

2026年4月21日

気候ネットワーク

「気候危機と石炭火力Q&A」出版記念セミナー

石炭火力：世界の潮流

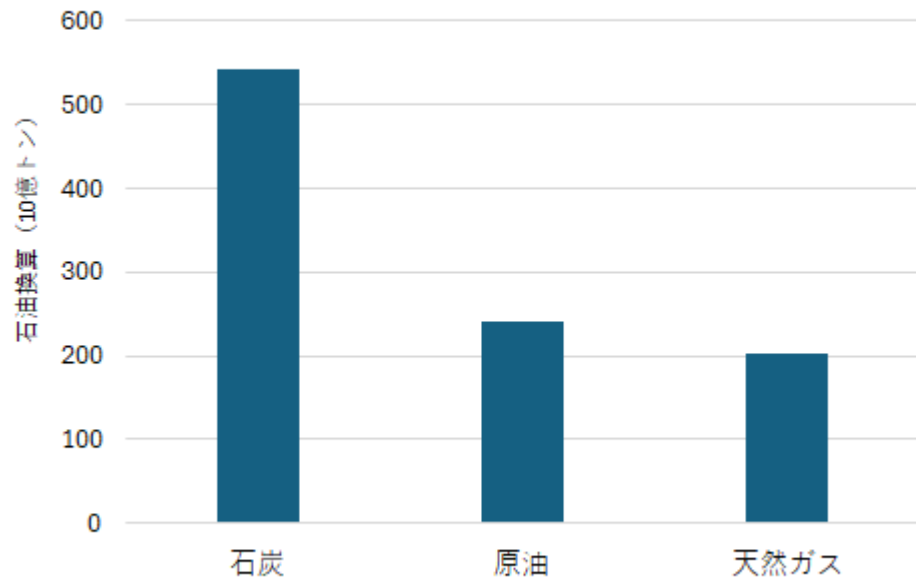
地球環境戦略研究機関（IGES）
気候変動ユニット/リサーチディレクター・上席研究員

田村堅太郎

石炭の基礎知識

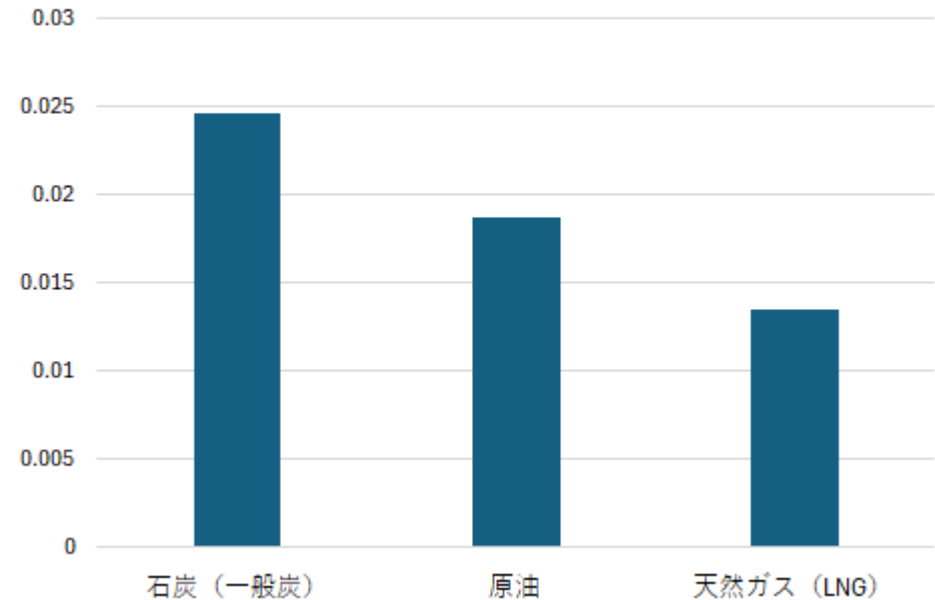
- 石炭は化石燃料の中で最も埋蔵量が多くある。
- 石炭は化石燃料の中で最も排出量が多い（熱量当たり）。

化石燃料の確認埋蔵量



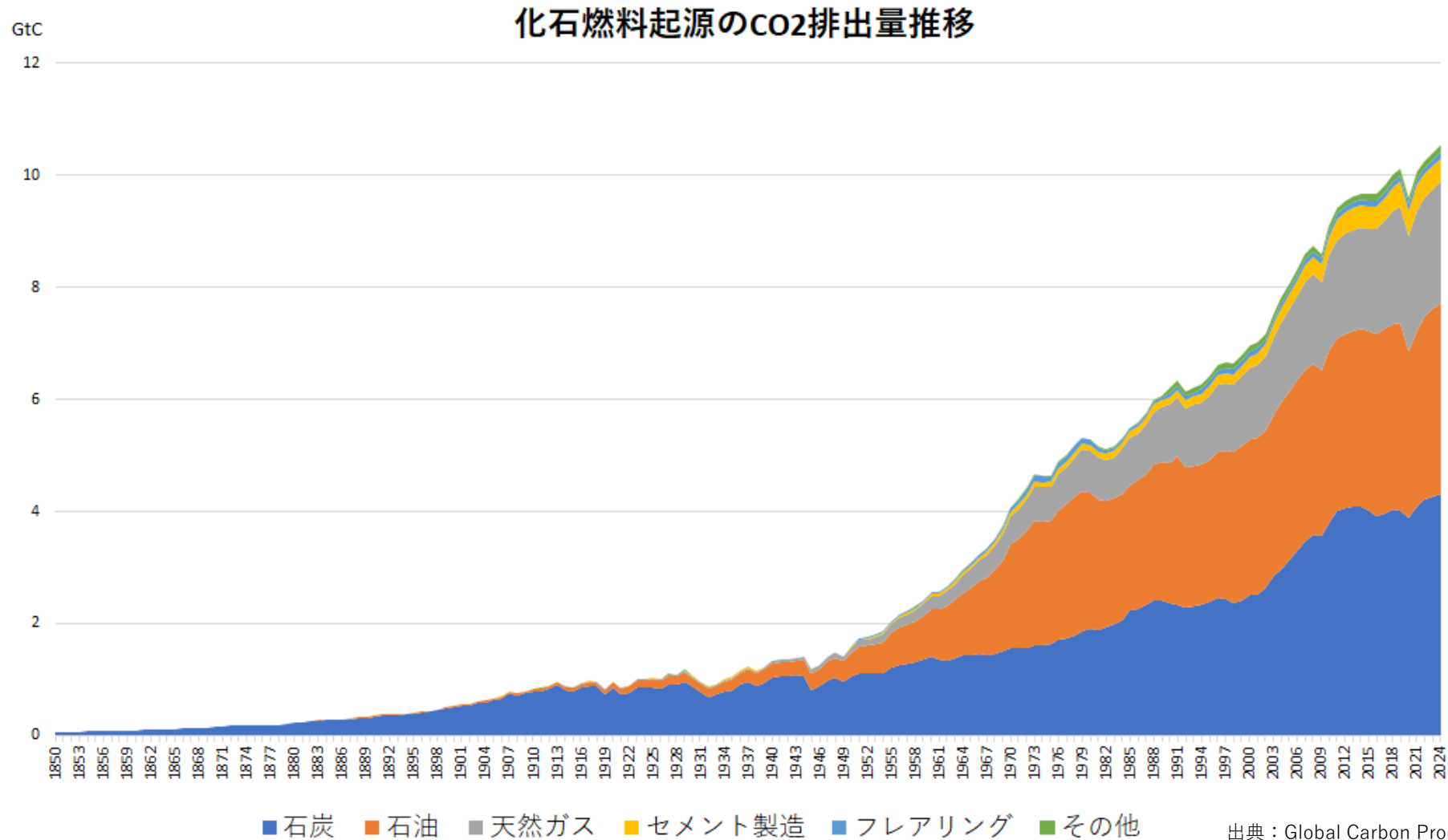
出典：Energy Institute, Statistical Review of World Energy 2025; International Energy Agency (IEA): World Energy Outlook 2025.

燃料別排出係数 (tC/GJ)



石炭の基礎知識

- 石炭は世界の温室効果ガスの主要排出源である。



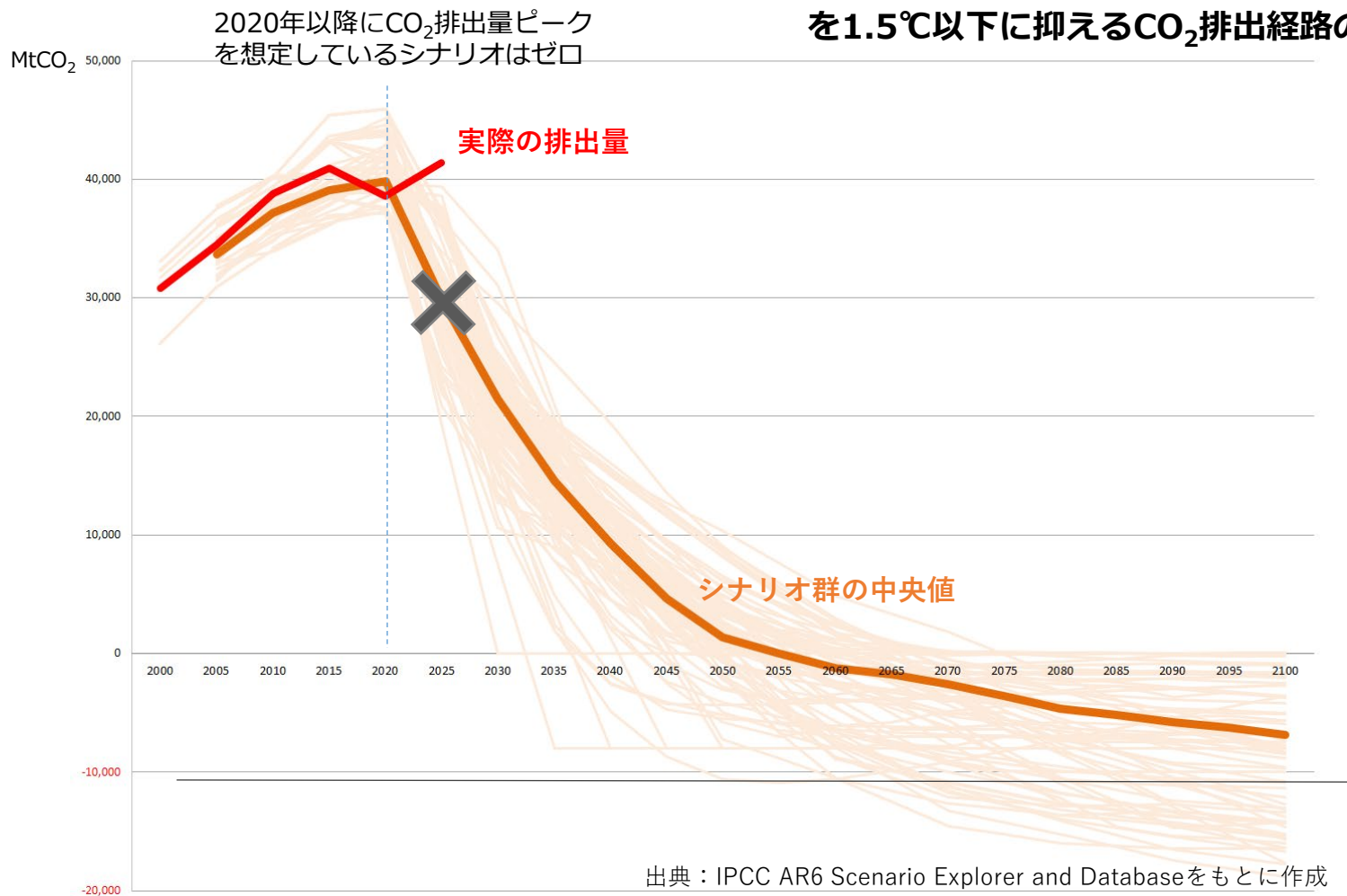
カーボンバジェット（炭素予算）が突きつける現実

- カーボンバジェットとは、地球温暖化による温度上昇を一定レベル（例えば、1.5℃）に抑えるために排出できる累積CO2排出量のこと。
- 温暖化レベルを1.5℃に抑えるためには、1.5℃のカーボンバジェットを使い果たす前に世界のCO2排出量をネットゼロにする必要がある。
- 現在のCO2排出量を続ければ、1.5℃のカーボンバジェットはあと数年で使い果たす。
→ 1.5℃目標の達成はほぼ不可能に...
- 一時的に1.5℃を超過するオーバーシュートシナリオにおいても、即時かつ大規模な排出削減の必要性が緩められるわけではない（加えて、ネットゼロ達成後には大規模なネガティブエミッションも必要）。
→ オーバーシュートを最小限に抑えるためにも、さらなる削減努力が必要
- 2℃目標（2℃より十分低く抑制）を今から達成する場合でも、2020年時点で1.5℃目標を達成するために想定されたような即時かつ大規模な排出削減が必要である。

いずれの場合においても、「即時かつ大規模な排出削減が不可欠」= 2030年までが勝負！

オーバーシュート無し、あるいは限定的な形での 1.5°C目標達成は非常に難しい状況へ

IPCC AR6*で評価されたオーバーシュート**無し、あるいは限定的な形で今世紀末の温暖化***を1.5°C以下に抑えるCO₂排出経路のシナリオ群（橙色の線）と実際のCO₂排出量（赤線）

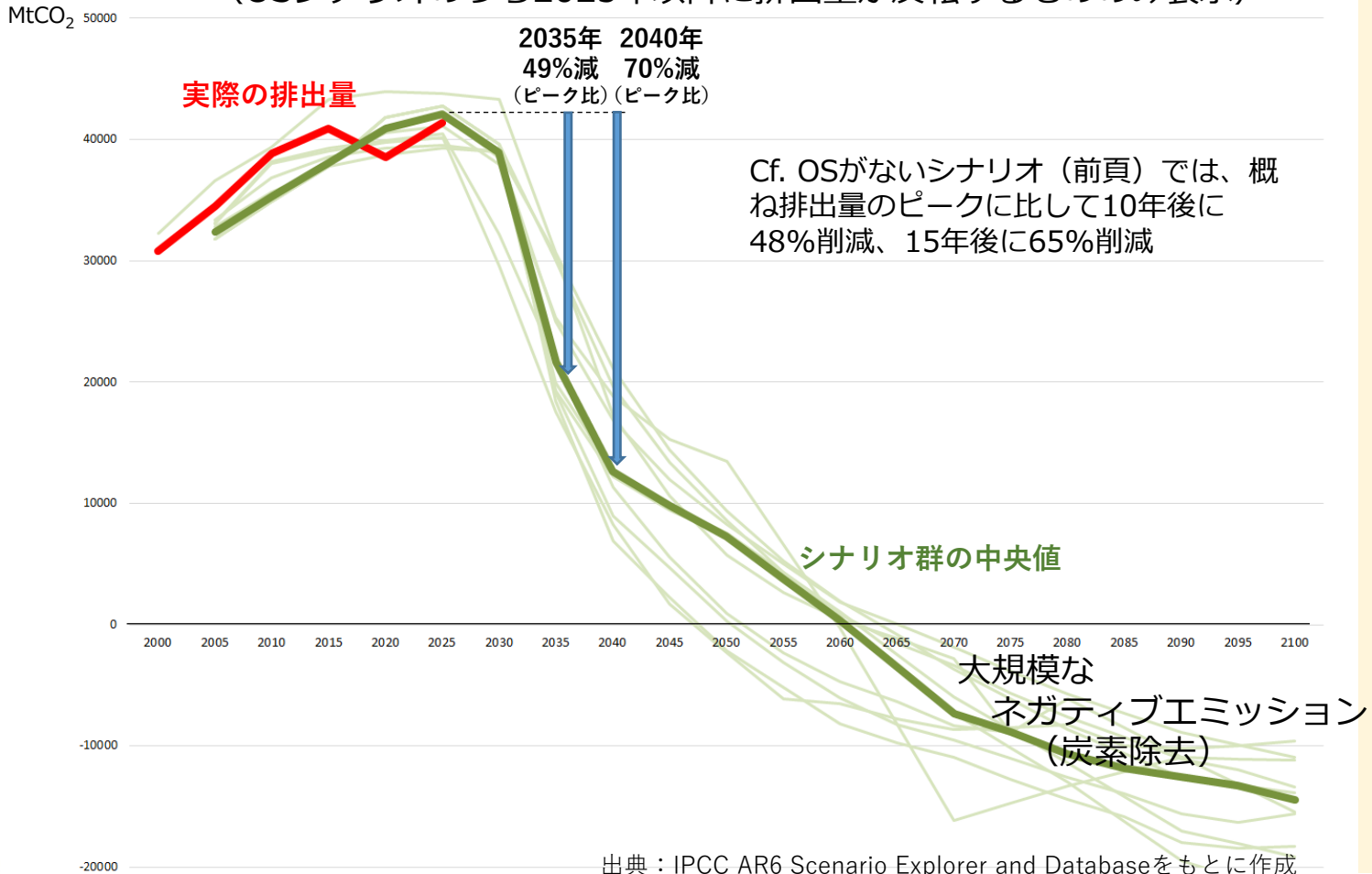


- 注 * IPCC AR6：気候変動に関する政府間パネルの第六次評価報告書
** オーバーシュート：温暖化が一時的に目標温度（例1.5°C）を超えた後、大気中からCO₂を取り除くことにより、温度を下げ、2100年までに1.5°Cに抑えること。限定的なオーバーシュートとは0.1°C以下の超過を意味する。
*** 温暖化：20～30年平均でみた地球表面温度の上昇のこと。

高いオーバーシュート(OS)・シナリオ*においても 早期かつ大規模な排出削減を追求する必要性は不変

IPCC AR6で評価された高いオーバーシュート*を伴い今世紀末の温暖化を1.5℃以下に抑えるCO₂排出経路のシナリオ群（緑色の線）と実際のCO₂排出量（赤線）

(OSシナリオのうち2025年以降に排出量が反転するもののみ表示)



注：高いオーバーシュート (OS) ・シナリオとは、温暖化が1.5℃を一時的に0.1℃~0.3℃超過した後、大気中からCO₂を取り除くことにより、温度を下げ、2100年までに1.5℃に抑えるシナリオ

OSシナリオが目指すとしても、早期かつ大規模な排出削減の必要性が緩められるわけではない。(左図)

OSシナリオに伴うリスク

- ティッピングポイントを含め、気候システムの応答に関する科学的不確実性
 - OSの規模が大きいほど、期間が長いほど、生態系や社会はより大きく広範な悪影響に晒される。
 - 温暖化レベルを下げることにより、悪影響がどのように変化するかの科学的知見は不十分
 - OSの規模が大きいほど、1.5℃に戻すために必要となる炭素除去量が増えるが (0.1℃あたり2,200億トンの除去)、炭素除去技術の不確実性は高い
 - 各国はネットゼロ達成以降、どのようにネット・ネガティブ排出目標を掲げるのか？
- **OSを最小限にするべく、早期の削減が必要**

今から2°C目標を目指す場合の排出削減の規模感・スピード感

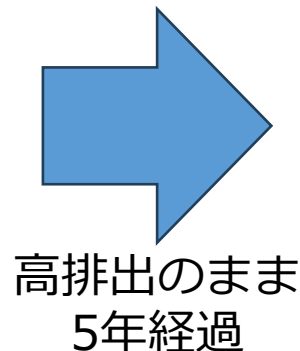
- 「そもそも1.5°C目標は野心過ぎであり、非現実的な目標であった。今こそ、より現実的な2°C目標（2°Cより十分低く抑制）に戻すべき」という論考もあるが...
- 今から1.7°Cに抑制するための残余カーボンバジェット**（温暖化レベルを1.7°Cに抑えようとした場合、現在からネットゼロ到達までに排出できる総累積CO₂排出量）は、**1.5°C目標を達成するために2020年以降に想定されていたものより少ない。**
 - ⇒ 今から2°C目標を達成するためには、2020年頃に1.5°C目標を達成するために想定されたような社会経済・エネルギーシステム全体の変革を実現する必要がある。
 - ⇒ **2°C目標であっても、即時かつ大幅な排出削減は不可欠**

各温度目標に対応する2020年1月1日以降の残余カーボンバジェット推計値
(中央値、Gt CO₂)

	50%*	67%*
1.5°C	500	400
1.6°C	650	550
1.7°C	850	650
1.8°C	1,000	850

出典：IPCC AR6 WG1 (2021)に基づき作成

注：* 気温上限までで地球温暖化を抑制できる可能性



各温度目標に対応する2025年1月1日以降の残余カーボンバジェット推計値
(中央値、Gt CO₂)

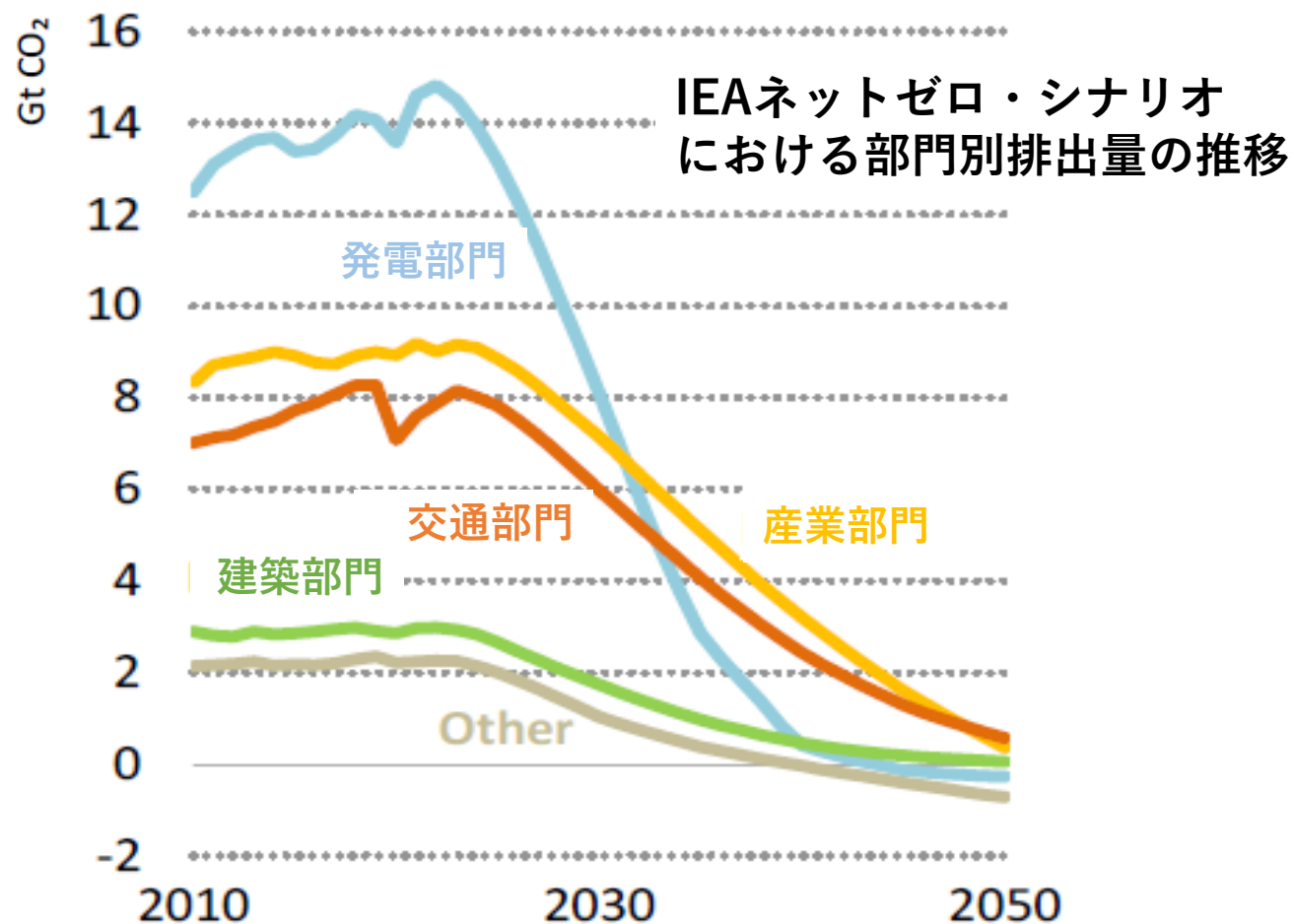
	50%*	67%*
1.5°C	130	80
1.6°C	310	240
1.7°C	490	390
1.8°C	680	550

出典：Indicators of Global Climate Change 2024に基づき作成

注：* 気温上限までで地球温暖化を抑制できる可能性

限られた時間、限られたカーボンバジェット(許容排出量)の中で、 発電部門の早期脱炭素化は合理的な戦略

社会全体の脱炭素化への
スムーズな移行を可能に！



なぜ、他部門に先駆けた電力部門の脱炭素化が重要なのか？

- 早期の大規模普及が可能な再生可能エネルギーという脱炭素化オプションが存在
- 脱炭素化された電力は、電化による交通、家庭、産業部門での脱炭素化の前提条件
- 電化は需要現場で直接、化石燃料を燃焼させるよりも、エネルギーをより効率的に利用することにつながり、エネルギー需要の抑制・削減にも貢献
- 「排出削減が困難な部門」での革新的技術普及までの「時間的猶予」を確保

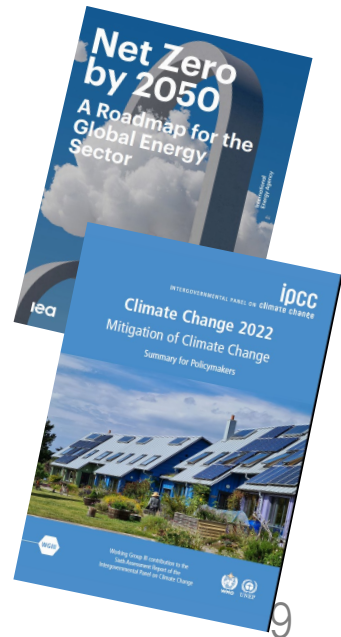


IEA（国際エネルギー機関）『2050ネットゼロ・ロードマップ』（2021）

「2030年までに1.5℃目標と統合的な排出経路に近づけるためには、**電源の脱炭素化の促進が特に排出削減効果が大きく、単一での最重要な方法（the single most important way）**」
「**先進国は2030年まで、その他の国は2040年までに電力分野ネットゼロ**」

IPCC（気候変動に関する政府間パネル）『第6次評価報告書 第三作業部会』（2022）

「**最もコスト効率よく脱炭素化するためには、電力部門からのCO2排出量を他のエネルギーセクターよりも先にネットゼロとする可能性が高い**」

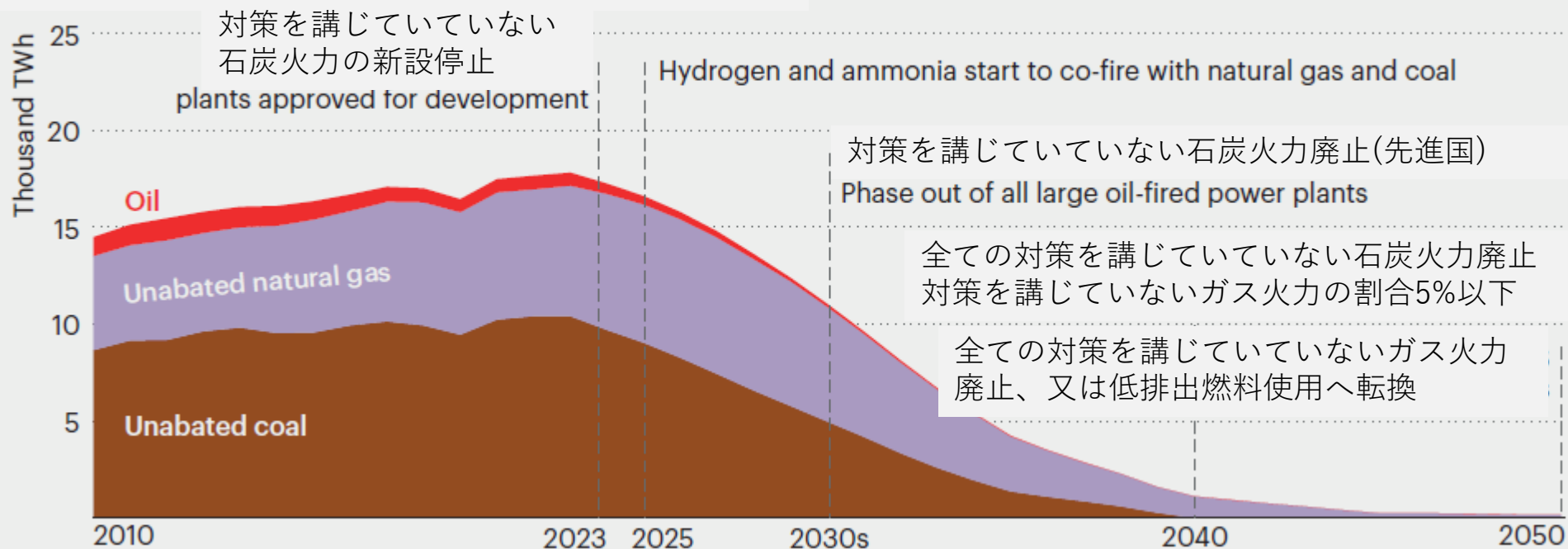


IEA(国際エネルギー機関)の2050ネットゼロ・シナリオでは、

- 現時点で、対策を講じていない石炭火力の新設の停止
- 2040年までにすべての石炭火力の廃止(先進国は2030年)
- 2040年には、総発電電力量に占める対策を講じていないガス火力の割合は5%以下へ
- 対策を講じていないガス火力も2045年頃までにほぼ廃止

かつて「橋渡し技術」と呼ばれたガス火力も、石炭火力に続いて順次縮小し、廃止する必要

対策を講じていない火力からの発電電力量



出典：IEA (2023)

パリ協定からの流れ①

パリ協定（2015年）で合意された長期気温目標

- ✓ 地球の気温上昇を工業化前に比べ「**2°Cよりも十分低く**」抑え、さらには「**1.5°C未満に抑えるための努力**」を追求する」

ただし、当時の科学的知見は不十分

→気候変動に関する政府間パネル（IPCC）に対して特別報告書作成を要請

IPCC 1.5°C特別報告書（2018年）

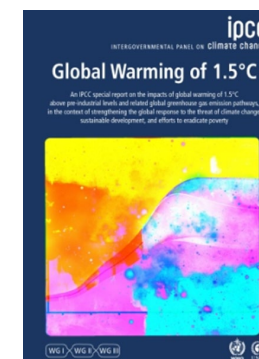
- ✓ 工業化以降の気温上昇は既に約1°C。その悪影響は既に顕在化。
- ✓ 今後1.5°Cに上昇したときの悪影響のリスクは現在より高くなり、2°C上昇だとさらに高くなる
- ✓ **1.5°C上昇と2°C上昇がもたらす悪影響には明確な違い**
- ✓ 1.5°C未満に抑えるためには、世界のCO₂排出量を2030年には2010年比45%削減し、**2050年頃までにネットゼロ**

国連気候行動サミット2019

- ✓ グテーレス国連事務総長が、**1.5°C目標を「国際規範」とする**べく、1.5°C目標に沿った排出削減目標の引き上げ、2050年までのネットゼロ達成を各国に呼びかける



パリ協定採択の瞬間（2015年12月）田村撮影



IPCC 1.5°C特別報告書



グテーレス国連事務総長

パリ協定からの流れ②

2020年以降、主要国で相次ぐカーボンニュートラル宣言

- ✓ EU、2050年カーボンニュートラル（2020年3月6日）
- ✓ 中国、2060年カーボンニュートラル*（2020年9月22日） *CO₂のみか、その他の温室効果ガスを含むかは不明
- ✓ 日本、2050年カーボンニュートラル（2020年10月26日）
- ✓ 韓国、2050年カーボンニュートラル（2020年10月28日）
- ✓ 米国、2050年カーボンニュートラル（2021年4月）



米国バイデン政権主催の
気候リーダーズサミット

G7コンウォール首脳宣言（2021年6月）

- ✓ G7として1.5°C目標および2050年カーボンニュートラルにコミット
- ✓ 排出削減対策が講じられていない石炭火力発電からの脱却を更に加速させる技術や政策の急速な拡大にコミット
- ✓ 排出削減対策が講じられていない石炭火力発電に対する新規の国際的な直接支援の終了（2021年中）

グラスゴー気候合意（2021年11月、COP26の成果文書）

- ✓ 「1.5°C目標の追求を決意」 = **パリ協定の軸足は1.5°Cへ**
- ✓ 対策が講じられていない石炭火力の段階的削減（phase-down）に向けた努力を加速

G7エルマウ首脳宣言（2022年6月）

- ✓ 2035年までに電力部門の完全（fully）又は大部分（predominantly）の脱炭素化の達成にコミット
- ✓ 国内の排出削減対策が講じられていない石炭火力発電の段階的廃止を加速
- ✓ 排出削減対策が講じられていない化石燃料エネルギー部門への新規の国際的な公的 direct 支援の終了（2022年中）

G7プーリア首脳宣言（2024年6月）

- ✓ 2030年代前半、もしくは各国のネット・ゼロの道筋に沿って、1.5°C目標と統合的なスケジュールで削減対策を講じていない既存の石炭発電を段階的に廃止

パリ協定からの流れ③

グローバルストックテイク成果文書（2024年11月、COP28の成果文書）

- ✓ 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年率2倍；
- ✓ 対策が講じられていない石炭火力の段階的削減に向けた取り組みを加速；
- ✓ 2050年までのネットゼロ達成を目指し、エネルギーシステムの化石燃料から脱却；

- 国際社会の脱石炭火力に向けた取り組みは徐々に強化されている。
- G7は、日本（と米国）以外、具体的な石炭火力の廃止年あるいは電力部門の脱炭素化達成年を掲げている。

「対策が講じられていない（unabated）」とは何か？

- ✓ G7やCOPなどの場で合意された定義はない。
- ✓ 気候変動に関する政府間パネル（IPCC）では、「発電所からのCO2の90%以上や、エネルギー供給からのメタンガスの50-80%の捕捉のような大幅な削減がないもの」（SYR Longer Report, 脚注91）と規定してる。

- 従来型石炭火力に対する石炭ガス化複合発電（IGCC）の排出削減は15%程度であり、含まれない。
- 石炭火力発電におけるアンモニア混焼は含まれない（90%以上の混焼のみ）。
- 石炭火力発電における炭素回収貯留（CCS）による技術的な回収率は85~95%とされる。しかし、実績値では、6~7割。

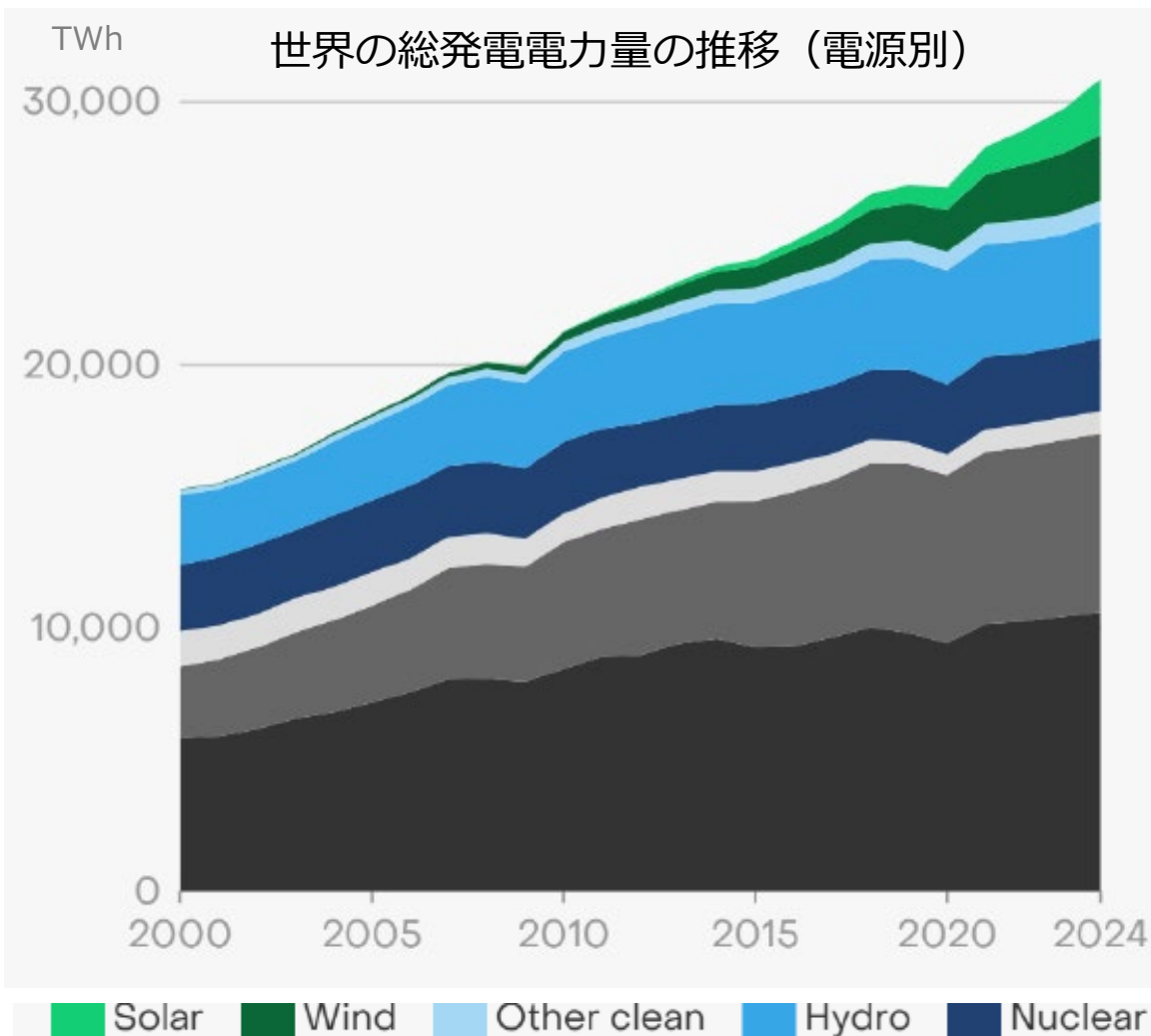
国名	石炭火力及び電力部門に関する方針
日本	• 30年度の電力供給の19%を石炭火力
ドイツ	• 38年までに石炭火力*廃止（30年までの廃止をも目指す） • 35年までに電力部門の脱炭素化
米国	（• 35年までに電力部門の脱炭素化）
カナダ	• 30年までに石炭火力*廃止 • 35年までに電力部門の脱炭素化
イタリア	• 25年までに石炭火力*廃止
英国	• 24年9月末までに石炭火力*廃止 • 35年までに電力部門の脱炭素
フランス	• 22年までに石炭火力*廃止

*炭素回収貯留（CCS）など削減対策を講じていない石炭火力

日本政府の「押し」…

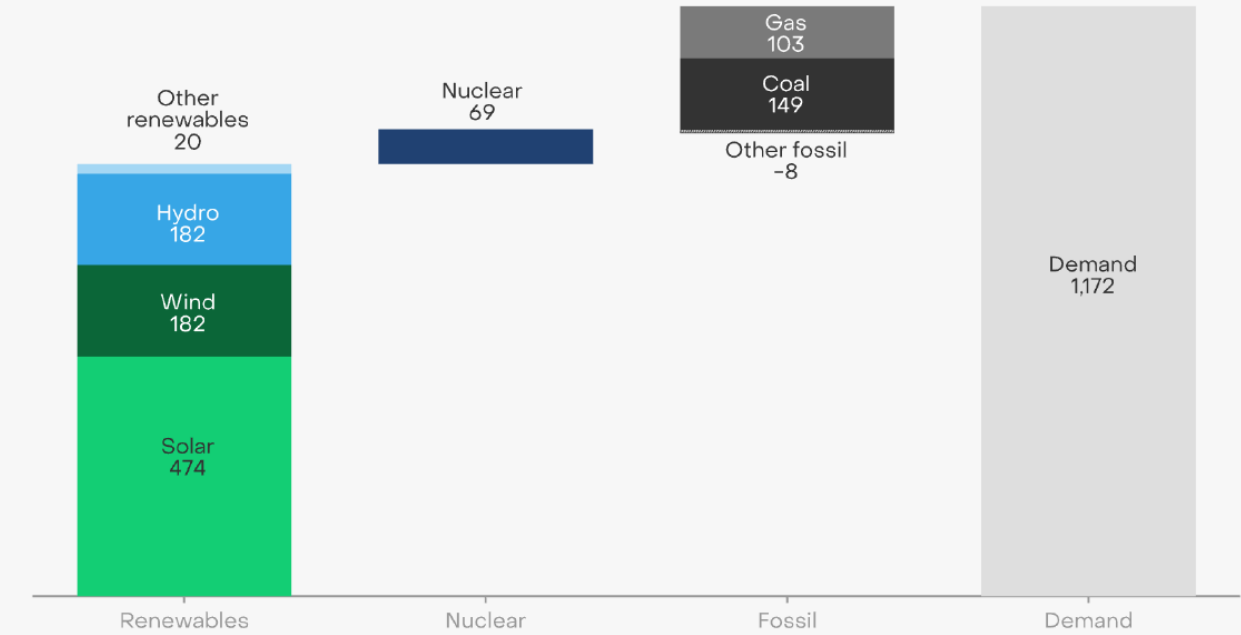
世界のエネルギー変革のトレンド

- 世界の電力需要は急増。その増加分の3/4は再生可能エネルギーで賄われた（太陽光のみで40%）。
- 中国にけん引される形で世界的傾向。米国も同様。



2024年の電力需要増加の3/4は再エネで賄われた
Renewables met three-quarters of electricity demand growth in 2024 - 40% was from solar power alone

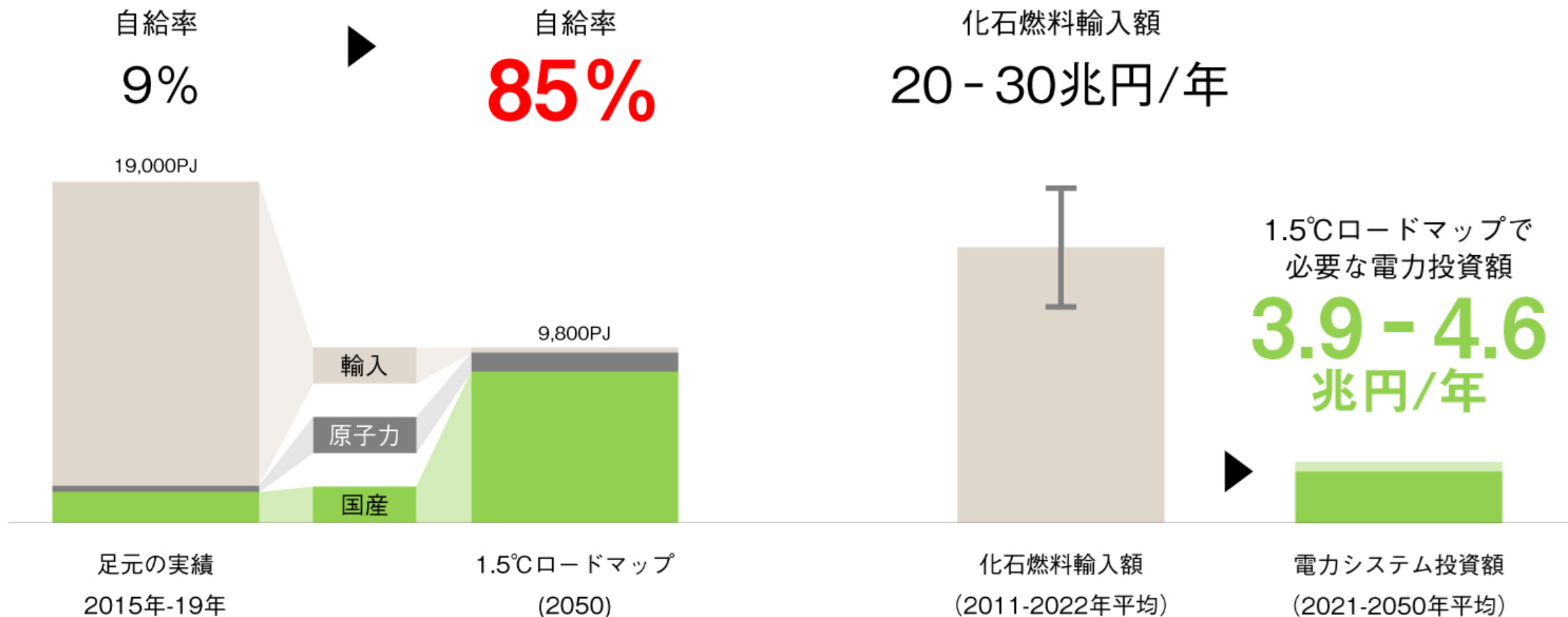
Change in electricity generation, 2024 vs. 2023 (TWh)



2023 baseline: 29,685 TWh

Source: Yearly electricity data, Ember
 'Other renewables' includes bioenergy, geothermal, tide and wave energy

再エネの経済・エネ安全保障への寄与（便益）： エネルギー自給率は高まり、資金の流れは国外から国内へ



〈エネルギー需要の変化の内訳〉

*現状、化石燃料の用途には電力以外も含まれるが、本ロードマップでは、大半を電化（水素化）するため、現行の熱分野等も含めたシステム全体の投資額とみなして推計。投資額には、系統整備、蓄電池、水電解水素装置、水素専焼火力の設備投資を含む

再エネの経済・エネ安全保障への寄与（便益）： エネルギー・国家安全保障の向上

□ 供給途絶リスクの抜本的解消

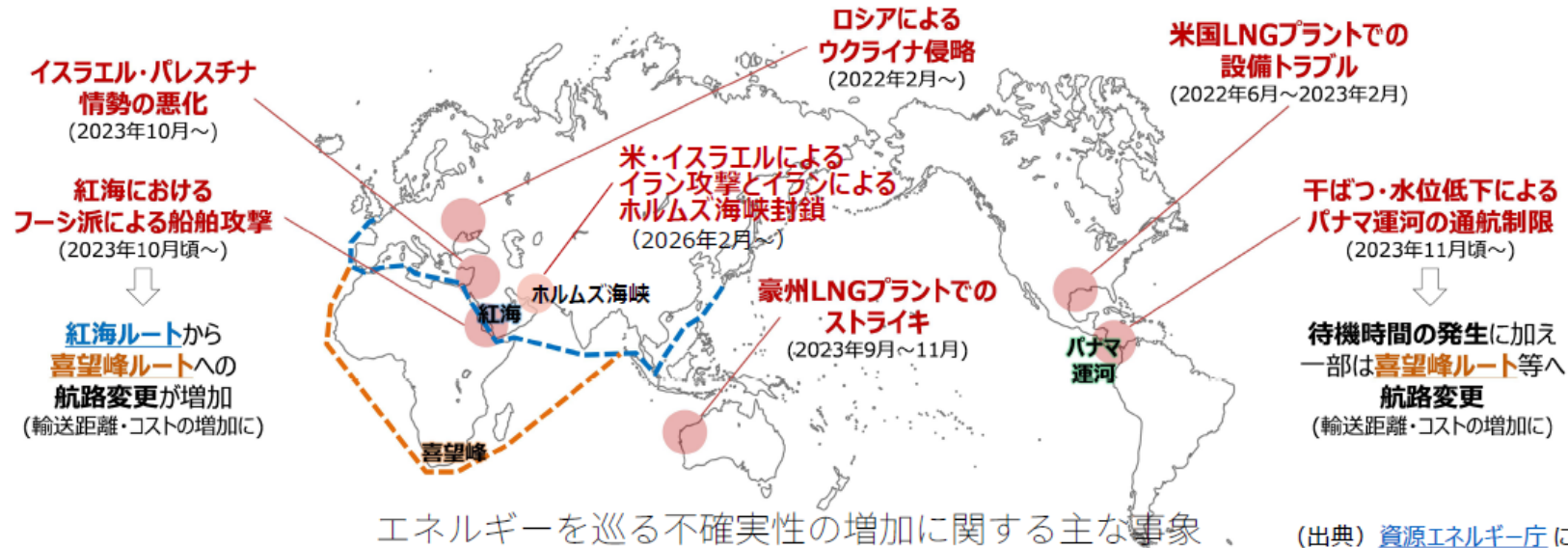
- 燃料を輸入し続けなければならない化石燃料と異なり、太陽光や風力は枯渇することがない。地政学的ショックによるサプライチェーンの混乱リスクから自立できる。

□ 外交・防衛政策の自律性確保

- 資源確保のために化石燃料供給国へ配慮する必要性が減ることで、外交的・経済的な自主性が高まる。

□ 「電力の時代」における国家の競争力確保

- 電力を大量に必要とする生成AIの登場で、発電能力が国家の競争力を左右する中、低廉で安定的かつ賦存量が大きく、かつリードタイムの短い電源となりうる。

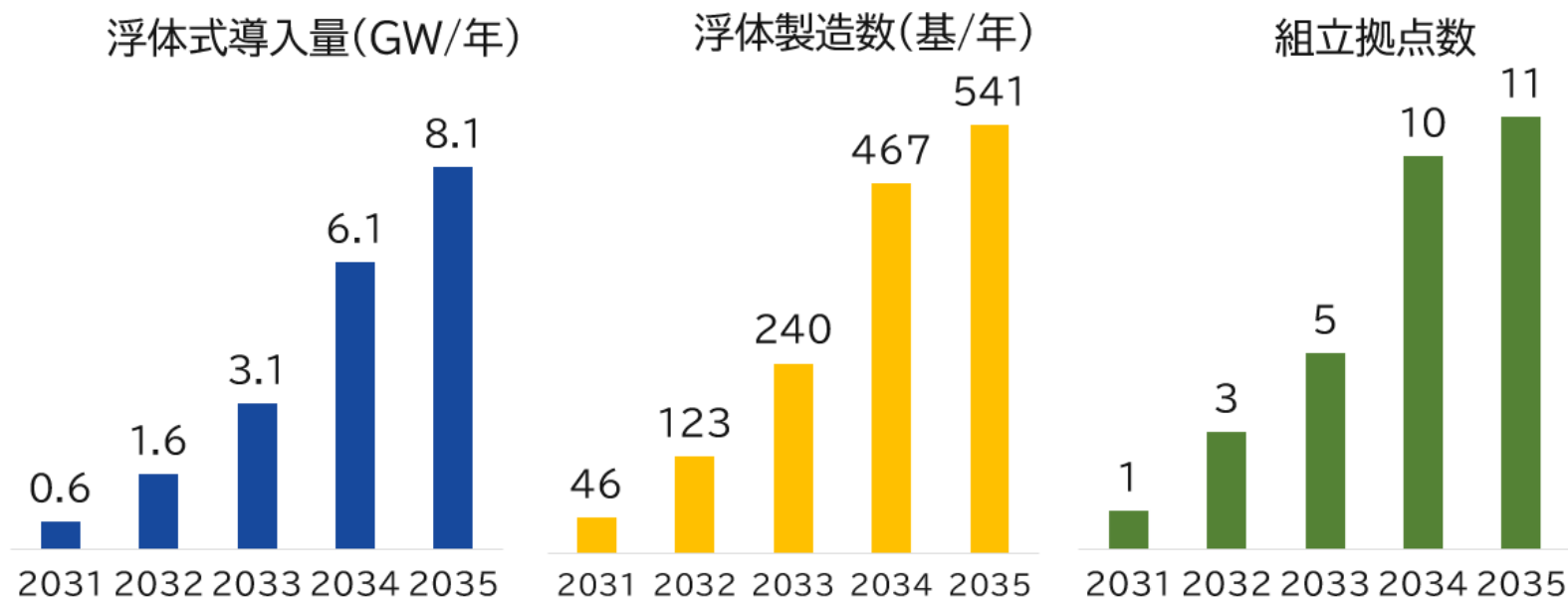


「ホルムズ海峡が封鎖された」という事実は、どのような停戦合意がなされたとしても、今後の石油・天然ガスの安定供給に対するリスク要因となる

再エネの経済・エネ安全保障への寄与（便益）： 次世代再エネ技術の国内産業の育成

- ペロブスカイトなどの次世代太陽光発電の開発・発展・拡大
- 浮体式洋上浮力、2035年20GW（発電開始）に向けて国内サプライチェーン形成、特に基地港湾と浮体製造・組立拠点の速やかな拡大。

1.5°Cロードマップで想定する浮体式洋上風力 2035年20GW
に向けた国内サプライチェーン形成の規模感



出典: [海洋技術フォーラム提言 意欲的目標](#) をもとにIGES作成



米国・セーラム洋上風力ターミナル
・ 旧石炭・石油火力発電所の再開発
・ 2027年オープン予定

出典 <https://www.crowley.com/wind/salem>

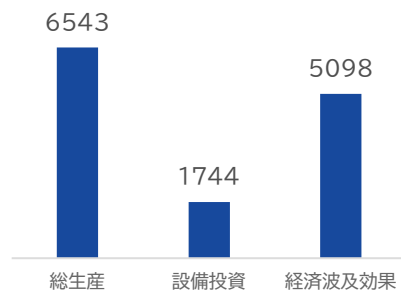
再エネの経済・エネ安全保障への寄与（便益）： 地域のエネルギー赤字の緩和と、地域産業の活性化・波及効果

- 現在、全国の約9割の自治体がエネルギー収支赤字（地域の稼ぎが、エネルギー代金で流出）
- 再エネ賦存量は地域ほど多い。活用すればエネルギー赤字の緩和と地域産業活性化が可能。

太陽光・バイオマスを中心としたケース（鳥取市）

- 地域の全電力量を賄える再エネ潜在力。
- 実現すれば、約1,750億円の投資と、その数倍の経済波及効果が見込まれる*

（億円）



資本費・人件費等に加え、域内所得循環効果で、年間総生産額の約8割に相当する追加の経済効果



鳥取市脱炭素ロードマップより

洋上風力のケース（秋田県、新潟県、長崎県）

洋上風力第2ラウンド事業（1.8GW）の経済効果

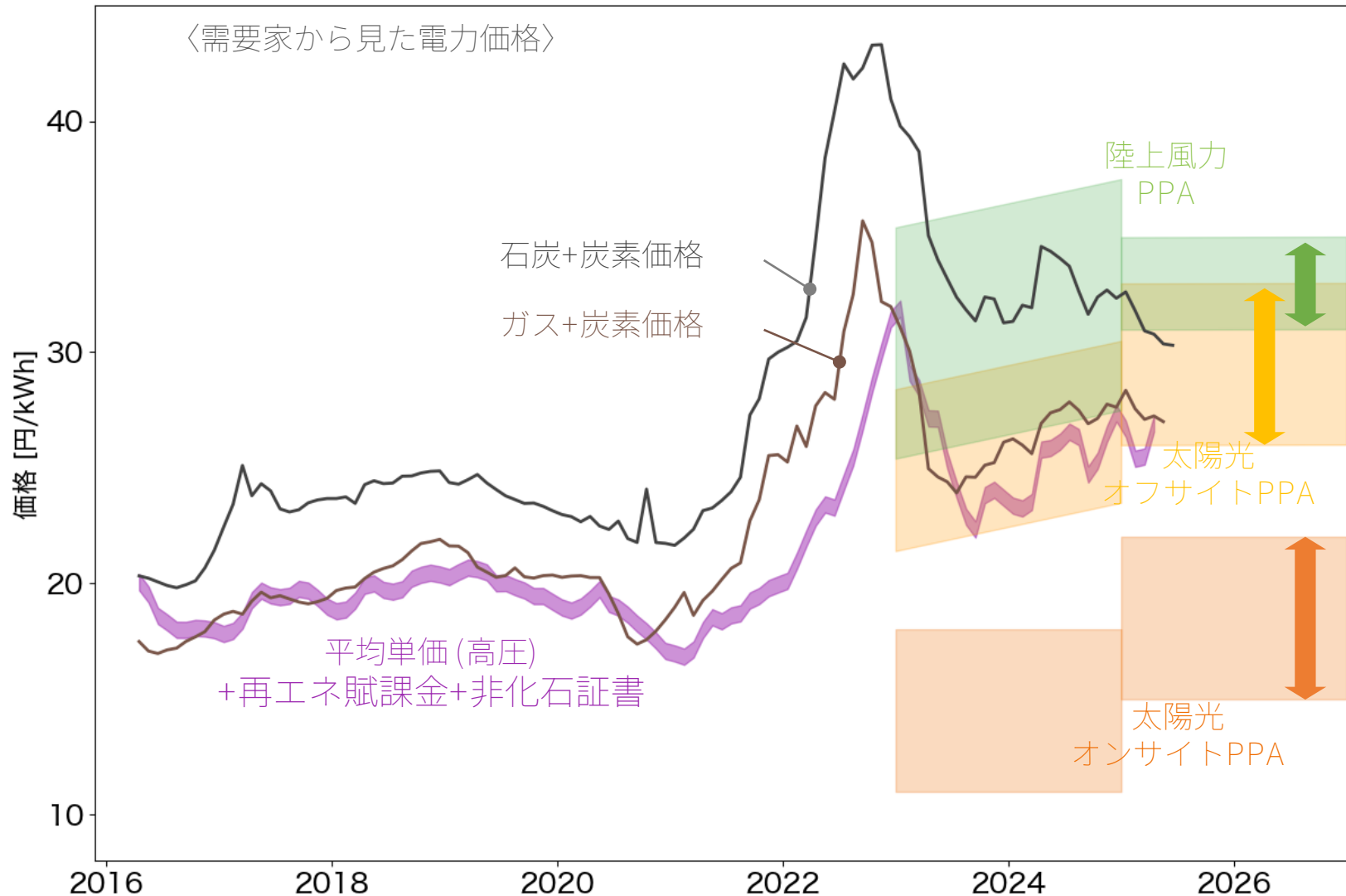
- 生産誘発額は合計1.8兆円*
*建設期には各県総生産の0.2～2%に相当。
- 合計8万人の雇用誘発



画像出典: JRE

再エネの経済・エネ安全保障への寄与（便益）： PPAによる廉価かつ安定的な電力価格の提供

Power Purchase Agreement



- 化石燃料の高騰により再エネの価格競争力は高まっている
- 太陽光オンサイトPPAは高い価格競争力を持つ
- オフサイト太陽光、陸上風力は現状の非化石証書価格では経済合理性が十分ではない

- 太陽光オフサイトPPA、陸上風力PPAは託送料、再エネ賦課金等を含む
- PPAの発電コスト範囲はBNEFによる調査
- 石炭・LNGは発電コスト検証WGの計算式による。IEA STEPSの炭素価格を含む
- 非化石証書価格は非FIT非化石証書(再エネ指定) 0.6~1.3円/kWh
- データ出典: [新電力ネット](#)、[BNEF](#)、[JEPX](#)

再エネ拡大は新たな海外依存や安全保障上のリスクを生むか？

- 太陽光パネル等、再エネ機器の特定国への依存
 - ✓ 燃料を日々輸入し続けなければならない化石燃料と異なり、太陽光や風力は枯渇することはない。一度輸入し、稼働させれば国産エネルギーとなる。
- サイバーセキュリティ：再エネ機器の通信機能と制御機能に対するサイバー攻撃
 - ✓ 再エネ機器か否か、あるいは海外製か国産かを問わず、電力システムのデジタル化・ネットワーク化が進む中で、サイバー攻撃への脆弱性は高まる。
 - ✓ 適切な対策によるリスク管理が必要となる（多層防御の構築、隠し通信機能等に対するリスク検証体制の確立、事業者のセキュリティ意識向上等）。
- 重要鉱物：再エネ産業を国内育成しても重要鉱物を海外依存することになる？
 - ✓ 技術開発と政策の組み合わせで対処していく必要がある
 - 重要鉱物の利用を最小限、あるいは使用しない技術の開発（例、ペロブスカイトはレアアース等の重要鉱物に依存せず、国内で原料を安定調達できる）
 - 重要鉱物のリサイクル産業化（例、風力タービンに必要な重要鉱物のリサイクル）
 - 重要鉱物の供給網の多様化（例、国際協力や国内開発）

おわりに： エネルギー安全保障からみた再エネ

- 何を何からどのようにして守るのか？
 - 国レベル：「国の経済発展や外交自律性」を「過度な海外依存」から「再エネによるエネルギー自給向上」により守る
 - 地域レベル：「地域経済・人々の暮らし」を「化石燃料使用による資金流失」から「地域共生型の再エネ普及」により守る
 - 企業レベル：「企業の持続的な事業活動」を「エネルギー価格変動の影響」から「再エネ導入」により守る
- 再エネの普及拡大は、単なる気候変動対策（脱炭素化）に留まらない。化石燃料への依存から脱却し、日本のエネルギー自給率を高め、経済的・地政学的な脆弱性を克服する「優先度の高い国家・経済安全保障戦略」

👁️ IGES 1.5°Cロードマップは、そのための
アクションプランをまとめている



<https://1p5roadmap.iges.jp>



IGES 1.5°Cロードマップ：日本の排出削減目標の野心度引き上げと豊かな社会を両立するためのアクションプラン