

経済産業省におけるCCUS の取組み

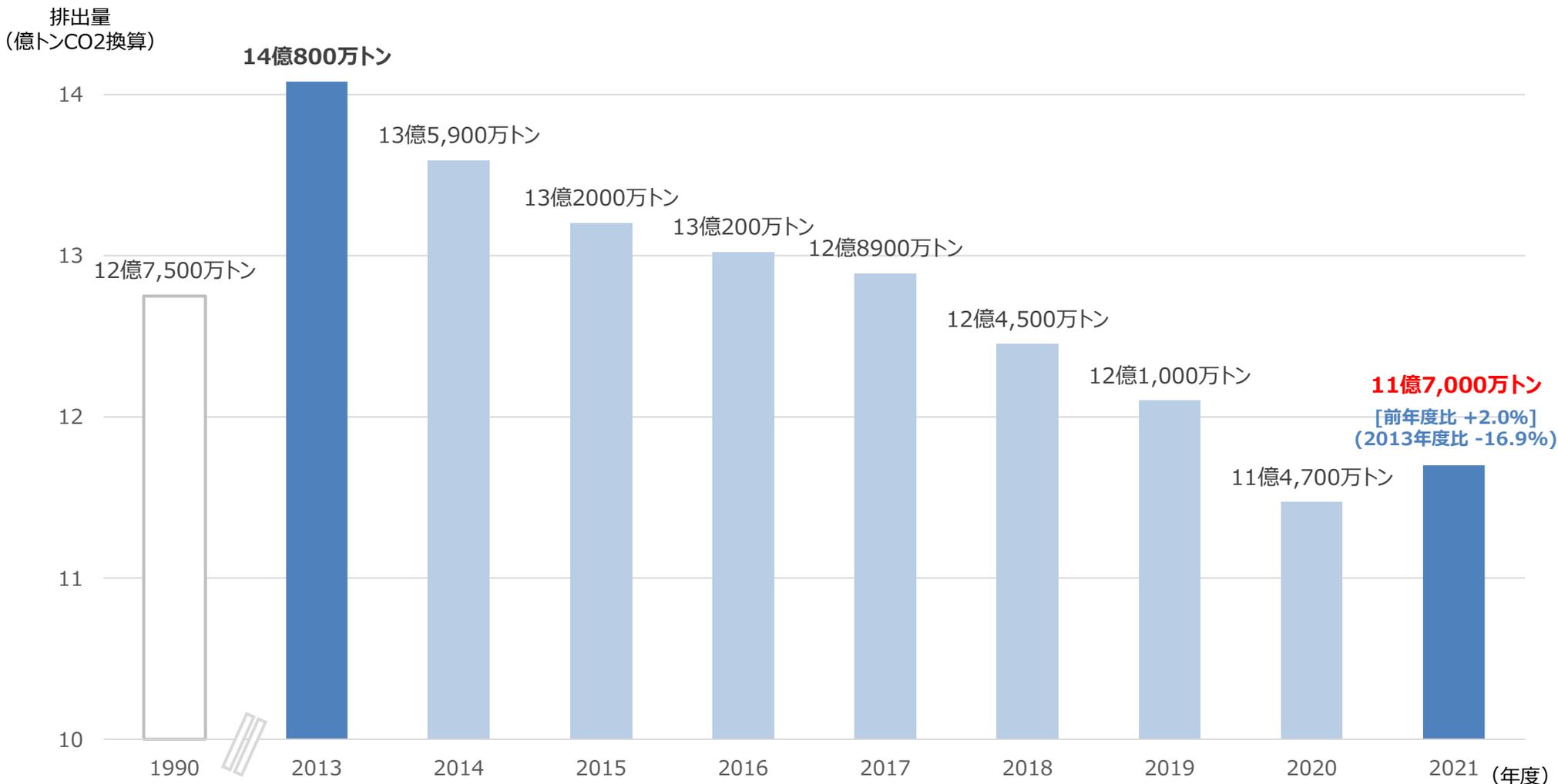
資源エネルギー庁 燃料環境適合利用推進課 課長補佐

笹山 雅史



温室効果ガス排出量の削減状況

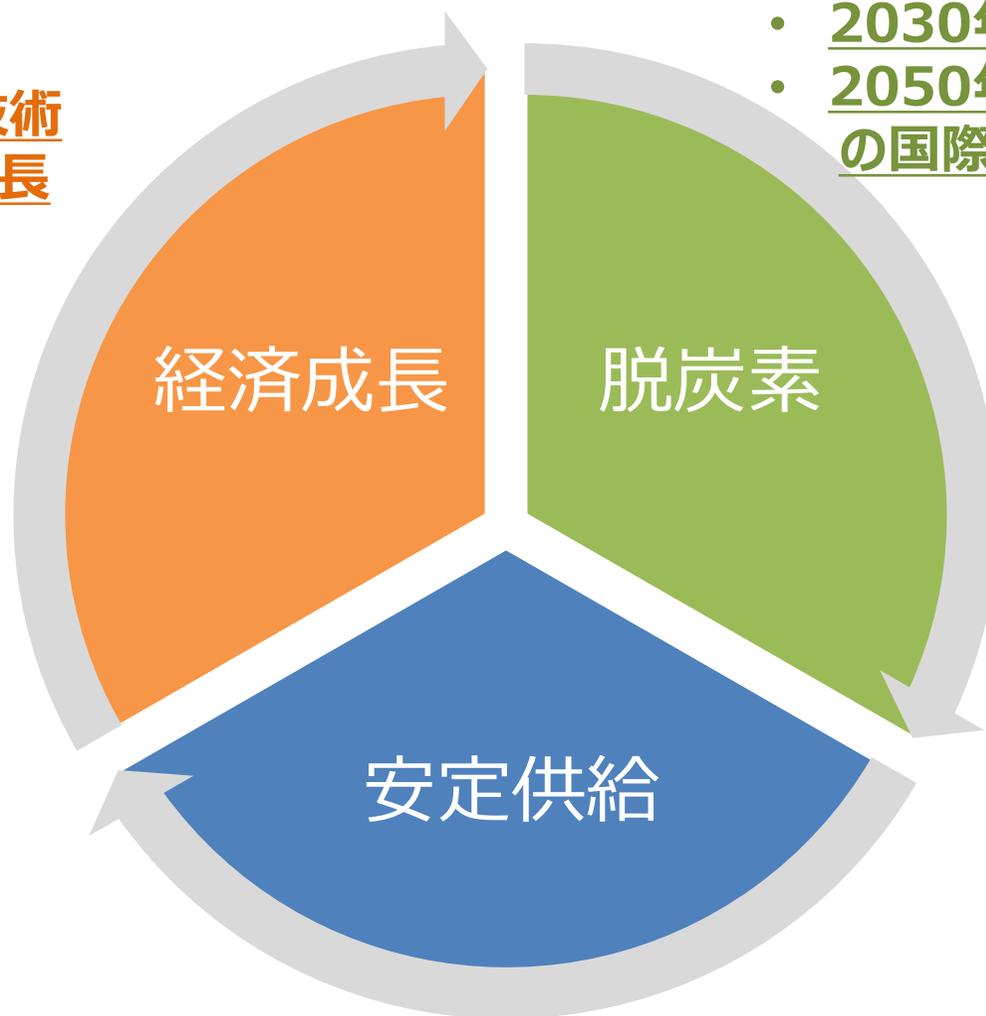
- 温室効果ガス排出量は、新型コロナウイルス感染症による前年度の活動低迷からの回復などで2021年度は前年度比で増加するも、全体として減少傾向。



(出典) 温室効果ガスインベントリ (2021年度確報値) より作成

GX（グリーントランスフォーメーション）

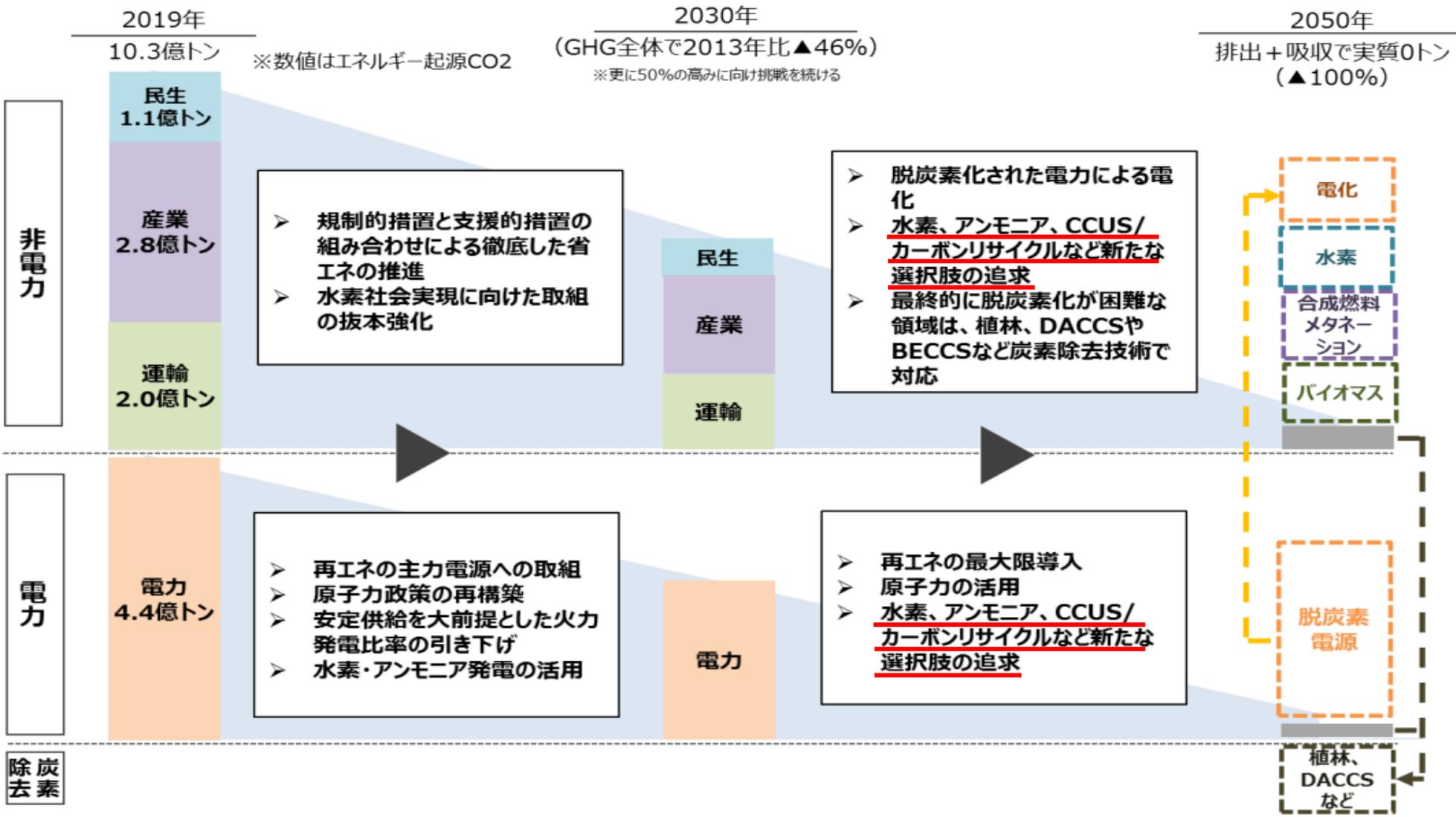
- 日本のGX関連技術を活用し、経済成長を実現。



- 2030年温室効果ガス46%削減
- 2050年CNの国際公約を実現。

- 化石燃料への過度な依存から脱却し、危機にも強いエネルギー需給構造を構築。

カーボンニュートラルに向けたCCUSの役割



(出典)「2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略」

CCSにおける貯留メカニズム

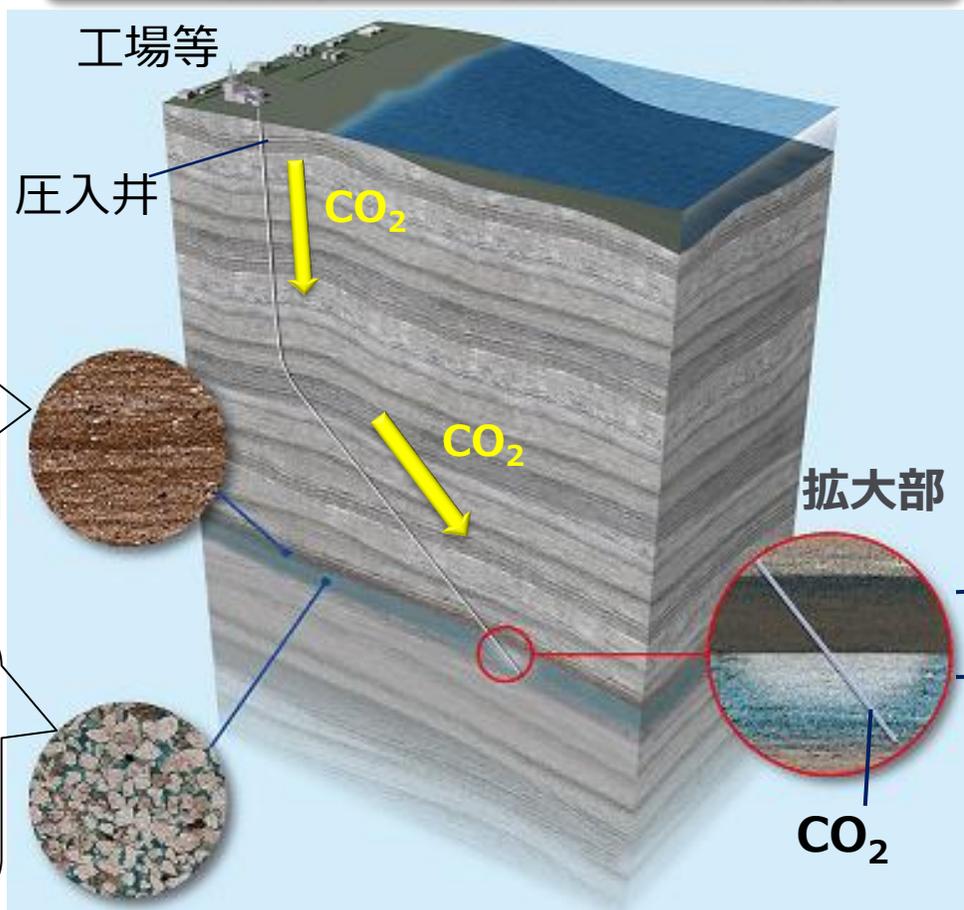
- 50年の実績がある石油の増産技術（EOR）の転用。
- 地下貯留では、約1000～3000mほどにある貯留層まで井戸を掘り、CO₂を貯留。
- これまで国内11地点で160億トンを見込む（概査レベルでは2400億トン）。

Carbon dioxide Capture and Storage

二酸化炭素を

回収して

貯留する



遮へい層
(泥岩など)
CO₂を通さない
地層

貯留層
(砂岩など)
CO₂の貯留に
適した地層
岩石中の隙間
に貯留

- CO₂を地中に貯留するためには、**貯留層**とその上部を覆う**遮へい層**が対になった地層構造が必要。
- **遮へい層は貯留層に入れたCO₂が漏れ出さないようフタの役割**を果たす。

CO₂は貯留層の砂岩の空隙に貯まる。
地下の圧力を適切にコントロールできれば、大きな地震や断層との関係はないもの (unlikely) と考えられている。
(IEAや学会の認識)

貯留タイプ

- ・ **帯水層**
(一般的な地中貯留)
- ・ **油層 (CO₂-EOR*)**

*石油回収の増進
(EOR: Enhanced Oil Recovery)
に活用して地中貯留

CCSの地下貯留の安定性

- CCSでは、CO2は砂岩層の空隙に貯留される。
- 国際エネルギー機関の認識として、CCSは大規模地震やCO2の漏洩を引き起こす断層の再活性化を引き起こすことはありそうもない (unlikely) としている。
- 国際的な共同研究により、世界最先端の知見をルールに反映していく。

国際エネルギー機関の認識
(International Energy Agency)

「CO2の地下貯留が大規模地震やCO2の漏洩を引き起こす断層の再活性化を引き起こすことはありそうもない」

“CO2 storage is unlikely to trigger large earthquakes or reactivate faults through which CO2 could leak.”



CO₂ Storage Resources and their Development
An IEA CCUS Handbook

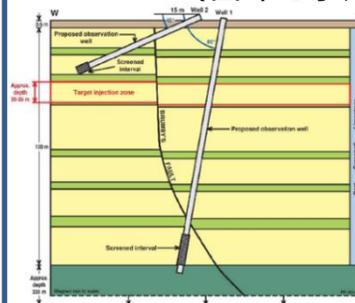
(出典) (IEA (2022), CO2 Storage Resources and their Development)

北海道胆振東部地震とCCS実証

- ・2018年9月6日に地震が発生 (マグニチュード6.7)。
- ・苫小牧CCS実証試験センターは震度5弱、地上設備に異常なし。
- ・震源は深度37km、CO2貯留層は深度1~3kmの地点。
また、水平距離で約30km離れ震源と貯留層の連続性はなし。
- ・事実関係や貯留層の温度・圧力の観測結果等からCO2の漏えいを示唆するデータは確認されていない等から、
① 今回の地震が苫小牧でのCO₂ 圧入と関係して発生したとは考えられない、
② 今回の地震によるCO₂ 貯留層の異常はなくCO₂ の漏えいは認められない、とした。

(出典) 北海道胆振東部地震のCO2貯留層への影響等に関する検討報告書 (平成30年11月) 第二版を要約

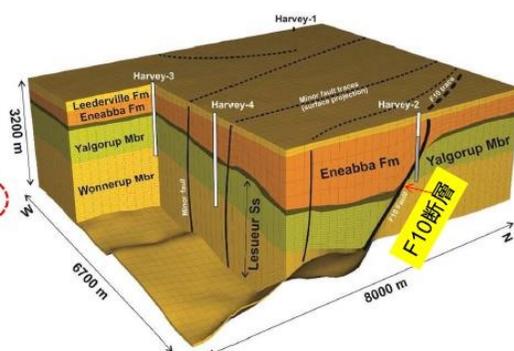
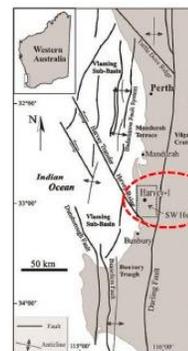
深部地層の断層安定性評価に関する研究
(日本と豪州政府機関との連携)



西オーストラリア州SW Hub
実証サイト
ビクトリア州Otway

(日本RITE-豪州CSIRO LOI 締結、
日本RITE-豪州CO2CRC MOU締結)

- ・断層安定性評価
- ・浅部断層漏えい監視技術

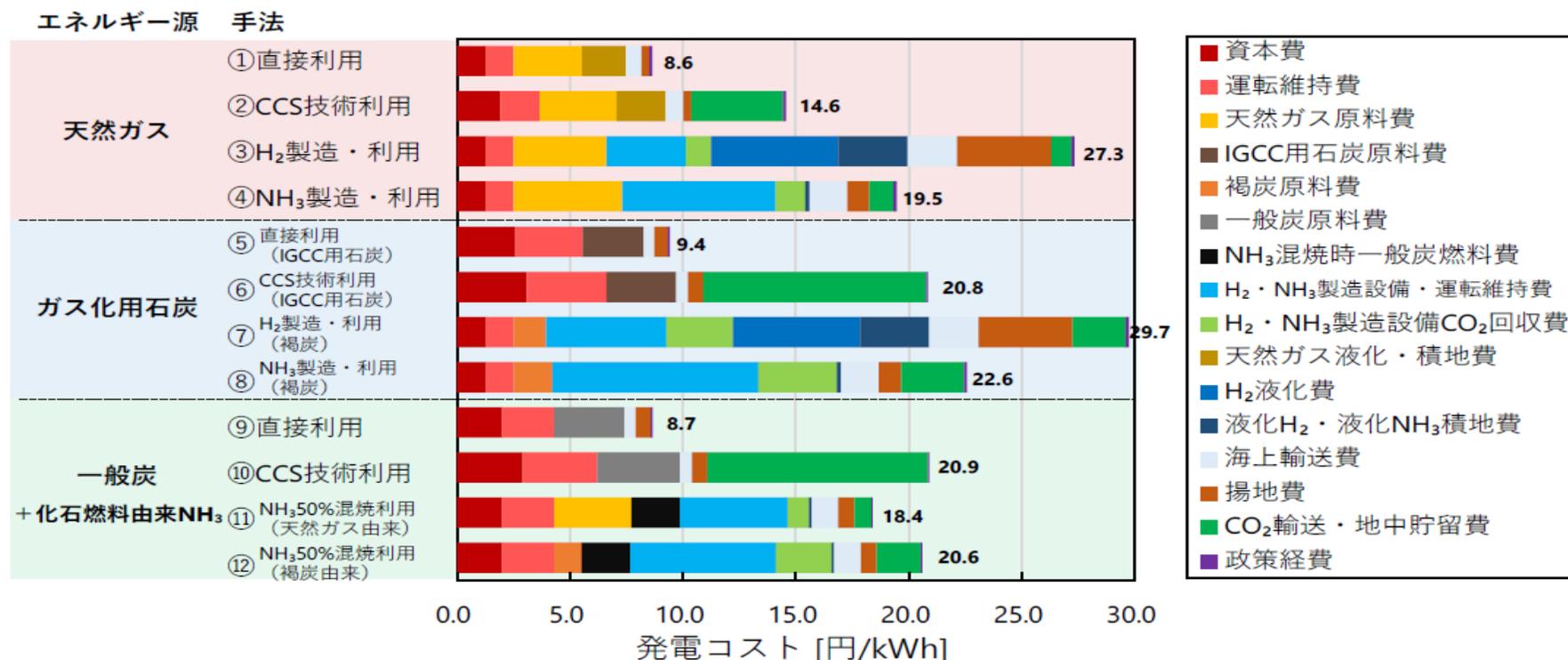


(出典) 地球環境産業技術研究機構 (RITE) による

(参考) 水素・アンモニア発電コスト及びCCS付き火力発電コスト試算結果 (出典：電力中央研究所)

電力中央研究所

発電コスト①



【天然ガス】 直接利用 < CCS技術利用 < NH₃製造・利用 < H₂製造・利用
 【ガス化用石炭】 直接利用 < CCS技術利用、NH₃製造・利用 < H₂製造・利用
 【一般炭】 直接利用 < CCS技術利用、NH₃50%混焼

- 日本はCCSのバリューチェーンについて、競争力のあるCO2の分離回収、輸送、貯留、トータルエンジニアリング技術を持つごく限られた国である。
- CCSへの投資は、海外への資産の流出を防ぎ、我が国の成長に貢献する。

分離回収



液化輸送船



CO2 パイプライン



貯留／トータルエンジニアリング



[Engineering]

 **MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES** Global No.1 Provider for exhausted gases (70% of global market) and Provided for Petra Nova

 **NIPPON STEEL ENGINEERING** Provided for Steel Makers and Coal-fired power plants.

 **CHIYODA CORPORATION** Delivered PCC facility as EPC contractor, New technology development under NEDO project

[Engineering]

 **MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES**
Low Temperature Low Pressure
First mover in the world

[Shipping Company]

 **MOL** Invested in Larvik Shipping
Mitsui O.S.K. Lines

 **K LINE** Provides for Northern Lights
KAWASAKI KISEN KAISHA, LTD.

[Manufacturing]

 **NIPPON STEEL**
Provides Seamless Pipe for CO2
Injection well of Northern Lights

[Engineering]

 **JFE Engineering Corporation**

 **NIPPON STEEL ENGINEERING**

[Engineering]

 **JDC** 日本海洋掘削株式会社

 **JGC** Designed "Tomakomai" Demonstration PJ

 **CHIYODA CORPORATION** Delivered CCS facilities for LNG plants in Qatar



G7 Climate, Energy and Environment Ministers' Communiqué

Sapporo, April 16, 2023

We, the G7 Ministers of Climate, Energy and the Environment, met on 15th - 16th April 2023 in Sapporo.

We condemn Russia's illegal, unjustifiable, and unprovoked war of aggression against Ukraine, violation of the Charter of the United Nations (UN) and disregard to the impacts that its war is having on people worldwide. We condemn Russia's attempts to use energy and food as tools of geopolitical coercion and reiterate our commitment to supporting those most affected by Russia's weaponization of energy and food. We are deeply concerned about the devastating impacts of Russia's war of aggression against Ukraine including on the environment, provoking an unprecedented global energy crisis characterized by high-energy prices, market volatility and disruptions to energy supply; inflation causing real economic impacts on people's lives; a spike in the world's grain and fertilizer prices which increased food insecurity and malnutrition. We stand ready to support the sustainable and resilient recovery and green reconstruction of Ukraine, including by sharing our experience, knowledge and expertise regarding war-related debris and pollution management, ecosystem and water systems restoration, replanting of forests and shelterbelts, decontamination of mined forests and lands, restoration of the protected wetlands and marine areas impacted by the war. We will continue to help Ukraine repair and restore its critical energy and environmental infrastructure deliberately destroyed by Russia, and emphasize our strong support for the creation of clean and resilient energy infrastructure in Ukraine.

I. Climate, Energy, and Environment Joint Section

- Global challenges we face:** We are facing the unprecedented triple global crisis of climate change, biodiversity loss and pollution that are mutually reinforcing and intrinsically linked, as well as an ongoing global energy crisis of unprecedented scale which has worsened economic and social disruptions, health threats and environmental damage, including those caused or exacerbated by Russia's war of aggression against Ukraine. Consequences of these challenges are already negatively impacting many regions and countries. To address these challenges through multilateral cooperation, we are steadfast in our commitment to the Paris Agreement, keeping a limit of 1.5 °C global temperature rise within reach through scaled up action in this critical decade, and to the full, swift and effective implementation of the historic Kunming-Montreal Global Biodiversity Framework (GBF) adopted at the 15th Conference of the Parties to the Convention on Biological Diversity (CBD-COP15) with its mission to halt and reverse biodiversity loss by 2030, and welcome the landmark international legally binding instrument on the conservation and sustainable use of marine biological diversity of areas beyond national jurisdiction (BBNJ). Recognizing the current global energy crisis and economic disruptions, we reaffirm our commitment to accelerating the clean energy transition to net-zero greenhouse gas (GHG) emissions by 2050 at the latest and recognize the importance of

Key sentence

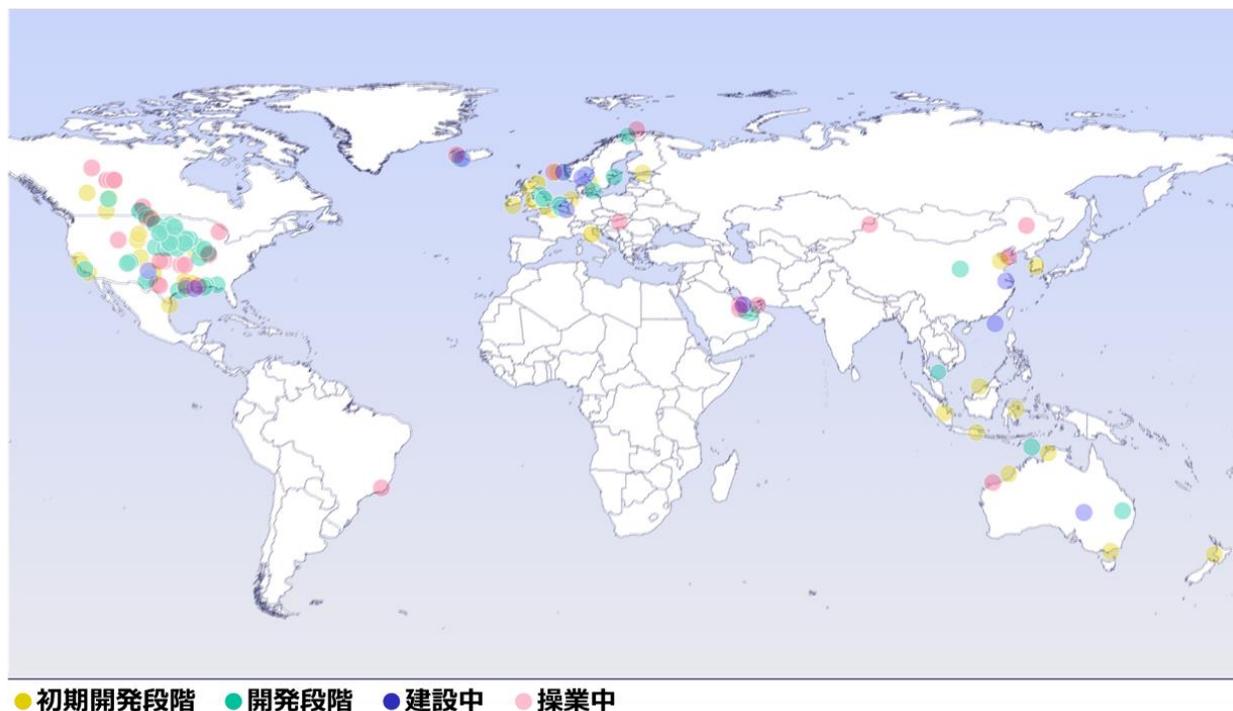
68. カーボンマネジメント：

- 我々は、社会需要とともに、地域の二酸化炭素回収(CCS)ハブの可能性を含む、地中貯留インフラや二酸化炭素輸送計画の可能性と開発をモニタリング及び分析する必要性を認識する。
- 我々は、二酸化炭素の輸出入メカニズム整備を促進するために協力する。
- 我々は、CCU/カーボンリサイクル及びCCSは、2050年までのネット・ゼロ排出達成のための脱炭素化解決策の幅広いポートフォリオの重要な要素になり得ることを認識している。
(仮訳)

世界のCCSプロジェクトの動向

- 「CCS」は、カーボンニュートラルの実現に不可欠であるため、世界各国において急激にプロジェクトの立ち上げや、法整備、政策支援が進み、「大競争時代」の到来。
- 国際エネルギー機関として、2050年までに現CO2排出量の2割程度の貯留が必要と認識。
- 米国、中国、インド、欧州の4つの国・地域において、2050年には40億トン超の貯留が行われる可能性。 運営費だけでも40～60兆円の市場が創出される可能性。

世界のCCSプロジェクトの動向



CCSに関する世界の政策支援および法整備

EU・欧州

・EUは、今年3月、2030年に5千万トンの貯留を目指す Net-Zero Industry Actを提案。法案の考え方として、ネットゼロを目指すためには、2050年までに5.5億トンの貯留が必要との認識。

・英国は240億ドルの支援を決定。
・2008年に、エネルギー法2008にてCO2貯留を規制。2022年7月には、CO2貯留・輸送に事業規制を導入する法案が議会に提出され、2023年9月現在、下院で審議中。

・2022年末、ドイツがCCUSに否定的な姿勢を見直し、政策の見直しや国内政策の整備に着手。

・国際輸出に向けたMOUを締結
(ベルギーとデンマーク、ノルウェーとオランダ)

中東

・サウジアラビアやUAEは、国営石油会社を通じて、大型CCSハブの構築、投資を推進。

中国

・中国は、CCS推進に転換。約20%強を貯留目標*。

*2060年に年間貯留量23億tを目標(現排出量の約20%強)。GCCSI調べ。

ASEAN・アジア

・インドネシアは、CCSの省令を整備(2023年3月)。

・マレーシア・タイは、CCS関連の法整備を検討中。

・インドもCCS推進に転換し、約20%強を貯留目標*。

*2050年に年間貯留量7.5億tを目標(現排出量の約20%強)

豪州

・政権発足後、CCSの積極活用に政策面で転換。ロンドン条約・ロンドン議定書の改正を批准に向けて法案審議中、下院は通過。

・CO2の貯留、輸送を、海域石油・温室効果ガス貯留法で規制。

米国

・2050年までに10億トンスケールの貯蔵をCDRベースで貯留。約20%強を貯留目標。

・2021年インフラ法により、120億ドルの予算措置。

・2022年成立したインフレ削減法(IRA)により、税額控除(45Q)の規模が、CO2貯留量1トンあたり85ドルに拡充(実質的に、国がCCSコストを負担する形式)。

・海域におけるCCSの規制について検討中。

CCS長期ロードマップ

【基本理念】

CCSを計画的かつ合理的に実施することで、社会コストを最小限にしつつ、我が国のCCS事業の健全な発展を図り、もって我が国の経済及び産業の発展、エネルギーの安定供給確保やカーボンニュートラル達成に寄与することを目的とする。

【目標】

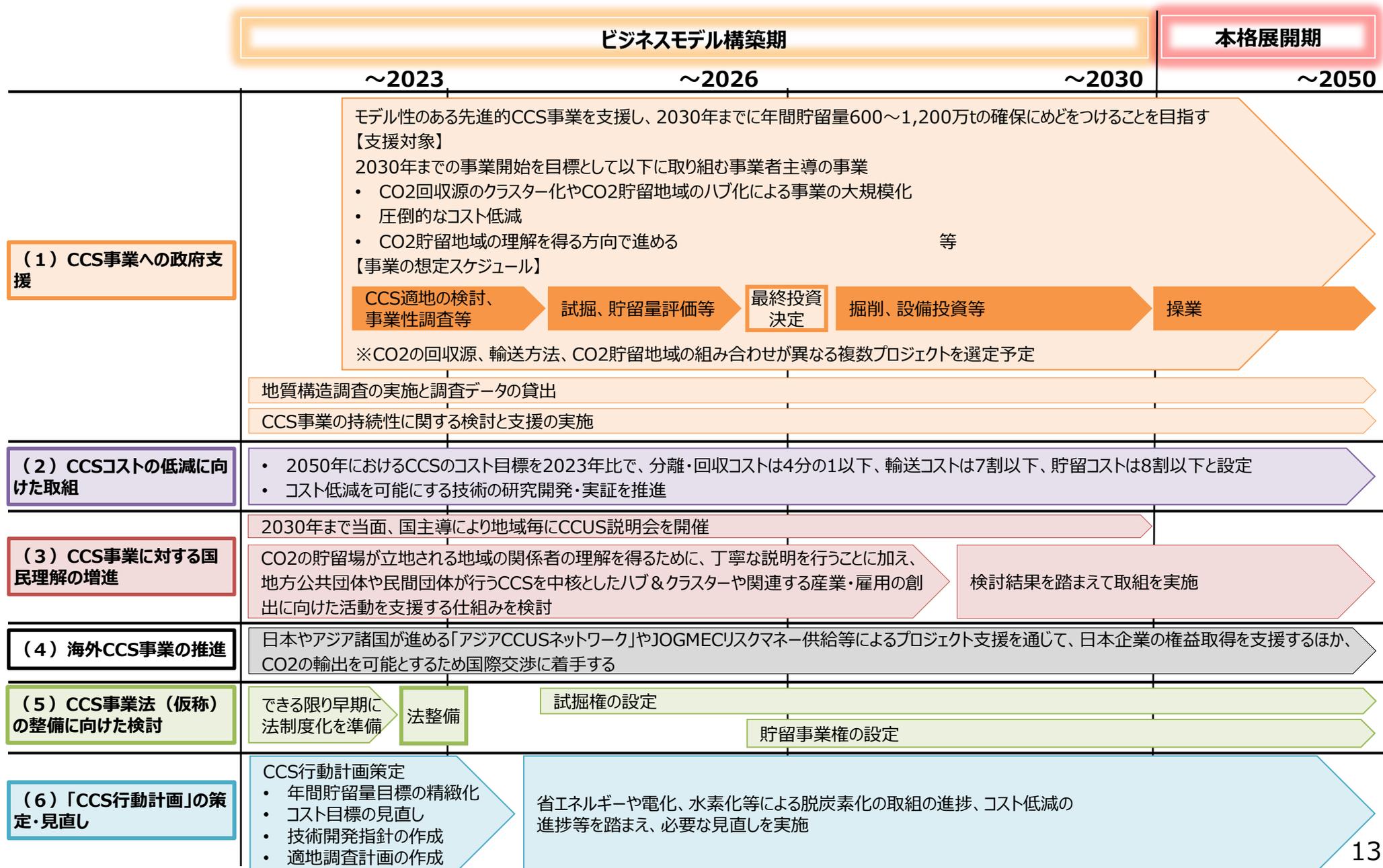
2050年時点で年間約1.2～2.4億tのCO2貯留を可能とすることを目安に、2030年までの事業開始に向けた事業環境を整備し（コスト低減、国民理解、海外CCS推進、CCS事業法整備）、2030年以降に本格的にCCS事業を展開する。



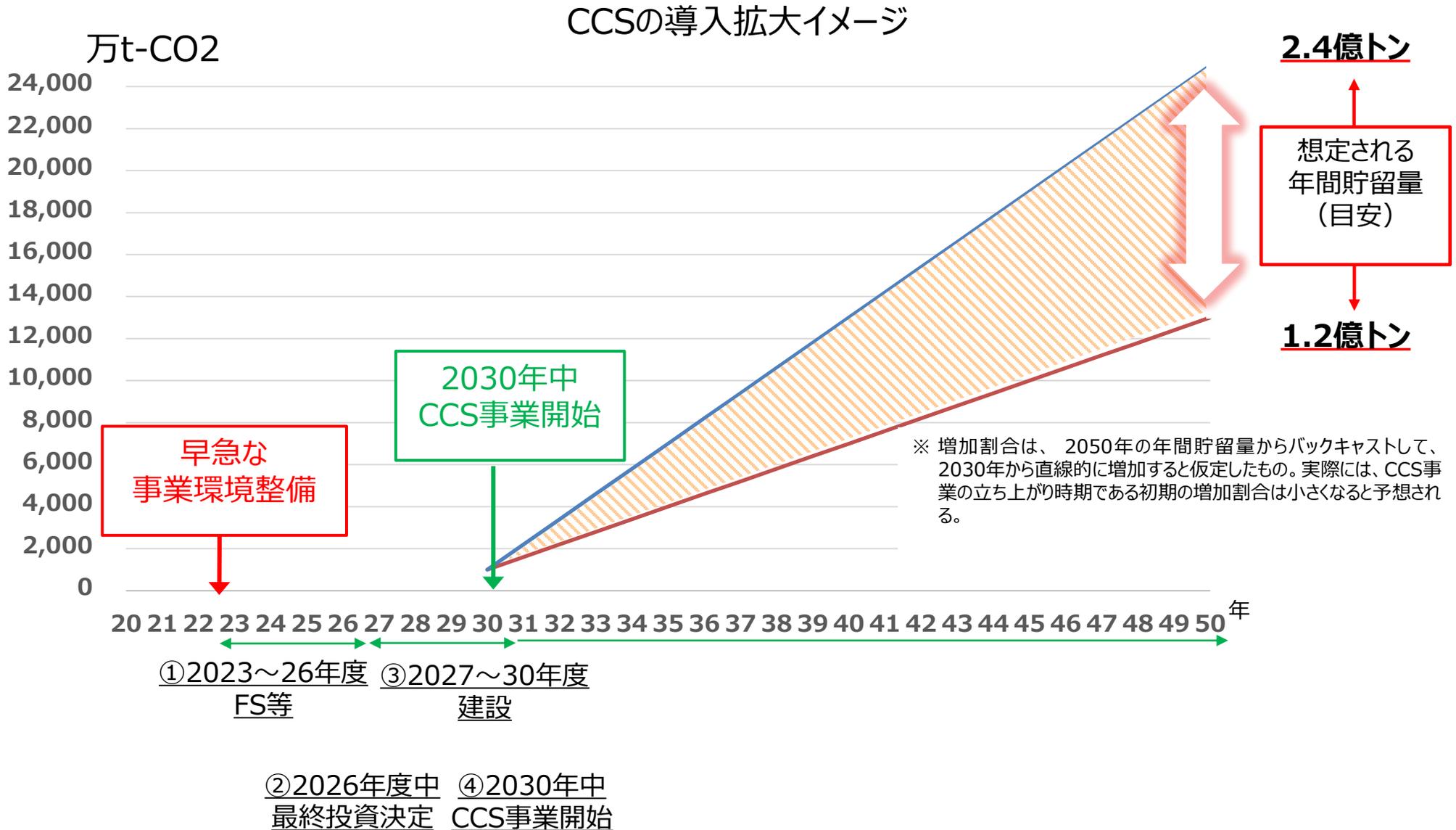
【具体的アクション】

- (1) CCS事業への政府支援
- (2) CCSコストの低減に向けた取組
- (3) CCS事業に対する国民理解の増進
- (4) 海外CCS事業の推進
- (5) CCS事業法（仮称）の整備に向けた検討
- (6) 「CCS行動計画」の策定・見直し

CCS長期ロードマップ



(参考) 2030年までのCCS事業開始に向けた事業環境整備の必要性



モデル性のある先進的CCS事業の支援

- 将来のCCS事業の普及・拡大に向けて横展開可能なビジネスモデルを確立するため、2030年までの事業開始を目標とし事業者主導による「先進的CCS事業」を選定し、国により集中的に支援。
- 具体的には、CO2の回収源、輸送方法、CO2貯留地域の組み合わせが異なる5プロジェクト程度から支援を開始し、多様なCCS事業モデルの確立を目指すとともに、2030年までに年間貯留量600～1,200万tの確保にめどを付けることを目指す。
※CCSへの参入を計画する事業者の目標等に基づき設定。英国でも、2030年までに年間貯留量1,000万トンを目標としている。
- モデル性としては、CO2回収源のクラスター化やCO2貯留地域のハブ化による事業の大規模化と圧倒的なコスト低減に取り組む事業とする。

想定されるCO2の回収源、輸送方法、CO2貯留地域のパターン

CO2の回収源	輸送方法	CO2貯留地域
火力発電所 製鉄所 化学工場 セメント工場 製紙工場 水素製造工場 等	パイプライン 船舶	陸域の地下 海底下（沿岸地域） 海底下（沖合）

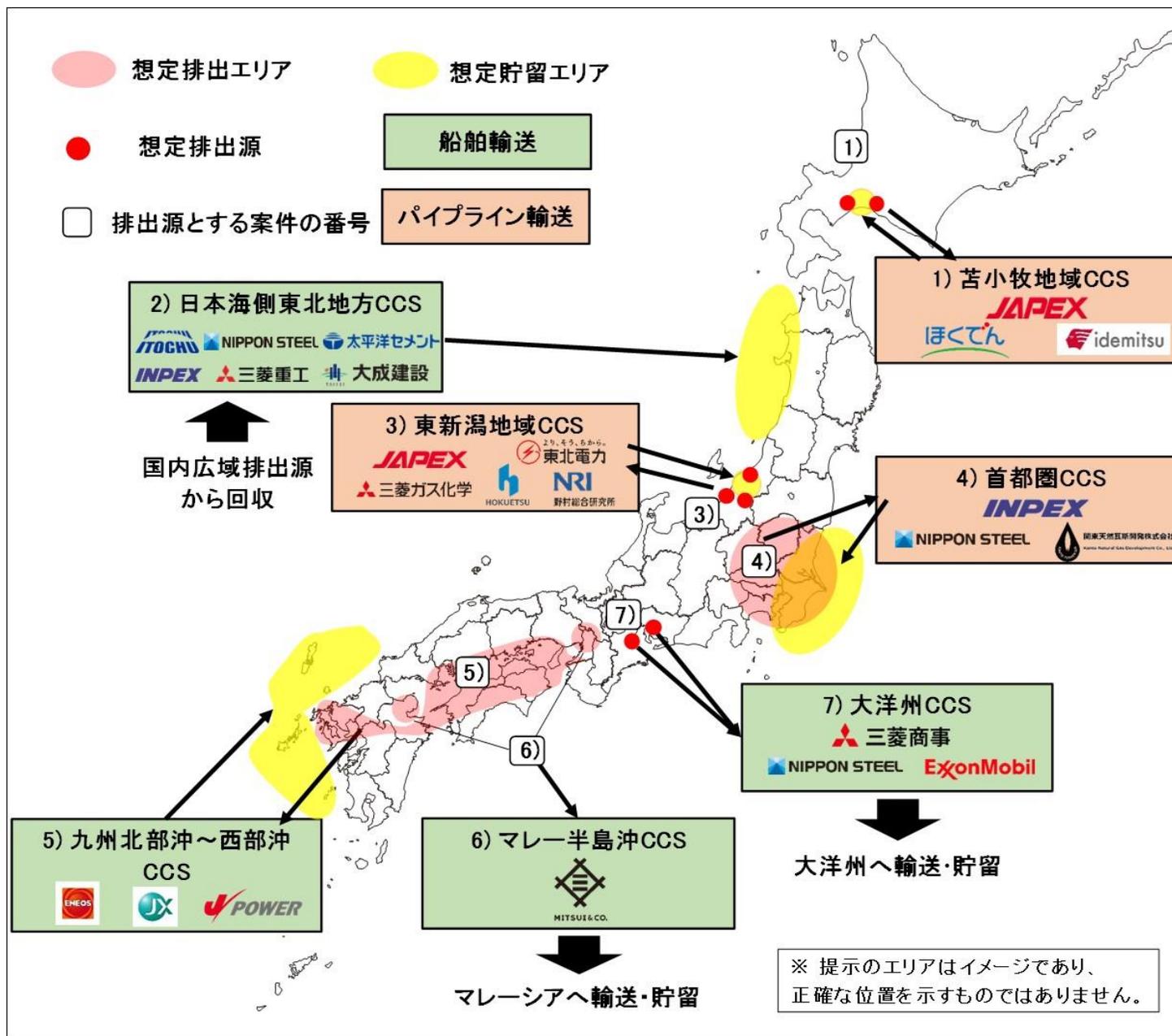
選定案件の概要

- 公募の結果、6月13日、回収源、輸送方法、貯留地域を踏まえて、7件（うち2件は海外輸出）を採択。
- 多排出源である発電、石油精製、鉄鋼、化学、紙・パルプ、セメント等の事業分野をカバーし、国内の多排出地域のバランスを踏まえる。
- 2030年の年間貯留量見込の合計は約1,300万トン（海外は3割）であり、目標値である600万～1,200万トンの達成が見込める蓋然性が高まっている。

<CO2の回収源、輸送方法、CO2貯留地域の組み合わせ>

案件（貯留場所）	回収源	輸送方法	CO2貯留地域
① 苫小牧地域 石油資源開発、出光興産、北海道電力	製油所、火力発電所	パイプライン	陸域の枯渇油ガス田 又は、海底下（沿岸地域）
② 日本海側東北地方 伊藤忠商事、INPEX、大成建設、日本製鉄、 太平洋セメント、三菱重工、伊藤忠石油開発	製鉄所、セメント工場	船舶、パイプライン	海底下（沿岸地域）
③ 東新潟地域 石油資源開発、東北電力、三菱ガス化学、 北越コーポレーション、野村総合研究所	化学工場、製紙工場、 火力発電所	パイプライン	陸域の枯渇油ガス田～海底下（沿岸地域）
④ 首都圏 INPEX、日本製鉄、関東天然瓦斯開発	製鉄所 他	パイプライン	海底下（沿岸地域）
⑤ 九州北部沖～西部沖 ENEOS、JX石油開発、電源開発	製油所、火力発電所	船舶、パイプライン	海底下（沖合）
⑥ マレーシア マレー半島東海岸沖 三井物産	製油所、化学工場他	船舶、パイプライン	海外（マレーシア）
⑦ 大洋州 三菱商事、日本製鉄、ExxonMobil	製鉄所 他	船舶、パイプライン	海外（大洋州）

(参考) 選定した7案件概要 (一覧)

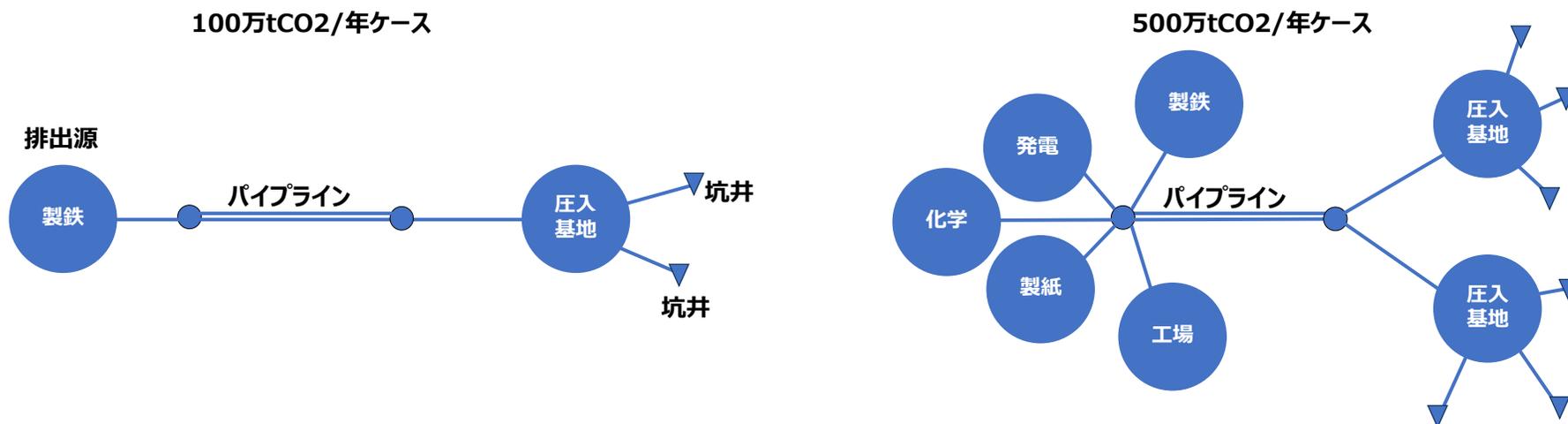


選定結果からの学び ～今後のCCS事業展開の見通し～

- 選定した国内貯留事業（5件）はいずれも事業の拡張性が計画に盛り込まれており、拡張後の年間貯留量の合計は約3,000万トン（操業開始時は約900万トン）。
- 案件によっては、拡張によりCO2トン当たりの貯留コストは低減し、バリューチェーン全体で操業開始時に比べて3分の2程度までコストを抑えることができる場合が存在。
- 2030年以降、現行の想定よりも更なる拡張を織り込んだ場合、2050年までに20～25件の同規模事業を国内で展開することで、2050年時点で年間貯留量の約7割をカバーすることが可能。

<事業拡張によるコスト低減の例>

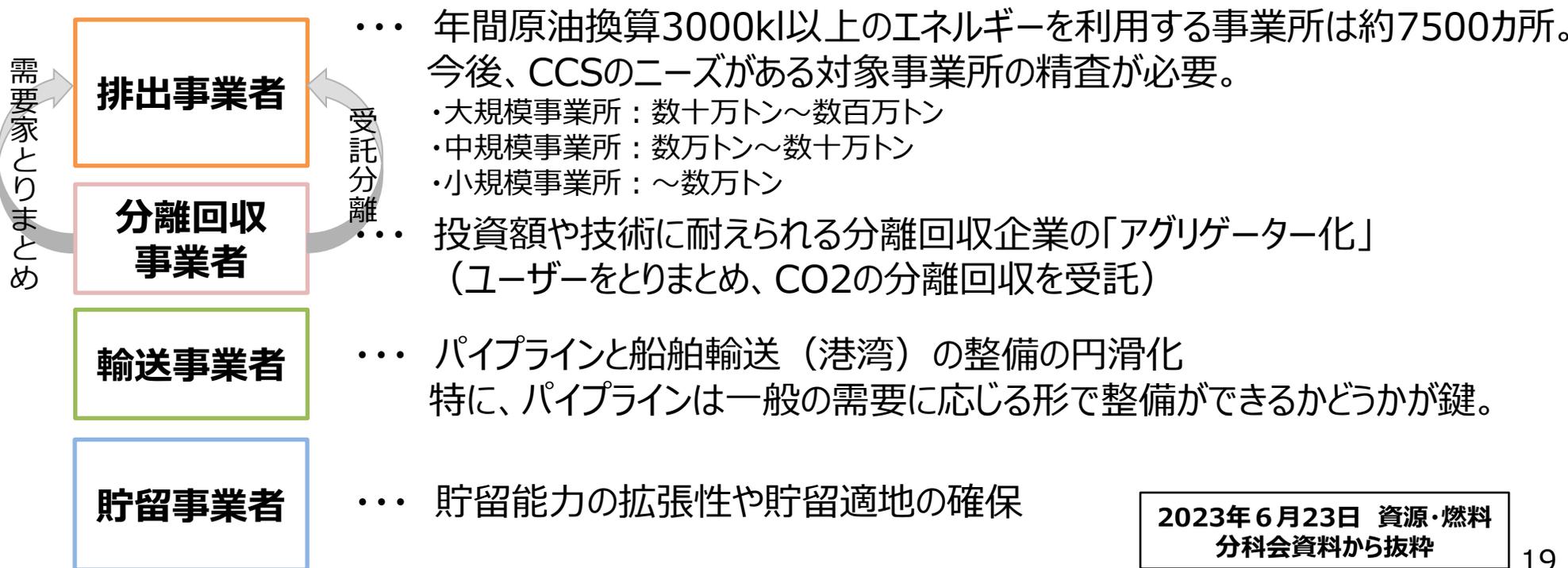
CCSについてはパイプラインなどの輸送システムや、貯留に係る坑井について、拡張を織り込むことにより、大幅なコストダウンが実現可能。



選定結果からの学び ～分析 CCSシステム（イメージ）の構築の必要性～

- CCSを実施するためには数百億円規模の巨額の初期投資が必要となるほか、技術が障壁となるため、単独で利用できる企業に限りがある。
- 地域において、CO2貯留を進めるためには、排出企業をとりまとめて、分離回収や輸送を請け負う「アグリゲーター」の存在が欠かせない。戦略的な育成が必要となる。既に、地域の発展にステークを有する公益事業者の中で、参入の検討が進められている。
- CCSでは現行の取引量の約100倍程度に当たるCO2の輸送が必要。パイプラインによる輸送が原則となり、貯留地が遠方であれば、船舶輸送が行われる。円滑な整備が不可欠となる。

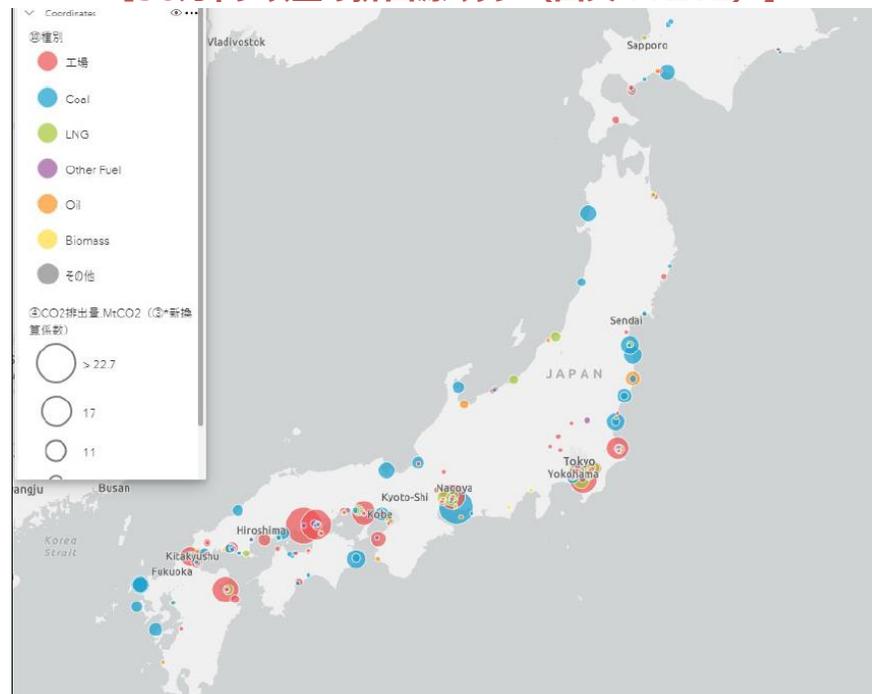
<CCSシステムとその課題>



CCS適地の開発／地質構造調査の課題への対応①

- これまでの国の調査において、CO2の貯留に適した地層（貯留層）を11地点で計160億トン分があると推定。これらの貯留層について、当面は民間事業者による経済性等の分析・評価が行われ、試掘等の開発行為につながることを期待される。（調査データの民間事業者等への貸し出しは、JOGMECが実施。）
- しかし、CO2排出源との距離が近く輸送コストの低減を期待できる沿岸地域のデータは乏しく、今後、沿岸地域の地質構造調査についても検討を進める。

【50万トン以上の排出源マップ（出典：RITE）】



第3回アジアCCUSネットワークフォーラム

1. 会議概要

- 日時：9月27日（水） 8:30～12:30
- 場所：ヒルトン広島
- 参加者数：**約643名**

（対面：約116名、オンライン：約527名）

- 西村 経済産業大臣（ビデオメッセージ）
 - 吉田宣弘 経済産業大臣政務官
 - 渡辺哲也 ERIA事務総長
 - ファティ・ビロール IEA事務局長（ビデオメッセージ）
 - ノア・デイチ 米国エネルギー省次官補代理
 - ジェラード・ダニエル GCCSI（オンライン） 他
- 約20名の閣僚・代表が参加<ビデオスピーチ含む>**



2. 成果

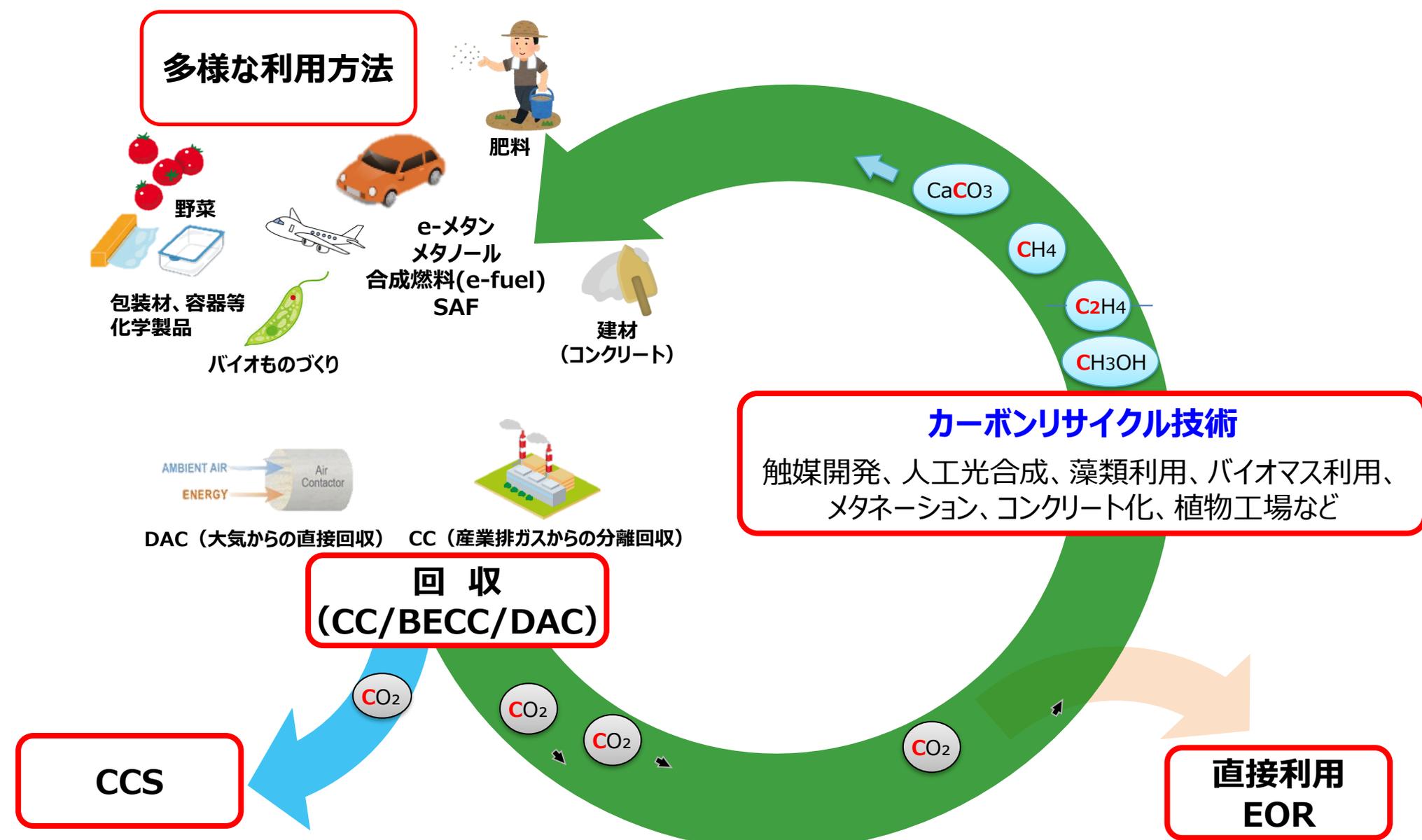
- 初めて、**CCSが果たす役割について、共同声明を発出した。**
- 2030年にアジアにおいて「CCUSのハブの構築」を目指すことを踏まえて、**3件の締結文書の調印式**を実施。
- パネルディスカッションでは、
 - 各国のCCSロードマップに関する意見交換
 - CO2の輸出入メカニズムの構築
 - CCS技術の知識共有などを議論した。



CCU/カーボンリサイクルの取組



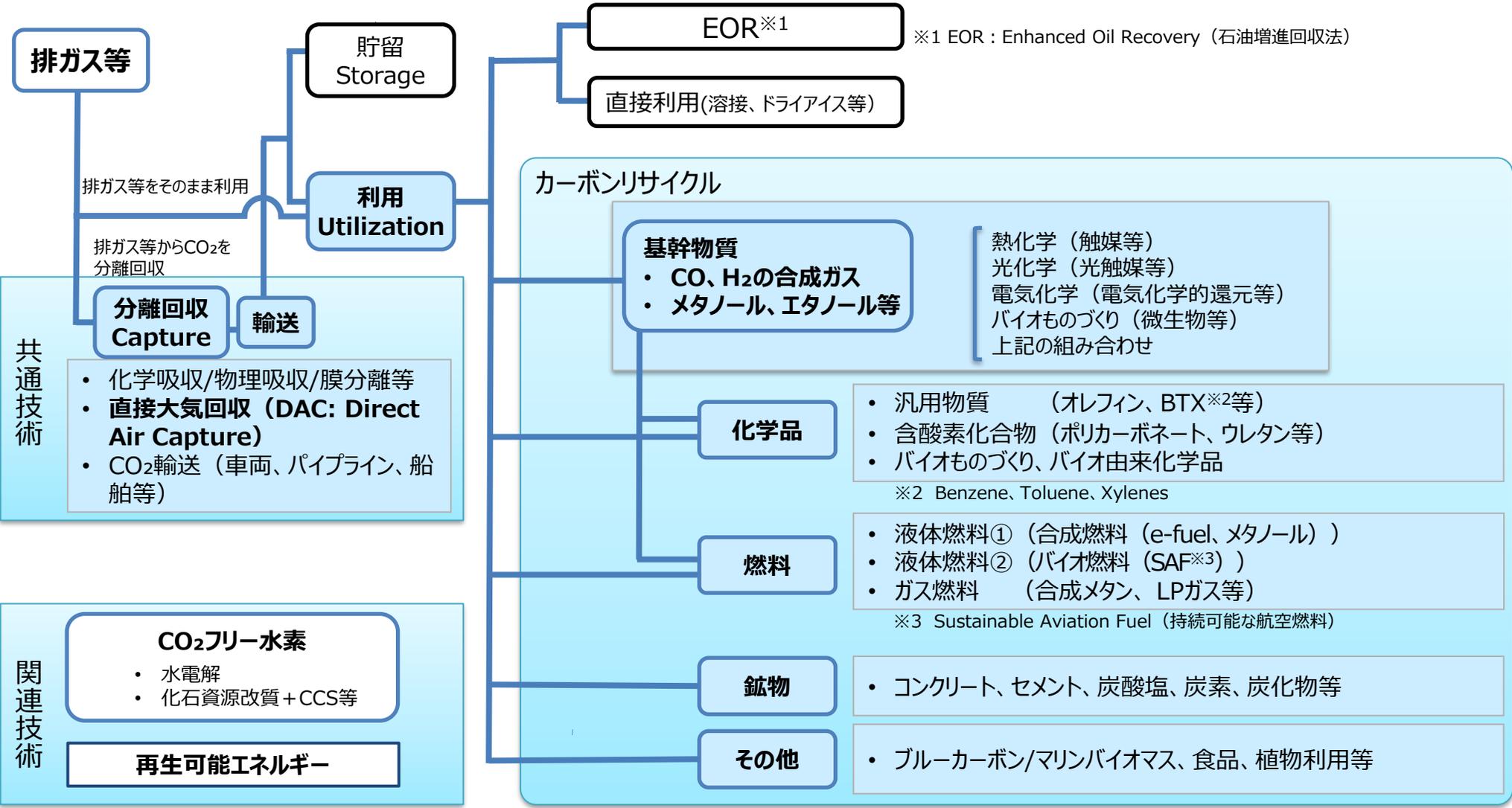
カーボンマネジメント（CCU・カーボンリサイクル/CCS/CDR）のイメージ



CCU : Carbon dioxide Capture and Utilization (二酸化炭素回収・有効利用)
 CCS : Carbon dioxide Capture and Storage (二酸化炭素回収・貯留)
 CDR : Carbon Dioxide Removal (二酸化炭素除去)

カーボンリサイクルとは

● CO₂を有価物（資源）として捉え、これを分離・回収し、鉱物化によりコンクリート等、人工光合成等により化学品、メタネーション等により燃料へ再利用することで、従来どおり化石燃料を利用した場合と比較して大気中へのCO₂排出を抑制し、カーボンニュートラル社会の実現に貢献する。



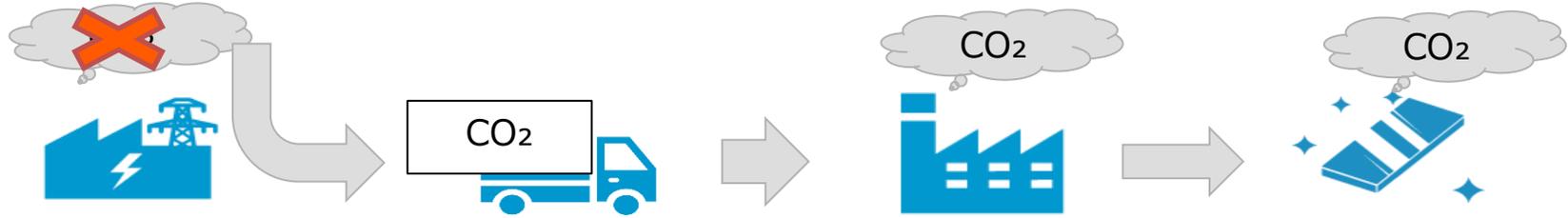
カーボンリサイクルの意義

- カーボンリサイクルは、産業活動から排出されるCO₂を可能な限り低減した上で、なお排出される残余CO₂を適切にマネジメントする脱炭素化に向けた重要な取組の一つ。
- CO₂を有価物（資源）として捉え、新たな別の有価物に転換することで、製品等のサプライチェーン全体で従来通りの方法と比較してCO₂の排出を全体として抑制することが出来るため、2050年カーボンニュートラル社会の実現に貢献。

<従来通り化石燃料を利用した場合：ベースケース>



<CO₂を回収して再利用>



<DAC、バイオ技術で大気中からCO₂を直接回収して再利用（2050年理想の姿）>



これらシステム全体を比較すると、下段の排出の方がより抑制されている。

(出典) Techno-Economic Assessment & Life Cycle Assessment Guidelines for CO₂ Utilization (Version 2.0)から事務局作成。

カーボンリサイクルを拡大していく絵姿

- 水素の調達環境や技術成熟度等を踏まえつつ、各製品分野における可能な限り早期の技術確立、低コスト化、普及を目指し、技術開発や実証を進める。

※市場投入や海外展開を見据え、CO₂削減効果（環境価値）についてLCA等の観点を含め、意識することが重要。

LCA : Life Cycle Assessment (ライフサイクルアセスメント)

現状

2030年

2040年以降

製造コスト、事業環境等の
変化により前倒しの可能性

安価な水素供給かつ2040年以降に普及可能なカーボンリサイクル製品について、製造方法の効率化、スケールアップ。

カーボンリサイクルに資する研究・技術開発・実証を推進。特に、商用化に向けて、水素が不要な製品や技術成熟度が高い製品を重点的に技術開発。

- 化学品** (ポリカーボネート等)
プロセス改良等によるCO₂排出量の更なる削減
- 燃料** (SAF等)
現状から1/8~1/16程度に低コスト化
- 鉱物** (コンクリート製品 (道路ブロック等))
現状から1/3~1/5程度に低コスト化

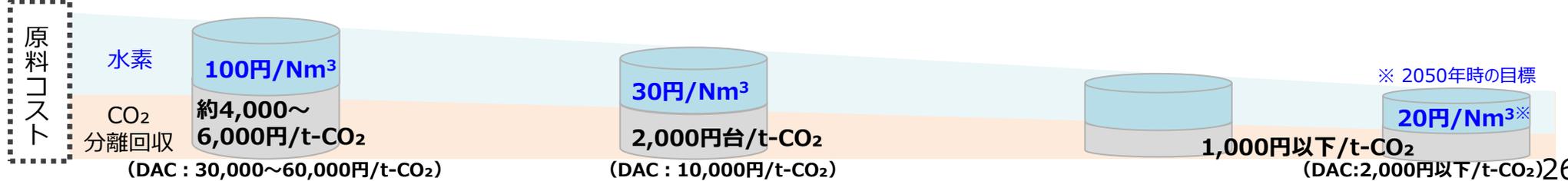
2040年頃から普及

- **化学品** 汎用品 (オレフィン、BTX等)
- **燃料** グリーンLPガス
- **鉱物** コンクリート製品 (建築、橋梁等の用途)

2030年頃から普及

- **化学品** ポリカーボネート 等
- **燃料** 合成燃料、SAF、合成メタン
- **鉱物** コンクリート製品 (道路ブロック等) 、セメント

→ **更なる低コスト化**
消費が拡大



カーボンリサイクルの普及を加速させるための政策の課題、アクション

1. 技術開発・社会実装

- 水素コストやCO₂分離回収技術の開発状況も踏まえつつ、開発した技術の**事業化に向けた、効果的な支援策**。
- 産業競争力維持に向け、意義や環境価値を踏まえた、カーボンリサイクル製品にかかるコストが受容される社会的機運の醸成。

2. 産業間連携

- モデルケース創出及びその横展開のため、**官民によるファーストムーバーへの支援策**や、関係法令など、課題を整理。
- 排出源が日本全国に存在することを踏まえ、特に**中小規模分散型について、連携パターンや可能性の深掘り**。
- 各類型に横断的な課題として、輸送の最適方法や利用者と供給者のマッチング、需給バランス調整、トレーサビリティ確保等全体マネジメントを担う**CO₂マネジメント事業者の役割、担い手や産業間連携のあるべきシステムの姿**について、CO₂の品質が様々であることも踏まえ、更なる整理を行うべく調査を実施。

3. 環境価値評価・国際展開

- **カーボンリサイクルによるCO₂排出抑制について適切に評価できる仕組み（標準化等）の構築**に向けた、バイやマルチの場を活用し志を同じくする国や海外企業等との連携の在り方。
- IPCCガイドライン等において、国境を超えたカーボンリサイクルのCO₂の取り扱いが明確化されていないため、具体的なプロジェクト等を通じて**環境価値を適切に配分可能な仕組み作り**を目指す。
- GXウィーク（カーボンリサイクル産官学国際会議）等を通じた**我が国技術、環境価値の評価の考え方等の発信**。

4. 担い手の創出・エコシステムの確立

- カーボンリサイクル分野のスタートアップは主にプレシード、シード段階であり、育成・事業化に向け産学官一体の手厚い支援が必要となるが、**技術開発、人材育成、国際展開、規制の導入等各種支援の効果的な実施方法**。