

革新的環境技術シンポジウム2025

2025年12月17日

---

# 世界の気候変動対策・政策動向と 次期IPCC報告書展望

---

(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

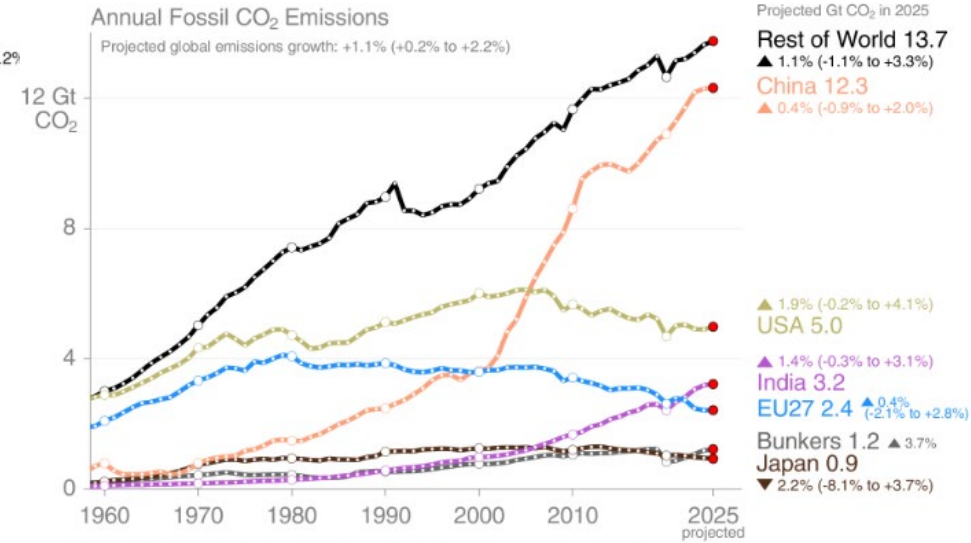
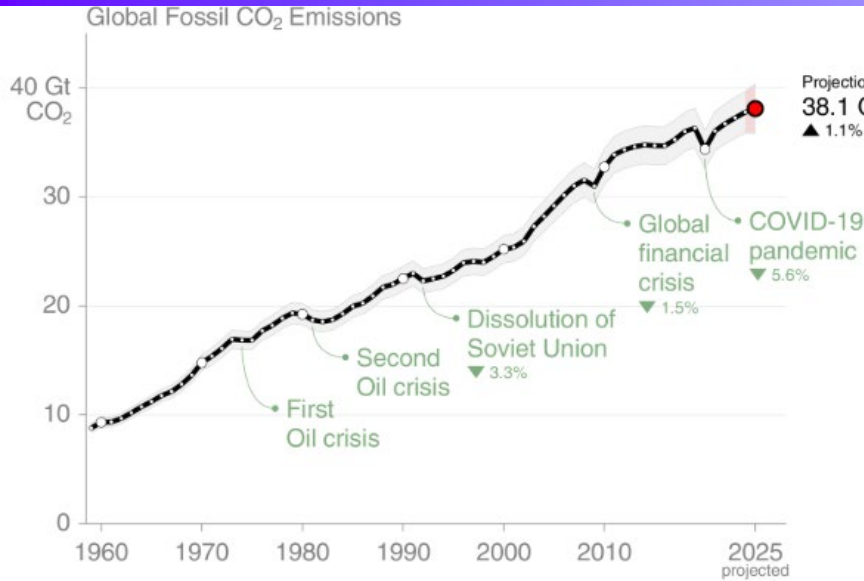


1. 日本および世界の排出動向
  2. 国際情勢を踏まえた排出削減強度に関する感度分析
  3. IPCC第7次評価報告書の展望
  4. まとめ
- 付録

# 1. 日本および世界の排出動向



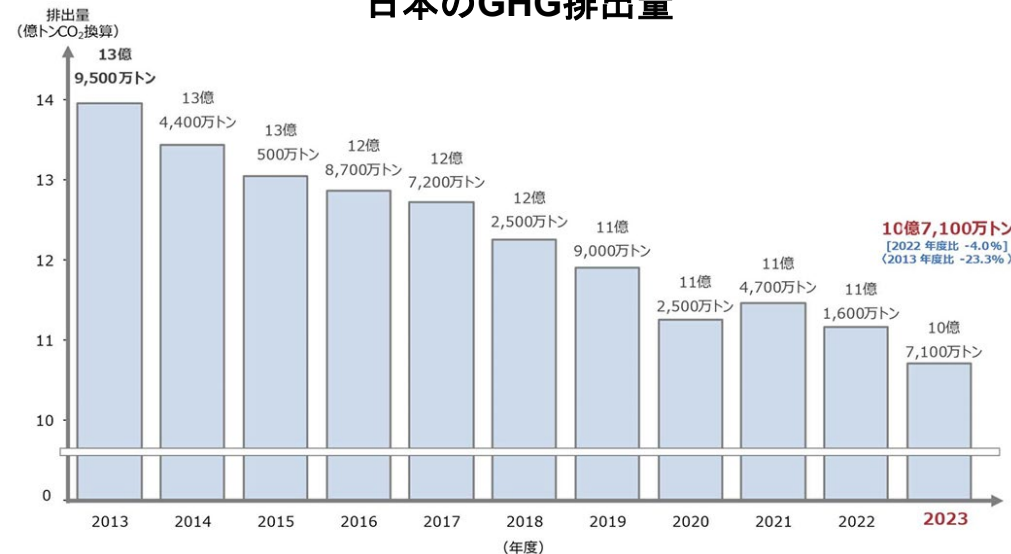
# 世界・主要国のCO<sub>2</sub>排出量の推移



出典) Global Carbon Project, 2025

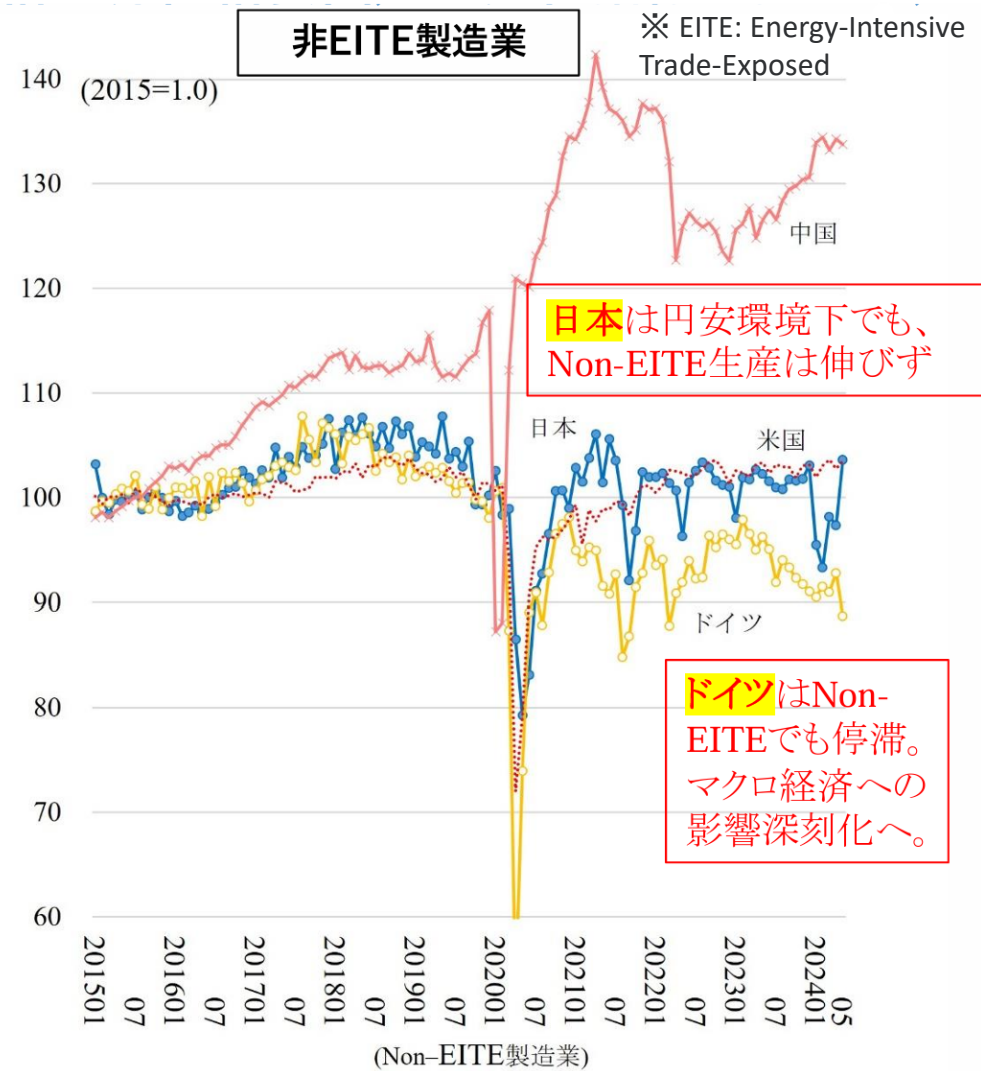
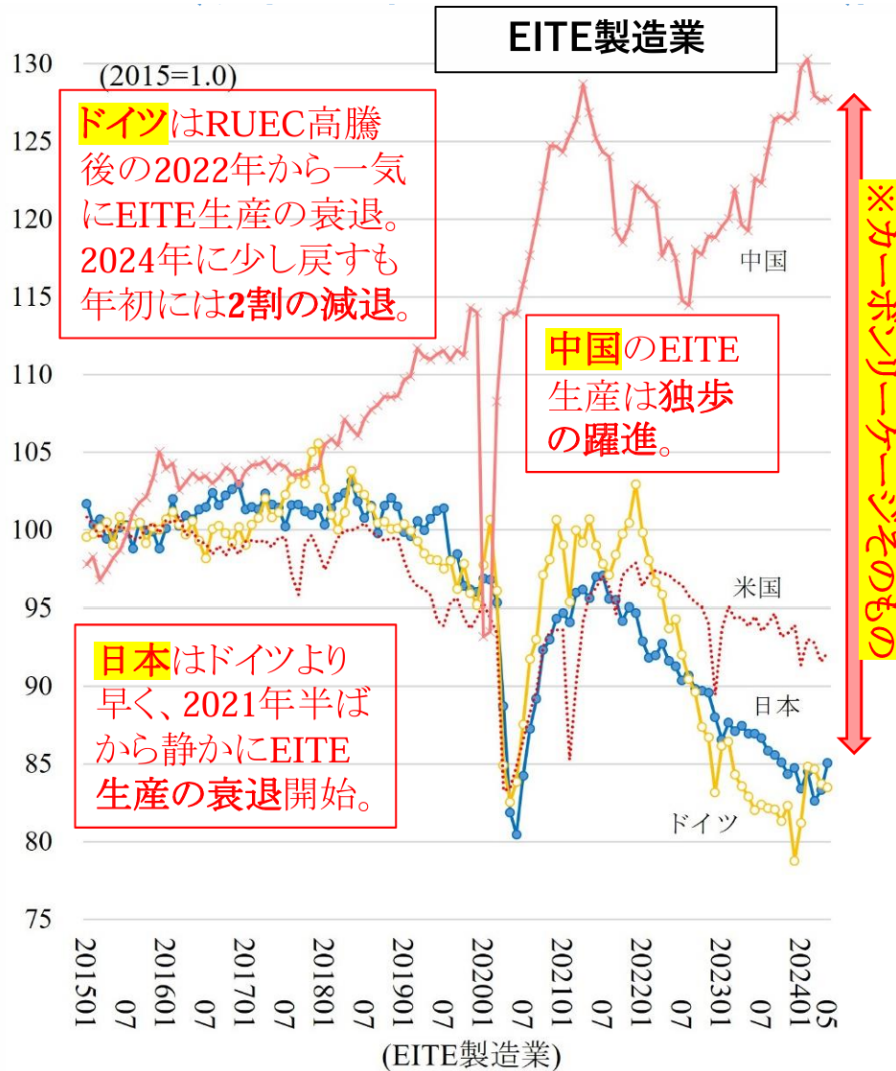
- 世界全体では、経済とCO<sub>2</sub>排出量のカップリングは続いている。世界の排出量を簡単に減らせる状況にはない。
- 先進国から、途上国へ、とりわけCO<sub>2</sub>原単位の高い製造業の移転が起きている。
- 瞬間的とは言え、2024年の世界平均気温は1.5°C上昇を超えた。(おそらく2025年も)

## 日本のGHG排出量



出典) 環境省, 2025

# 日独米中の集計生産指数：産業のリーケージ



エネルギーコスト・モニタリング (ECM) ECM\_JPN\_202407 © 2024 慶應義塾大学産業研究所 野村研究室

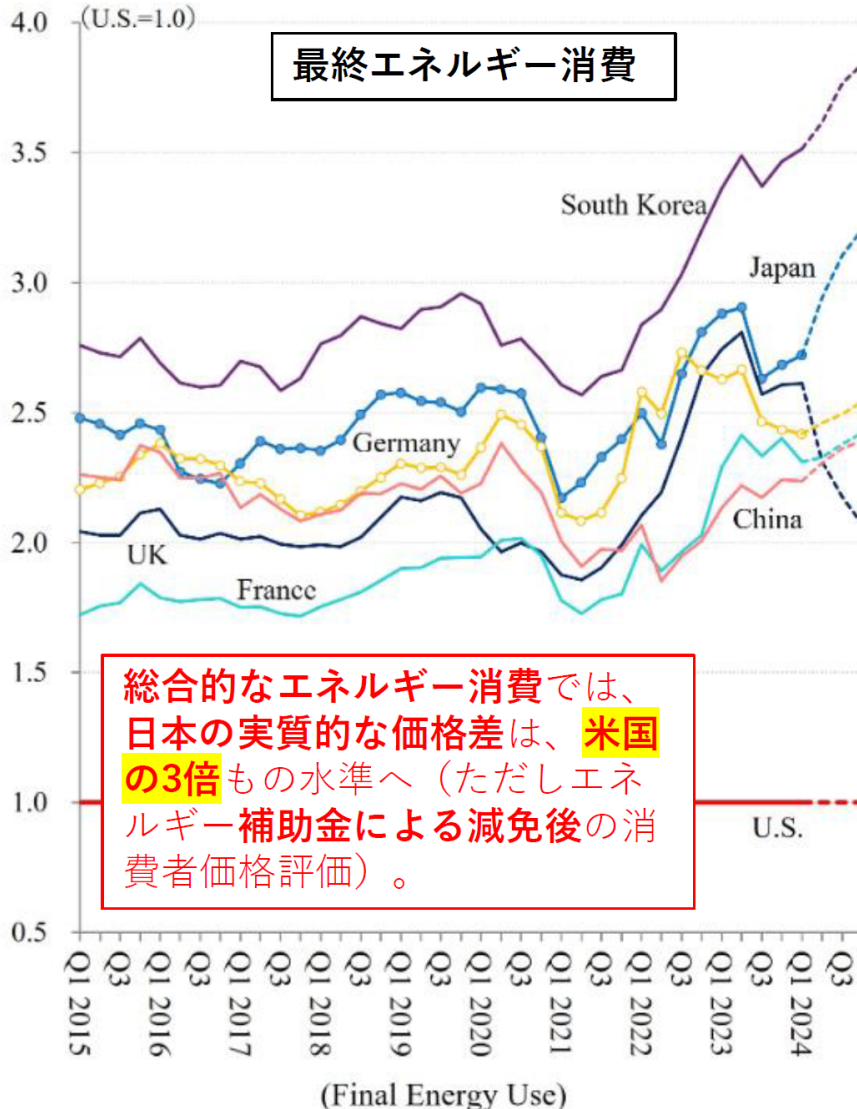
単位：2015年値 = 100。出典：ECM\_JPN\_202407（慶大産研野村研究室，2024年8月3日公表）。測定の詳細はNomura and Inaba (2024) "Post-Pandemic Surges of Real Unit Energy Costs in Eight Industrialized Countries," RCGW Discussion Paper, Research Center on Global Warming, Development Bank of Japan.

出典) 野村浩二, GX専門家WG資料(2024)

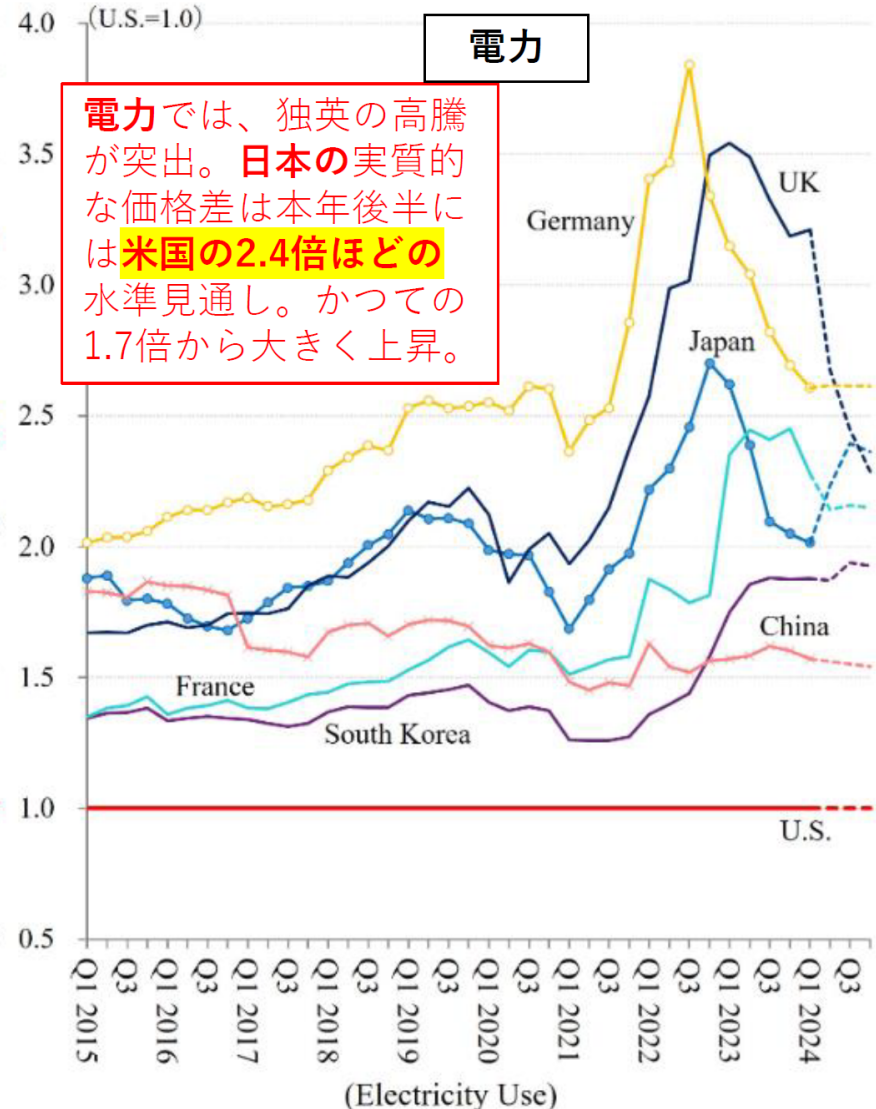


# Real PLI: 実質的なエネルギーの価格の国際格差

## ※ Real Price Level Index



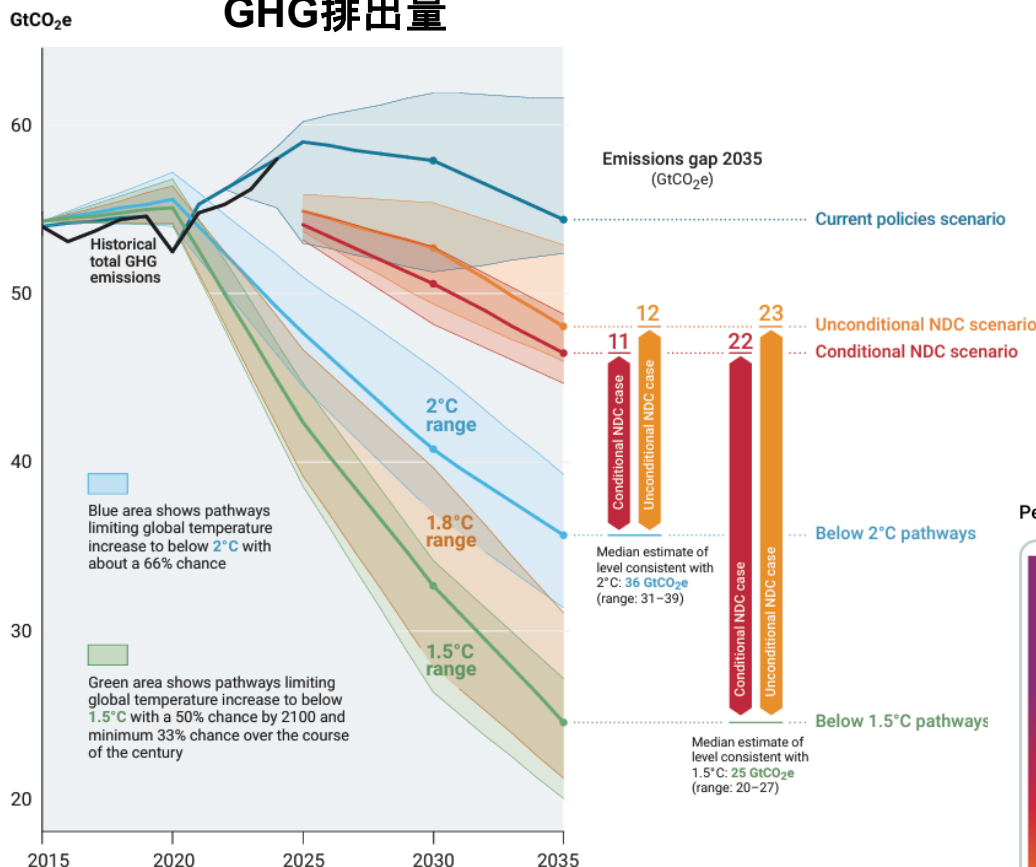
総合的なエネルギー消費では、  
日本の実質的な価格差は、**米国の3倍**もの水準へ（ただしエネルギー補助金による減免後の消費者価格評価）。



電力では、独英の高騰が突出。**日本の実質的な価格差は本年後半には米国の2.4倍ほどの水準見通し。かつての1.7倍から大きく上昇。**

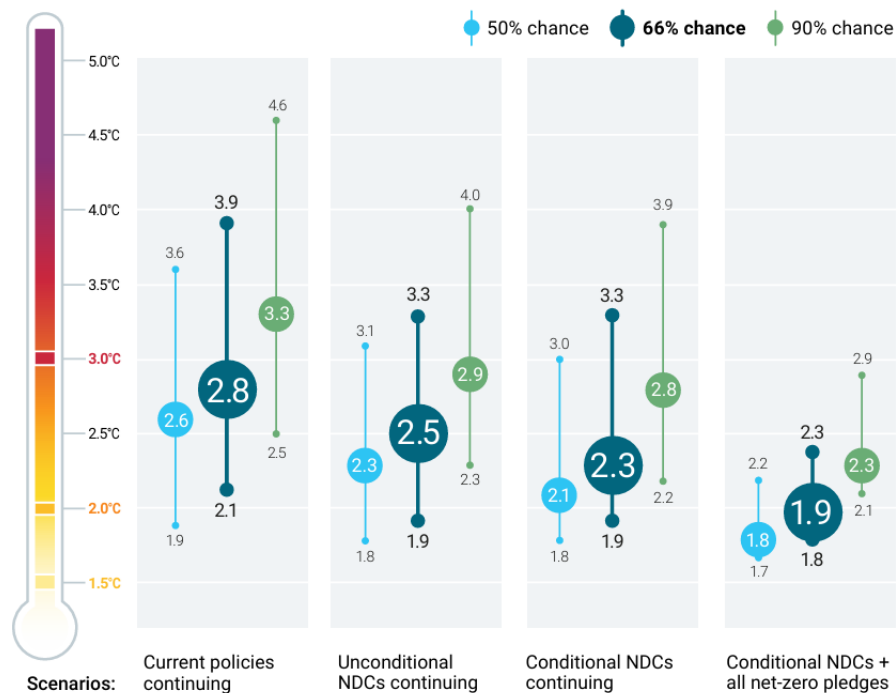
# 1.5°C目標と現状政策とのギャップ

## GHG排出量

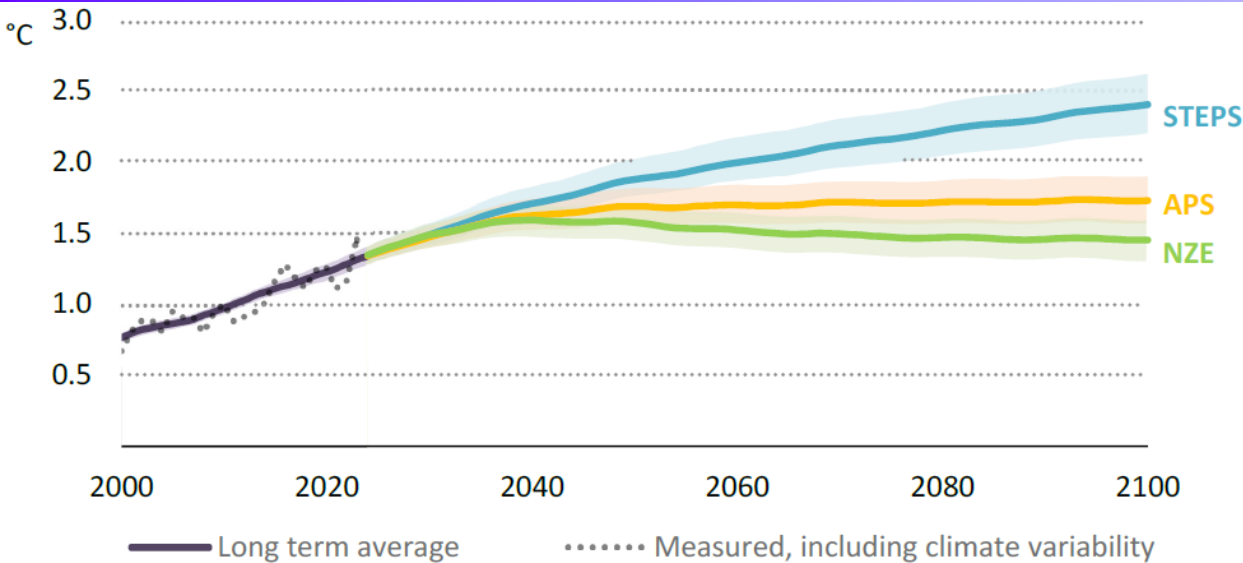


- ✓ 各国NDCの排出削減目標を積み上げても、1.5°Cはもちろん、2°C目標にも遠く届かない状況
- ✓ UNEP (2025)では、現状政策のままでは2100年に2.6°C前後の気温上昇になると推計
- ✓ COP28決定文書ーグローバル・ストックテイクでは「最新のNDCsが完全に実施された場合には2.1~2.8°Cの範囲の上昇」

## Peak warming over the twenty-first century (°C) relative to pre-industrial levels



# IEA World Energy Outlook シナリオ(気温): 2024 vs 2025

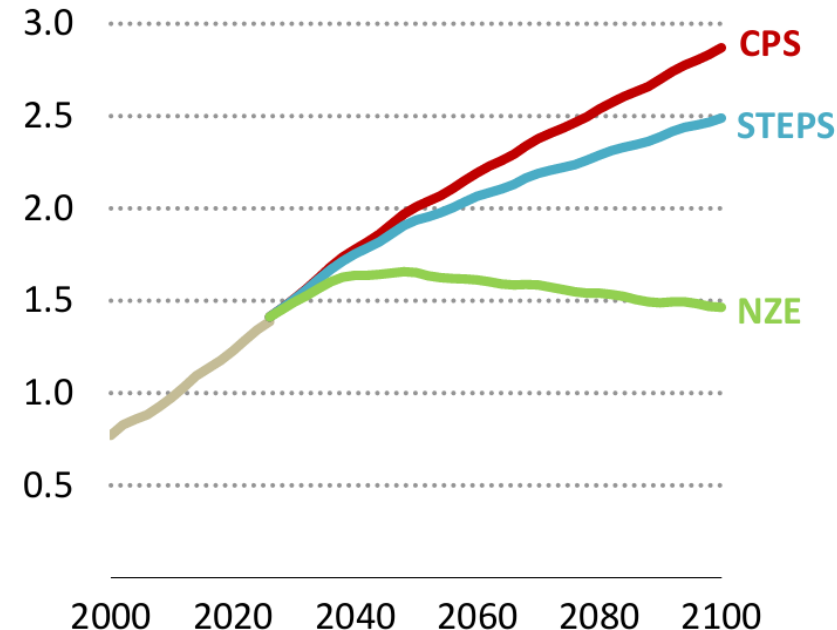


出典) IEA, WEO (2024)

- ✓ IEAは、米国政府の意向も踏まえ、2024年は、STEPS、APS、NZEシナリオだったが、2025年版では、CPSシナリオを復活させる一方、APSを落とし、CPS、STEPS、NZEシナリオの提示とした。
- ✓ また、NZEはこれまで気温のオーバーシュート無し(オーバーシュート0.1°C未満)としていたものの、オーバーシュート無しは現実感がなくなったとして、オーバーシュート有シナリオに変更された。

- ✓ **CPS (Current Policies Scenario)** 既に導入されているエネルギー・気候政策がそのまま実施されるシナリオ
- ✓ **STEPS (Stated Policies Scenario)** 既導入の政策に加え、各国政府が誓約している政策も実施されると想定したシナリオ
- ✓ **APS (Announced Pledges Scenario)** 各国の長期目標を含め、各国が誓約しているエネルギー・気候目標が全て達成されるシナリオ
- ✓ **NZE (Net Zero Emissions by 2050) Scenario** 2050年までにネットゼロCO<sub>2</sub>を達成

Temperature rise (°C)



出典) IEA, WEO (2025)



# 国連グテレス事務総長発言

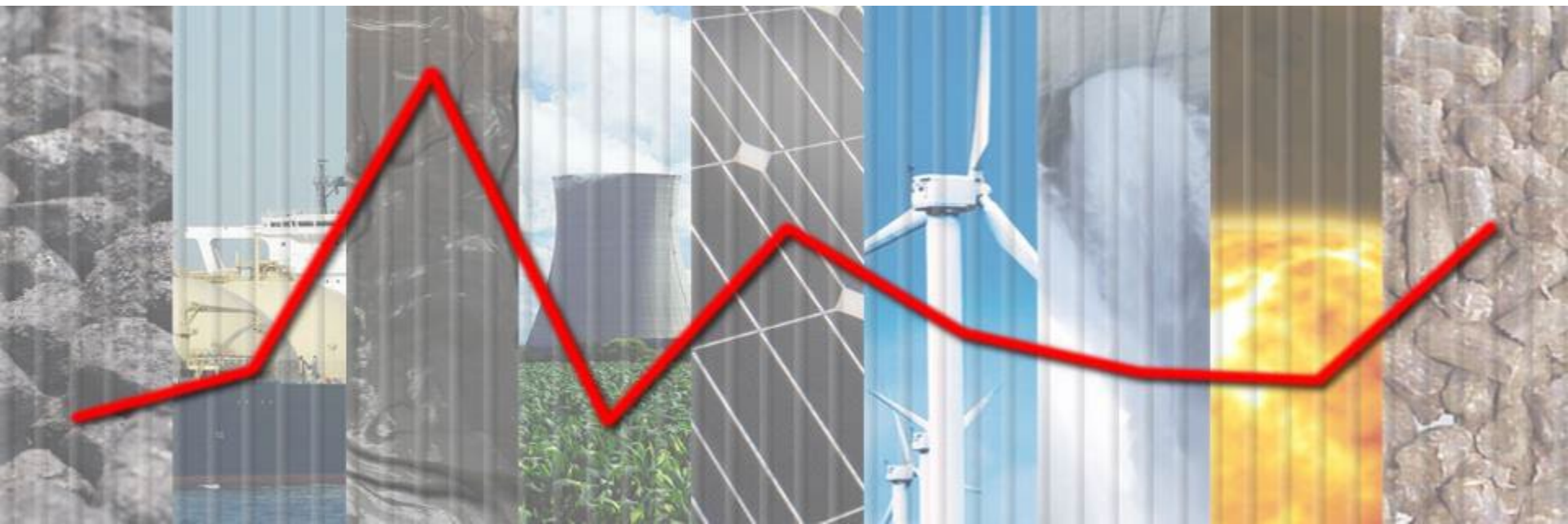


2025年10月22日の発言

- 「一つははっきりしていることがある。今後数年間で地球温暖化を1.5度以下に抑えることはできない」と述べ、
- 「1.5度を超えることは避けられない。つまり、今後数年間で規模や期間の差はあれ、1.5度を上回る期間が訪れるということだ」と続けた。
- その一方で、温室効果ガス排出量をネットゼロに向けて真剣に削減していけば、「私が会ったすべての科学者によれば、世紀末までに1.5度という目標はなお可能だ」とも述べた。

※ なお、IPCCのシナリオ検討等を行っているIntegrated Assessment Modeling Consortium (IAMC)の年次会合(2025年11月11～13日)でのステートメントでも、1.5℃の気温オーバーシュートは不可避との見解が提示された。

## 2. 国際情勢を踏まえた排出削減強度に関する感度分析



## **2.1. 分析モデルの概要とシナリオ想定： 第7次エネルギー基本計画シナリオ と追加シナリオ**

# 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<sub>2</sub>削減技術のシステムの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<sub>2</sub>(ただしCO<sub>2</sub>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<sub>2</sub>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<sub>2</sub> 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

# シナリオの想定

排出削減シナリオ		シナリオ名	政府シナリオ名	シナリオ概要
排出 制約 シナ リオ	2030年▲46%+ 2040年▲73%+ 2050年CN (世界1.5°C未満)	成長実現 シナリオ	革新技術 拡大	排出削減対策が広範に順調に技術進展する。国際的な排出削減協調も順調で、日本の国際的な相対的エネルギー価格差が適度に収まる。日本の温暖化対策技術が海外にも広く普及。経済と環境の好循環を実現し得る。
		再エネシナリオ	再エネ拡大	再エネの社会共生制約小・コスト低減加速
		水素系燃料 シナリオ	水素・新燃 料活用	合成メタン(e-methane)・合成燃料(e-fuels)・アンモニアを含め、水素系エネルギーのコスト低減加速
		CCSシナリオ	CCS活用	CO2貯留の社会障壁小。経済合理的な範囲で広範に普及
		低成長シナ リオ	—	技術進展が漸進的。CN対策のため、他国との日本の国際的な相対的エネルギー価格差が拡大。産業の海外移転進展し、経済の大幅な停滞リスク発現
炭素 価格 シナ リオ	技術進展等の不確実性下でのリスク対応の経済と環境の好循環シナリオ (政策目標としては、2040年▲73%+2050年CNだが、政策変数としては排出削減費用をターゲットとし、技術・社会情勢の不確実性により、結果としての排出量は変化)	排出上振れ リスクシナリオ	技術進展	技術進展は「成長実現シナリオ」相当が実現できず、再エネ、CCS・CDR、水素系エネルギー、原子力等の技術進展・普及が抑制的。そのため、海外との相対的なエネルギー価格差が広がることから、経済と環境の好循環維持のため、炭素価格政策水準も抑制的となる社会像。炭素価格の想定はNGFS NZE2050(高位)
	経済の優先度をより高めたシナリオ (1.5°C、2050年CN目標からの離脱。誓約済み政策のみ実行)	排出上振れ 大シナリオ	—	同上。炭素価格の想定はIEA NZE(低位)
		誓約政策実行 シナリオ	—	同上。炭素価格の想定は、誓約済み政策のみの実現を想定したIEA STEPS (Stated Policies Scenario) 相当

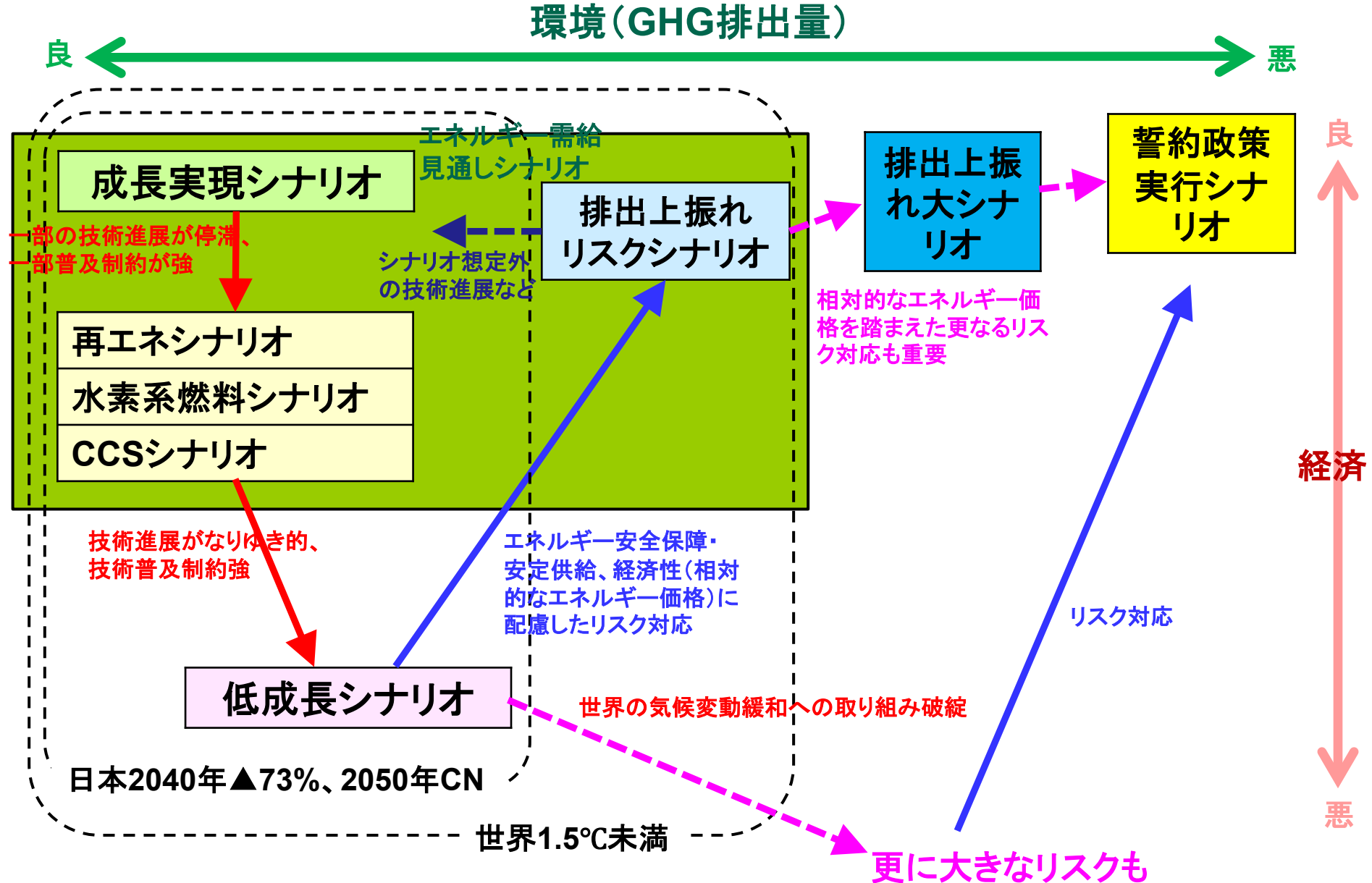


# シナリオの想定：技術想定等

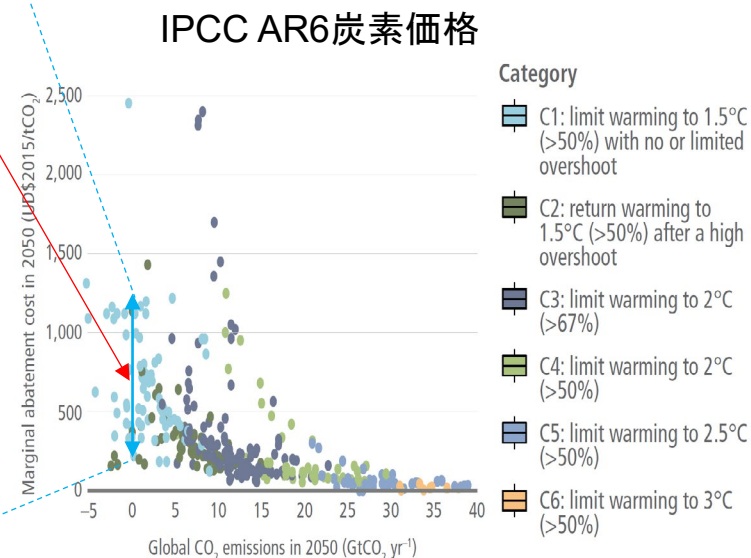
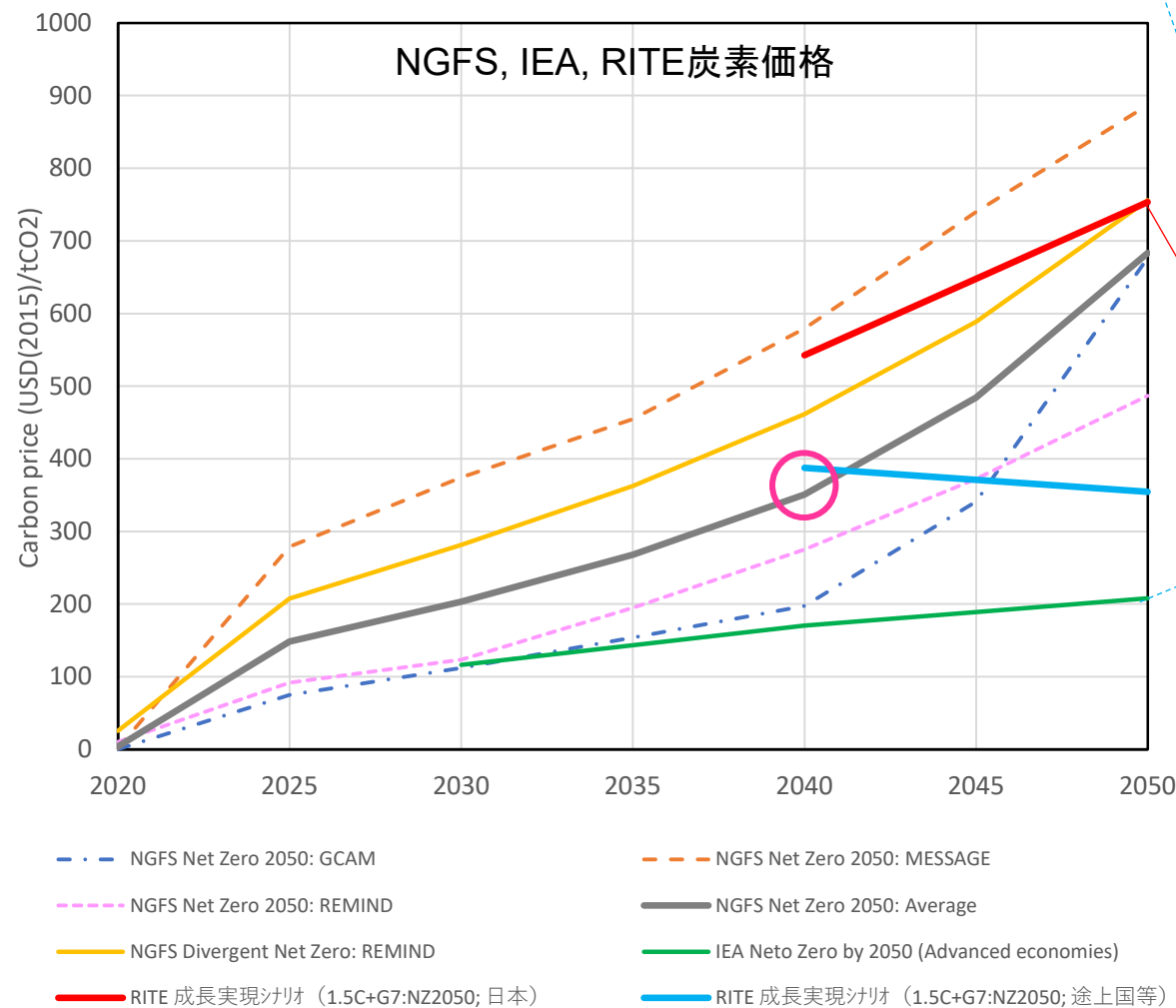
シナリオ	潜在的 経済成長	GHG排出 削減制約	原子力	再エネ		CCS／CDR	水素・アン モニア	合成燃 料	データセン ター等 IT 需要	自動車	鉄鋼	鉄鋼・化学・ 自動車等の 生産量の展 望：炭素価 格による生 産量低下
	所得効果、人口・なり ゆき産業構造 変化等	GHG排出 削減によつて誘発され る炭素価 格	【上限 (2050年)】 低位：現状 60年運転 延長炉 中位：10% (2040年 20%程度) 高位：20%	【ポテンシャル】 低位：太陽光(上 限：現状比2倍)、 陸上風力制約強 (上限：3倍) 高位：太陽光、陸 上風力制約弱(上 限：現状比4倍)	【コスト】 中位/ コスト低減 加速	【年間貯留ポテ ンシャル(2050 年)上限】 低位：1.2億トン 高位：2.4億トン	【コスト】 中位/ コスト低減 加速	【コスト】 中位/ コスト低減 加速	将来シナ リオ (外生)	【EV】 中位/ コスト低減 加速	水素 DRI 普及 速度	
成長実現シナリオ	GDP高 位 (内閣府 「成長実現ケース」)	世界全体 で1.5℃目 標、日本 2030年 ▲46%+ 2040年 ▲73%+ 2050年 ▲100%	高位	高位 (最適化計算結果として中位)	コスト低減 加速・洋 上収斂	高位	コスト低減 加速	コスト低減 加速	高位	コスト低減 加速	高位	小 (中弾性 (DEARS))： 成長実現シ ナリオの結果をすべてに適用
再エネシナリオ			中位	高位 (最適化計算結果として高位)	コスト低減 加速・洋 上収斂	低位	中位	中位	高位	コスト低減 加速	高位	
水素系燃料シナリオ			中位	高位	中位	低位	コスト低減 加速	コスト低減 加速	高位	中位	高位	
CCSシナリオ			中位	高位	中位	高位	中位	中位	高位	中位	高位	
低成長シナリオ			低位	低位	中位	低位	中位	中位	中位	中位	中位	大 (高弾性＋ RAS法)
炭素価格シナリオ		炭素価格	中位	高位	中位	低位	中位	中位	高位	中位	中位	小

※ 2030年は炭素価格シナリオでは炭素価格を想定。その他シナリオでは▲46%を想定。また電源構成比率は第6次エネルギー基本計画のエネミックスで制約。ただし、誓約政策実行シナリオは、2030年エネミックス制約は想定せず、原子力比率上限を15%とした制約のみを考慮

# 各シナリオの位置づけ



# 排出上振れシナリオで想定した炭素価格(1.5°C/2050年CN)



注1)NGFS: Network for Greening the Financial System(気候変動リスク等に係る金融当局ネットワーク)

注2)表示は、米国消費者物価指数を用いて2015年価格に変換している。

注3)IEA NZEシナリオも著名だが、特異に安価な炭素価格推計となっている。

- ✓ NGFSでは3モデルによってシナリオ分析・策定している。RITEの成長実現シナリオの日本のCO<sub>2</sub>限界削減費用は、REMINDモデルのDivergent Net Zero(国間で限界削減費用の差異有)に近い。
- ✓ 他方、Net Zero 2050シナリオ(国間の炭素価格均等化)の限界削減費用の3つのモデル平均値は少し低い水準。NGFS Net Zero 2050シナリオの3つのモデルの平均炭素価格の場合の日本の排出量を推計

# IEA WEOシナリオにおける炭素価格： 排出上振れ大シナリオ、誓約政策実行シナリオ

USD (2023, MER) per tonne of CO <sub>2</sub>	2030	2035	2040	2050
<b>Stated Policies Scenario</b>				
Canada	126	126	126	126
Chile and Colombia	21	24	28	28
China	39	43	46	52
European Union	140	145	149	158
Korea	56	65	73	89
<b>Announced Pledges Scenario</b>				
Advanced economies with net zero emissions pledges*	135	160	175	200
Selected emerging market and developing economies with net zero emissions pledges**	40	65	110	160
Other emerging market and developing economies	-	6	17	47
<b>Net Zero Emissions by 2050 Scenario</b>				
Advanced economies with net zero emissions pledges*	140	180	205	250
Selected emerging market and developing economies with net zero emissions pledges**	90	125	160	200
Selected emerging market and developing economies without net zero emissions pledges	25	50	85	180
Other emerging market and developing economies	15	25	35	55

## 誓約政策実行シナリオの炭素価格想定

日本は韓国の  
炭素価格を援用

## 排出上振れ大シナリオの炭素価格想定

\* Includes all OECD countries except Mexico. \*\* Includes China, India, Indonesia, Brazil and South Africa. \*\*\* Regions excluding OECD countries, selected emerging market and developing economies with net zero emissions pledges, developing Asia and sub-Saharan Africa.

Note: MER = market exchange rate. Values are rounded.

# 世界全体の排出量・気温上昇

		2040年GHG 排出削減率 (2019年比)	CO2排出量の 正味ゼロ 排出実現時期	気温上昇	
				ピーク	2100年
IPCC C1:1.5°C オーバーシュート無もしくは小		69 [58–90] %	2050–55年	1.6°C [1.4–1.6]	1.3°C [1.1–1.5]
IPCC C2:1.5°C オーバーシュート有		55 [40–71] %	2055–60年	1.7°C [1.5–1.8]	1.4°C [1.2–1.5]
分析 シナ リオ	2040年▲73%+2050年 CN	62 % (Iネ起CO2:71– 72%)	2050–55年	1.7°C	1.4°C
	炭素価格シナリオ (排出上振れシナリオ)	52 % (Iネ起CO2:54%)	2050–55年	1.7°C	1.5°C
	炭素価格シナリオ (排出上振れ大シナリオ)	24% (Iネ起CO2:8%)	—	2.4°C	2.4°C
	誓約政策実行シナリオ	1% (Iネ起CO2:▲28%)	—	3.2°C	3.2°C



## **2.2. シナリオ分析結果：日本**

# CO<sub>2</sub>限界削減費用（経済フィードバック計算前）

		排出削減シナリオ(2040年▲73%)					炭素価格シナリオ		
		成長実現 シナリオ	再エネ シナリオ	水素系 燃料 シナリオ	CCS シナリオ	低成長 シナリオ	排出上振 れ シナリオ	排出上振 れ大 シナリオ	誓約政策 実行 シナリオ
日本	2040	301	369	467	396	538	257	116	41
	2050	578	716	742	892	951	500	141	50
米国	2040	294	350	409	362	410	257	116	0
	2050	262	348	454	350	467	500	141	0
英国	2040	294	350	419	369	428	257	116	84
	2050	317	387	558	452	579	500	141	89
EU	2040	298	350	409	362	410	257	116	84
	2050	413	516	648	541	664	500	141	89
その他	2040	294	350	409	362	410	257	20～116	0～84
	2050	262	348	454	350	467	500	31～141	0～89

単位:USD/tCO<sub>2</sub>（2000年価格）

✓ 現状での国際情勢とそれに伴う産業リーケージの防止の視点からは、今回、追加分析した2つの炭素価格シナリオにおける炭素価格水準程度を視野に入れる必要があると考えられる。

# 日本のエネルギーシステムコスト増分、電力費用 (経済フィードバック計算前)

	成長実現シナリオ		再エネシナリオ		水素系燃料シナリオ		CCSシナリオ		低成長シナリオ		排出上振れシナリオ		排出上振れ大シナリオ		誓約政策実行シナリオ	
	2040	2050	2040	2050	2040	2050	2040	2050	2040	2050	2040	2050	2040	2050	2040	2050
エネルギーシステムコスト増分 [billion US\$/yr]*1	[+48]	[+129]	[+61]	[+193]	[+105]	[+256]	[+85]	[+226]	[+152]	[+337]	[+97]	[+166]	[+84]	[+93]	[+67]	[+74]
電力限界費用 [US\$/MWh]*2	212	197	224	258	251	287	242	279	311	318	213	244	168	162	141	125
電力平均費用 [US\$/MWh]*3	139	134	141	168	155	186	146	147	154	213	130	147	104	122	89	89

\*1 □(青字)はベースラインからのコスト増分。

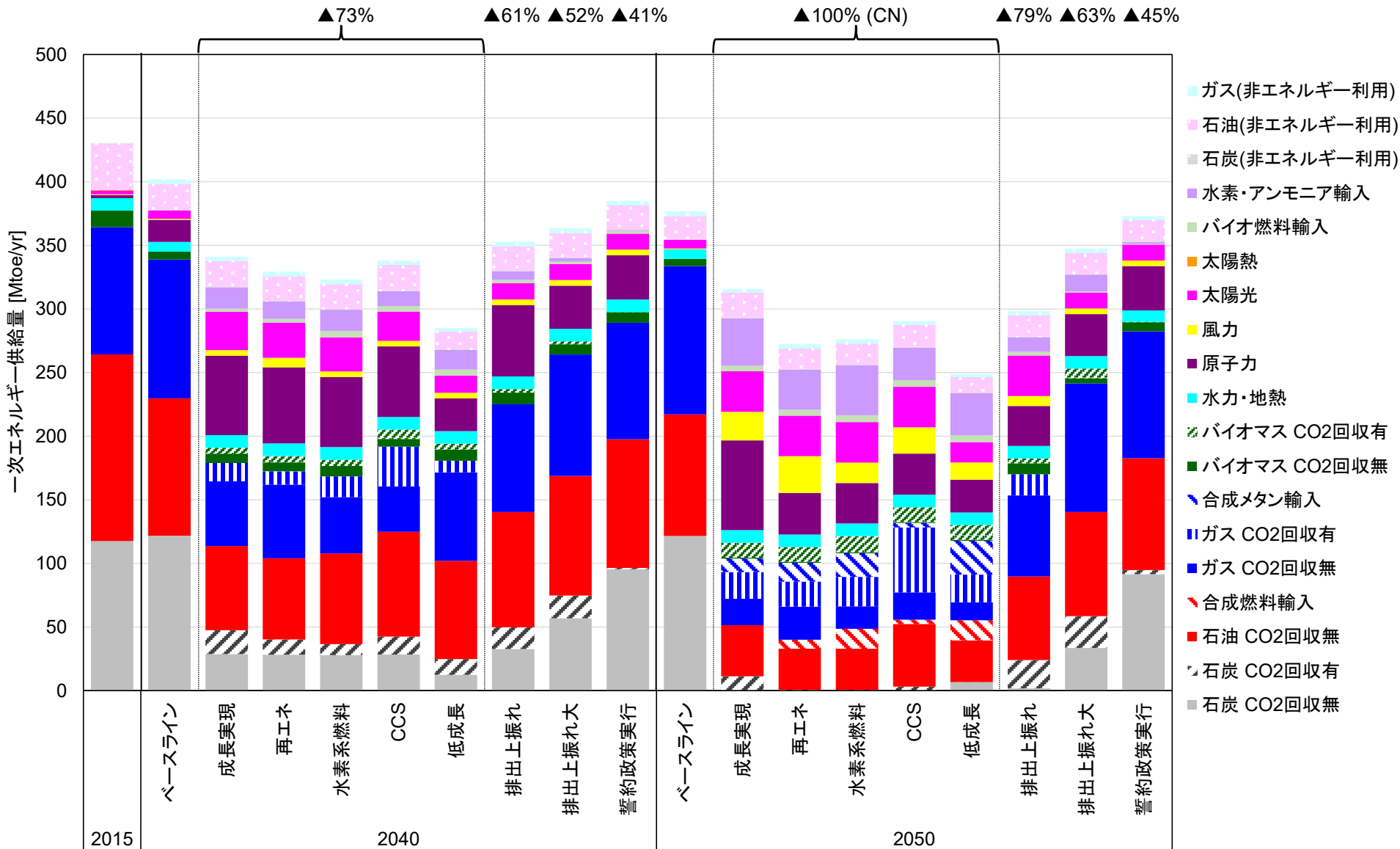
\*2 発電端での限界費用。ただし、系統統合費用は含む。2020年のモデル推計の電力限界費用は166 US\$/MWh

\*3 発電端での平均費用。ただし、系統統合費用は含む。2020年のモデル推計の電力平均費用は95 US\$/MWh

✓ 「排出上振れ大シナリオ」になると、2040～50年の電力費用は、現状並み

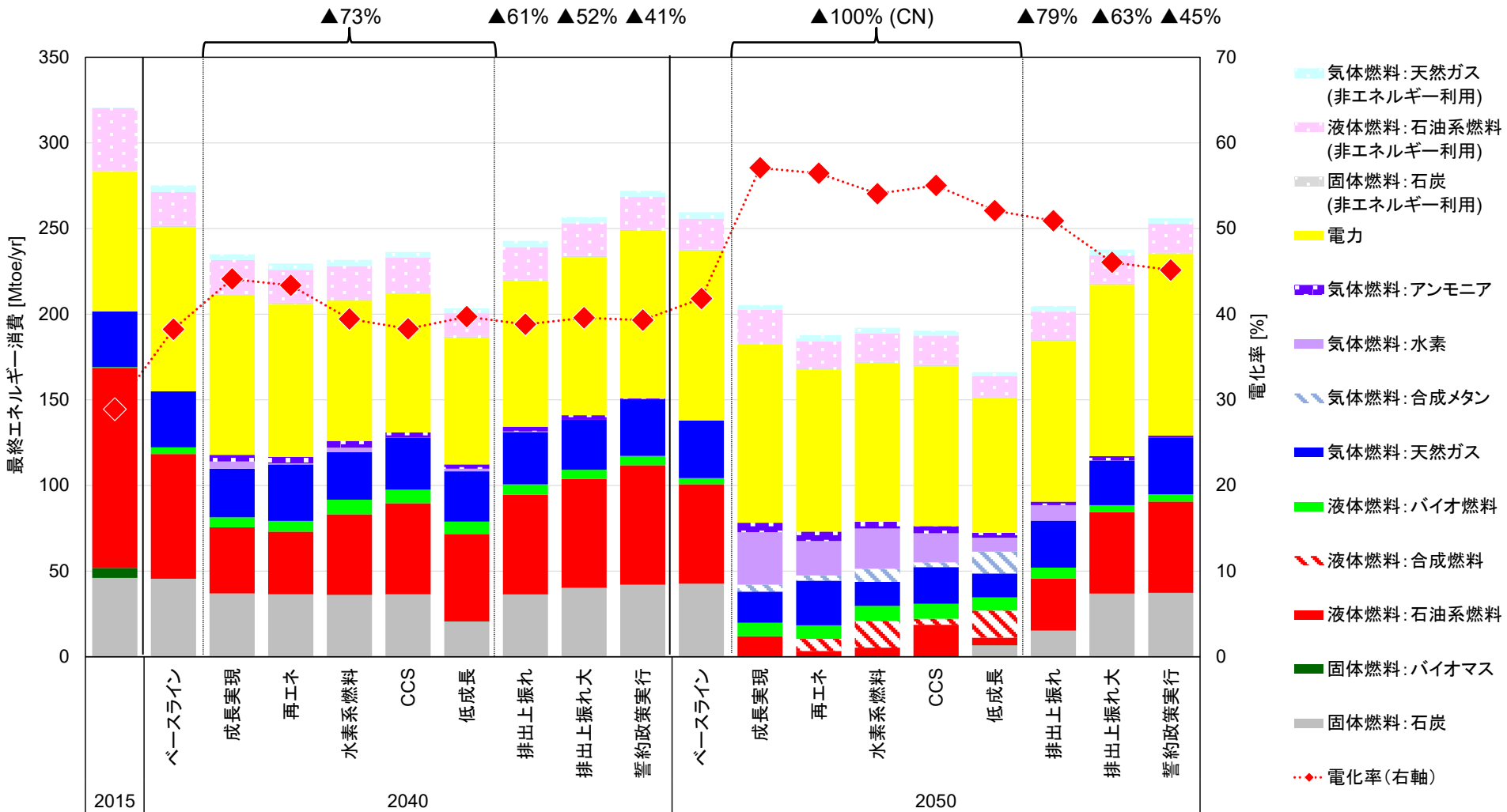
# 一次エネルギー供給量

日本全体のGHG排出量(2013年比) [2022年▲23%]



# 最終エネルギー消費量

日本全体のGHG排出量(2013年比) [2022年▲23%(森林吸収源対策含)]

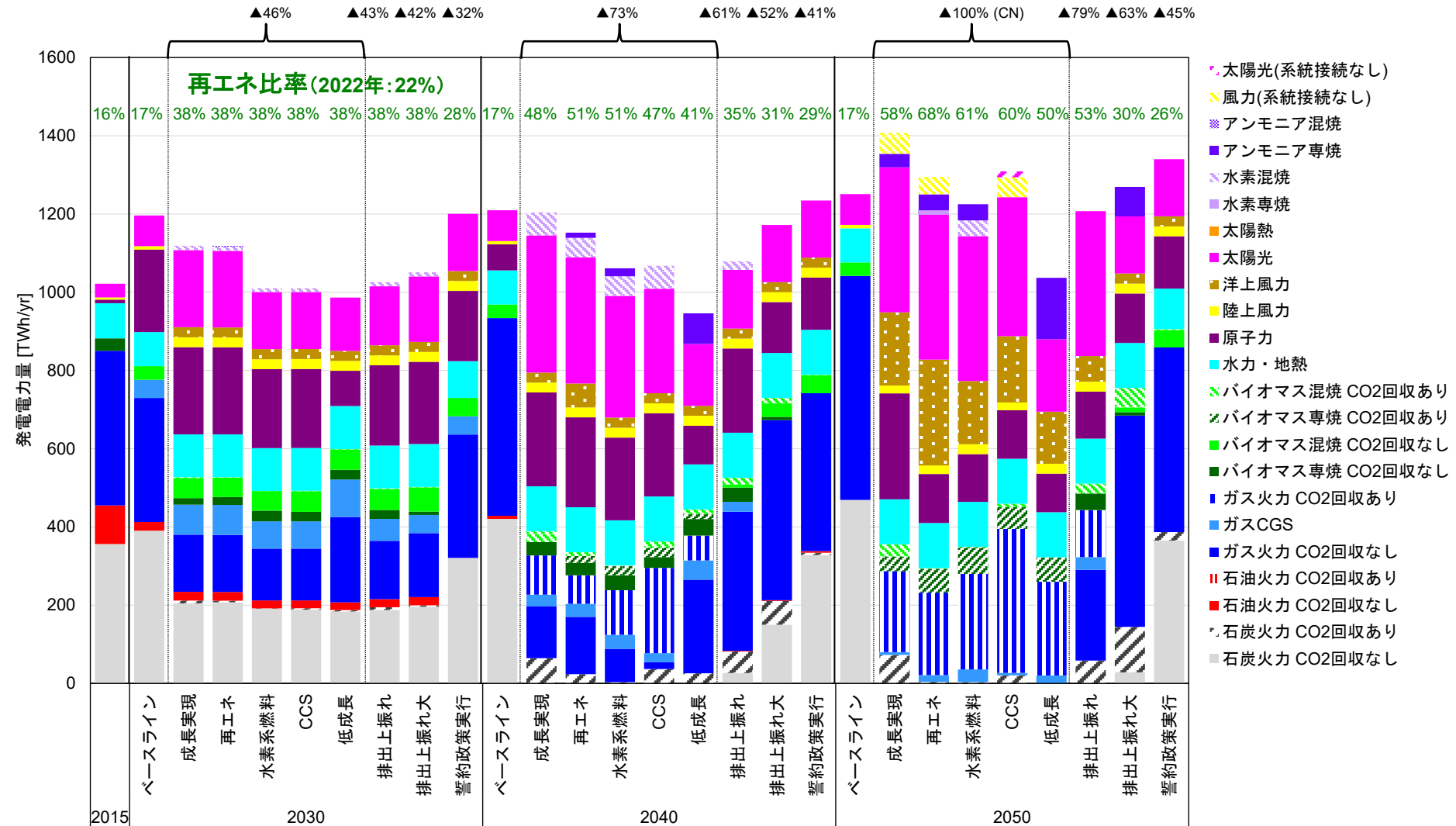


- ✓ 電化率は、排出制約が厳しい(炭素価格が高い)ほど高くなる。
- ✓ 「排出上振れ大シナリオ」、「誓約政策実行シナリオ」では、2050年までには最終エネルギー消費での水素、アンモニア、e-methane、e-fuelsの利用はかなり抑制される。



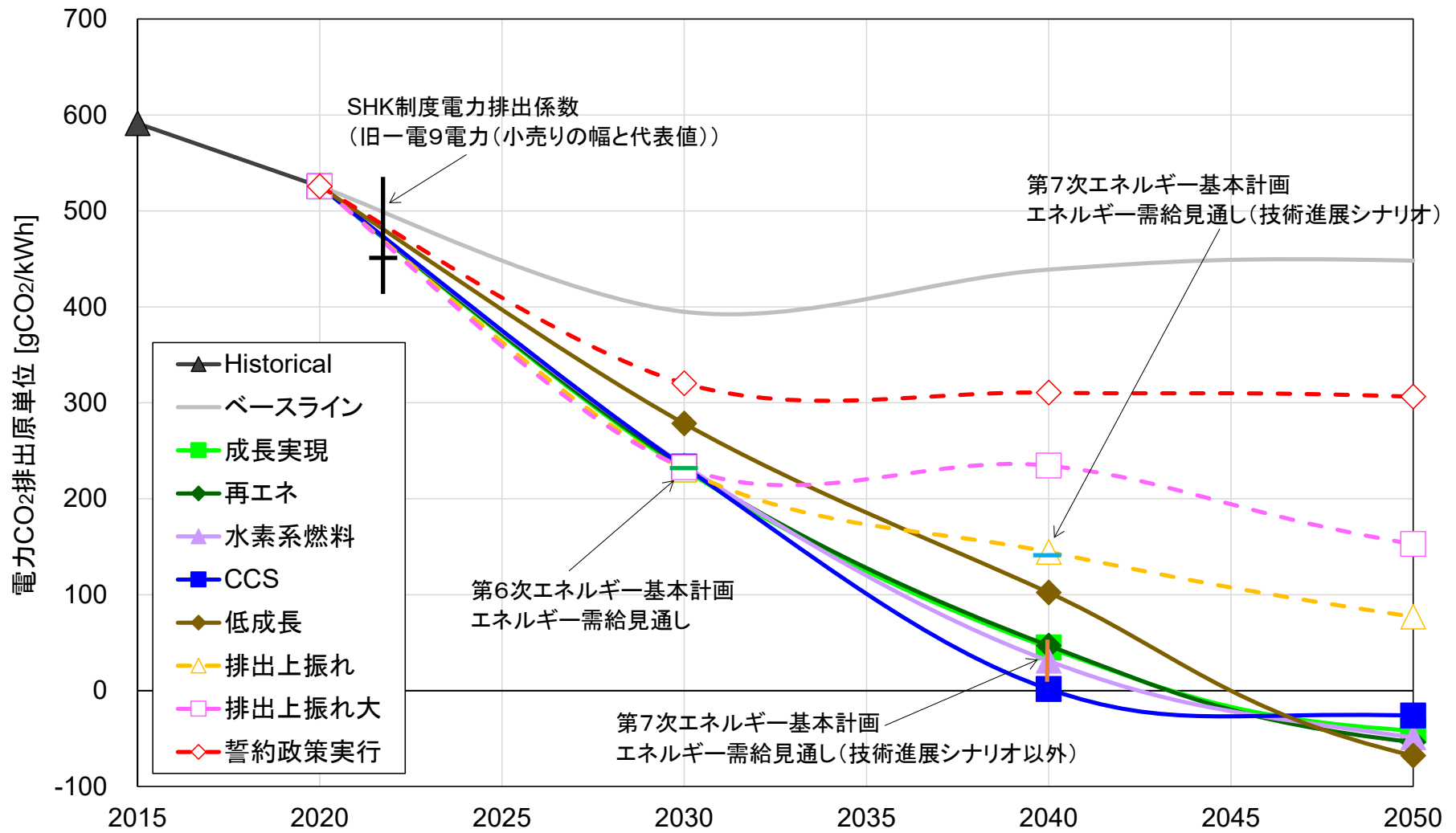
# 発電電力量

日本全体のGHG排出量(2013年比) [2022年▲23%(森林吸収源対策含)]



- ✓ 「排出上振れ大シナリオ」では、2050年でもCCS無しのLNG-CCが主流
- ✓ 「誓約政策実行シナリオ」では、2050年においてもCCS無しの石炭火力も経済性を有する。

# 電力のCO<sub>2</sub>排出原単位推移

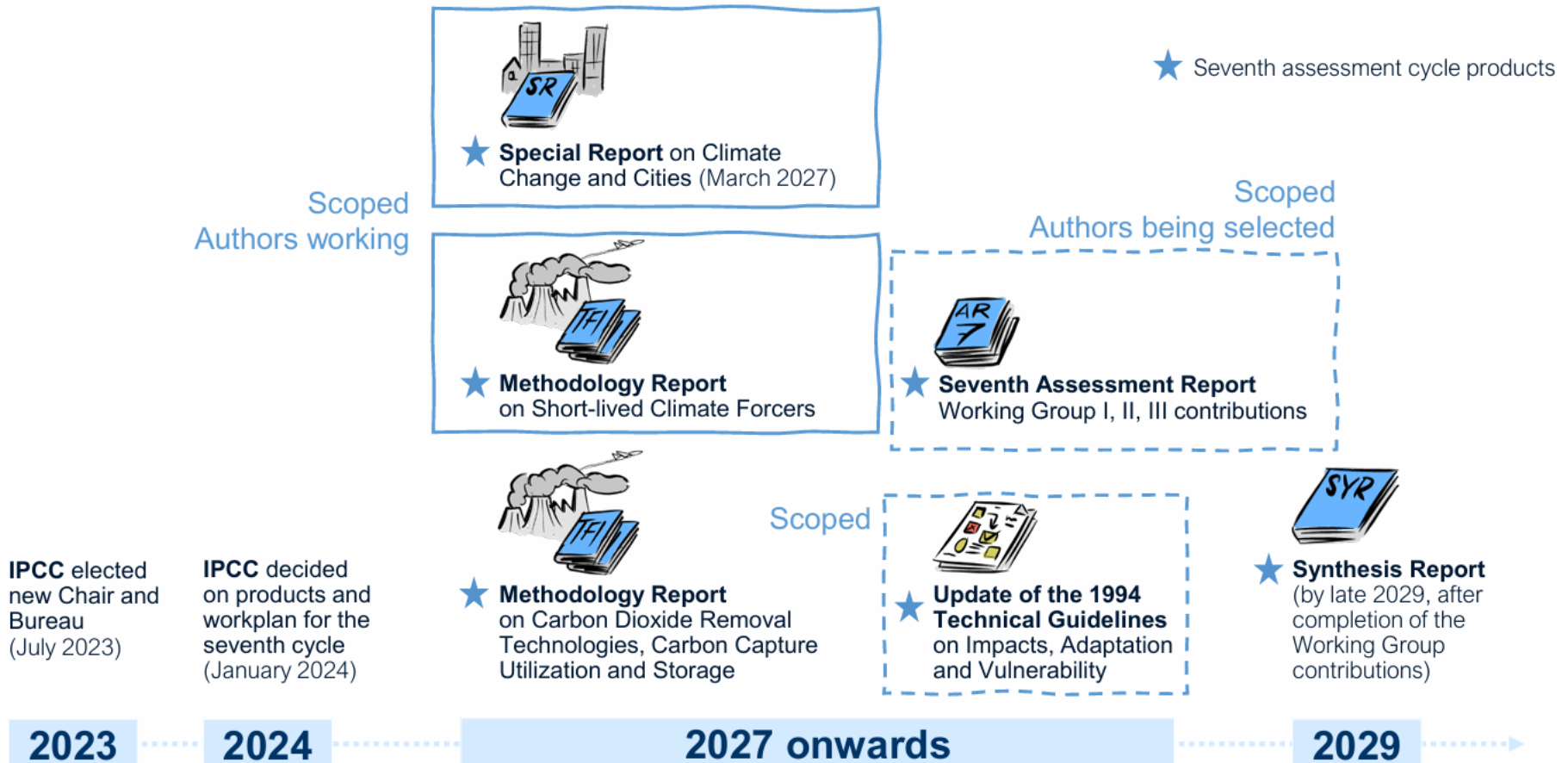


✓ 電力CO<sub>2</sub>原単位の展望にも大きな幅が予想される。

### 3. IPCC第7次評価報告書の展望



# IPCC 第7次評価報告書 (AR7) のスケジュール



## ■ 要約

- ・政策決定者向け要約 (SPM)
- ・技術要約 (TS)

## ■ 本文

- ・第1章：序と枠組み

序論

- ・第2章：排出傾向と駆動要因
- ・第3章：長期目標に対応する緩和経路 ←経路は、2章に分割
- ・第4章：短・中期的な緩和と開発の経路 ←経路は、2章に分割
- ・第5章：需要、サービス、緩和の社会的側面 ←NEW

排出傾向・促進要因・  
経路

- ・第6章：エネルギーシステム
- ・第7章：農業、林業及びその他の土地利用 (AFOLU)
- ・第8章：都市システムとその他の居住地
- ・第9章：建築物
- ・第10章：運輸
- ・第11章：産業
- ・第12章：部門を超える／またぐ視点

セクター別対策

- ・第13章：国と地方(sub-national)の政策及び制度
- ・第14章：国際協力
- ・第15章：投資とファイナンス
- ・第16章：イノベーション、技術開発及び移転 ←独立した章としてはNEW

制度

国内および国際的な政策、  
金融および技術

- ・第17章：持続可能な開発の文脈での遷移加速

SDGsとの共同対応



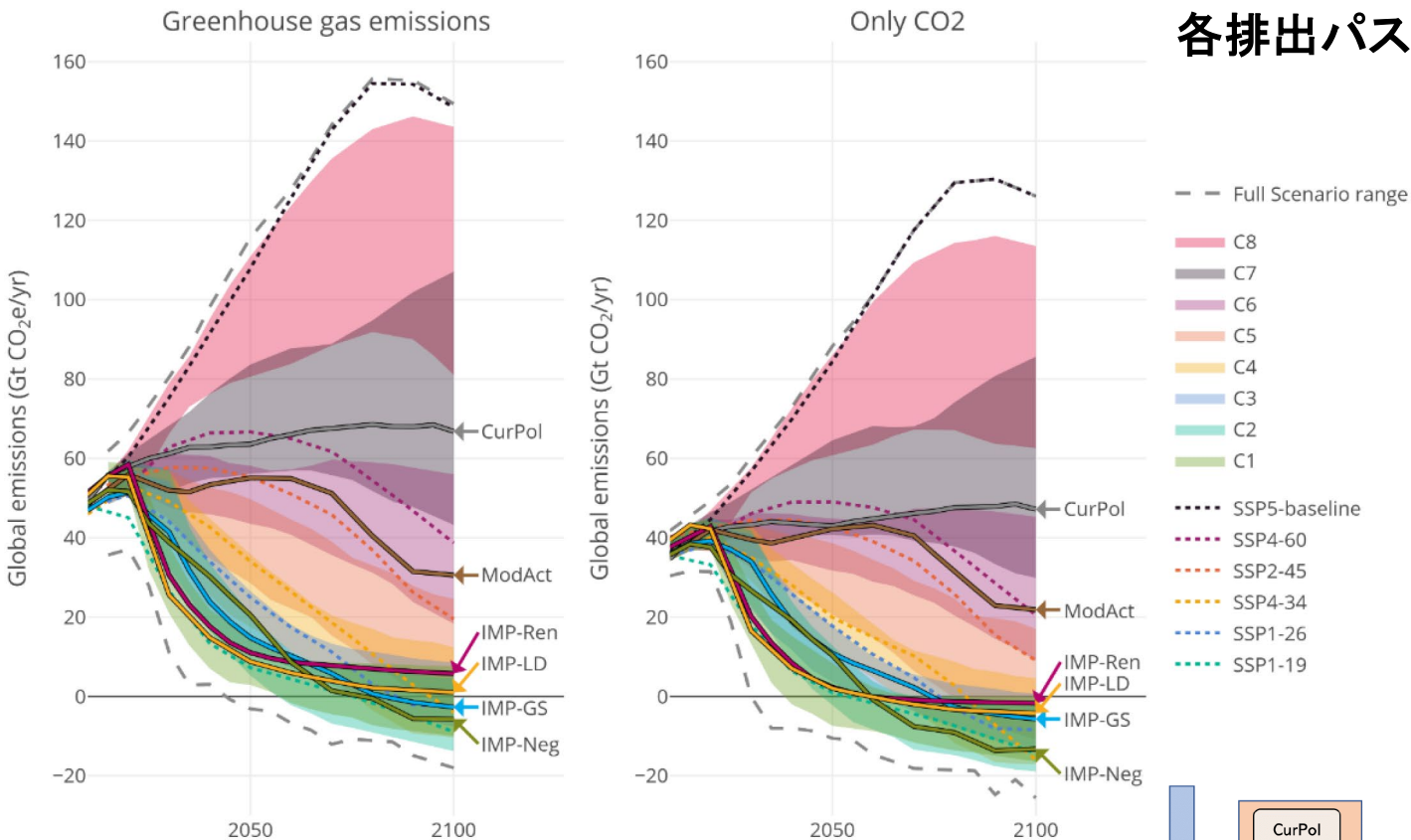
## ■要約

- Summary for Policymakers (SPM)
- Technical Summary (TS)

## ■本文

- 第1章 : Introduction and framing
- 第2章 : Past and current anthropogenic emissions and their drivers
- 第3章 : Projected futures in the context of sustainable development and climate change  
←排出経路の章は再び 1 章のみに
- 第4章 : Sustainable development and mitigation
- 第5章 : Enablers and barriers
- 第6章 : Policies and governance and international cooperation
- 第7章 : Finance
- 第8章 : Services and demand ←AR6に続いて需要章が引き続き単独扱い
- 第9章 : Energy systems
- 第10章 : Industry
- 第11章 : Transport and mobility services and systems
- 第12章 : Buildings and human settlements
- 第13章 : Agriculture, Forestry, and Other Land Uses (AFOLU)
- 第14章 : Integration and interactions across sectors and systems
- 第15章 : Potentials, limits, and risks of Carbon Dioxide Removal (CDR) ←CDRが特出し

# IPCC AR6における排出パスの整理

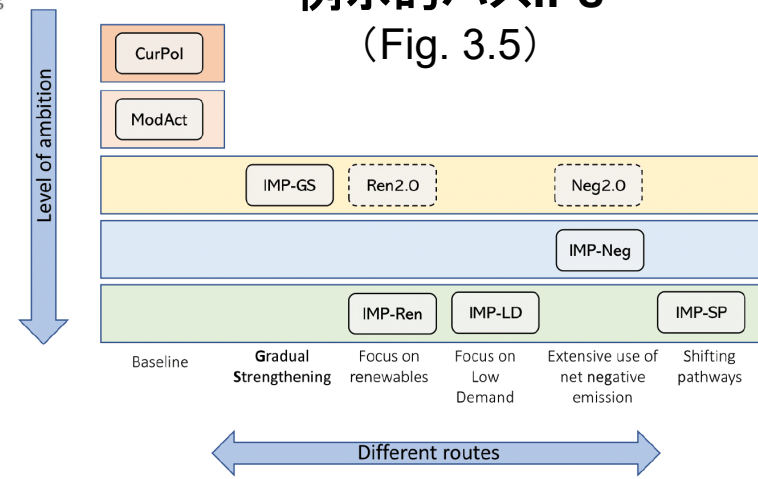


各排出パス (Fig. 3.10)

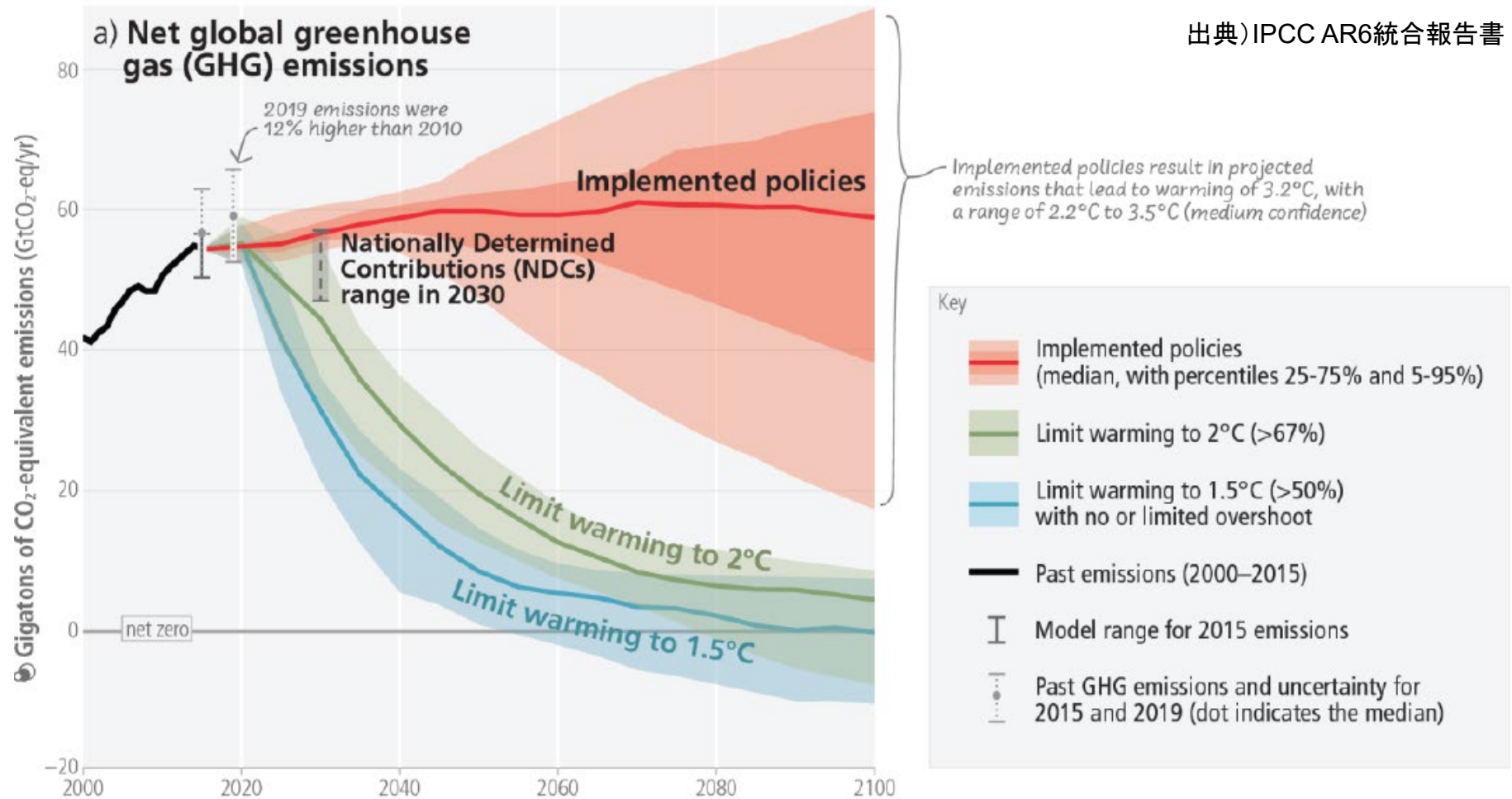
C8	>4°C
C7	4°C
C6	3°C
C5	2.5°C
C4	2°C (>50%)
C3	2°C (>67%)
C2	1.5°C-高オーバーシュート
C1	1.5°C-オーバーシュート無もしくは低オーバーシュート

参照パス	CurPol	現状政策	C7
	ModAct	穏健な排出削減行動	C6
パリ協定 長期目標 関連(例示 的緩和パス IMPs)	GS	現状政策からの漸進的な対策強化	C3
	Neg	負排出技術の活用促進	C2
	Ren	再生可能エネルギー	C1
	LD	低エネルギー需要	C1
	SP	持続可能な開発への移行	C1

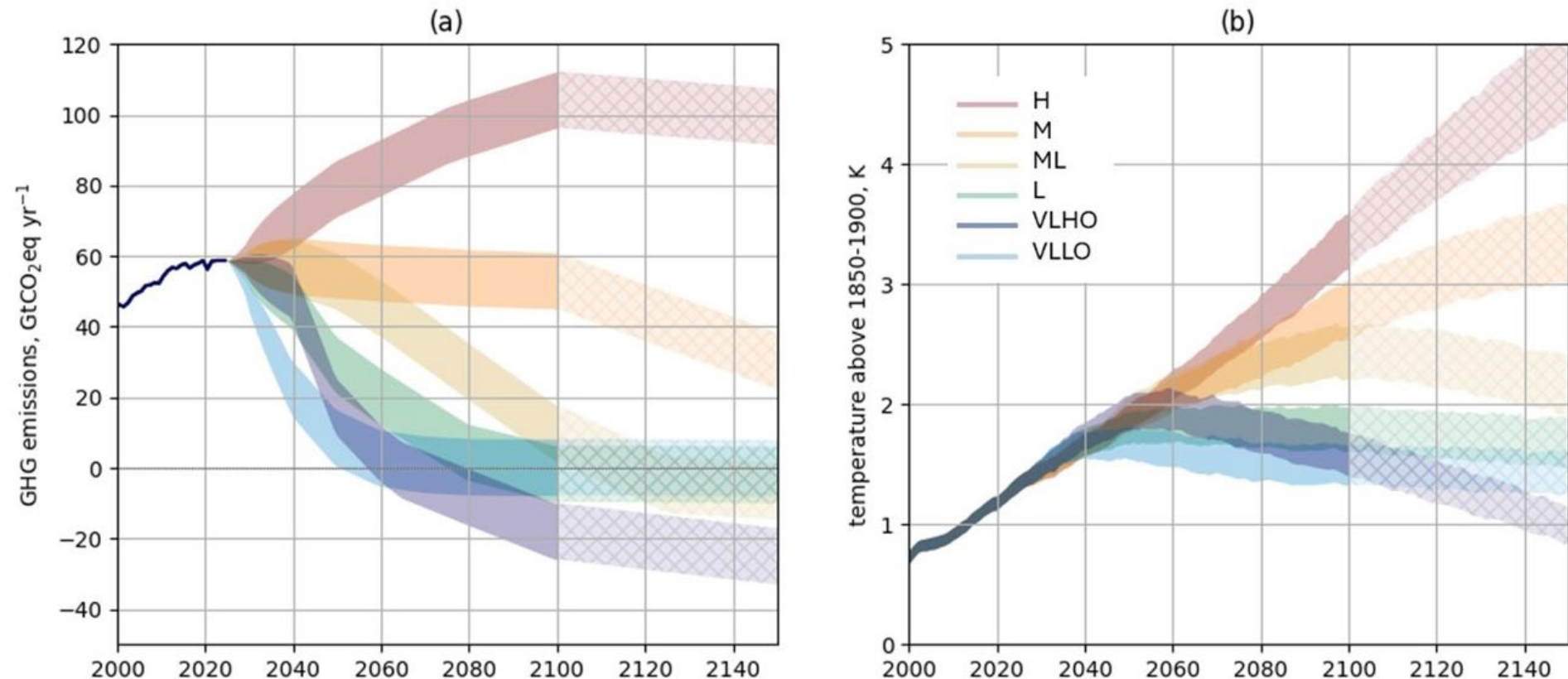
例示的パスIPs  
(Fig. 3.5)



# IPCC AR6の提示例：NDCsとパリ協定長期目標との関係性



- ✓ IPCC AR6では、SPMや、統合報告書では、C2カテゴリー(<1.5°C 高オーバーシュート)は落とされ、パリ協定準拠とされる排出経路では、C1とC3のみの掲載が多くなされた。
- ✓ 現在では、C1は不可能との認識が急速に広まっている。



(H) High, (M) Medium, (ML) Medium-Low, (L) Low,

(VLHO) Very Low after High Overshoot, (VLLO) Very Low with Limited Overshoot

出典) Van Vuuren et al. (2025)

- ✓ 気候変動推計、影響評価のシナリオとしては、幅広い経路が提示されているが、IPCC報告書での記載ぶりについては、理想と現実のバランス、気候変動以外のSDGsなど他のアジェンダとの調和を踏まえたまとめ方が重要と考えられる。

- ◆ IPCC報告書は査読論文からの引用を基本としている。
- ◆ IPCCの原則は”not policy prescriptive but policy relevant”
- ◆ これら原則によって、国際的な政策目標である、パリ協定長期目標の2℃を十分に下回る目標や1.5℃目標が、IPCCでも中心的に議論、掲載されるようになった。
- ◆ モデル比較研究や査読論文でも、IPCCでの引用も意図する中、これら目標が中心に分析がなされてきた。
- ◆ 他方、現実とのギャップが大きくなってきた。IPCC報告書においても、より現実的な排出削減水準（AR6でのC4やC5カテゴリーなど）とその対応方策の記載を強化することも重要である。
- ◆ 1.5℃目標自体の達成が困難となってきたが、少なくとも1.5℃未満のためにはオーバーシュートは不可避で、そのためには、DACCSを含むCDRは不可欠。それに焦点を当てることは重要
- ◆ 原子力については温暖化対策として重要に関わらず、IPCCはこれまで避けてきた感がある。DXによって高まる潜在的な電力需要の増大の中、原子力を含めた幅広いオプションの検討が重要
- ◆ 需要サイドのイノベーションの可能性と、その部門横断的な排出削減および排出削減費用への影響の評価は、今後、研究の拡大が大変重要



## 4. まとめ





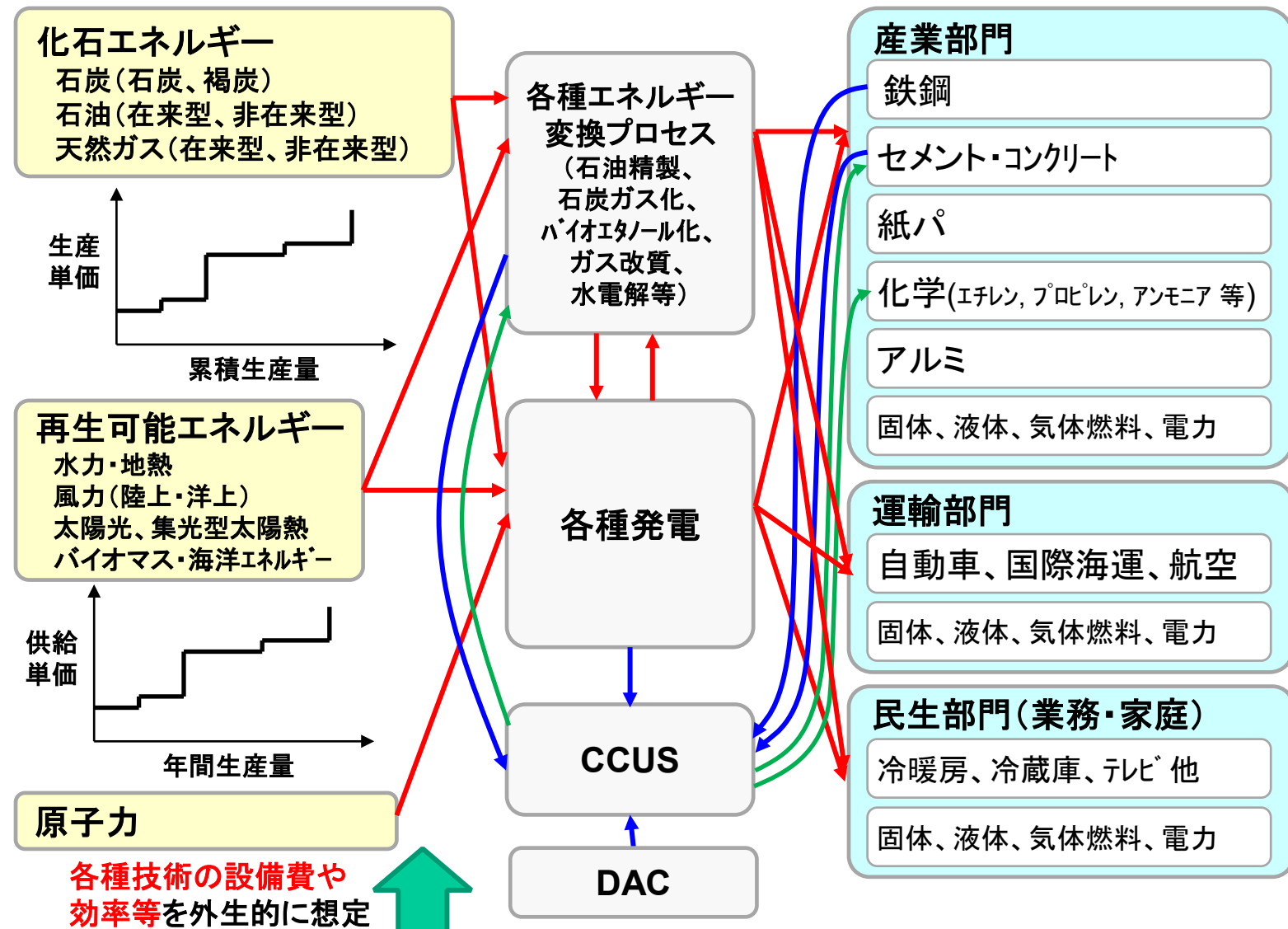
# まとめ

- ◆ 第7次エネルギー基本計画では、
  - CO<sub>2</sub>排出削減に対応するための電化促進に加え、データセンター等のIT関連の需要増への対応の必要性
  - 増大し得る電力需要に対して、安定的で国際的に遜色のない低廉なコストでの電力供給の重要性の指摘
  - ロシアのウクライナ侵略や、2022年3月の電力需給逼迫など、エネルギー安定供給・安全保障を脅かす事象への対応、また、再エネ・蓄電池等の中国依存の高さに伴う経済安全保障上の課題への対応の必要性。
  - このような状況を踏まえ、世界での1.5℃目標の実現、そして日本として2040年▲73%、2050年CNの排出削減目標を掲げつつ、排出上振れリスク対応（需給見通しの名称は「技術進展シナリオ」）としてのLNGの長期契約およびその活用の重要性も強調
- などもなされた。
- ◆ ただ、現状での政府の方針上、1.5℃目標、2050年CN、2030年▲46%はベースとなっているが、足下の世界排出量や、米国トランプ政権の動向をはじめ、現在の国際情勢は斑模様であり、それら状況を踏まえると、公式目標と離れたシナリオ検討も重要
- ◆ 本報告では、「排出上振れ大シナリオ」や「誓約政策実行シナリオ」も分析。これらシナリオの分析結果についても視野に入れてのリスク対応が必要とも考えられる。
- ◆ 1.5℃ 気温オーバーシュート無の目標は、現実的に不可能との認識が幅広く浸透。また、足下からは、パリ協定2℃目標でさえも容易ではない。
- ◆ 2028～29年の完成を目指して、IPCC第7次評価報告書の作成プロセスがスタートしたところ。Policy relevantな報告書が求められているものの、政治的な意欲としての野心的な目標のみならず、現実とのギャップをいかに現実的に埋めていくかを含めた報告書が求められるのではないか。

# **付録1：世界エネルギー・温暖化対策評価 モデルDNE21+の前提条件**

# DNE21+のエネルギーフロー概略

温暖化対策を想定しないベースラインにおける化石燃料価格は外生的に想定し、生産単価や利権料等のその他価格要因を調整する。排出削減を想定したケースでは、それに伴う化石燃料利用量の変化に従って、モデルで内生的に価格が決定される。



ボトムアップ的にモデル化している主要な部門については、**経済活動量**や**サービス需要**を外生的に想定してモデルに入力する(例:粗鋼やセメント生産量、乗用車の旅客サービス需要等)。

# 社会経済シナリオの想定(概略)

IPCCの招請を受けて、共有社会経済経路(SSPs: Shared Socioeconomic Pathways)を策定中(SSP1~5の5種類のシナリオ)。SSPsのストーリーラインに沿った定量的なシナリオを策定している。本分析では、その内、**中位的なSSP2の社会経済シナリオを想定**

## 【世界】

	2030年	2050年	2100年
人口(億人)	83.6 (81.4-85.9)	92.1 (86.1-100.5)	93.1 (70.0-127.3)
GDP(%/年)	2.7 (2.4-3.1) [2010年~]	2.2 (1.3-2.8) [2030年~]	1.4 (0.6-2.2) [2050年~]
粗鋼生産量(億トン)	19.0 (18.8-20.0)	20.7 (19.3-22.7)	22.7 (14.7-26.5)
セメント生産量(億トン)	41.0 (39.0-43.0)	43.4 (38.5-46.6)	44.1 (29.4-59.1)
道路部門の旅客輸送需要(兆p-km)	30.2 (31.2-37.3)	60.0 (56.8-74.2)	83.3 (66.8-88.8)

注) 括弧内は、SSP1~5までのシナリオの幅

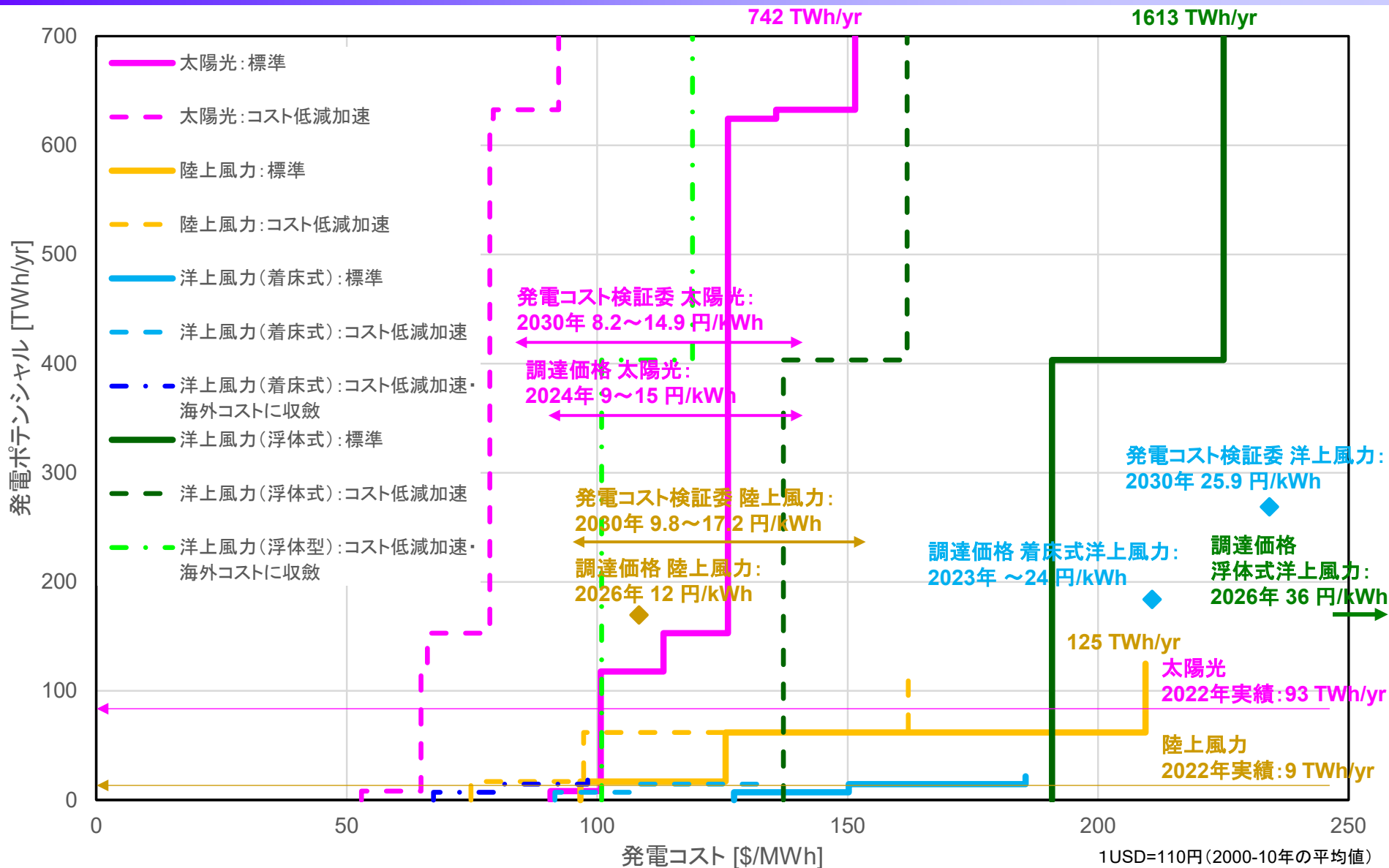
## 【日本】(下記、記載のGDP想定は「成長実現ケース」ベース)

	2030年	2050年	2100年
人口(億人)	1.18	1.02	0.84
GDP(%/年)	1.7 [2023年~]	1.2 [2030年~]	0.4 [2050年~]
粗鋼生産量(億トン)	0.88	0.90	0.84
セメント生産量(億トン)	0.53	0.43	0.39
道路部門の旅客輸送需要(兆p-km)	0.77	0.64	0.51

注1) 記載は潜在的なGDP、生産量等。本分析では、経済分析も行い、GDPの見通しや各種生産量の見通しを別途、推計

注2) エネルギー需要や発電電力量はモデルで内生的に計算される。

# 日本の変動性再エネコスト・ポテンシャルの想定（2050年）



※ 当該時点(当グラフでは2050年)で運用されている設備の平均的なコスト曲線(ストックベースのコスト)

注) 太陽光のポテンシャルには、原則的に、強度の足りない屋根設置のポテンシャルが含まれている。営農型太陽光のポテンシャルは原則含まれない。ただし、GISの土地利用評価の精度によるため厳格な区分ではない。

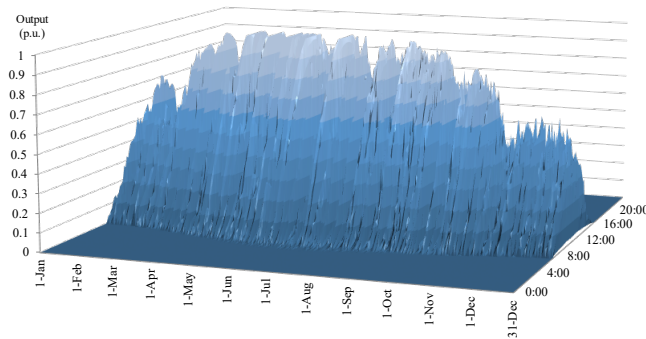
# 統合費用の想定：東大-IEEJ電源構成モデルの分析結果を活用

- ◆ DNE21+モデルは世界モデルであるため、国内の電力系統や再エネの国内での地域偏在性を考慮した分析は難しい。そこで系統対策費用については、別途、東京大学藤井・小宮山研究室および日本エネルギー経済研究所による最適電源構成モデルによる、変動性再生可能エネルギーが大量に導入された場合の電力システム費用の上昇分（統合費用）を推計結果を活用
- ◆ 全国のAMeDASデータ等をもとに変動性再生可能エネルギーの出力の時間変動をモデル化し、線形計画法によって電力部門の最適な設備構成（発電設備及び蓄電システム）及び年間の運用を推計
- ◆ 今回は日本全体を5地域（北海道、東北、東京、九州、その他）に区分し、1時間刻みのモデル化により計算を実施。発電コストや資源制約などの前提条件はDNE21+の想定に合せて設定

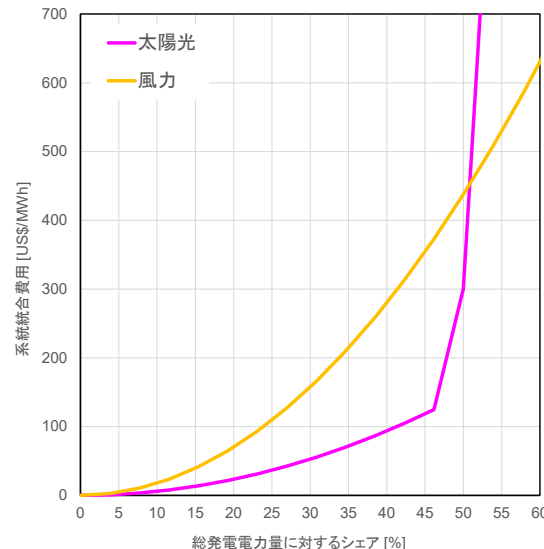
モデル計算で考慮されているもの・・・出力抑制、電力貯蔵システム（揚水発電、リチウムイオン電池、水素貯蔵）、発電設備の利用率低下、地域間連系線、貯蔵や送電に伴う電力ロス

モデル計算で考慮されていないもの・・・地内送電線、配電網、回転慣性の低下の影響、EVによる系統電力貯蔵、再生可能エネルギー出力の予測誤差、曇天・無風の稀頻度リスクなど

東大-IEEJ電源構成モデルの分析結果から近似した系統統合費用  
＝DNE21+で想定した系統統合費用の想定（各導入シェア実現時の**限界費用**）



太陽光発電の出力例

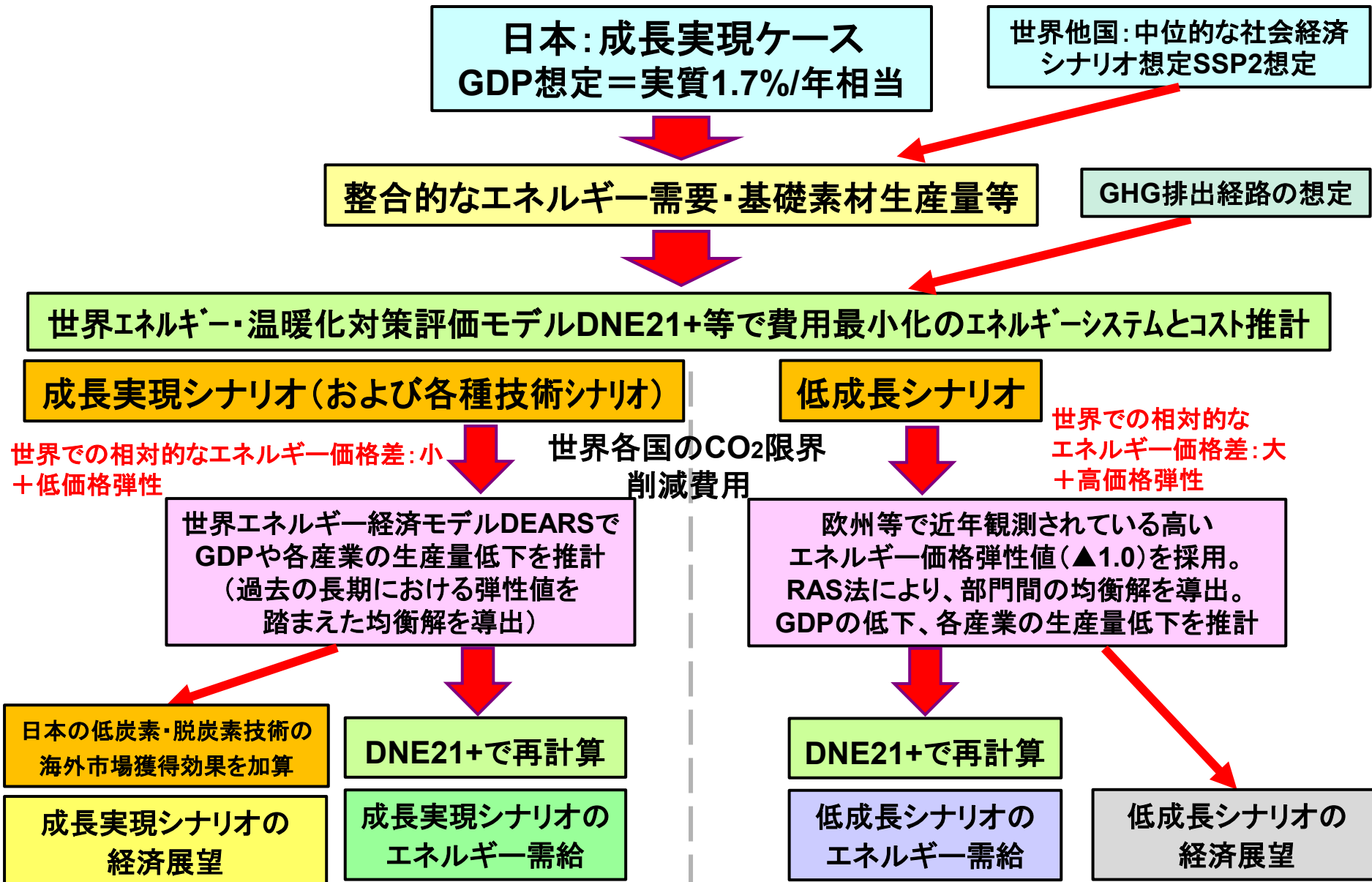


- VRE比率が高まると、**限界統合費用は比較的急速に上昇傾向有**。これは、既にVREが大量に導入されている状況で更に導入を進める場合、曇天・無風状態が数日以上継続するリスクに対応するため、利用頻度の低い蓄電システムや送電線を保持することが必要となることによる。
- 例えば、再エネ比率50%程度（太陽光約400TWh、風力約100TWh）のケースにおいては、蓄電池導入量は最適化計算の結果、**870GWh**、再エネ100%程度（VRE56%）のケースでは**3980GWh**程度となる。（足下導入量約10GWh程度）



# **付録2：世界エネルギー経済モデル DEARS概要と経済計算**

# エネルギー需給・経済影響分析の手法



# 世界エネルギー経済モデルDEARS

(Dynamic Energy-economic Analysis model with multi-Regions and multi-Sectors)

- ◆ トップダウン型経済モジュールとボトムアップ型エネルギーシステムモジュールの統合モデル
- ◆ 動的非線形最適化モデル(世界全体の消費効用最大化)
- ◆ モデル対象期間: 21世紀中頃まで(最適化時点間隔 10年)
- ◆ 世界地域分割: 18地域分割
- ◆ 非エネルギー産業分類: 16分類(貿易は輸入財・国内財の代替性を考慮[アーミントン構造])
- ◆ エネルギー分類: IEA統計に基づき、一次エネルギー8種、二次エネルギー4種。(IEA統計の鉄鋼部門のエネルギー消費のバウンダリーの修正。)
- ◆ GTAP (Global Trade Analysis Project) モデル・データベースに基づく、貿易マトリックスを含む国際産業連関構造を明示した経済モジュール
- ◆ 簡略化ながら、ボトムアップ化したエネルギーシステムモジュール
  - ✓ ボトムアップ的にエネルギー供給技術(発電技術等)、CO<sub>2</sub>回収・貯留技術をモデル化
  - ✓ 一次エネルギー供給: 8種類をモデル化(石炭、原油、天然ガス、水力・地熱、風力、太陽光、バイオマス、原子力)
  - ✓ トップダウン的にエネルギー需要サイドをモデル化(家計: エネルギー価格・所得弾性、産業・運輸: エネルギー価格弾性、これらはすべて経済モジュールとリンク)
  - ✓ 最終エネルギー消費: 4種類をモデル化(固体燃料、液体燃料、気体燃料、電力)

政府のエネルギー・環境会議選択肢の経済分析等にも活用された。

- T. Homma & K. Akimoto(2013), "Analysis of Japan's energy and environment strategy after the Fukushima nuclear plant accident", *Energy Policy* 62, 1216–1225
- 本間他(2020)、現状の気候・エネルギー政策を考慮した、パリ協定国別貢献における国際競争力に関する分析、エネルギー・資源、41-5

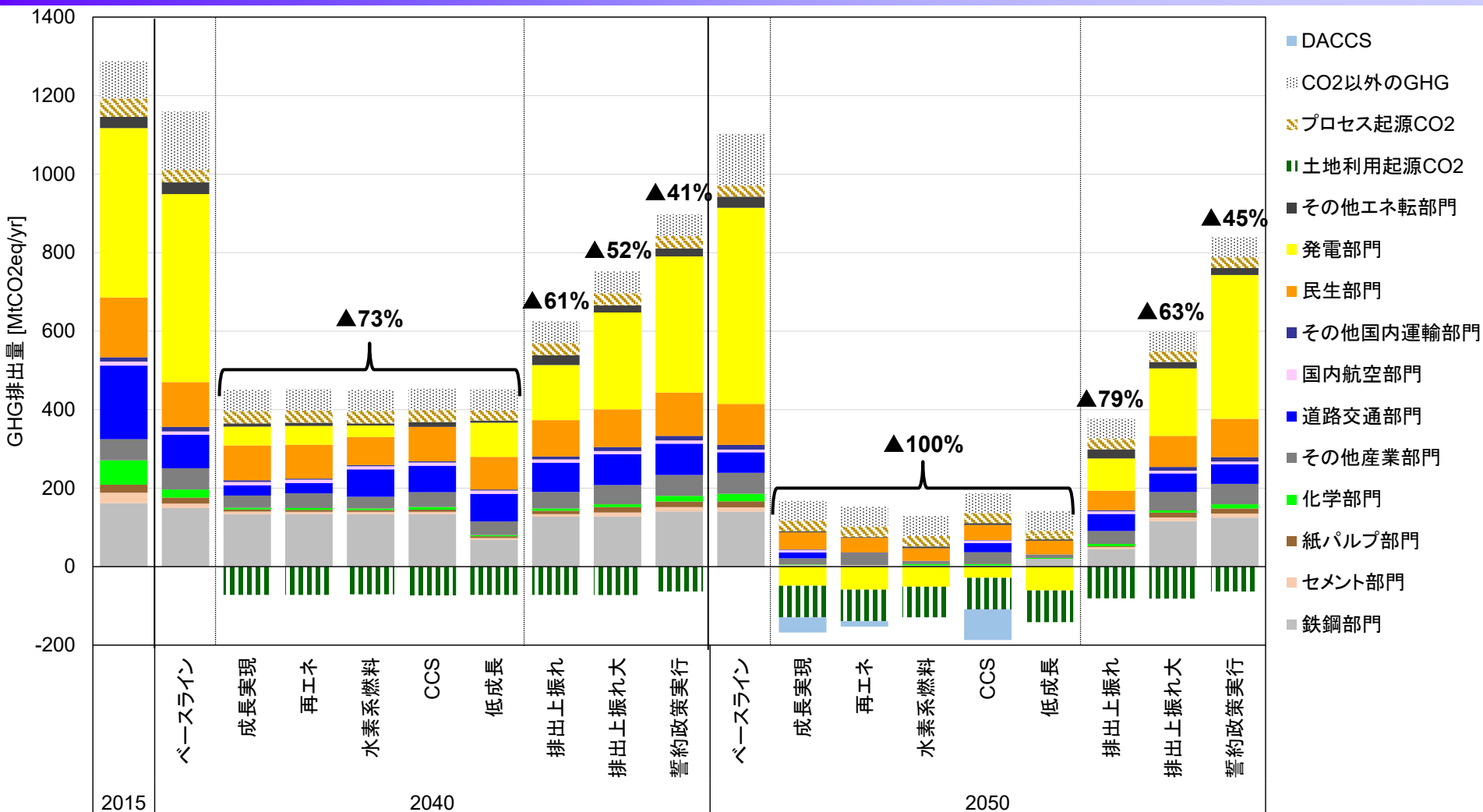
# 生産量・GDPの低下：成長実現・低成長・排出上振れシナリオ

ベースラインからの 低減率	成長実現シナリオ (DEARS)		低成長シナリオ (価格弾性：▲1.0、所得 弾性：1.0 + RAS法)		排出上振れシナリオ (DEARS)	
	2040	2050	2040	2050	2040	2050
鉄鋼	-3.9%	-11.0%	-41%	-46%	-3.6%	-11.0%
(生産量 [億トン/年])	(0.86)	(0.80)	(0.53)	(0.49)	(0.86)	(0.80)
化学	-3.7%	-11.2%	-35%	-40%	-3.3%	-10.7%
窯業土石(セメント含)	-2.1%	-2.7%	-30%	-34%	-1.7%	-3.8%
非鉄金属	-1.4%	-2.7%	-35%	-39%	-1.2%	-5.0%
紙パ	-3.5%	-6.3%	-33%	-37%	-3.1%	-7.2%
輸送機械	-4.1%	-6.9%	-42%	-47%	-4.7%	-8.2%
GDP (CO2削減技術の海外市 場獲得効果含まず)	-4.1%	-5.6%	-13%	-14%	-3.6%	-5.9%
GDP, GNI (海外市場獲 得効果含む)	内閣府「成長実現ケース」の一人当 たりGDP成長率を若干上回る水準 (海外市場獲得効果：+4%～+5%程度)		上記とほぼ同様 (海外市場獲得効果は期待できず)		内閣府「成長実現ケース」の一人当 たりGDP成長率とほぼ同等の水準 (海外市場獲得効果：+3～4%程度)	
経済成長率：2023年 からの年成長率 ※ 人口低減見通しが含まれる	+1.5%/年	+1.2%/年	+0.6%/年	+0.7%/年	+1.4%/年	+1.2%/年

日本の相対的なエネルギー価格が高くなる「低成長シナリオ」では、経済成長率は低位。相対的なエネルギー価格差が小さい「成長実現シナリオ」では、排出削減対策の影響は相対的に小さく、CO2削減対策技術の国際的な優位性が加わることで、CNを実現しつつ内閣府の成長実現ケースの経済成長率(2040年まで1.4%/年)を若干上回る成長を達成

## 付録3：分析シナリオ補足データ

# GHG排出量

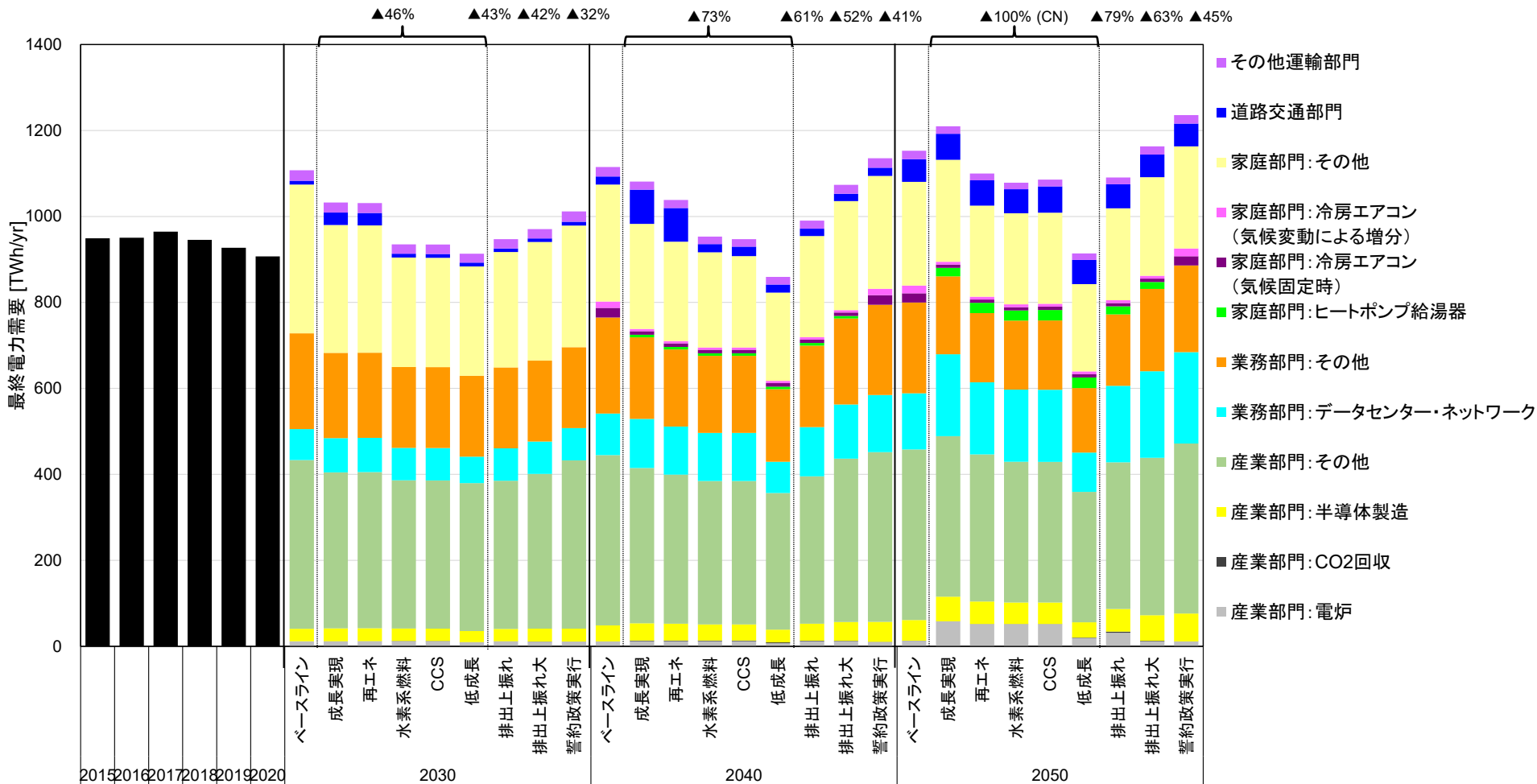


- ✓ 2050年CNシナリオでは、2040年には発電部門からのCO2排出量はほぼゼロに。2050年にはBECCS、e-methane+CCSで、負排出に。
- ✓ 「排出上振れ」、「排出上振れ大」、「誓約政策実行」では、2040年のGHG排出量は、それぞれ6割減、5割減、4割減程度に留まる。



# 最終エネルギー消費量推計：部門別電力需要

日本全体のGHG排出量(2013年比) [2022年▲23%]



- ✓ いずれのシナリオも2040年に向けて電力需要は増大。2050年に向けては、IT需要、電化需要の一層の高まりにより、さらに増大。「成長実現シナリオ」では、2040年1081、2050年1210 TWh/年
- ✓ 電力需要の増大に対応して、安定的で、低廉なコストの電力供給を実現していく必要有