

CO₂分離回収技術開発に関連した 国内外の情勢について

2023年4月20日

経済産業省

産業技術環境局

資源エネルギー庁

概要

CO₂分離回収技術開発に関連した国内外の動向

- 社会実装計画策定以降、ロシアのウクライナ侵攻に伴うエネルギー危機といった大きな社会情勢変化あり。天然ガス依存からの脱却が進む。
- 2022年IEAのレポートにおけるNZE（ネットゼロエミッション）シナリオにおいては、（本PJのターゲット排ガス源である）天然ガスの利用減少が、加速する方向へ修正された。また、2050年時点の天然ガスによるエネルギー供給量も、より低い方向へ予測修正。
- 世界のCCSプロジェクトは2022年12月時点で135⇒196と大きく増加。他方、2030年稼働予定プロジェクト（最大回収能力 計約2億トン）は、前述のNZEシナリオ実現に要する回収量（約12億トン）の20%にすぎず、今後も分離回収設備導入は続く。
- 海外の政策動向としては、米国でのインフレ削減法（IRA）による45QのCO₂貯留インセンティブ拡大、ドイツCCS関連法改正方針発表など、CCS促進政策が見られた。
- 国内では、引き続きCCUSをカーボンニュートラル達成に資する技術と位置づけられるとともに、CCS長期ロードマップ委員会では、CO₂の目下の受け入れ先となるCCSの事業環境構築の議論が進んでいる。

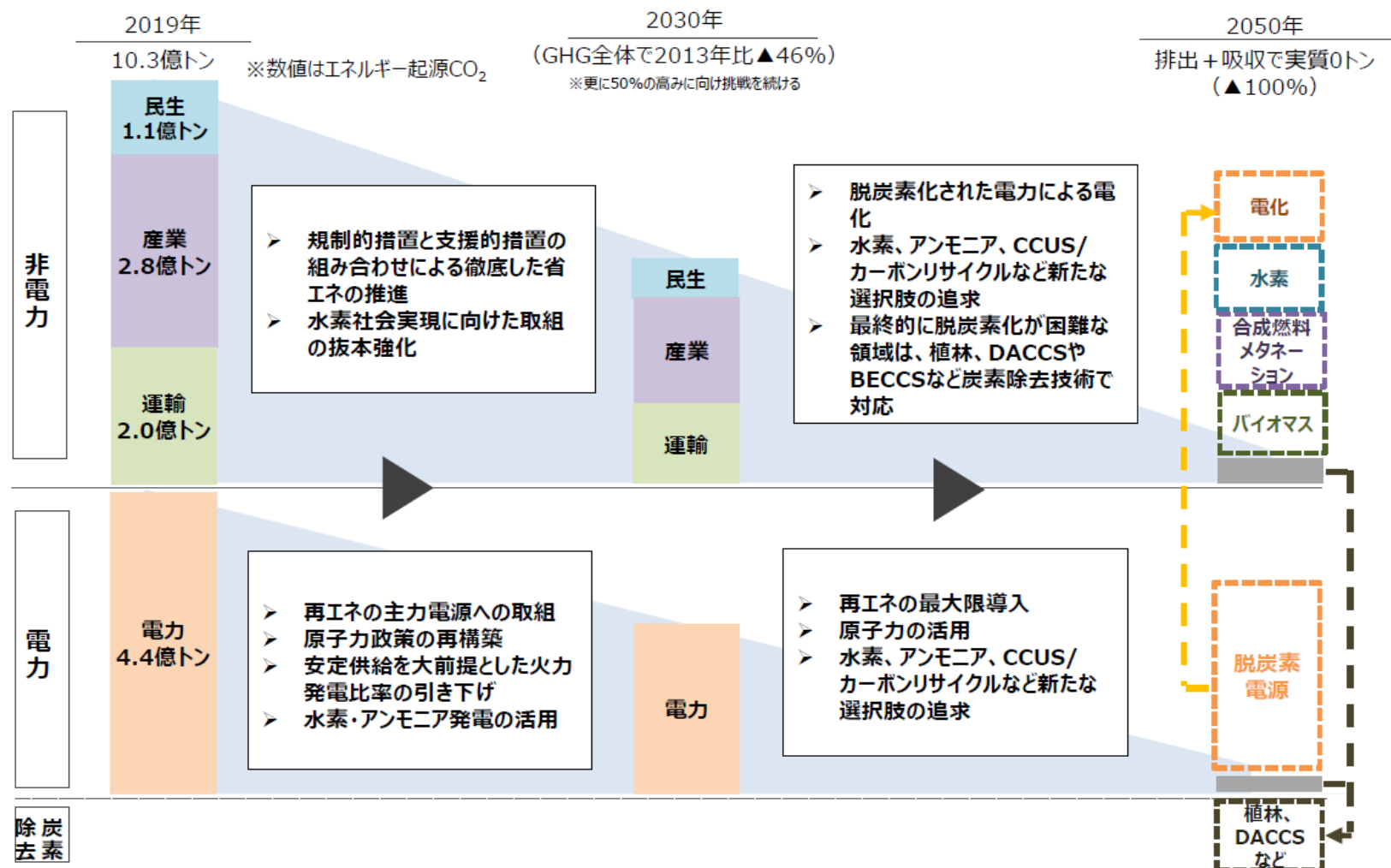
今後の課題

- 天然ガス火力を中心としたマーケット変化は注視する必要があるものの、世界でCCUS関連政策が加速していること、また、2030年に予定されている分離回収量もNZEシナリオ達成には不足していることから、**足下の分離回収設備導入は加速すると考えられる。**本PJにおいても**開発加速の可能性について検討が必要。**
- 全体の分離回収市場は拡大傾向だが、**低圧・低濃度、中小規模排出源の市場規模についてはより詳細に調査が必要**のため、23年上期に**市場環境調査を実施予定**。その上で、各技術の強みの深掘りと合わせ、**ターゲット市場ごとの標準形成のあり方の検討**が必要。
- 社会実装に向けては、**CCSにつながる輸送網構築に向けた技術開発も必要。**

振り返り

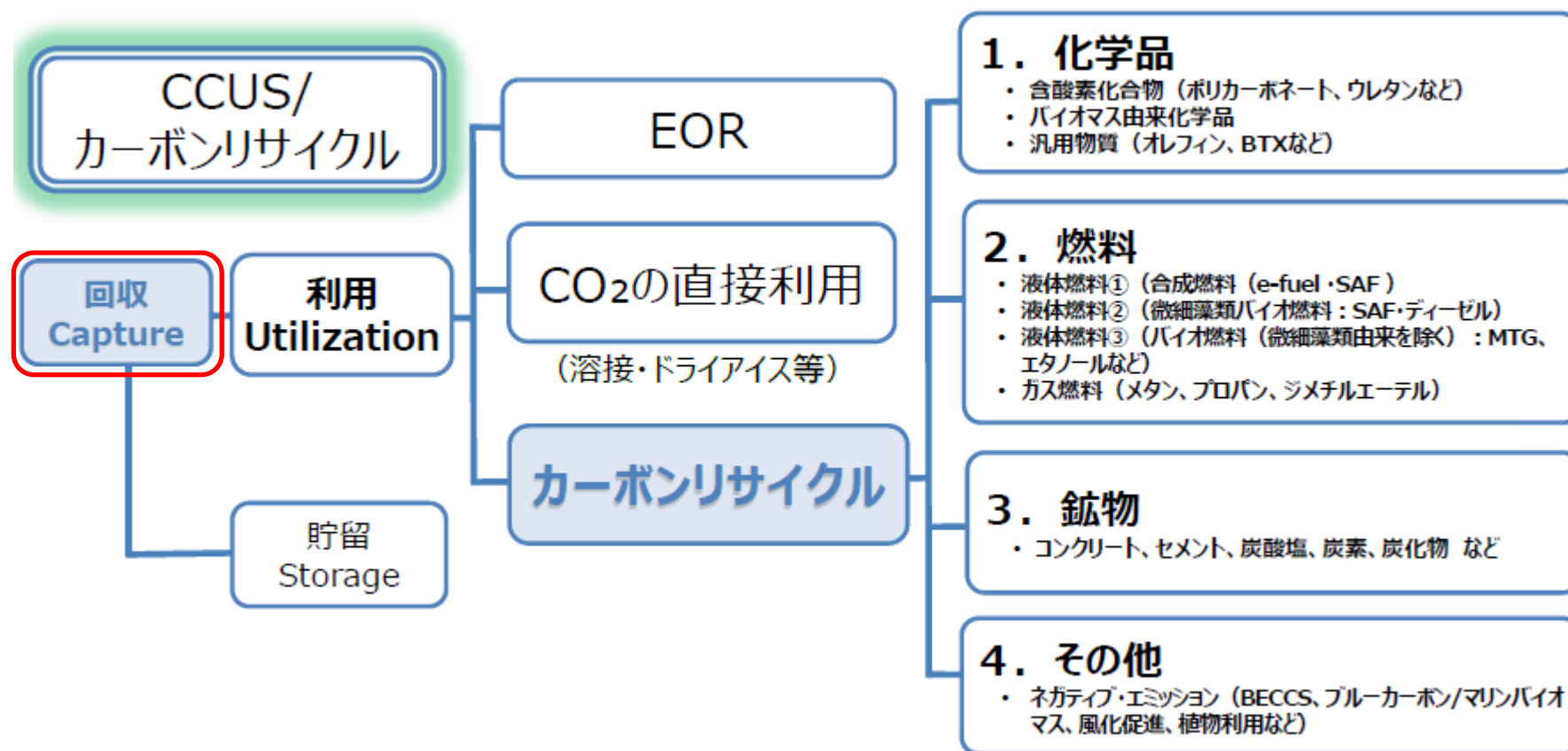
2050年カーボンニュートラルの実現に向けたCO₂分離回収の役割

- 2050カーボンニュートラルに向けて、再エネ導入を最大限進めるとしても電力、産業部門等で不可避となるCO₂排出には、「CO₂分離回収」を最大限活用する必要。



カーボンリサイクルにおけるCO₂分離回収技術の役割

- カーボンリサイクルにおいて、回収されたCO₂は、CO₂フリー水素等との化学反応等を経て、鉱物（コンクリート）、燃料、化学品等に再利用される。CO₂の利用はサーキュラーエコノミー実現に向けた要素技術の一つとも捉えられる。
- CO₂分離回収はそれらの共通技術でありカーボンリサイクルの社会実装にむけての必須技術である。



カーボンリサイクル技術ロードマップ（令和3年7月改訂） 資料より図を抜粋

CO₂分離回収プロジェクトの研究開発内容

- 本プロジェクトでは、分離素材の革新などを含むCO₂分離回収技術の開発とCO₂の分離回収評価項目の標準化に取り組み、さらに、これらの成果を活用して、10%以下のCO₂排出濃度の主たる排出源を想定した、技術実証を行い、分離回収の低コスト化を目指す。その際、確立された技術を利用し、回収されたCO₂を用いて化学品や燃料等を製造することも求める（化学品や燃料等の製造技術開発は本プロジェクトには含めない）。

① 天然ガス火力発電排ガスからの大規模CO₂分離回収技術開発・実証（委託→2/3補助）

天然ガス火力発電排ガスにおけるCO₂分離回収コストの低減には、(i)運転費用(OPEX)と(ii)設備費用(CAPEX)の両面の検討が必要であり、CO₂分離回収消費エネルギーの低減、設備設計・プロセスの最適化やモジュール化等による設備コスト低減が有効。こうした課題に応じた最適なCO₂分離回収技術を選択の上、要素技術開発と10t/dを超える規模での実ガス実証を行う。

② 工場排ガス等からの中小規模CO₂分離回収技術開発・実証（委託→2/3補助）

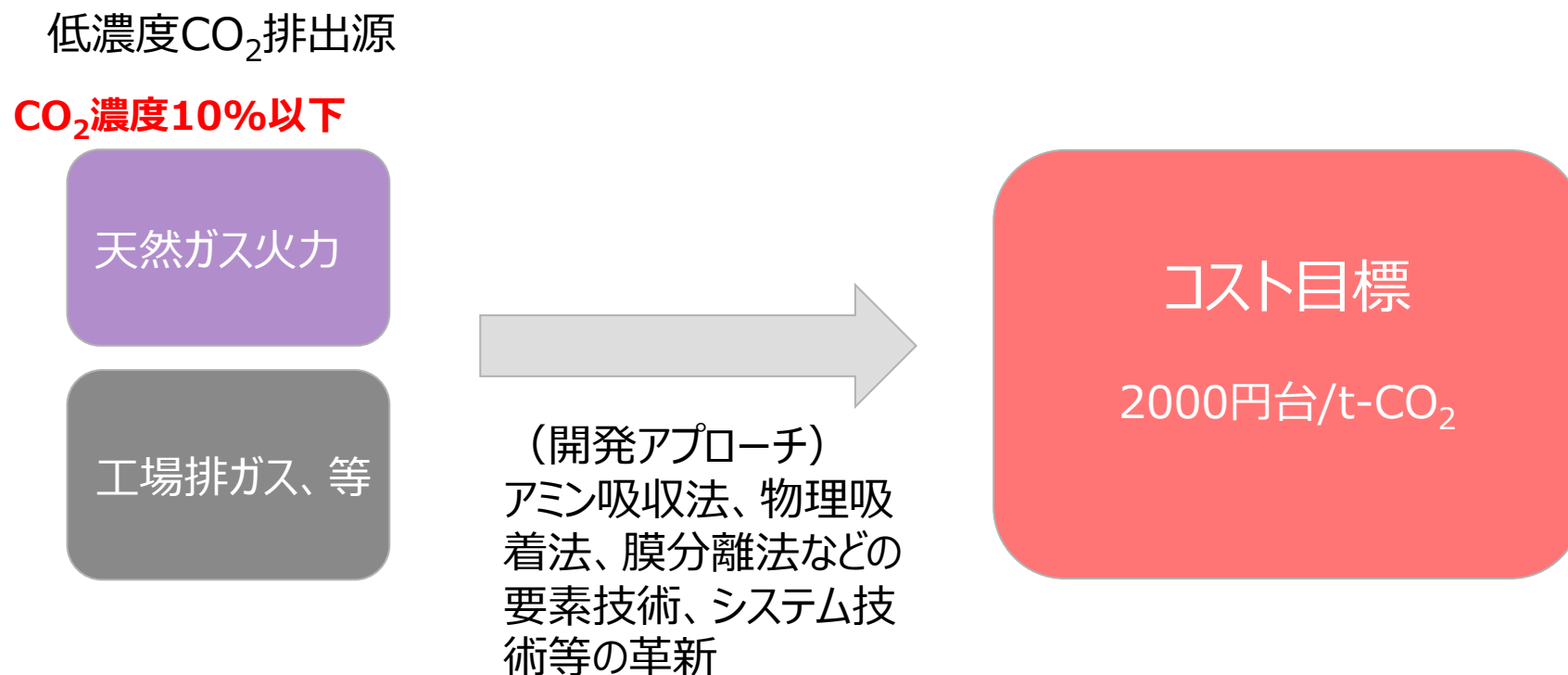
工場等においては、様々な場所でのCO₂分離回収が想定されるため、小型化、廃熱・冷熱利用、負荷変動対応、水分・夾雑物の分離等の多様な課題に対応することが必要。複数の利用シーンを想定し、こうした課題に応じた最適なCO₂分離回収技術（及びその組み合わせ）を選択の上、要素技術開発と0.5t/dを超える規模での実ガス実証を行う。

③ CO₂分離素材の標準評価技術基盤の確立（委託）

CO₂分離回収技術の開発を加速化するため、実ガスを用いた統一的な性能評価技術を確立する。具体的には、CO₂の分離回収量や耐久性にかかる性能評価手法を開発し、これを国際標準化する。

本プロジェクトの研究開発目標

- 低濃度排ガスからの低コストなCO₂分離回収の確立には、分離回収に必要なエネルギーや設備コストの低減が課題。
- 本プロジェクトでは、CO₂濃度10%以下の排ガスに適用可能な、低コストなCO₂分離・回収技術確立することを目指し、野心的なコスト目標として、2000円台/t-CO₂を設定。



- 国内外の市場動向
- 国内外の政策動向
- 分離回収技術の社会実装に向けた考え方

分離回収市場予測に関連した変化（概要）

- 社会実装計画策定以降、ロシアのウクライナ侵攻に伴うエネルギー危機といった大きな社会情勢変化あり。天然ガス依存からの脱却が進む。
- 2022年IEAのレポートにおけるNZE（ネットゼロエミッション）シナリオにおいては、（本PJのターゲット排ガス源である）天然ガスの利用減少が、加速する方向へ修正された。また、2050年時点の天然ガスによるエネルギー供給量も、より低い方向へ予測修正。ただし天然ガス火力発電に関しては、出力が低下しても、年間の変動需要への対応に必要とも言及。
- CCSの計画は2022年12月時点で飛躍的に増加しているものの、2030年に稼働が予定されている設備による回収量（最大回収能力 計約2億トン）は、NZEシナリオにおける2030年必要なCO₂回収量（約12億トン）の20%に過ぎない。

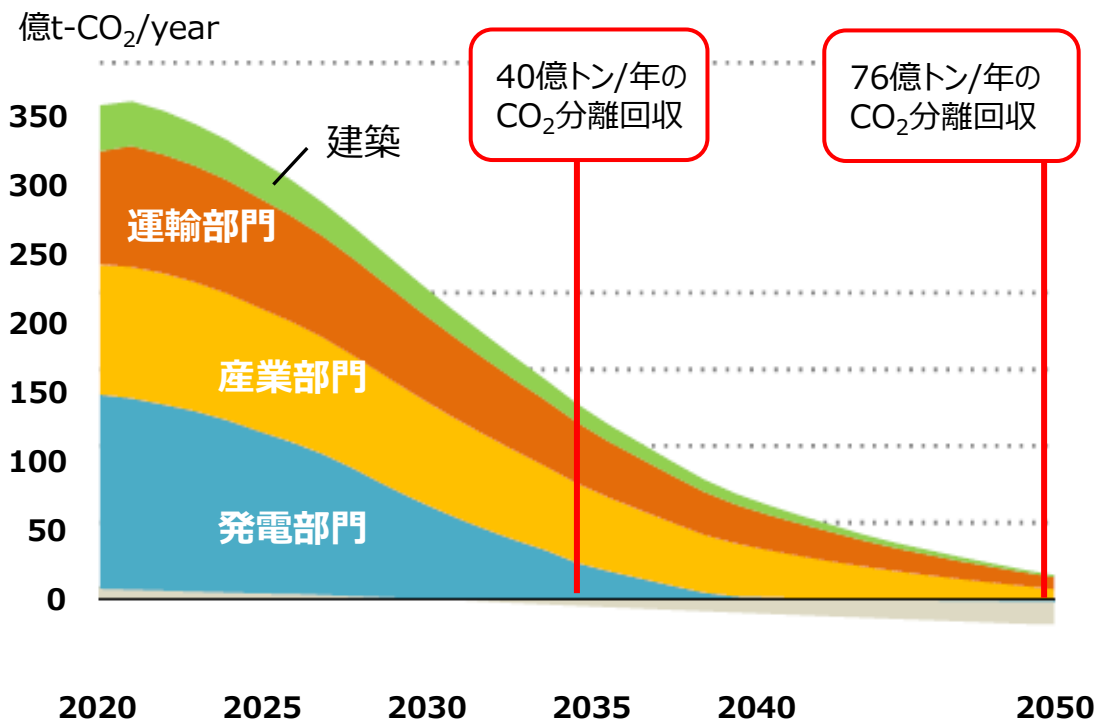


- 天然ガス火力をターゲットとする場合、将来的にどれだけの需要が残っているかは考慮すべき。
- 必要なCCS達成に向け、足下の分離回収設備の導入は継続。

IEAネットゼロシナリオ（NZE）におけるCO₂分離回収技術の位置づけ

- IEAの2050年ネットゼロエミッションシナリオ（NZE）においては2035年に40億トン、**2050年に76億トンのCO₂分離回収が予想**されている。
- バイオ燃料由来CO₂回収、大気中CO₂回収(DAC)も増加するが、**2050年断面でも化石燃料由来CO₂の回収が大部分（約7割）を占める。**

ネットゼロエミッションシナリオにおける世界のCO₂排出量



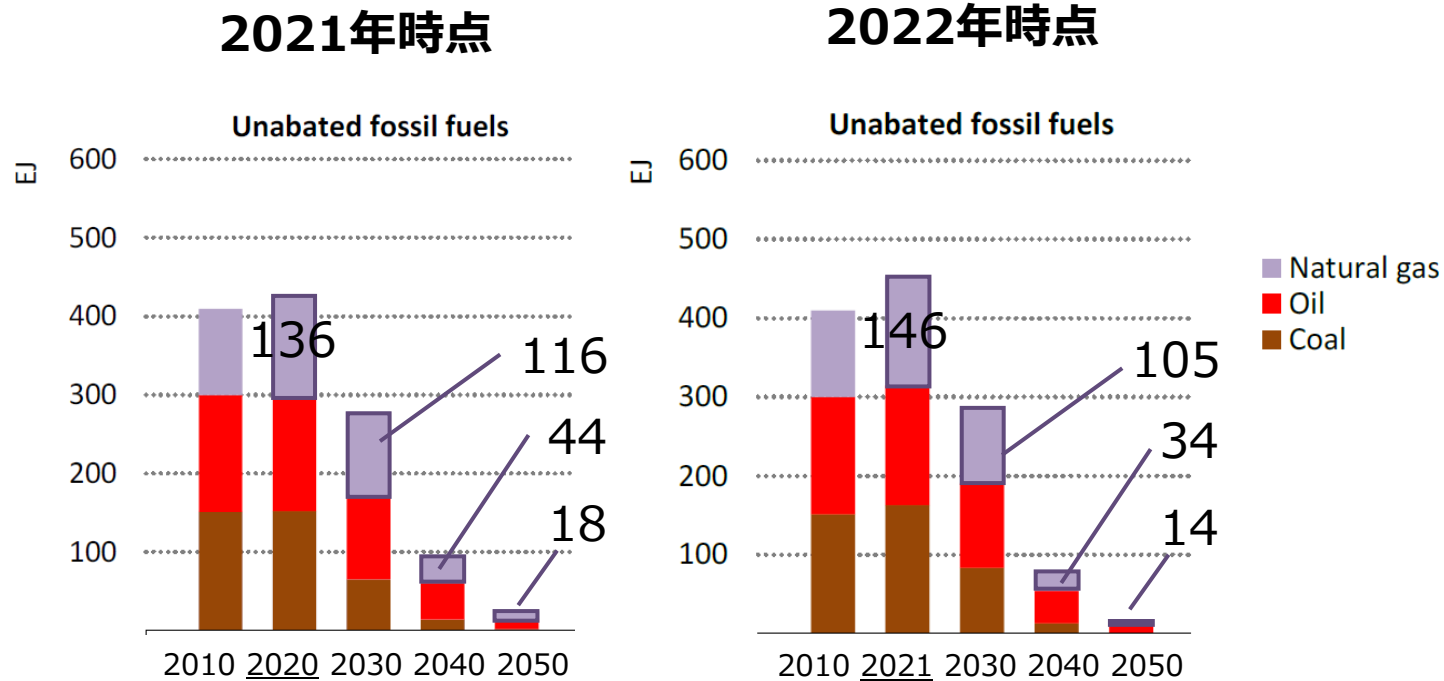
各産業分野毎のCO₂分離回収のマイルストーン

単位：Mt-CO₂/year

CO ₂ 排出分野		2020	2030	2050
化石燃料	火力	3	340	860
	産業	3	360	2620
	水素製造	3	455	1355
	非バイオ燃料製造	30	170	410
バイオ燃料	火力	1	90	570
	産業	0	15	180
	バイオ燃料製造	0	150	625
DAC		0	70	630

IEA 化石燃料を利用する一次エネルギー供給予測の変化

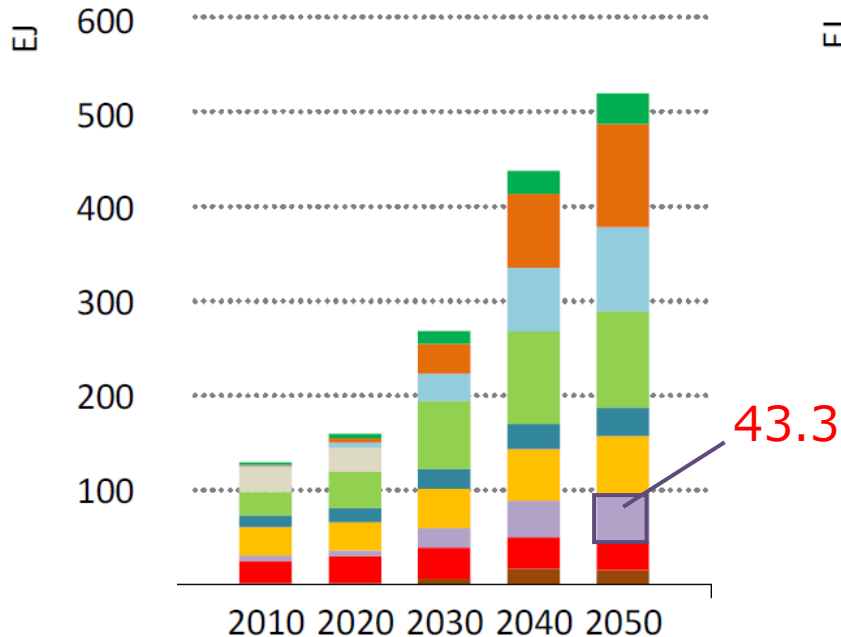
- 2022年度公表のIEA World Energy Outlookでは、NZEシナリオにおける一次エネルギー供給源の予測が修正された。CCUSなしの天然ガス利用の縮小が加速する方向へ修正された。



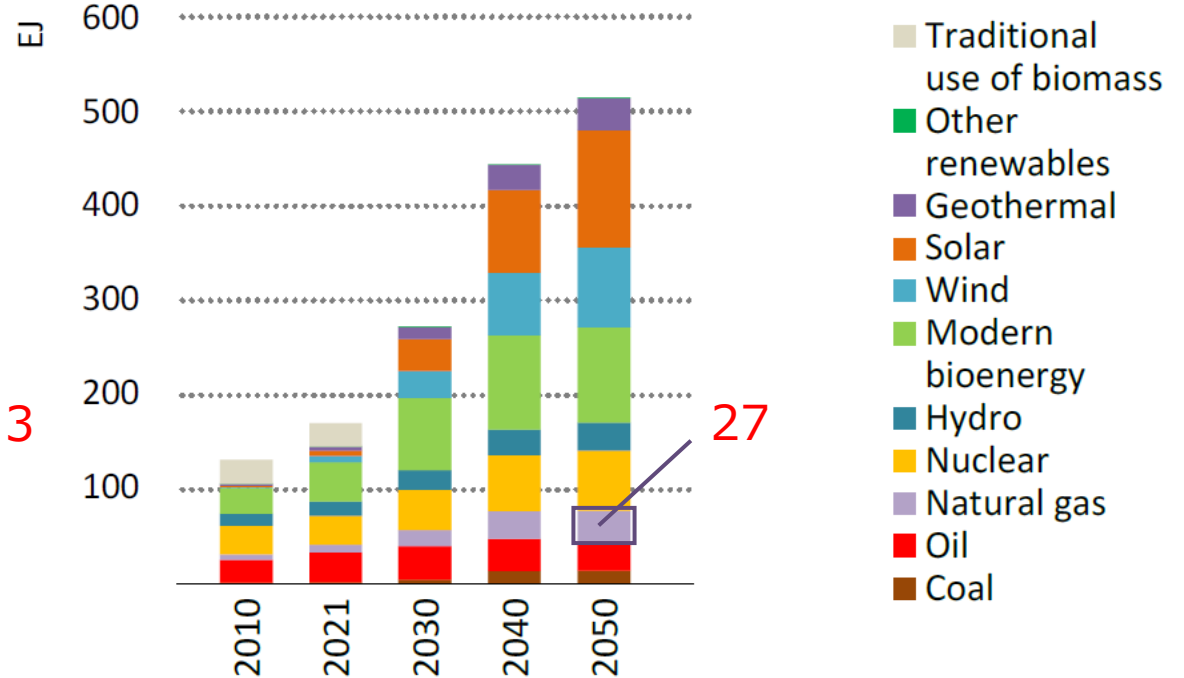
IEA 2050年時点の一次エネルギー供給予測の変化

- また、前述の報告において、2050年時点の天然ガスによるエネルギー供給の予測量は、2021年度の予測から1/3程度低い方向へ修正されており、今後の動向については注視する必要がある。

2021年時点



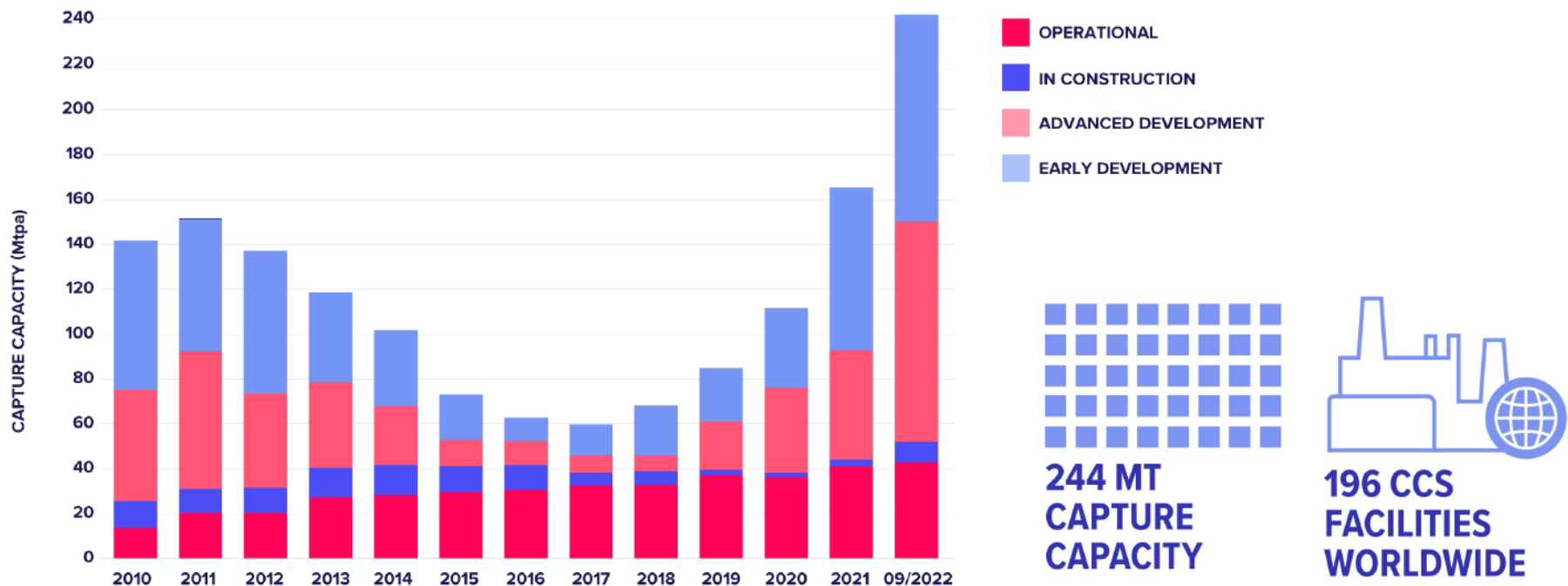
2022年時点



世界のCO₂分離回収プロジェクト動向

- 30の施設が商用稼働中。
- 2022年に新たに61のプロジェクトが始動。22年末時点でプロジェクト総数197となった。

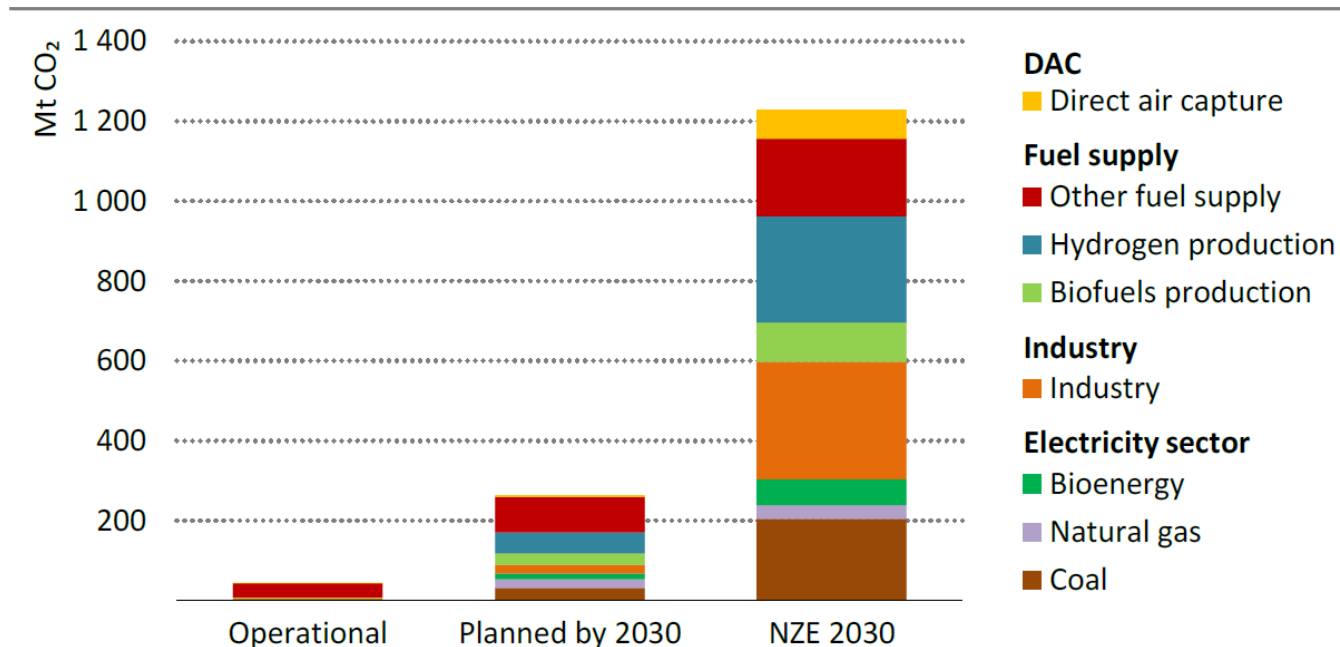
GROWTH IN 2022



2030年断面でNZEシナリオに必要とされるCO₂回収量

- 2030年に稼働が予定されている設備による回収量（約2億t）は、NZEシナリオにおける2030年に必要なCO₂回収量（約12億t）の20%に過ぎず、回収設備の導入加速が必須。

Figure 3.28 ▶ Global CO₂ capture by operating and planned source relative to the NZE Scenario, 2030



IEA. CC BY 4.0.

Despite the progress being made on CCUS, currently planned capacity for 2030 represents just 20% of the CCUS required in the NZE Scenario

Note: DAC = direct air capture.

- 国内外の市場動向
- 国内外の政策動向
- 分離回収技術の社会実装に向けた考え方

CO₂分離回収に関連した海外政策動向①

- 世界的にCCSを後押しする政策が見られた。トランジション期の対応として、一概に規制をかける方向性でなく、各国毎の事情を反映した方法を模索する動きも見られる。

欧米	CO ₂ 分離回収に対する認識、関連政策等
アメリカ	22年8月にインフレ抑制法成立。45Q税額控除の拡大・延長を通じてCCUS推進。発電所や産業プラントから回収されたCO₂の控除は2倍以上（85ドル/tCO₂）になり、控除対象期限が7年延長（2033まで）。 - インフラ投資・雇用促進法は、今後5年間でCCUSバリューチェーン全体に約120億米ドルを提供。 - ケリー気候変動問題担当特使は、天然ガス火力への融資にCO₂回収貯留機能が必要だとした上で、エネルギー転換期に必要なと言及。
カナダ	2030 Emissions Reduction Plan内でCCUS戦略を発表。 2022年連邦予算で2022～2030までのCCUS投資税額控除（37-60%）を決定。
EU	2021年12月に、炭素除去に関する行動計画「Sustainable Carbon Cycles」を採択。CCUSに関する数値目標を掲げ、2022年末までに炭素除去量の算定と認証枠組みの提案を記載。 地域的な資金提供プログラム（Connecting Europe Facility - EnergyやInnovation Fundなど）で支援。 - EUタクソノミーにて、ガス火力発電にたいし、効率改善では達成困難な基準を策定した上で、持続可能な経済活動として認めると位置づけ。
ドイツ	ドイツは、CCSを石炭火力の延命に使う可能性があるとして事実上CCSを禁止してきたが、22'12の政府最新報告書でCCSの必要性に言及し方針転換。2023年に炭素管理戦略とガイドラインを定める予定。
UK	- グリーン 産業革命の10項目計画（2020）、ネットゼロ戦略（2021）にて、2030年までに最大10億ポンドを投資、4つの産業クラスターでCCUSハブ設立支援発表。2030年までに1,000万tCO₂/年回収を目標。 CCUSへの民間投資を呼び込むため、政府支援を前提としたCCUSビジネスモデルの構築に取り組んでいる（Carbon capture, usage and storage (CCUS): business models）。①輸送・貯留 ②産業用CCUS③CCUS付き発電の3ケースを対象に、例えば、一定以上のCO₂回収率を持つ施設をもつ排出者に政府が一定の期間、CO₂回収量t当たりの支払いを提供する仕組みの提示等。2023年から運用開始を予定。

CO₂分離回収に関連した海外政策動向②

- アジア各国でも、CCUSの重要性についての認識が高まるとともに、分離回収技術の導入を後押しする、CCS法体系の整備の動きが生まれつつある。

	CO ₂ 分離回収に関連した政策等
韓国	・ 2030年までに12億ドルのCCUS支援を表明。洋上CCS施設開発を含む。
中国	・ 第14次5カ年計画において、国家五カ年計画にCCUSが始めて言及された。
インドネシア	・ 2022年、東南アジアで初のCCS活動に対する法的枠組みを検討し始めたことを表明。
マレーシア	・ 2021年、12th Malaysia Plan2021-2025において、東南アジアで最初に2050CNを宣言。液化天然ガス生産世界第四位の背景から、東南アジアにおけるCCSのリーダー的存在と自らを位置づけ。国営ペトロナスは10年後までに洋上貯蔵ハブになることを国家ビジョンとして発表。
オーストラリア	10Mtpa貯蔵ハブとなるバユ・ウندانCCSプロジェクト計画がFEED段階など、日本企業も参画するプロジェクトが複数進行中。オーストラリアのカーボンクレジット額35\$/tCO ₂ を一部ケースにおけるCCSコストが下回り、カーボンクレジットがインセンティブになりつつある。

GX実現に向けた基本方針（2023年2月10日 閣議決定）

- 世界規模で気候変動問題への対応が共通の課題に。また、ロシアによるウクライナ侵略も発生し、エネルギー情勢は更に大きく変化。さらに、各国・地域でカーボンニュートラルに向けた投資競争も激化。こうした中で、昨年7月に総理を議長とする「GX実行会議」が立ち上がり、議論が加速化。
- 年末の「基本方針」の取りまとめ、具体化・実行により、GXを加速させることで、エネルギー安定供給と脱炭素分野で新たな需要・市場を創出し、日本の産業競争力強化・経済成長を実現。

（１）エネルギー安定供給の確保を大前提としたGXの取組

①徹底した省エネの推進

②再エネの主力電源化

③原子力の活用

④その他の重要事項

- ・ 水素・アンモニアと既存燃料との価格差に着目した支援
- ・ 計画的な脱炭素電源投資の後押し
- ・ インフラ
- ・ **カーボンリサイクル／ CCS** 等々

（２）「成長志向型カーボンプライシング構想」等の実現・実行

①GX経済移行債を活用した、今後10年間で20兆円規模の先行投資支援

②成長志向型CPによるGX投資インセンティブ

- i. 排出量取引制度の本格稼働【2026年度～】
- ii. 発電事業者に有償オークション導入【2033年度～】
- iii. 炭素に対する賦課金制度の導入【2028年度～】

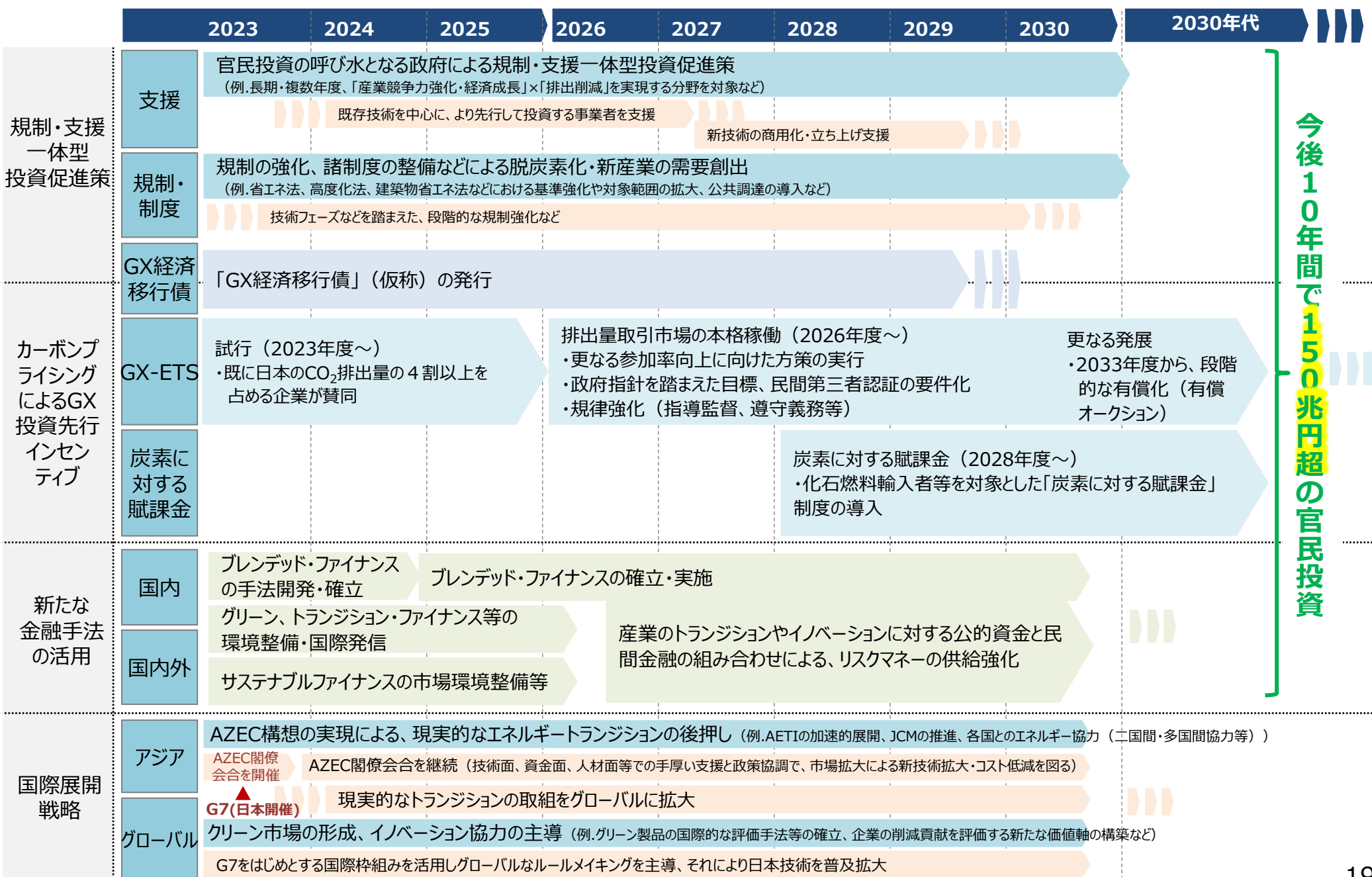
※上記を一元的に執行する主体として「GX推進機構」を創設

③新たな金融手法の活用

④国際戦略・公正な移行・中小企業等のGX

(参考) 今後10年を見据えたロードマップの全体像

2050



(参考) 我が国のCCSの位置づけ

- 第6次エネルギー基本計画にCCS事業化に向けた環境整備の検討等について明記。
- CCSについては、技術的確立・コスト低減、国内外の適地開発や事業化に向けた環境整備をするため、長期のロードマップを策定する。

● 第6次エネルギー基本計画（令和3年10月）

4. 2050年カーボンニュートラル実現に向けた課題と対応

（3）電力部門に求められる取組

③水素・アンモニア・CCS・カーボンリサイクルにおける対応

CCSについては、**技術的確立・コスト低減、適地開発や事業化に向けた環境整備を、長期のロードマップを策定し関係者と共有した上で進めていく**。CCSの技術的確立・コスト低減に向け、分離回収技術の研究開発・実証を行うとともに、貯留技術や、モニタリングの精緻化・自動化、掘削・貯留・モニタリングのコスト低減等の研究開発を推進する。また、**低コストかつ効率的で柔軟性のあるCCSの社会実装に向けて、液化CO₂船舶輸送の実証試験に取り組むとともに、CO₂排出源と再利用・貯留の集積地とのネットワーク最適化（ハブ&クラスター）のための官民共同でのモデル拠点構築を進めていく**。

また、**CCSの社会実装に不可欠な適地の開発については、国内のCO₂貯留適地の選定のため、経済性や社会的受容性を考慮しつつ、貯留層のポテンシャル評価等の調査を引き続き推進**する。また、海外のCCS事業の動向等を踏まえた上で、国内のCCSの事業化に向けた環境整備等の検討を進める。

5. 2050年を見据えた2030年に向けた政策対応

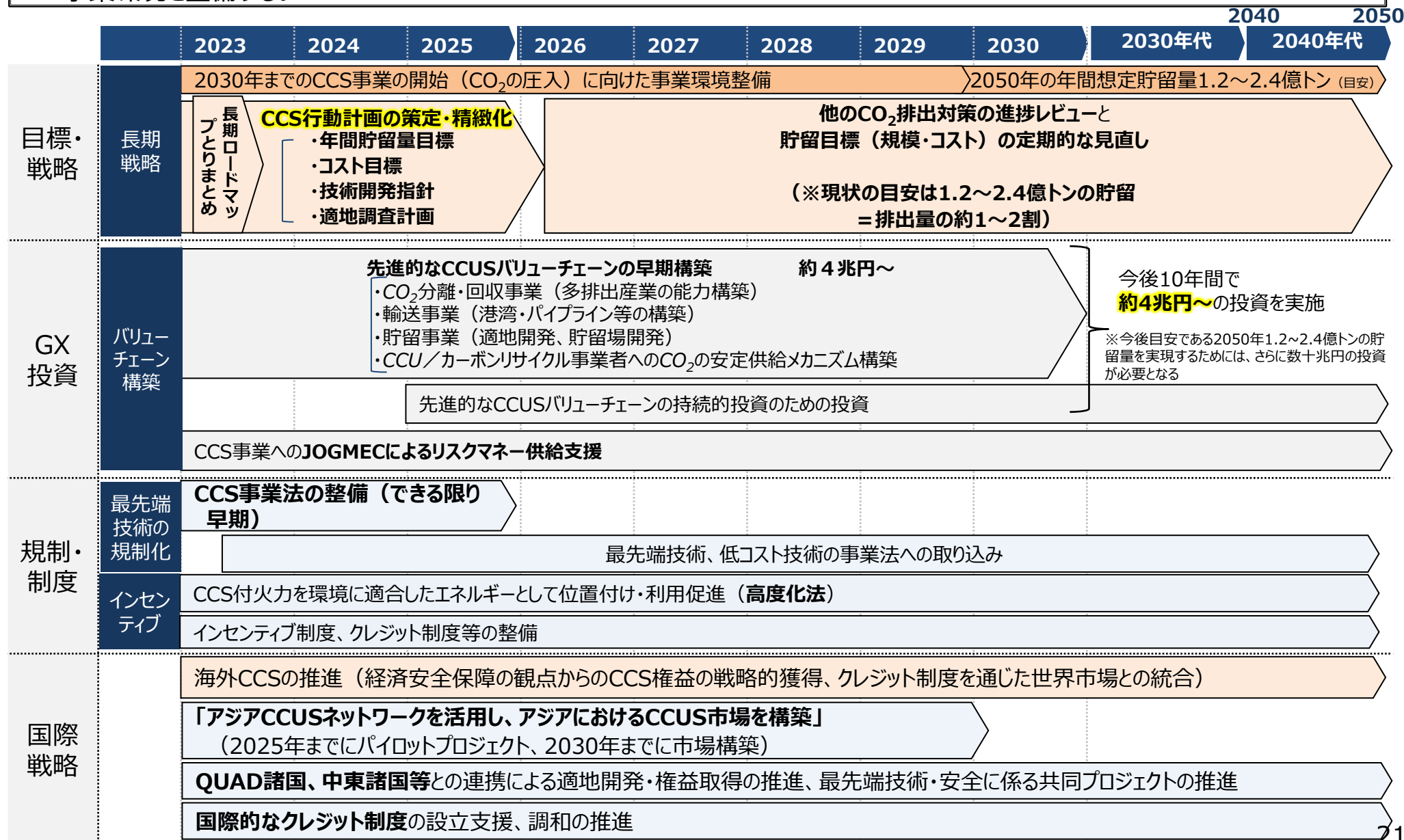
（7）火力発電の今後の在り方

（中略）

また、CCUS／カーボンリサイクルについては、2030年に向けて、技術的課題の克服・低コスト化を図ることが不可欠であり、**CCSの商用化を前提に2030年までに導入することを検討するために必要な適地の開発、技術開発、輸送実証、事業環境整備、できるだけ早期のCCS Ready導入に向けた検討に取り組むなどCCUS／カーボンリサイクルの事業化に向けた環境整備を推進**する。これらの取組を通じて、安定供給に必要な設備を維持しつつ、火力発電由来のCO₂排出量を着実に削減する。

(参考)【今後の道行き】 事例 20 : CCS

- 2050年カーボンニュートラルの実現に必要なCCSの年間貯留量の確保に向けて、今後10年で、先進的なCCUSバリューチェーンやアジアにおけるCCUS市場を構築するとともに、できる限り早期にCCS事業法を整備し、2030年までの事業開始に向けた事業環境を整備する。



(参考) CCS長期ロードマップ委員会

- CCS長期ロードマップ委員会では、分離回収されたCO₂の目下の受け入れ先となるCCSの事業環境整備に係る報告書がとりまとめられた。

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。

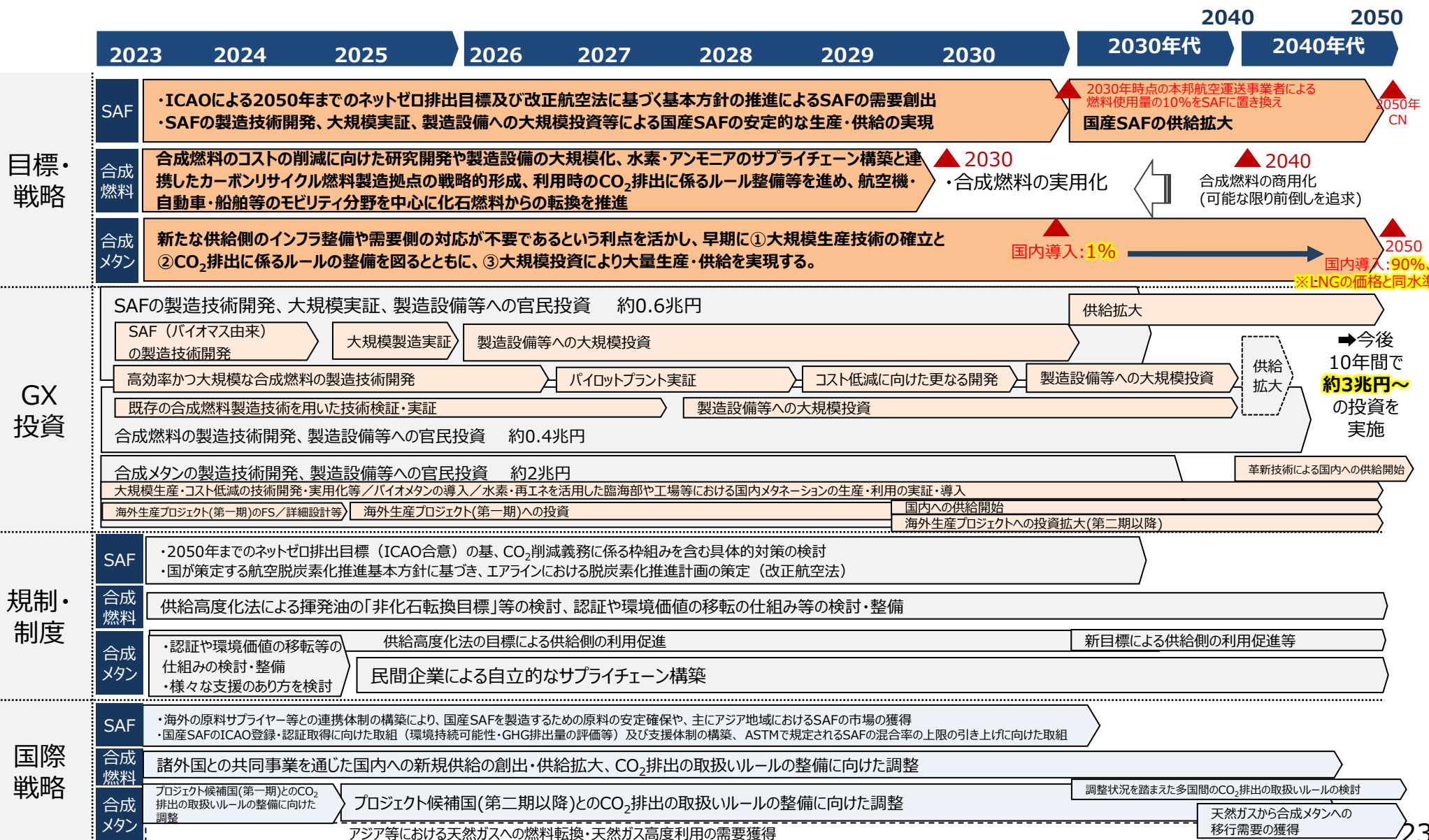


【具体的アクション】

- (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

(参考) 【今後の道行き】 事例 19 : カーボンリサイクル燃料 (SAF、合成燃料、合成メタン)

- SAF、合成燃料、合成メタン等の脱炭素に資する燃料の利用促進等に向け、今後10年で技術開発・実証及び設備投資に取り組みとともに、規制・制度の整備や、国際ルールの整備に向けた調整等にも取り組む。



- 国内外の市場動向
- 国内外の政策動向
- 分離回収技術の社会実装に向けた考え方

今後のプロジェクト実施にあたってのポイント

1. 天然ガス火力を中心としたマーケット変化は注視する必要があるものの、①世界でCCUS関連政策が加速していること、また、②2030年に予定されている分離回収量もNZEシナリオ達成には不足していることから、**足下の分離回収設備導入は加速すると考えられる**。本PJにおいても**開発加速の可能性について検討が必要**。
2. 全体の分離回収市場は拡大傾向だが、**低圧・低濃度、中小規模排出源の市場規模についてはより詳細に調査が必要**のため、23年上期に市場環境調査を実施予定。その上で、各技術の強みの分析と合わせ、**ターゲット市場ごとに必要な標準・ルール形成の考え方を深掘りする必要**。
3. 社会実装に向けて、事業者との議論の中から新たに出てきた課題として、**最終的にCCSあるいは利用場所につながる輸送網構築に向けた技術開発も必要**。

標準形成を活用したマーケット拡大に向けた考え方

- CO₂分離回収技術は、総論として、各国でその市場が拡大することが見込まれるが、技術ごとにターゲットとすべき市場が大きく異なる。
- このため、技術ごとにさらなる市場の分析を行うとともに市場獲得に向けたルールの形成を図っていくことが必要。

標準評価共通基盤プロジェクトにおける標準形成の議論を中心としつつ、その他プロジェクト実施の各社とNEDO、イノベ室で連携して技術・市場の分析を行いながら、ターゲット市場ごとに標準・ルール形成の考え方を深掘りし、マーケット獲得につなげていく。

- － 標準評価共通基盤においては、ISOなど、関連標準形成の動向を注視しつつ、本プロジェクト技術を含め、我が国が強みをもつ分離回収技術が正当に評価されマーケット獲得につながるよう標準評価法の策定と発信を目指す。
- － （NEDO）分離回収技術の最新動向と、各種CO₂排出源との適合性分析調査を実施（2022年度完了）。
- － （イノベ室）NEDOの調査を前提としつつ、さらに対象を低圧・低濃度排出源にしぼり、分離回収技術市場環境調査を実施予定（市場細分化と特徴付け、世界各地の政策や規制、再エネ入手容易性等を加味した市場の将来性分析）。
- － （各社）市場の特定と技術優位性分析の深化（分離回収、という大きなくりではなく、同一マーケットの競合・類似技術他社に対する優位性をさらに分析）。

CO₂輸送網技術開発の必要性について

- CO₂分離回収技術の社会実装には、回収したCO₂を貯留地や利用・転換場所に輸送するための輸送技術の開発が必要。
- 長距離/大容量輸送でのコスト優位性より**Dense Phase（超臨界相,液相等）が期待される**が、CO₂排出源が集中するコンビナート地域は都市近郊にあり、**安全性評価が課題。**

① 一般的に気相での輸送は膨大なエネルギーが必要となるため、海外では、長距離/大量輸送の場合にはDense Phase）が使用されている

海外 CO₂輸送網の圧力と距離

#	名称	圧力 [MPaG]	距離 [km]
1	白) Antrwerp	3.0	20
2	米) Green Pipeline	15.3	512
3	米) Greencore Pipeline	15.3	371
4	米) Seminole Pipeline	12.6	20
5	米) Coffeyville Pipeline	11.5	109
6	米) Webster Pipeline	15.3	15
7	米) EMMA Pipeline	16.0	3
8	米) TCV Pipeline, LLC	15.3	130
9	加) Alberta Carbon Trunk Line	18.0	240

※Dense Phaseを採用した輸送網

※各プロジェクト資料より事務局が整理

② CCS長期ロードマップ検討会は気相でのCO₂輸送を推奨する一方、超臨界相輸送の研究開発の必要性についても言及

「CCS事業法(仮称)のあり方について」抜粋

輸送事業として実施されるパイプラインによる二酸化炭素の輸送について、超臨界状態での輸送方法の安全性が確認できない間は、より安全性を確保できる気体とすべきである。ただし、超臨界状態での輸送方法は長距離・大容量輸送等でコスト面の優位性があり、CCSコスト低減の効果が大きいと見込まれることから、安全性に関する調査、研究開発等を国として並行して進め、必要に応じて見直しを実施すべきである。

プロジェクトの予定スケジュール

- ステージゲートにおいては要素技術開発の進捗のみならず、国内外の動向、CO₂削減効果の見込み、企業側のニーズも確認し判断を行う。CO₂削減効果が低いと判断される技術方式は中止も検討する。（計画策定時より変更なし）
- スケールアップ検討移行のタイミングにおいて、事業者の追加公募も検討する。（計画策定時より変更なし）

