

日本の CCS・CCUS 市場の立ち位置と課題

<要旨>

温暖化対策としての CO₂ 排出ネットゼロに向け、工場等から出る CO₂ を分離・回収し、地下貯留する CCS や、回収した CO₂ の再利用を含む CCUS への関心が高まっている。日本は 2010 年代前半から様々な実証実験に取り組んできたが、現在商用ベースで稼働している CCS・CCUS は 1 件も無く、商用化の目途は当初予定していた 2020 年から 2030 年に先送りされるなど、進展が遅れている。他方、欧米諸国では CCS・CCUS の新規開発が加速しており、新興国でも 2020 年代半ばの稼働を目指す国が現れている。日本は技術研究で先行していたものの、政策の中での優先順位が必ずしも高くなかったため、商用化では欧米先進国だけではなく、新興国にも後れを取りつつある。

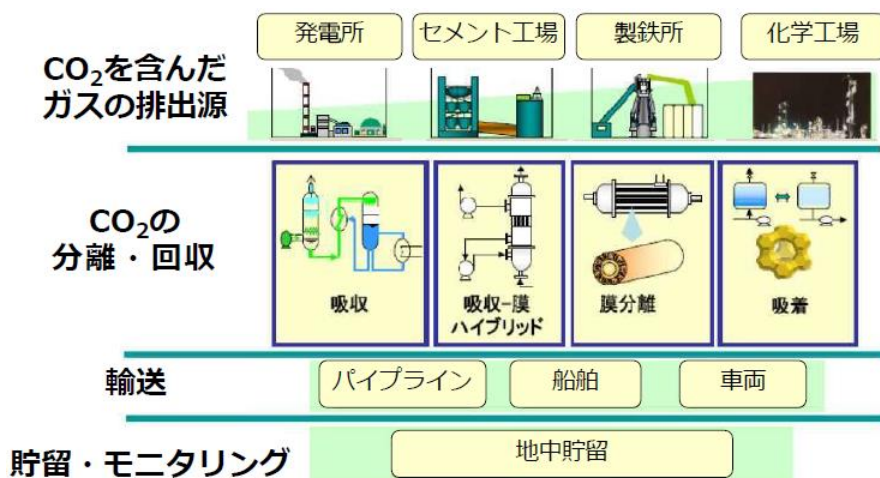
政府は、今年策定した長期ロードマップの中で、商用化、さらには社会実装にステップアップするまでの課題克服のために、資金支援や法制度整備の他、国民理解の醸成や技術革新を生むスタートアップの育成等、事業環境整備に向けた支援を掲げている。社会実装に向けてはこのロードマップの着実な遂行が必要であるが、政府が直接実施する資金支援や法制度整備と異なり、社会受容の醸成や技術革新は環境を整えるだけでは実現は困難であるため、官民一体となった取組が求められる。

1. CCS・CCUS の現状

(1) はじめに

CCS (Carbon dioxide Capture and Storage) は、二酸化炭素 (CO₂) 回収・貯留技術であり、具体的には発電所や化学工場等からの排気ガスから分離した CO₂ を回収し、地中深くに貯留・圧入する技術である (図表 1)。

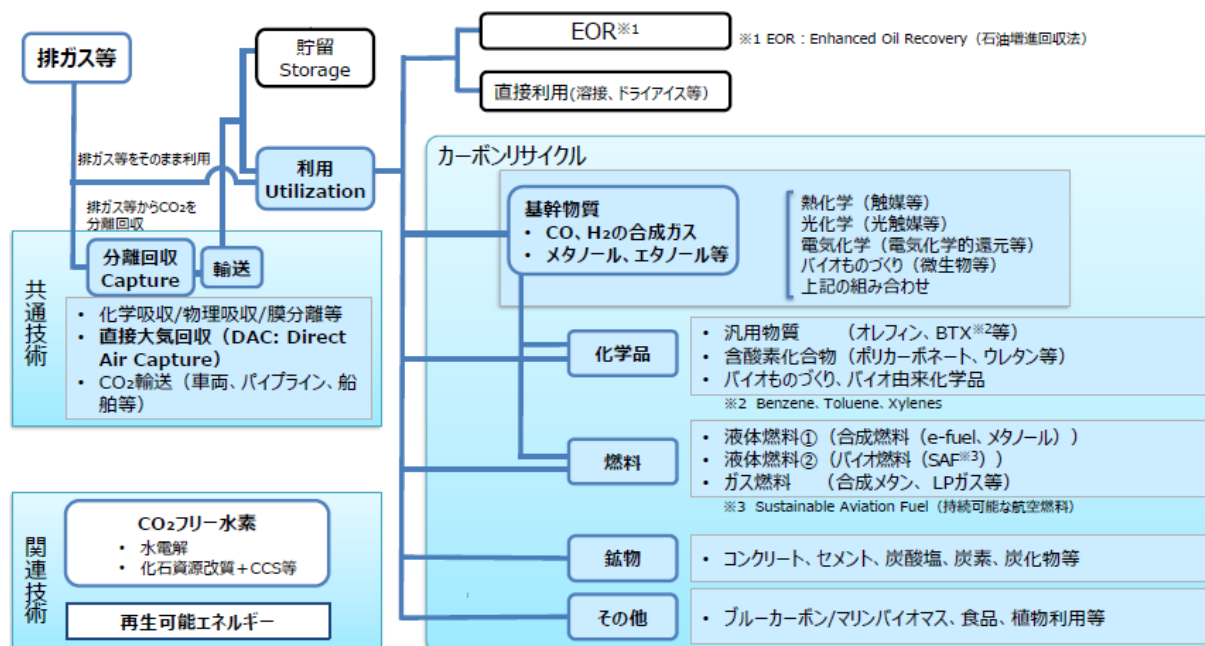
図表1 CCS の各プロセスのイメージ



(資料)資源エネルギー庁「CCS 政策について」

回収した CO₂ を一部再利用 (Utilization) するものを CCUS という。CO₂ の利用方法としては、石油増進回収法 (EOR¹) や溶接・ドライアイス等の直接利用と現時点では限定的であるが、CO₂ 由来の化学品 (オレフィン等) や燃料 (SAF 等)、鉱物 (コンクリート等) の製造に活用するための研究開発が進められている (図表 2)。なお、EOR は CO₂ の再利用を含むが、地下に CO₂ を圧入・貯留する要素が強いため、本稿では、EOR は「CCS」に含め、EOR 以外の CO₂ を再利用する事業を「CCUS」とする。

図表2 CCUS の各プロセスのイメージ



(資料)経済産業省「カーボンリサイクルロードマップ」

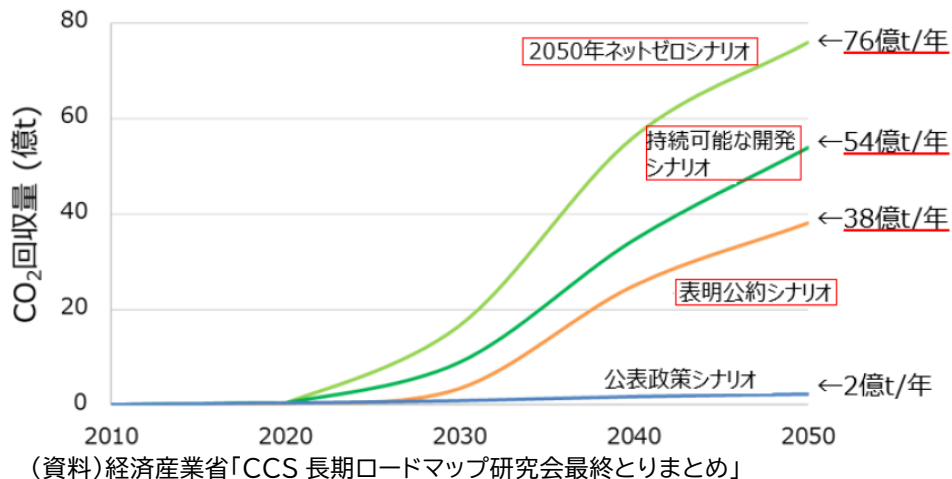
(2) 脱炭素技術としての期待～エネルギー・産業部門の CO₂ 削減

気候変動対応として、日本及び欧米先進国は 2050 年まで (中国や新興国は 2060 年まで) の CO₂ 排出ネットゼロ達成を掲げている。そのため、各国政府は電力部門では再生可能エネルギーへのシフトを推進する一方で、火力発電と CCS・CCUS を組み合わせて脱炭素電源化して利用する余地も模索している。また、電力部門以外では化石燃料由来の製品を製造する化学・産業部門の脱炭素化も進める必要がある。

国際エネルギー機関 (IEA) は、パリ協定の 1.5℃ 目標の達成に向けた 4 本柱の一つに 2050 年までにエネルギー部門のネットゼロ達成を挙げ、CCS・CCUS を含むクリーンエネルギー導入拡大をその実現のための最重要なアクションの一つに位置づけている。IEA のシナリオ分析によれば、世界の CO₂ 排出量を 2050 年にネットゼロにする 2050 年ネットゼロシナリオでは、2050 年時点で年間 76 億トンの CO₂ 回収が必要になるとされているが、現状で各国が実現可能な取組ベースの公表政策シナリオでは僅か 2 億トン、取組済政策に公約段階の気候変動政策も含めた表明公約

¹ Enhanced Oil Recovery の略。油田における原油の回収率を上げるために、CO₂ を油井に圧入し、地中の岩石の孔に溜まった原油を押し出して原油の回収率を高めつつ、押し出した原油の代わりに岩石の孔に CO₂ を貯留する。

シナリオでも 38 億トンの CO₂ 回収に留まる(図表 3)。公表政策シナリオから 2050 年ネットゼロシナリオに到達するには、CCS・CCUS が単に技術的に利用可能な段階(＝実用化)から、経済性を持ち(＝商用化)、更に社会に広く浸透する段階(＝社会実装)へ早期に移行する必要がある。社会実装のためには、実用化から商用化のステップよりも遥かに大幅なコスト削減、安全面を含む国民理解の醸成・浸透、事業関係者間の権利義務等を定めた法制度の整備が課題となる。

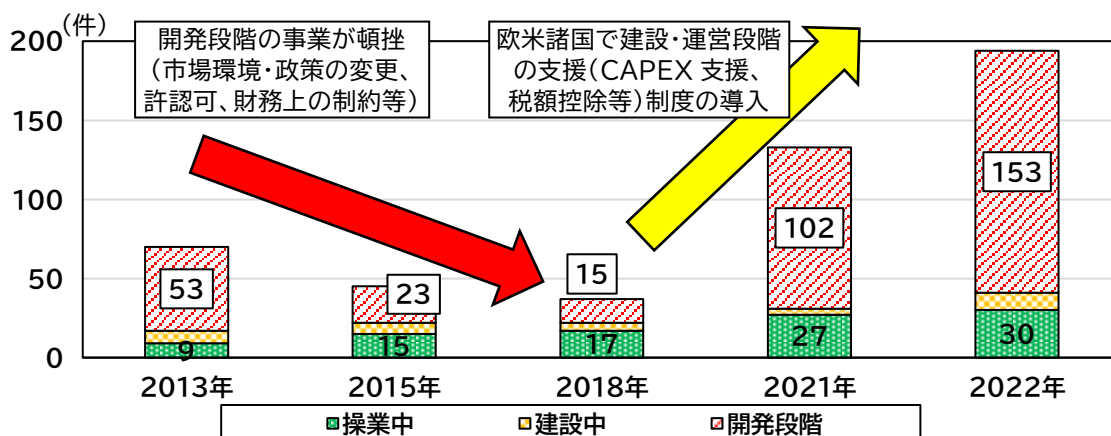
図表3 IEA のシナリオ別 CO₂ 回収量の見通し

2. CCS・CCUS の取組状況

(1) 海外

大規模 CCS 事業の第 1 号として 1972 年に米国の天然ガスパラントで EOR が開始されて以来、CCS は原油・ガス生産量の増産を主目的とした EOR としての取組が殆どであった。その後、1990 年代にノルウェーのガス田で CO₂ 除去を目的として帯水層に貯留する世界初の大規模 CCS が開発され、脱炭素の手段としても認知されるようになった。CCS は開発段階で頓挫するものも多く、2010 年代後半にかけて案件は減少傾向にあったが、2010 年代後半から現在にかけて脱炭素の潮流が加速し、それに伴い新規事業が増加している(図表 4)。

図表4 世界の大規模 CCS 事業のステータス別件数



CCS 開発が急増した要因として、欧米諸国において CCS に対する政府支援が拡大されたことが挙げられる(図表 5)。例えば、米国では 2018 年に CCS 事業を税額控除の対象に加え、更に 2022 年のインフレ削減法で税額控除額が拡大(CO₂貯留量1トンあたり50ドル⇒85ドル)された。EU は再生可能エネルギーや CCS を含む低炭素化技術に 10 年間で総額 100 億ユーロの支援を行うイノベーション基金を設立し、英国やノルウェーは政府が支援する先導的な CCS のハブ&クラスターを選定し、民間による開発を促している。

図表5 欧米諸国の CCS 開発への政府支援

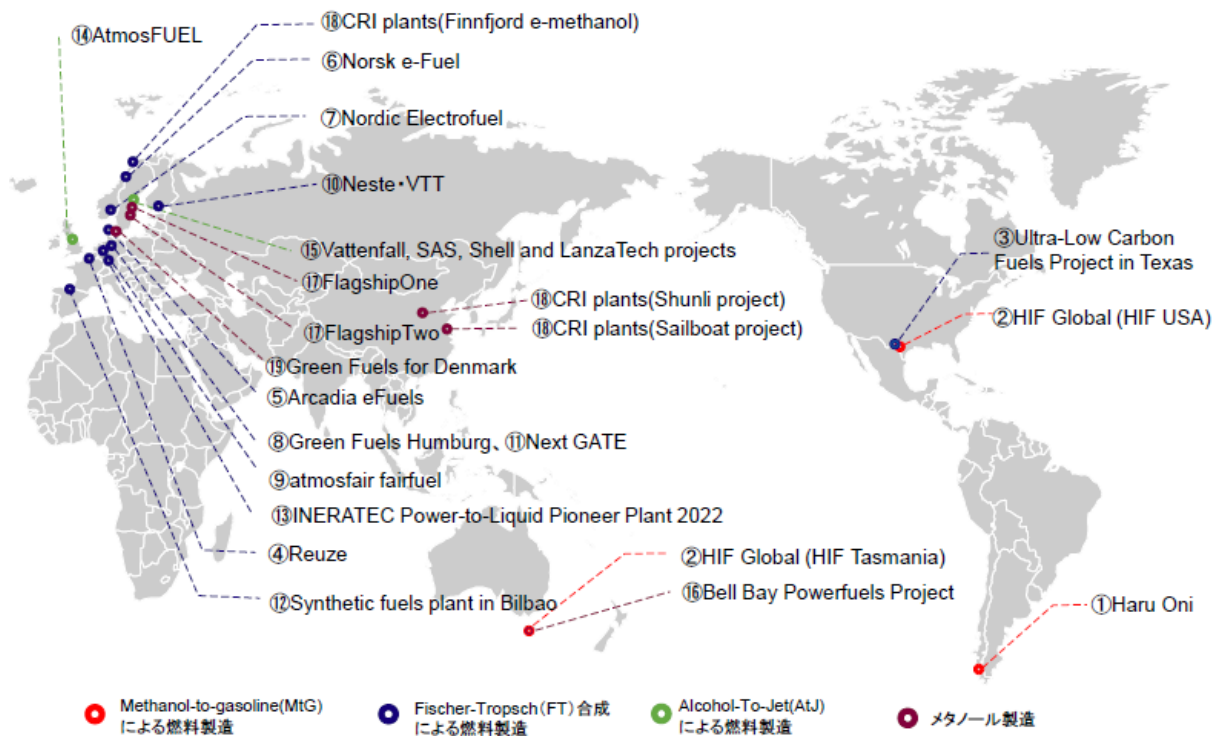
スキーム		ルイ	カナダ・アトランティック州	米国	豪州	英国	オランダ
CCS事業の規制法		石油・ガス関連事業法をベースにCCS事業を規制（米国の陸域は飲料水源保護法）					
支援対象となる貯留サイト		海域・帯水層	陸域・帯水層/ 枯渇ガス田	海域/ 陸域・帯水層/ 枯渇油田	陸域・帯水層/ 枯渇ガス田	海域・帯水層/ 枯渇ガス田	海域・ 枯渇ガス田
支援全体※の補助率（支援期間） ※①CAPEX支援、②稼働時支援、③資金調達支援		87%+α (10年)	100% (10年)	－ (12年)	100%強 (25年)	100%+α (15年)	100%+α (15年)
①CAPEX 支援	直接補助金	○	○	○ (検討中)	○	○	○ (欧州委員会)
	投資減税			○	全ての国でプロジェクト初期段階でのCAPEX支援を実施		
②稼働時 支援	OPEX 支援	○+ 輸送・貯留 料無料	○	全ての国で稼働時での支援を実施 (各国の既存制度と親和性の高い支援スキームを選択)			
	CO ₂ 削減 支援	CO ₂ 貯留税額控除		○			
		排出クレジット免除	{ ○ または			○	○
		排出クレジット付与			○		
	収益 支援	炭素税免除	○	○			
③資金調達 支援	固定価格買取					○	○
	公的出資						
	低金利融資			○ (検討中)			
	債務保証			○			

(資料)経済産業省「CCS 長期ロードマップ検討会中間とりまとめ参考資料」

CCS 開発は先進国に留まらず、新興国でも活発化している。2021 年の COP26 開催にあわせて、インドネシアやマレーシアも脱炭素化の達成目標を公表しており、両国はその実現のために、CCS に係る外国政府・企業との覚書(MOU)を締結している。

また、CCUS に関しても商用化を目指した実証段階の事例が増えつつある。例えば、CO₂ 再利用方法として注目されている合成燃料では、欧州を中心に実証・商用化規模の事業開発が進められており、多くの事業が 2020 年代半ばの操業開始、2020 年代後半の商用化を掲げている(次頁図表 6)。CO₂ の再利用は、CO₂ を「排出物」ではなく、「資源」として捉える新しい価値基準に基づくイノベーションであるため、柔軟な発想力とスピード感のある技術開発が社会実装に向けて不可欠と考えられている。そのため、欧米ではスタートアップ企業が技術開発・実証に取り組んでいる事例が多い。

図表 6 実証・商用化段階の海外の合成燃料事業の事例(出所:経済産業省資料)



(資料)経済産業省「合成燃料の導入促進に向けた官民協議会 第 1 回商用化推進ワーキンググループ資料 7」

(2) 日本

日本の CCS の取組は、2008 年の G8 洞爺湖サミットで、「2020 年までに CCS が世界中で広範に展開されることを目指す」と宣言されたことが大きなきっかけとなった。これを受けて、日本は産油・産ガス国以外の先進国では比較的早い段階で、帯水層に貯留を行う CCS の実証実験に取り掛かった。具体的には、北海道苫小牧市で日本初の大規模 CCS の実証実験に 2012 年から取組み、年間 30 万トン規模の CO₂ の分離回収・貯留を行う技術の実用化までは果たした。個別の技術に着目すると、CO₂ の分離・回収法で主流のアミン吸収法のプラント開発や、回収した CO₂ を液化 CO₂ として船舶輸送する際のタンク等では、日系企業が市場シェアの上位を占めている。但し、これまでの貯留適地の探査が CCS 目的ではなく主に石油・ガス田探査で得た地質情報を基にしていたことや、資金面での支援が不足していたことなど、日本の政策の中で CCS・CCUS 事業の優先順位が必ずしも高くなかったため、当初は 2020 年頃の CCS 商用化を目指してきたにもかかわらず、商用ベースで稼働する CCS はまだ実現できていない。

CCUS についても、CO₂ 再利用の技術に関しては大企業・研究機関で基礎研究や実証実験に取り組んでいるが、再利用の方法として注目されている CO₂ 由来の合成燃料(E-フュエル)、エタノールや素材の分野では、海外のスタートアップ企業が技術開発で先行している事例が多い(次頁図表 7)。例えば、合成燃料の分野では、海外企業は実用化済で 2020 年代後半の商用化に向けた実証段階にあるが、日本は 2025 年までの実用化、2030 年代前半の商用化を目指しており、後れを取っている。

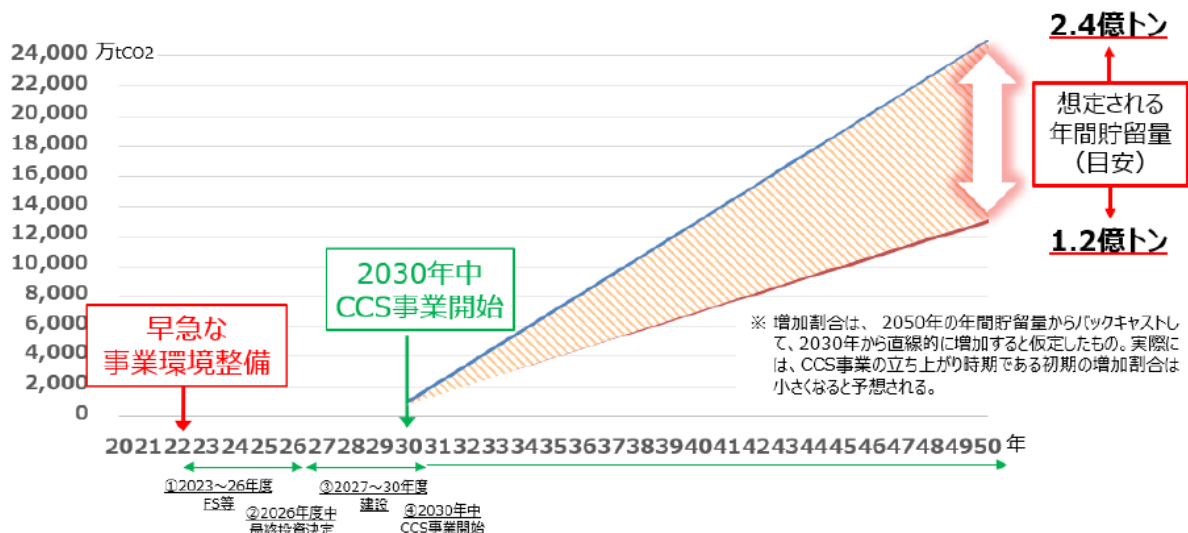
図表 7 CO₂ 再利用(カーボンリサイクル)の開発状況

国	法人名	製品・生成物	開発段階
英国	O.C.O Technology	軽量骨材	商用化
スイス	Clime works	DAC	商用化
デンマーク	TOPSOE	合成燃料	商用化
カナダ	Carbon Cure	セメント原料	商用化
米国	Newlight Technologies	ポリマー	商用化
米国	Solidia Technology	CO ₂ 吸収コンクリート	商用化
米国	Blue Planet	軽量骨材	商用化
米国	Lanza Tech	エタノール	実証
米国	Infinium	E-フュエル	商用化
米国	Opus 12	メタン・エタン・エタノール	実証
日本	アルガルバイオ	バイオプラスチック	基礎
日本	三菱マテリアル、NEDO	炭素材料	基礎
日本	広島大学	化粧品等	基礎
日本	岐阜大学	尿素	基礎
日本	東北大学	炭化ケイ素	基礎
日本	金沢大学、RITE	DAC	基礎
日本	千代田化工建設、ユーグレナ	バイオジェット・ディーゼル燃料	実証
日本	日本製鉄、富山大学	オレフィン	基礎

(資料)経済産業省

3. 現状認識と課題

2023 年に策定された CCS 長期ロードマップで、政府は 2050 年ネットゼロ目標達成のために、2050 年時点で現在の年間 CO₂ 排出量の 1～2 割相当となる 1.2 億～2.4 億 t まで貯留容量を拡大させることを掲げた(図表 8)。このロードマップでは、2030 年までの商用化と 2030 年時点で貯留容量 600 万 t～1,200 万 t(英国は 1,000 万 t 予定)の開発を達成し、その後、毎年 12 件～24 件の CCS の操業開始が不可欠な試算²となるため、更なる遅れは許されない状況にある。

図表 8 CCS 長期ロードマップにおける日本の CO₂ 貯留量のターゲット(出所:経済産業省資料)

² 1 件当たりの CO₂ 貯留量は年間 50 万 t を想定。

CCS・CCUS への役割期待は脱炭素化に留まらず、エネルギーの輸入依存改善にもつながり、また、CCS・CCUS 分野の技術や社会実装で先行あるいは巻返しが出来れば、日本の産業競争力向上、ひいては経済への好影響にもつながる。

日本の民間企業・研究機関はこのロードマップ策定にあたって、「先進的技術開発・研究」、「貯留適地の探査」、「開発・建設費用」、「運営費用」、「収益性改善(税制優遇含む)」、「国民理解・社会受容増進」、「法制度・ルール整備」等に係る政府の積極的支援の必要性を提言しており、これらが課題になっていることがわかる。

政府はこの提言を受け、諸外国の事例を参考に支援の在り方を検討しており、開発・建設費用の支援制度の導入、2024 年 1 月の通常国会への CCS 事業法(仮)の法案提出の他、2030 年までの国主導での地域毎の CCUS 説明会実施や技術革新を生むスタートアップの育成等事業環境の整備に向けた支援に着手している。社会実装に向けてはこのロードマップの着実な遂行が必要であるが、政府が直接実施できる資金面での支援や法制度整備と異なり、社会受容の醸成や技術革新は環境を整えるだけでは実現は困難であるため、官民一体となった取組が求められる。

(調査部 ストラクチャードファイナンス調査チーム 調査役 濱町 忠孝)

※ 本レポートは作成時に入手可能なデータに基づく情報を提供するものであり、投資勧誘を目的としたものではありません。
また、執筆者個人の見解であり、当社の公式見解ではありません。ご質問等はchosainfo@smtbjpまでご連絡ください。