



[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](#)

IGES 1.5°Cロードマップ テクニカルレポート概要

-1.5°Cロードマップが描く社会経済像と
再エネを中心とするエネルギーシステム-

栗山昭久

リサーチマネージャー、気候変動とエネルギー領域
地球環境戦略研究機関（IGES）

IGES1.5°Cロードマップ（テクニカルレポート）を作成した目的： 1.5°C目標の達成に向け、より速やか・大幅に日本のGHG排出量を削減するには？

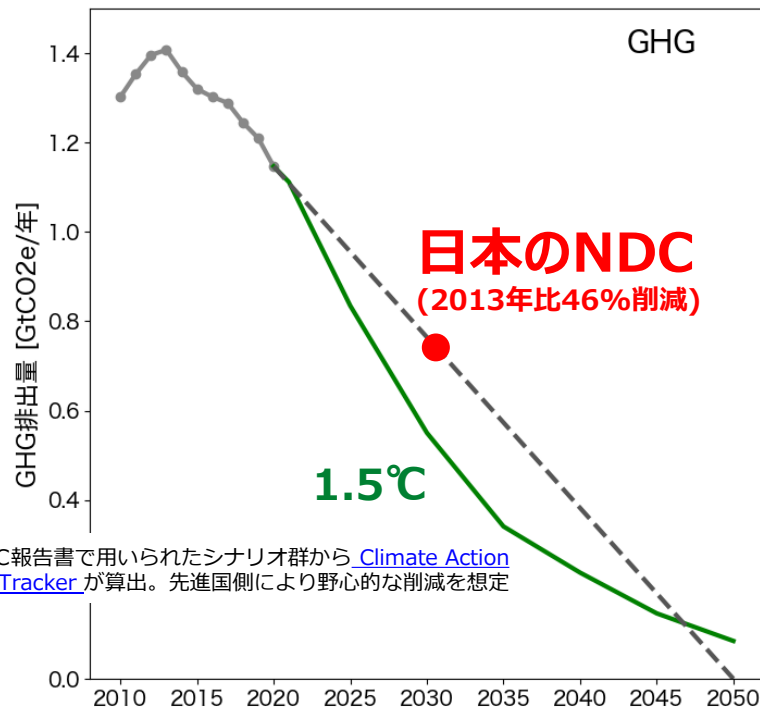
1.5°C整合の要件

II

2050年にネットゼロを達成
+
速やかに排出量を削減



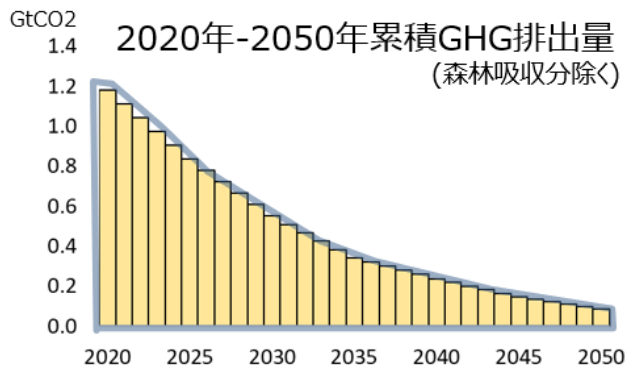
大胆な変化を織り込み、
可能性を追求する。



IPCC 1.5°C報告書で用いられたシナリオ群から [Climate Action Tracker](#) が算出。先進国側により野心的な削減を想定

参考：ロードマップで定義した1.5℃目標に貢献する排出経路とは？

→2020年～2050年の**累積GHG排出量**が14.3Gtを超過しない排出経路



<

14.3GtCO₂

- ・ 先進国側により野心的な削減を想定する
- ・ オーバシュート*は、極力避ける

✓ IPCC 1.5℃報告書が参照するシナリオ群をもとに、排出強度がOECD内で長期的に収斂する想定で算定。

(参照：Van Vuuren、 et al. (2007); Gidden、 et al. (2019); Climate Action Tracker (2021))

IGES 1.5°Cロードマップの特徴

特徴1：社会経済の変化、エネルギー需給、電力需給を統合的かつ定量的に分析

- 各省庁の将来ビジョンが描くダイナミックな社会経済変化を、産業連関表等を用いて内部整合的に分析
- 過去の延長線上でのシナリオ設定や費用最小化アプローチは敢えて取らず、大きな変革を含むより幅広い可能性を想定した複数シナリオにおけるエネルギー・電力システムの分析を可能とする

特徴2：DXを起点とした社会経済の変化や経済構造の変化を考慮したシナリオを構築

- 経済成長、気候変動の両方の視点から求められる社会経済の大きな構造転換をシナリオ化

特徴3：省エネ・電化の進展と循環経済の形成を大きく見込む

- 再エネの効率的な利用を達成し、エネルギーと素材の脱炭素化

特徴4：電力システム改革の進展を想定し、再エネでどこまでエネルギー供給が可能か分析

- 再エネの導入量は各種業界団体の目標値を上限とし、その実現可能性についても検証
- 詳細な電力システムシミュレーション（上位2系統の送電線制約、1時間単位の需給バランスを考慮）を通じて検証し、電力コストも推計

特徴1：社会経済の変化、エネルギー需給、電力需給を統合した定量分析に基づいてロードマップを作成

IGES1.5℃ロードマップの検討・策定プロセス

STEP 1

日本の1.5℃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℃ベンチマークとの確認

シナリオ確定

STEP 5

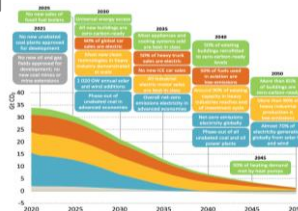
電力需給分析
コスト推計

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



時系列付き
アクションリスト
(ロードマップ)

IGES1.5℃ ロードマップ アプローチの特徴

- ① 需要側の変化と再エネを中心とした電力脱炭素化シナリオ検討に相性が良い。
- ② ステークホルダーとの対話を基に内容を作り上げている。

強み

- 産業連関表を起点としてダイナミックな変化を加味できる。例：産業構造変化、再エネ大量導入
- 各部門の対策効果や最終エネルギー消費量、1次エネルギー供給の推計まで対応。（業務・家庭・運輸部門はストック量を基づく）
- 電力需給バランスについて、最先端のシミュレーションツール（運用コスト最小化）を利用。
- ステークホルダーと共にロードマップを創りこむことで、より現実に即し、受容性の高いものにできる。

弱み

- エネルギー全体でのコスト最適化計算ができない。
- 分析の対象を日本国内に限定している。諸外国の情勢の変化が変数として入っていない。
- （他のモデル研究に比べ）産業部門を中心に、技術の選択肢の一部を簡易化している。
- パラメーターの設定が、研究者やステークホルダーの考え方に依存。

コインの
両面

特徴2 : DXを起点とした社会経済の変化を考慮したシナリオを構築

DXによる社会経済変化を考える重要性①： 社会課題を解決し、便利・安心安全な暮らしをもたらす。

DXは、モノの生産とサービスの高付加価値化・生産性向上を進展させる



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

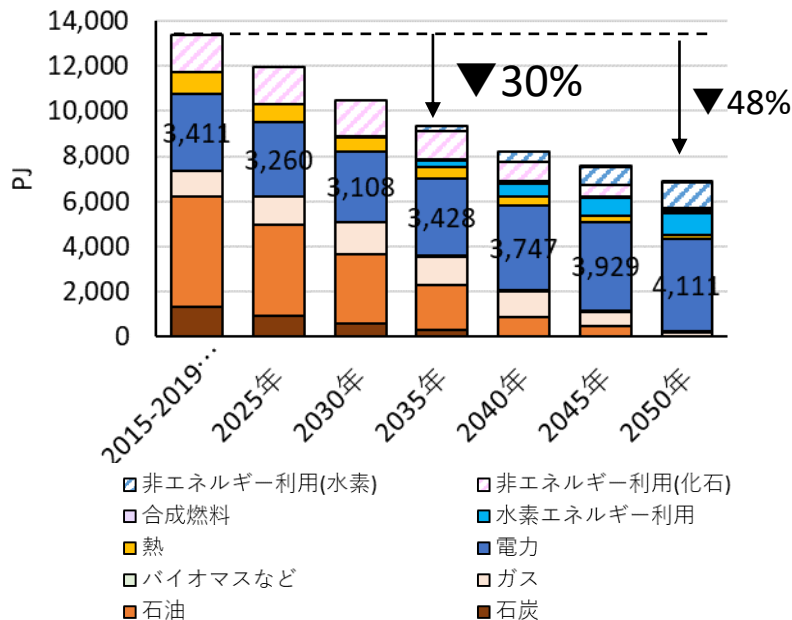
参考にした政府資料：

- ・ 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」
- ・ デジ庁「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

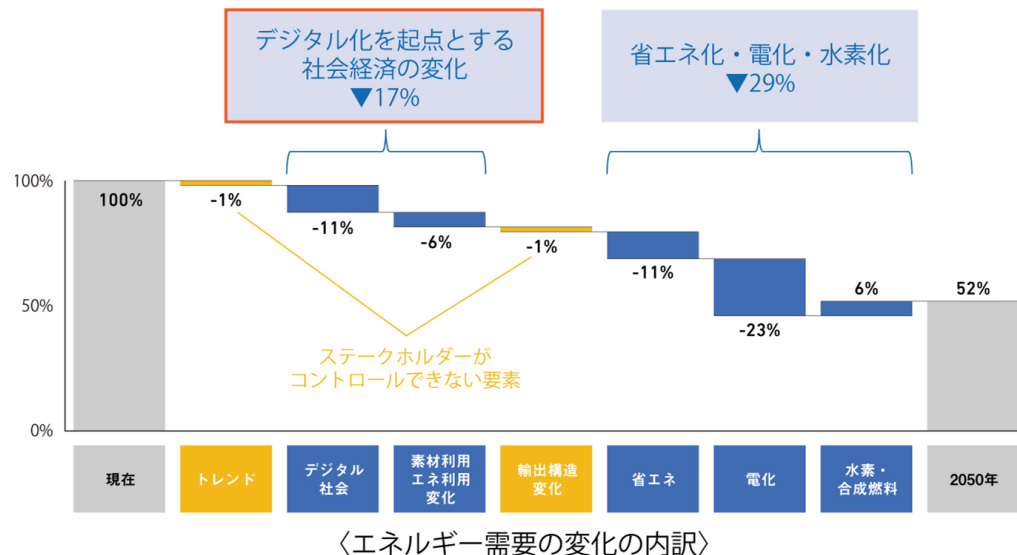
くらしや仕事を豊かにしながら脱炭素が進む

DXによる社会経済変化を考える重要性②： 最終エネルギー消費量を少なくすることができる。

最終エネルギー消費量の推移



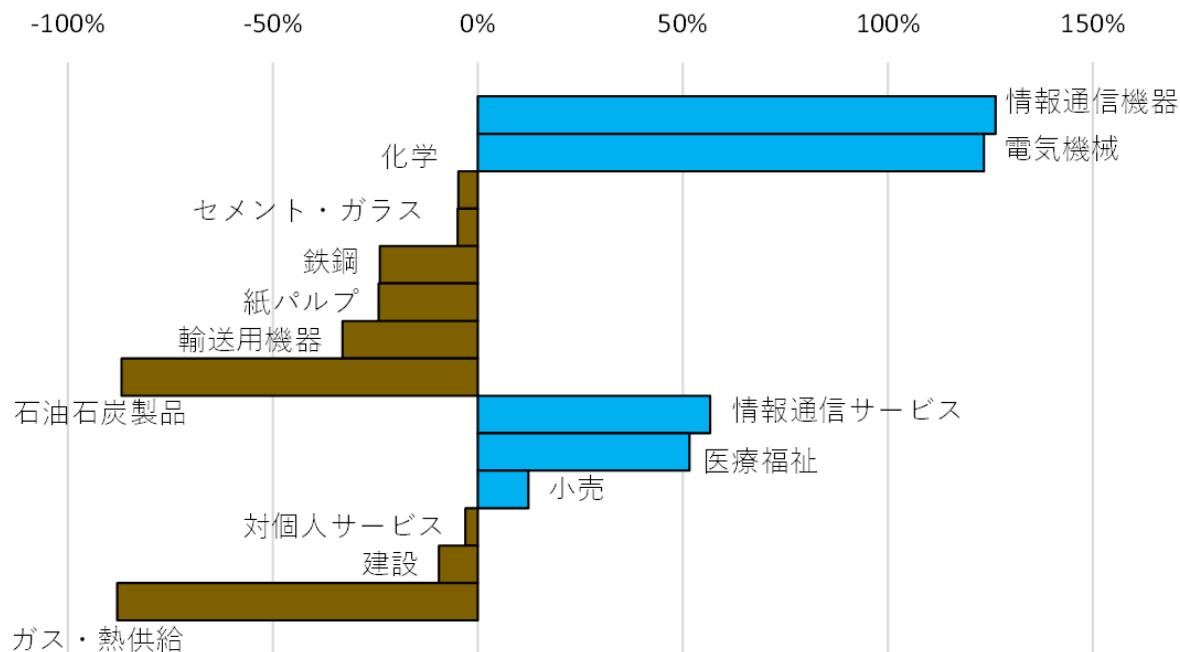
2050 年の最終エネルギー消費量の減少要素



社会経済の変化を考える重要性③：産業構造の変化を促し、日本の経済成長も達成しうる

想定する社会経済変化が各産業の生産額に与える複雑な影響を産業連関表を通じて分析した結果、素材・輸送機器製造業から情報通信機器・サービス業への産業構造変化がみられる。ただしこれは、例えば自動車産業では、CASEの進展によって、自動車販売台数は減少する代わりに、輸送サービスから収益を得るビジネスモデルにシフトしている、という解釈もできる。

IGESロードマップにおける業種別生産額の変化（2050年、対2015年比）



参考：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（案） （2024年4月24日）

新機軸部会で作成している日本経済成長シナリオ概要

- 社会課題解決を起点とした高付加価値分野で新たな需要を喚起
- 人口減少下でも、一人一人の所得が増え、デジタル化・自動化等により可処分時間が増加する。
- 日本企業は、日本経済が世界の中規模国となる中で、フルラインナップのものづくりネットワーク、生活・文化・コンテンツの魅力、安定的な社会を実現してきた国民性といった強みを活かして世界と勝負し、生活を豊かにする挑戦に取り組む。海外への輸出・投資をこれまで以上に拡大しつつ、「世界の創造拠点」として日本という場所を位置付け、世界中で稼いだ利益を国内に還流させて活用するのに見合うような、付加価値を創造するソフトウェアや研究開発を含む国内投資・賃上げ・イノベーションを継続的に拡大する。

エネルギー集約産業を中心に、産業構造の大きな変化も想定

- また、製品によっては、国内の拠点で研究開発を行った技術を基に、海外の再生可能エネルギーが豊富な地域で生産し、再度国内の拠点で最終工程を仕上げる、国際的な分業体制を構築する。
 - 再生可能エネルギーが豊富な国等で生産された還元鉄を国内の電炉で活用するといったオプションも選択肢となる。
- 日本の特性として、安定的で安価なグリーンエネルギーの供給量という制約要因があるため、エネルギーコストの付加価値に占める割合の低い産業を中心に日本国内に立地する
- 現在の国内の供給体制は再編される可能性がある。それに伴い、これらの産業に従事する人材も、成長分野の産業や企業に労働移動を行うことが必要となる可能性がある。

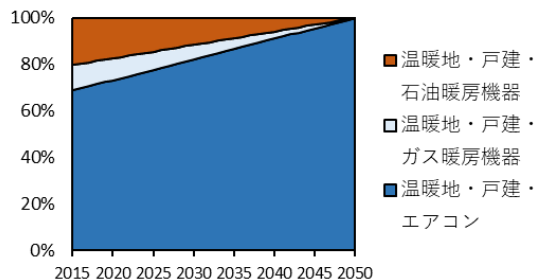
特徴3：省エネ・電化の進展と循環経済の形成を大きく見込む

民生部門における想定：省エネ・電化の進展

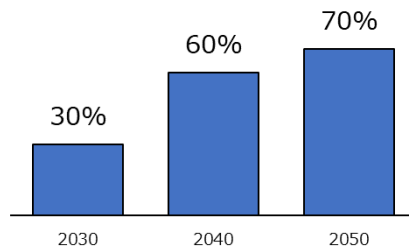
暖房などの低温熱全体、および一部の高温熱は電化

モビリティのEV化(一部FCV)

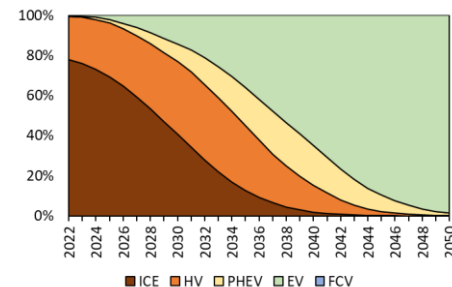
家庭暖房の電化率



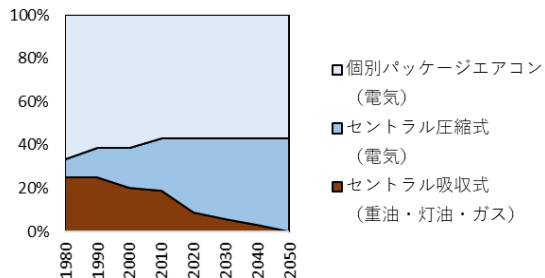
産業用低温熱の電化率



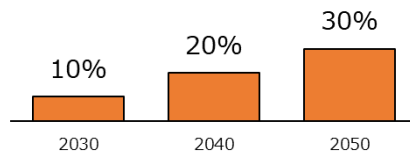
乗用車の電化率（ストックベース、薄緑部分）



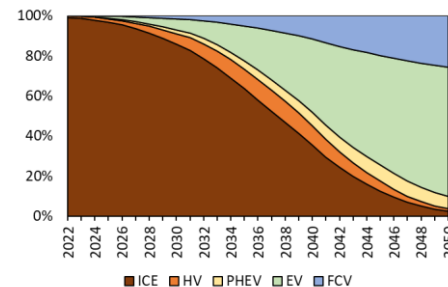
業務部門暖房の電化率



産業用高温熱の電化率



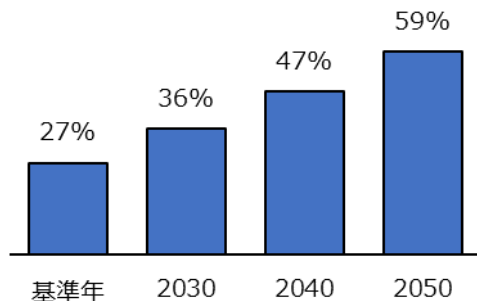
普通トラックの電化率（ストックベース、薄緑部分）



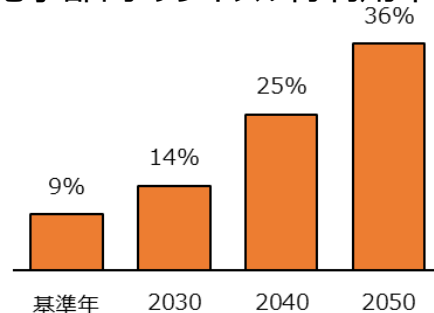
素材産業における主な想定：循環経済の形成

鉄やプラスチックのリサイクルが進み、バージン素材の利用が大幅に減少
水素由来の素材利用も用いて、脱化石燃料化が進む

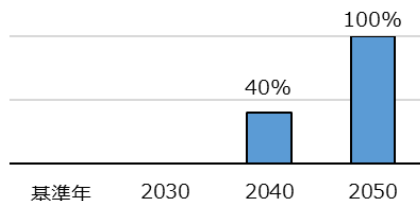
<鉄鋼部門 電炉（リサイクル鉄）比率>



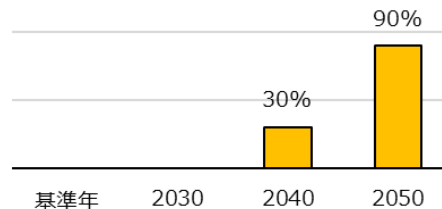
<化学部門 リサイクル材利用率>



<鉄鉱石を還元する粗鋼生産のうち、水素直接還元製鉄法による生産量割合>

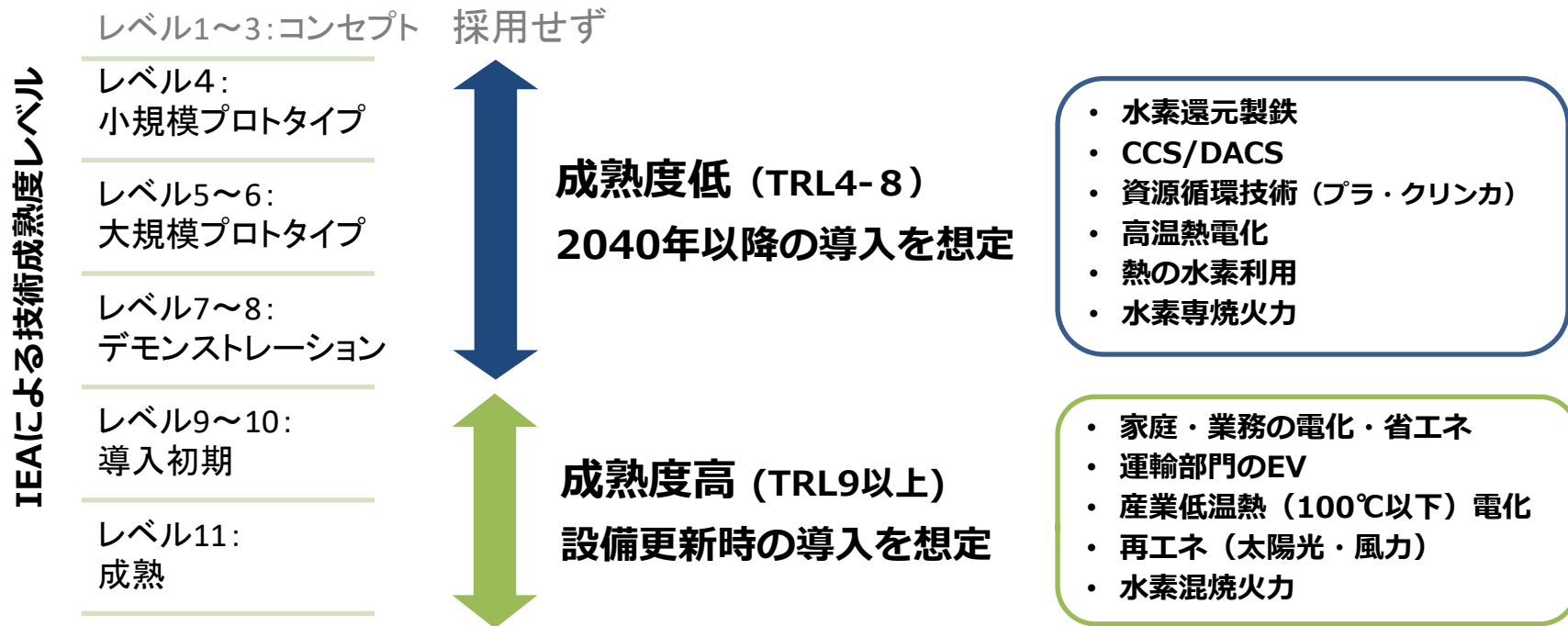


<化学部門 グリーン水素由来原料比率>



省エネ・電化や素材産業における主な想定根拠①

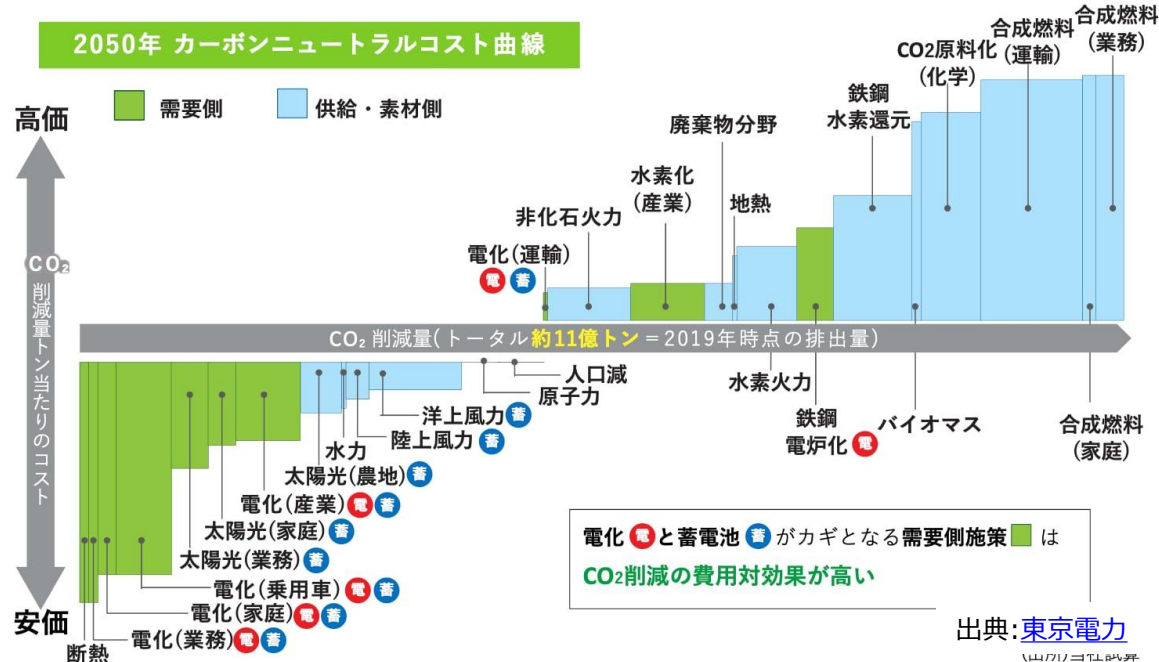
IEAによる技術成熟度評価（TRL）を参照し、実現性を加味して導入を想定



省エネ・電化や素材産業における主な想定根拠②

東京電力による2050年の脱炭素技術費用曲線

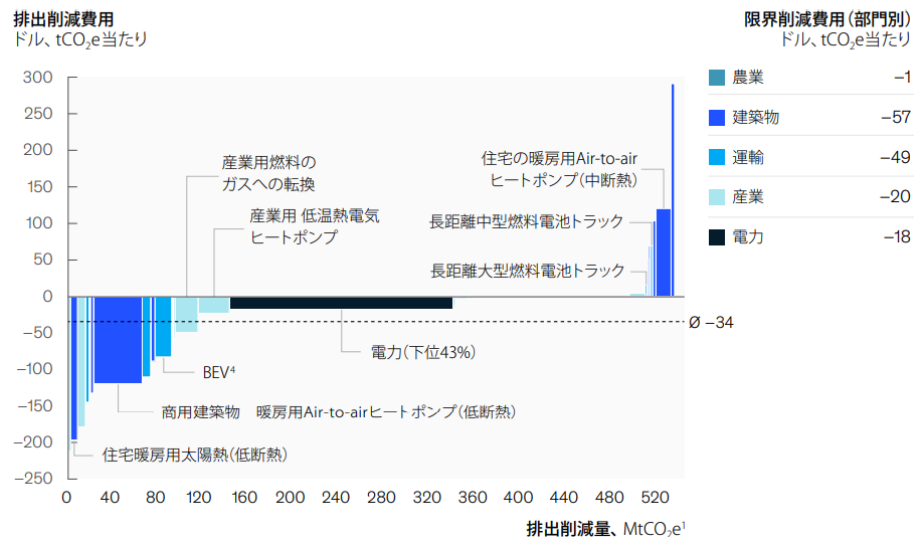
- TRLが高い電化・省エネ対策は比較的費用対効果が高い
- 再エネも技術単独では、費用対効果が高い



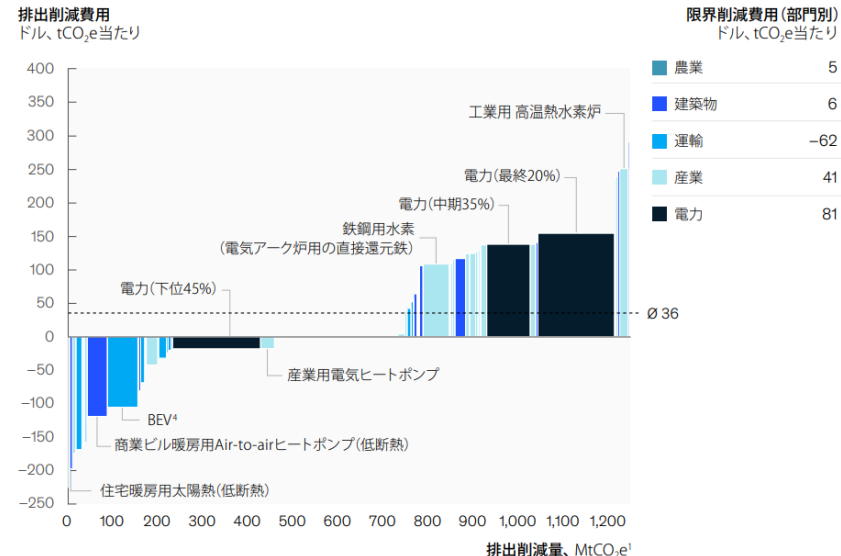
省エネ・電化や素材産業における主な想定根拠③

前掲の東京電力と概ね同じ。130~250ドル/tCO₂のカーボンプライスでほとんどの技術が導入される

2030年の日本における温室ガス排出削減コスト曲線(部門別)



2050年の日本における温室ガス排出削減コスト曲線(部門別)



出典: [McKinsey](#)

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。

Hydrogen Ladder 5.0

Liebreich Associates

Key: No real alternative Electricity/batteries Biomass/biogas Other

Unavoidable

代替手段がない

相応の市場シェアとなる可能性が高い

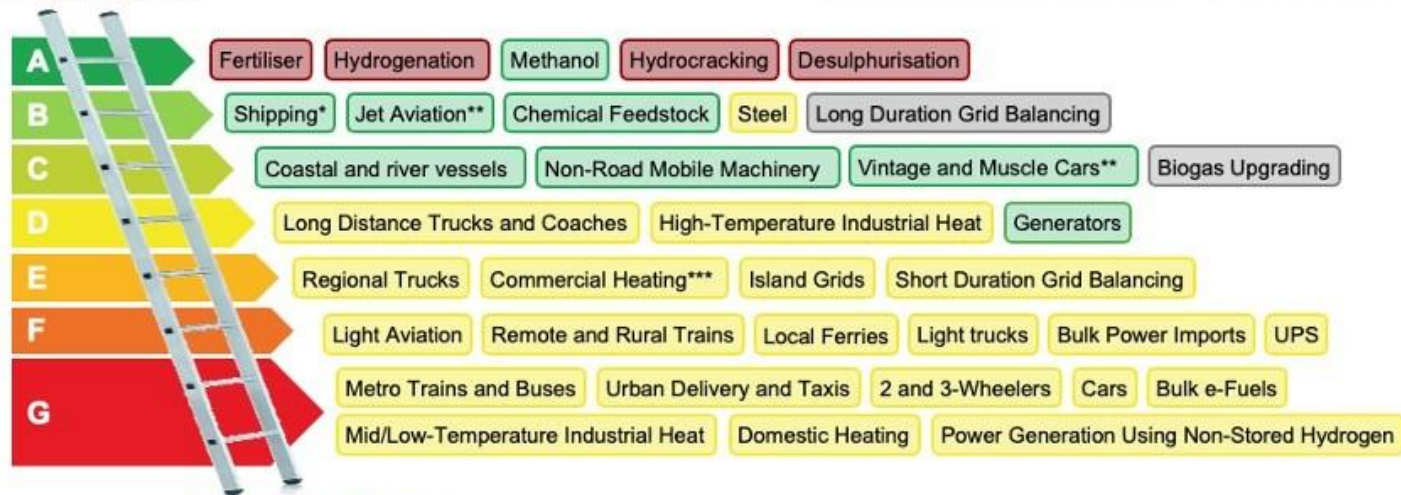
ある程度の市場シェアが見込める

小規模な市場シェアとなる可能性がある

ニッチな市場シェアとなる可能性がある

一部の地域においてニッチな市場シェア

市場が形成されることが期待できない

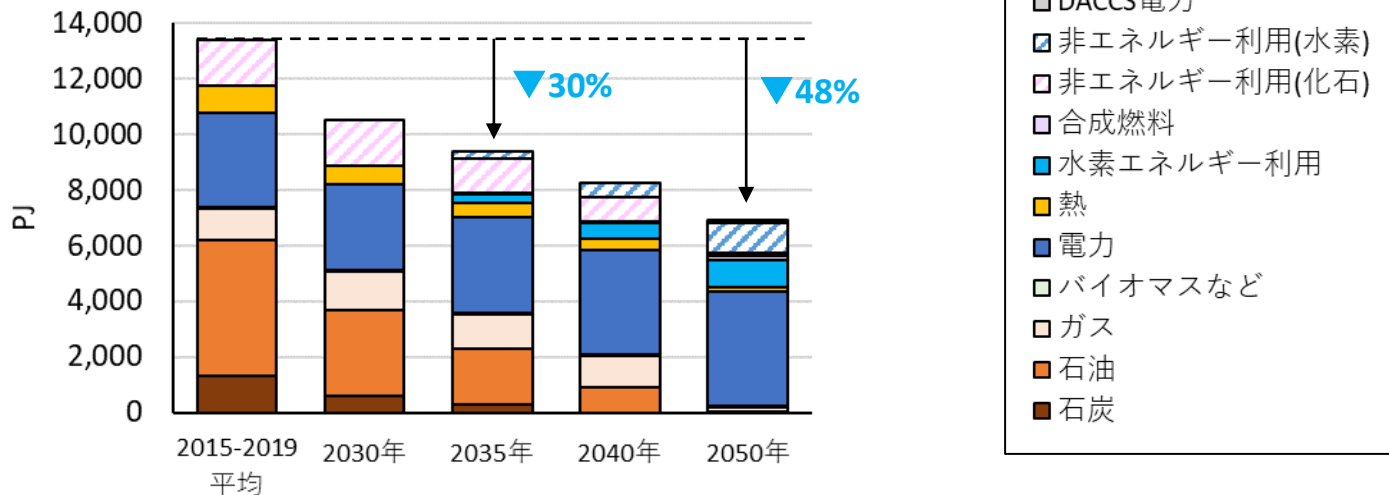


Uncompetitive

*As ammonia or methanol **As e-fuel or PBTl ***As hybrid system

Source: Michael Liebreich/Liebreich Associates, Clean Hydrogen Ladder, Version 5.0, 2023. Concept credit: Adrian Hiel, Energy Cities. CC-BY 4.0

最終エネルギー消費量（再掲）



- 特徴4：電力システム改革の進展を想定し、
再エネでどこまでエネルギー供給が可能か分析**
- **電力系統シミュレーション**
 - **電力コスト算定**

電力系統シミュレーションの概要

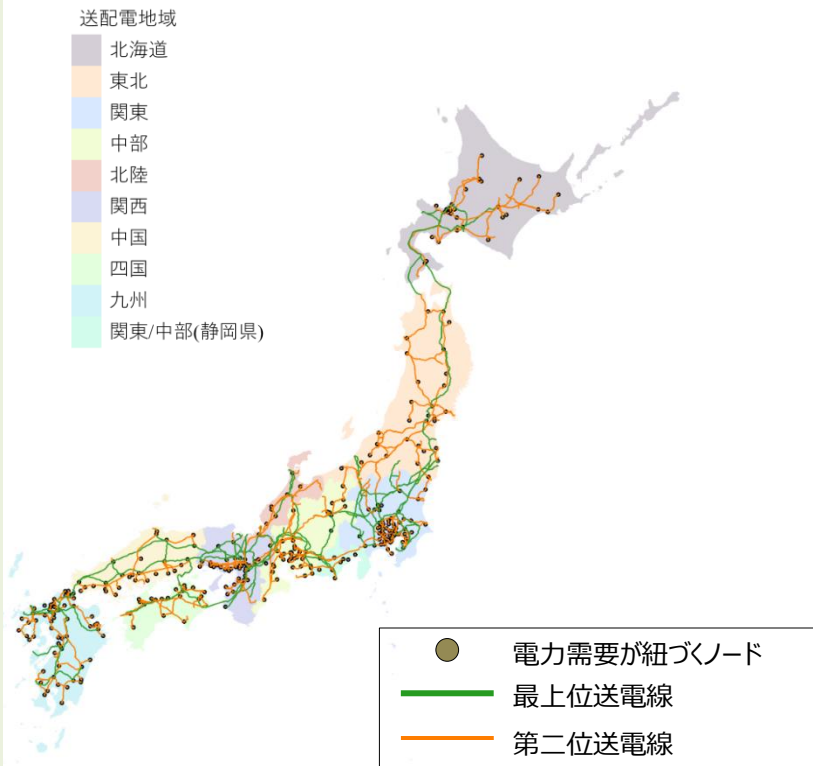
シミュレーションの特徴

- 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している。

電力系統の柔軟性（調整力）に関する主な想定

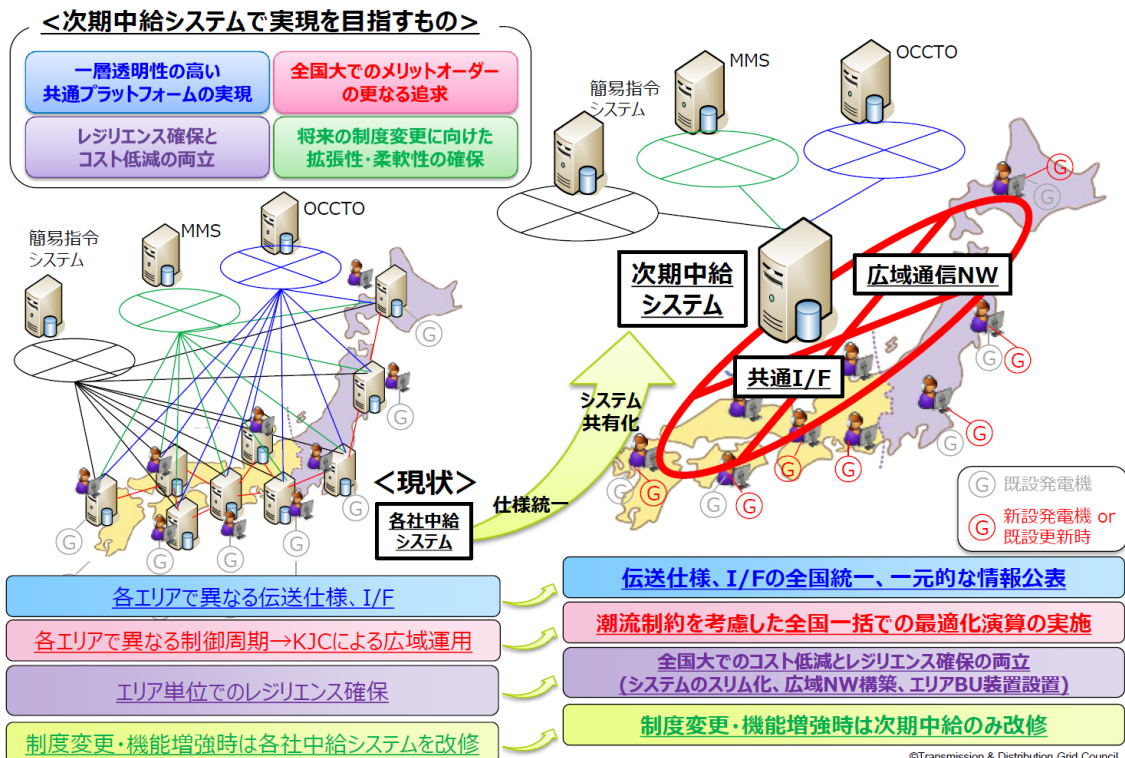
- 自家用**EVの蓄電池**の半分以上が**V2G**(EVの電力系統安定化)に利用
- 再エネ余剰電力を用いて**水素製造**
- 家庭用蓄電池、系統安定用蓄電池、揚水式水力発電の柔軟性も想定
- 既存のガス火力を改修した**国内グリーン水素専焼火力**は、電力の需給調整に部分的に利用

シミュレーションで考慮している送電線



現在、OCCTOでは、**全国大でのメリットオーダー**の追求を目指して、**潮流制約を考慮した全国一括での最適化演算**にもとづく系統運用を行う方向でシステム改修を進めている。ロードマップでは、それと同様の考え方に基づくシミュレーションを実施している。

6. 次期中給システムで実現を目指すもの（将来イメージ）



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ている。
浮体式洋上風力の導入量が特徴的である。なお、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との意見を多く得た。

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 ※	0 GW	15GW	80GW	140GW	IGES独自想定

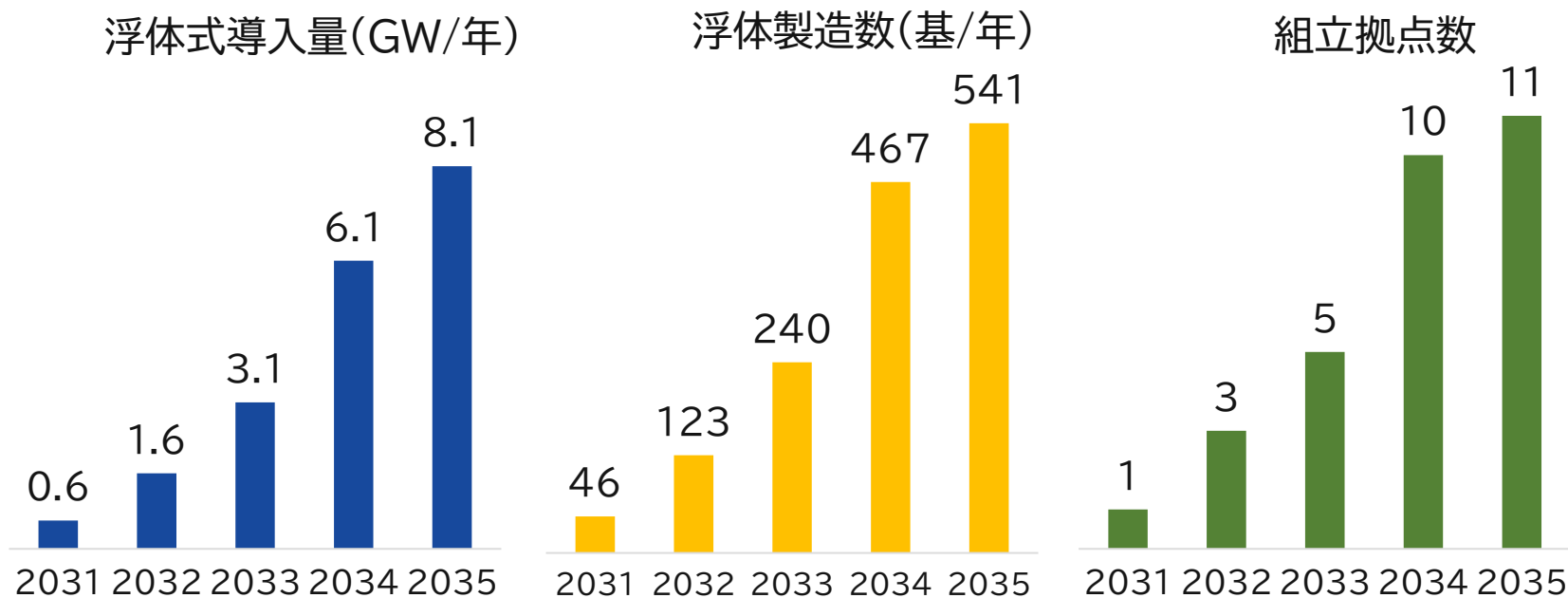
※2035年以降段階的にシリコンとペロブスカイトを組み合わせたタンデム型が導入される（同じ面積で発電出力増）と想定

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。



出典: 海洋技術フォーラム提言 意欲的目標

3. ポテンシャル海域の分析結果

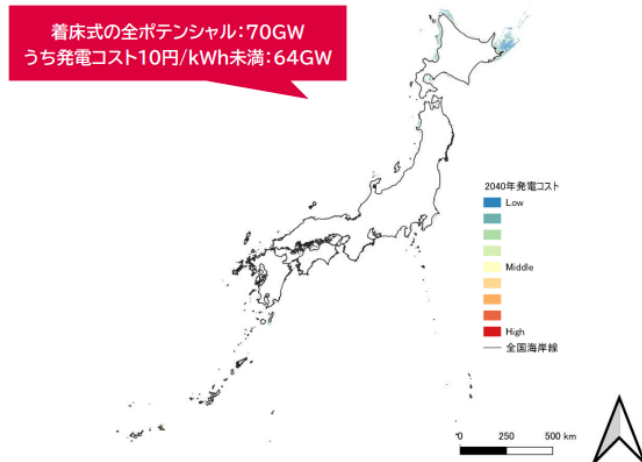
2040年(船舶航行密度考慮後):事業性の高い海域のポテンシャルは、着床式64GW、浮体式343GW

- 船舶航行密度を考慮した場合の、全ポテンシャル海域の面積は、着床式:70GW、浮体式:2,396GW相当であった。
 - 国の導入目標(2040年30~45GW)¹⁰はその数%に該当。船舶航行や漁業への影響を最小限に抑えながら本目標をできる可能性が示された。
- うち、発電コスト10円/kWh未満^{*}のポテンシャル海域の面積は、着床式:64GW、浮体式:343GW相当であり、事業性を考慮してもなお、大きなポテンシャルが存在する。
※ファームサイズの拡大、技術革新、国内サプライチェーン形成、港湾・系統インフラ整備の進展、事業期間の拡大(30年間)が実現した場合の発電コスト(詳細はp.10参照)

着床式ポテンシャル海域(2040年:船舶航行密度考慮後)

※ 公開データや一定の前提条件により機械的に処理した分析結果であり、実際の開発可能海域とは一致しない場合がある。
 また、実際の発電コストとの乖離が発生する可能性がある。(本分析の制約や留意点の詳細はp.7参照)

着床式の全ポテンシャル:70GW
 うち発電コスト10円/kWh未満:64GW

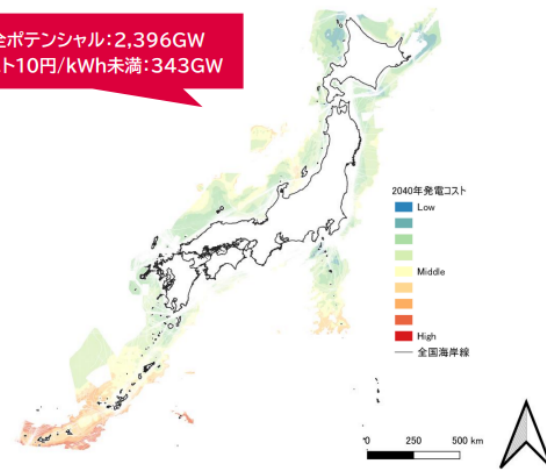


出所:三菱総合研究所作成(使用データ及び出所はp.9, p.24参照)
 Copyright © Mitsubishi Research Institute

浮体式ポテンシャル海域(2040年:船舶航行密度考慮後)

※ 公開データや一定の前提条件により機械的に処理した分析結果であり、実際の開発可能海域とは一致しない場合がある。
 また、実際の発電コストとの乖離が発生する可能性がある。(本分析の制約や留意点の詳細はp.7参照)

浮体式の全ポテンシャル:2,396GW
 うち発電コスト10円/kWh未満:343GW



出所:三菱総合研究所作成(使用データ及び出所はp.9, p.24参照)

14

三菱総研(2024)日本の洋上風力ポテンシャル海域

- 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	工程表	小規模商用案件実証							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
					大規模商用プロジェクト					
			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						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		◆国内生産拠点確立	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							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
					20MW風車対応拠点港湾整備					
					機材・作業船整備＋人材確保					
その他			係留設備生産能力増強							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
			O&M手法確立＋技術開発							
			人材育成							
			FIP支援							
			系統増強							
			水素製造・貯蔵インフラ整備							

IGES1.5°Cロードマップでの原子力発電の想定

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

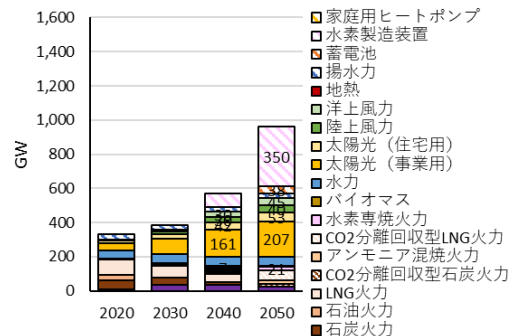
	2030	2035	2040	2050	参照
原子力発電	24.8GW	23GW	21.2GW	14.6GW	運転開始後経過年数 + 適合性審査の状況

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,

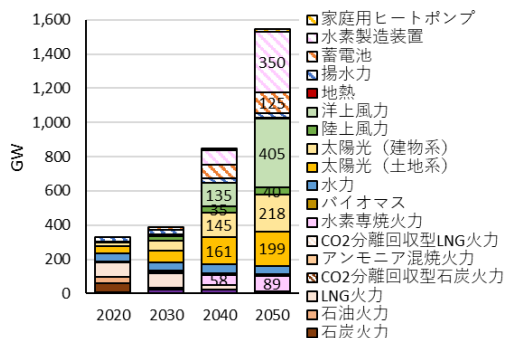
泊2, 泊3, 女川2, 東通1, 柏崎刈羽6, 柏崎刈羽7, 浜岡4, 志賀2, 大飯3, 大飯4, 伊方3, 玄海3, 玄海4

電源と柔軟性リソースの設備容量

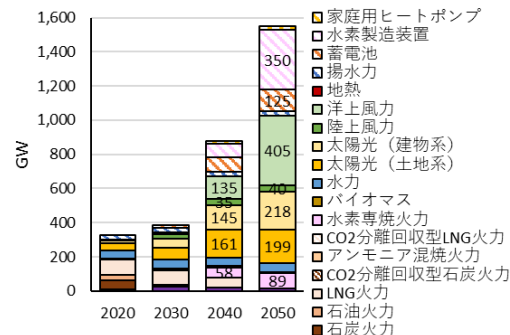
政府目標シナリオ



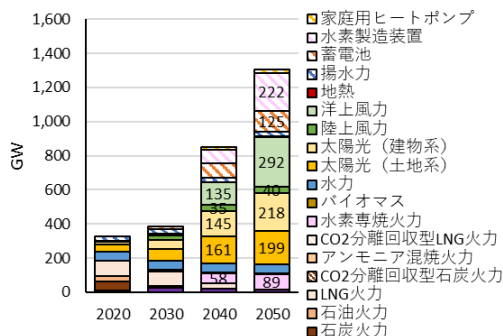
社会変容シナリオ



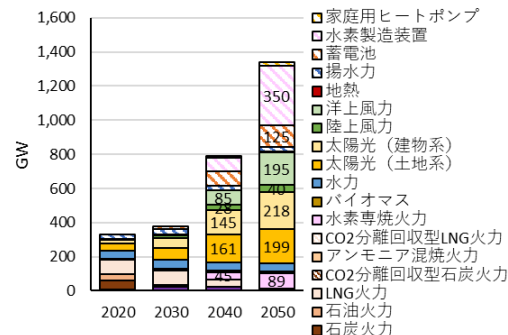
技術変容シナリオ



IGESロードマップ（バランスシナリオ）

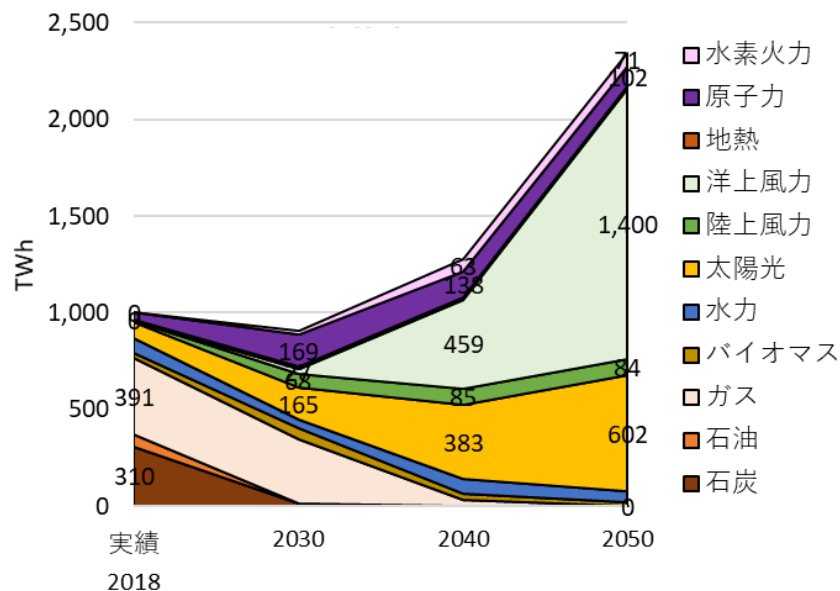


IGESロードマップ（バランスシナリオ） _サブシナリオ

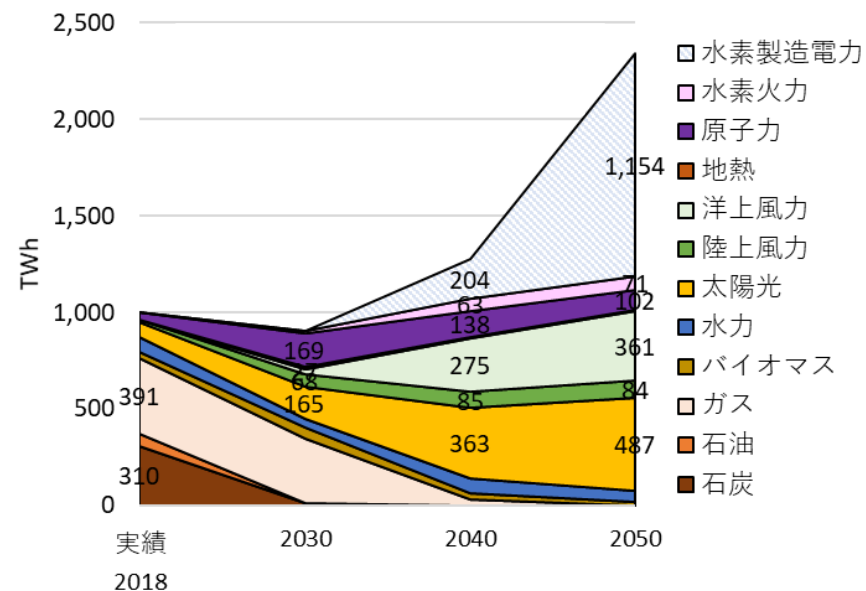


発電電力量（IGESロードマップ_メインシナリオ）

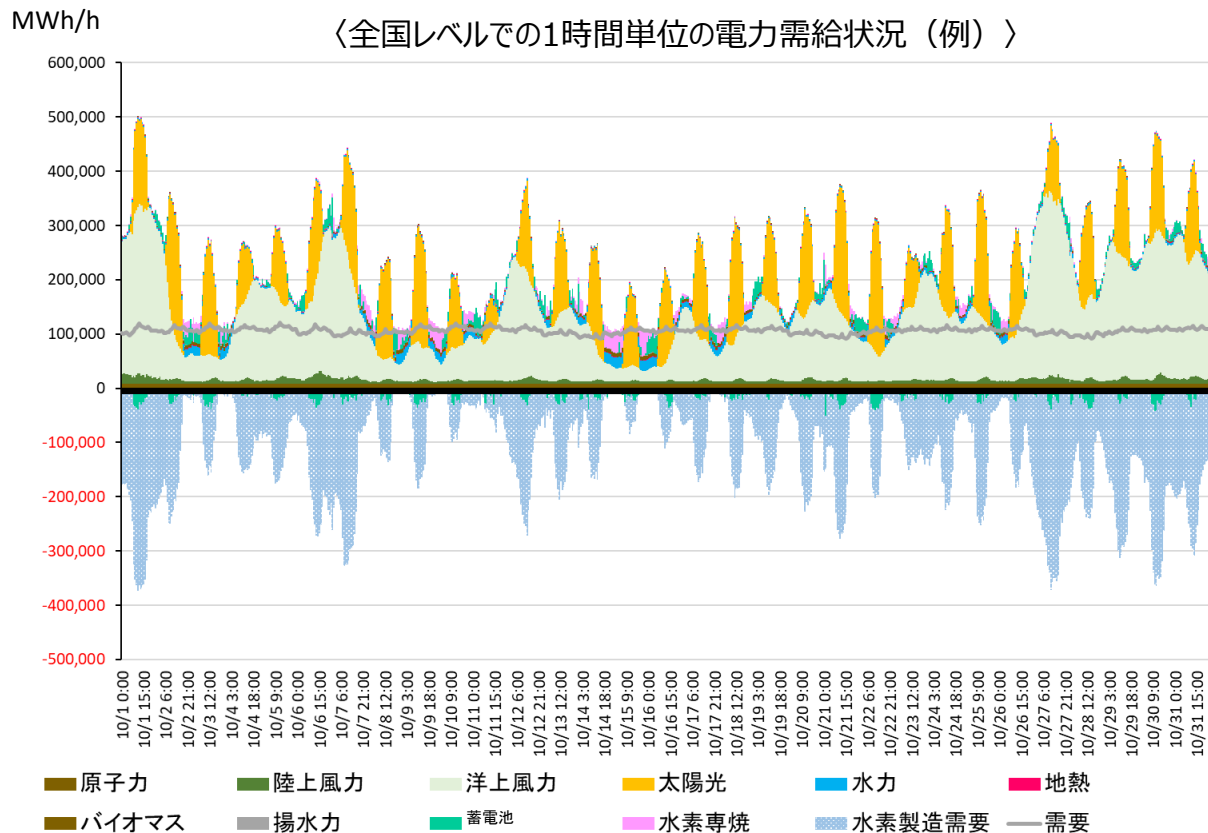
発電電力量



発電電力量（水素製造分を独立して表示）

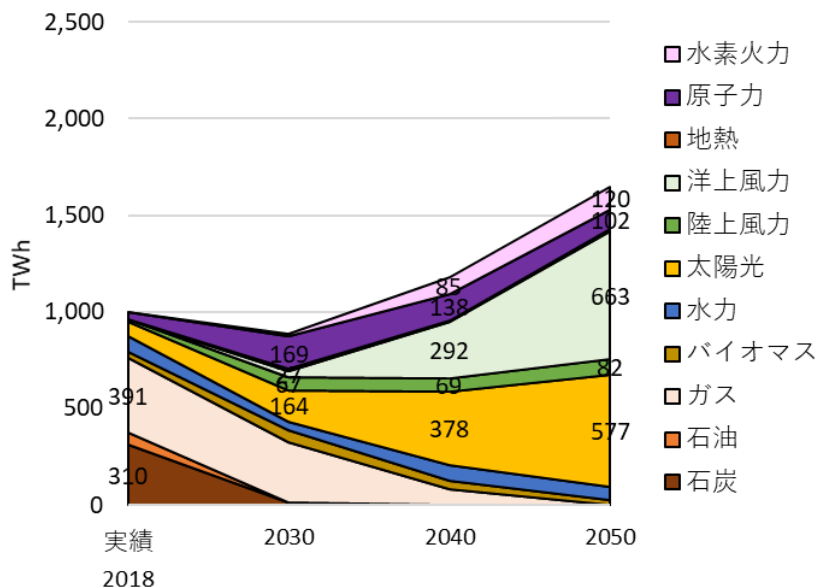


全国レベルでの1時間単位の電力需給状況（例）

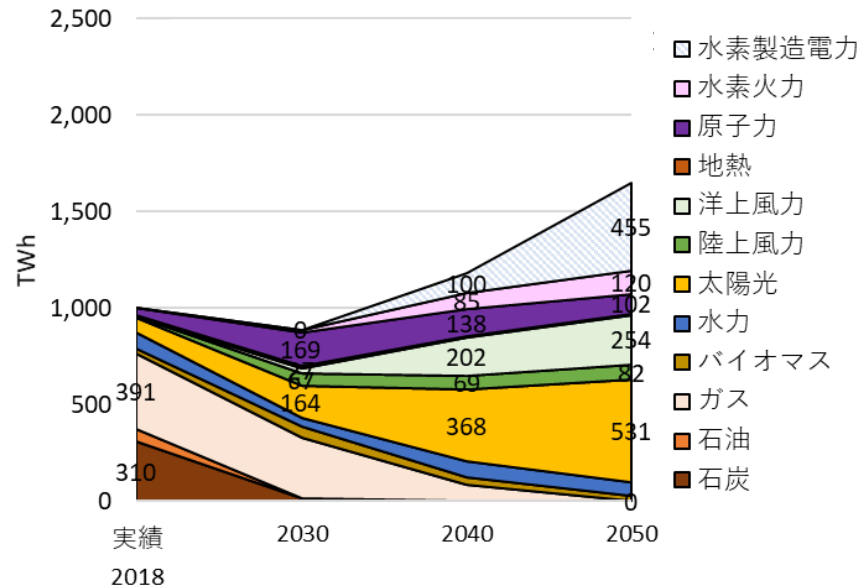


発電電力量(IGESロードマップ_サブシナリオ)

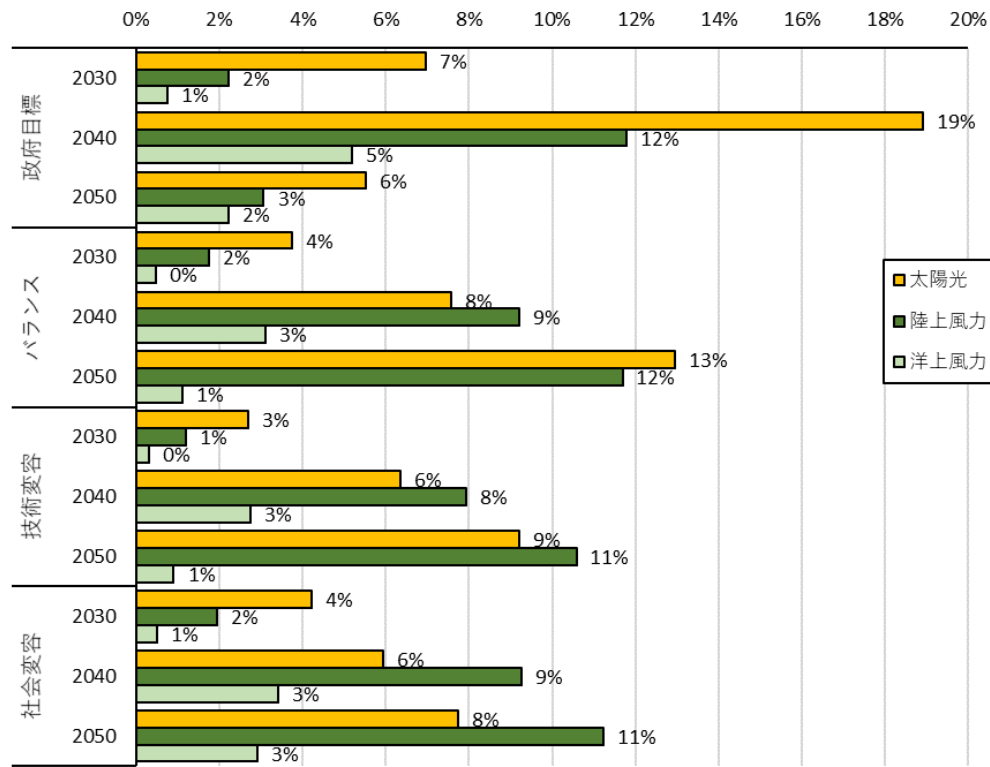
発電電力量



発電電力量（水素製造分を独立して表示）



変動性再エネの年間出力抑制率

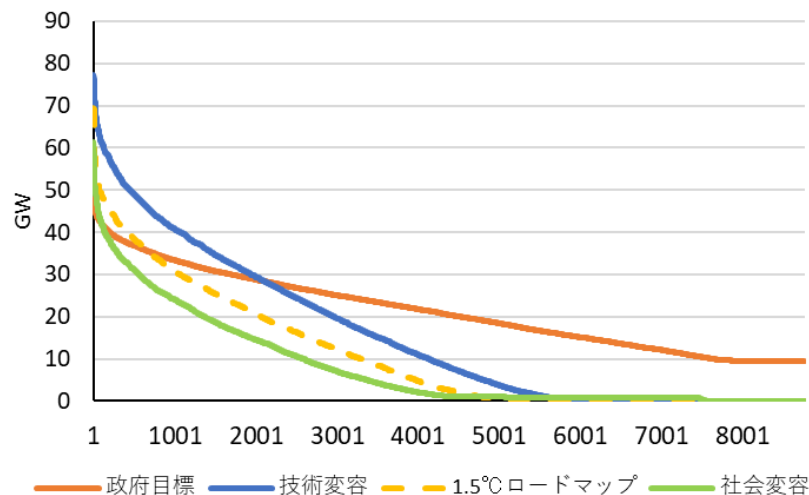


火力発電の稼働状況（持続曲線）

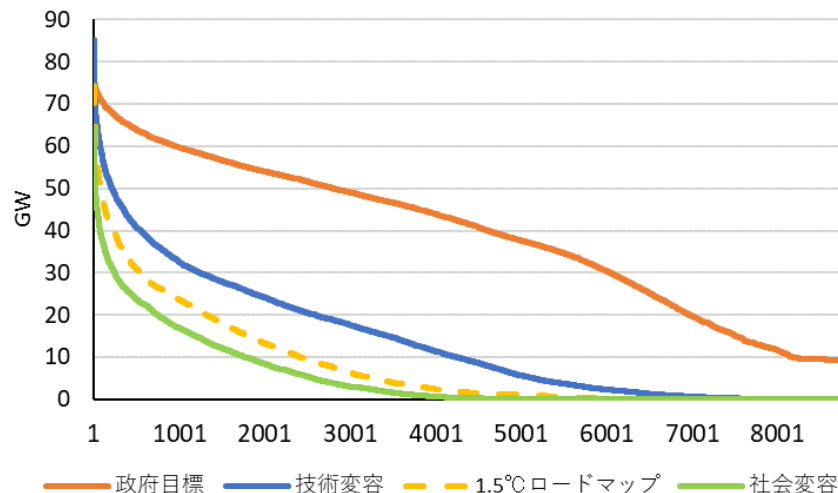
IGES1.5℃ロードマップ(バランスシナリオ)では、2050年の火力による電力供給力の最大値は74GW。

再エネによる電力が不足する時間帯に火力発電による電力供給が必要となるため。

2040年



2050年



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

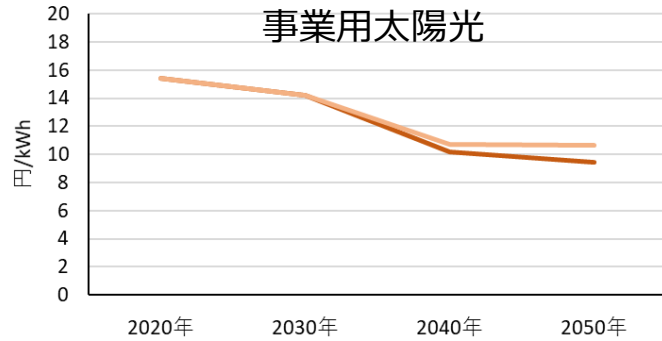
- 
- 電力需給シミュレーションの結果を踏まえて決定
 - 蓄電池、水電解装置について、累積導入量に応じたコスト低減を想定し計算。

平均費用の推計

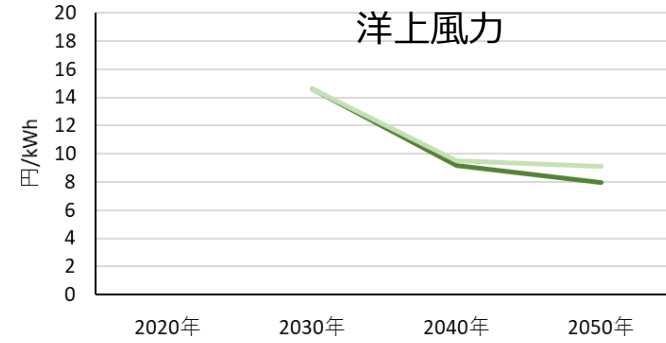
- 年あたりの費用を電力系統需要量で割る

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)

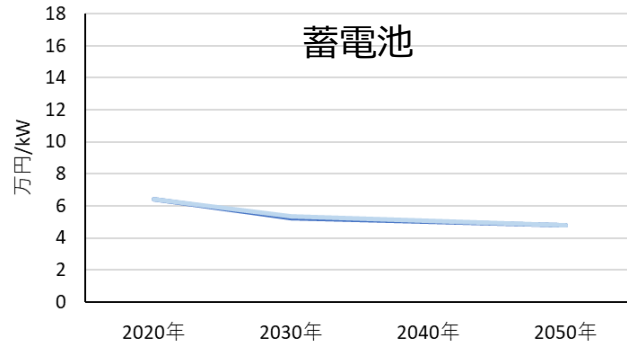
電力コスト計算：主要電源設備のコスト想定



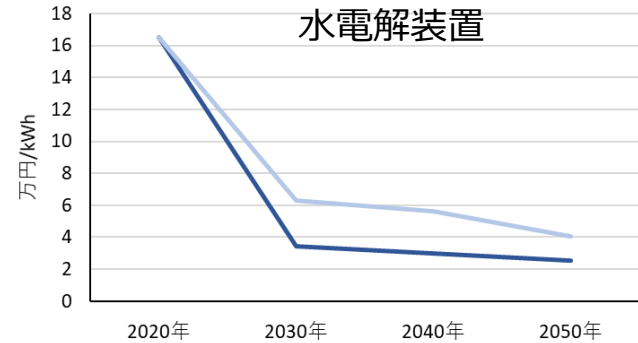
— 低位ケース 太陽光 (事業) — 高位ケース 太陽光 (事業)



— 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

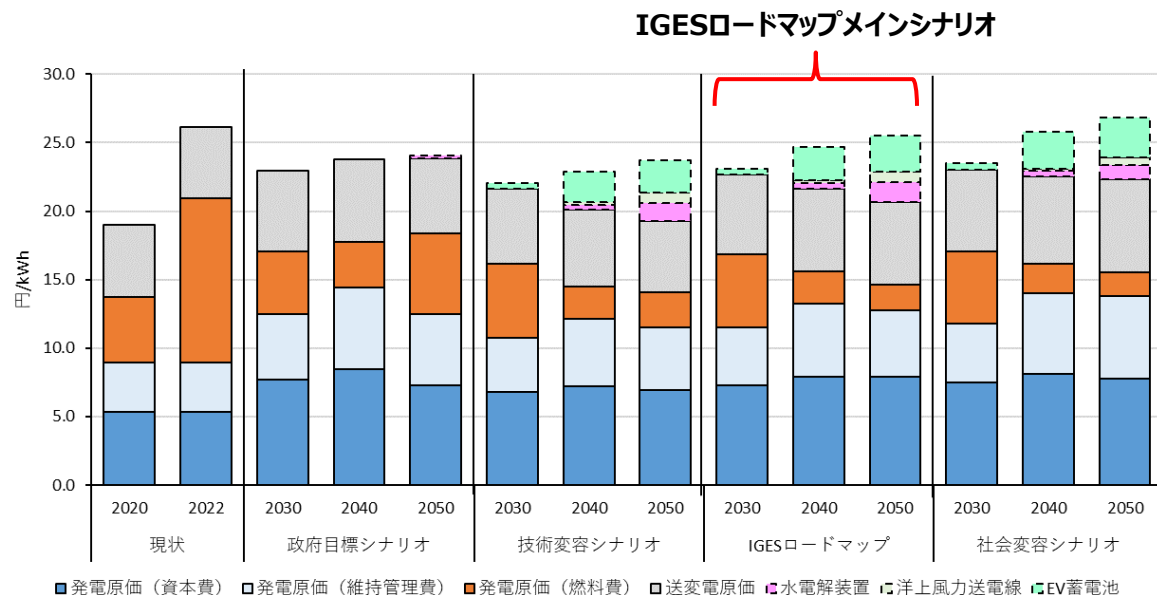


— 低位ケース 水電解装置 — 高位ケース 水電解装置

電力コスト（再エネ単価低位）

各シナリオにおける電力の平均費用は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）の変動幅にほぼ収まる。

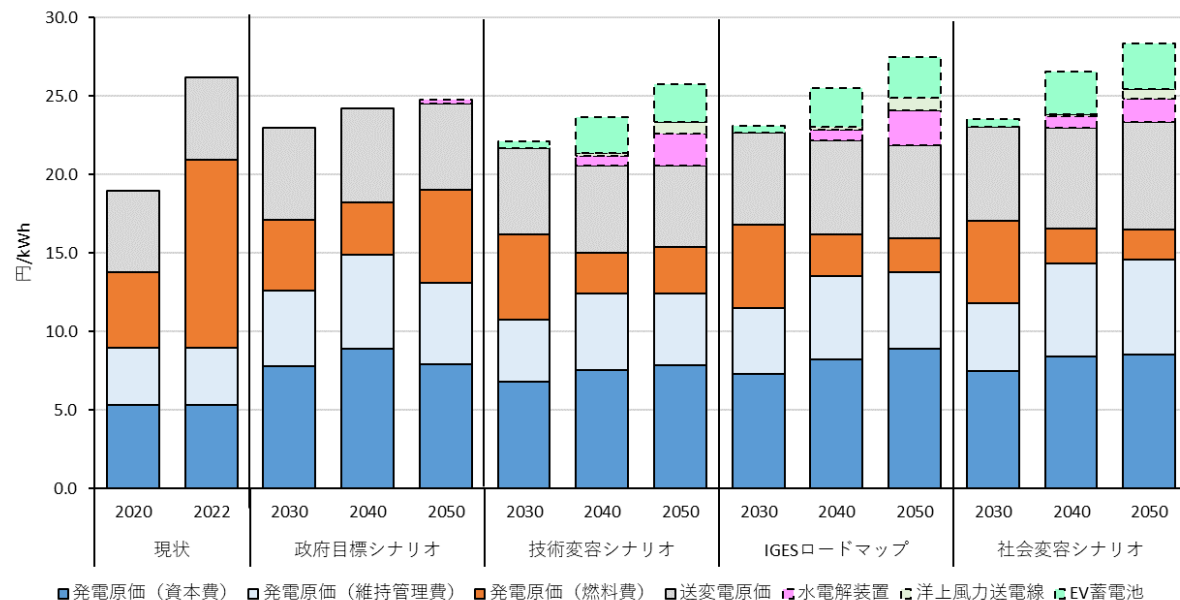
※EV蓄電池・水電解装置など、電力以外のシステムと共有しているコストが多いため、バウンダリーの設定によって結果が変わる。



【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 RM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年のレベ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

再エネの初期投資費用の低減が進まない場合（再エネ単価高位ケース）、低位ケースと比較して最大8%のコスト上昇が想定される。ただし、再エネ比率の高いシナリオほど上昇するが、その上昇幅は各シナリオのコスト推計値の幅よりも小さい。

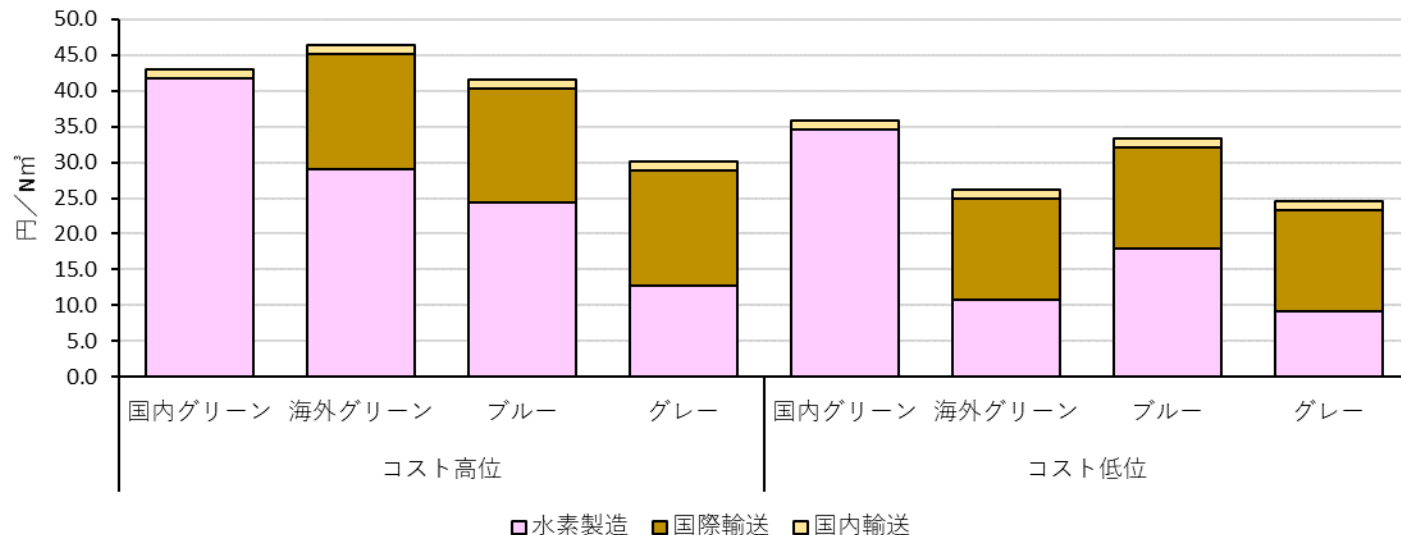


【試算前提】

- 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）：2030年以降初期投資費用のコスト低減が進まない前提で推計。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 21万円/kW
 - 太陽光（事業用） 2050年 12万円/kW
 - 洋上風力 2050年 18万円/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年のレベ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

水素コスト（2050年、IGES1.5℃ロードマップ（バランスシナリオ））

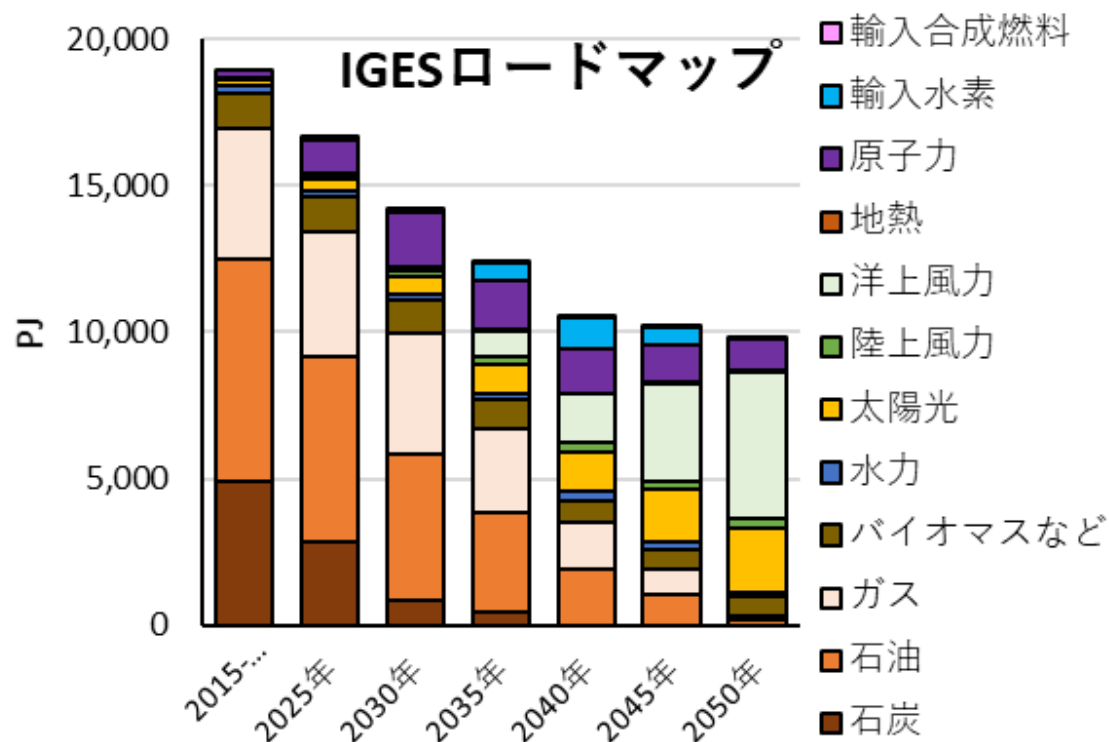
水素製造、国際輸送（液化・積地・海上輸送・揚地）、国内輸送（圧縮・パイプライン）の費用を積み上げて推計。国内グリーン水素は海外ブルー水素と比較して3～7%高い水準となった。

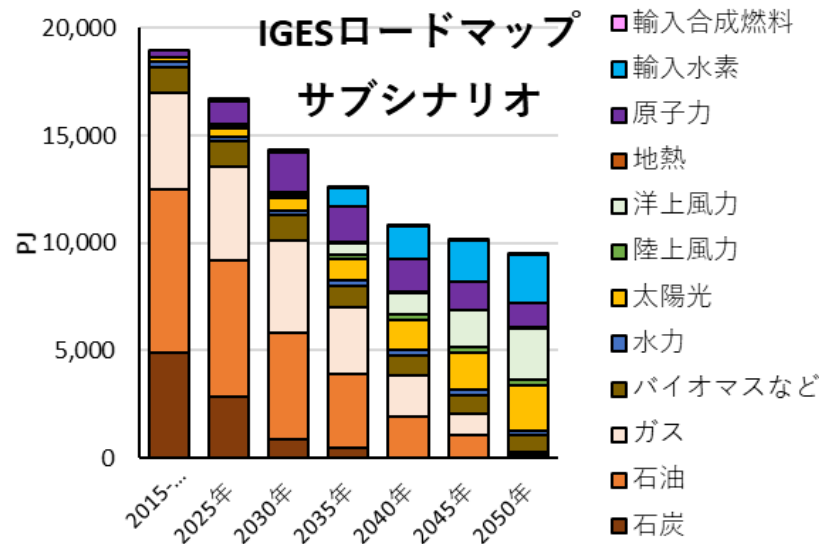


【試算前提】

- 国内グリーン水素：洋上風力の発電原価(8円/kWh)で水電解。電解装置のコスト・効率は、低位ケースでは低減、高位ケースでは2030年水準で高止まる想定。
- 海外グリーン水素：海外での再エネ電力が低位ケースでは2円/kWhまで低減、高位ケースでは2030年水準(5円/kWh)で高止まる想定。
- ブルー水素：褐炭+海外でのCCSを想定。水素製造設備の建設費及び効率が、低位ケースではそれぞれ3割改善、高位ケースでは2030年水準で高止まる想定。
- 国際輸送費用：液化水素での1万kmの輸送を想定。高位ケースは水野ほか(2016)を参照、低位ケースはエネ庁(2021)を参照し2050年は2030年の2/3に設定。

1次エネルギー供給量(IGESロードマップ_メインシナリオ)

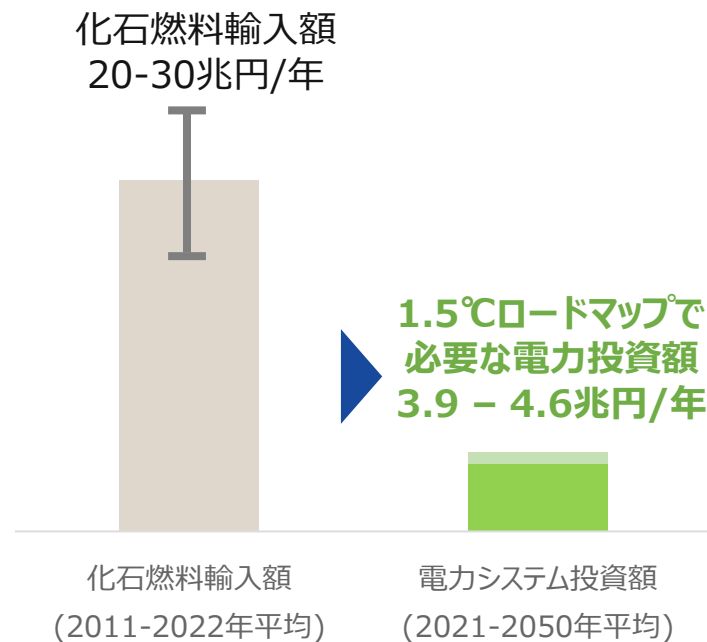
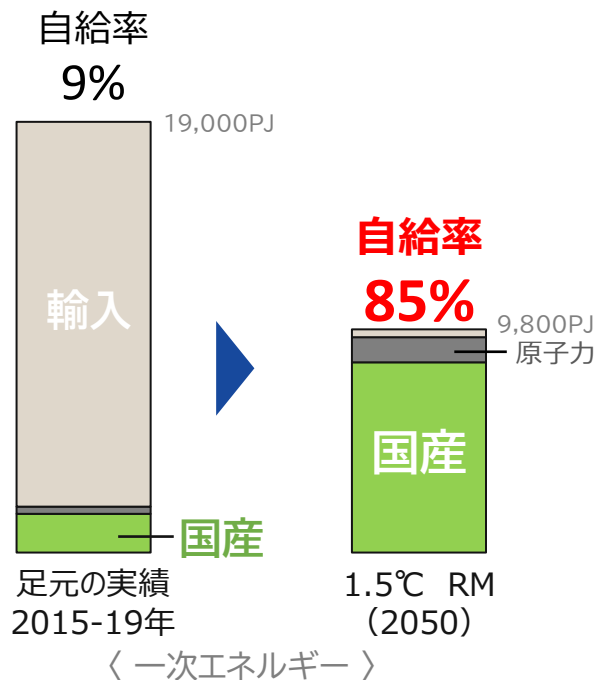




水素輸入量政府目標値を下回る

- 2030年:300万トン
- 2040年:1,200万トン
- 2050年:2,000万トン

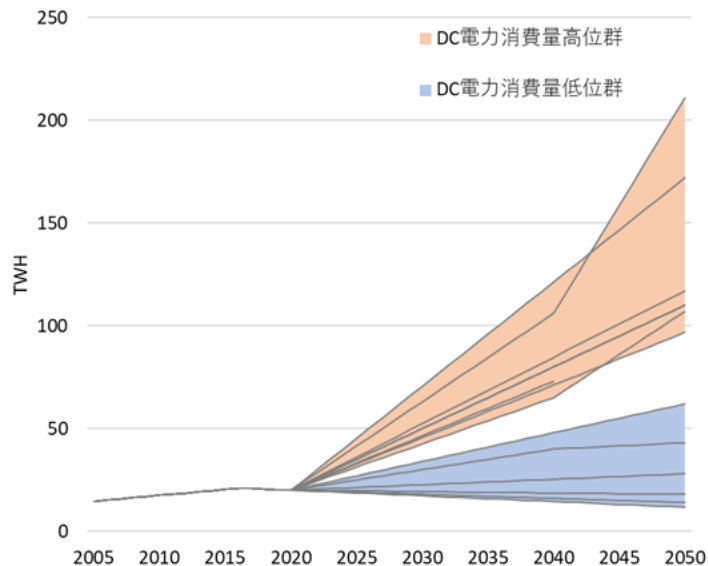
再エネは**エネルギー自給率**を高める。投資は国外（化石燃料）から国内へ。



*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

日本国内のデータセンターの電力消費量に関わる推計結果まとめ

各種文献における日本のDC電力消費量の将来推計値IGESまとめ



出典：栗山 et.al (2024)デジタル化の進展による電力消費量の変化と1.5℃目標実現への示唆

- 2021年度のデータセンター電力消費量は約20TWh
- 2050年500TWh超の大幅な増加を推定しているのは、過去の電力消費量とデータ処理量等との単純な相関関係に基づくもの。
- その他の推計は80-210TWhの範囲。8つのシナリオ中6つは100TWh程度
- 技術革新により現状程度に収まる可能性も考慮しつつ、100TWh(最大200TWh)程度の増加を想定するのが現実的か。
- その場合、情報通信産業の電力量増加を見込んでも、全体の結論には影響しない

補論：データセンター（DC）の効率化に資する技術

以下の技術動向をみると、DCの電力消費量が大幅に増加しないことも想定しうる

既存の最新技術

- **クラウド型のDC**は、従来のDCと比較して7～9割程度エネルギー効率が高い
- 計算に必要なエネルギーが少ない**ソフトウェアやアルゴリズム**が日々改善されてる
（例：ディープ・ニューラル・ネットワークを応用したスパース・モデル、パラメータ数を節約した大規模言語モデル（LLM））
- 日本のデータセンターの半分は、老朽化（築20年以上）

部分的に実用化されている革新的技術

- 人間の脳を模倣した超並列処理を行う**ニューロモーフィックデバイス**（by Intel）
- 計算量を激減しうる**1-bit LLM**（by Microsoft）
- **光トランジスタ（IWON）**による情報処理（by NTTデータ）
- 複雑な組み合わせ問題进行处理する**量子アニーリング**（by NECなど）

ここまでのまとめ

IGES1.5°Cロードマップ作成・分析作業からの示唆

- ①DXや循環経済などを通じて、生産性や資源効率が向上し、社会経済システムの構造変革につながる。その結果、経済成長を実現しつつ、エネルギー需要は大きく減少しうる。
- ②各部門の電化と電力システム運用の変革を進めることで、様々な柔軟性リソースが再エネの変動に応じた運用になる。その結果、変動性再エネの大量導入が可能となり、エネルギー自給率の向上につながる。
- ③再エネを拡大するにあたり、国内サプライチェーン形成、特に基地港湾と浮体製造・組立拠点を速やかに拡大することで、浮体式洋上風力が飛躍的に増加しうる。
- ④ V2Gなどのセクター間にまたがる取り組みを効果的に取り入れていくことで、電力コスト（統合費用含む）が合理的な水準に収まる。



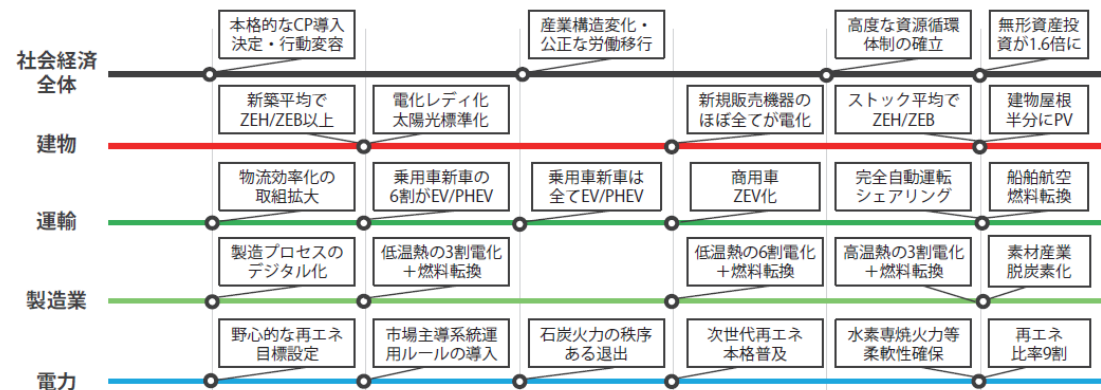
社会経済や系統運用などの大きな変革（システムチェンジ）を含む、幅広い可能性を想定したシナリオの検討が、**経済成長の実現と1.5°C整合する排出削減**を両立するうえで重要ではないか。

1.5°C目標達成に資するペースでGHG排出量を削減するための

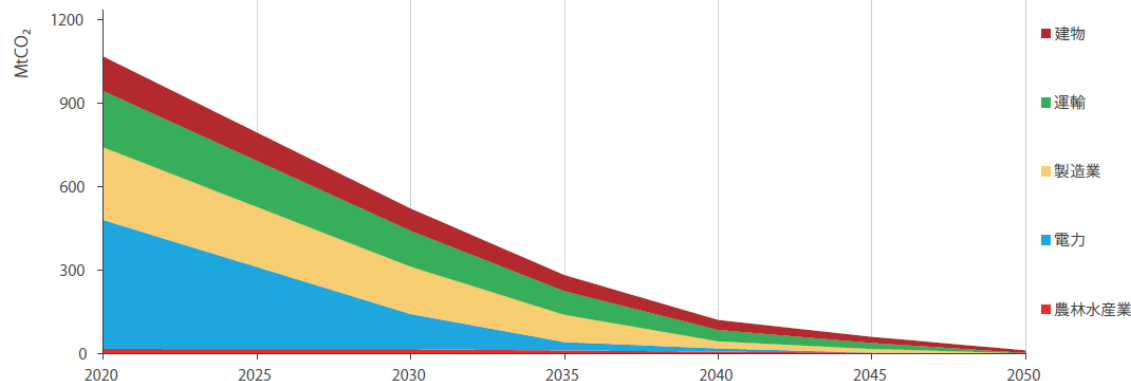
①マイルストーン

②そのマイルストーンを達成するためのアクションプラン

マイルストーン →



部門別CO₂排出量の変化→



社会経済全体の変革に向けたアクションプラン（一部抜粋）

2020-2030

- ・ デジタル、脱炭素分野への大規模投資
- ・ 世界水準でのカーボンプライシングの段階的導入
- ・ 積極的労働市場政策・労働者保護施策の拡充
- ・ デジタルライフライン、デジタル人材基盤の整備
- ・ 資源循環¹に関する技術開発・市場化促進

2030-2040

- ・ 世界水準でのカーボンプライシングの本格導入
- ・ デジタル化・脱炭素化に関する事業変革・組織変革の継続的支援
- ・ 完全自動運転（レベル5）の市場化、本格普及
- ・ 物流分野における新たな輸送方法²の実現
- ・ 使用済みプラスチックの100%リサイクル技術や制度の確立

注釈1：樹脂素材、プラ代替素材、CLT材等、古紙リサイクル等

注釈2：フィジカルインターネット

民生部門に関するアクションプラン（一部抜粋）

2020-2030	2030-2040	2040-2050
- 建築物省エネ法における住宅・非住宅建築物の義務基準及び誘導基準をZEH/ZEB 水準に引き上げ - 建築物屋根上への太陽光発電導入を原則化 - 建築物の電化レディを義務化	- 初期投資費用の支援拡充等により住宅に新規導入・改修される給湯・暖房設備が全て電化、非住宅建築物も原則電化 - 公共施設の設置可能な屋根面積の50% に太陽光発電設備を導入	全ての建築物の設置可能な屋根の半分に太陽光発電設備が導入

系統運用ルールと送電線増強に関するアクションプラン（一部抜粋）

2020-2030	2030-2040	2040-2050
- 先着優先ルールから実潮流ベース、市場主導型の送電線の運用管理に向けたルール導入整備（前日市場、リアルタイム市場の整備含む） 下位系統・配電網を含めたコネクト&マネージに向けたルールの整備	- 電力広域融通を可能とする地域間連系線の増強 エネルギーの地産地消を可能とする配電網管理 V2Gを含むアグリゲートビジネスを可能とする系統管理 - 洋上風力発電のポテンシャルが高い地域でのアクセスポイント周辺の送電線の整備	グリーン水素製造装置大規模導入

1.5℃ロードマップを変化につなげるために

気候変動対策に積極的な企業だけでなく、日本の幅広い企業の皆様に、
世界潮流を踏まえたこれからの企業戦略を考える参考にしていただきたい



テクニカルレポート先進的な取り組みを行う企業の視点から分かりやすく「翻訳」
⇒ 今回発表する内容

(ビジネス向け) 1.5℃ロードマップのポイント

① パーセプションチェンジ

脱炭素への取組は「重荷」「規制」ではなく、
新たな価値創造に向けた事業機会

② 部分的に採用できるパッケージ

自社事業に結びつく点を探しやすいように、
変化と好機を整理