運輸総合研究所 交通脱炭素シンポジウムII

2024年6月12日

カーボンニュートラルに向けた世界展望と運輸部門の見通し

（公財）地球環境産業技術研究機構（RITE）

システム研究グループ　グループリーダー

秋 元　圭 吾

（東京工業大学 科学技術創成研究院 特任教授）

目　次

１．エネルギーと気候変動、そしてカーボンニュートラルに向けて

２．カーボンニュートラルに向けた各種対策技術の役割と課題

2.1. 再生可能エネルギーの役割と課題

2.2.水素系エネルギーの役割と課題

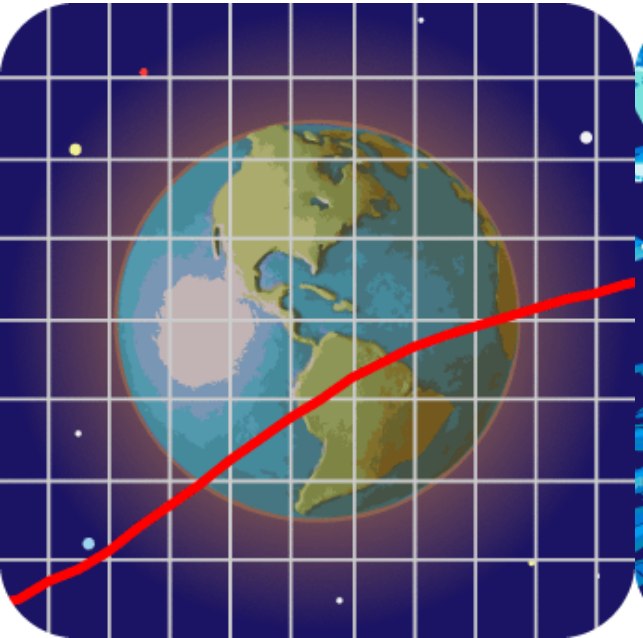
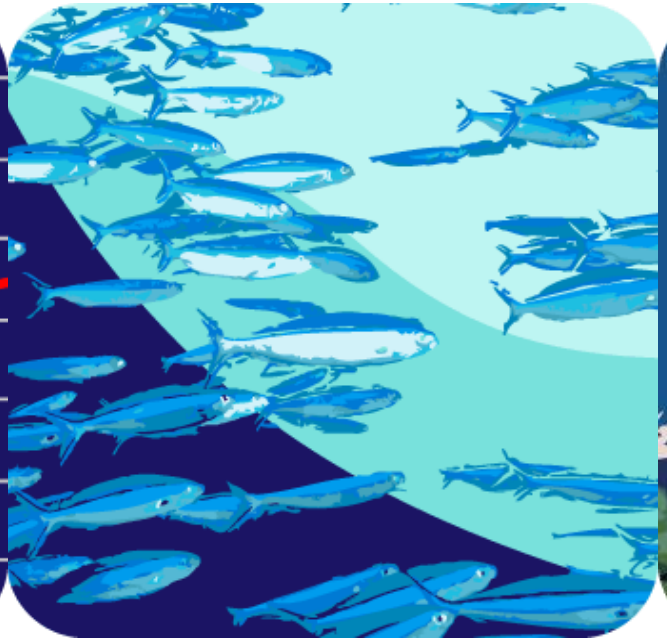
2.3. 運輸のカーボンニュートラル化

３．モデルを用いたエネルギーシステム分析

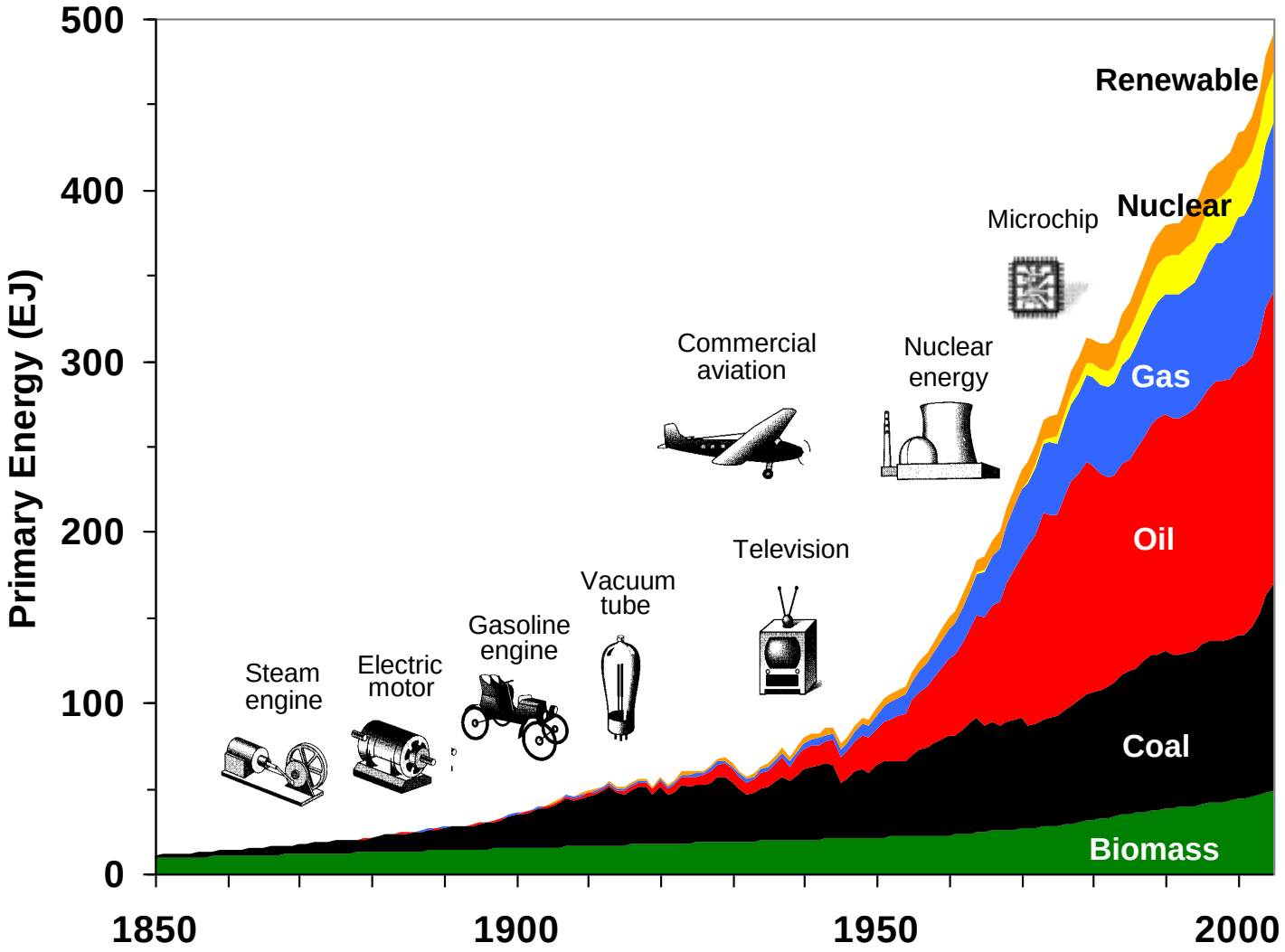
４．GX政策・投資戦略の動向

５．まとめ

1．エネルギーと気候変動、そして
カーボンニュートラルに向けて

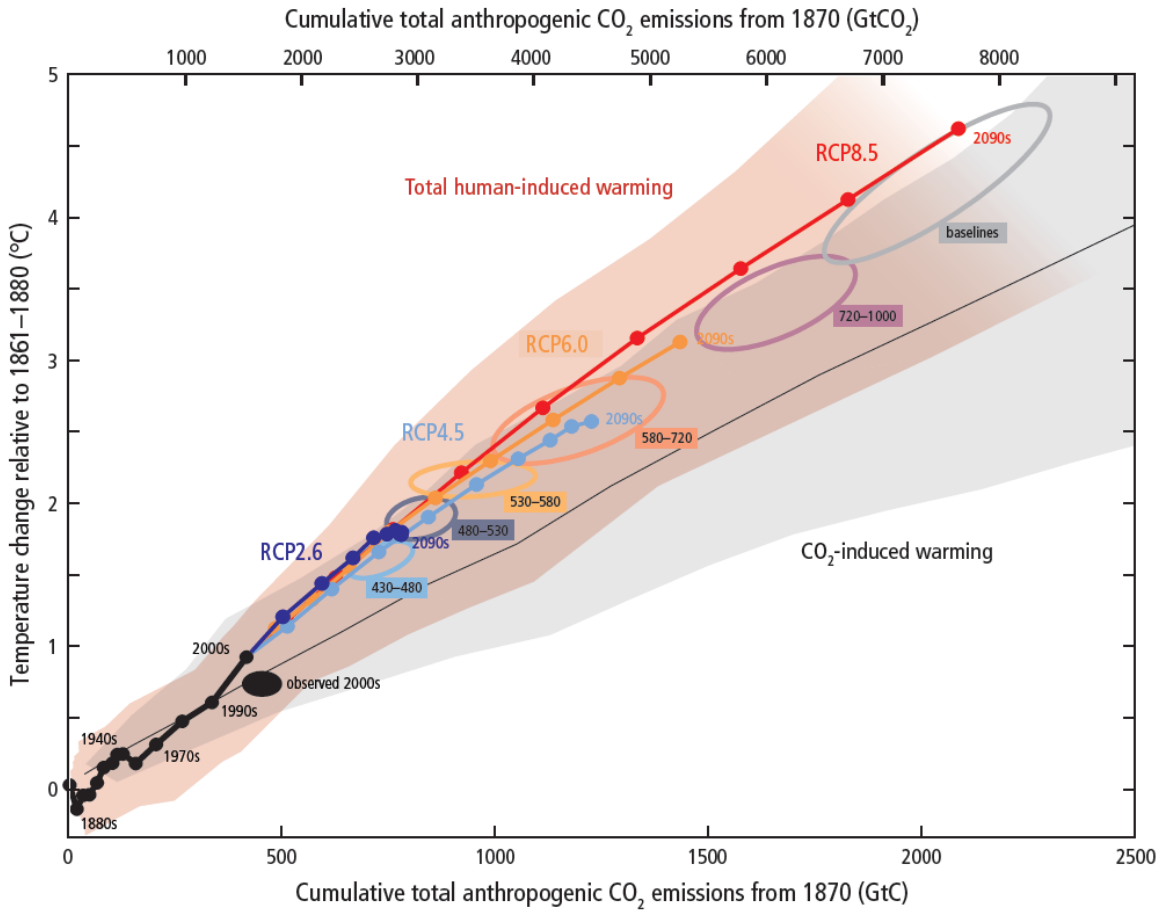



世界のエネルギー消費量の増大



出典）N. Nakicenovic

累積排出量と気温上昇の関係



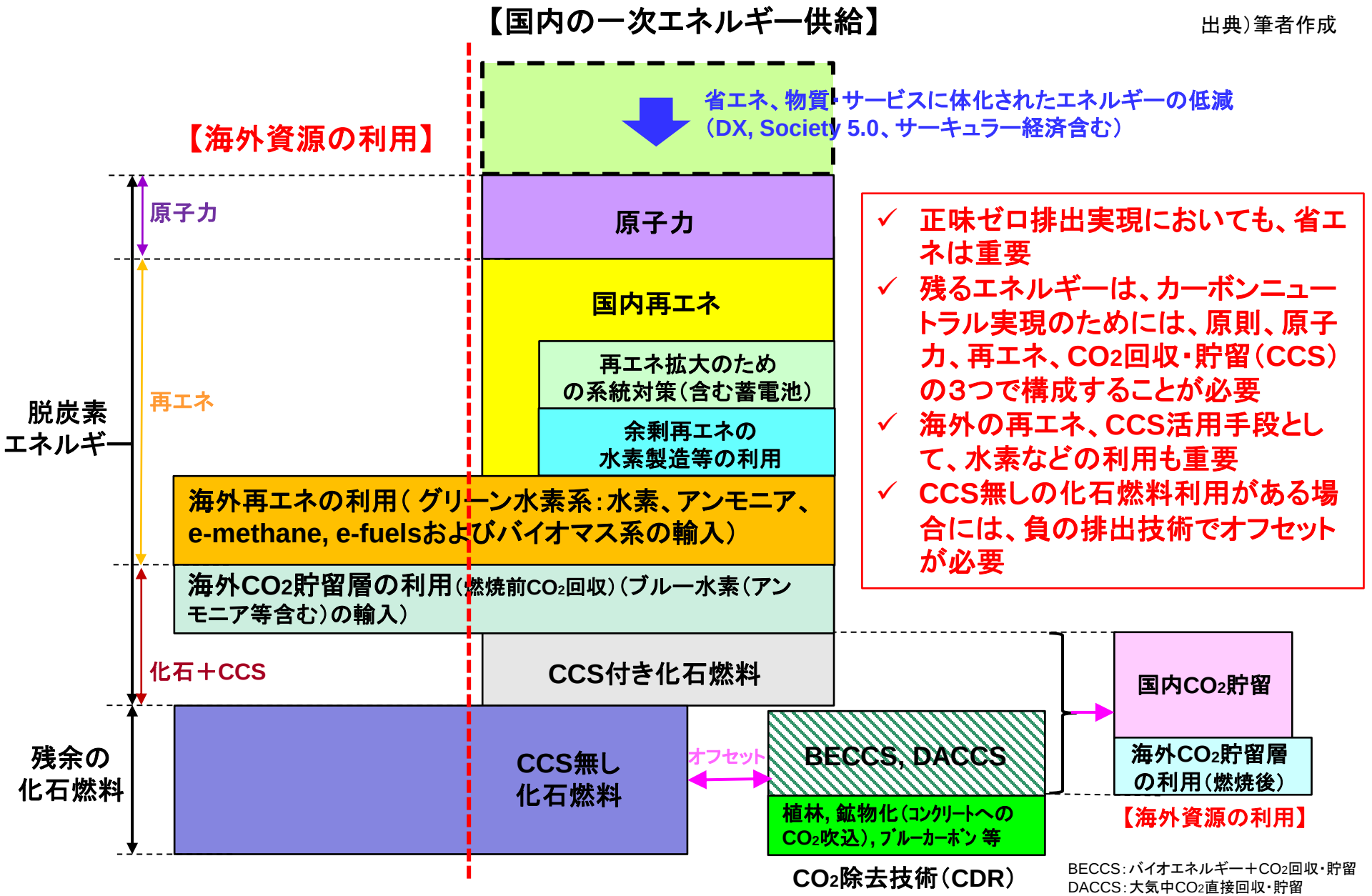
出典）IPCC AR5 統合報告書

【長期のビジョン】累積排出量と気温上昇には線形に近い関係が見られる。CO2排出に対する気温応答は減衰に非常に長い時間を要する。すなわち、いずれのレベルであろうとも、気温を安定化しようとすれば、いずれはCO2の正味ゼロに近い排出が必要。長期的には正味でCO2排出をゼロに近づけていくことは重要（時間スケールの問題は残る）

【現実におけるとるべき方策】一方、気候感度には大きな不確実性あり。長期でCO2正味ゼロ排出に近づけていく過程は大きな排出経路の幅が存在し得る。総合的なリスクマネジメントが重要

日本のカーボンニュートラルのイメージ（1/2）

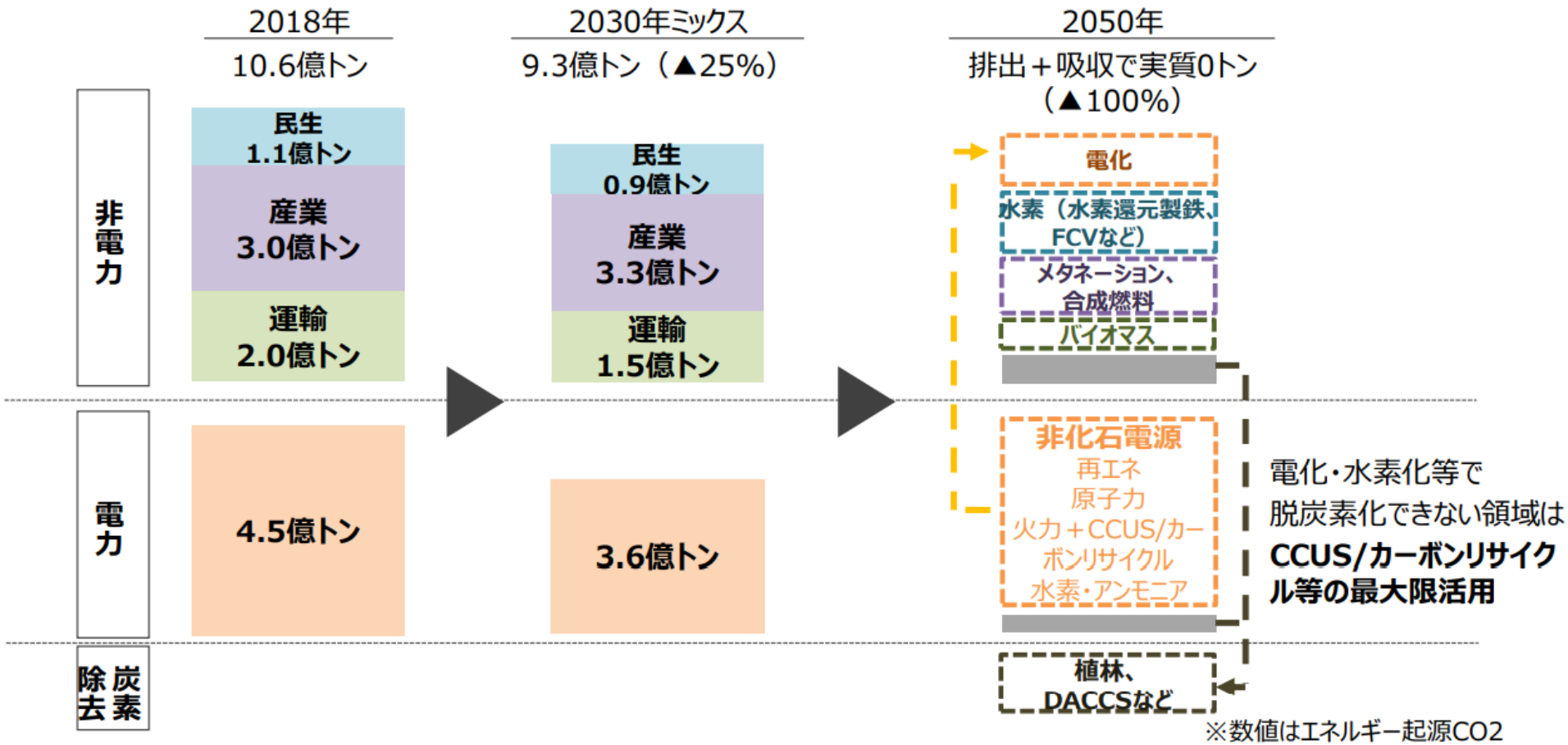
出典）筆者作成



- ✓ 正味ゼロ排出実現においても、省エネは重要
- ✓ 残るエネルギーは、カーボンニュートラル実現のためには、原則、原子力、再エネ、CO_2回収・貯留（CCS）の3つで構成することが必要
- ✓ 海外の再エネ、CCS活用手段として、水素などの利用も重要
- ✓ CCS無しの化石燃料利用がある場合には、負の排出技術でオフセットが必要

BECCS：バイオエネルギー＋CO_2回収・貯留
DACCS：大気中CO_2直接回収・貯留

日本のカーボンニュートラルのイメージ（2/2）



出典）総合資源エネルギー調査会 基本政策分科会, 2020

- ✓ 電化は重要だが、すべてが電化で対応できるわけではないし、必ずしも費用対効果が高いわけでもない。
- ✓ 水素、合成液体燃料、合成メタン、バイオマス等の活用も重要。また、負の排出技術でのオフセット手段も存在するので、全体システムでの費用対効果の高い対策を、時間軸も意識しながらとっていくべき。

COP28成果：グローバル・ストックテイク

■ **IPCC報告書は、様々なモデル分析の調査の結果、世界全体のGHGが、遅くとも2025年までのピークアウト、2030年43%減（19年比）、2035年60%減（同）を達成する場合、オーバーシュート無しもしくは小さいオーバーシュートで、1.5℃目標が達成される見込みがある、としていることを認識する。**

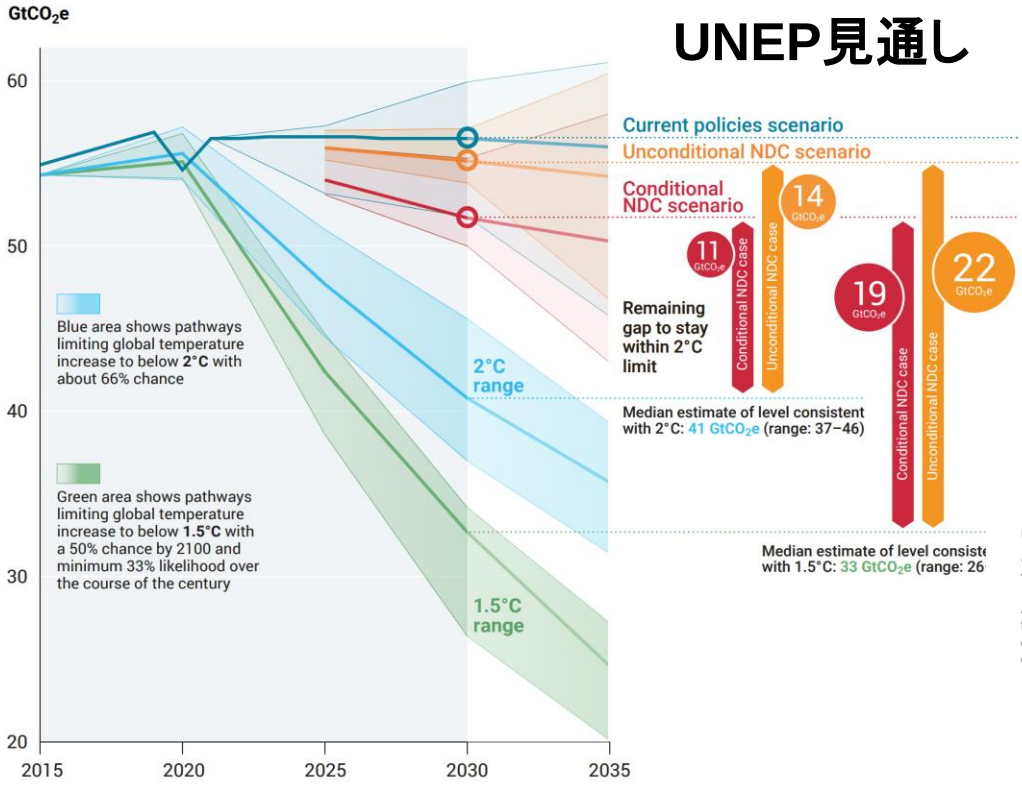
■ **パリ協定の内容を踏まえ、各国それぞれ異なる国情、経路、アプローチを考慮し、各国ごとに自ら決定した方法で、以下の世界的努力への貢献を要請する。**

a. 2030年までに再エネ容量を世界全体で3倍、エネルギー効率改善率を世界平均で年率2倍
b. 排出削減措置の無い石炭火力の段階的削減に向けた取り組みの加速
c. ゼロ・低炭素燃料を活用した、今世紀半ばか、それ以前のネットゼロ・エネルギーシステム構築加速
d. 科学に沿った形で2050年までにネットゼロを達成するため、2030年に向け行動を加速させ、公正で、秩序ある、衡平な方法で、エネルギーシステムにおける化石燃料からの移行を図る（”Transitioning away from fossil fuels in energy systems, (…)”）
e. 再エネ、原子力、CCUSなどの削減・除去技術（特に削減が困難なセクターで重要）、低炭素水素製造など、ゼロ・低排出技術の加速
f. 2030年までに、メタンなど二酸化炭素以外のGHG排出を大幅に削減
g. インフラの整備やZEV・低排出車の迅速な導入など、多様な道筋を通じ道路交通からの排出削減を加速
h. エネルギー貧困や公正な移行に貢献しない非効率な化石燃料補助金を可能な限り早期廃止

■ **移行燃料は、エネルギー安全保障を確保しつつ、エネルギー移行を促進する役割を果たし得ることを認識する。**

1.5℃（2050年 CN）と現状政策とのギャップ

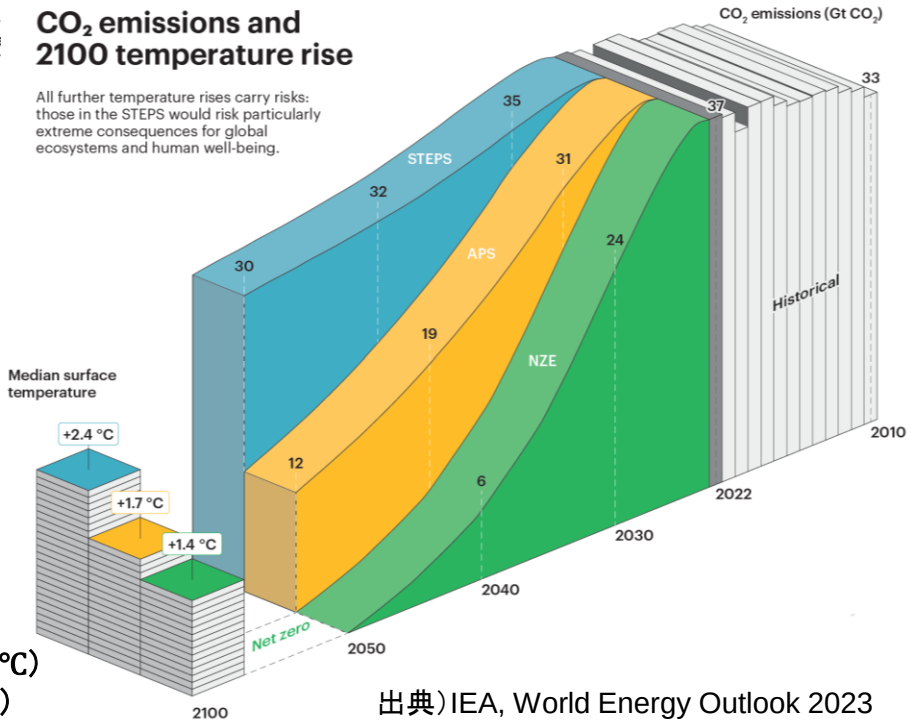
UNEP見通し



出典）UNEP, Emissions Gap Report 2023

- ✓ 現状では、1.5℃目標（2050年CN）との乖離は大きく、少なくとも世界全体では2100年に+2～+2.5℃上昇程度以下がせいぜいの水準と見られる。
- ✓ また、UNEP (2023)では、NDC（Unconditional）低位が継続した場合は、+2.9℃程度としている。

IEA見通し



- ✓ COP28決定文書ーグローバル・ストックテイク「最新のNDCsが完全に実施された場合には2.1～2.8℃の範囲の上昇」の見通し

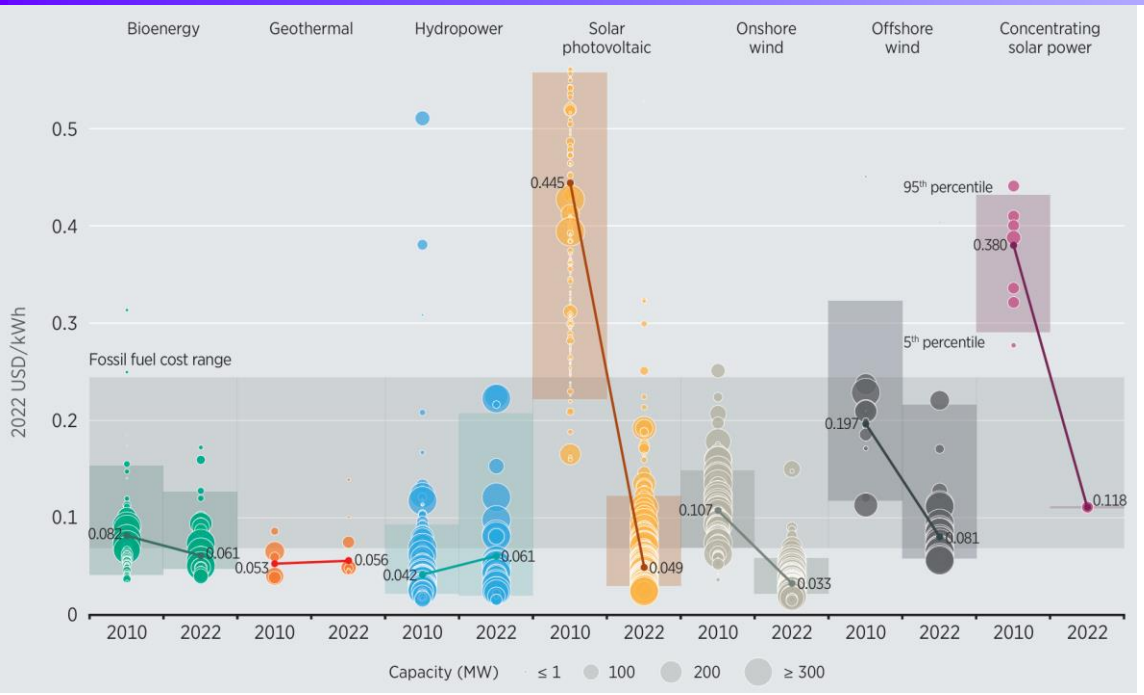
STEPS: 現状政策シナリオ（+2.4℃）
APS：Announced Pledges Scenario（+1.7℃）
NZE：Net Zero Emissions by 2050（+1.4℃）

出典）IEA, World Energy Outlook 2023

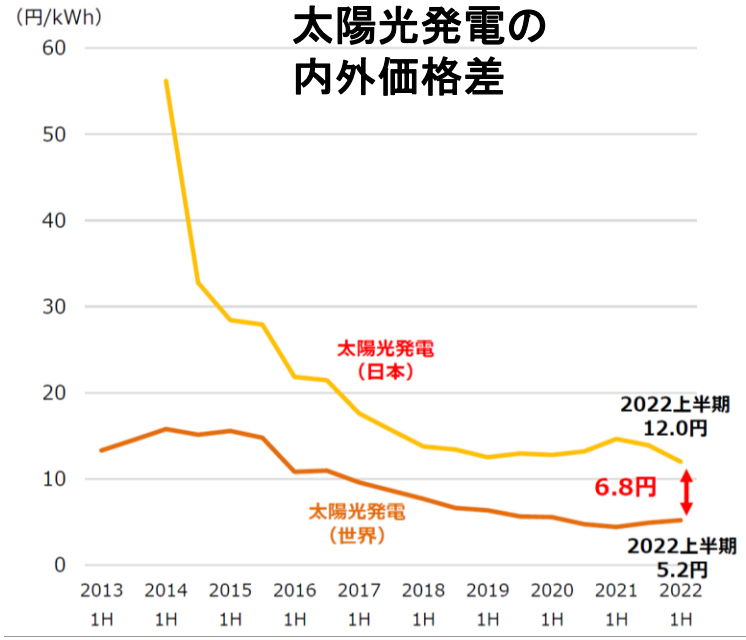
2. カーボンニュートラルに向けた対策技術の役割と課題

2.1. 再生可能エネルギーの役割と課題

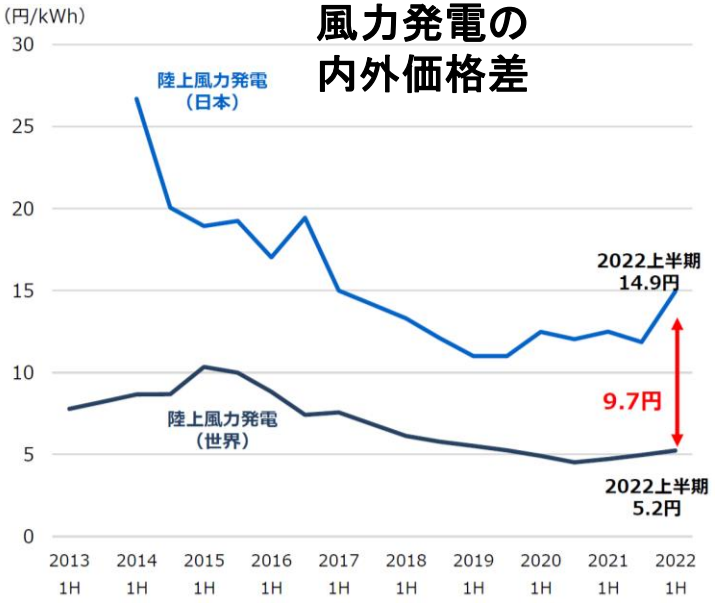
世界の再生可能エネルギーの動向



出典）IRENA, Renewable Power Generation Costs in 2022



出典）調達価格等
算定委員会, 2022



- ✓ 特に変動性再生可能エネルギー（太陽光、風力）のコスト低減は大きく進展してきている。
- ✓ ただし、国間によって大きなコストの差異があり、日本の価格は依然として高い。
- ✓ 海外再エネとのコスト差が残る可能性が高いため、海外の再エネを水素やe-methane、e-fuels等として活用することが経済合理的となりやすい。

日本の再生可能エネルギー導入急拡大のひずみ

発電電力量の国際比較（水力発電除く）

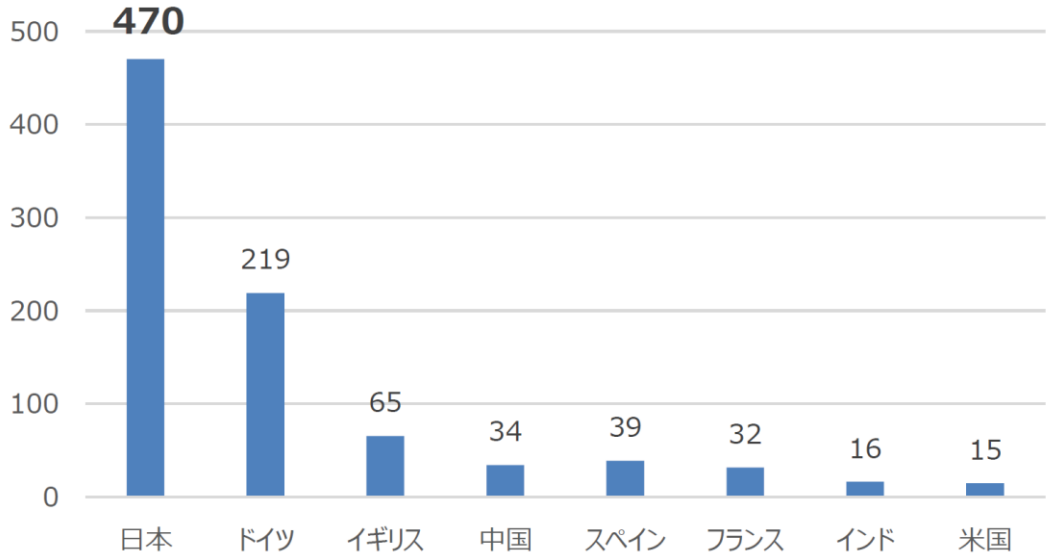
単位：億kWh

	2012年	2020年	
日本	309	→ 1,199	3.9倍
EU	3,967	→ 8,363	2.1倍
ドイツ	1,213	→ 2,323	1.9倍
イギリス	359	→ 1,278	3.6倍
世界	10,586	→ 31,409	3.0倍

出典：IEA データベースより資源エネルギー庁作成

出典）調達価格等算定委員会

【平地面積あたりの太陽光設備容量】



災害に起因した太陽光発電設備に係る被害例

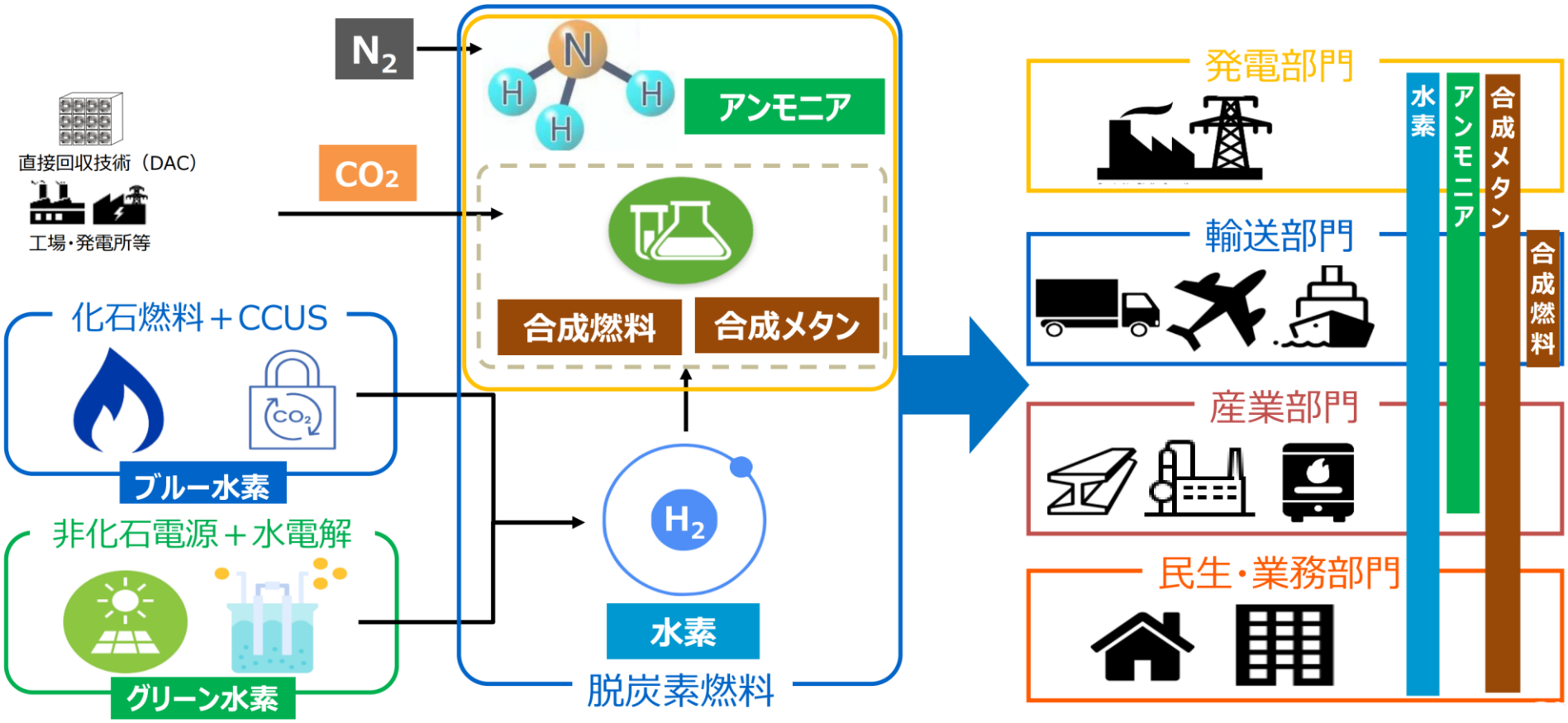
景観に影響を及ぼしている事例

観光地へのアクセス道路からの景観

再エネの拡大は必須だが、国内での導入規模は楽観視できない。調和した拡大が必要

2.2. 水素系エネルギーの役割と課題

水素系エネルギー



出典）日本政府、GX実現に向けた専門家ワーキンググループ資料（2023）

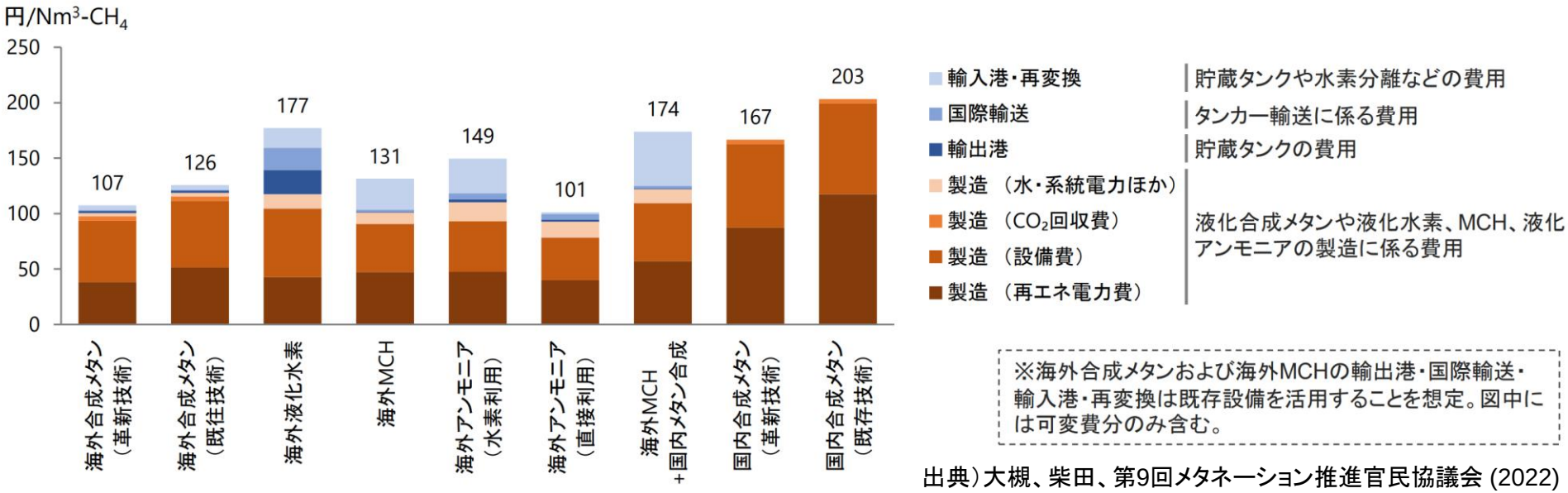
- ✓ 水素系エネルギーも、製造方法、利用方法ともに複数の可能性がある。技術を特定し過ぎず、幅広い選択肢を有して、市場競争を促すことが必要
- ✓ 他方、水素は新規インフラが必要な一方、合成燃料（e-fuels）や合成メタン（e-methane）は既存インフラの大部分は利用可能で、かつ混合率も調整しやすく、柔軟性を有する。

日本における水素系エネルギーのコスト構造

主な諸元

- メタン合成に関連する諸元は主に事業者ヒアリングから設定。[注2]
  他方、水電解や液化水素・MCH・アンモニアはIEA「The Future of Hydrogen」(2019)の想定に依拠。
- 割引率は同文献（IEA (2019)）にならい8%と想定。為替レートは113円/USDと想定。[注3]
- 海外生産国は同文献を基に、太陽光・風力ハイブリッド型の再エネ条件が比較的優れている中東を想定（下表）。[注4]
- 国内再エネの想定も同文献に依拠。再エネ発電単価は6.3cent/kWh、設備利用率は19%と想定。

項目	本分析	豪州	チリ	米国	中東	出典・考え方
海外再エネ単価・設備利用率 [注2]	2.5cent/kWh, 29%	3.1cent, 26%	2.3cent, 23%	3.1cent, 28%	2.5cent, 29%	IEA「Future of Hydrogen」(2019)
輸送距離	12 000km	7 000km（豪州西部）	17 000km	17 000km（メキシコ湾）	12 000km（ペルシャ湾）	YNU推計



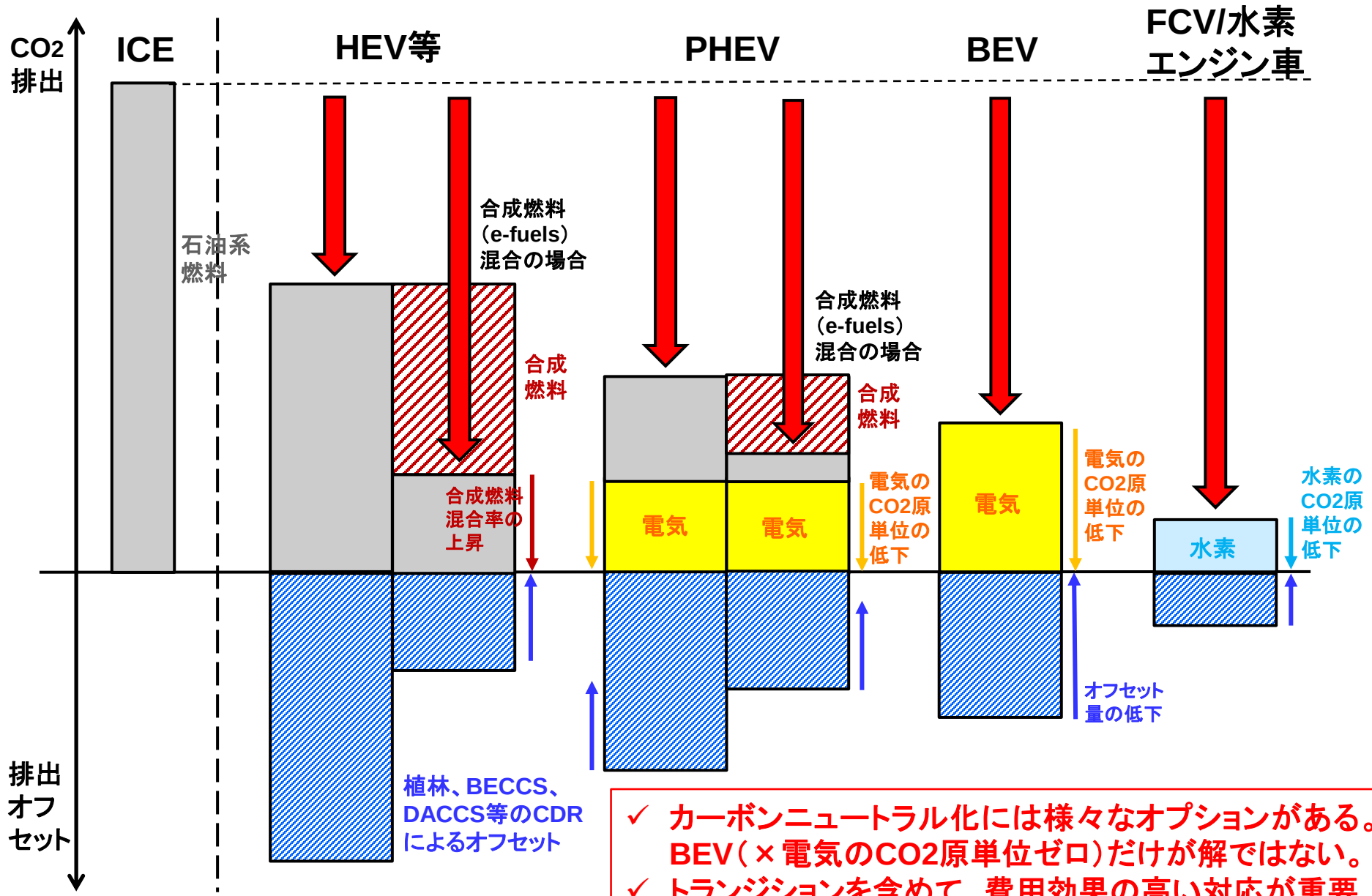
※海外合成メタンおよび海外MCHの輸出港・国際輸送・輸入港・再変換は既存設備を活用することを想定。図中には可変費分のみ含む。

出典）大槻、柴田、第9回メタネーション推進官民協議会 (2022)

- ✓ 水素系エネルギーでは、水素製造コストが大部分を占めている。
- ✓ 現状では、アンモニアがコスト優位、e-methaneも大差はない。いずれがコスト的に優位かは、利用先などによると見られる。水素は、海上輸送が伴うと割高になりやすい。

2.3. 運輸のカーボンニュートラル化

自動車燃料のCN化オプション例



- ✓ カーボンニュートラル化には様々なオプションがある。BEV（×電気のCO2原単位ゼロ）だけが解ではない。
- ✓ トランジションを含めて、費用効果の高い対応が重要

国際航空の排出削減への取り組み動向

出典）経済産業省

- 航空分野では、従来より温室効果ガス低減に関する国際的な合意目標が存在。2021年10月にIATA、2022年10月にICAOにおいて、**2050年カーボンニュートラル達成の目標を合意**。
- こうした目標を達成するため、CO_2排出量を削減しなければならない。そのための達成手段として、**SAF（Sustainable Aviation Fuel, 持続可能な航空燃料） の活用**、**新技術の導入**、**運航方式の改善**を組み合わせなければ目標達成が難しいことが示されている。

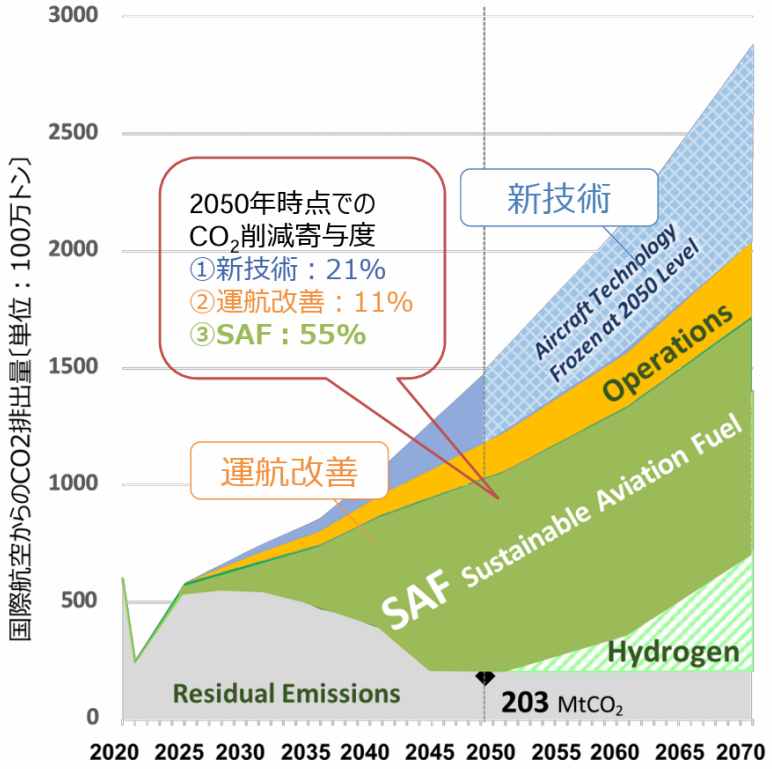
＜温室効果ガス低減に関する国際的な合意目標＞

	短中期目標	長期目標
パリ協定	• 産業革命以降の平均気温上昇を2度未満に抑制(義務)、1.5度未満に抑制(努力) • 今世紀後半には排出量と吸収量を均衡させる(義務)	
協定下での日本の目標	• 2030年度までに2013年度比総排出量46%減（全分野として）	• 2050年カーボンニュートラルの実現を目指す
国際航空業界団体（IATA）	• 2020年からの年平均1.5%の燃費改善 • 2020年以降総排出量を増加させない	• **2050年炭素排出をネットゼロ**（2021年10月4日 第77回IATA年次総会で採択）
国際民間航空機関（ICAO）	• 燃料効率を年平均２%改善 • 2020年以降総排出量を増加させない • 2024年以降は、2019年のCO2排出量の85%以下に抑える *CORSIA（国際航空におけるカーボンオフセット制度）により2035年に上記を達成することを意図	• **2050年炭素排出をネットゼロ**（2022年10月7日 第41回ICAO総会で採択）

IATA:航空産業の発展、航空安全の促進、環境問題への対策等の政策提言を行うことを目的とした業界団体。国際航空の需要及び動向の調査等を実施。

ICAO:国際民間航空条約に基づき設置された国連専門機関。国際航空運送の安全・保安等に関する国際標準の作成等に加え、国際航空分野における気候変動対策を含む環境保護問題についても議論・対策を実施。

＜国際航空からのCO_2排出量予測と排出削減目標のイメージ＞



（出所） ICAO LTAG Reportから抜粋（IS3：ICAOによる野心的なシナリオ）

3. モデルを用いたエネルギーシステム分析

温暖化対策評価モデルDNE21+の概要
(Dynamic New Earth 21+)

- 各種エネルギー・CO_2削減技術のシステム的なコスト評価が可能なモデル
- 線形計画モデル（エネルギーシステム総コスト最小化。決定変数：約1千万個、制約条件：約1千万本）
- モデル評価対象期間： 2000～2100年（代表時点：2005, 10, 15, 20, 25, 30, 40, 50, 70, 2100年）
- 世界地域分割： 54 地域分割（米国、中国等は1国内を更に分割。計77地域分割）
- 地域間輸送： 石炭、原油・各種石油製品、天然ガス・合成メタン、電力、エタノール、水素、CO_2（ただしCO_2は国外への移動は不可を標準ケースとしている）
- エネルギー供給（発電部門等）、CO_2回収・利用・貯留技術（CCUS）を、ボトムアップ的に（個別技術を積み上げて）モデル化
- エネルギー需要部門のうち、鉄鋼、セメント、紙パ、化学、アルミ、運輸、民生の一部について、ボトムアップ的にモデル化。その他産業や民生においてCGSの明示的考慮
- 国際海運、国際航空についても、ボトムアップ的にモデル化
- 500程度の技術を具体的にモデル化、設備寿命も考慮
- それ以外はトップダウン的モデル化（長期価格弾性値を用いて省エネ効果を推定）
- モデル内でのコストは、実質価格で想定しており、1 USD=110円（2000-10年の平均値）を採用

- 地域別、部門別に技術の詳細な評価が可能。また、それらが整合的に評価可能
- 非CO_2 GHGについては、別途、米EPAの技術・コストポテンシャル推計を基にしてRITEで開発したモデルを利用

・中期目標検討委員会およびタスクフォースにおける分析・評価
・国内排出量取引制度の検討における分析・評価、環境エネルギー技術革新計画における分析・評価
・第6次エネルギー基本計画策定時において基本政策分科会への2050年CN分析の提示はじめ、気候変動政策の主要な政府検討において活用されてきた。またIPCCシナリオ分析にも貢献

RITEで策定の部門別トランジションロードマップ

- カーボンニュートラル実現の道筋（トランジション）は多種多様
- 国、部門により異なる

（実はCNの頂自体も多様：1.5℃ 2060-70年頃、2℃ 今世紀末）

またCDR（負の排出削減技術）の貢献度合いにも依る）

- 政府は、2021-22年度に、部門別トランジションロードマップを策定
- 別途、RITEでは、世界全体で2℃、1.5℃と整合的で、かつ国、部門の対策コストの違いを踏まえた、統合評価モデルの一つDNE21+モデルによって定量的かつ世界全体で整合性を有する部門別トランジションロードマップを策定し、最終的に2023年度版として2024年1月24日に公表

https://www.rite.or.jp/system/latestanalysis/2024/01/FY2023sectorroadmap.html

シナリオ想定（概略）

シナリオ名	気温上昇	政策のスピード#	CDR	再ｴﾈ, EV	政策の地域差	他シナリオとの類似性		
						IPCC AR6	NGFS(2022)	IEA
Disorderly Below 2 °C	1.7～1.8℃（ﾋﾟｰｸ:1.8℃、2100年1.7℃）	遅（2030年NDC）	中	中位進展	大（主要先進国2050年CN）	Likely below 2 C, NDC [C3b]	Disorderly: Delayed Transition	APS (WEO 2022)
Orderly Below 2 °C	1.7℃程度	早（2030年NDC:全世界MAC均等化）	小	高位進展*	小（MAC均等化）	Likely below 2 C with immediate action [C3a]	Orderly: Below 2C	SDS (WEO 2021)
Disorderly 1.5 °C	1.4℃（ﾋﾟｰｸ:1.7℃、2100年1.4℃）	遅（2030年NDC）	大	中位進展	大（主要先進国2050年CN）	1.5 C with high overshoot (IMP-Neg) [C2]	(Disorderly : Divergent Net Zero)*	
Orderly 1.5 °C	1.4℃（ﾋﾟｰｸ:1.6℃、2100年1.4℃）	早（2030年NDC:全世界MAC均等化）	中	高位進展*	中（主要先進国2050年CN）	1.5 C with no or limited overshoot [C1]	Orderly: Net Zero2050	
1.5C-CO2_CN	1.5℃程度（CO2パスからの概略値）	早（2030年NDC:全世界MAC均等化）	小（部門別Near-zero of CO_2）	高位進展*	中（主要先進国2050年CN）	1.5 C with no or limited overshoot [C1]		NZE

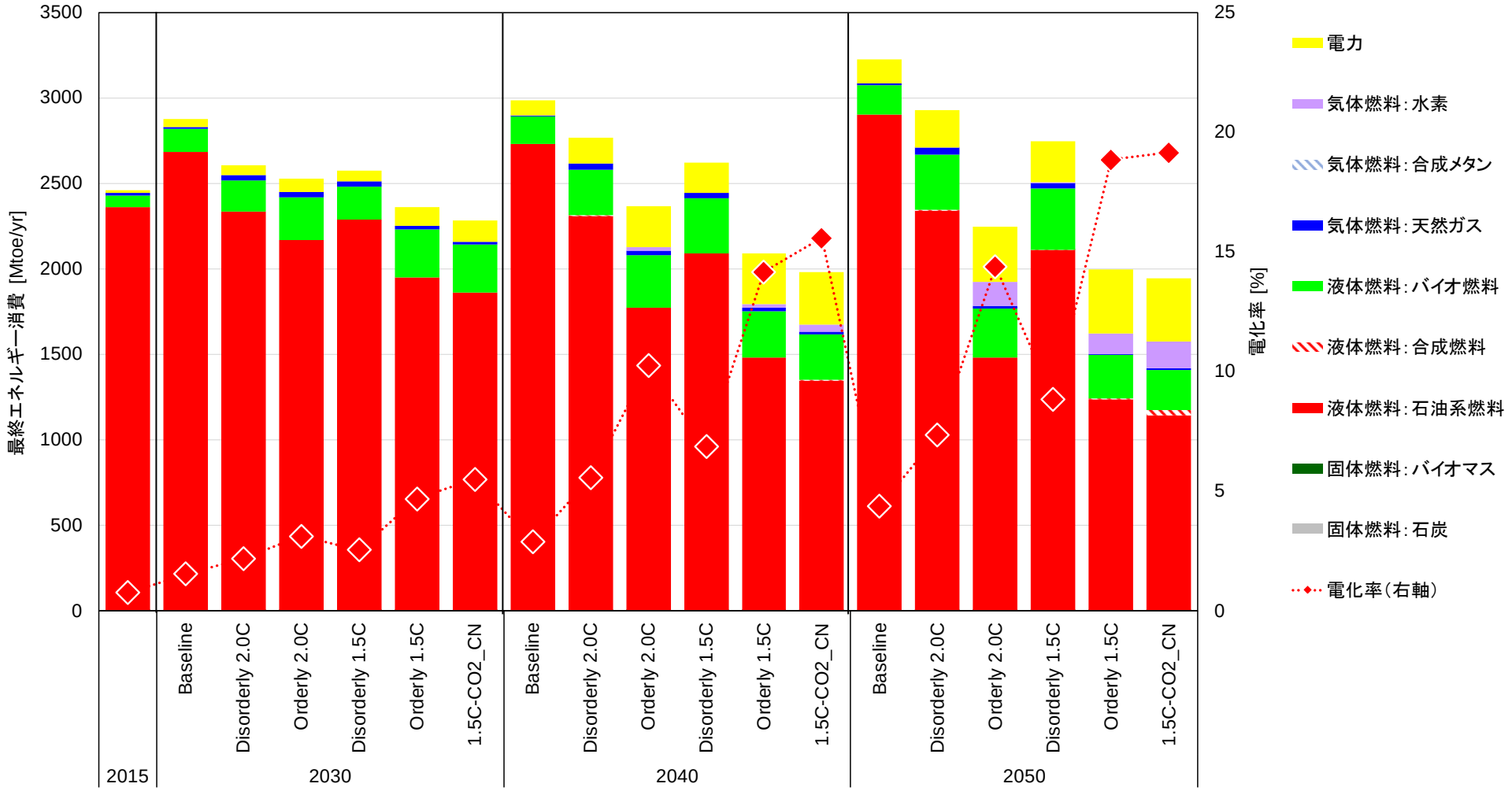
2021年12月末までに提出されたNDCの2030年排出削減目標を反映

* 排出経路についてはOrderly 1.5 °Cと近い

* バイオマス供給量について、持続可能性の制約が強いと仮定し、商用バイオマス可能量上限を世界全体で50 EJ/yrと想定

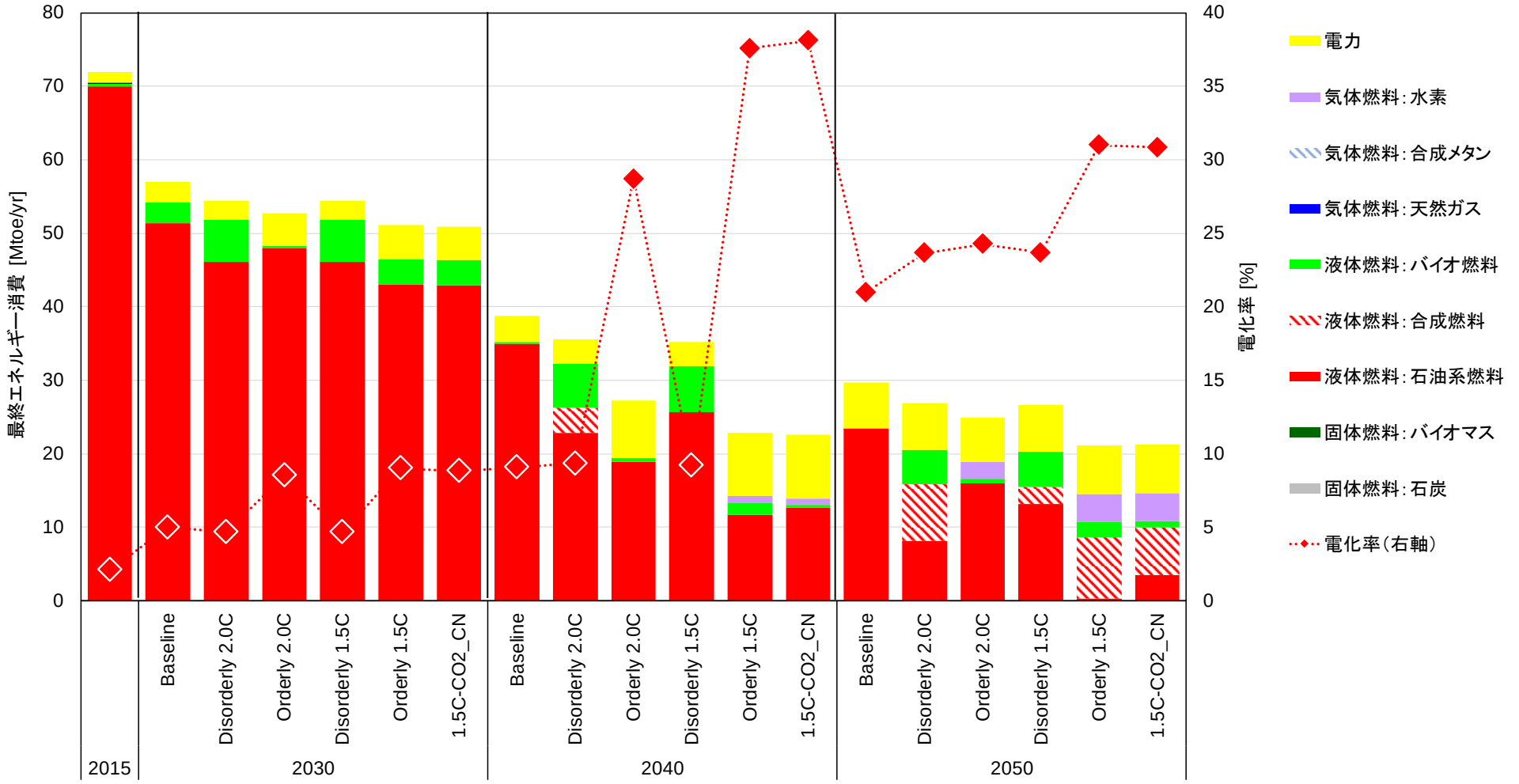
- ✓ パリ協定2℃および1.5℃と整合的で、かつ、既存の国際機関等の排出パスとも整合的なシナリオを想定
- ✓ その中で、将来の技術進展の幅についてもある程度カバーし得るシナリオを想定

運輸部門最終エネルギー消費：世界全体



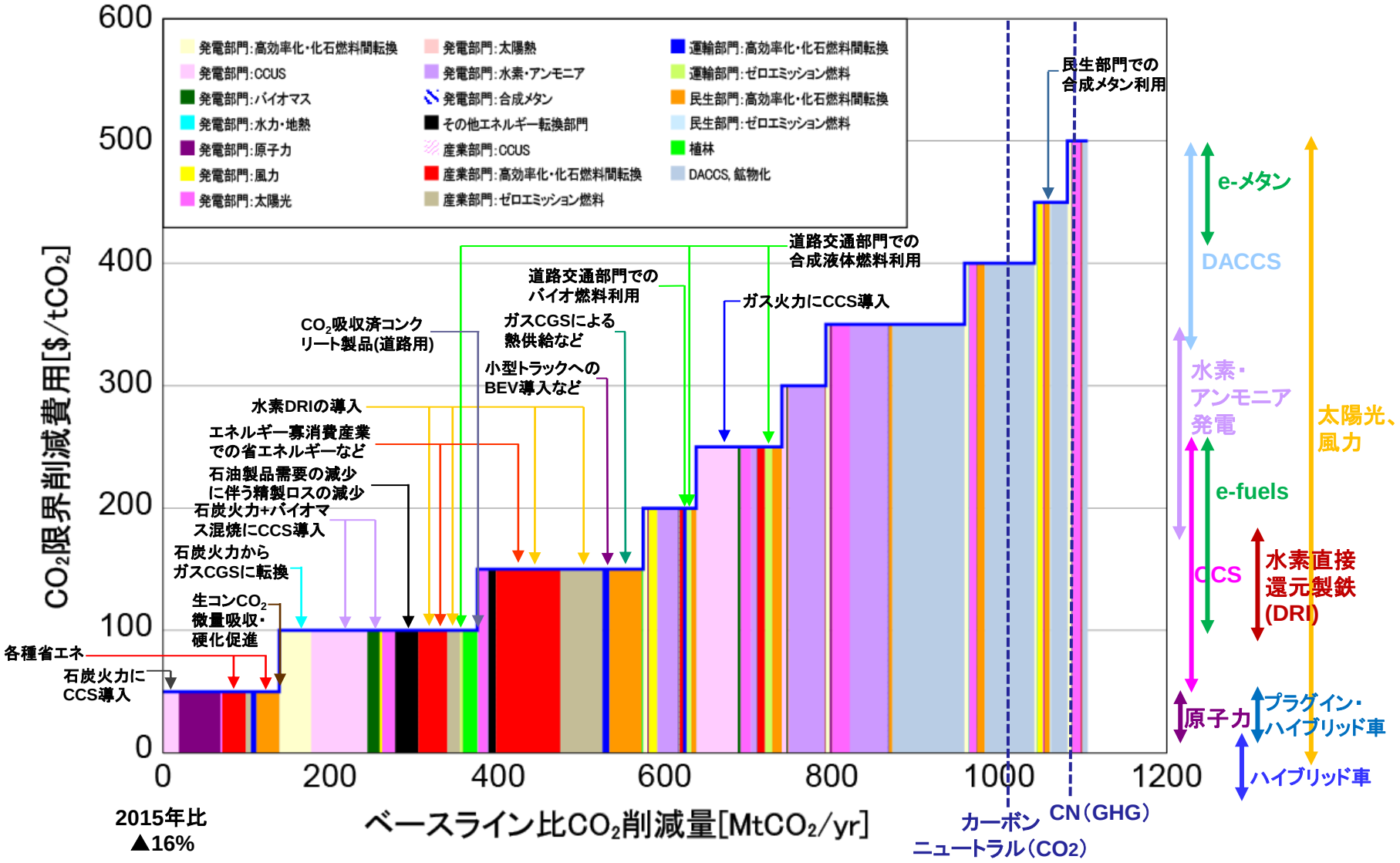
- ✓ 2℃、1.5℃目標下では、運輸部門の石油消費量は漸減。ただし、Orderly 1.5℃シナリオの2050年でも、現状の半分程度までの削減に留まり、相応の量の石油消費は残る。運輸部門の対策コストが相対的に高いため、残余分は、CDRでオフセット
- ✓ 代替エネルギーである電力、バイオマス、水素、合成燃料（e-fuels）は拡大。

運輸部門最終エネルギー消費（日本）



- ✓ 電化の促進が見られる。シナリオによってはバイオ燃料も拡大
- ✓ 2050年においても、Orderly 1.5Cを除いて、石油は一定程度残る。ただし、世界全体よりは、国内でのCDR利用可能量が小さいことから、石油利用の抑制は大きい。
- ✓ 2040年頃からは2050年にかけて、水素、合成燃料等の利用が見られる。

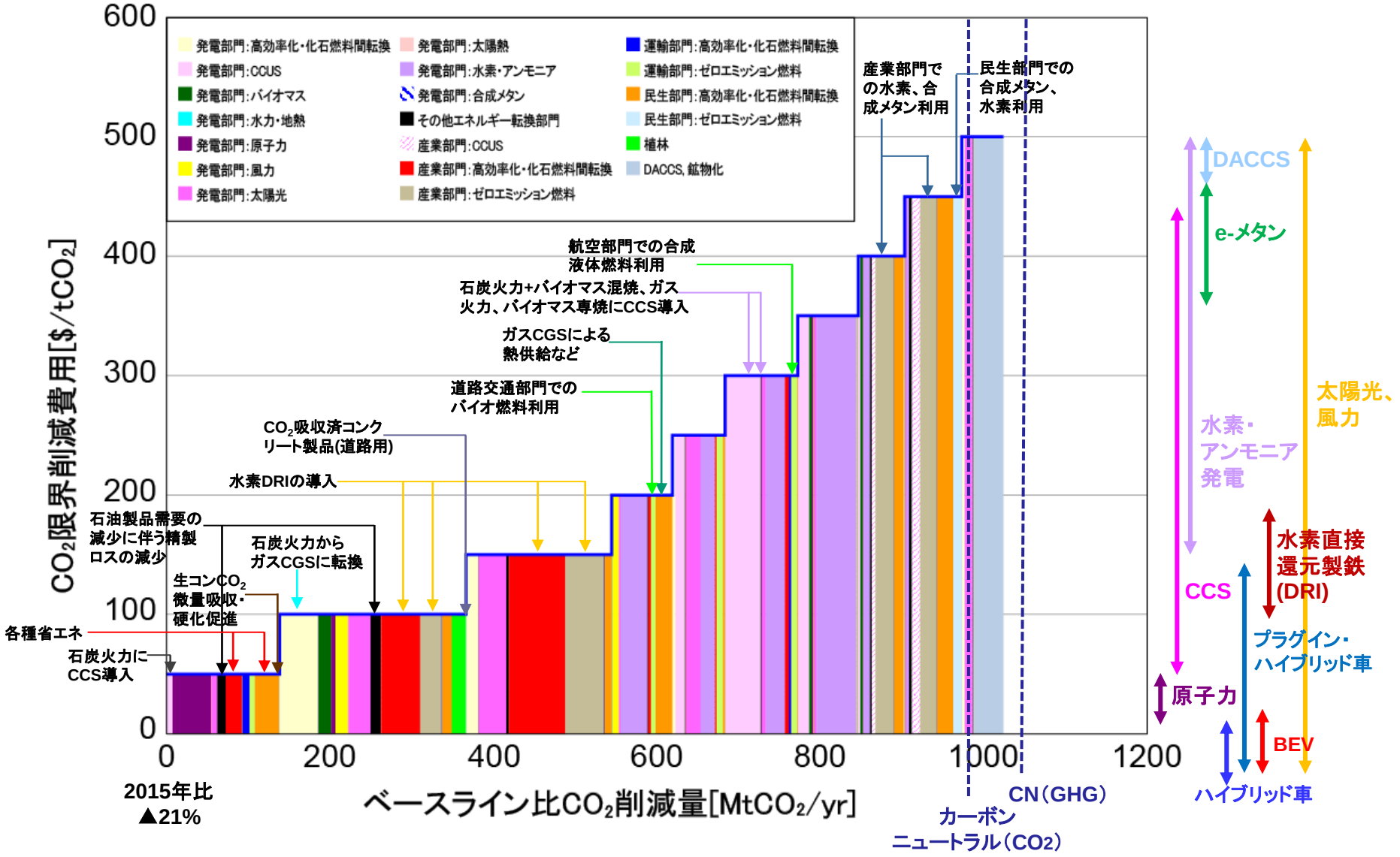
日本の2050年の部門別・技術別の排出削減ポテンシャル・コスト



注1）本分析は、2021年度基本政策分科会提示の**「参考値のケース」で用いた、技術想定の下での推計結果。原子力は10%上限を想定した場合**

注2）部門別・技術別の排出削減効果は、交差項の部門や対策、技術に割り当てる際の定義によって、部門・技術毎の削減効果の大きさは変化する。推計の削減ポテンシャルは目安として理解されたい。

日本の2050年の部門別・技術別の排出削減ポテンシャル・コスト
―再エネ・蓄電池コスト低減加速、CCS・CDR利用制約ケース―



４．GX政策・投資戦略の動向

日本政府のGX実現に向けた方針

- 分野別投資戦略により、GX経済移行債を活用した「投資促進策」と、市場創造に向けた規制・制度の見通しを具体化（先行５カ年アクションプラン）。高い予見性の下、官民GX投資の実行フェーズへ。
- 成長志向型カーボンプライシング（GXリーグの活動）や、GX経済移行債により更に普及・拡大させるトランジション・ファイナンスも組み合わせ、アジアへのGX展開や中小企業等のGX、スタートアップの成長を加速。良質な雇用を創出し、公正な移行も進めていく。

我が国のGX実行加速

産業・くらし・エネルギー ➡ 分野別投資戦略の遂行で、重点分野でのGX投資促進

＜GX経済移行債による先行投資促進策（案）＞

- 来年度以降、更に約2.4兆円を支援見込み（これまで約3兆円規模を措置済み）
- 多排出製造業への大型設備投資支援（10年間で1.3兆円規模）や、水素等への価格差に着目した支援（15年間で3兆円規模）など、約13兆円規模の投資支援の見通しを明確化
- 投資促進策の適用を求める事業者には、GXの取組に関する相応のコミットメントを求める。

×

＜規制・制度＞

- 先行投資支援と、市場を創るための「規制・制度」を一体的に講じることにより、企業投資・需要側の行動を変えていく。
- **カーボンプライシング**について、当初低い負担から、徐々に引き上げていく方針をあらかじめ明示。
  （23FY GXリーグ※での排出量取引の試行、26FY 排出量取引の本格稼働、28FY 化石燃料賦課金の導入、33FY 有償オークションの導入）
  - 我が国総排出量の5割以上を占める、568社が参画。
  - 野心的な削減目標達成に向け、排出量取引とｻﾌﾟﾗｲﾁｪｰﾝ大でのGXに向けたルールメイキング。先行投資支援と連動。

中小企業等のGX

- **中小企業**等は総排出量の１～２割超を占め、我が国のGXｻﾌﾟﾗｲﾁｪｰﾝの基盤
  ⇒ GX対応はｴﾈﾙｷﾞｰｺｽﾄ低減だけでなく、新分野への進出による成長機会
- 他方で、具体的な対応方法にかかる情報の不足・対応コスト等が障壁に

➡ GXに向けた相談受付体制・支援メニューの強化

スタートアップ

- **スタートアップ**は、幅広い技術の迅速な社会実装に向けた重要な担い手であるが、シーズの発掘や商用化段階での資金調達面・需要開拓面において課題

➡ 設備投資・金融支援や、需要家との連携を強化

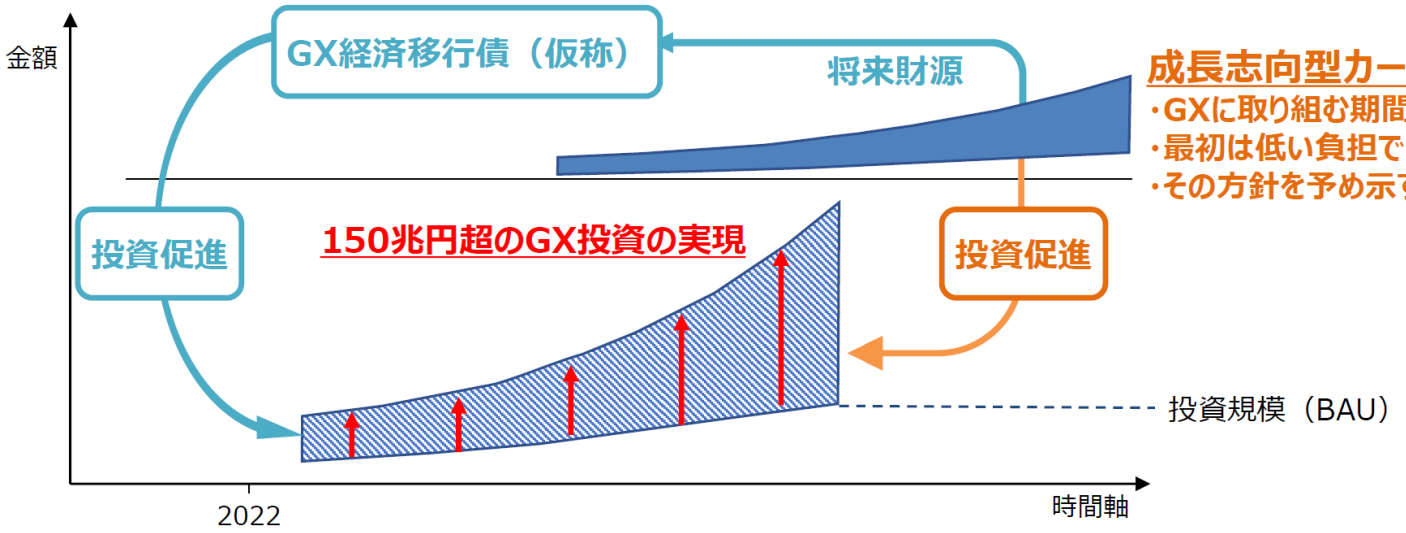
アジアへのGX展開　アジア・ゼロエミッション共同体「AZEC」はじめ、世界のGXに貢献

今後の成長著しいアジア諸国のGX化は、世界全体でのカーボンニュートラル実現に不可欠であるとともに、巨大なGX市場（製造業比率が高く、電化も途上。また、再エネ拡大や石炭火力の脱炭素化の余地も大きい）

➡ 日本の技術と、トランジション・ファイナンスなどのルールメイキングで、各国のGX化に貢献

出典）政府資料(2023)

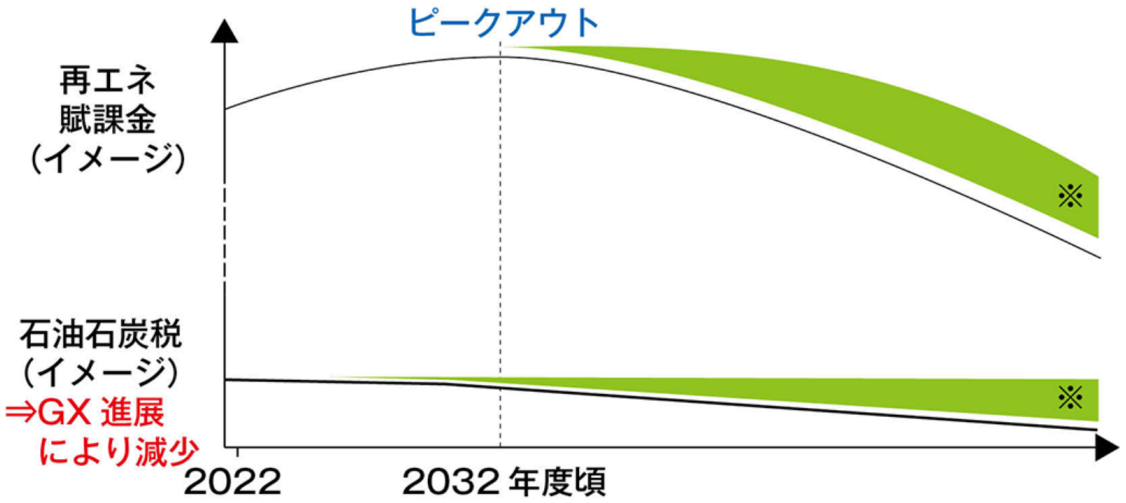
GX経済移行債による補助金と負担の関係



成長志向型カーボンプライシング
- GXに取り組む期間を設けた上で導入
- 最初は低い負担で導入し、徐々に引き上げ
- その方針を予め示すことで、GX投資を前倒し

✓ GX経済移行債は、2024年2月14日に初回入札（8000億円規模）を実施

<負担に係る中長期的イメージ>

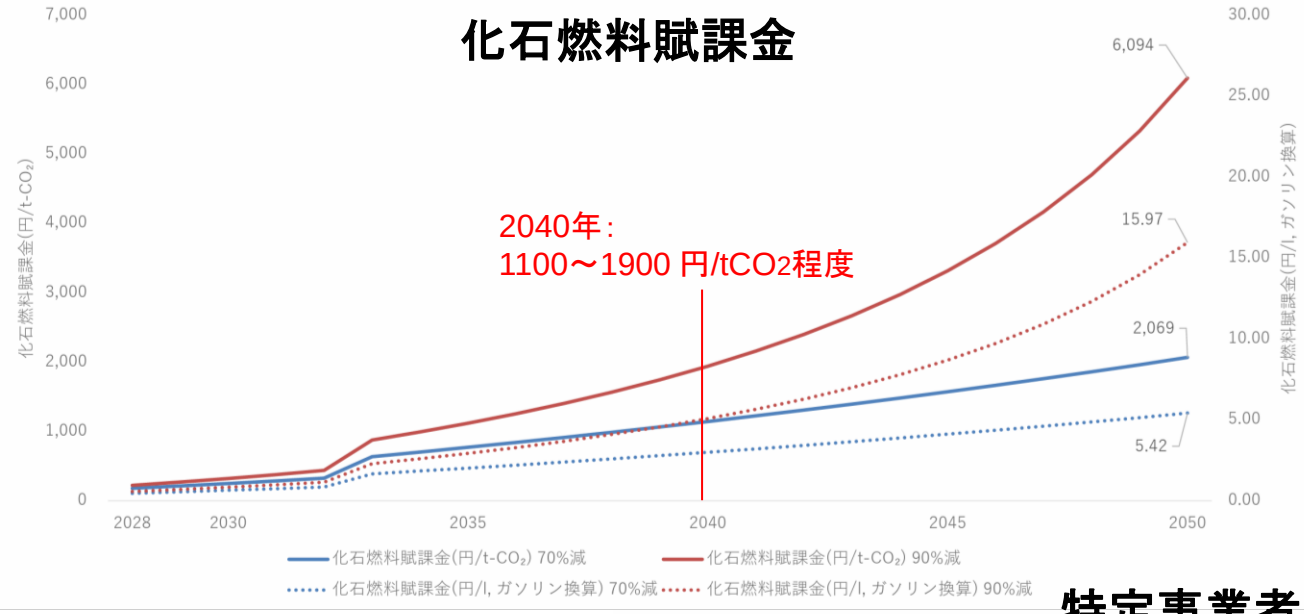


※ エネルギーに係る負担減少の範囲内で、以下を徐々に導入
① 排出枠の発電事業者への有償化（2033年度～）
② 炭素に対する賦課金（2028年度～）

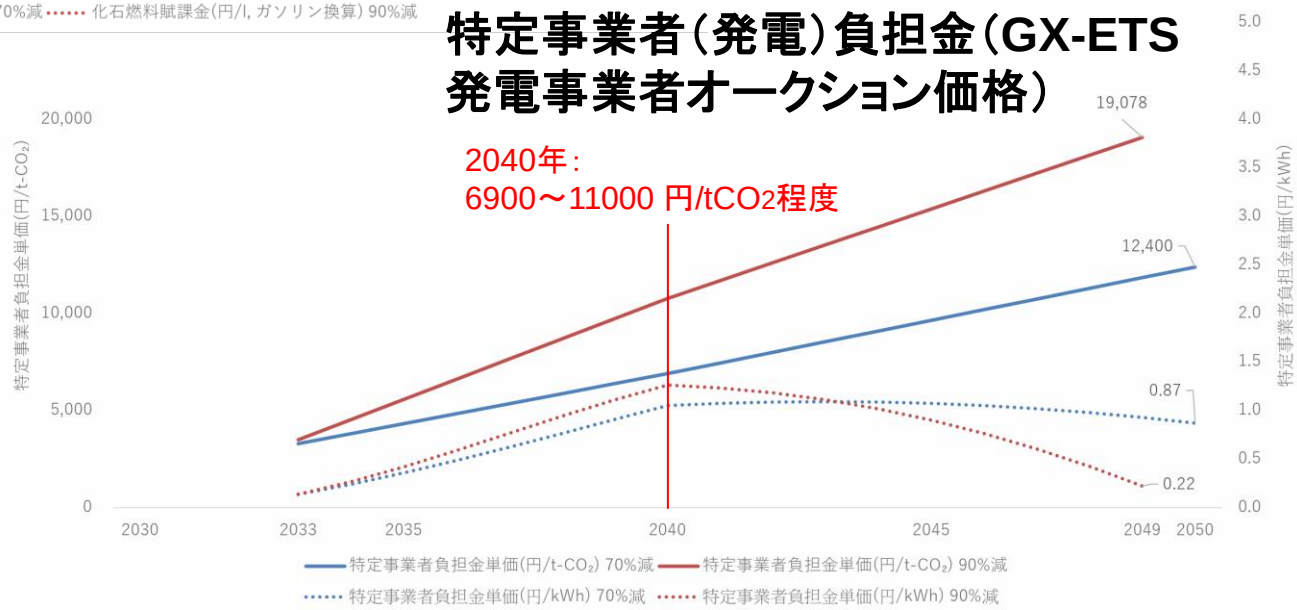
出典) 政府資料 (2022)

20兆円歳入のためのカーボンプライシング（エネ研試算）

化石燃料賦課金



特定事業者（発電）負担金（GX-ETS発電事業者オークション価格）



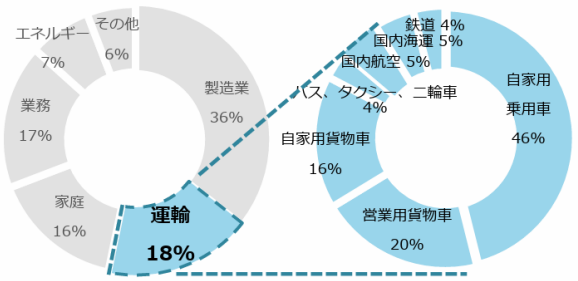
出典）エネ研　清水、坂本(2023)

注：特定事業者負担金単価のkWh換算には、エネルギー基本計画における2030年度の発電量(9,340億kWh程度)が2050年度まで同等であると仮定して試算した

GX分野別投資戦略：運輸関連

出典）政府資料(2023)　32

国内部門別CO_2排出量　**運輸の業界別CO_2排出量**



- 運輸部門の**９割弱**が**自動車**関係
- 国内**航空**、**海運**はそれぞれ**5%程度**

（出所）国立環境研究所 日本の温室効果ガス排出データ2020年度確報値

自動車/蓄電池

【GXの方向性】

・多様な選択肢を追求する中で、EVでも「勝つ」べく、電動車の開発・性能向上への投資促進と市場拡大を一体的に実施。

・世界の蓄電池の開発・生産をリードする拠点として成長。

【投資促進策】

・より性能の高い電動車の導入やユーザーの安心・利便性の向上実現と、ライフサイクルでの環境負荷の低減などを同時に実現する電動車の購入支援。

・生産能力拡大への設備投資。

・全固体電池等の次世代電池への研究開発支援。等

（出所）次世代自動車振興センター、日産自動車、日野自動車、いすゞ自動車HP

航空機/SAF

【GXの方向性】

・ﾎﾞｰｲﾝｸﾞ等の海外OEMとの協業を通じた完成機事業への参画により、次期単通路機等の新市場を獲得。等

・既存設備等を活用し、国内に必要十分なSAF供給能力を構築。製造設備、ﾉｳﾊｳ等をアジア圏に普及。等

【投資促進策】

・次世代航空機のコア技術開発、ｺﾝｾﾌﾟﾄ検討、実証機開発、飛行実証。等

・供給・利用側（ｴｱﾗｲﾝ）双方のSAFの供給・利用目標設定。

・SAFの製造設備・原料ｻﾌﾟﾗｲﾁｪｰﾝ整備支援。等

（出所）ボーイングHP

バイオマス原料

持続可能な航空燃料（SAF）

船舶

【GXの方向性】

・水素燃料船やｱﾝﾓﾆｱ燃料船等のｾﾞﾛｴﾐｯｼｮﾝ船等の普及と、船舶建造ｼｪｱ拡大(国際ｼｪｱ：中国45%、韓国29%、日本17%)。

【投資促進策】

・ｾﾞﾛｴﾐｯｼｮﾝ船等の建造に必要な生産設備の導入。等

エンジン　燃料タンク　燃料供給システム等

ゼロエミッション船等

GX分野別投資戦略：エネルギー関連

出典）政府資料(2023)

水素等

※「水素等」にアンモニア・合成メタン・合成燃料を含む。

【GXの方向性】

・水素等のｻﾌﾟﾗｲﾁｪｰﾝ構築に向けた集中投資と規制・制度による利用環境の整備を、利用・供給一体で進めるため、必要な法整備を行う。

・水電解装置等、世界で拡大する市場の獲得に向け、研究開発及び設備投資を促進。

【投資促進策】

・既存原燃料との価格差に着目した支援制度・拠点整備支援。

・水電解装置等の生産拡大投資支援。

・大規模水素ｽﾃｰｼｮﾝ及びFC商用車導入促進。等

つくる　はこぶ（ためる）　つかう

出所：NEDO、トヨタ、JERA、川崎重工　HPや提供写真より（一部加工）

原子力

【GXの方向性】

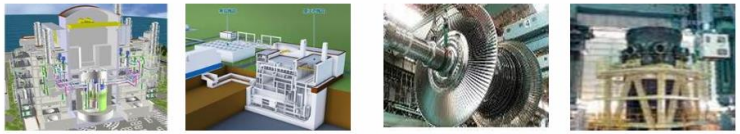
・原子力を活用していくため、安全性向上を目指し、新たな安全メカニズムを組み込んだ次世代革新炉の開発・建設に取り組む。

【投資促進策】

・高速炉や高温ガス炉の実証炉開発など、次世代革新炉に向けた研究開発推進。

・次世代革新炉向けサプライチェーンの構築。等

次世代革新炉イメージ（高速炉・高温ガス炉）　サプライチェーン例



出所：三菱重工業株式会社PRESS INFORMATION（2023.07.25および2023.07.12）

出所：原子力関連メーカー資料

次世代再エネ（ﾍﾟﾛﾌﾞｽｶｲﾄ、浮体式洋上風力）

【GXの方向性】

・ﾍﾟﾛﾌﾞｽｶｲﾄ太陽電池について量産技術の確立、生産体制整備、需要の創出を三位一体で推進。

・浮体式含む洋上風力について産業競争力を強化し、早期導入を実現。

【投資促進策】

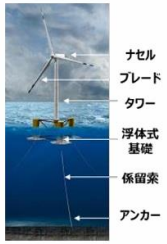
・R&D・実証等の社会実装加速。

・生産拠点整備のためのサプライチェーン構築支援。

・FIT・FIP制度/予算措置等による導入初期の需要支援検討（ﾍﾟﾛﾌﾞｽｶｲﾄ）。

・広域連系系統整備への金融支援。等

ペロブスカイト太陽電池



出所：積水化学工業、中央日本土地建物グループ・東京電力HD　HPより　一部加工

CCS

【GXの方向性】

・2030年までの事業開始に向けた事業環境整備を進め、CO2の分離回収・輸送・貯留に至るバリューチェーンを構築する。

【投資促進策】

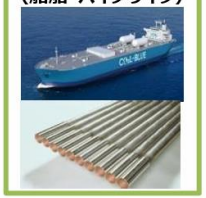
・モデル性のある先進的CCS事業の支援。

・CO2分離回収手法やCO2輸送船舶などコスト削減に向けた研究開発。

・CCS適地の開発、海外CCS事業の推進。等

分離回収

輸送（船舶・パイプライン）



貯留／トータルエンジニアリング

出所：ペトラノバ、三菱重工、日本製鉄、苫小牧市HPや提供写真より

GX経済移行債による投資促進策における支援見込額

（※措置済み以外の数字は全て精査中であり概数）　GX経済移行債による投資促進策（案）

		官民投資額	GX経済移行債による主な投資促進策	措置済み（R4補正～R5補正）【約3兆円】	R6FY以降の支援見込額	備考 ※設備投資（製造設備導入）支援の補助率は、原則中小企業は1/2、大企業は1/3
製造業	鉄鋼 化学 紙パルプ セメント	3兆円～ 3兆円～ 1兆円～ 1兆円～	・製造ﾌﾟﾛｾｽ転換に向けた設備投資支援（革新電炉、分解炉熱源のｱﾝﾓﾆｱ化、ｹﾐｶﾙﾘｻｲｸﾙ、ﾊﾞｲｵｹﾐｶﾙ、CCUS、ﾊﾞｲｵﾘﾌｧｲﾅﾘｰ等への転換）		5年:4,800億円	・4分野（鉄、化学、紙、セメント）の設備投資への支援総額は10年間で1.3兆円規模 ・別途、GI基金での水素還元等のR&D支援、ｸﾞﾘｰﾝｽﾁｰﾙ/ｸﾞﾘｰﾝｹﾐｶﾙの生産量等に応じた税額控除を措置
運輸	自動車	34兆円～	・電動車（乗用車）の導入支援 ・電動車（商用車）の導入支援	2,191億円 545億円		・別途、GI基金での次世代蓄電池・ﾓｰﾀｰ、合成燃料等のR&D支援、EV等の生産量等に応じた税額控除を措置
	蓄電池	7兆円～	・生産設備導入支援	5,974億円	2,300億円	・2,300億円は経済安保基金への措置 ・別途、GI基金での全固体電池等へのR&D支援を措置
			・定置用蓄電池導入支援		3年:400億円	
	航空機	4兆円～	・次世代航空機のコア技術開発			・年度内に策定する「次世代航空機戦略」を踏まえ検討 ・別途、GI基金でのSAF、次世代航空機のR&D支援、SAFの生産量等に応じた税額控除を措置
	SAF	1兆円～	・SAF製造・ｻﾌﾟﾗｲﾁｪｰﾝ整備支援		5年:3,400億円	
	船舶	3兆円～	・ｾﾞﾛｴﾐｯｼｮﾝ船等の生産設備導入支援		5年:600億円	・別途、GI基金でのアンモニア船等へのR&D支援を措置
くらし等	くらし	14兆円～	・家庭の断熱窓への改修 ・高効率給湯器の導入 ・商業・教育施設等の建築物の改修支援	2,350億円 580億円 339億円		・自動車等も含め、3年間で2兆円規模の支援を措置（GX経済移行債以外も含む）
	資源循環	2兆円～	・循環型ﾋﾞｼﾞﾈｽﾓﾃﾞﾙ構築支援		3年:300億円	・別途、GI基金での熱分解技術等へのR&D支援を措置
	半導体	12兆円～	・ﾊﾟﾜｰ半導体等の生産設備導入支援 ・AI半導体、光電融合等の技術開発支援	4,329億円 1,031億円		・別途、GI基金でのパワー半導体等へのR&D支援を措置
エネルギー	水素等	7兆円～	・既存原燃料との価格差に着目した支援		5年:4,600億円	・価格差に着目した支援策の総額は供給開始から15年間で3兆円規模 ・別途、GI基金でのｻﾌﾟﾗｲﾁｪｰﾝのR&D支援を措置 ・拠点整備は別途実施するFSを踏まえて検討
			・水素等の供給拠点の整備			
	次世代再エネ	31兆円～	・ﾍﾟﾛﾌﾞｽｶｲﾄ太陽電池、浮体式洋上風力、水電解装置のｻﾌﾟﾗｲﾁｪｰﾝ構築支援と、ﾍﾟﾛﾌﾞｽｶｲﾄの導入支援		5年:4,200億円	・設備投資等への支援総額は10年間で１兆円規模 ・別途、GI基金でのﾍﾟﾛﾌﾞｽｶｲﾄ等のR&D支援を措置
	原子力	1兆円～	・次世代革新炉の開発・建設	891億円	3年:1,600億円	
	CCS	4兆円～	・CCSﾊﾞﾘｭｰﾁｪｰﾝ構築のための支援（適地の開発等）			・先進的なCCS事業の事業性調査等の結果を踏まえ検討
分野横断的措置			・中小企業を含め省エネ補助金による投資促進等	3,400億円		・3年間で7000億円規模の支援
			・ﾃﾞｨｰﾌﾟﾃｯｸ・ｽﾀｰﾄｱｯﾌﾟ育成支援		400億円	・5年間で2000億円規模の支援（GX機構のファイナンス支援を含む）
			・GI基金等によるR&D	8,060億円		・令和2年度第3次補正で2兆円（一般会計）措置
			・GX実装に向けたGX機構による金融支援		1,200億円	・債務保証によるファイナンス支援等を想定
			・地域脱炭素交付金（自営線ﾏｲｸﾛｸﾞﾘｯﾄﾞ等）	30億円	60億円	
税制措置			・ｸﾞﾘｰﾝｽﾁｰﾙ、ｸﾞﾘｰﾝｹﾐｶﾙ、SAF、EV等の生産量等に応じた税額控除を新たに創設			

R6FY以降の支援額：約2.4兆円（赤の合計）　【措置済み額と青字を含めると約13兆円を想定】

出典）政府資料(2023)

５．まとめ

まとめ

- カーボンニュートラル（CN、ネットゼロエミッション）早期実現の要請が強まっている。
- 電力化率の向上と、低炭素、脱炭素電源化は、対策の重要な方向性。ただし、完全な電化はなく、非電力の脱炭素化をどのようなエネルギーで実現するのかは重要な事項
- 再エネの拡大が重要となる中、蓄電池、水素、アンモニアは重要なオプション。更に、水素とCO2からのe-メタン、e-fuelsも重要なオプション。特に日本の場合、再エネ、CCSともに、海外と比較してコスト高と見られるため、海外再エネ、海外CCS活用手段として、水素系エネルギーはとりわけ重要性が高い。
- ネットゼロエミッションにおいては、化石燃料は一部利用しながらDACCS等のCDRで排出をオフセットする方が、費用対効果が高い対策となる可能性も高い。海外でのCDRによる排出のオフセットを含めて、幅広いオプションを有しながら対応が必要
- 現時点では、万能な技術はなく、「あらゆる選択肢を追求」することが必要（ただし、企業は、全方位に賭けることはできず、強みを踏まえて選択も必要）
- ただし、現実の世界では、意欲的な1.5℃／2℃目標を標ぼうするものの、足下の世界排出量は増大し続けており、また既に＋1.5℃に近接。更に分断されつつある世界の中、現実には、より一層、世界での温室効果ガス排出削減は難しくなってきている。
- 運輸部門は、他部門と比べて対策費が相対的に高い可能性有。GXのような炭素価格戦略でも排出が減りにくく、炭素価格負担が大きくなる可能性有。GXの補助金との適切な組み合わせによって、排出削減を進めていくことが必要