

スライド

第451回 定例研究報告会

IEEJ Outlook 2026

理想と現実の狭間で不確実性が深まるエネルギー転換の課題

2025年10月17日, 東京

日本エネルギー経済研究所

第451回 定例研究報告会 2025年10月17日

IEEJ Outlook 2026

—理想と現実の狭間で不確実性が深まるエネルギー転換の課題—

2050年までの世界エネルギー需給見通し

一般財団法人 日本エネルギー経済研究所

計量分析ユニット 主任研究員

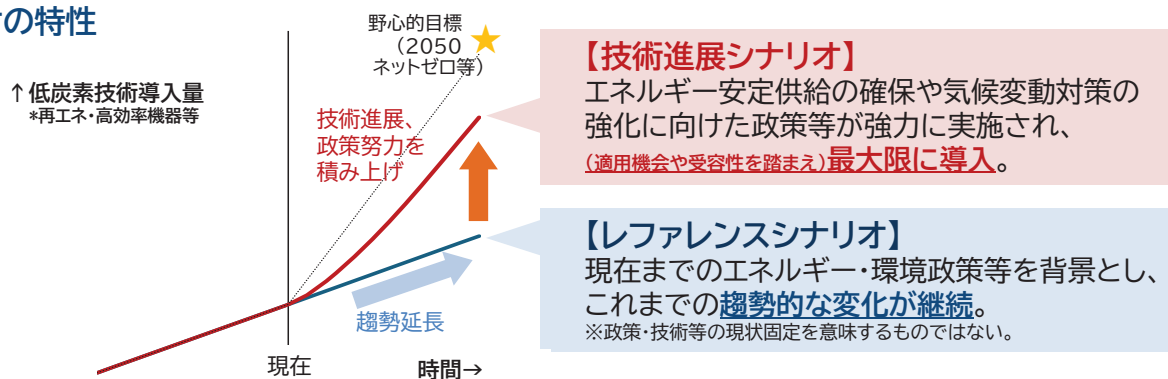
遠藤 聖也

- 2050年までの世界エネルギー需給見通し
- インド・ASEANの経済成長と世界全体のエネルギー需給への影響

エネルギー需給シナリオの設定

- 2050年まで、世界全体のエネルギー需給見通しを作成。
 - 最新のエネルギーや社会経済データを集積して、将来のエネルギー需要やCO₂排出量などに関する推計を実施。
 - 世界全域を44地域+国際バンカーに分け、それぞれの地域を個別に分析。
- 2つのシナリオを設け、異なる技術や政策の進展度合いを想定。
 - いずれも「●●であればどうなるか？」を推計する**フォアキャスト型**シナリオ。
 - **バックキャスト型**シナリオ(目標からの逆算)とは違い、削減目標などは必ずしも達成されるとは限らない。

シナリオの特性



電力消費増はデータセンターのみならず。両シナリオで大幅増

実績データの傾向

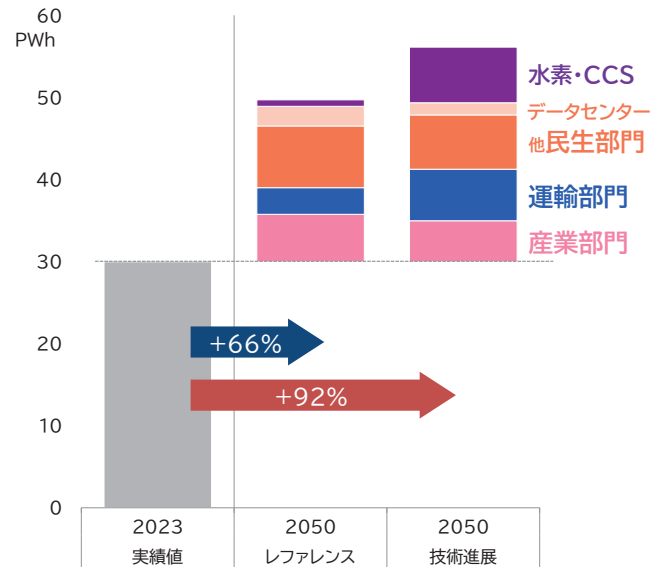
2024年の発電量実績は前年比+4.0%*。

- 過去10年の平均(2.6%/年)から大きく加速。

2050年までの見通し

- 両シナリオで発電量の大幅な増加が継続。
 - レファレンスでは2023年発電量の2/3に相当する増分。
 - 堅調な経済成長により、産業部門全般、民生での冷暖房などが消費を大きく押し上げる。
 - 電力需要増加への対応は共通の課題。
- (技術進展)電化や水素・CCSが需要を押し上げ。
 - レファレンスから増加・減少する部門があり、トータルで増。
 - 増加:運輸のEV増、水素・CCSによる需要増
 - 減少:民生(データセンター含む)、産業における省エネ進展

必要な発電量の増分(世界計)



*Energy Institute, Statistical Review of World Energy (2025)

**各部門における電力需要に、送配電に伴うロス分を追加して推計。

発電は太陽光・風力を中心に増加、ただし他電源の拡大も必要

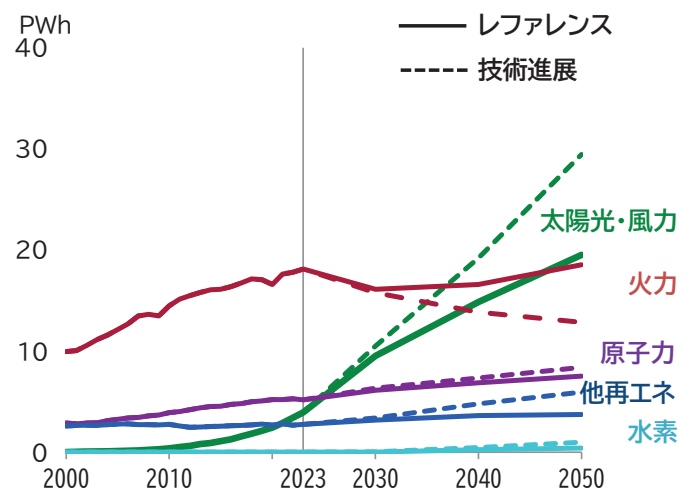
実績データの傾向

太陽光の発電量は2022年～2024年の間過去最高ペースの増加が継続*。
風力は増加しつつも、コスト高によりペース鈍化。

2050年までの見通し

- レファレンス:太陽光・風力の増加は継続。ただし2030年頃に減速。
 - 導入拡大には制約や阻害要因が存在。
 - 適地の限界、農地等との競合(日本・インドなど)
 - 環境政策の転換(米国など)
 - シェア増大に伴う統合コストの増加(世界共通)
 - 技術進展ではこの克服を見込み、増加ペースが継続。
- 増え続ける電力需要を満たすために、火力・原子力・他再エネへの投資も必要になる。

電源別発電量(世界計)



*Energy Institute, Statistical Review of World Energy (2025)

新興・途上国の非電力需要が、排出削減に向けた大きな課題

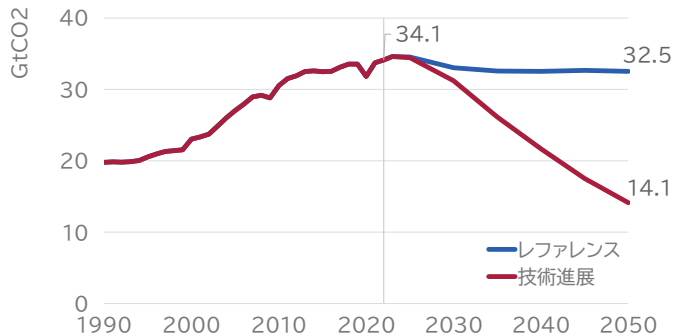
■ レファレンス: CO₂排出量は現在と同程度の水準が継続。

- 先進国では2023年比約半減。これと新興・途上国・国際バンカーにおける増加がほぼ相殺。

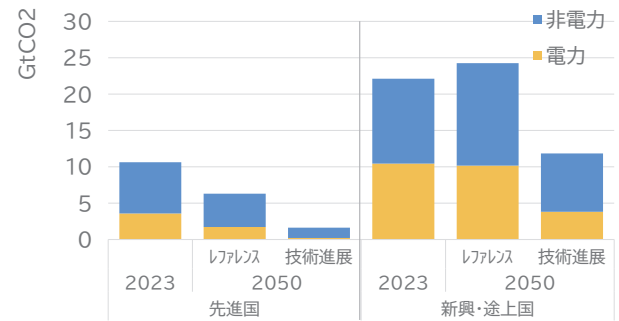
■ 技術進展: おもに2030年から排出対策が加速し、2050年に59.3%削減(2023年比)。

- 新興・途上国における非電力需要がネットゼロへの最大の課題であり、残存排出の大半を占める。
- まずは電力の低炭素化を優先し、非電力需要についてはエネルギー効率改善など優先順位を持った対策が有効。

CO₂排出量*(世界計)



CO₂排出量(地域別・部門別)



*エネルギー起源排出から、CDR(BECCS/DACCS)による排出相殺分を控除した数値。

非電力需要: 産業・運輸では一定の化石燃料需要が残存

■ CO₂排出削減には電化が有効。

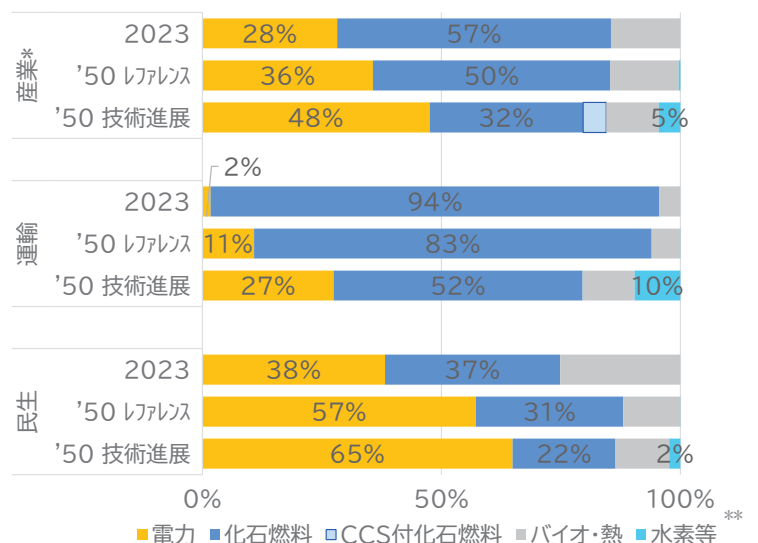
ただしその難度は部門で大きく異なる。

- 産業・運輸では2050年の需要の過半が化石燃料(レファレンス)。
産業: 高温熱、運輸: 長距離輸送などが電化困難。
- 民生は比較的電化が容易。

■ 水素等**の活用は、電化困難な分野で有望。

- 産業の製鉄還元プロセス、運輸の貨物輸送など。
- 現状は実証段階の技術が多く、また高コストが課題。

需要部門別最終エネルギー構成(世界計)



*「産業」には高炉における転換で消費されるエネルギーを含む。 **「水素等」にはアンモニア・合成燃料を含む。

化石燃料需要はシナリオによって大きな幅が生じる

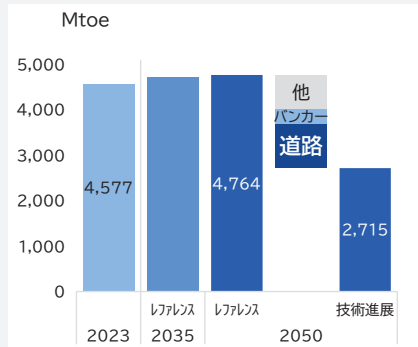
■ 世界の化石燃料消費は、シナリオ間で大きな差が生じる。

- 差の主因は発電における再エネ他電源の導入進捗、運輸・産業部門における電化の進展度合いにある。
- **技術進展**でも化石燃料は一次エネルギー消費の過半を占める。エネルギー転換の中でも、燃料安定供給は引き続き重要に。

一次エネルギー消費(世界計)

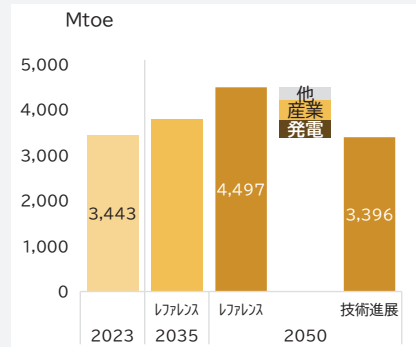
石油

- レファレンスでは堅調に増、**技術進展**との差は化石燃料中で最大。
- 不確実性の大半は道路(EVの普及拡大度合い)に起因。



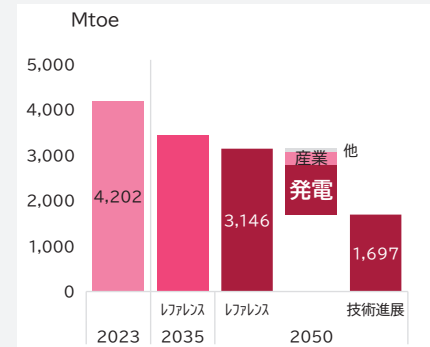
天然ガス

- レファレンス・**技術進展**の幅は比較的小さく、堅調な需要が見込まれる。**技術進展**でも2050年の消費量は足元と同規模。



石炭

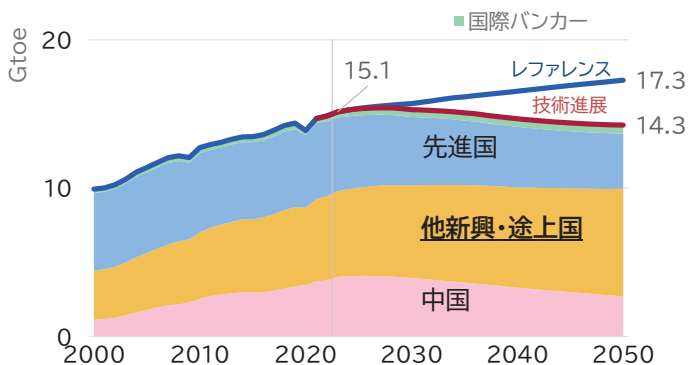
- 発電向け需要の先行きに大きな不確実性。**レファレンス**では新興・途上国の電力需要が大きく下支え、**技術進展**は再エネ代替が進む。



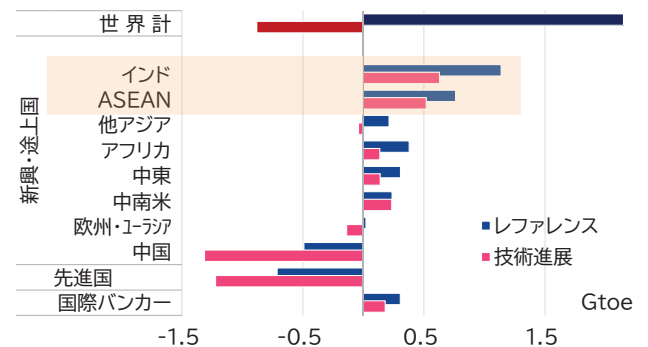
インド・ASEANが一次エネルギー消費増加の中心に

- **レファレンス**:一次エネルギー消費は堅調に増加が継続し、2050年には14%増。(2023年比)
- **技術進展**:一次エネルギー消費は2030年前後でピークを迎える。
 - 先進国に加え中国でも2030年頃にピークを迎える。(消費効率・発電効率改善が寄与)
 - 他の新興・途上国、中でもインド・ASEANでは両シナリオで大きく増加する傾向。

一次エネルギー消費



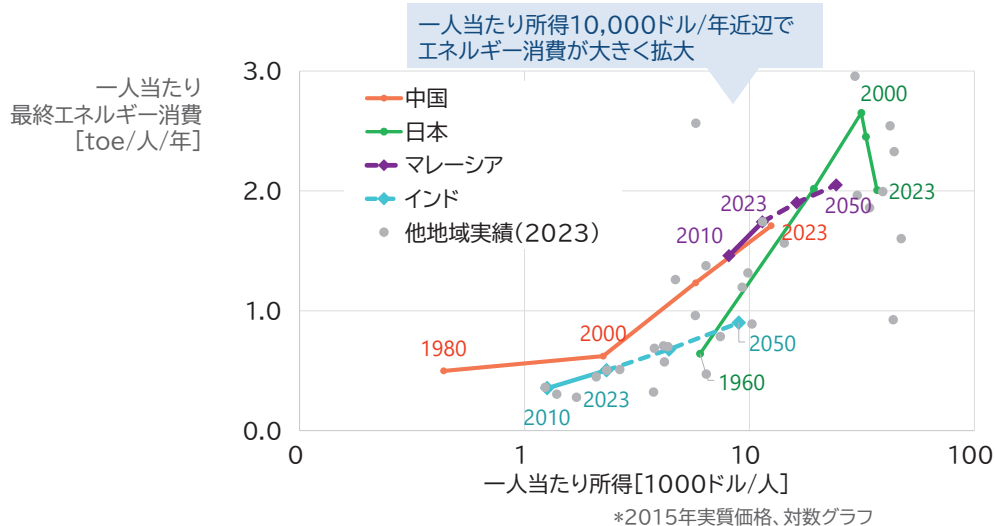
地域別増減(2023-2050)



経済成長によりASEAN・インドがエネルギー消費大国となる

- かつて日本、中国では経済成長に伴いエネルギー消費が急増。ASEAN・インドがその後を追う。
 - マレーシアの平均所得は現在の中国と同等。今後も堅調な成長と需要増加が継続。
 - インドは2050年にかけて平均所得10,000ドルに迫り、一人当たりエネルギー消費が現在から倍増する。

一人当たり所得と最終エネルギー消費 (レファレンスシナリオ)



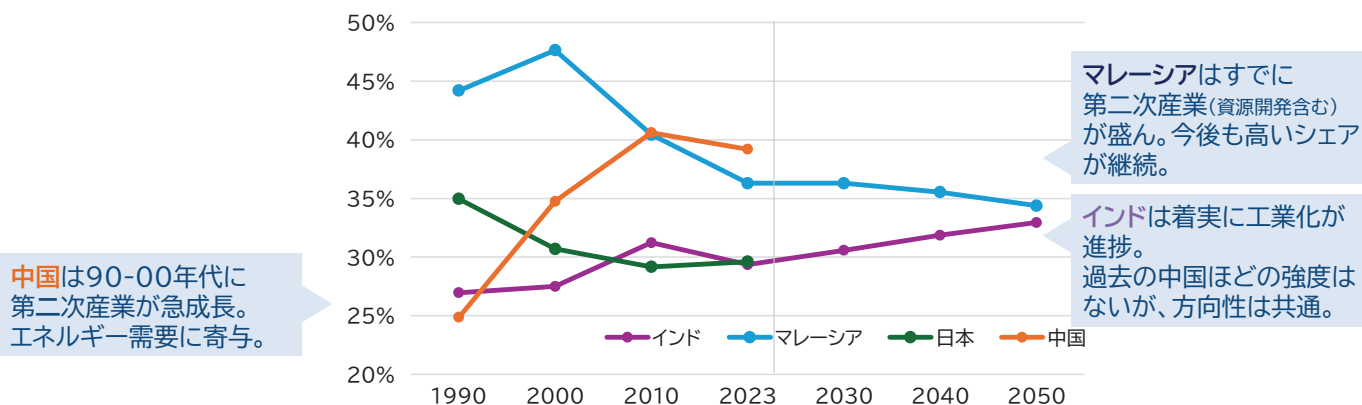
出所)実績はIEA(2025), 世界銀行(2025), 弊所(2025)。見通しは本アウトLOOKに基づく。

10

工業化:マレーシアは第二次産業割合を維持、インドでは着実に進捗

- 第二次産業はエネルギーを特に多く消費し、エネルギー需要拡大に直結する。
- マレーシアでは今後も第二次産業が高いシェアを占め、インドでは工業化が着実に進捗。

第二次産業がGDP全体に占めるシェア



出所)実績は世界銀行(2025)。見通しは本アウトLOOKに基づく。

11

“3C”の利用拡大が進み、各部門のエネルギー消費を強力に喚起

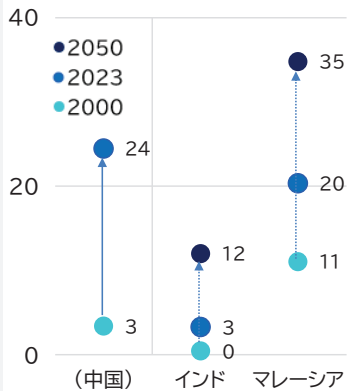
- 国民の所得水準向上は冷房・乗用車の保有台数増や、粗鋼などの素材需要拡大を喚起。
 - (例)1960年代の日本における「3C」の浸透、2000年代の中国における経済成長。
- 民生、運輸部門のような個人での機器保有については、過去の中国に類似した拡大が見込まれる。



民生部門: 冷房(Cooler)



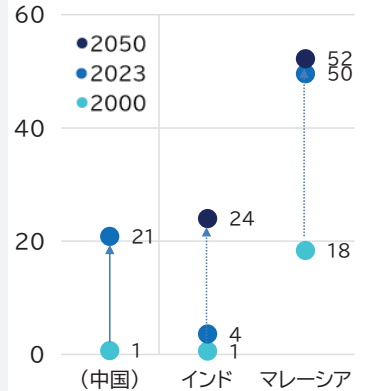
100人当たり保有台数(家庭用)



運輸部門: 乗用車(Car)



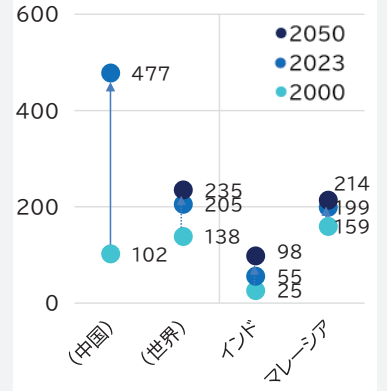
100人当たり保有台数



産業部門: 粗鋼(Crude Steel)



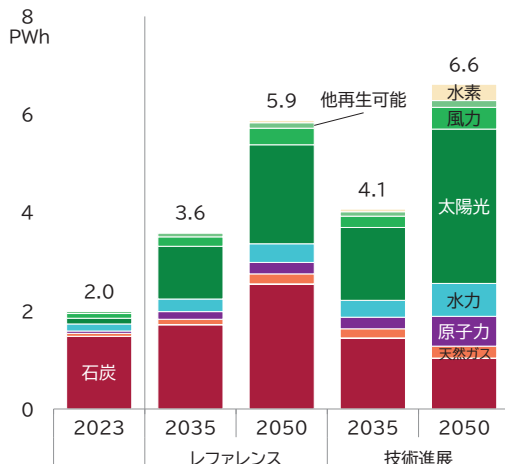
人口あたり生産量(kg/人/年)



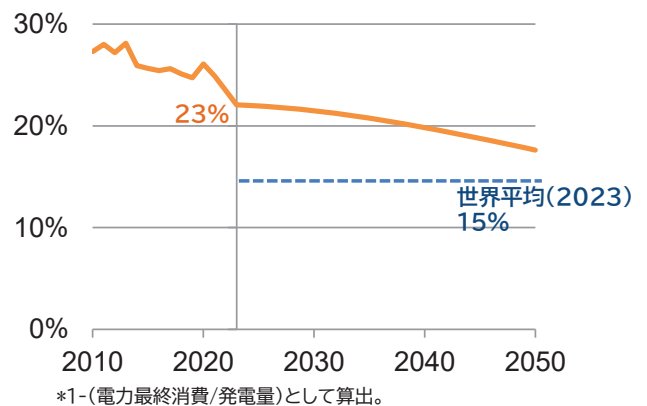
エネルギー需給における課題① 発電量の急激な増加(インド)

- 民生・産業部門の急激な電力需要増を受け、今後27年で必要な発電量は2023年の3倍以上に。
 - 太陽光の大幅な増加が見込まれる。ただし農地との競合が大きな課題。
 - 脱炭素に向けては、原子力・水力を交えた総力戦が必要。現在の大半を占める石炭火力の効率改善やCCUSも重要。
- 送配電損失率は改善しつつあるが、2050年でも世界平均(2023年)に比べて高止まり。
 - 設備の効率化、社会問題である盗電への対処は電力安定供給に向けた課題。

発電量構成(インド)



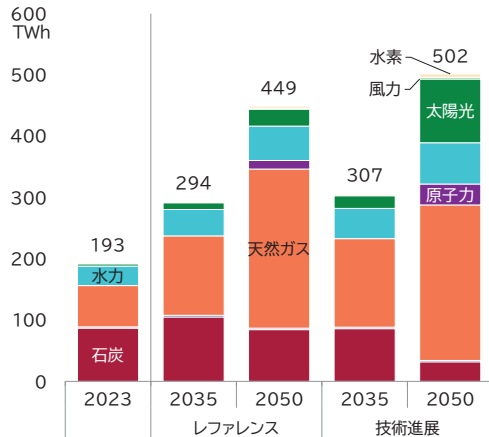
送配電損失率(レファレンス)



エネルギー需給における課題① 発電量の急激な増加(マレーシア)

- (レファレンス)発電量は2035年までに2023年の1.6倍、2050年には約2.5倍に増加。
 - 家庭でエアコン等の普及が拡大。またデータセンターはASEAN内でも急成長市場となりつつあり、需要拡大を牽引。
- 天然ガス火力が中心を占める。
 - 天然ガスは自給可能な発電燃料として両シナリオで大幅に増加。
 - 再エネシェアはボルネオ島に集中。大量導入に向けては、人口の中心であるマレー半島との連系強化が課題。

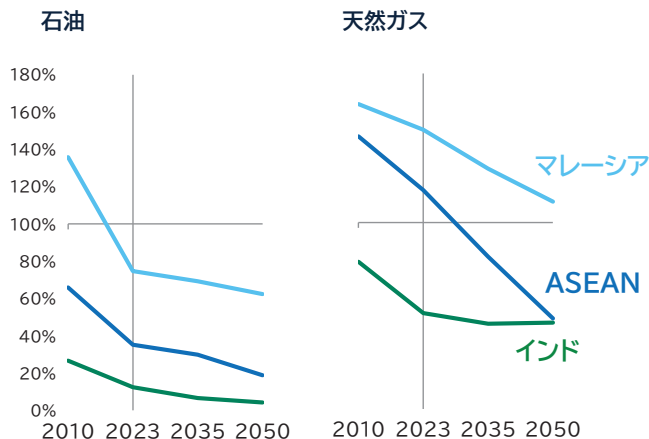
発電量構成(マレーシア)



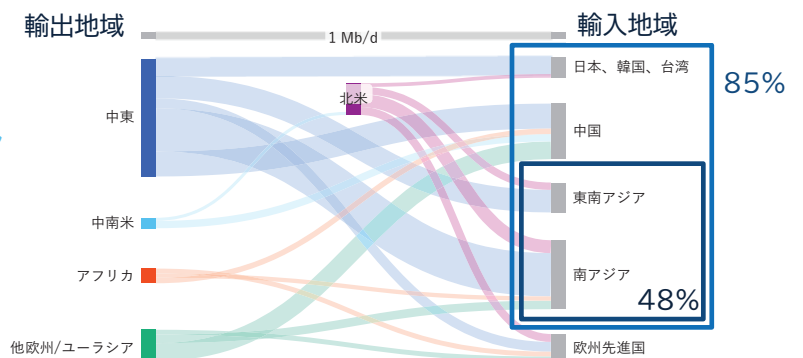
エネルギー需給における課題② 化石燃料輸入依存度の上昇と、国際エネルギー市場における影響力増大

- インド、マレーシア(ひいてはASEAN全体)の需要増加により、石油や天然ガスの自給率が低下。
 - 石油はすでに両地域で輸入超過、天然ガスはASEAN全体で2035年までに輸入超過になる見通し。
- 結果として、世界のエネルギー貿易におけるアジアの存在感は大きく増す。
 - レファレンス：原油の地域間貿易の85%はアジア地域に、うち半分以上は南・東南アジア地域に向かう(2050年)。

化石燃料自給率(レファレンス)



原油貿易フロー (2050年・レファレンス)

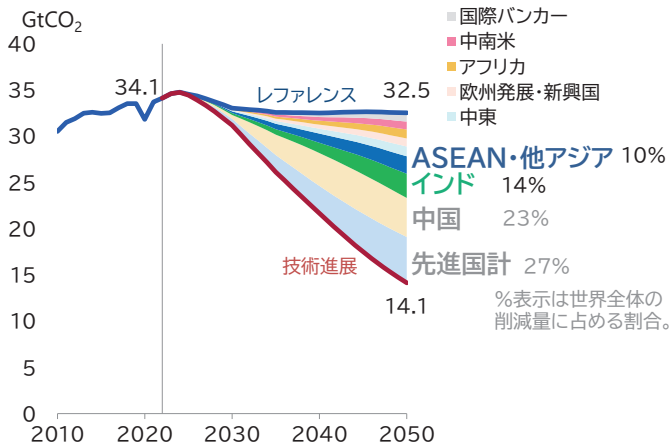


エネルギー需給における課題③ CO₂排出削減に向けた投資

- インド・ASEAN・他アジアの新興途上国を合わせた排出削減ポテンシャル(レファレンス-技術進展)は、先進国計や中国に近い規模。
- ただし、その実現には多額のエネルギー投資を要する。
 - 削減に必要な追加投資は、この3地域だけでCOP29で合意された目標額の80%に匹敵。民間投資の喚起が必要。

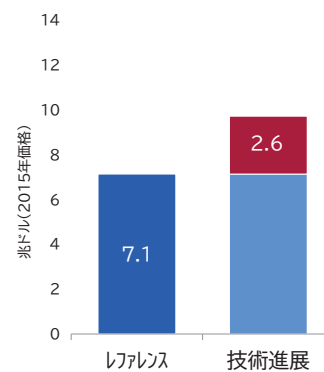
*年3,000億ドル。(途上国全体への資金)
緩和だけでなく適応も含む。

エネルギー起源CO₂排出量

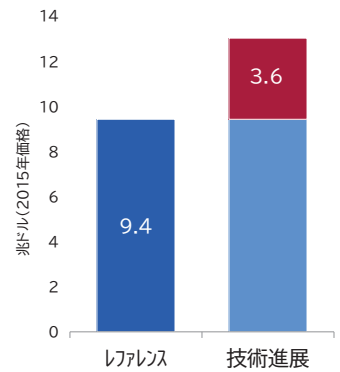


エネルギー関連投資(2024-2050年累積)

インド



ASEAN・他アジア新興途上国



まとめ

- ✓ 電力需要は2050年にかけて著しく増加。データセンター需要の拡大に加え、経済成長や各需要部門の電化が背景にある。
さらに技術進展では水素・CCSに伴う消費が加わり発電量が92%増。(2023年比)
- ✓ 化石燃料需要、中でも石油需要はシナリオ間で大きな差が生じる。
エネルギー転換を進める中でも、化石燃料の安定供給は引き続き重要な課題。
- ✓ インド・ASEANは両シナリオで今後のエネルギー需要増加の中心となる。
 - ① 著しく増える電力需要への対応、② 化石燃料自給率の低下、③ CO₂排出削減に向けた投資の確保 が大きな課題となる。

IEEJ Outlook 2026

-統合コストを考慮した変動性再生エネルギーの可能性-

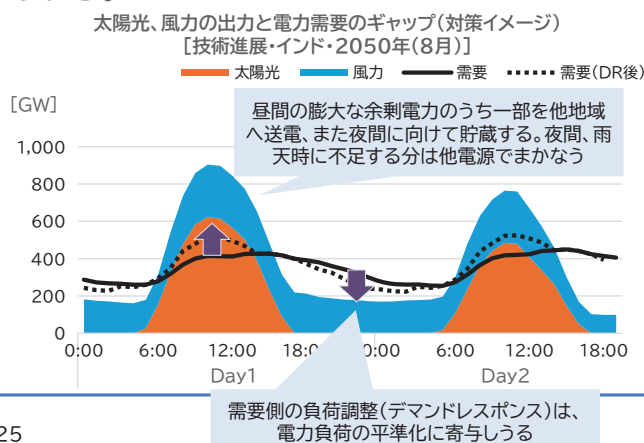
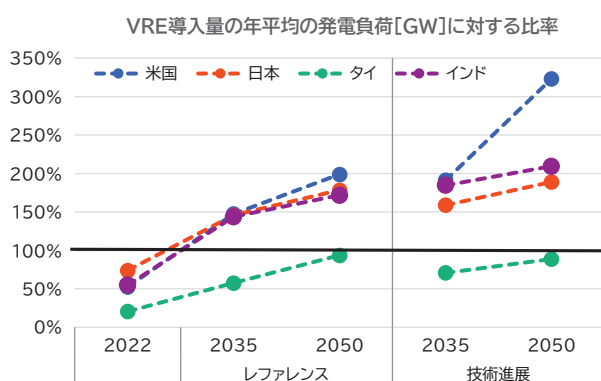
一般財団法人 日本エネルギー経済研究所

計量分析ユニット 計量・統計分析グループ

永富 悠（共同分析者：尾羽 秀晃、遠藤 聖也）

VREの増加と電力需給バランスの変化

- IEEJ Outlook 2026ではレファレンスシナリオにおいて足元から2050年にかけて変動性再生可能エネルギー(VRE)による発電量は約5倍、技術進展シナリオは約7倍になると見込んでいる。
- 脱炭素化に向けたVREの増加に伴い、将来の電力の需給バランスは大きく変化していく。例えば、現在でも一部の国や地域で見られるように、太陽光発電が普及した場合は昼と夜で電力の需給バランスが大きく変化することになる。
- VREの発電量の正確な予測に加えて、発電設備の柔軟な運用、蓄電池の導入やシステムの整備などVREの変動に対応した電力システムの構築が求められる。

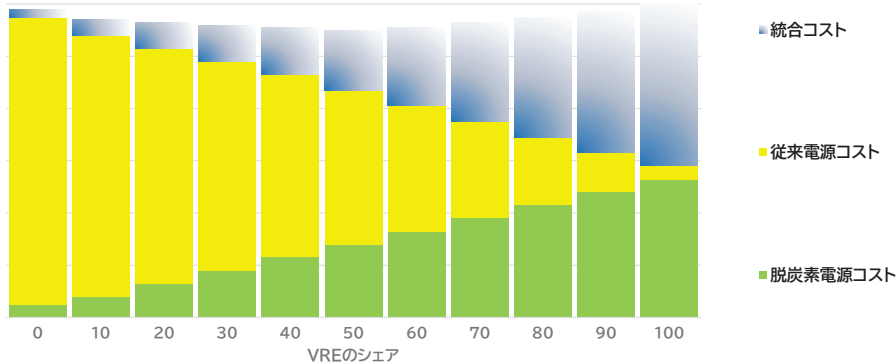


出所:IEEJ Outlook 2025

VREの導入量と統合コストの変化

- ある電源をエネルギーシステムに組み込んでいく際に、電源単体の費用に加えて、システムへ統合する費用が必要になる。これを統合コスト(統合費用)と呼ぶ。
- 代表的な費用として、電力システムの増強のための費用や蓄電設備の費用等がある。VRE大量導入時には統合コストの増加も考慮したうえで、VREのシェアの増加に対する統合コストを含めたエネルギーシステム全体のコストのバランスを検討することが重要である。

VREの導入量の拡大とシステムコストの推移イメージ



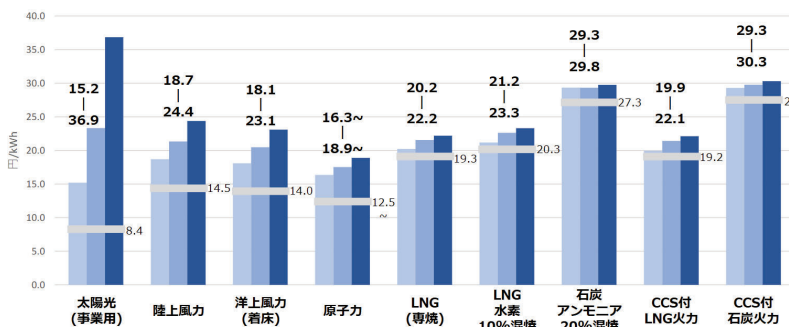
出所:松尾 (2021)、発電コスト検証WG(2025)より作成

20

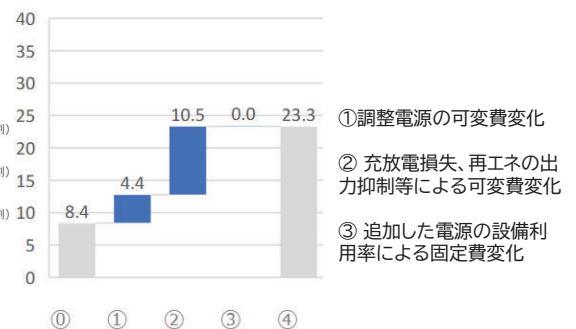
統合コストに関する分析例:発電コスト検証WG (2025)

- LCOE(発電コスト)と統合コストの一部を考慮した発電コスト(LCOE*)との差分を要因分解し、充放電損失や出力抑制の影響が大きいことを示している。
- VREの増加によって出力制御や充放電損失が増え、調整電源の設備利用率の低下を招くため原子力や火力に比べてLCOE*の上昇幅が顕著となっている。

発電コストと統合コストの一部を考慮した発電コストの比較



事業用太陽光発電のコストの内訳



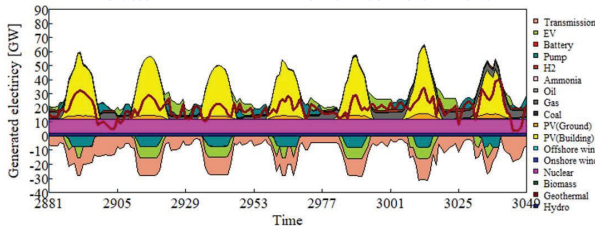
出所:発電コスト検証ワーキンググループ (2025) より引用

21

IEEJ技術選択モデル(IEEJ-NEモデル)と分析の概要

- IEEJ-NEモデルを用いてASEANにおいてVREの導入量を変化させたときのASEAN全体のエネルギーシステムのコストが最小となる技術の組み合わせと、それにかかる総コストを分析する。
- 各国が発表しているNDCに沿ってGHG削減を目指す条件下で、**ASEAN各国を対象に2060年までのVREの導入量と統合コストに関する分析**を行う。
- IEEJ-NEの分析モデルの概要
 - ✓ 年間の電力、水素需給をある時間刻みで評価し、発電、蓄電設備の必要量を算出
 - ✓ 電力需給についてはシステムの整備、エネルギー貯蔵などを考慮している

需給シミュレーション例(1時間単位の例)

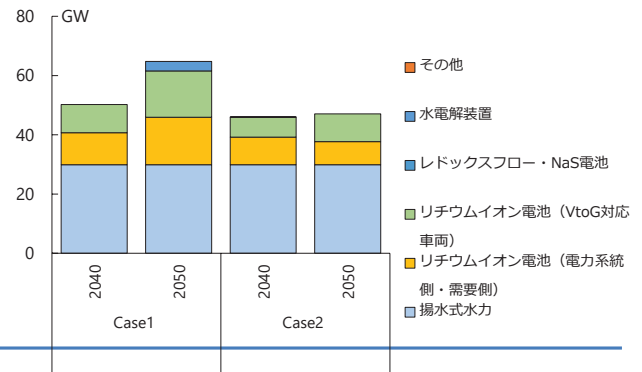


技術の例

エネルギー貯蔵
揚水式水力、Li-ion電池(電力系統側、需要側)、NaS電池、レドックスフロー電池、水素貯蔵

(ディマンドレスポンズ)
電気自動車の充電、乗用電気自動車のVtoG、ヒートポンプ給湯機による電力需要シフト

必要な蓄電設備容量 ※エリア別に算定可能

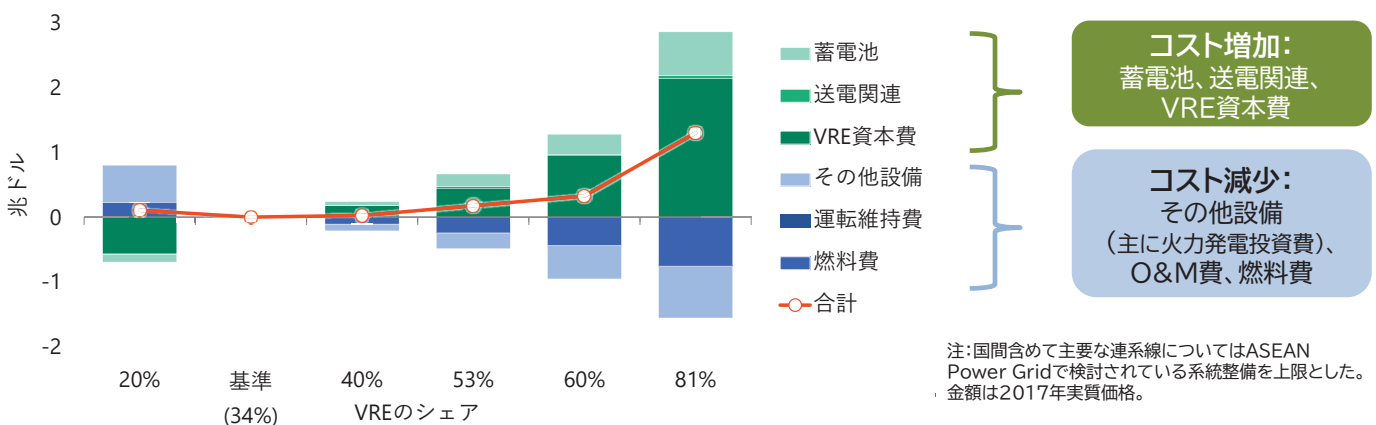


22

VREの導入量とシステムコストの変化

- ASEANについて2060年断面でコスト最小となるVREシェアは約3割程度。これを基準とする。
- 基準からVREを増加させると従来型発電などの設備費用や燃料費が減少する。他方でVREの導入コストが増加し、統合コストとして蓄電池等の対策費用が追加的に増加する。
- VREシェアが81%の場合は、基準に対して2030-2060年の累積で約1.3兆ドル程度のコスト増になる。

ASEAN全体での2030-2060年の累積システムコストの変化
(基準からの変化)

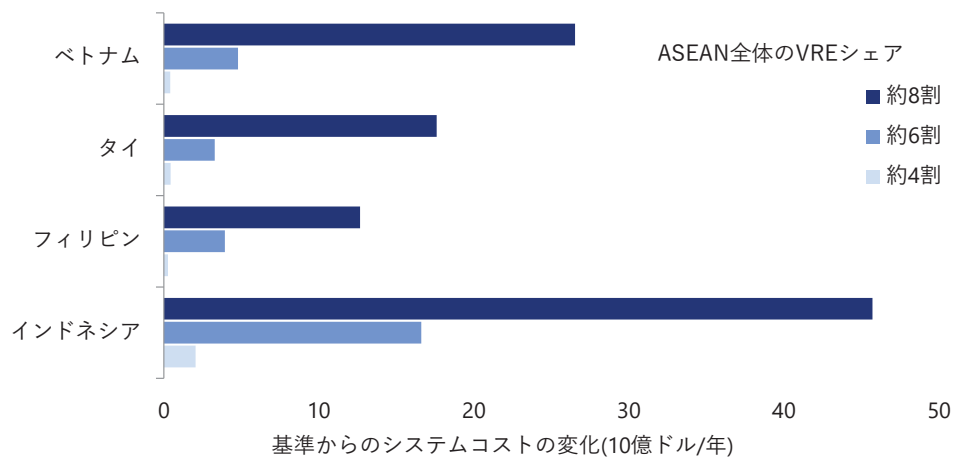


23

VREの導入量と国別のシステムコストの変化

- VRE導入量を拡大した時のコストの変化は国によって幅がある。
- 人口、経済規模が大きいインドネシア、ベトナム、タイにおいてVREの資本費も含めてコスト増加が大きい。

2060年断面でのVRE導入に伴う国別のシステムコストの変化
(基準からの変化)



24

まとめ

- 脱炭素に向けた変動性再生可能エネルギー(VRE)の増加に伴い、将来の電力の需給バランスは大きく変化していく。
- 脱炭素時代のコスト評価として統合コストに着目した評価が注目されており、多様な分析、研究事例が報告されている。
- 本報告ではASEANを対象に2060年までのVREの導入量と統合コストに関する分析を行った。
- 基準としたVRE導入量からこれを増加させる際は従来型発電等の設備費用や燃料費が減少するが、VRE単体の導入コストと統合コストが増加し、トータルでコスト増となる。
- VRE導入量を大きく拡大していく際には国ごとに要する費用、VREの追加余地は差異があり、国情を踏まえた多様な道筋による脱炭素化が重要である。

25

参考資料：統合コストに含まれる項目とその主な分類

概要	項目名	詳細項目名	説明	各分析での考慮
予測誤差への対応費用	balancing costs		短期の予測誤差や短時間での出力変動によって必要となるディスパッチ可能な発電所の当日内での調整運転にかかるコスト(数秒～数分単位で対応可能な予備力を提供)	
系統整備の費用	grid-related costs		発電設備と電力需要の空間的乖離に伴う費用。送電線の整備費用と、VREによる送電線の混雑管理にかかる運用コスト(例：発電所の再ディスパッチ)	本分析
需給のミスマッチに対応する費用	profile costs/utilization costs	適合コスト/バックアップコスト	VREの容量価値が低いことにより発生する、特にピーク需要時に必要なバックアップ容量(従来型発電所、調整可能な再生可能エネルギー、貯蔵)の確保にかかるコスト	本分析、発電コスト検証WG
		出力抑制コスト	VREの発電量が需要を上回った際に、出力抑制を行うことで上昇する発電量あたりのコスト	本分析、発電コスト検証WG
		設備利用率低下に係るコスト増加分	VREの導入により、ベースロードおよびミドルロードの火力発電所などディスパッチ可能な発電所において稼働時間・設備利用率が減少することによって上昇する発電量あたりのコスト	発電コスト検証WG
		起動・停止回数増加に係るコスト増加分	火力発電所などディスパッチ可能な発電所において事前に計画された運転パターンからの出力変化や起動・停止回数の増加により発生する追加コスト	発電コスト検証WG

出所： Ueckerdt et al. (2013)、松尾 (2021)などを参照し作成

IEEJ Outlook 2026

現実を踏まえた気候変動の目標と適応の重要性
～2℃目標達成の道標としての技術進展シナリオ～

一般財団法人 日本エネルギー経済研究所

環境ユニット

森本壮一、田上貴彦、坂本敏幸

1.5℃目標に関連する最近の動向(先進国)

パリ協定(2015年)では世界の気温上昇抑制の目標を、2℃を十分下回ること及び1.5℃を下回る「努力を追求」することと規定。

その後、主要国の相次ぐネットゼロ宣言(2020年頃)などによって、1.5℃目標とそれに整合する温室効果ガス(GHG)排出ネットゼロ化の追求が世界の潮流に。

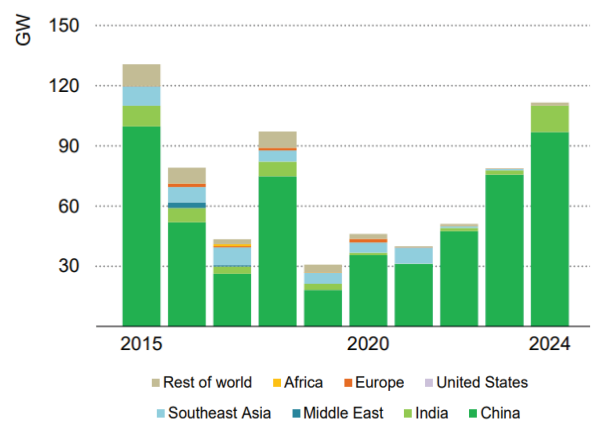
しかし、現実には世界のGHG排出量は増加を続けており、1.5℃目標達成の見通しは厳しさを増している。この状況下、1.5℃目標実現の難しさを示すような新たな実態が世界で顕在化。先進国・産業界では、

- 米国は、パリ協定から離脱するとともに、国内においてもインフレ抑制法(IRA)における税額控除の早期停止、温室効果ガスの危険認定の取消、自動車や火力発電所の排出規制の撤廃などを進める。
- 日本を除くG7各国及びEUは、現状の排出量が、足元から2050年ネットゼロに向けた排出パスを上回っている。また、カナダの新たな2035年NDC目標は、足元から2050年ネットゼロへの排出パスを上回るものである。
- 英国保守党党首ケミ・バデノッチ議員の発言(2025年3月)：「2050年までにネットゼロは不可能です。私は喜んでそう言っているわけではありません。私は、子供たちのために、より良い未来とより良い環境を望んでいます。しかし、現実を見据えなければなりません。」(保守党はCOP26を英国がホストしたときの政権与党であった)
- NZBA (Net-Zero Banking Alliance)は、昨年末の米国主要6行の脱退、その後の邦銀の脱退等を受け、これまで financed emissionsの1.5℃目標整合を求める立場から、本年4月には2℃目標も許容することに方針変更。

1.5℃目標に関連する最近の動向(新興国)

- 中国では、2024年だけで100GWの新たな石炭火力発電所建設の最終投資決定(FID)が行われた。これは過去10年で最大規模。比較すると、
 - 過去5年間の石炭火力のスクラップは平均で年間4.7GWにとどまる
 - 2024年に太陽光341GWと風力80GWが新設されたが、その発電量は、100GWの新設石炭火力が稼働率50%で同等
 このように、年間100GWの新たな石炭火力が、中国のCO₂排出量に及ぼす影響は計り知れない。
- インドでも、同様に2024年に15GWの新規石炭火力発電所のFIDが行われ、やはり過去10年で最大規模。世界最大の石炭会社である、Coal Indiaは、本年6月に休止石炭鉱山32ヶ所の再開、5ヶ所の新規石炭鉱山の開発を発表。
- 足元の現実には、GHG排出ネットゼロにとって厳しい状況にある。

地域別の新設石炭火力発電の最終投資決定(FID)

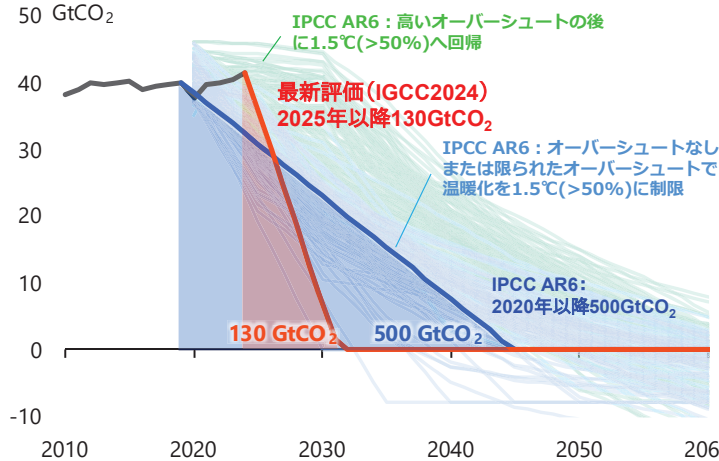


(出所) IEA, World Energy Investment 2025

1.5℃目標は事実上不可能に

- IPCC AR6評価時点と比べ、1.5℃(50%確率)に向けた残余カーボンバジェット*¹は急速に減少。
*¹: 目標実現のために世界全体で許容される今後のCO₂排出総量
- 最新の評価値は2025年以降130GtCO₂*²と足元排出の4年分に満たず、直線的に排出を下げる単純な計算では2032年にネットゼロが必要。この評価値が正しいとすれば、1.5℃は既に事実上達成不可能。
→ 2℃目標を前提とする必要。必ずしも後退ではなくパリ協定のそもそもの目標に立ち戻ることに。

1.5℃目標と整合的な二酸化炭素排出パス



*²: Indicators of Global Climate Change (IGCC) 2024による。AR6時点の500GtCO₂との差異は、2020～2024年の排出で200GtCO₂減少、冷却効果を持つエアロゾルの減少に伴う温暖化の上方修正で100GtCO₂強減少、ここ数年の高温観測による温暖化推定値の上昇により約40GtCO₂減少などが理由。

30

技術進展シナリオと2℃目標の比較：前提条件

- IEEJ Outlook 2026の技術進展シナリオの2050年までのエネルギー起源CO₂排出パスを基にして、ネットゼロ達成年までの人為起源CO₂排出パス（非エネルギー起源を含む）を推計した。

項目		想定方法
エネルギー起源CO ₂	2050年以前	IEEJ Outlook 2026 技術進展シナリオ
	2051年以降	2050年の削減量(-0.61GtCO ₂ /yr)が継続すると想定し推計 ただし、ネットゼロ達成後は横ばいと想定
非エネルギー起源CO ₂ (土地利用変化、セメント排出、セメント吸収、フレアリング、その他)		IPCC AR6 WG3の例示的緩和経路(IMP)のうち、2020年提出のNDCsに基づく気候政策に沿うModAct (Moderate Action)を参照 (IMPは様々な緩和強度のパスが想定されているが、エネルギー起源以外のCO ₂ 排出量は若干保守的に想定)

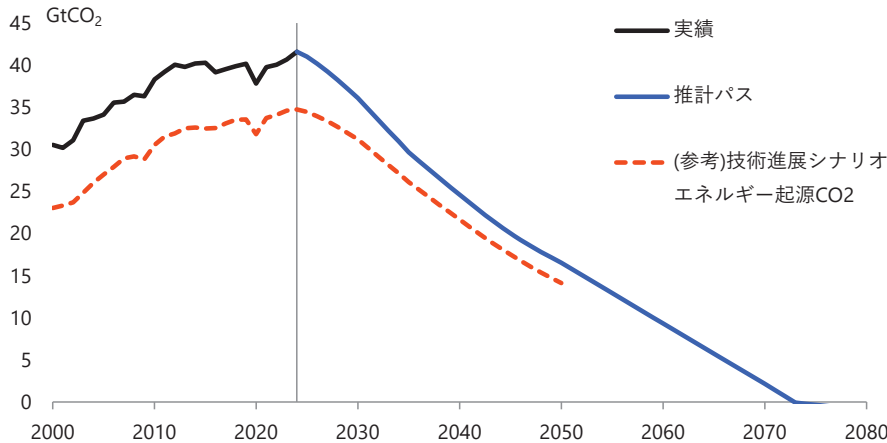
- カーボンバジェット比較対象
 - IPCC第6次評価報告書 統合報告書 (IPCC AR6 SYR)
 - Global Carbon Budget 2024 (GCB 2024) : 国際研究プロジェクト、毎年更新
 - Indicators of Global Climate Change 2024 (IGCC 2024) : 同上

31

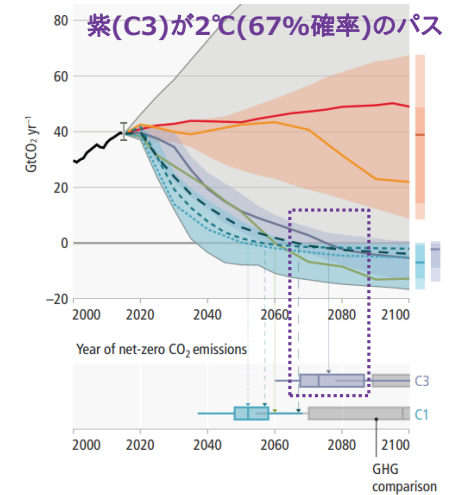
技術進展シナリオと2℃目標の比較：CO₂排出パス

- 推計したCO₂排出パスは、2073年にネットゼロを達成。IPCC AR6 第3作業部会(WG3)報告書では、2℃(67%確率)のCO₂排出パス(C3)は2070~2080年頃にネットゼロであり、これと整合的だが、厳密には残余カーボンバジェットと比較する必要がある。

技術進展シナリオに基づき推計したCO₂排出パス



IPCC AR6 WG3におけるCO₂排出パス



備考：（左図）推計パスは総CO₂。技術進展シナリオはエネルギー起源CO₂。（右図）IPCC AR6 WG3 SPM p.26

技術進展シナリオと2℃目標の比較：カーボンバジェット

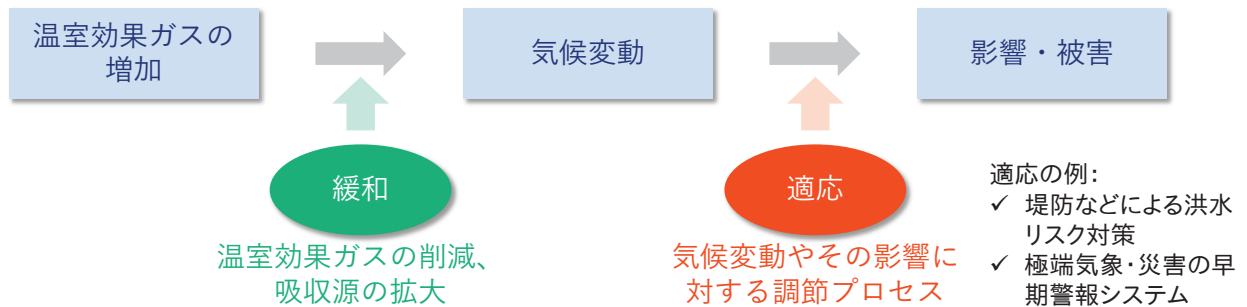
- 推計したCO₂排出パスにおける2025年以降からネットゼロ達成までの累積排出量は906GtCO₂となり、最新の残余カーボンバジェットと比較しても世界の気温上昇を2℃(50%確率)に抑制することは達成可能な水準。
- ただし、IGCC 2024による2℃(67%確率)の残余カーボンバジェットと比べるとやや超過。
→なるべく高い確率で2℃目標を満たすには、技術進展シナリオを上回る削減可能性を模索・追求することは引き続き重要。

シナリオ		2025年以降の累積CO ₂ (GtCO ₂)
推計パス（ネットゼロ達成までの累積）		906
2℃（50%確率）	IPCC AR6 SYR(起点調整済)	1,150
	GCB2024	1,110
	IGCC2024	1,050
2℃（67%確率）	IPCC AR6 SYR(起点調整済)	950
	GCB2024	記載なし
	IGCC2024	870
1.7℃（50%確率）	IGCC2024	490

備考：IPCC AR6 SYRのバジェットは2020年が起点であるため、2020~2024年の5年分の排出200GtCO₂を差し引いた値を記載。

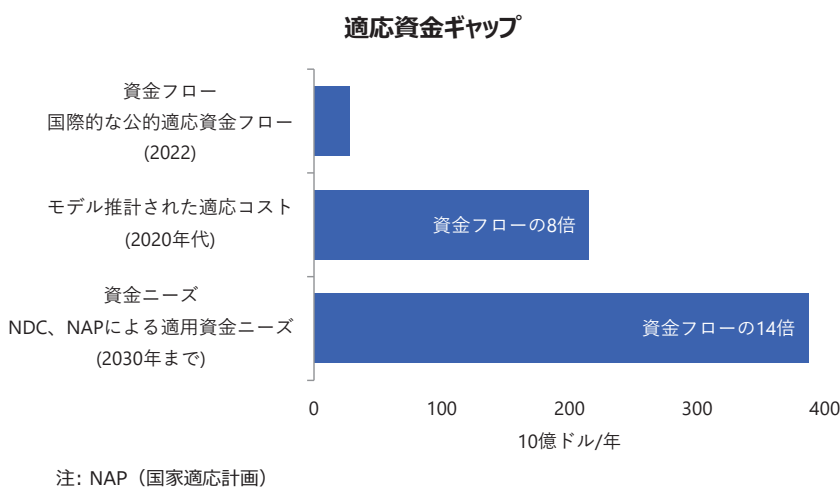
適応とは

- 緩和(削減)行動が、世界平均気温の上昇をパリ協定の長期温度目標内に抑えるのに必要な規模・水準に達しておらず、世界平均気温が、産業化前水準から、1.5℃超えに急速に近づきつつある。気候影響がこれまでになく頻繁で極端になっていることが、気候影響とそれへの適応がいかに大きな課題になっているかを示している。効果的で適切な適応行動が、これまでよりも緊急に必要なになっている。
- 適応とは



- まずは緩和で気候変動の影響を軽減するのが本筋で、それが難しければ適応を組み合わせることが重要。1.5℃目標が事実上達成不可能な中、今後は適応の重要性が益々増していく。

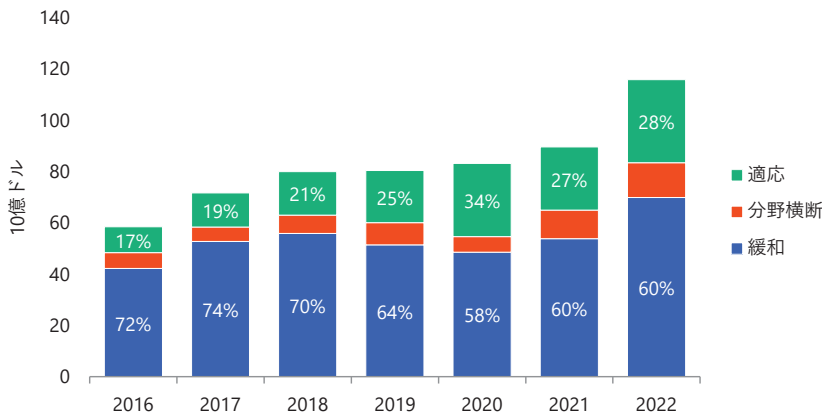
適応資金のギャップはどれくらいか



- 適応ニーズは、国連環境計画(UNEP)『適応ギャップ報告書』による推計の結果、モデル推計された適応資金(コスト)で年間2,150億ドル、資金ニーズで年間3,870億ドルとなる。
- 一方、実際に供給された途上国への国際的な公的適応資金フローは、2022年で280億ドルに過ぎない。
- 適応ニーズと2022年の国際的な公的資金フローを比較すると、非常に大きな適応資金ギャップがまだ存在していることが示される。適応のために必要な資金額と現状の資金供給との間には、8~14倍のギャップが存在する。
- 適応資金ギャップは非常に大きく、このギャップを埋めることが優先事項。

適応資金と緩和資金とのバランス

分野別提供・調達された気候資金(民間含む)

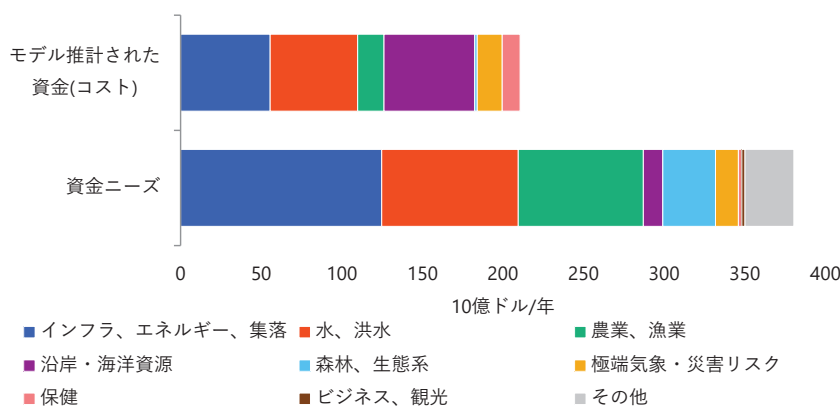


- パリ協定第9条第4項では、「規模を拡大して行われる資金の供与については、適応と緩和との間の『均衡(バランス)』を達成することを目的とすべきである。」とされている。これは、適応資金と緩和資金の比率を1対1に近づけることと考えられる。
- 先進国により提供・調達された気候資金の内訳をみると、緩和のための資金は2016年で全体の72%、2022年では60%を占めている。一方、適応の割合は2016年の17%、2022年の28%と増加してきているが、緩和の資金とのバランスにはまだ遠い。
- 適応資金と緩和資金とのバランスをとっていく必要。

資料：OECD（2024）『2013～2022年に先進国により提供・調達された気候資金』から作成

適応が必要な主な分野

資金ニーズとモデルによるコスト



- 資金ニーズが高いのは、「農業および漁業」、「水および洪水」ならびに「インフラ、エネルギーおよび集落」。
- モデル推計された資金(コスト)では、「水および洪水」と「インフラ、エネルギーおよび集落」が多く、「沿岸・海洋資源」も多い。
- そのほかでは、「森林および生態系」が資金ニーズで、「保健」がモデル推計された資金(コスト)でそれぞれ大きな割合を占めている。
- 現実および将来のニーズを踏まえて、適応のどのような分野を優先すべきか。

資料：UNEP（2023/2024）『適応ギャップ報告書2023・2024』から作成

(参考) 適応が必要な主な分野

分野・セクター	内容
インフラ、エネルギーおよび集落	エネルギー・運輸インフラのレジリエンス強化
水および洪水	河川洪水保護(構造物)
農業および漁業	- 慢性的飢餓に対応するための農業研究・開発、水管理およびインフラ - 漁獲ポテンシャル変化への対応、海洋・沿岸生態系(海洋保全地域の拡大)および海での安全の改善(暴風からの危険への対応など)
沿岸・海洋資源	海岸管理(堤防などによる洪水リスク対策)および養浜など(浸食削減)
森林および生態系	保全地域の拡大
極端気象・災害リスク	気象・気候サービス(早期警報システムなど)および社会的保護(気候極端事象反応プログラムへの資金提供)
保健	マラリア、デング熱および下痢性疾患に対する疾病管理、熱関係死亡率の増加に対する熱中症警戒アラートおよび保健セクター対応への支援、疾病調査ならびに将来の水・衛生インフラのレジリエンス強化

資料：UNEP（2023）『適応ギャップ報告書2023』から作成

まとめ

- 先進国は1.5℃目標達成のための排出パスから引き続き乖離し、途上国では石炭利用増大の傾向すら見られる。産業界でも一部に1.5℃目標整合の取組の見直しも。
- 1.5℃目標達成に残されたカーボンバジェットは枯渇しつつあり、今や2℃目標を現実的な目標としてとらえるべき。これは必ずしも後退を意味するものではなく、パリ協定のそもそもの目標に立ち戻ること。
- 技術進展シナリオは2℃目標に整合的。かつ、フォアキャスト型のシナリオであり、現実を踏まえた今後の取組の道標となる。
- 適応が今後益々重要に。適応は、緩和に比べ効果の発現が明確だが、必要とされる資金と提供されている気候資金とのギャップが大きい。今後、適応と緩和の公的資金支援のバランスを見直す必要あり。

IEEJ Outlook 2026

AIとエネルギー需要の将来

一般財団法人日本エネルギー経済研究所

土井 菜保子、小川 元無、金 星姫、草柳 太地、小碇 創司、小手川 鑑、小橋 啓、
佐藤 光南、清水 徹、陳 奕均、永富 悠、西 順也、廣瀬 梨乃、森本 壮一、山田 惇敬

背景と目的

● 背景

- 人工知能(Artificial Intelligence: AI)とエネルギーの密接な相互関係が世界の注目を集めている。
 - 生成AIの利用拡大やデジタル化の進展によるデータセンターの大幅な拡大
 - 局所的にはデータセンターの建設ベースに電力供給設備の建設が追いつかないことへの将来的な懸念
- AIはエネルギー利用に関わる需要部門において、大きな便益をもたらすことが期待されている。
 - 工場での生産プロセスの最適化、建築物や運輸システム等、エネルギー効率改善に向けたシミュレーションと最適運転などさまざまな省エネルギー効果・CO₂排出削減効果が期待
- ただし、AIの需要側での利用には、認識・人材・投資等の不足といった課題が存在する。

● 目的

- 将来のデータセンターにおける電力需要を展望し、また省エネルギーポテンシャルを分析する。
- さらにはAIの需要部門（産業・運輸・業務・家庭）における省エネルギー効果を分析する。

AI運用時の電力消費：2020年は分岐点だったのか？

データセンターの電力消費の推移

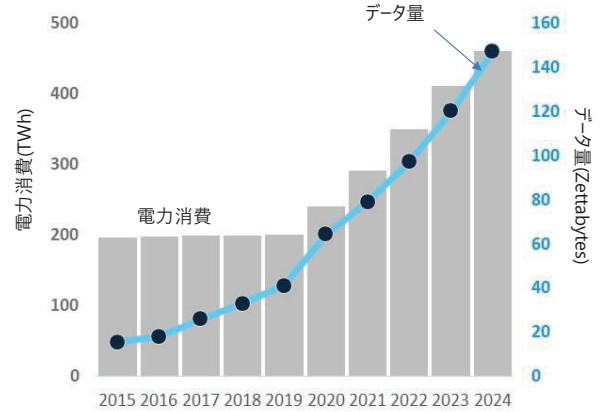
世界のデータセンターの電力消費とデータ量

データセンターの電力消費はフラットに推移

- データ量は3倍に
- サーバー、ストレージ、ネットワーキング、インフラ等の省エネルギーが進展
- 小規模のデータセンターから大型クラウド、ハイパースケールのデータセンターへシフト
- Graphics Processing Unit (GPU) の効率改善が寄与

データセンターの電力消費は70%増加

- ChatGPT-3の登場と生成AIの利用拡大
- デジタル化の進展
- リモートワーク定着によるクラウドサービス利用増
- 未提供地域をカバーする高速5G設備の整備準備が本格化



出所：Masanet et al. (2020), Cisco, IEA, Goldman Sachs Research,

出所：<https://www.goldmansachs.com/insights/articles/AI-poised-to-drive-160-increase-in-power-demand>, <https://explodingtopics.com/blog/data-generated-per-day>
<https://www.forbes.com/sites/siemens-smart-infrastructure/2023/03/13/how-data-centers-are-driving-the-renewable-energy-transition/?sh=1396b0fb4214>
[https://www.jaif.or.jp/en/news/7022#:~:text=Among%20other%20things%2C%20it%20showed,%20floor%20area\)%20as%20parameters.](https://www.jaif.or.jp/en/news/7022#:~:text=Among%20other%20things%2C%20it%20showed,%20floor%20area)%20as%20parameters.)

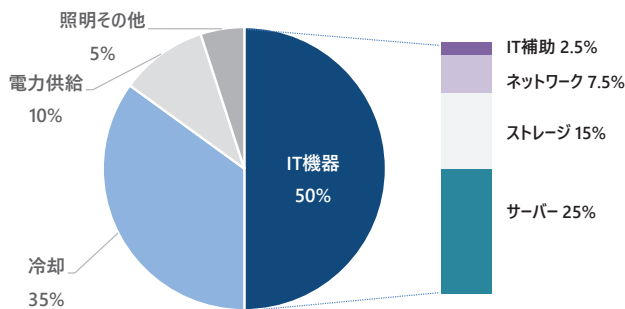
42

データセンターの電力消費：技術別内訳とその現状

- ✓ データセンターの電力消費は世界の電力消費の1.6%程度を占める（2023年）。データセンターの効率性能は、PUE (Power Usage Effectiveness)指標であらわされ、世界の平均は1.5程度。
- ✓ PUEのみならず、ITの省エネ性能等の他の指標での評価も求められる。

データセンターの電力消費内訳（PUE=2の場合）

データセンターの省電力に向けて



注1：PUEとはデータセンターのエネルギー効率を示す指標。1に近いほど効率が高い。

データセンターの高密度化

- AI 利用に伴う大規模演算
- 都市部での床面積制約と床面積あたりに高密度で多くの演算ができるようサーバーを設置

データセンターの高効率化

- ✓ 電力消費・廃熱の増加、冷却ニーズの増大
- IT機器の高効率化
- 革新的冷却技術の活用
- 設備の集約化（ハイパースケール化）
- 演算の高効率化

注2：廃熱利用の促進や、再エネ利用によるCO₂排出削減も引き続き重要

出所（左図）：Hongyu Zhu et. Al. (2023). Future data center energy-conservation and emission-reduction technologies in the context of smart and low-carbon city construction. Sustainable Cities and Society | VOL 89 | 2023

43

参考：データセンター、AIそしてエネルギーの関係（概要）：現在と将来

	現在	将来
ハードウェア (データセンター)	IT機器  サーバー、ストレージ、IT補助機器	- ラックの配列最適化 - カンパニーデータセンターからハイパースケーラーへのシフト - 用途によってはエッジコンピューティングへ移行 - GPUからCPUへのシフトなどサーバーの最適利用 - 集積回路、ストレージの高効率化
	補助施設  冷却、バックアップ電源、照明等	空冷式からリアドア空調方式、液冷方式、液浸方式による高効率化
ソフトウェア	演算  生成AI、データ処理、ソフトウェア	- 革新的なアルゴリズムを通じてタスクあたりのエネルギー需要を削減 - モデルが様々なタスクに合わせて「適正規模」化

出所：IEEJ (2025).

44

参考：ハイパースケーラーのネットゼロに向けたロードマップ

✓ 多数の大型データセンターを保有する主要な“ハイパースケーラー”は、ネットゼロに向けた野心的な目標を掲げている。

ハイパースケーラー	ネットゼロ目標	ネットゼロ達成に向けた取り組み		
		データセンターの効率化	サプライチェーンの脱炭素化	電源の開発・支援、CDR
Amazon (Amazon Web Services)	2040年 (Amazon全体)	- 効率的な冷却システムの導入等によるPUEの改善 - 効率的な半導体チップの開発	- 低炭素建材（鉄鋼、コンクリート）の利用 - 低炭素燃料（SAF、再生可能ディーゼル）の活用	- 再エネへの投資、PPA - バッテリーシステムとのPPA、自社システムの活用 - 原子力発電のPPA、SMR開発の支援
Microsoft (Microsoft Azure)	2030年 (Microsoft全体; アウリーマツチング)	- 待機モード等の省エネルギー運用 - 先進的な冷却技術の開発	- 低炭素建材（鉄鋼、コンクリート、木材等）の利用 - 低炭素燃料（SAF、再生可能ディーゼル）の活用 - サプライヤーとの連携（脱炭素電力利用の要求）	- 再エネへの投資、PPA - 原子力のPPA（再稼働を含む） - CDR技術開発の支援
Google (Google Cloud Platform)	2030年 (Google全体; アウリーマツチング)	- 機械学習を活用した冷却システムの最適化 - タスクシフトによるDR - データセンター設計の最適化	- サプライヤーとの連携（脱炭素電力利用の要求） - 低炭素建材の利用	- 再エネへの投資、PPA - 自社技術による脱炭素エネルギーの実装支援
META	2030年	- ワークロードの監視および電力プロファイルの最適化 - エネルギー効率の高いハードウェア設計 - 外気と直接蒸発冷却を活用した冷却の効率化	- サプライヤーとの連携（2026年までに2/3以上のサプライヤーが排出目標を設定することを目指す） - 脱炭素燃料（SAF、バイオ燃料）の活用	- 再エネ・バッテリーへの投資、PPA - CDR技術開発の支援

ネットゼロ達成に向けた取り組み（企業横断的の取り組み）

- iMasons Climate Accord (ICA)：ビッグテックを中心としたデジタルインフラ企業等で構成されるiMasonsという業界団体における、デジタルインフラの脱炭素を目指す枠組み
- Semiconductor Climate Consortium (SCC)：半導体産業における脱炭素を目指す枠組み
- ZEROgrid：電力網の脱炭素化・信頼性向上に向けた大規模需要家を中心とした枠組み。

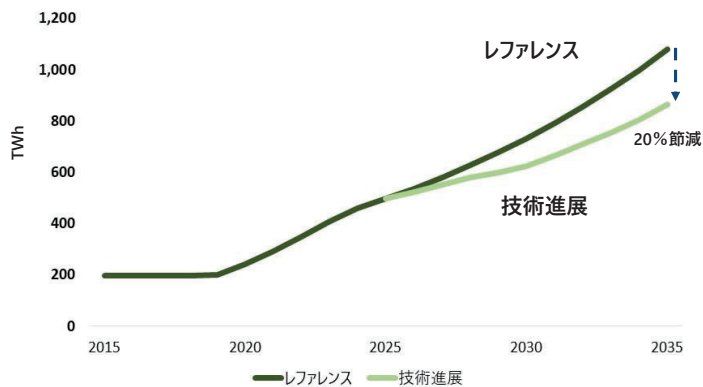
出所：各企業のサステナビリティレポート等より作成。

45

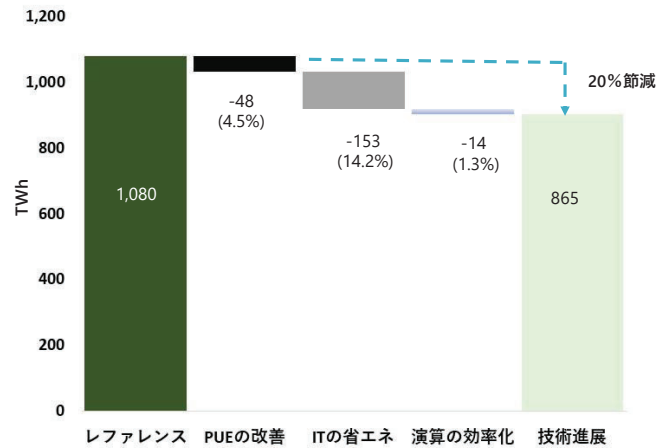
データセンターの電力需要・省エネルギーポテンシャル（2035年）

- ✓ 世界のデータセンター（DC）における電力需要は、現在の497 TWhから2035年には1,080 TWhと倍以上の水準に達する見通し。
- ✓ 高効率冷却技術の導入によるPUEの改善、並びにITや演算の効率化により2035年には20%電力需要を節減するポテンシャルがある。

データセンターの電力需要見通し
（2025-2035年、レファレンス、技術進展）



データセンターの省エネルギー要因：ケース間比較（2035年）



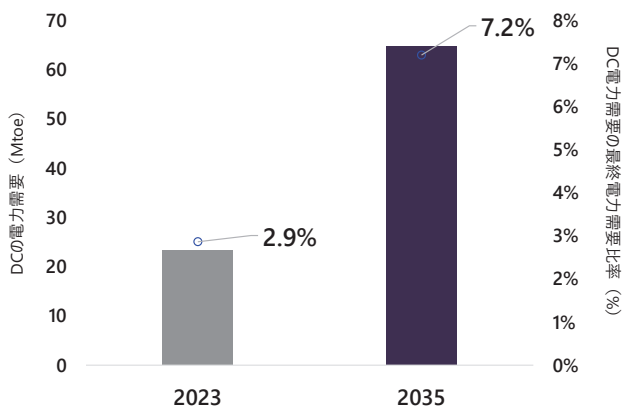
出所：IEEJ (2025).

46

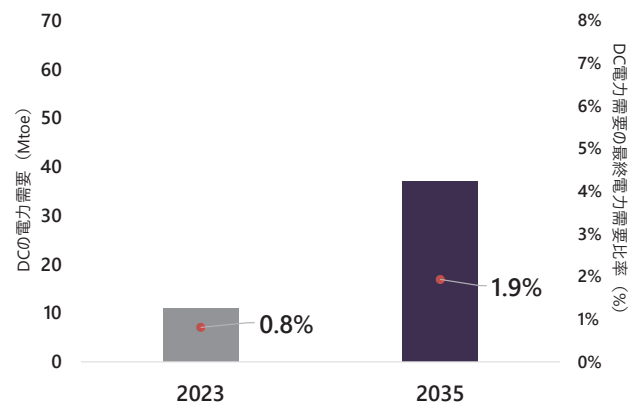
参考：データセンターの電力需要と最終電力需要比率

- ✓ 先進国ではデータセンター（DC）の電力需要が最終電力需要に占める割合が2.9%（2023年）から7.2%（2035年）へと拡大。
- ✓ 新興・途上国での同割合は0.8%（2023年）から1.9%（2035年）へ。

先進国



新興・途上国



出所：IEEJ (2025).

47

AIによる需要側での省エネルギーポテンシャルの検討

- ✓ 本分析では2035年までのAIによる需要部門に対する省エネルギーポテンシャルを検討する。

ケース

対象部門・業種・機器

レファレンスシナリオ	✓ 現在までのエネルギー・環境政策等を背景とし、これまでの趨勢的な変化が継続。 ✓ ※政策・技術等の現状固定を意味するものではない。
技術進展シナリオ (ATS)	✓ エネルギー安定供給の確保や気候変動対策の強化に向けた政策等が強力に実施され、（適用機会や受容性を踏まえ）最大限に再エネ・高効率機器等の低炭素技術の導入が進展。
AI進展シナリオ	✓ AIをエネルギーの効率的利用に向けた導入が新規技術導入ならびにストックの運用改善において、ATSよりも追加的にAIによる省エネルギーが進展。

技術的ポテンシャルとして提示。

1. 産業

- 鉄鋼、セメント、化学、製紙、その他産業

2. 家庭

- 冷暖房、給湯

3. 業務

- 冷暖房、換気、照明

4. 道路

- 乗用車、バス・トラック

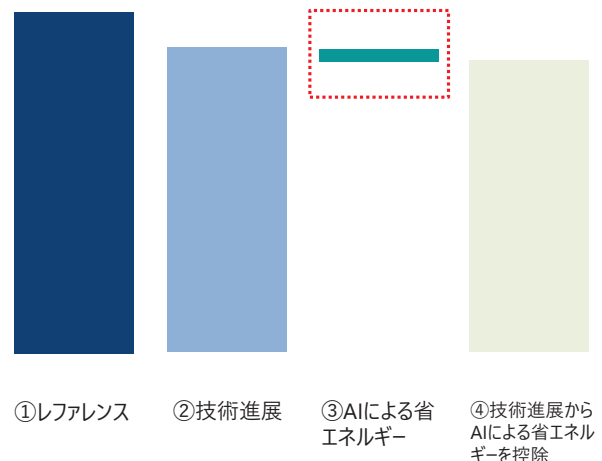
AIはエネルギー部門に対して何ができるのか？

- ✓ AIはエネルギー部門に対してさまざまな効果が期待できる。
- ✓ 本研究では、AIの最適化による省エネルギーポテンシャルを定量分析を実施。

AIの適用可能性：例

検出: detection	✓ 故障・不具合等の自動検知、メタン漏洩の検出 ✓ 遠隔センシング
予測: prediction	✓ 天候予測と再エネ利用 ✓ 産業の生産予測・建築物の稼働予測 ✓ 交通需要予測と自動車のルート最適化
最適化: optimization	✓ 産業の生産プロセス最適化 ✓ 建築物・機器の運用エネルギー最適化 ✓ 自動運転による自動車の燃費改善 ✓ エネルギー需給最適化によるDemand Response
シミュレーション: simulation	✓ 新素材の特定、新たな製品製造にかかわるシミュレーション ✓ 省エネルギー・クリーンエネルギー導入効果のシミュレーション

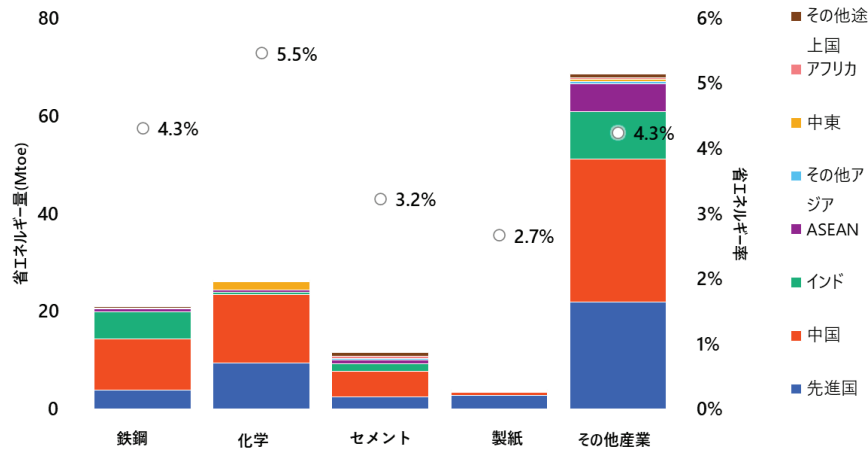
省エネルギーポテンシャルのケース間イメージ



産業部門のAIを活用した省エネルギーポテンシャル（技術進展シナリオ比）

- ✓ 従来は熟練オペレータの経験・知識等による運用改善が中心であったが、AIを組み合わせることで、リアルタイム予測に基づく動的制御や工場全体で複数プロセスを同時に最適化する統合アプローチによる省エネルギーが可能に。
- ✓ 2035年にはAI利用により技術進展シナリオ比で2-5%の省エネルギーポテンシャルを有する。

AIを活用した業種別省エネルギーポテンシャルと省エネルギー率（技術進展シナリオ比）【2035年】



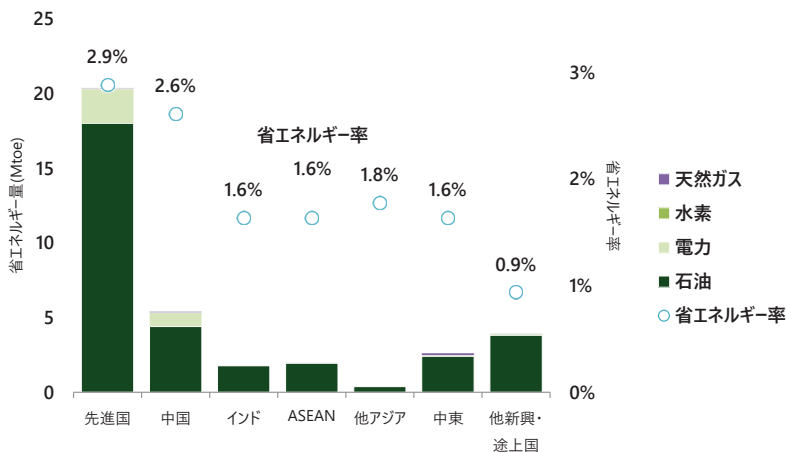
出所：IEEJ (2025).

50

道路部門のAIを活用した省エネルギーポテンシャル（技術進展シナリオ比）

- ✓ AIを活用した自動運転により、燃費の向上並びに移動ルートの最適化（短縮化）が期待される。
- ✓ 乗用車、バス・トラックのAIによる省エネルギーポテンシャルは2035年で36.5 Mtoe（ATS比 0.9%-2.9%）に上る。

自動車のAIを活用した省エネルギーポテンシャル(技術進展シナリオ比)【2035年】



自動車のAIによる省エネルギーのイメージ

用途	AIを活用した省エネルギー
需要予測	貨物トラック・バスやタクシー等、天候や交通情報等を踏まえ、積載効率ならびに乗車効率を向上できる。
ルート判断	AIは機械学習を通して、ドライバーの移動にかかわる好みや貨物トラックの場合は、配送の効率化等を考慮したルートの最適化を提示する。
車間距離維持	自動運転で車間距離を一定に維持することで、車列が渋滞なく移動でき燃費の改善に寄与する。また隊列走行により、空気抵抗を減少させ、燃費の改善に寄与できる。

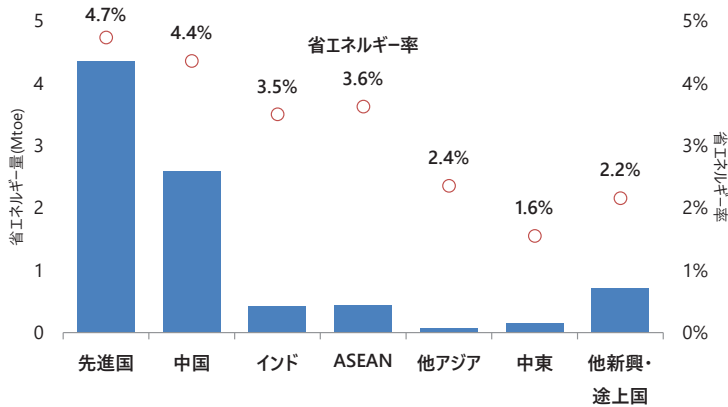
出所：IEEJ (2025).

51

業務部門のAIを活用した省エネルギーポテンシャル（技術進展シナリオ比）

- ✓ 2035年における冷暖房・換気・照明の省エネルギーポテンシャルは8.8Mtoe(102 TWh)に上り、これは2035年のデータセンターの電力需要のおよそ10%の節減効果に相当する。

冷暖房・換気・照明のAIによる省エネルギーポテンシャル(技術進展シナリオ比) [2035年]



業務部門のAIによる省エネ

設計段階

- ✓ 過去の大量のデータの蓄積をAI技術により活用し、新築・改修においてエネルギー効率の高い建築を設計。
- ✓ 建物単体のみならず、地域のエネルギー効率改善もシミュレーションできる。

運用段階

- ✓ 人流や気候などをセンサーにより取得し、最適な照明、空調、動力の制御によって建物全体で効率的なエネルギー利用と快適性の両立できる。
- ✓ 建物単体のみならず、地域のエネルギー需要の運用改善も可能。

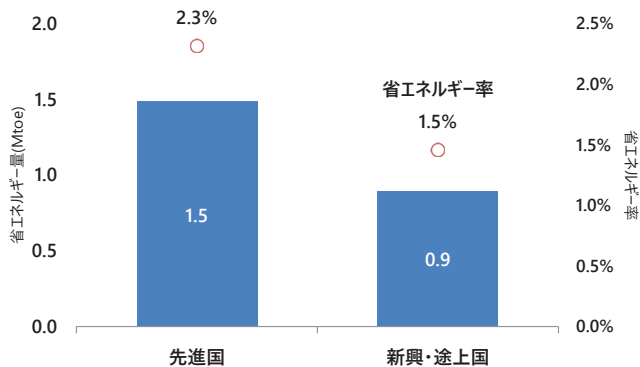
出所：IEEJ (2025)。

52

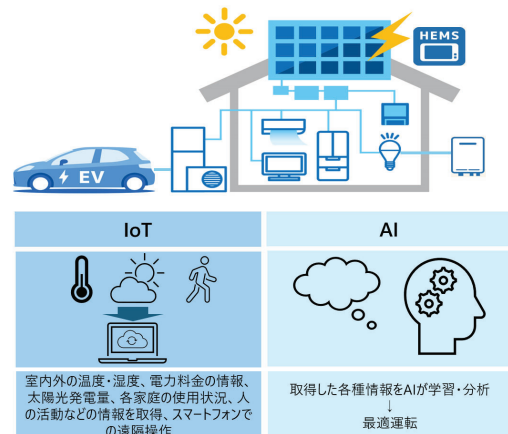
家庭部門のAIを活用した省エネルギーポテンシャル（技術進展シナリオ比）

- ✓ AIを活用した冷暖房の省エネルギーポテンシャル試算では、2035年において先進国で1.5 Mtoe（技術進展シナリオ比2.3%節減）、新興・途上国で0.9 Mtoe（技術進展シナリオ比1.5%節減）に上る。
- ✓ AIを搭載した技術は初期投資の高いハイエンド商品となるため、コスト低減と費用対効果にかかわる理解促進が求められる。

冷暖房、給湯のAIによる省電力ポテンシャル【2035年】



家庭部門のAIによる省エネルギーのイメージ

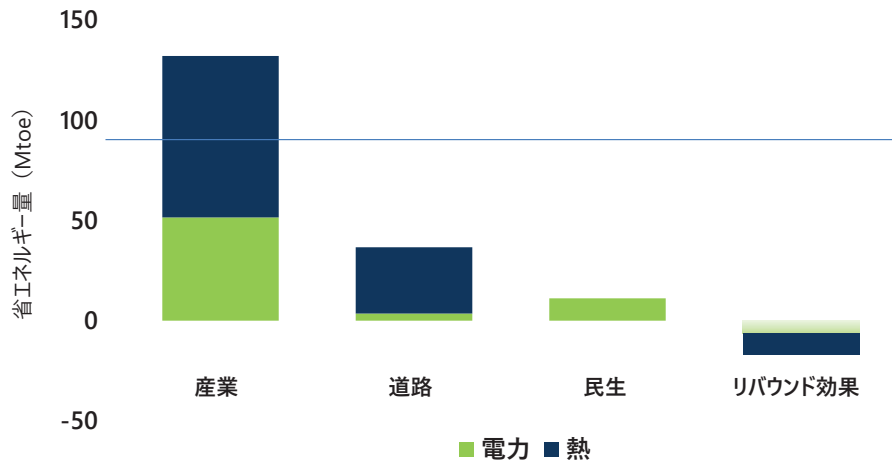


出所：IEEJ (2025)。

53

AIによる需要側の省エネルギーポテンシャル（2035年）

- ✓ 需要側のAIを用いた省エネルギーは技術的ポテンシャルを有し、2035年で178 Mtoe (2,088 TWh) に及ぶ。
- ✓ 部門別では、産業部門のエネルギー需要節減効果が大きい。



参考：2035年のDC電力需要
(世界計、レファレンスシナリオ)

出所：IEEJ (2025)。

54

AIとエネルギー：AI利用にかかわる課題

- ✓ 認識・人材・投資等の不足とセキュリティ・リバウンドのリスク

	課題	リスク
家庭・業務	✓ <u>デジタル技術の普及の低さ</u>及びデジタル関連の知見を有する<u>人材の不足</u> ✓ 新興国における都市化の進展と都市計画や制度形成上のデジタル技術に対する配慮の欠如 ✓ 柔軟な需給調整に対する市場設計	✓ AIは「ハイエンド」の手法であり、断熱性能向上等の<u>他の手法から劣後</u>される可能性 ✓ <u>リバウンド効果</u>の可能性 ✓ 運用面でのリスク（<u>安全性とセキュリティ</u>のリスク）
産業	✓ <u>中小企業</u>におけるデジタル化への投資不足 ✓ デジタル関連の知見を有する<u>人材の不足</u>（エネルギー管理士など経験則を重視しがち、何ができるかの理解が困難） ✓ 大企業等における<u>各種コーディネーション</u>	✓ AIの<u>メンテナンス不足</u>による増エネ、CO₂排出増 ✓ 運用面でのリスク（<u>安全性とセキュリティ</u>のリスク） ✓ 産業生産プロセスの<u>生産スピード向上</u>による増エネ
運輸	✓ <u>データの不足</u> ✓ 通信プロトコルの標準化が未整備 ✓ 人材の不足	✓ <u>プライバシー情報侵害</u>のリスク ✓ 効率改善による<u>増エネリスク</u>
対策	▪ 理解促進に向けたデータやベストプラクティスの共有、<u>人材の育成</u> ▪ 導入支援、都市計画とデジタル化の調和に向けた対応促進	

出所：https://www.icef.go.jp/wp-content/themes/icef/pdf/2024/roadmap/08_ICEF2.0%20Buildings_stand%20alone.pdf

55

分析から得られる示唆

- AIの需要側での活用は大きな省エネルギーポテンシャルを有する。部門別では、**産業部門のエネルギー需要節減効果**が大きい。しかしながら、その普及と省エネルギーの実現には、さまざまな課題が存在する。官民協力し、以下を推進することで、費用対効果の高い省エネルギーとしてのAI利用の貢献が期待できる。
 - 人材育成や認識の向上
 - 普及拡大に向けたインセンティブの付与
 - データの標準化
 - サイバーセキュリティ確保に向けた対応
- データセンターの省エネルギーポテンシャルを踏まえると、**ITの効率改善による貢献が相対的に大きい**。このことから、データセンターの省エネルギーを測る指標として**ITの効率改善を測るなど（PUE以外）の追加的評価が求められる**。従来の中心課題である冷却効率の改善以外に、IT機器の効率改善に向けた対策・方策が求められる。また、データセンター事業者のみならず、半導体メーカーと共にIT関連メーカーといった**多様なステークホルダーとの協力が重要**である。

付属資料

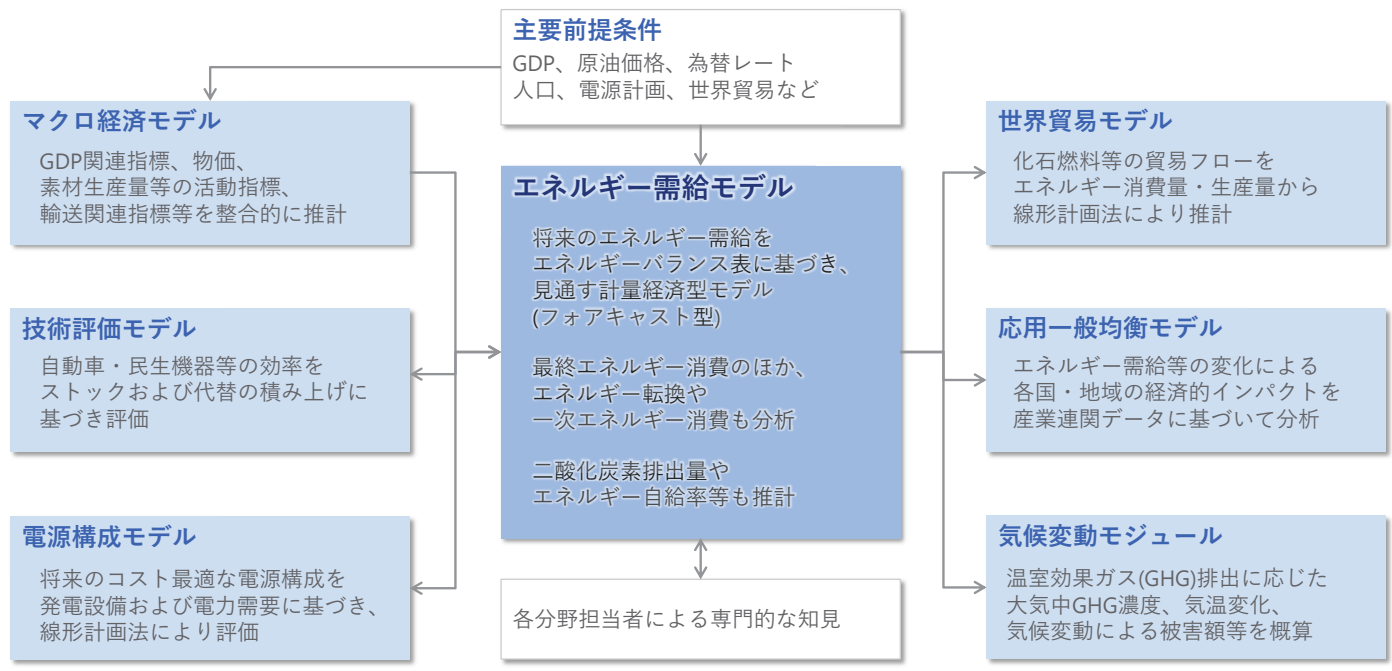
地域区分

- 世界を44か国・地域および国際バンカーに区分
- アジアは17か国・地域、中東は8か国・地域に区分し、特に詳細な分析を可能に



www.craftmap.box-i.net

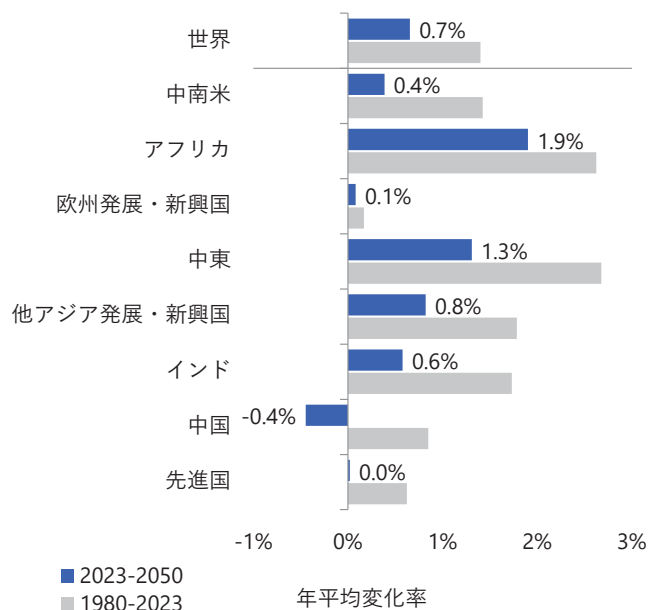
IEEJ Outlookモデルの構造



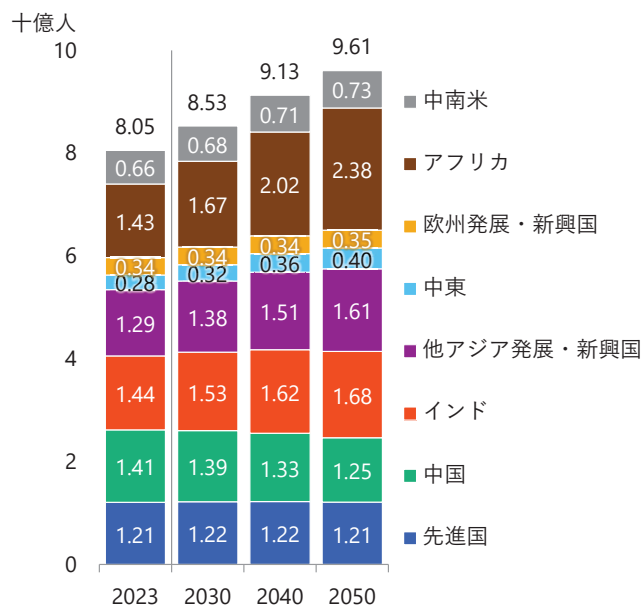
IEEJ Outlookの基本シナリオ

	レファレンスシナリオ	技術進展シナリオ
	現在までのエネルギー・環境政策等を背景とし、 これまでの趨勢的な変化が継続するシナリオ。 急進的な省エネルギー・低炭素化政策は 打ち出されない	各国がエネルギー安定供給の確保や 気候変動対策の強化のため、 強力なエネルギー・環境政策を打ち出し、 それが最大限奏功するシナリオ
社会経済構造	人口増加率は低下するものの、新興・途上国を中心に安定した経済成長 経済構造の変化は連続的、産業のサービス化が進展 所得水準の向上により、家電、自動車等のエネルギー消費機器が大きく普及	
国際エネルギー価格	原油: 需要増に伴い、生産費用が上昇 ガス: ヨーロッパ、米国、アジア市場の価格差が縮小 石炭: 脱炭素による需要減により低下	省エネルギーの進展や 脱炭素による需要減により低下
エネルギー・環境政策	過去の動向と同様に低炭素化政策を漸進的に強化 ・規制措置(省エネルギー基準、排出規制等) ・経済的誘導措置(補助金、税金等)	国内政策強化とともに国際連携を推進 ・エネルギー安定供給の確保 ・気候変動問題への対処 ・低開発農村地域のエネルギー近代化
エネルギー・環境技術	現行技術について ・過去の趨勢と同程度の効率進展 ・過去の趨勢と同程度の価格低下 ・規制・誘導による低炭素技術の普及	現行技術及び商業化の見込みが高い技術について ・技術進展により価格低下が加速 ・規制・誘導強化により普及が加速

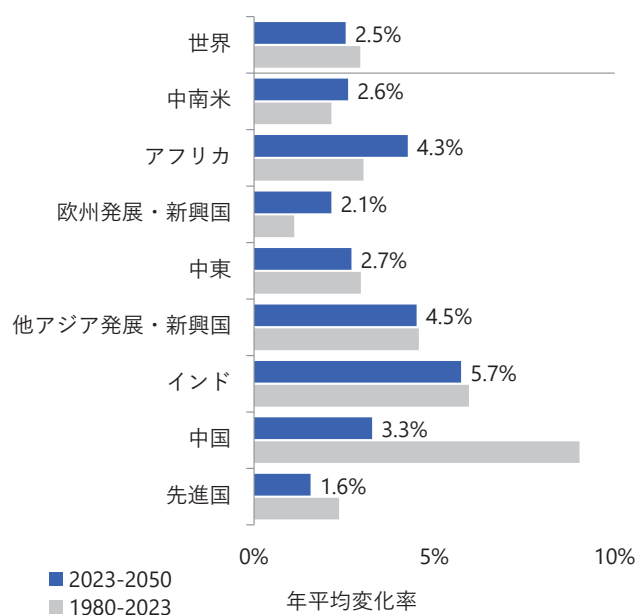
年平均変化率



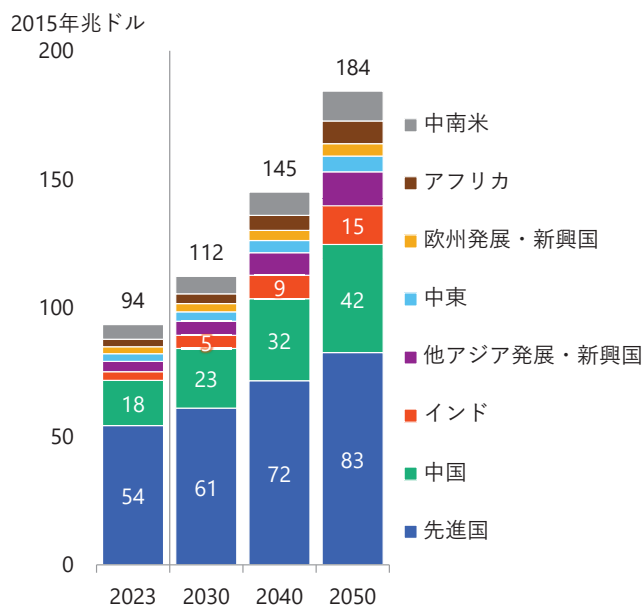
地域構成

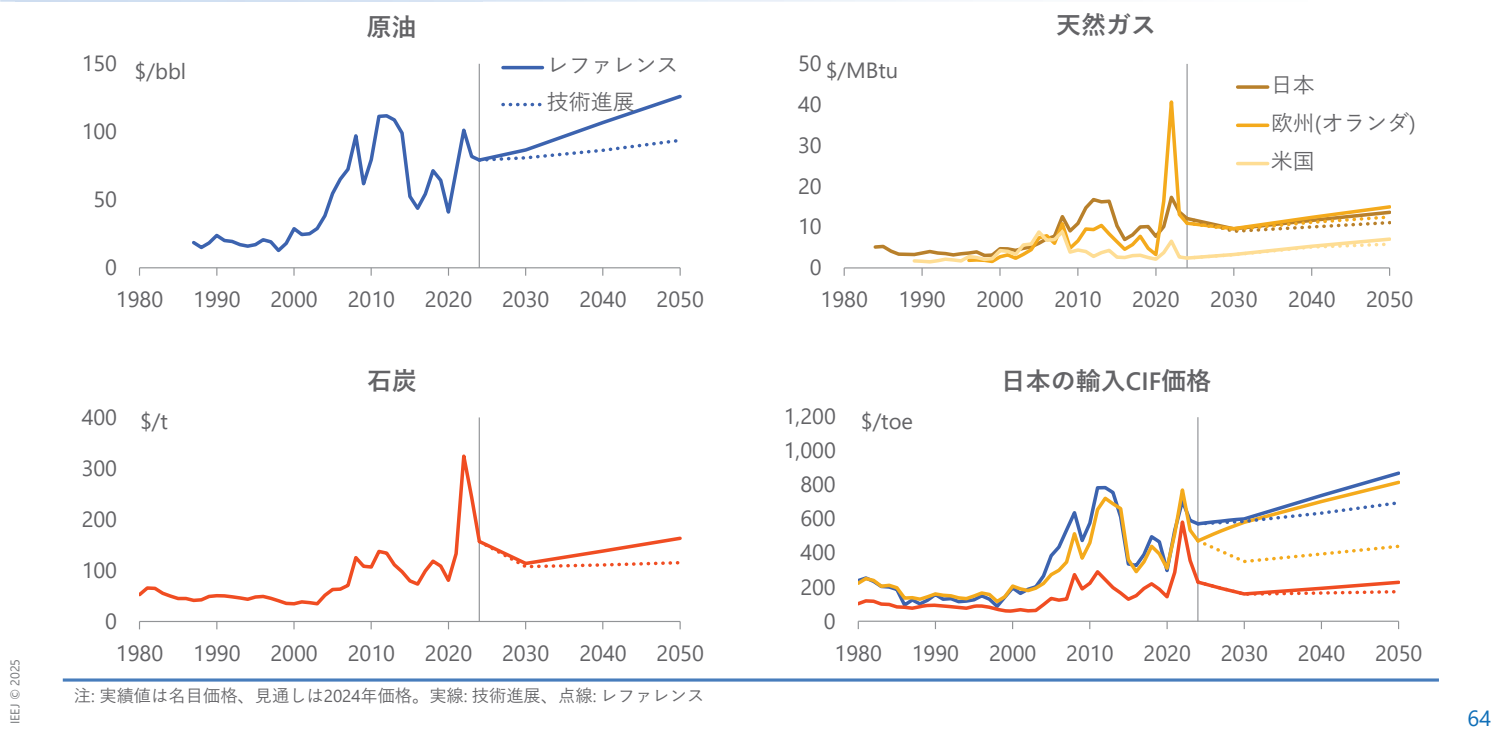


年平均変化率



地域構成



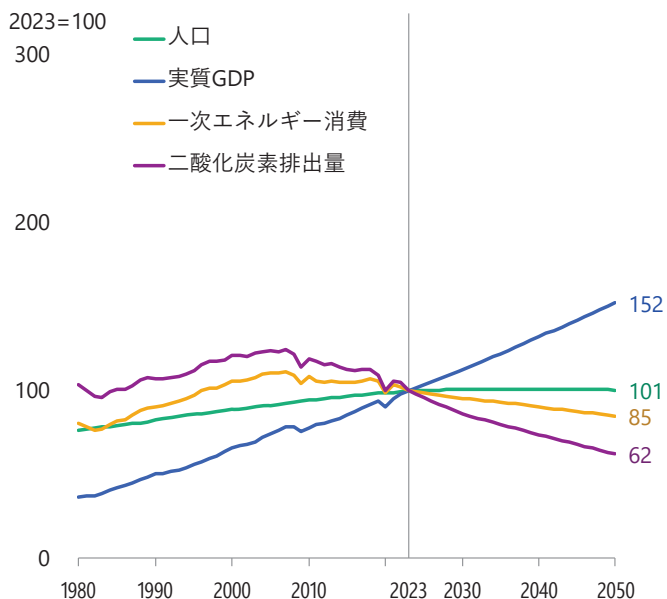


注: 実績値は名目価格、見通しは2024年価格。実線: 技術進展、点線: レファレンス

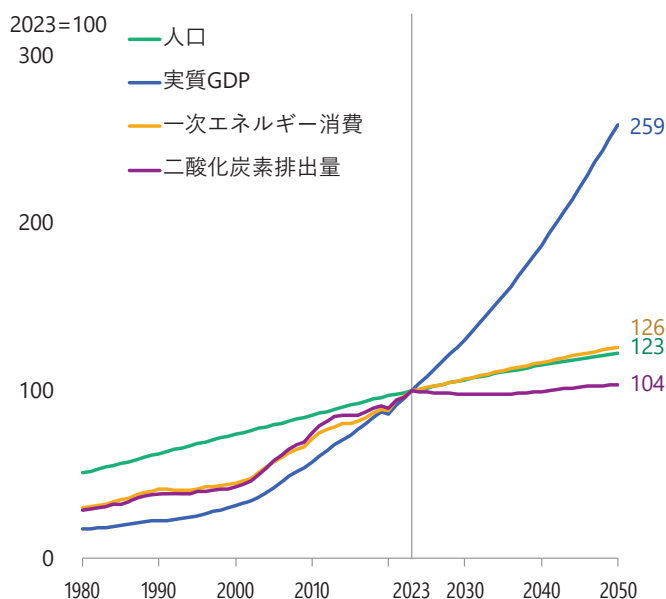
		2023	2050		技術進展シナリオにおける前提
			レファレンス	技術進展	
エネルギー効率の改善	産業部門 鉄鋼業の原単位 (ktoe/kt)	0.273	0.268	0.203	2050年までにBest available technologyが100%普及
	窯業土石業の原単位	0.095	0.073	0.064	
	運輸部門 電動乗用車販売比率	17%	65%	94%	電動自動車のコスト低下。燃料インフラを含む普及促進策の強化 ※電動自動車: ハイブリッド車、プラグインハイブリッド車、電気自動車、燃料電池車
	乗用車新車燃費 (km/L)	14.0	18.3	29.6	
	民生部門 家庭の総合効率 (Y2022=100)	100	150	181	ストックベースでの家電・機器効率及び断熱効率の改善スピードが約1.7倍に 暖房・給湯・厨房用途における電化。クリーンクッキング化(途上国)
	業務の総合効率	100	115	142	
低炭素エネルギーの導入	発電部門 火力発電効率(発電端)	37%	41%	47%	高効率火力発電導入のための初期投資ファイナンススキーム整備
	運輸用バイオ燃料消費量 (Mtoe)	113	183	341	次世代バイオ燃料の開発・コスト低下。農業政策としての位置づけ(途上国)
	原子力発電設備容量 (GW)	407	534	852	適切な卸電力市場価格の維持。初期投資の融資枠組み整備(途上国)
	風力発電設備容量 (GW)	1,077	3,490	5,084	発電コストのさらなる低下
	太陽光発電設備容量 (GW)	1,374	9,785	12,456	系統安定化技術のコスト低減、系統システムの効率的運用
	CCS付設火力発電設備容量 (GW)	0	22	1,287	2030年以降の新設火力はCCS付設(帯水層を除く貯留ポテンシャルがある国)
	ゼロエミッション発電比率 (CCS含む)	40%	62%	85%	国際連系を含む系統システムの効率的運用

人口、GDP、エネルギー消費、二酸化炭素排出量

先進国

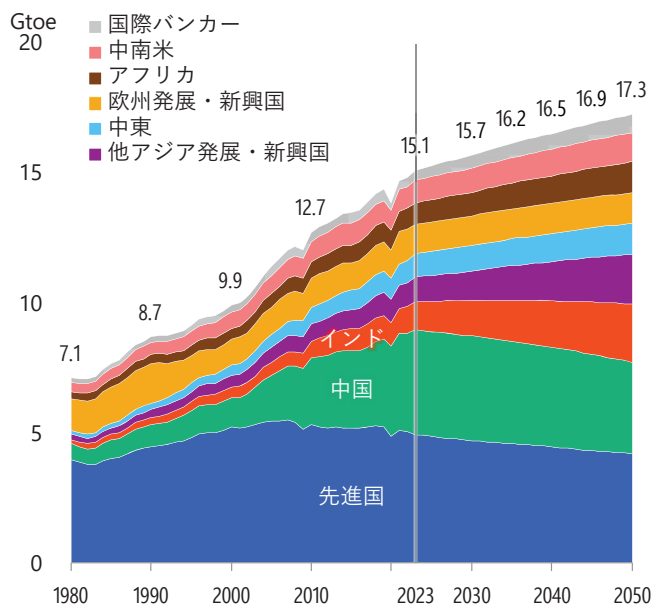


新興・途上国

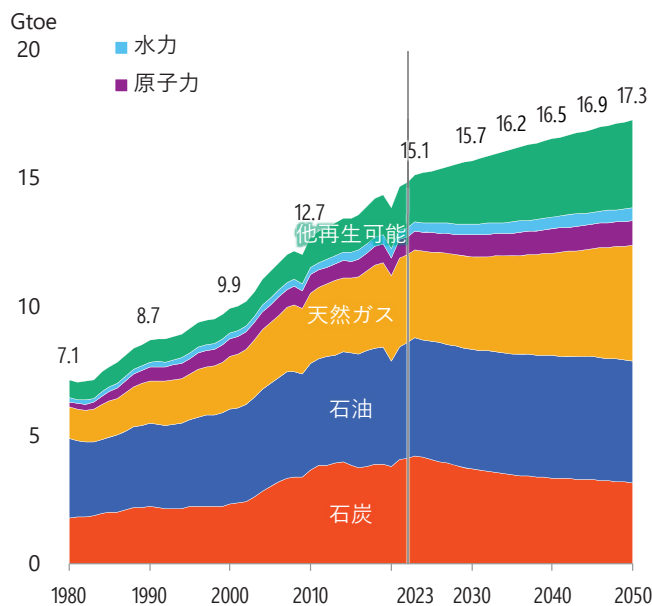


一次エネルギー消費

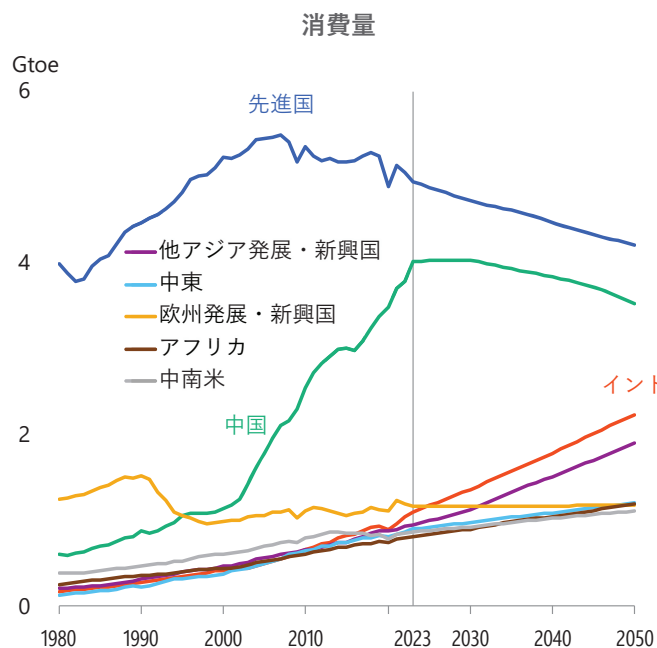
地域別



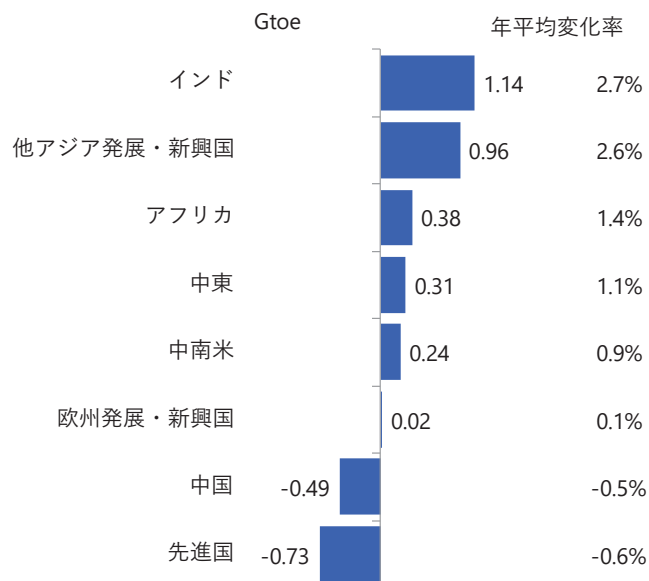
エネルギー源別



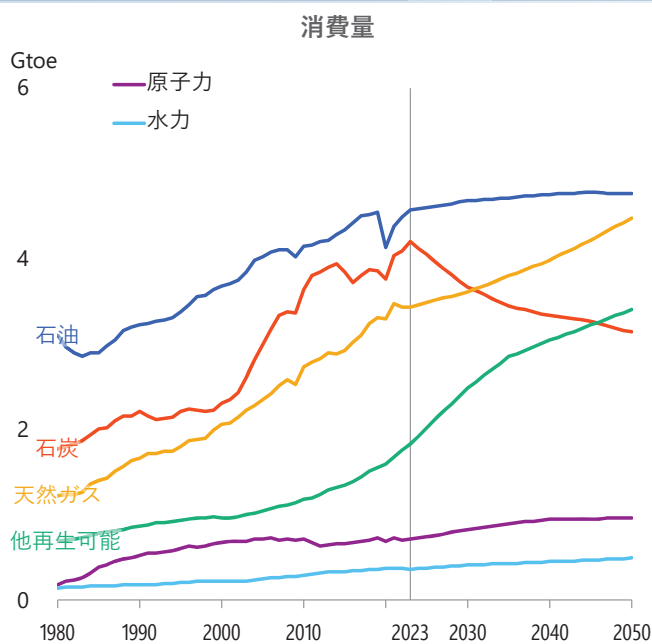
一次エネルギー消費(地域別)



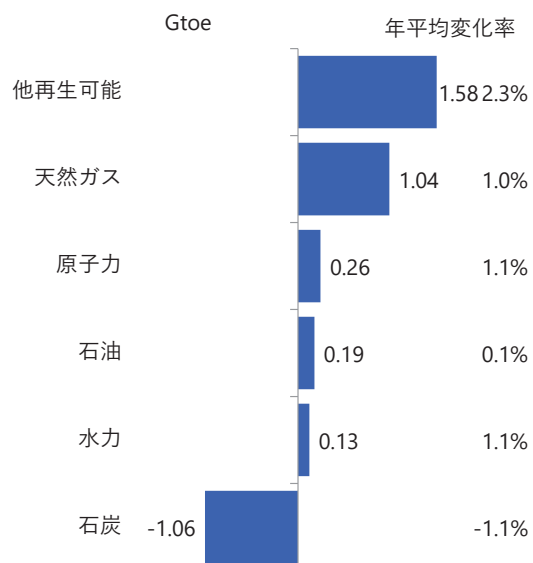
増減分(2023-2050年)



一次エネルギー消費(エネルギー源別)

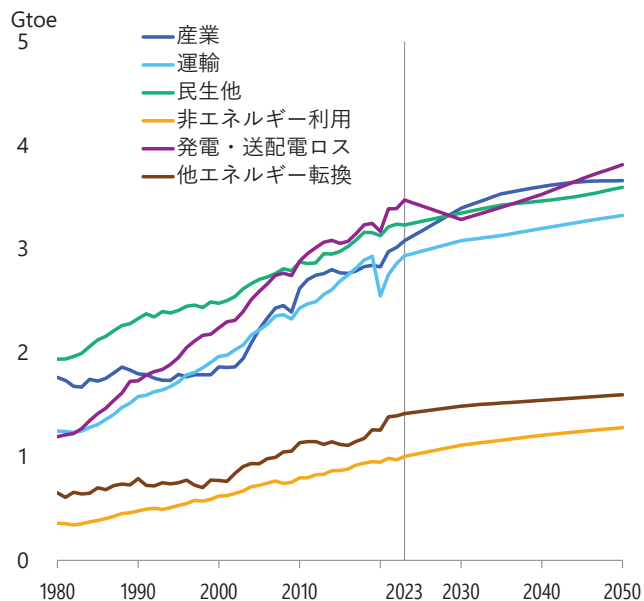


増減分(2023-2050年)

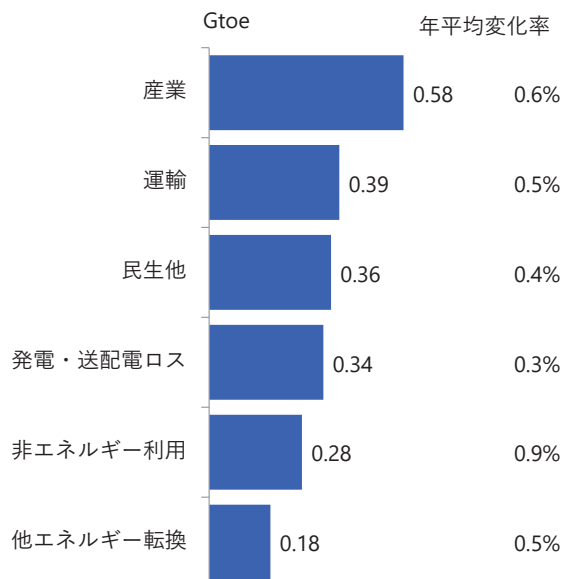


一次エネルギー消費(部門別)

消費量

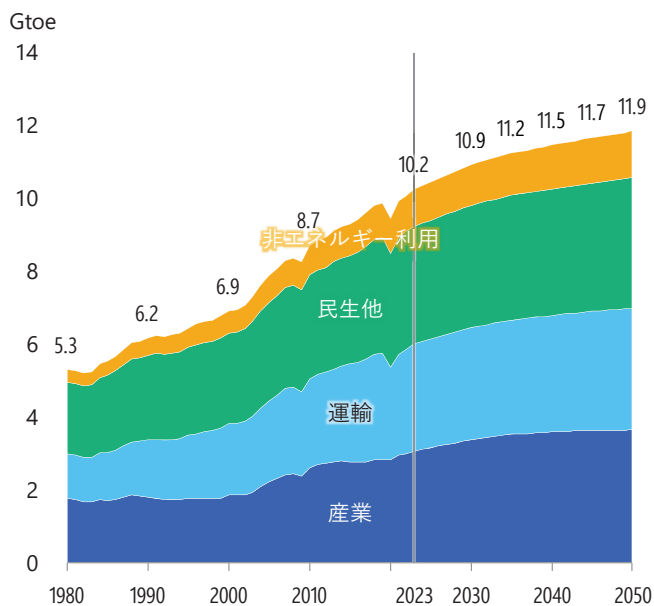


増減分(2023-2050年)

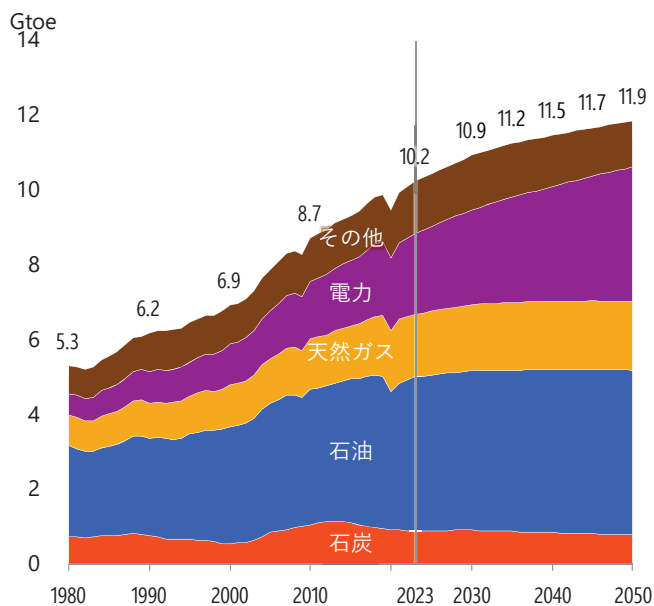


最終エネルギー消費

部門別

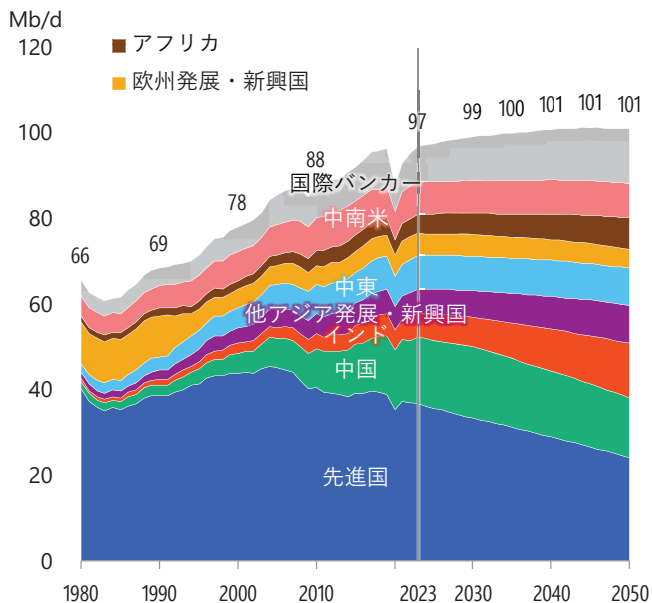


エネルギー源別

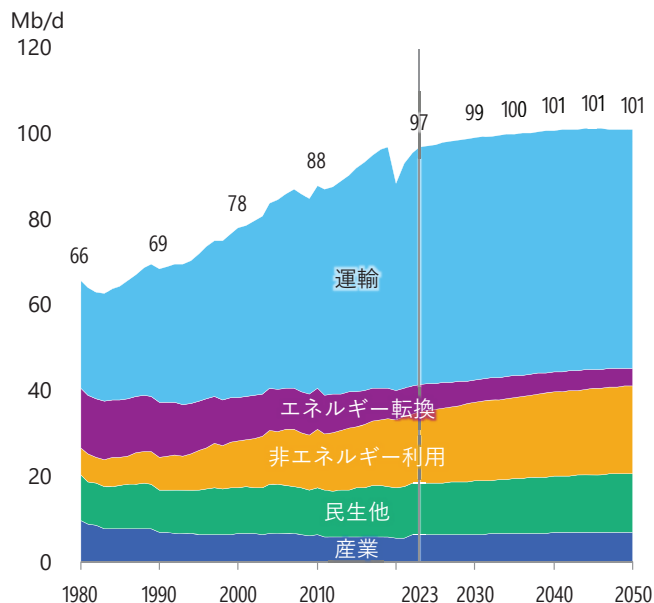


石油消費

地域別

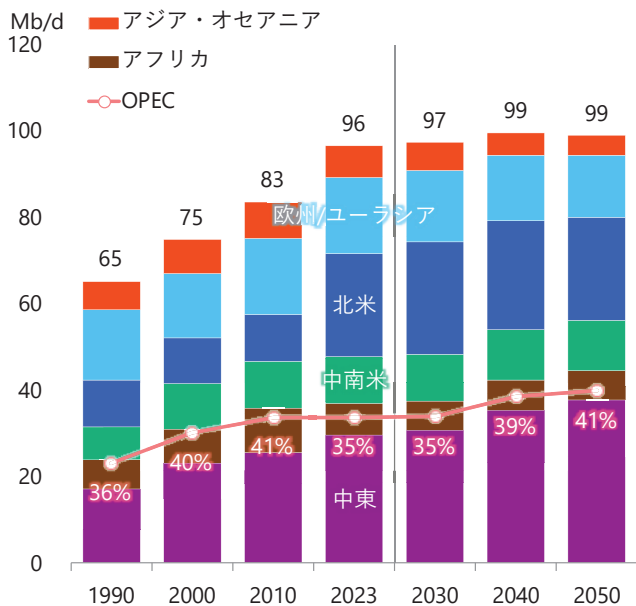


エネルギー源別

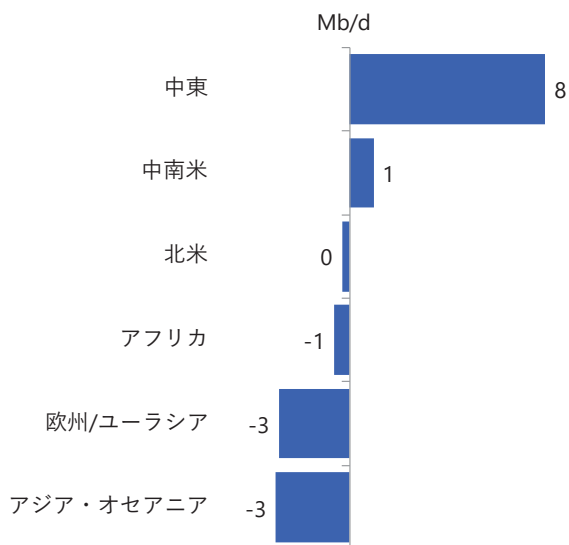


原油生産

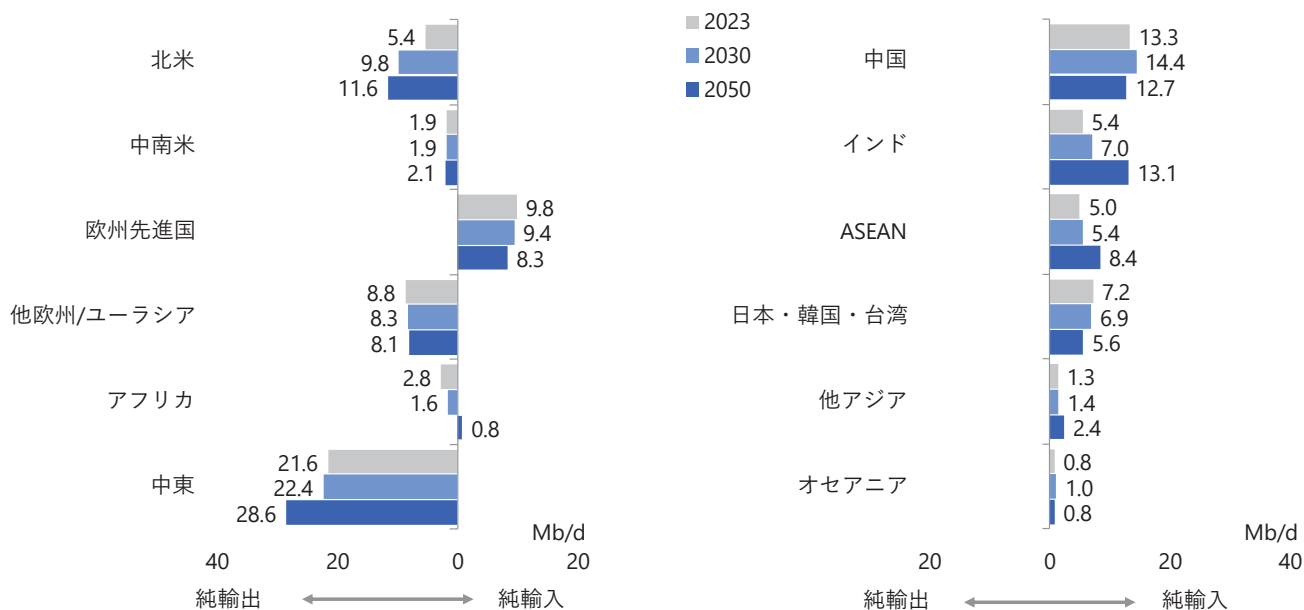
地域別



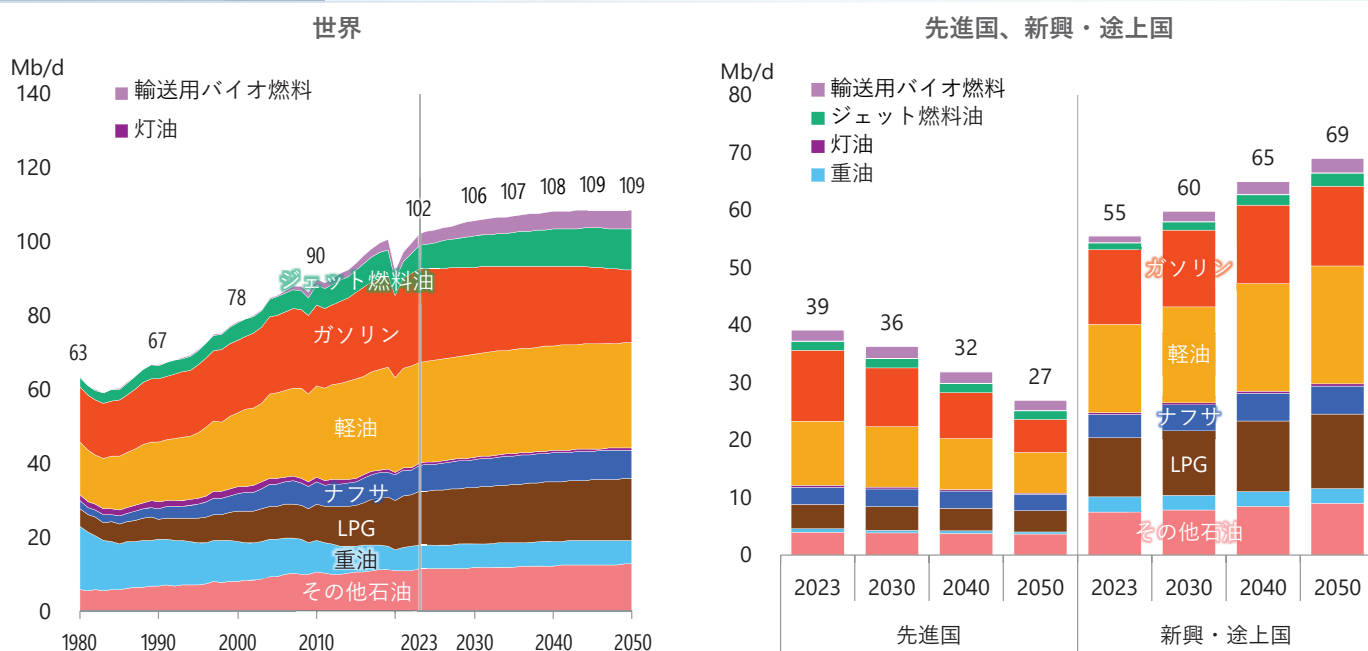
増減分(2023-2050年)



石油純輸出入

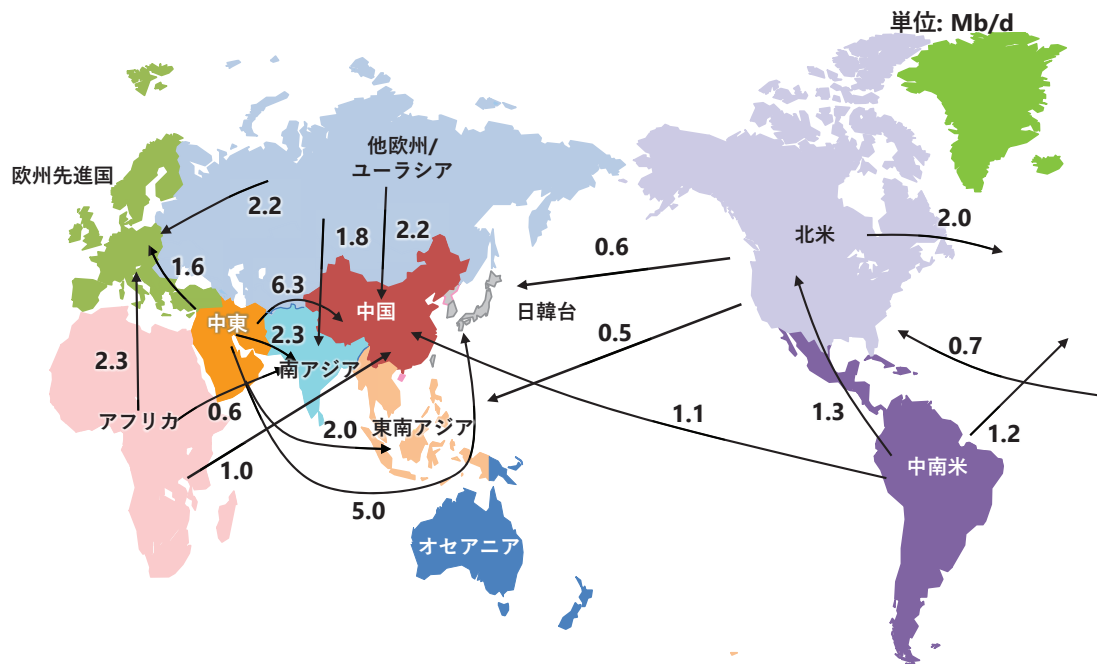


液体燃料需要



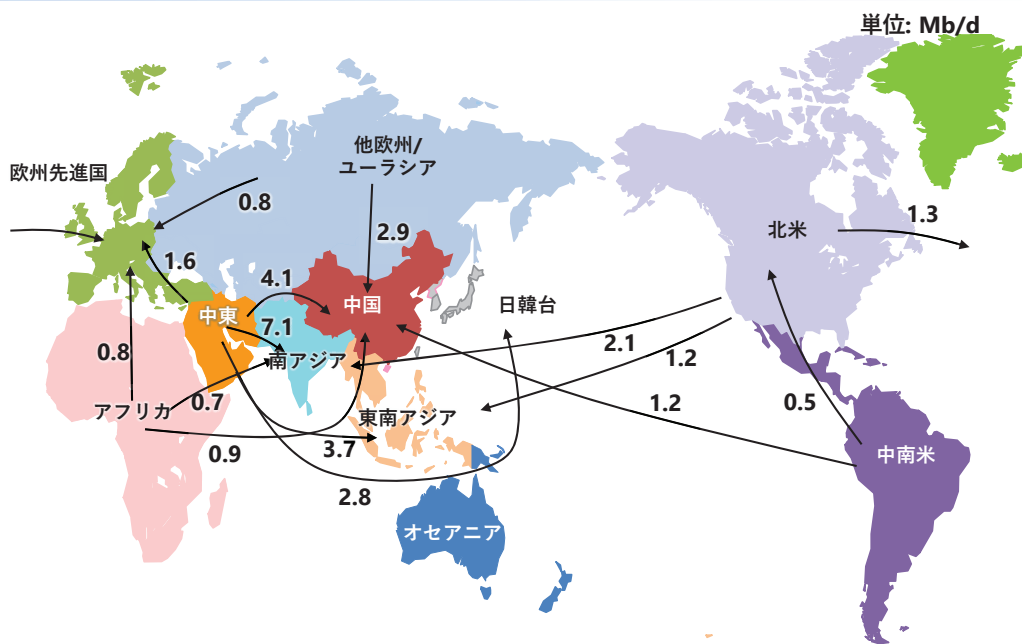
注: その他石油は、原油(直接消費分)、アスファルト、製油所ガス、ガス液化油[GTL]などを含む

主要な原油貿易フロー(2024年)



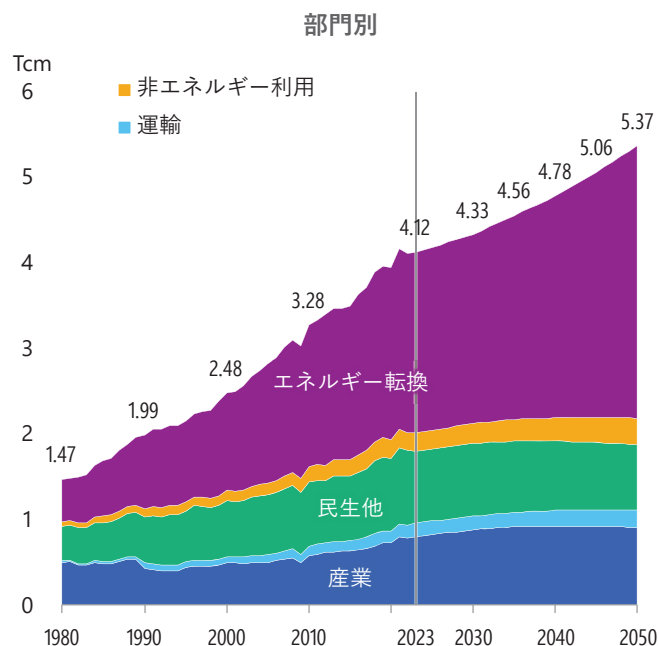
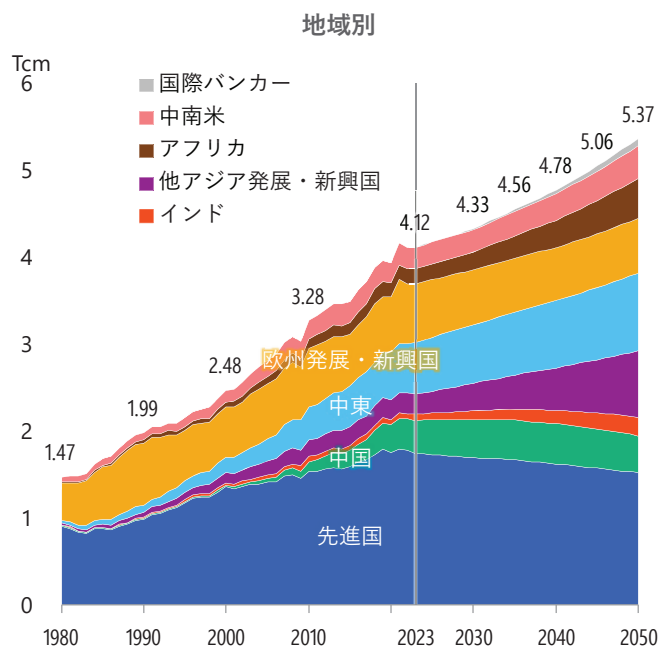
注: 0.5Mb/d以上のフローを記載

主要な原油貿易フロー(2050年)

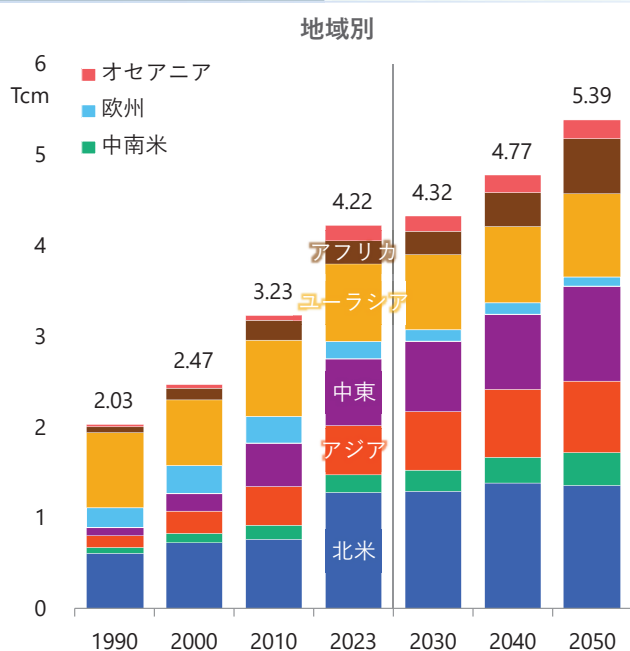


注: 0.5Mb/d以上のフローを記載

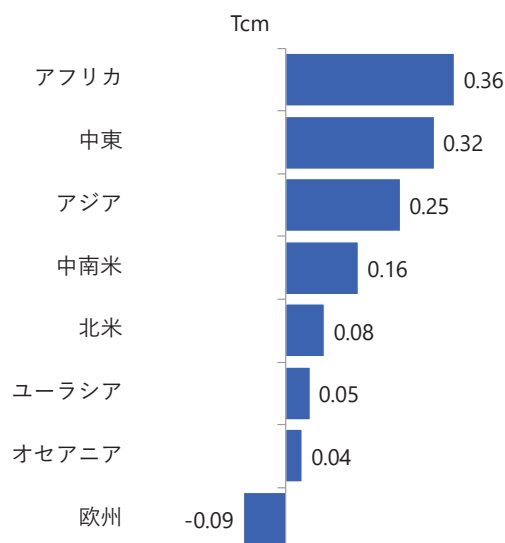
天然ガス消費



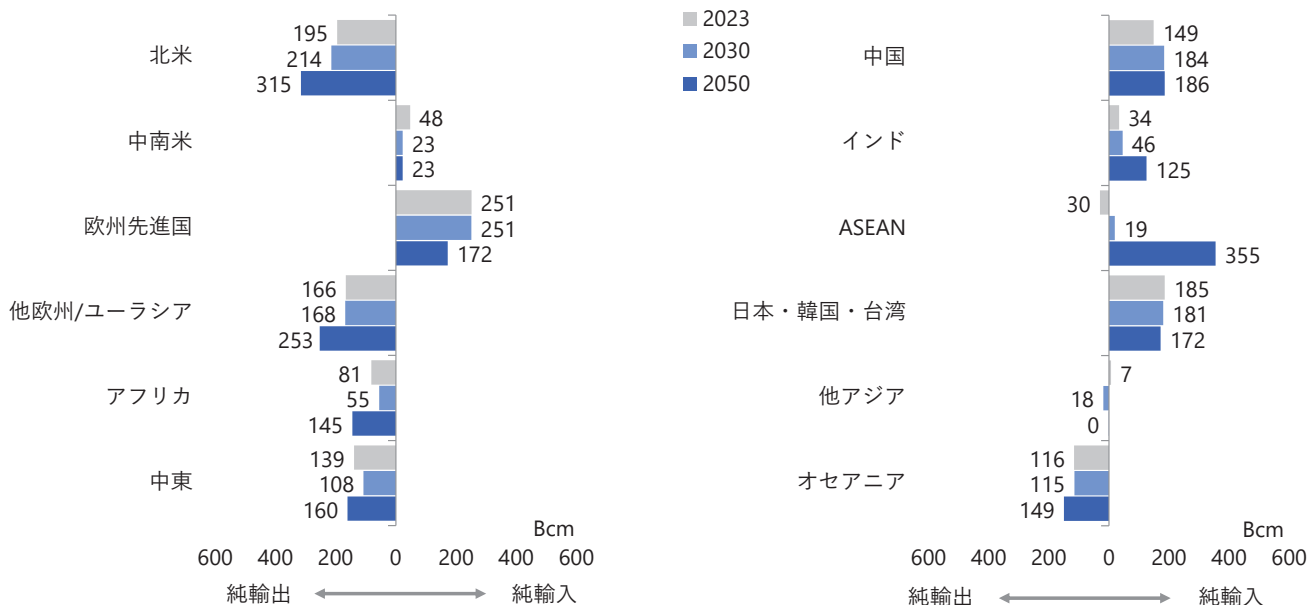
天然ガス生産



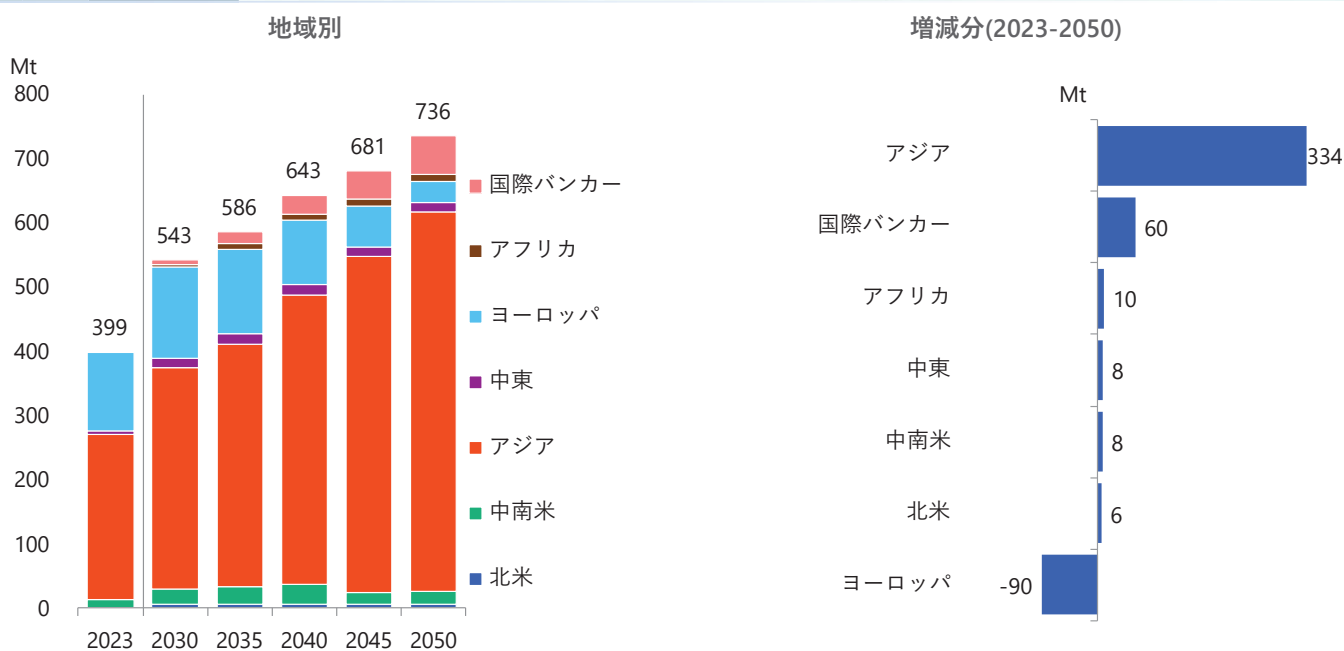
増減分(2023-2050)



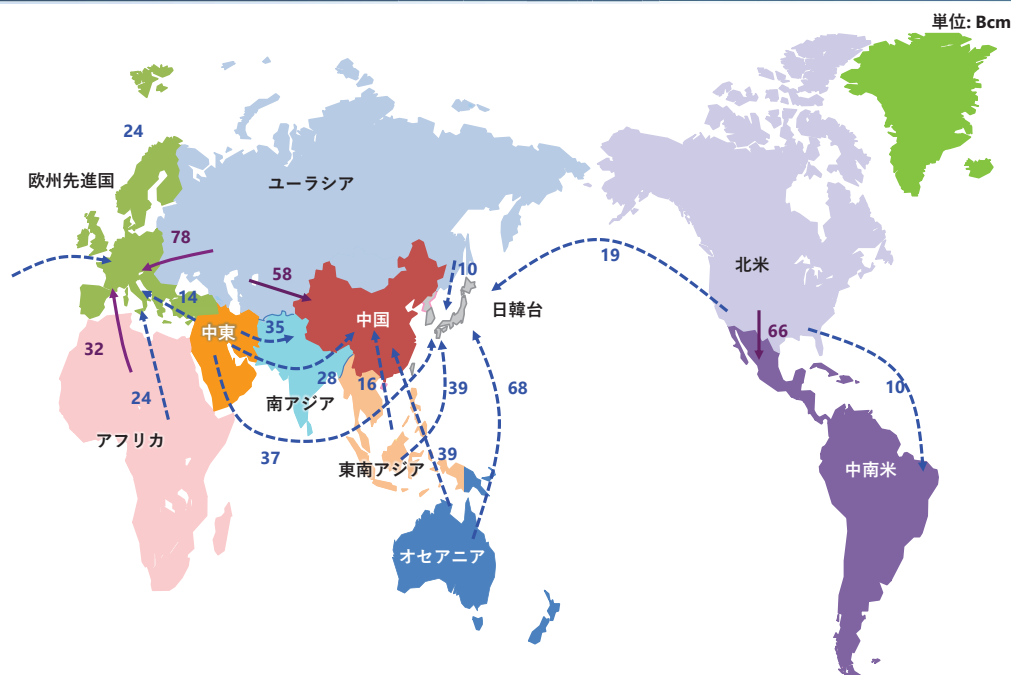
天然ガス純輸出入量



LNG需要量

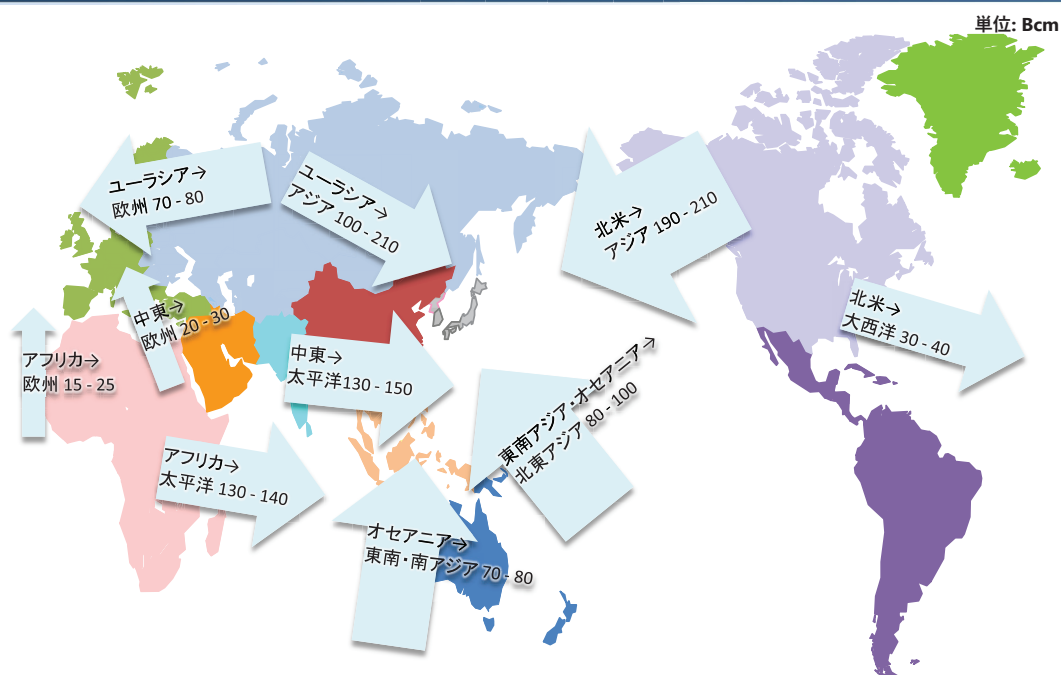


主要な天然ガス貿易フロー(2024年)



注: 主な地域間貿易を記載しており、全貿易量を包含するものではない。

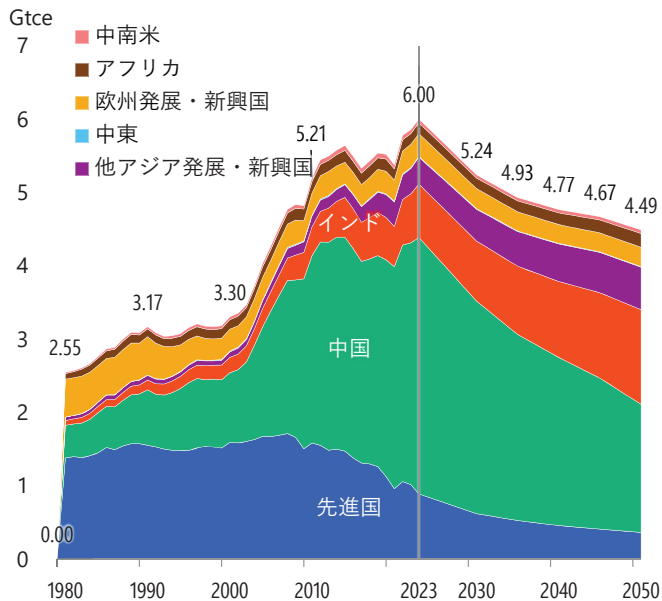
主要な天然ガス貿易フロー(2050年)



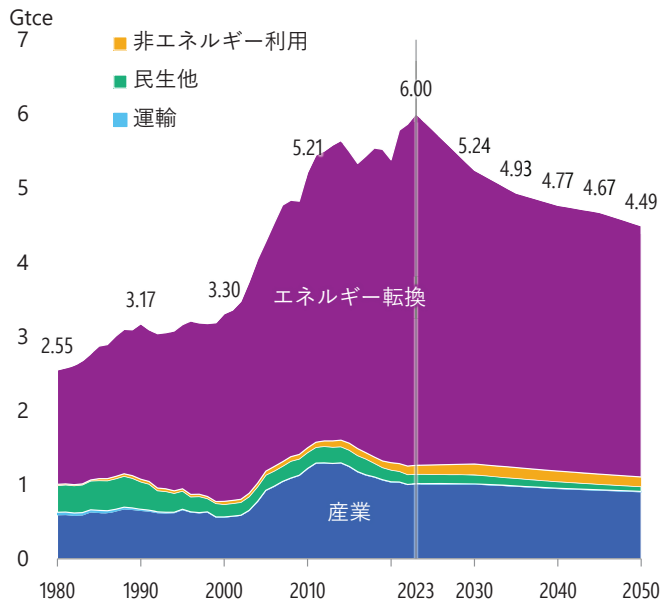
注: 主な地域間貿易を記載しており、全貿易量を包含するものではない。

石炭消費

地域別

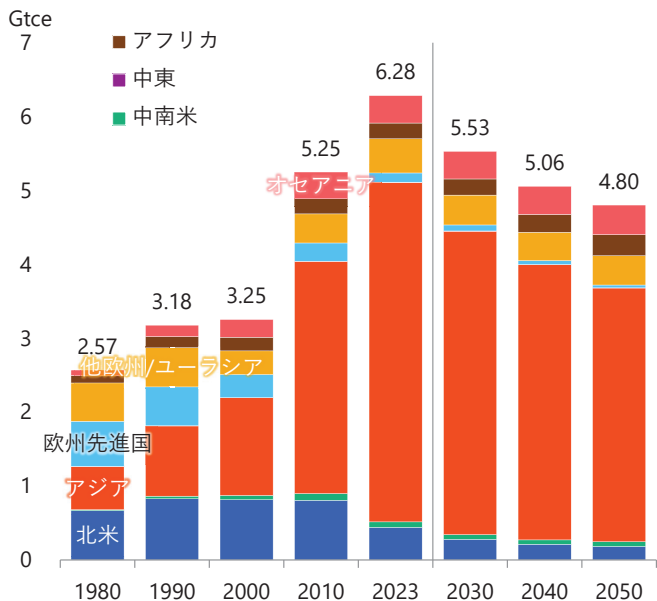


部門別

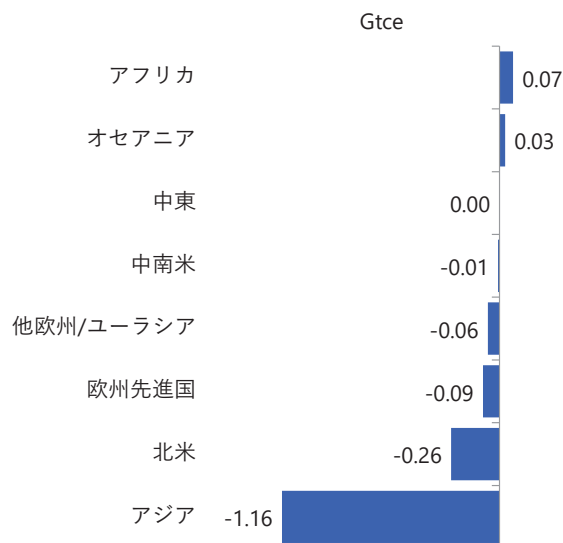


石炭生産

地域別

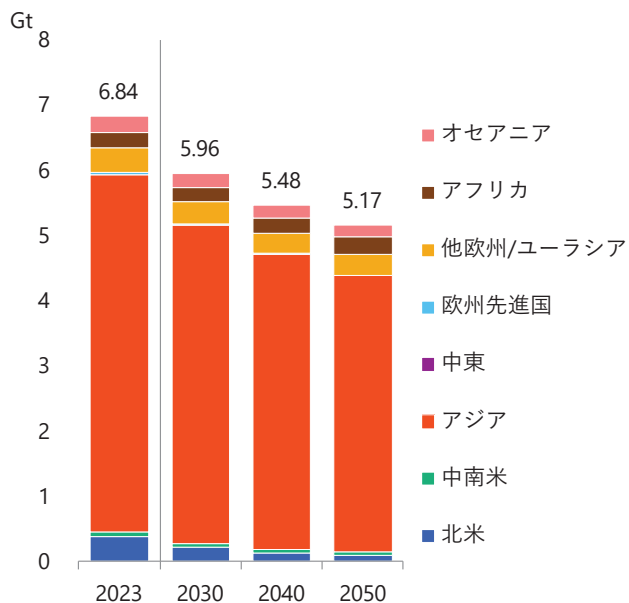


増減分(2023-2050年)

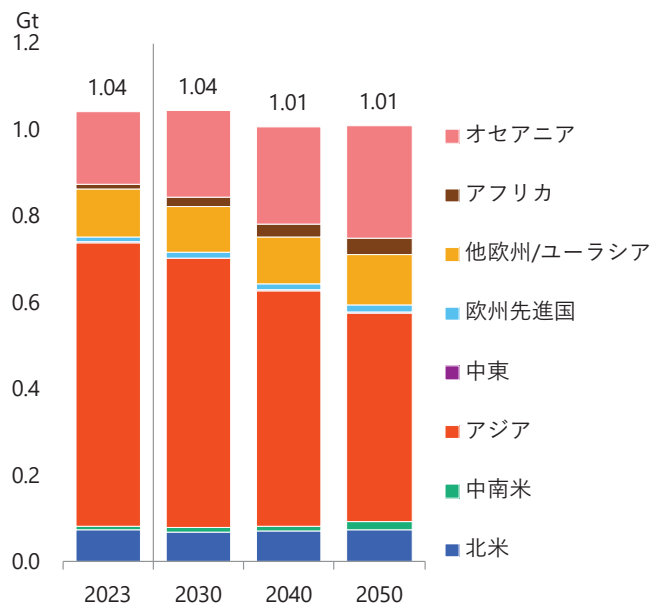


石炭生産(一般炭・原料炭)

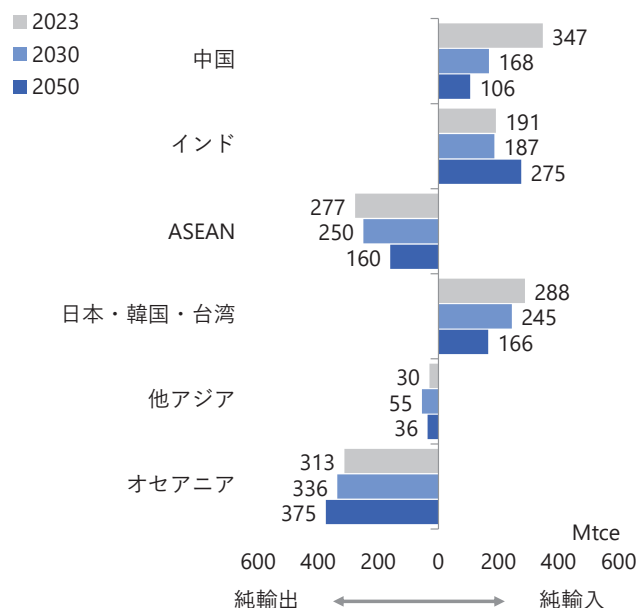
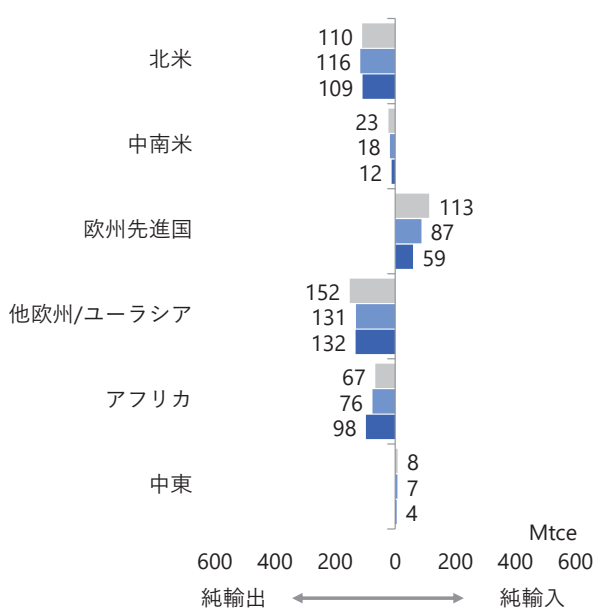
一般炭



原料炭



石炭純輸出入量

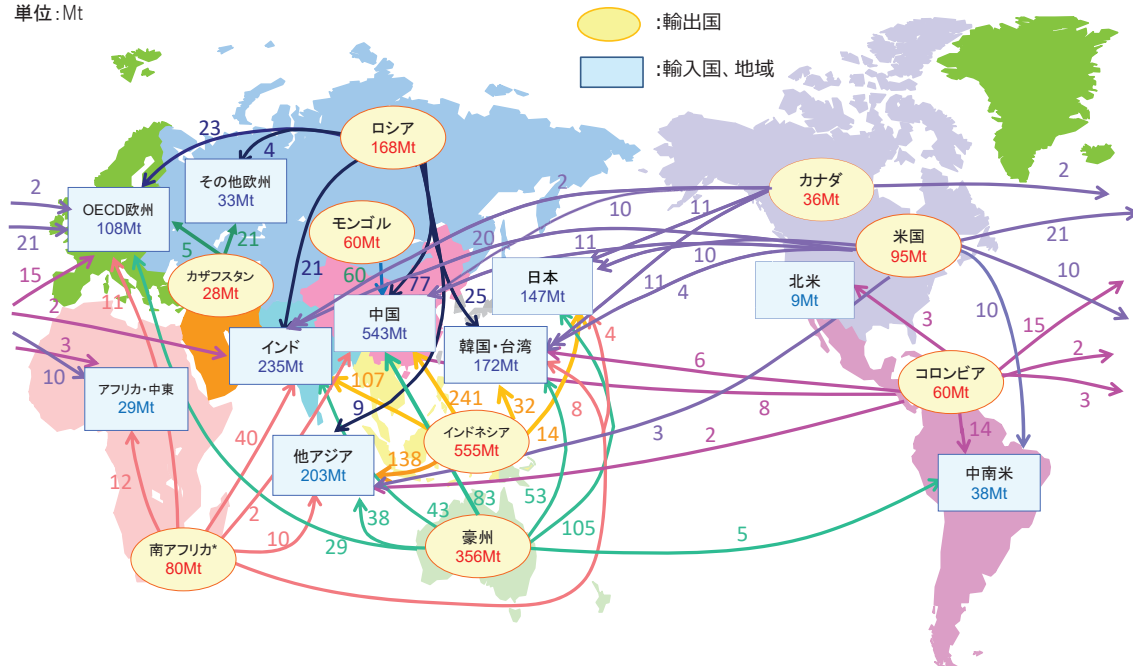


主要な石炭貿易フロー(2024年)

单位: Mt

:輸出国

:輸入国、地域



注: 一般炭と原料炭の合計。2 Mt以上を記載、南アフリカにはモザンビークが含まれる。 出所: IEA “Coal Information 2025”、TEXレポート等をもとに推定

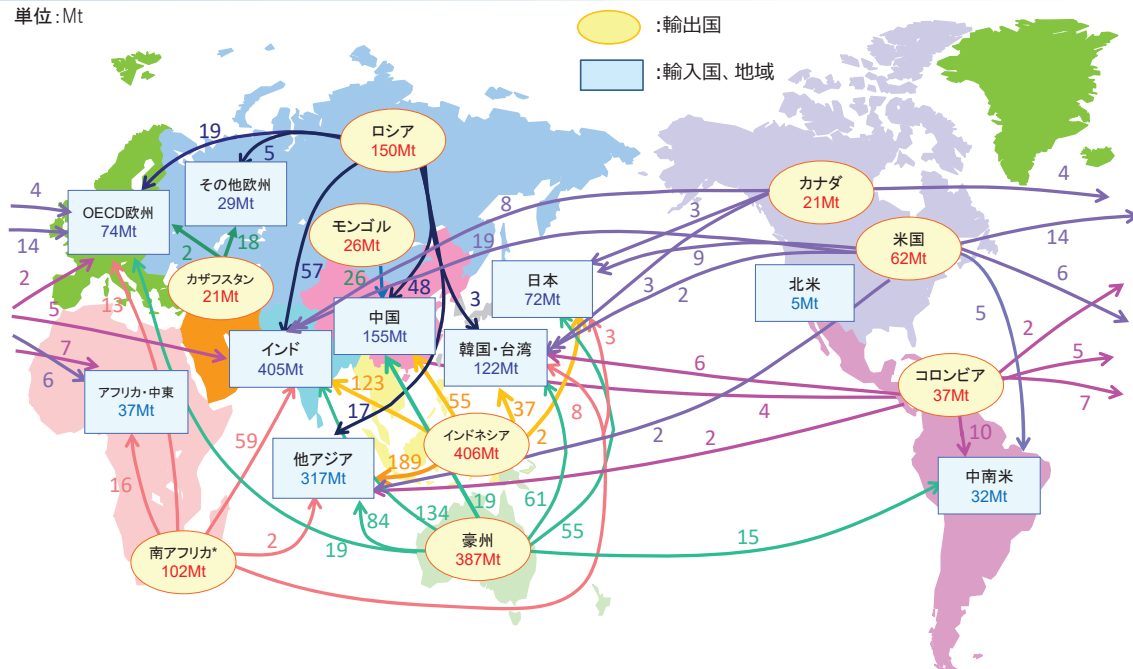
レファレンスシナリオ

主要な石炭貿易フロー(2050年)

单位: Mt

:輸出国

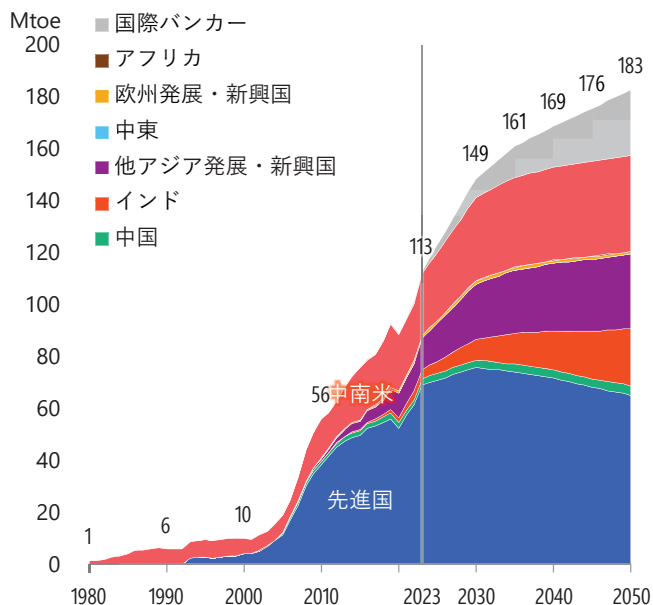
:輸入国、地域



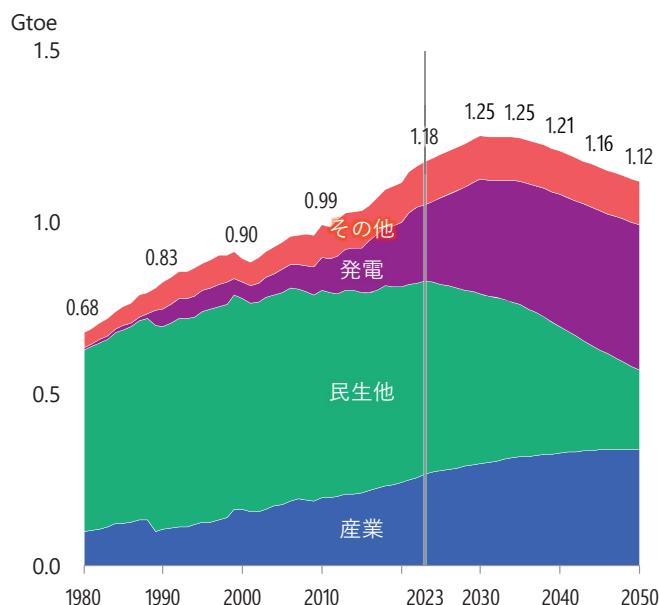
注: 一般炭と原料炭の合計。2 Mt以上を記載、南アフリカにはモザンビークが含まれる。

バイオエネルギー消費

輸送用バイオ燃料

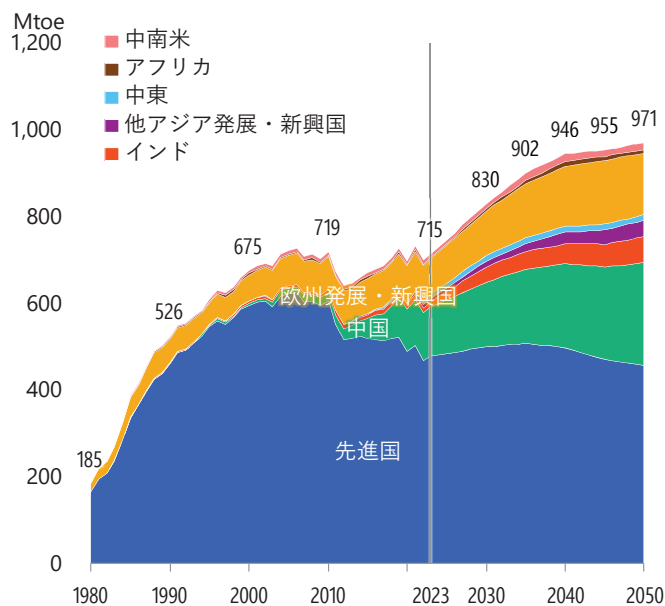


固形バイオマス

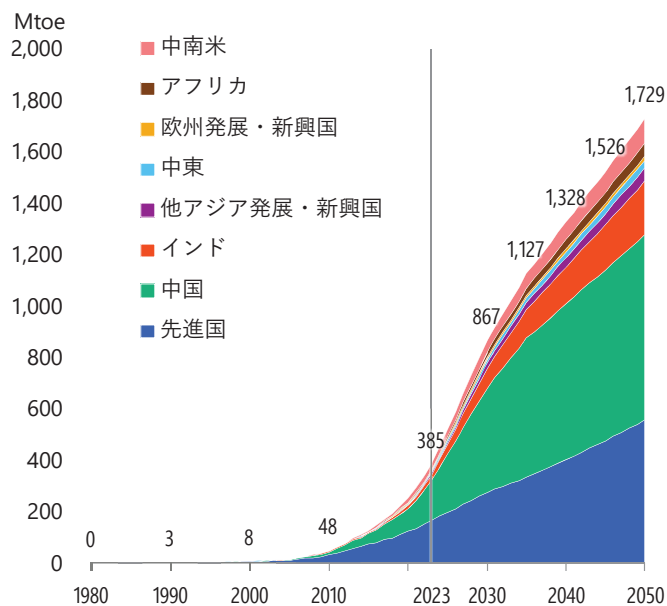


原子力、太陽・風力等消費

原子力

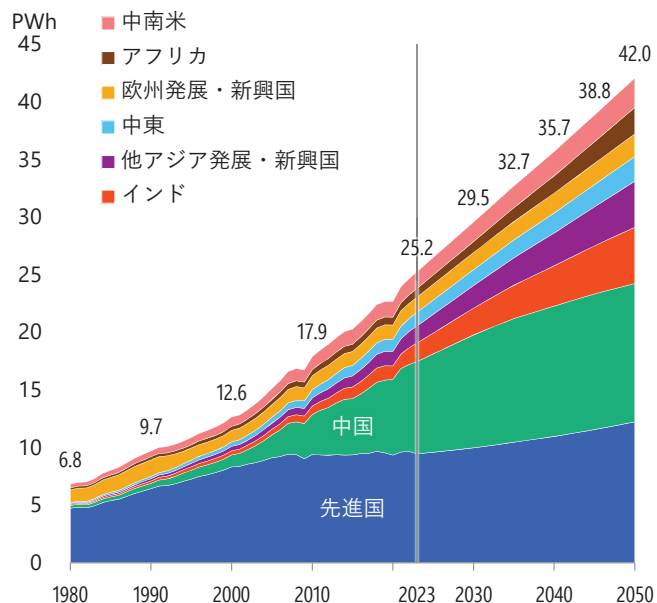


太陽・風力等

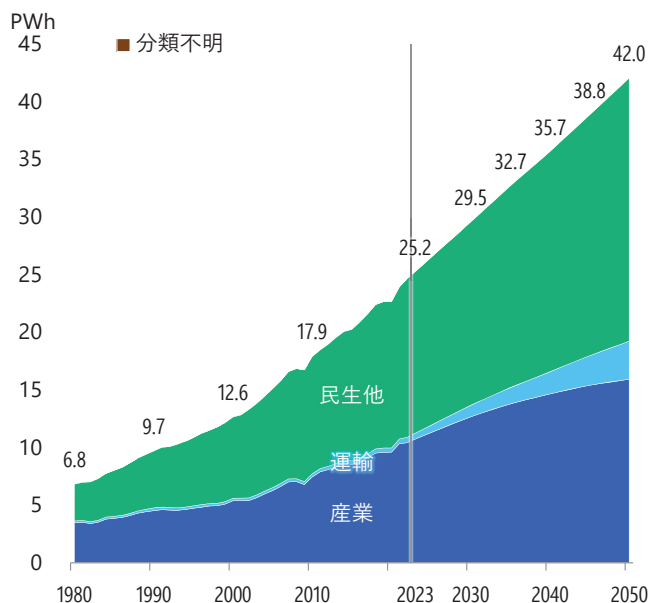


電力最終消費

地域別

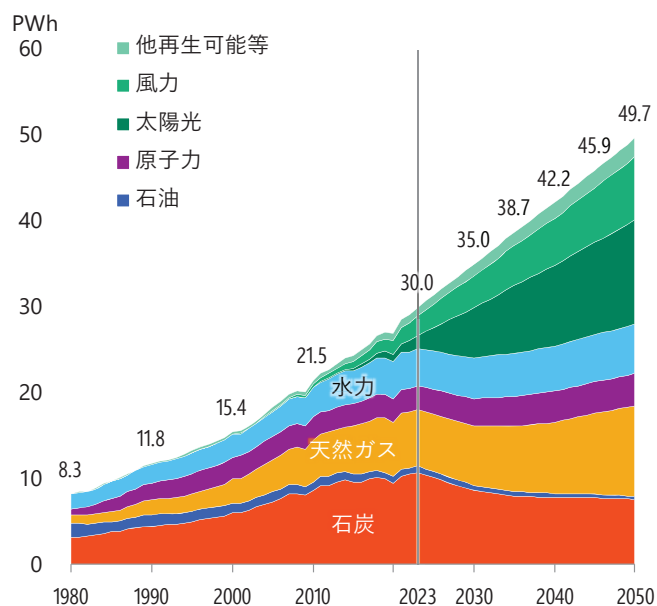


部門別

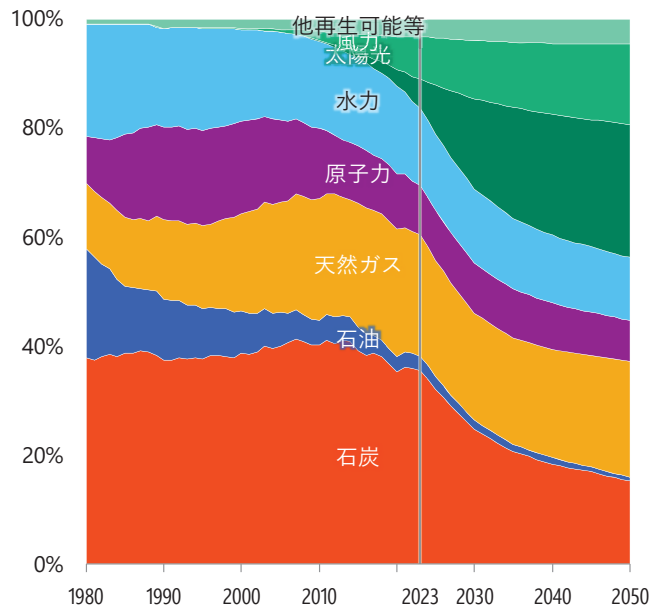


発電構成

発電量



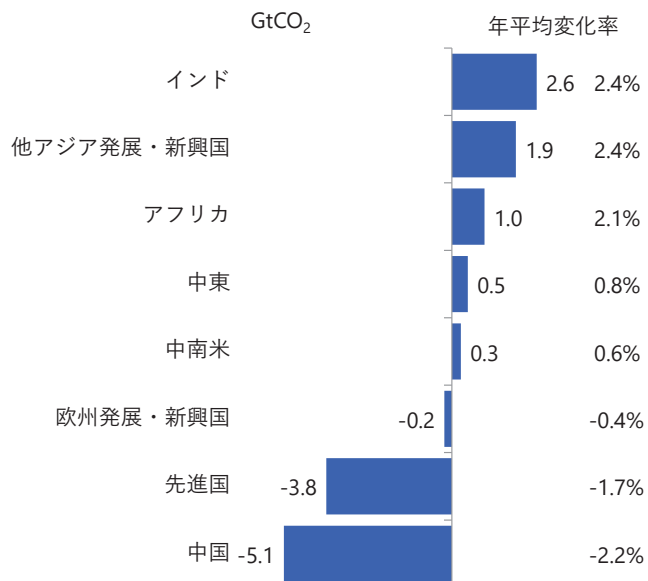
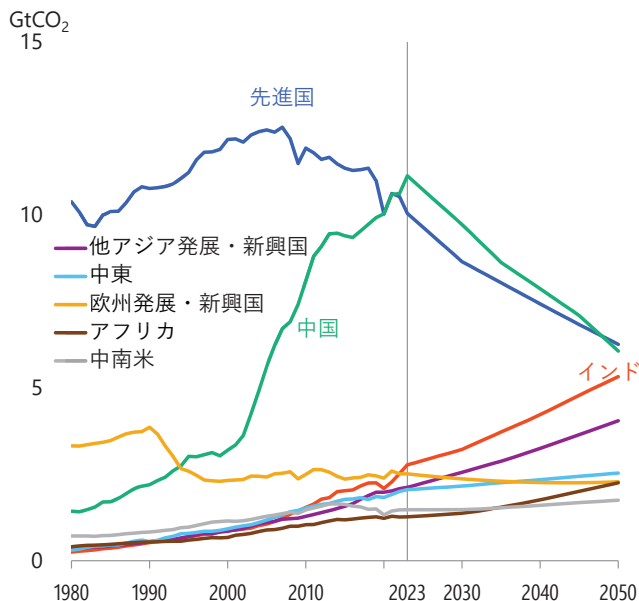
発電量シェア



エネルギー起源二酸化炭素排出量

地域別

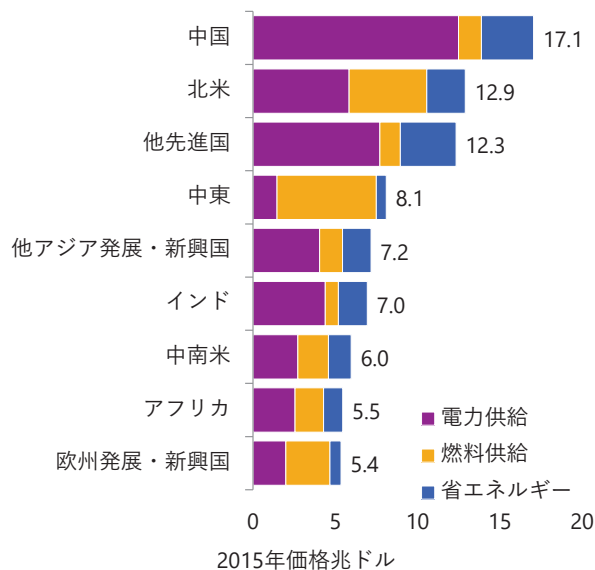
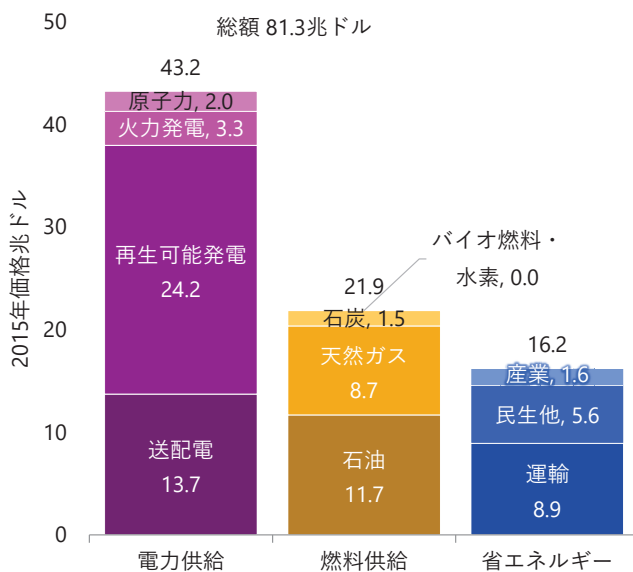
増減分(2023-2050年)



エネルギー関連投資額(2024年～2050年 累積投資額)

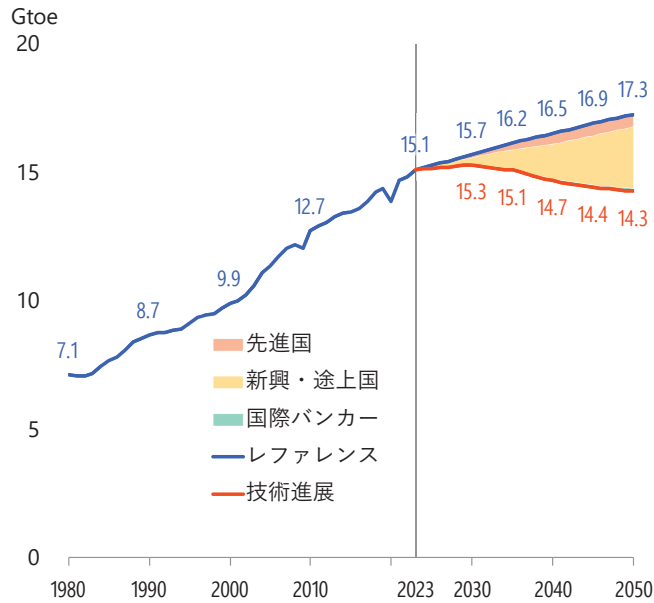
地域別

部門別

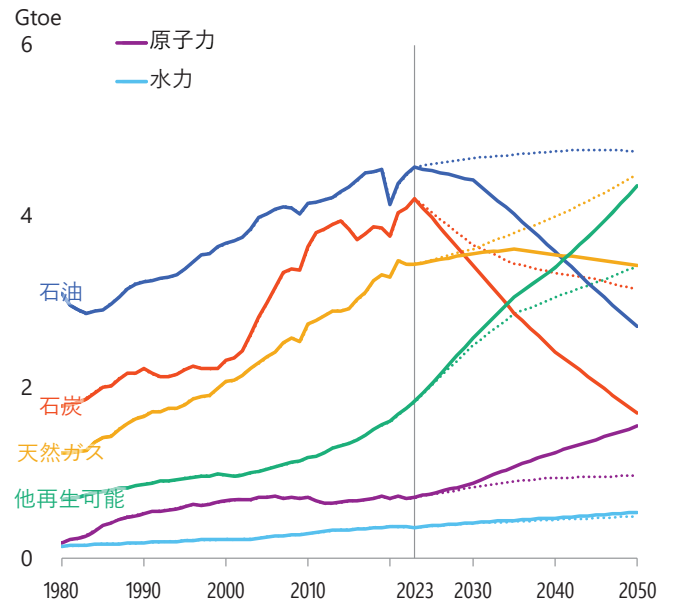


一次エネルギー消費

地域別



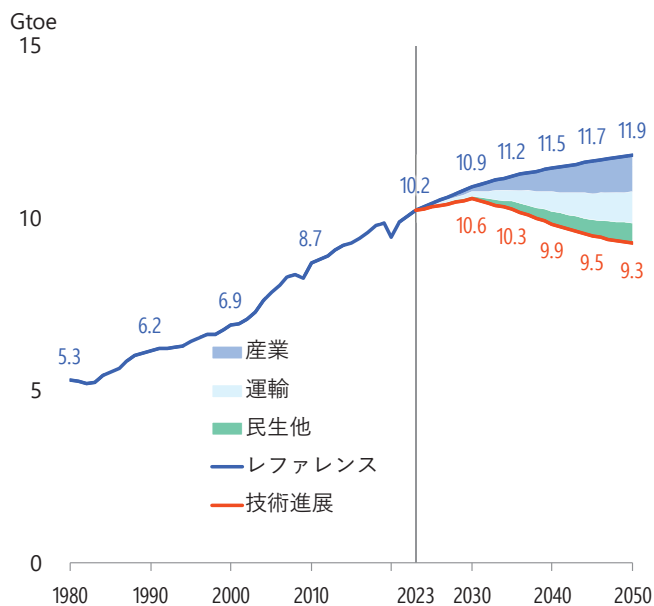
エネルギー源別



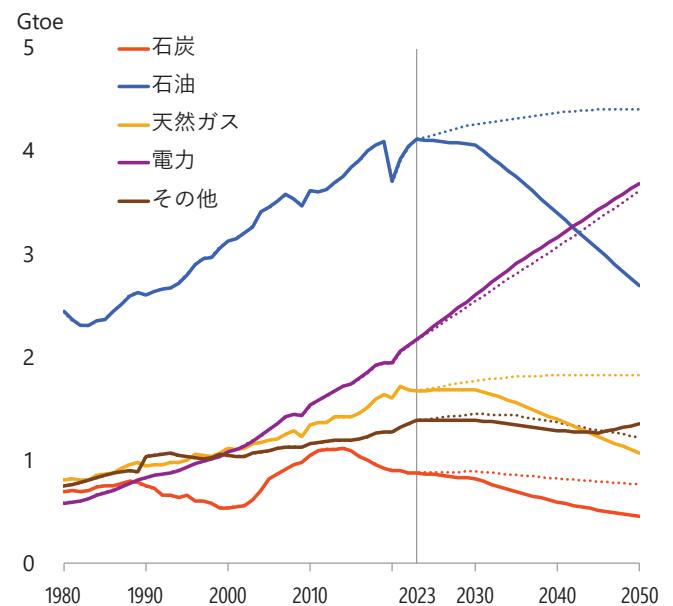
(注)実線: 技術進展、点線: レファレンス

最終エネルギー消費

部門別

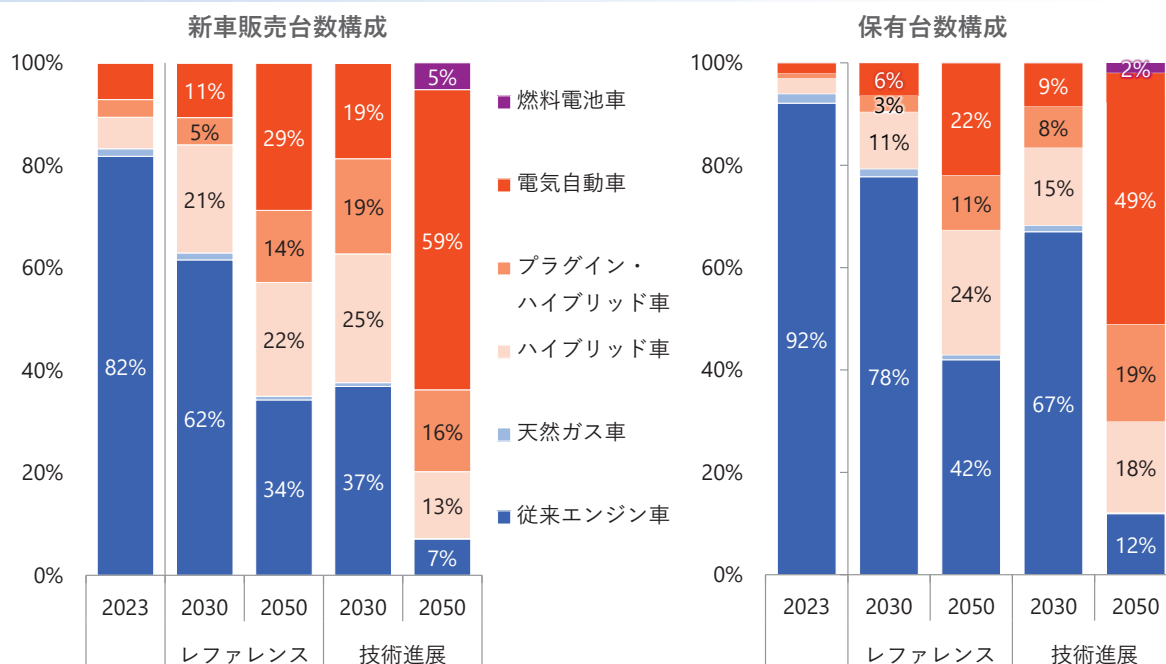


エネルギー源別

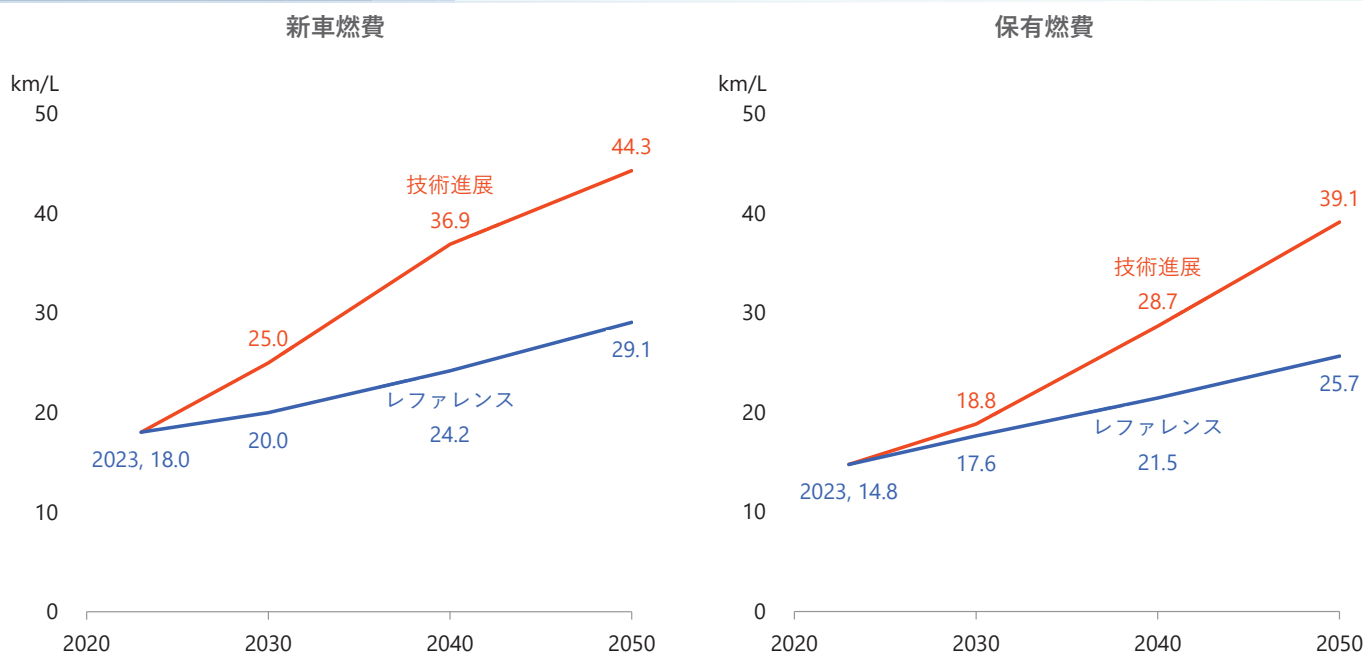


(注)実線: 技術進展、点線: レファレンス

自動車駆動タイプ構成(乗用車)



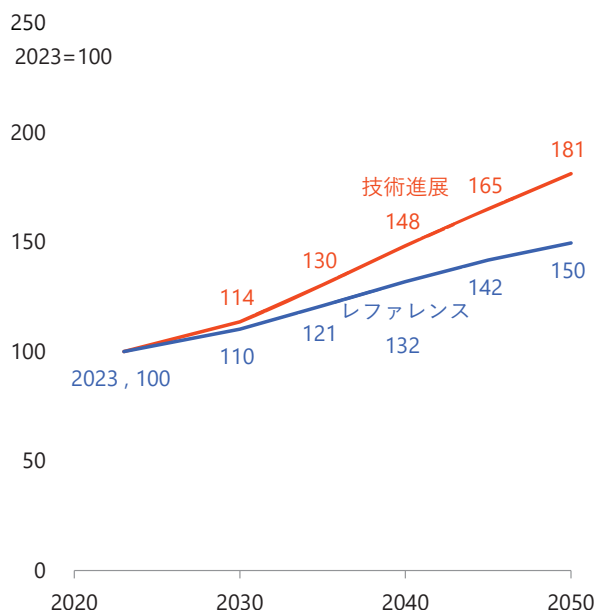
自動車燃費(乗用車)



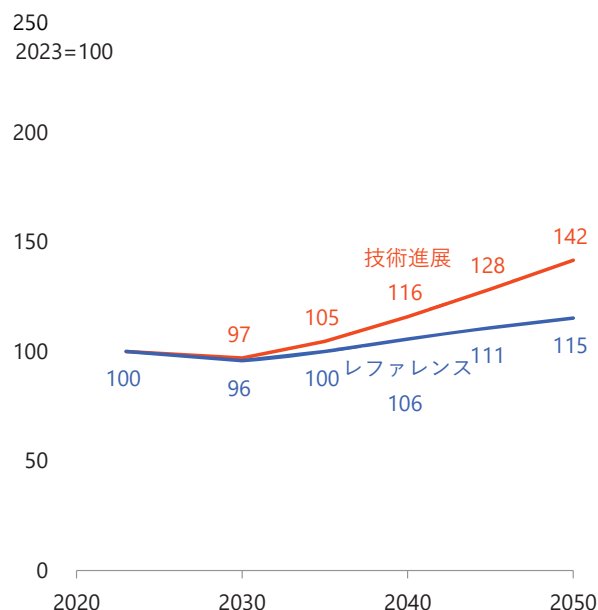
注: ガソリン換算

民生部門総合効率

家庭部門

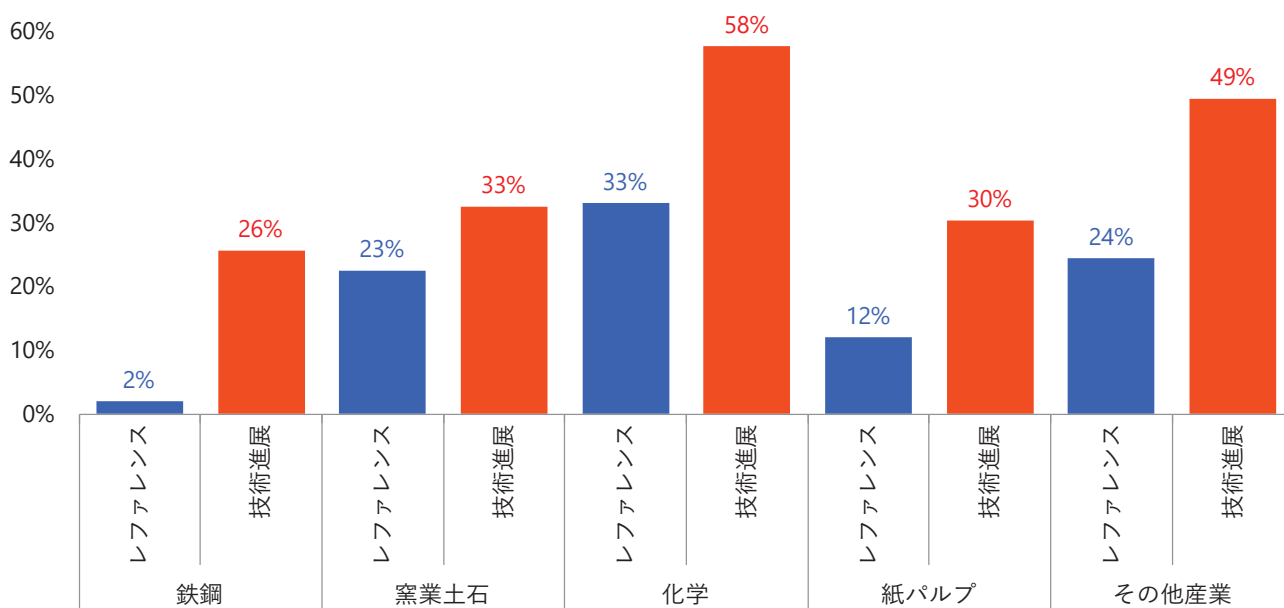


業務部門



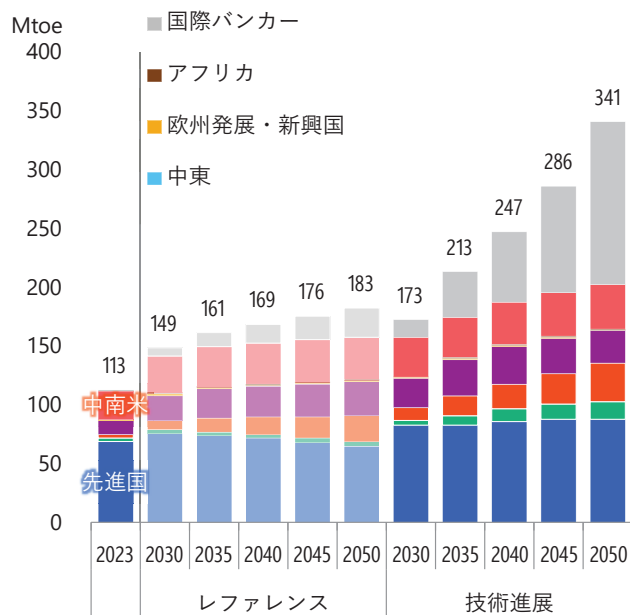
産業部門原単位改善率(2050年)

2023年比改善率

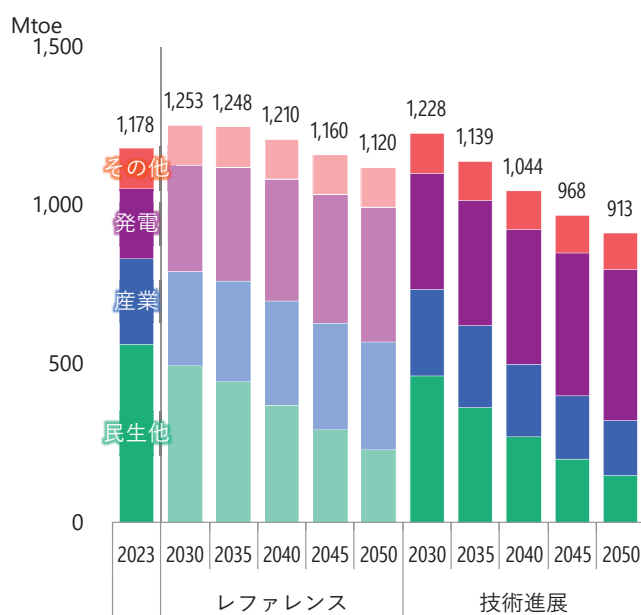


バイオエネルギー消費

輸送用バイオ燃料

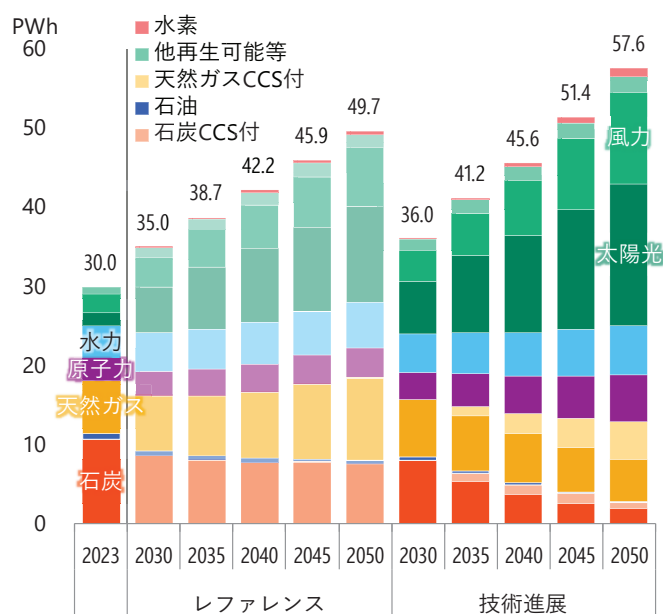


固形バイオマス

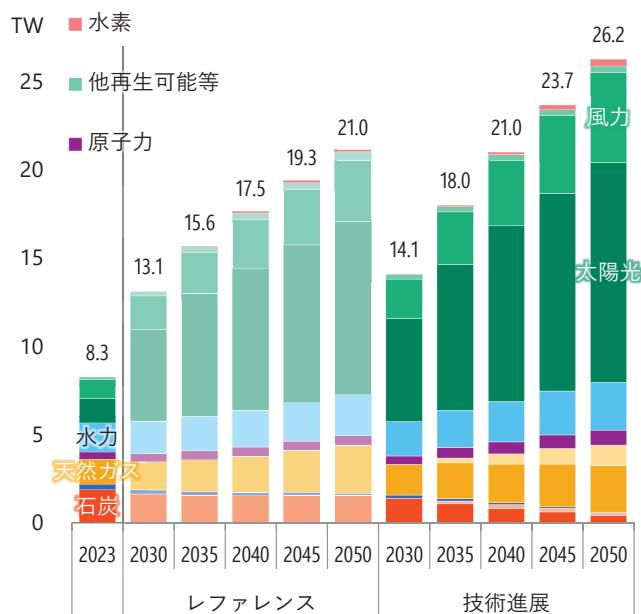


発電構成

発電量

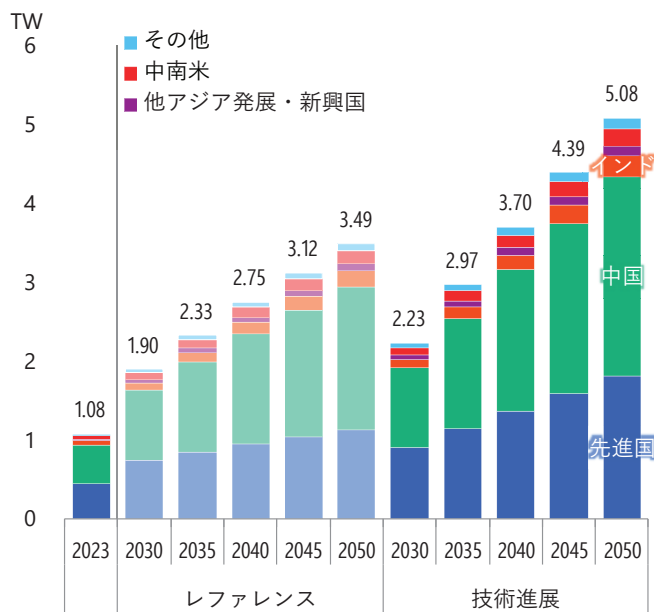


発電設備容量

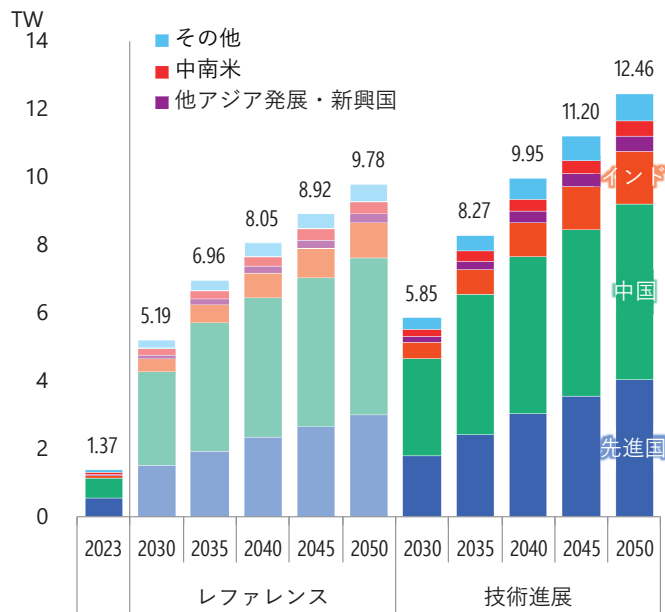


風力・太陽光発電設備容量

風力発電

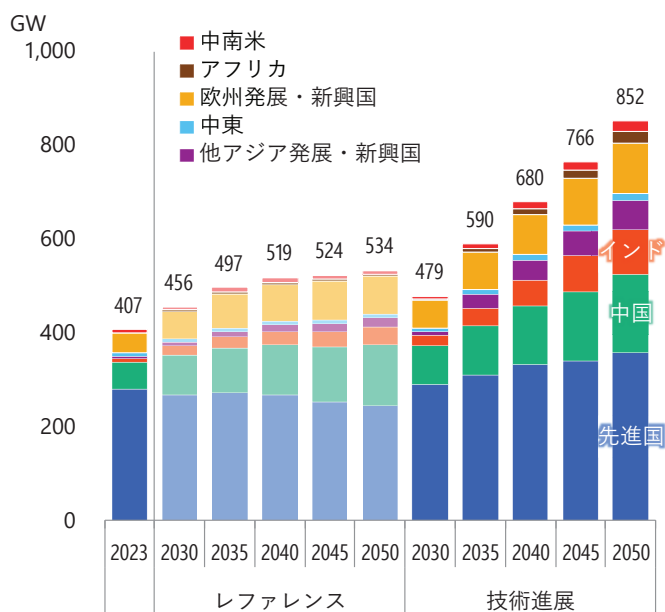


太陽光発電

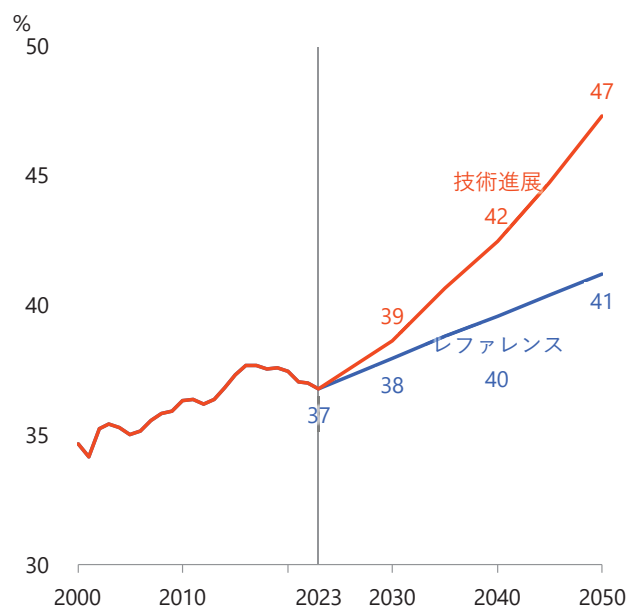


原子力発電設備容量・火力発電効率

原子力発電



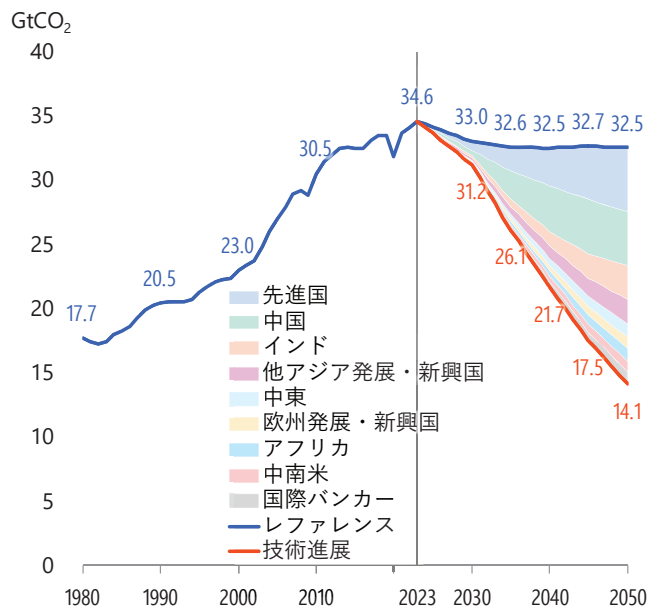
火力発電効率(発電端)



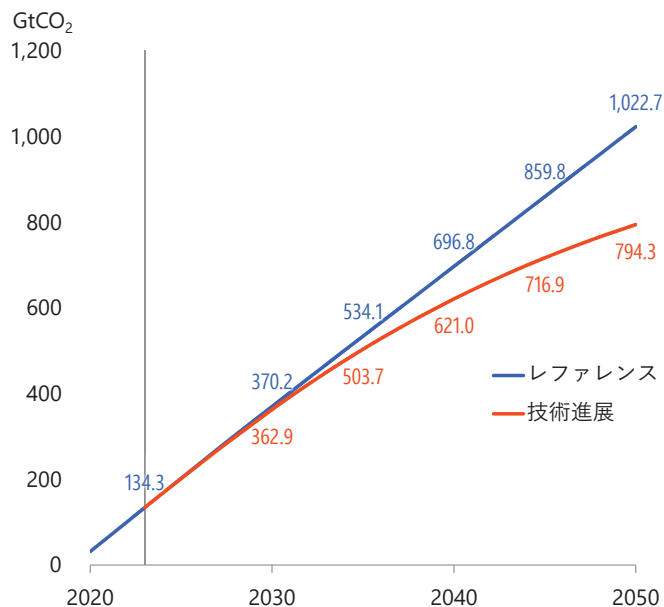
注: バイオマス・廃棄物を除く

エネルギー起源二酸化炭素排出量

国・地域別



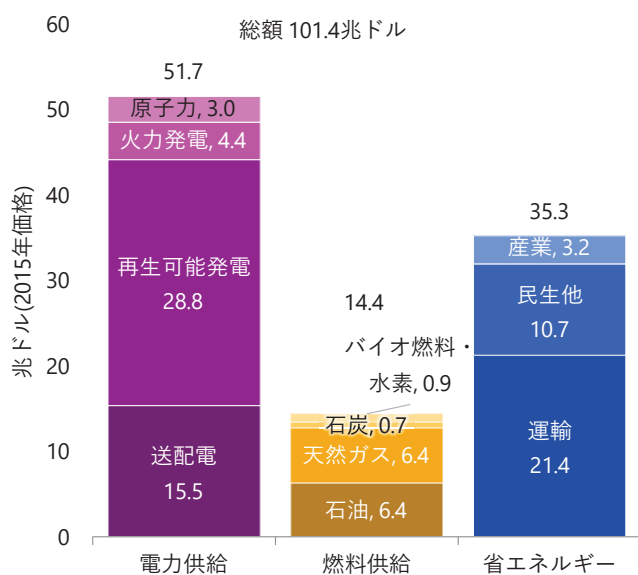
累積排出量(2020年～)



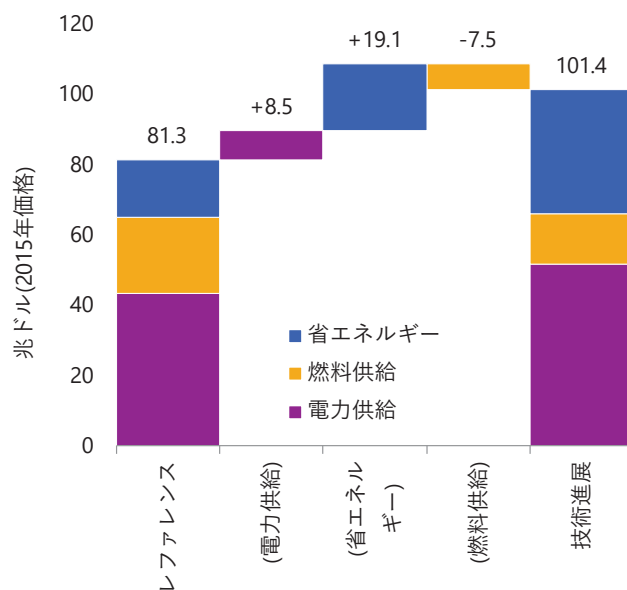
エネルギー関連投資額(2024年～2050年 累積投資額)

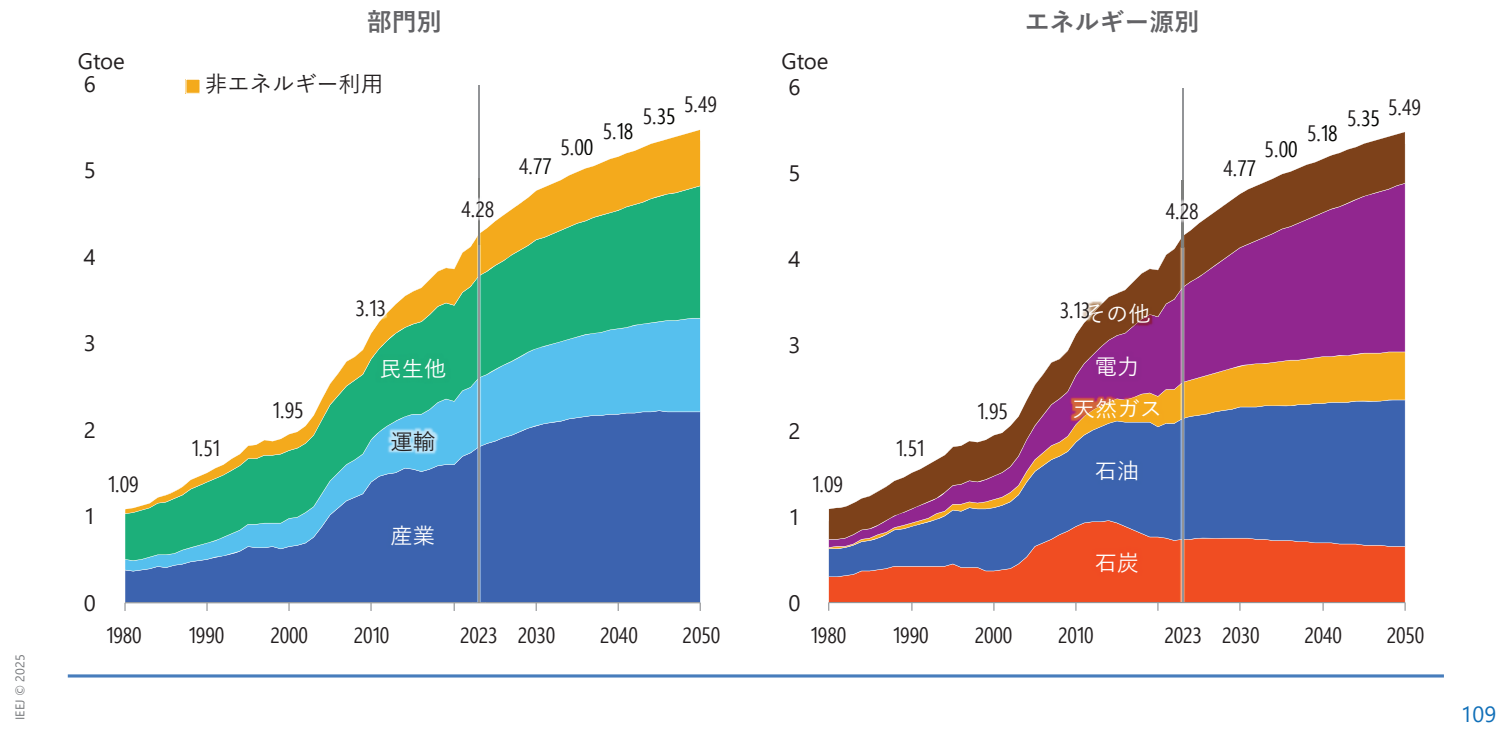
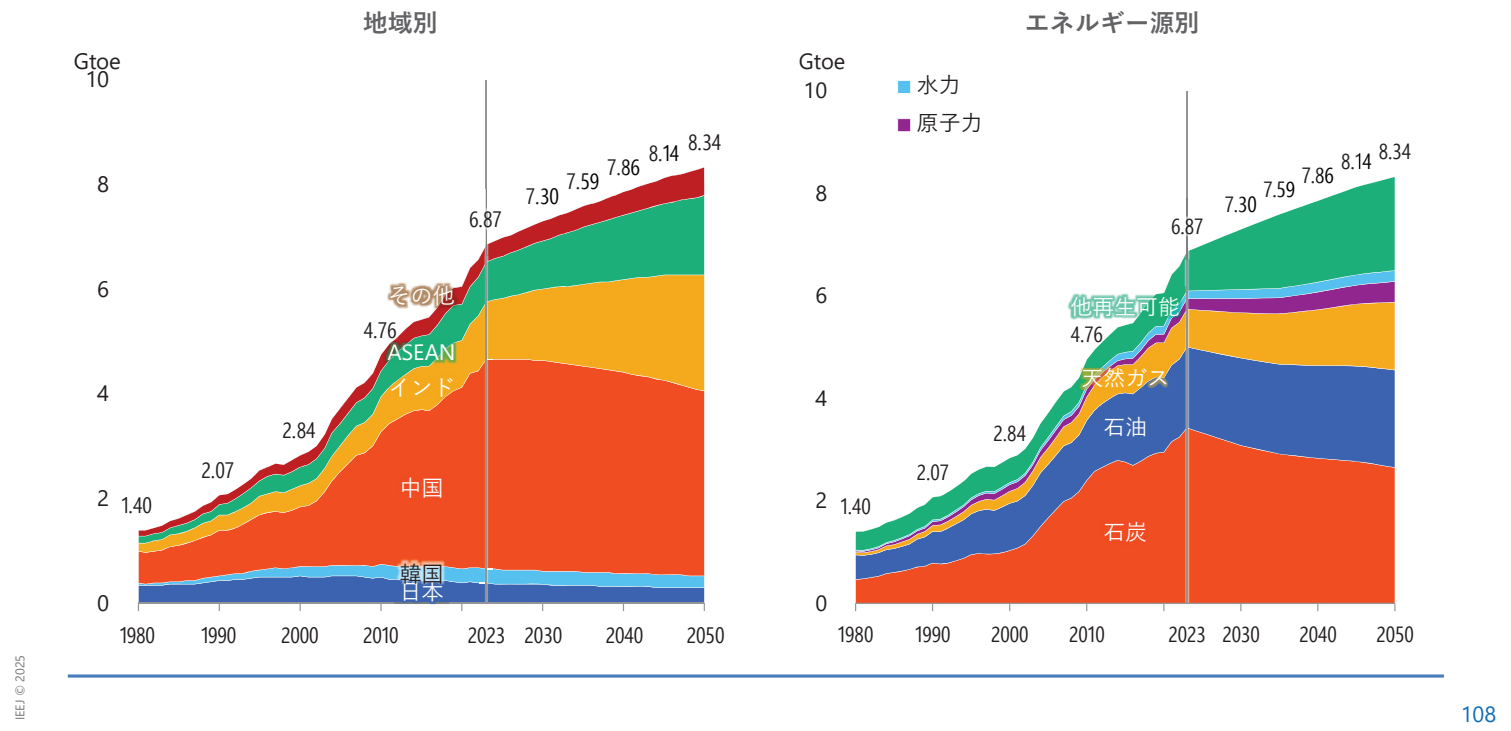
部門別

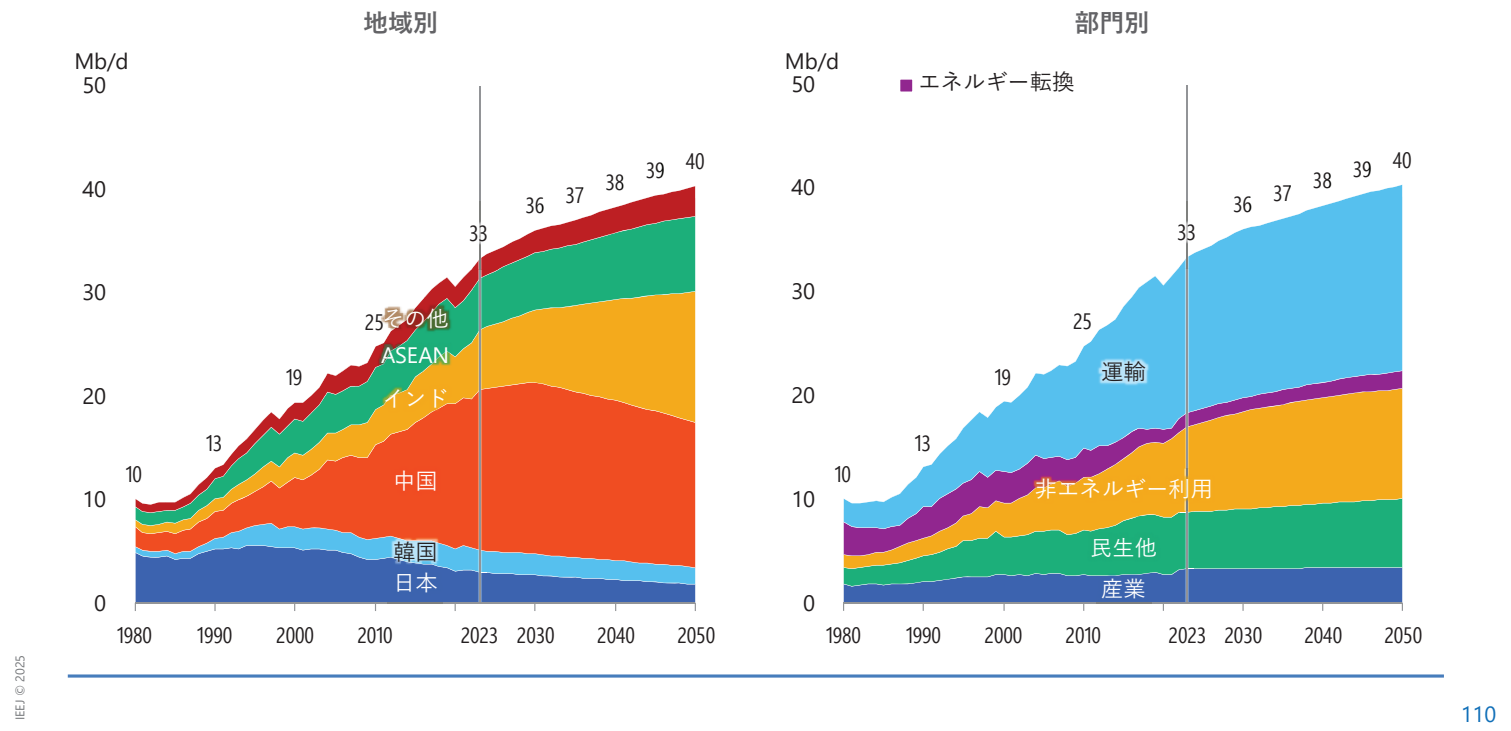
総額 101.4兆ドル



部門別増減

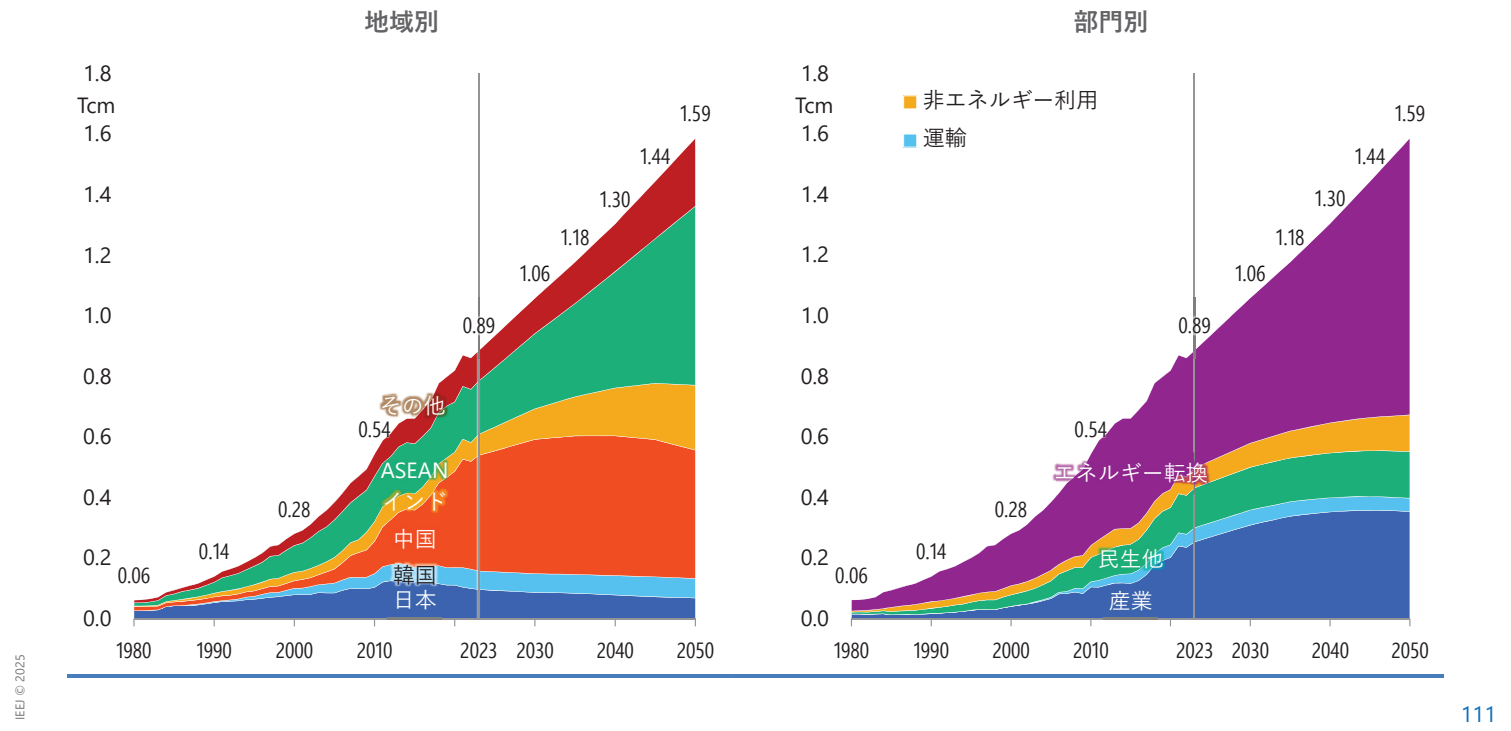
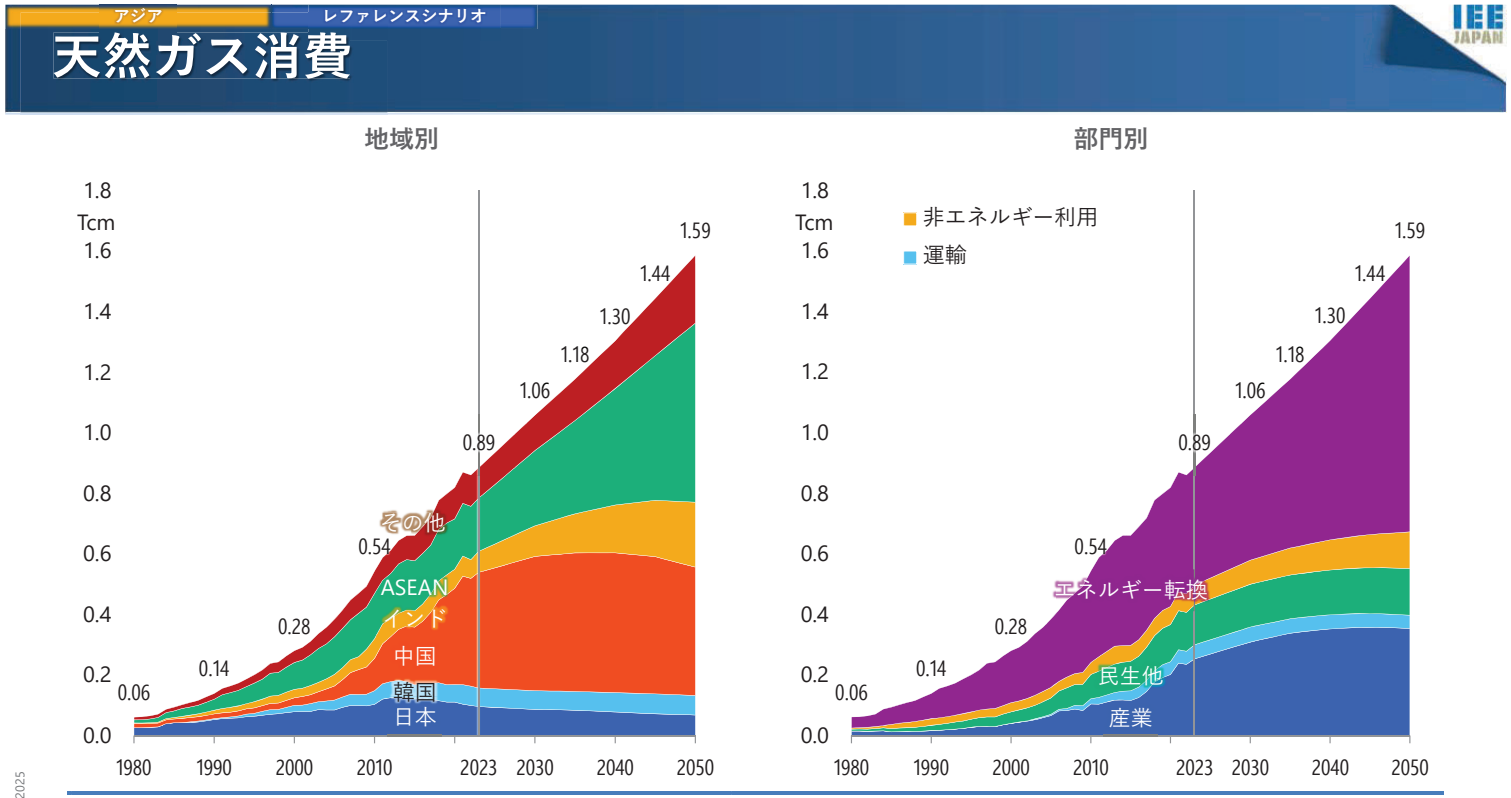






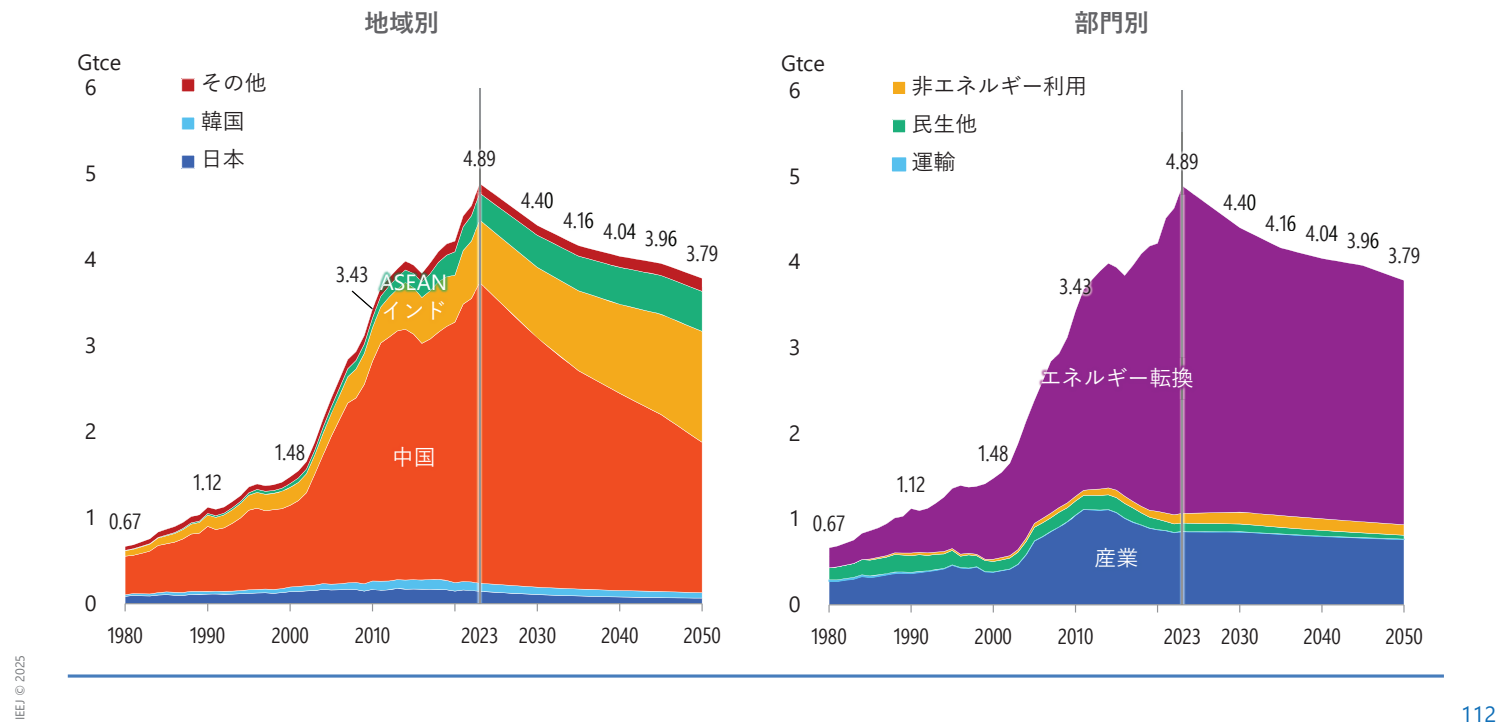
IEEJ © 2025

110



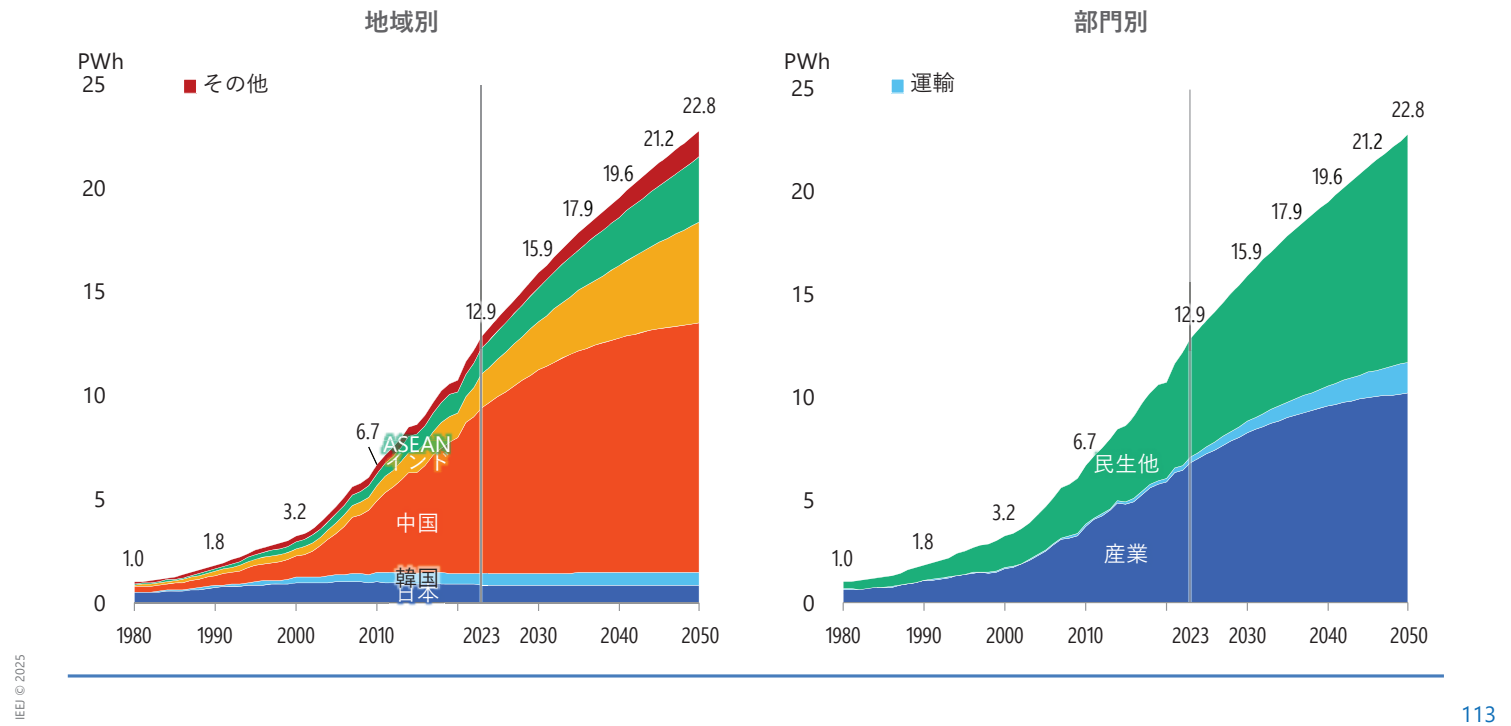
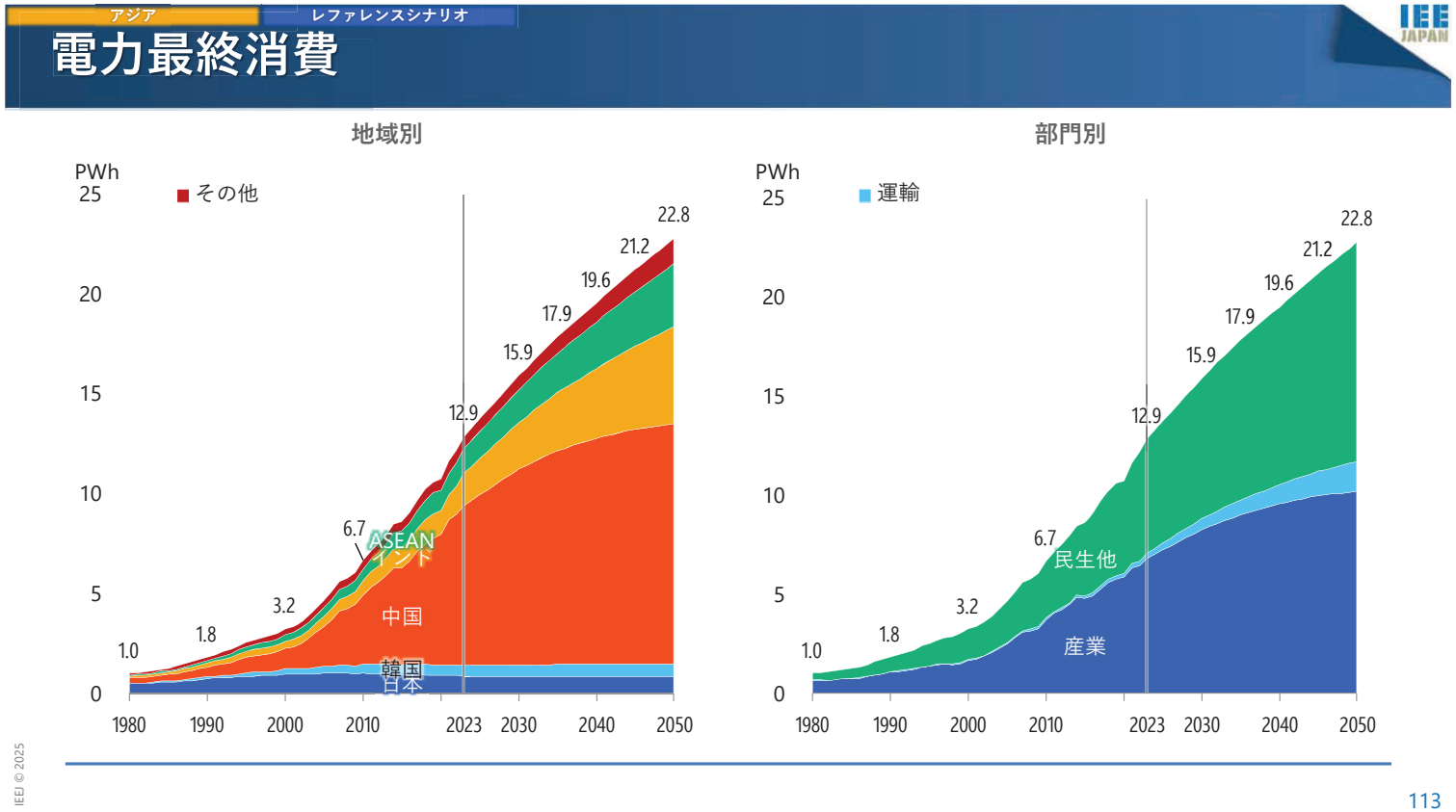
IEEJ © 2025

111



IEEJ © 2025

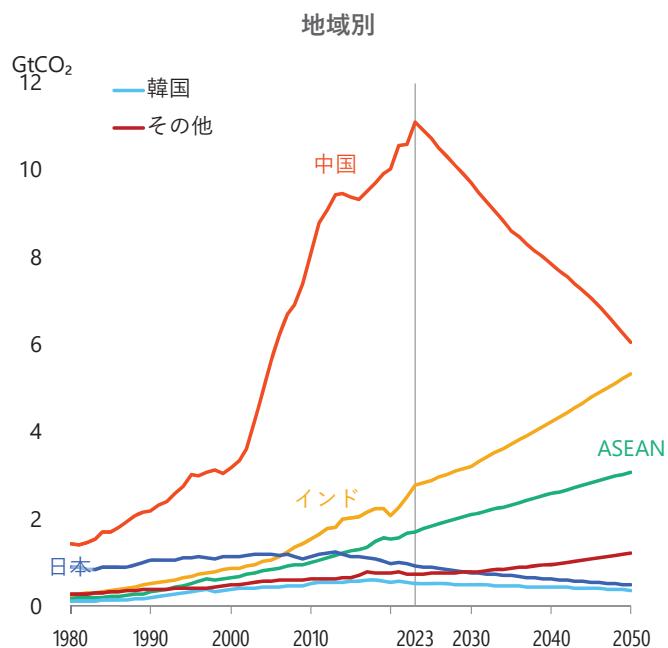
112



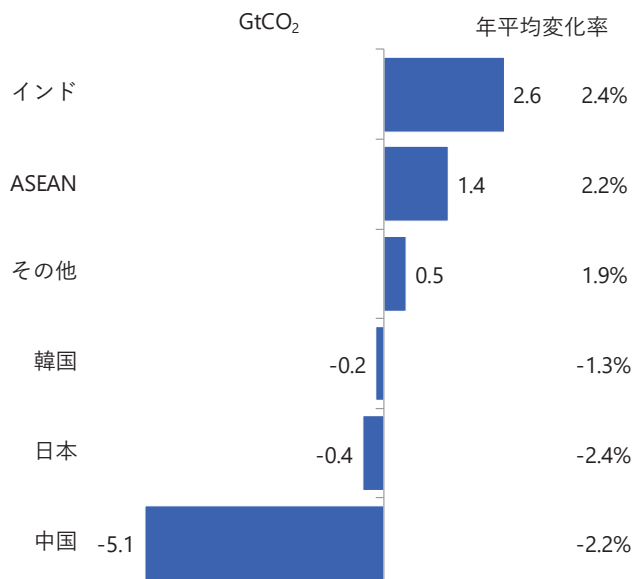
IEEJ © 2025

113

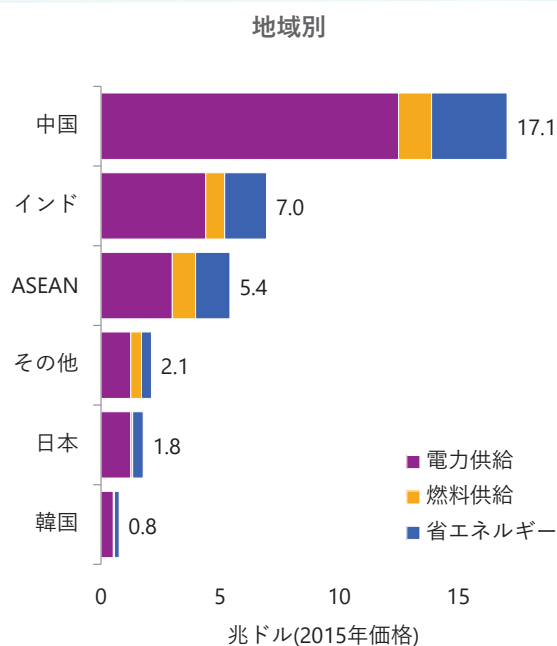
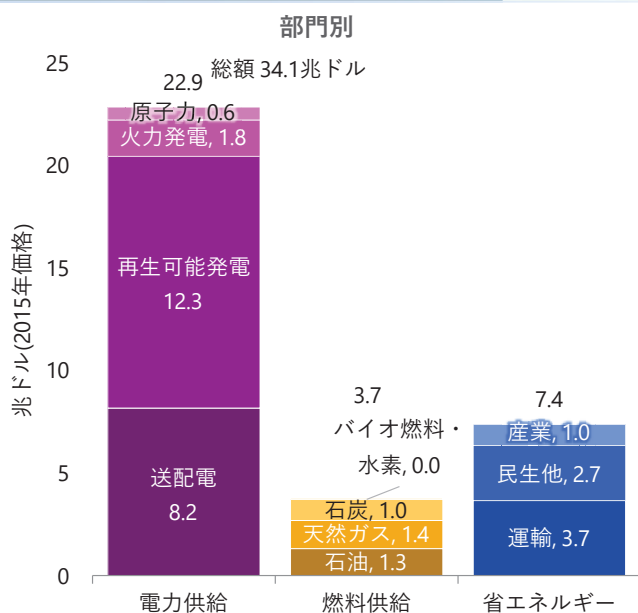
エネルギー起源二酸化炭素排出量



増減分(2023-2050年)

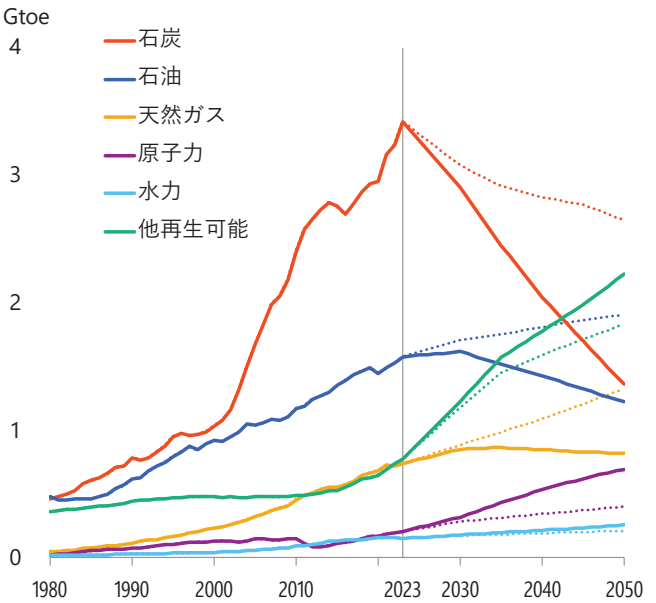
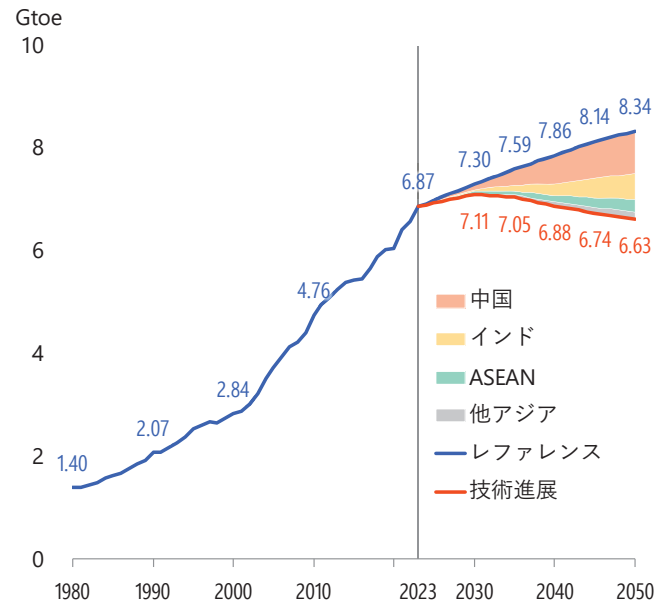


エネルギー関連投資額(2024年～2050年 累積投資額)



国・地域別

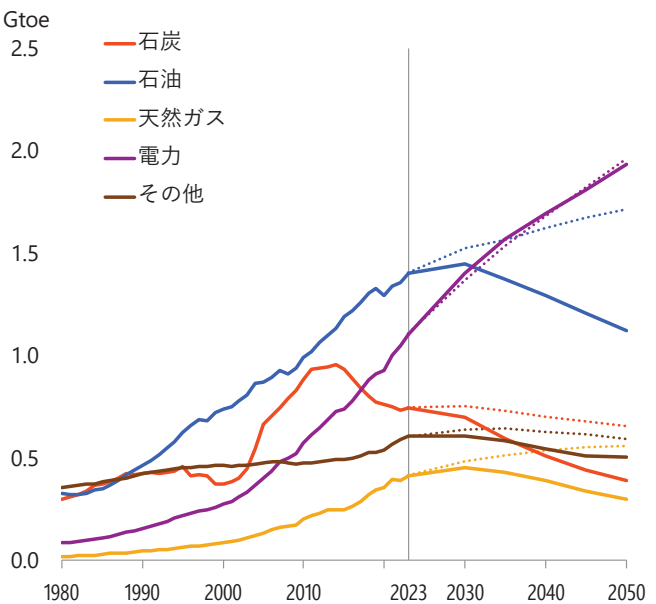
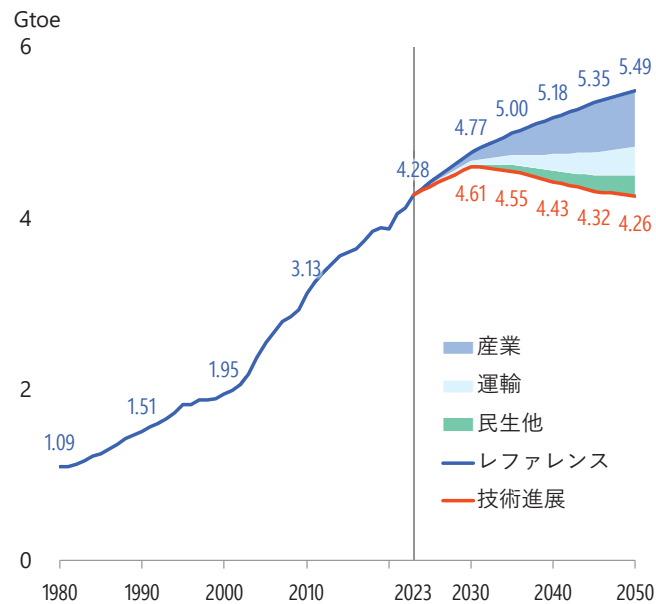
エネルギー源別



(注)実線: 技術進展、点線: レファレンス

部門別

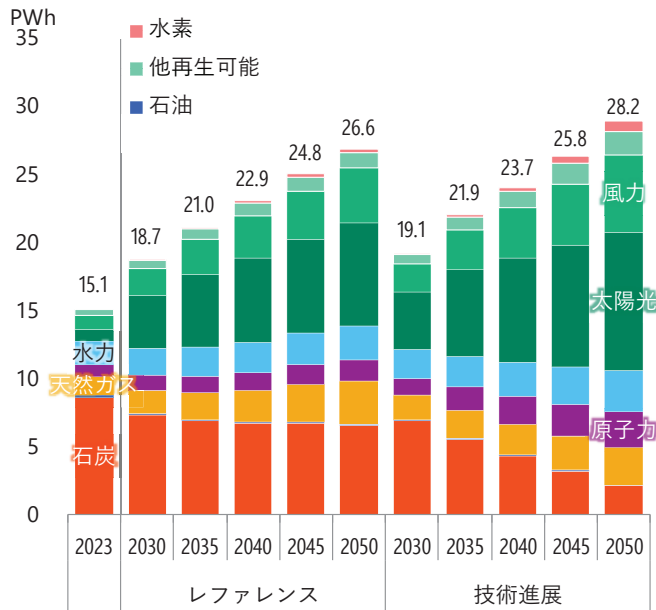
エネルギー源別



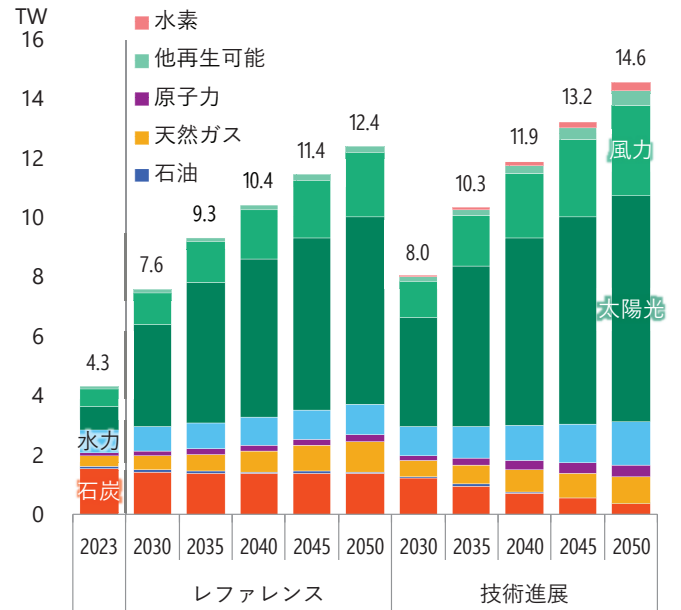
(注)実線: 技術進展、点線: レファレンス

アジア 発電構成

発電量

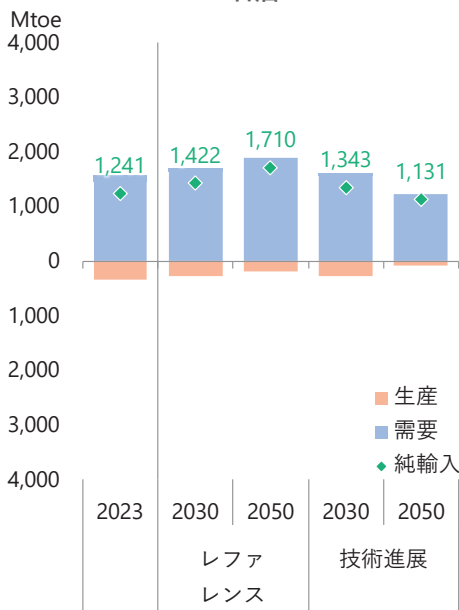


発電設備容量

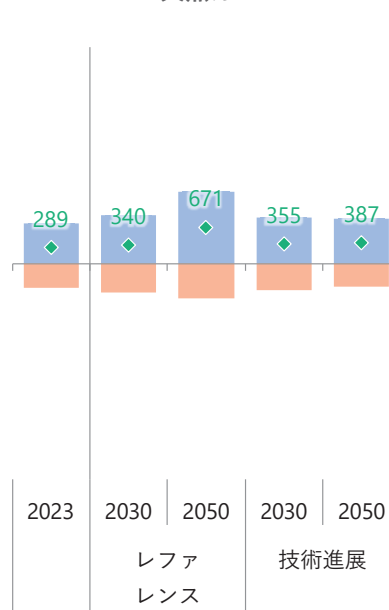


アジア 化石燃料需給バランス

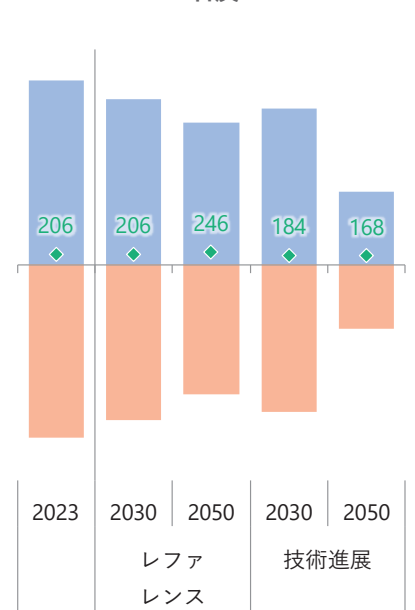
石油



天然ガス



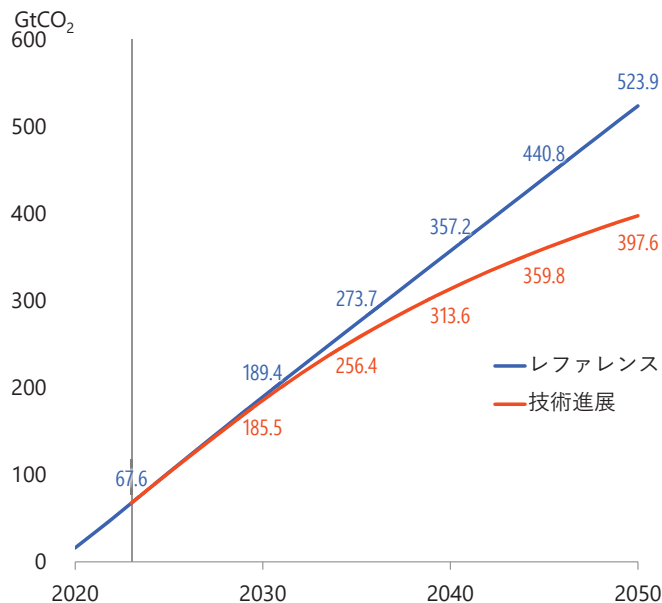
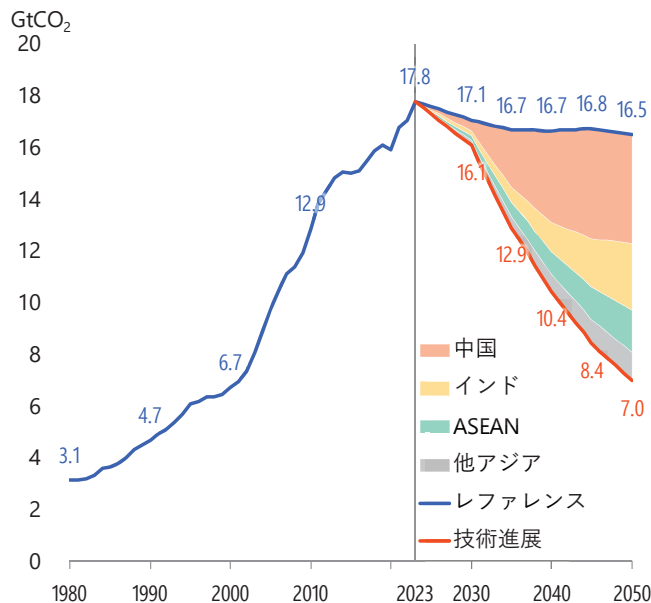
石炭



エネルギー起源二酸化炭素排出量

国・地域別

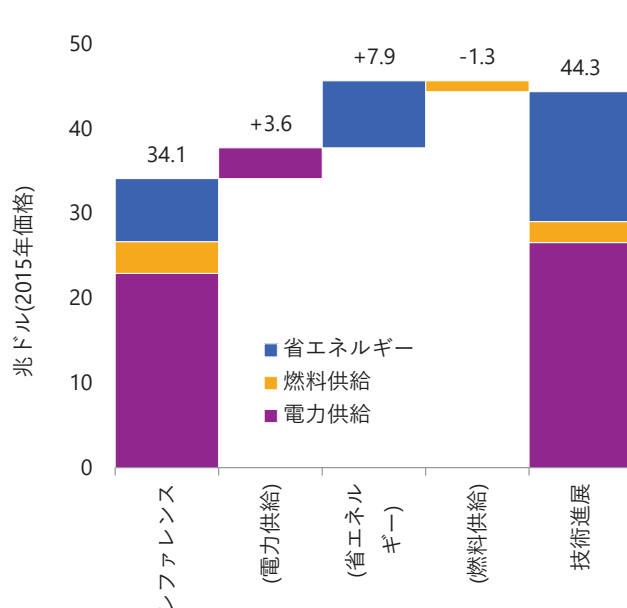
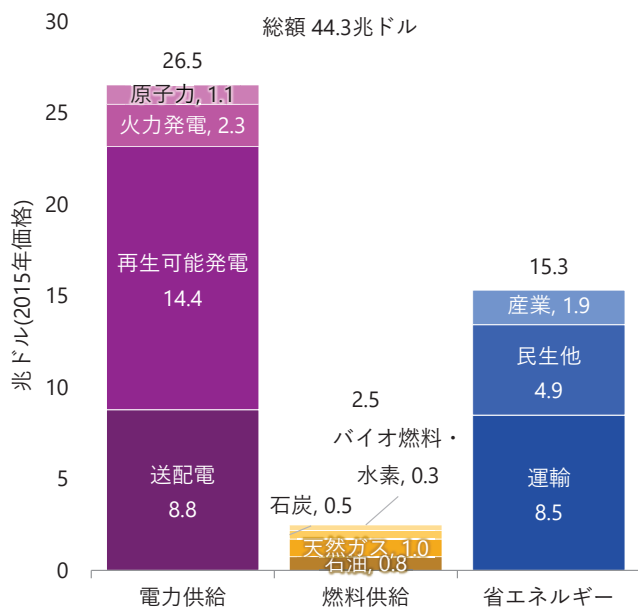
累積排出量(2020年～)



エネルギー関連投資額(2024年～2050年 累積投資額)

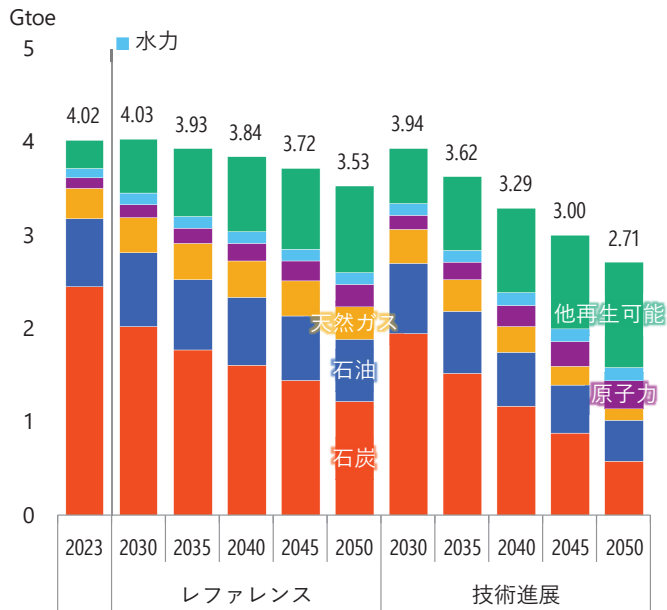
部門別

部門別増減

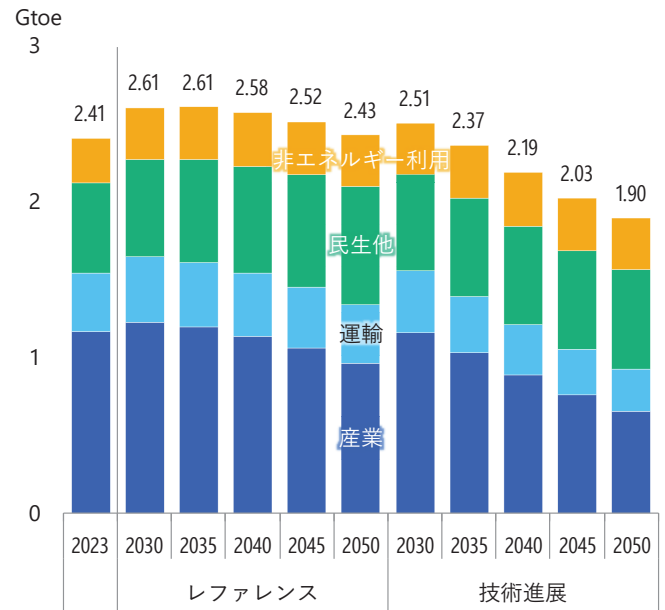


中国 エネルギー消費

一次エネルギー消費

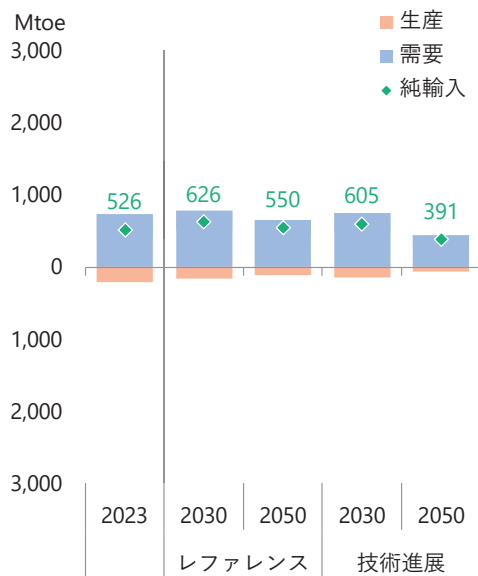


最終エネルギー消費

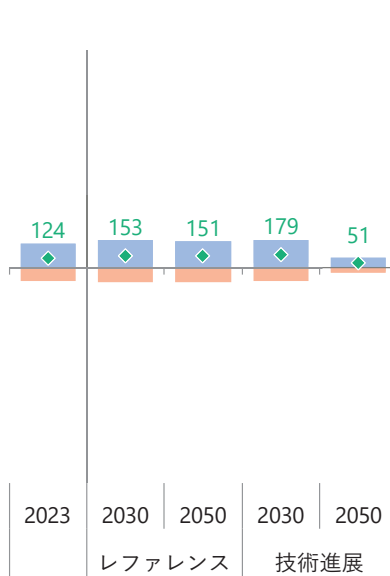


中国 化石燃料需給バランス

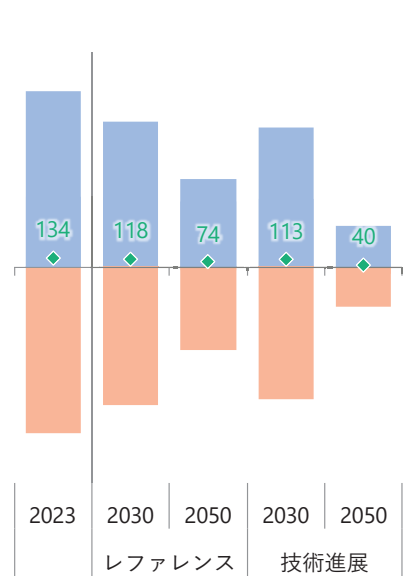
石油



天然ガス

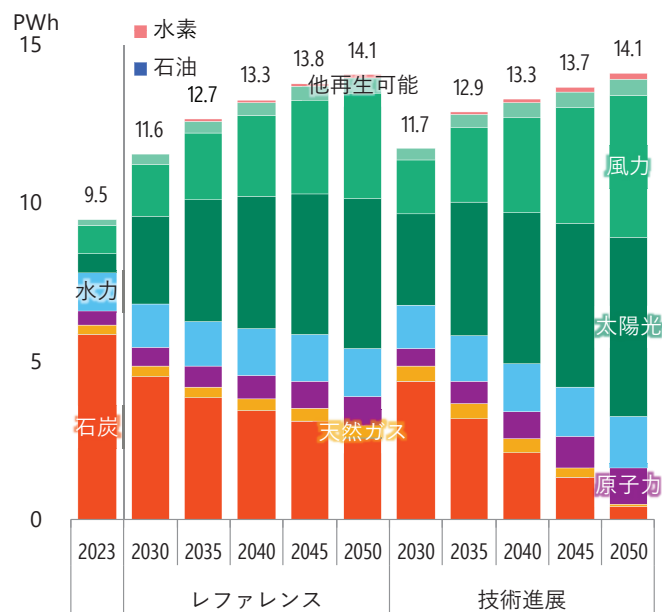


石炭

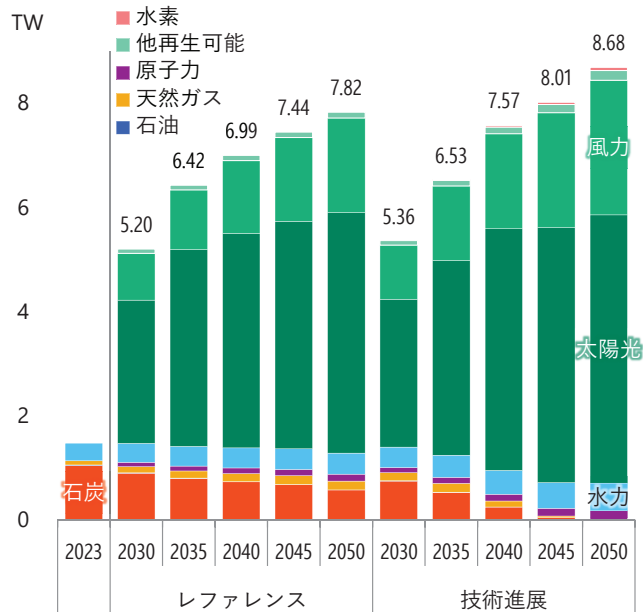


中国
発電構成

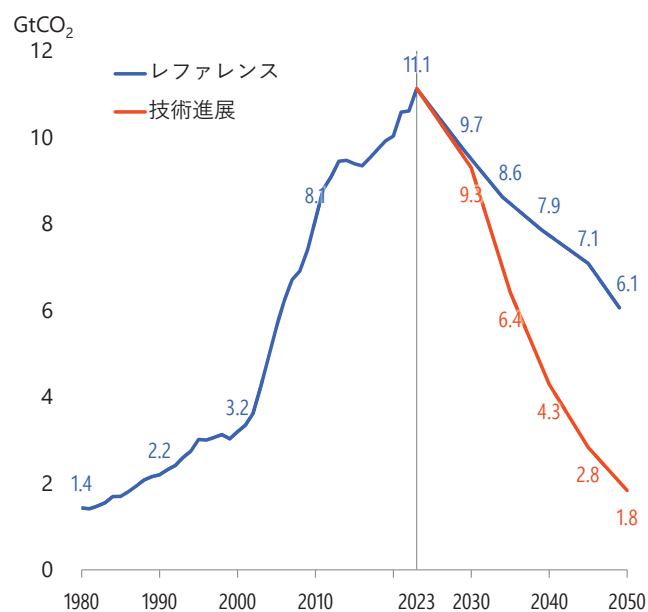
発電量



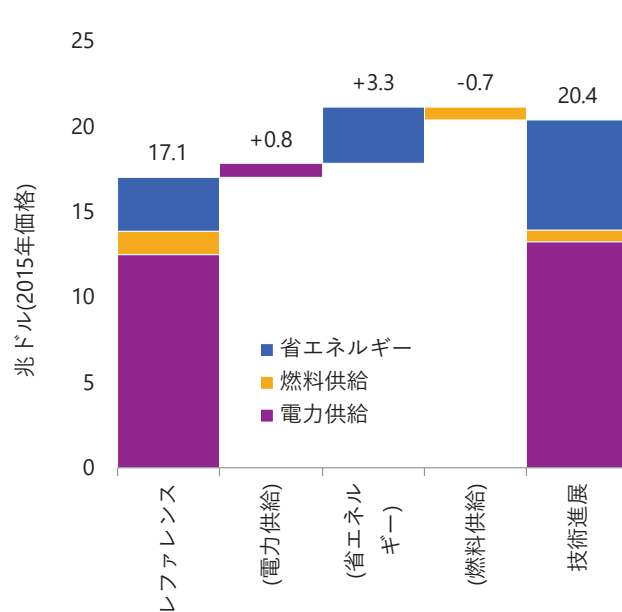
発電設備容量

中国
エネルギー起源二酸化炭素排出量・エネルギー関連投資

エネルギー起源二酸化炭素排出量



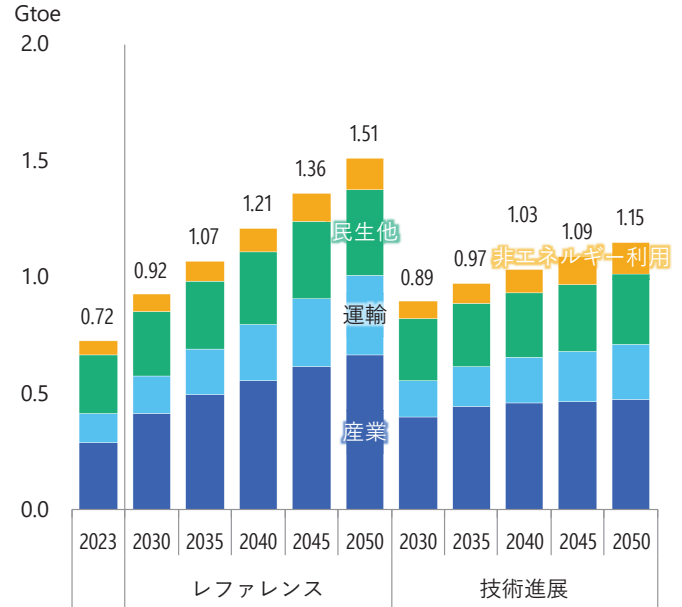
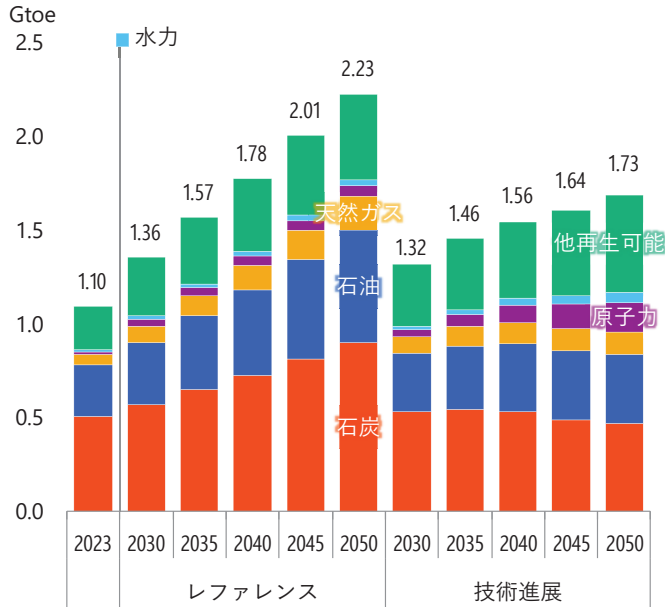
エネルギー関連投資(2024年～2050年累積額)



エネルギー消費

一次エネルギー消費

最終エネルギー消費

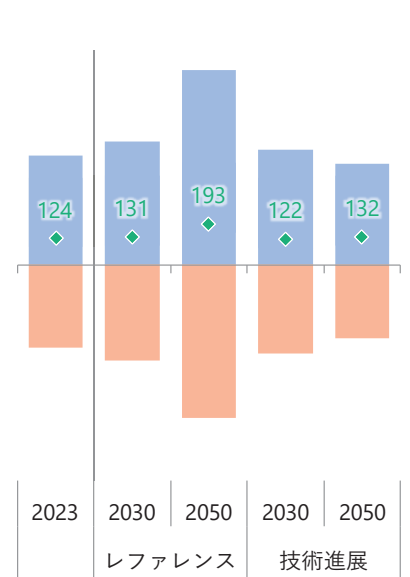
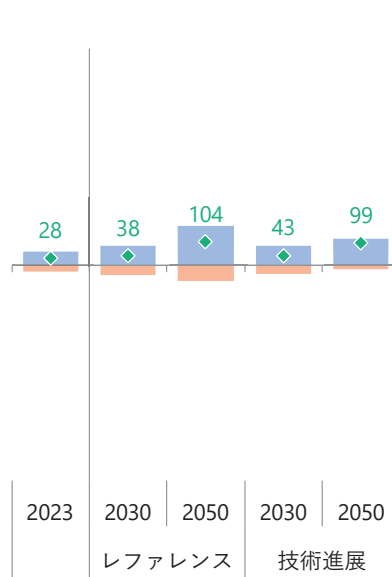
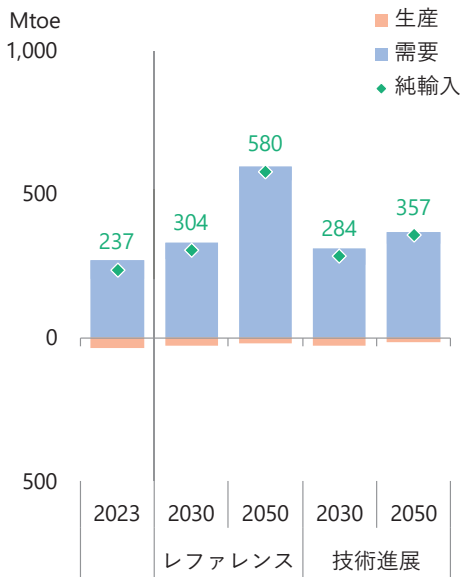


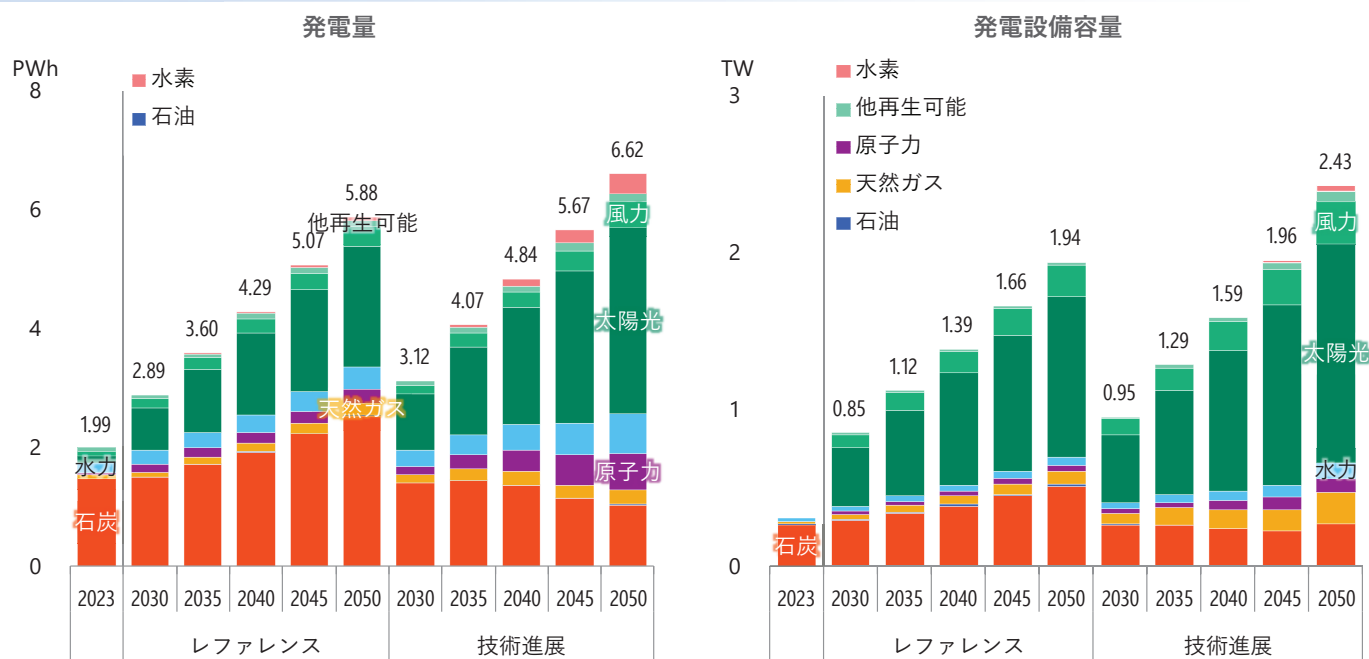
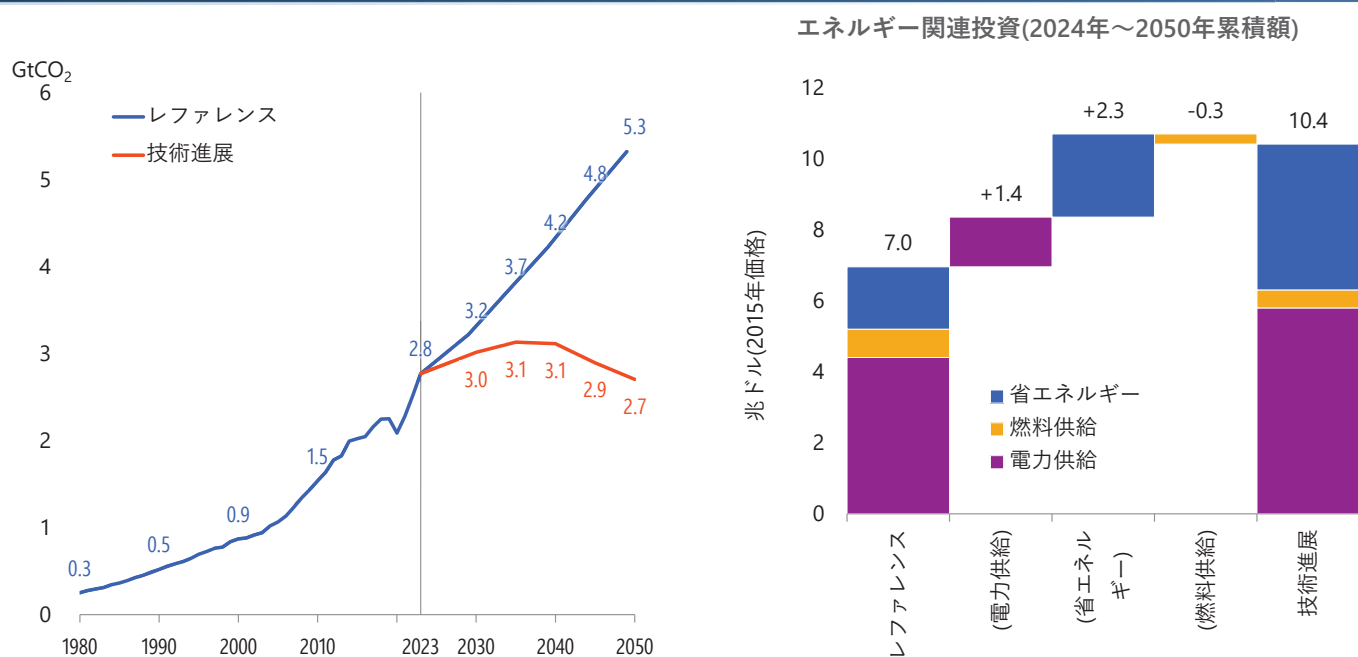
化石燃料需給バランス

石油

天然ガス

石炭

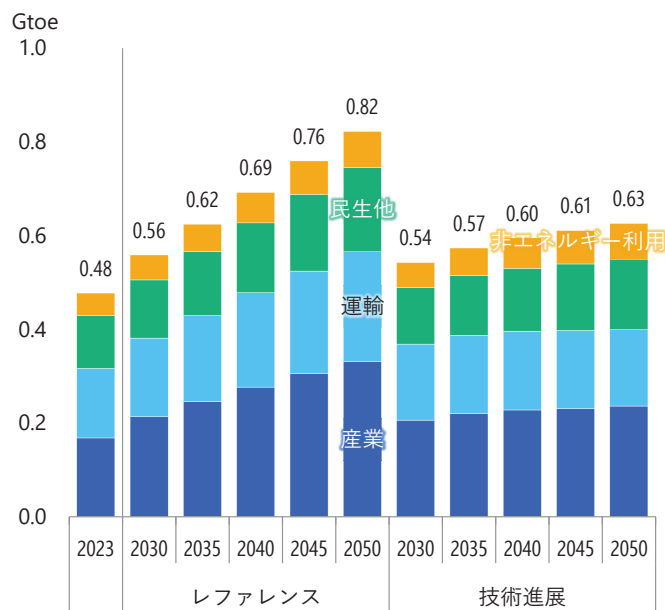
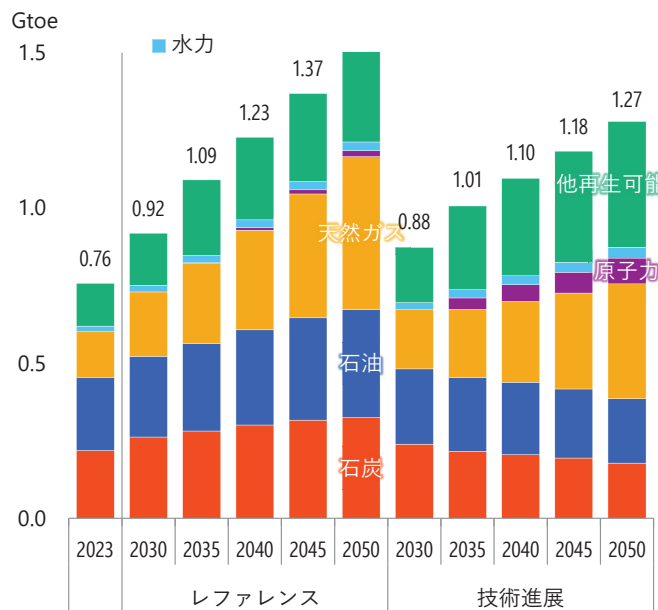


インド
発電構成インド
エネルギー起源二酸化炭素排出量・エネルギー関連投資

エネルギー消費

一次エネルギー消費

最終エネルギー消費

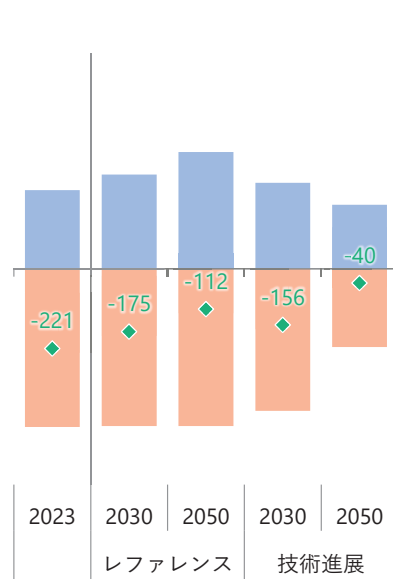
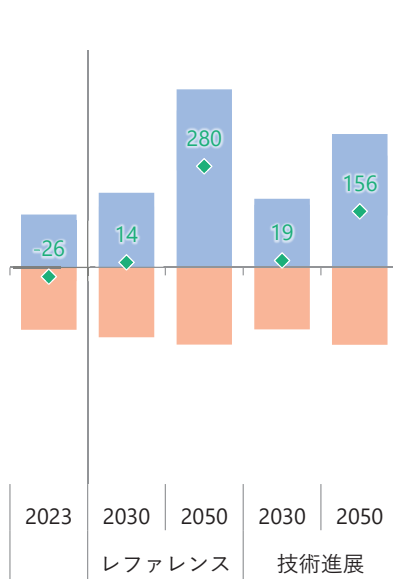
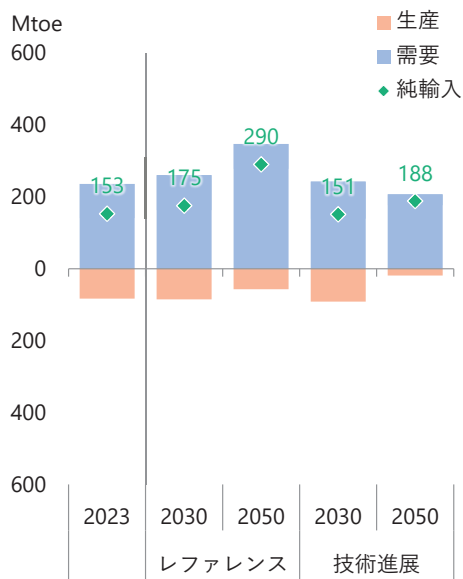


化石燃料需給バランス

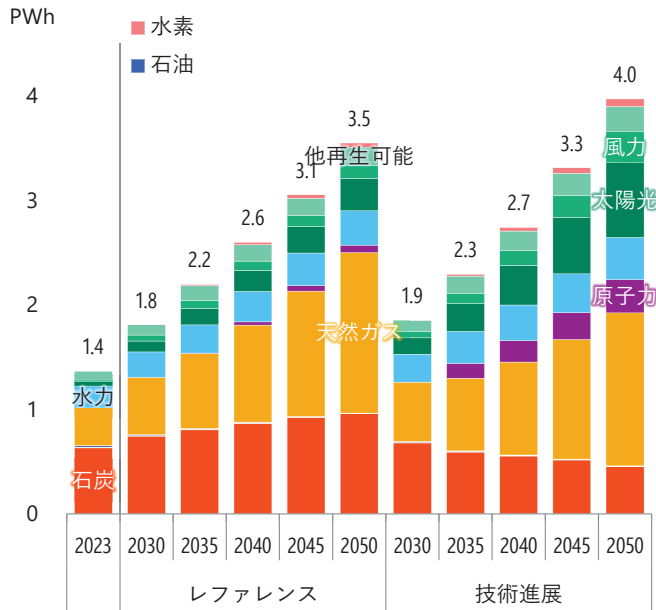
石油

天然ガス

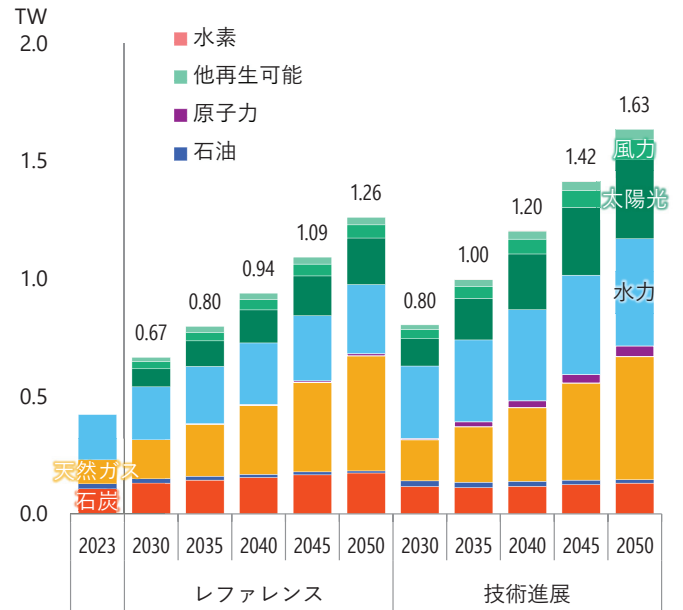
石炭



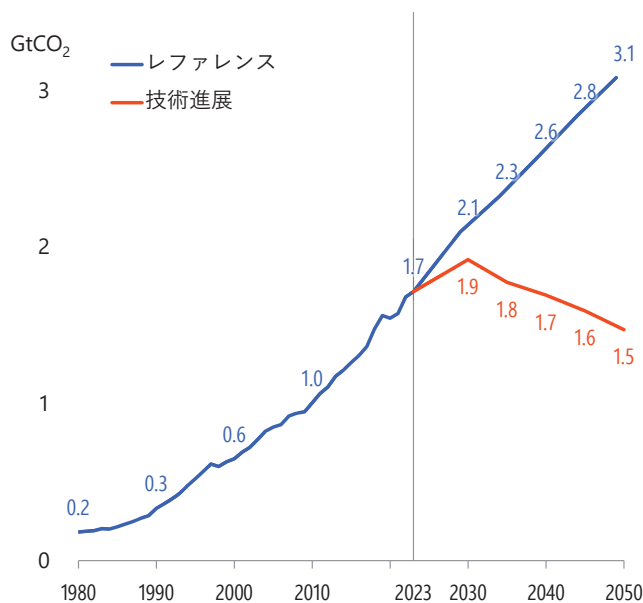
発電量



発電設備容量



エネルギー起源二酸化炭素排出量



エネルギー関連投資(2024年～2050年累積額)

