

虎ノ門ヒルズフォーラム(東京)およびWEB配信

2024年3月8日

# 気候変動対策・政策のギャップの 理解と今後の対策の展望

(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

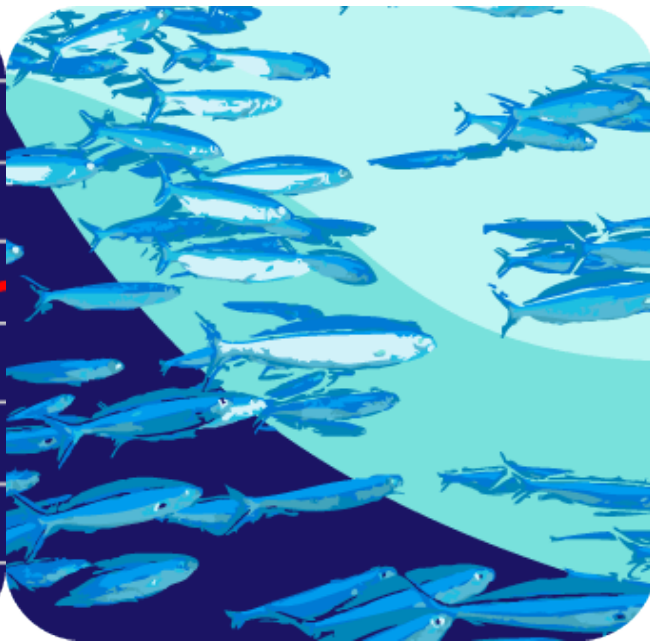
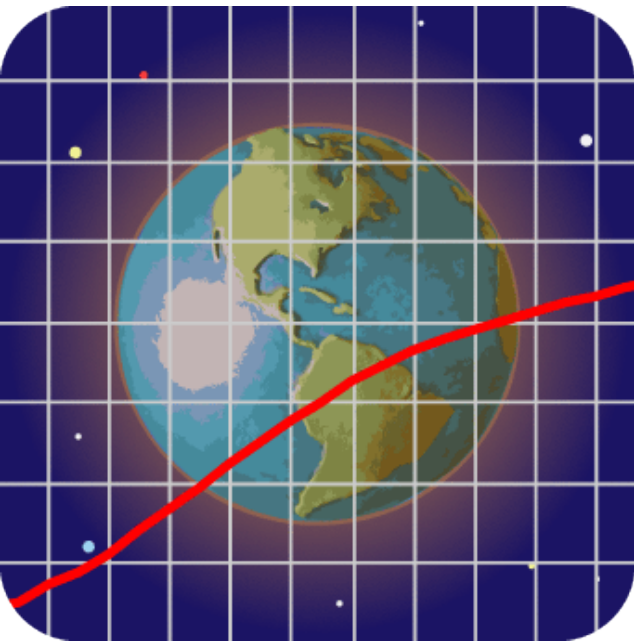
秋元 圭吾



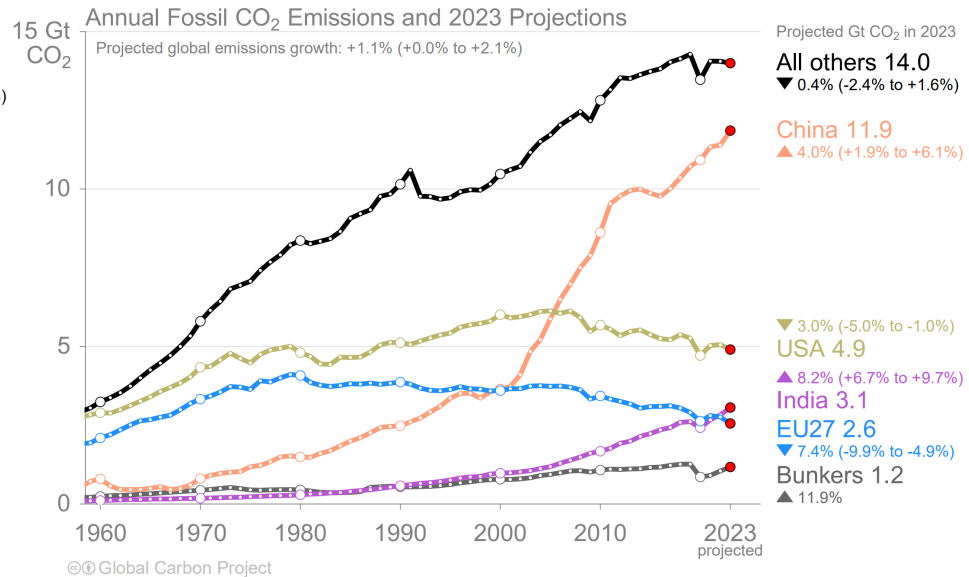
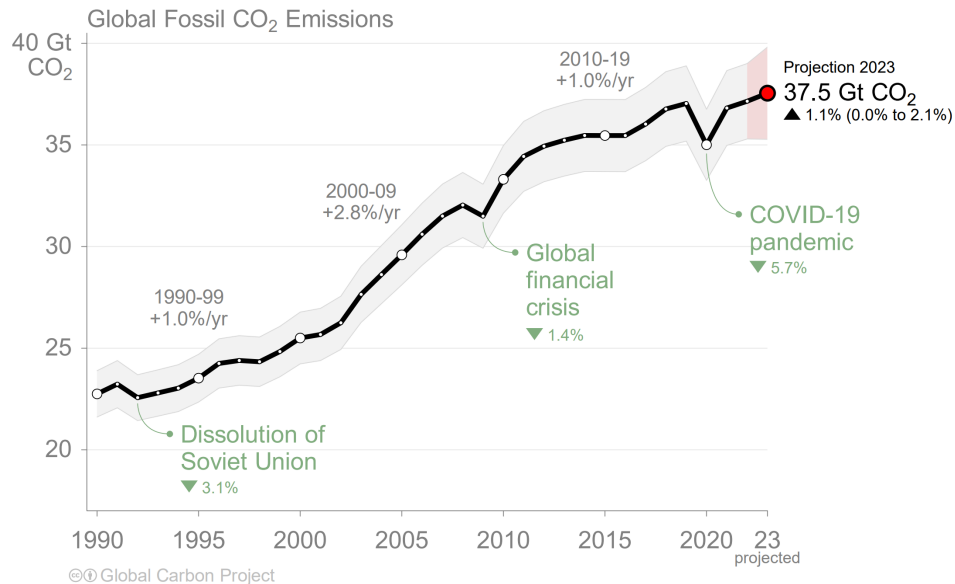
# 目次

1. 排出動向とカーボンニュートラルに向けての対策概要
2. カーボンニュートラルに向けた展望
3. コストとポテンシャル：隠れたコスト
4. 移行経路
5. まとめ

# 1. 温室効果ガス排出動向とNDCs

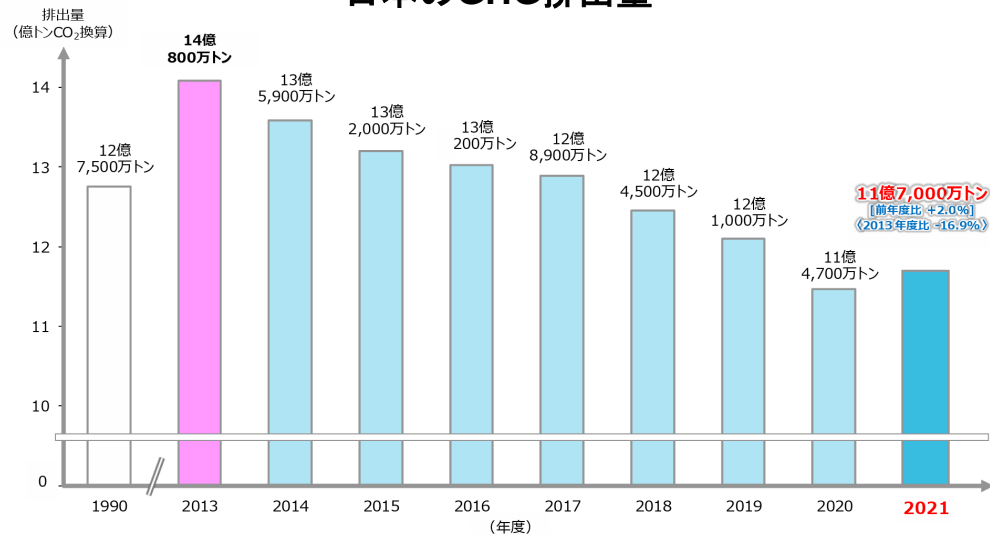


# 世界・主要国のCO2排出量の推移



出典) Global Carbon Project, 2023

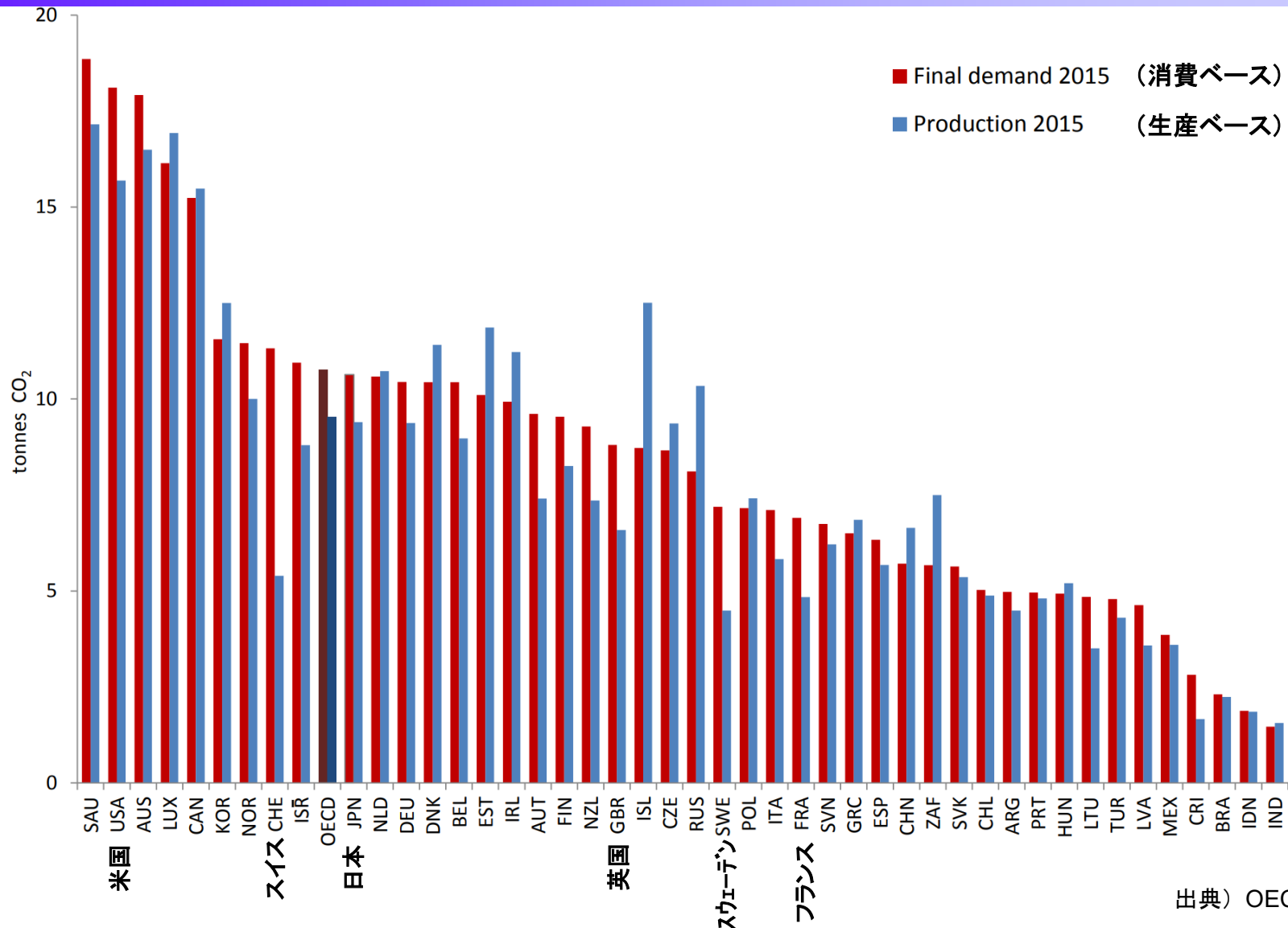
## 日本のGHG排出量



出典) 環境省, 2023

- 世界全体では、経済とCO2排出量のカップリングは続いている。CO2排出も大きく減少したときは、経済(GDP、所得)も悪化している状態。世界の排出量を簡単に減らせる状況にはない。
- 先進国から、途上国へ、とりわけCO2原単位の高い製造業の移転が起こっている。

# 一人当たりCO<sub>2</sub>排出量：生産ベースvs消費ベース

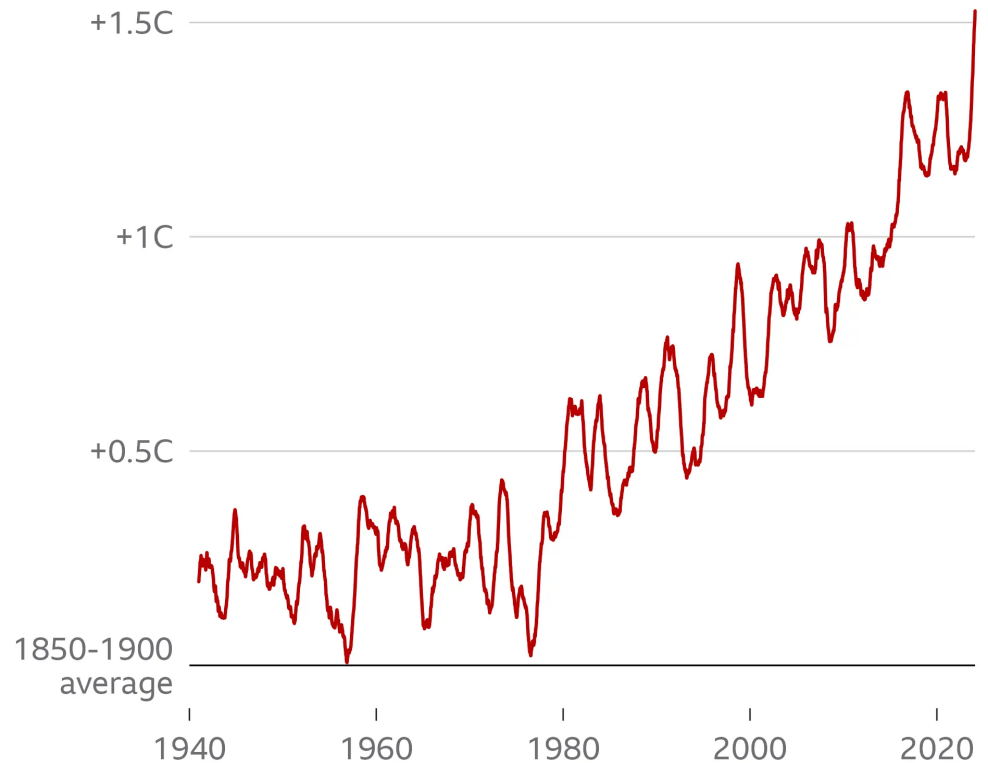


- 多くの先進国では、生産ベースよりも消費ベースの排出量が多い。スイス、スウェーデン、英国、フランス、米国などで特に差異が大きい。

# 気温上昇の実績

## Temperature rises pass 1.5C for full year

Average global air temperature compared with pre-industrial levels, running average of 365 days



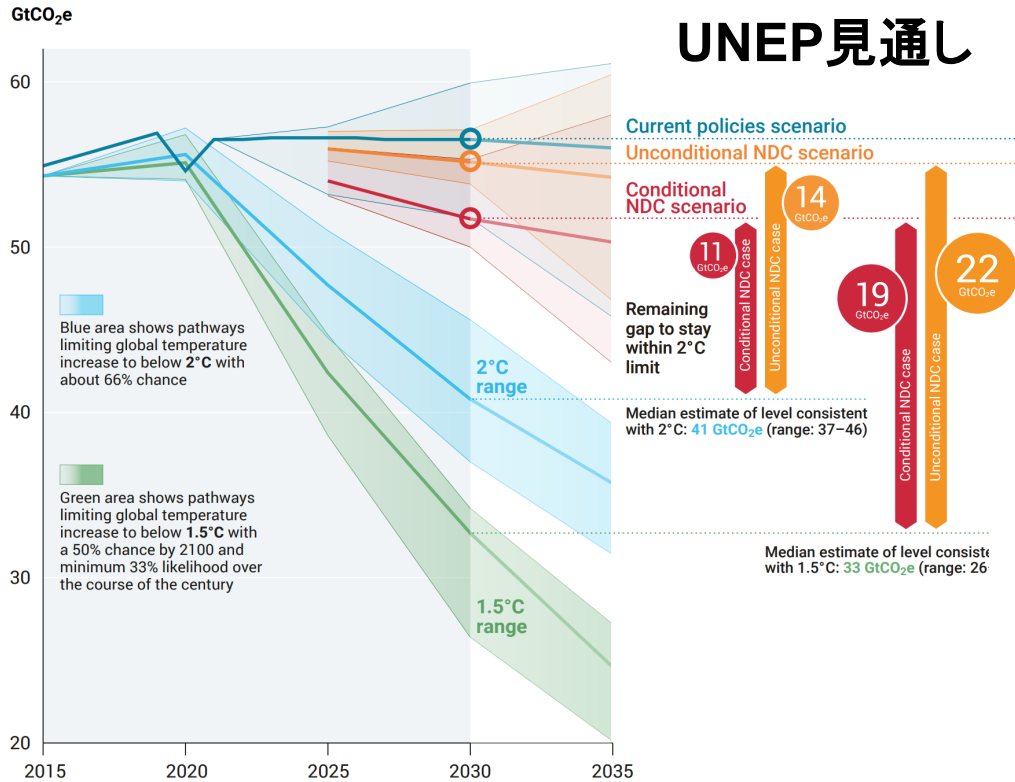
Source: ERA5, C3S/ECMWF

BBC

出典) BBC, 2024

- 世界気温は、一時的かもしれないが、1.5°Cを超えてしまう状況。AR7時には一層の気温上昇は不可避
- 中心的に引用されている1.5°Cオーバーシュート無し(もしくは0.1°C未満のオーバーシュートは許容)シナリオからは、ほぼ外れているはず

# 1.5°C (2050年 CN)と現状政策とのギャップ



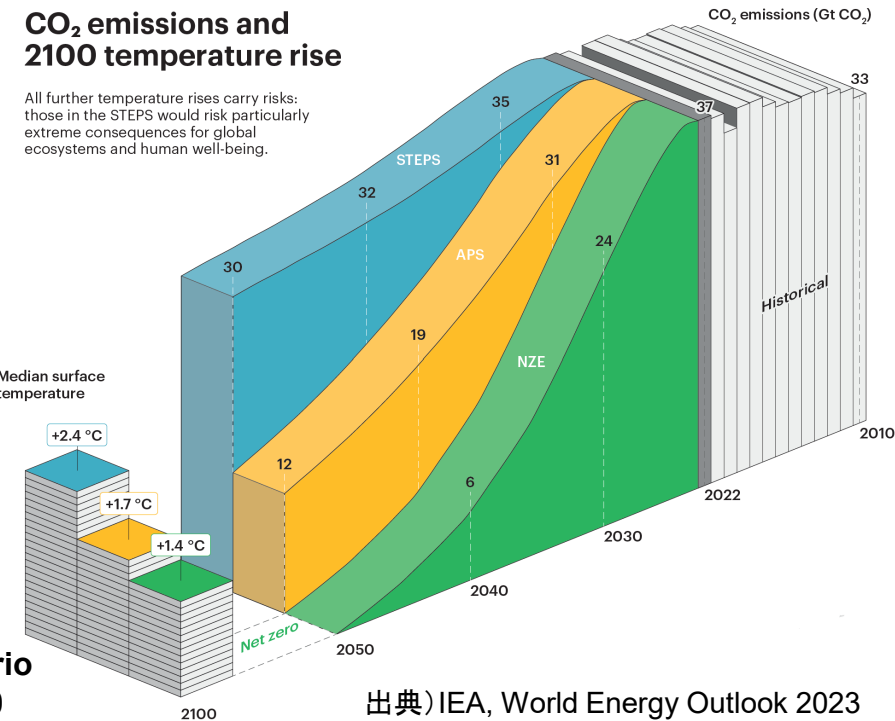
✓ 現状では、1.5°C目標(2050年CN)との乖離は大きく、少なくとも世界全体では2100年に+2~+2.5°C上昇程度以下がせいぜいの水準と見られる。  
✓ また、UNEP (2023)では、NDC (Unconditional) 低位が継続した場合は、+2.9°C程度としている。

出典) UNEP, Emissions Gap Report 2023

✓ 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°Cの範囲の上昇」の見通し

STEPS: 現状政策シナリオ  
APS: Announced Pledges Scenario  
NZE: Net Zero Emissions by 2050

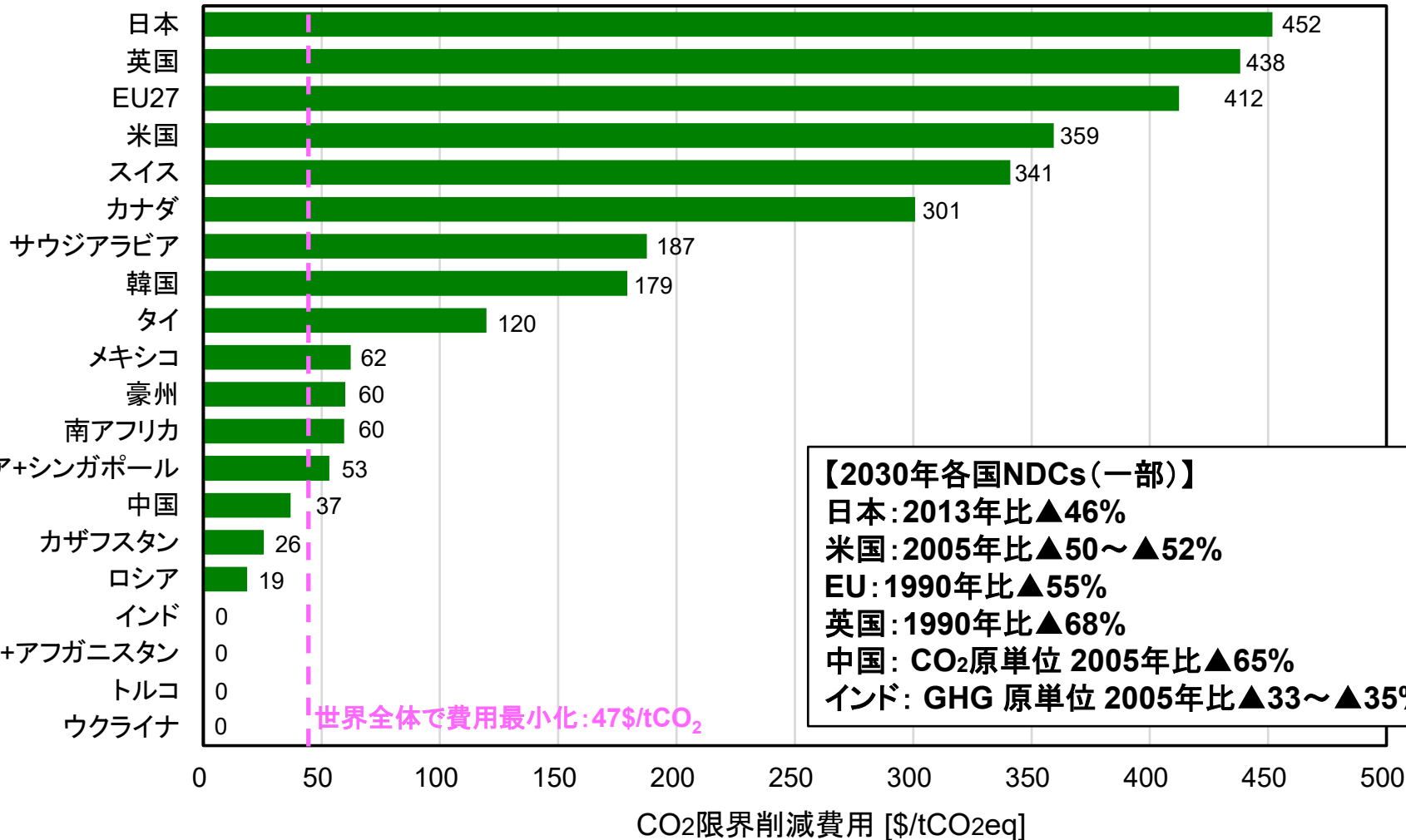
## IEA見通し



出典) IEA, World Energy Outlook 2023

# NDCsのCO<sub>2</sub>限界削減費用(2030年)の国際比較

出典) RITE ALPS国際シンポジウム (2022); Akimoto et al., Asia-Pacific Sustainable Development Journal (2023)



注) ブラジル、インドネシアについては、土地利用変化による排出削減の寄与度が大きいと見られる一方、その不確実性が極めて大きい  
 ため、限界削減費用の推計をしていない。イランは、BAUの定義の不明確性が大きいいため、費用推計していない。

✓ **日米欧のCO<sub>2</sub>限界削減費用は極めて高いと推計される一方、途上国の限界削減費用は小さい。CO<sub>2</sub>原単位の高い産業の途上国への移転リスクが大きい。**



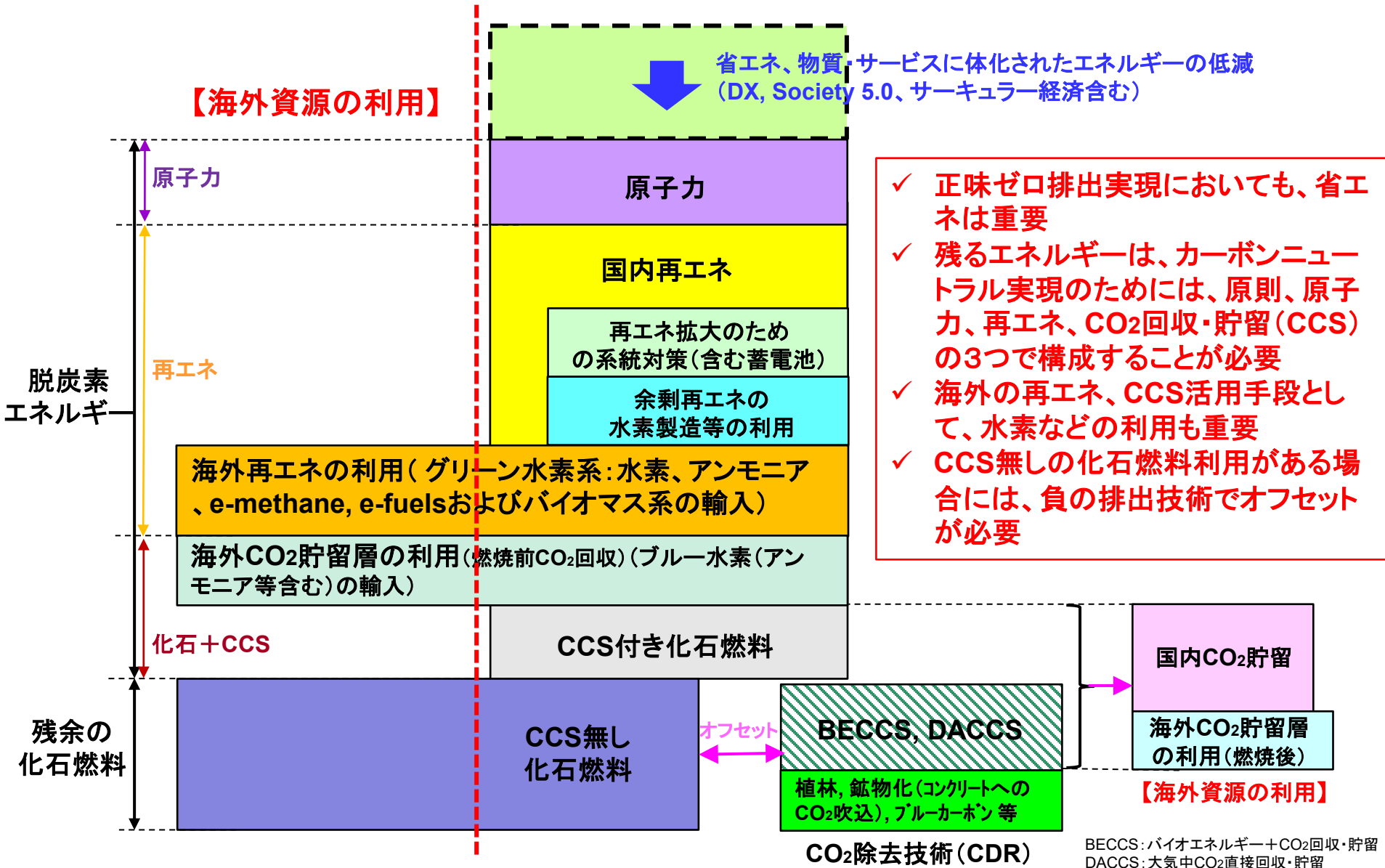
## 2. カーボンニュートラルに向けた展望



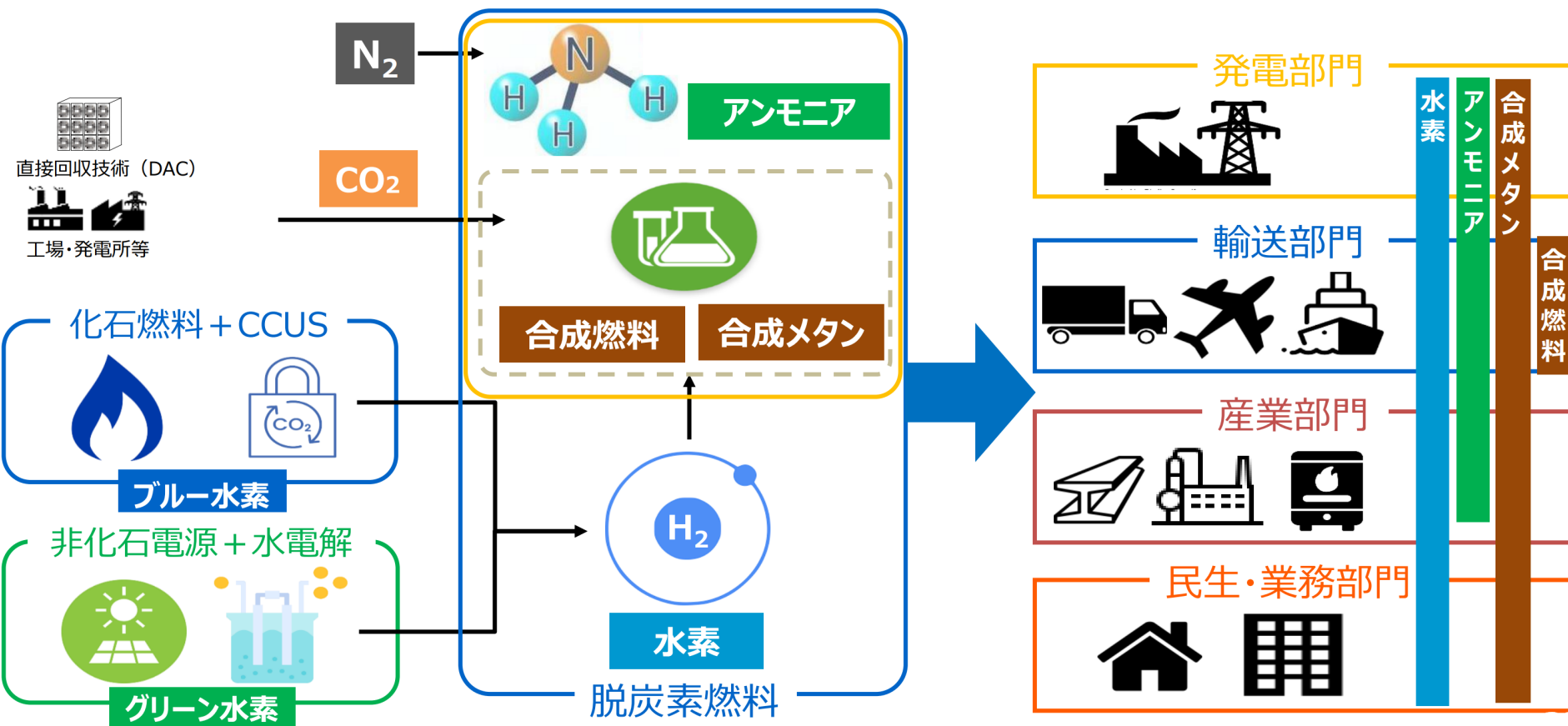
# カーボンニュートラル（正味ゼロ排出）のイメージ

## 【国内の一次エネルギー供給】

出典) 筆者作成



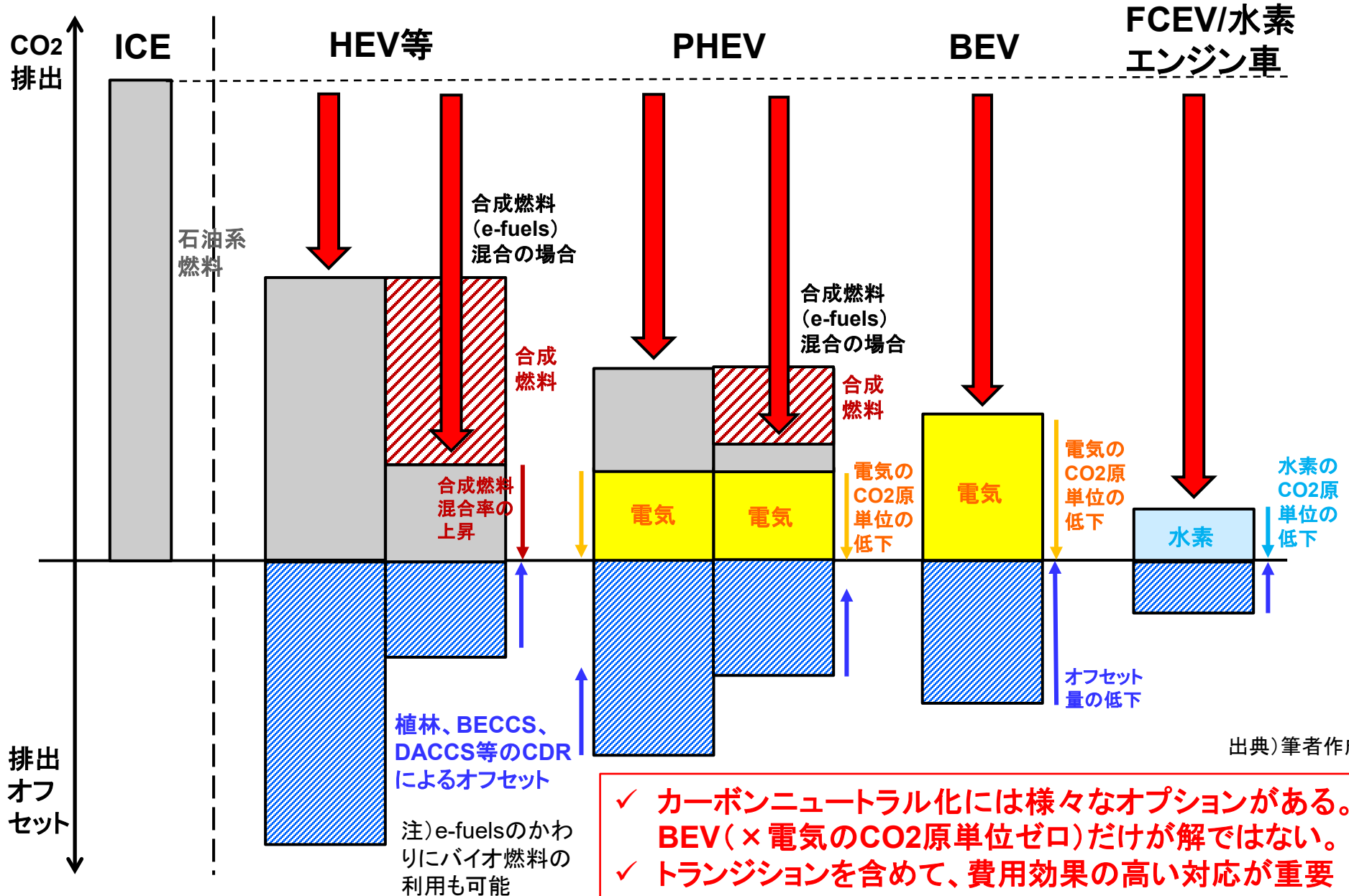
# 水素系エネルギーの利活用



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)

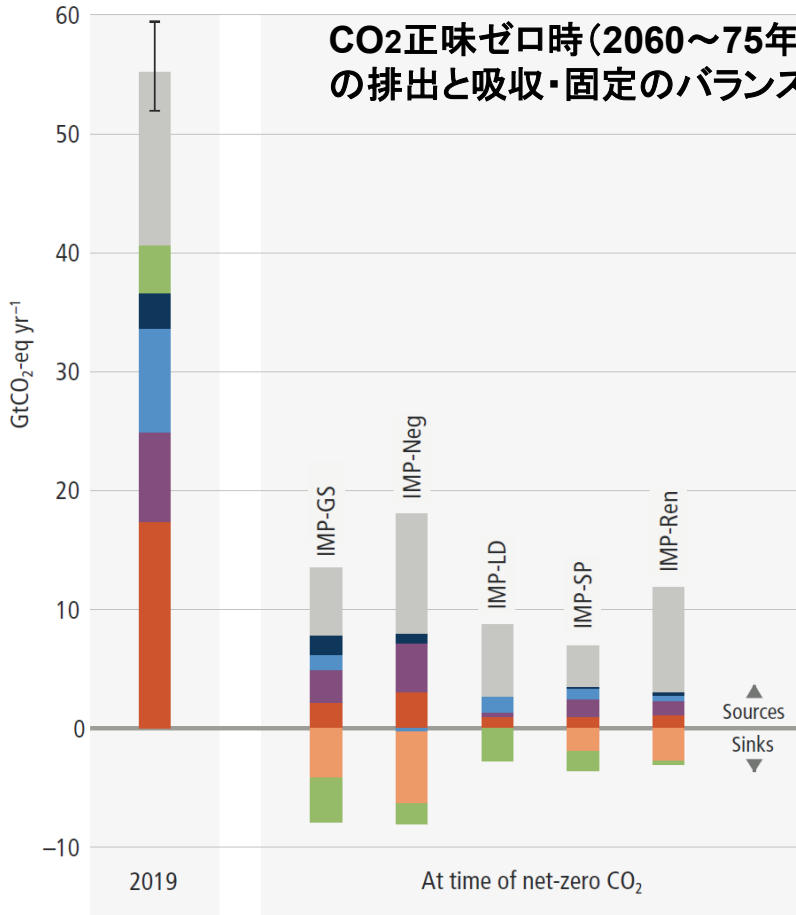
- ✓ 水素系エネルギーも、製造方法、利用方法ともに複数の可能性がある。技術を特定し過ぎず、幅広い選択肢を有して、市場競争を促すことが必要
- ✓ 他方、水素は新規インフラが必要な一方、合成燃料(e-fuels)や合成メタン(e-methane)は既存インフラの大部分は利用可能で、かつ混合率も調整しやすく、柔軟性を有する。

# 自動車燃料のCN化オプション例

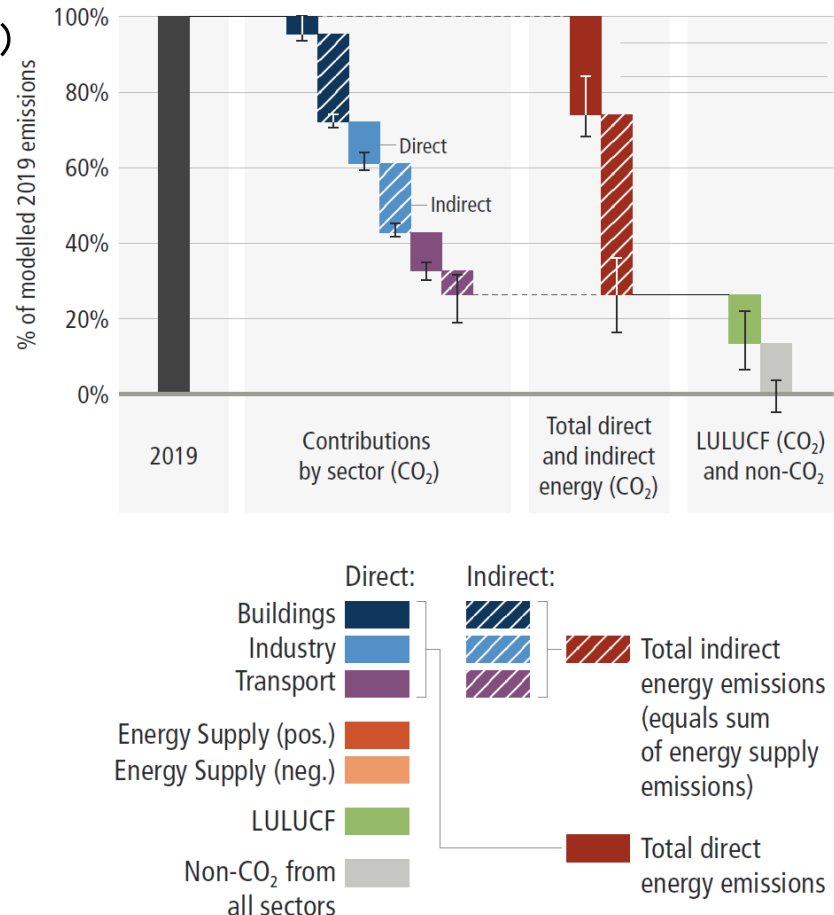


# IPCC報告書：シナリオで異なるCNの達成手段

e. Sectoral GHG emissions at the time of net-zero  
CO<sub>2</sub> emissions (compared to modelled 2019 emissions)



f. Contributions to reaching net zero GHG emissions  
(for all scenarios reaching net-zero GHGs)

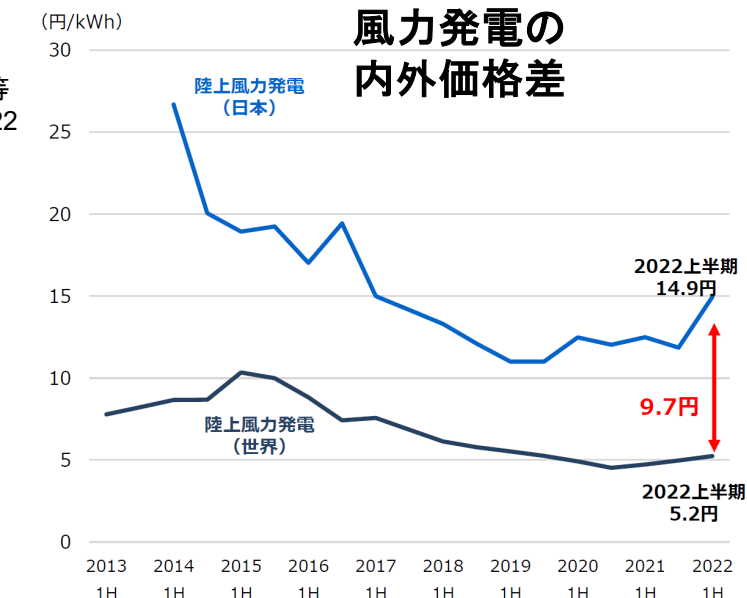
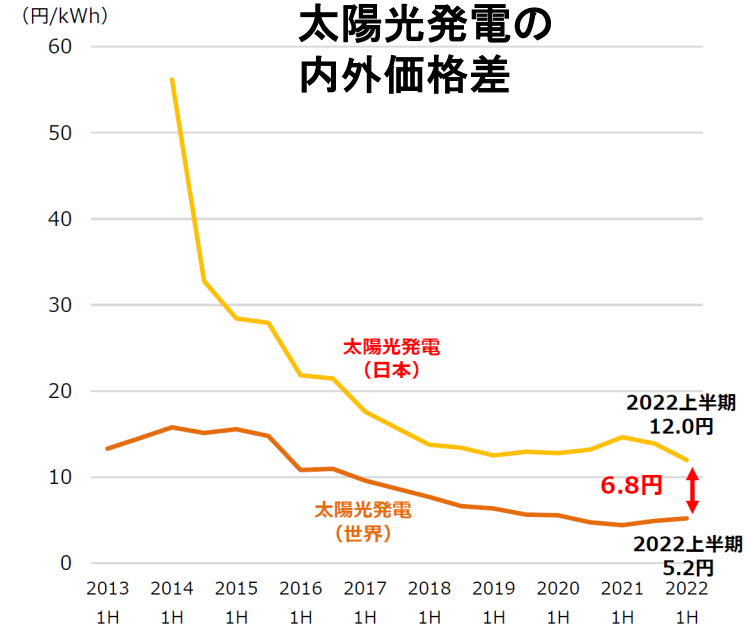
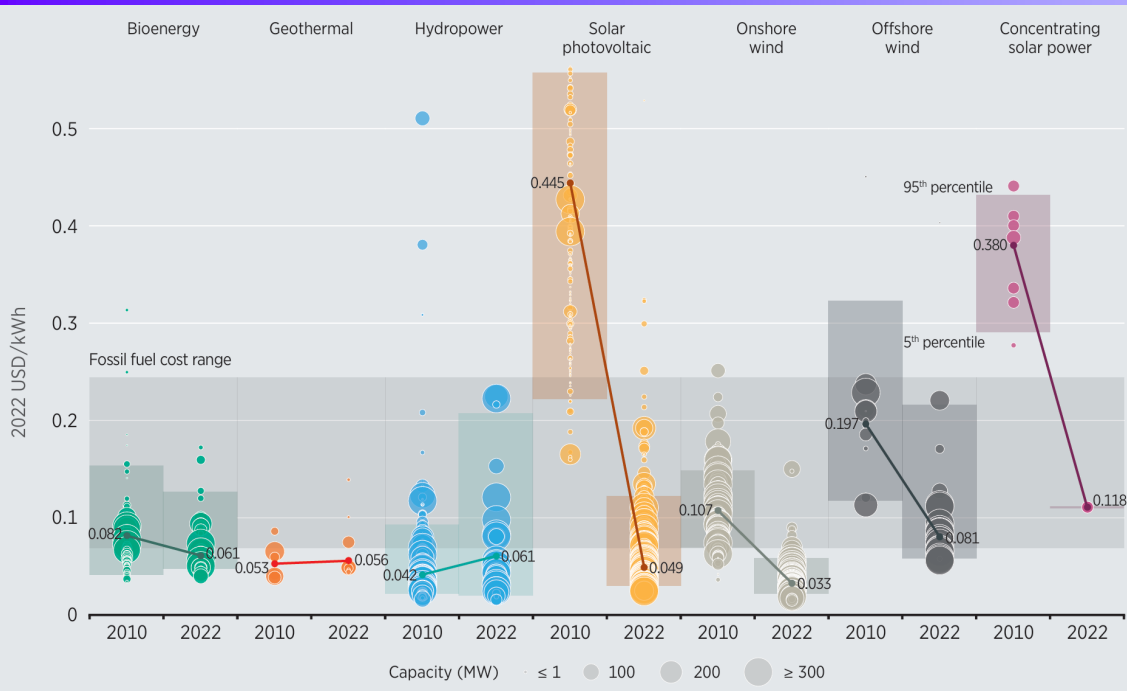


AR6 WG3,  
Fig. SPM.5

「CO<sub>2</sub>又はGHGの正味ゼロを達成しようとするならば、削減が困難な残余排出量を相殺するCDRの導入は避けられない。」(SPM C.11)

- ✓ LD(低需要)を除くいずれのシナリオにおいても、正味CO<sub>2</sub>ゼロ時に、大規模植林以外のCDRも活用
- ✓ 更に温室効果ガスでの正味ゼロにおいては、CDRが不可欠

# 世界の再生可能エネルギーの動向



出典) IRENA, Renewable Power Generation Costs in 2022

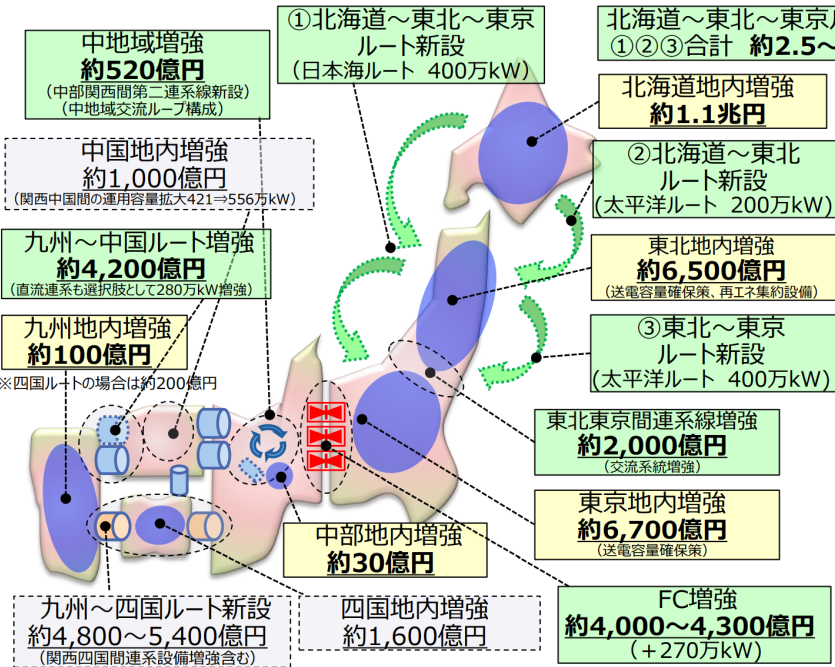
出典) 調達価格等  
算定委員会, 2022

- ✓ 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。

# 再エネの拡大に対応した電力システムの強化

## 再エネ50%程度の導入時

## ベースシナリオ



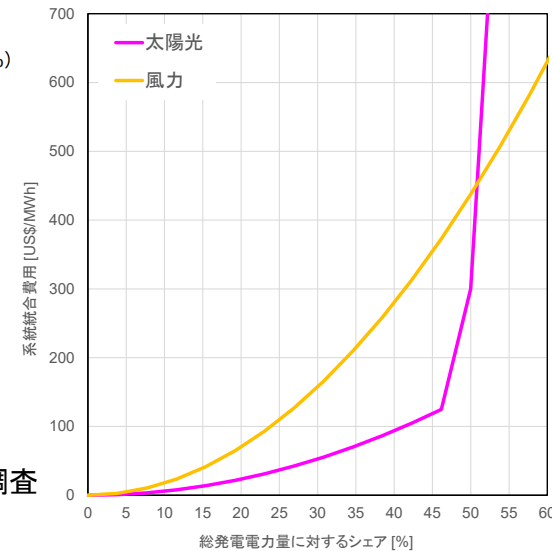
【凡例】  
 連系線増強  
 地内増強  
 将来の選択肢

必要投資額 <sup>※1</sup>	約6.0～7.0兆円
費用便益比(B/C) <sup>※1</sup>	0.7～1.5
年間コスト <sup>※1, ※2</sup>	約5,500～6,400億円/年
年間便益(純便益)	約4,200～7,300億円/年 (約▲2,200～1,800億円/年)
削減された燃料費	約3,300～6,700億円/年
削減されたCO2対策コスト	約780億円/年
削減されたCO2排出量	約2,430万 t/年
アデカシー便益	約310億円/年
送電ロス	約▲430～▲250億円/年
システムの安定性	地域間連系の複線化による周波数安定性の向上、 災害時等のバックアップ機能の強化
再エネ比率	増強後47% (50%) 増強前43%
出力制御率	増強後12% (7%) 増強前22%

( ) は系統増強以外の施策として、電源側の立地の最適化等を行った場合の参考値

※1 HVDCコスト幅等を考慮して試算  
 ※2 費用をもとに以下の年経費率にて算出  
 架空送電 (7.9%)、地中送電 (9.0%)、変電 (10.7%)

## 再エネ統合費用の推計

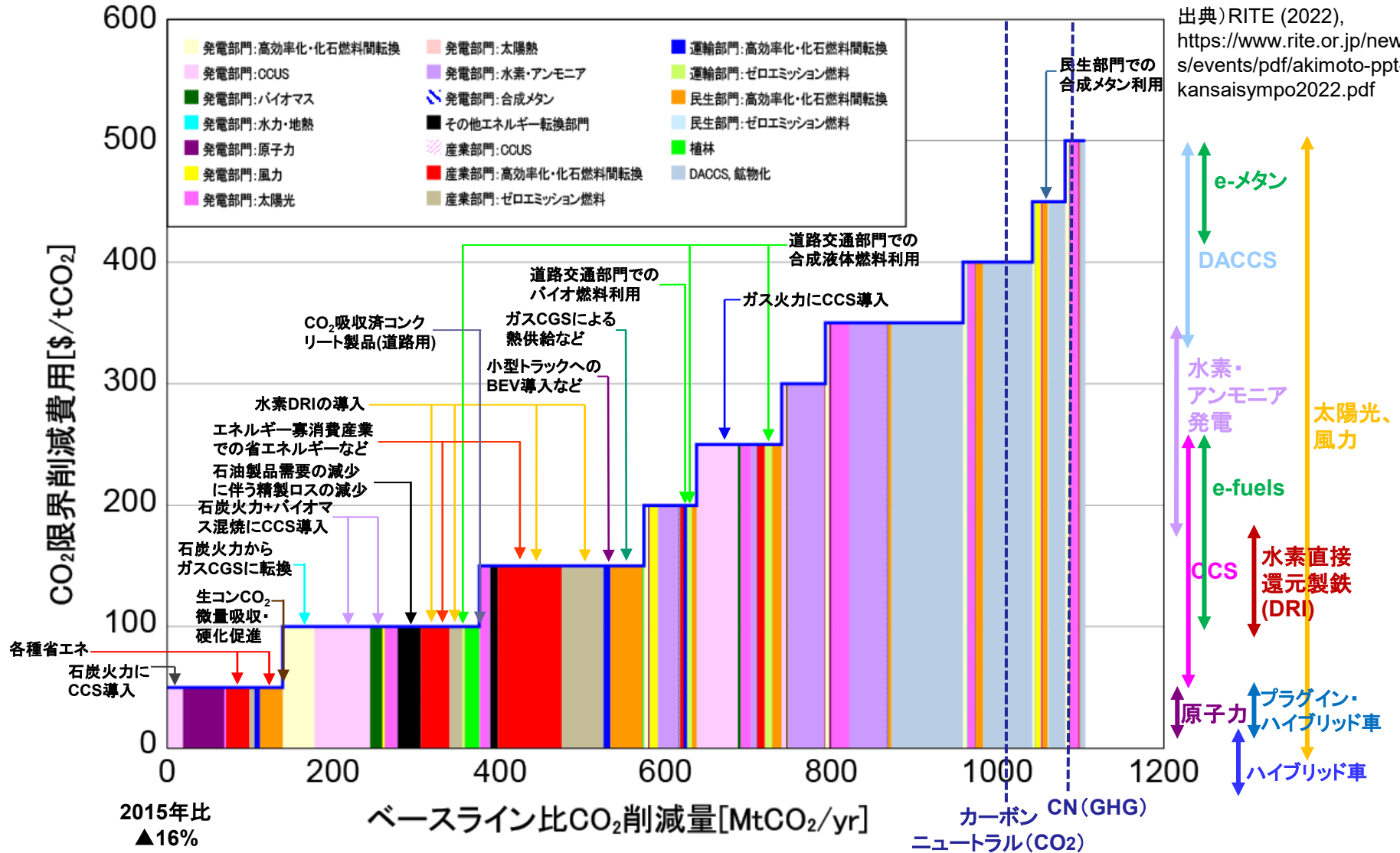


出典) RITE、総合資源エネルギー調査会 基本政策分科会資料 (2021)

出典) 電力広域的運営推進機関 (2022)

- ✓ **プッシュ型での系統形成を行う方針(費用便益分析を実施)。偏在する再エネの大量導入によって、系統増強への投資は重要。ただし、設備利用率が低くなって、託送料金ひいては電気料金が増大し過ぎないように、適切な投資が必要**
- ✓ **変動性再生可能エネルギーの拡大はとりわけ日本では大きな系統統合費用が推計される。**

# 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



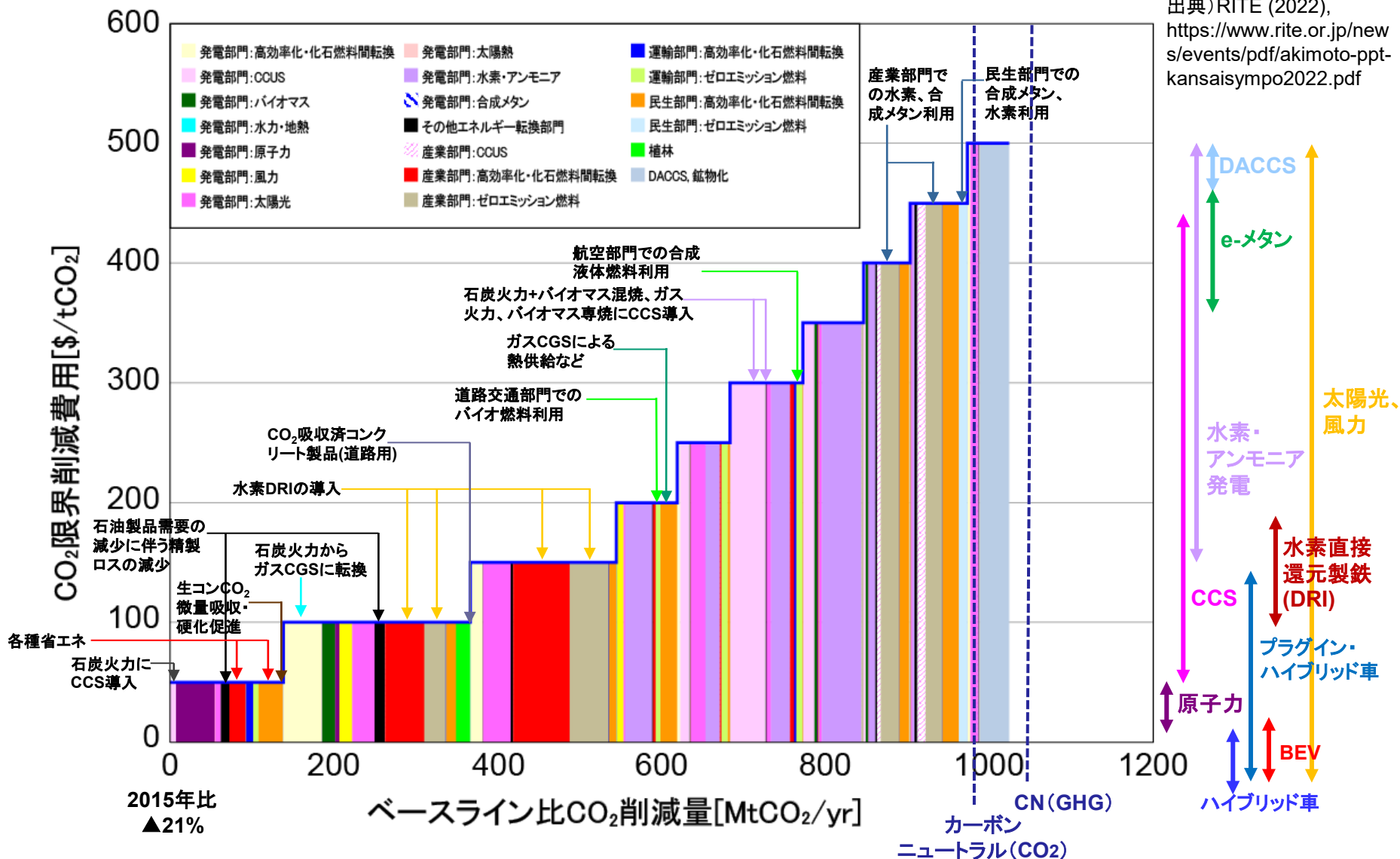
注1) 本分析は、2021年度基本政策分科会提示の「参考値のケース」で用いた、技術想定の下での推計結果

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。

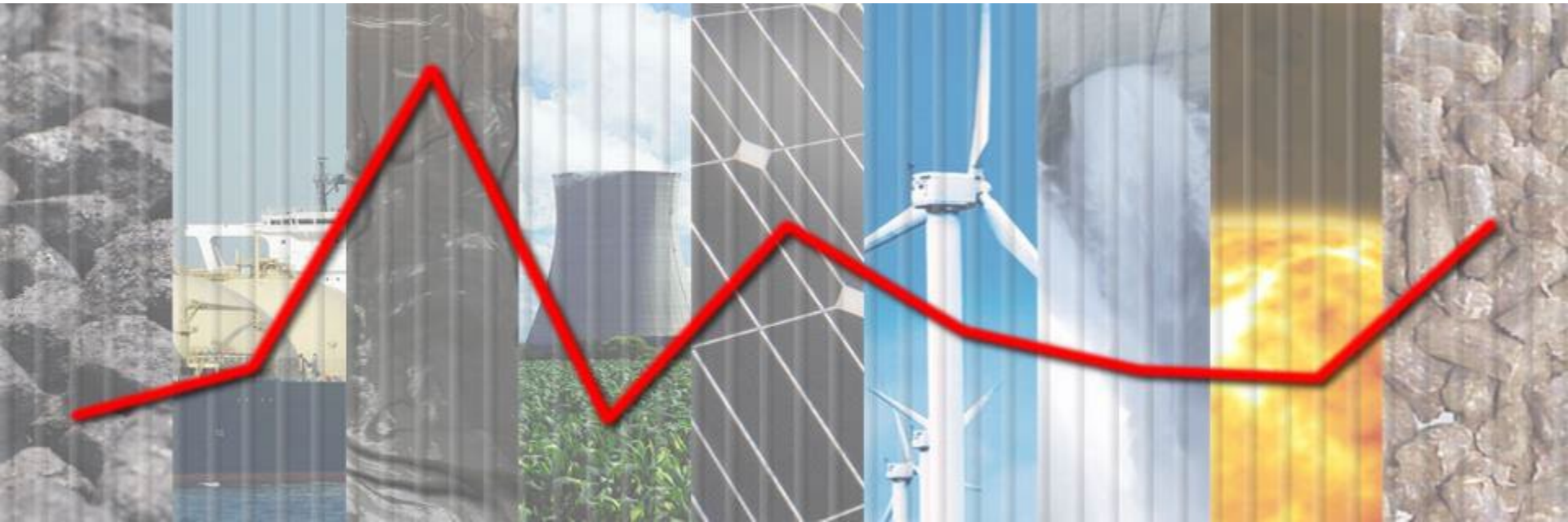


# 日本の2050年の部門別・技術別の排出削減ポテンシャル・コスト

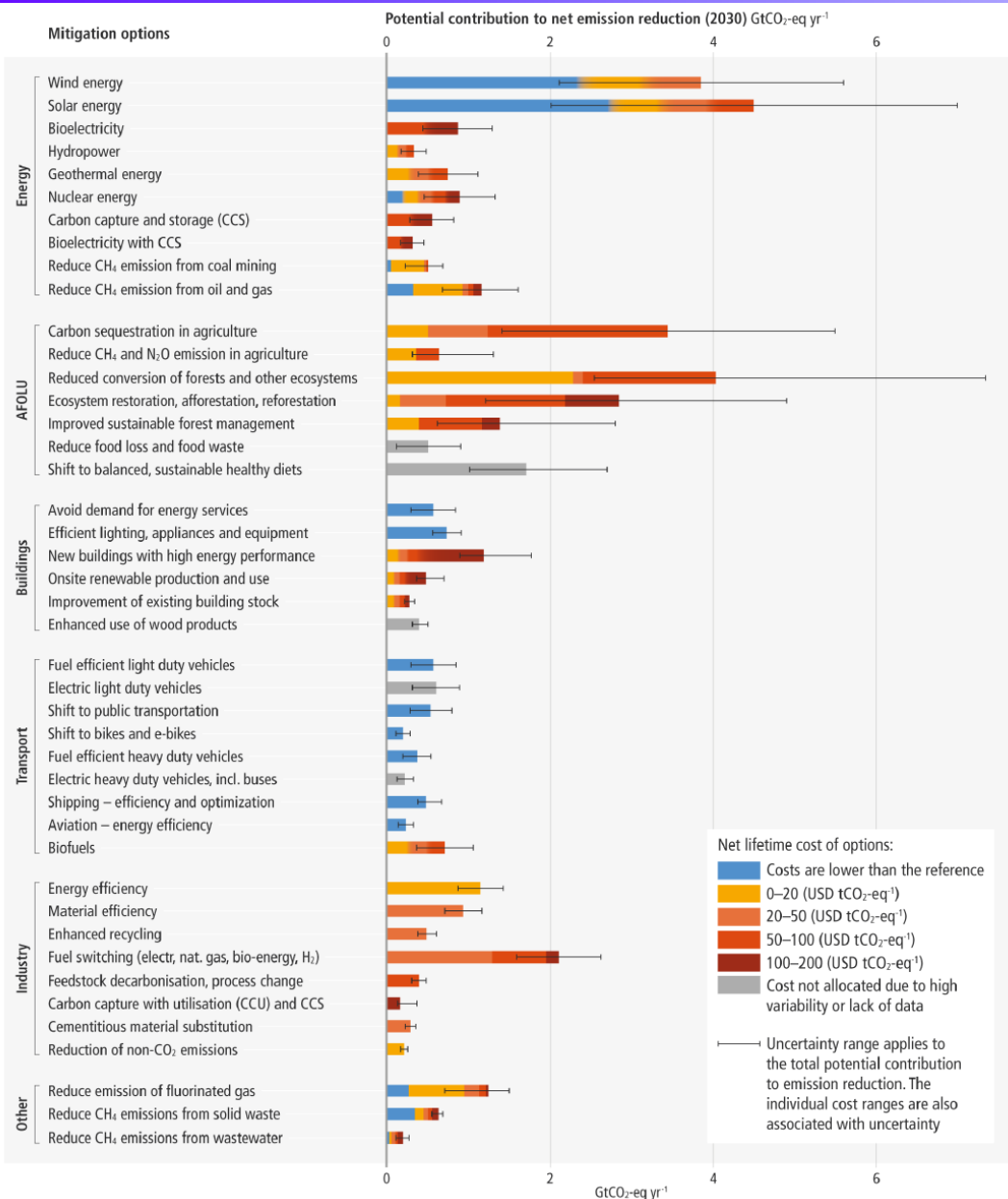
## 一再エネ・蓄電池コスト低減加速、CCS・CDR利用制約ケース



### 3. コストとポテンシャル： 隠れたコスト



# IPCC報告書の部門・技術積み上げ評価による 世界の2030年の技術別のCO2削減費用とポテンシャル推計



出典) IPCC WG3, AR6, Fig. SPM.7

## SPM C12.1

(部門別、技術別の積み上げ評価から)

- ✓ 100 \$/tCO<sub>2</sub>eq以下のコストの緩和オプションで、世界全体GHG排出量を2030年までに少なくとも2019年レベルの半分に削減しうるだろう(確信度中位)。
- ✓ その削減ポテンシャルの半分以上は、20 \$/tCO<sub>2</sub>eq以下

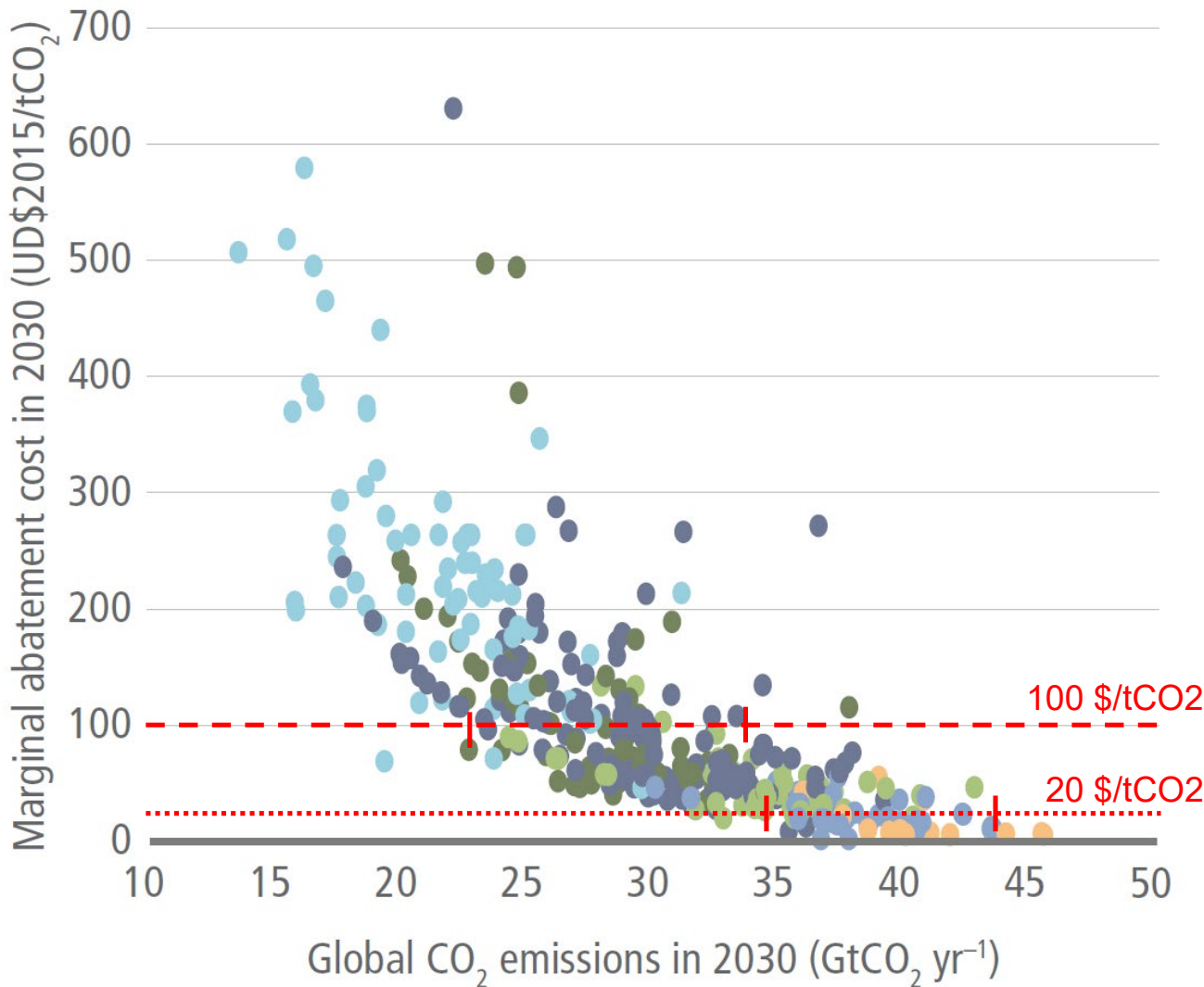
報告書には、多くの注釈が入れられている。

(注釈の例)

- ✓ 技術進展の想定、地域的な差異、設備規模などによって、コスト・ポテンシャルの不確実性は大きい。
- ✓ 代替元の技術(参照技術)の想定次第では、コスト・ポテンシャルは変化する。
- ✓ VREの系統統合費用は2030年までは大きくはないと想定し、統合費用は加えていない。
- ✓ 外部費用については加えていない。
- ✓ 原子力には、放射性廃棄物処分費用は入っている。(ただし”modeled costs”)

多くの元文献の推計では、設備費の年換算に用いられる割引率は、国、部門、技術に依らず、5%/yrの採用が多い。

# IPCC報告書の統合評価モデル (IAM)による 世界の2030年のCO<sub>2</sub>限界削減費用と削減ポテンシャル推計



出典) IPCC WG3, AR6, Fig. 3.33

注) 赤字、赤線は、筆者追記

# IPCCの部門積み上げと統合評価モデルIAMの コスト・ポテンシャルの評価の差異：2030年世界排出量見通し

		個別の部門・技術積み上げ 評価文献をベースとした推計 (IPCC AR6, Fig. SPM7)	統合評価モデルIAMの 推計 (IPCC AR6, Fig.3.33)
CO <sub>2</sub> 限界削減費用 (炭素価格) 20 USD/tCO <sub>2</sub> eq 以下	CO <sub>2</sub>	(30.3 GtCO <sub>2</sub> /yr)	35~44 GtCO <sub>2</sub> /yr
	GHGs	44.3 GtCO <sub>2</sub> eq/yr	(49~58 GtCO <sub>2</sub> eq/yr)
CO <sub>2</sub> 限界削減費用 (炭素価格) 100 USD/tCO <sub>2</sub> eq 以下	CO <sub>2</sub>	(15.5 GtCO <sub>2</sub> /yr)	23~34 GtCO <sub>2</sub> /yr
	GHGs	29.5 GtCO <sub>2</sub> eq/yr [ベースラインからの削減ポテンシャル: 38 GtCO <sub>2</sub> eq/yr (32~44 GtCO <sub>2</sub> eq/yr)]	(37~48 GtCO <sub>2</sub> eq/yr)

出典) IPCC AR6より、筆者整理

注) CO<sub>2</sub>とGHG排出量の括弧の数字は、単純に2019年の世界排出量の差の実績値(14 GtCO<sub>2</sub>/yr)を用いて、報告書記載の数値をCO<sub>2</sub>もしくはGHGに変換したもの

- ✓ 価格に対する社会の応答等、観測からのデータを重視し、また、部門間の代替性なども考慮されることが多い、統合評価モデル(IAM)のシナリオ分析結果は、個別の部門・技術の排出削減ポテンシャル推計を集約した結果と異なり、同じ排出削減費用をかけても、世界排出量はそれほど大きく減らないと推計
- ✓ 設備、機器の選択にあたっての様々な隠れた費用、また、変動性再生可能エネルギーでは、系統統合費用等が大きく、個別の部門・技術積み上げ評価では、これらが考慮されていないことが原因
- ✓ しかも、世界の実績排出量は、相対的には保守的な推計のIAMでさえ予測を外し、更に大きな排出となっている(前述)。

# 投資の割引率の影響因子（隠れたコスト）例

## 【技術固有によるもの】

- 技術が必ずしも成熟していない場合（CCS等）や社会的受容面で課題がある場合（原子力等）は、技術のリスクが高いことから、高い投資リターンが求められる
- 製品価値の減耗：新たな製品・サービスへの変化が早ければ、当該製品の価値の減耗は早くなり、割引率は高くなる。逆の場合は低くなる。（電力等エネルギー供給＜鉄，セメント等の素材供給（主にエネルギー多消費産業）＜給湯，空調など（素材供給との大小関係は必ずしも明確ではない）＜照明，冷蔵庫など＜テレビ，自動車など）
- 将来価格低減が期待できれば、投資を待つことが合理的となり、割引率は高くなる

## 【投資者，消費者の選好等】

- 資金制約、別の投資先のリターンが高ければ、その期待利益率が参照される
- 隠れた費用（投資検討にあたっての機会費用、BEVの充電時間等）
- 消費者の選好：環境配慮型製品の購入（アーリーアダプター等）、（住宅等において）コベネフィットの強い認識など
- 住宅などで耐用年数よりも居住者の寿命の方が短いと考える場合、割引率は高くなる
- オーナー・テナント問題など（民生部門）
- 限定合理性（人々の情報処理・判断能力の限界など）

## 【取引市場，投資環境等，周辺制度によるもの】

- エネルギー・気候変動政策等の不確実性が大きい場合、気候変動対策投資に対して、より大きなリターンが求められる
- 炭素価格市場のボラティリティが高ければ、低炭素・脱炭素投資により大きなリターンが求められる
- 電力自由化の下、価格指標のボラティリティが大きければ、設備費の大きな電源（低炭素・脱炭素電源）への投資には、より大きなリターンが求められる
- 四半期決算などの下では短期の投資回収が志向されやすい

Jorgensonの新古典派投資理論において企業の最適化行動を考慮して定式化された資本のユーザーコストは、資本財からのサービスを得るために投資家が支払わなければならない費用として定義され、以下の式で表される（一部、簡略化して表示）。機器のレンタル価格にも相当する。

$$P_{kjt}^K = (r_{kjt} + \delta_{kjt} - \pi_{kt}) \cdot P_{kt}^A$$

資本のユーザーコスト( $P_t^K$ )、資本取得価格( $P_t^A$ )、 $t$ 時点における実質利子率等( $r_t$ )、減価償却率( $\delta$ )、資本財価格の変化に伴うコスト( $\pi$ )、資産の種類( $k$ )、国あるいは経済主体( $j$ )資本取得価格( $P_t^A$ )に対する係数( $r_{kjt} + \delta_{kj} - \pi_{kt}$ )は通常、年次化要素(annualization factor)と呼ばれる

- ✓ 経済指標と整合的な形で、様々な資本のユーザーコストの推計もなされている。
- ✓ 「主観的割引率」は、機器等の導入側や制度面に主に焦点を当て、限定合理的な行動等から生じる高割引率について説明を試みているが、「資本のユーザーコスト」は、主に資本財に焦点を当て、合理的な割引率について論じている。
- ✓ 「資本のユーザーコスト」の計測においては、「主観的割引率」で論じられる、限定合理的な要素等は、 $r$ ,  $\delta$ ,  $\pi$ それぞれのパラメータの数値に内包された形で、推計されていると考えられる。

# DNE21+における投資の割引率の想定

投資の割引率(「資本のユーザーコスト」における年次化要素に相当)の想定

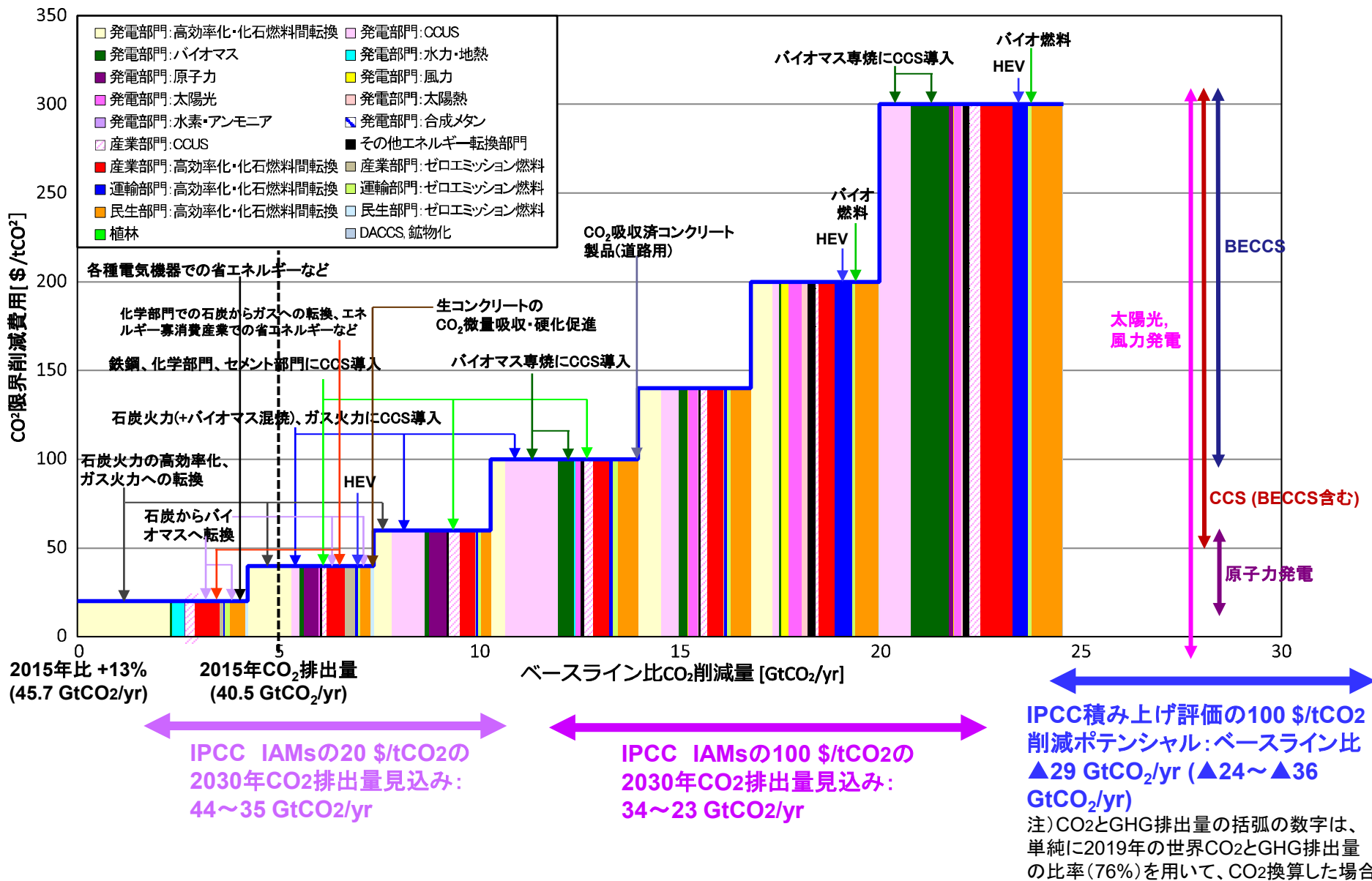
		モデル標準想定 of 割引率
発電		8% ~ 20%
その他エネルギー転換		15% ~ 25%
エネルギー集約産業		15% ~ 25%
運輸	自動車	30% ~ 45%
	(環境購買層)	10%
	トラック、バス等	20% ~ 35%
民生(業務・家庭)	コジェネ	15% ~ 25%
	給湯、冷暖房等	20% ~ 35%
	冷蔵庫、照明等	25% ~ 40%

注) 一人当たりGDPに応じ、地域別・時点別に記載の範囲内で想定。日本は時点に依らず、下限値(赤字)

- ✓ 先述のように、「主観的割引率」の用語は、限定合理的な行動等から生じる高割引率について説明がなされることが多いが、マクロ経済全体との整合性については焦点が当てられていない。他方、「資本のユーザーコスト」における年次化要素(割引率相当)は、経済指標と整合的な形で計測がなされており、より包括的と考えられる。
- ✓ DNE21+はエネルギーシステムとしての全体整合性を重視していることから、誤解を避けるために、ここでは「主観的割引率」とはせず、年次化要素にあたる「投資の割引率」として記載している。

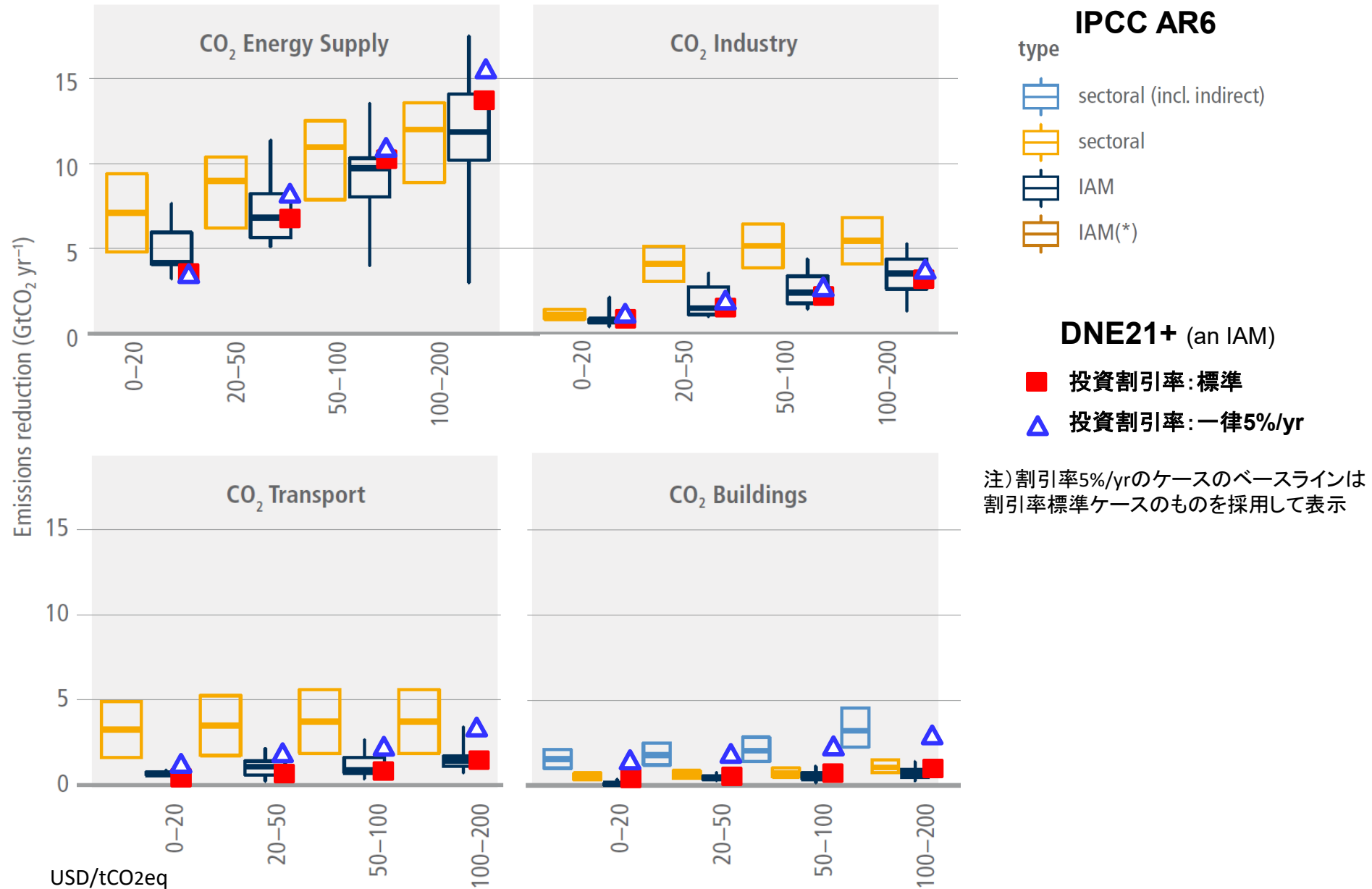


# 世界の2030年の部門別・技術別の排出削減ポテンシャル・コスト —標準技術シナリオ・標準割引率—



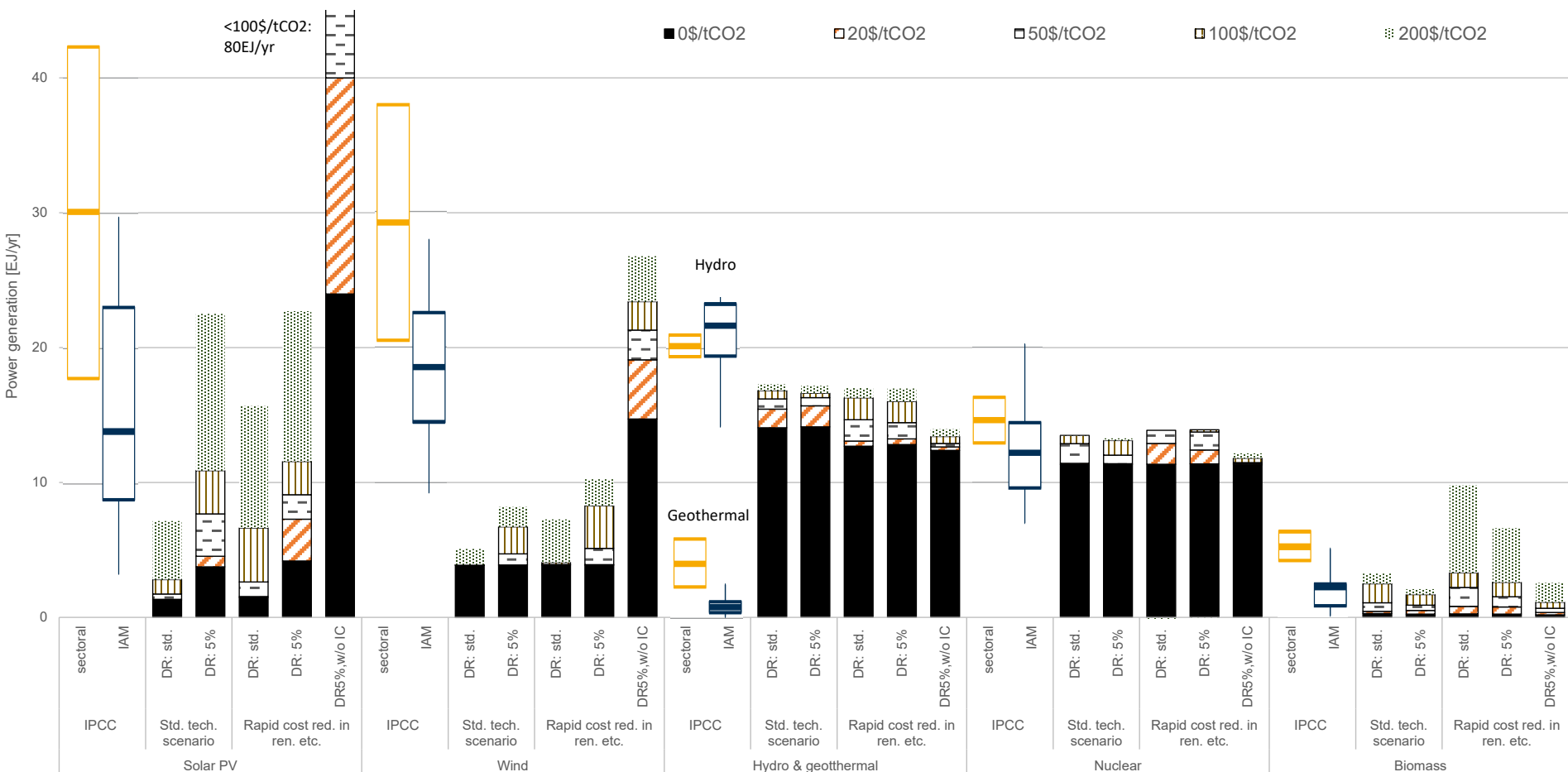
# 2030年の部門別の排出削減ポテンシャル・コスト: IPCC比較

## —標準技術シナリオ—



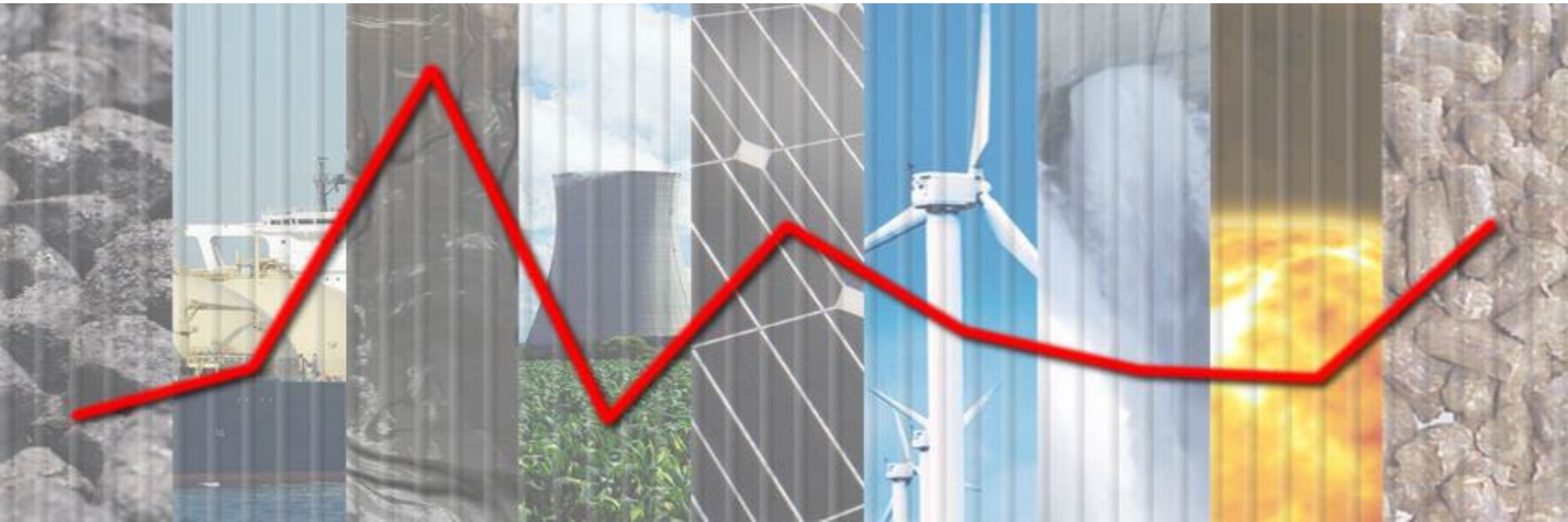
# 2030年の各種エネルギー供給技術の導入量:IPCC比較

## 一標準技術シナリオ・再エネ等コスト低減シナリオ一



- ✓ RITEの推計は、IPCC IAMsと整合的な水準
- ✓ 割引率を5%/yrと想定すると、IPCC部門別・技術別推計に近くなる。
- ✓ ただし、DNE21+モデルでは、系統対策費用の考慮があるため、太陽光、風力発電については、若干、小さい推計となる傾向有。系統統合費用をゼロと想定すると(IPCCの積み上げ評価と同様)、IPCC積み上げ評価と同等以上の太陽光、風力発電の経済的ポテンシャルが推計される。

## 4. 移行経路





- 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°C 2060-70年頃、2°C 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°C、1.5°C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、2024年1月24日に公表

# シナリオ想定（概略）

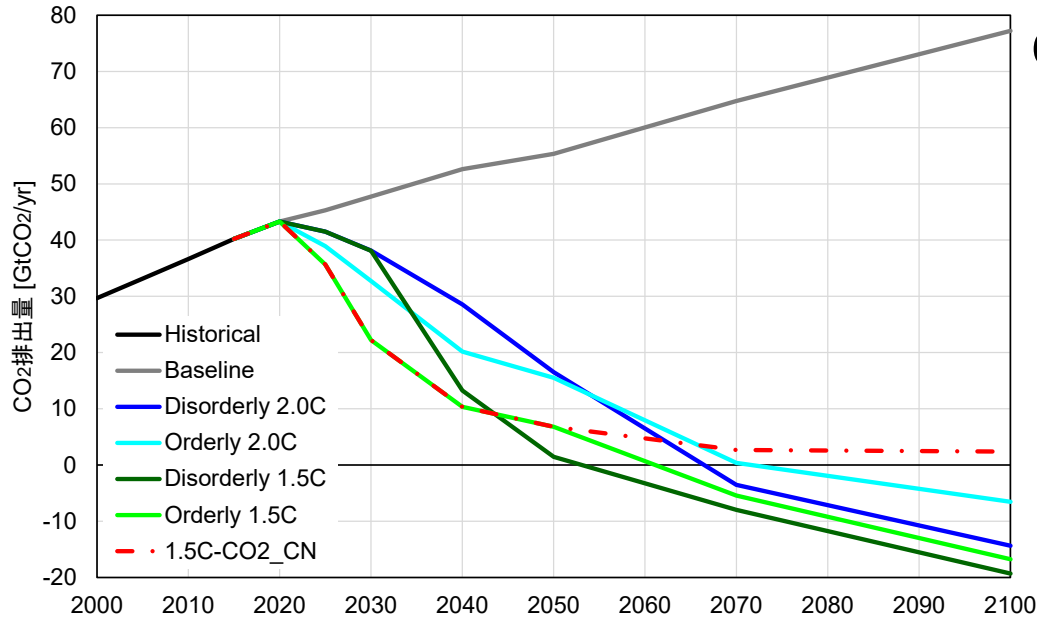
シナリオ名	気温上昇	政策のスピード#	CDR	再エネ, EV	政策の地域差	他シナリオとの類似性		
						IPCC AR6	NGFS(2022)	IEA
<b>Disorderly Below 2 °C</b>	1.7~1.8°C (ピーク:1.8°C、 2100年 1.7°C)	遅 (2030年 NDC)	中	中位 進展	大(主要 先進国 2050年 CN)	Likely below 2 C, NDC [C3b]	Disorderly: Delayed Transition	APS (WEO 2022)
<b>Orderly Below 2 °C</b>	1.7°C程度	早(2030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)
<b>Disorderly 1.5 °C</b>	1.4°C (ピーク:1.7°C、 2100年 1.4°C)	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)*	
<b>Orderly 1.5 °C</b>	1.4°C (ピーク:1.6°C、 2100年 1.4°C)	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	
<b>1.5C-CO2_CN</b>	1.5°C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 CO2)	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

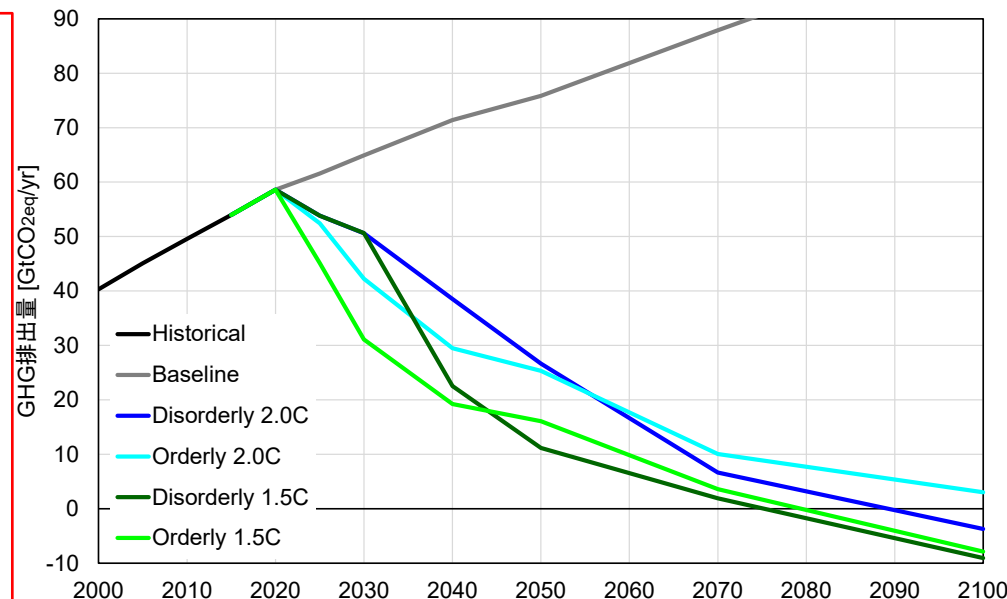
- ✓ **パリ協定2°Cおよび1.5°Cと整合的で、かつ、既存の国際機関等の排出パスとも整合的なシナリオを想定**
- ✓ **その中で、将来の技術進展の幅についてもある程度カバーし得るシナリオを想定**

# 分析シナリオの世界排出経路



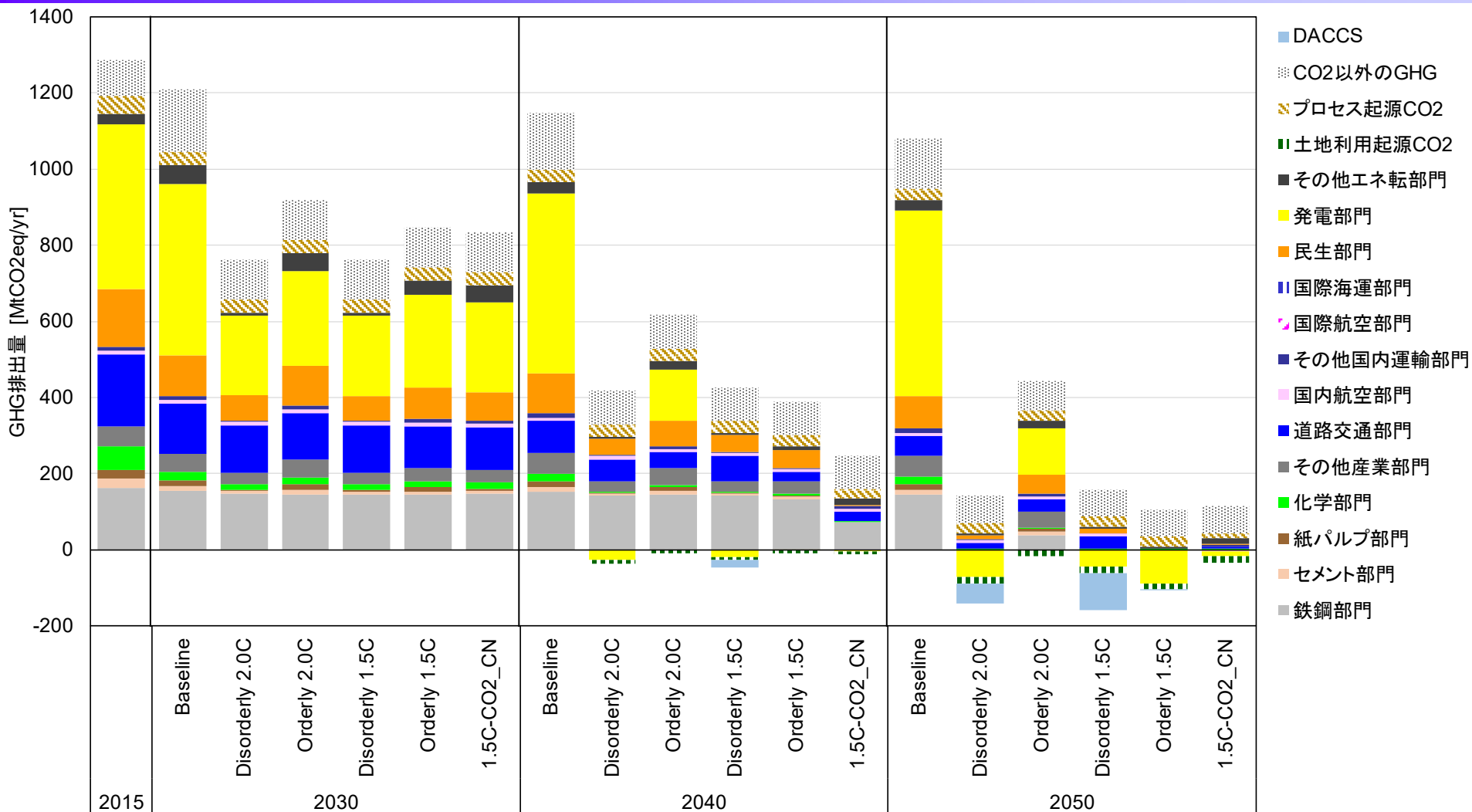
CO2

GHG



- ✓ CO2では1.5°Cシナリオでは2050～2060年頃に実質ゼロ、GHGでは2075～80年頃に実質ゼロ
- ✓ 2.0°Cシナリオでは2065～80年頃に実質ゼロ、GHGでは2090～2100年頃に実質ゼロ
- ✓ 2030年のNDCsのGHG排出量評価は51 GtCO2eq./yr
- ✓ 現実の世界排出量からは、とりわけ、Orderly 1.5C、1.5C-CO2\_CNの2030年頃の経路の実現は厳しくなっていることには留意が必要

# GHG排出量（日本）

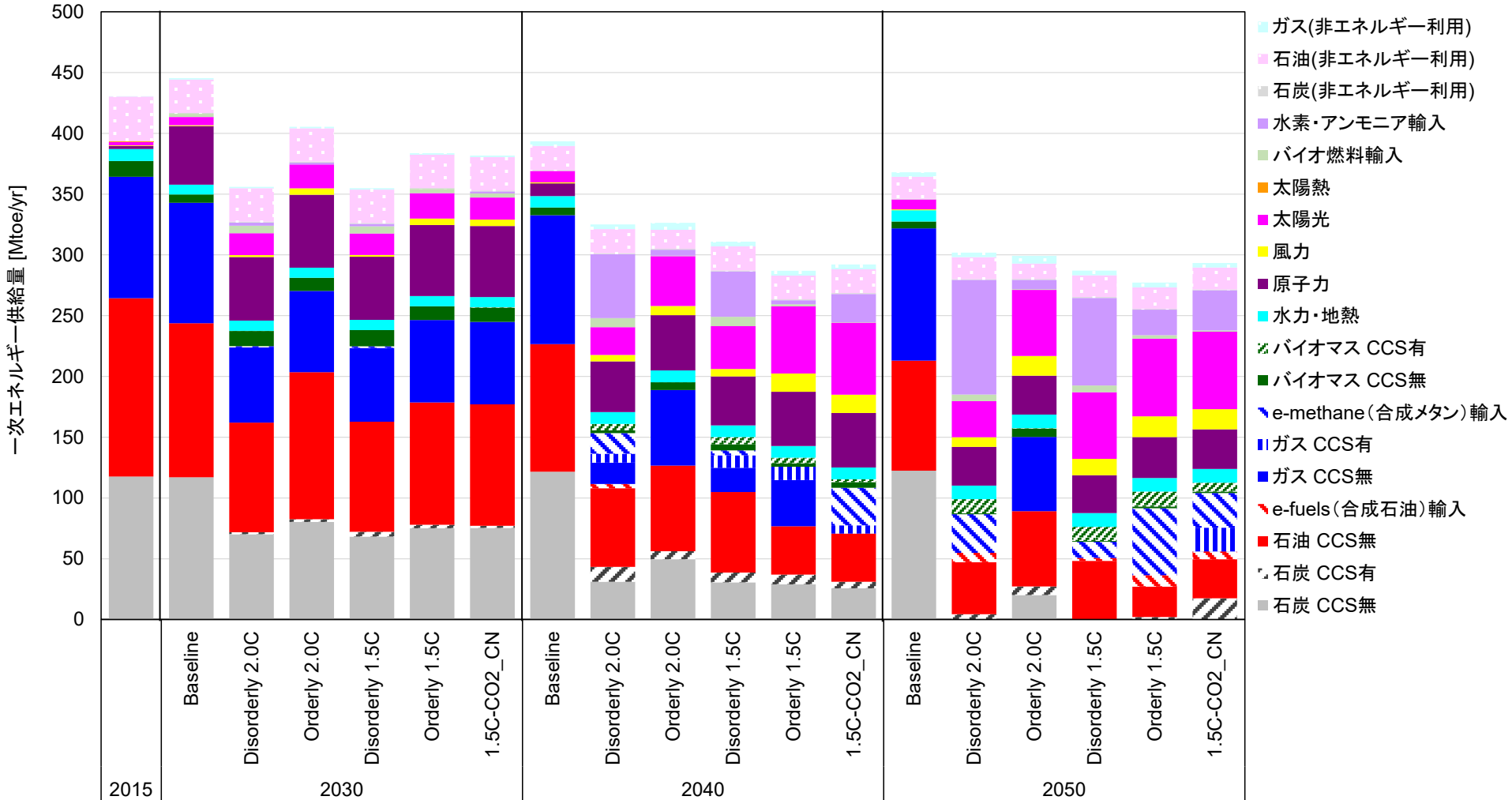


注) 1.5C-CO2\_CNはCO2のみの分析をしており、グラフ中のCO2以外のGHG排出量は便宜上、Orderly 1.5Cの数値を掲載

- ✓ GHGでCNとする2050年においては、DACCSや土地利用起源CO<sub>2</sub>(植林によるCO<sub>2</sub>固定)の活用の他、発電部門からのCO<sub>2</sub>排出を正味負とする(BECCSやe-メタン+CCS)といった対策がみられる。
- ✓ 2050年にGHGでCNを想定していないOrderly 2.0Cにおいては、全体で2013年比▲69%程度。発電部門や鉄鋼部門からのCO<sub>2</sub>排出も正である。

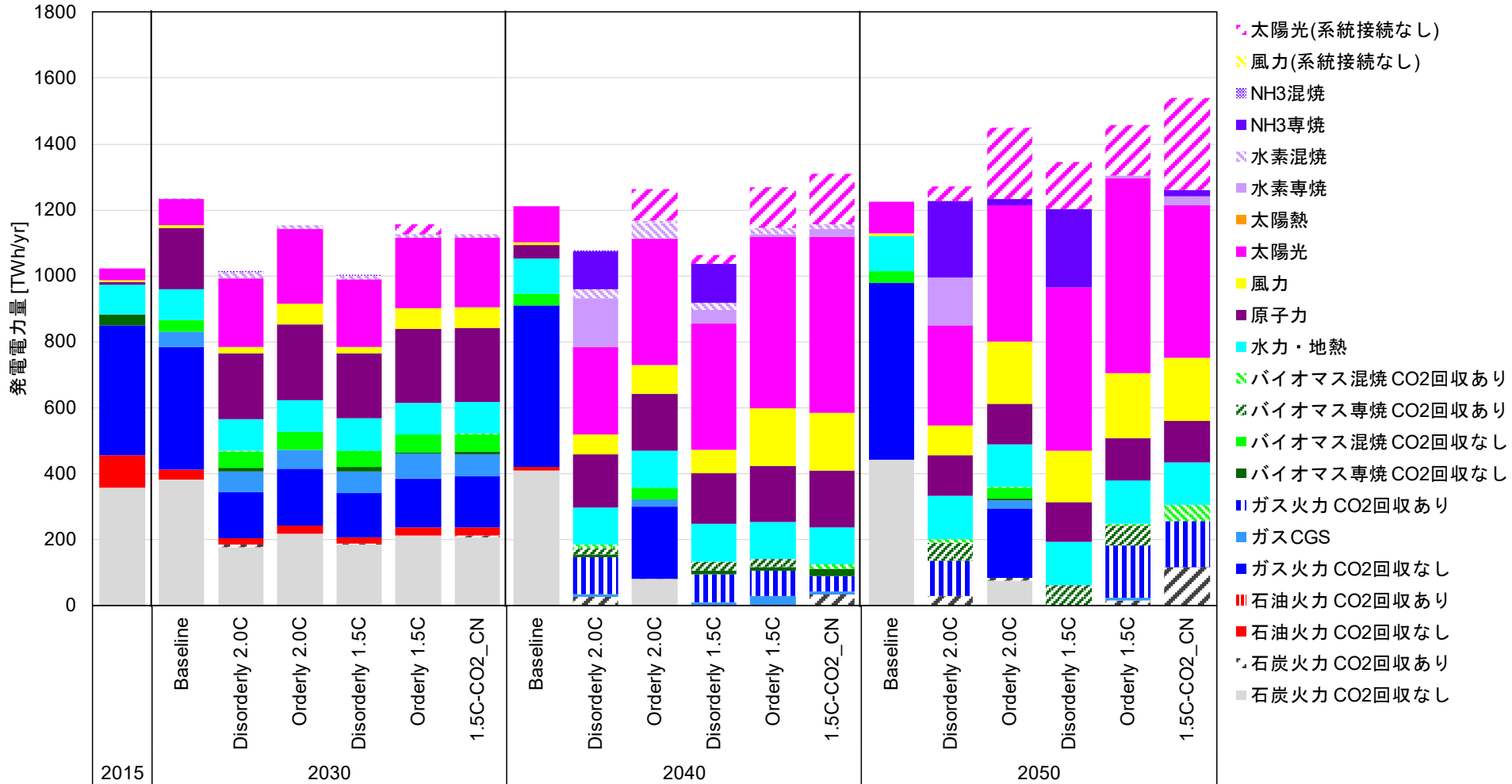


# 一次エネルギー供給量（日本）



- ✓ 水素・アンモニアの他、合成メタンやバイオ燃料を輸入して利用することが費用効率的（日本はCN達成としており、他国よりCO2限界削減費用が高いため）。但し、Orderly 2.0C（2050年に2013年比▲69%程度）では、その量は相対的に少ない。
- ✓ 2050年にGHG CNのシナリオでは、CCS有も含めて石炭はほとんど利用されない。ただし、Orderly 2.0Cでは一部のみ、CCS無し石炭も残っており、CCS無しガスは相応に残っている。
- ✓ 1.5C-CO<sub>2</sub>\_CNの下でも、水素・アンモニアの他、合成メタンやバイオ燃料を輸入して利用することが費用効率的。

# 発電電力量 (日本)

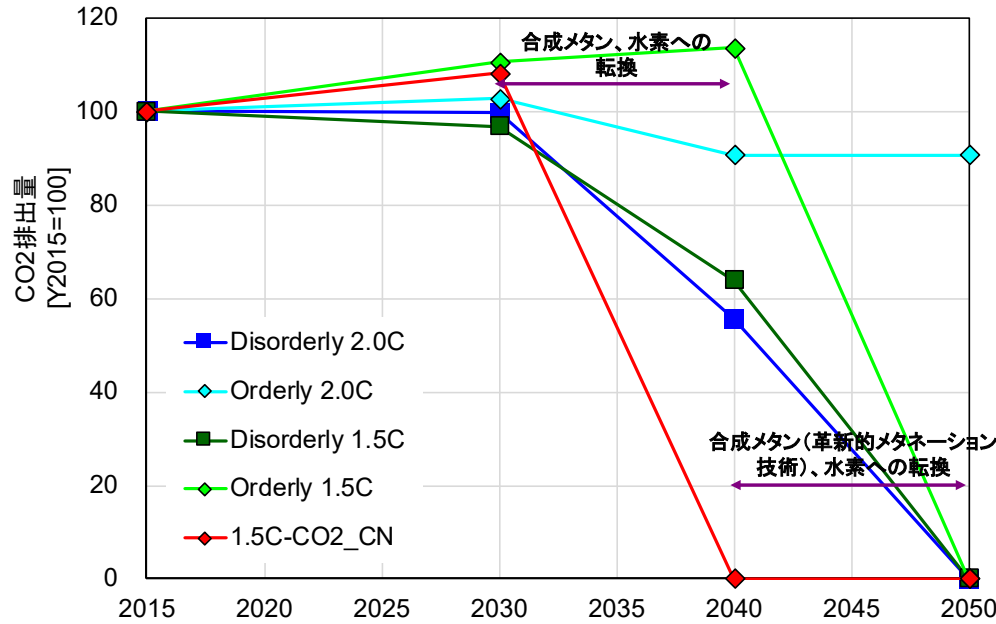


- ✓ 発電電力量は、とりわけ厳しい排出削減シナリオ下で上昇傾向有
- ✓ 太陽光等の再エネの普及拡大やCCSの利用の他、輸入した水素・アンモニアによる発電が行われる。また、ガス火力発電は、2050年において、Orderly 2.0C以外のシナリオの下ではe-メタンが利用されている。
- ✓ 太陽光、風力発電の更なるコスト低減を見込んでいるOrderly 1.5Cでは、より普及が進む結果
- ✓ 1.5C-CO<sub>2</sub>\_CNでは、BECCS及びe-メタン+CCSの制約により、CCS付き石炭火力の比率が上昇

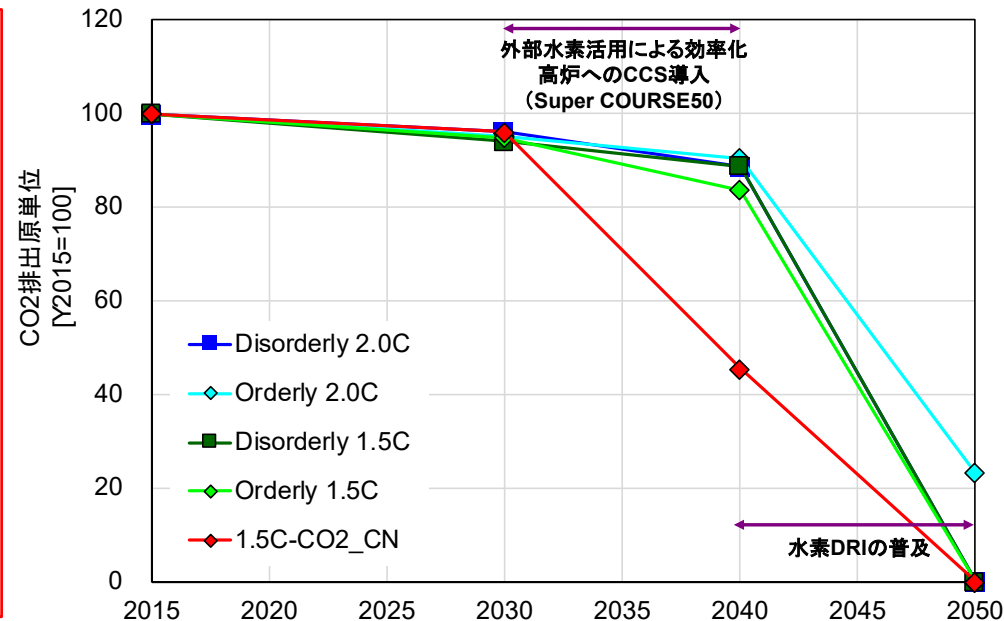
# 部門別トランジションロードマップの策定：部門別の例

出典) RITE HP (2024)

## ガス部門(日本)



## 鉄鋼部門(日本)

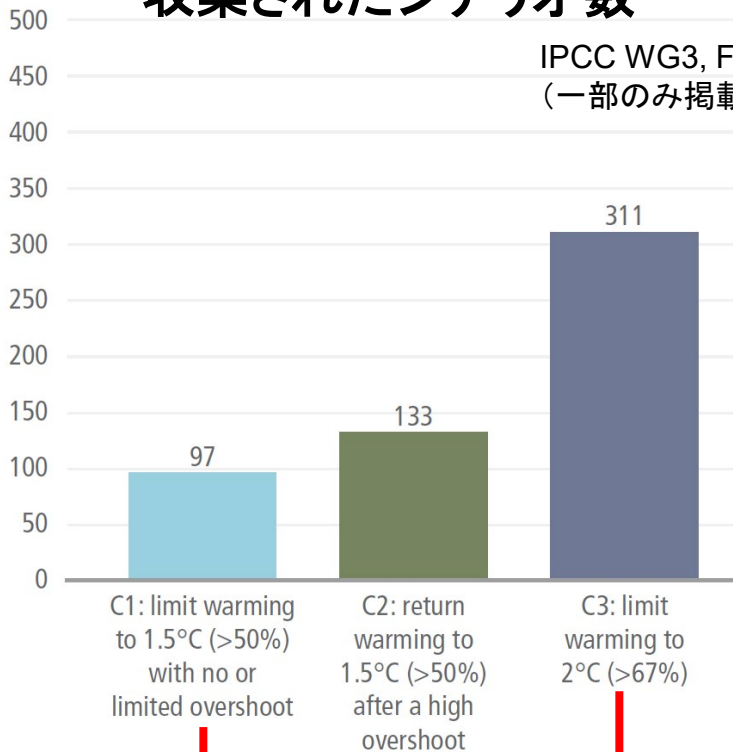


- ✓ CN(正味ゼロ)に至る経済合理的な経路は、国、部門によって一律ではない。
- ✓ 例えば、ガス部門では2030-40年頃まで排出増を許容した方が、全システムとしては合理的な対策となる場合もある。同様に、鉄鋼部門では2040年頃までの排出原単位の低減は緩やかな方が合理的
- ✓ 世界と調和しない無理な排出削減は、産業、CO2の海外へのリーケージをもたらし、世界全体の排出削減には逆効果ともなり得る。
- ✓ なお、2021-22年度に政府が策定した部門別トランジションロードマップと、本モデル分析での2°C、1.5°Cシナリオと整合的な日本の部門別シナリオとは大きな差異がなく、概ね整合的と評価される。

- 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°C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。

## 収集されたシナリオ数

IPCC WG3, Fig.3.3  
(一部のみ掲載)



## GHG排出削減率(2019年比%)

IPCC WG3, Table 3.2 (一部のみ掲載)

	2030	2040	2050
<b>C1 [97]</b> limit warming to 1.5°C (>50%) with no or limited overshoot	43 [34-60]	69 [58-90]	84 [73-98]
<b>C2 [133]</b> return warming to 1.5°C (>50%) after a high overshoot <b>IMP-Neg</b>	23 [0-44]	55 [40-71]	75 [62-91]
<b>C3 [311]</b> limit warming to 2°C (>67%)	21 [1-42]	46 [34-63]	64 [53-77]

IPCC 統合報告書, Table SPM.1

COP28言及の数値

注) 赤線、赤字は筆者

		Reductions from 2019 emission levels (%)			
		2030	2035	2040	2050
Limit warming to 1.5°C (>50%) with no or limited overshoot	GHG	43 [34-60]	60 [49-77]	69 [58-90]	84 [73-98]
	CO <sub>2</sub>	48 [36-69]	65 [50-96]	80 [61-109]	99 [79-119]
Limit warming to 2°C (>67%)	GHG	21 [1-42]	35 [22-55]	46 [34-63]	64 [53-77]
	CO <sub>2</sub>	22 [1-44]	37 [21-59]	51 [36-70]	73 [55-90]

An aerial photograph of a cityscape. In the foreground, there is a large green golf course with several trees and a winding road. To the right, there are several modern, multi-story buildings, some with swimming pools on their roofs. The background shows a dense urban area with many high-rise buildings under a clear blue sky. The text '5. まとめ' is overlaid in the center of the image.

## 5. まとめ

# リスク: 混沌とした世界、分断される世界

- ・EU本部付近での農家のデモ(2024年2月26日)  
厳しい排出削減政策でのコスト上昇への抗議  
(欧州委員会は2月6日に2040年▲90%を勧告)



- ・米レンタカー大手ハーツは、2021年頃からテスラ車を大量導入したが、2024年1月に利益を圧迫しているとして3分の1程度を売却すると発表



- ・中国覇権

- ・米国大統領選挙の行方

- ・イスラエル・パレスチナ問題

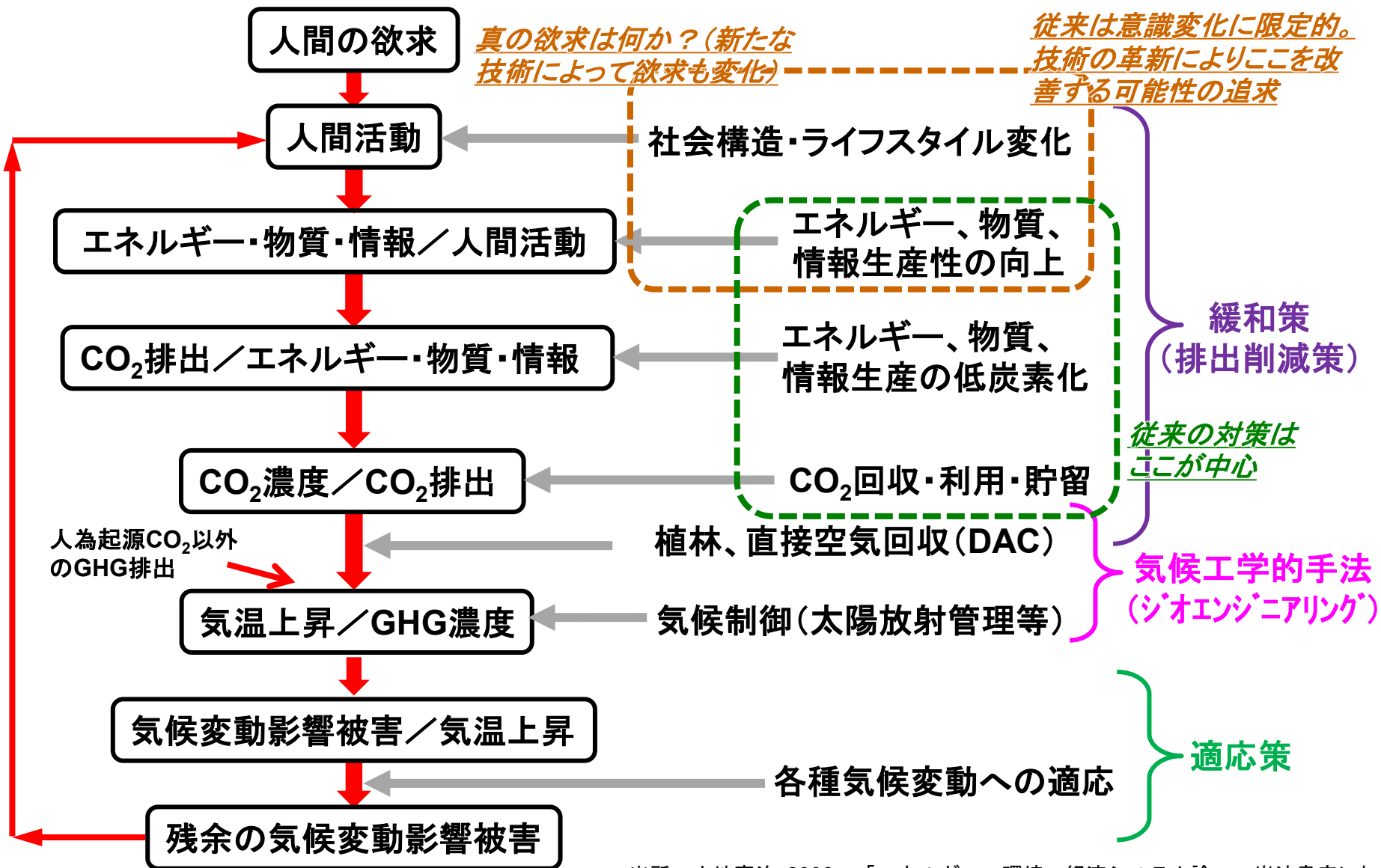


- ・ウクライナ戦争



# 地球温暖化対策の基本構造

様々な段階での不確実性や各種対策の特徴を踏まえながら、総合的なリスクマネジメントが重要





- ◆ 増大する気候変動リスクへの対応のため、正味ゼロ排出の実現を目指すことは必要
- ◆ 他方、国際政治的に1.5°C目標の追求は続いているが、現実的には、1.5°C目標を気温のオーバーシュート無しで実現することはほぼ不可能。柔軟性を持った戦略が必要
- ◆ 日本を含め、主要先進国の排出量は低下をしているが、エネルギー多消費産業、CO<sub>2</sub>原単位の高い産業・プロセスの途上国へのシフトが続いている。そのため、世界全体ではCO<sub>2</sub>排出量が上昇し続けている。これまで欧米の排出が減ってきたのはこの理由が大きい(近年の日本の排出減もこの影響も大きいと見られ、排出が減っているからと単純に喜ばない方がよい)、安全保障上、国内製造回帰の動向もあり、今後は順調には減らないと考えられる。IPCC報告書の2035年で▲60%という数字(COP28でも言及)は、1.5°Cオーバーシュート無のシナリオの場合の数字であり、足下の気温上昇や世界の排出量動向からすると、現実性が極めて乏しい目標ベースの数字。実現性も踏まえつつ柔軟性を有した、排出削減目標を考えるべき。
- ◆ カーボンニュートラルの実現のためには、省エネ、再エネ、原子力、CCUS・CDR(二酸化炭素回収利用貯留・二酸化炭素除去)、そして電化促進に加え、再エネやCCUSの利用拡大に資する、水素、アンモニア、e-methane(合成メタン)、e-fuels(合成燃料)など、様々な対策を組み合わせて、コスト効率的な排出削減を追求することが重要(当初、EUは省エネ、再エネ重視だったが、結局、全方位的な修正を行ってきている。日本は、これまで常に気候変動対策では世界を主導してきており、狭い理念に基づくことが多いEUは常に日本の後追い)
- ◆ 経済・産業を含めてのエネルギー需給全体のシステム的な理解の促進が重要。日本は、エネルギー・資源制約を高度な省エネ技術で克服してきた。CNにおいても、再エネ、CCS・CDRでも、日本は引き続きハンディキャップを負っている。技術の選り好みができるような甘い環境にはない。原子力も必須、そしてDXの活用による低エネルギー需要社会の追求は重要
- ◆ 移行過程(トランジション)を含めて、現実性が伴い、真に実効あるグローバルな排出削減に寄与することが重要。e-methane、e-fuels、アンモニアなど、混合比率を柔軟に変えて対応していくことも重要