン・エンジニアリング社

## 貯留開発

### ブリティッシュ・コロンビア州 (BC) 北東部

#### 地質学的炭素回収貯留アトラス

2023年2月、地質科学BCは州全体のCCS貯留資源の開発を目的としたプロジェクトの最初の報告書である「BC州北東部地質学的炭素回収貯留アトラス」を発表した。この報告書によると、調査地域に4,230 MtのCO<sub>2</sub>貯留資源 (枯渇ガス田と深部塩水層) が存在すると推定されている。

表4.1-1: アルバータ州政府がエドモントン地域のCO<sub>2</sub>貯留に適したサイトを評価・調査するために選定した最初の6つのCCSハブプロジェクトの提案者と推定CO<sub>2</sub>貯留量

プロジェクト	提案者	場所	Rate
メドウブルック炭素貯留プロジェクト (Meadowbrook Carbon Storage Project)	Bison Low Carbon Ventures	アルバータ州 モリンビル	3 Mtpa (25年間)
オープンアクセス・ワムン・カーボンハブ	Enbridge, First Nations Capital Investment Partnership, and Lac Ste. Anne Métis Community	エドモントン西部	4 Mtpa
オリジン・プロジェクト (Origins Project)	Enhance Energy	アルバータ州 中央部	20 Mtpa
アルバータ・カーボン・グリッド (Alberta Carbon Grid) (ACG)	Pembina and TC Energy	フォート・サスカチュワン 北部	10 Mtpa : ACGインダストリアル・ハートランド・プロジェクト 20 Mtpa : ACGを構成するいくつかのハブ
アトラス炭素隔離ハブ (Atlas Carbon Sequestration Hub) (アトラスハブ)	Shell Canada Ltd., ATCO Energy Solutions Ltd., and Suncor Energy Inc.	エドモントン東部	フェーズ1: n.78-85 Mtpa 最大10 Mtpaまで 拡大
Wolf Midstream and Partnersの隔離ハブ	Wolf Midstream (Wolf), Whitecap Resources (Whitecap), the First Nation Capital Investment Partnership and Heart Lake First Nation	フォート・サスカチュワン地域	2 ~ 3Mtpa (初期)

## アルバータCCSハブ

2022年3月、アルバータ州はエドモントン地域におけるCO<sub>2</sub>貯留サイトの適性を評価・検討するため、6つのCCSハブプロジェクト案を選定した。これらの6つのハブプロジェクトが進行し、最大容量まで拡大展開された場合、これらのプロジェクトのCO<sub>2</sub>貯留量は合計で年間50 Mtpaを超えると推定される（表4.1-1）。2022年10月には、19のハブプロジェクト案から成る二つ目のグループも同じ評価プロセスの対象として選定された。評価が完了すると、ハブ提案者は州政府に評価済みのサイトでのCO<sub>2</sub>圧入の権利を申請することができる。評価プロセスは現在も進行中である。

## プロジェクト

ブラジルの国営石油会社Petrobrasは、サントス海盆で世界最大級のCCSプロジェクトを運営しており、2023年版気候変動補足（Climate Change Supplement）報告書の中で、2022年に10.6 MtのCO<sub>2</sub>をプレソルト層貯留層に圧入し、操業開始以来の累計CO<sub>2</sub>圧入量は40.8 Mtに達したと発表している。Petrobrasは、2025年までに累積で80 MtのCO<sub>2</sub>を再圧入するよう目標を改めて調整した。

Petrobrasは、産業排出ガスを利用したCCSのパイロット・プロジェクトを準備しており、本格的なCCSハブのためのパートナーシップを構築しようとしている。このパイロット・プロジェクトは、塩水帯水層環境でCCSを実施するための地質学的側面を開発するための実験的な試みで、地球物理学的研究、少なくとも1回の掘削作業、貯留密閉に関する研究が含まれている。これらの作業は、プロジェクト自体の技術データだけでなく、政策立案者や規制当局がこのような活動の枠組みを構築するための情報を提供することになる。

## ブラジル

### 政策

8月、ブラジルでCCSの法的枠組みを構築する法案（PL 1.425/2022）が上院を通過し、下院の審査に移った。同法は、ブラジルの堆積盆地におけるCO<sub>2</sub>貯留の基本的な定義と規制の概要を示すもので、貯留の初期条件や、長期にわたる貯留CO<sub>2</sub>の責任限界が含まれる。下院で承認されれば、法案は大統領の認可待ちとなる。



\*「発表済み」のプロジェクトは含まない。

## 4.2 アジア太平洋地域

### 概要

アジア太平洋地域は、CCS導入のためのダイナミックな環境が存在しており、過去12ヵ月間、同地域全域で政府と産業界の双方で大きな動きがあった。オーストラリアや日本のように早い時期から取り組みを始めた国々は、国内政策や法律の整備を続けており、両国とも技術の展開を促進することを目標とした新たな措置を導入している。

CCUSハブ・技術プログラム(CCUS Hubs and Technologies Program)を中止してCCSへの支援を減らした後、現オーストラリア政府はCCS支援に向けて前向きな措置をいくつかとっている。これらの措置には、CO<sub>2</sub>の越境輸送と地層貯留を可能にするための重要なステップが含まれる。これは、より広い東南アジア地域にとって重要な問題である。日本は7つのCCSプロジェクト開発への資金提供を発表したが、そのうちの2つは越境CO<sub>2</sub>輸送・貯留を伴うものである。

東南アジアにおける新たなプロジェクトレベルの開発によって地域全体の導入ペースを計ることができる。石油・ガス部門が主導している最近のプロジェクトの発表で、この地域の天然ガス部門の排出削減に大きな可能性が示され、これがクリーンエネルギーへの移行に向けた各国の大きな特徴として位置づけられている。しかし、産業界と政府が想定している規模の開発を支援するためには、

4.1 地域別の概要:アメリカ大陸

4.2 地域別の概要:アジア太平洋地域

4.3 地域別の概要:ヨーロッパと英国

4.4 地域別の概要:MENA

さらなる政策と規制の整備が必要であることは明らかである。

現在、アジア太平洋地域全体で54の施設が開発、建設、運転中であり、「世界のCCSの動向 2022年版」の発行以降、34の施設が追加された。12の施設が運転中で（中国の11施設とオーストラリアのゴーゴン）、8施設が建設中である（中国の6施設とマレーシアのカサワリ、オーストラリアのサントスのムーンバ・プロジェクト）。

地域全体で34の施設が初期開発段階または後期開発段階にあり、そのうち11が天然ガス処理施設である。天然ガス処理では、販売前に貯留CO<sub>2</sub>やH<sub>2</sub>Sなどの不要なガスをメタンから除去する。これにより、通常は大気中に放出されるほぼ純粋なCO<sub>2</sub>流が生成される。

しかし、企業や国がネットゼロ排出目標を採用するにつれて、貯留サイトのCO<sub>2</sub>の回収、圧縮、再圧入が標準的な運用方法になるだろう。CO<sub>2</sub>濃度が高い（10%以上70%以下）ガス田は、CCSを導入した上で開発されており、ほぼすべての設備がオフショア貯留と垂直統合されている。CO<sub>2</sub>を再圧入するインフラが確立されれば、これらの施設の所有者は、第三者にCO<sub>2</sub>貯留サービスを有料で提供することを選択できるようになる。この開発戦略は、アジア太平洋地域のほぼすべての垂直統合型天然ガス処理CCSプロジェクトで検討されている。

17の施設がCO<sub>2</sub>輸送・貯留プロジェクトに基づき開発されている。これらのプロジェクトは、所有構造の中にCO<sub>2</sub>回収源を含まず、それぞれがCO<sub>2</sub>管理ソリューションを必要とする複数の顧客にCO<sub>2</sub>輸送・貯留サービスを提供できる可能性がある。また前項で述べた垂直統合型の天然ガス処理プロジェクトとともに、パイプラインや

船舶によるCO<sub>2</sub>輸送によってアジア太平洋地域の産業界にサービスを提供する複数のCCSネットワークを構築する可能性を秘めている。

しかしながら、CO<sub>2</sub>の越境輸送が必要とされる場合には、適切なCO<sub>2</sub>貯留規制の公布と、該当する場合にはロンドン議定書の改正の批准を経て、輸出国と輸入国間の二国間協定が必要となる。これらの問題については、本レポートのセクション3.2で詳述する。

現在、アジア太平洋地域全体で  
54の施設が開発、建設  
操業中である。



4.1 地域別の概要:アメリカ大陸

4.2 地域別の概要:アジア太平洋地域

4.3 地域別の概要:ヨーロッパと英国

4.4 地域別の概要: MENA



## 中国

### 政策

中国では、2022年8月に山東省で初のメガトン級CCSプロジェクトがフル稼働を開始して以降、CCS開発の勢いは引き続き強まっている。

CCS導入の徵候は明らかだが、具体的な政策手段は限られている。2020年以降、中国の「1+N」気候枠組みの中で発表された国家レベルおよび部門レベルの政策文書のほとんどがCCSを組み込んでいる。「1+N」気候枠組みとは、2030年までに排出量のピークを迎え、2060年までにカーボン・ニュートラルを達成するための中国の取り組みを示した一連の指令を指す。

また、地方政府からの関心も高まっている。例えば、約10の省政府がCCS開発を脱炭素化への取り組みに含めている。CCSが中国のカーボン・ニュートラルに不可欠な役割を果たすことは明らかに国民的なコンセンサスとなっている。

### プロジェクト

中国では、4基のCCS施設が開発中、6基が建設中、11基が操業中である。このうち10基が化学産業、5基が発電産業、2基がガス処理、2基がCO<sub>2</sub>輸送・貯留、1基が鉄鋼、1基が石油精製である。

「世界のCCSの動向 2022年版」発行以降の中国における重要なCCSの進展のいくつかを以下に概説する。

**2022年11月：**SINOPEC、Baowu、Shell、BASFが、長江デルタ地域で最大10 Mtpaの大規模なオープンソースCCUSハブを共同で進めることを発表。

**2022年12月：**中国最大の発電事業者のひとつである中国華能集団が、甘粛省で世界最大の1.5 Mtpaの石炭火力発電統合型CCUSプロジェクトの建設を開始。

**2023年1月：**CNOOC、Guangdong Provincial Development、Shell、ExxonMobilが、共同研究合意により、10 MtpaのDaya Bay CCSハブプロジェクトを推進。

**2023年5月：**国家能源投資集団（China National Energy Investment）が寧夏地方で3 MtpaのCCUSプロジェクトの建設を開始。第一段階は石油増進回収のために石炭液化設備から500 ktpaのCO<sub>2</sub>を回収する。

**2023年6月初頭：**国家能源投資集団（China Energy Investment）が江蘇省で500 ktpaの石炭火力CCUSプロジェクトをフル稼働させた。電力部門でアジア最大のCCUSプロジェクトとなる。中国海洋石油集団が中国初の海上CO<sub>2</sub>貯留プロジェクトを開始。

**2023年6月28日：**China United Cement Groupが山東省青州市で、セメント業界における世界最大の酸素燃料CCUSプロジェクトの建設を開始。回収されたCO<sub>2</sub>は食品と化学製品に利用される。このプロジェクトは現在のところCO<sub>2</sub>貯留を伴わないため、CCSプロジェクトに関するインスティテュートのデータベースには含まれていないが、セメント工場におけるCO<sub>2</sub>回収技術の適用が重要であるためここに記す。

**2023年7月：**シノペック齐鲁勝利（Qilu-Shengli）CCUSプロジェクトに寄与する中国初の商業規模CO<sub>2</sub>輸送パイプライン（全長109 km）がフル稼働を開始。中国華能集団が開発した中国初の天然ガスコンバインドサイクルCO<sub>2</sub>回収試験設備が海南島で2,000 tpaの規模で操業開始。



出典：海南国際CO<sub>2</sub>回収テストプラットフォーム  
(画像提供: Huaneng Clean Energy Research Institute)

出典：Shanghai Shidongkou石炭火力CO<sub>2</sub>回収施設  
(画像提供: Huaneng Clean Energy Research Institute)

## 日本

### 政策

経済産業省(METI)は、2023年1月にCCS長期ロードマップを発表し、2030年までに日本初の商業的CCSプロジェクトを開始し、2050年までに最大240 MtpaのCO<sub>2</sub>貯留を目指すという目標を掲げた。長期ロードマップに含まれる主な項目は以下の通り。

- ・ 経済産業省からの資本支援（7つの候補プロジェクトが選定された）。
- ・ 将来のCCSコスト目標（40%コスト削減）。
- ・ CCSの社会的受容の促進。
- ・ 海外、特に東南アジアにおけるCCSプロジェクトの推進。
- ・ CCSに関する包括的な規制の枠組みの確立。

2023年6月、経済産業省はインドネシアで開催されたアジア・ゼロエミッション共同体(AZEC)会合で、オーストラリアおよび東南アジアとのCCSの共通ガバナンスのためのルール案を提示した。共有ルールの採用は、CCSのコスト削減と建設スケジュールの短縮を目的としている。共有ルールに関する詳細な提案は、2024年初めのAZEC閣僚会議に提出される予定である。

### プロジェクト

CCS長期ロードマップに従って、エネルギー・金属鉱物資源機構(JOGMEC)は、フィージビリティ・スタディのための7つの候補プロジェクトを選定した。これらのプロジェクトは、発電、石油精製、鉄鋼、化学、パルプ・製紙、セメントなど幅広いセクターにまたがっている。合計で約13 MtpaのCO<sub>2</sub>貯留を目指す。5つのプロジェクトは日本で、残りの2つはマレーシアとオセアニアでそれぞれCO<sub>2</sub>を貯留する。

日本のCO<sub>2</sub>貯留ポテンシャルは、石油・ガス探査で得られたデータや知見に基づき、地質調査によって大まかに特徴付けられてきた。地質構造内の深部塩水層における貯留資源が11構造で合計160億トンと推定されている。

選ばれたプロジェクト提案者は以下の通り：

- 1 JAPEX、出光、北海道EPC
- 2 伊藤忠商事、日本製鉄、太平洋セメント、三菱重工業、INPEX、大成建設(ゼネコン)
- 3 JAPEX、東北EPC、三菱ガス、北越(製紙)、野村総合研究所(コンサル)
- 4 INPEX、日本製鉄、関東天然瓦斯開発
- 5 ENEOS(製油所)、JX石油開発、J-POWER
- 6 三井物産
- 7 三菱商事、日本製鉄、エクソンモービルアジア太平洋

伊藤忠商事、三菱重工、INPEX、大成建設は、2030年までに2013年比で46%の排出削減を達成するための道筋のひとつとしてCCSを盛り込んだ日本政府の第6次エネルギー基本計画(2021年)に基づき、2023年1月に大規模・広域CCSバリューチェーンプロジェクトのフィージビリティ・スタディを行う覚書を締結した。この研究には、CO<sub>2</sub>の分離、回収、輸送、貯留が含まれる。

日本企業は、世界中の多くのCCSプロジェクトに積極的に投資し、技術提供を行っている。これらのプロジェクトのほとんどは化石燃料によるCO<sub>2</sub>発生源に関連したものである。

しかし現在では、直接空気回収(DAC)やバイオマスへの関心が高まっている。

東京ガスは、デンバーに本社を置くGlobal Thermostatに出資し、同社のDAC技術を初めて導入した日本企業となった。2023年4月、South Poleと三菱商事の合弁会社であるネクストジェンは、炭素除去プロジェクトから193,125トンのCDRを先行購入することにより、世界最大の多様な永久認証二酸化炭素除去証書(CDR)のポートフォリオを確立した。

東京ガスは、デンバーに本社を置くGlobal Thermostatに出資し、同社のDAC技術を初めて導入した日本企業となった。2023年4月、South Poleと三菱商事の合弁会社であるネクストジェンは、炭素除去プロジェクトから193,125トンのCDRを先行購入することにより、世界最大の多様な永久認証二酸化炭素除去証書(CDR)のポートフォリオを確立した。



出典：苦小牧プロジェクト（画像提供：JCCS）

## 韓国

### 政策

CCSは、韓国の国家気候変動緩和戦略と行動計画のいくつかにおいて、中核的な排出削減要素として取り上げられており、韓国の2050年カーボン・ニュートラル推進戦略では、CCUSが「カーボン・ニュートラル技術革新のための10大技術」のひとつに指定され、2030年までにこの技術の商業化に取り組むとされている。

2023年3月、韓国政府は2030年排出削減目標の達成に向けた国の計画を定めた「カーボン・ニュートラルとグリーン成長のための初の国家枠組み計画 (National Framework Plan for Carbon Neutrality and Green Growth)」の草案を発表した。同計画はまた、CCUSを支援する2つの国家政策と、CCSプロジェクトの事業、安全、認証について規定した法律を策定することを約束している。こうした動きは、国内の産業部門全体におけるCCSプロジェクト・パートナーシップへの強い関心と取り込みを下支えしており、同技術の展開を促進するための政策・規制の枠組みをさらに発展させるものと思われる。

### プロジェクト

CCS技術の機会を評価するため、韓国の大手エネルギー企業や産業界が複数のプロジェクトを発表し、協定を結んだことで、CCS関連の開発は過去12ヶ月で勢いを増している。注目すべき例として以下が挙げられる。

- TCRK Environmental Servicesは、韓国の大手セメント製造会社であるAsia Cementと協力し、同社の2025年排出量削減目標を達成するため、Asia Cementの工場向けに炭素回収技術を開発した。
- 現代商船とPANASIAのパートナーシップ、そしてサムスン重工業とBASFが協力し、海運船上での炭素回収システムの実現可能性を評価した。

### 越境CO<sub>2</sub>貯留の機会

越境CO<sub>2</sub>輸送・貯留活動を含むビジネスモデルが台頭しており、韓国の民間部門では昨年、この地域での機会を探るために複数のコンソーシアムが結成された。

2022年11月、韓国のエネルギー企業8社から成るコンソーシアムは、韓国におけるCCUSの開発に協力し推進するための覚書をCaltexと締結した。

両社は、Yeosu National Industrial Complexの工場から発生するCO<sub>2</sub>を回収し、化学や鉱物の炭酸化プロセスの原料として使用し、残りは地層貯留のために海外に輸送する。

同様に、韓国の大手産業企業6社からなるコンソーシアムは、マレーシアのPetronasと提携し、韓国とマレーシアのサラワク州に建設予定のCCSハブとの間で、国境を越えたCO<sub>2</sub>輸送・貯留プロジェクトを実施すると発表した。

## インド

### 政策

2023年6月、インド中央政府は国内炭素クレジット取引制度を確立する省エネ法案の修正案を可決した。これは、インドが2022年11月にUNFCCCを通じてNDCを更新し、2022年12月にインド中央政府のシンクタンクであるNITI Aayogを通じてCCUSに関する政策枠組みペーパーを発表した直後のことであった。

CCUSはまだ炭素クレジット取引スキームには含まれていないが、インドは第6.2条メカニズムの下でCCUSを炭素除去活動に含めている。

さらにインド政府は、2022年に炭素回収・利用に関する2つの国立卓越センター (National Centres of Excellence in Carbon Capture and Utilization) を設立すると発表した。この2つの機関は、研究開発に重点を置き、炭素回収・利用に関する共同研究やその他のイニシアチブの中心拠点としての役割を果たす。

2023年7月、インドと米国は、炭素回収・利用・貯留を米印戦略のクリーンエネルギーパートナーシップ (US-India Strategic Clean Energy Partnership) における新興燃料・技術の柱 (Emerging Fuels and Technology Pillar) の作業ストリームに追加することで合意した。さらに、米印両国は、低排出ガス・タスクフォースを通じて、CCUSを含む新技術の導入による排出量削減に積極的に取り組むことを公約した。

## オーストラリア

### 政策

2023年3月、オーストラリア連邦政府はセーフガードメカニズムの改革を発表し、大規模排出事業者（年間排出量10万トン超）の排出削減に関する将来的な規制の枠組みを確立した。主な改正点は、対象施設のベースライン設定、2030年までのベースライン排出量の年率4.9%の減少、セーフガードメカニズムクレジット (SMC) の生成と使用、透明性要件の強化、2020年から2030年までの総排出量の「ハード上限」などである。

対象施設は、ベースラインを達成するために現場で炭素回収技術を利用することができるが、そのような削減プロジェクトは対象施設の操業から排出される排出量を直接削減するものであり、新規則の下ではオーストラリア炭素クレジット単位 (Australian Carbon Credit Units) (ACCU) の対象とはならない。排出量がベースラインを下回る対象施設は、取引可能なセーフガードメカニズムクレジットを自動的に生成する。

西オーストラリア州政府は、温室効果ガスの輸送と貯留を現行の州法に統合する石油法改正法案 (Petroleum Legislation Amendment Bill) を提出した。この修正法案は、CCSによる脱炭素化の機会を産業界に提供することを目的としている。

主な規定には、陸上および海上での貯留事業に対する許可要件、15年間の閉鎖後の貯留CO<sub>2</sub>の州への責任移譲、規範的なサイト閉鎖要件、州内の枯渇石油貯留層へのパイプラインによる温室効果ガス輸送の許可などが含まれる。

2023年6月、連邦政府の下院気候変動・エネルギー・環境・水常任委員会 (House of Representatives Standing Committee on Climate Change, Energy, Environment and Water) は、オフショア貯留を目的としたCO<sub>2</sub>の越境輸送の障壁を取り除くロンドン議定書の2009年と2013年の両改定をオーストラリアが批准するよう勧告した。

## その他のアジア太平洋地域

国内排出量が多いこと、国内での貯留可能量が限られていること、近隣諸国の領海にある適切な貯留サイトに地理的に近いことから、アジア太平洋地域におけるCO<sub>2</sub>の輸出入と貯留ハブの設立を求める声が強まっている。

この地域には世界有数の堆積盆地がいくつも存在し、地域に新たなCO<sub>2</sub>輸送・貯留産業を生み出す機会となっている。マレーシア、インドネシア、タイ、ブルネイ、東ティモールはすべて、他国からCO<sub>2</sub>を受け入れる機会を作るために前進している。インドネシアとマレーシアのサラワク州を除くすべてのケースにおいて、包括的なCCS規制が存在しないことがこれらの国におけるCCS導入の障壁となっている。こうした障壁を取り除くための規制の策定と公布に向けた取り組みがこの地域で進められており、CCSへの投資を支援する政策が一部の国で実施されつつある。

次ページの表4.2-1は、東南アジア9か国の政策・規制環境とCCSプロジェクトをまとめたものである。

## SEACA協力

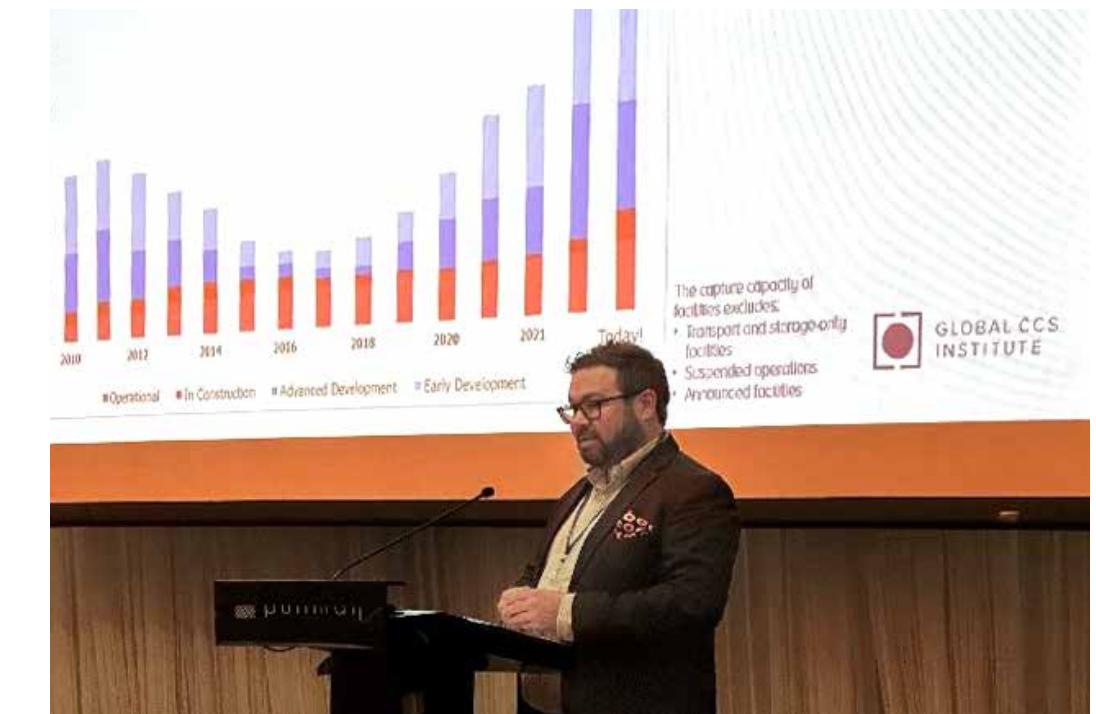
特にプロセス排出を伴うような排出削減が困難な部門や、急速な経済成長を支えるために化石燃料に依存している経済において、CCSが強く求められている。その結果、世界の排出量の多い産業の大部分を抱え、化石エネルギーへの依存度が高まっている東南アジアでは、CCSの急速な進展が不可欠である。

この地域ではCCSプロジェクトの開発が進んでいるが、政策、規制、貯留資源開発におけるギャップがFIDの大きな逆風となっている。これを受け、インスティテュートは、東南アジアCCSアクセラレーター (Southeast Asia CCS Accelerator) (SEACA) イニシアチブを立ち上げ、政府、多国間組織、民間部門と協力し、この地域の気候変動緩和への広範な取り組みに不可欠な要素としてCCSへの投資を加速させることを支援している。インスティテュートは、2023／2024年に3回のSEACAワークショップを開催する予定である。

インスティテュートはASEANエネルギーセンターと協力し、2023年5月15～16日、タイのバンコクで第1回SEACAワークショップを開催した。東南アジア各国政府、日本政府、オーストラリア政府、プロジェクト開発者、その他の利害関係者を代表する代表団が一堂に会し、同地域におけるCCS投資を加速させる方法について議論した。議論の焦点は、CCS規制、実現政策、地層貯留資源開発の3つの柱に絞られた。

SEACAワークショップでは、東南アジアにおけるCCSの可能性が示され、政府とプロジェクト開発者の中では、この必要不可欠な技術をネットゼロ排出達成のためにどのように展開できるかを皆で集まって議論しようという姿勢が見られた。

議論から得られた明確な結論は、官民の積極的な協力なくして成功はないということである。戦略なしに、政府とプロジェクト開発者の協力なしに、あるいは必要な介入なしに市場でCCSが導入されるのを待っていても、気候変動目標を達成するために必要な規模の導入は実現できない。



出典：アレックス・ザパンティス (Alex Zapantis) 撮影

表4.2-1: APACのその他の国のCCS（「発表済み」のプロジェクトは含まない）

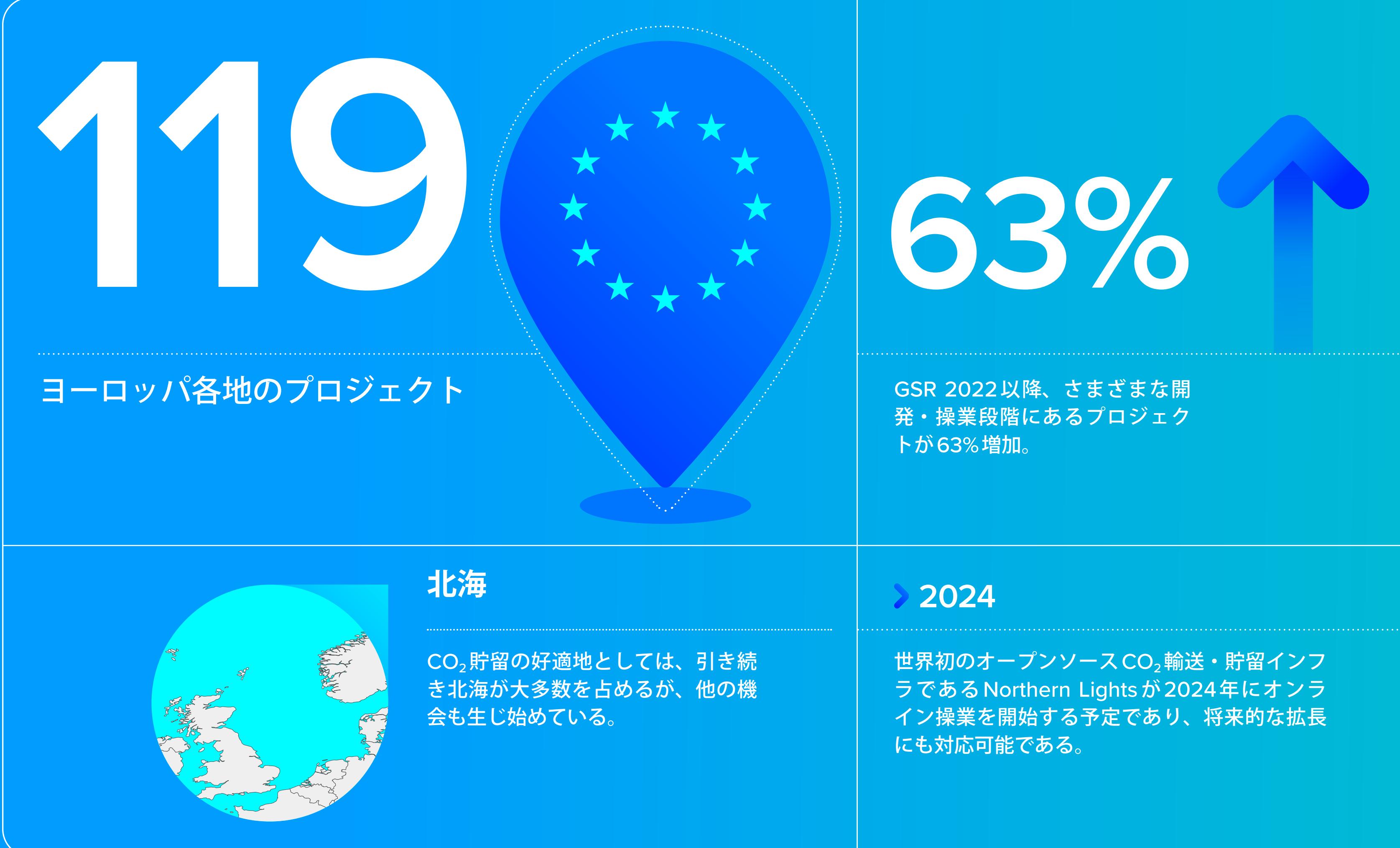
	マレーシア	インドネシア	ベトナム	タイ	シンガポール	ブルネイ	フィリピン	東ティモール	パプアニューギニア
国際気候変動コミットメント (International Climate Change Commitment) (NDC)	2030年までにGDPに対するGHG排出原単位を45%削減	2030年までに、排出量32%削減およびBAUシナリオの43%までの条件付き削減目標	2030年までにGHG排出量を無条件で15.8%削減	2030年までにGHG排出量を30%削減	2030年のGHG排出量を約60 MtCO <sub>2</sub> eに削減	2030年までにGHG排出量をBAU比で20%削減	2030年までにGHG排出量をBAU比で75%削減；条件付き2.7%削減	排出削減目標は設定されていない	2030年までに、森林減少、森林劣化、農業からの排出量を2015年比で1,000万トン削減
ネットゼロ目標	誓約 - 2050年	誓約 - 2060年	政策 - 2050年	政策 - 2050年	政策 - 2050年	政策 - 2050年	×	提案 - 2050年	政策 - 2050年
ロンドン議定書締約国	UNCLOS限定	UNCLOS限定	UNCLOS限定	UNCLOS限定	UNCLOS限定	UNCLOS限定	✓	UNCLOS限定	ロンドン議定書ではなく、ロンドン条約の締約国
CCSに特化した国内政策またはインセンティブ	2023年にCCSに對して提案された税制優遇措置予算	CCSの役割を認識した国家行動計画	最新のNDCでは、技術移転目標の中にCCSへの言及が含まれている	法人税の免除	Singapore Economic Development Bankによる、4,900万シンガポールドルの低炭素エネルギー研究資金イニシアチブを通じたCCSの研究開発努力の支援公約。 オーストラリアとCCUS活動に関する協力について覚書を締結	CCSに関する二国間協力の強化を約束する覚書をシンガポールと締結 ブルネイとシンガポールの間でCCSの実現可能性を探るため、50%国営のブルネイ・シェル石油がシェル・イースタン石油と覚書を締結	×	×	×
開発段階のCCSプロジェクト	Petronas Kasawari (建設中) と PTTEP Lang Lebah	PAU Central Sulawesi Clean Ammonia, Repsol Sakakemang, BP Tangguh, Pertamina Sukowati, Carbon Aceh Arun Hub, ExxonMobil Indonesia Regional Storage Hub, Pertamina Jatibarang	×	Arhitr海底ガス田におけるPTTEPプロジェクト計画	×	×	×	Bayu-Undanプロジェクト	TotalEnergies Papua LNG
CCSに特化した法規制の枠組み	サラワク州でのみ適用	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗
CCS事業に適用される既存の法律	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

4.1 地域別の概要:アメリカ大陸

4.2 地域別の概要:アジア太平洋地域

4.3 地域別の概要:ヨーロッパと英国

4.4 地域別の概要: MENA



## 4.3

### ヨーロッパと英国

#### 概要

欧州委員会がここ数ヶ月で多くの新たな立法提案を開始し、昨年から着手していた他の提案も採択するなど、ヨーロッパではCCSの機運が引き続き高まりを見せている。また、Innovation FundとConnecting Europe Facilityを通じたCCSプロジェクトへの資金援助もさらに進展した。

ドイツやフランスがCCSを支援することを目的とした政策協議を開始するなど、多くのヨーロッパ諸国もCCS導入において重要な進展を遂げている。Innovation FundやConnecting Europe Facilityを通じた資金援助や、各国の補助金プログラム（特にデンマーク、オランダ、ノルウェー、英国）が、ヨーロッパにおけるCCS導入のためのビジネスケースを支え続けている。加えて、ETS価格は2023年2月にCO<sub>2</sub>トン当たり100ユーロという過去最高値に達し、一部の部門のCCSプロジェクトのビジネスケースの改善に寄与している。ドイツとフランスは、差金決済方式のカーボン・コントラクトも検討している。

4.1 地域別の概要:アメリカ大陸

4.2 地域別の概要:アジア太平洋地域

4.3 地域別の概要:ヨーロッパと英国

4.4 地域別の概要: MENA

ヨーロッパのCO<sub>2</sub>貯留の好適地としては、引き続き北海が大多数を占めるが、他の機会も生じ始めている。ブルガリア、クロアチア、ギリシャは新しいオンショアおよびオフショア CCS プロジェクトを開発中であり、イタリアはアドリア海のラベンナ CCS ハブプロジェクトにパイロット貯留ライセンスを付与した。

デンマークは、北海でのオフショア貯留の開発に加え、ポーランドとともにオンショア貯留も検討している。

ヨーロッパのいくつかの国は、気候変動緩和戦略の一環としてCO<sub>2</sub>の回収に取り組んでいるが、地質学的な制約や国民の反対により、自国内ではCO<sub>2</sub>を貯留していない。スイス、フィンランド、スウェーデン、ドイツ、ベルギーは、CO<sub>2</sub>を他の欧州経済領域 (EEA) 諸国に貯留することを検討している。デンマーク、ベルギー、フランス、オランダ、ノルウェー、ドイツ、スイス、アイスランドは、CCS と CO<sub>2</sub>輸送に関する二国間の協定、宣言、協力を実行している。

全体的な進展はあるものの、2023年にも後退と減速があった。Porthos プロジェクトは訴訟により FID の段階まで進まなかつたが、プロジェクトに有利な判決が下された。一方、Celsio Oslo プロジェクトはコスト面の懸念から一時的に中断となっている。

## 欧州連合

### 政策

#### 炭素除去認証

持続可能な炭素循環 (Sustainable Carbon Cycles) に関するEU内で討議された後、欧州委員会は2022年11月、炭素除去量を確実に認証するためのEU初の自主的枠組みに関する立法案を採択した。除去は、恒久的な炭素除去 (CCSを含む)、土壤や森林にCO<sub>2</sub>を貯留する炭素農法、長期使用を意図した製品や材料への炭素貯留の3つのカテゴリーに分類されている。

この提案では、炭素排出量の測定、監視、報告、検証のための認証規則も詳述されている。共同政策立案者は、2023年12月までに最終的な見解をまとめ、新たな立法期限 (2024 ~ 2029年) までに制度間合意に達することを目指す。

#### グリーンディール産業計画

2023年2月、欧州委員会は、気候中立性目標をさらに支援し、ヨーロッパの成長著しいネットゼロ産業部門を強化するための「グリーンディール産業計画」を発表した。同計画は、ヨーロッパにおけるグリーンテクノロジーの製造能力を拡大することを目的としている。同計画は、予測可能で簡素化された規制環境、資金調達への迅速なアクセス、技能の向上、レジリエントなサプライチェーンのためのオープンな貿易という4つの柱に焦点を当てている。

出典：スウェーデンのÖresundskraft実証機（画像提供：CapsolGo）



## ネットゼロ産業法

グリーンディール産業計画のひとつ目の柱として、2023年3月、欧州委員会はCCSを含む脱炭素化を推進する技術の拡大を目指すネットゼロ産業法を提案した。特に同法は、2030年までにEU域内で年間50トンのCO<sub>2</sub>を圧入することを目標としている。

欧州委員会は、CO<sub>2</sub>の恒久的な地層貯留の開発が進めば回収プロジェクトの実現が可能になると述べるとともに、圧入目標を達成するために、加盟国に対し、特に地質学的データに関する透明性と報告を強化するよう呼びかけた。同提案は現在、欧州議会と欧州連合理事会の共同立法機関によって修正中であり、2023年末までの機関間交渉の開始を目指している。

## ETS改定とETS価格

欧州排出量取引制度 (EU ETS) の改定が2023年5月にEU官報で発表され、2年にわたる交渉の末、2030年までに温室効果ガス排出量を55%削減するという目標を支援する一方、新たな部門(海上輸送)を含めることが決まった。また、対象となる活動の範囲をすべてのCO<sub>2</sub>輸送手段に拡大した。2023年2月、EUの炭素市場における排出許可証の価格が初めて1トン当たり100ユーロに達し、CCSやその他のグリーンテクノロジーのビジネスケースを後押しした。

## 炭素国境調整メカニズム

EU-ETS指令の改定に合わせて、CBAM規則が2023年5月に発効した。このツールは、EU市場に流入する商品の生産過程で排出される炭素に公正な価格を付け、EU域外の国々に事実上のクリーンな生産プロセスを採用させることを目的としている。CBAMは、2023年10月に移行段階を開始して以降、炭素集約的または炭素漏洩リスクのある輸入品(セメント、鉄鋼、アルミニウムなど)に適用されている。輸入業者の最初の報告期間は2024年1月31日に期限を迎える。

## ヨーロッパのCCUS戦略

2023年6月、欧州委員会は産業炭素管理に関する証拠収集と公開協議を呼びかけた。これは、年末までに予定されているCCUSの展開に関するEU内での新たな討議に向け、8月下旬までに見識を集めることである。この討議では、2030年、2040年、2050年までにEU経済圏を脱炭素化するためにこれらの技術がどのような役割を果たすことができるのか、また、EU全体のCO<sub>2</sub>インフラの展開を含め、その可能性を最適化するためにどのような政策・規制措置が必要なのかといった点を取り上げる予定である。

## CCS指令ガイダンス文書レビュー

気候行動総局 (DG CLIMA) は、CCS指令ガイダンス文書の改訂に向けて取り組んでいる。これは、世界的なCCSの状況を反映するとともに、欧州経済領域における最初のプロジェクトの開発中に特定された曖昧さを排除するためのものである。2024年初めには、加盟国を対象とした能力開発ワークショップが開催される予定である。

## 資金調達

### イノベーション・ファンド - 第3回大規模プロジェクト募集

2022年11月、欧州委員会はETS価格の上昇に伴い予算を倍増(約30億ユーロ)させた大規模プロジェクトの第3回募集を開始し、5カ月後に締め切られるまでに239件の応募があった。今回初めて、EUはイノベーション基金の予算を分割し、CCUSは「一般的な脱炭素化」に割り当てられた10億ユーロの予算に基づき資金を提供されることになった。エネルギー集約型産業が申請全体の3分の2以上を占め、この分野の勢いとCCUSの明確な必要性が示された。2023年7月、欧州委員会はCCSおよび炭素回収利用に関する10件のプロジェクトを含む41件のプロジェクトを選定した。資金提供の最終決定は第4四半期に発表される予定である。

### コネクティング・ヨーロッパ・ファシリティ

イノベーション基金に加え、いくつかのCCSプロジェクトは、EU諸国のエネルギーシステムをつなぐ共通関心プロジェクト (PCI) として資金提供を受けており、コネクティング・ヨーロッパ・ファシリティを通じて許認可手続きの迅速化や資金提供の恩恵を受けている。コネクティング・ヨーロッパ・ファシリティは、欧州横断エネルギーネットワーク (TEN-Eネットワーク)への投資を共同出資・支援するEUの補助金制度である。2021年11月に発表された第5回PCIリストには、6件のCO<sub>2</sub>輸送プロジェクトが含まれている。このうち5件は北海、1件はポーランドである。産業用CO<sub>2</sub>回収・貯留プロジェクト3件がコネクティング・ヨーロッパ・ファシリティの資金援助対象として選ばれた(アントワープ@C CO<sub>2</sub>輸出ハブ、Ghent Carbonハブ、D'Artagnanハブ)。

## 国ごとの政策とプロジェクト

開発、建設、操業のさまざまな段階にあるプロジェクトの件数は、昨年の報告から63%増加しており、欧州全体で119件となっている(GSR 2022では73件)。

デンマーク、ノルウェー、英国、オランダがその先頭に立っており、デンマークと英国は最近、塩水層と枯渇油ガス田の両方を含む北海のCO<sub>2</sub>貯留ライセンスの最初の入札を開始した。ノルウェー石油総局は最近、北海でのCO<sub>2</sub>貯留のための探査ライセンスをWintershall DEAとCapeOmegaに与えた。

世界初のオープンソースCO<sub>2</sub>輸送・貯留インフラであるNorthern Lightsが2025年までに稼動する予定であり、貯留需要の増加に対応するために将来的な拡張も考慮して建設されている。オランダのAramisプロジェクトは、複数のCO<sub>2</sub>貯留サイトが海上輸送バックボーンに接続することが可能である。

欧州のいくつかの政府は、国の脱炭素化戦略にCCSを盛り込んだり、専用の補助金を通じてCCSに対する明確な政策支援を行っている。デンマーク、ノルウェー、オランダもまた、CO<sub>2</sub>貯留と輸送ライセンスに関する規則の策定と実施において主導的な役割を果たしている。

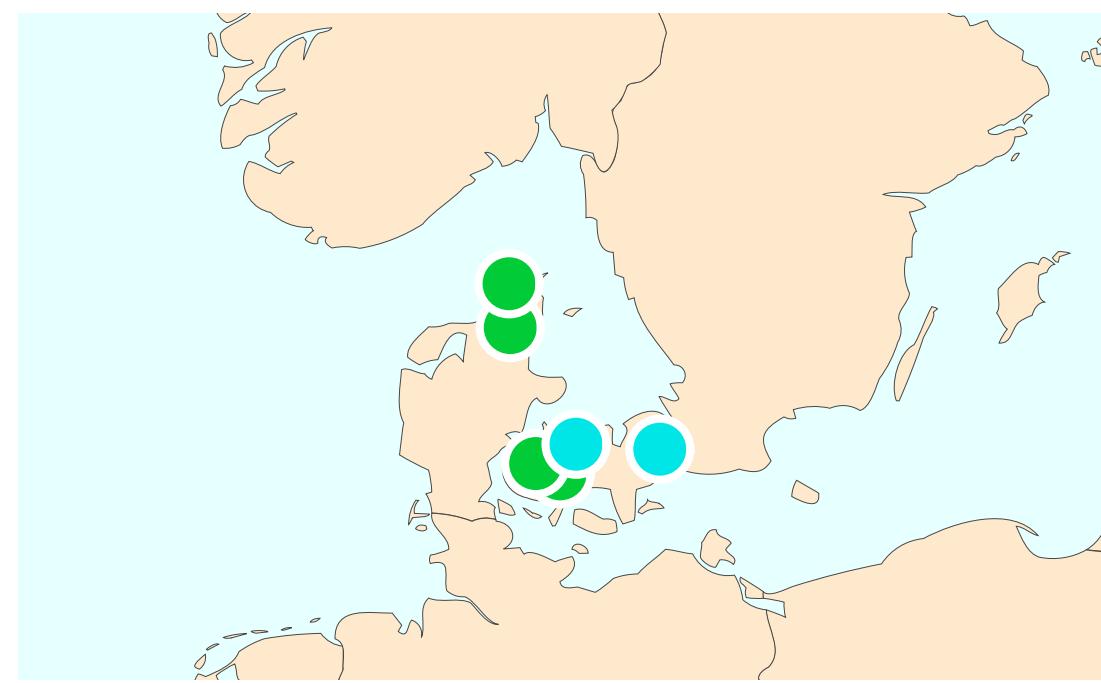
4.1 地域別の概要:アメリカ大陸

4.2 地域別の概要:アジア太平洋地域

4.3 地域別の概要:ヨーロッパと英国

4.4 地域別の概要:MENA

## デンマーク



デンマークはCCS規制の策定を継続的に行い、その実施に向けた動きを加速させており、2030年から2032年に最大52 MtpaのCO<sub>2</sub>貯留能力を持つ欧州のCCSハブになることを目指している。2023年、デンマークの気候・エネルギー・公益事業省は、北海デンマーク海域における本格的なCO<sub>2</sub>貯留の探査のために、3つの独占ライセンスを初めて付与した。政府は補助金を通じてCO<sub>2</sub>貯留・回収開発を支援しており、CCSプロジェクトを通じて2029年から年間推定320万トンのCO<sub>2</sub>を貯留する2件の入札に36億ユーロを割り当てている。欧州委員会は、デンマークのCCS技術の普及に貢献するデンマークのスキームに対して11億ユーロを承認した。

政府は、2023年2月初旬の時点で、3つの本格的なオフショア貯留の探査許可を与えている。TotalEnergies主導のコンソーシアム (Noreco、Nordsøfonden、Ørsted、DTUなど) は、2029～2030年に2-3 Mtpa、2030～2032年に10-15 Mtpaの貯留容量を見込んで2つの探鉱許可を取得した。INEOS主導のコンソーシアム (Maersk Drilling、GEUS、Wintershall DEAなど) は、パイロット貯留許可と本格的な探査許可の両方を取得し、世界初の国境を越えたオフショアCCS輸送・貯留バリューチェーンを開始した。このバリューチェーンは、2025年には最大1.5 Mtpa、2030年には最大8 Mtpaの貯留能力が見込まれている。またオンショア貯留に関しては、少なくともCO<sub>2</sub>が北海デンマーク海域の恒久的なオフショア貯留のために輸送される前の一時的な貯留として検討されている。

回収の面では、CCUS補助金制度の第一段階の最終オファーを受け、2026年から20年間にわたり年間少なくとも400,000トンのCO<sub>2</sub>回収・貯留を行うØrsted Bioenergy & Thermal Powerに対し、デンマーク・エネルギー庁は約1,080億デンマーク・クローネ (DKK) を交付した。

# 52 Mtpa

2030年から2032年にかけて、デンマークがヨーロッパのCCSハブになるという計画の下、予想される総貯留容量。

## ノルウェー



出典: Brevik Heidelberg回収プラント  
(画像提供: Aker Carbon Capture)

Equinor、Shell、TotalEnergiesの3社が所有するノルウェーの本格的なCCSプロジェクトであるLongshipは進展を続けており、2つの回収プラントから年間500万トンのCO<sub>2</sub>を回収・貯留することを目指している。政府はこのプロジェクトに23億米ドルの支援を提供している。

Northern Lightsは、坑井掘削を完了し、船舶の建造を開始した。Heidelberg Materials Brevikセメント工場のプロジェクトは、予定通り、予算通りに進み、2024年に操業を開始する予定である。Celsio Osloの廃棄物発電施設はNorthern LightsによるCO<sub>2</sub>輸送・貯留サービスの対象だが、予想以上のコスト見積もりを受け、回収プラントの設置を一時停止した。

昨年、Northern Lightsは国境を越えたCO<sub>2</sub>輸送・貯留に関する商業協定をYaraと結んだが、Orstedに対しても年間43万トンの生物起源CO<sub>2</sub>を10年間商業的に輸送・貯留する新たな国際協定を結んだ。EquinorとGassnovaからの口頭報告によると、Northern Lightsは現在、貯留容量の限度に達している。Equinorは、EU2NSEAと呼ばれるCCSのバリューチェーン全体を網羅する大規模プロジェクトの計画を主導している。このプロジェクトは、欧州委員会のPCIリストに登録される予定であり、欧州のCO<sub>2</sub>排出事業者と北海の貯留サイトをパイプラインで結ぶことを目指しており、30～40 MtpaのCO<sub>2</sub>を輸送・貯留する能力があると予想されている。

ノルウェーはまた、欧州での需要増に対応するために、CO<sub>2</sub>貯留容量を拡大する他の探鉱・貯留ライセンスの付与を開始した。現在進行中の他の貯留プロジェクトには、Poseidon (探鉱ライセンス)、Luna、Smeaheia、Havstjerne (貯留ライセンス) がある。Havstjerneライセンス取得のためにAltera InfrastructureとWintershall DEAが提案している浮体式圧入装置は実際に興味深い。

# 30～40 Mtpa

EU2NSEAプロジェクトで見込まれる  
パイプライン輸送および北海への  
CO<sub>2</sub>貯留能力。

4.1 地域別の概要:アメリカ大陸

4.2 地域別の概要:アジア太平洋地域

4.3 地域別の概要:ヨーロッパと英国

4.4 地域別の概要:MENA

## オランダ



出典: Twence回収工場  
(画像提供: Aker Carbon Capture)

2023年、オランダ政府はSDE++補助金を通じて、他のグリーンテクノロジーとともにCCSの早期導入に報奨金を支給し続けてきた。2023年6月、80億ユーロの予算の新たなラウンドが開始され、全予算が完全に割り当てられた場合、2030年までに最大4 MtpaのCO<sub>2</sub>貯留が実現する。7月には、EUの国家補助規則に基づき、このスキームの新たな枠が欧州委員会によって承認された。

8月、オランダの最高行政裁判所である国家評議会がPorthosプロジェクトに関する最終決定を下し、建設時に排出された窒素酸化物は近隣の自然地域に大きな影響を与えると結論づけられた。この肯定的な生態学的評価を受けて、PorthosプロジェクトはFIDに進むことになった。

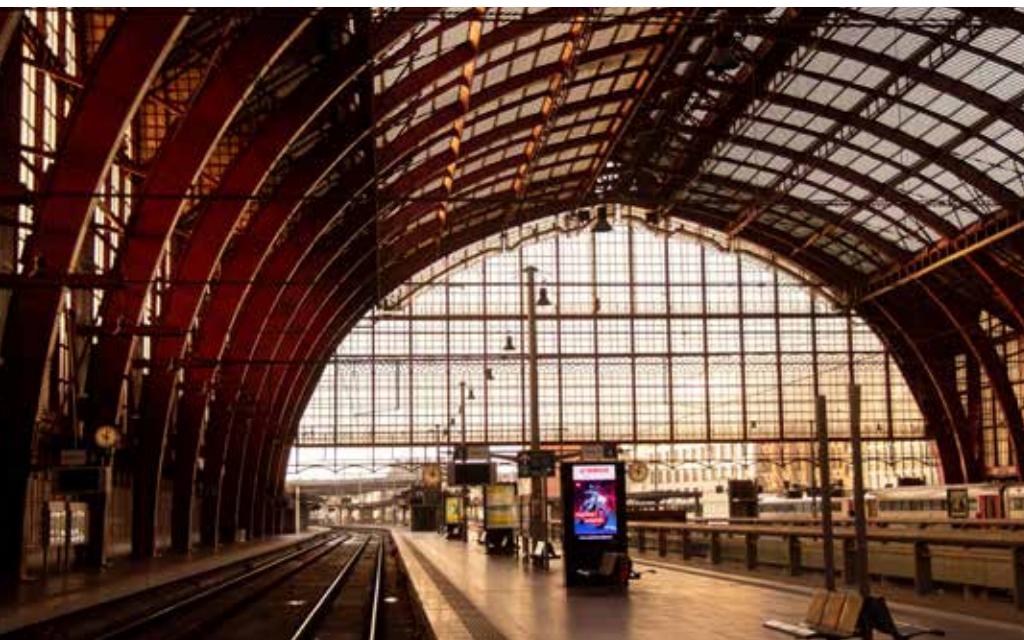
Nederlandse Gasunieの共同イニシアチブであるAramisプロジェクトは、ロッテルダムから北海北部にある複数の貯留フィールドへのCO<sub>2</sub>輸送インフラを提供するもので、最初の5 MtpaのCO<sub>2</sub>容量については完全に契約済みのようである。調印された9つの取引条件には、拘束力はないものの暫定的な容量を確保する見返りとして独占条項が含まれている。フルスケールのプロジェクトは、22 Mtpaの容量のCO<sub>2</sub>輸送およびオフショア貯留を提供することができる。

Neptune Energyは、Aramisパイプラインや船舶を通じて供給されるCO<sub>2</sub>を受け入れることができるL10貯留プロジェクトを推進している。L10は1億2,000万～1億5,000万トンのCO<sub>2</sub>を安全に貯留できると見込まれている。現在FEEDが進行中であり、FIDは2023年末、最初のCO<sub>2</sub>圧入は2026年になる見込みである。

## 4 Mtpa

オランダ政府の最新の補助金が全額割り当てられた場合、2030年までに貯留されるCO<sub>2</sub>の量。

## ベルギー



ベルギーは、CCS市場において新興勢力として台頭しつつある。2023年4月、フランダース地方政府は、フランダース地方の長期戦略においてCCSを排出削減のための最も有望な手段のひとつとみなし、将来のCO<sub>2</sub>ネットワークの管理に関するルールを定めたCO<sub>2</sub>輸送の規制枠組みの第一版を承認した。国家レベルでは、自国に貯留サイトがないため、政府は国際協力を強化している。

アントワープ@C CO<sub>2</sub>輸出ハブプロジェクトは、アントワープ港湾地域の産業で回収されたCO<sub>2</sub>の輸送、液化、輸出のためのオープンアクセス型モジュール式インフラを開発することを目指しており、コネクティング・ヨーロッパ基金 (Connecting Europe Fund) から1億4500万ユーロの資金を確保した。

このハブの初期の輸出量は2.5 Mtpaで、2030年までに10 Mtpaに達する予定である。BASF/Air Liquideの工場は地元最大の排出事業者である。

ゲントのArcelorMittalは、新しい微生物によるガス発酵技術によって炭素を多く含む産業廃棄ガスを高度なバイオエタノールにリサイクルするSteelanol CCUプロジェクトを開始した。Holcimは、革新的な無公害カーボン・マイナス・クリンカ・プラントとCCSソリューションを組み合わせたGo4Zeroプロジェクトの第1段階を開始した。Carmeuseは、Columbus CCUプロジェクトについてEUの資金援助を受けた。このプロジェクトはCO<sub>2</sub>をイーメタンに転換することで石灰生産による直接的なCO<sub>2</sub>排出を回避することを目的としている。両プロジェクトとも、2023年EUイノベーション基金からの支援を受けている。

## 2.5 Mtpa

アントワープ@C CO<sub>2</sub>輸出ハブの初期容量。

## 英国

英国政府は2023年3月の春季予算で、CCUSへの新たな資金拠出を表明した。2019年に署名された2050年までにネットゼロを達成するという広範な目標の一環として、CCUS技術の早期開発のために200億ポンドを投資することを目指している。目標は、年間2,000万トンから3,000万トンのCO<sub>2</sub>を回収することである。これは、政府の一連のクラスター形成プロセスに基づくもので、英国で初めての回収ネットワークを構築するものである。このプロセスのトラック1の一部として HyNet Cluster (イングランド北西部とウェールズ) と East Coast Cluster (ハンバーとティーズサイド) が選ばれた。最近政府は、トラック2の一部として、輸送・貯留システムの Acorn CCS (スコットランド北東部) と Viking CCS (ハンバー) が次の2つのクラスターを形成すると発表した。

政府は、CCSを用いた発電を支援するための調整可能電力契約 (Dispatchable Power Agreement) (DPA) を通じて、以下を目指している。

- 発電CCUSの柔軟な運用を奨励する。電力システムに柔軟性を持たせ、再生可能エネルギーや原子力発電所を最優先しつつ、他の未対策の発電所よりも優先的に送電を行う。
- 競争力に基づき選択されるだけの能力を持たせる。
- 適切なリスク配分を行い、過度な補償を行うことなく、公正な投資収益を得られるようにする。
- 電力消費者にとって手頃なコストを確保する。

エネルギー安全保障・ネットゼロ省は、最終的に8つのプロジェクトを選定し、関連するビジネスモデルを通じて支援交渉に臨んだ。

- 東海岸のクラスター項目は、Net Zero Teesside Power (ガス火力発電)、H2Teesside (低炭素水素)、Teesside Hydrogen CO<sub>2</sub> Capture である。
- HyNetクラスター項目は、Hanson Padeswood (セメント)、Viridor Runcorn (廃棄物発電)、Protos Energy (廃棄物発電)、Buxton Net Zero (石灰)、HPP1 HyNet (水素) である。

2022年、北海遷移局 (North Sea Transition Authority) (NSTA) は英国初の炭素貯留ライセンス・ラウンドを開始し (おそらく多くのライセンス・ラウンドの最初のものになるだろう)、13のエリアで26件の入札を受けた。2023年5月には、20の炭素貯留ライセンスが12社に提供された。もしこれが受理されれば、NSTAが過去に発行した6つのライセンスと合わせ、これらの新たな炭素貯留地域は、2030年までに年間2,000万トンから3,000万トンのCO<sub>2</sub>を貯留するという目標に大きく貢献できる可能性がある。

## フランス

フランスは、2050年までにカーボン・ニュートラルを達成するという政府の取り組みの一環として、2023年夏にCCUS戦略を発表した。CCUSは、2030年までに年間4~8.5 MtのCO<sub>2</sub>を回収・貯留するポテンシャルがあるとしている。ダンケルク、ル・アーヴル、フォス=シユル=メール、ラック/シド・ウエスト、ロワール地方エスチュエール州、グラン・テスト地域圏といった工業地帯を中心に、同国におけるCCUSの導入は3段階で行われる。プロジェクト開発者を支援し、CCS導入を拡大するため、政府は差分契約スキームによる入札募集を開始する。この戦略の下、CO<sub>2</sub>輸送の枠組みが策定され、2024年から2025年にかけて地層貯留サイトのパイロットテストが実施される。

## スウェーデン

スウェーデンは、2045年までに温室効果ガスの純排出量をゼロに、それ以降はマイナス排出への移行を支援するため、インダストリアル・リープ (Industrial Leap) プログラムを通じて、二酸化炭素のマイナス排出/BECCSを推進している。

ゴットランド島スライトにあるHeidelbergMaterialsのCementa工場は、スライト工場の総排出量1.8 MtのCO<sub>2</sub>を回収・貯留することで、世界初のカーボン・ニュートラルなセメント工場を開発することを目指しており、これはスウェーデンの総排出量の約3%に相当する。

## ドイツ

ドイツ政府は、CCSの炭素管理戦略が2045年までにカーボン・ニュートラルの目標を達成するために不可欠であると考え、現在策定中である。この戦略は年末までに発表される予定である。ドイツで最初のCCS実証プロジェクトを枠組みとする法律が成立してから10年後の2022年12月、同国の経済・気候保護省は二酸化炭素貯留法の評価を発表した。

ドイツは、重工業の脱炭素化に向けて500億ユーロの入札を開始した。2023年6月からの準備段階を経て、エネルギー集約型企業に排出削減に対する補償を行う差額炭素契約 (Carbon Contracts for Difference) (CCfD) の導入を計画している。

2023年イノベーション基金の公募により、ゲゼケ (ノルトライン・ヴェストファーレン州) にあるHeidelbergMaterialsのフルバリューチェーン、フルスケールの炭素プロジェクトに資金が提供された。CO<sub>2</sub>は北海の地底にある地層貯留サイトまで鉄道で輸送される。同基金はまた、近隣の石灰工場Rheinkalkの脱炭素プロジェクトにも資金を提供した。

4.1 地域別の概要:アメリカ大陸

4.2 地域別の概要:アジア太平洋地域

4.3 地域別の概要:ヨーロッパと英国

4.4 地域別の概要: MENA

## 東欧・南欧

イタリア北部のEni/Snam Ravenna CCS Hubの第一段階が形になり始めている。第一段階の貯留ライセンスが付与され、2024年第1四半期には枯渇したオフショアガス田への圧入するための操業が開始される予定である。このプロジェクトは、Eniの天然ガス処理プラントからの排出ガスを回収することから開始する予定である。

HeidelbergMaterialsは、黒海の地下にCO<sub>2</sub>を貯留するブルガリアのバルナのANRAVプロジェクトに対し、EUイノベーション基金から1億9,000万ユーロの資金を確保した。2023年イノベーション基金から資金を確保した他の企業には、クロアチアのHolcimのKODECOプロジェクト、Motor Oil HellasのIRISプロジェクト、Energean管轄下のプリノス盆地に貯留する可能性が高いギリシャのTitan CementのIFESTOSプロジェクトがある。

ポーランドのカトヴィツェでは、セメント、石灰、肥料、亜鉛、電力部門の地元排出者を中心に、新たなクラスターが生まれつつある。

## 輸送インフラ

### パイプライン

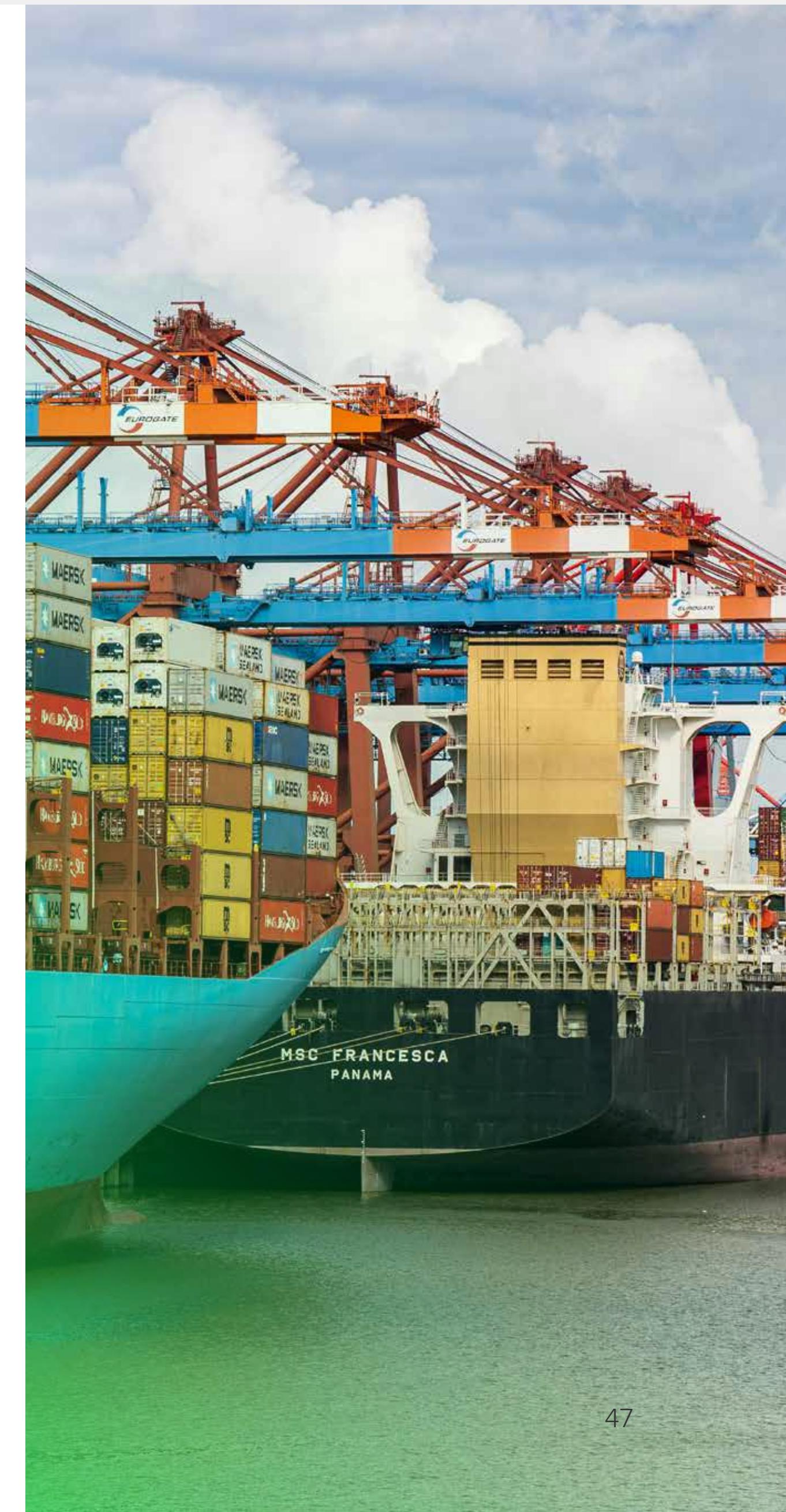
CO<sub>2</sub>を回収施設から貯留施設に輸送する方法としては、パイプラインが引き続き有力である。欧州で現在開発中のパイプライン・インフラ・プロジェクトには以下のようなものがある。

- Aramis（オランダ）は準備段階をほぼ終えている。パイプラインのルートと陸揚げ場所について好ましい選択肢が決まれば、プロジェクトはFEED段階に入ることができ、その後FIDが行われる。
- ベルギーのガス事業者Fluxysは、ベルギー国内外から世界中の貯留場所へのCO<sub>2</sub>ネットワークを計画している。
- オランダのGasunie、Shell、BASF、OGEは、ロッテルダムとドイツのルール地方を結ぶ同様のネットワークの実現可能性の検討段階にある。
- EquinorとFluxysは、ベルギーからノルウェーの海上貯留サイトまでのCO<sub>2</sub>パイプライン計画を発表した。
- EquinorとWintershall Deaは、ドイツからノルウェーへのCO<sub>2</sub>輸送、圧入、貯留のためのインフラで協力している。
- ドイツのOGEによる新しい1,000 kmの陸上パイプライン・プロジェクトは、各産業とヴィルヘルムスハーフェン港を結ぶ予定である。

### 船舶輸送

船舶によるCO<sub>2</sub>輸送は、欧州における大規模なCCSの展開にとって極めて重要であり、欧州の排出事業者と恒久的なオフショア貯留の接続に柔軟性をもたらし、国境を越えたCO<sub>2</sub>輸送と国内プロジェクトの両方を可能にする。船舶によるCO<sub>2</sub>輸送は、EUレベルでも、欧州の持続可能な活動のための分類法（European Taxonomy for Sustainable Activities）でも、不可欠であると認識されている。また、オランダのSDE++補助金制度や英国のCCUSプログラムなど、国家レベルでも同様である。

ノルウェーのNorthern Lights CO<sub>2</sub>貯留プロジェクト、オランダのAramis CO<sub>2</sub>インフラプロジェクト、フランスのD'ArtagnanとGrand Ouest CO<sub>2</sub>プロジェクトには、CO<sub>2</sub>輸送のための船舶が含まれている。CO<sub>2</sub>の船舶輸送は、EUのPCIプログラムでも一般的なプロジェクト案として浮上しており、約15の輸出入ターミナルがPCIの説明で言及されている。



4.1 地域別の概要:アメリカ大陸

4.2 地域別の概要:アジア太平洋地域

4.3 地域別の概要:ヨーロッパと英国

4.4 地域別の概要: MENA

## 二国間協定

国境を越えた協力とCO<sub>2</sub>輸送を促進するため、欧州全土で協定、宣言、覚書のリストが作成されている。特に、デンマークとノルウェーは、欧州のCO<sub>2</sub>貯留ハブとしての地位を確立しようとしており、近隣諸国はCO<sub>2</sub>貯留の機会を求めてデンマークとノルウェーに注目している。表4.3-1は、欧州における現在の二国間協定のリストである。

表4.3-1: 欧州における現在の二国間協定のリスト

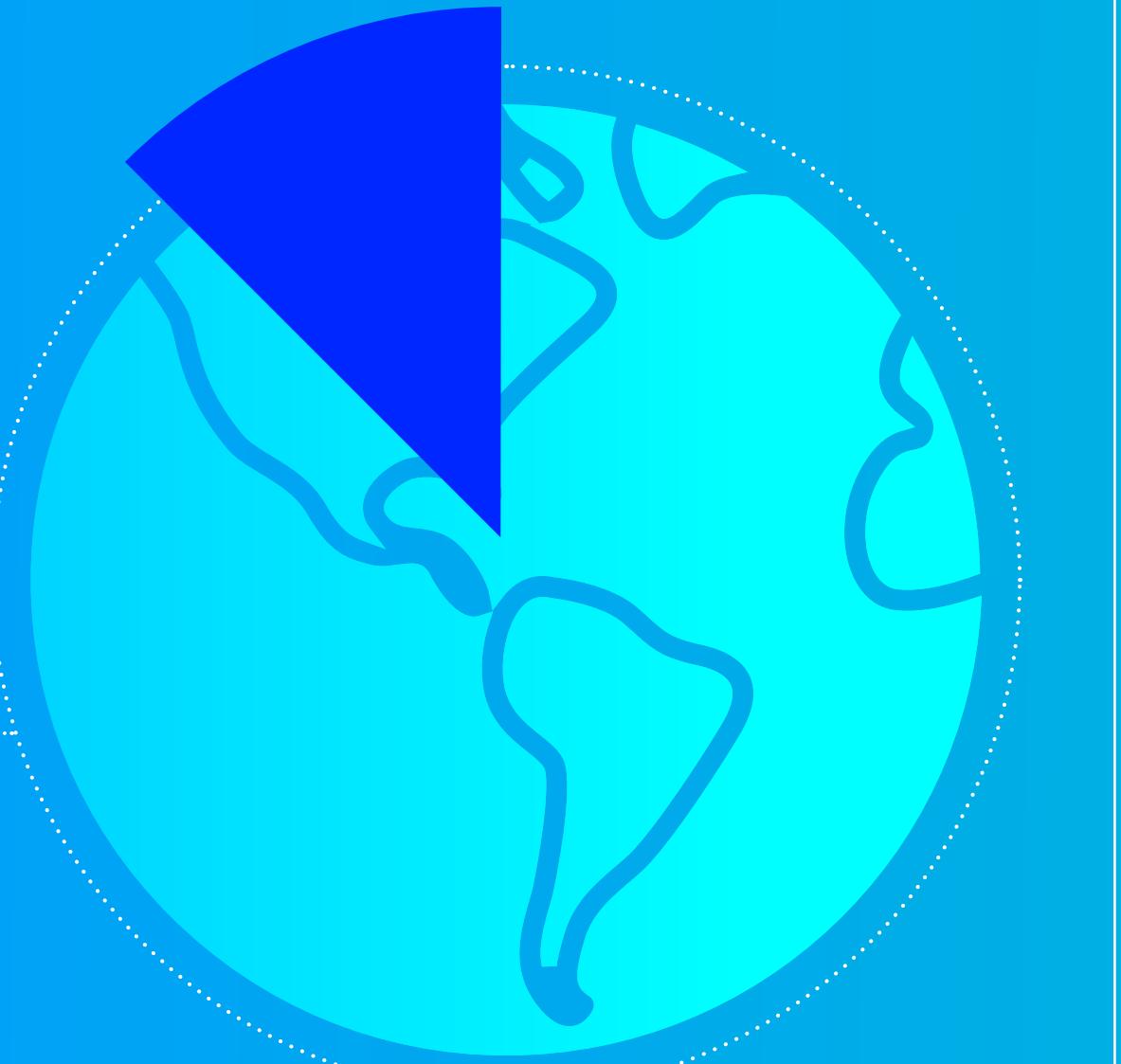
	ベルギー	デンマーク	フランス	ドイツ	アイスランド	オランダ	ノルウェー	スウェーデン	スイス	英国
ベルギー		覚書		協定		覚書	二国間協定のための交渉			
デンマーク	覚書			意思表明		覚書	覚書		覚書	
フランス						協約	趣意書			
ドイツ	協定	意思表明						協力宣言		
アイスランド									意思表明	
オランダ	覚書	覚書	協約				覚書		覚書	
ノルウェー	二国間協定のための交渉	覚書	趣意書	協力宣言		覚書		覚書	協力体制の模索	覚書
スウェーデン							覚書			
スイス					意思表明	覚書	協力体制の模索			
UK		—					—			

# 8%

この地域で操業中の回収能力は  
世界全体の8%程度を占める



19.5 Mtpa – カタール、サウジアラビア、アラブ首長国連邦、  
オマーンで開発中、建設中、操業中のCCSプロジェクトの  
合計回収能力。



## COP28

COP28の主催により、この地域の  
持続可能性への取り組みにスポット  
ライト - CCSの導入はさらに喫緊の  
課題となつたが、より魅力的な  
ものへ。



## 11 Mtpa

Saudi Aramcoは、2035年までに  
11 Mtpaの貯留を目標としている。

## 4.4 中東と アフリカ

### 概要

炭素回収貯留は、すでに中東・アフリカ地域で大きな存在感を示しており、現在は世界の稼働中の炭素回収能力の約8%を占めているが、いくつかの要素によってさらに飛躍成長する可能性を秘めている。

第一の要因は、気候変動に対処し、温室効果ガス排出量を削減することが急務であるとの認識が高まっていることである。アラブ首長国連邦(UAE)とサウジアラビアは、それぞれ2050年と2060年のネットゼロ目標を発表し、強いコミットメントを表明した。これらの野心的な目標は、低炭素の未来へ移行するためのロードマップを提供することでCCS技術の採用を加速させる触媒の役割を果たしている。

第二の要因は、輸出市場としての低炭素水素の出現である。豊富な天然ガス、地質学的貯留資源、再生可能エネルギー、そしてエネルギー分野における既存の専門知識を持つ中東・アフリカ地域は、クリーン水素に対する世界的な需要の高まりに対応できる好位置にある。CCSを活用し、水素製造から排出される炭素を回収・貯留することで、中東・アフリカ地域は低炭素水素を迅速に商業規模で供給し、経済成長と持続可能性を同時に促進することができる。

また、この地域では、クリーンで競争力のある成長を促進するため、産業の多角化にも力を入れている。この多様化戦略には、既存産業の二酸化炭素排出量を削減することと、持続可能性の目標に沿った新しい分野を開発することが含まれる。サウジアラビアが主導する中東グリーン・イニシアチブのような、環境保全の強化と持続可能な開発の促進を目指す地域イニシアチブも発足している。

Saudi Aramcoのような企業は、事業の持続可能性を重視しており、CCSへのコミットメントをまとめた包括的な持続可能性報告書を発行している。同報告書では、2035年までに年間1,100万トンのCO<sub>2</sub>を削減する目標が掲げられている。また、官民のステークホルダーを集め、複数の産業間でCCS付きバイオマス発電（BECCS）やその他の脱炭素ソリューションの展開を加速させる「産業脱炭素化アライアンス（Alliance for Industry Decarbonization）（AFID）」などの共同の取り組みも進めている。

有利な条件、強力なコミットメント、包括的なイニシアチブにより、中東・北アフリカ地域は、CCSの導入を大幅に拡大し、世界の脱炭素化の取り組みにおいて中心的な役割を果たし、持続可能で低炭素な未来に貢献する好位置にある。

## 政策

化石燃料による電力生産から排出されるCO<sub>2</sub>を削減する目的で、多くの国々が発電インフラにCCS技術を積極的に組み込むとしているため、電力部門におけるCCSの導入に対する関心がこの地域で高まっている。

さらに、CCSは持続可能な開発と経済の多様化を重視す

るこの地域の流れにも沿っている。CCSインフラに投資することで、中東とアフリカは、気候変動緩和のための世界的な取り組みのリーダーとして自らを位置づけることができる。これらの行動は、自国産業の持続可能性と競争力を確保しつつ、気候変動問題にも取り組もうとする決意の表れである。

これと並行して、CCSプロジェクトやカーボン・オフセット・メカニズムを推進するこの地域の自主的な炭素市場イニシアチブは、気候変動問題への地域のコミットメントをさらに強化するものである。これらのイニシアチブは、企業や組織が自主的に規制要件を遵守し、気候変動緩和活動に積極的に参加する機会となっている。

## プロジェクト

中東とアフリカにおけるCCSプロジェクト（開発中、建設中、操業中）は、カタール、サウジアラビア、UAE、オマーンにあり、合計で19.5 MtpaのCO<sub>2</sub>回収能力がある。

カタールでは、Qatar GasがRas Laffanガス液化プラントから2.1 MtpaのCO<sub>2</sub>を回収しており、世界最大の液化天然ガス（LNG）プロジェクトであるノースフィールド拡張の発表を受けて、2025年までに回収率を5 Mtpaに引き上げる計画である。サウジアラビアでは、Saudi AramcoがHawiyah天然ガス液化プラントで0.8 MtpaのCO<sub>2</sub>を回収し、回収したCO<sub>2</sub>をウスマニヤ油田での石油増進回収（EOR）の実行可能性を実証するために利用している。

サウジアラビアのアル・ジュバイルCCUS産業ハブは、Saudi Aramco、SLB、Lindeの協力により、産業施設から排出されるCO<sub>2</sub>を回収・貯留することを目的としてお

り、2027年までに9 Mtpa、2035年までに44 MtpaのCO<sub>2</sub>回収を目指している。同地域初のこのハブは、CCSに対するサウジアラビアのコミットメントの象徴であるとともに、持続可能な開発を促進し、気候変動緩和へのコミットメントを実現するものである。

UAEでは、ADNOCのCCSプロジェクトが複数のフェーズで実施されており、フェーズIとしてアブダビのAl Reyadah the Emirates Steel工場で0.8 MtpaのCO<sub>2</sub>が回収された。ADNOCは、Shah酸性ガス工場（2.3 Mtpa）およびHabshan-Babガス処理施設（1.9 Mtpa）を供給源として、2030年までにフェーズIIおよびフェーズIIIで約5 MtpaのCO<sub>2</sub>を回収すると推定している。

また、この地域には2つのCO<sub>2</sub>利用施設がある。サウジ基礎産業公社は、ジュベイルのエチレン工場で0.5 MtpaのCO<sub>2</sub>を回収し、メタノールと尿素の生産に利用している。カタール燃料添加会社は、メタノール精製工場で0.2 MtpaのCO<sub>2</sub>を回収している。

さらに小規模なCCSのイニシアチブやプロジェクトがあることは注目に値する。ADNOCは、初のCO<sub>2</sub>隔離圧入プロジェクトを発表し、44.01と提携してCO<sub>2</sub>を鉱物化技術によって岩石に変えることを計画している。アブドラ王立科学技術大学（King Abdullah University of Science and Technology）、ENOWA、NEOMのエネルギー・水会社（Energy & Water company）、サウジ電力会社（Saudi Electricity Company）は協力し合い、1日あたり30トンのCO<sub>2</sub>を回収する低温炭素回収技術のパイロット・プロジェクトを実施している。

さらに、サウジアラビア鉱業会社（Maaden）は、ラス・アル・カイールにあるリン鉱石コンプレックスに新しいCO<sub>2</sub>プラントを建設・運営し、Maadenの3つのアンモ

ニアプラントから排出される年間30万トンのCO<sub>2</sub>を回収する契約をGulf Cryoと締結した。

Qatar Gasは、Ras Laffanガス液化プラントから2.1 MtpaのCO<sub>2</sub>を回収しており、2025年までに回収量を5 Mtpaに引き上げる計画である。

4.1 地域別の概要:アメリカ大陸

4.2 地域別の概要:アジア太平洋地域

4.3 地域別の概要:ヨーロッパと英国

4.4 地域別の概要: MENA

エジプトは、塩水帯水層に大量の貯留が可能なオンショアサイトを有しており、コストのかかるオフショアインフラに依存せずにCO<sub>2</sub>を貯留できる。

さらに、サウジアラビア鉱業会社 (Maaden) は、ラス・アル・カイールにあるリン鉱石コンプレックスに新しいCO<sub>2</sub>プラントを建設して操業し、Maadenの3つのアンモニアプラントから排出される年間30万トンのCO<sub>2</sub>を回収する契約をGulf Cryoと締結した。

CCUSハブの展開に大きな関心が集まっている。インスティテュートは、石油・ガス気候イニシアチブ (Oil and Gas Climate Initiative) (OGCI) の支援を受けて、産業界のCO<sub>2</sub>排出量を削減するCCSハブを開発するにあたり、エジプトの潜在的 possibility を調査する研究を実施した。この研究では、政策、規制、貯留能力、経済性、ハブの可能性など、あらゆる要素を調査対象とした。この研究によると、エジプトには大規模なCCSプロジェクトを開拓できる潜在的 possibility があり、CO<sub>2</sub>排出量を削減し、クリーン水素製造を含む低排出産業の発展を支援することができると結論づけられた。

エジプトは、塩水帯水層に大量の貯留が可能なオンショアサイトを有しており、コストのかかるオフショアインフラに依存せずにCO<sub>2</sub>を貯留できる。

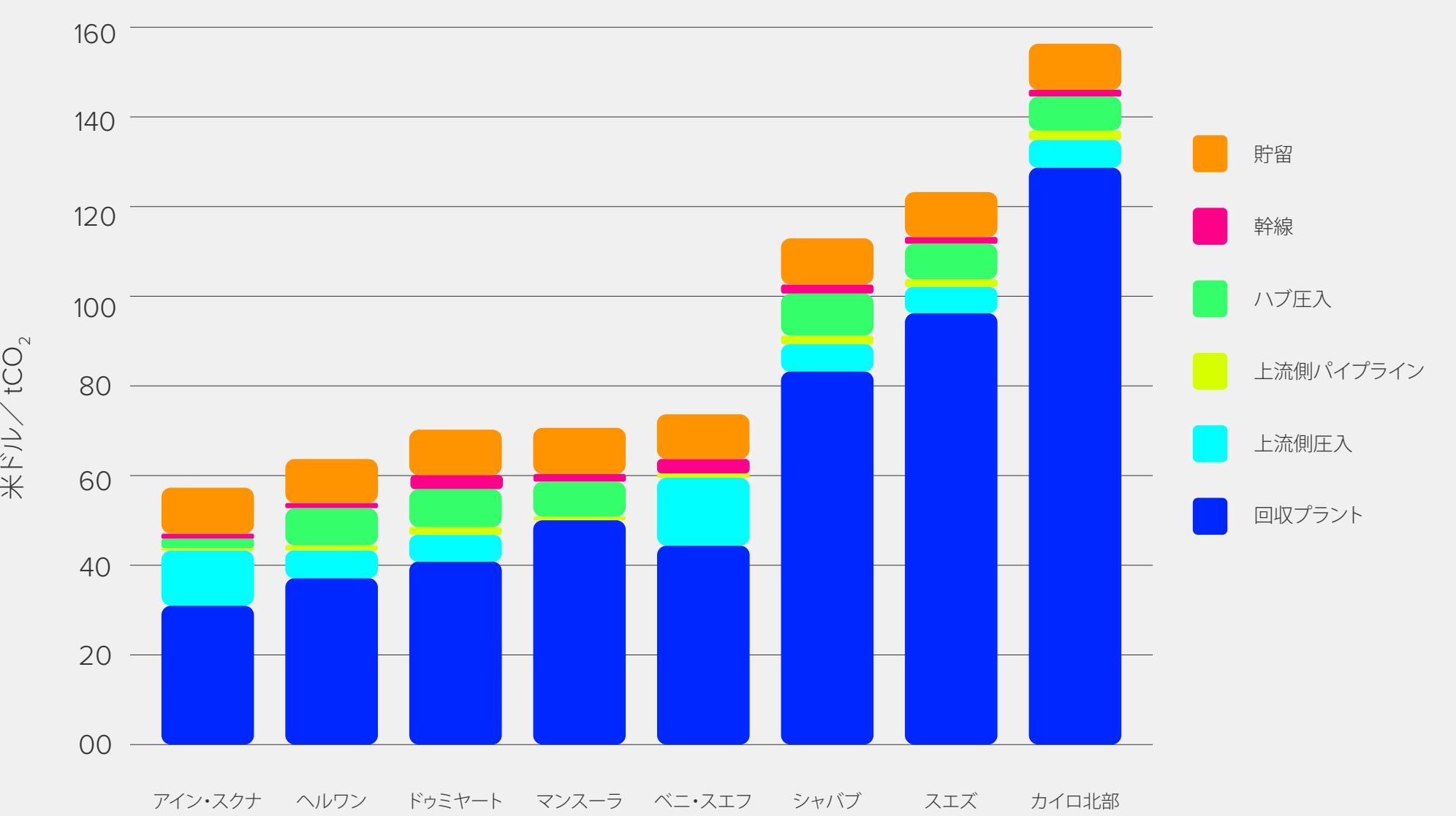
CCSハブは、エジプトの気候変動へのコミットメントを大幅に強化し、最終的に100 MtpaのCO<sub>2</sub>削減に貢献する。つまり、エジプトの排出量は、NDCと気候戦略で表明された目標からさらに25%削減され、長期的なパリ協定の目標に完全に適合するCO<sub>2</sub>削減への道のりに大きく近づく。

CCSハブ・インフラは、2030年頃に稼働を開始する予定の再生可能水素に関するエジプトの野心的な計画に加え、クリーン水素の開発にも役立つ。例えば、セメント生産で発生するCO<sub>2</sub>を回収・貯留することで、EUなどへの低炭素セメント輸出が可能になる。

既存のインフラを利用するパイプライン輸送モデルと、圧入サイトの近くに貯留する地域ハブモデルという、2つのCCSハブモデルが検討された。パイプラインCCSハブのコストは、CO<sub>2</sub>トン当たり85米ドルと見積もられた。一方、地域CCSハブのコストは、CO<sub>2</sub>トン当たり53～150米ドルであり、少ないパイプラインで圧入コストが低いという潜在的な利点が判明した（図4.4-1）。これらは、CO<sub>2</sub>回収、圧入輸送、地層貯留というCCSバリューチェーン全体を網羅したコストである。

CCSハブの一部であるディムヤートでのクリーン水素製造コストは、1 kg当たり2.25米ドル強と見積もられた。設備投資、電力、CO<sub>2</sub>圧入のコストを下げれば、水素製造コストをさらに下げることができる。加えて、この分析では、CO<sub>2</sub>排出を効果的に管理し、同国のネットゼロ戦略を支援するためには、エジプトにおけるCCSプロジェクトの早期開発と支援政策がいかに重要であるかが強調された。

表4.4-1: エジプト地域のCCSハブにおけるCCSバリューチェーンの各コンポーネントのCO<sub>2</sub>トン当たりの平準化コスト



4.1 地域別の概要:アメリカ大陸

4.2 地域別の概要:アジア太平洋地域

4.3 地域別の概要:ヨーロッパと英国

4.4 地域別の概要:MENA

## 今後の見通し

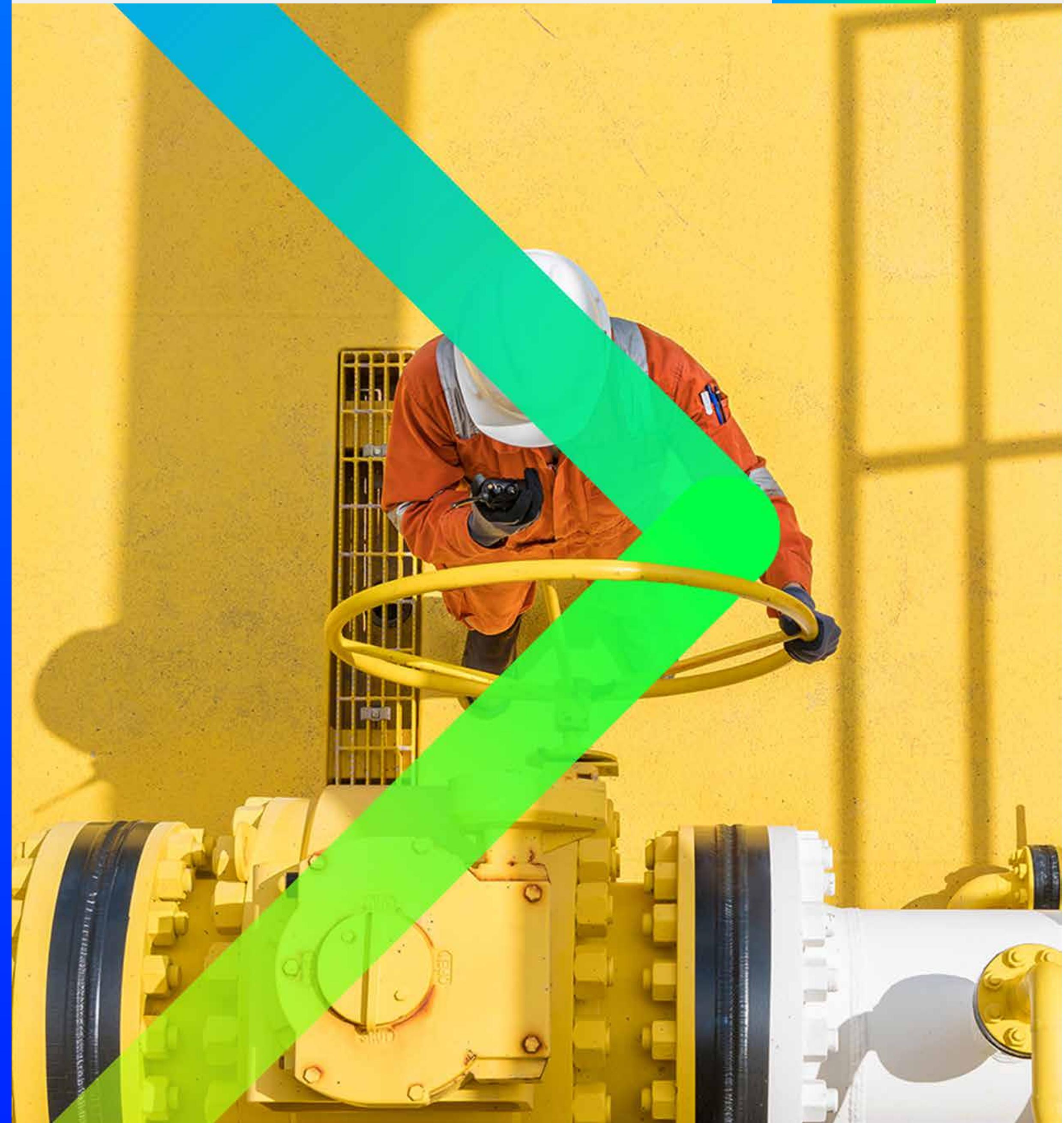
地理的位置や豊富な機会など、いくつかの要因によって中東・アフリカ地域ではCCSが前向きに捉えられている。2023年にCOP28が開催されるこの地域は、気候変動への取り組み方や、世界の排出削減目標の達成にCCSがどれほど重要な役割を果たすかを世界に見せつける機会を得ている。

この地域におけるインスティテュートの活動により、CCSの勢いがさらに増した。新事務所の設立、新規会員の獲得、UAEで開催されたMENA地域CCSフォーラムと会員会議の成功は、今後協力体制が進展していく兆しといえる。主要なステークホルダーと業界関係者が関与しており、この地域がCCSを重要な解決策として受け入れる体制ができているといえる。

短期的には、CCSプロジェクト活動が普及するとの予想が共有されている。気候変動緩和の緊急性は、この地域の豊富な資源と炭素集約型産業と相まって、CCS技術とインフラへの投資のインセンティブとなっている。

さらに、中東・アフリカ地域でCCSを導入する際の技術的選択肢はかなり広範にわたる。天然ガス田や産業クラスターなど、既存のインフラを活用することで、排出された大量のCO<sub>2</sub>を回収・貯留することが可能な統合型CCSプロジェクトの基盤となる。

COP28の開催に向け、中東・アフリカ地域の持続可能性への取り組みに注目が集まっている、CCSの導入が急務かつ魅力的な提案となっている。



5.1ネットゼロ世界におけるCCSの価値 5.2クリーンアンモニアの潜在的価値に注目する投資家たち 5.3 CCSのビジネスモデルと動向 5.4世界の輸送方法 5.5長期的責任の管理 5.6貯留資源の開発の進捗状況

# 5.0 分析

## 5.1 ネットゼロ世界における CCSの価値

CCSは、ネットゼロ気候目標を達成するために不可欠である。国際エネルギー機関 (IEA) によると、「CCUSなしには、ネットゼロ目標の達成は事実上不可能」である。しかし、CCSのコストについてこれまで多くのことが書かれてきたが、これらの目標達成におけるCCSの価値を定量化した文献は限られている。

CCSの価値を探る最近の論文もいくつかある。GanzerとDowellは、産業と電力部門におけるCCSは、生産を海外に移し、CCSを導入しない場合と比較して、英国におけるGVA (Gross Value Added: 粗付加価値) の経済生産性を大幅に向上させることを明らかにした。Sabavetiらによる別の論文では、橋の建設に必要な材料のバリューチェーンにCCSをどのように利用できるかが検討され、CCSによる橋のコスト増はわずか1%でありながら、バリューチェーン全体の排出量を51%削減できることが明らかになった。

しかし、エネルギーシステム全体に対するCCSの価値を評価しようとする研究はほとんどない。

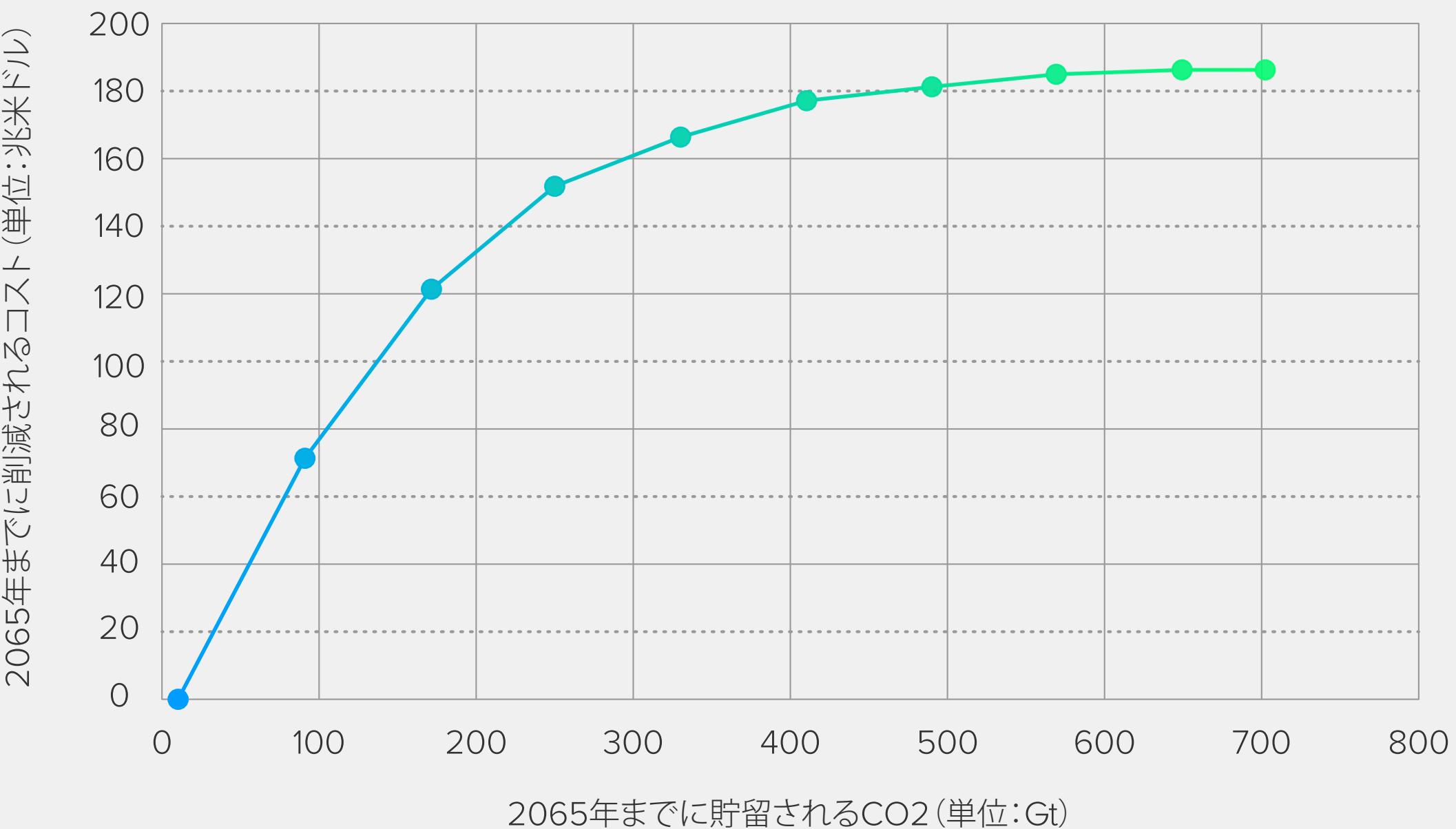
2014年、エネルギー・モデリング・フォーラム27 (EMF27) は、CCSの有無のシナリオを含む450ppmに到達するための一連のモデリング・シナリオを実施した。この結果は、2014年4月発行の『Climatic Change』特別号第123巻第3～4号に収録されている。

IPCC AR5でこれらのシナリオの分析が行われ、CCSなしの場合、450ppm達成のコストはCCSありの450ppm達成よりも138% (29%～297%の範囲) 高くなると結論づけられた。

インスティテュートは、世界経済ネットゼロ最適化 (Global Economic Net Zero Optimisation) (GENZO) モデルを作成した。GENZOは、23の地域およびゼロ排出と低炭素排出の技術オプション一式を備えた世界のエネルギーシステムを網羅したモデルである。GENZOモデルの説明は[こちら](#)。

CCSの世界的な価値に対する考察をまとめたGENZOの結果をここに発表する。誓約されたネットゼロ目標を含むこのモデルのデフォルトの仮定を元に、化石CCS、BECCS、DACCsによる2065年までのCO<sub>2</sub>の最適貯留量は累積703 Gtであることが分かった。化石CCSには、バイオマスとは違い、化石燃料による燃焼および処理過程で排出されるCO<sub>2</sub>が含まれる。また、このモデルがネットゼロ目標を達成するためのCO<sub>2</sub>累積貯留量の絶対最小値は10 Gtである。

表5.1-1: 2065年まで累積してCO<sub>2</sub>を貯留 (単位: Gt) することで削減される合計エネルギーシステムコスト



興味深いことに、わずか10 GtのCO<sub>2</sub>を貯留して気候目標を達成するためには、BECCSとDACCsによりさらに28 GtのCO<sub>2</sub>を回収し、炭素排出量ネットゼロの合成燃料を製造する必要がある。その上でエネルギーシステムの総コストがどのように変化するか理解するために、累積CO<sub>2</sub>貯留量を最適値と最小値の間で段階的に調整している。これらのシナリオは、地域で排出削減クレジットが取引できると仮定している。

またこのモデルは、コスト削減につながるのであれば、CO<sub>2</sub>を輸送し、他の地域に貯留することも検討している。CO<sub>2</sub>貯留制限のあるシナリオでは、GENZOは許容された量のCO<sub>2</sub>を貯留するのに最適な時期と地域を特定している。GENZOから、CCSが大幅なコスト削減をもたらすことが分かった（図 5.1-2）。

CO<sub>2</sub>貯留量を最小値の10 Gtから増やしていくと、大幅にコストを削減できる。10 Gtから90 Gtまでは、すべてのCCS関連コストを考慮した上で、1 GtのCO<sub>2</sub>を貯留するごとに8,860億米ドル（1トンのCO<sub>2</sub>貯留につき866米ドル）の節約になる。制約付きCCS導入シナリオである330 Gtから410 GtのCO<sub>2</sub>の貯留では、貯留量1 Gt追加あたり1,350億米ドル（CO<sub>2</sub>貯留量1トンあたり1,350米ドル）の節約が見込まれる。一方、制約付きCCS導入シナリオ（410 GtのCO<sub>2</sub>貯留）では、コスト削減ポテンシャルは、最適CCSシナリオ（703 GtのCO<sub>2</sub>貯留）の95%である。650 GtのCO<sub>2</sub>貯留から703 GtのCO<sub>2</sub>貯留に移行する時点では、限界貯留量は追加貯留量1 Gtあたり100億米ドル（CO<sub>2</sub>貯留量1トンあたり10米ドル）を下回る。

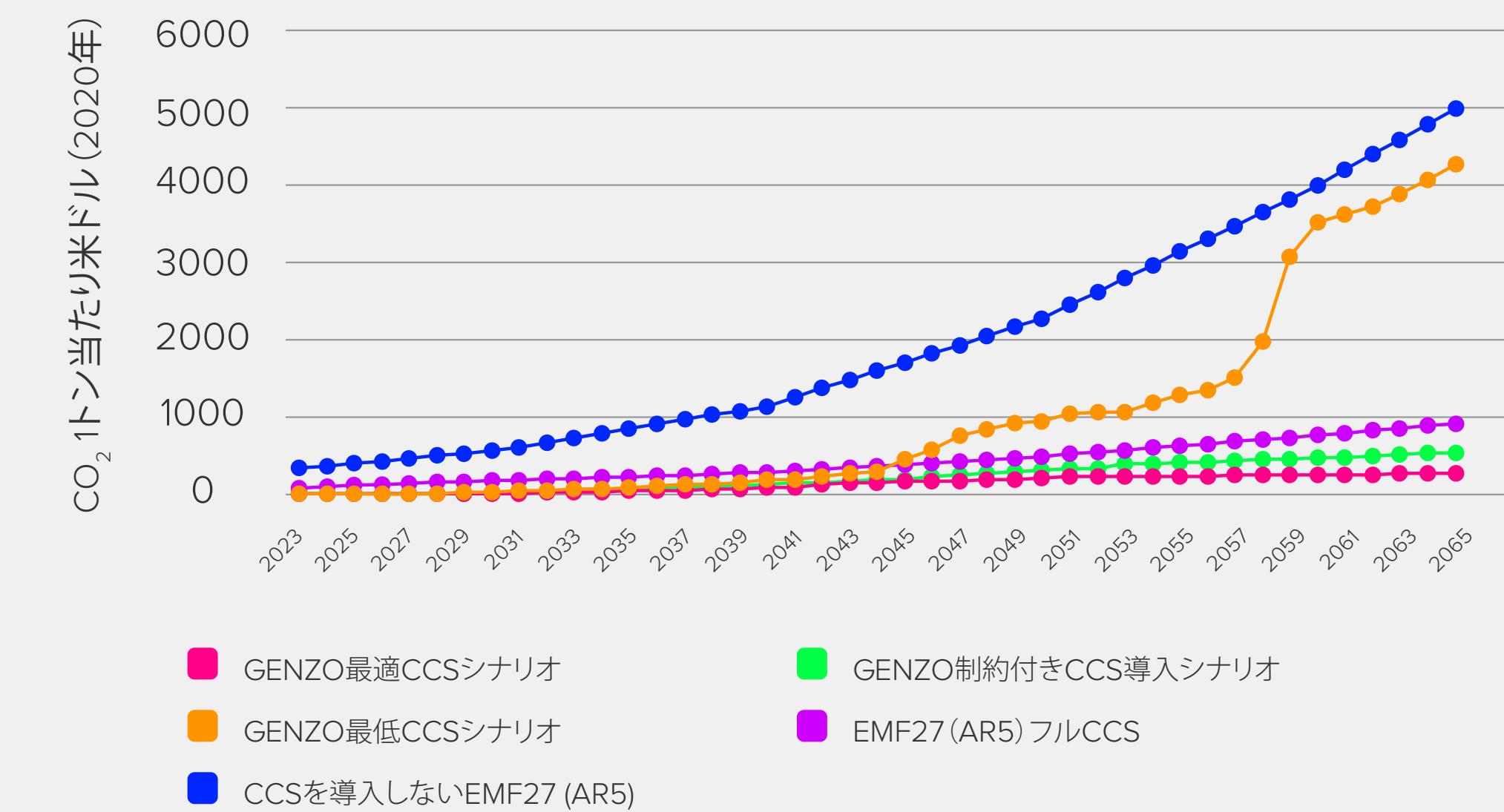
2030年のCO<sub>2</sub>年間回収量は、最小シナリオで40 Mt、制約付き導入シナリオで1.07 Gt、最適CCSシナリオで2.5 Gtである。2050年の年間CO<sub>2</sub>回収量は、それぞれ80 Mt、12.8 Gt、24.5 Gtであり、2065年には、それぞれ1.5 Gt、22.3 Gt、35 Gtとなる。

図2に、最小シナリオ、制約付き導入シナリオ、最適CCSシナリオのCO<sub>2</sub>価格を示す。これは、各シナリオで利用可能な技術の組み合わせを考慮し、ネットゼロのコミットメントを実現するために必要となる価格である。また、参考のため、インフレ調整後のCO<sub>2</sub>価格もプロットした。価格は、Budinisらの2018年の分析を元に、EMF27のCCSありシナリオとCCSなしシナリオの平均から求めたものである。CCSをフルに使用したEMF27シナリオで2065年までに貯留されるCO<sub>2</sub>は465 Gtと推定される。

EMF27のシナリオはほぼ10年前のものであり、それ以降、直接空気回収など多くの低炭素技術やCCS技術に大きな進展があった。GENZO最適CCSシナリオは、CO<sub>2</sub>価格に実質的な上限を設ける際に重要な役割を果たす。またEMF27のシナリオでは450ppmの気候目標を用いている一方で、GENZO最適CCSシナリオは誓約されたネットゼロ目標に基づいている。それにも関わらず、結果として得られるCO<sub>2</sub>価格はよく一致している。CCSは、厳しいネットゼロ目標を達成すると同時に、CO<sub>2</sub>価格を下げるのに有用であることは明らかである。

この分析から、気候目標を達成するためには、少なくとも10 GtのCO<sub>2</sub>を回収・貯留する必要がある（さらに、DACCsとBECCSを用いて合成燃料を製造して28 GtのCO<sub>2</sub>を回収する必要がある）と結論づけることができる。最適な貯留レベルまでは、回収・貯留できるCO<sub>2</sub>が多け

表5.1-2：GENZOと他のモデリングなどさまざまなCO<sub>2</sub>貯留レベルにおける世界のCO<sub>2</sub>価格



れば多いほど、気候目標を達成するための総コストは低くなる。GENZOモデルの仮定に基づくと、703 GtのCO<sub>2</sub>が最適なCO<sub>2</sub>貯留レベルであるが、たとえ最適レベルの半分強に満たなかったとしても（410 GtのCO<sub>2</sub>）、現在から2065年までの間に約180兆米ドルに相当する95%のコスト削減を達成できる可能性がある。

米国、カナダ、ノルウェー、英国、オランダなど、さまざまな管轄区域におけるCCSの政府支援は、1トン当たり一般的に70～90米ドルと、かなりの規模であるが、大規模なCO<sub>2</sub>貯留の最初の1トンを促進する上で、これ

らの政策が生み出す価値はそのコストの何倍にもなり、CCS政策支援は気候目標を達成するために不可欠であるだけでなく、非常に費用対効果の高いものとなっている。

## 5.2 CCSへの投資を 促進する要素

CCSをはじめとする気候変動緩和技術への投資は、主に政府の政策と規制によって推進される。利用可能な政策手段は十分に確立されており、さまざまな管轄区域で程度の差こそあれ実施されている。これらはすべて、気候変動緩和への投資から経済的価値を生み出すためのものであり、以下のような大まかなカテゴリーに分類される。

- ・ 排出権取引制度（キャップ・アンド・トレード、カーボン・オフセット、ベースライン・カーボン・クレジット）。
- ・ 炭素税
- ・ 税額控除、融資、助成金、融資保証などの直接または間接的な補助金
- ・ 段階的な排出量削減を義務付ける指揮統制メカニズム

これらのメカニズムはすべて、適切に設計されればCCSの需要を促進する可能性を秘めている。

最近、世界各地でCCSプロジェクトの投資可能性を大幅に改善する政策がいくつか進展している。米国では2022年にインフレ抑制法（IRA）、2021年に超党派インフラ法が公布され、欧州ではFit for 55パッケージによってEU排出量取引制度が変更された。

的を絞った政策がCCSへの投資をどのように支援するか説明するために、このセクションでは、米国におけるクリーンアンモニア／水素製造のケーススタディを手短に紹介する。

表5.2-1: CCS需要を促進する政策



5.1ネットゼロ世界におけるCCSの価値

5.2クリーンアンモニアの潜在的価値に注目する投資家たち

5.3 CCSのビジネスモデルと動向

5.4世界の輸送方法

5.5長期的責任の管理

5.6貯留資源の開発の進捗状況

## 米国メキシコ湾岸のクリーンアンモニア／水素製造

発電所の石炭やLNGの代替燃料として、また海運の補給用燃料として、今後、水素、アンモニア、メタノールのような低炭素のエネルギー担体の世界的な需要の伸びが予想され、大きな市場を形成する可能性がある。

2022年、LNGの世界の取引量は4億900万トン、世界のバンカー燃料需要は1億3560万トンだった。これらの燃料の現在の需要のわずか10%しか代替できず、従来の天然ガスや石炭を含めない場合、130 Mtpa以上の低炭素アンモニアの製造が必要となる。現在製造されているアンモニア（2022年に1億9,500万トン、その80%を肥料に使用）をクリーンアンモニアに置き換えれば、需要はさらに増えるだろう。

日本と韓国はすでに、クリーンアンモニアやクリーン水素のサプライチェーンの構築を積極的に検討しており、欧州の需要は炭素価格の上昇によって牽引される可能性が高い。この単純な分析に基づくと、クリーンアンモニアの需要は、10年以内にゆうに年間数千万トンに達する可能性がある。

米国には、クリーンアンモニア／水素製造の急速な成長を支えるのに必要な生産要素と、政策・規制環境の両方がある。特に米国メキシコ湾岸には、CO<sub>2</sub>の良質な地層貯留資源に近接した豊富な天然ガス資源がある。他にも、港湾やその他の重要なインフラ、大規模な既存の石油化学産業、熟練した労働力もある。

2022年のIRA公布後、CO<sub>2</sub>の地層貯留に対する税額控除が12年間にわたって1トン当たり85米ドルに引き上げられ、低炭素水素製造に対する税額控除が新たに導入された。水素税額控除の額は、水素製造の排出原単位によって異なり、10年間の排出原単位が0.45kg CO<sub>2</sub>/kg H<sub>2</sub>未満の場合、最高額は水素1 kgあたり3米ドルである。プロジェクトはどちらか一方のクレジットを申請できるが、両方を申請することはできない。IRAには、研究開発や設備投資に対する他の重要な財政支援制度もあり、その中には3,000億米ドルを超える融資や融資保証制度も含まれる。

このような生産、的を絞った効果的な政策、そして将来の手堅い需要という要因により、米国メキシコ湾岸では、アンモニアの総生産能力30 Mtpa以上のクリーンアンモニア／水素プロジェクトが発表された（表5.2-2）。

表5.2-2：メキシコ湾岸で計画されているクリーン水素／アンモニア・プロジェクト

施設	製品	容量(NH <sub>3</sub> ) Mt／年	操業開始目標
CF Industries Blue Point*	クリーンアンモニア	1.2	2030
CF Industries Donaldsonville	クリーンアンモニア	1.2	2025
Linde Beaumont 水素プラント	クリーンアンモニア	1.1	2025
Yara Hydrogen Texas	クリーンアンモニア	1.4	2027
Clean Hydrogen Works Ascension Clean Energy	クリーンアンモニア	7.2	2027
RWE Lotte Blue Ammonia Corpus Christi*	クリーンアンモニア	10	2030
Grannus Blue	クリーンアンモニア	0.15	2027
Air Products and Chemical Louisiana Clean Energy Complex	クリーン水素／アンモニア	1.4	2026
ExxonMobil Baytown Low Carbon Hydrogen	クリーン水素／アンモニア	6	2027
St. Charles Clean Fuels Hydrogen Louisiana	クリーンアンモニア	5	2027
合計		34.65	

出典: GCCSI分析

\*これらの施設は「発表」の段階であり、本報告書の別のページで言及されている施設統計には反映されておらず、施設リストにも含まれていない。

5.1ネットゼロ世界におけるCCSの価値

5.2クリーンアンモニアの潜在的価値に注目する投資家たち

5.3 CCSのビジネスモデルと動向

5.4世界の輸送方法

5.5長期的責任の管理

5.6貯留資源の開発の進捗状況

## 財務分析

以下の分析では、欧州に輸出するクリーンアンモニア製造施設を想定し、その年間投資収益率を算出している。この分析には多くの単純化された仮定が必要であり、あくまで指標であって確定的なものではなく、投資アドバイスとしないこと。

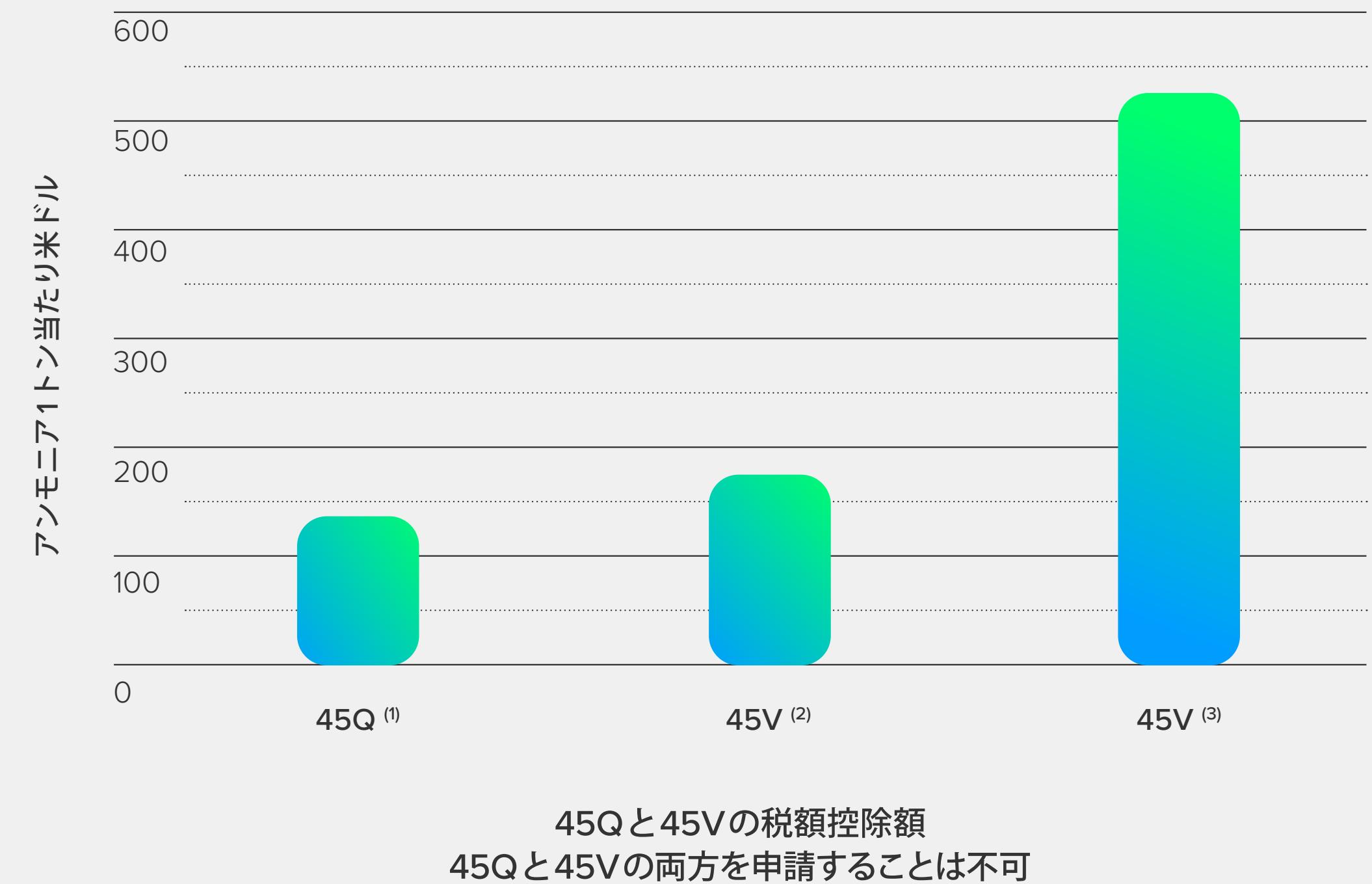
45Q税額控除は、CO<sub>2</sub>の回収・地層貯留を1トン当たり85米ドルで12年間、事実上補助するもので、最初の5年間は直接支払いとなる。またクリーン水素を製造するライフサイクルで排出されるCO<sub>2</sub>に応じてさまざまな税率が適用される。この分析を想定し、炭素含有量が水素1kgあたり0.45 kgから1.5 kgのCO<sub>2</sub>であれば、水素1kgあたり1米ドルである。一方で、水素1kgあたりのライフサイクルCO<sub>2</sub>排出原単位が0.45 kg未満の水素の場合、補助金は3倍の水素1kgあたり3米ドルになる。

クリーン水素／アンモニアの生産者は、回収・貯留されたCO<sub>2</sub>に対する45Q税額控除か、生産された水素1kg当たりの45V税額控除のいずれかを申請できるが、両方を申請することはできない。

図5.2-3は、アンモニア生産量1トン当たりの補助金の額を示している。

クリーンアンモニアの販売価格は多くの要因に左右される。この分析では、エネルギーベースでLNGまたはバンカーと同等の価格を想定し、利用時のCO<sub>2</sub>排出量をEU ETS価格 (CO<sub>2</sub>トン当たり91ユーロ) で補正した。アンモニアの燃焼でCO<sub>2</sub>は排出されないため、クリーンアンモニアの価格は上昇することが想定される。比較のため、次ページの図5.2-4に、2023年6月のPlatts米国メキシコ湾岸CFRブルーアンモニアの先物価格平均を示す。

表5.2-3：アンモニア1トン当たりの45Q、45V税額控除額



1 回収・貯留されたCO<sub>2</sub>トン当たり85米ドルの45Q連邦税額控除に基づいている。回収・貯留されたCO<sub>2</sub>のアンモニアへの変換は、アンモニアと回収されたCO<sub>2</sub>の比率1:1.6に基づいている。

2 水素1kgあたりのCO<sub>2</sub>含有量が0.45～1.5 kgの場合、水素1kg当たり1米ドルの45V連邦税額控除に基づいている。

3 水素1kgあたりのCO<sub>2</sub>含有量が0.45 kg未満の場合、水素1kgあたり3米ドルの45V連邦税額控除に基づいている。

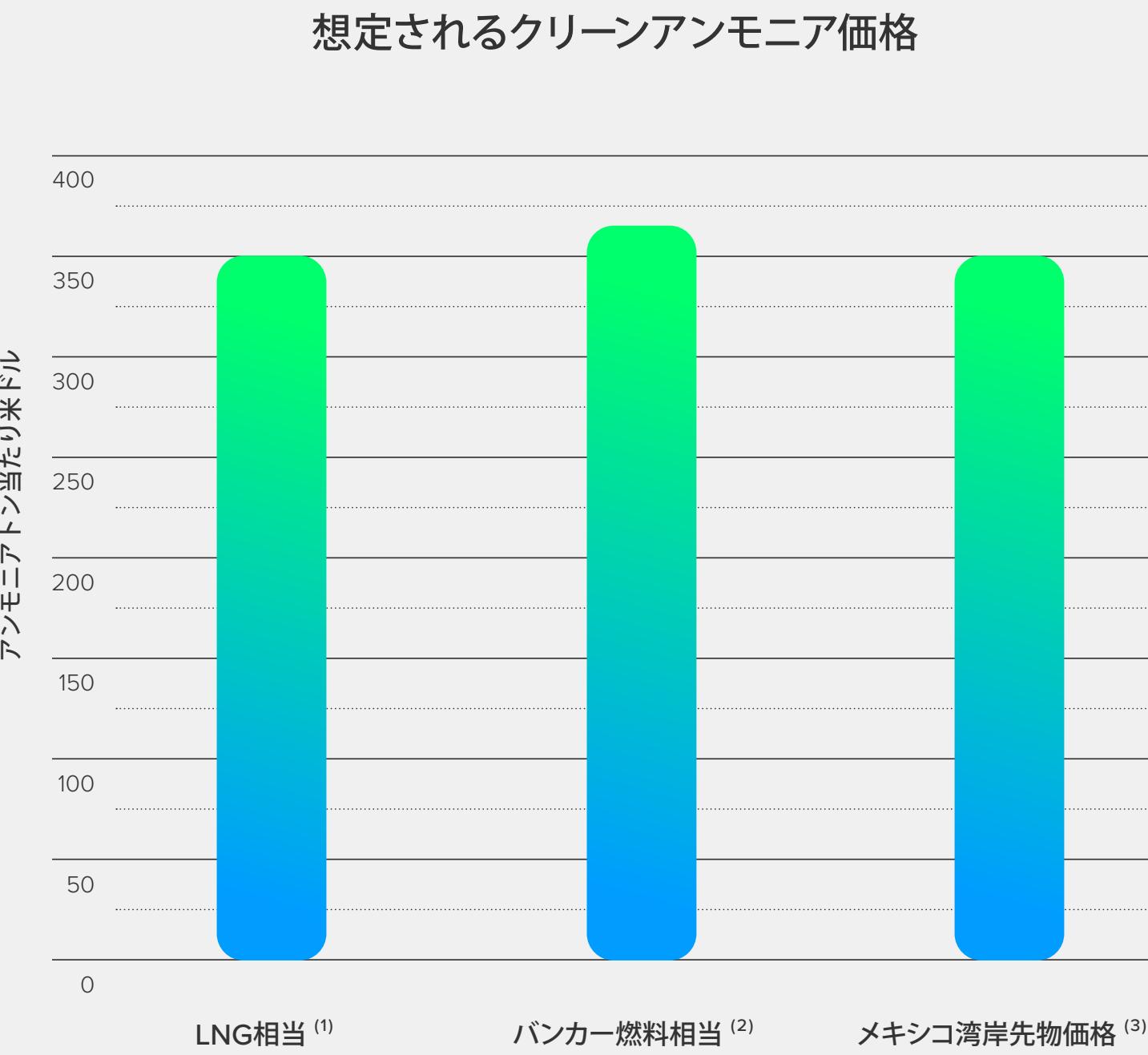
クリーン水素の排出原単位が 0.45 kg から 1.5 kg CO<sub>2</sub>/kg の間で、水素 1 kg あたり 1 米ドルの補助金と、上記で算出した潜在的な価格を想定すると、欧州でのクリーンアンモニアの販売はトン当たり 530 ~ 550 米ドルの総収益を生み出す可能性がある。

この収益は、トン当たり約 240 米ドルと推定される生産と輸送の運用コストと比較すると魅力的であると考えられる（図 5.2-4）。

クリーンアンモニア・プロジェクト開発中の企業の発表によると、アンモニア生産能力 1 トン当たりの設備投資費は 1,400 ~ 2,100 米ドルである。これらの前提に基づき、経済的耐用年数を 25 年、税額控除を 10 年とした場合の税引き前内部収益率は 10.2% ~ 17.4% と見積もられる。

この単純な分析により、政策がいかにして CCS への投資のインセンティブになり得るかがわかる。この例では、米国での生産補助金と欧州での炭素価格、アジアでの需要支援が組み合わされ、安定した投資収益につながっている。もちろん、これは多くの単純化された仮定に基づくケーススタディであるが、米国メキシコ湾岸でのクリーン水素／アンモニア生産への資本流入は、CCS が不可欠な要素となっているこれらのプロジェクトの投資家が安定したリターンが得られるという結論を裏付けるものである。

表 5.2-4 : LNG 相当およびバンカー燃料相当で換算したアンモニア価格想定

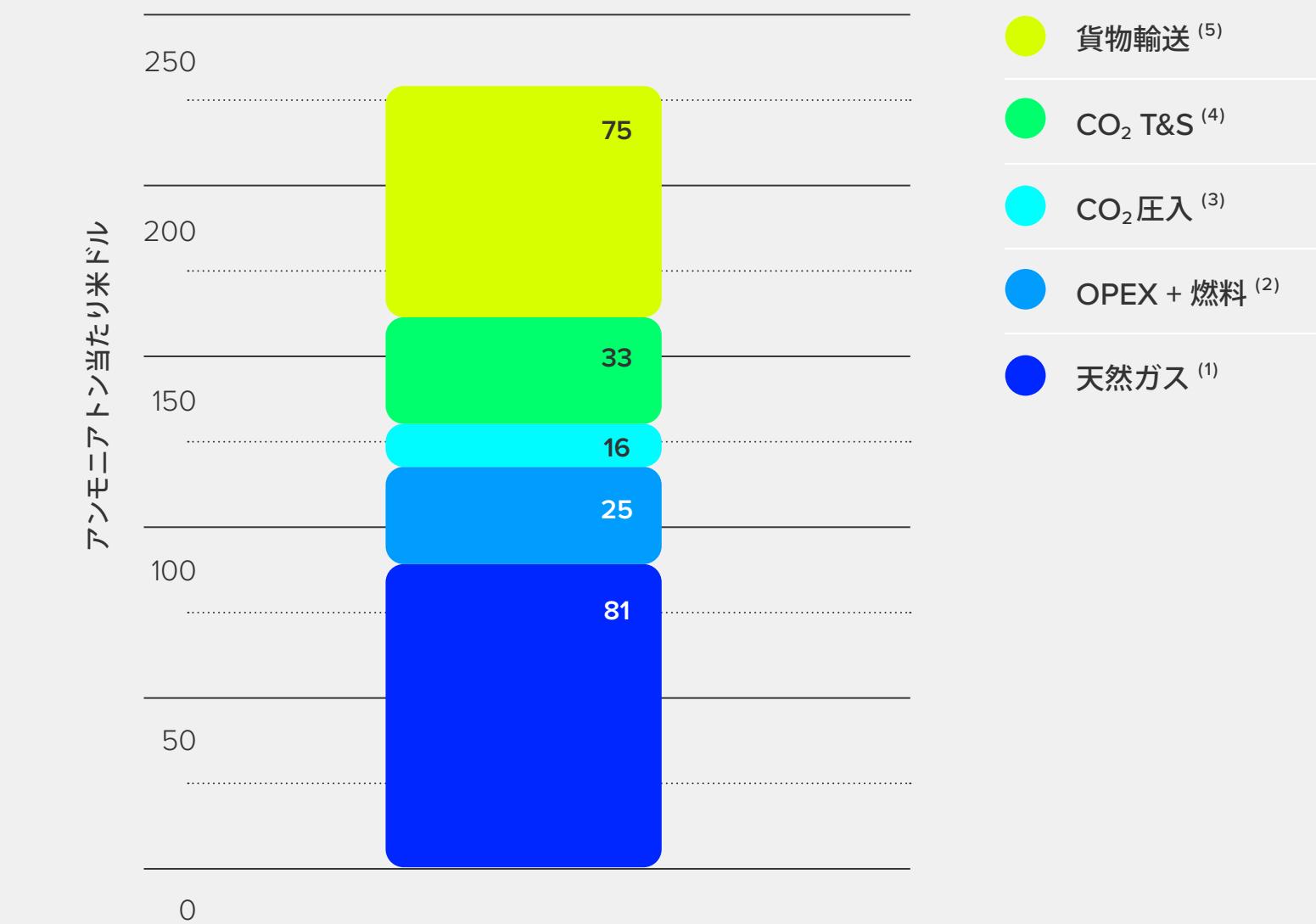


1 アンモニアのエネルギー含有量は 18.8 MJ/kg、LNG のエネルギー含有量は 50.0 MJ/kg、CO<sub>2</sub> 排出量は LNG トン当たり 2.57 kg、LNG 価格は 45 ユーロ/MWh (TTF)、ETS 価格は CO<sub>2</sub> トン当たり 91 ユーロとの想定に基づく

2 アンモニアのエネルギー含有量は 18.8 MJ/kg、バンカーのエネルギー含有量は 40.0 MJ/kg、CO<sub>2</sub> 排出量は バンカートン当たり 2.94 kg、バンカー価格は CO<sub>2</sub> トン当たり 520 米ドル（ヒューストン）、ETS 価格は CO<sub>2</sub> トン当たり 91 ユーロとの想定に基づく

3 ブルーアンモニア先物価格 (Platts - 2023 年 6 月)

表 5.2-5 : アンモニア製造の運転コスト見積もり\*



\*自動熱改質 (ATR) 技術に基づく

1 天然ガス価格を 2.70 米ドル / MMBtu (ヘンリーハブ) と仮定した場合

2 維持費、保険料、一般管理費およびその他の費用を含む

3 CO<sub>2</sub> 圧入コストは、CO<sub>2</sub> トン当たり 9.80 米ドル（営業費のみ）

4 CO<sub>2</sub> 輸送・貯留費用は、CO<sub>2</sub> トン当たり 20 米ドル

5 LNG 船運賃を 1 日当たり 15 万米ドルとし、輸送に 12 日間かかると想定した場合

5.1ネットゼロ世界におけるCCSの価値

5.2クリーンアンモニアの潜在的価値に注目する投資家たち

5.3 CCSのビジネスモデルと動向

5.4世界の輸送方法

5.5長期的責任の管理

5.6貯留資源の開発の進捗状況

## 5.3 CCSビジネスモデルと 動向

業界の特殊性、現地の政策、市場の実勢によってさまざまなCCSプロジェクトのビジネスモデルが存在する。

### フルバリューチェーンモデル

伝統的な「フルバリューチェーン」モデルには、回収、輸送、貯留が含まれ、通常、バリューチェーンのさまざまな要素を専門とする業界関係者のコンソーシアムによって開発される。このモデルには、大規模プロジェクトの融資担当者にとって課題となりうるクロスチェーンリスクが伴う。例えば、バリューチェーンの1つの構成要素が機能しなくなったり、利用できなくなったりすると、バリューチェーン全体の操業が停止してしまう。

またこのモデルには、単一の構成要素ではなくバリューチェーン全体を対象とする環境アセスメントや、バリューチェーンの1つの構成要素にのみ起因する環境的・社会的課題のためにプロジェクト全体が進められない場合など、プロジェクトの承認スケジュールを長引かせる独自の規制上の問題がある。



## ネットワークモデルとハブモデル

CCS需要の高まりに伴い、展開を加速し、コストを削減し、サプライチェーンのリスクを軽減する可能性のある代替ビジネスモデルが出現しつつある。また近年、CCSのネットワークモデルやハブモデルが世界のさまざまな地域で登場している。

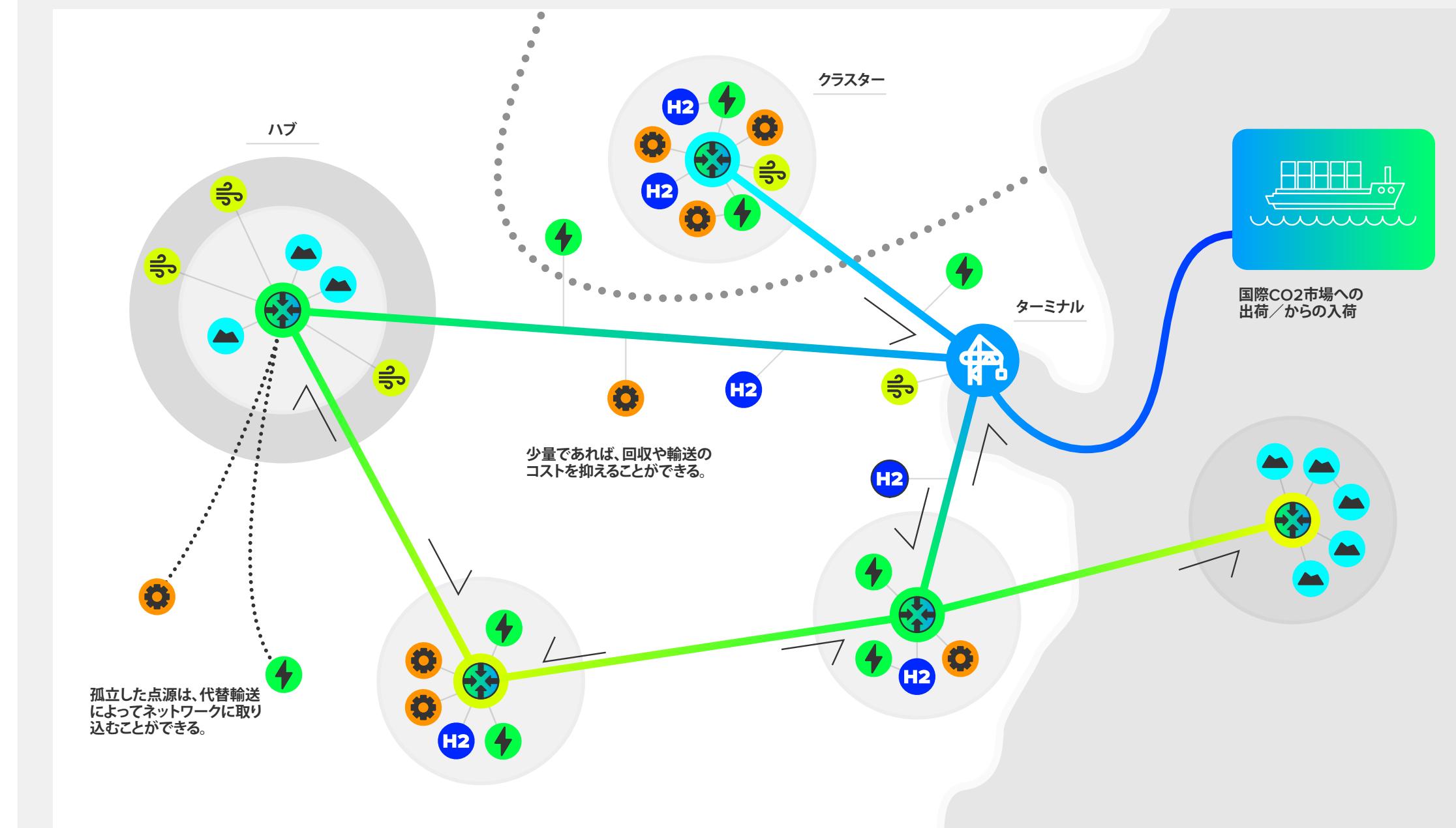
典型的なネットワーク／ハブモデルには、産業「クラスター」の形成が含まれ、そこでは1つの企業（またはジョイントベンチャーによる複数の企業）がCO<sub>2</sub>輸送および／またはCO<sub>2</sub>貯留インフラの開発に投資する。これには、パイプライン、コンプレッサー、港湾施設、船舶、圧入井戸、またはこれらの施設の組み合わせが含まれる。このインフラは、CO<sub>2</sub>管理ソリューションを必要とする地元企業に有料で利用される。

各企業がフルCCSバリューチェーンの一部のみを運営するネットワークにはいくつかの利点がある。各企業が基幹事業に集中し、不得意な事業分野に進出しないため、コスト削減と商業上のリスク低減が実現される。複数のサービスプロバイダーと顧客を生み出し、カウンターパーティリスクを大幅に低減する。また個々のCCSプロジェクトにはないスケールメリットを生み出し、コストを削減する。

CCSネットワークは一般的に、濃密相（高圧：通常、100～150バール）CO<sub>2</sub>を圧入井に供給するための共有の圧縮設備を持ったハブと回収施設とをパイプラインで結ぶことで構成される。サプライヤーはCO<sub>2</sub>がネットワークに供給される前に一定の仕様を満たしていることを確認しなければならない。より多くのプロジェクトが稼動するにつれて、CCSネットワークとハブの整備は、回収されたCO<sub>2</sub>と貯留サイトをつなぐうえで標準的なビジネスモデルとなりつつある。

CCSハブは通常、多くの大排出企業が立地する工業地帯に設置されるため、排出削減が困難な産業の排出削減を加速させるだけでなく、地域経済にも大きく貢献する。CCSハブは、CO<sub>2</sub>管理ソリューションを求めるCO<sub>2</sub>排出集約的な産業をさらに惹きつけるだろう。

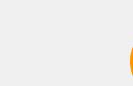
表5.3-1：さまざまなアンモニア回収・貯留ハブを横断するCCSネットワーク



### 点源の例



ブルー  
水素



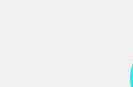
製造（鉄鋼、セメント、  
化学品）



発電



直接空気回収/  
CCSを利用した  
バイオエネルギー

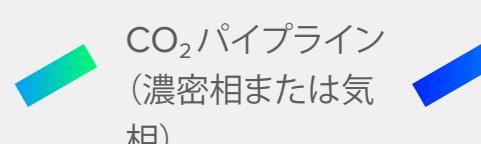


地層貯留



ハブ  
(回収・貯留)

### 輸送方法



CO<sub>2</sub>パイプライン  
(濃密相または気  
相)



CO<sub>2</sub>  
輸送



CO<sub>2</sub>トラック・  
鉄道輸送

5.1ネットゼロ世界におけるCCSの価値

5.2クリーンアンモニアの潜在的価値に注目する投資家たち

5.3 CCSのビジネスモデルと動向

5.4世界の輸送方法

5.5長期的責任の管理

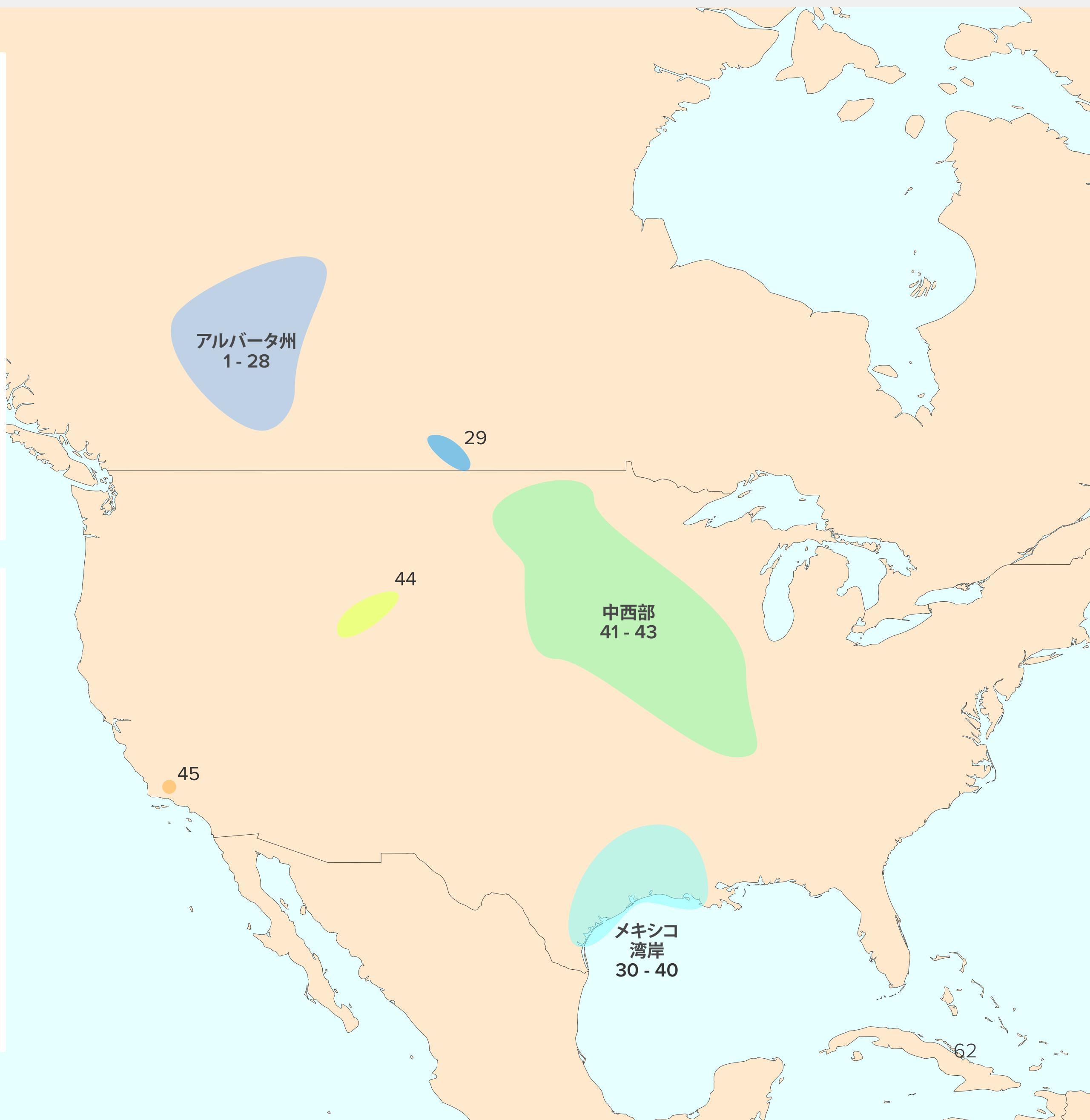
5.6貯留資源の開発の進捗状況

CCSネットワークは、米国で数十年にわたって操業されており、ほとんどのCO<sub>2</sub>は石油増進回収の過程で地中に貯留されてきた。数千キロメートルにおよぶCO<sub>2</sub>パイプラインを含むこれらの初期のCCSネットワークへの投資は、石油の追加生産によって得られる収益によって可能になった。現在では、気候緩和がCCSネットワーク開発の主な原動力となっている。現在、回収されたCO<sub>2</sub>の25%が専用貯留用に圧入されている。今後は、開発中または建設中のCCS施設の総容量の78%が専用の地層貯留を利用する（容量ベースで15%の施設は、専用の地層貯留を利用するか、石油増進回収を利用するか、まだ発表していない）。現在、100以上のCCSネットワークが開発中である。以下にいくつかの例を示す。

米国では、Summit Carbon SolutionsがMid West Carbon Expressプロジェクトの開発を進めている。このネットワークは、アイオワ州、ネブラスカ州、サウスダコタ州、ミネソタ州、ノースダコタ州の5州にまたがる30以上のエタノール精製所からCO<sub>2</sub>を受け入れ、ノースダコタ州に恒久的に地層貯留する予定である。多くの小規模なCO<sub>2</sub>排出源に経済的にサービスを提供するために、パイプラインと貯留井を含む共有インフラのネットワークがどれほど拡大してきたかがわかる。メキシコ湾岸では、ExxonMobilが、100 MtpaのヒューストンCCSハブの継続的な開発やDenburyとその広範な輸送・貯留インフラの買収により輸送・貯留事業の開発を続けている。

図5.3-1：各ネットワークのプロジェクト

Alberta Carbon Trunk Line (ACTL)	1
Pathways Alliance Oil Sands Pathways	2
CCS Network	
ARC Resources Greenview Region	3
Bison Meadowbrook Storage Hub	4
Bison North Drumheller Hub	5
City of Medicine Hat Project Clear Horizon	6
Enhance Grand Prairie Hub	7
Entropy Bow River Hub	8
Grand Prairie Net Zero Gateway Storage Hub	9
Heartland Generation Battle River Carbon Hub	10
IPL Alberta Hub	11
KiwiTinohk Maskwa Swan Hills Hub	12
KiwiTinohk Opal Carbon Hub	13
Oil Sands Pathway to Net Zero Alliance	14
Open Access Wabamun Carbon Hub	15
Origins Project Carbon Storage Hub	16
Pembina Alberta Carbon Grid	17
RETI East Calgary Region Carbon Sequestration Hub	18
Shell Atlas Carbon Storage Hub	19
Tidewater Brazeau Carbon Sequestration Hub	20
Tidewater Ram River Carbon Sequestration Hub	21
Tourmaline Clearwater	22
Vault 44.01 Rocky Mountain Carbon Vault	23
Vault 44.01 Athabasca Banks Carbon Hub	24
West Lake Pincher Creek Carbon Sequestration Hub	25
Whitecap Resources Rolling Hills Hub	26
Wolf Central Alberta Hub	27
Wolf Fort Saskatchewan Carbon Hub	28
Southeast Saskatchewan CCUS Hub	29
Talos Coastal Bend	30
Bluebonnet	31
Denbury Gulf Coast	32
Houston Ship Channel	33
Chevron Bayou Bend	34
Central Louisiana Regional Carbon Storage Hub (CENLA)	35
Talos Harvest Bend Louisiana Transport and Storage	36
Gulf Coast Sequestration Storage Hub	37
Crescent Midstream Louisiana Offshore Hub	38
Liberty CCUS hub	39
1PointFive Bluebonnet Hub	40
Mid West Express	41
Mt. Simon CCS Hub	42
Navigator Heartland Greenway	43
Denbury Rocky Mountains	44
Carbon Terravault 1	45



5.1ネットゼロ世界におけるCCSの価値

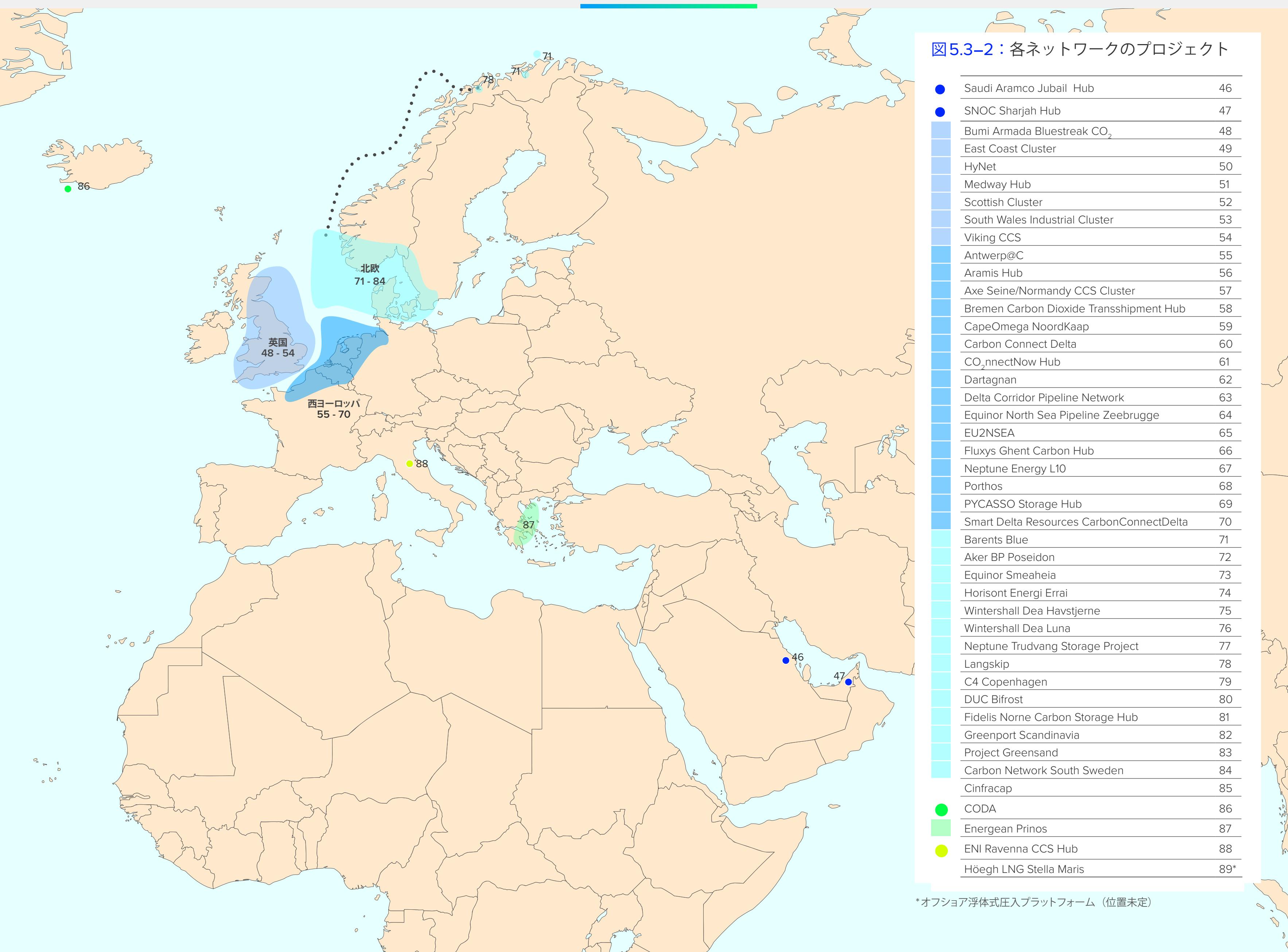
5.2クリーンアンモニアの潜在的価値に注目する投資家たち

5.3 CCSのビジネスモデルと動向

5.4世界の輸送方法

5.5長期的責任の管理

5.6貯留資源の開発の進捗状況



ヨーロッパでは、パイプラインだけでなく、船舶による輸送を含む国境を越えたCO<sub>2</sub>ネットワークが増加している。ノルウェーの旗艦プロジェクトであるNorthern Lightsは、2022年8月、オランダのYara Sluiskilアンモニア・肥料工場から0.8 MtpaのCO<sub>2</sub>を貯留する初の国境を越えた商業契約を締結した。2023年5月、Northern Lightsプロジェクトは国境を越えた輸送を拡大し、デンマークの2つのバイオマス発電所から排出される0.4 Mtpaの生物起源CO<sub>2</sub>を貯留する契約をØrstedと締結した。デンマークのGreensandプロジェクトは、世界初の国境を越えたCO<sub>2</sub>のオフショア圧入を行う輸送・貯留プロジェクトのパイロット段階を開始した。

ヨーロッパでは歴史的に北海が注目されてきたが、現在ではバルト海や地中海でもプロジェクトが始まっている。ポーランド北部のEU CCS Interconnectorプロジェクトは、ポーランド北部の排出源からCO<sub>2</sub>を回収し、北海で船舶輸送することを目的としている。2030年までに2.7 Mtpaの初期容量で開始するこのネットワークは、2030年以降に8.7 Mtpaまで容量を拡大する予定である。

CCSバルティック・コンソーシアム(CCS Baltic Consortium)は、リトアニアのクライペダ港から船でCO<sub>2</sub>を輸出する同様のアプローチを検討している。同様の輸送ベースのプロジェクトが地中海でも開発されており、ENIによるラヴェンナ・プロジェクト (Ravenna Project) のような例がある。このプロジェクトは、段階的なインフラ整備を通じて、2027年までに4 Mtpaを目標に、イタリアのラベンナ沿岸に貯留するために、ヨーロッパ中の供給源からCO<sub>2</sub>を輸送することを計画している。ヨーロッパにおけるこうした動きは、真に地域を越えたネットワークとなりうる枠組みとなる。

5.1ネットゼロ世界におけるCCSの価値

5.2クリーンアンモニアの潜在的価値に注目する投資家たち

5.3 CCSのビジネスモデルと動向

5.4世界の輸送方法

5.5長期的責任の管理

5.6貯留資源の開発の進捗状況

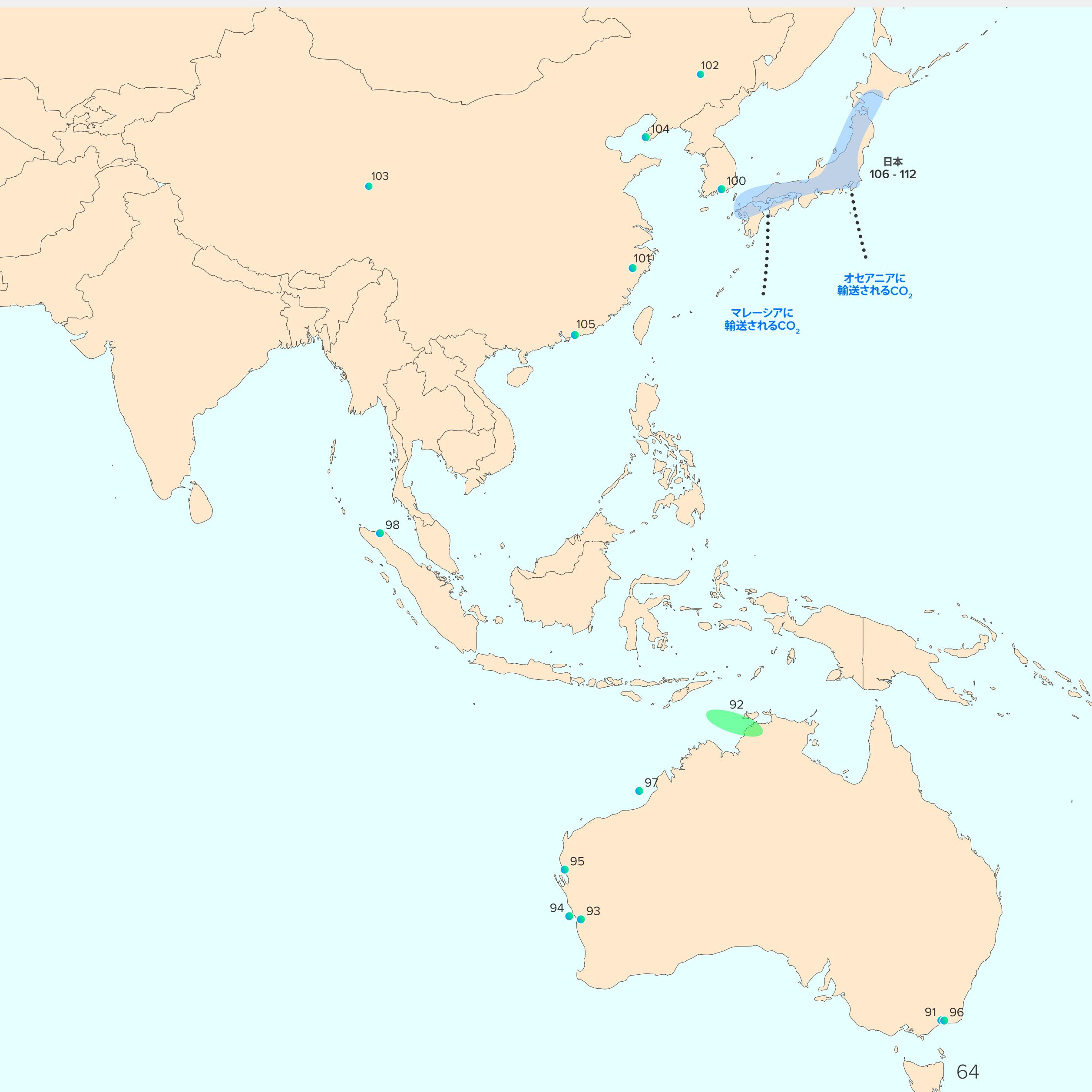


イギリスでは、いくつかの新しいネットワークが発表され、既存のネットワークの開発も続けられている。開発中のMedway CCSプロジェクトは、ロンドン東部の複数の発電所から北海のCamelot枯渇ガス田のオフショア貯留まで船舶でCO<sub>2</sub>を輸送することに焦点を当てている。北西部では、PeelがProtosネットワークの計画と設計を開始した。これは、ネットゼロの達成を目指す既存および新規の企業向けに、炭素回収が可能な産業用地を用意することに重点を置いています。第1段階は、地域のHynetインフラに輸送するために、0.8 Mtpa CO<sub>2</sub>の発電からの排出を集約することに焦点を当て、将来的には、既存・新規の他の産業にも拡大し、1.2 Mtpa以上まで能力を拡大する。またProtosネットワークは、運河や鉄道による輸送を含め、将来的に、計画された地域ネットワークに接続できない北西部や近隣地域の他の事業から液化CO<sub>2</sub>を輸送する可能性も模索している。

アジア太平洋地域では、CCSネットワークの最初の要素が開発されつつある。その中でも最大のものは、インドネシアのアチェ州アルンの枯渇ガス田の開発を目指す新

しいArunプロジェクトであり、インドネシアとアジア太平洋地域の供給源からのCO<sub>2</sub>をオープンアクセスで貯留することができる。アルンの枯渇ガス田は、1,000 Mtを超えるCO<sub>2</sub>を隔離できる可能性があり、世界最大級のプロジェクトとなりうる。

オーストラリアでは、CarbonNetとExxonMobilによるビクトリア州のCO<sub>2</sub>パイプラインと貯留プロジェクトや、オーストラリア沖の深部塩水層や東ティモールの枯渇油田に貯留可能なダーウィンの主要な低排出産業用CCSハブなど、いくつかのCCSネットワークが開発中である。



## キャプチャー・アズ・ア・サービス・モデル

もうひとつの新たなビジネスモデルは、サービスとしての回収技術の展開である。サービスとしての回収は、排出事業者に代わって技術プロバイダーが炭素回収プラントを設計、建設、操業し、CCSのバリューチェーン全体を構築する。Aker Carbon Captureは、このサービスを積極的に提供している技術プロバイダーのひとつであり、将来的には他の技術プロバイダーもこのビジネスモデルを採用することになるだろう。



## トランスポーテートおよびストレージ・アズ・ア・サービス・モデル

輸送と貯留のプロジェクトは、規模拡大と開発に対していくつかの異なるアプローチをとっている。

ミッドウエスト・カーボン・エクスプレス (Midwest Carbon Express) のようなプロジェクトは、CCSのバリューチェーンを開発する際に排出事業者と積極的に協力し、それに応じてすべてのインフラの規模を決定している。

ExxonMobilによるDenburyの買収はCO<sub>2</sub>輸送・貯留ビジネスモデルの成熟を示す重要な指標である。Denburyとその資産の買収は、米国メキシコ湾岸の排出源からの1 MtpaのCO<sub>2</sub>の輸送・貯留事業をExxonMobilが構築する機会となる。このインフラには、約2,000kmのCO<sub>2</sub>パイプラインと10のオンショアCO<sub>2</sub>地層貯留サイトが含まれる。

ExxonMobilによるDenburyの買収は、CO<sub>2</sub>輸送・貯留ビジネスモデルの成熟を示す重要な指標である。

Northern Lights、EU CCS Interconnectorプロジェクト、Ravennaプロジェクト、Project Greensandといった他のネットワークは、段階的開発に重点を置いている。通常、1社以上のアンカー排出事業者（通常、回収コストの低い排出事業者）が、初期段階でのインフラ（輸送と貯留）の開発を可能にし、その後、新たな排出事業者（多くの場合、より回収コストの高い排出事業者）を受け入れるために、段階的に規模を拡大していく。その一例として、Project Greensandは、2025年から2030年にかけてパイロットが成功した後に回収容量を1.5 Mtpaから8 Mtpaに増加させて、デンマークの沖合でCO<sub>2</sub>（最終的には欧州各国からのCO<sub>2</sub>）を輸送・貯留するバリューチェーンを段階的に確立することを目指している。

Arunプロジェクトのように、CO<sub>2</sub>の発生源に関係なく、輸送と貯留のためのインフラを設計・建設する「建設最優先」のアプローチを採用するプロジェクトもある。

輸送と貯留のアプローチはいくつかあるが、いずれもCO<sub>2</sub>の恒久貯留の需要の高まりに対応できるよう規模を拡大する機会がある。

## 5.4 世界の輸送方法

表5.4-1: CO<sub>2</sub>輸送方法の比較

二酸化炭素は、パイプライン、鉄道、トラック、船舶で輸送することができる。輸送手段ごとに操業上の要件や容量は異なり、特定のプロジェクトへの適合性に影響する（図5.4-1）。

パイプラインによるCO<sub>2</sub>輸送はすでに成熟段階にあり、建設中または操業中の41のプロジェクトがこの輸送方法を採用している。開発中のCCSプロジェクト325件のうち195件がパイプラインによるCO<sub>2</sub>輸送を計画している。しかし、船舶によるCO<sub>2</sub>輸送や、パイプラインと船舶などの輸送手段の組み合わせによるCO<sub>2</sub>輸送への関心が高まっており、船舶による11件のプロジェクトが開発中、輸送手段の組み合わせによる28件のプロジェクトが開発中、さらに3件が建設中である。

海運は、特にCO<sub>2</sub>の供給源や需要、貯留場所にはらつきがある場合、オフショア貯留やCO<sub>2</sub>の海外輸送においてパイプラインに代わる柔軟な選択肢となるため、輸送方法としての利用が増えている。

輸送方法	条件	CO <sub>2</sub> の層	現在の容量 <sup>1</sup>	備考
パイプライン	48 ~ 200 barg <sup>2</sup> 、 10 ~ 34 °C	気相または 濃密相	~ 110 MtCO <sub>2</sub> / 年、 ~ 9500 kmのパイプライン 輸送が操業中	<ul style="list-style-type: none"> <li>他の方法に比べ、設備投資費は高いが、操業コストは低い。</li> <li>低压パイプライン輸送は、一般にCO<sub>2</sub>トン当たり濃密相輸送よりも高価である。</li> <li>50年以上にわたり商業利用してきた。</li> </ul>
船舶	7 ~ 45 barg、 -52 ~ 10 °C	液体	>3 MtCO <sub>2</sub> / 年	<ul style="list-style-type: none"> <li>パイプライン輸送に比べ、操業コストは高く、設備投資費は低い。</li> <li>現在、食品および醸造業界で少量生産に使用されている。</li> <li>輸送量と輸送ルートを柔軟に調整できる。</li> </ul>
トラック	17 ~ 20 barg、 -30 ~ -20 °C	液体	>1 MtCO <sub>2</sub> / 年	<ul style="list-style-type: none"> <li>パッチ当たり2 ~ 30トン輸送。</li> <li>大規模なCCSプロジェクトでは経済的でない。</li> <li>ボイルオフガスの排出が、積載するCO<sub>2</sub>の10%に相当する。</li> </ul>
鉄道	7 ~ 26 barg、 -50 ~ -20 °C	液体	>1 MtCO <sub>2</sub> / 年	<ul style="list-style-type: none"> <li>大規模なシステムは導入されていない。</li> <li>荷積み・荷降ろしと保管のためのインフラが必要。</li> <li>既存の鉄道路線でのみ実現可能。</li> <li>中長距離輸送に適する。</li> </ul>

1 恒久的に貯留される、または肥料生産、食品・飲料、石油増進回収、その他の用途に使用されるCO<sub>2</sub>を含む。

2 bargは大気圧に対するゲージ圧 (bar)。1 barは海面での大気圧にほぼ等しい。

5.1ネットゼロ世界におけるCCSの価値

5.2クリーンアンモニアの潜在的価値に注目する投資家たち

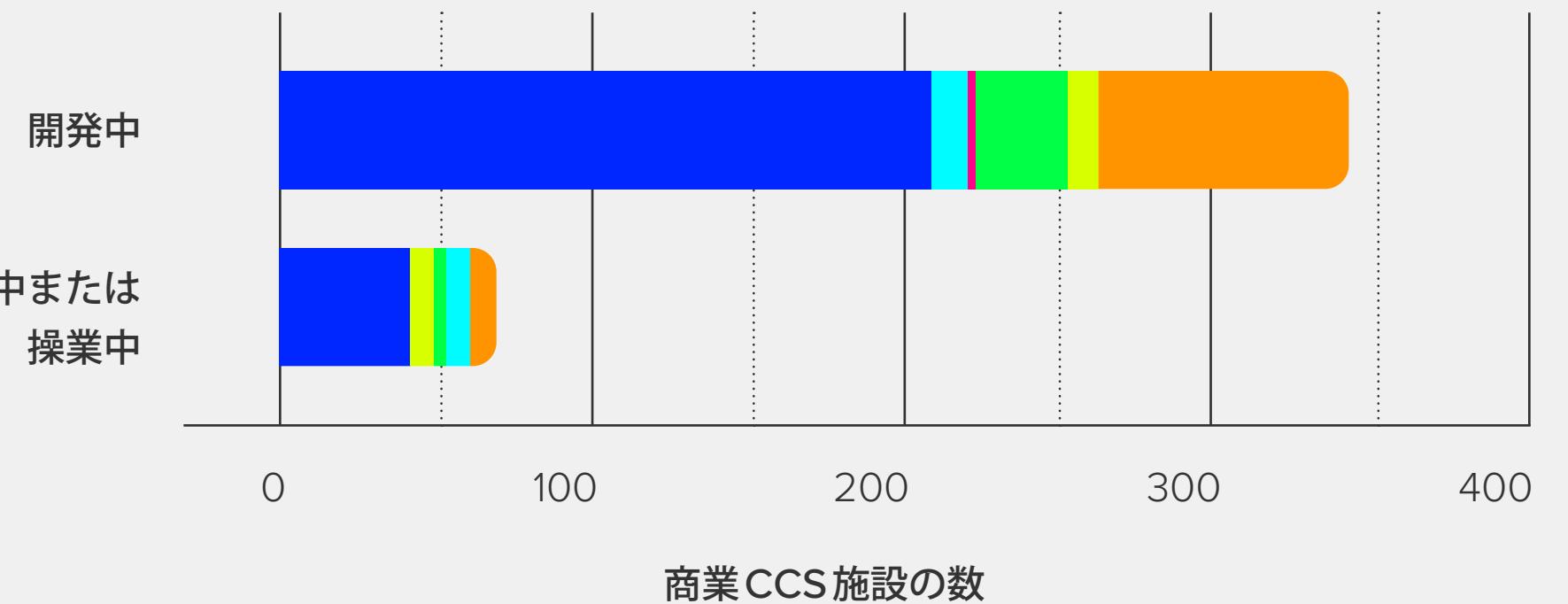
5.3 CCSのビジネスモデルと動向

5.4世界の輸送方法

5.5長期的責任の管理

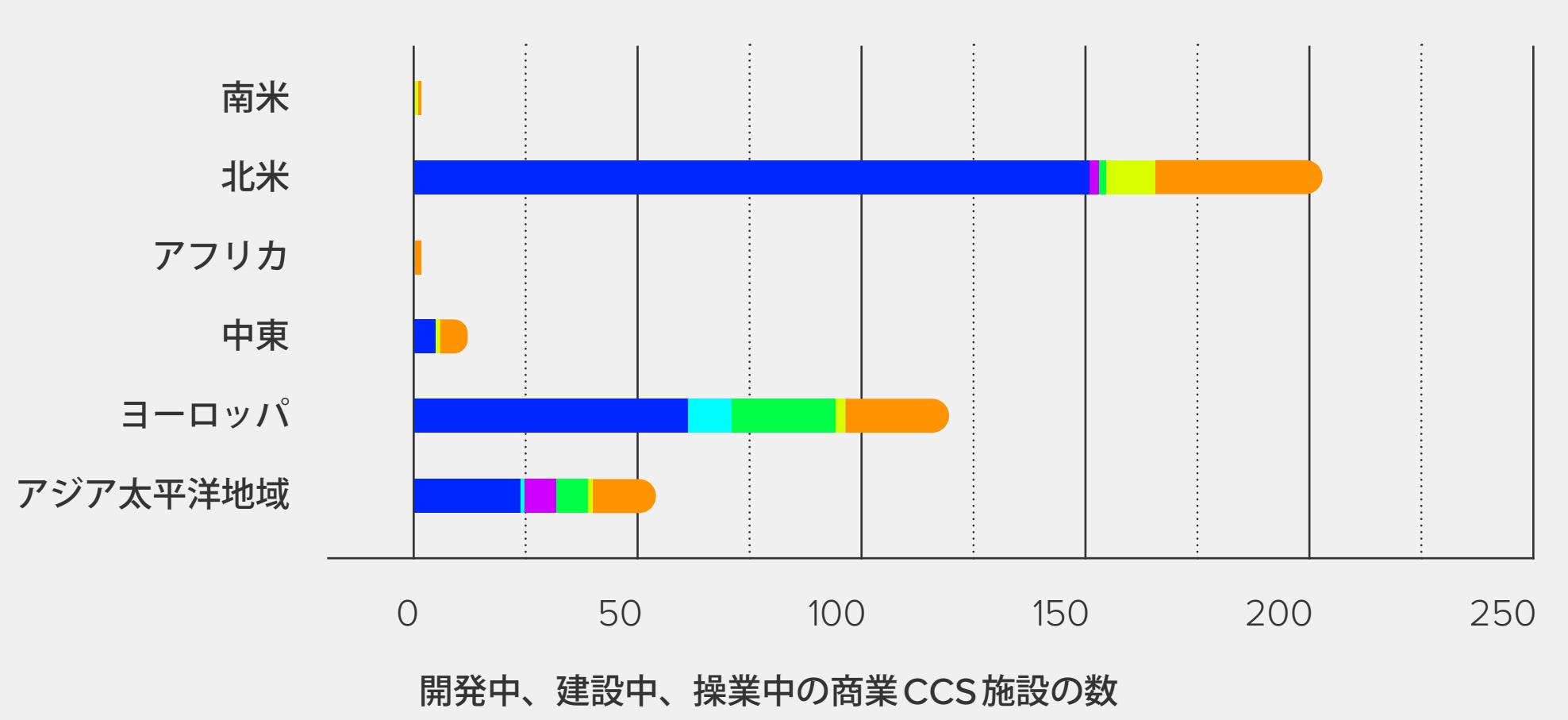
5.6貯留資源の開発の進捗状況

表5.4-2：輸送手段

商業CCS施設 CO<sub>2</sub>輸送手段

商業CCS施設の数

## 地域別輸送手段



開発中、建設中、操業中の商業CCS施設の数

パイプライン

海運

陸運

鉄道

混合

最小輸送  
(直接圧入)

評価中

海運は、特定の状況下では、CO<sub>2</sub>のパイプライン輸送よりも大きな利点がある。

- 海運は、市場の要求に応じて、プロジェクトの規模を急速に拡大することができる。CO<sub>2</sub>供給を増加させるために、船舶を追加したり大型化したりすることができる一方で、パイプラインの容量は、プロジェクト開始当初から明確にしておく必要がある。そうでないと、大きな需要を見込んでパイプラインを大型化しそうなり、パイプラインを設計する際に需要を制限してしまうといった問題が起こる。
- 海運では、1隻の船（シャトル海運）で複数のCO<sub>2</sub>供給源から積み込み、1つの貯留サイトに積み下ろすことができる。貯留の観点からは、これはマルチユーザー引取契約の経済性を高める。回収の観点からは、さまざまな規模の回収施設（おそらくは同じ地域に集中する産業排出源）が、より低コストで輸送と貯留を利用できるようになる。
- 当初の貯留サイトが使用不能になった場合、輸送ルートを変更し、新たな貯留場所を利用することができる。例えば、計画的または非計画的なメンテナンスや操業上の問題により貯留サイトが利用できなくなった場合、船舶はCO<sub>2</sub>を別の貯留サイトに輸送することができる。
- CCS施設が閉鎖された場合、船舶は航路を変更したり、売却したり、再利用したりすることができるが、パイプラインは費用をかけて廃止する必要がある。

その地域で最適な輸送手段は、適切な貯留資源と排出源の相対的な位置に大きく依存している。米国では、パイプライン輸送が依然として最も一般的で、50年以上商業利用され、なかには8000kmを超えるCO<sub>2</sub>パイプラインもある。

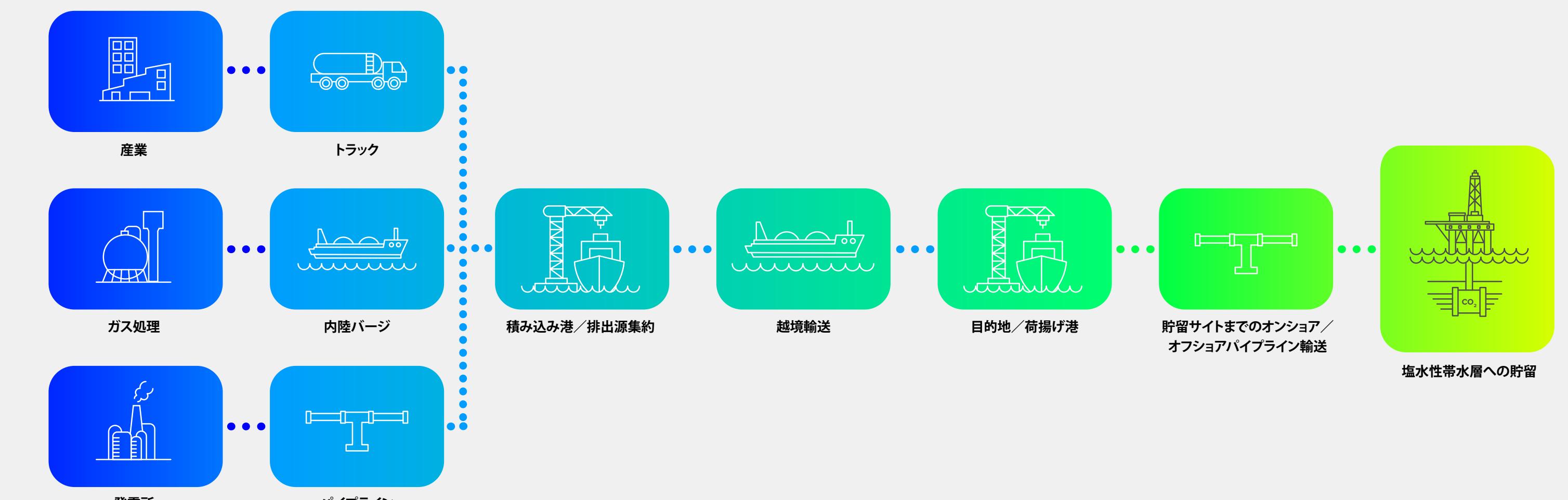
ヨーロッパでは、地域の排出源と適切な貯留場所を結ぶパイプライン、海運、あるいはその2つの組み合わせを検討するプロジェクトが増えている。ポーランド北部のEU CCSインターネクター・プロジェクト（EU CCS Interconnector Project）やリトアニアのCCSバルティック・コンソーシアム（CCS Baltic Consortium）など、いくつかの新しいネットワークは、各国の排出源からCO<sub>2</sub>を適切な場所に運ぶために、あらゆる輸送手段を検討している。

排出源は、パイプライン、トラック、鉄道、内陸バージなどあらゆる輸送手段を用いてCO<sub>2</sub>を輸出ターミナルに輸送し、そこで船に積み込むと予想される。その後、船はCO<sub>2</sub>を貯留場所か他の港に輸送し、最終的にパイプラインで輸送される（次ページの図5.4-3参照）。

中国では、トラックによる輸送が1 Mtpaの規模で実証されている。一例として、山東省東部にあるSinopec Qilu Petrochemical CCSプロジェクトでは、パイプラインの建設に先立ち、2022年8月にトラック輸送による1 Mtpaの回収・貯留を開始した。パイプラインは現在すでに建設が完了し、2023年7月から操業している。CCSプロジェクト全体としてはよりコストのかかる手法ではあるが、継続的な恒久的貯留に向けたパイプライン輸送に移行する前に回収・貯留技術を迅速に評価することができる。

プロジェクトが拡大するにつれ、あらゆる規模の排出源からのCO<sub>2</sub>を、従来の垂直プロジェクトであれ、大規模な地域ネットワークであれ、適切な貯留場所まで運ぶために、あらゆる輸送方法が必要とされるようになるだろう。

表5.4-3：すべての輸送手段を考慮した複合CO<sub>2</sub>輸送システム



5.1ネットゼロ世界におけるCCSの価値

5.2クリーンアンモニアの潜在的価値に注目する投資家たち

5.3 CCSのビジネスモデルと動向

5.4世界の輸送方法

5.5長期的責任の管理

5.6貯留資源の開発の進捗状況



## 輸送の安全性

近年、二酸化炭素パイプラインの新規開発は、公共の安全に対する懸念から難航している。二酸化炭素は、空気と反応して引火したり爆発する混合物を形成しないため、他の多くの物質よりもはるかに安全に輸送できる。さらに、CO<sub>2</sub>は大気中に放出されても、人間や野生生物に直接毒性を示すことはない。ただし、大規模放出の場合（非常に急激で大量に放出された場合）は、この限りではない。

CO<sub>2</sub>パイプラインのこれまでの安全操業の実績により、高い安全基準で操業できることがわかる。長年にわたり、事故は数件しか発生しておらず、その大半はCO<sub>2</sub>の軽微な放出である。米国を例にとると、これらの事故によって放出されたCO<sub>2</sub>の総量は、平均して年間輸送量全体の0.01%未満である。しかし、2020年2月、ミシシッピ州サタルティア近郊のデリー・パイプラインで、地滑りによる破裂が原因で重大な事故が発生した。死者は出なかったものの、住民が避難し、医療措置が必要な人もいた。

この事故を受けて、パイプライン・危険物安全局（PHMSA）は罰則を科し、CO<sub>2</sub>パイプライン基準の更新を提案した。これらの措置は業界団体によって支持され、その目的は安全対策の強化である。時折事故が発生するものの、PHMSAの安全データによると、米国のCO<sub>2</sub>パイプラインがベストプラクティスに従い安全に操業できることが示されている。

## 技術の進化

CO<sub>2</sub>輸送の技術開発は、主に海運分野で急速に進んでいる。三菱造船は2023年3月に1450 m<sup>3</sup>の液体CO<sub>2</sub>実証船を進水させ、日本の苫小牧CCSプロジェクトにCO<sub>2</sub>を輸送する実証試験に参加した。開発中の他のプロジェクトは規模を拡大しており、例えば大連造船工業有限公司 (Dalian Shipbuilding Industry Co. Ltd.) はノルウェーのNorthern Lightsより中圧7,500 m<sup>3</sup>の船舶2隻の造船を請け負った。

他にも、Dan-Unity CO<sub>2</sub>やTGE Marineなど、22,000 m<sup>3</sup>までの船が基本的に承認されている。より大型の船舶が、複数の造船業者によって考案・設計されている。その詳細を表2に示す。Northern Lightsは、2024年に2隻の中圧船舶の引き渡しの予定があり、他の造船業者も2025年から業界最高品質の船舶の引き渡しを予定している。

表5.4-4：発表された液体CO<sub>2</sub>輸送船の設計と主な特徴

液体CO <sub>2</sub> 輸送船造船業者 (M) またはCCSプロジェクト (P)	容積	寸法	輸送条件	輸送に使用される燃料
Daewoo Shipbuilding & Marine Engineering (M)	70,000 m <sup>3</sup>	260 m x 44 m	報告されていない	LNG
	40,000 m <sup>3</sup>	報告されていない	報告されていない	報告されていない
Dalian Shipbuilding Industry Co. Ltd (M) Northern Lights (P)	7,500 m <sup>3</sup>	全長130 m	14 barg、-28 °C、中圧P	LNG
Ecolog (M)	20,000 m <sup>3</sup>	167 m x 28 m	8 barg、-55 °C、低圧P	報告されていない
	84,000 m <sup>3</sup>	275 m x 48 m	8 barg、-55 °C、低圧P	報告されていない
Frisian Shipyard (M)	1,670 m <sup>3</sup> (1382 t)	79 m x 14 m	18 barg、-40 ~ -22.5 °C、中圧P	報告されていない
Hyundai Heavy Industries and Hyundai Glovis Co. (M)	74,000 m <sup>3</sup>	284 m x 42 m	高圧、低温、高圧P	LNG
Hyundai Heavy Industries (M)	40,000 m <sup>3</sup>	239 m x 30 m	報告されていない (IMOタイプC貨物タンク)	LNG
Larvik Shipping AS (M)	1,500 m <sup>3</sup> (1240 t)	80 m x 14 m	14 ~ 19 barg、-30 °C、中圧P	報告されていない
	2,100 m <sup>3</sup> (1770 t)	83 m x 13 m	14 ~ 19 barg、-30 °C、中圧P	報告されていない
三菱造船 (M) CO <sub>2</sub> 輸送に関する 苫小牧実証プロジェクト (P)	1,450 m <sup>3</sup>	72 m x 13 m	報告されていない	報告されていない
商船三井と三菱重工業 (M)	50,000 m <sup>3</sup>	報告されていない	報告されていない	報告されていない
Stella Maris CCS (P)	50,000 m <sup>3</sup>	238 m x 38 m	6.5 barg、-47 °C、低圧P	LNG／バイオガス／NH3
Stena Bulk (M)	8,000 m <sup>3</sup>	130 m x 21 m	14 barg、-25 °C、中圧P	メタノール二元燃料
	10,940 m <sup>3</sup>	162 m x 21 m	14 barg、-25 °C、中圧P	メタノール二元燃料
TGE Marine (M)	12,500 m <sup>3</sup>	報告されていない	報告されていない	報告されていない
	22,000 m <sup>3</sup>	報告されていない	報告されていない	報告されていない

5.1ネットゼロ世界におけるCCSの価値

5.2クリーンアンモニアの潜在的価値に注目する投資家たち

5.3 CCSのビジネスモデルと動向

5.4世界の輸送方法

5.5長期的責任の管理

5.6貯留資源の開発の進捗状況

## 5.5 長期的責任の 管理

CCSの操業責任については、世界的なCCSプロジェクト展開のための重要な問題として多くの関係者から提起され続けている。世界各地の規制当局や政策立案者は、15年以上前にこの問題に明確に対処する規制の枠組みを制定しているが、プロジェクト展開のペースが速く、法整備が進んでいない国もあることから、新たな焦点が当たられ、さらなる介入が行われている。

一部のプロジェクト提案者にとって、この問題はまだ始まったばかりのプロジェクトに投資する際の重要な検討事項であり、潜在的な責任の長期管理に関する基準を明確にすべきと主張する人もいる。政策立案者や規制当局も同様に、CCSプロジェクトのライフサイクルを通じたリスク管理の必要性に直面している。CCS活動によって引き起こされた損害に対処またはそれを修復するための実践的なモデルを保証することに加え、最終的に責任体制はこの技術に対する社会の信頼を強化する上で重要な役割を果たす場合がある。



## 責任が示唆することの定義

この問題への関心は高いとはいえ、CCSの操業に関する責任を検討する際には明確性を確保することが不可欠である。貯留プロジェクトの全期間を通じてすべての関係者が負担することになるさまざまな形の責任を正確に定義する必要がある。政策立案者や規制当局に解決に向けた具体的な実践的アプローチを提供する手段を与えるだけでなく、プロジェクト提案者がエクスポートナーの度合いを評価できるようにするためにも明確性は不可欠である。

インスティテュートは、この分野で重要な取り組みを行っており、CCSプロジェクトのライフサイクルを通じて生じる可能性のある責任の範囲が広範に及びうることを以前に指摘した。今までに開発されたさまざまなCCSに特化した法制度を検討した結果、大きく分けて3つの責任の形態があることが明らかになった。

第一に、民事責任とは、CCSの操業によって第三者の利益に損害が生じ、その損害の賠償が求められる場合に発生する責任を指す。慣習法が有効な管轄区域では「不法行為責任」と呼ばれるこれらの責任は、法律で決定されるか、裁判所の判決に基づいて策定された原則により決定される。

第二の、当局の法的権限に起因する行政責任は、事業者に特定の行為を強制するものである。CCS事業の場合、これらの責任は、CCSに特化した許認可のもとで、あるいはより広範なエネルギー関連法や環境保護法のもとで事業者が負うことになる。

第三の温室効果ガス排出／気候変動責任は、永続的な地層貯留のためのクレジットを事前に付与されている場合、事業者がその後のCO<sub>2</sub>の漏出に対する説明責任の義務を負う場合に生じる。

しかし、こうした個々の責任が事業者に与える影響はそれぞれかなり異なると考えられる。そのため、これらの責任の分担と管理には、政策立案者と規制当局による慎重な検討が必要となる。

**現在、世界のいくつかの国・地域では、CCSに特化した包括的な法体制が構築されており、これには、CO<sub>2</sub>の地層貯留に関連する責任をプロジェクトのライフサイクル全体を通じて管理することを目的とした条項が含まれる。**

## 管理責任についての各国の取り組み

現在、世界のいくつかの国・地域では、CCSに特化した包括的な法体制が構築されており、これには、CO<sub>2</sub>の地層貯留に関連する責任をプロジェクトのライフサイクル全体を通じて管理することを目的とした条項が含まれる。これらの初期法体制の多くは、CCS操業のリスクを低減するための規制要件を前面に押し出している一方で、貯留に欠陥がある場合には、事業者に責任を正式に転嫁する規定も含んでいる。政策立案者と規制当局は、新しい規定の導入や既存の制度の改正を通じて、こうした運用モデルを作り上げてきた。

例えばEUでは、貯留指令により事業者に環境責任指令に従った予防措置と是正措置を求めており。他の管轄区域では、規制当局が国内の枠組みでこの問題にまだ取り組んでいないため、現在の立場はあまり明確ではない。明確なアプローチがないため、産業界、投資家、一般市民は、これらの管理責任にまつわる不確実性にさらされることになる。

連邦規制当局が長期的な責任に対処する法的責任を限定的に負っている米国では、いくつかの州が現在、圧入活動停止後の責任管理に関する法体制を構築している。一部の州は、事業者に閉鎖後の広範な救済措置を与えるモデルを提案しており、この動きは一部の関係者から困惑の声が上がる一方、他の関係者からは好意的に受け止められている。





## 重要な検討事項

いくつかの初期のCCSに特化した法体制では、貯留サイトや貯留されたCO<sub>2</sub>に対する責任を事業者から国の管轄当局に移管する機会を与えている。このようなアプローチは、カナダ、オーストラリア、欧州連合（EU）のCCS指令の枠組みで取られている。

現在、他の政策立案者や規制当局も、自国の管轄区域でこのアプローチを採用すべきかどうか検討している。責任の時間的課題を認識する上で重要な要素であり、重要な気候変動緩和技術の広範な展開を促す可能性がある一方で、このメカニズムの利用が事業者の広範なリスク管理や環境についての責任を放棄するものではないことを確認することが重要である。

同様に、財政的安全に対するアプローチも多くの政府にとって責任の管理を検討する際の重要な検討事項であり続けている。成功した事例から、プロジェクトの展開がリスクにさらされないよう、競合する問題のバランスを慎重にとることがいかに重要であるかがわかる。これらの例は、プロジェクトの操業段階において、リスク管理が展開段階よりもしっかりと取られ、公的資金から独立している場合、より多くの財政上・操業上のリスクを事業者が負うというアプローチを取っている。



## 5.6 貯留資源開発の 進捗状況

歴史的に、CCS施設は垂直統合型であり、ひとつの施設からCO<sub>2</sub>を回収し、そのCO<sub>2</sub>を輸送・貯留するものであった。専用の地層貯留資源を利用した最初のそのような施設であるEquinorのSleipnerが1996年から北海ノルウェー海域で操業している。垂直統合型施設は、プロジェクトの耐用年数にわたって必要な回収量に見合うだけの貯留資源を開発する。

しかし、開発中のCCSプロジェクトに共通する構造として、細分化されたCCSバリューチェーンが急速に台頭しつつある。セクション5.3で述べたように、事業者は現在、EquinorのNorthern Lightsのように、専用の統合された回収施設を持たずにCO<sub>2</sub>の輸送・貯留のみに焦点を当てた施設を開発している。

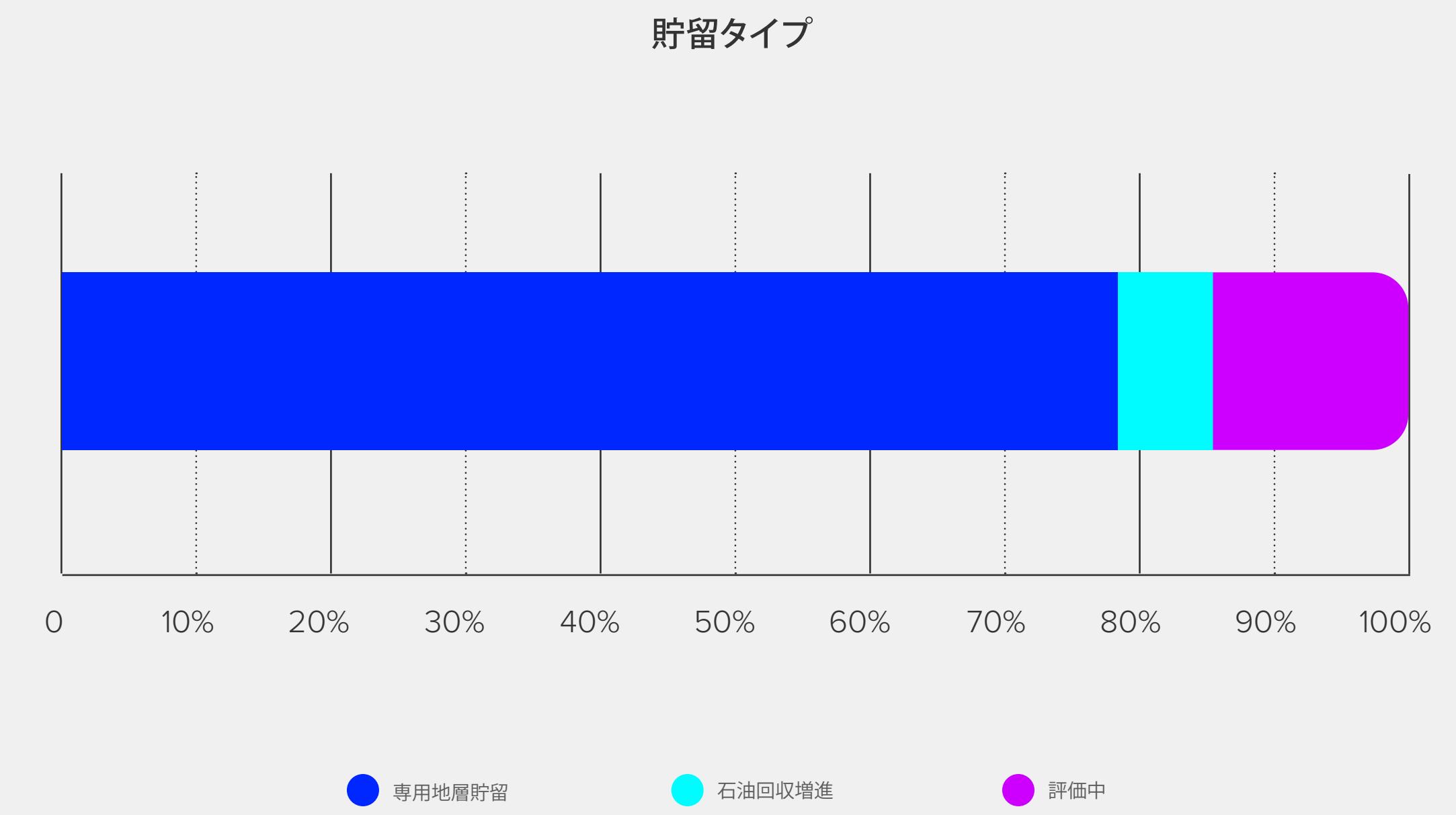
2023年7月31日現在、101のCO<sub>2</sub>輸送・貯留施設が操業中または開発段階にある。これらの施設のうち、7つを除くすべての施設が2020年から2023年の間に発表されたものである。これらのほとんどすべての施設が、複数の供給源からCO<sub>2</sub>を受け取り輸送や貯留を有料で行うCCSネットワークへの接続や設立を計画している。現在、100を超えるCCSネットワークが開発段階にある。ネットワークの増加は続いており、現在では明らかに、利益を得るためにCO<sub>2</sub>の輸送や貯留を計画しているプロジェクトがネットワークの増加を牽引している。

CCSネットワークの増加に加えて、もうひとつの明確な傾向は、石油増進回収によるCO<sub>2</sub>貯留ではなく専用の地層貯留資源を開発することである。開発中または建設中のCCS施設全体の78%が専用の地層貯留を利用する予定であると表明している（容量ベースで15%の施設は、専用の地層貯留を利用するか石油増進回収を利用するかをまだ発表していない）。

これは2つの理由から重要である。まず、石油増進回収からの収益がCCS投資の商業的実行可能性にとって概してそれほど重要でなくなってきたことを示していること。もうひとつは、専用の地層貯留資源の開発者が、その経済的価値を高めるために、容量を最大限に高めようとするだろうということである。この経済的インセンティブは、貯留資源の開発ペースを上げるために不可欠である。

近年、CCSプロジェクトや地層貯留資源の開発件数は急速に増加しているが、今世紀半ばまでにネットゼロを達成するためには、貯留資源の開発を加速させなければならないことは明らかである。

表5.6-1：開発、建設、操業中のCCS施設の貯留タイプ別総容量



ネットゼロを達成するために、どれだけのCO<sub>2</sub>を地中に貯留しなければならないかという予測は、シナリオやモデルの仮定によって大きく異なる。例えば、IPCCの特別報告書「1.5°Cの地球温暖化」で検討された90のシナリオにおいて、2020年から2050年の間に貯留されるCO<sub>2</sub>の平均総量は100 Gtを超える（CO<sub>2</sub>の年間貯留量は2050年に10 Gtpaに達する）。これに対し、CCSプロジェクトパイプラインに含まれるすべてのCCS施設が予定通り操業を開始し、フル稼働した場合、理論的には現在から2050年の間に合計12 GtのCO<sub>2</sub>を貯留することができる。開発中の地層貯留容量と、気候変動目標を達成するために必要な地層貯留容量との間には桁違いのギャップがある。

り操業を開始し、フル稼働した場合、理論的には現在から2050年の間に合計12 GtのCO<sub>2</sub>を貯留することができる。開発中の地層貯留容量と、気候変動目標を達成するために必要な地層貯留容量との間には桁違いのギャップがある。

この単純な分析から、ネットゼロ目標を達成するためには、地層貯留資源の開発ペースを急速に加速させなければならないことがわかる。

世界の地層貯留能力の総量が制限要因ではないことに注意することが重要である。IPCCは、世界の理論的なCO<sub>2</sub>貯留資源ポテンシャルは控えめに見積もっても1,000Gtとしており、これは世界の野心的な気候目標を達成するには十分すぎる量である。

貯留資源を必要な時に確実に利用できるようにするために、貯留資源の特定と評価への投資を奨励し推進する努力がさらに必要である。国のネットゼロ排出目標を達成するのに十分な地層貯留資源を開発することは、政府にとって最優先課題である。

送電網規模のエネルギー貯蔵や再生可能電力の送電線と同様、ネットゼロの約束を達成するために不可欠なこのインフラへ十分に投資するには、政府による具体的な政策と計画が必要である。

表5.6-2：2050年までに貯留が必要なCO<sub>2</sub>総量と現在のCCSプロジェクトパイプラインの理論上の最大貯留可能量との比較



# 6.0 施設の一覧

# 2023

## FACILITIES LIST

操業中

施設名称	所在国	操業開始年	産業	回収、貯留 または/および 回収容量 (Mtpa CO <sub>2</sub> )	貯留タイプ
Occidental Terrell	米国	1972	天然ガス処理	0.5	石油増産回収
Enid Fertilizer	米国	1982	水素 / アンモニア / 肥料	0.2	石油増産回収
ExxonMobil Shute Creek Gas	米国	1986	天然ガス処理	7	石油増産回収
MOL Szank Field	ハンガリー	1992	天然ガス処理	0.16	石油増産回収
Equinor Sleipner	ノルウェー	1996	天然ガス処理	1	純粹地層貯留
Great Plains Synfuels Plant and Weyburn-Midale	米国	2000	水素 / アンモニア / 肥料	3	石油増産回収
Core Energy CO <sub>2</sub> -EOR South Chester plant	米国	2003	天然ガス処理	0.35	石油増産回収
Equinor Snohvit	ノルウェー	2008	天然ガス処理	0.7	純粹地層貯留
Petrobras Santos Basin Pre-Salt Oil Field	ブラジル	2008	天然ガス処理	10.6	石油増産回収
Arkalon CO <sub>2</sub> Compression Facility	米国	2009	エタノール	0.5	石油増産回収
Longfellow WTO Century Plant	米国	2010	天然ガス処理	5	石油増産回収
Gary Climate Solutions Bonanza BioEnergy	米国	2012	エタノール	0.1	石油増産回収
Yanchang Integrated Demonstration	中国	2012	化学品製造	0.05	石油増産回収
Air Products and Chemicals Valero Port Arthur Refinery	米国	2013	水素 / アンモニア / 肥料	0.9	石油増産回収
Contango Lost Cabin Gas Plant	米国	2013	天然ガス処理	0.9	石油増産回収
Coffeyville Gasification Plant	米国	2013	水素 / アンモニア / 肥料	0.9	石油増産回収
PCS Nitrogen Geismar Plant	米国	2013	水素 / アンモニア / 肥料	0.3	石油増産回収
SaskPower Boundary Dam	カナダ	2014	発電と熱	1	石油増産回収
Saudi Aramco Uthmaniayah	サウジアラビア	2015	天然ガス処理	0.8	石油増産回収
Shell Quest	カナダ	2015	水素 / アンモニア / 肥料	1.3	純粹地層貯留

## 操業中

施設名称	所在国	操業開始年	産業	回収、貯留 または/および 回収容量 (Mtpa CO2)	貯留タイプ
Xinjiang Dunhua Karamay	中国	2015	化学品製造	0.1	石油増産回収
ADNOC Al-Reyadah	アラブ首長国連邦	2016	鉄鋼製造	0.8	石油増産回収
ADM Illinois Industrial	米国	2017	エタノール	1	純粹地層貯留
CNPC Jilin Oil Field	中国	2018	天然ガス処理	0.6	石油増産回収
Chevron Gorgon	オーストラリア	2019	天然ガス処理	4	純粹地層貯留
Qatargas Qatar LNG	カタール	2019	天然ガス処理	2.2	純粹地層貯留
Enhance Clive Oil Field	カナダ	2020	CO <sub>2</sub> 輸送貯留	1.12	石油増産回収
NWR Sturgeon Refinery	カナダ	2020	石油精製	1.6	石油増産回収
WCS Redwater	カナダ	2020	水素 / アンモニア / 肥料	0.3	石油増産回収
Wolf Alberta Carbon Trunk Line	カナダ	2020	CO <sub>2</sub> 輸送貯留	14.6	石油増産回収
China National Energy Guohua Jinjie	中国	2021	発電と熱	0.15	純粹地層貯留
Climeworks Orca	アイスランド	2021	直接空気回収	0.004	純粹地層貯留
Sinopec Nanjing Chemical	中国	2021	化学品製造	0.2	石油増産回収
Yangchang Yan'an CO <sub>2</sub> -EOR	中国	2021	化学品製造	0.1	石油増産回収
Entropy Glacier Gas Plant	カナダ	2022	天然ガス処理	0.2	純粹地層貯留
Red Trail Energy Richardton Ethanol	米国	2022	エタノール	0.18	純粹地層貯留
Sinopec Qilu-Shengli	中国	2022	化学品製造	1	石油増産回収
Yangchang Yulin CO <sub>2</sub> -EOR	中国	2022	化学品製造	0.3	純粹地層貯留
China National Energy Taizhou	中国	2023	発電と熱	0.5	石油増産回収
CNOOC Enping	中国	2023	天然ガス処理	0.3	純粹地層貯留
Sinopec Jinling Petrochemical (Nanjing Refinery)	中国	2023	石油精製	0.3	石油増産回収

## 建設段階

施設名称	所在国	操業開始年	産業	回収、貯留 または/および 回収容量 (Mtpa CO2)	貯留タイプ
Guanghui Energy Methanol Plant	中国	2023	化学品製造	0.1	石油増産回収
Targa Red Hills natural gas processing complex	米国	2023	天然ガス処理	0.36	純粋地層貯留
44.01 Project Hajar	オマーン	2024	直接空気回収	評価中	純粋地層貯留
Air Product Blue But Better	カナダ	2024	水素 / アンモニア / 肥料	3	石油増産回収
Hafslund Oslo Celsio Waste-to-Energy Plant	ノルウェー	2024	バイオマス発電と熱	0.4	純粋地層貯留
Heidelberg Materials Brevik Cement Plant	ノルウェー	2024	セメント	0.4	純粋地層貯留
Northern Lights Transport and Storage	ノルウェー	2024	CO <sub>2</sub> 輸送貯留	1.5	純粋地層貯留
Shell Energy and Chemicals Park Rotterdam	オランダ	2024	バイオマス発電と熱	0.38	純粋地層貯留
CarbFix Mammoth	アイスランド	2024	直接空気回収	0.03	純粋地層貯留
China National Energy Ningxia	中国	2024	化学品製造	3	石油増産回収
Santos Cooper Basin	オーストラリア	2024	天然ガス処理	1.7	純粋地層貯留
OCI Iowa Fertiliser Company	米国	2025	水素 / アンモニア / 肥料	0.45	純粋地層貯留
CF Industries Donaldsonville	米国	2025	水素 / アンモニア / 肥料	2	純粋地層貯留
Huaneng Longdong Energy Base	中国	2025	発電と熱	1.5	純粋地層貯留
Linde Beaumont hydrogen plant	米国	2025	水素 / アンモニア / 肥料	2.2	純粋地層貯留
Petronas Kasawari	マレーシア	2025	天然ガス処理	3.3	純粋地層貯留
Qatar Petroleum North Field East	カタール	2025	天然ガス処理	2.1	評価中
Silverstone	アイスランド	2025	発電と熱	0.03	純粋地層貯留
STRATOS (1PointFive Direct Air Capture)	米国	2025	直接空気回収	0.5	純粋地層貯留
Air Products and Chemical Louisiana Clean Energy Complex	米国	2026	水素 / アンモニア / 肥料	5	純粋地層貯留
QAFCO Ammonia-7 Blue Ammonia Facility	カタール	2026	水素 / アンモニア / 肥料	1.5	純粋地層貯留
CapturePoint Solutions Central Louisiana Regional Carbon Storage (CENLA) Hub	米国	2027	CO <sub>2</sub> 輸送貯留	10	純粋地層貯留
Energy Transfer Haynesville Gas Processing (CENLA Hub)	米国	2027	天然ガス処理	評価中	純粋地層貯留
Baotou Steel	中国	評価中	鉄鋼製造	0.5	純粋地層貯留
Xinjiang Jinlong Shenwu	中国	評価中	発電と熱	0.2	石油増産回収
Yulin Integrated Coal-to-Liquification	中国	評価中	化学品製造	4	石油増産回収

## 後期開発段階

施設名称	所在国	操業開始年	産業	回収、貯留 または/および 回収容量 (Mtpa CO2)	貯留タイプ
Bridgeport Energy Moonie	オーストラリア	2024	CO <sub>2</sub> 輸送貯留	0.2	石油増産回収
HeidelbergCement	米国	2024	セメント	2	純粋地層貯留
Aemetis Keyes Ethanol	米国	2024	エタノール	0.4	純粋地層貯留
Air Liquide Refinery Rotterdam	オランダ	2024	水素 / アンモニア / 肥料	0.5	純粋地層貯留
Bushmills Biorefinery	米国	2024	エタノール	0.24	純粋地層貯留
ExxonMobil Benelux Refinery	オランダ	2024	水素 / アンモニア / 肥料	評価中	純粋地層貯留
FCL Regina Refinery	カナダ	2024	石油精製	0.25	純粋地層貯留
Horisont Energi Polaris Carbon Storage	ノルウェー	2024	CO <sub>2</sub> 輸送貯留	2	純粋地層貯留
Summit Aberdeen Biorefinery	米国	2024	エタノール	0.14	純粋地層貯留
Summit Atkinson Biorefinery	米国	2024	エタノール	0.16	純粋地層貯留
Summit Casselton Biorefinery	米国	2024	エタノール	0.5	純粋地層貯留
Summit Central City Biorefinery	米国	2024	エタノール	0.33	純粋地層貯留
Summit Fairmont Biorefinery	米国	2024	エタノール	0.34	純粋地層貯留
Summit Galva Biorefinery	米国	2024	エタノール	0.11	純粋地層貯留
Summit Goldfield Biorefinery	米国	2024	エタノール	0.22	純粋地層貯留
Summit Grand Junction Biorefinery	米国	2024	エタノール	0.34	純粋地層貯留
Summit Granite Falls Biorefinery	米国	2024	エタノール	0.18	純粋地層貯留
Summit Heron Lake Biorefinery	米国	2024	エタノール	0.19	純粋地層貯留
Summit Huron Biorefinery	米国	2024	エタノール	0.09	純粋地層貯留
Summit Lamberton Biorefinery	米国	2024	エタノール	0.16	純粋地層貯留
Summit Lawler Biorefinery	米国	2024	エタノール	0.57	純粋地層貯留
Summit Madison Biorefinery	米国	2024	エタノール	0.25	純粋地層貯留
Summit Marcus Biorefinery	米国	2024	エタノール	0.46	純粋地層貯留
Summit Mason City Biorefinery	米国	2024	エタノール	0.34	純粋地層貯留
Summit Merrill Biorefinery	米国	2024	エタノール	0.16	純粋地層貯留
Summit Mid West Express Storage	米国	2024	CO <sub>2</sub> 輸送貯留	12	純粋地層貯留

## 後期開発段階

施設名称	所在国	操業開始年	産業	回収、貯留 または/および 回収容量 (Mtpa CO2)	貯留タイプ
Summit Mid West Express Trunk Pipeline	米国	2024	CO <sub>2</sub> 輸送貯留	20	純粋地層貯留
Summit Mina Biorefinery	米国	2024	エタノール	0.4	純粋地層貯留
Summit Mount Vernon Biorefinery	米国	2024	エタノール	0.25	純粋地層貯留
Summit Nevada Biorefinery	米国	2024	エタノール	0.26	純粋地層貯留
Venture Global LNG CP2	米国	2024	天然ガス処理	0.5	純粋地層貯留
Summit Norfolk Biorefinery	米国	2024	エタノール	0.15	純粋地層貯留
Summit Obion Biorefinery	米国	2024	エタノール	0.34	純粋地層貯留
Summit Onida Biorefinery	米国	2024	エタノール	0.23	純粋地層貯留
Summit Otter Tail Biorefinery	米国	2024	エタノール	0.17	純粋地層貯留
Summit Plainview Biorefinery	米国	2024	エタノール	0.32	純粋地層貯留
Summit Redfield Biorefinery	米国	2024	エタノール	0.17	純粋地層貯留
Summit Shenandoah Biorefinery	米国	2024	エタノール	0.24	純粋地層貯留
Summit Sioux Center Biorefinery	米国	2024	エタノール	0.19	純粋地層貯留
Summit Steamboat Rock Biorefinery	米国	2024	エタノール	0.23	純粋地層貯留
Summit Superior Biorefinery	米国	2024	エタノール	0.17	純粋地層貯留
Summit Watertown Biorefinery	米国	2024	エタノール	0.37	純粋地層貯留
Summit Wentworth Biorefinery	米国	2024	エタノール	0.26	純粋地層貯留
Summit Wood River Biorefinery	米国	2024	エタノール	0.35	純粋地層貯留
Summit York Biorefinery	米国	2024	エタノール	0.14	純粋地層貯留
Whitecap Resources Southeast Saskatchewan Hub	カナダ	2024	CO <sub>2</sub> 輸送貯留	2.5	純粋地層貯留
8 Rivers Coyote Clean Power	米国	2025	発電と熱	0.86	評価中
ADNOC Ghasha Concession Fields	アラブ首長国連邦	2025	天然ガス処理	評価中	純粋地層貯留
ADNOC Natural gas processing plant	アラブ首長国連邦	2025	天然ガス処理	2.3	石油増産回収
G2 Net-Zero	米国	2025	天然ガス処理	4	評価中
Gerald Gentleman Station	米国	2025	発電と熱	4.3	石油増産回収
Golden Spread Electric Mustang Station	米国	2025	発電と熱	1.5	純粋地層貯留

## 後期開発段階

施設名称	所在国	操業開始年	産業	回収、貯留 または/および 回収容量 (Mtpa CO2)	貯留タイプ
Lake Charles Methanol	米国	2025	化学品製造	4	純粋地層貯留
One Earth Energy Ethanol	米国	2025	エタノール	0.5	純粋地層貯留
Sinopec Shengli Power Plant	中国	2025	発電と熱	1	石油増産回収
Amager Bakke Waste to Energy	デンマーク	2025	バイオマス発電と熱	0.5	純粋地層貯留
East Coast Cluster Humber Pipeline	英国	2025	CO <sub>2</sub> 輸送貯留	17	純粋地層貯留
East Coast Cluster Teesside Pipeline	英国	2025	CO <sub>2</sub> 輸送貯留	10	純粋地層貯留
Hafslund Oslo Celsio - Truck Route	ノルウェー	2025	CO <sub>2</sub> 輸送貯留	0.4	純粋地層貯留
LafargeHolcim Cement	米国	2025	セメント	1.6	評価中
Northern Endurance Storage Site	英国	2025	CO <sub>2</sub> 輸送貯留	27	純粋地層貯留
Orsted Asnaes CHP Plant	デンマーク	2025	発電と熱	0.2	評価中
Orsted Avedore CHP Plant	デンマーク	2025	発電と熱	0.2	評価中
Pilot Energy Cliff Head (Mid West Clean Energy )	オーストラリア	2025	CO <sub>2</sub> 輸送貯留	3	純粋地層貯留
Project Greensand	デンマーク	2025	CO <sub>2</sub> 輸送貯留	8	純粋地層貯留
Shell Polaris (Scotford Complex)	カナダ	2025	水素 / アンモニア / 肥料	0.75	純粋地層貯留
Wolf Lamont Carbon Hub	カナダ	2025	CO <sub>2</sub> 輸送貯留	4	純粋地層貯留
Yara Sluiskil	オランダ	2025	水素 / アンモニア / 肥料	0.8	純粋地層貯留
BP Tangguh LNG	インドネシア	2026	天然ガス処理	3	石油増産回収
Minnkota Power Project Tundra	米国	2026	発電と熱	4	純粋地層貯留
Project Interseqt - Hereford Ethanol Plant	米国	2026	エタノール	0.35	石油増産回収
Project Interseqt - Plainview Ethanol Plant	米国	2026	エタノール	0.35	石油増産回収
PTTEP Lang Lebah	マレーシア	2026	天然ガス処理	評価中	純粋地層貯留
Repsol Sakakemang	インドネシア	2026	天然ガス処理	2	純粋地層貯留
Capital Power Genesee CCS	カナダ	2026	発電と熱	3	純粋地層貯留
CarbFix CODA Transport and Storage	アイスランド	2026	CO <sub>2</sub> 輸送貯留	0.3	純粋地層貯留
Chevron Bayou Bend	米国	2026	CO <sub>2</sub> 輸送貯留	20	純粋地層貯留
Porthos CO <sub>2</sub> Transport and Storage	オランダ	2026	CO <sub>2</sub> 輸送貯留	2.5	純粋地層貯留

## 後期開発段階

施設名称	所在国	操業開始年	産業	回収、貯留 または/および 回収容量 (Mtpa CO2)	貯留タイプ
Wabash Valley Resources West Terre Haute fertilizer plant	米国	2026	水素 / アンモニア / 肥料	1.65	純粋地層貯留
Vertex HyNet Hydrogen	英国	2026	水素 / アンモニア / 肥料	1.8	純粋地層貯留
Cal Capture	米国	2027	発電と熱	1.55	純粋地層貯留
St. Charles Clean Fuels Hydrogen Louisiana	米国	2027	水素 / アンモニア / 肥料	評価中	評価中
BOC Teesside Hydrogen	英国	2027	水素 / アンモニア / 肥料	0.2	純粋地層貯留
Drax BECCS	英国	2027	発電と熱	8	純粋地層貯留
ExxonMobil Baytown Low Carbon Hydrogen	米国	2027	水素 / アンモニア / 肥料	7	純粋地層貯留
FCL Belle Plaine Ethanol Complex	カナダ	2027	エタノール	0.25	石油増産回収
Harbour Energy Viking Transport and Storage	英国	2027	CO <sub>2</sub> 輸送貯留	8	純粋地層貯留
Hydrogen to Humber Saltend	英国	2027	水素 / アンモニア / 肥料	0.89	純粋地層貯留
Phillips 66 Humber Refinery	英国	2027	水素 / アンモニア / 肥料	0.5	純粋地層貯留
Santos Bayu-Undan	ティモールレステ	2027	天然ガス処理	10	純粋地層貯留
Saudi Aramco Jubail Hub	サウジアラビア	2027	天然ガス処理	9	純粋地層貯留
SSE Thermal Keadby 3 Power Station	英国	2027	発電と熱	2.6	純粋地層貯留
Stockholm Exergi BECCS	スウェーデン	2027	バイオマス発電と熱	0.8	純粋地層貯留
Stockholm Exergi BECCS Shipping Route	スウェーデン	2027	CO <sub>2</sub> 輸送貯留	0.8	純粋地層貯留
VPI Immingham Power Plant	英国	2027	発電と熱	7.1	純粋地層貯留
Yara Hydrogen Texas	米国	2027	水素 / アンモニア / 肥料	評価中	純粋地層貯留
Cleco Diamond Vault	米国	2028	発電と熱	4	純粋地層貯留
Heidelberg Materials Padeswood Cement	英国	2028	セメント	0.8	純粋地層貯留
Prax Lindsey Carbon Capture (PLCCP)	英国	2028	石油精製	1	純粋地層貯留
GE James M. Barry Electric Generating Plant	米国	2030	発電と熱	0.6	評価中
BASF Antwerp (Kairos@C)	ベルギー	2030	化学品製造	1.42	純粋地層貯留
Pathways Alliance Oil Sands Pathways to Net Zero	カナダ	2030	CO <sub>2</sub> 輸送貯留	12	純粋地層貯留
ION Polk Power Station	米国	2040	発電と熱	3.7	純粋地層貯留
Calpine Baytown Energy Center	米国	評価中	発電と熱	2.5	純粋地層貯留

## 後期開発段階

施設名称	所在国	操業開始年	産業	回収、貯留 または/および 回収容量 (Mtpa CO2)	貯留タイプ
Calpine Project Delta	米国	評価中	発電と熱	2.36	純粋地層貯留
CPV Shay Energy Center (CPV West Virginia Natural Gas Power Station)	米国	評価中	発電と熱	評価中	評価中
EPRI Cane Run	米国	評価中	発電と熱	1.7	純粋地層貯留
LafargeHolcim Ste. Genevieve Cement Plant	米国	評価中	セメント	2.9	評価中
Pertamina Jatibarang	インドネシア	評価中	天然ガス処理	評価中	石油増産回収
Prairie State Generating Station	米国	評価中	発電と熱	7.6	純粋地層貯留
PTTEP Arthit	タイ	評価中	天然ガス処理	1	純粋地層貯留
Southern Company Farley DAC	米国	評価中	直接空気回収	0.005	評価中
Southern Company Plant Daniel Carbon Capture	米国	評価中	発電と熱	1.8	純粋地層貯留
Calpine Texas Deer Park Energy Centre	米国	評価中	発電と熱	5	純粋地層貯留
CRC Elk Hills Power	米国	評価中	発電と熱	1.4	純粋地層貯留
Northern Plains Nitrogen Grand Forks Blue Ammonia	米国	評価中	天然ガス処理	0.5	純粋地層貯留
NuGen Ethanol Plant	米国	評価中	エタノール	0.45	純粋地層貯留
Sumitomo Hydrogen Energy Supply Chain (HESC)	オーストラリア	評価中	水素 / アンモニア / 肥料	5	純粋地層貯留
Venture Global LNG Calcasieu Pass	米国	評価中	天然ガス処理	0.5	純粋地層貯留
Venture Global LNG Plaquemines	米国	評価中	天然ガス処理	0.5	純粋地層貯留
Victorian Government CarbonNet	オーストラリア	評価中	CO <sub>2</sub> 輸送貯留	5	純粋地層貯留

## 早期開発段階

施設名称	所在国	操業開始年	産業	回収、貯留 または/および 回収容量 (Mtpa CO2)	貯留タイプ
Harvestone Blue Flint Ethanol	米国	2024	エタノール	0.2	純粹地層貯留
CF Fertilisers Billingham Ammonia CCS	英国	2024	水素 / アンモニア / 肥料	評価中	評価中
DUC Bifrost	デンマーク	2024	CO <sub>2</sub> 輸送貯留	3	純粹地層貯留
Singleton Birch ZerCaL250	英国	2024	セメント	評価中	純粹地層貯留
Aemetis Riverbank Ethanol	米国	2024	エタノール	0.4	純粹地層貯留
Equinor Hydrogen 2 Magnum	オランダ	2024	発電と熱	2	純粹地層貯留
Imperial Oil Strathcona refinery	カナダ	2024	水素 / アンモニア / 肥料	0.5	評価中
Frontier Carbon Solutions Holdings Sweetwater Carbon Storage Hub	米国	2024	CO <sub>2</sub> 輸送貯留	2	純粹地層貯留
Gulf Cryo MEG Plant	サウジアラビア	2024	化学品製造	評価中	評価中
Storegga Acorn Transport and Storage	英国	2024	CO <sub>2</sub> 輸送貯留	5	純粹地層貯留
Tarmac Buxton Lime Net Zero	英国	2024	セメント	0.02	純粹地層貯留
Wolf Central Storage Hub Edmonton	カナダ	2024	CO <sub>2</sub> 輸送貯留	評価中	純粹地層貯留
Tallgrass Energy Eastern Wyoming Sequestration Hub	米国	2024	CO <sub>2</sub> 輸送貯留	評価中	純粹地層貯留
8 Rivers Capital Saskatchewan NET Power Plant	カナダ	2025	発電と熱	0.95	純粹地層貯留
Adams Fork Energy Clean Ammonia	米国	2025	水素 / アンモニア / 肥料	2.9	純粹地層貯留
ADNOC TA'ZIZ Blue Ammonia	アラブ首長国連邦	2025	水素 / アンモニア / 肥料	0.8	評価中
Basin Electric Dry Fork	米国	2025	発電と熱	3	純粹地層貯留
ADM Cedar Rapids	米国	2025	エタノール	評価中	純粹地層貯留
ADM Clinton	米国	2025	エタノール	評価中	純粹地層貯留
Air Liquide Normandy	フランス	2025	水素 / アンモニア / 肥料	0.6	純粹地層貯留
Aker BP Poseidon	ノルウェー	2025	CO <sub>2</sub> 輸送貯留	8	純粹地層貯留
Bison Meadowbrook Storage Hub	カナダ	2025	CO <sub>2</sub> 輸送貯留	3	純粹地層貯留
Cadent Hydrogen Production	英国	2025	水素 / アンモニア / 肥料	3	純粹地層貯留
Cadent HyNet CO <sub>2</sub> Transport and Storage	英国	2025	CO <sub>2</sub> 輸送貯留	4.5	純粹地層貯留
Clean Energy Systems Carbon Negative Energy Plant - Central Valley	米国	2025	発電と熱	0.32	純粹地層貯留

## 早期開発段階

施設名称	所在国	操業開始年	産業	回収、貯留 または/および 回収容量 (Mtpa CO2)	貯留タイプ
Clean Energy Systems Mendota BECCS	米国	2025	バイオマス発電と熱	0.3	純粋地層貯留
CNPC Junggar Basin Hub	中国	2025	CO <sub>2</sub> 輸送貯留	1.5	石油増産回収
CNPC Songliao Basin Hub	中国	2025	化学品製造	3	評価中
CRC Carbon TerraVault I	米国	2025	CO <sub>2</sub> 輸送貯留	1.24	純粋地層貯留
Denbury Leo Sequestration Site	米国	2025	CO <sub>2</sub> 輸送貯留	10	純粋地層貯留
Energean Prinos Sigma plant	ギリシャ	2025	天然ガス処理	1	純粋地層貯留
Energean Prinos Transport and Storage	ギリシャ	2025	CO <sub>2</sub> 輸送貯留	3	純粋地層貯留
Equinor North Sea Pipeline Zeebrugge	ベルギー	2025	CO <sub>2</sub> 輸送貯留	40	純粋地層貯留
ExxonMobil South East Australia Carbon Capture Hub	オーストラリア	2025	天然ガス処理	2	純粋地層貯留
Holcim Milaki Plant	ギリシャ	2025	セメント	1	純粋地層貯留
Horisont Energi AS Barents Blue	ノルウェー	2025	水素 / アンモニア / 肥料	2	純粋地層貯留
INEOS Greenport Scandinavia	デンマーク	2025	バイオマス発電と熱	1.5	純粋地層貯留
Liberty CCUS hub	米国	2025	CO <sub>2</sub> 輸送貯留	評価中	純粋地層貯留
Lone Cypress Hydrogen	米国	2025	水素 / アンモニア / 肥料	0.1	評価中
Mitsui Mid West Modern Energy Hub	オーストラリア	2025	水素 / アンモニア / 肥料	評価中	純粋地層貯留
Navigator Heartland Greenway CO <sub>2</sub> Transport and Storage	米国	2025	CO <sub>2</sub> 輸送貯留	15	純粋地層貯留
NET Power Plant	英国	2025	発電と熱	評価中	評価中
Net Zero Teesside - CCGT Facility	英国	2025	発電と熱	2	純粋地層貯留
Pembina Alberta Carbon Grid	カナダ	2025	CO <sub>2</sub> 輸送貯留	20	純粋地層貯留
Poet Arthur, IA	米国	2025	エタノール	0.28	純粋地層貯留
KEPCO Korea-CCS 1 & 2	韓国	2025	発電と熱	1	純粋地層貯留
Poet Ashton, IA	米国	2025	エタノール	0.28	純粋地層貯留
Poet Big Stone, SD	米国	2025	エタノール	0.28	純粋地層貯留
KNOC Donghae	韓国	2025	CO <sub>2</sub> 輸送貯留	1.2	純粋地層貯留
Poet Chancellor, SD	米国	2025	エタノール	0.28	純粋地層貯留
Poet Coon Rapids, IA	米国	2025	エタノール	0.28	純粋地層貯留
Lehigh Cement Plant	カナダ	2025	セメント	0.78	評価中

## 早期開発段階

施設名称	所在国	操業開始年	産業	回収、貯留 または/および 回収容量 (Mtpa CO2)	貯留タイプ
Poet Corning, IA	米国	2025	エタノール	0.28	純粹地層貯留
Poet Emmetsburg, IA	米国	2025	エタノール	0.28	純粹地層貯留
Poet Fairbank, IA	米国	2025	エタノール	0.28	純粹地層貯留
Poet Fairmont, NE	米国	2025	エタノール	0.28	純粹地層貯留
Poet Gowrie, IA	米国	2025	エタノール	0.28	純粹地層貯留
Poet Groton, SD	米国	2025	エタノール	0.28	純粹地層貯留
Poet Hanlontown, IA	米国	2025	エタノール	0.28	純粹地層貯留
Poet Hudson, SD	米国	2025	エタノール	0.28	純粹地層貯留
Poet Iowa Falls, IA	米国	2025	エタノール	0.28	純粹地層貯留
Poet Jewell, IA	米国	2025	エタノール	0.28	純粹地層貯留
NextDecade Rio Grande LNG	米国	2025	天然ガス処理	5.5	純粹地層貯留
Poet Menlo, IA	米国	2025	エタノール	0.28	純粹地層貯留
Poet Mitchell, SD	米国	2025	エタノール	0.28	純粹地層貯留
Poet Shell Rock, IA	米国	2025	エタノール	0.28	純粹地層貯留
Preem Lysekil Refinery	スウェーデン	2025	水素 / アンモニア / 肥料	0.5	純粹地層貯留
Progressive Energy Vertex Hydrogen	英国	2025	石油精製	1.8	純粹地層貯留
Redcar Energy Centre	英国	2025	バイオマス発電と熱	0.4	評価中
PaciCorp Dave Johnston Plant	米国	2025	発電と熱	評価中	石油増産回収
PAU Central Sulawesi Clean Fuel Ammonia	インドネシア	2025	水素 / アンモニア / 肥料	2	純粹地層貯留
Pieridae Energy Caroline Power	カナダ	2025	発電と熱	3	純粹地層貯留
Shell Atlas Carbon Storage Hub	カナダ	2025	CO <sub>2</sub> 輸送貯留	評価中	純粹地層貯留
Storegga Acorn Hydrogen	英国	2025	水素 / アンモニア / 肥料	0.4	純粹地層貯留
Wolf Mt. Simon Hub (Iowa Illinois Carbon Pipeline)	米国	2025	CO <sub>2</sub> 輸送貯留	12	純粹地層貯留
Starwood Energy Power Plant	米国	2025	発電と熱	評価中	石油増産回収
The Illinois Clean Fuels	米国	2025	化学品製造	8.13	純粹地層貯留
1PointFive Bluebonnet Hub	米国	2026	CO <sub>2</sub> 輸送貯留	8	純粹地層貯留

## 早期開発段階

施設名称	所在国	操業開始年	産業	回収、貯留 または/および 回収容量 (Mtpa CO2)	貯留タイプ
Beach Energy Otway Natural Gas Plant	オーストラリア	2026	天然ガス処理	0.2	純粋地層貯留
Acorn Direct Air Capture	英国	2026	直接空気回収	1	純粋地層貯留
Air Liquide Zeeland Refinery Azur	オランダ	2026	水素 / アンモニア / 肥料	0.8	評価中
Carbon Clean CEMEX	ドイツ	2026	セメント	0.03	評価中
Cinfracap Transport	スウェーデン	2026	CO <sub>2</sub> 輸送貯留	4	純粋地層貯留
Denbury Orion Sequestration Site	米国	2026	CO <sub>2</sub> 輸送貯留	10	純粋地層貯留
Enbridge Open Access Wabamun Carbon Hub	カナダ	2026	CO <sub>2</sub> 輸送貯留	4	純粋地層貯留
Enhance Energy Origins Carbon Storage Hub	カナダ	2026	CO <sub>2</sub> 輸送貯留	20	純粋地層貯留
ENI Structures A&E	リビア	2026	天然ガス処理	評価中	純粋地層貯留
Fidelis Norne Carbon Storage Hub	デンマーク	2026	CO <sub>2</sub> 輸送貯留	10	純粋地層貯留
FREVAR Waste to Energy	ノルウェー	2026	バイオマス発電と熱	0.06	純粋地層貯留
Höegh LNG Stella Maris	評価中	2026	CO <sub>2</sub> 輸送貯留	10	評価中
Horisont Energi Errai	ノルウェー	2026	CO <sub>2</sub> 輸送貯留	8	純粋地層貯留
INPEX CCS Darwin	オーストラリア	2026	天然ガス処理	2	純粋地層貯留
Kvitebjørn Varme Kvitebjørn Waste to Energy	ノルウェー	2026	バイオマス発電と熱	0.06	純粋地層貯留
Neptune Energy L10	オランダ	2026	CO <sub>2</sub> 輸送貯留	9	純粋地層貯留
KeyState Natural Gas Synthesis	米国	2026	天然ガス処理	0.3	純粋地層貯留
Lapis Energy El Dorado	米国	2026	水素 / アンモニア / 肥料	0.45	純粋地層貯留
Port of Rotterdam Delta Corridor Pipeline Network	オランダ	2026	CO <sub>2</sub> 輸送貯留	22	純粋地層貯留
Nucor Steel DRI	米国	2026	鉄鋼製造	0.8	評価中
SUEZ Tees Valley Energy Recovery Facility (TVERF)	英国	2026	バイオマス発電と熱	評価中	純粋地層貯留
Synergia Energy Damhead Pipeline	英国	2026	CO <sub>2</sub> 輸送貯留	7.6	純粋地層貯留
Synergia Energy Damhead Power Station	英国	2026	発電と熱	評価中	純粋地層貯留
Synergia Energy Grain Power Station	英国	2026	発電と熱	評価中	純粋地層貯留
Synergia Energy Isle of Grain Transport	英国	2026	CO <sub>2</sub> 輸送貯留	1.2	純粋地層貯留
Synergia Energy Medway Transport and Storage	英国	2026	CO <sub>2</sub> 輸送貯留	7.6	純粋地層貯留

## 早期開発段階

施設名称	所在国	操業開始年	産業	回収、貯留 または/および 回収容量 (Mtpa CO2)	貯留タイプ
Talos Coastal Bend	米国	2026	CO <sub>2</sub> 輸送貯留	1.5	純粹地層貯留
Talos Harvest Bend Louisiana Transport and Storage	米国	2026	CO <sub>2</sub> 輸送貯留	5	純粹地層貯留
Whitecap Resources Rolling Hills Hub	カナダ	2026	CO <sub>2</sub> 輸送貯留	2	純粹地層貯留
Yosemite Hydrogen Project	米国	2026	水素 / アンモニア / 肥料	4	純粹地層貯留
Velocys Bayou Fuels Negative Emission	米国	2026	化学品製造	1.5	純粹地層貯留
Aramis Hub	オランダ	2027	CO <sub>2</sub> 輸送貯留	5	純粹地層貯留
BP H2Teesside	英国	2027	水素 / アンモニア / 肥料	2	純粹地層貯留
Clean Energy Systems BiCRS Plant - Madera County	米国	2027	発電と熱	0.6	純粹地層貯留
Clean Hydrogen Works Ascension Clean Energy	米国	2027	水素 / アンモニア / 肥料	6	純粹地層貯留
ENI Ravenna Hub	イタリア	2027	CO <sub>2</sub> 輸送貯留	4	純粹地層貯留
Fluxys Ghent Carbon Hub	オランダ	2027	CO <sub>2</sub> 輸送貯留	6	純粹地層貯留
Grannus Blue	米国	2027	水素 / アンモニア / 肥料	0.37	評価中
Kellas Midstream H2NorthEast	英国	2027	水素 / アンモニア / 肥料	2	純粹地層貯留
Lafarge Cement GO4ECOPLANET	ポーランド	2027	セメント	1	純粹地層貯留
Novatek Yamal LNG	ロシア	2027	天然ガス処理	10	純粹地層貯留
SSE Thermal Peterhead Power Station	英国	2027	発電と熱	1.5	純粹地層貯留
Suez Waste to Energy	英国	2027	バイオマス発電と熱	0.24	純粹地層貯留
Uniper Humber Hub Blue Project	英国	2027	水素 / アンモニア / 肥料	1.6	純粹地層貯留
Växjö Energi CHP Sandviksverket	スウェーデン	2027	バイオマス発電と熱	0.18	評価中
TotalEnergies Papua LNG	パプアニューギニア	2027	天然ガス処理	1	純粹地層貯留
Air Liquide CalCC	フランス	2028	セメント	0.6	純粹地層貯留
Equinor Smeaheia (Norway)	ノルウェー	2028	CO <sub>2</sub> 輸送貯留	20	純粹地層貯留
EQIOM K6	フランス	2028	セメント	0.8	評価中
Ervia Cork	アイルランド	2028	発電と熱	2.5	純粹地層貯留
Holcim GO4ZERO Obourg Plant	ベルギー	2028	セメント	1.1	純粹地層貯留
HeidelbergCement ANRAV	ブルガリア	2028	セメント	0.8	純粹地層貯留

## 早期開発段階

施設名称	所在国	操業開始年	産業	回収、貯留 または/および 回収容量 (Mtpa CO2)	貯留タイプ
Holcim KODECO Koromačno Plant	クロアチア	2028	セメント	0.37	純粹地層貯留
Pertamina Sukowati	インドネシア	2028	石油精製	1.4	石油増産回収
Santos Reindeer	オーストラリア	2028	CO <sub>2</sub> 輸送貯留	4	純粹地層貯留
Suncor and ATCO Heartland Hydrogen	カナダ	2028	水素 / アンモニア / 肥料	2	評価中
Carbone Aceh Arun Hub	インドネシア	2029	CO <sub>2</sub> 輸送貯留	1.5	純粹地層貯留
CO <sub>2</sub> NTessa	クロアチア	2029	セメント	0.7	純粹地層貯留
Heidelberg Materials GeZero Cement	ドイツ	2029	セメント	0.7	純粹地層貯留
Borealis Antwerp	ベルギー	2030	化学品製造	評価中	純粹地層貯留
Cementa Slite Cement Plant	スウェーデン	2030	セメント	1.8	純粹地層貯留
ENEOS Northern to Western Kyushu Offshore	日本	2030	CO <sub>2</sub> 輸送貯留	3	純粹地層貯留
Exxonmobil Antwerp Refinery	ベルギー	2030	化学品製造	評価中	純粹地層貯留
ExxonMobil Houston Ship Channel Innovation Zone	米国	2030	CO <sub>2</sub> 輸送貯留	50	純粹地層貯留
ExxonMobil Blue Hydrogen Fawley Refinery	英国	2030	水素 / アンモニア / 肥料	2	純粹地層貯留
Ineos Antwerp	ベルギー	2030	化学品製造	評価中	純粹地層貯留
Grand Ouest CO <sub>2</sub>	フランス	2030	CO <sub>2</sub> 輸送貯留	2.6	純粹地層貯留
INPEX Metropolitan Area	日本	2030	CO <sub>2</sub> 輸送貯留	1	純粹地層貯留
ITOCHU Tohoku Region West Coast	日本	2030	CO <sub>2</sub> 輸送貯留	2	純粹地層貯留
JAPEX East Niigata Area	日本	2030	CO <sub>2</sub> 輸送貯留	1.5	純粹地層貯留
JAPEX Tomakomai Area	日本	2030	CO <sub>2</sub> 輸送貯留	1.5	純粹地層貯留
Mitsubishi Corp Oceania	日本	2030	CO <sub>2</sub> 輸送貯留	2	純粹地層貯留
Mitsui Offshore Malay	日本	2030	CO <sub>2</sub> 輸送貯留	2	純粹地層貯留
RWE Pembroke Power Station	英国	2030	発電と熱	5	評価中
Wintershall Dea CO <sub>2</sub> nnectNow	ドイツ	2032	CO <sub>2</sub> 輸送貯留	40	評価中
ArcelorMittal Texas (formerly voestalpine Texas)	米国	評価中	鉄鋼製造	評価中	評価中
Bakken Energy Resources Heartland Hydrogen Hub	米国	評価中	発電と熱	評価中	評価中
8 Rivers Whitetail Clean Energy	英国	評価中	発電と熱	0.8	純粹地層貯留

## 早期開発段階

施設名称	所在国	操業開始年	産業	回収、貯留 または/および 回収容量 (Mtpa CO2)	貯留タイプ
ARC Resources Greenview Region	カナダ	評価中	CO <sub>2</sub> 輸送貯留	評価中	純粹地層貯留
Bison North Drumheller Hub	カナダ	評価中	CO <sub>2</sub> 輸送貯留	評価中	純粹地層貯留
Borg CO <sub>2</sub>	ノルウェー	評価中	CO <sub>2</sub> 輸送貯留	0.63	純粹地層貯留
C.GEN North Killingholme Power	英国	評価中	発電と熱	評価中	純粹地層貯留
Chevron San Joaquin	米国	評価中	発電と熱	1	評価中
Cementir Aalborg Plant	デンマーク	評価中	セメント	0.4	純粹地層貯留
City of Medicine Hat Project Clear Horizon	カナダ	評価中	CO <sub>2</sub> 輸送貯留	評価中	純粹地層貯留
CRC InEnTec Bioenergy	米国	評価中	エタノール	0.1	純粹地層貯留
Crescent Midstream Louisiana Offshore Hub	米国	評価中	CO <sub>2</sub> 輸送貯留	評価中	純粹地層貯留
Daya Bay Hub	中国	評価中	CO <sub>2</sub> 輸送貯留	10	評価中
Encyclis Protos Energy Recovery Facility	英国	評価中	バイオマス発電と熱	0.38	純粹地層貯留
Enhance Grand Prairie Hub	カナダ	評価中	CO <sub>2</sub> 輸送貯留	評価中	純粹地層貯留
Entropy Bow River Hub	カナダ	評価中	CO <sub>2</sub> 輸送貯留	5	純粹地層貯留
ExxonMobil Indonesia Regional Storage Hub	インドネシア	評価中	CO <sub>2</sub> 輸送貯留	評価中	評価中
Heartland Generation Battle River Carbon Hub	カナダ	評価中	CO <sub>2</sub> 輸送貯留	評価中	純粹地層貯留
Fidelis New Energy Cyclus Power Generation	米国	評価中	バイオマス発電と熱	2	評価中
Fjernvarme Fyn Odense CHP plant	デンマーク	評価中	バイオマス発電と熱	評価中	評価中
Fortum Waste Nyborg	デンマーク	評価中	バイオマス発電と熱	評価中	評価中
FS Lucas do Rio Verde BECCS	ブラジル	評価中	エタノール	0.4	評価中
IPL Alberta Hub	カナダ	評価中	CO <sub>2</sub> 輸送貯留	6	純粹地層貯留
Harvestone Dakota Spirit AgEnergy	米国	評価中	エタノール	0.2	純粹地層貯留
Holcim Exshaw Cement	カナダ	評価中	セメント	1	純粹地層貯留
Kiwetinohk Maskwa Swan Hills Hub	カナダ	評価中	CO <sub>2</sub> 輸送貯留	評価中	純粹地層貯留
Kiwetinohk Opal Carbon Hub	カナダ	評価中	CO <sub>2</sub> 輸送貯留	評価中	純粹地層貯留
Idku Egypt	エジプト	評価中	天然ガス処理	評価中	評価中
Motor Oil Hellas IRIS	ギリシャ	評価中	水素 / アンモニア / 肥料	0.5	純粹地層貯留

## 早期開発段階

施設名称	所在国	操業開始年	産業	回収、貯留 または/および 回収容量 (Mtpa CO2)	貯留タイプ
NorthRiver Grand Prairie Net Zero Gateway Storage Hub	カナダ	評価中	CO <sub>2</sub> 輸送貯留	評価中	純粹地層貯留
Onyx Power Blue Hydrogen Production Plant	オランダ	評価中	水素 / アンモニア / 肥料	2.5	評価中
RETI East Calgary Region Carbon Sequestration Hub	カナダ	評価中	CO <sub>2</sub> 輸送貯留	評価中	純粹地層貯留
RWE Stallingborough	英国	評価中	発電と熱	2	純粹地層貯留
RWE Straythorpe	英国	評価中	発電と熱	4	純粹地層貯留
SNOC Sharjah	アラブ首長国連邦	評価中	CO <sub>2</sub> 輸送貯留	評価中	純粹地層貯留
Synergy Energy Medway Power Station	英国	評価中	発電と熱	評価中	純粹地層貯留
Tidewater Brazeau Carbon Sequestration Hub	カナダ	評価中	CO <sub>2</sub> 輸送貯留	評価中	純粹地層貯留
Tidewater Ram River Carbon Sequestration Hub	カナダ	評価中	CO <sub>2</sub> 輸送貯留	評価中	純粹地層貯留
Titan Cement IFESTOS	ギリシャ	評価中	セメント	1.9	純粹地層貯留
Tourmaline Clearwater	カナダ	評価中	CO <sub>2</sub> 輸送貯留	10	評価中
Vault 44.01 Rocky Mountain Carbon Vault	カナダ	評価中	CO <sub>2</sub> 輸送貯留	評価中	純粹地層貯留
Vault 44.01 Athabasca Banks Carbon Hub	カナダ	評価中	CO <sub>2</sub> 輸送貯留	評価中	純粹地層貯留
Viridor Runcorn Waste Incineration	英国	評価中	バイオマス発電と熱	0.9	純粹地層貯留
West Lake Pincher Creek Carbon Sequestration Hub	カナダ	評価中	CO <sub>2</sub> 輸送貯留	2.7	純粹地層貯留
Wintershall Dea Havstjerne	ノルウェー	評価中	CO <sub>2</sub> 輸送貯留	評価中	純粹地層貯留
Wintershall Dea Luna	ノルウェー	評価中	CO <sub>2</sub> 輸送貯留	評価中	純粹地層貯留
SaskPower The Shand	カナダ	評価中	発電と熱	2	石油増産回収
Wolf Central Alberta Hub	カナダ	評価中	CO <sub>2</sub> 輸送貯留	評価中	純粹地層貯留
Sempra Hackberry Carbon Sequestration	米国	評価中	天然ガス処理	2	純粹地層貯留
Wolf East Calgary Region Carbon Sequestration Hub	カナダ	評価中	CO <sub>2</sub> 輸送貯留	評価中	純粹地層貯留
Woodside Burrup Hub	オーストラリア	評価中	CO <sub>2</sub> 輸送貯留	5	評価中

# 7.0 別表

# 略語一覧

**ACCU** オーストラリア炭素クレジットユニット  
**ADNOC** オーストラリア炭素クレジットユニット  
**BECCS** CCS付きバイオエネルギー  
**CCS** 二酸化炭素回収貯留  
**CCUS** 二酸化炭素回収・利用・貯留  
**CDR** 二酸化炭素除去  
**CO<sub>2</sub>** 二酸化炭素  
**COP** 締約国会議  
**DAC** 直接空気回収  
**DACCS** 二酸化炭素直接空気回収貯留  
**DOE** 米国エネルギー省  
**EC** 欧州委員会  
**EOR** 石油増進回収  
**EPA** 米国環境保護庁  
**EPC** 設計・調達・建設  
**EPSS** 排出性能基準  
**ESG** 環境・社会・企業統治  
**ETS** 排出量取引制度  
**EU** 欧州連合  
**FEED** フロントエンドエンジニアリング設計  
**FFS** Fee for Service  
**GFC** 緑の気候基金  
**GHG** 温室効果ガス  
**Gt** ギガトン  
**GW** ギガワット  
**IEA** 国際エネルギー機関  
**IEA-SDS** IEA の持続可能な開発シナリオ  
**IMO** 国際海事機関  
**IPCC** 気候変動に関する政府間パネル  
**IRS** 米国内国歳入庁  
**JCM** 二国間クレジット制度

**JOGMEC** 独立行政法人工エネルギー・金属鉱物資源機構  
**LCFS** 低炭素燃料基準  
**LEDS** 長期的低温室効果ガス開発戦略  
**LNG** 液化天然ガス  
**MEE** 中華人民共和国生態環境部  
**MMV** モニタリング、測定、検証  
**Mt** 百万トン  
**MTPA** 年間百万トン  
**MW** メガワット  
**NDC** 自国が決定する貢献  
**NET** ネガティブエミッション技術  
**NETL** 米国エネルギー省国立エネルギー技術研究所  
**NPV** 正味現在価値  
**NZE** ネットゼロ排出  
**PV** 太陽光発電  
**R&D** 研究開発  
**RD&D** 研究開発と実証  
**SDS** 持続可能な開発シナリオ  
**SLL** サステナビリティリンクローン  
**SMR** 水蒸気メタン改質  
**SOE** 国有企業  
**TWH** テラワット時  
**UNFCCC** 気候変動に関する国際連合枠組条約  
**UAE** アラブ首長国連邦  
**UN** SDGs 国際連合の持続可能な開発目標  
**VCM** ボランタリーカーボンマーケット  
**WTE** 廃棄物のエネルギー利用

# 参考文献

## 3.1

### 世界の施設と傾向<sup>1</sup>

8. K-Line, <https://www.kline.co.jp/en/news/carbon-neutral/>
9. NYK Line, [https://www.nyk.com/english/news/2023/20230609\\_02.html](https://www.nyk.com/english/news/2023/20230609_02.html)
10. Mitsui O.S.K Lines <https://www.mol.co.jp/en/pr/2023/23085.html>
11. Mitsubishi Heavy Industries, <https://www.mhi.com/news/23062901.html>
12. Clean Energy Wire, <https://www.cleanenergywire.org/factsheets/quest-climate-neutrality-puts-ccs-back-table-germany#four>
13. Global CCS Institute, <https://www.globalccsinstitute.com/news-media/press-room/media-releases/the-uk-government-unveils-significant-ccs-funding-in-2023-spring-budget>
14. Wood Mackenzie, <https://www.woodmac.com/news/opinion/ccus-2023-outlook/>
15. Northern Lights, <https://norlights.com/news/northern-lights-enters-into-cross-border-transport-and-storage-agreement-with-orsted/>
16. Akin, <https://www.akingump.com/en/insights/blogs/speaking-sustainability/indonesias-new-ccsccus-regulations-promotion-of-energy-transition-in-southeast-asia>
17. The Maritime Executive, <https://maritime-executive.com/article/hyundai-receives-order-for-world-s-first-large-ICO2-carriers>

## 3.3

### CCS の資金調達状況

1. McKinsey & Company, Climate investing: Continuing breakout growth through uncertain times, report, 13 March 2023, <https://www.mckinsey.com/capabilities/sustainability/our-insights/climate-investing-continuing-breakout-growth-through-uncertain-times>
2. Crunchbase, Global funding slide in 2022 sets stage for another tough year, 5 January 2023, report, <https://news.crunchbase.com/venture/global-vc-funding-slide-q4-2022/>
3. Morningstar, US Sustainable funds face growing pains in 2022, report, <https://www.morningstar.com/lp/sustainable-funds-landscape-report>
4. Lu S, Zou C, China 30/60 Tracking the financing of China's Green Transition, 13 March 2023, Rhodium Group report, <https://rhg.com/research/china-30-60-tracking-the-financing-of-chinas-green-transition/>
5. Caramichael J, Rapp A, The green corporate bond issuance premium, June 2022, US Federal Reserve Bank report, <https://www.federalreserve.gov/econres/ifdp/the-green-corporate-bond-issuance-premium.htm>

## 4.1 南北アメリカ

1. Preliminary Report: The Climate and Energy Impacts of the Inflation Reduction Act of 2022, [https://repeatproject.org/docs/REPEAT\\_IRA\\_Preliminary\\_Report\\_2022-09-21.pdf](https://repeatproject.org/docs/REPEAT_IRA_Preliminary_Report_2022-09-21.pdf)
2. Building a clean energy economy: a guidebook to the inflation reduction act's investments in clean energy and climate action, <https://www.whitehouse.gov/wp-content/uploads/2022/12/Inflation-Reduction-Act-Guidebook.pdf>
3. Carbon Capture and Sequestration (CCS) in the United States, <https://sgp.fas.org/crs/misc/R44902.pdf>
4. Jenkins, J.D., Schivley, G., Mayfield, E., Patankar, N., Farbes, J., and Jones, R. (2023), Project Findings on the Emissions Impacts of the Inflation Reduction Act and Infrastructure Investment and Jobs Act, <https://doi.org/10.5281/zenodo.7826713>
5. Impact of IRA, IIJA, CHIPS, And Energy Act of 2020 on Clean Technologies: Deep Dive: Carbon, Capture, Utilization, and Storage, <https://breakthroughenergy.org/wp-content/uploads/2023/04/CCUS-Cleantech-Policy-Impact-Assessment.pdf>
6. J.D. Jenkins, et al., "Preliminary Report: The Climate and Energy Impacts of the Inflation Reduction Act of 2022," REPEAT Project (August 2022), [https://repeatproject.org/docs/REPEAT\\_IRA\\_Preliminary\\_Report\\_2022-08-04.pdf](https://repeatproject.org/docs/REPEAT_IRA_Preliminary_Report_2022-08-04.pdf)
7. H.R.4346 – Chips and Science Act, <https://www.congress.gov/bill/117th-congress/house-bill/4346>
8. Al Berta's Emissions Reduction and Energy Development Plan, <https://www.alberta.ca/emissions-reduction-and-energy-development-plan.aspx>
9. Alberta government, <https://open.alberta.ca/dataset?tags=carbon+capture+utilization+and+storage>
10. Climate Change Supplement, [https://issuu.com/estanteptetrobras/docs/climate\\_change\\_suplement,issued March 2023](https://issuu.com/estanteptetrobras/docs/climate_change_suplement,issued March 2023)
11. Upstream Online, Plans emerge for Brazil's first CCS hub as Petrobras eyes possible partnership with Shell, <https://www.upstreamonline.com/energy-transition/plans-emerge-for-brazil-s-first-ccs-hub-as-petrobras-eyes-possible-partnership-with-shell/2-11443702>
12. California Resources Corporation, 2023, <https://www.crc.com/carbon-terravault/default.aspx>
13. CapturePoint, <https://www.capturepointllc.com>
14. Chevron, <https://www.chevron.com/newsroom/2022/q3/bayou-bend-aims-to-be-first-us-offshore-carbon-storage-hub>
15. Carbonvert, <https://carbonvert.com/projects/>
16. Denbury, <https://denbury.com/operations/carbon-solutions/>
17. Geoscience BC, [https://www.geosciencebc.com/collaboration/project-concents/\\*carbon](https://www.geosciencebc.com/collaboration/project-concents/*carbon)
18. Talos Energy, <https://www.talosenergy.com/operations/carbon-capture-and-sequestration/default.aspx>

## 4.2 アジア太平洋

1. AZEC is composed of 11 countries, including Japan, Australia and all members of the Association of Southeast Asian Nations (ASEAN) except Myanmar.
2. Baselines are permitted GHG emissions. Under the new Safeguard Rules, baselines for existing facilities will initially be set as a hybrid between site-specific and industry average emissions intensity values, transitioning towards industry average intensity values by 2030. Baselines for new facilities will be set at industry best practice, which is zero.
3. Department of Climate Change, Energy the Environment and Water, Safeguard Mechanism (Crediting) Amendment Act 2023, 2023.
4. Department of Mines, Industry Regulation and Safety (WA), Petroleum Legislation Amendment Bill (No. 2) 2022, 2022.
5. Standing Committee on Climate Change, Energy, Environment and Water, 2023, Inquiry into the 2009 and 2013 amendments to the 1996 Protocol to the Convention on the prevention of marine pollution by dumping of wastes and other matter, 1972 (London Protocol), 2023.
6. TCRK announces carbon capture project with Asia Cement – Cement industry news from Global Cement, <https://www.globalcement.com/news/item/14926-tcrk-announces-carbon-capture-project-with-asia-cement>
7. HMM partners with PANASIA to study onboard carbon capture system, <https://www.carboncapturejournal.com/news/hmm-partners-with-panasia-to-study-onboard-carbon-capture-system/5221.aspx?Category=all>
8. BASF and Samsung Heavy Industries collaborate on Carbon Capture & Storage onboard maritime vessels, <https://www.bASF.com/global/en/media/news-releases/2022/09/p-22-339.html>
9. [https://www.jogmec.go.jp/english/news/release/news\\_10\\_00036.html](https://www.jogmec.go.jp/english/news/release/news_10_00036.html)
10. [https://www.meti.go.jp/shingikai/energy\\_environment/ccs\\_choki\\_roadmap/pdf/20230310\\_1.pdf](https://www.meti.go.jp/shingikai/energy_environment/ccs_choki_roadmap/pdf/20230310_1.pdf)
11. <https://www.mitsubishicorp.com/jp/en/pr/archive/2023/html/0000051164.html>
12. [https://www.meti.go.jp/english/press/2023/0613\\_001.html](https://www.meti.go.jp/english/press/2023/0613_001.html)
13. <https://eciu.net/netzerotracker>
14. Japan to propose carbon capture rules with ASEAN, Australia, NIKKEI Asia, 22 June 2023, <https://asia.nikkei.com/Spotlight/Environment/Climate-Change/Japan-to-propose-carbon-capture-rules-with-ASEAN-Australia>
15. Four Japanese majors team up on CCS value chain study utilizing ship transportation, Offshore Energy, 26 January 2023, <https://www.offshore-energy.biz/four-japanese-majors-team-up-on-ccs-value-chain-study-utilizing-ship-transportation/>
16. Tokyo Gas Co., Ltd. pursues carbon removal with agreement to invest in and collaborate with Global Thermostat, CISION PR Newswire, 19 January 2023, <https://www.prnewswire.com/news-releases/tokyo-gas-co-ltd-pursues-carbon-removal-with-agreement-to-invest-in-and-collaborate-with-global-thermostat-301725493.html>
17. Aathira Perinchery & The Wire, 2022; Business Standard, 2022; UNFCC, 2016.
18. NITI Aayog et al., 2022.
19. Ministry of Environment & Government of India, 2023.
20. Ministry of Science and Technology & Government of India, 2022.
21. <https://www.energy.gov/articles/us-and-india-advance-partnership-clean-energy>

## 4.3

## ヨーロッパと英國

1. Global CCS Institute, 2022 CCS Global Status Report.
2. Danish Energy Agency (2022). Very first tender of CO<sub>2</sub> storage licenses is opening.
3. North Sea Transition Authority (2022). Bids invited in UK's first-ever carbon storage licensing round.
4. North Sea Transition Authority (2022). Carbon storage licensing round attracts 26 bids.
5. Norwegian Petroleum Directorate (2022). Licenses for carbon storage: 2022.
6. Northern Lights (2022). Major milestone for decarbonising Europe.
7. TotalEnergies (2021). Netherlands: TotalEnergies, Shell Netherlands, EBN and Gasunie Form Partnership to Develop the Offshore Aramis CO<sub>2</sub> Transport and Sequestration Project.
8. European Union (2023): [https://climate.ec.europa.eu/system/files/2023-05/policy\\_ccs\\_implementation\\_presentations\\_20230330\\_en.pdf](https://climate.ec.europa.eu/system/files/2023-05/policy_ccs_implementation_presentations_20230330_en.pdf)
9. Danish energy Agency (2023): <https://ens.dk/en/press/first-tender-ccus-subsidy-scheme-has-been-finalized-danish-energy-agency-awards-contract>
10. A pilot CO<sub>2</sub> capture plant has been operating at the Baimashan Cement Factory in China since 2018. Captured CO<sub>2</sub> is sold to industrial customers.
11. Celsio Oslo (2023): <https://kommunikasjon.ntb.no/pressemelding/karbonfangstprosjektet-pa-klemetsrud-gjennomforer-en-kostradsreduserende-fase?publisherId=17848166&releaseId=17964354&lang=no>
12. <https://www.yara.com/news-and-media/news/archive/news-2022/major-milestone-for-decarbonising-europe/>
13. <https://norlights.com/news/northern-lights-enters-into-cross-border-transport-and-storage-agreement-with-orsted/>
14. <https://www.neptuneenergy.com/esg/l10-area-ccs-development>
15. A Carbon Storage Licence allows developers to appraise sites for storage, with an NSTA permit and a lease from The Crown Estate/Crown Estate Scotland subsequently required before storage activity can begin.
16. Swedish Energy Agency, <https://www.energimyndigheten.se/en/innovations-r-d/energyintensive-industry/the-industrial-leap/>
17. Fluxys (2022). Fluxys and Equinor launch solution for large-scale decarbonisation in North-Western Europe.
18. OGE (2022). OGE and TES join forces to develop a 1,000 km CO<sub>2</sub> transmission system.
19. [https://zeroemissionsplatform.eu/wp-content/uploads/ZEP-CCSA-Guidance-Note-for-CO<sub>2</sub>-transport-by-ship-March-2022.pdf](https://zeroemissionsplatform.eu/wp-content/uploads/ZEP-CCSA-Guidance-Note-for-CO2-transport-by-ship-March-2022.pdf)
20. Delta Rhine Corridor, <https://www.delta-rhine-corridor.com/en#milestones>
21. Federal Office for the Environment, Switzerland, <https://www.bafu.admin.ch/bafu/en/home/topics/climate/info-specialists/climate-international-affairs/staatsverträge-umsetzung-klimauebereinkommen-von-paris-artikel6.html>

## 4.4

## 中東とアフリカ

1. Global Status of CCS Report 2022, <https://status22.globalccsinstitute.com>
2. Saudi Arabia 2030 Vision, <https://www.vision2030.gov.sa/v2030/a-sustainable-saudi-vision/>
3. UAE Net Zero 2050, <https://u.ae/en/information-and-services/environment-and-energy/climate-change/theuaesresponsetoclimatechange/uae-net-zero-2050>
4. Santini G.2023, Hydrogen in the MENA Region, Atlantic Council Report, <https://www.atlanticcouncil.org/blogs/energysource/hydrogen-in-the-mena-region-priorities-and-steps-forward/>
5. UAE Industrial Strategy, <https://u.ae/en/about-the-uae/strategies-initiatives-and-awards/strategies-plans-and-visions/industry-science-and-technology/the-uae-industrial-strategy>
6. KSA Green Initiative, <https://www.greeninitiatives.gov.sa/>
7. Saudi Aramco Sustainability Report 2021, <https://aramco.com/-/media/downloads/sustainability-report/saudi-aramco-sustainability-report-2021-en.pdf>
8. Alliance for Industrial Decarbonization, <https://www.allianceforindustrydecarbonization.org/#About>
9. UAE Industrial Strategy, <https://u.ae/en/about-the-uae/strategies-initiatives-and-awards/federal-governments-strategies-and-plans/the-uae-industrial-strategy>
10. <https://www.thenationalnews.com/gulf-news/2023/01/31/saudi-arabia-pledges-to-include-carbon-capture-tech-in-any-new-power-plant/#:~:text=Saudi%20Arabia%20will%20no%20longer,its%20power%20grid%2C%20he%20said.>
11. ADGM, <https://www.adgm.com/media/announcements/abu-dhabi-to-launch-first-regulated-carbon-credit-trading-exchange-and-clearing-house-in-the-world>
12. PIF, <https://www.spa.gov.sa/w1802230?lang=en&newsid=2395130>
13. Al Jubail CCUS Industrial Hub, <https://www.zawya.com/en/business/energy/saudi-arabia-to-build-largest-ccs-hub-in-jubail-maohi6k5>
14. SABIC CCUS Project, <https://www.sabic.com/en/newsandmedia/stories/our-world/creating-the-worlds-largest-carbon-capture-and-utilization-plant>
15. ADNOC and 44.01 Pilot Project, [https://adnoc.ae/en/news-and-media/press-releases/2023/adnoc-to-turn-CO<sub>2</sub>-into-rock](https://adnoc.ae/en/news-and-media/press-releases/2023/adnoc-to-turn-CO2-into-rock)
16. KAUST Cryogenic Pilot Plant, <https://robertsgroup.kaust.edu.sa/ccc>
17. Maaden CCUS Projects, <https://fugitive-emissions-journal.com/maaden-makes-two-significant-decarbonization-announcements/>
18. Assessment of Potential CCS Hubs in Northern Egypt, OGCI Report, 2023, <https://www.ogci.com/resources>

## 5.1 ネットゼロ世界における CCSの価値

1. International Energy Agency, <https://www.iea.org/commentaries/is-carbon-capture-too-expensive>
2. Subraveti et al., 2023, Is Storage (CCS) Really So Expensive? An Analysis of Cascading Costs and CO<sub>2</sub> Emissions Reduction of Industrial CCS Implementation on the Construction of a Bridge, Environmental Science and Technology, <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acs.est.2c05724> N, 2022 Pathways to net zero for UK power and industry – technologies, emissions, GVA, jobs, conference paper [https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=4287496](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=4287496)
3. Stabilising atmospheric concentration of carbon dioxide at 450 parts per million.<sup>1</sup>

## 5.2 CCSへの投資を促進する要 素

1. Russell C, Global LNG volumes hit record high as Europe crowds out poorer Asia, 13 January 2023, Reuters <https://www.reuters.com/markets/commodities/global-lng-volumes-hit-record-high-europe-crowds-out-poorer-asia-russell-2023-01-12/#:~:text=EUROPE%20RECORD,million%20 tonnes%20the%20prior%20year>
2. Jordan J, Weaker Q4 prompts 2.1% global bunker hub demand drop in 2022, 30 March 2023, Ship & Bunker, <https://shipandbunker.com/news/world/931741-sb-market-survey-weaker-q4-prompts-21-global-bunker-hub-demand-drop-in-2022>
3. Under Section 45Q of the United States Internal Revenue Code.
4. Under section 45V of the United States Internal Revenue Code.
5. Loan Programs Office, Title 17 Clean Energy Financing, 2023, US Department of Energy, <https://www.energy.gov/lpo/title-17-clean-energy-financing>
6. 45Q and 45V tax credits will depend on guidance from the US Treasury expected by the end of 2023, including the definition of low-carbon hydrogen and guidance on the calculation of lifecycle emissions.

## 5.3 CCSのビジネスモデルと 傾向

1. European Commission. Poland-EU CCS Interconnector (emitters from the industrial cluster in the area around Gdansk, Poland with storage where available in the North Sea country territories, [https://ec.europa.eu/energy/maps/pci\\_fiches/PciFiche\\_12.9.pdf](https://ec.europa.eu/energy/maps/pci_fiches/PciFiche_12.9.pdf)
2. Oil and Gas Journal. Eni, Snam to develop offshore Ravenna CCS hub, <https://www.ogj.com/energy-transition/article/14287321/eni-snam-to-develop-offshore-ravenna-ccs-hub>
3. PEEL NRE. Peel NRE Reveals Plans For CO<sub>2</sub> Network At Protos In Cheshire, <https://protos.co.uk/news/peel-nre-reveals-plans-for-CO2-network-at-protos-in-cheshire/>
4. Carbon Aceh. Carbon Aceh Gets Green Light For One Of The World's Biggest Carbon Sequestration Projects, 2022, <https://www.carbonaceh.com/press-release-1>
5. Greensand, <https://www.projectgreensand.com>
6. ExxonMobil. ExxonMobil announces acquisition of Denbury, [https://corporate.exxonmobil.com/news/news-releases/2023/0713\\_exxonmobil-announces-acquisition-of-denbury](https://corporate.exxonmobil.com/news/news-releases/2023/0713_exxonmobil-announces-acquisition-of-denbury)

## 5.4 世界の輸送方法

1. Al Baroudi H, Awoyomi A, Patchigolla K, Jonnalagadda K, Anthony EJ. A review of large-scale CO<sub>2</sub> shipping and marine emissions management for carbon capture, utilisation and storage. Appl Energy. 2021; 287 (April):42.
2. IEA. CO<sub>2</sub> Transport and Storage [Internet]. <https://www.iea.org/energy-system/carbon-capture-utilisation-and-storage/CO2-transport-and-storage>
3. Hong WY. A techno-economic review on carbon capture, utilisation and storage systems for achieving a net-zero CO<sub>2</sub> emissions future. Carbon Capture Science and Technology, <https://doi.org/10.1016/j.ccst.2022.100044>
4. IEAGHG. The Status and Challenges of CO<sub>2</sub> Shipping Infrastructures. 2020. (July)
5. Pipeline and Hazardous Materials Administration US. Annual Report Mileage for Hazardous Liquid or Carbon Dioxide Systems, <https://www.phmsa.dot.gov/data-and-statistics/pipeline/annual-report-mileage-hazardous-liquid-or-carbon-dioxide-systems>
6. Larvik Shipping. Larvik Shipping Fleet [Internet]. 2023. <https://www.larvik-shipping.no/fleet/>
7. Mitsubishi Heavy Industries. Mitsubishi Shipbuilding Holds Launch Ceremony in Shimonoseki for Demonstration Test Ship for Liquefied CO<sub>2</sub> Transport, <https://www.mhi.com/news/230328.html>
8. TGE Marine. CO<sub>2</sub> Carriers receive AIP, <https://www.tge-marine.com/CO2-carriers-receive-aip/>
9. Ovcina Mandra J. KR, DSME target large-scale LCO<sub>2</sub> carrier development, green fuels. Offshore Energy, <https://www.offshore-energy.biz/kr-dsme-target-large-scale-LCO2-carrier-development>
10. Northern Lights. Northern Lights JV awards contracts for building of two dedicated CO<sub>2</sub> carriers to Dalian Shipbuilding Industry Co., Ltd. <https://norlights.com/news/northern-lights-awarding-ship-building-contracts/>
11. Altera. Stella Maris CCS What We Do. <https://alterainfra.com/what-we-do/ccs>
12. Lloyd's Register. LR awards HHI Design Approval for world's first 40,000cbm LCO<sub>2</sub>, <https://www.lr.org/en/latest-news/lr-awards-hhi-design-approval-for-worlds-first-40000cbm-icos-carrier/>
13. Mitsui O.S.K. Lines Ltd., Mitsubishi Shipbuilding Co. Ltd. MOL and Mitsubishi Shipbuilding Acquire AiP for LCO<sub>2</sub> Carrier from DNV under Joint Development, <https://www.mol.co.jp/en/pr/2022/22099.html>

## グローバルCCSインスティテュート

グローバルCCSインスティテュートは、国際的な二酸化炭素回収貯留（CCS）のシンクタンクです。200を超える国際的なメンバーには、政府、企業、研究機関、NGOが含まれます。CCSにコミットする政府、企業、研究機関、NGOが加盟しています。

## 問合せ先

[info@globalccsinsitute.com](mailto:info@globalccsinsitute.com) またはウェブサイト 内問合せ [globalccsinsitute.com/contact](http://globalccsinsitute.com/contact)

## 本部所在地

Level 23, Tower 5, 727 Collins Street,  
Melbourne VIC 3008  
Australia  
+61 (0)3 8620 7300

本レポートを引用する際は以下を出典元とすること。

Global CCS Institute, 2023. The Global Status of CCS: 2023. Australia.

Design by Columns  
[columns.co.uk](http://columns.co.uk)

Copyright © 2023 Global CCS Institute

本書に記載された情報は、Global Carbon Capture and Storage Institute Ltd（グローバルCCSインスティテュート 以下「インスティテュート」）により提供されたものであり、本項に概説されている規定を前提とするものとする。

本書に記名された個人または団体、あるいはその他の受領者（以下「受領者」）が本文書を受領した場合、本規定を受諾したものとみなされる。本書は、受領者のみに宛てられたものであり、受領者のみが閲覧するためのものであり、インスティテュートの書面による事前の同意なしに、他のいかなる人物にも提供または開示することはできない。

これらの規定が受領者によって同意および受諾されない場合、本文書およびその写しは直ちにインスティテュートに返却されるか、その他の方法で破棄されなければならない。

本書は、情報提供のみを目的として受領者に提供されたものであり、いかなる形態の提供文書、助言、または推奨を意図したものではない。法律で許容される最大限の範囲において、インスティテュートおよびその関連会社、関連団体、株主、役員、従業員、パートナー、代表者、代理人、アドバイザーおよびコンサルタント（各関連者）は、使用または使用に関するいかなる損失または損害（過失、債務不履行または注意の欠如を含むがこれに限定されない）に対する責任を明示的に否認する。

本書で提供された情報に基づいて行われた商業上または投資上の意思決定を含め、本書に記載された情報、またはそれ以降の問い合わせや関連する問い合わせに関連して提供された情報を使用または信頼したことによる損失または損害（過失、債務不履行、注意不足を含むが、これに限定されない）に対する一切の責任を明示的に否認する。

本書は、本書が作成された時点でインスティテュートが認知している一般的に入手可能な情報またはその他情報に基づいて作成されたものであり、かかる情報の正確性はインスティテュートまたはその関係者によって独自に検証されたものではない。インスティテュートは、本書の情報が完全に信頼できるもの、正確なもの、完全なものであることを保証するものではなく、従って、本書の情報は、商業、投資、その他の意思決定を行う際に依拠してはならない。インスティテュート及びその関係者は、本書の内容の正確性、十分性又は完全性に関して、（明示又は黙示を問わず）いかなる表明又は保証も行わず、本書のいかなる情報の使用又は信頼についても責任を負わない。

本書は、別段の定めがない限り本書の日付時点で入手可能な情報に基づいており、その結果、本書の内容が古くなる可能性がある。インスティテュートおよびその関係者はいずれも、受領者に追加情報へのアクセスを提供する義務、本書を更新する義務、または本書で明らかになった不正確な点を修正する義務を負わない。

本報告書は英文版が正本であり、日本語版は参考として作成される。これら両言語版の間に矛盾抵触がある場合、英文版が優先する。