

IGES シナリオ分析概要

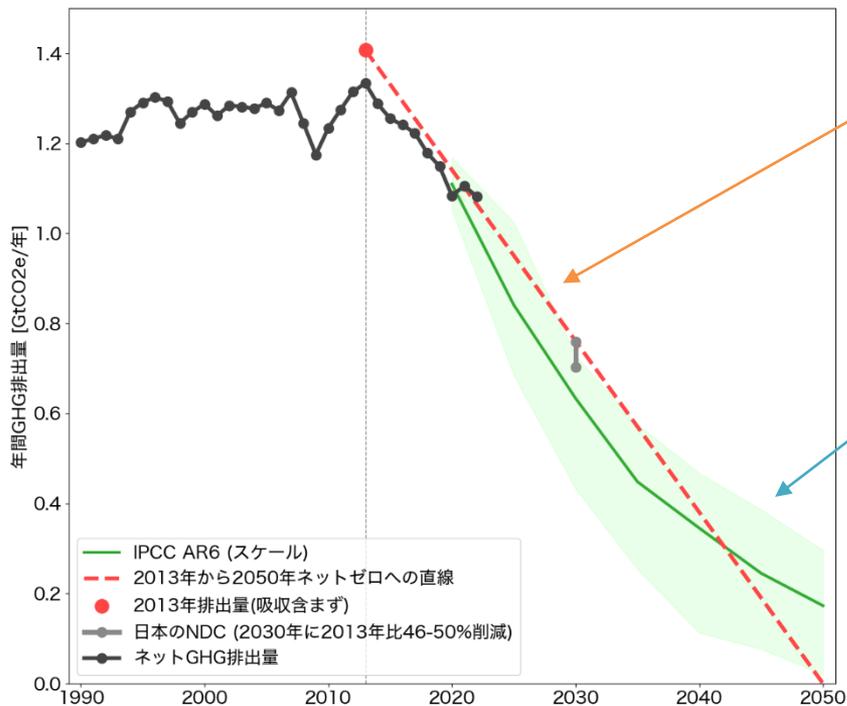


IGESテクニカルレポート2023年12月公表
モデルや前提条件の詳細は、レポートもご覧いただけます
<https://www.iges.or.jp/jp/pub/onepointfi-ve-roadmap-jp/ja>

2024年12月3日
地球環境戦略研究機関（IGES）

著者：
栗山昭久, kuriyama@iges.or.jp
田中勇伍, y-tanaka@iges.or.jp
岩田生, iwata@iges.or.jp
田村堅太郎, tamura@iges.or.jp

本日の発表について



直線的削減シナリオ：2050年までにGHG排出量を直線的に削減するシナリオ。

→ 多くの機関からの関連する発表があり、IGESの前提や推計結果において本質的な差はない

早期削減シナリオ：社会経済の変化（エネルギー利用方法の変化、制度や運用の変化含む）を通じて、技術成熟度が高い技術を早期大量導入し、下に凸の排出経路達成の可能性を探索したシナリオ。

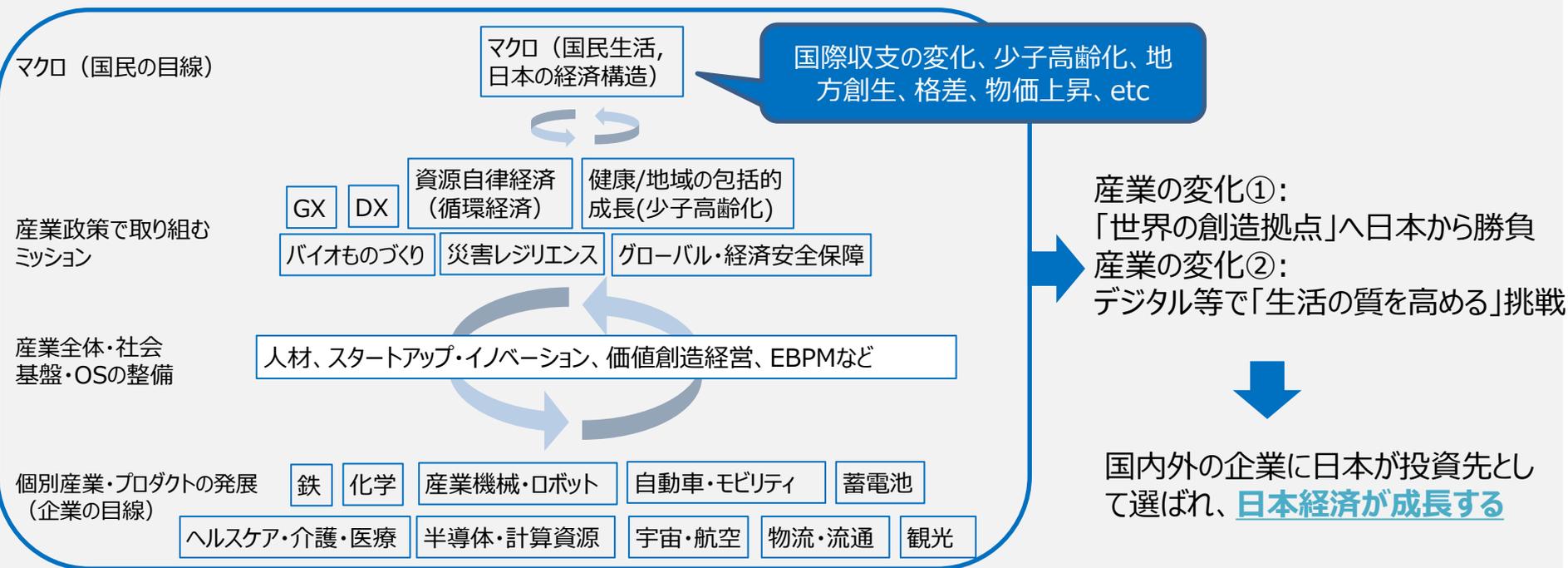
→ IPCC、UNFCCC、IEAなどで議論される科学的知見、政治的合意事項を積極的に取り入れている。想定しうる変化を事業機会につなげていくことで、日本の経済成長にも貢献できる。

出典：IGES「[グローバル・ストックテイクを踏まえた日本の温室効果ガス排出削減のあり方](#)」

本日の発表の主要内容

社会経済の変化への対応は経済政策でも重要事項になっている。

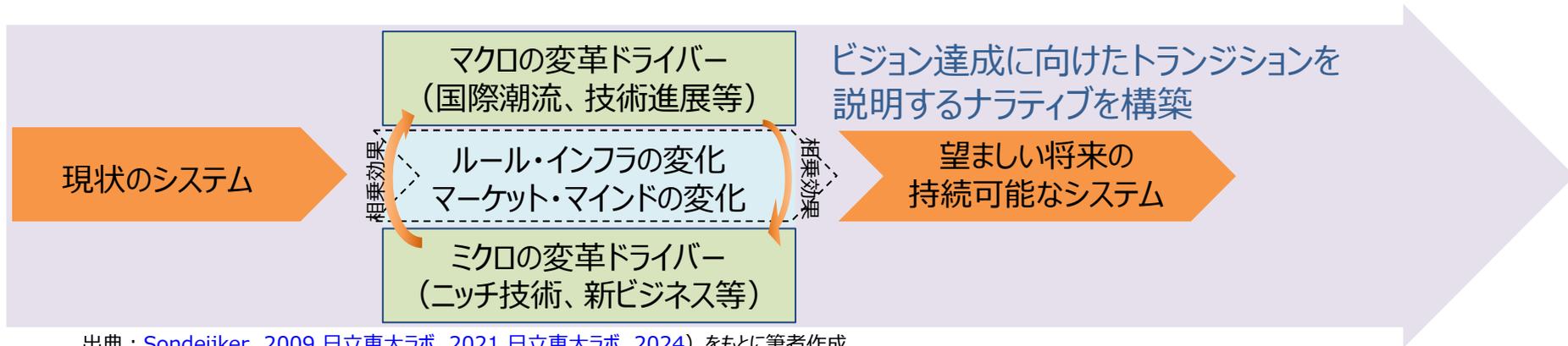
- 経済成長戦略構築には、国際経済秩序の変化や世界の人口動態の変化という**時代の転換点**を踏まえて、**社会課題解決に根差し、長期的な企業価値を高める戦略**が重要(経済産業政策新機軸部会の中間整理、下図)。
- 脱炭素化が求められるエネルギー分野でも同様に、大きな変化を見込むアプローチが必要と考える。



出典：産業構造審議会 経済産業政策新機軸部会 第3次中間整理をもとにIGES作成

社会の構造的変革の在り方について探索的に分析を行いながら、移行戦略を検討する「トランジション・シナリオ」のアプローチを採用

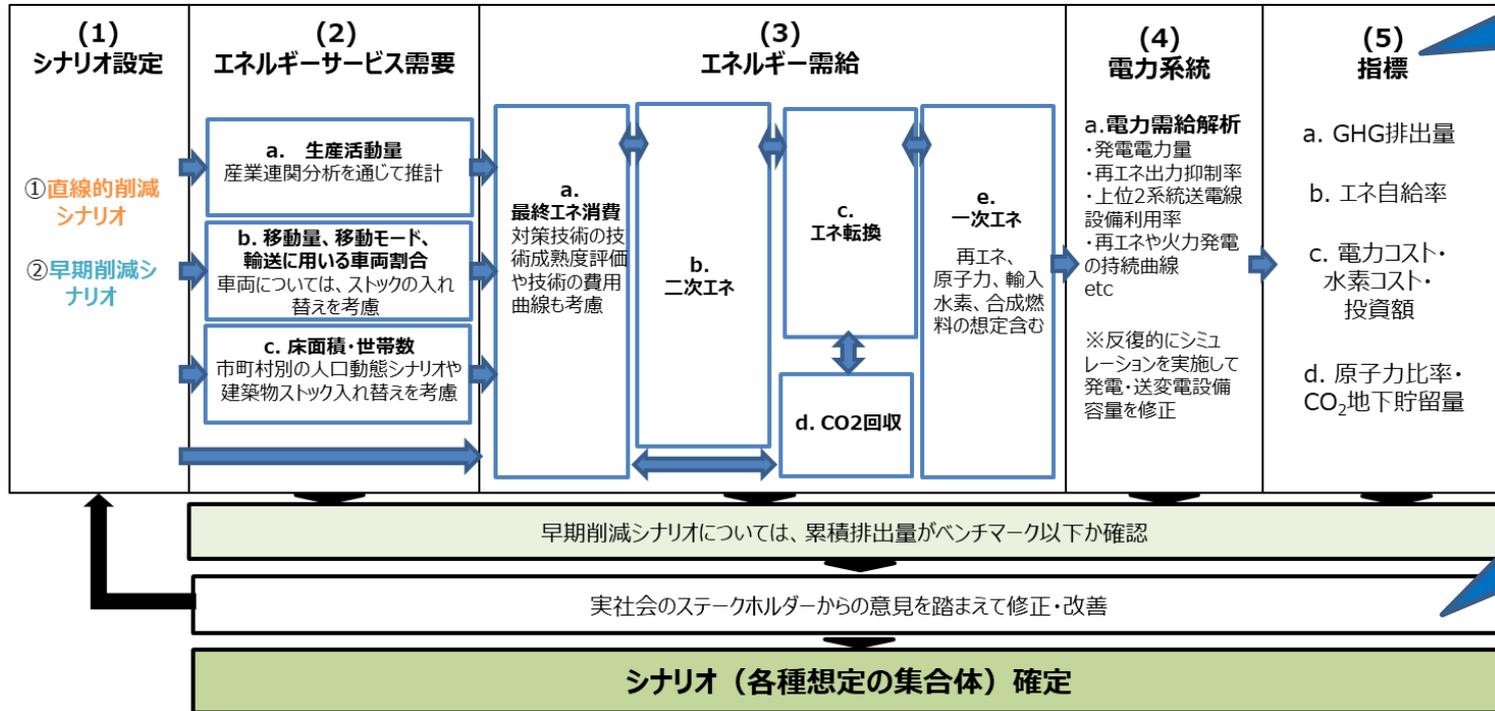
- 社会の構造的変化と統合的にエネルギーシステムのトランジションを捉え、移行戦略を検討するための**社会科学的な知見を取り入れたアプローチ**
⇔ エネルギーシステムにバウンダリーを設定し費用効率的な解を求める工学的なアプローチとは異なる
- **ビジョンや必要な構造改革をステークホルダーと共有**し、システム全体の移行と社会アクターがとるべき戦略につながるシナリオを策定（包摂的な対話にもとづく規範的かつ探索的なシナリオ分析手法）
⇔ 不確実な将来を客観的に予見し適応する戦略を立てる従来のシナリオ分析手法とは異なる
- 長期のビジョンを達成するための**ギャップの特定**とそれに対応する**分野横断的な政策的議論**に貢献
⇔ 現行の社会構造及びエネルギーシステムの下での厳密な技術評価には適さない



出典：Sondeijker, 2009, 日立東大ラボ, 2021, 日立東大ラボ, 2024) をもとに筆者作成

弊機関で行ったシナリオ分析の方法論概要

定量分析を用いたステークホルダーとの反復的対話プロセスによって、S+3Eも考慮しながら、各種パラメータを設定する（内部整合性は維持）。



S+3Eに
関連する
指標

企業や有識
者からの知見
の提供

※詳細を参考資料に記載

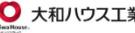
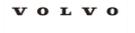
参考：企業からの知見の提供について

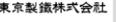
JCLP加盟企業から実践的・実務的な知見を得るとともに、納得感ある将来社会像・政策変化・行動変容等を複数回のワークショップを通じて模索した。

JCLPは、この分析結果を踏まえ、2024年7月2日及び11月14日にエネルギー基本計画およびNDCに関する提言を公表した。



 **JCLP** 日本気候リーダーズ・パートナーシップ
脱炭素社会実現に向け積極的に取り組む企業グループ

本日の発表で扱うシナリオ（想定）の概要（詳細は参考資料に記載）

	直線的削減シナリオ	早期削減シナリオ
①GHG排出量経路	2050年の排出量がネットゼロとなる 直線的な排出経路	2050年までの累積GHG排出量が独自に定義した1.5℃ベンチマーク（参考資料参照）以下に収まる排出経路
②社会像	既存インフラの活用、人々の暮らしの維持	様々な社会課題に対応すべく、産業や暮らしが変化
③社会経済/産業構造変化	現状維持	DX等による大きな社会経済変化想定と成り行きの社会経済変化想定の中庸 （ステークホルダーの意見交換に基づく）
④省エネ・電化	省エネは現行の努力継続により進展するが、化石燃料消費の電化等は政策的には進められない	省エネや電化が補助・規制等により、成熟度が高く安価な技術が、政策的に進められ最大限進展する
⑤再エネ・水素	水素由来燃料の輸入拡大が最大限に進む、再エネは適地不足等により導入ペースが鈍化	EEZ海域利用や屋根・農地への設置に関する規制見直しなどの政策的な推進により最大限再エネ導入、水素由来燃料の輸入も拡大
⑥CCS	2035年以降に最大限利用（CCS長期ロードマップ検討会最終とりまとめ参照）	2035年以降に最大限利用（CCS長期ロードマップ検討会最終とりまとめ参照。ただし、再エネ導入、電化、水素利用を最大限進めた後で、残存する化石燃料利用設備に対して導入を想定していることから、結果として限定的な規模にとどまる）
⑦森林吸収源	現状維持	
⑧DACS	③～⑦の要素によるGHG排出量削減を得たうえで、①のGHG排出量制約を達成するように導入	

※早期削減シナリオについては、再エネ導入の一部が輸入水素の拡大で置き換えられる**サブシナリオ**を設定。

※直線的削減シナリオは、第6次エネルギー基本計画策定時の議論に用いられた各種資料を参考に設定。

※IGES1.5℃CRMテクニカルレポートでは、公表時期の関係上、「直線的削減シナリオ」を「政府目標シナリオ」、「早期削減シナリオ」を「バランスシナリオ」と表記している。

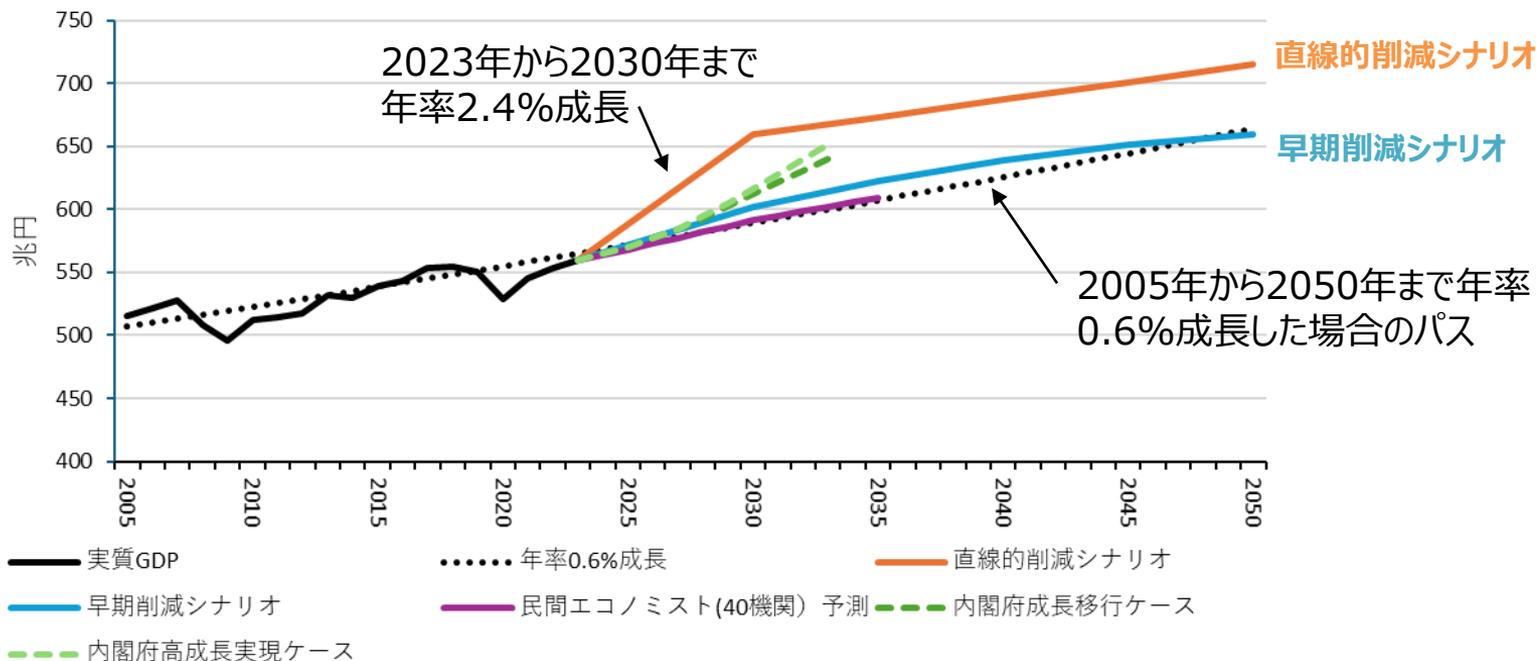
※人口は国立社会保障人口問題研究所による推計値を参照。

※両シナリオともに、水素輸入量の上限は、2030年300万トン、2040年1,200万トン、2050年2,000万トンとしている。

※早期削減シナリオの再エネの最大導入量については、太陽光発電協会、風力発電協会、海洋技術フォーラムなどの業界団体の目標値を参照。

GDP想定

- **直線的削減シナリオ**では、第6次エネルギー基本計画策定時の議論に用いられた各種資料などを参照
 - **早期削減シナリオ**では、日本経済研究センター「中期経済予測」を参照
- 直近20年の年平均成長率（0.6%）や民間エコノミスト予測と整合的な水準



経済構造想定

社会経済の変化の影響を分析するため、異なる将来社会像を可能な限り定量的なシナリオとして反映。
直線的削減シナリオでは、現状の産業構造を維持しながら各産業の活動が量的に拡大するイメージ。
早期削減シナリオでは、**デジタル化・マテリアル利用・エネルギー利用の変化など経済の質的な変化**を想定し産業連関分析で各業種の活動量を推計。

シナリオ設定

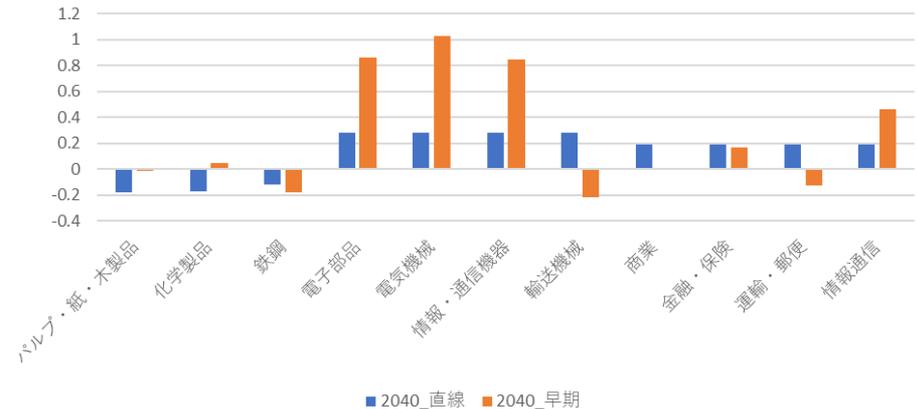
- DXによる高付加価値化
- テレプレゼンスの推進
- モビリティの自動運転化
- 建築へのCLT材活用
- 機械部品の樹脂化
- 脱プラの進展
- 電化の推進
- 浮体式洋上風力の成長産業化
- サービス輸出の拡大

分析手法

小林ほか（2020）、
落合(2019)の手法を
参考に、産業連関表の部
門を拡張・統合し、シナリ
オに合わせて投入係数・
最終需要を調整したうえ
で、マクロ経済との整合を
とりながら、産業間の相互
関係を考慮した各産業の
生産活動量を推計。

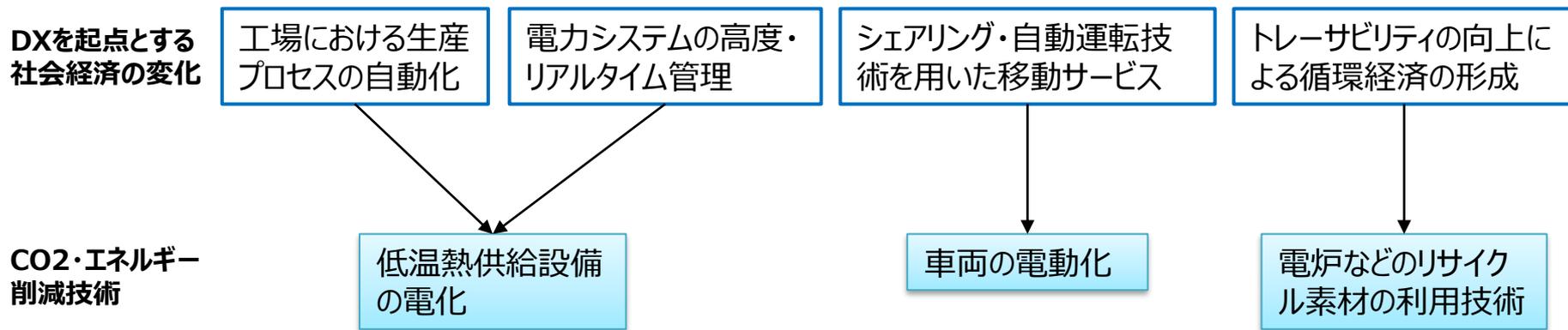
分析結果

主要産業の生産活動量の変化（2040年、対2015年比）



CO2排出量・エネルギー消費量を削減する対策技術導入量想定のアプローチ

- **直線的削減シナリオ**では、第6次エネルギー基本計画策定時の議論に用いられた各種資料や業界団体から提出された資料を参照
- **早期削減シナリオ**では、DXを起点とする社会経済の変化と相互作用のある技術の早期導入を可能な限りストックの想定
- 技術導入量の想定には、各技術の**費用**や**技術成熟度のデータも考慮**（詳細は参考資料参照）
- 運輸、業務、家庭部門では、**ストックの入れ替え**を考慮して技術導入量を想定（参考資料参照）

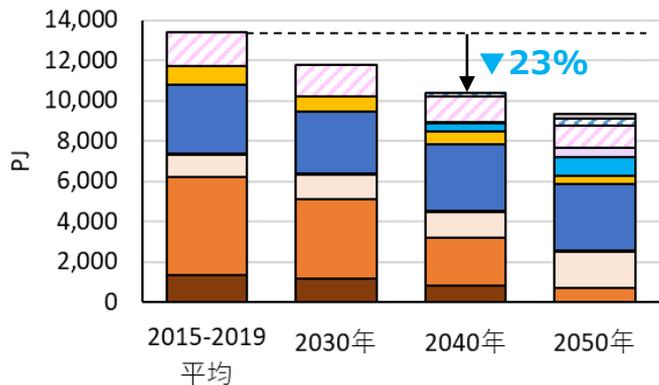


※部門ごとのパラメータ想定を参考資料に記載

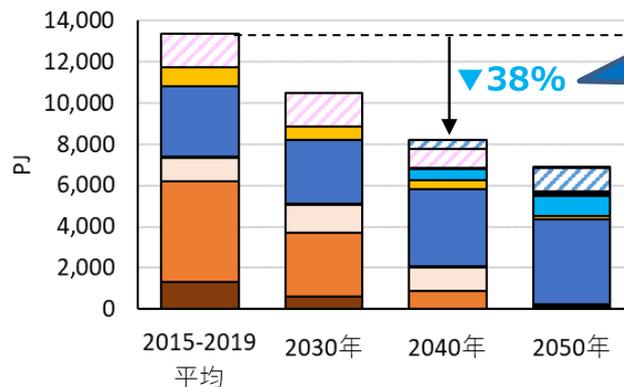
最終エネルギー消費量と電力需要の推計結果

早期削減シナリオでは、省エネ・電化の効果に加えて、デジタル化等を起点とする社会経済の変化の効果によって、社会全体で必要とするエネルギー量が現状より38%少ない。

■ 直線的削減シナリオ



■ 早期削減シナリオ・サブシナリオ



• デジタル化等を起点とする社会経済の変化: -12%
 • 省エネ・電化などの効果: -26%

■ DACCS電力	■ 非エネルギー利用(水素)	■ 非エネルギー利用(化石)
■ 合成燃料	■ 水素エネルギー利用	■ 熱
■ 電力	■ バイオマスなど	■ ガス
■ 石油	■ 石炭	

電力系統シミュレーションの概要

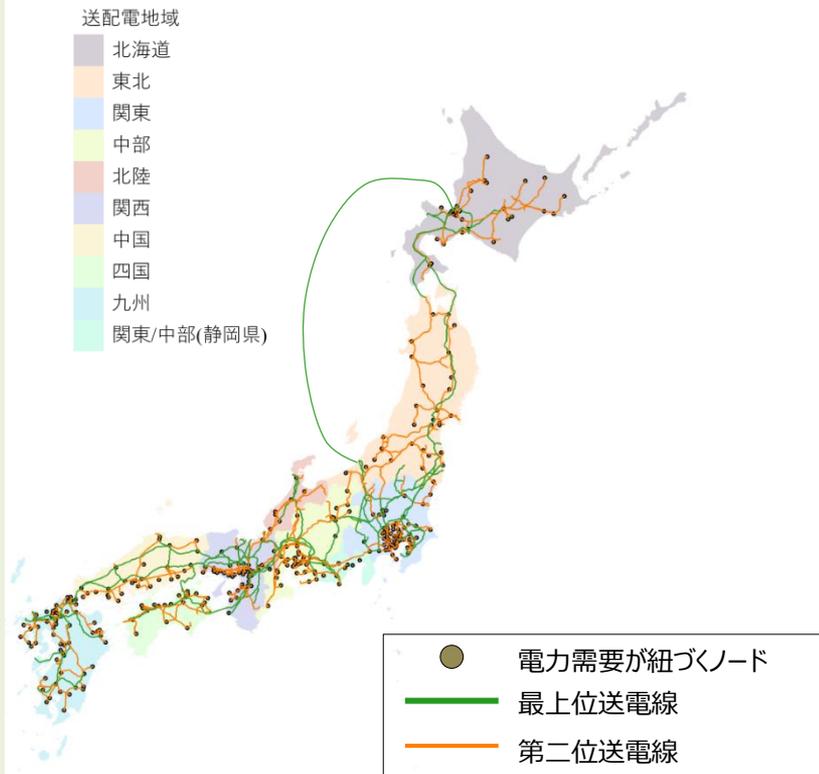
シミュレーションの特徴

- 電力広域的運営推進機関(OCCTO)も利用する**PROMOD**を用いて、**450地点・1時間毎で電源の運用コスト最小化**を達成する電力需給バランスを検証
- 電力システム改革**の方向性と一致する**メリットオーダーの安価な再エネが優先的に電力を供給する**系統運用ルールを想定

早期削減シナリオで取り入れた主な想定

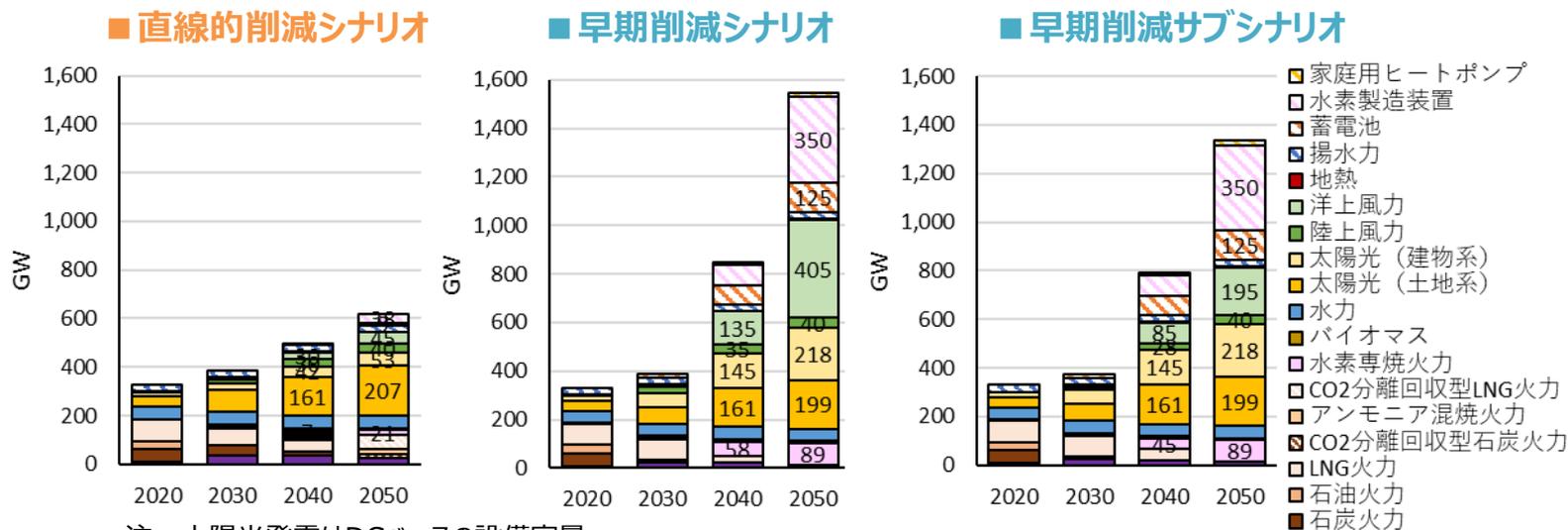
- 自家用**EVの蓄電池**の半分以上が**V2G**(EVの電力系統安定化)に利用
- 再エネ余剰電力を用いて**水素製造**
- 家庭用蓄電池、系統安定用蓄電池、揚水式水力発電の柔軟性も想定
- 既存のガス火力を改修した**国内グリーン水素専焼火力**は、電力の需給調整に部分的に利用

シミュレーションで考慮している送電線



発電設備容量想定

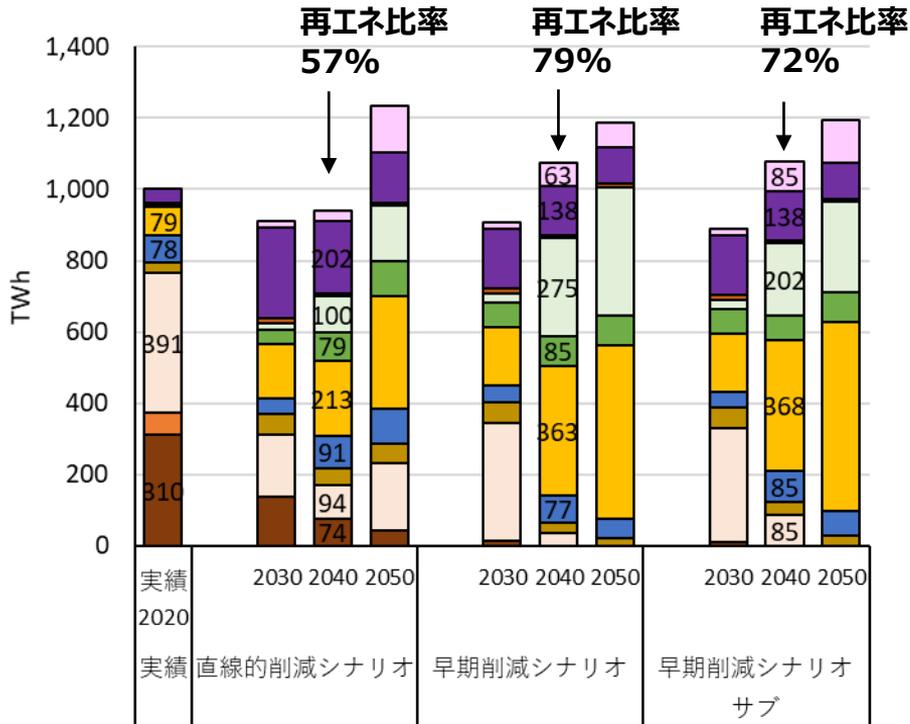
- **直線的削減シナリオ**の2040年では、再エネの導入を進めつつ、火力発電の脱炭素化（CCS、水素・アンモニア利用）が段階的に進むと想定
- **早期削減シナリオ**の2040年では、再エネ及び蓄電池と水電解装置の導入が進む。石炭火力発電はフェーズアウトし、ガス火力発電の大半が水素を利用する想定
 - 洋上風力の導入が相対的に伸びず、ガス火力発電への依存が高い**早期削減サブシナリオ**も分析
 - 再エネ導入量最大値の根拠は、各業界団体の公表資料を引用（詳細は参考資料に記載）



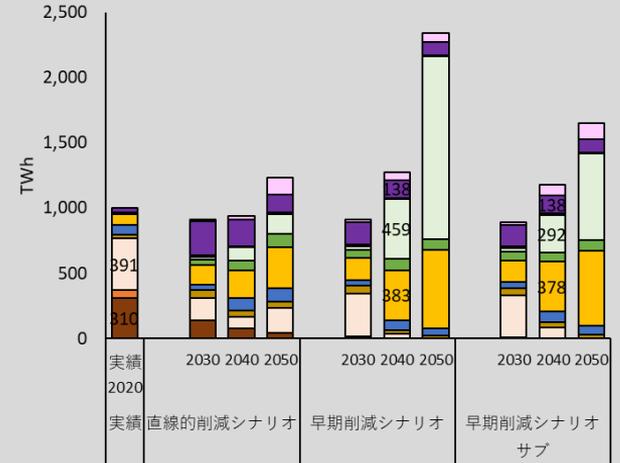
発電電力量推計結果

2040年の再エネ比率(系統電力需要ベース)は、
直線的削減シナリオでは57%、**早期削減シナリオ**では72%~79%

水素製造用電力除く系統電力需要



参考：水素製造用電力含む系統電力需要

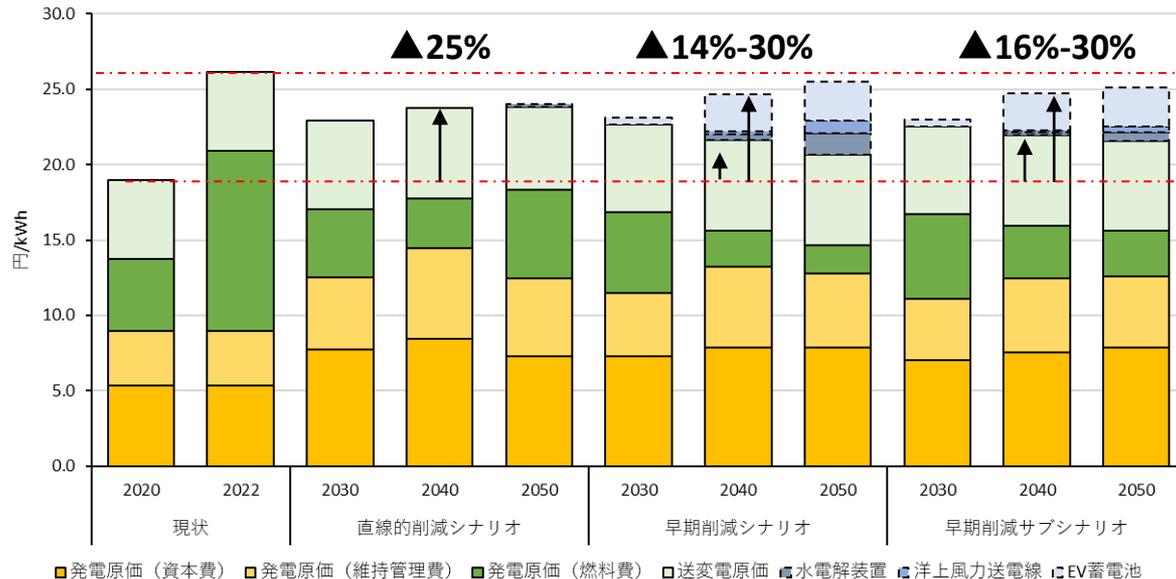


電力コスト（再エネ単価低位）推計結果

直線的削減シナリオ、早期削減シナリオともに電力の平均費用は2050年にかけて上昇する可能性があるが、その上昇幅は最大でも現状（2020～2022）の変動幅に収まる。

※早期削減シナリオは、EV蓄電池・水電解装置など、電力以外のシステムと共有しているコストが多いため、バウンダリーの設定によってコスト上昇幅が上下する。

※再エネ単価高位のケースも推計結果は、参考資料に記載



【試算前提】

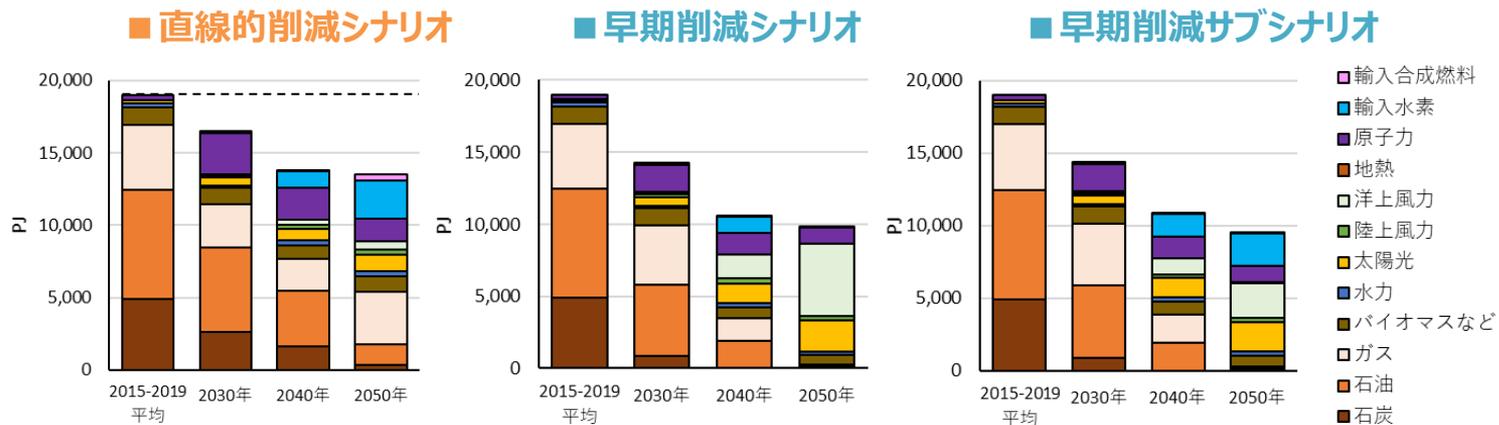
- 燃料費・維持管理費：IEA WEO2022 STEPSシナリオ
- 火力・原子力設備費：発電コスト検証WG
- 水力・バイオマス・蓄電池・水電解装置（低位）：IEA WEO 2022 NZE by 2050シナリオ
- 太陽光・風力設備費（低位）：導入量が増えるに
したがって新規設備の初期投資単価が低減する前提で、IEA WEO 2022 NZE by 2050シナリオの習熟率とIGES 1.5°C CRMの導入容量を用いて推計。各年度の設備費は設備ビンテージを考慮して推計。
 - 太陽光（住宅） 2050年 14万円/kW
 - 太陽光（事業用） 2050年 9万円/kW
 - 洋上風力 2050年 7万円/kW
- 設備利用率：電力需給シミュレーションをもとに設定
- 送変電原価：2023-2027年のレバニューキャップ見積額を現状の送変電費用と仮定し、送電線・蓄電池等の増強等を考慮

1次エネルギー供給量推計結果

全てのシナリオにおいて、1次エネルギー供給量は減少。

直線的削減シナリオの2040年は、一部は輸入水素、合成燃料に置き換わるが、化石燃料による供給が57%を占める。

早期削減シナリオ・サブシナリオでは、石炭利用がフェーズアウトし、化石燃料による供給は33%～34%を占める。

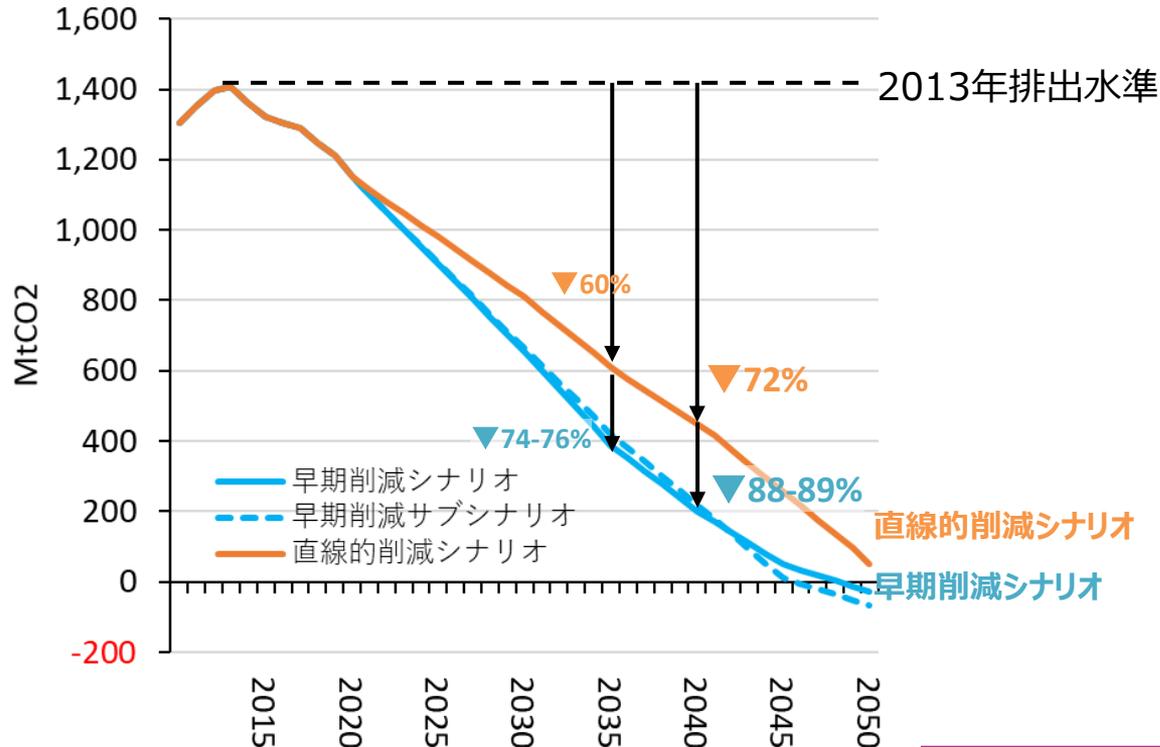


GHG排出量推計結果

直線的削減シナリオのGHG排出量削減率は、2040年72%、2035年60%削減（2013年比）

早期削減シナリオのGHG排出量削減率は、2040年88-89%、2035年74-76%削減（2013年比）

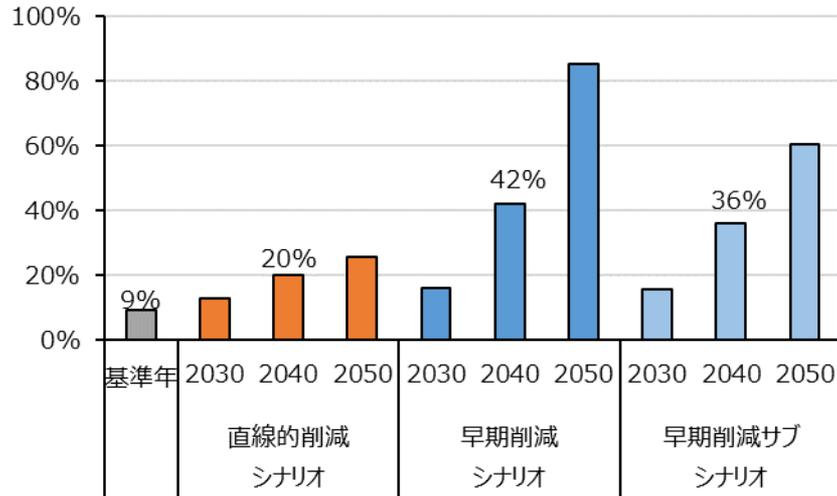
→独自に定義した日本の1.5°C目標達成排出経路を達成する。



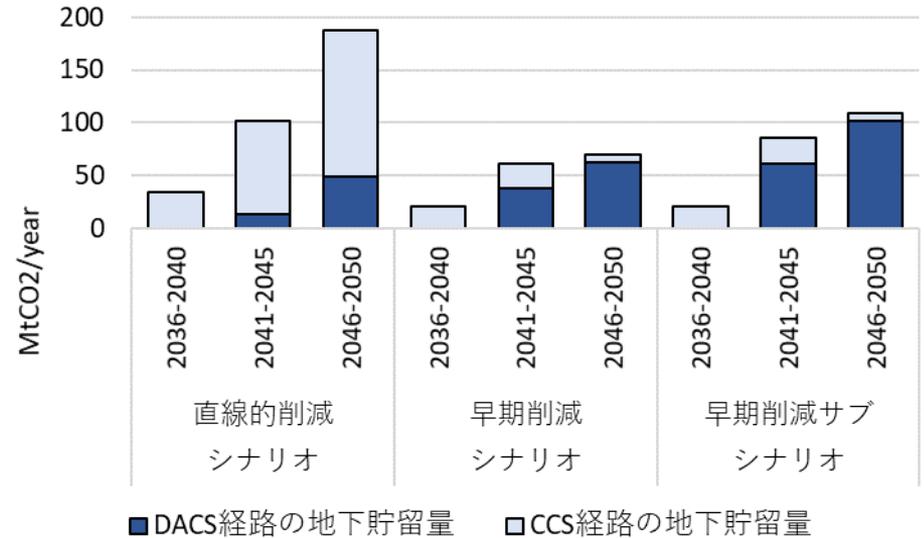
エネルギー自給率、CO2地下貯留量推計結果

早期削減シナリオでは、直線的削減シナリオと比較して、エネルギー自給率が高く、CO2地下貯留への依存度が低い。

エネルギー自給率



CO2地下貯留量



発表まとめ

直線的削減シナリオ：2050年までにGHG排出量を直線的に削減するシナリオ。
2040年の再エネ比率57%、GHG排出量は72%削減（2013年比）、エネルギー自給率20%、電力コストは現状の変動幅に収まる（2022年比91%・2020年比125%）。

早期削減シナリオ：独自に定義した日本の1.5℃目標を達成するシナリオ。
2040年の再エネ比率72%~79%、GHG排出量は88%~89%削減（2013年比）エネルギー自給率36%~42%、電力コストは現状の変動幅に収まる（2022年比94%・2020年比130%。）

①DXを起点とする
社会経済の変化の早期実現
（例：経済産業政策新機軸
部会第3次中間整理）



②技術成熟度が高く、リードタイムが短い
削減技術の早期導入

エネルギーtransitionと地域・社会課題の解決を同時に達成し、**脱炭素が企業の繁栄と国民の豊かさに繋がる経済成長に貢献している「望むべき将来」**を見据えて、移行戦略を議論することが重要。その際、**幅広い主体の声を包摂できるアプローチ**をとることで、エネルギー政策の影響を受ける各主体が、政策目標達成に貢献する事業活動や行動を、**自分事として取り組む意識を持つ**ことができるようになる。官民が協調したアクションをとれば、電化、再エネを中心とする電力システムへの転換と、それと相乗効果を発揮する社会経済の在り方への変化により、経済成長しつつ、早期脱炭素を実現することができる。

ご清聴いただきありがとうございました。

社会経済・産業構造の変化の実現に向けて、IGESではGHG排出量の早期削減につながるビジネスチャンス「5つの変化と20の好機」としてまとめ、**企業事例**や**インタビュー記事**を特設ウェブサイトにて公開。

■ 5つの変化と20の好機

5つの変化	Change 1 生産性が変わる	Change 2 エネルギーの つくりかた が変わる	Change 3 素材利用 が変わる	Change 4 ルール・ インフラ が変わる	Change 5 マーケット・ マインド が変わる
20の 好機	高付加価値サービスへ 転換する	エネルギーも デジタルでつながる	ロスなく 高付加価値生産へ	脱炭素の取り組みが おトクになる	人・情報・共創が 価値の源泉に
	電化が品質・効率を 向上させる	太陽光発電が 一気に身近になる	再エネ・水素で 素材をつくる	快速な持続的建物が 標準化	デジタルで移動・行動が より自由に
	移動・輸送が 創造的時間を生む	みんなの海で エネルギーをつくる	強くて軽い素材が メインに	デジタルインフラが さらに整う	長く使われるモノが 価値を生む
	シェア・リユースの 活用が広がる	水素で再エネが より便利に	都市が 資材の保管庫になる	みんなが 再挑戦できる社会に	日本中のまちが ずっと豊かに

▼

豊かで持続可能な社会 | 気候リスクの少ない社会 | 便利・安全・安心な暮らし | エネルギー自給による発展

■ "脱炭素は事業創出の絶好の機会"をテーマにしたイベント



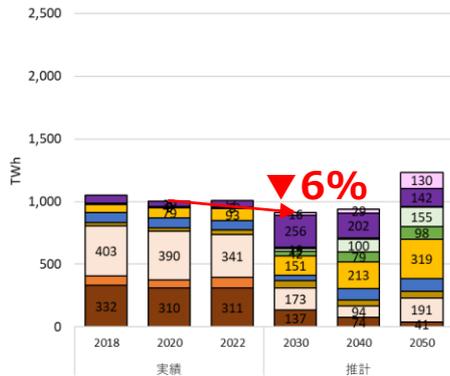
出典：IGES 1.5°Cロードマップ特設ウェブサイト <https://1p5roadmap.iges.jp/>

参考資料：その他の分析結果（アウトプット）

発電電力量推計結果

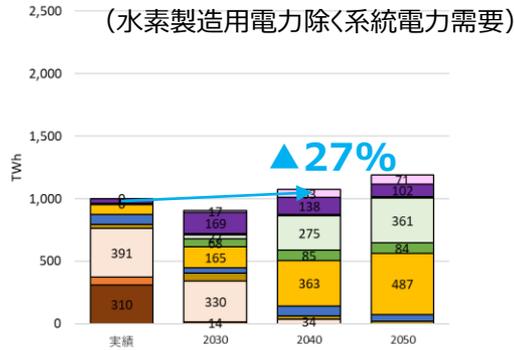
早期削減シナリオ2040年では、電化需要に伴い系統電力需要増加し、再エネによる電力供給で対応

■ 直線的削減シナリオ

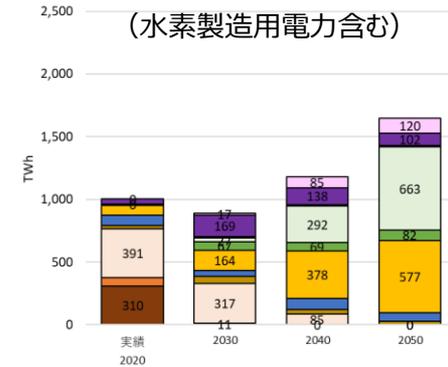
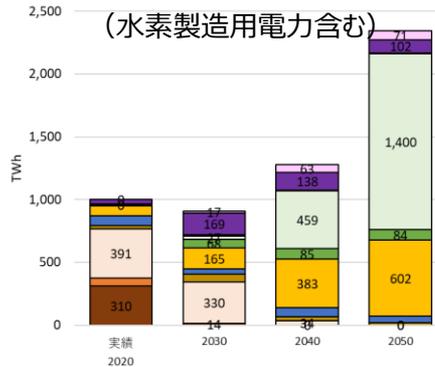
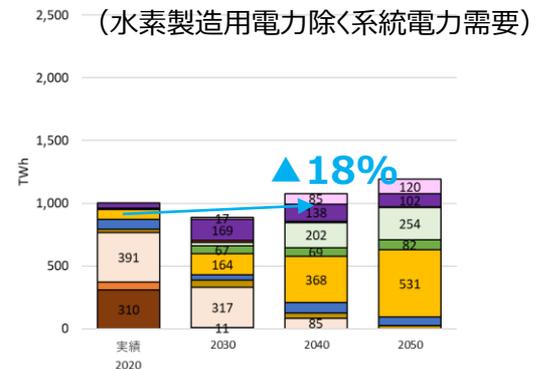


- 石炭
- 石油
- ガス
- バイオマス
- 水力
- 太陽光
- 陸上風力
- 洋上風力
- 地熱
- 原子力
- 水素アンモニア
- 水素製造電力

■ 早期削減シナリオ

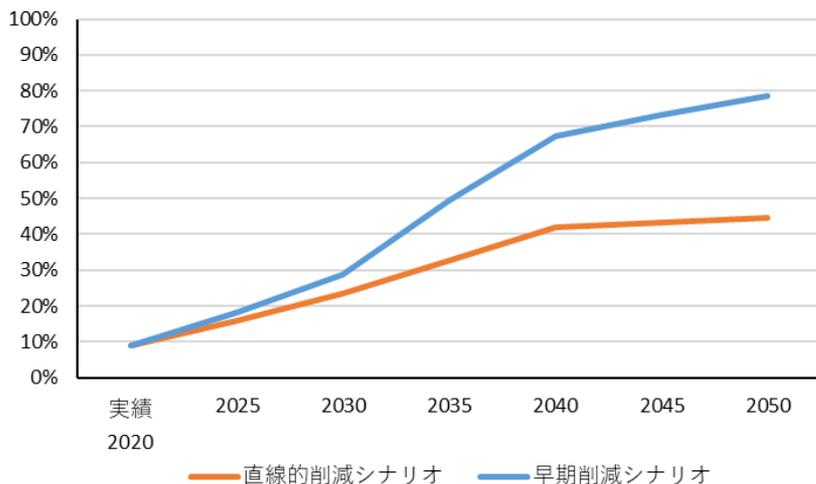


■ 早期削減サブシナリオ

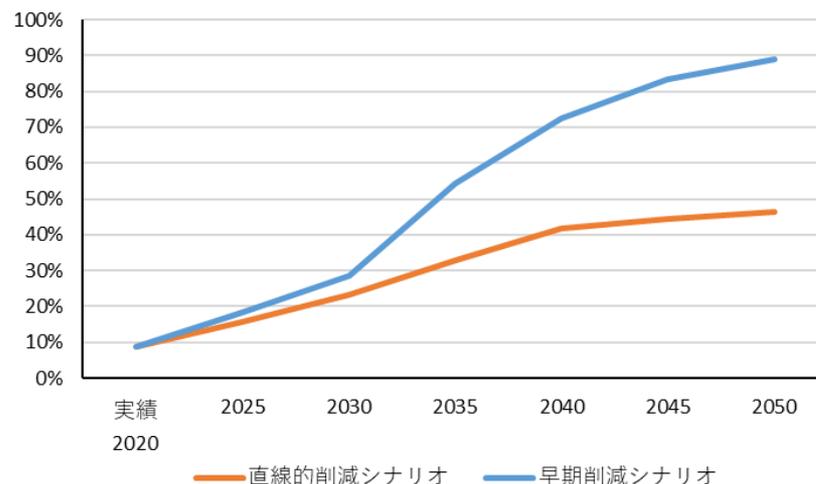


各シナリオの電力供給に占める変動性再エネの割合の推移

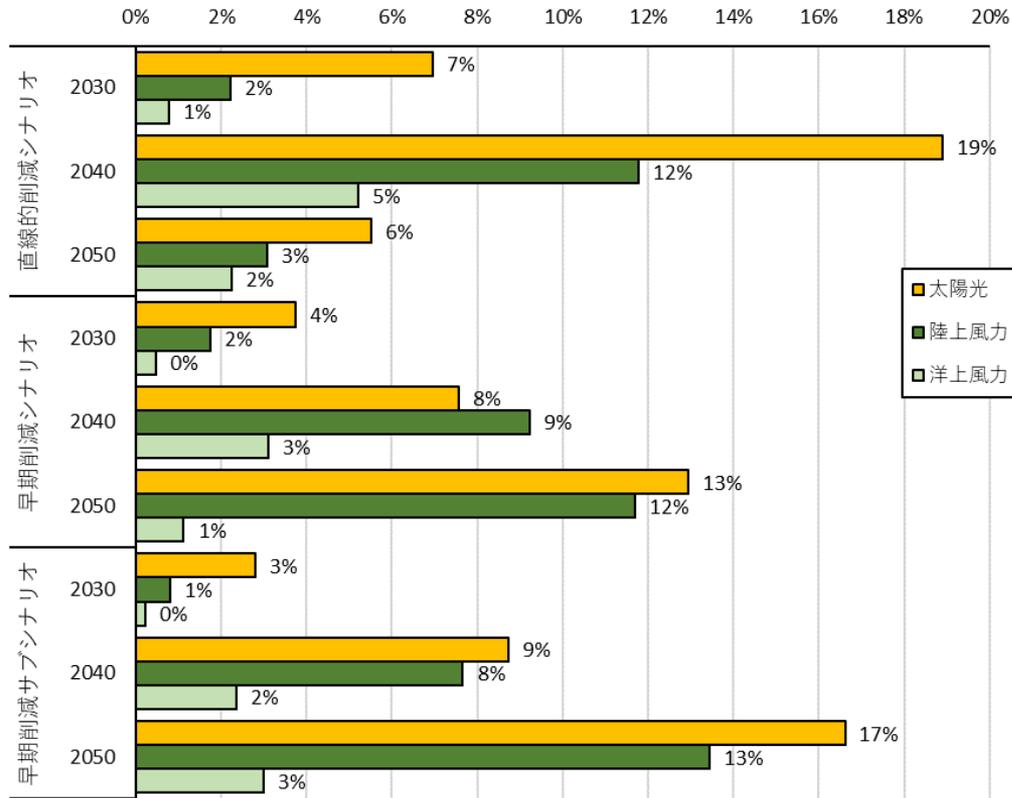
電力系統需要に対応した電力供給分における変動性再エネ比率



水素製造用の再エネ発電電力も含めた変動性再エネ比率



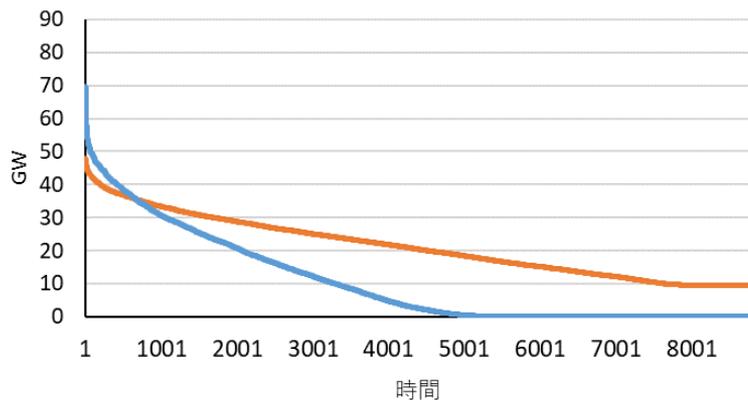
再エネの出力抑制率



2040年、2050年における火力発電のシナリオ別持続曲線

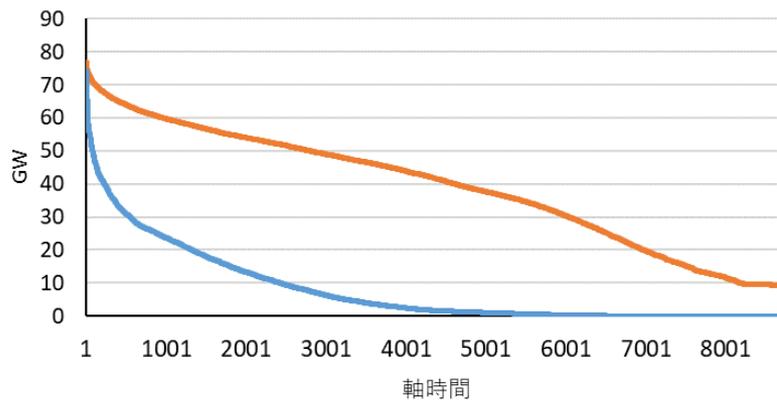
需要側で電力のピークをシフトさせるようなデマンドレスポンスを有効に取り入れることができれば、限定的な時間しか稼働しない火力発電の容量を少なくとも、瞬間的な需給ひっ迫を回避し、火力発電を維持するための費用を下げる可能性があるが、これらの検討は今後の課題である。

2040年



— 直線的削減シナリオ — 早期削減シナリオ

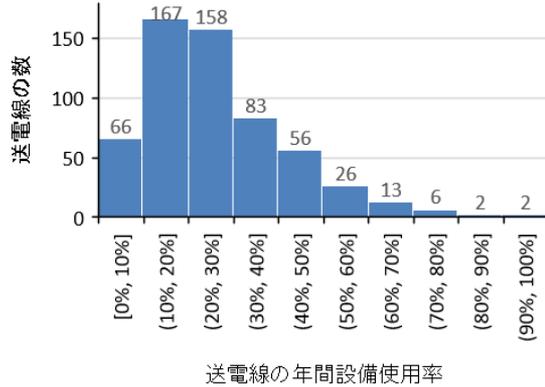
2050年



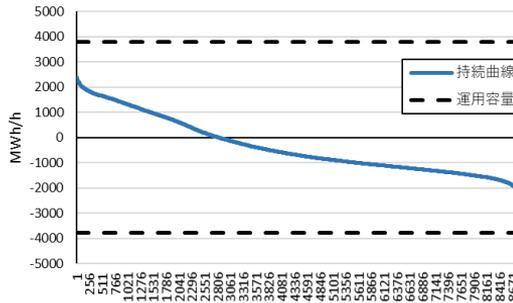
— 直線的削減シナリオ — 早期削減シナリオ

2050年断面の送電線設備利用率

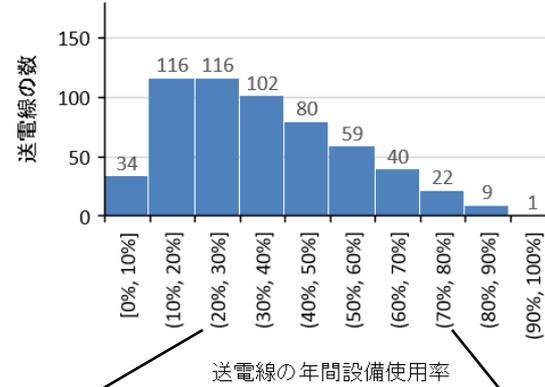
■ 直線的削減シナリオ



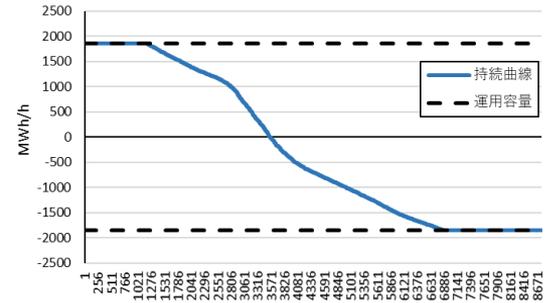
年間の設備利用率別の送電線持続曲線一例



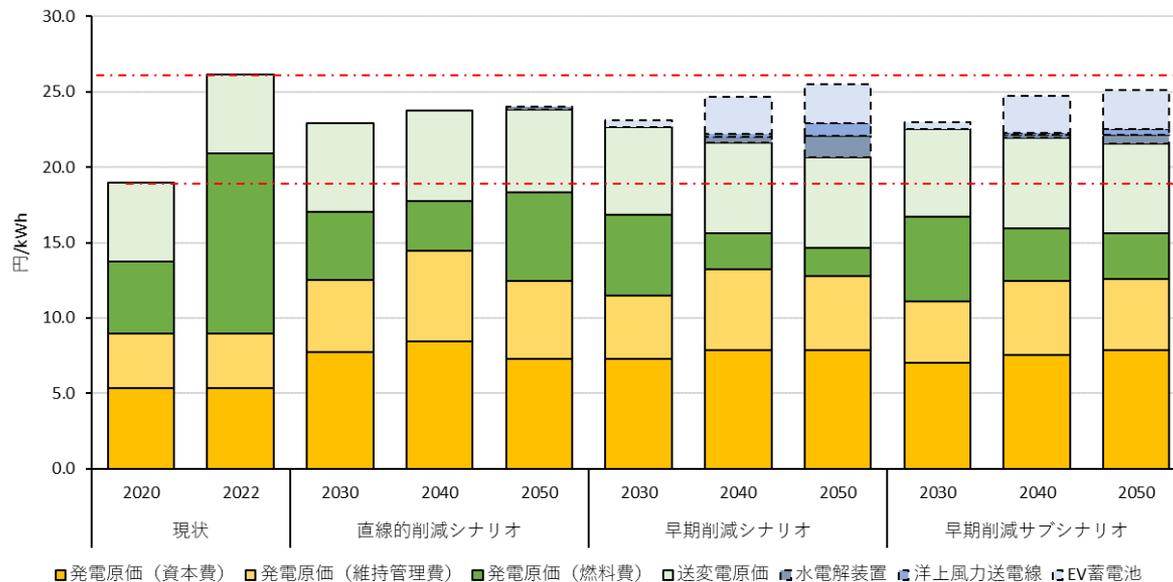
■ 早期削減シナリオ



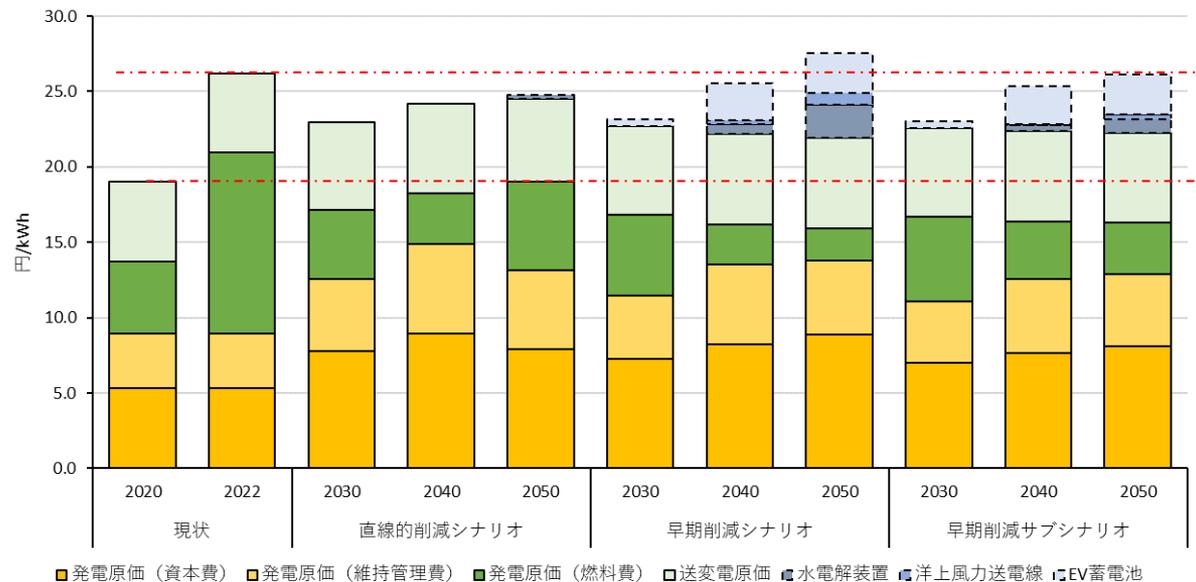
年間の設備利用率が70%~80%の送電線



電力コスト（再エネ単価低位）推計結果 再掲

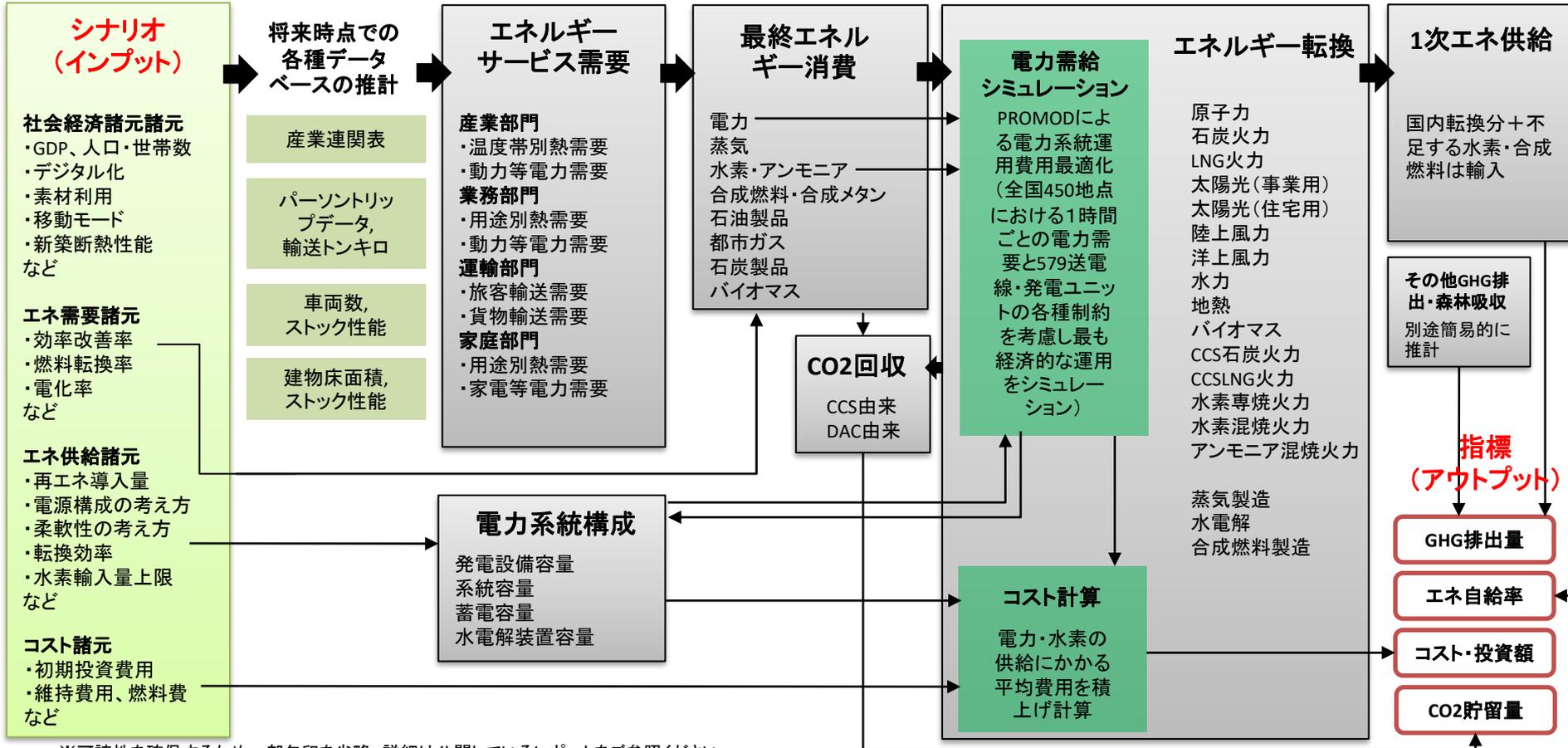


電力コスト（再エネ単価高位）推計結果



参考資料：分析アプローチやその背景

エネルギー需給及び関連指標の推計方法



※可読性を確保するため一部矢印を省略。詳細は公開しているレポートをご参照ください。

電力コストの推計方法

各時点で想定する電力システム（電源構成等）にかかる平均的費用を推計

一定の仮定のもと、初期投資を含む全費用を回収できるコスト水準を計算。
(市場で決まる価格を反映・予測しているわけではない。)

【発電コスト】

電源ごとの発電コスト (LCOE)

- IEAのWorld Energy Outlook(WEO)2022のネットゼロシナリオを参照し設定
- 再エネ累積導入量に応じたコスト低減を想定し計算。
- 燃料価格は、足元の状況を踏まえ複数ケースを設定

電源構成に基づき加重平均

【送変電コスト】

送電線増強・蓄電池・水電解装置導入量

- 電力需給シミュレーションの結果を踏まえて決定
- 蓄電池、水電解装置について、累積導入量に応じたコスト低減を想定し計算。

平均費用の推計

- 年あたりの費用を電力系統需要量で割る

電力コスト = 発電コスト + 送変電コスト
(CP等社会的費用・政策経費は含まない)

早期削減シナリオの検討・策定プロセス

STEP 1

日本の1.5°Cベンチマークの同定

STEP 2

シナリオ設定

2-1 エネ需要側

2-2 エネ供給側

STEP 3

エネルギー需給推計
GHG排出量推計

STEP 4

1.5°Cベンチマークとの確認

シナリオ確定

STEP 5

電力需給分析
コスト推計

STEP 6

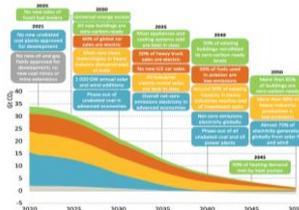
対策リスト
導入計画（時系列）

フィードバック

JCLP企業からの複数回のフィードバックも含まれる



日本気候リーダーズ・パートナーシップ（JCLP）は、持続可能な脱炭素社会の実現には産業界が健全な危機感を持ち、積極的な行動を開始すべきであるという認識の下に2009年に発足した、日本独自の企業グループです。脱炭素社会への移行を先導することで、社会から求められる企業となることを目指しています。



時系列付き
アクションリスト
(ロードマップ)

「トランジション・シナリオ」のアプローチが必要となる学術的背景

持続可能な社会への移行について専門的に研究するトランジション・マネジメント分野を中心に提唱されている、規範的かつ探索的な新たなシナリオ分析の考え方であり、変革のプロセスに内在する複雑性とダイナミクスを社会の移行に適用しようとする試みである。（[Sondeijker, 2009](#); [日立東大ラボ, 2024](#)）

「持続可能な社会への転換」の性質

特定分野の技術向上や対策の導入だけではなく、人々の生活、社会システム、経済活動における根本的な変化が必要（[IPCC, 2023](#)）



（従来のシナリオ分析手法）

不確実な将来を可能な限り客観的に予見し、それに適応する戦略を立てることを重視（[日立東大ラボ, 2021](#)など）

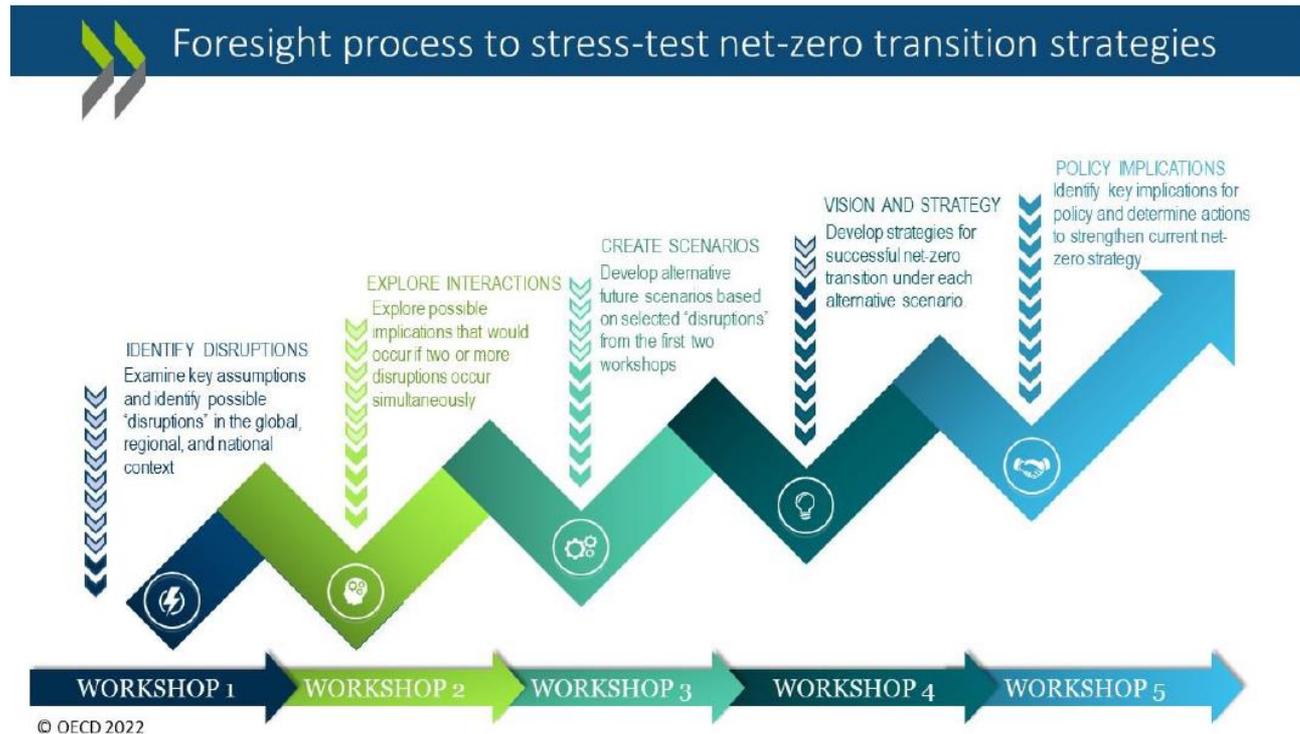


トランジション・シナリオの考え方

「望むべき将来の姿」をもとに、社会の構造的変革の在り方について探索的に分析を行いながら、移行戦略を検討する

- ✓ エネルギーシステムにとどまらず、広範な社会経済の変革と併せて統合的に検討することを重視
- ✓ 将来の不確実性の認識、包摂的な対話に基づく反復的なプロセスを重視
- ✓ 構造的な変化を与える新規事業に関わる洞察

参考：OECDによる“破壊的創造”を取り入れたビジョンやシナリオに基づいて政策形成を行うStrategic Foresight



Source: OECD Strategic Foresight Unit.

出典：[OECD Strategic Foresight](#)

企業の事業戦略構築のため、長期的見通しや中間目標が必要

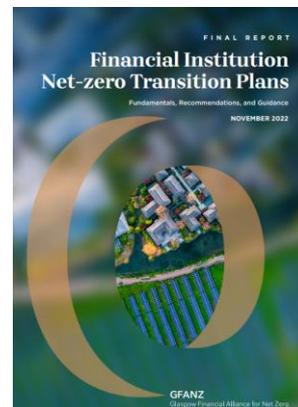
ISSB情報開示基準が求める “マイルストーン・中間目標”設定の参考とする

企業は、気候関連の目標 (target) を開示しなければならない。それぞれの気候関連の目標 (target) について、企業は以下を開示しなければならない。

- (a) 目標 (target) への到達及び企業の戦略的目標 (goal) の達成に向けた進捗を評価するために用いられる指標 (target)
- (b) 企業が気候関連のリスク及び機会に対処するために設定した具体的な目標 (target)
- (c) この目標 (target) が絶対量目標 (absolute target) か原単位目標 (intensity target) か
- (d) 目標 (target) の目的 (例えば、緩和、適応若しくはセクターへの準拠、又は科学的根拠に基づく取組み)
- (e) 目標 (target) は気候変動に関する最新の国際協定において作成されたものどのように比較するのか、及びそれは第三者により検証されているのかどうか
- (f) 目標 (target) がセクター別脱炭素アプローチを用いて算定されたか
- (g) 目標 (target) が適用される期間
- (h) 進捗が測定される基礎となる期間、及び
- (i) マイルストーン又は中間目標 (target)

移行計画策定の参考とする

GFANZは金融機関・企業両方に
1.5°C 整合シナリオに基づく移行計画策定を推奨



出典：IFRS財団

出典：GFANZ

バックカスティングのアプローチは、新規のビジネスモデルや戦略の構築に役立つ

	強み	弱み
バックカスティング (トップダウン)	<ul style="list-style-type: none">あるべき姿の実現に向けたアクションを特定できる新規のビジネスモデル構築に有効	<ul style="list-style-type: none">特定したアクションと現行政策との乖離（ギャップ）を埋める施策・アイデアの抽象度が高い。故に、数値目標の達成確度の評価が難しい。
フォアカスティング (積み上げ)	<ul style="list-style-type: none">現状からの変化を見通しやすく、施策の具体性が高い現在の技術・ビジネスモデル・マネジメントの改善に有効	<ul style="list-style-type: none">変化に影響を及ぼす前提の特定が難しい技術や商慣行のイノベーションによる非連続的变化を反映するのが難しい望ましい社会を達成する道筋との乖離が発生しやすい

[小山\(2024\)](#)、[神崎\(2020\)](#)をもとに筆者作成

1.5℃目標に整合したグローバル累積GHG排出量上限に対し、配分方法による日本の排出量（2020-2050年）の違い

配分方法	ベースとなる考え方	日本のGHG排出量 (Gt, 2020-2050)	グローバルに対する割合	備考
CATによる日本への配分	世界コスト最小化	14.3	1.9%	OECD諸国の中で、人口・GDP・排出強度に応じて配分。 早期削減シナリオ で採用
一人あたり排出量均等 (2020-2050)	平等	9.5	1.3%	国連の人口予測を参照
一人あたり排出量均等 (1990-2050)	責任・平等	-4.6	1.6%	1990年以降の一人あたり排出量をグローバルに均等にする場合、許容される排出量33.6Gtに対し、日本は2020年までに既に38.2Gt排出。
一人あたりGDPに応じた 排出量削減	能力	9	1.2%	日本は2040年に排出量ゼロになる
GDPあたり排出量の絶対 値が世界均一	効率性	20.7	2.9%	世界全体の排出強度が現在の日本のレベルに下がるまでは日本は現状のまま、その後は世界と同じレベルで下がるとした場合
GDPあたり排出量の低下 率が世界均一	効率性	10.8	1.5%	日本の排出強度が、世界平均と同じ比率で低下を続ける場合
直線的削減シナリオ	—	19.1	2.5%	経産省の6次エネ基策定時の資料や「トランジション・ファイナンス」等の行程表を参照し、IGESが推計

参考資料：シナリオ詳細

早期削減シナリオで想定したデジタル化を起点とする社会経済の変化とは

社会的に広く認知された「DXによる高付加価値化・生産性向上」の進展



産業・オフィス

デジタル化による生産性向上

- 生産プロセス自動化に伴い電化促進

テレワーク・オンライン会議の増加

- 通勤・出張での移動量減少
- オフィス床面積減少

モビリティ

CASE、シェアリング増加

- 車両数減少
- 自動運転のためのBEV化

流通の効率化

エネルギー利用

高精度な気象予測・電力需要予測

送電網での高度な電力潮流管理

分散型リソースの協調制御と デマンドレスポンス

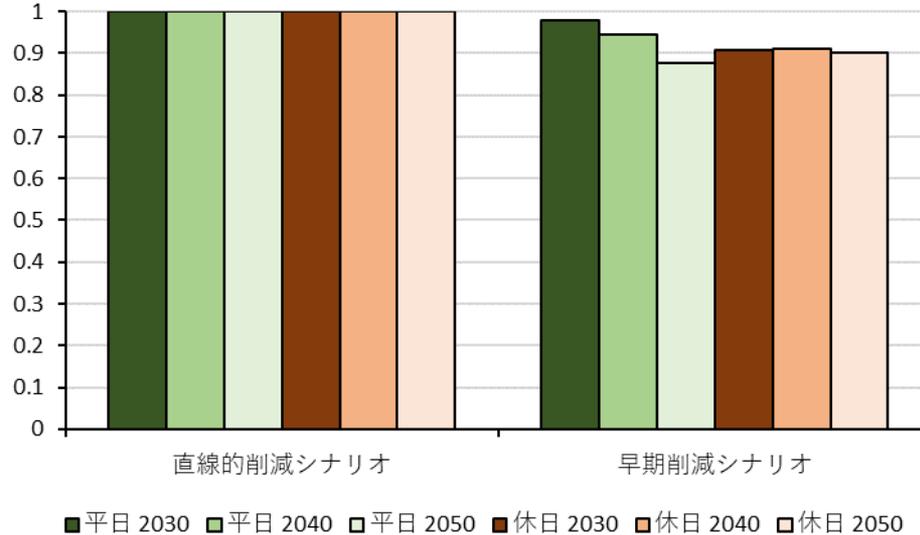
参考にした政府資料：

- 経産省「産業技術ビジョン2020」
- 経産省「循環経済ビジョン2020」
- 経産省「経済産業政策新機軸部会第2次中間整理」
- 国土省「国土のグランドデザイン」
- 国土省「2040年道路の景色が変わる」
- デジタル「デジ活交通社会の未来2022」
- 環境省「第5次環境基本計画」など

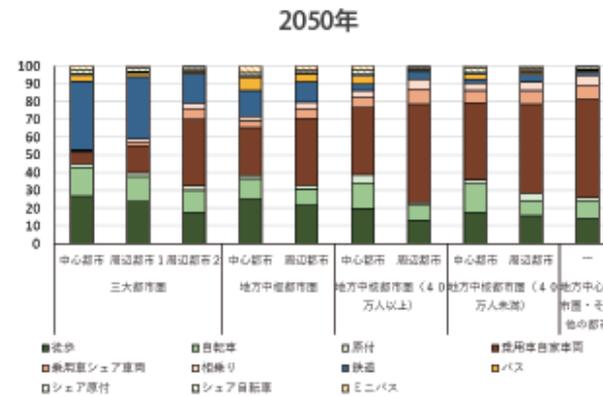
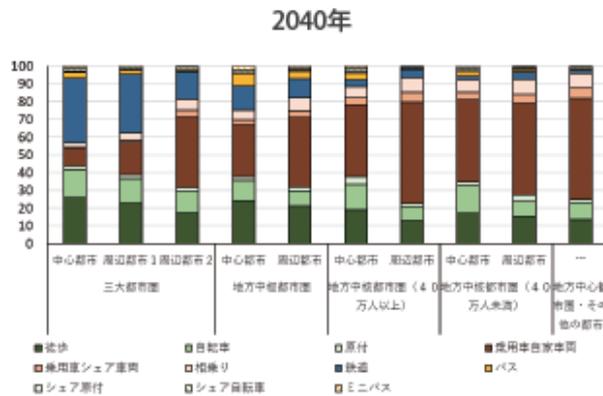
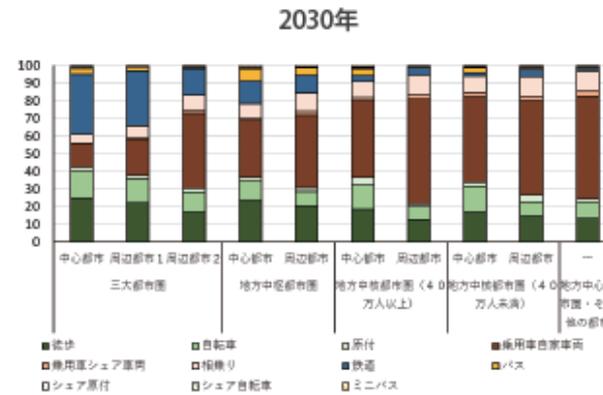
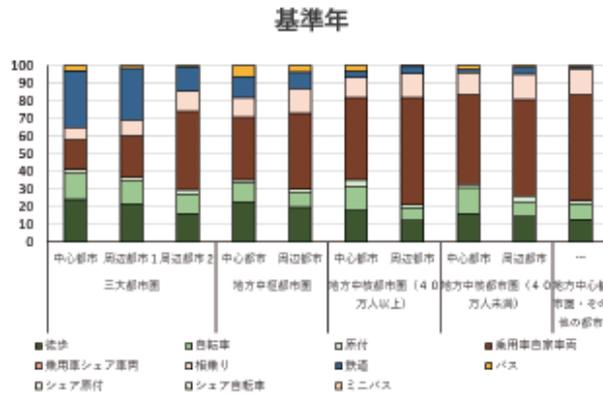
くらしや仕事を豊かにしながら脱炭素が進む

移動量想定

外出率、1回あたりの移動距離をテレワーク、EC(オンラインショッピング)、休日取得率や過ごし方の変化をもとに移動量の変化率を想定



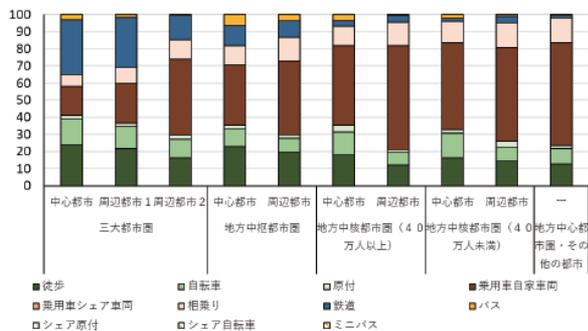
移動手段想定：直線的削減シナリオ



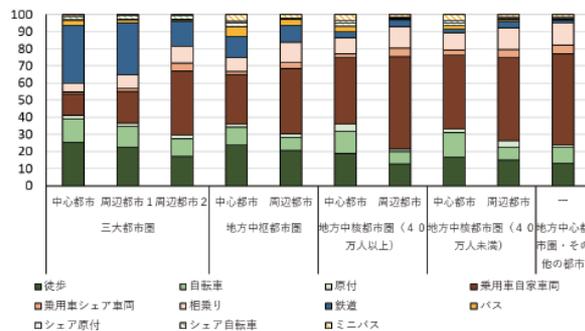
移動手段想定：早期削減シナリオ

シェアリングや自動運転技術の進展、通勤や買い物の行動変化、街づくりの変化をもとに想定

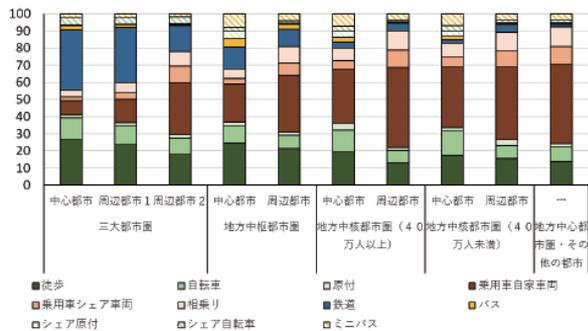
基準年



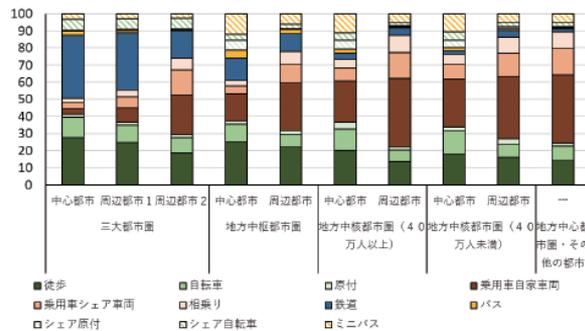
2030年



2040年



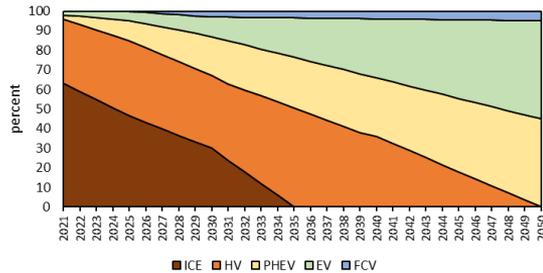
2050年



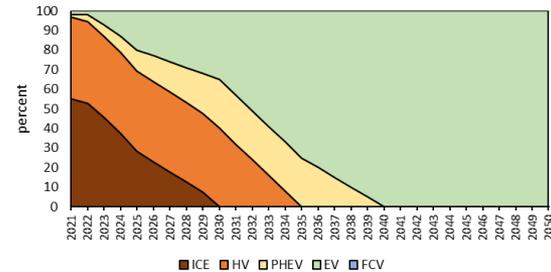
旅客車両の新車販売想定

- 直線的削減シナリオ：日本自動車工業会の「2050年カーボンニュートラルに向けたシナリオ分析」CNFシナリオにおける乗用車の新車販売構成を参照した。バス車両の車種別販売シェアは2030年以降、徐々に主にFCVがガソリン車を置き換えていくことを想定。
- 早期削減シナリオ：IEAの「Net Zero by 2050」のLight-duty vehiclesの新車販売構成のグラフ及び「Net Zero Emissions Guide」のcars and vansの車両ストックの想定値を参照。バスの販売シェアは、IEAの「Net Zero Emissions Guide」のBuses車両ストックの想定値を参照。

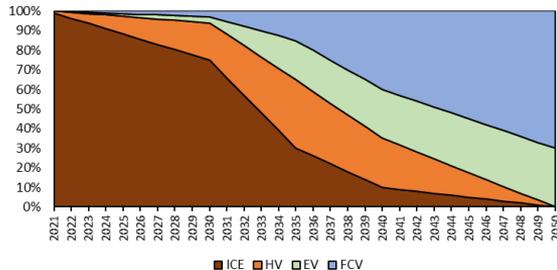
乗用車：直線的削減シナリオ



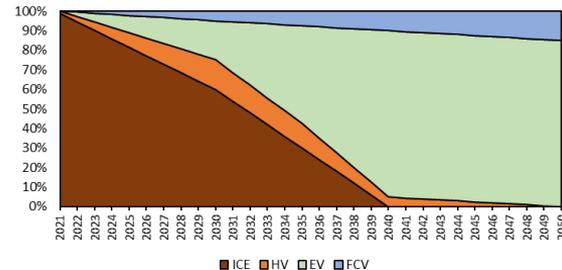
乗用車：早期削減シナリオ



バス：直線的削減シナリオ



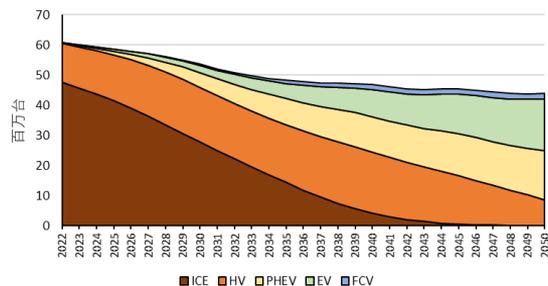
バス：早期削減シナリオ



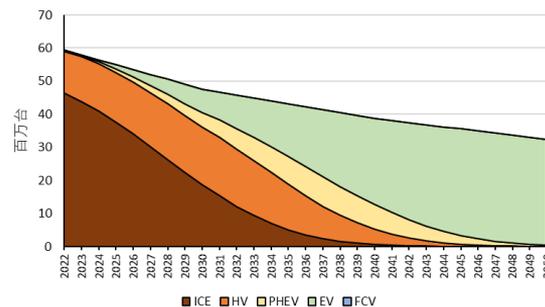
旅客車両のストック推計結果

各シナリオで必要となる車両台数、年ごとの新車販売想定、車両の利用年数をもとに、各年の車種別ストック台数を推計した。

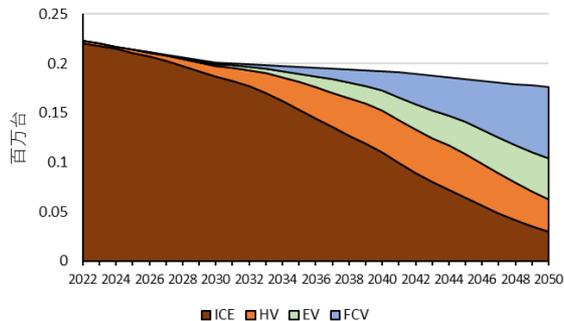
乗用車：直線的削減シナリオ



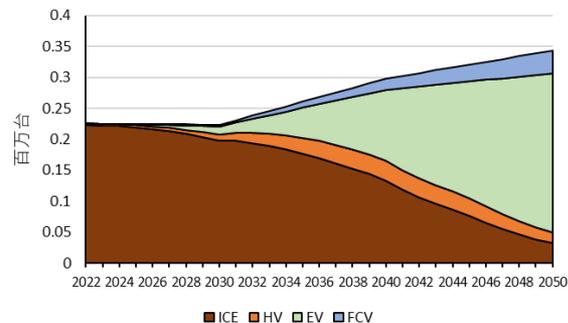
乗用車：早期削減シナリオ



バス：直線的削減シナリオ

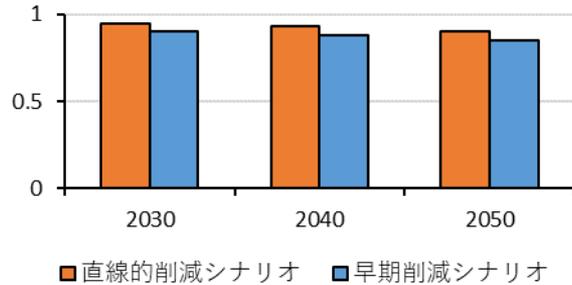


バス：早期削減シナリオ

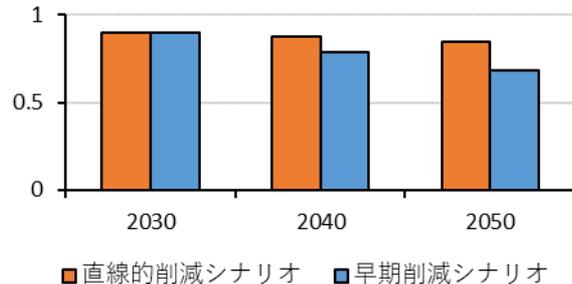


貨物輸送量に関わる想定

物流の効率化による輸送量の変化（基準年比）



フィジカルインターネットによる輸送量の変化（基準年比）



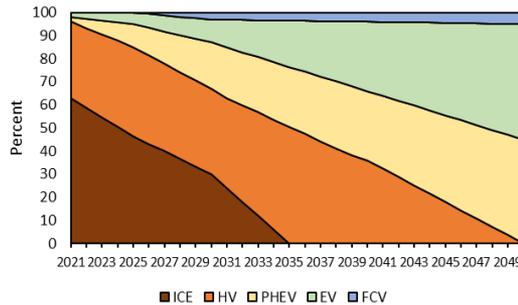
資源効率性向上による輸送量の変化（早期削減シナリオ）

	2030	2040	2050
穀物	0.99	0.98	0.96
野菜・果物	0.99	0.98	0.96
その他の農産品	0.99	0.98	0.96
畜産品	0.99	0.98	0.96
水産品	0.99	0.98	0.96
化学肥料	1	0.93	0.8
繊維工業品	0.95	0.91	0.75
製造食品	0.98	0.99	0.95
食料工業品	0.98	0.99	0.95
日用品	0.95	0.91	0.75
ゴム・木製品など	0.95	0.91	0.75
動植物性製造 飼・肥料	1	0.93	0.85
廃棄物	1	0.94	0.85

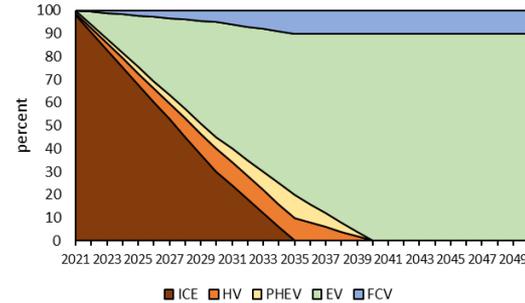
貨物車両の新車販売想定

- 直線的削減シナリオ：日本自動車工業会の「2050年カーボンニュートラルに向けたシナリオ分析」CNFシナリオにおける乗用車の新車販売構成を参照した。バス車両の車種別販売シェアは2030年以降、徐々に主にFCVがガソリン車を置き換えていくことを想定。
- 早期削減シナリオ：IEAの「Net Zero by 2050」のLight-duty vehiclesの新車販売構成のグラフ及び「Net Zero Emissions Guide」のcars and vansの車両ストックの想定値を参照した。普通トラックの車種別販売シェアは、IEAの「Net Zero by 2050」のHeavy trucksの新車販売構成のグラフ及び「Net Zero Emissions Guide 113」のHeavy trucksの車両ストックの想定値を参照

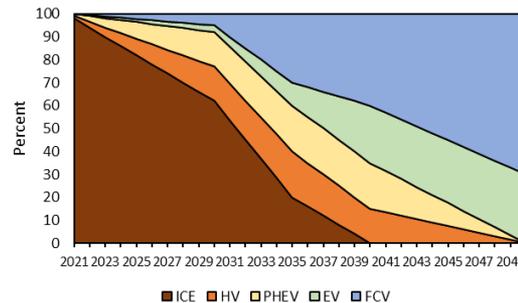
小型トラック：直線的削減シナリオ



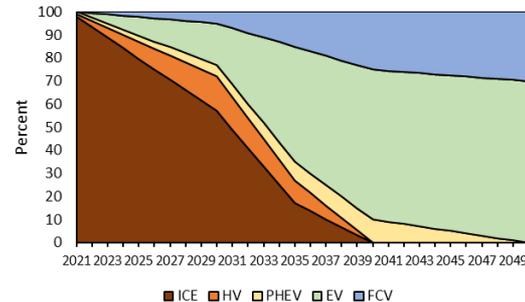
小型トラック：早期削減シナリオ



普通トラック：直線的削減シナリオ



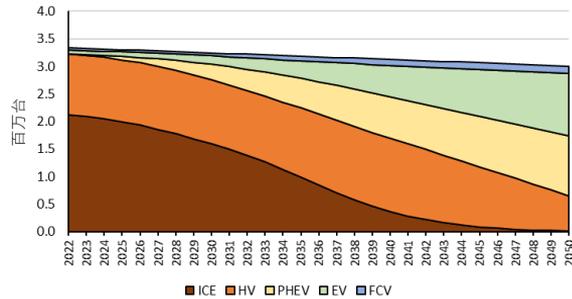
普通トラック：早期削減シナリオ



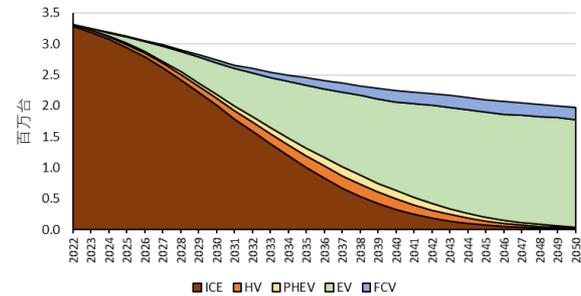
貨物車両のストック推計結果

各シナリオで必要となる車両台数、年ごとの新車販売想定、車両の利用年数をもとに、各年の車種別ストック台数を推計した。

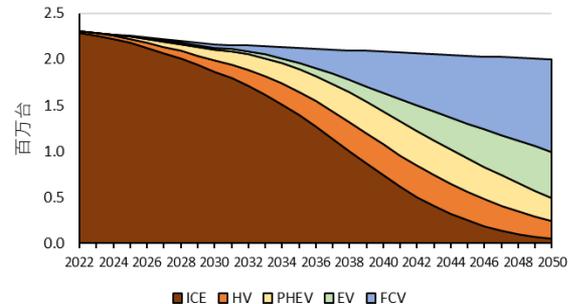
小型トラック：直線的削減シナリオ



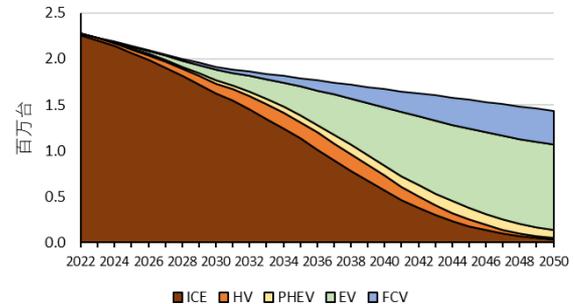
小型トラック：早期削減シナリオ



普通トラック：直線的削減シナリオ



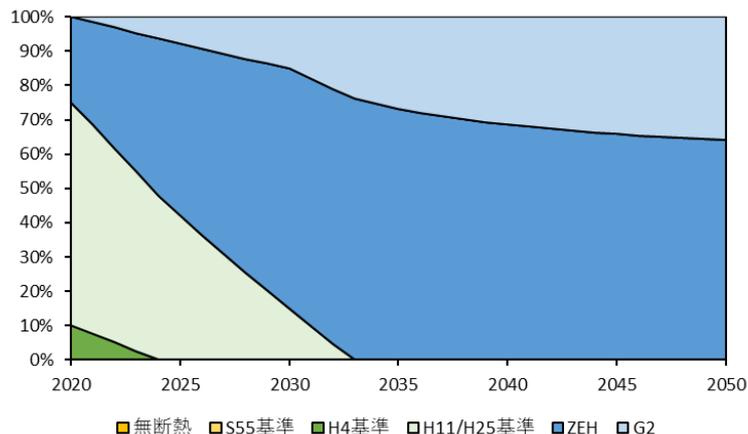
普通トラック：早期削減シナリオ



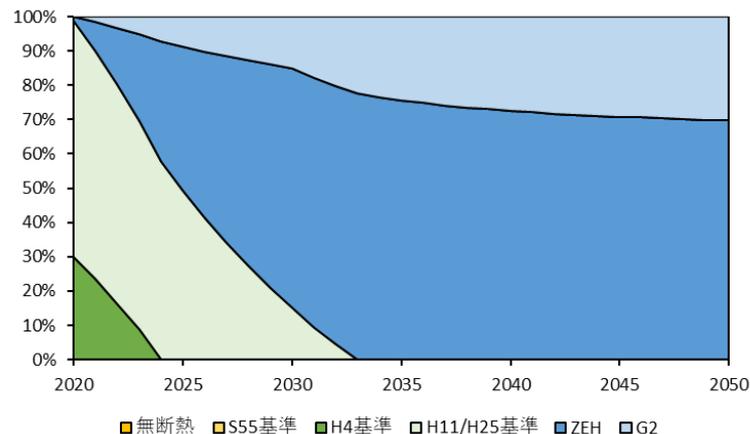
家庭部門の新築建物に占める各省エネ基準の割合（全シナリオ共通）

新築住宅に占める各省エネ基準の割合（床面積ベース）は、国土交通省などの資料を参照し、全シナリオ共通の前提とした。2025年までに全ての住宅が省エネ基準への適合義務化となること、2030年に新築平均がZEH性能を有すること、2030年までに適合基準をZEH水準とし誘導基準を更に引き上げることが目指されていることから、それらを反映してパラメータを設定した。

戸建住宅

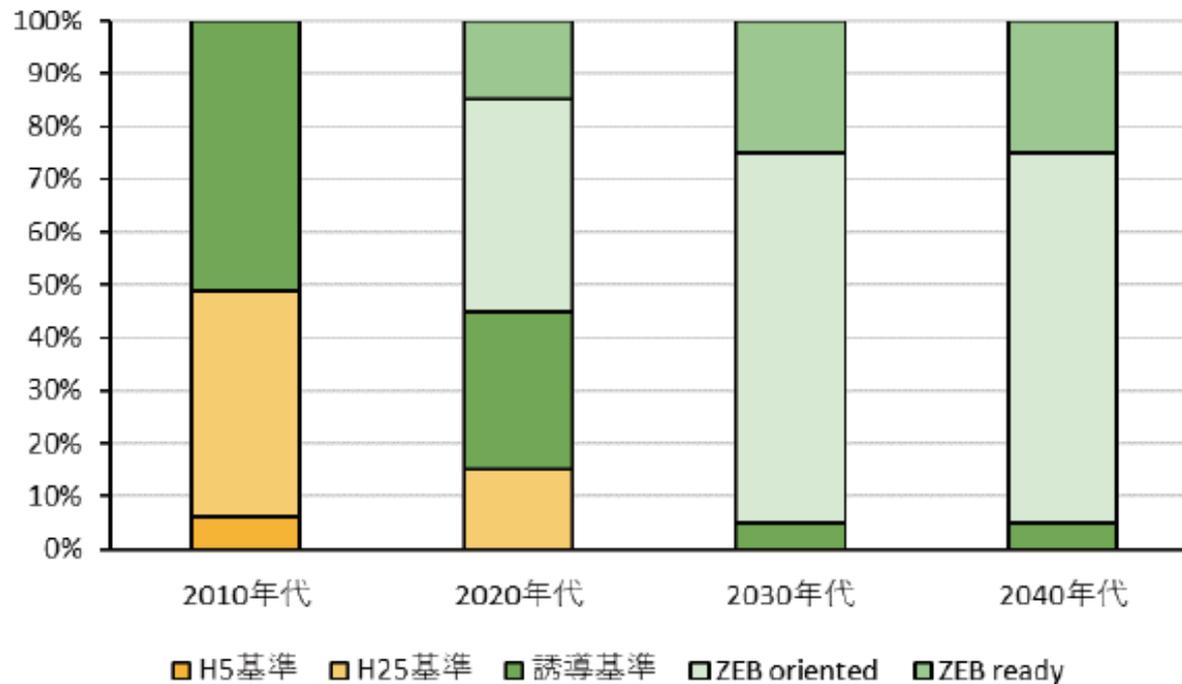


集合住宅



業務部門の新築建物に占める各省エネ基準の割合（全シナリオ共通）

新築建築物におけるエネルギー消費性能別のシェアは国土交通省などの資料を参照した。



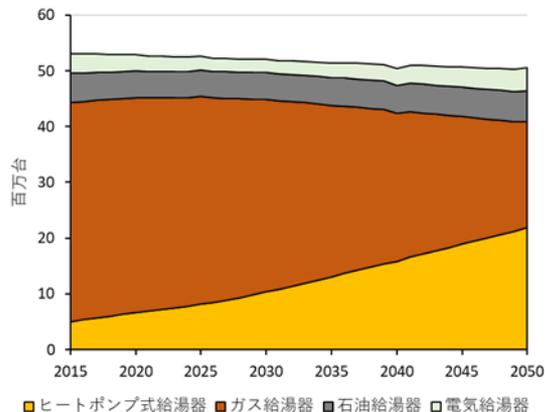
家庭部門における機器の想定

変数	直線的削減シナリオ	早期削減シナリオ
新規給湯機器シェア	ヒートポンプ：2030年に30%、2040年に40%、2050年に50% ガス：30%を維持	2040年以降100%が電気（主にヒートポンプ）
新規給湯機器効率	2050年までにヒートポンプのCOP4.2（寒冷地）又は5.0（温暖地） 燃焼式は2030年までにCOP0.9	
新規暖房機器シェア	現状維持	2040年以降100%が電気（主にエアコン）
新規暖房機器効率	2050年までにエアコンのCOP8.0 燃焼式は2030年までにCOP0.9	
調理機器ストックシェア	現状維持	2050年までに100%電化
その他家電ストック効率改善	2030年までに37%、2050年までに53%効率改善	

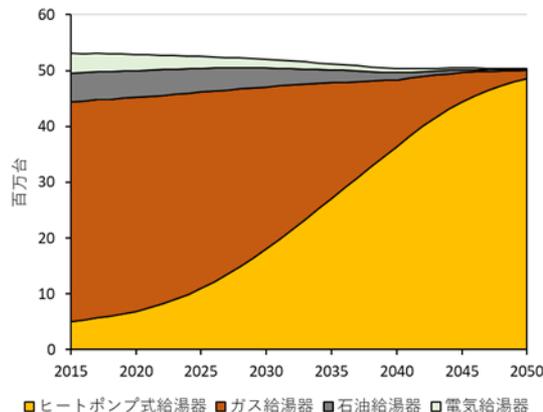
家庭部門の給湯器ストック推計結果

将来の世帯数の変化率にあわせてストックの総容量を求め、それから残存量を差し引くことで各年の新規導入容量を求めた。その上で、新規設置に占める機種別シェア想定をもとに、毎年の機器のストック量を推計した。

直線的削減シナリオ



早期削減シナリオ



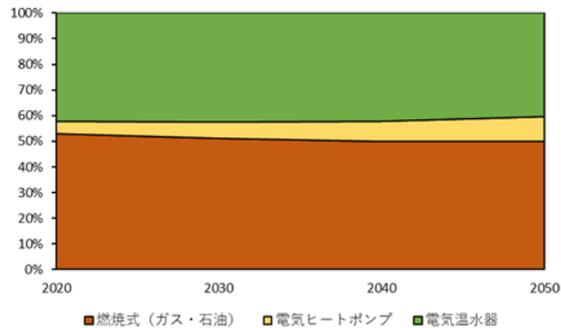
業務部門における機器の想定

変数	直線的削減シナリオ	早期削減シナリオ
新規暖房機器シェア	過去トレンドを延長（2040年以降8～9割電化）	2040年以降オフィス・店舗・学校・飲食店・その他は100%電化、病院・ホテルは95%電化
新規暖房機器効率	2050年までに圧縮式・PACのCOPが6.2 吸収式のCOPは1.4	
新規給湯・厨房機器シェア	過去トレンドを延長（2040年以降もヒートポンプのシェアは1割程度）	2040年以降オフィス・店舗・学校は100%電化、飲食店・病院・ホテル・その他は95%電化
新規給湯機器効率	2050年までにHPのCOPが5.4 燃焼式/電気温水器のCOPが0.9	
その他機器ストックの電化率	現状維持	2030年までに100%（その他セグメントは2050年までに100%）

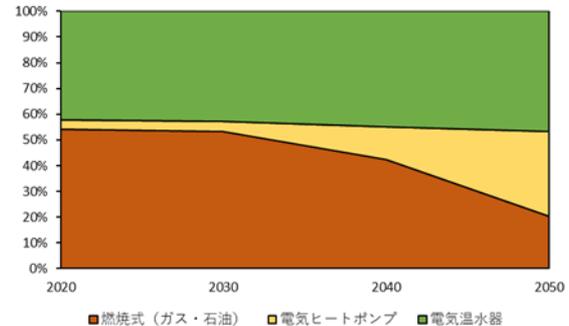
業務部門の給湯器ストック推計結果

新築時と30年毎に新規設備導入が行われると想定し、新規設置に占める機種別シェア想定に基づいて、建物用途ごとに各年代（10年ごと）の機器のストックを推計した。

直線的削減シナリオ

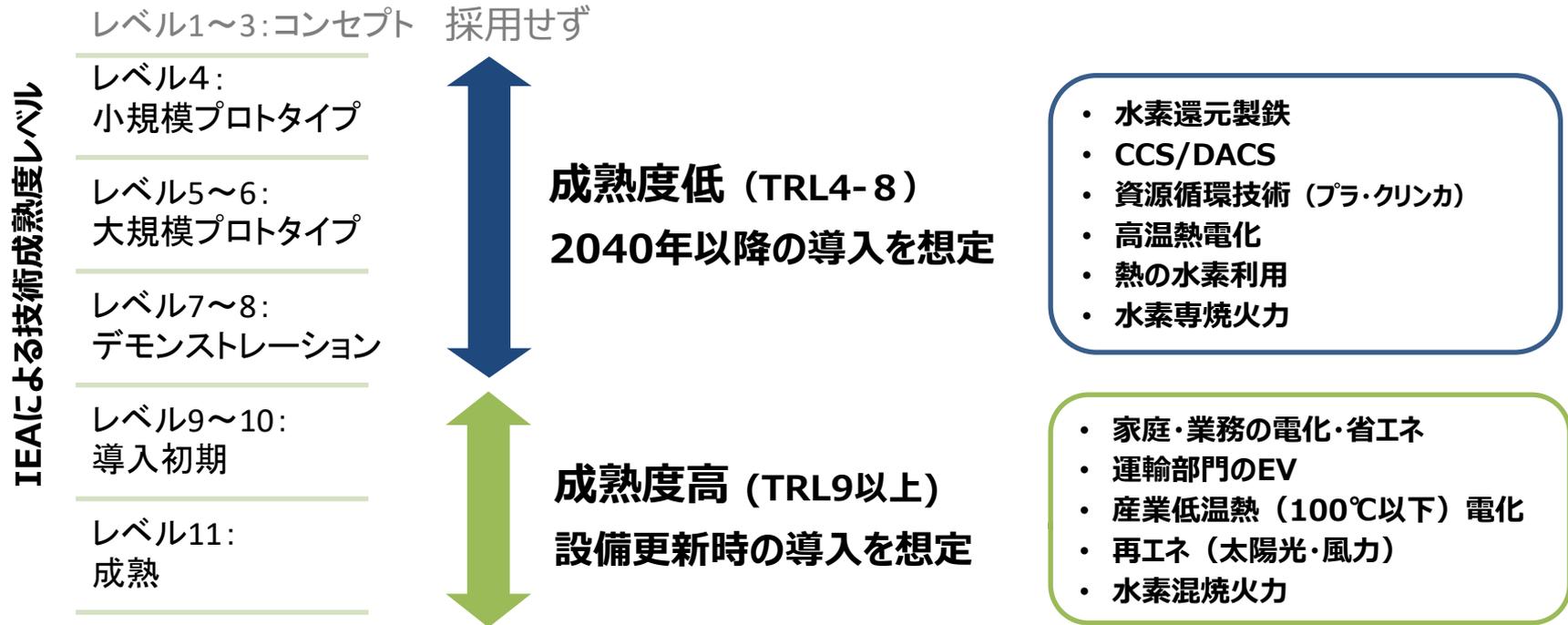


早期削減シナリオ



早期削減シナリオを構築する際の 省エネ・電化や素材産業における主な想定根拠

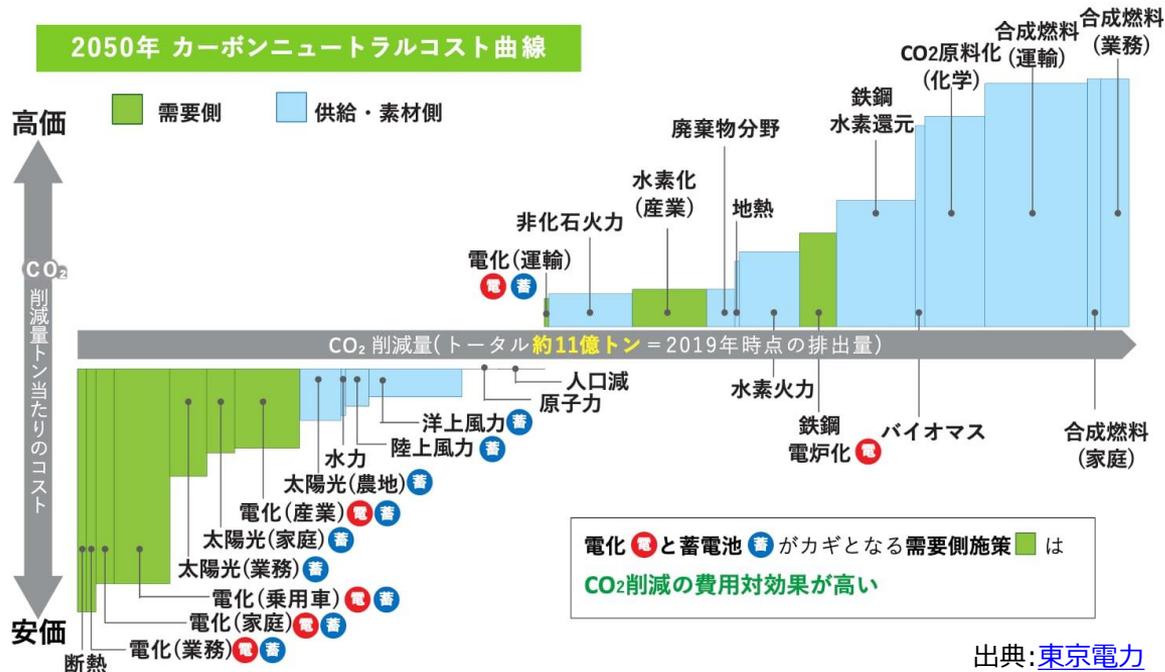
IEAによる技術成熟度評価（TRL）を参照し、実現性を加味して導入を想定



省エネ・電化や素材産業における主な想定根拠

東京電力による2050年の脱炭素技術費用曲線

- TRLが高い電化・省エネ対策は比較的費用対効果が高い
- 再エネも技術単独では、費用対効果が高い

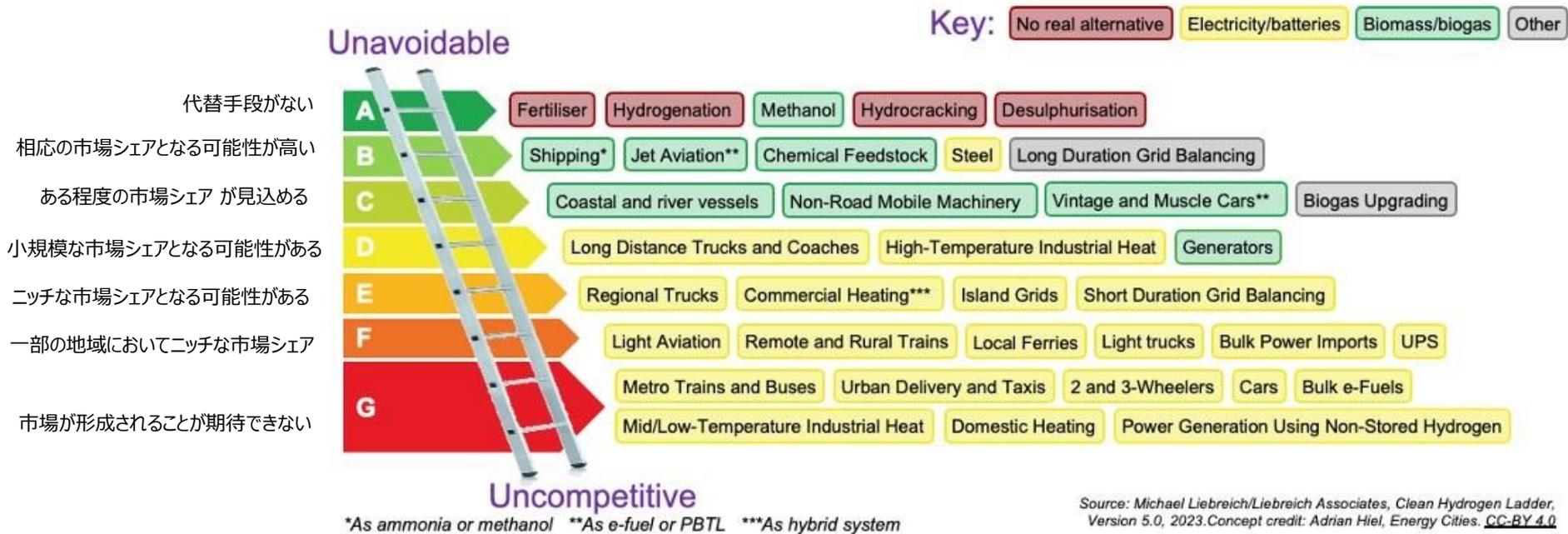


水素のはしご (The Hydrogen Ladder) の概念

水素は多くの用途に利用でき、脱炭素化に重要な役割を果たすが、発電・低温熱・乗用車など他技術（主に電気）と比較して競争力に劣る用途もあることに留意が必要。

Liebreich Associates

Hydrogen Ladder 5.0

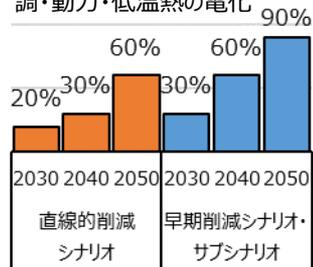


CO2排出量・エネルギー消費量を削減する対策技術の主要想定

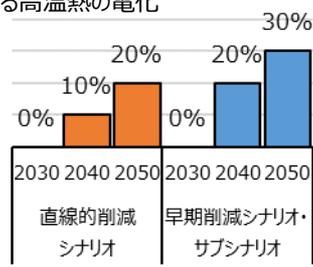
早期削減シナリオでは、電化や省エネが分野横断的に早期に進展。
 素材産業は、資源循環と水素利用が2040年以降に進展と想定

■ 電化に関する主な想定

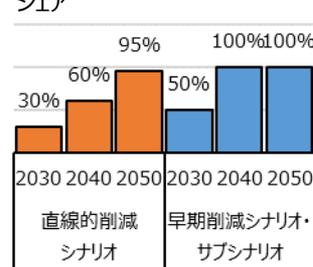
素材産業以外の産業部門における空調・動力・低温熱の電化



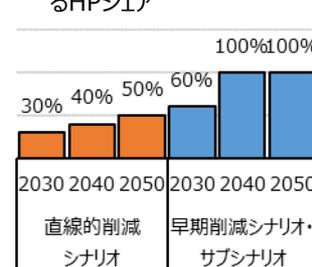
素材産業以外の産業部門における高温熱の電化



乗用車新車に占めるEV&PHEVシェア

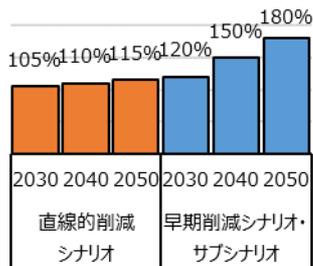


家庭の新規給湯機器に占めるHPシェア

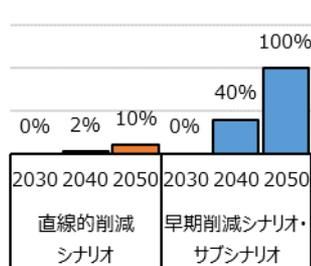


■ 素材産業に関する主な想定

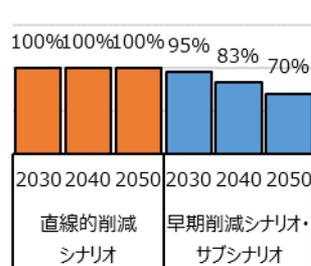
スクラップ由来の粗鋼生産量 (基準年比)



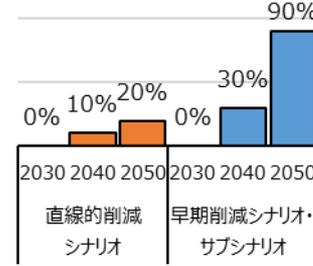
鉄鉱石を還元する粗鋼のうち水素直接還元(DRI-EAF)の割合



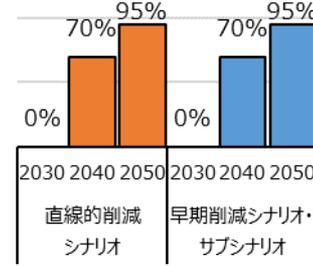
化学製品原料のバージンナフサの割合



バージンナフサのうち水素由来原料比率



炭素回収技術によるCO2回収率



対策技術の主要想定

電化や省エネの早期進展し、素材産業は、資源循環と水素利用が2040年以降に進展と想定

■ 省エネ・電化に関する主な想定

	直線的削減シナリオ			早期削減シナリオ・サブシナリオ		
	2030	2040	2050	2030	2040	2050
素材産業以外の産業部門における空調・動力・低温熱の電化	20%	30%	60%	30%	60%	90%
素材産業以外の産業部門における高温熱の電化	0%	10%	20%	0%	20%	30%
乗用車新車に占めるEV&PHEVシェア	30%	60%	95%	50%	100%	100%
家庭の新規給湯機器に占めるHPシェア	30%	40%	50%	55-65%	100%	100%

■ 素材産業に関する主な想定

	直線的削減シナリオ			早期削減シナリオ・サブシナリオ		
	2030	2040	2050	2030	2040	2050
スクラップ由来の粗鋼生産量（基準年比）	105%	110%	115%	120%	150%	180%
鉄鉱石を還元する粗鋼のうち水素直接還元(DRI-EAF)の割合	0%	2%	10%	0%	40%	100%
化学製品原料のバージンナフサの割合	100%	100%	100%	95%	83%	70%
バージンナフサのうち水素由来原料比率	0%	10%	20%	0%	30%	90%
炭素回収技術によるCO2回収率	0%	70%	95%	0%	70%	95%

再エネ導入量最大値の根拠資料

再エネ導入量最大値の根拠は、各業界団体の公表資料を引用した。

風力発電の複数の専門家へのインタビュー調査結果では、拠点整備等の政策支援強化で実現可能な水準という意見も得ている。

風力発電

	2020実績	2030	2035	2040	2050	参照
陸上風力	4GW	26GW	31GW	35GW	40GW	風力発電協会ビジョン
洋上風力(領海内)	0GW	8GW	24GW	45GW	45GW	官民協議会ビジョン
浮体式洋上風力 (排他的経済水域)	0GW	0GW	20GW	90GW	360GW	海洋技術フォーラム提言 (意欲的目標、詳細次頁)

太陽光発電

	2030	2035	2040	2050	参照
太陽光発電	150GW	230GW	270GW	420GW	太陽光発電協会(最大化ケース、DC)
次世代型太陽光発電 ※	0GW	15GW	80GW	140GW	IGES独自想定

※2035年以降段階的にシリコンとペロブスカイトを組み合わせたタンデム型が導入される(同じ面積で発電出力増)と想定

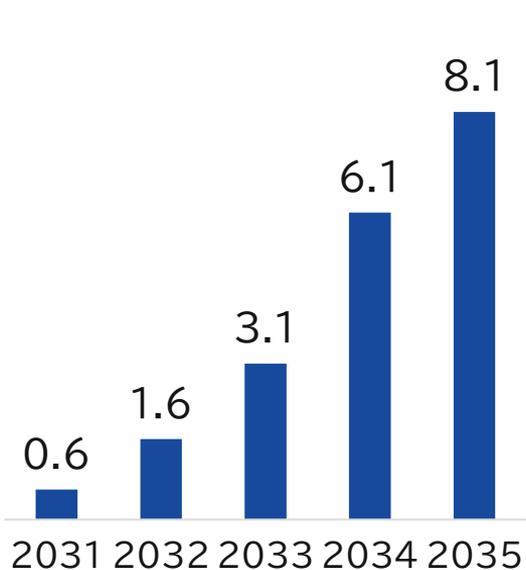
2050年の地熱発電は適地の制約、バイオマス発電は燃料調達の制約から、2030年のエネルギー需給見通し想定と同値。

2050年の水力発電は、ダム運用の改善などで、発電電力量が2030年のエネルギー需給見通しより37%増。

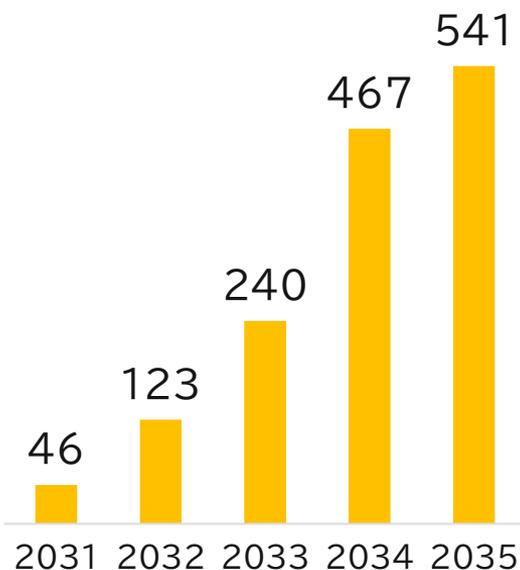
浮体式洋上風力 2035年20GWに向けた国内サプライチェーン形成の規模感

- 産学官の専門家集団である海洋技術フォーラムは意欲的目標として、**2035年20GW（発電開始）**を提言。
- この意欲的目標は、「**日本が洋上風力でアジアや世界をリードするために必要な目標**」との位置付け。
- **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**がポイント。

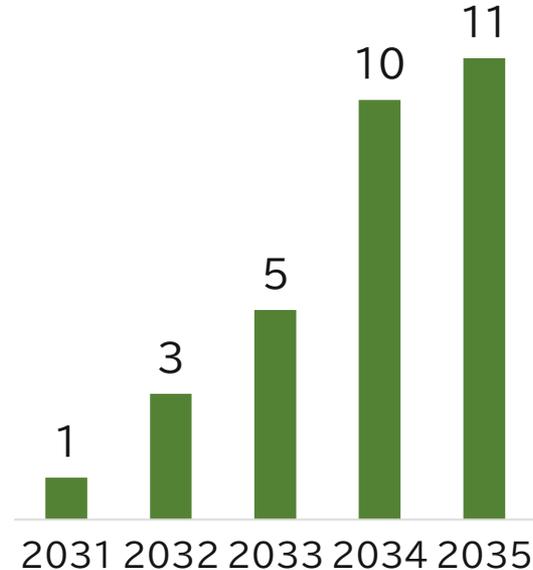
浮体式導入量(GW/年)



浮体製造数(基/年)



組立拠点数



出典: [海洋技術フォーラム提言 意欲的目標](#)

浮体式洋上風力産業化へのロードマップ

- 海事産業民間企業による海洋産業タスクフォース作成。海洋技術フォーラム提言（中位目標、2035年8GW）に基づく。
- 2035年20GWに向けて、アクションアイテムとタイムラインは同様。製造能力と拠点整備の規模拡大が必要となる。

＜海洋産業タスクフォース「浮体式洋上風力発電の商用化に向けたロードマップ策定」の概要＞

	2024	2026	2028	2030	2032	2034	2035	ポイント
案件形成 + 導入	導入目標	小規模商用案件実証		大規模商用プロジェクト				小規模計画で浮体式量産技術・低コスト化確立 入札規模を1GW以上に
	工程表	法整備、規定整備・見直し						
風車製造		◆国内組立開始	海外メーカーとの協業、国内での組立		◆国内生産拠点確立			日本のものづくり産業基盤を活用し国産化 大きい導入目標を示しアジアでの製造拠点を日本 に形成
		風車部品の国産化			国内生産拠点での生産			
浮体製造		業界共同体制 + 設備強化（新規拠点整備）で製造能力増強						造船業 + 建設業で国内生産体制を構築 将来を見据え日本企業がアジアに製造拠点形成
		コンクリート浮体開発		◆コンクリート浮体実用化	コンクリート浮体生産			
		風車・浮体インターフェース標準化						
拠点港湾整備	整備計画 支援策	15MW風車対応拠点港湾整備		20MW風車対応拠点港湾整備				風車の大型化を見越した港湾設備の整備 一時係留地も含めたスペースを確保
		◆作業船導入						
		機材・作業船整備 + 人材確保						
その他		O&M手法確立 + 技術開発						ドローン・AI等による省力化 = 低コスト化 洋上風力の長期見通しに基づく系統強化 洋上風力によるグリーン水素製造設備・インフラ
				人材育成				
		FIP支援						
						系統増強		
						水素製造・貯蔵インフラ整備		

原子力発電の想定

直線的削減シナリオ：運転開始後の経過年数が60年以下

早期削減シナリオ：運転開始後の経過年数が60年以下及び2023年時点で適合性審査プロセスを進めている原子力発電ユニットの稼働を想定。

原子力発電

	2030	2040	2050	参照
直線的削減シナリオ	37GW	34GW	25GW	運転開始後経過年数
早期削減シナリオ	25GW	21GW	15GW	運転開始後経過年数 + 適合性審査の状況

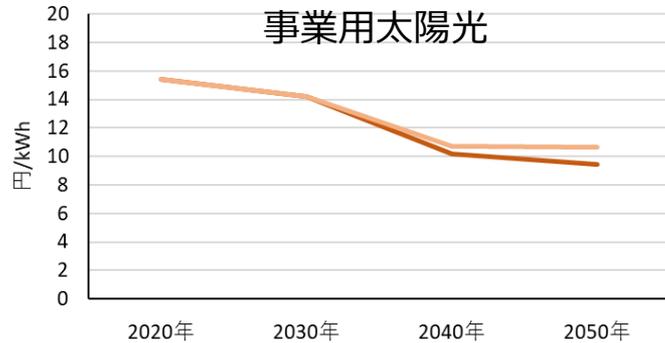
泊1, 泊2, 泊3, 女川2, 東通1, 柏崎刈羽6, 柏崎刈羽7, 東海第二1, 浜岡3, 浜岡4, 志賀2, 美浜3, 大飯3, 大飯4, 高浜1, 高浜2, 高浜3, 高浜4, 敦賀2, 島根2, 伊方3, 玄海3, 玄海4, 川内1, 川内2,

泊2, 泊3, 女川2, 東通1, 柏崎刈羽6, 柏崎刈羽7, 浜岡4, 志賀2, 大飯3, 大飯4, 伊方3, 玄海3, 玄海4

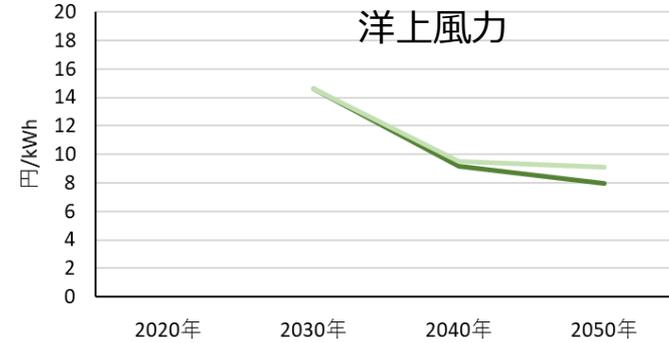
2040年の設備容量の想定根拠

	直線的削減シナリオ	早期削減シナリオ	早期削減サブシナリオ
原子力発電	運転開始からの年数が60年以下の発電ユニットが稼働	運転開始からの年数が60年以下の原子力発電のうち、2023年時点で適合性審査に申請している発電ユニット	
太陽光発電	2050年にACベースで260GW（OCCTOマスタープラン想定値）を達成する導入パス	2050年にACベースで300GW（2020年太陽光発電協会ビジョン想定地）を達成する導入パス&タンデム型ペロブスカイト太陽電池による発電効率向上	
陸上風力発電	2030年18GW（エネルギー需給見通し）、2050年40GW(OCCTOマスタープラン)を達成する導入パス	2030年26GW、2050年40GW(JWPA Wind Vision 2023)を達成する導入パス	
洋上風力発電	2040年30GW(第1次洋上風力産業ビジョン)	2040年135GW(海洋技術フォーラム)	2040年85GW(海洋技術フォーラム)
一般水力、地熱、バイオマス発電	2030年度におけるエネルギー需給の見通しで定められた2030年までに導入される設備容量と同値		

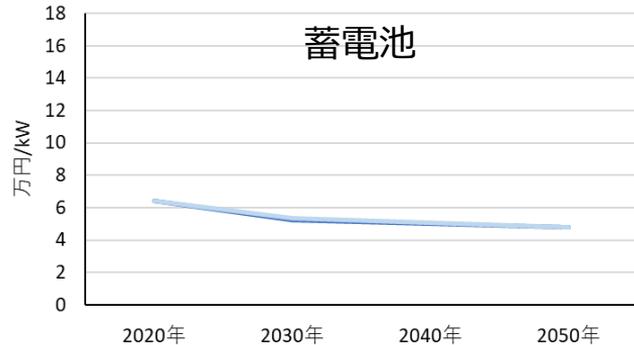
電力コスト計算：主要電源設備のコスト想定



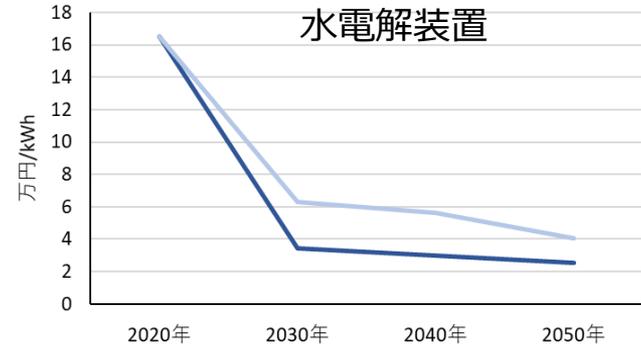
— 低位ケース 太陽光 (事業) — 高位ケース 太陽光 (事業)



— 低位ケース 洋上風力 — 高位ケース 洋上風力



— 低位ケース 蓄電池 — 高位ケース 蓄電池



— 低位ケース 水電解装置 — 高位ケース 水電解装置