

第413回 定例研究報告会 2013年10月21日

アジア/世界エネルギーアウトルック 2013

— シェール革命がもたらす変革をどう読むか? —

参考資料

アウトLOOK作成担当者

研究顧問

伊藤 浩吉

計量分析ユニット

| | |
|------------|-------------|
| 理事、ユニット担任 | 山下 ゆかり |
| グループマネージャー | 柳澤 明 |
| 研究主幹 | エディット パルセロナ |
| 研究主幹 | 松尾 雄司 |
| 主任研究員 | 青島 桃子 |
| 主任研究員 | 崔 鍾元 |
| 主任研究員 | 宮川 卓也 |
| 主任研究員 | 碓井 良平 |
| 研究員 | 呂 正 |
| 研究員 | 鈴木 秀徳 |
| 研究員 | 吉岡 孝之 |
| 研究員 | 岩田 創平 |
| 研究員 | 江藤 諒 |
| 研究員 | 川上 恭章 |

地球環境ユニット

| | |
|-------------|--------|
| 常務理事、ユニット担任 | 黒木 昭弘 |
| グループマネージャー | 田上 貴彦 |
| 研究主幹 | 土井 菜保子 |

新エネルギー・国際協力ユニット

| | |
|------|-------|
| 研究主幹 | 柴田 善朗 |
| 研究員 | 巖 思超 |

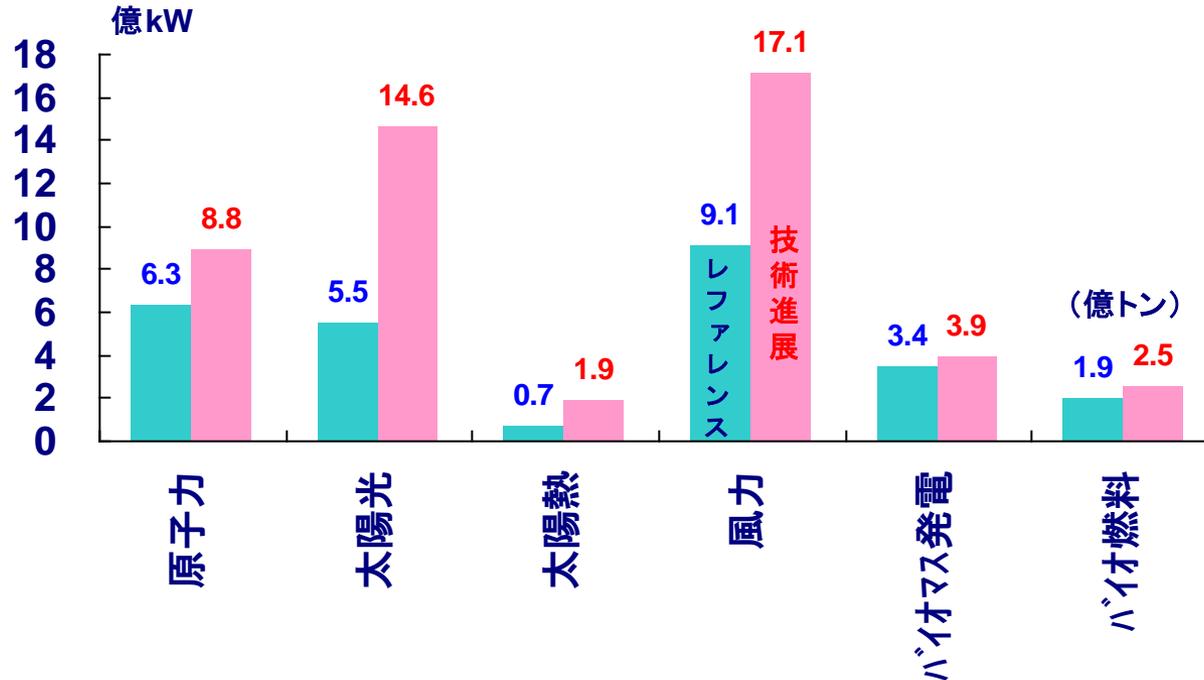
戦略研究ユニット

| | |
|------------|-------|
| 常務理事、首席研究員 | 小山 堅 |
| グループマネージャー | 村上 朋子 |
| 研究主幹 | 松本 卓 |
| 研究員 | 西田 直樹 |
| 研究員 | 下郡 けい |
| 研究員 | 山口 雄司 |

化石エネルギー・電力ユニット

| | |
|------------|-------|
| グループマネージャー | 小林 良和 |
| グループマネージャー | 森川 哲男 |
| グループマネージャー | 佐川 篤男 |
| 研究主幹 | 橋本 裕 |
| 研究員 | 小嶋 理史 |
| 研究員 | 永富 悠 |

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

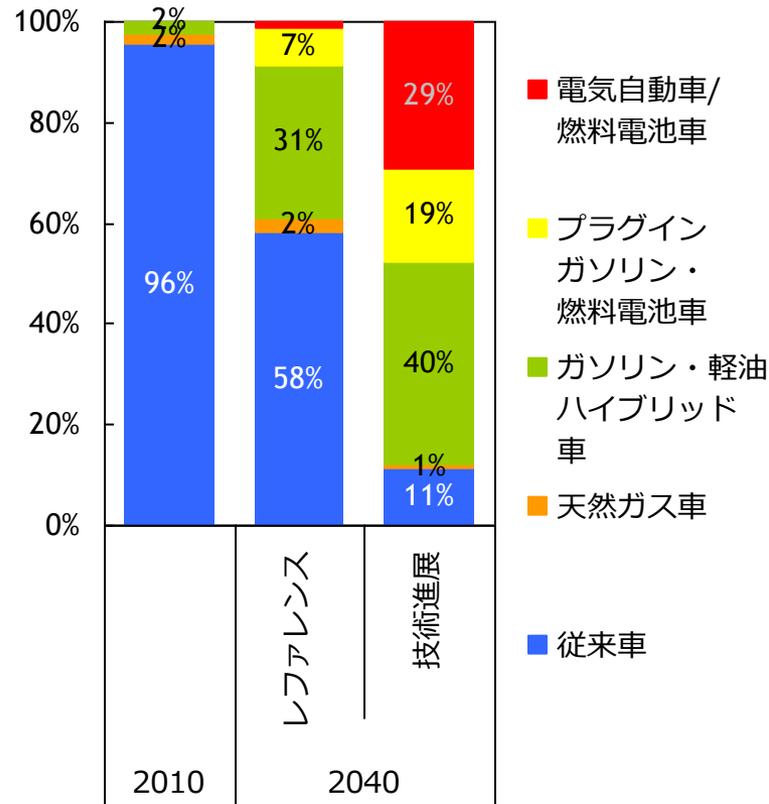
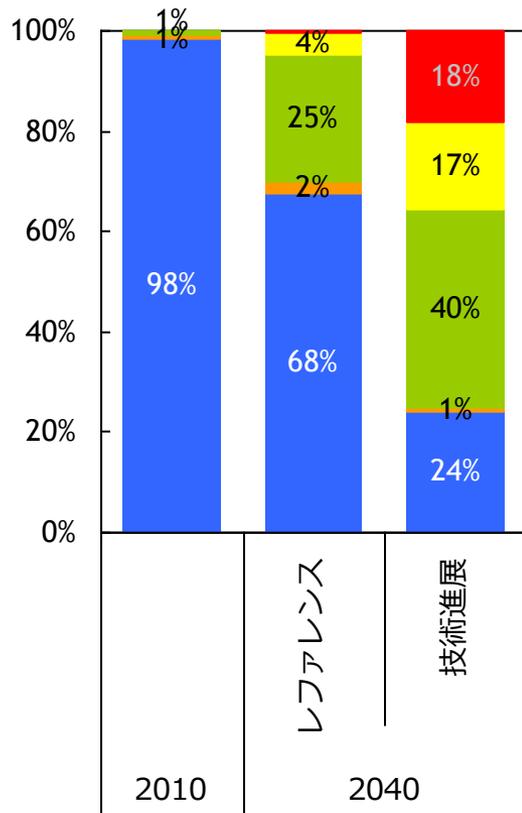


- 世界的に電力需要が堅調に増加すること、地球温暖化対策の強化を背景に、原子力や再生可能エネルギー発電は大幅に促進される可能性が高い。
- バイオ燃料は、食料、土地利用等との競合の無い次世代バイオ燃料(セルロース系)が順調に開発、展開されれば導入が拡大する可能性がある。
- 産業部門、民生部門、運輸部門のエネルギー消費量は、2040年において、それぞれレファレンスケースに比較して、石油換算5億トン(14%減)、6億トン(14%減)、6億トン(16%減)の省エネが達成。最終エネルギー消費合計では約18億トン(14%減)の省エネが実現。
- 2040年の火力発電効率(石炭、ガス、石油火力の平均効率)は、レファレンスケースの42%から、技術進展ケースでは43%へ上昇。

技術進展ケースの前提(自動車の見通し: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%

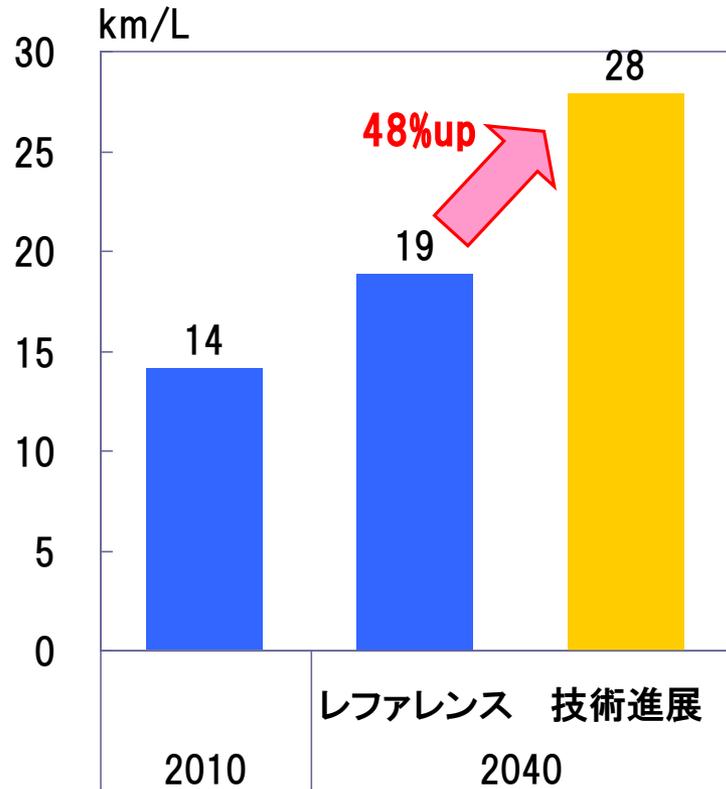
クリーンエネルギー
自動車の
年間販売シェア
(2040年)

レファレンス
42%
技術進展
89%

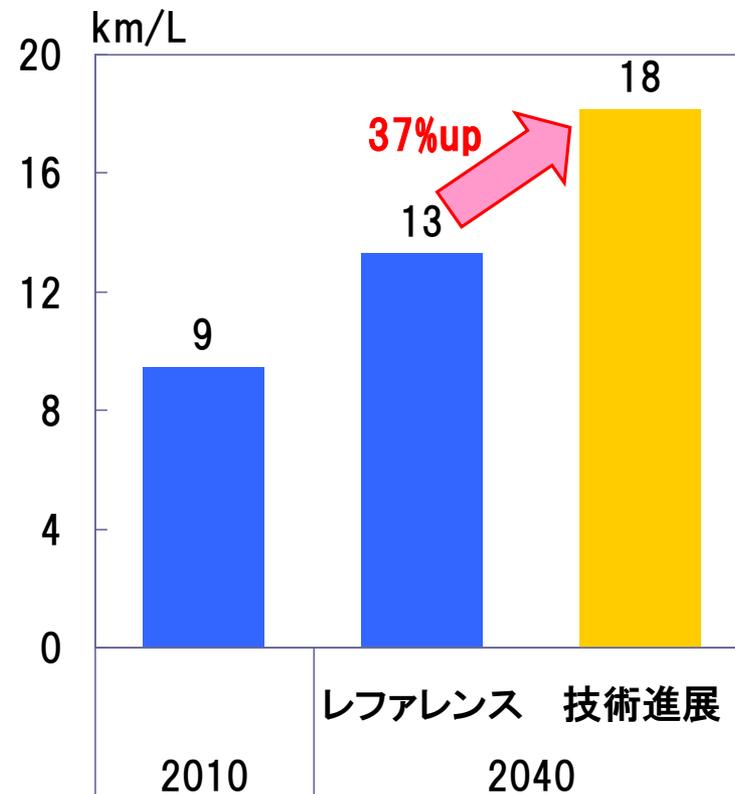
- レファレンスケースでは、2040年に保有台数の25%がハイブリッド車となり、プラグインハイブリッド自動車も4%を占める
- 技術進展ケースでは、2040年に保有台数の40%がハイブリッド車、プラグインハイブリッド自動車、電気自動車・燃料電池自動車等が2割弱を占める。この結果、クリーンエネルギー自動車が、保有台数全体の4分の3を占める。

技術進展ケースの前提(乗用車燃費の見通し:世界)

新車燃費



保有燃費



新車燃費



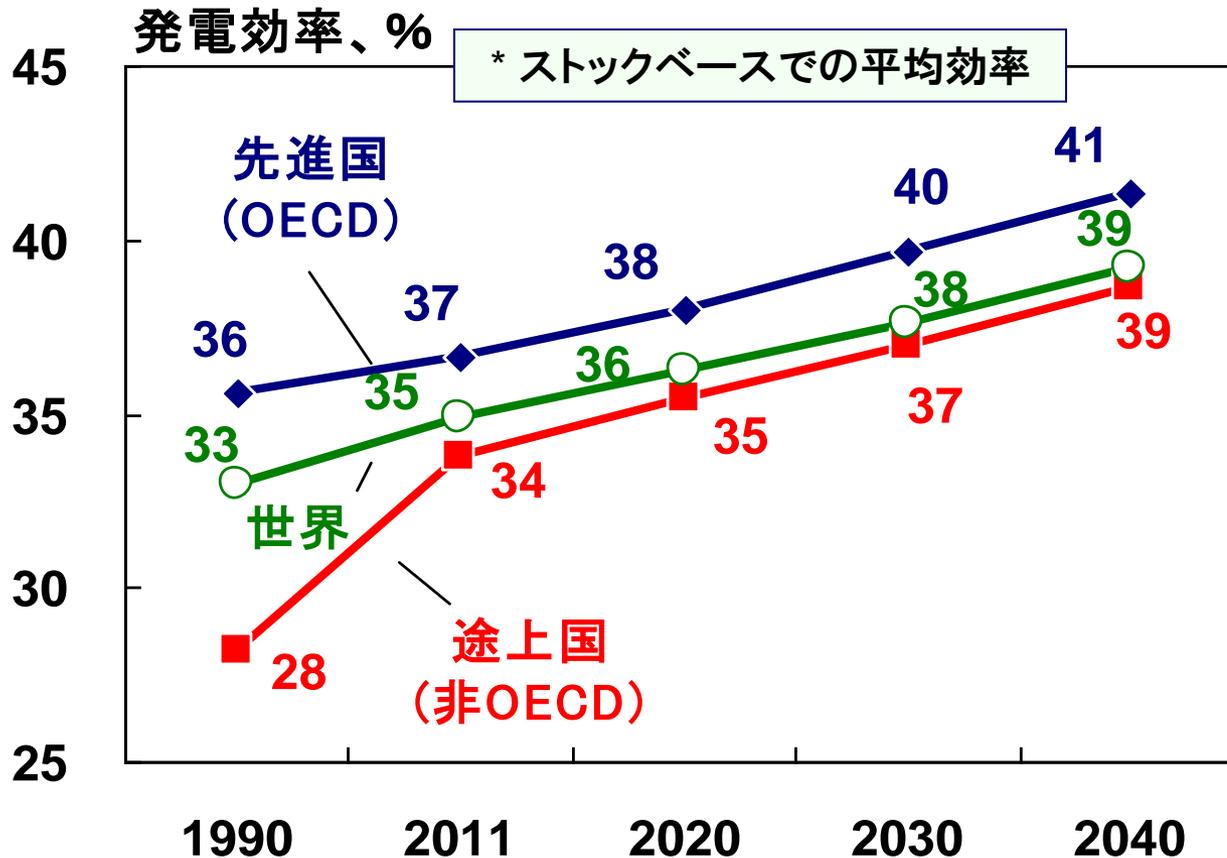
保有燃費



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自動車、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。

技術進展ケースの前提(石炭火力発電効率の見通し)

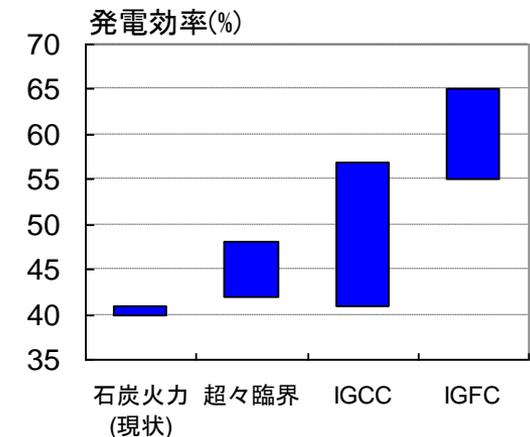
石炭火力発電効率* (レファレンス)



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が大幅に増加し、IGFCも部分的に導入され、世界の石炭火力発電効率は40%まで上昇。

2040年までの 世界・アジアのエネルギー需給展望

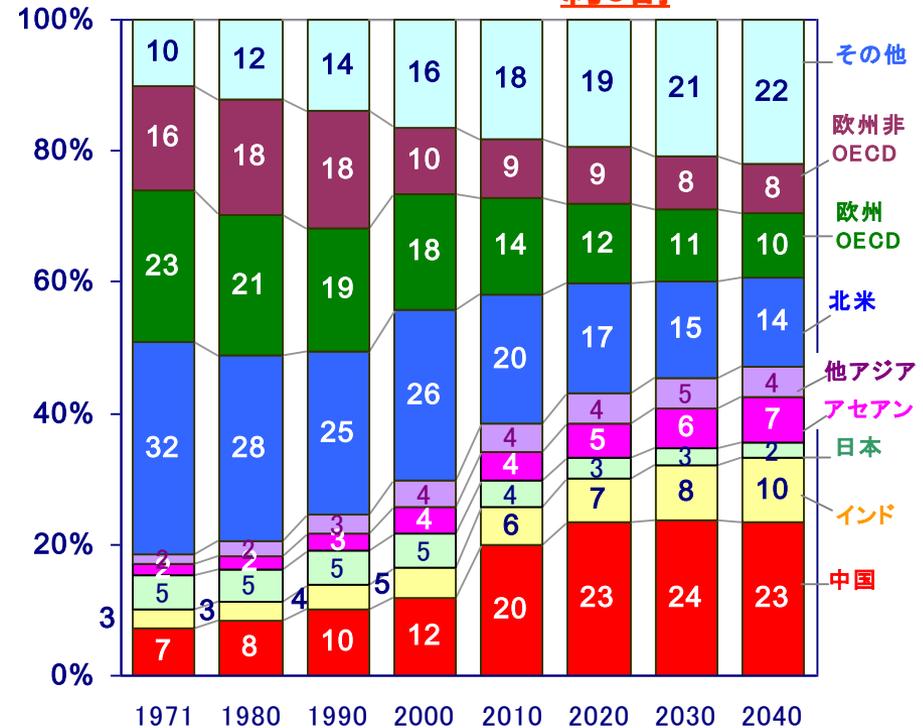
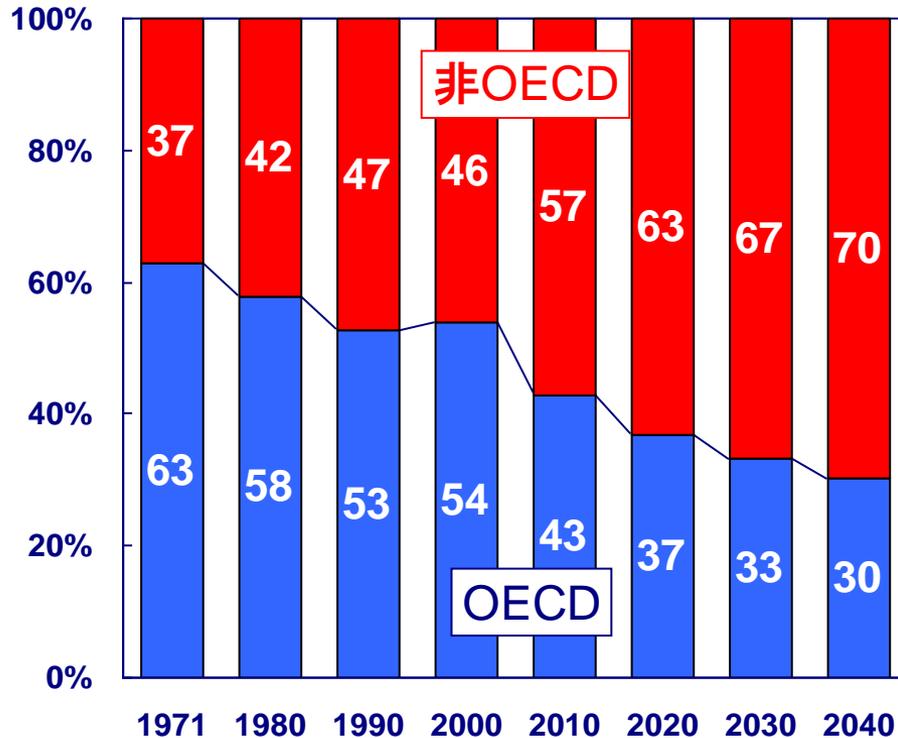
地域別一次エネルギー消費シェア

レファレンスケース

2011-2040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 |
|-----|-----|-----|------|------|----|--------|
| 27% | 18% | -1% | 13% | 4% | 2% | 2% |

**アジアの
増加量が
約6割**

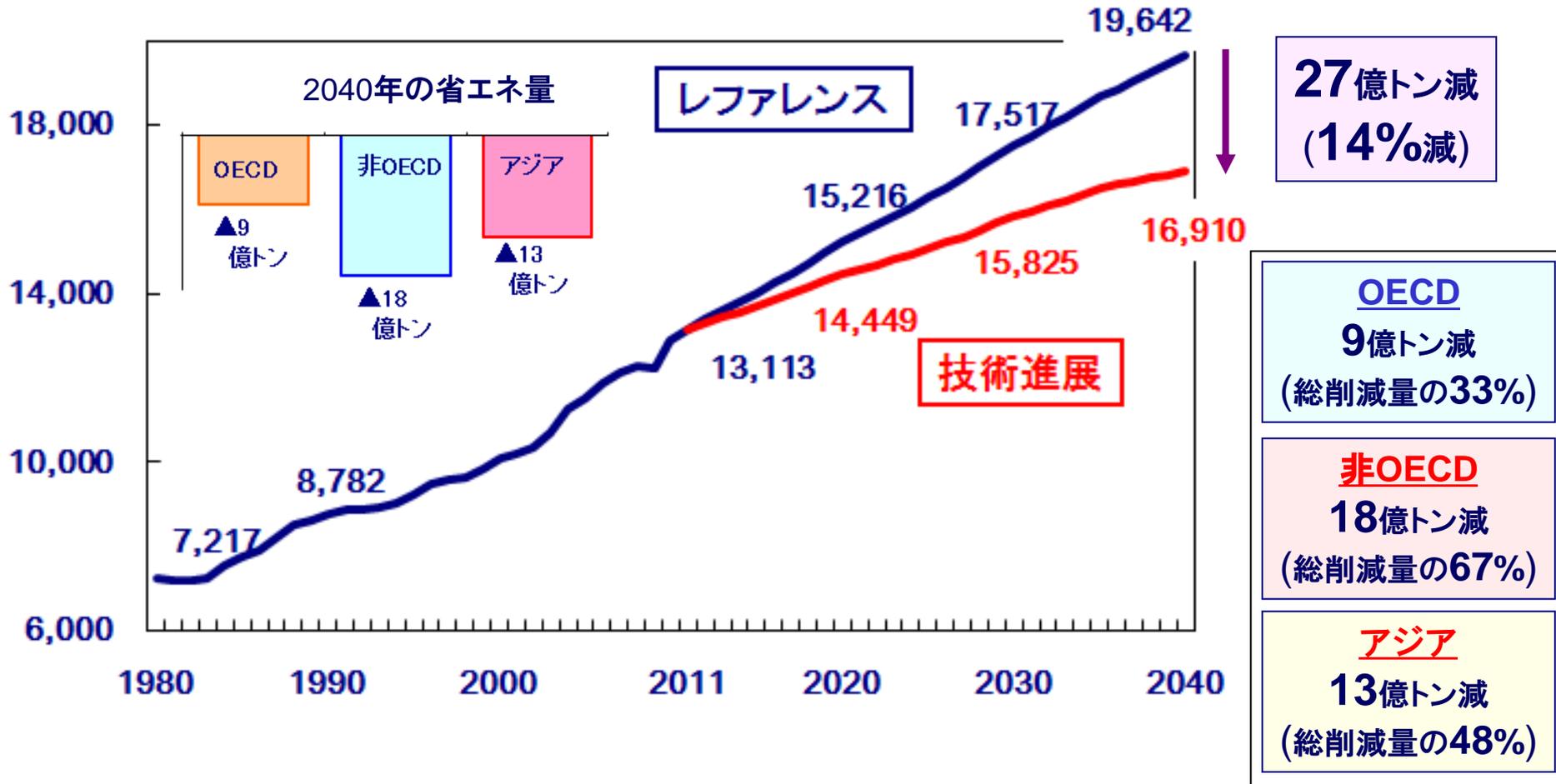


注: バンカーを除いた世界計が母数

- 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23%、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約3割を占める。日本のシェアは2011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

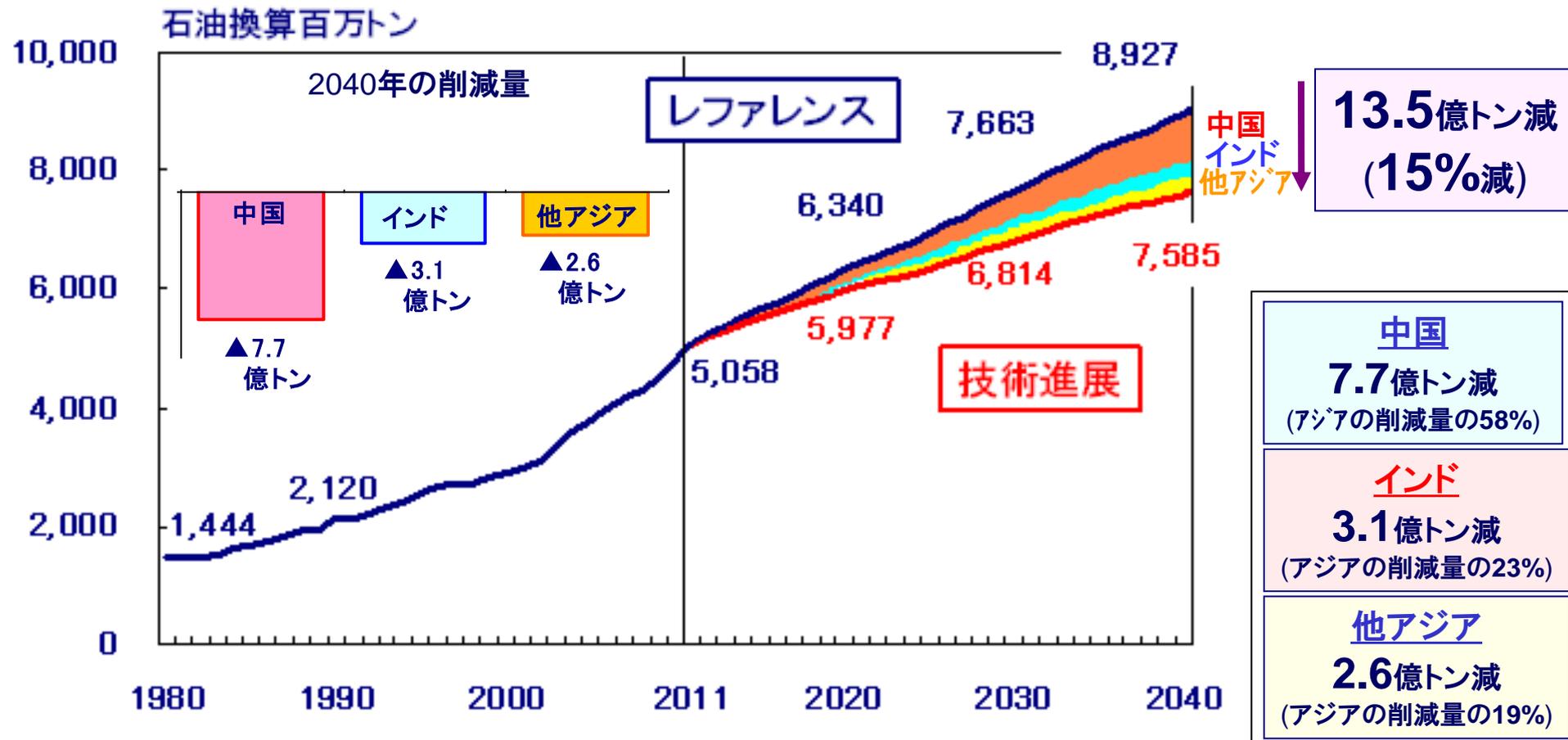
レファレンスケース
技術進展ケース



- 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14%(石油換算28億トン、日本の2011年の一次消費の約5.9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(総省エネ量の約7割、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。

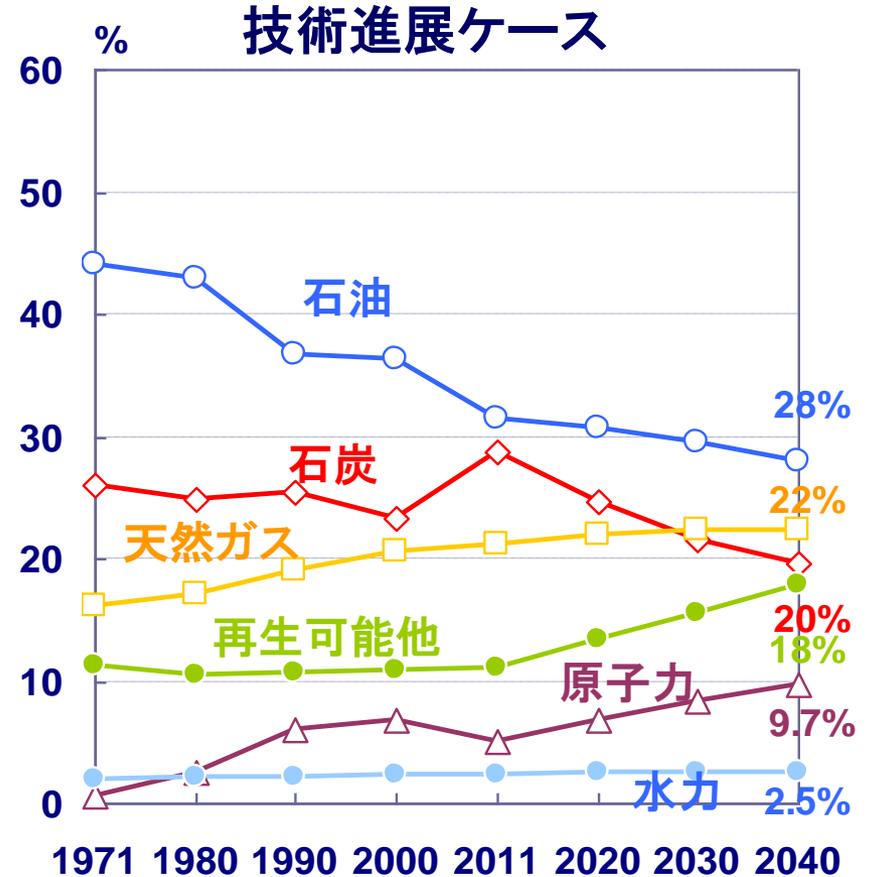
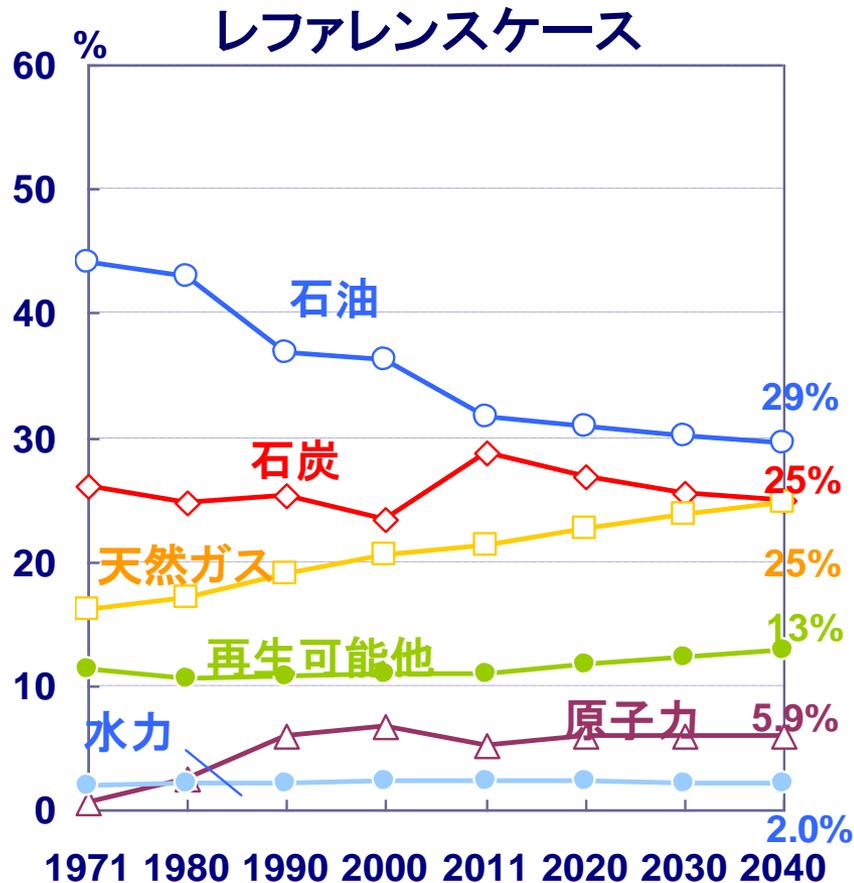
アジアの一次エネルギー消費

レファレンスケース
技術進展ケース



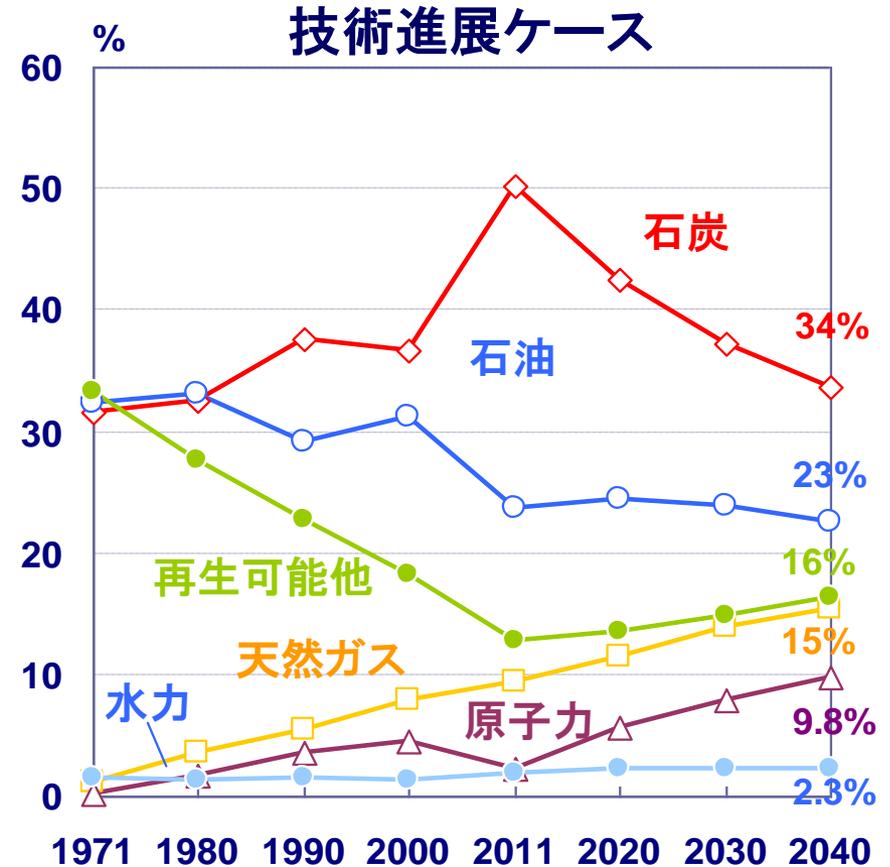
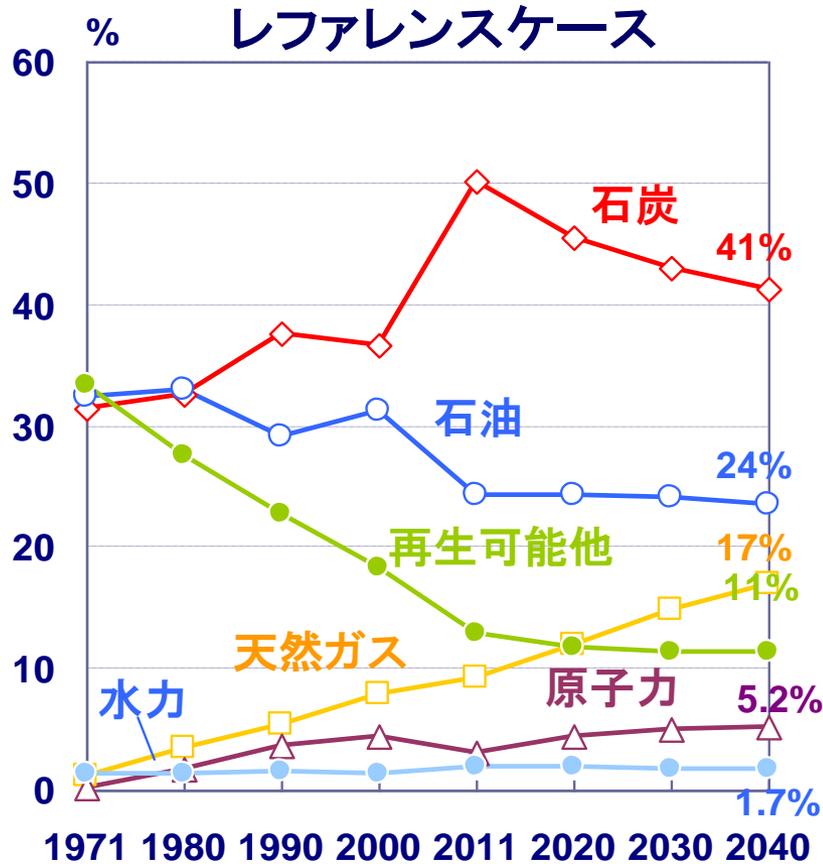
アジアの2040年の技術進展ケースでは、レファレンスに比較して約15%(石油換算13.5億トン、日本の2011年の一次消費の約2.9倍)の省エネが実現。特に中国やインドにおける省エネルギーの割合が大きい(両国でアジア全体の省エネ量の約8割を占める)

一次エネルギー消費構成比(世界)



- 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。

一次エネルギー消費構成比(アジア)

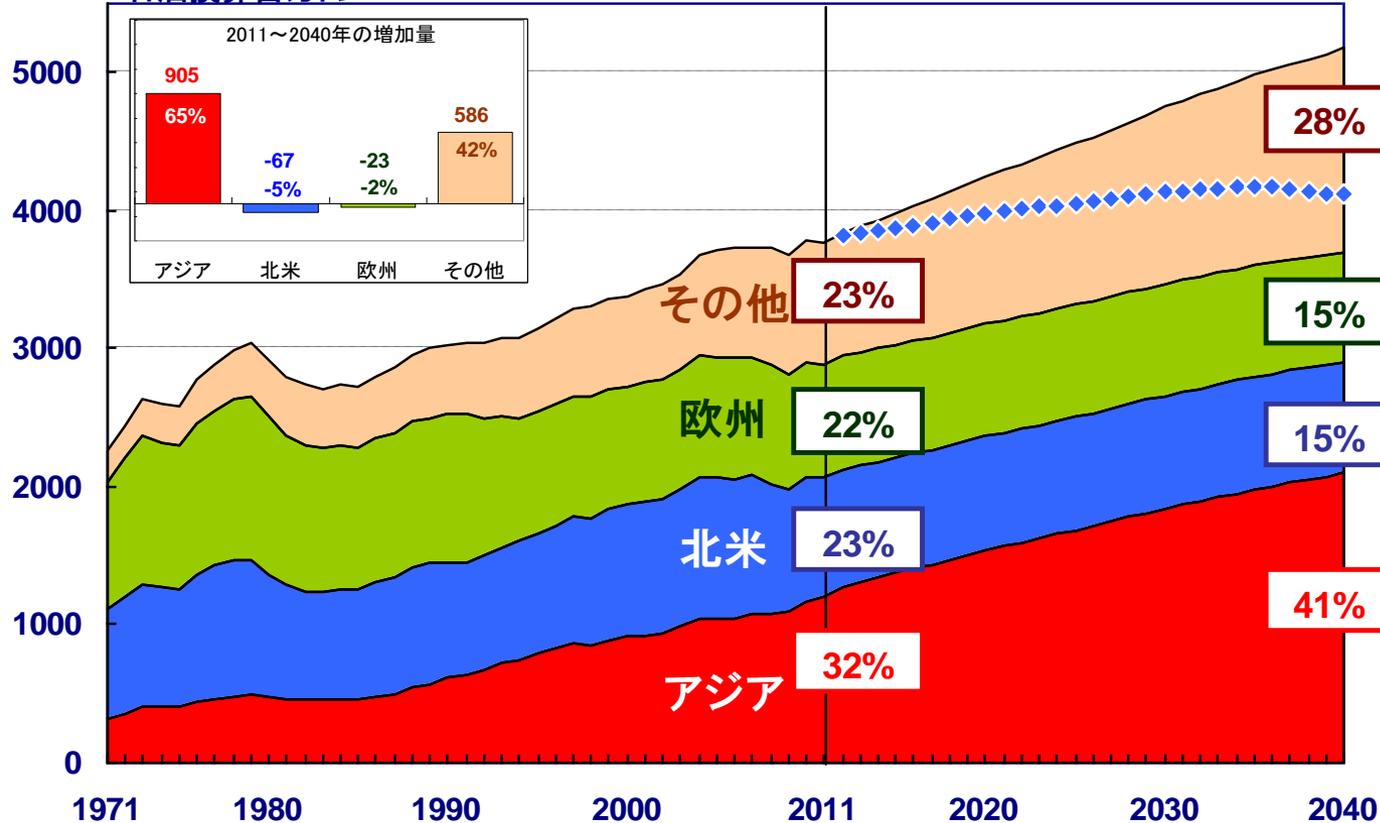


- アジアでは電力需要増加、発電部門での消費増加を背景に、石炭は高いシェアを維持する。技術進展ケースでは石炭の消費が大きく削減されるが、このケースでも2040年に依然として最大のシェアを保つ。
- 両ケースとも天然ガスのシェアが増加。技術進展ケースでは再生可能エネルギーの他、中国、インド、韓国などでの原子力発電所の新規建設に伴い、原子力のシェアが拡大する。

世界の石油消費(地域別)

レファレンスケース
技術進展ケース

石油換算百万トン



10.6億トン
(18%)
削減

2011年
41億トン
(8,500万B/D)

↓

2040年
レファレンス
58億トン(1億1,800万B/D)

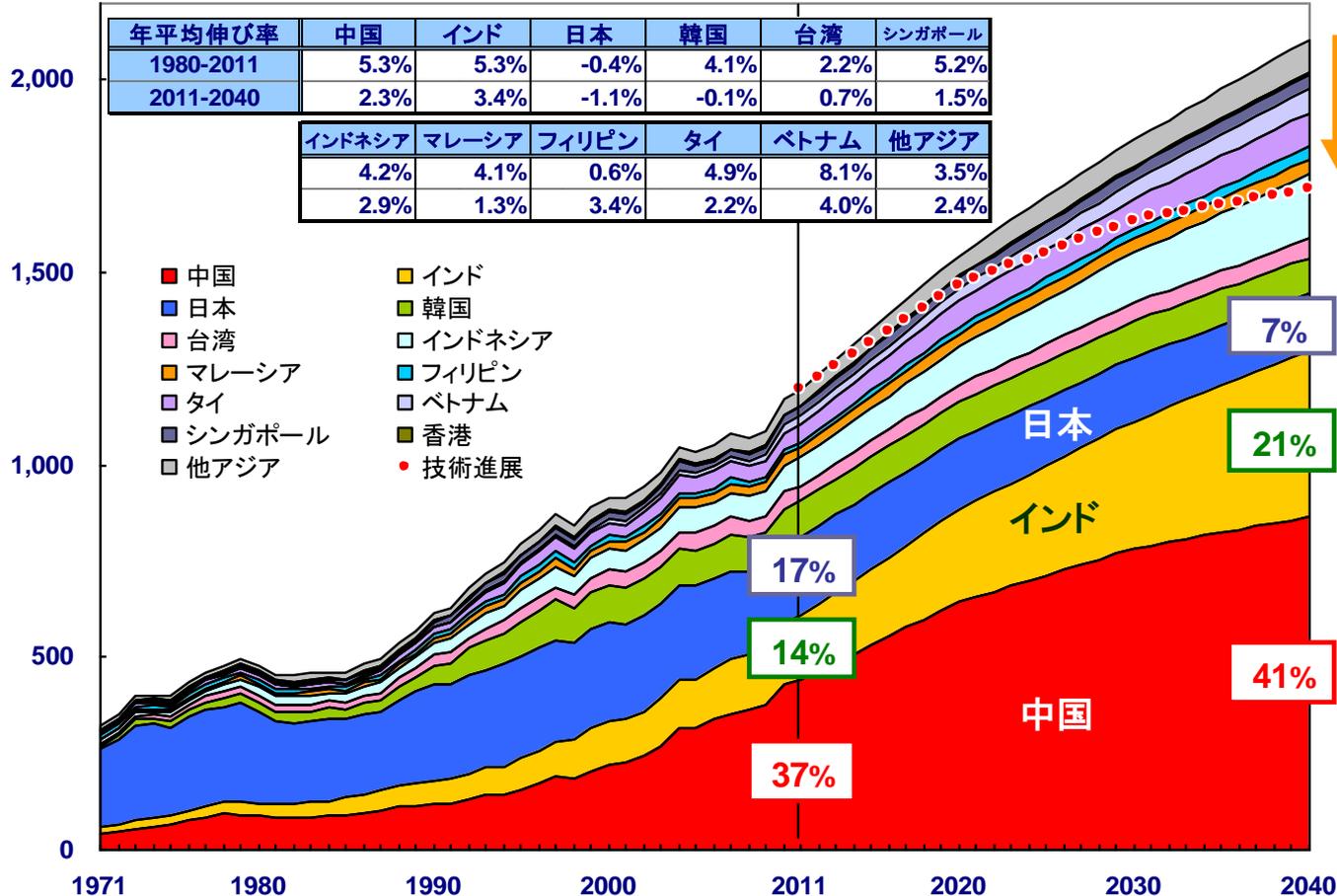
技術進展
47億トン(9,700万B/D)

- 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。
- 技術進展ケースでは、2040年での削減量は10.6億トン(レファレンスケース比18%)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

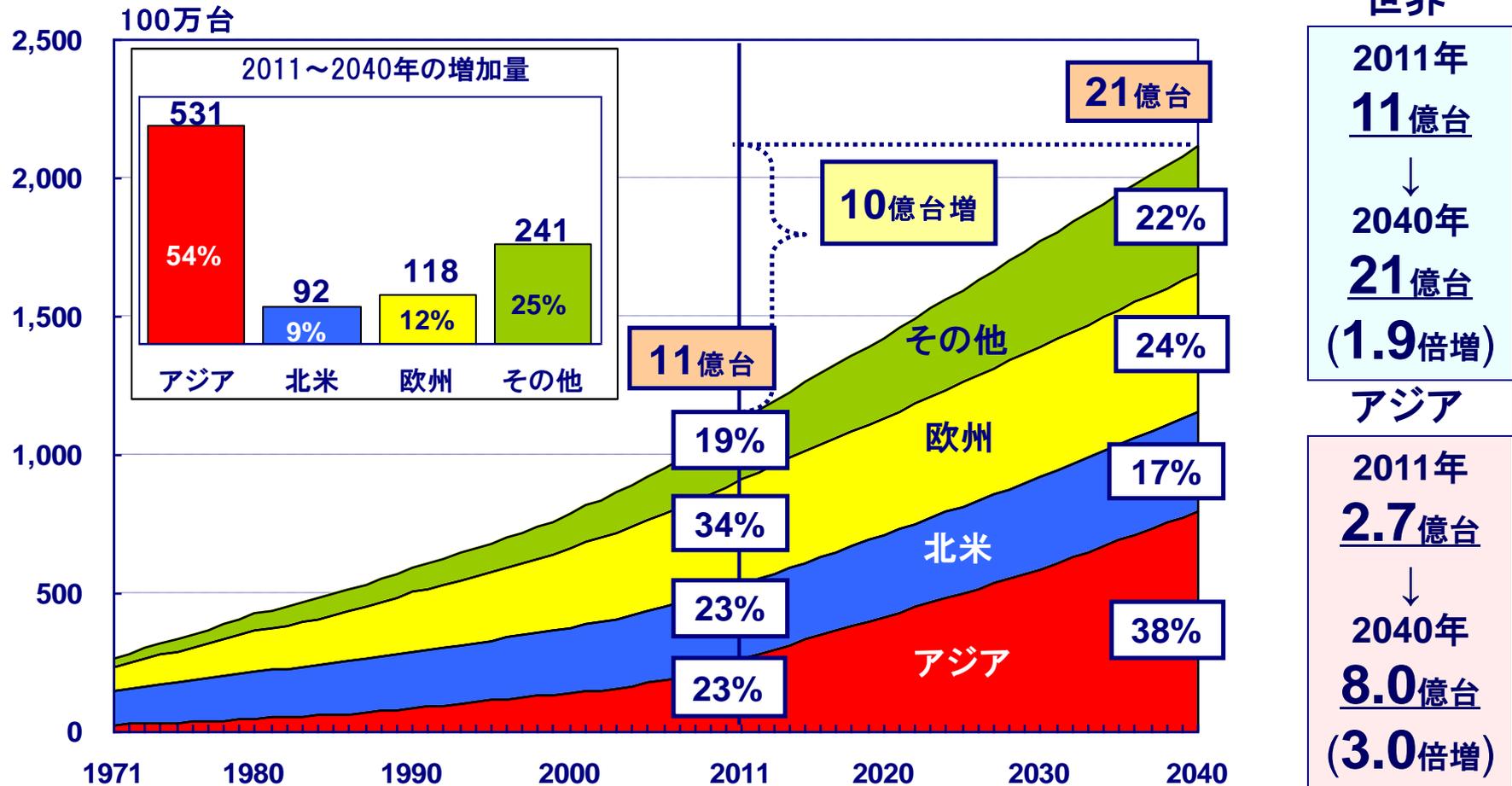
石油換算百万トン



■ 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2011年の2,450万B/Dから2040年には4,300万B/Dまで急増。中国、インド両国のシェアは51%から62%へ拡大。

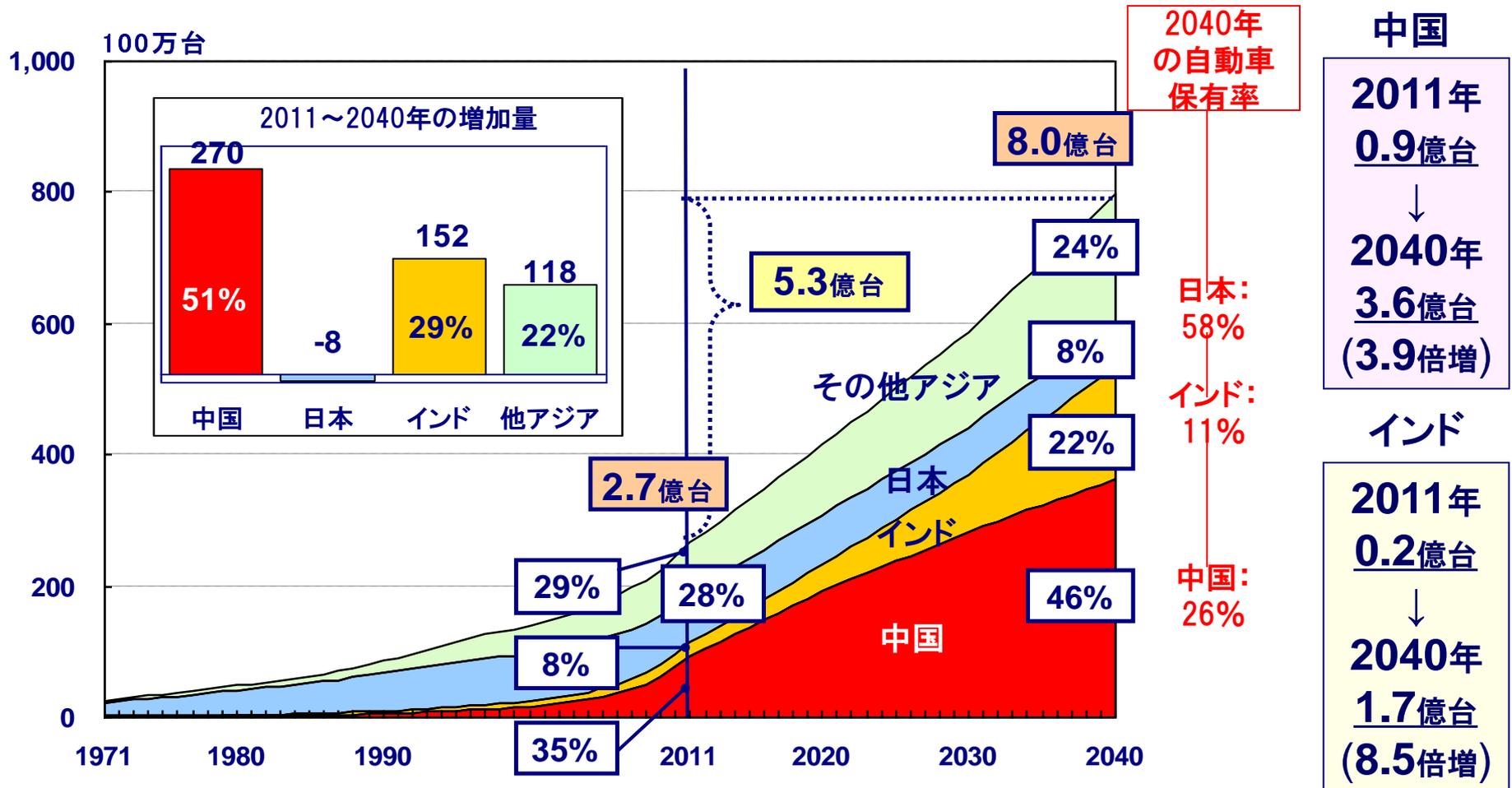
■ 技術進展ケースでは、2040年でのレファレンスケース比削減量は3.9億トン(19%減)。

自動車保有台数(世界)

レファレンスケース
技術進展ケース(共通)

- 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、アジア非OECD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2011年の2.7億台から2040年には8.0億台へ増加する。2040年には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。

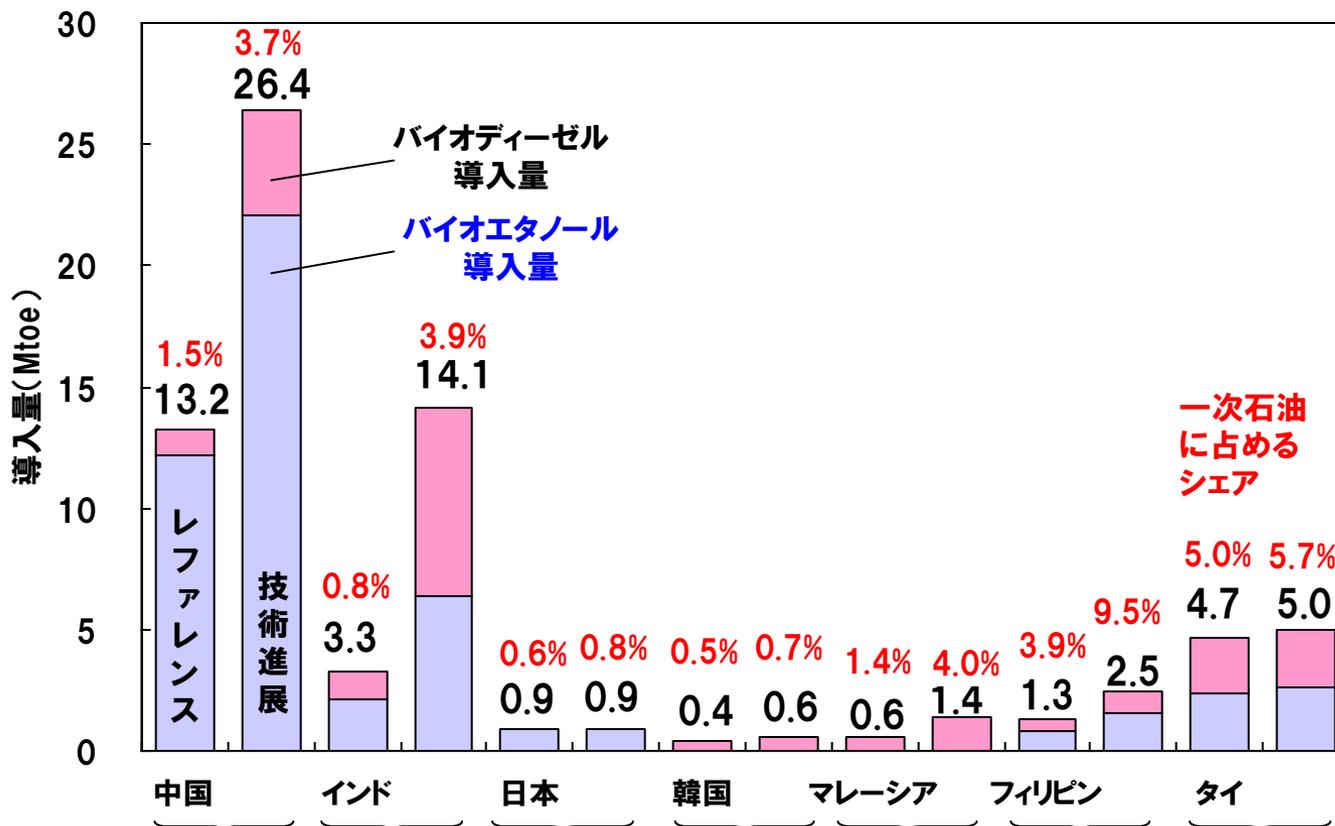
自動車保有台数(アジア)

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2011年の9,356万台から3.6億台へ急増する。インドでは、日本の自動車保有台数をはるかに上回る勢いで増加。インドの自動車保有台数は2,034万台から1.7億台へ増加する見通し。

アジアの輸送用バイオ燃料の導入量 (2040年)

レファレンスケース
技術進展ケース

世界

2011年

5,861万トン



2040年

レファレンス 技術進展
1.9億トン 2.5億トン
(3.3倍増) (4.2倍増)

アジア

2011年

290万トン



2040年

レファレンス 技術進展
3,235万トン 6,638万トン
(11倍増) (23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1.9億石油換算トン、アジアでは3,235万石油換算トンに達する。
- 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2.5億石油換算トン、アジアでは6,638万石油換算トンのバイオ燃料が導入される。

石油生産の展望

レファレンスケース
開発促進ケース



| 百万B/D | 2011 | 2020 | 2040 | 伸び率(2011-2040) | |
|------------------|------|------------|------------|----------------|--|
| OPEC | 36 | 40 | 53 | 1.4 | OPEC 2011年 36 百万B/D ↓ 2040年 53 百万B/D (17百万B/D増) |
| 中東OPEC | 26 | 28 | 38 | 1.3 | |
| 非中東OPEC | 10 | 12 | 15 | 1.7 | 非OPEC 2011年 48 百万B/D ↓ 2040年 62 百万B/D (14百万B/D増) |
| 非OPEC | 48 | 54 | 62 | 0.9 | |
| 北米 | 12 | 16 | 17 | 1.4 | 世界の石油生産増加量に 占めるシェア OPEC 54% (17百万B/D増) 非OPEC 41% (14百万B/D増) |
| 中南米 | 7 | 9 | 11 | 1.4 | |
| 欧州・旧ソ連 | 17 | 17 | 21 | 0.6 | |
| 中東 | 2 | 2 | 2 | 0.0 | |
| アフリカ | 2 | 3 | 3 | 0.7 | |
| アジア | 8 | 8 | 9 | 0.3 | |
| 中国 | 4 | 4 | 5 | 0.5 | |
| インドネシア | 1 | 1 | 1 | 0.3 | |
| インド | 1 | 1 | 1 | ▲ 1.1 | |
| 他アジア | 2 | 2 | 3 | 0.3 | |
| プロセスケイン | 2 | 3 | 3 | 1.7 | |
| 世界計 | 86 | 96 | 119 | 1.1 | |
| 世界計(開発促進) | | 107 | 117 | 1.1 | |

- 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。

ガス生産の展望

レファレンスケース

Bcm

| | 2011実績 | | | 2040レファレンス | | |
|---------|----------|-----------|-----|------------|-----------|-----|
| | 内 非在来 | 非在来 比率 | | 内 非在来 | 非在来 比率 | |
| 北米 | 808 | 364 | 45% | 1,043 | 782 | 75% |
| 中南米 | 218 | 0 | 0% | 449 | 127 | 28% |
| 中東 | 523 | 0 | 0% | 871 | 24 | 3% |
| 欧州 | 287 | 0 | 0% | 300 | 19 | 6% |
| CIS | 868 | 0 | 0% | 1,229 | 66 | 5% |
| アフリカ | 200 | 0 | 0% | 420 | 80 | 19% |
| 中国 | 103 | 0 | 0% | 352 | 127 | 36% |
| インド | 46 | 0 | 0% | 96 | 29 | 30% |
| Asean | 203 | 0 | 0% | 385 | 80 | 21% |
| 内インドネシア | 81 | 0 | 0% | 126 | 22 | 17% |
| 内マレーシア | 56 | 0 | 0% | 85 | 8 | 10% |
| 他アジア | 75 | 0 | 0% | 74 | 5 | 6% |
| オーストラリア | 51 | 6 | 12% | 193 | 103 | 53% |
| 世界計 | 3,384 | 370 | 11% | 5,411 | 1,442 | 27% |

2040年ガス生産量

5,411Bcm

2011年比

2,028 Bcm増

生産増分に占
める割合

中東・CIS諸国

35%

北中南米諸国

23%

非在来比率

2011年

12%

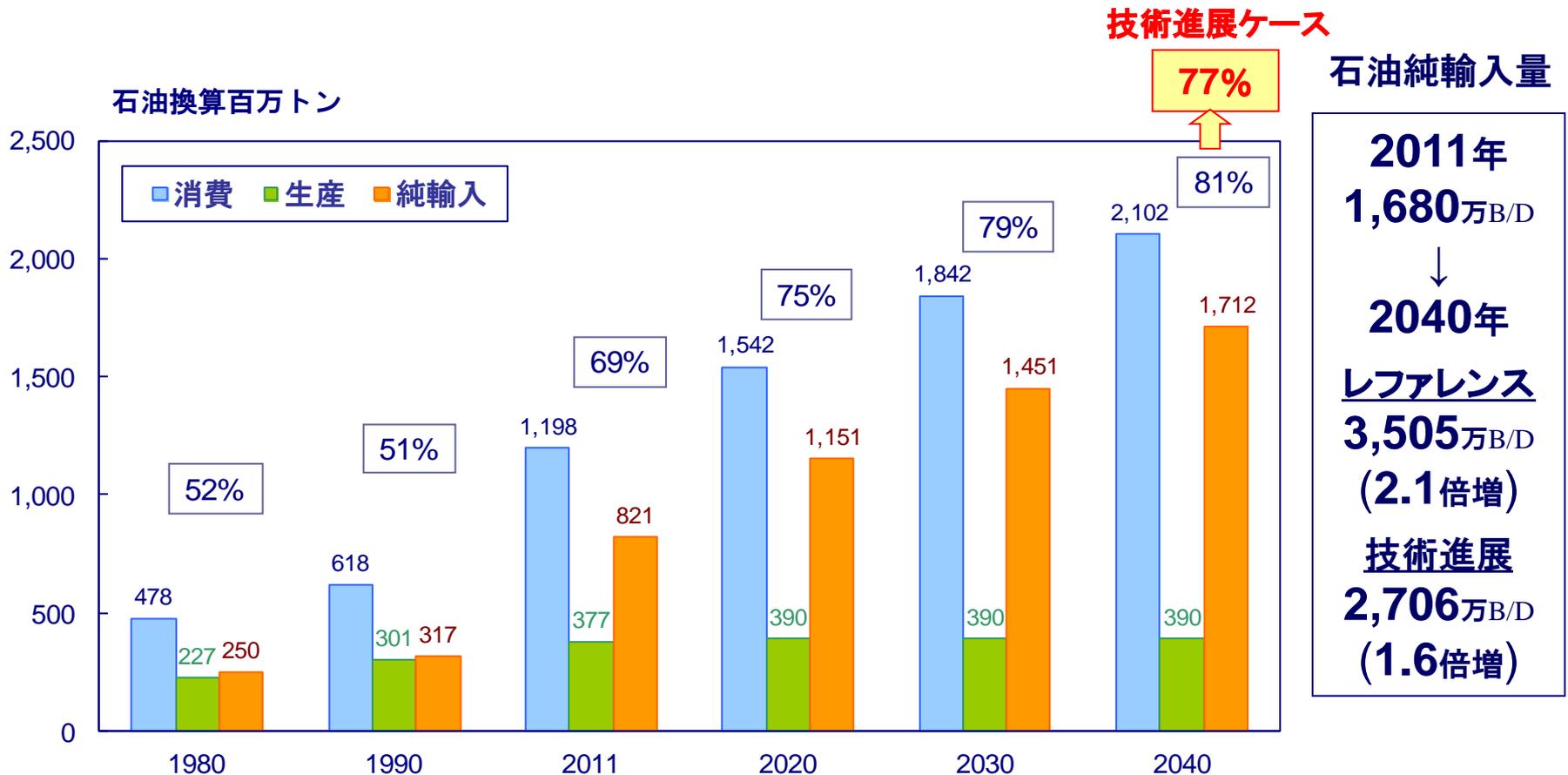


2040年

26%

- 増大する天然ガス需要を満たすため、中東、旧ソ連諸国、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。これら地域が生産増分の3分の2を占める。
- アルゼンチンやメキシコ、中東、旧ソ連諸国などで、シェールガスを中心とする非在来型天然ガスの商業化が進む。2040年の世界の天然ガス生産に占める非在来型天然ガスの割合は約25%となる。

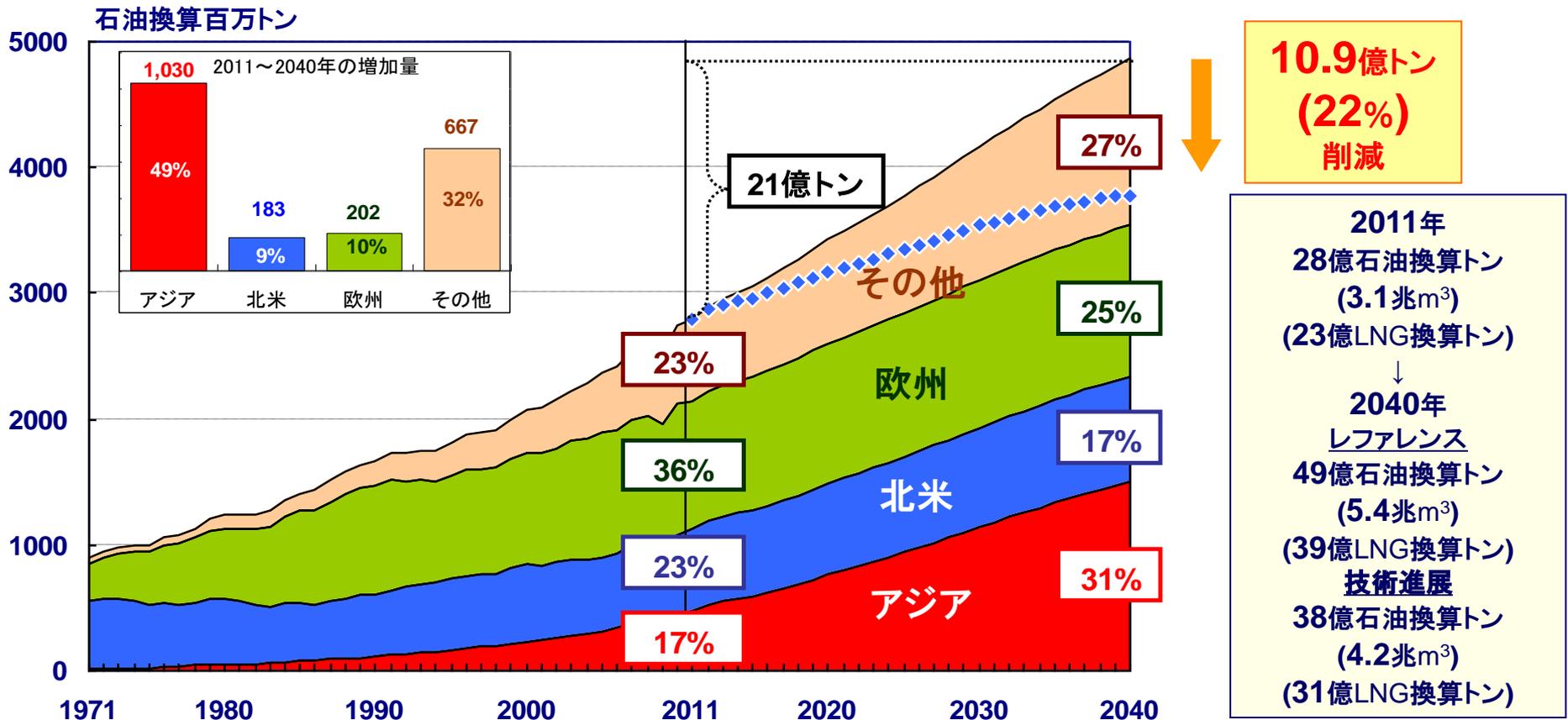
石油需給(アジア)



- レファレンスケースでは、純輸入量は2011年の8億トン(約1,680万バレル/日)から17億トン(約3,505万バレル/日)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77%まで上昇する。

世界の天然ガス消費(地域別)

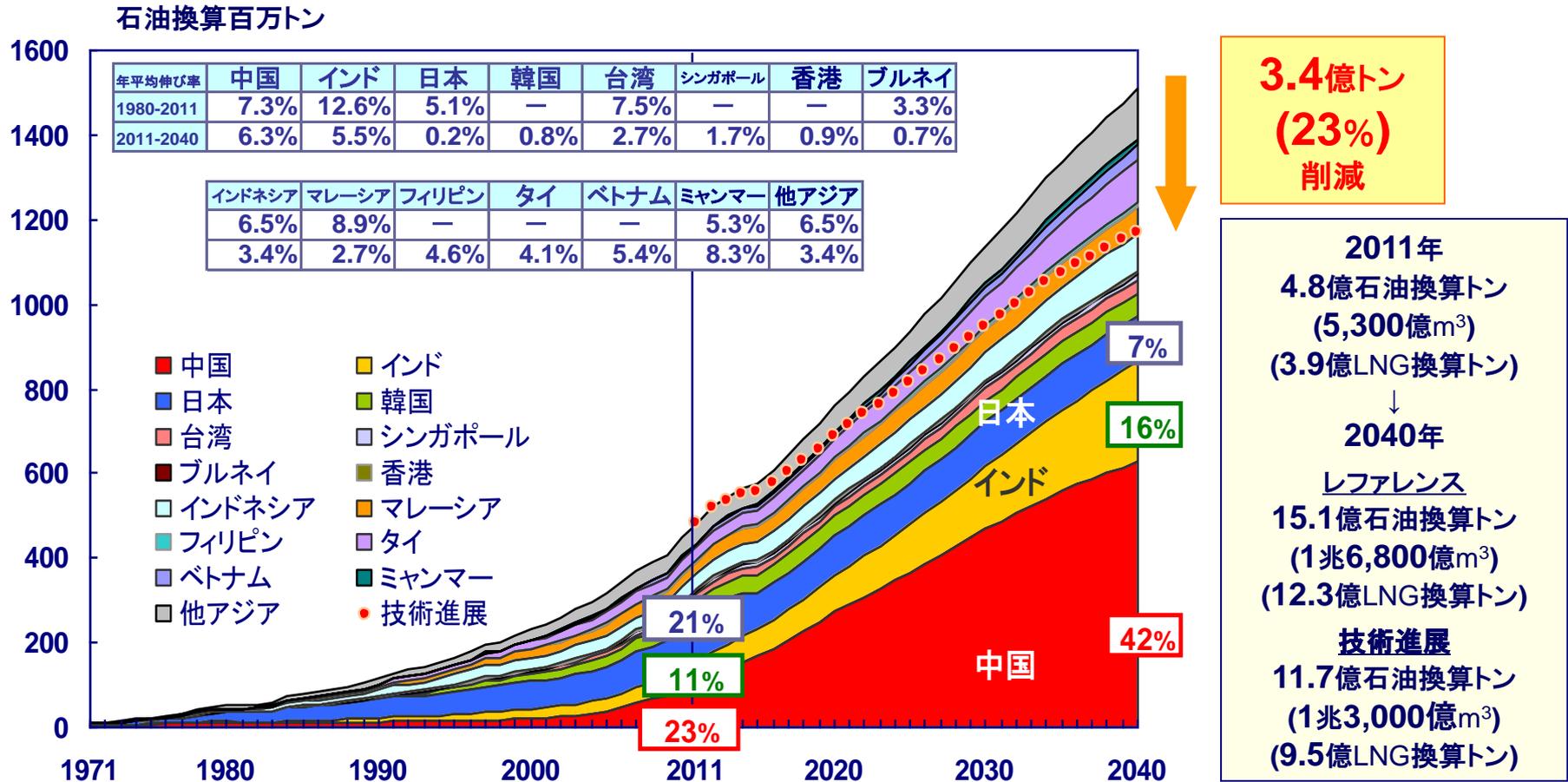
レファレンスケース
技術進展ケース



- 世界の天然ガス消費は2011年28億トン(3.1兆m³)から2040年には49億トン(5.4兆m³)に達し、1.7倍に増加。アジアを中心に増加する見通し。
- 技術進展ケースでは、世界の天然ガス消費量は10.9億トン(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。

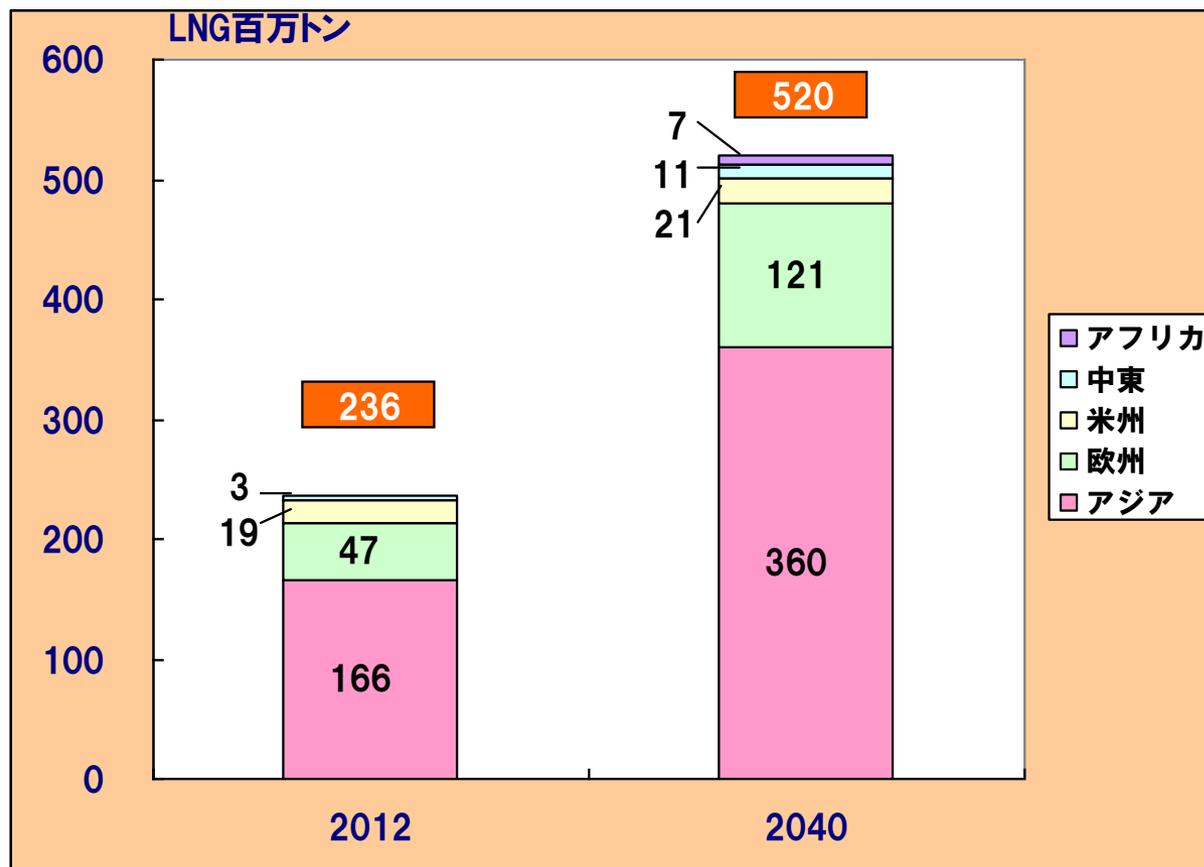
アジアの天然ガス消費

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2011年比で4倍以上まで拡大。
- 技術進展ケースでは2040年に3.4億トン(23%)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3.1%で急速に拡大。

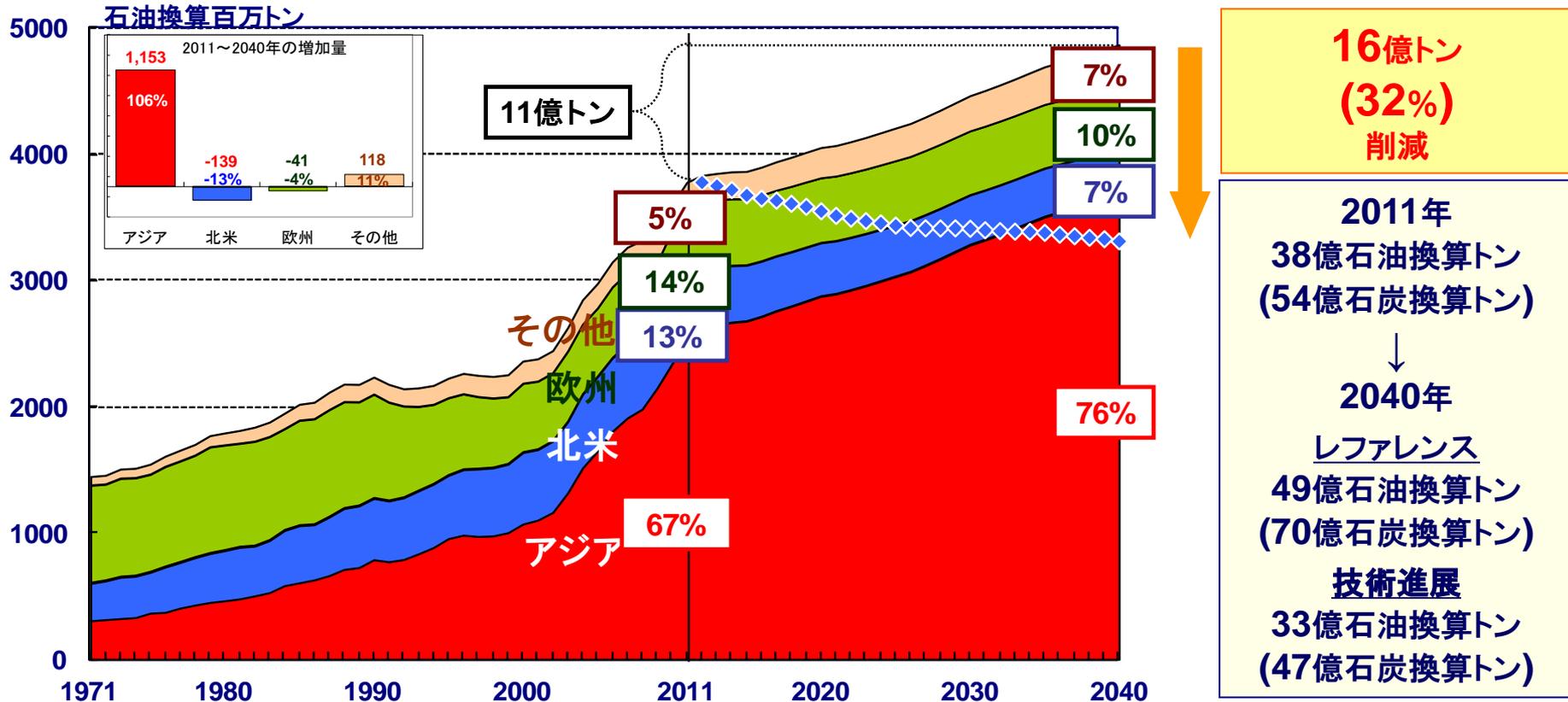
世界のLNG需要展望



- 世界のLNG需要は2012年の2億3,600万トンから2040年には5億2,000万トンへ2倍まで拡大。
- アジアのLNG需要は1億9,400万トン増加し、世界のLNG需要増加量の7割を占める。欧州では7,400万トン増加し世界のLNG需要増加量の1.5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に見合うものと考えられる。

世界の石炭消費(地域別)

レファレンスケース
技術進展ケース

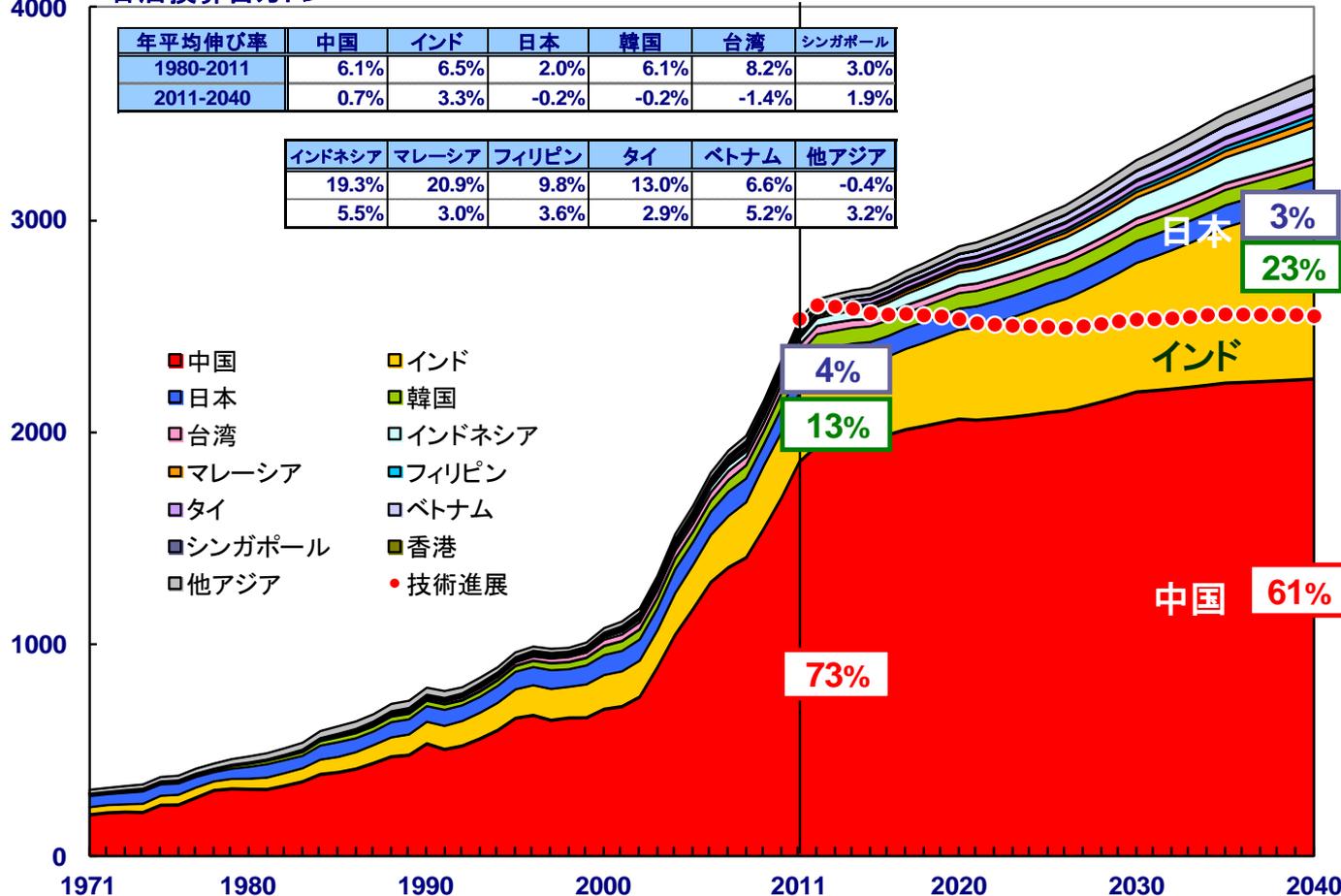


- 石炭消費増加量の約9割はアジアにおけるものとなる。世界の石炭消費に占めるアジアのシェアは約8割まで拡大、アジアは世界の石炭消費の中心であり続ける。
- 技術進展ケースでは、アジア地域の発電用途を中心に大幅に消費が削減、2040年には16億トン(32%)の削減となる。

アジアの石炭消費

レファレンスケース
技術進展ケース

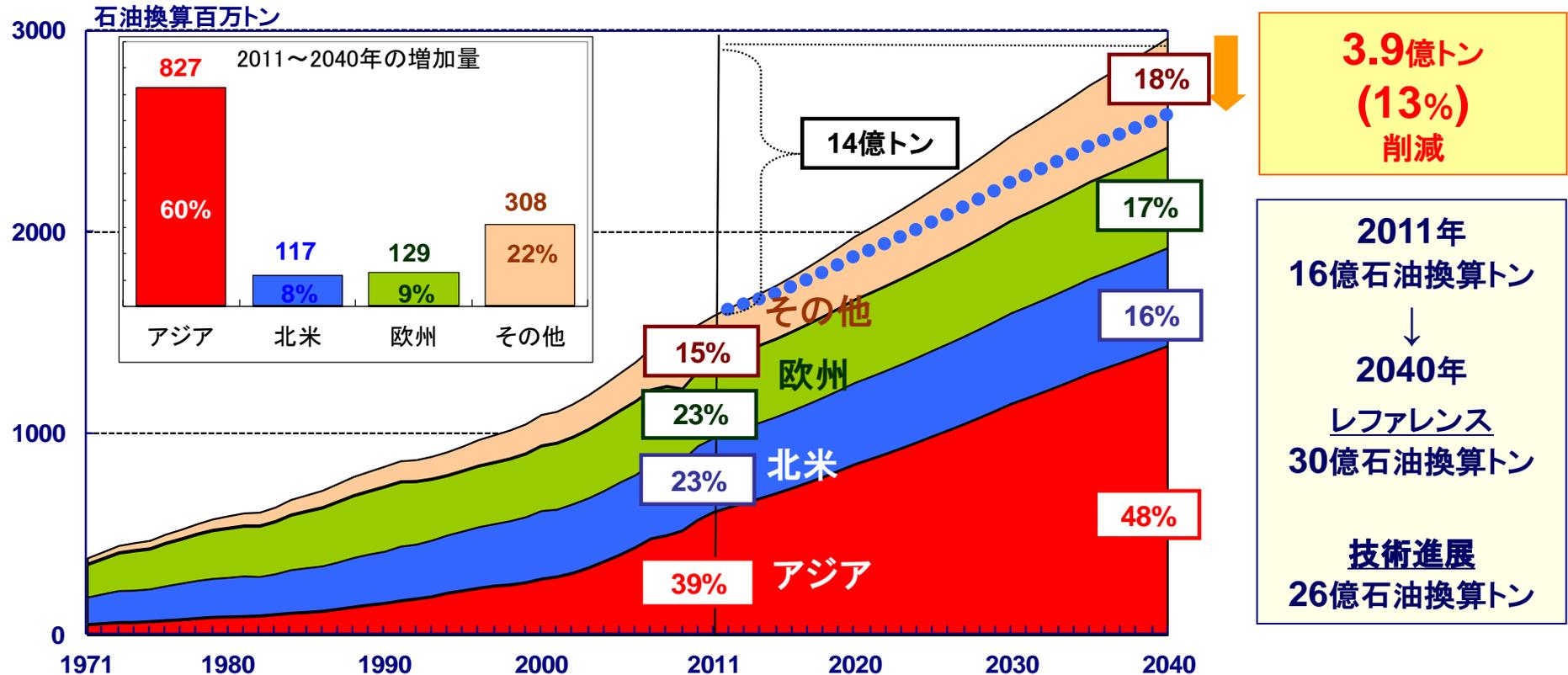
石油換算百万トン



- 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11億トン(32%)の削減となる。

世界の電力需要(地域別)

レファレンスケース
技術進展ケース



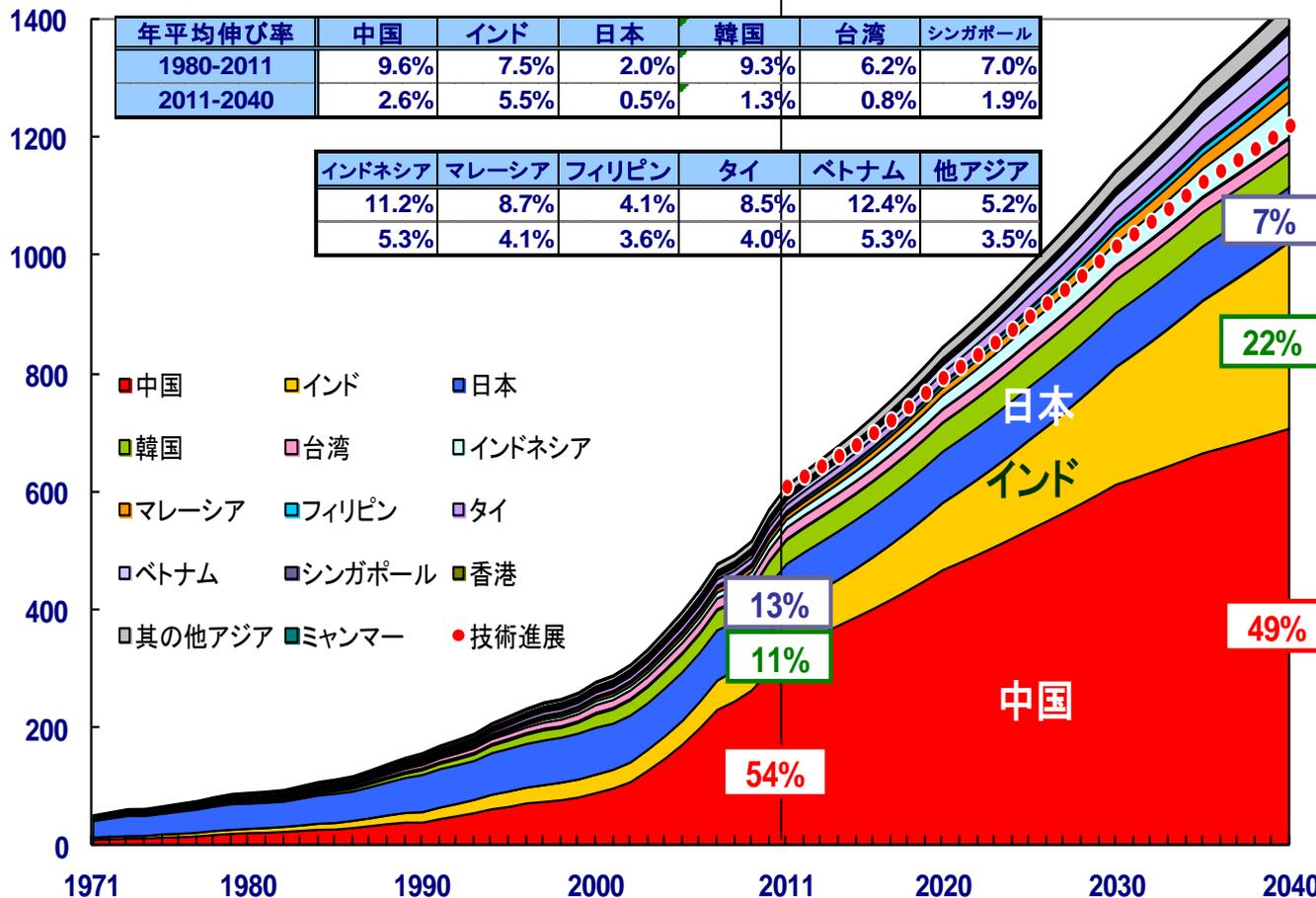
- 世界の電力需要増加量の約6割はアジアにおけるものとなる。世界の電力需要に占めるアジアのシェアは約5割まで拡大、アジアは世界の電力需要の中心となる。
- 技術進展ケースでは、アジア地域の発電用途を中心に大幅に消費量が減少、2040年には3.9億トン(13%)の削減となる。

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



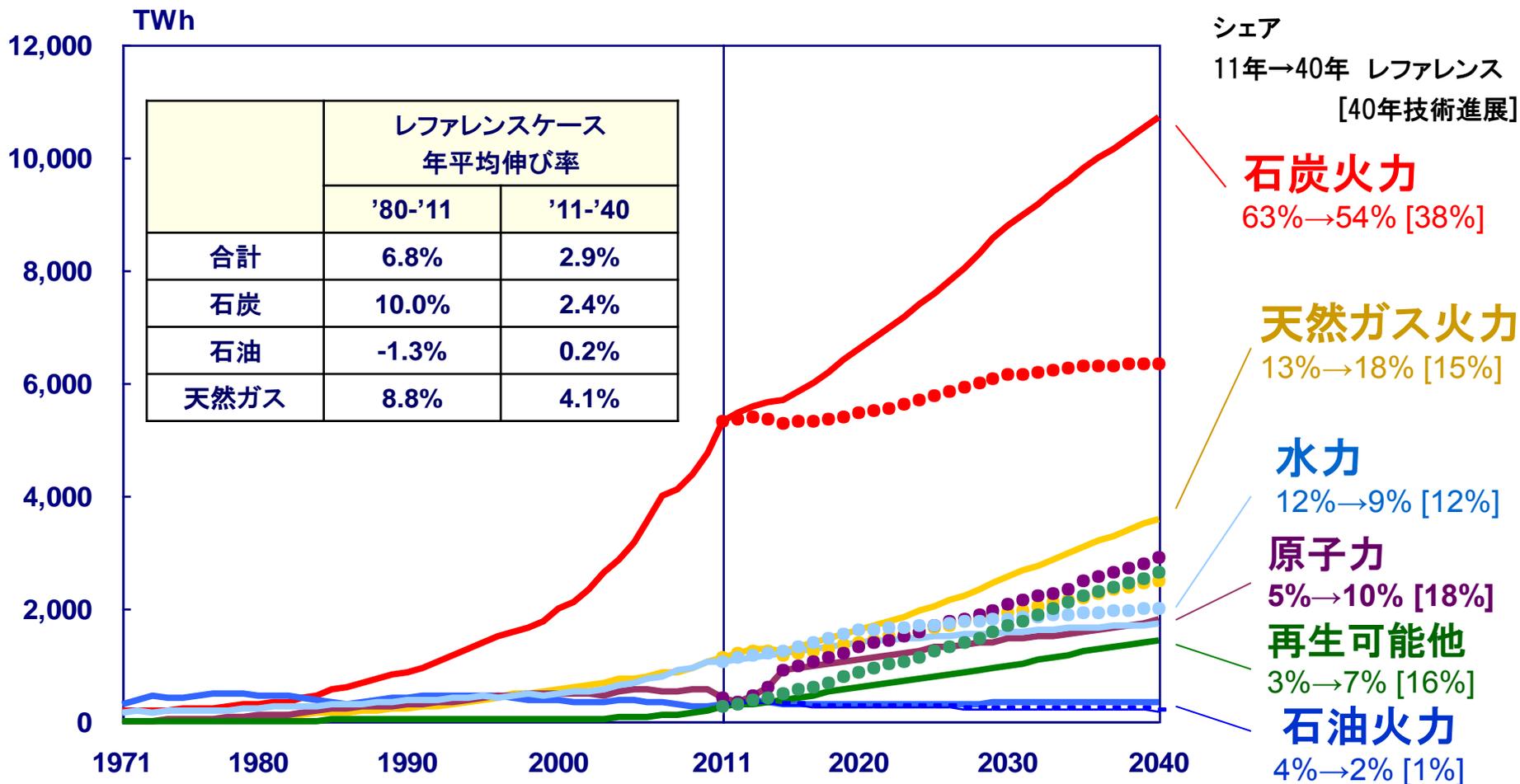
2.1億トン
(15%)
削減

2011年
6.1億石油換算トン
↓
2040年
レファレンス
14.4億石油換算トン
技術進展
12.2億石油換算トン

- 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4.8倍へ拡大する見通し。
- 電力需要の伸びはレファレンスケースで3.0%、技術進展ケースで2.4%と最終エネルギー需要の伸びを大きく上回る。

発電構成(アジア)

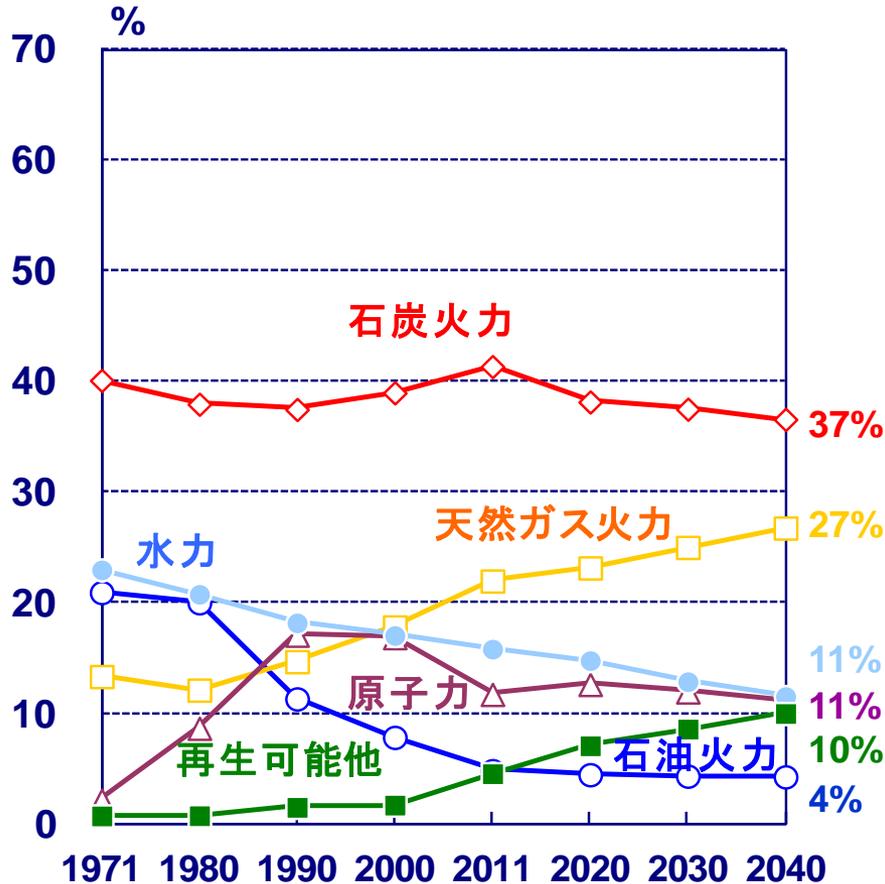
実線・・・レファレンスケース
点線・・・技術進展ケース



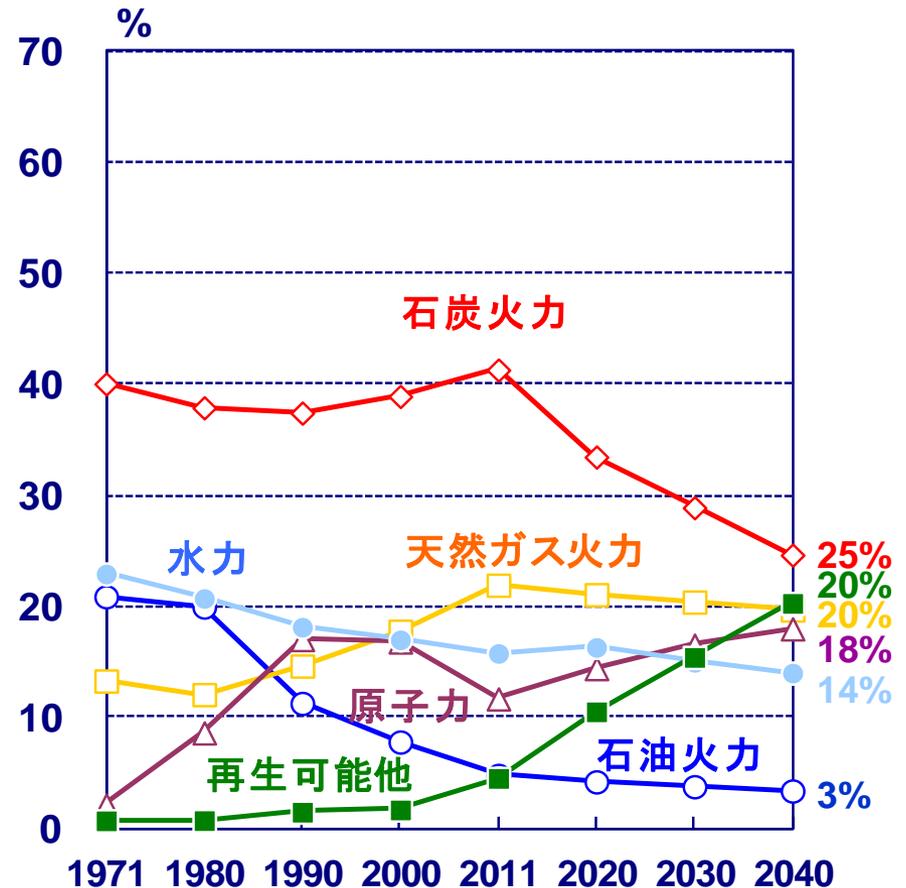
- 豊富な石炭資源の利用が今後も進み、レファレンスケースでは石炭火力シェアは5割以上を維持。発電効率が高く環境に適合した天然ガス火力の使用も増加し、発電量ベースのシェアは2011年の13%から2040年には18%に拡大する。また、原子力のシェアは2040年においても10%と一定の役割を担う。
- 技術進展ケースでは石炭火力のシェアは38%まで低下するが、依然として最も高いシェアを有するため、アジア非OECDでのクリーンコール技術の活用は非常に重要な課題であり続ける。

発電構成シェア(世界)

レファレンスケース



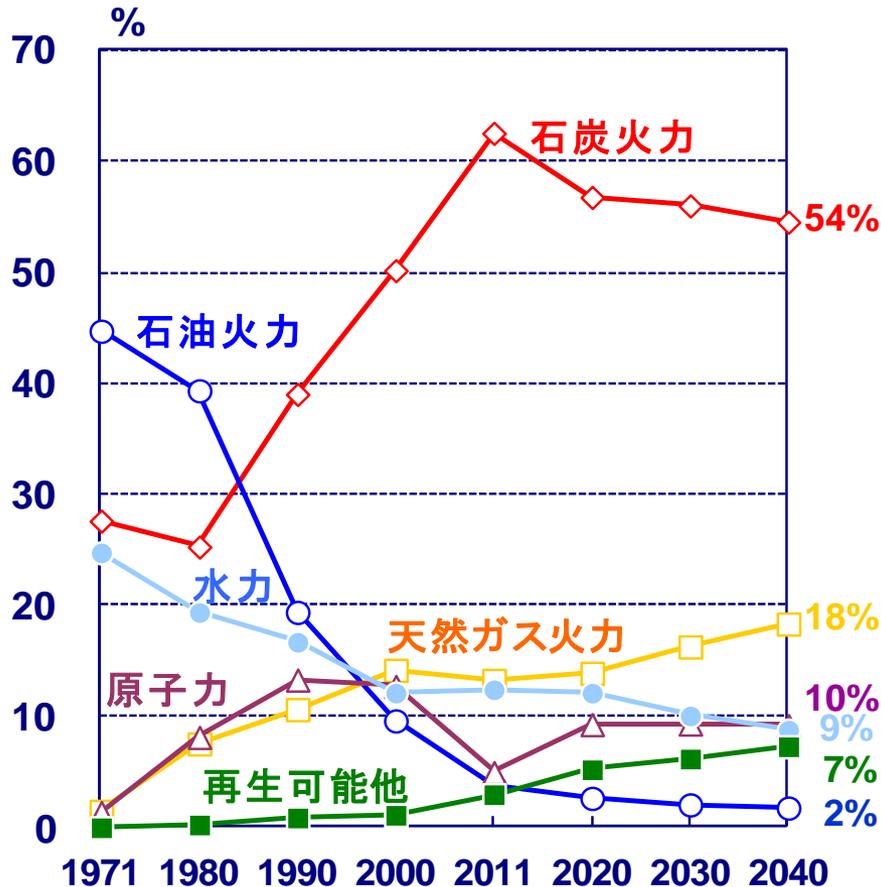
技術進展ケース



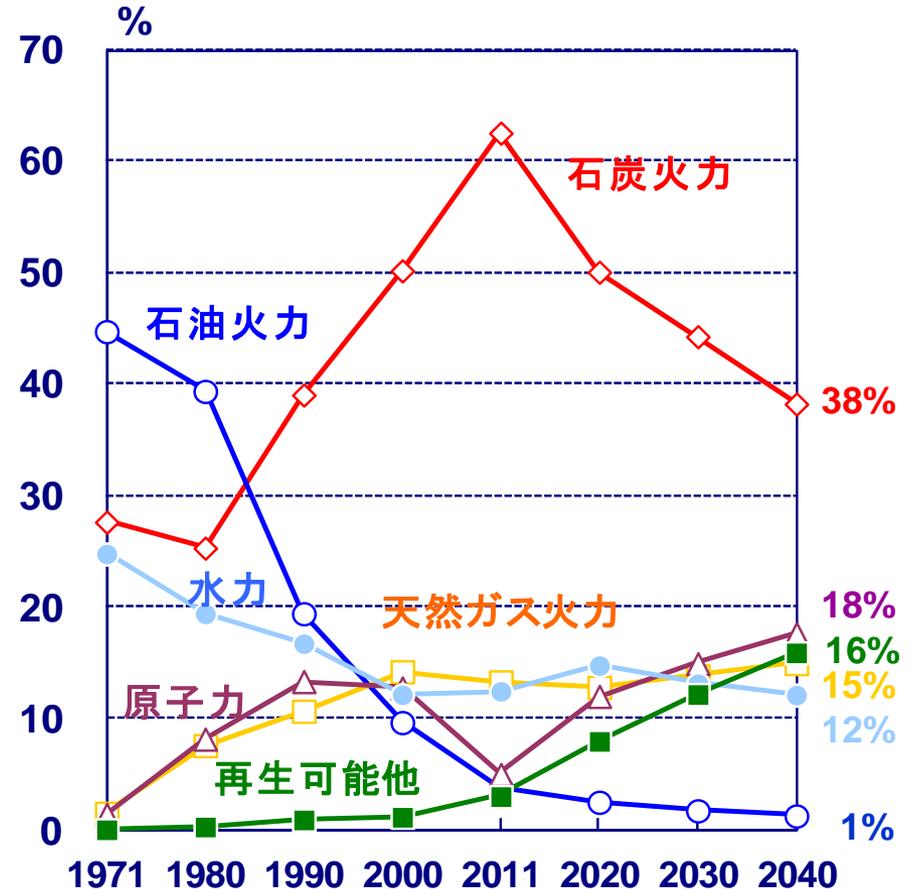
- レファレンスケースでは、2040年においても石炭火力が最も大きなシェアを占め続ける。
- 技術進展ケースでは石炭火力のシェアが大きく縮小し、再生可能エネルギーのシェアが拡大する。

発電構成シェア(アジア)

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、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。

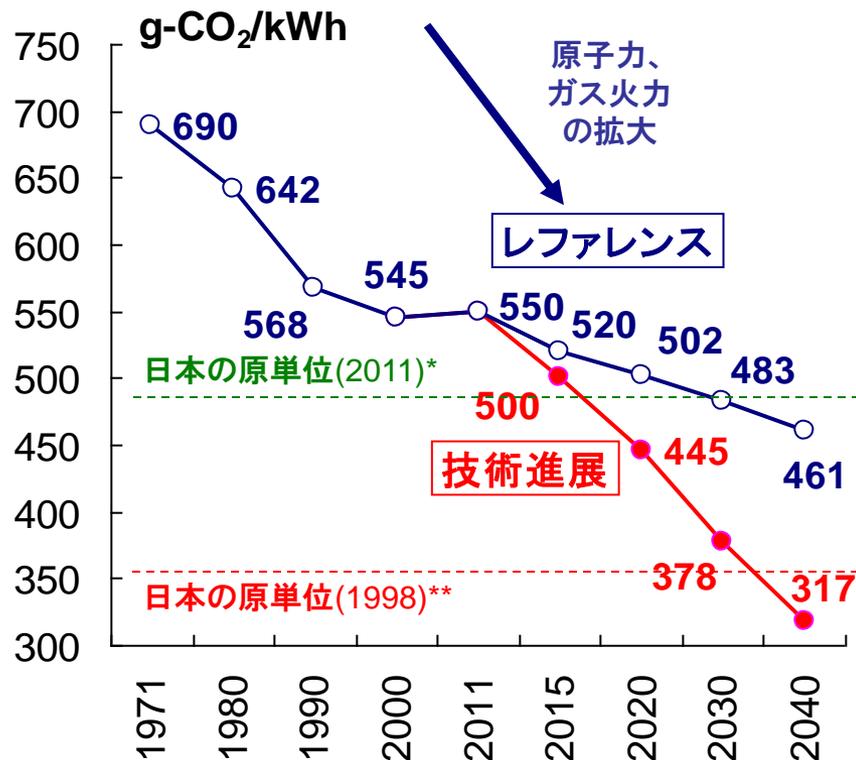
電力のCO₂排出原単位の見通し

レファレンスケース
技術進展ケース

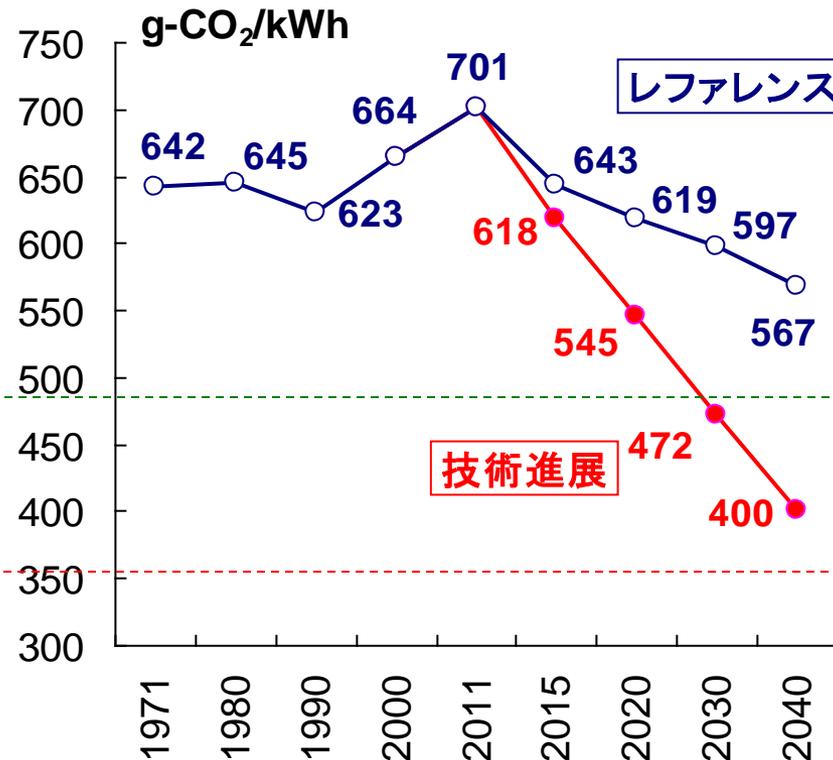


*発電端でのCO₂排出原単位

世界



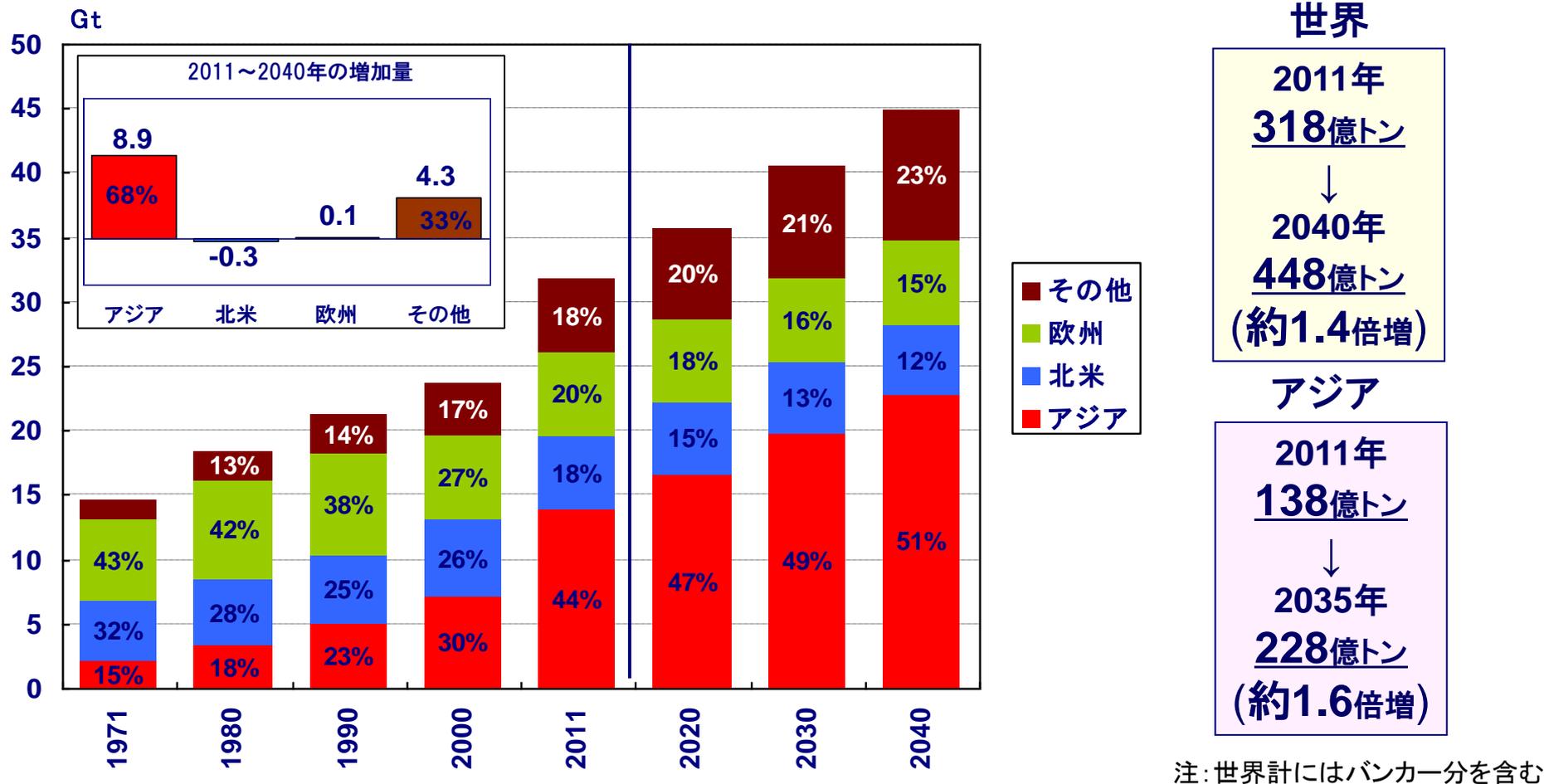
アジア



*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2011年比16%改善、アジアで19%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2011年比42%改善、アジアで43%改善する見込み。

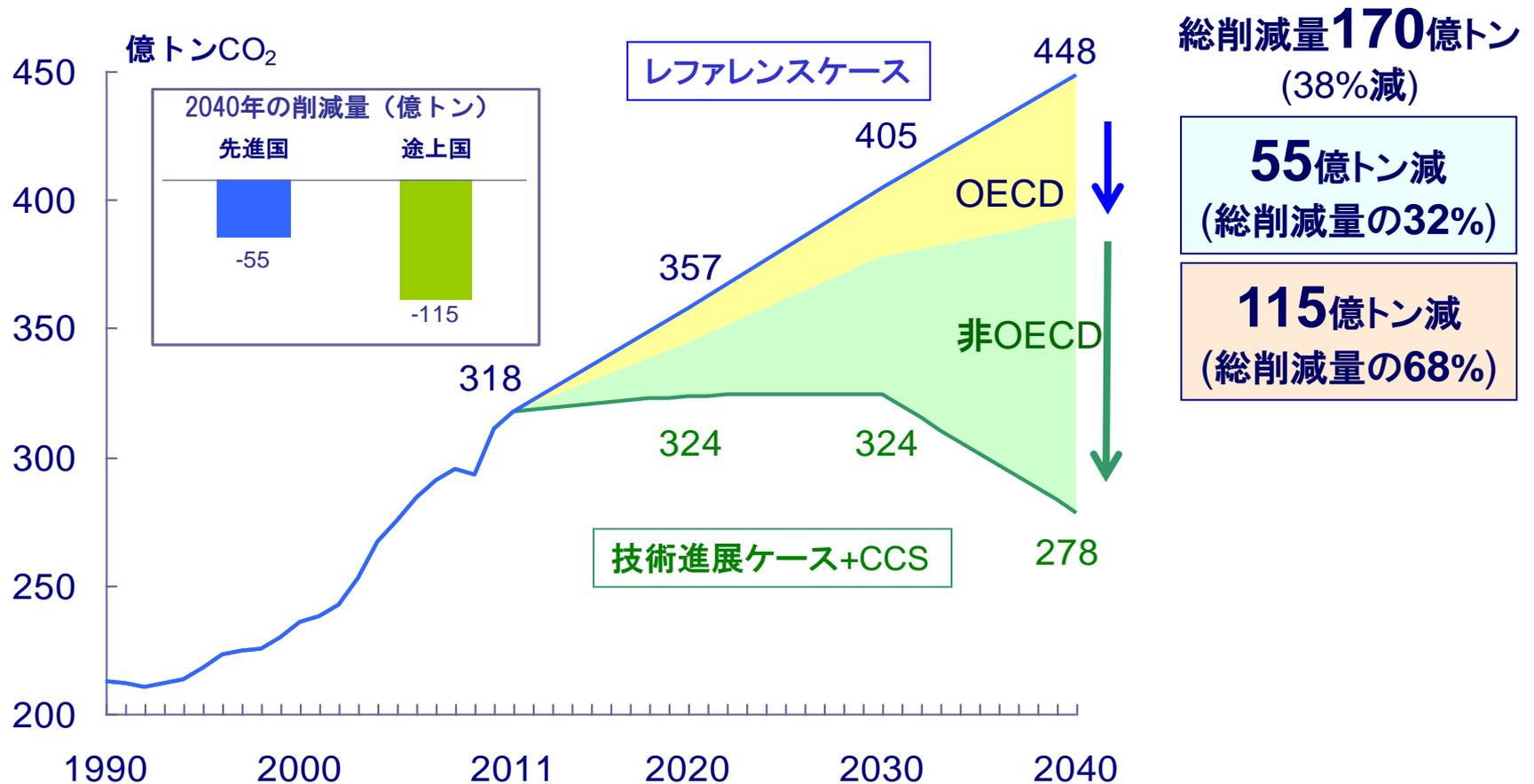
CO₂排出量(世界)



- 世界のCO₂排出量は2011年の318億トンから、2020年に357億トン(1990年比68%増)、2040年に448億トン(同111%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2011年の38%から2040年には27%へ減少する。

CO₂排出削減量の地域別内訳(世界)

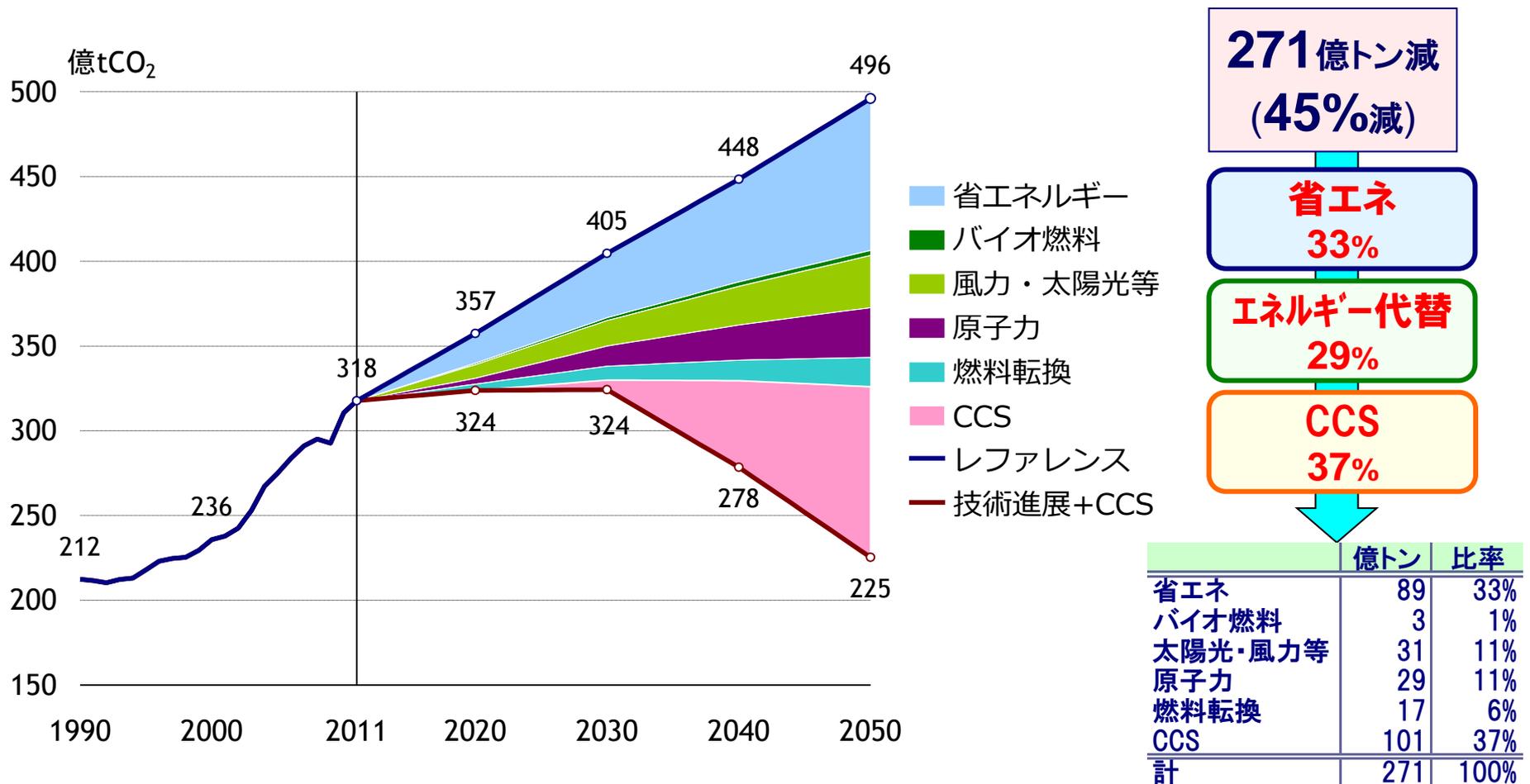
レファレンスケース 
技術進展+CCSケース



- 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における地球温暖化対策の強化や、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。

技術によるCO₂排出削減(世界 2050年)

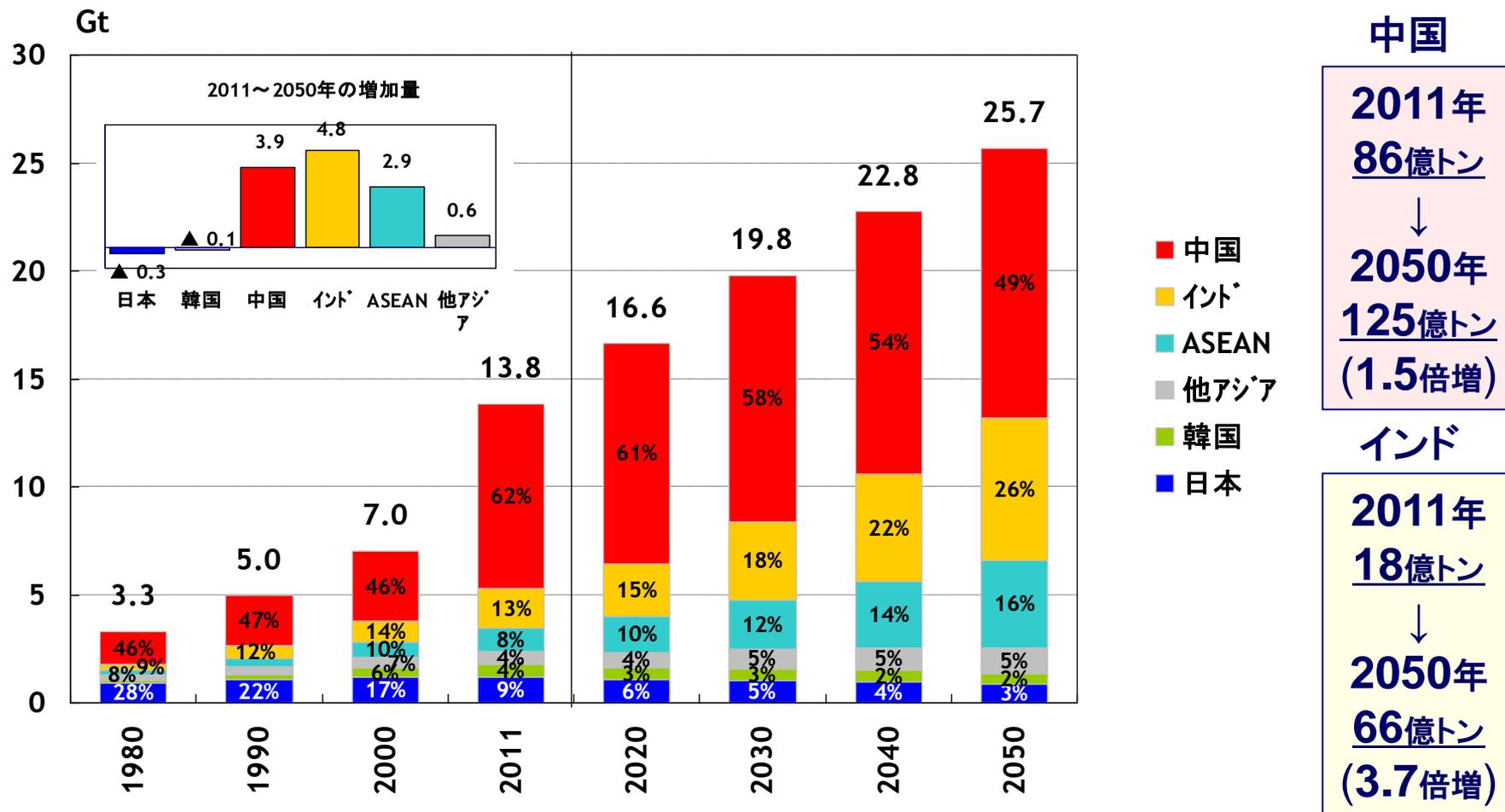
レファレンスケース
技術進展+CCSケース



■ エネルギー・環境技術の一層の進展により、世界のCO₂排出量は2011年とほぼ同じ水準で推移し、2030年代にはさらに減少する。

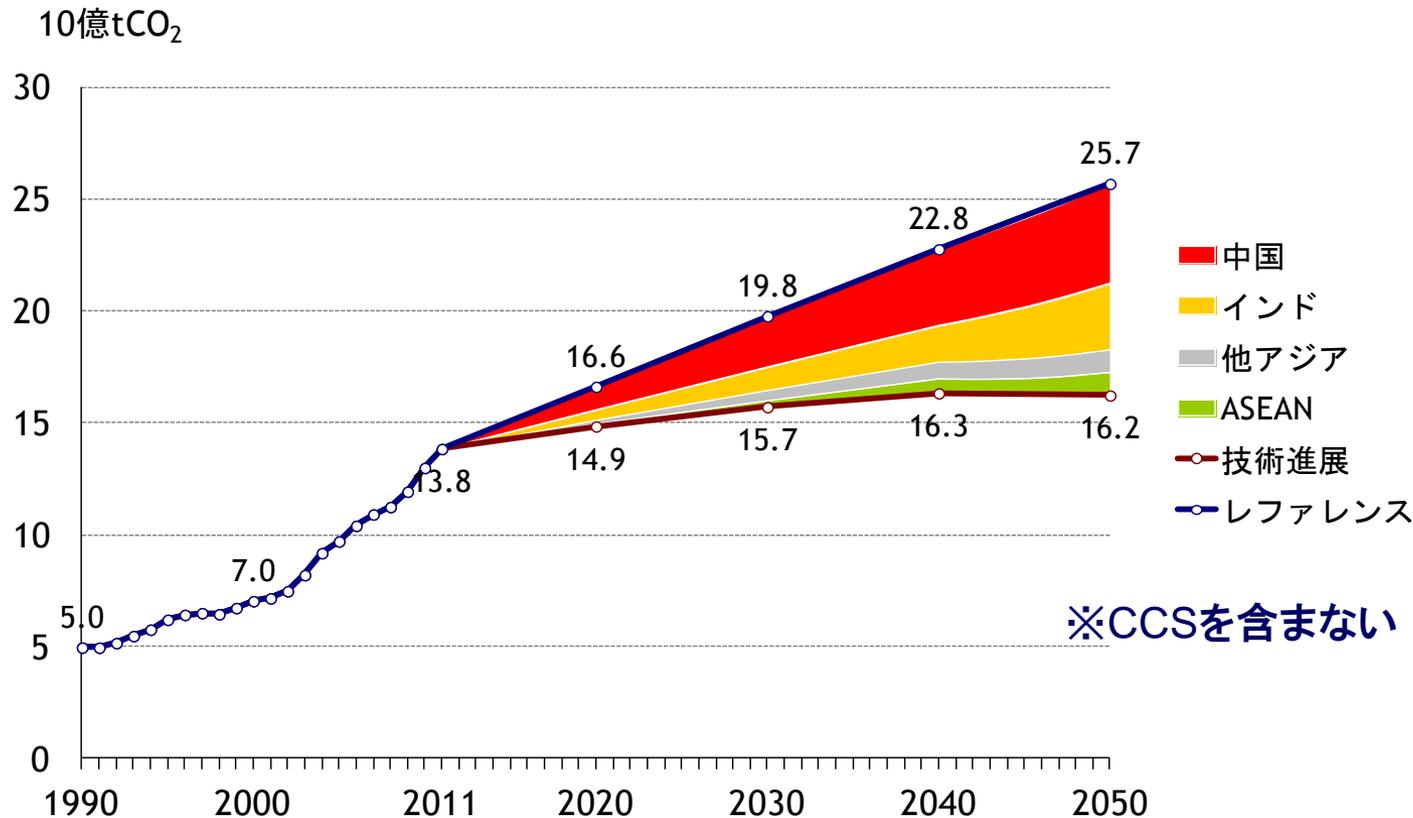
■ 省エネルギー、発電高効率化、非化石エネルギー導入、燃料転換、CO₂回収貯留技術などのエネルギー施策が、複合的にCO₂排出削減に大きく貢献する。

CO₂排出量(アジア 2050年)



- 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。
- 2011年～2050年までの世界のCO₂排出増加量のうち、アジアにおける排出増加量が約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。

CO₂排出量の地域別内訳(アジア 2050年) レファレンスケース 技術進展ケース



総削減量**95億トン**
(37%減)

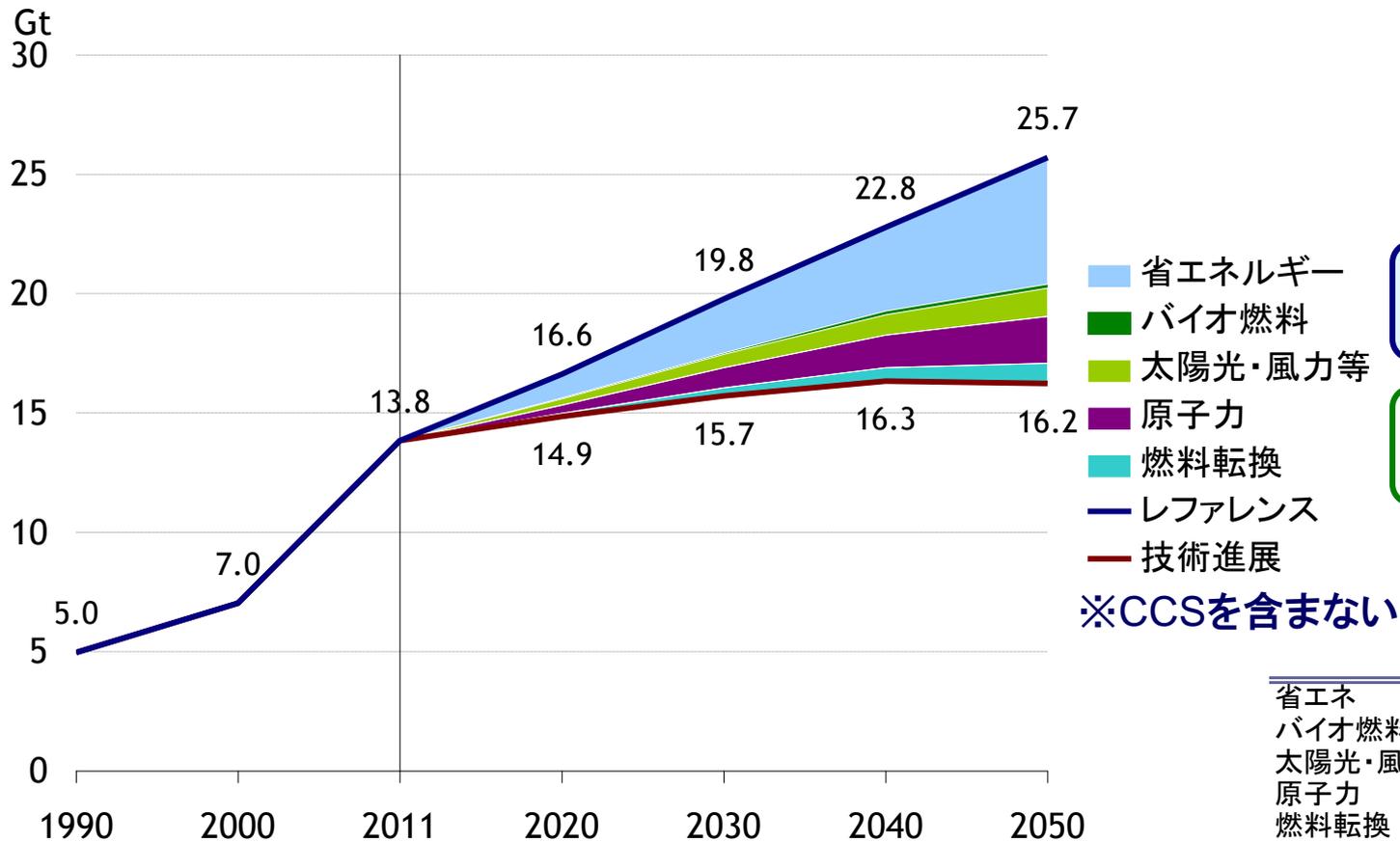
中国
44億トン減
(総削減量の47%)

インド
30億トン減
(総削減量の31%)

ASEAN
10億トン減
(総削減量の11%)

- 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95億トン削減され得る。
- 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44億トンに達し、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諸国を合わせて約4割の削減ポテンシャルが存在する。

技術によるCO₂排出削減(アジア 2050年) レファレンスケース 技術進展ケース



95億トン減
(37%減)

省エネ
56%

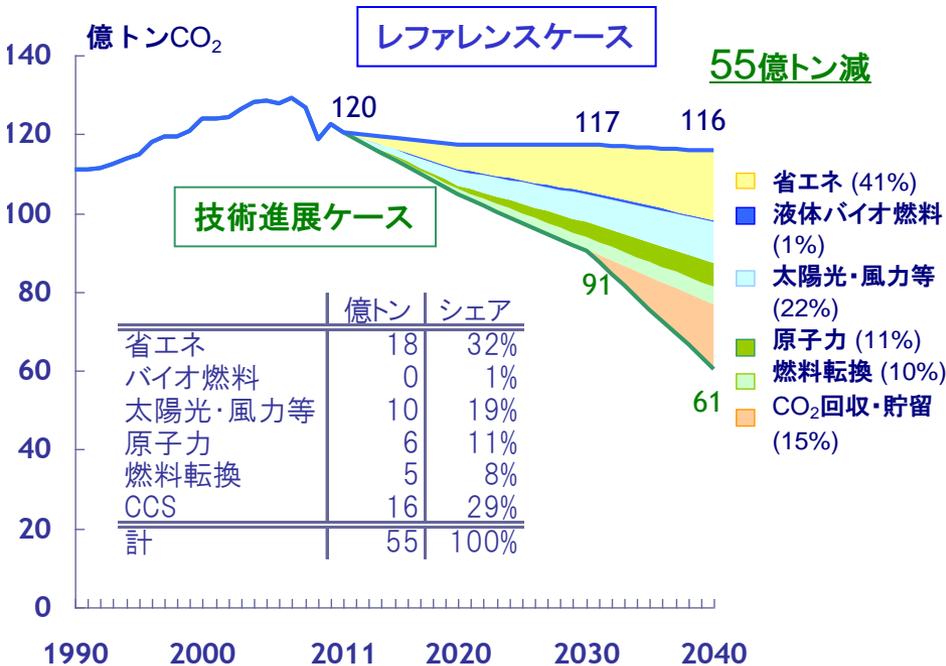
エネルギー代替
44%

| | 削減寄与(Mt) | シェア |
|---------|----------|------|
| 省エネ | 5,296 | 56% |
| バイオ燃料 | 161 | 2% |
| 太陽光・風力等 | 1,191 | 13% |
| 原子力 | 1,964 | 21% |
| 燃料転換 | 848 | 9% |
| CCS | 0 | 0% |
| 計 | 9,465 | 100% |

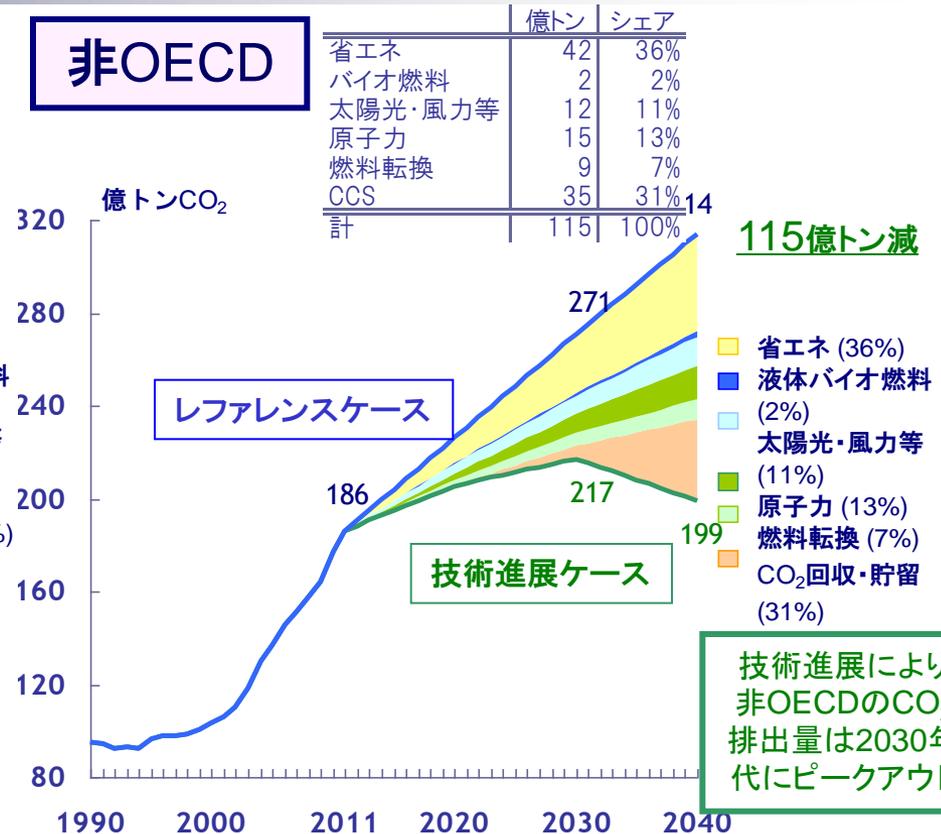
アジア非OECDを中心に、積極的なエネルギー技術協力や、先端技術の移転を促進し、革新的技術の普及拡大を進めることで、CO₂排出量の中期的な伸びを大きく抑制する。

技術によるCO₂排出削減(OECD・非OECD) レファレンスケース 技術進展+CCSケース

OECD

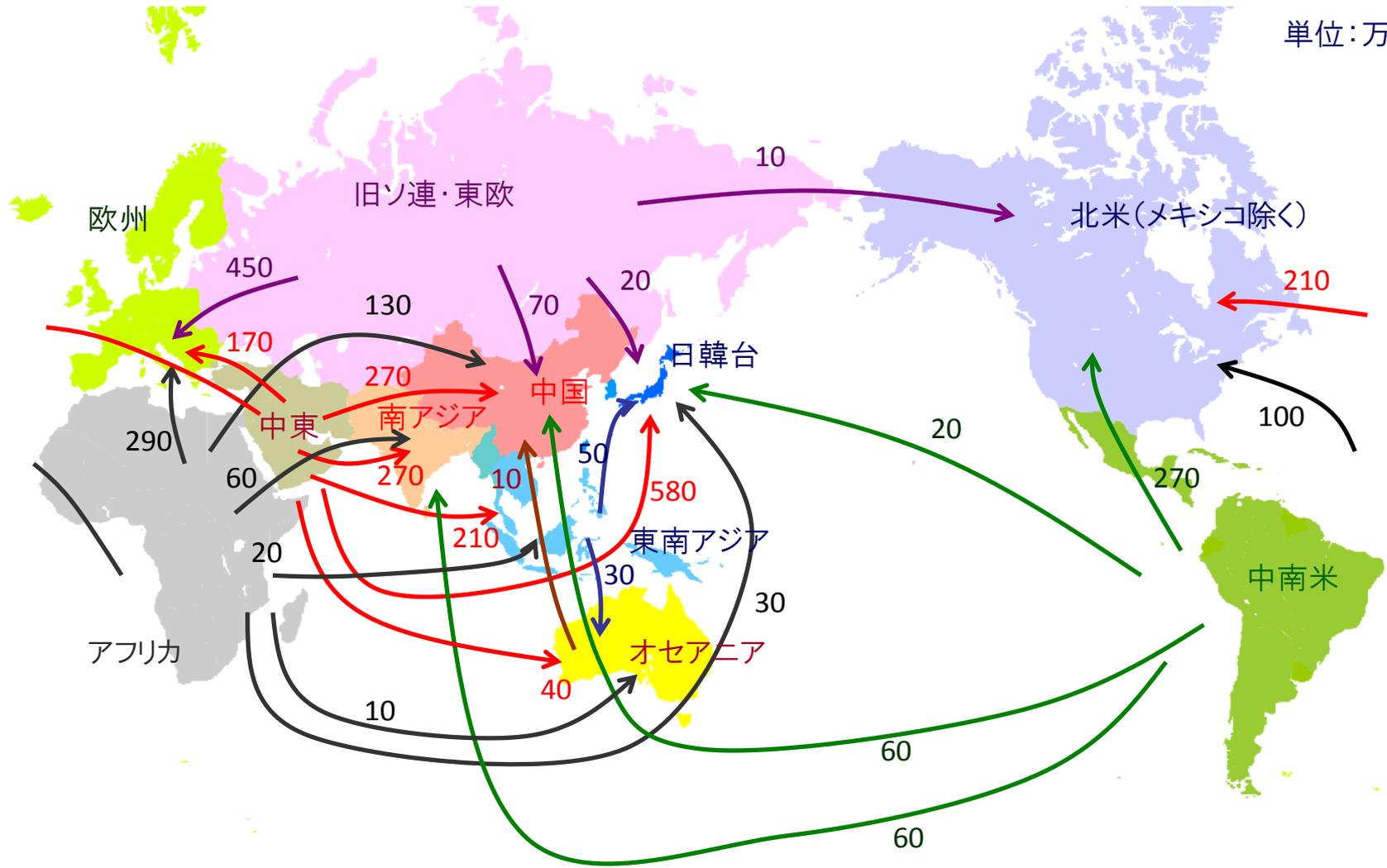


非OECD



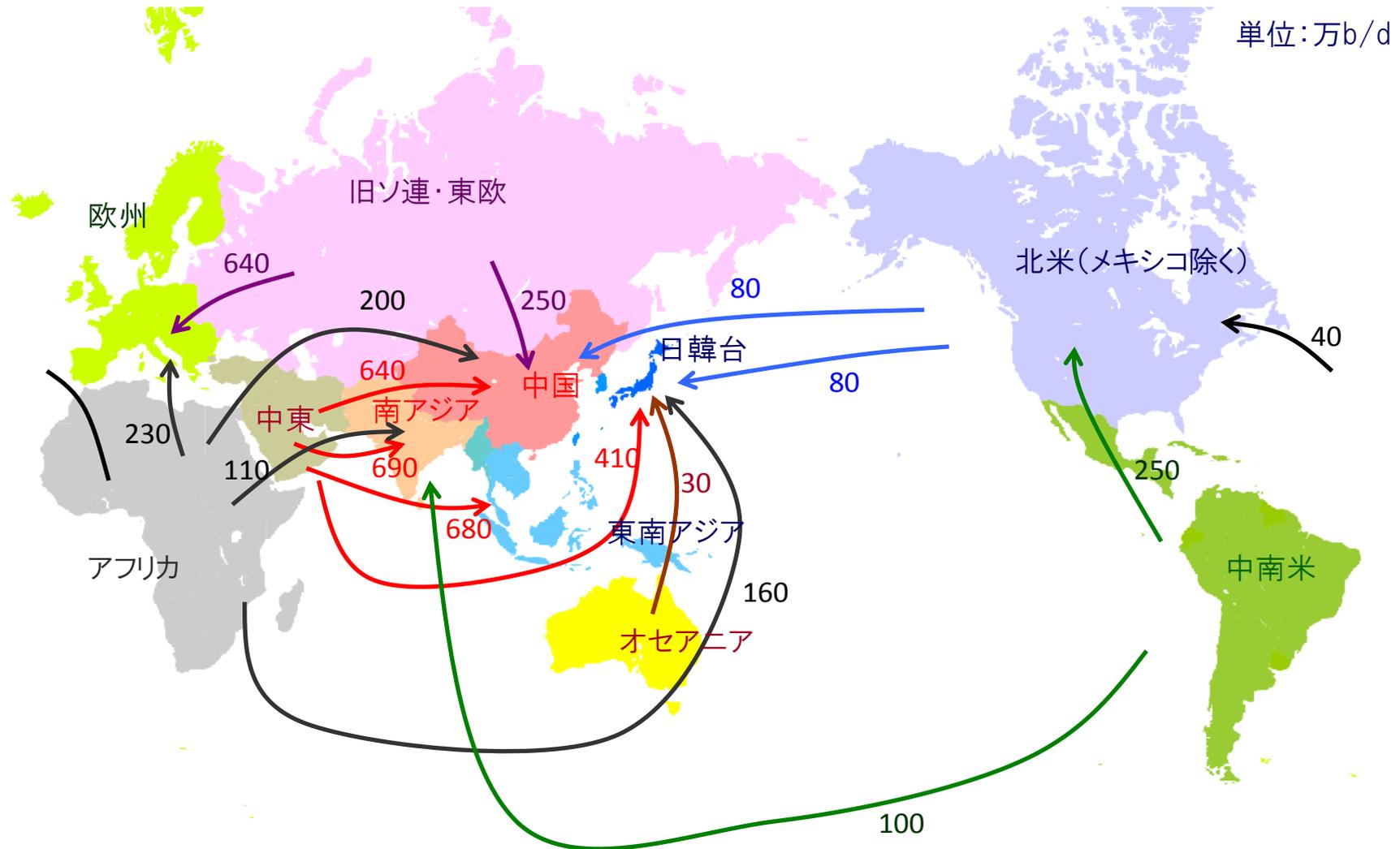
- 2040年のOECD諸国のCO₂削減量55億トンのうち、省エネが18億トン(総削減量に占める割合:32%)、原子力6億トン(同11%)、再生可能エネルギー10億トン(同19%)、燃料転換5億トン(同8%)、CO₂回収貯留技術(CCS)16億トン(同29%)の削減に貢献する。
- 技術進展ケースでは、非OECD諸国のCO₂排出量は2030年代前半にピークアウトする。2040年の非OECD諸国の削減量115億トンのうち、省エネが42億トン(同36%)、原子力15億トン(同13%)、再生可能エネルギー12億トン(同11%)、燃料転換9億トン(同7%)、CCSが35億トン(同31%)の削減に貢献する。
- とくに非OECD諸国での省エネによるCO₂排出削減量が大きく(42億トン、世界の総削減量170億トンの25%)、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。

主な原油貿易フロー(2012年)



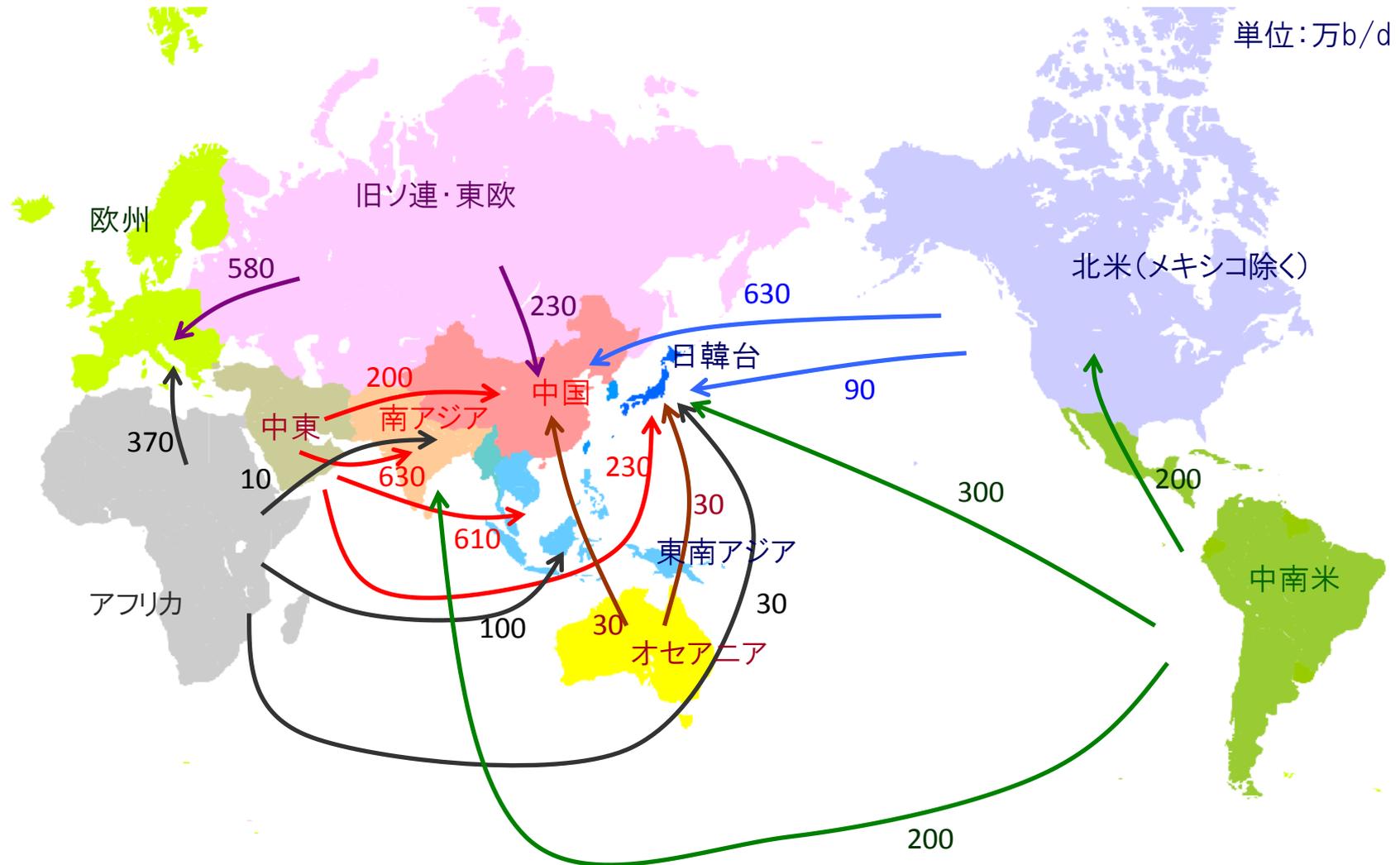
■ 2012年現在、世界の原油貿易は中東、アフリカ、旧ソ連、中南米等の生産地域から、北米・アジア・欧州等の需要地域へと向っている。

主要な原油貿易フロー(2040年:レファレンスケース)



- 2040年には北米からアジアへの輸出フローが確立。中国への原油輸入は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。

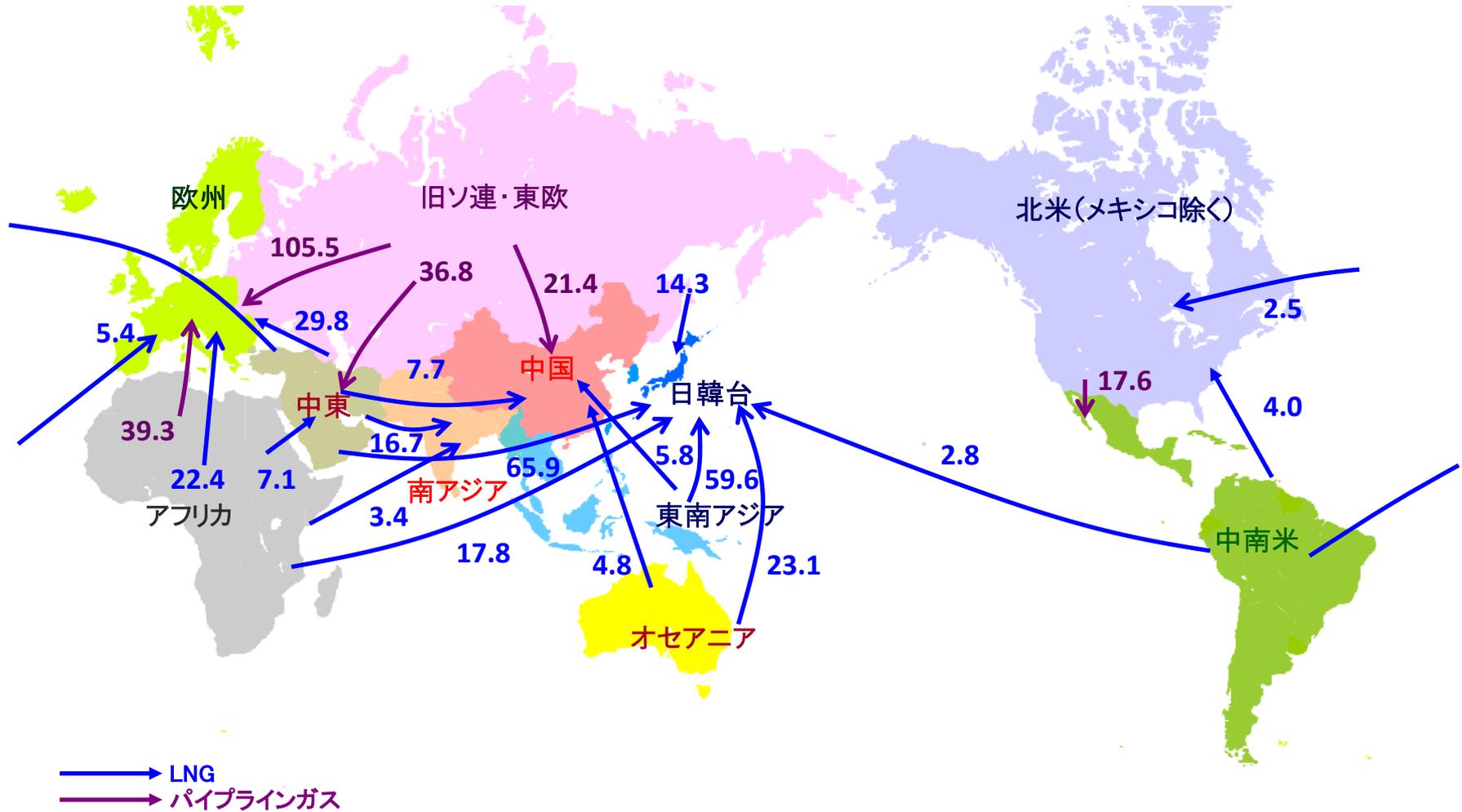
主要な原油貿易フロー(2040年:開発促進ケース)



- 開発促進ケースでは北米が原油の純輸出地域となり、アジアへ大量の輸出がなされる。
- 一方で東アジア・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。

主なガス貿易フロー(2012年)

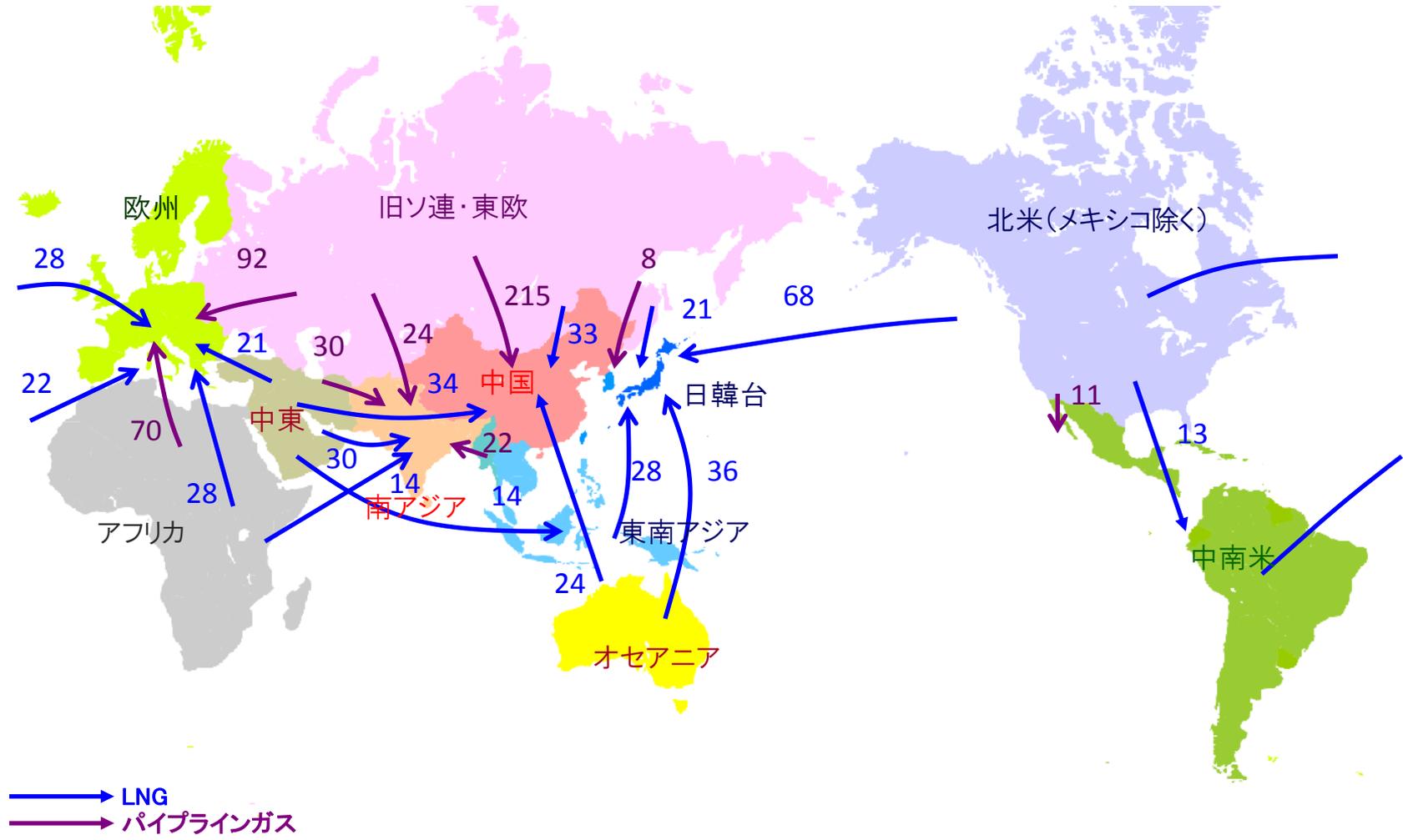
単位:BCM



主要な天然ガス貿易フロー(2040年:レファレンスケース)

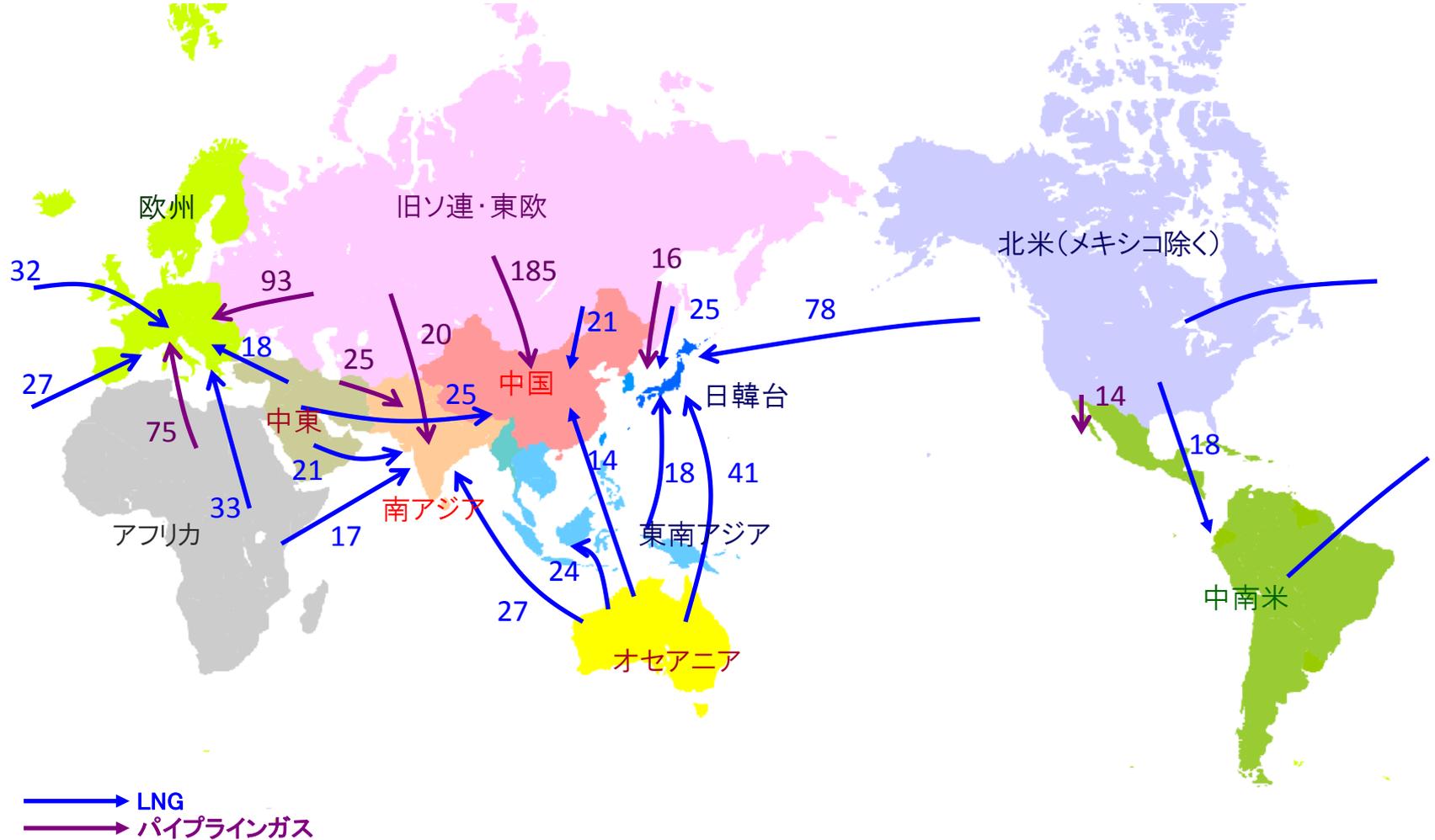


単位:BCM



主要な天然ガス貿易フロー(2040年:開発促進ケース)

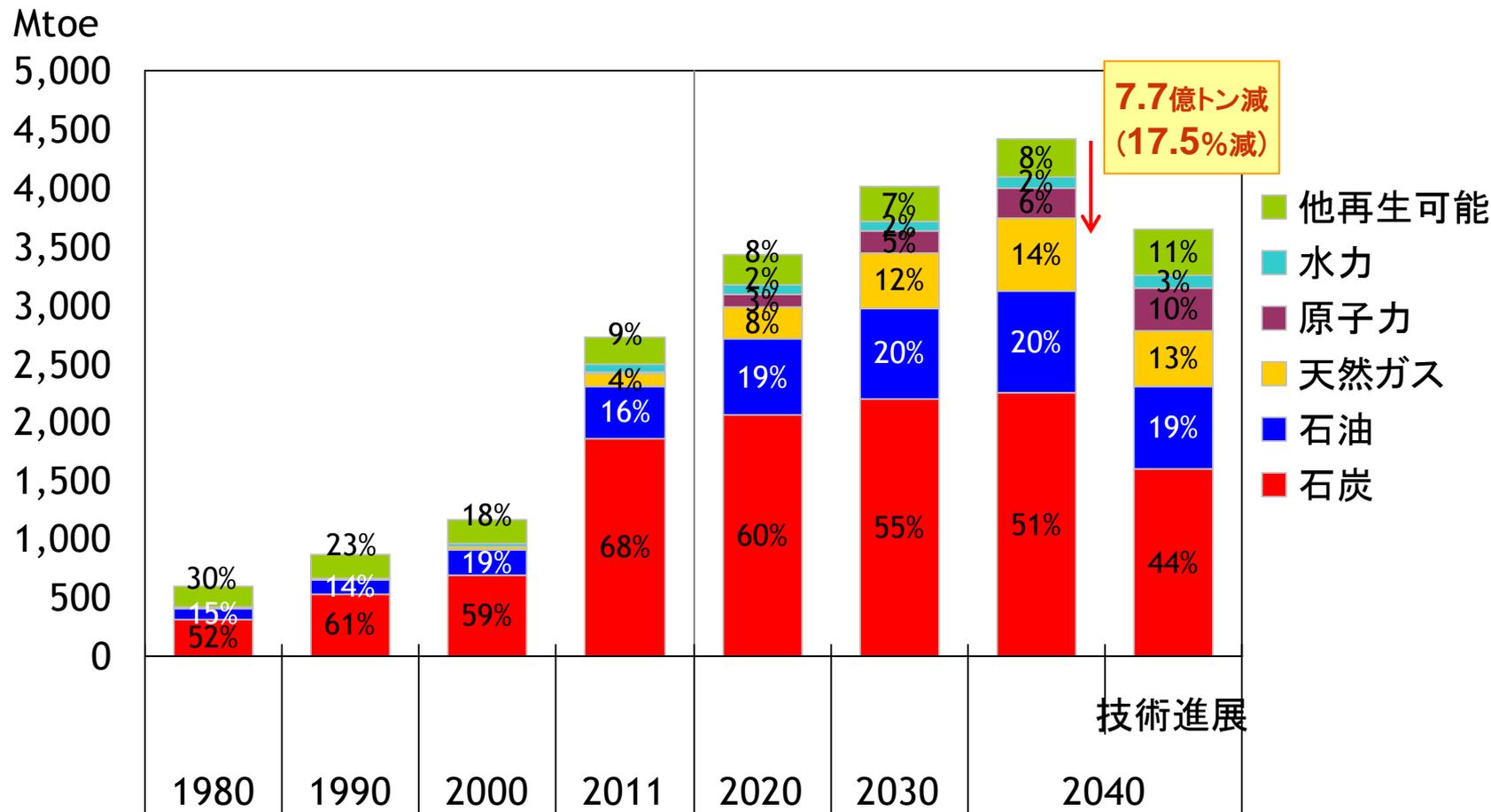
単位:BCM



中国のエネルギー需給の展望

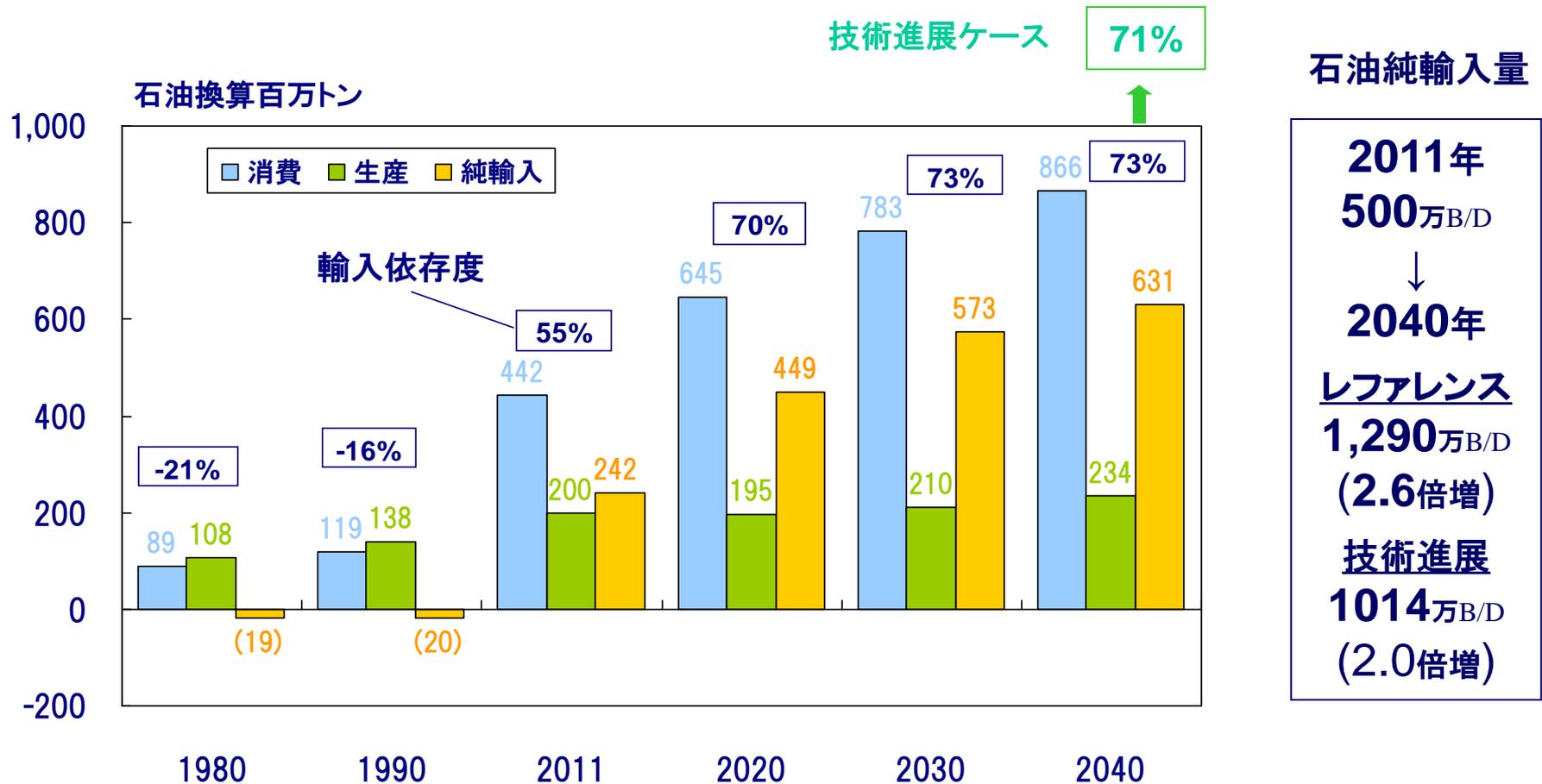
中国の一次エネルギー消費

レファレンスケース
技術進展ケース



- 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1.7%で増加。石炭は発電需要の増加により、また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。
- 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7.7億トン(17.5%)の削減となる。

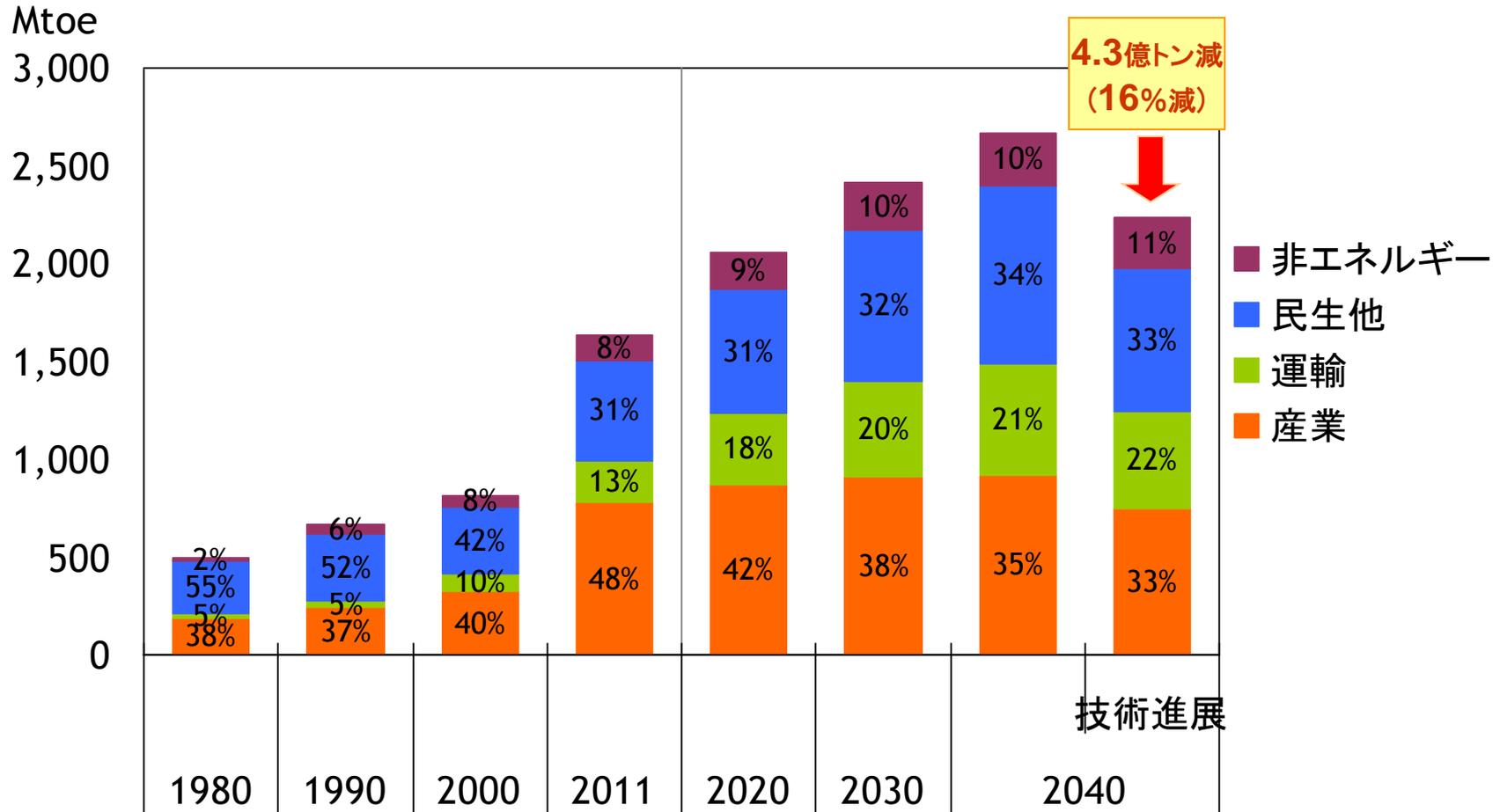
中国の石油需給バランス



- レファレンスケースでは、石油の純輸入量は2040年に6.3億トン(1,290万バレル/日程度)まで増加する。これに伴い、輸入依存度は73%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、輸入依存度は減少し、2040年に71%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。

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

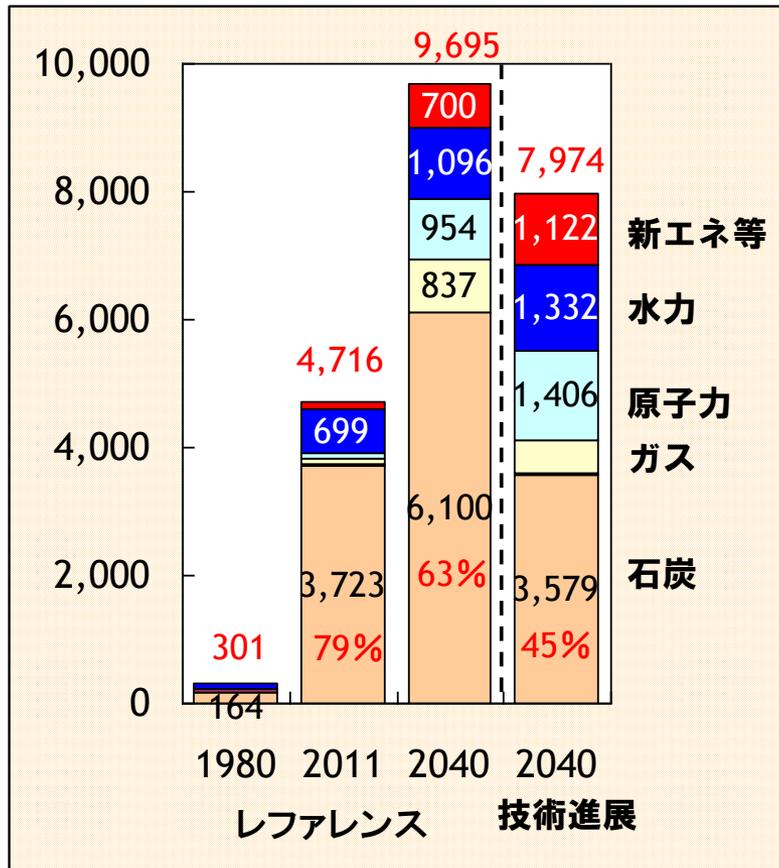


- 最終エネルギー消費は堅調に増加し、2040年に石油換算27億トン(2011年から10億トンの増加)となる。足元では重工業化により産業の消費が増加した。
- 民生・運輸部門の増加が堅調である。2040年には民生の消費シェア34%に達する。ただし、一人当たり民生用エネルギー消費は依然として少ない。
- 技術進展ケースでは産業・民生を中心に4.3億トンの削減(16%減)が見込まれる。

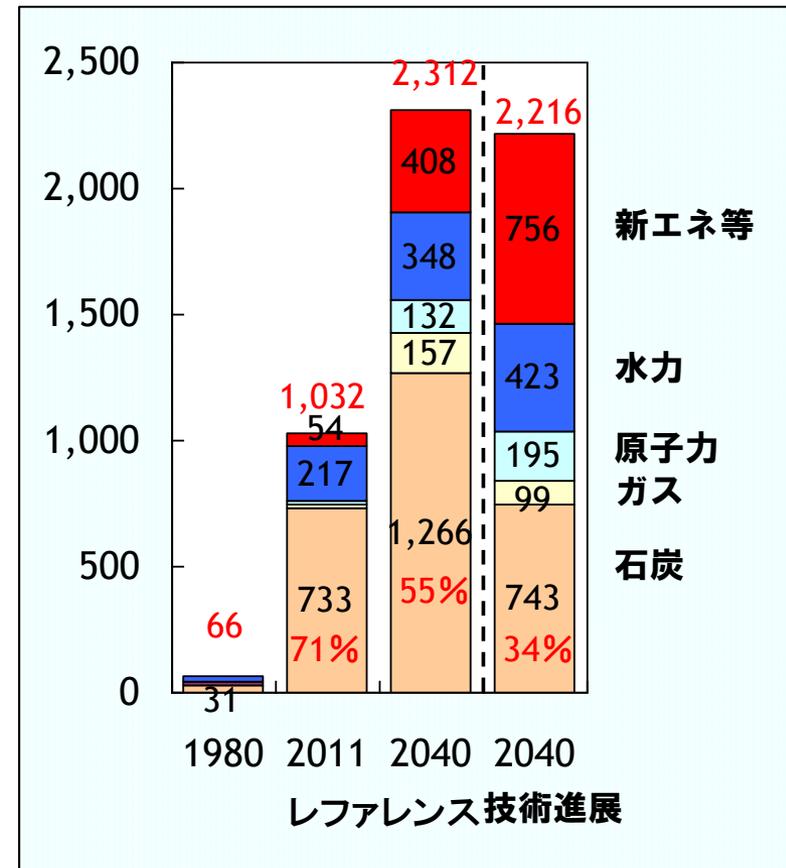
中国の発電容量と発電量

レファレンスケース 技術進展ケース

【発電量(TWh)】



【発電設備容量(100万kW)】



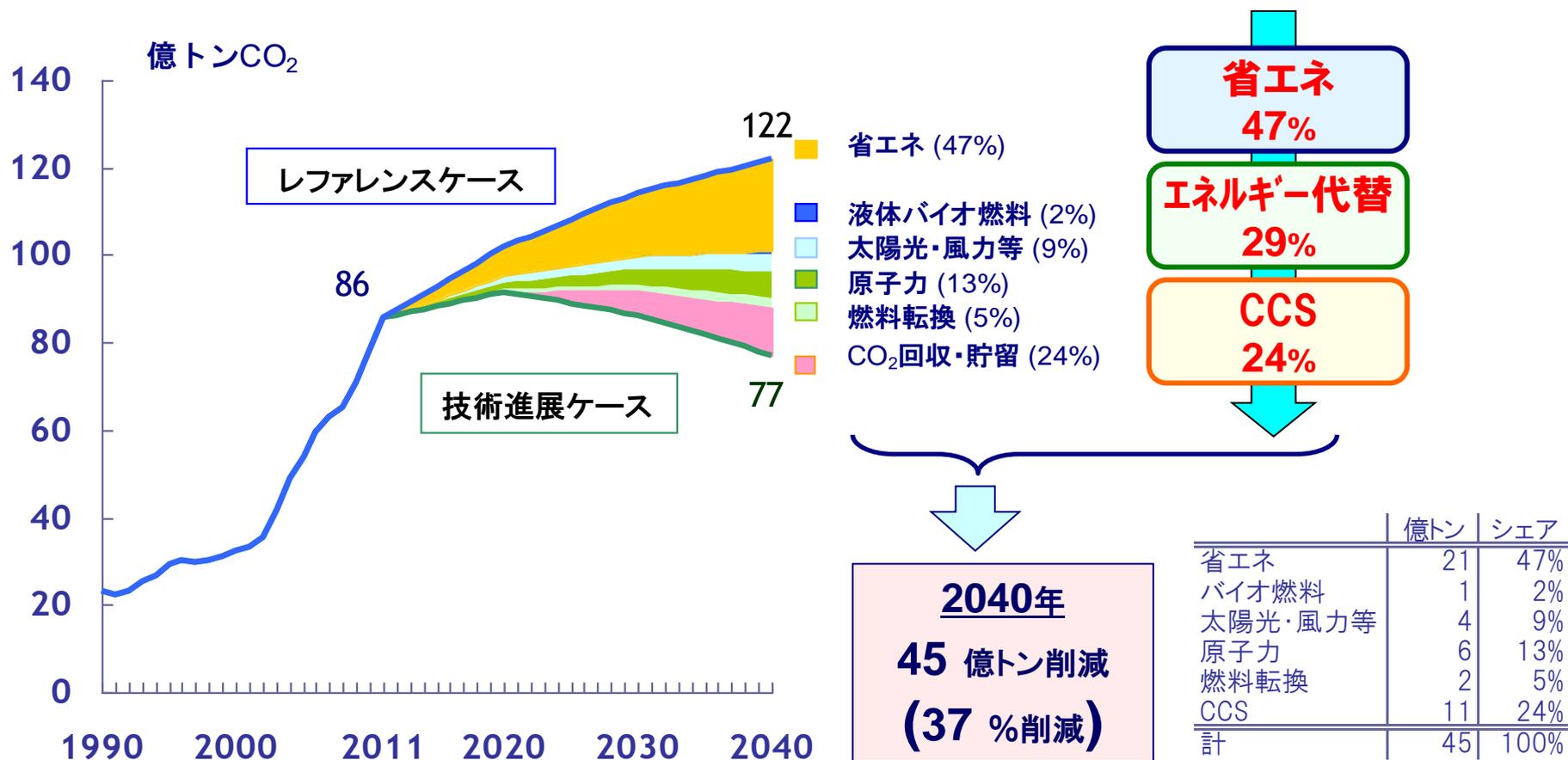
■ 発電設備容量は2011年の約10億kWから2040年には23.1億kWに達し、年平均4,400万kW増加する。2011年に全発電設備容量の71%を占める石炭火力のシェアは、2040年には55%へ減少する。発電量は2011年の4.7兆kWhから2040年に9.7兆kWhに達する。石炭火力シェアは2011年の79%から2040年に63%へ低下する。

■ 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する。原子力・水力・新エネルギーの利用が急拡大する。49

中国のCO₂排出量の削減

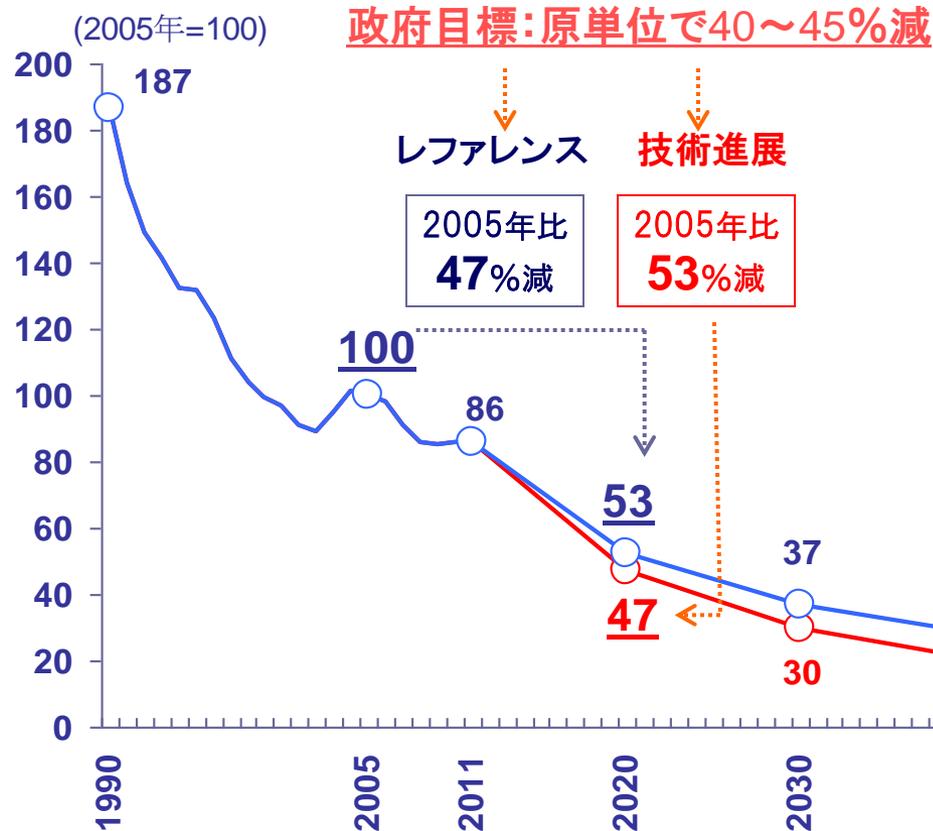
レファレンスケース
技術進展+CCSケース

- レファレンスケースでは、CO₂排出量は2011年から2040年までに36億トン増加(42%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45億トン減少(37%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当たり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 | 4.3 | 3.6 |
| 脱炭素化 Δ(C/E) | 0.8 | ▲ 0.1 | ▲ 0.4 |
| 省エネ Δ(E/Y) | ▲ 4.8 | ▲ 4.1 | ▲ 4.5 |
| 経済成長 ΔY | 10.2 | 8.9 | |

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当たり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した。
- 2020年の中国のGDP当たりCO₂排出量は、レファレンスケースでは、2005年比47%削減され、技術進展ケースでは、2005年比53%削減される。レファレンスケースにおける2020年のGDP当たり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値以上に削減が進展する可能性が考えられる。

インドのエネルギー需給の展望

インドの一次エネルギー消費

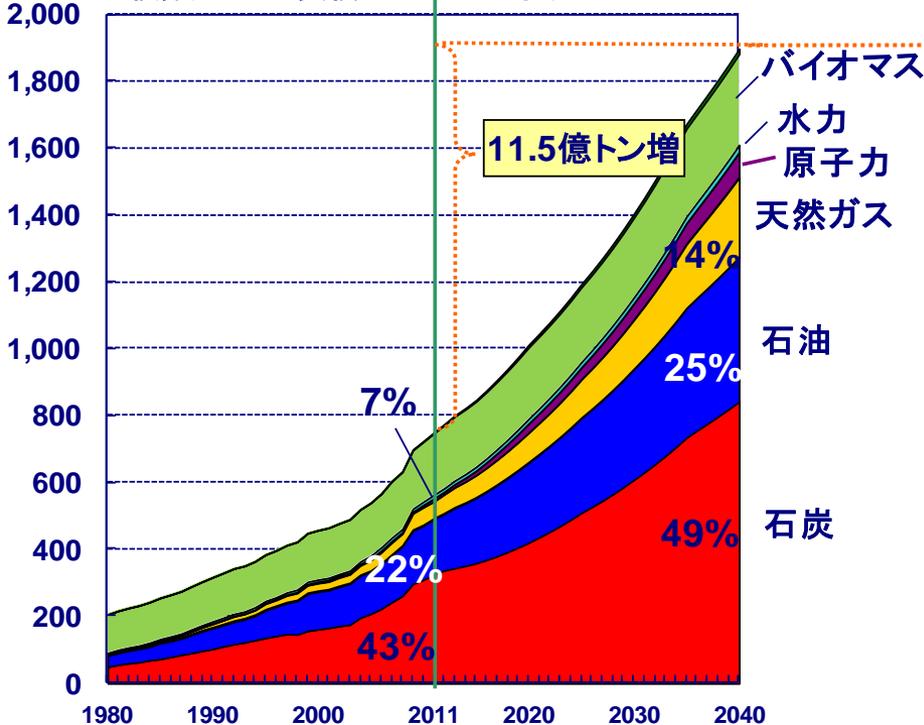
レファレンスケース
技術進展ケース

レファレンスケース

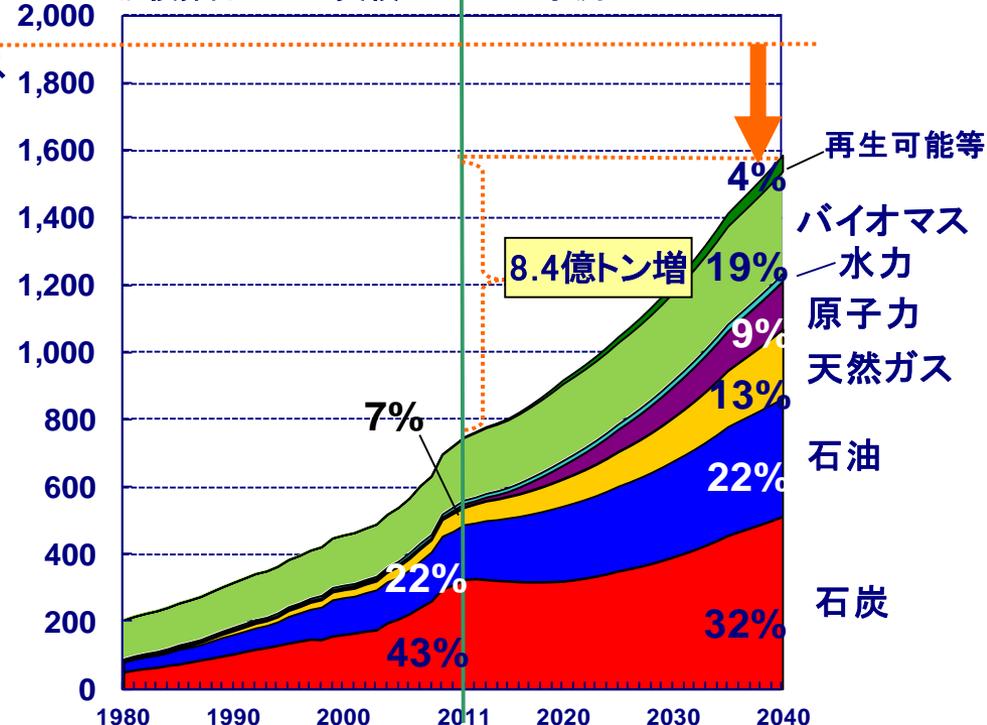
技術進展ケース

3.1億トン減
(16%減)

石油換算百万トン 実績 ← → 予測



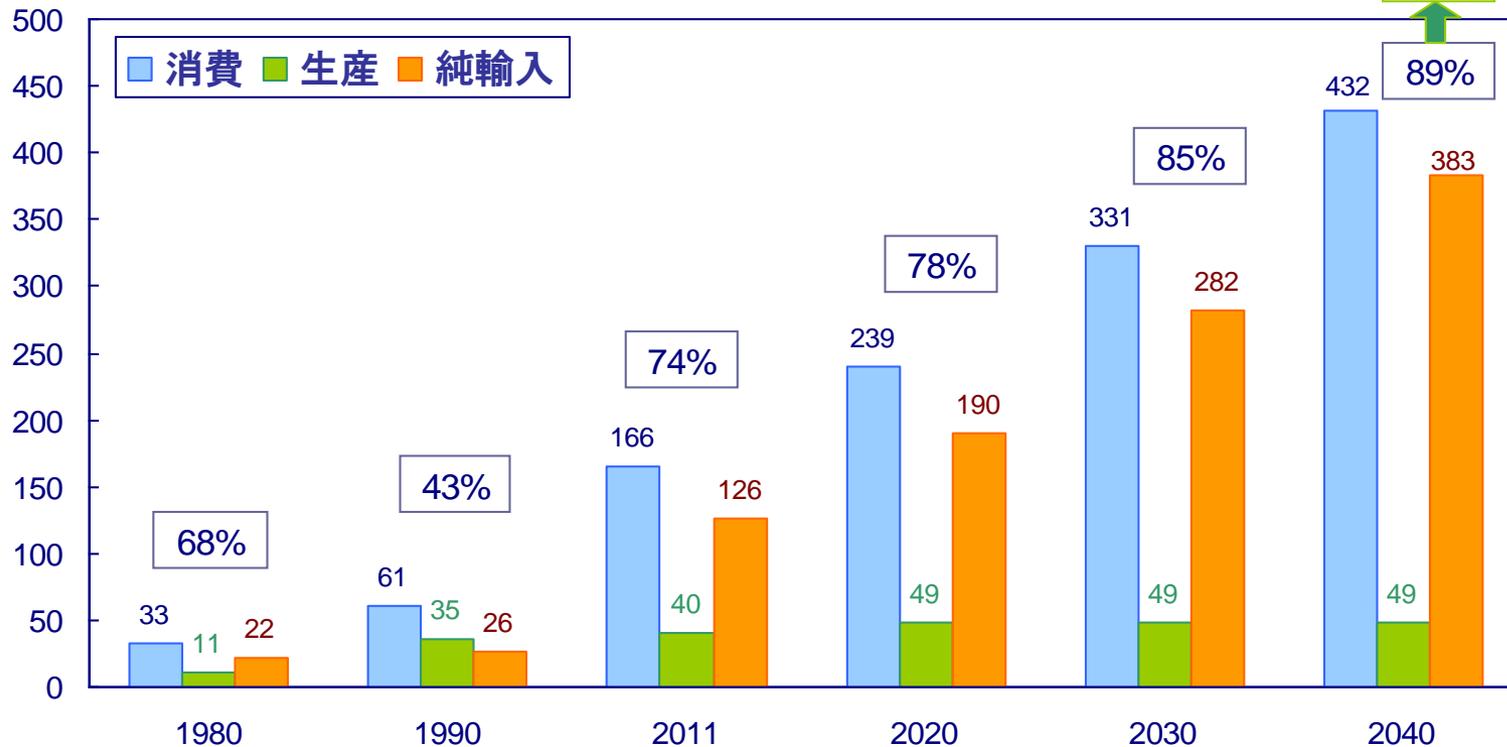
石油換算百万トン 実績 ← → 予測



- レファレンスケースでは、一次エネルギー消費は年率3.3%で急増。増加分の9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5.2億トン増。
- 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3.1億トン(16%)の減となるが、このケースでもエネルギー消費は急速な増加を続ける。

インドの石油需給

石油換算百万トン



石油純輸入量

2011年
257万B/D



2040年

レファレンス

786万B/D
(3.2倍増)

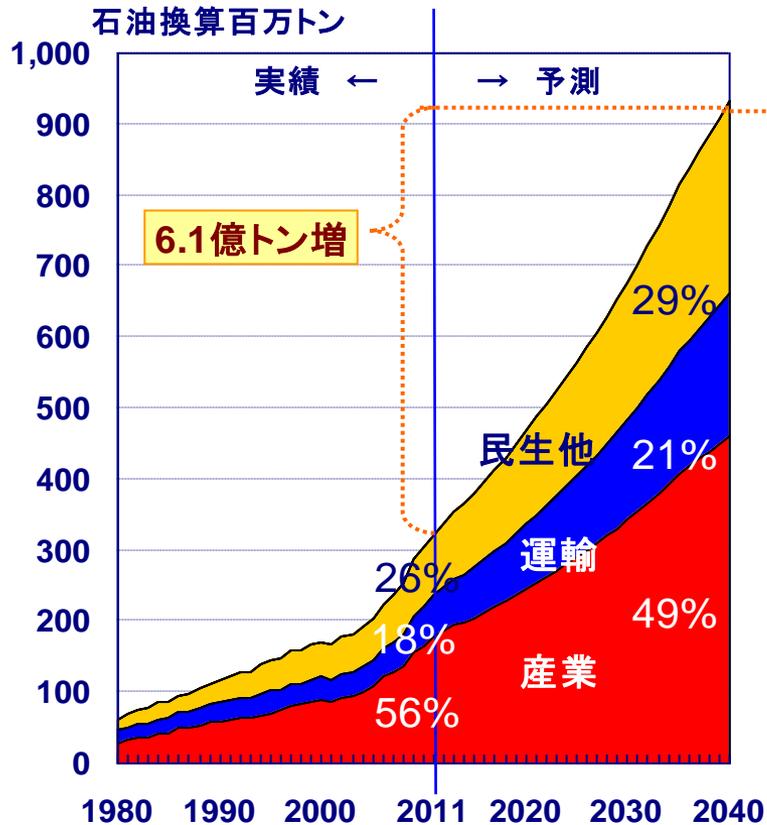
技術進展
622万B/D
(2.6倍増)

- 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2011年の1.3億トン(257万B/D)から2040年には3.8億トン(786万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86%。

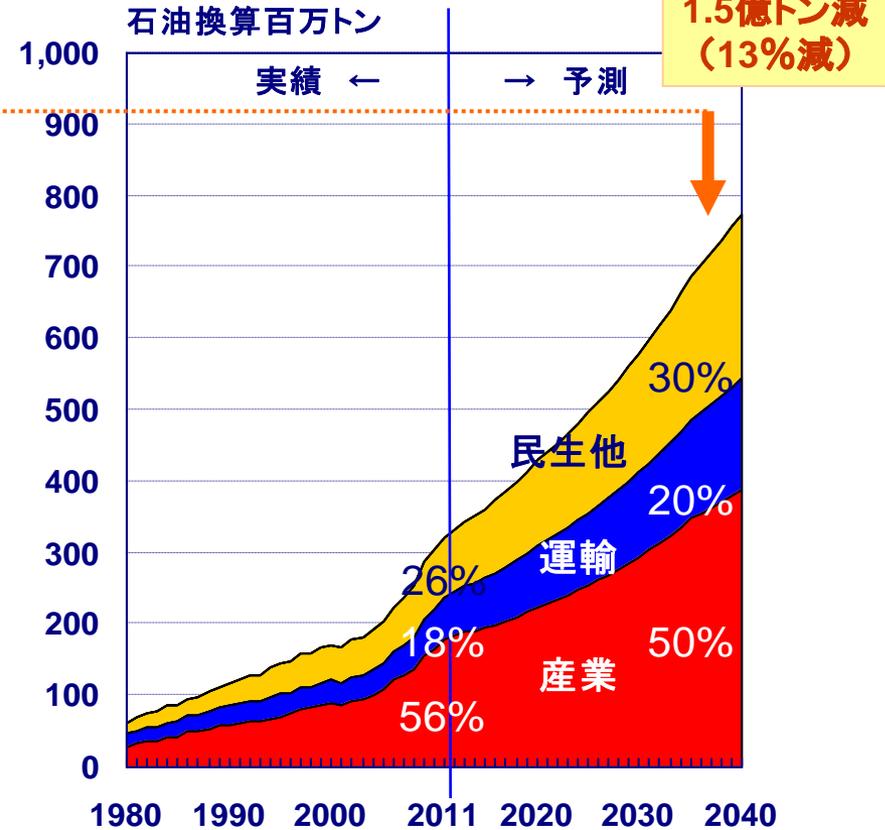
インドの最終エネルギー消費

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



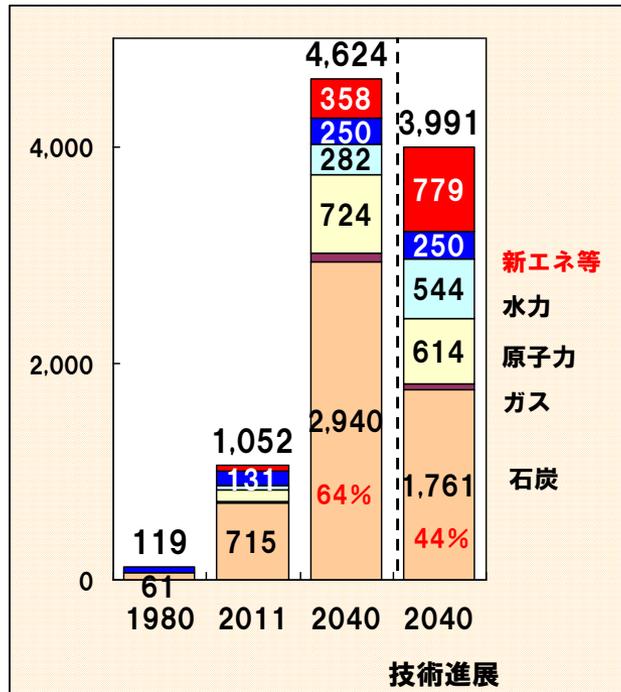
(産業部門には非エネルギー消費を含む)

- 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5.5%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1.5億トン(13%)の削減となる。

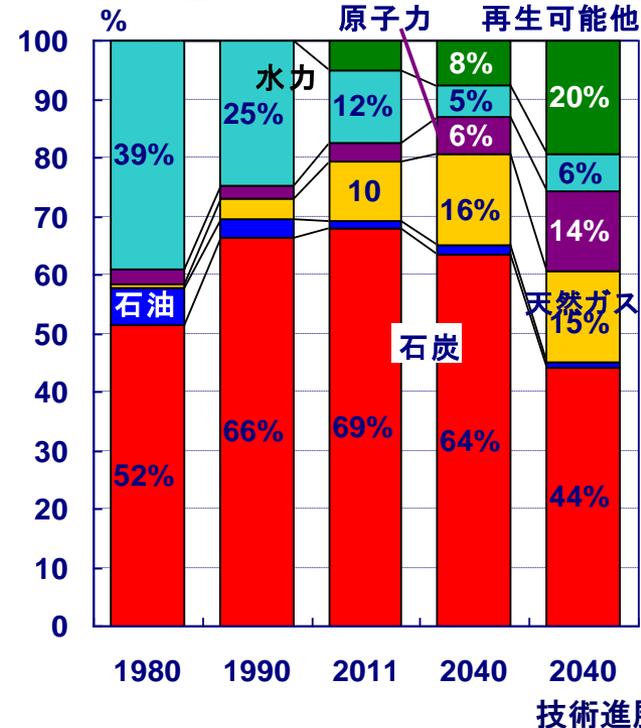
インドの発電量構成

レファレンスケース
技術進展ケース

【発電量(TWh)】



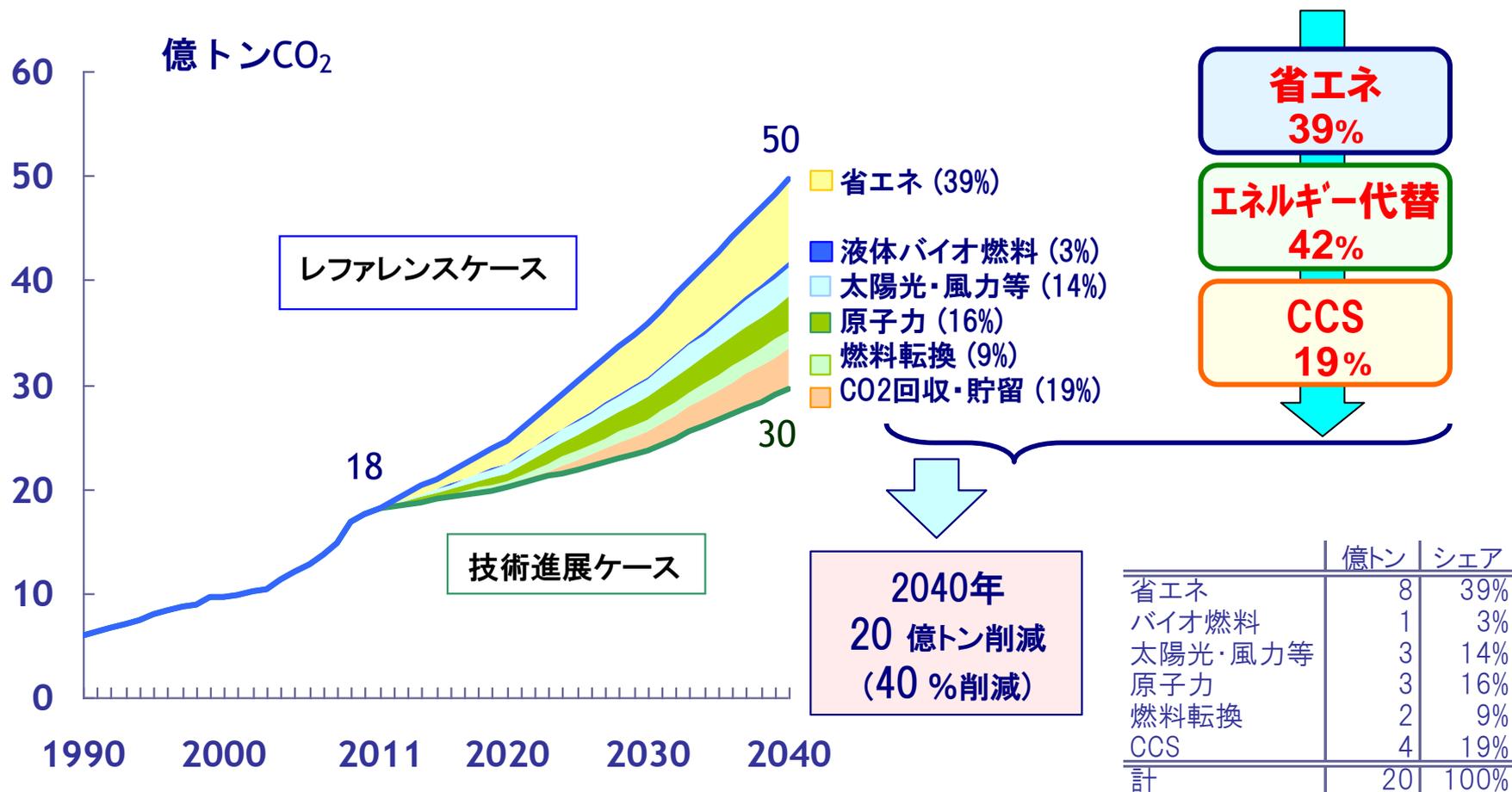
【発電量構成】



- 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2011年456万kW、2030年には3,010万kW (6.6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。

インドのCO₂排出量の削減

レファレンスケース
技術進展+CCSケース

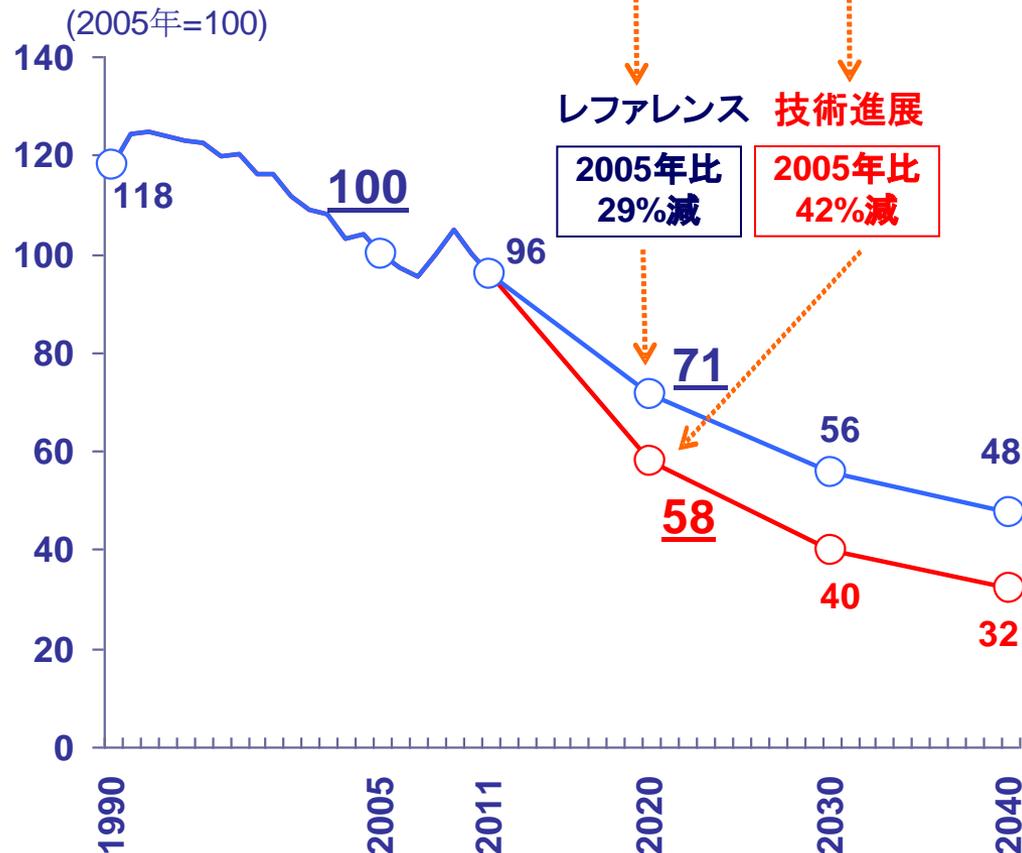



- レファレンスケースでは、CO₂排出量は2011年から2040年まで32億トン増加(約175%増)。
- 技術進展ケースでは、2040年にレファレンスケースに対して20億トン減少(40%減少)。

インドのGDP当たり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 | 4.8 | 5.0 | 3.5 |
| 脱炭素化 Δ(C/E) | 1.1 | 0.6 | ▲ 0.1 |
| 省エネ Δ(E/Y) | ▲ 2.2 | ▲ 2.9 | ▲ 3.5 |
| 経済成長 ΔY | 6.0 | 7.4 | |

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当たりCO₂排出量を2005年比で20~25%削減する目標を発表。
- 2020年のGDP当たりCO₂排出量は、レファレンスケースでは、2005年比29%削減、技術進展ケースでは2005年比42%削減される。

2050年までの世界のエネルギー需給展望

主な前提条件： GDP、人口、エネルギー価格

| | 2011年 | 2040年 | 2050年 |
|---|---------------------------------------|--|--|
| GDP (2010年実質価格) | 65 兆ドル (1990-2011年成長率:2.8%) | 151 兆ドル (2011-2040年成長率:2.9%) | 189 兆ドル (2040-2050年成長率:2.3%) (2011-2050年成長率:2.9%) |
| 人口 | 70 億人 | 91 億人 (2011年比 21億人増) | 96 億人 (2011年比 26億人増) |
| 一人当たり 実質GDP | 0.9 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、 2012年実質価格) | (2012年) 115 ドル/バレル | 127 ドル/バレル (名目価格:221ドル/バレル) | 130 ドル/バレル (名目価格:276ドル/バレル) |

- 世界のGDPは、2011年から2050年に向けて年平均2.9%で成長。
- 世界の人口は、2011年の70億人から2050年には96億人へ26億人増加。
- 原油価格(日本の輸入CIF価格、12年実質価格)は2012年の115ドル/バレルから2050年に130ドル/バレルへ上昇。

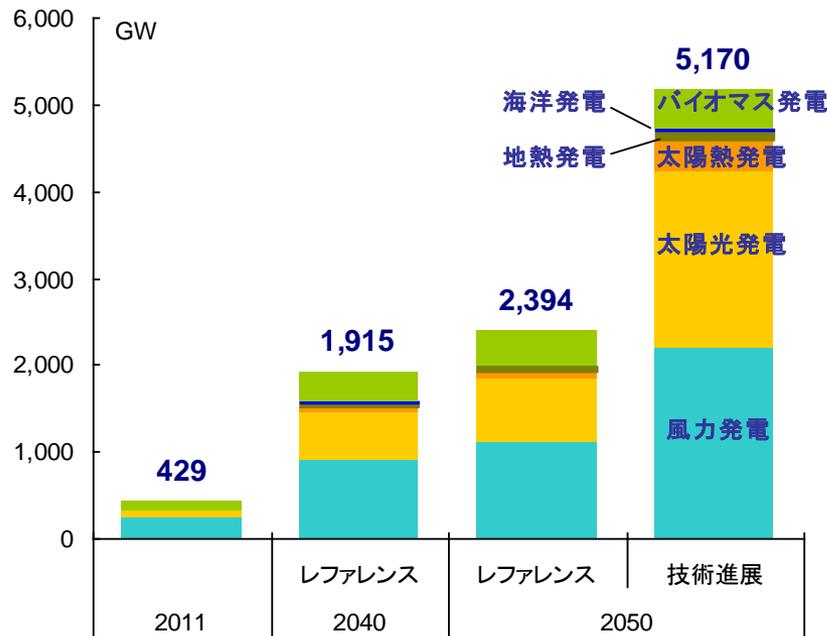
主な前提条件： エネルギー・環境技術

| | 2011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 | 388 GW | 631 GW | 885 GW | 717 GW | 1,058 GW |
| 発電効率 | 石炭火力:35% ガス火力:41% | 石炭火力:39% ガス火力:49% | 石炭火力:40% ガス火力:51% | 石炭火力:41% ガス火力:50% | 石炭火力:43% ガス火力:53% |
| 太陽光発電 | 89 GW | 548 GW | 1,458 GW | 708 GW | 2,025 GW |
| 太陽熱発電 | 0.8 GW | 65 GW | 187 GW | 94 GW | 372 GW |
| 風力発電 | 229 GW | 905 GW | 1,710 GW | 1,120 GW | 2,195 GW |
| バイオマス発電 | 99 GW | 344 GW | 392 GW | 403 GW | 448 GW |
| バイオ燃料 | 61 Mtoe | 190 Mtoe | 249 Mtoe | 221 Mtoe | 283 Mtoe |
| CCS | - | 0 | 51 億トンCO₂ | 0 | 59億トンCO₂ |
| 次世代車販売比率 上:プラグインハイブリッド自動車 下:電気自動車/燃料電池車 | - | 7% 1% | 19% 29% | 10% 4% | 16% 36% |
| 乗用車新車平均燃費 | (2010年) 14 km/L | 19 km/L | 28 km/L | 20 km/L | 30 km/L |

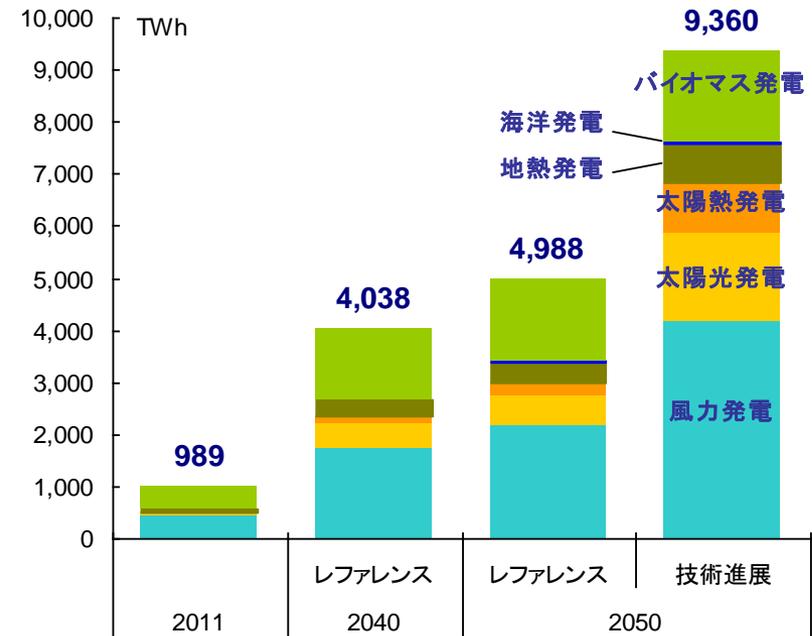
2050年の技術進展ケースでの風力発電設備量は2011年比10倍、太陽光23倍、太陽熱447倍、海洋発電83倍、バイオマス発電は5倍へ拡大する。世界のCO₂回収、貯留量は2050年に年間59億トンに到達すると想定。天然ガス自動車や電気自動車、プラグインハイブリッド自動車などのクリーンエネルギー自動車が、2050年の新車販売台数に占める比率は、レファレンスケースで42%、技術進展ケースにおいて89%へ拡大。

再生可能エネルギー発電(世界)

発電設備量



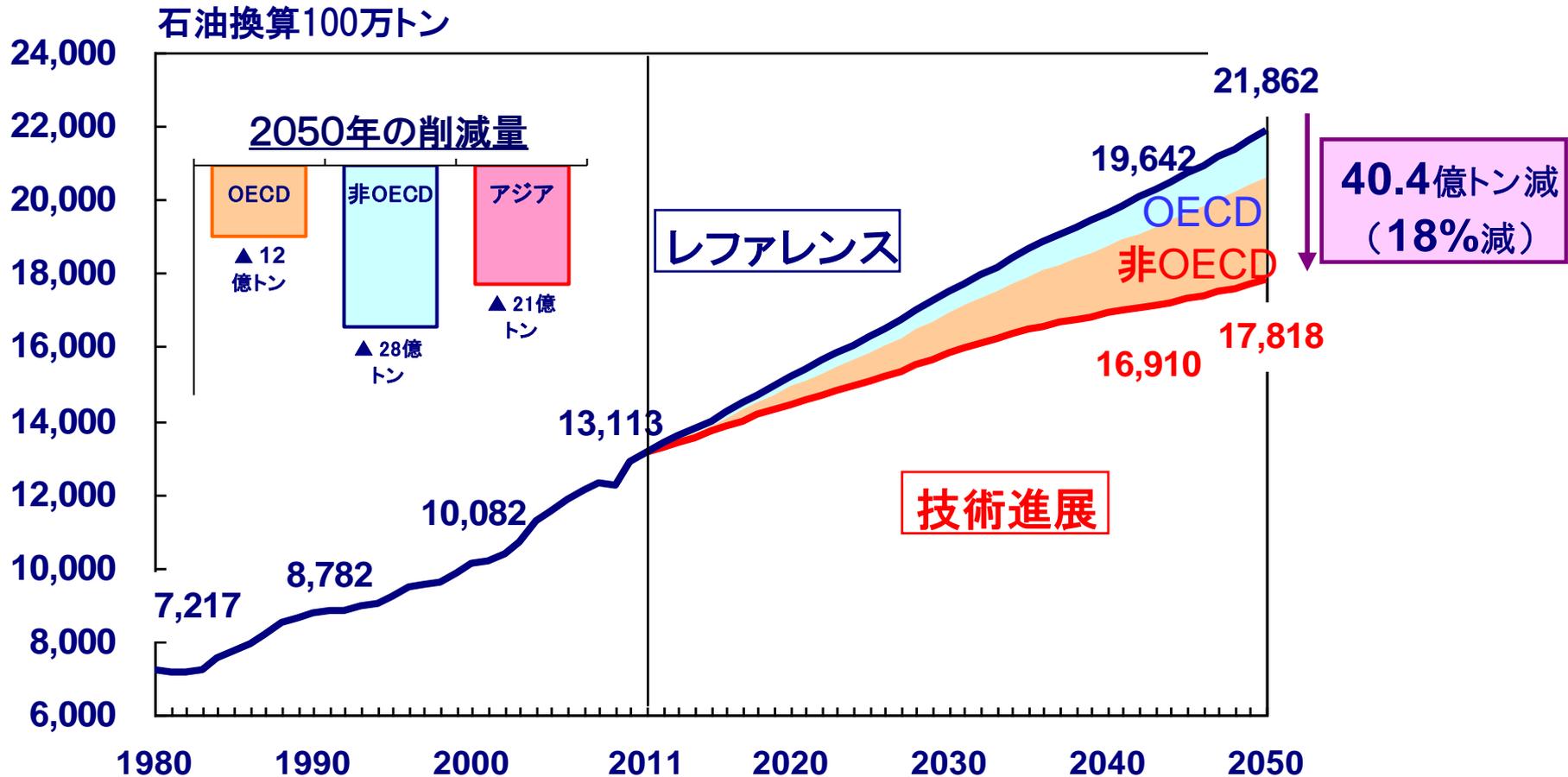
発電量



- 2050年の技術進展ケースにおいて、水力を除く再生可能エネルギーの発電量は、2011年比で約12倍まで拡大。
- 2050年の技術進展ケースでの風力の発電設備量は2011年比10倍、太陽光23倍、太陽熱447倍、地熱発電10倍、海洋発電83倍、バイオマス発電は5倍へ拡大する。

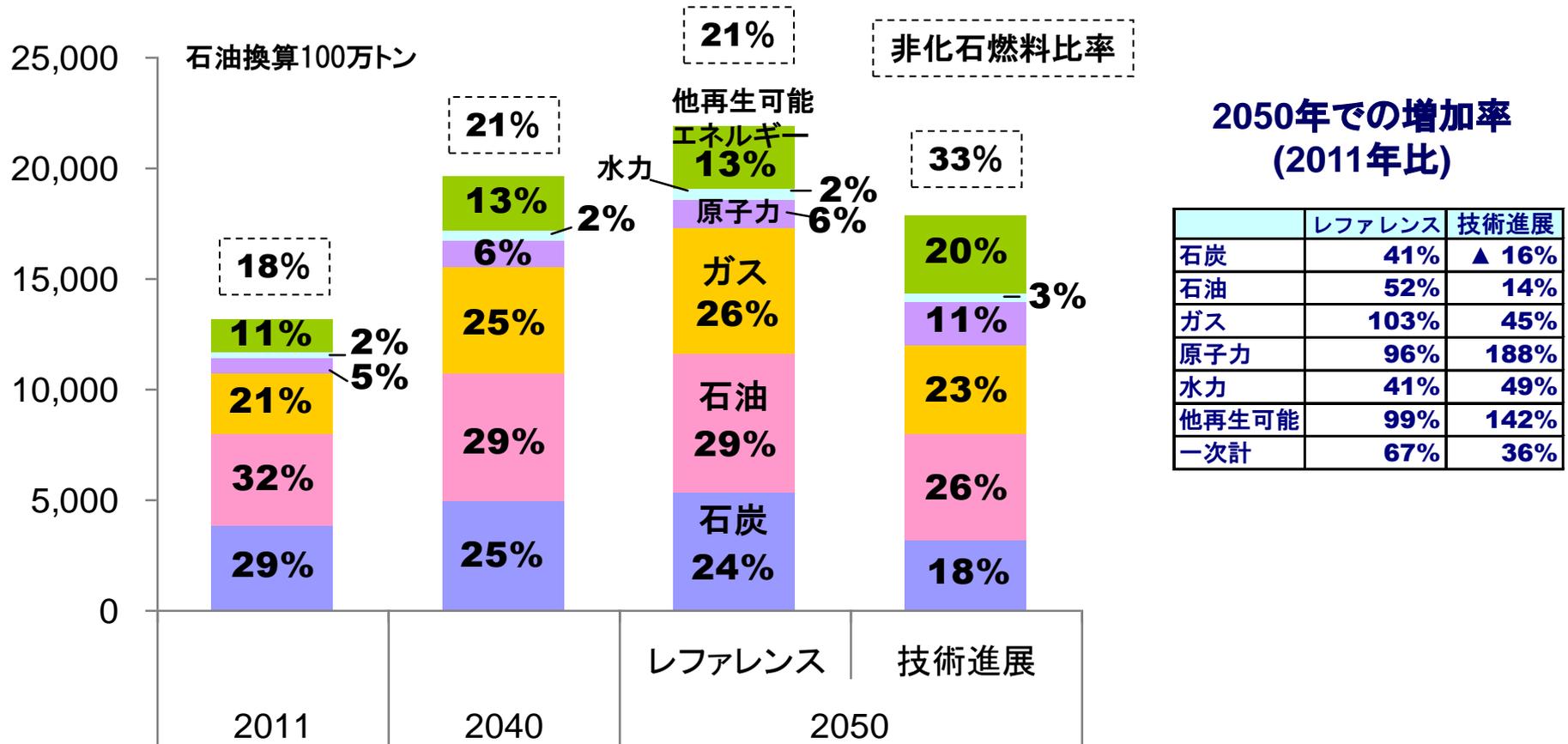
一次エネルギー消費(世界)

レファレンスケース、技術進展ケース



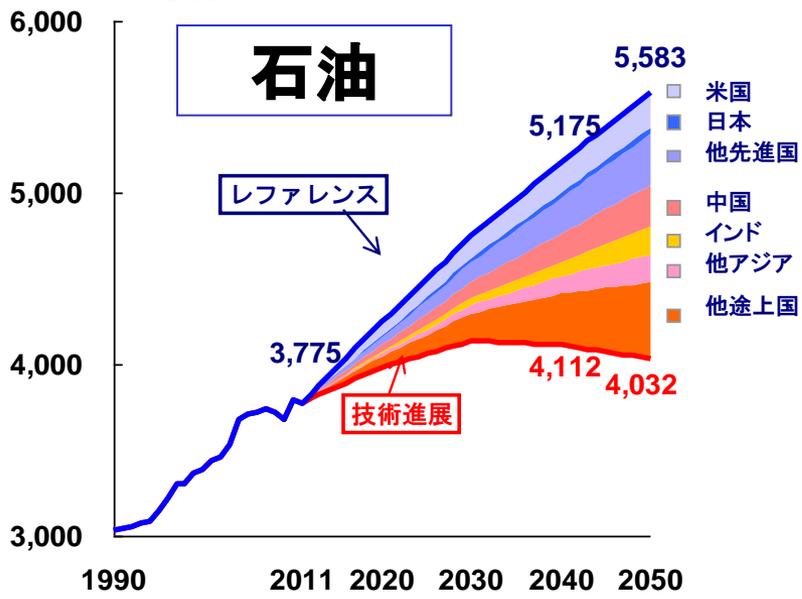
■2050年における一次エネルギー消費の削減ポテンシャルは、石油換算40.4億トン(18%削減)である。この総削減量のうち、OECDが約12億トンを、途上国が約28億トンを占める。このことから、アジア(削減ポテンシャル21億トン)をはじめとする非OECDにおいて、エネルギー消費削減対策を着実に進行させることが重要である。

一次エネルギー消費(世界、エネルギー源別)

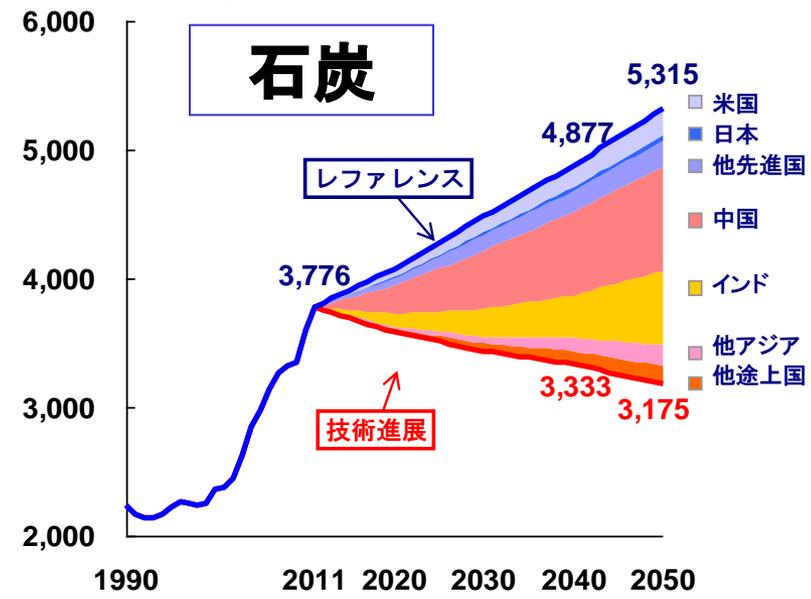


- 2050年の技術進展ケースにおいても、化石燃料が世界の一次エネルギー消費の大部分(67%)を占める。特に天然ガスは、レファレンス、技術進展ケースともに、世界の一次エネルギー供給に占める比率が2011年と比較して拡大し、世界のエネルギー市場の中で主要な役割を担う。
- 2050年の非化石燃料比率は、レファレンスケースで21%、技術進展ケースで33%となる。

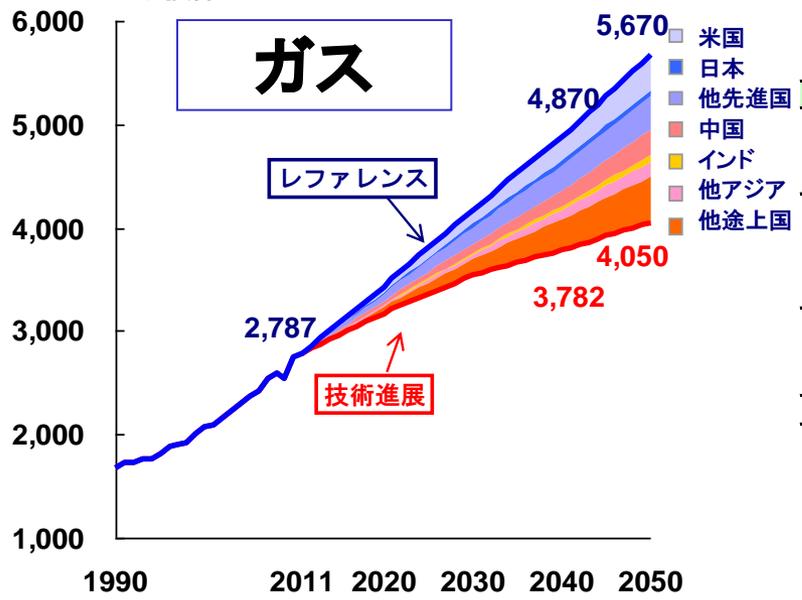
石油換算100万トン



石油換算100万トン



石油換算100万トン



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 | 207 | 13% | 米国 | 210 | 10% | 米国 | 339 | 21% |
| 日本 | 37 | 2% | 日本 | 38 | 2% | 日本 | 56 | 3% |
| 他先進国 | 298 | 19% | 他先進国 | 206 | 10% | 他先進国 | 333 | 21% |
| 中国 | 240 | 15% | 中国 | 804 | 38% | 中国 | 239 | 15% |
| インド | 166 | 11% | インド | 578 | 27% | インド | 69 | 4% |
| 他アジア | 160 | 10% | 他アジア | 162 | 8% | 他アジア | 144 | 9% |
| 他途上国 | 443 | 29% | 他途上国 | 142 | 7% | 他途上国 | 441 | 27% |
| 先進国 | 542 | 35% | 先進国 | 454 | 21% | 先進国 | 727 | 45% |
| 途上国 | 1,009 | 65% | 途上国 | 1,686 | 79% | 途上国 | 893 | 55% |
| アジア途上国 | 566 | 36% | アジア途上国 | 1,544 | 72% | アジア途上国 | 452 | 28% |
| 世界計 | 1,551 | 100% | 世界計 | 2,140 | 100% | 世界計 | 1,620 | 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。