

**第410回 定例研究報告会 2012年11月 5日**

# **アジア/世界エネルギーアウトルック 2012**

**— 高まるアジア・中東の重要性と相互依存 —**

**一般財団法人 日本エネルギー経済研究所**

**研究主幹 松尾 雄司**

# 「アジア／世界エネルギーアウトルック2012」の着眼点



## (1) アジアと中東 …… 強まる相互依存関係

- ・ アジアではエネルギー自給率が低下、中東依存度が上昇
- ・ 中東からのエネルギー輸出先に占めるアジアのシェアの上昇

## (2) 将来のエネルギー需給を見る視点 …… 3E+S (エネルギー安全保障、環境保全、経済効率性と安全性)

- ・ アジア・中東の3Eに大きく影響を与える要素は何か？
- ・ 相互関係の強化か、化石エネルギー調達の分散化か
- ・ 再生可能エネルギー・原子力の位置づけは？

# アウトロックス作成担当者

## 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	柴田 善朗
研究主幹	松尾 雄司
主任研究員	青島 桃子
研究員	加古 正幸
研究員	鈴木 秀徳
研究員	永富 悠
研究員	八馬 利彰
研究員	吉岡 孝之
研究員	呂 正

## 地球環境ユニット

研究主幹	沈 中元
研究主幹	土井 菜保子
主任研究員	野田 冬彦
研究員	顔 碧燕

## 新エネルギー・国際協力ユニット

グループマネージャー	山口 馨
研究員	關 思超

## 中東研究センター

副センター長	永田 安彦
--------	-------

## 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	久谷 一郎
グループマネージャー	村上 朋子
研究主幹	杉浦 敏廣
研究主幹	本蔵 満
研究員	西田 直樹
研究員	下郡 けい
研究員	山口 雄司

## 石油・ガスユニット

研究理事、ユニット担任	森田 裕二
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
主任研究員	島尾 晶裕
主任研究員	橋本 裕
主任研究員	松本 知子
研究員	秋本 真誠
研究員	岡村 雅史
研究員	小山 司
研究員	居石 裕幸

## 電力・石炭ユニット

グループマネージャー	佐川 篤男
------------	-------

# 分析の概要

## ● 研究目的:

### (1) アジア／世界のエネルギー需給詳細分析

各国のエネルギー需給や政策動向、経済社会構造の動向等を踏まえ、世界およびアジアにおけるエネルギー需給を統合的、定量的に分析。特にアジア地域については、各国専門機関との情報交流等に基づき、詳細な定量的分析を実施。

### (2) 革新的技術導入による温室効果ガス削減効果の分析

上記エネルギー需給分析による予測の延長として、更なる革新的技術の超長期的な導入及び普及拡大を見通し、それらが世界のエネルギー需給や温室効果ガス削減に対して与えるインパクトを分析する。

## ● 予測期間: (1) 2011年～2035年、(2) 2011年～2050年

## ● 予測手法: エネルギー需給モデル、マクロ経済モデル、 エネルギー・環境技術評価モデルによる定量分析

## ● ケース設定:

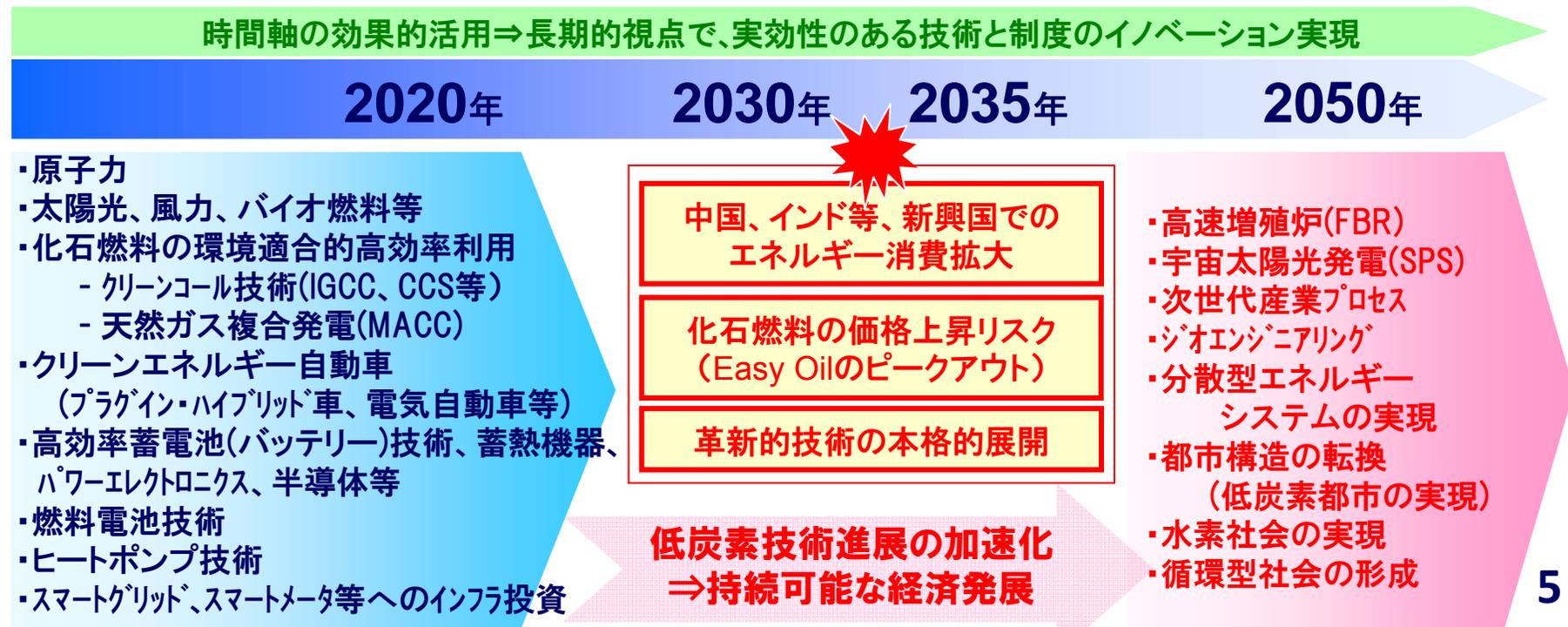
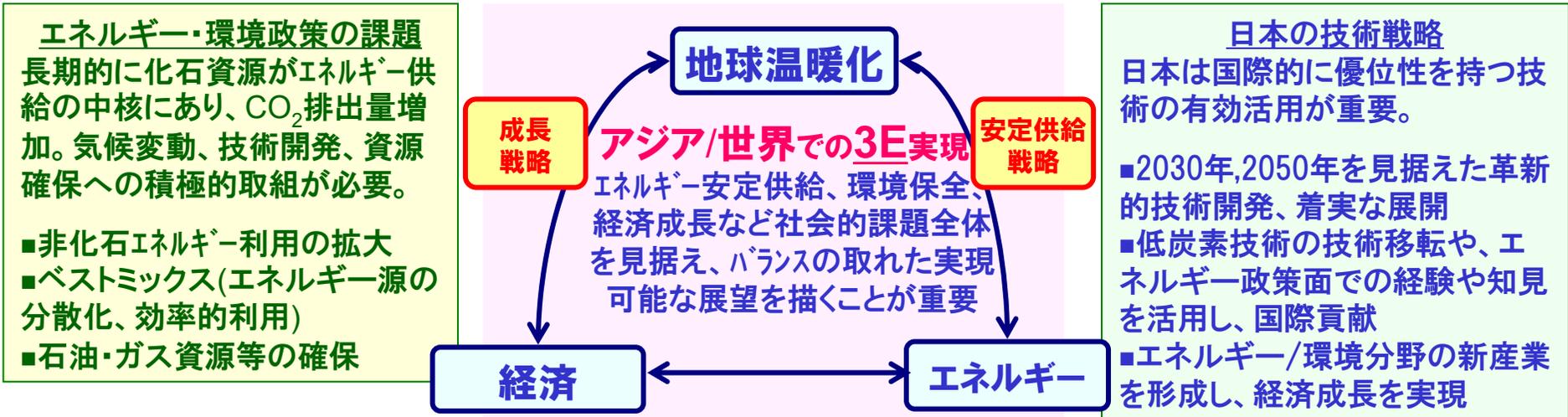
### ■ レファレンスケース

現時点における経済・社会情勢を踏まえ、今後施行される確度の高い政策や、普及可能性の高い技術の展開を考慮に入れ、エネルギー需給を予測。

### ■ 技術進展ケース

世界各国によるエネルギー安定供給確保、地球温暖化対策の強化や、技術に関する国際協力や国際移転の促進を背景に、技術開発が加速化し、革新的技術の普及が世界各国でより一層拡大するケース。

# アジア/世界での3E(Environment, Economy, Energy security)実現 と長期エネルギービジョン

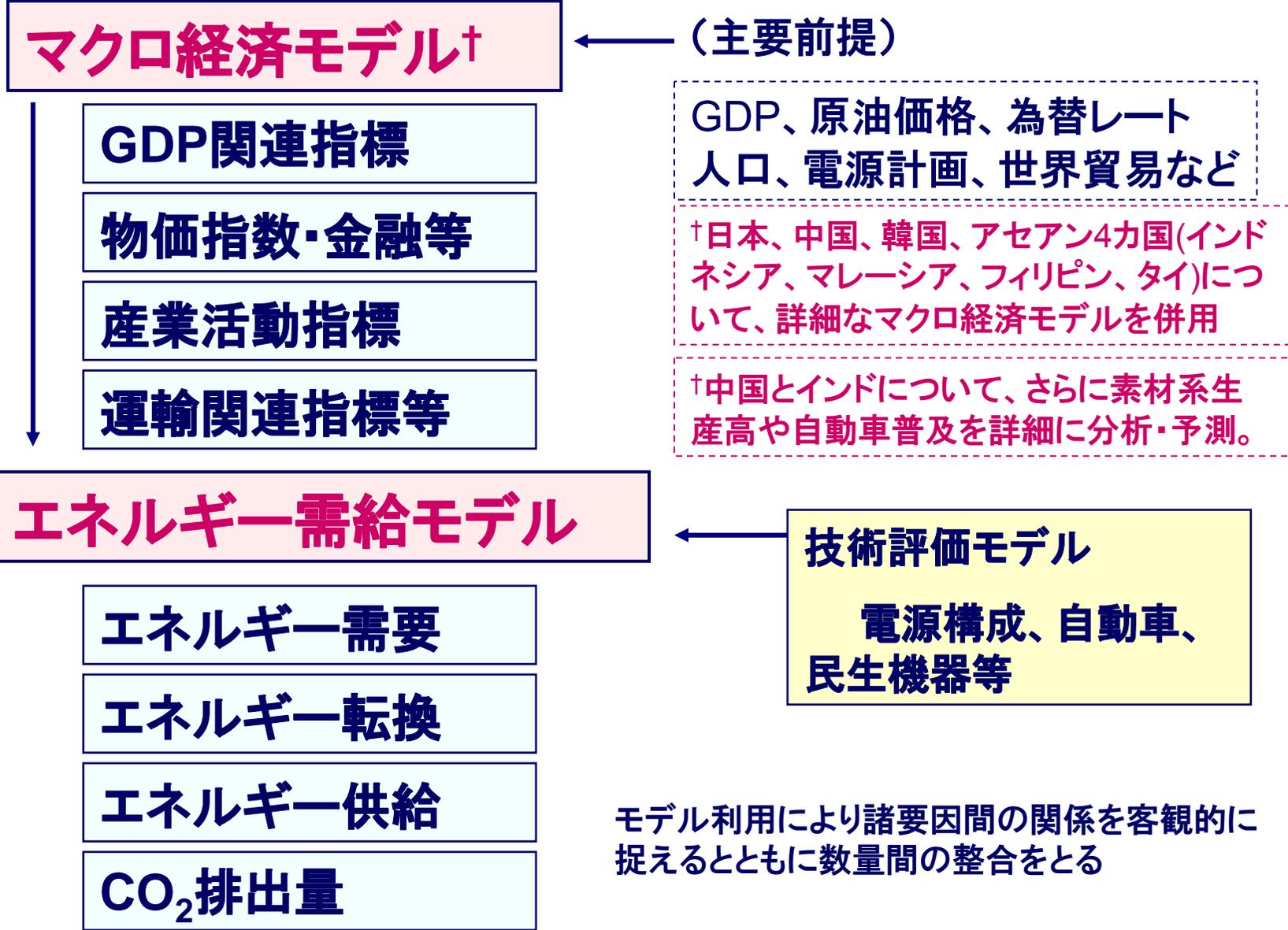


# 地域区分

- 世界を45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



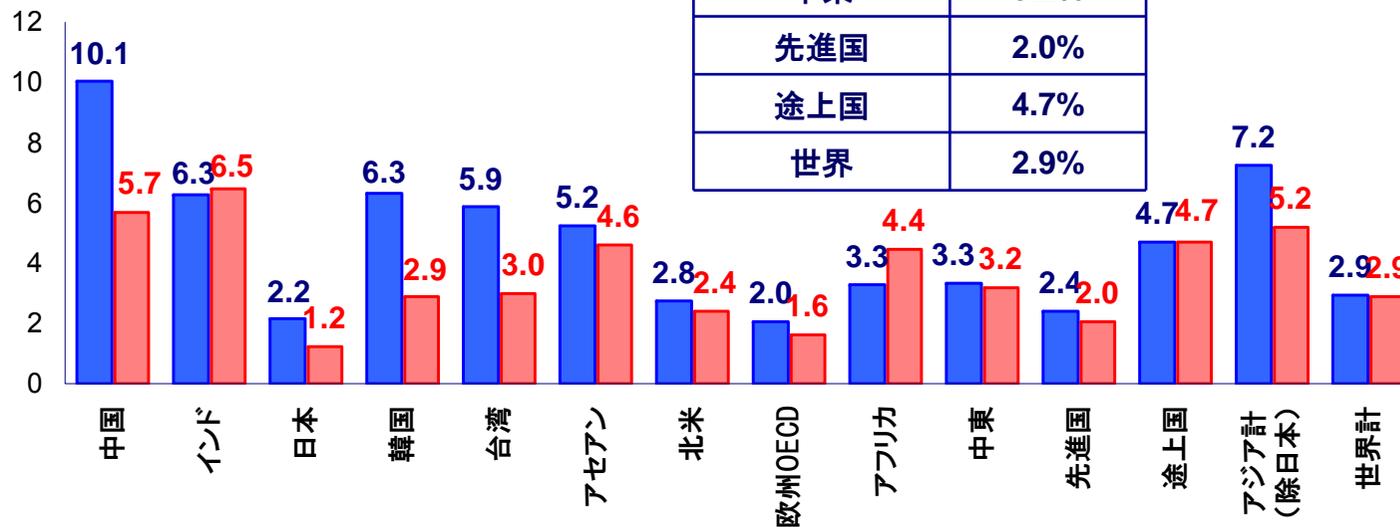
# 報告内容 アジア/世界エネルギーアウトルック 2012

- 分析の前提条件
  - 主要前提条件(GDP、人口、原油価格等)・ケース設定
- 世界とアジアのエネルギー需給展望(～2035)
  - 一次エネルギー需要・CO<sub>2</sub>排出量
  - モータリゼーション・電源構成・再生可能エネルギー等
- 主要国のエネルギー需給展望(～2035)
  - 中国、インドの需給展望
- アジア・中東地域のエネルギーミックス(2035)
- 2050年までの世界のエネルギー需給展望
  - 一次エネルギー・電源構成・CO<sub>2</sub>排出量等
- インプリケーション

# 主な前提条件: GDPの見通し

年平均伸び率(%)

■ 1980-2010 ■ 2010-2035

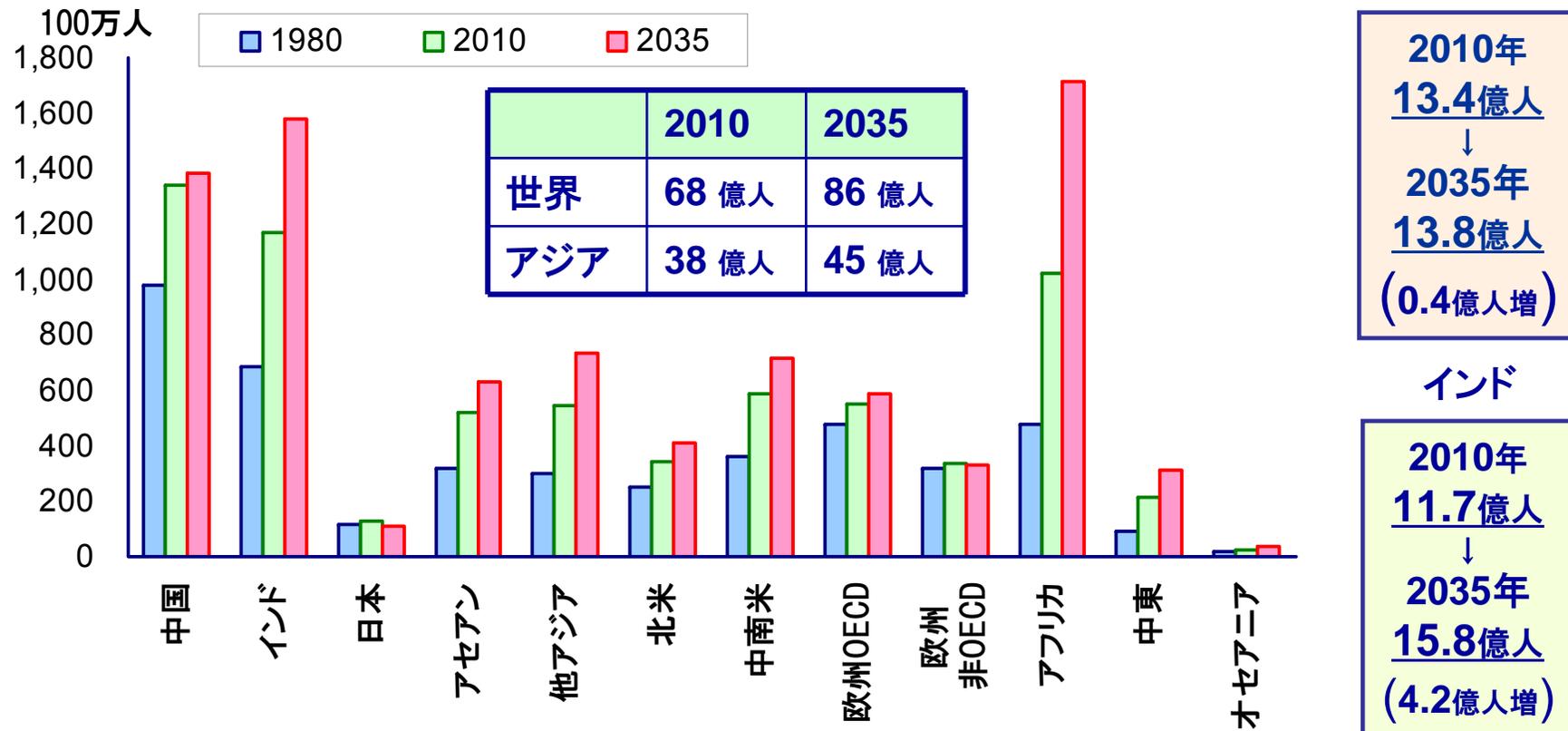


	2010-2035
中国	5.7%
インド	6.5%
アジア(除日本)	5.2%
中東	3.2%
先進国	2.0%
途上国	4.7%
世界	2.9%

- 米国のサブプライム問題や米国証券会社リーマンブラザーズの経営破綻により、世界の経済成長は一時鈍化したが、各国の経済対策の効果や金融対策により経済成長の最悪期は脱した。近年はユーロ経済危機により経済は再び停滞に陥っているものの、中長期的には世界経済は成長軌道に復帰する見込みである。
- 中国は、廉価な賃金を支えてきた豊富な労働力人口が減少し、経済成長は鈍化する。一方、中国と比べて若年層の割合が高いインドやアセアン諸国では、生産面で長期に渡り人口ボーナスが期待され、2035年にかけて高い経済成長が見込まれる。

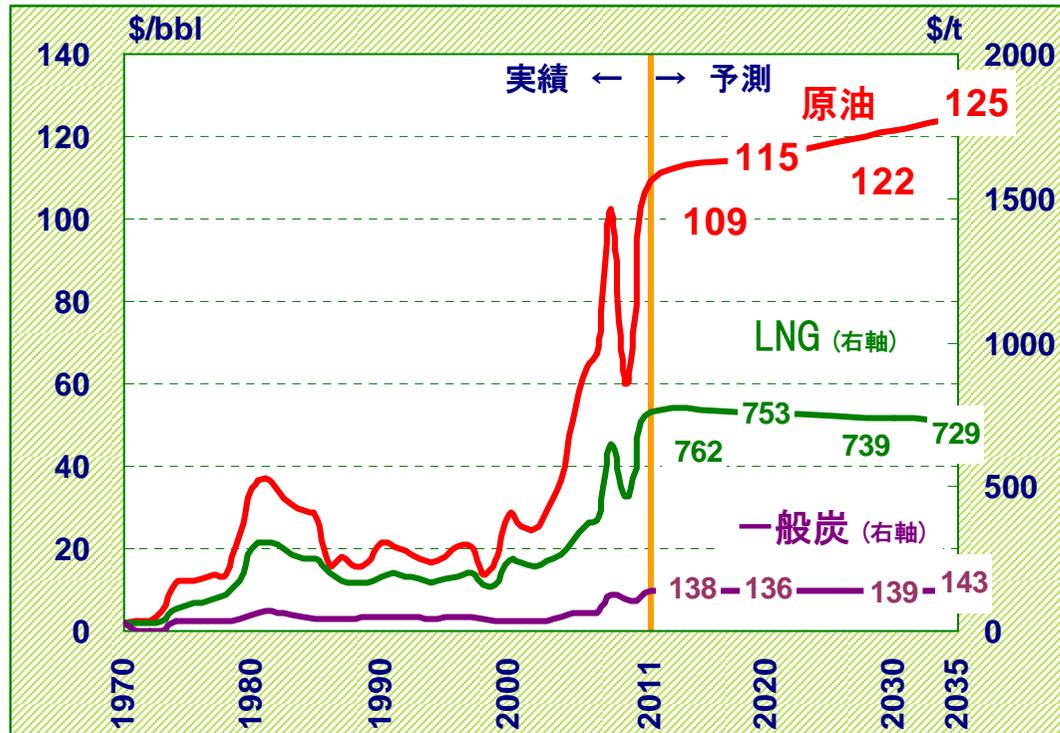
# 主な前提条件:人口の見通し

\*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、2020年ごろに中国を抜き2035年には15.8億人に達し、アジアの中では人口第1位の地位を確立する。

# 主な前提条件：一次エネルギー価格の展望



(注1)暦年での価格、将来値は2011年価格 (注2)グラフ中のエネルギー価格は日本のCIF価格

- 原油価格(日本の輸入CIF)は、2008年の高値(103ドル/bbl)が是正され、2009年には61ドル/bblとなったが、その後再び上昇に転じている。アジアを中心に石油需要が引き続き旺盛である一方、既存油田の減退率上昇、投資停滞による供給制約が徐々に顕在化し、これに連動して原油価格は徐々に上昇する。
- LNG価格は原油との相対比が低下し、ほぼ横ばいで推移する。
- 石炭価格はごく緩やかに上昇。

# 一次エネルギー価格と相対価格の展望

## 【実質価格と名目価格】

		2000	2011	2020	2030	2035
原油 \$/bbl	実質価格	35	109	115	122	125
	名目価格	28	109	137	177	201
LNG \$/t	実質価格	303	762	753	739	729
	名目価格	244	762	899	1,076	1,173
一般炭 \$/t	実質価格	44	138	136	139	143
	名目価格	35	138	163	203	230

(注)日本のCIF価格。実質価格は2011年価格。インフレ率を年率2%として算出。

## 【天然ガス価格】

\$/百万Btu

	2011	2020	2030	2035
日本	14.7	14.5	14.3	14.1
欧州	10.5	11.2	12.1	12.6
米国	4.1	5.2	6.4	7.1

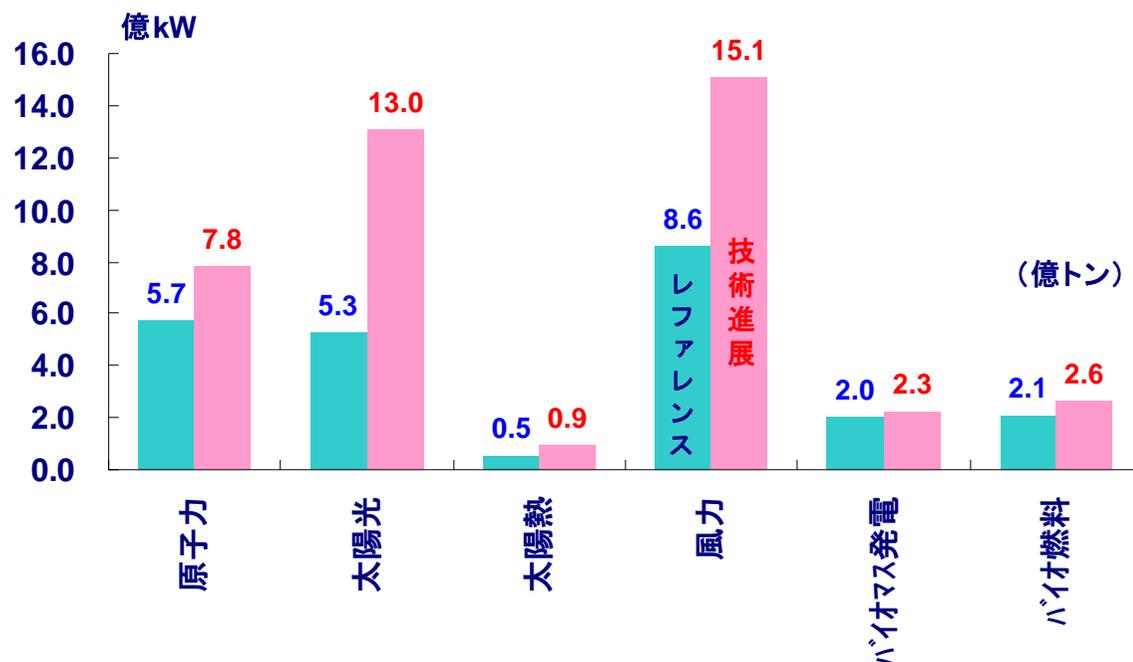
(注)日本の価格は上表の数値を単位換算したもの。

## 【原油との相対価格の推移】



- 地域間取引の拡大等により、現在存在するLNG価格の地域間格差は縮小するものと想定。
- 石炭の相対価格は、ほぼ横ばいに推移する。

# 技術進展ケースの諸前提(供給側技術:世界、2035年)



非化石エネルギー導入量  
石油換算



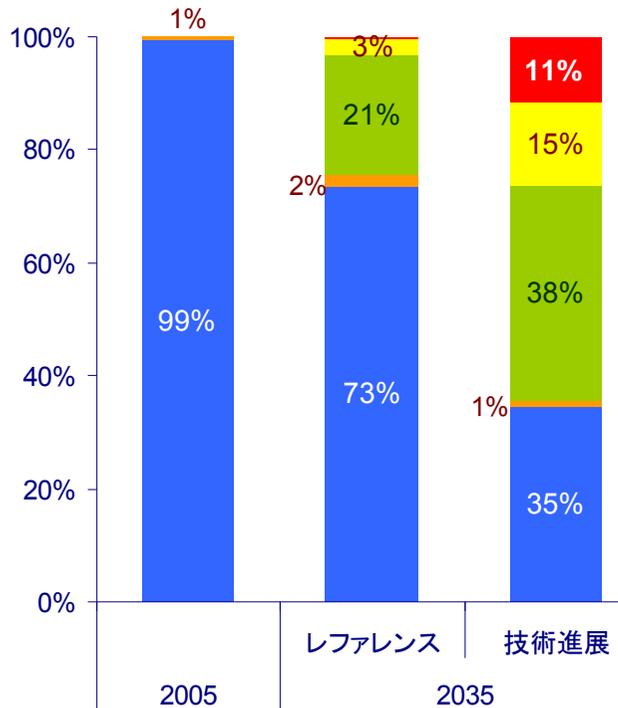
非化石エネルギー導入  
シェア



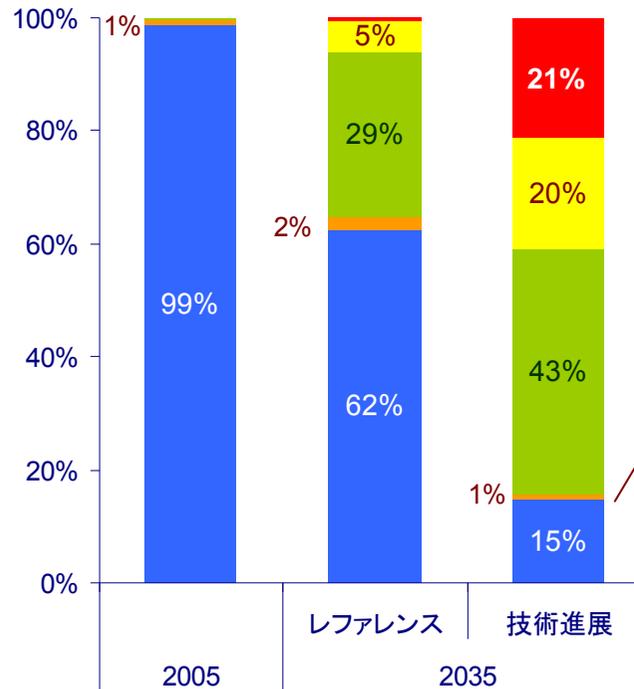
- 世界的に電力需要が堅調に増加すること、地球温暖化対策の強化を背景に、原子力や再生可能エネルギー発電は大幅に促進される可能性が高い。
- バイオ燃料は、食料、土地利用等との競合の無い次世代バイオ燃料(セルロース系)が順調に開発、展開されれば導入が拡大する可能性がある。
- 産業部門、民生部門、運輸部門のエネルギー消費量は、2035年において、それぞれレファレンスケースに比較して、石油換算4億トン(13%減)、5億トン(15%減)、4億トン(14%減)の省エネが達成。最終エネルギー消費合計では約15億トン(14%減)の省エネが実現。
- 2035年の火力発電効率(石炭、ガス、石油火力の平均効率)は、レファレンスケースの41%から、技術進展ケースでは42%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】



電気自動車・  
燃料電池自動車

プラグイン・ハイブリッド  
自動車

ハイブリッド  
自動車

天然  
ガス車

内燃機関自動車  
(ガソリン車、  
ディーゼル車)

クリーンエネルギー  
自動車の  
導入シェア  
(2035年)

レファレンス  
**27%**  
技術進展  
**65%**

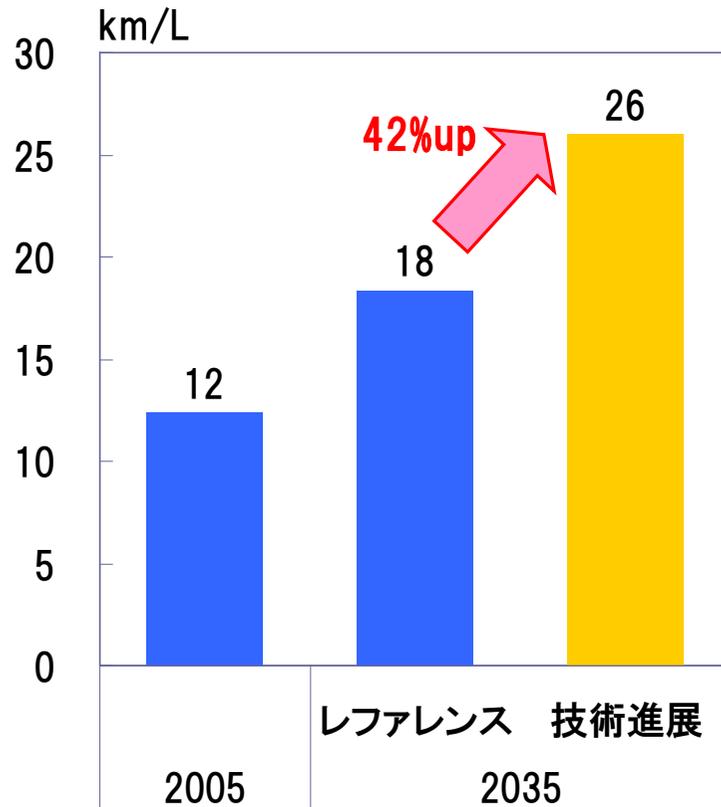
クリーンエネルギー  
自動車の  
年間販売シェア  
(2035年)

レファレンス  
**38%**  
技術進展  
**85%**

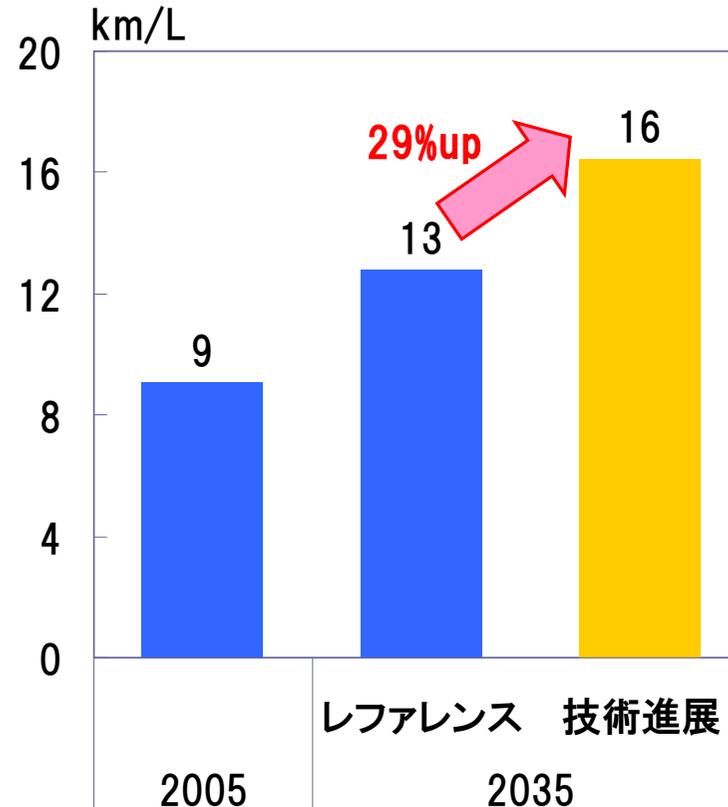
- リファレンスケースでは、保有台数の約2割がハイブリッド車となり、プラグインハイブリッド自動車も3%を占める
- 技術進展ケースでは、保有台数の約5割がハイブリッド車、プラグインハイブリッド自動車、電気自動車、燃料電池自動車等が約1割を占める。この結果、クリーンエネルギー自動車が、保有台数全体の3分の2を占める。

# 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

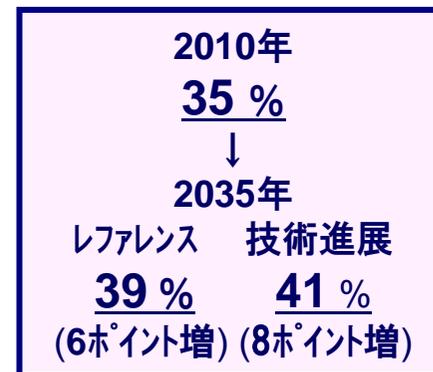
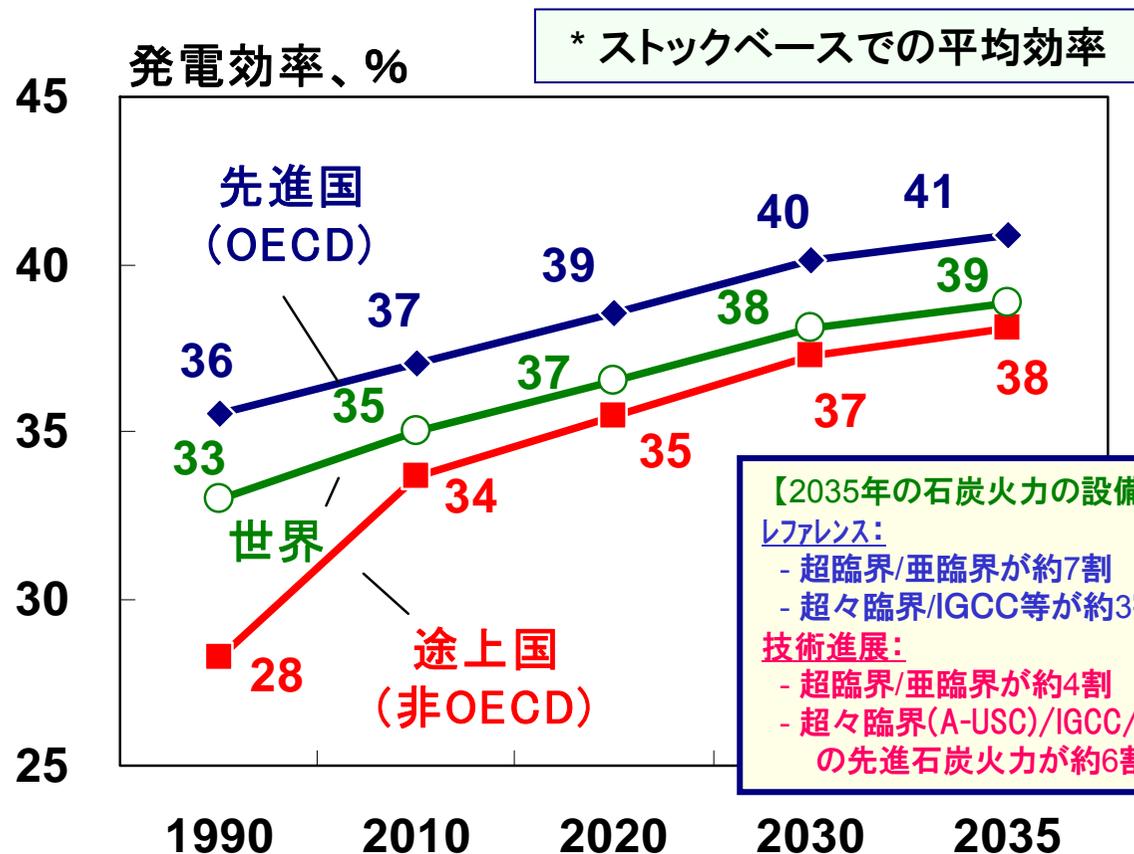


技術進展ケースにおける2035年の乗用車保有燃費は、プラグインハイブリッド自動車、電気自動車等の次世代自動車の普及拡大により、レファレンスに比較して29%改善

# 技術進展ケースの前提(石炭火力発電効率の見通し)

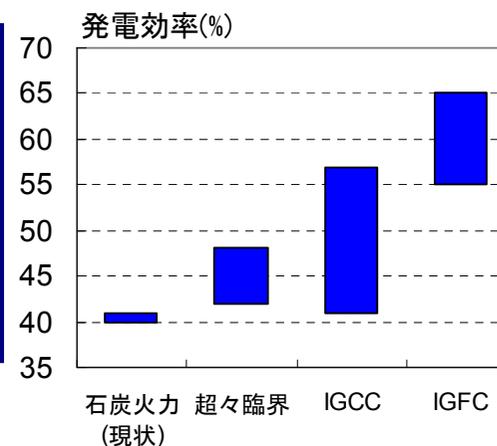
## 石炭火力発電効率\* (レファレンス)

## 石炭火力発電効率(世界)



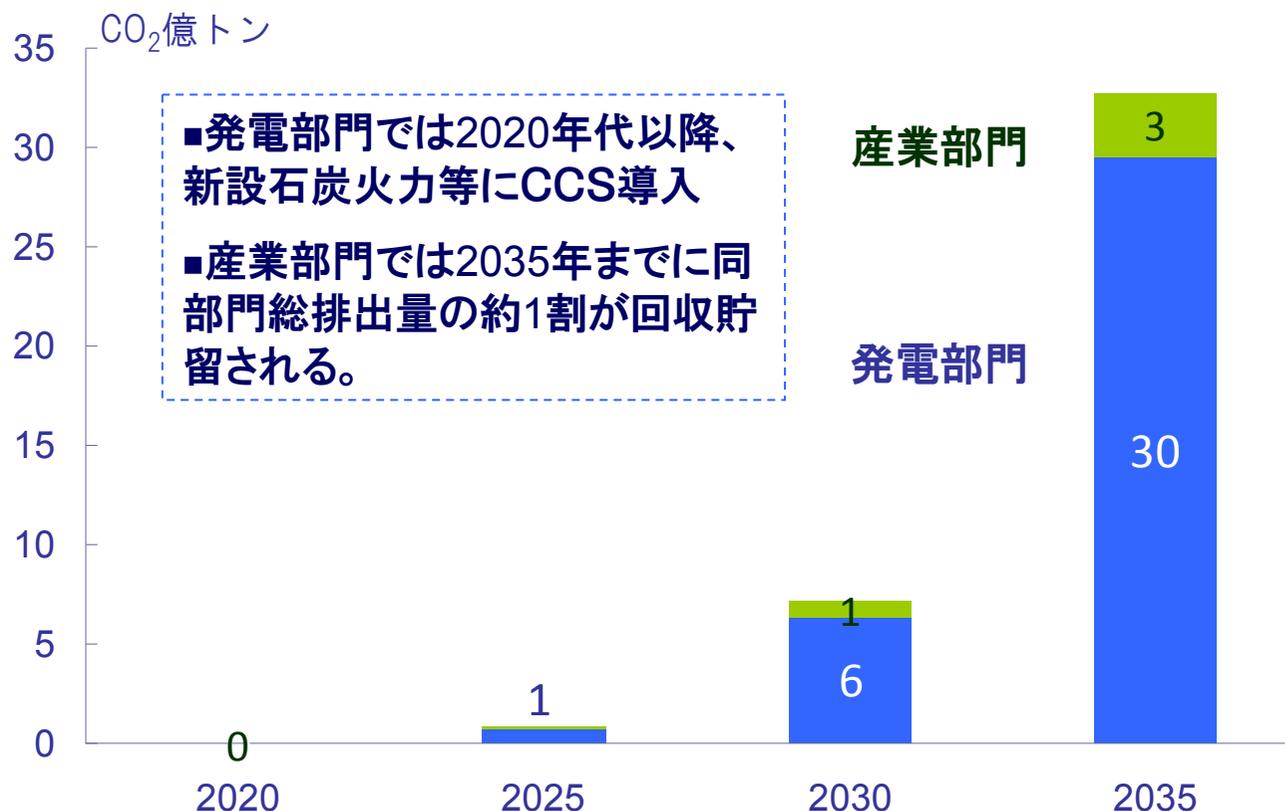
【2035年の石炭火力の設備構成(世界)】  
 レファレンス:  
 - 超臨界/亜臨界が約7割  
 - 超々臨界/IGCC等が約3割  
 技術進展:  
 - 超臨界/亜臨界が約4割  
 - 超々臨界(A-USC)/IGCC/IGFC等の先進石炭火力が約6割

## 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41%まで上昇。

# 技術進展ケースの前提 (CO<sub>2</sub>回収貯留技術:CCSの見通し)

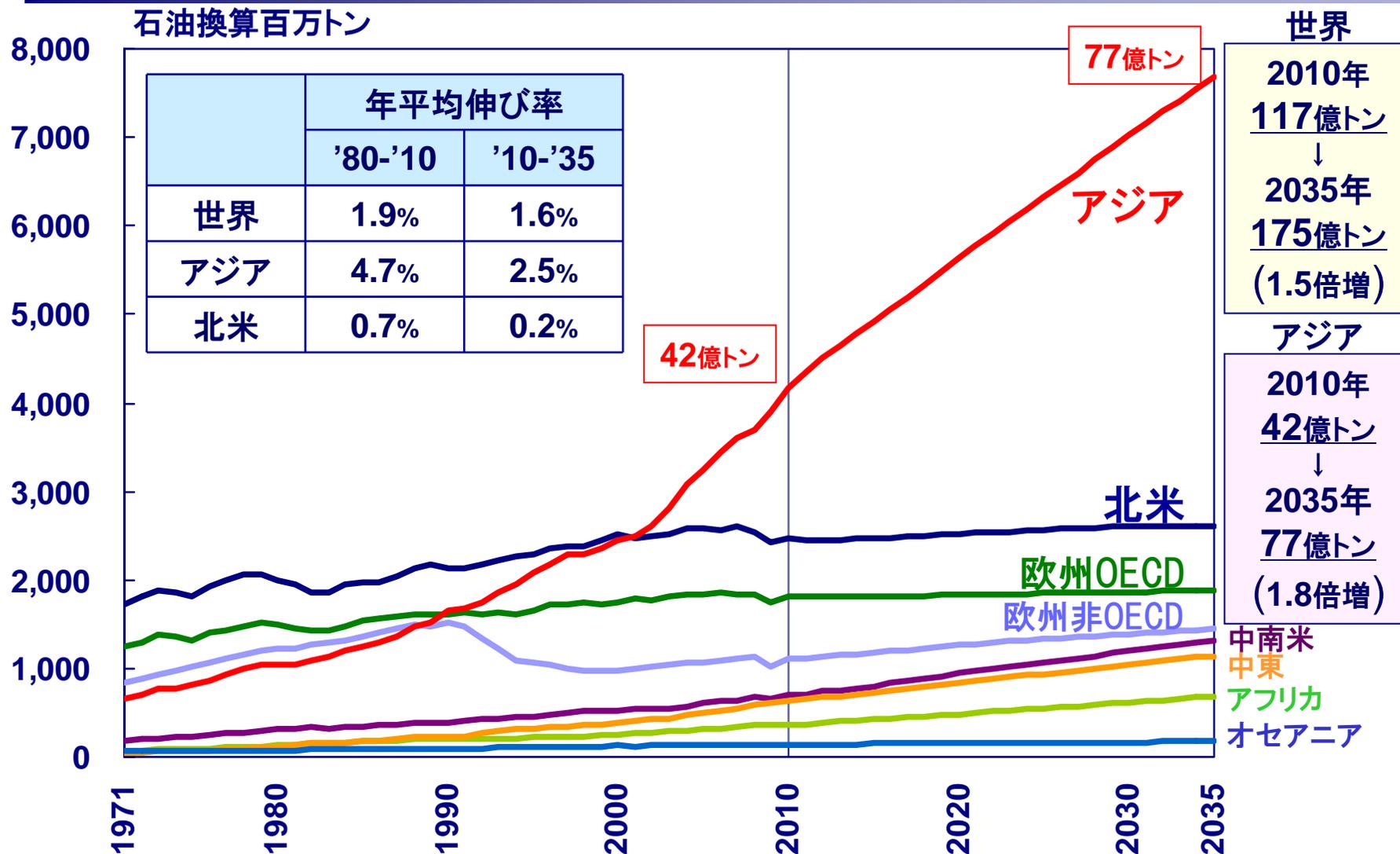


- 技術進展ケースでは、CO<sub>2</sub>回収貯留技術が2020年以降、発電部門、産業部門において徐々に導入される。2035年の年間回収貯留量は33億トンにのぼる。
- 2020年～2035年までの累積貯留量は約120億トンになる。世界の理論上の地層学的貯留ポテンシャルは約10兆トン、試掘データのある枯渇ガス田、油田、炭層の貯留ポテンシャルは約1兆トンと推定されている。

# 2035年までの 世界・アジアのエネルギー需給展望

# 世界各地域の一次エネルギー消費

レファレンスケース



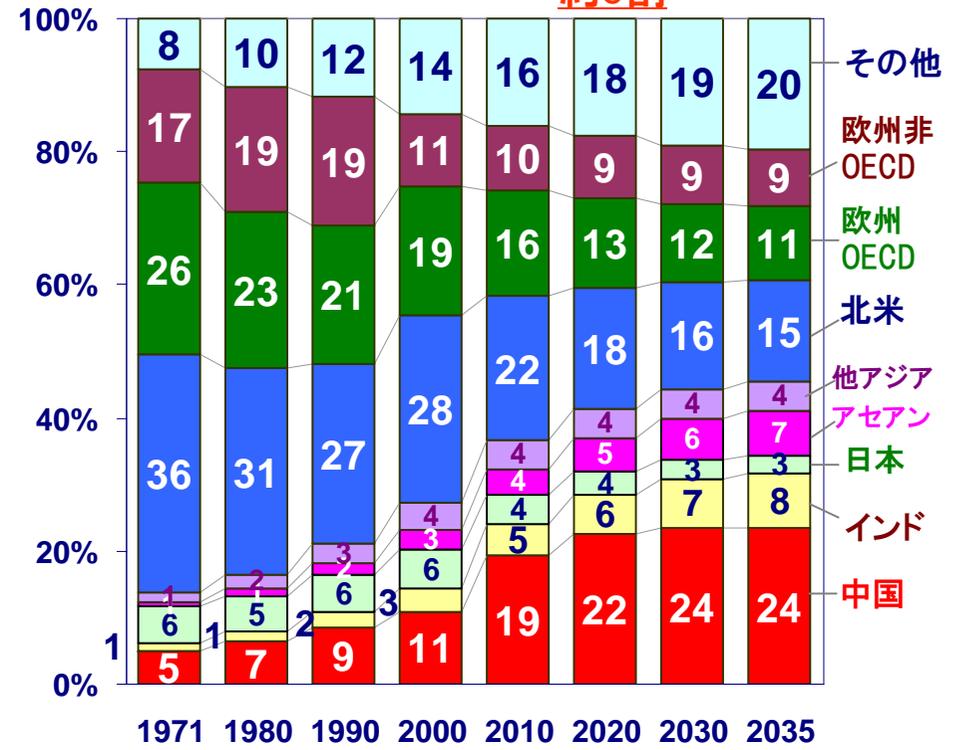
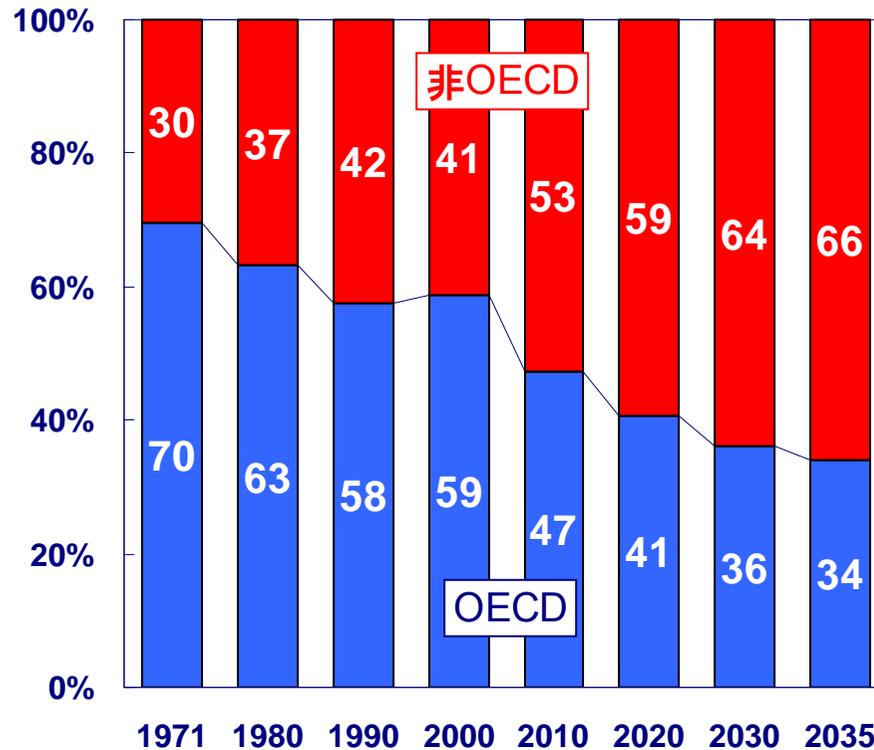
着実な経済成長の下、2035年のアジアのエネルギー消費量は現在の1.8倍へ拡大（2010年42億トン→2035年77億トン）。2010年から2035年までの世界のエネルギー消費増加量の約9割を非OECD諸国が占める。

## 地域別一次エネルギー消費シェア

レファレンスケース

2010-2035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
32%	15%	-1%	12%	5%	3%	1%

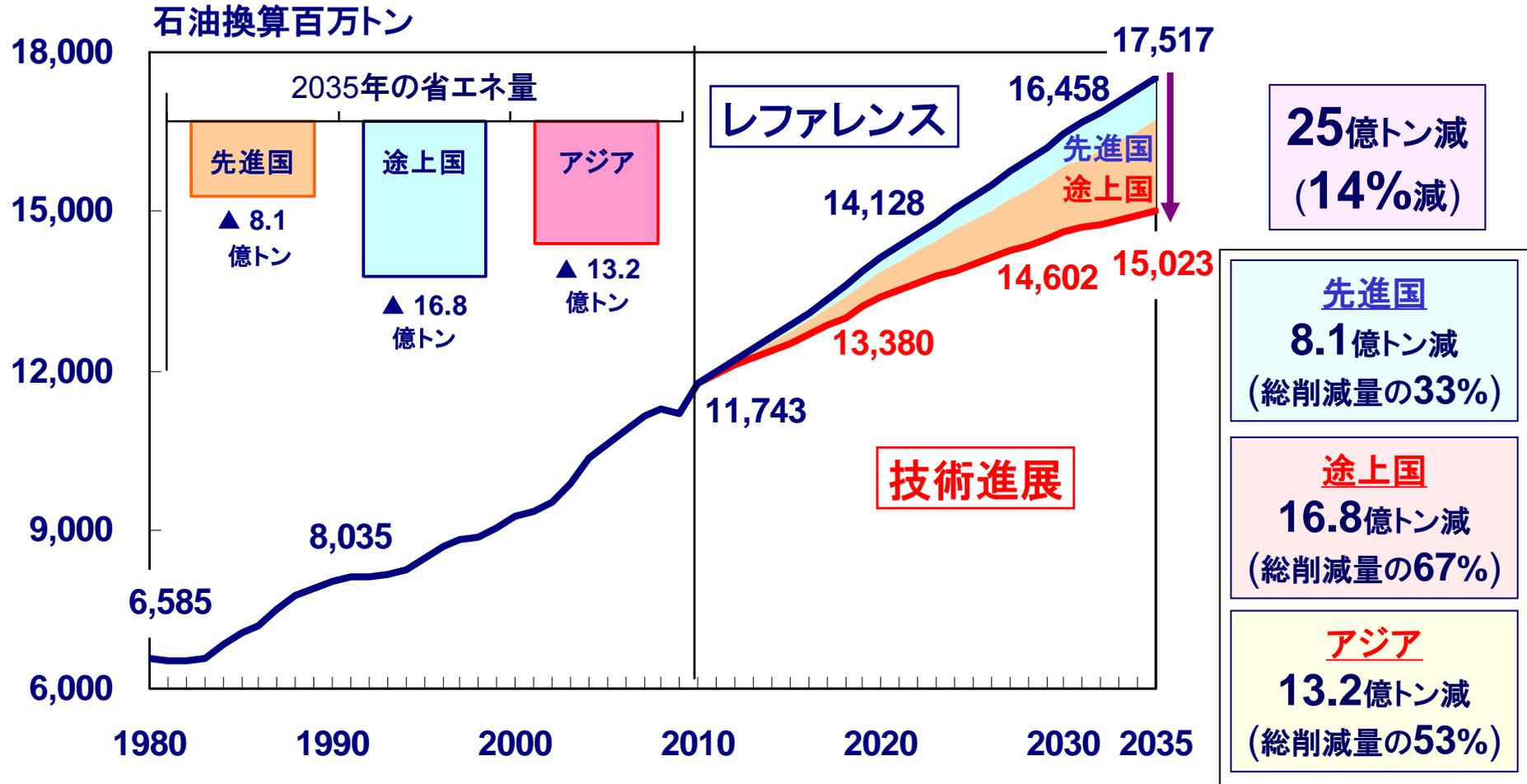
アジアの  
増加量が  
約6割

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、途上国地域のエネルギー消費が先進国地域を上回る。
- 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2035年に45%に達する。
- 2035年には中国のシェアは24%、インドのシェアは8%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2010年の4%から2035年には3%へ縮小。

# 世界の一次エネルギー消費

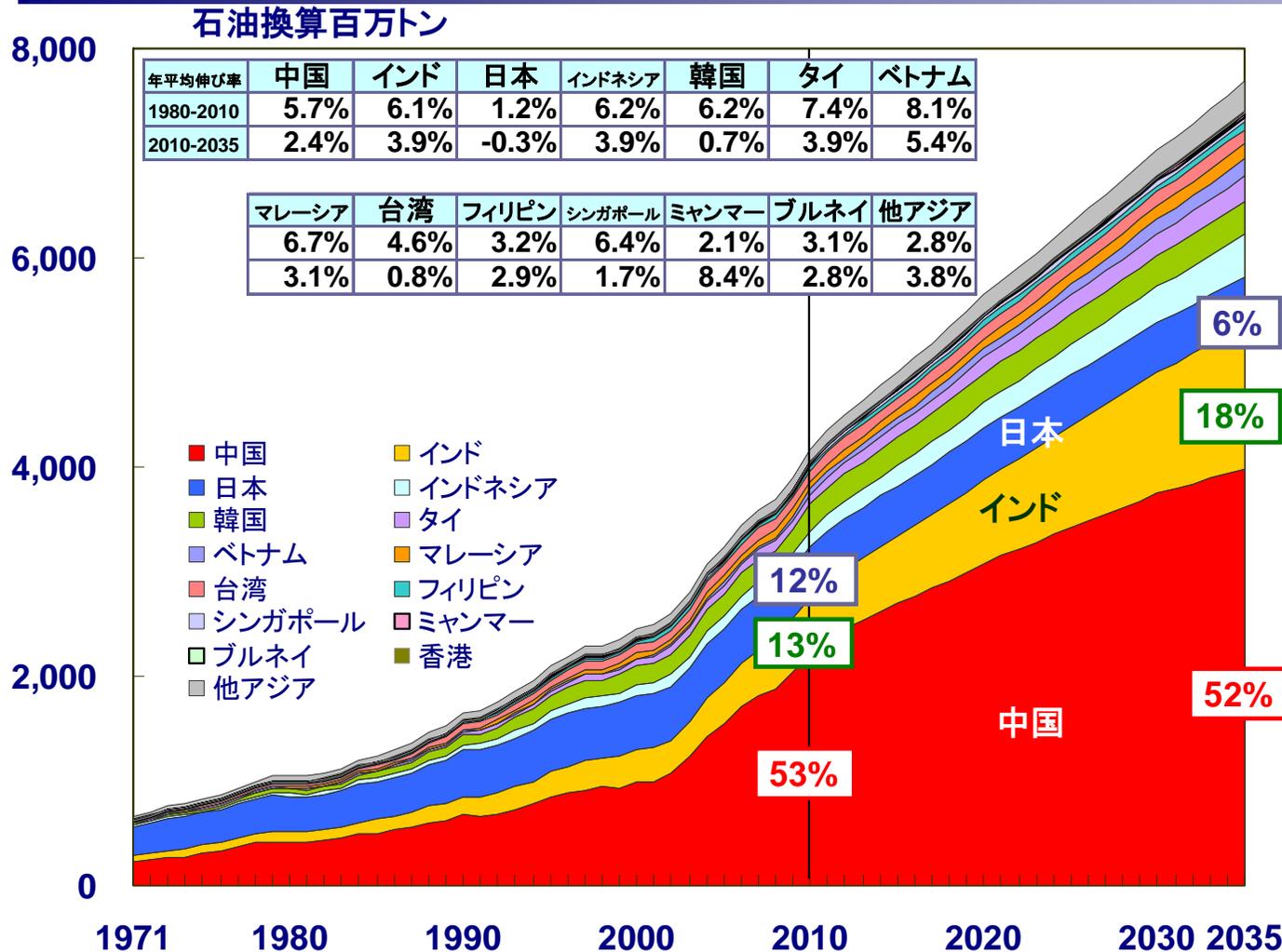
レファレンスケース   
 技術進展ケース



- 技術進展ケースでは、2035年においてレファレンスケース比で約14%(石油換算25億トン、日本の2010年の一次消費の約5.0倍)の省エネルギーとなる。
- 特に途上国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)。途上国の省エネ量は先進国の2.1倍にのぼる。

# アジアの国別一次エネルギー消費

レファレンスケース



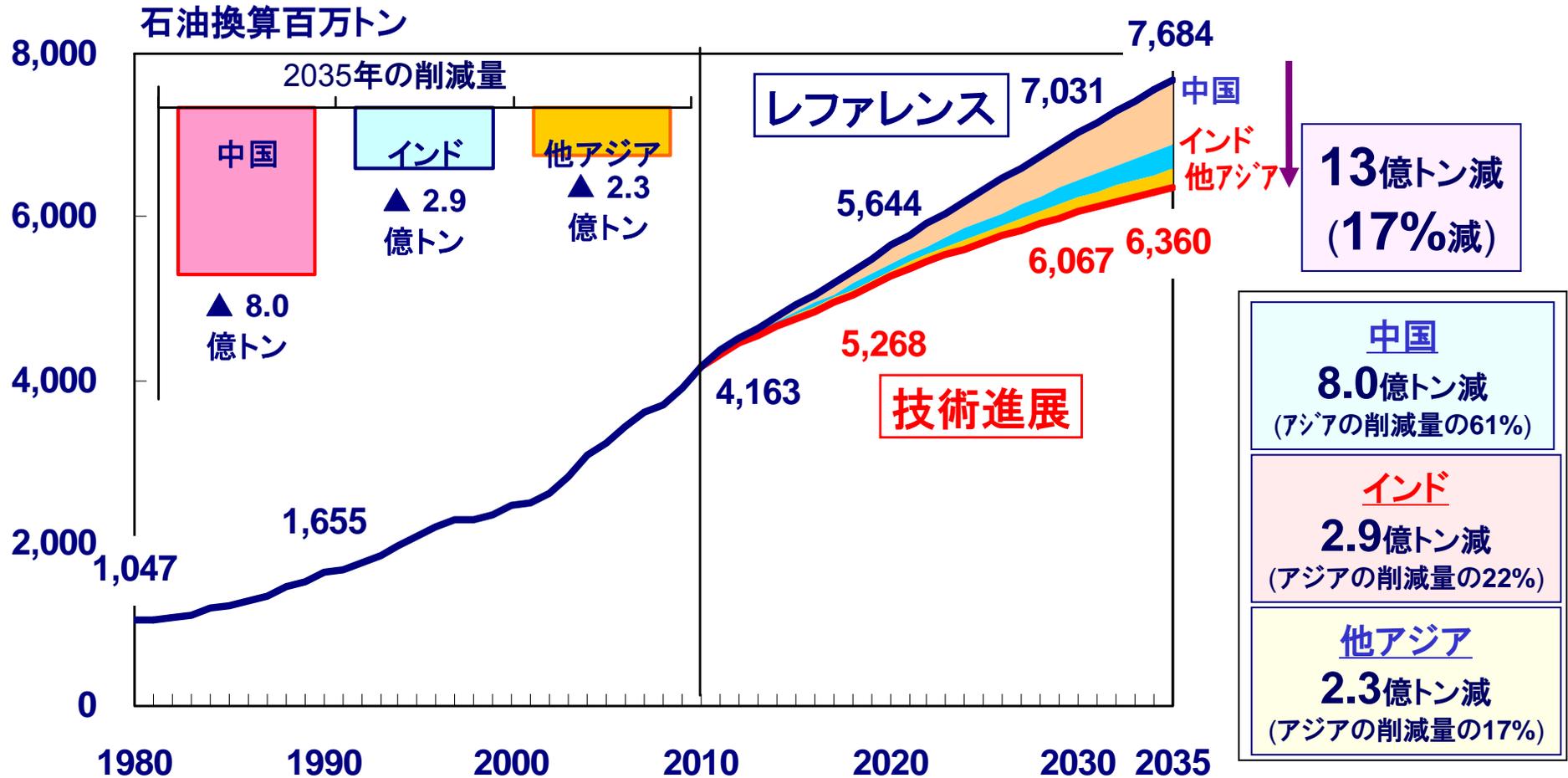
アジア  
 2010年 42億トン  
 ↓  
 2035年 77億トン  
 (1.8倍増)

中国、インド  
 2010年 22億トン 5.2億トン  
 ↓  
 2035年 40億トン 14億トン  
 (1.8倍増) (2.6倍増)

- 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2035年に70%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12%から6%まで縮小する。

# アジアの一次エネルギー消費

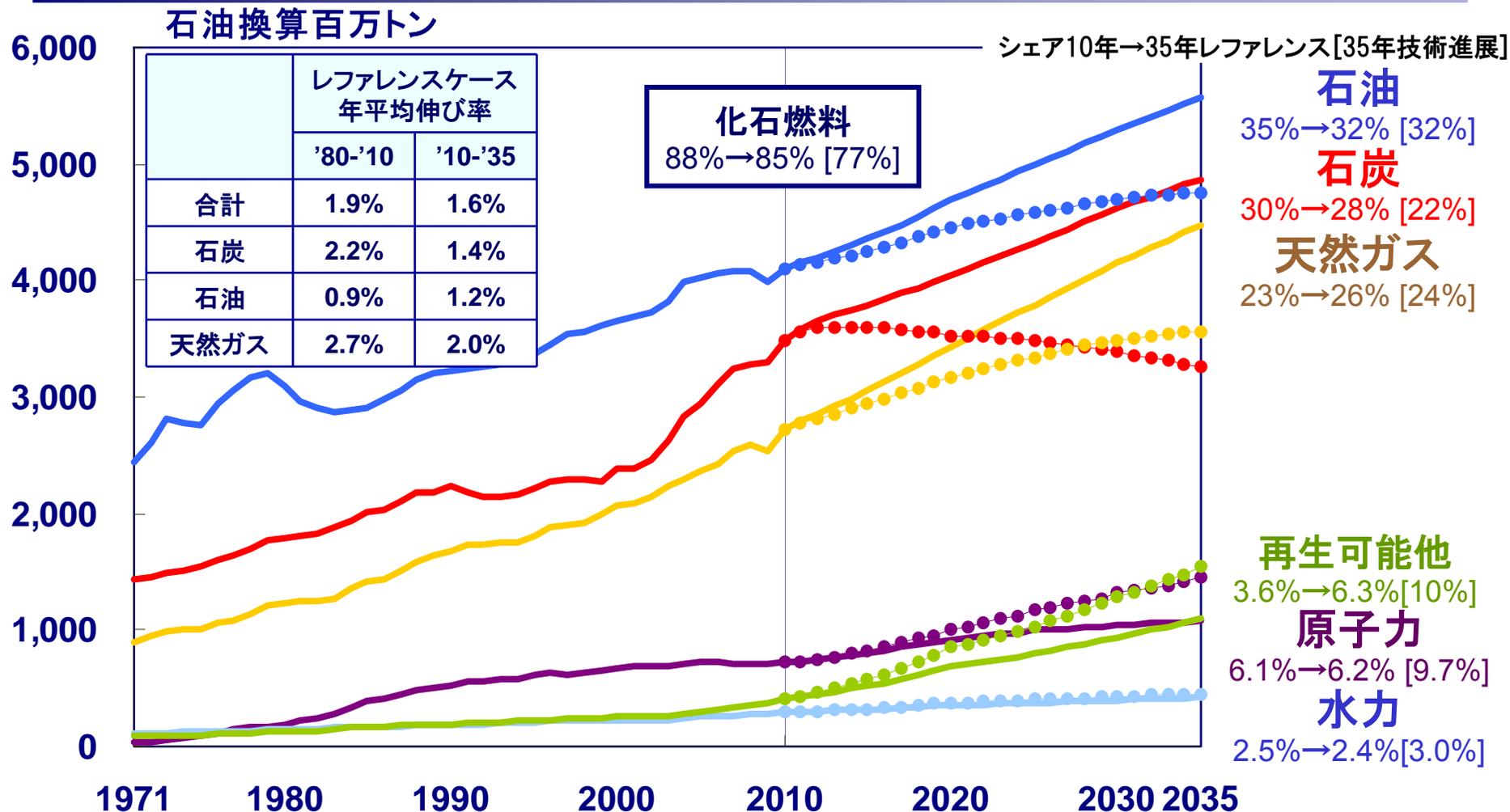
レファレンスケース  
技術進展ケース

アジアの2035年の技術進展ケースでは、レファレンスに比較して約17%(石油換算13億トン、日本の2010年の一次消費の約2.7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 (エネルギー源別)

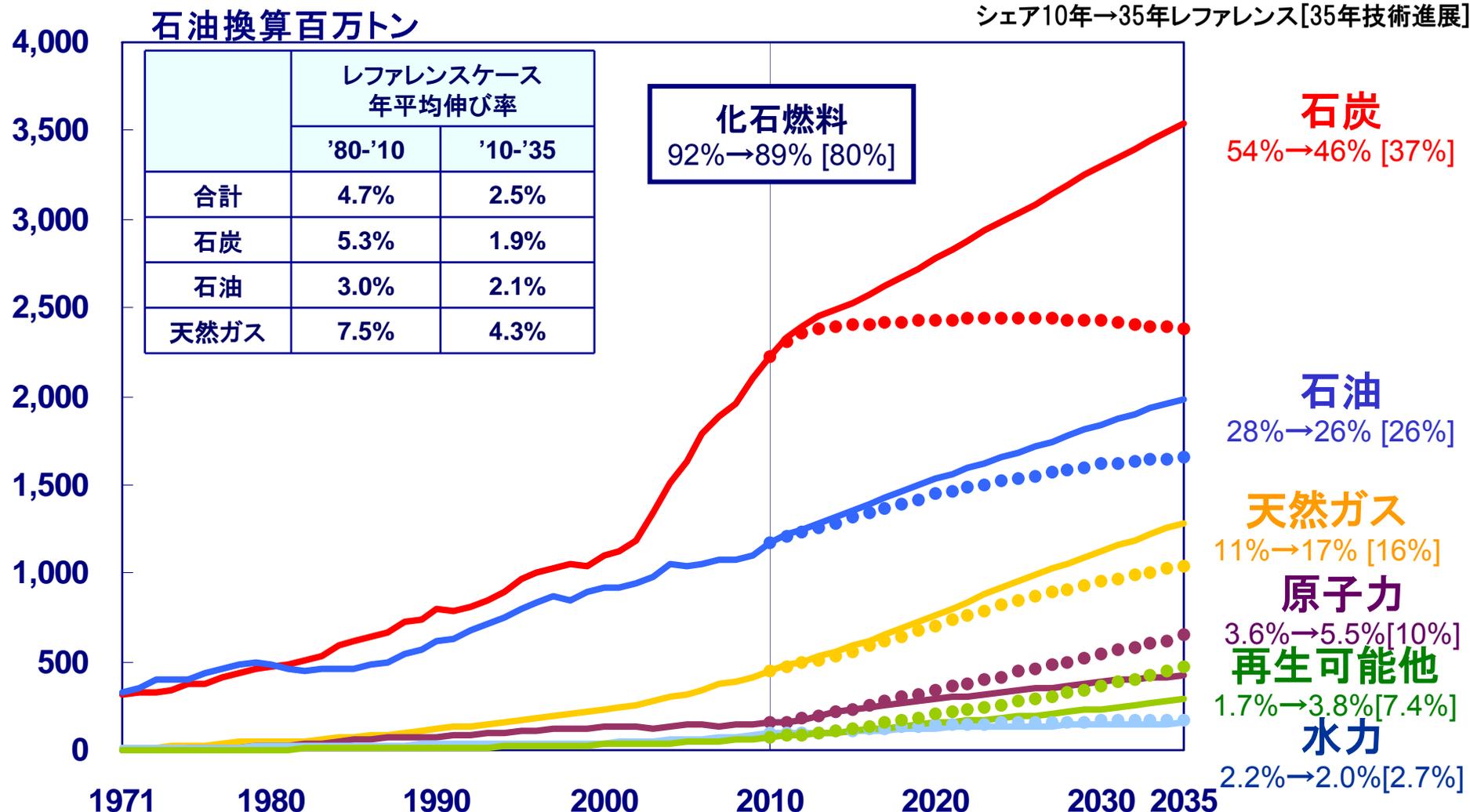
実線・・・レファレンスケース  
点線・・・技術進展ケース



- レファレンスケース・技術進展ケースともに2035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年頃に石油消費は頭打ちとなる。
- 化石燃料のシェアは2035年にレファレンスケースで85%、技術進展ケースで77%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。技術進展ケースにあってもピークアウトせず、増加を続ける。

# アジアの一次エネルギー消費 (エネルギー源別)

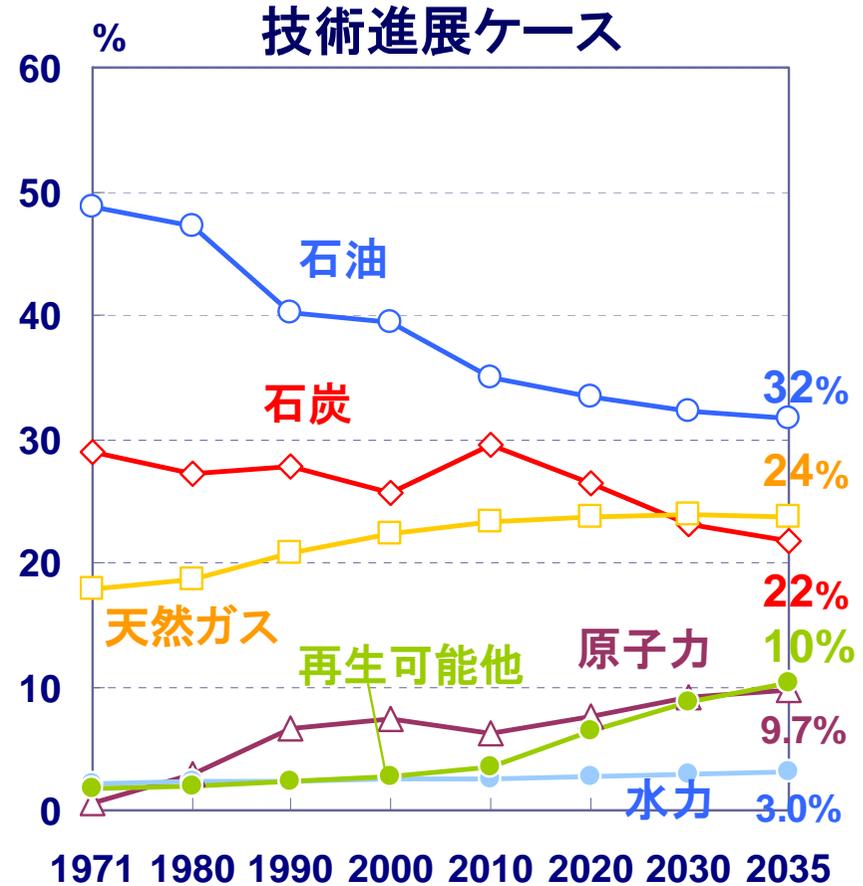
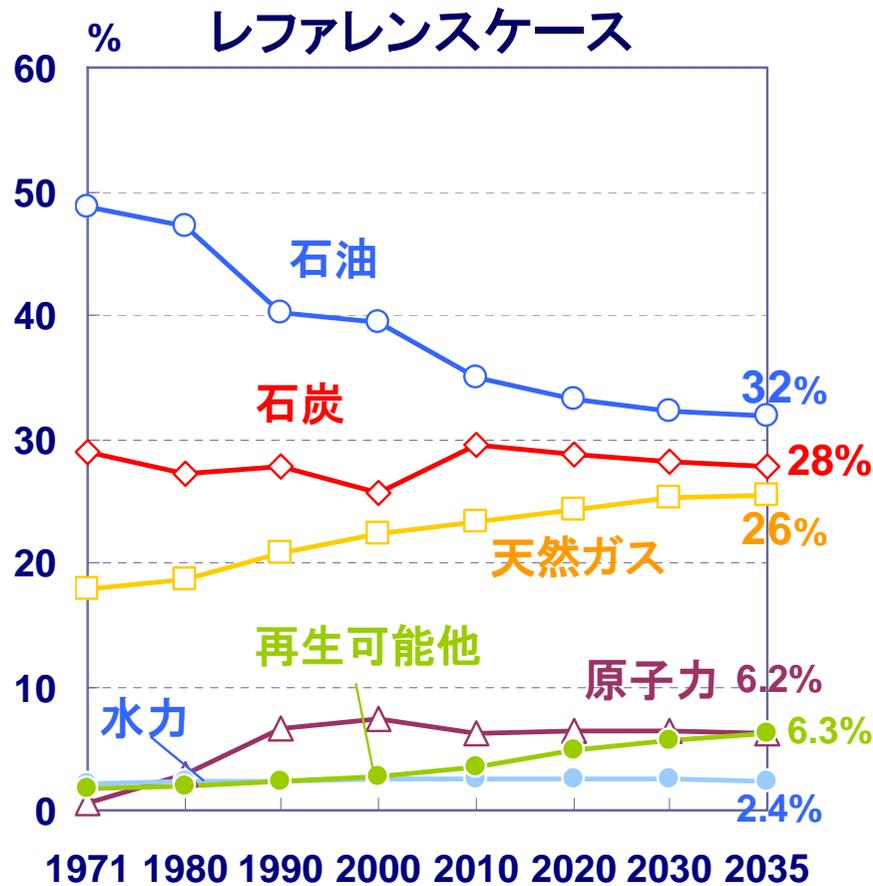
実線...レファレンスケース IEE JAPAN  
点線...技術進展ケース



■ アジアでは2035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17%まで拡大。

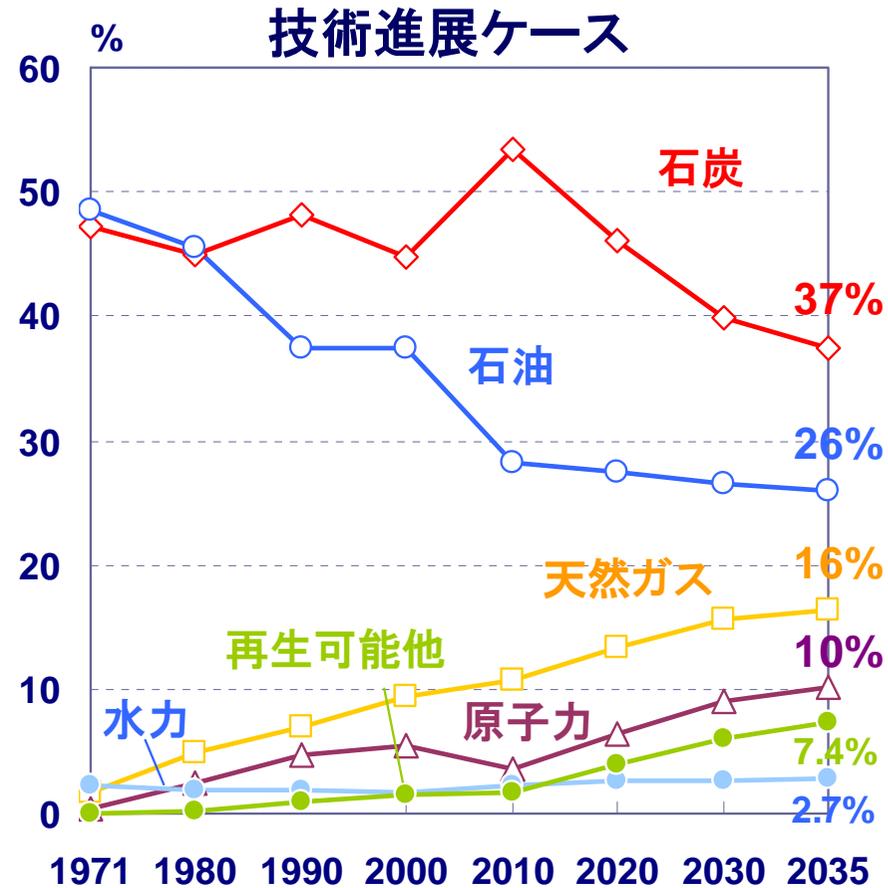
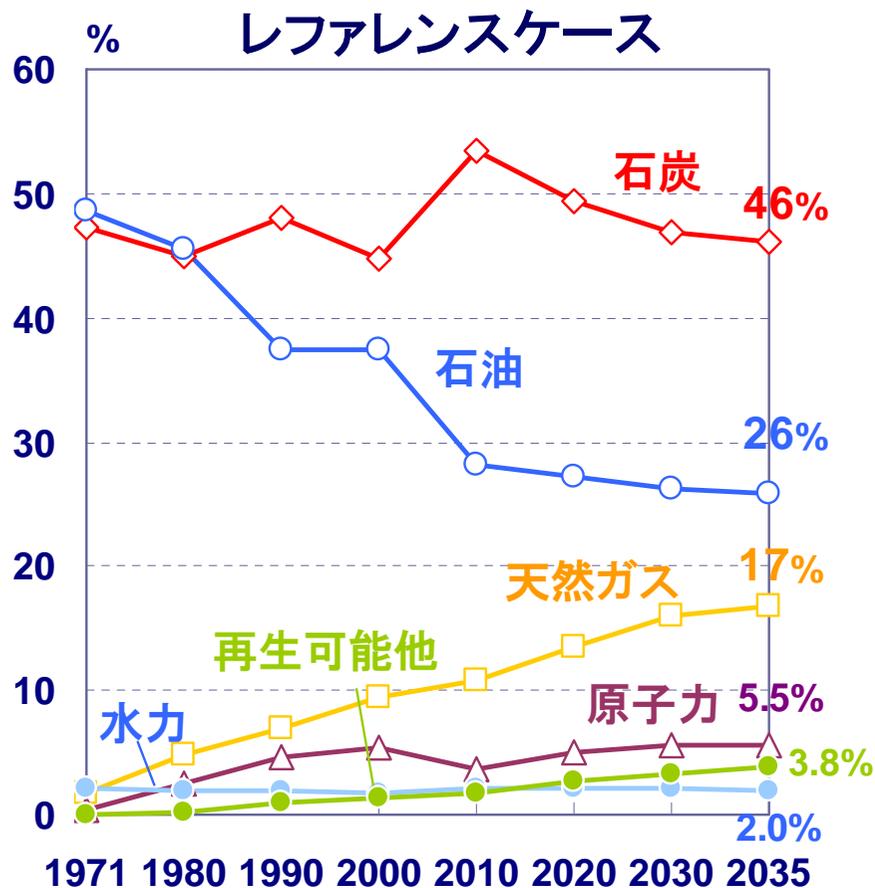
■ 技術進展ケースでは石炭の消費量が大幅に削減されるが、全体の37%と以前として最大のシェアを保ち続ける。

## 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のシェアが大きく低下し、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途上国での発電用途を中心に石炭が大きく削減され、一方で原子力・再生可能エネルギーのシェアが拡大するが、化石燃料のシェアは2035年でも合計で77%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)



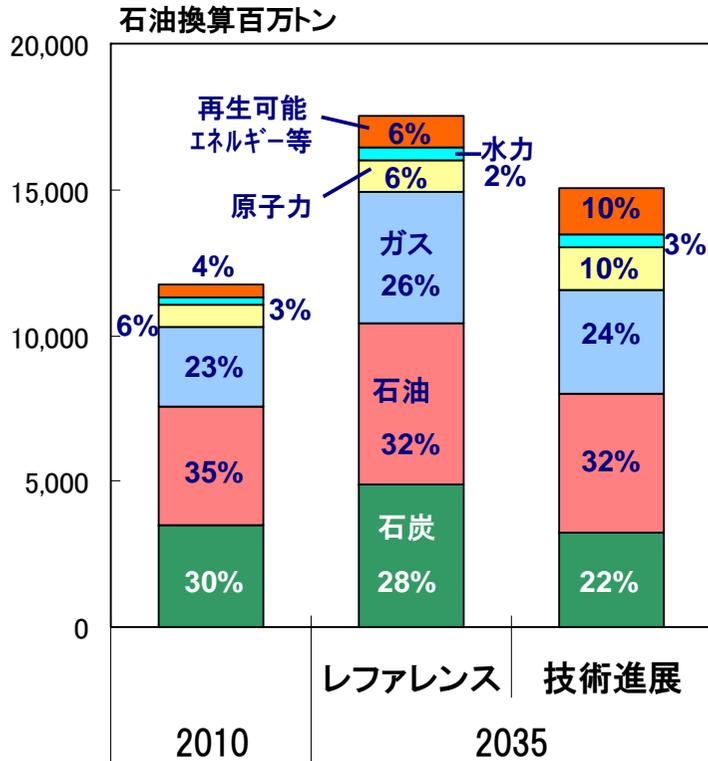
■ アジアでは電力需要増加、発電部門での消費増加を背景に、石炭の利用が拡大、高いシェアを維持する。技術進展ケースでは石炭の消費が大きく削減されるが、このケースでも2035年に依然として最大のシェアを保つ。

■ 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。

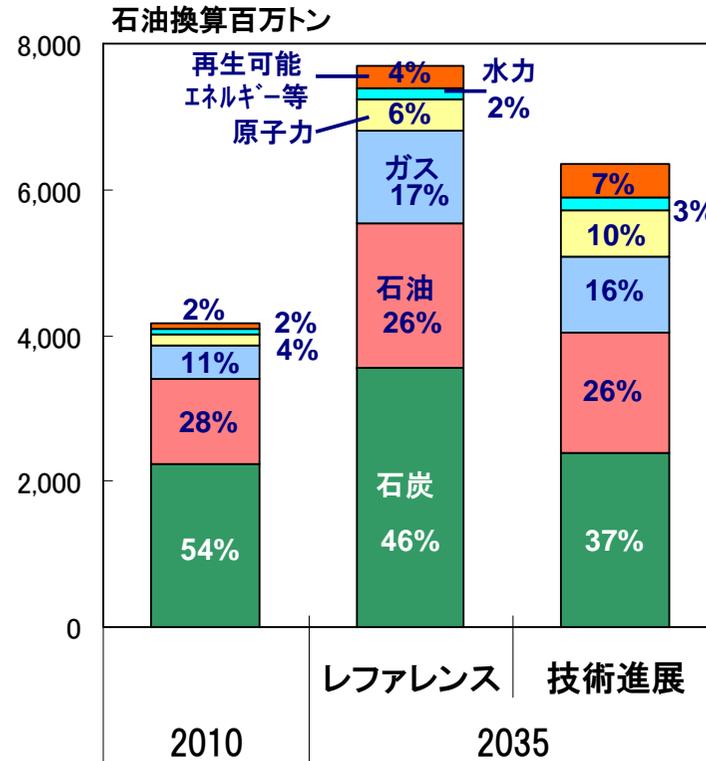
# 一次エネルギー消費量の変化

レファレンスケース   
技術進展ケース

## 【世界】



## 【アジア】



非化石エネルギーの割合(世界)



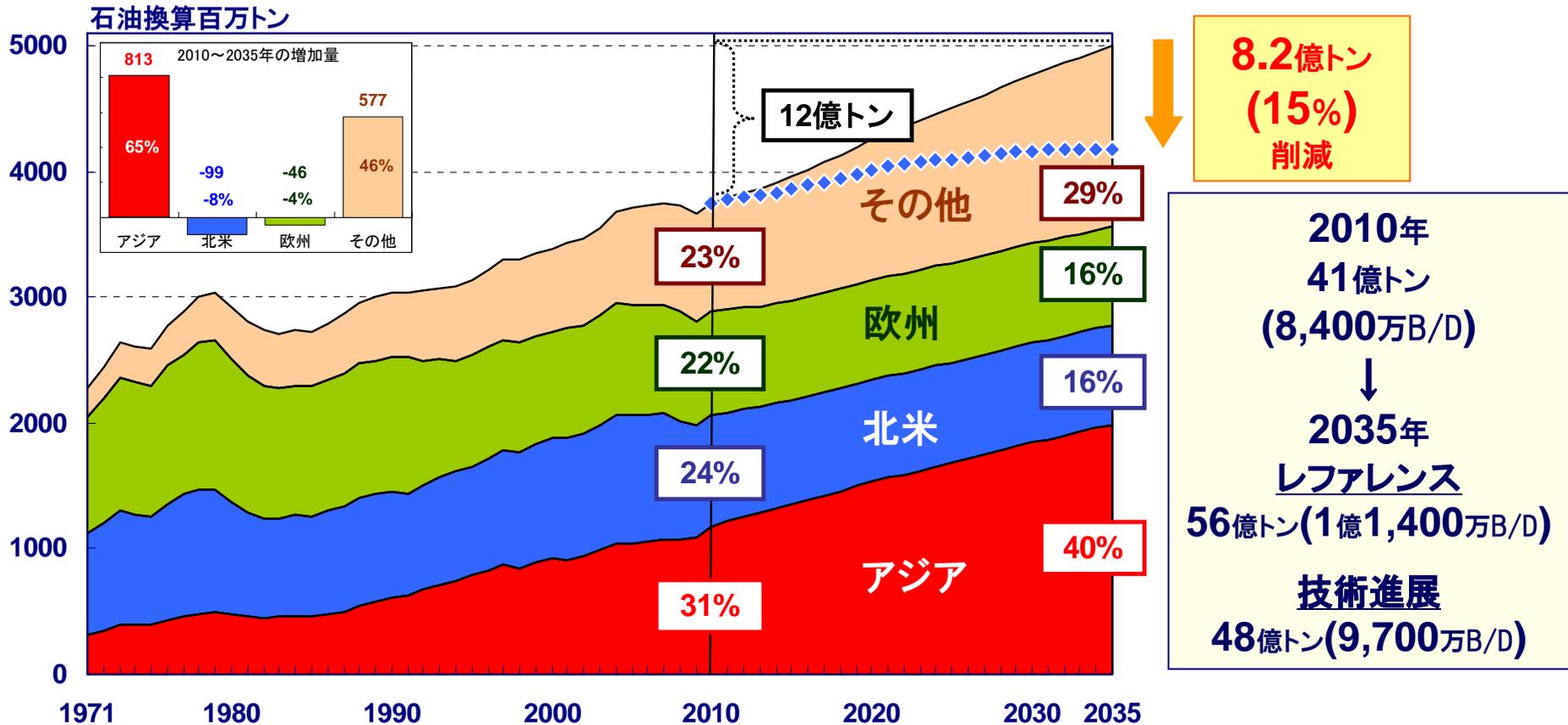
非化石エネルギーの割合(アジア)



- 技術進展ケースでは、2035年に世界の一次エネルギー供給量の23%が非化石エネルギーにより供給される。同じく、アジアでも2010年比13ポイント増加し、一次供給の20%を占める。
- 技術進展ケースでは、2035年時点でも、世界、アジアにおいて化石燃料が全体の約8割を占め、重要なエネルギー源として位置づけられる。

# 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



- 最大の石油消費地域であるアジアは2035年までの世界の石油消費増加量の約6割を占める。
- 世界の石油消費に占めるアジアのシェアは31%から40%へ拡大。
- 先進国の石油消費は2005年以降減少を続けており、2010年から2035年にかけて引き続き減少。先進国が世界の石油消費に占めるシェアは2010年の52%から35%へ減少し、途上国のシェアは2035年には65%へ増加する。
- 技術進展ケースでは、2035年での削減量は8.2億トン(レファレンスケース比15%)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

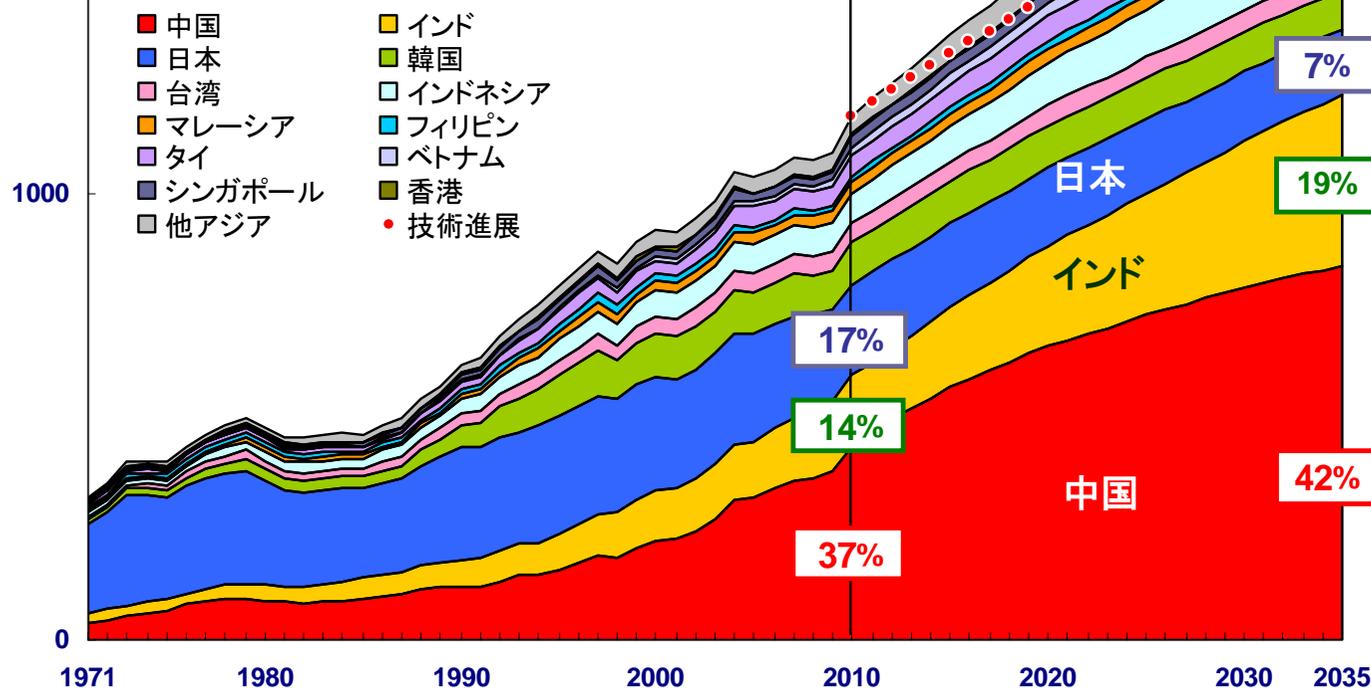


2000 石油換算百万トン

年平均伸び率	中国	インド	日本	韓国	台湾	シンガポール
1980-2010	5.4%	5.4%	-0.5%	4.3%	2.5%	5.4%
2010-2035	2.7%	3.5%	-1.3%	-0.3%	0.5%	1.3%

	インドネシア	マレーシア	フィリピン	タイ	ベトナム	他アジア
	4.1%	4.1%	0.9%	4.9%	8.1%	3.6%
	2.9%	1.8%	2.6%	2.3%	4.0%	4.1%



3.4億トン  
(17%)  
削減

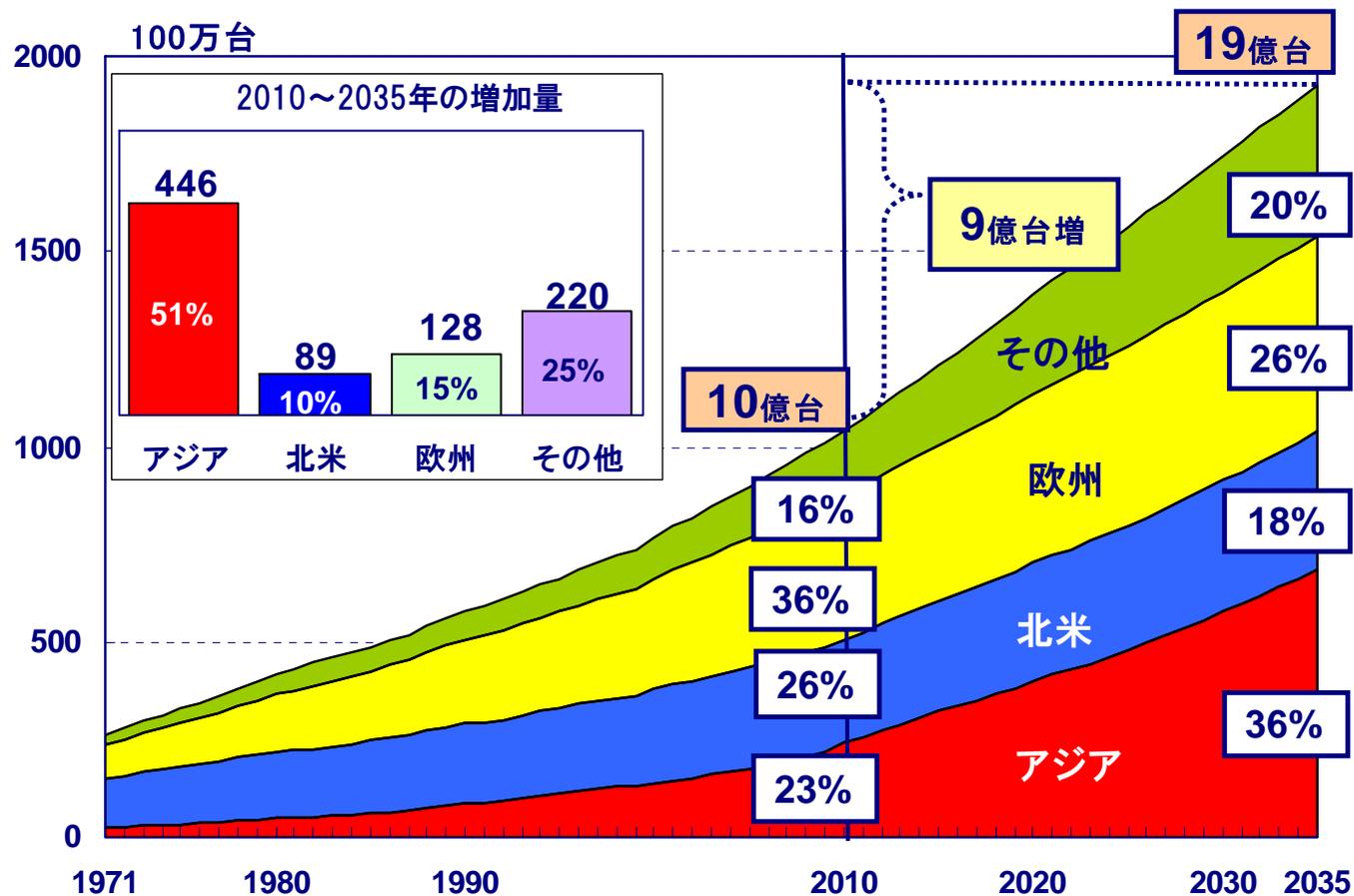
2010年  
11.7億トン  
(2,410万B/D)  
↓  
2035年  
レファレンス  
19.9億トン(4,070万B/D)  
技術進展  
16.5億トン(3,380万B/D)

■ 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2010年の2,410万B/Dから2035年には4,070万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、2035年での削減量は3.4億トン(レファレンスケース比17%)。

# 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)

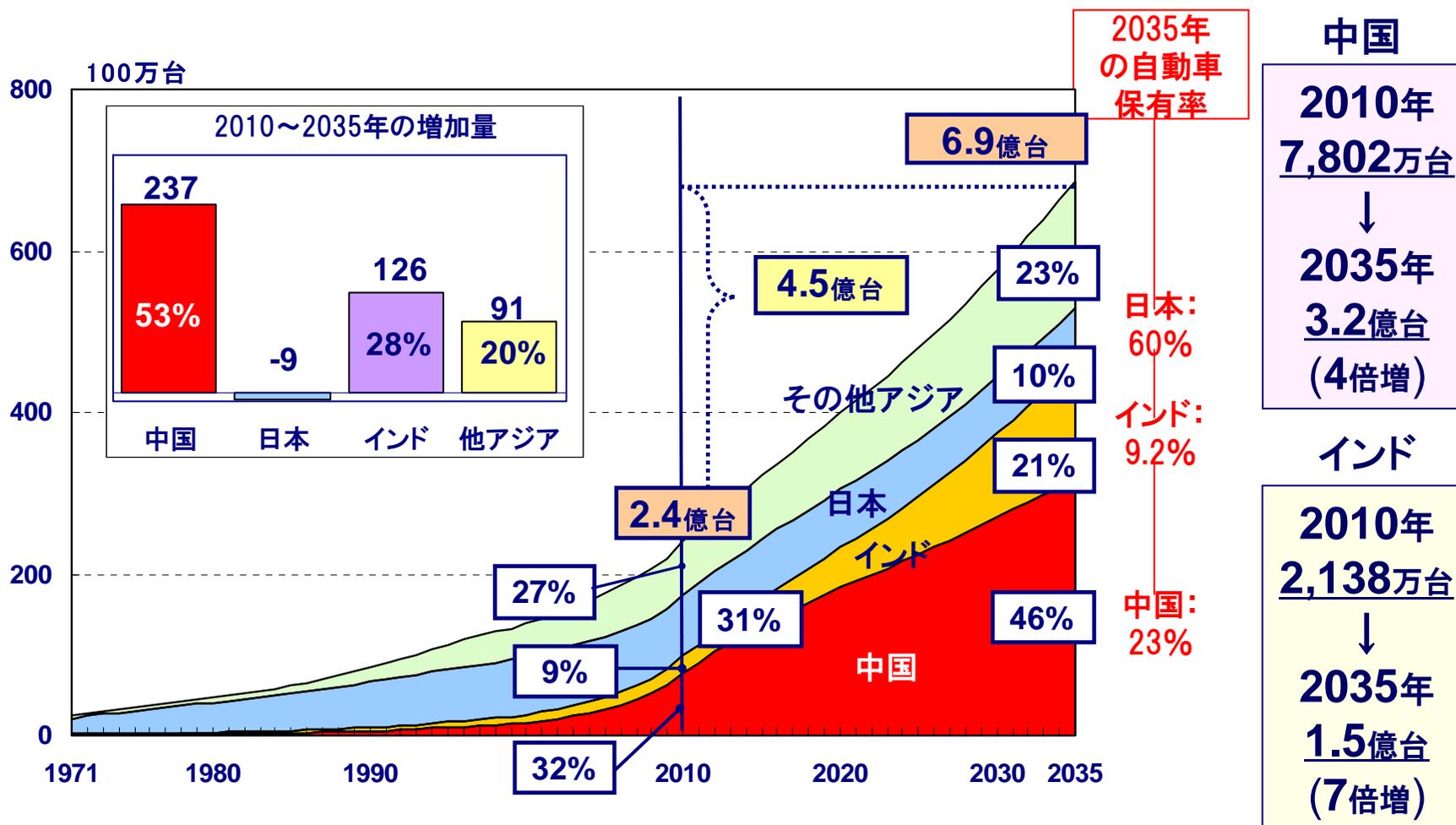


**世界**  
2010年 10億台  
↓  
2035年 19億台  
(1.9倍増)

**アジア**  
2010年 2.4億台  
↓  
2035年 6.9億台  
(2.8倍増)

■ 世界の自動車保有台数は10億台から19億台まで増加。先進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、アジア途上国では、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2010年の2.4億台から2035年には6.9億台へ増加する。2035年には世界の自動車保有台数増加量の約4割がアジアに集中する。

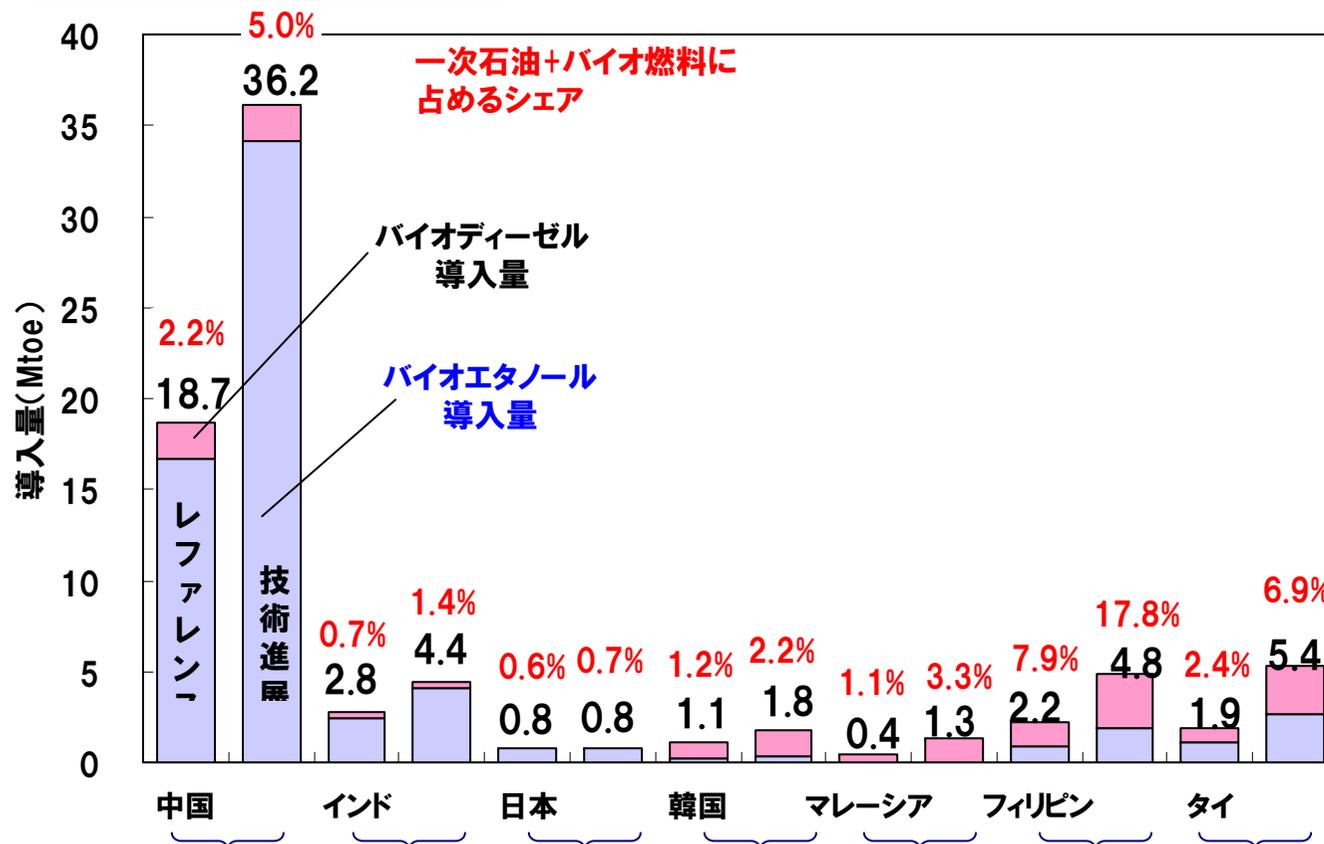
## 自動車保有台数(アジア)

レファレンスケース  
技術進展ケース(共通)

■ 中国では景気が衰退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。2035年の自動車保有台数は7,802万台から3.2億台へ増加する。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2,138万台から1.5億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 (2035年)

レファレンスケース   
技術進展ケース

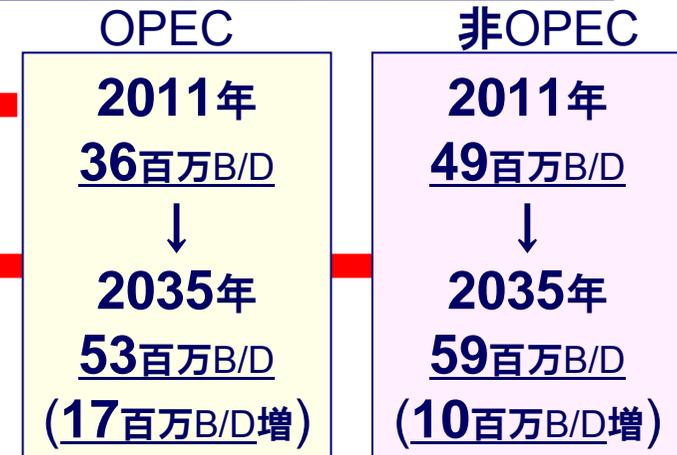


- レファレンスケースでは、バイオ燃料導入量は北米、欧州、中南米を中心に2035年には世界計で2.1億石油換算トン、アジアでは2,967万石油換算トンに達する。2035年での世界の一次エネルギー消費に占めるバイオ燃料構成比は約1.2%、液体燃料需要に占める構成比は約3.6%となる。中国、インド、日本ではバイオエタノール、韓国、インドネシア、マレーシアではバイオディーゼルを中心に導入が進む。
- 技術進展ケースでは、2035年に世界計で2.6億石油換算トン、アジアでは5,588万石油換算トンのバイオ燃料が導入される。

# 石油生産の展望

レファレンスケース 

百万B/D	2011	2020	2035	2011-2035
OPEC	36	42	53	17.0
中東OPEC	27	30	38	10.5
非中東OPEC	8	12	15	6.5
非OPEC	49	52	59	10.1
北米	15	16	18	3.3
中南米	4	6	7	2.9
欧州・旧ソ連	17	18	21	3.8
中東	2	2	2	▲ 0.0
アフリカ	3	3	3	0.8
アジア	8	8	8	▲ 0.7
中国	4	4	4	▲ 0.1
インド	1	1	1	▲ 0.2
インドネシア	1	1	1	▲ 0.0
他アジア	2	2	2	▲ 0.3
プロセスゲイン	2	2	3	0.6
世界計	87	96	114	28
世界計(技術進展)		91	97	10

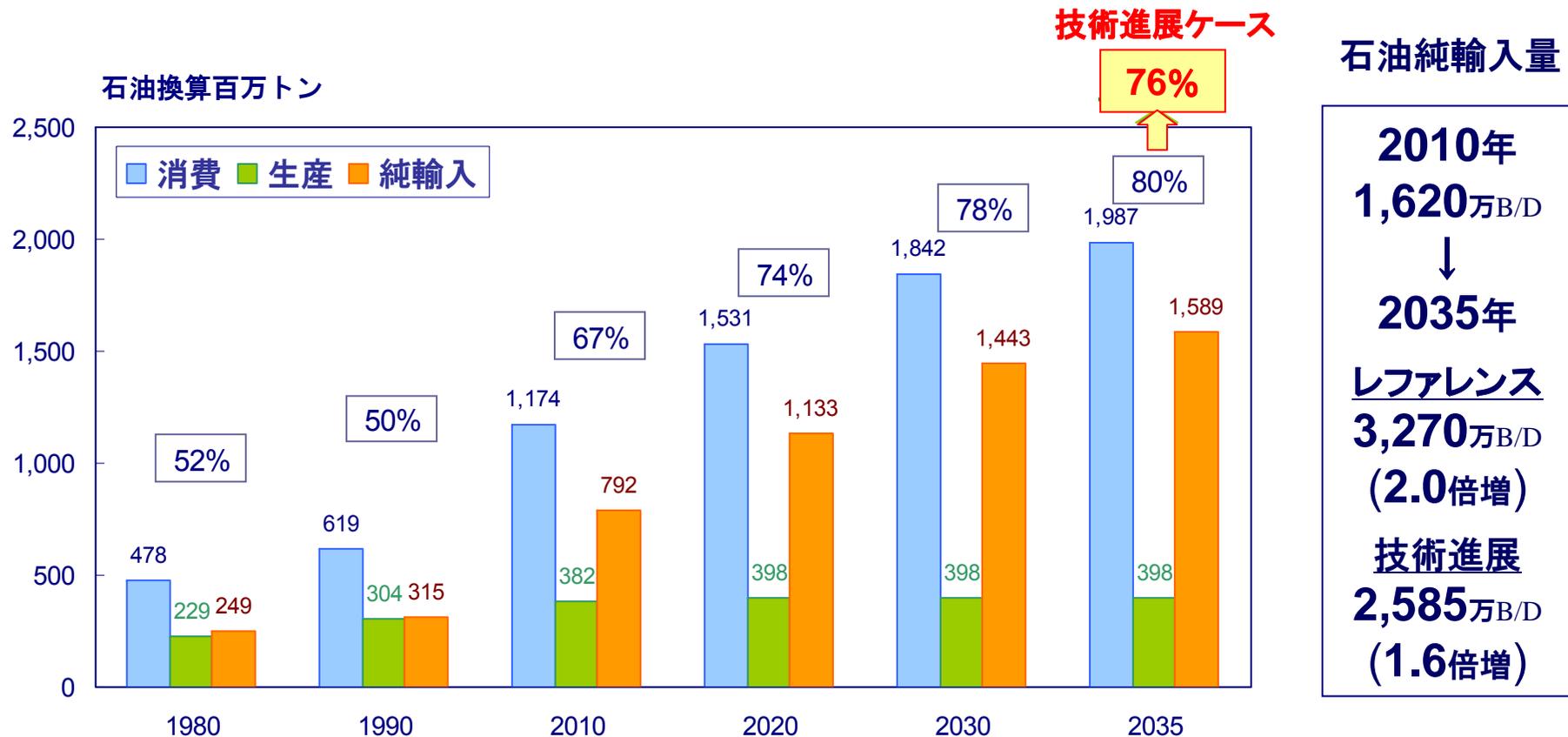


**世界の石油生産増加量に  
占めるシェア**

**OPEC 61% (17百万B/D増)**  
**非OPEC 36% (10百万B/D増)**

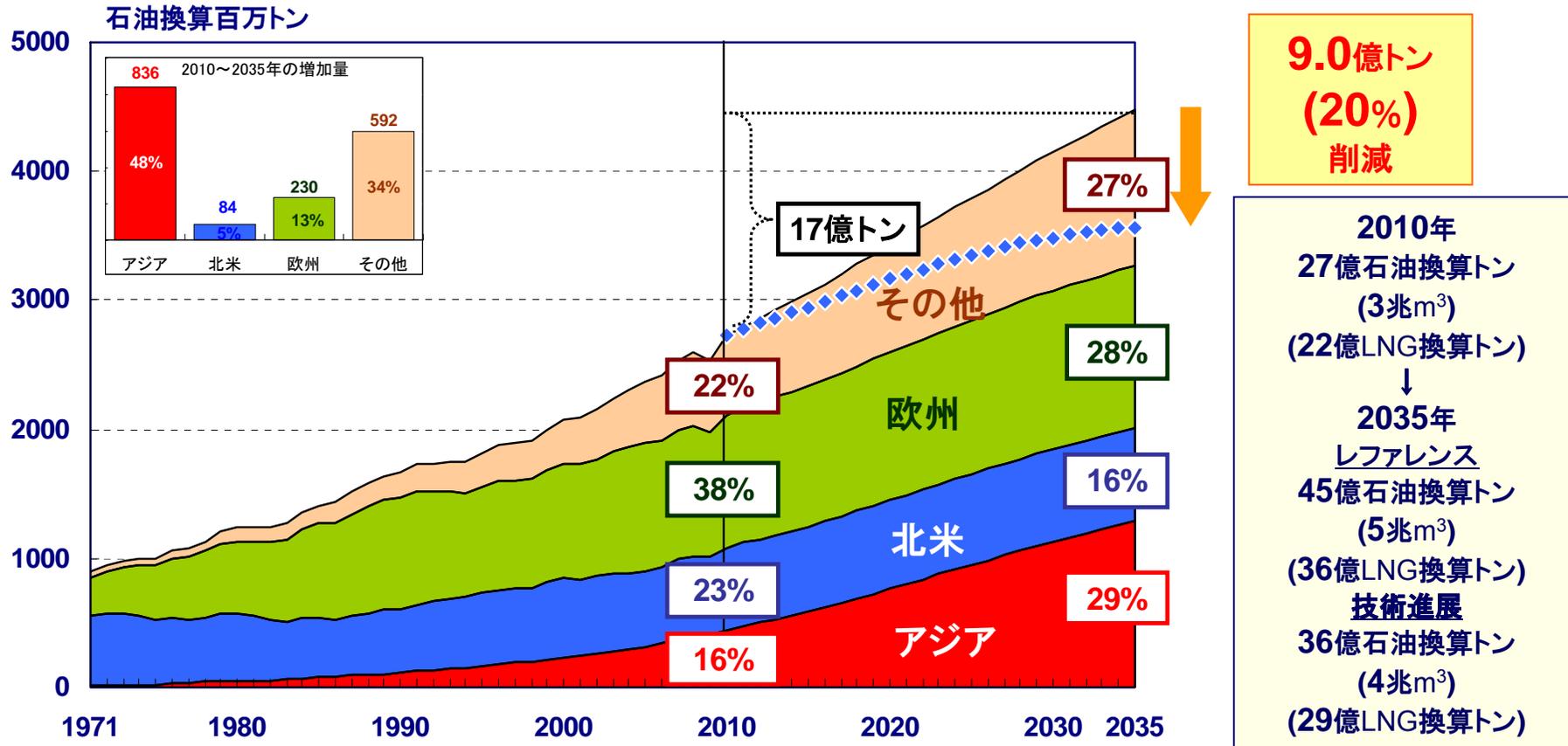
- 今後増加する世界の石油需要の約6割がOPECによる石油生産により満たされ、世界の石油生産に占めるOPECのシェアは2035年には46%へ拡大。
- 将来の増産が期待される中東OPECなどでは国内需要の増加が顕著になっているため、国内需要と輸出需要の双方の増加に見合う生産能力の増強投資が円滑に実行されなければ、国際石油需給がタイト化する可能性がある。
- イージーオイルへのアクセスに制約が生じつつある中、今後シェールオイルやオイルサンドなどの非在来型石油に対する関心がさらに高まっていく。

# 石油需給(アジア)



- レファレンスケースでは、純輸入量は2010年の8億トン(約1,620万バレル/日)から16億トン(約3,270万バレル/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2035年には80%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76%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

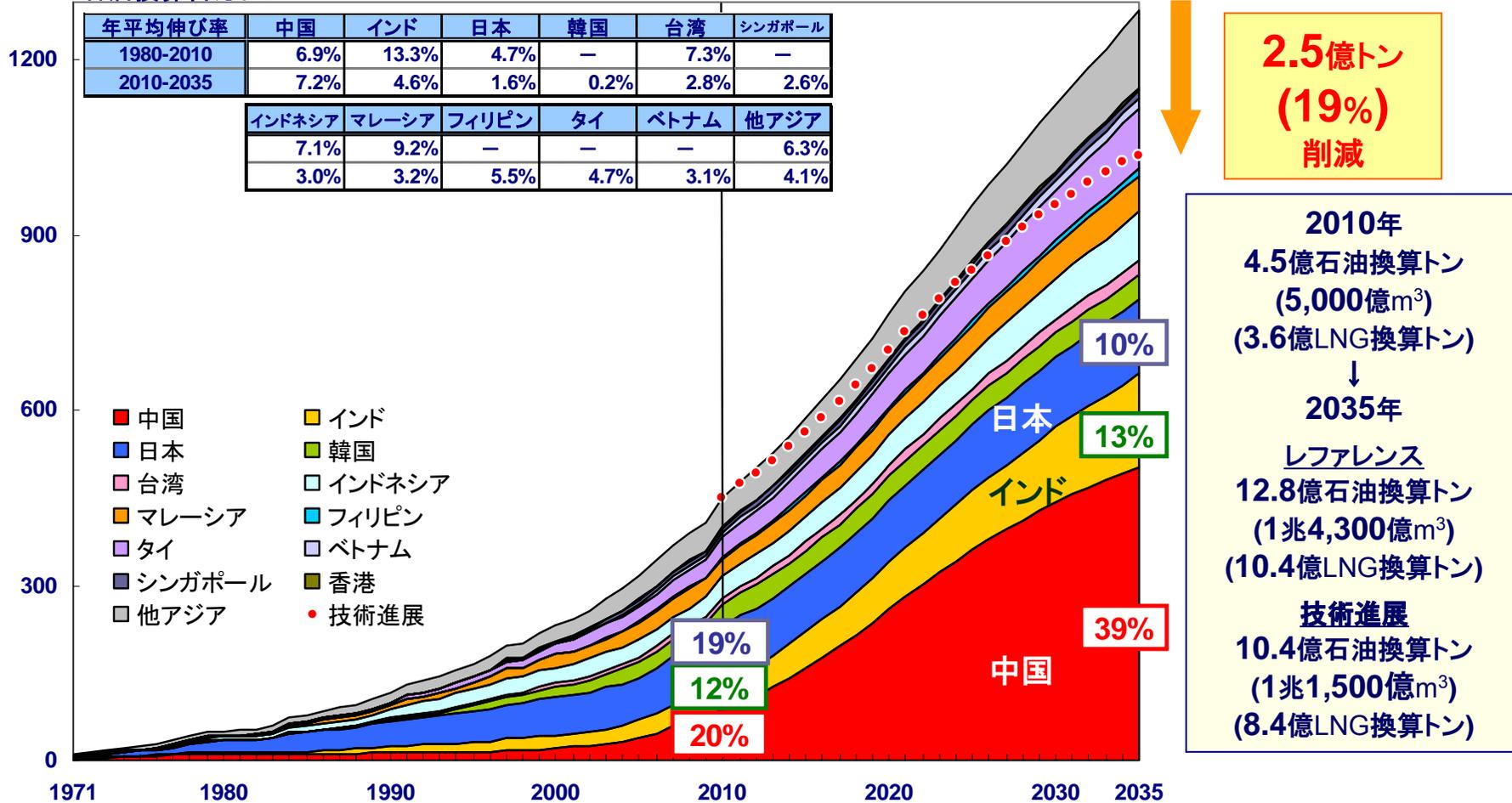
- 世界の天然ガス消費は2010年27億トン(3兆 $m^3$ )から2035年には45億トン(5兆 $m^3$ )に達し、1.6倍に増加。アジア、欧州を中心に増加する見通し。
- 2010年～2035年までの天然ガス消費増加量の内、先進国が15%、途上国が85%を占める。即ち、天然ガス消費は途上国を中心に増加する。世界の天然ガス消費に占める途上国のシェアは52%から65%へ増加する。
- 技術進展ケースでは、世界の天然ガス消費量は9.0億トン(レファレンスケース比20%)削減。このケースにおいても天然ガス消費量は急拡大を続けるため、今後も適切な資源開発の継続が必須となる。

# 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

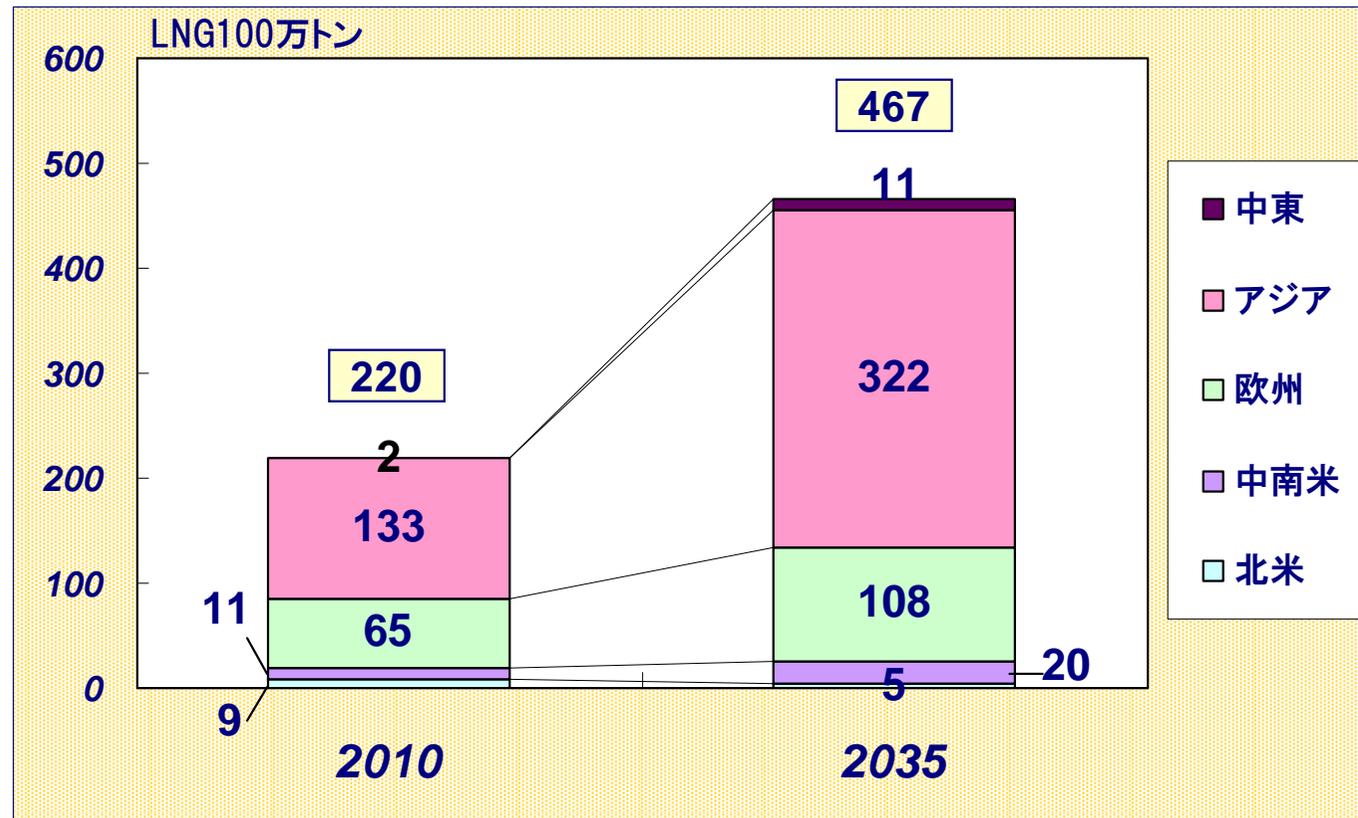


石油換算百万トン



- 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2035年には2010年比で3倍以上まで拡大。
- 技術進展ケースでは2035年に2.5億トン(19%)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3.4%で急速に拡大。

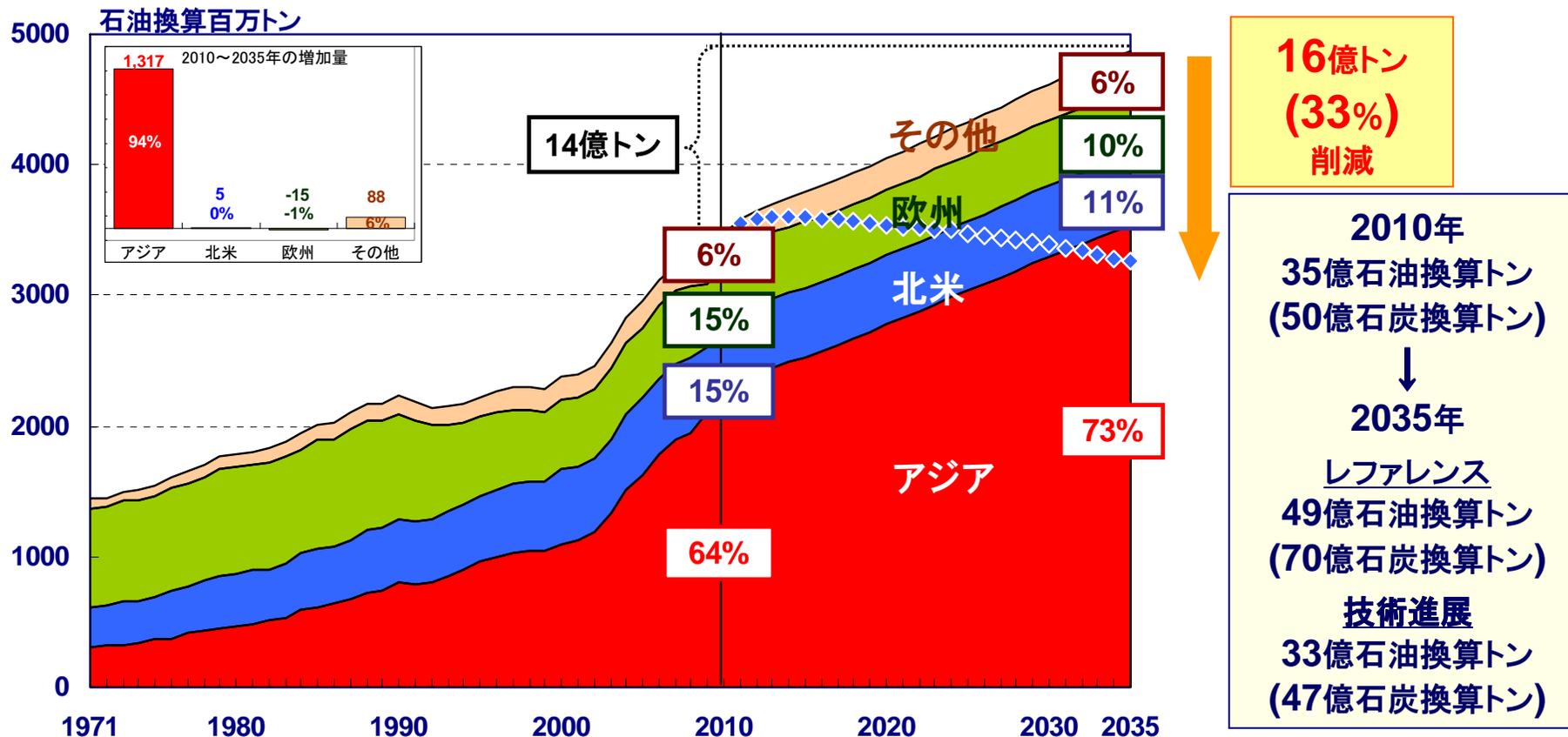
## 世界のLNG需要展望



- 世界のLNG需要は2010年の2億2,000万トンから2035年には4億6,700万トンへ2倍まで拡大。
- アジアのLNG需要は1億8,900万トン増加し、世界のLNG需要増加量の8割を占める。アジアを中心に世界のLNG需要が拡大する。欧州では4,300万トン増加し世界のLNG需要増加量の2割を占める。一方で、北米地域のLNG需要は横ばいから微減となる。
- 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なると考えられる。

# 世界の石炭消費(地域別)

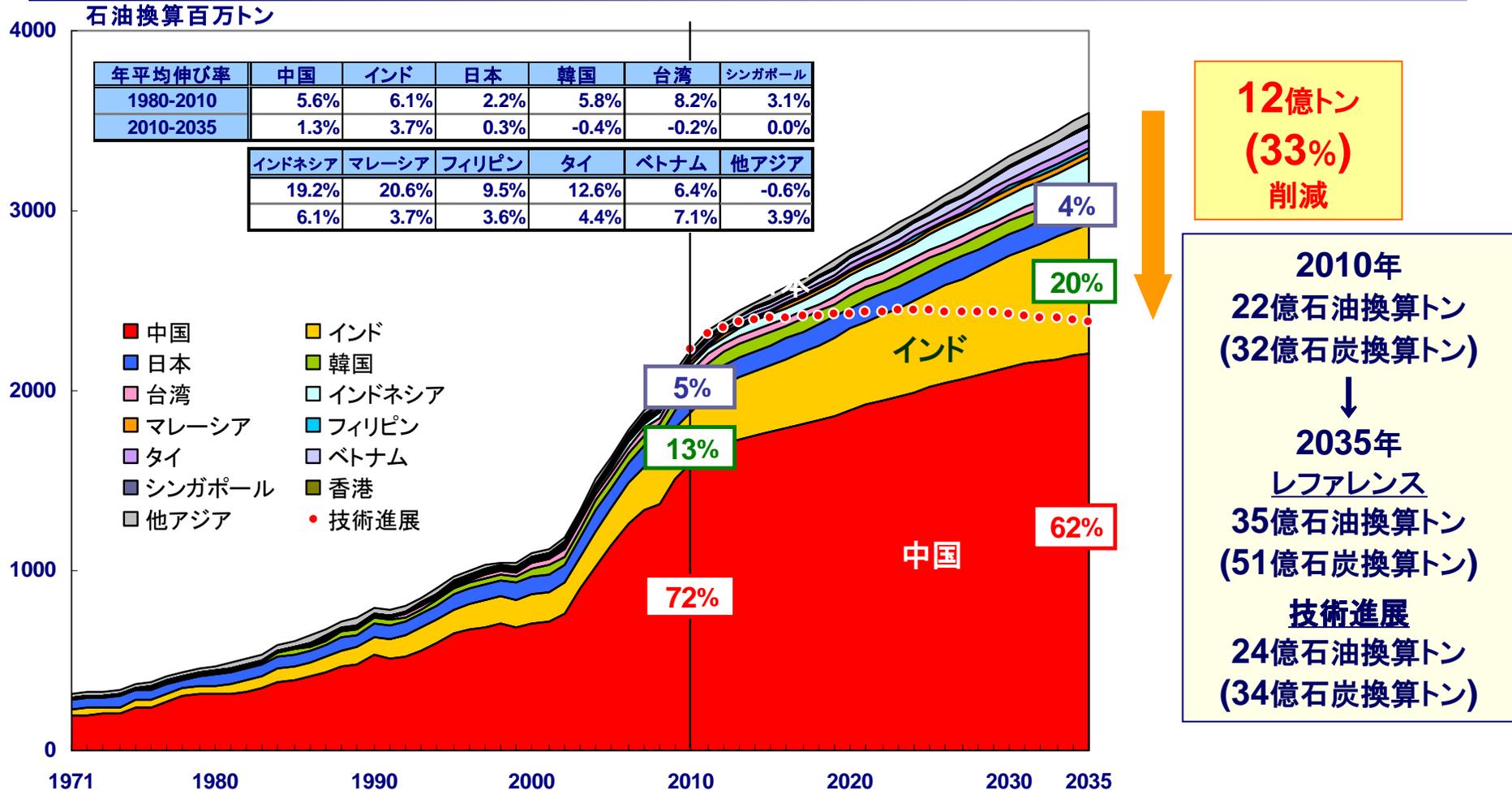
レファレンスケース  
技術進展ケース



- 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7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。
- 2010年～2035年までの石炭消費は、途上国を中心に増加を続けるが、先進国では減少する。世界の石炭消費に占める先進国のシェアは2010年の31%から2035年には22%へ減少し、途上国のシェアは69%から78%へ増加する。
- 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、2035年には16億トン(33%)の削減となる。

# アジアの石炭消費

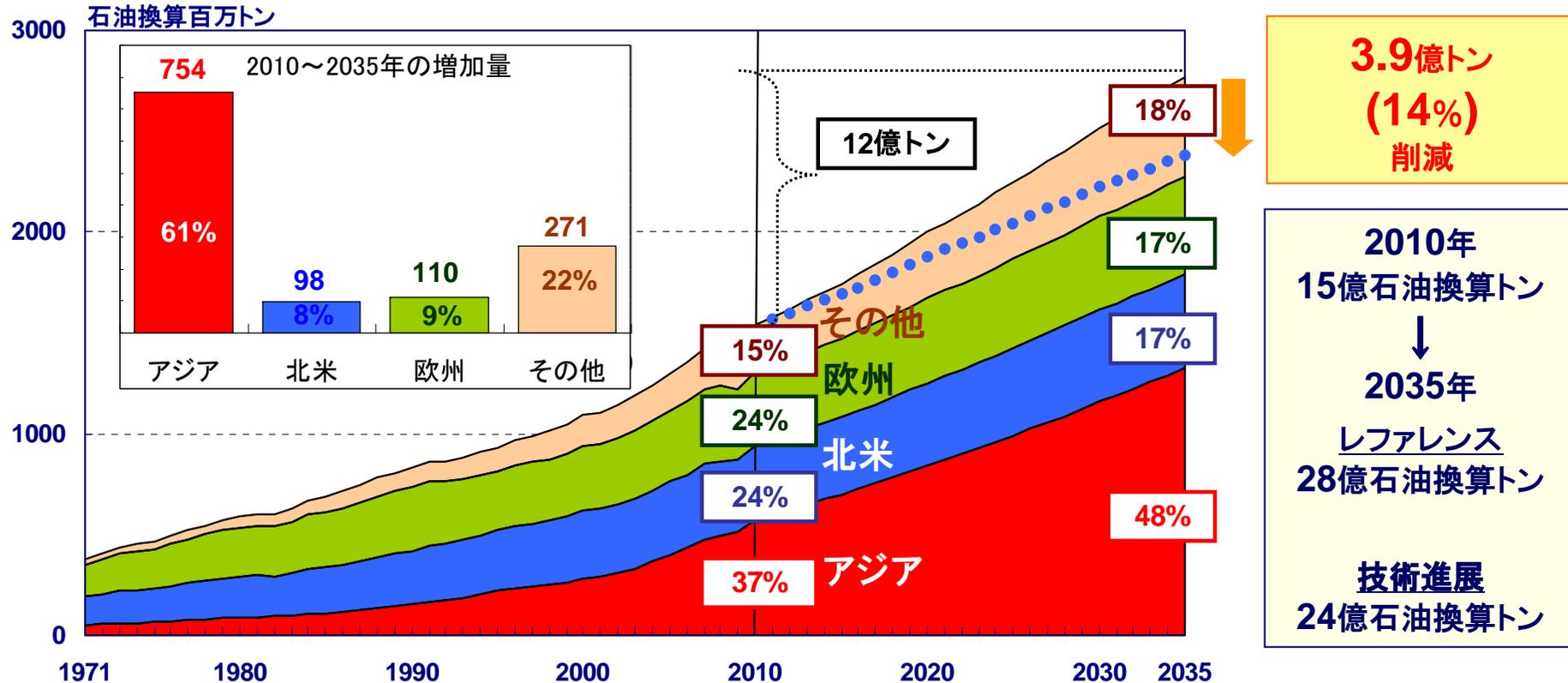
レファレンスケース  
技術進展ケース



■ 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、2035年に12億トン(33%)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

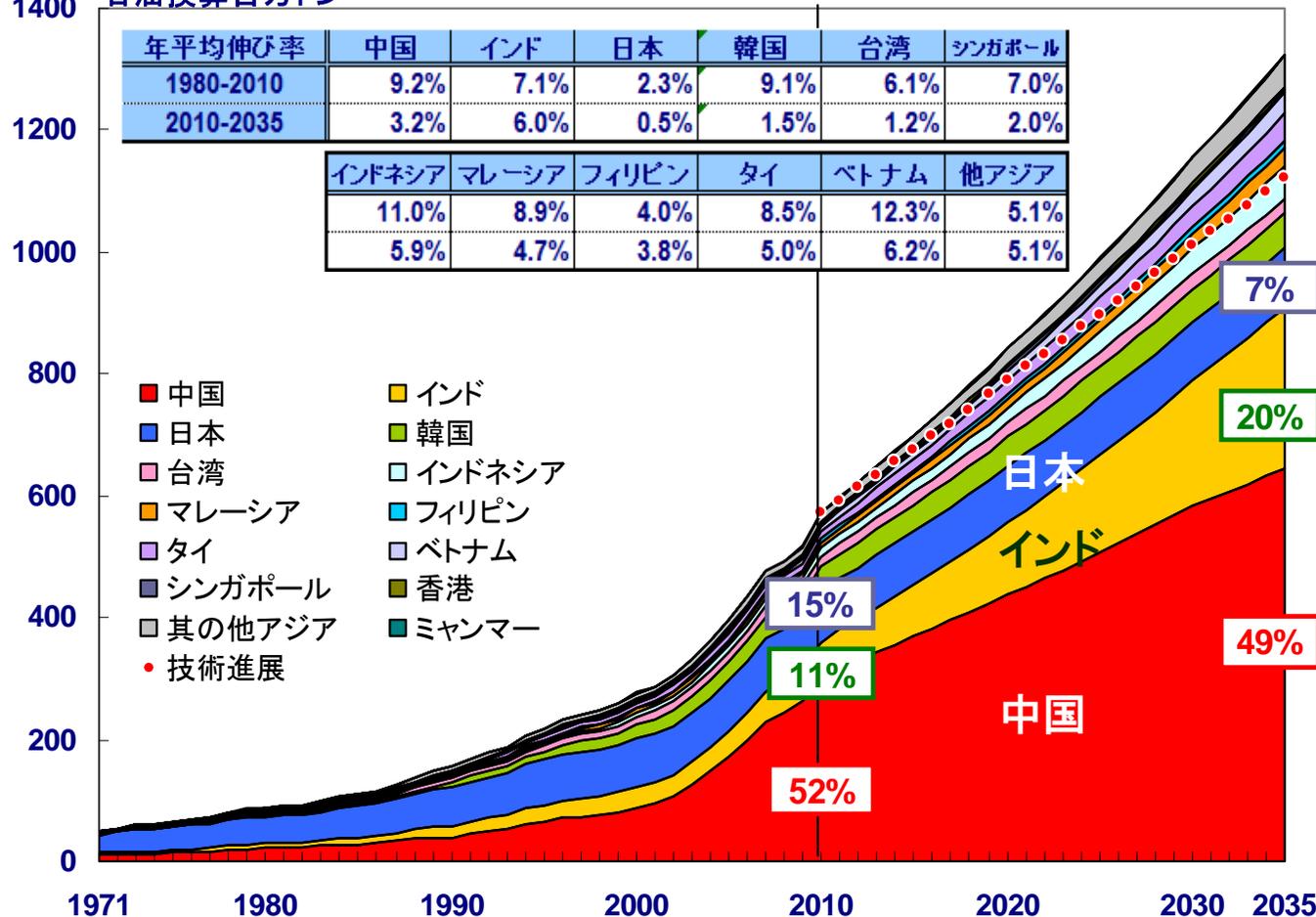
- 世界の電力需要増加量の約6割はアジアにおけるものとなる。世界の電力需要に占めるアジアのシェアは約5割まで拡大、アジアは世界の電力需要の中心となる。
- 2010年～2035年までの電力需要増加量のうち、先進国が約2割、途上国が約8割を占め、電力需要は途上国を中心に増加する。世界の電力需要に占める先進国のシェアは、2010年の52%から2035年には37%へ減少し、途上国のシェアは48%から63%へ拡大する。
- 技術進展ケースでは、アジア地域の発電用途を中心に大幅に消費量が減少、2035年には3.9億トン(14%)の削減となる。

# 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



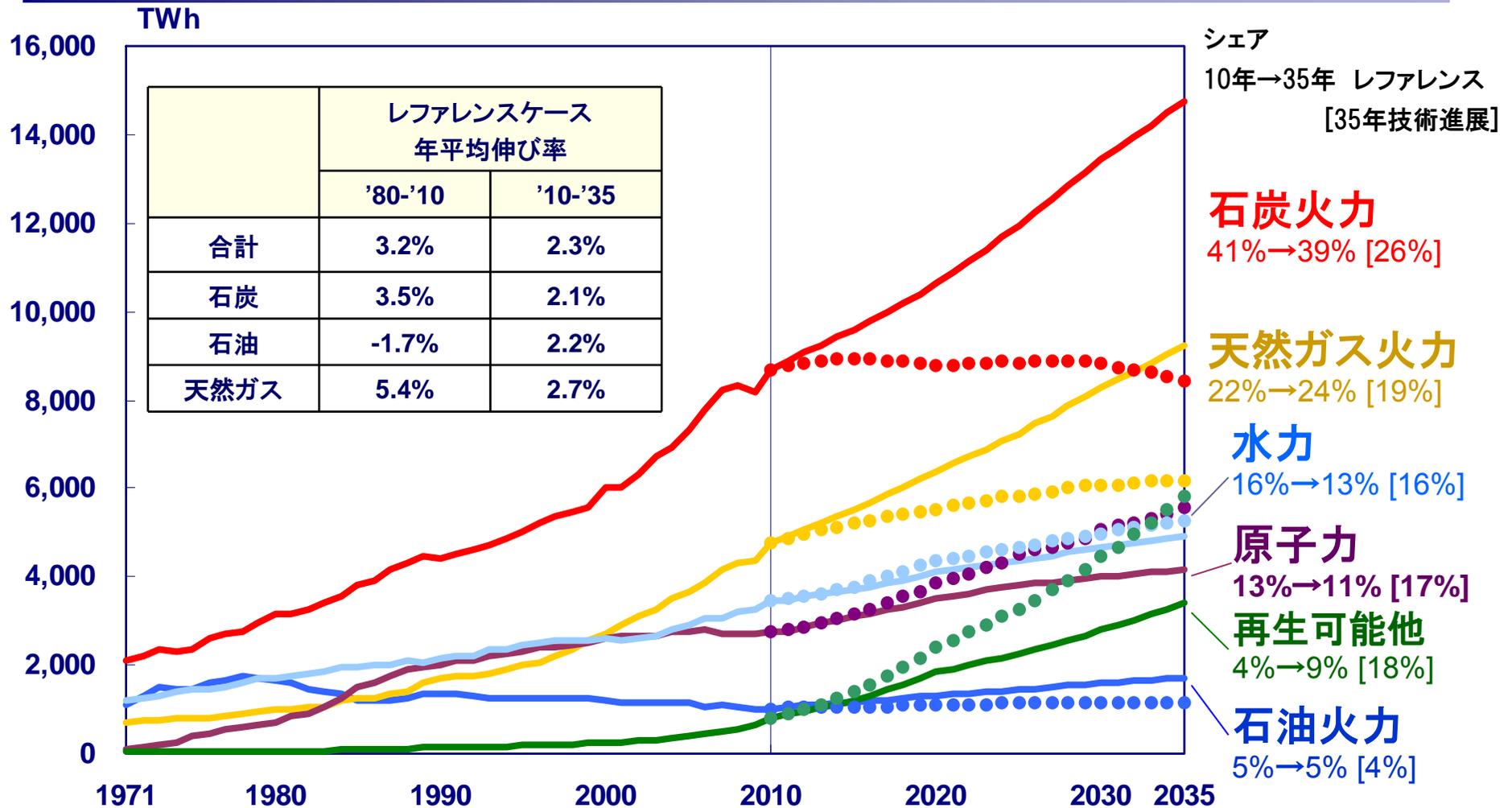
2.0億トン  
(15%)  
削減

2010年  
5.7億石油換算トン  
↓  
2035年  
レファレンス  
13.3億石油換算トン  
技術進展  
11.2億石油換算トン

- 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2.2倍、インドでは4.3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3.4%、技術進展ケースで2.7%と最終エネルギー需要の 42 伸びを大きく上回る。

# 発電構成(世界)

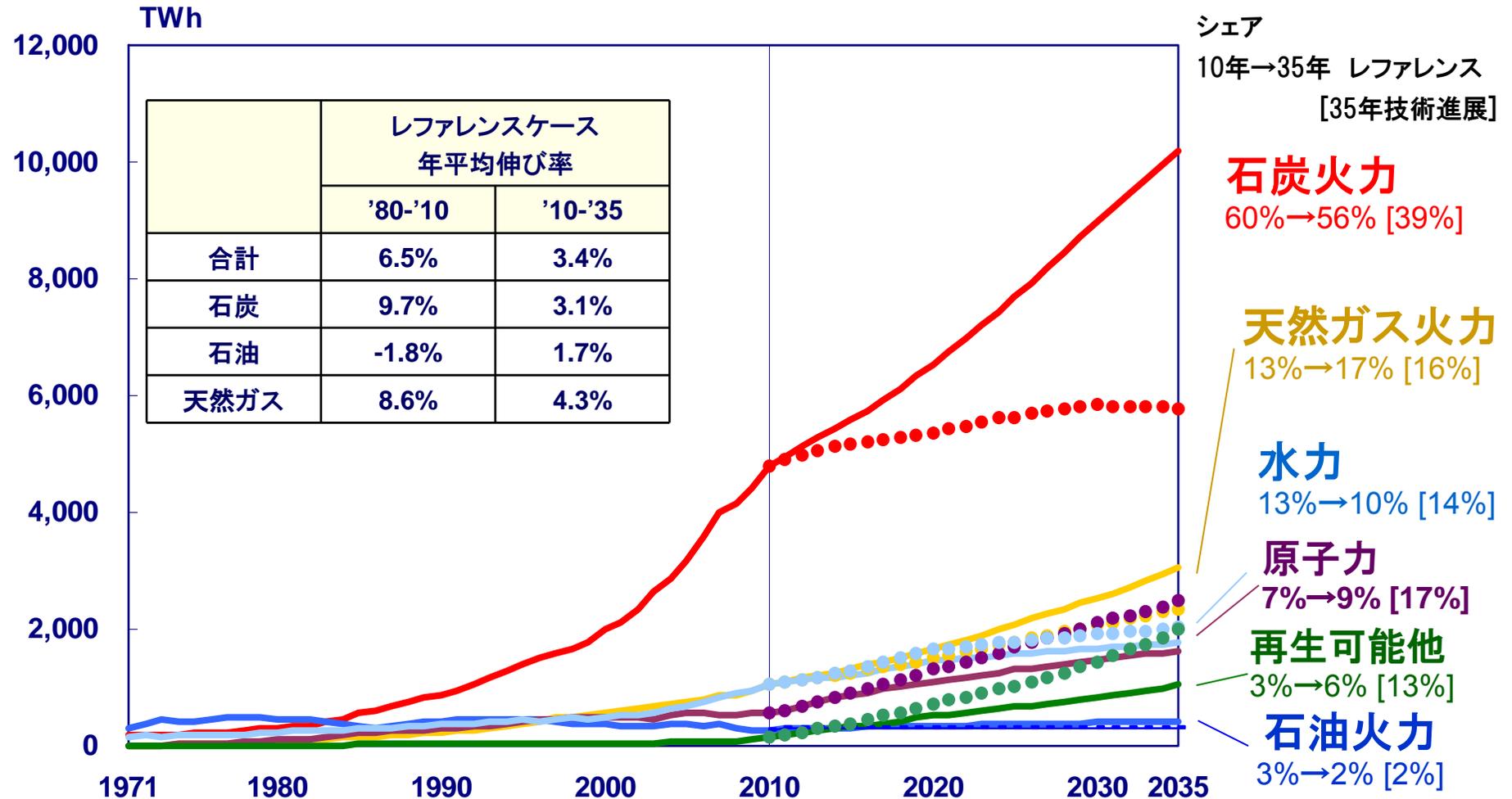
実線・・・レファレンスケース   
 点線・・・技術進展ケース



- 2035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26%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。

# 発電構成(アジア)

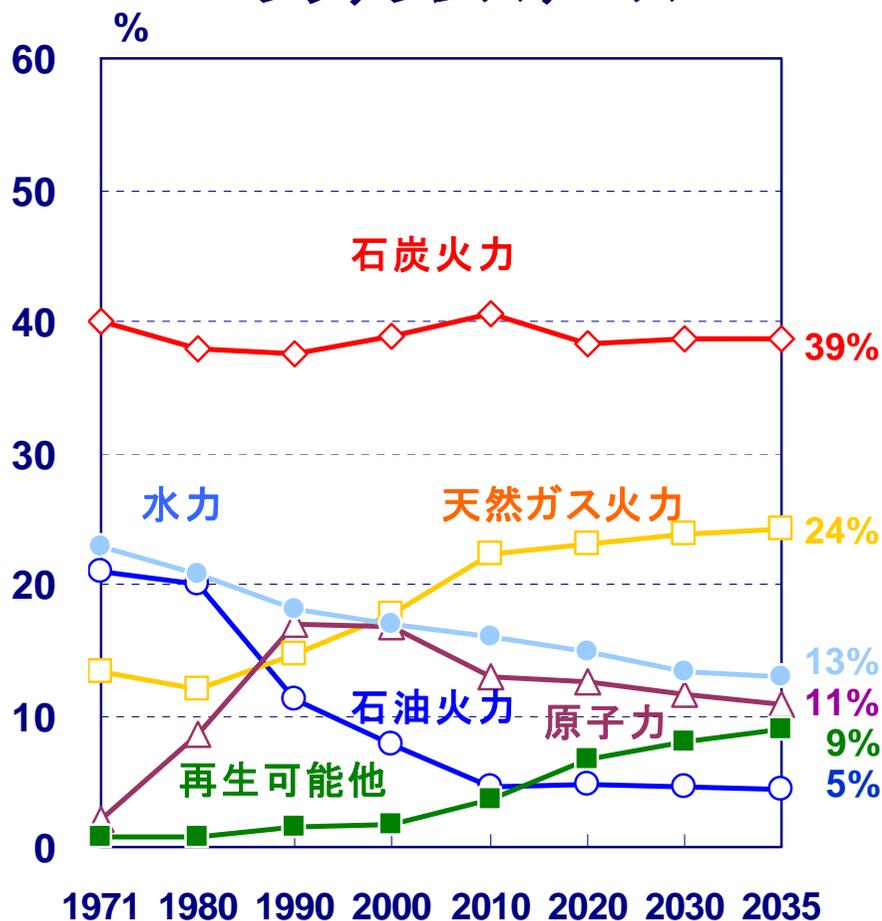
実線・・・レファレンスケース **IEE JAPAN**  
 点線・・・技術進展ケース



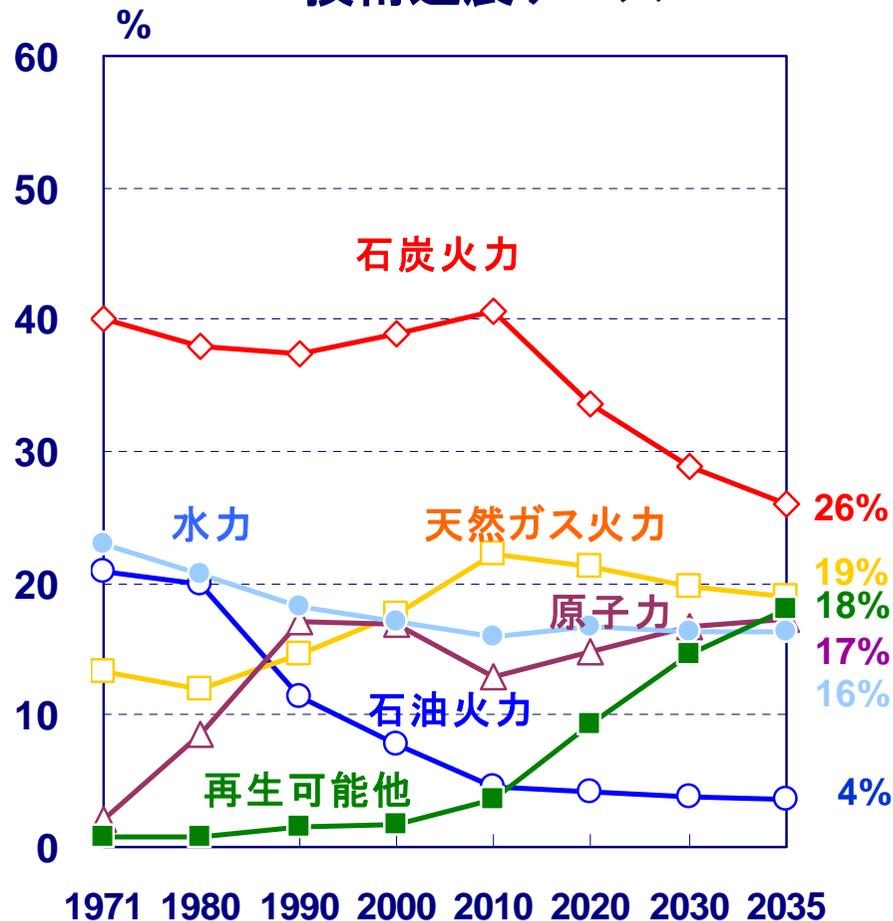
- 豊富な石炭資源の利用が今後も進み、レファレンスケースでは石炭火力シェアは5割以上を維持。発電効率が  
高く環境に適合した天然ガス火力の使用も増加し、発電量ベースのシェアは2010年の13%から2035年には17%に  
拡大する。また、原子力のシェアは2035年においても9%と一定の役割を担う。
- 技術進展ケースでは石炭火力のシェアは39%まで低下するが、依然として最も高いシェアを有するため、  
アジア途上国でのクリーンコール技術の活用は非常に重要な課題であり続ける。

## 発電構成シェア(世界)

レファレンスケース

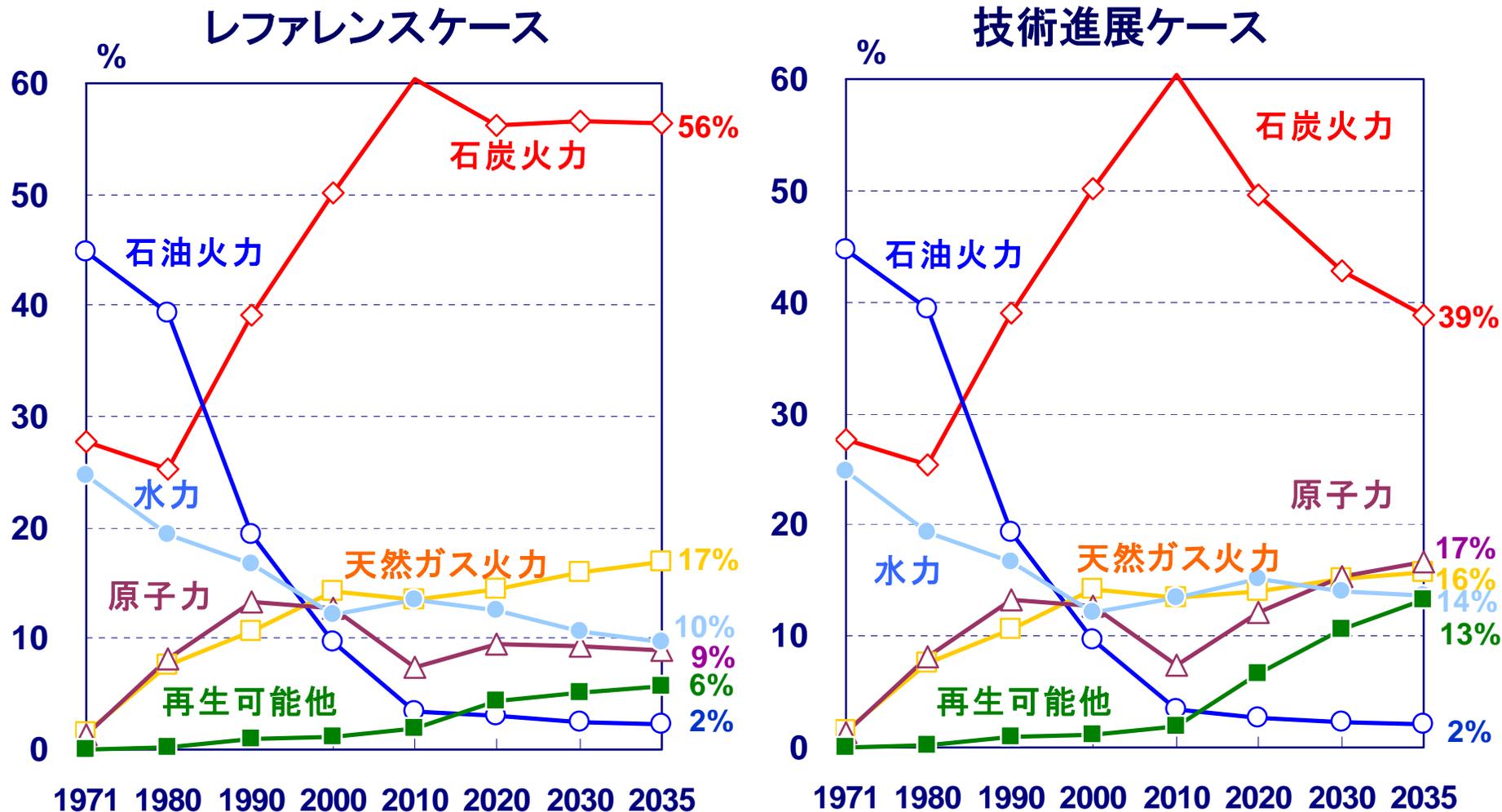


技術進展ケース



- レファレンスケースでは、2035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。

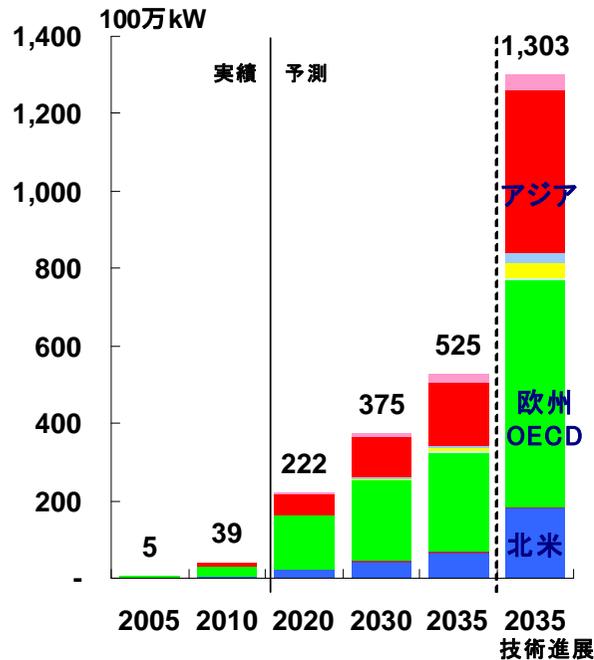
# 発電構成シェア(アジア)



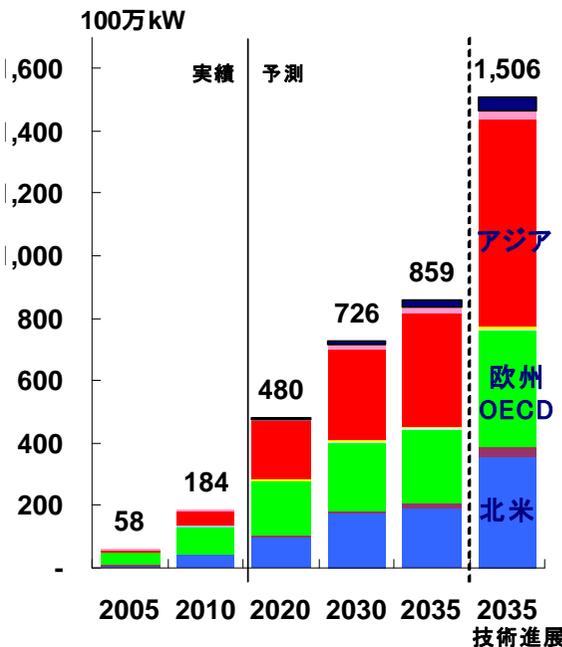
- レファレンスケースでは、急増する電力需要に対し、主に石炭火力で対応する。
- 技術進展ケースでは、石炭火力のシェアが大きく縮小し、原子力及び水力・再生可能エネルギーのシェアが拡大する。

# 太陽光発電、風力発電(世界)

## 太陽光発電



## 風力発電



## 太陽光発電

### 世界

2010年	39 GW
↓	
2035年	レファレンス 525 GW (13倍増)
	技術進展 1,303 GW (33倍増)

### アジア

2010年	5.5 GW
↓	
2035年	レファレンス 161 GW (29倍増)
	技術進展 421 GW (77倍増)

## 風力発電

### 世界

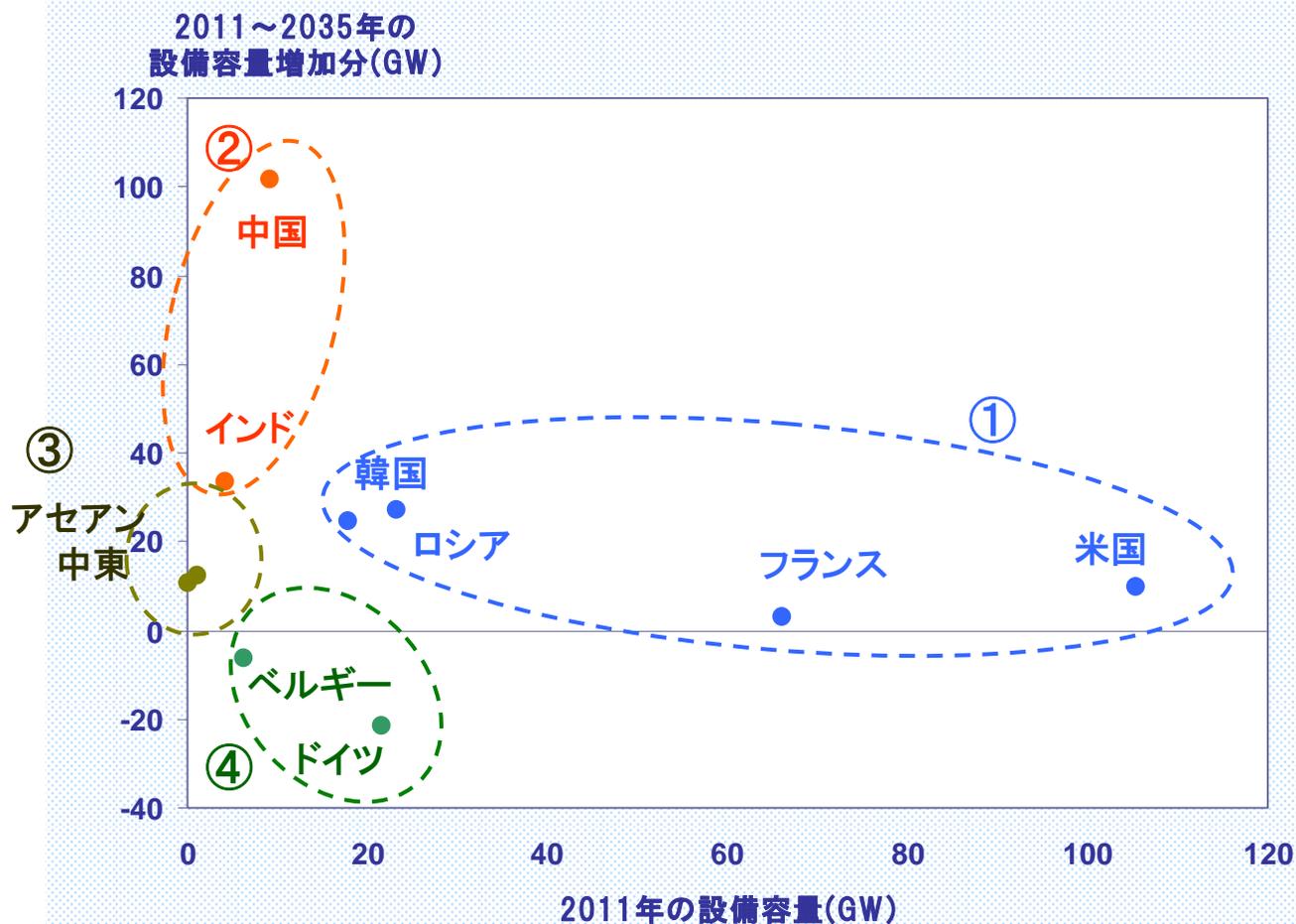
2010年	184 GW
↓	
2035年	レファレンス 859 GW (5倍増)
	技術進展 1,506 GW (8倍増)

### アジア

2010年	47 GW
↓	
2035年	レファレンス 360 GW (8倍増)
	技術進展 660 GW (14倍増)

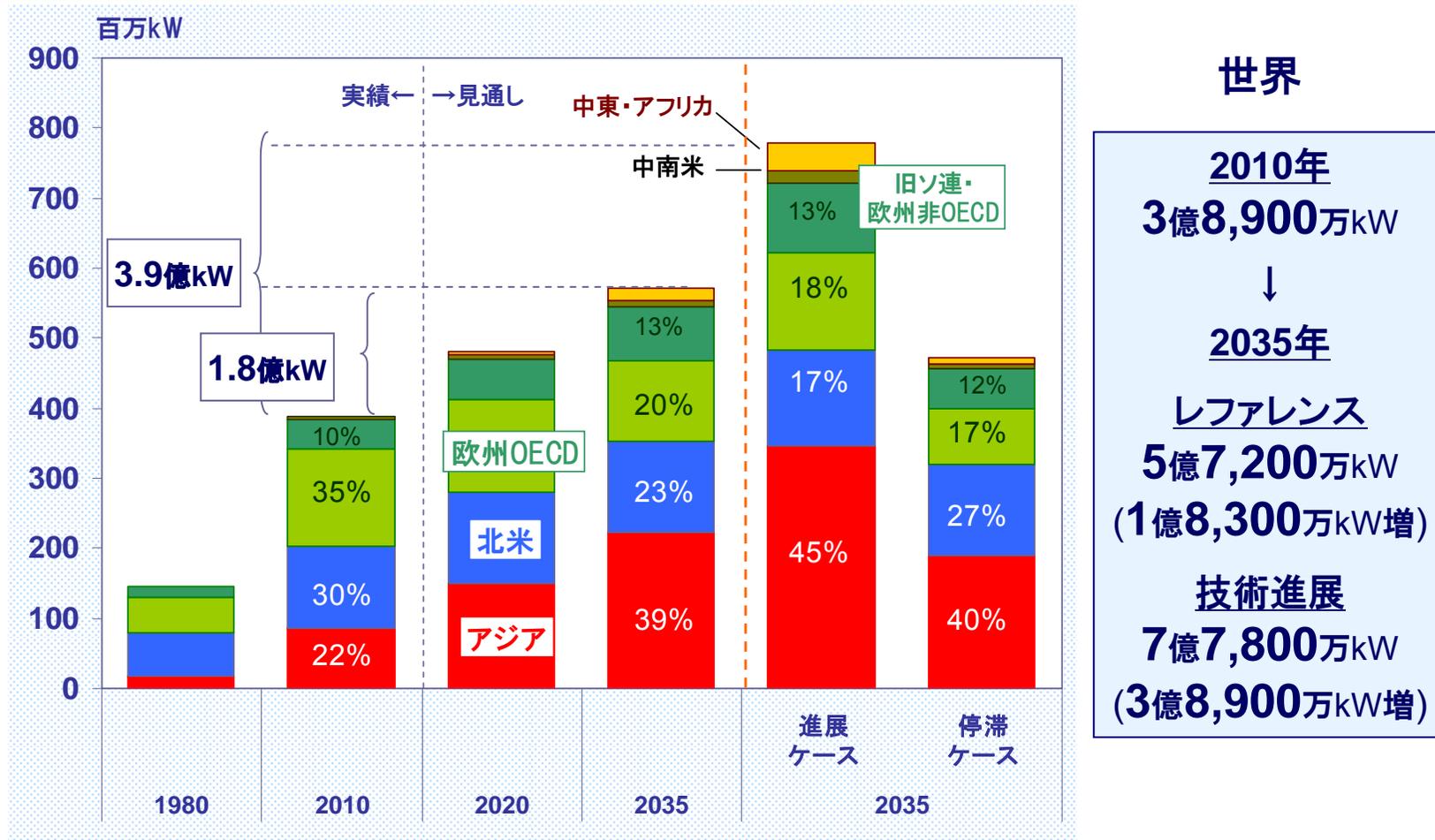
- 技術開発や固定価格買取制度(FIT)、補助金付与などの普及支援策を追い風に、再生可能エネルギーが拡大。
- レファレンスでは、世界の太陽光発電の設備量は、2035年には5億2,500万kWへ増加し、2010年比13倍まで急速に拡大。風力発電設備量は2035年には8億5900万kWまで増加し、2010年比5倍まで拡大。風力、太陽光発電が世界の発電量に占める構成比は2010年の1.7%から2035年に5.4%へ推移。
- 技術進展ケースでは、太陽光発電はレファレンスの2.5倍(13億300万kW)、風力発電は1.8倍(15億600万kW)まで増加する。

# 福島第一原子力発電所事故以降の原子力政策の動向



- ① 原子力推進国(米国、フランス等) … 福島事故後も既存の原子力政策を継続
- ② 新興開発国(中国、インド等) … 福島事故後も引き続き、原子力発電所の大量建設を計画/建設中
- ③ 新規導入国(東南アジア、中東等) … 一部の国で新規導入を再検討中
- ④ 脱原子力国(ドイツ等) … 今後順次原子力発電所を閉鎖する見通し

# 世界の原子力発電設備容量



- 2035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1億8,300万kW、技術進展(原子力進展)ケースで3億8,900万kW増加する見通し。特に進展ケースでは、2035年の設備容量の半分近くがアジアに集中する。
- 原子力停滞ケースでは欧州で設備容量が減少する一方、アジアで増大し、2035年には8,200万kW増の4億7,100万kWとなる。

## アジアの原子力発電設備容量

(単位:百万kW)

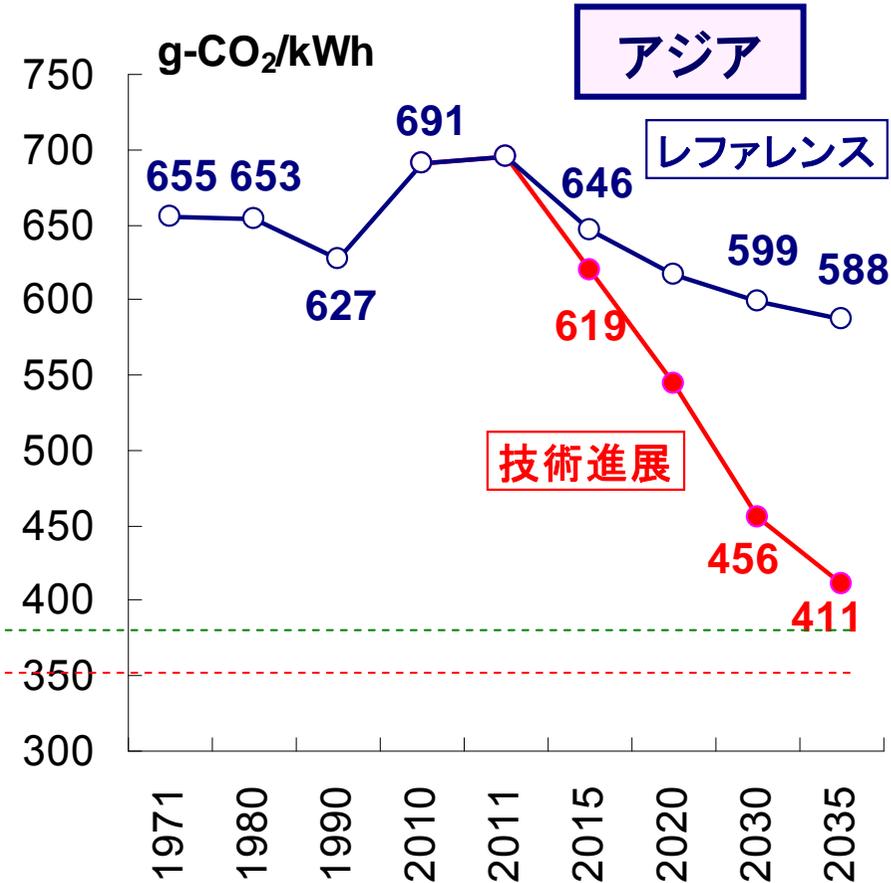
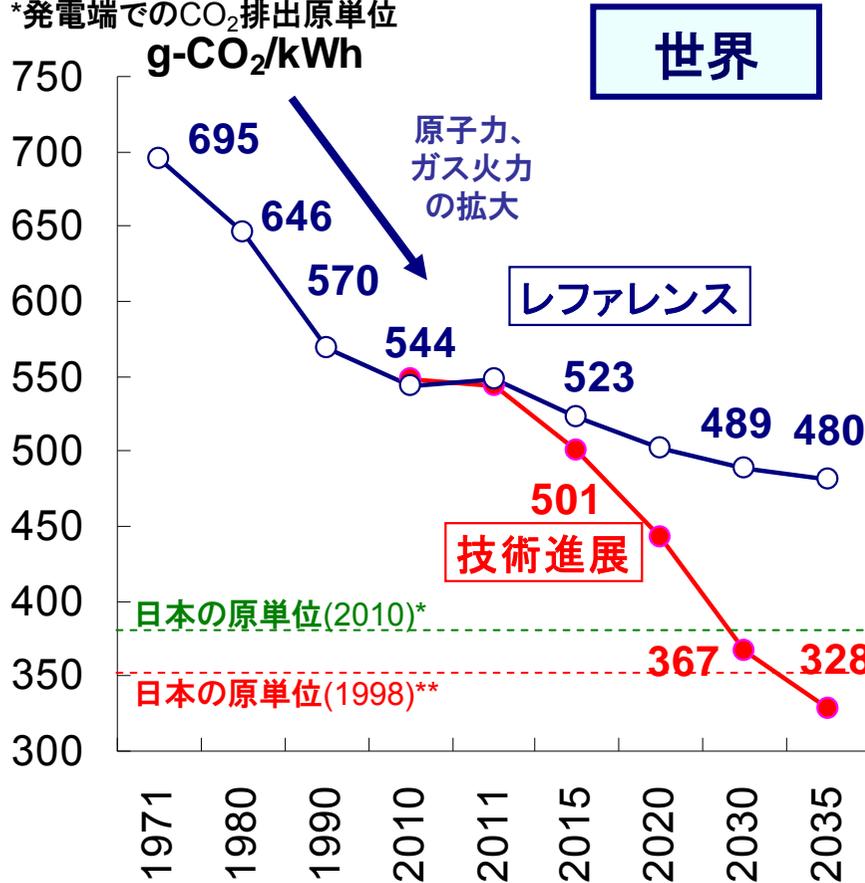
	2010	2020			2035		
		レファレンス	進展	停滞	レファレンス	進展	停滞
中国	9	59	72	59	111	162	111
台湾	5	8	8	5	7	8	4
韓国	18	30	30	24	43	43	34
アセアン	0	0	1	0	11	27	2
インド	4	18	26	18	38	72	38
アジア	85	150	181	127	223	347	190

- 中国の原子力発電設備容量は、技術進展ケースでは2020年に7,200万kWまで拡大。アジアで最大の原子力発電設備容量を有するに至る。
- インドでも従来の重水炉に加え、海外諸国からの軽水炉の導入により急速に拡大する。
- 中国・インド・韓国等の諸国では停滞ケースでも原子力発電は伸び続ける一方で、アセアン等の新規開発国では新設が大幅に遅延・中止される。

# 電力のCO<sub>2</sub>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CO<sub>2</sub>排出原単位  
g-CO<sub>2</sub>/kWh

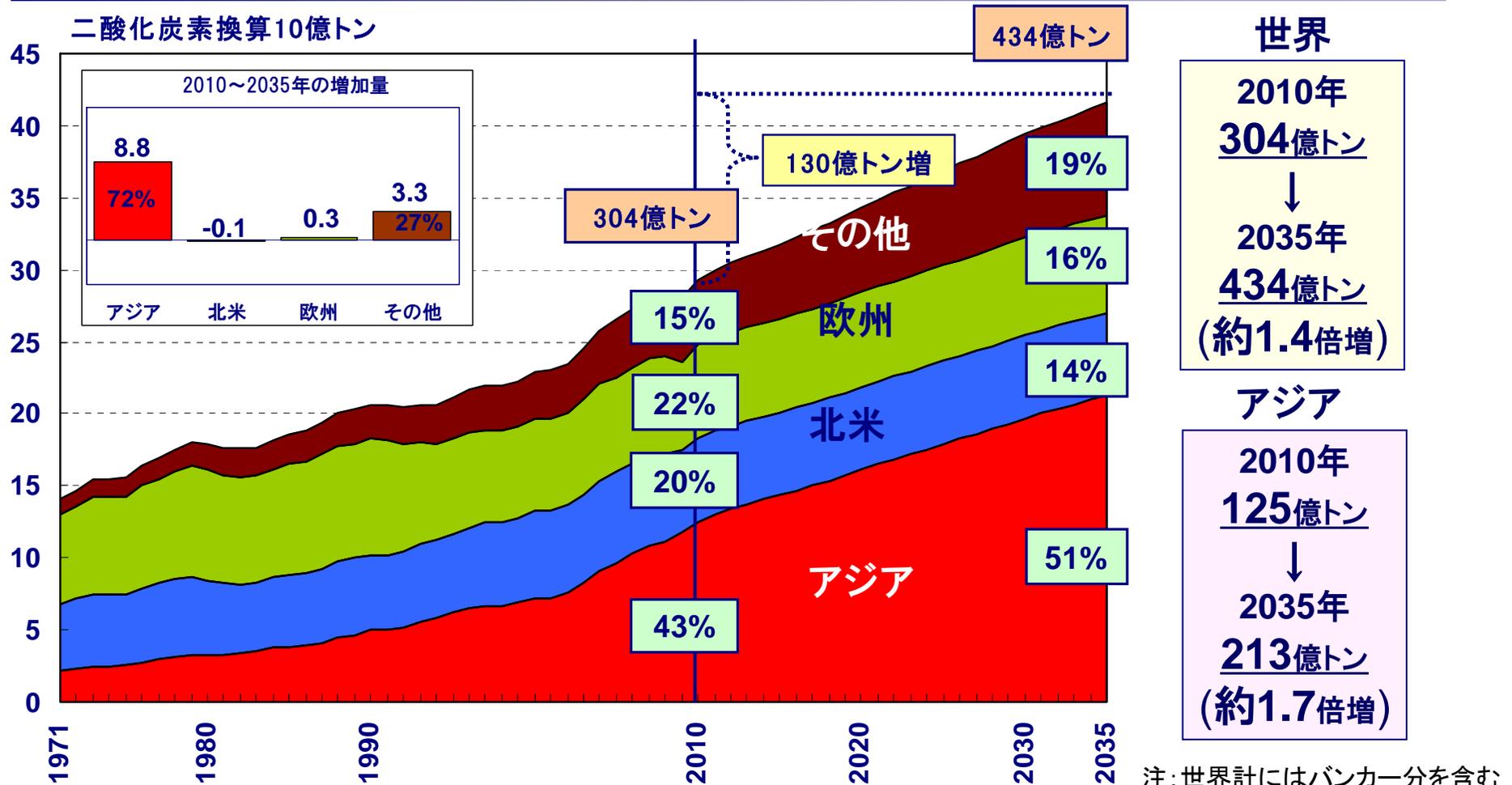


\*約380g-CO<sub>2</sub>/kWh \*\*約350g-CO<sub>2</sub>/kWh (IEA統計を元に推計)

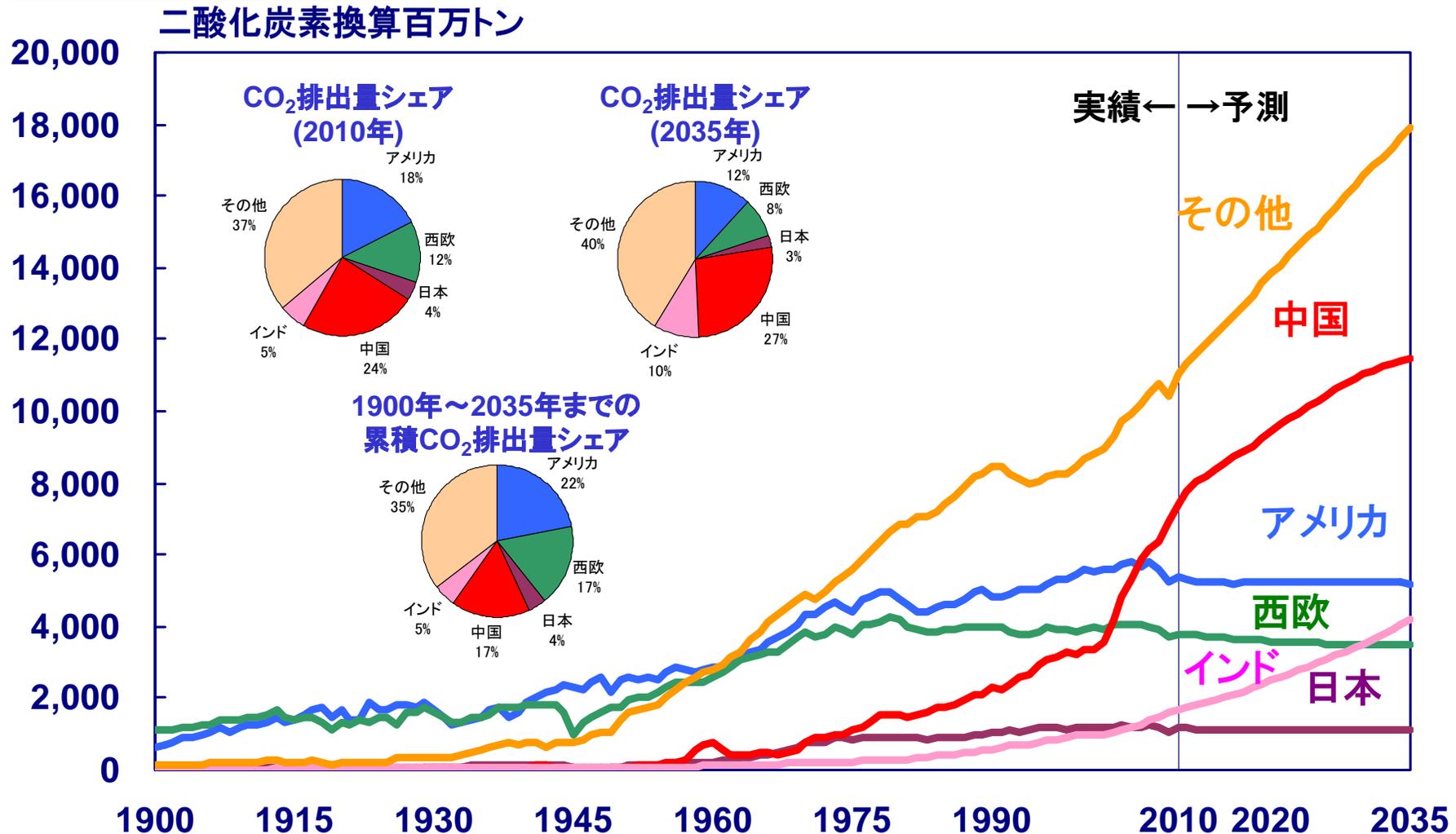
- 原子力、再生可能エネルギー、火力発電高効率化(クリーンコール技術、MACC)の進展により、CO<sub>2</sub>排出原単位は低下し続ける。
- レファレンスケースでは、2035年の電力CO<sub>2</sub>排出原単位は、世界で2010年比12%改善、アジアで15%改善。技術進展ケースでは、低炭素電源の導入拡大により、世界で2010年比40%改善、アジアで41%改善する見込み。

CO<sub>2</sub>排出量(世界)

レファレンスケース



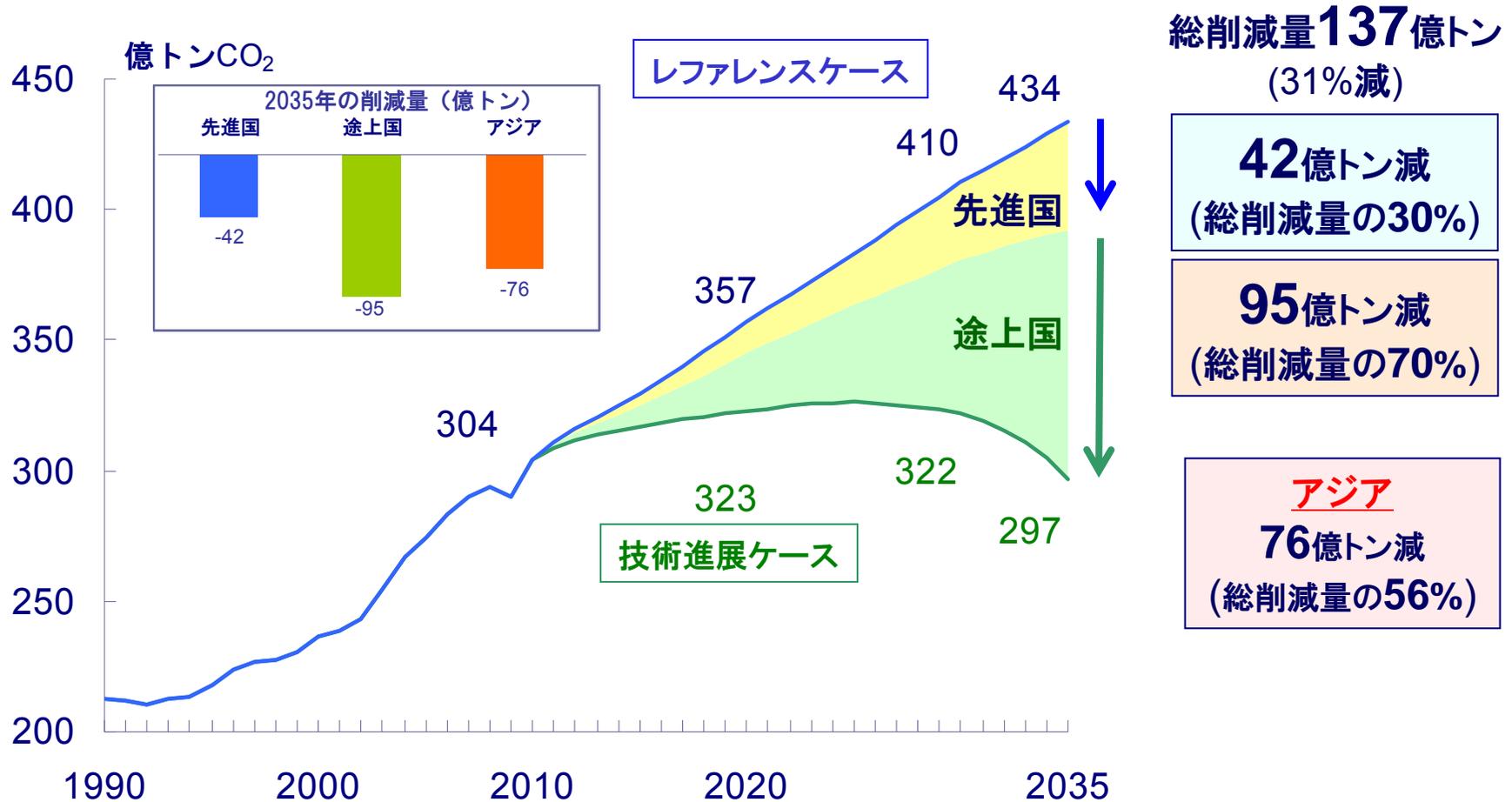
- 世界のCO<sub>2</sub>排出量は2010年の304億トンから、2020年に357億トン(1990年比68%増)、2035年に434億トン(同104%増)に増加。
- アジアが2035年までの世界のCO<sub>2</sub>排出量増分の約7割を占める。世界の排出量に占める先進国のシェアは2010年の42%から2035年には29%へ減少する。
- 2009年~2035年までの世界のCO<sub>2</sub>排出増加量の9割以上は、途上国の排出増加量によるものである。

超長期で見た世界のCO<sub>2</sub>排出量と累積量 レファレンスケース

- 中国は2007年に米国を抜き世界1位のCO<sub>2</sub>排出国となったが、今後も着実に増加する。中国の1900年～2035年における累積CO<sub>2</sub>排出量のシェアも17%まで拡大する。
- インドは1900年からの累積CO<sub>2</sub>排出量で2026年に日本を追い抜く見通し。

# CO<sub>2</sub>排出削減量の地域別内訳(世界)

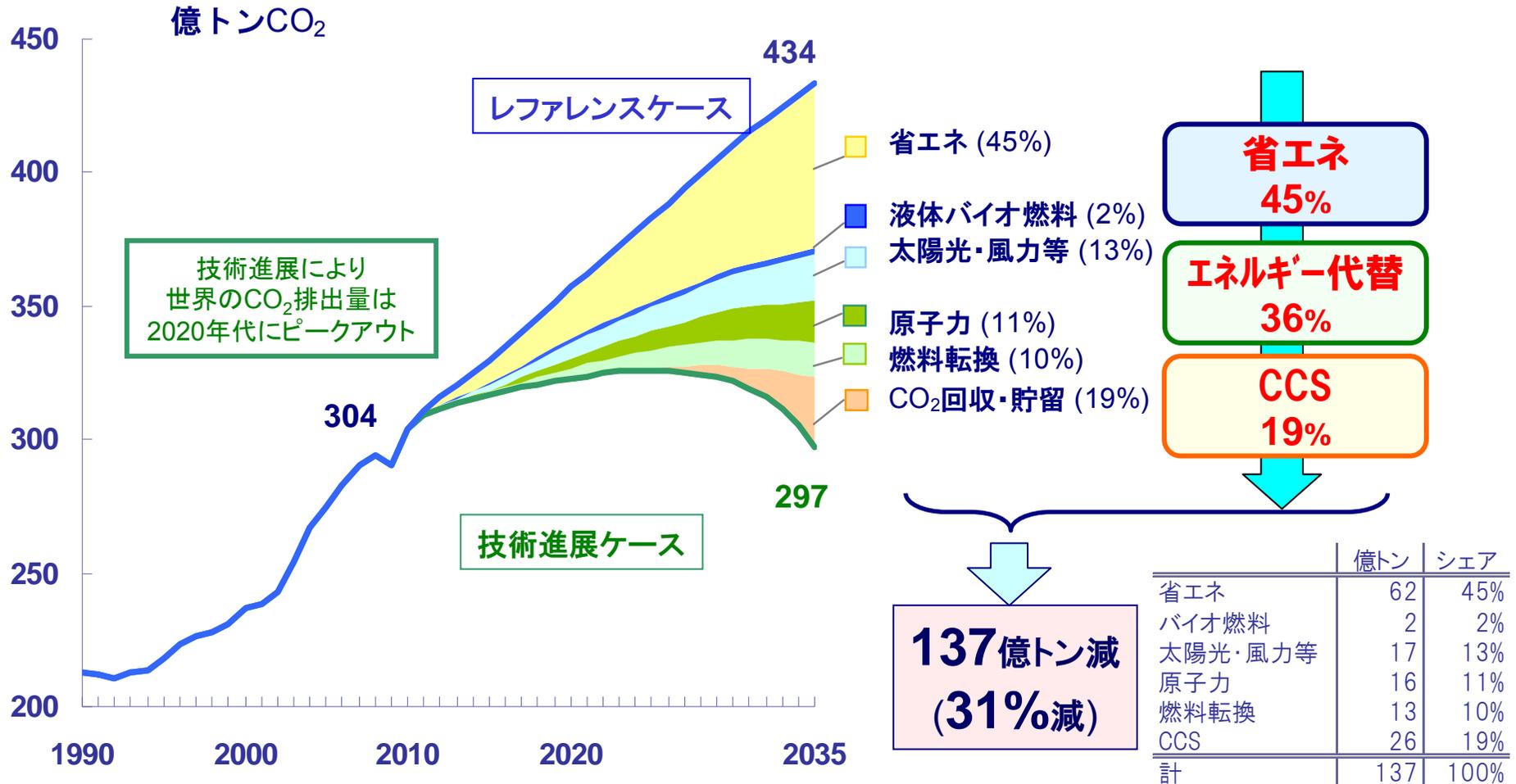
レファレンスケース  
技術進展ケース



- 2035年のCO<sub>2</sub>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。
- アジア諸国など途上国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。

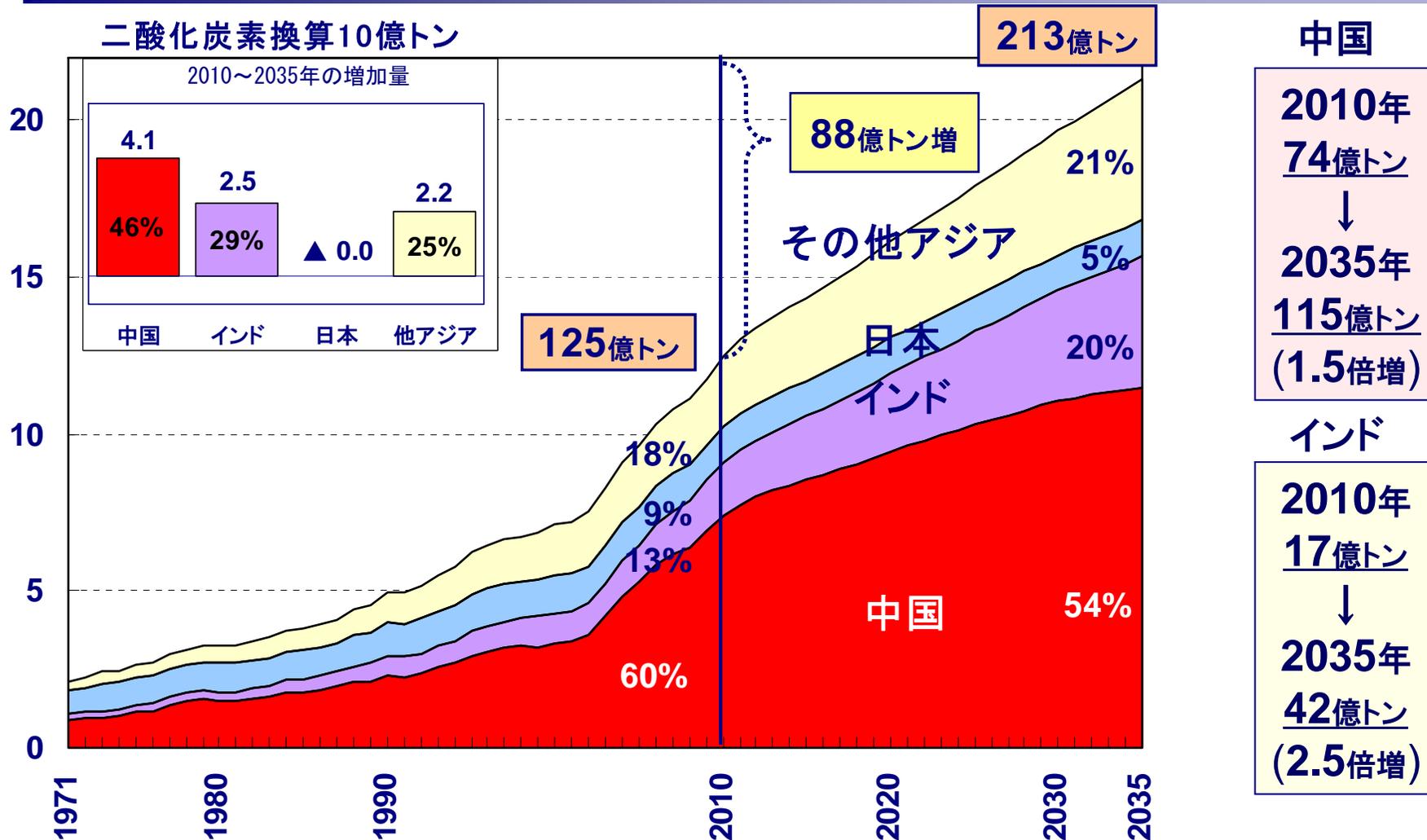
# 技術によるCO<sub>2</sub>排出削減(世界)

レファレンスケース  
技術進展ケース

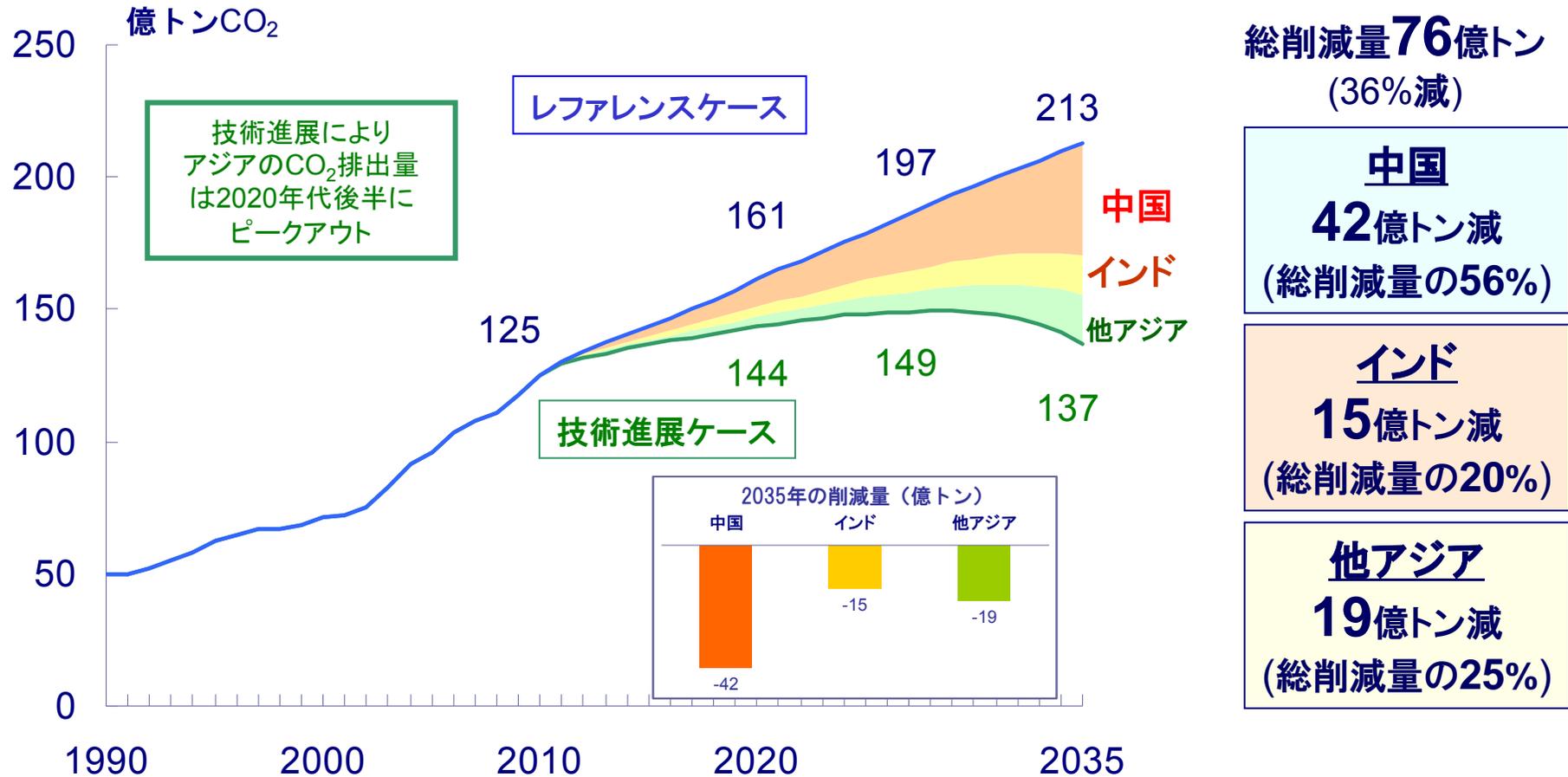


- エネルギー・環境技術の一層の進展により、世界のCO<sub>2</sub>排出量は2005年から2020年で48億トン増える(2005年比18%増)が、2020年代にはピークアウトする。
- CO<sub>2</sub>排出削減に効果的な単一的な施策は存在しない。省エネルギー、発電高効率化、非化石エネルギー導入、燃料転換、CO<sub>2</sub>回収貯留技術などのエネルギー施策が、複合的にCO<sub>2</sub>排出削減に大きく貢献する。

# CO<sub>2</sub>排出量(アジア)



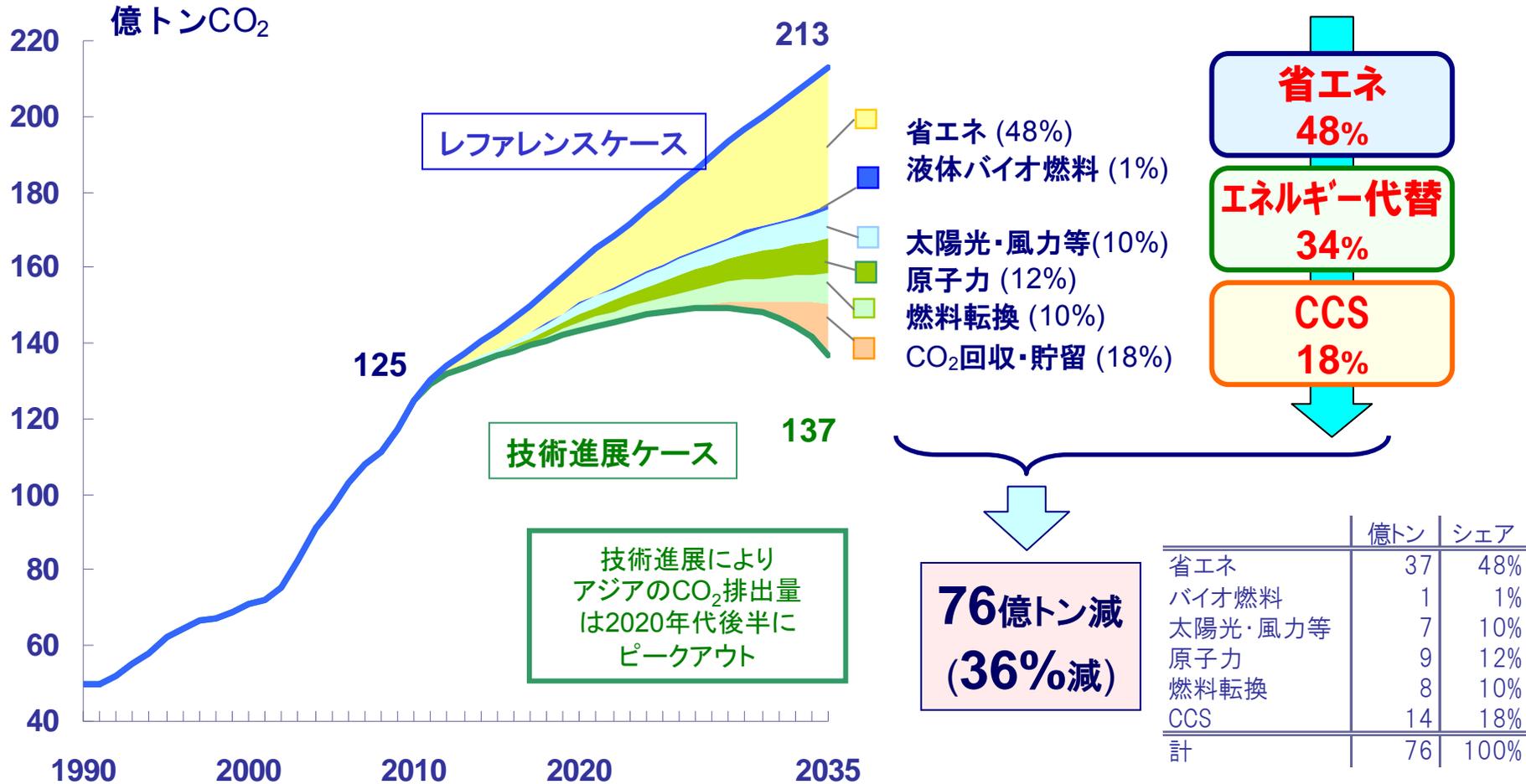
- 石炭消費の増加に伴い中国、インドのCO<sub>2</sub>排出量は大きく増加し、2035年には中国、インドの排出量がアジア全体の7割以上を占める。
- 2009年~2035年までの世界のCO<sub>2</sub>排出増加量のうち、アジアにおける排出増加量が約7割を占めることから、アジアでの化石燃料のクリーン利用が重要となる。

CO<sub>2</sub>排出削減量の地域別内訳(アジア)レファレンスケース  
技術進展ケース

- 低炭素技術の普及拡大により、アジアのCO<sub>2</sub>排出量は2005年から2025年にかけて52億トン(2005年比54%増)増えるが、2020年代後半にはピークアウトする。
- 2035年のアジアのCO<sub>2</sub>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42億トンに達し、アジア域内の削減量の約5割を占める。インド他アジア諸国で残り5割の削減ポテンシャルが存在する。

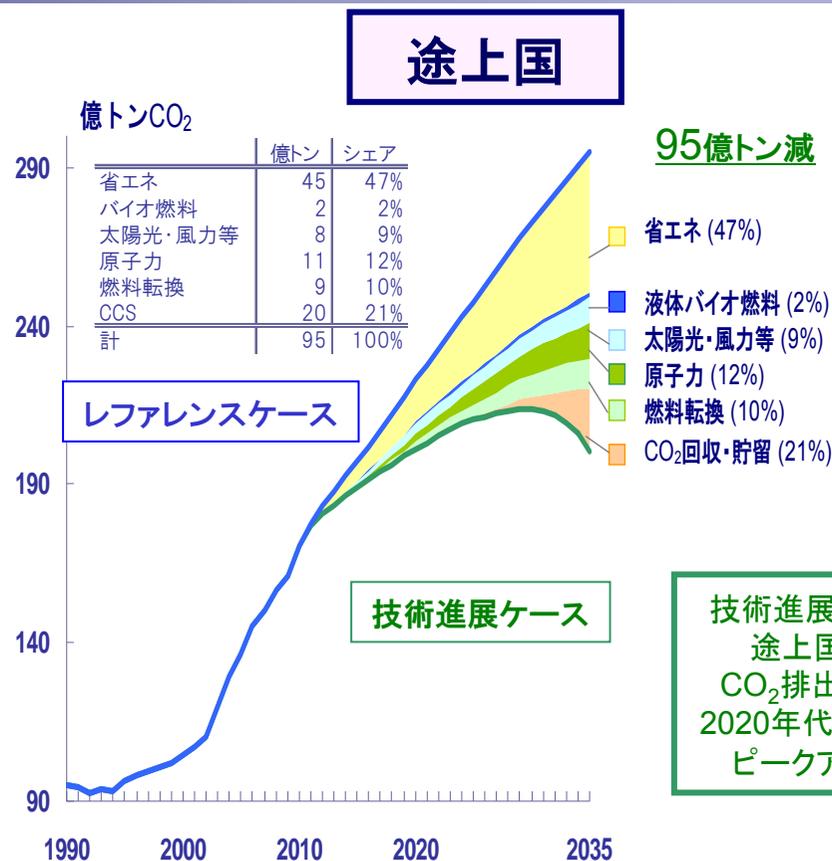
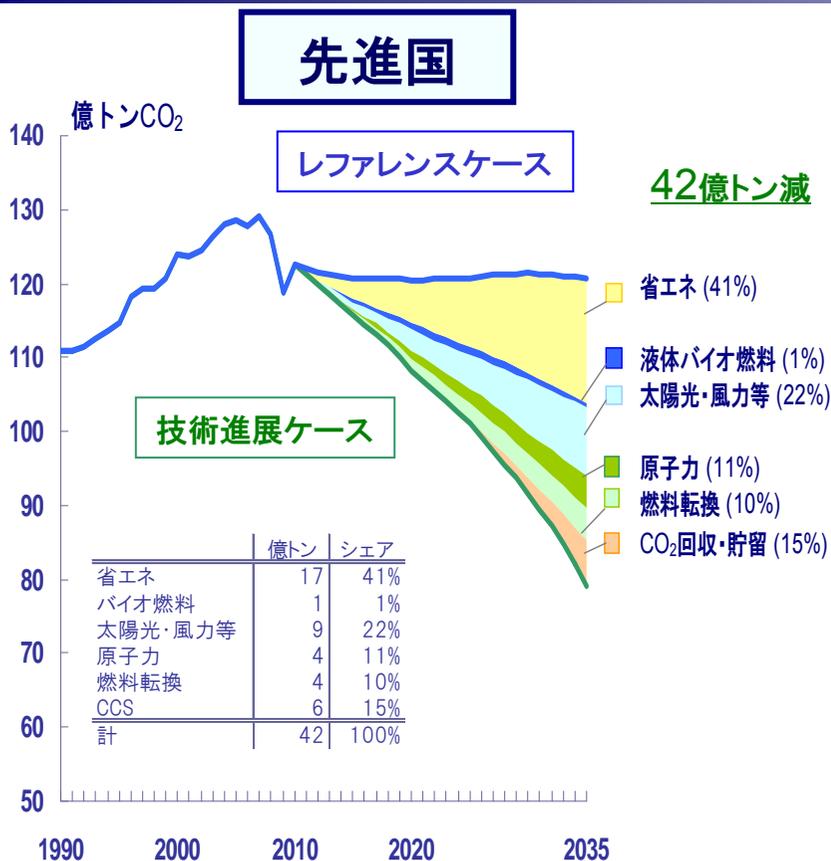
# 技術によるCO<sub>2</sub>排出削減(アジア)

レファレンスケース  
技術進展ケース



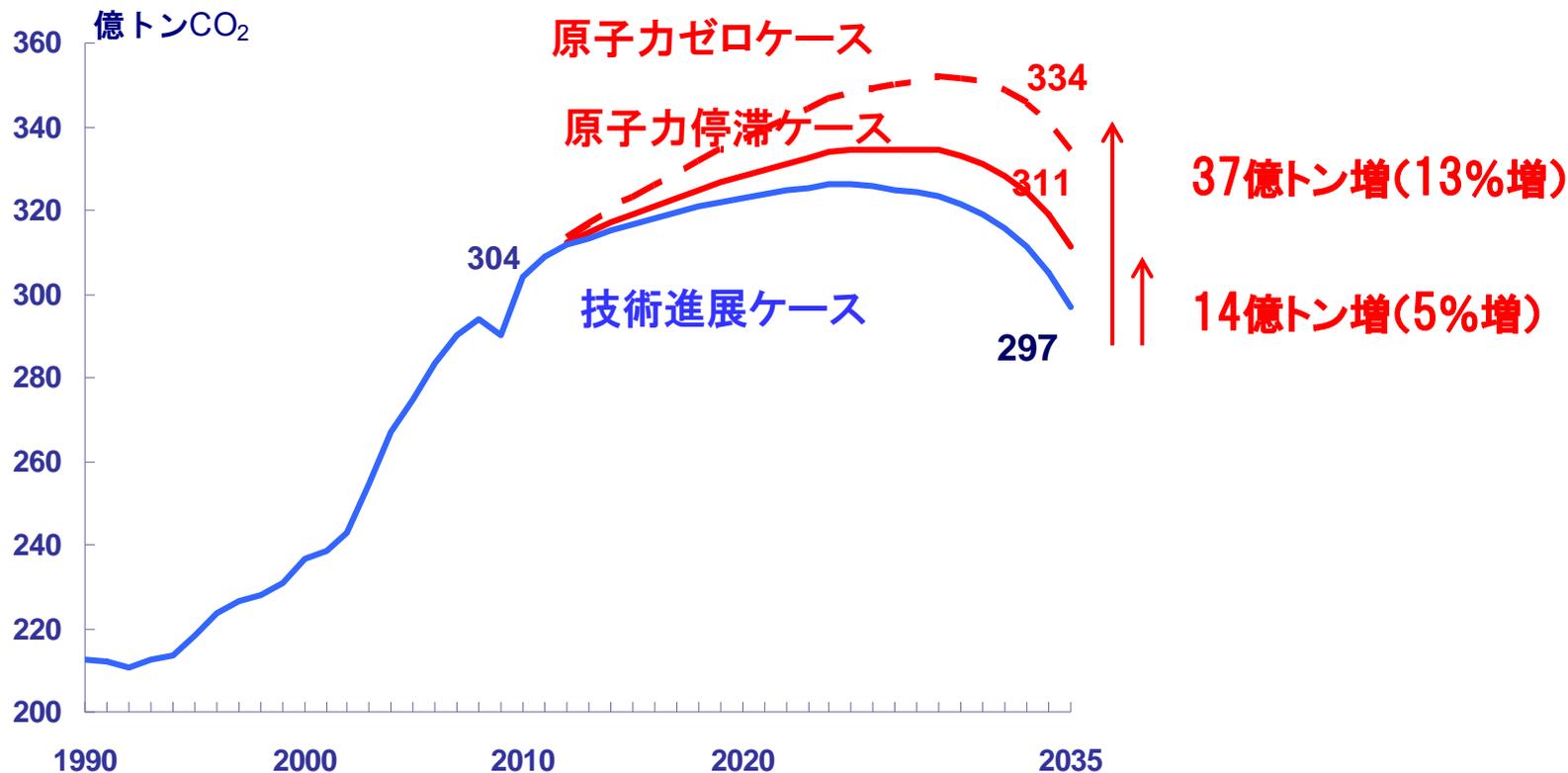
アジア途上国を中心に、積極的なエネルギー技術協力や、先端技術の移転を促進し、革新的技術の普及拡大を進めることで、CO<sub>2</sub>排出量の中期的な伸びを大きく抑制し、今後約20年～30年で、排出量のピークアウトを実現できる可能性がある。

# 技術によるCO<sub>2</sub>排出削減(先進国・途上国)レファレンスケース 技術進展ケース



- 2035年の先進国のCO<sub>2</sub>削減量42億トンのうち、省エネが17億トン(総削減量に占める割合:41%)、原子力4億トン(同11%)、再生可能エネルギー10億トン(同24%)、燃料転換4億トン(同10%)、CO<sub>2</sub>回収貯留技術(CCS)6億トン(同15%)の削減に貢献する。
- 技術進展ケースでは、途上国のCO<sub>2</sub>排出量は2020年代後半にピークアウトする。2035年の途上国の削減量95億トンのうち、省エネ45億トン(同47%)、原子力11億トン(同12%)、再生可能エネルギー10億トン(同11%)、燃料転換9億トン(同10%)、CCSが20億トン(同21%)の削減に貢献する。
- とくに途上国での省エネによるCO<sub>2</sub>排出削減量が大きく(45億トン、世界の総削減量137億トンの34%)、技術移転や制度構築支援等による途上国への省エネ支援の意義は極めて大きい。

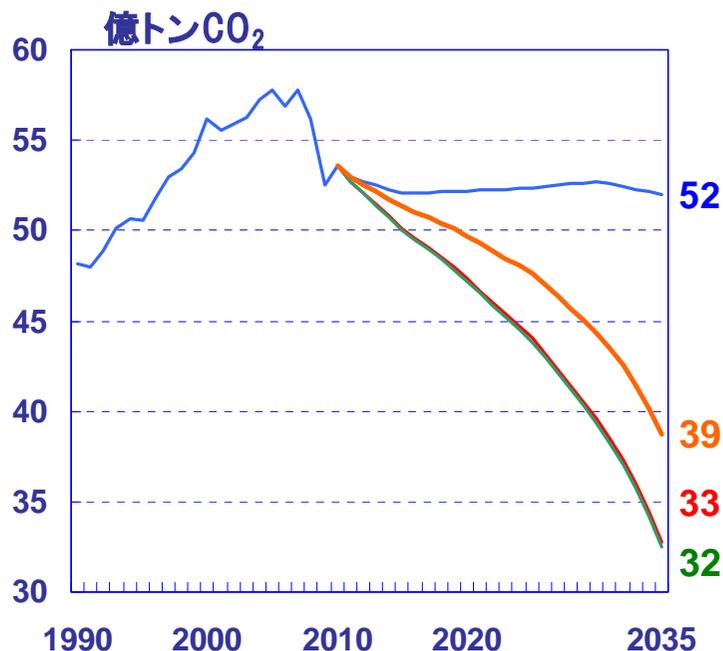
# CO<sub>2</sub>排出量の見通し(原子力停滞ケース)



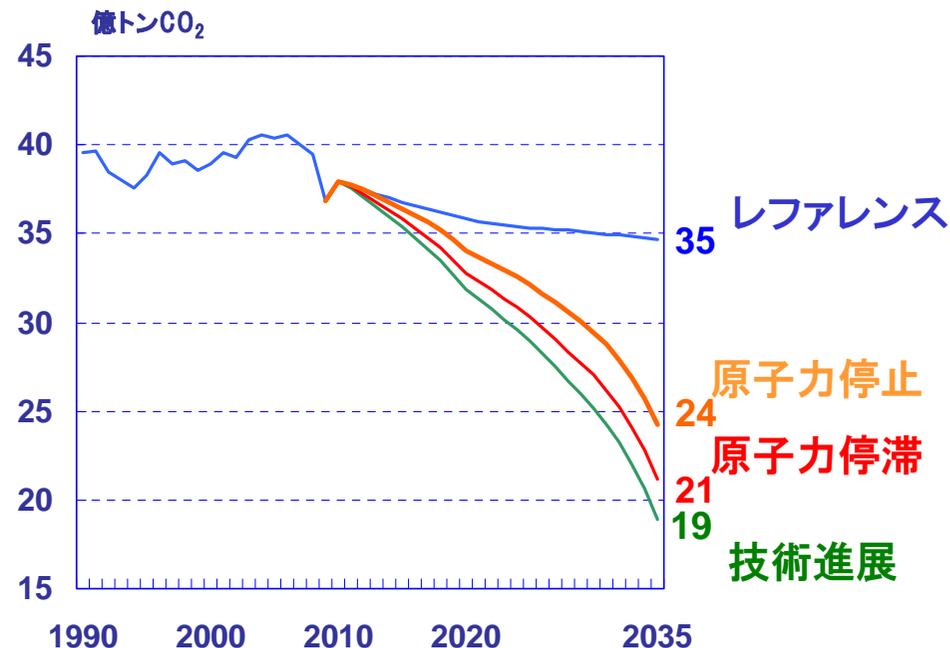
- 2035年時点で、技術進展ケースのエネルギー起源CO<sub>2</sub>排出量297億トン(2010年比2%減)に対し、原子力停滞ケース(火力で代替を行った場合)では14億トン増の311億トン(同2%増)となる。更に、仮に全ての原子力発電所を停止した場合には、37億トン増の334億トン(同10%増)までCO<sub>2</sub>排出量が増大する。

CO<sub>2</sub>排出量の見通し(原子力停滞ケース、米国、欧州)

米国

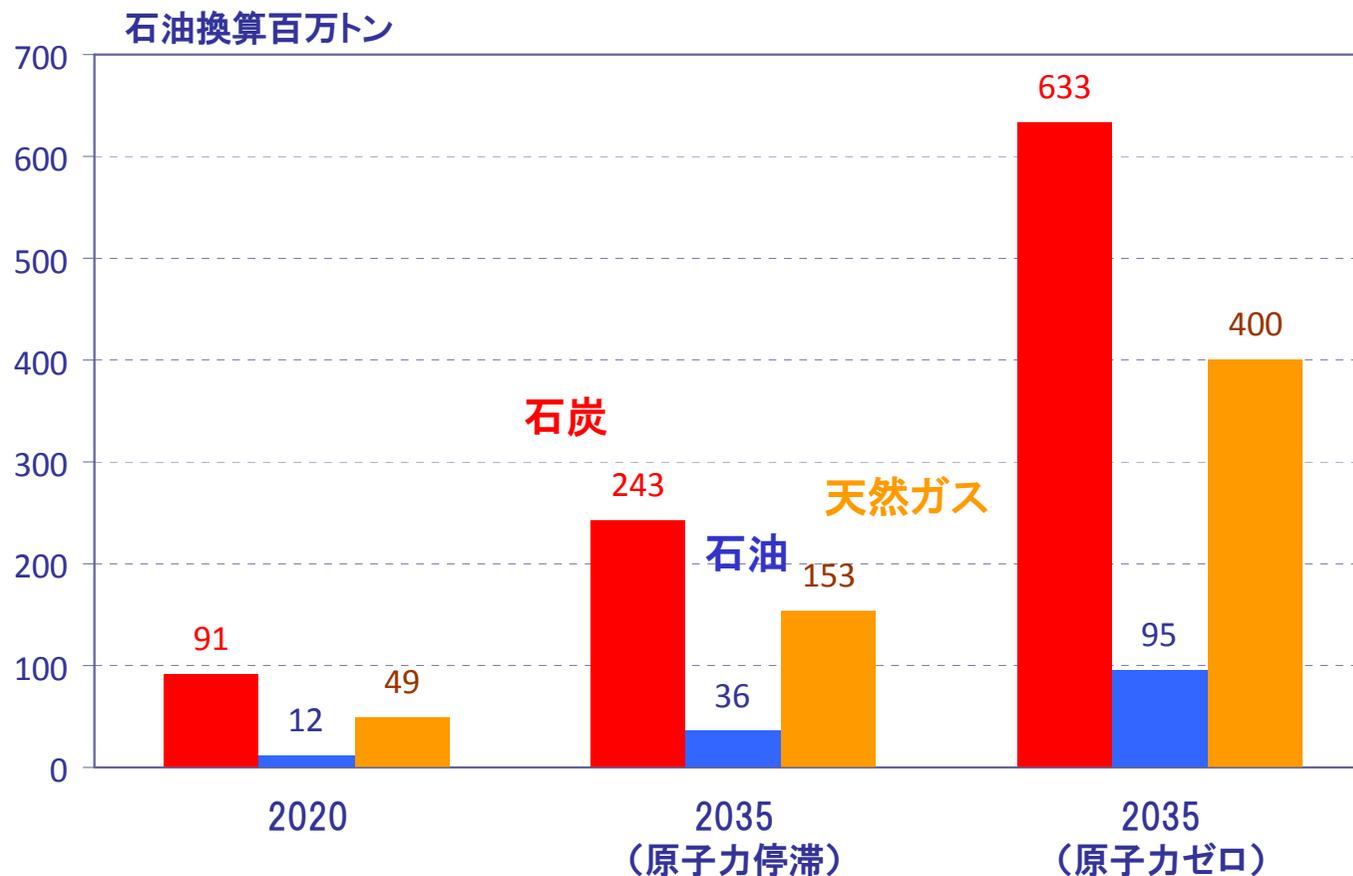


欧州



- 米国では2035年時点で、技術進展ケースのエネルギー起源CO<sub>2</sub>排出量32億トンに対し、原子力停滞ケースでは0.3億トン増、全ての原子力が停止した場合には6億トン増の39億トンとなる。
- 欧州では技術進展ケースのエネルギー起源CO<sub>2</sub>排出量19億トンに対し、原子力停滞ケースでは2億トン増、全ての原子力が停止した場合には5億トン増の24億トンとなる。

## 化石燃料消費量の変化(原子力停滞ケース)



- 原子力停滞ケースでは、2035年時点で原子力のエネルギー供給量が2.1兆kWh低下した分を化石燃料で賄うことになる。これによって、石炭が約3.5億トン(石油換算2.4億トン)石油が約75万b/d(石油換算0.4億トン)、天然ガスが約170bcm(石油換算1.5億トン)増加することになる。

## 2035年までのアジア・世界のエネルギー需給

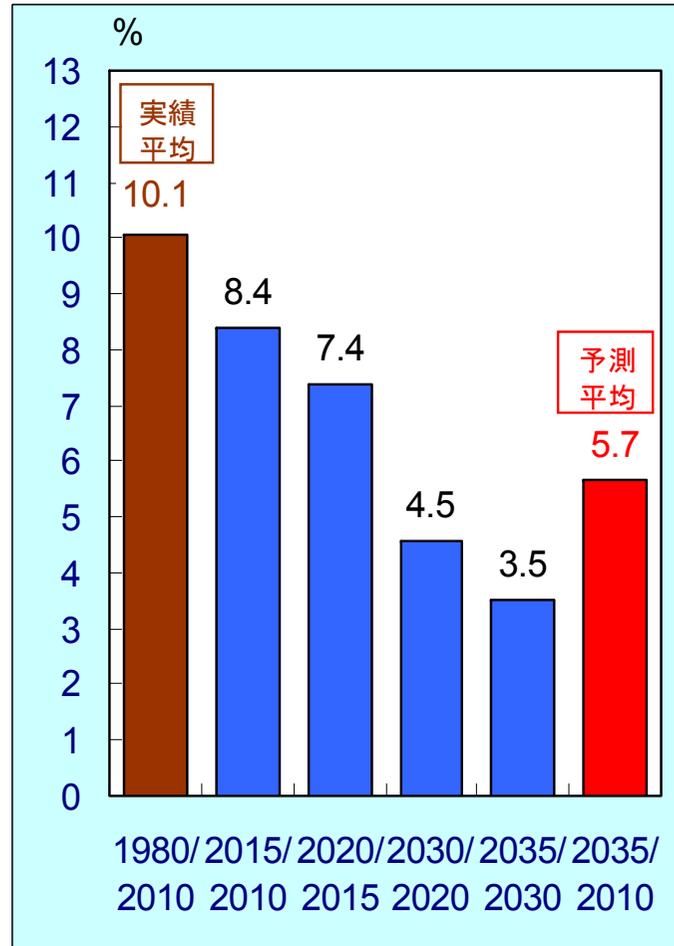
---

- ・ 世界のエネルギー需要はアジアを中心に増加。アジアの増加分は世界全体の6割を占める。
- ・ 再生可能エネルギーと原子力の急速な伸びが予想されるが、化石燃料が主要なエネルギー源であり続ける状況は変わらない。
- ・ エネルギー生産国でも需要は急増。エネルギーの安定供給は今後ますます重要な課題となり、“3E”の視点が強く求められることとなる。
- ・ 「技術」の導入により、アジア・世界のエネルギー需給は大きく変化し得る。“3E”の課題を解決するために、あらゆる技術を総動員する必要がある。

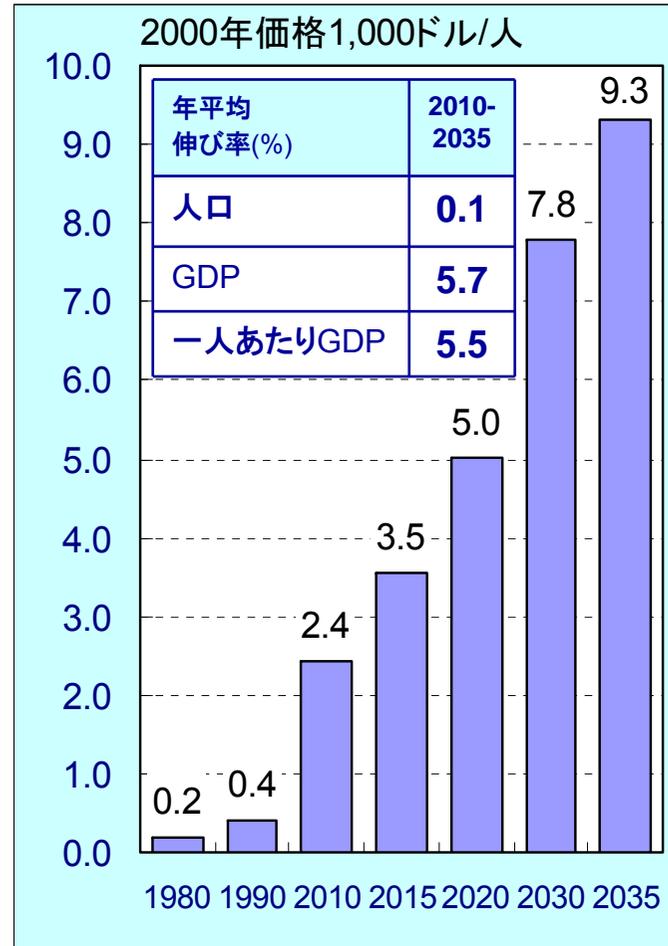
# 中国のエネルギー需給の展望

## 中国の経済見通し

## 【GDP成長率】



## 【一人あたりGDP】



## GDP



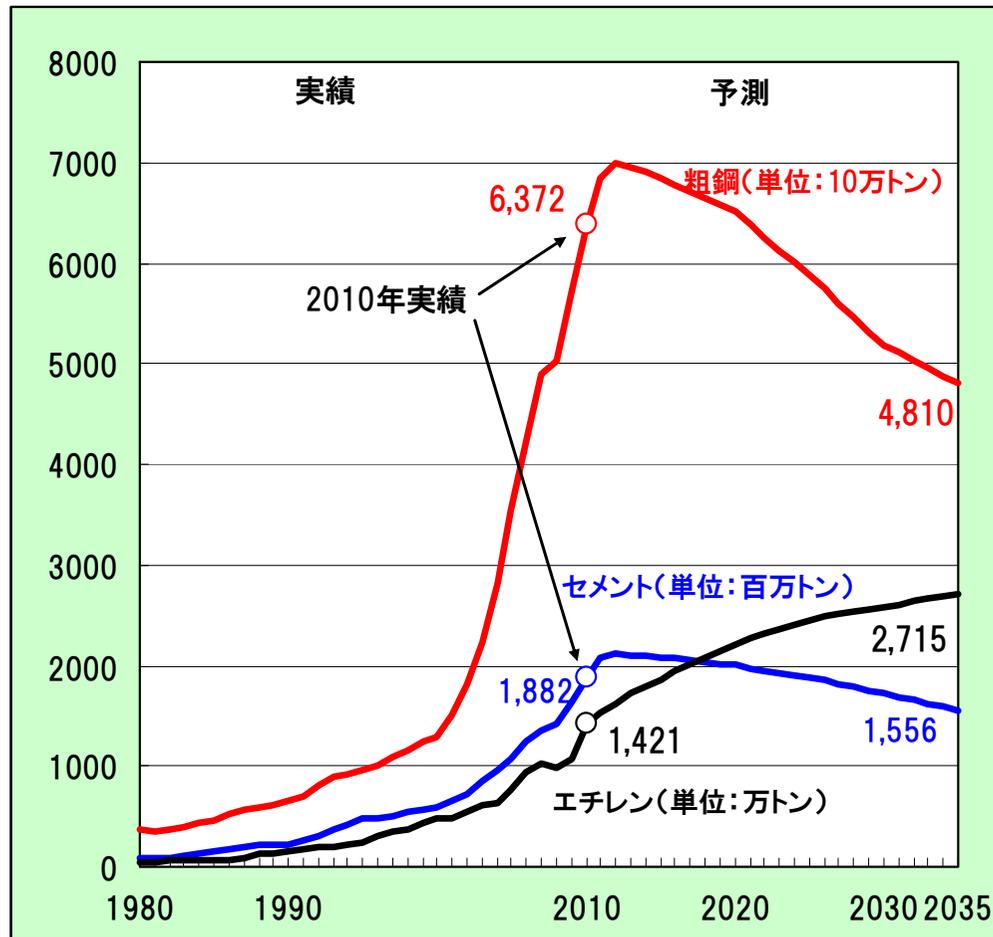
## 都市化率



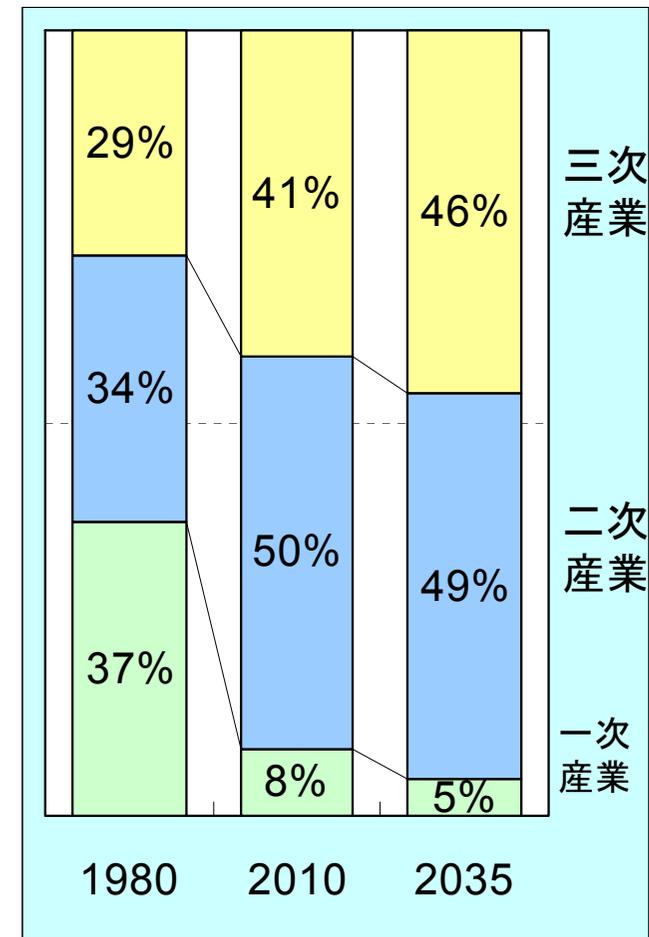
- 長期的には投資主導から内需主導への転換が図られ、経済成長も徐々に緩やかになる。
- 労働力の減少、環境問題への対処、資源制約等の諸問題で、経済成長が鈍化の方向。
- 一人当たりのGDPは2035年に9千ドル、2010年に対して約4倍増になる見通し。

# 中国の素材系産業と産業構造

## 【素材系産業の生産高】

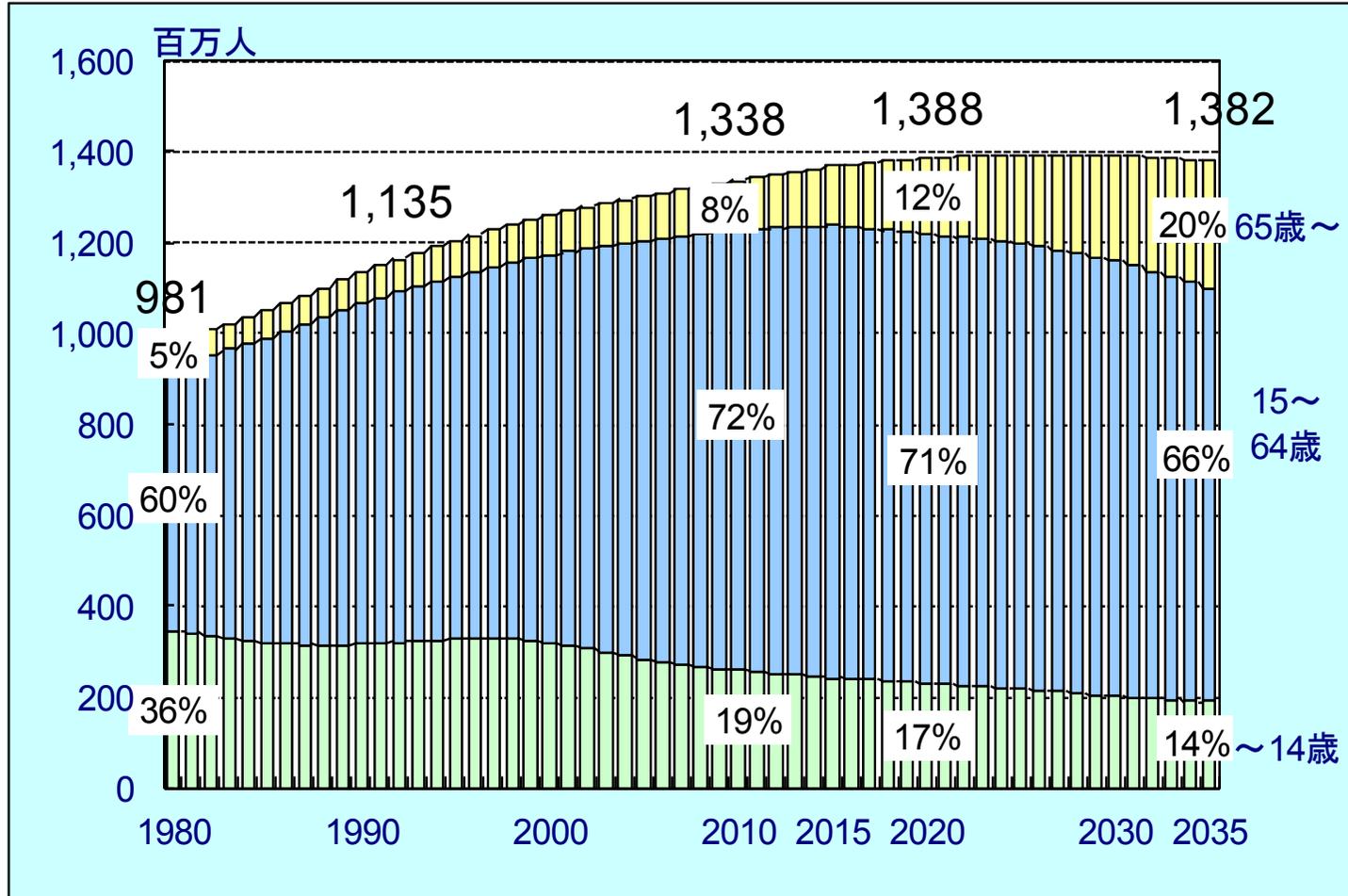


## 【産業構造】



- 素材系産業の生産高が急速に増加しているが、今後減少か鈍化を迎える。粗鋼生産は現在の約7億トンから、2035年には実質的需要に相当する5億トン弱まで減少する。
- 第二次産業のウェイトが横ばいする中、重工業のウェイトが減少へ。

# 中国の人口見通し



## 総人口

2010年  
**13.4億人**  
↓  
2035年  
**13.8億人**  
(1.03倍増)

## 都市化率

2010年  
**44.9%**  
↓  
2035年  
**64.9%**  
(20ポイント増)

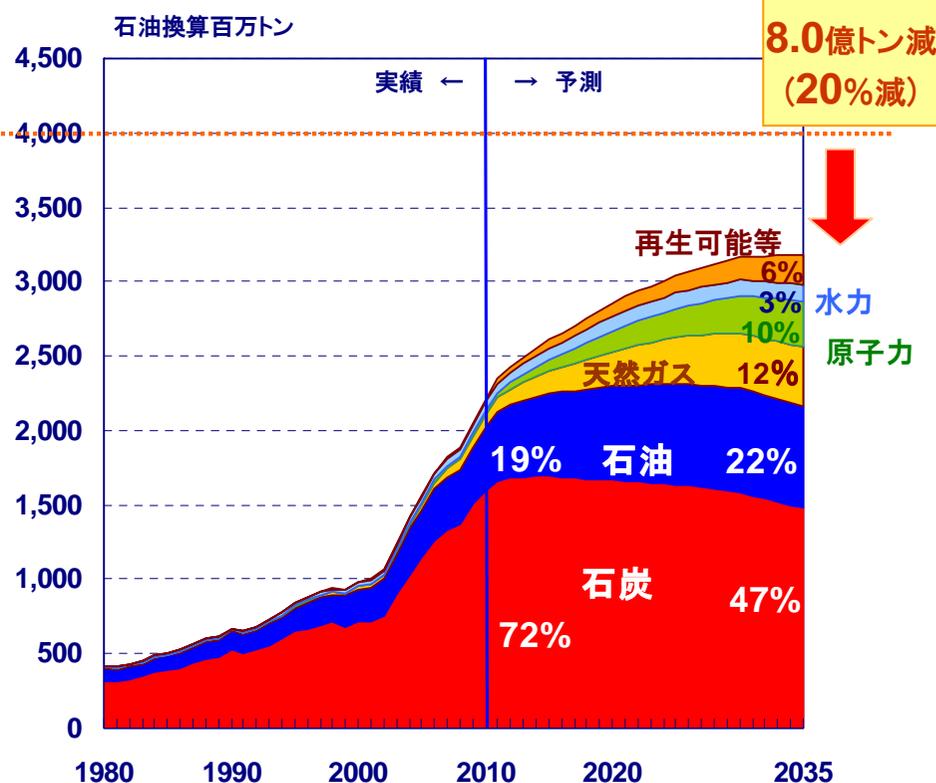
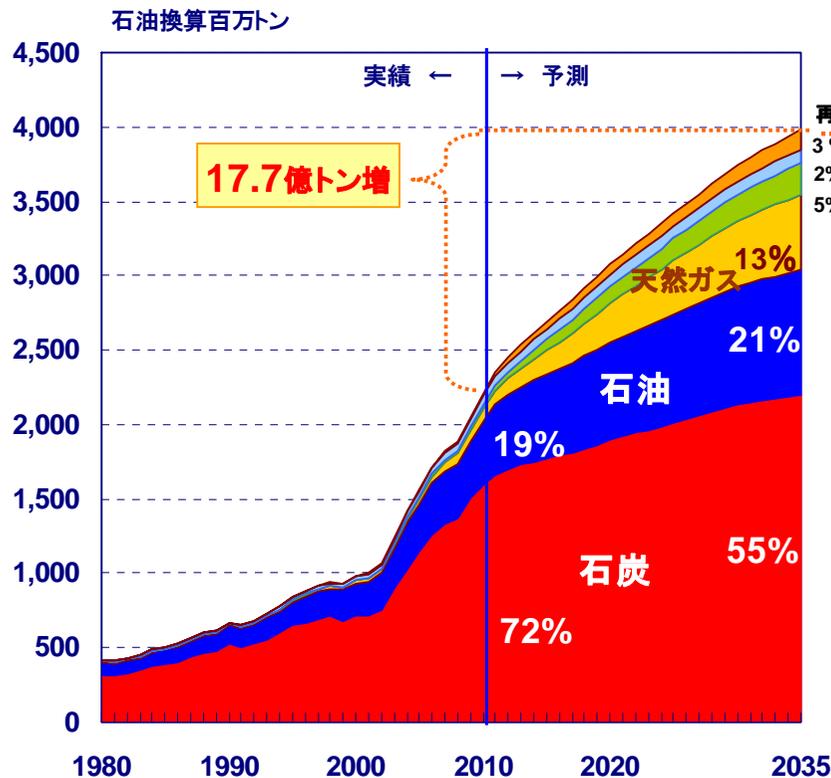
- 総人口は年率0.1%で増加し、2025年時点では14.0億人(ピークを迎える)、インドに抜かれる。
- 高齢化が進み、65歳以上人口は2035年に20%へ上昇。一方、労働力人口が2015年以降減少へ。

# 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

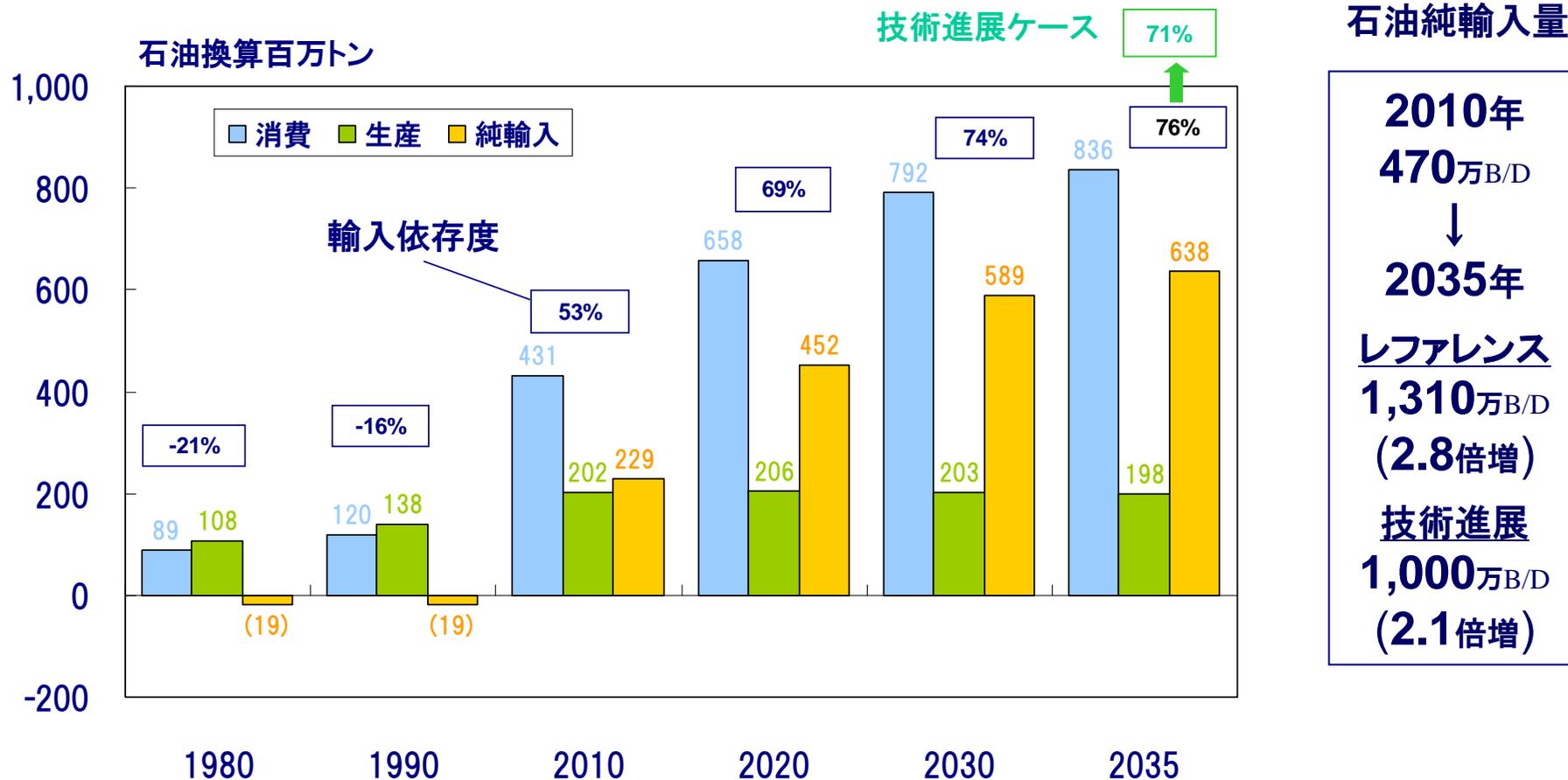
レファレンスケース

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2.4%で増加。石炭は発電需要の増加で、石油はモータリゼーションの進展で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、2035年には8.0億トン(20%)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2010年の2.3億トン(470万バレル/日)から2035年の6.4億トン(1,310万バレル/日)に増加する。これに伴い、輸入依存度は76%まで上昇。
- 技術進展ケースでは石油消費が抑制されるが、輸入依存度は71%まで上昇する。
- 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。

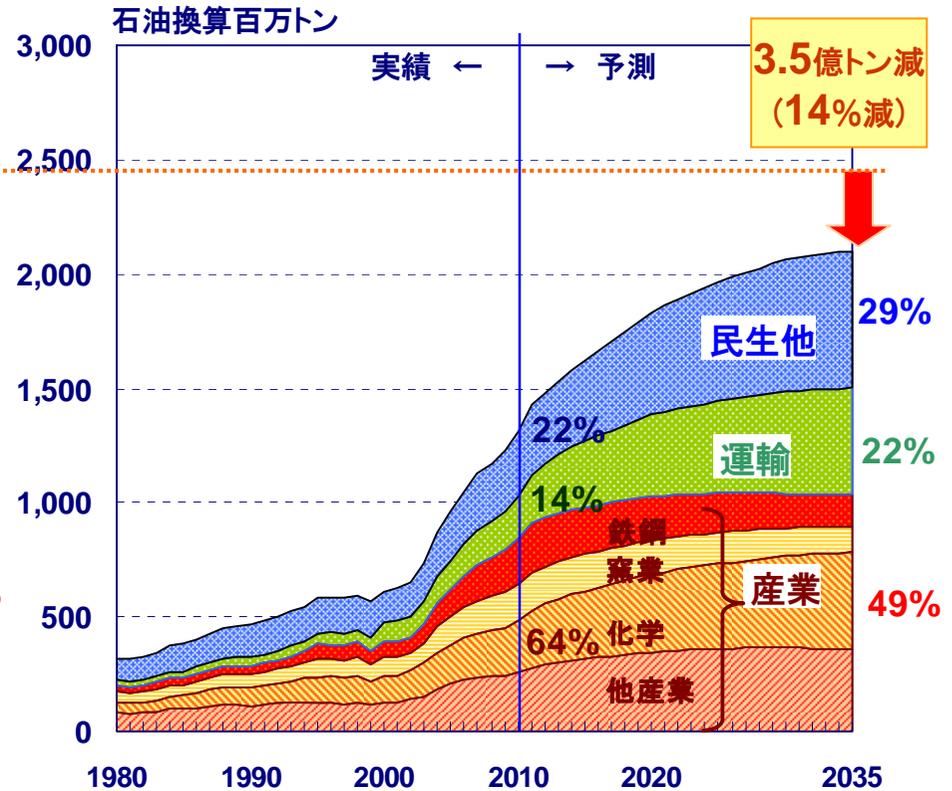
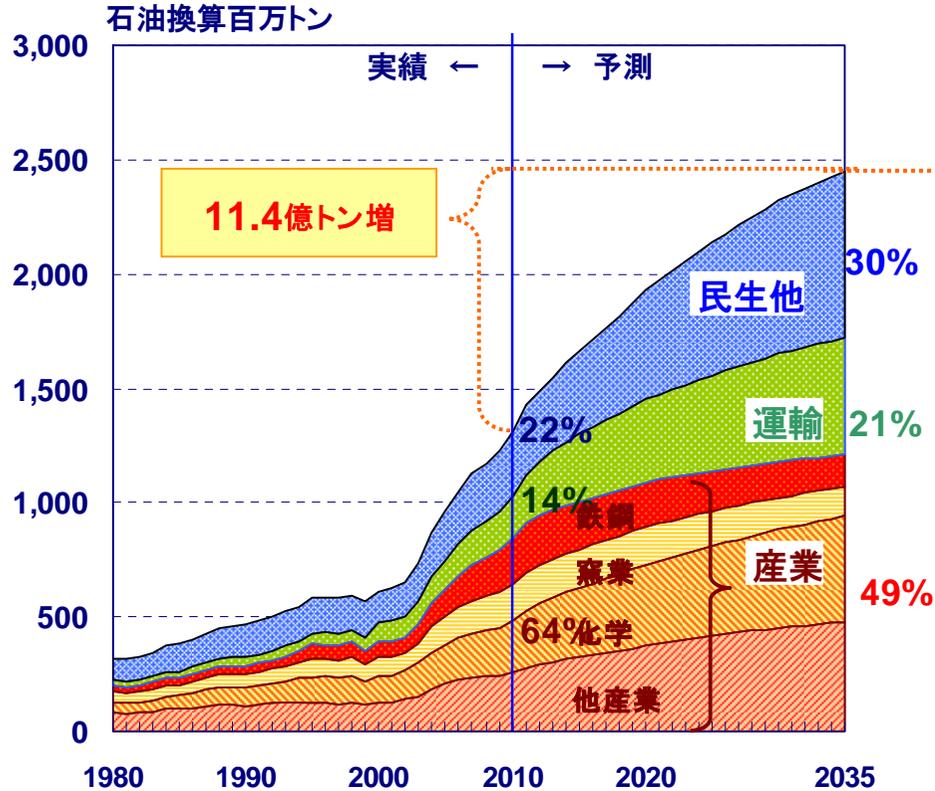
# 中国の最終エネルギー消費

レファレンスケース  
技術進展ケース



レファレンスケース

技術進展ケース



注: 産業に非エネを含む。

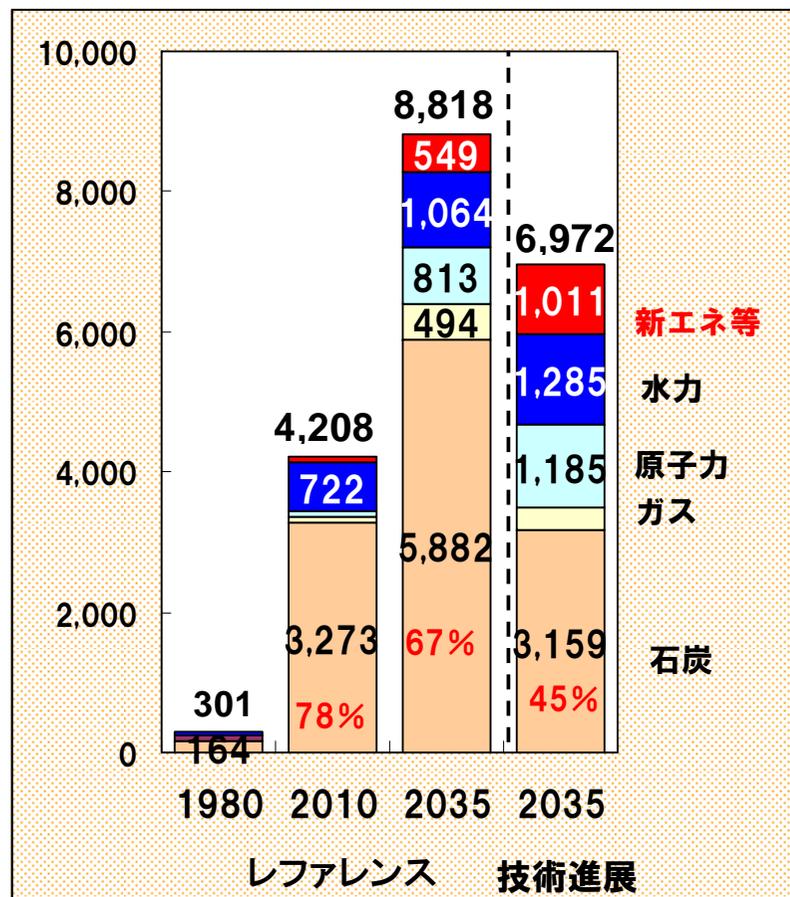
- 足元では重工業化により、産業の消費が急増。今後、落ち着きを取り戻す。
- 民生と運輸の増加が堅調。とりわけ2035年に民生の消費シェアは約1/3に達する。  
しかし、一人当り民生用エネルギー消費はまだ少ない。
- 技術進展ケースでは産業・民生の両部門が大きな削減余地を有する。

# 中国の発電容量と発電量

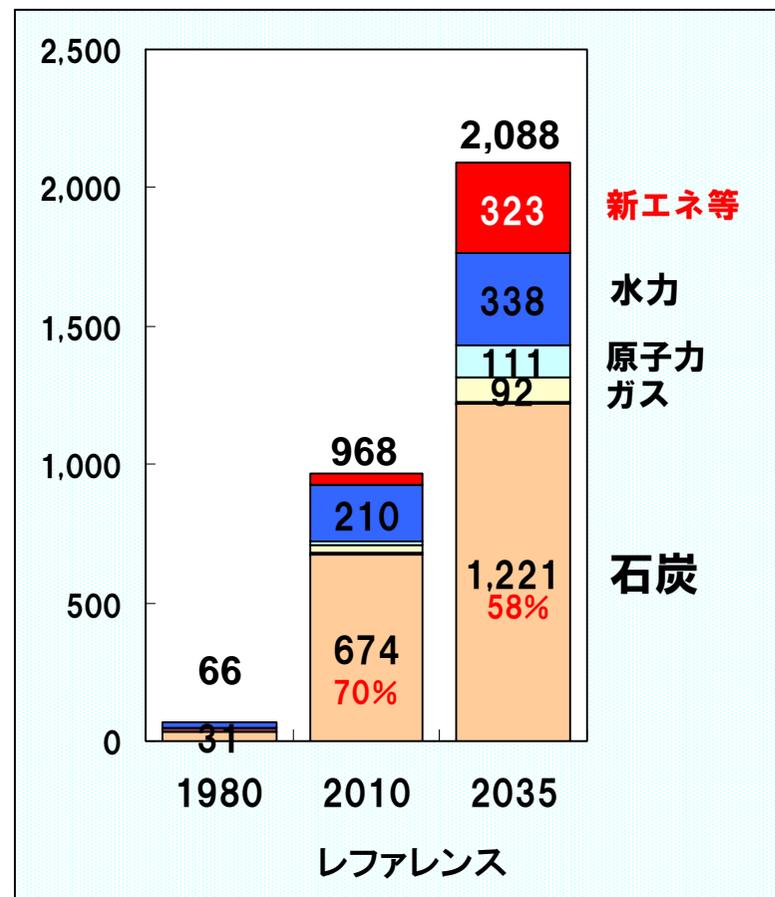
レファレンスケース  
技術進展ケース



## 【発電量(TWh)】

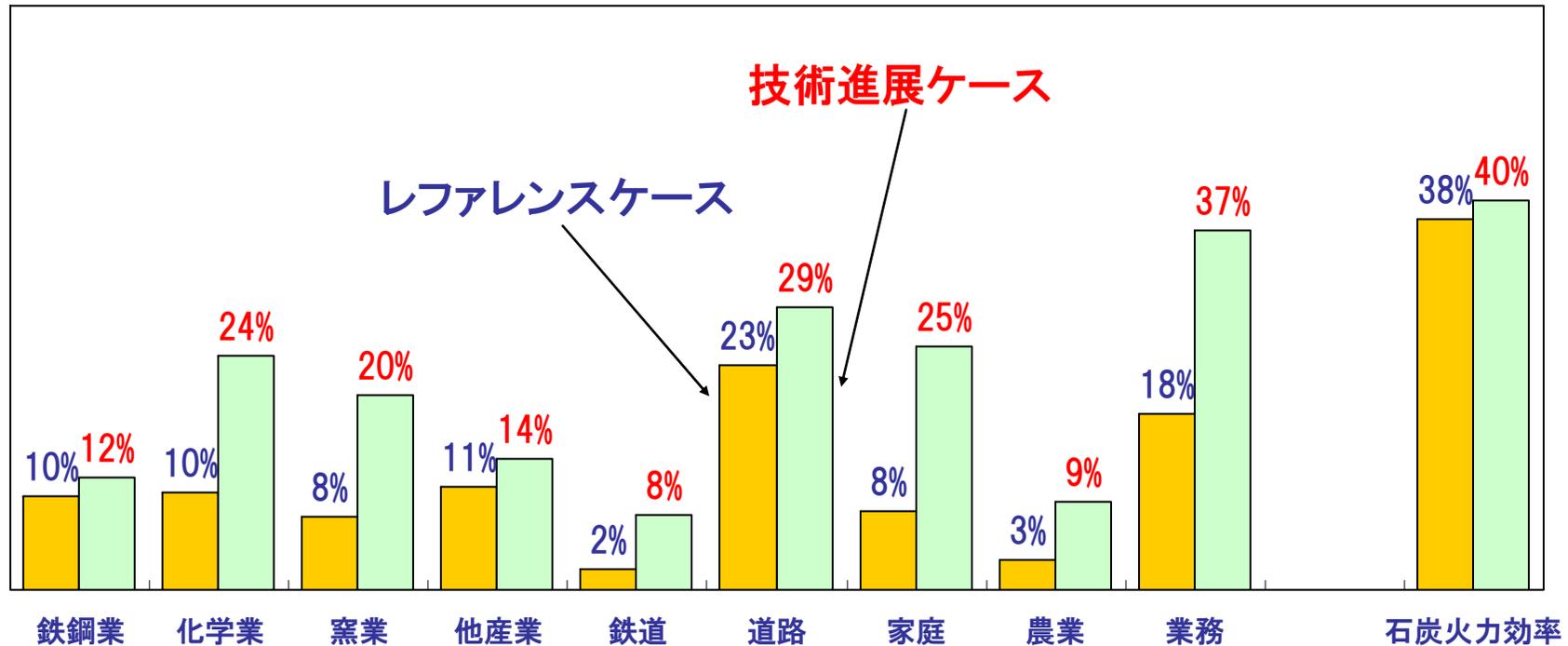


## 【発電設備容量(100万kW)】



- 発電設備容量は2010年の約9.7億kWから2035年には20.9億kWに達し、年平均4,500万kW増加する。石炭火力シェアは58%へ減少。発電量は2010年4.2兆kWhから2035年に8.8兆kWhに達する。石炭火力シェアは78%から67%へ低下する。
- ガス火力、原子力、新エネ発電はともに大きく増加。水力の増加は2020年以降鈍化へ。
- 2035年の中国の石炭火力発電設備量は、世界の石炭火力設備量の約5割を占める。
- 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。

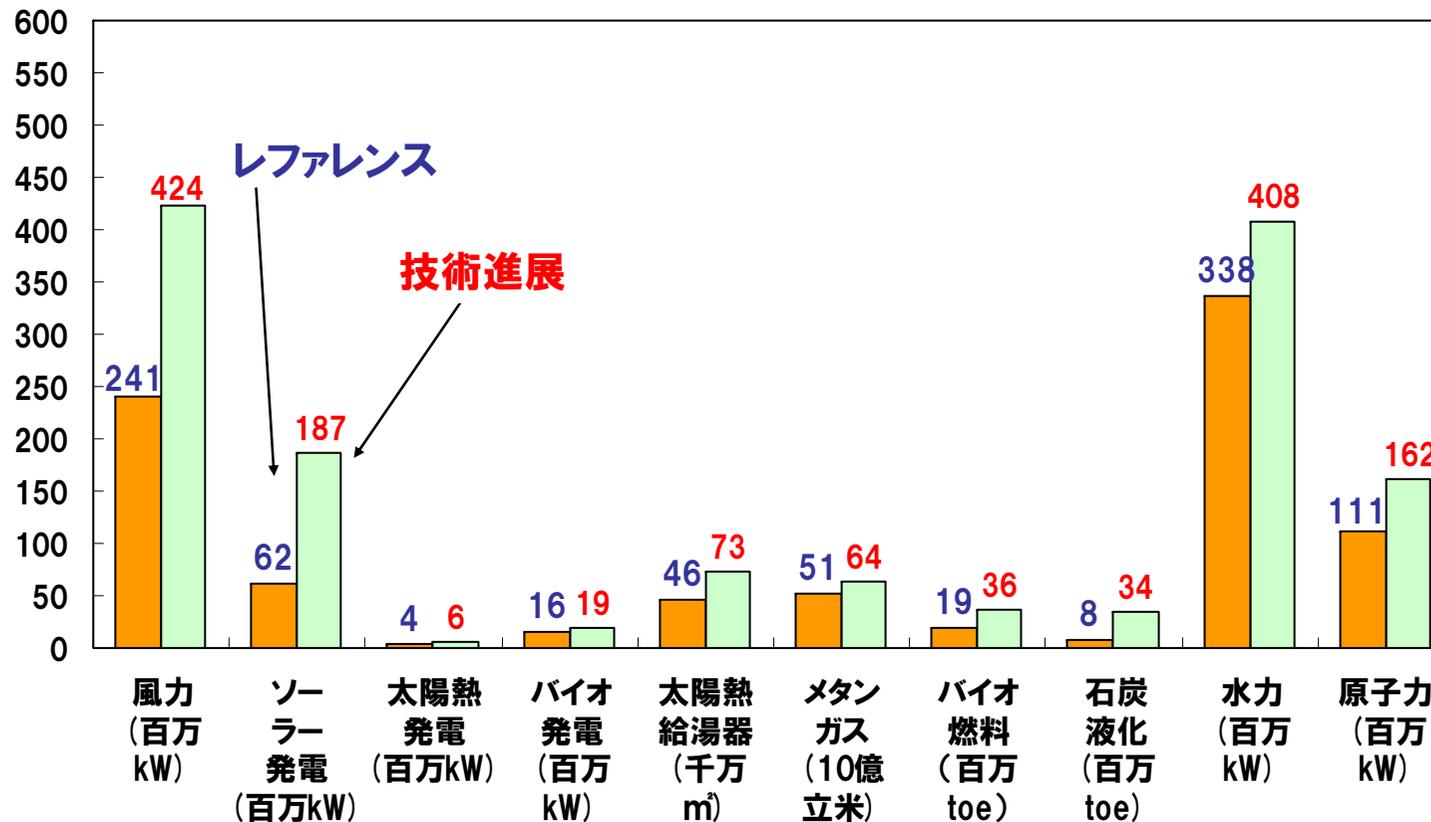
# 中国の分野別省エネ率の比較



## 2035年対2010年の省エネ率

- 家庭・業務部門では熱供給の料金制度の改革やラベリング制度の強化が必要。
- 化学部門では工場生産規模の拡大、生産工程の改善、原料転換が必要。
- セメント業では新型乾式キルンのさらなる普及(78%→100%近く)や、排熱発電が必要。
- 発電効率は現状の平均容量を大幅(10万kW→35万kW)に向上させ、IGCCなどの導入が必要。

# 中国の非化石燃料導入量の展望(2035年)



非化石燃料  
の導入量  
(2035年)  
石油換算

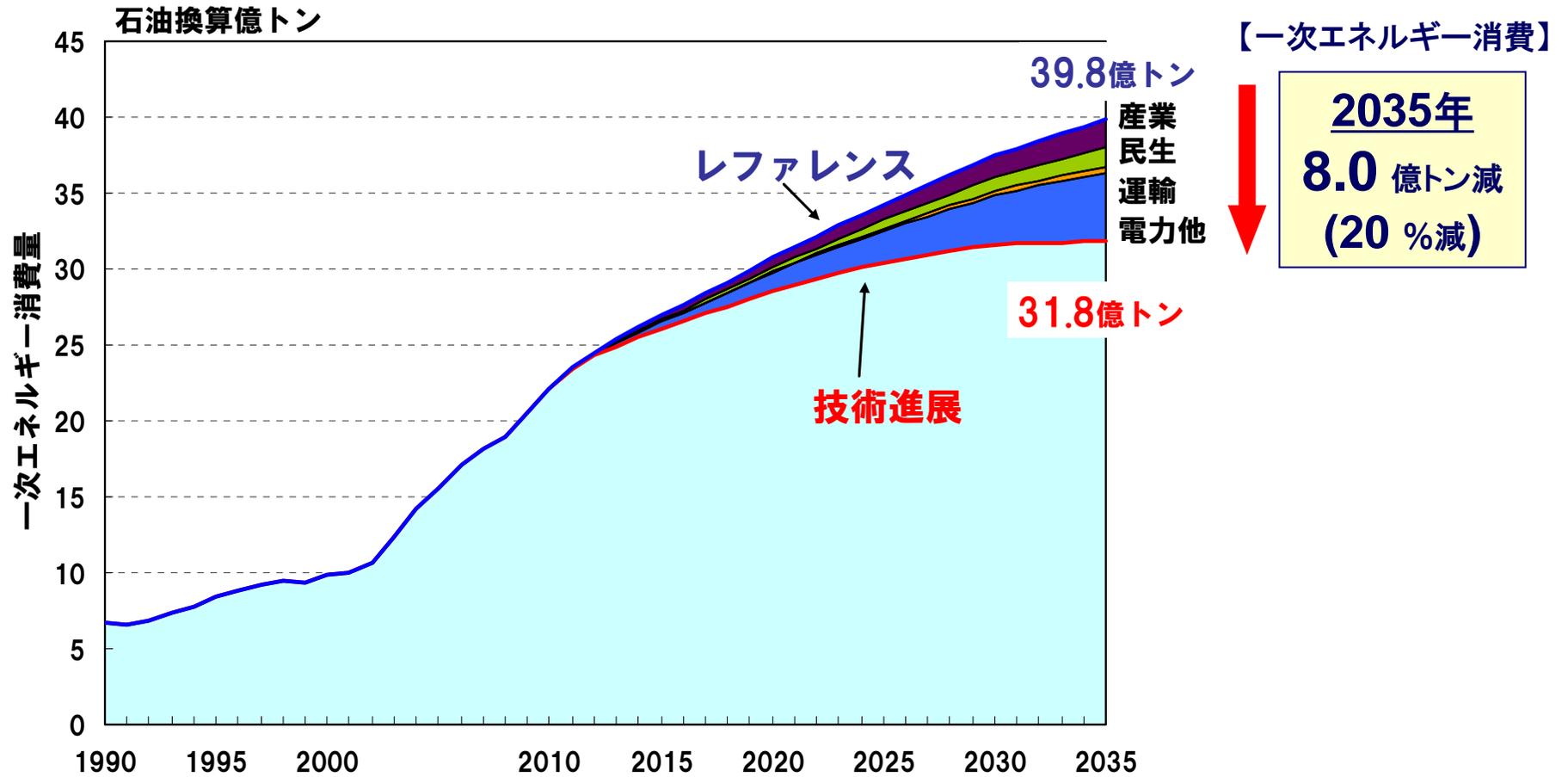
レファレンス  
**4.4億トン**  
一次のシェア  
**(11%)**

技術進展  
**6.2億トン**  
一次のシェア  
**(20%)**

- 水力は資源量と環境問題で導入の増加が限定される。
- 原子力、風力は旺盛な電力需要と環境対策で大幅に促進される可能性が高い。  
2035年、非化石燃料の利用量は4.4億トン、一次エネルギーの11%。技術進展ケースではさらに20%に上昇。

# 中国における省エネルギー量の展望 (全部門)

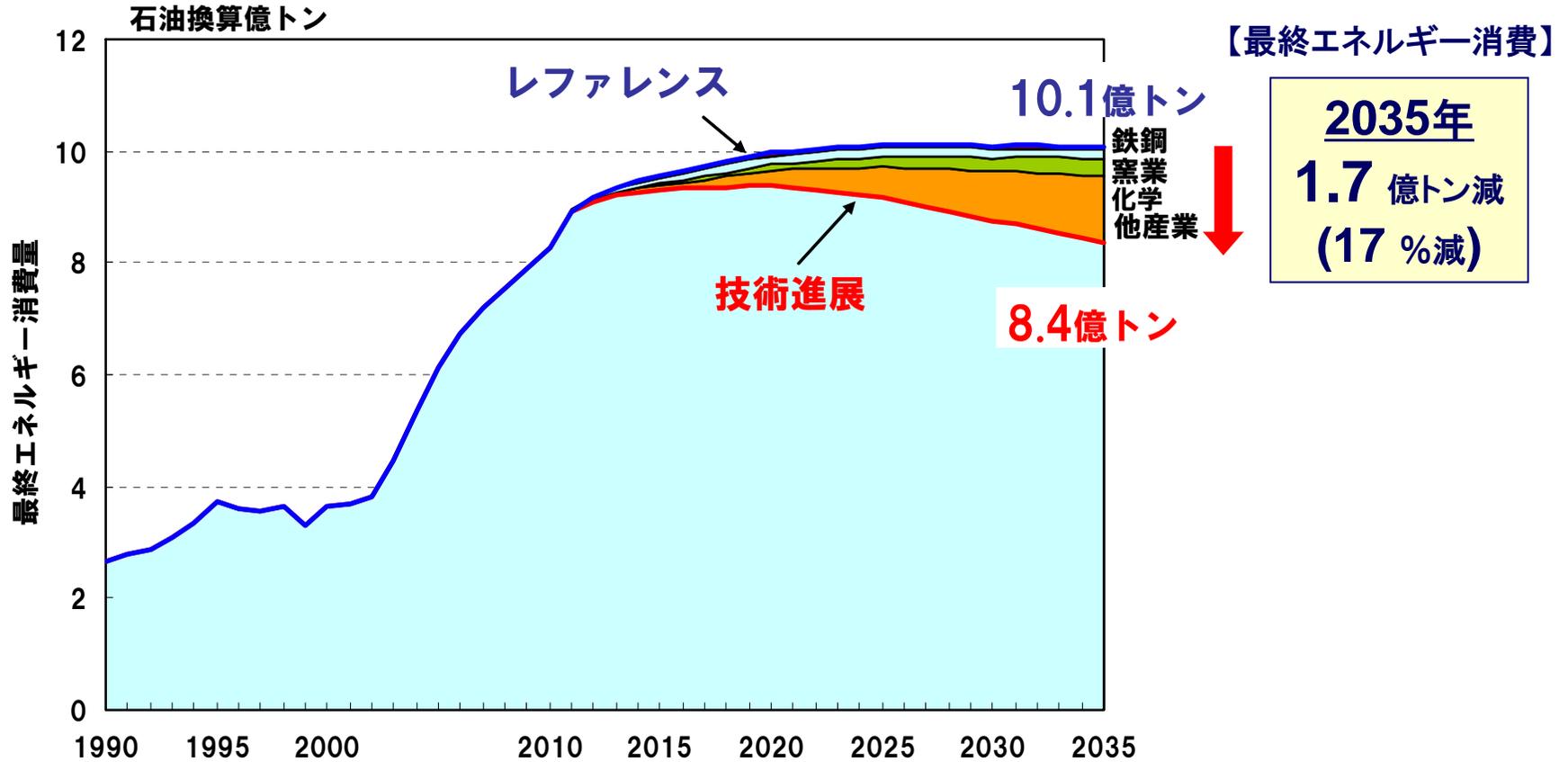
レファレンスケース **IEE JAPAN**  
技術進展ケース



2035年の技術進展ケースの一次エネルギー消費量は、レファレンスケースに対して8.0億トン減少し、省エネ率が20%になると見込まれる。電力部門での省エネの割合が相対的に大きい。

# 中国における省エネルギー量の展望 (産業部門)

レファレンスケース **IEE JAPAN**  
技術進展ケース

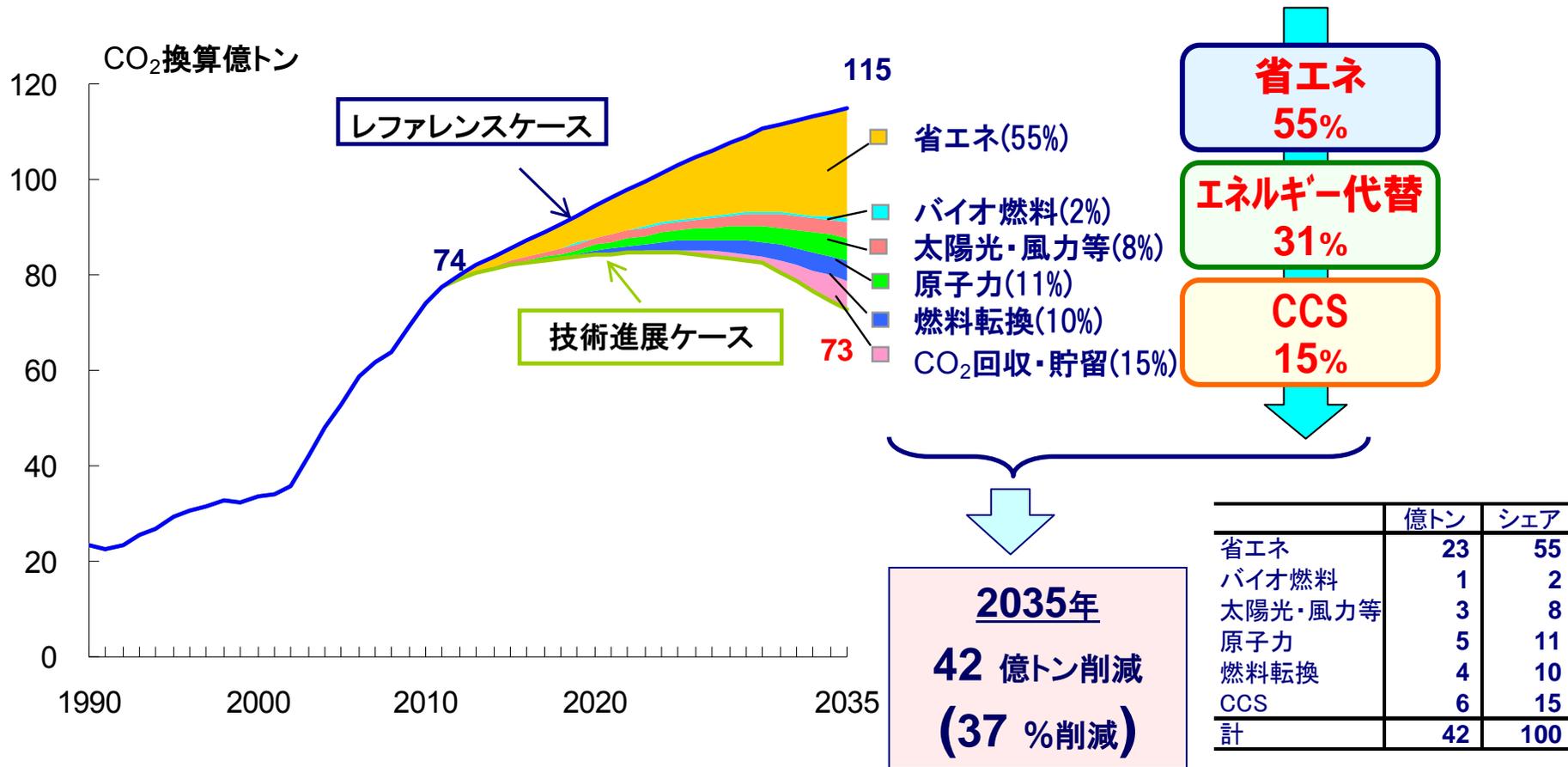


注: 鉄鋼業の最終消費にコークス製造工程のエネルギー消費を含めて試算した。

レファレンスケースにおいても、趨勢的な省エネの進展、素材生産量の減少を反映して、2010年以降の産業部門のエネルギー消費量の平均伸びは年率0.8%程度に留まる。技術進展ケースでは、2035年にレファレンスケースに対して産業部門の最終エネルギー消費が1.7億トン減少(17%)。75

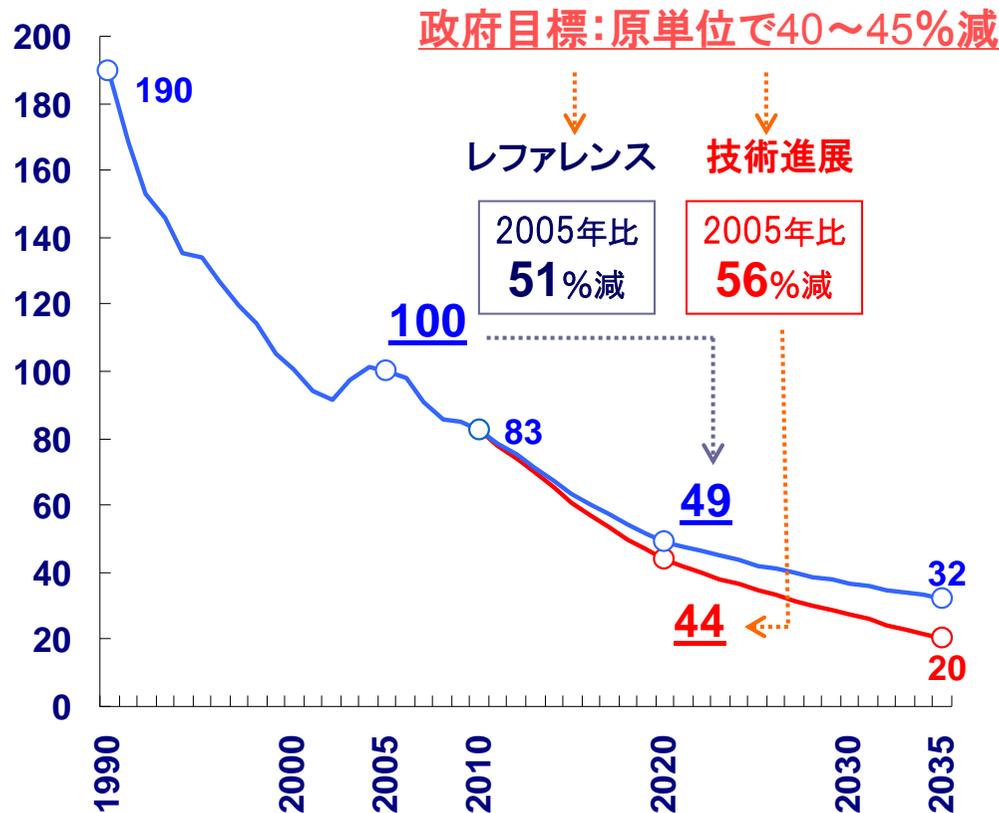
# 中国のCO<sub>2</sub>排出量の削減

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、CO<sub>2</sub>排出量は2010年から2035年までに41億トン増加(55%増)。
- 技術進展ケースでは、2035年にレファレンスケースに対して42億トン減少(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CO<sub>2</sub>排出量がピークアウト。

# 中国のGDP当たりCO<sub>2</sub>排出量



## CO<sub>2</sub>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 <sub>2</sub> 排出量 ΔC	5.6	3.9	3.1
脱炭素化 Δ(C/E)	▲ 0.1	▲ 0.7	▲ 1.0
省エネルギー Δ(E/Y)	▲ 4.0	▲ 4.0	▲ 4.4
経済成長 ΔY	10.2	9.0	

## CO<sub>2</sub>排出量変化を3要因に分解

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

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

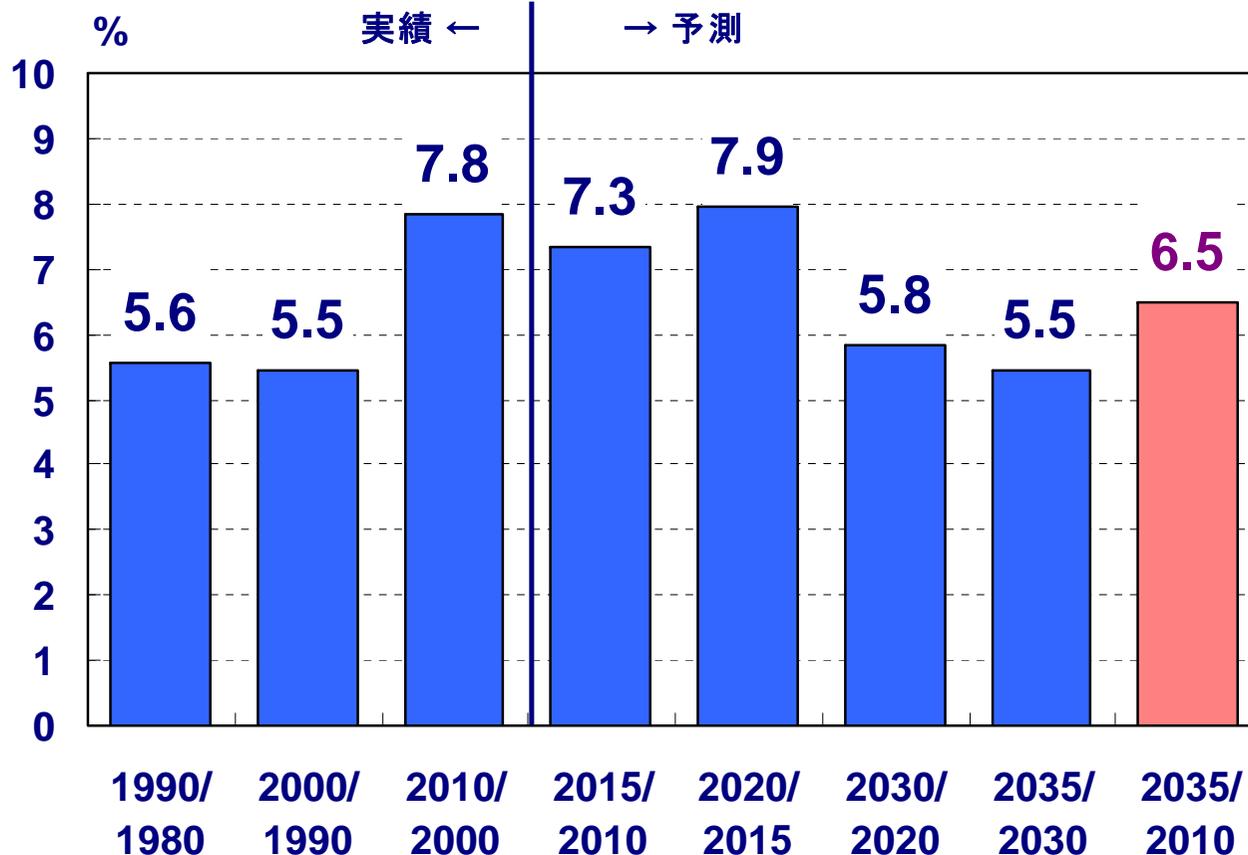
脱炭素化    省エネ    経済成長

- 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CO<sub>2</sub>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CO<sub>2</sub>排出量は、レファレンスケースでは、2005年比51%削減され、技術進展ケースでは、2005年比56%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CO<sub>2</sub>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

# インドの経済見通し

## 【GDP成長率】



## GDP

2010年  
1.00兆ドル  
↓  
2035年  
4.78兆ドル  
(4.8倍増)

## 一人あたりGDP

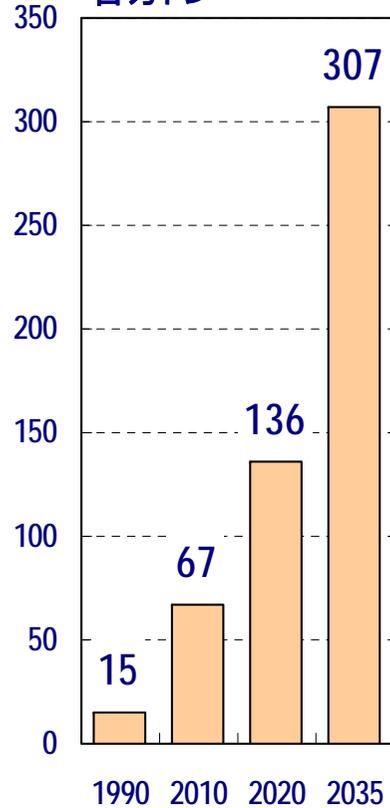
2010年  
850ドル  
↓  
2035年  
3,023ドル  
(3.6倍増)

- 労働人口の増加、労働力の質的向上、対外開放の進展、直接投資の増加などにより、今後も高成長を持続。
- 電力設備、道路、港湾、鉄道などインフラ不足が経済成長の制約となる可能性がある。
- 2035年に一人あたりGDPは約3,000ドルへ増加するが、中国の1/3程度。

# インドの素材系物資生産量

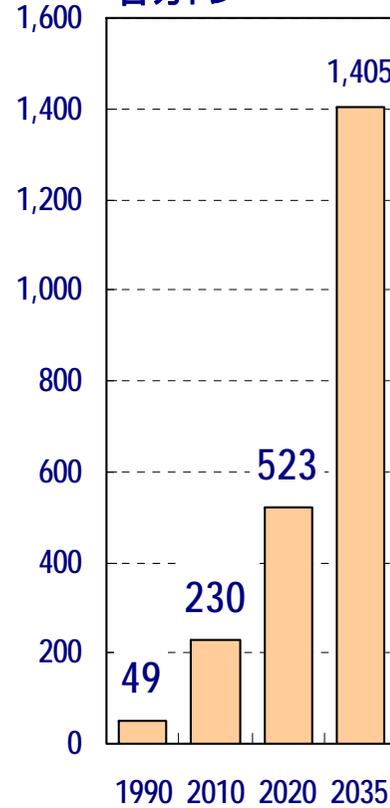
## 【粗鋼】

百万トン



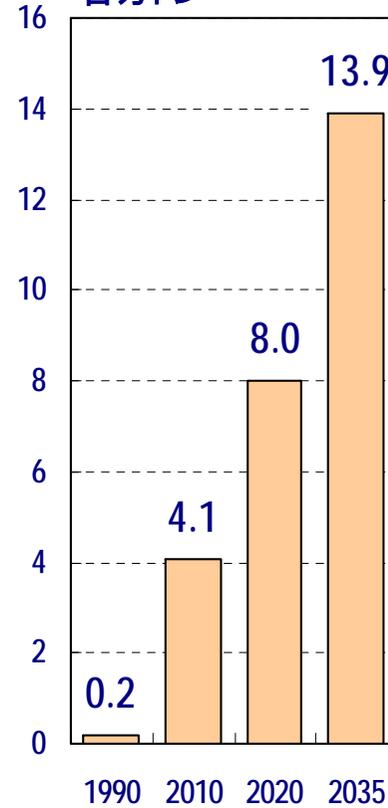
## 【セメント】

百万トン



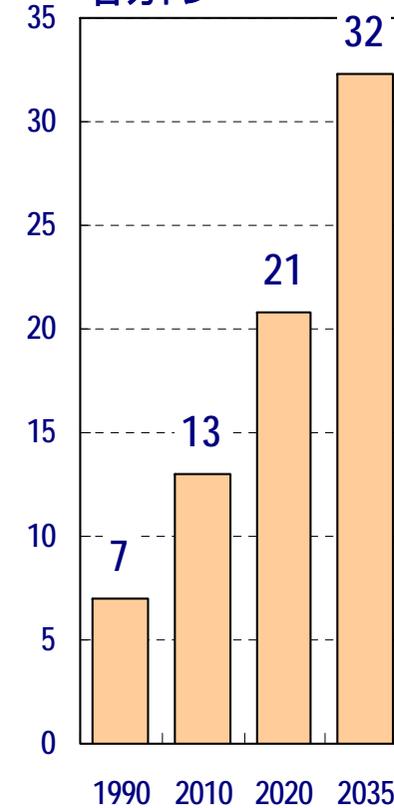
## 【エチレン】

百万トン



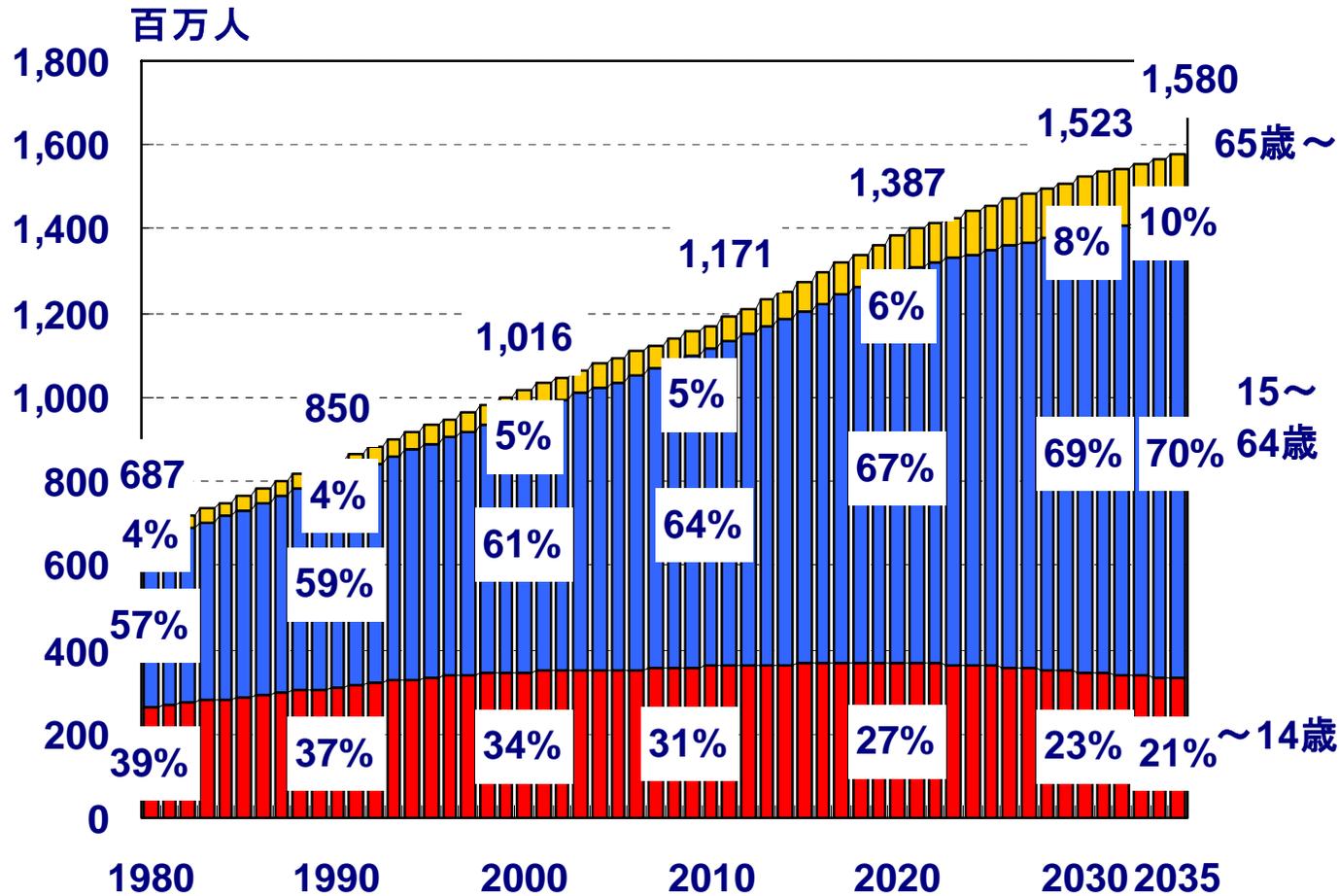
## 【窒素系肥料】

百万トン



- インフラ整備や製造業の生産拡大等により粗鋼、セメント、エチレンの生産が急増。
- 農業生産活動の伸びは相対的に緩やかなため、窒素系肥料生産量は比較的伸びが小さい。

# インドの人口見通し



## 総人口

2010年  
11.7億人  
↓  
2035年  
15.8億人  
(1.4倍増)

## 都市人口比率

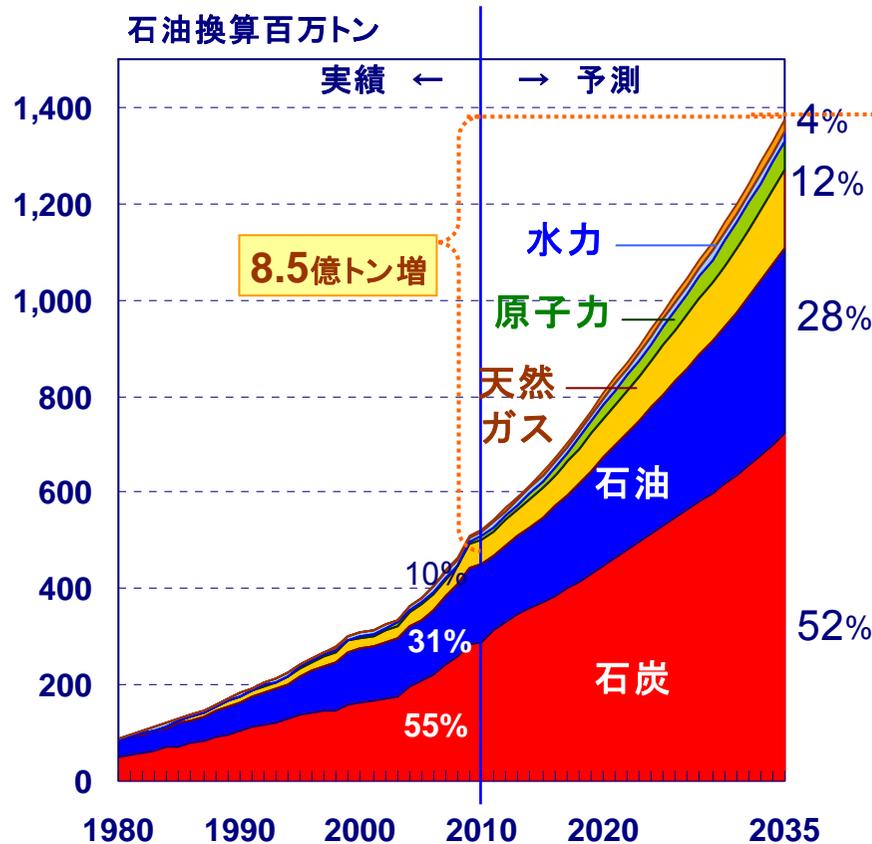
2010年  
30%  
↓  
2035年  
43%  
(12ポイント増)

- 総人口は年率1.2%で増加、2035年時点では15.8億人と世界最大の人口を有する
- 生産年齢人口(15~64歳)比率は、引き続き増加し、2035年には70%に達する。
- 都市への人口移動が進むものの、今後も農村人口が過半を占める。

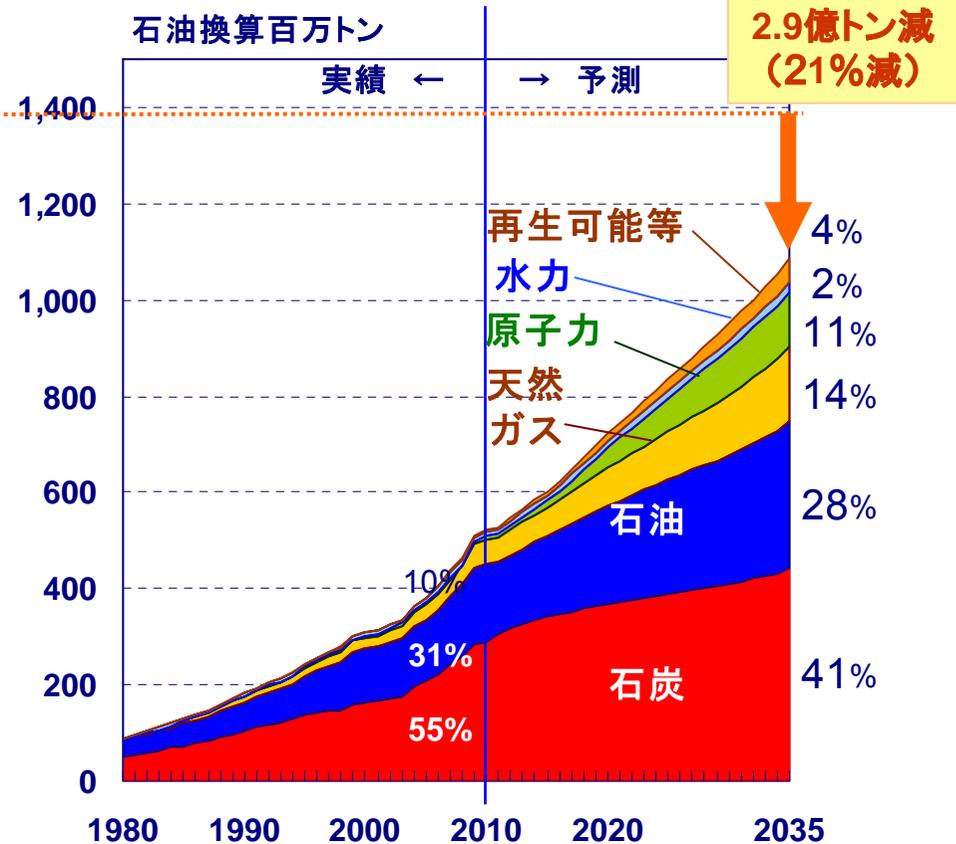
# インドの一次エネルギー消費

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

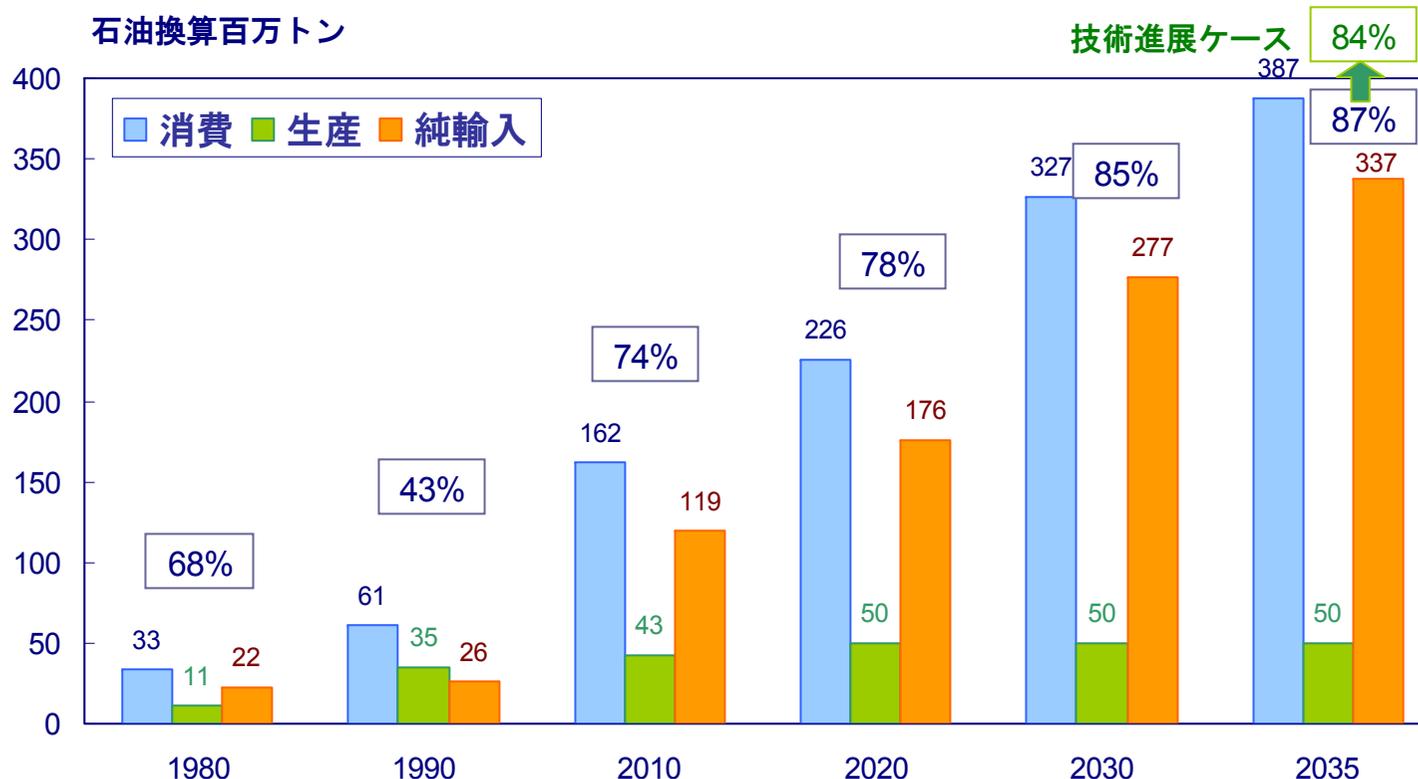


技術進展ケース



- レファレンスケースでは、一次エネルギー消費は年率3.9%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4.3億トン増。
- 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2035年に2.9億トン(21%)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



## 石油純輸入量

2010年  
245万B/D



2035年

レファレンス

693万B/D

(2.8倍増)

技術進展

523万B/D

(2.1倍増)

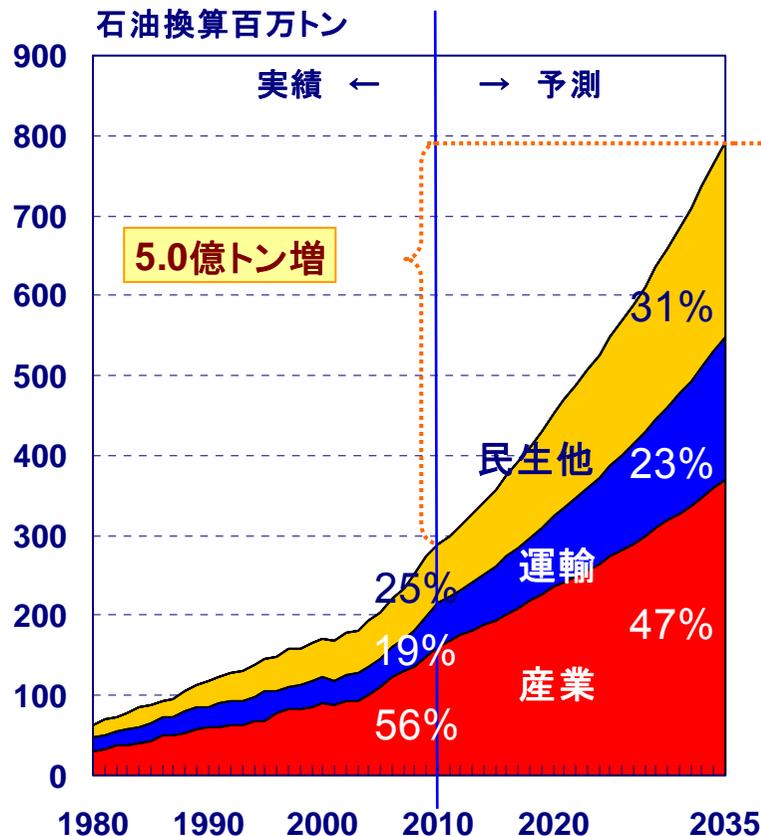
- 石油需要は増大する一方、国内石油生産の大幅増産は見込めない。
- 純輸入量は2010年の1.2億トン(245万B/D)から2035年には3.4億トン(693万B/D)に増加。輸入依存度は2035年には87%へ上昇。
- 技術進展ケースでは、2035年の輸入依存度は84%。

# インドの最終エネルギー消費

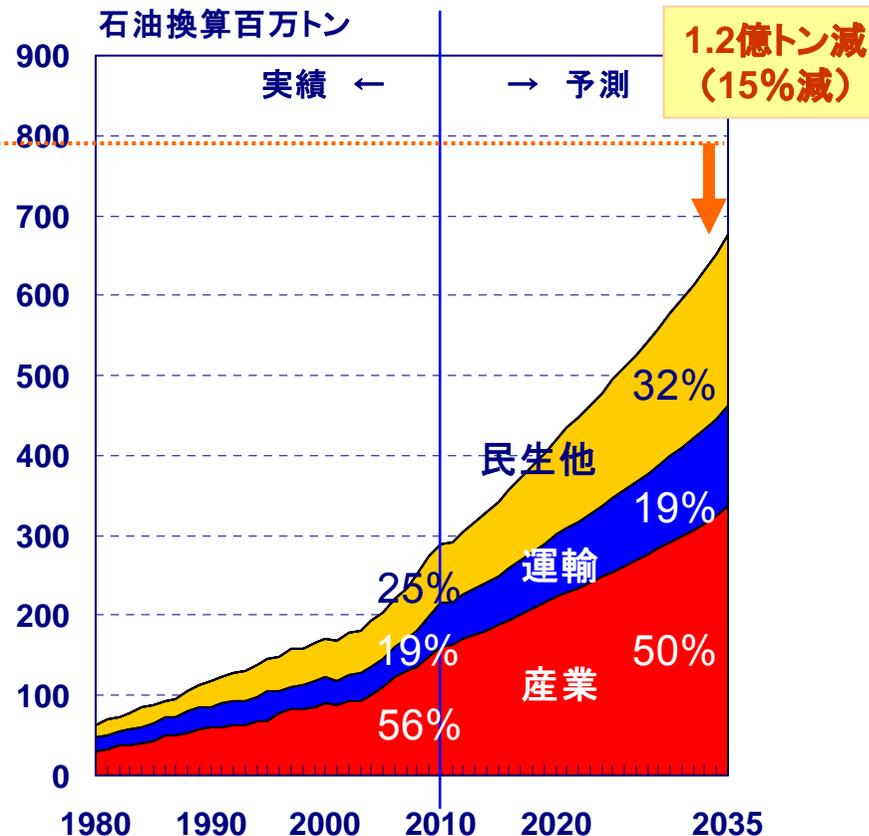
レファレンスケース  
技術進展ケース



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)

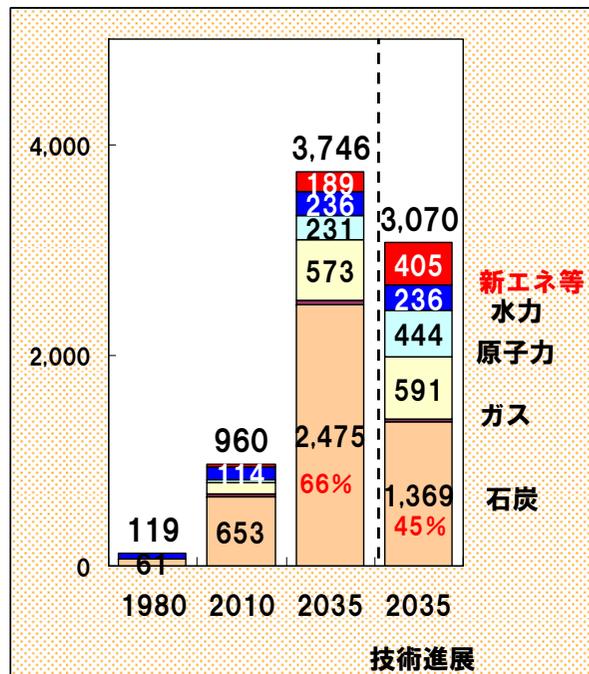
- 本格的な工業化、インフラ需要増大を背景に、特に産業部門で需要が急増。
- 電力は民生、産業が需要増を牽引し、年率6.0%で増加。一人あたり電力消費量は2035年に2,371kWhへ(現在の日本の約3割)。
- 技術進展ケースでは運輸部門等を中心に、レファレンスケースから1.2億トン(15%)の削減となる。

# インドの発電量構成

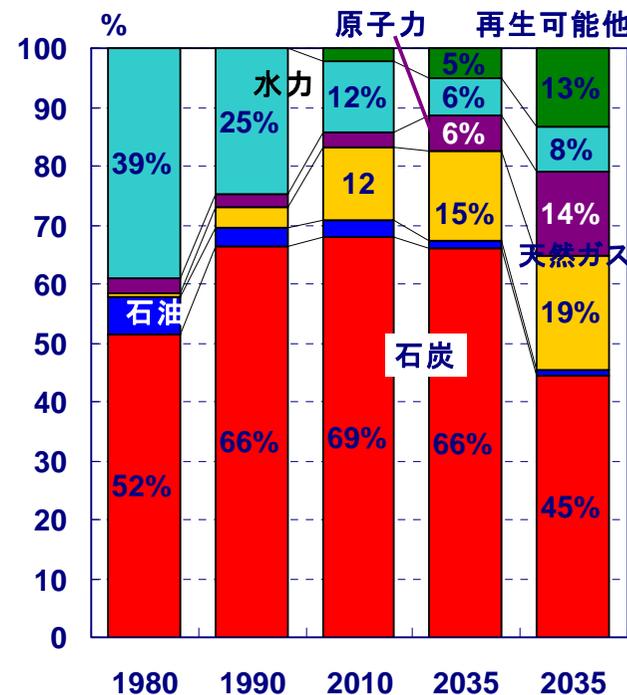
レファレンスケース  
技術進展ケース



【発電量(TWh)】

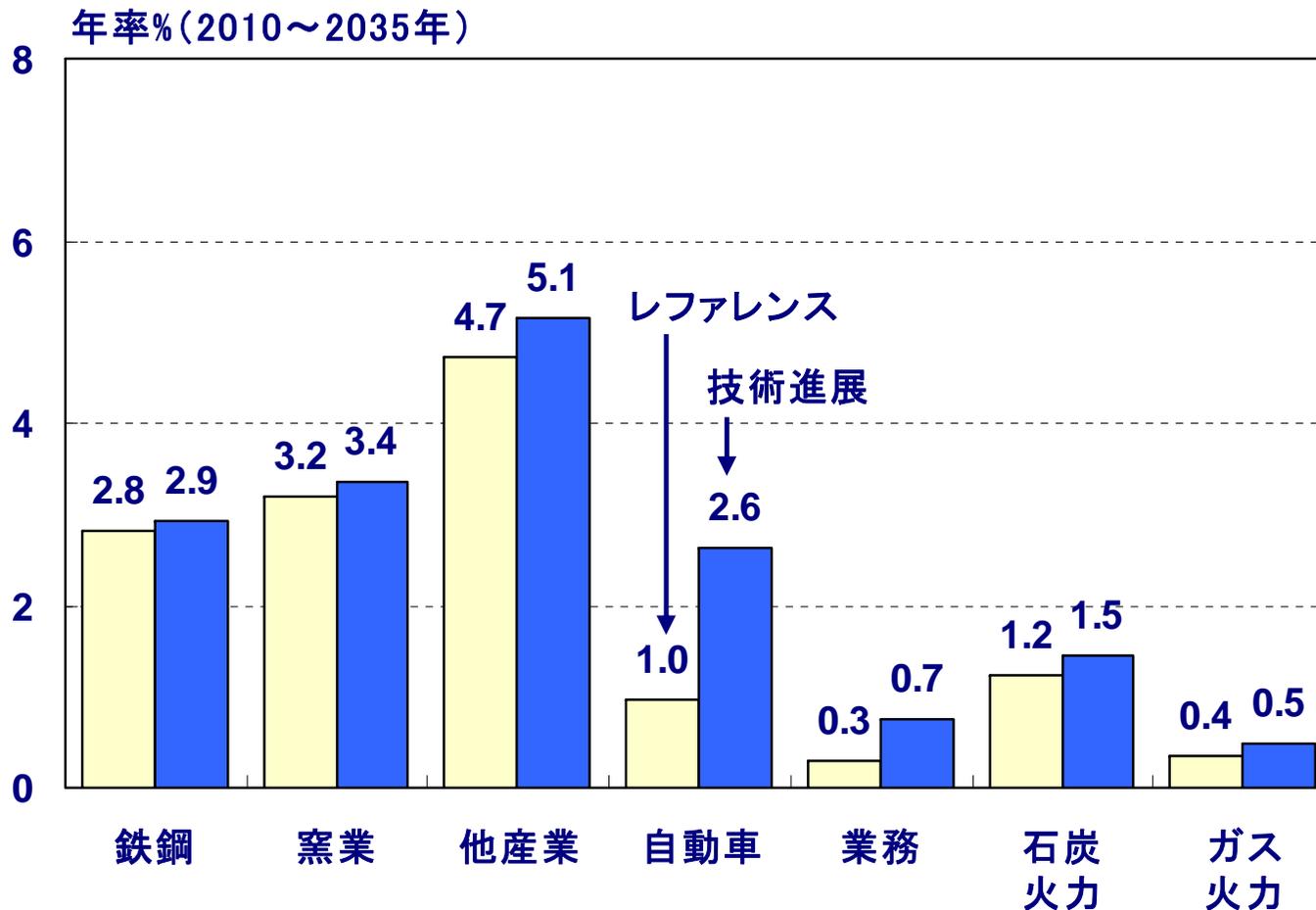


【発電量構成】



- 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2010年410万kW、2030年には3,240万kW (7.9倍増)になる見通し。
- 「ウルトラメガパワープロジェクト」(400万kW級の超臨界圧石炭火力発電所を7~9ヶ所建設)など、今後も、石炭火力が基幹電源の役割を担う。

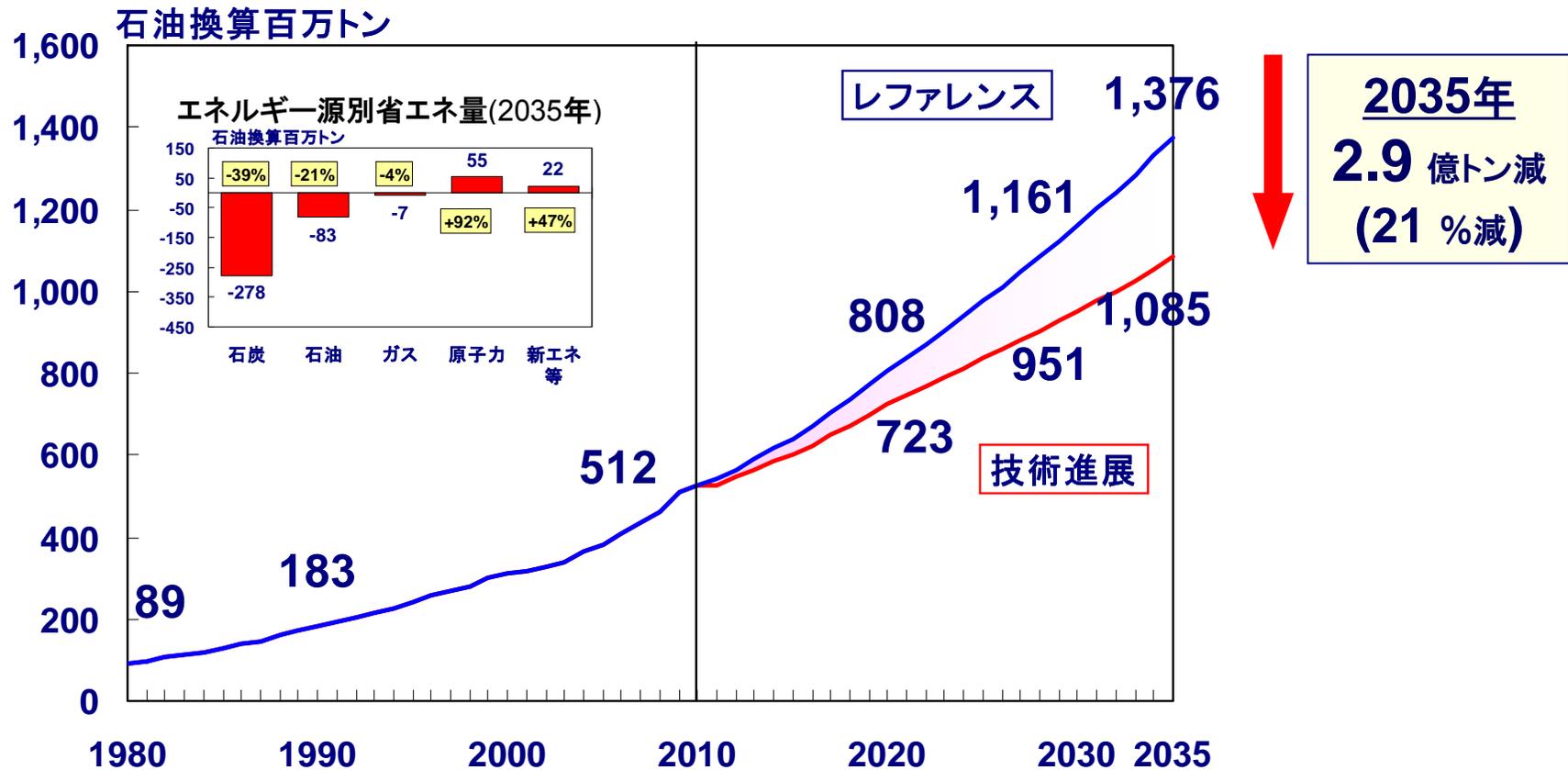
## インドの分野別のエネルギー効率改善率比較



- 最新鋭の工場でのエネルギー効率は、国際的にも遜色ない水準。
- 微粉炭吹き込み、高炉ガス回収、高性能な工業炉・モーター・ボイラー、新型キルン、低燃費自動車、高効率な照明・コンロ・電気機器などの普及拡大が期待される。
- 民生用では各機器の効率改善と同時に、ラベリングの拡大などによる省エネ機器購入への誘導も必要。

# インドにおける省エネルギー量の展望

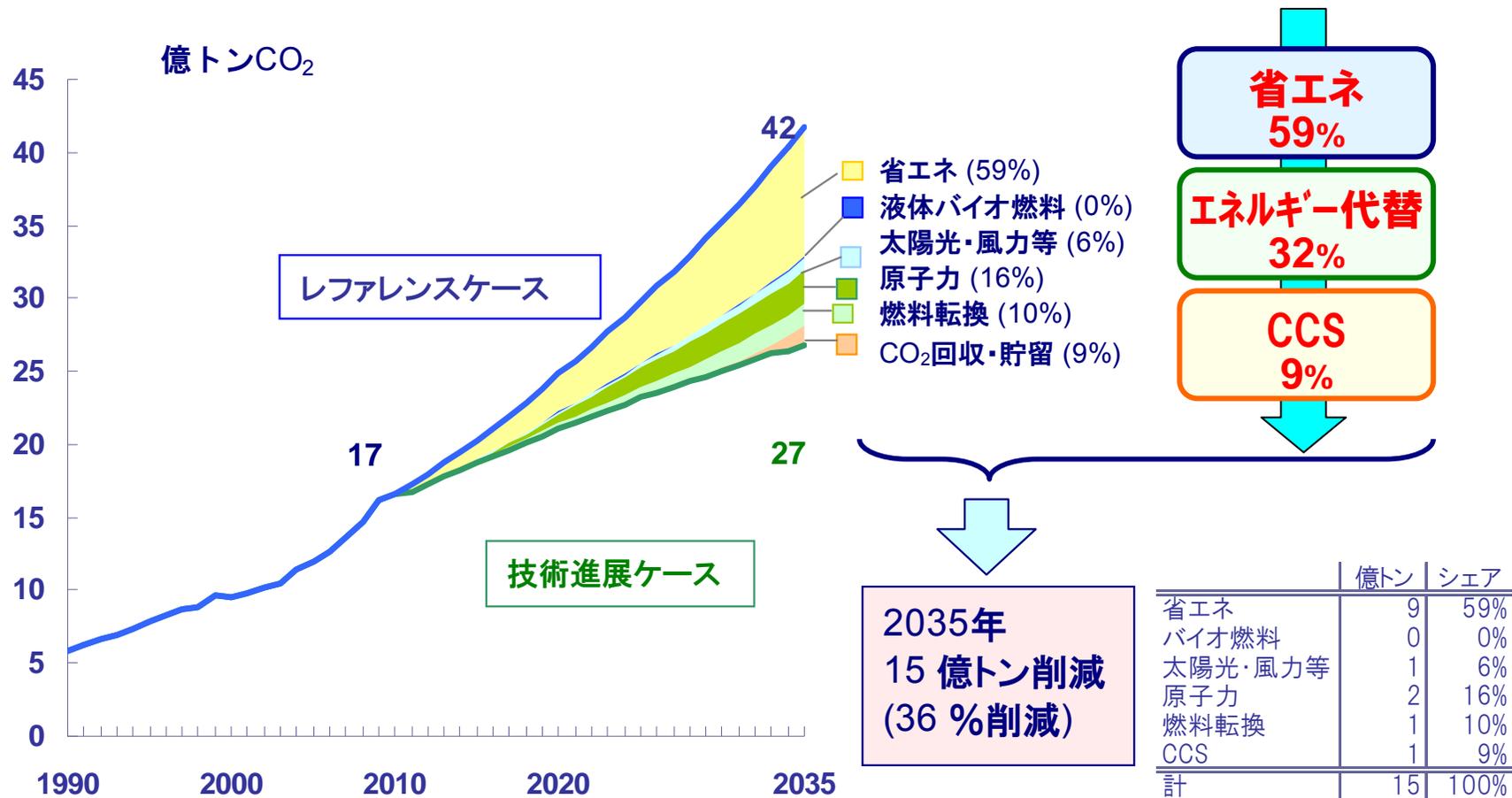
【一次エネルギー消費】



- レファレンスケースに対して、2035年技術進展ケースの一次エネルギー消費量が2.9億トン減少し、省エネ率が21%になると見込まれる。
- クリーンコール技術の適用により、石炭消費は2.8億トン(39%減)の削減が実現

# インドのCO<sub>2</sub>排出量の削減

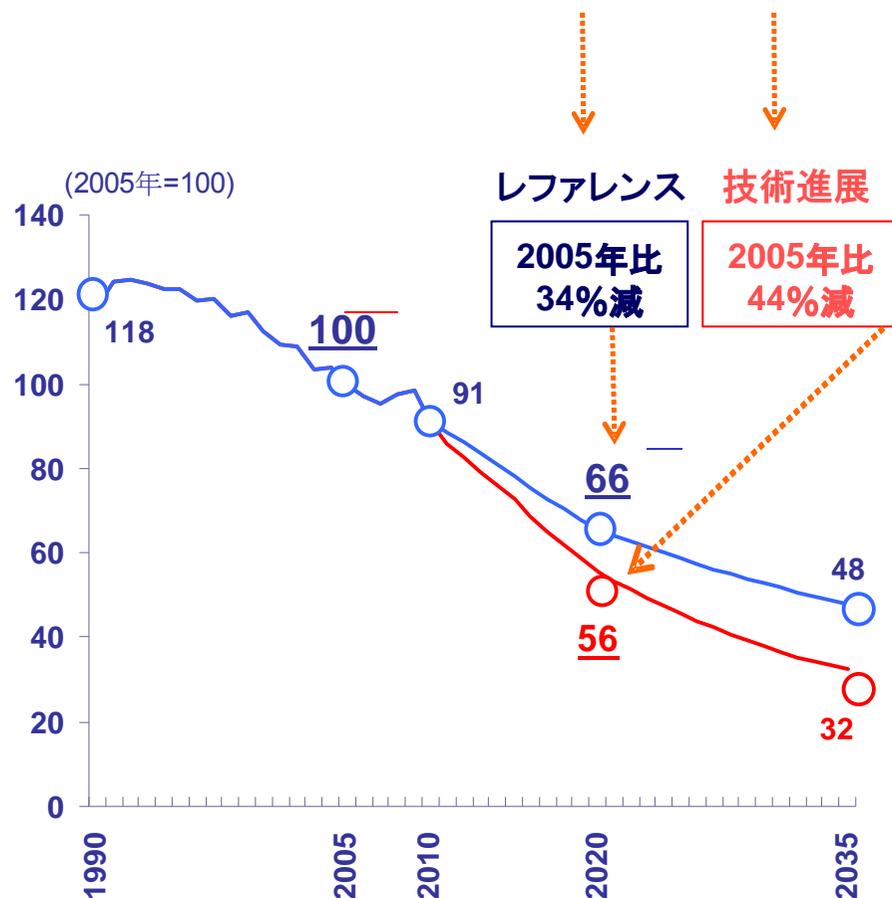
レファレンスケース  
技術進展ケース



- レファレンスケースでは、CO<sub>2</sub>排出量は2010年から2035年まで26億トン増加(約158%増)。
- 技術進展ケースでは、2035年にレファレンスケースに対して15億トン減少(36%減少)。

# インドのGDP当たりCO<sub>2</sub>排出量

政府目標:原単位で20~25%減



## CO<sub>2</sub>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 <sub>2</sub> 排出量 ΔC	4.8	5.0	3.9
脱炭素化 Δ(C/E)	▲ 0.2	▲ 0.1	▲ 0.5
省エネ Δ(E/Y)	▲ 0.9	▲ 2.7	▲ 3.4
経済成長 ΔY	6.0	8.0	

## CO<sub>2</sub>排出量変化を3要因に分解

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

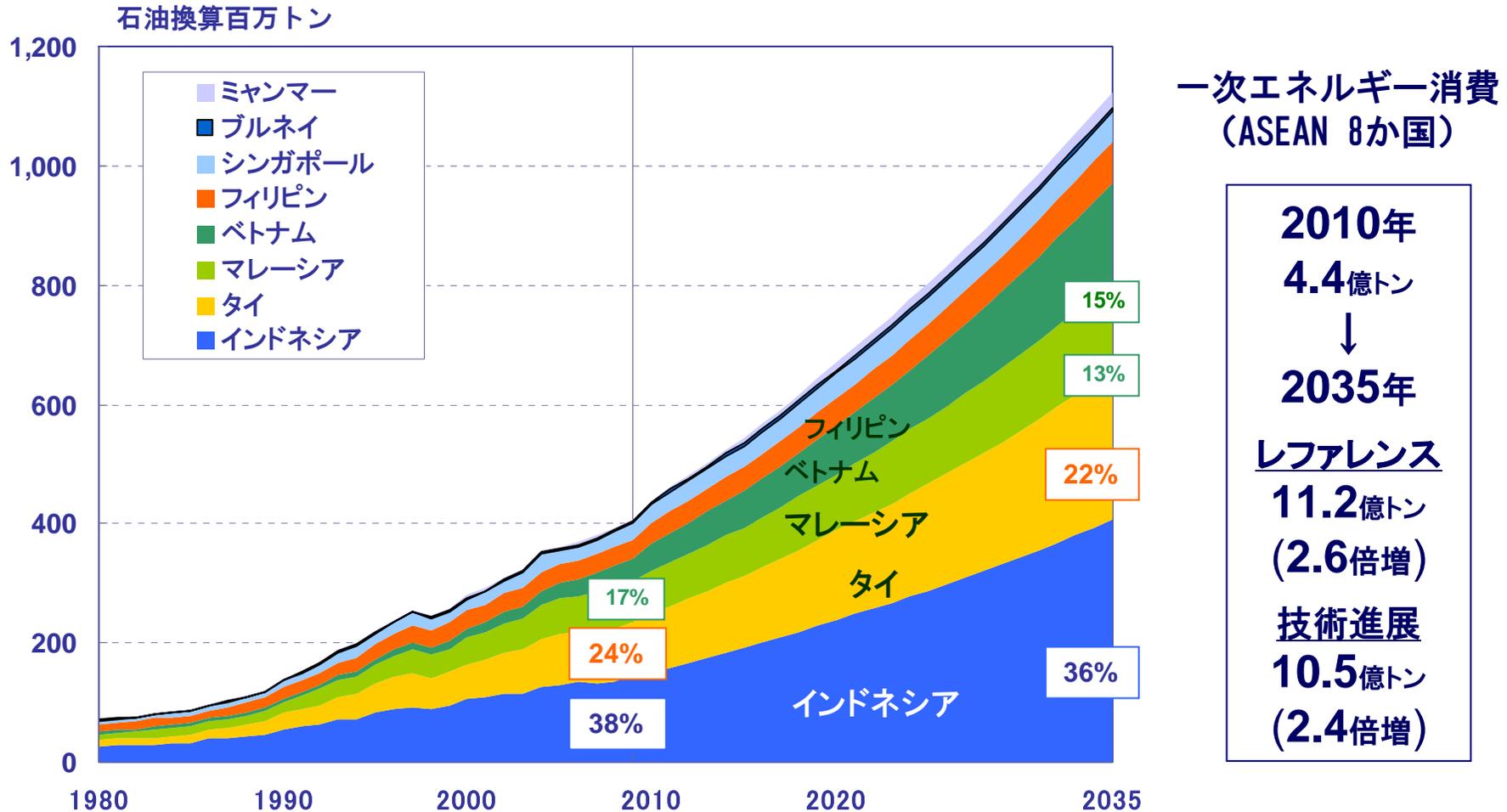
$$\Delta C = \Delta(C/E) + \Delta(E/Y) + \Delta Y$$

脱炭素化    省エネ    経済成長

- インドは2020年までにGDP当たりCO<sub>2</sub>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CO<sub>2</sub>排出量は、レファレンスケースでは、2005年比34%削減、技術進展ケースでは2005年比44%削減される。

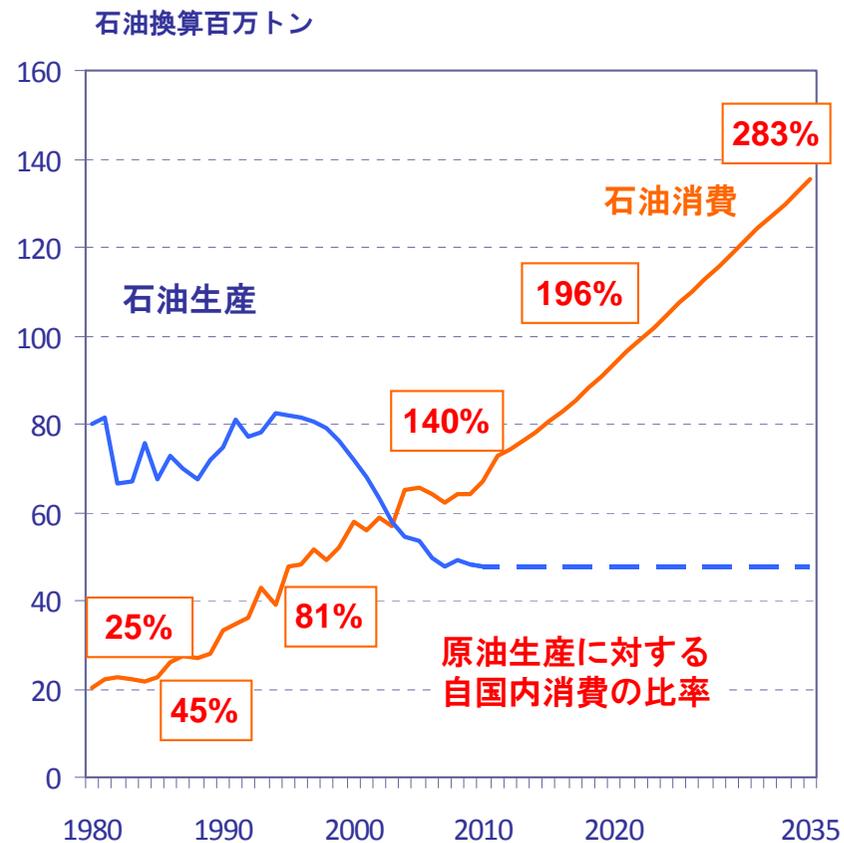
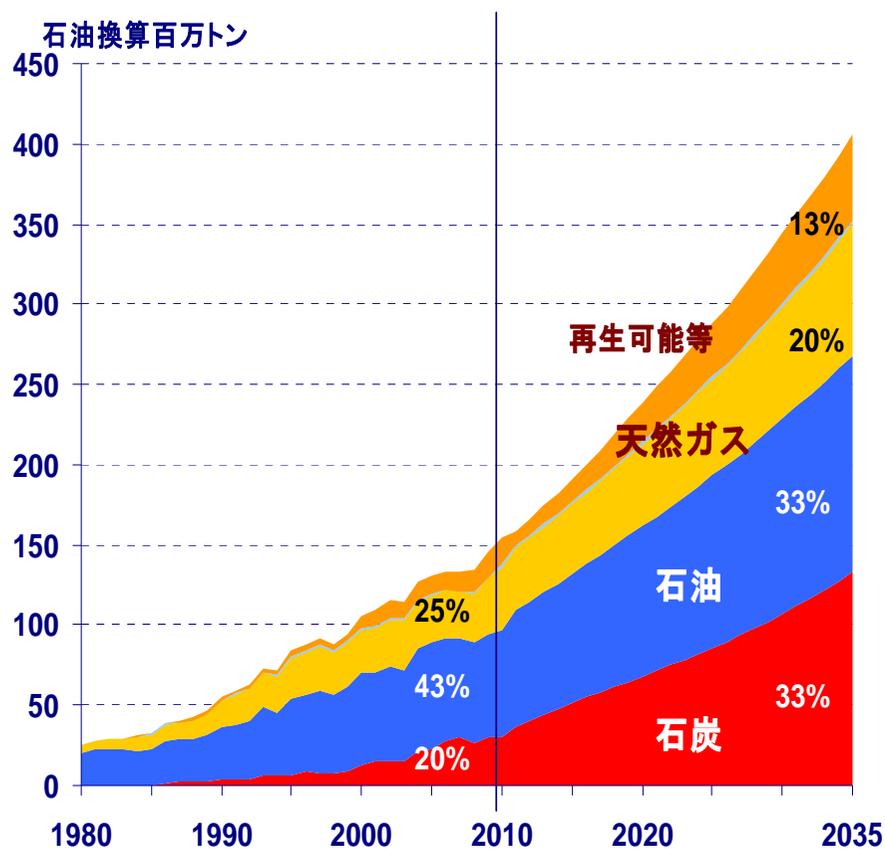
# アセアン諸国の一次エネルギー需要見通し

レファレンスケース



■ 東南アジア諸国の一次エネルギー消費はアジア全体を上回る年率平均3.9%で増大し、2010年の石油換算4.4億トンから2035年には11.2億トンまで増加する。特に、インドネシア等従来エネルギー輸出国であった国での需要が増大し、エネルギー輸入を拡大することが見通される。

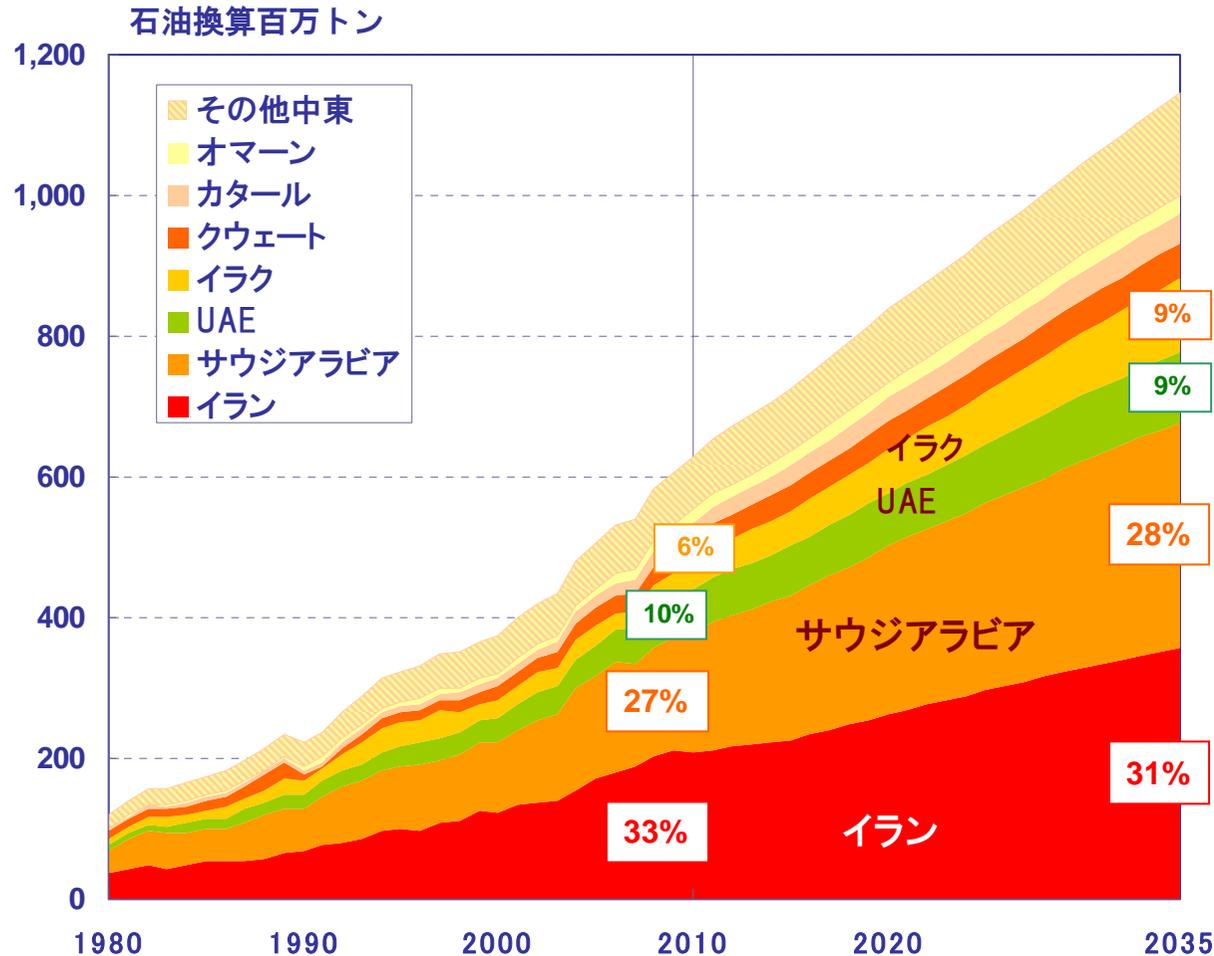
# インドネシアのエネルギー需給見通し



- インドネシアは2000年代に入って石油消費が生産を上回り、純輸入国となった。今後も石油消費は拡大を続けると見通され、仮に現在と同程度の生産を維持したとしても、2035年にはレファレンスケースで180万B/D、技術進展ケースで130万B/Dの輸入となる。

# 中東地域の一次エネルギー需要見通し

レファレンスケース



一次エネルギー消費  
(中東)

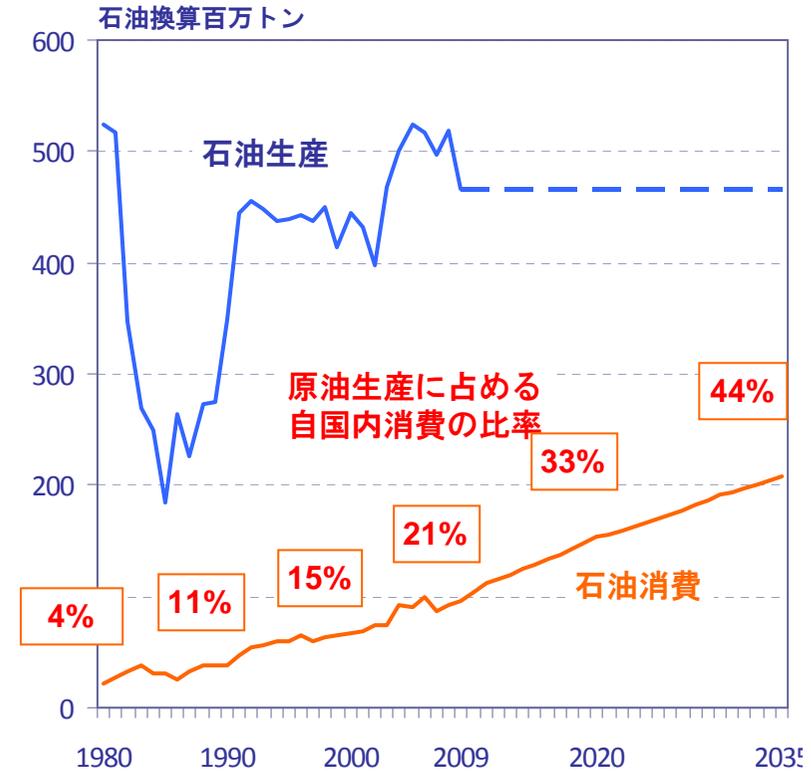
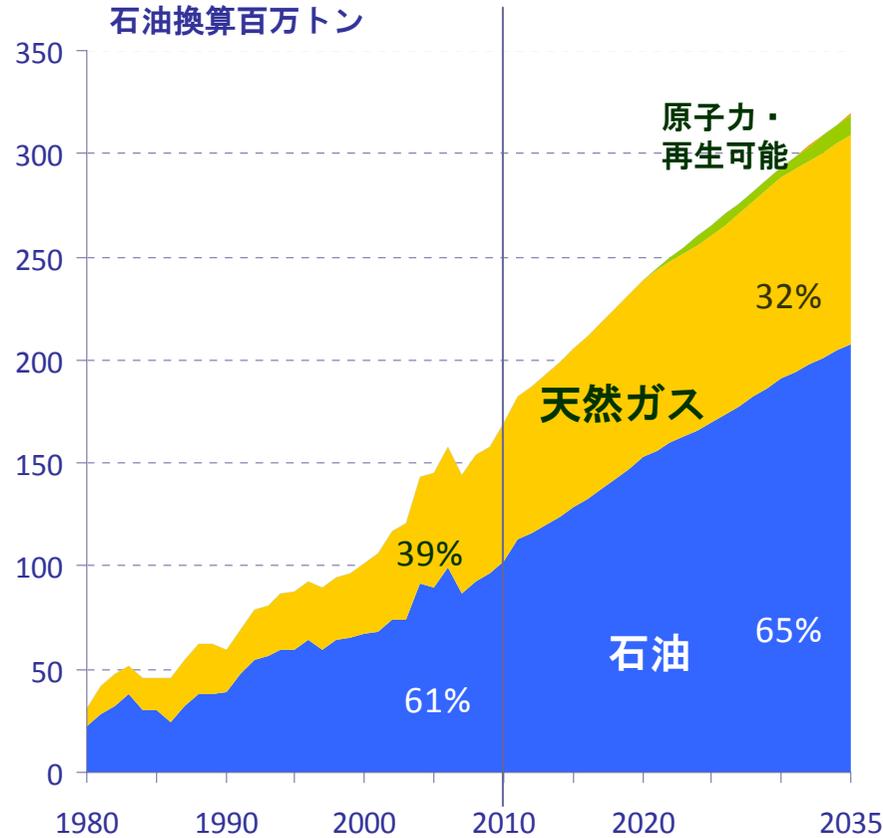
2010年  
6.3億トン  
↓  
2035年

レファレンス  
11.4億トン  
(1.8倍増)  
技術進展  
10.1億トン  
(1.6倍増)

- 中東諸国においても、高い経済成長と所得の上昇に伴うエネルギー消費の増加が著しい。レファレンスケースでは中東の一次エネルギー需要は、2010年の6.3億トンから2035年には2倍近い11.4億トンまで増大。中でもイラン、サウジアラビアの2国で全体の6割近くを占める。

# サウジアラビアのエネルギー需給見通し

レファレンスケース



- サウジアラビアでは、石油需要量が2010年の210万B/Dから、2035年には426万B/Dまで増大。これは現状の石油生産量の4割以上に及ぶ。

# アジア・中東地域のエネルギーミックス

# アジア・中東地域のエネルギー利用概況

## (1) 石油

※ アジアでは需要の増加に生産が追いつかず、輸入が拡大。今後、中東等の産油国との関係強化が不可欠。

### ◎ 中国

現在、石油輸入の半分を中東に依存。国際石油パイプラインの建設や資源の権益取得など、原油調達の多様化に向けて積極的な取組みを進めている。

### ◎ インド

国内の資源開発が進められているが期待ほど進展せず、原油輸入は急拡大。一方で、最新鋭の製油所建設に伴い石油製品の輸出も拡大。

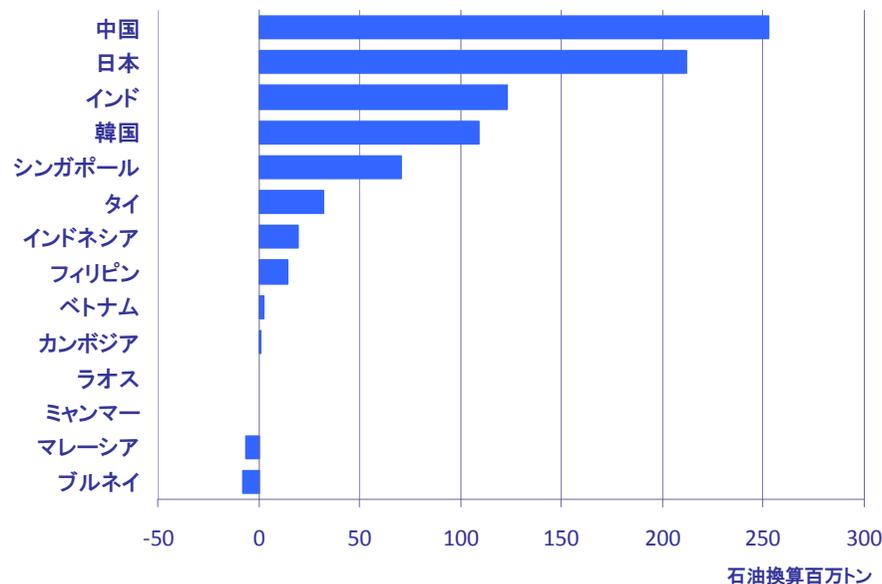
### ◎ ASEAN

自動車保有台数の急増に伴い需要が急拡大、インドネシアでは既に純輸入に転落。現在輸出を行っているマレーシアも輸出量は減少しており、純輸入に転じる可能性も。

### ◎ 中東

国内での需要拡大に対応した上で、いかに輸出余力を維持・拡大できるかが課題。イラン等における国際政治情勢も大きな問題となっている。

各国の石油輸入量(2010年)



(出所)IEA, Lao PDR Ministry of Mines and Energy

# アジア・中東地域のエネルギー利用概況

## (2) 天然ガス

※ 従来天然ガス供給地域であった東南アジアにおける輸出余力減退が著しい。パイプライン・LNGによる域外からの供給確保と、非在来型資源開発の動向が注視される。

### ◎ 中国

エネルギー消費の天然ガス比率拡大が目指されており、需要は急拡大中。パイプラインやLNGによる輸入拡大を続けるとともに、非在来型資源開発にも注力。

### ◎ インド

供給不足解消の切り札と目されたKrishna Godavariガス田の生産が伸び悩み、海外からのLNG輸入基地建設計画が急速に進んでいる。

### ◎ ASEAN

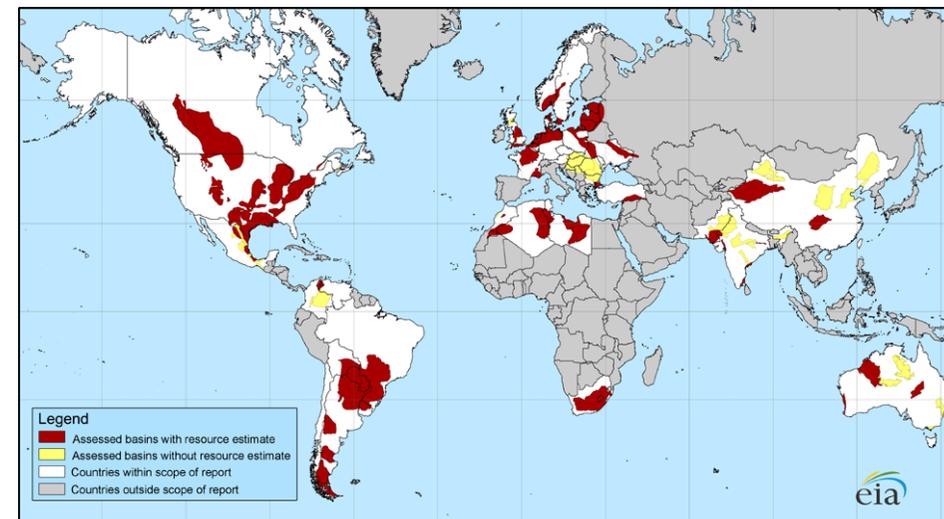
インドネシア・マレーシア・ブルネイから北東アジアにLNGを供給しているが、需要の拡大により輸出余力は減少。一方、タイでは2011年に東南アジア初のLNG受入基地が稼働を開始。シンガポールでも受入基地を建設中、フィリピン・ベトナム等にも建設計画あり。

### ◎ 中東

カタール・UAE等において積極的に資源を開発、供給力を拡大する方針。

世界のシェールガス賦存状況

(出所)EIA



# アジア・中東地域のエネルギー利用概況

## (3) 石炭

※ アジア全体では豊富な資源により、高い自給率を維持している。しかし今後の需要増加に伴い、従来以上に輸入が拡大する可能性もある。

### ◎ 中国

中国は世界の石炭生産量の約半分を消費している。これまでは消費増大に応じて生産量を拡大してきたが、2009年に一気に純輸入国に転じた。今後需要の拡大に伴い輸入量も増加するが、その増加量はアジア市場価格と国内炭価格との相対差により変動する。なお埋蔵量と生産能力増強状況からみて、極端に輸入が増加するとは考えにくい。

### ◎ インド

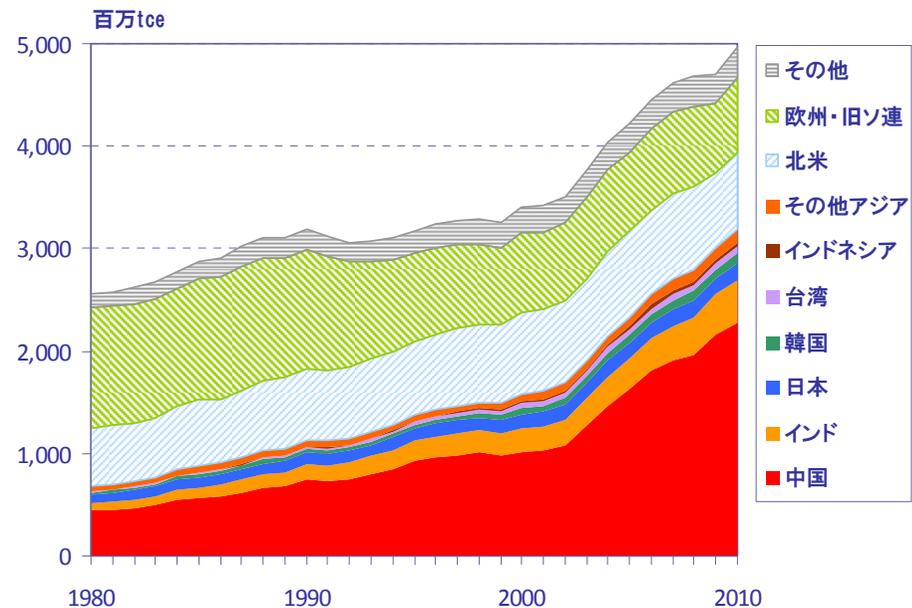
インドも国内に豊富な石炭資源を有するが、品質や生産性が悪いことなどから需要増加に生産が追いつかず、2011年には需要の15%を輸入するに至っている。今後も輸入は増加することが見込まれ、いずれは中国や日本を抜いて世界最大の石炭輸入国となる可能性もある。

### ◎ ASEAN

インドネシアは2000年代に入り石炭輸出を急増させており、2011年には豪州を抜いて世界最大の石炭輸出国となった。しかし国内需要の拡大に伴い、近い将来輸出量の増加は頭打ちを迎えると考えられる。ベトナムは無煙炭の輸出国であるが、発電用石炭需要の増加に伴い今後は一般炭の輸入拡大が見込まれる。タイ・フィリピン・マレーシア等の輸入国では、今後発電用の需要が増加するにつれ、輸入が拡大すると考えられる。

世界の石炭消費量

(出所)IEA



# アジア・中東地域のエネルギー利用概況

## (4) 原子力

※ 2012年1月現在、日本を除き、アジア・中東で47基・4900万kW(49GW)の原子力発電所を建設中(世界の約7割を占める)。

### ◎ 中国

10月現在で世界最多の26基・2900万kWを建設中。福島事故後新規建設の許認可を一時凍結していたが、新たな原子力安全計画の承認を経て、近く再開される見込み。

### ◎ インド

国産重水炉によるトリウムサイクル開発は継続したまま、別途ロシア・フランス等の軽水炉技術の導入を推進。現在、国内の既存の設備容量を上回る7基・530万kWを建設中。

### ◎ ASEAN

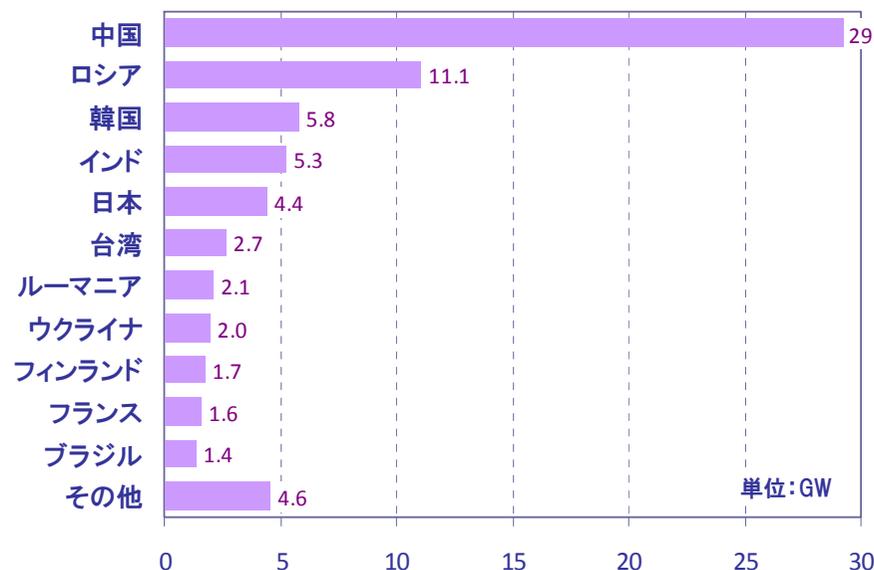
ベトナムではロシア・日本の協力により新規建設計画が進展中。他の諸国でも新設が計画されていたが、福島事故を経て再度計画を見直している段階。

### ◎ 中東

UAEで韓国の協力により新規建設計画が進展、既に着工済み。サウジアラビアでも2030年までに16基の建設を目標とすると発表。一方で、クウェート・ヨルダン等では新設計画の停滞も。

### 建設中の原子力発電設備容量

(出所)日本原子力産業協会、中国国務院



# アジア・中東地域のエネルギー利用概況

## (5) 再生可能エネルギー

※ 各国ともに積極的な導入促進政策を推進中。しかし発電量自体の急拡大に応じて、再生可能エネルギー発電比率はまだ低い水準にある。

### ◎ 中国

これまでは水力発電を基本とした上で、風力発電の設備容量拡大が急速に進んできた。今後「第12次五カ年計画」期間(2011～2015)の間には、買取価格制度の導入により、水力・風力とともに太陽光発電の普及が急速に進む見通し。

### ◎ インド

豊富に存在する水力資源開発の他、風力発電を中心に開発が進められている。太陽光発電の導入量はまだ少ないが、今後は大きく拡大することも計画されている。

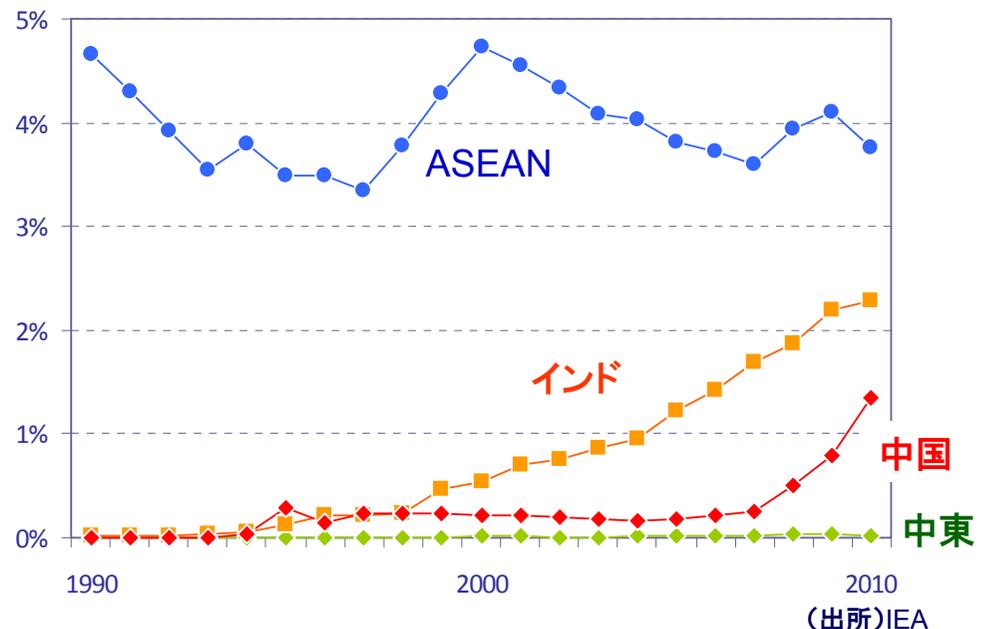
### ◎ ASEAN

各国とも高い導入目標を設定し、一部の国では固定価格買取制度を重要な手段として導入している。またインドネシアやフィリピンでは地熱の導入量が大きく、今後も開発が期待される。

### ◎ 中東

サウジアラビア・UAE等の諸国で太陽光・太陽熱発電の研究開発に積極的に関与。但し極めて安価な電力価格により投資のインセンティブは低く、本格的な普及に向けた制度の整備が今後の課題。

再生可能エネルギー発電(水力以外)の導入比率



# アジア・中東地域のエネルギー利用概況

## (6) 省エネルギー

※ 各国・地域とも省エネルギーを重要な政策として認識。但し補助金政策との関係もあり、その進展度合いには大きな差が見られる。

### ◎ 中国

省エネルギーは極めて重要な政策として認識、即効性のある強い政策により大きな成果を挙げている。今後はよりきめ細かなエネルギー管理制度により、省エネの継続的な進展が望まれる。

### ◎ インド

省エネルギー法を制定し、エネルギー効率局(BEE)により省エネを推進。しかし低く抑制された電力・エネルギー価格が省エネ技術の促進を鈍らせており、特に電力不足は深刻な状況。

### ◎ ASEAN

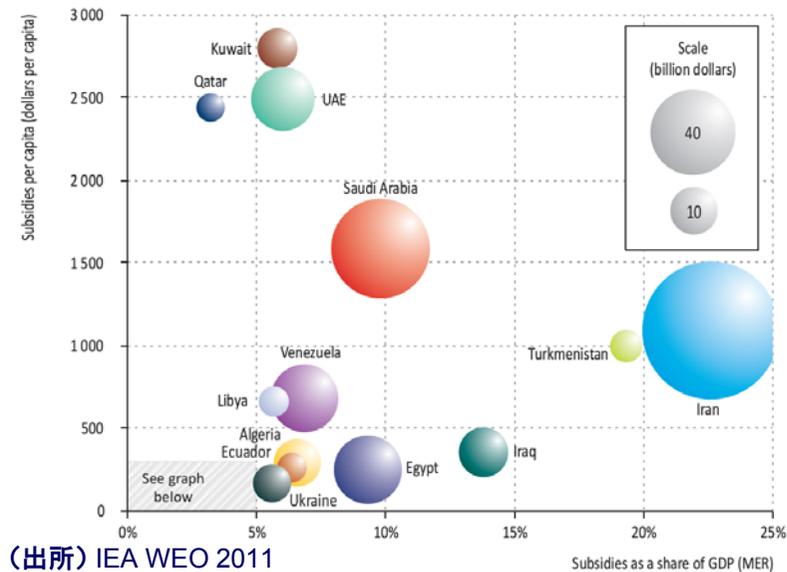
各国ともに省エネルギーを重要課題と認識し、産業を中心に積極的に推進。しかし低いエネルギー価格が推進の妨げとなっている。

### ◎ 中東

国内のエネルギー需要増大に伴い、近年急速に省エネルギーの重要性が意識されるようになってきている。但し極めて安価なエネルギー価格を上げることは政治的にも難しく、いかに実効性ある手段を確立するかは今後の課題。

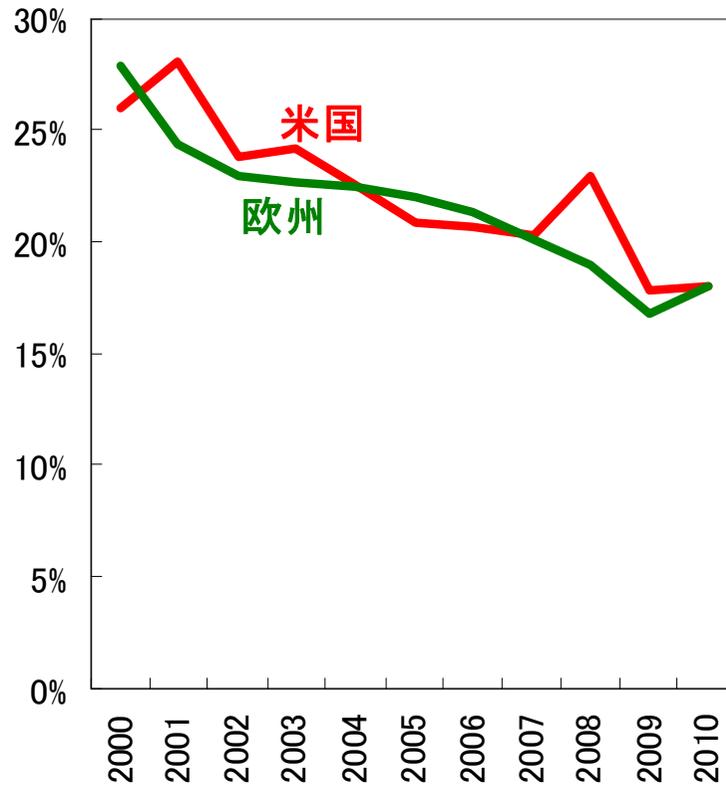
### 各国の補助金政策

(縦軸: 一人当たり補助金額、横軸: 補助金額の対GDP比)

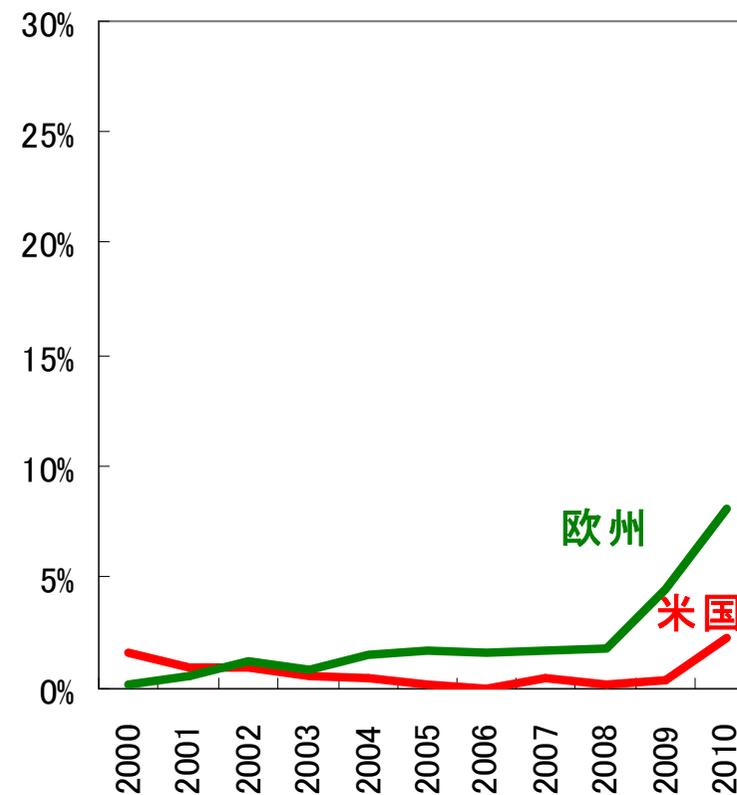


## 石油・天然ガス輸入の中東依存度(欧米の場合)

### 石油輸入の中東依存度



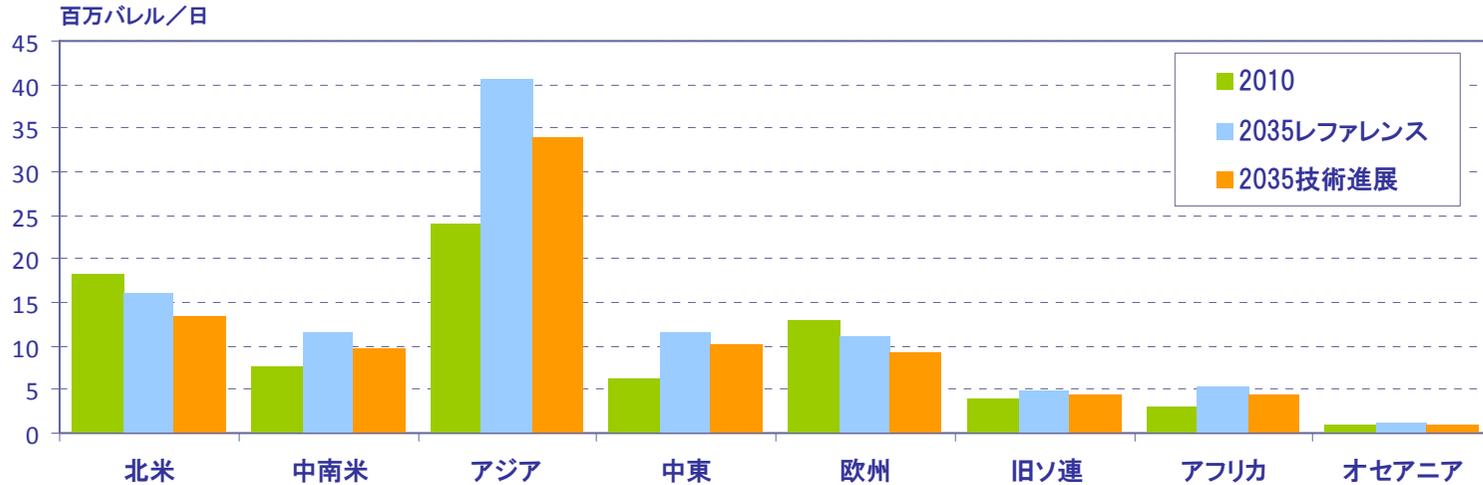
### 天然ガス輸入の中東依存度



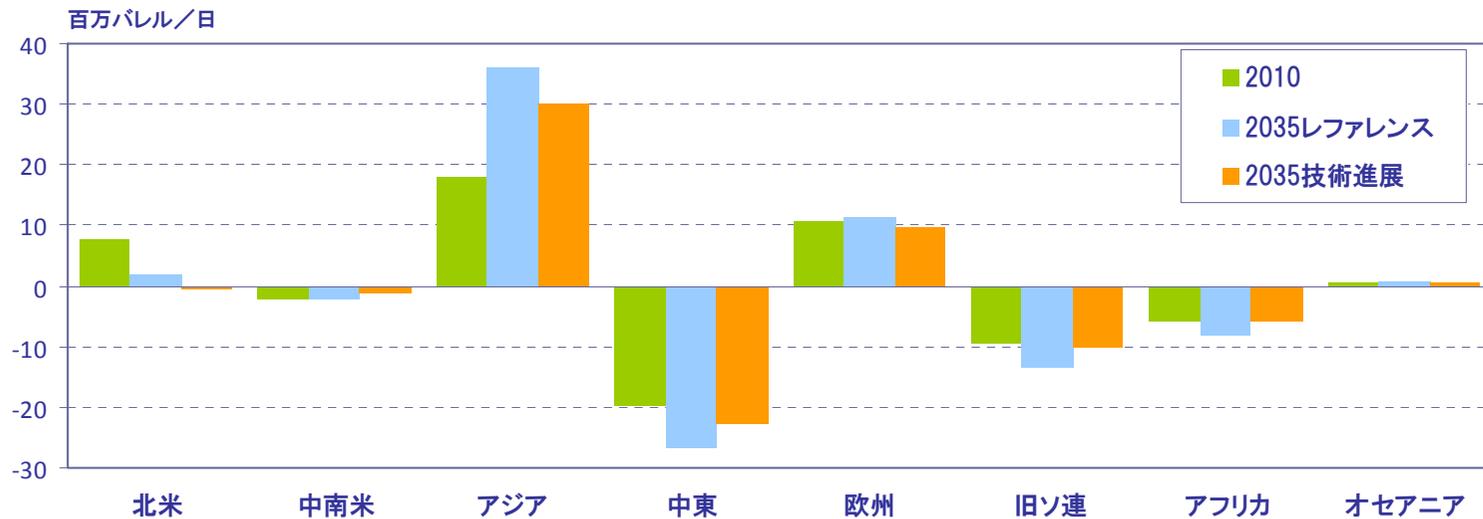
- 石油: 米国の中東依存度はカナダ・中南米から、欧州の中東依存度は旧ソ連からの輸入量の増加で低下が続く。
- 天然ガス: 中東でのLNG輸出能力増強とともに中東依存度は若干上昇

# 世界各地域の石油需給

需要量



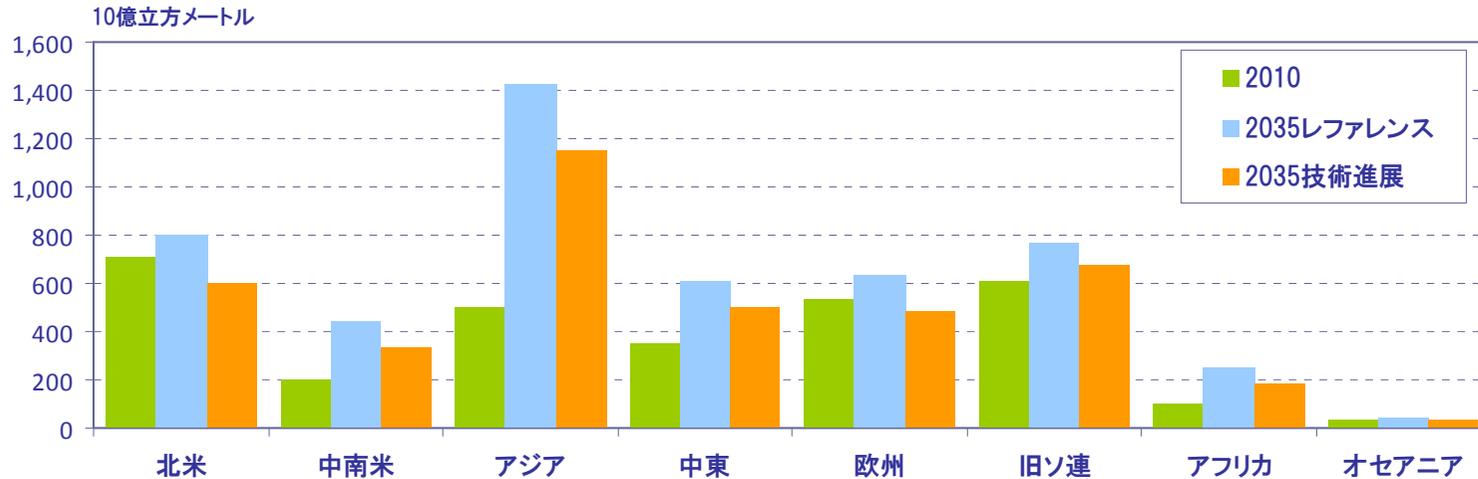
純輸入量



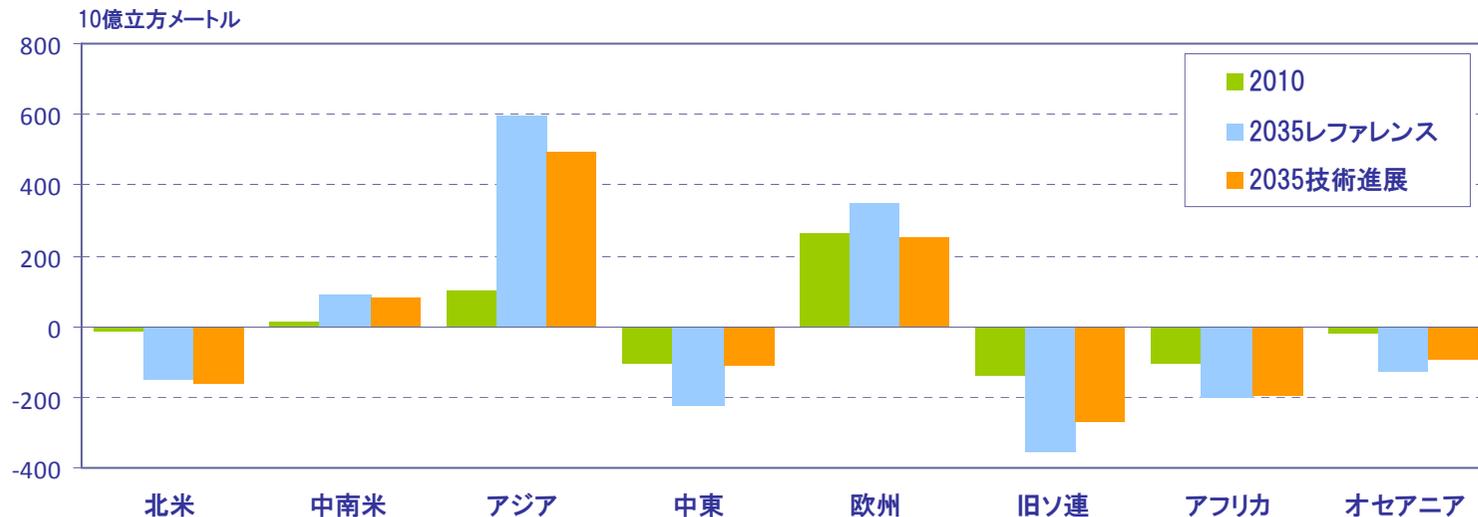
- ・今後石油需要はアジアで拡大する一方、北米は自給、欧州は輸入量減少に向う。
- ・アジアの需要増加に対応するため、中東での増産が必要。中東からの輸出先としてのアジアのシェアは今後更に高まる。

# 世界各地域の天然ガス需給

需要量



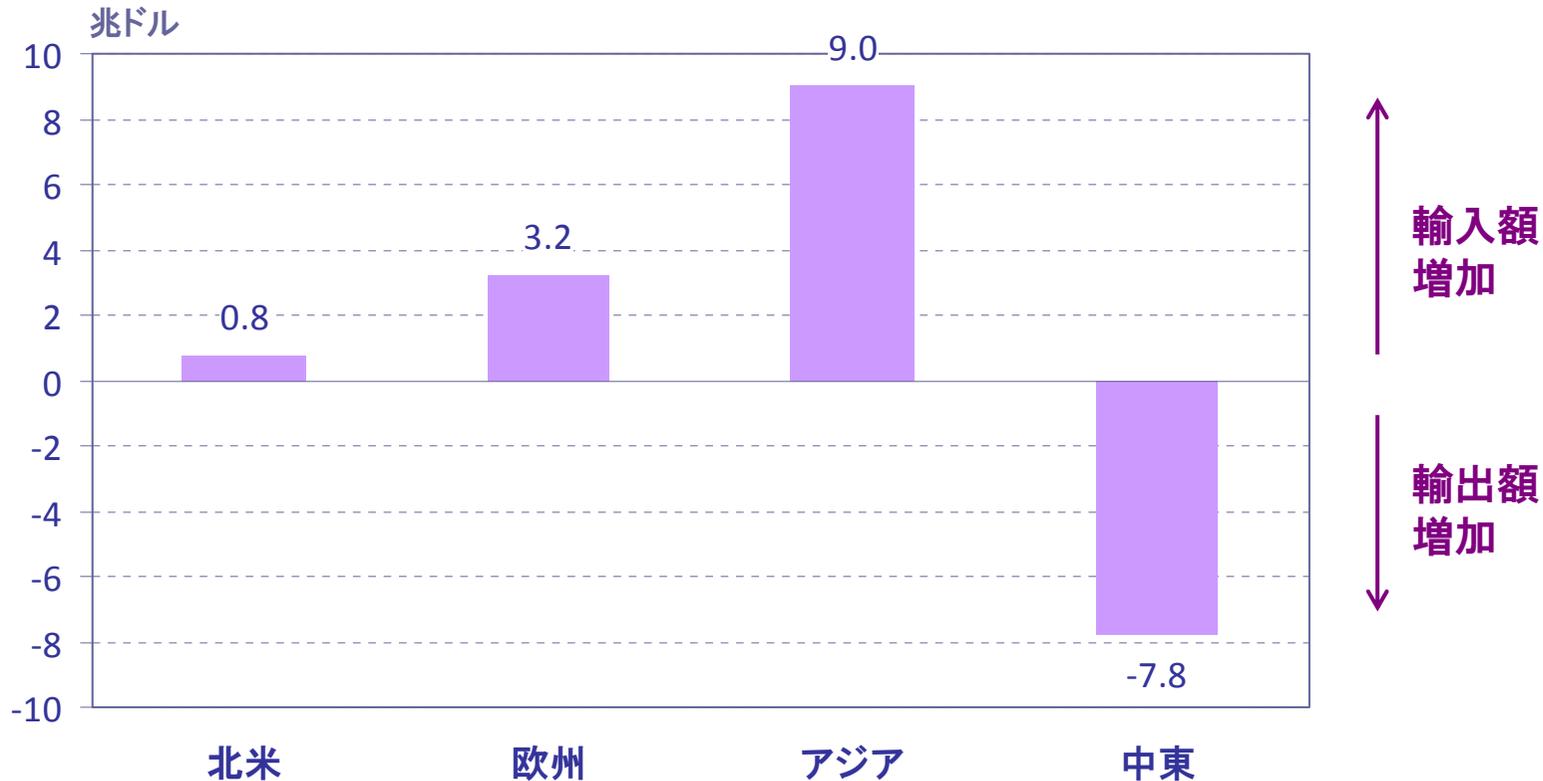
純輸入量



・天然ガス需要についてもアジア、中南米、中東、アフリカ等で拡大する一方、特に技術進展ケースでは北米・欧州で減少。

・北米では輸出が増加する一方、輸入はアジアにおいて大幅に増加。供給元の分散化が課題となる。

# 化石燃料価格上昇による輸入コスト増 (2035年までの累積)



仮に石油価格・ガス価格が30%上昇した場合、アジア地域への化石燃料輸入額は2035年まで累積で9.0兆ドル増加。一方中東では、輸出額が7.8兆ドル増加する。アジアに比べて需要の伸びの少ない、もしくは減退する北米・欧州では、価格による影響は比較的軽微なものに止まる。

化石燃料価格の影響は極めて大きく、需給のバランスを決定する最も大きな要因の一つとなる。

# アジア・中東地域の2035年のエネルギーミックスの評価

---

- エネルギー需給を評価する視点 : 3つのE+S

- E-1. エネルギー安全保障(Energy security)

- E-2. 環境保全(Environmental protection)

- E-3. 経済効率性・合理性(Economic efficiency/rationality)

- S. 安全性(Safety)

- 非OECDアジア・中東諸国にあっては原子力と再生可能エネルギーは互いに補完するものではなく、双方が化石燃料消費削減に寄与し得るものであることに注意が必要。

# エネルギーミックス評価のケース設定

---

5つのシナリオに基づき、アジア(非OECDアジア)における3E+Sを評価。

## ※ レファレンスケース

### 0. 火力依存

※再生可能エネルギー・原子力は2010年から増減なしと想定

## ※ 技術進展ケース(省エネあり)

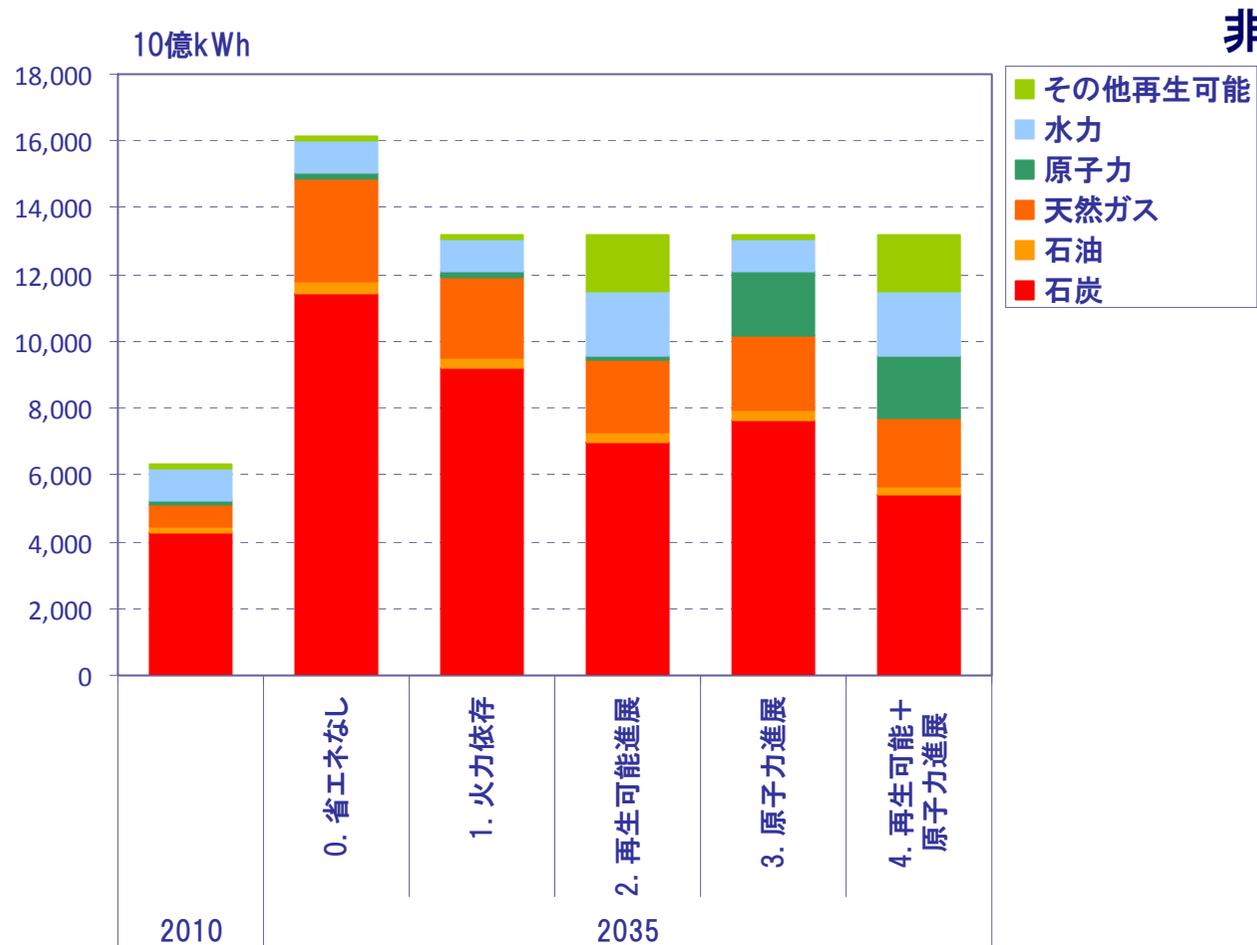
1. 火力依存 ※再生可能エネルギー・原子力は2010年から増減なしと想定

2. 再生可能進展

3. 原子力進展

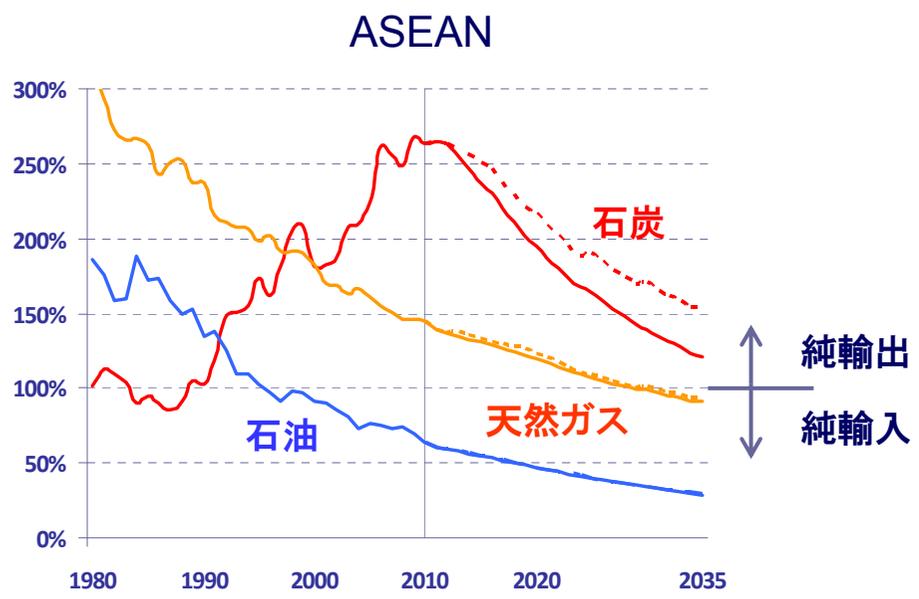
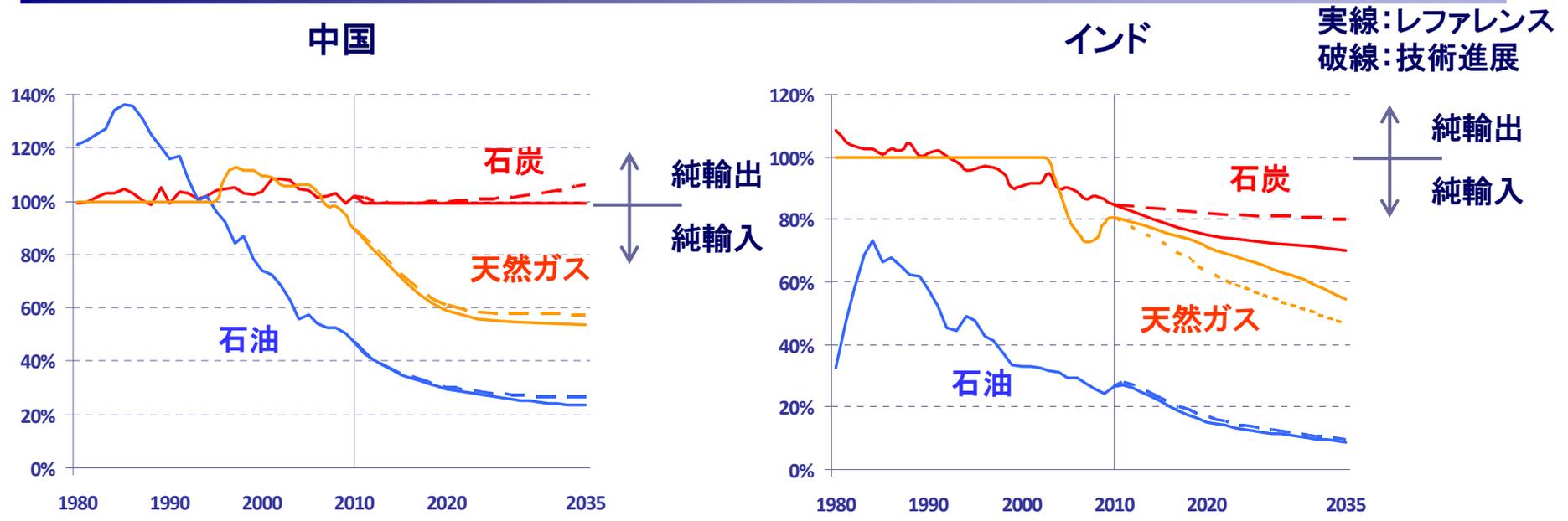
4. 原子力+再生可能進展

# 電源構成



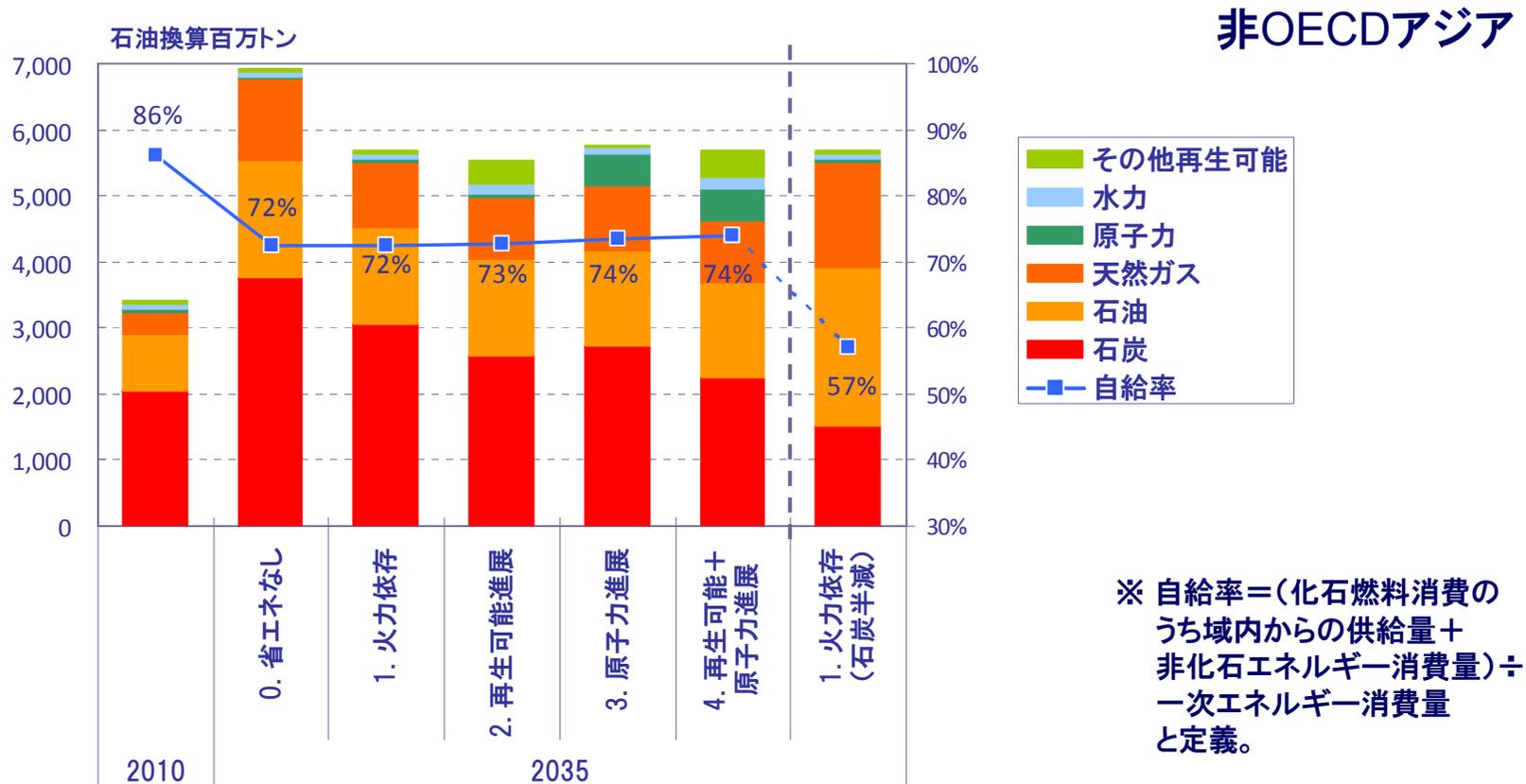
再生可能進展ケース・原子力進展ケースでは、それぞれ本アウトルック「技術進展ケース」相当の導入量を想定。2035年の発電量に占めるシェアは再生可能27%（水力含む）、原子力14%程度に止まり、両者を最大限に導入したケースでも火力発電が6割を占める。

# E1 エネルギー安全保障: 各地域の化石燃料自給率見通し



- 中国・インドともに石油・天然ガスの自給率はすでに100%を下回る。今後更に自給率が低下する見通し。
- ASEANでは1990年代に石油の自給率が100%を切って以降、低下を続けている。また、天然ガスは現在自給率150%程度だが、2030年頃には純輸入に転じる見込み。
- 各地域とも、石炭の自給率は比較的高い水準にある。

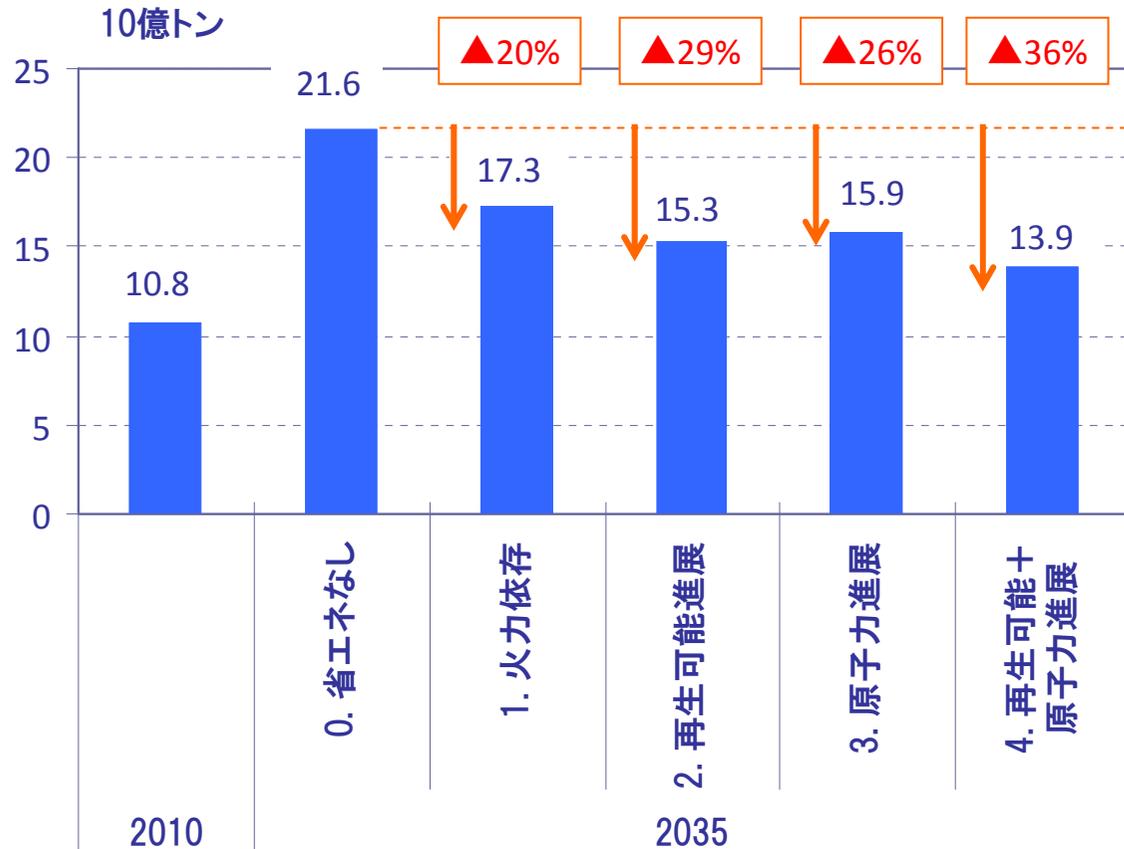
## E1 エネルギー安全保障: 自給率見通し



- ・ 非OECDアジアでは今後2035年にかけて、石油・天然ガスの輸入量が増加することにより自給率の低下が見込まれる。
- ・ 省エネにより化石燃料輸入は減少し、非OECDアジアの自給率は向上。一方で火力依存から非化石エネルギーに代替した場合には、石炭からの代替が生じるために、自給率の変化は小さい。
- ・ 一方で、仮に石炭への依存を半減した場合には、エネルギー自給率は57%まで低下。アジアにとって、石炭はエネルギー安全保障のために重要な燃料であり続ける。

# E2 環境保全: エネルギー起源CO<sub>2</sub>排出量

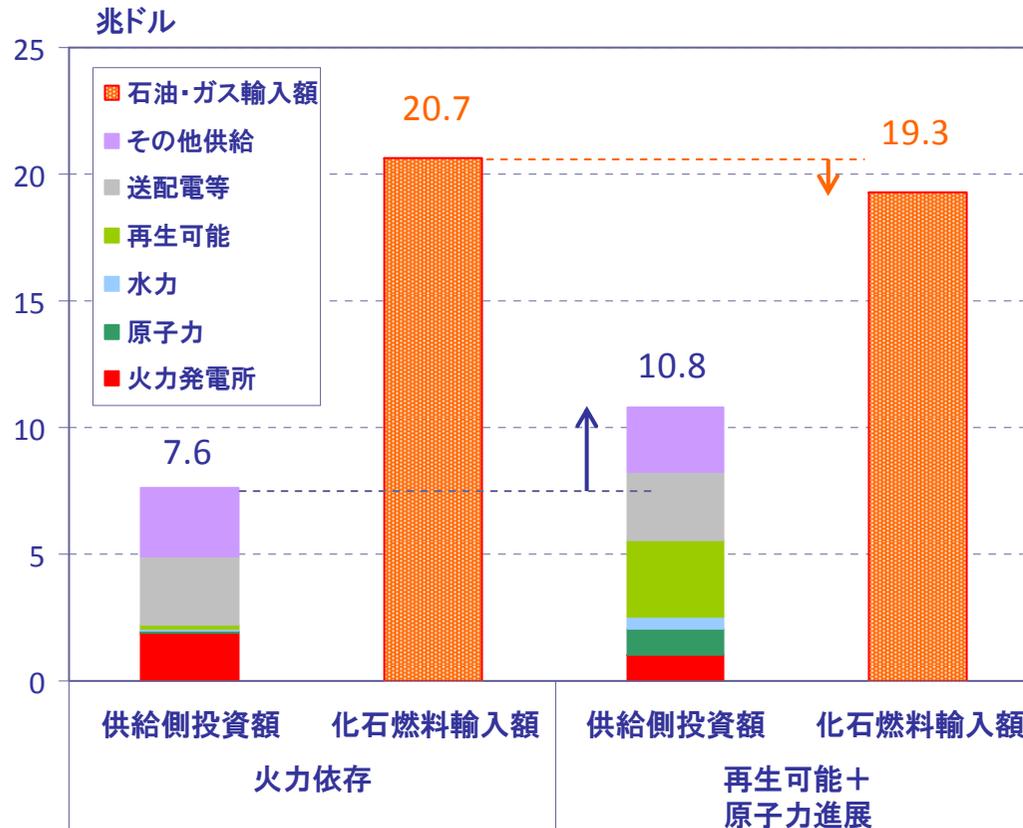
非OECDアジア



省エネにより43億トン(省エネなしケース比20%)、再生可能エネルギーにより20億トン(同9%)、原子力により14億トン(同7%)、合計で7.7億トン(同36%)の削減。これは2035年の世界のCO<sub>2</sub>排出量(レファレンスケース)の18%に相当する。

## E3 経済効率性: 2035年までの累積投資額・化石燃料輸入額

非OECDアジア

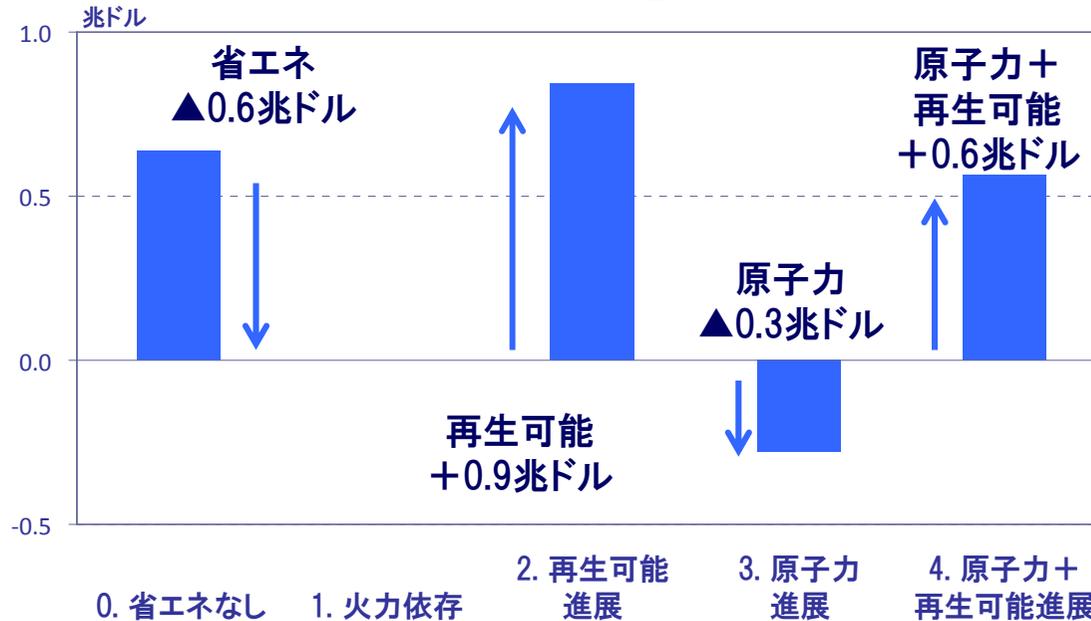


「火力依存」ケースでは、エネルギー供給に係る累積投資額(～2035年)7.6兆ドルに対し、化石燃料(石油・天然ガス)輸入額は21兆ドルに及ぶ。再生可能エネルギー・原子力の進展により輸入額は削減できるが、それでも投資額を大きく上回る。

## E3 経済効率性: 2035年までの累積負担額

※「1.火力依存」ケースとの差分で表示

非OECDアジア



「0. 省エネなし」ケースに比べ、「1.火力依存」ケース(省エネあり)では、省エネ投資により6.1兆ドルの累積投資増となる一方で、化石燃料購入額の減少やエネルギー供給側の投資減により、ネットで累積0.6兆ドルの負担減。

再生可能エネルギーでは正のコストとなる一方で、原子力は初期投資や運転維持費等を化石燃料輸入減が上回り、負のコストとなる。

単位:兆ドル

需要側 (省エネ)投資	-6.1	—	—	—	—
供給側 投資	1.6	—	2.6	0.6	3.1
運転 維持費等	0.1	—	0.4	0.6	1.0
化石燃料 購入	5.0	—	-2.1	-1.5	-3.5
合計	0.6	—	0.9	-0.3	0.6

## (参考)原子力・再生可能コストの想定

◎ 再生可能エネルギー : OECD/NEAの文献等を参照し、将来にわたるコスト低減を考慮して設定。

※ 系統対策費用、バックアップコスト等は含まず

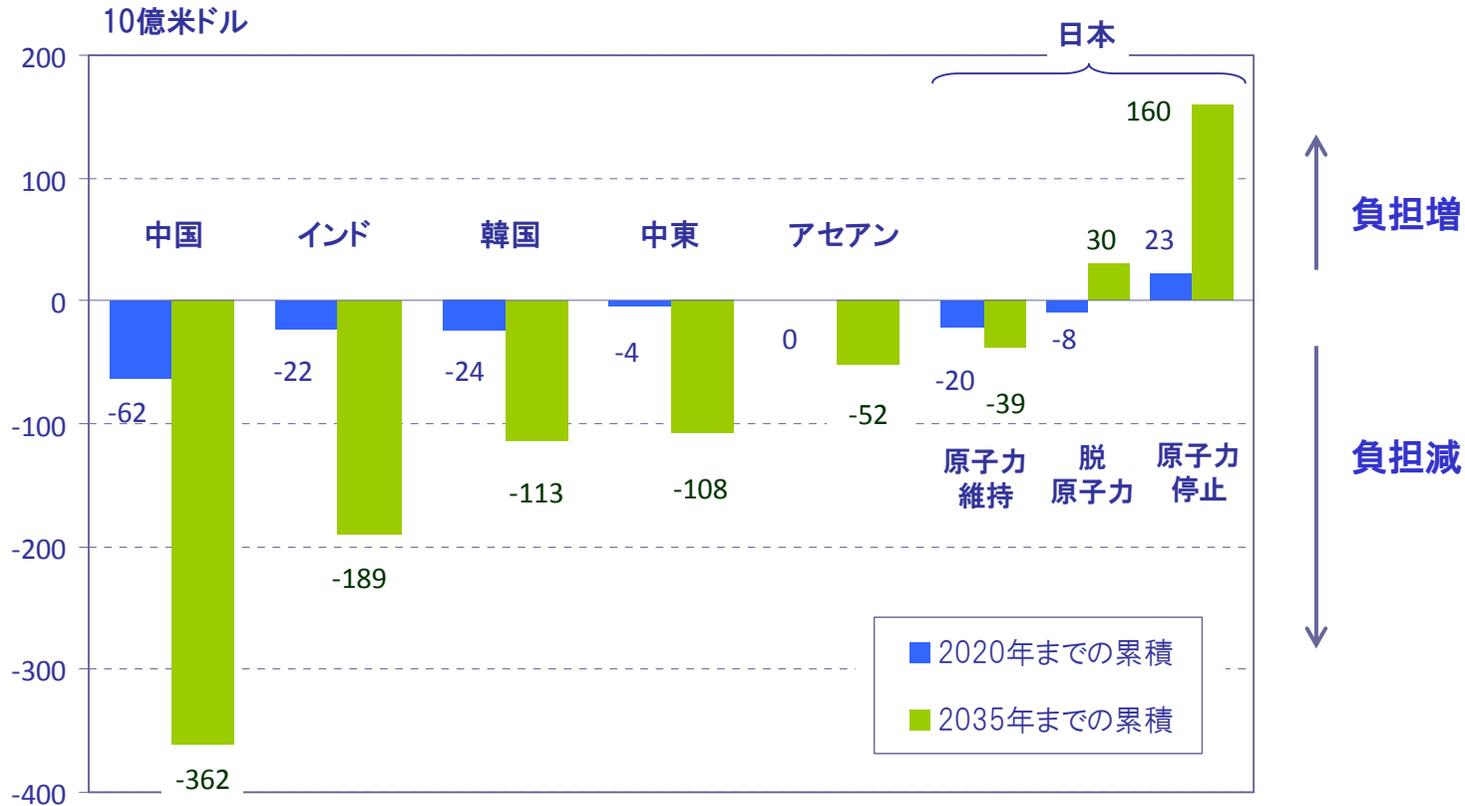
◎ 原子力 : 運転維持費・燃料費等はOECD/NEAの文献を参照。  
別途、社会的費用等(立地対策費用、事故リスク費用、研究開発費用、廃棄物処分費用、廃炉費用など)につき、コスト等検証委員会を参照。

	初期投資 (ドル/kW)	発電量当り 資本費 (割引率5%、セント/kWh)	運転維持費 (セント/kWh)	燃料費+ 社会的費用等 (セント/kWh)
太陽光発電	3,000 → 2,000	22 → 15	2.0	
陸上風力	2,000	7.9	2.0	
洋上風力	3,000	8.7	3.0	
地熱	1,800	1.4	1.9	
原子力	4,000	3.2	1.5	0.9 + 1.0

## E3 経済効率性：原子力発電によるコスト減 (2035年までの累積)

※ 原子力発電(2010年実績からの純増分)で火力を代替した場合の化石燃料購入費減少分と、運転維持費・社会的費用等の諸費の増加分とを相殺したもの

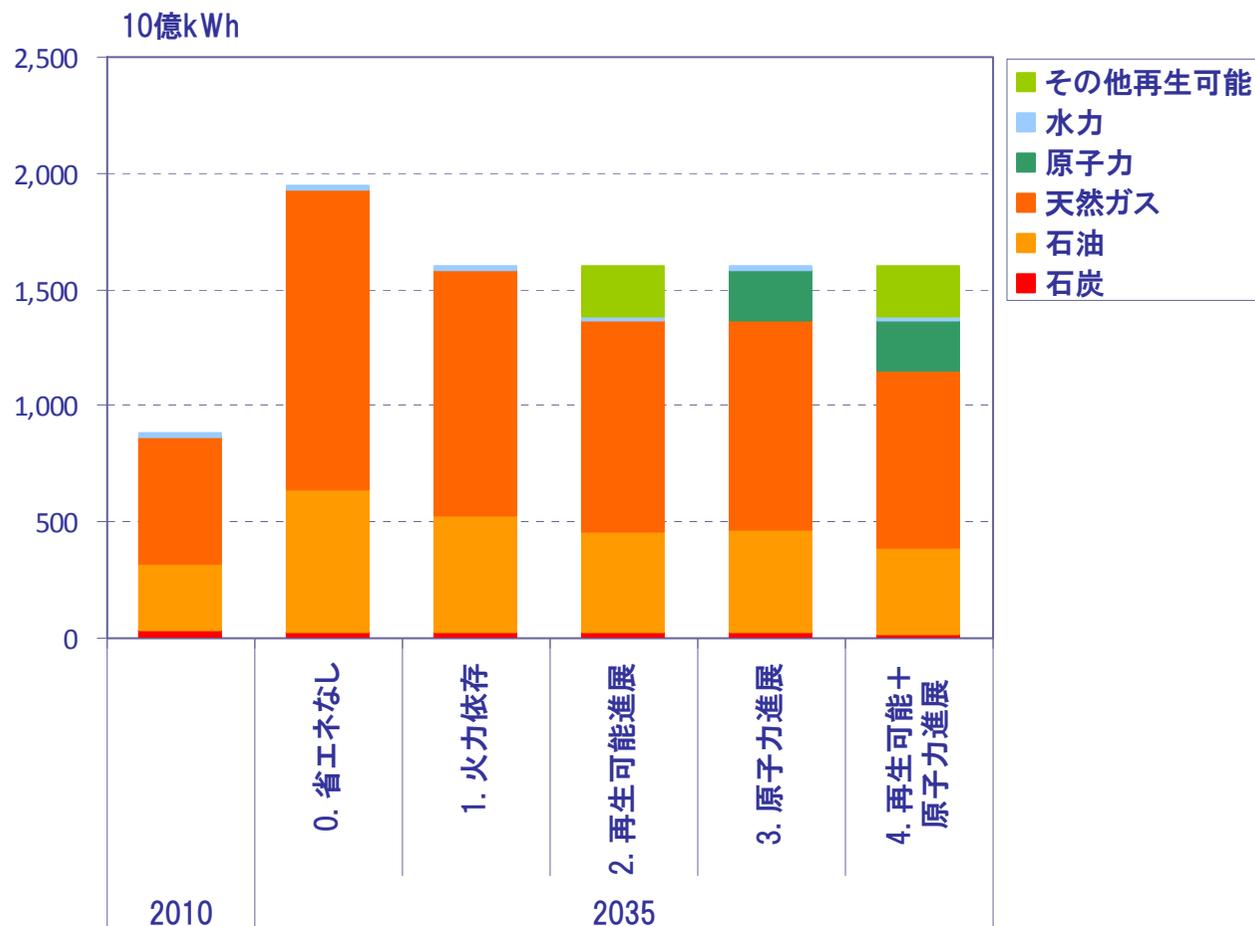
アジア、中東



2010年から2035年までの原子力発電所建設(技術進展ケース相当)により各国で化石燃料購入費削減が見込まれ、中国では累積3600億ドル、インドでは同1900億ドルのコスト減となる。日本の原子力維持ケース(2030年に発電量の概ね25%程度に相当)、脱原子力ケース(同15%程度に相当)、原子力停止ケース(2030年に原子力発電量ゼロ)のうち、停止ケースでは、2035年まで累積で1600億ドルのコスト増となる。

# 中東地域の3E:電源構成

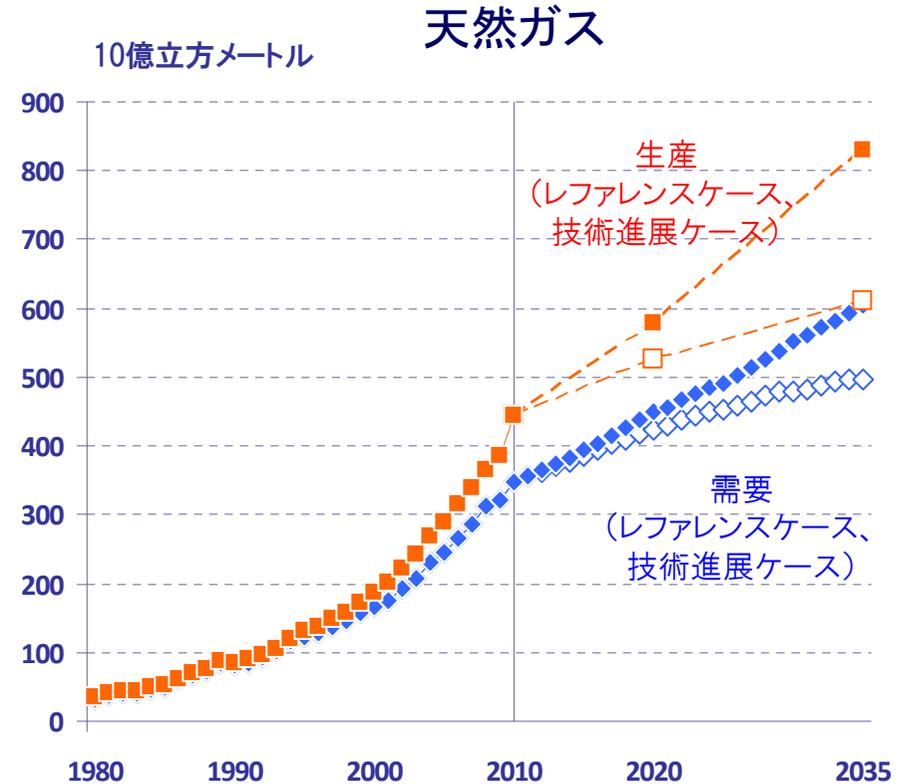
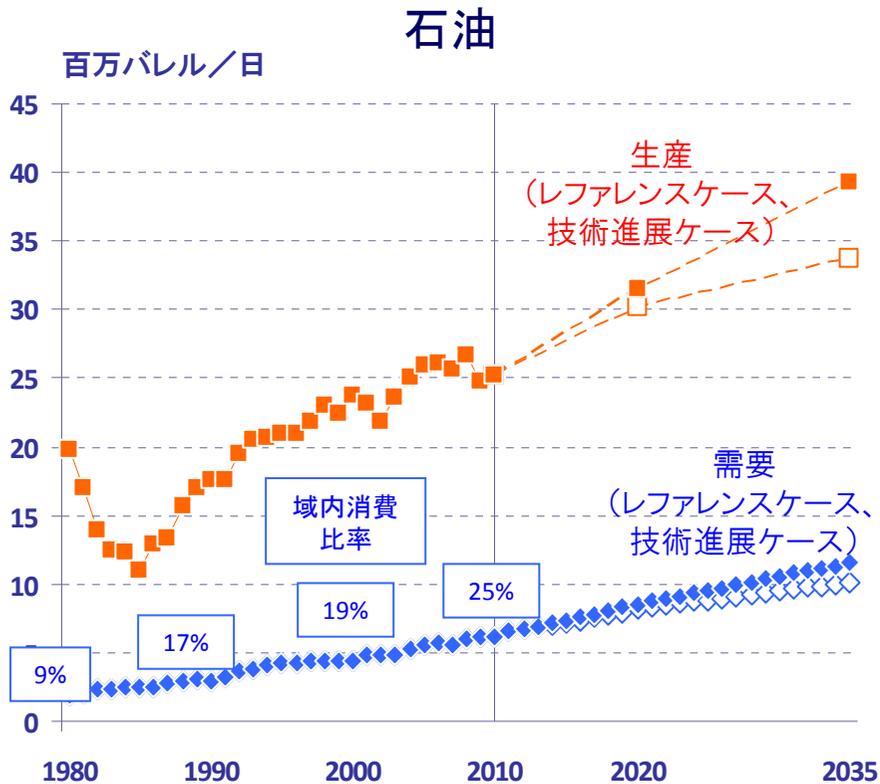
中東



- ・ 中東では既に原子力発電所は着工済みである一方で、再生可能エネルギーの導入は未だ本格的に進んでいないことなどから、「アジア／世界エネルギーアウトック2012」の技術進展ケースでは再生可能エネルギーの大量導入は原子力よりも遅く、2035年以降になると想定。
- ・ 以下、本項目の分析のみ、「再生可能進展」ケースにおいて仮に2050年相当の再生可能エネルギー導入を2035年に前倒しで見込んだが、それでも発電量に占めるシェアは15%程度にとどまる。

# 中東地域のエネルギー需給見通し(石油・天然ガス)

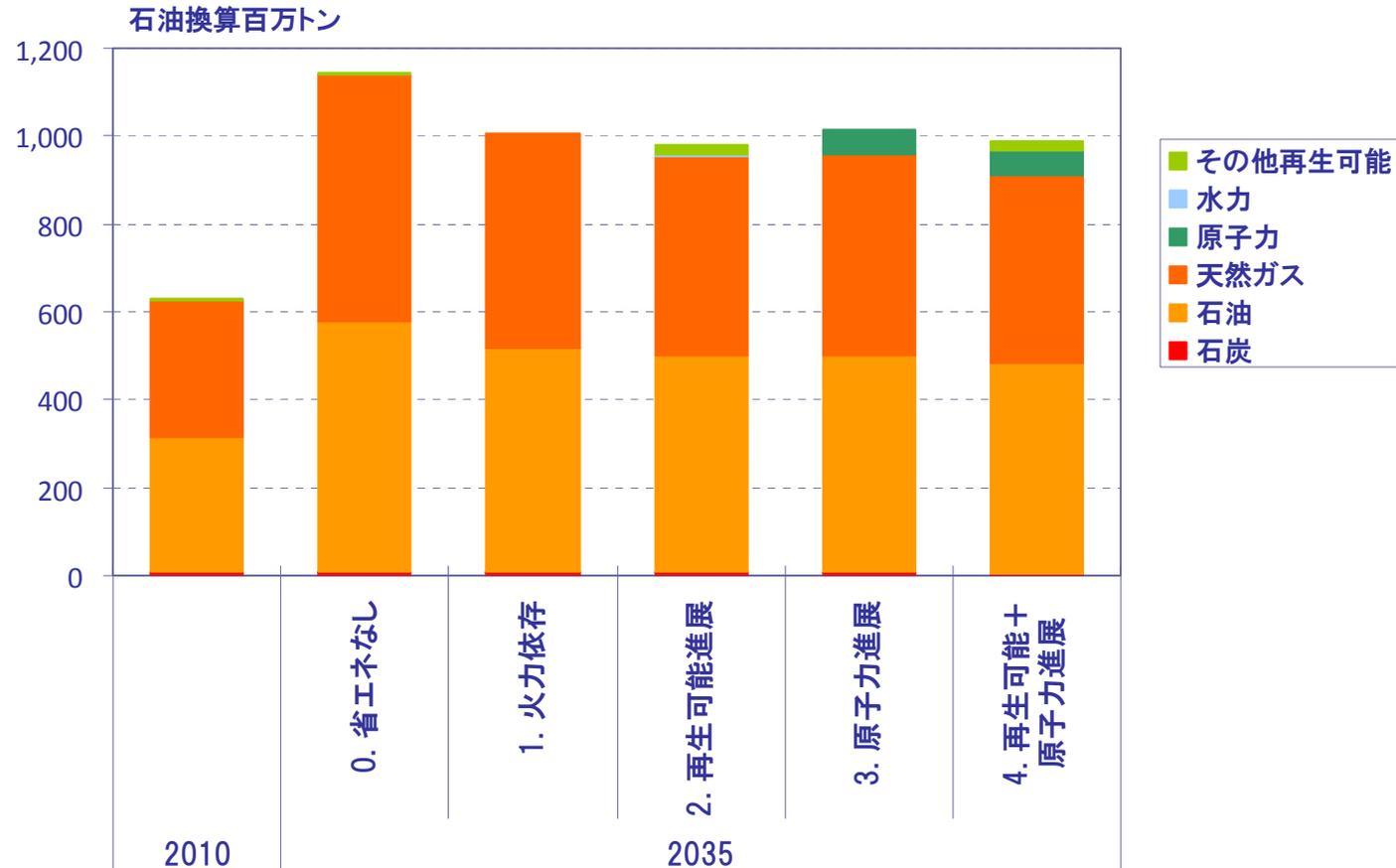
中東



中東では今後、石油・天然ガスともに需要量の急速な増加が見込まれる。今後は域内の需要増加と、特に石油についてはアジアへの輸出増加に対応するため、技術進展ケースにあっても大幅な増産が必要となる。

# 一次エネルギー供給の見通し

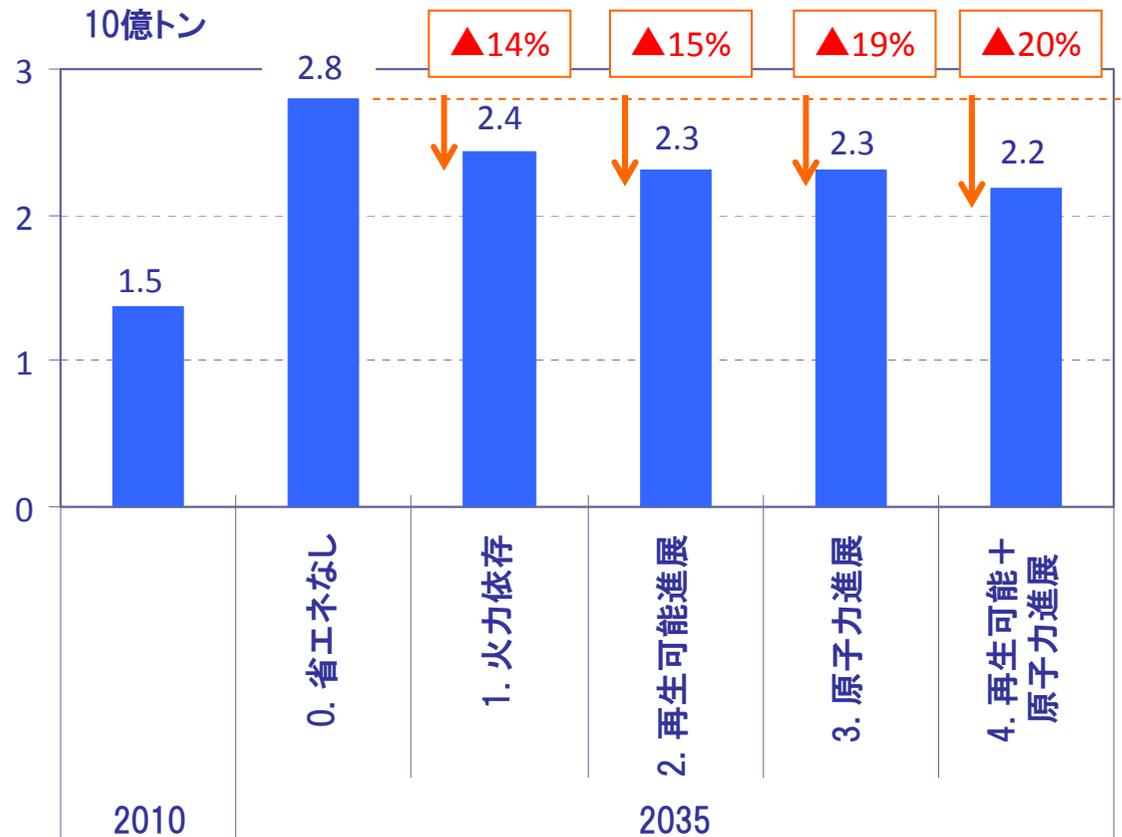
中東



再生可能エネルギー・原子力双方の導入が進展したケースにおいても、一次エネルギー供給に占めるシェアは合わせて8%程度。これらの非化石電源の導入による化石燃料消費削減への寄与は、比較的小さい。

E2 環境保全: エネルギー起源CO<sub>2</sub>排出量

中東

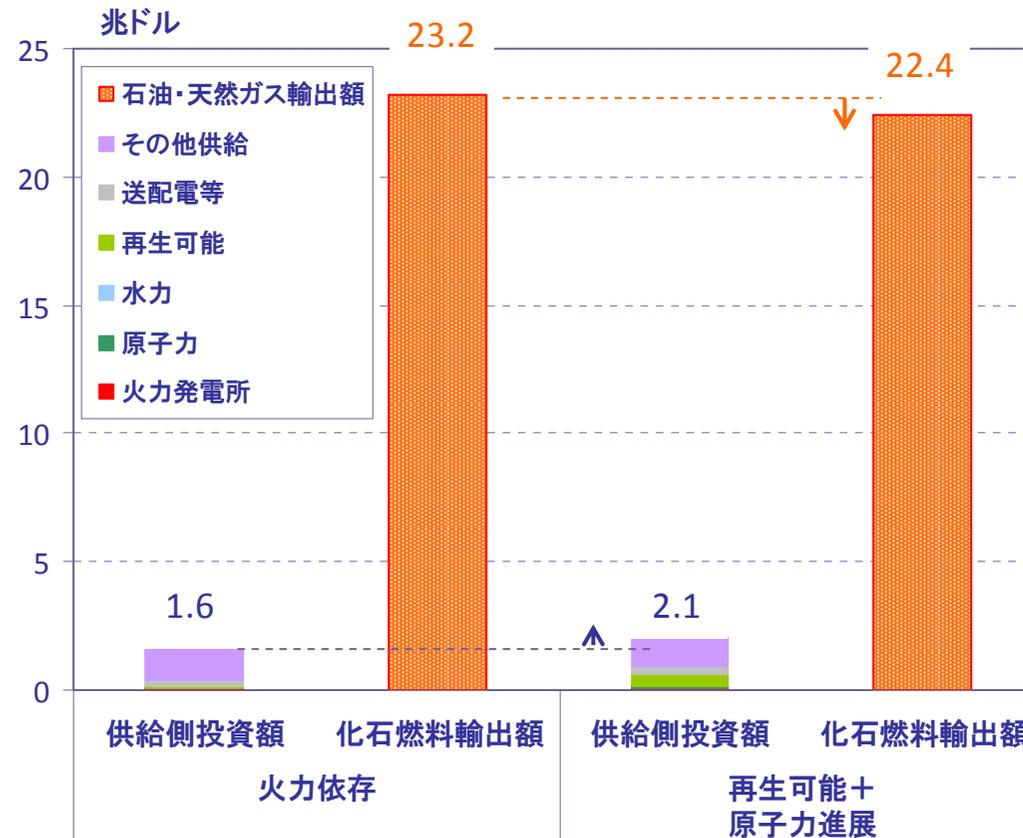


省エネにより3.6億トン(省エネなしケース比13%)、再生可能エネルギーにより1.3億トン(同4%)、原子力により1.2億トン(同4%)、合計で6.1億トン(同22%)の削減。再生可能・原子力それぞれがCO<sub>2</sub>削減に貢献し得る。

但し非OECDアジアと比較した場合、導入比率が小さいことや石炭火力を用いていないことなどから、CO<sub>2</sub>削減比率は小さくなる。

## E3 経済効率性: 2035年までの累積投資額・化石燃料輸出額

中東

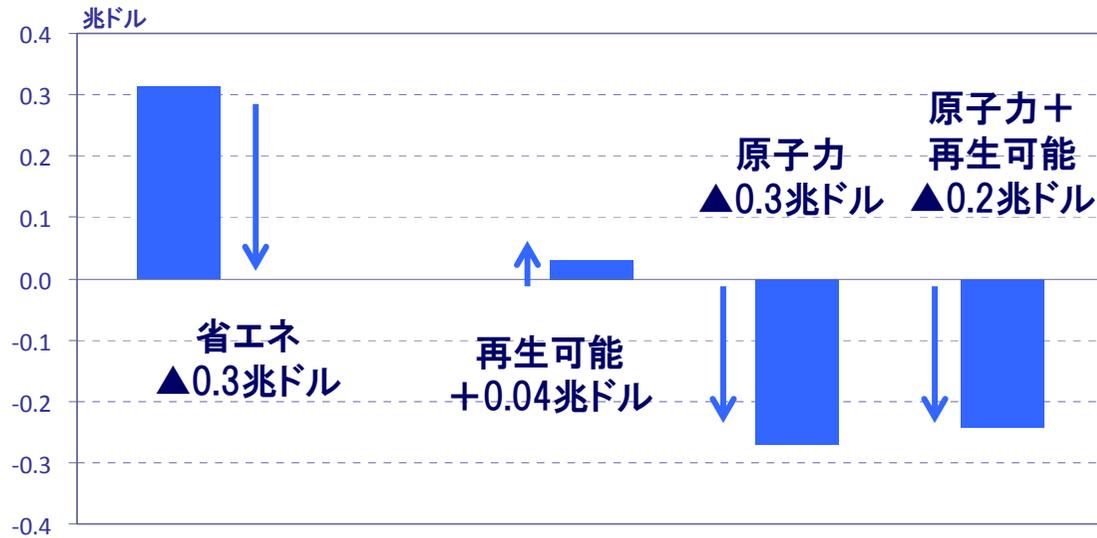


「火力依存」ケースのエネルギー供給に係る累積投資額(～2035年)1.6兆ドルに対し、化石燃料(石油・天然ガス)輸出額は23兆ドル。中東諸国の経済にとって化石燃料輸出は極めて大きな意義を持ち続ける。

# E3 経済効率性 : 2035年までの累積負担額

※「1.火力依存」ケースとの差分で表示

中東



中東はアジア地域に比べ石炭火力の比率が小さく、高価な石油火力・天然ガス火力がほとんどを占めることから、仮に再生可能や原子力による化石燃料消費削減分を海外への輸出に回せると想定した場合、ネットでの負担額は小さくなる。

省エネルギーが化石燃料消費削減により、大きな経済メリットをもたらすことは、非OECDアジアの場合と変わらない。

単位:兆ドル

	0. 省エネなし	1. 火力依存	2. 再生可能進展	3. 原子力進展	4. 原子力+再生可能進展
需要側 (省エネ)投資	-0.5	-	-	-	-
供給側投資	0.3	-	0.4	0.1	0.5
運転維持費等	0.01	-	0.1	0.1	0.1
化石燃料購入	0.5	-	-0.4	-0.4	-0.8
合計	0.3	-	0.04	-0.3	-0.2

## まとめ …… アジア・中東のエネルギーミックス(1)

---

### ◎ エネルギー安全保障

- ・ 今後、石油・天然ガスの生産量伸び悩みでアジアのエネルギー自給率は低下。供給安定の鍵は石炭で、今後も石炭利用は持続する。
- ・ 石油・天然ガスの供給確保のため、中東地域への開発投資継続による生産量の安定的増加は不可欠。また中東のエネルギー資源輸出先はさらにアジアに特化してゆくと見込まれ、両地域の一層の関係強化が必要。一方で、アジアの側からは、供給元の多様化の努力も不可欠。
- ・ 再生可能エネルギー・原子力の利用もエネルギー自給率安定に寄与はするが、これらの効果が大きく顕在化するのは2035年以降であり、長期の視点で導入を図ることが必要。

### ◎ 環境保全

- ・ 原子力・再生可能エネルギーともにCO<sub>2</sub>排出削減に貢献し得る。ただし、それと同等以上に大きく貢献するのは省エネルギーであり、そのための有効な政策手段が望まれる。

## まとめ …… アジア・中東のエネルギーミックス(2)

---

### ◎ 経済効率性・合理性

- ・省エネの進展でアジアは化石燃料輸入を削減でき、中東はエネルギー輸出余力を確保し得る。これにより経済的利益を確保しつつ他の2Eの問題にも対処し得る。
- ・原子力導入は経済的メリットをもたらすが、再生可能エネルギーは現状ではコストが高く、その大量普及のためにはコスト低下による競争力強化が不可欠。
- ・とはいえ、エネルギー供給の経済性を左右するのは、根本的に化石燃料価格。原子力や再生可能エネルギーは、化石燃料の高騰リスクを回避する要素にもなり得るため、この観点からも持続的な開発・導入が望まれる。

### ◎ 安全性

アジアの多くの国で、原子力発電は継続的に拡大する。その安全な運転のため、国際協力の推進を。

## まとめ … 中東地域のエネルギーミックス

---

※ 中東にあっても、3E+Sのあり方は大きくは変わらない。但し、地域の特性を踏まえた視点から、以下のことがわかる。

### ◎ エネルギー安全保障

- ・ 国内の需要拡大による輸出余力の縮小が最も大きな懸念事項。現状で省エネ対策が結実しているとは言えず、更に対策を進めることが必要。

### ◎ 環境保全

- ・ 省エネルギー・原子力・再生可能エネルギーがそれぞれ効果を発揮し得る。但し原子力や、特に再生可能エネルギーの寄与が大きくなるのは2035年以降。

### ◎ 経済効率性・合理性

- ・ エネルギー価格の安定が最大の要因。また、化石燃料消費削減分を域外に高値で売ることが可能な場合には、原子力・再生可能エネルギーがアジアに比べてより価格競争力を持ち得る。

### ◎ 安全性

- ・ 今後多数の原子力発電所の運転開始が見込まれる。国際協力を通じた安全性の確保が不可欠。

# 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

	2010年	2035年	2050年
<b>GDP</b> (2000年実質価格)	<b>42</b> 兆ドル (1990-2010年成長率:2.7%)	<b>86</b> 兆ドル (2010-2035年成長率:2.9%)	<b>118</b> 兆ドル (2035-2050年成長率:2.1%) (2010-2050年成長率:2.6%)
<b>人口</b>	<b>68</b> 億人	<b>86</b> 億人 (2010年比 18億人増)	<b>93</b> 億人 (2010年比 25億人増)
<b>一人当たり 実質GDP</b>	<b>0.6</b> 万ドル	<b>1.0</b> 万ドル	<b>1.3</b> 万ドル
<b>原油価格</b> (日本の輸入CIF価格、 2011年実質価格)	(2011年) <b>109</b> ドル/バレル	<b>125</b> ドル/バレル (名目価格:201ドル/バレル)	<b>130</b> ドル/バレル (名目価格:281ドル/バレル)

- 世界のGDPは、2010年から2050年に向けて年平均2.6%で成長。
- 世界の人口は、2010年の68億人から2050年には93億人へ25億人増加。
- 原油価格(日本の輸入CIF価格、11年実質価格)は2011年の109ドル/バレルから2050年に130ドル/バレルへ上昇。

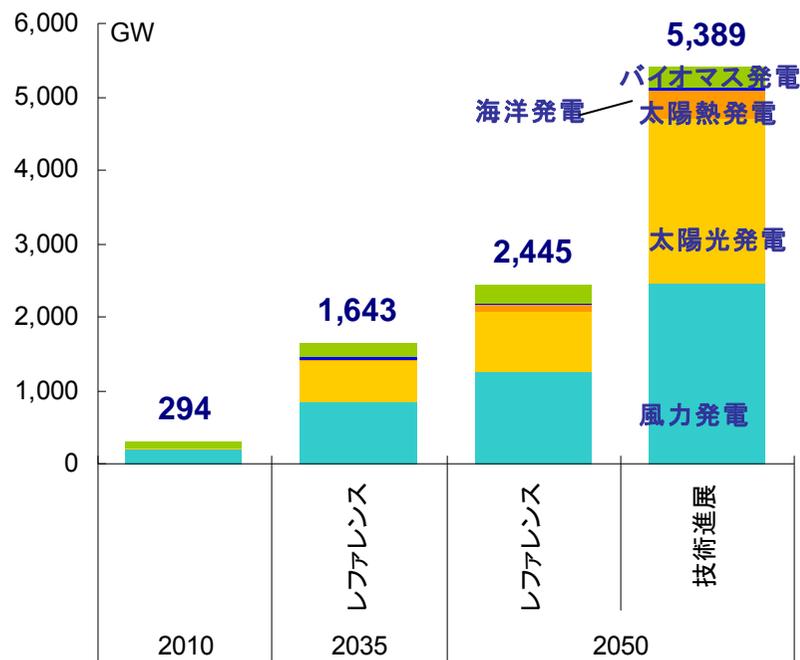
# 主な前提条件： エネルギー・環境技術

	2010年 実績	2035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	<b>389 GW</b>	<b>572 GW</b>	<b>778 GW</b>	<b>736 GW</b>	<b>1,085 GW</b>
発電効率	石炭火力:35% ガス火力:40%	石炭火力:39% ガス火力:45%	石炭火力:41% ガス火力:47%	石炭火力:40% ガス火力:47%	石炭火力:43% ガス火力:49%
太陽光発電	<b>39 GW</b>	<b>525 GW</b>	<b>1,303 GW</b>	<b>824 GW</b>	<b>2,261 GW</b>
太陽熱発電	<b>0.6 GW</b>	<b>51 GW</b>	<b>94 GW</b>	<b>94 GW</b>	<b>372 GW</b>
風力発電	<b>184 GW</b>	<b>859 GW</b>	<b>1,506 GW</b>	<b>1,254 GW</b>	<b>2,456 GW</b>
バイオマス発電	<b>71 GW</b>	<b>203 GW</b>	<b>226 GW</b>	<b>259 GW</b>	<b>279 GW</b>
バイオ燃料	<b>61 Mtoe</b>	<b>208 Mtoe</b>	<b>264 Mtoe</b>	<b>274 Mtoe</b>	<b>340 Mtoe</b>
CCS	-	<b>0</b>	<b>26 億トン</b>	<b>0</b>	<b>100億トン</b>
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	-	<b>5%</b> <b>1%</b>	<b>20%</b> <b>21%</b>	<b>10%</b> <b>4%</b>	<b>16%</b> <b>36%</b>
乗用車新車平均燃費	<b>(2010年) 14 km/L</b>	<b>18 km/L</b>	<b>26 km/L</b>	<b>20 km/L</b>	<b>30 km/L</b>

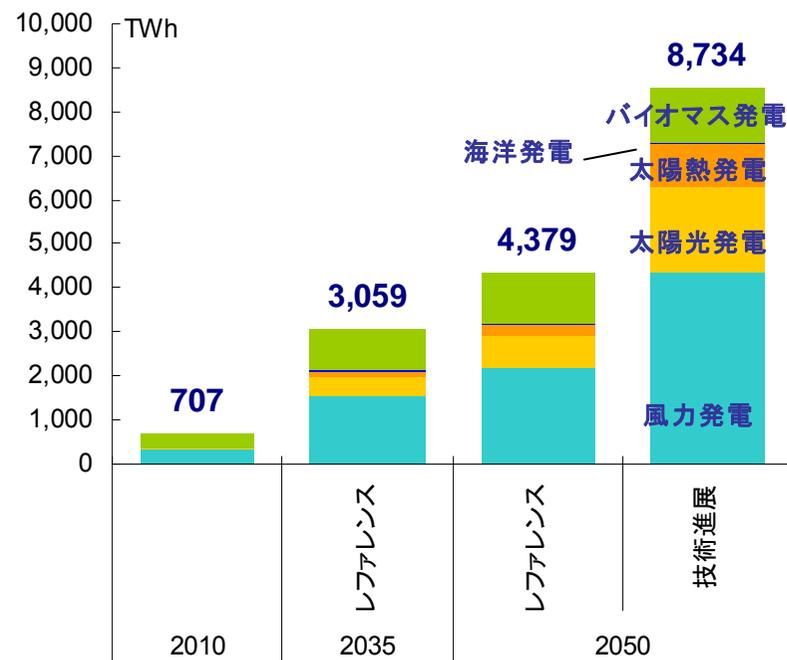
2050年の技術進展ケースでの風力発電設備量は2010年比13倍、太陽光58倍、太陽熱620倍、海洋発電88倍、バイオマス発電は4倍へ拡大する。世界のCO<sub>2</sub>回収、貯留量は2050年に年間100億トンに到達すると想定。電気自動車、プラグインハイブリッド自動車などの次世代自動車が、2050年の新車販売台数に占める比率は、レファレンスケースで48%、技術進展ケースにおいて89%へ拡大。

## 再生可能エネルギー発電(世界)

発電設備量



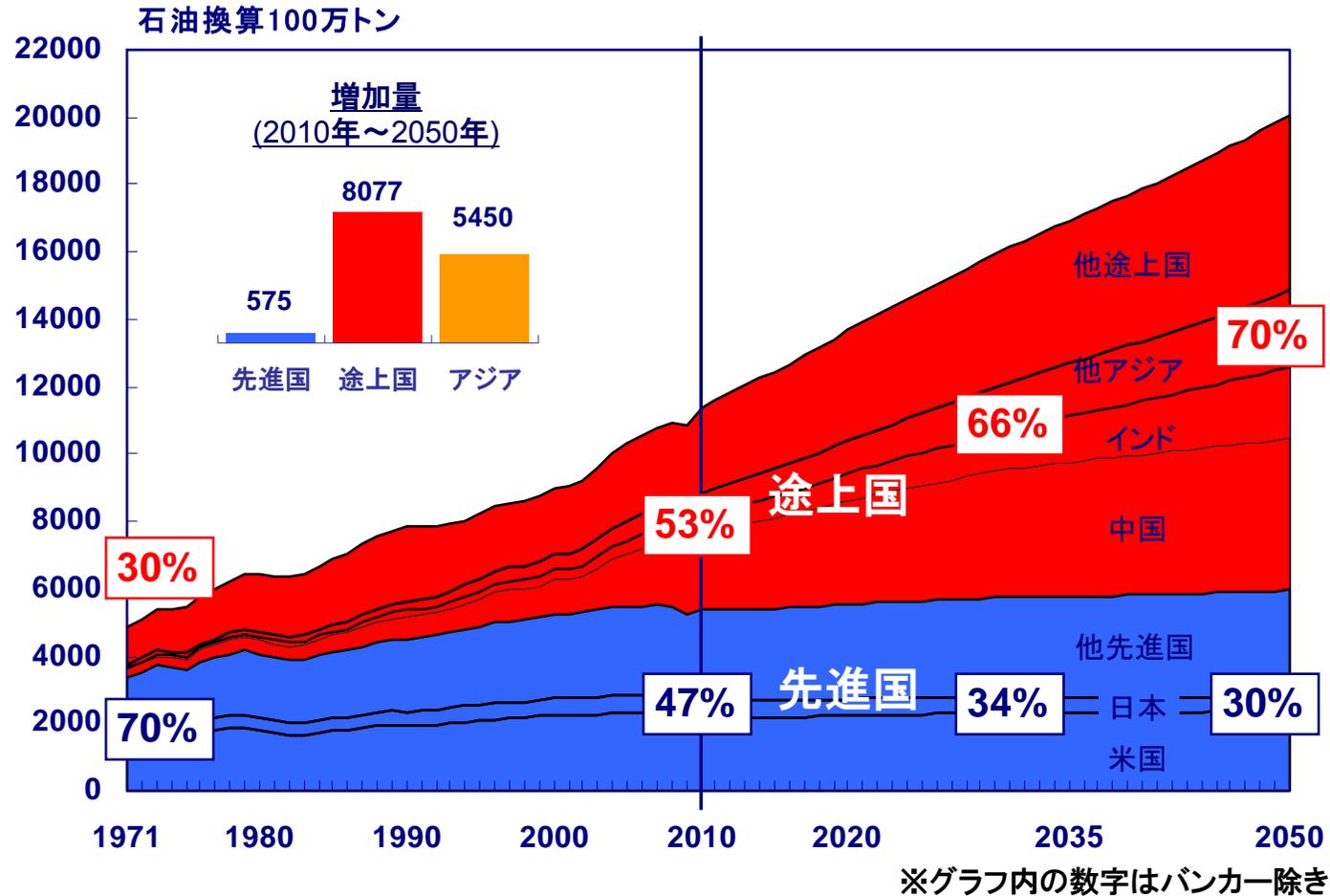
発電量



- 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、2010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2010年比13倍、太陽光58倍、太陽熱620倍、海洋発電85倍、バイオマス発電は4倍へ拡大する。

## 一次エネルギー消費(世界)

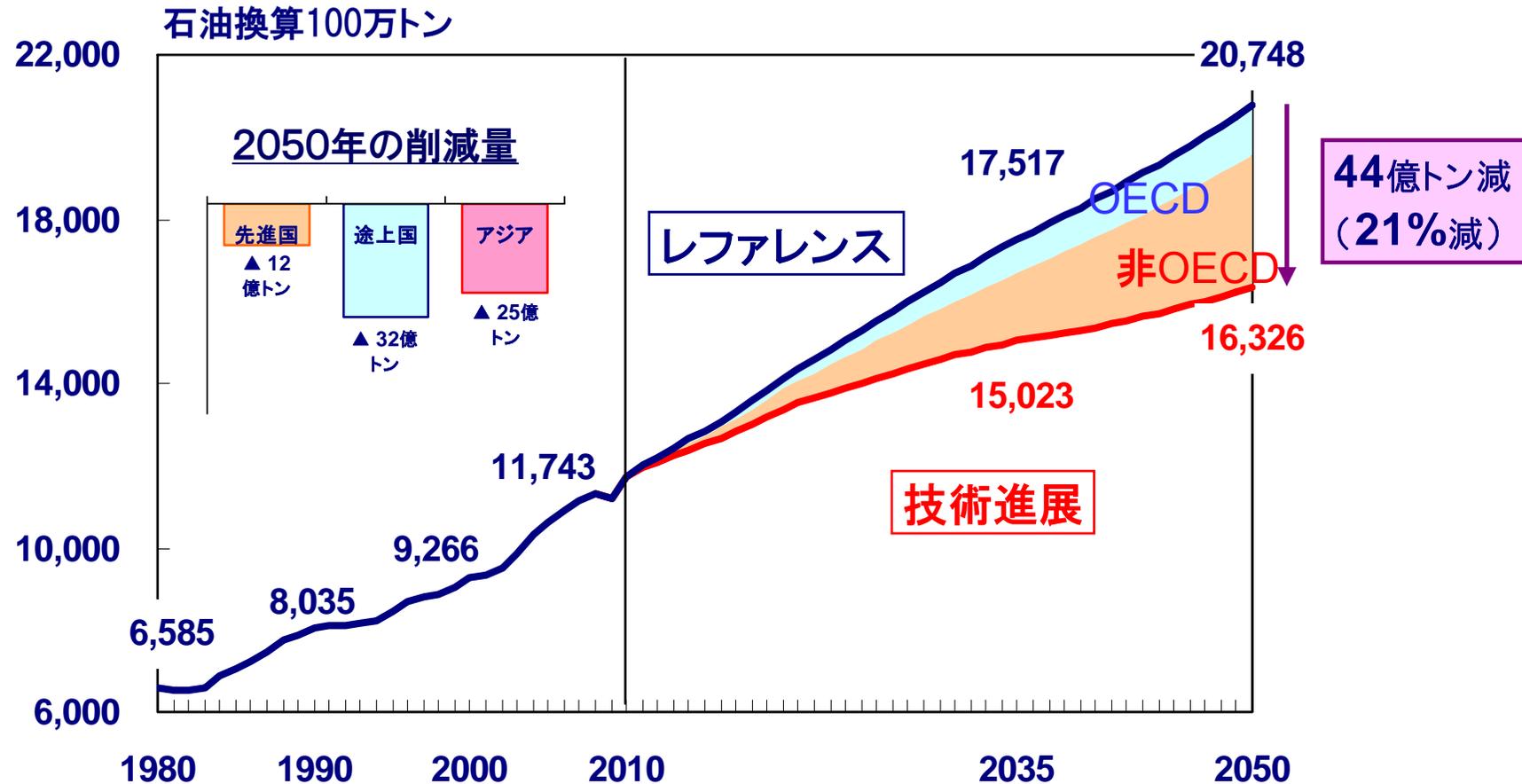
## レファレンスケース



- 世界の一次エネルギー消費(バンカー含み)は2010年の石油換算117億トンから2050年には同207億トン(2010年比1.8倍増)へ拡大。世界の一次エネルギー消費は2050年にかけて、アジアを中心に引き続き増加。
- 2050年には世界の一次エネルギー消費に占める途上国の割合は、約7割まで拡大し、先進国の2倍以上の規模までエネルギー消費が増大。

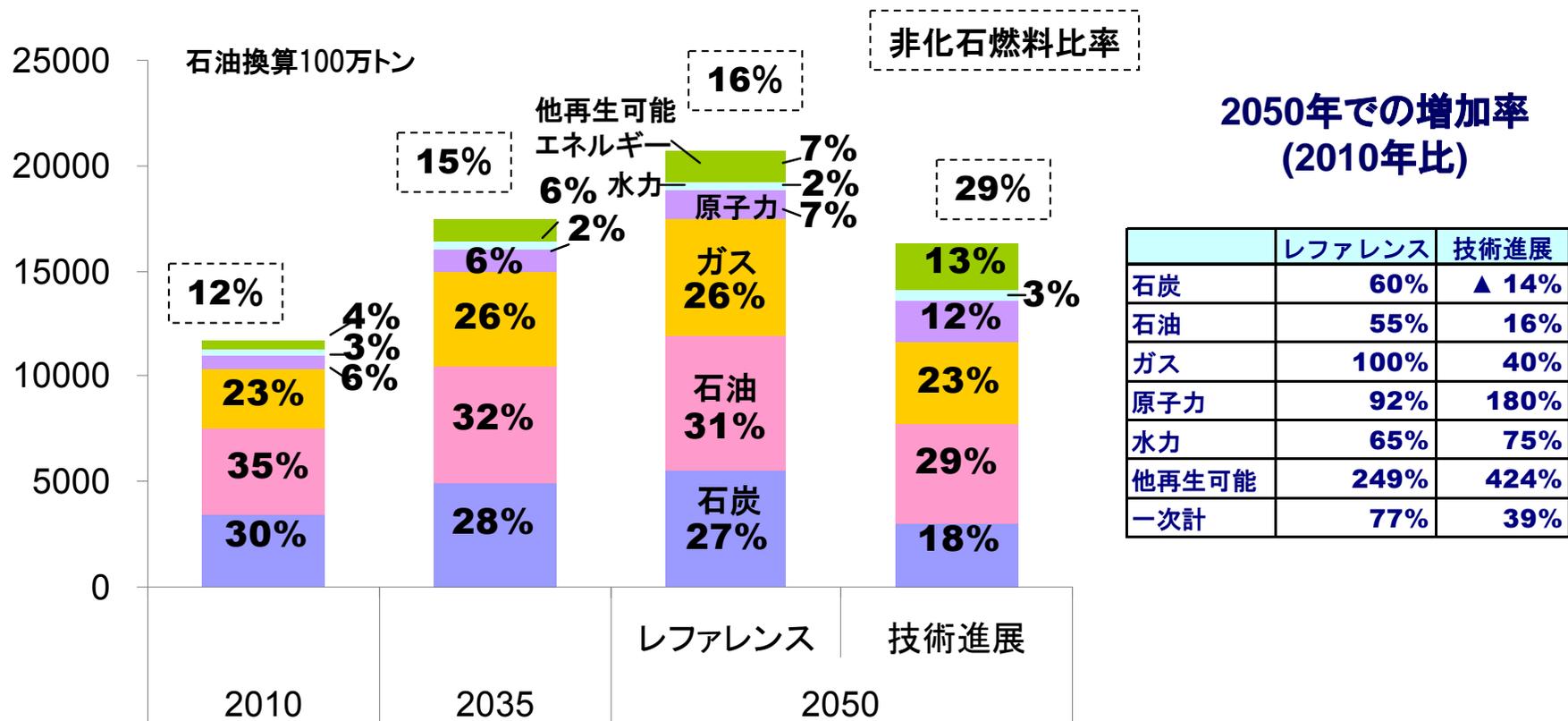
# 一次エネルギー消費(世界)

レファレンスケース、技術進展ケース



- 技術進展ケースでは、世界の一次エネルギー消費は2050年付近でほぼピークアウトする。
- 2050年に着目すると、レファレンスケースに比較して技術進展ケースでは、世界で44億トン(21%削減)の一次エネルギー消費が削減される。そのうち、先進国で12億トン近く、途上国で33億トン弱の一次エネルギー消費が削減される。革新技術の普及により、途上国やアジアで大幅にエネルギー消費が削減される。

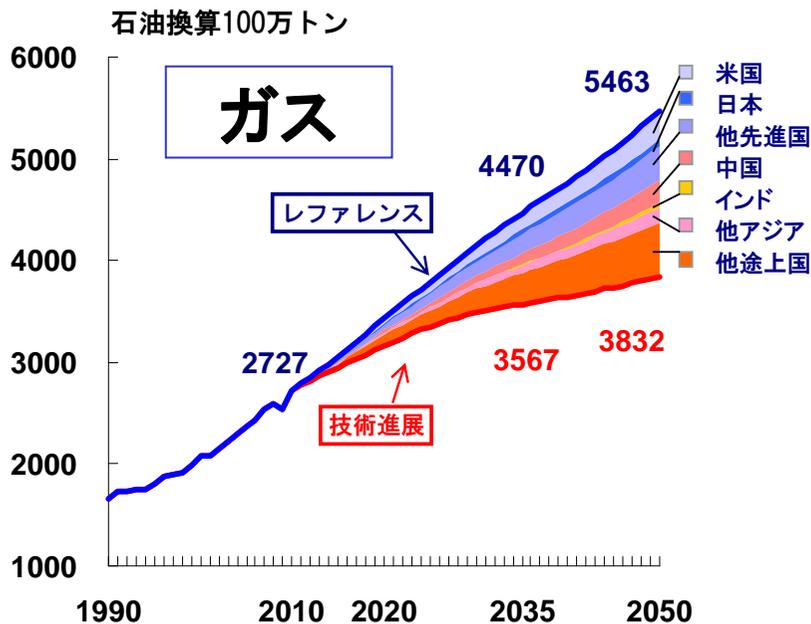
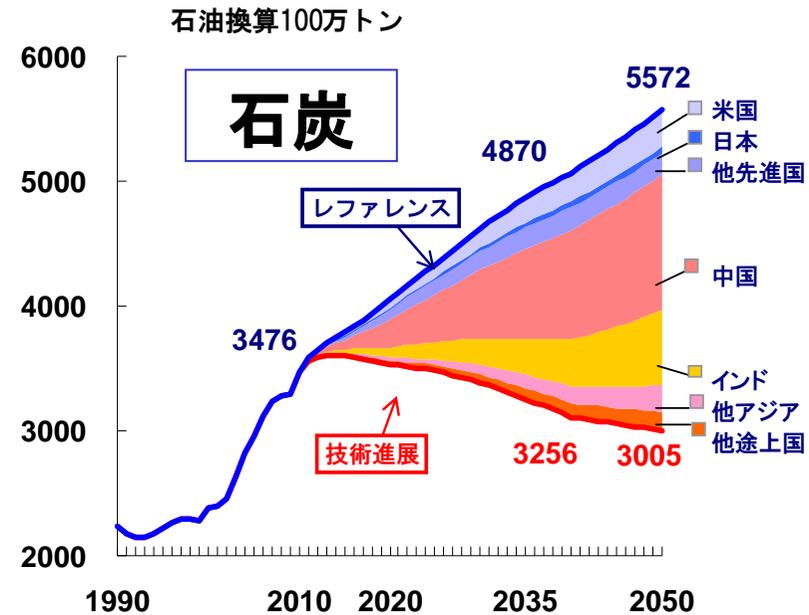
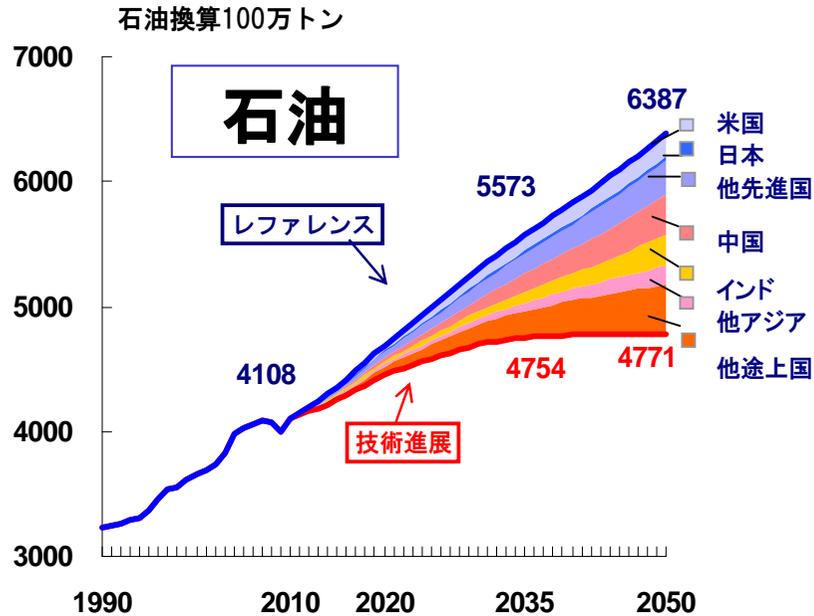
# 一次エネルギー消費(世界、エネルギー源別)



- 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(71%)を占めるため、重要な役割を担う。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16%、技術進展ケースで29%となる。

# 化石燃料消費

## レファレンスケース、技術進展ケース



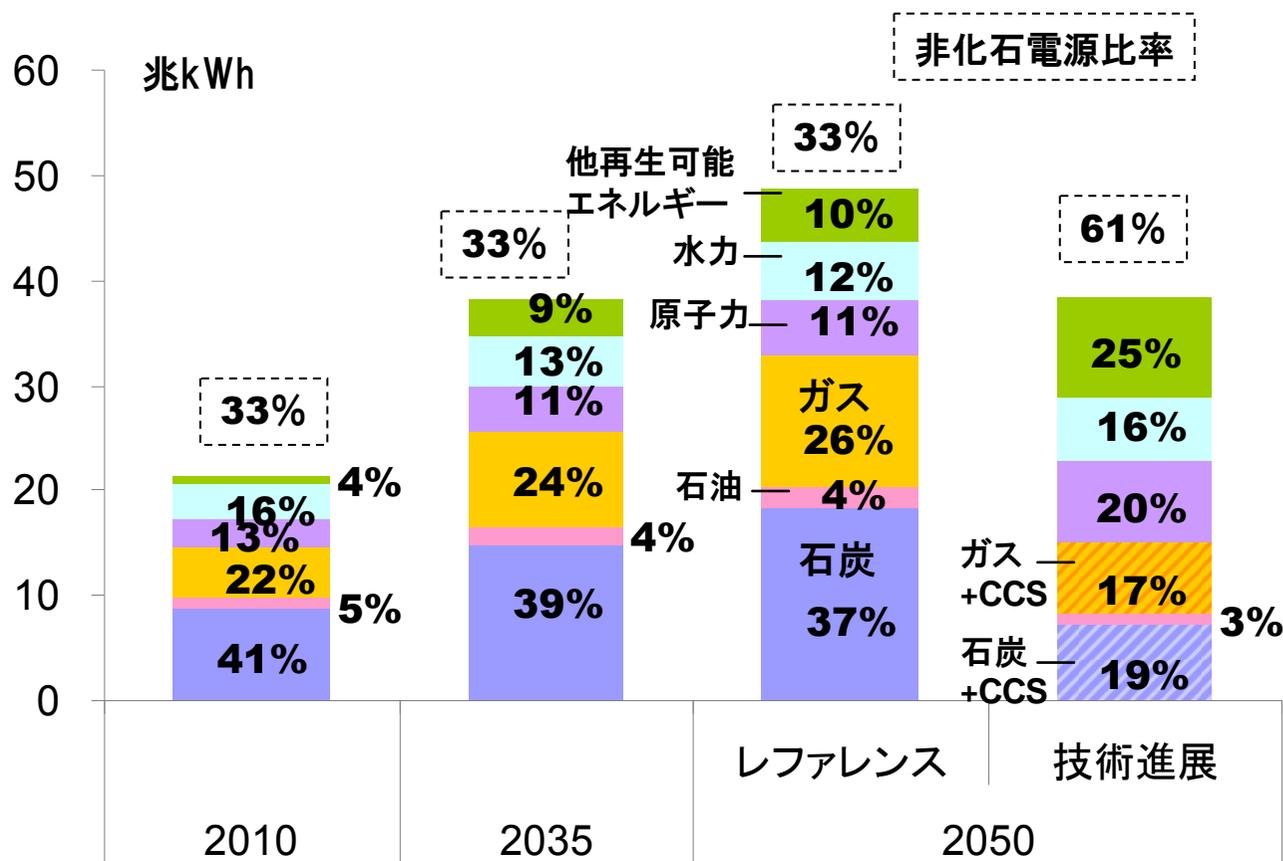
### 2050年の削減量(地域別内訳)

(石油)			(石炭)			(ガス)		
	Mtoe	比率		Mtoe	比率		Mtoe	比率
米国	181	11%	米国	299	12%	米国	276	17%
日本	33	2%	日本	57	2%	日本	68	4%
他先進国	279	17%	他先進国	163	6%	他先進国	329	20%
中国	317	20%	中国	1,077	42%	中国	222	14%
インド	251	16%	インド	610	24%	インド	44	3%
他アジア	151	9%	他アジア	215	8%	他アジア	155	9%
他途上国	403	25%	他途上国	147	6%	他途上国	538	33%
先進国	493	31%	先進国	518	20%	先進国	673	41%
途上国	1,122	69%	途上国	2,049	80%	途上国	958	59%
アジア途上国	719	45%	アジア途上国	1,902	74%	アジア途上国	421	26%
世界計	1,616	100%	世界計	2,567	100%	世界計	1,631	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。

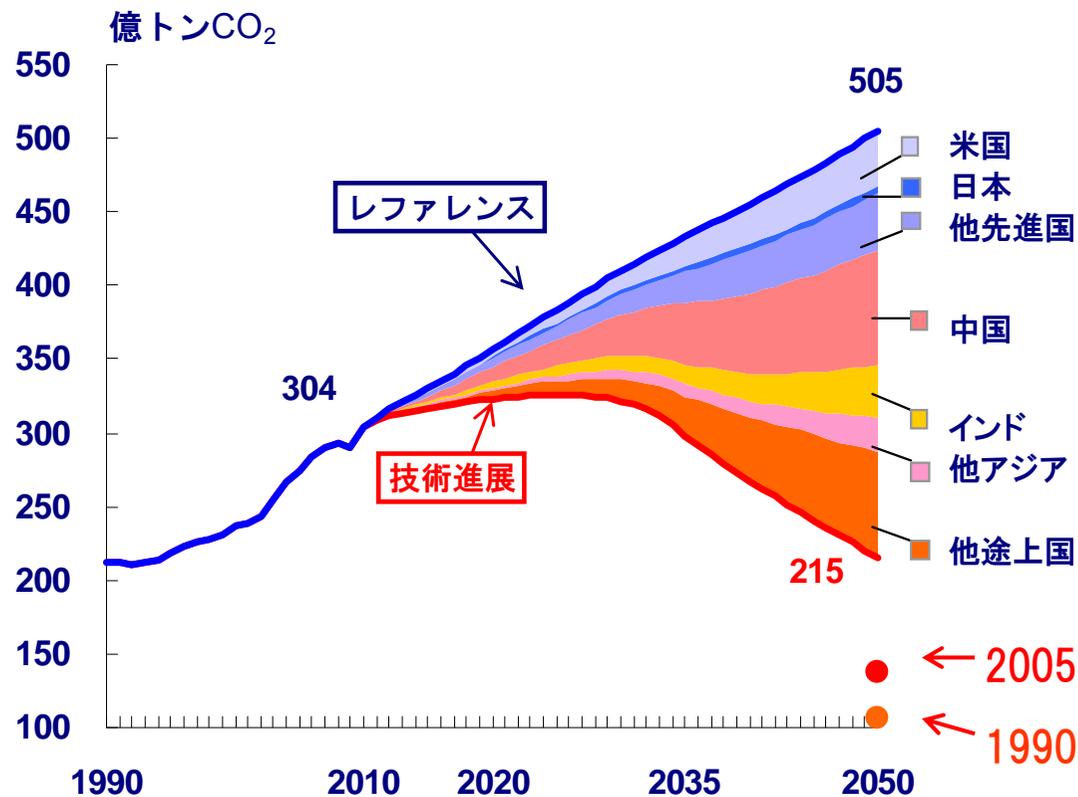
## 電源構成(世界)

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、世界の発電量は2010年の21兆kWhから、2050年には28兆kWh増加し、約49兆kWhへ拡大する。技術進展ケースでは、省エネ技術の進展によりレファレンスケースに比較して需要増加が抑制されるため、2050年の発電量は、2010年に比較して17兆kWh増加し38兆kWhとなる。

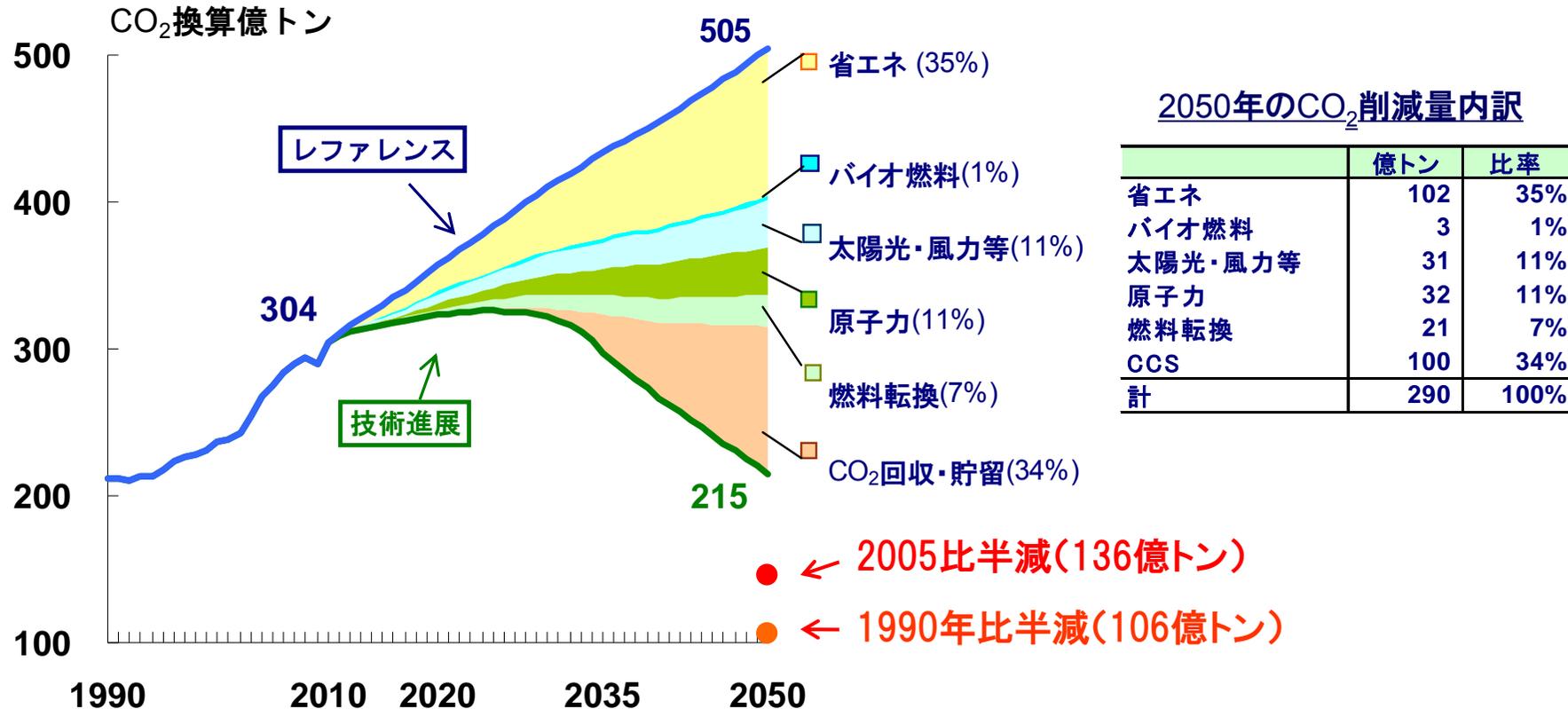
■技術進展ケースでは、原子力、再生可能エネルギーの導入が大きく拡大し、2050年の原子力、再生可能エネルギーから構成される非化石電源の比率は、レファレンスケースで33%、技術進展ケースで61%となる。

CO<sub>2</sub>排出量(世界:地域別)2050年のCO<sub>2</sub>削減量内訳

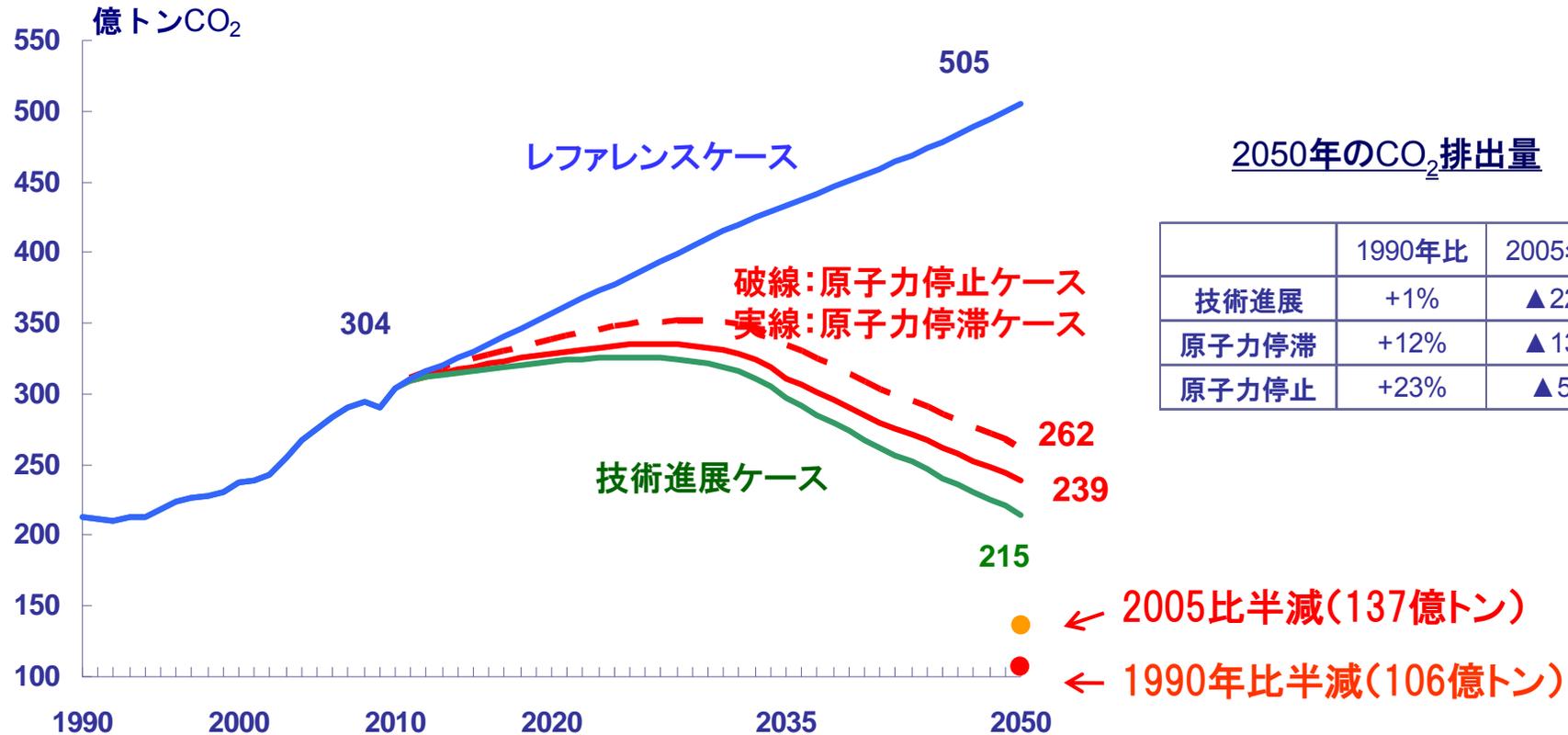
	億トン	比率
米国	37	13%
日本	5	2%
他先進国	39	13%
中国	78	27%
インド	35	12%
他アジア	23	8%
他途上国	73	25%
先進国	81	28%
途上国	209	72%
アジア途上国	137	47%
世界計	290	100%

■2050年のCO<sub>2</sub>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)を推計した結果、途上国の削減ポテンシャルは先進国に比較して大きいことから(途上国の削減量209億トン、世界の削減ポテンシャルの72%)、途上国における気候変動対策の強化が重要となる。なかでも、アジア(アジアの削減量137億トン、同47%)や中国における削減ポテンシャルが大きい(中国の削減量78億トン、同27%)。

# CO<sub>2</sub>排出量(世界:技術による内訳)



- 2050年における技術別のCO<sub>2</sub>削減ポテンシャルを推計した結果、省エネルギーの促進が、CO<sub>2</sub>排出量の削減に最も大きく貢献する(102億トン削減、2050年の総削減量の3.5割、現在の排出量の3割強)。再生可能エネルギー導入拡大や、石炭や石油からの天然ガスへ消費をシフトさせる燃料転換(2050年の総削減量の3割)、CCS(2050年の総削減量の34%)も重要な役割を担う。
- 世界のCO<sub>2</sub>排出量を現状水準比で半減するには、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。

CO<sub>2</sub>排出量(世界:原子力停滞ケース)

原子力停滞ケース(火力代替の場合)においては、2050年のCO<sub>2</sub>排出量は技術進展ケースに比較して11%増の239億トン(2005年比▲13%)となる。

## 2050年までの展望に関して

---

- ・ 2050年に大幅なCO<sub>2</sub>削減を達成するためには、あらゆる対策を総動員することが必要。再生可能エネルギー・原子力・CCSなどの技術は長期の視点に立って導入を進めるべき。
  
- ・ 現段階で実用化が想定される技術の最大限の導入のみでは、「2050年までに世界のCO<sub>2</sub>排出量半減」という目標達成は難しく、原子力が停滞した場合は一層厳しい。本ケースが想定した以上の新たな革新的エネルギー技術の開発・普及に向けて全力で取り組むべき。

## わが国へのインプリケーション

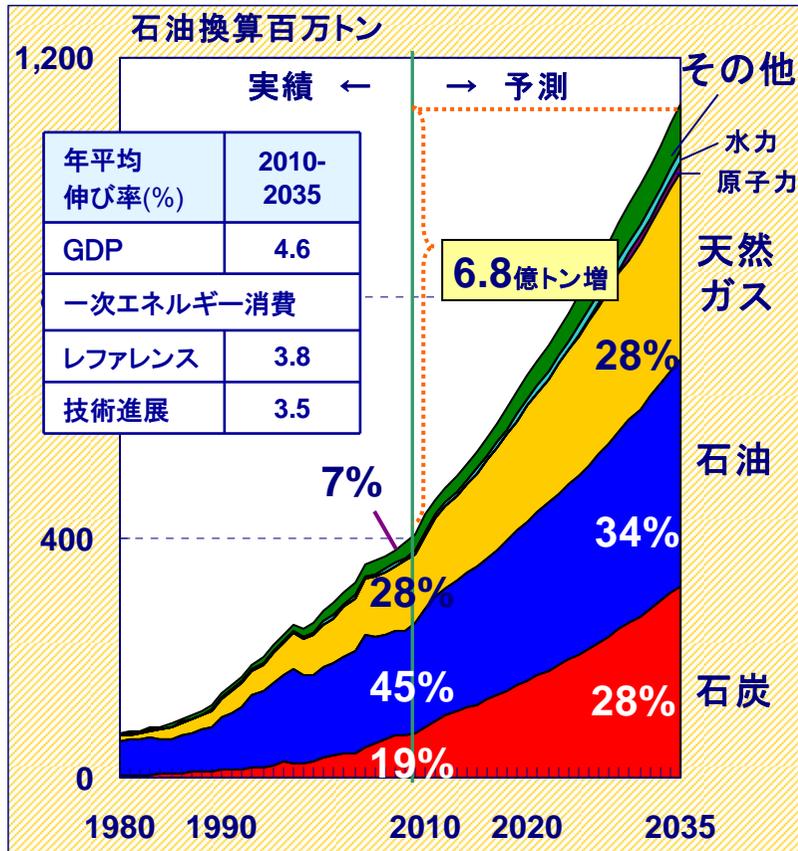
---

- ・ 資源小国である日本にとっては、エネルギー・セキュリティの確保が特に重要な課題。
- ・ 化石燃料調達については、アジア諸国等との中長期的な国際連携が重要。また、中東等のエネルギー生産国との関係の維持・強化を図りつつ、一方で供給源多様化を進める必要がある。
- ・ 環境問題に関しては、国内での努力に加え、より有効かつ効率的な削減方法を、国際的な視野のもとに目指すべき。
- ・ 安全性の観点からは、今後アジアを中心に原子力発電の増強が進められる中、福島事故の教訓を踏まえ、日本が原子力の安全確保に国際的に貢献することが重要。
- ・ 今後、日本にとって強みである省エネルギー技術や環境対策技術をさらに発展させ、活用することが、将来の日本の成長戦略及び国際エネルギー戦略にとって主要な柱となるべきである。

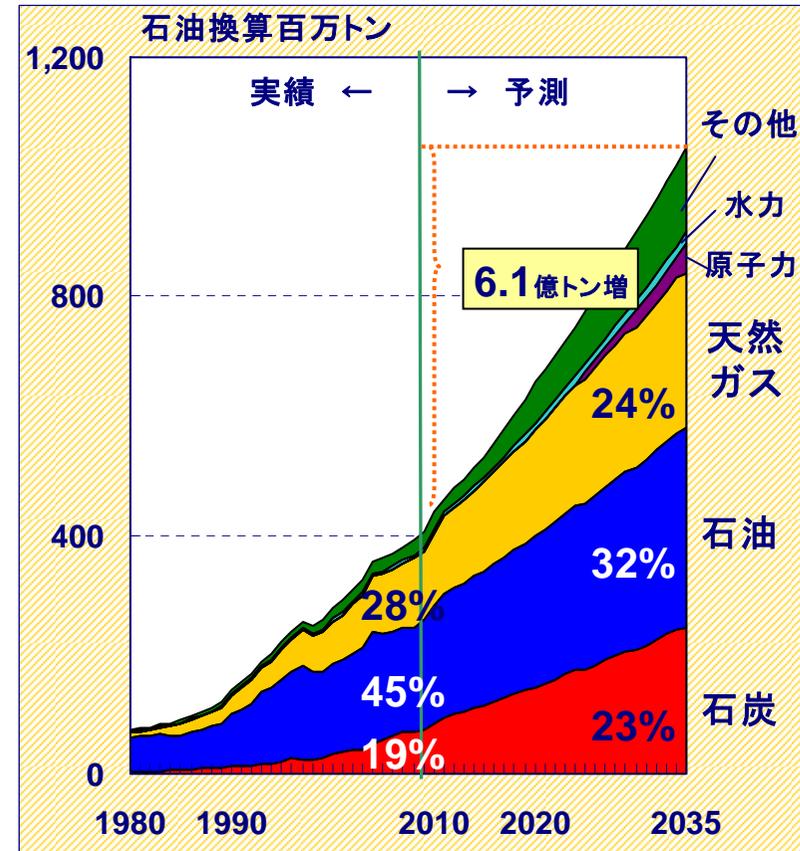
# < 参考資料 >

# ＜参考資料＞一次エネルギー消費(アセアン)

## 【レファレンスケース】



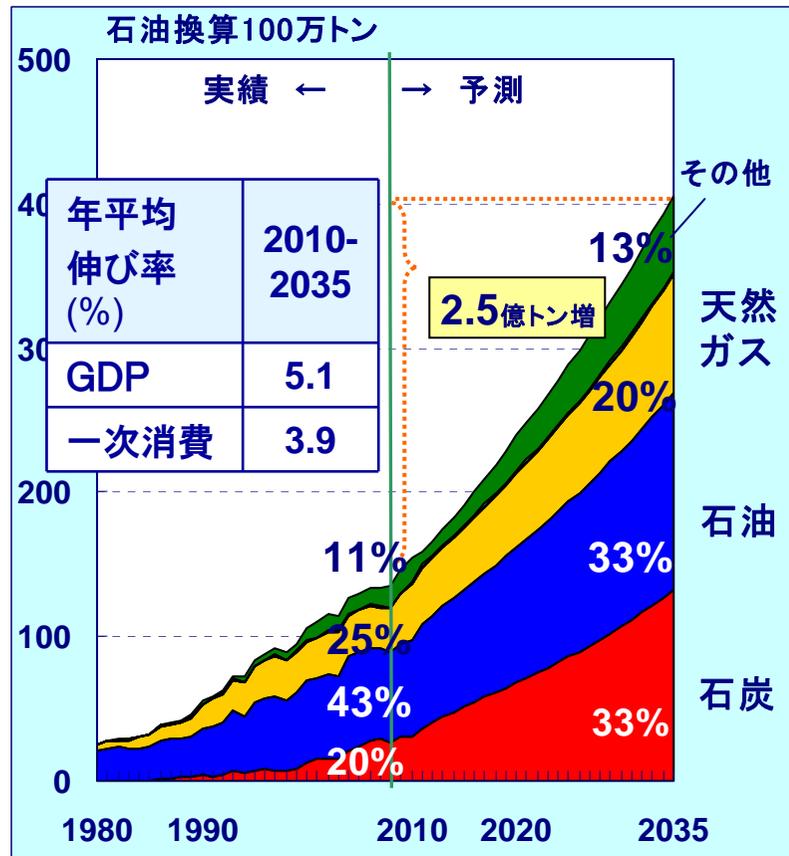
## 【技術進展ケース】



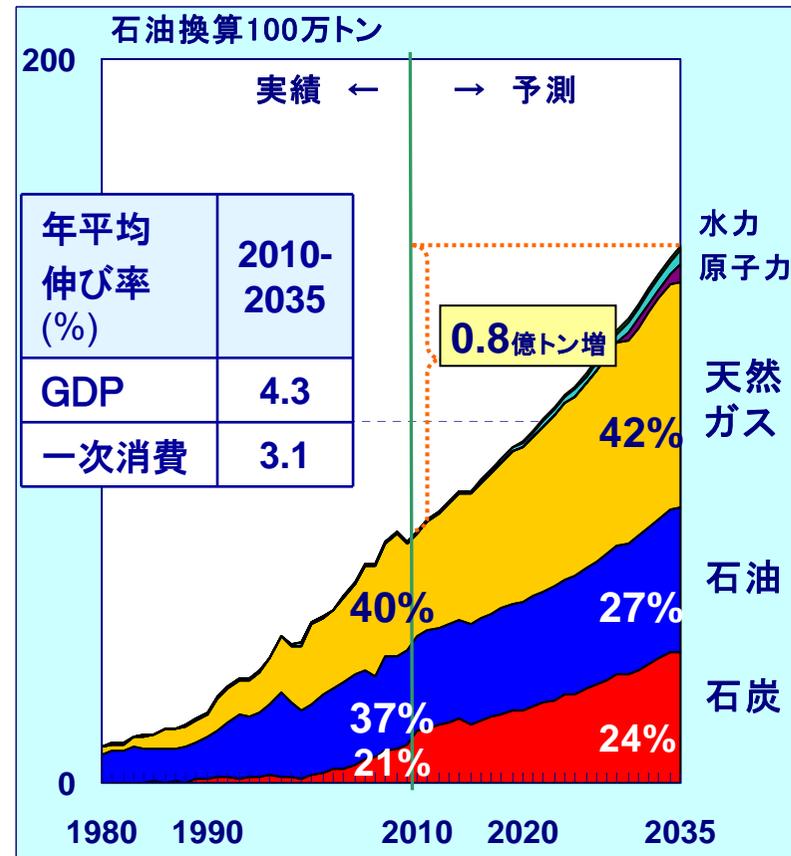
- ASEAN諸国は豊富な労働力を持ち、世界に工業製品を供給する生産拠点として持続的な経済成長を遂げ、エネルギー需要も増加。電力需要の急増を背景に原子力が新規導入される。
- 2035年の技術進展ケースにおける化石燃料消費はレファレンスに比較して石油換算1.7億トン減少。非化石エネルギーは9147万トン増加。
- 2035年の技術進展ケースのCO<sub>2</sub>排出量はレファレンスに比較し約5.5億トン減少(19%減)。化石燃料の依存度は依然として高いままであるが、省エネルギーの進展、原子力や再生可能エネルギーの導入が進む。

# ＜参考資料＞一次エネルギー消費 (インドネシア、マレーシア)

【インドネシア】(レファレンスケース)



【マレーシア】(レファレンスケース)

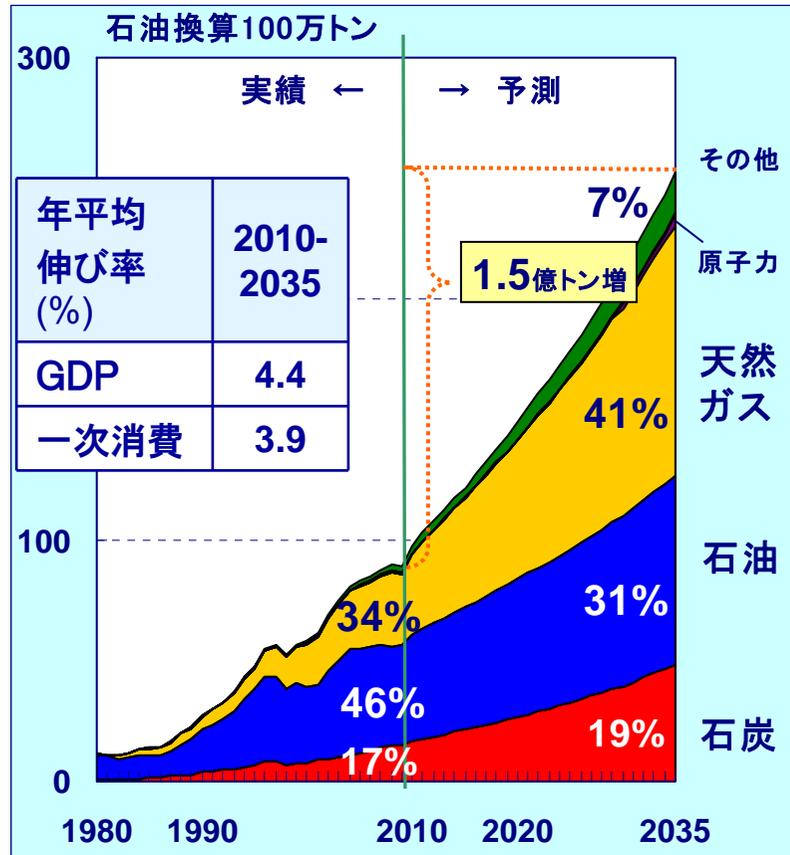


インドネシア:国内エネルギー供給確保、エネルギー資源の付加価値化推進、エネルギー資源の持続的管理、低所得者層への低廉な価格でのエネルギー供給確保等が政策目標。

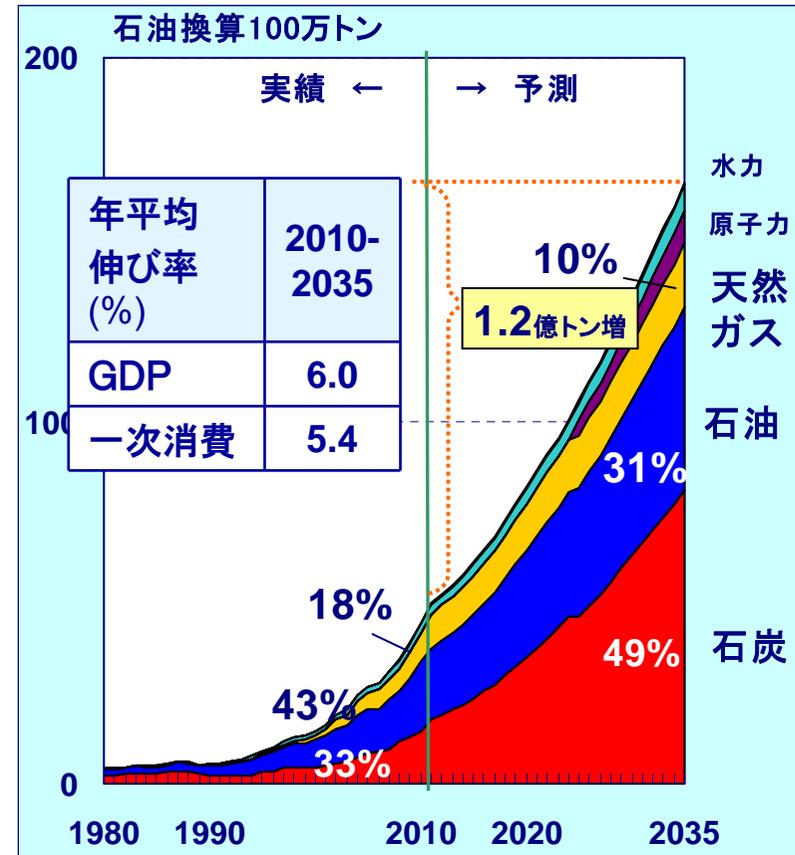
マレーシア:廉価なエネルギー資源を国内市場へ供給し、持続的な経済成長を達成することが目標。エネルギー供給源多様化、有効利用、および環境保護の3点が基本目標。

## <参考資料>一次エネルギー消費(タイ、ベトナム)

### 【タイ】(レファレンスケース)



### 【ベトナム】(レファレンスケース)

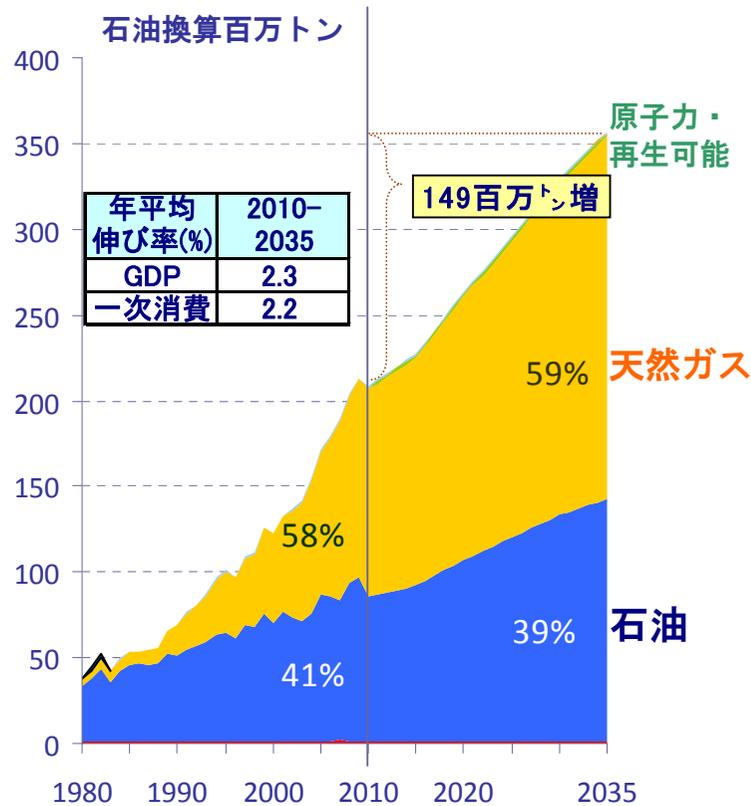


タイ:「エネルギー安定供給確保」、「適切なエネルギー価格維持」「代替エネルギーの研究開発の推進」「省エネの拡大」「環境保護対策の実施、CDMプロジェクト推進」が政策の中心。

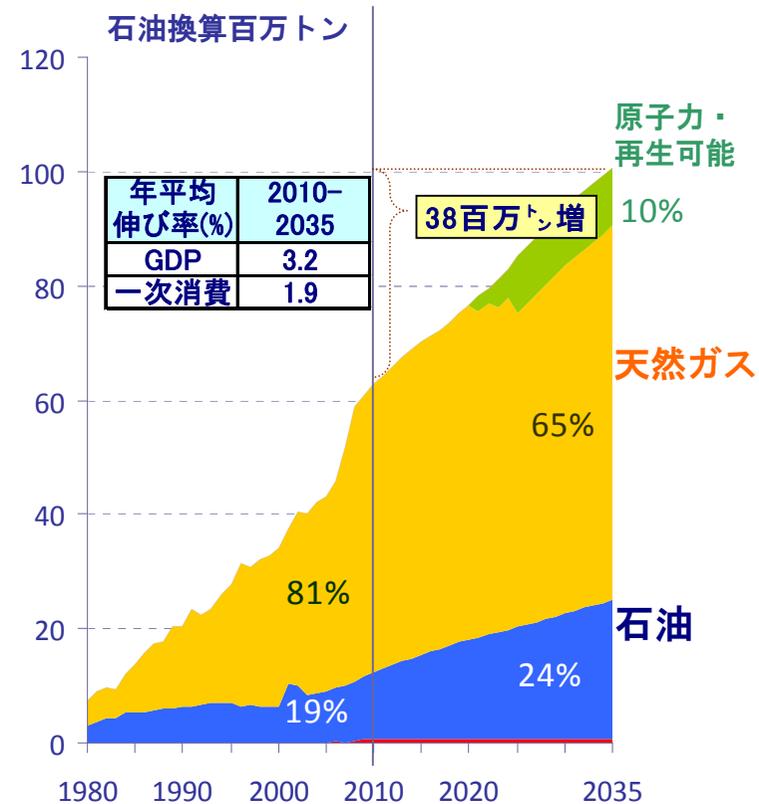
ベトナム:国内産原油輸出は貴重な外貨獲得源であり、外国投資の導入による国内資源開発の強化に向けて投資環境の整備を図ることが重要な政策目標。

## <参考資料>一次エネルギー消費(イラン、UAE)

### 【イラン】レファレンスケース



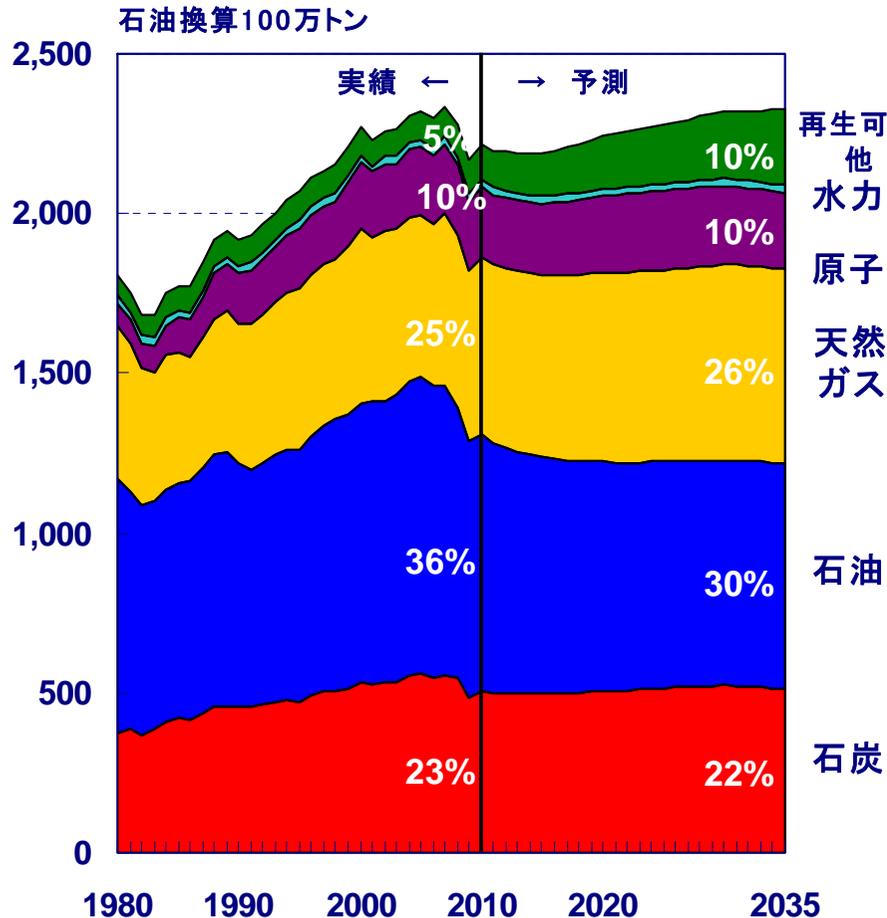
### 【UAE】レファレンスケース



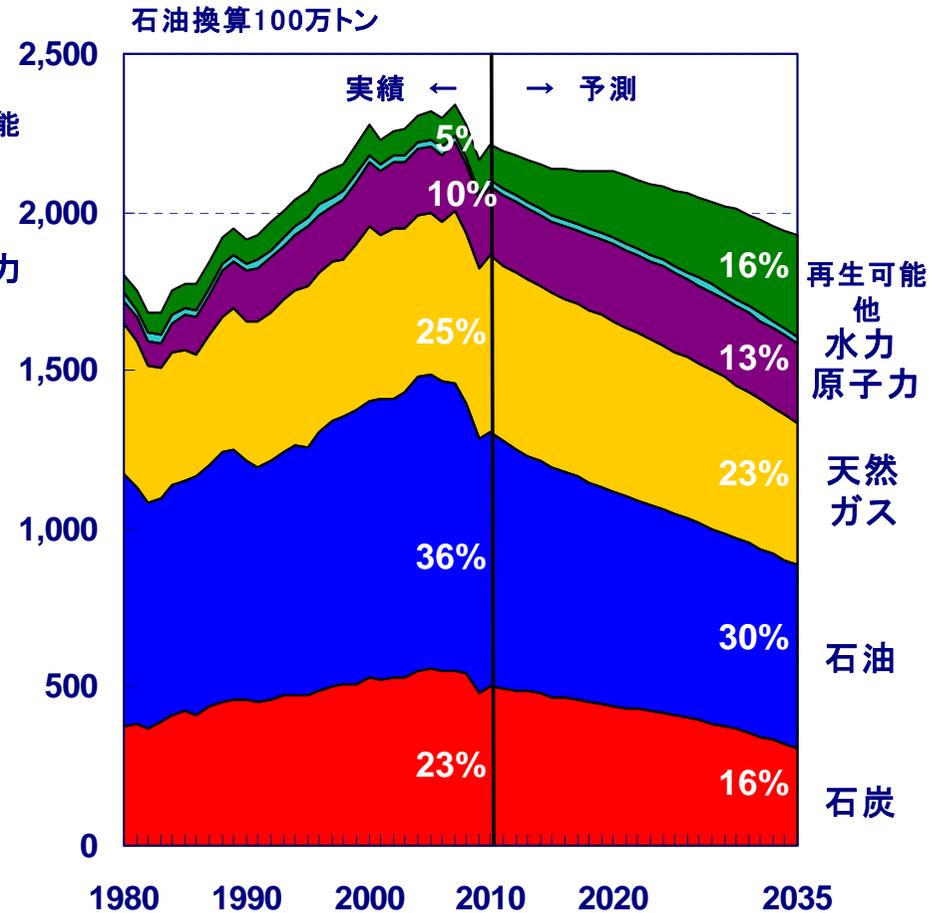
イラン、UAE(アラブ首長国連邦)ともに石油・天然ガスに大きく依存したエネルギー需要構成をもち、今後もその構成は大きくは変わらない。UAEでは現在、韓国との協力のもと原子力発電所建設計画を進めており、これが実現すれば2020年代以降、原子力が一定の寄与をもつこととなる。

# ＜参考資料＞米国の一次エネルギー消費

【レファレンスケース】



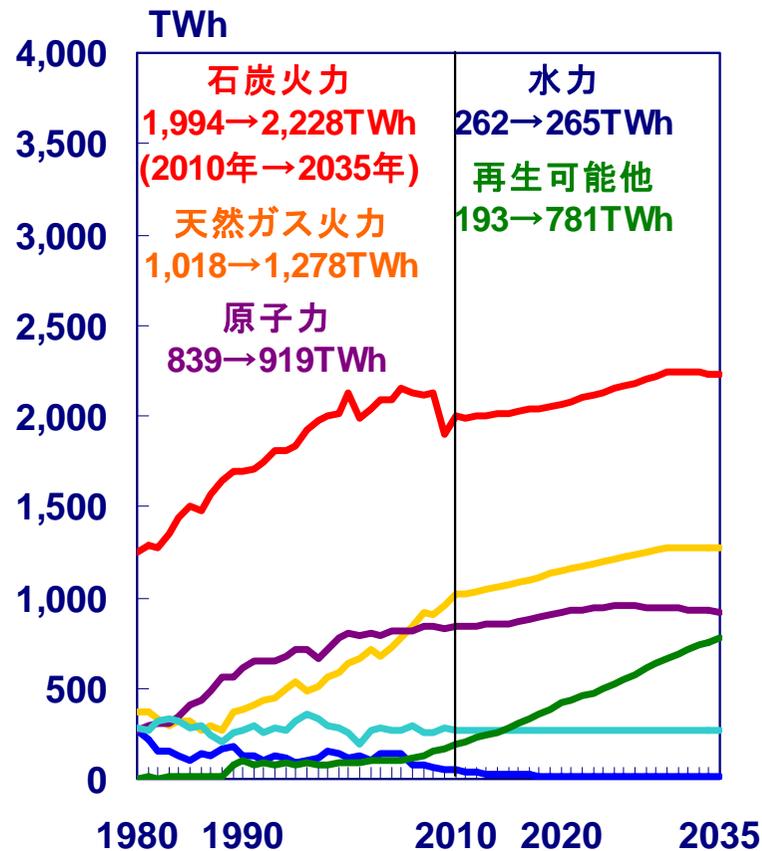
【技術進展ケース】



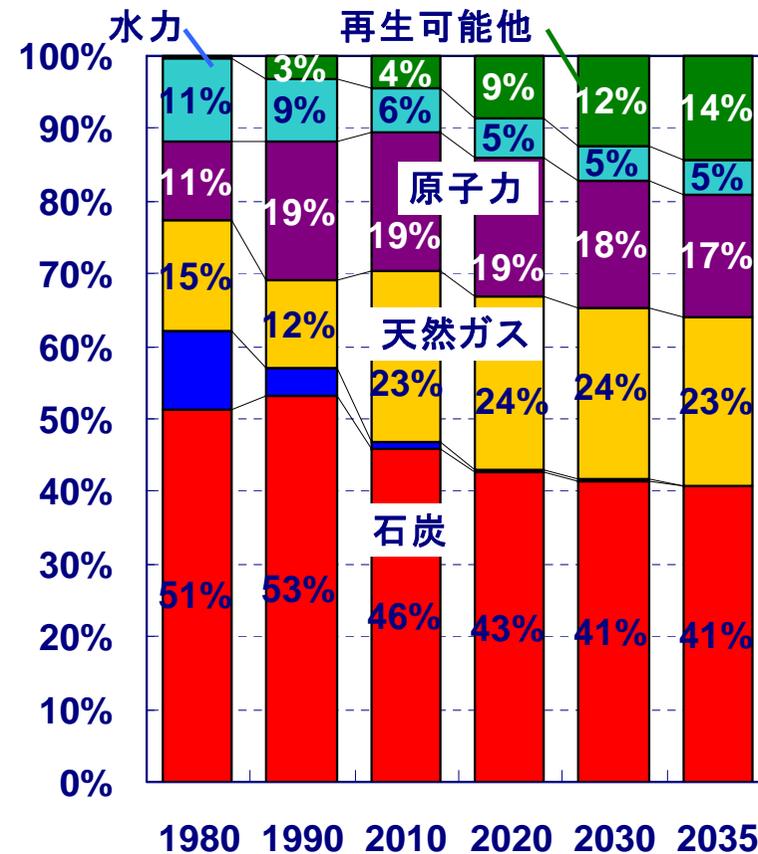
- 石油消費は自動車燃費効率改善、バイオ燃料導入により長期的に減少基調で推移。米国の石油消費量は2010年の1,650万B/Dから2035年にレファレンスで1,450万B/D、技術進展で1,190万B/Dへ減少。
- 再生可能エネルギーは風力発電、バイオ燃料等を中心に大幅に増加。
- 技術進展ケースでは2035年の化石燃料消費は4.9億トン減少、非化石燃料は0.9億トン増加。

## <参考資料>米国の発電量構成

### 【発電量】(レファレンスケース)

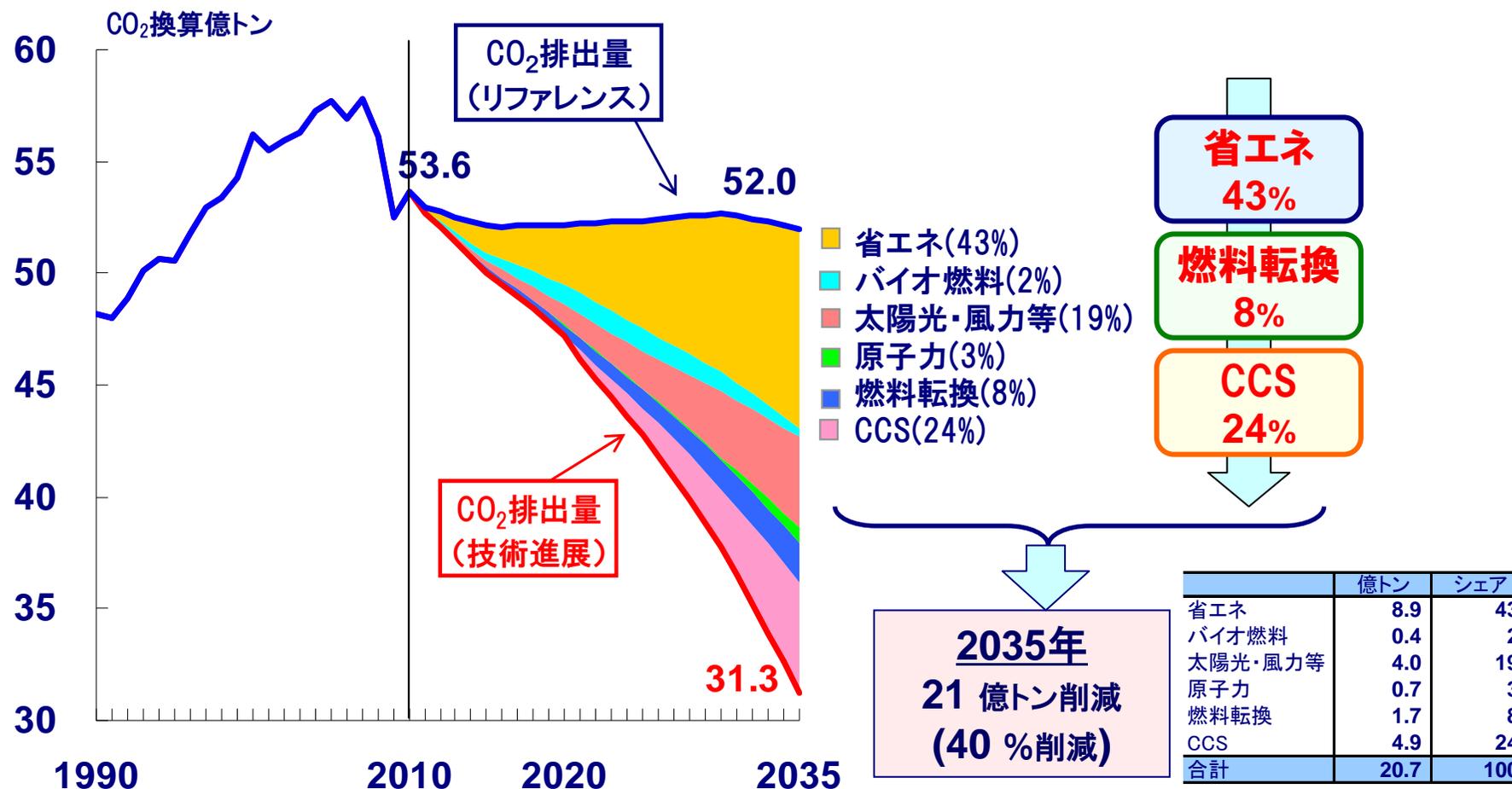


### 【発電量構成】(レファレンスケース)



米国では今後も、石炭火力が基幹電源の役割を担う。シェールガスの利用などにより、天然ガス火力も継続して増加。また、太陽光、風力などの再生可能エネルギー発電量のシェアが大きく拡大する。

## <参考資料>米国のCO<sub>2</sub>排出量の削減



- 米国のCO<sub>2</sub>排出量はリファレンスケースで2010年53.6億トンから2020年52.2億トン(1990年比8%増)、2035年52.0億トン(同8%増)と横ばい。技術進展ケースでは2020年47.2億トン(同2%減)、2035年31.3億トン(同35%減)。
- 技術進展ケースの2035年のCO<sub>2</sub>排出量は、リファレンスケースと比較して21億トン減少。
- 米国の民生部門では、今後もエネルギー消費が堅調に増加し、省エネ措置強化や低炭素電源拡大が排出削減に向けた重要な課題。