

第427回 定例研究報告会

IEEJアウトルック 2018

—2050年に向けた展望と課題—

エネルギー・環境・経済

2017年10月12日, 東京

日本エネルギー経済研究所

足元の世界エネルギー市場を俯瞰する

- 世界のエネルギー市場をアジアがけん引する構造は変わらない。4割のシェアを占める米中の動向にも注目。
- 石油、ガス需要が伸びている中で、石炭需要が2年連続で減少(米中の寄与大)。中国は3年連続減(2016年、BP統計)。
- 2000年代のピークオイル論(供給ピーク)は、需要ピーク論へと変化。相次いでガソリン・軽油車禁止の動き。
- CO₂排出は2015年に減少したが、2016年は再び増加。米中が2年連続減少するも、インド、ASEANで大きく増大。
- パリ協定は2020年までに「長期低排出発展戦略」の提出を要請。本アウトルックの推計期間も2050年までに延長。

本アウトルックのシナリオ

【エネルギー需給モデル分析】

●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、過去の趨勢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。

●技術進展シナリオ

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。

●石油需要ピークケース

石油需要ピークの可能性を分析するために、レファレンスシナリオをベースに、仮想的に自動車の電動化が急速に進んだ場合のケース。

❖技術導入例

		レファレンス	技術進展	石油需要ピーク
省エネ	自動車技術 (ZEV* ¹ 販売比率)	2030年 9% 2050年 20%	21% 43%	30% 100%
	石炭火力発電 (新設に占める高効率発電技術* ² 比率)	2030年 30% 2050年 90%	70% 100%	レファレンスと同じ
非化石電源	設備導入量 太陽光発電 風力発電 原子力発電	(2015→2050) 224→1519GW 415→1865GW 399→577GW	(2050) 2497GW 3002GW 956GW	
	CCS付き火力発電 (帯水層を除くCO ₂ 貯留ポテンシャルのある国・地域のみ)	なし	2030年以降の新設火力	

*1 ZEV: 電気自動車、プラグインハイブリッド自動車、燃料電池自動車

*2 高効率発電: 超々臨界圧発電、先進的超々臨界圧発電、石炭ガス化複合発電

【超長期気候モデル分析】

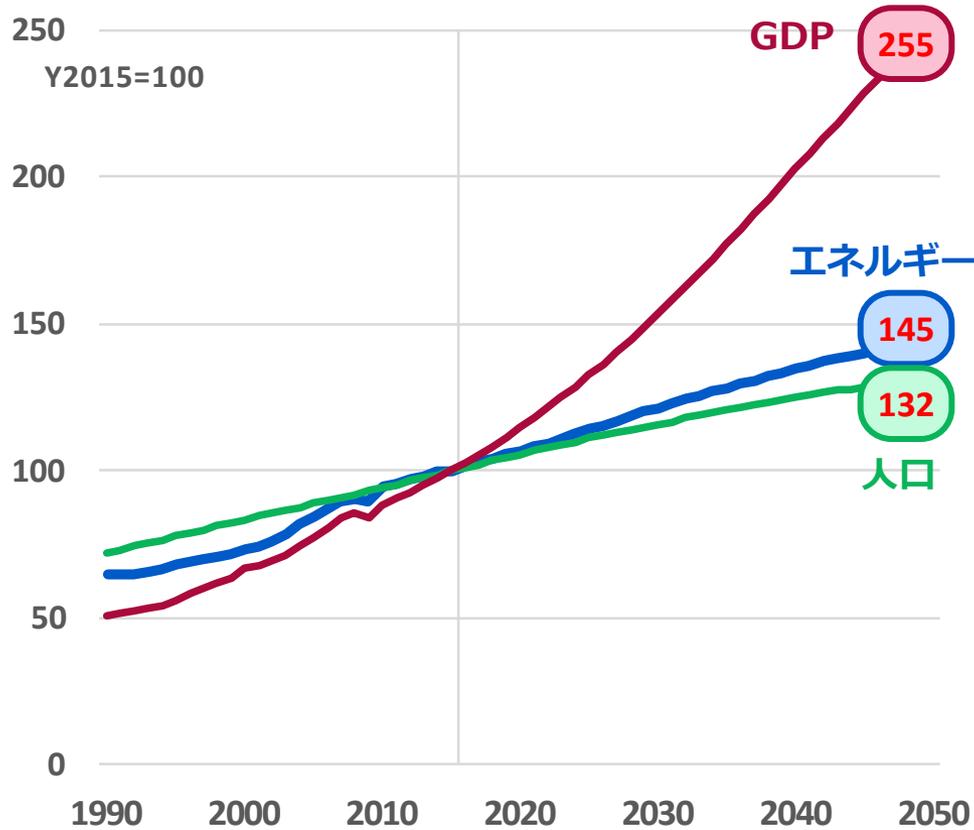
- レファレンス：過去の趨勢が継続する排出パス。
- 最小費用パス：累積総合コストが最小となる排出パス。
- 2050年半減：IPCC第5次評価報告書で整理されている「RCP2.6」における排出パス。

A light gray world map is centered in the background of the slide.

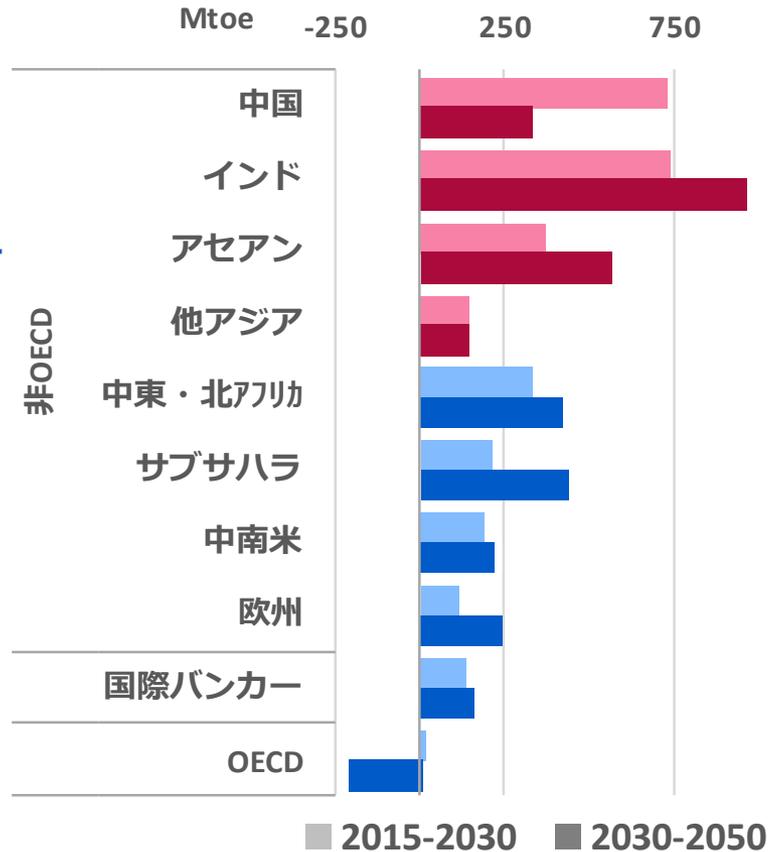
2050年までのエネルギー見通し

エネルギー市場の重心は南・東南アジアへ

❖ 世界の人口・GDP・一次エネルギー需要



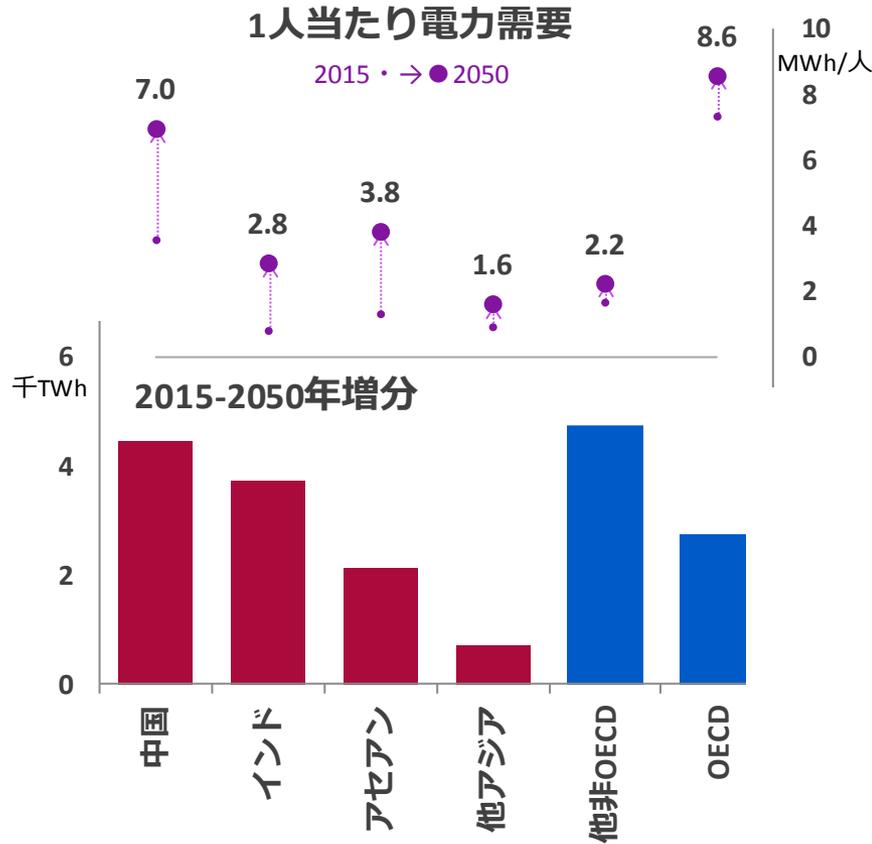
❖ 一次エネルギーの地域別増減



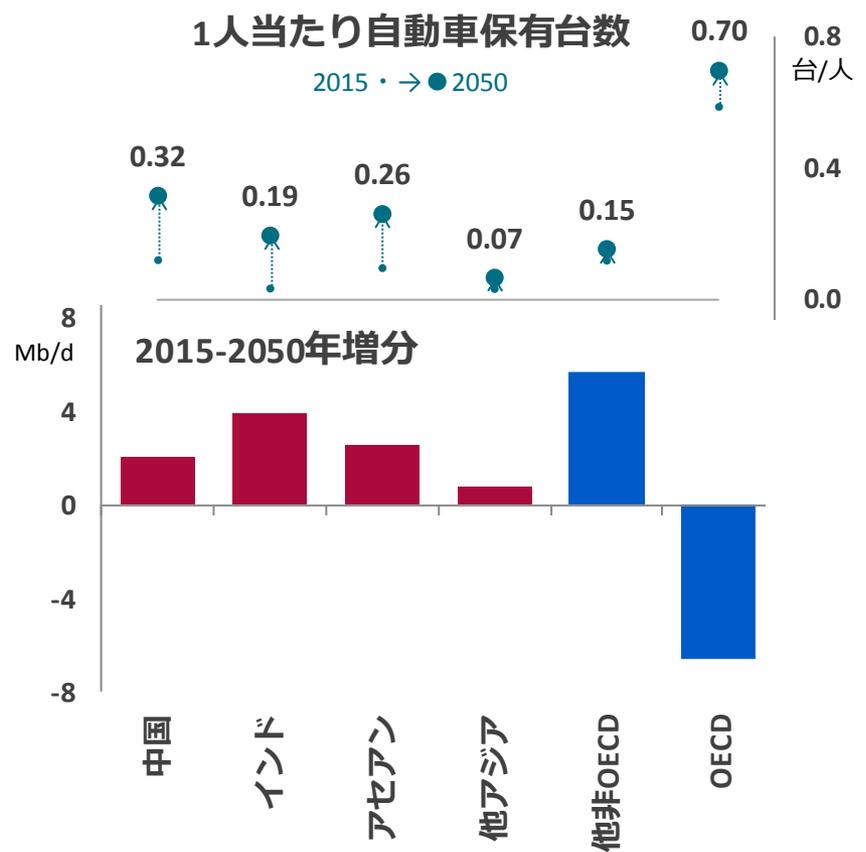
経済のエネルギー効率は大きく改善するが、世界のエネルギー需要は増え続ける。
 需要増加の3分の2がアジア非OECD諸国から。中国は2040年代半ばにピークを迎え、アジア内のエネルギー市場の重心は南方へとシフトしていく。

発電用・輸送用燃料が需要増加をけん引する

❖ 電力需要



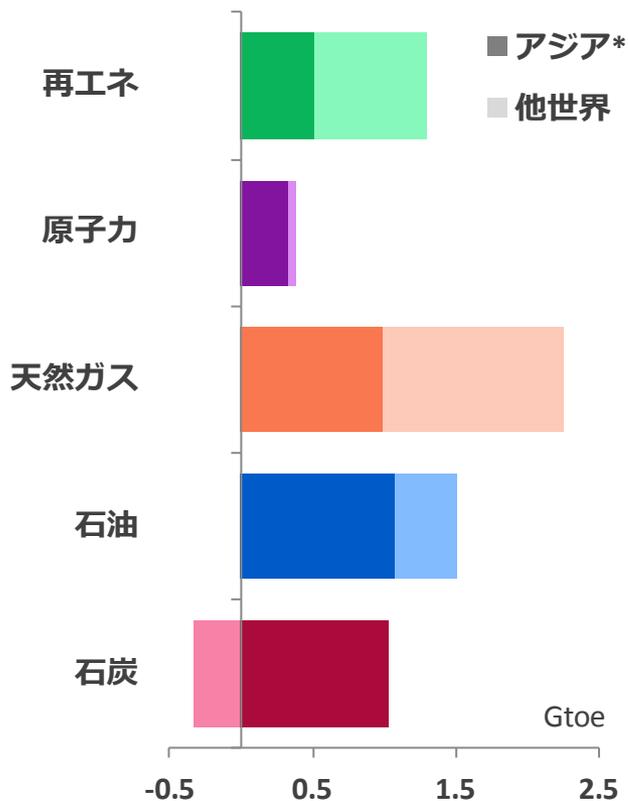
❖ 自動車用石油燃料



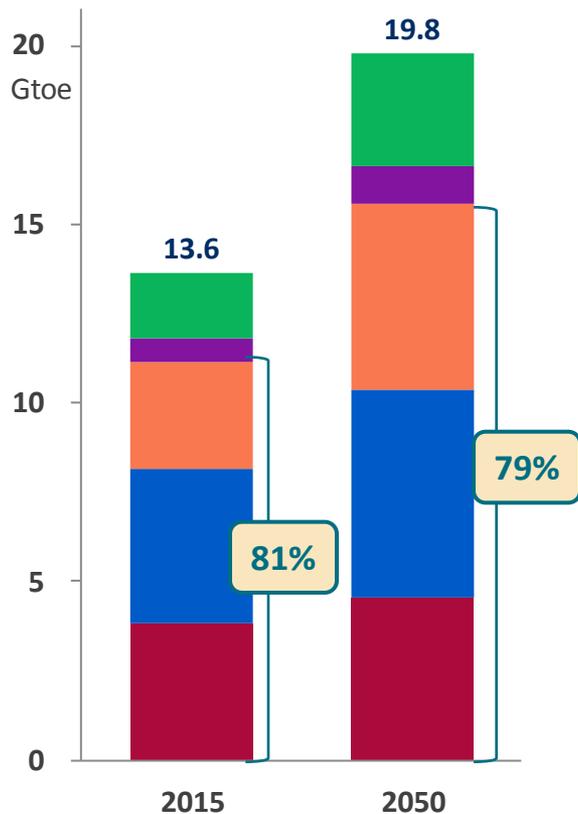
2050年までのエネルギー需要増加の4分の3が、発電用及び輸送用燃料に集中。
 相対的にまだ貧しく、人口規模の大きいアジア非OECD諸国における経済発展、生活水準の改善が世界大での需要増加に大きく寄与する。

化石燃料への依存体質は変わらない

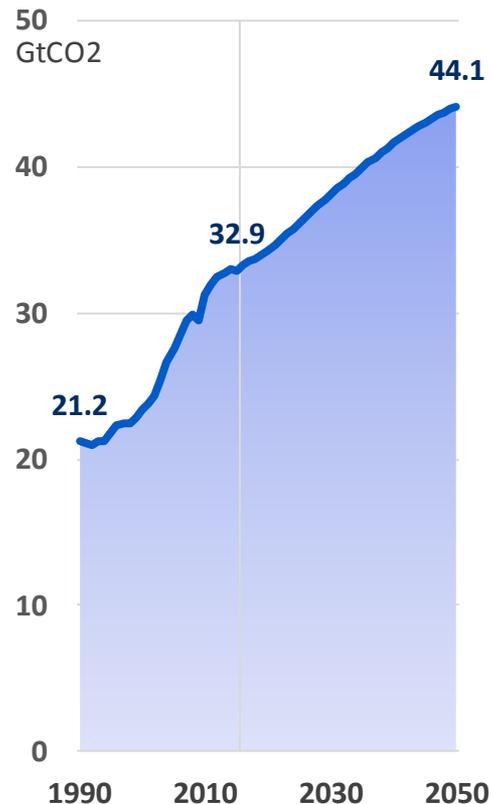
❖ 一次エネルギー需要増減



❖ エネルギー構成



❖ エネルギー起源CO₂排出量



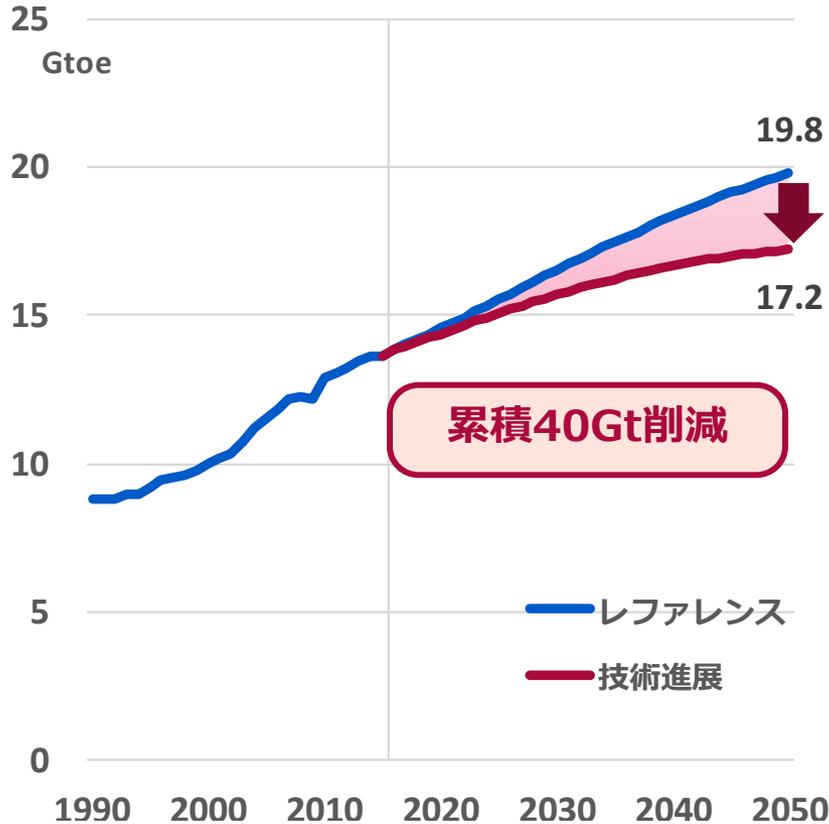
*アジア非OECD諸国

増大する電力需要は主に火力発電で賄われ(約6割)、特に天然ガスが大きく伸びる。輸送用燃料と合わせて、アジアが化石燃料消費の増加をけん引する。

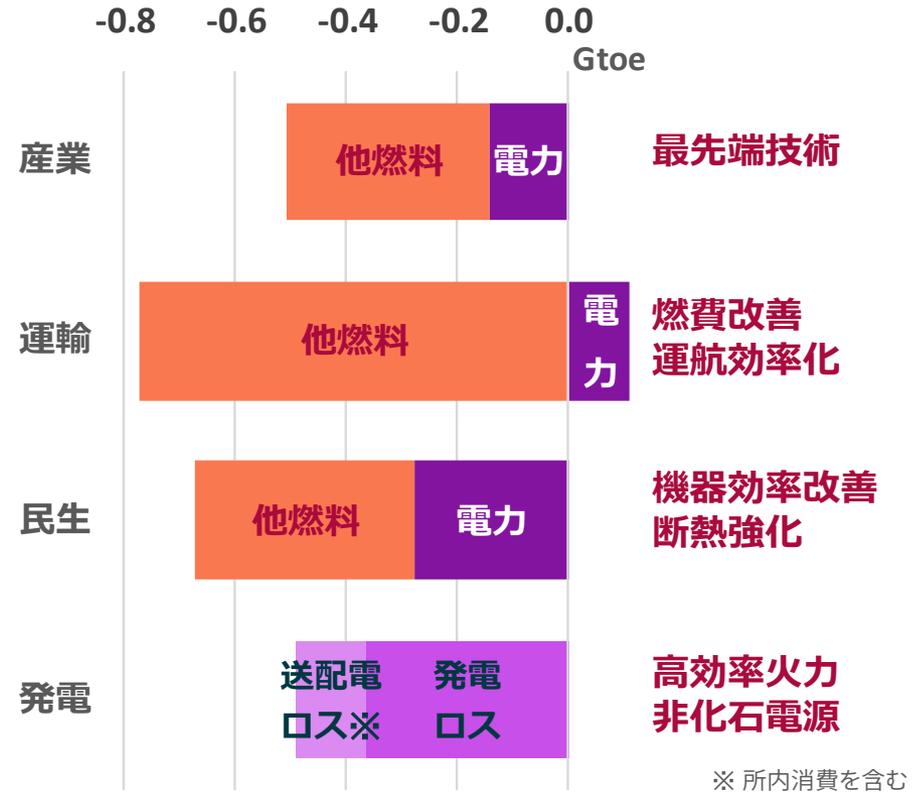
化石燃料依存が変わらない中で、エネルギー起源CO₂排出量は2050年までに34%増加する。

技術進展という別のパスを描く

❖ 一次エネルギー需要



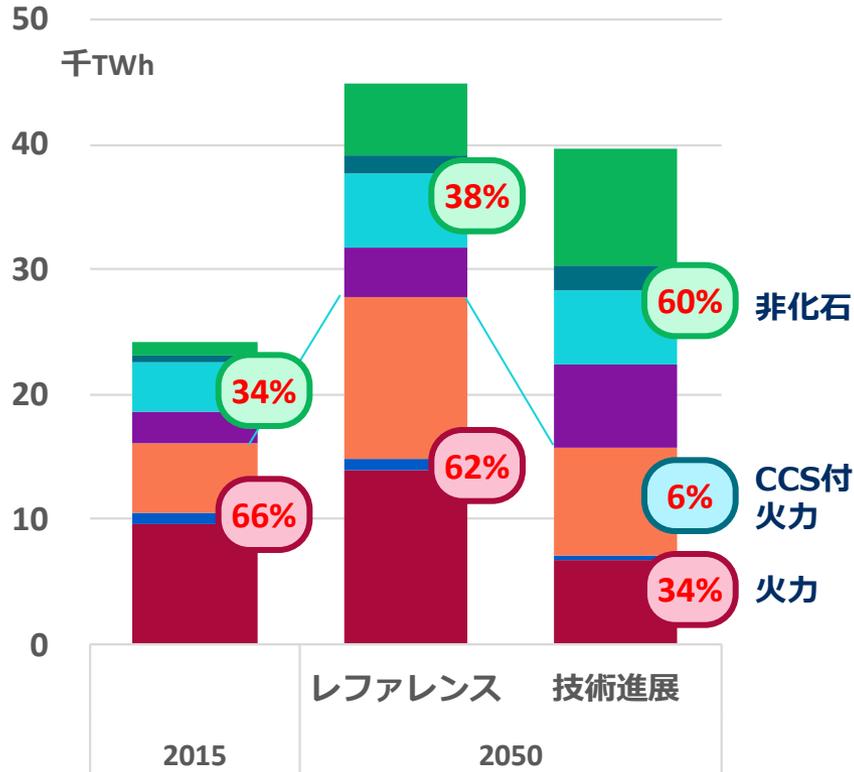
❖ 技術進展による省エネ効果 (2050年)



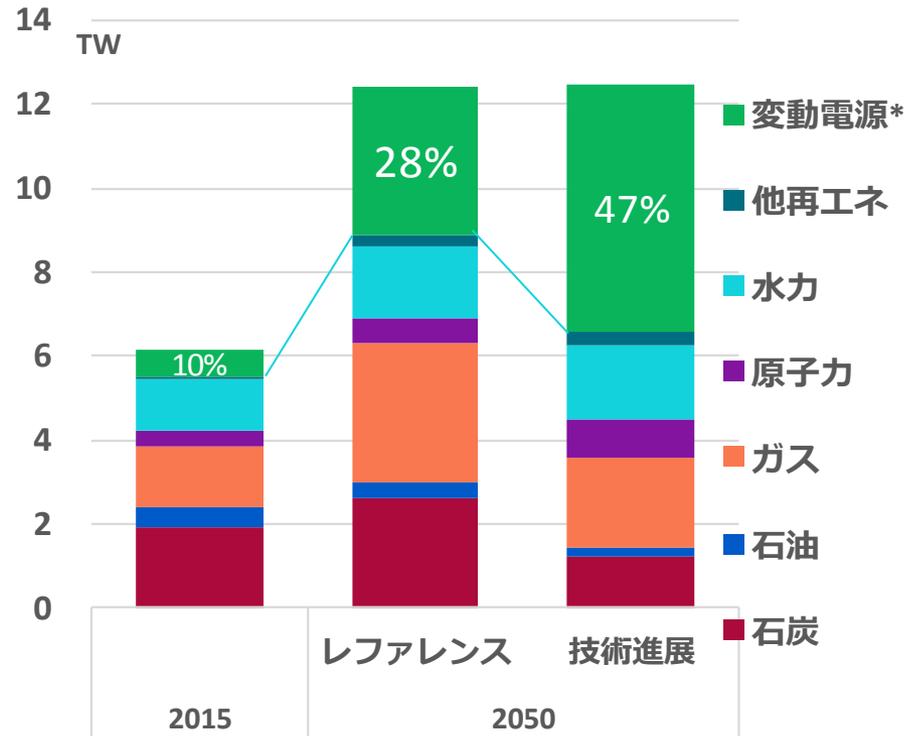
技術進展シナリオは、省エネ技術等の最大限の導入でエネルギー消費を2050年に13%削減。電力関連における省エネ効果は省エネ量全体の3割を占める。運輸部門でも自動車電動化などにより省エネ効果は大きい。

ゼロエミッション電源が3分の2を占める

❖ 世界の発電電力量



❖ 世界の発電設備容量

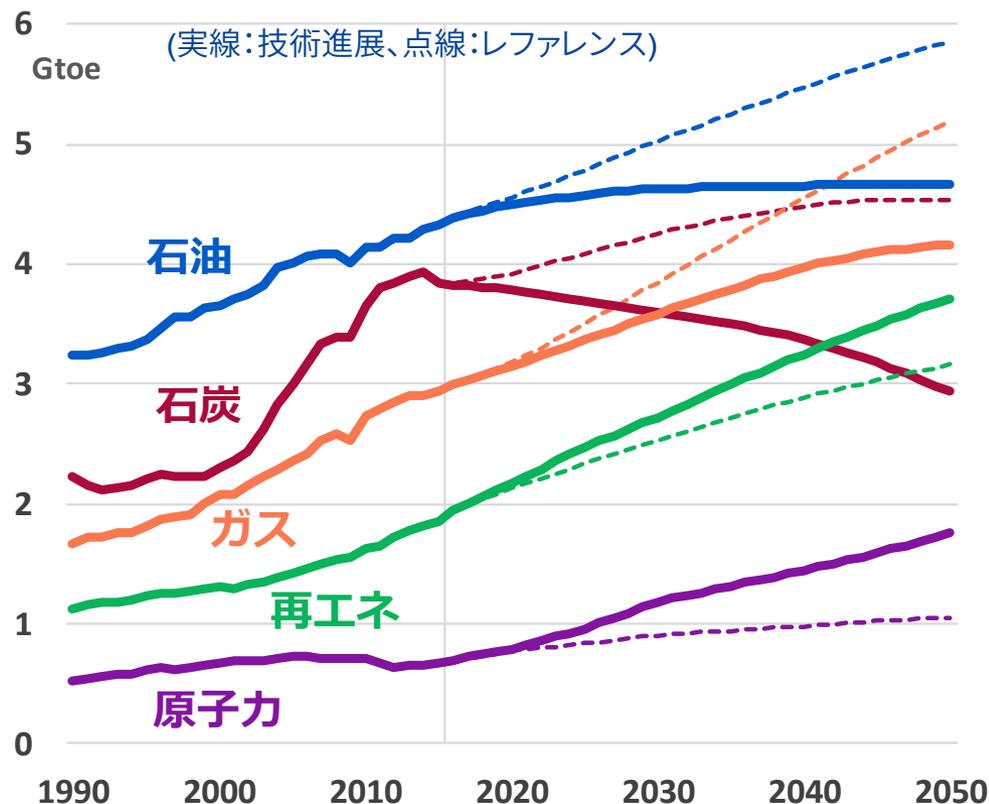


注: 変動電源は太陽光発電、風力発電、太陽熱発電、海洋発電を含む

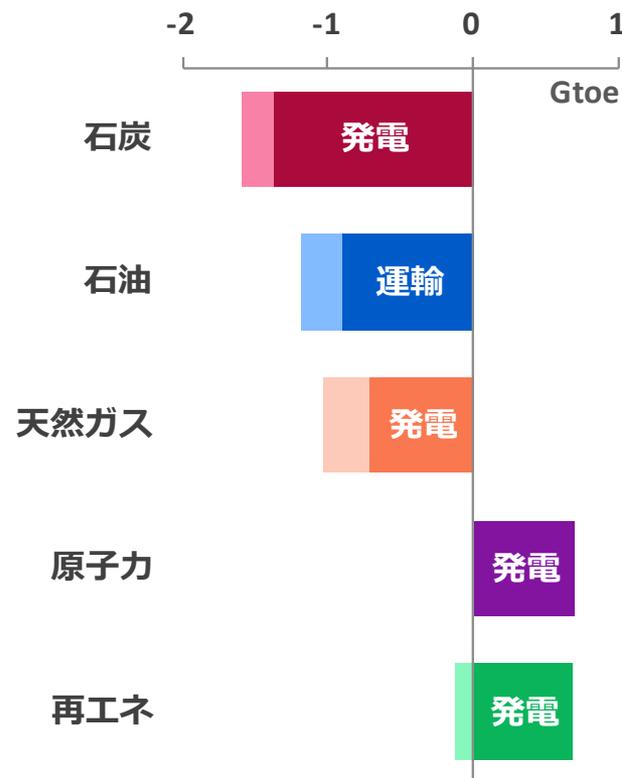
2050年までに1.8倍に増加する電力需要(レファレンス)を技術進展で1.6倍に抑える。
 技術進展シナリオでは、非化石発電のシェアは6割に。CCS付き火力を含めるとゼロエミッション電源は3分の2を占め、発電量当たりのCO₂排出原単位は現在の半分に。
 設備容量の半分が自然変動電源に。十分なコスト低下、系統安定化対策の強化が前提。

石炭は大きく減少、再エネ合計を下回る

❖ 一次エネルギー需要



❖ 技術進展による効果 (2050年)

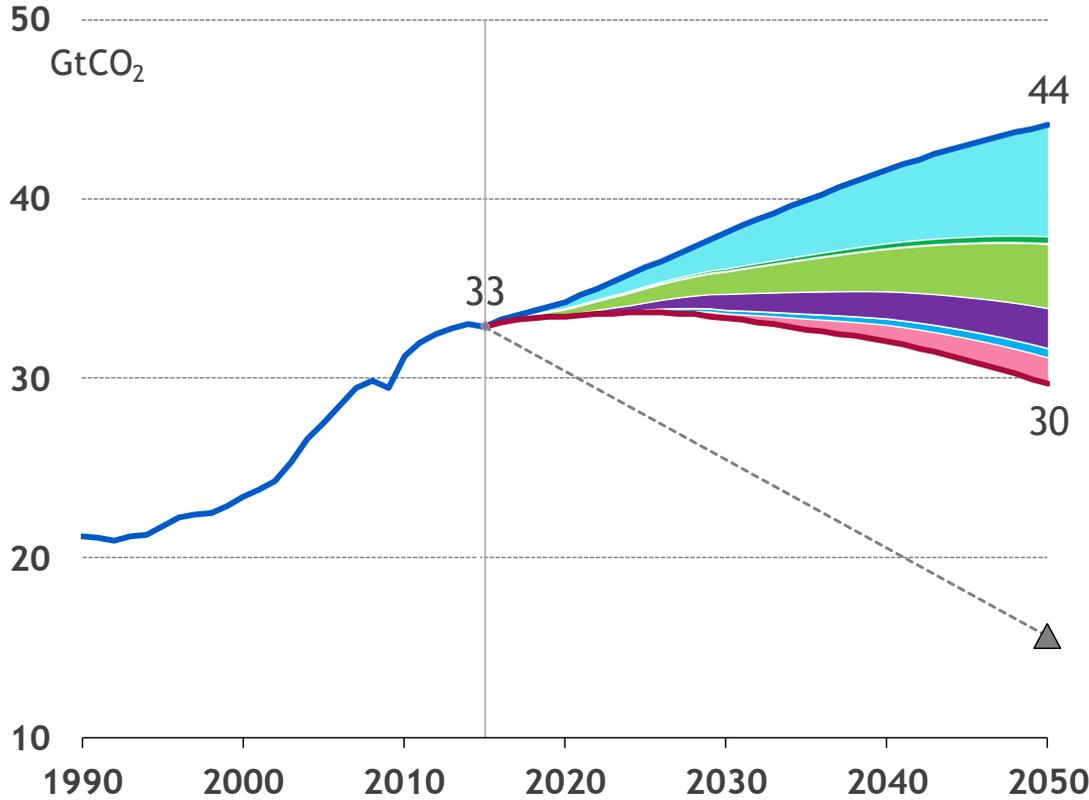


技術進展では、石炭は現在がピークで、2040年頃に再エネ合計を下回る。電力関連での省エネ・非化石燃料化が大きく寄与。輸送用燃料など石油需要も大きく減少するが、ピークには至らない。2050年の化石燃料シェアは79%から68%まで低下するが、化石燃料依存度は高いまま。

CO₂排出量は2020年代半ばにピーク

❖ エネルギー起源CO₂排出量

❖ 技術別削減寄与



技術進展シナリオのエネルギー起源CO₂排出量は2020年代半ば以降に減少に向かうが、2050年半減には程遠い。

レファレンスからのCO₂削減効果は省エネルギーが最大。電力関連(非化石電源、火力発電CCS、電力・発電省エネ)による削減効果が全体の3分の2を占める。

A light gray world map is centered in the background of the slide, showing the outlines of continents and major landmasses.

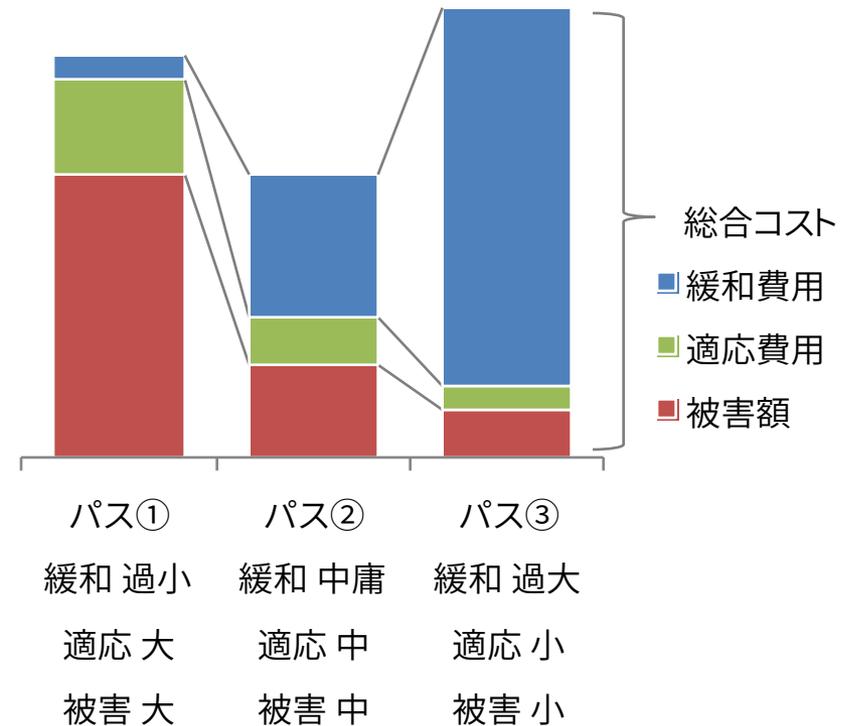
超長期気候変動分析

超長期を踏まえた規範=総合コストの低減

❖ 緩和+適応+被害=総合コスト

緩和	省エネルギー、非化石エネルギーによるGHG排出削減が代表的。CCSによるGHGの大気中への放出削減なども含む。これらで気候変動を 緩和 する
適応	気温上昇により、海面上昇、農作物の早魃、疾病の蔓延などが発生しうる。これらに対する堤防・貯水池整備、農業研究、疾病の予防・処置などが 適応
被害	緩和、適応によっても気候変動の影響が十分に低減できない場合、海面上昇、農作物の早魃、疾病の蔓延などの 被害 が実際に発生する

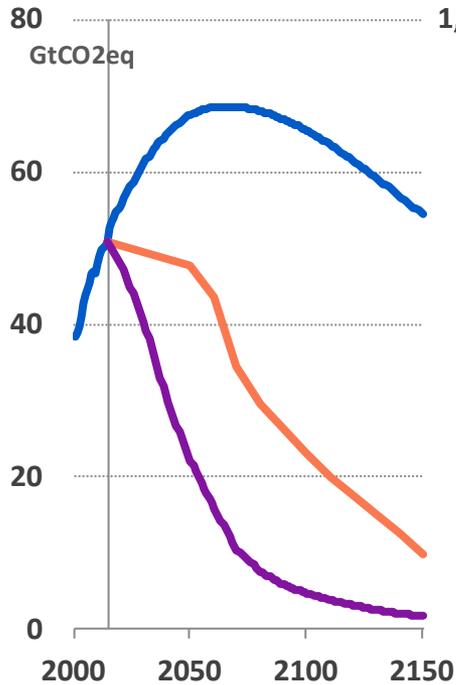
❖ パスごとの総合コストのイメージ



気候変動に対して無策であれば、緩和費用をかけずに済むが、適応費用・被害は膨大となる。強力な緩和策を講じれば、適応費用・被害は軽減されるが、そのための費用は顕著に大きい。気候変動問題は、広範な領域に影響し、かつ何世代にもわたる長期的課題。持続可能性に基づき、緩和費用、適応費用、被害額の和=総合コストが小さくなる組み合わせを評価する。

コスト最小化を統合評価モデルで表現

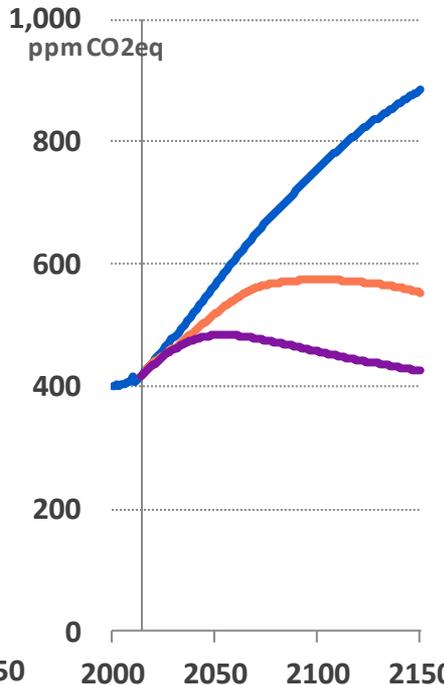
❖ GHG排出量



■ レファレンス

❖ GHG濃度

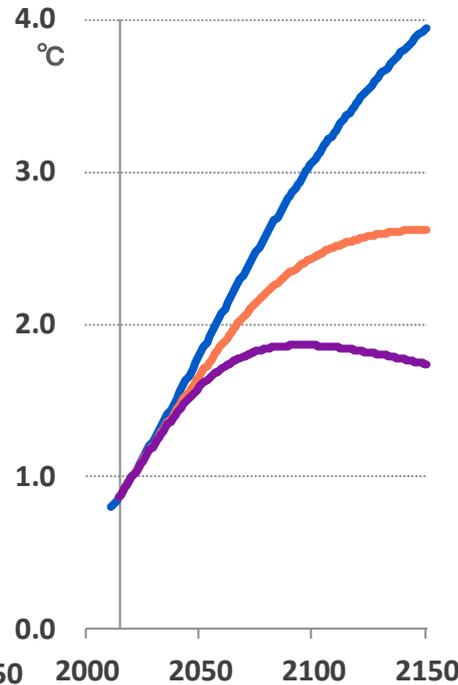
(エーロゾル等を含む)



■ 最小費用パス

❖ 気温上昇

(19世紀後半から)

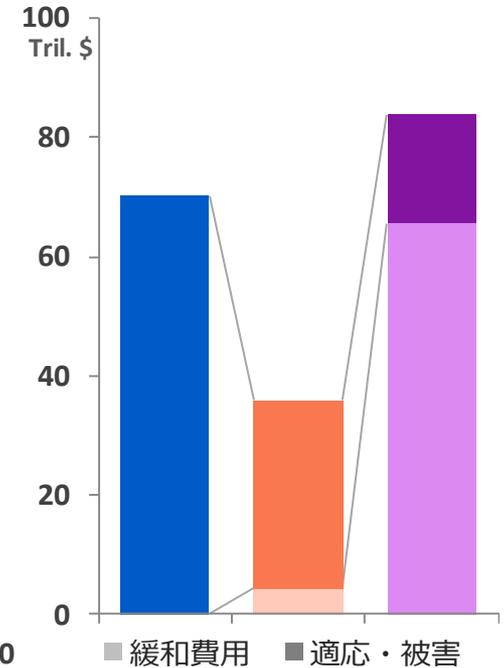


■ 2050年半減*

❖ 総合コスト

(累積現在価値※)

※2015-2500年の累積



■ 緩和費用 ■ 適応・被害

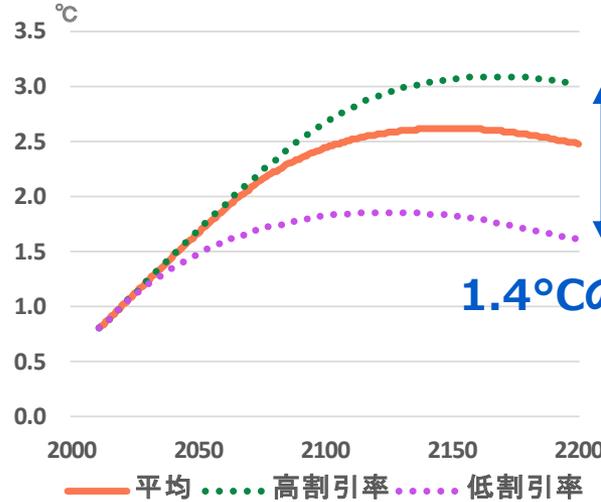
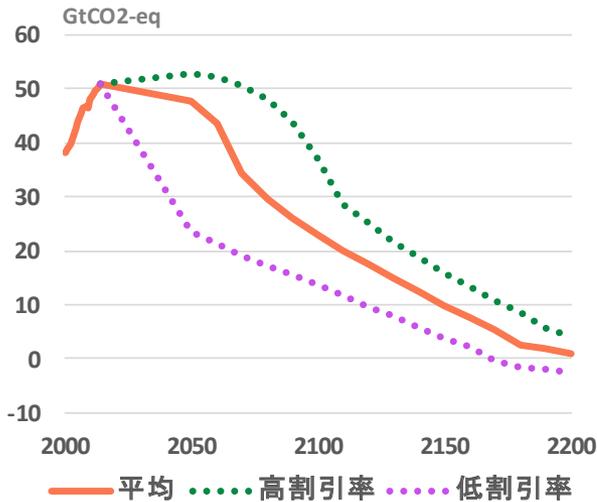
最小費用パスの総合コストはレファレンスの半分程度。GHG排出量は2150年に現状比8割減で、19世紀後半からの気温上昇は2.6°Cとなる。

2050年半減パス*では、気温は2100年頃に低下に転じ、2150年には1.7°Cとなる。しかし、総合コストはレファレンスより2割程度、最小費用パスの2倍以上高い。

*気候変動に関する政府間パネル(IPCC)第5次評価報告書(AR5)で整理されている「RCP2.6」における排出パスを設定。

超長期の気候分析はいまだ不確実性が高い

❖ 割引率の違いによるGHG排出パスと気温変化 (最小費用パス)



割引率※

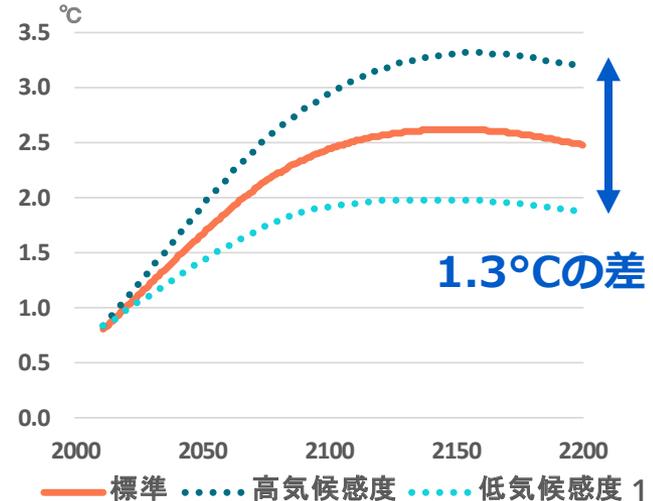
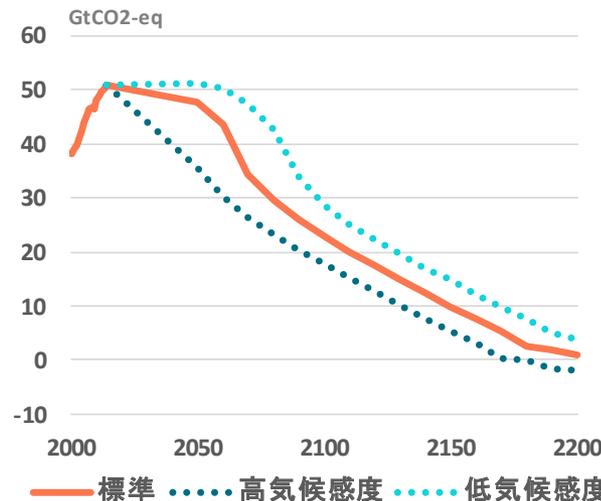
本分析は2.5%を採用。
AR5のまとめでは1.1%
から4.1%と幅がある。

注: 将来における価値(収入や支出)を現在の価値に換算する時に用いる値。低い割引率は適応・被害を相対的に重視して直近のGHG削減を強化し、高い割引率は緩和費用を重視してGHG削減を後ろ倒しにする傾向がある。モデル分析では毎年変化するが、ここでは2015～2300年の平均値で表記。

❖ 気候感度の違いによるGHG排出パスと気温変化 (最小費用パス)

気候感度※

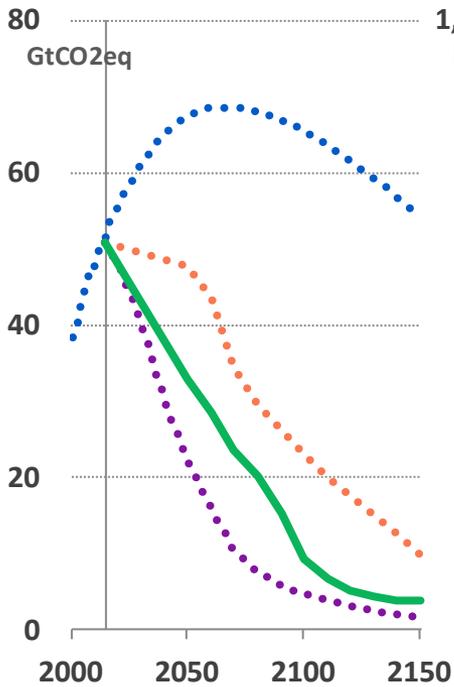
本分析は3°Cを採用。
AR5によれば1.9°Cから
4.5°C内にある可能性大。



注: 大気中の温室効果ガスの濃度(CO₂換算濃度)が倍増したときに、気温が何°C上昇するかを示すパラメータ。

2°C目標へのもう一つの排出パス

❖ GHG排出量



■ レファレンス

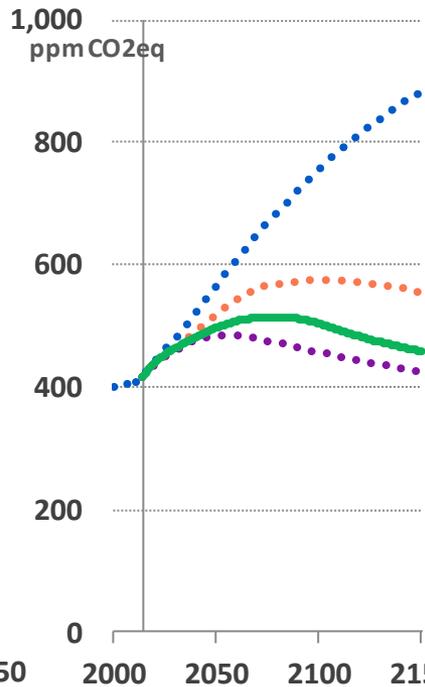
■ 最小費用パス

■ 2°C最小費用パス

■ 2050年半減*

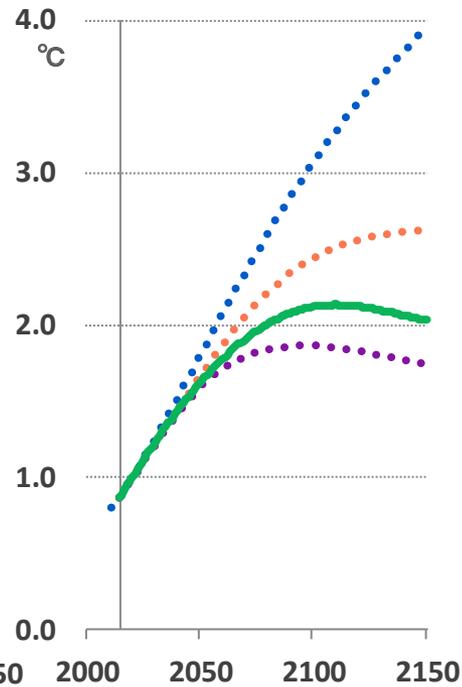
❖ GHG濃度

(エーロゾル等を含む)



❖ 気温上昇

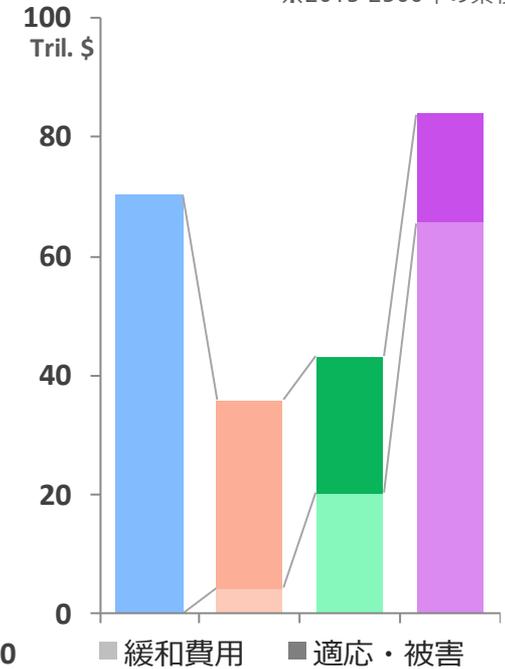
(19世紀後半から)



❖ 総合コスト

(累積現在価値※)

※2015-2500年の累積



「2°C最小費用」は、例えば、2150年の気温上昇幅を2°Cに抑えるという条件下で、総合コストが最小化となるパスの例。気温条件のない最小費用パスより総合コストは2割ほど増大する。

GHG排出量は2050年に3割減、2100年以降は概ねゼロエミッションに。気温上昇幅は2100年に2°Cわずかに超えたところでピークとなり、低下に転じる。

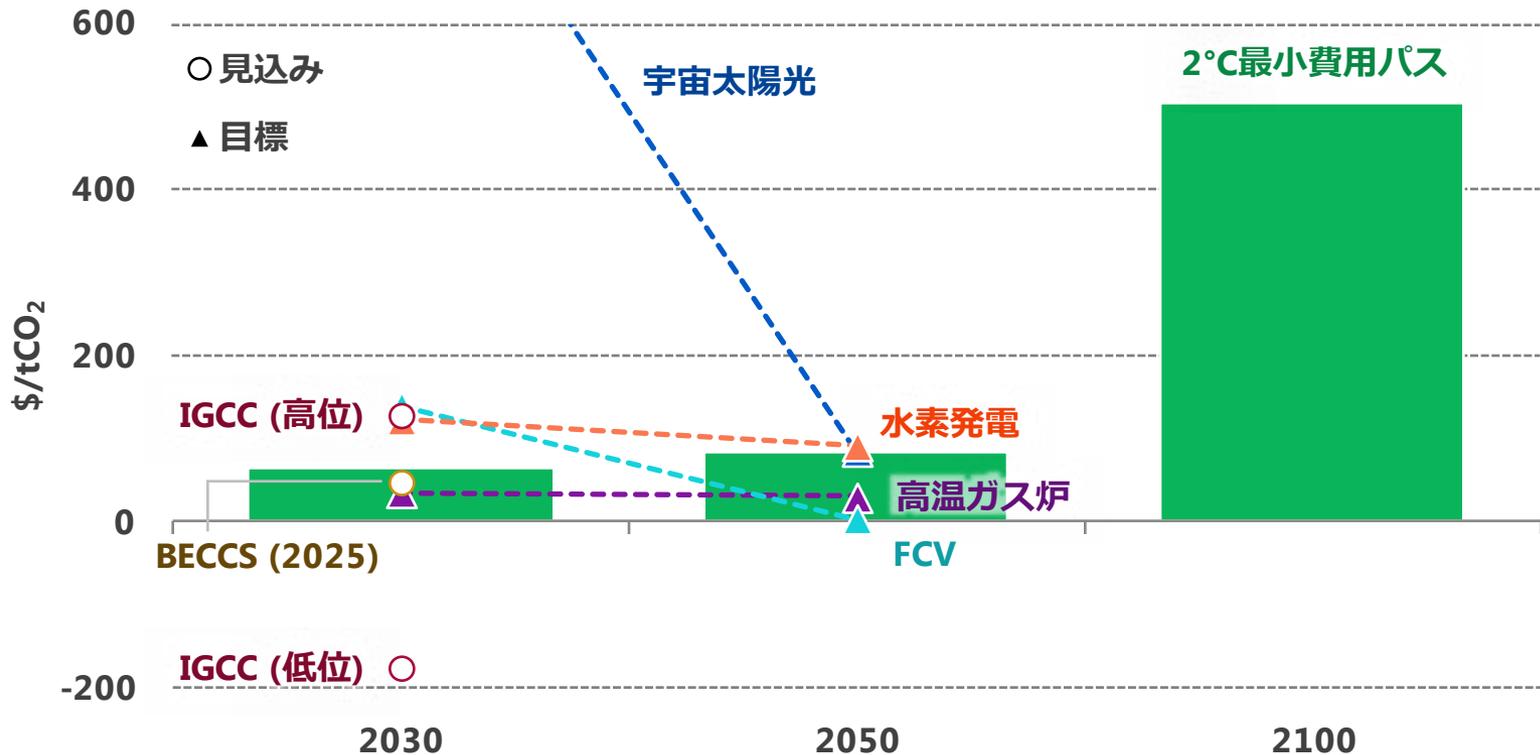
*気候変動に関する政府間パネル(IPCC)第5次評価報告書(AR5)で整理されている「RCP2.6」における排出パスを設定。

超長期の将来に向けた技術開発の例

技術	概要	課題
CO ₂ の発生を抑制するもの	次世代原子炉 超高温ガス炉、高速炉などの第4世代原子炉や中小型炉が、現在国際的に開発がすすめられている	次世代原子炉に対する研究開発支援の拡大等
核融合	質量数の小さな水素等の核融合により、太陽と同じようにエネルギーを取り出す技術。燃料となる重水素は豊富かつ普遍的に存在する。また、高レベル放射性廃棄物としての使用済燃料が発生しない	連続的に核融合反応を起こし、またそれを一定の空間に閉じ込める技術、エネルギー収支およびコストの削減、大規模な開発のための資金調達と国際協力体制の構築等
宇宙太陽光 (SPS)	太陽光が地上よりも豊富に降り注ぐ宇宙空間にて太陽光発電を行い、発電した電気を、マイクロ波等を通じて無線で地球に伝送し地上で利用する技術	無線エネルギー転送技術の確立、宇宙に建設資材を運ぶコストの低減等
発生したCO ₂ を固定、または、大気中のCO ₂ を取り除くもの	水素の利活用 水素を化石燃料から製造する場合は、発生したCO ₂ の二酸化炭素回収・貯留(CCS)実施によりカーボンフリーにできる	水素製造技術のコスト削減、輸送・貯蔵の効率向上、水素利用を促進するための制度構築等
CO ₂ 固定化・有効活用 (CCU)	触媒変換、鉱物化、電気化学的変換、光触媒変換、発酵などにより、CO ₂ を原料にして化学中間品、燃料、建材、ポリマーなどを製造。 CO ₂ を固定化できる	固定化・有効利用できる量や効率の格段の向上等
CCS付きバイオエネルギー (BECCS)	生物学的プロセスによる光合成とCCSにより、大気から炭素を吸収	大規模な土地を必要とし、食料等の生産のために利用可能な土地面積に影響を与える可能性がある

革新的技術のコスト低下がカギ

❖ 革新的技術のCO₂削減コスト



注: 2°C最小費用パスは、同パスの各時点で採用された技術のうち最も高いもののコスト(=炭素価格)。詳細は報告書本文を参照。

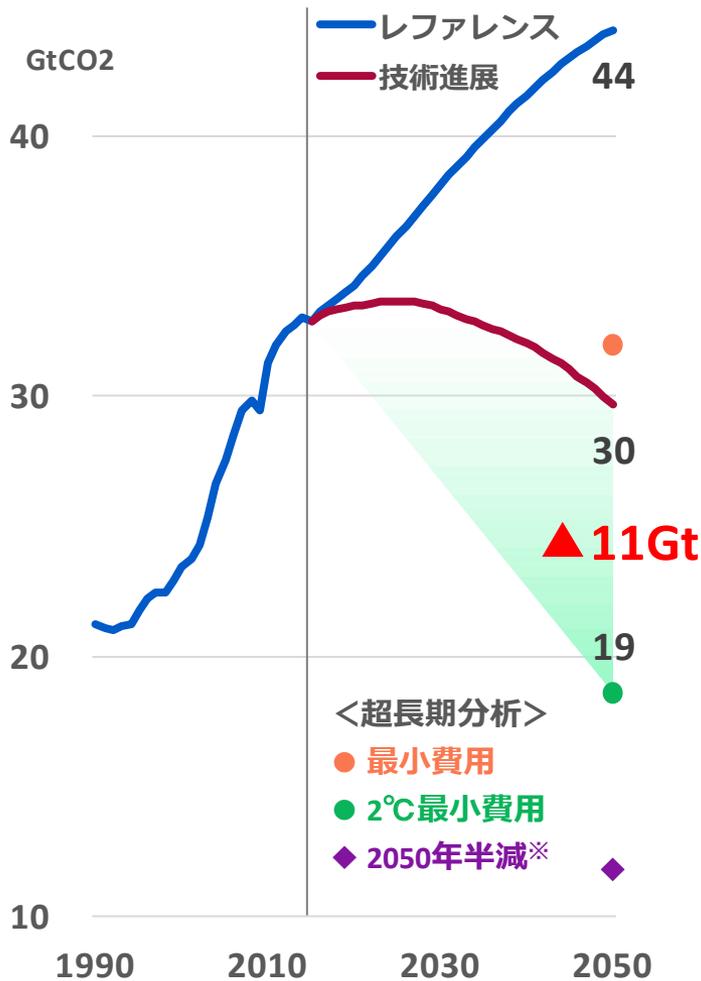
モデル内で計算された「2°C最小費用パス」の炭素価格は、2050年に\$85/tCO₂。

BECCSや水素発電、FCV、高温ガス炉、宇宙太陽光などの革新的技術の目標コストはこれらの炭素価格の概ね範囲内に。2°C目標はこれらの技術を活用することで十分に達成可能。

長期的視点から研究開発を強化することが重要であり、そのためには国際協力が不可欠。

技術進展シナリオからのさらなる削減

❖ エネルギー起源CO₂排出量



❖ さらなる11Gtの削減に必要な技術導入量の例

① CO₂フリー水素技術の利用 (参考: アウトルック2016)

- ・ 水素発電 1GW x 3000基
- ・ 燃料電池車 10億台

(800Mt/年の水素需要は現在のLNG需要の約3倍)

② ネガティブエミッション技術の利用

- ・ BECCS: バイオマス発電 0.5GW x 2800基

(2000Mtoe/年の燃料供給に285万km²相当の土地)

③ ゼロエミッション電源の利用+製造業CCS

▲ 10GtCO₂ (CCS未設置火力発電の代替による削減上限値)

- ・ 宇宙太陽光 : 1.3GW x 2300基
- or・ 高温ガス炉 : 0.275GW x 8700基
- or・ 核融合炉 : 0.5GW x 4500基
- or・ CCS火力発電 : 2800GW

(CO₂貯留のポテンシャルは推定7000Gt以上)

+

▲ 1 GtCO₂

- ・ 製造業CCS: 製造施設・プラントの約2割に設置

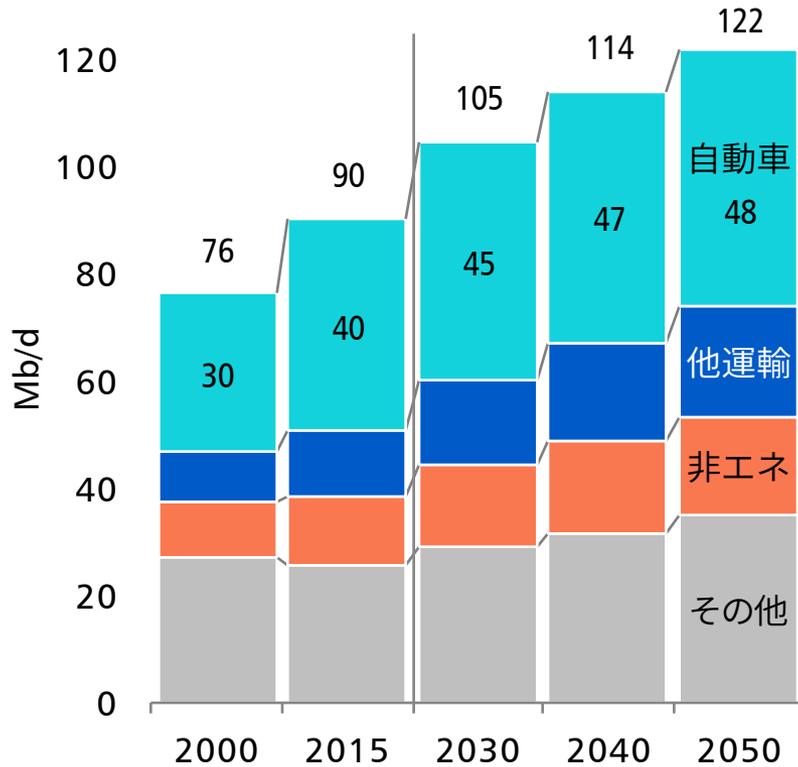
(鉄鋼、セメント、化学、紙パ、石油精製、GTL/CTL)

A light gray world map is centered in the background of the slide.

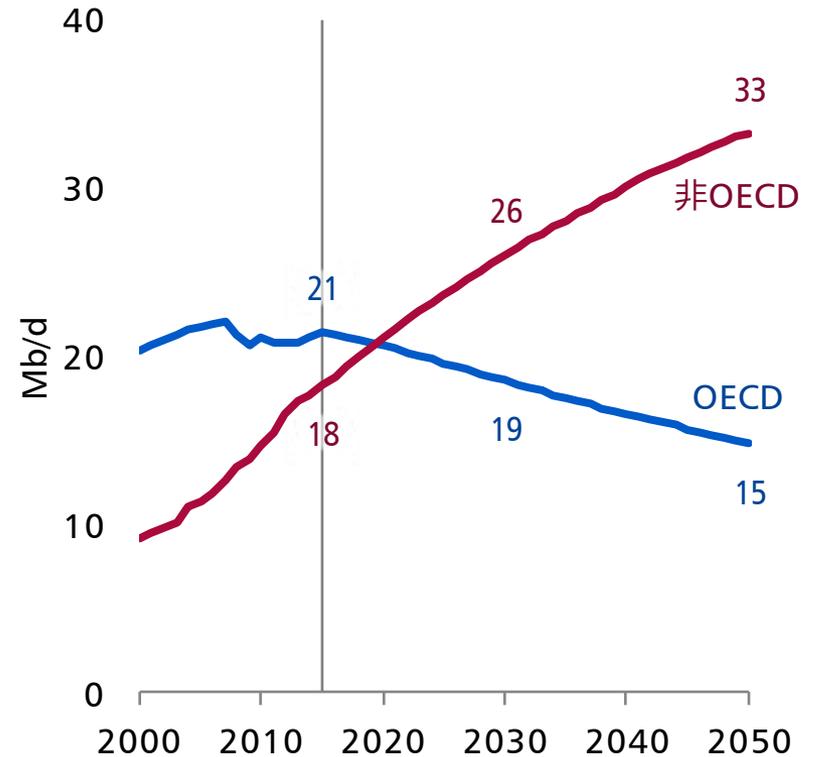
石油“需要”ピークケース

石油消費は運輸、とりわけ自動車がドライブ

❖ 石油消費[レファレンスシナリオ]



❖ 自動車用石油消費[レファレンスシナリオ]



石油消費の2050年までの増分の約7割は、運輸と石油化学用原料。特に、自動車が行き先を決めうる

ただし、その自動車用もOECDでは減少の一途で、2020年ごろには非OECDを下回る。今後の増分はすべて非OECDで発生する勘定

自動車電動化への動きが、こと最近活発化

❖ 最近の政府・議会の主な動き



ドイツ

2030年までにEUでの従来型自動車販売を禁止する決議案を連邦参議院が可決(2016)



ノルウェー

2025年までに従来型自動車の廃止を与野党が提案(2016)



フランス

2040年までに従来型自動車販売を禁止と政府が発表(2017)



英国

2040年までに従来型自動車販売を禁止と政府が発表(2017)



インド

2030年以降の新車販売をすべてEVにと大臣が発言(2017)



中国

従来型自動車の販売禁止について研究検討中と副大臣が言及(2017)

❖ 最近の大手自動車メーカーの主な動き



トヨタ

FCV販売目標を2020年に年3万台以上に引き上げ(2015)。2020年にEVに本格参入との報道(2016)



フォルクスワーゲン

2025年までに30車種以上のEVを投入し、総販売台数の25%まで高める戦略を発表(2017)



ルノー・日産

2022年までに12車種のEVを投入。販売の3割を電動化車両とする目標(2017)



ヒュンダイ

2020年までに全ラインアップで電動車両を用意する計画(2015)



フォード

EVとHEVを合わせたエコカーの中国での販売比率を2025年までに7割に引き上げると発表(2017)

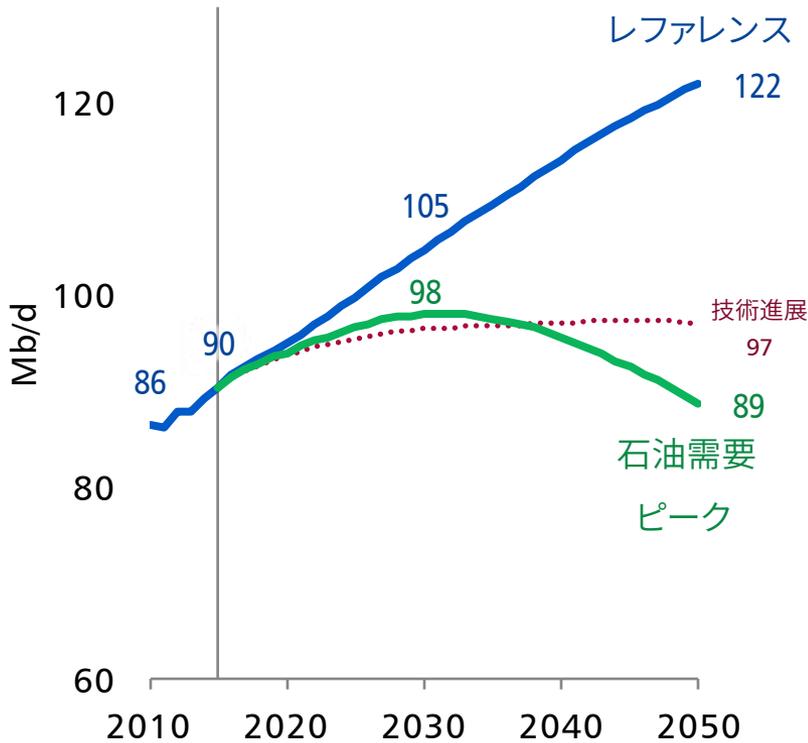


ホンダ

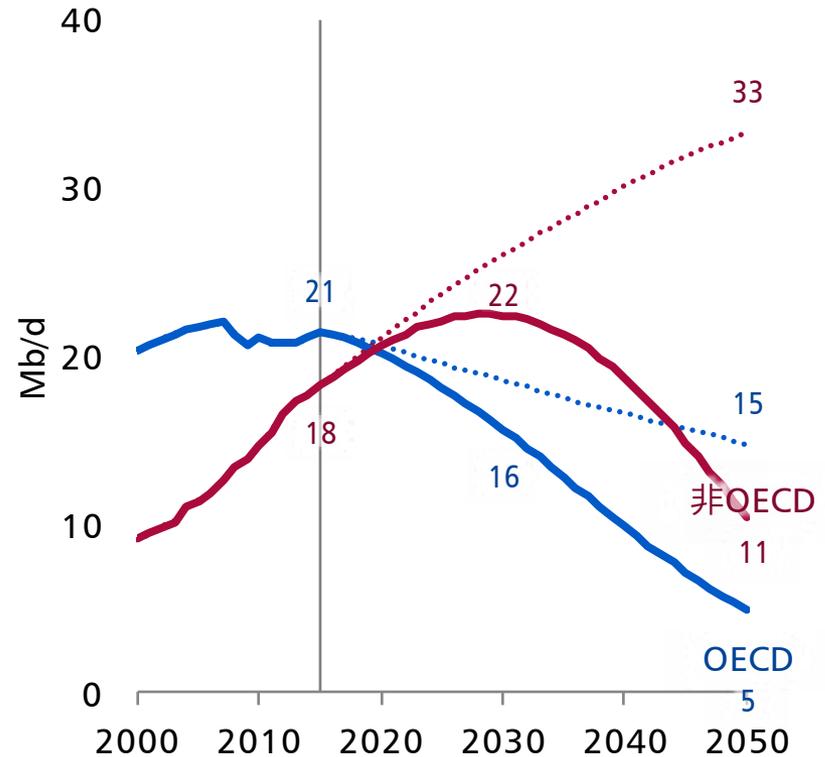
2030年に四輪車販売台数の3分の2を電動化する。2018年には中国でEVを発売予定(2017)

ZEVの急速普及で、石油は2030年ごろピーク

❖ 石油消費



❖ 自動車用石油消費[石油需要ピーク]

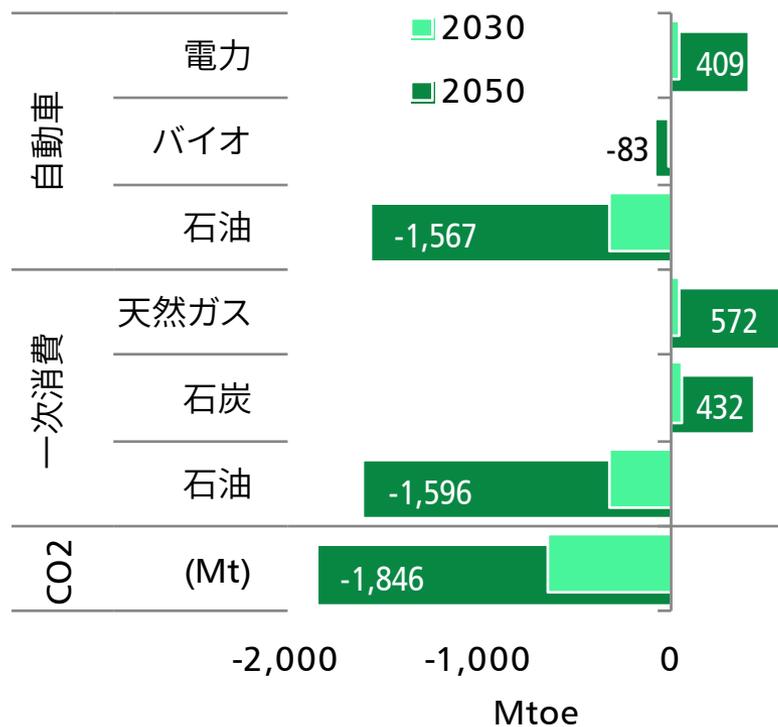


石油需要ピークケースでは、石油消費は2030年ごろの98 Mb/dを頂点に減少に転じる。レファレンスシナリオからの減少は、2030年に7 Mb/d、2050年には33 Mb/dに拡大

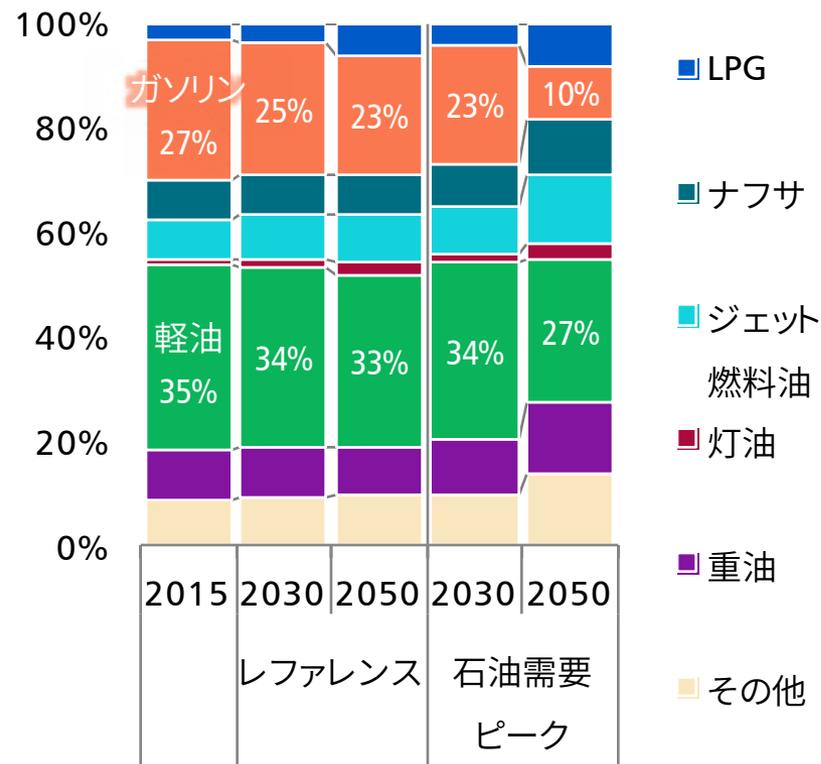
レファレンスシナリオでは急速な増加を続ける非OECDの自動車用石油消費も2030年ごろから減少に転じる。2050年にはレファレンスシナリオ比で約3分の1にまで減少

天然ガス、石炭消費増。石油製品構成にも変化

❖ 消費変化(レファレンスシナリオ比)



❖ 石油製品消費構成



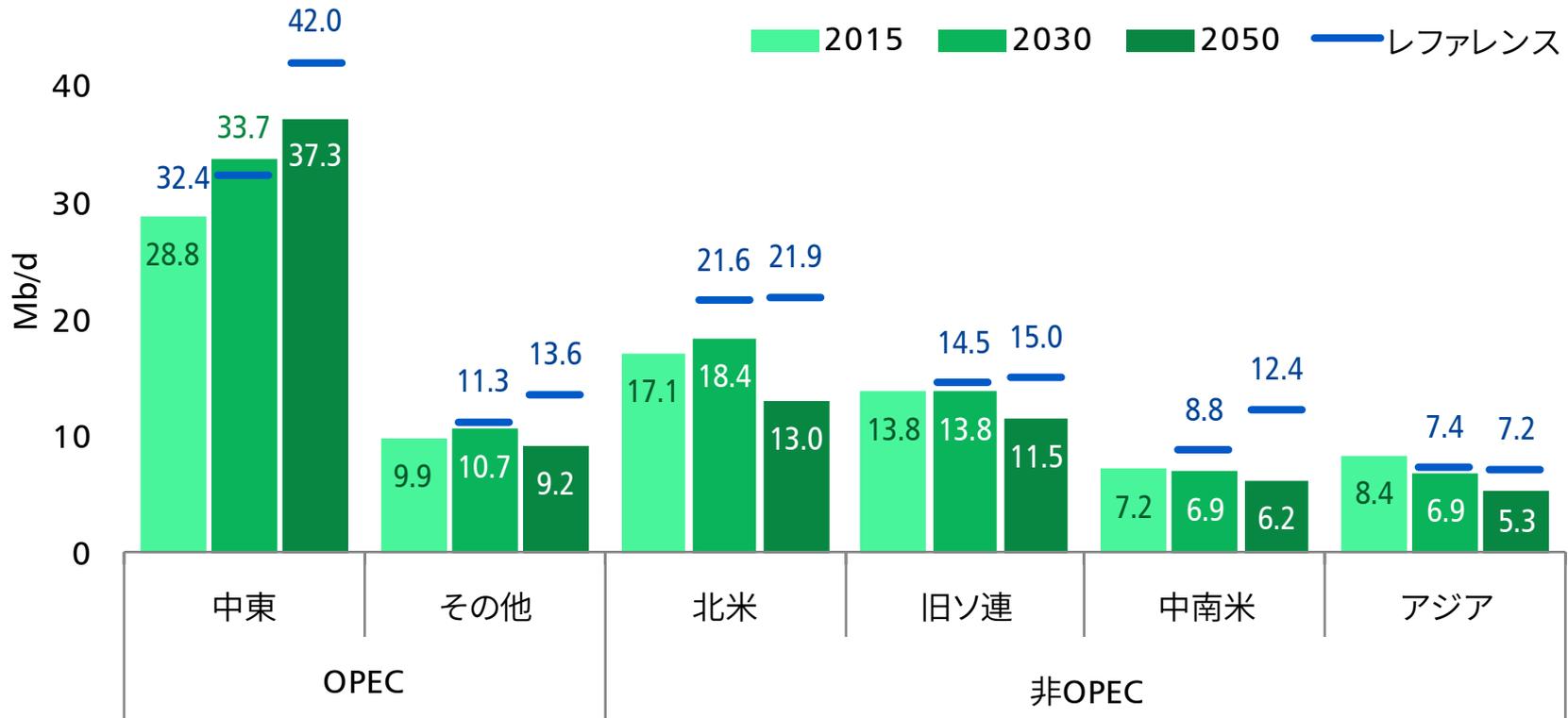
注: 自家消費を除く

石油消費が減退する一方で、ZEVによる電力需要が発電用燃料消費増を喚起。天然ガス、石炭が2030年代末には石油を上回る。以降、天然ガスが最大のエネルギー源となる

石油製品構成比では、ガソリンが2050年に10%まで縮小。軽油は、自動車以外の用途もあるためガソリンほどシェアは小さくはないが、現状より8%ポイント低下

原油生産は低コスト地域へのシフトを強める...

❖ 原油生産[石油需要ピークケース]

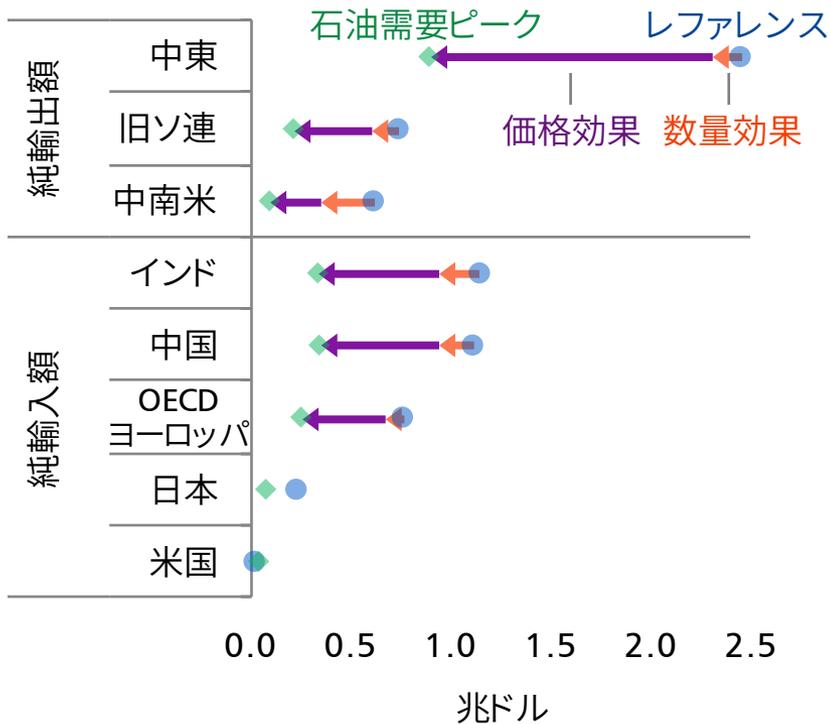


需給の緩和圧力と市場の認識変化を背景として、原油価格は下落する—レファレンスシナリオでの2030年\$95/bbl、2050年\$125/bblに対し、2030年\$65/bbl、2050年\$50/bbl (2016年実質価格)

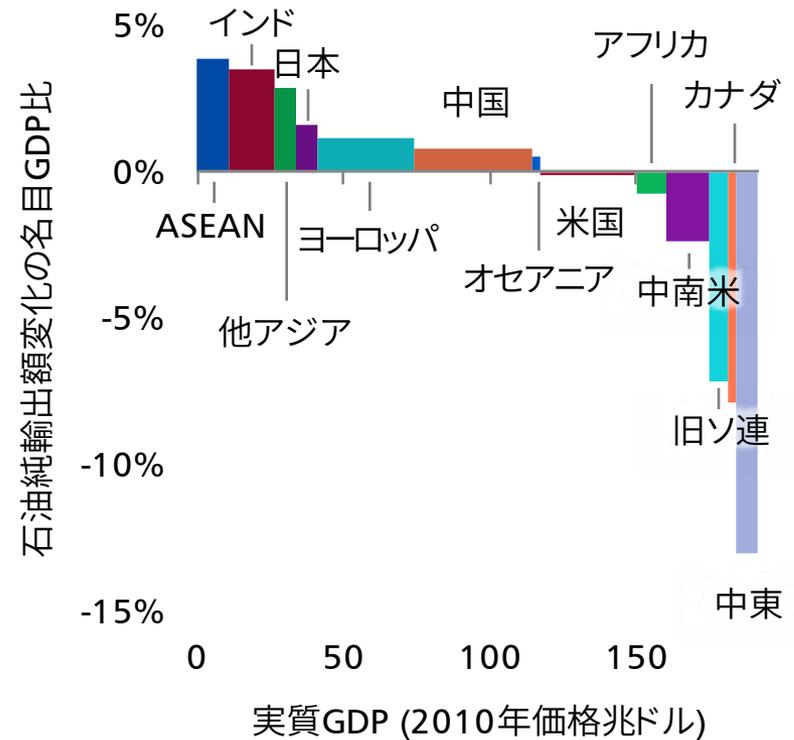
この大幅な価格低下を想定すると、生産コストが低廉な地域の優位性が高まり、2050年の生産が現状を上回るのは中東のみ。対して、北米の生産は、レファレンスシナリオ比4割減の13 Mb/dに

...が、経済の下押しは中東にも働く

❖ 石油純輸出入額変化[2050]



❖ 石油純輸出入額変化の名目GDP比[2050]

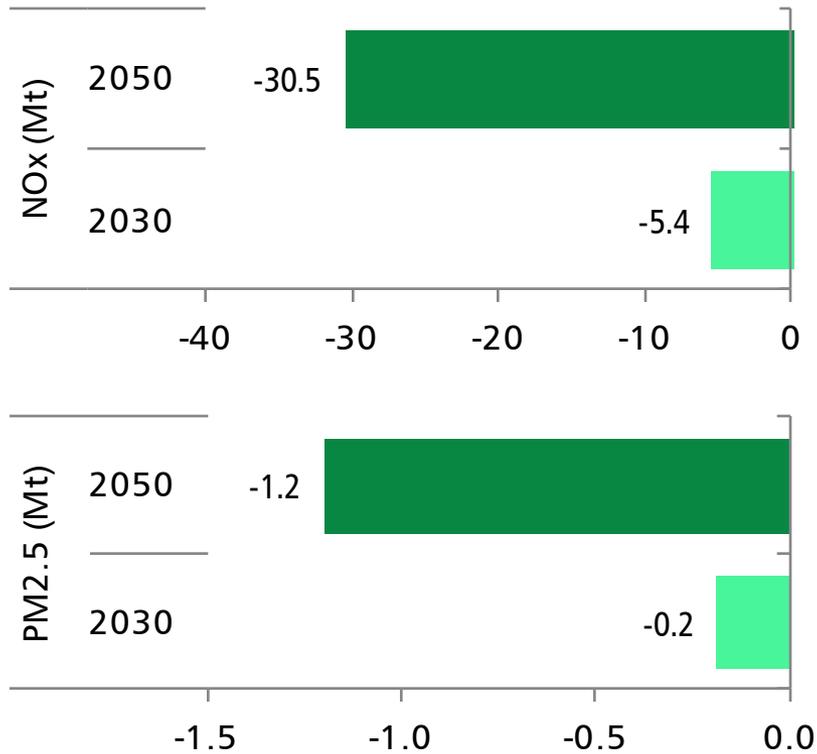


注: ヨーロッパは旧ソ連を除く

相対的利得を得る中東だが、1兆6,000億ドル、名目GDP比13%の石油純輸出減少は大きな影響
 逆に、石油純輸入削減額において最も裨益する国は、第2の石油消費国となるが国内資源に
 恵まれないインド、次いで世界最大の自動車保有国となる中国。米国はほぼ石油自給となる
 ため、消費規模の割には影響が小さめ

そして、石油消費減退の影響は多岐にわたる

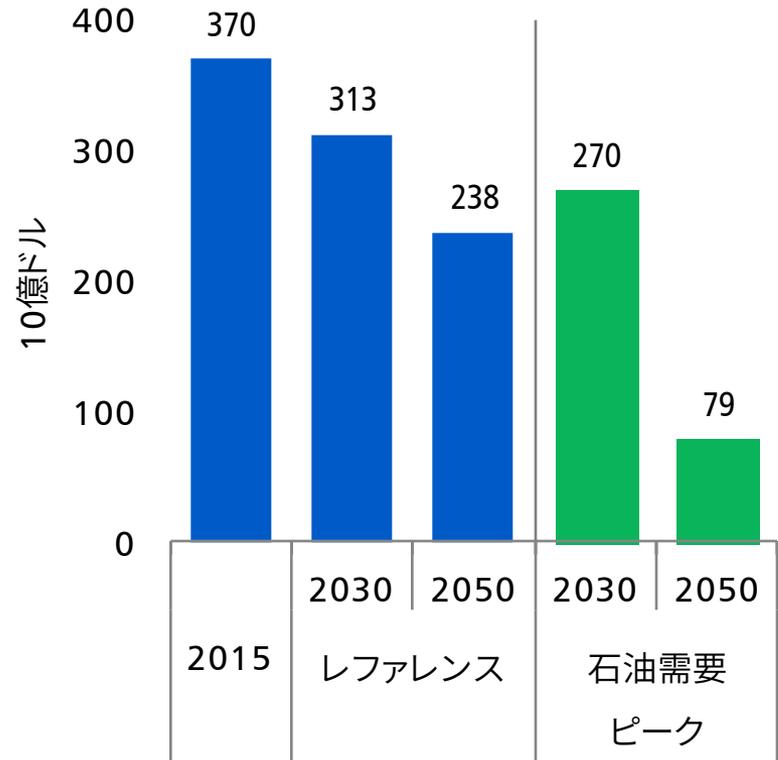
❖ 排出変化(レファレンスシナリオ比)



注: 自動車起源。従来型自動車の排出抑制性能の向上効果を含まない

自動車電動化の大きなドライバーたるNO_xの削減効果は2010年総排出量比-27%、PM_{2.5}は同-3%と、都市部の大気保全には一定の貢献が見込まれる

❖ OECDの自動車用ガソリン・軽油物品税額



税率等が現状のままの場合、自動車用ガソリン・軽油物品税が大きく落ち込む。ZEV普及促進期における助成とあわせ、財政の問題となる可能性

急速な消費減退の見立てをどう認識するか

- 石油需要ピークケースは、状況によっては石油消費が遠からず減少に転じうることを示している
- しかし、ZEVの普及想定が、ボトムアップ方式で先進技術の最大限の導入を見込む技術進展シナリオをはるかに上回ることから、極めてチャレンジングであるといえる。むしろ、石油消費は容易には減少しない可能性を暗示しているとも解釈できる

その上で...

- 石油需要ピークケースの2050年においても、石油が今日と大差ない規模で求められていることを見過ごしてはならない
- 将来を過度に悲観することで供給投資がおろそかになれば、それこそが石油離れを—エネルギー安全保障を脅かしながら—誘発することになりかねない
- 中東依存度の高まりは、安定供給に対する地政学リスクを上昇させることになる
- 低油価対応の中東産油国の公共投資抑制や補助金削減などの取り組みには、合理性がある。しかし、社会不安を増大させ、産油国のみならず中東の情勢をさらに悪化させる可能性も否定できない
- 産油国自らの取り組みのみならず、資源金融や出資等で消費国の役割は重要であり続ける。サウジアラビアの“Saudi Vision 2030”に代表される産油国の取り組みを支援することも必要

A light gray world map is centered in the background of the slide, showing the outlines of continents and major landmasses.

付属資料

- 世界を42地域に区分、特にアジア地域を15地域に区分
- アジアのエネルギー需給構造を特に詳細に考慮

OECDヨーロッパ

- ・イギリス
- ・ドイツ
- ・フランス
- ・イタリア
- ・他OECDヨーロッパ

非OECDヨーロッパ・旧ソ連

- ・ロシア
- ・他旧ソ連
- ・非OECDヨーロッパ

北米

- ・米国
- ・カナダ

中東

- ・サウジアラビア・イラン
- ・イラク・UAE・クウェート
- ・カタール・オマーン
- ・他中東

アジア(15地域)

- ・日本・中国・インド
- ・台湾・韓国・香港
- ・インドネシア・マレーシア
- ・フィリピン・タイ・ベトナム
- ・シンガポール・ブルネイ
- ・ミャンマー・他アジア

アフリカ

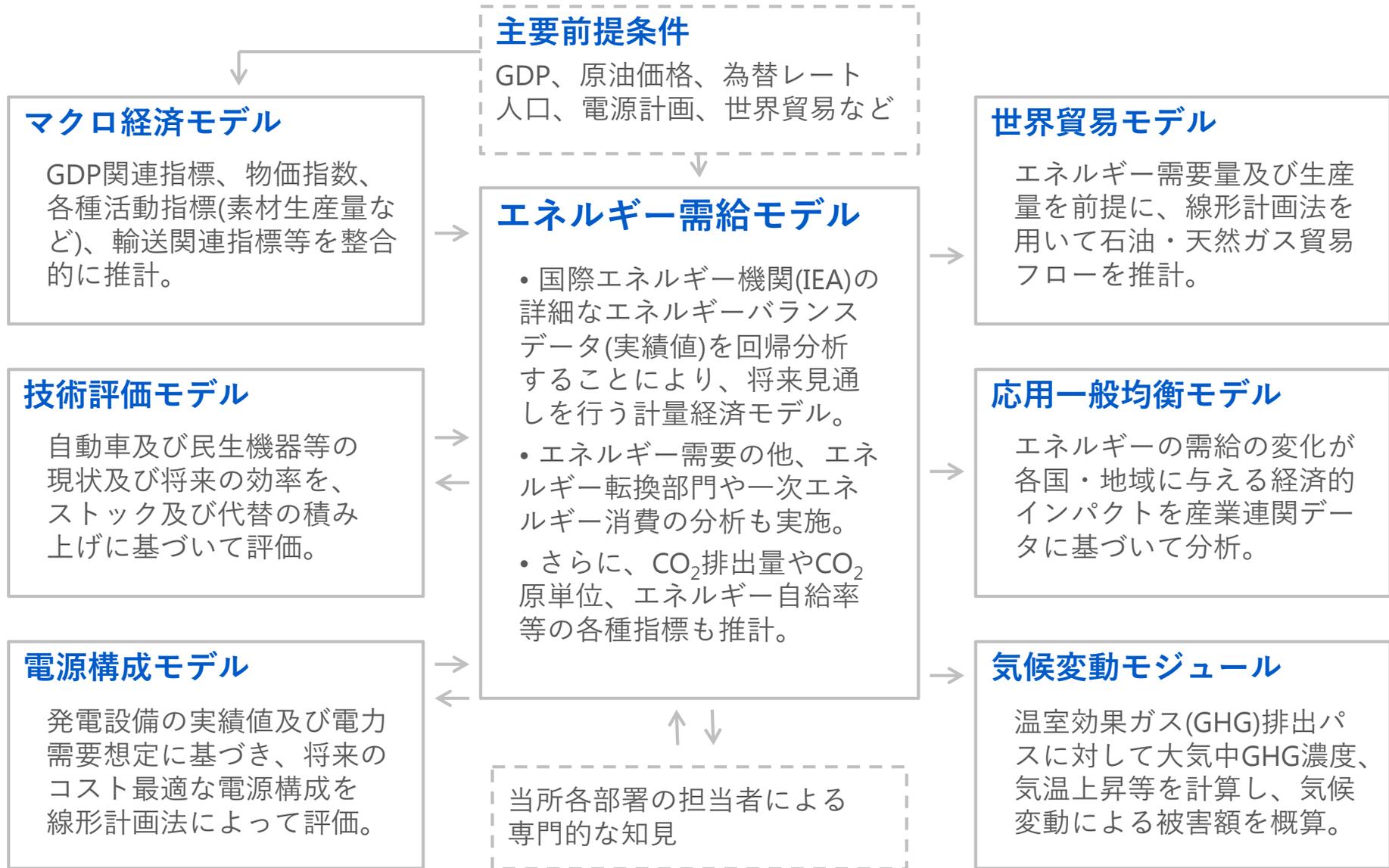
- ・南アフリカ
- ・北アフリカ
- ・他アフリカ

オセアニア

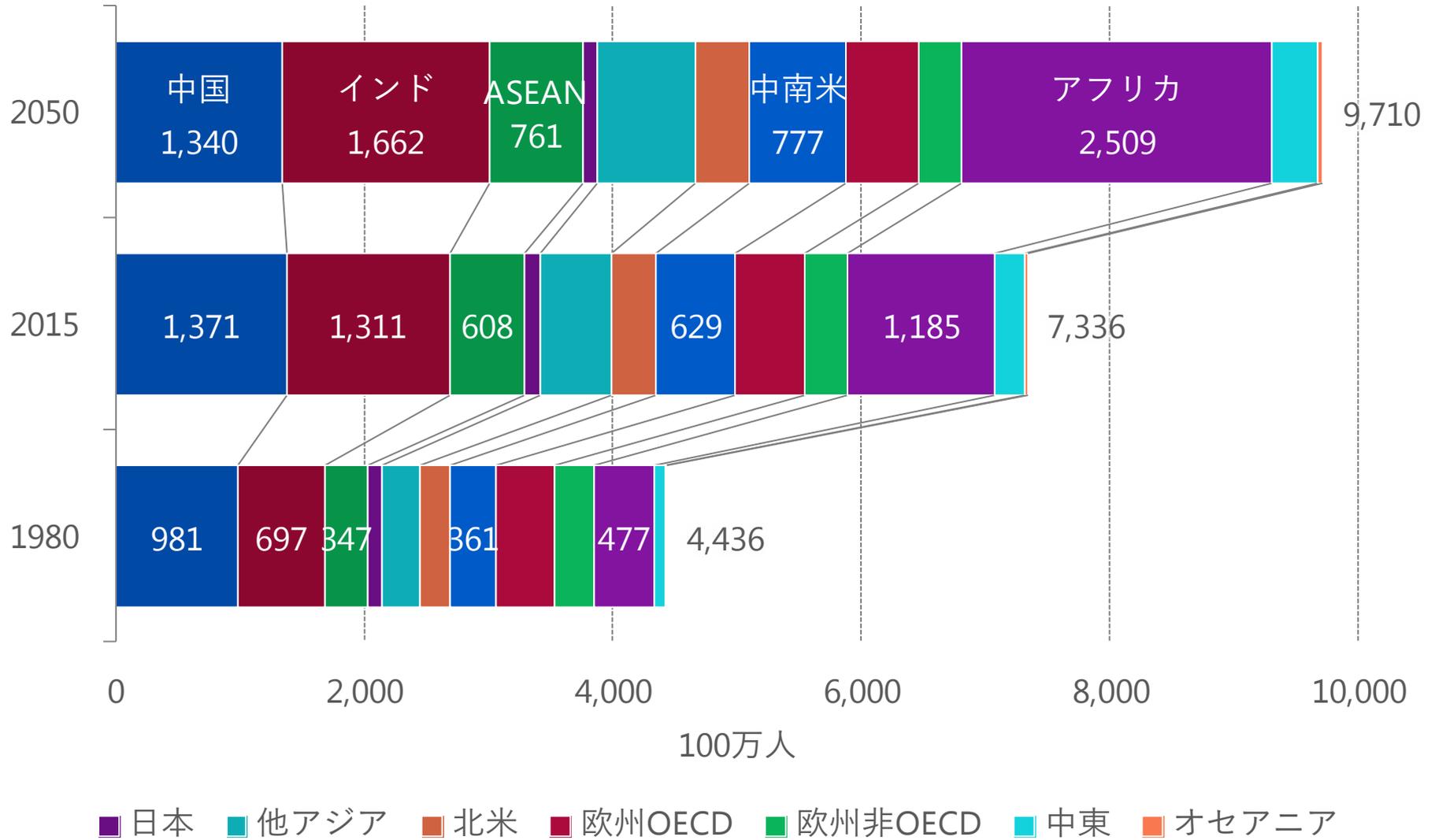
- ・オーストラリア
- ・ニュージーランド

中南米

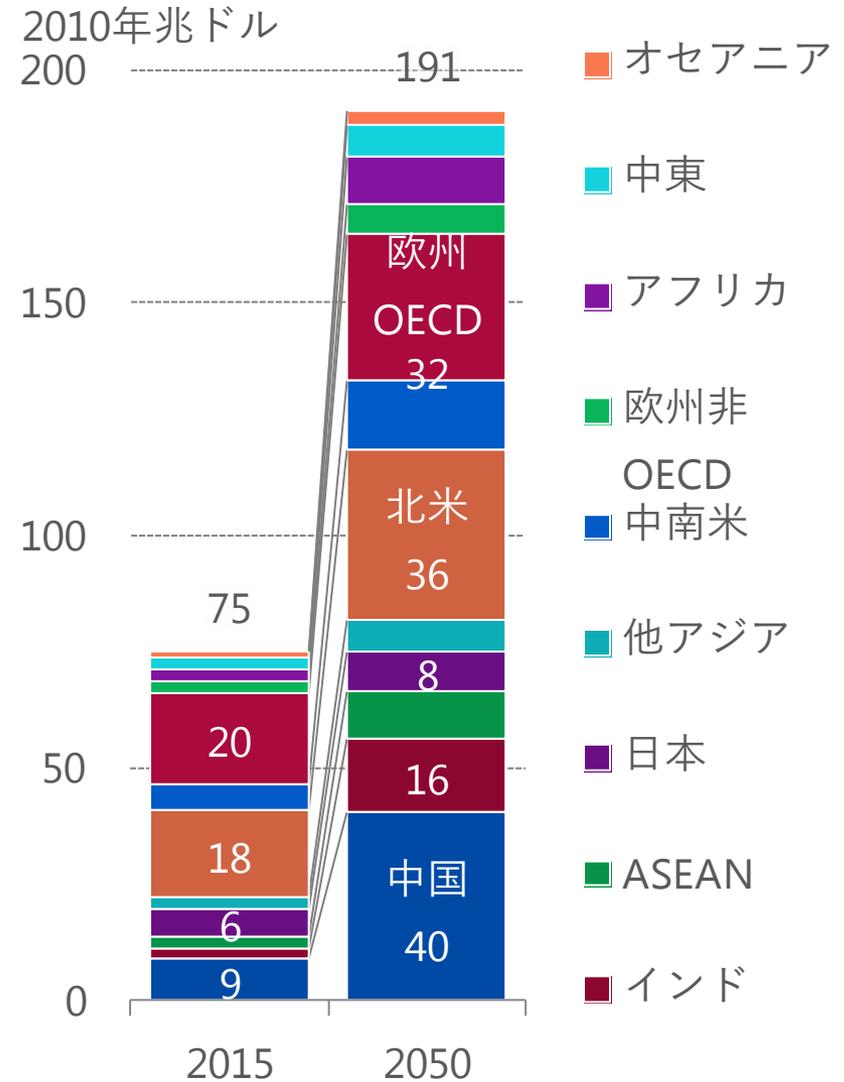
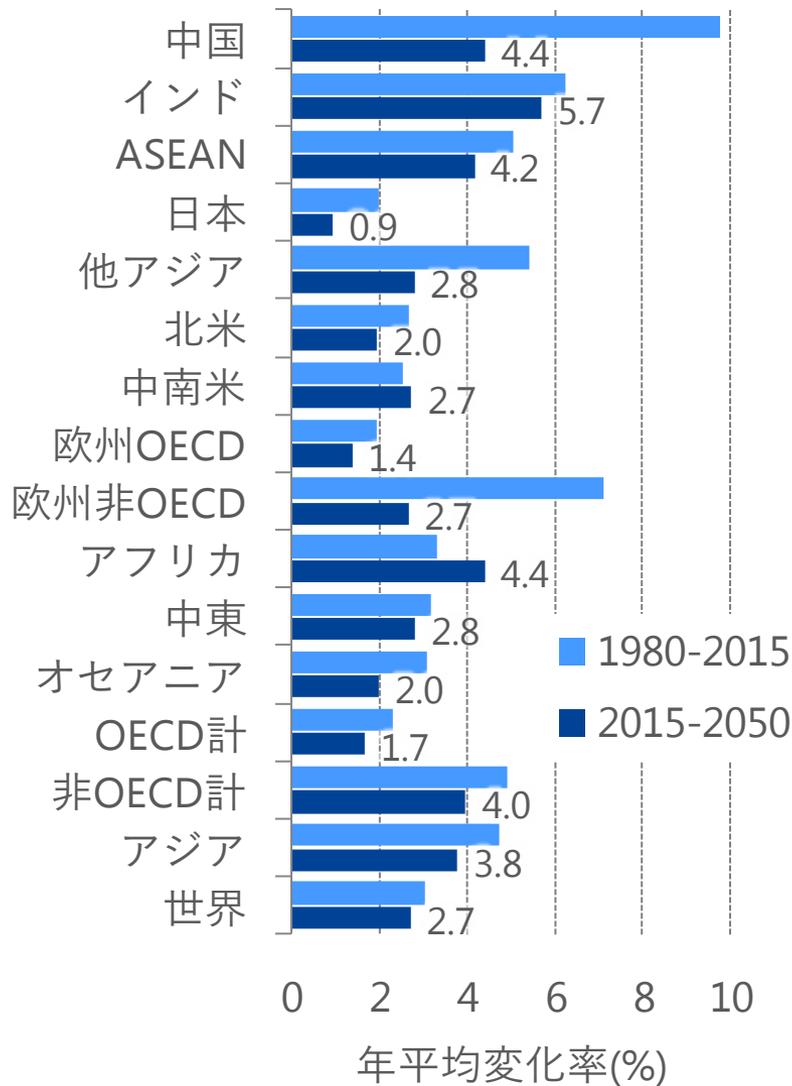
- ・メキシコ
- ・ブラジル
- ・チリ
- ・他中南米



主な前提条件: 人口

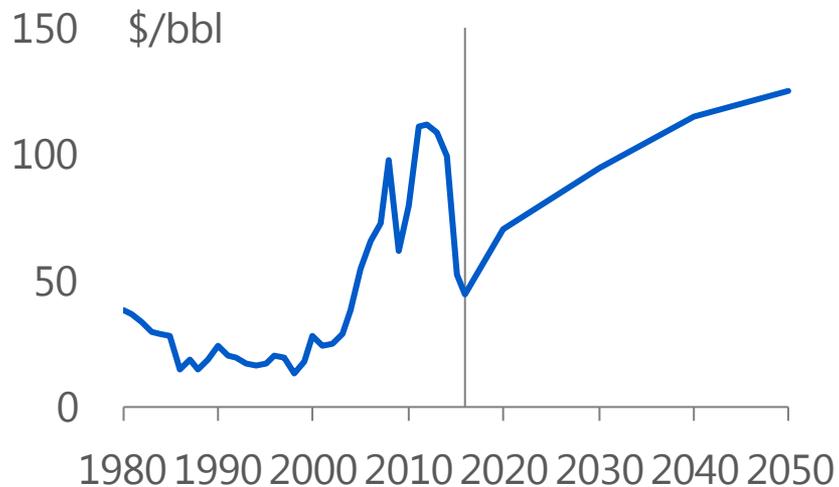


主な前提条件: 実質GDP

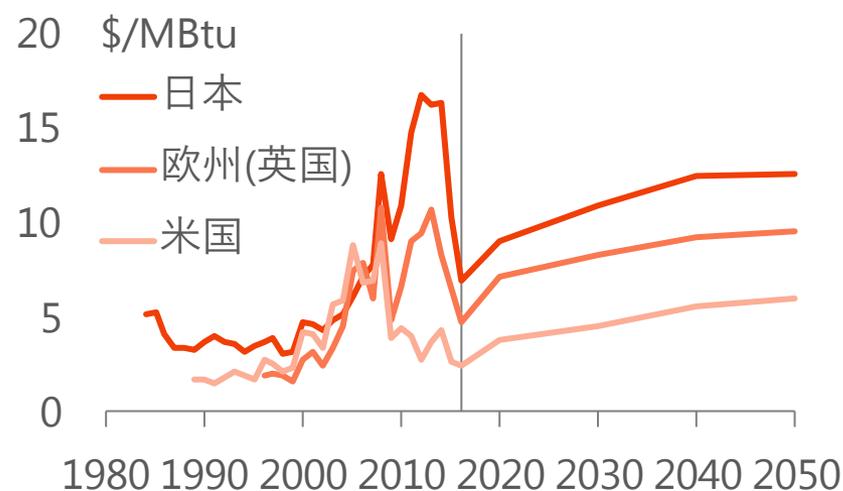


主な前提条件: 一次エネルギー価格

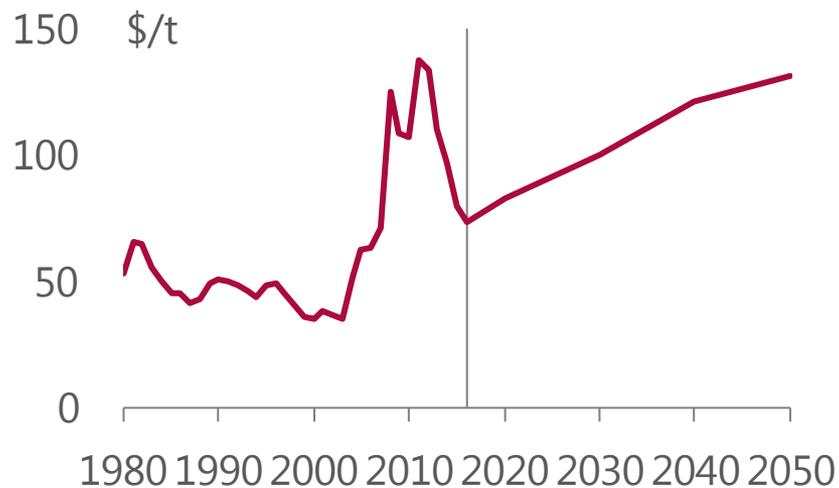
原油



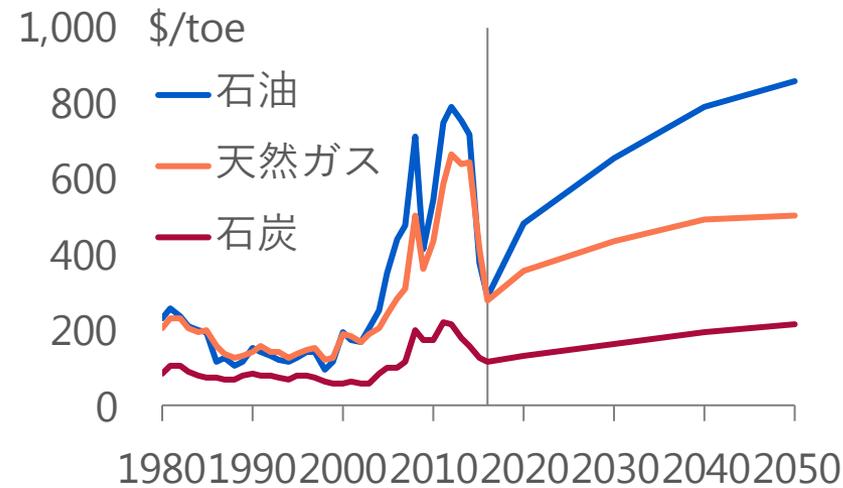
天然ガス



石炭



日本の輸入CIF価格



(注)実績値は名目価格、見通しは2016年価格

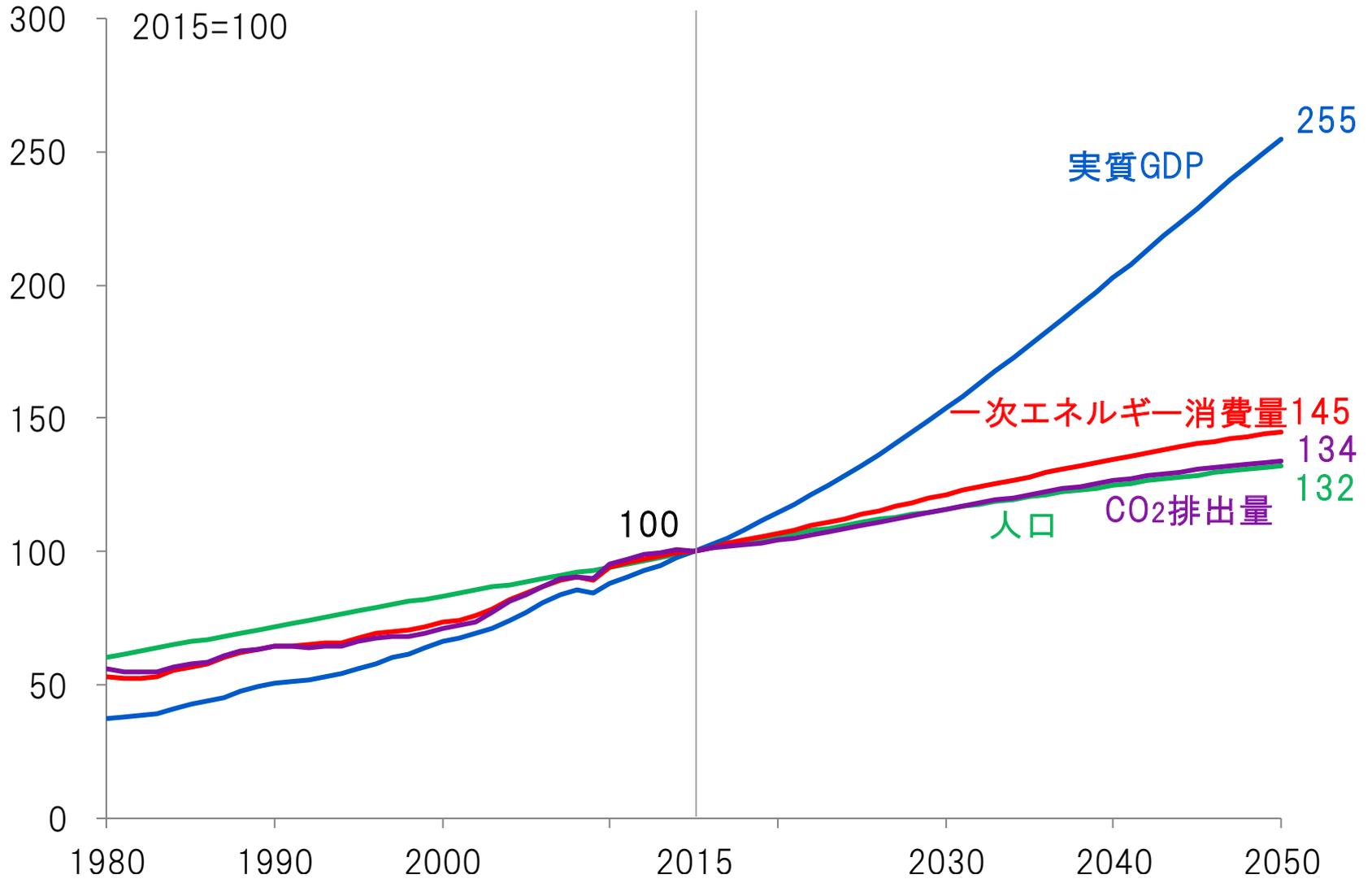
A light gray world map is visible in the background, centered behind the text.

2050年までの 世界・アジアのエネルギー需給展望

レファレンスシナリオ

世界の人口、GDP、エネルギー消費、CO₂排出

レファレンスシナリオ

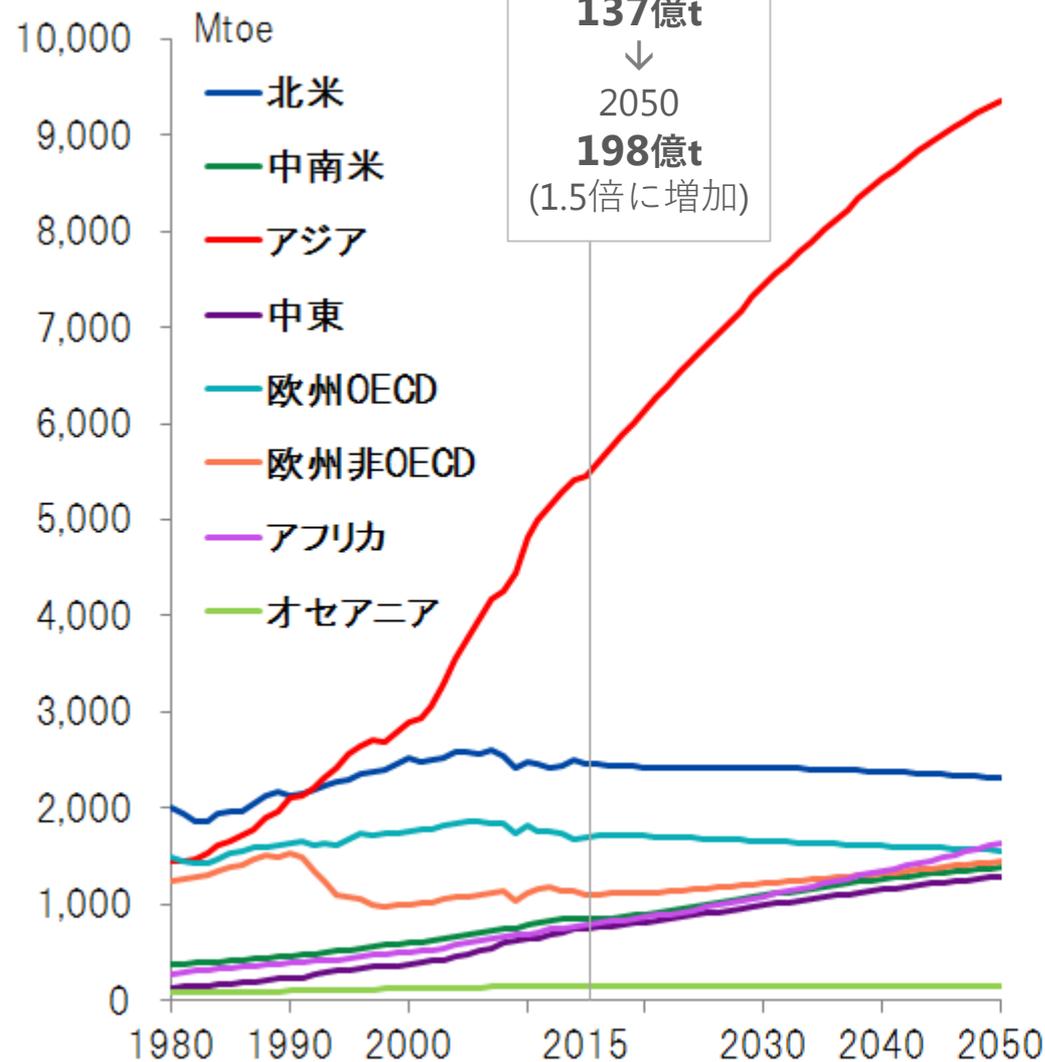


世界の一次エネルギー消費(地域別)

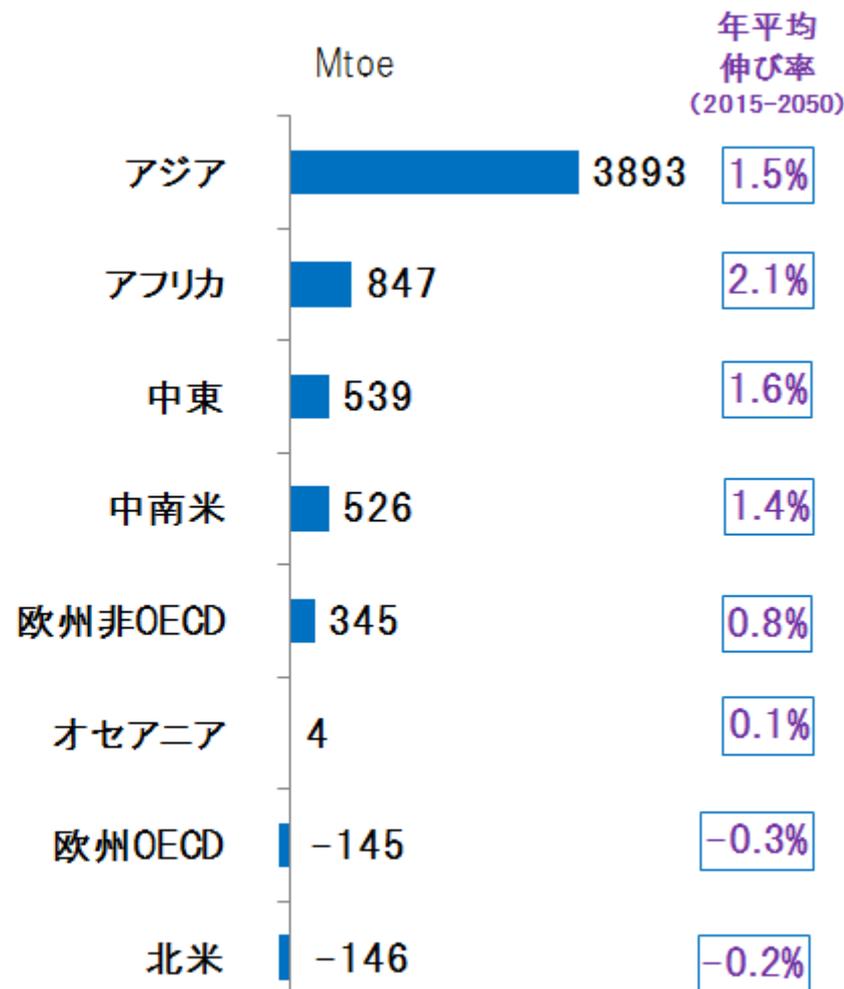
レファレンスシナリオ

世界計

2015
137億t
↓
2050
198億t
(1.5倍に増加)



2015-2050年の増加分

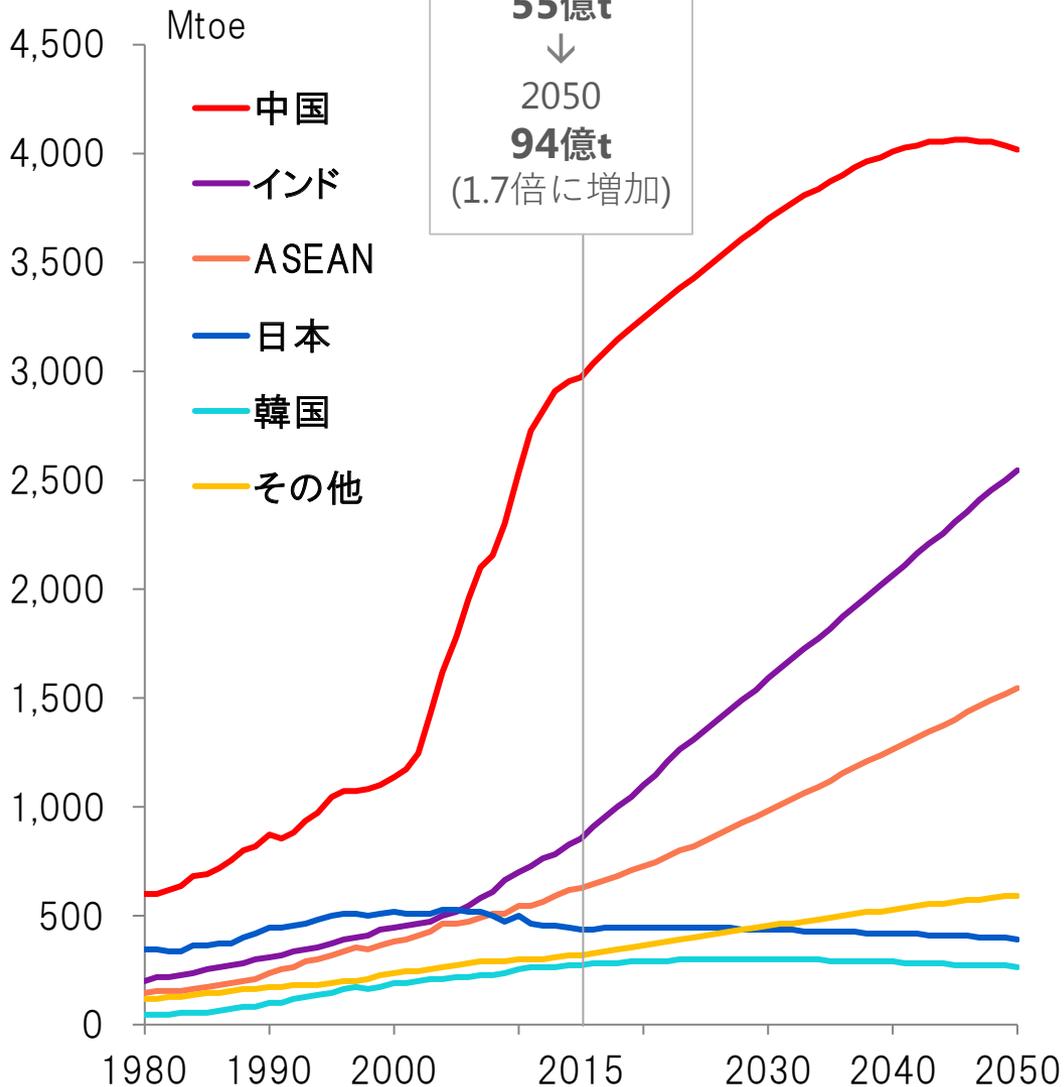


アジアの一次エネルギー消費(国・地域別)

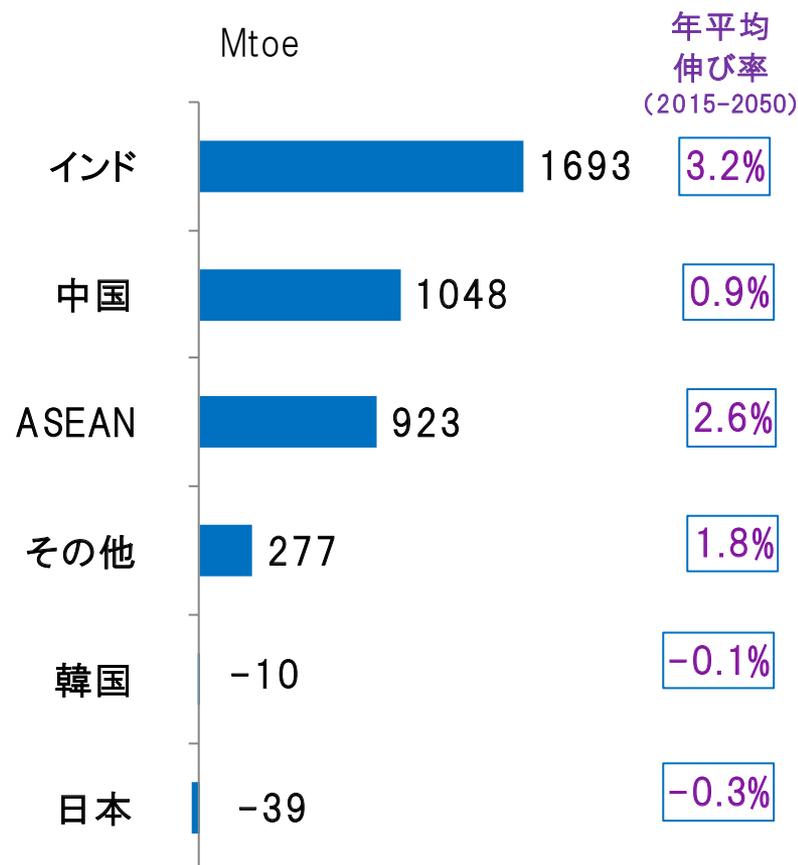
レファレンスシナリオ

アジア計

2015
55億t
↓
2050
94億t
(1.7倍に増加)

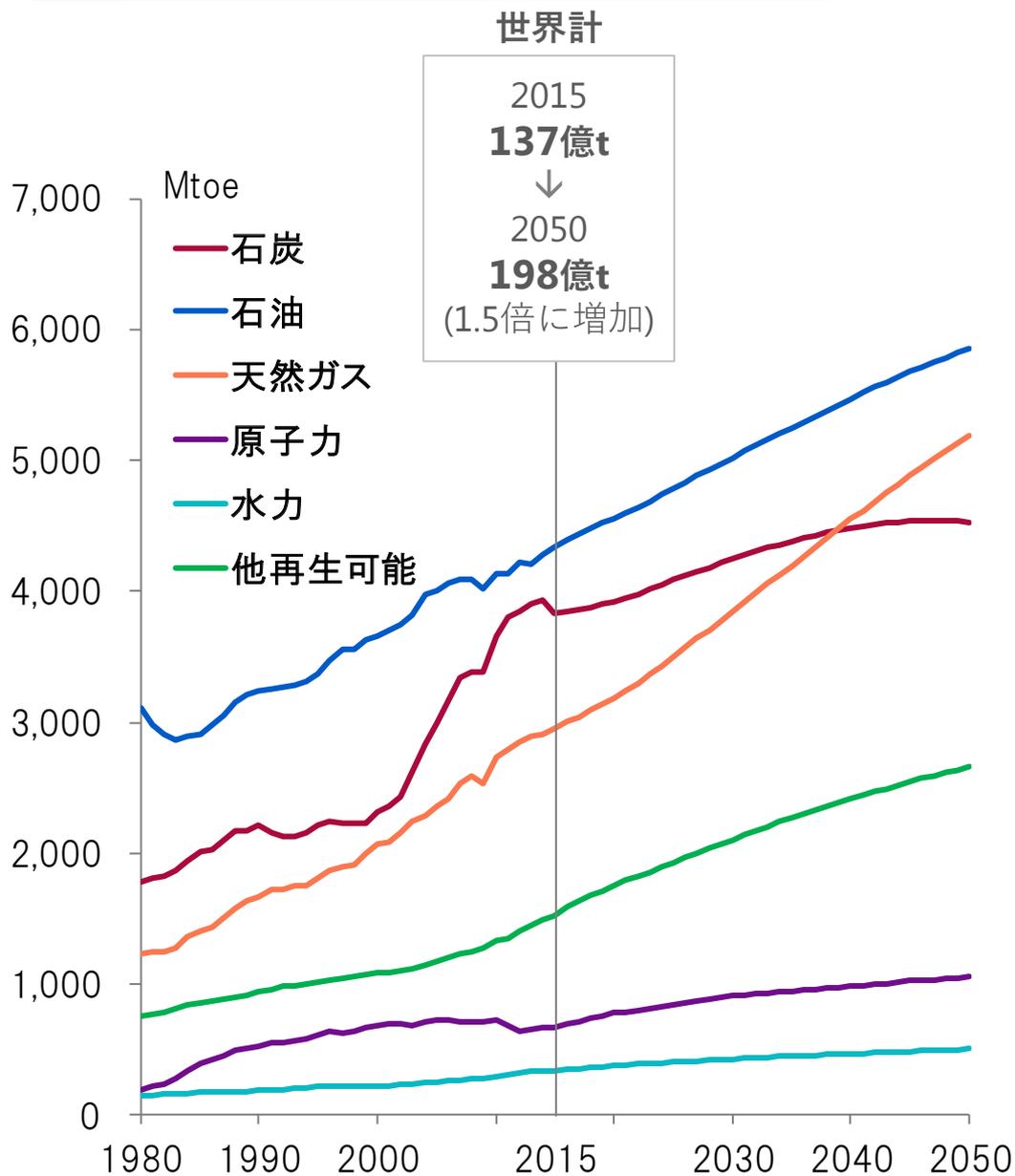


2015-2050年の増加分

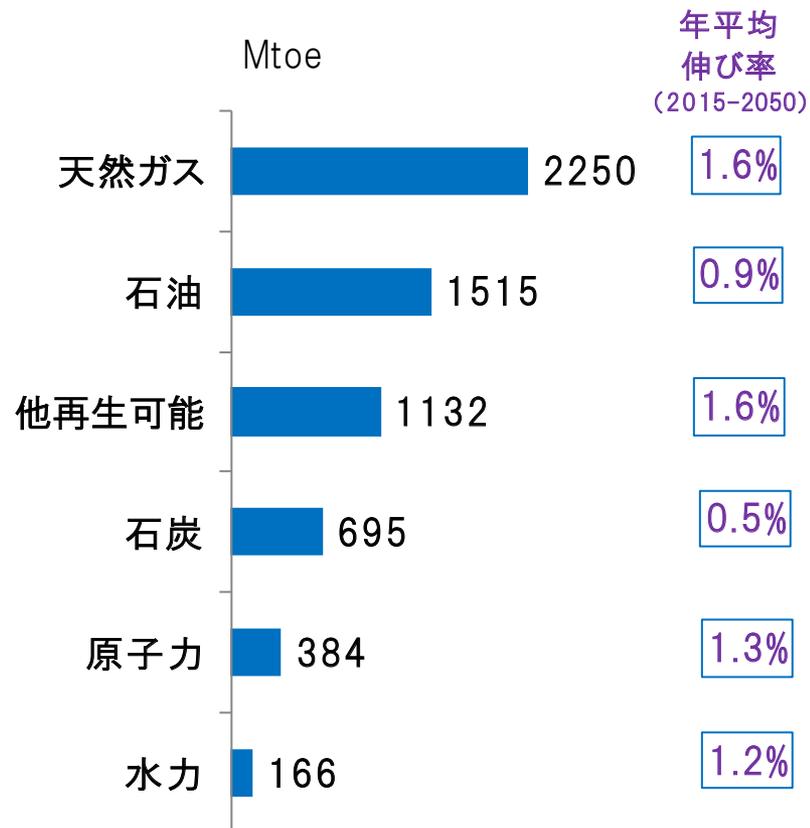


世界の一次エネルギー消費(エネルギー別)

レファレンスシナリオ



2015-2050年の増加分

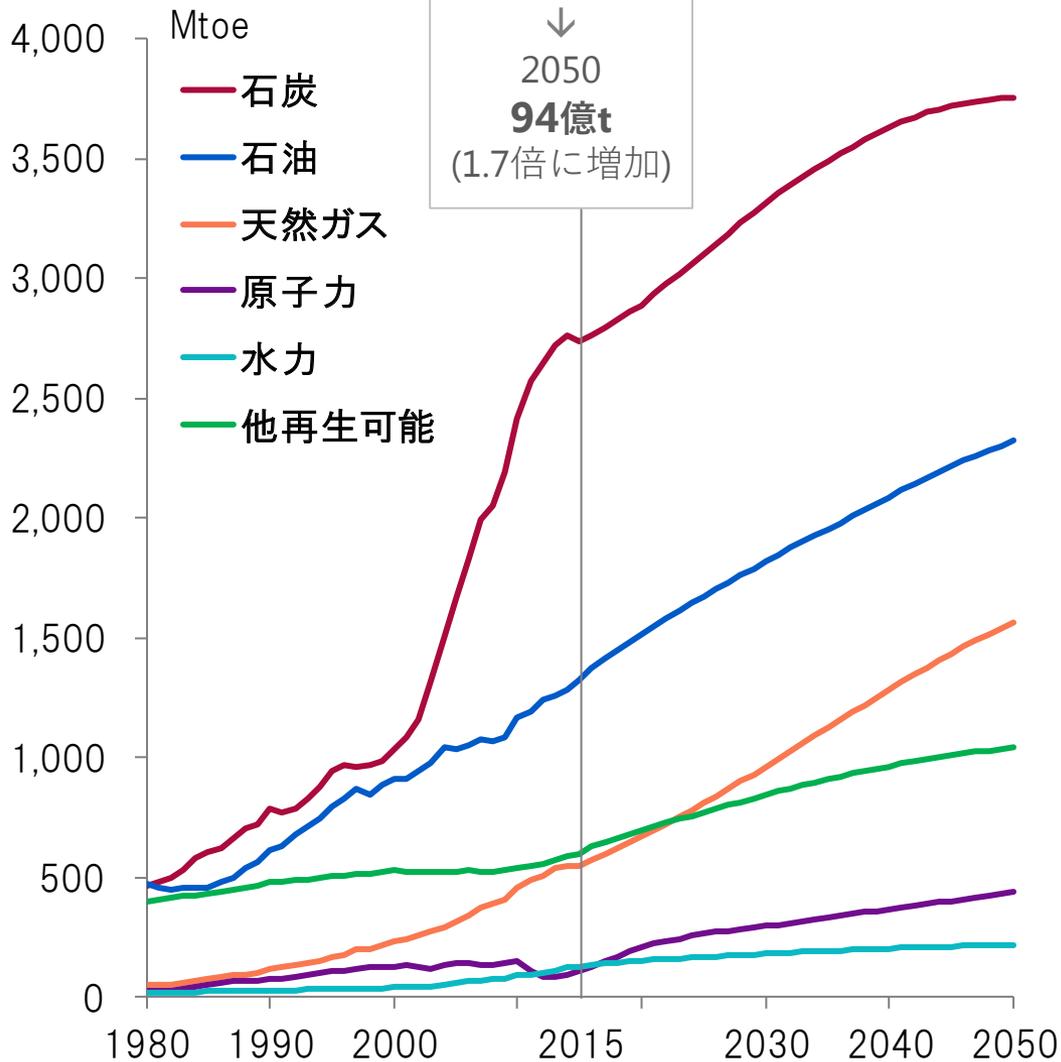


アジアの一次エネルギー消費(エネルギー別)

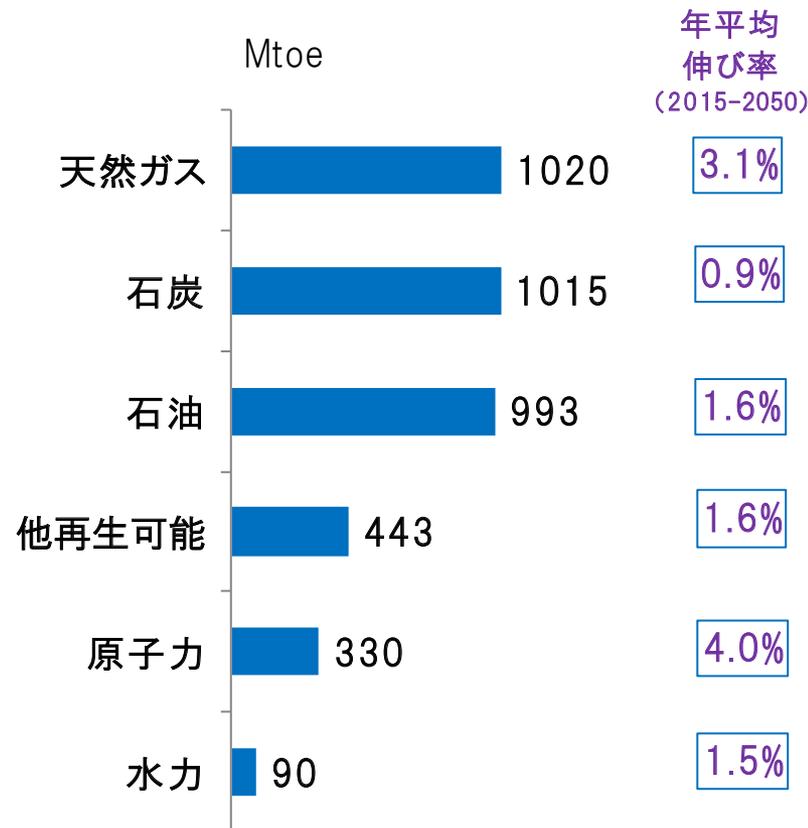
レファレンスシナリオ

アジア計

2015
55億t
↓
2050
94億t
(1.7倍に増加)

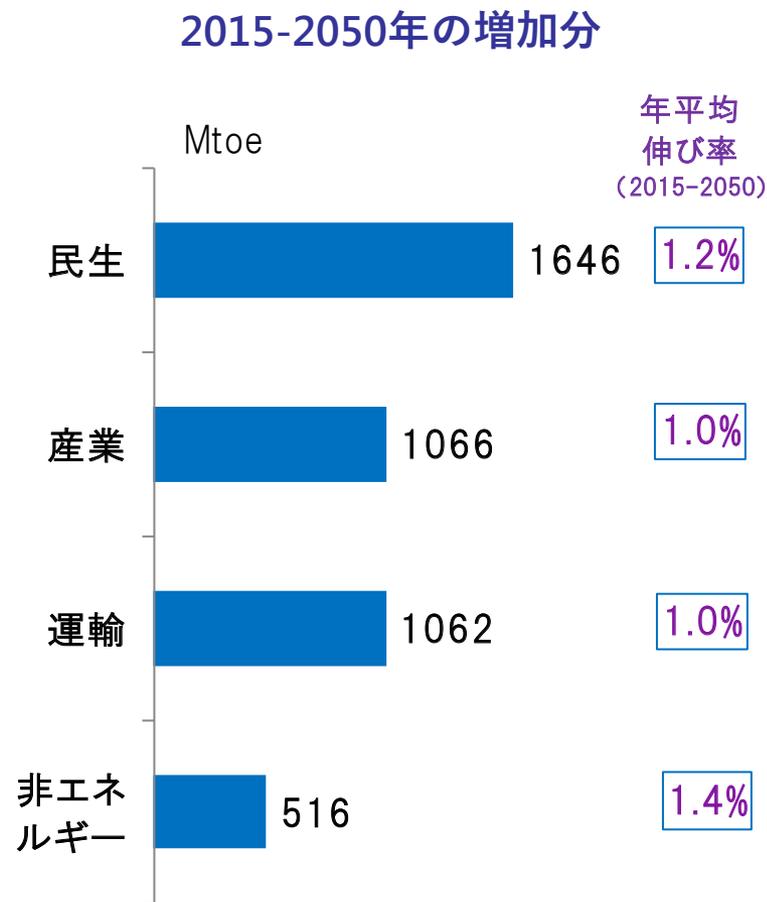
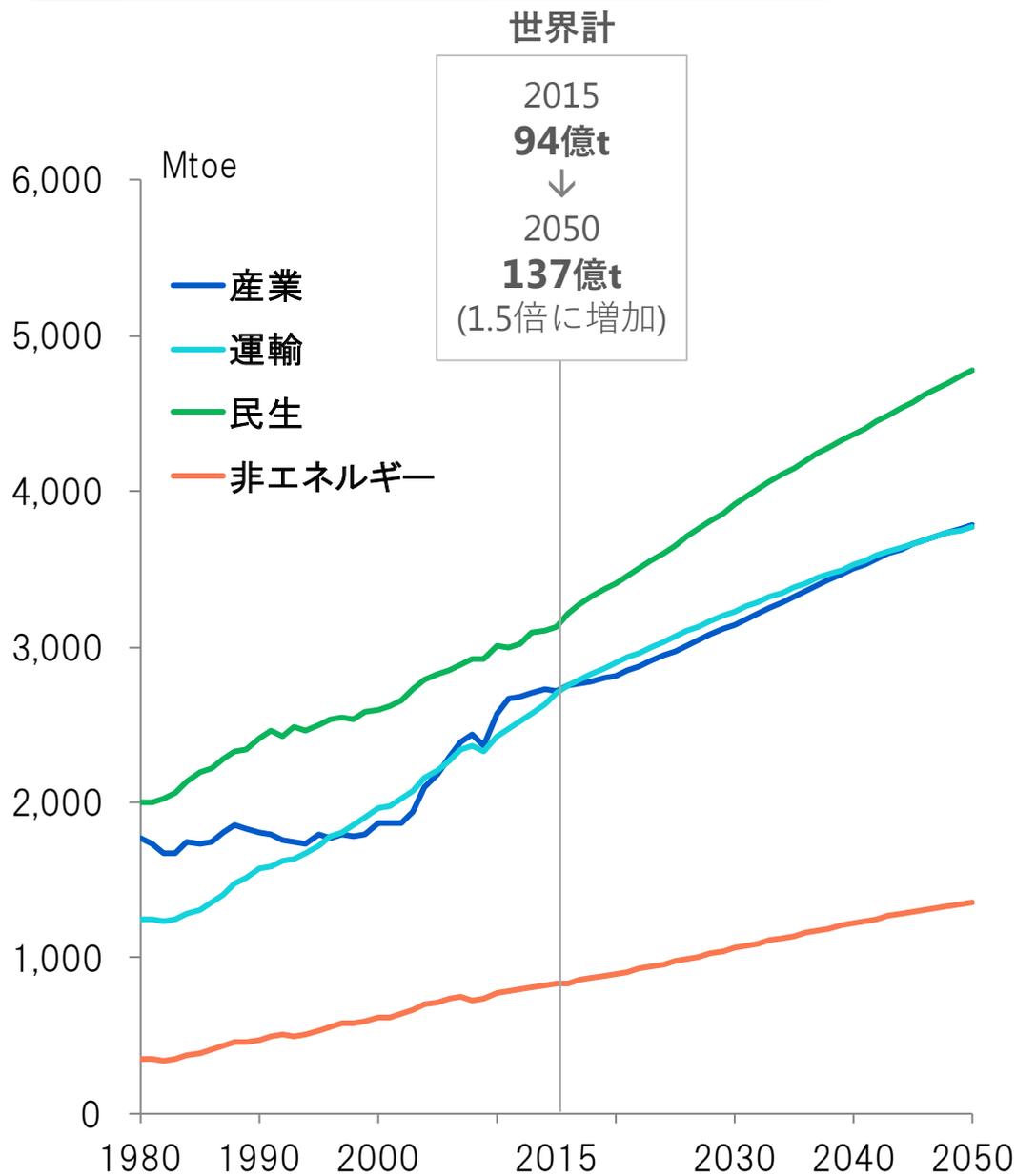


2015-2050年の増加分



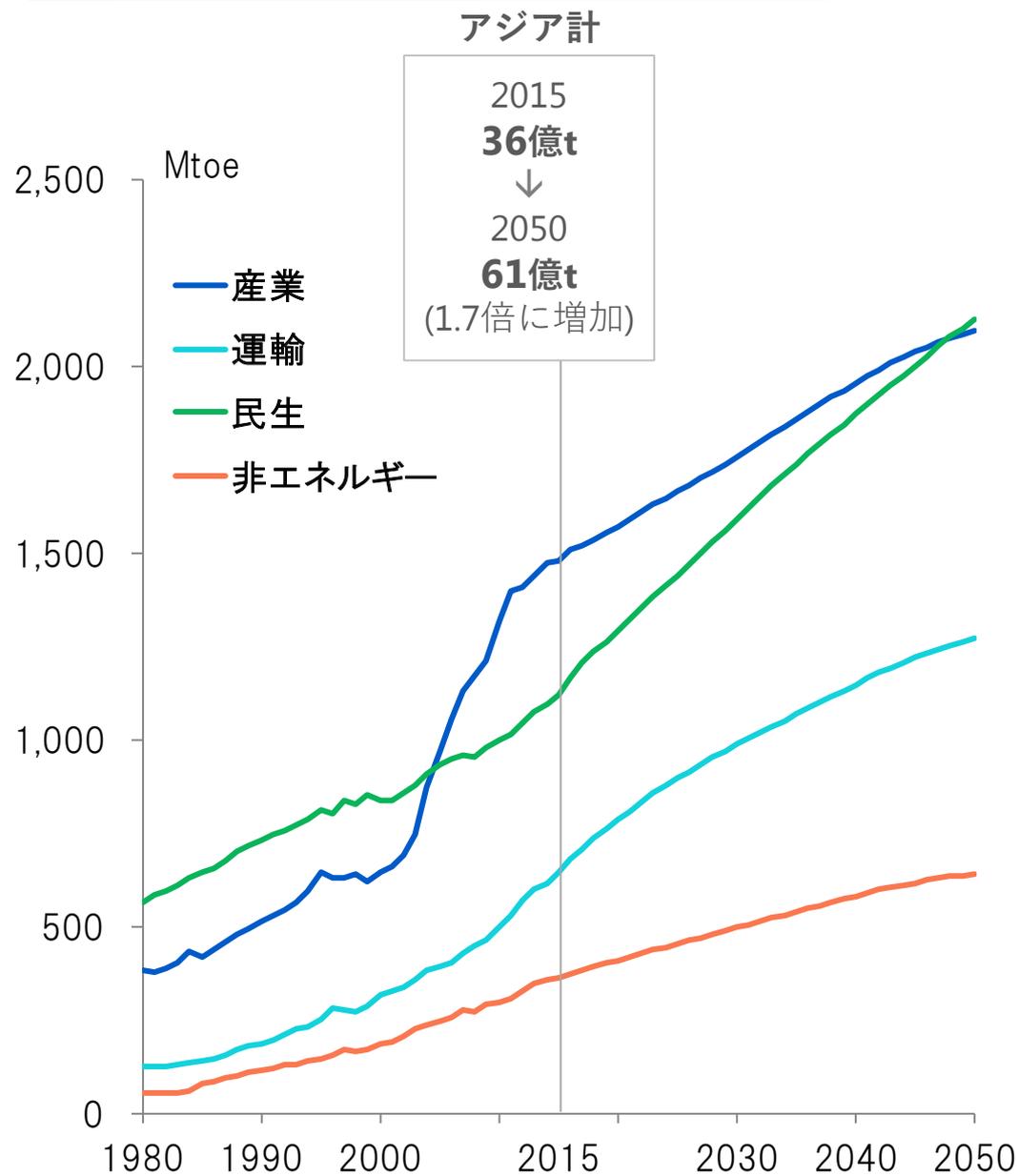
世界の最終エネルギー消費(部門別)

レファレンスシナリオ

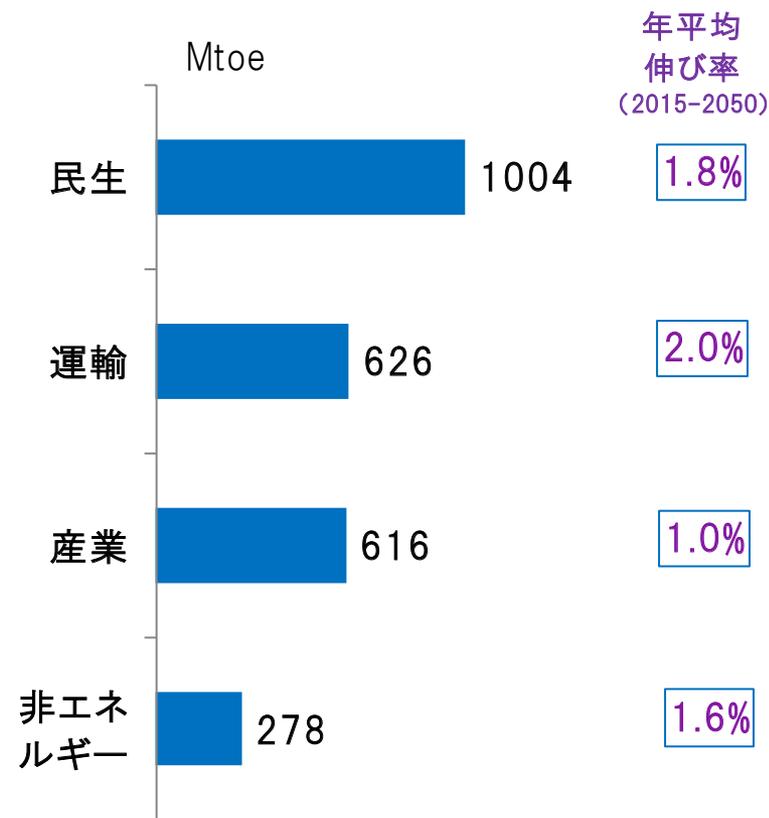


アジアの最終エネルギー消費(部門別)

レファレンスシナリオ



2015-2050年の増加分

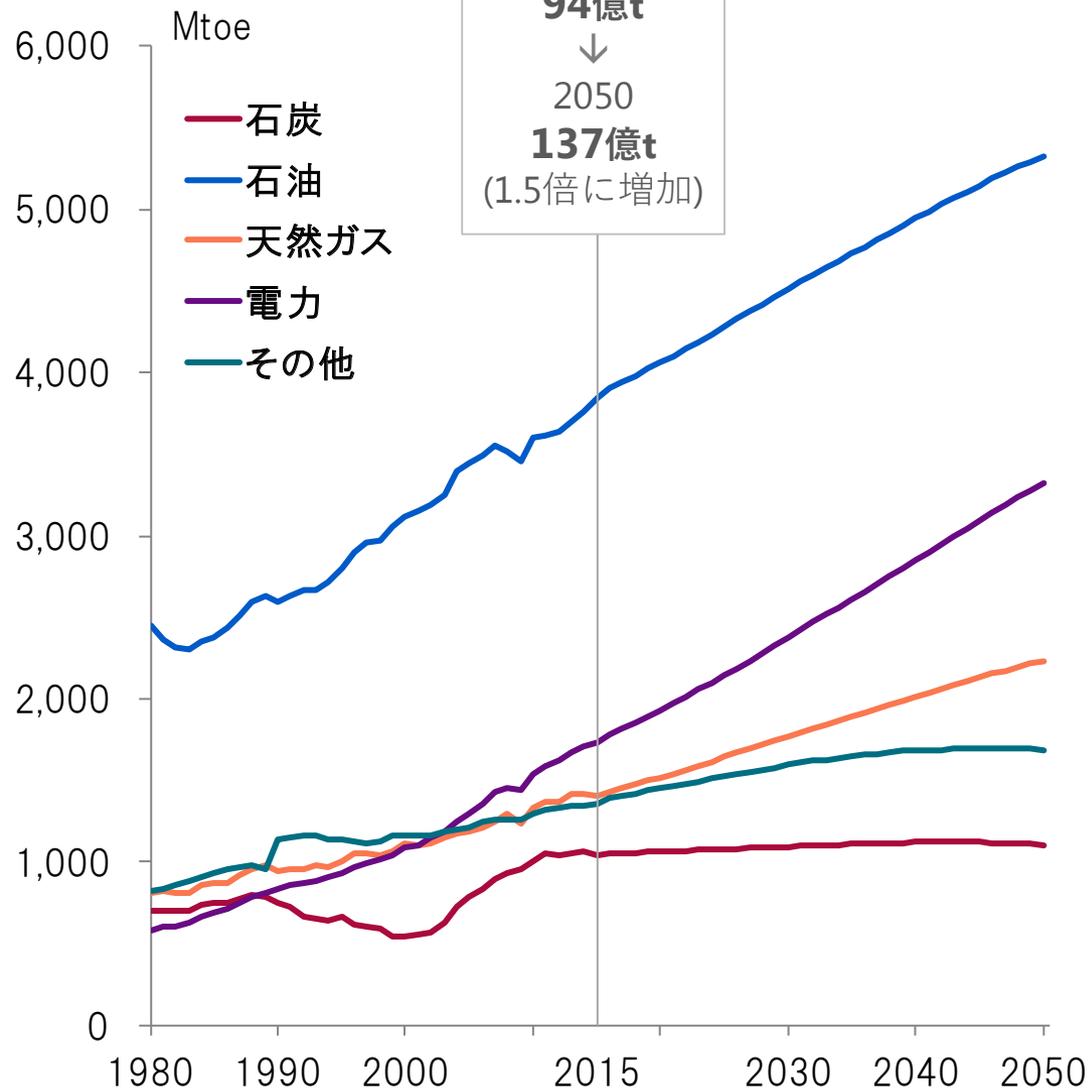


世界の最終エネルギー消費(エネルギー別)

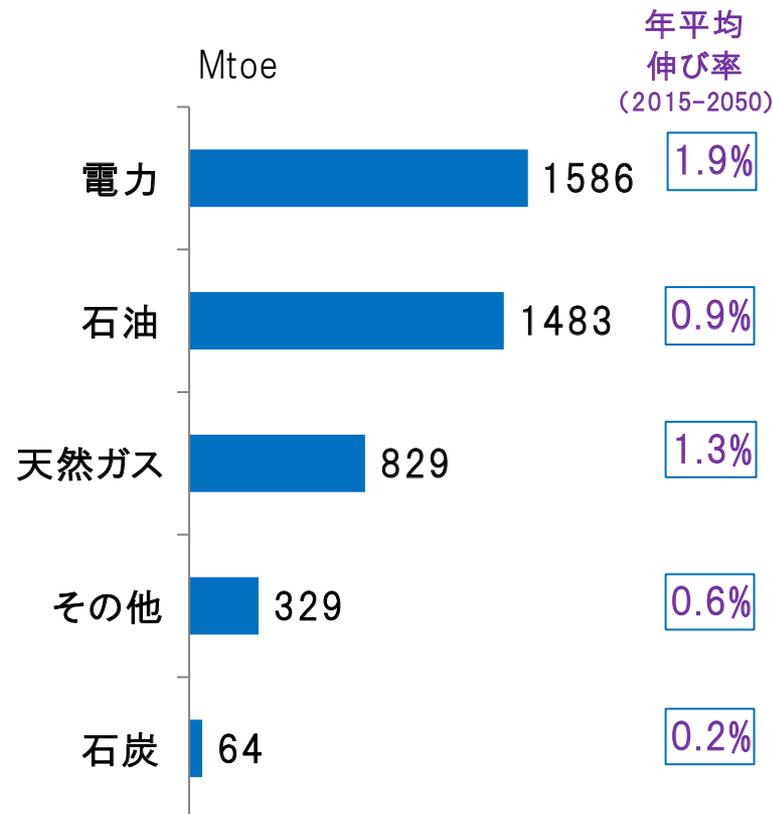
レファレンスシナリオ

世界計

2015
94億t
↓
2050
137億t
(1.5倍に増加)



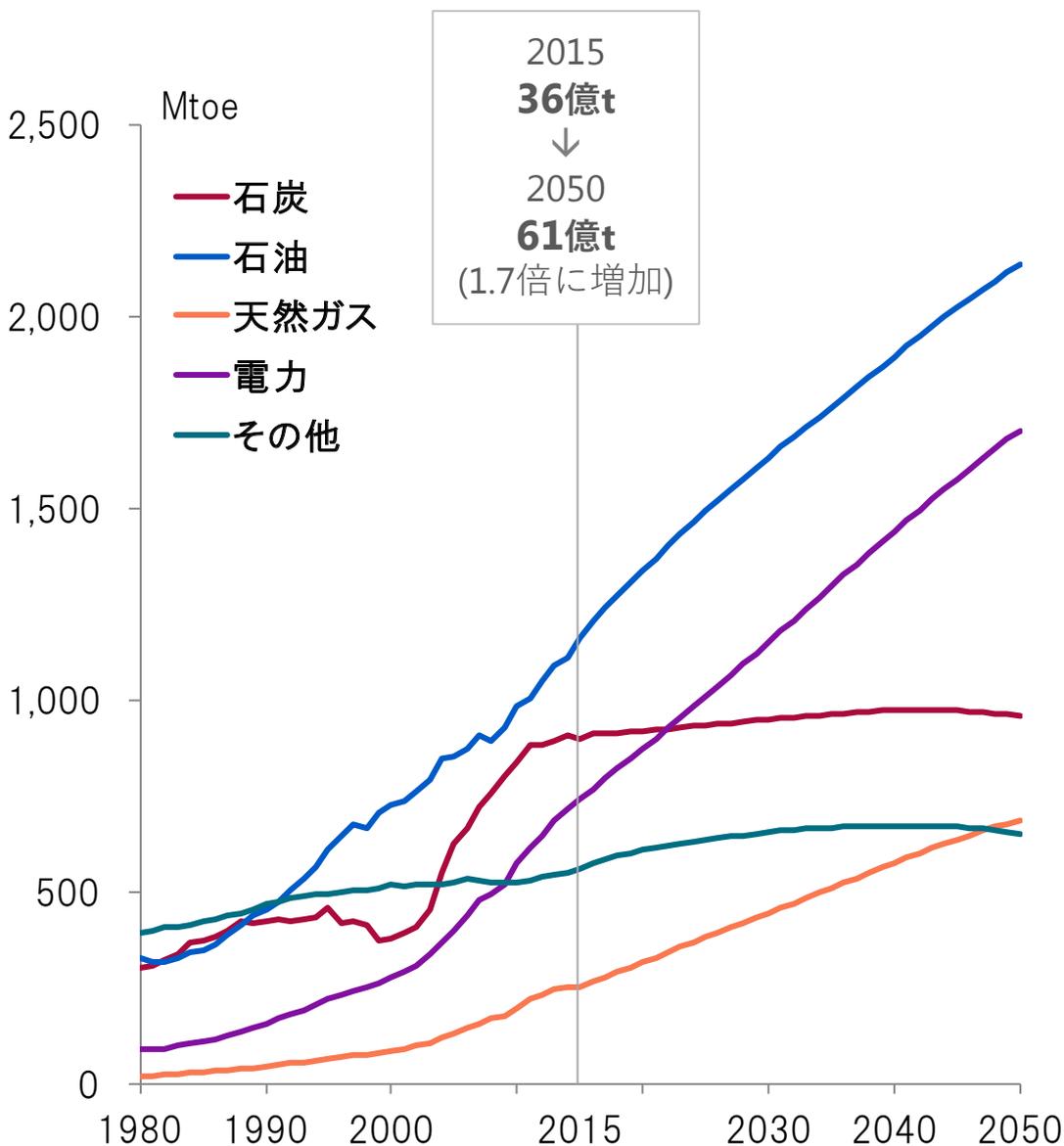
2015-2050年の増加分



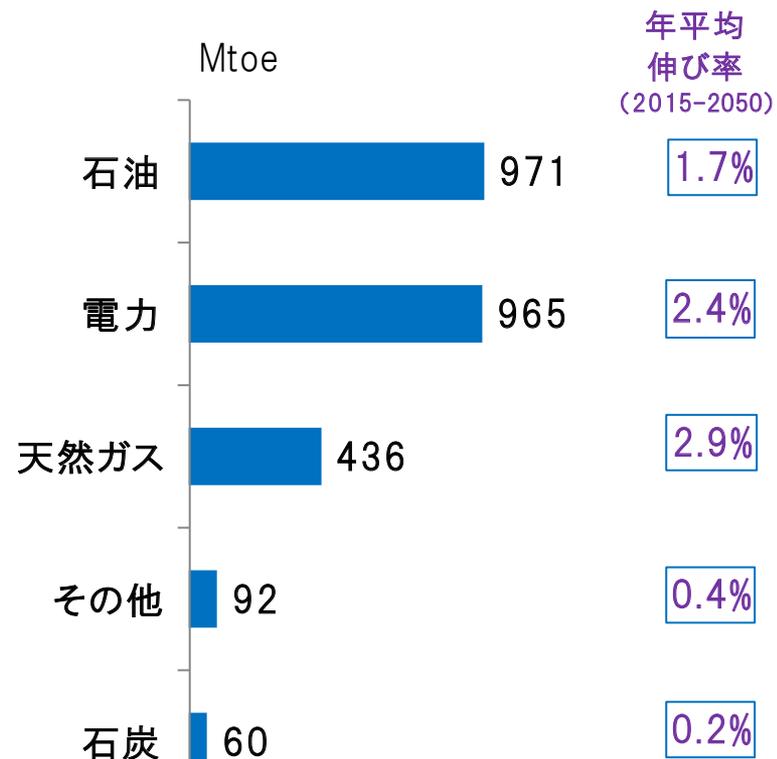
アジアの最終エネルギー消費(エネルギー別)

レファレンスシナリオ

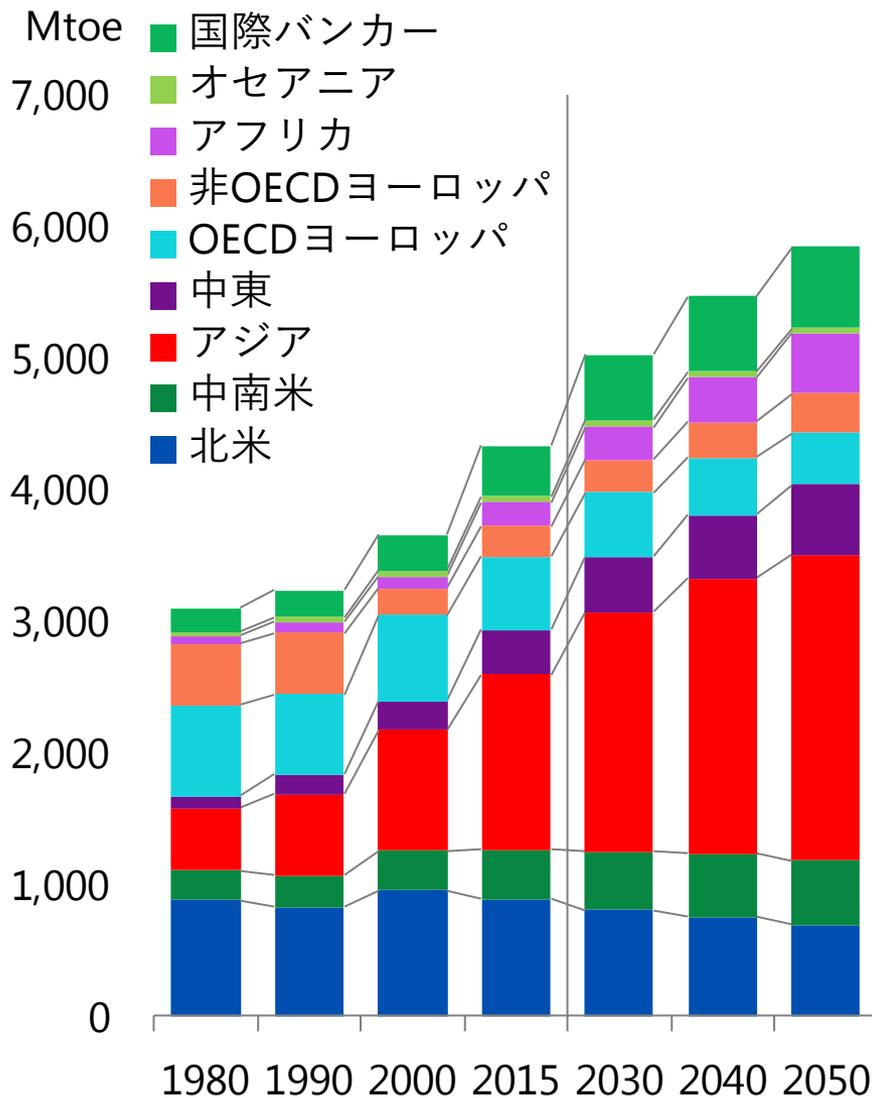
アジア計



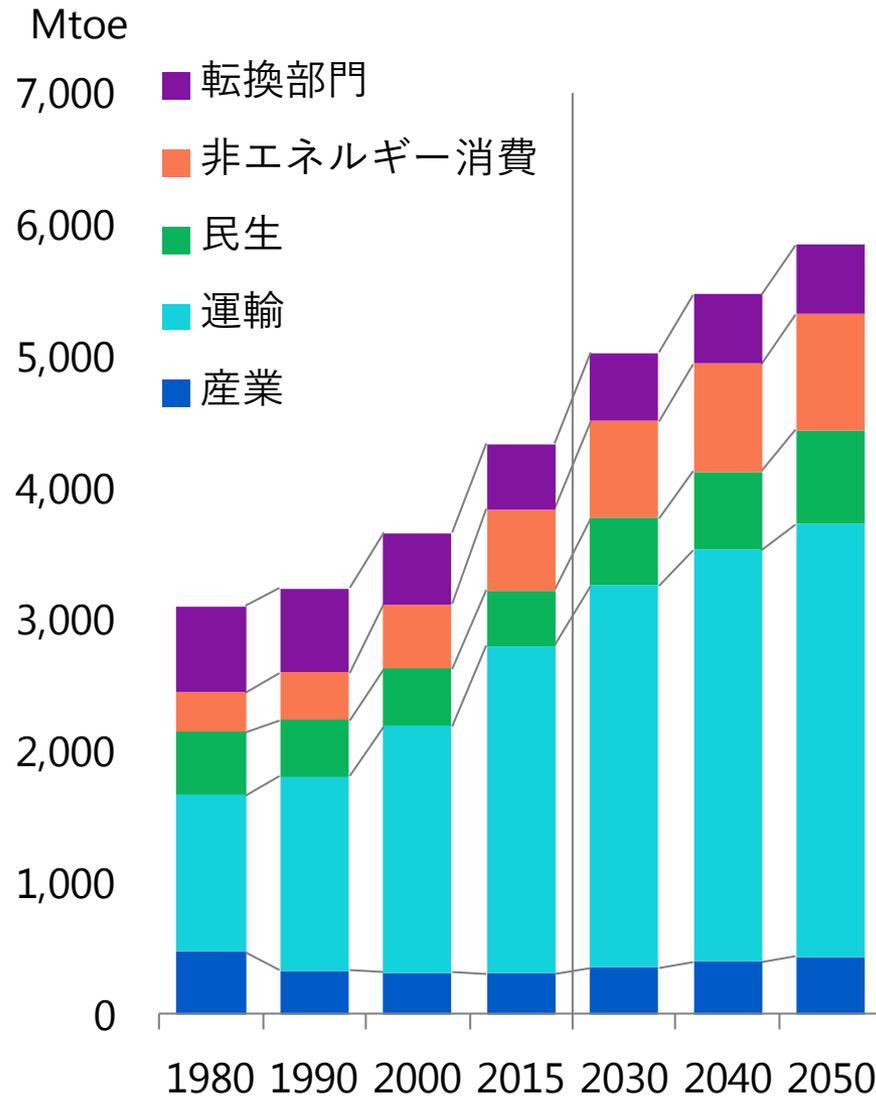
2015-2050年の増加分



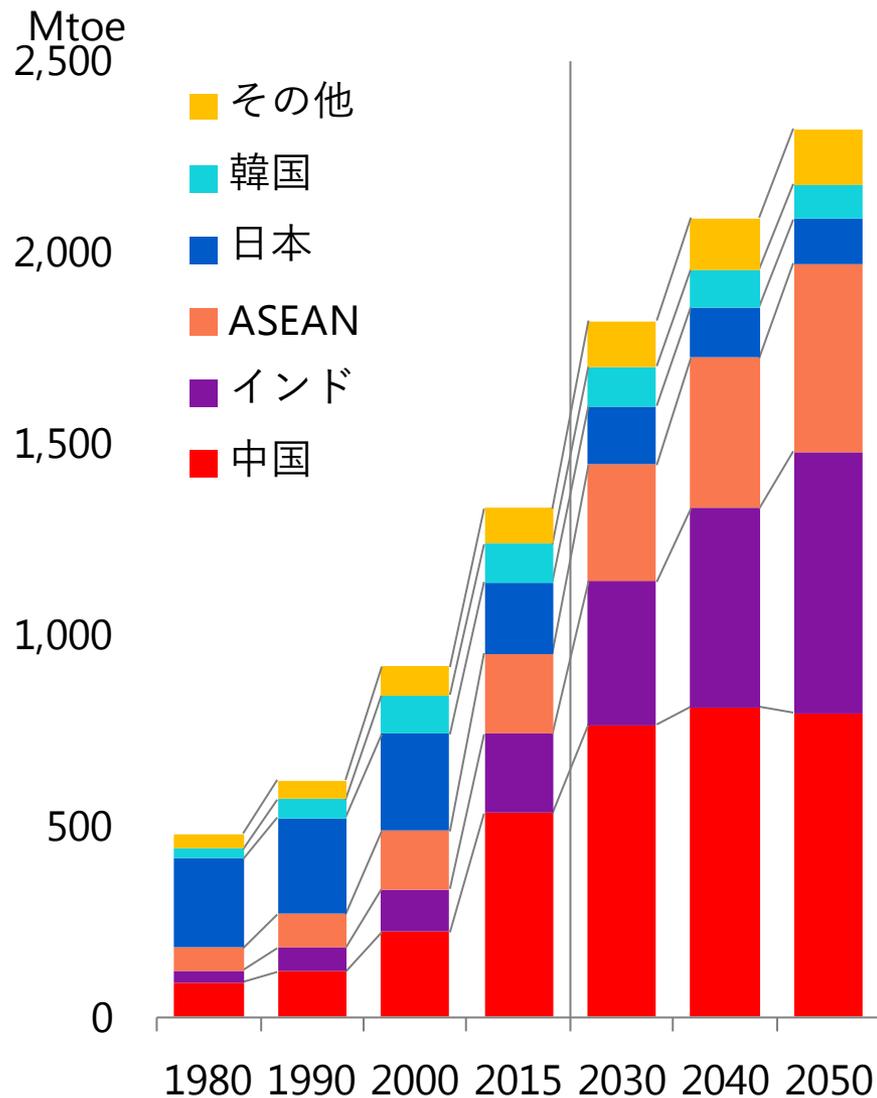
石油消費(地域別)



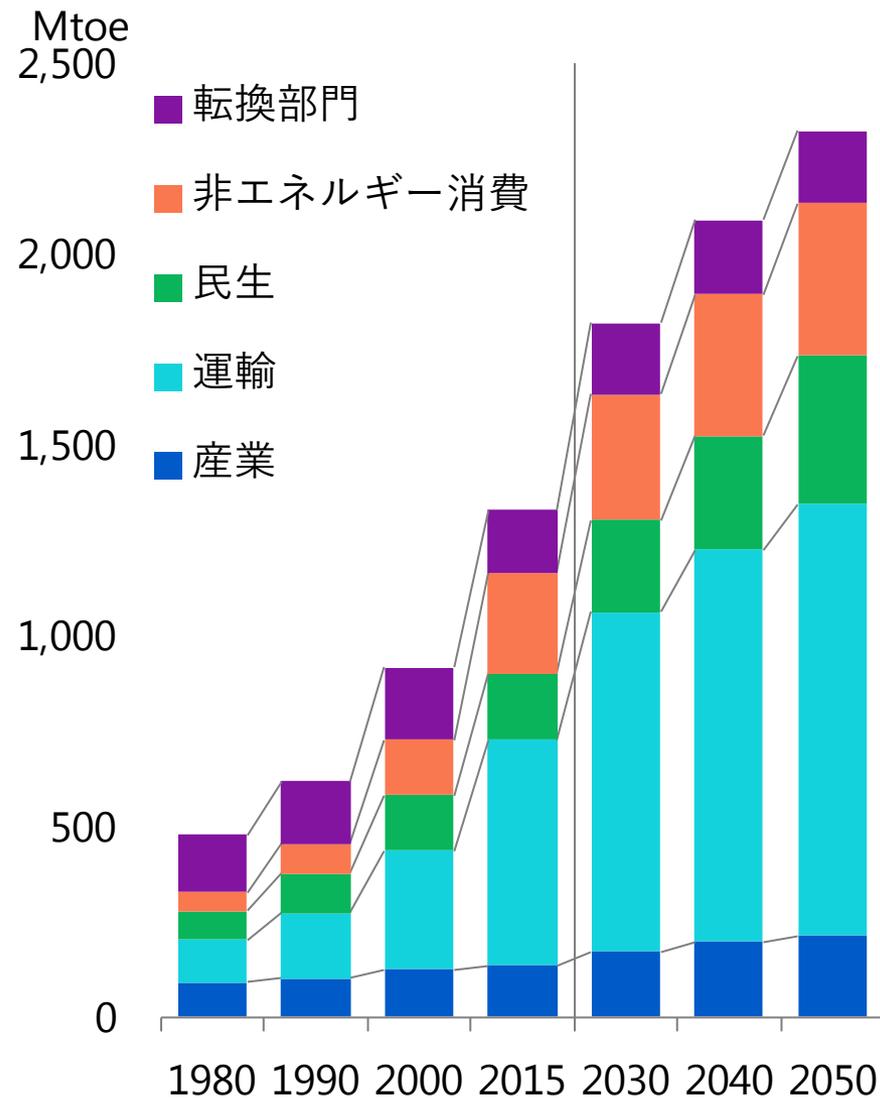
石油消費(部門別)

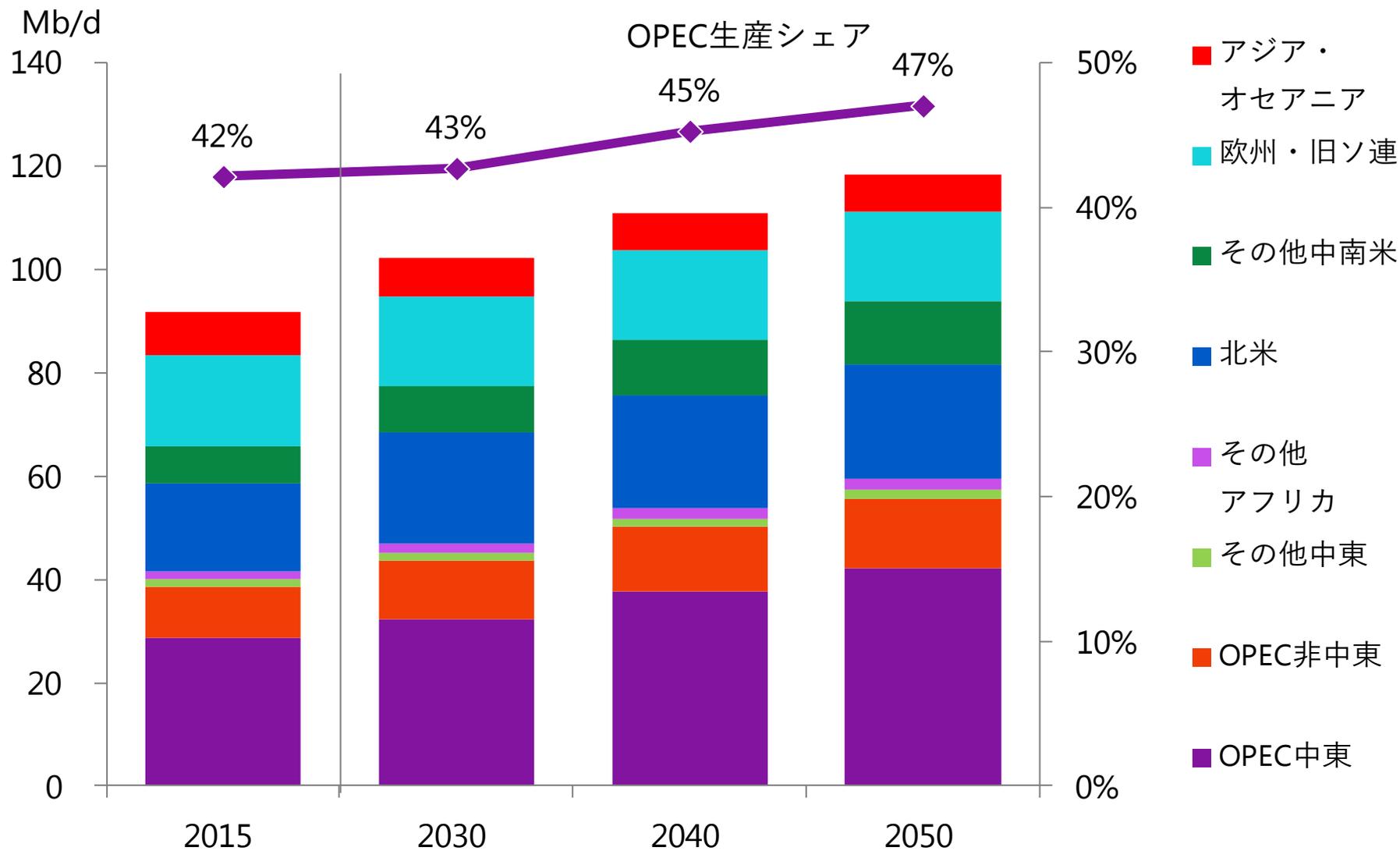


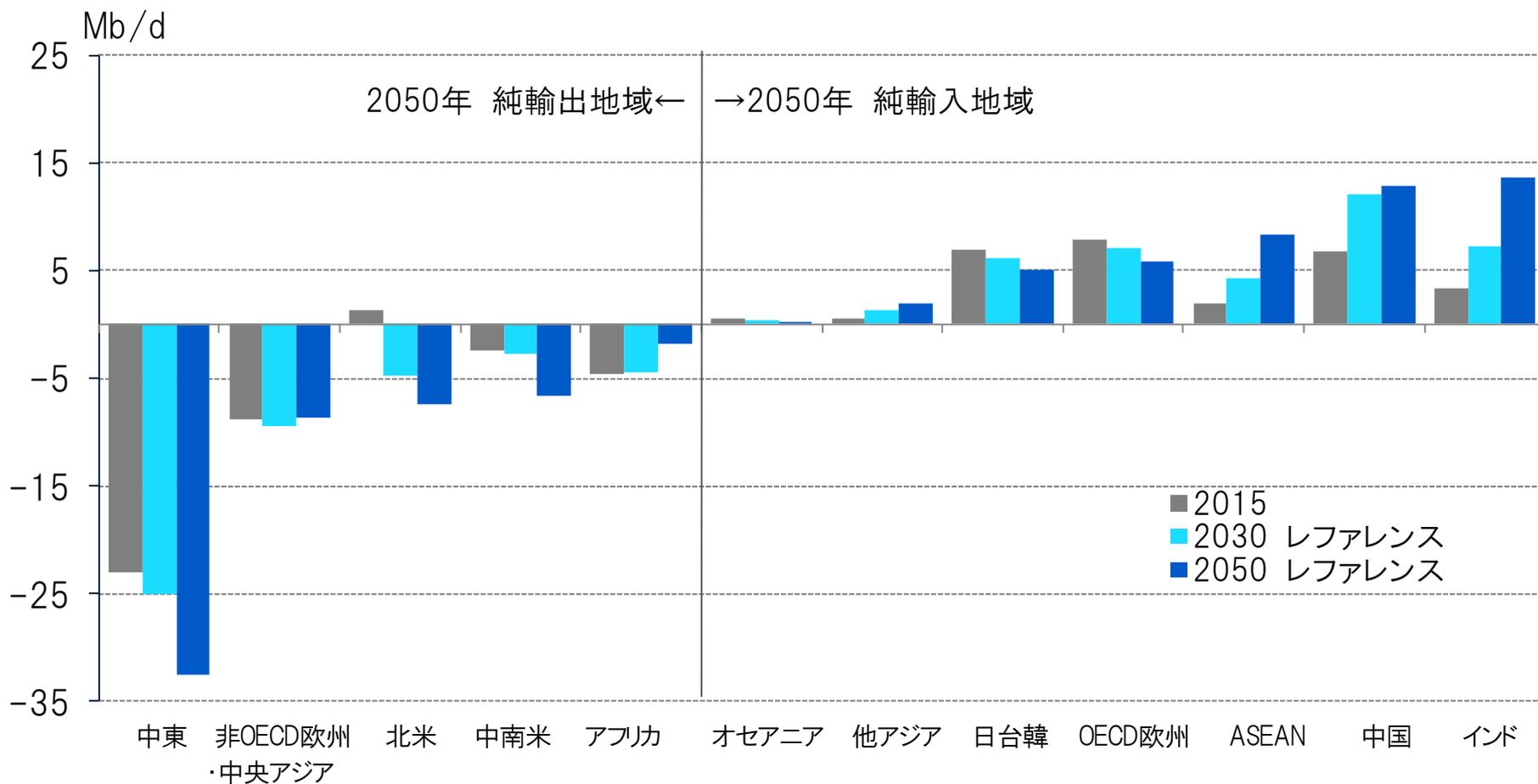
石油消費(地域別)



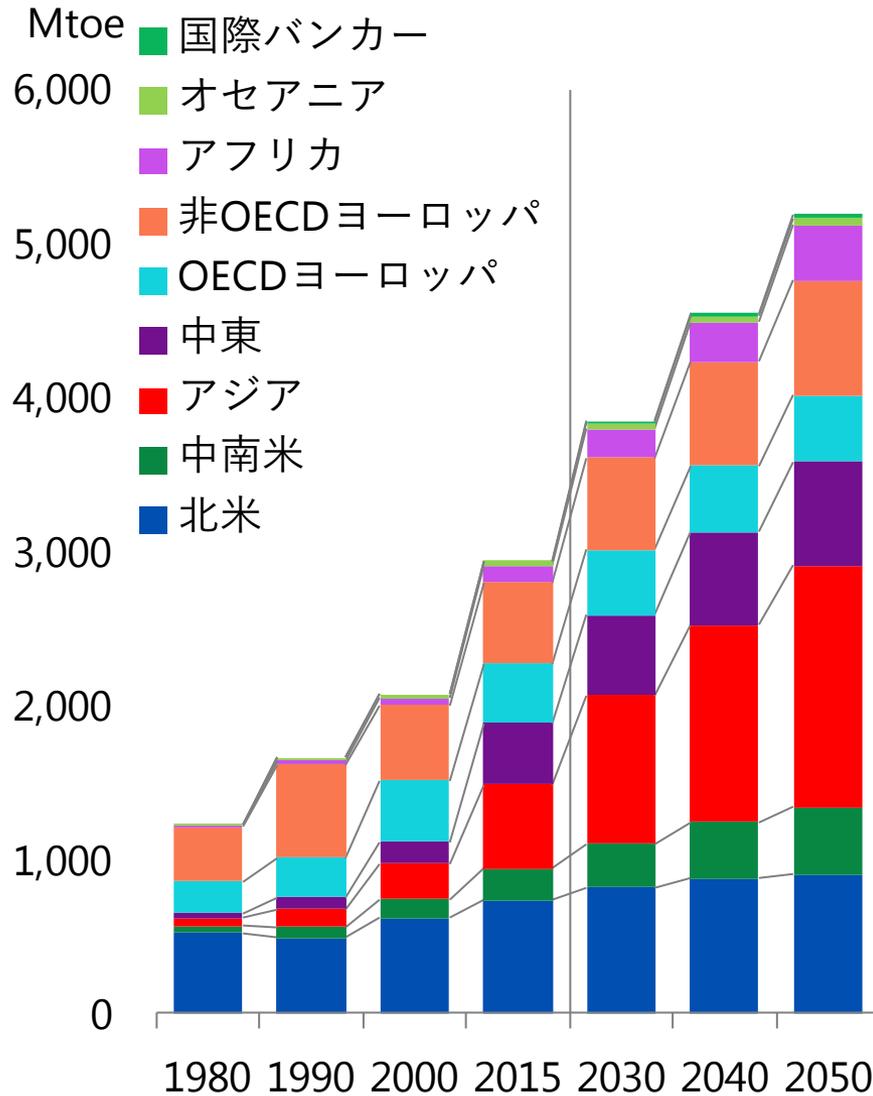
石油消費(部門別)



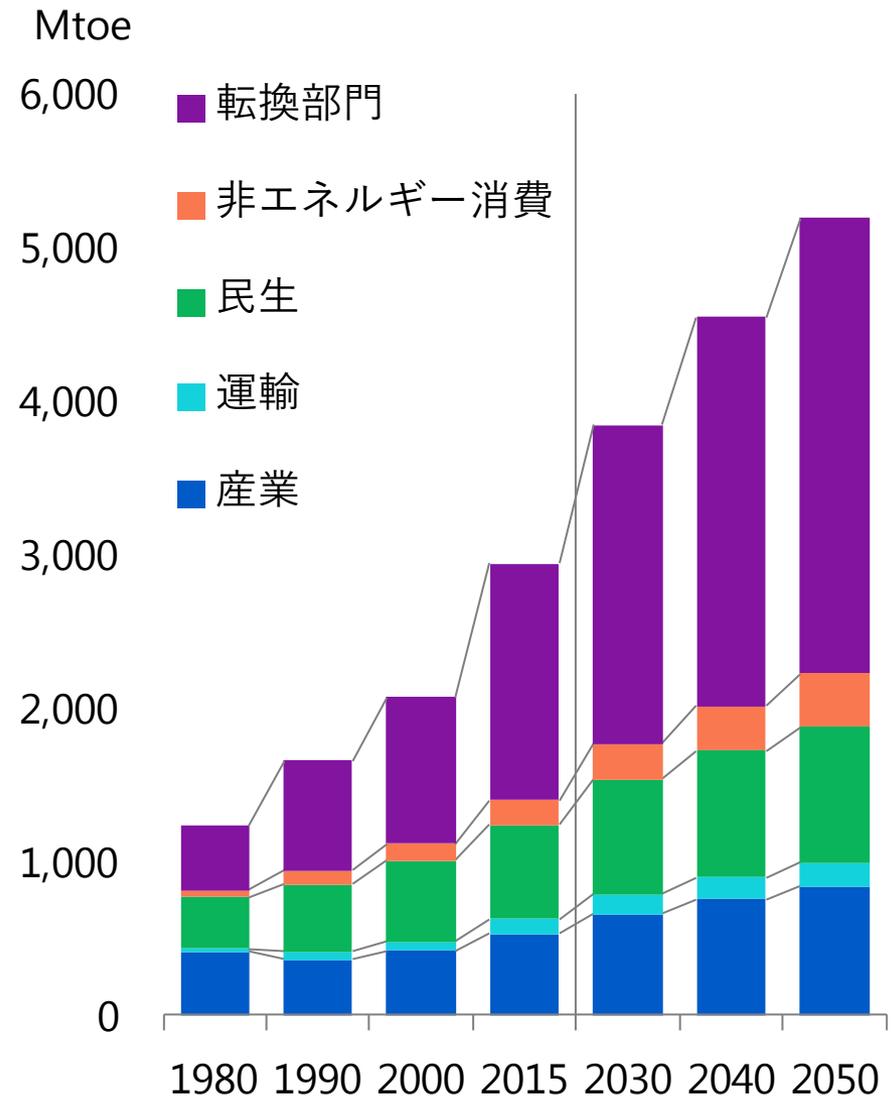




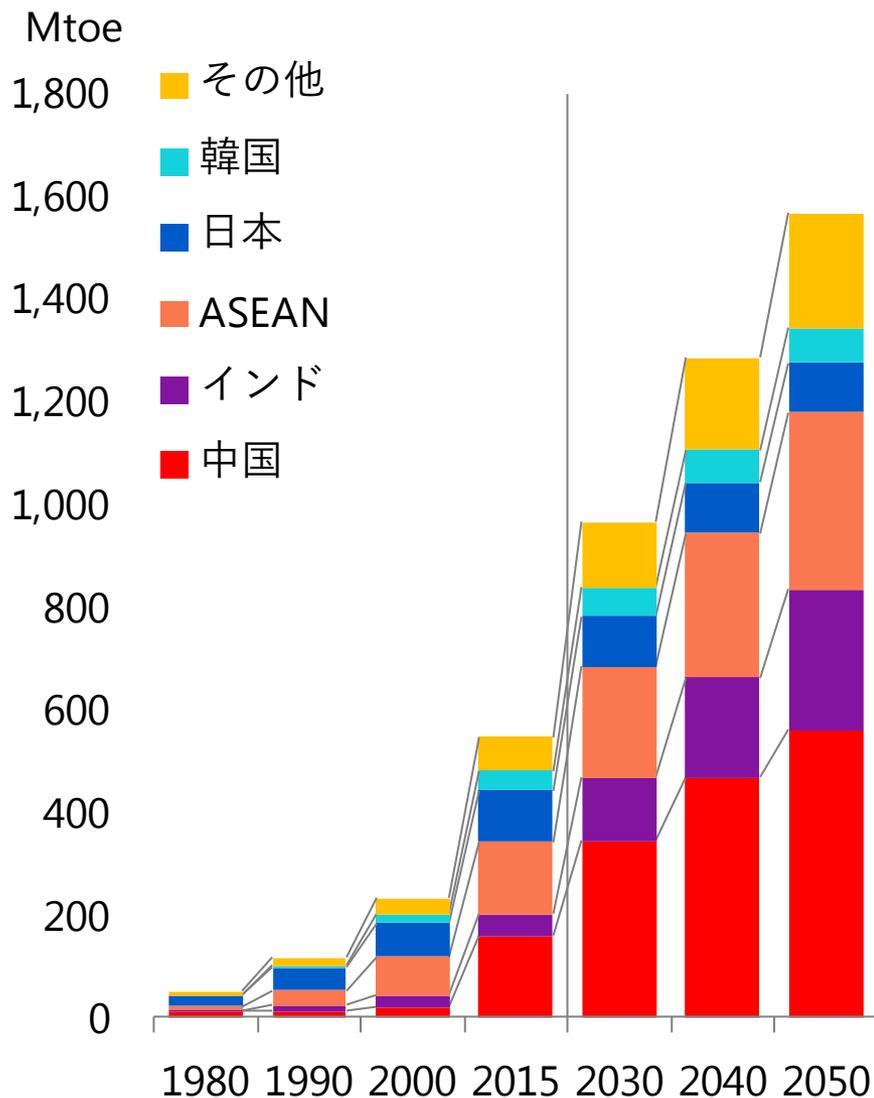
天然ガス消費(地域別)



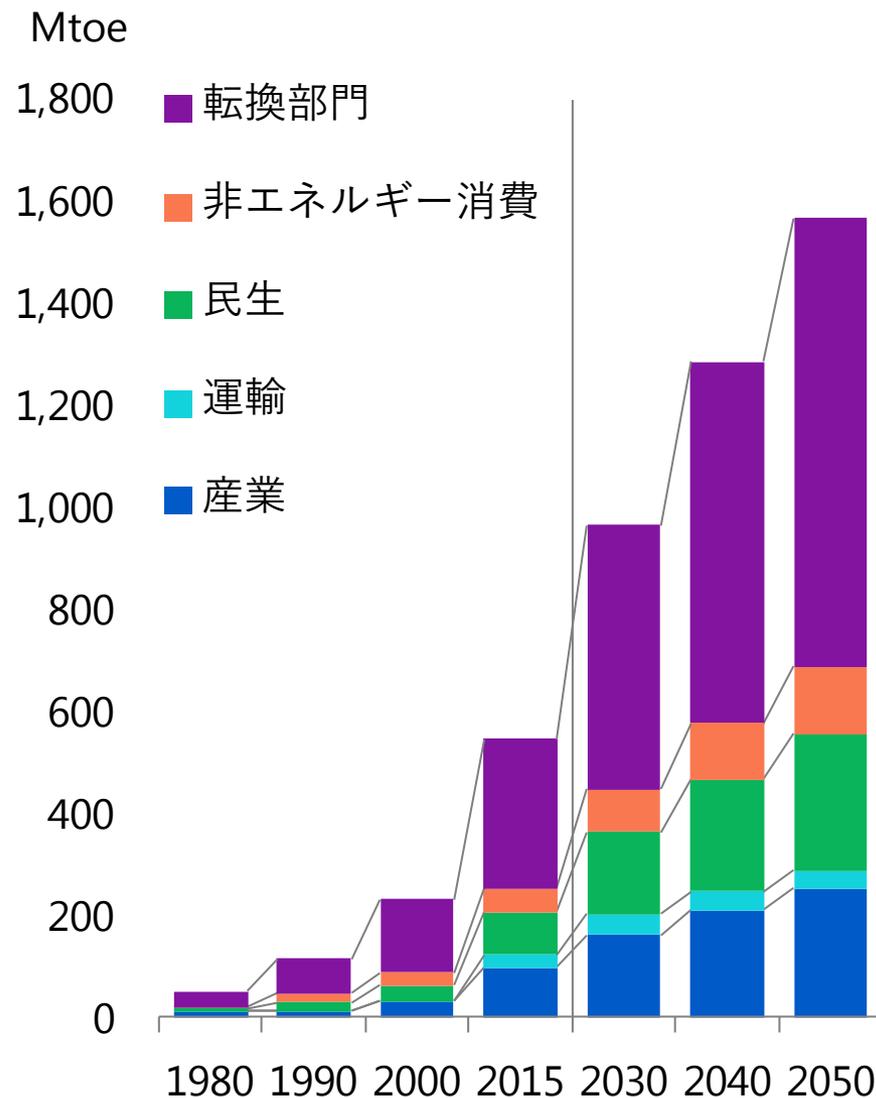
天然ガス消費(部門別)

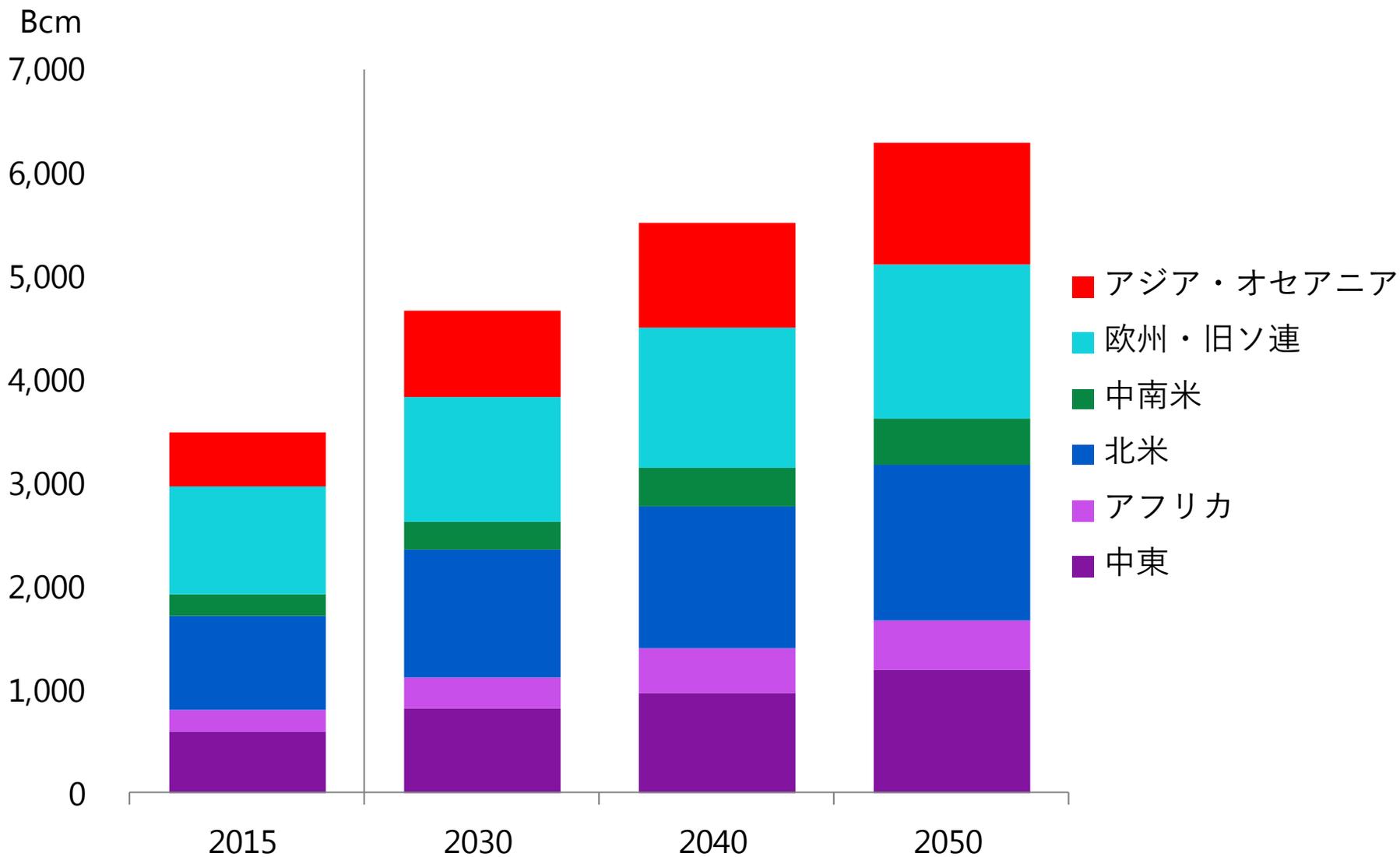


天然ガス消費(地域別)



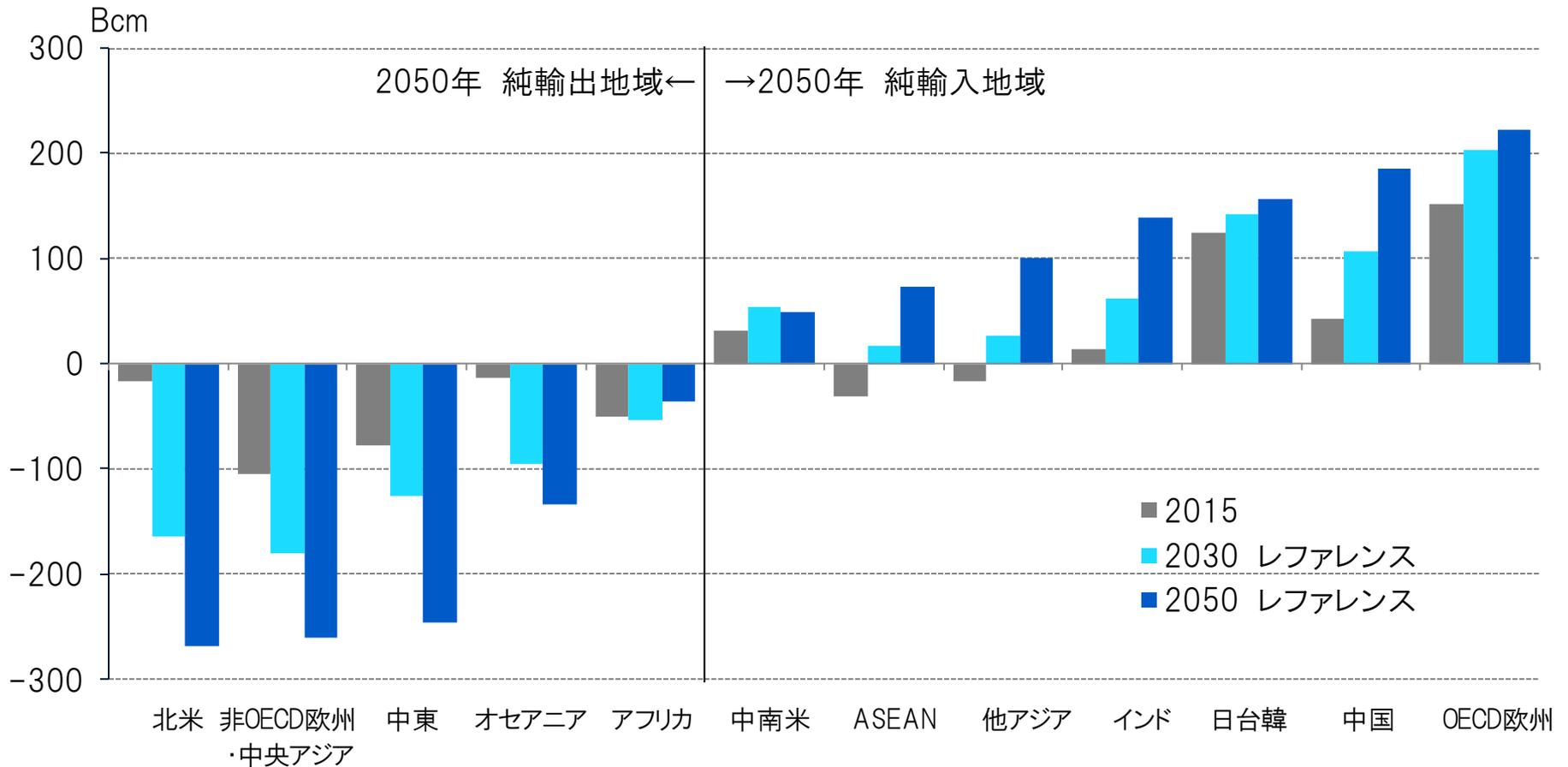
天然ガス消費(部門別)

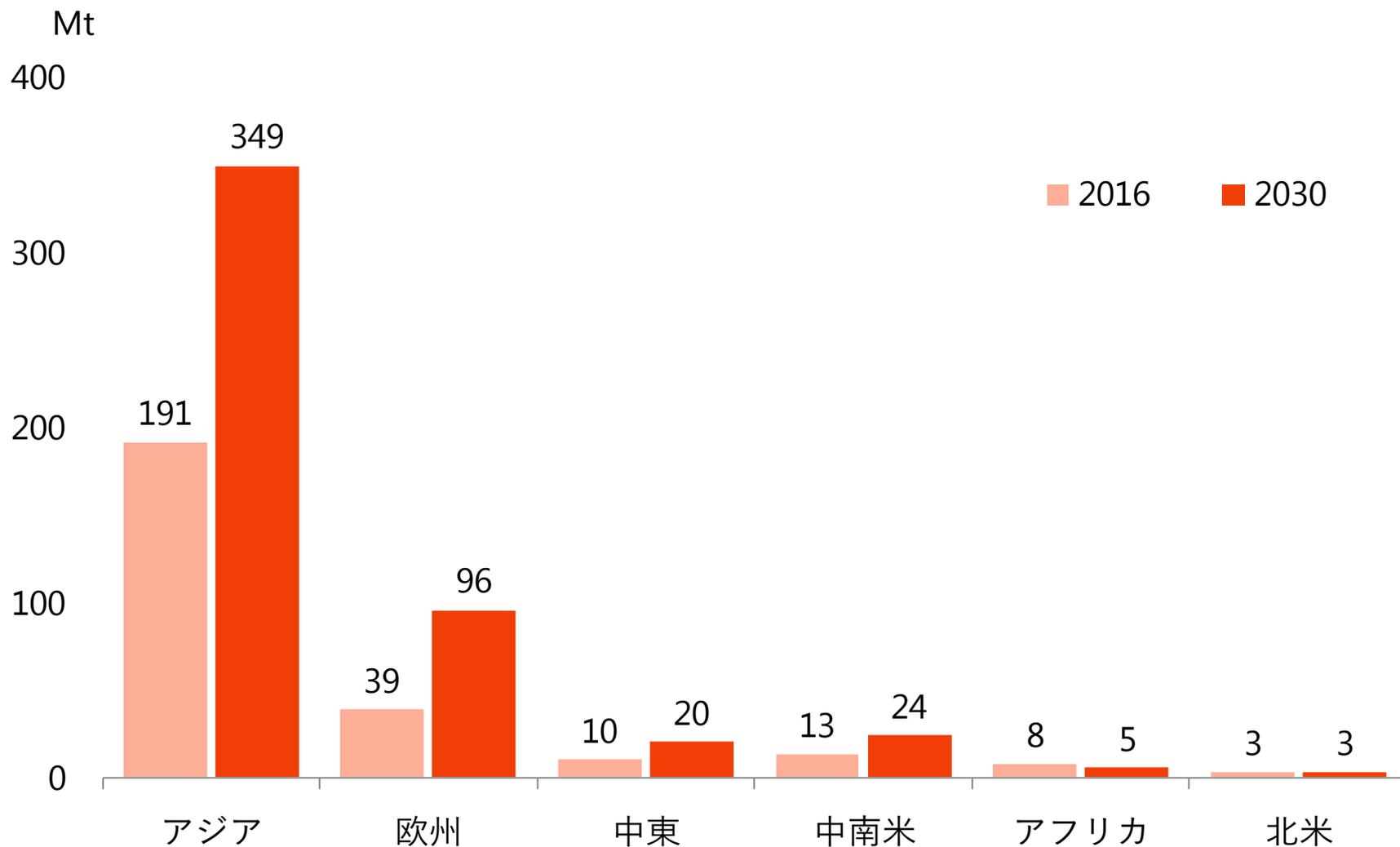




天然ガスの純輸入量

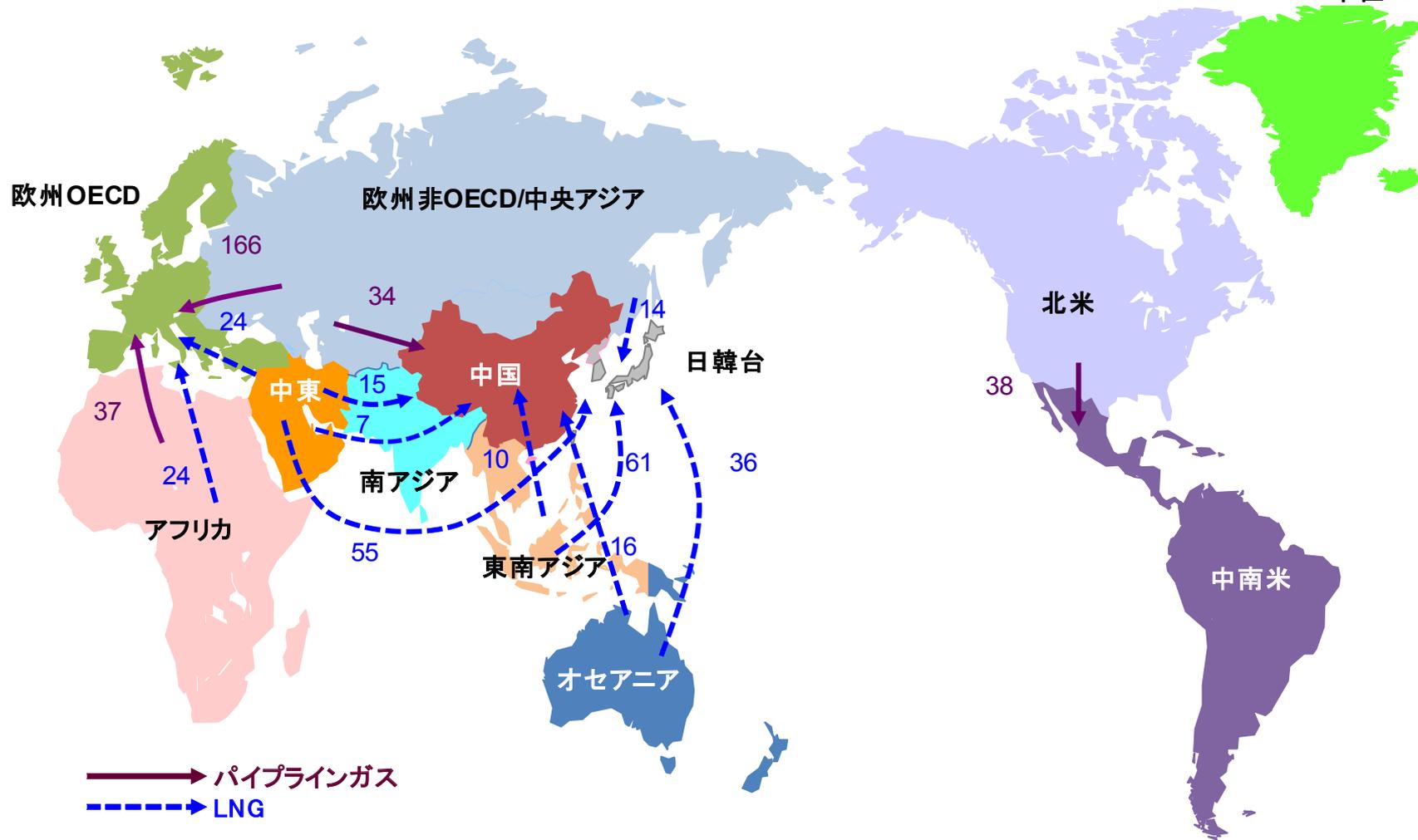
レファレンスシナリオ





主要な天然ガス貿易フロー(2016年)

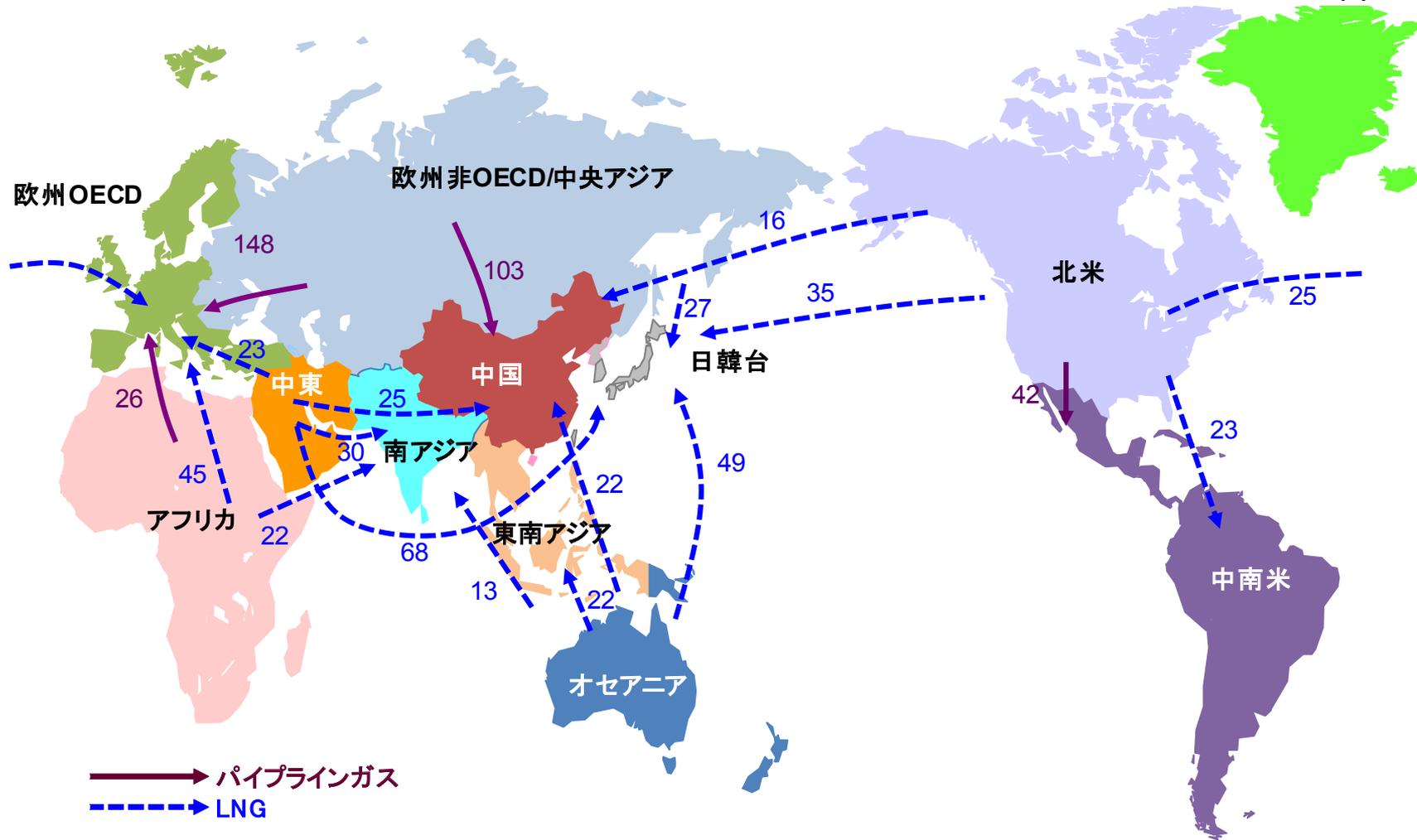
単位: BCM



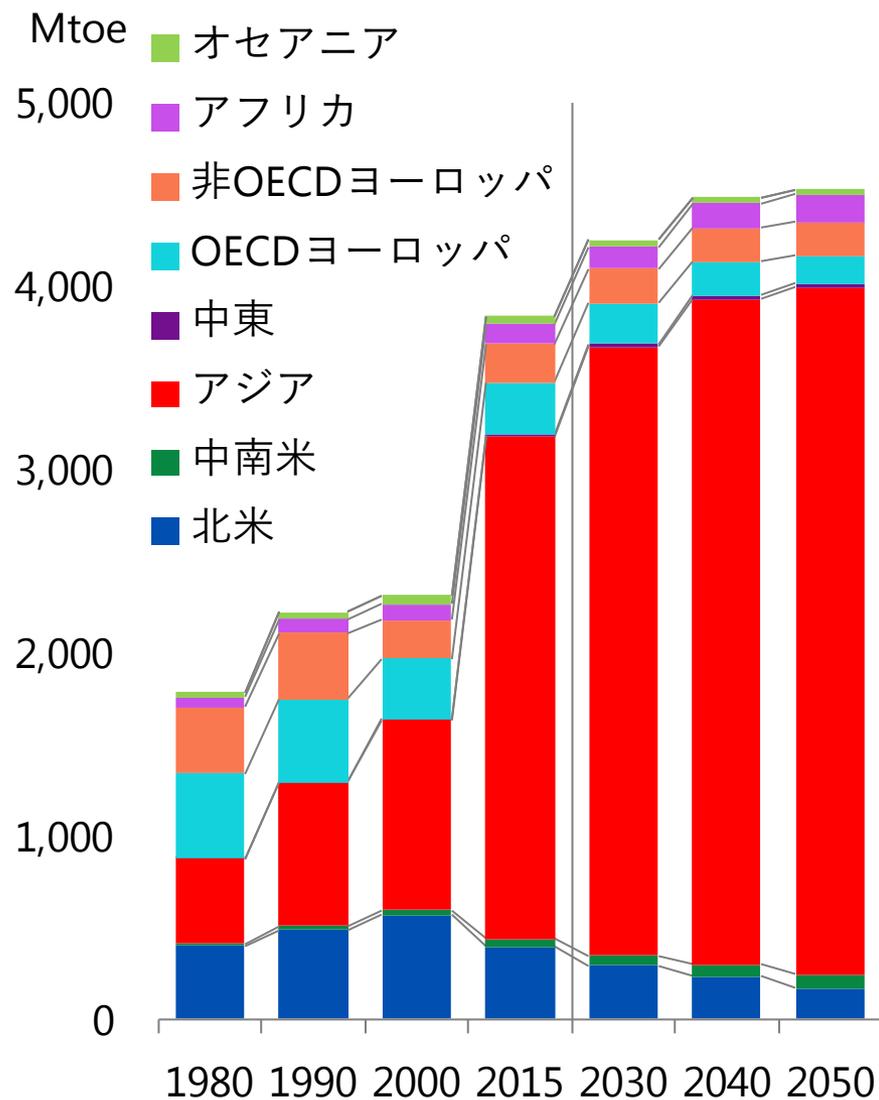
主要な天然ガス貿易フロー(2030年)

レファレンスシナリオ

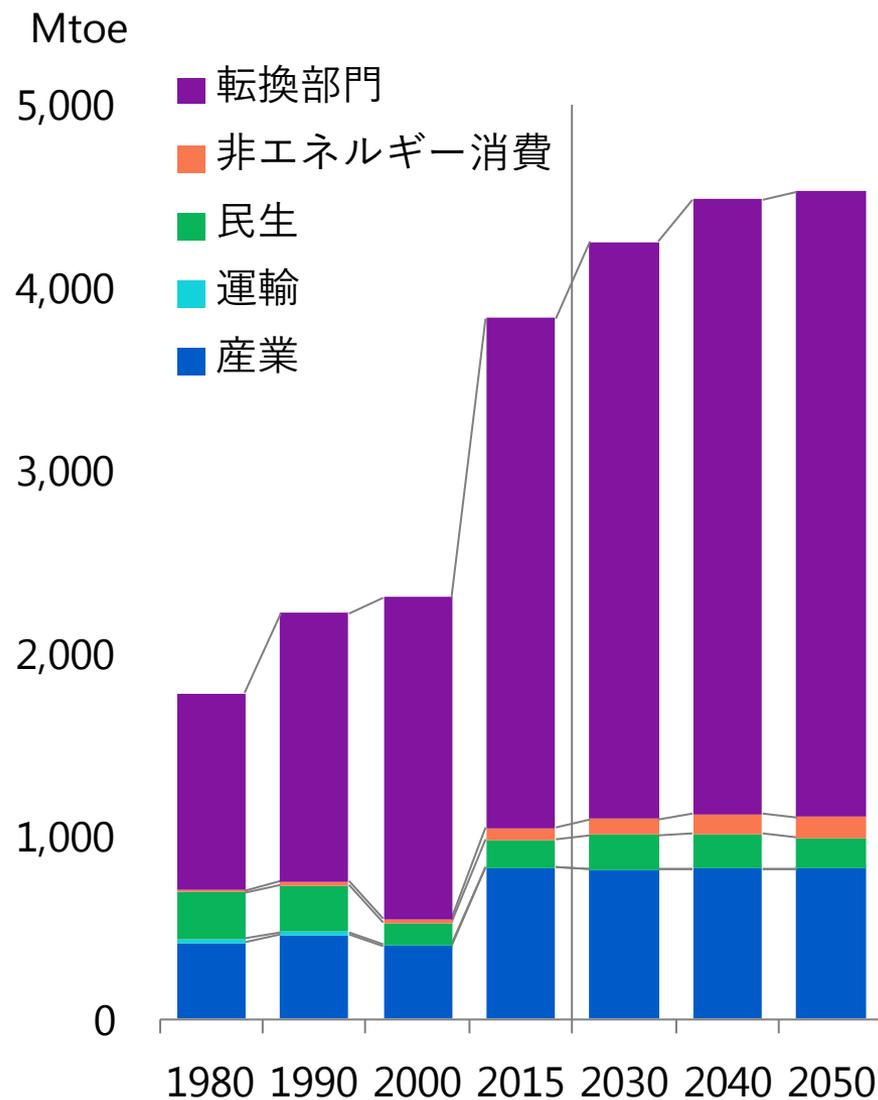
単位: BCM



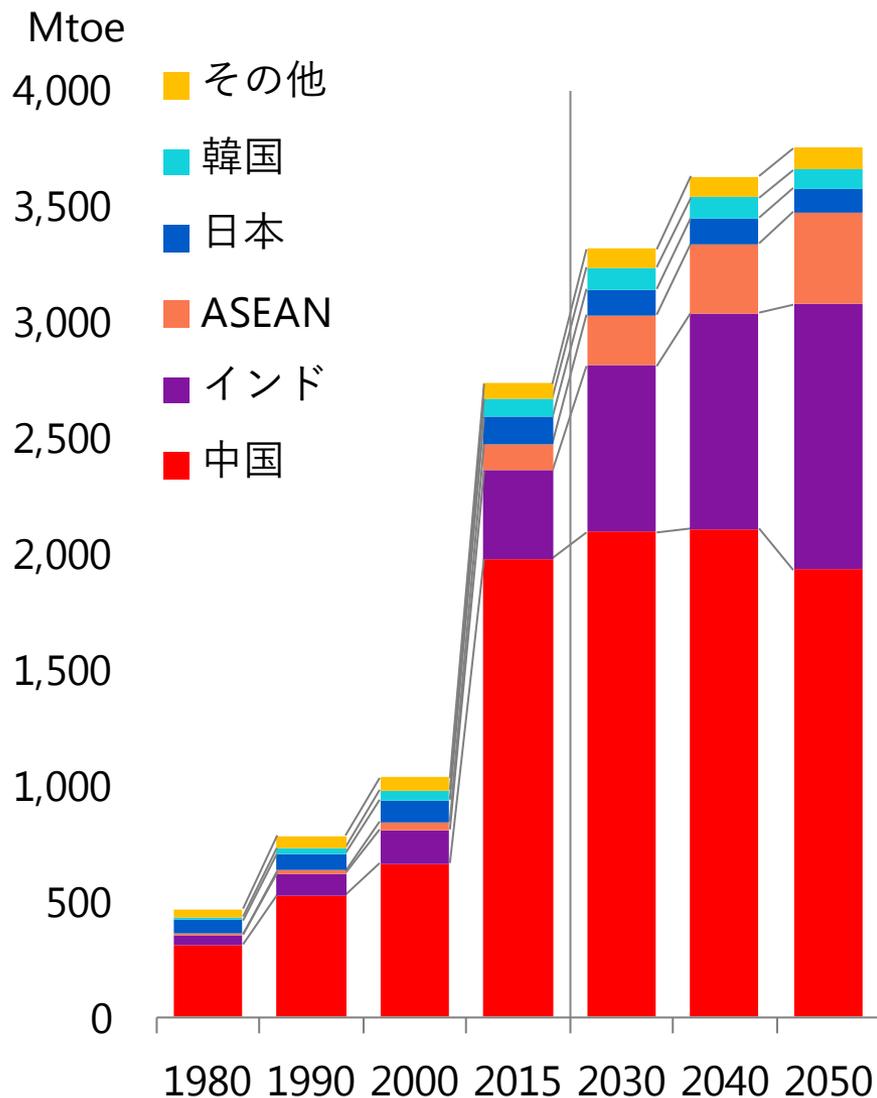
石炭消費(地域別)



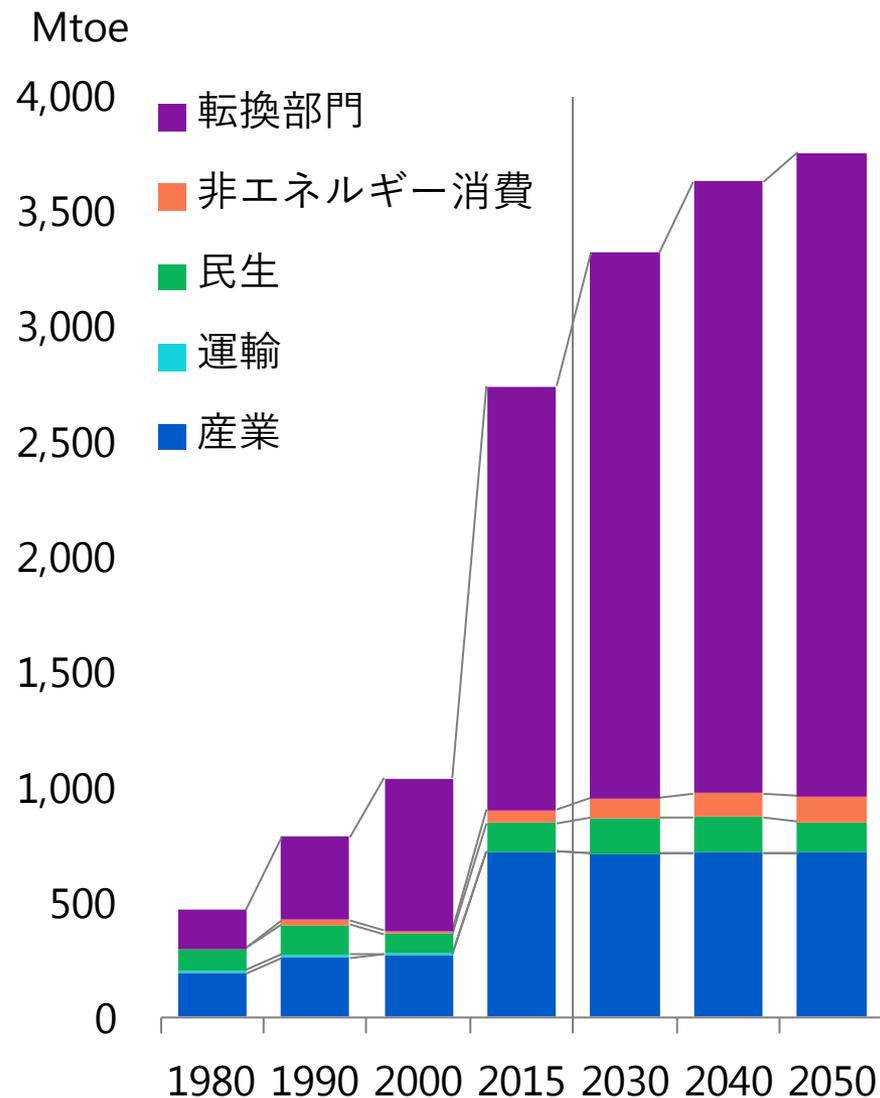
石炭消費(部門別)

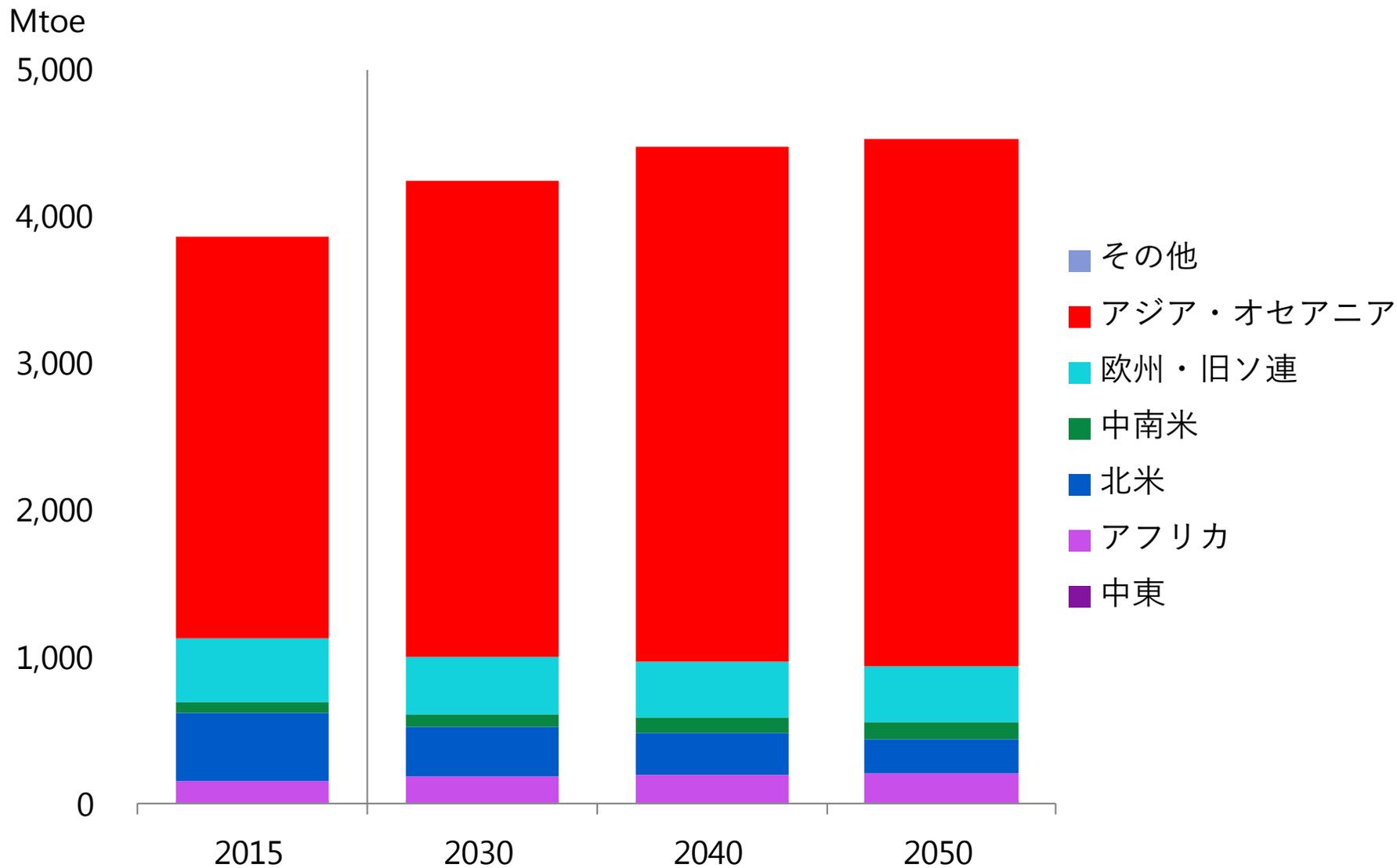


石炭消費(地域別)



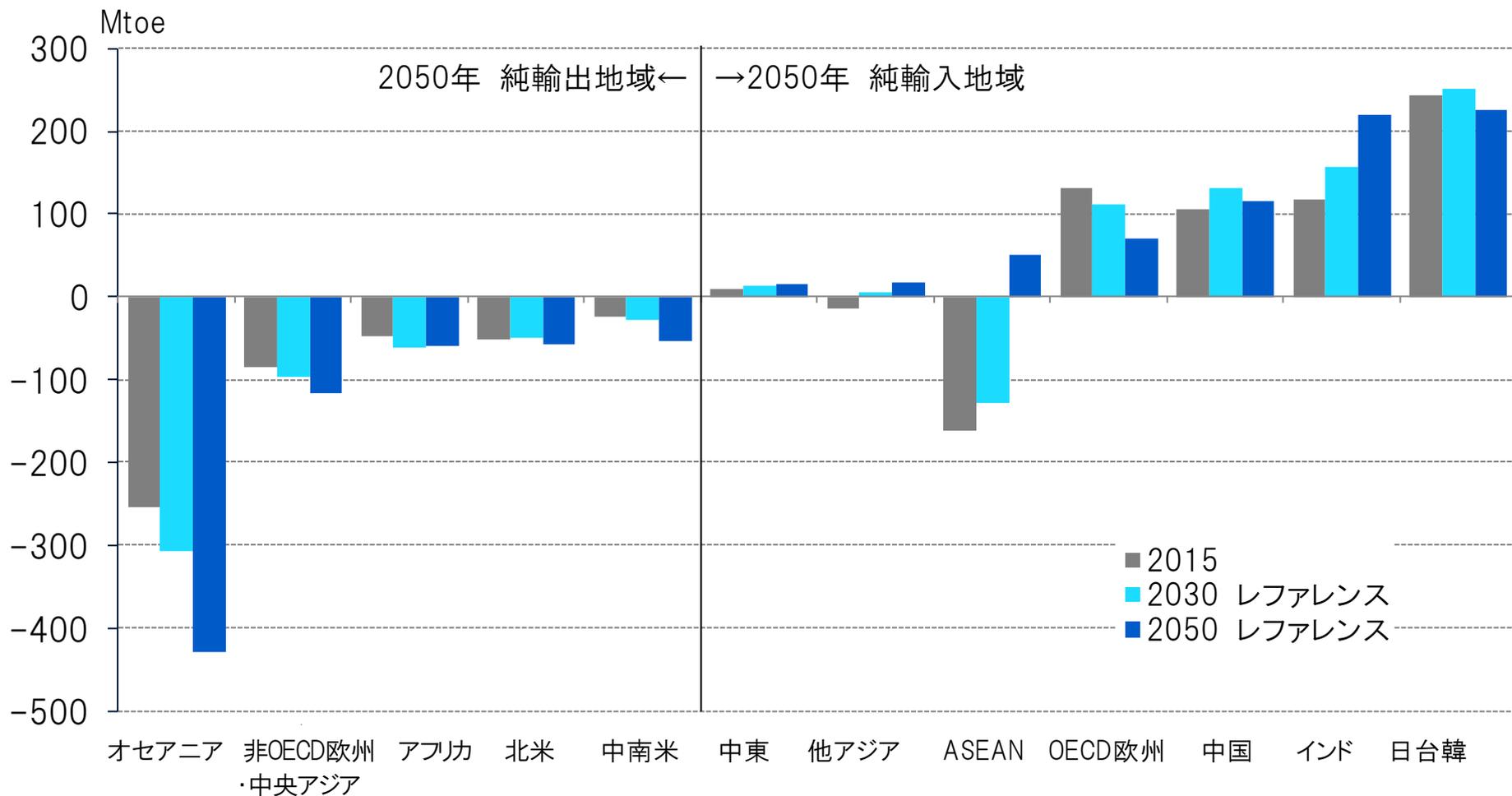
石炭消費(部門別)





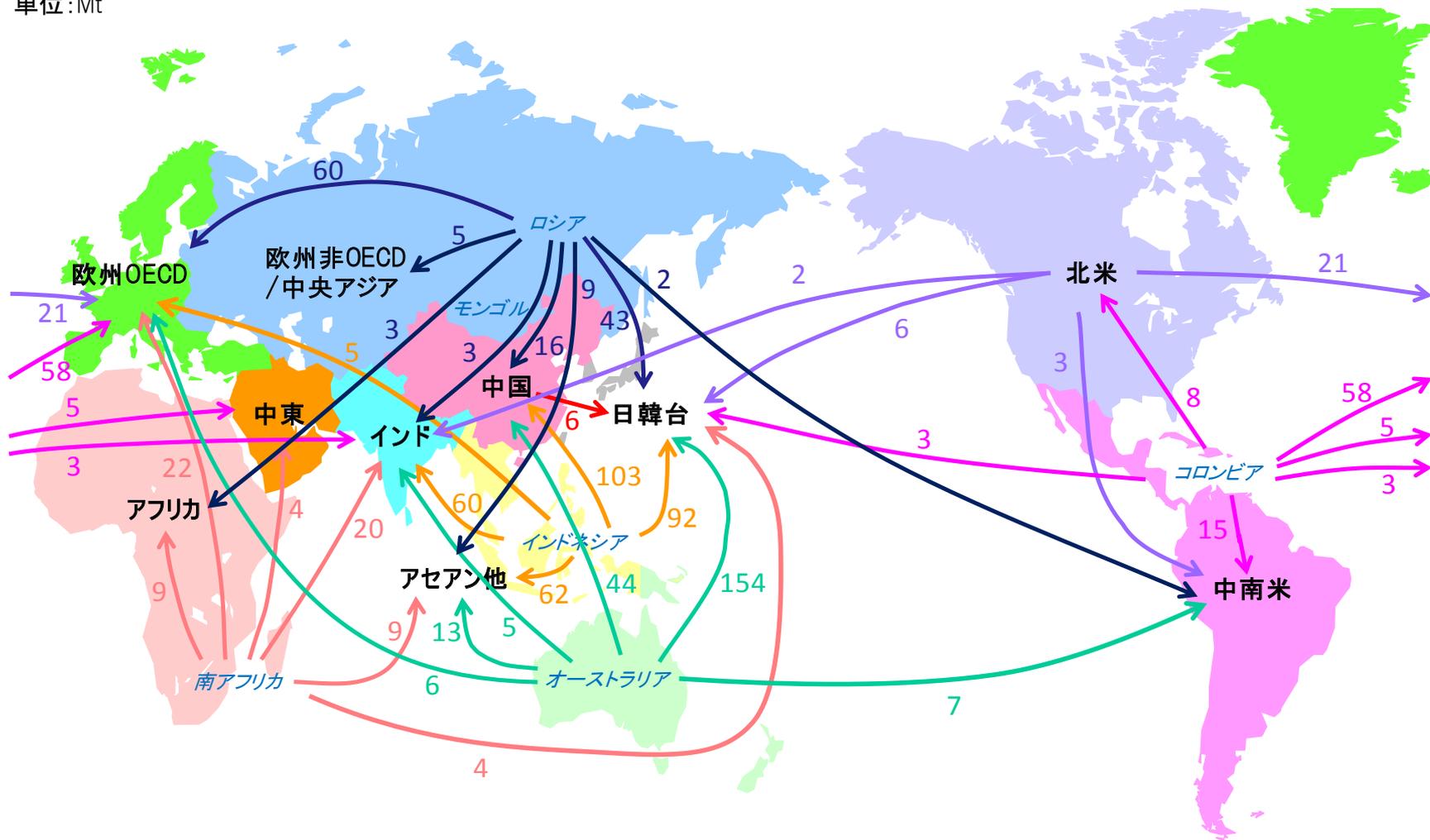
石炭の純輸入量

レファレンスシナリオ



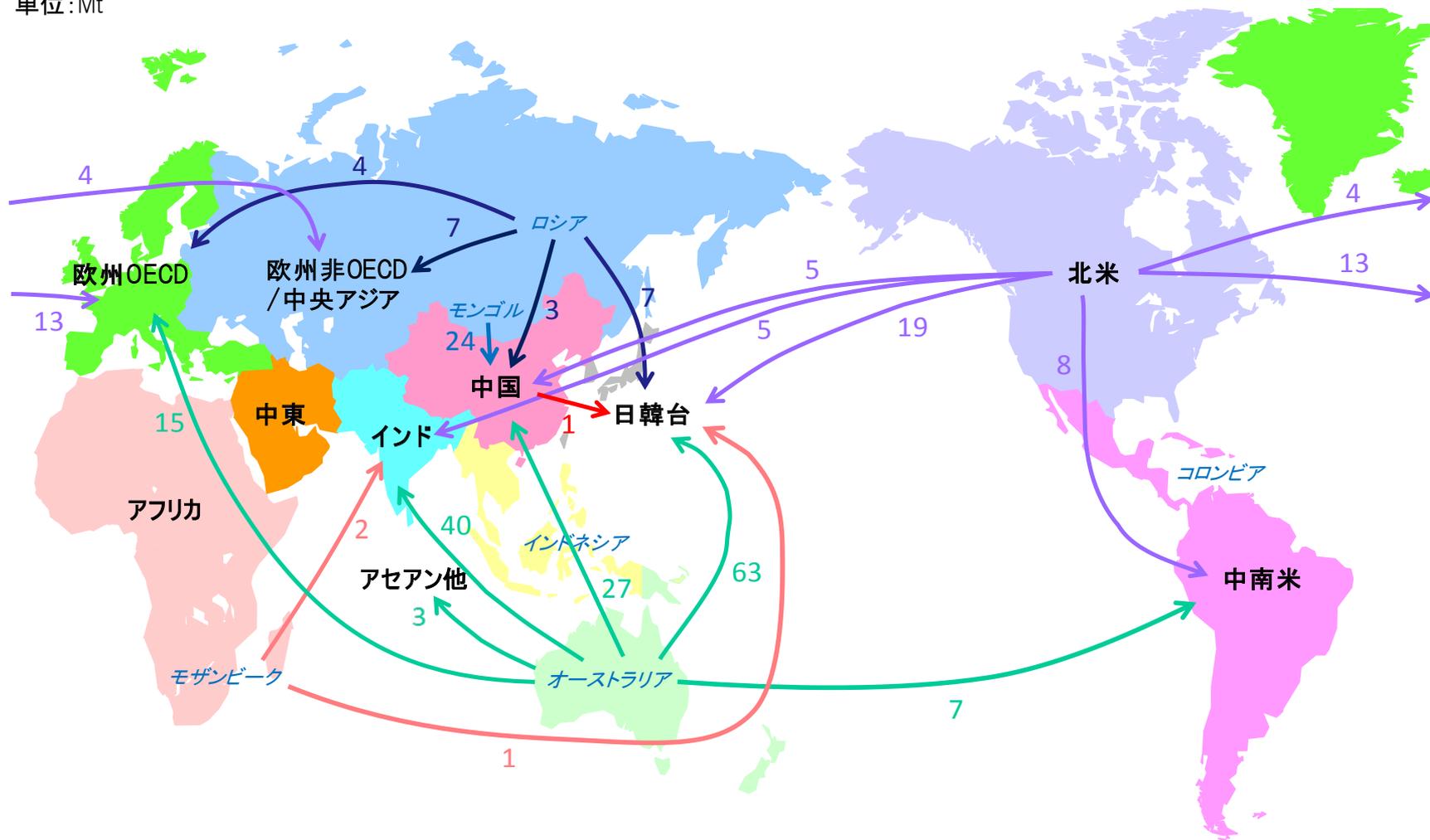
主要な石炭貿易フロー(一般炭・2016年)

単位: Mt



主要な石炭貿易フロー(原料炭・2016年)

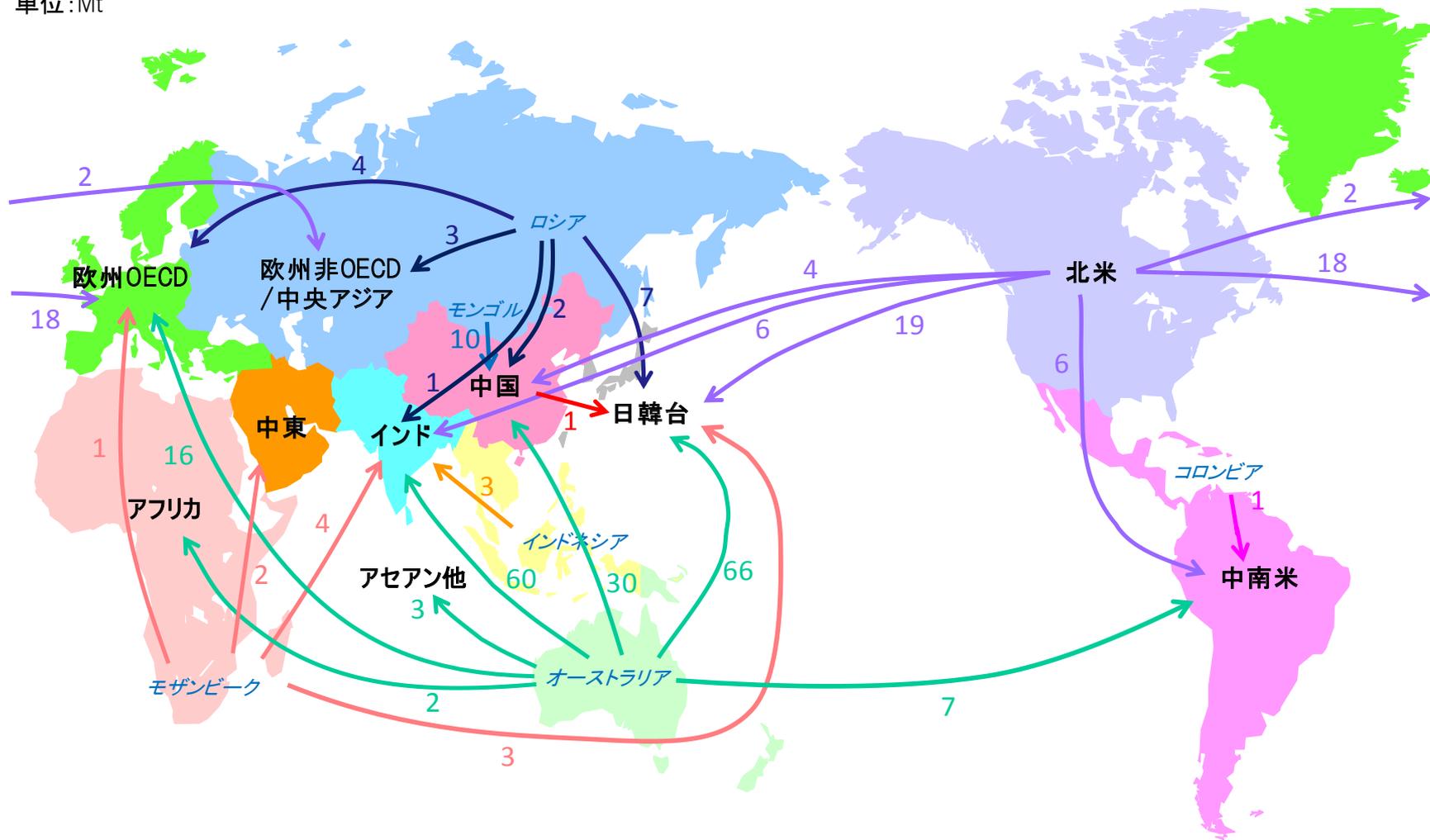
単位: Mt



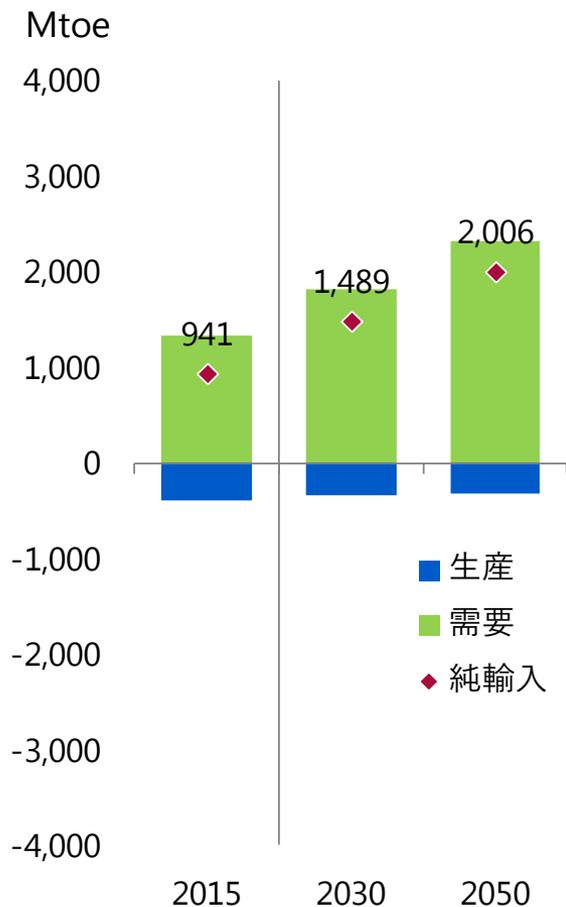
主要な石炭貿易フロー(原料炭・2030年)

レファレンスシナリオ

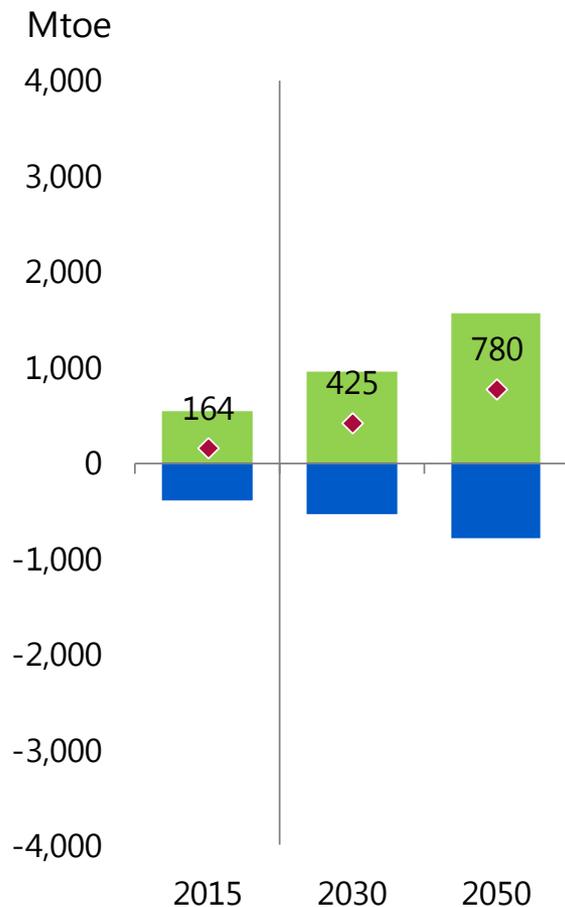
単位: Mt



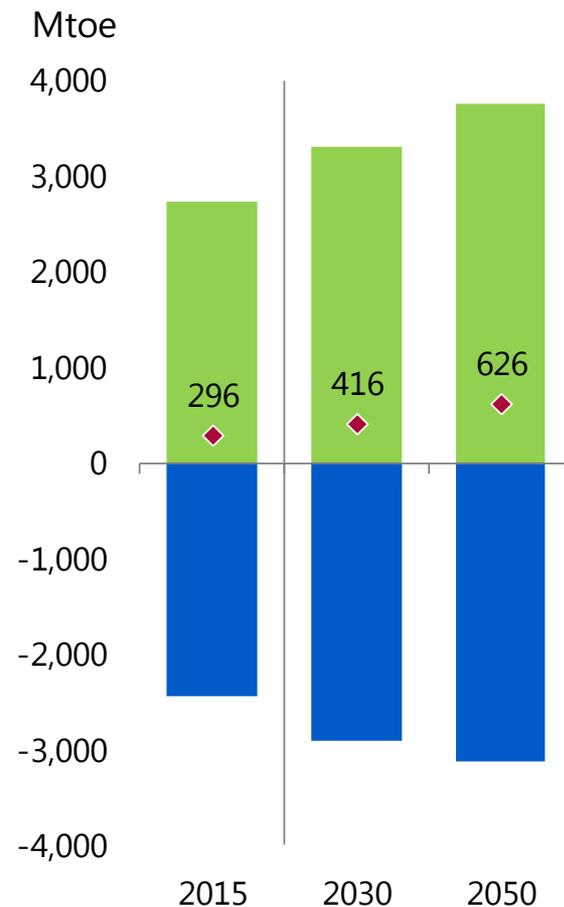
石油



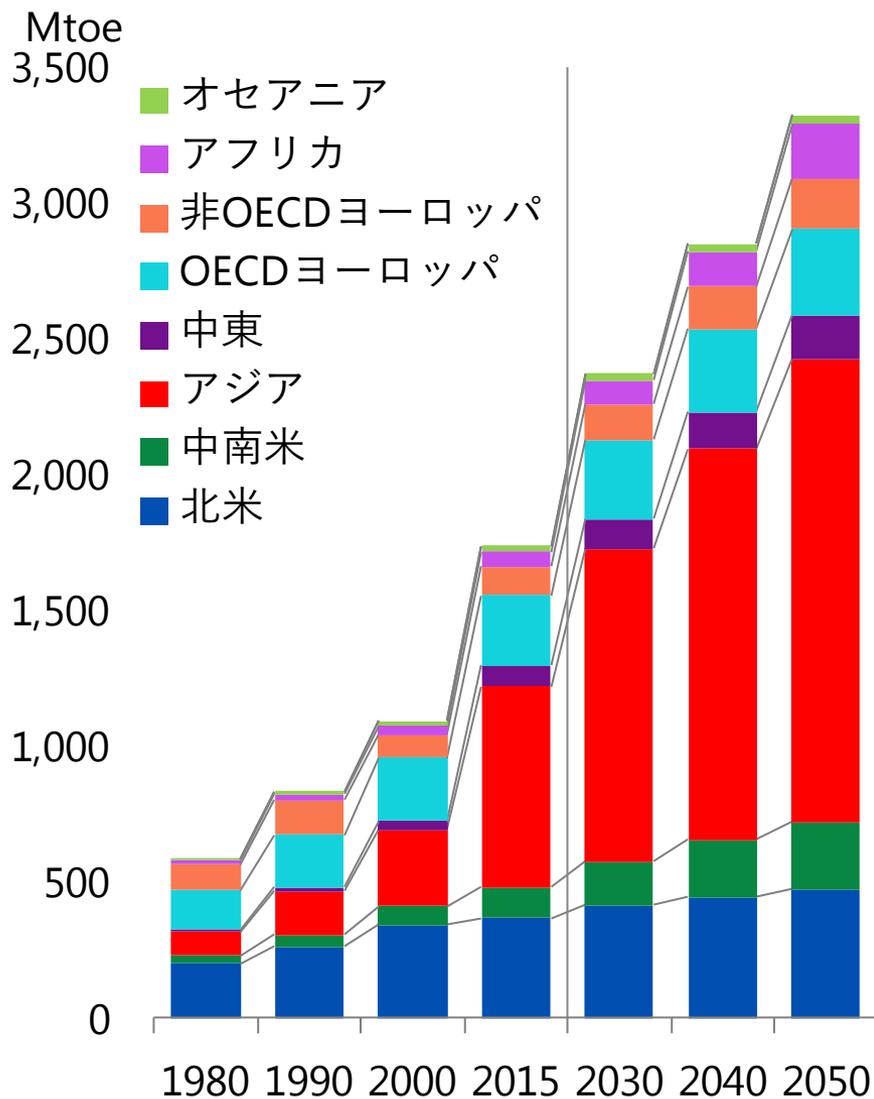
天然ガス



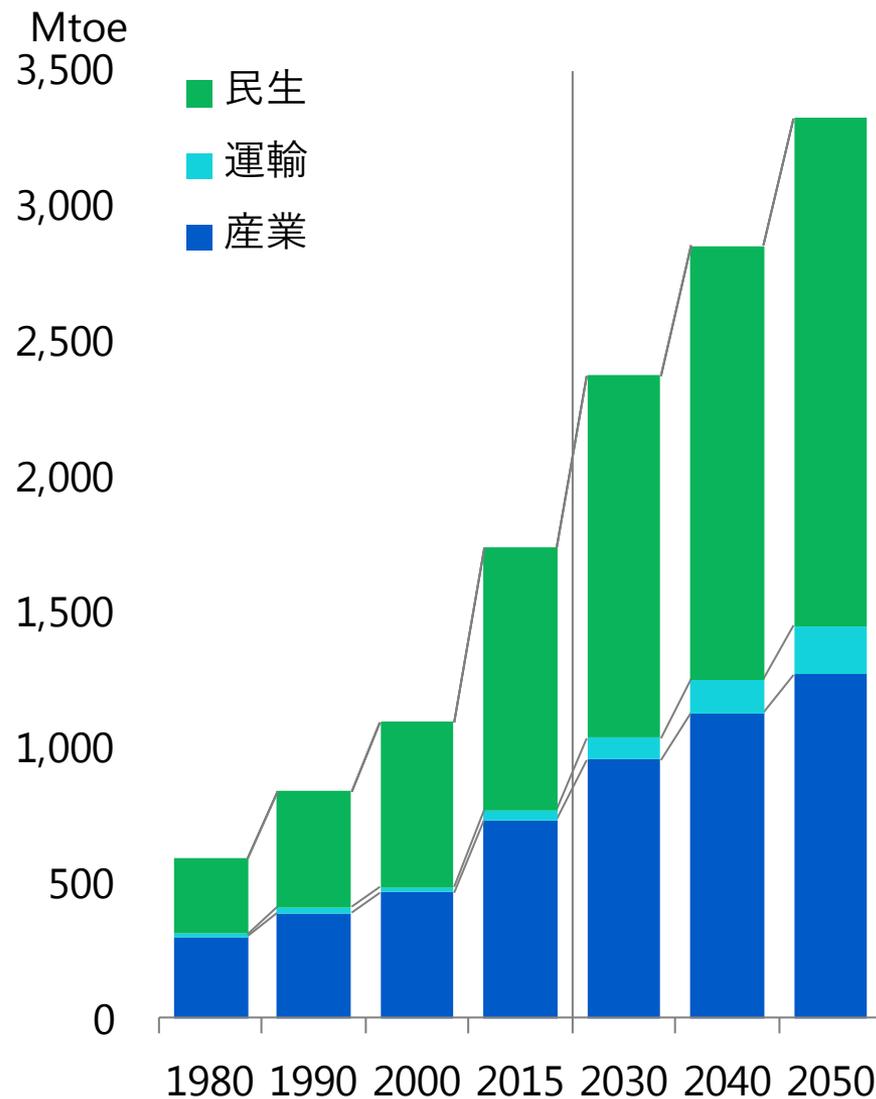
石炭



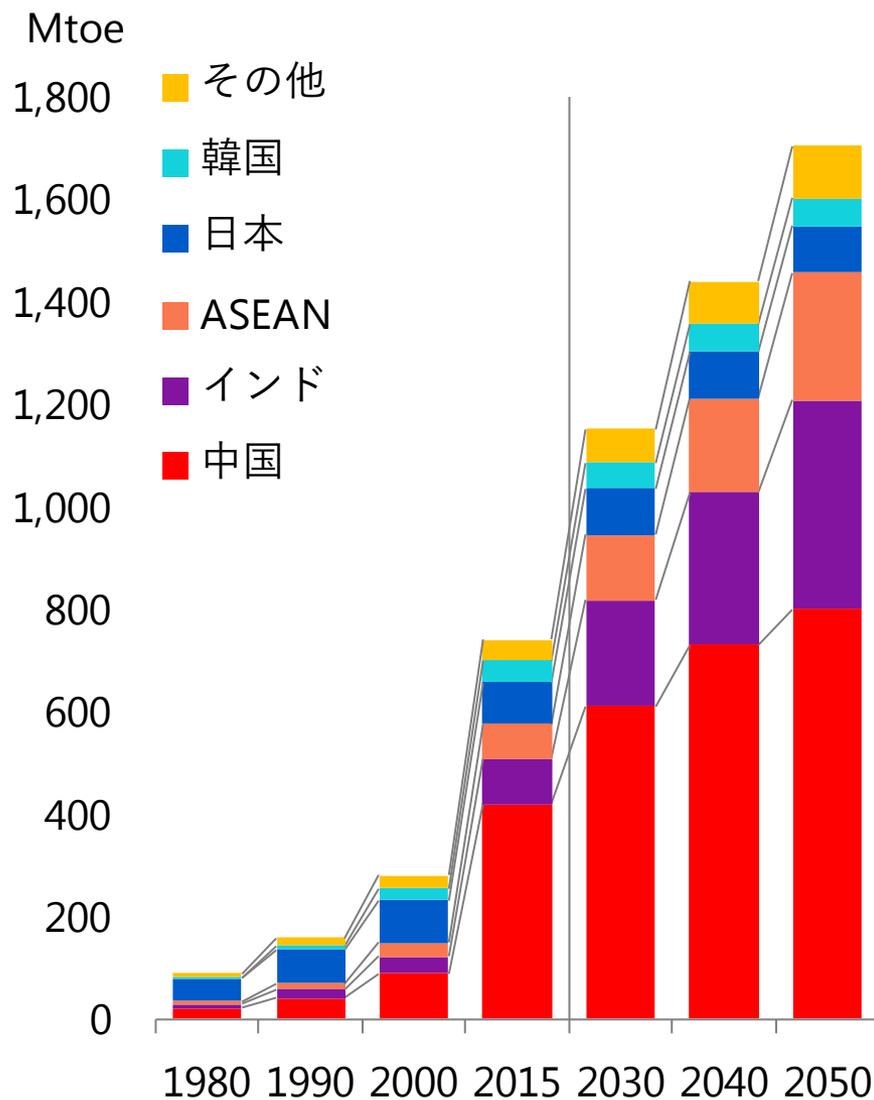
電力消費(地域別)



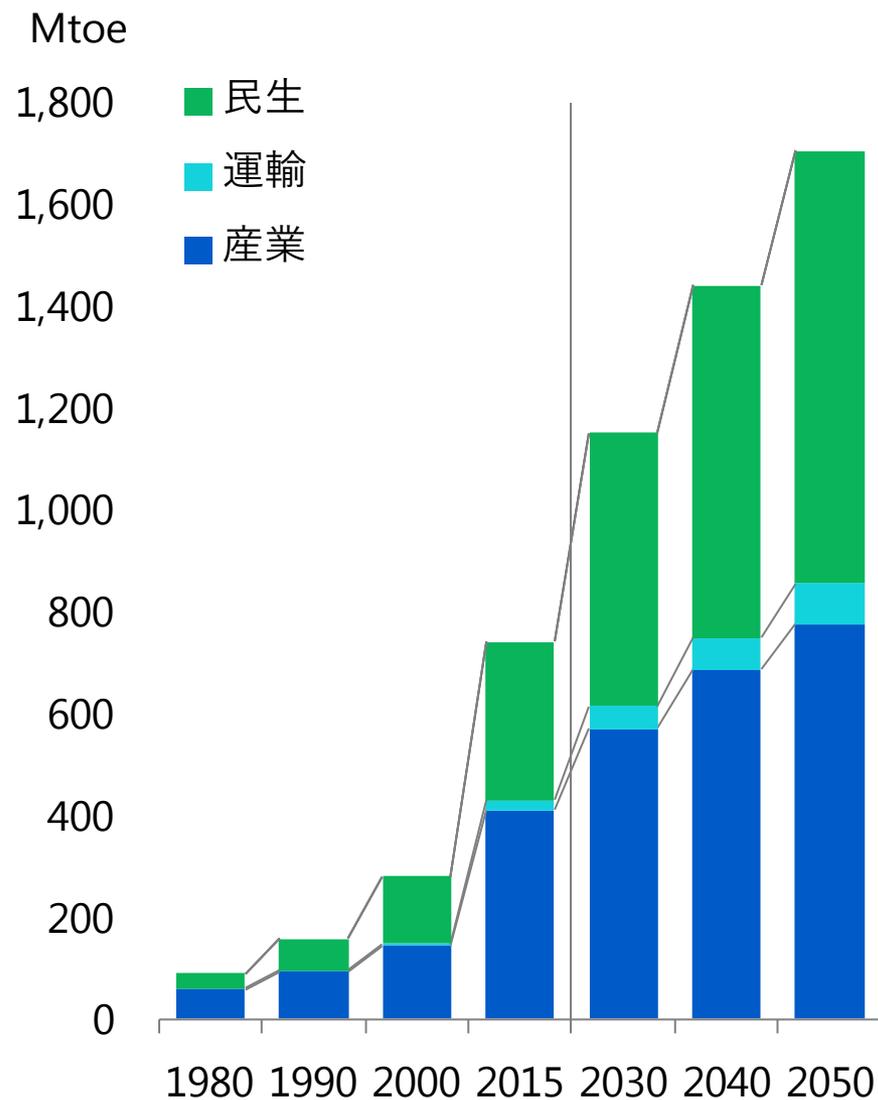
電力消費(部門別)



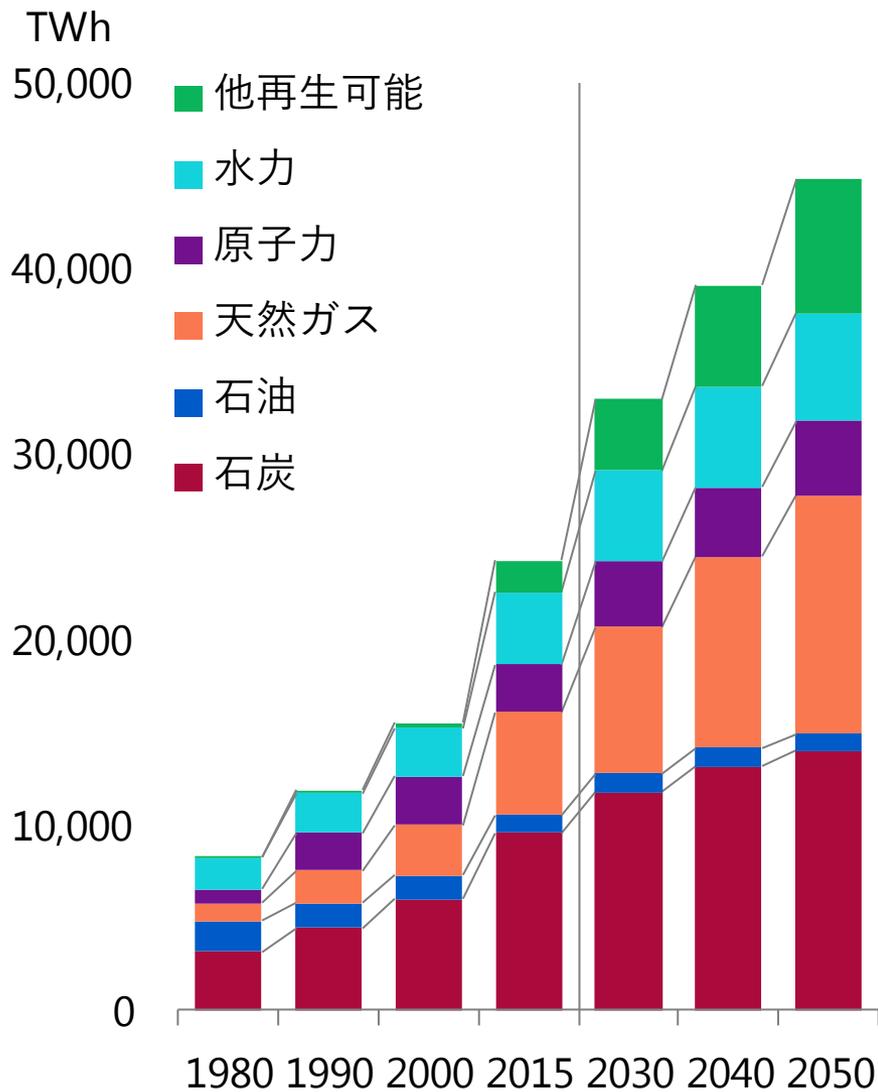
電力消費(地域別)



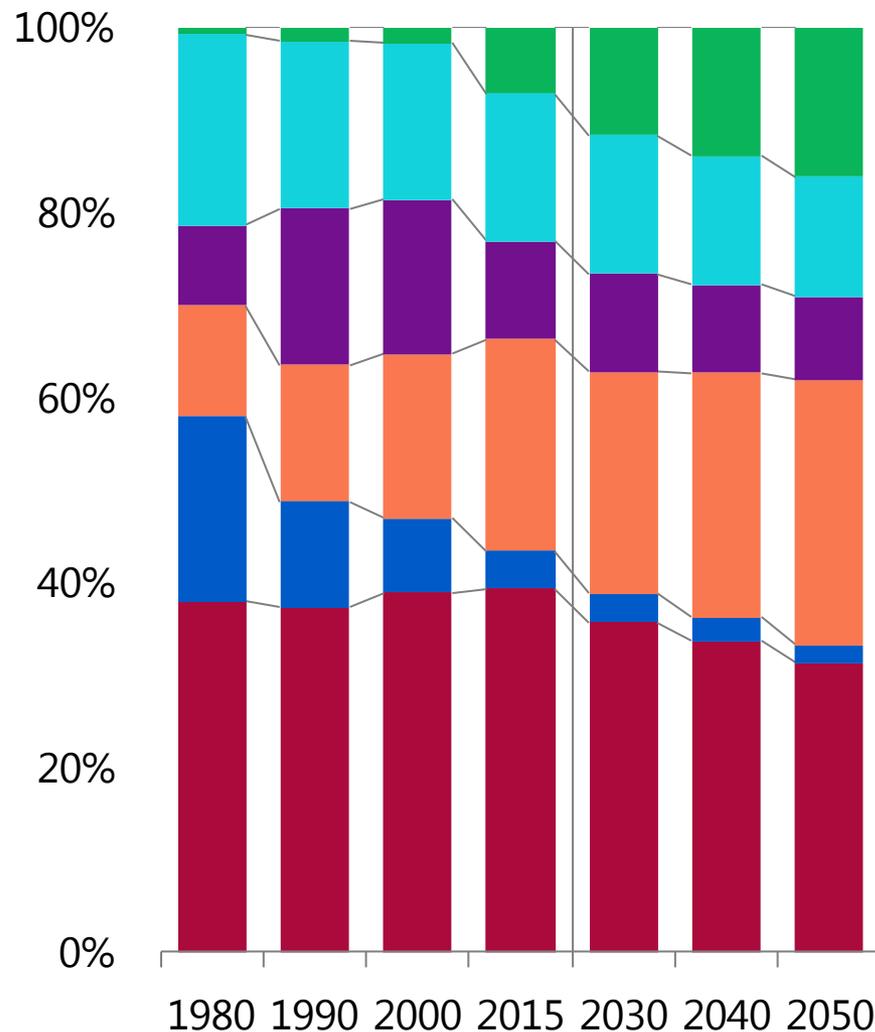
電力消費(部門別)



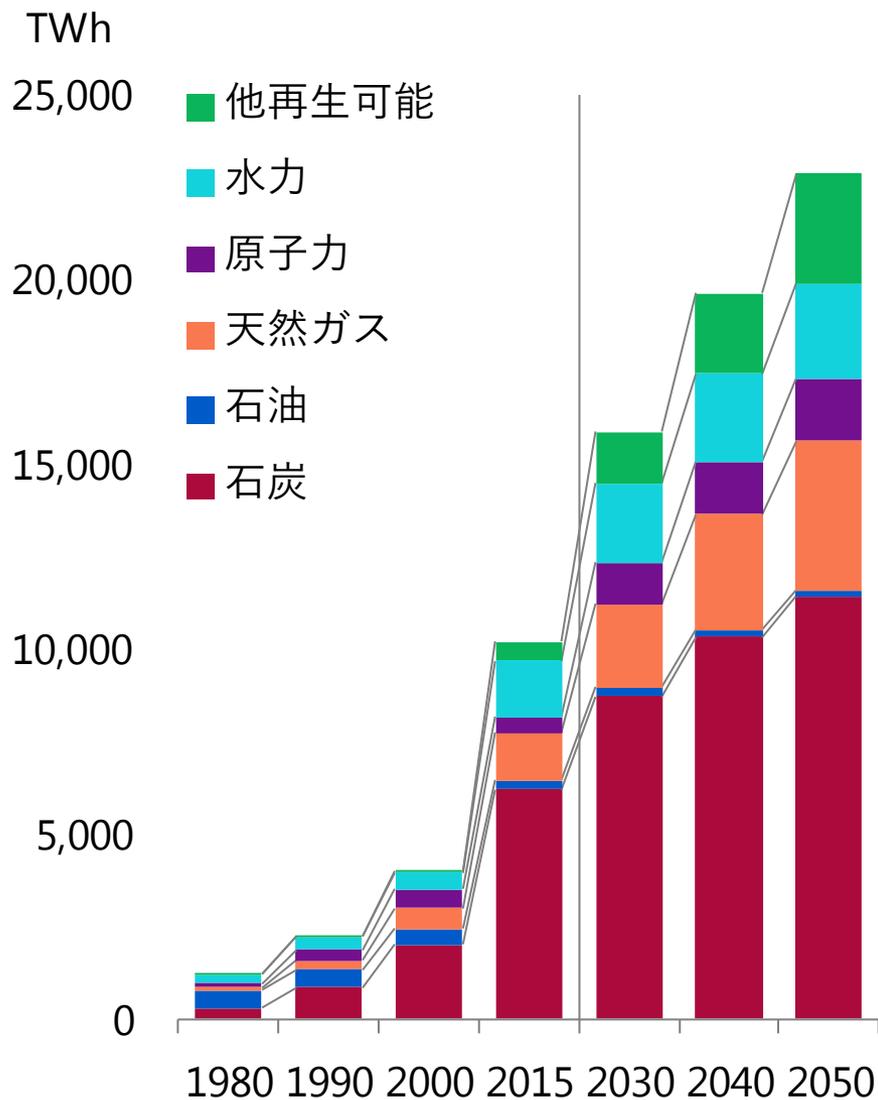
発電量



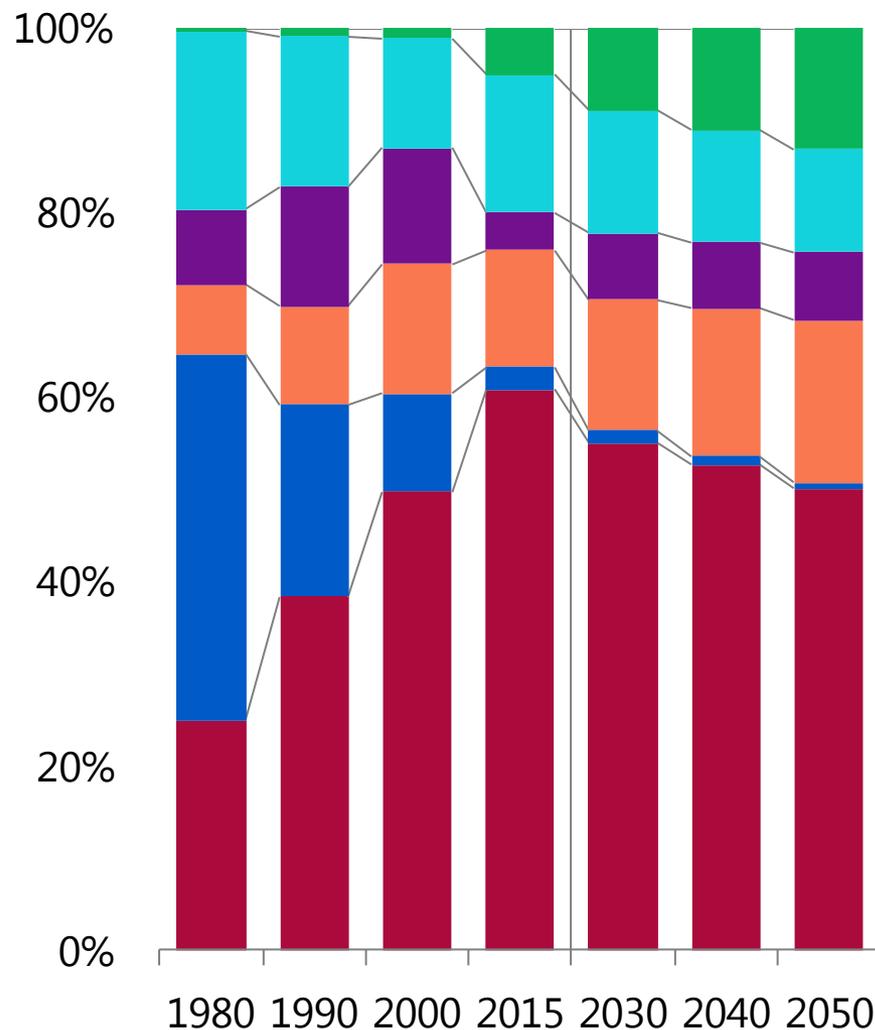
発電量シェア



発電量

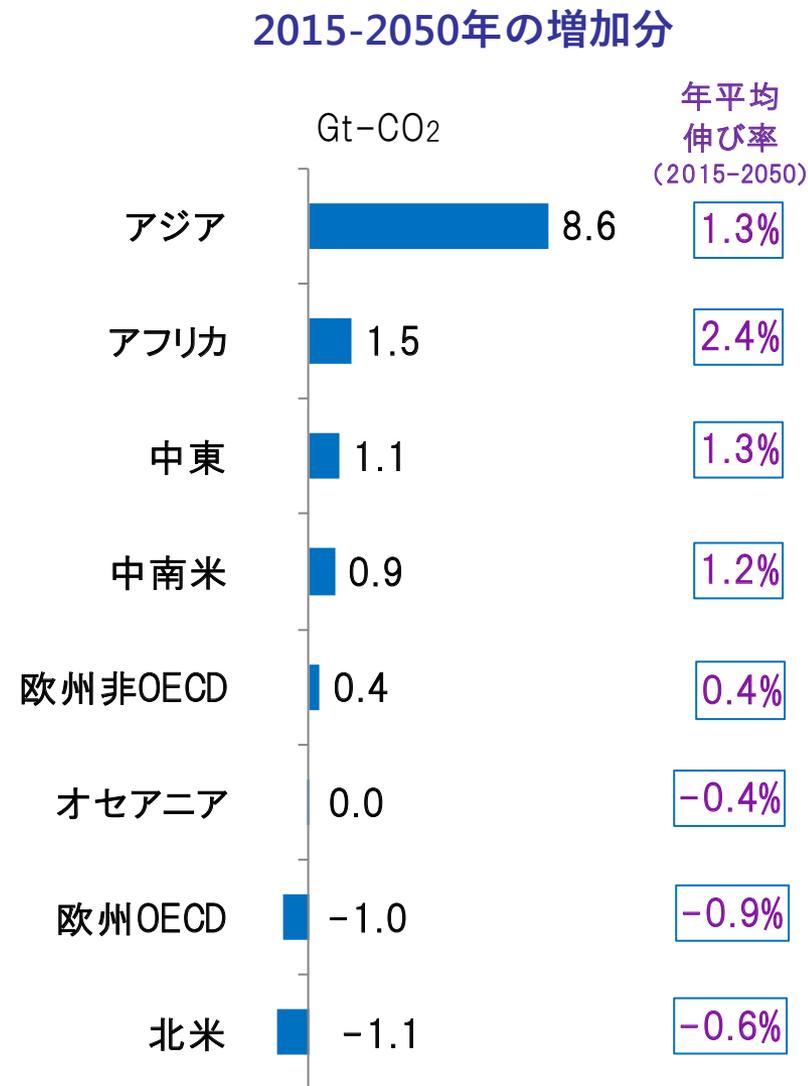
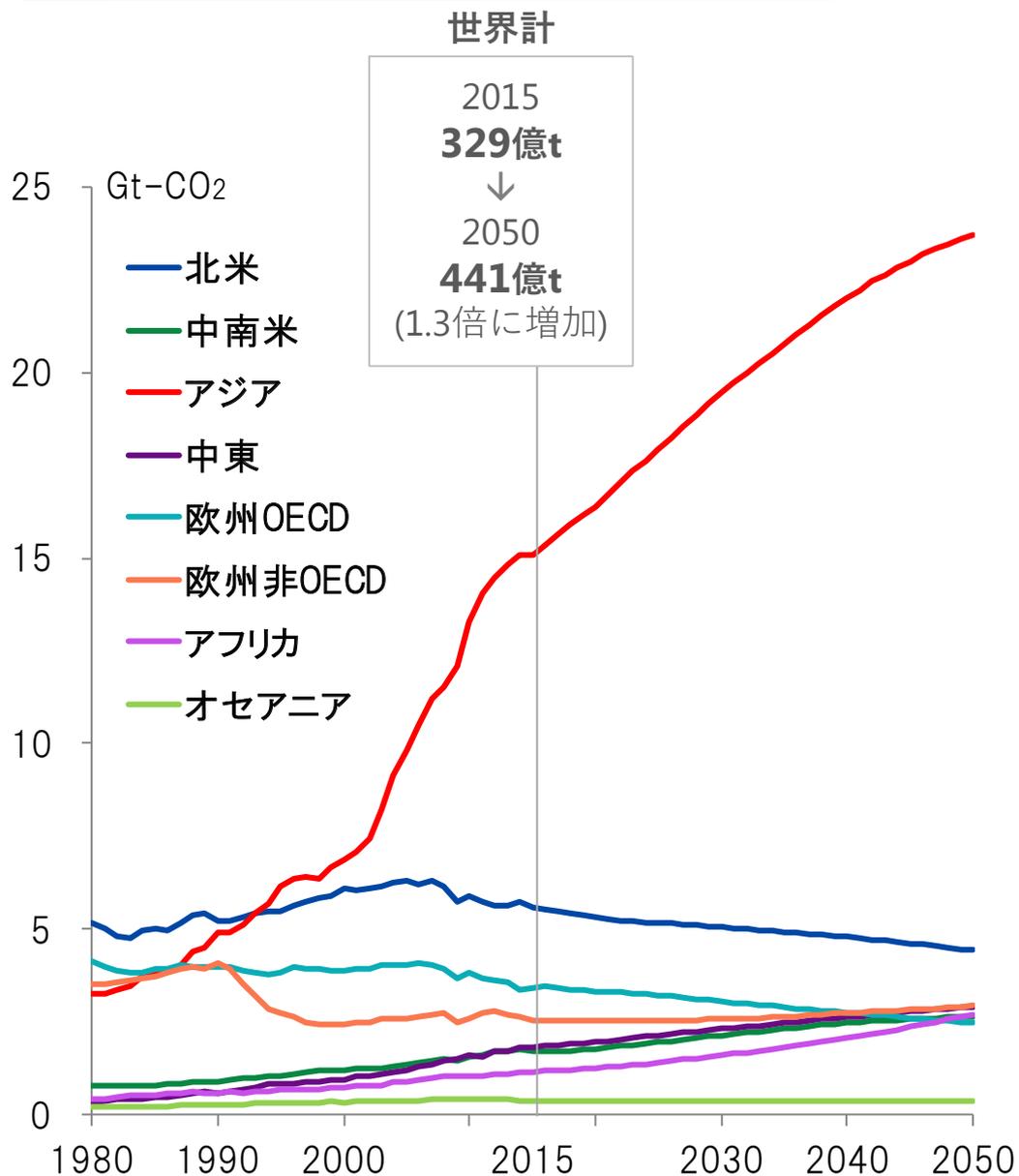


発電量シェア



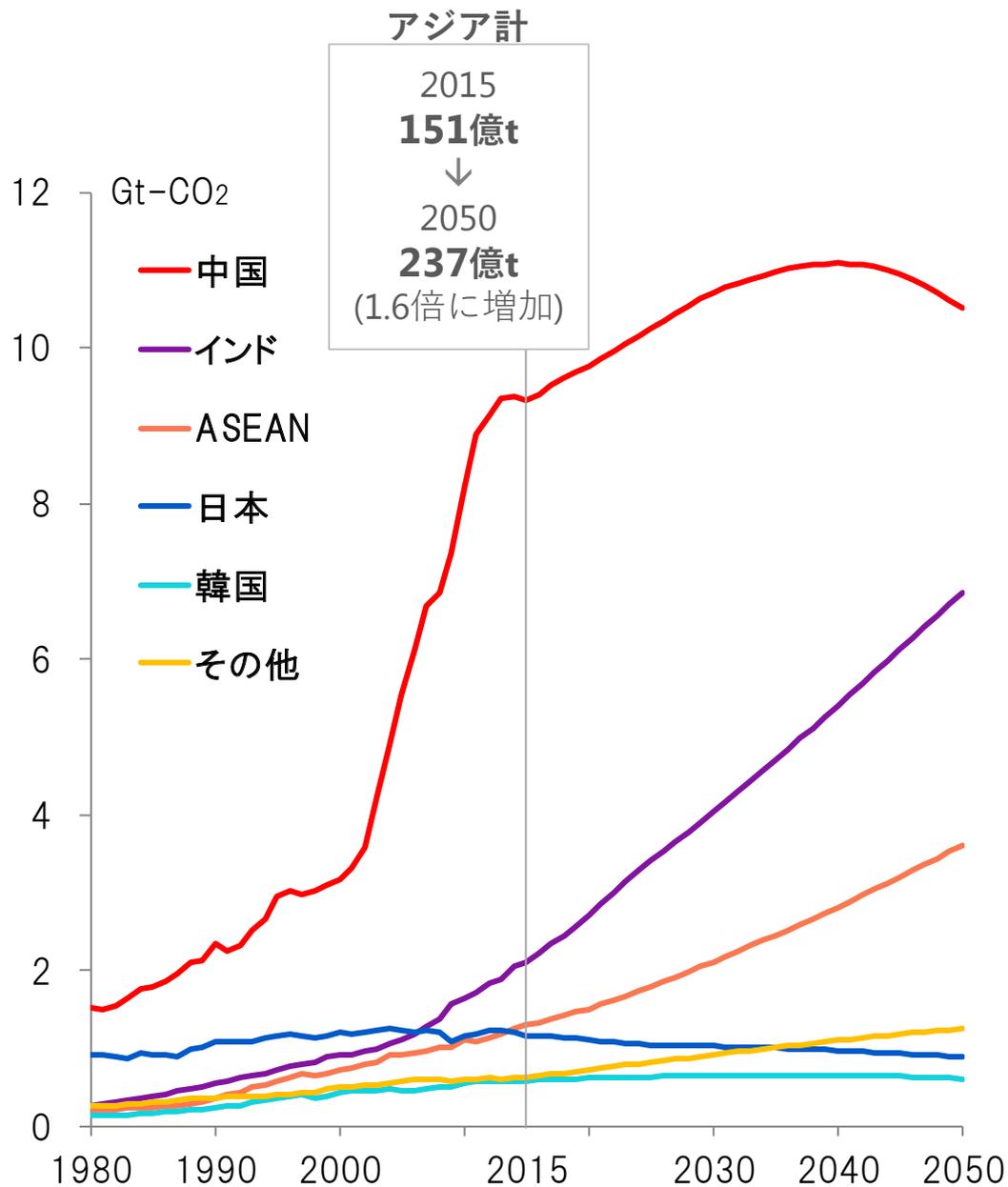
世界のCO₂排出量

レファレンスシナリオ

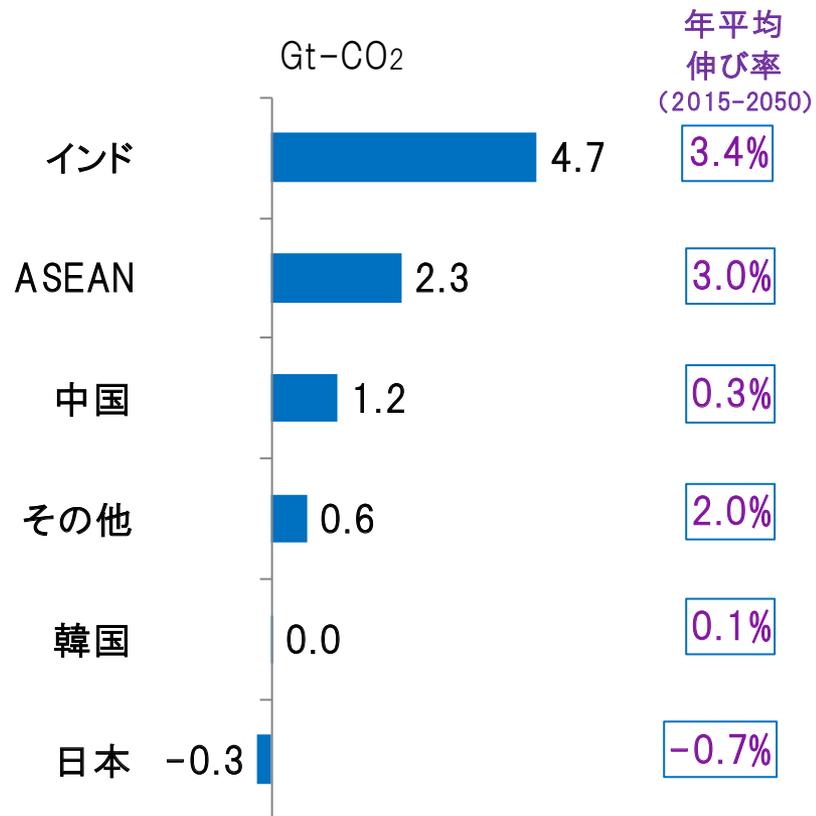


アジアのCO₂排出量

レファレンスシナリオ



2015-2050年の増加分



A light gray world map is centered in the background of the slide, showing the outlines of continents and major landmasses.

技術進展シナリオ

世界各国がエネルギー安定供給の確保、気候変動対策を一層強化すると共に、既存技術の効率改善や国際的な技術移転が促進され、新技術の普及が世界的により一層拡大するシナリオ

環境規制や国家目標の導入、強化

国家的戦略・目標設定、省エネ基準、燃費基準、低炭素燃料基準、省エネ・環境ラベリング制度、再生可能エネルギー導入基準、固定価格買取制度、補助金・助成制度、環境税、排出量取引等

技術開発強化や国際的な技術協力の推進

研究開発投資の拡大、国際的な省エネ技術協力(鉄鋼、セメント分野等)や省エネ基準制度の構築支援等

【需要サイドの技術】

■ 産業部門

最高効率水準(ベストプラクティス)の産業プロセス技術(鉄鋼、セメント、紙パルプ等)が世界的に普及

■ 運輸部門

クリーンエネルギー自動車(低燃費車、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)の普及拡大

■ 民生部門

省エネ家電(冷蔵庫、テレビ等)、高効率給湯器(ヒートポンプ等)、高効率空調機器、高効率照明の普及拡大、断熱強化

【供給サイドの技術】

■ 再生可能エネルギー

風力発電、太陽光発電、太陽熱発電、バイオマス発電、海洋発電、バイオ燃料の普及拡大

■ 原子力導入促進

原子力発電建設加速、設備利用率向上

■ 高効率火力発電技術

SC、USC、A-USC、石炭IGCC、天然ガスMACCの普及拡大

■ 次世代送配電技術

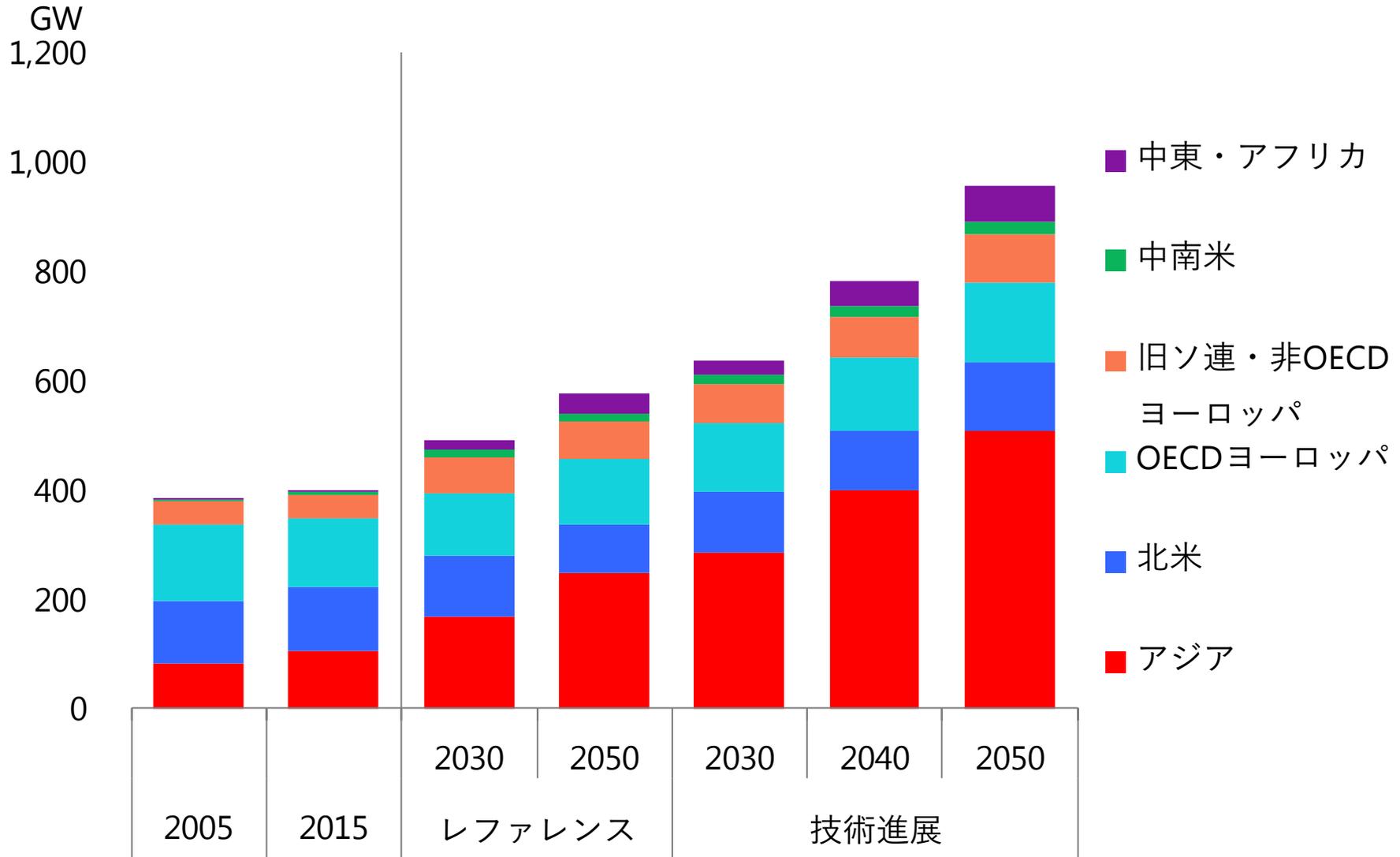
低損失型の変電設備、電圧調整装置

■ 二酸化炭素貯留技術

主な前提条件: エネルギー・環境技術

2015年 → 2050年 (レファレンス2050年)

	先進国	発展途上国
火力発電	初期投資ファイナンススキーム整備 IGCC新設導入比率0% → 60% (20%) 2030年以降新設CCS導入(帯水層を除く貯留ポテンシャルがある国)	
[ストック効率]	天然ガス: 48.5% → 55.7% (56.9%) 石炭: 37.3% → 44.4% (45.0%)	天然ガス: 36.7% → 47.3% (44.9%) 石炭: 36.5% → 40.2% (41.4%)
原子力発電	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
[設備容量]	2015年: 309 GW → 327 (241)	2015年: 90 GW → 629 (337)
再生可能発電	システムコスト低減 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	システムコスト低減 低コスト融資 電力システムの高度化
[設備容量]	風力: 237 GW → 1,091 (718) 太陽光: 165 GW → 909 (573)	風力: 178 GW → 1,912 (1,152) 太陽光: 60 GW → 1,588 (946)
自動車用バイオ燃料	次世代バイオ燃料の開発 FFVの普及拡大	バイオ燃料のコスト低減 農業政策としての位置づけ
[消費量]	50 Mtoe → 107 (68)	26 Mtoe → 94 (56)
産業	2050年にBATが100%普及	
運輸	低燃費自動車のコスト低下。ZEVの航続距離が2倍に	
[乗用車新車燃費]	14.5 km/L → 41.1 (27.8)	12.9 km/L → 28.6 (20.2)
[乗用ZEV販売比率]	0.8% → 66% (35%)	0.5% → 41% (17%)
民生	新規、新設の家電・機器効率及び断熱効率の改善スピードが約2倍に (2050年でレファレンス比約20%改善) 暖房・給湯・厨房用途における電化、クリーンクッキング化	

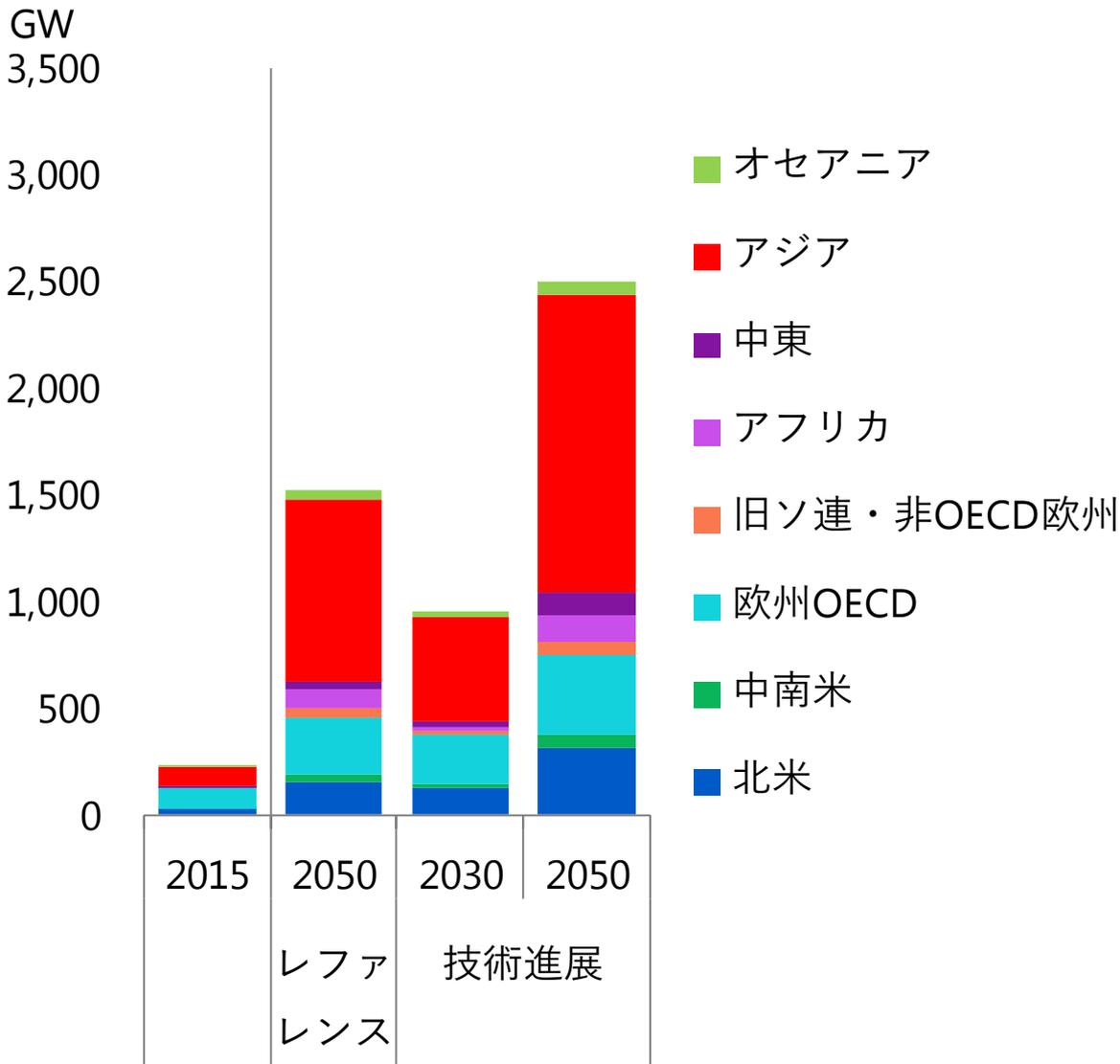
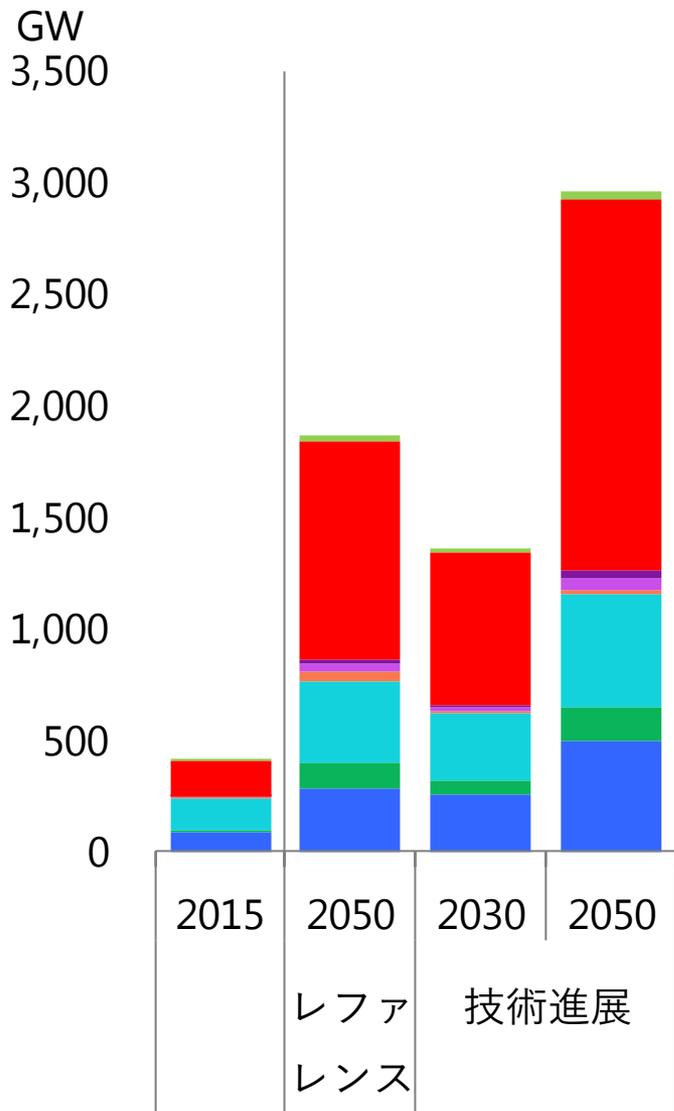


風力・太陽光発電設備容量

技術進展シナリオ

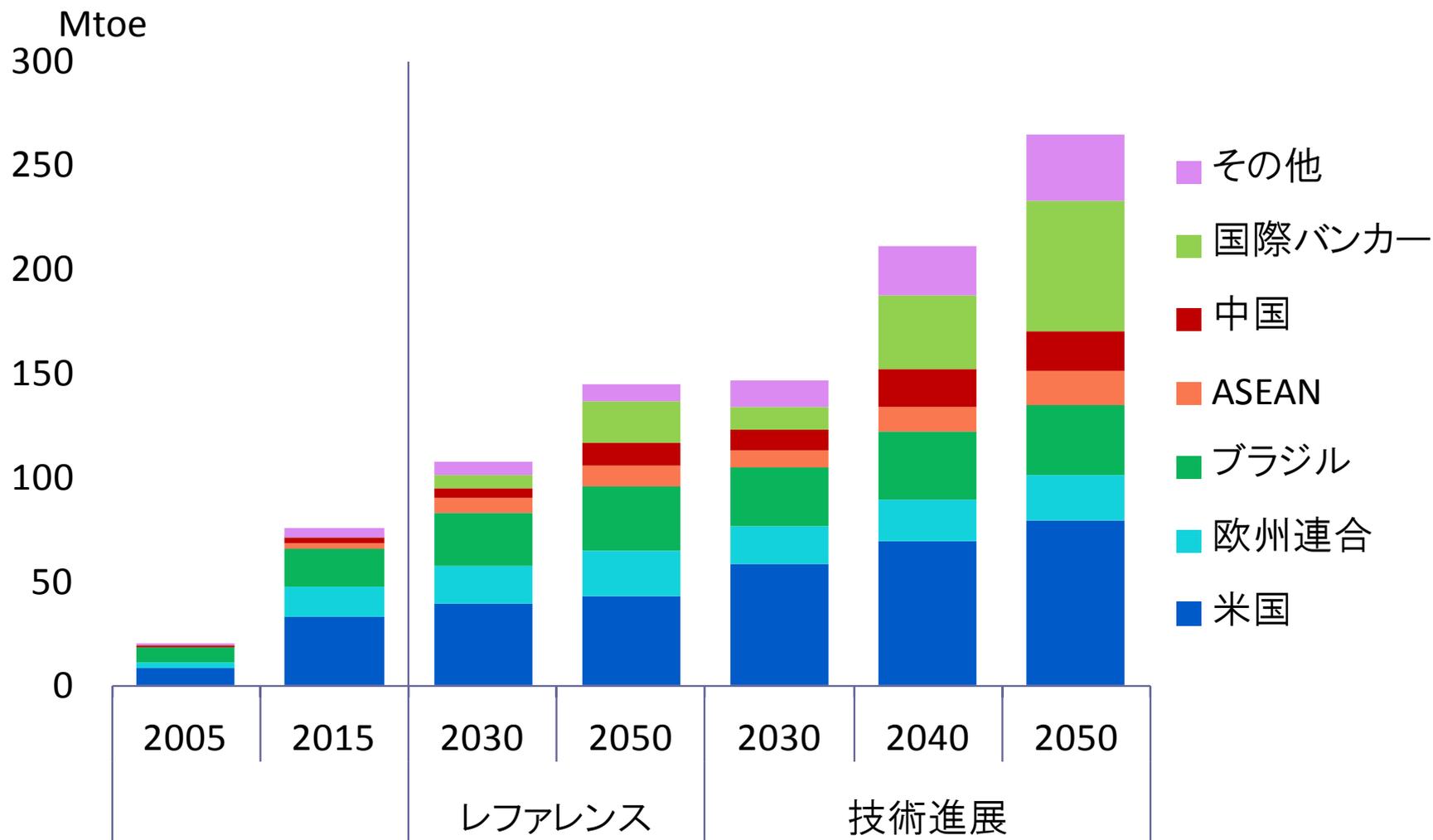
風力発電

太陽光発電

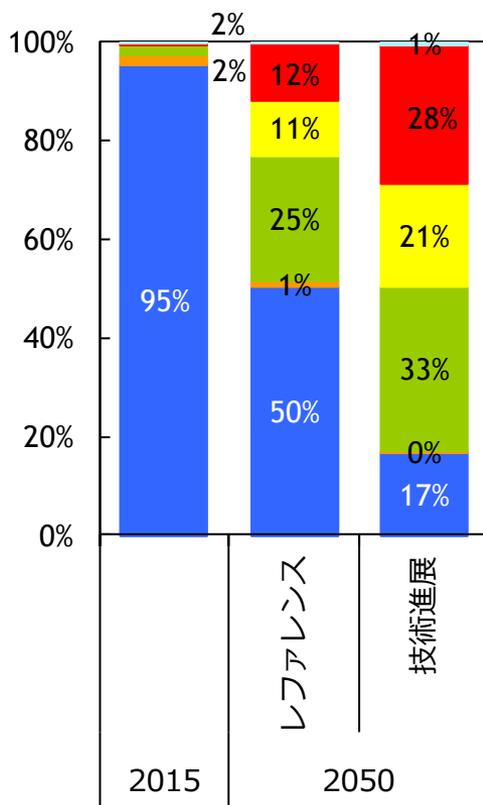


世界の輸送用バイオ燃料導入量

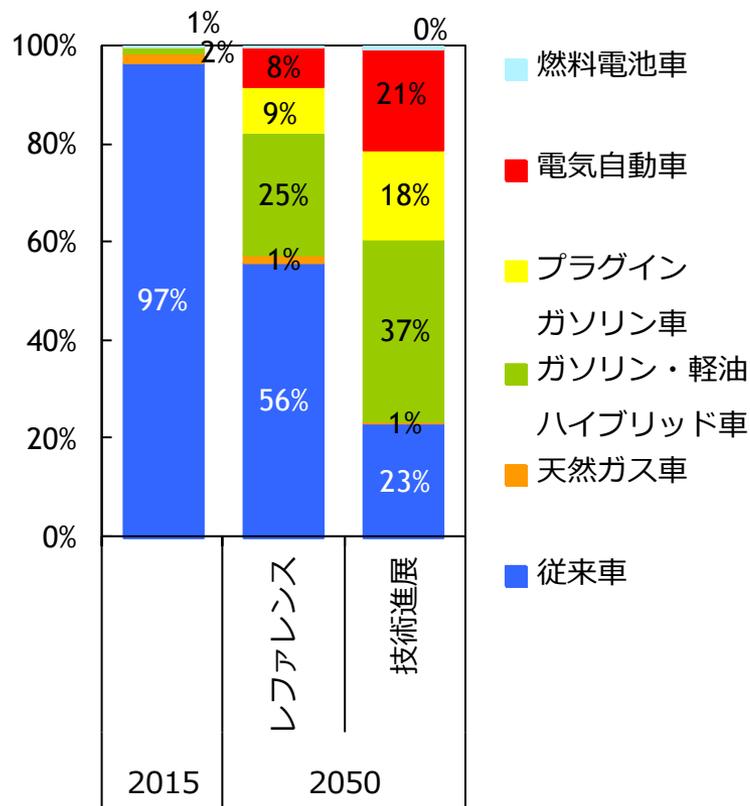
技術進展シナリオ



新車販売台数構成

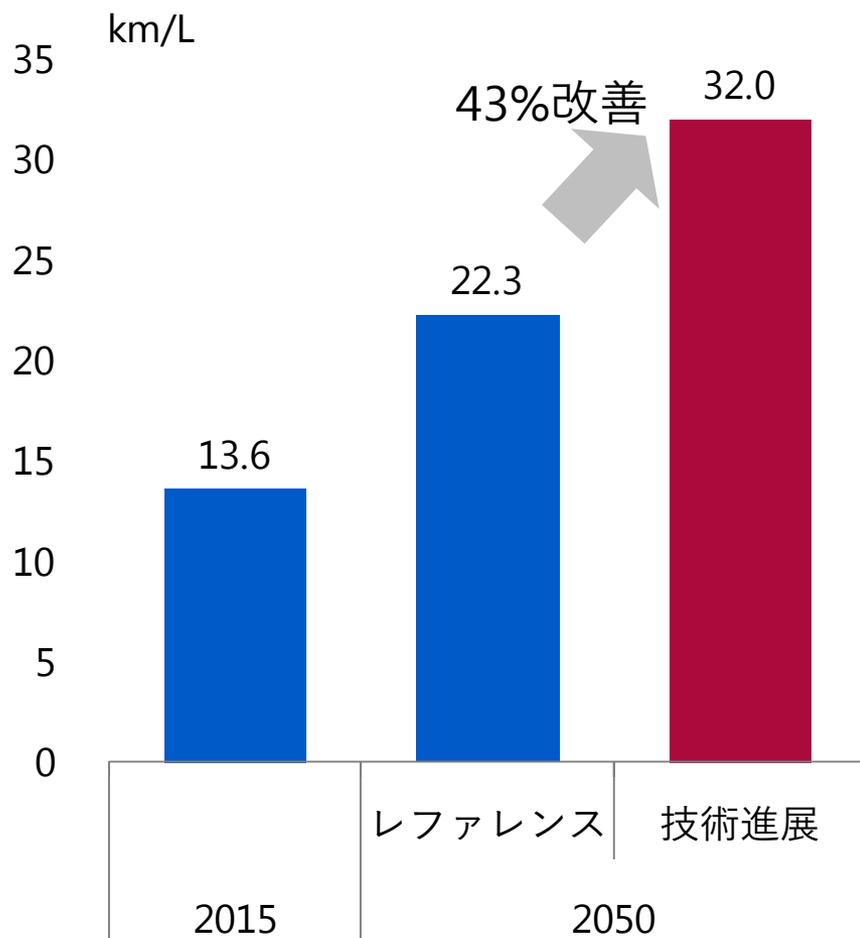


保有台数構成

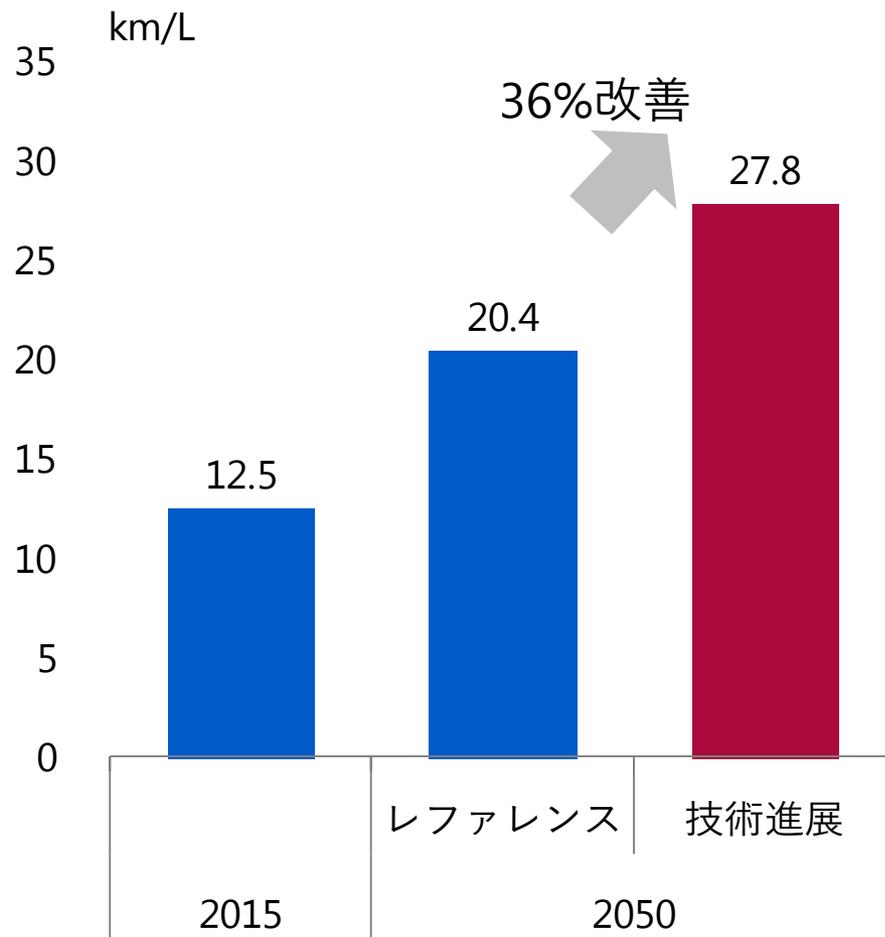


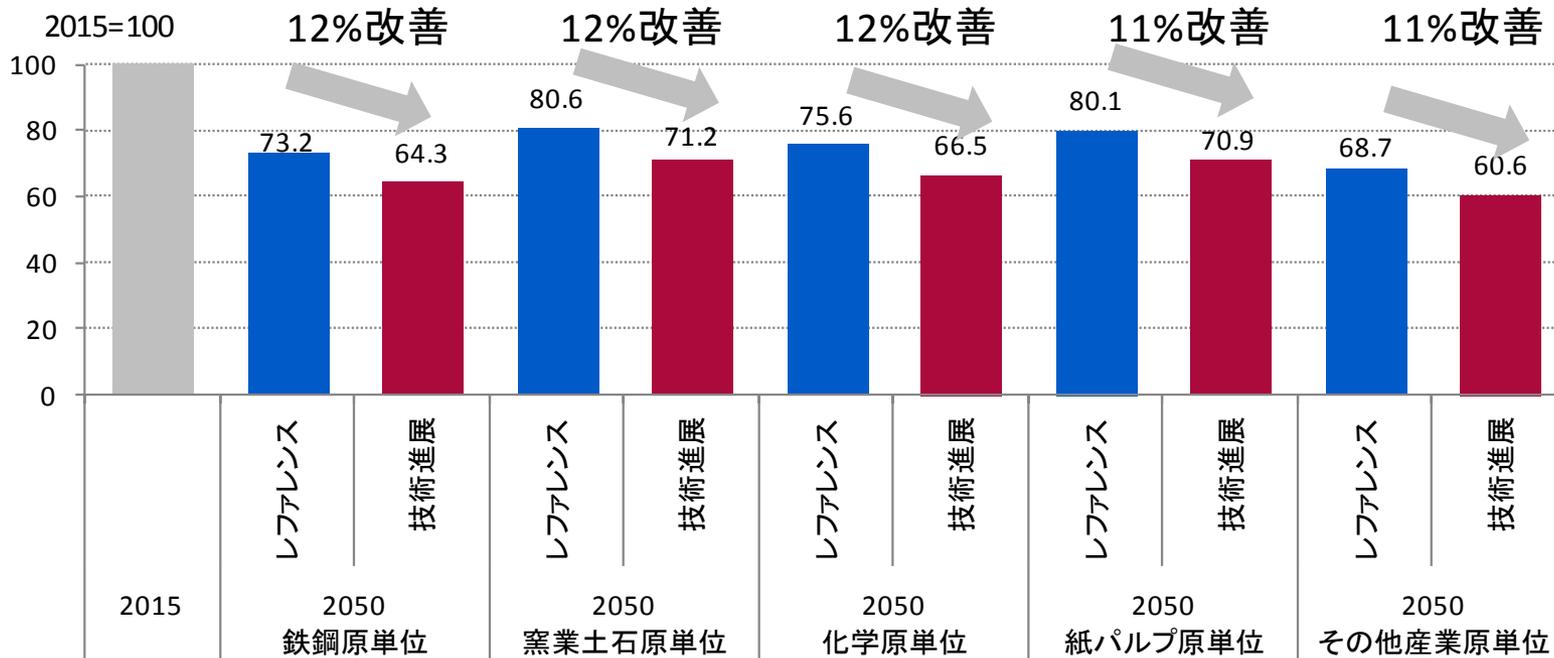
- 燃料電池車
- 電気自動車
- プラグイン
- ガソリン車
- ガソリン・軽油
- ハイブリッド車
- 天然ガス車
- 従来車

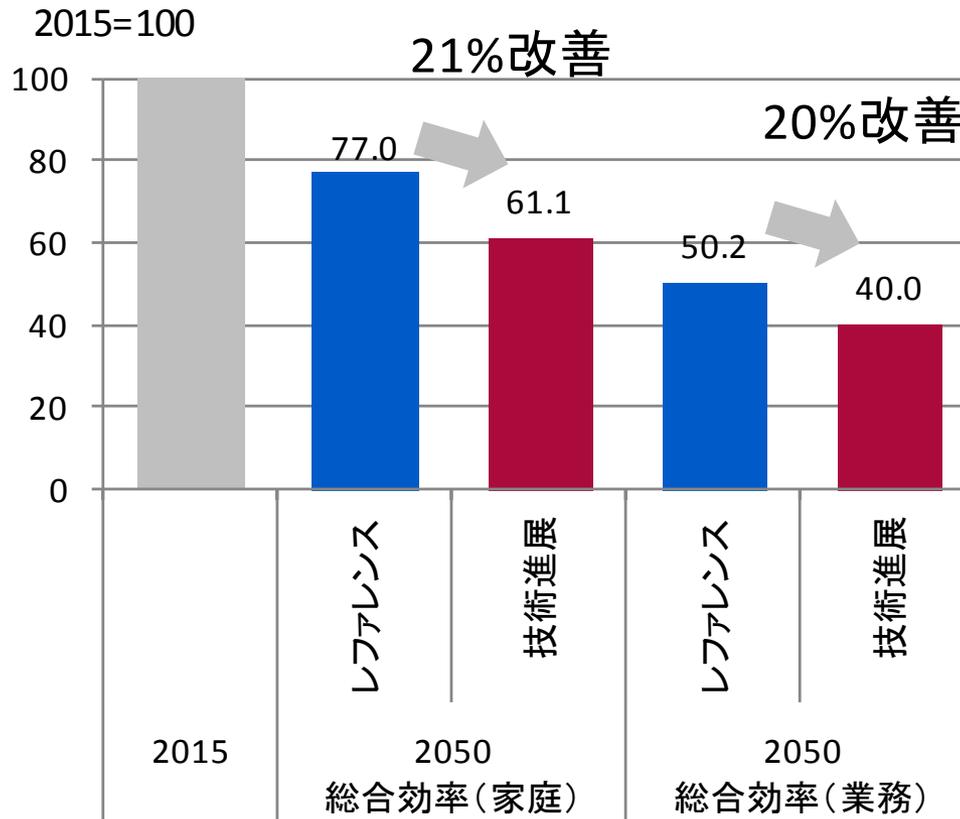
新車燃費



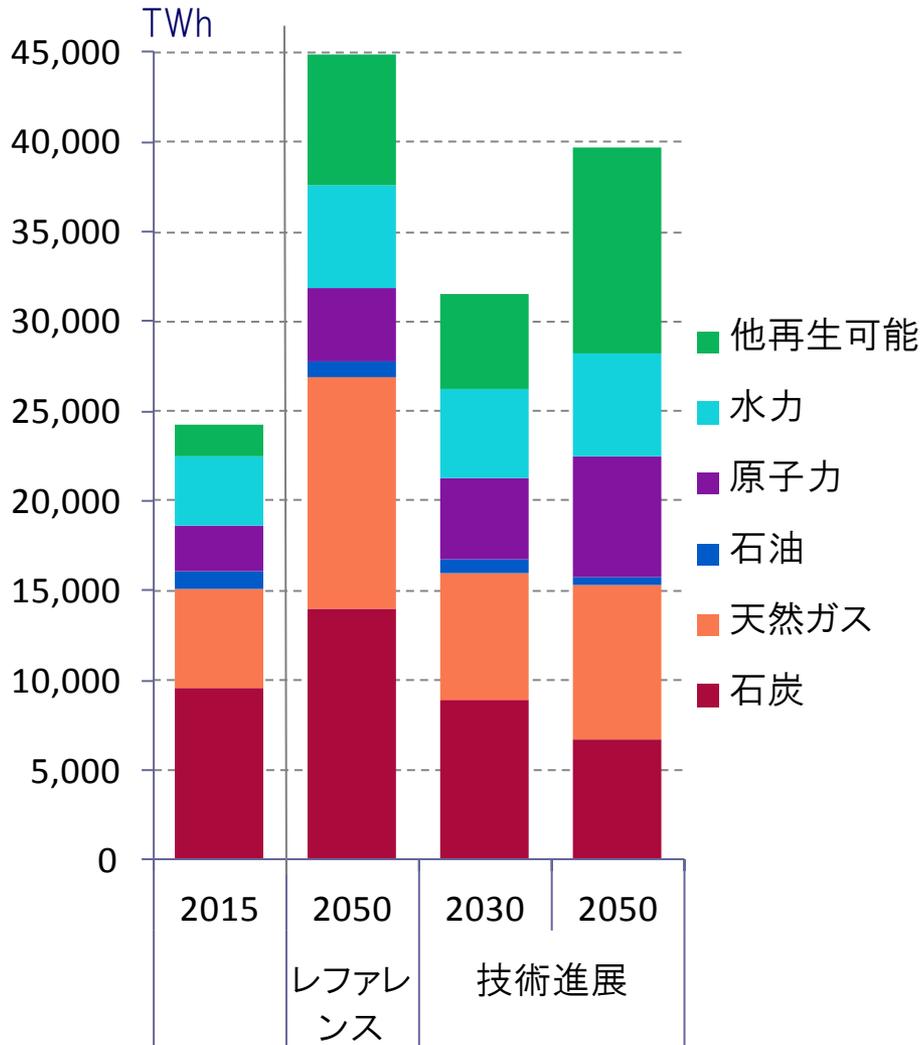
保有燃費



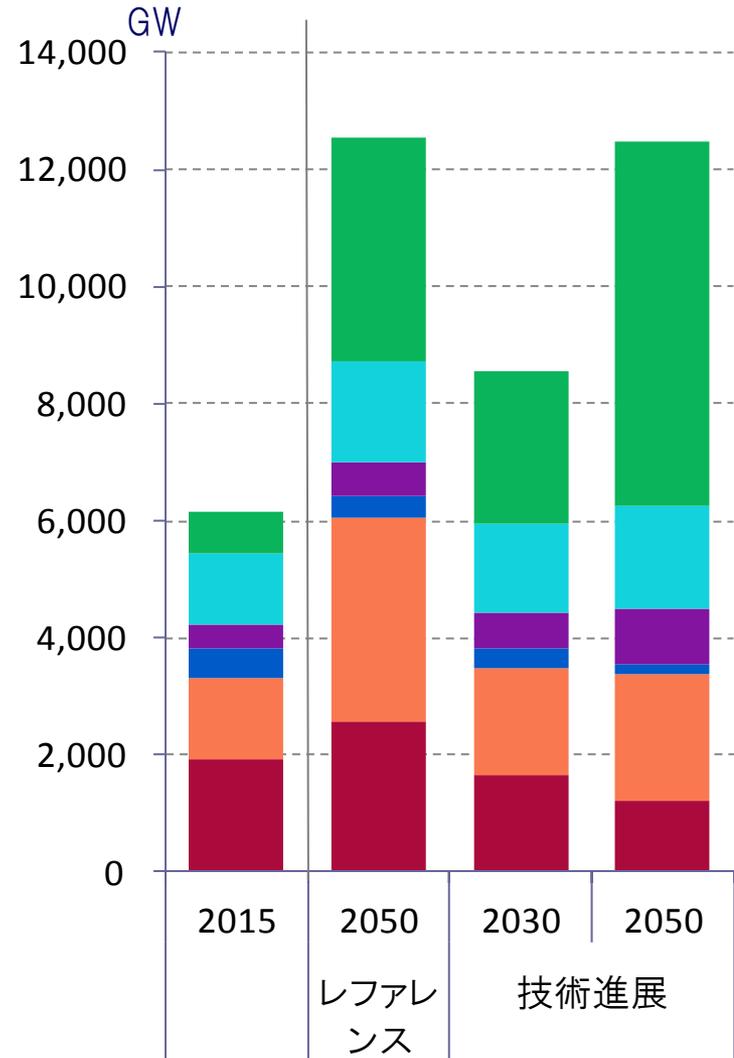




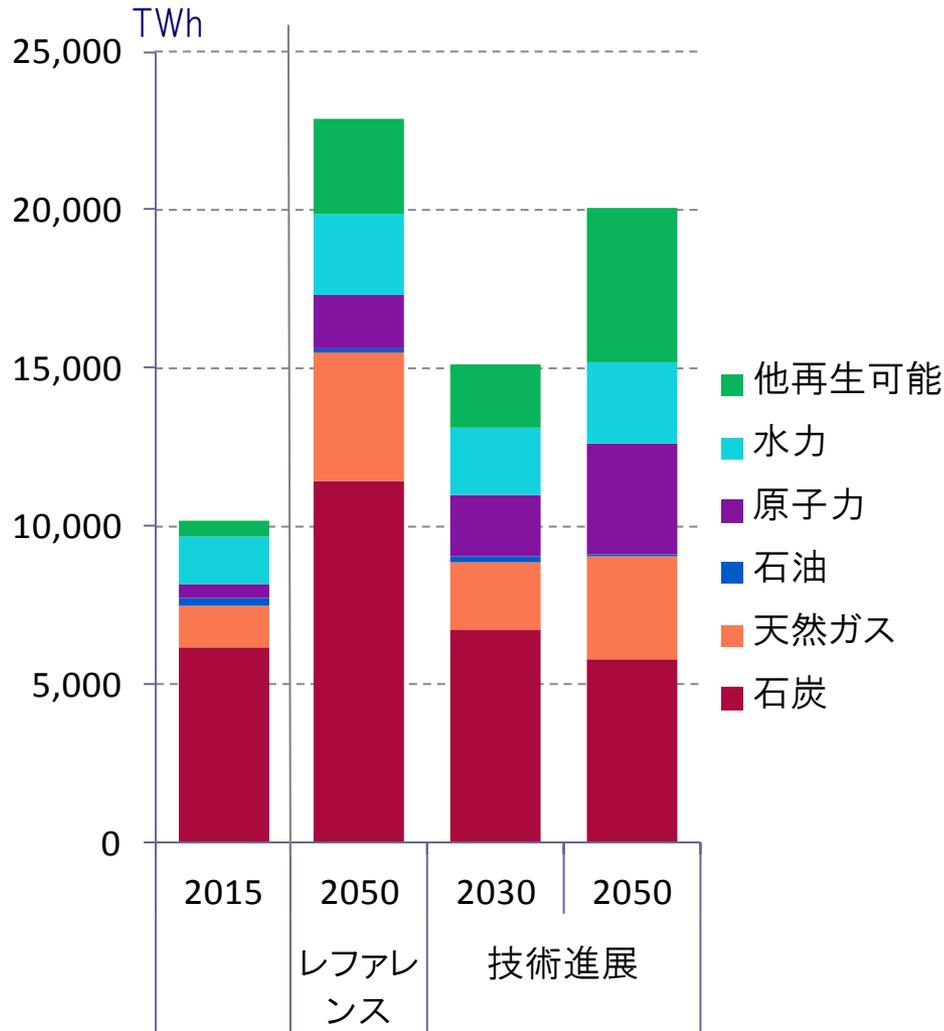
発電量



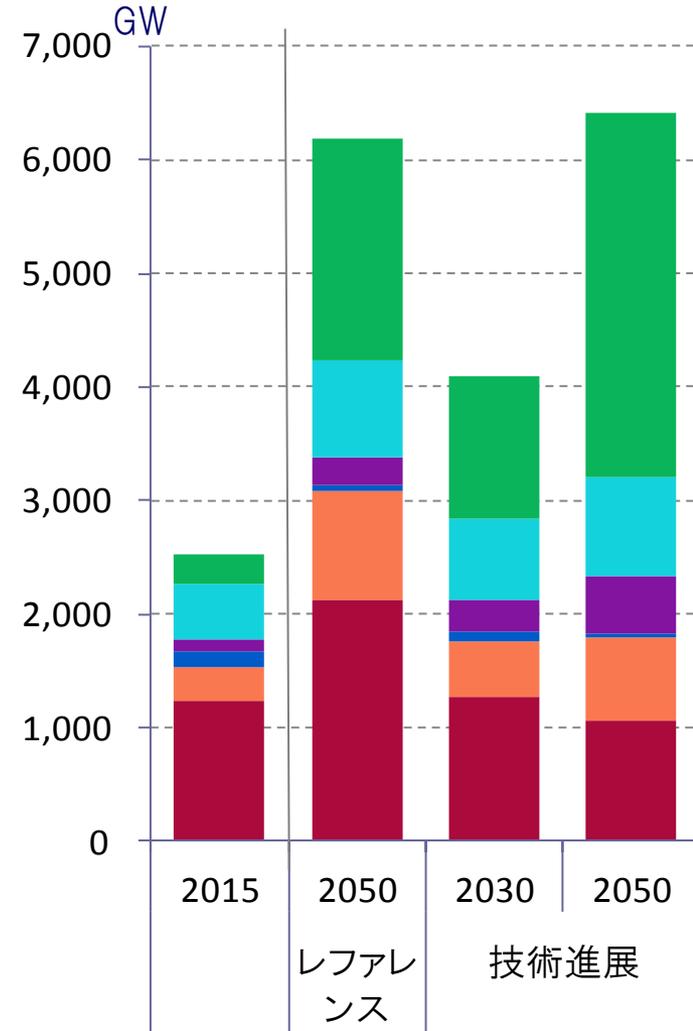
発電設備容量



発電量

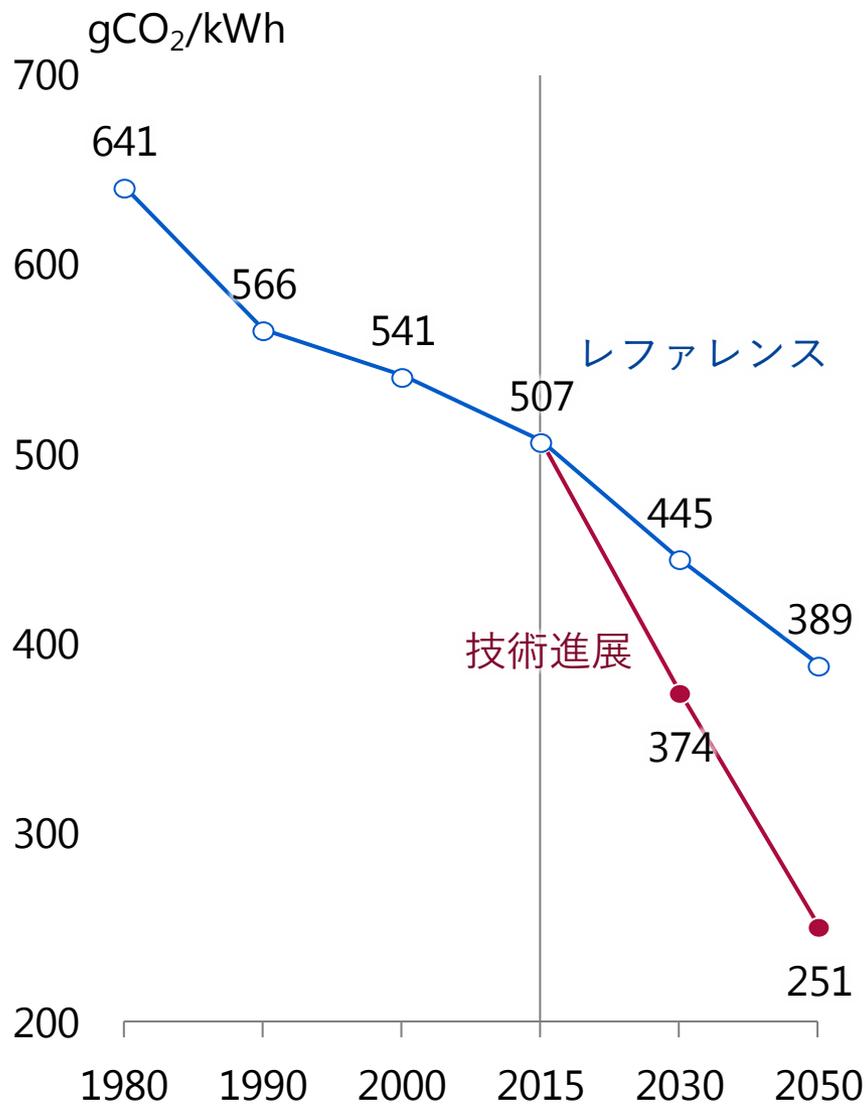


発電設備容量

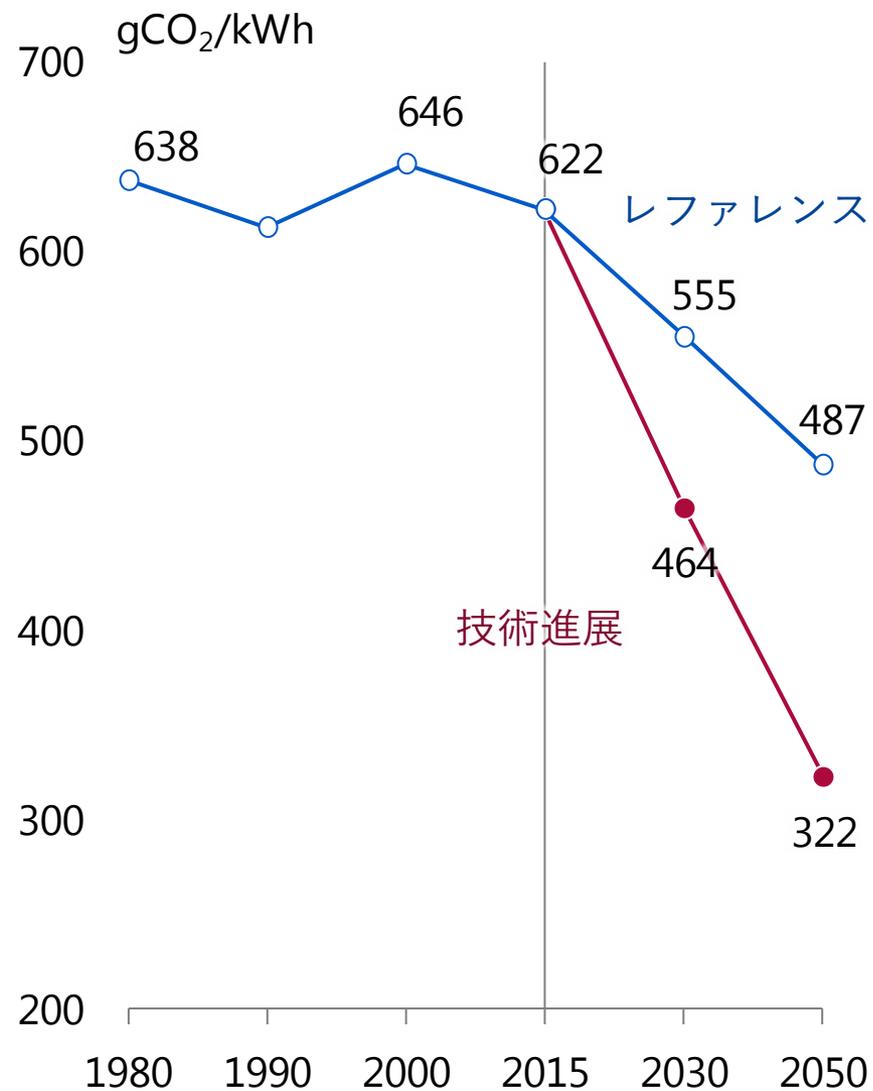


電力のCO₂排出原単位

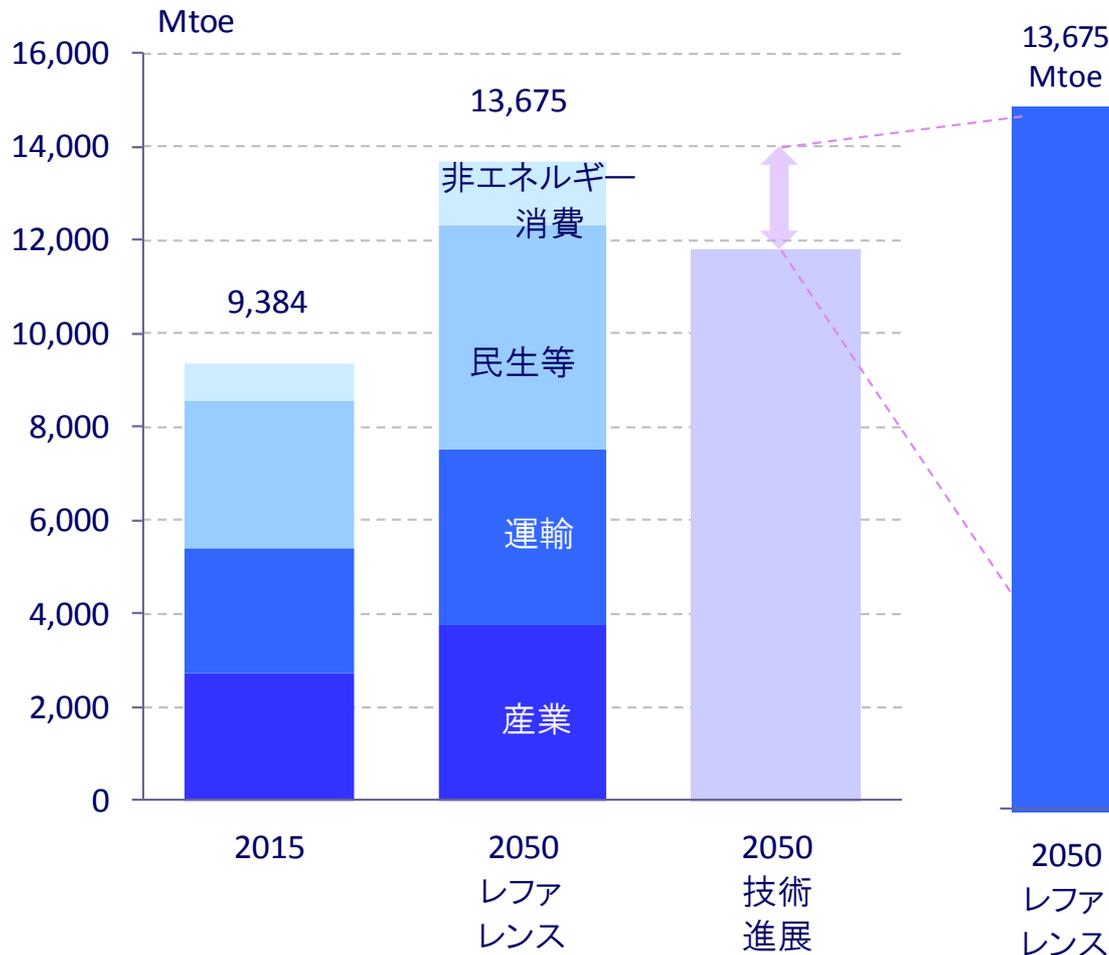
世界



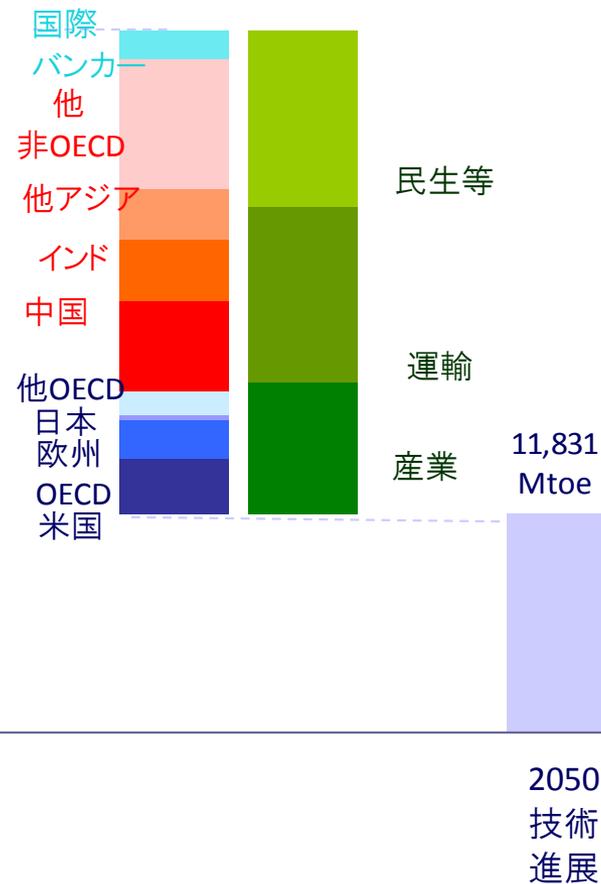
アジア

*発電端でのCO₂排出原単位

世界の最終エネルギー消費

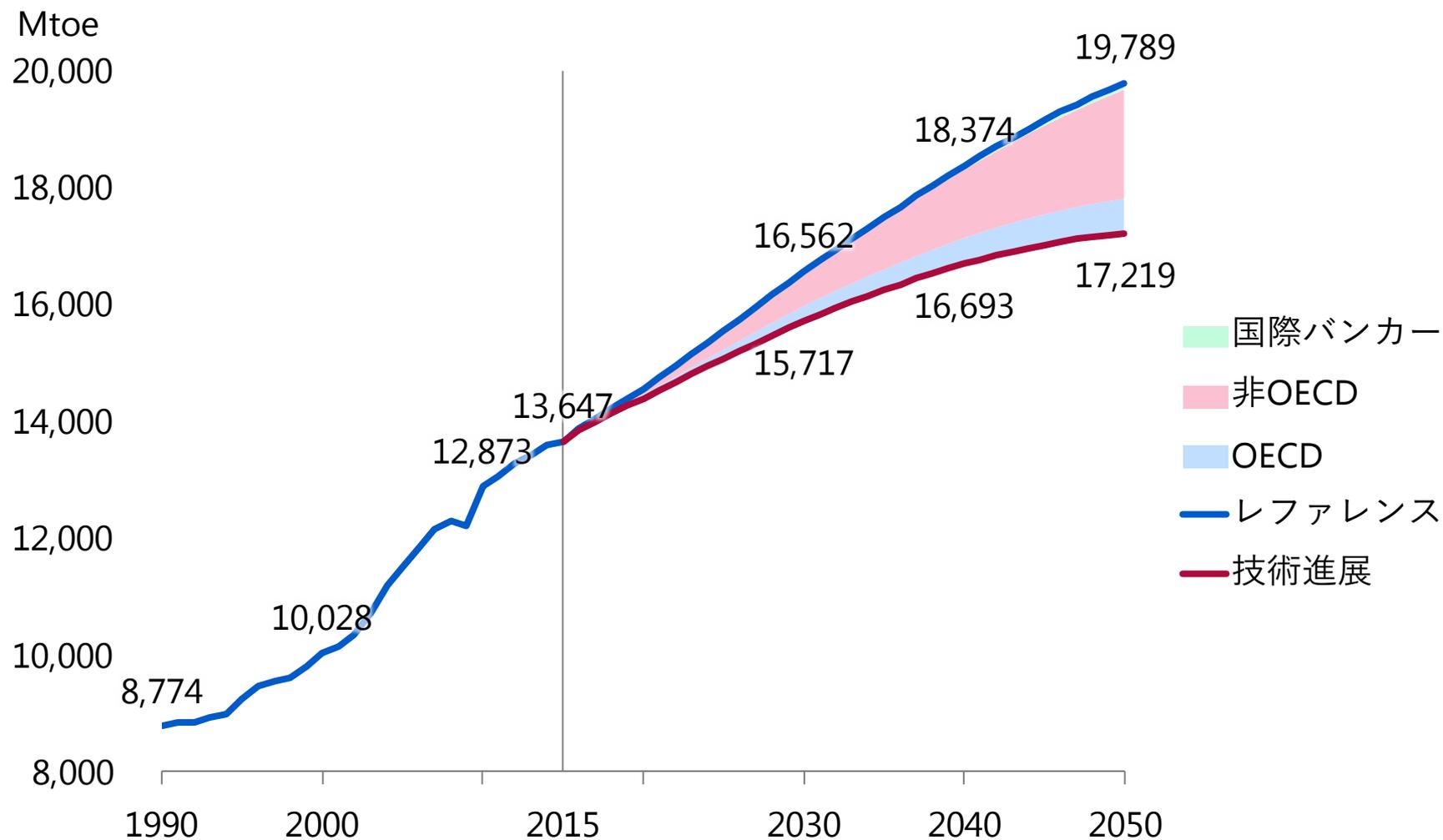


省エネルギー量の地域別・部門別内訳



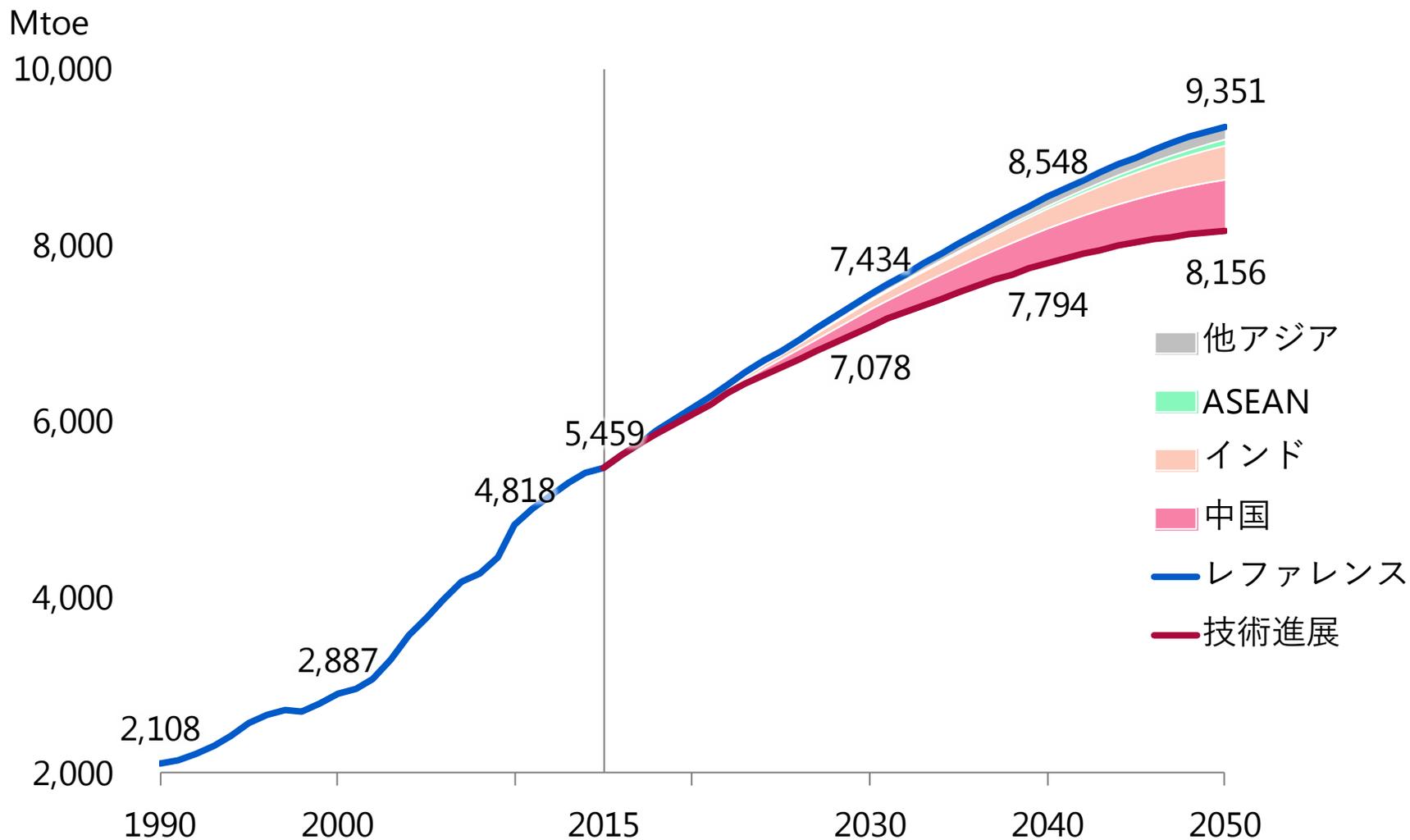
世界の一次エネルギー消費削減

技術進展シナリオ



アジアの一次エネルギー消費削減

技術進展シナリオ

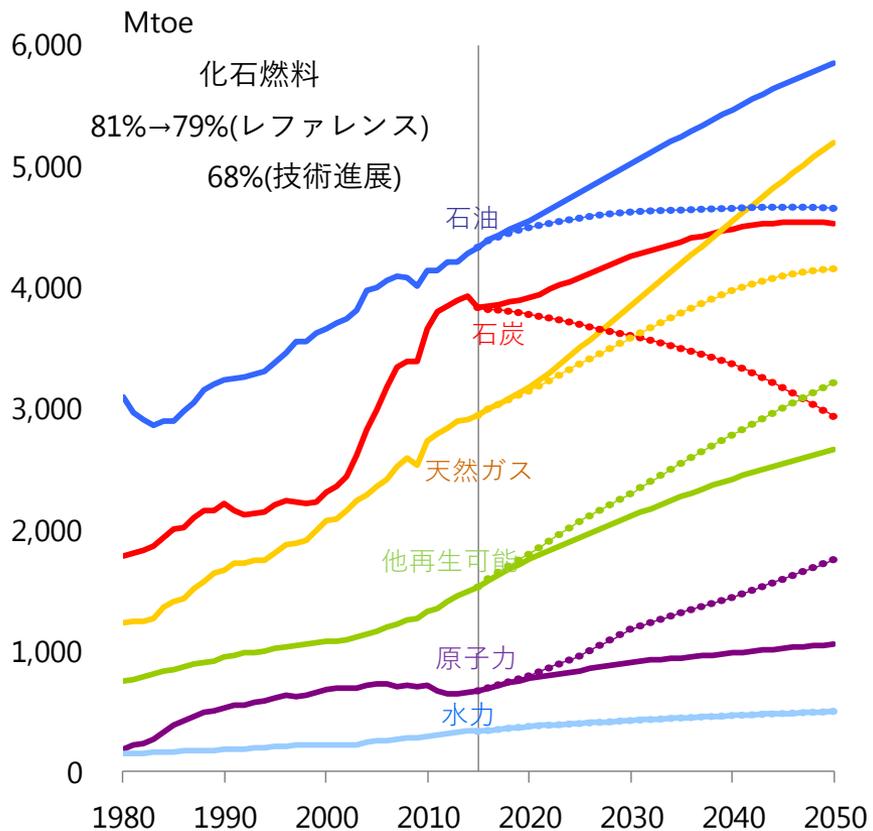


一次エネルギー消費(エネルギー源別)

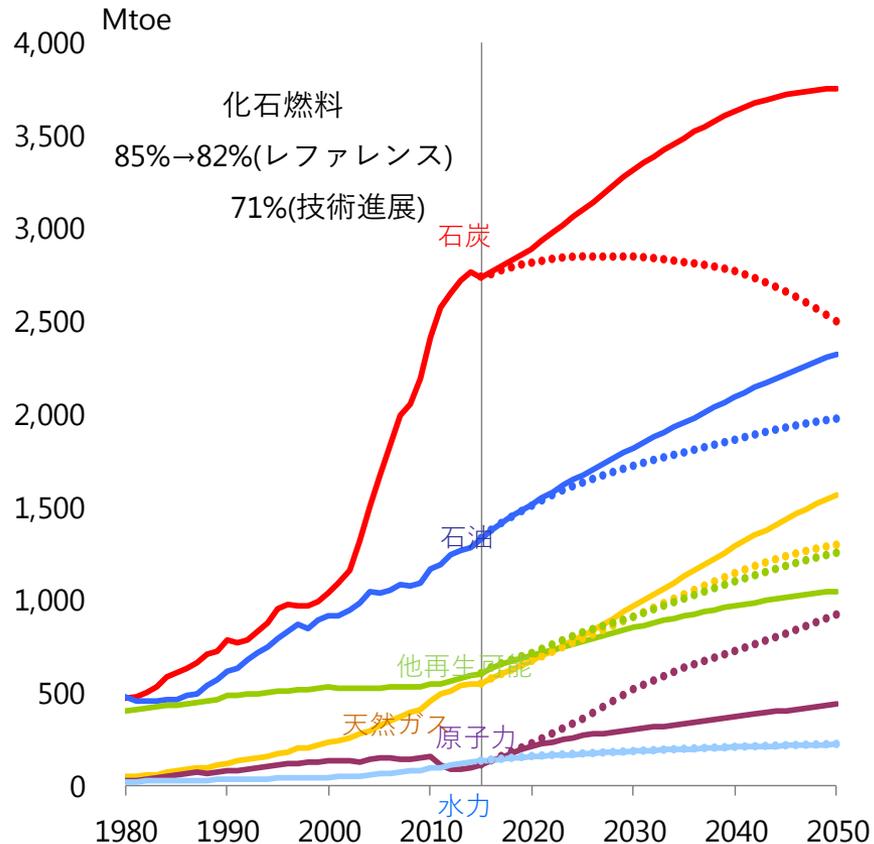
実線・・・レファレンスシナリオ
 点線・・・技術進展シナリオ



世界



アジア



アジアのエネルギー自給率

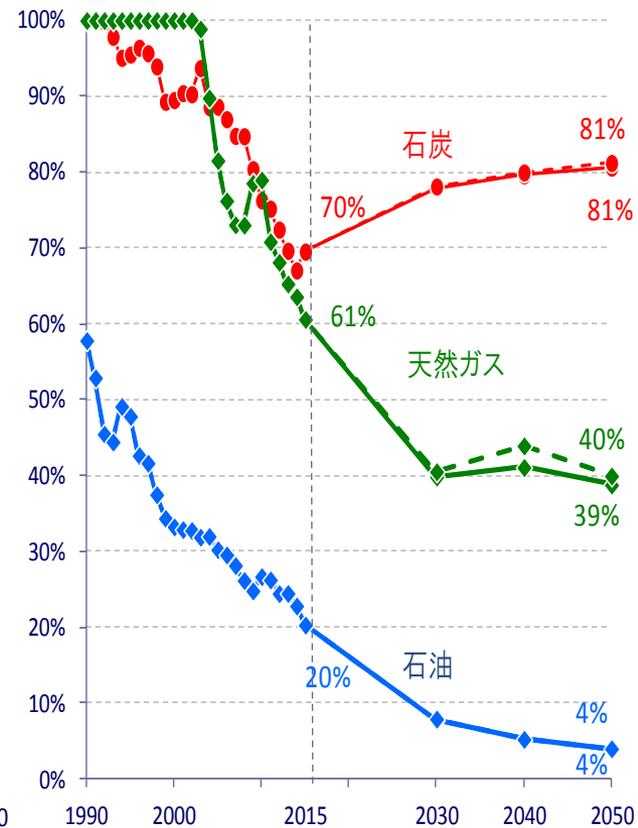
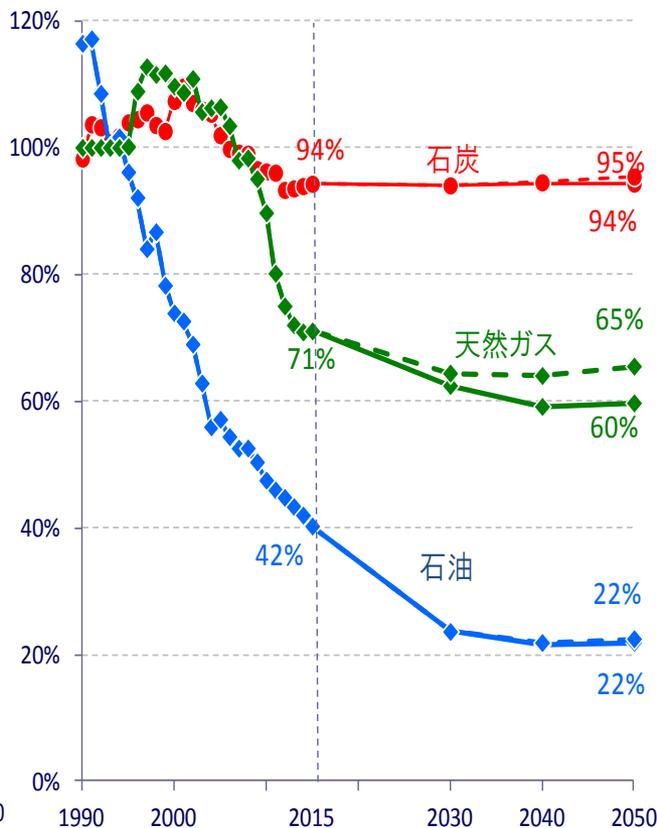
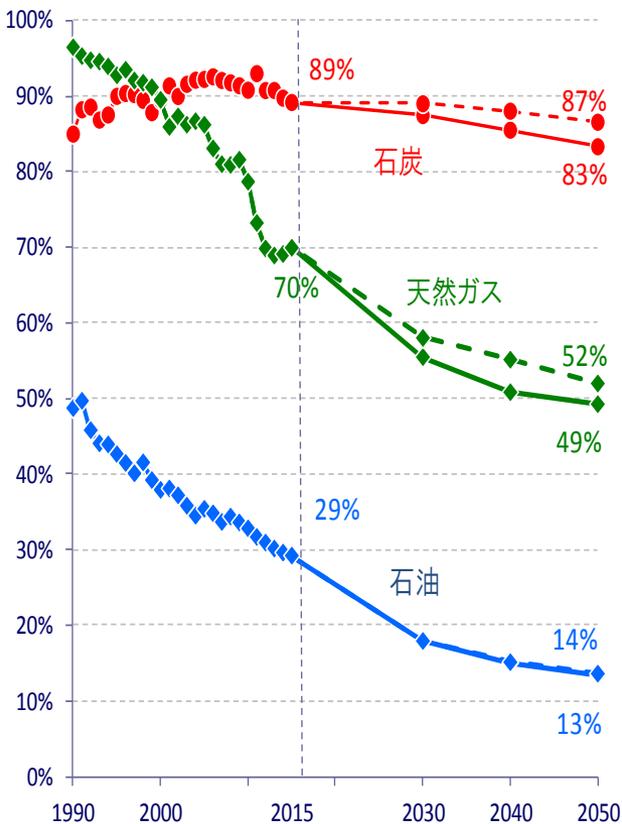
実線: レファレンスシナリオ
点線: 技術進展シナリオ



アジア計

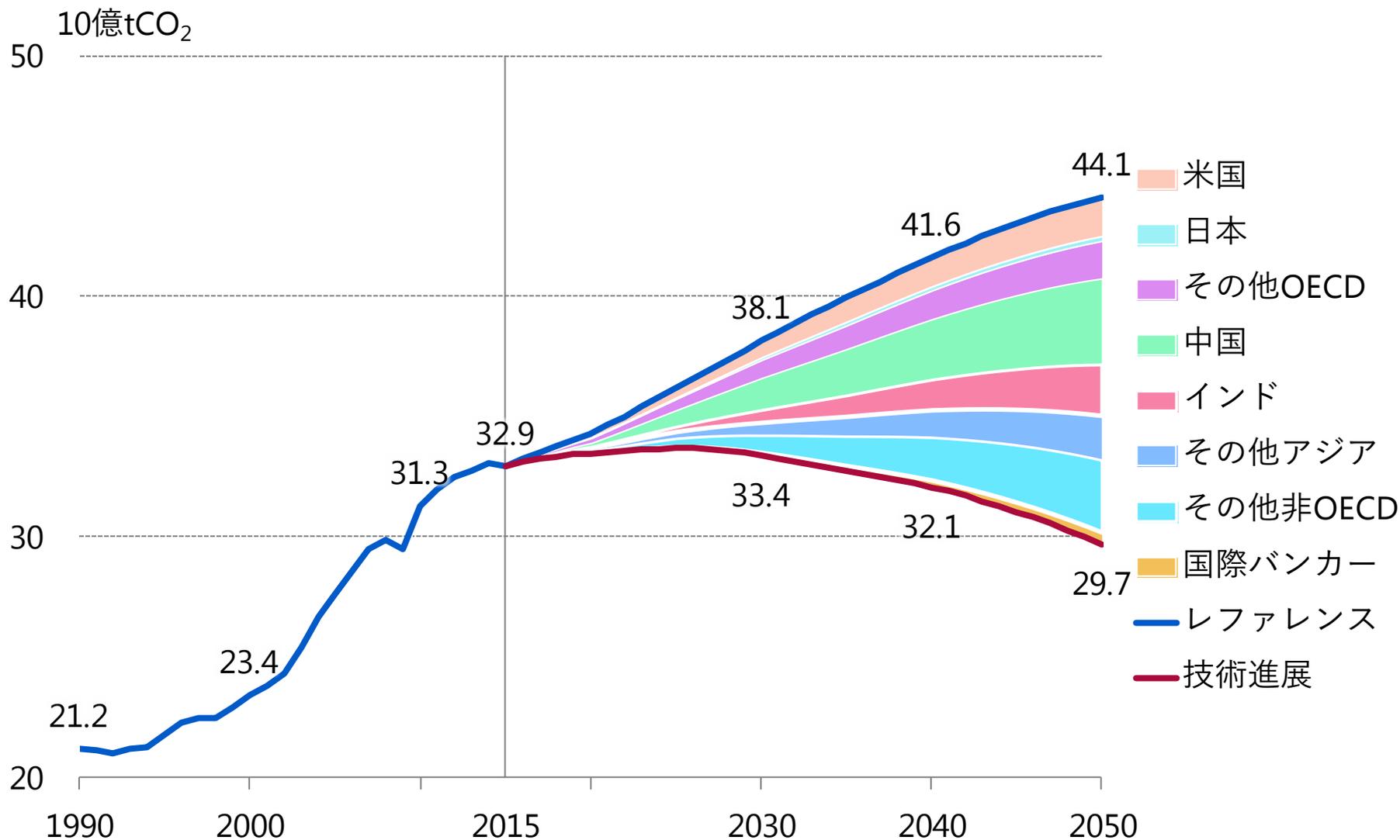
中国

インド



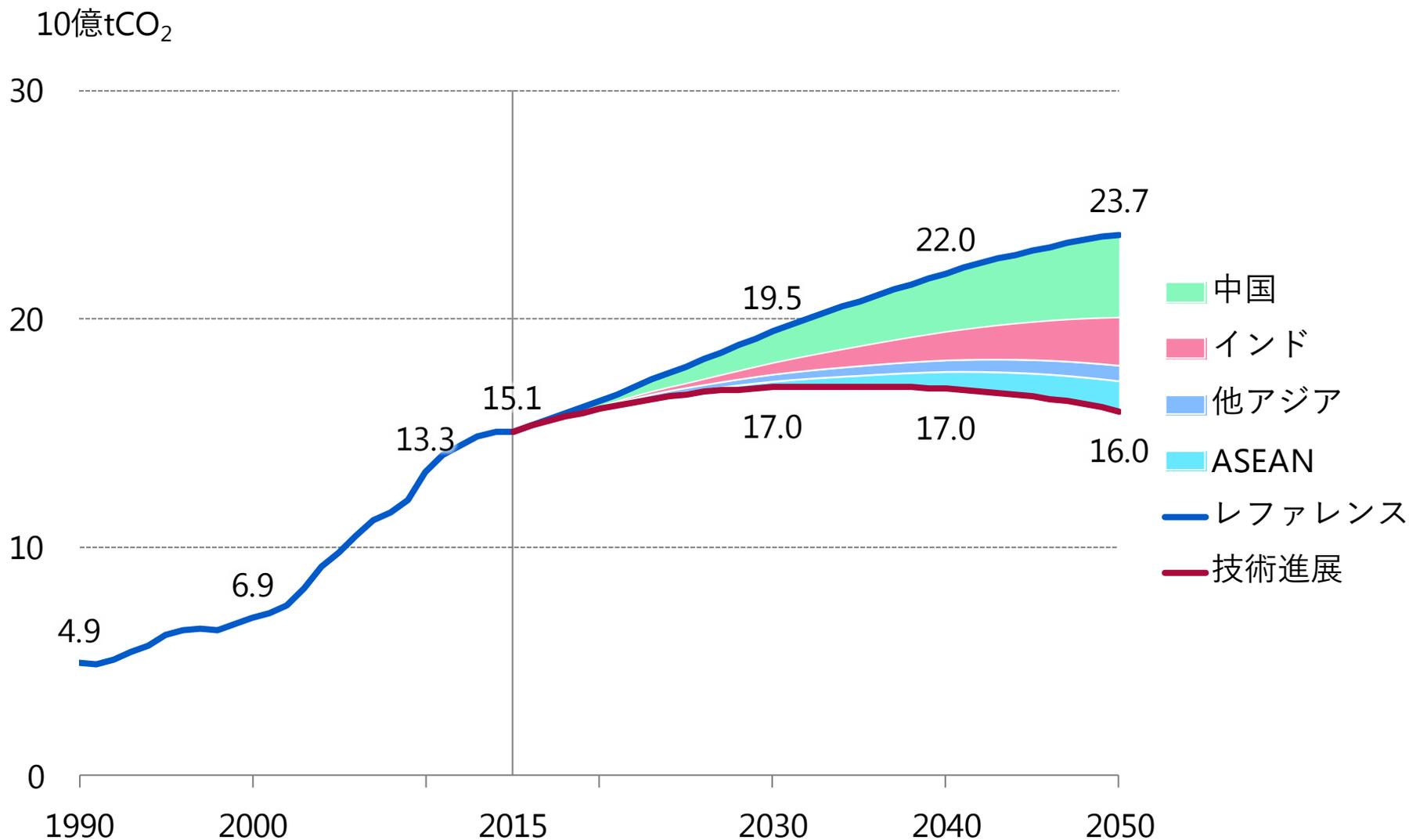
世界のCO₂排出削減(地域別)

技術進展シナリオ



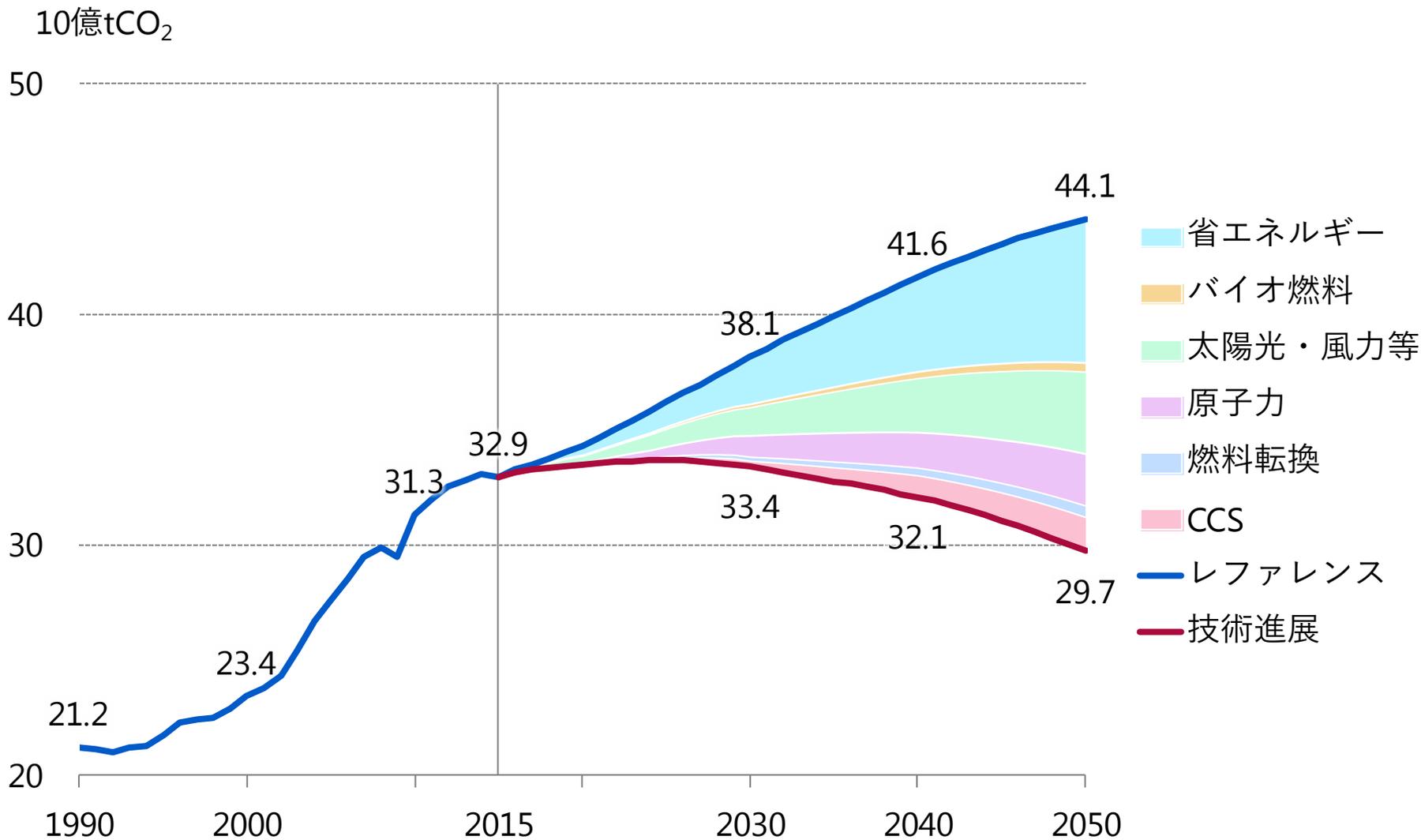
アジアのCO₂排出削減(地域・国別)

技術進展シナリオ



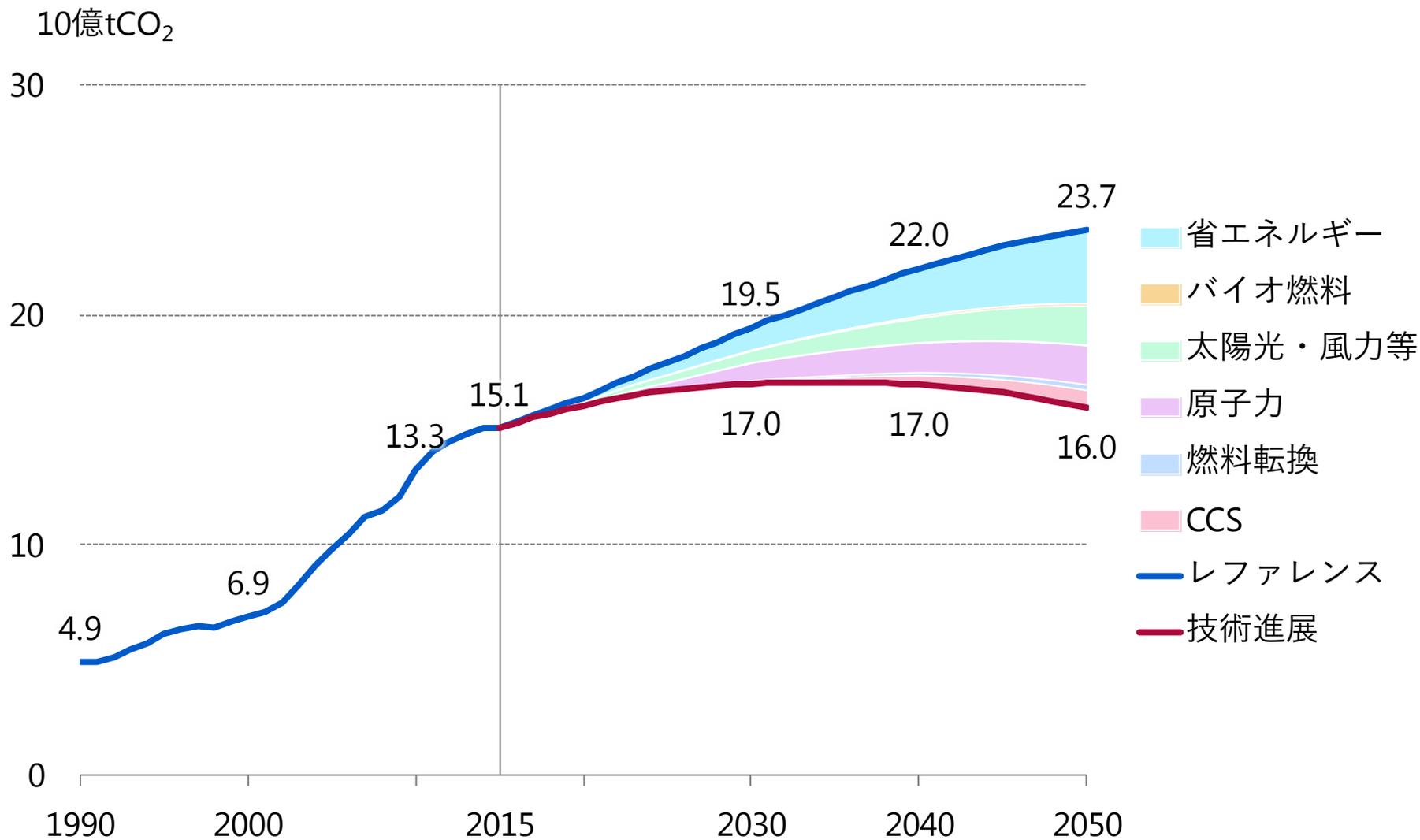
技術による世界のCO₂排出削減

技術進展シナリオ



技術によるアジアのCO₂排出削減

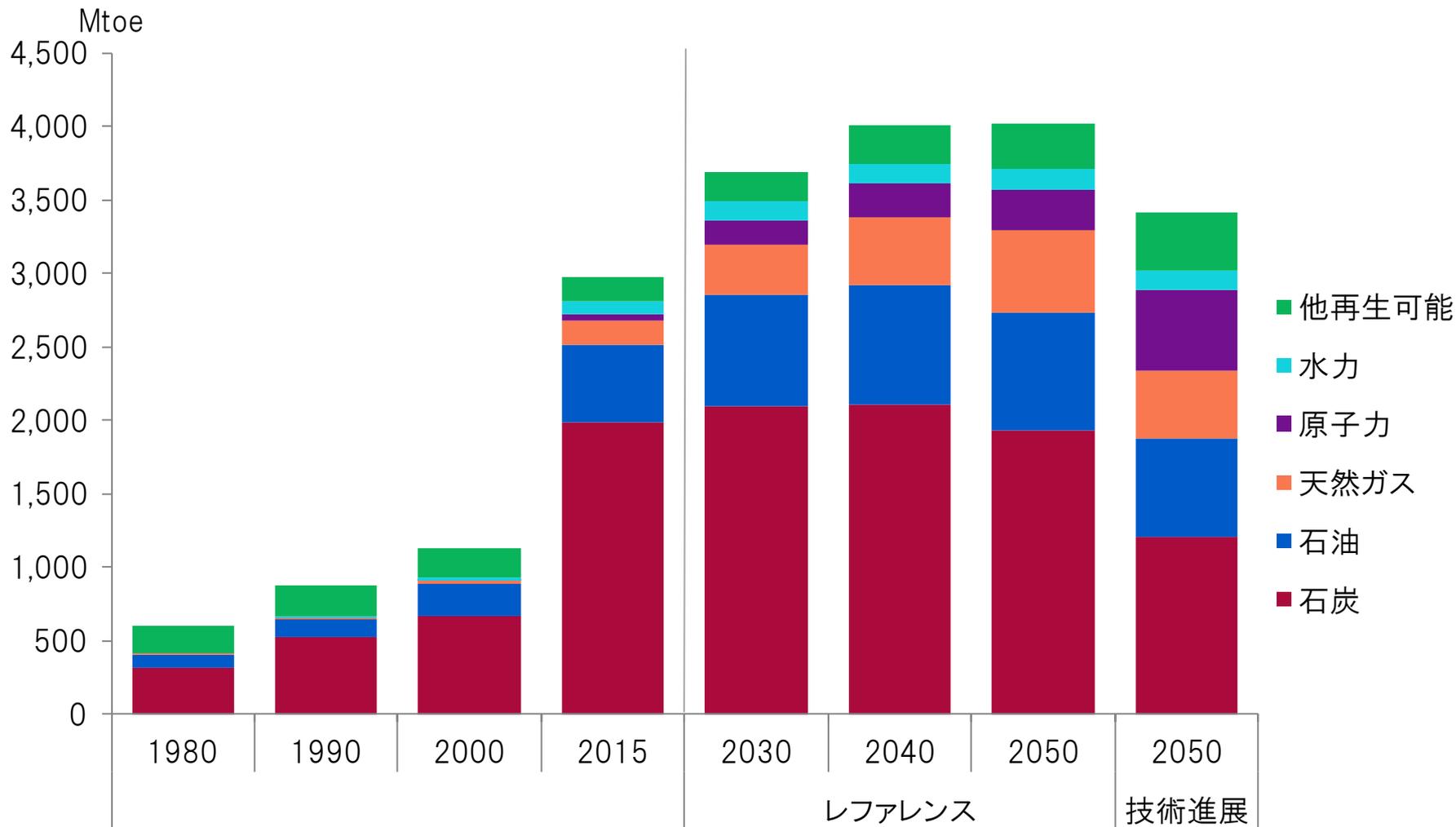
技術進展シナリオ



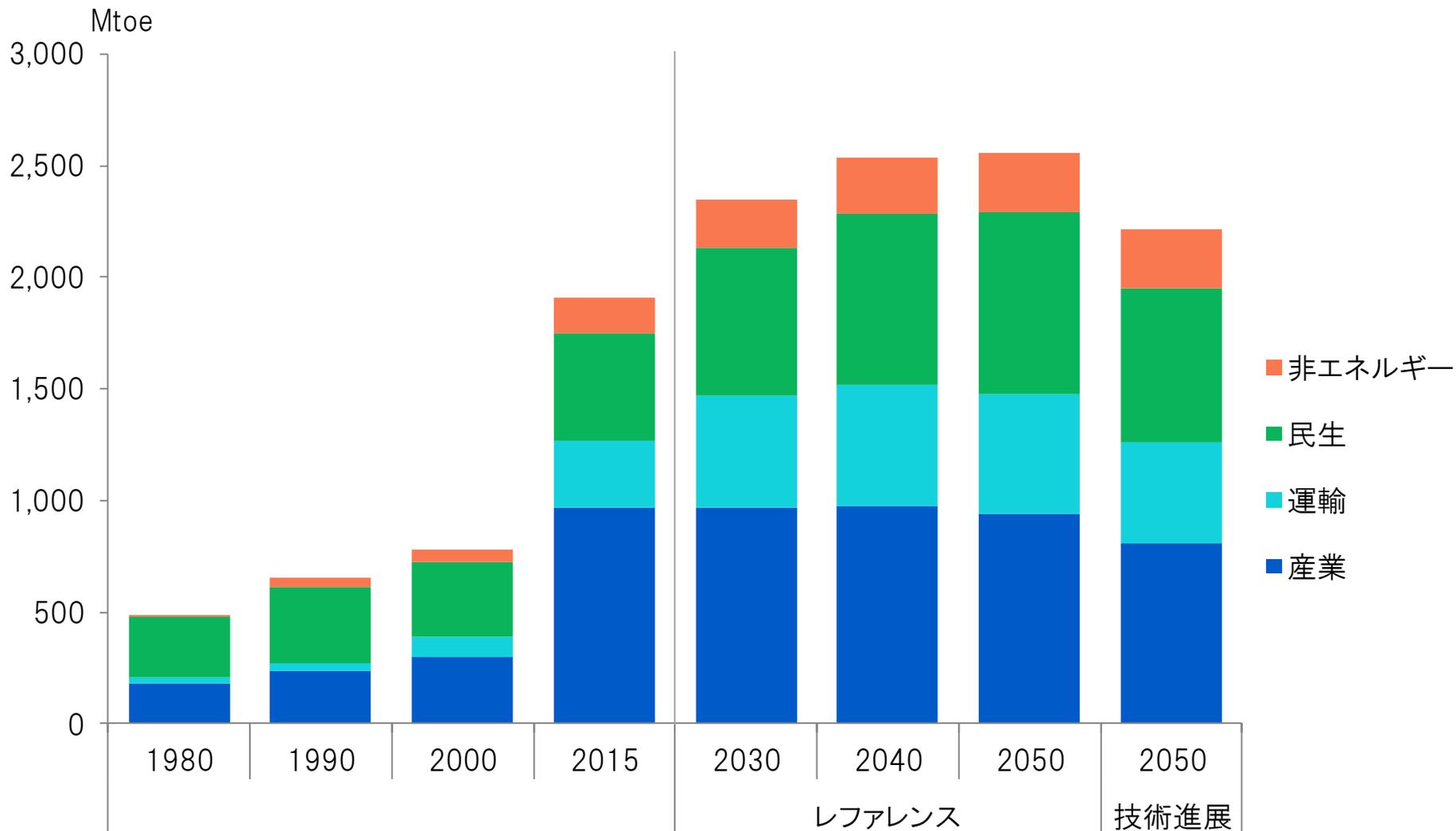
A light gray world map is centered in the background of the slide, showing the outlines of continents and major landmasses.

中国、インド、ASEANのエネルギー需給

中国の一次エネルギー消費



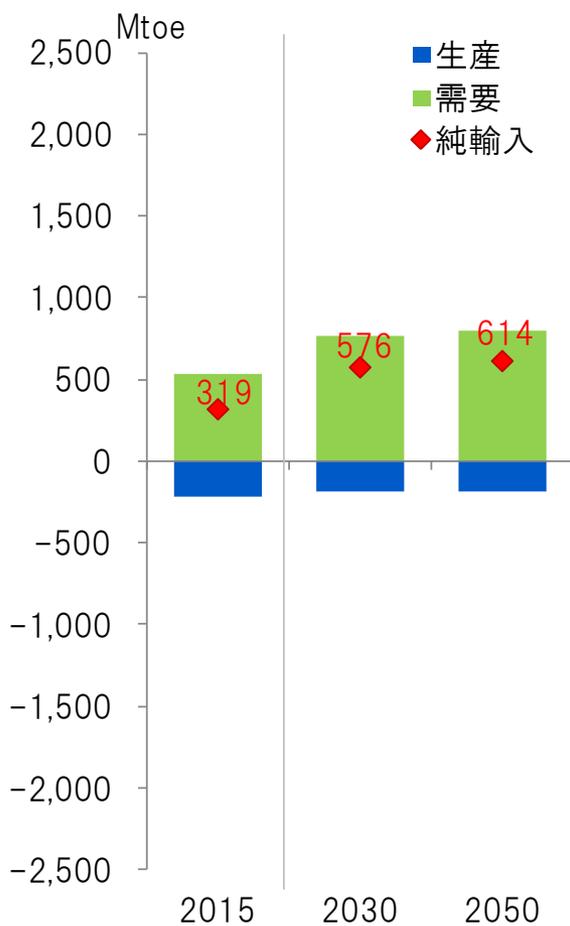
中国の最終エネルギー消費



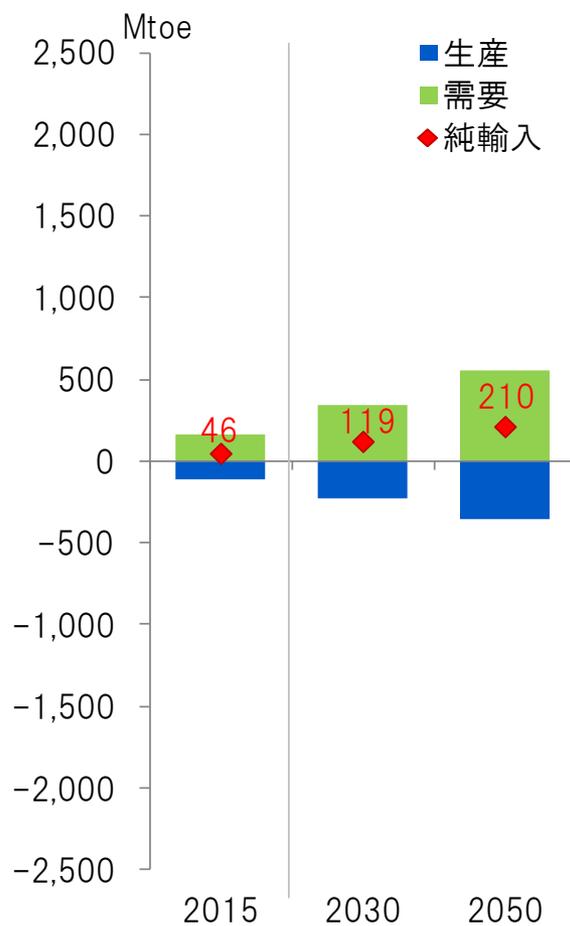
中国の化石燃料需給バランス

レファレンスシナリオ

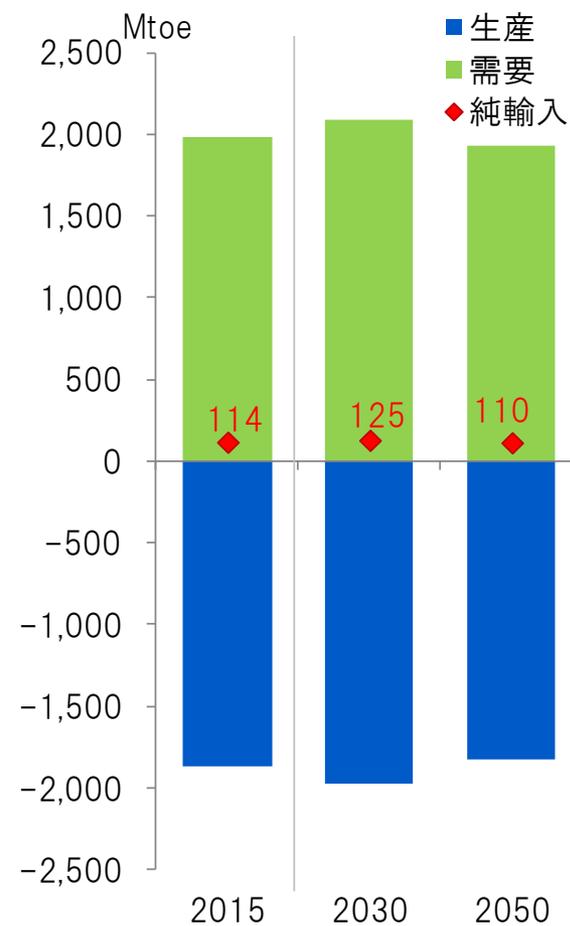
石油



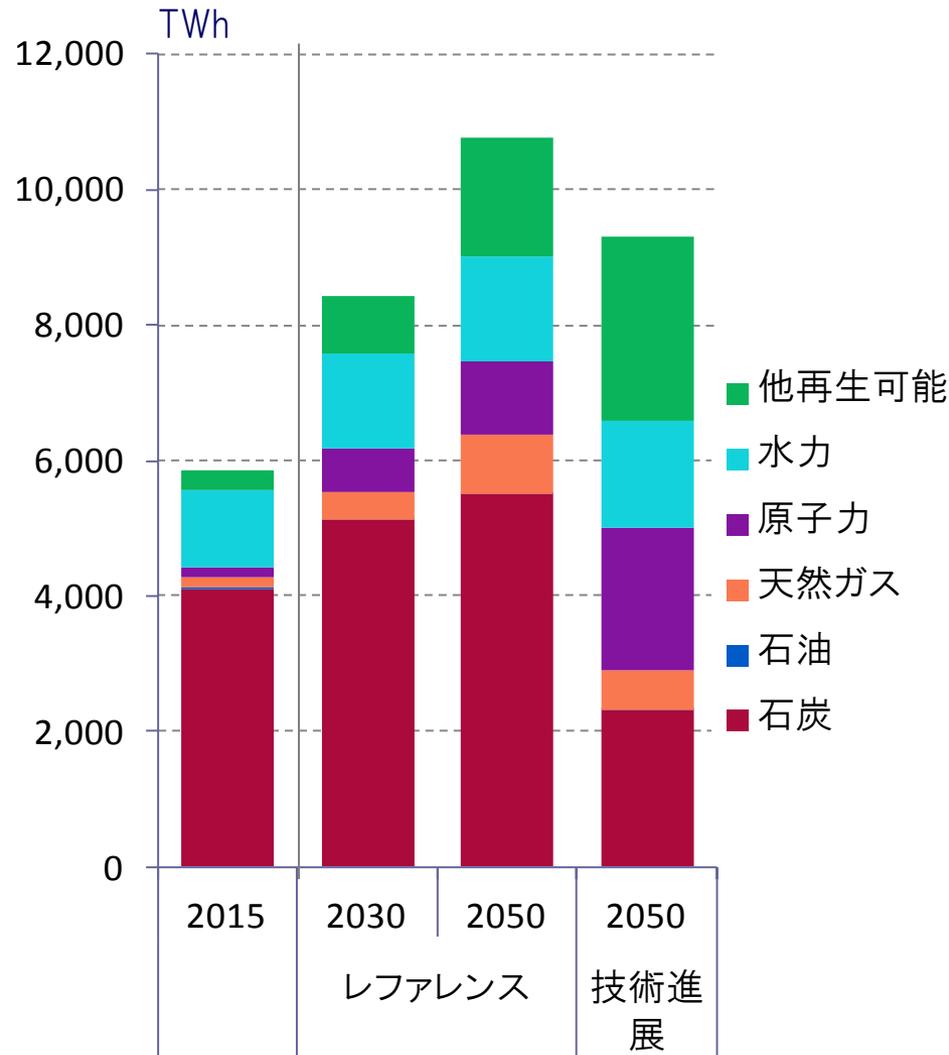
天然ガス



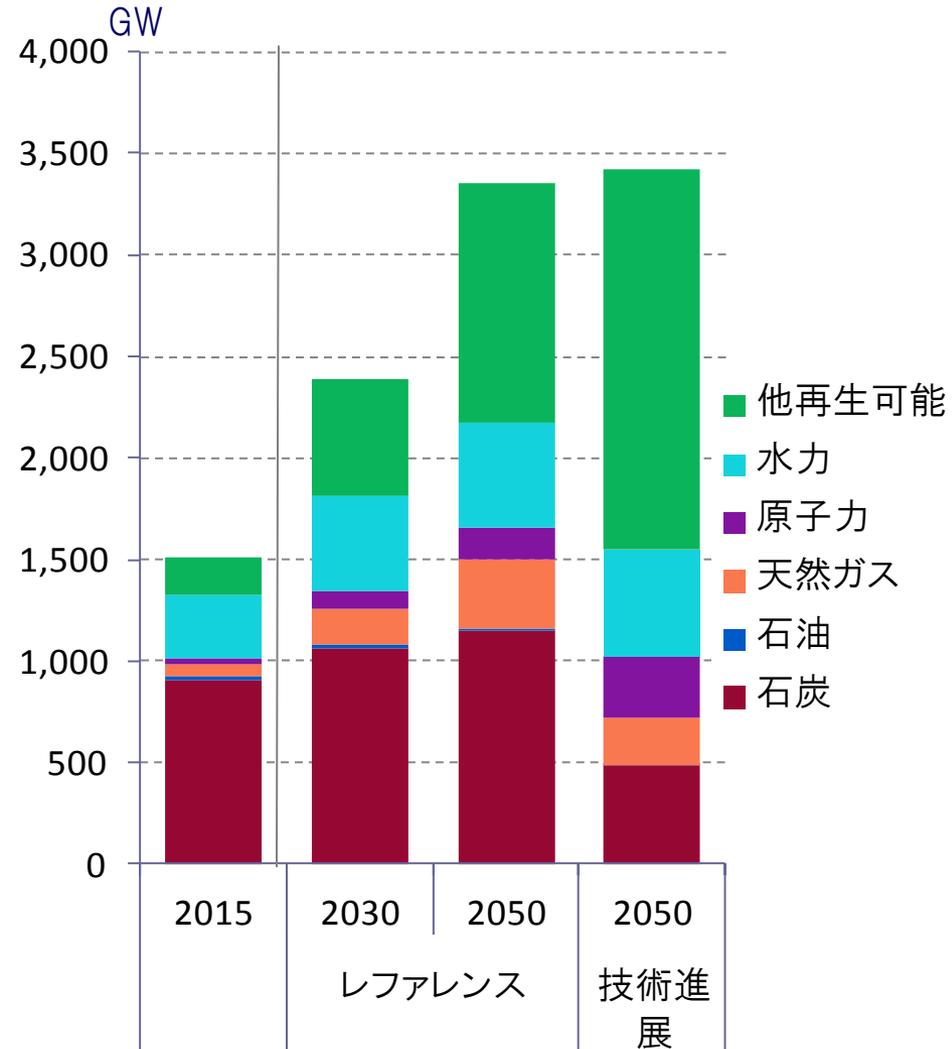
石炭



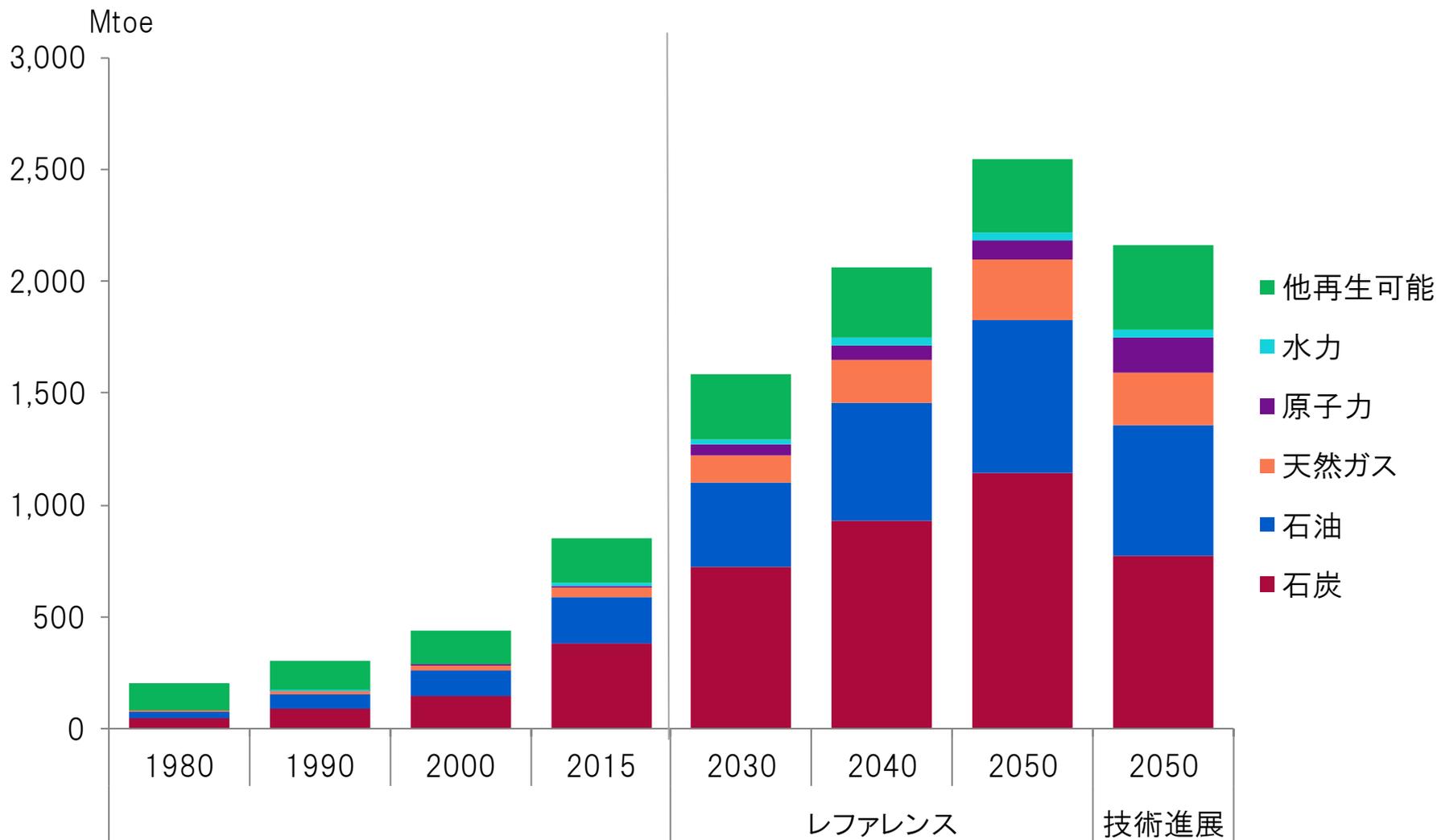
発電量



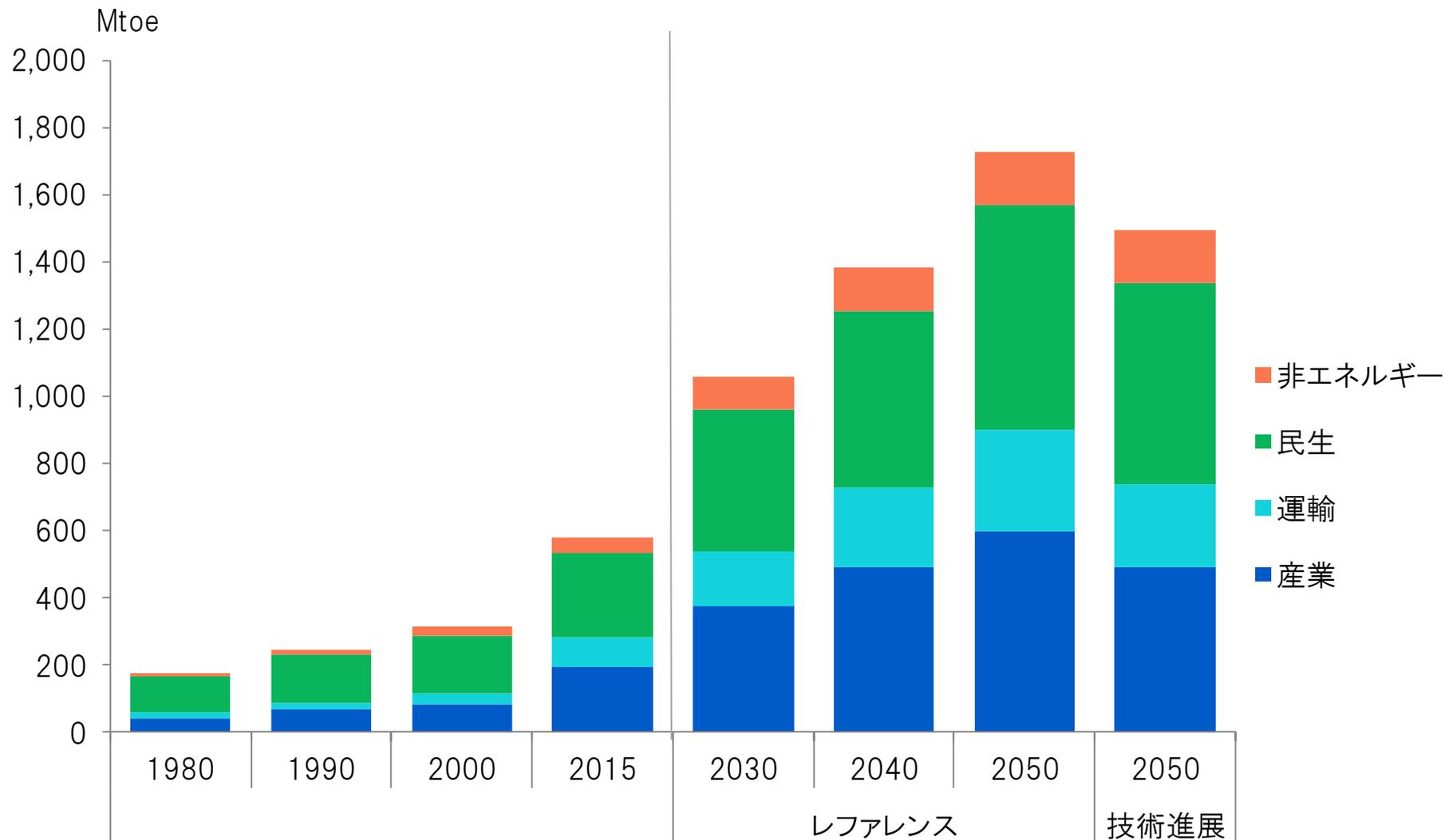
発電設備容量



インドの一次エネルギー消費



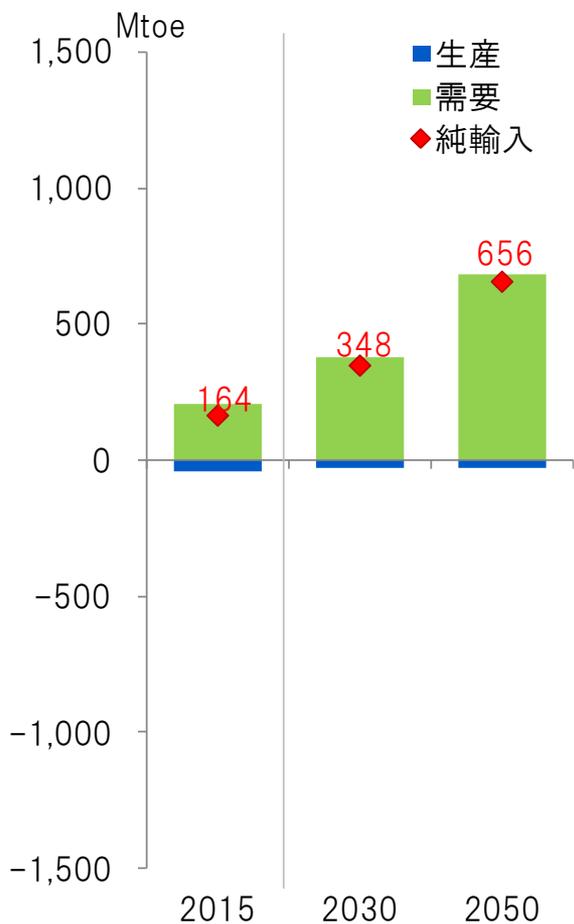
インドの最終エネルギー消費



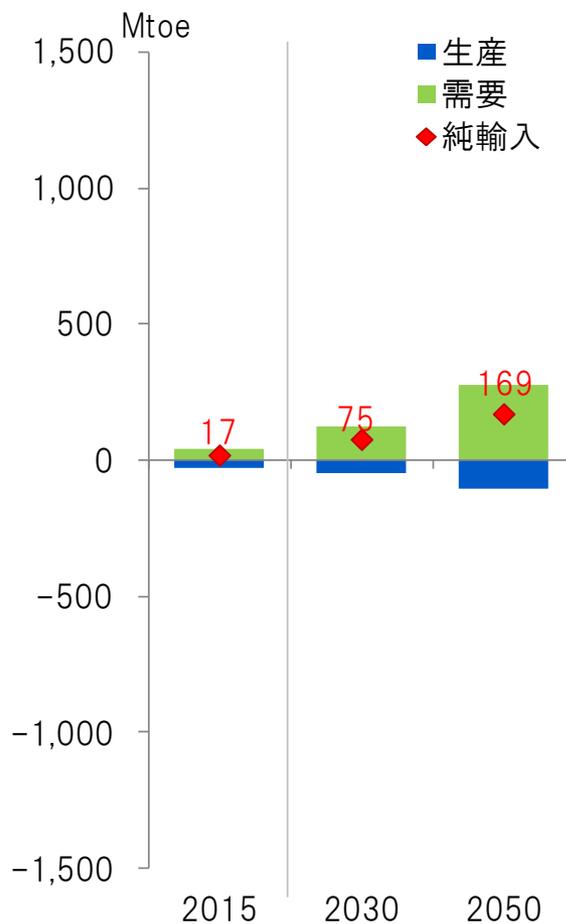
インドの化石燃料需給バランス

レファレンスシナリオ

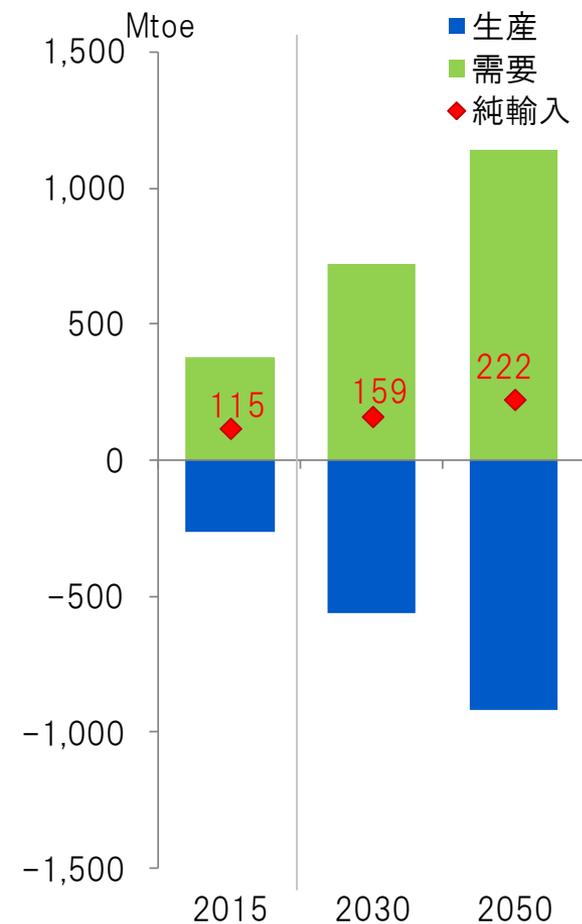
石油



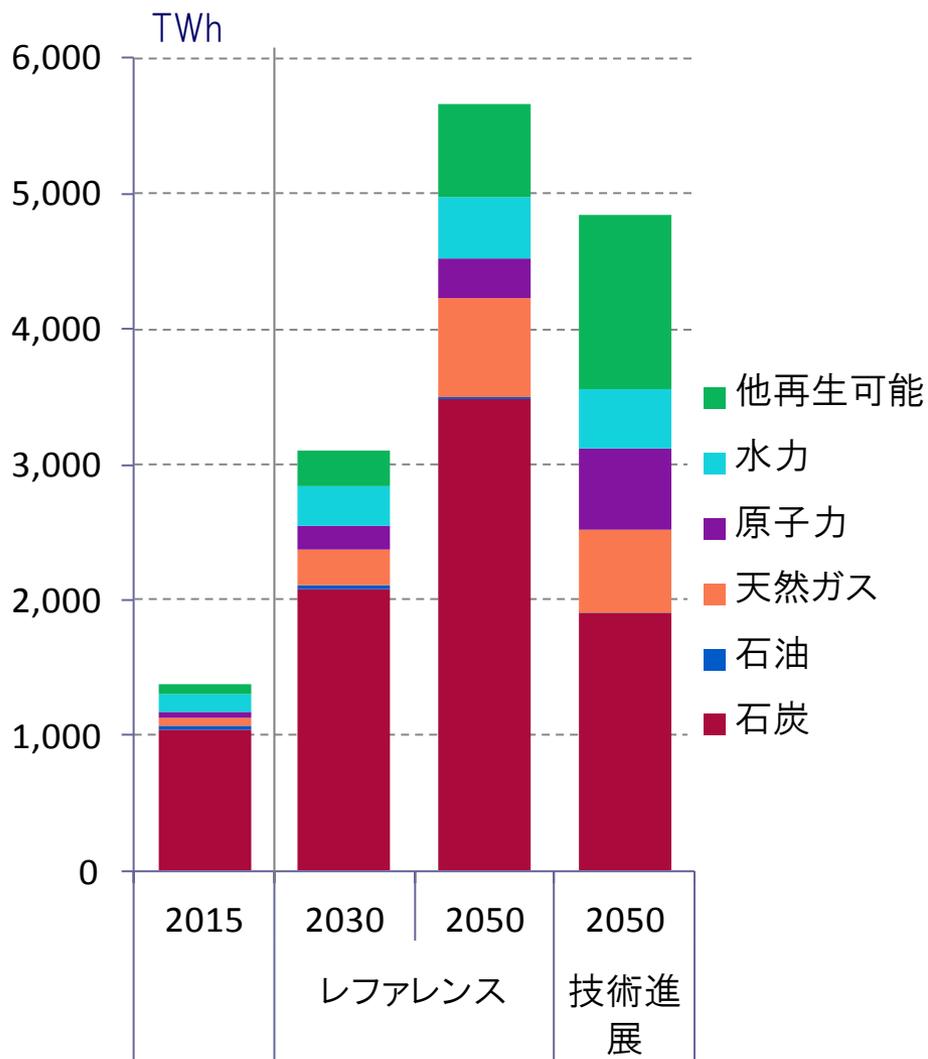
天然ガス



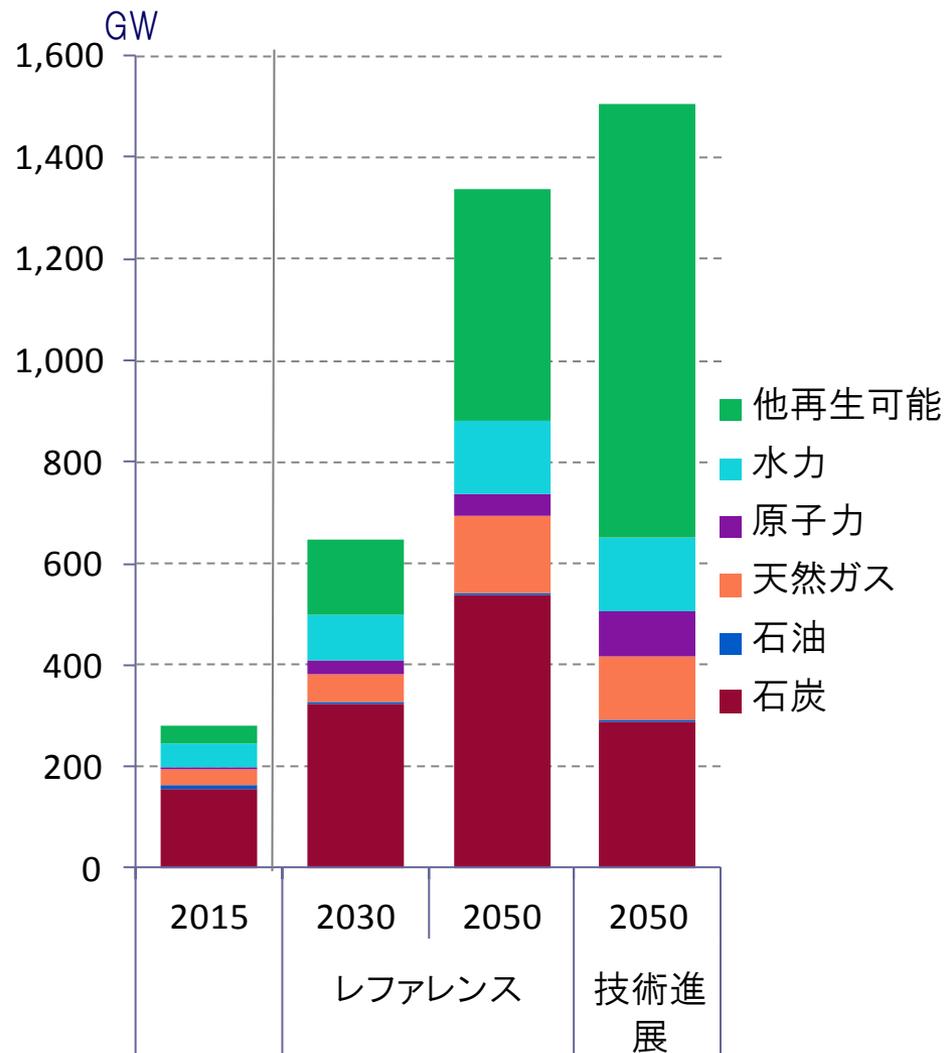
石炭



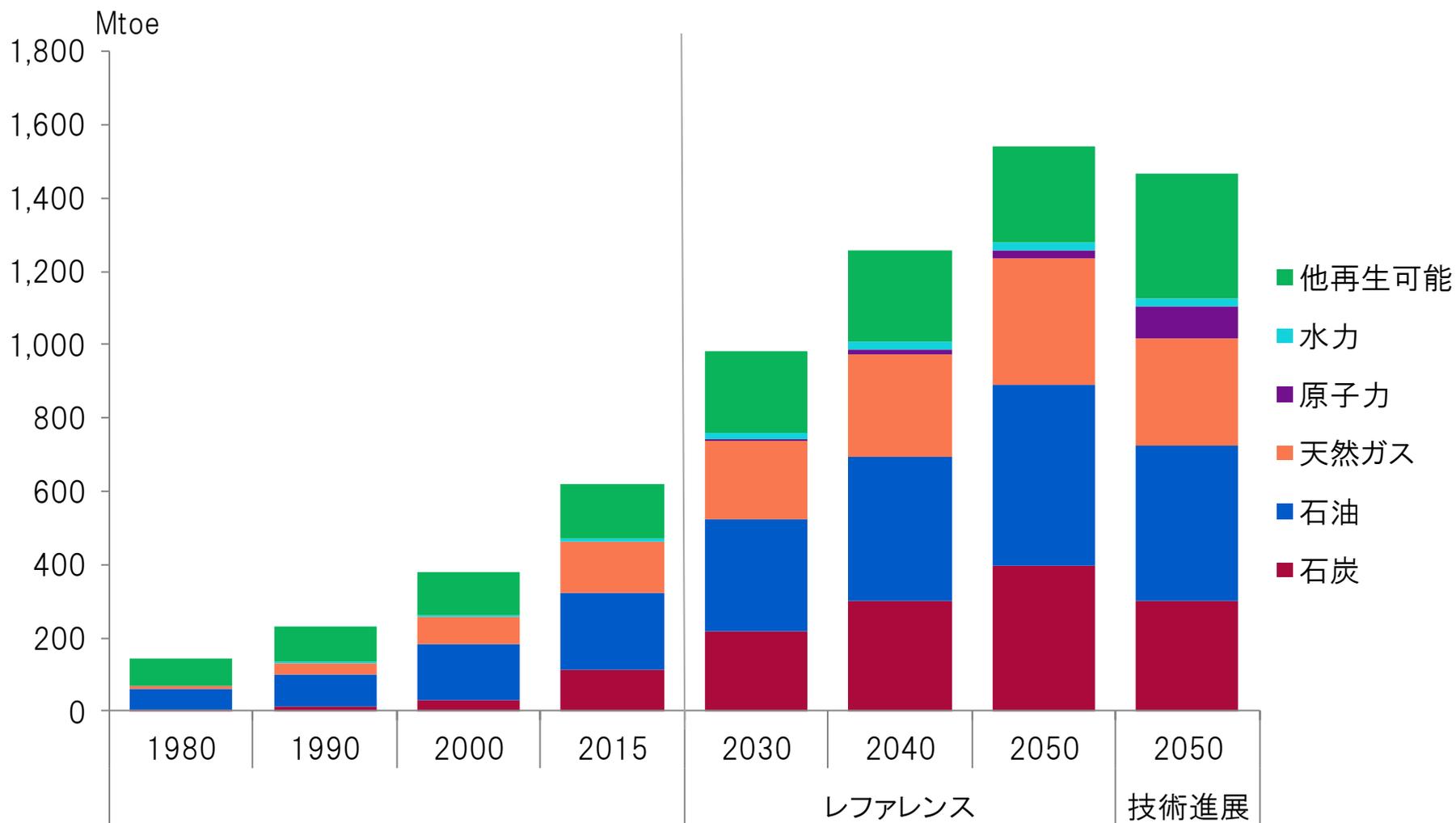
発電量



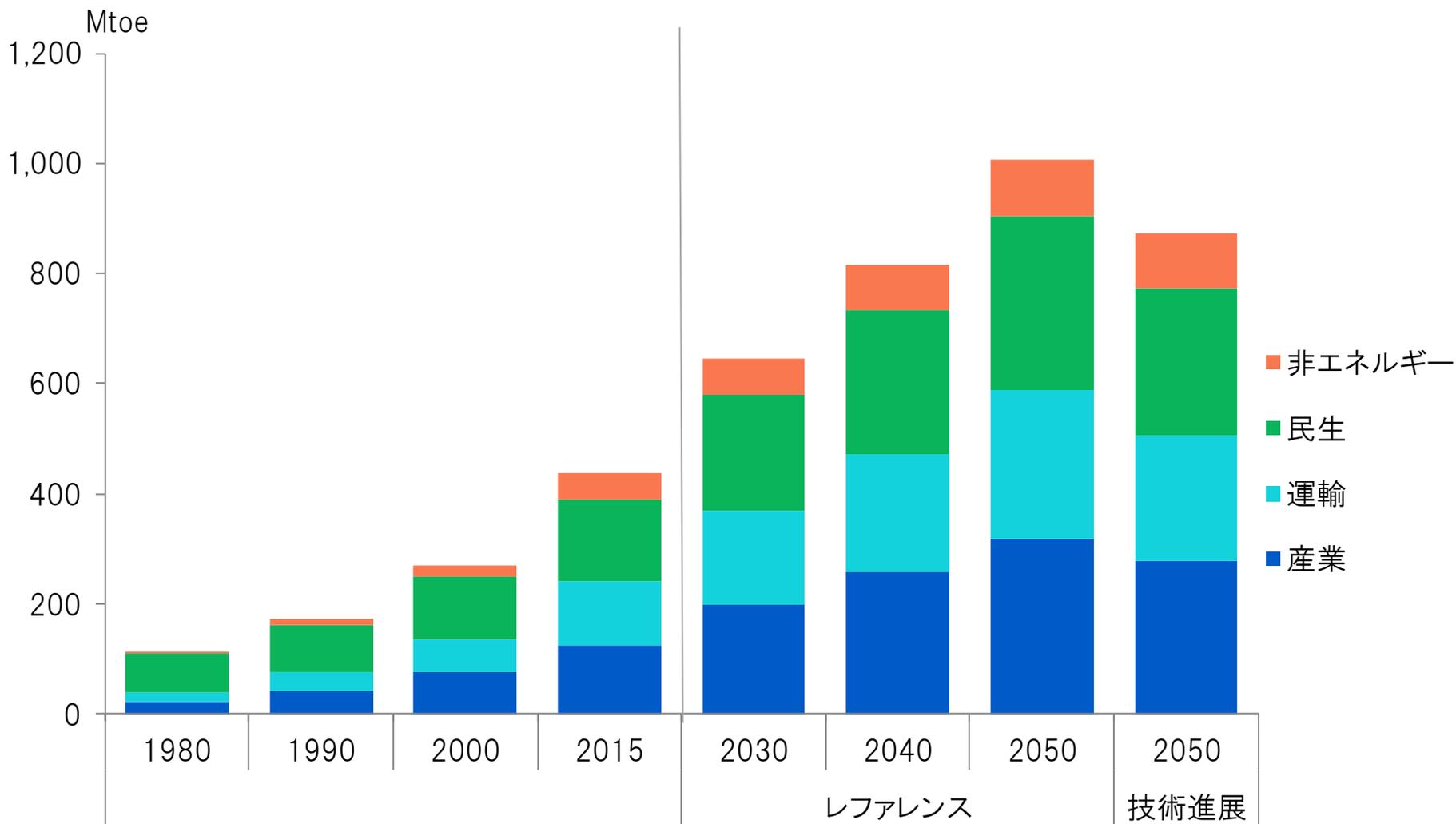
発電設備容量



ASEANの一次エネルギー消費



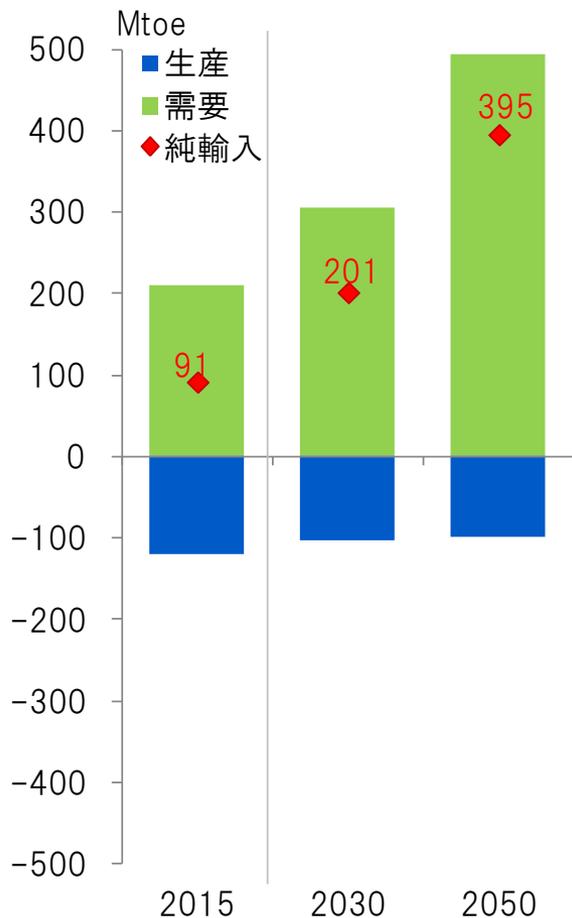
ASEANの最終エネルギー消費



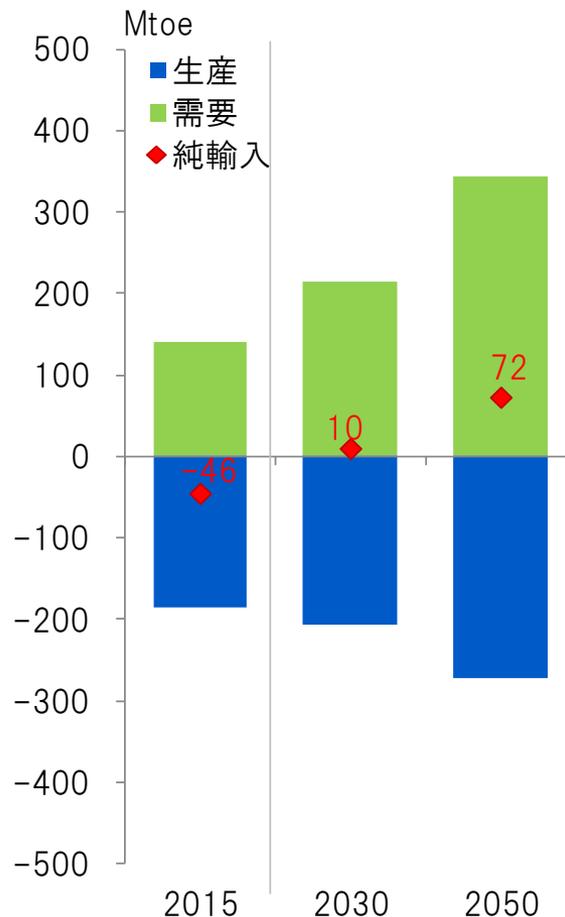
ASEANの化石燃料需給バランス

レファレンスシナリオ

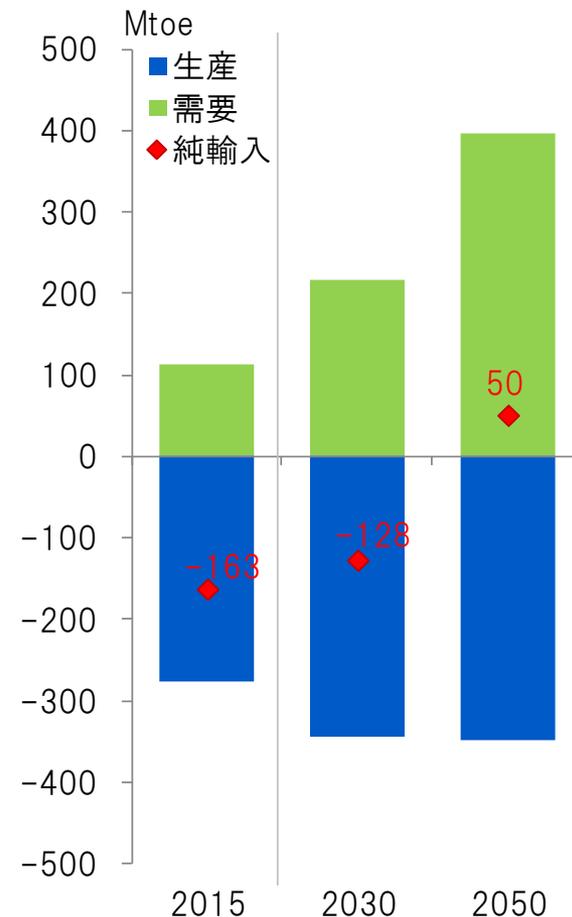
石油



天然ガス

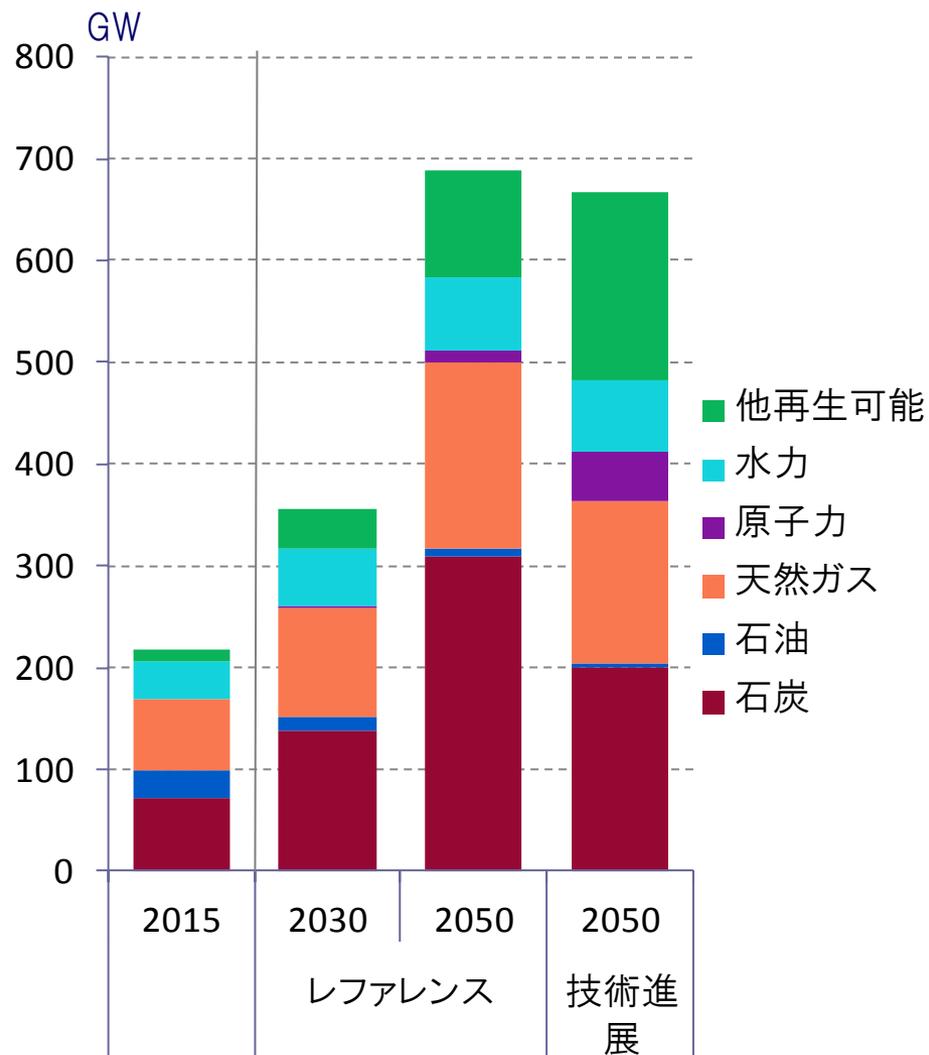
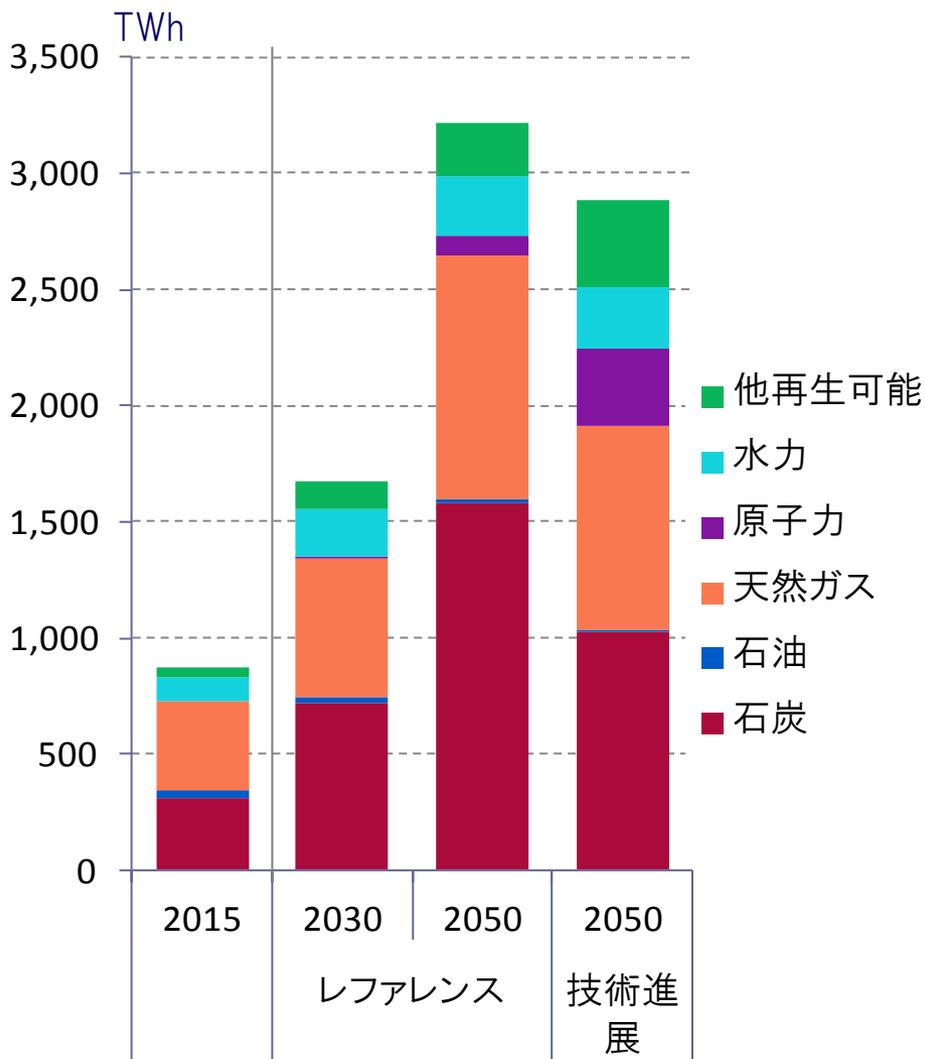


石炭



発電量

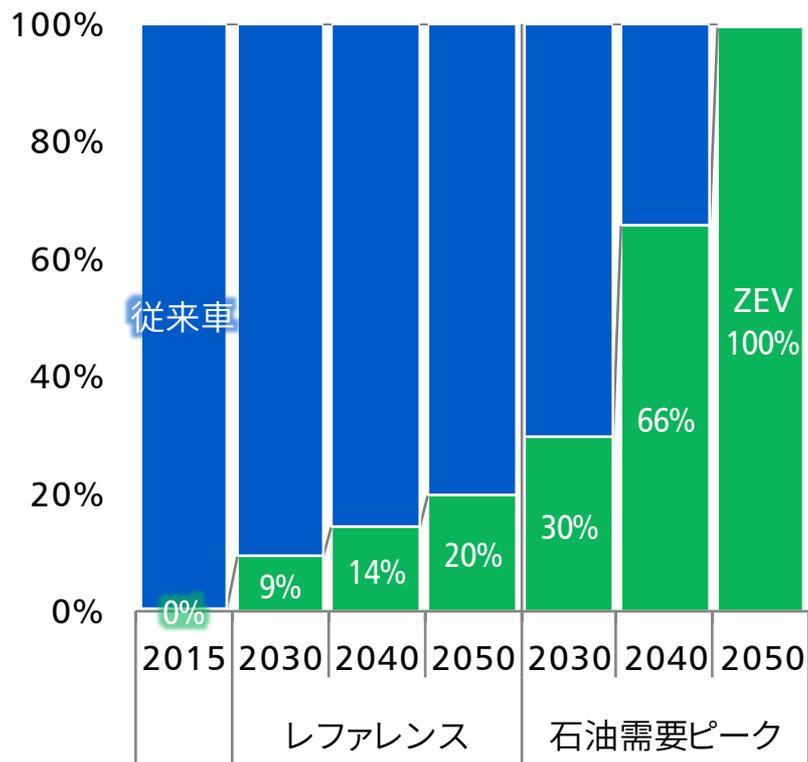
発電設備容量



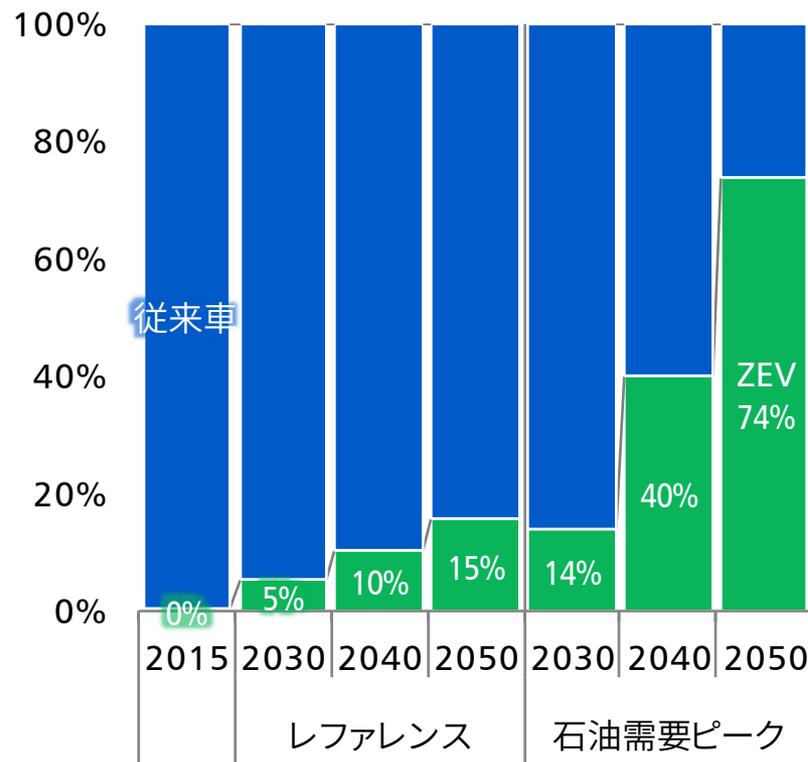
A light gray world map is centered in the background of the slide, showing the outlines of continents and major landmasses.

石油需要ピークケース

❖ 新車販売の仮定



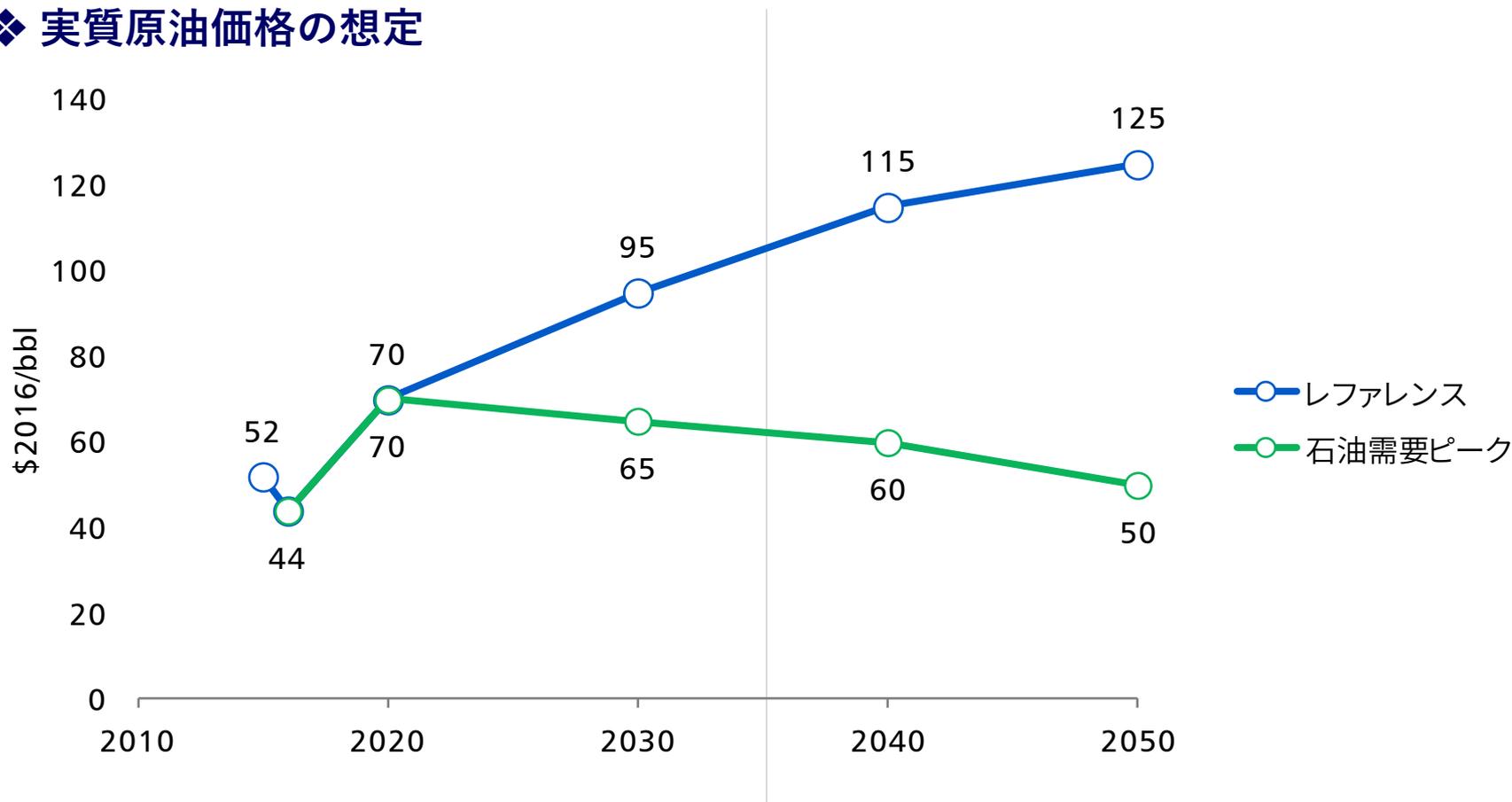
❖ 保有



注: ZEVはプラグインハイブリッド自動車、電気自動車、燃料電池自動車

ZEVの普及速度についてはさまざまな見方。「石油需要ピークケース」では、2030年に全世界の新車(乗用・貨物)販売の30%、2050年に100%がZEVになると仮想的に想定
感度分析的にエネルギー需給関連への影響を評価。なお、ZEVにより増加する電力需要は火力発電によって賄うものとする

❖ 実質原油価格の想定



需給緩和を通じて国際原油価格の下落をもたらすことになると想定

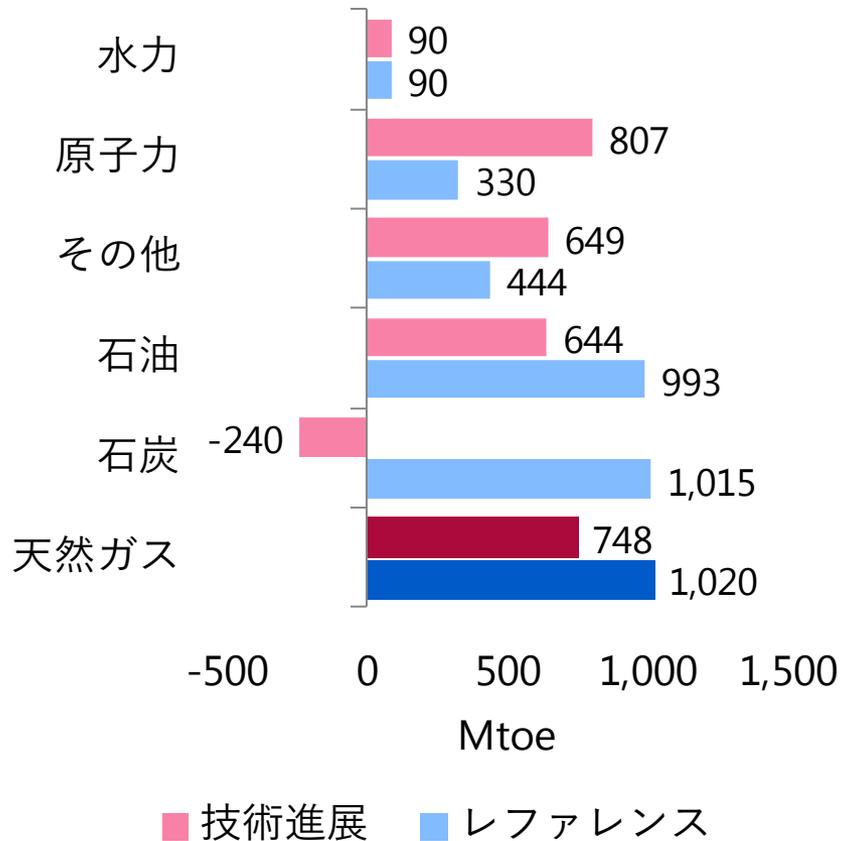
石油需要ピークケースでは、2020年代以降下落に転じ、2050年には\$50/bblまで低下

A faint, light gray world map is visible in the background, centered on the Atlantic Ocean. The title text is overlaid on the map.

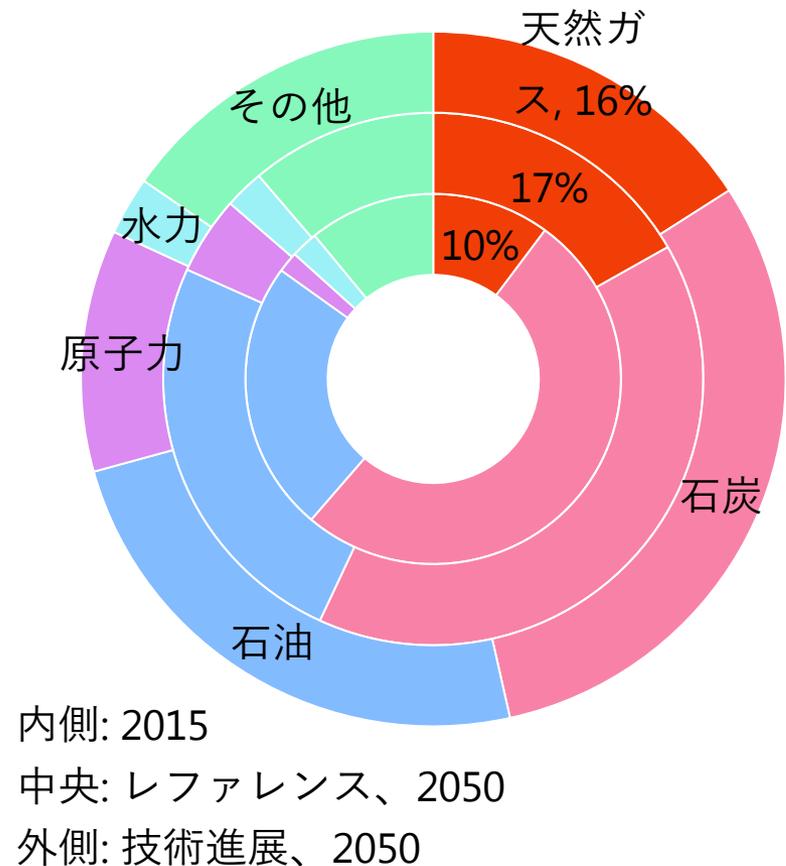
アジアでの天然ガス利活用

ガスの黄金時代がアジアにも到来

変化分(2015-2050)



シェア(2050)



足元では伸び悩んでいるとされるアジアの天然ガス需要であるが、長期的にみれば一次エネルギー源で最大の伸びを示す。

技術進展シナリオにおいても、その伸びは化石燃料の中では最大であり、そのシェアは現状より6%ポイント拡大する。

ガスの黄金時代到来をより確実なものにするために

ガス利用拡大をより確実なものにしていくためには、各国政府・公的機関による以下の分野における政策的な取り組みが重要となってくる。

● LNG取引における柔軟性の向上

アジアにおける新興LNG輸入国における需要は不確実性が高く、より柔軟な供給体制が重要。既存の長期契約における仕向け地制約の撤廃は不可欠。

2017年6月発表の公正取引委員会の調査報告書は、仕向け地制約を独占禁止法上、違法と指摘。新規契約や契約更新時だけではなく、既存契約についても、仕向け地制約の見直しを求めている。他のアジアにおける競争当局が同様の判断を下すことがあれば、仕向け地制約の撤廃がアジアのLNG市場におけるスタンダードに。

● ガス利用政策(エネルギーミックス)の作成・遂行

ガスの持つメリット(クリーン性、地理的分散、利便性)は、市場メカニズムにおいては十分に価格に反映されないため、政策的な支援が必要。

新規のインフラ投資にかかる不確実性を可能な限り低減させていくうえでも、政府による政策的なコミットメントは不可欠であり、エネルギーミックス目標のような政策が実施されることが望ましい。

● ファイナンス面での支援

巨額のインフラ投資が必要な天然ガス供給となる一方、民間の資金だけでは必要な投資額には不足。公的な支援が不可欠。

各国政府による財政支援、そうしたインフラ建設に関心を持つ企業の本国政府の輸出信用機関、世界銀行やアジア開発銀行などの国際開発金融機関など、公的な性格を持つ金融機関による資金調達面での支援が重要。

● 人材育成

急速な天然ガス・LNG需要の拡大に対し、十分な人材が、各国政府・産業の双方において不足。迅速な意思決定の妨げになっている可能性あり。

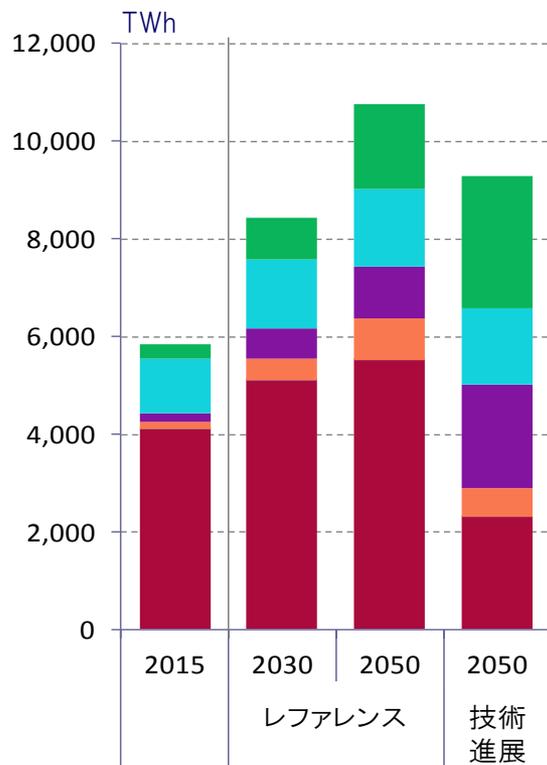
特にLNGは、他のエネルギーと比べても、取引面、安全面、環境面などの点で必要となる専門知識は多い。これまでLNGを利用してきた日本を始めとする国々が、こうした人材育成に対し積極的な役割を果たしていくことができれば、アジアのLNG利用拡大を促すうえでも大きな推進力となる。

A light gray world map is centered in the background of the slide, showing the outlines of continents and major landmasses.

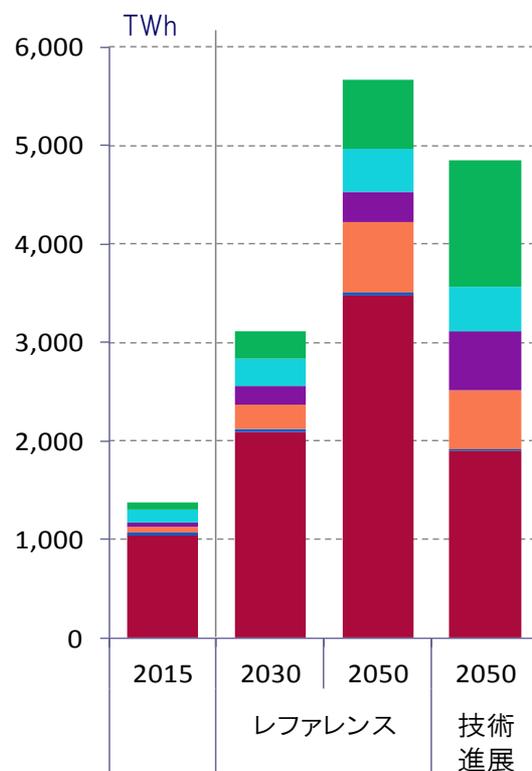
石炭の役割と高効率利用

発電電力量における石炭シェア

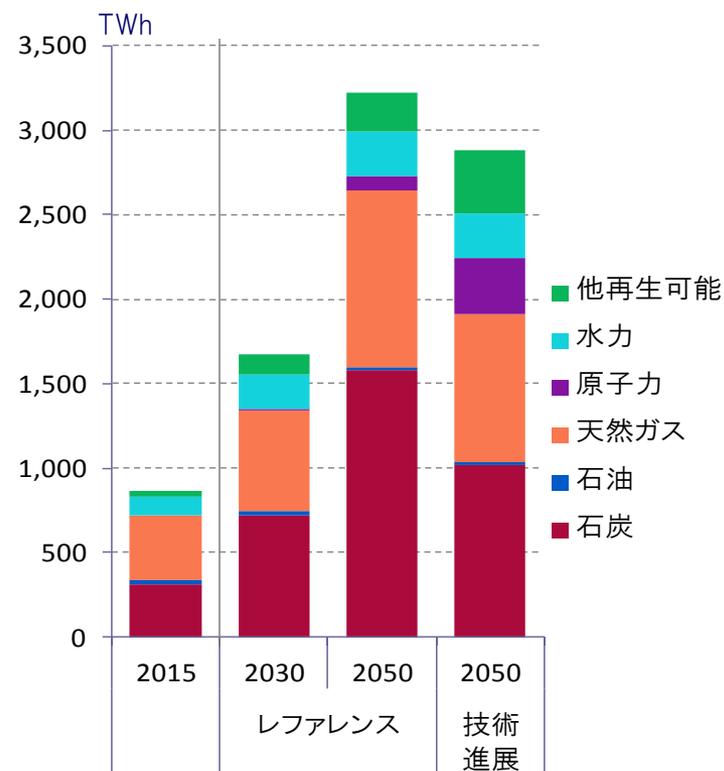
中国



インド



ASEAN

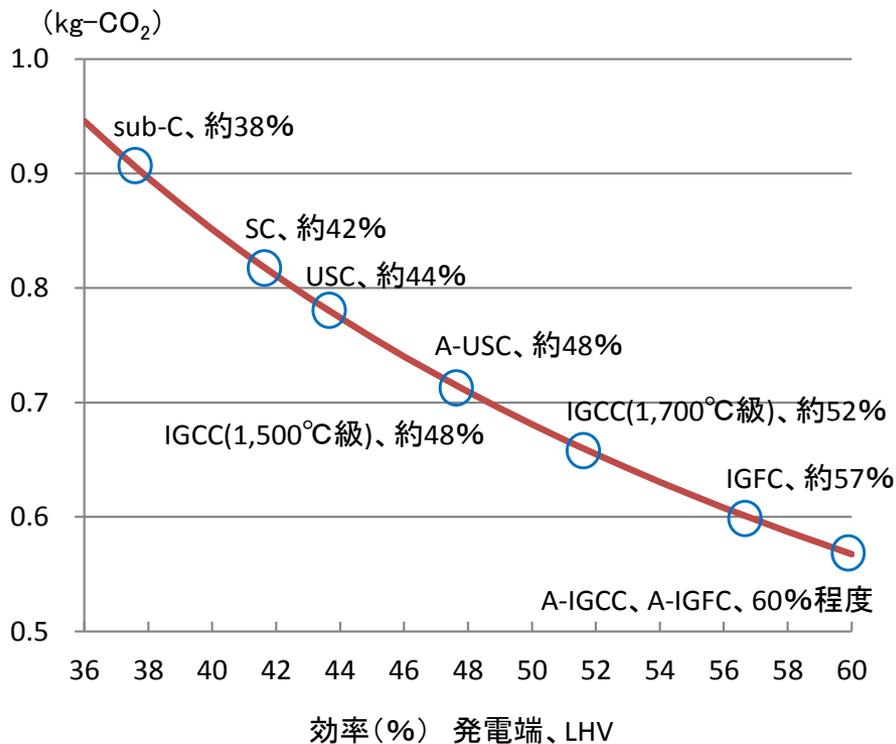


レファレンスシナリオでは、石炭火力発電からの発電電力量はインド、ASEANなどアジアを中心に増加する。

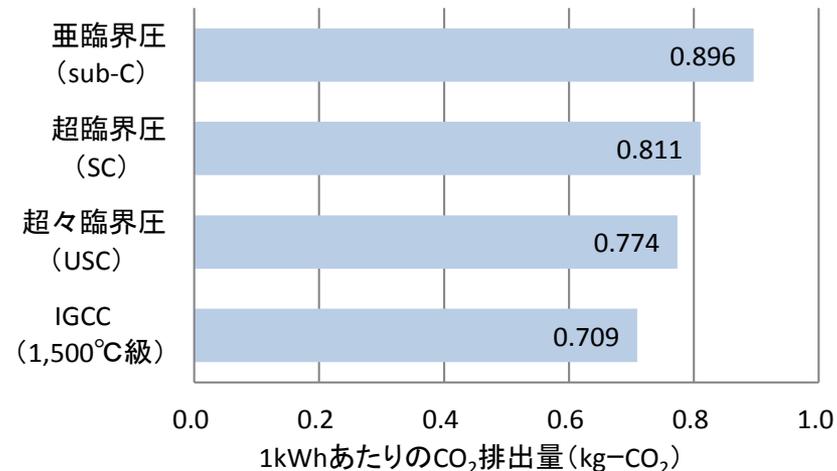
一方で技術進展シナリオでは、省エネルギー技術の進歩による電力需要の減少に加え、石炭から他電源への転換などにより、アジアにおいても石炭火力発電量は大きく減少する。

しかし、豊富な石炭資源を有するインド、インドネシア及び、他のASEAN諸国ではエネルギーセキュリティと経済性の面から今後も石炭火力発電の建設が進む。

熱効率と1kWhあたりのCO₂排出量の推移



発電技術別の1kWhあたりのCO₂排出量



石炭発電設備の設備費

	亜臨界圧	超臨界圧	超々臨界圧	IGCC
設備費(\$/kW)	1,400	1,700	1,850	2,150

出所：IEA, "World Energy Outlook 2016"を基に推定

熱効率の向上に伴い1kWhあたりのCO₂排出量は、亜臨界圧発電に対して、超臨界圧発電では90%に、超々臨界圧発電では86%に、IGCC発電では79%に減少する。

一方で、設備費は亜臨界圧発電に対してそれぞれ1.2倍、1.3倍、1.5倍と割高となる。

熱効率の向上により燃料費削減などのメリットはあるが、高効率発電技術の導入にあたっては、ファイナンス面での協力が必要である。また、IGCC発電は商用化及び量産によるコストダウンが待たれる。