

エネルギー・脱炭素化に対する 民間企業の動向: グローバルな 視点から

基本政策分科会プレゼンテーション

2024年6月17日

マッキンゼー・アンド・カンパニー・インク・ジャパン

シニアパートナー

堀井 摩耶

グローバルトレンド



ロシア・ウクライナ
情勢を端緒とする
エネルギー需給の逼迫



インフレによる
資本コストの増加
(脱炭素技術はCAPEXが大きい)



グローバルサウス諸国
からのJust Transitionを
重視する声の高まり

ネットゼロの目標は堅持しつつも、
経済性と安定供給との間でバランスを取る現実路線へ揺り戻し

トランジション
の加速



米国IRA、EUのグリーンディール産業計画、
日本のGX実行計画等国の支援・制度整備の進展



低炭素技術の継続的導入の進捗



2022年1.8兆ドルもの低炭素技術に対する投資
(対前年比17%増)



主要な産業プレイヤーからの
継続的な脱炭素コミットメントと投資決定

トランジション
に向けた課題



既存の化石燃料に対する重要性の認識の高まりー
大手石油・ガス企業の脱炭素コミットメントの後退



石炭に対する高い需要 (+10% in '22 vs '21)



過去20年間で初めて再エネプロジェクトのコストが上昇

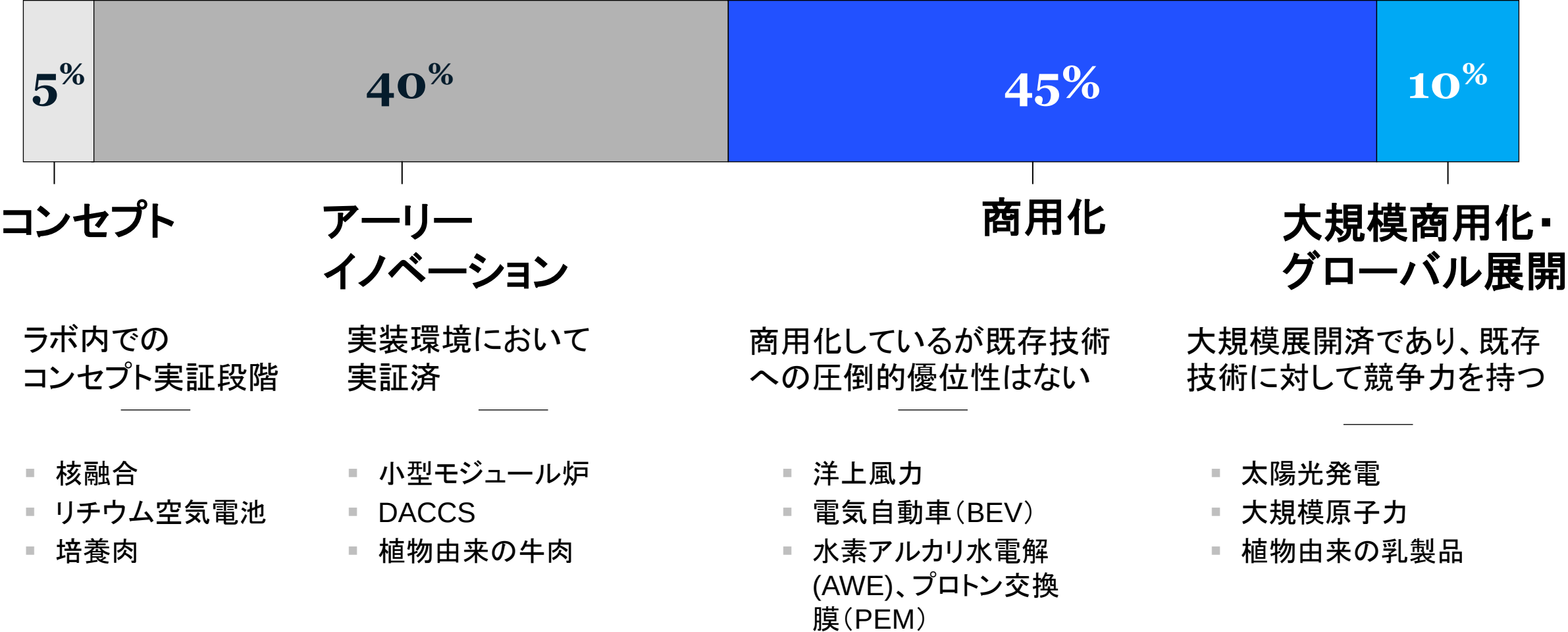


新規の風力・水素・CCUSプロジェクトパイプラインの
不確実性

1. Includes fuel and technology investments (eg, EV, efficiency, etc)

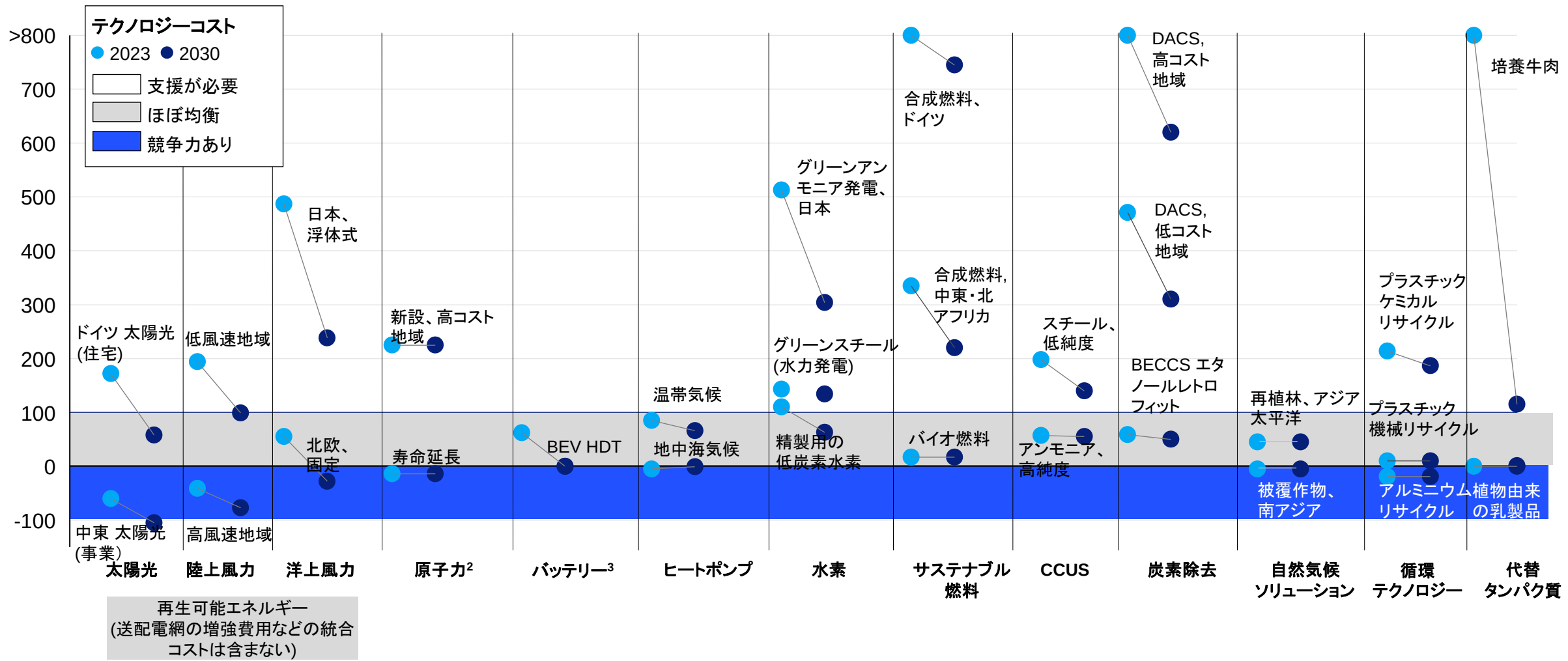
脱炭素化に必要な技術のうち95%は技術実証のステージに到達しているものの、大規模商用化が実現しているのは10%

2050年までのGHG削減量を2023年の技術成熟度によって分類(%)



仮に必要な速度で技術が普及拡大した場合、今後10年間でコスト低減が進むと予測される

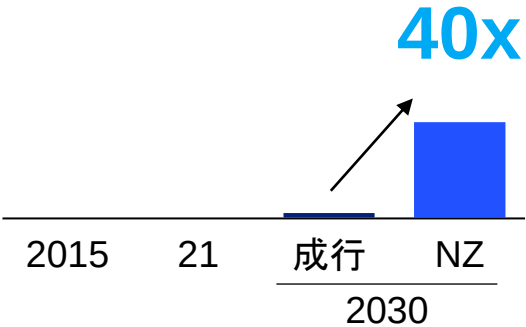
排出量削減コストの予測, 25th-75th パーセンタイル¹, USD/tCO₂e



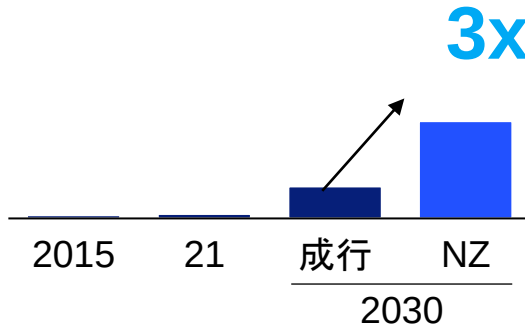
1. 2030年までに大規模展開が技術的に可能と見込まれる技術のみがこの分析に含まれる。例えば、核融合は考慮されていない
2. 従来型の原子力のみを含み、SMR (小型モジュール炉) や核融合は含まれていない
3. 電力は100%炭素フリーのエネルギー源から生成されることを前提としている

一方で、コスト低減を実現し2050年ネットゼロを達成するには、
技術の普及ペースを大幅に加速させることが必要

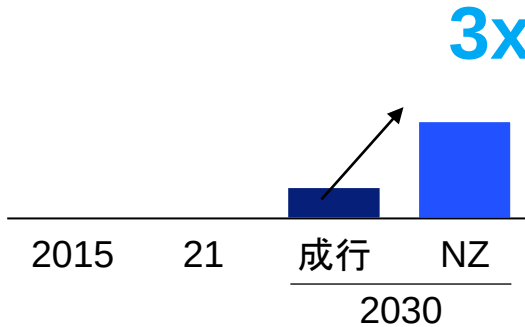
気候技術の導入予測 **XX**: 成行とネットゼロ(NZ)シナリオの増加割合



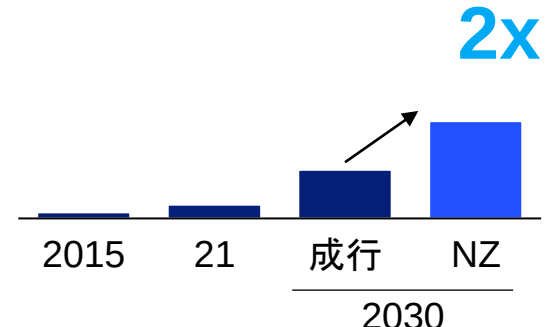
炭素除去
CO2隔離



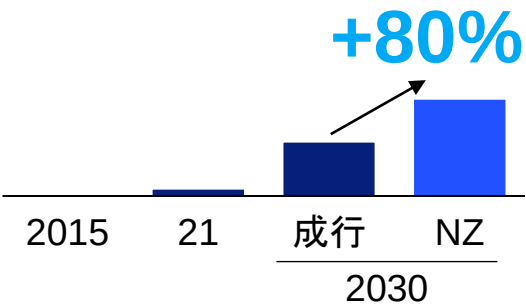
CCUS
CO2回収量



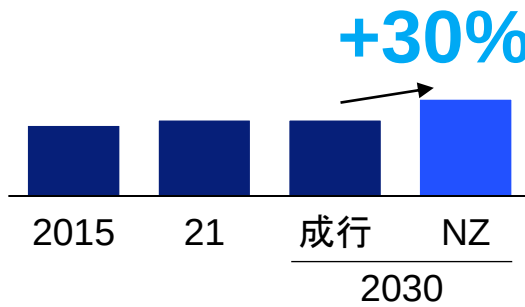
水素
グリーン水素製造量



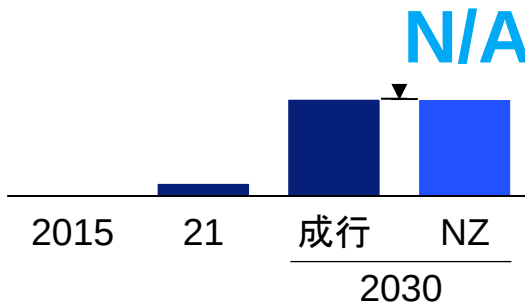
自然気候ソリューション
発行クレジット



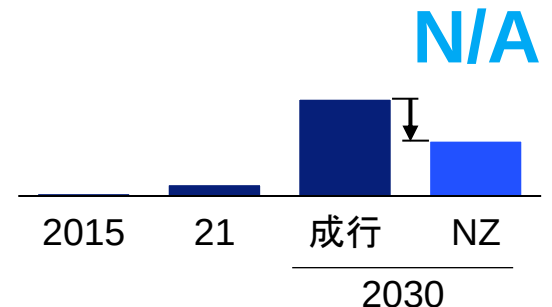
電気自動車
BEV販売台数



原子力
原子力発電量



風力
洋上風力発電量



太陽光
太陽光発電量

脱炭素技術導入は着実に進むものの、 加速度は技術や地域により多様化

技術	動向	温度感
再エネ	 - 投資の大部分を占め、引き続き導入は進捗 - 他方短期的な課題に直面 - 地政学的観点からのバリューチェーン国内回帰 - コモディティ化による低収益性 - インフレによるコスト増(特に洋上風力)	変化なし
水素/ アンモニア	 - 米国IRAが発表された当初のモメンタムが継続するか不透明感が増している - プロジェクトパイプラインの積み上がりが予測よりも遅れる可能性。コスト低下の見通しも下方修正 (IRA適用条件の厳しさが影響)	一部鈍化
CCUS	 - プロジェクトは増加しているが、想定よりも緩やか。収益化モデルが限定的であることからファイナンス確保に課題 - 政府の支援を受けながら、Hub/Cluster化が進展	一部鈍化
低炭素燃料	 - プロジェクトのアナウンスメントの増加速度は低下。また当初の発表から進捗に遅れも - 低炭素燃料利用の義務化が進む航空業界以外の進捗は限定的	一部鈍化

化石燃料は延命の可能性—特にガスは トランジションの役割をより長く担う可能性

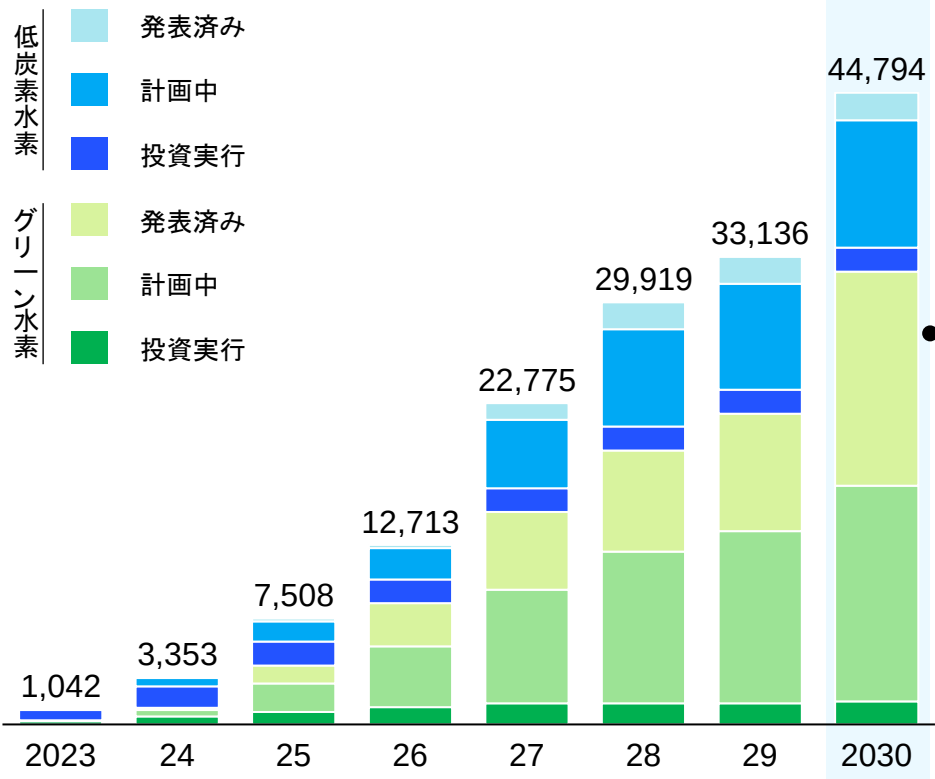
詳細後述

技術	動向	温度感
ガス	 - ロシアウクライナ情勢の影響もあり引き続きグローバルでのLNG需給バランスはひっ迫 - 新規投資も活況 (例: 米国 LNG輸出プロジェクトが2023年に3件FID)	期待値の高まり
石油	 - 需要ピークアウトの最大ドライバーは運輸セクターのエネルギー転換 - BEVの売上増加が鈍化し、既存OEM側は新車に占めるBEV販売比率の転換を遅らせる動きをする一方、中国の新興OEMはEV増加に向けて動きを強めている	ピークアウトが遅れる可能性あり
石炭	 新規投資はわずかであり、2024年にもピークアウトを迎える可能性	近々ピークアウト

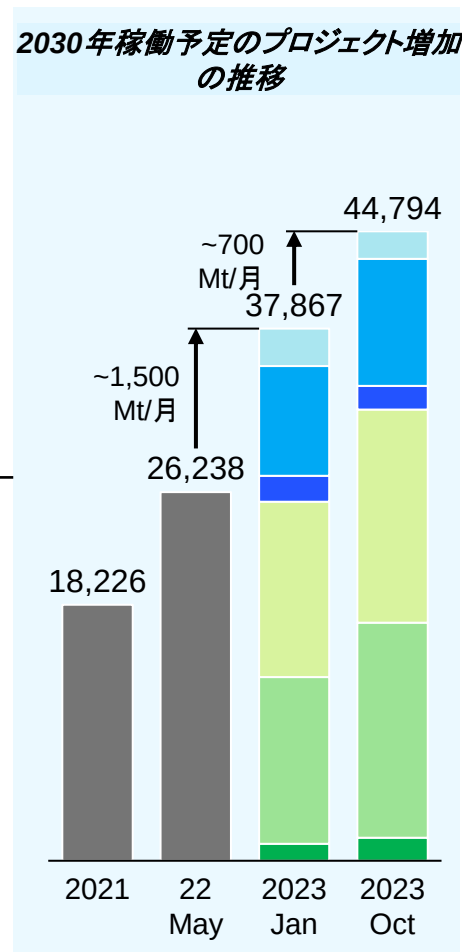
水素: 水素: 米国IRAのガイダンスやコスト見通しの点で減速圧力が強いが、価値が訴求可能な地域やアプリケーションでの検討は進展中

水素プロジェクトのアナウンスメントは拡大を続けているが、一時期よりも成長は鈍化

水素プロジェクトの累積キャパシティ;
Mt p.a. 2023年10月時点

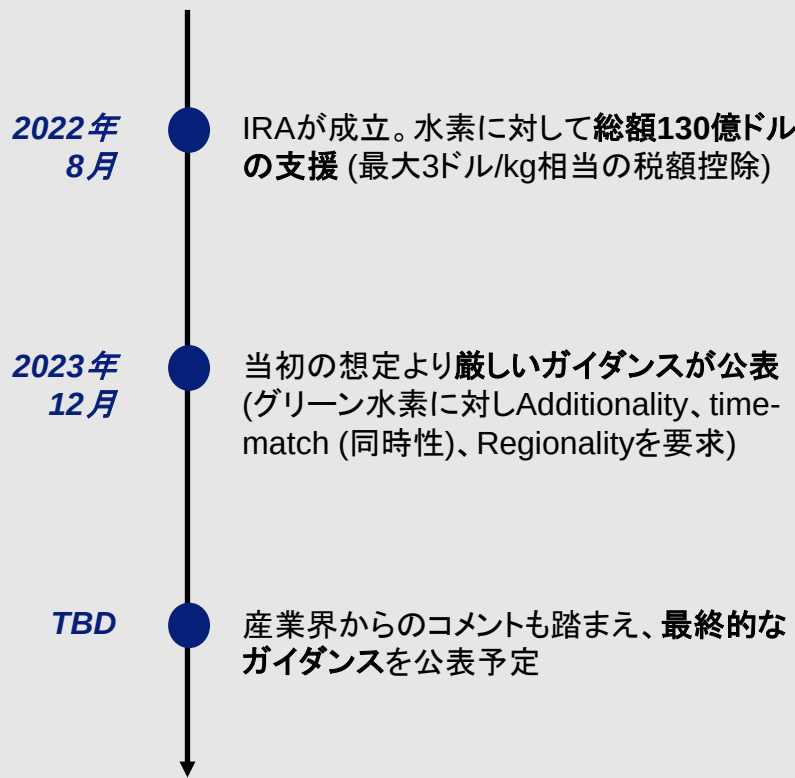


出典: McKinsey Hydrogen Insight, プレスサーチ



米国では、IRAのガイダンス結果が出るのを見守る動き

IRAをめぐる米国の動き

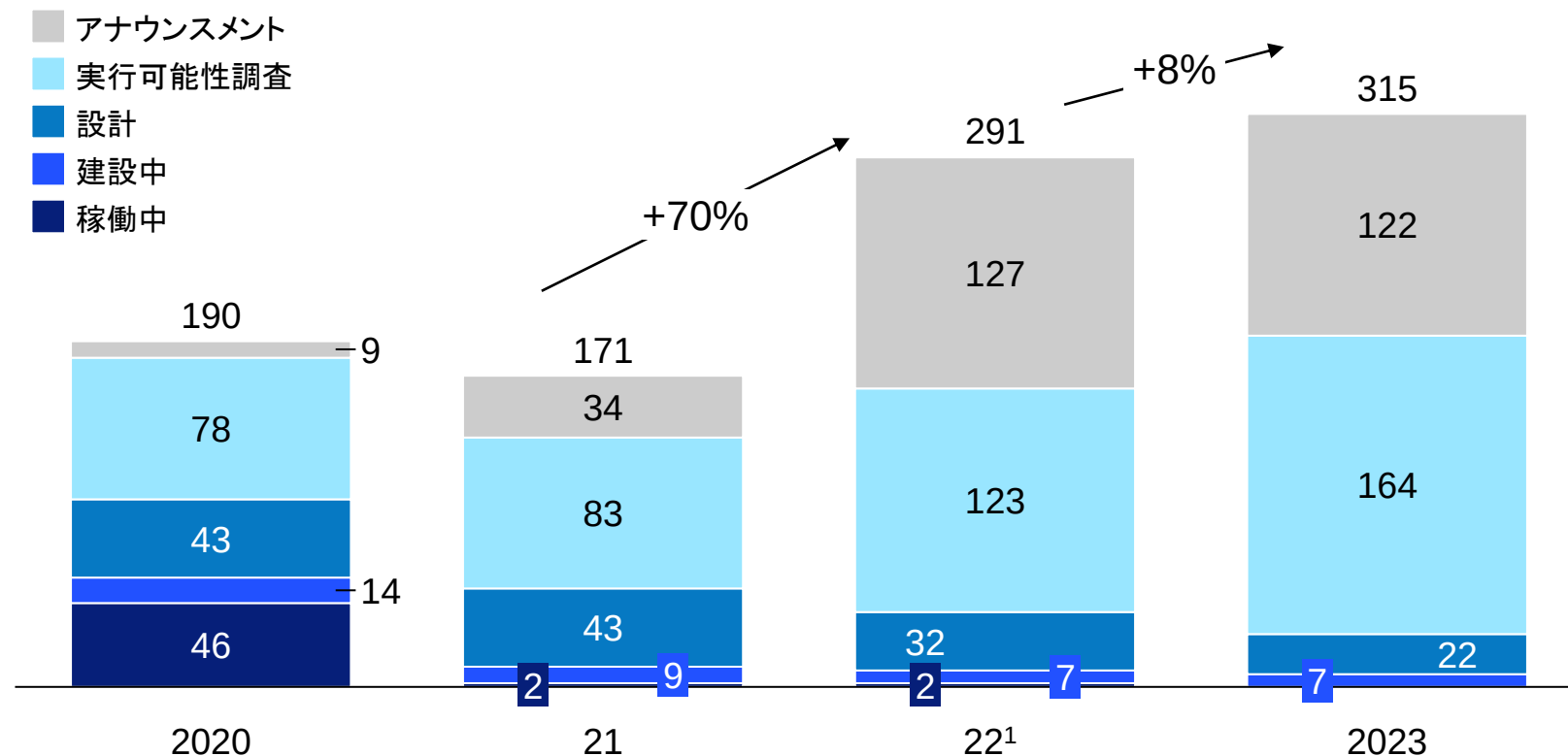


CCUS: プロジェクト増加の速度は緩やかに - ファイナンス面で政府資金に期待

CCUSプロジェクト発表動向²

件数, ステータス, 2020-2024

CCUSプロジェクトは増加しつつも、その速度は足元緩やかに



1. 2024年5月時点までの数値を基に単純推計

2. パイロットスケールのもを除く

出典: Rystad CCUS project database、デスクトップ調査

CCUSの課題

- CCUSは、水素と比べて事業単体としての収益源がカーボンのクレジットの利用等に限定的
 - 長期的なオフテイクの確保が難しい
 - クレジット価格の変化が収益に直結

各国の動向

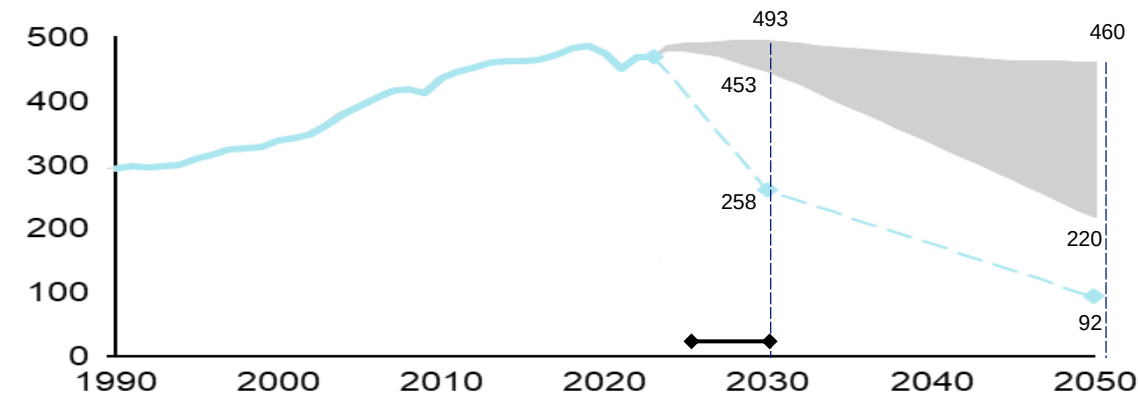
- 英国は2023年予算において、200億ポンドをCCUSプロジェクトに拠出。CCUSのクラスター整備を推進
- 米国は、IRAで税額控除を設け、採算確保ラインを引き下げ

ガス: 化石燃料のピークアウトは2030年を目途に迫っていると考えられるが、ガスの需要はシナリオによってはその後も増加する可能性

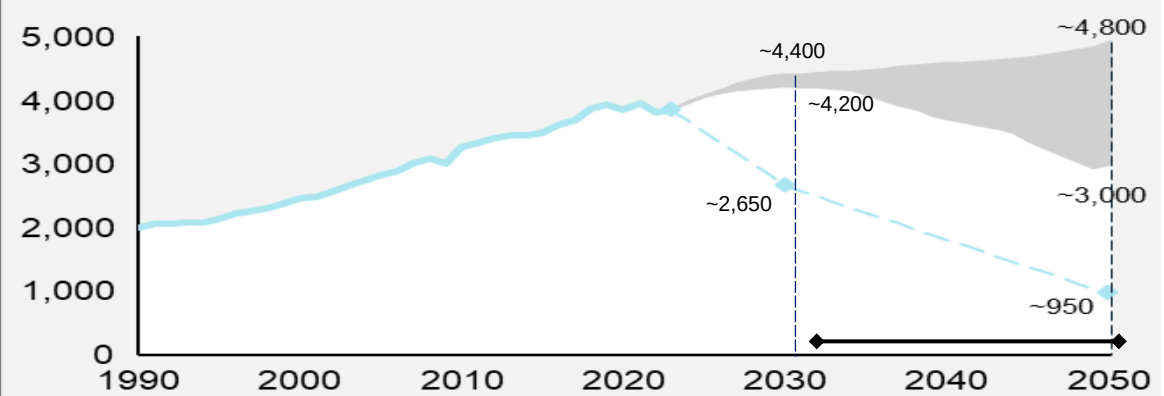
石炭需要はすでに減少傾向、石油需要は2025年から2030年にかけて減少開始する見込み

◆ ピーク需要 | 実績 ▼ AC-FM シナリオ範囲¹ ◆ 1.5Cシナリオ

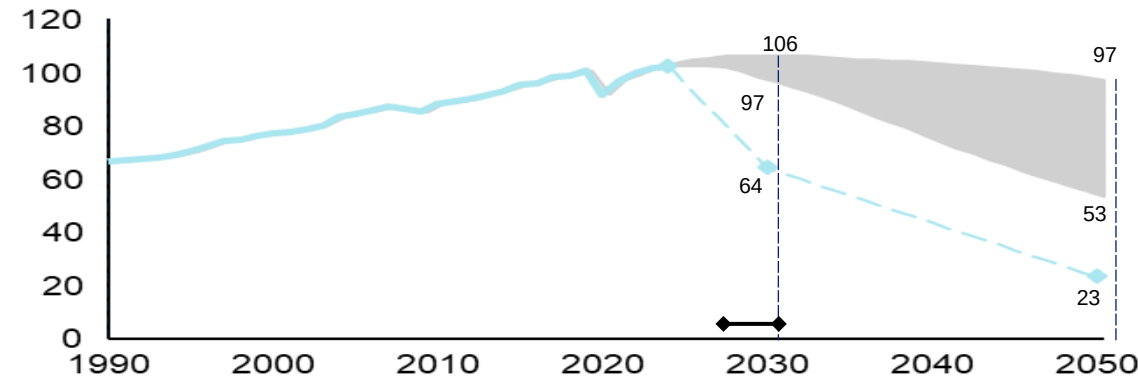
世界の化石燃料需要¹、百万TJ



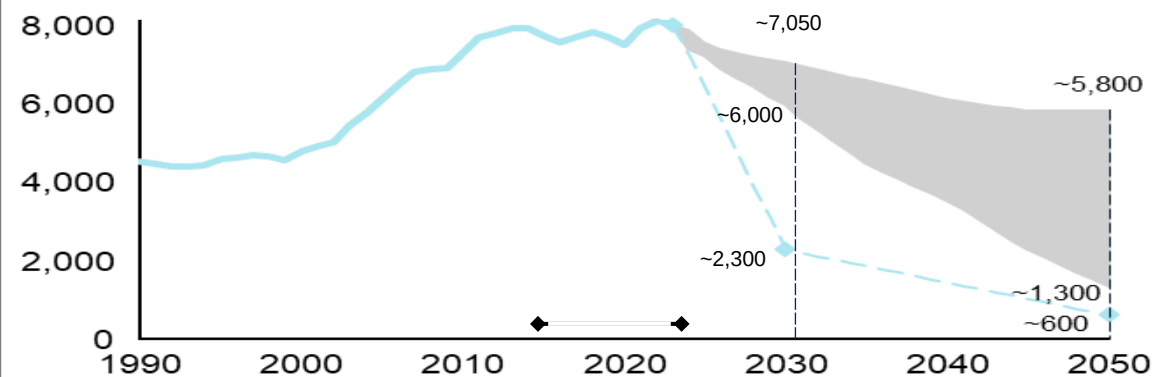
世界の天然ガス需要、bcm



世界の石油需要²、MMb/d



世界の石炭需要、Mt



- シナリオの範囲は、下限は弊社の“コミットメント達成 シナリオ(AC)”、上限は“モメンタム原則 (FM)”の間を表している。ACは、政策支援を通じて主要国がネットゼロのコミットメントを達成し、フォロワーの移行は遅いペースで進む想定 (1.6°C)、FMは、コスト削減、気候変動政策、世論の勢いが弱まり、化石燃料が優勢な状況が長期化する想定である (2.9°C)
- バイオ燃料、合成燃料を含む。2050年までの1.5度目標において需要が残るのは主に航空・海運・化学産業

ガス: グローバルのLNG需給バランスは引き続き逼迫。 2023年にFIDに到達した新規案件も存在

2040年までのグローバルLNG需給、bcma

(需要)

— 成行シナリオ (+/- 1%)

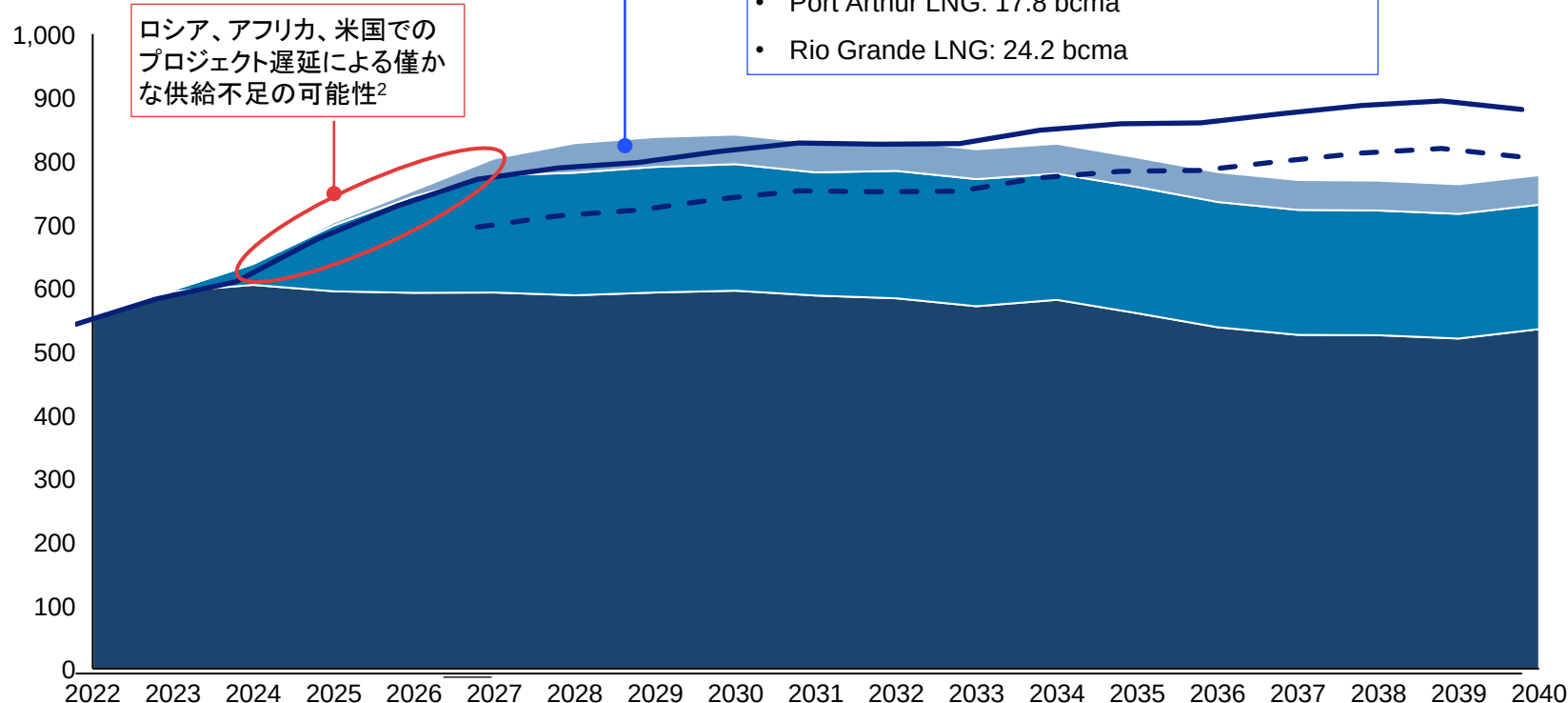
- - ロシアから欧州への輸送再開における成行シナリオ

(供給: 現時点でのプロジェクトのステータス)

■ 2023 FID ■ 建設中 ■ 運転中

2023年にFID取得した米国のLNGプロジェクト(3件):

- Plaquemines LNG Phase 2: 9.2 bcma
- Port Arthur LNG: 17.8 bcma
- Rio Grande LNG: 24.2 bcma



1. 2027年以降: 25 bcma(現在のレベルを維持)+75 bcmaで長期契約のテイク・オア・ペイレベルに到達

2. 2024/25年に開始予定の遅延プロジェクト: Nigeria LNG train 7, Ust Luga, Arctic 2 LNG train 2 and 3, Plaquemines phase 1 and 2

出典: Gas Intelligence Model and LNG Project Database by McKinsey Energy Solutions

主なハイライト

2027年まで:現在の逼迫した市場環境が継続する見込みであり、プロジェクト遅延による僅かな供給不足のリスクも存在

2026-30年:大規模プロジェクト(LNG カナダ、カタールNFE、Port Arthur)の立上げにより、若干の供給過剰の可能性

主な不確実性:ロシアから欧州へのパイプライン輸送の再開や「Power of Siberia 2」パイプラインの稼働開始は、2027年以降世界のLNG需要と輸出プラントの経済性に深刻な影響を与える可能性

日本にとっての 意味合い



脱炭素技術のコスト低減速度が不透明ななか、**安定供給のための資源確保の柔軟性**がより一層重要



グローバルに大規模実装の端緒が見える技術への大胆な**投資、長期の需要コミットメント**による導入加速化と**グローバル市場の獲得**

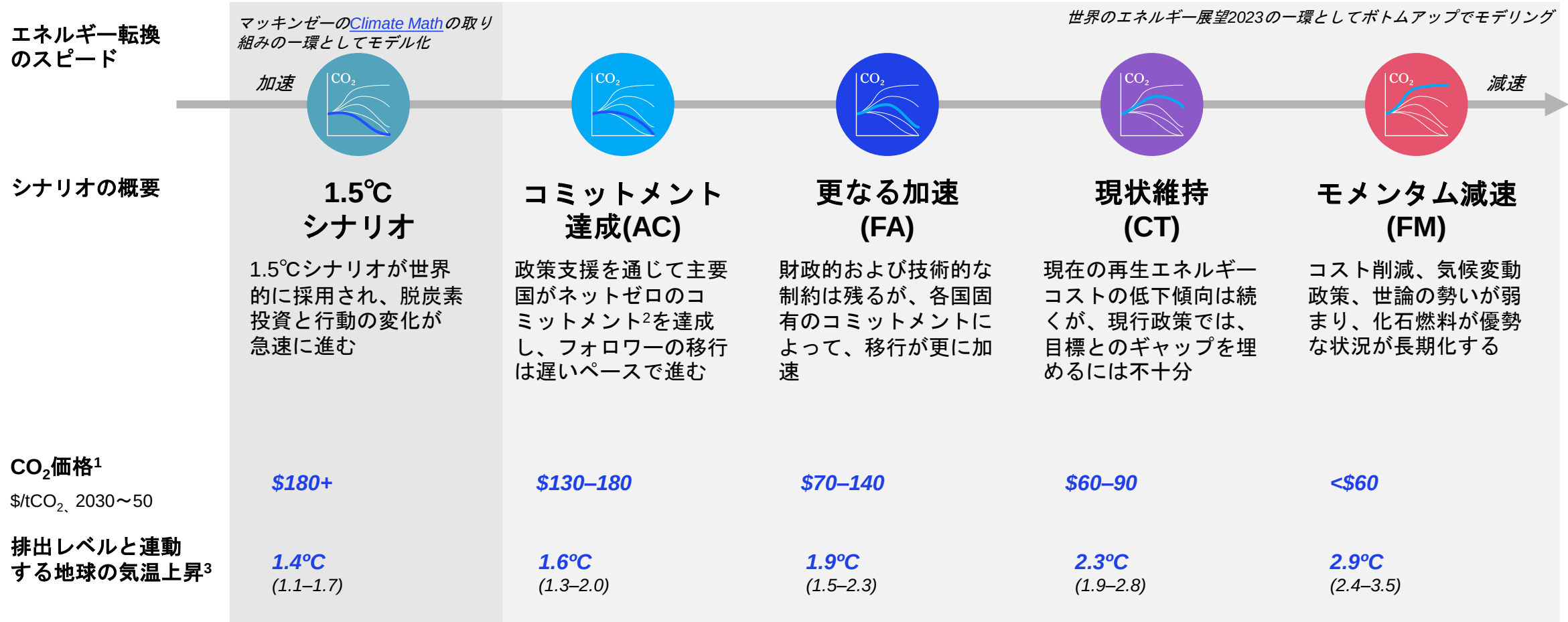


現実的なトランジション実現に向けた技術実装・規模の**経済確保**やルールメイキングでの**グローバルサウス連携**

Appendix

マッキンゼーによる「Global Energy Perspective 2023」では、1.5℃パスウェイと4つのボトムアップ型エネルギー転換シナリオを精査している

シナリオは技術進歩の速度と政策施行の水準に依拠

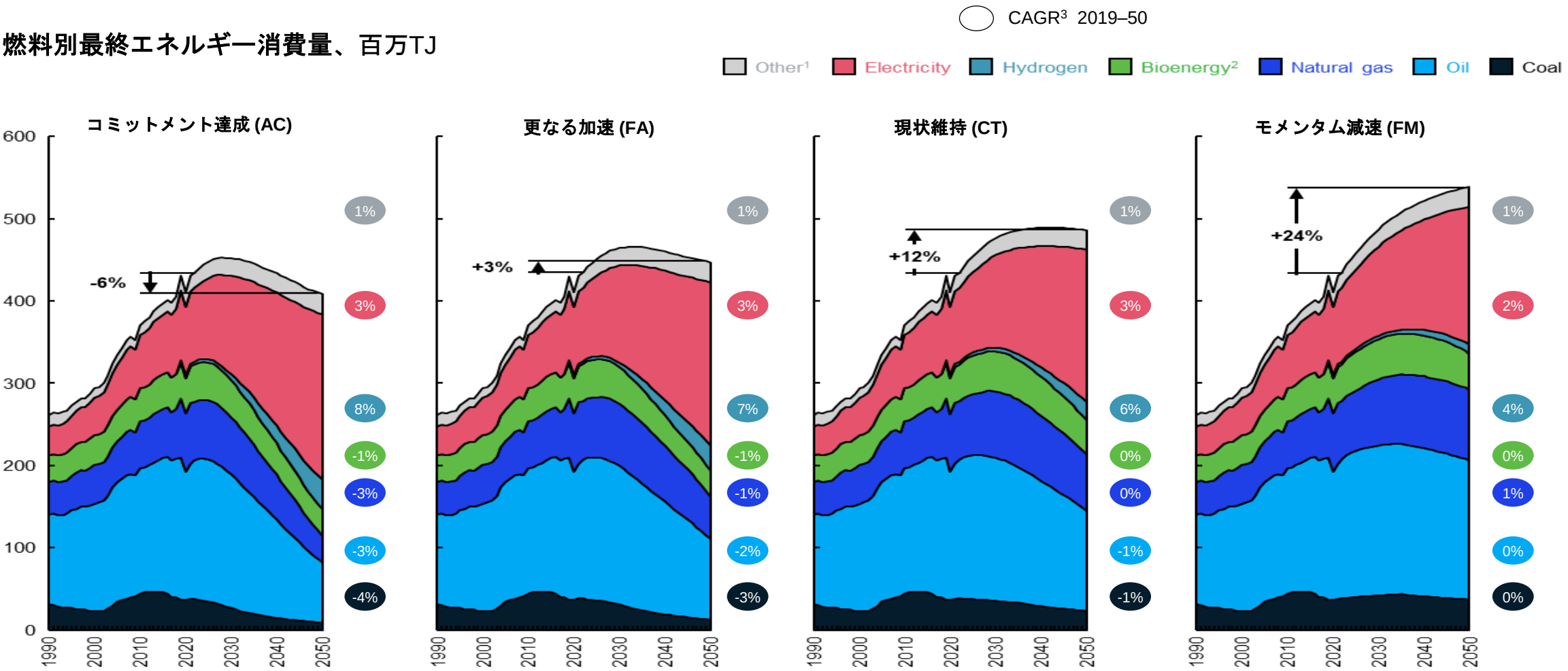


- 織り込まれたCO₂価格は各シナリオに関連する限界削減のイネーブラーである投資のトリガーとなる。上記値は世界の異なる地域や国の値を平均化したもの
- 国際的なバンカーを除く
- 温暖化の推定値は、産業革命以前のレベル（17～83パーセントの範囲）に対する2100年までの世界的な気温上昇の指標であり、それぞれのエネルギーおよび非エネルギー（農業、森林破壊など）の排出レベルを考慮し、IPCC AR6で用いられたMAGICCv7.5.3に基づく。2050年以降もこの傾向が続くが、正味の負の排出量はないと仮定

より急速な移行シナリオでは、より高いエネルギー効率と 迅速な電化・低炭素燃料の導入が見込まれる

最終消費に占める電気と水素の割合は2035年までに27～37%、2050年までに35～60%になると予測される

燃料別最終エネルギー消費量、百万TJ

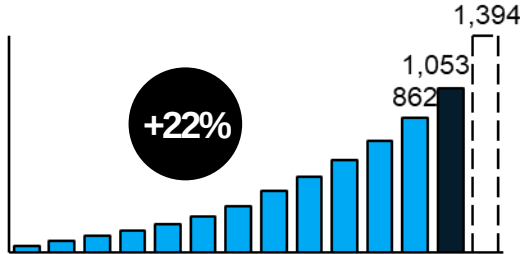


1. 熱、地熱、太陽熱を含む。2. 合成燃料、バイオ燃料、その他のバイオマスを含む。3. 年平均成長率

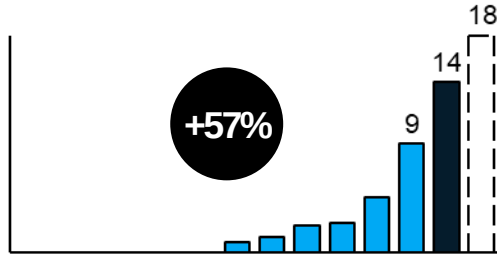
脱炭素技術への投資は2022年も継続的に増加...

2022年の低炭素技術への投資は**1兆6,200億ドル**

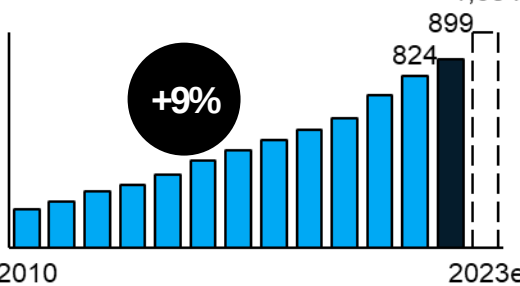
太陽光発電容量
GW



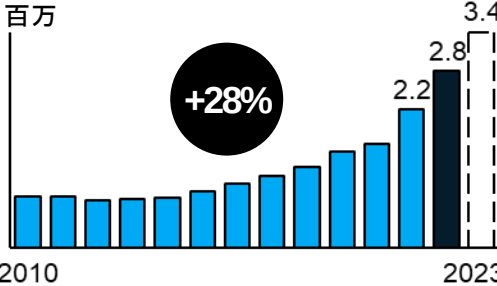
EV販売台数²
%



風力発電容量
GW



ヨーロッパでのヒートポンプ
販売台数¹
百万

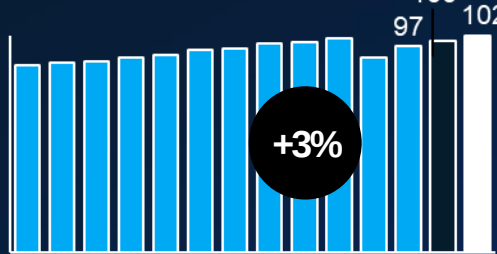


1. EU 21
2. 2022年のEV販売台数は電気自動車約70%、プラグインハイブリッド電気自動車約30%。ハイブリッド車は除く
3. CO2排出量に関連するエネルギー総計に、プロセス排出量は含まれない
注記:2023年の予測値は社外データソースから入手した予測であり、少なくとも年の中間時点の実績に基づく。グローバル平均を示すものであり、地域ごとでは異なる場合がある

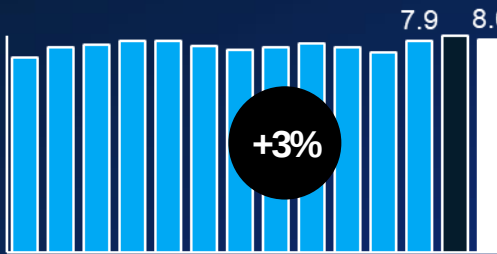
... 一方で化石燃料への投資と排出量も引き続き増加

2022年の化石燃料への投資は**1兆ドル**

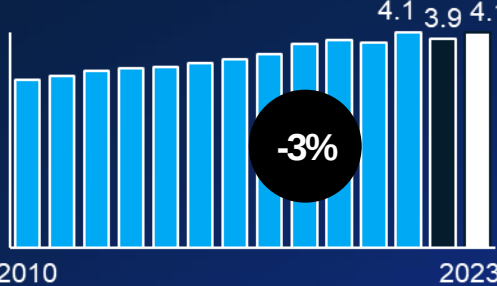
液体エネルギー消費量
MMb/d



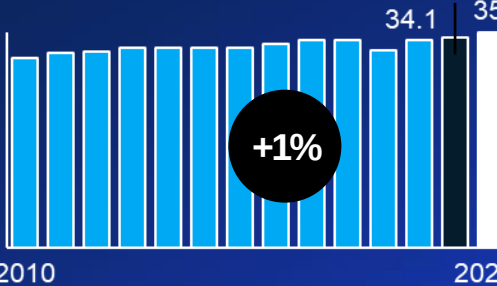
石炭消費量
Gt



ガス消費量
千 bcm



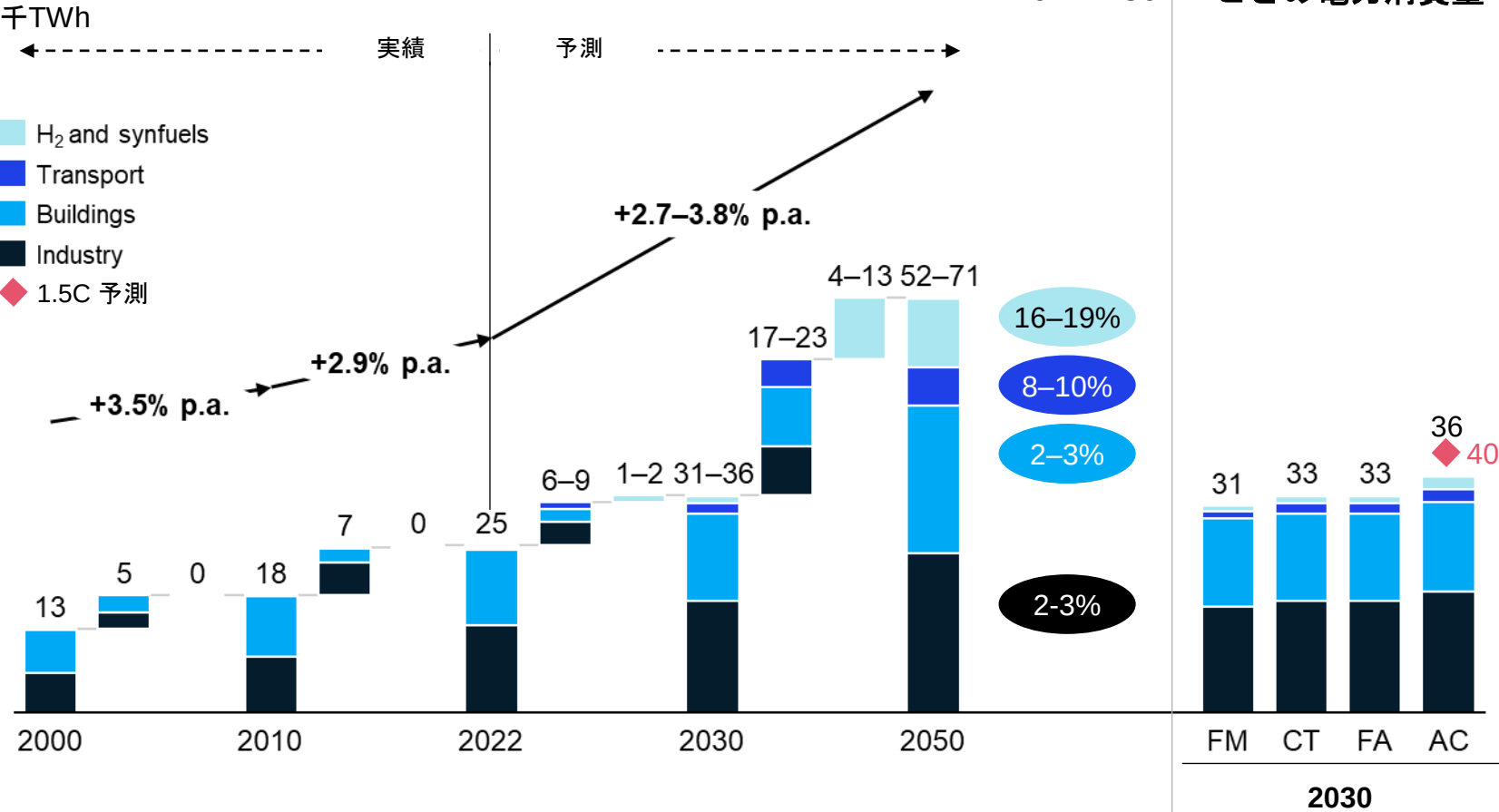
エネルギー関連の排出量総計³
Gt



電力需要は、電化とグリーン水素需要の増加により、 どのシナリオでも継続的に年間3～4%増加すると予測

交通およびグリーン水素の領域で高い成長が予測されている

シナリオ間のセクター別世界電力消費量
(モメンタム減速(FM)～コミットメント達成(AC))



電力需要は、次の要因から、2050年までに2万5,000TWhから5万2,000～7万1,000TWhへと倍増すると予想される:

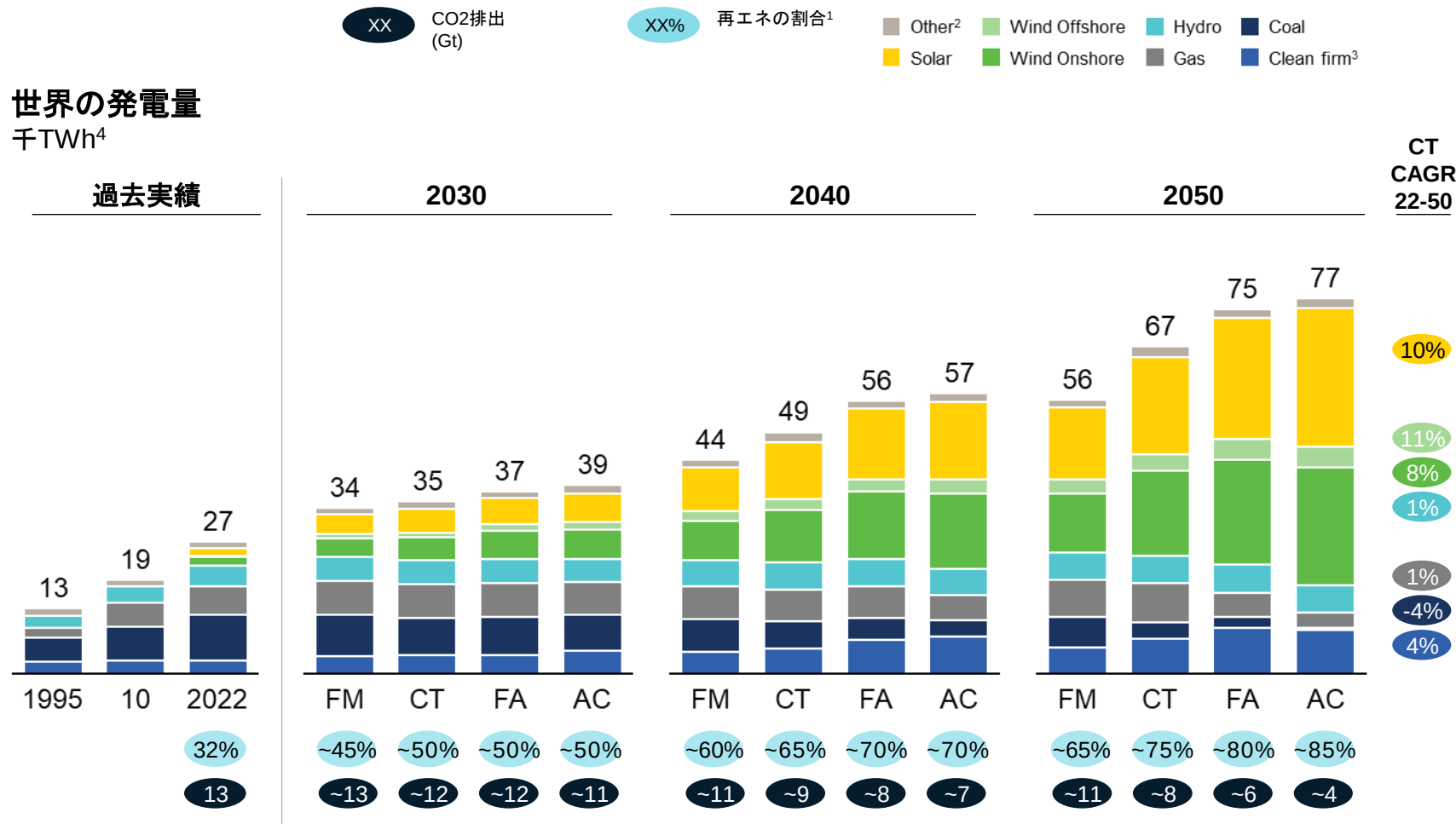
輸送: 乗用電気自動車が原動力となり、電力需要が運輸部門で急増。欧州、中国、米国では、2025年までに乗用EVのコストが補助金なしでICE車と同等になると予想され、その結果、2050年までに13億台のBEV乗用車(現在の自動車総数とほぼ同数)が誕生することになる。

水素および合成燃料: 現在の需要はまだごくわずかだが、グリーン水素の電力需要は、特に2030年以降、道路輸送と化学製品に牽引されて急速に拡大すると予想される。

工業: 2019年から2050年にかけて、工業用電力の需要は倍増すると予想されており、これは主に低・中熱プロセスの電化に牽引されるものである。

建設: 電化によって電力需要は倍増すると予想され、OECD諸国ではヒートポンプの高い普及率と冷房需要の増加により、2035年までの急成長を後押しする。

再エネは将来的に電力構成の大部分を占めると予測される 一方、低炭素発電とガス発電が殆どのシナリオで増加する 電力構成に占める再生可能エネルギーの割合は、今後20年間で2倍以上になる可能性がある



1. 太陽光、風力、水力、バイオマス、BECCS、地熱、水素燃焼ガスタービンなど
2. その他とはバイオエネルギー (CCUSあり、なし)、地熱、石油など
3. CCUSを備えたガス・石炭火力、原子力、水素を含む
4. 蓄電 (揚水発電、バッテリー、LDES) からの電力を除く

出典：Global Energy Perspective 2023 by McKinsey Energy Solutions

再生可能エネルギーは今後も急成長が見込まれ、2030年までに発電量の約45～50%、2050年までに約65～85%を供給すると予測されている。2050年までに、排出量は現在のレベルと比較して18～72%削減され得る。ただし、再生可能エネルギーの拡大には、サプライチェーン問題、許認可の遅延、地域の反対など、各種課題が存在する

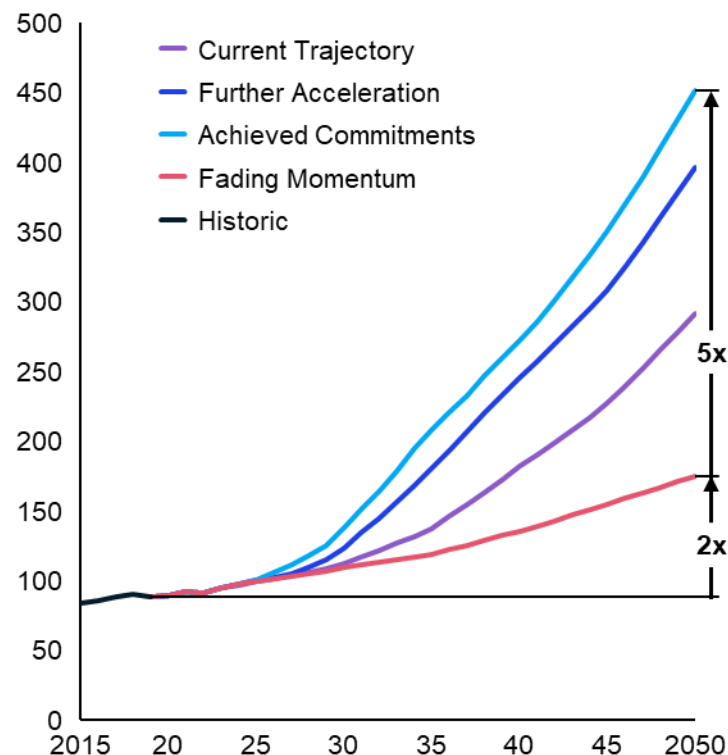
原子力とCCUS技術の普及により、再生可能エネルギーの構築における負担の低減が可能となる。ただし、これは今後のコスト低減速度次第である

火力技術のうち、石炭 (CCSなし) は段階的に廃止される見通し。水素対応ガスプラントによる発電は、グリッドの安定にとって重要であるため増加する可能性が高い

全てのシナリオにおいて、水素需要は2050年までに 2倍から5倍に成長する見込み

水素の成長軌道が依然として不透明であるため、2030年以降のシナリオは大きく異なる

シナリオ別にみた世界の水素需要の見通し、Mtpa



セクター別にみた世界の水素需要、FM~ACシナリオ

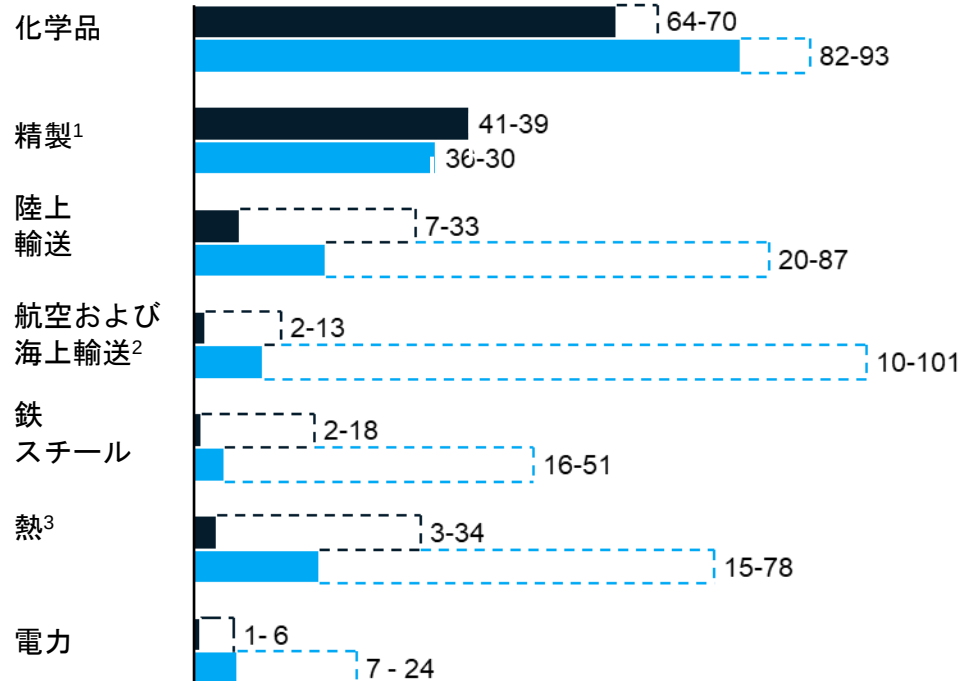
Mtpa

モメンタム減速(FM)

2035

2050

ACシナリオにおける水素需要の範囲



1. 従来型燃料の精製とバイオ燃料の水素化・精製を含む

2. 航空と海上輸送には水素と、水素由来の合成燃料 (灯油、ディーゼル、メタノール、ガソリン、アンモニアを含む) の直接利用を含む。このカテゴリーには、陸上輸送で使用する水素由来の合成燃料も含まれる

3. その他の産業や建物の熱用水素需要を含む

今日の水素需要の大半は**化学と石油精製**が占め、総量は約9,000万トン/年である。そのほとんどは化石燃料ベースの生産で賄われている。

今後、政府や企業の脱炭素化計画が、**クリーン水素を必要とする新たな分野**における水素の普及を促進すると予想される

脱炭素化の達成レベルによっては、複数のシナリオでこれら新しい用途における水素の普及に大きな不確実性が生じる可能性がある

精製は、輸送が石油から電化へシフトする結果、現在と比較して需要が減少すると予想される唯一の分野である

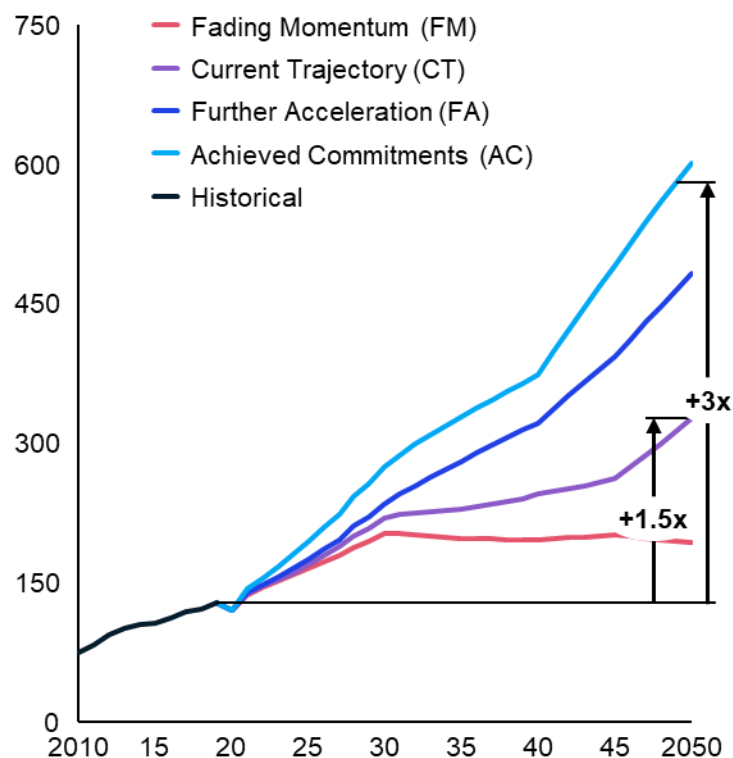
2030年以降、コミットメント達成シナリオでは、**より厳しい法規制とより迅速な技術開発により**、特に削減が困難な分野での低炭素水素技術の普及が促進される

サステナブル燃料需要は大幅な伸びを見込み、シナリオによっては2050年に3倍になると予測される

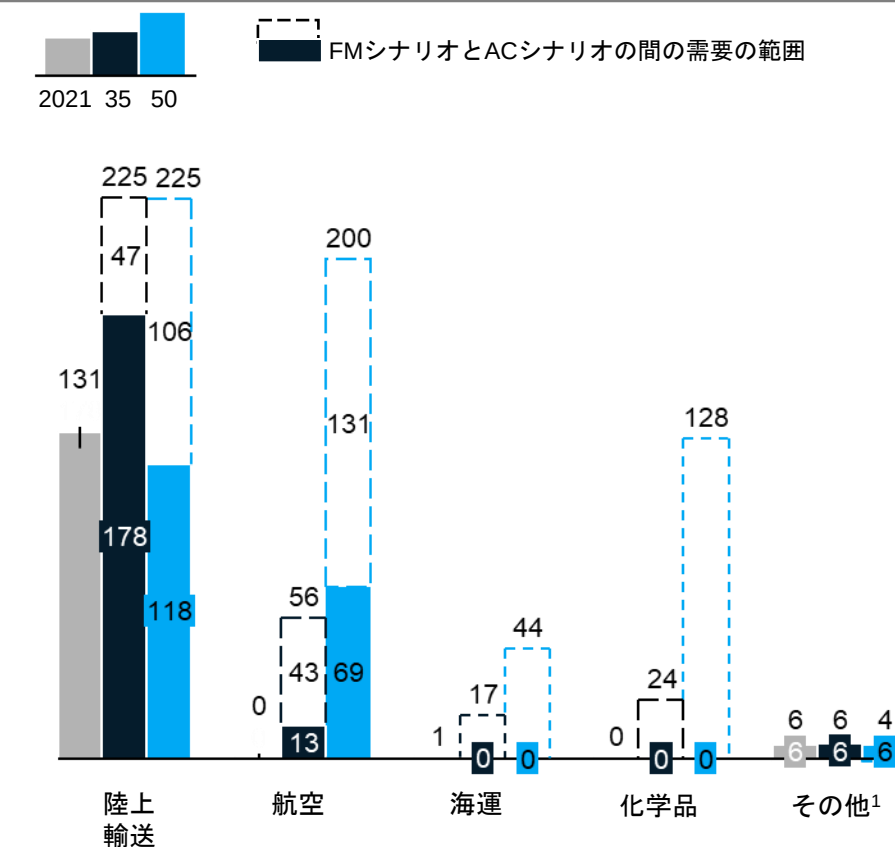
シナリオ間の成長率の差は主に2030～2050年に生じる

液体エネルギーのみ

世界のサステナブル燃料のシナリオ別需要見通し
Mta



分野別にみた世界のサステナブル燃料需要、
FMシナリオからACシナリオ
Mta



各シナリオで、サステナブル燃料は、航空、海上、大型道路輸送など排出削減が困難なセクターを含む輸送セクターにおいて、ますます重要な役割を果たすと予想される

脱炭素化が既に強力なモメンタムを有していることから、陸上輸送セクターのサステナブル燃料需要は底堅い。シナリオ間のばらつきは、航空、海運、化学品といった成熟度の低い市場に大きく左右される

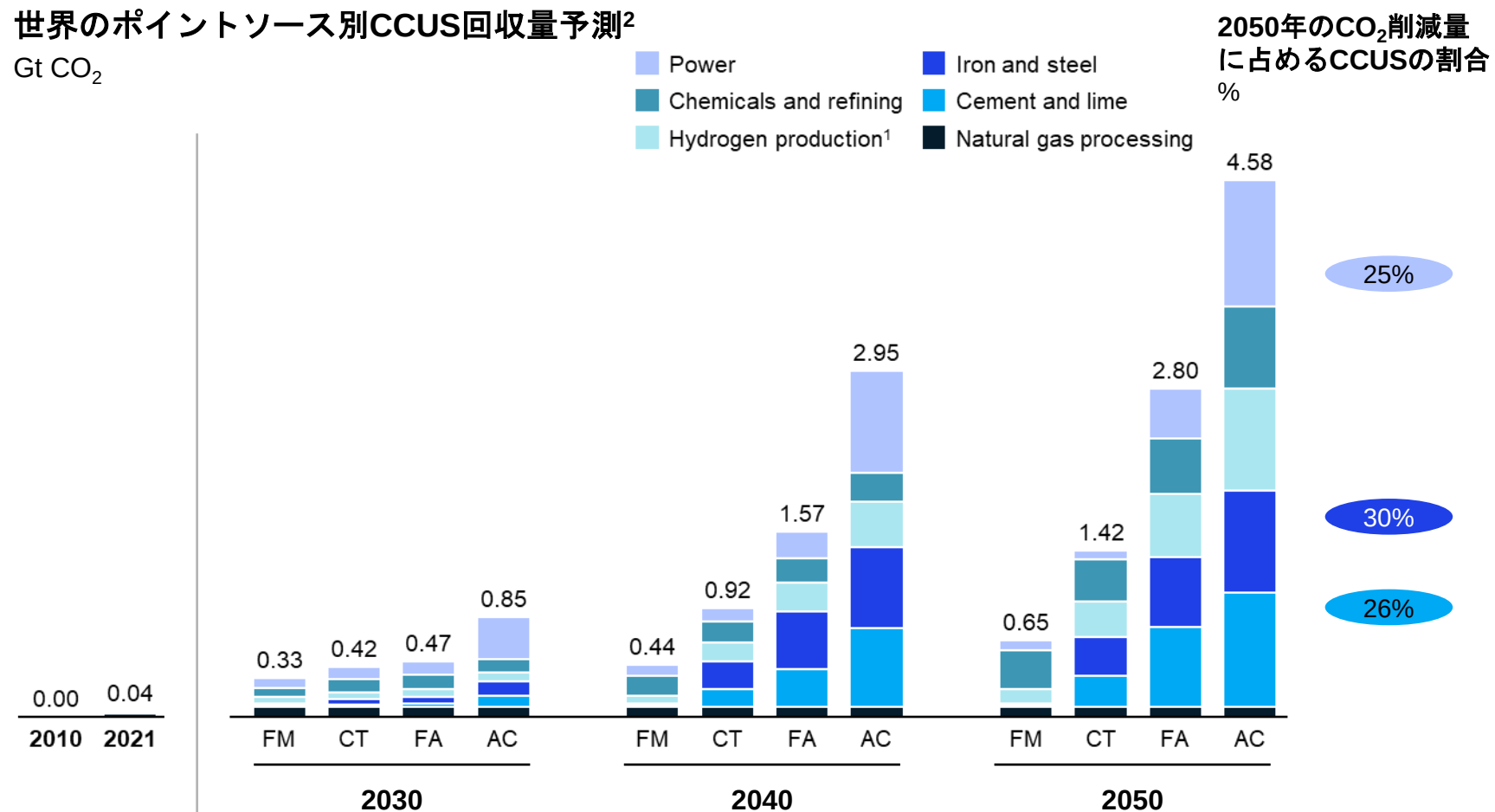
脱炭素化に対するサステナブル燃料の長期的な貢献は、(補助金、義務化、税額控除を含む)規制のレベルと技術の進歩によって左右される。2030年までのサステナブル燃料の普及は主に既存の規制によって推進される。2050年までのサステナブル燃料の需要は、各国のネットゼロ目標のレベルによって、1億9000万トン(モメンタム減速シナリオ)～6億トン(コミットメント達成シナリオ)の間になる可能性がある

1. その他には、鉄鋼、その他工業、建築、発電が含まれる。

より多くの排出源からの炭素回収が進み、世界のCCUSの分野は多様化する

世界のポイントソース別CCUS回収量予測²

Gt CO₂



世界全体を見ると、セメント、ブルー水素、鉄鋼、電力が、2050年までにCCUSの総回収量の80%以上を占めるが、産業構成は地域によって大きく異なる

上記のレベルに到達する物理的な貯留スペースは十分存在するが、CCUSの導入は、規制上の優遇措置、技術的進歩、経済的実現可能性、代替脱炭素化テクノロジーとの相互作用など多くの要因に影響され不確実性が高い。排出削減が困難なセクターは、複数の技術 (例: 鉄鋼におけるBF-BOFとCCUS、EAF、DRI-H₂-EAF) を考慮した包括的なアプローチが必要であるためである

CCUSは、特に電力の脱炭素化(2050年には約1~2Gtpaに到達)において重要な役割を果たす可能性があり、特に送電網の制約や最適なサイトの不足に直面する地域において重要である。CCUSはまた、新しい石炭・ガス発電所を持つ地域で座礁資産化を防ぐソリューションも提供している

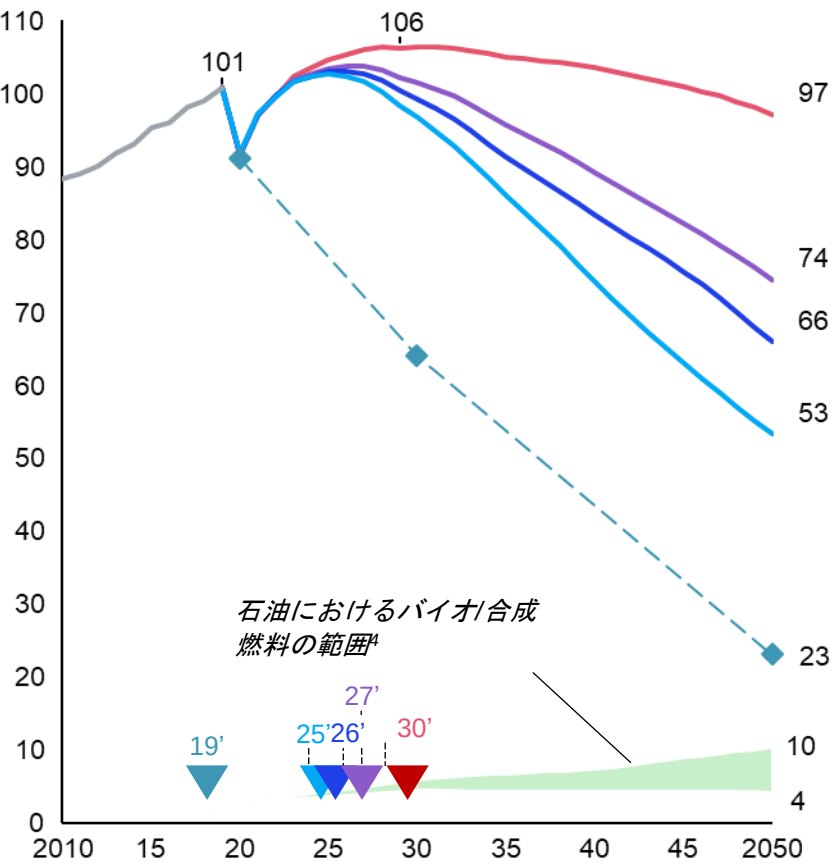
1. アンモニア、メタノール、製油所向けのH₂を除く水素製造。

2. 新興ネガティブエミッション技術(BECCSやDACCSなど)により、CCUSの需要見通しの不確実性が高まる可能性があるが、現在これらの技術は非常に初期段階にある。

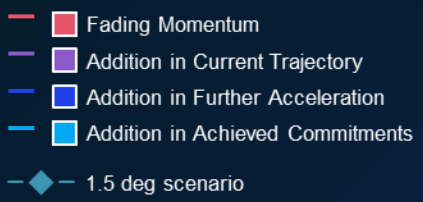
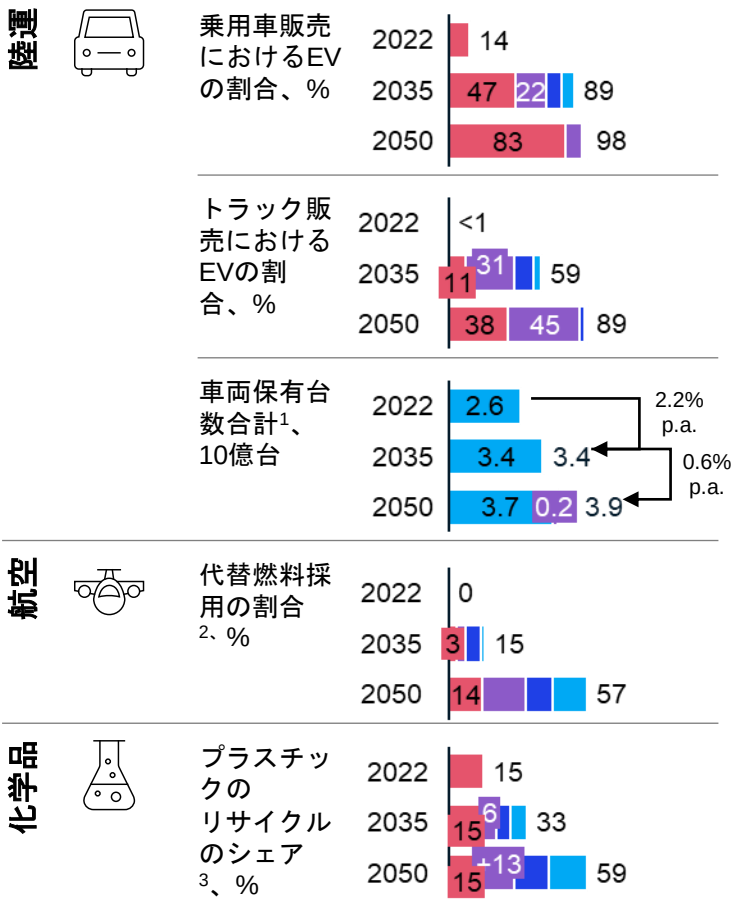
石油需要のピークアウトタイミングは、一大需要源である運輸セクターの転換スピードに左右される

これらのセクターが2050年の液体エネルギー需要のシナリオ間の差分の約60%を占める

石油需要 (バイオおよび合成燃料を含む)、
MMb/d



石油需要の主なドライバー



コロナ禍による急激な落ち込みの後、石油需要は増加し始め、2023年までにはパンデミック前のレベルに達する見込み。しかし、全シナリオで2030年までに需要のピークとなることが予想され、長く続かない可能性がある

自動車の総台数はまだ伸びると予測されているが、EVの普及スピードが石油需要のピーク時期を決める最大の要因になると予想されている

化学品と航空需要の伸びがどの程度鈍化するかも、決定的な役割を果たすと考えられる。化学品では、石油価格の高騰および循環経済目標がプラスチックのリサイクル率を増加させる可能性がある。航空では、バイオおよび合成燃料の成長により原油の必要性が更に減少するとみられる

1. シナリオは車両保有台数が少ないものから多い順に示される 2. バイオ燃料、合成燃料、水素、天然ガス、電力を含む
3. 熱分解を含む、世界のプラスチック廃棄物リサイクルの割合 4. 範囲は1.5°Cを除く、FMシナリオからACシナリオを指す
出典：Global Energy Perspective 2023 by McKinsey Energy Solutions

EU加盟国はLNGを安定供給に資すると同時に相対的に排出量を抑えられる燃料として評価

LNGに関する欧州の見通し | 各国政府のLNG戦略



省庁の政策や発表から総合 (2023年)

欧州各国政府は、EUのエネルギー統合戦略を達成するために、LNGをエネルギーポートフォリオの多様化と供給安定性の確保における重要な打ち手とみなし、今後もLNGに依存



すべてのEU諸国がLNG市場にアクセスできるようにすることは、EUのエネルギー統合戦略の重要な目標である

- EU委員会



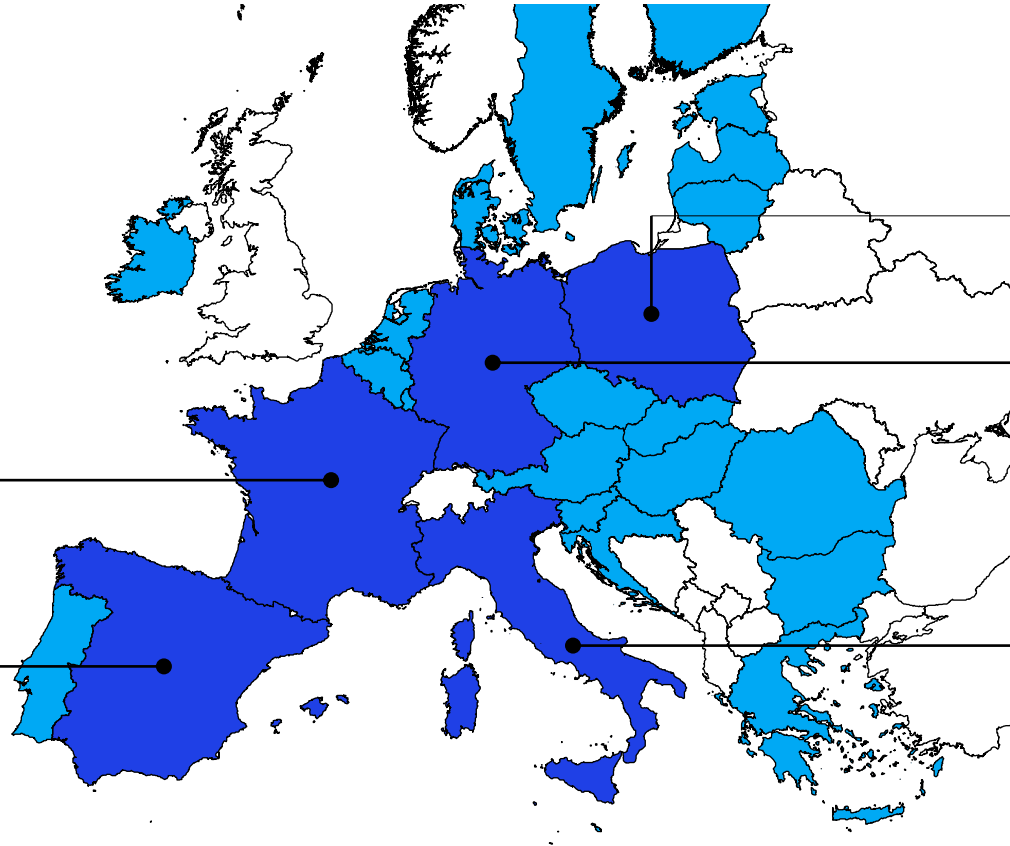
フランスは、カタールとの間で長期供給契約を締結し、米国とも長期供給を確保するための交渉を進めており、需要を満たすために今後もLNGの輸入に頼っていく

- エネルギー省



スペインの電力安全保障は、ガスの緊急備蓄と柔軟なガスシステムに依存し続けており、スペインは今後もEU最大のLNGターミナルのフリートであり続ける

- エネルギー省、EU政策声明



ポーランド政府は、石炭やその他の化石燃料からの脱却を図る手段として天然ガスに注目しており、LNGは供給ポートフォリオを多様化する上で重要な役割を果たすと考えられている

- LNG利用に関する政府声明



ドイツ政府 (オラフ・ショルツ首相、ロベルト・ハーベック経済大臣ら) は、この地域の供給安定性を確保するために、LNGの輸入キャパシティを大幅に増強する必要があると考えている

- 経済・気候保護省



EUのエネルギー統合戦略を達成するためには中央ヨーロッパとの相互接続が不可欠であり、イタリアのLNG輸入は増加の一途をたどっている

- 環境・エネルギー安全保障省

金融機関もLNGは安定供給と排出削減の両立に必要とのスタンス



移行燃料としてのLNG



“” カタールや米国などの国からのLNG供給をめぐって他の地域と競争するためには、エネルギーの独立を獲得し、新たなエネルギー取引に調印することが不可欠である
- アムンディ (2023年)



“” アクサはLNGプロジェクトを排除していないが、十分な気候変動移行計画を持たない企業による新たな「グリーンフィールド」の石油・ガス開発の引き受けは中止している
「エネルギーセクターなくしてエネルギー転換は達成できない」
- アクサ、広報、Baptiste Denis (2023年)



“” Barclaysは、低炭素に投資する多角的なエネルギー企業に焦点を当て、新たな石油・ガスプロジェクトの開発に携わる企業をより厳しく監視しながら、転換期にあるエネルギーセクターを引き続き支援していく
- Barclays PLC (2023年)



“” 「現実的なものであれば、再生可能エネルギーやグリーンエネルギーを優先する」一方で、LNGを含む天然ガスによって排出源単位の低い代替エネルギーも支援し、全体の排出量削減の一翼を担う
- チーフ・サステナビリティ・オフィサーMarisa Drew (2023年)



“” 天然ガスはネット・ゼロ・エネルギー・システムの中心的要素である水素経済において重大な役割を有し、2050年以降のエネルギー構成比率において重要な役割を果たすだろう。HSBCはグリーンプロジェクトへの融資に「意欲的」である
- HSBC (2022年)

新規プロジェクトへの投資



“” 公共ガス網運営会社、Bulgartransgazは、セルビアとのガス相互接続建設資金の一部を調達するため、オランダを拠点とするING銀行から最大4,900万ユーロ (5,330万米ドル) の融資を受ける
- ING Group (2023年)



“” Deutsche Bank、ガス供給源の多様化とLNG購入需要の一部を満たす画期的な取引でBotaş社を支援
- Deutsche Bank AS Turkey、CEO、Orhan Ozalp (2022年)

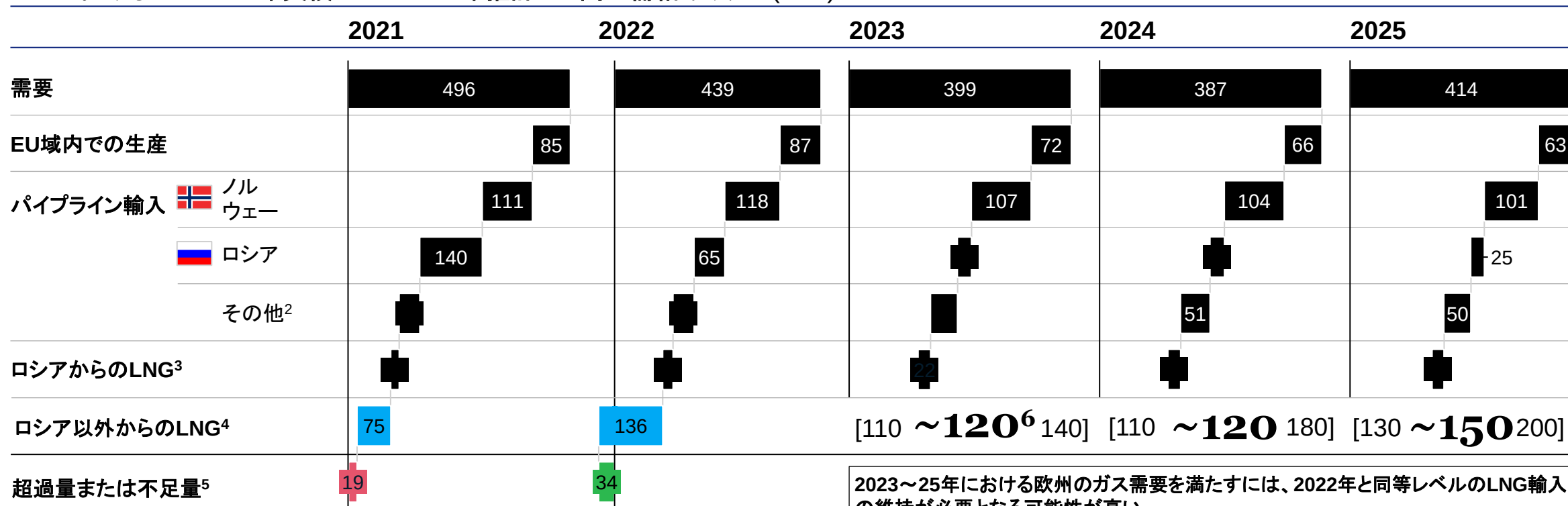


“” ハンブルク近郊に建設されるドイツのLNG輸入ターミナルは、Q-Max船と呼ばれる大型のLNGタンカーにも対応可能となり、1時間当たり最大14,000m³の荷揚げ量を誇り、開発銀行KfWが50%出資している
- ドイツLNGマネージングディレクターMichael Kleemiss (2022年)

ガス市場は2030年まで均衡する可能性があるが、ロシア以外のLNGとパイプラインからの持続的な輸入が長期的なギャップ解消のカギを握る

現状維持シナリオ

EU¹における2021～22年実績と2023～25年推計との間の需給ギャップ (bcm)

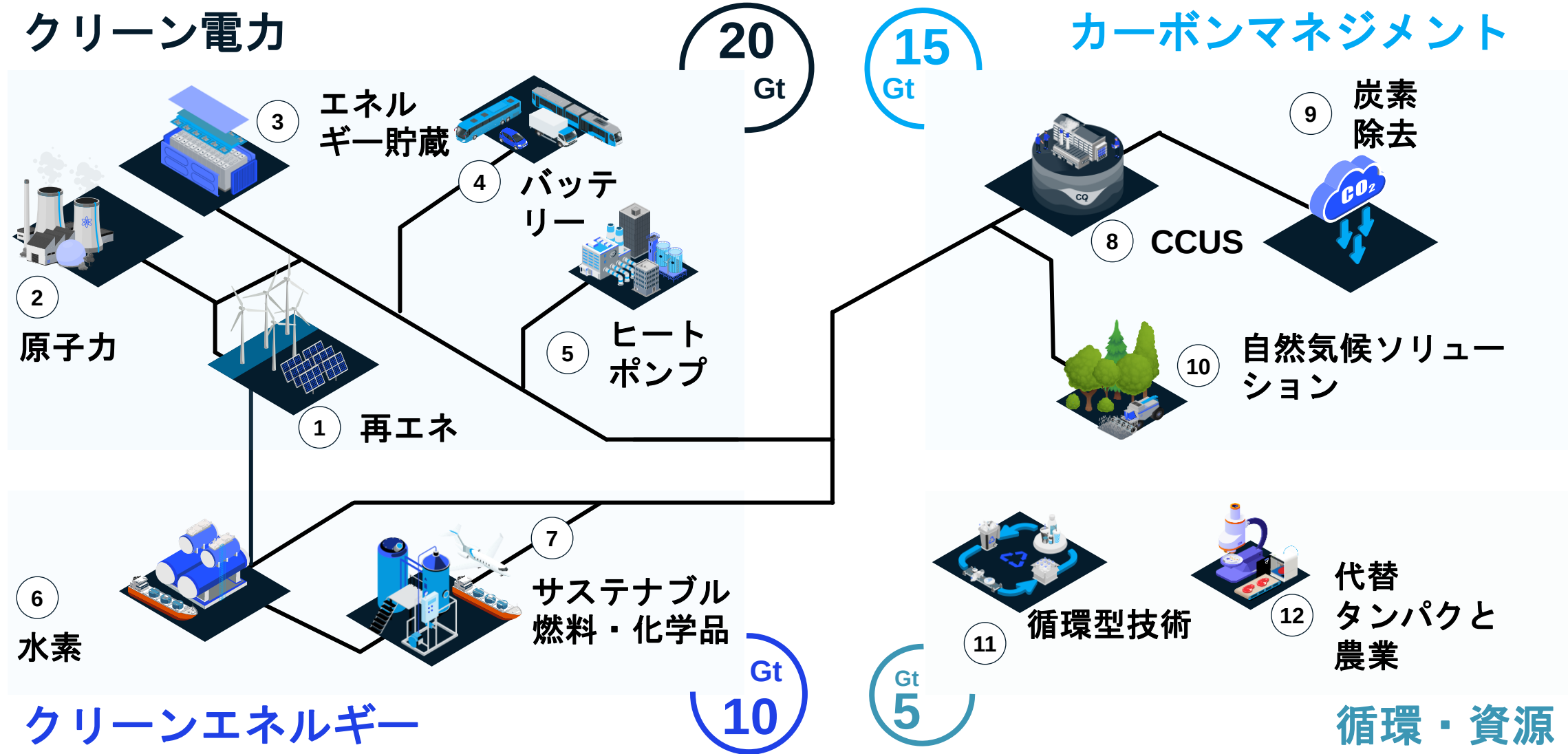


2023～25年における欧州のガス需要を満たすには、2022年と同等レベルのLNG輸入の維持が必要となる可能性が高い

ロシアのパイプラインガスの供給停止や厳冬によって、欧州のLNG需要が更に増大することも考えられる

1. EU27カ国 + 英国 + スイス 2. アルジェリア、リビア、アゼルバイジャン 3. ロシアから欧州へのLNG輸入は2025年まで変わらず持続すると想定。2023年初頭から現在までの流入状況は2022年同時期と比べて変化していない 4. 2023～25年におけるロシア以外からのLNG輸入の必要量を推計するにあたっては、増加要因として、ロシアからのパイプラインガスの完全停止、欧州の厳冬（年間15bcm）、2023年下期以降の工業セクターおよび建物における需要減の鈍化（半年で9bcm）などを考慮。減少要因としては、ドイツとフランスにおける原子力利用の増大（年間5bcm）、総電力需要の年間5%減（年間14bcm）などを考慮 5. 総合的に2021年は19bcm不足し、2022年は34bcm超過となった6. 2023年上期に82bcm輸入、2023年7月に更に11bcm輸入

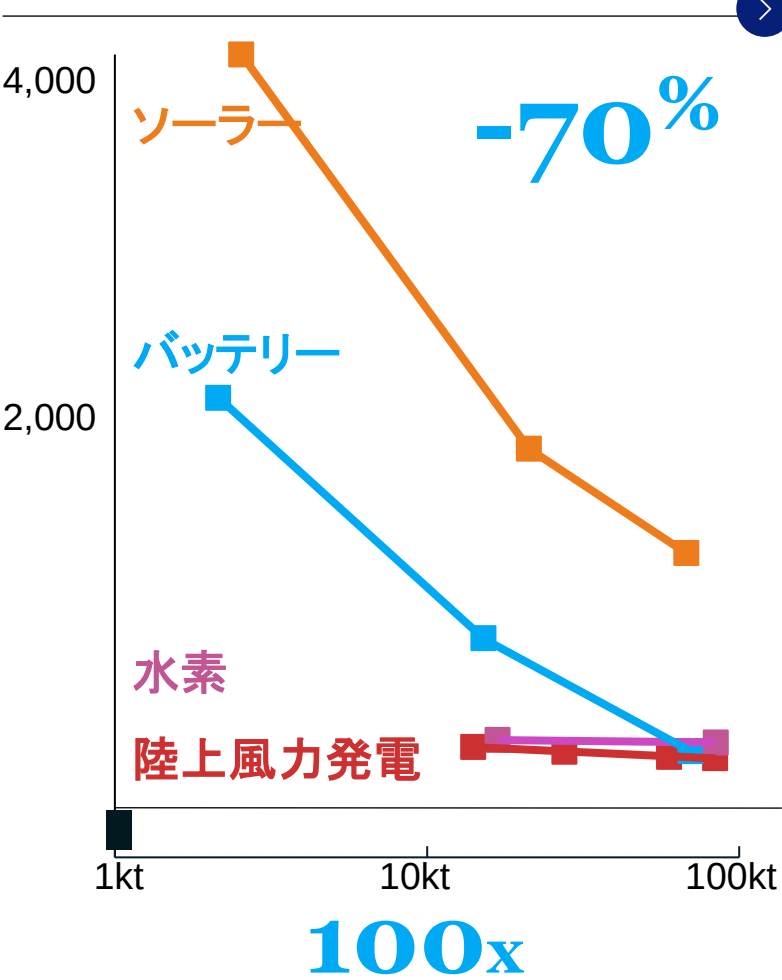
排出目標の達成に向けて12の気候技術のスケールアップが必要



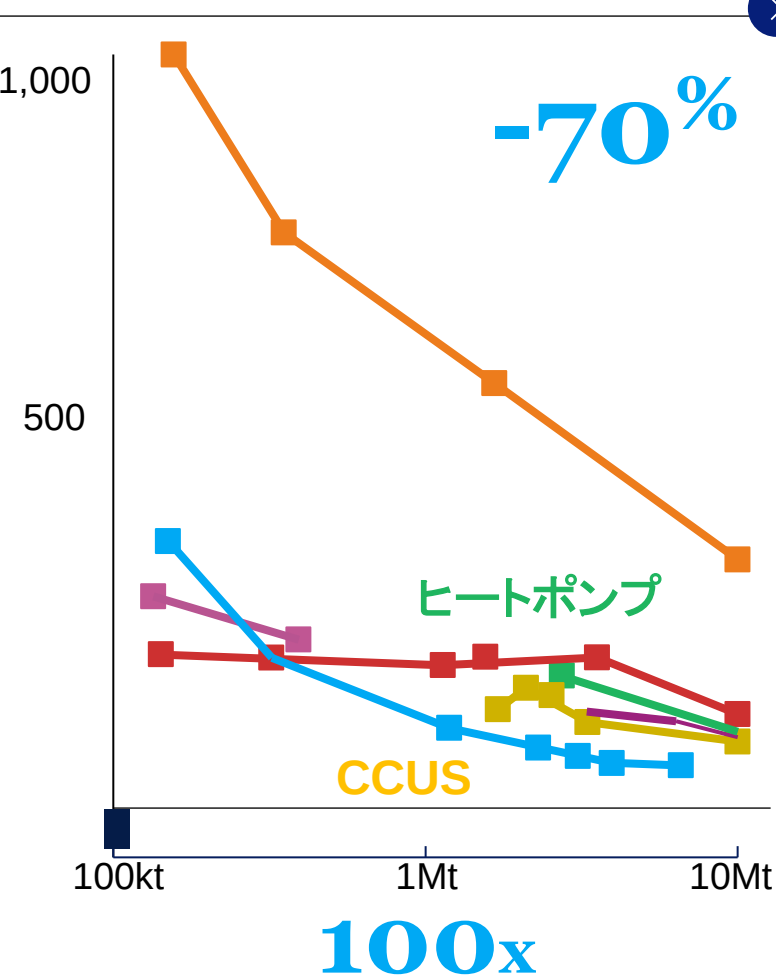
気候変動技術における「ムーアの法則」: 100倍の規模拡大で70%以上のコストダウンを実現

排出削減費用、\$/tCO₂

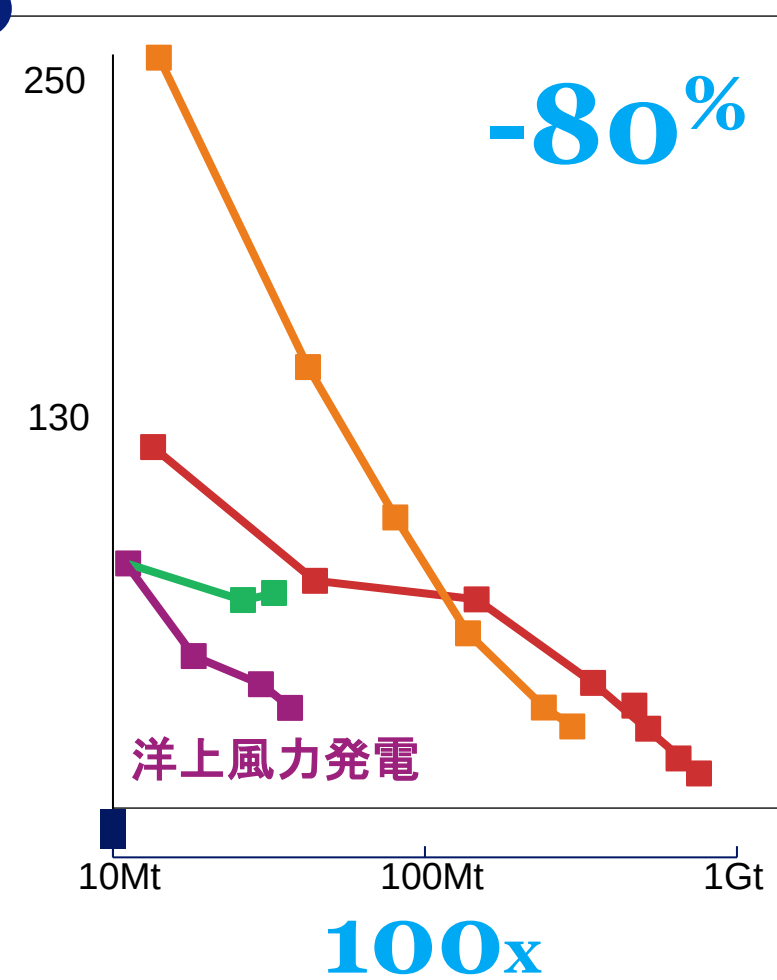
排出削減1kt~100kt規模



排出削減100kt~10Mt規模



排出削減10Mt~1Gt規模



日本は気候変動対策のための行動変容を受け入れる国民意識が必ずしも浸透していない

OECDレポートによる気候変動対策への支持に関する世論比較¹

Share of response; %: 0-24 25-49 50-74 75-100



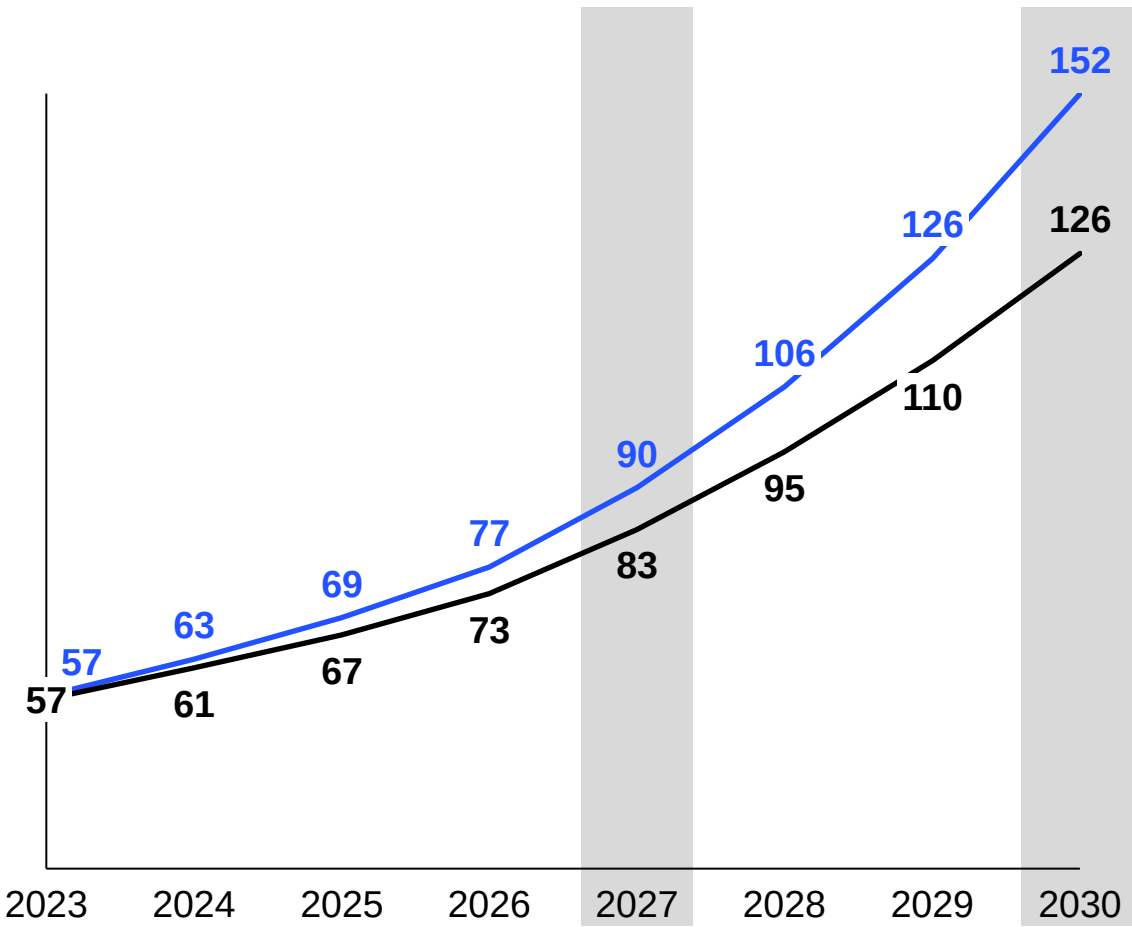
Willing to adopt climate-friendly behaviors	Energy	Limit heating or cooling your home	28	27	30	36	39	55	46	68	56	29	25	26
	Transport	Have a fuel-efficient or electric vehicle	50	52	51	45	45	78	60	74	65	57	45	48
		Limit driving	29	35	37	41	32	57	47	66	62	36	26	37
		Limit flying	39	53	46	64	56	64	62	66	59	43	37	37
	Food	Limit beef/meat consumption	36	38	44	45	38	62	44	62	48	36	31	24
Support on climate change policies	General	Green infrastructure program	50	56	54	42	57	78	71	80	82	68	49	48
		Carbon tax with cash transfers	33	41	34	28	29	47	44	71	80	53	34	35
	Energy	Subsidies to low-carbon technologies	57	65	65	64	56	79	73	68	75	71	62	69
		Mandatory and subsidized insulation of buildings	53	64	70	60	64	73	71	n/a	80	72	70	59
		Tax on fuels (45 USD/t-CO2)	34	40	38	31	31	38	39	64	58	42	36	35
	Transport	Ban on polluting cars in city centers	49	60	65	50	57	76	64	74	73	52	53	64
		Ban on combustion-engine cars	39	47	45	32	28	54	54	77	72	52	35	41
		Tax on flying (+20%)	33	44	46	53	46	41	44	64	61	42	35	47
	Food	Subsidies on organic and local vegetables	43	50	49	56	52	71	65	n/a	79	62	42	46
		Removal of subsidies for cattle farming	38	33	37	38	28	42	42	n/a	47	31	31	16
		A high tax on cattle products doubling beef prices	31	27	31	40	29	37	31	n/a	48	26	24	19

1. Willingness to adopt climate-friendly behaviours are answers to the question "To what extent would you be willing to adopt the following behaviours?" and Factors that would encourage behaviour adoption correspond to answers to the question "How important are the factors below in order for you to adopt a sustainable lifestyle (i.e. limit driving, flying, and consumption, cycle more, etc.)?" Both questions use a 5-point scale: "Not at all", "A little", "Moderately", "A lot", "A great deal". Depicted are the shares of respondents who answer "A lot" or "A great deal." Policy views are elicited on a 5-point scale "Strongly oppose," "Somewhat oppose," "Neither support nor oppose," "Somewhat support,"

2030年までに、グローバルなデータセンターの需要は 126-152 GWまで拡大する見込み

— 加速シナリオ
— ベースケース

グローバルデータセンターの需要予測、GW



>2.5倍

サーバ密度と液体冷却の向上、生成AIアプリケーションの迅速なROI検証により、サーバーの消費電力が増加

2.3倍

企業ワークロード、クラウド移行、AIモデルトレーニングの継続的な増加

CAGR

'23-2030

15%

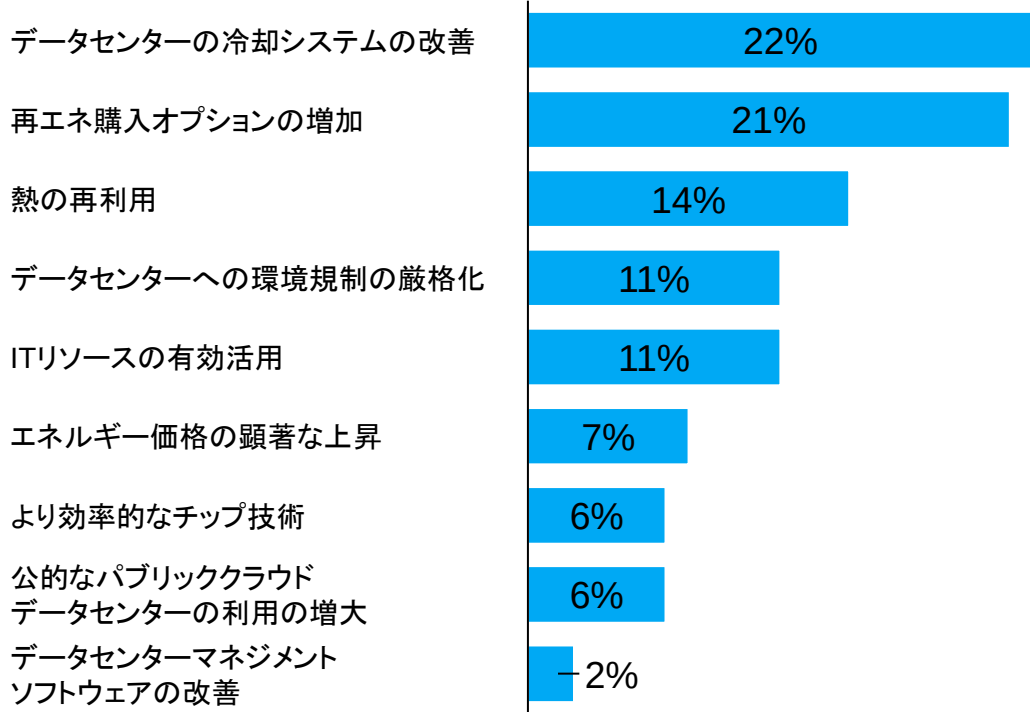
12%



DC オペレーターは、省エネ型の冷却技術と低PUE (電力使用率)が、環境の持続可能性に最も大きな影響を及ぼすと考えている

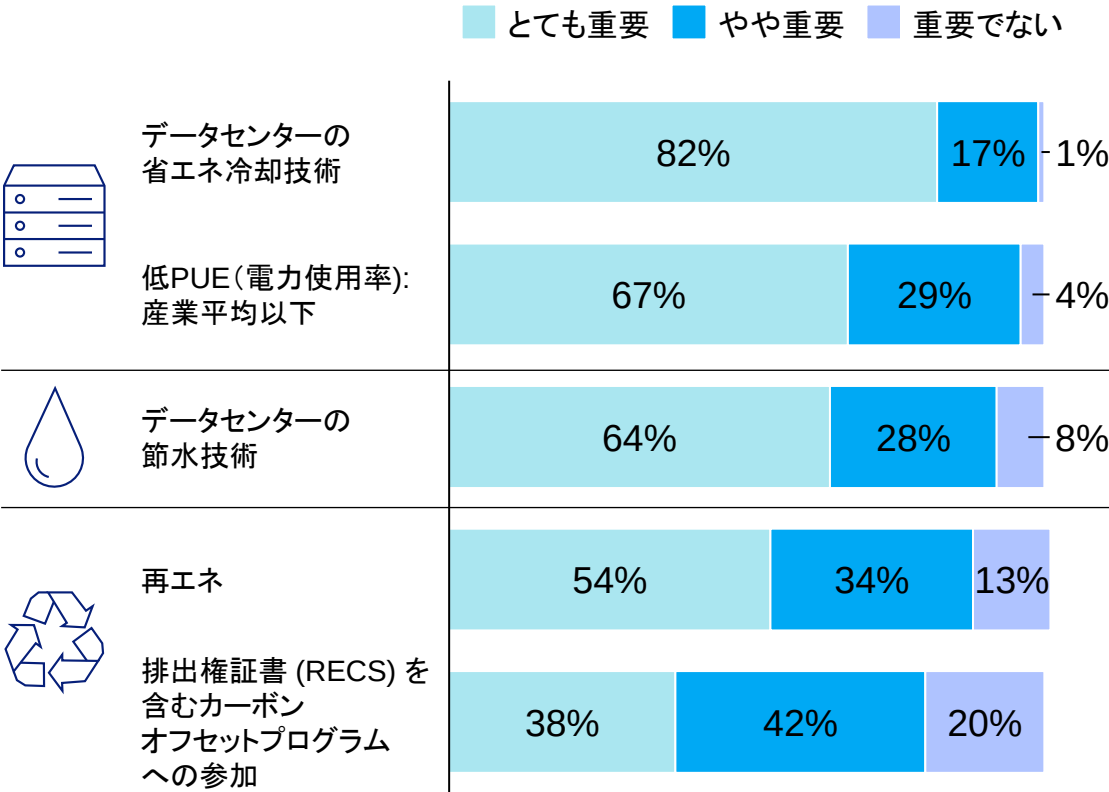
冷却システムの効率性向上と再エネがサステナビリティ課題のなかで最も注目されている

次の選択肢から、データセンター業界をより環境に持続可能なものにするために、今後3～5年で最も大きなインパクトを与えると思うものを1つ選んでください(n=207):



コロケーション顧客は、省エネ冷却と、低PUE (電力使用率)を重視

コロケーション (Colo) 顧客を考えると、以下の各項目への投資や提供がどの程度重要だと思いますか。(n=229)



ラックの電力密度の上昇が技術革新と冷却技術の向上を必要にしている

- 想定 (低)

— 想定 (高)

— AI/HPC²のワークロード
- ① コールド/ホットアイル ラック方式

② コールド/ホットアイル ラック方式 (コンテインメント付き)

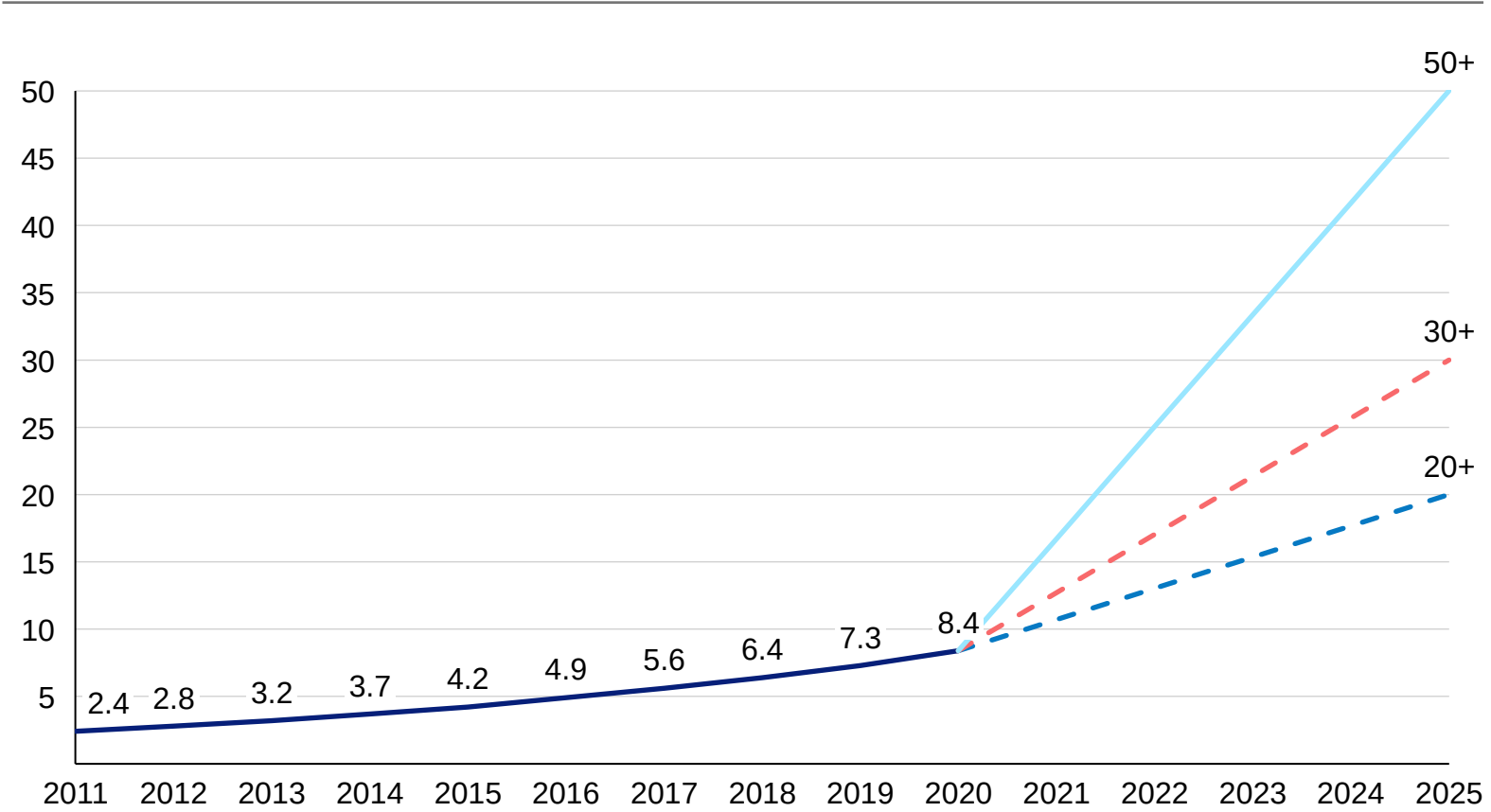
③ ラック列冷却

④ ラック内冷却/RDHX

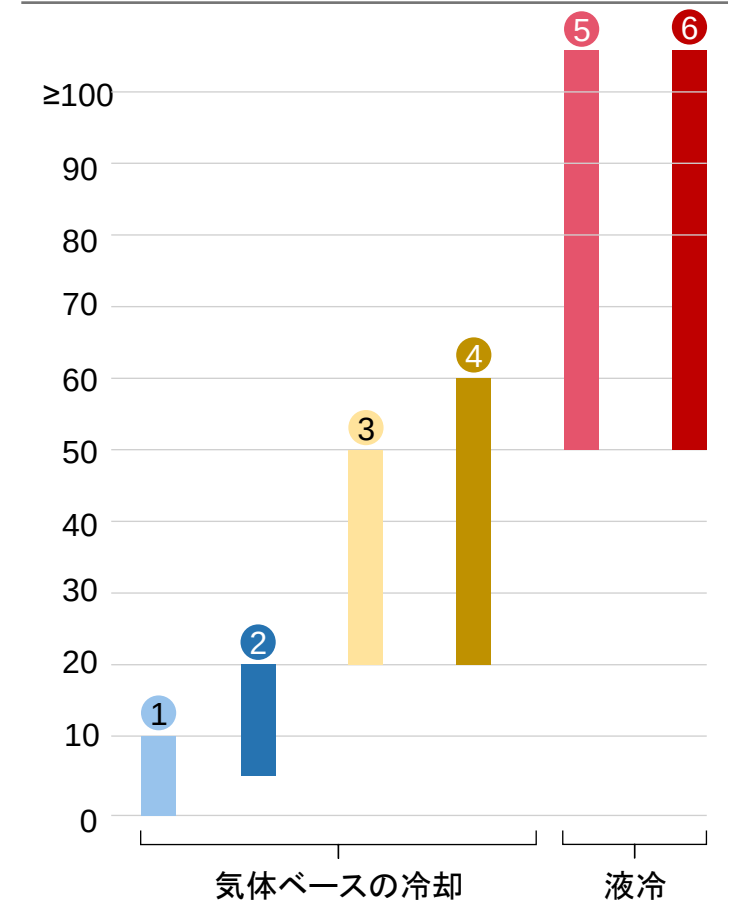
⑤ D2C¹/コールドプレート冷却

⑥ 浸漬冷却

世界の平均ラック電力密度、ラックあたりKW



電力密度別 (ラックあたりKW別)に適した冷却技術



1. Direct To Chip
2. High Performance Computing
出典: マッキンゼー分析