



第417回 定例研究報告会

アジア/世界エネルギーアウトルック 2014

—中国・インドの低成長シナリオ及び気候変動問題の分析—

2014年10月22日

日本エネルギー経済研究所

松尾 雄司・柳澤 明

もくじ

■ 総論「世界とアジアのエネルギー需給展望」

..... スライド 3

■ トピック1「気候変動問題への対応」

..... スライド 27

■ トピック2「中国・インドの低成長シナリオ」

..... スライド 39

■ 追加資料

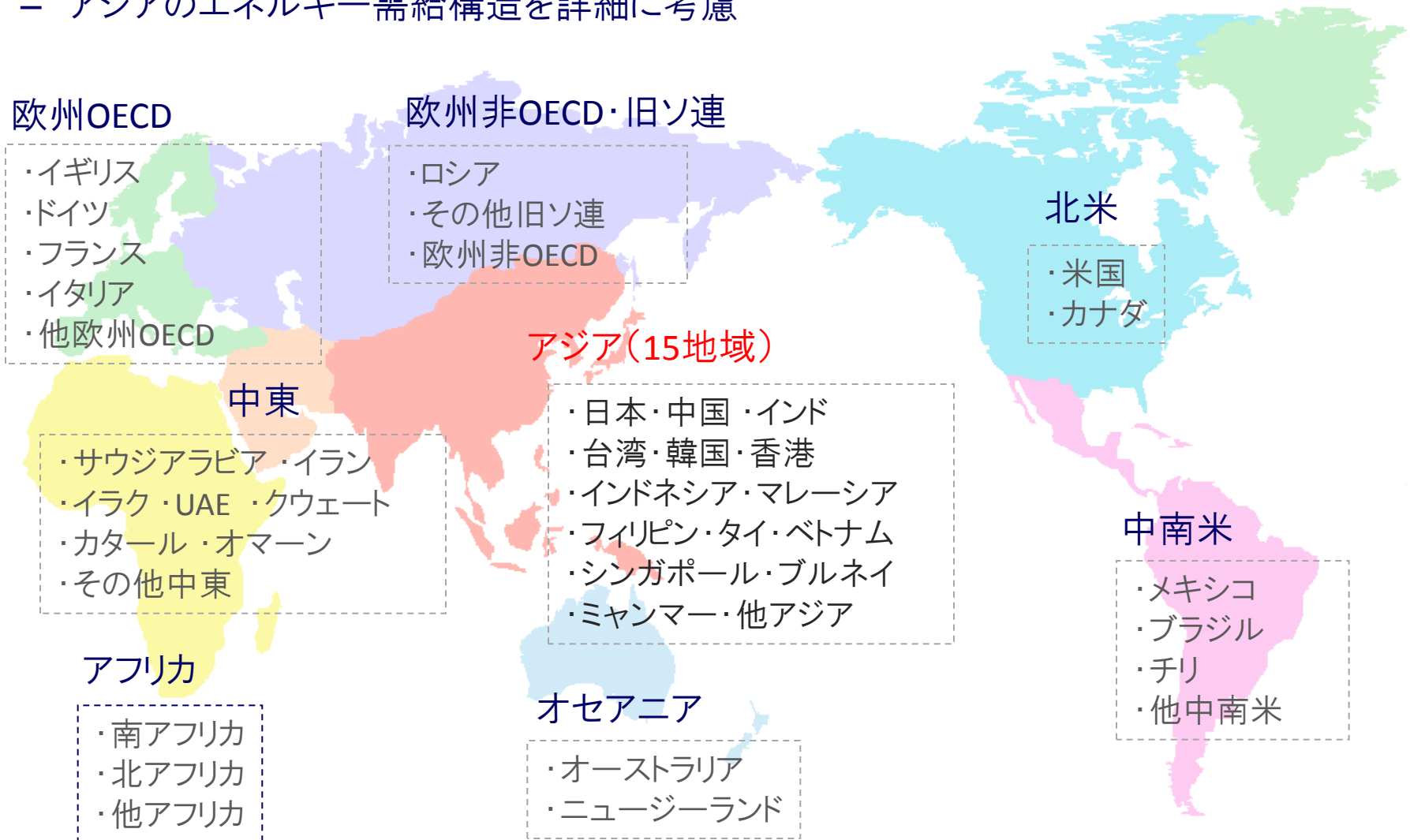
..... スライド 52

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

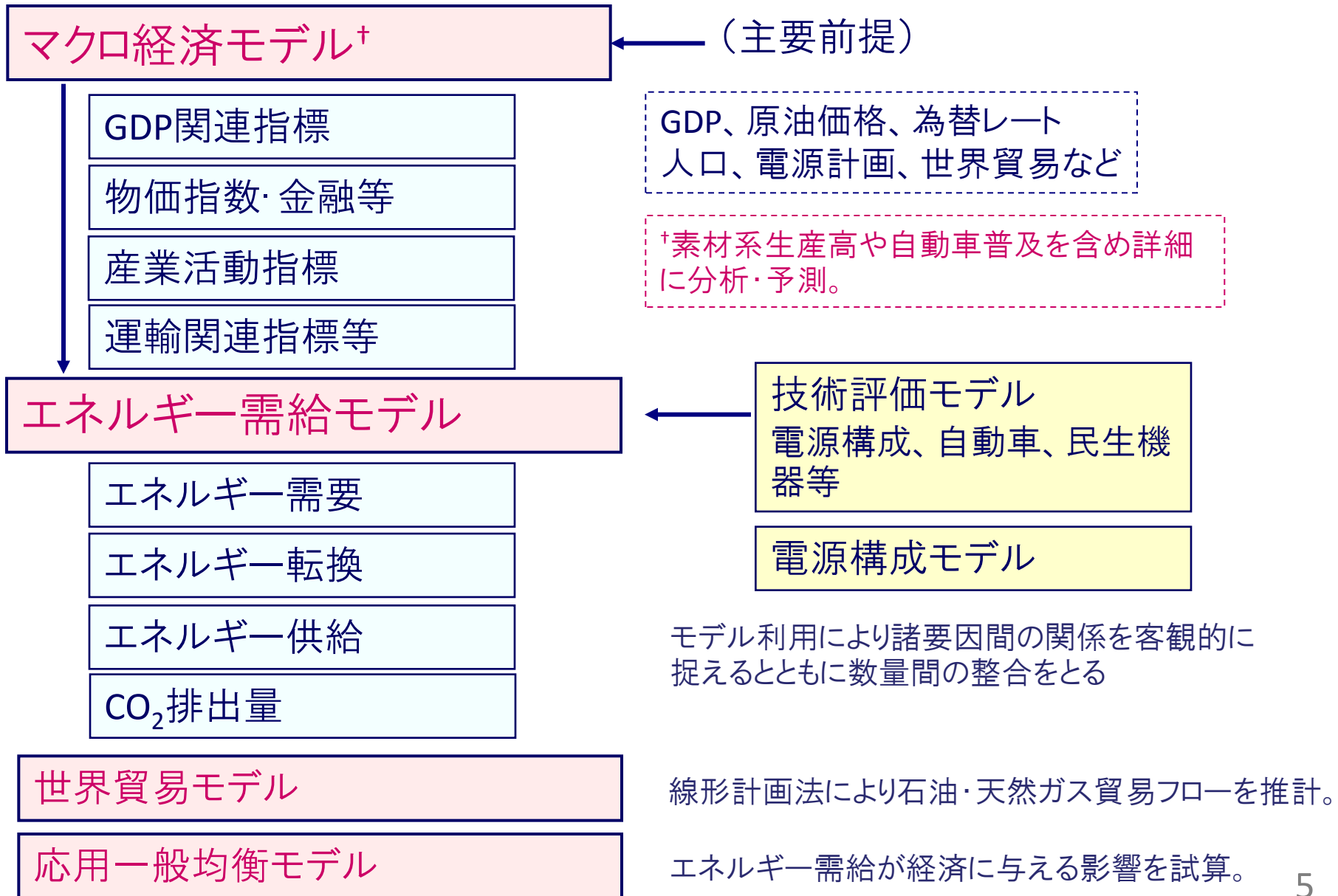
世界とアジアのエネルギー需給展望

地域区分

- 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詳細に考慮

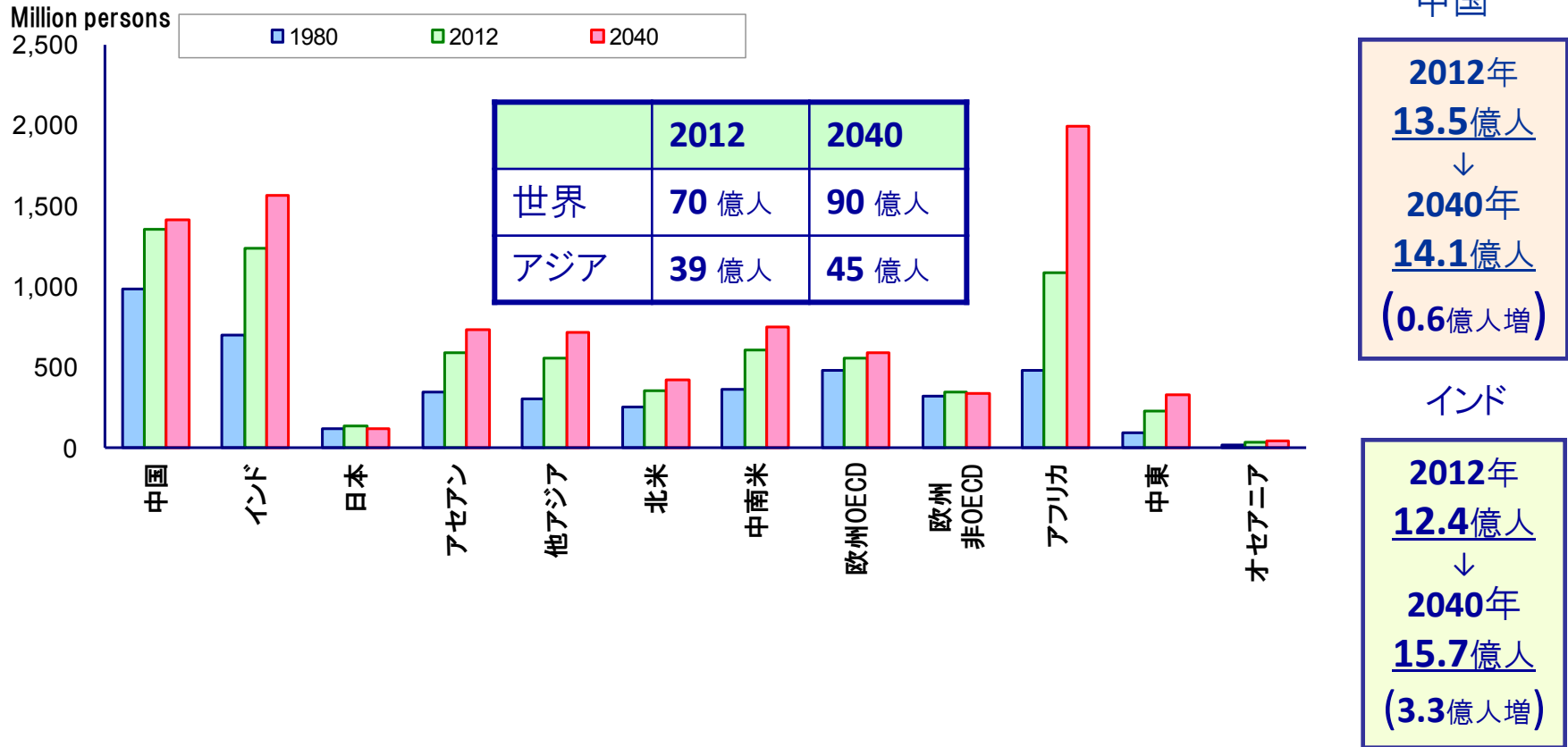


モデルの構造



主な前提条件:人口の見通し

* 国連人口予測等を元に作成

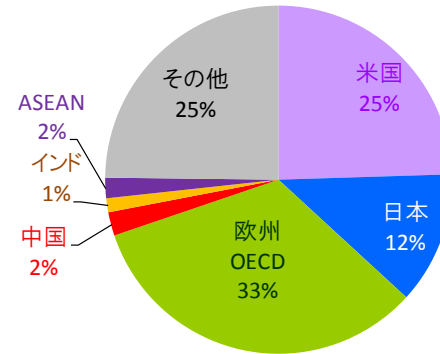


- ・ 発展途上国(非OECD諸国)を中心に人口増加が見込まれる。
- ・ 中国では少子高齢化の影響が徐々に進み、2030年頃に人口がピークアウトする。一方、医療技術の発展や食料衛生状況の改善により、インド、アフリカで急速な人口の増加が見込まれる。インドは2025年ごろに中国を抜いてアジア第1位となり、その人口は2040年に15.7億人となる。

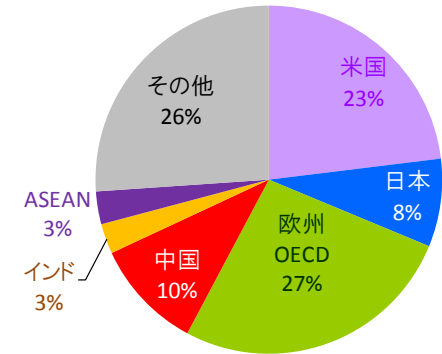
主な前提条件: 実質GDP成長率の見通し

世界のGDPシェア

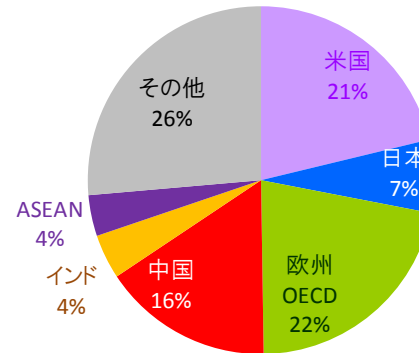
1990年(名目)



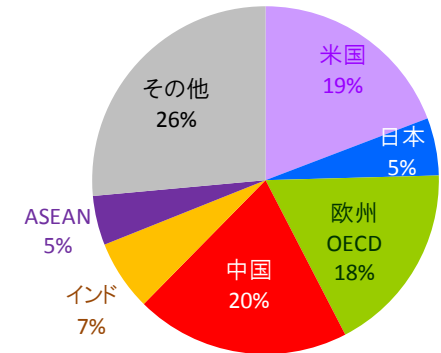
2012年(実質)



2025年(実質)

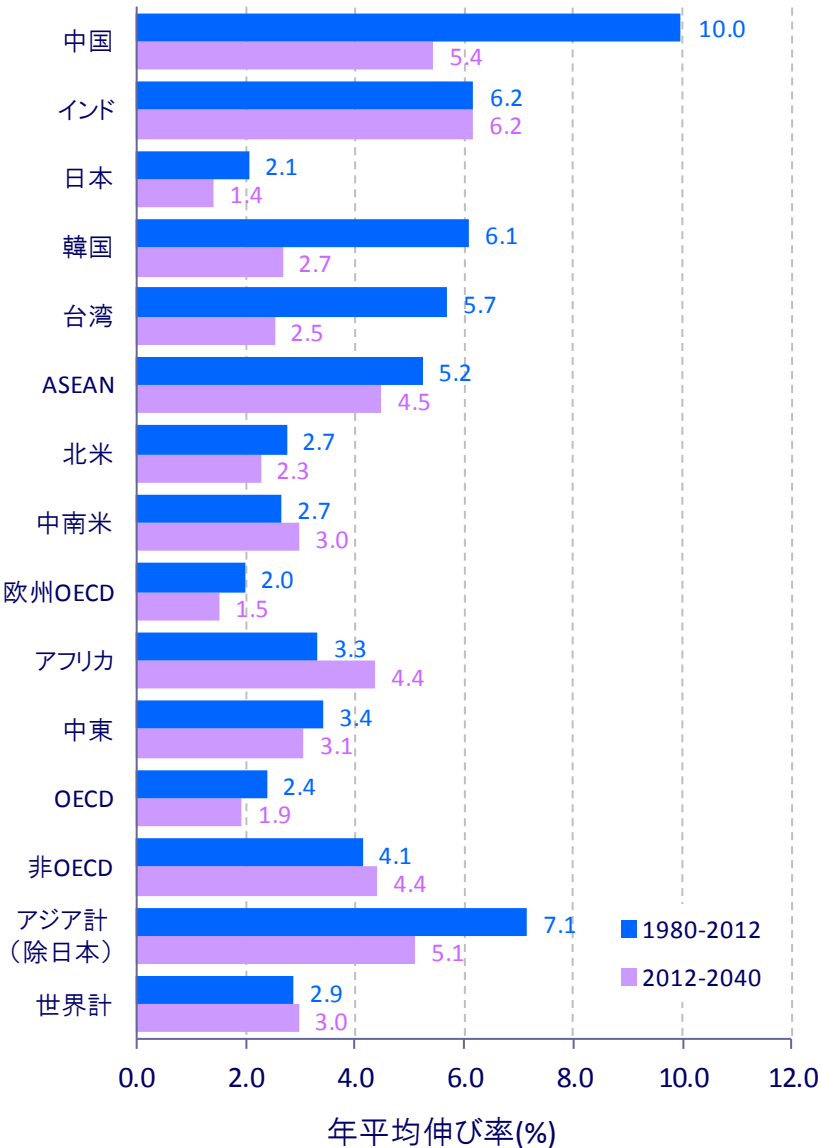


2040年(実質)



※ 実質額は2010年価格

- ・ 世界経済は様々な課題を抱えるものの、今後中長期的には堅調な成長を達成するものと想定。
- ・ レファレンスケースでは、2040年の中国の実質GDPは米国を抜き、日本の3.7倍の水準となる。インドも2030年代後半に日本を抜き、2040年には日本の1.2倍となる。



主な前提条件：一次エネルギー価格の展望

			(参考) 非在来型資源開発促進ケース						
			2013	2020	2030	2040	2020	2030	2040
原油	ドル/bbl	実質	110	116	122	127	109	105	100
		名目	110	133	171	217	125	147	171
日本	ドル/t	実質	834	702	726	752	626	592	562
		名目	834	806	1,016	1,283	720	829	959
天然ガス	日本	実質	16.1	13.6	14.0	14.5	12.1	11.4	10.9
		名目	16.1	15.6	19.6	24.8	13.9	16.0	18.5
	欧州	実質	10.6	10.9	11.5	12.8	10.2	9.8	9.6
		名目	10.6	12.5	16.1	21.8	11.7	13.7	16.4
米国	ドル/百万Btu	実質	3.7	4.4	6.0	7.7	4.3	4.3	4.6
		名目	3.7	5.1	8.4	13.1	4.9	6.0	7.9
一般炭	ドル/t	実質	112	123	134	140	120	128	130
		名目	112	141	188	238	138	179	221

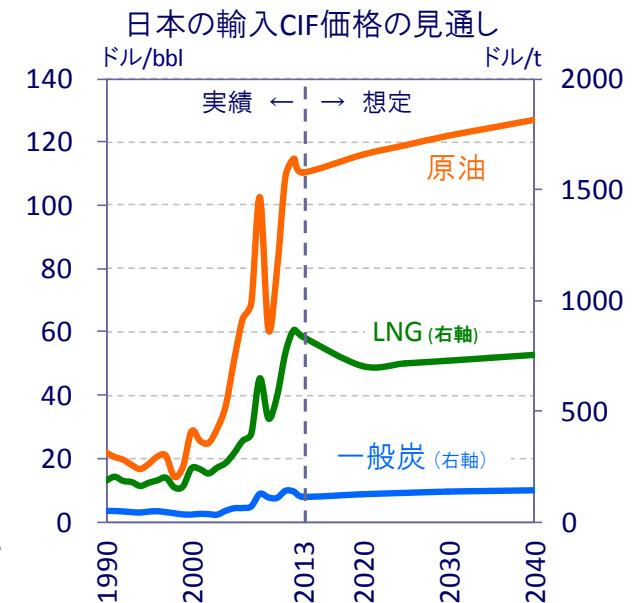
(注1) 暦年での価格、実質値は2013年価格

(注2) 日本のエネルギー価格は輸入CIF価格

・ 非OECD諸国を中心とする需要の拡大や、既存油田の減退等につれて今後原油価格は徐々に上昇する。また天然ガス価格については、地域間取引の拡大等により、現在存在する格差は縮小に向う。

・ 石炭価格は足元の安値を解消し、徐々に上昇する。

(参考) シェールガス・シェールオイル等の非在来型資源開発が最大限に進展するケースでは、供給拡大に伴い2040年の原油・天然ガス価格はレファレンスケースに比べ20~40%程度低下。世界のエネルギー需給や経済に多大な影響を与える(アジア/世界エネルギーアウトック2013参照)。



ケース設定

レファレンスケース

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ケース。省エネルギー・低炭素化の急進的な政策等は打ち出されない。

技術進展ケース

各国がエネルギー安定供給の確保や気候変動問題への対応のため、強力な政策を打ち出し、省エネルギー・低炭素化が最大限に進むケース。

中国・インド低成長ケース(後述)

中国・インドそれぞれの抱えるリスクが顕在化し、将来の経済成長が鈍化するケース。

技術進展ケースの想定

世界各国がエネルギー安定供給の確保、地球温暖化対策を一層強化すると共に、技術開発や国際的な技術移転が促進し、革新的技術の普及が世界的により一層拡大するケース

環境規制や国家目標の導入、強化

環境税、排出量取引、再生可能エネルギー導入基準、補助金・助成制度、固定価格買取制度、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、国家的戦略・目標設定等

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

セクラルアプローチ等により最高効率水準(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、石油精製)が世界的に普及

■ 運輸部門

クリーンエネルギー自動車(低燃費自動車、ハイブリッド自動車、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)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、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化、設備利用率向上

■ 高効率火力発電技術

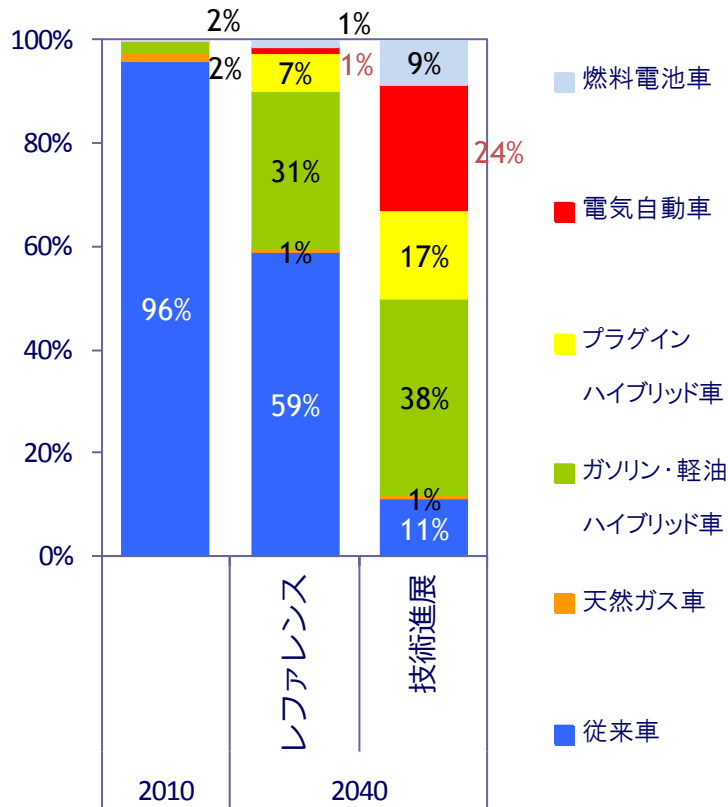
超々臨界圧石炭火力、石炭IGCC、石炭IGFC、天然ガスMACCの普及拡大

■ 二酸化炭素回収・貯留(CCS)

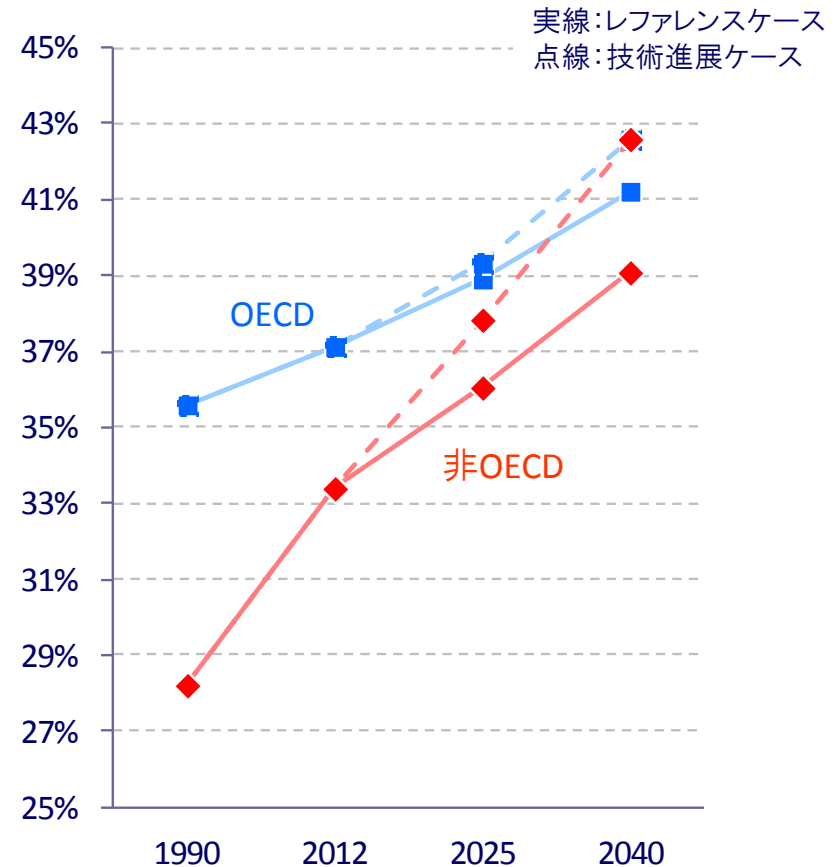
発電部門(石炭火力、ガス火力の新設、既設設備)、産業部門(鉄鋼、セメント等大規模排出源)での導入拡大

技術進展ケースの想定例

自動車販売台数の構成



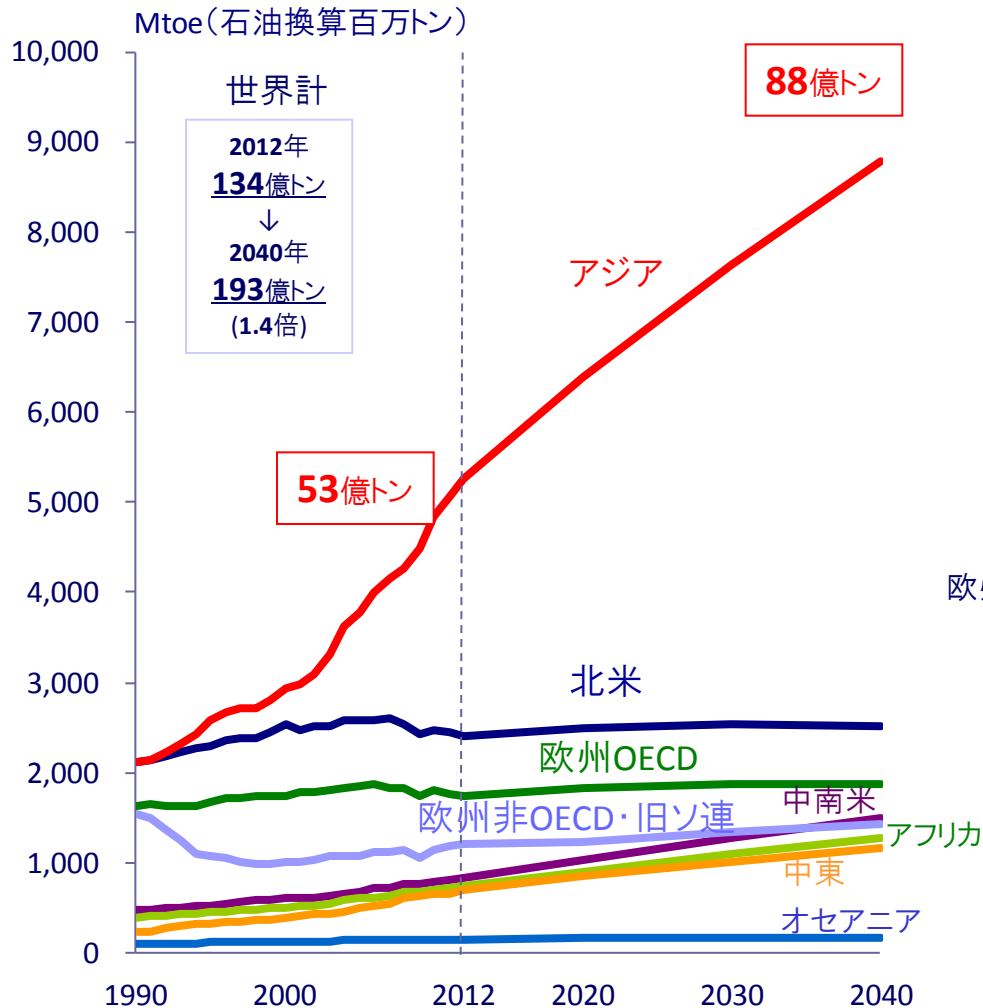
石炭火力発電効率



- ・技術進展ケースでは、運輸部門においては次世代自動車の世界的な大量普及を見込むとともに、燃費の大幅な改善を想定。発電部門では低炭素電源の普及とともに、最新鋭の火力発電設備の導入を想定。
- ・産業部門・民生部門においても現状で利用可能、もしくは近い将来に普及が見込み得る技術の最大限の導入を想定。

世界各地域の一次エネルギー消費

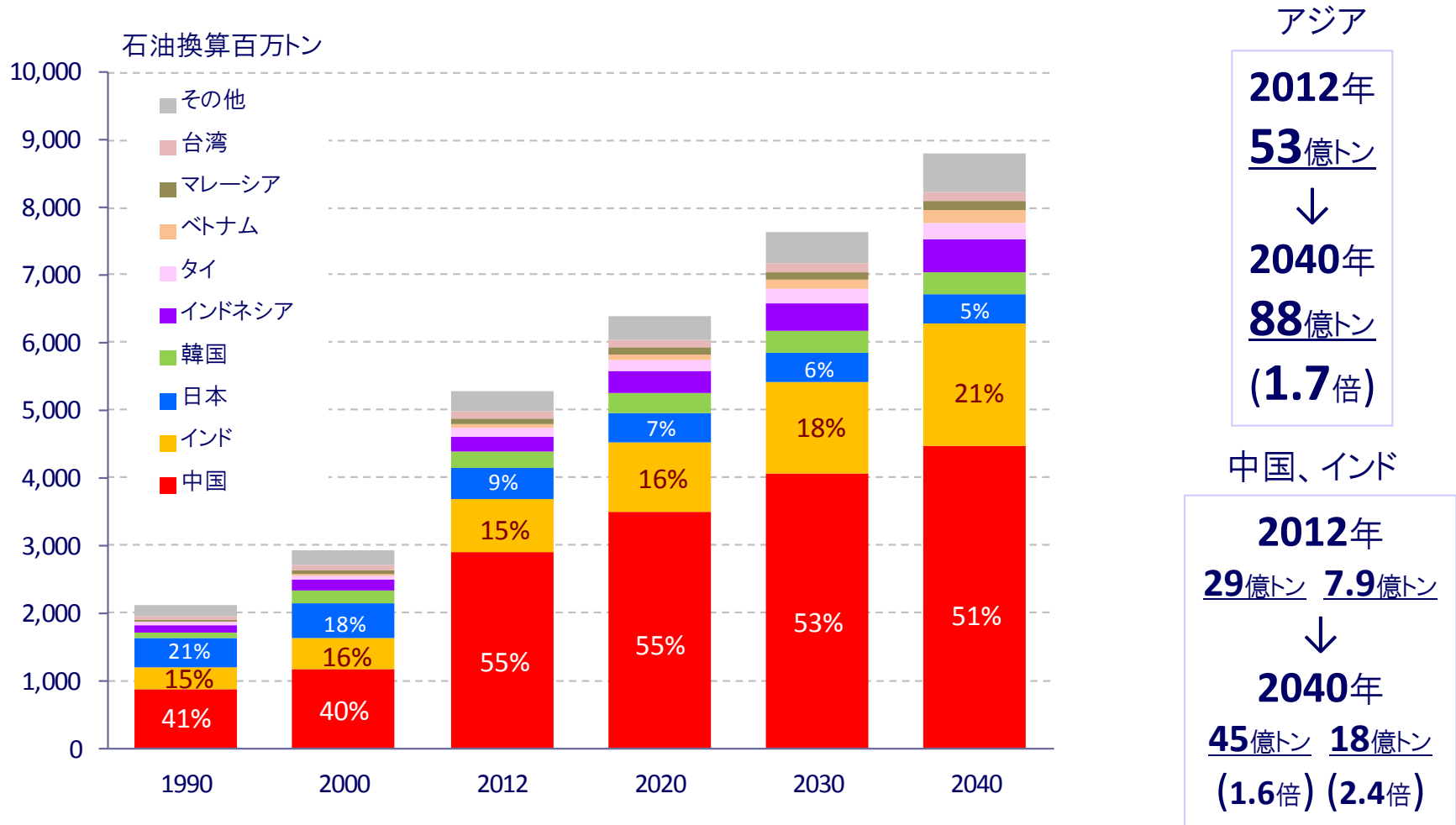
レファレンスケース



- ・ 着実な経済成長の下、2040年のアジアのエネルギー消費量は現在の1.7倍へ拡大 (2012年53億トン→2040年88億トン)。
- ・ 2012年から2040年までの世界のエネルギー消費増加量の約9割を非OECD諸国が占める。

アジアの国別一次エネルギー消費

レファレンスケース

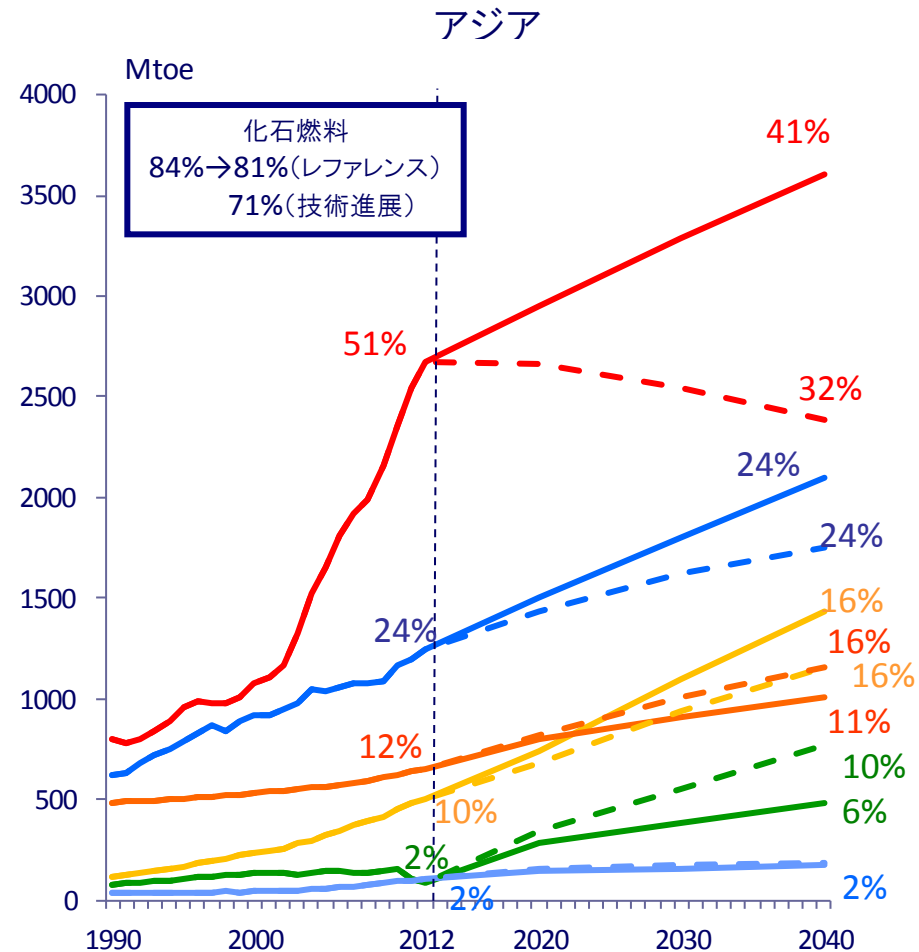
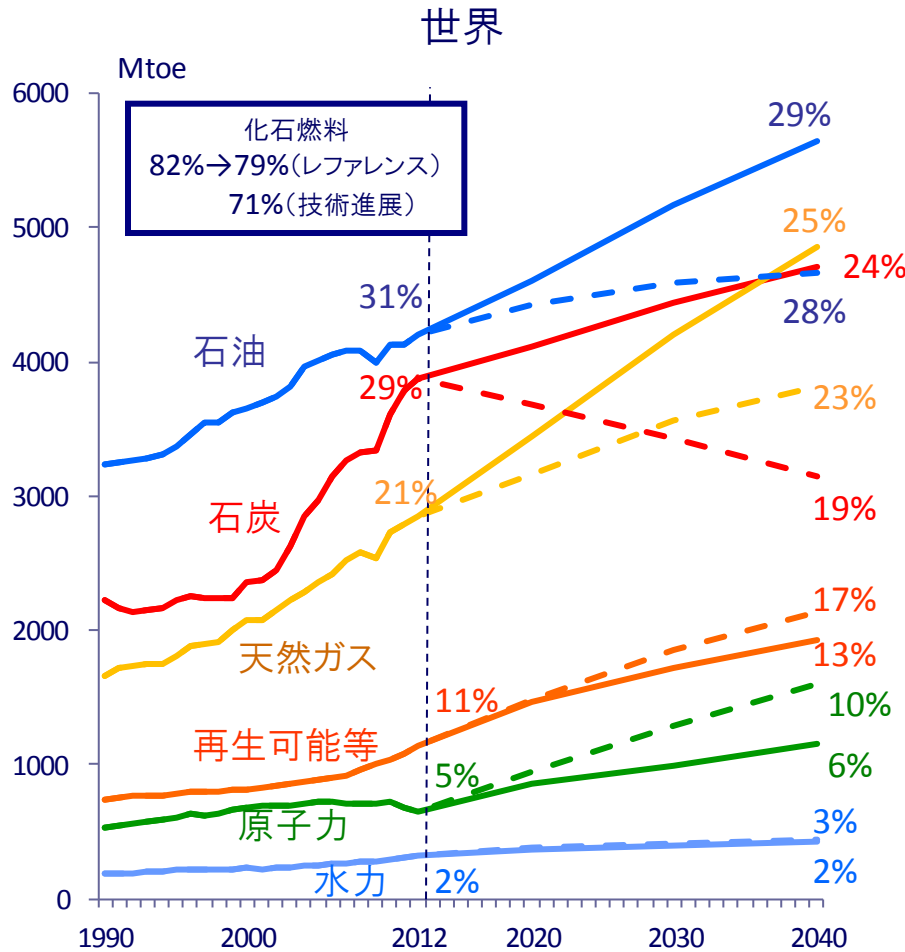


- ・ 中国、インドでは経済成長に伴い、エネルギー需要が急増する。両国がアジアに占めるシェアは2040年に72%へ拡大。
- ・ 日本は省エネの進展とともに、経済の成熟化・人口減少に伴いエネルギー消費が減少。アジアに占めるシェアは9%から5%まで縮小する。

一次エネルギー消費(エネルギー源別)

実線・・・レファレンスケース
点線・・・技術進展ケース

%は世界/アジア計に占めるシェア

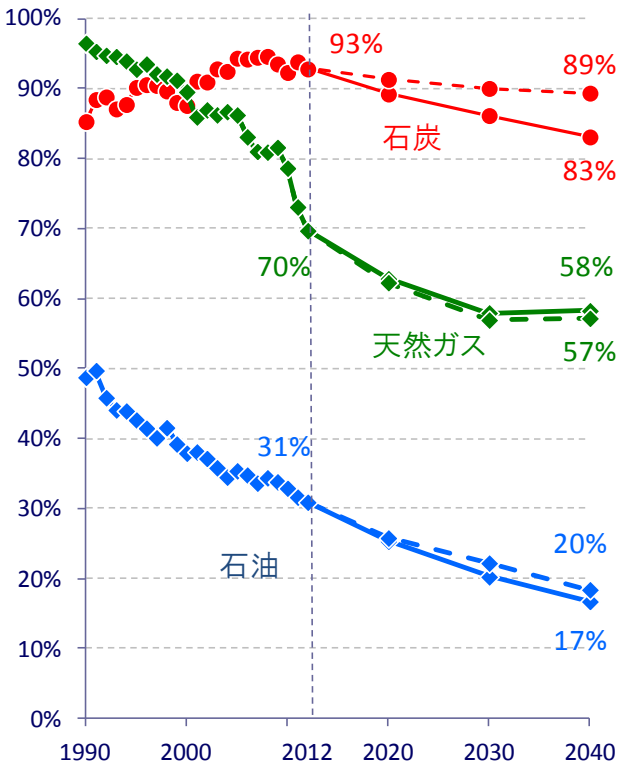


- ・レファレンスケース・技術進展ケースともに2040年まで依然として石油が世界の一次エネルギー消費の中で最大のシェアを占め、主要なエネルギー源であり続ける。技術進展ケースでは、2030年代に石油消費は頭打ちとなる。
- ・アジアでは、石炭が最大のエネルギー源。技術進展ケースでは大幅に削減されるものの、このケースでも2040年まで最大のエネルギー源であり続ける。
- ・化石燃料のシェアは2040年まで低下はするが、技術進展ケースでも依然として7割を超える。

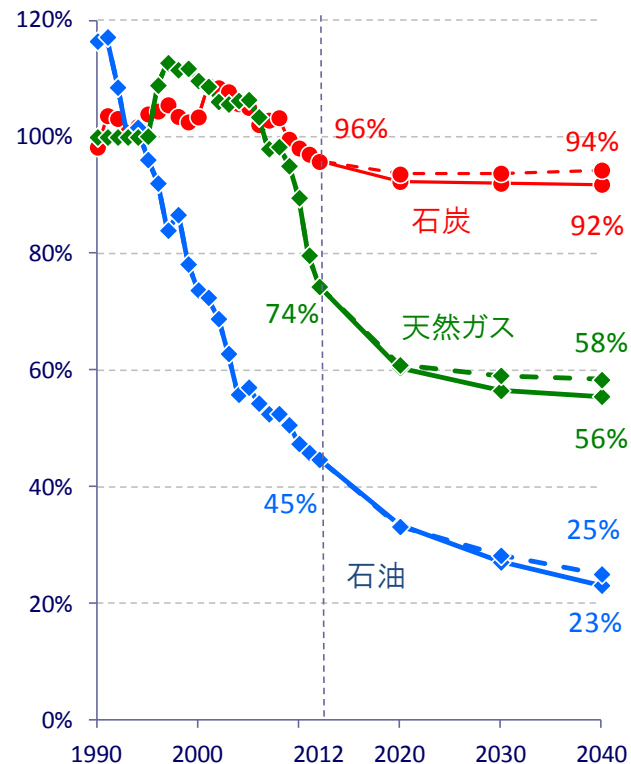
アジアのエネルギー自給率

実線:レファレンスケース
点線:技術進展ケース

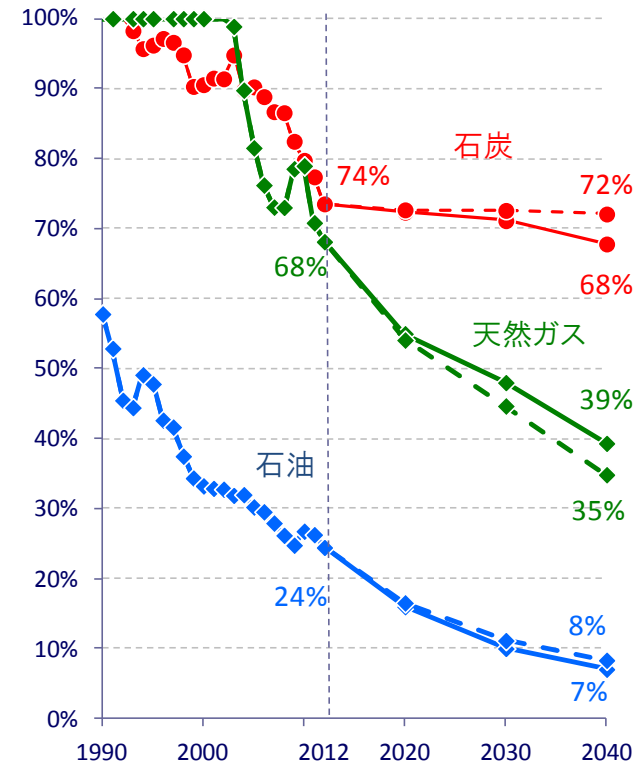
アジア計



中国



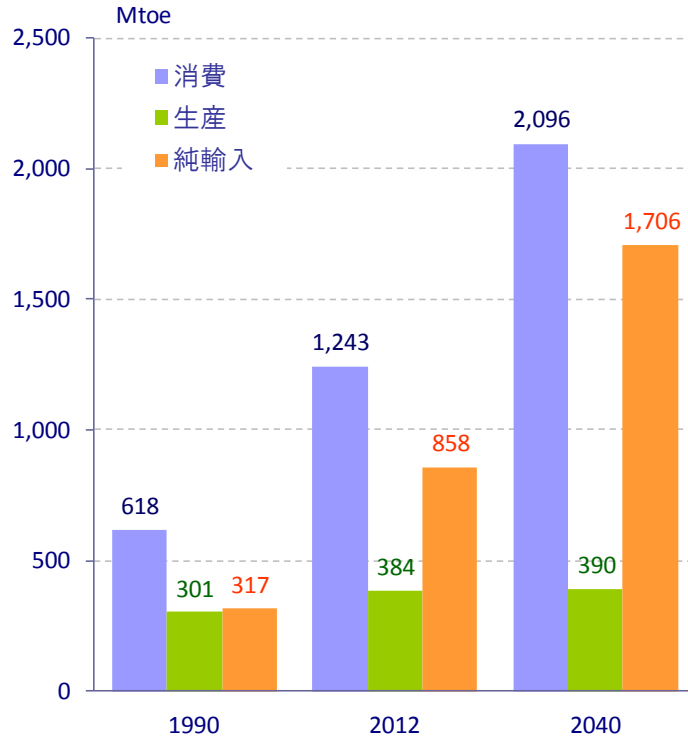
インド



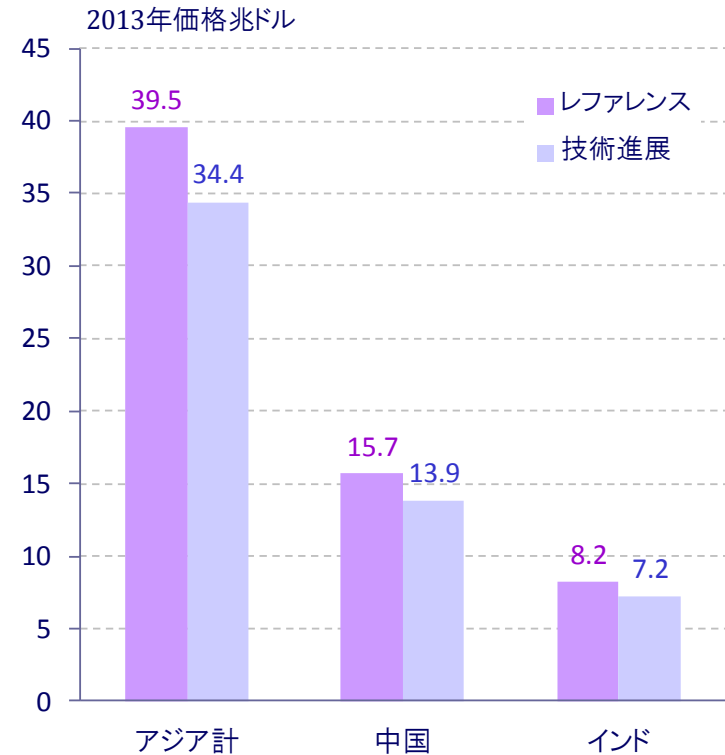
- ・ 中国・インドを含むアジア諸国では石油・天然ガス資源が乏しい一方で、石炭資源は比較的豊富に存在し、エネルギー自給率の安定に寄与している。
- ・ 但しアジアの化石燃料自給率は低下を続けており、需要が急速に拡大するレファレンスケースのみならず、最大限の省エネルギーを見込んだ技術進展ケースにおいても今後低下に向かう。

アジアの石油需給と化石燃料購入額

アジアの石油需給 (レファレンスケース)



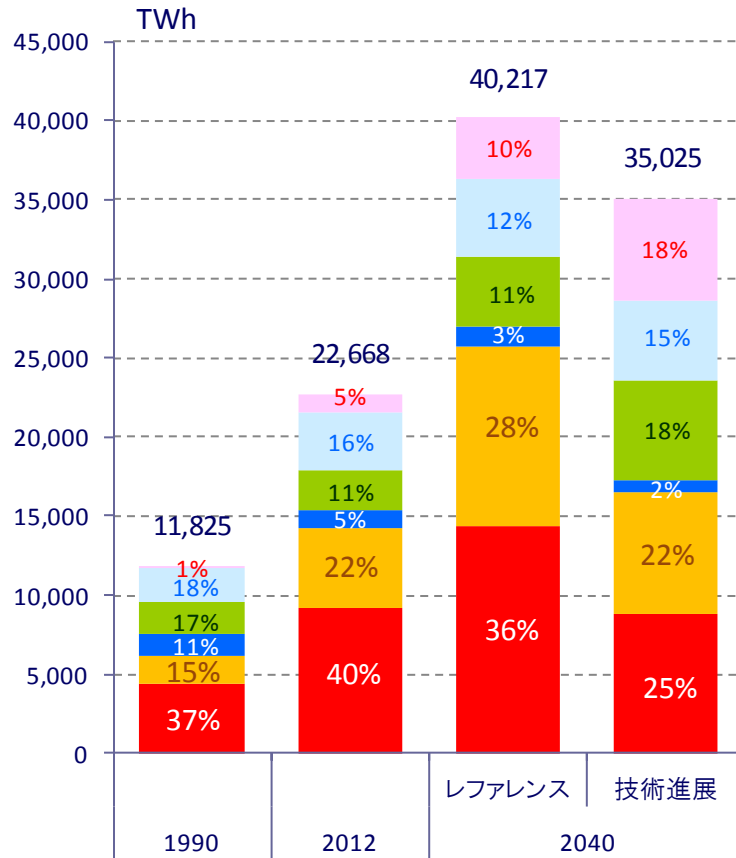
アジア・中国・インドの化石燃料購入額 (2040年までの累積)



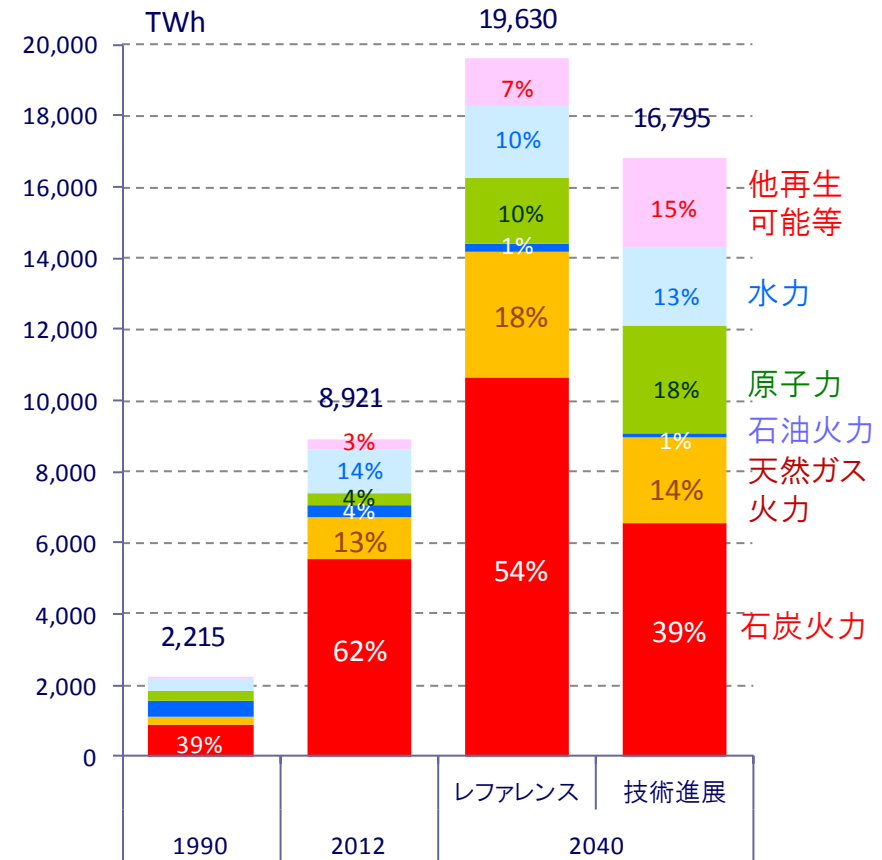
- ・ アジアでは石油消費量の増加に伴い、今後純輸入量は大幅に拡大。レファレンスケースでは2040年に純輸入量が1,700 Mtoe(約3,500万B/D)に達する。
- ・ 拡大する輸入に伴い、アジアの化石燃料累積購入額は2040年までにレファレンスケースで39.5兆ドルに達する。

発電構成(世界・アジア)

世界



アジア



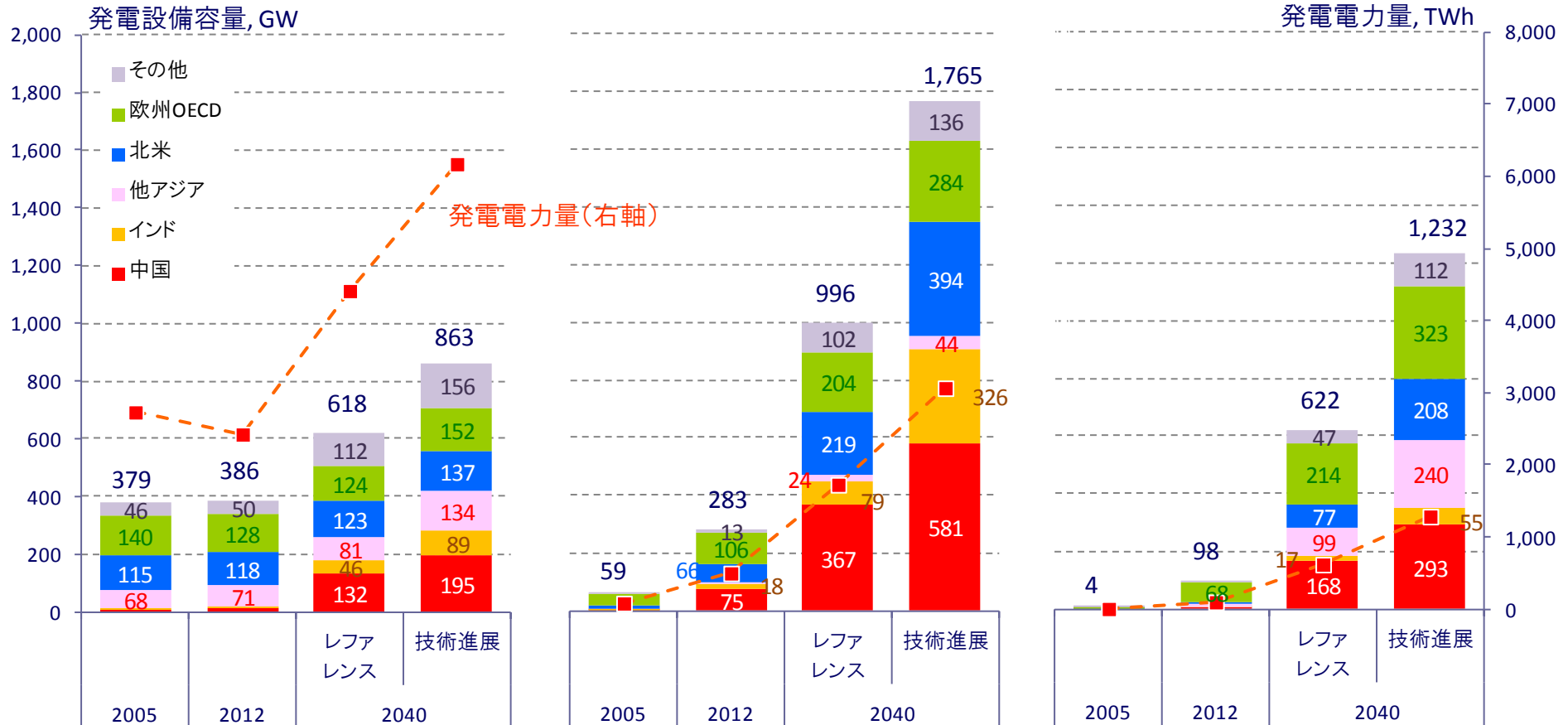
- ・ 2040年においても石炭火力が依然として電力供給の中核を担う。天然ガス複合発電等の導入により、世界的に天然ガス火力の導入が拡大。再生可能エネルギーも風力、太陽光を中心にシェアを拡大。
- ・ 技術進展ケースでは世界で石炭火力のシェアが25%まで縮小する一方、原子力や水力・再生可能エネルギーのシェアが拡大する。

原子力・風力・太陽光発電の見通し

原子力発電

風力発電

太陽光発電

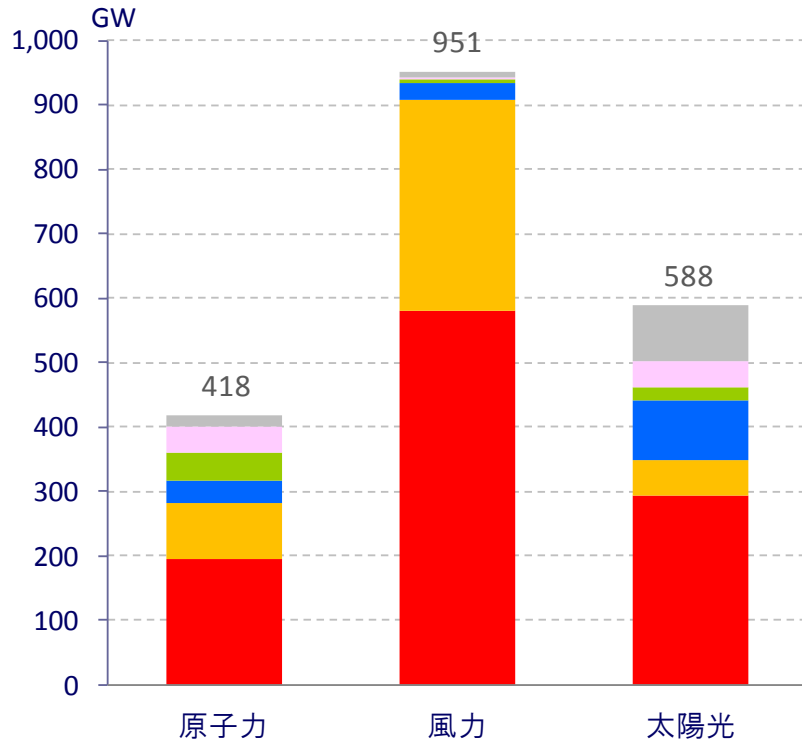


・ 2012年から2040年にかけて、世界の原子力・風力・太陽光の設備容量はレファレンスケースでそれぞれ1.6倍・3.5倍及び6.4倍、技術進展ケースで2.2倍・6.2倍及び12.6倍に拡大。特にアジアでの拡大が著しく、技術進展ケースではいずれも世界のほぼ半分を、中国・インドを中心とするアジア諸国が占める。

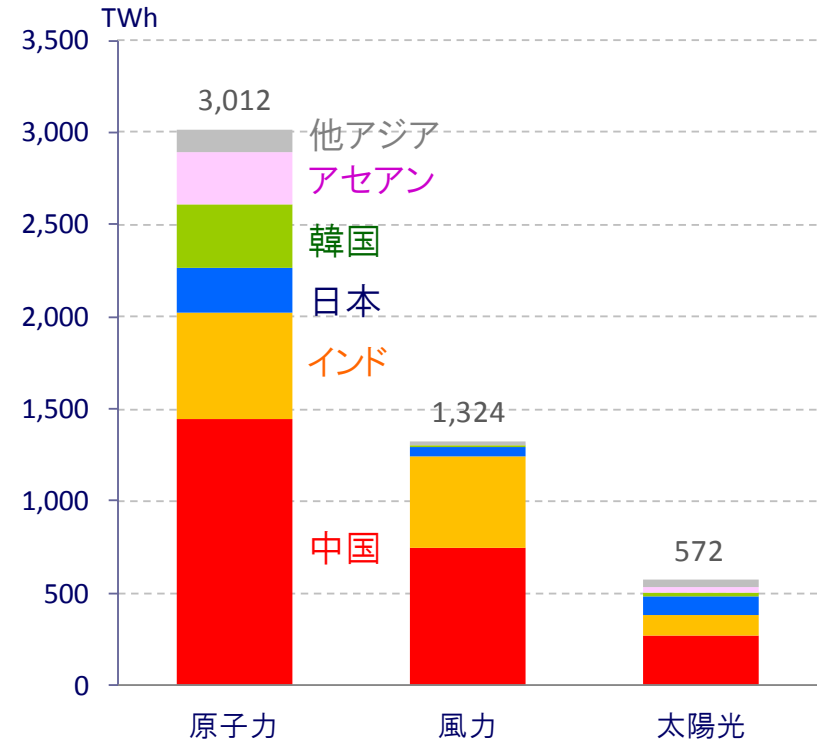
アジアの原子力・風力・太陽光発電設備容量・電力量

※ 2040年技術進展ケース

発電設備容量

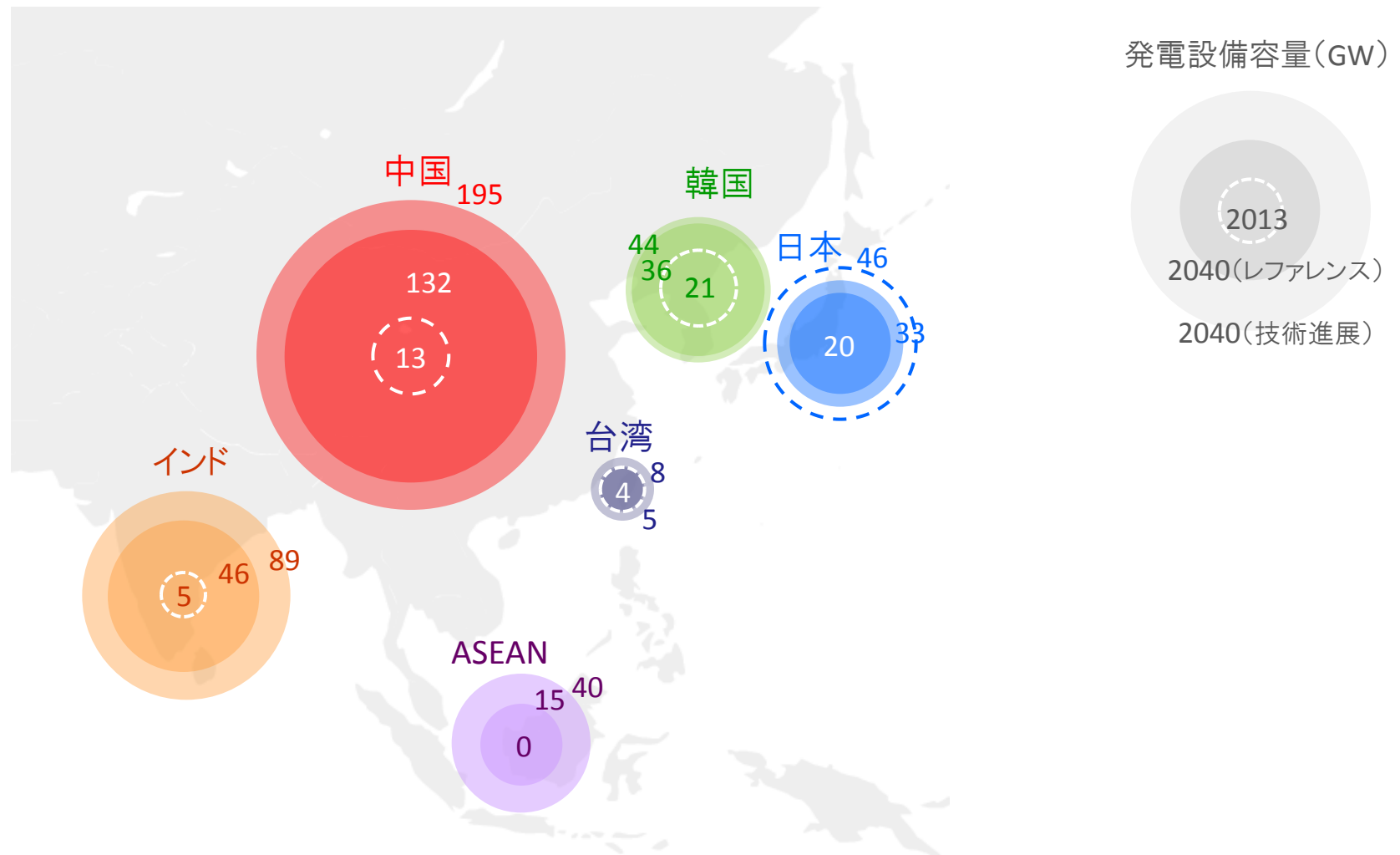


発電電力量



- ・ 原子力・風力・太陽光ともに中国及びインドを中心として拡大。2040の技術進展ケースでは、この2カ国でアジア全体の設備容量のそれぞれ68%、95%及び59%を占める。
- ・ 設備容量は風力・太陽光が原子力を上回るが、設備利用率の関係から、発電電力量では原子力が依然として最も大きい。

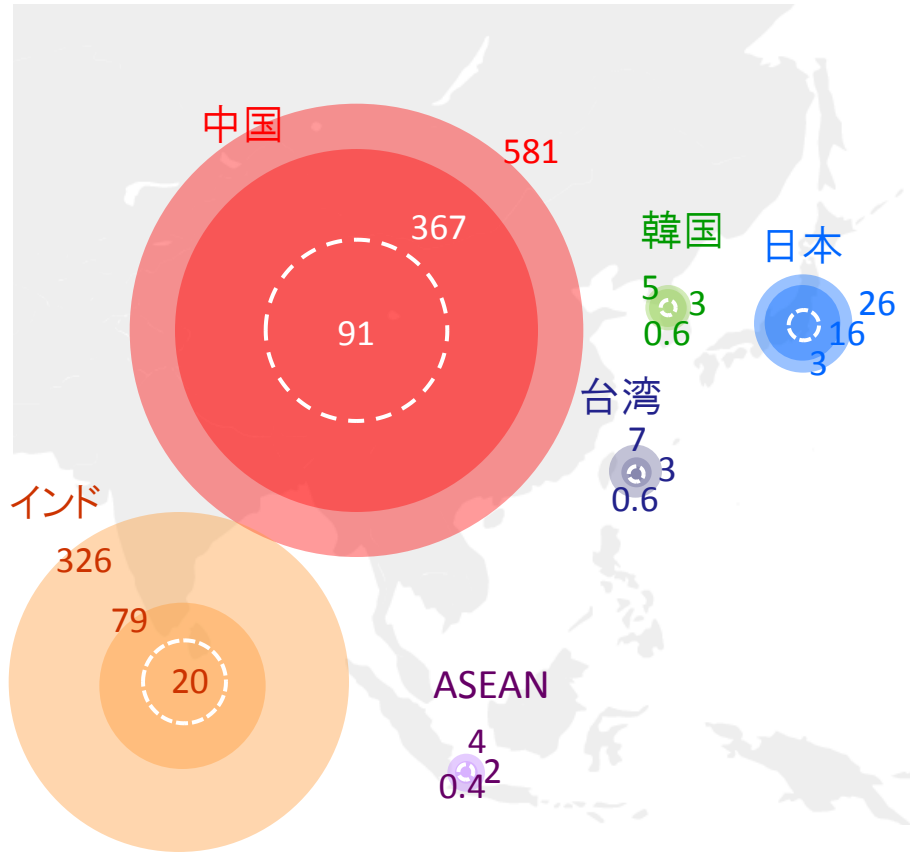
アジアの原子力発電設備容量の見通し



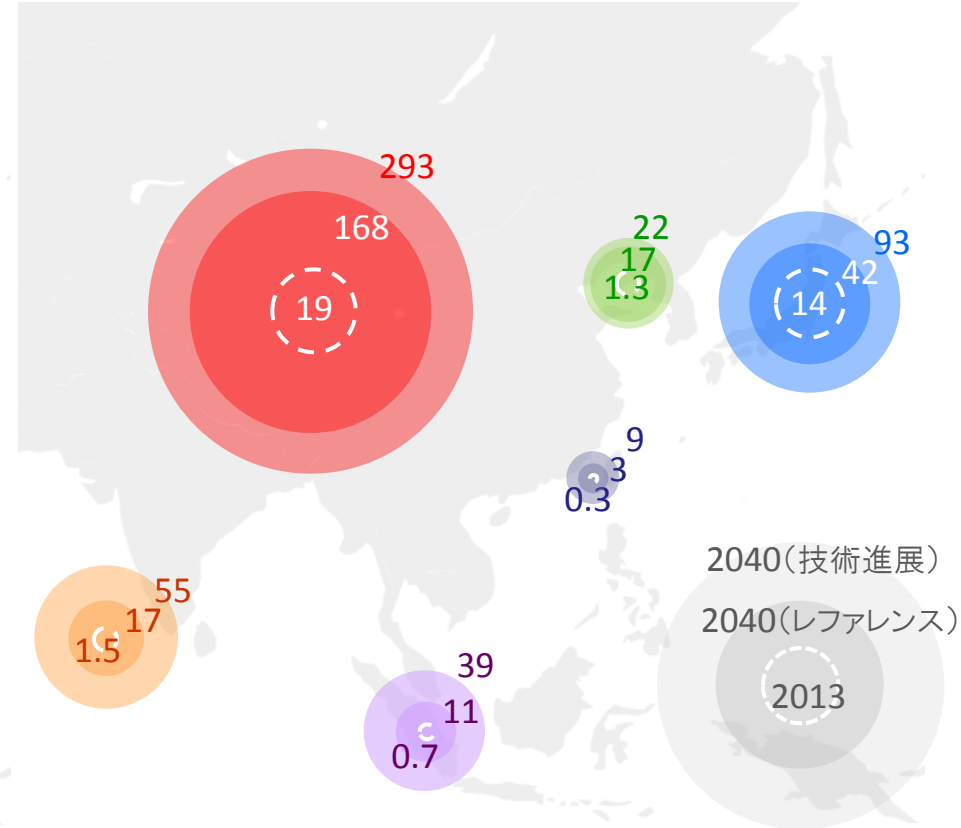
- ・ 2014年現在、中国では31基の原子力発電所を建設中、更に23基を計画中。またインドでは7基を建設中、6基を計画中。韓国においても原子力発電の拡大を目指した計画が提示されており、これらの国を中心として今後アジアの原子力発電設備容量は拡大を続ける。

アジアの風力・太陽光発電設備容量の見通し

風力発電設備(GW)



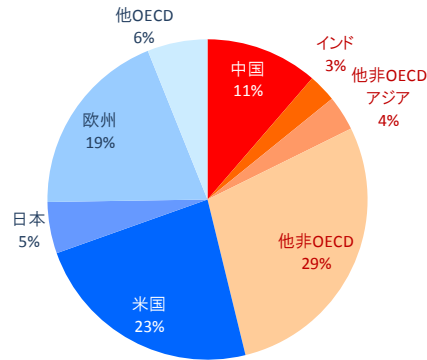
太陽光発電設備(GW)



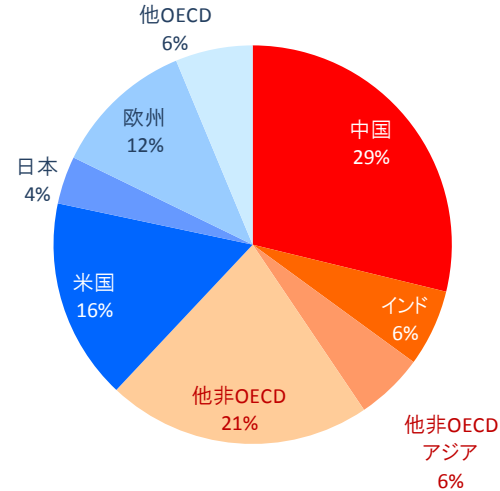
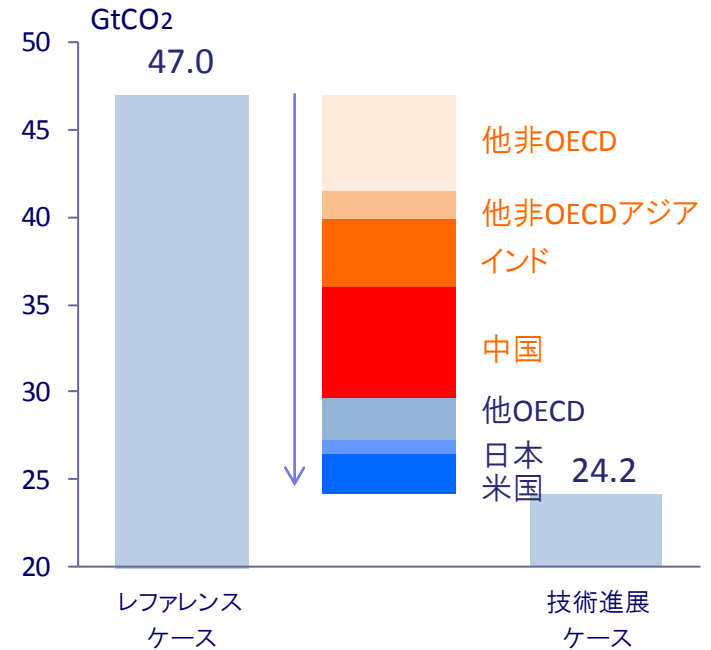
- 中国の風力発電設備は2013年に91GW、太陽光発電設備は19GWと、それぞれ既に日本を大きく超える水準にある。今後も長期にわたり急拡大を続けるとともに、インドにおいても風力を中心に再生可能エネルギーの導入が進む。

CO₂排出量(世界:地域別)

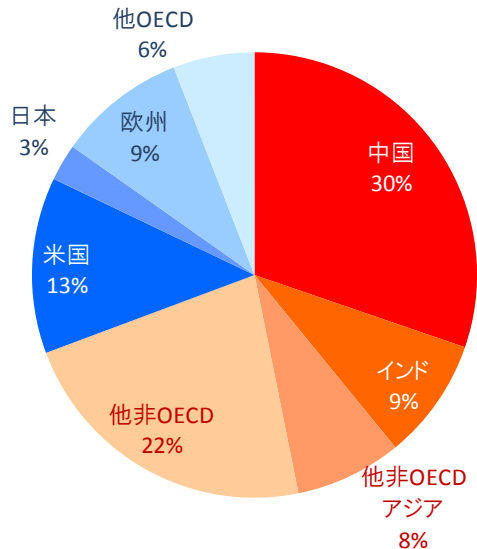
1990年: 21.2Gt



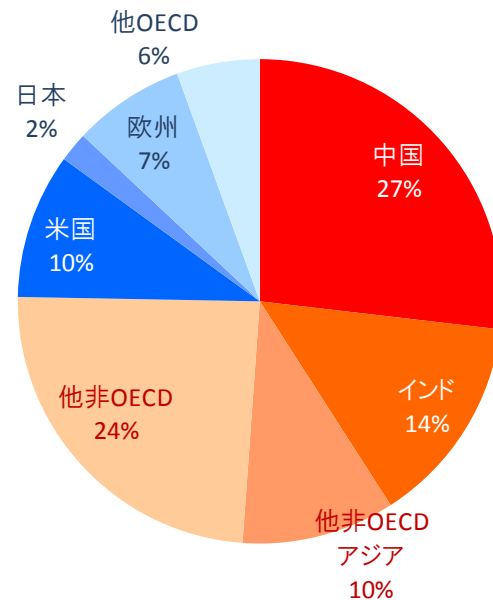
2012年: 32.6Gt

CO₂削減量の地域別内訳

2030年: 40.1Gt

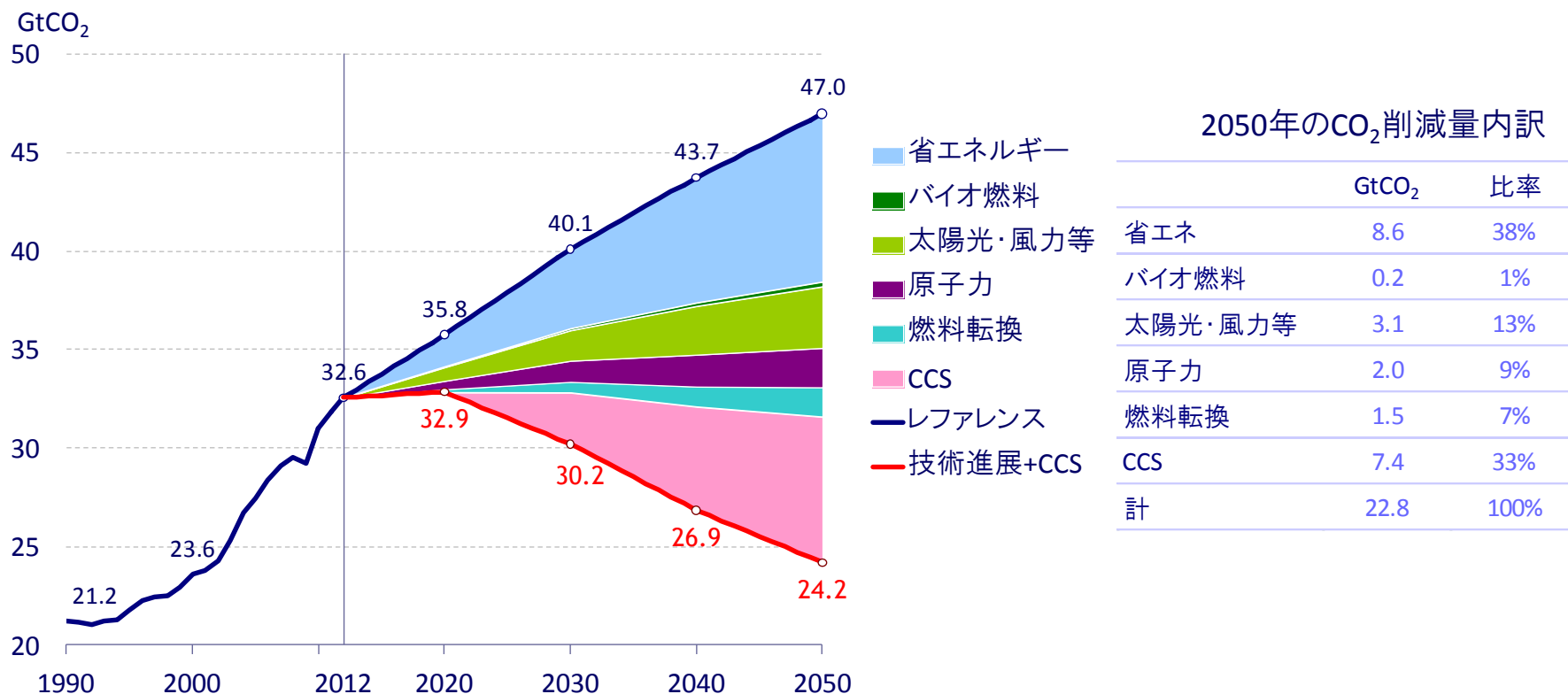


2050年: 47.0Gt



・レファレンスケースでは、2050年のエネルギー起源CO₂排出量は2012年から2050年にかけて1.4倍に増加。非OECD諸国のシェアは62%から75%まで拡大する。

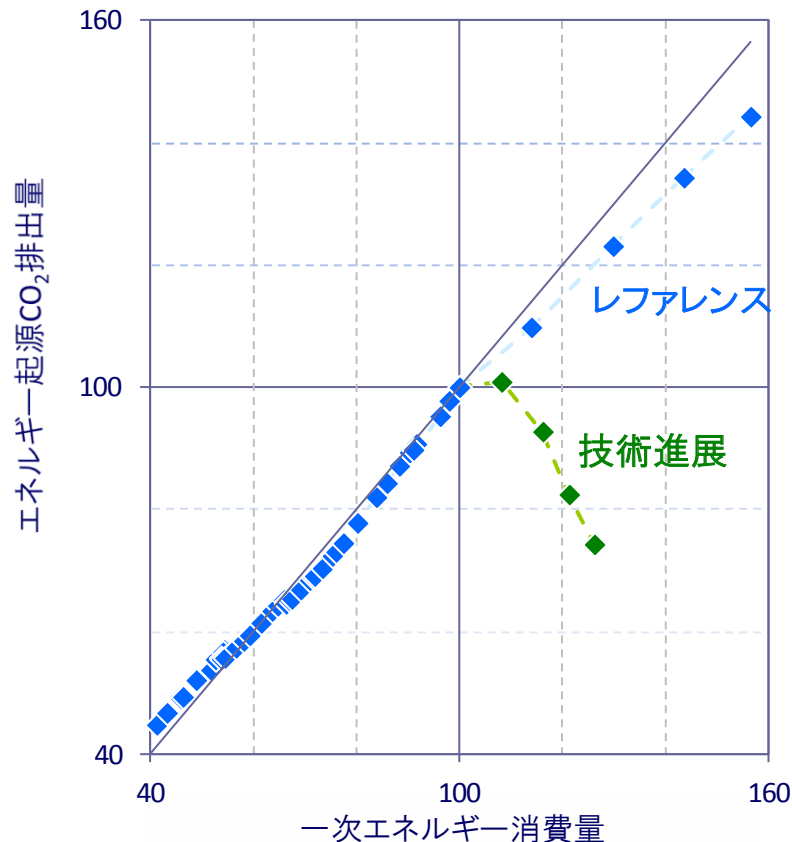
・2050年のCO₂削減ポテンシャル(レファレンスと技術進展ケースの差分)の76%を非OECD諸国が占める。これらの諸国を含む、全ての主要国での気候変動対策の強化が重要である。

CO₂排出量(世界:対策による内訳)レファレンスケース
技術進展+CCSケース

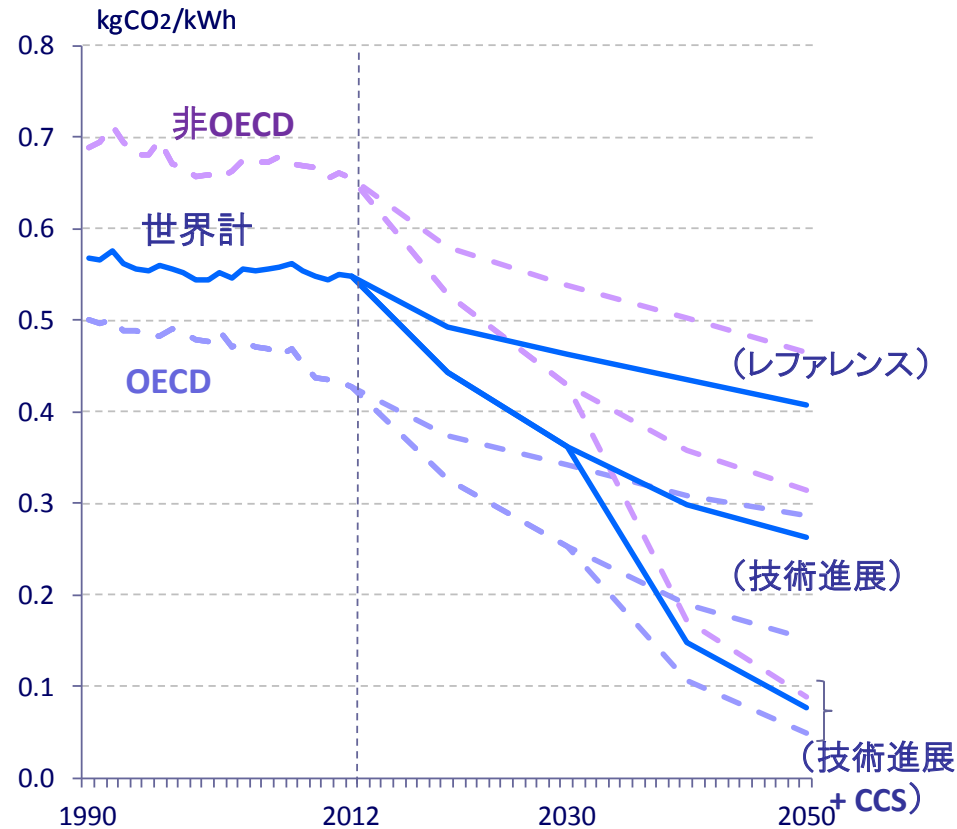
- ・ 2050年における技術別のCO₂削減ポテンシャルは、省エネルギーの促進によるものが最も大きく(86億トン削減、2050年の総削減量の38%、現在の排出量の約3割)、次いでCCSによるもの(74億トン削減)である。再生可能エネルギー導入拡大や、燃料転換(石炭や石油から天然ガスへの消費シフト)も重要な役割を担う。
- ・ 世界のCO₂排出量を現状比で半減するには、更に追加対策が必要であり、革新的技術開発、環境配慮型の都市開発など、更なる長期的対策が重要となる。

技術進展ケースにおけるCO₂排出量削減の姿

世界のエネルギー消費量とCO₂排出量の関係
(1971～2050年:2012年=100とした値)

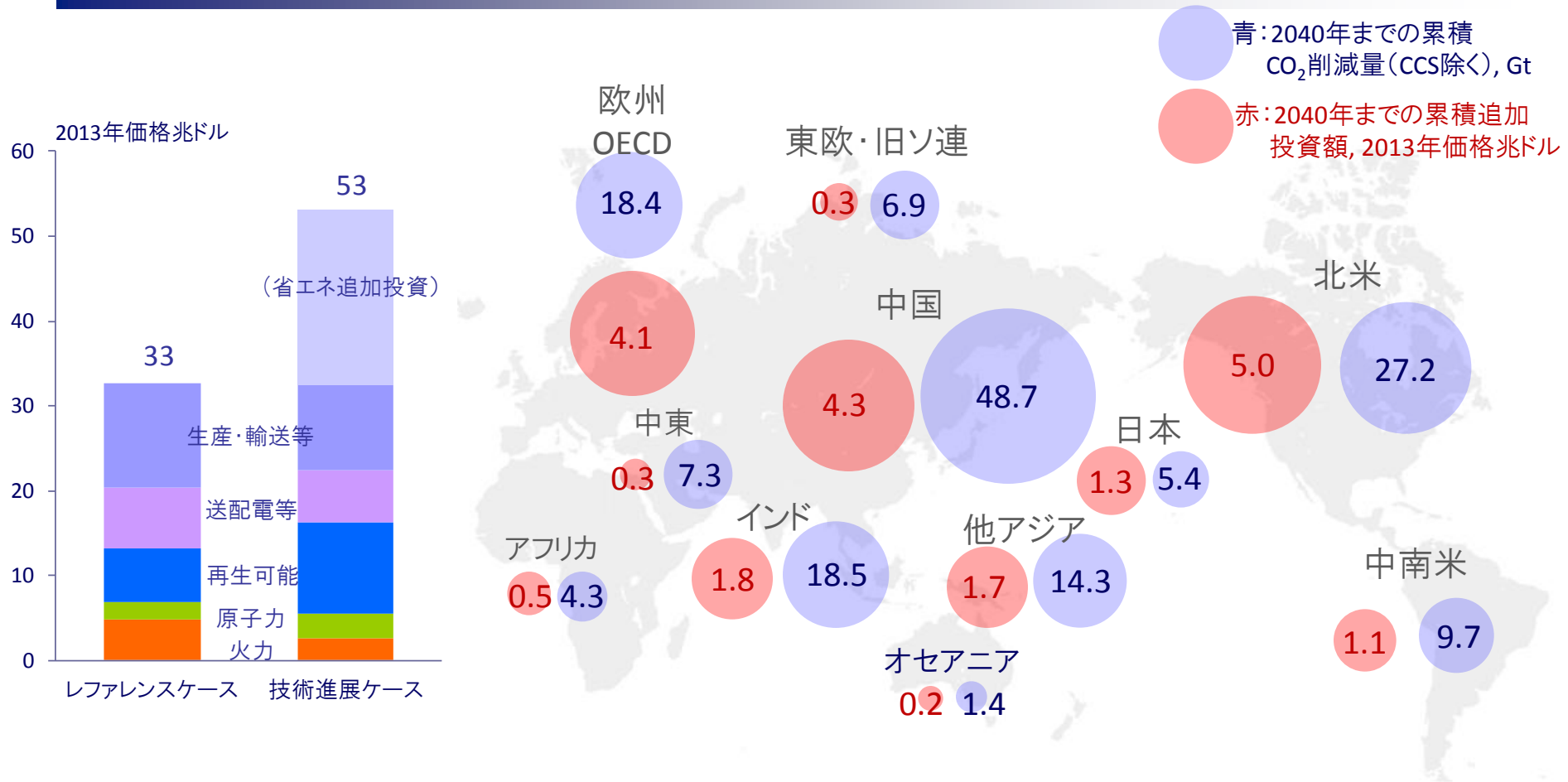


電力のCO₂排出原単位



- ・世界のエネルギー起源CO₂排出量は、これまでエネルギー消費量にほぼ比例する形で増大してきた。技術進展ケース相当の削減を達成するためには、これまでのトレンドから急転するパスを描くことが必要となる。
- ・世界の電力CO₂排出原単位は1990年の0.57kgCO₂/kWhから2012年に0.55kgCO₂/kWhと推移していたが、今後非化石電源の利用拡大と火力発電の効率向上に伴い大幅に改善。2050年にレファレンスケースで0.41kgCO₂/kWh、技術進展ケース(CCS除き)で0.26kgCO₂/kWhとなる。更に、2030年以降運開する石炭火力・天然ガス火力にCCSが導入されると、2050年の原単位は0.08kgCO₂/kWhまで低下する。

技術進展ケースの追加投資額(2040年までの累積)



- ・エネルギー供給側においては、技術進展ケースではエネルギー供給量が減少する一方で再生可能エネルギー等への投資が拡大し、2040年までの累積投資額はレファレンスケースと同等の水準となる。
- ・一方でエネルギー需要側において省エネルギーへの追加投資がかかり、トータルで21兆ドル程度の追加投資となる。そのうち、中国・インドを中心とするアジア諸国が44%を占める。

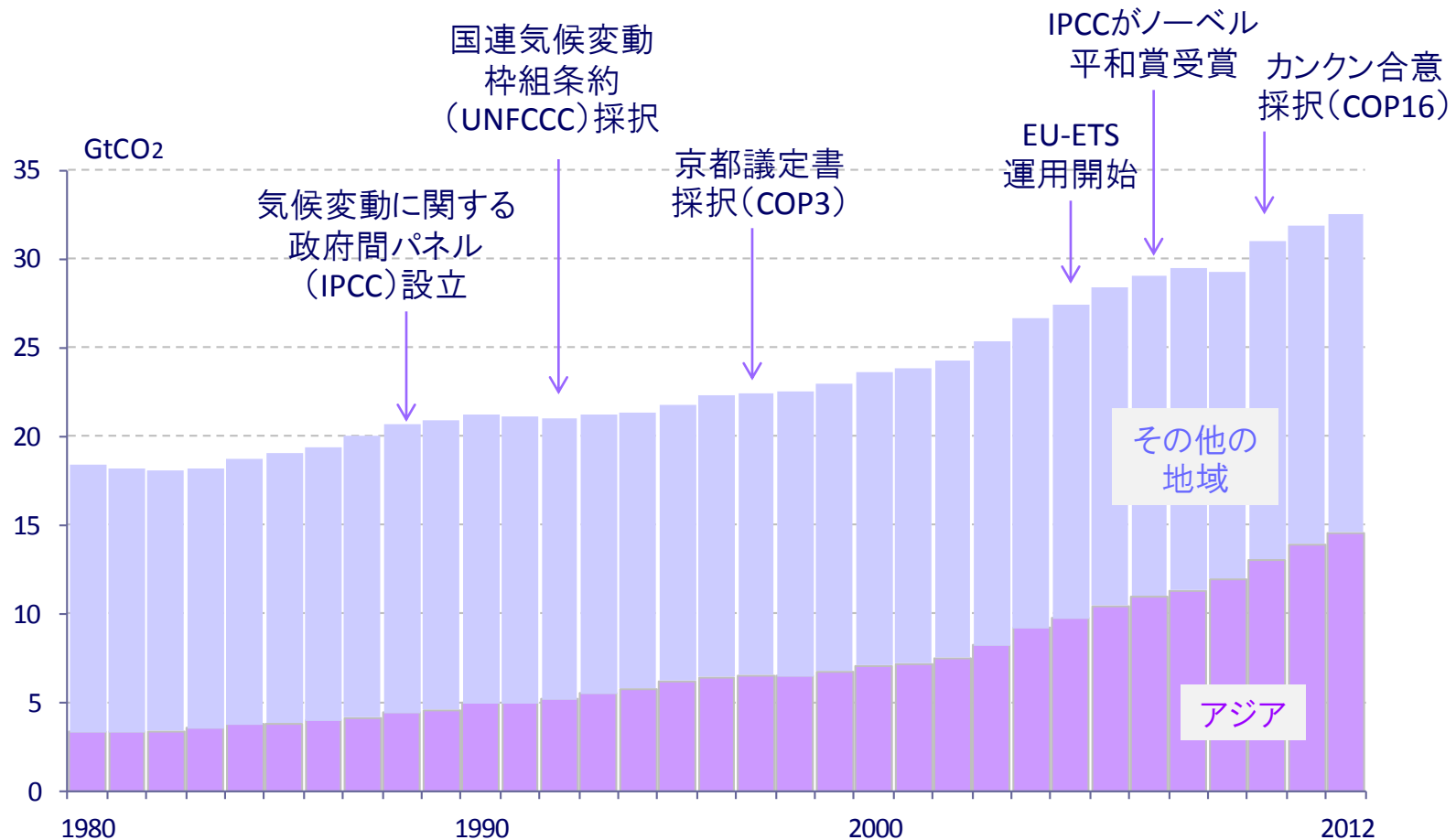
まとめ:世界・アジアのエネルギー需給見通し

- ・今後長期にわたって世界の一次エネルギー消費量はアジアを中心に拡大し、2040年までにアジアで1.7倍、世界で1.4倍に増加する。急拡大する需要はアジアのエネルギー自給率を低下させ、域外からの輸入依存上昇をもたらし、エネルギー安全保障上の重要な課題となる。
- ・それに伴いエネルギー起源CO₂排出量も増加する。その削減の鍵を握るのも中国・インドを含むアジア新興国であり、それらの諸国の協力なしに気候変動問題への対処は不可能である。持続的な経済成長を妨げることなく最大限の削減を達成する方策を、全ての主要国が有効に講じる必要がある。
- ・各種省エネルギー技術や、原子力・再生可能エネルギー等、非化石エネルギーの最大限の導入・普及を見込んだ技術進展ケースでも、2050年までに世界のエネルギー起源CO₂排出量を半減するには至らない。このため、2050年以降を見据えた長期の対策を想定し、革新的な技術開発(バイオエネルギーCCS、CCU、宇宙太陽光技術開発等)を進めることが不可欠である。

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

気候変動問題への対応

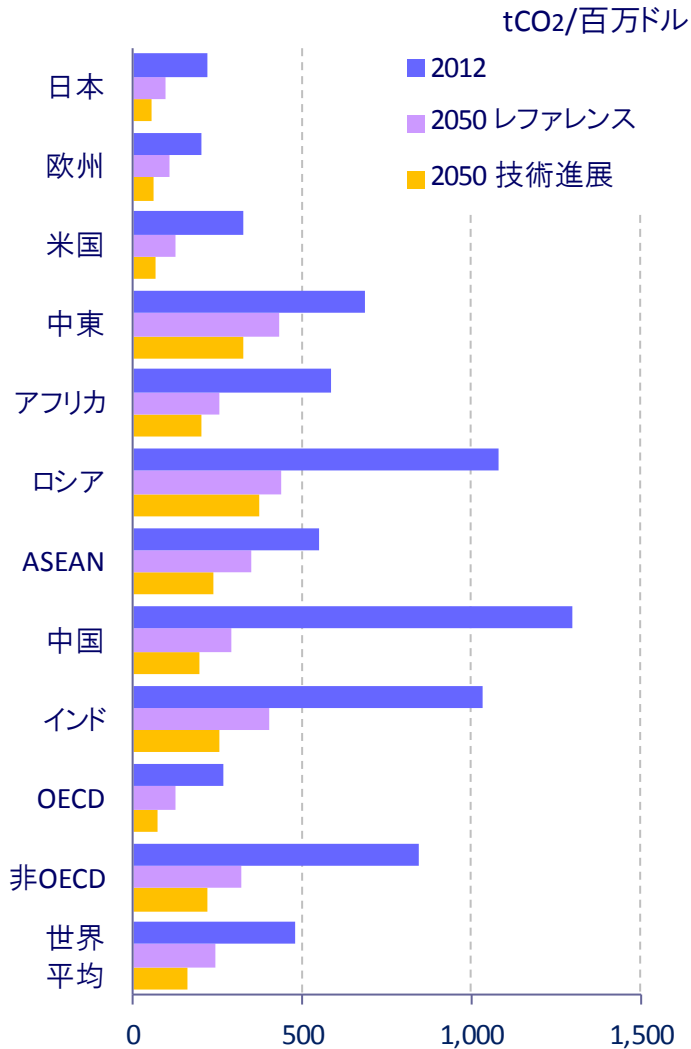
アジア・世界のエネルギー起源CO₂排出量の推移



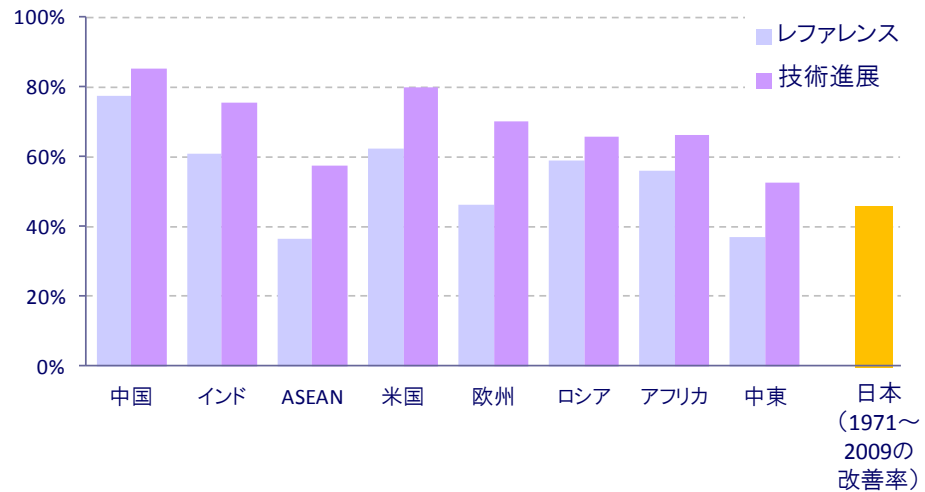
- ・ 温室効果ガスの排出による気候変動問題は過去20年以上にわたり、国際政治上の大きな課題として認識されてきた。
- ・ それにもかかわらず、2000年代に入り世界のエネルギー起源CO₂排出量は急速な増加を続けている。特に中国・インドを含むアジア途上国においてその拡大が著しい。

CO₂排出量原単位(GDP当り)の改善について

CO₂排出原単位の見通し



2012～2050年のCO₂排出原単位改善率



- ・レファレンスケースでも2050年の世界平均のCO₂排出原単位が現在の日本並みとなっており、大きな改善が見込まれている。
- ・更に技術進展ケースでは、原単位が世界平均より遥かに高い中国やインドにおいても日本の現状並みにまで改善。その実現にはより大きな課題がある。
- ・更に2050年までの38年間での原単位改善率を見ると、多くの国で半分以上となっており、特に中国では85%、インドでも75%と非常に大きい。
- ・これは石油ショック後の38年間に日本が、原子力の大幅導入などの脱石油政策および強力な省エネの実施により実現した46%の改善と比較しても極めて高い。今までにどの国でも類を見ない高い改善率であり、容易に実現できるものでないことが分かる。

IPCC第5次評価報告書による評価

- ・ 気候変動に関する政府間パネル(Intergovernmental Panel on Climate Change: IPCC)は気候変動に関する最新の知見を取りまとめ、評価報告書を作成・公表。
- ・ 現在、第五次評価報告書(5th Assessment Report: AR5)を順次公表中。

第一作業部会報告書(自然科学的根拠) …… 2013年9月公表

第二作業部会報告書(影響・適応・脆弱性) …… 2014年3月公表

第三作業部会報告書(気候変動の緩和) …… 2014年4月公表

統合報告書 …… 2014年10月公表予定

→ 気候変動による損害
→ 適応費用
→ 緩和費用

第4次評価報告書

200弱の緩和シナリオを評価。気候感度(CO₂濃度が2倍になった場合の気温上昇値)の最良推定値(3°C)を用いて平衡時の気温上昇を評価。

第5次評価報告書

約900の緩和シナリオを収集。気候変動評価モデルの一つであるMAGICCモデルを用い、1つのシナリオについて600回シミュレーションを行うことにより、2100年時点において特定の気温を下回る確率を評価。

- ・ 第4次評価報告書と第5次評価報告書では評価の方法やその対象が大きく異なるため、それらの結果を直接比較することはできない。
- ・ 最新の第5次評価報告書に基づいた場合、「技術進展ケース」はGHG濃度500ppm～550ppm相当に分類され、これは概ね2°C～2.5°Cの気温上昇に相当する。

IPCC第5次評価報告書・第3作業部会におけるシナリオの特徴

(出所) IPCC第5次評価報告書より作成

2100年のCO ₂ 換算濃度 カテゴリーラベル (濃度範囲)	サブカテゴリー	2050年のCO ₂ 換算 排出量 (2010年比, %)	気温変化(1850～1900年比)	
			2100年気温変化(°C) 括弧内は炭素循環と気候シ ステムの不確実性を含む。	21世紀を通じて2°Cを下回り つづける見込み
450 (430-480)	このカテゴリーのシナリオの大多数は480ppm CO ₂ 換算濃度をオーバーシュート	-72～-41	1.5～1.7 (1.0～2.8)	66～100%
500 (480-530)	530ppm CO ₂ 換算濃度をオーバーシュートしない	-57～-42	1.7～1.9 (1.2～2.0)	50～100%
	530ppm CO ₂ 換算濃度をオーバーシュートする	-55～-25	1.8～2.0 (1.2～3.3)	33～66%
550 (530-580)	580ppm CO ₂ 換算濃度をオーバーシュートしない	-49～-19	2.0～2.2 (1.4～3.6)	0～50%
	580ppm CO ₂ 換算濃度をオーバーシュートする	-16～+7	2.1～2.3 (1.4～3.6)	0～50%
(580-650)		-38～+24	2.3～2.6 (1.5～4.2)	0～50%
(650-720)		-11～+17	2.6～2.9 (1.8～4.5)	0～33%
(720-1000)		+18～+54	3.1～3.7 (2.1～5.8)	0～33%
(1000-)		+52～+95	4.1～4.8 (2.8～7.8)	0～33%

↑ 気温上昇を2°C未満に抑える可能性が「どちらも同程度」以上であるシナリオ

↑ 2.5°Cであれば可能なシナリオ

- ・IPCC第5次評価報告書・第3作業部会では当所アウトルックを含む約300のベースラインシナリオと約900の緩和シナリオを収集、2100年のCO₂換算GHG濃度や気温上昇等について整理。
- ・450ppmシナリオはCCS付きバイオエネルギー(BECCS)に大幅に依存するなど課題も多く、2°C未満の気候変動に抑えるシナリオとして500ppmシナリオが挙げられている。

IPCC第5次評価報告書における記述

・ Estimated global GHG emissions levels in 2020 based on the Cancún Pledges are not consistent with cost-effective long-term mitigation trajectories that are at least as likely as not to limit temperature change to 2°C relative to pre-industrial levels (2100 concentrations of about 450 and about 500 ppm CO₂eq), but they do not preclude the option to meet that goal (high confidence).

・ カンクン・プレッジに基づく2020年のGHG排出量は、産業化以前からの気温上昇を2度に抑える蓋然性が“as likely as not”(確率33～66%)である削減パス、即ち2100年のGHG濃度が約450ppm及び500ppmとなるパスには一致しない。但しこれは必ずしも、カンクン・プレッジ相当の選択が2度目標を達成できないという訳ではない。

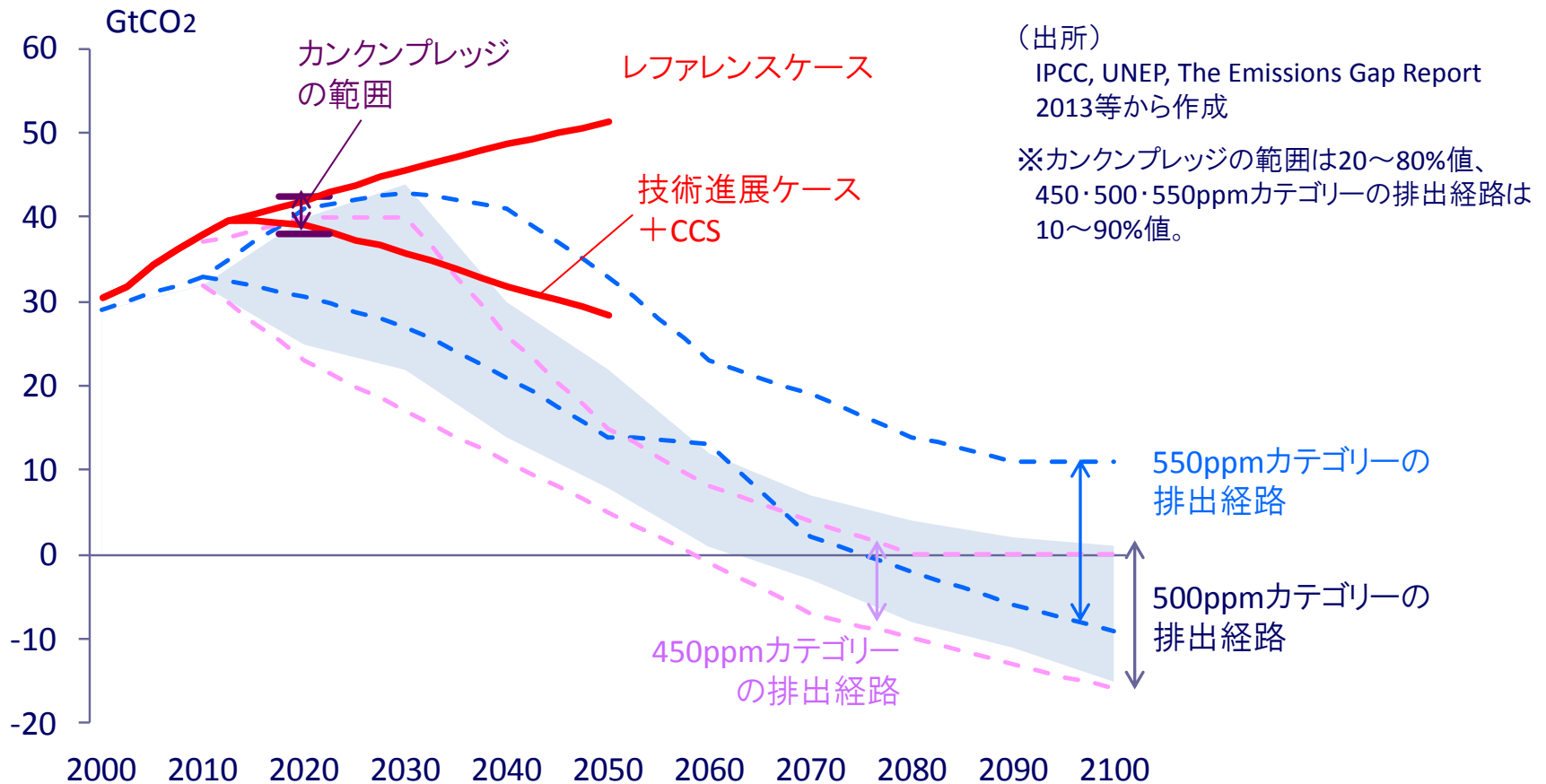
(IPCC第五次報告書・第三作業部会、政策立案者向け要約)

・ Many models could not achieve atmospheric concentration levels of about 450 ppm CO₂eq by 2100 if additional mitigation is considerably delayed or under limited availability of key technologies, such as bioenergy, CCS, and their combination (BECCS).

・ 多くのモデルでは、追加的緩和対策が相当程度に遅れる場合、またはバイオエネルギー、CCSおよびそれらの組合せ(BECCS)などの主要な技術の利用可能性が限られている場合、2100年までに大気濃度レベルCO₂換算約450ppmを達成することができなかった。

(同)

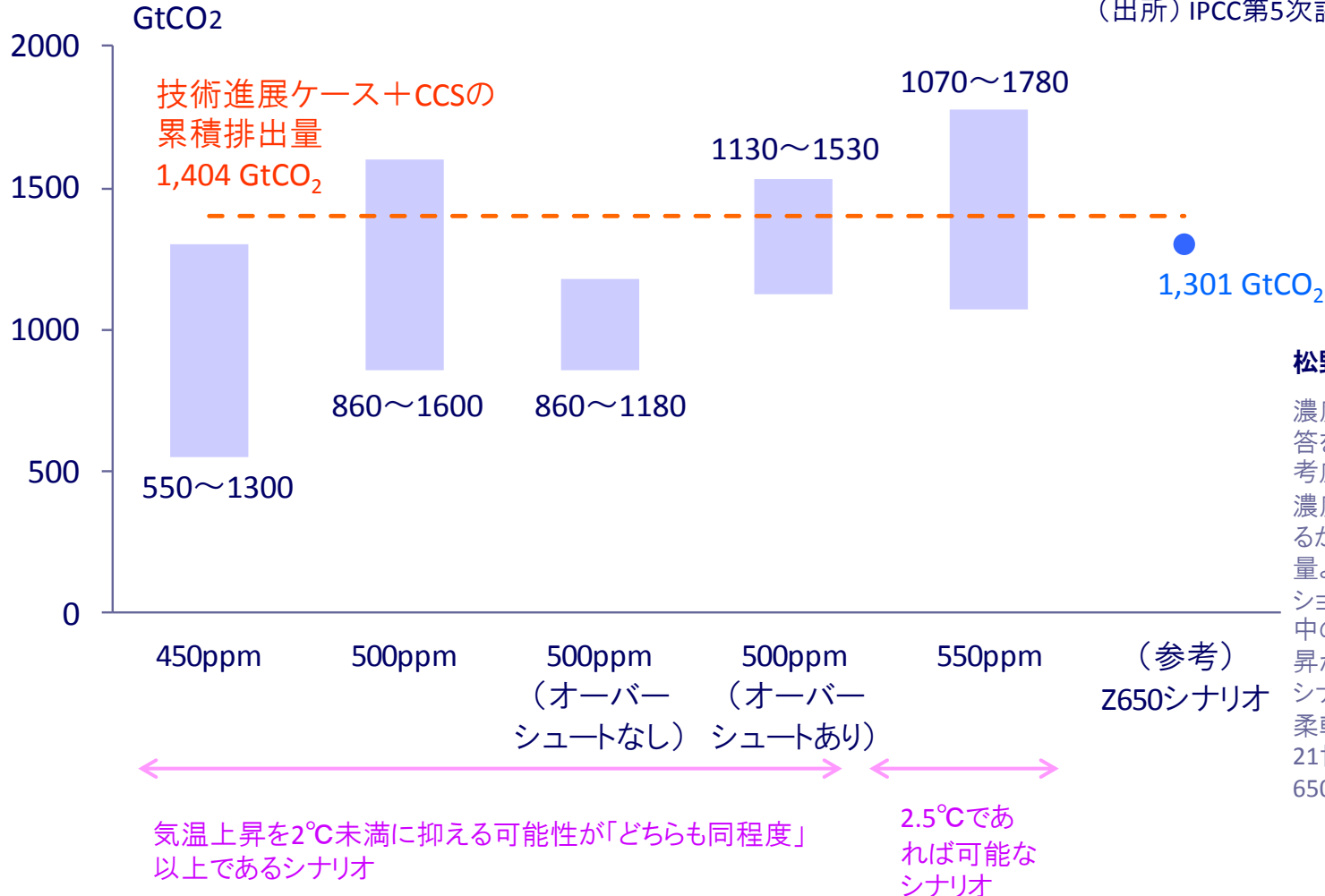
→第5次評価報告書においては、いわゆる2°Cシナリオ(産業化前の水準から気温上昇を2°C未満に抑えるシナリオ)として、450ppmシナリオだけではなく、500ppmシナリオも挙げられたことが重要であると解釈される。

CO₂排出経路による比較(技術進展ケース)

- ・ 技術進展ケースのCO₂排出経路はカンクン・プレッジのほぼ下限に相当するが、2050年までのパスは500ppmカテゴリーの排出経路上限を超える。概ね550ppmカテゴリーに相当すると考えられる。

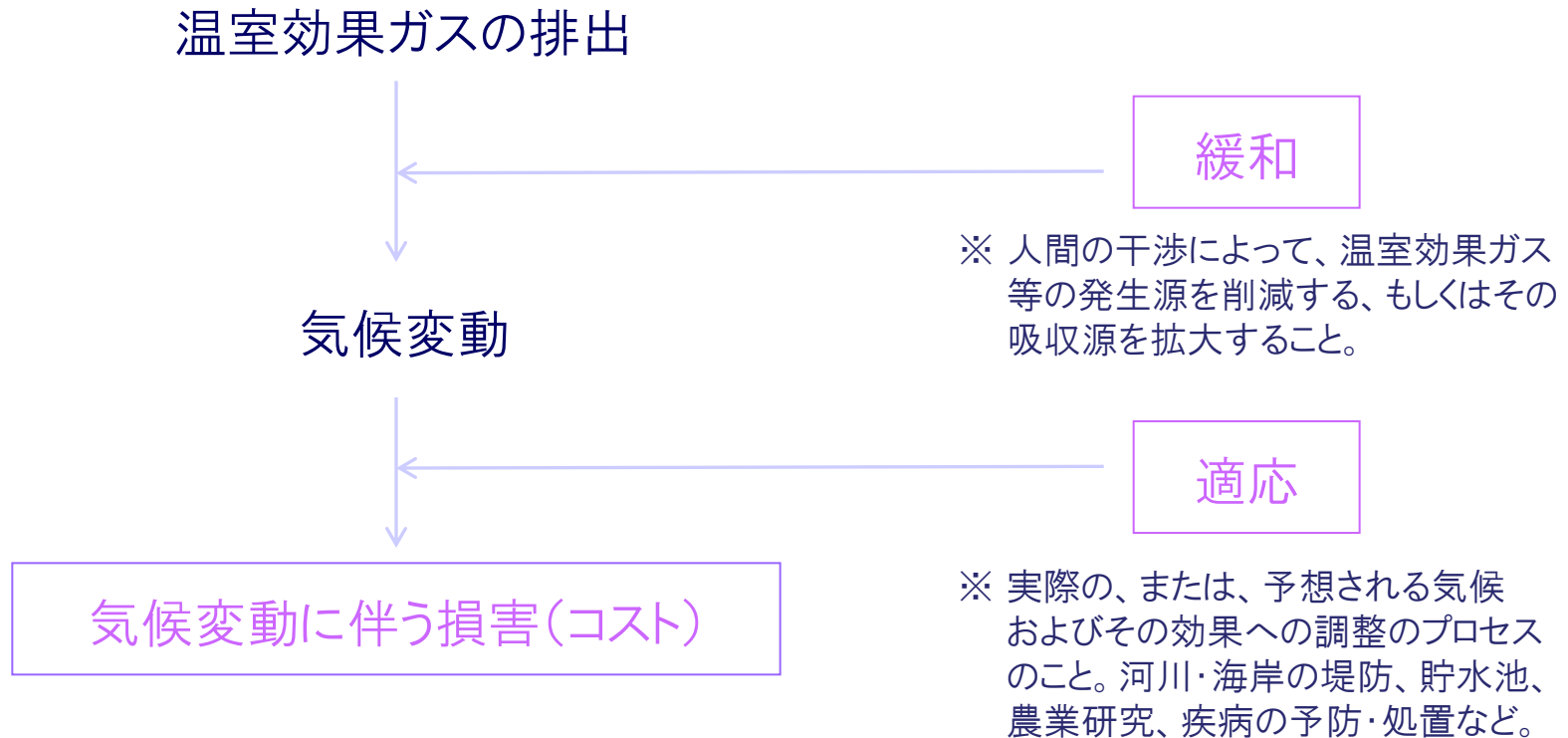
累積排出量による比較(技術進展ケース)

(出所) IPCC第5次評価報告書より作成



- ・ 2011~2050年の累積排出量では、技術進展ケース(+CCS)は概ね500ppmカテゴリー、もしくは550ppmカテゴリーに相当。450ppmカテゴリーには及ばない。

緩和・適応費用と気候変動に伴うコスト



世界全体の適応費用の主要な評価例

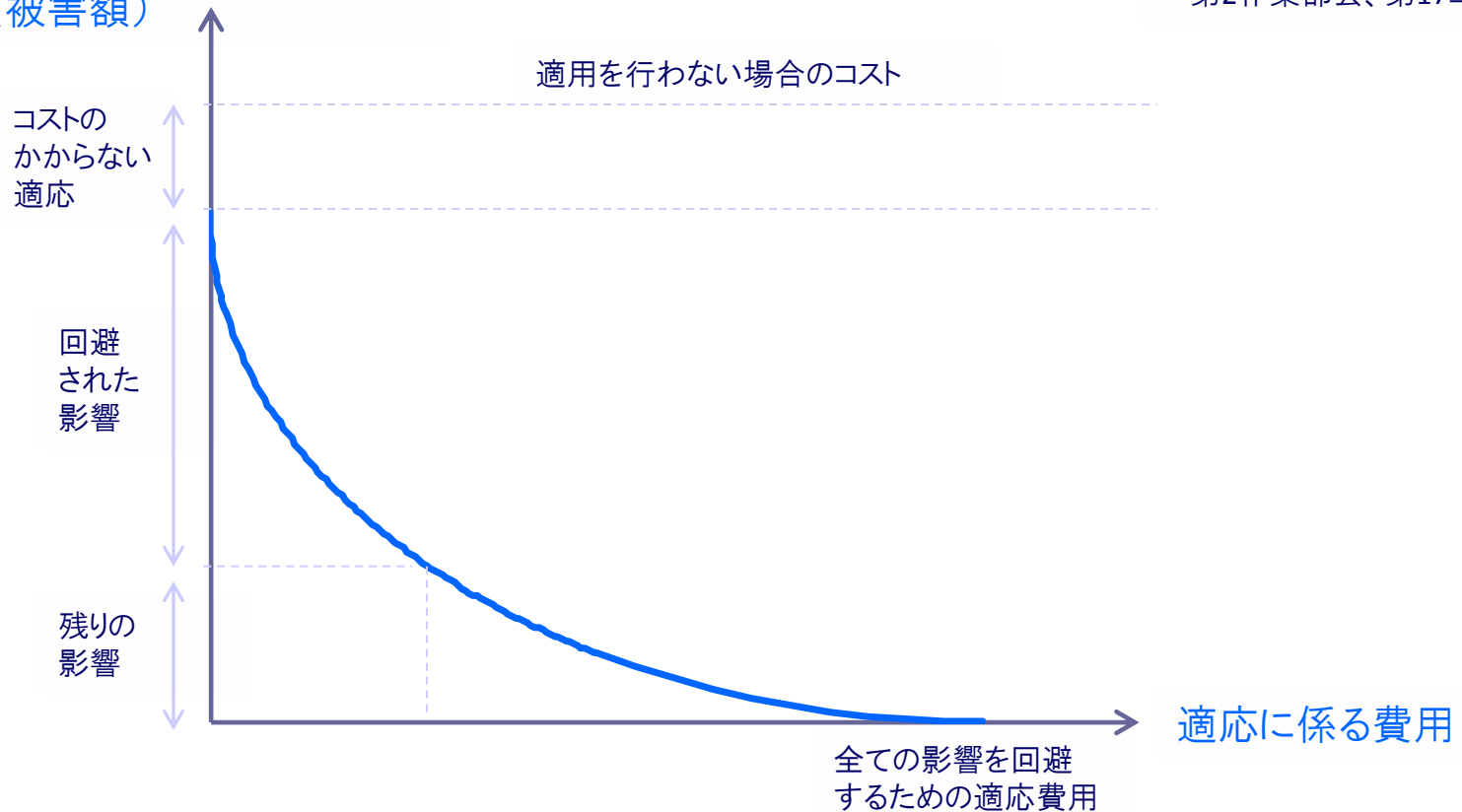
研究	結果 (10億ドル/年)	評価時点
世界銀行(2006)	9~41	現在
UNFCCC (2007)	28~67	2030年
世界銀行(2010)	70~100	2010年から2050年までの年間値

・緩和、適応のコストや気候変動に伴う損害額については従来評価の試みがなされているが、評価の数が限られている上に、推定の幅が大きく、それらの間の相関関係も現状では必ずしも明確でない。

適応費用、緩和対策を含めた気候変動による損害の最小化

気候変動に伴うコスト
(被害額)

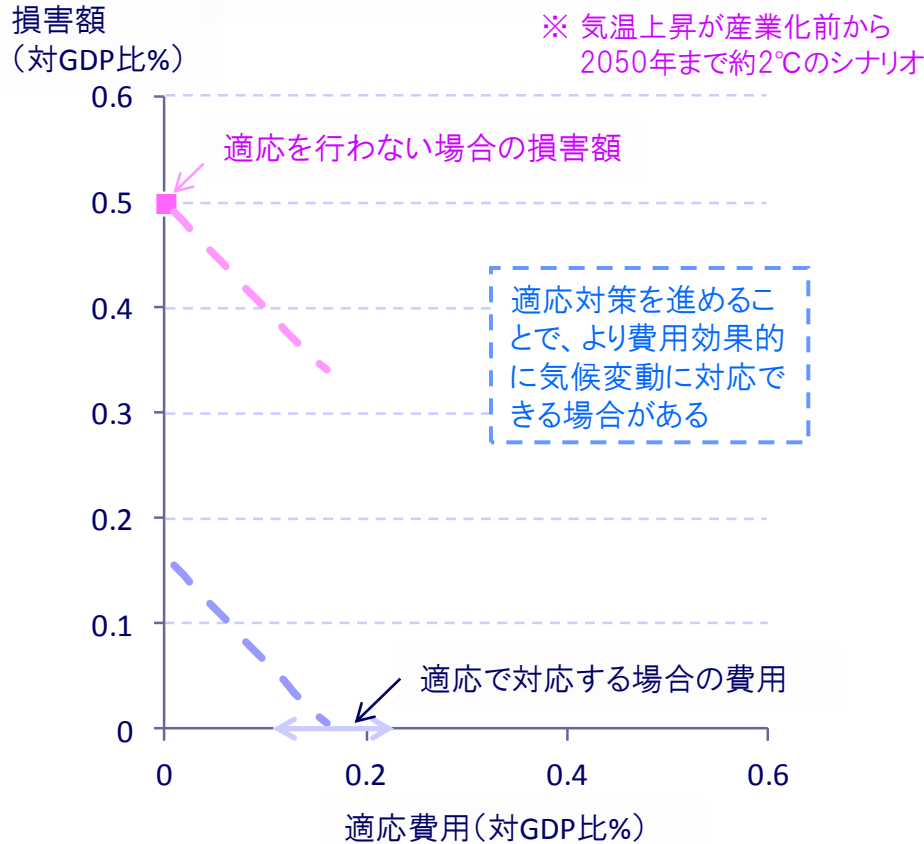
(出所) IPCC第5次評価報告書
第2作業部会、第17章より作成



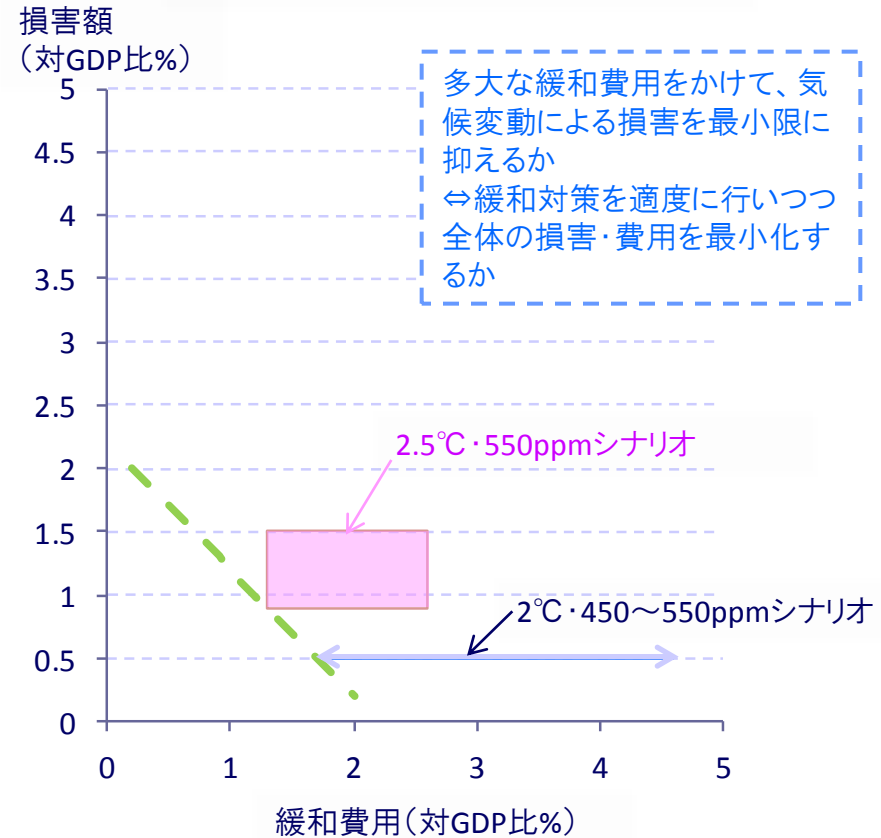
- ・適応の限界費用と適応の限界便益を等しくしたものが、経済的に最適な適応レベルとなる。
- ・緩和、影響および適応は相互に関連しており、同時に検討されるべき。
- ・緩和対策だけではなく、適応対策を含めて、効率的・効果的に気候変動による損害を最小化することが重要となる。

第5次評価報告書での適応費用、気候変動による損害等の検討

気候変動に伴うコスト(損害額)と適応費用との関係



気候変動に伴うコスト(損害額)と緩和費用との関係



・適応費用、気候変動による損害、緩和費用について、それらの相関関係が明らかではなく、最適評価ができるまでに至っていない。特に、適応費用の研究を進めてゆく必要がある。

・緩和対策だけではなく、適応対策を含めて、効率的・効果的に気候変動による損害を最小化してゆくべきである。しかし、この3つの費用の研究が不明な間は、それら費用の研究を急ぐとともに、最大限、各国が対応可能なことに努力すべきであろう。

まとめ: 気候変動問題への対処

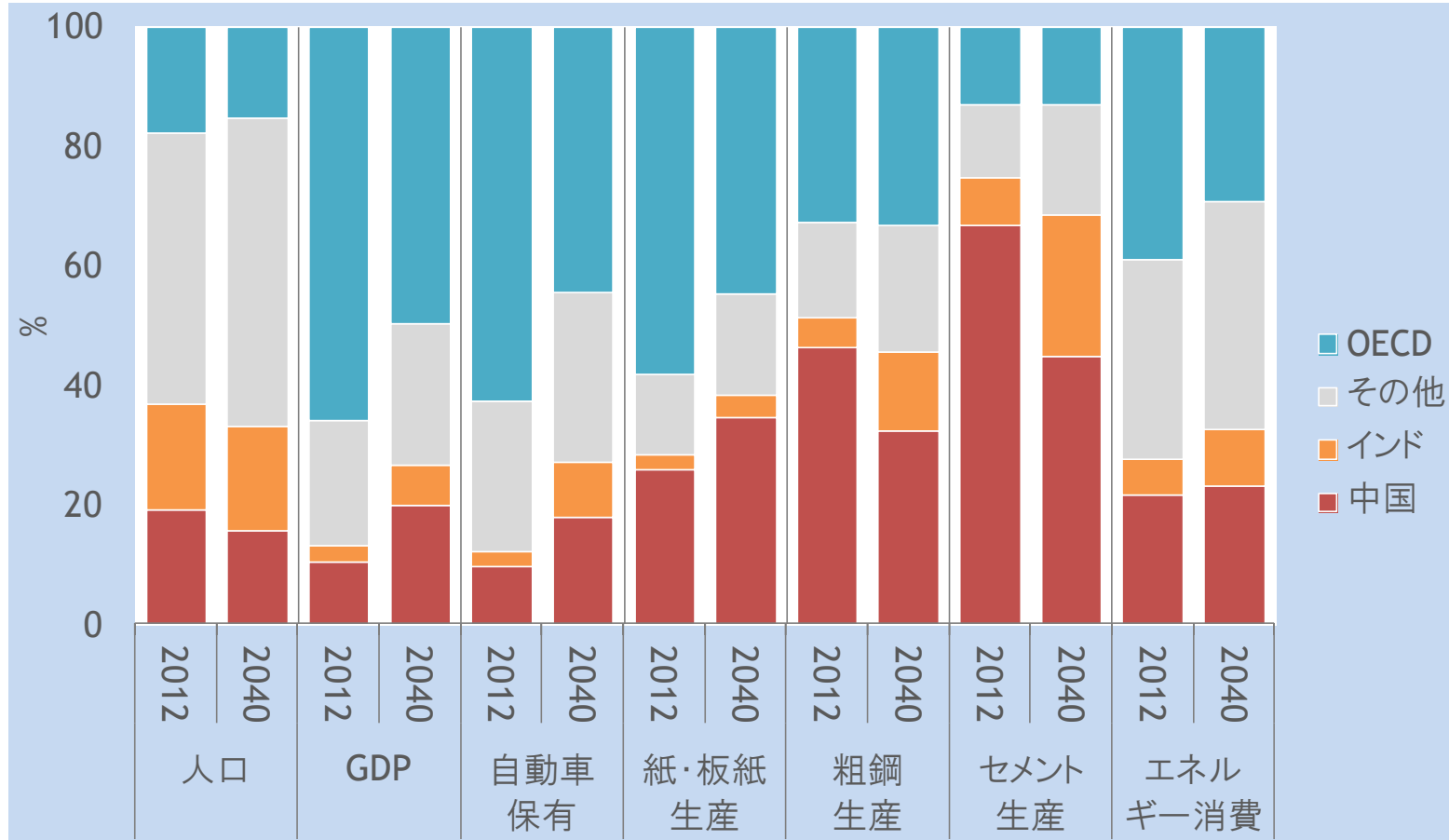
- ・現時点で想定される限り、省エネルギー・低炭素化技術が最大限まで普及することを見込んだ「技術進展ケース」でも、2050年までに世界のエネルギー起源CO₂排出量を半減するには至らない。その意味で、2100年にGHG濃度を450ppmに抑える(450ppmシナリオ)ことを実現するのはかなり困難であると思われる。
- ・このため、現実的な対応策としては、単に450ppmシナリオに固執するのではなく、むしろ500ppmもしくは550ppmシナリオをも念頭に置き、今後の国際交渉も含めた具体的な対応・戦略を検討することの方が重要と考えられる。また、2050年以降も視野に入れ、CCU等の画期的な技術の開発が求められるとともに、「適応」での対処に関しても検討を行うことが望ましい。
- ・450ppmシナリオ以外の多様なシナリオ・オプションを念頭に置き、国際的な合意形成の実現を目指しつつ、気候変動対策を真剣に検討してゆく必要がある。

A light gray silhouette of a world map is centered in the background. The title text is overlaid on the map, specifically over the Asian continent.

中国・インドの低成長シナリオ

世界で存在感を増す中国・インド

❖ 中国・インドの世界シェア[レファレンスケース]

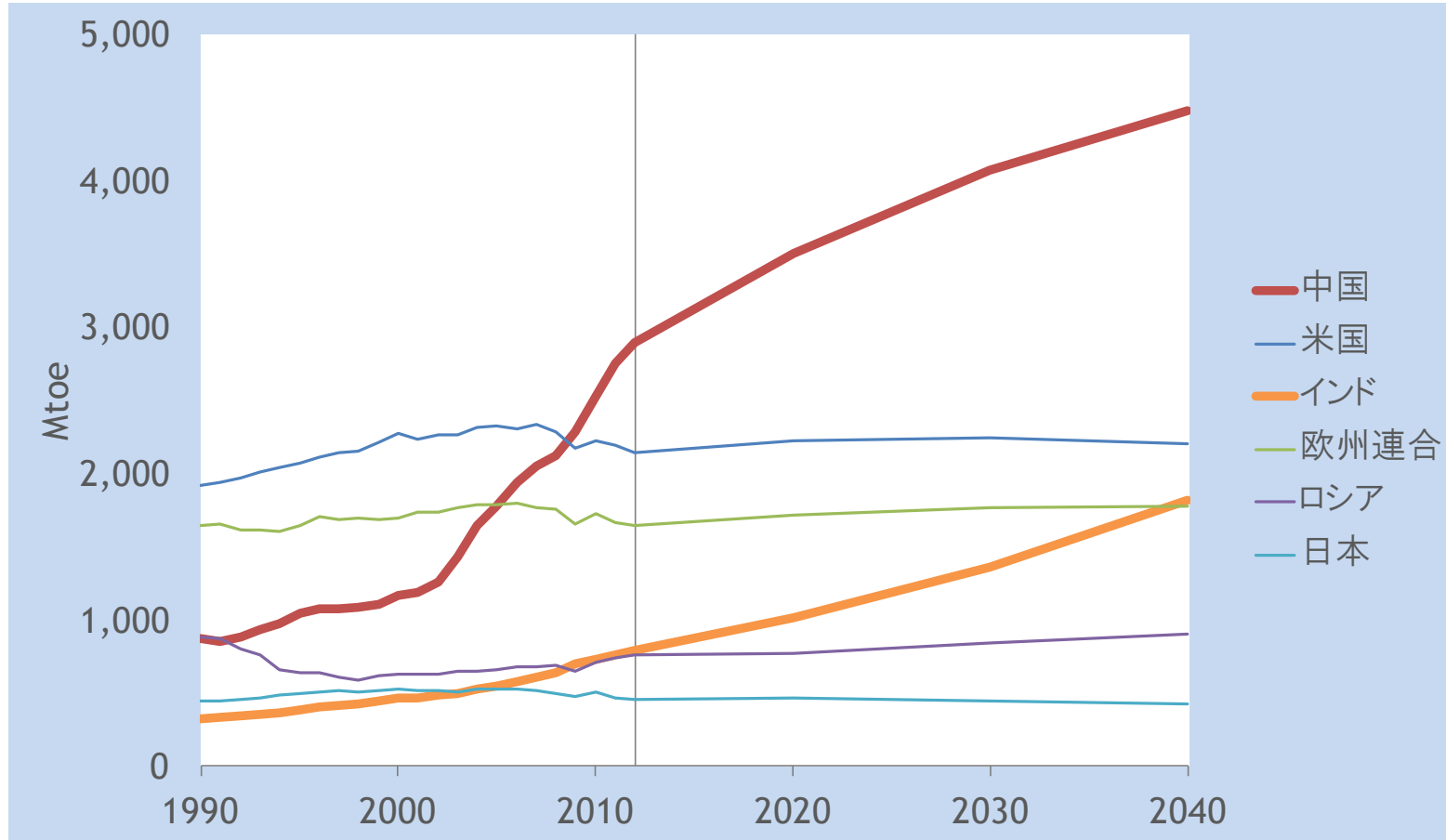


世界で最も多くの人口を抱える中国・インドは、様々な分野でプレゼンスを急速に増してゆく。2012年に両国あわせて世界の13%であったGDPは、2040年には27%までシェア倍増

中国は世界最大の新車市場であるほか、投資主導の経済構造を反映してセメント、粗鋼などでも最大の生産者。過剰生産は今後解消に向かうものの、多くの分野で両国のシェアは拡大傾向

突出する中国。世界2位をうかがうインド

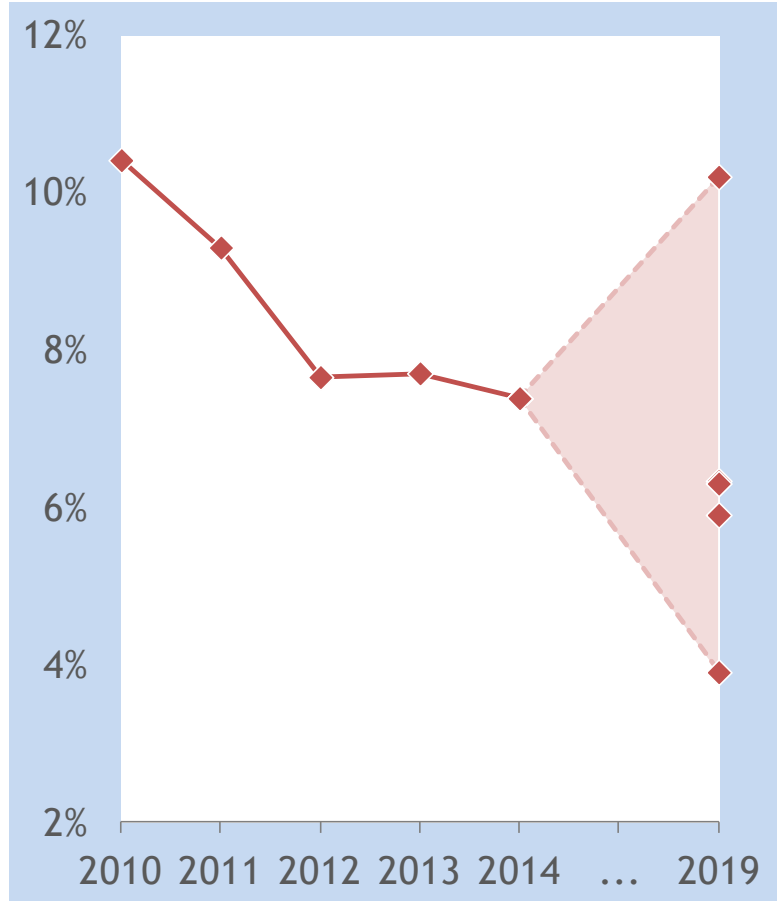
❖ 一次エネルギー消費[レファレンスケース]



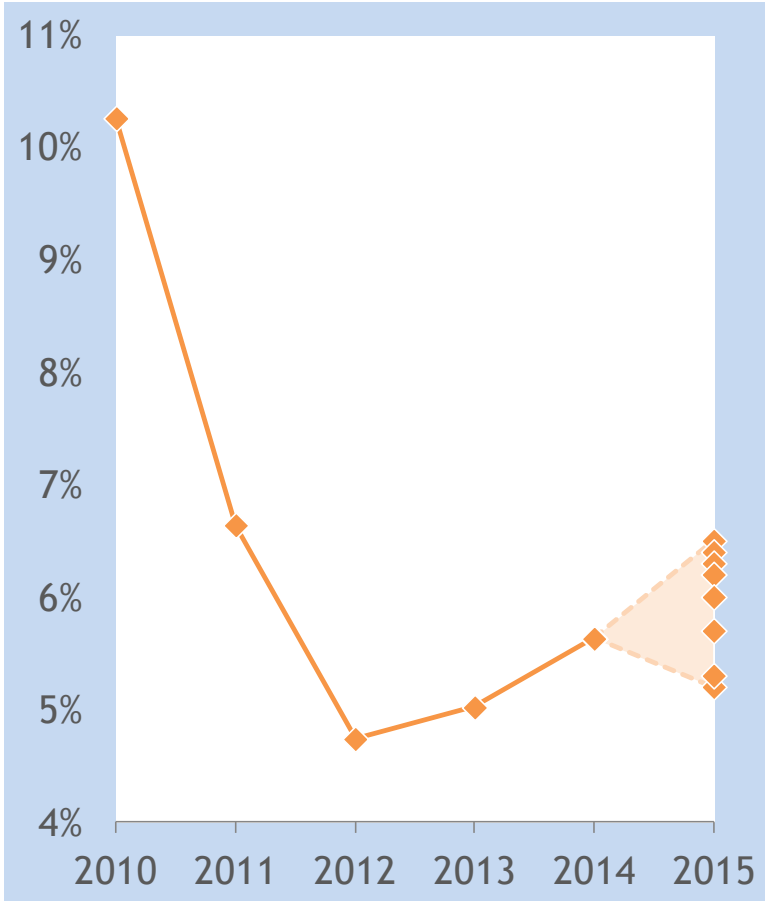
中国はどの国よりも多くエネルギーを消費しているが、2040年には第2位・米国の2倍以上に。1人あたり消費量も、すでに世界平均を超えているが、2040年には欧州連合に迫る。インドの消費量は現在はEUの半分に満たないが、2030年代末にはそのEUを上回る。2040年代には米国をも凌ぎ、第2の消費国となる勢い

山積する課題・囁かれる低成長リスク

❖ 中国の成長率シナリオ(IMF)



❖ インドの成長率予測(各種機関)



出所: IMF (2014/7), 他

“A web of vulnerabilities exists across key sectors of the economy.” 中国の脆弱性として不動産、企業の負債、地方政府の債務、銀行システム、影の銀行などが挙げられている

インドにも海外資金の流出、欧州経済不振や中国経済減速の長期化、経済・行政改革の停滞などのリスク要因。ただし、開発段階がより早期であることから、不確実性は中国ほどは大きくない

「低成長ケース」と「低成長・改革ケース」

❖ 中国

	レファレンスケース	低成長ケース	低成長・改革ケース
全体像	従来の高成長志向モデルを継続	改革が進まない中、意図せざる低成長に	低成長下でも経済高度化・低炭素化改革に尽力
経済成長率	5.4%	3.9%	同左
産業構造調整	緩やかに進む	レファレンスケースより遅延	消費主導経済への転換とサービス産業拡大が進捗
エネルギー政策・技術	過去の趨勢と現在までの政策等を背景	同左	省エネ・低炭素化の強力な推進(技術進展ケース並み)

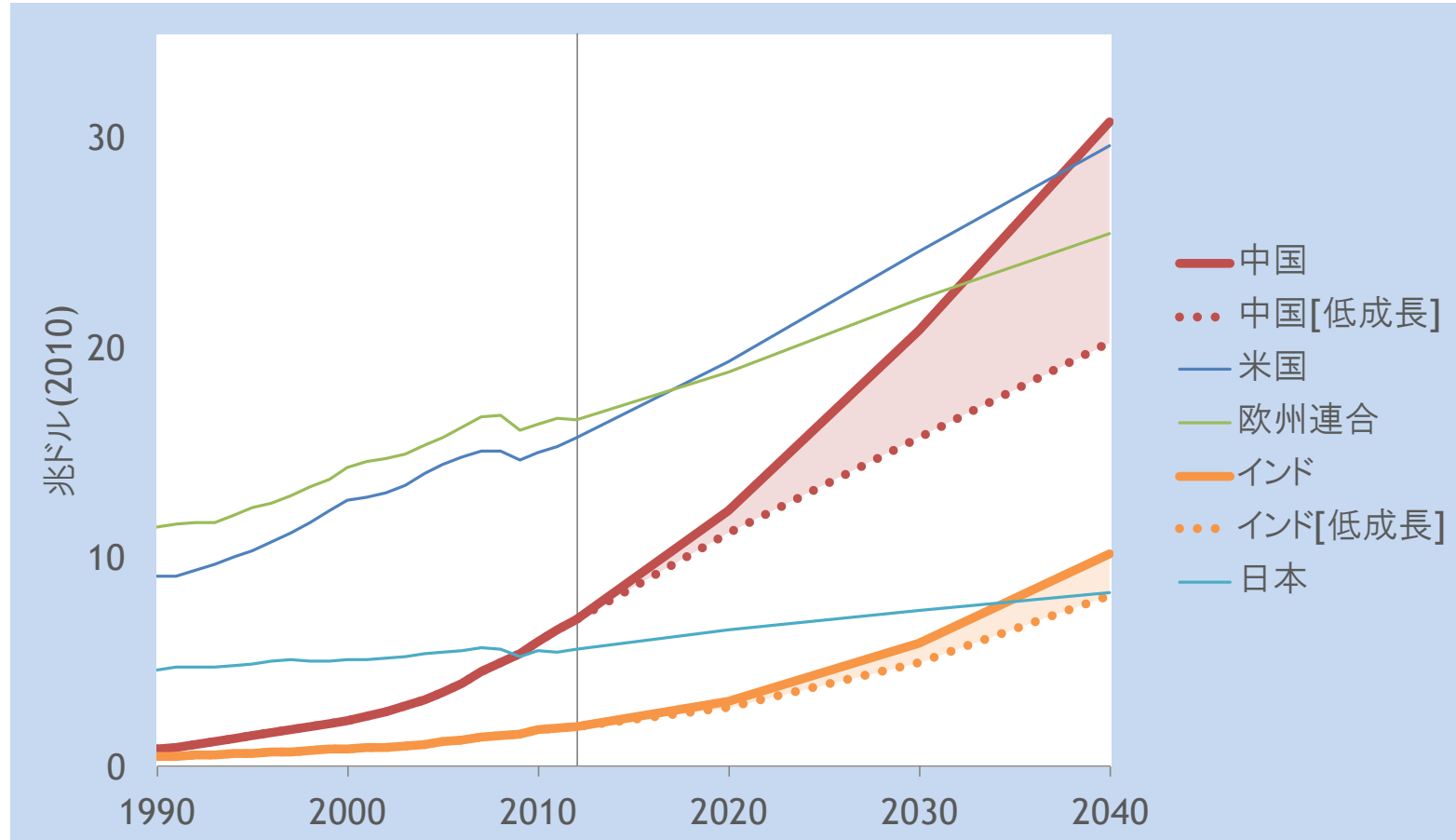
経済成長率は、各国・地域の人口動態・経済発展段階等を考慮して想定。その際、国際通貨基金、アジア開発銀行をはじめとする国際機関による予測、各国政府の経済開発計画等も参照
 雇用機会の確保は、中国の重要な政策目標の1つ。低成長は雇用にはマイナスだが、同程度の低成長下でも、雇用吸収力が高い第3次産業への転換で、2040年の就業者数を559万人上積み可

❖ インド

	レファレンスケース	低成長ケース	低成長・改革ケース
全体像	従来の高成長志向モデルを継続	意図せざる低成長に	低成長下でも低炭素化改革に尽力
経済成長率	6.2%	5.3%	同左
エネルギー政策・技術	過去の趨勢と現在までの政策等を背景	同左	省エネ・低炭素化の強力な推進(技術進展ケース並み)

成長の振れ幅とマグニチュード

❖ 実質GDPの想定

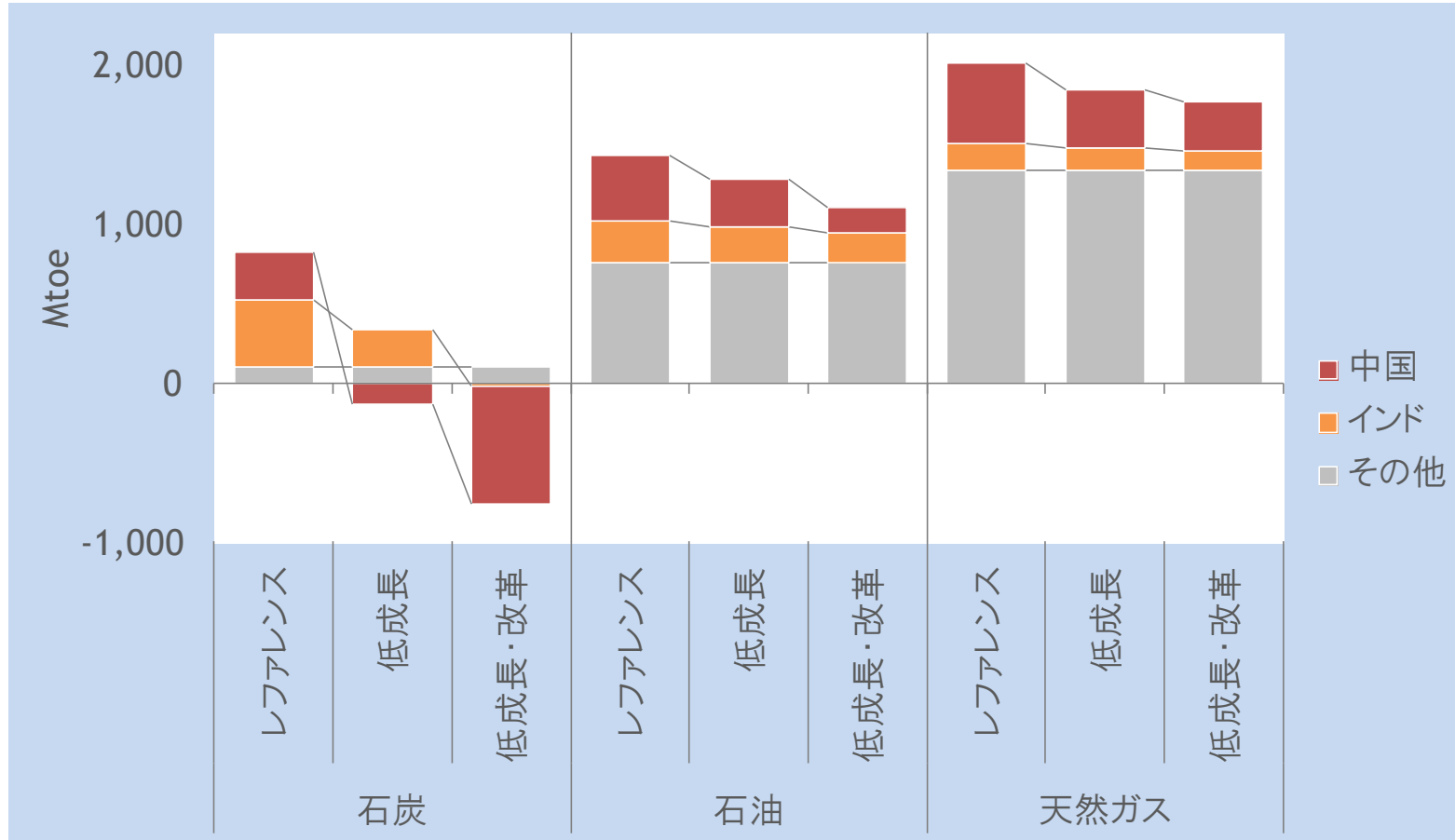


中国が抱える課題が大問題として顕在化し、2020年までの成長率がレファレンスケースの年7.2%から6.0%まで落ち込み、その後も1.7 pt低い3%成長に減速する状況を想定

インドはレファレンスケースでは6.2%成長を想定しているが、低成長ケースではリスク要因が成長率を約1 pt低い5.3%にとどめる状況を想定

中国・インドが世界の将来像を左右

❖ エネルギー消費の増分(2012-2040)

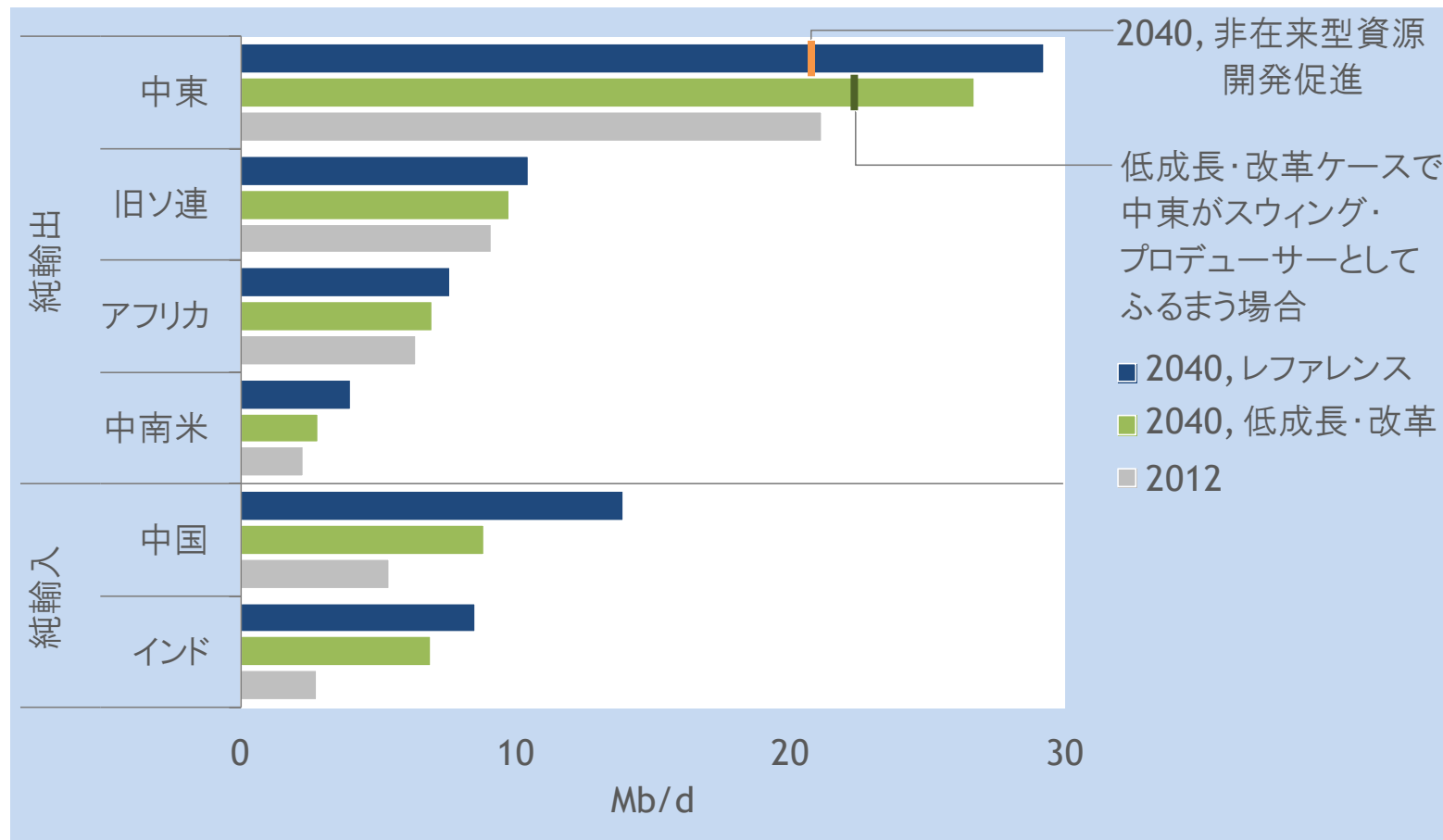


中国・インドの2040年までのエネルギー消費増分は、米国・日本の現消費量を超える膨大な量。しかし、両国が低成長下においても改革に精力的に取り組めば、増分は70%圧縮

消費量の変化では両国で主幹をなす石炭が最大となるが、国際市場への影響においては、両国が輸入依存を高めてゆく石油や天然ガスの下振れが持つ意味も大きい

石油消費増圧縮が中東の純輸出下押し

❖ 原油純輸出入

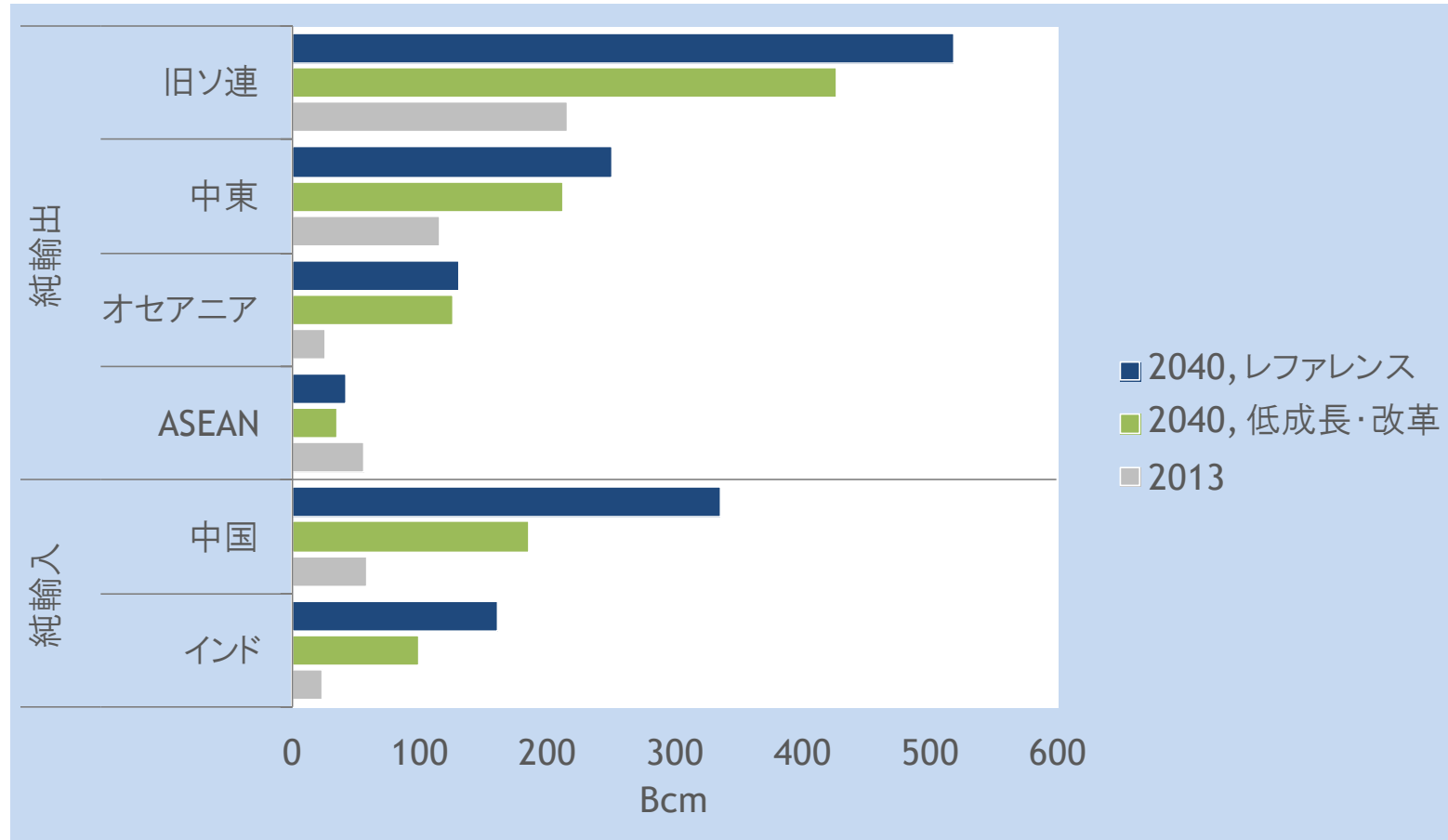


中国・インドは、日本と比べ石油調達先の多様化が進んでいる。それでも、両国の消費増の鈍化は、中東に顕著な変化をもたらす。2040年までに石油消費増分があわせて6.9 Mb/d抑制される場合、そのうち2.5 Mb/dは中東の減産によって調整され、同地域の純輸出増分の31%が消失

純輸出増分の変化率では中南米と旧ソ連への影響が大きく、レファレンスケース比70%減と51%減

天然ガスでは旧ソ連に最大の影響

❖ 天然ガス純輸出入



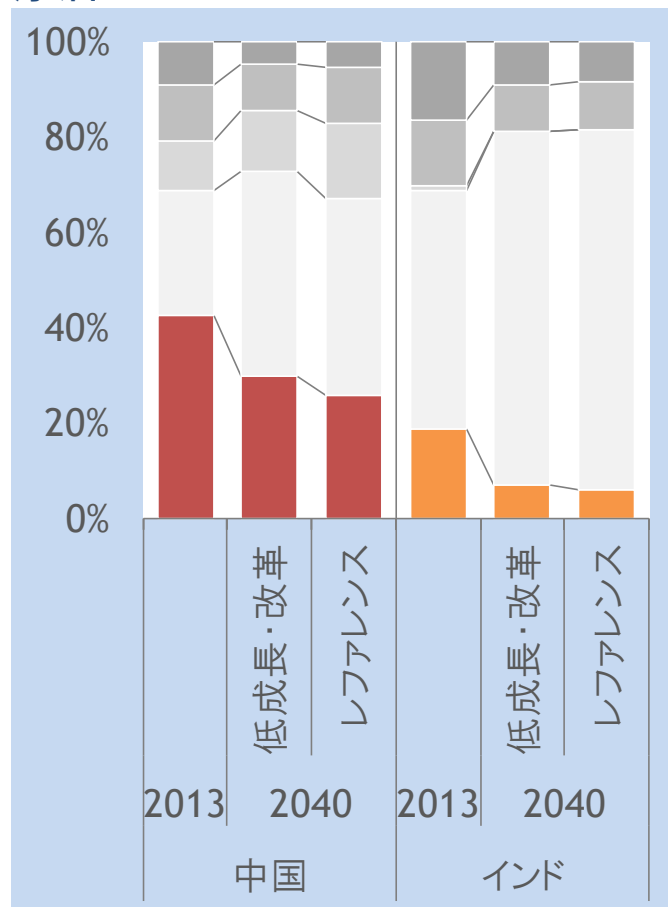
中国の天然ガス消費増の鈍化は、国内の増産もある程度圧縮。それでも、低成長・改革ケースの純輸入はレファレンスケースの55%に縮小。インドの純輸入増も38%抑制される

中国・インドの消費増の鈍化は、旧ソ連、中東に少なからぬ影響をもたらす。両地域の2040年までの純輸出増分のそれぞれ3割が失われることになる

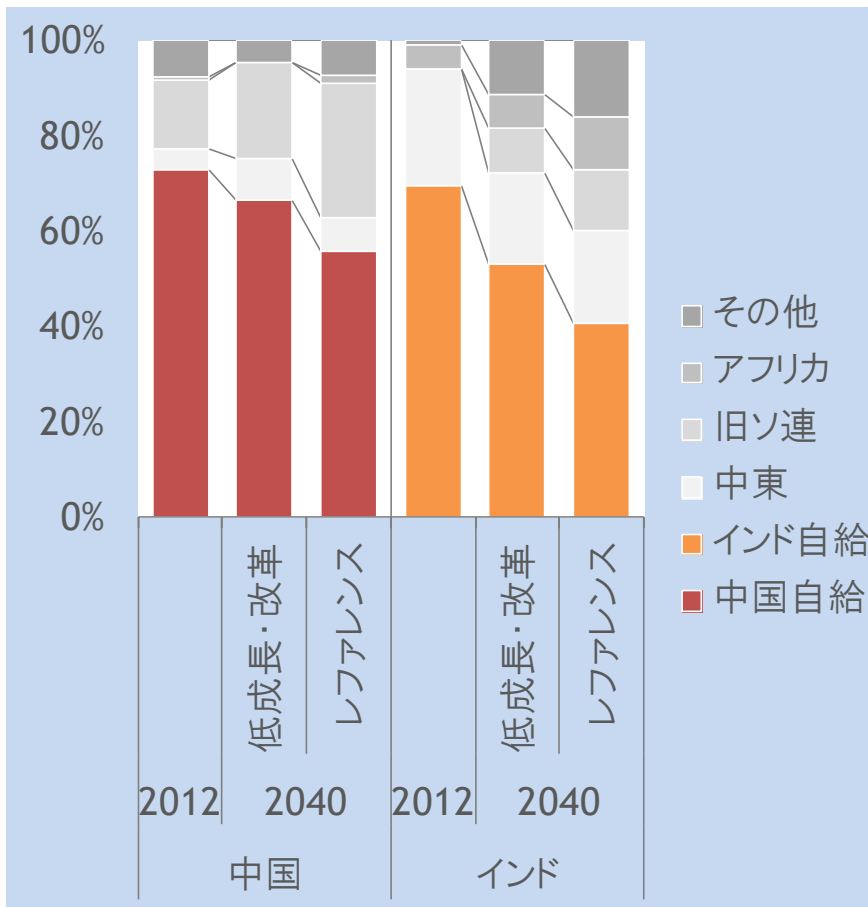
輸入減・自給率向上・安全保障改善

❖ 原油・天然ガス供給構造: 自給率と主要輸入先比率

原油



天然ガス



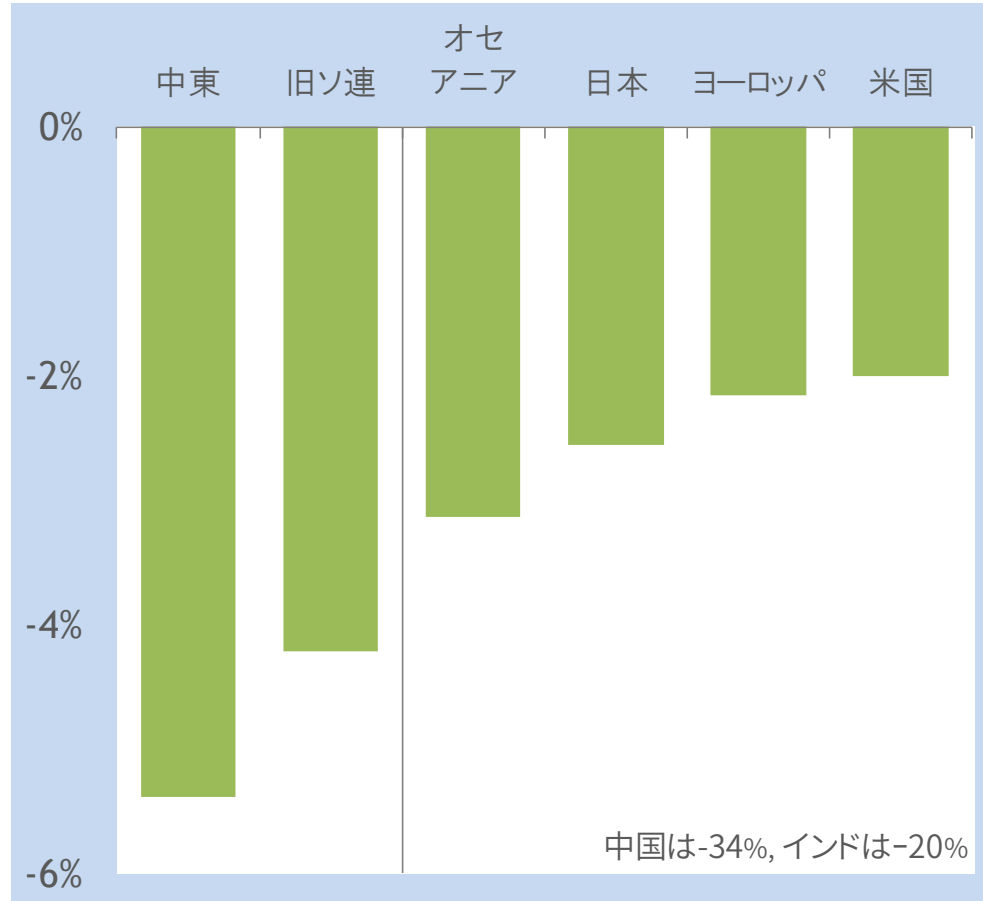
レファレンスケースでは、中国の原油自給率は現在の42%から2040年には26%へ低下。
インドは19%からわずか6%まで減少

低成長ケースでは、急速なエネルギー消費の増加が抑制されることで、輸入依存度は低減。
エネルギー消費構造の改革は、エネルギー・セキュリティの確保にさらに貢献

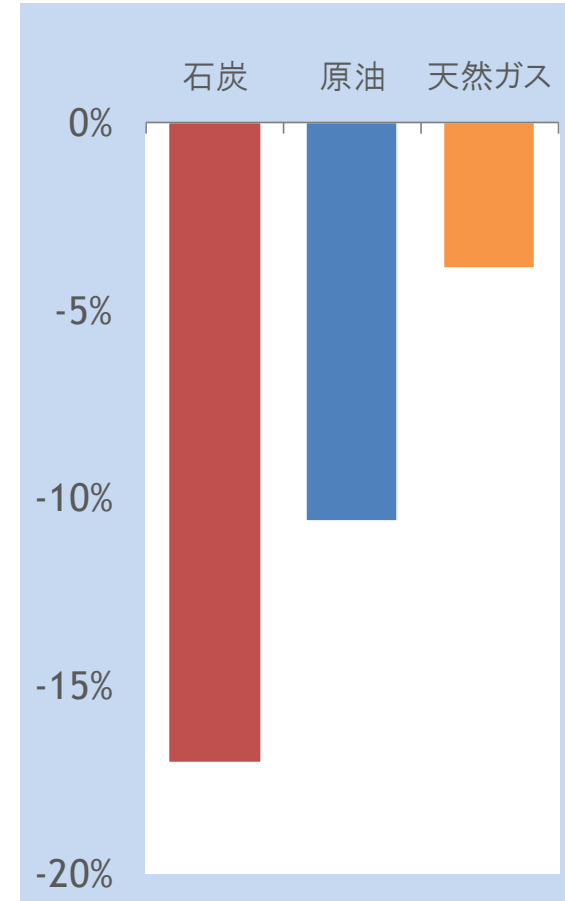
低成長・改革の影響は世界経済へ波及

❖ 国際経済・市場へのインパクト[低成長・改革ケース, 2040年] (レファレンスケース比)

実質GDP



国際エネルギー価格

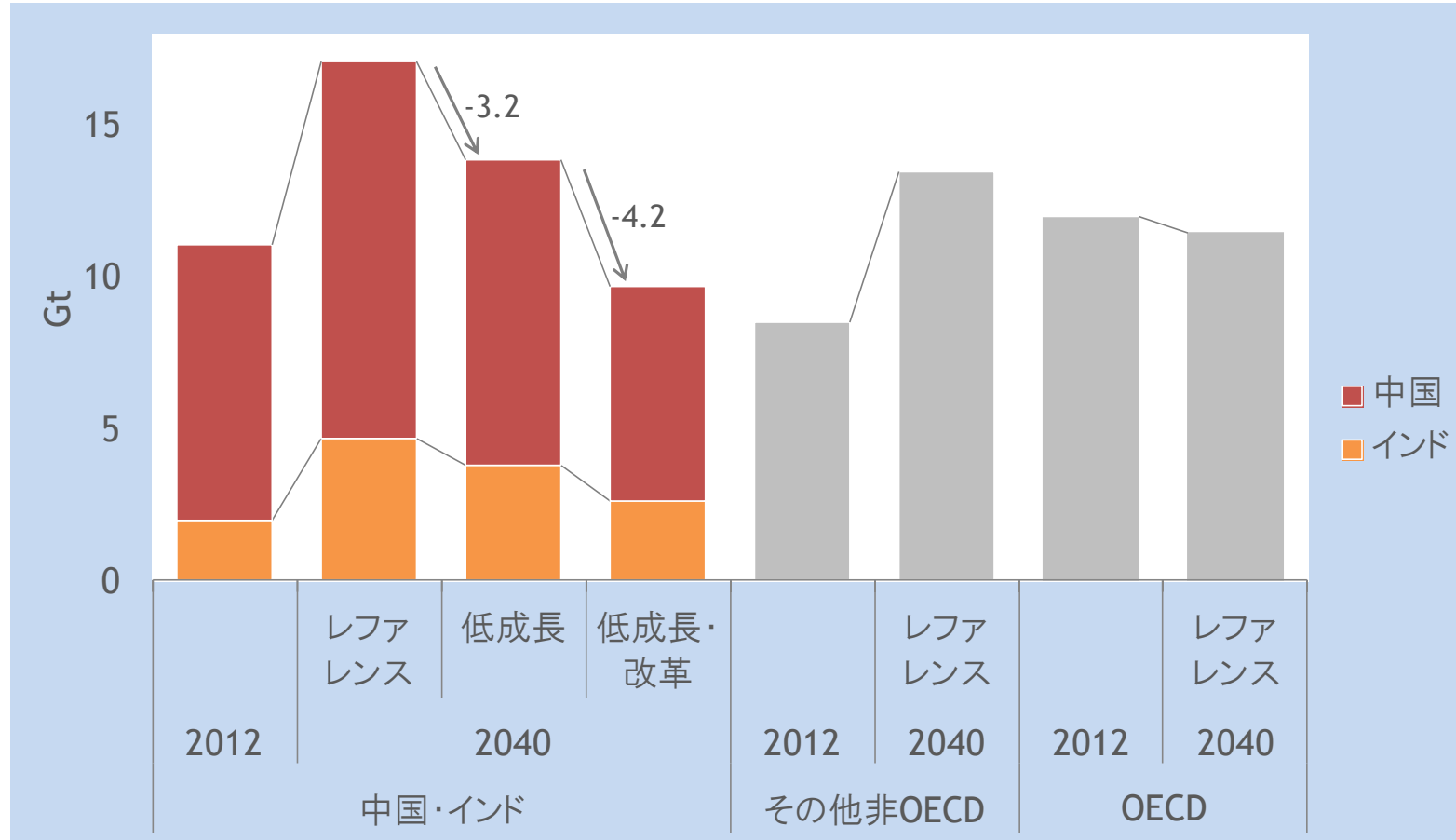


中国・インドがこれまでと異なる成長パスに転じれば、世界経済にも影響。エネルギー輸出増分が圧縮される中東は、下振れが大きい。ロシアが欧米との関係悪化で中国シフトを鮮明にしてゆくと、下振れ幅が拡大する蓋然性高

エネルギー市場の需給緩和で、消費国にはエネルギー輸入価格の下落という恩恵も

改革は低成長と同等以上に環境に寄与

❖ エネルギー起源二酸化炭素排出



レファレンスケースでは、2040年に中国のCO₂排出はOECD全体よりも多くなり、インドは米国を上回る第2の排出国に

低成長はCO₂排出を3.2 Gt抑制するが、エネルギー需給構造改革はそれ以上の4.2 Gtの削減寄与

中国で深刻なPM_{2.5}の一因であるSO_xの発生も、低成長・改革ケースではレファレンスケース比半減

まとめとインプリケーション

❖ 単なる「低成長」か? 「低成長・改革」か?

- 中国・インドが低成長に転じれば、エネルギー消費増分は大幅に圧縮される。
ただし、現状の構造を維持したままの成長減速は、諸問題が未解決・悪化の懸念
- これまでとは異なる成長パスへの移行に向け、社会・エネルギー分野で改革を進めれば、低成長下でも、雇用機会を確保しつつ、社会発展・資源・環境などの面で持続可能性がより高いシステムへの道筋をつける一歩となる可能性
- 中国・インドの2040年までのエネルギー消費増分は、レファレンスケースでは、米国・日本の現消費量を超える膨大な量。一方で、低成長・改革ケースでは、増分は70%圧縮される
- 影響が最も大きいのは石炭であり、中国・インドの消費減少で、2040年の世界の消費は現在を下回る。両国の石油消費増分は半分、天然ガスは3分の2以下に圧縮される

❖ 世界経済・エネルギー供給国への影響

- 中国・インドのエネルギー消費抑制は、国際エネルギー市場に緩和寄与。
グローバル、そしてローカルな環境面のメリットも少なくない
- 一方で、アジアの二大新興国の成長鈍化は、世界経済にも影響が波及。
国際貿易・投資を通じ、多くの国・地域の経済にとって下振れ圧力に。
両国の変化・構造調整にあわせた対応が求められる
- とりわけ、両国へのエネルギー・資源輸出の増分が圧縮される中東・ロシア・オーストラリアなどでの影響が大。
リスク低減策として、輸出先のさらなる多様化と経済の高付加価値化・多角化が欠かせない





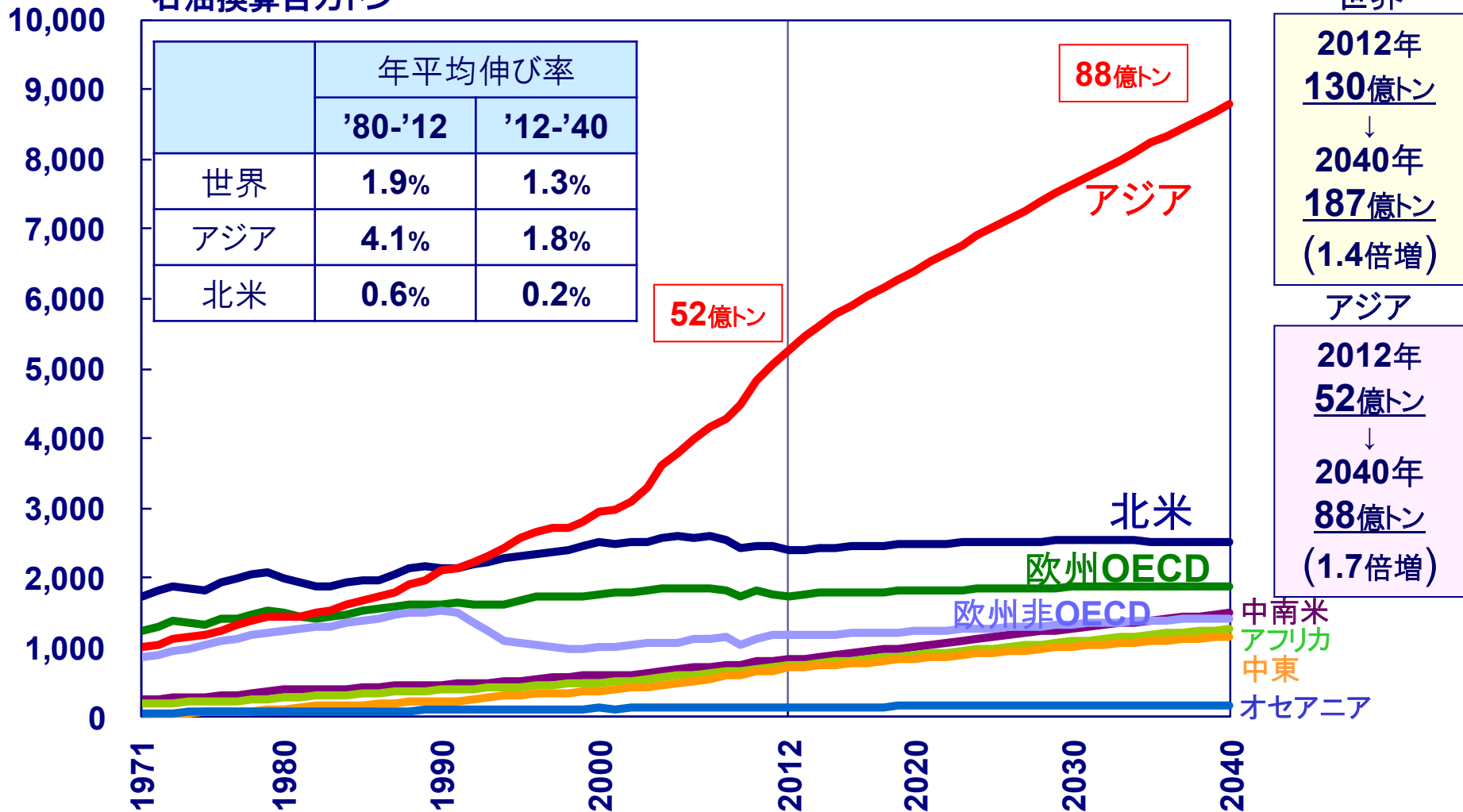
追加資料

2040年までの 世界・アジアのエネルギー需給展望

世界の一次エネルギー消費

レファレンスケース

石油換算百万トン



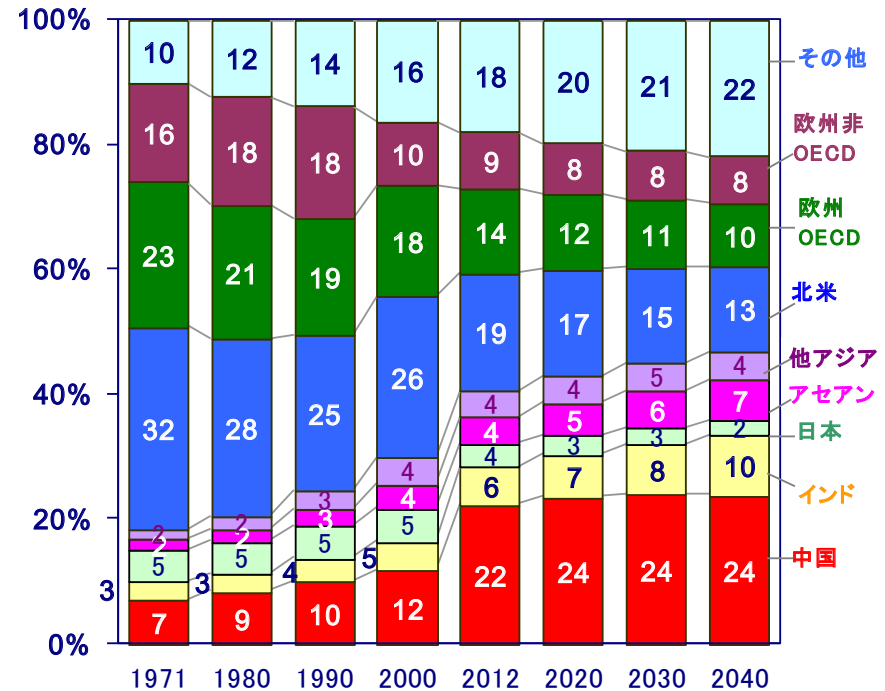
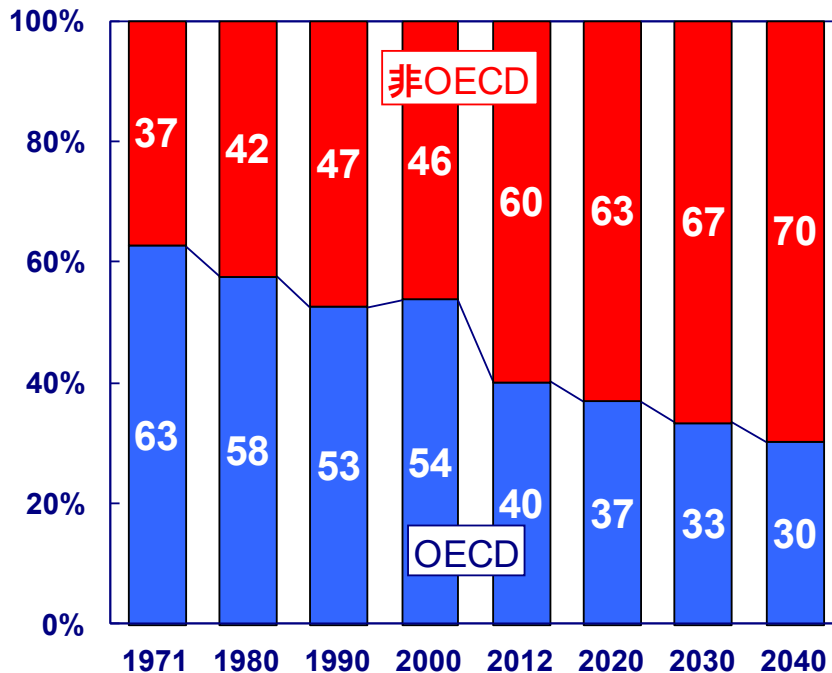
- 着実な経済成長の下、2040年のアジアのエネルギー消費量は現在の1.7倍へ拡大(2012年52億トン→2040年88億トン)。
- 2012年から2040年までの世界のエネルギー消費増加量の約9割を非OECD諸国が占める。

世界の一次エネルギー消費シェア(地域別)レファレンスケース

2012-2040年の一次エネルギー消費増加量シェア

中国	インド	日本	アセアン	他アジア	北米	欧州OECD
28%	18%	-1%	12%	5%	2%	2%

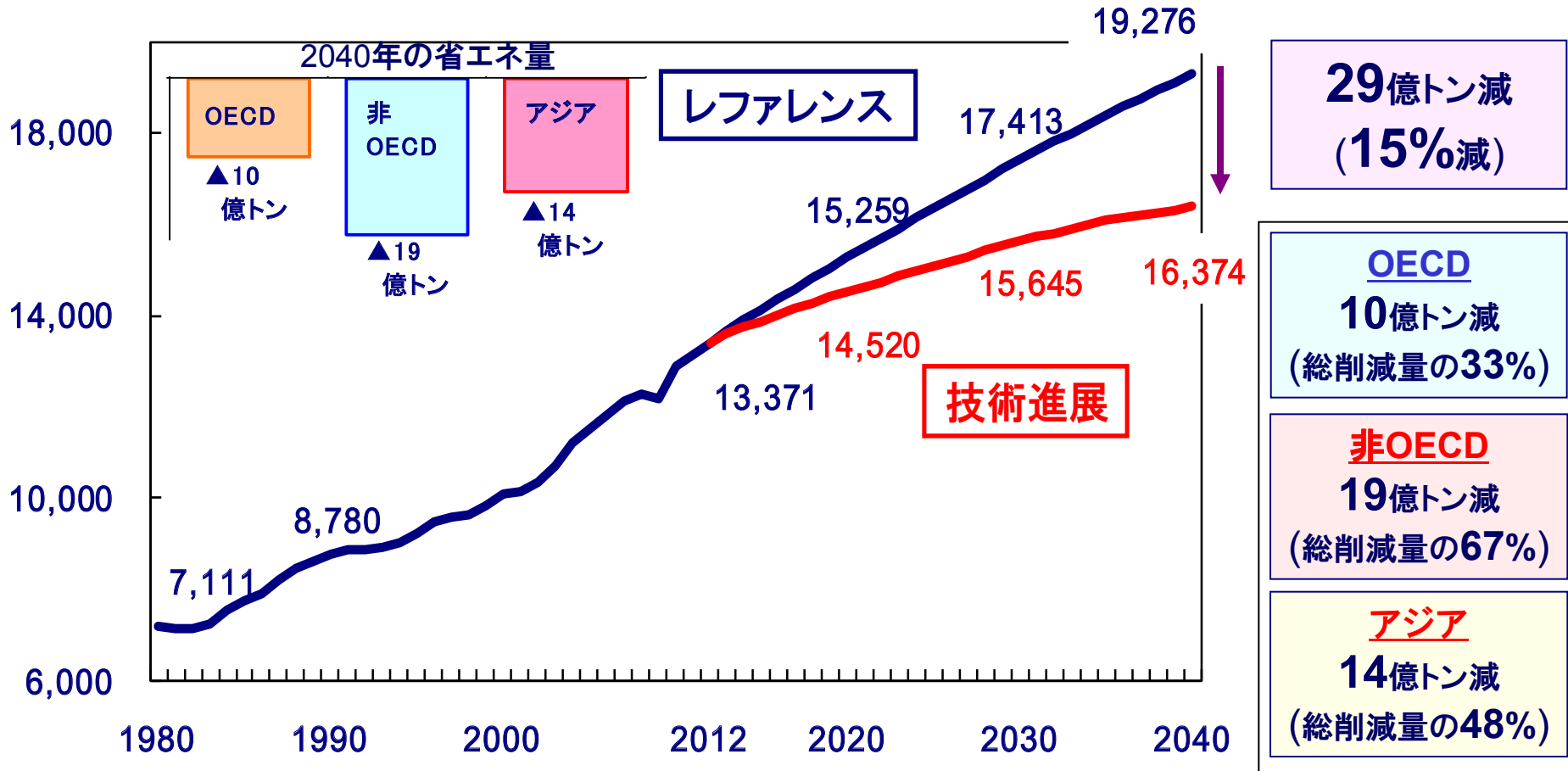
**アジアの
増加量が
約6割**



注: バンカーを除いた世界計が母数

- 着実な経済成長により、非OECD地域のエネルギー消費がOECD地域を上回る。
- アジアにおいてエネルギー消費が急速に拡大、アジア全体のシェアは2040年に47%に達する。
- 2040年には中国のシェアは24%、インドのシェアは10%へ拡大し、中国及びインドで世界のエネルギー消費の3分の1を占める。日本のシェアは2012年の4%から2040年には2%へ縮小。

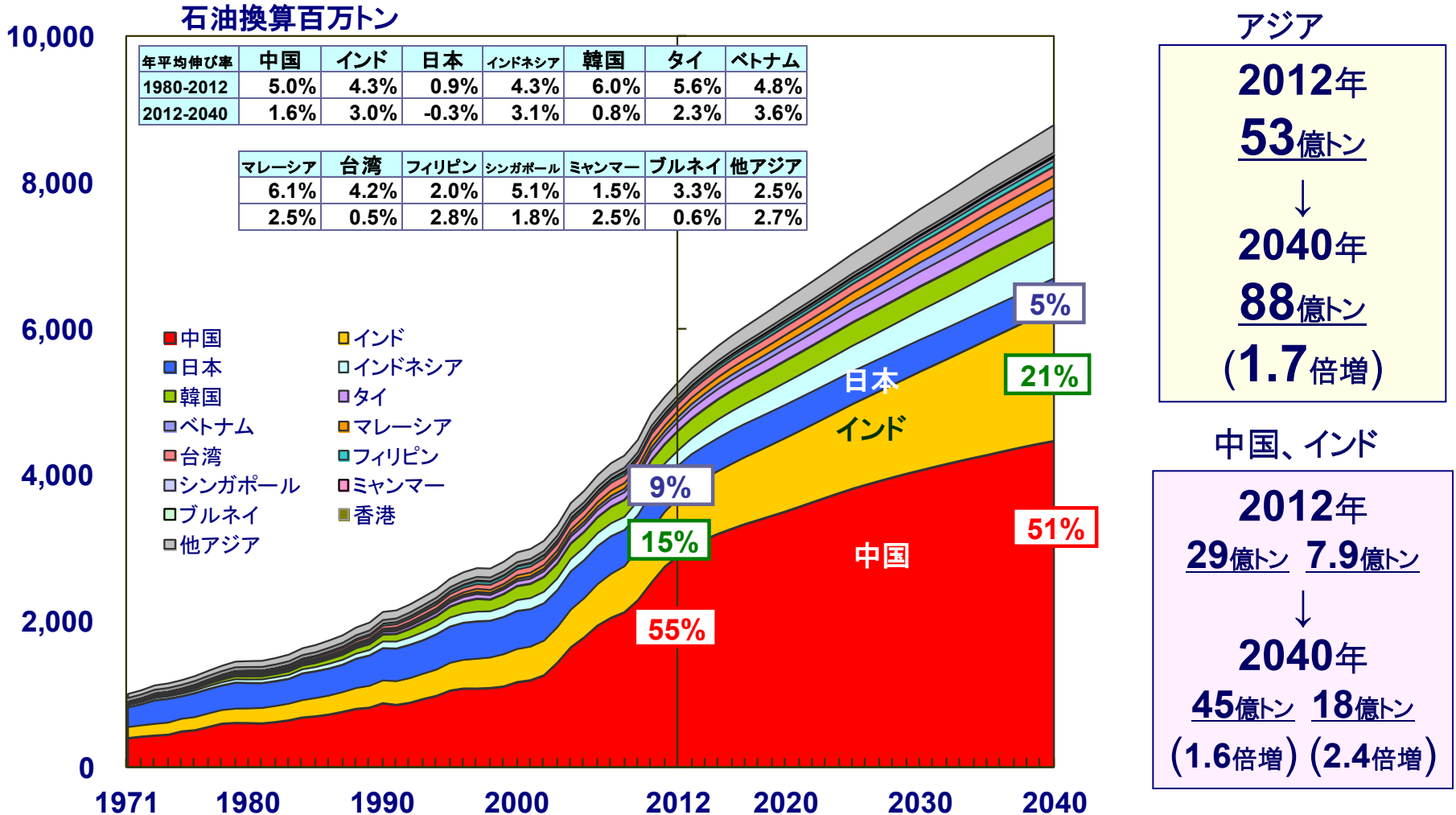
世界の一次エネルギー消費削減



- 技術進展ケースでは、2040年においてレファレンスケース比で約15% (石油換算29億トン、日本の2012年の一次消費の約6.4倍)の省エネルギーとなる。
- 特に非OECDにおける省エネルギーの割合が大きい(総省エネ量の3分の2、なかでもアジアにおける省エネ量が約5割を占める)。非OECDの省エネ量は先進国の2倍にのぼる。

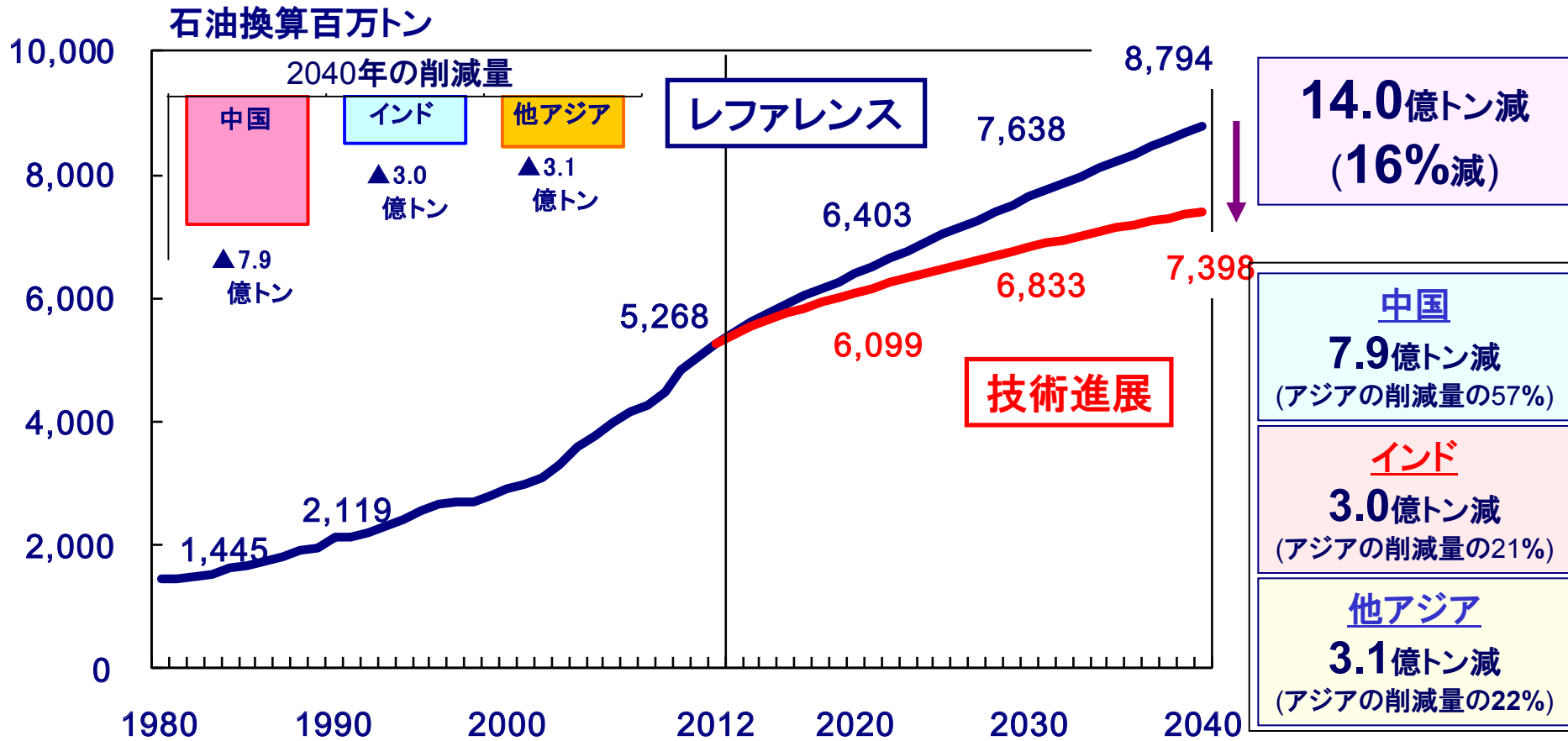
アジアの一次エネルギー消費

レファレンスケース



- 中国、インドでは経済成長に伴い、エネルギー需要が急増する。両国がアジアに占めるシェアは2040年に72%へ拡大。
- 日本は省エネの進展とともに、経済の成熟化・人口減少に伴いエネルギー消費が減少。アジアに占めるシェアは9%から5%まで縮小する。

アジアの一次エネルギー消費削減



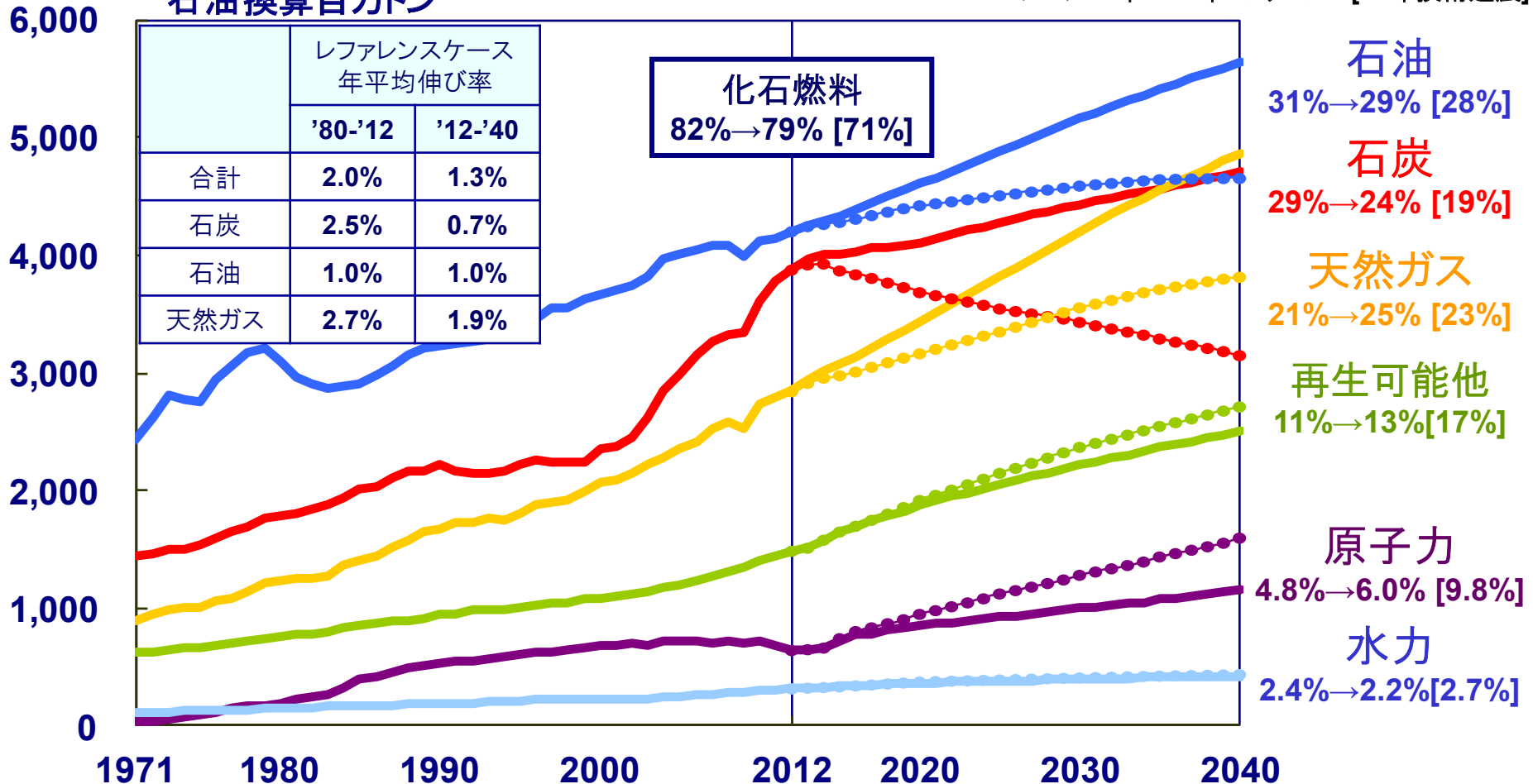
- アジアの2040年の技術進展ケースでは、レファレンスに比較して約16% (石油換算14.0億トン、日本の2012年の一次消費の約3.1倍)の省エネが実現。
- 特に中国やインドにおける省エネルギーの割合が大きい(両国でアジア全体の省エネ量の約8割を占める)

世界の一次エネルギー消費

実線: レファレンスケース
点線: 技術進展ケース

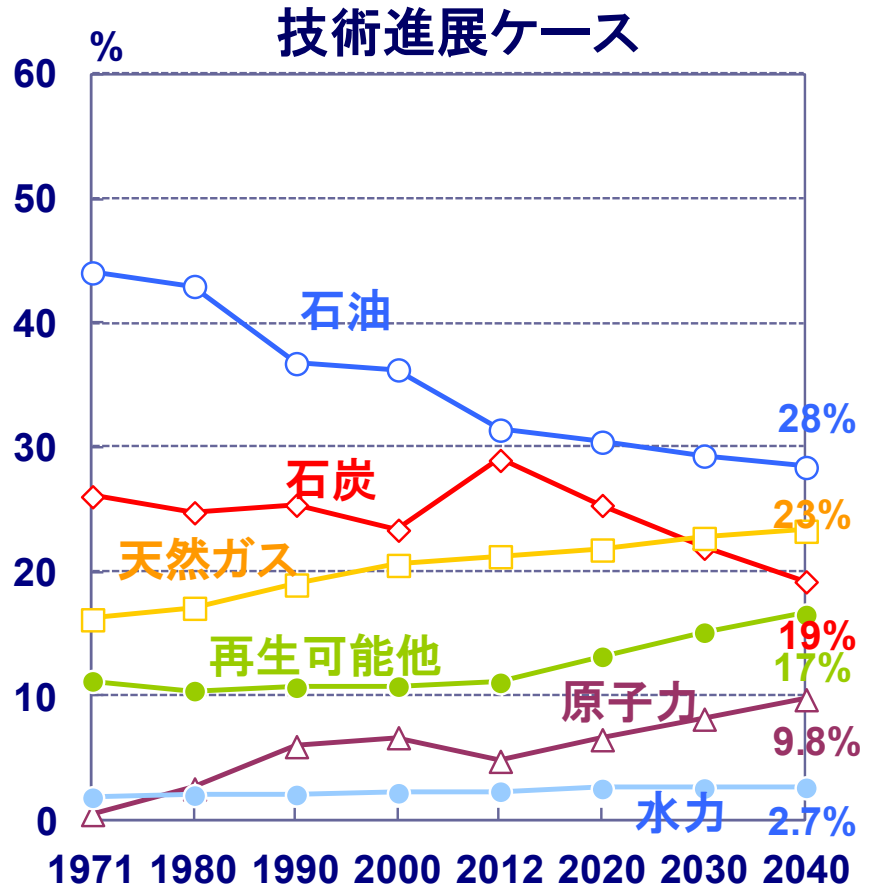
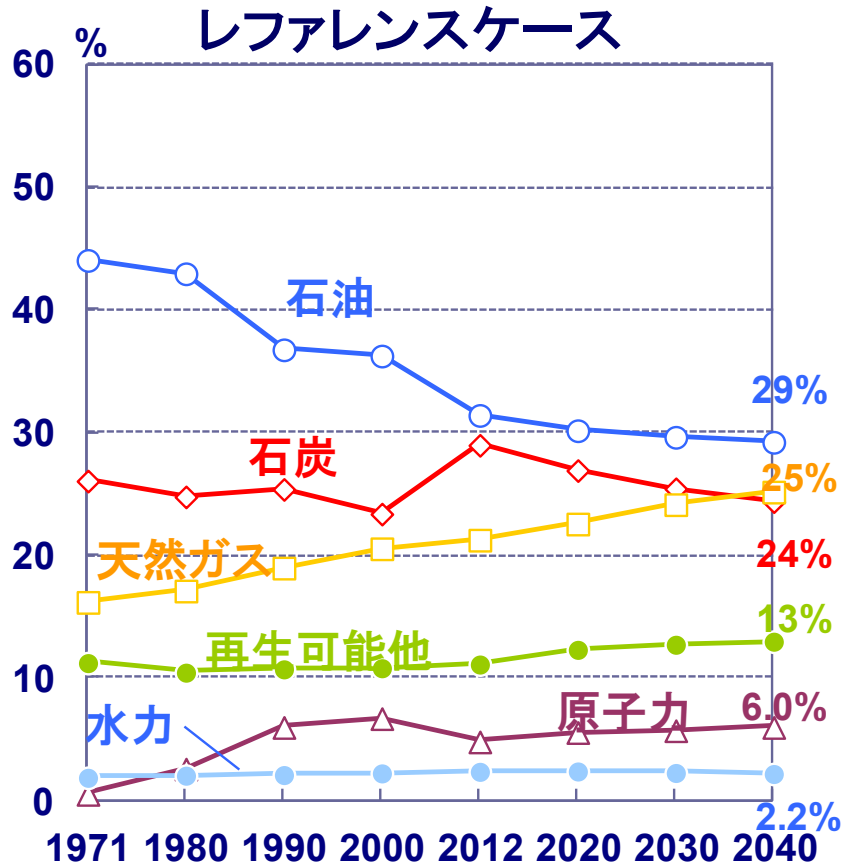
石油換算百万トン

シェア12年→40年レファレンス[40年技術進展]



- レファレンスケース・技術進展ケースともに2040年まで依然として石油が一次エネルギー消費の中で最大のシェアを占め、主要なエネルギー源であり続ける。技術進展ケースでは、2030年代に石油消費は頭打ち。
- 化石燃料のシェアは2040年にレファレンスケースで79%、技術進展ケースで71%へ低下するものの、依然として主要なエネルギー源。
- 化石燃料のシフトに伴い天然ガスはシェアを拡大。技術進展ケースでもピークアウトせず、増加を続ける。

世界の一次エネルギー消費構成比



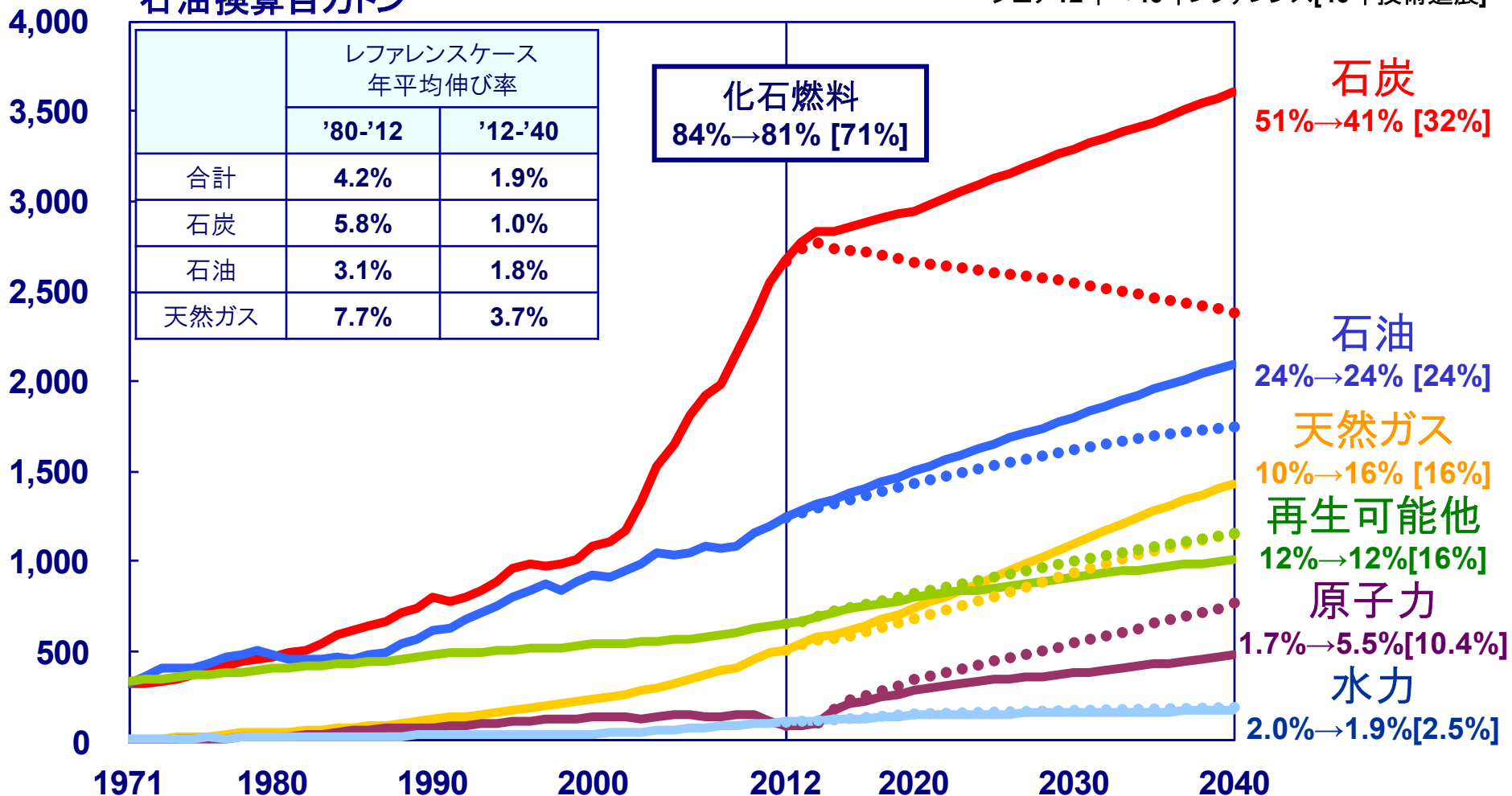
- レファレンスケースでは石油・石炭のシェアが低下し、天然ガス・再生可能エネルギーのシェアが拡大する。
- 技術進展ケースでは非OECD地域での発電用途を中心に石炭が大きく削減され、一方で再生可能エネルギー・原子力のシェアが拡大するが、化石燃料のシェアは2040年でも合計で70%を占め、重要なエネルギー源であり続ける。

アジアの一次エネルギー消費

実線: レファレンスケース
点線: 技術進展ケース

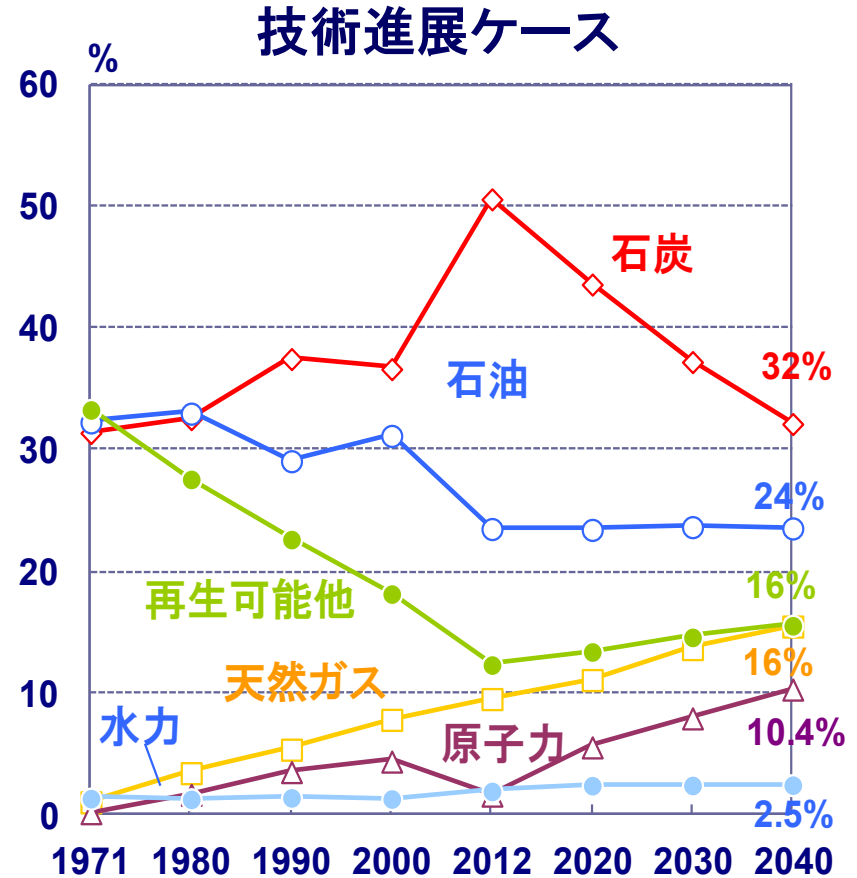
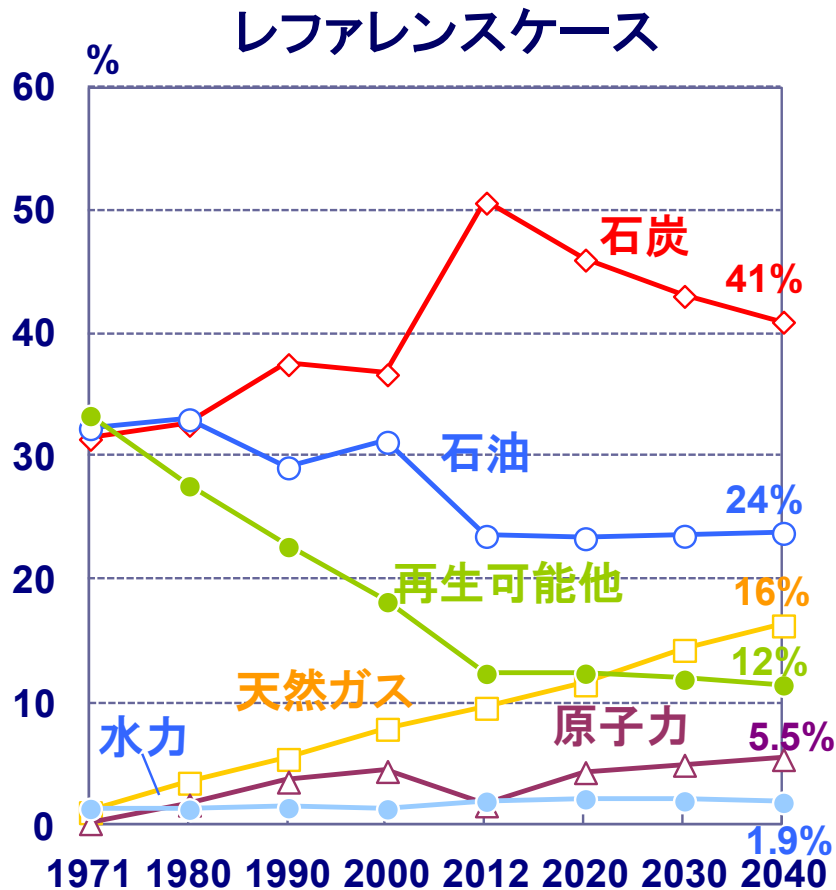
石油換算百万トン

シェア12年→40年レファレンス[40年技術進展]



- アジアでは2040年まで石炭、石油が主要エネルギー源として増加、天然ガスは発電用途における利用増加に伴いシェア16%まで拡大。
- 技術進展ケースでは石炭の消費量が大幅に削減されるが、全体の32%と依然として最大のシェアを保ち続ける。

アジアの一次エネルギー消費構成比

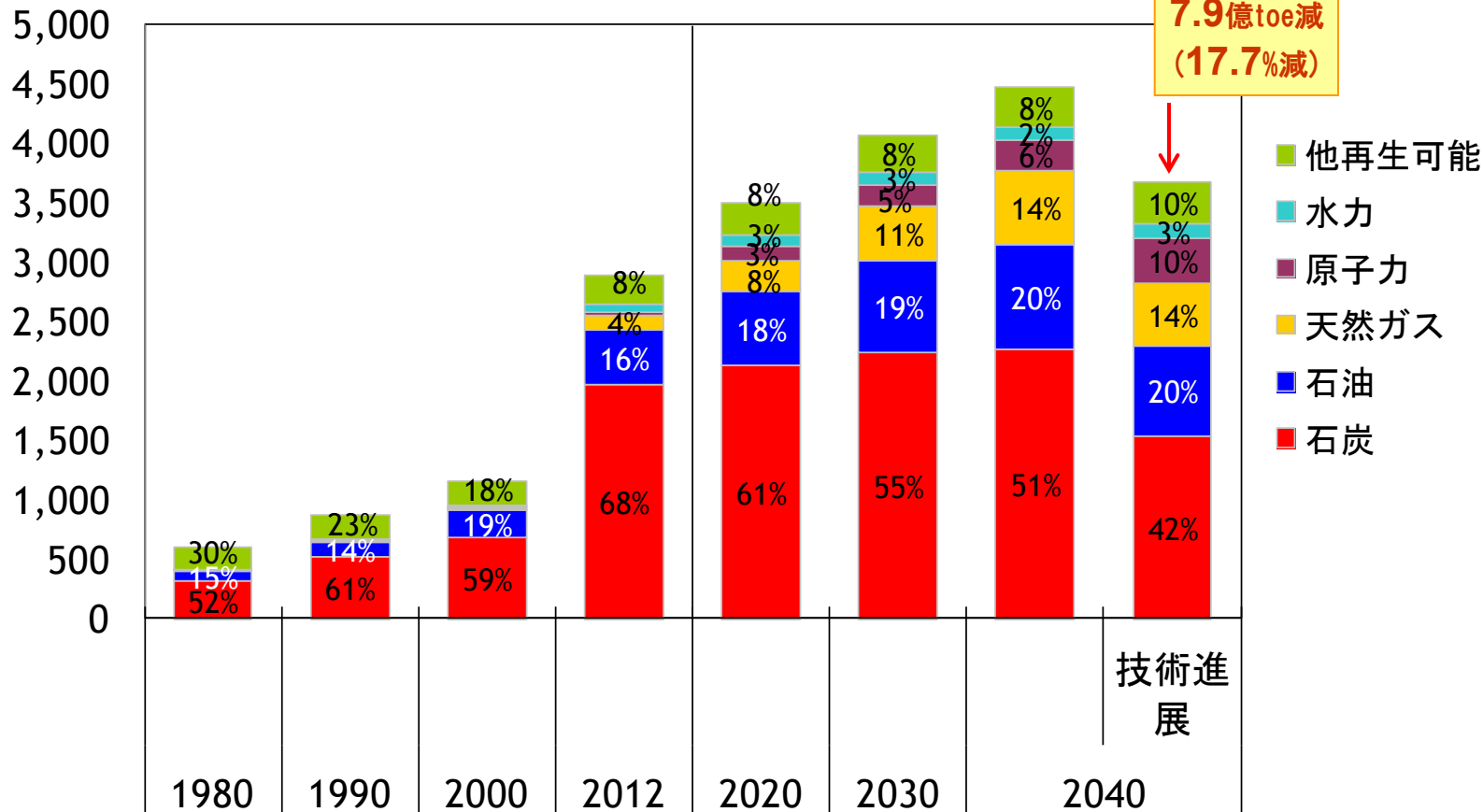


- アジアでは電力需要増加、発電部門での消費増加を背景に、石炭は高いシェアを維持する。技術進展ケースでは石炭の消費が大きく削減されるが、このケースでも2040年に依然として最大のシェアを保つ。
- 両ケースとも天然ガスのシェアが増加。技術進展ケースでは再生可能エネルギーの他、中国、インド、韓国などでの原子力発電所の新規建設に伴い、原子力のシェアが拡大する。

中国の一次エネルギー消費

レファレンスケース 技術進展ケース

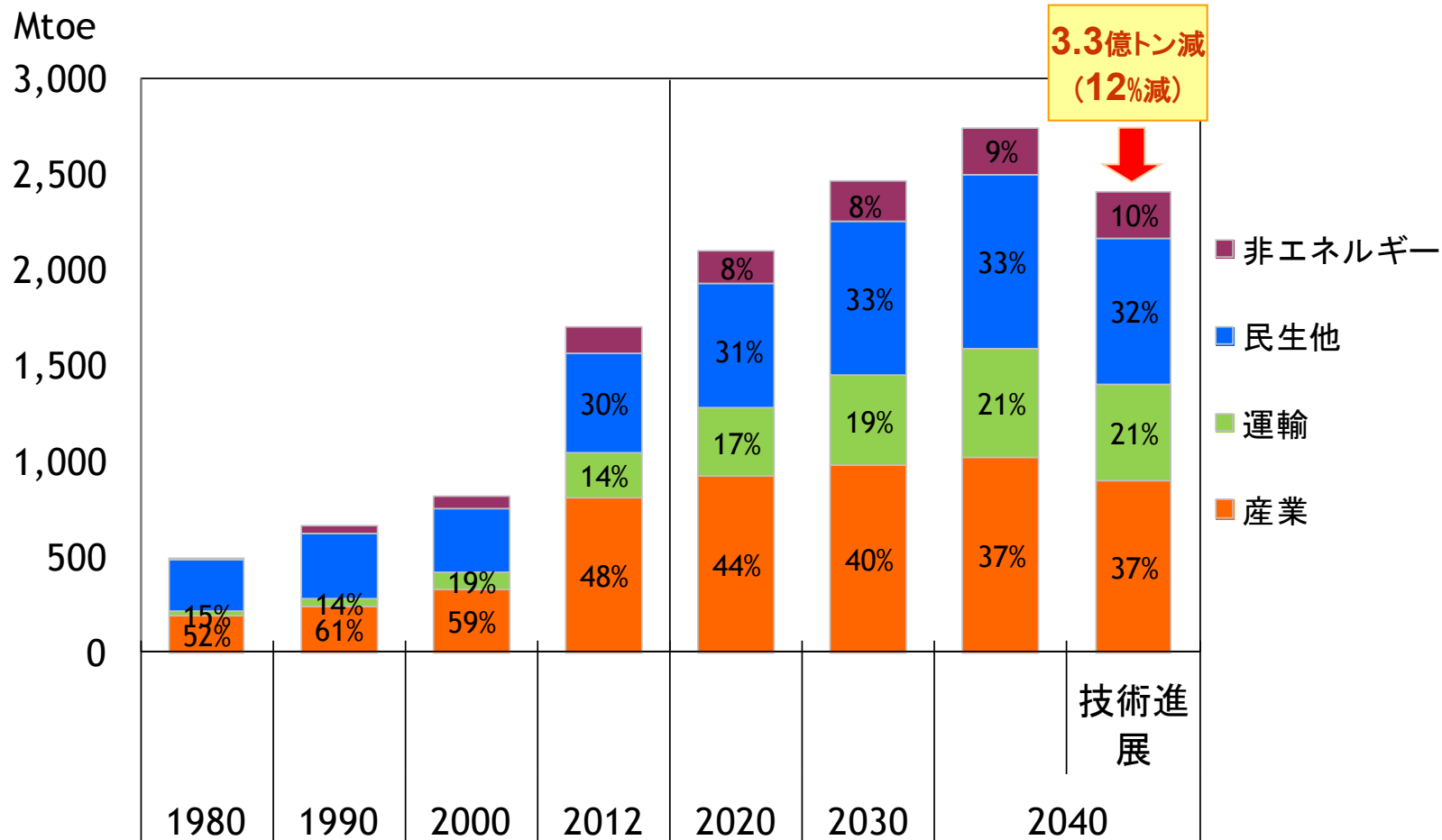
Mtoe



- 高い経済成長率を背景に、レファレンスケースでは一次エネルギー消費は年率1.6%で増加。石油はモータリゼーションの進展により消費量が大きく伸びる。
- 天然ガスは家庭用と業務用、とりわけ都市部の需要を中心に、消費量とシェアがともに躍進。
- 技術進展ケースでは、発電部門の石炭消費を中心に大きく削減、2040年には7.9億toe (17.7%)の削減となる。

中国の最終エネルギー消費

レファレンスケース
技術進展ケース

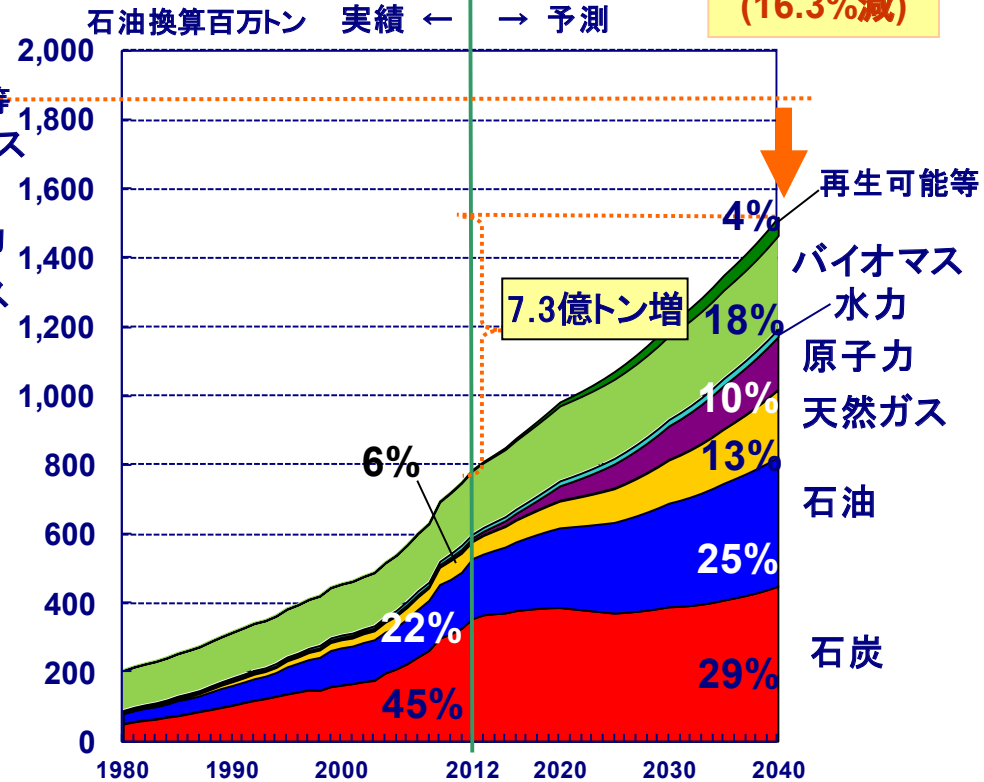
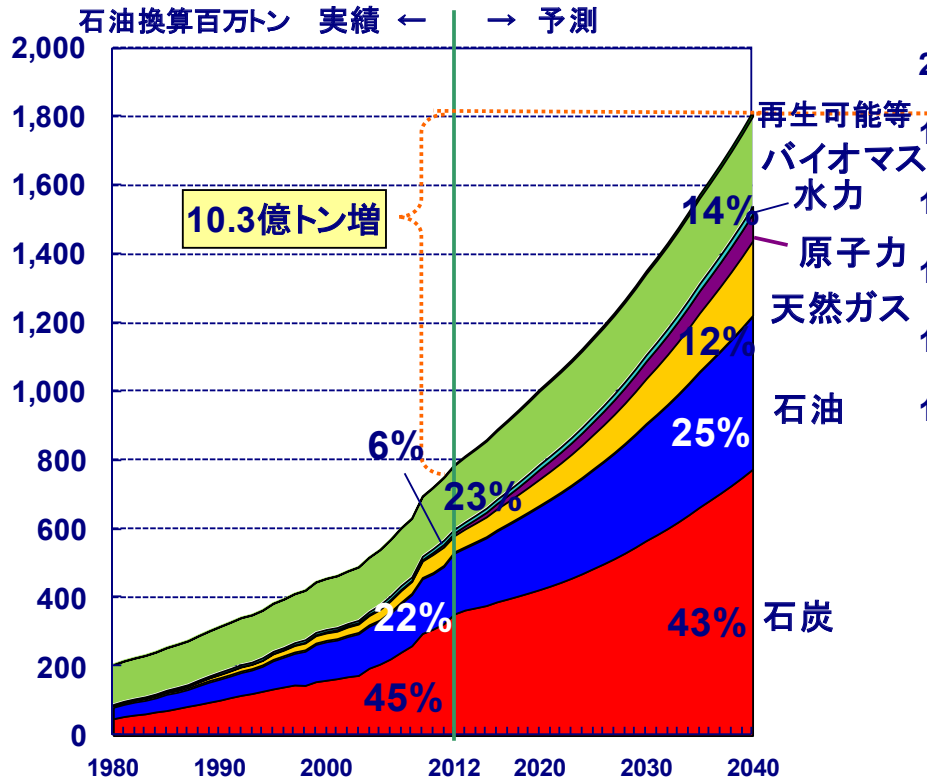


- 最終エネルギー消費は堅調に増加し、2040年に27億toe (2012年から10億toeの増加)となる。足元では重工業化により産業の消費が増加した。
- 民生・運輸部門の増加が堅調である。2040年には民生の消費シェア33%に達する。ただし、1人あたり民生用エネルギー消費は先進国に比べて依然として少ない。
- 技術進展ケースでは、2040年に産業・民生を中心に3.3億toeの削減(12%減)。

インドの一次エネルギー消費

レファレンスケース

技術進展ケース



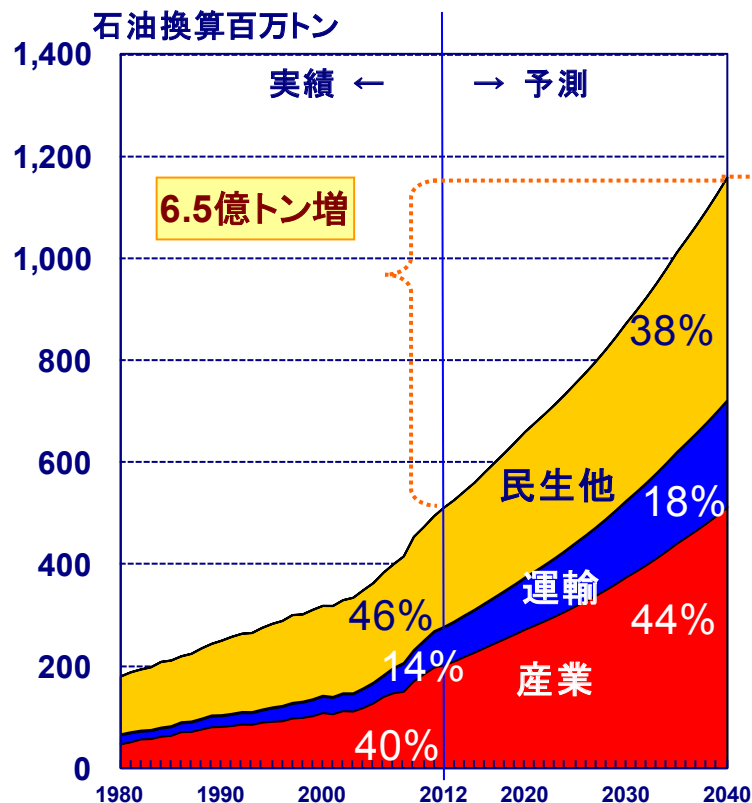
- レファレンスケースでは、一次エネルギー消費は年率3.0%で急増。増加分の8割を化石燃料によって賄う。
- 石炭は発電、産業を中心に増加し、エネルギー源別では最大の4.3億toe増。
- 天然ガスも発電、産業が主。国内資源開発も見込まれるが、需要増は長期的には輸入で対応。
- 技術進展ケースではレファレンスケース比で2040年に3.0億toe (16.3%)減となるが、このケースでもエネルギー消費は急速な増加を続ける。

インドの最終エネルギー消費

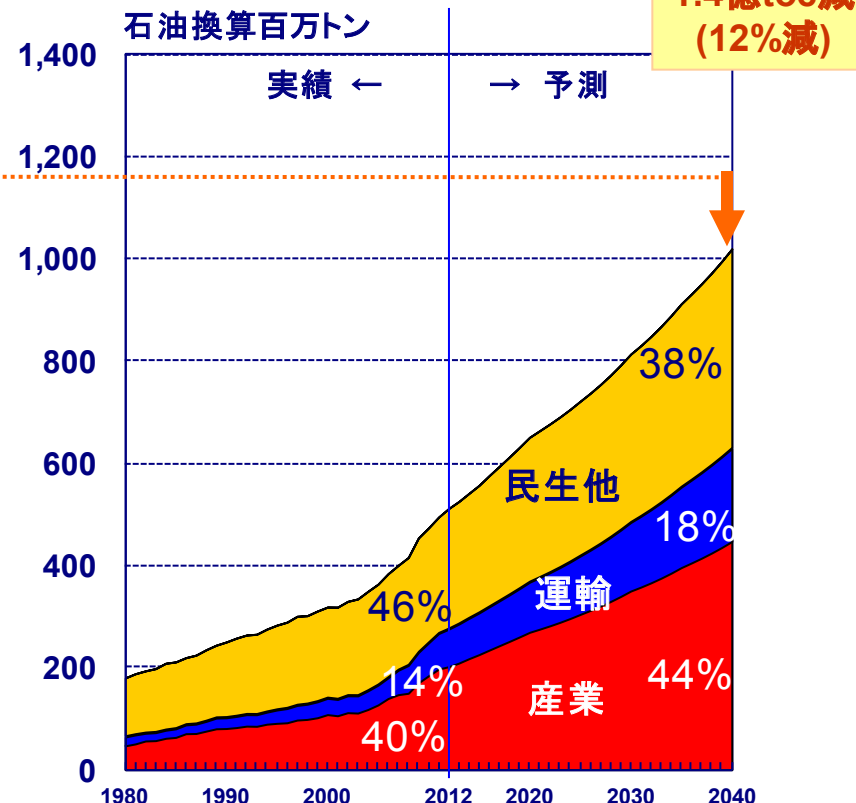
レファレンスケース
技術進展ケース



レファレンスケース



技術進展ケース

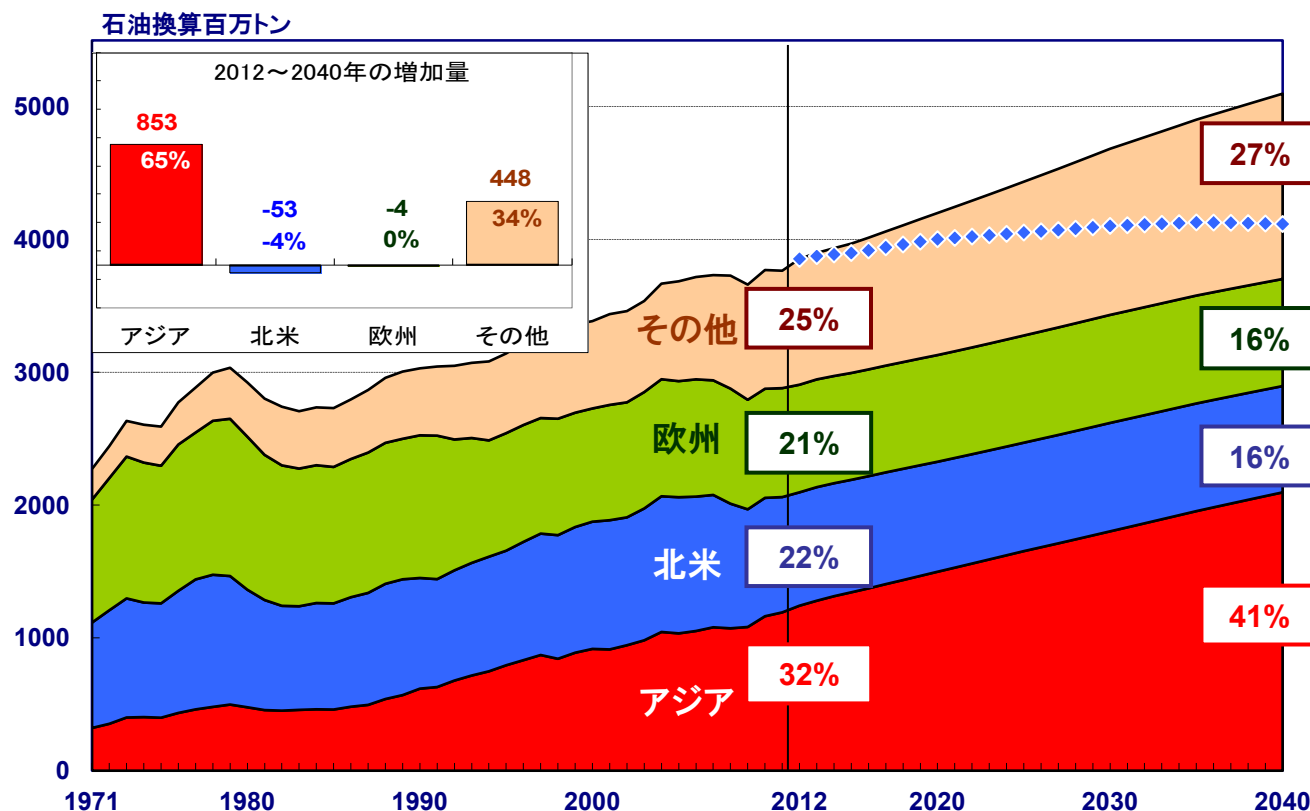


(産業部門には非エネルギー消費を含む)

- 本格的な工業化、インフラ需要増大を背景に、特に産業部門で需要が急増。
- 電力は民生、産業が需要増を牽引し、年率5.1%で増加。
- 技術進展ケースでは運輸部門等を中心に、レファレンスケースから1.4億toe (12%)の削減となる。

世界の石油消費

レファレンスケース
技術進展ケース



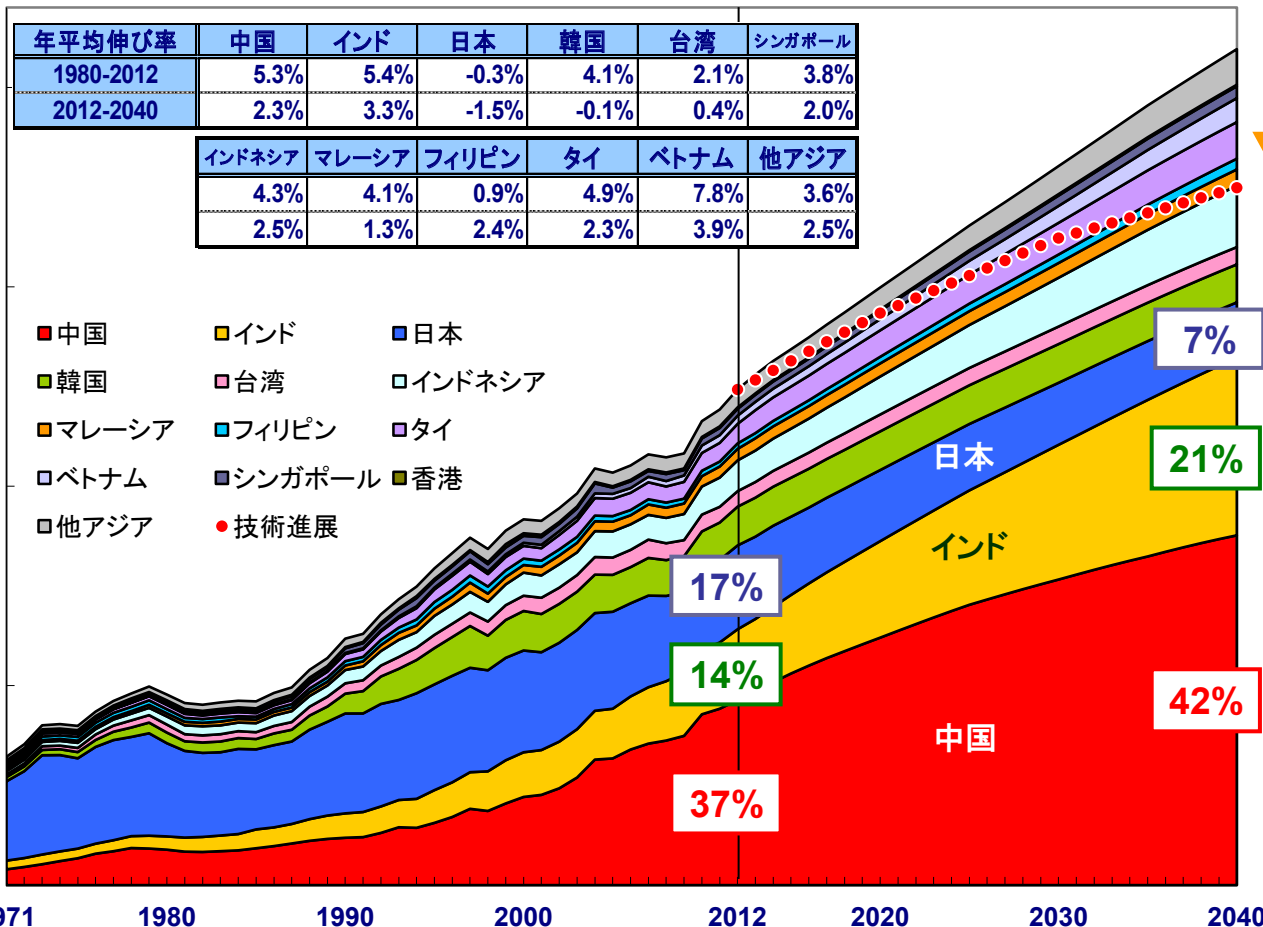
- 最大の石油消費地域であるアジアは2040年までの世界の石油消費増加量の65%を占める。
- 世界の石油消費に占めるアジアのシェアは32%から41%へ拡大する。
- 技術進展ケースでは、2040年での削減量は9.8億トン(レファレンスケース比19%)に及ぶ。

アジアの石油消費

レファレンスケース
技術進展ケース



石油換算百万トン

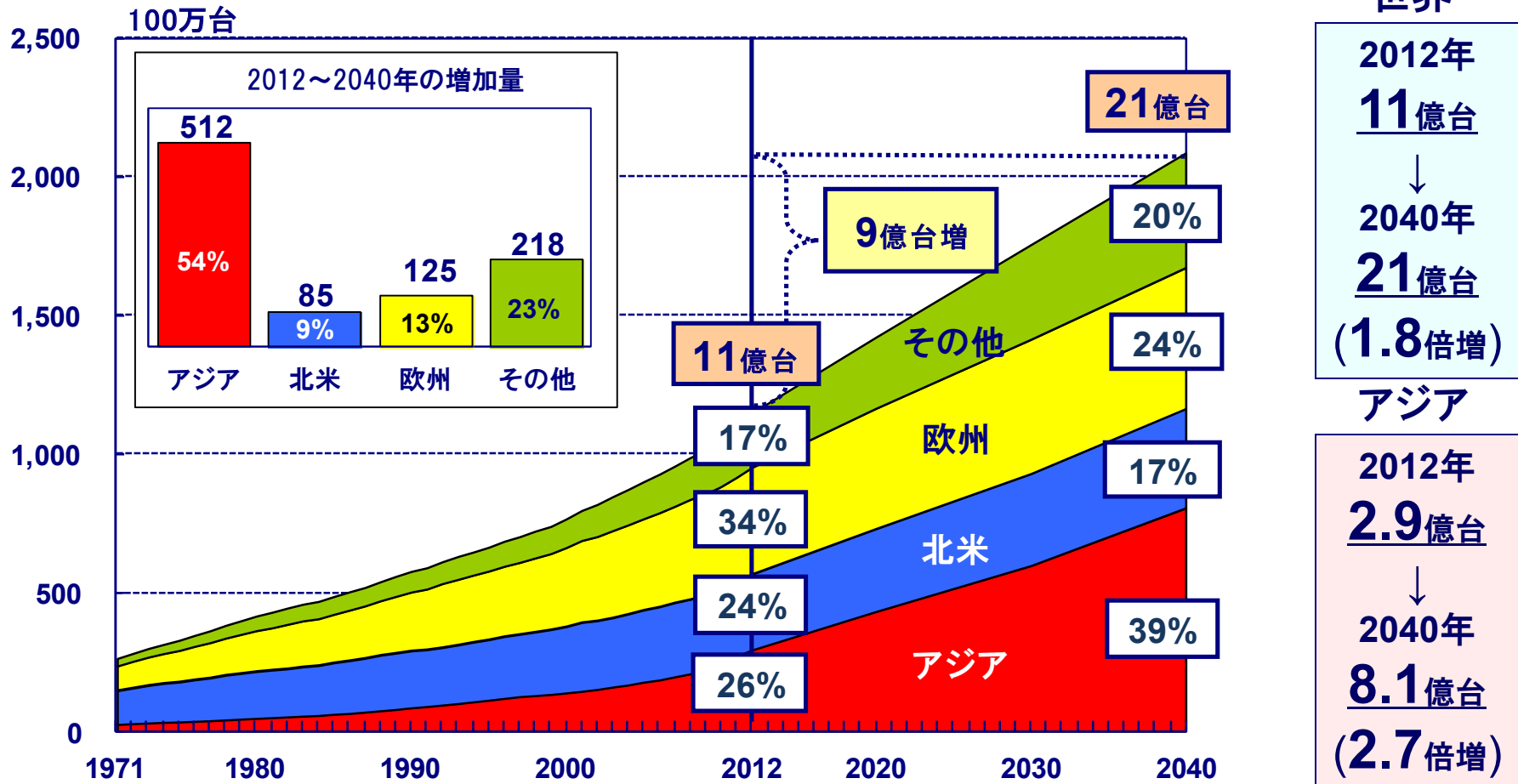


3.5億トン
(17%)
削減

2012年
12.4億トン
(2,570万b/d)
↓
2040年
レファレンス
21.0億トン
(4,330万b/d)
技術進展
17.5億トン
(3,610万b/d)

- アジアにおいても次世代自動車の普及や燃費の向上が進展するが、他部門での消費増もあり、アジアの石油消費は2012年の2,570万b/dから2040年には4,330万b/dまで急増。中国、インド両国のシェアは51%から63%へ拡大。
- 技術進展ケースでは、2040年でのレファレンスケース比削減量は3.5億トン(17%減)。

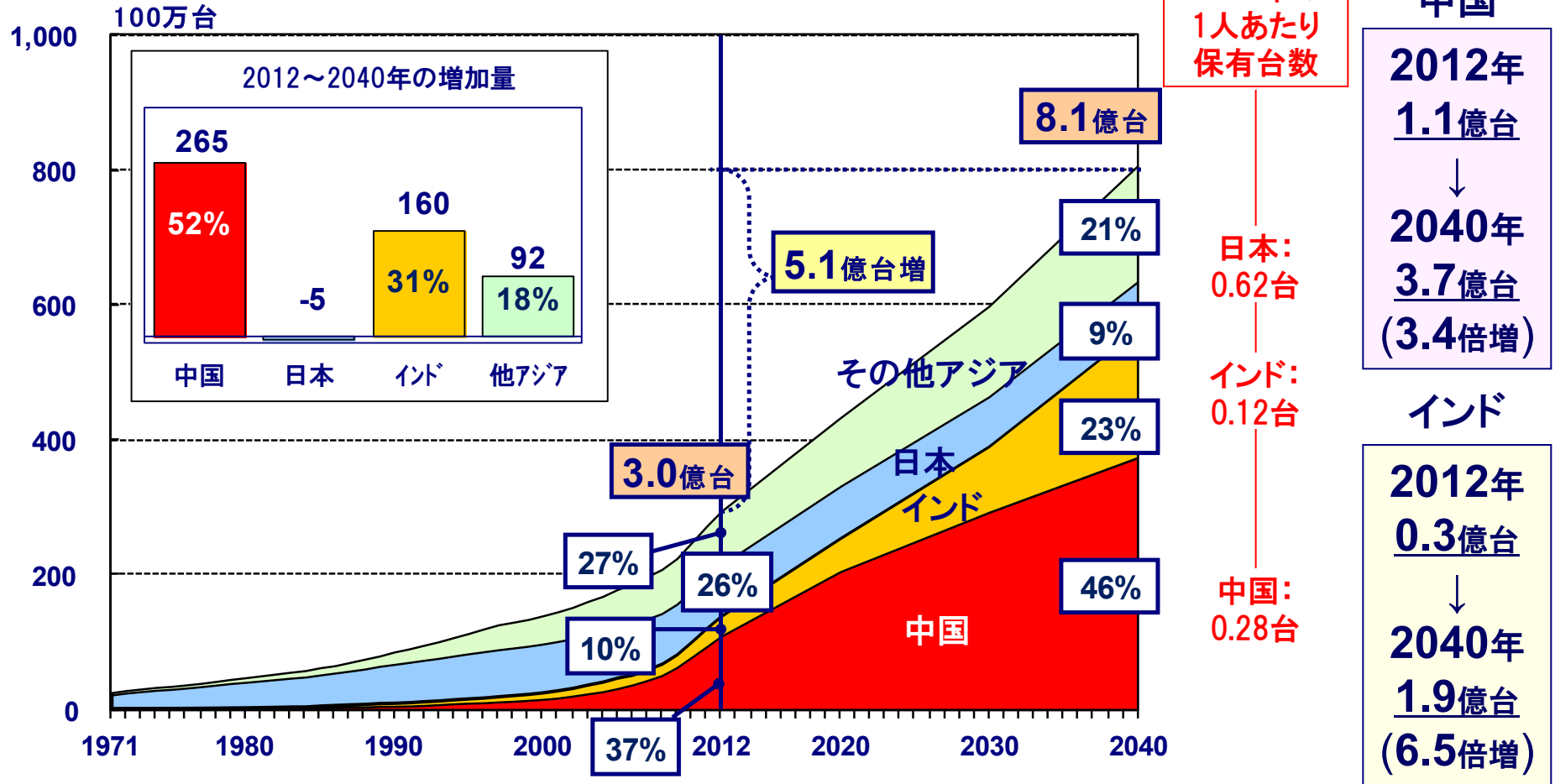
世界の自動車保有台数



- 世界の自動車保有台数は11億台から21億台まで増加。OECD諸国では保有率が飽和に近づいており、保有台数の増加は緩やかである。一方、非OECDアジアでは、所得水準向上によりモータリゼーションが一層進展し、アジアの自動車保有台数は2012年の2.9億台から2040年には8.1億台へ増加。2040年までの世界の自動車保有台数増加量の5割強がアジアに集中する。

アジアの自動車保有台数

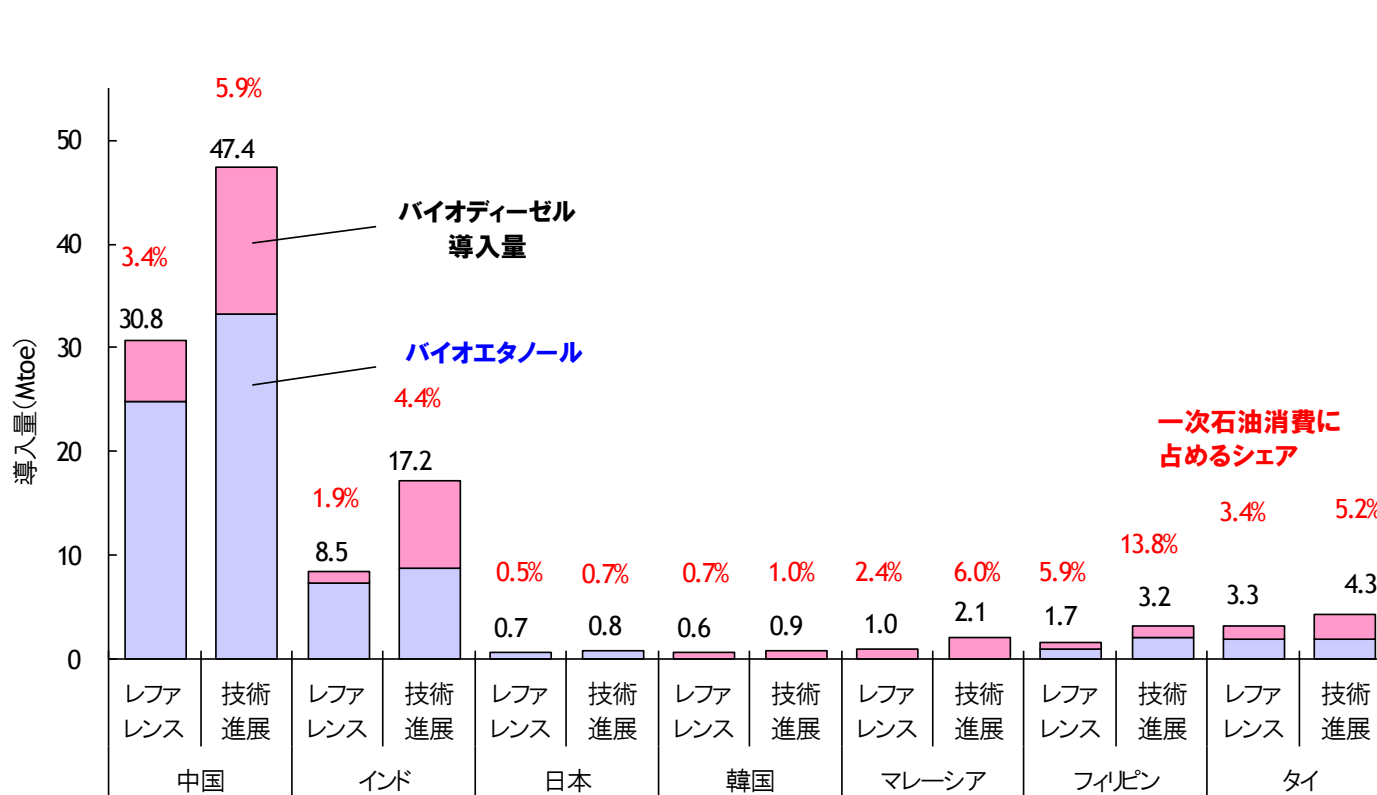
レファレンスケース
技術進展ケース(共通)



- 中国では経済成長が鈍化し人口の増加も緩やかとなるが、所得水準の向上により、モータリゼーションが急速に進展する。2040年の自動車保有台数は2012年の1.1億台から3.7億台へ急増する。インドの自動車保有台数は、日本をはるかに上回る勢いで増加する。
- インドの自動車保有台数は2012年の0.3億台から2040年には1.9億台へ増加する。

アジアの輸送用バイオ燃料導入量(2040)

レファレンスケース
技術進展ケース



世界

2012年
5,992万トン

↓

2040年
レファレンス 1.8億トン
技術進展 2.6億トン
(3.0倍増) (4.3倍増)

アジア

2012年
362万トン

↓

2040年
レファレンス 5,849万トン
技術進展 9,685万トン
(16倍増) (27倍増)

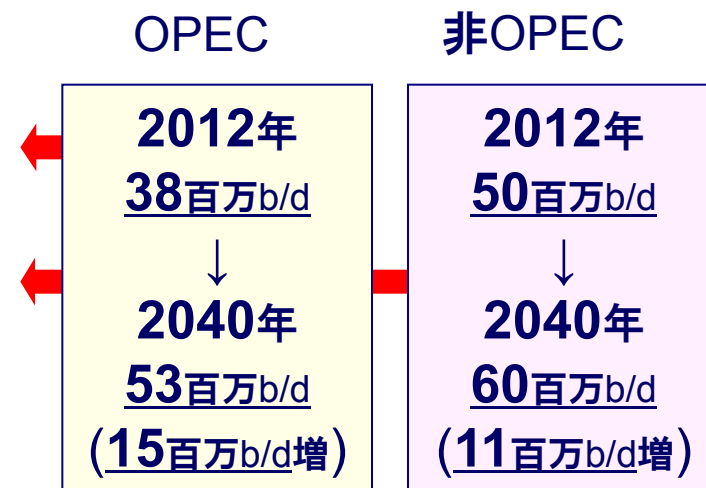
- レファレンスケースでは、バイオ燃料導入量は北米、欧州、中南米を中心に2040年には世界計で石油換算1.8億トン、アジアでは石油換算5,849万トンに達する。
- 中国、インド、日本ではバイオエタノール、韓国、マレーシアではバイオディーゼルを中心に導入が進む。
- 技術進展ケースでは、2040年に世界計で石油換算2.6億トン、アジアでは石油換算9,685万トンのバイオ燃料が導入される。

石油生産

レファレンスケース
技術進展ケース



百万B/D		2012	2020	2040	伸び率 (2012- 2040)
OPEC		37.5	37.9	52.7	1.2%
	中東OPEC	26.9	27.1	38.7	1.3%
	非中東OPEC	10.6	10.9	14.0	1.0%
非OPEC		49.5	54.8	60.5	0.7%
	北米	12.8	16.5	17.3	1.1%
	中南米	7.1	8.7	11.3	1.7%
	欧州・旧ソ連	17.4	16.8	18.8	0.3%
	中東	1.5	1.5	1.6	0.3%
	アフリカ	2.3	2.9	3.1	1.1%
	アジア	7.9	7.9	7.6	-0.2%
	中国	4.2	4.3	4.2	0.0%
	インドネシア	1.0	0.9	0.9	-0.4%
	インド	0.9	0.8	0.7	-1.2%
	他アジア	2.4	2.6	2.7	0.5%
プロセスゲイン		2.2	2.5	3.4	1.6%
世界計		89.2	95.2	116.5	1.0%
世界計(技術進展)			91.5	96.3	0.3%



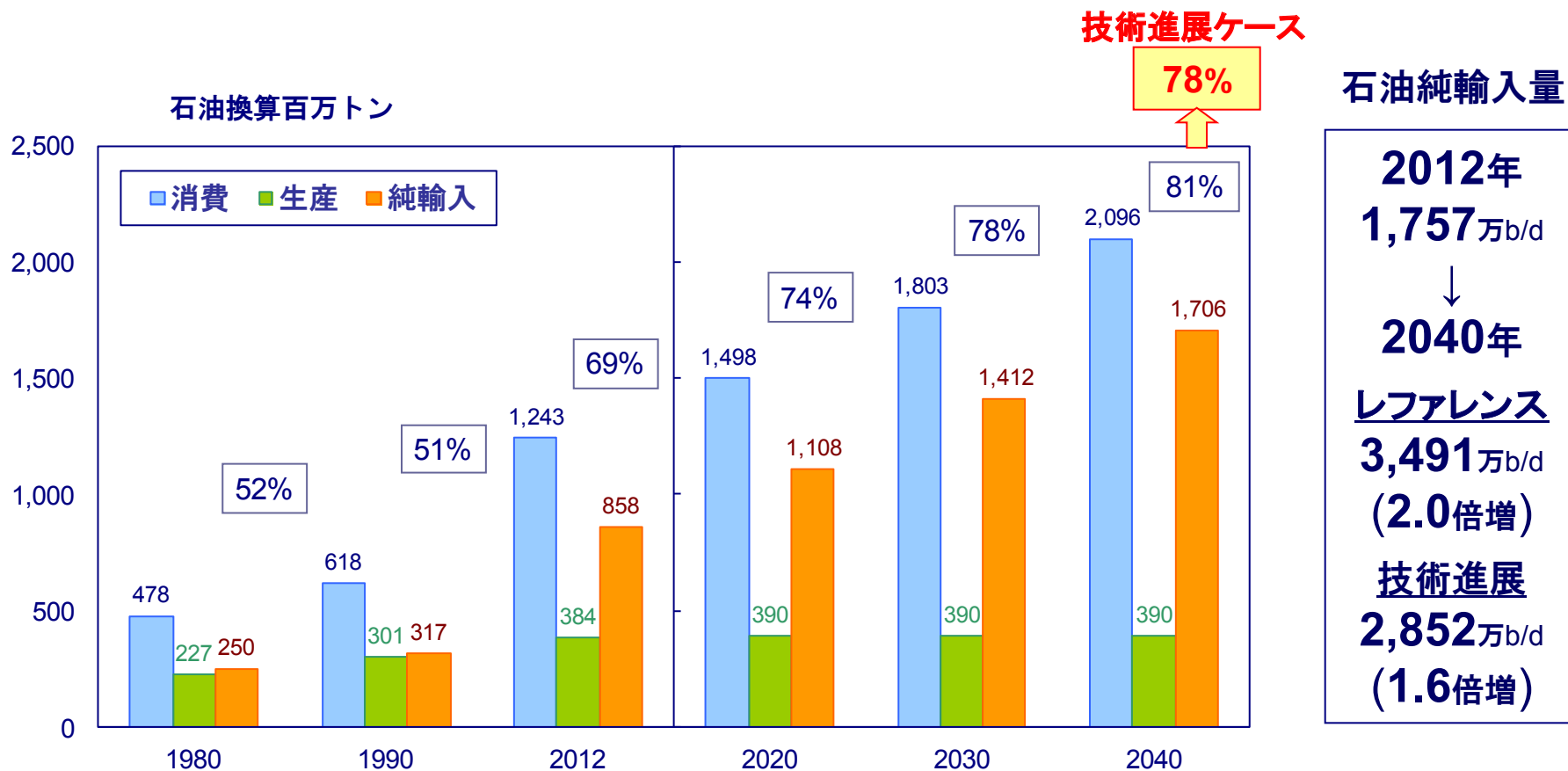
世界の石油生産増加量に
占めるシェア

OPEC 55% (15百万b/d増)
非OPEC 40% (11百万b/d増)

- 今後増加する世界の石油需要の5割強がOPECによる石油生産により満たされ、世界の石油生産に占めるOPECのシェアは2040年には45%へ拡大する。
- 将来の増産が期待される中東OPECなどでは、国内需要の増加が顕著になっているため、エネルギー消費節減に向けた取組みや生産能力の増強投資が円滑に実行されなければ、国際石油需給がタイト化する可能性がある。

アジアの石油需給バランス

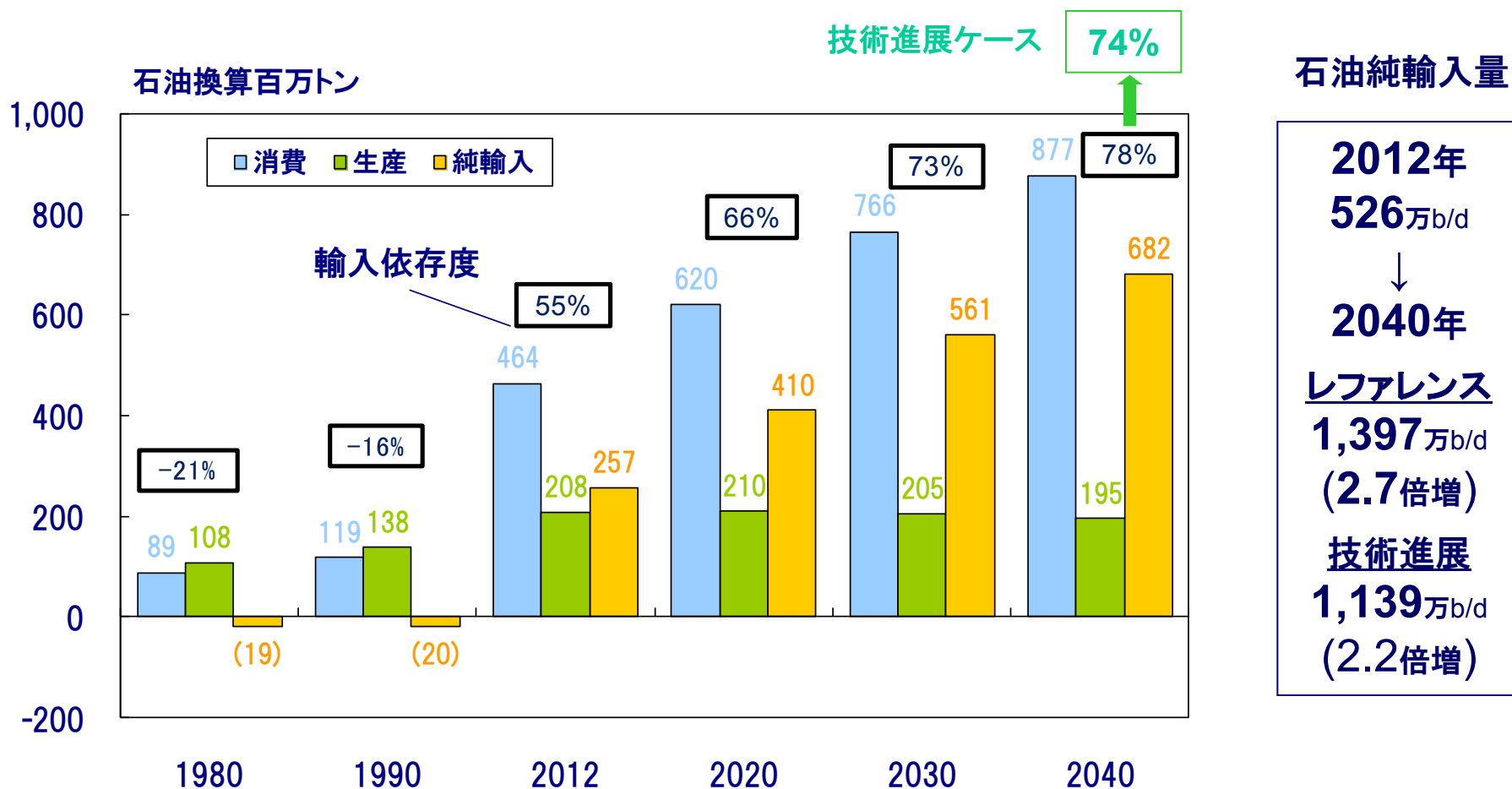
レファレンスケース
技術進展ケース



- レファレンスケースでは、純輸入量は2012年の8.6億トン(1,757万b/d)から17億トン(3,491万b/d)へ拡大。アジア域内における石油生産の停滞(中国、インド、インドネシア)に伴い、輸入依存度は2040年には81%へ上昇。
- 技術進展ケースでは需給は緩和されるものの、輸入依存度は78%まで上昇する。

中国の石油需給バランス

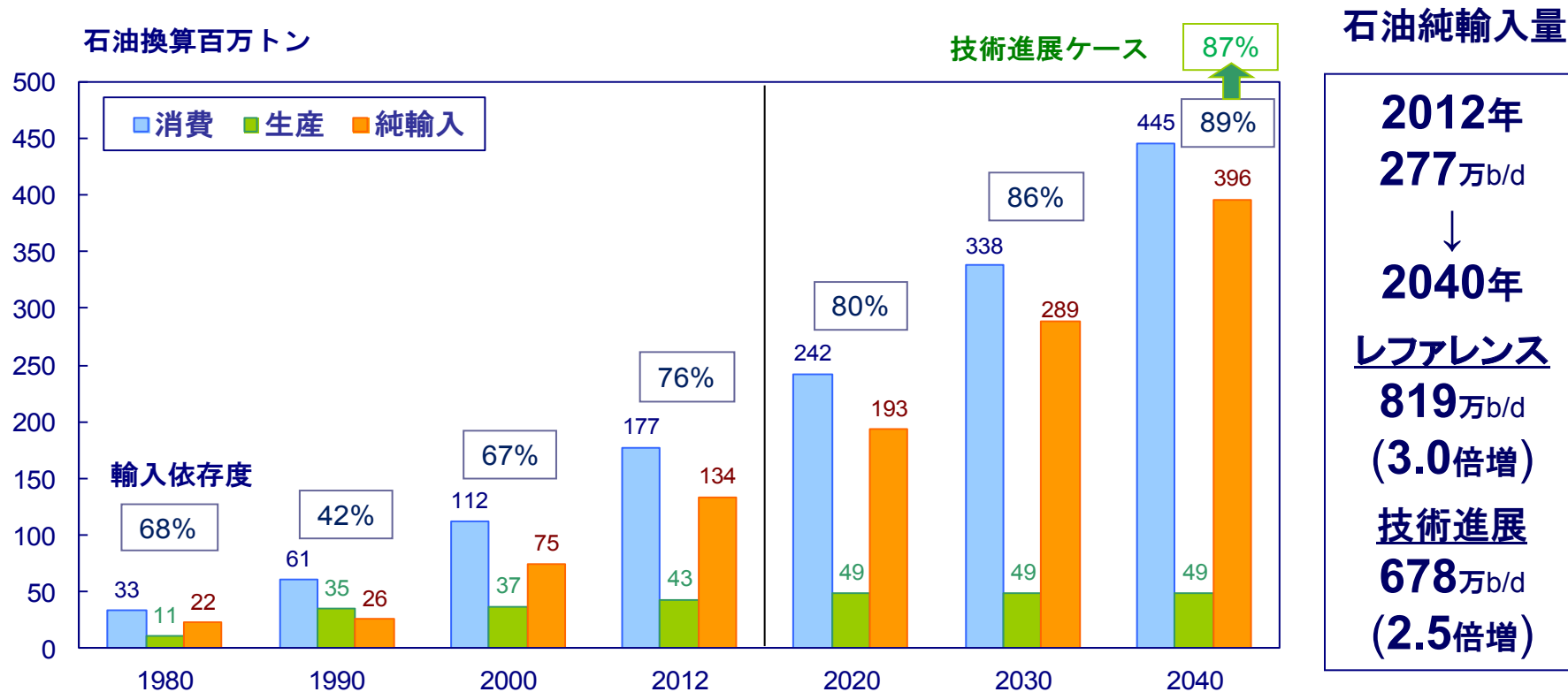
レファレンスケース
技術進展ケース



- レファレンスケースでは、石油の純輸入量は2040年に6.8億toe (1,397万b/d)まで増加する。これに伴い、輸入依存度は78%まで上昇する。
- 技術進展ケースでは、石油消費が抑制されることで、輸入依存度は2040年に74%となる。
- 今後、西部と海洋を中心にした石油資源探査の強化で石油生産の維持が期待される。

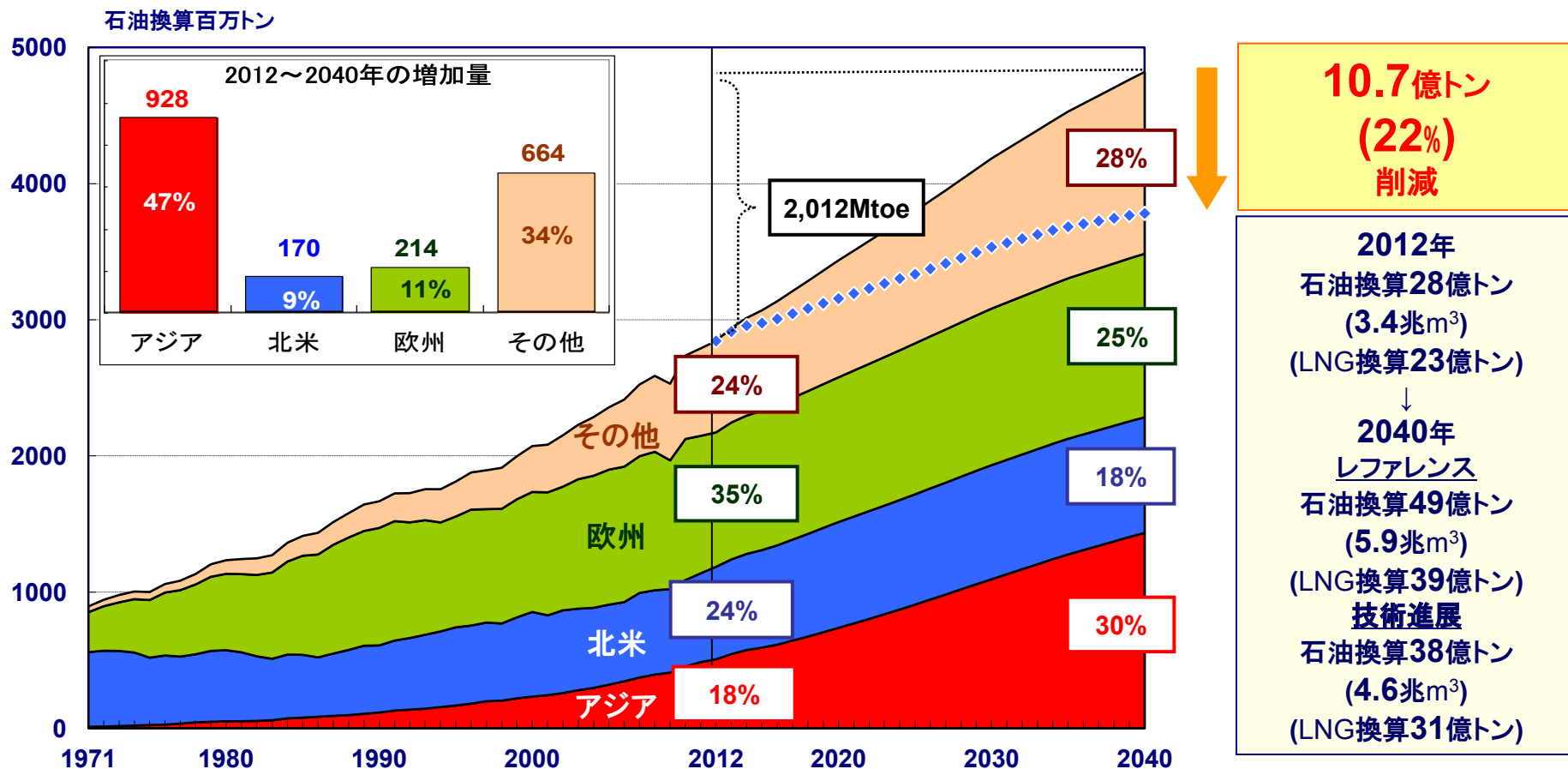
インドの石油需給バランス

レファレンスケース
技術進展ケース



- 石油需要は増大する一方、国内石油生産の大幅増産は見込めない。
- 純輸入量は2012年の1.3億toe (277万b/d)から2040年には4.0億toe (819万b/d)に増加。輸入依存度は2040年には89%へ上昇。
- 技術進展ケースでは、2040年の輸入依存度は87%。

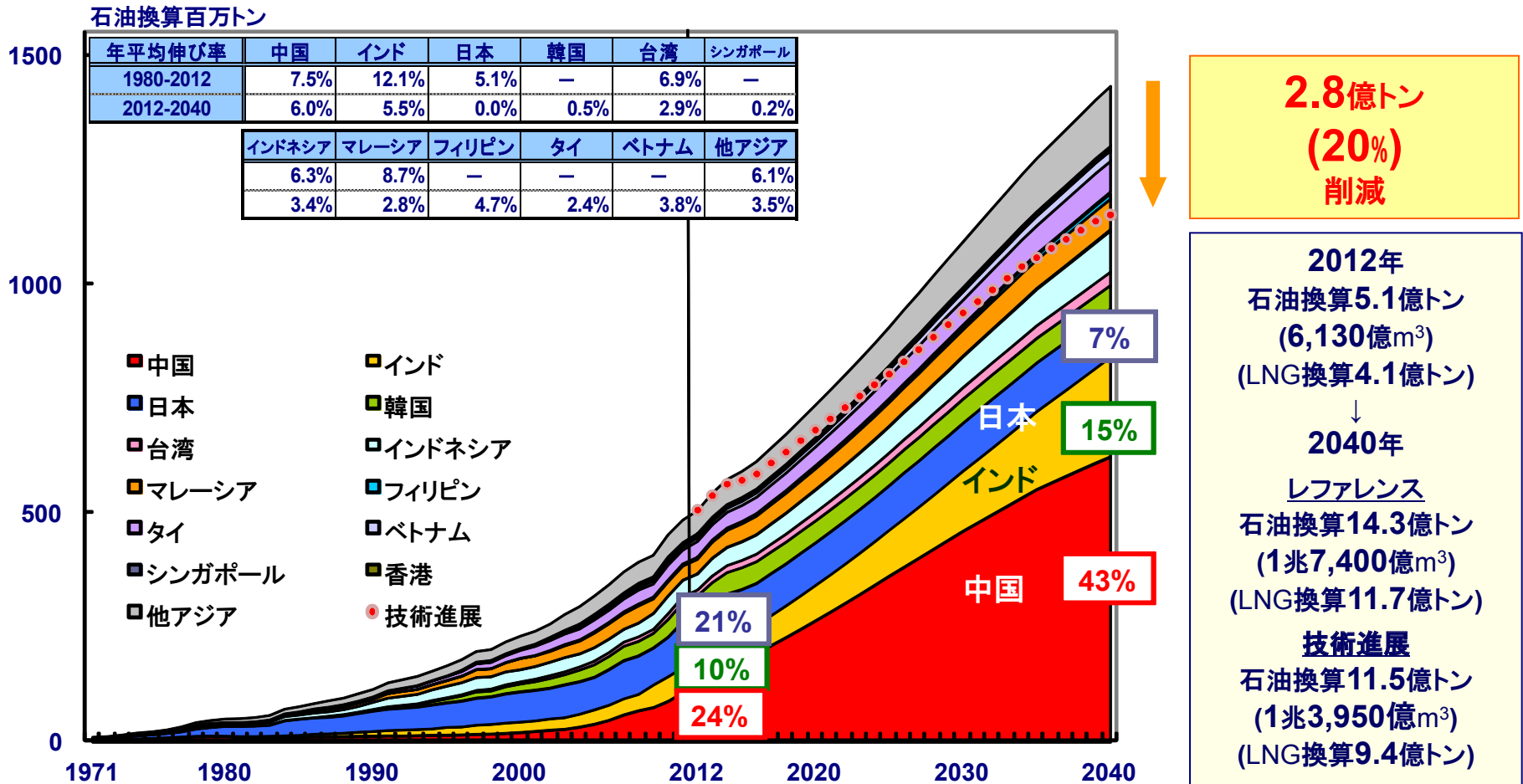
世界の天然ガス消費



- 世界の天然ガス消費は2012年28億トン(3.4兆m³)から2040年には49億トン(5.9兆m³)に達し、1.7倍に増加。アジアを中心に増加する。
- 技術進展ケースでは、世界の天然ガス消費量は10.7億トン(レファレンスケース比22%)削減。このケースにおいても天然ガス消費量は急拡大を続けるため、今後も適切な資源開発の継続が必須となる。

アジアの天然ガス消費

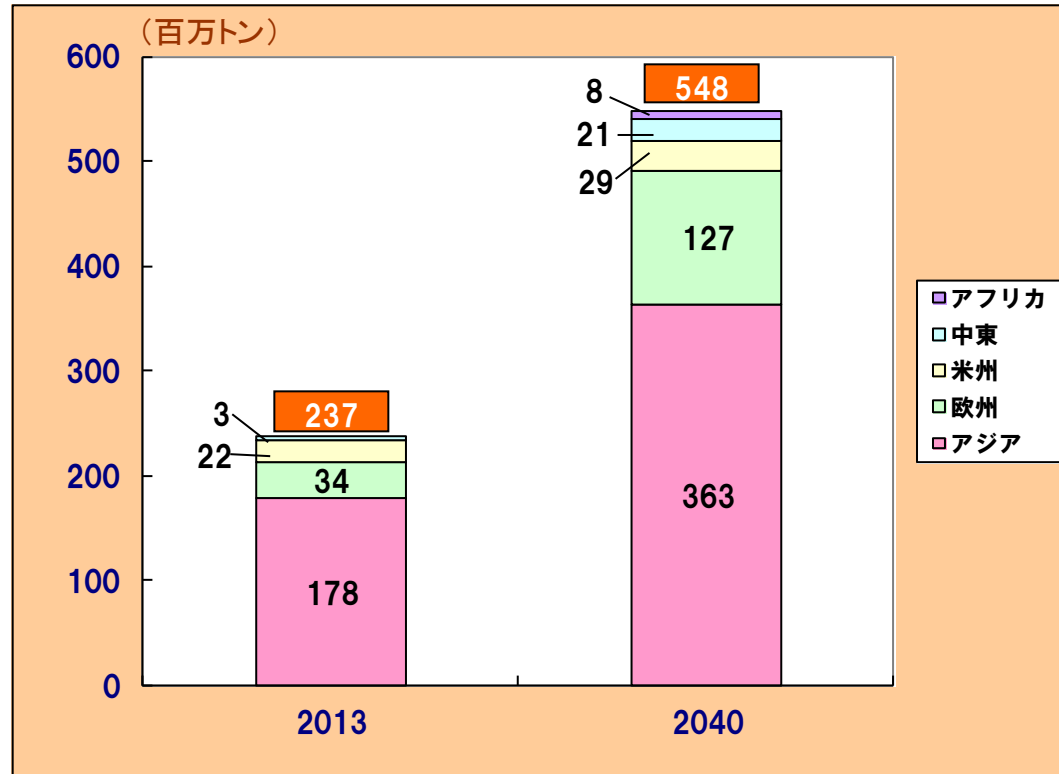
レファレンスケース
技術進展ケース



- 発電用及び都市部での民生用需要の増加に伴い、中国での天然ガス消費が急速に増大する。インドにおいても2040年には2012年比で4倍以上まで拡大。
- 技術進展ケースでは2040年に2.8億トン(20%)の削減がなされるが、このケースでもアジアの天然ガス消費量は年率3.0%で急速に拡大。

世界のLNG輸入量

レファレンスケース



- 世界のLNG需要は2013年の2億3,700万トンから2040年には5億4,800万トンへ2.3倍まで拡大。
- アジアのLNG需要は1億8,500万トン増加し、世界のLNG需要増加量の6割を占める。欧州では9,300万トン増加し世界のLNG需要増加量の3割を占める。一方で、米州地域のLNG需要は横ばいとなる。
- 新規プロジェクトが順調に立ち上がれば、供給能力は需要量に見合うものとなると考えられる。

天然ガス生産

レファレンスケース

2040年ガス生産量
5,877Bcm
2012年比
2,435 Bcm増

生産増分に占める割合
北中南米諸国 **25%**
中東諸国 **24%**
アフリカ諸国 **18%**

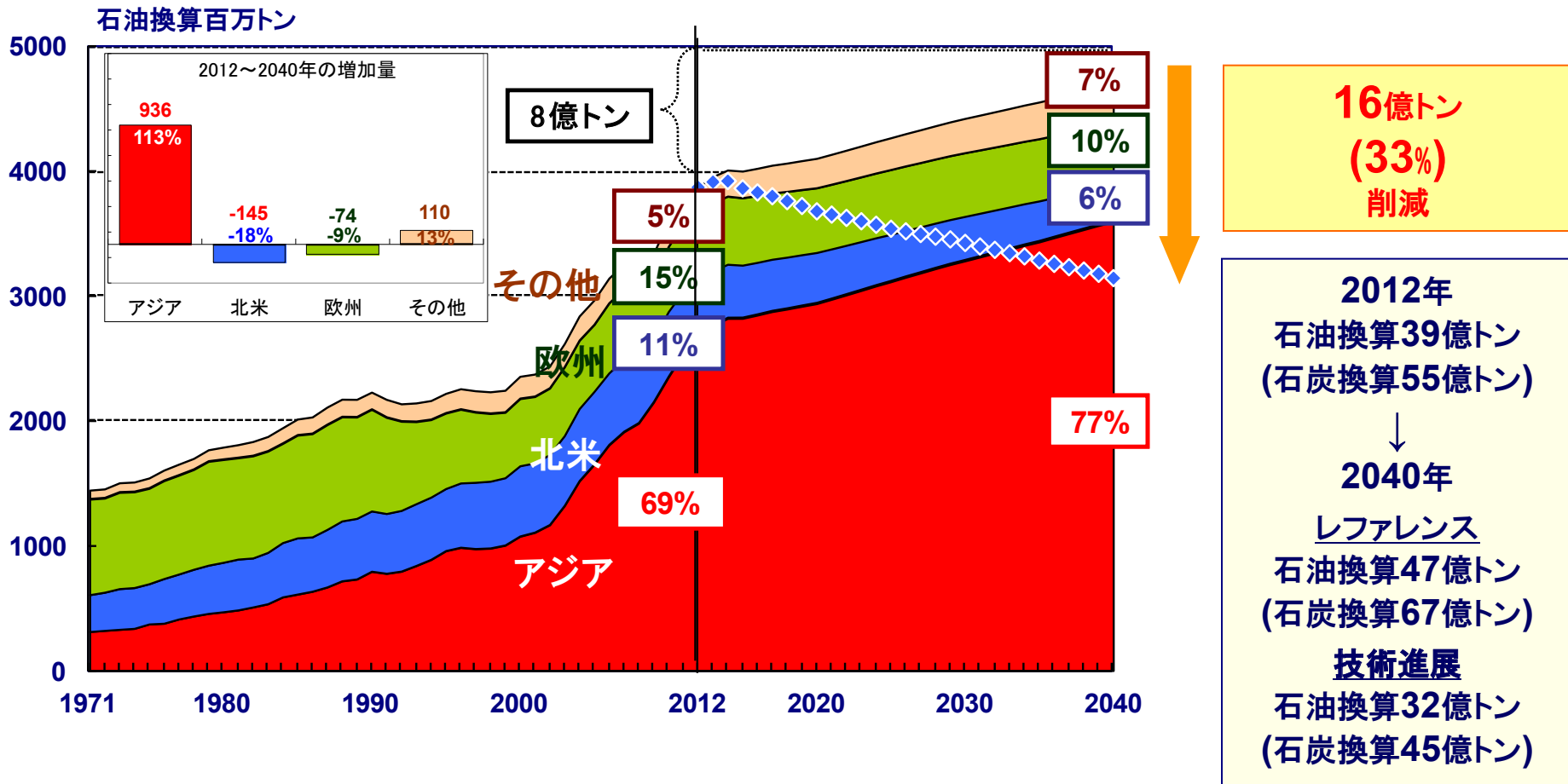
(Bcm)

	2012			2040			2012-2040増加量	
	うち 非在来	非在来 比率		うち 非在来	非在来 比率		うち 非在来	
北米	838	414	49%	1,220	915	75%	382	501
中南米	220	-	-	458	128	28%	238	128
中東	529	-	-	944	28	3%	415	28
OECDヨーロッパ	276	-	-	231	12	5%	-45	12
非OECDヨーロッパ・中央アジア	873	-	-	1,311	66	5%	438	66
アフリカ	211	-	-	519	99	19%	308	99
中国	107	-	-	418	151	36%	311	151
インド	40	-	-	105	31	30%	65	31
ASEAN	209	-	-	396	83	21%	187	83
インドネシア	77	-	-	137	23	17%	60	23
マレーシア	61	-	-	92	9	10%	31	9
他アジア	74	-	-	93	6	6%	19	6
オセアニア	61	7	11%	182	91	50%	121	85
世界	3,438	421	12%	5,877	1,609	27%	2,439	1,189

- 増大する天然ガス需要を満たすため、北米、中東、ロシアを中心とする欧州非OECD/中央アジア、アフリカ、中国、オーストラリアなどを中心に生産が拡大する。
- アルゼンチン、メキシコで2018年以降、中東、アフリカ、欧州非OECD/中央アジア、欧州OECDの各地域でも2021年以降、シェールガスを中心として、非在来型天然ガスが少量ずつながら商業化していく。

世界の石炭消費

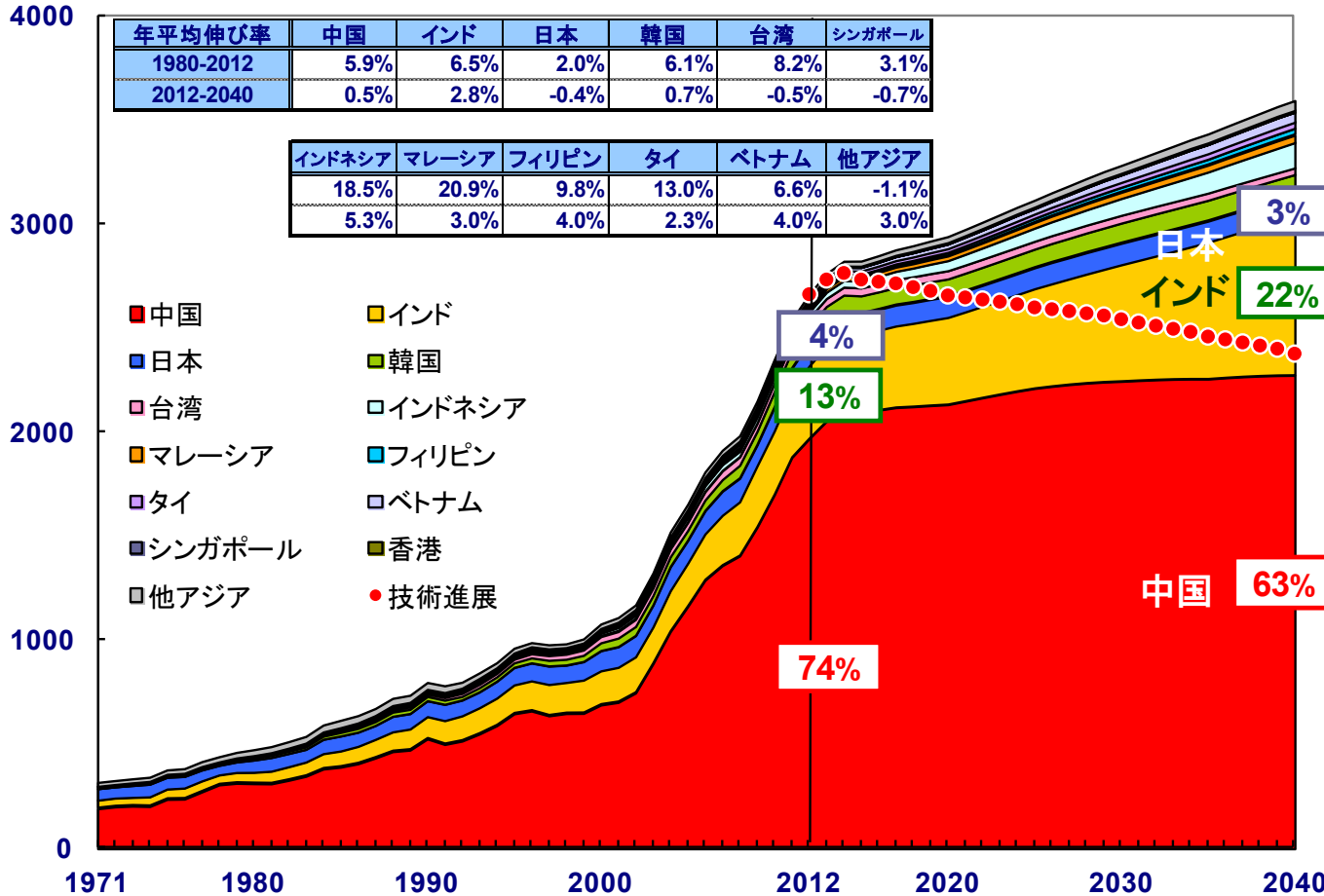
レファレンスケース
技術進展ケース



- 石炭消費増加量の約9割はアジアにおけるものとなる。世界の石炭消費に占めるアジアのシェアは約8割まで拡大、アジアは世界の石炭消費の中心であり続ける。
- 技術進展ケースでは、アジア地域の発電用途を中心に大幅に消費が削減、2040年には16億トン(33%)の削減となる。

アジアの石炭消費

石油換算百万トン



**12億トン
(34%)
削減**

↓

2012年
石油換算27億トン
(石炭換算38億トン)

↓

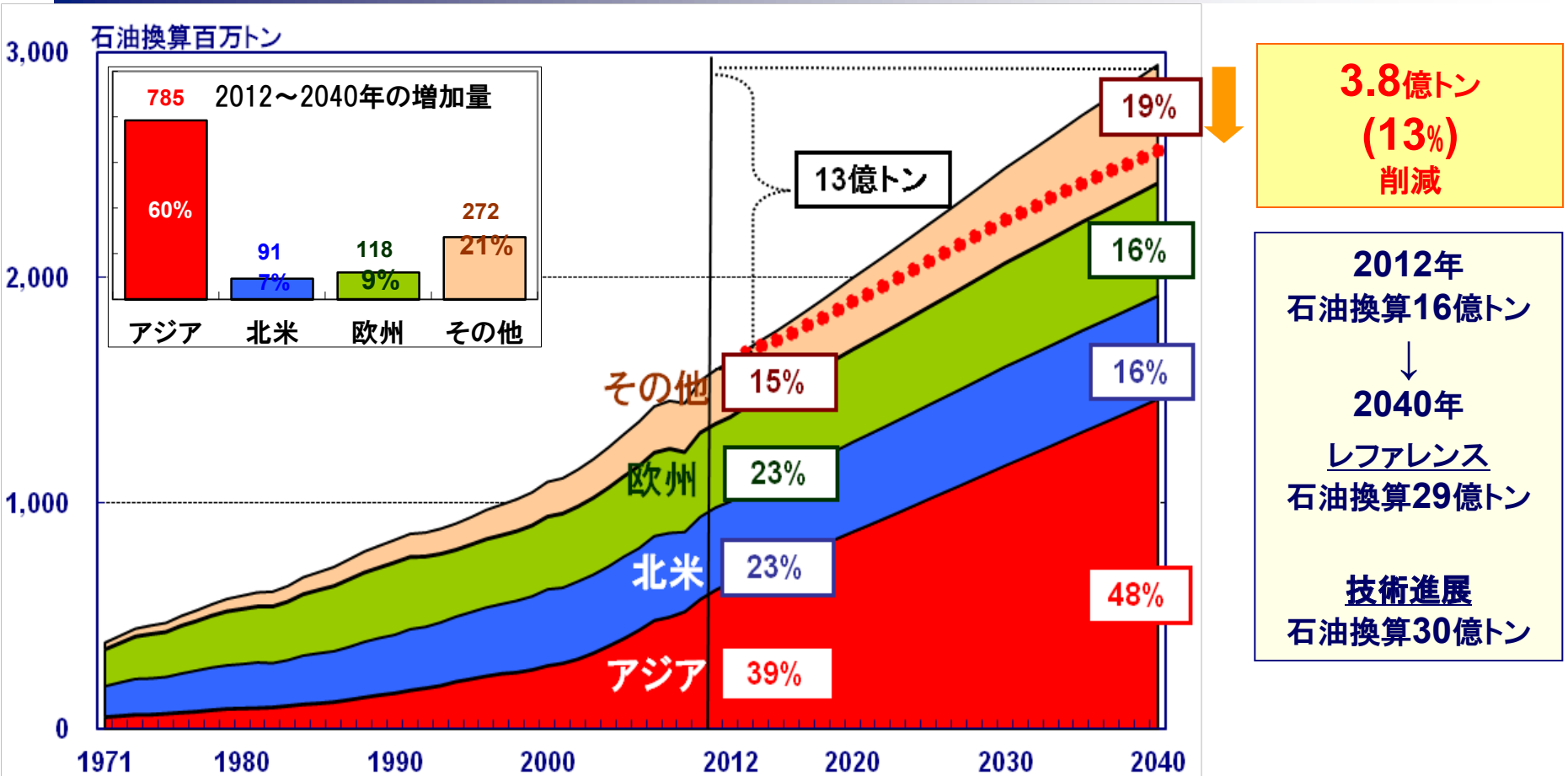
2040年
レファレンス
石油換算36億トン
(石炭換算51億トン)

技術進展
石油換算24億トン
(石炭換算34億トン)

- 国内石炭資源が豊富な中国、インド等では、急増する電力需要に対し、主として石炭火力により電力供給を行うため消費が増加。
- 技術進展ケースでは、天然ガスへのシフトや発電効率の向上に伴い石炭消費は減少、2040年に12億トン(34%)の削減。

世界の電力需要

レファレンスケース
技術進展ケース

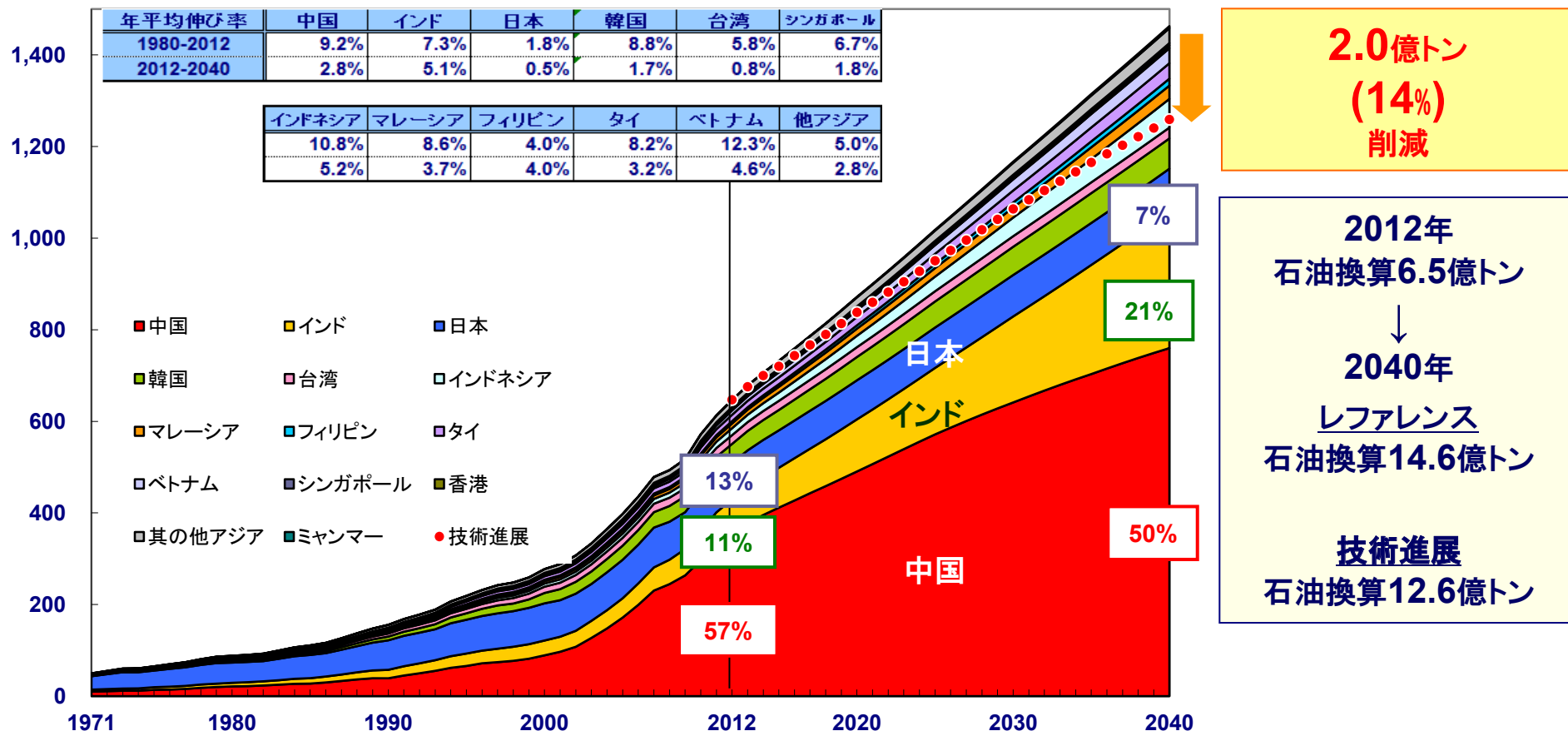


- 世界の電力需要増加量の約6割はアジアにおけるものとなる。世界の電力需要に占めるアジアのシェアは約5割まで拡大、アジアは世界の電力需要の中心となる。
- 技術進展ケースでは、アジア地域の発電用途を中心に大幅に消費量が減少、2040年には3.6億トン(12%)の削減となる。

アジアの電力需要

レファレンスケース
技術進展ケース

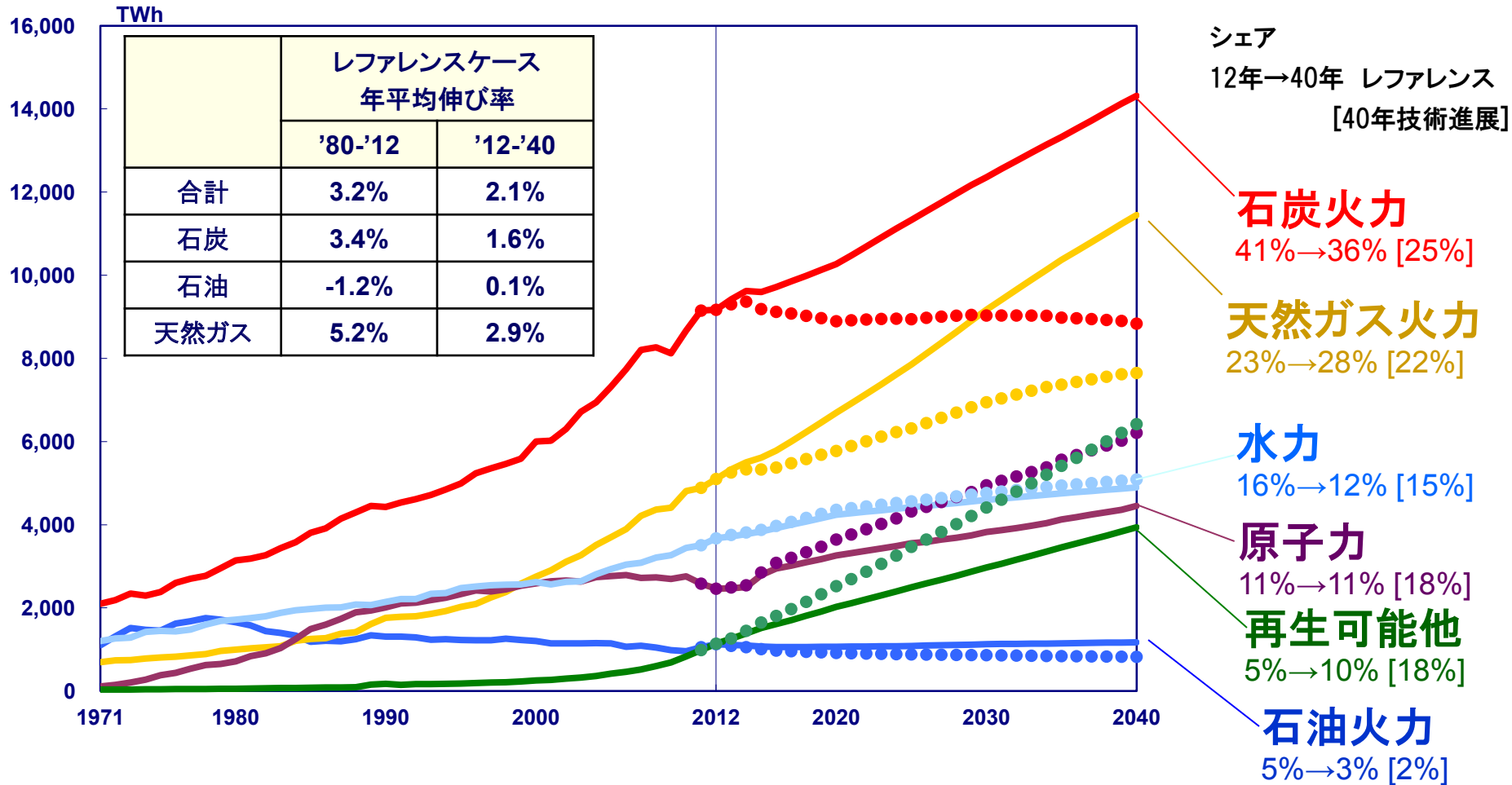
石油換算百万トン



- アジアでは所得水準向上に伴うエネルギー消費の高度化に伴い、電力需要が急速に増加。中国では2.1倍、インドでは4.0倍へ拡大する。
- 電力需要の伸びはレファレンスケースで2.8%、技術進展ケースで2.2%と最終エネルギー需要の伸びを大きく上回る。

世界の発電構成

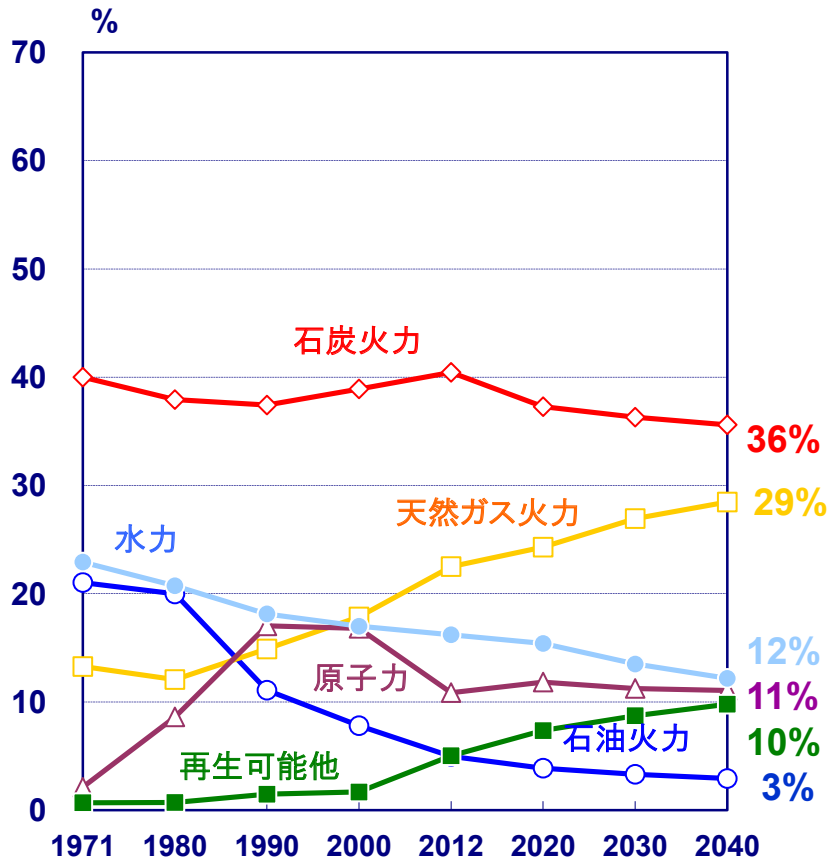
実線: レファレンスケース
点線: 技術進展ケース



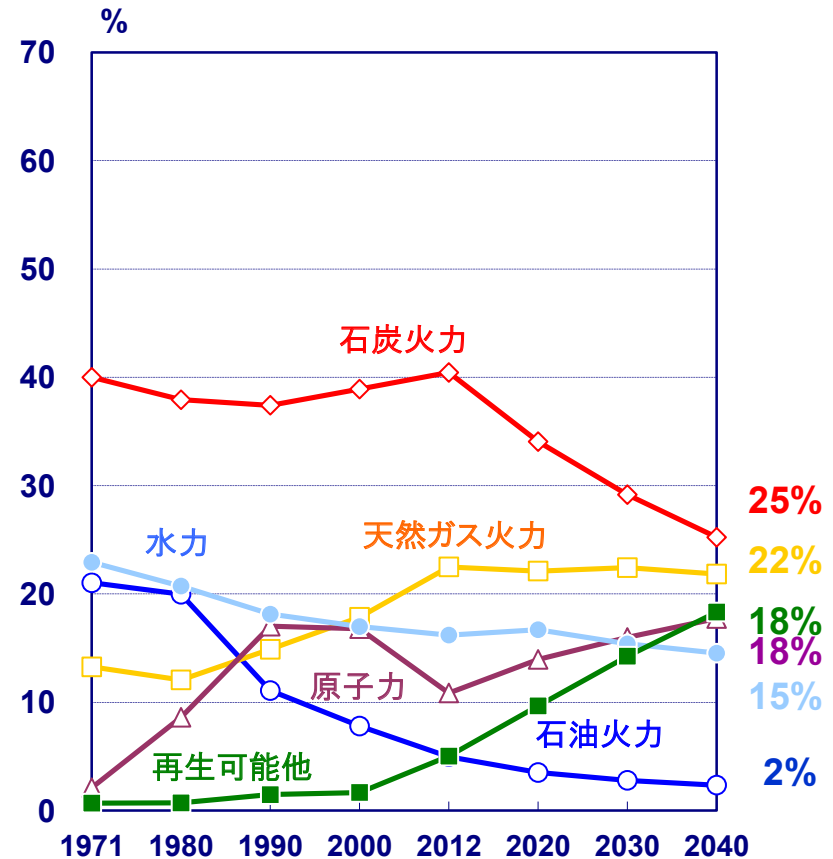
- 2040年においても石炭火力が依然として電力供給の中核を担う。天然ガス複合発電等の導入により、世界的に天然ガス火力の導入が拡大。再生可能エネルギーも風力、太陽光を中心にシェアを拡大。
- 技術進展ケースでは石炭火力のシェアが25%まで縮小する一方、原子力や水力・再生可能エネルギーのシェアが拡大する。

世界の発電構成シェア

レファレンスケース



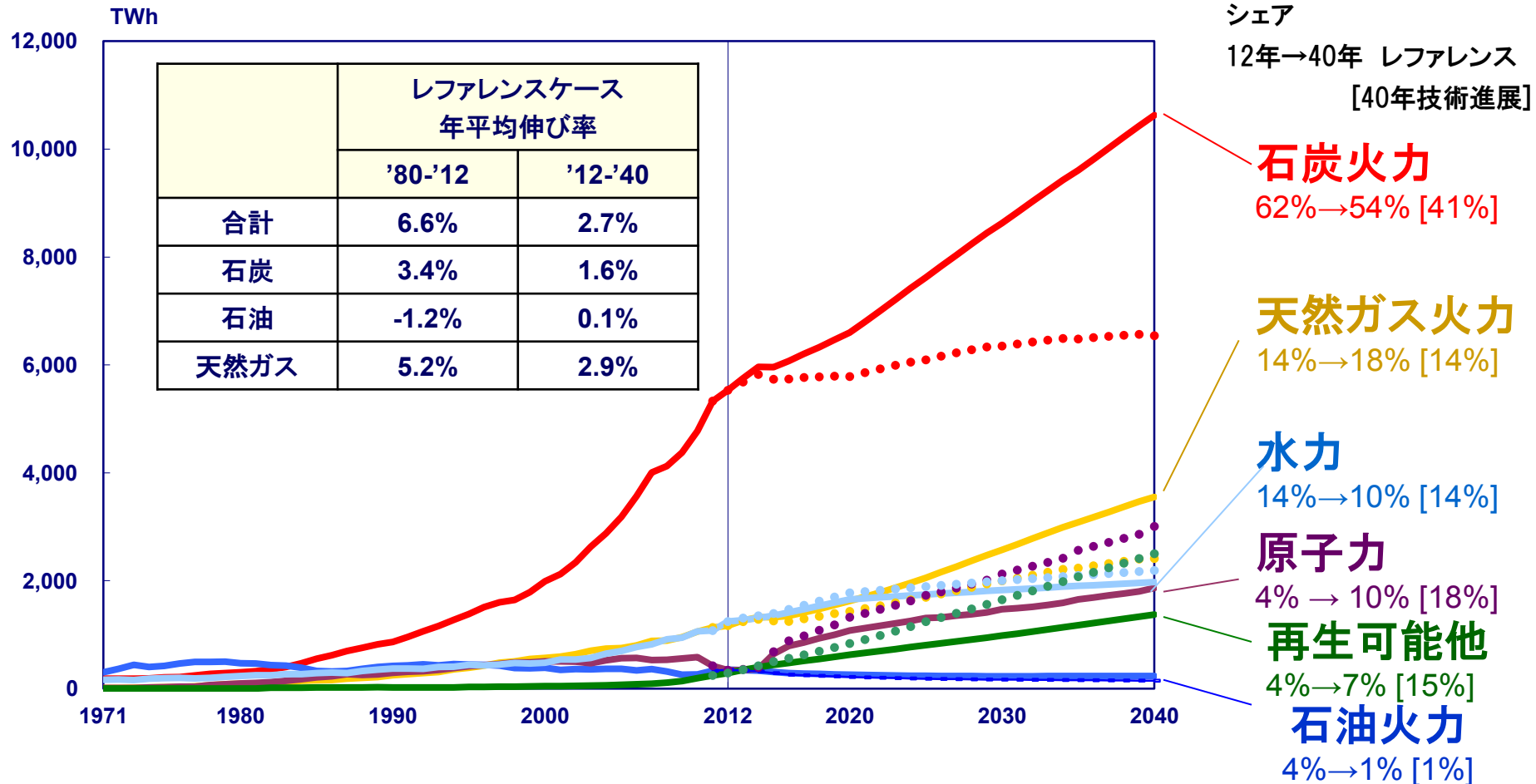
技術進展ケース



- レファレンスケースでは、2040年においても石炭火力が最も大きなシェアを占め続ける。
- 技術進展ケースでは石炭火力のシェアが大きく縮小し、再生可能エネルギーのシェアが拡大する。

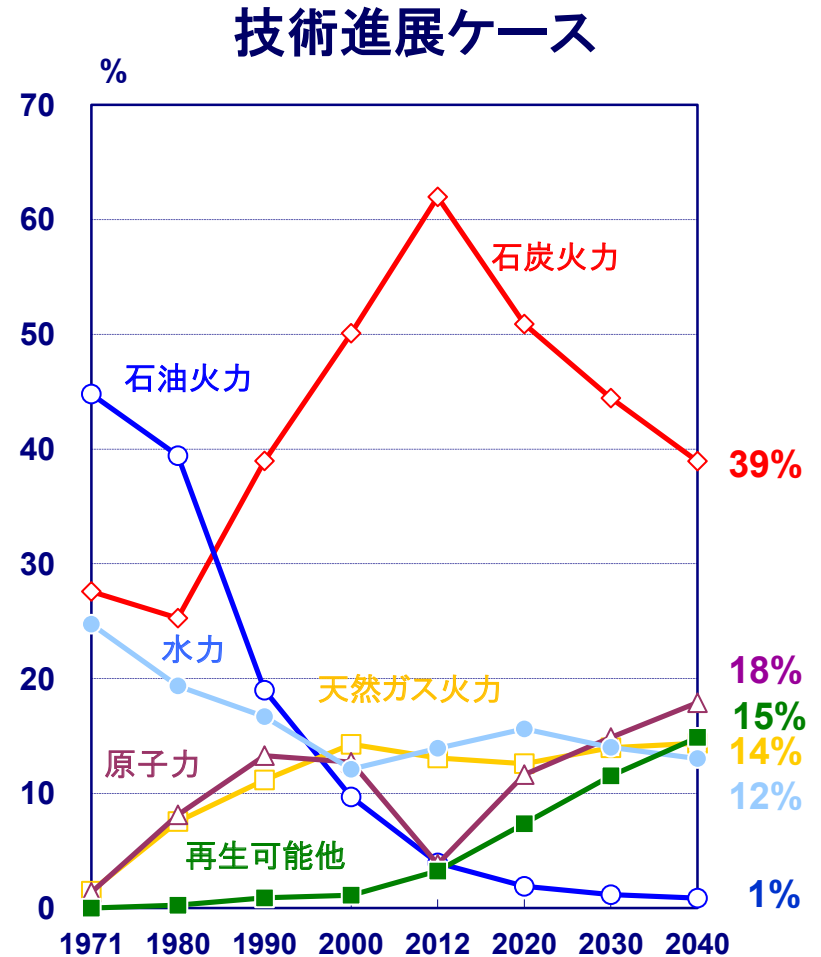
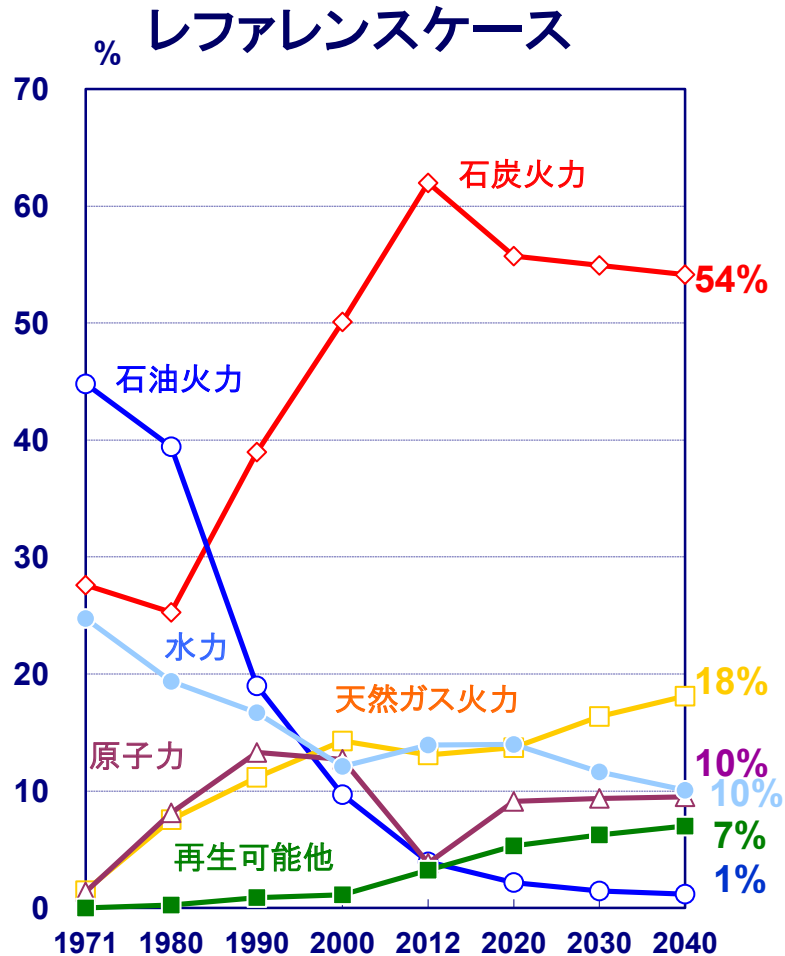
アジアの発電構成

実線: レファレンスケース
点線: 技術進展ケース



- 豊富な石炭資源の利用が今後も進み、レファレンスケースでは石炭火力シェアは5割以上を維持。発電効率が高く環境に適合した天然ガス火力の使用も増加し、発電量ベースのシェアは2012年の14%から2040年には18%に拡大する。また、原子力のシェアは2040年においても10%と一定の役割を担う。
- 技術進展ケースでは石炭火力のシェアは40%まで低下するが、依然として最も高いシェアを有するため、非OECDアジアでのクリーンコール技術の活用は非常に重要な課題であり続ける。

アジアの発電構成シェア

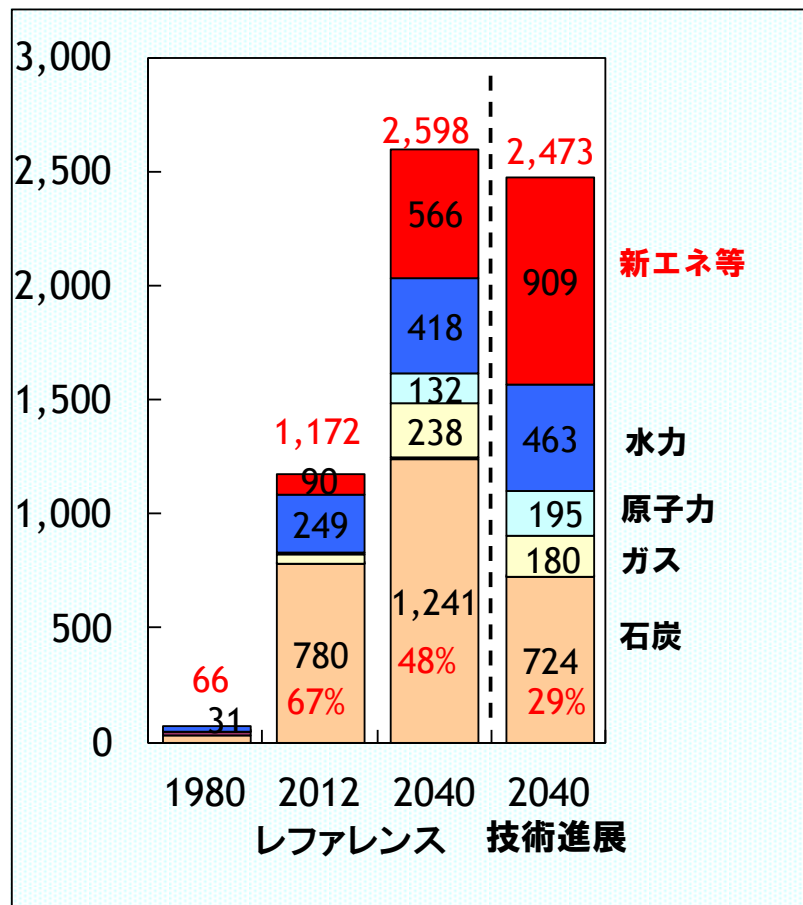


- レファレンスケースでは、急増する電力需要に対し、主に石炭火力で対応する。
- 技術進展ケースでは、石炭火力のシェアが大きく縮小し、原子力及び水力・再生可能エネルギーのシェアが拡大する。

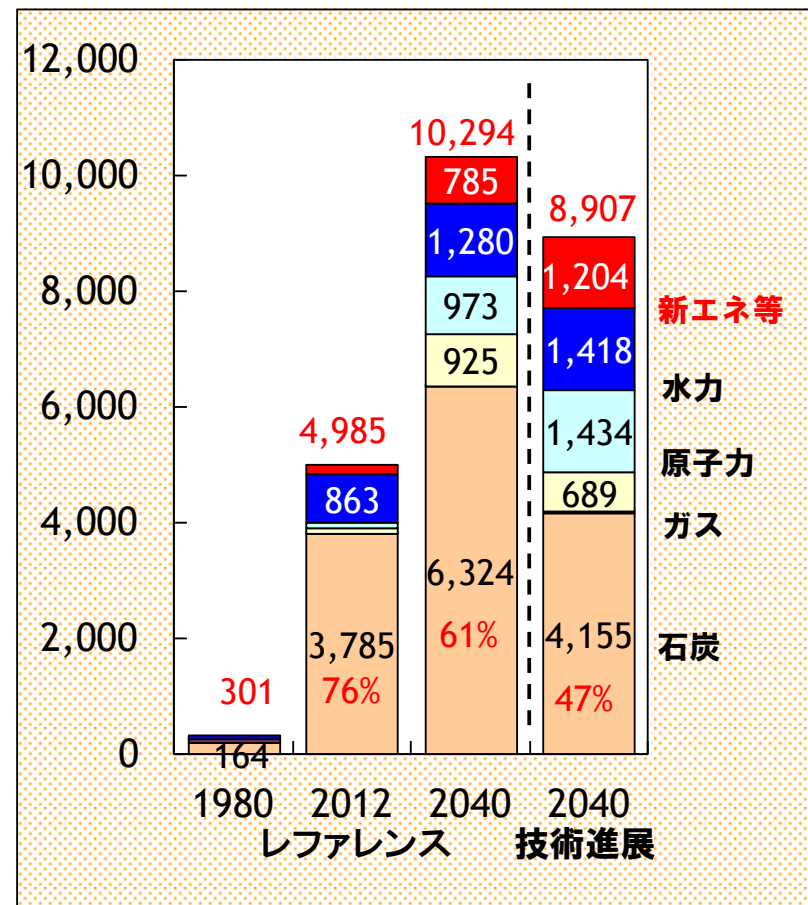
中国の発電容量と発電量

レファレンスケース 技術進展ケース

【発電設備容量(100万kW)】



【発電量(TWh)】

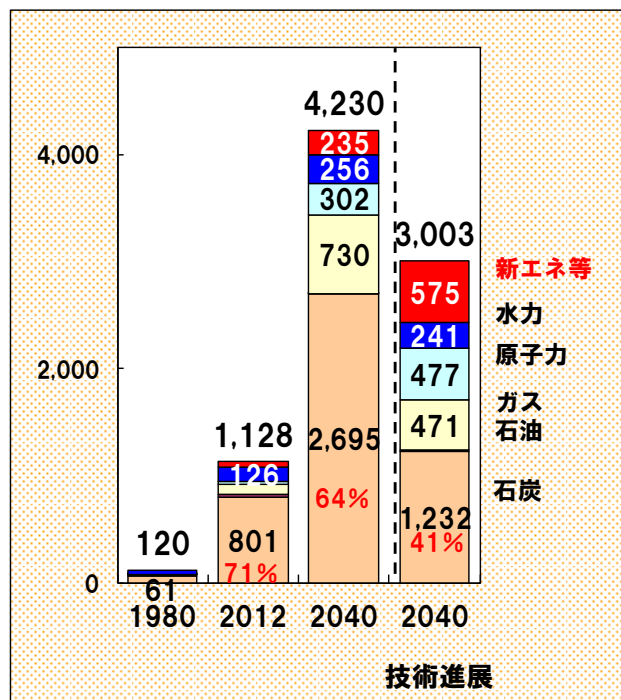


- 発電設備容量は2012年の約12億kWから2040年には26億kWに達し、年平均5,100万kW増加する。2013年に全発電設備容量の67%を占める石炭火力のシェアは、2040年には48%へ減少する。発電量は2012年の5.0兆kWhから2040年に10.3兆kWhに達する。石炭火力シェアは2012年の76%から2040年に61%へ低下。
- 天然ガス火力、原子力、新エネ発電はいずれも大きく増加する。
- 技術進展ケースでは、石炭火力発電量が大幅に減少。原子力・水力・新エネルギーの利用が急拡大する。

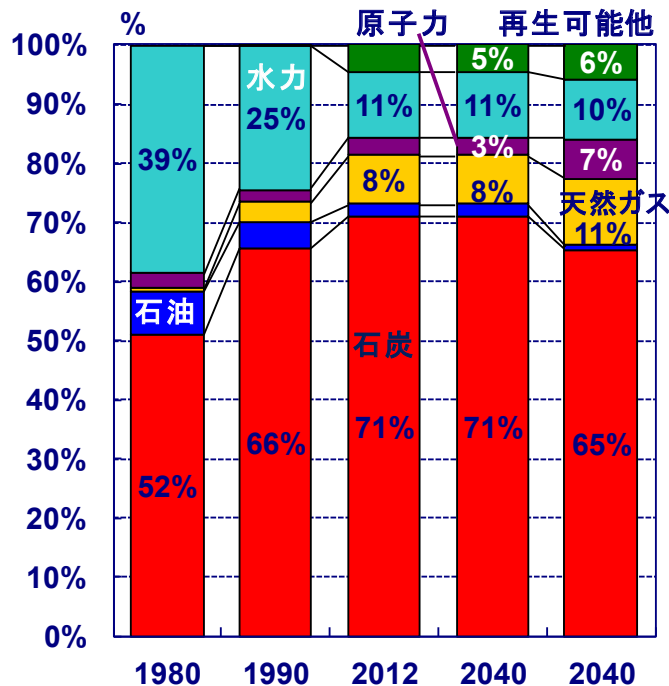
インドの発電量構成

レファレンスケース
技術進展ケース

【発電量(TWh)】



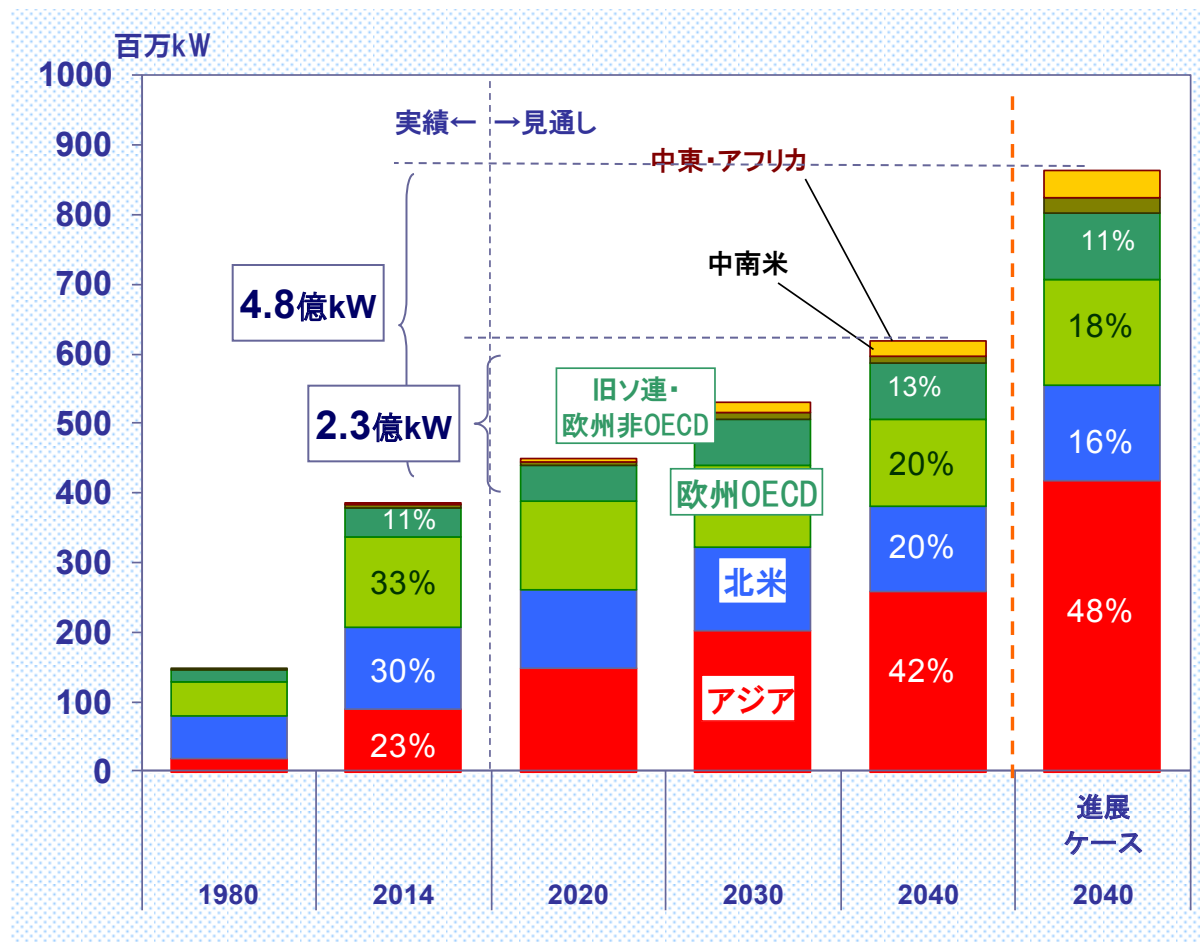
【発電量構成】



- インドの国内に賦存する石炭は粘結性の高い瀝青炭(原料炭)が乏しく灰分が40%程度と高い。環境への影響が懸念される発電所においては、灰分34%以下の石炭を利用することを義務付けている。海外炭への依存度を抑制し、自給率を高めるためには、選炭技術の普及や低品位炭の改質技術の導入、石炭火力発電の高効率化、電源の多様化等が必要となる。
- 天然ガス、原子力のシェアが徐々に拡大し、電源構成の多様化が進む。
- 原子力設備容量は2013年478万kW、2030年には3,014万kW (6.3倍増)になる見通し。
- 400万kW級の超臨界圧石炭火力発電所を建設予定など、今後も石炭火力が基幹電源の役割を担う。

世界の原子力発電設備容量

レファレンスケース
技術進展ケース



世界

2014年
3億8,600万kW

↓

2040年
レファレンス
6億1,800万kW
(2億3,200万kW増)

技術進展
8億6,300万kW
(4億7,600万kW増)

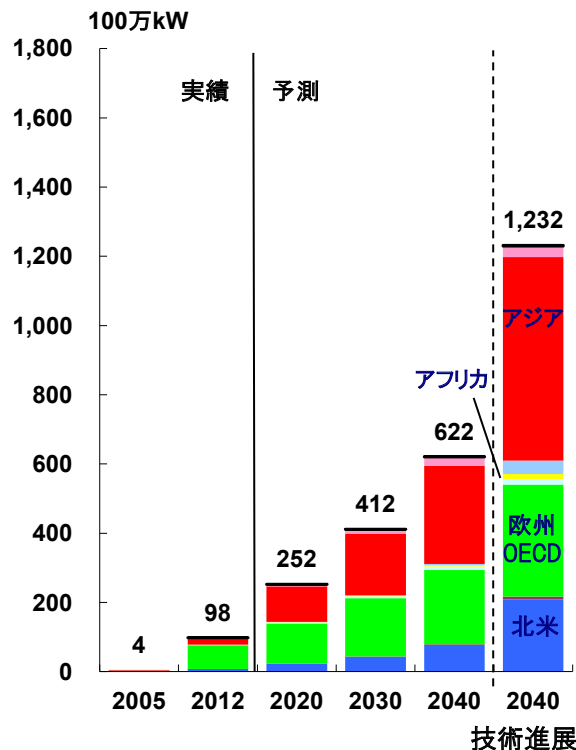
- 2040年にかけて世界の原子力設備容量はアジアを中心にレファレンスケースで2億3,200万kW、技術進展(原子力進展)ケースで4億7,600万kW増加する。特に技術進展ケースでは、2040年の設備容量の半分近くがアジアに集中する。

世界の太陽光発電、風力発電設備容量

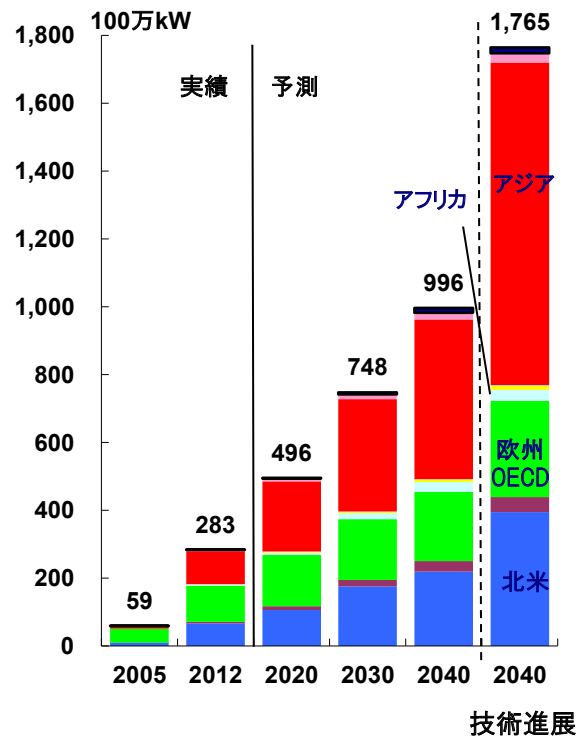
レファレンスケース
技術進展ケース



太陽光発電



風力発電



太陽光発電

世界

アジア

2012年
98GW

2012年
17GW

↓
2040年
レファレンス 技術進展
622 GW 1,232GW
(6倍増) (13倍増)

↓
2040年
レファレンス 技術進展
284 GW 588GW
(17倍増) (35倍増)

風力発電

世界

アジア

2012年
283 GW

2012年
98GW

↓
2040年
レファレンス 技術進展
996 GW 1,765GW
(4倍増) (6倍増)

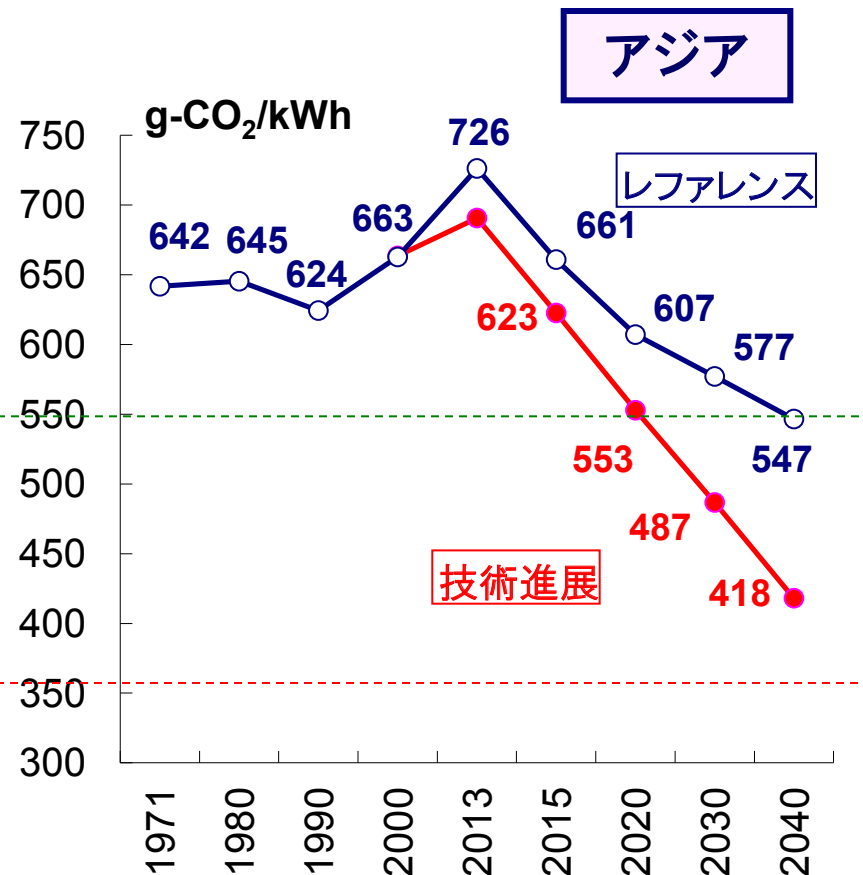
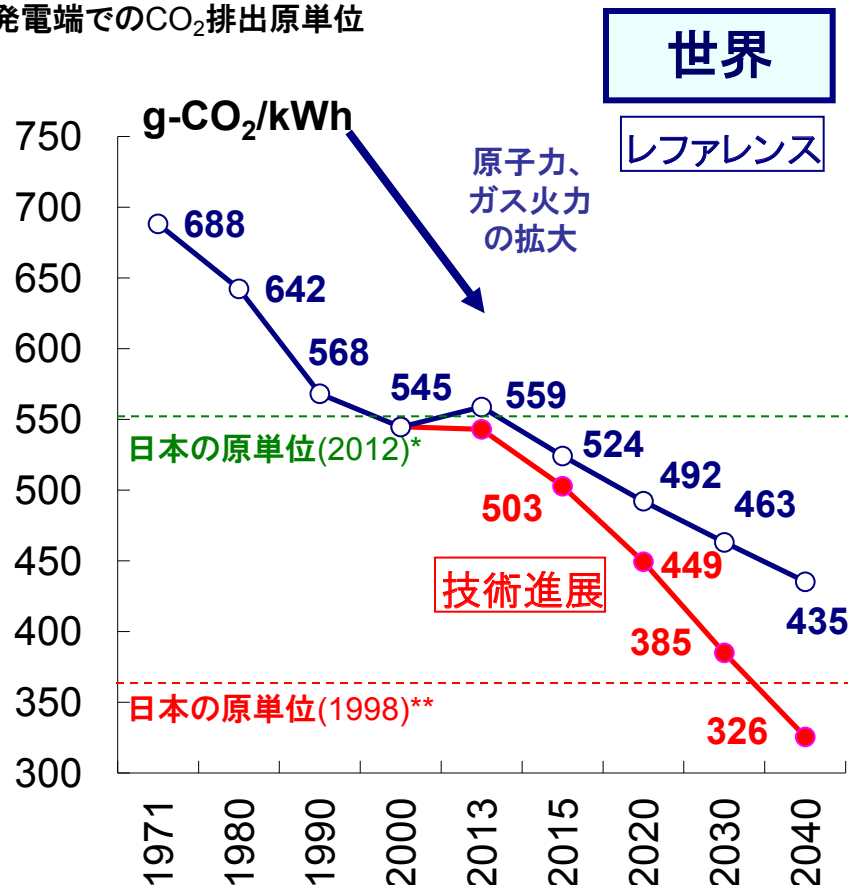
↓
2040年
レファレンス 技術進展
471 GW 951GW
(5倍増) (10倍増)

- 技術開発や固定価格買取制度(FIT)、補助金などの支援策により再生可能エネルギーが拡大。
- レファレンスケースでは、2040年に世界の太陽光発電設備量が622GW (2012年比6倍)、風力発電設備量が996GW (2012年比4倍)まで増加。
- 発電量に占める太陽光・風力発電の構成比は2012年の2.8%から2040年に6.2%へ拡大。
- 技術進展ケースでは2040年に、太陽光発電は1,232GW (レファレンス比2.0倍)、風力発電は1,765GW (レファレンス比1.8倍)まで増加。

電力のCO₂排出原単位

レファレンスケース
技術進展ケース

*発電端でのCO₂排出原単位



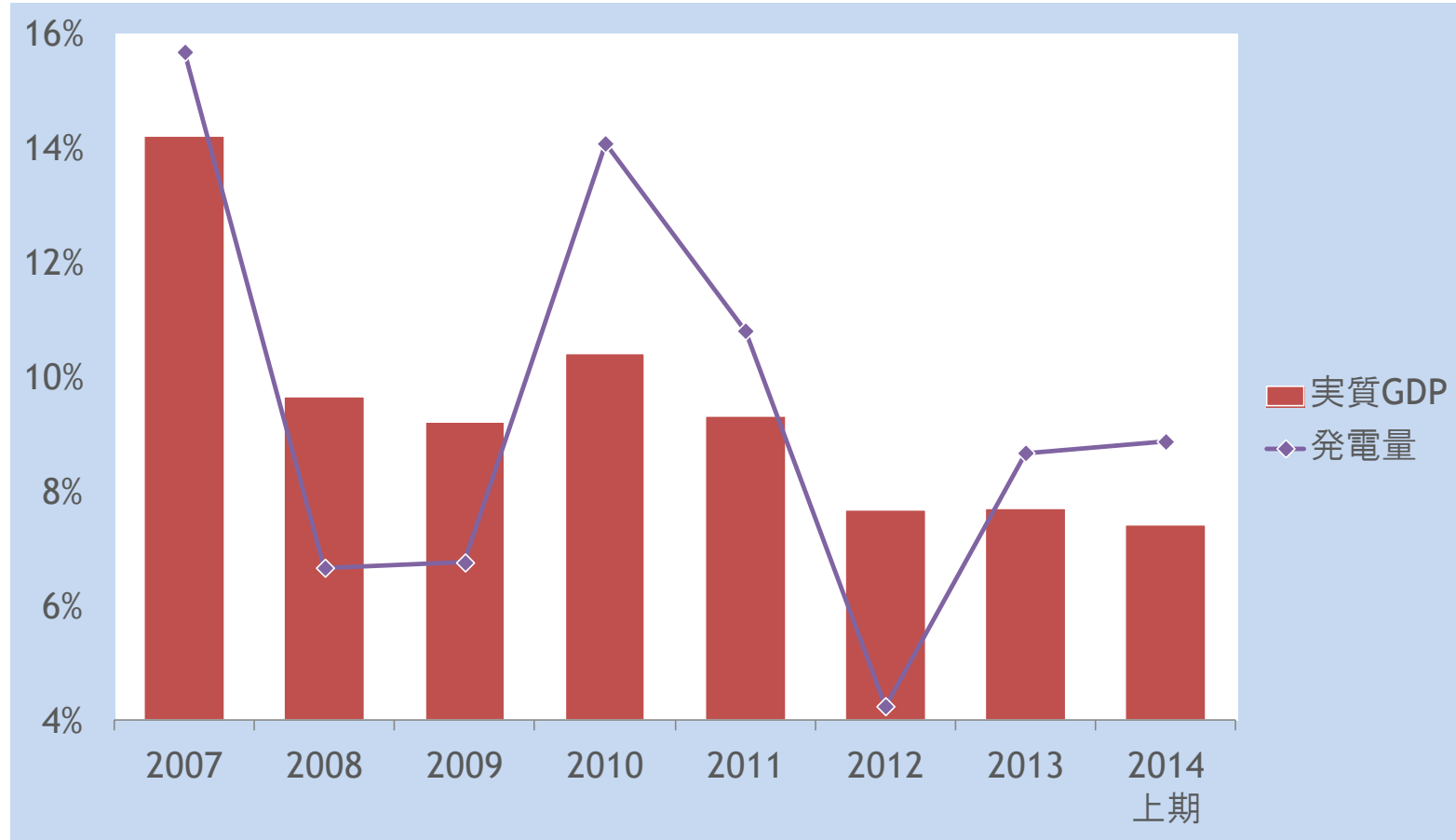
*約480g-CO₂/kWh **約350g-CO₂/kWh (IEA統計を元に推計)

- 原子力、再生可能エネルギー、火力発電高効率化(クリーンコール技術、MACC)の進展により、CO₂排出原単位は低下し続ける。
- レファレンスケースでは、2040年の電力CO₂排出原単位は、世界で2013年比22%改善、アジアで25%改善。技術進展ケースでは、低炭素電源の導入拡大により、世界で2012年比40%改善、アジアで39%改善する見込み。

中国・インドの 低成長ケース、低成長・改革ケース

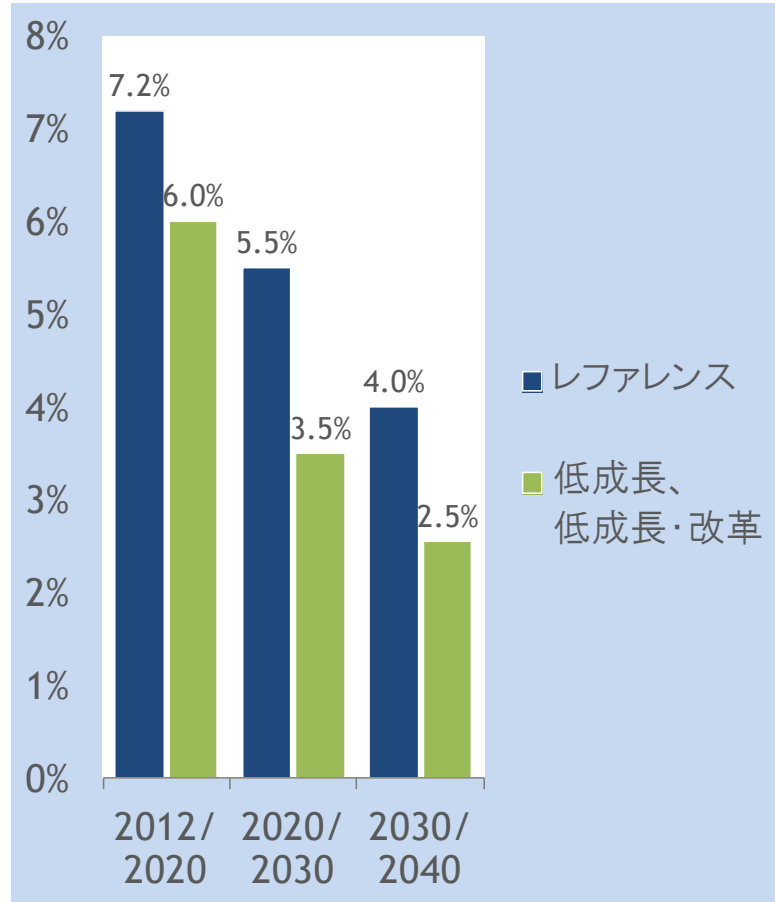
超高速成長の終わりの始まり?

❖ 実質GDP、発電量の増加率

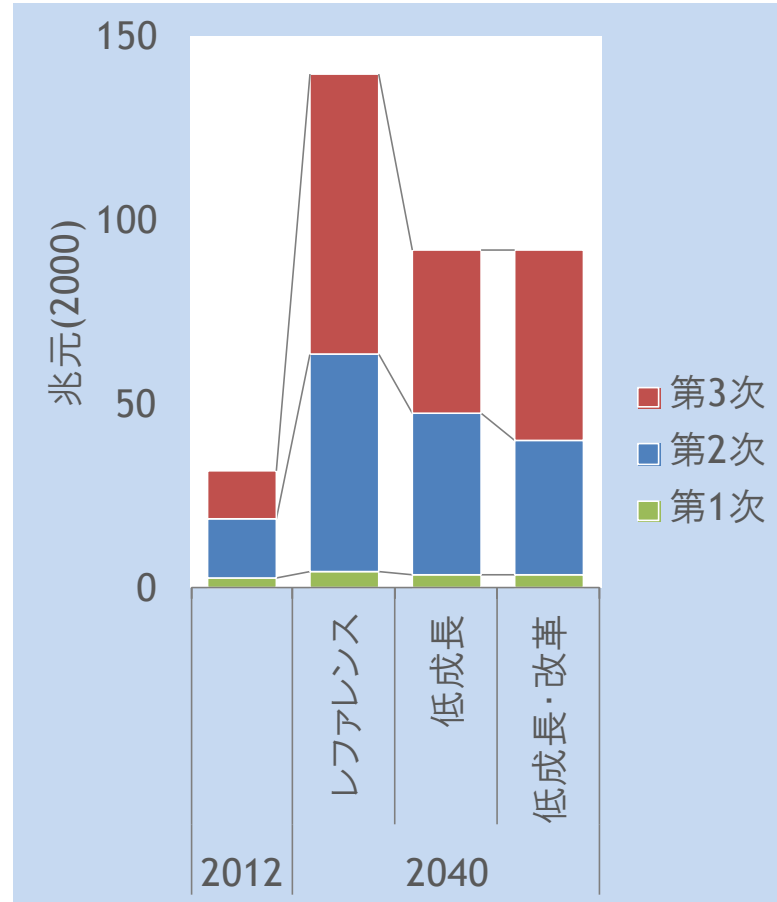


「低成長ケース」と「低成長・改革ケース」

❖ 中国の経済成長率



❖ 中国の産業別付加価値額



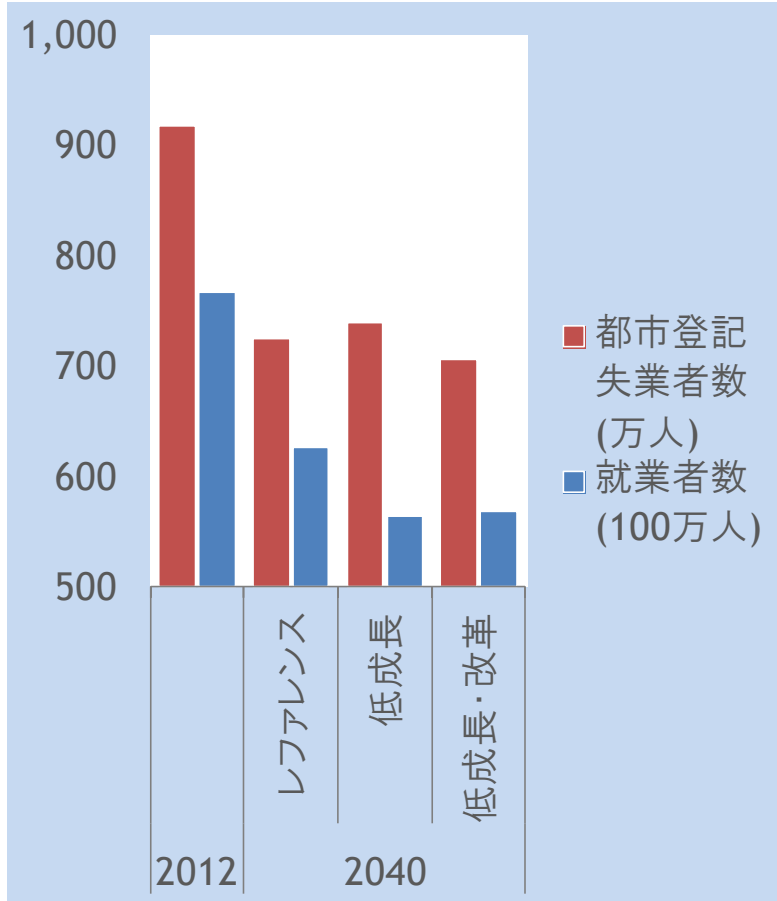
経済成長率は、各国・地域の人口動態・経済発展段階等を考慮して想定。

その際、国際通貨基金、アジア開発銀行をはじめとする国際機関による予測、各国政府の経済開発計画等も参照

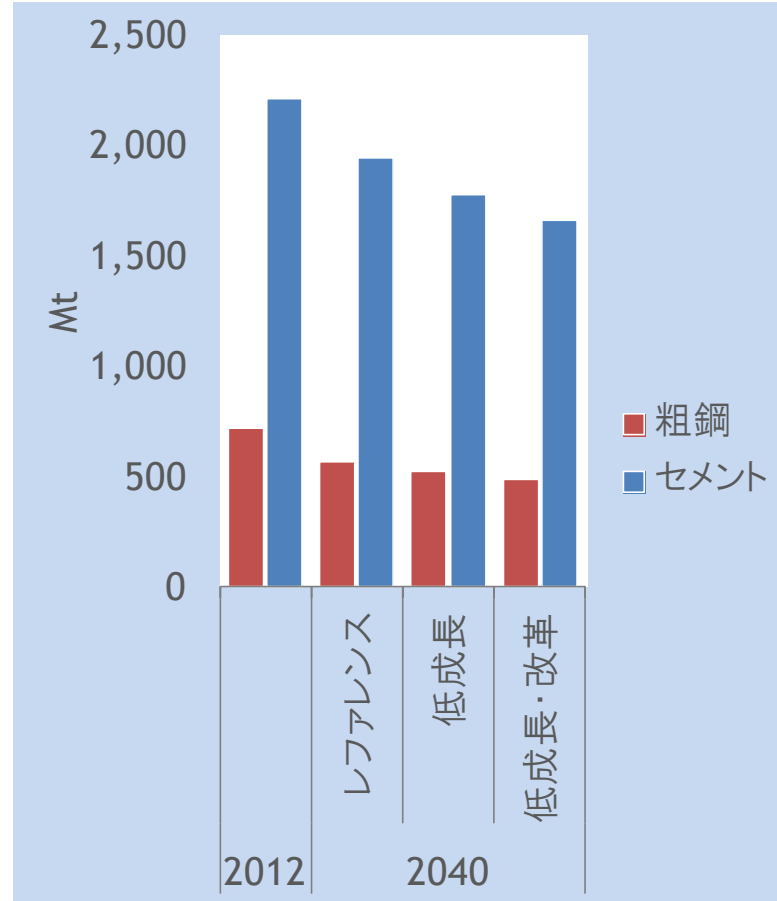
低成長・改革ケースでは、雇用吸収力が高い第3次産業へのシフトが図られる

「低成長ケース」と「低成長・改革ケース」

❖ 中国の雇用

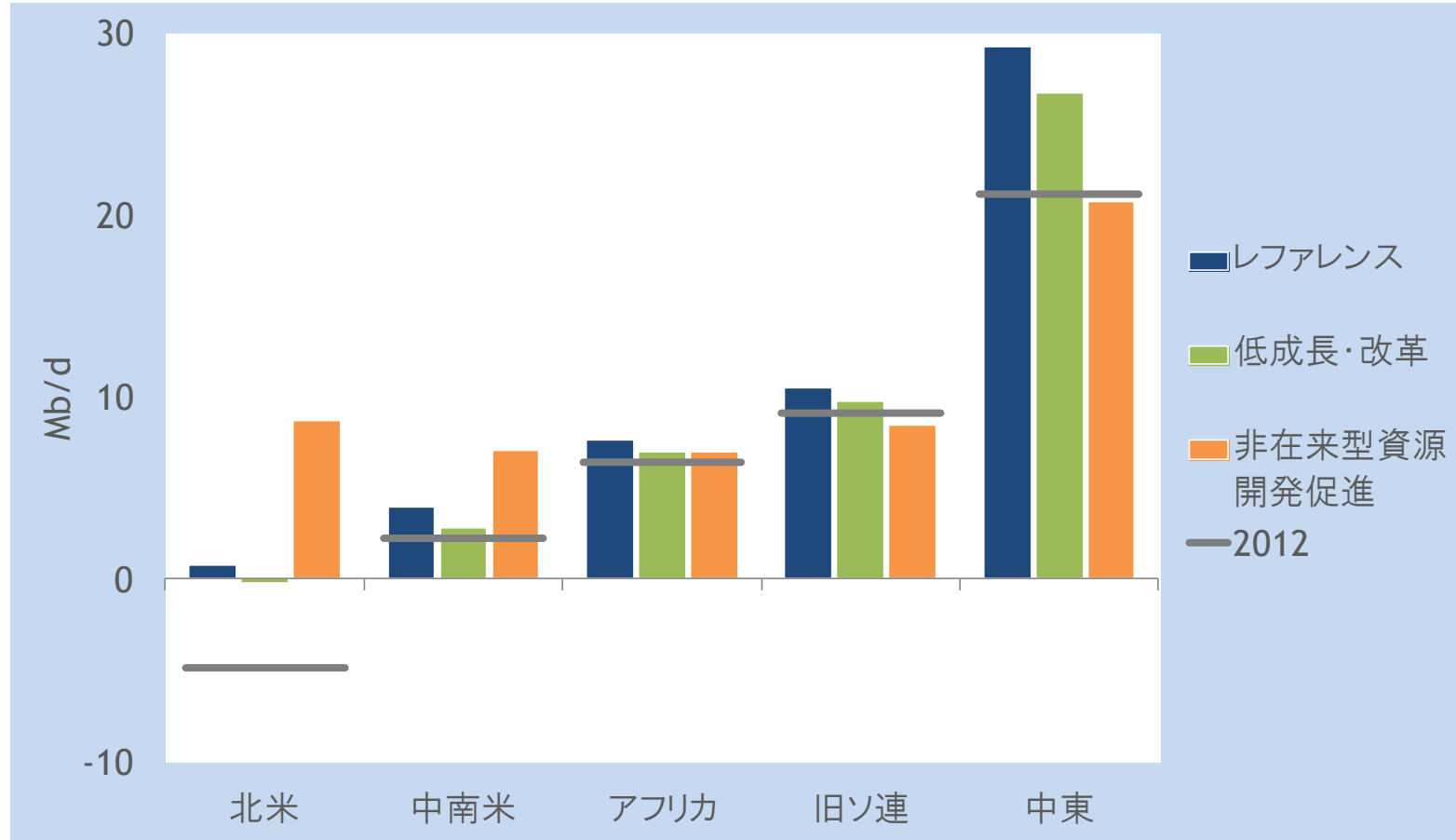


❖ 中国の素材生産



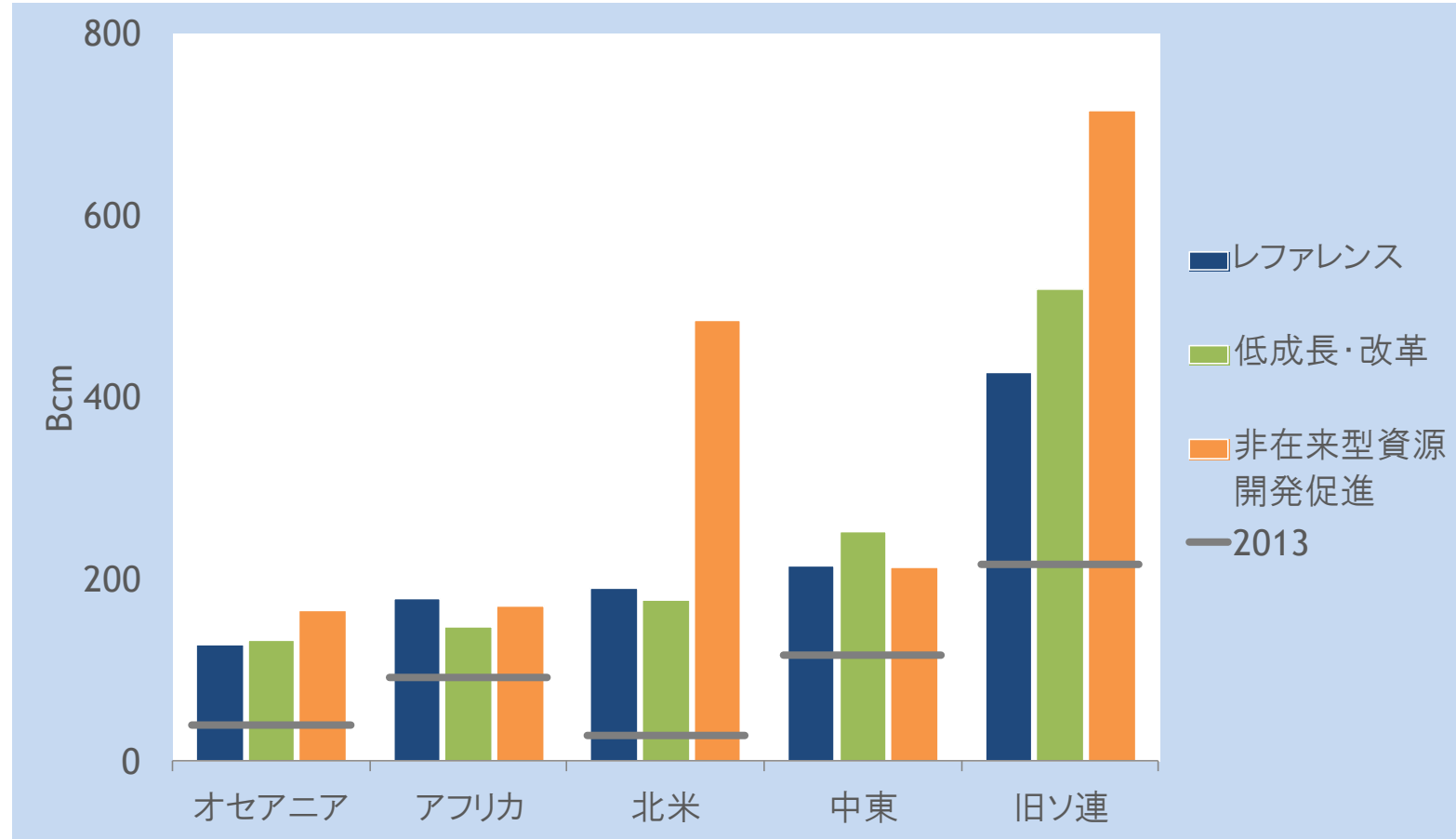
「低成長・改革ケース」vs. シェール革命

❖ 原油純輸出[2040年]



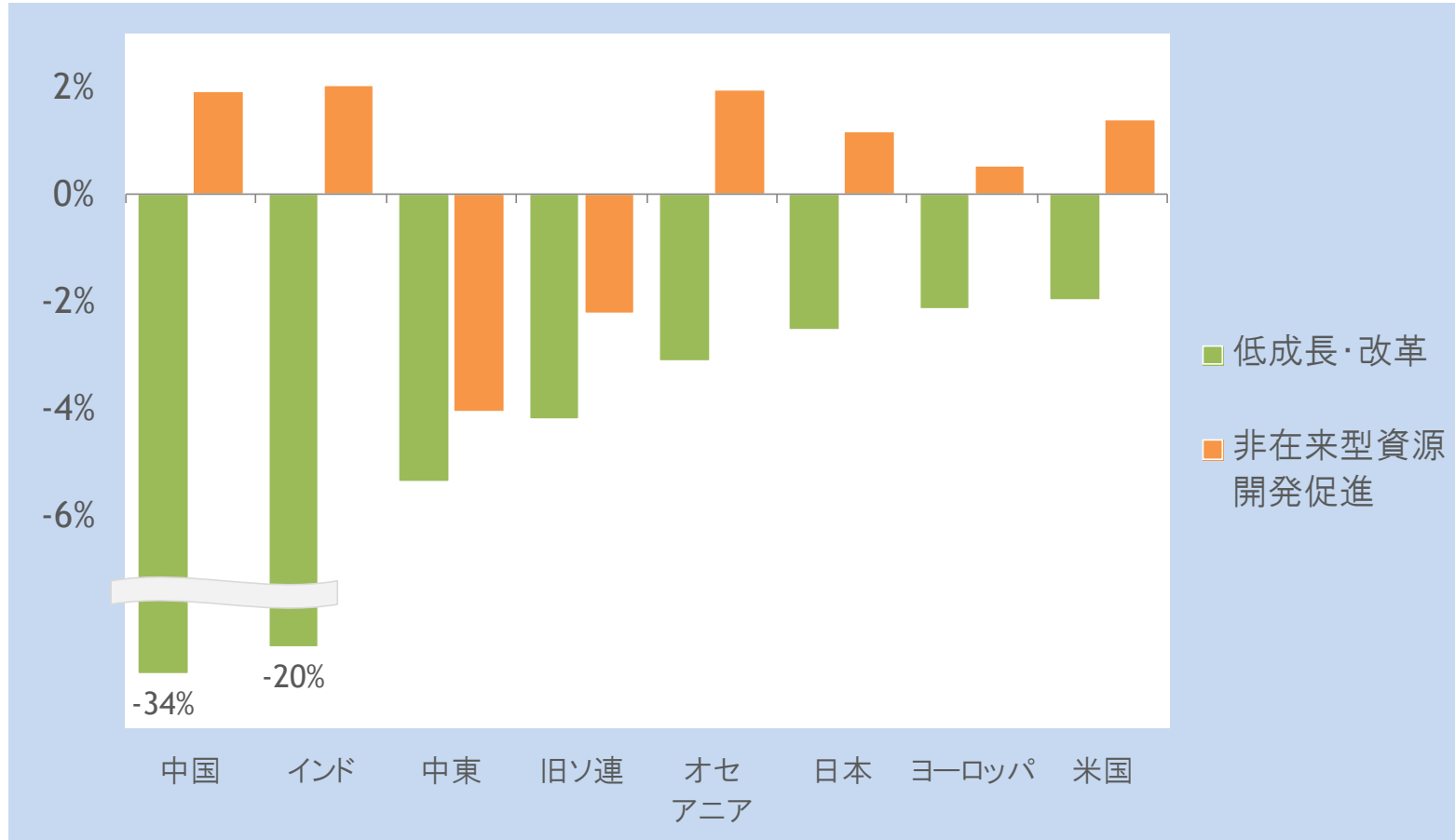
「低成長・改革ケース」vs. シェール革命

❖ 天然ガス純輸出[2040年]



「低成長・改革ケース」vs. シェール革命

❖ 経済へのインパクト[2040年] (レファレンスケース比)



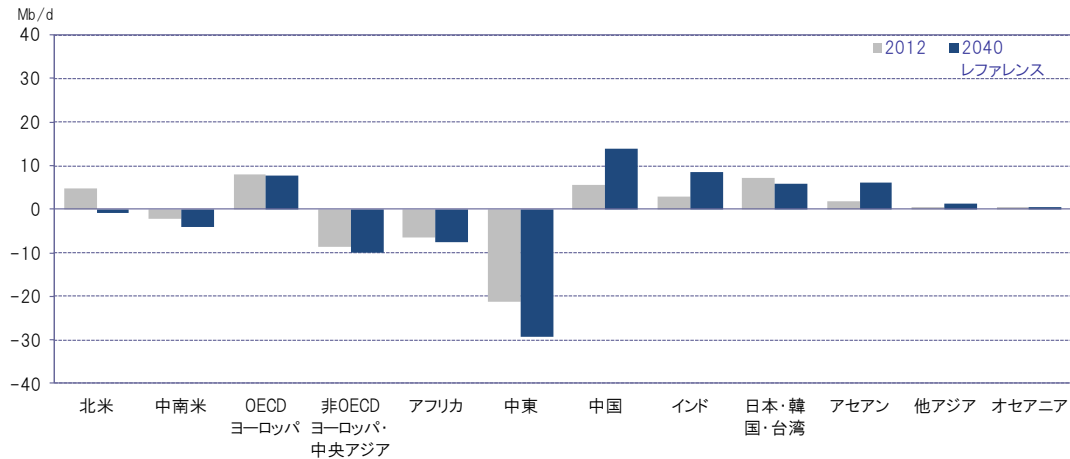
非在来型資源開発促進ケースの出所: IEEJ「アジア/世界エネルギーアウトルック 2013」

2040年の化石燃料貿易

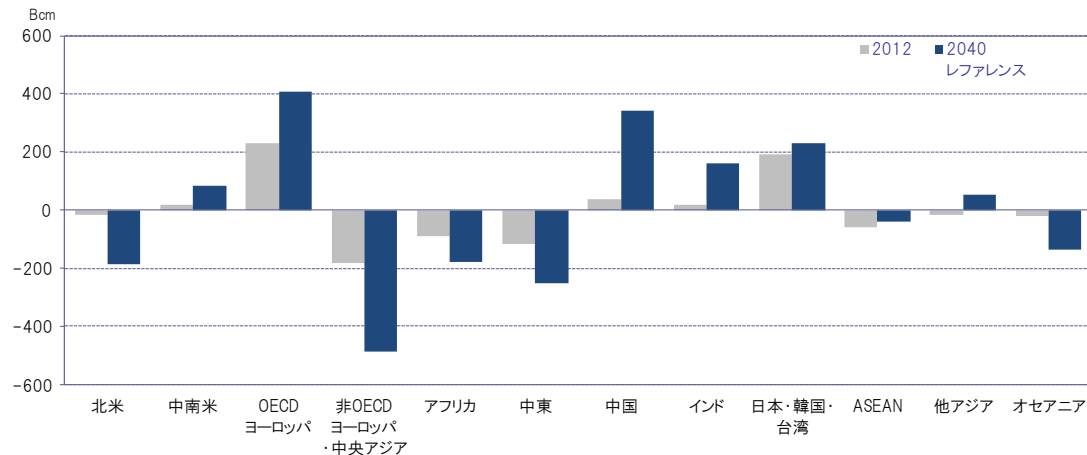
- レファレンスケース
- 技術進展ケース
- 中印低成長・改革ケース

石油・天然ガスの純輸入力量

石油



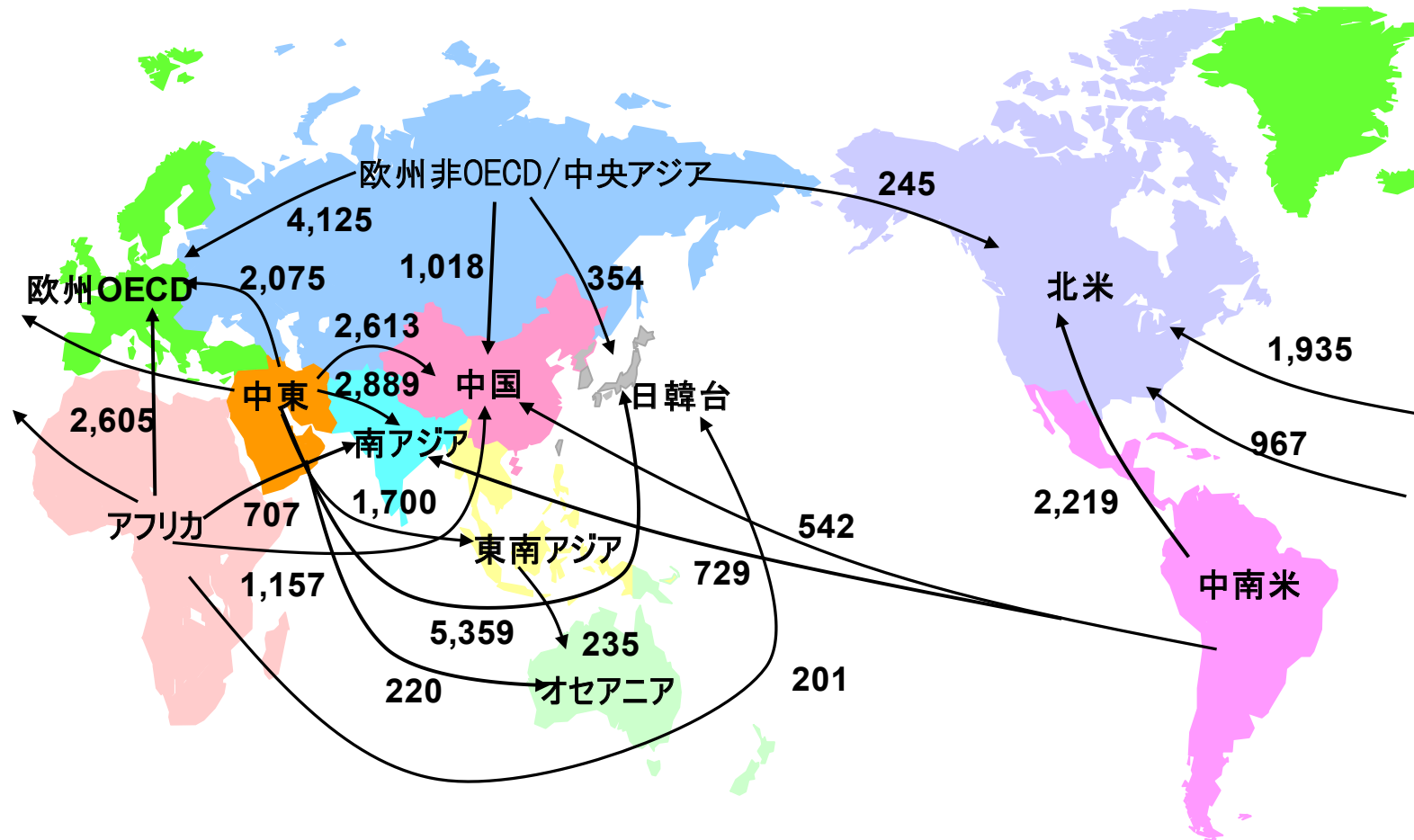
天然ガス



- 2040年にかけて石油需要はアジアで拡大する一方、北米は自給に向かう。
- アジアの需要増加に対応するため、中東での石油増産は不可欠。
- 天然ガス輸入も主にアジアで拡大。また、北米からの輸出が増加。

主要な原油貿易フロー(2013年)

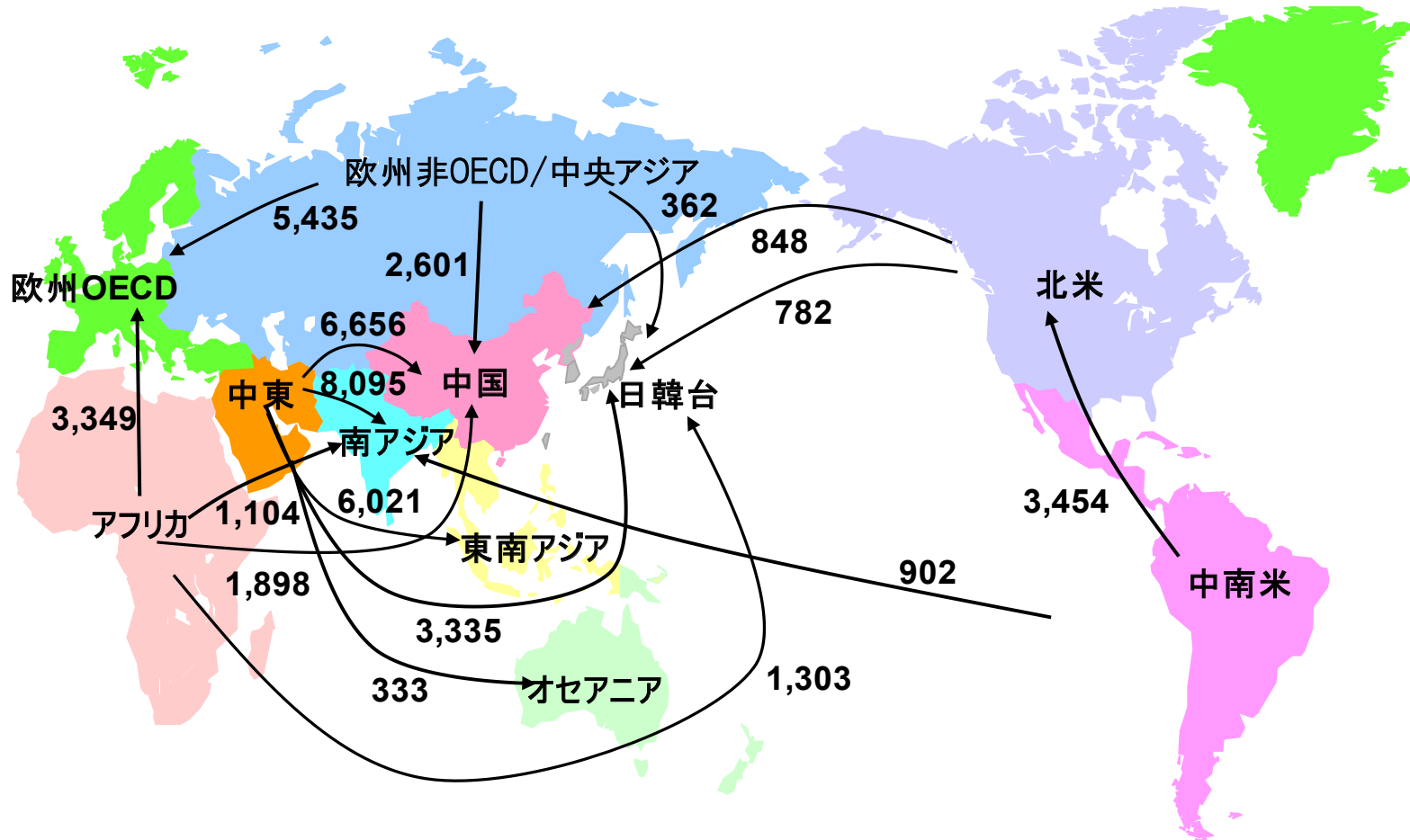
単位: 1000 b/d



- 2013年現在、世界の原油貿易は中東、アフリカ、旧ソ連、中南米等の生産地域から、北米・アジア・欧州等の需要地域へと向かっている。

主要な原油貿易フロー(レファレンスケース2040年)

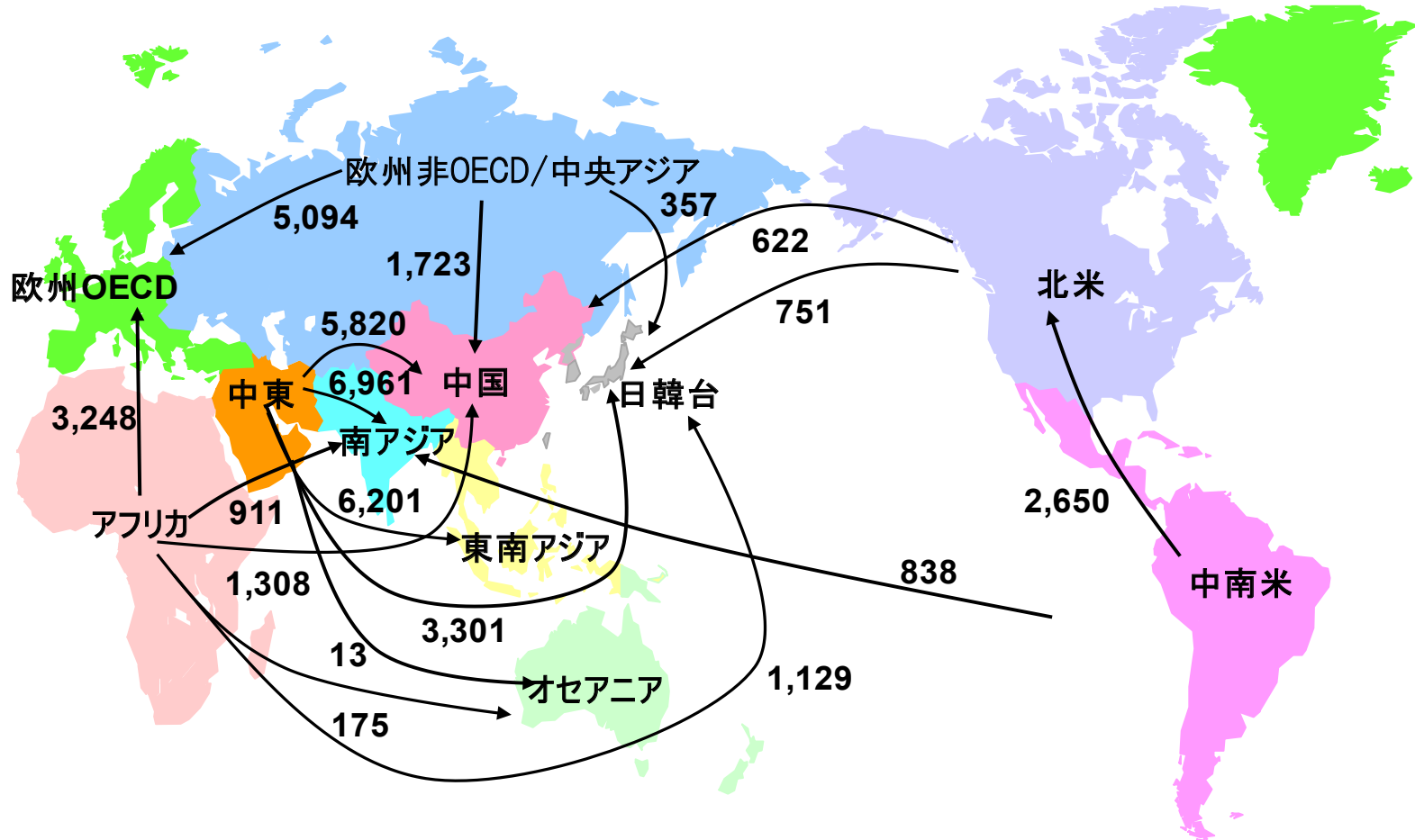
単位: 1000 b/d



- 2040年には北米からアジアへの輸出フローが確立。中国の原油輸入は1,200万b/dとなり、中東・アフリカ・旧ソ連・北米等、多様な地域からの輸入が拡大する。
- 中東から北米・欧州への原油輸出は計算上ゼロとなる。

主要な原油貿易フロー(技術進展ケース2040年)

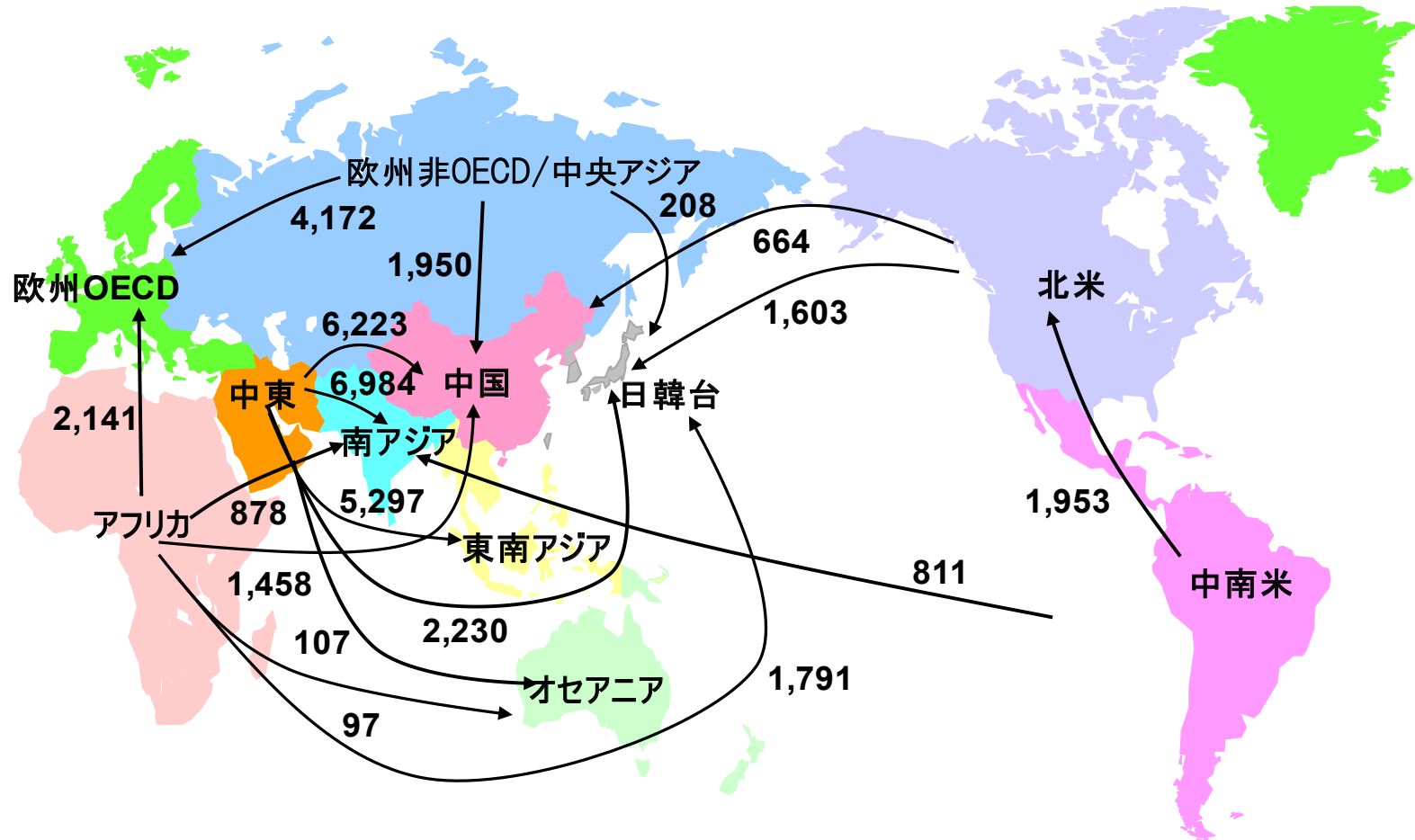
単位: 1000 b/d



- 北米域内での需要の低下に伴い北米からアジアへの輸出が増加
- 技術進展ケースでも東アジア・東南アジア・南アジア諸国にとって中東原油は重要な供給源であり続ける。このため、アジアと中東諸国の協力強化は今後も益々重要となる。

主要な原油貿易フロー(中印低成長・改革ケース2040年)

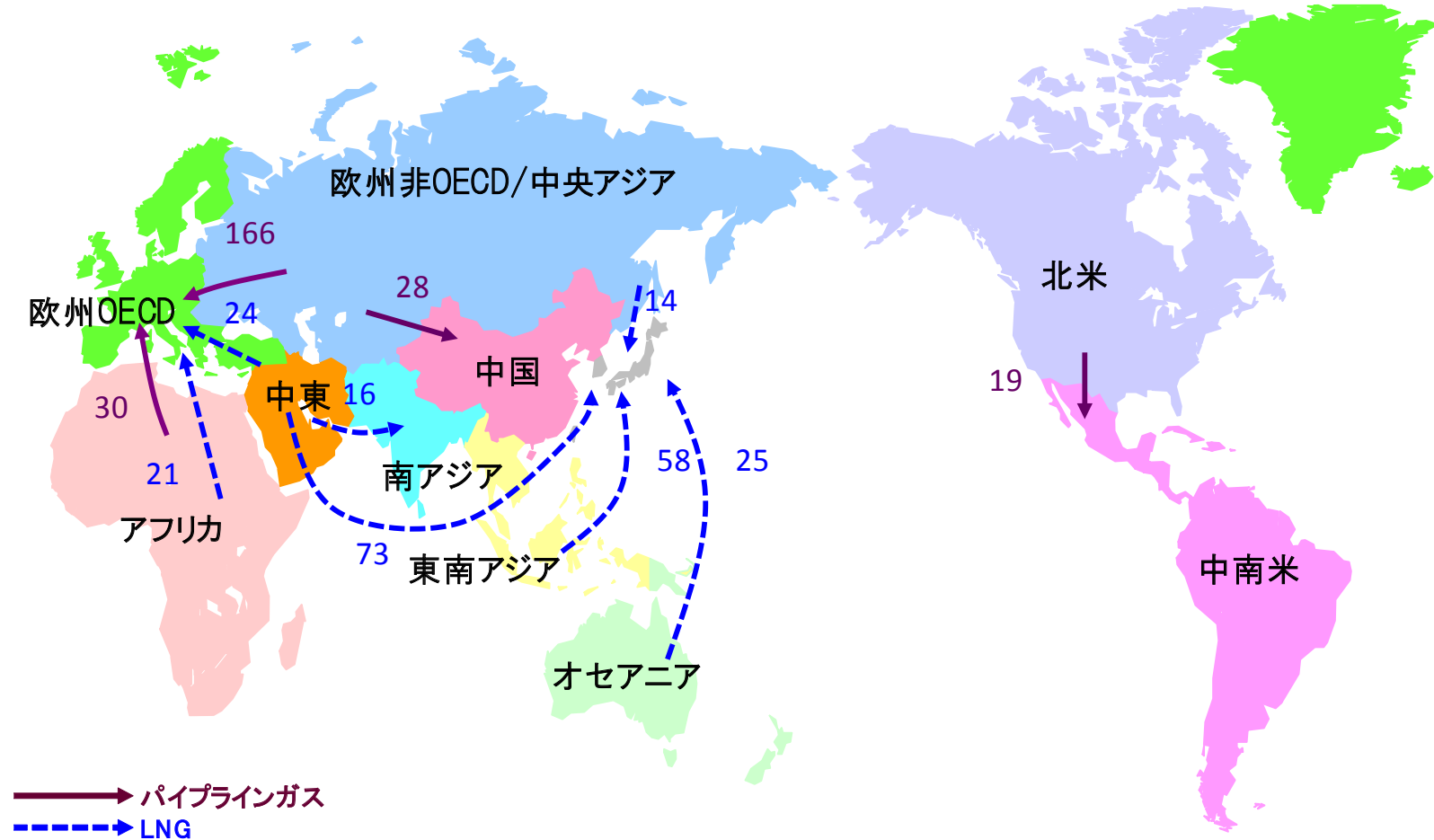
単位: 1000 b/d



- ほとんどの地域間の貿易が減少
- 中国の欧州非OECD/中央アジアからの輸入が顕著に減少

主要な天然ガス貿易フロー(2013年)

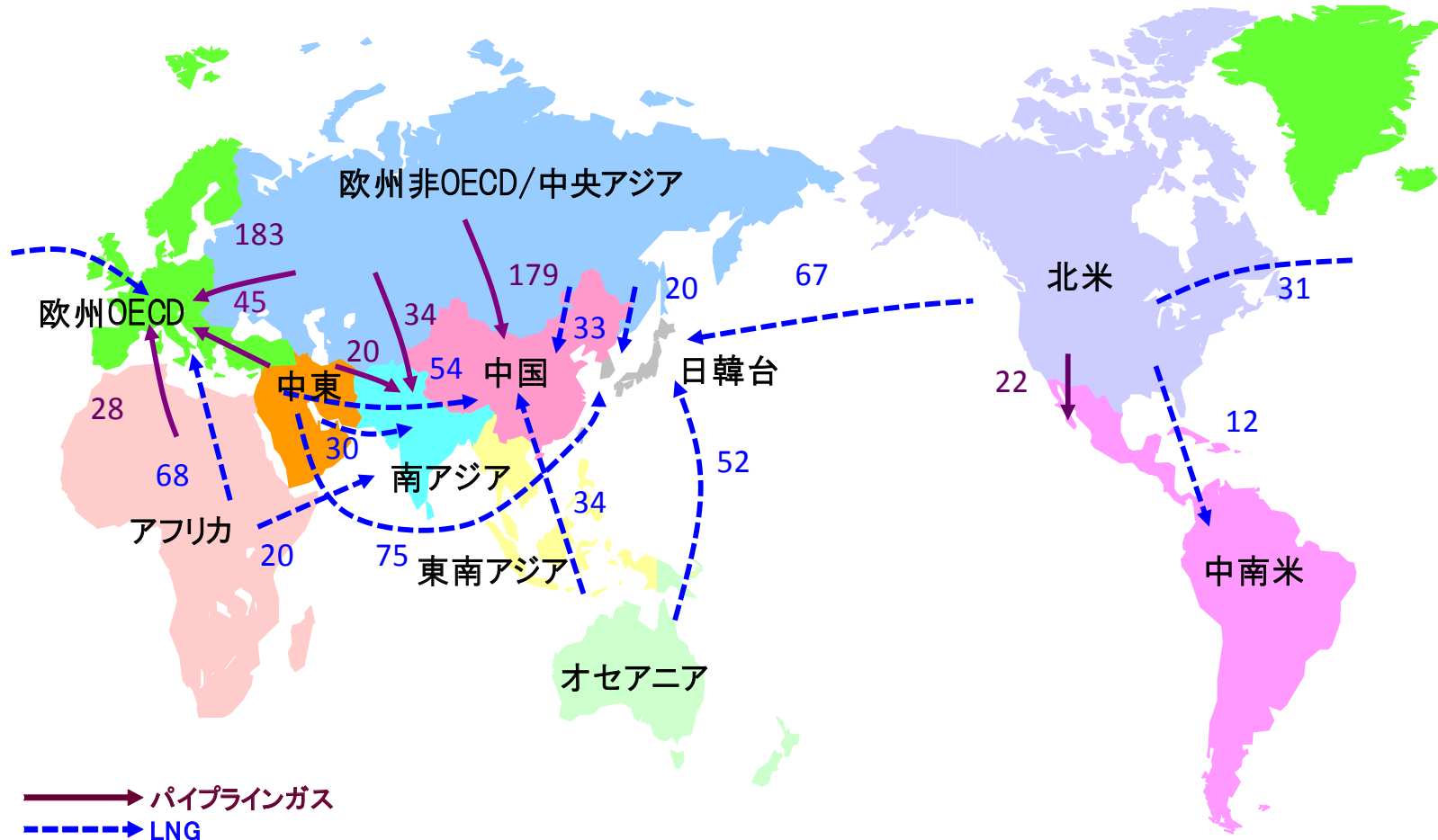
単位:BCM



- 2013年現在、パイプラインガスの場合、ロシアを中心とする欧州非OECD/中央アジアから欧州、LNGの場合、東南アジア、オセアニア、中東から日韓台である。

主要な天然ガス貿易フロー(レファレンスケース2040年)

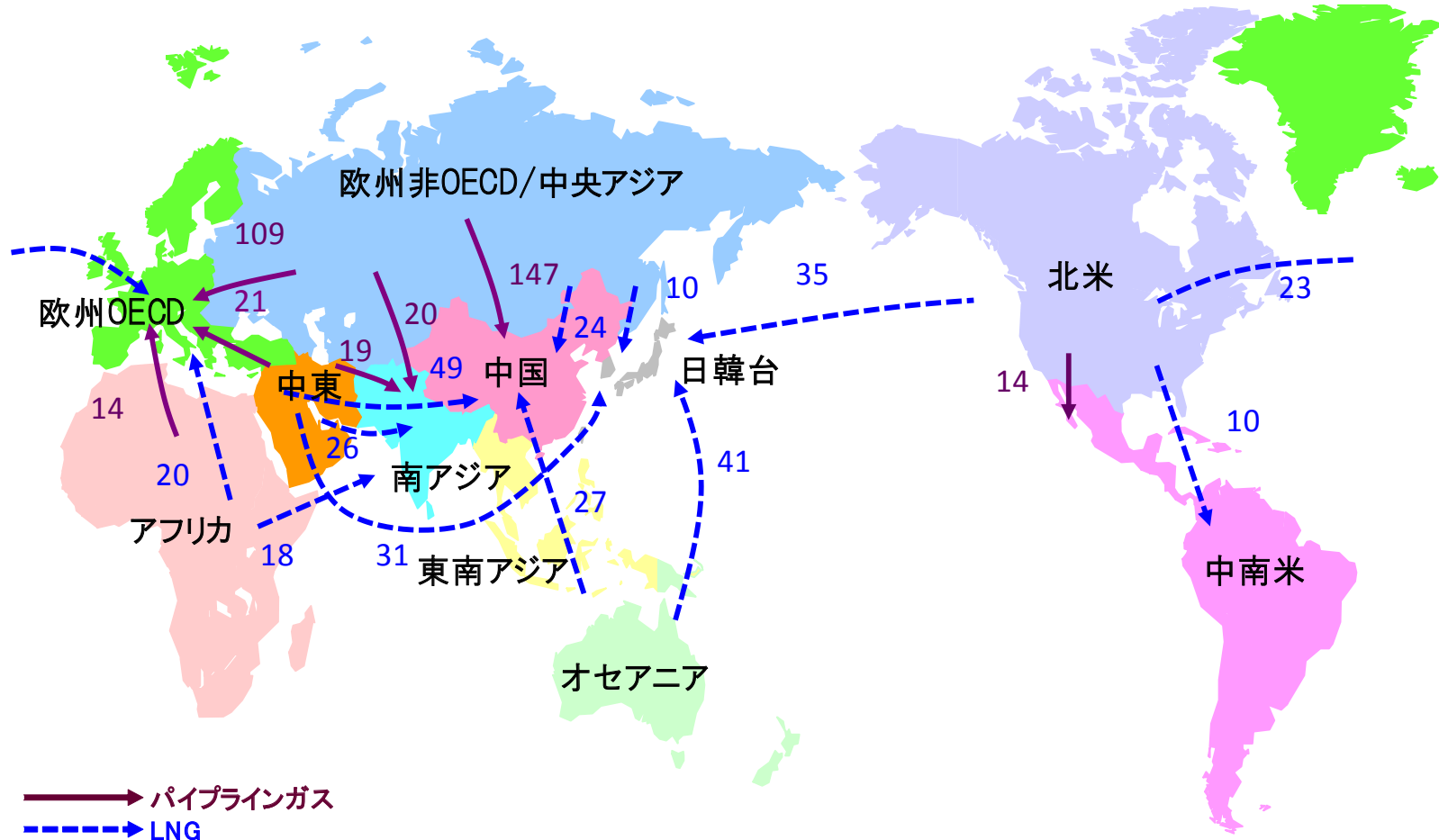
単位:BCM



- 北米はアジア及び欧州向けの主要なLNG供給源として台頭する。
- 中国や南アジアは地理的に近いこともあり、伝統的な輸出地域である欧州非OECD/中央アジアや中東からの輸入量を増加させる。

主要な天然ガス貿易フロー(技術進展ケース2040年)

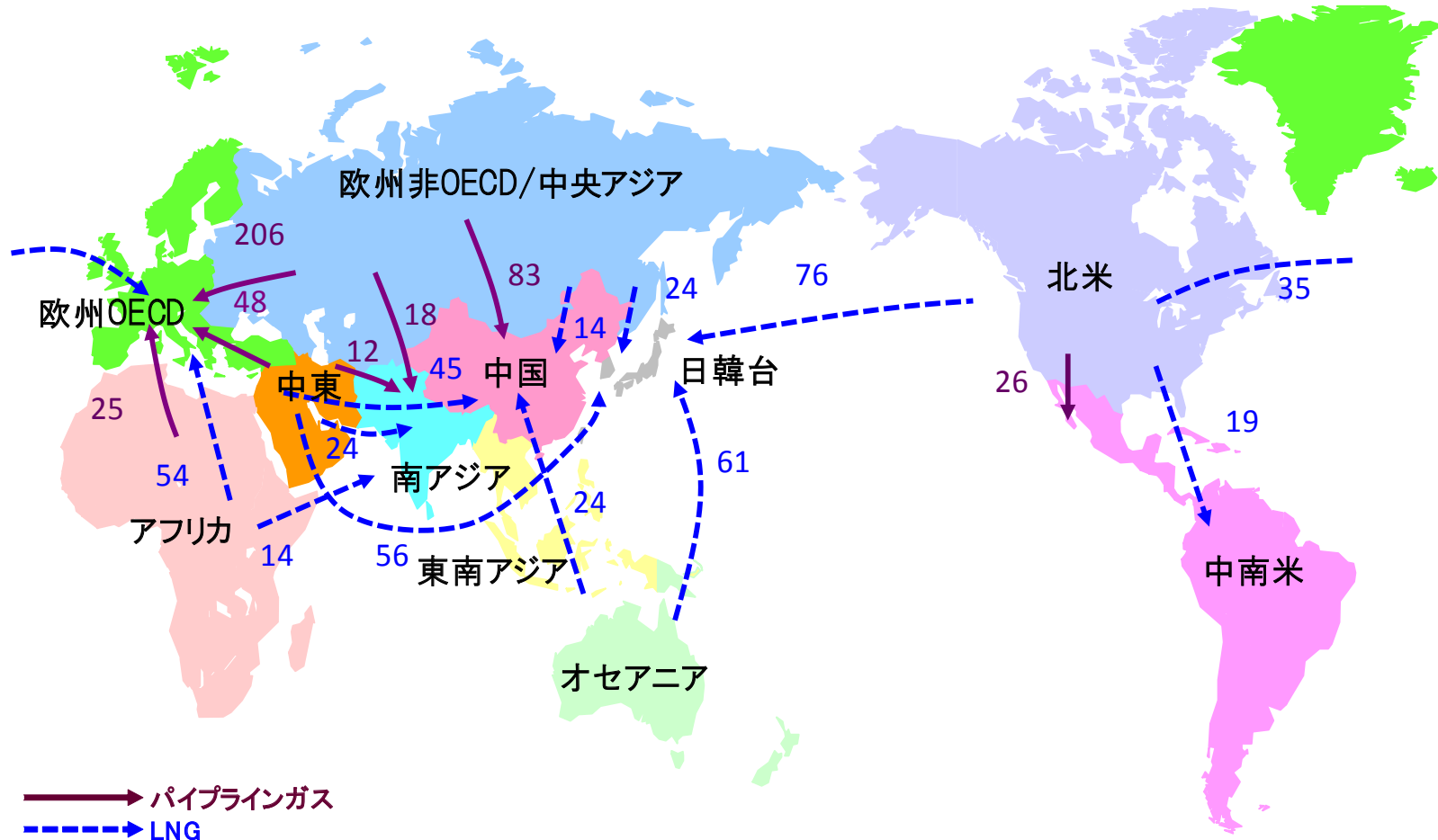
単位:BCM



- 全地域で純輸入量が抑制されるため、貿易フローへの影響は広範囲に及ぶ。
- 日韓台では中東依存度の低下が顕著となる。

主要な天然ガス貿易フロー(中印低成長・改革ケース2040年)

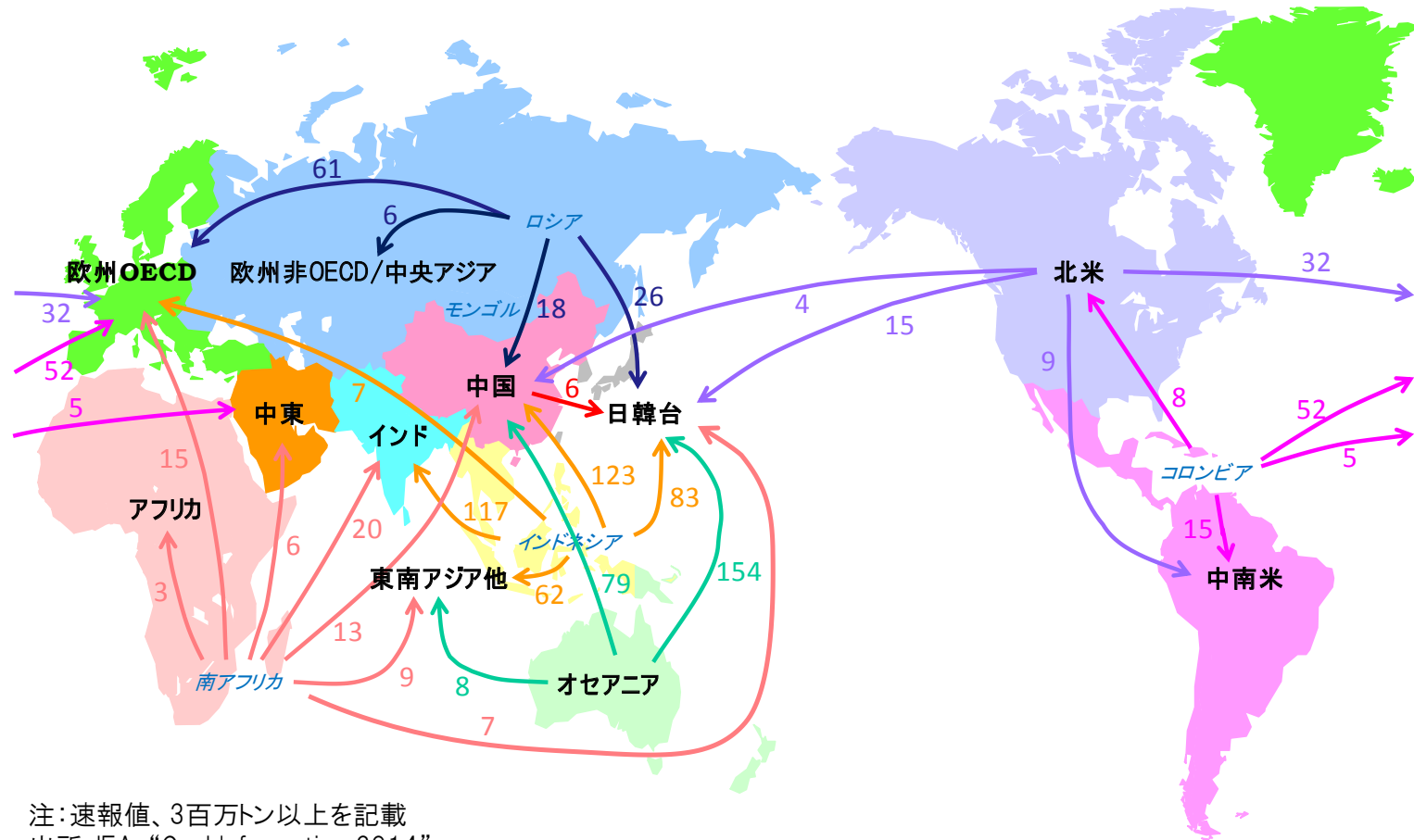
単位:BCM



- 欧州非OECD/中央アジアや中東からアジアへの輸出量は抑制される。
- 日本を含む他のアジア地域や欧州の需要を争奪する競争が激しくなる

主要な一般炭貿易フロー(2013年)

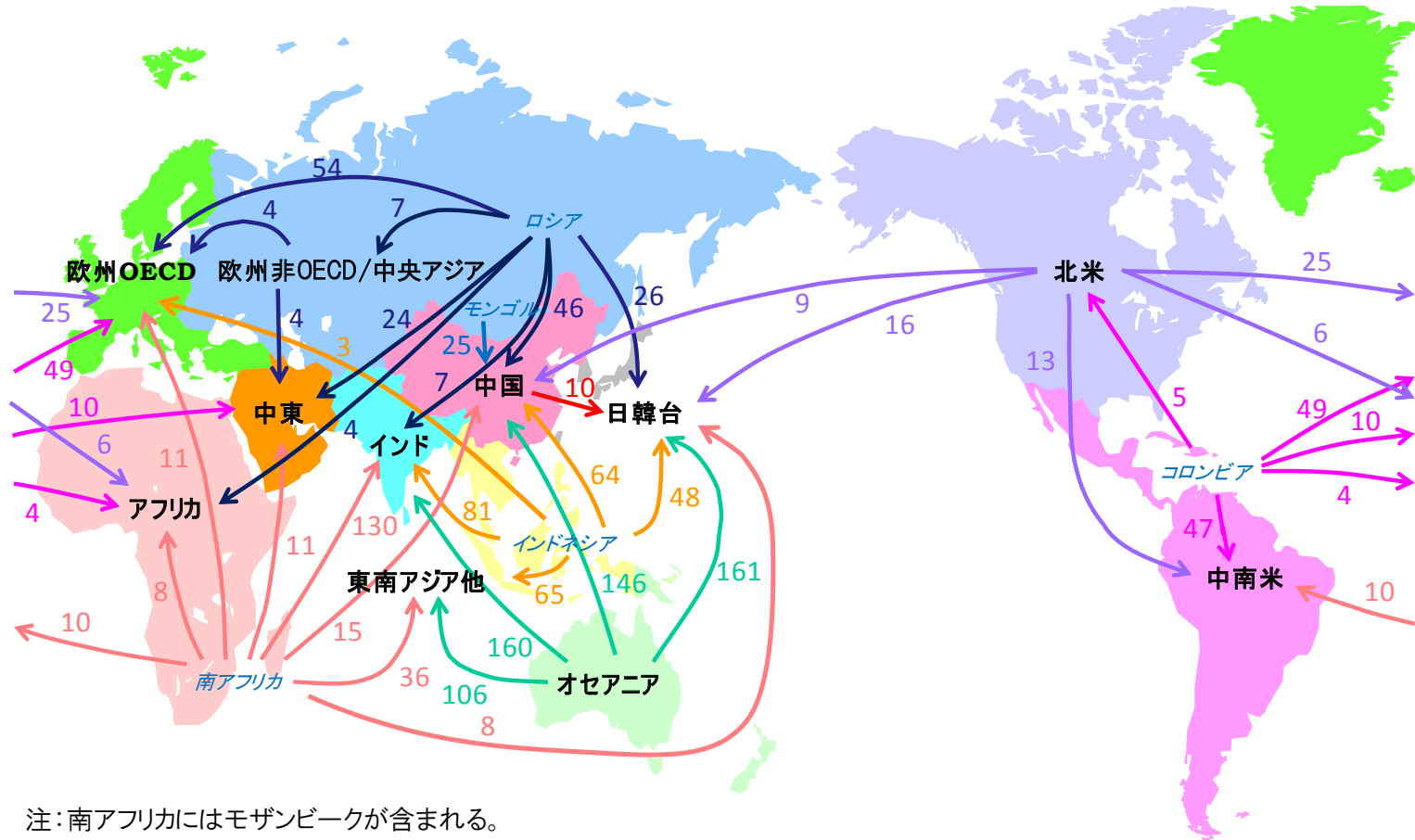
単位: Mt



- 世界の一般炭貿易は、インドネシア・豪州・ロシア等の生産国から、日韓台・中印・欧州OECD等の需要国地域へ向かっている。

主要な一般炭貿易フロー(レファレンスケース2040年)

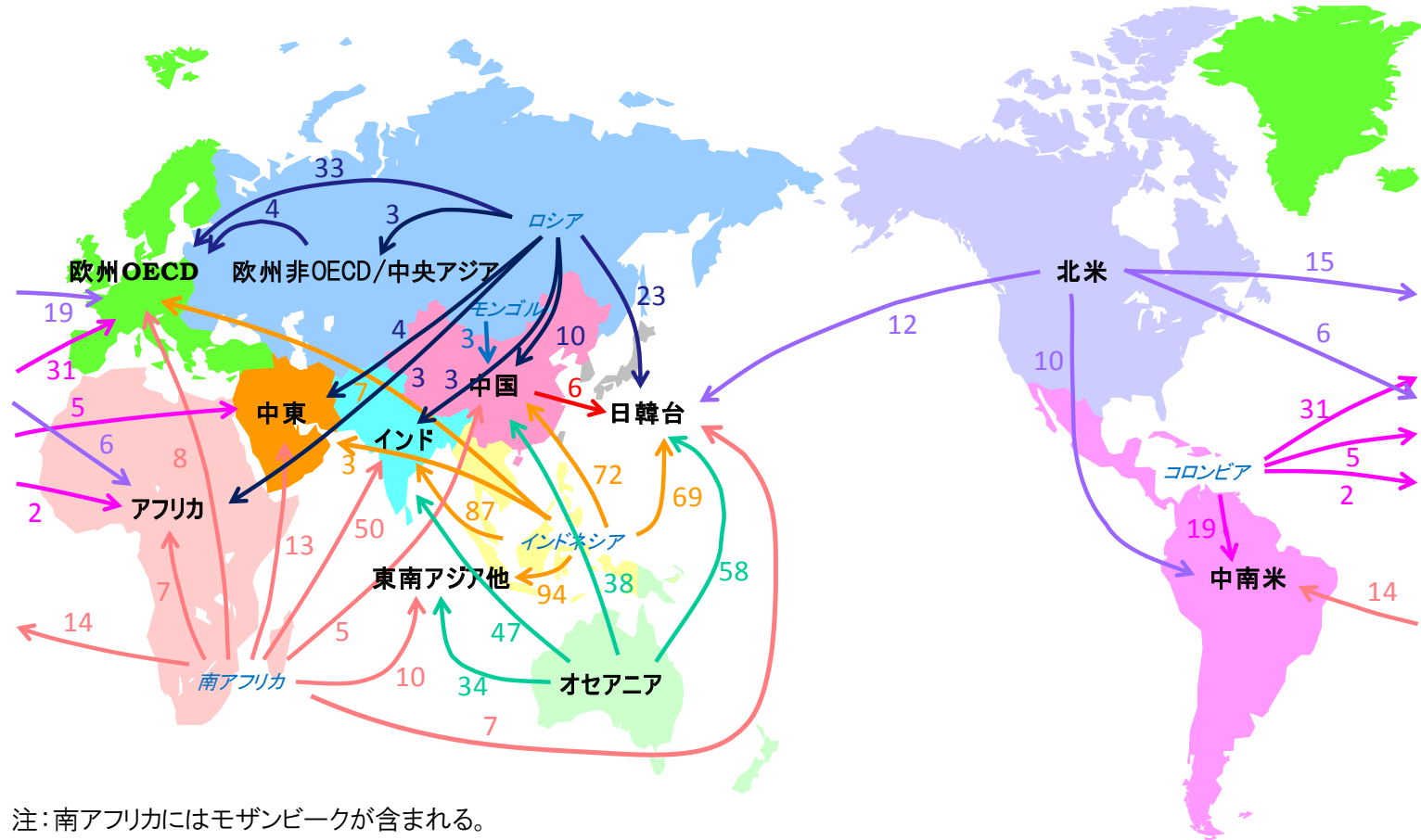
単位: Mt



- インドや東南アジアでの需要増に伴い、一般炭貿易量は1,530百万tに増加する。
- 豪州やアフリカからインドへの輸出が増加する一方、インドネシアの輸出量は減少する。

主要な一般炭貿易フロー(技術進展ケース2040年)

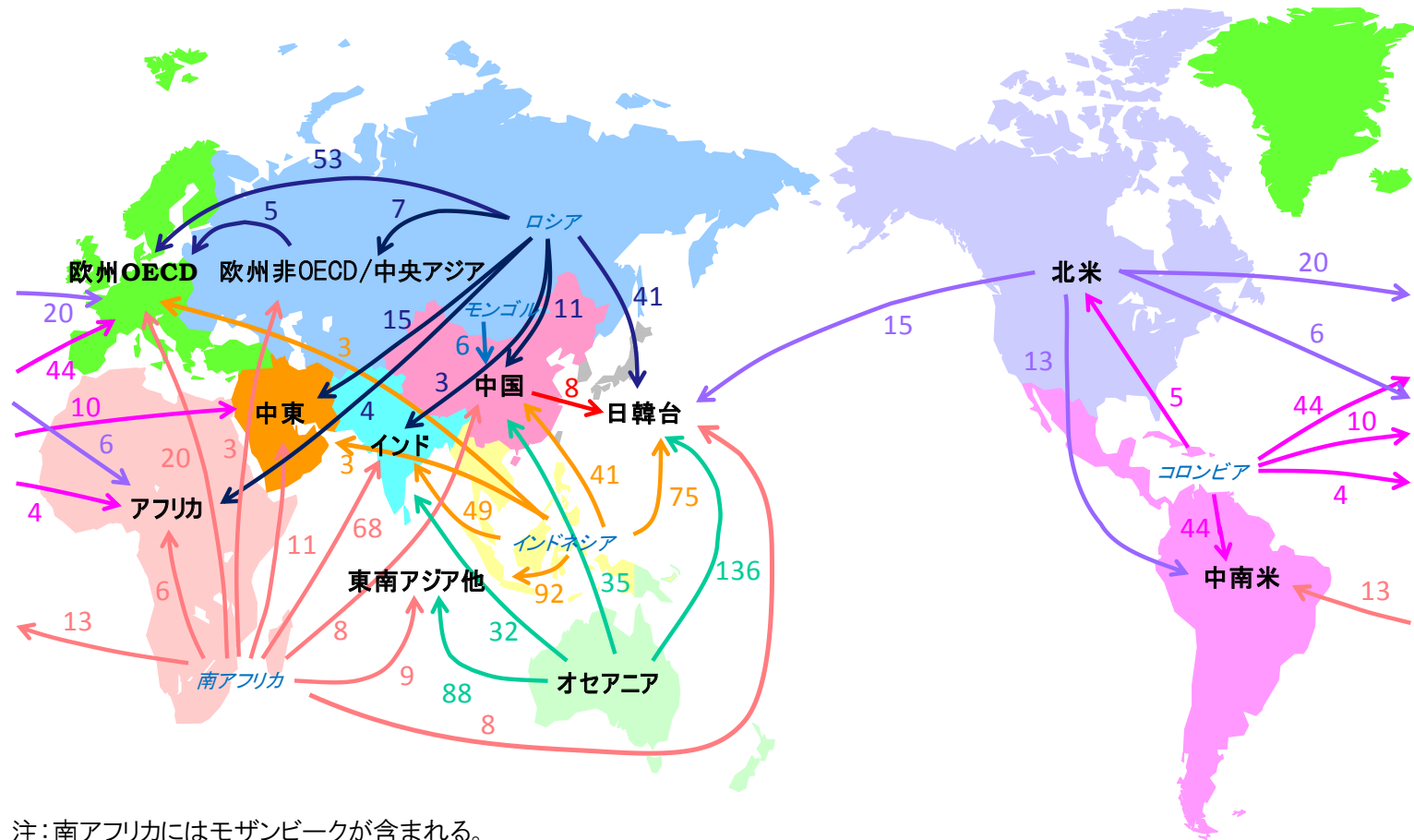
単位: Mt



- 一般炭貿易量は2040年に845百万tまで減少する。
- 需要が増加するインドや東南アジアの輸入が増える一方、中国やインドの輸入量が大きく減少する。

主要な一般炭貿易フロー (中印低成長・改革ケース2040年)

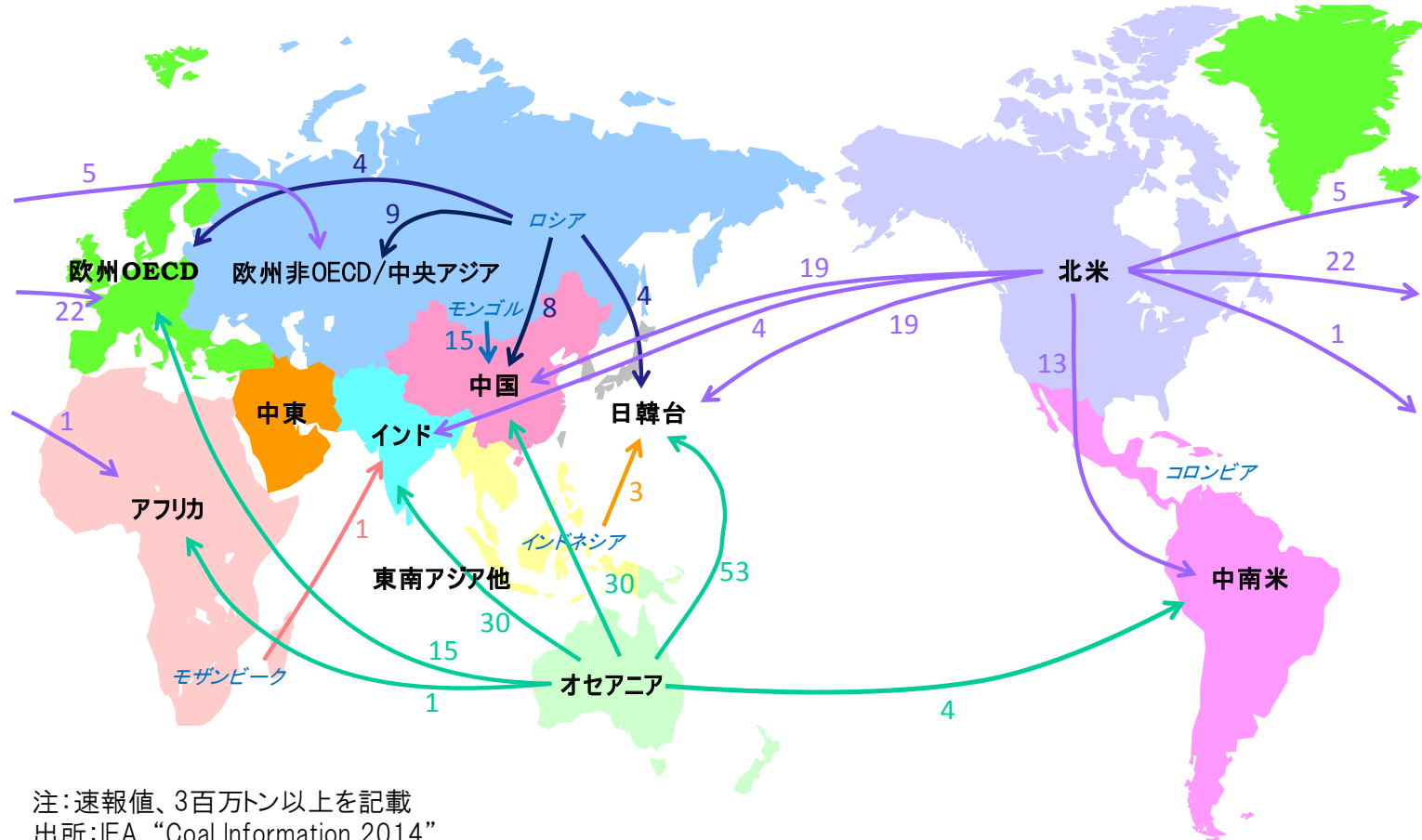
単位: Mt



- 中国の輸入量は2012年の235百万tから2040年には84百万tに減少する。インドの輸入量は同129百万tから158百万tに増加するが、その増分はレファレンスケースよりも小さい。
- レファレンスケースと比較して、中国への輸出量が多い豪州とロシア、インドへの輸出量が多い南アフリカ(と豪州)の輸出量が大きく減少する。

主要な原料炭貿易フロー(2013年)

単位: Mt

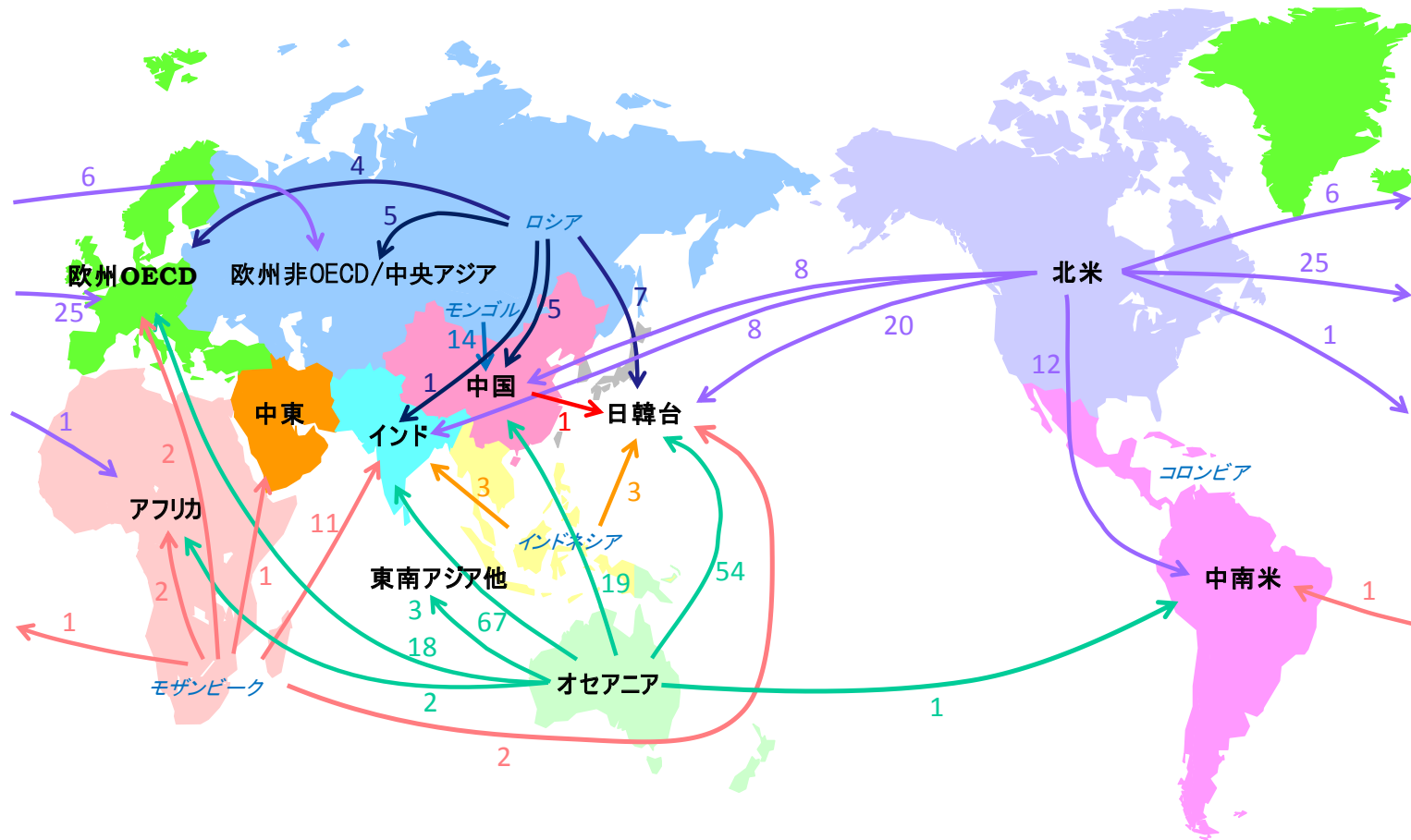


注:速報値、3百万トン以上を記載
出所:IEA, "Coal Information 2014"

- 世界の原料炭貿易は、豪州・北米等の生産地域から、日韓台・中印・欧州OECD等の需要国地域へ向かっている。

主要な原料炭貿易フロー(レファレンスケース2040年)

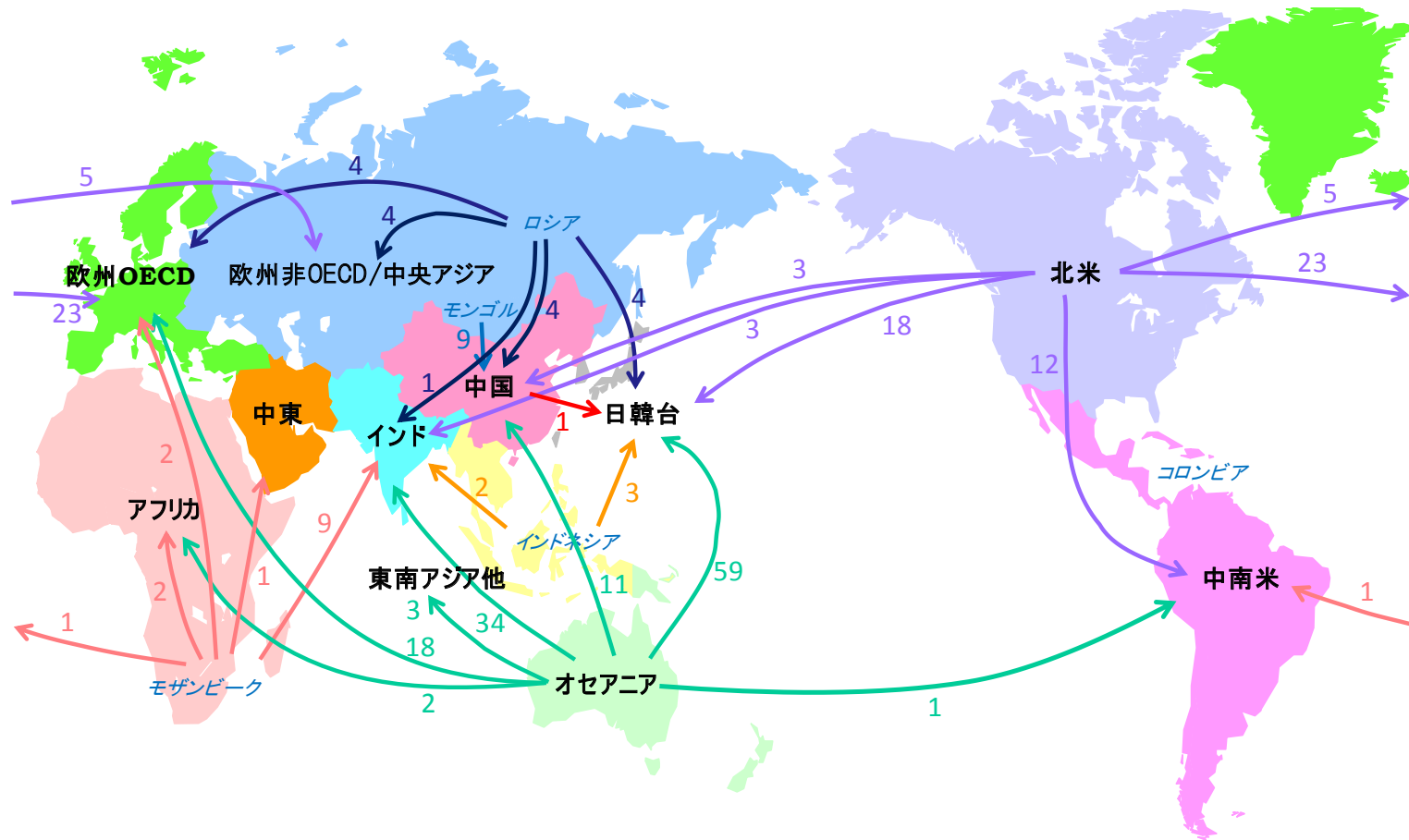
単位: Mt



- インドでの需要増に伴い、原料炭貿易量は2040年に316百万tに増加する。
- 需要の減少が見込まれる中国や日本等では、輸入量が減少する。欧州OECDでは、需要は減少する一方、域内での減産により輸入量は微増。豪州とモザンビークによる輸出が増加する。

主要な原料炭貿易フロー(技術進展ケース2040年)

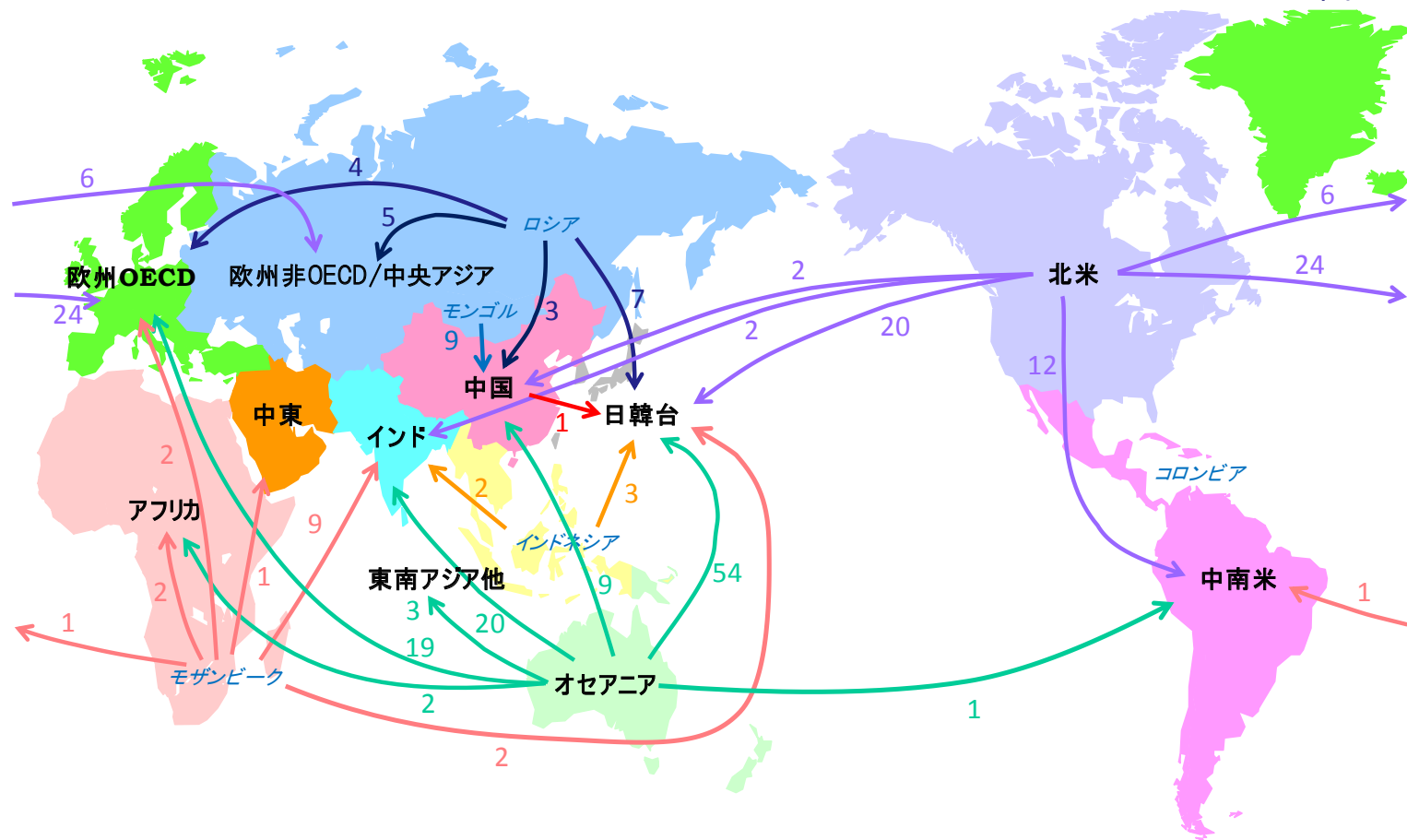
単位: Mt



- 原料炭貿易量は2040年には254百万tとなる。
- 中国や日本の輸入量が減少する一方、インドや韓国の輸入量が増加する。欧州OECDでは、需要は減少するものの、域内生産量が減少することから、輸入量は横ばいで推移する。

主要な原料炭貿易フロー (中印低成長・改革ケース2040年)

単位: Mt



- 中国の原料炭輸入量は2012年の54百万tから2040年に23百万tに減少、インドの輸入量もレファレンスケースからは減少し、2012年の35百万tから2040年には37百万tと微増にとどまる。
- レファレンスケースと比較して、豪州、ロシア、北米等の輸出量が減少する。特に中印への輸出量が多い豪州の輸出量は大きく減少し、2040年の輸出量は2012年を下回る。

技術進展ケースにおける諸前提

技術進展ケースの想定

世界各国がエネルギー安定供給の確保、地球温暖化対策を一層強化すると共に、技術開発や国際的な技術移転が促進し、革新的技術の普及が世界的により一層拡大するケース

環境規制や国家目標の導入、強化

環境税、排出量取引、再生可能エネルギー導入基準、補助金・助成制度、固定価格買取制度、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、国家的戦略・目標設定等

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

セクトラルアプローチ等により最高効率水準(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、石油精製)が世界的に普及

■ 運輸部門

クリーンエネルギー自動車(低燃費自動車、ハイブリッド自動車、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)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、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化、設備利用率向上

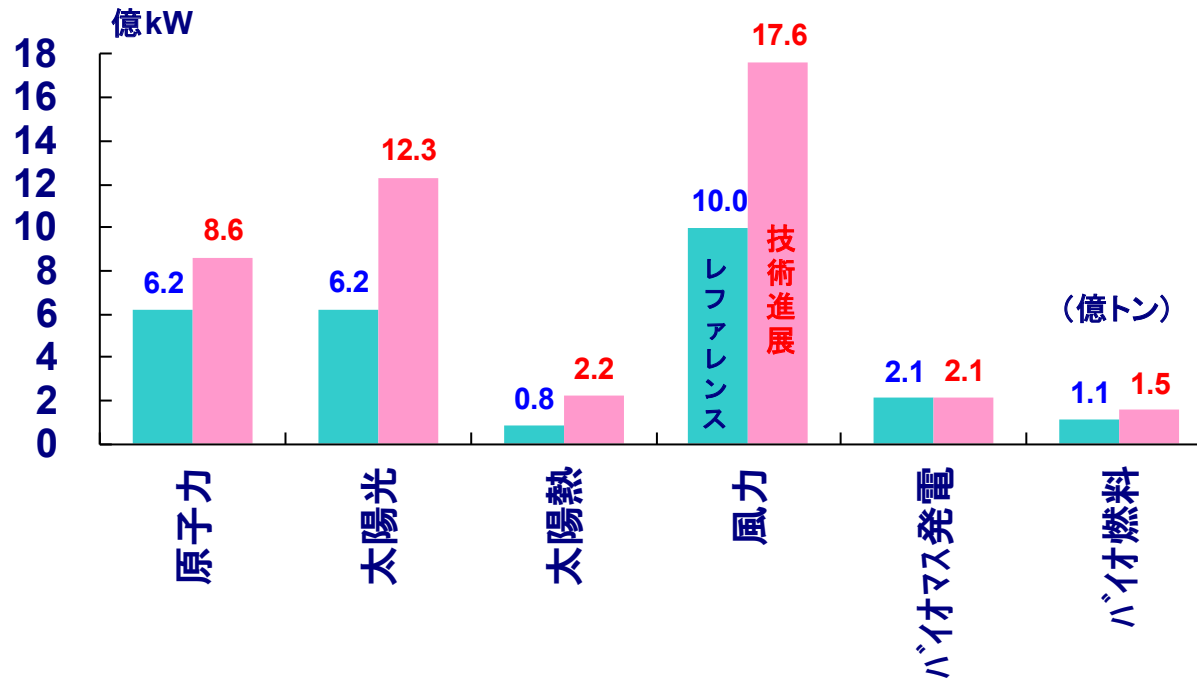
■ 高効率火力発電技術

超々臨界圧石炭火力、石炭IGCC、石炭IGFC、天然ガスMACCの普及拡大

■ 二酸化炭素回収・貯留(CCS)

発電部門(石炭火力、ガス火力の新設、既設設備)、産業部門(鉄鋼、セメント等大規模排出源)での導入拡大

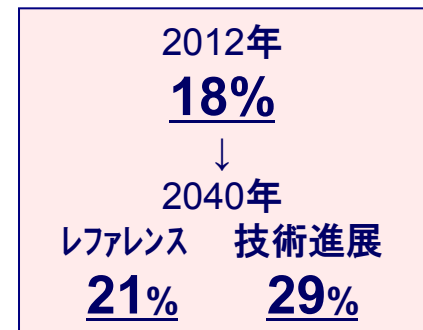
技術進展ケースの諸前提(供給側技術:世界、2040年)



非化石エネルギー導入量 石油換算



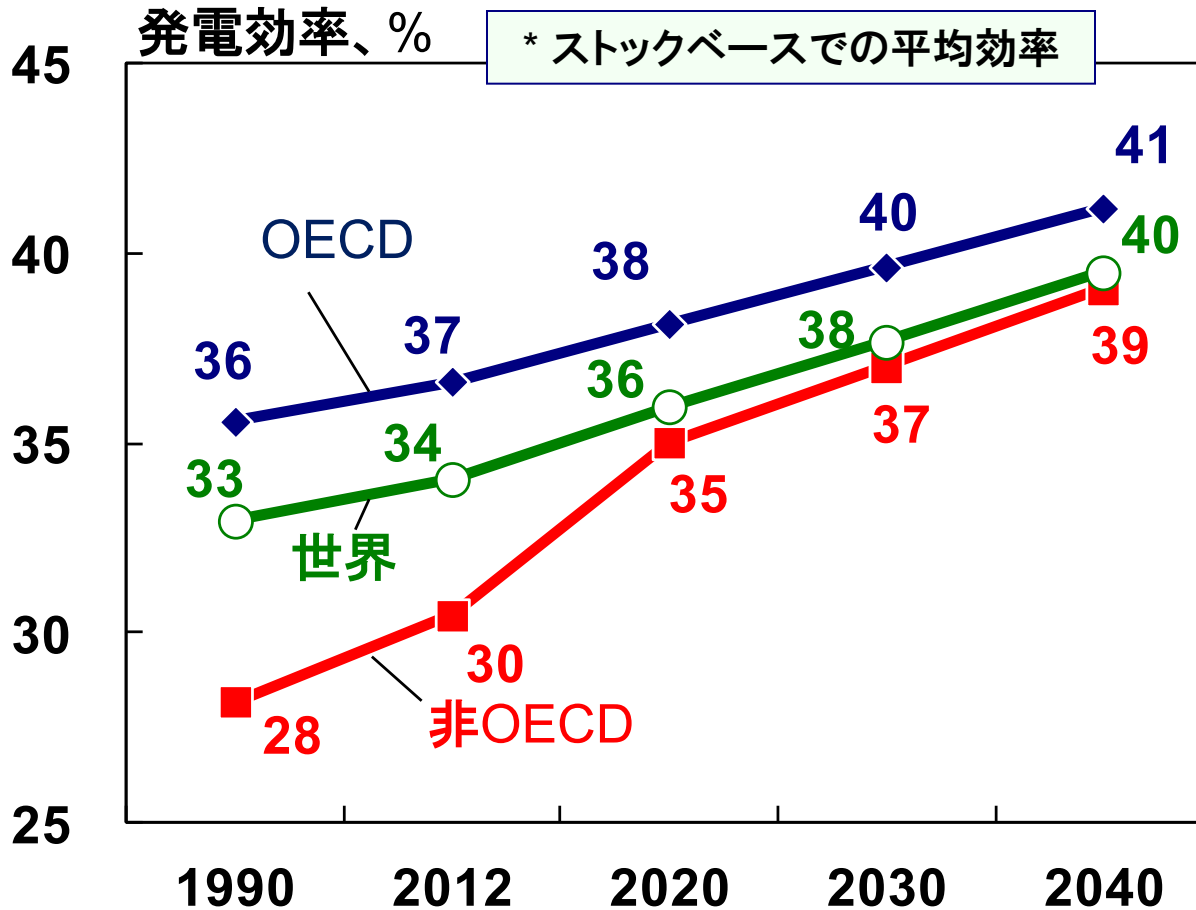
非化石エネルギー導入 シェア



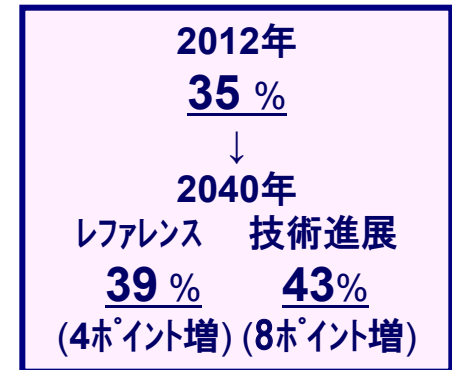
- 「技術進展ケース」は、各国がエネルギー安定供給のいっそうの確保や気候変動対策の強化に資するエネルギー・環境政策等を協力に実施し、それらが奏功するという想定に基づくケース。
- 供給側の技術では、原子力の導入促進、再生可能エネルギー(太陽光、太陽熱、風力、バイオマス発電、バイオ燃料など)の普及拡大、高効率火力発電技術の普及拡大、二酸化炭素回収・貯留(CCS)の導入拡大などがある。
- 原子力と再生可能エネルギー(水力含む)、すなわち、非化石エネルギーの導入量は、2040年に石油換算48億トン(2012年比1.9倍)、一次エネルギーに占めるシェアは29%(2012年比11%pアップ)となる。

技術進展ケースの前提(石炭火力発電効率)

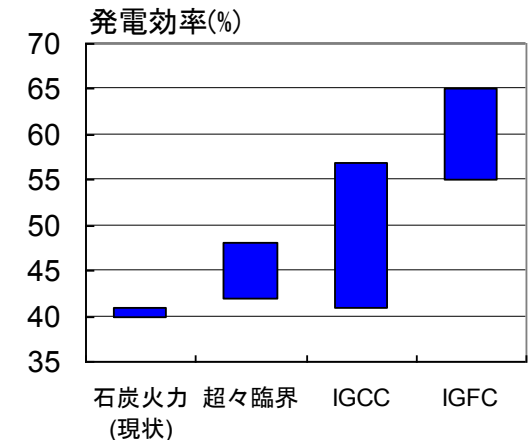
石炭火力発電効率* (レファレンス)



石炭火力発電効率(世界)



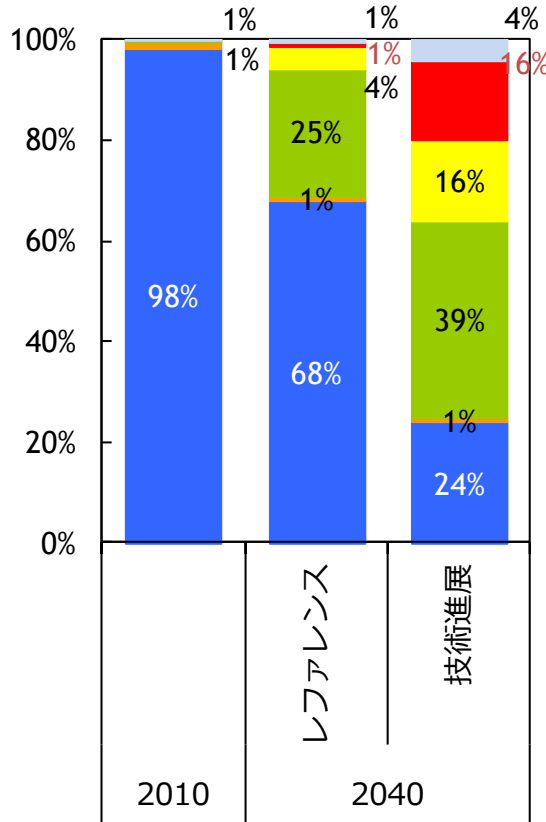
高効率石炭火力



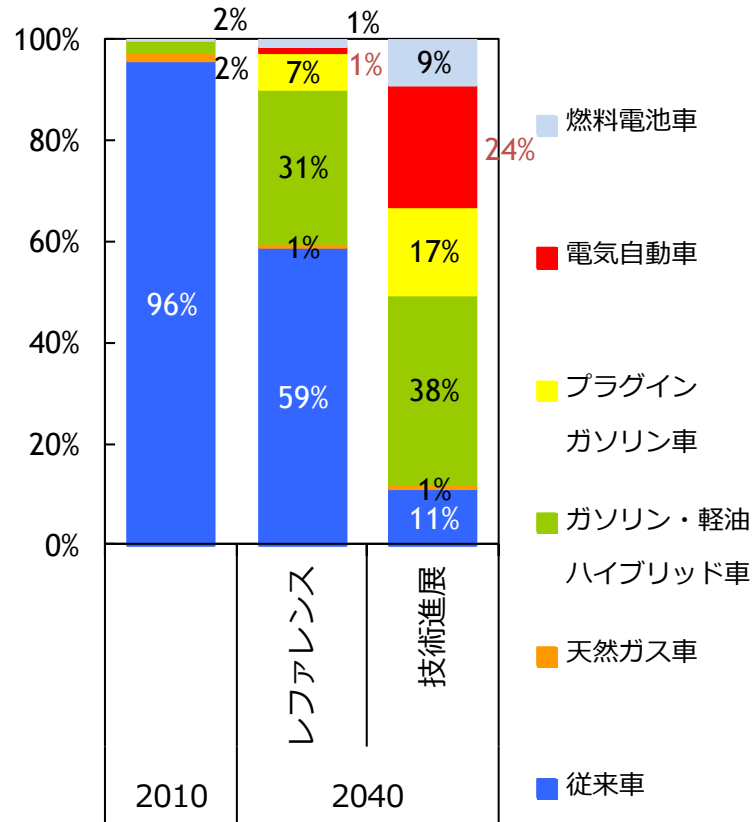
- レファレンスケースでは、超臨界や亜臨界が大半を占めるが、超々臨界火力が徐々に導入され、世界の石炭火力発電効率は35%から39%へ上昇。技術進展ケースでは、先進超々臨界、IGCCが大幅に増加、IGFCも部分的に導入され、世界の石炭火力発電効率は43%まで上昇。

技術進展ケースの前提(自動車:世界)

【自動車保有台数の構成】



【年間販売台数の構成】



クリーンエネルギー
自動車
の導入シェア
(2040年)

レファレンス
32 %
技術進展
76 %

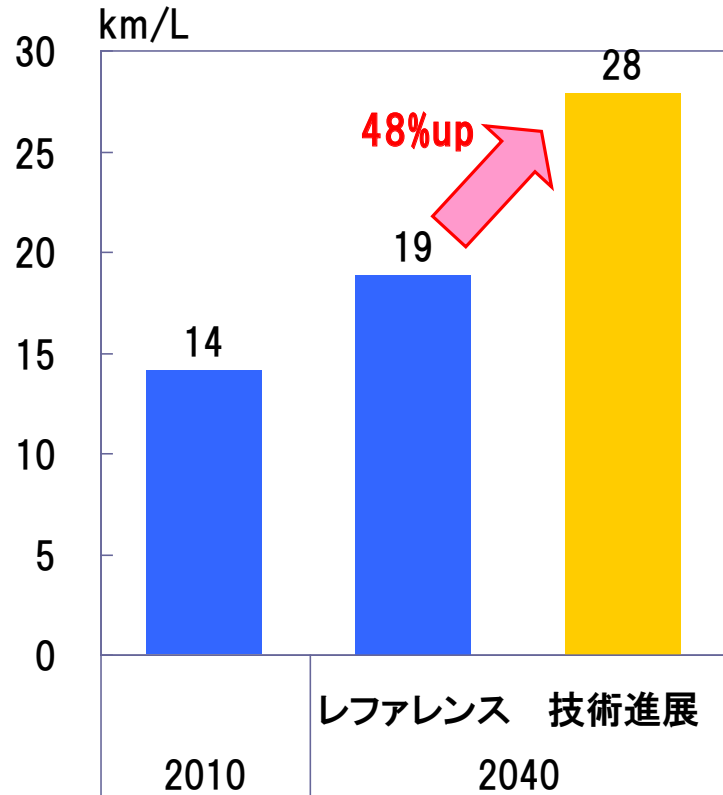
クリーンエネルギー
自動車の
年間販売シェア
(2040年)

レファレンス
41 %
技術進展
89 %

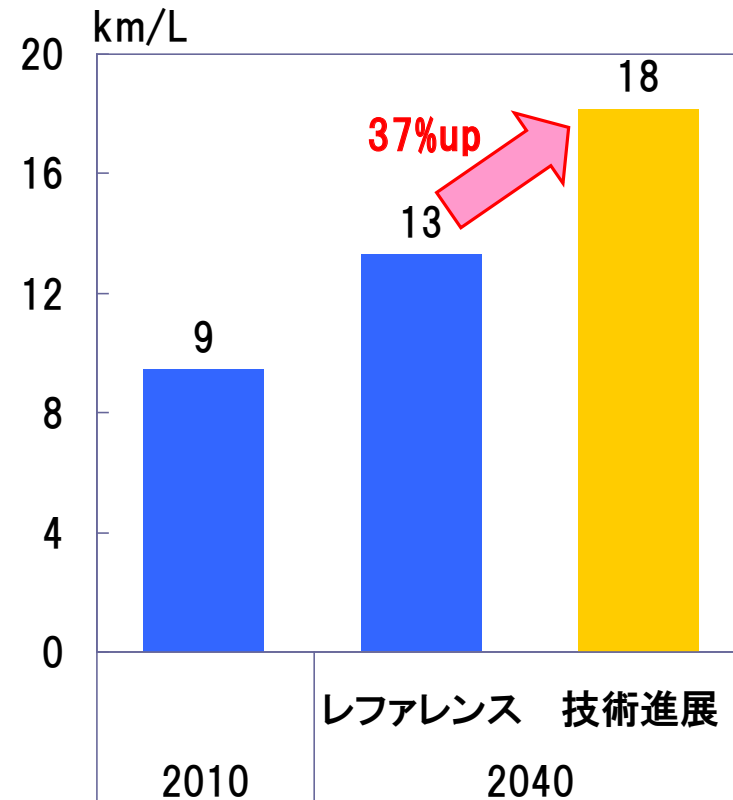
- レファレンスケースでは、従来車が2040年に保有台数の68%、販売台数の59%を占める。クリーンエネルギー自動車は、ガソリン・軽油ハイブリッド車を中心に保有・販売共に増加する。
- 技術進展ケースでは、従来車が2040年に保有台数の24%、販売台数の11%を占めるにとどまる。クリーンエネルギー自動車は、保有台数では、ガソリン・軽油ハイブリッド車(39%)、プラグインハイブリッド車(16%)、電気自動車(16%)が主流となる。販売台数でも同様に、ガソリン・軽油ハイブリッド車(38%)、プラグインハイブリッド車(17%)、電気自動車(24%)が主流となり、燃料電池自動車の導入も進む(9%)。

技術進展ケースの前提(乗用車燃費:世界)

新車燃費



保有燃費



新車燃費



保有燃費



- 技術進展ケースにおける2040年の乗用車保有燃費は、プラグインハイブリッド車、電気自動車等の次世代自動車の普及拡大により、レファレンスに比較して37%改善する。

2050年までの世界のエネルギー需給展望と 気候変動問題への対応

主な前提条件：GDP、人口、エネルギー価格

	2012年	2040年	2050年
GDP (2010年実質価格)	68 兆ドル (1990-2012年成長率:2.9%)	154 兆ドル (2012-2040年成長率:2.9%)	194 兆ドル (2040-2050年成長率:2.3%) (2012-2050年成長率:2.7%)
人口	70 億人	90 億人 (2012年比 19億人増)	95 億人 (2012年比 25億人増)
1人あたり 実質GDP	1.0 万ドル	1.7 万ドル	2.0 万ドル
原油価格 (日本の輸入CIF価格、 2013年実質価格)	(2013年) 110 ドル/バレル	127 ドル/バレル (名目価格:217ドル/バレル)	130 ドル/バレル (名目価格:270ドル/バレル)

- 世界のGDPは、2012年から2050年に向けて年平均2.7%で成長。
- 世界の人口は、2012年の70億人から2050年には95億人へ25億人増加。
- 原油価格(日本の輸入CIF価格、2013年実質価格)は2013年の110ドル/バレルから2050年に130ドル/バレルへ上昇。

主な前提条件：エネルギー・環境技術

	2012年 実績	2040年		2050年	
		レファレンス	技術進展	レファレンス	技術進展
原子力	(2013年) 389 GW	618 GW	863 GW	705 GW	1,036 GW
発電効率	石炭火力:35% ガス火力:41%	石炭火力:40% ガス火力:53%	石炭火力:43% ガス火力:54%	石炭火力:42% ガス火力:54%	石炭火力:45% ガス火力:56%
太陽光発電	98 GW	622 GW	1,232 GW	851 GW	1,866 GW
太陽熱発電	3.8 GW	84 GW	221 GW	153 GW	409 GW
風力発電	283 GW	996 GW	1,765 GW	1,312 GW	2,341 GW
バイオマス発電	67 GW	190 GW	214 GW	228 GW	246 GW
バイオ燃料	59 Mtoe	182 Mtoe	256 Mtoe	191 Mtoe	260 Mtoe
次世代車販売比率 上:プラグインハイブリッド車 下:電気自動車/燃料電池車	-	7% 3%	17% 33%	10% 7%	13% 43%
乗用車新車平均燃費	(2010年) 14 km/L	19 km/L	27 km/L	20 km/L	30 km/L

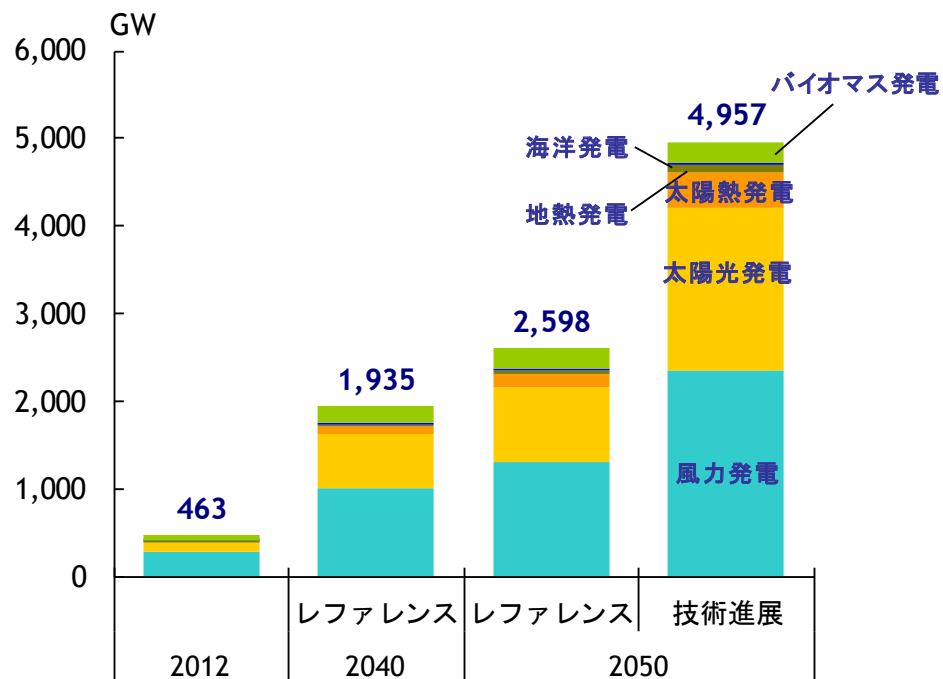
- 2050年の技術進展ケースでの風力発電設備量は2012年比8倍、太陽光19倍、太陽熱108倍、バイオマス発電は4倍へ拡大する。
- 天然ガス自動車や電気自動車、プラグインハイブリッド自動車などのクリーンエネルギー自動車が、2050年の新車販売台数に占める比率は、レファレンスケースで48%、技術進展ケースにおいて90%へ拡大。

世界の再生可能エネルギー発電

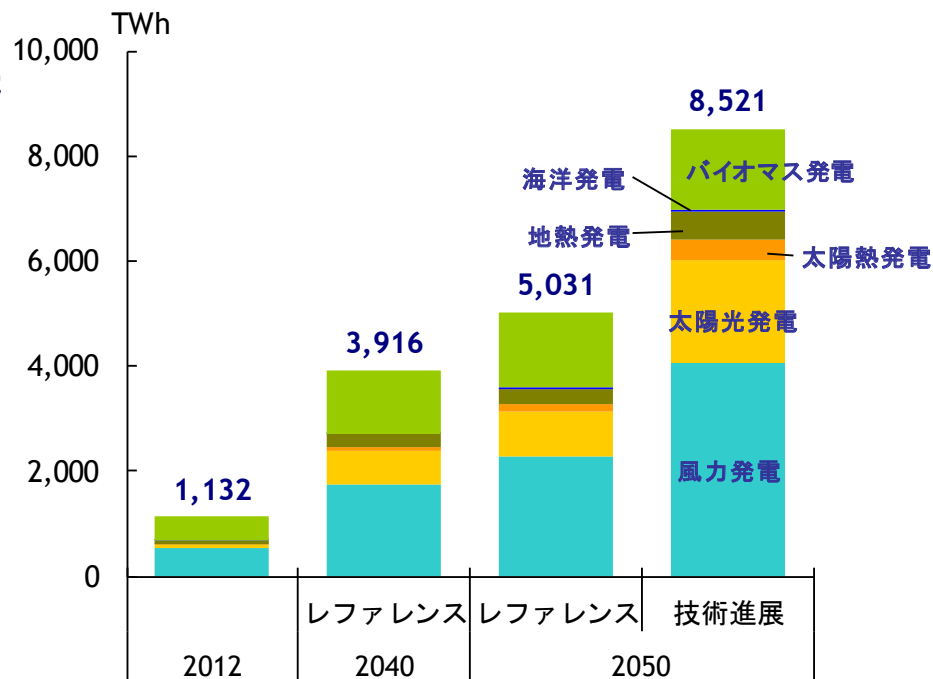
レファレンスケース
技術進展ケース



発電設備量

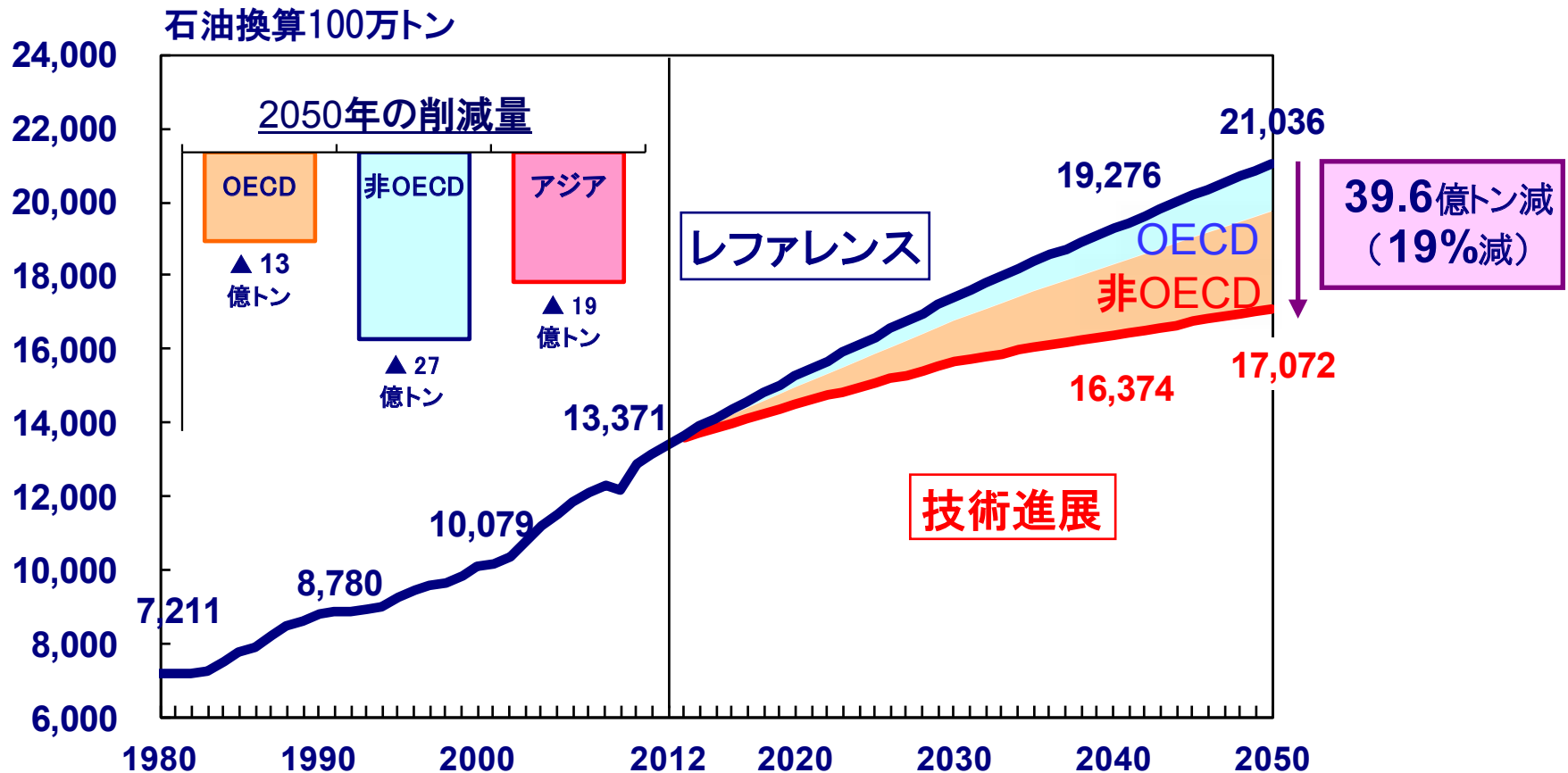


発電量



- 技術進展ケースでは、2050年に水力を除く再生可能エネルギーの発電量は、2012年比で約8倍に増大する。
- 技術進展ケースにおける2050年の発電設備量は、風力が2012年比8倍、太陽光が19倍、太陽熱が107倍、地熱発電が7倍、海洋発電が32倍、バイオマス発電は4倍となる。

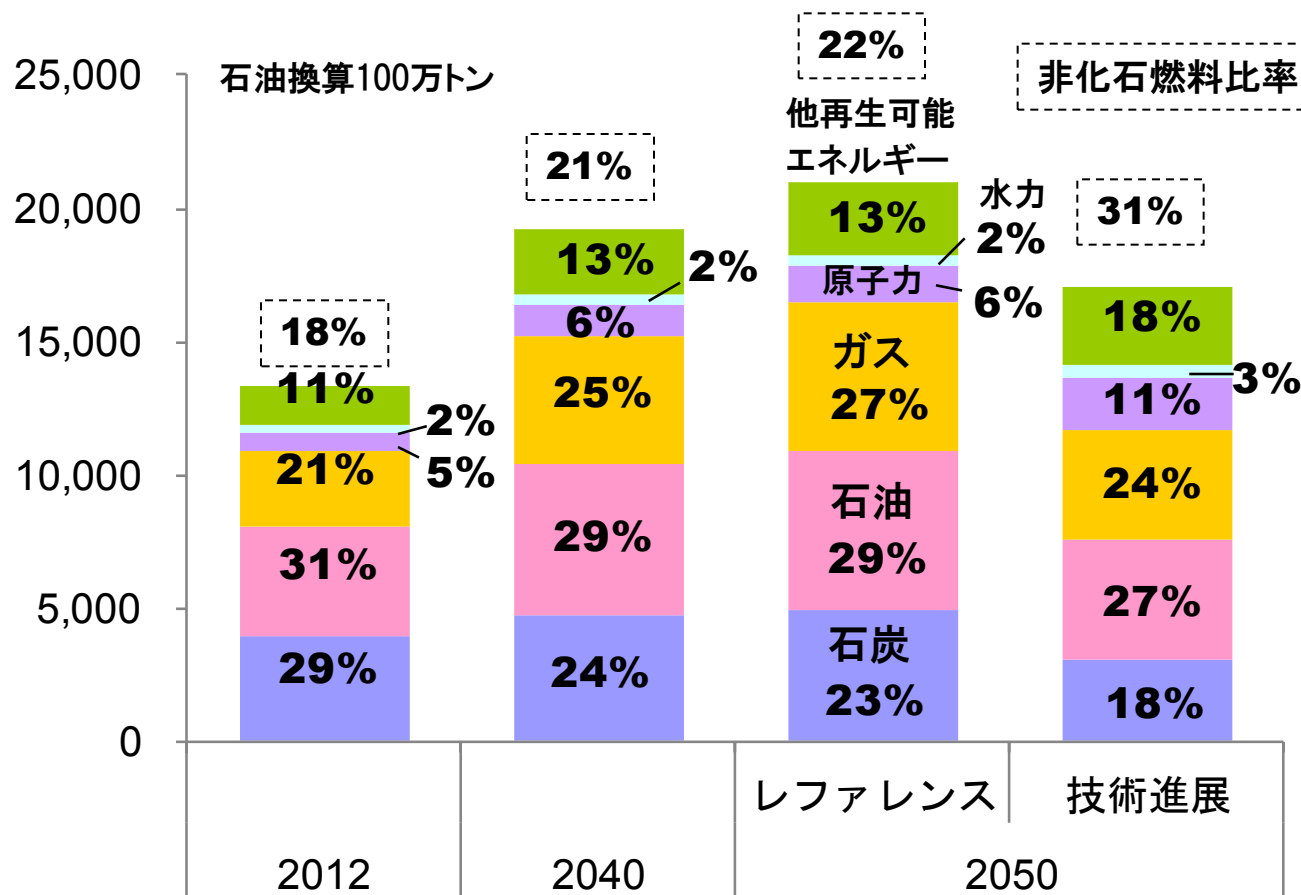
世界の一次エネルギー消費



- 技術進展による一次エネルギー消費の削減ポテンシャルは、2050年に石油換算39.6億トン (19%削減)となる。この削減ポテンシャルのうち、先進国(OECD)が約13億トンを、途上国(非OECD)が約27億トンを占める。
- 特に、削減ポテンシャルが19億トンと大きいアジア地域でのエネルギー消費削減対策を着実に進行させることが、一次エネルギー消費を抑制するうえで重要である。

世界の一次エネルギー消費(エネルギー源別)

レファレンスケース
技術進展ケース



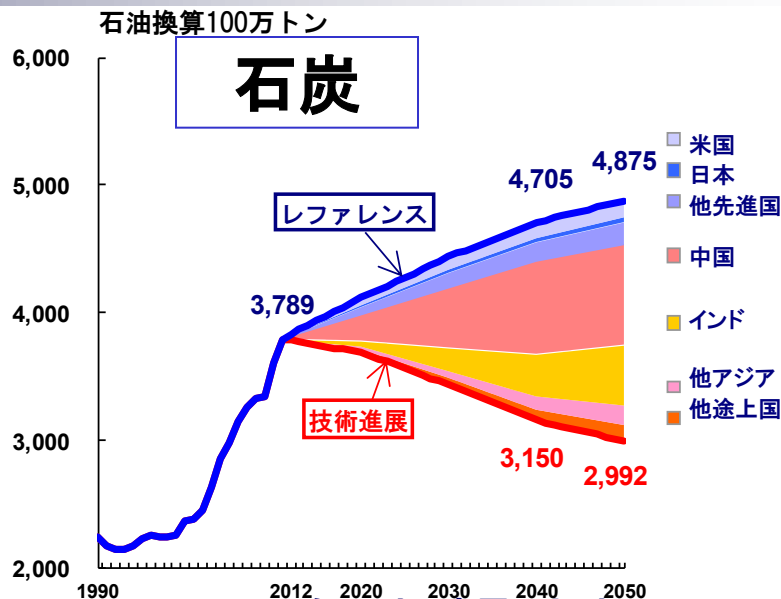
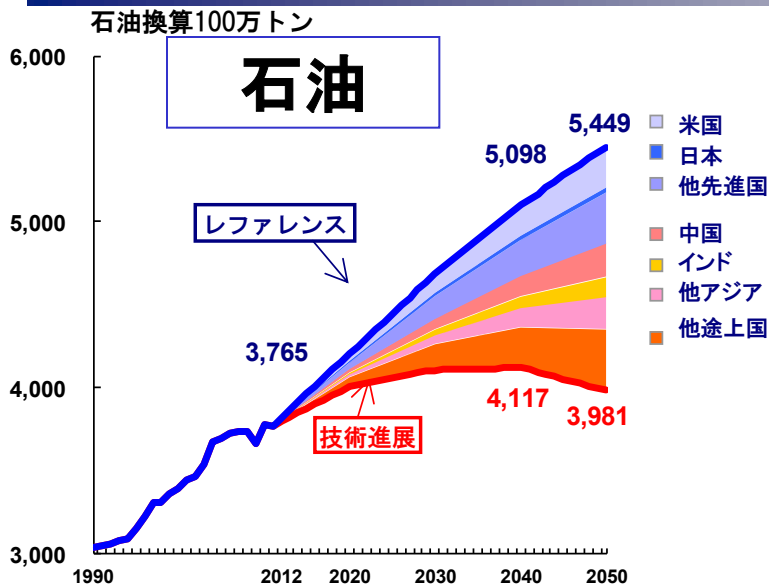
2050年での増加率 (2012年比)

	レファレンス	技術進展
石炭	26%	▲ 23%
石油	44%	9%
ガス	96%	46%
原子力	104%	197%
水力	41%	47%
他再生可能	86%	101%
一次計	57%	28%

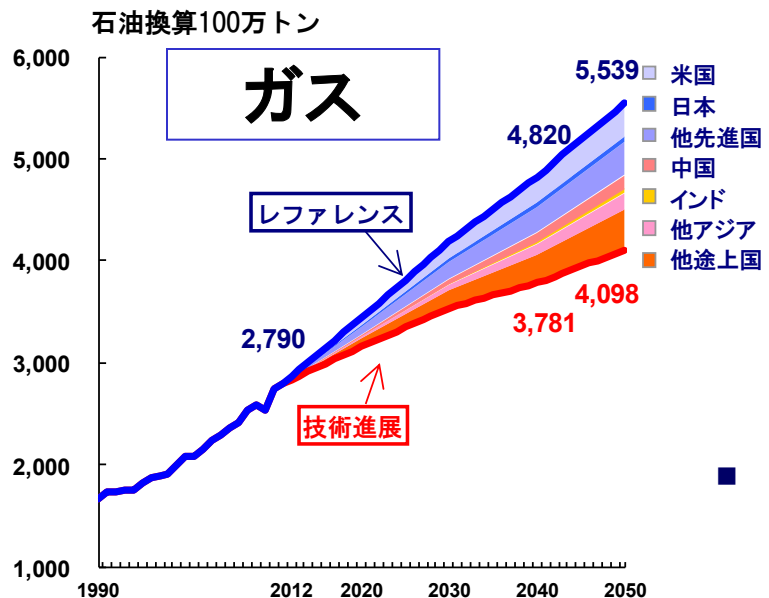
- 世界の一次エネルギー消費は、2050年の技術進展ケースにおいても、化石燃料が大半(69%)を占める。特に天然ガスは、レファレンス・技術進展の両ケースにおいて、消費量およびシェアが拡大するため、一次エネルギー消費抑制の観点から、より重要な役割を担うことになる。
- 非化石燃料比率は、2050年に、レファレンスケースで22%、技術進展ケースで31%となる。

世界の化石燃料消費

レファレンスケース
技術進展ケース



2050年の削減量(地域別内訳)

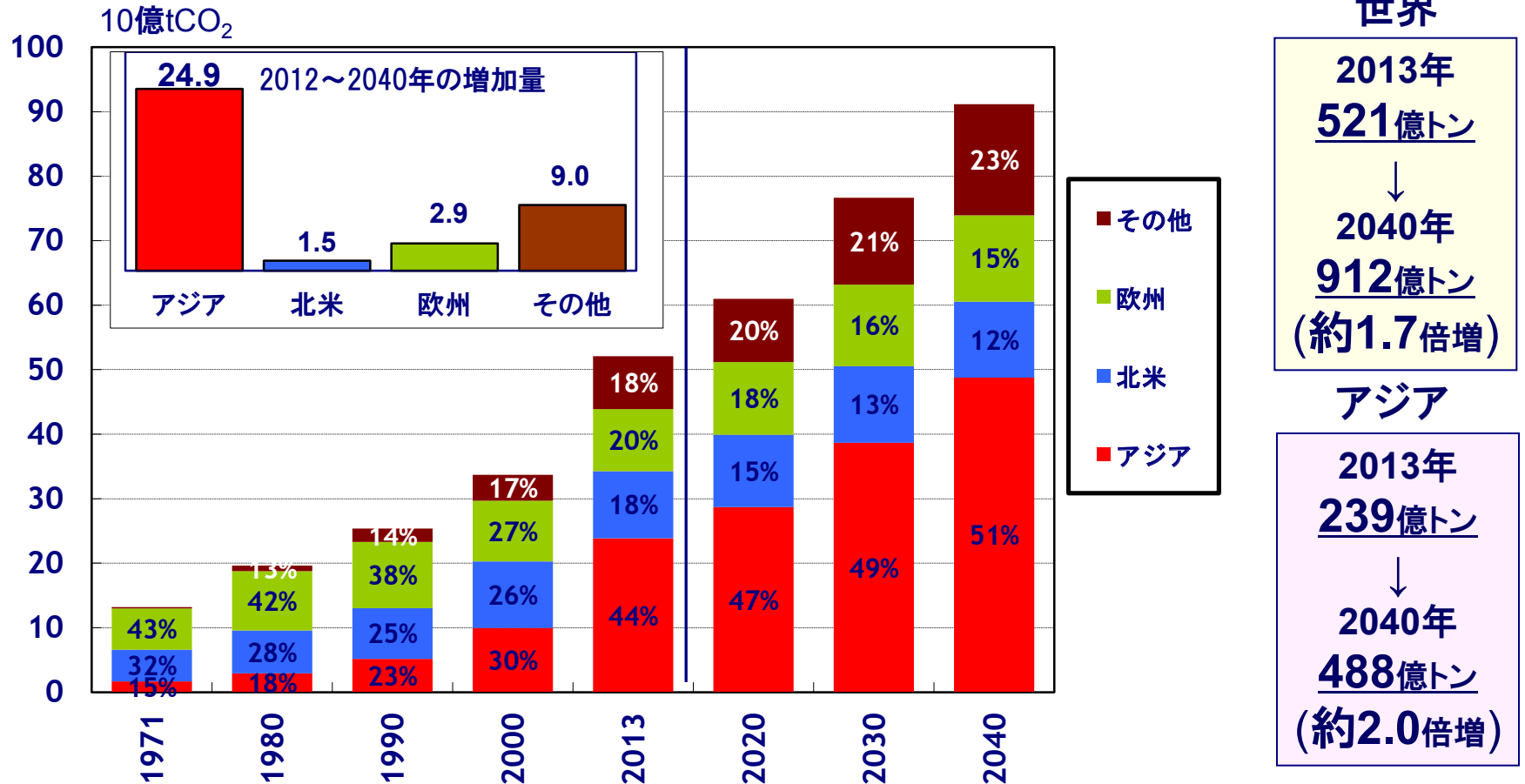


	(石油)		(石炭)		(ガス)	
	Mtoe	比率	Mtoe	比率	Mtoe	比率
米国	243	17%	127	7%	331	23%
日本	31	2%	38	2%	51	4%
他先進国	310	21%	178	9%	319	22%
中国	203	14%	789	42%	134	9%
インド	120	8%	471	25%	44	3%
他アジア	196	13%	154	8%	159	11%
他途上国	367	25%	125	7%	403	28%
先進国	583	40%	343	18%	701	49%
途上国	886	60%	1,539	82%	740	51%
アジア途上国	519	35%	1,414	75%	337	23%
世界計	1,469	100%	1,883	100%	1,441	100%

- 化石燃料を大幅に削減するには、アジア途上国における化石燃料高効率利用技術(クリーンコール技術等)の普及が重要となる。

世界のCO₂排出量

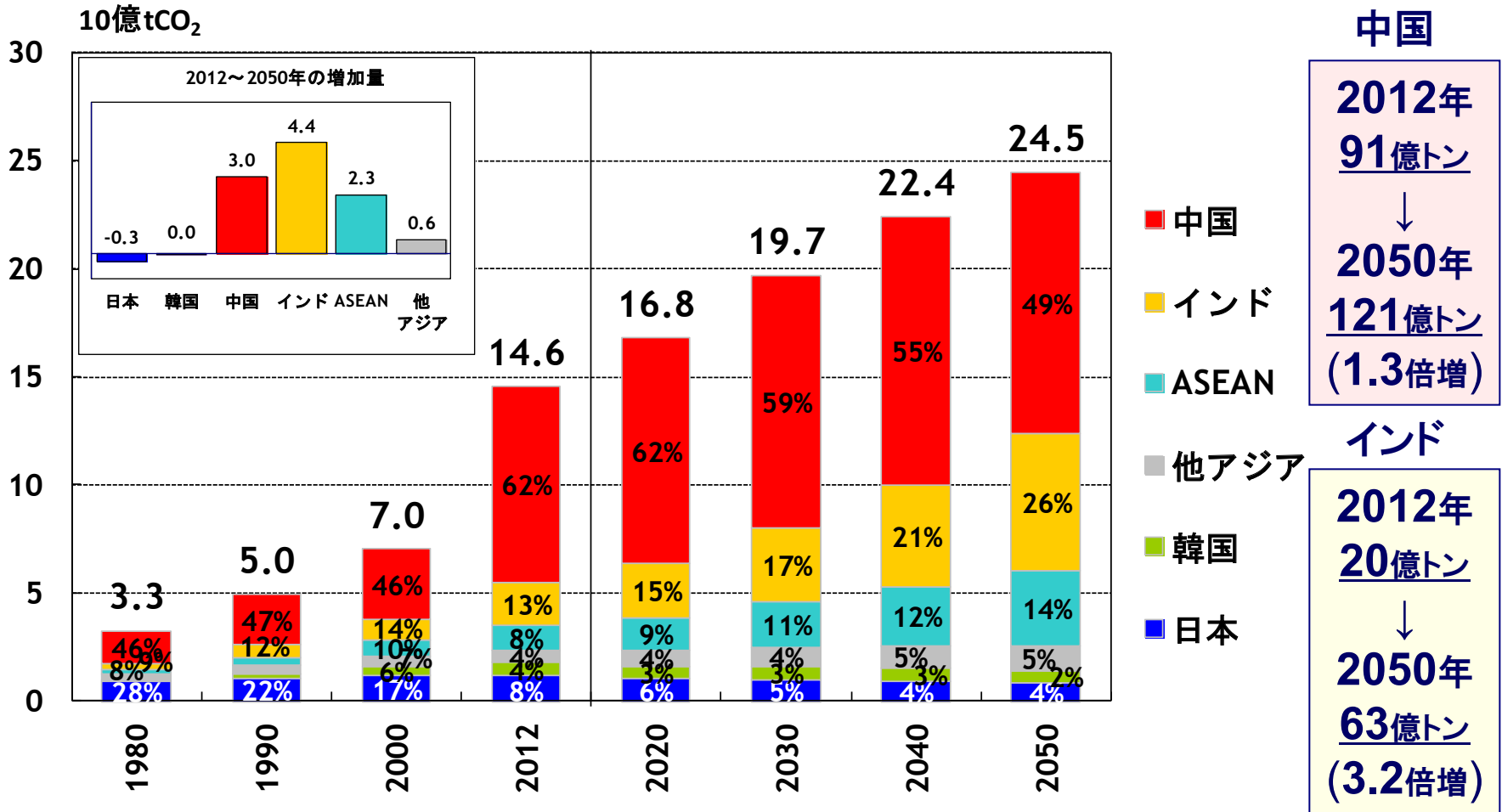
レファレンスケース



- 世界のCO₂排出量は2013年の521億トンから、2040年に912億トン(1990年比68%増)、2040年に437億トン(同106%増)に増加。
- アジアが2040年までの世界のCO₂排出量増分の約7割を占める。世界の排出量に占める欧米諸国のシェアは2012年の38%から2040年には27%へ減少する。

アジアのCO₂排出量

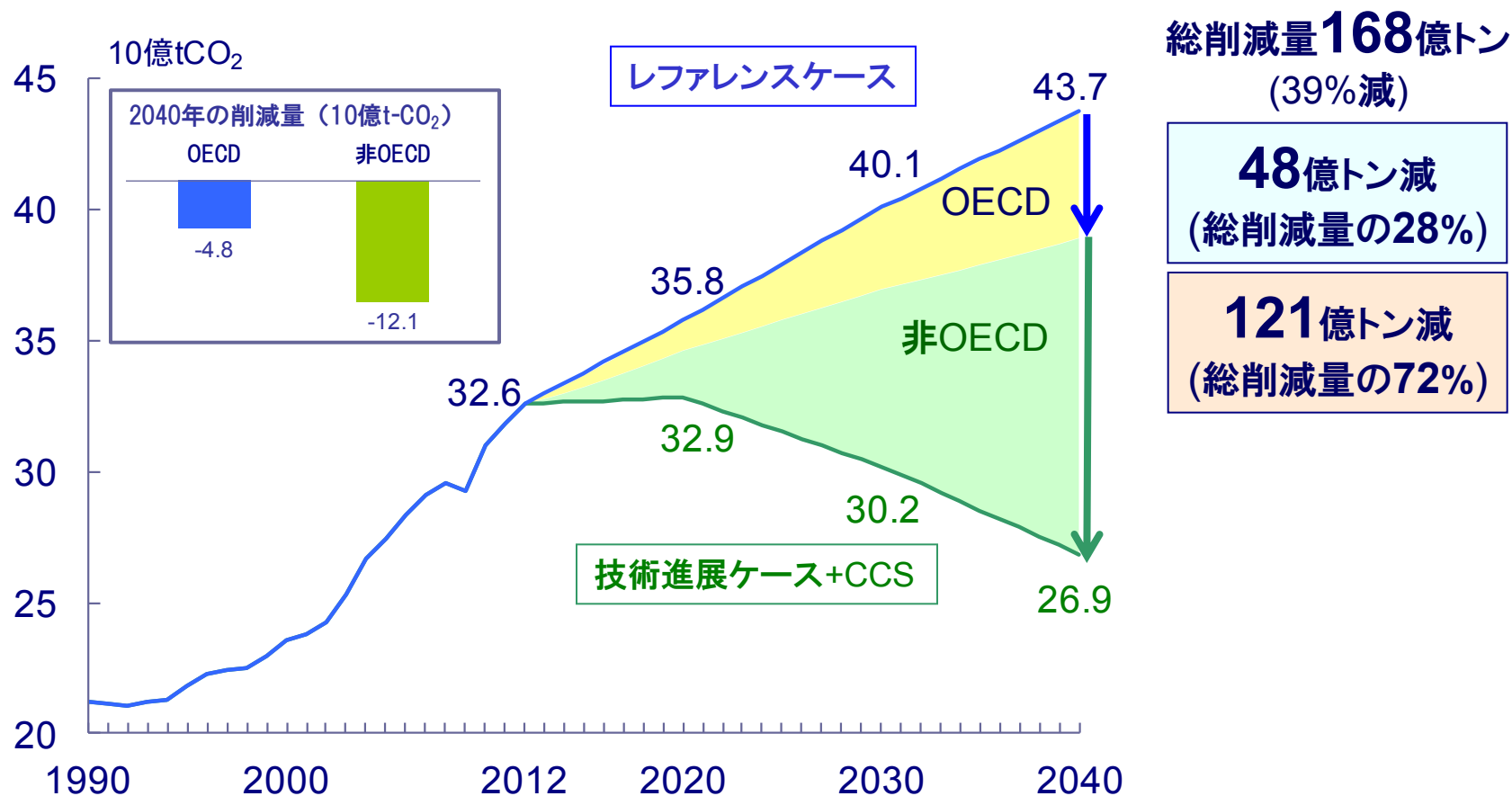
レファレンスケース



- 石炭消費の増加に伴い中国、インドのCO₂排出量は大きく増加し、2050年には中国、インドの排出量がアジア全体の7割以上を占める。
- 2012年～2050年の世界のCO₂排出増加量のうち、アジアが約7割を占めることから、アジアでの化石燃料のクリーン利用が重要となる。

世界のCO₂排出削減量(OECD・非OECD別) IEEJ JAPAN

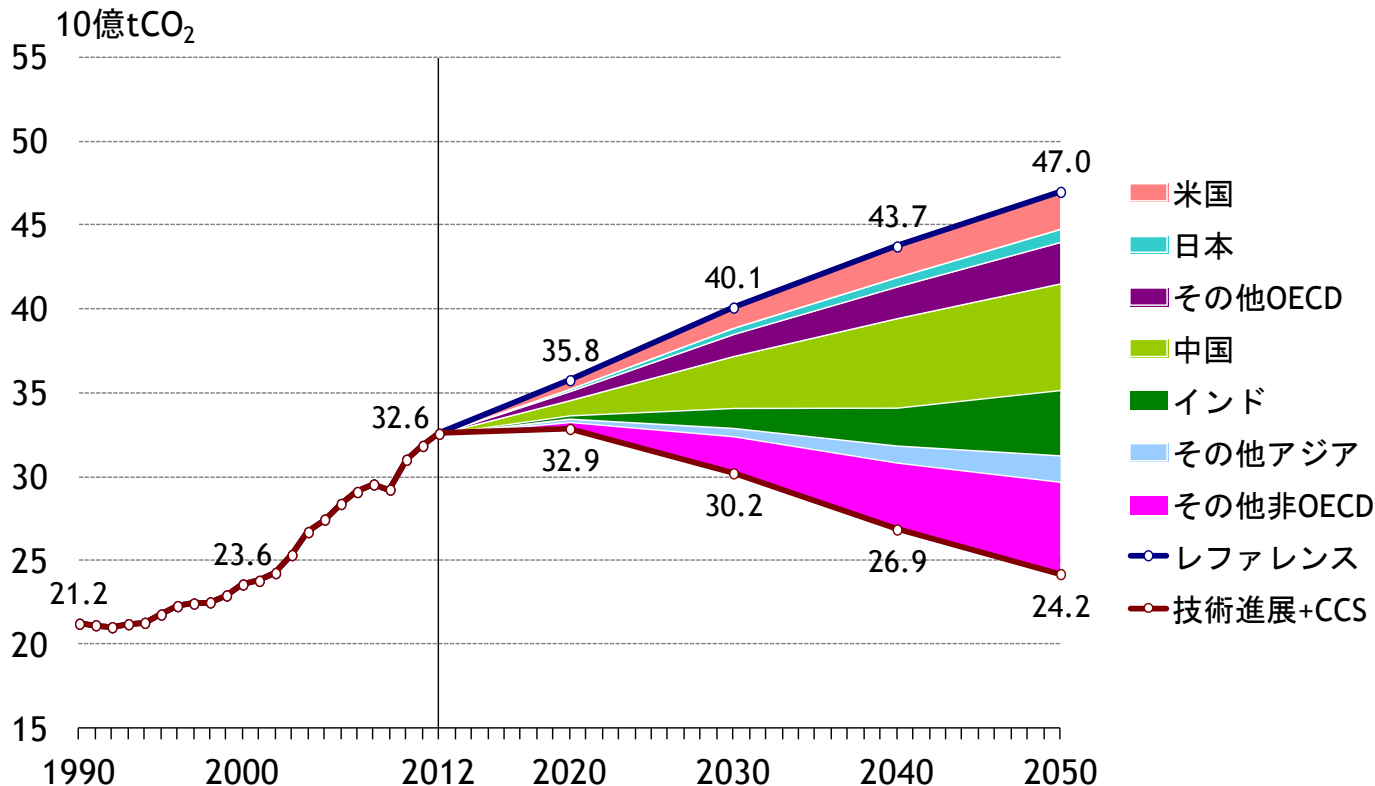
レファレンスケース 技術進展ケース+CCS



- 2040年のCO₂排出削減量(技術進展ケースとレファレンスケースとの差分)を地域別にみると、途上国(非OECD地域)における削減量は、先進国(OECD地域)の2倍以上に及ぶ。
- アジア諸国など非OECDにおける気候変動対策の強化や、その実現に向けた技術移転などの国際支援策が重要となる。

世界のCO₂排出量(地域別)

レファレンスケース
技術進展ケース+CCS



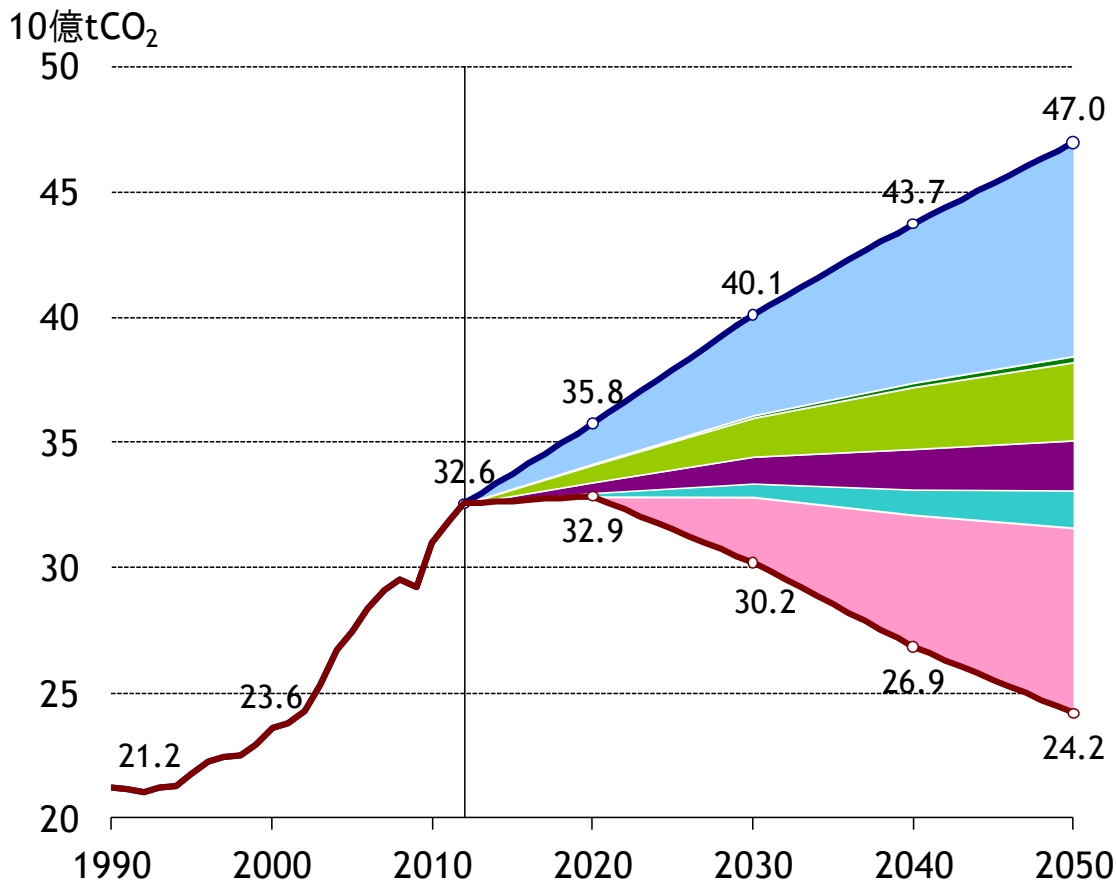
2050年のCO₂削減量内訳

	10億t	比率
米国	2.2	10%
日本	0.8	3%
他OECD	2.5	11%
中国	6.4	28%
インド	3.9	17%
他アジア	1.6	7%
他非OECD	5.5	24%
OECD	5.5	24%
非OECD	17.3	76%
アジア非OECD	11.8	52%
世界計	22.8	100%

- 2050年のCO₂削減ポテンシャル(レファレンスと技術進展ケースの差分)は、非OECD諸国がOECD諸国に比較して大きい(非OECDの削減量は173億トンで、世界の総削減量の76%)。このことから、非OECD諸国における気候変動対策の強化が重要であると言える。
- アジア(非OECDアジアの削減量118億トン、同52%)や中国(削減量64億トン、同28%)における削減ポテンシャルが大きい。

技術による世界のCO₂排出削減

レファレンスケース
技術進展ケース+CCS



- 省エネルギー
- バイオ燃料
- 太陽光・風力等
- 原子力
- 燃料転換
- CCS
- レファレンス
- 技術進展+CCS

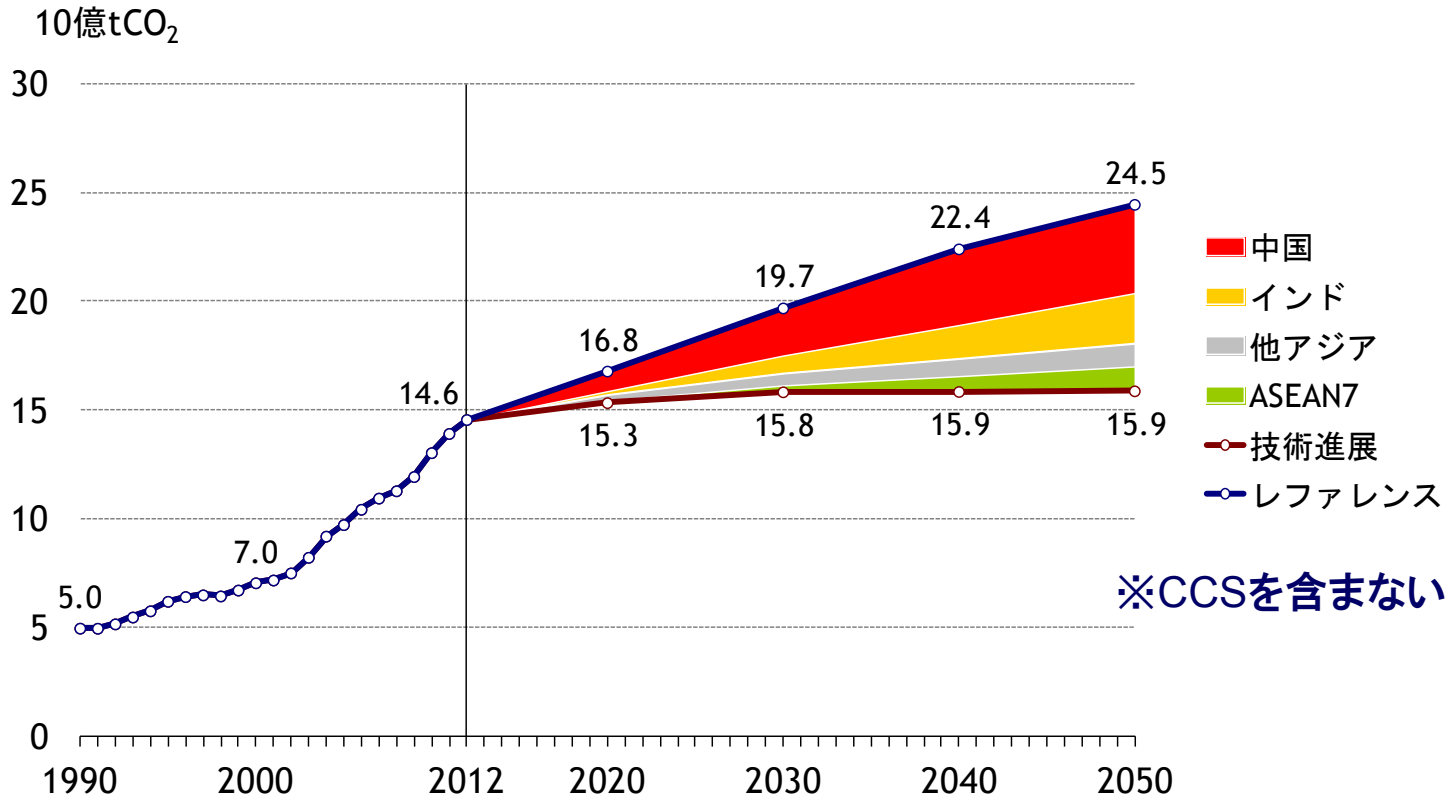


	10億tCO ₂	比率
省エネ	8.5	37%
バイオ燃料	0.2	1%
太陽光・風力等	3.1	14%
原子力	2.0	9%
燃料転換	1.5	7%
CCS	7.4	33%
計	22.8	100%

- 2020年まで世界のCO₂排出量は2012年とほぼ同じ水準で推移し、エネルギー・環境技術の一層の進展により、それ以降はさらに減少する。
- 省エネルギー、発電高効率化、非化石エネルギー導入、燃料転換、CO₂回収貯留技術などのエネルギー施策が、複合的にCO₂排出削減に大きく貢献する。

アジアのCO₂排出削減(地域別)

レファレンスケース
技術進展ケース



総削減量**86億トン**
(35%減)

中国

41億トン減
(総削減量の47%)

インド

23億トン減
(総削減量の27%)

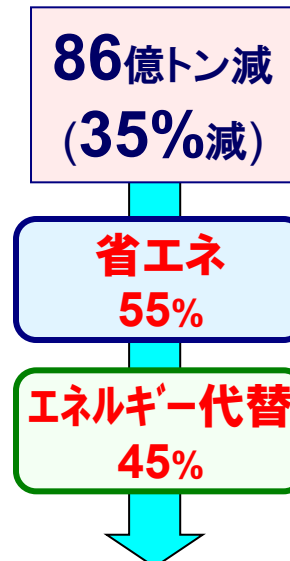
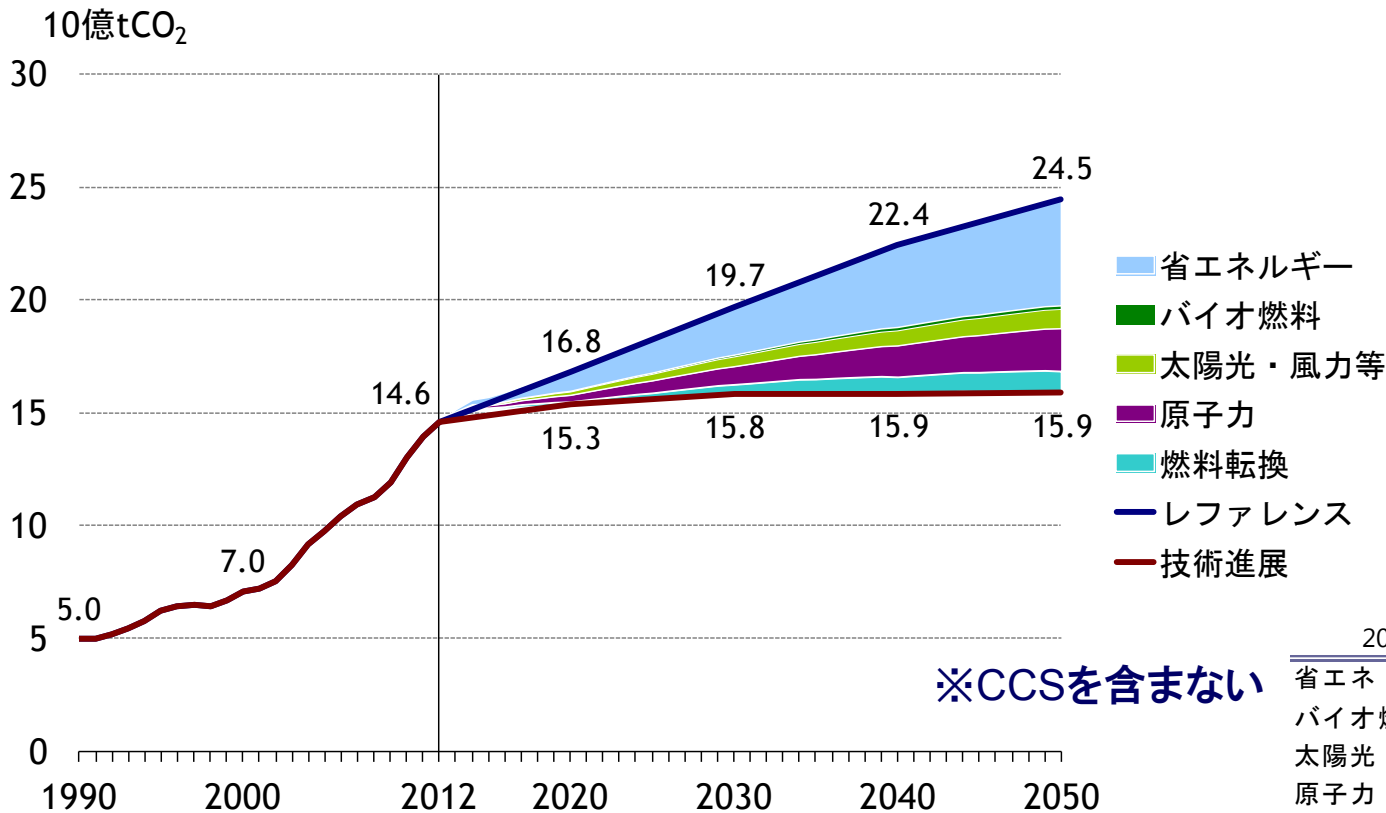
ASEAN

11億トン減
(総削減量の12%)

- 低炭素技術の普及拡大により、2050年においてアジアのCO₂排出量は86億トン削減される。
- 2050年のアジアのCO₂排出削減量(技術進展ケースとレファレンスケースとの差分)を地域別にみると、中国における削減量は41億トンに達し、アジア域内の削減量の約5割を占める。さらに、インドとASEAN諸国が合わせて削減量の約4割を占める。

技術によるアジアのCO₂排出削減

レファレンスケース
技術進展ケース



2050年	削減寄与 (Mt)	シェア
省エネ	4,699	36%
バイオ燃料	156	1%
太陽光・風力等	866	7%
原子力	1,908	15%
燃料転換	953	7%
計	12,906	100%

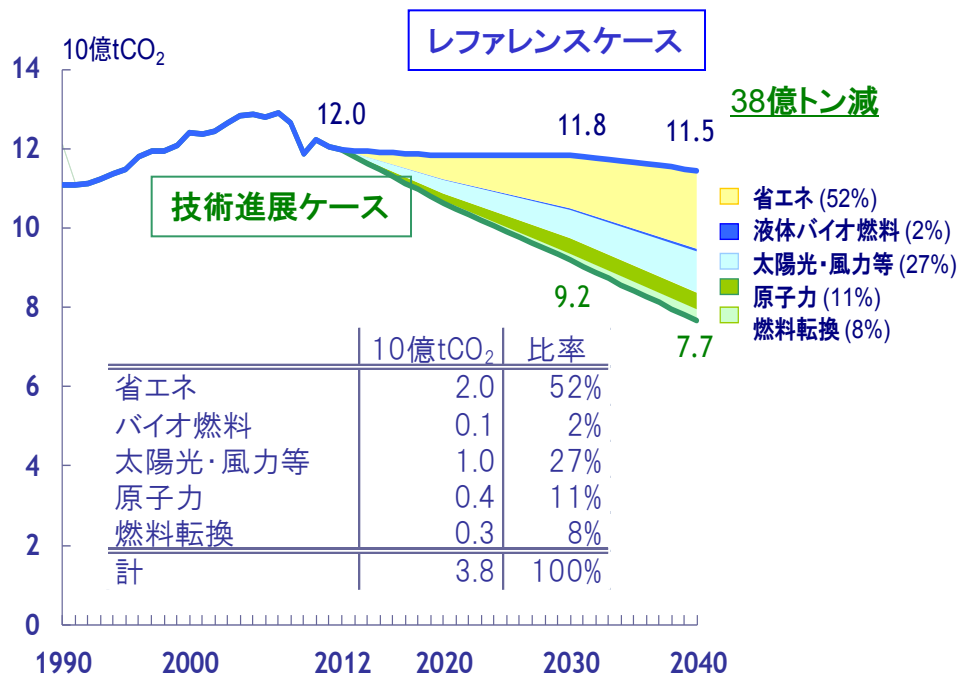
- 非OECDアジアを中心に、積極的なエネルギー技術協力や、先端技術の移転促進を通じて革新的技術の普及拡大を進めることで、CO₂排出量の中期的な伸びは大きく抑制される。

技術による世界のCO₂排出削減 (OECD・非OECD別)

レファレンスケース 技術進展ケース

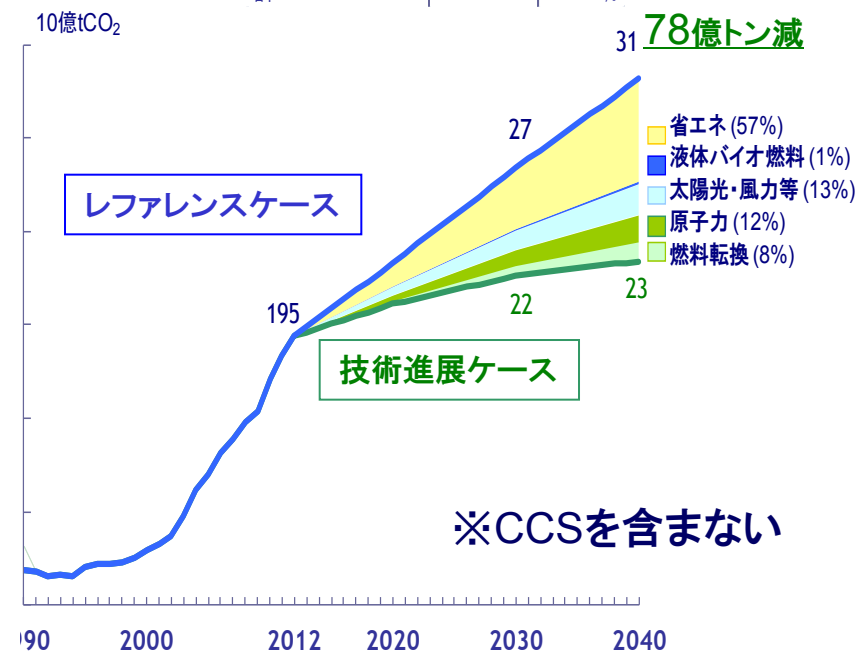


OECD



非OECD

	10億tCO ₂	比率
省エネ	4.4	57%
バイオ燃料	0.1	1%
太陽光・風力等	1.3	16%
原子力	1.2	15%
燃料転換	0.8	11%
計	7.8	100%

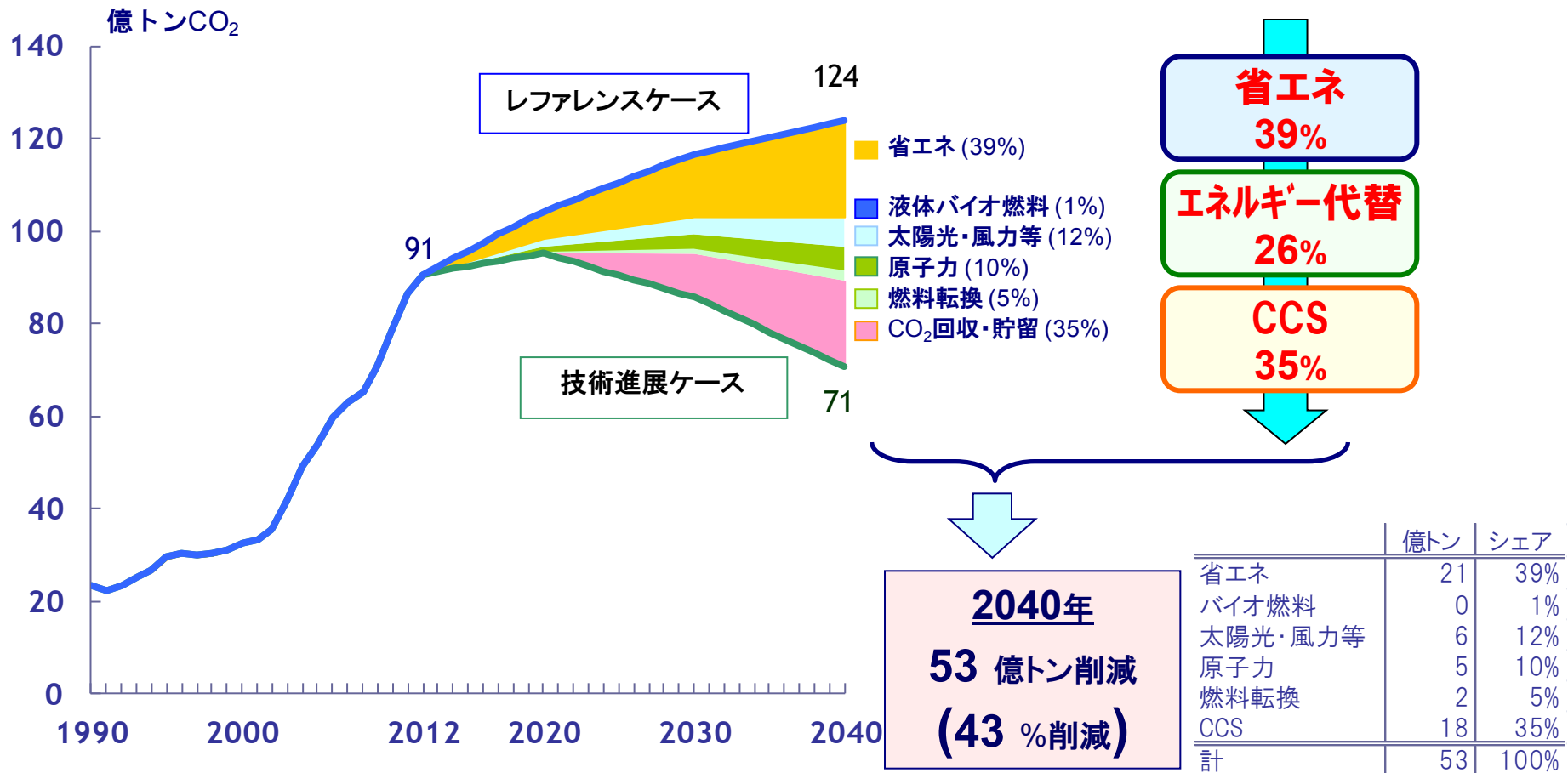


- 2040年のOECDのCO₂削減量38億トンのうち、省エネが20億トン(総削減量に占める割合:52%)、原子力4億トン(同11%)、再生可能エネルギー10億トン(同27%)、燃料転換3億トン(同8%)の削減に貢献する。
- 2040年の非OECDの削減量78億トンのうち、省エネが44億トン(同57%)、原子力12億トン(同15%)、再生可能エネルギー13億トン(同16%)、燃料転換8億トン(同11%)の削減に貢献する。
- 特に非OECDでの省エネによるCO₂排出削減量が大きく(44億トン、世界の総削減量230億トンの19%)、技術移転や制度構築支援等による非OECD諸国への省エネ支援の意義は極めて大きい。

※CCSを含まない

中国のCO₂排出削減

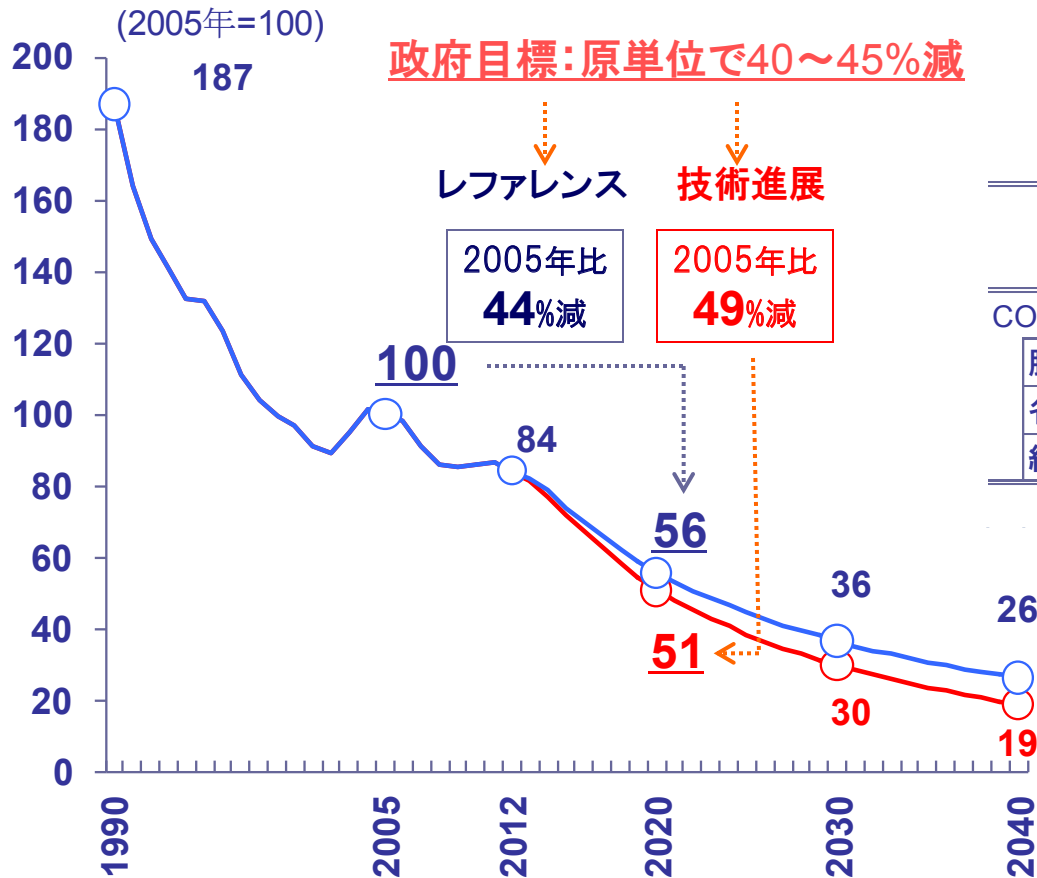
レファレンスケース
技術進展+CCSケース



- レファレンスケースでは、CO₂排出量は2012年から2040年までに33億トン増加(37%増)。
- 技術進展ケースでは、2040年にレファレンスケースに対して53億トン減少(43%減)。省エネ、再生可能エネルギー導入促進等により、2020年代にCO₂排出量がピークアウト。

中国のGDPあたりCO₂排出量

レファレンスケース
技術進展ケース



CO₂排出量変化の要因分解

	1990-2005	2005-2020	
		レファレンス	技術進展
CO ₂ 排出量 ΔC	5.7%	4.5%	3.9%
脱炭素化 Δ(C/E)	0.8%	-0.1%	-0.3%
省エネ Δ(E/Y)	-4.8%	-3.7%	-4.1%
経済成長 ΔY	10.2%	8.7%	

CO₂排出量変化を3要因に分解

$$C = (C/E) * (E/Y) * Y$$

$$\Delta C = \Delta(C/E) + \Delta(E/Y) + \Delta Y$$

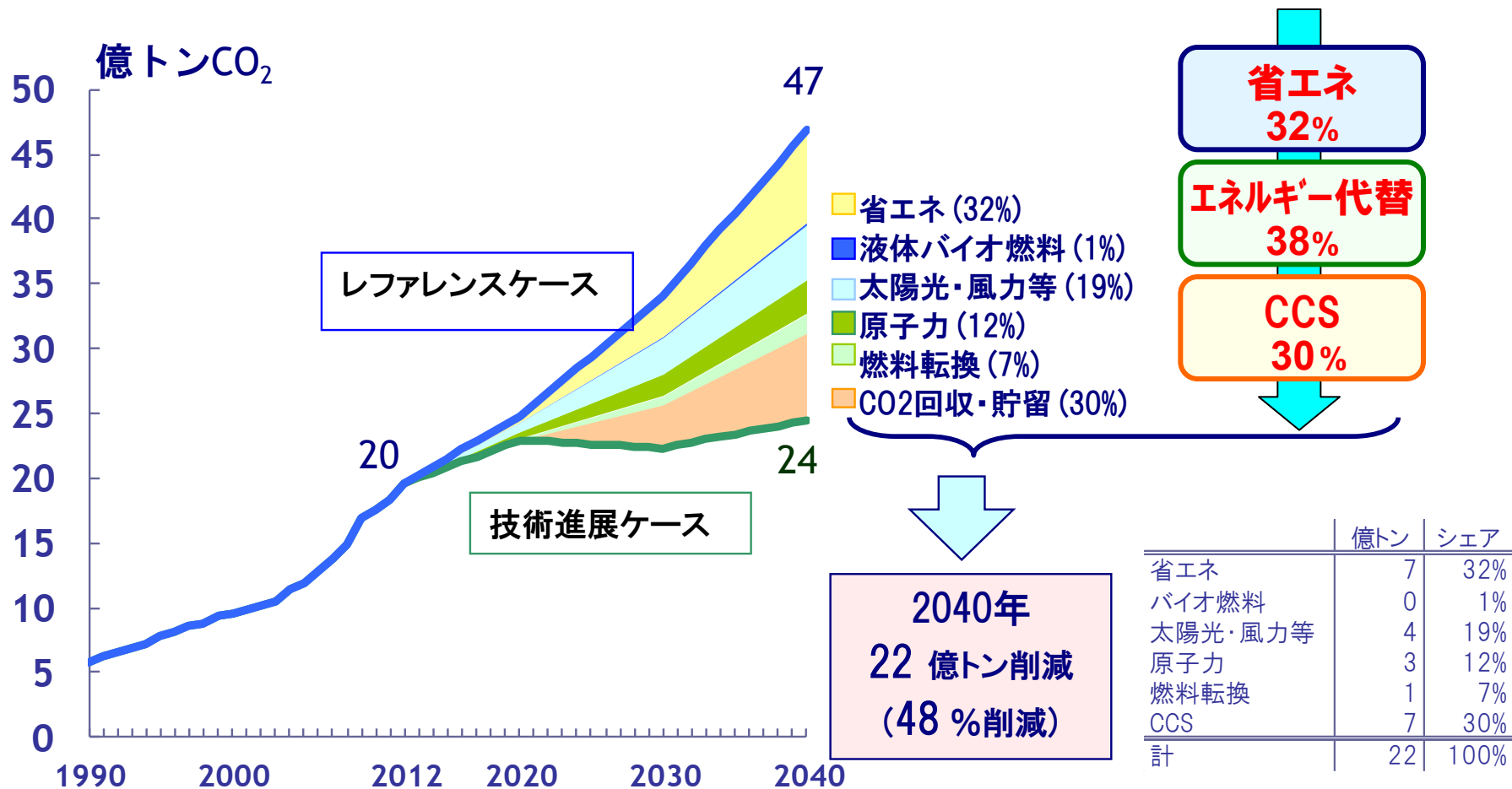
脱炭素化 省エネ 経済成長

※ Δは変化率を表す

- 中国政府は、2009年11月の国務院常務会議で、2020年までに中国のGDPあたりCO₂排出量(1単位のGDPを生産する際に排出する二酸化炭素排出量)を2005年に比較して40~45%削減することを決定。
- 2020年の中国のGDPあたりCO₂排出量は、レファレンスケースでは、2005年比44%削減され、技術進展ケースでは、2005年比49%削減される。レファレンスケースにおける2020年のGDPあたりCO₂排出量は、産業構造の調整、エネルギー・環境技術等の導入が着実に実行されれば、中国政府の現在の計画が達成される可能性が高い。

インドのCO₂排出削減

レファレンスケース
技術進展+CCSケース

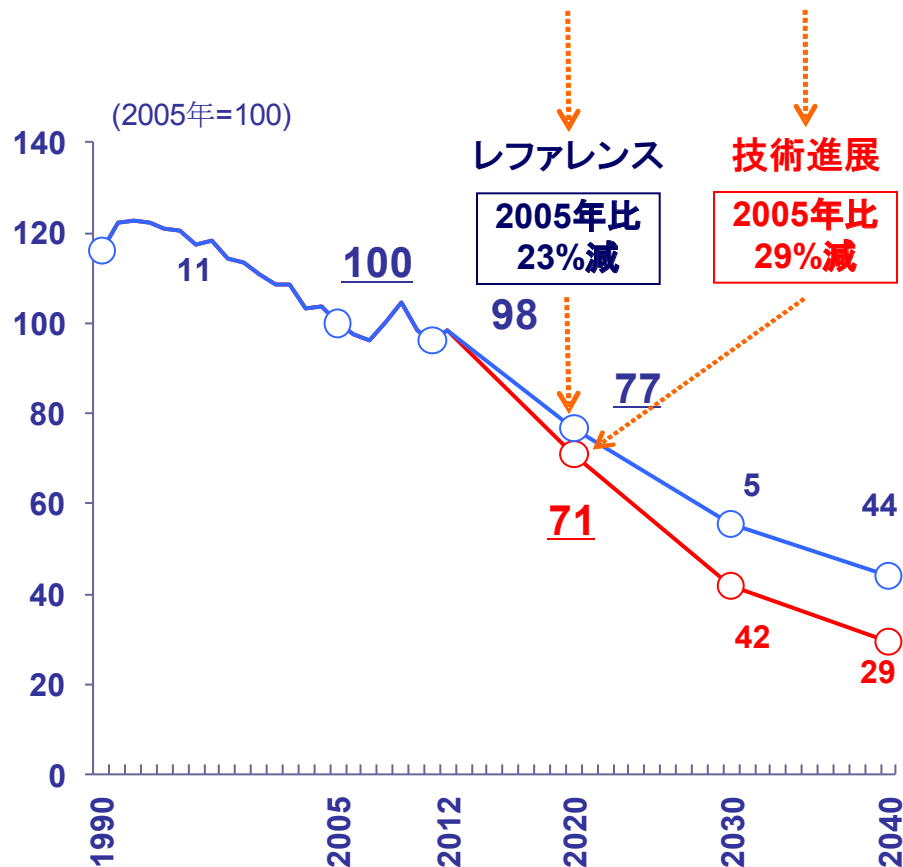
- レファレンスケースでは、CO₂排出量は2012年から2040年まで27億トン増加(149%増)。
- 技術進展ケースでは、2040年にレファレンスケースに対して22億トン減少(48%減少)。

インドのGDPあたりCO₂排出量

レファレンスケース
技術進展ケース



政府目標: 原単位で20~25%減



CO₂排出量変化の要因分解

	1990-2005	2005-2020	
		レファレンス	技術進展
CO ₂ 排出量 ΔC	4.9%	5.0%	4.4%
脱炭素化 Δ(C/E)	1.2%	0.7%	0.3%
省エネ Δ(E/Y)	-2.2%	-2.4%	-2.6%
経済成長 ΔY	6.0%	6.8%	

CO₂排出量変化を3要因に分解

$$C = (C/E) * (E/Y) * Y$$

$$\Delta C = \Delta(C/E) + \Delta(E/Y) + \Delta Y$$

脱炭素化 省エネ 経済成長

※ Δは変化率を表す

- インドは2020年までにGDPあたりCO₂排出量を2005年比で20~25%削減する目標を発表。
- 2020年のGDPあたりCO₂排出量は、レファレンスケースでは、2005年比23%削減、技術進展ケースでは2005年比29%削減される。

まとめとインプリケーション

❖ 単なる「低成長」か? 「低成長・改革」か?

- 中国・インドが低成長に転じれば、エネルギー消費増分は大幅に圧縮される。
ただし、現状の構造を維持したままの成長減速は、諸問題が未解決・悪化の懸念
- これまでとは異なる成長パスへの移行に向け、社会・エネルギー分野で改革を進めれば、低成長下でも、雇用機会を確保しつつ、社会発展・資源・環境などの面で持続可能性がより高いシステムへの道筋をつける一歩となる可能性
- 中国・インドの2040年までのエネルギー消費増分は、レファレンスケースでは、米国・日本の現消費量を超える膨大な量。一方で、低成長・改革ケースでは、増分は70%圧縮される
- 影響が最も大きいのは石炭であり、中国・インドの消費減少で、2040年の世界の消費は現在を下回る。両国の石油消費増分は半分、天然ガスは3分の2以下に圧縮される

❖ 世界経済・エネルギー供給国への影響

- 中国・インドのエネルギー消費抑制は、国際エネルギー市場に緩和寄与。
グローバル、そしてローカルな環境面のメリットも少なくない
- 一方で、アジアの二大新興国の成長鈍化は、世界経済にも影響が波及。
国際貿易・投資を通じ、多くの国・地域の経済にとって下振れ圧力に。
両国の変化・構造調整にあわせた対応が求められる
- とりわけ、両国へのエネルギー・資源輸出の増分が圧縮される中東・ロシア・オーストラリアなどでの影響が大。
リスク低減策として、輸出先のさらなる多様化と経済の高付加価値化・多角化が欠かせない

お問い合わせ: report@tky.iej.or.jp