

地球温暖化問題と 燃料電池への期待

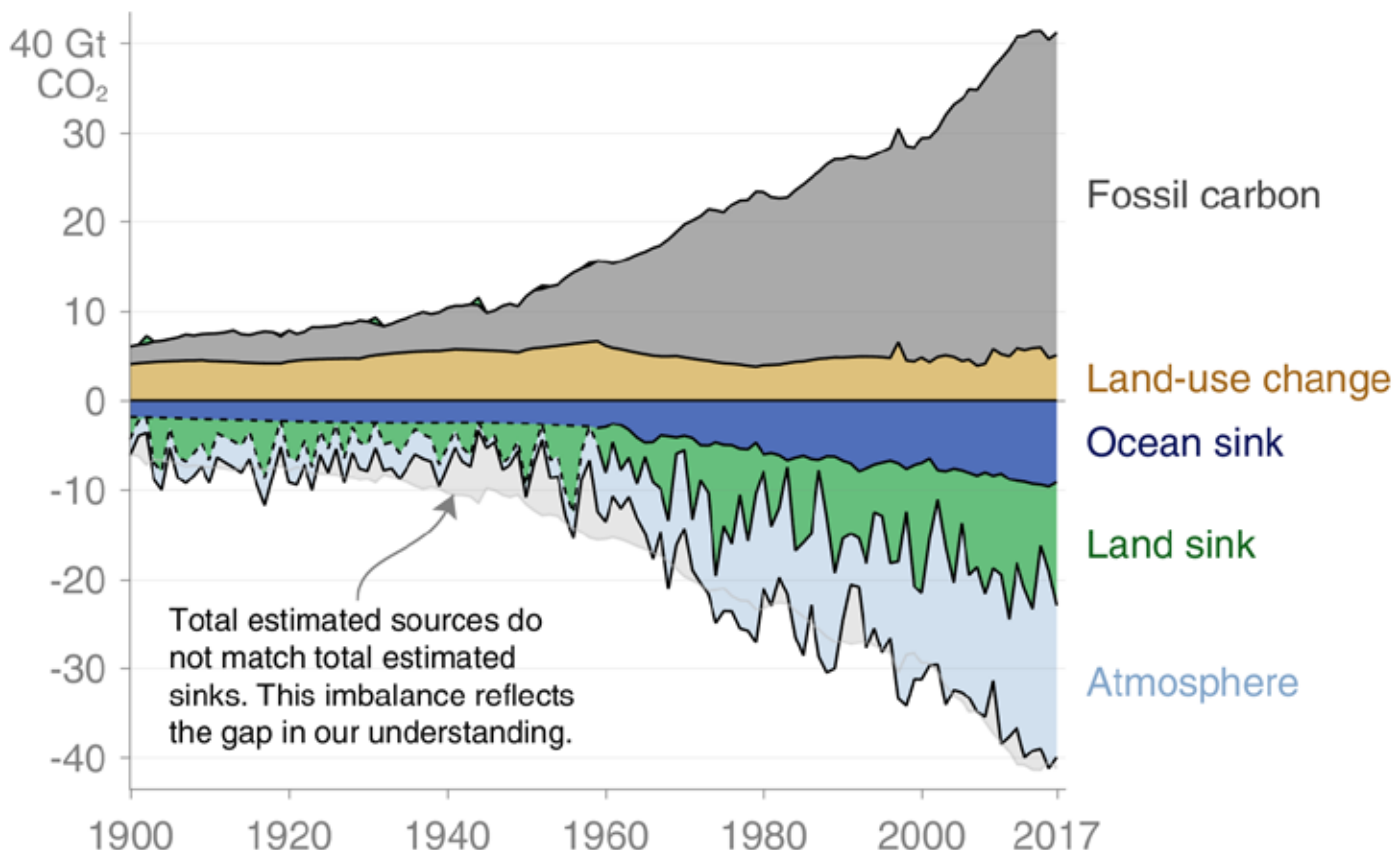
FCDIC 第26回燃料電池シンポジウム
2019年5月24日

エネルギー総合工学研究所
黒沢厚志

地球規模の炭素収支

ρ 人為的なCO₂排出は、大気への蓄積、陸・海洋への吸収に配分

排出と吸収のバランス



© Global Carbon Project • Data: CDIAC/GCP/NOAA-ESRL/UNFCCC/BP/USGS

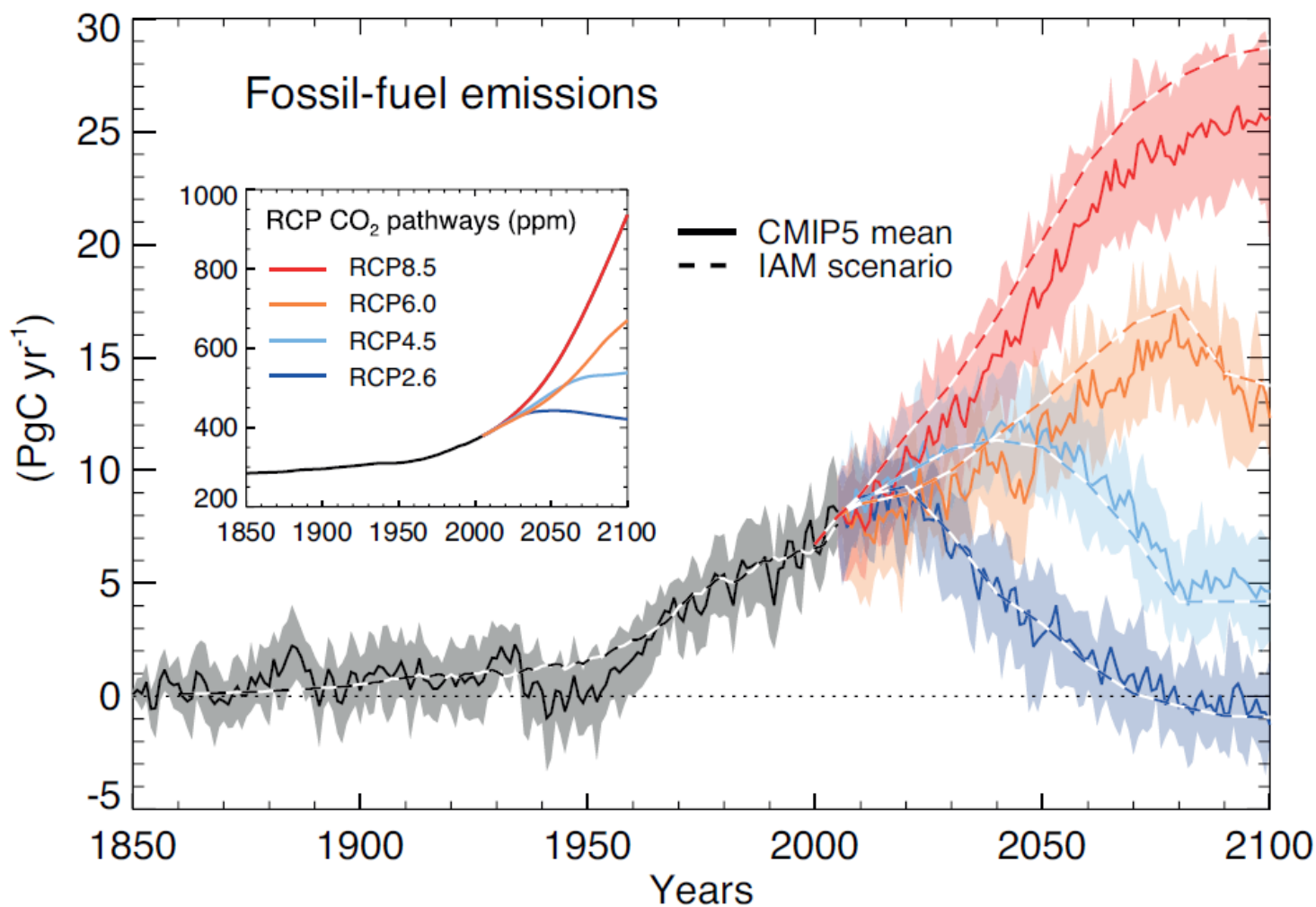
Source: [CDIAC](#); [NOAA-ESRL](#); [Houghton and Nassikas 2017](#); [Hansis et al 2015](#); [Joos et al 2013](#); [Khatiwala et al. 2013](#); [DeVries 2014](#); [Le Quéré et al 2018](#); [Global Carbon Budget 2018](#)

4種類のGHG排出将来シナリオ

IPCC第5次報告書向けの気候シナリオ検討用

最も低位ケース(RCP2.6)が2 安定化に相当

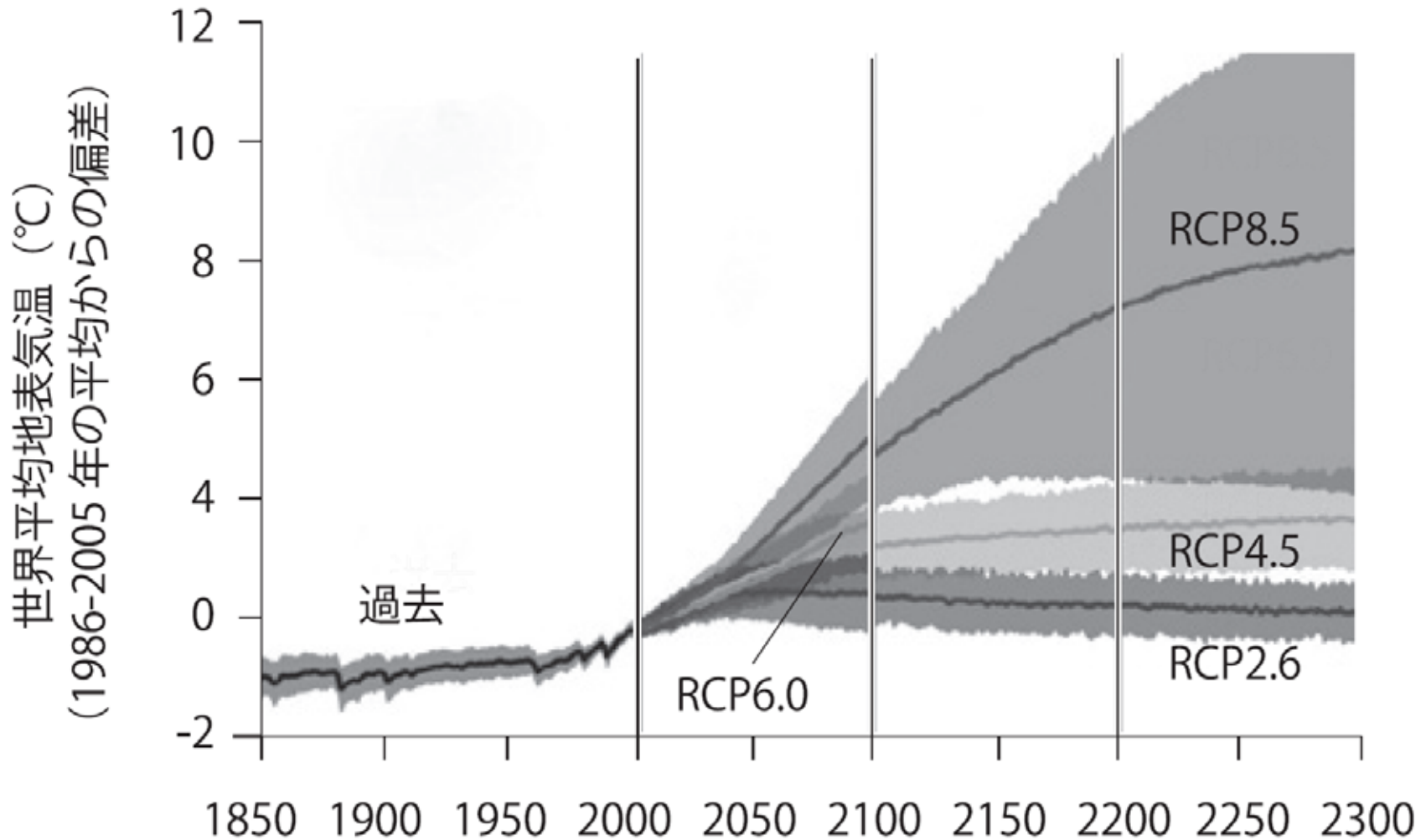
(source) IPCC第5次報告書



4種類のGHG排出に伴う温度上昇

ρ 既に産業革命前からほぼ1 °C 上昇

ρ 2 °C や1.5 °C (特に1.5 °C) の達成難易度は相当高い (source) IPCC第5次報告書



気候変動枠組条約と締約国会議

Ⓟ 気候変動枠組条約 (UNFCCC)

- ┆ 1992年採択, 1994年発効
- ┆ 目的 気候系に対して危険な人為的影響を及ぼさないレベルでの温室効果ガス濃度の安定化

Ⓟ 締約国会議 (COP, Conference of the Parties)

- ┆ 気候変動枠組条約を締結した, 国, 地域などの代表が集まって議論する場. ほぼ年1回のペースで開催.
- ┆ 1997 COP3 京都議定書 先進国の削減数値目標
- ┆ 2015 COP21 パリ協定 2020年以降のGHG削減枠組
- ┆ 2018 COP24 ポーランド カトヴィツェ



United Nations
Framework Convention on
Climate Change

パリ協定

- ρ パリ協定本文 = 国際条約
- ρ 目的（2条）
 - ┆ 産業革命前からの平均気温上昇を2 未満に抑制(1.5 未満抑制努力)
- ρ 排出削減策（4条）
 - ┆ 早期にピークアウト，今世紀後半に人為起源の温室効果ガス(GHG)排出と吸収をバランス，5年ごとの国別約束の提出（次回は2020年）
- ρ グローバル・ストックテイク(14条)
 - ┆ 長期目標に達する世界全体の進捗確認，2023年初回，5年おき
- ρ 適応（7条）
 - ┆ 適応計画作成および実施，適応報告書提出
- ρ 損失と損害（8条）
 - ┆ 損失と損害の回避と最小化
- ρ 資金（9条）
 - ┆ 先進国拠出，その他の国（新興国等）に拠出奨励，資金規模を維持
- ρ 技術開発・移転（10条）
 - ┆ 技術の役割を強調，支援メカニズム等
- ρ 市場メカニズム等（6条）
 - ┆ 自主的協力，メカニズム，非市場アプローチ

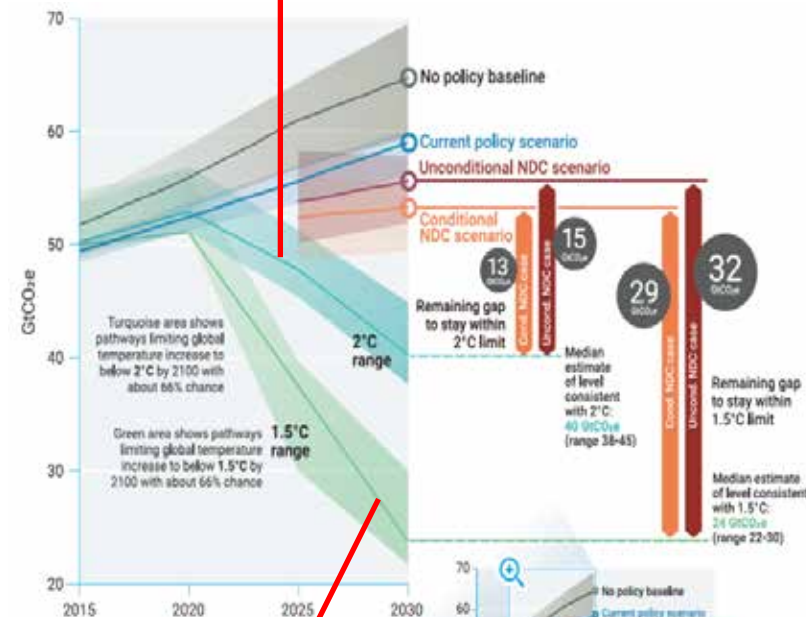
NDC(国別約束) 2 目標との大きなギャップ

- ρ パリ協定温度目標 達成可能？
- ρ 2030年頃の国別目標(NDC)積み上げは2℃達成ラインに乗っていない

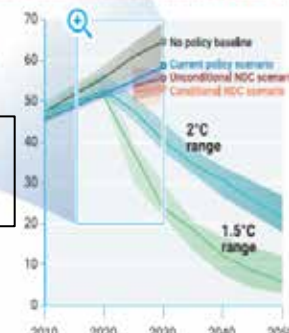
- ┆ 削減策上乗せが必要
- ┆ グローバルストックテイク
 - 緩和策(GHG削減), 適応策(気候変動影響に対応), ファイナンスの現状確認と必要な積み上げ量を評価
 - 5年おきに実施

- ρ 長期戦略(2050年頃を想定)
 - ┆ 2020年までに各国が提出

2100年までに
66%確率で2℃以下を達成



2100年までに
約66%の確率で1.5℃以下を達成



Source: UN Environment Gap report 2018

地球温暖化懐疑論

批判の種類(「地球温暖化懐疑論批判」から抜粋)

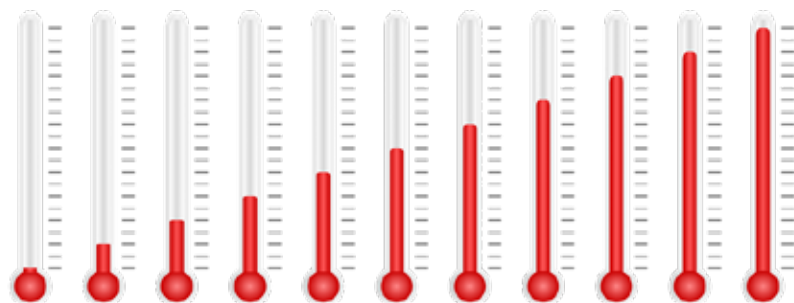
地球温暖化
懐疑論批判
三田 隆

- Ⅰ 過去および現在の観測データ (出典:地球温暖化懐疑論批判 IR3S / TIGS叢書)
 - 温度観測データ, 衛星による温度観測データ, 2001年以降気温上昇停止
- Ⅰ 過去および現在の気候変化の原因
 - 二酸化濃度上昇と温度変化の傾向が異なる, 最近の温暖化は太陽活動の影響, 過去約100年間の温暖化は異常ではない, **最近の温暖化は自然変動**, 温室効果ガス以外に大きな原因, 大気汚染が温暖化の原因, 世界気象機関が異常気象と温暖化は無関係と言っている
- Ⅰ 炭素循環
 - 気温上昇が二酸化炭素濃度上昇の原因, 海洋から二酸化炭素が大量に放出, 大気と生態系・海洋との二酸化炭素交換量に比べて人為排出は小, 炭素循環の推定量が間違っている, 人為的排出二酸化炭素の大気中滞留時間は短い, 森林による二酸化炭素吸収はない, 森林火災のため地球全体では二酸化炭素は吸収しきれない, 森林が二酸化炭素を吸収するという発想は見当はずれ
 - 温室効果強化に対する気候システムの応答
 - 観測から推定される気候感度は小さい
- Ⅰ 地球大気の構造・光学特性
 - 地上温度は平均地上気圧で決まる, 平衡モデルが間違い, 二酸化炭素温暖化説は対流に対する考慮がない, 二酸化炭素の効果は水蒸気の効果に比べて小さい, 二酸化炭素による赤外線吸収はすでに飽和
- Ⅰ 海水準変化
 - ツバルでは海面上昇が起きていない, 極地の氷の融解による海面上昇はない

温暖化は自然変動だけで説明できるのか

ⓐ 最近の温暖化は自然変動？

- Ⅰ 過去の事象は、気候モデルによる20世紀の再現実験によってある程度示すことができる。
- Ⅰ 例えば、仮に二酸化炭素やエアロゾルなどの人為起源物質の増加が無いという条件で反論ミュレーションを行うと、(自然の変動要因と気候の内部変動だけでは)20世紀後半の気温上昇の大きさは再現できない。
- Ⅰ これらは、20世紀後半においては、二酸化炭素が「原因」で温度が「結果」であることを強く示唆している。



(出典:地球温暖化懐疑論批判 IR3S / TIGS叢書)

主要国のCO2削減の取り組みに関する政策動向

ρ UNFCCC 短中期的対応 国別削減目標(NDC)

- | 世界のほぼすべての国が提出
- | 目標年 2030年の国が多い, アメリカは2025年
- | 基準年 任意に選んでよい
- | GDP原単位の国もあり

	日本	アメリカ	中国	インド	EU
基準年	2013	2005	2005	2005	1990
削減率	26%	26-28% (2025年)	60-65% (CO2/GDP)	33-35% (GHG/GDP)	40%

ρ UNFCCC 長期戦略への対応

- | 長期戦略を提出した国はまだ限られる
- | 2020年までに提出する必要がある

主要国の長期戦略

主要各国の長期戦略の位置付けと戦略の示し方

国	ドイツ	フランス	英国	カナダ	米国
2050年目標	80～95%削減 (90年比)	75%削減(ファクター4) (90年比)	80%以上削減 (90年比)	80%削減 (2005年比)	80%以上削減 (2005年比)
戦略の位置付け	すべての関係者に必要な方向性を示す長期的な気候変動対策の基本方針	目標達成に向けた全体的な枠組みと解決法の明確化 (公的機関に法的拘束力、企業への投資指針などの参考)	「グリーン成長」のペース加速を目指した包括的な政策及び提案	長期大幅削減に向けた課題と機会に関する基本的な枠組みの提供	政策及び投資を導く戦略的枠組みの提供
戦略の示し方 (分野別、部門横断)	2050年のビジョン(絵姿)、2030年までのマイルストーンと対策を分けて提示 ※部門別の2030年目標は必達	2050年の推計と2028年までの目標、それらの実現に向けた対策・施策の方向性を提示 ※2028年までのカーボンバジェット設定し進捗管理	2050年及び2032年までの野心的目標(推計)と対策・施策の方向性を提示 ※2032年までのカーボンバジェット設定し進捗管理	2050年の大幅削減に向けた主要な対策・施策の方向性を提示	80%以上の削減に向けた野心的なビジョンを示し、対策・施策の方向性を提示
定量分析の位置付け	戦略の点検・改訂にはシナリオ分析が必要 (策定に当たって科学的基礎情報を得るため連邦環境省から研究機関にシナリオ分析を委託)	レファレンスシナリオを基に部門毎の勧告の一部を策定 (レファレンスシナリオはアクションプランでははい)	多様な将来に共通する対策や技術、不確実性を特定するためシナリオ分析を実施 (提示したシナリオは将来予測ではない)	2050年の大幅削減に向けた課題と機会を抽出するために既往シナリオ分析をレビュー	定量的な推計は長期戦略の重要要素 ビジョン達成に向けた主要な課題と機会を認識するためシナリオ分析を実施 (長期の進歩を正確に予想するものではない)
シナリオ等	2050年▲80%と▲95%のシナリオを分析	レファレンスシナリオは、目標達成に向けたあり得る一つの道筋として設定	電化、水素利用、除去(バイオマスCCUS)の3つのシナリオを分析	複数の既往シナリオ分析をレビュー 特に電力部門は、4種の分析プロジェクトをレビュー	ベンチマークシナリオに加え、吸収除去、エネルギーシステムに着目したもの、更なる削減可能性のためのもの計7つを分析

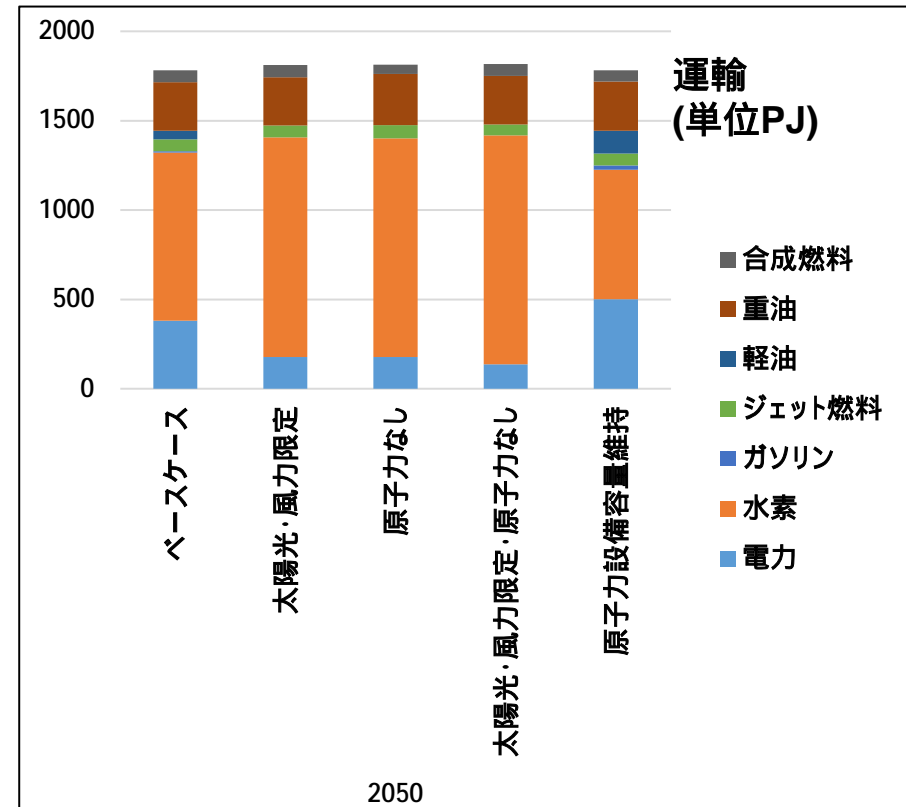
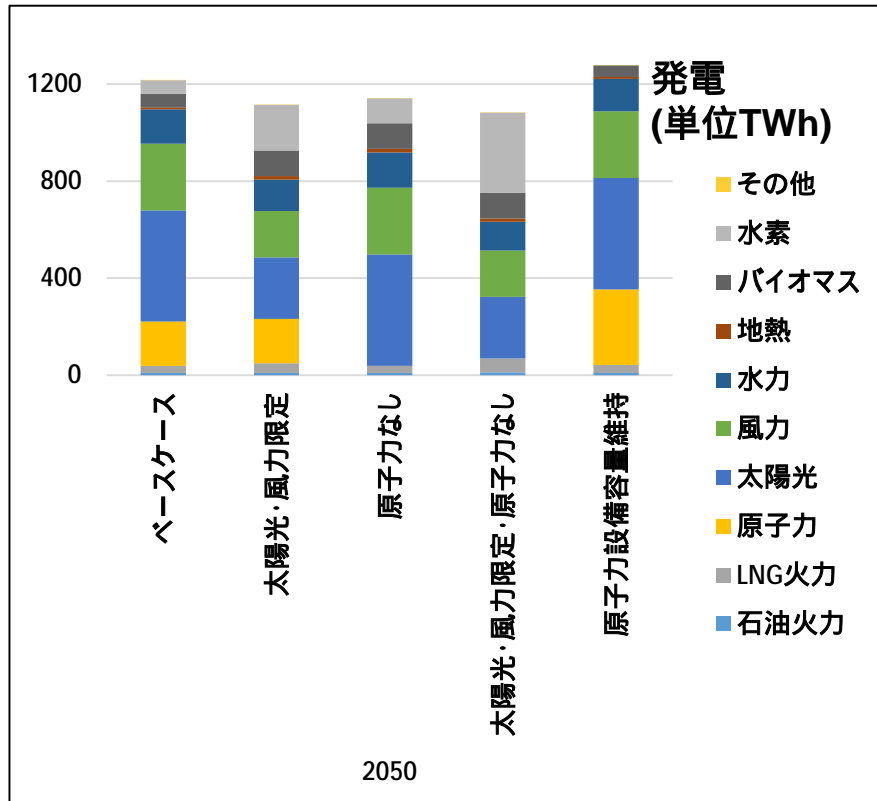
※各国がUNFCCCに提出した長期戦略を基に環境省作成。ただし、イギリスはUNFCCCに未提出であるため、The Clean Growth Strategyを基に作成。以下同じ。¹²

出典
環境省資料

水素需要

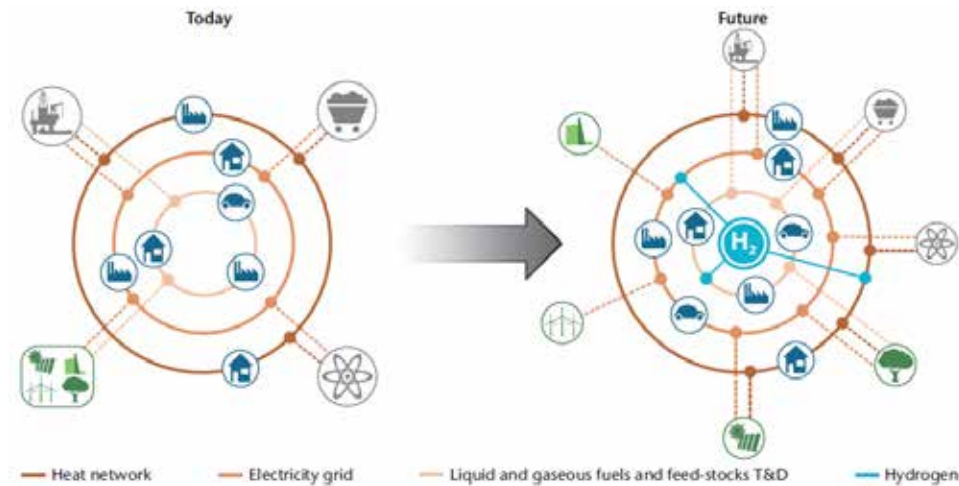
- ρ 発電，運輸，定置で水素が使われる
 - ┆ 特に発電と運輸で導入量が多い
 - ┆ 定置用は燃料電池コジェネとして導入

(source) エネ総研試算



水素と燃料電池への期待

- ρ 水素はゼロエミッションエネルギーキャリア
 - ┆ 電気やバイオエネと同様に大きな役割を果たす
 - ┆ エネルギーシステムの柔軟性を高めることが
- ρ 特に運輸部門での燃料電池の役割に期待
 - ┆ 乗用車,トラック,バス,船舶,航空機
- ρ 定置用でも活躍できる
 - ┆ コージェネ,モノジェネ
- ρ 逆反応
 - ┆ 電解とのDual Use
 - ┆ 燃料の生産



(source) IEA Hydrogen roadmap