

戦略調査セミナー

欧州委員会 「世界エネルギー技術見通し2006年版」 の概要

平成19年5月29日

経営企画部戦略調査室

佐藤 治

目次

はじめに

1. シナリオ作成の前提条件
2. 基準ケースのエネルギー需給
3. 炭素制約・水素促進の影響
4. 他の需給見通しとの比較

参考A：エネルギー・環境に係る動向

参考B：POLESモデルの概要

参考C：前提条件補足資料

参考D：基準ケース補足資料

参考E：炭素制約ケース補足資料

参考F：水素ケース補足資料

参考G：IIASA-WEC、IPCC-SRESとの比較

報告書摘要

EUROPEAN COMMISSION
Directorate-General for Research
(EUR 22038, 2006)

World Energy Technology Outlook – 2050 (副題 WETO – H₂)

本報告書は、WETO-2003年版の公表の後、EU第6次RTD(研究及び技術開発)枠組計画「政策への科学的支援」の下で、下記の欧州6研究機関のコンソーシウムによって作成されたものである。報告書は各界専門家によるピアレビューを経て、2007年1月8日に発表された。

コーディネータ: Enerdata(フランスの民間シンクタンク)

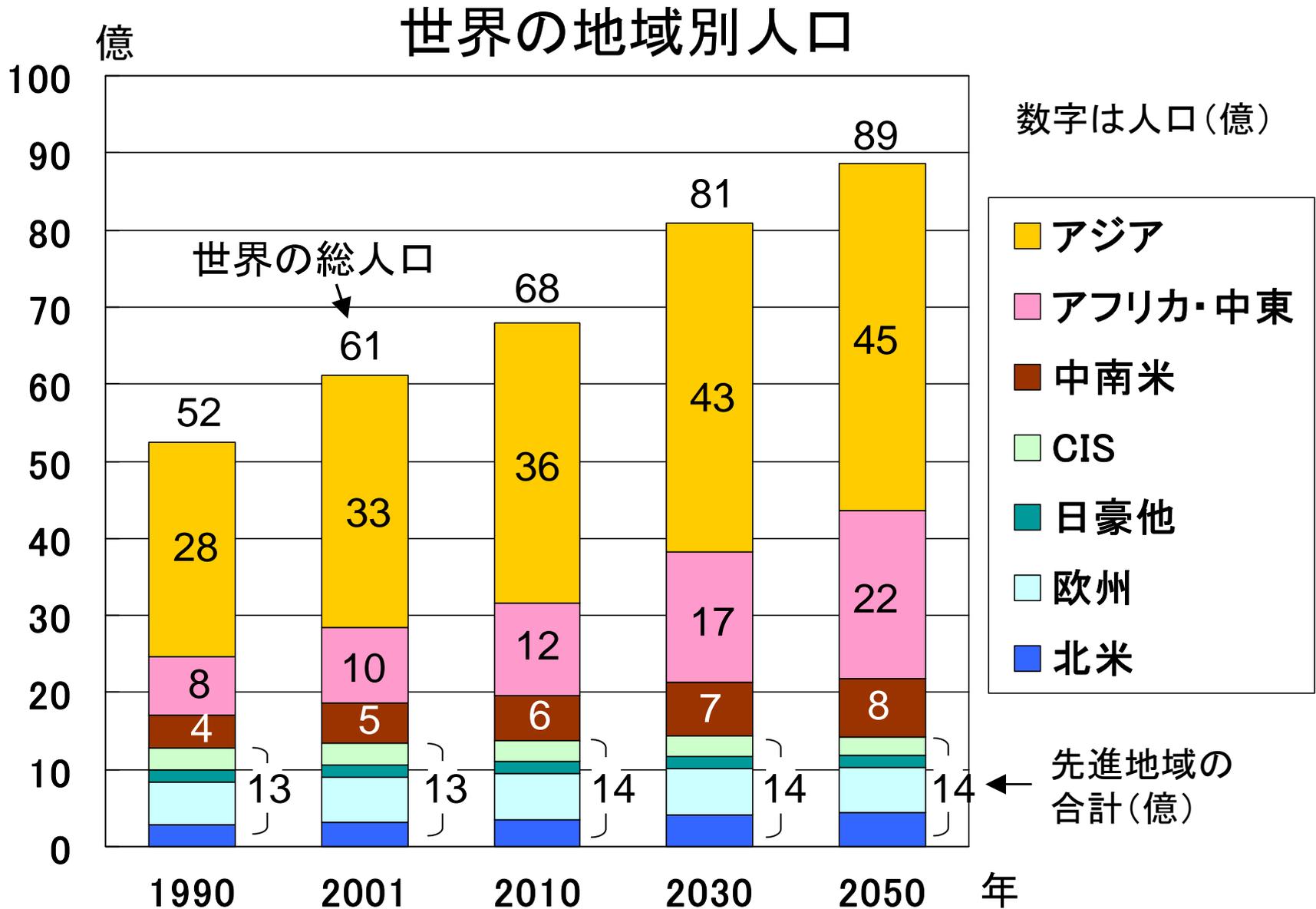
参加機関: LEPII-EPE*(フランス), 連邦総合計画局(ベルギー), IPTS(未来技術研究所, JRC), ECN(オランダエネルギー研究センター), サセックス大学(英国), 鉱物エネルギー経済研究所(ポーランド学術会議)

*LEPII-EPE(エネルギー及び環境政策研究所): CNRS(国立科学研究センター)とPierre Mendès大学の共同研究ユニット

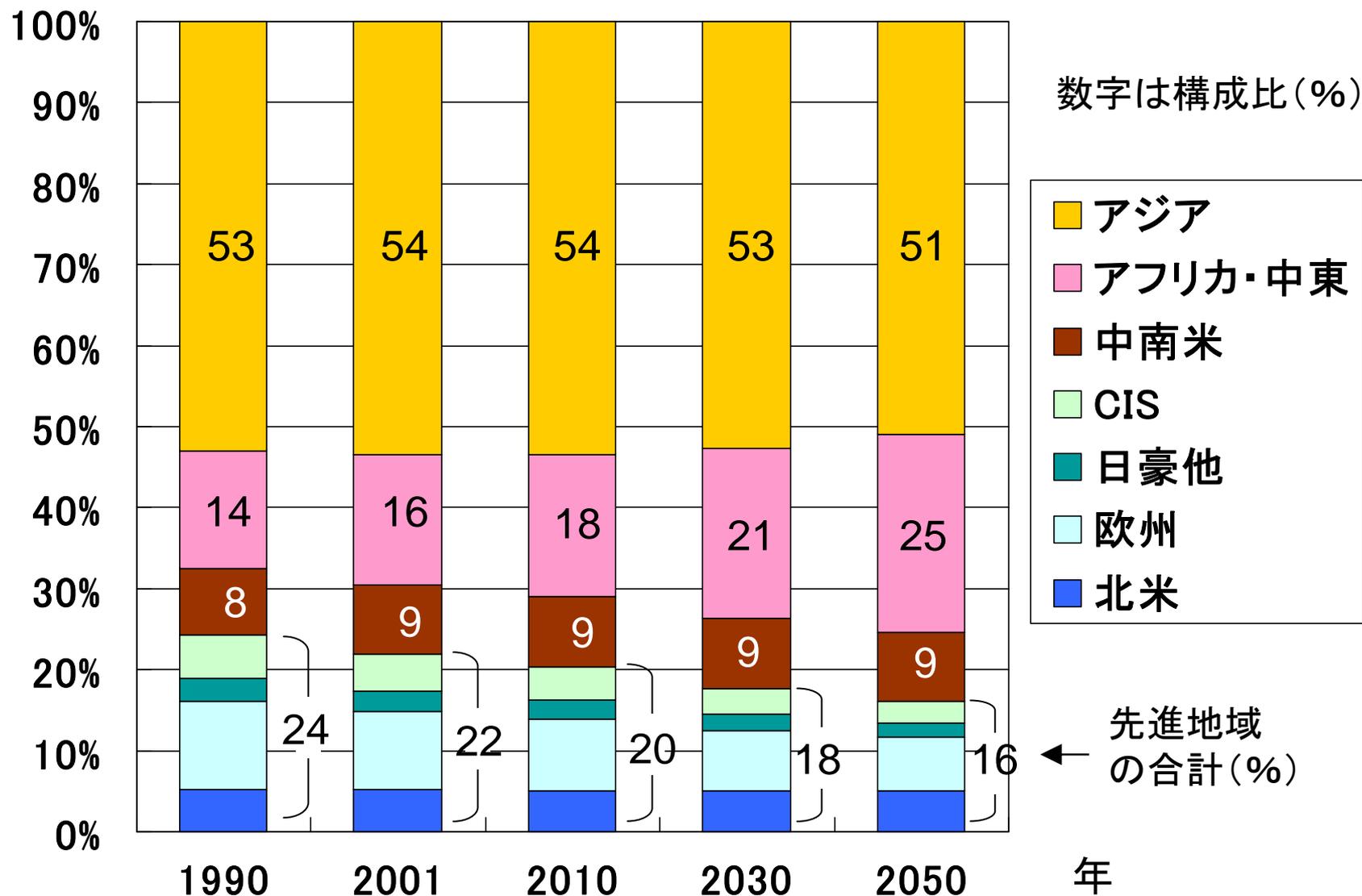
世界エネルギー技術見通し(WETO)2006年版 のアウトライン

- ◆2050年に至る世界のエネルギー需給をPOLESモデルにより解析
- ◆3種類のエネルギーシナリオを作成(人口とGDPの仮定は共通)
 - 基準ケース : 控えめな環境政策と現在の技術革新の動向を延長した場合
 - 炭素制約ケース: 炭素価値が上昇して炭素排出量が大幅に抑制される場合(炭素価値 \div 炭素の限界削減コスト)
 - 水素ケース : 炭素制約ケースと同様の条件下で水素技術の革新が進展した場合
- ◆上記シナリオの分析を通じて以下の諸点を検討
 - 世界の地域別エネルギー消費量の長期動向
 - エネルギー源構成の変化とエネルギー価格
 - 二酸化炭素排出量の推移とそのインプリケーション
 - 特に欧州におけるエネルギー需給の動向

1. シナリオ作成の前提条件

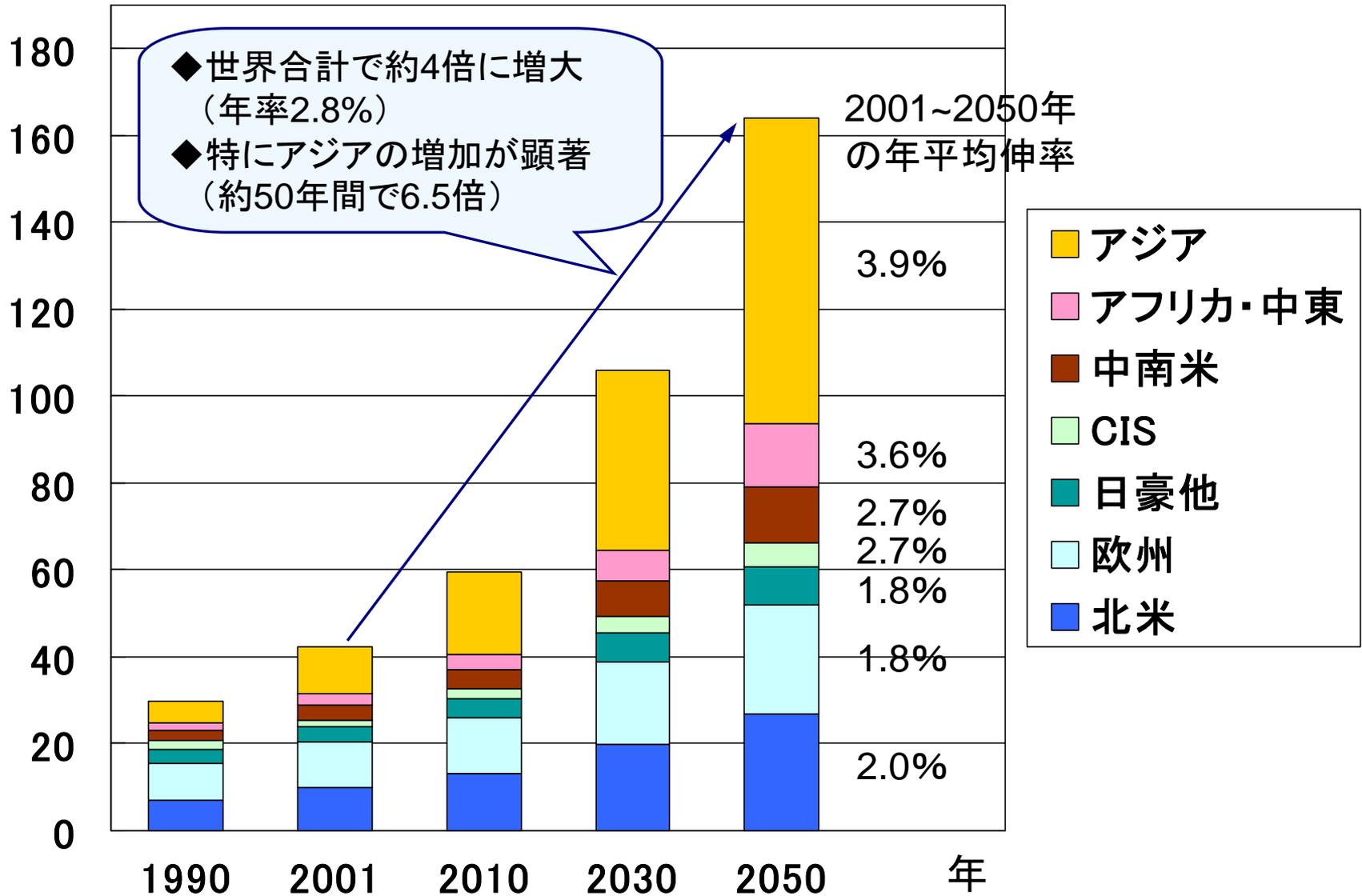


世界人口の地域別構成の推移

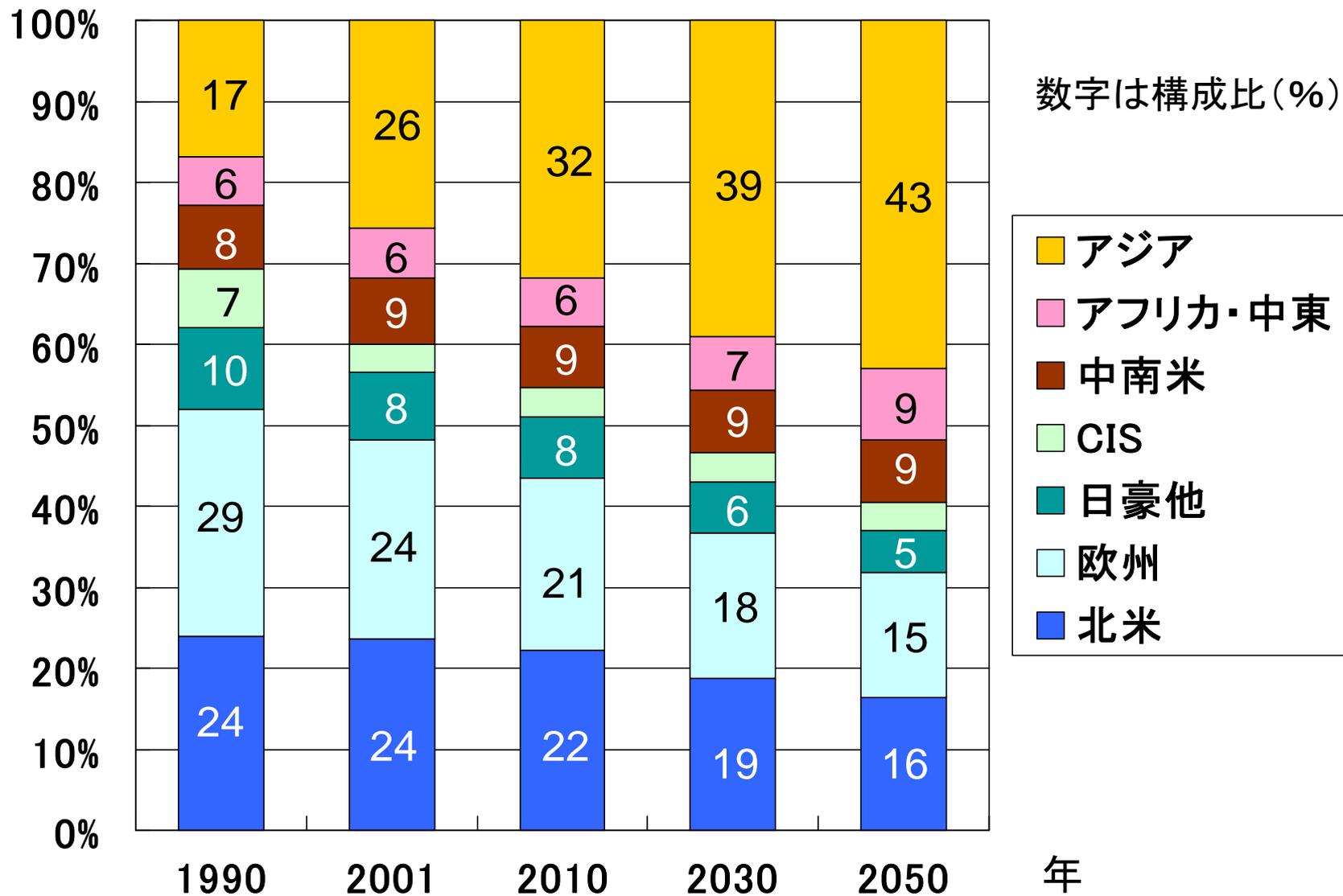


世界の地域別GDP

兆 \$ (1995)

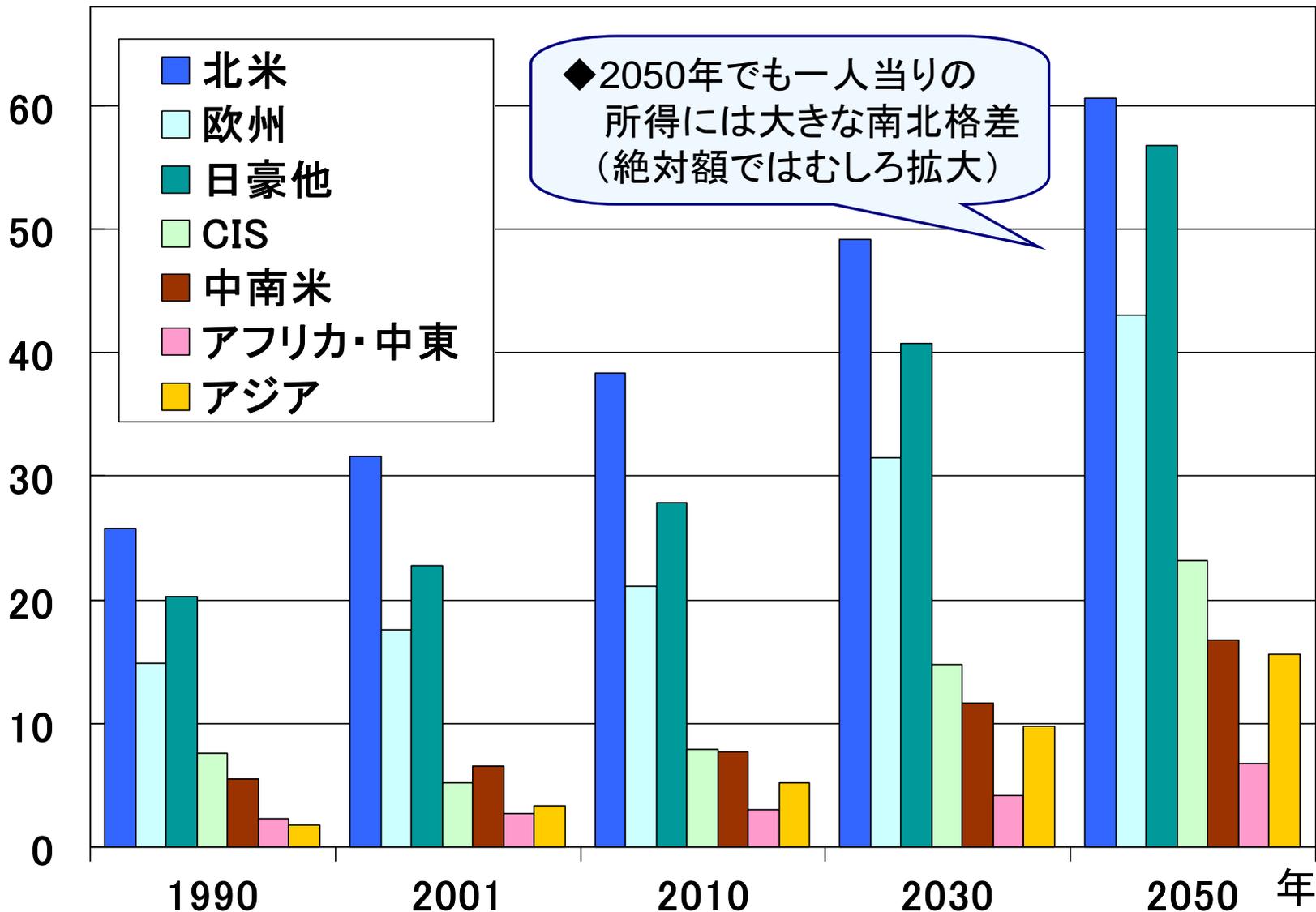


世界GDPの地域別構成の推移

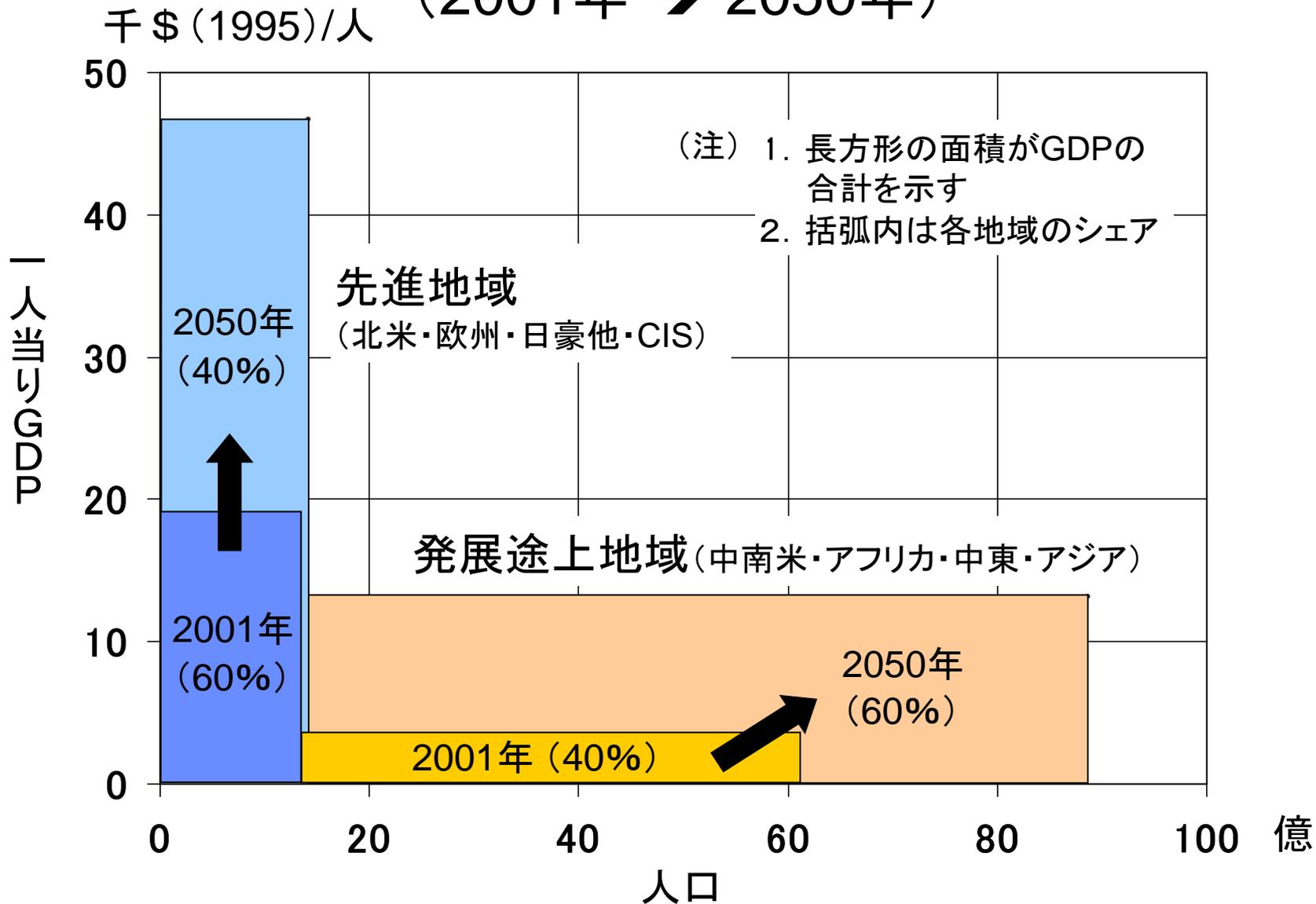


地域別の一人当たりGDP

千\$ (1995)/人



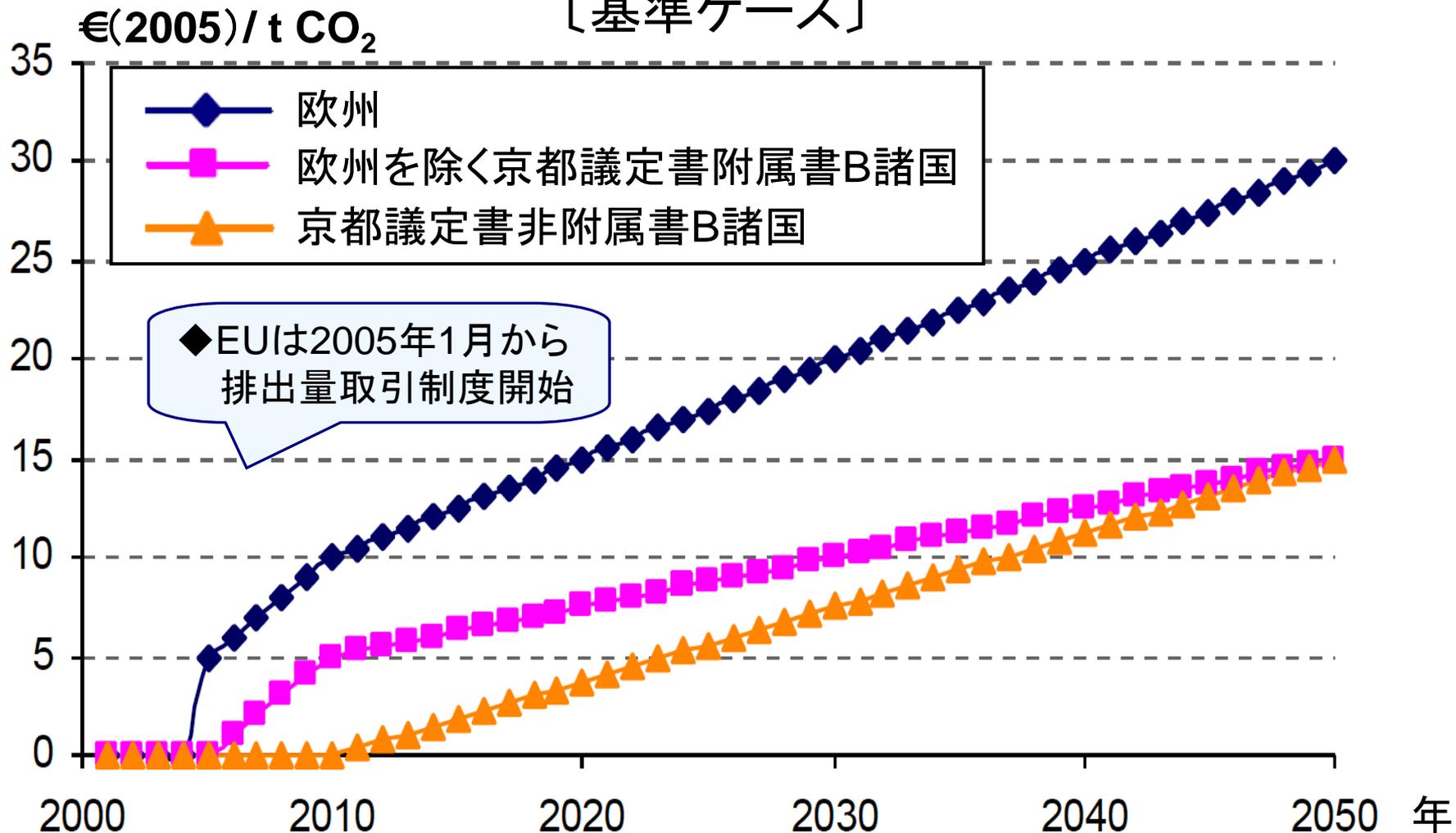
地域別の人口とGDPの推移 (2001年 → 2050年)



2. 基準ケースのエネルギー需給

炭素価値の将来的推移

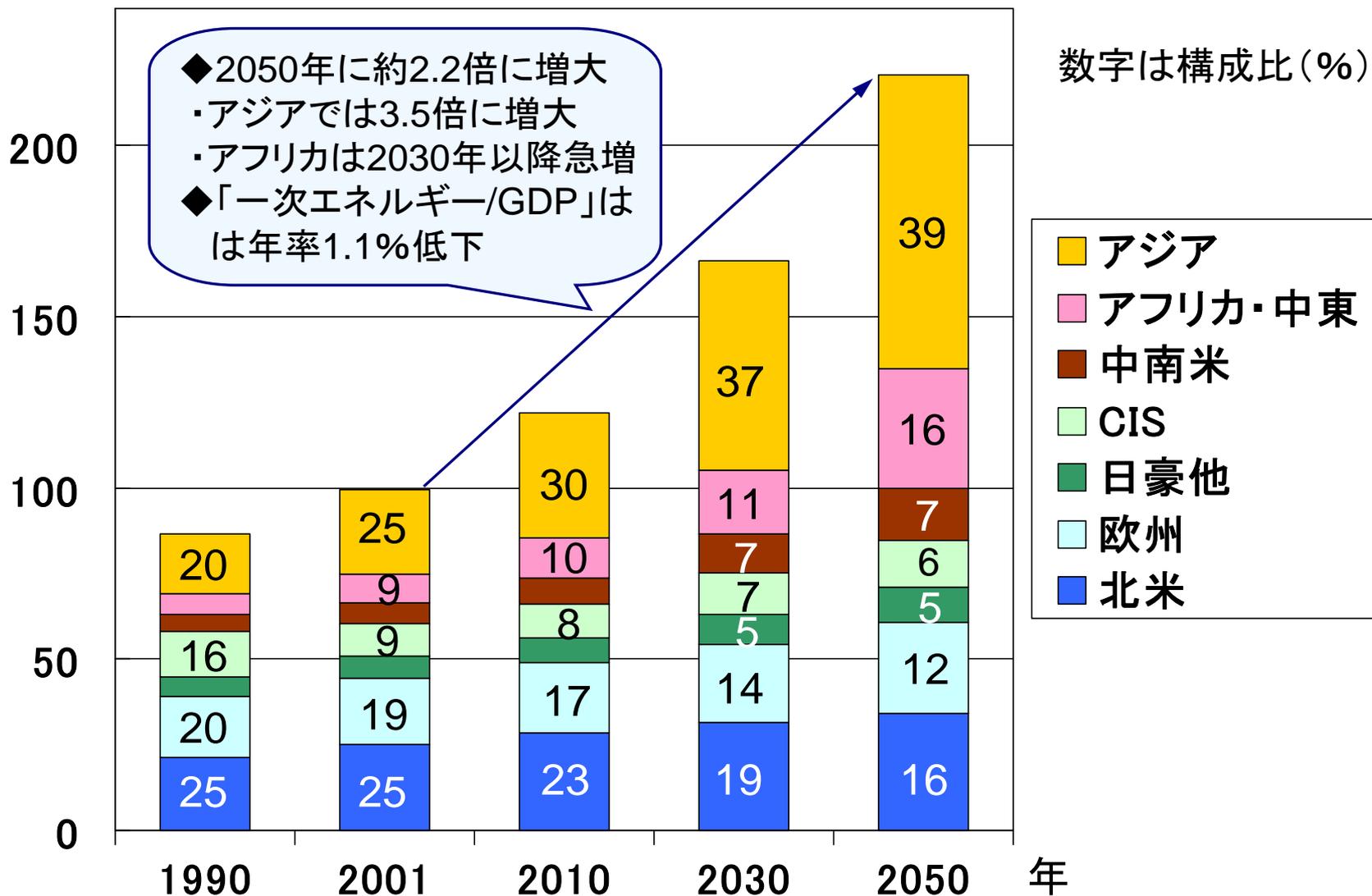
〔基準ケース〕



世界の地域別一次エネルギー消費量

億トン(石油換算)

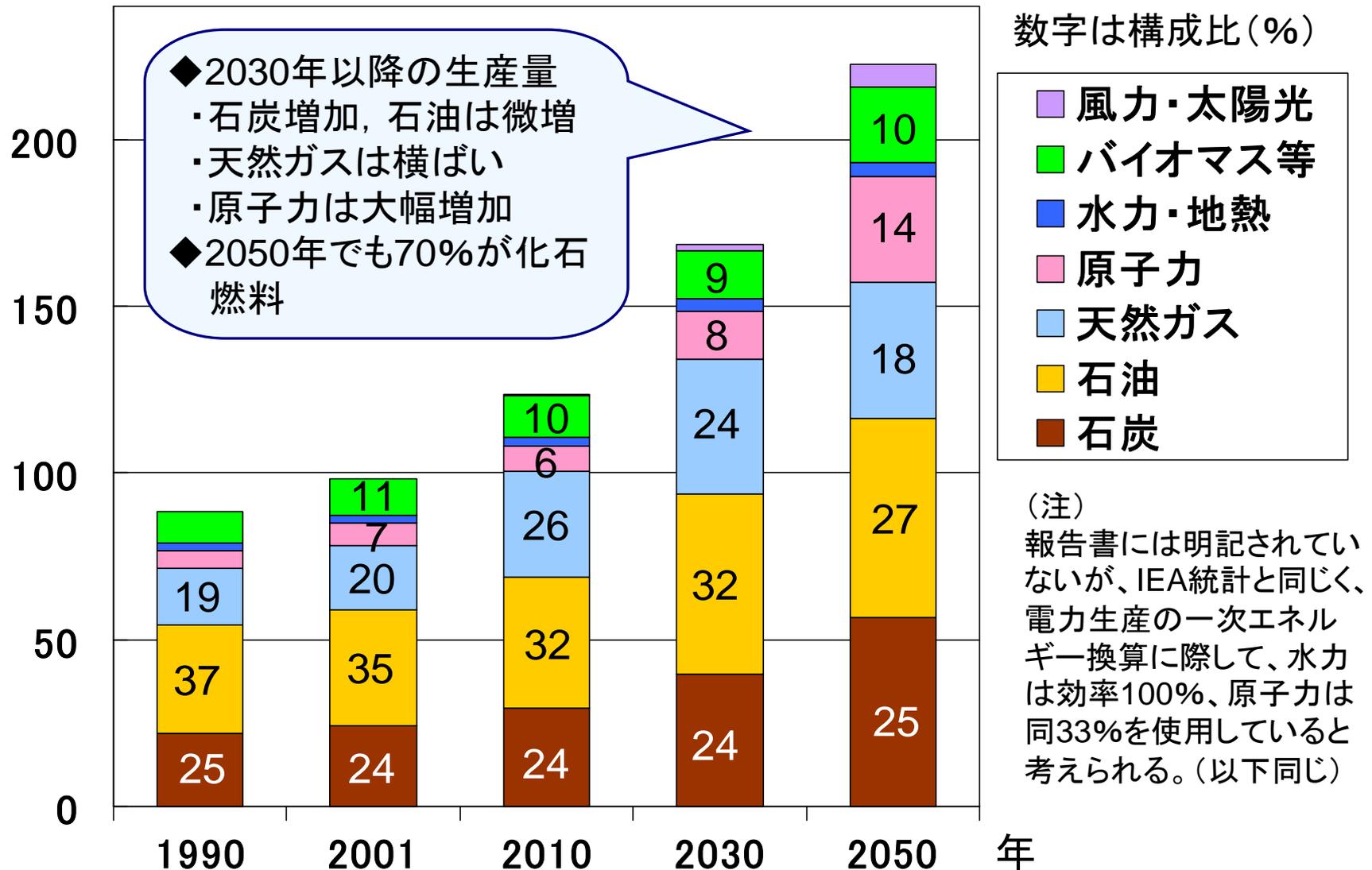
〔基準ケース〕



世界の一次エネルギー生産量

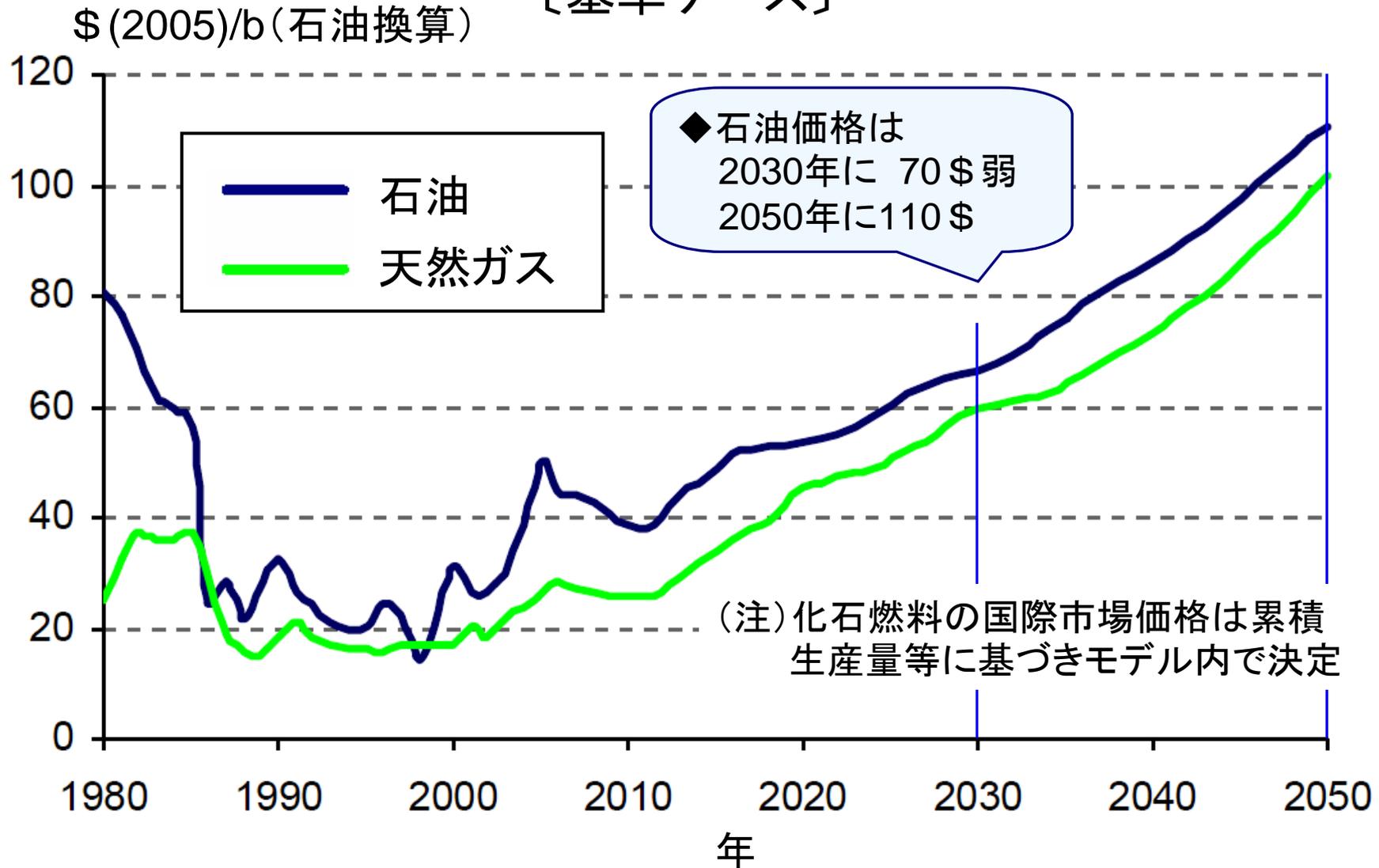
億トン(石油換算)

〔基準ケース〕



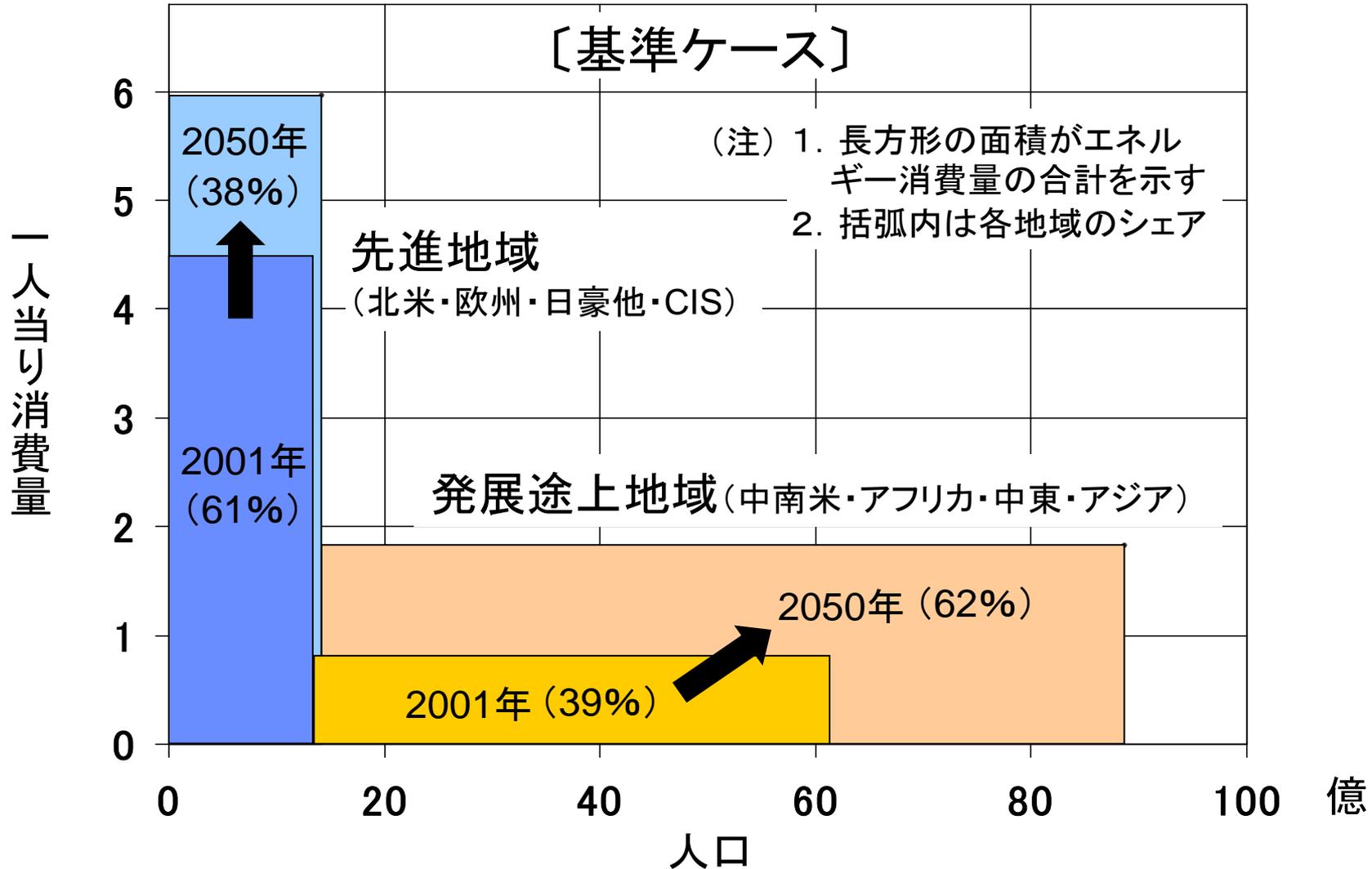
石油と天然ガスの価格

〔基準ケース〕



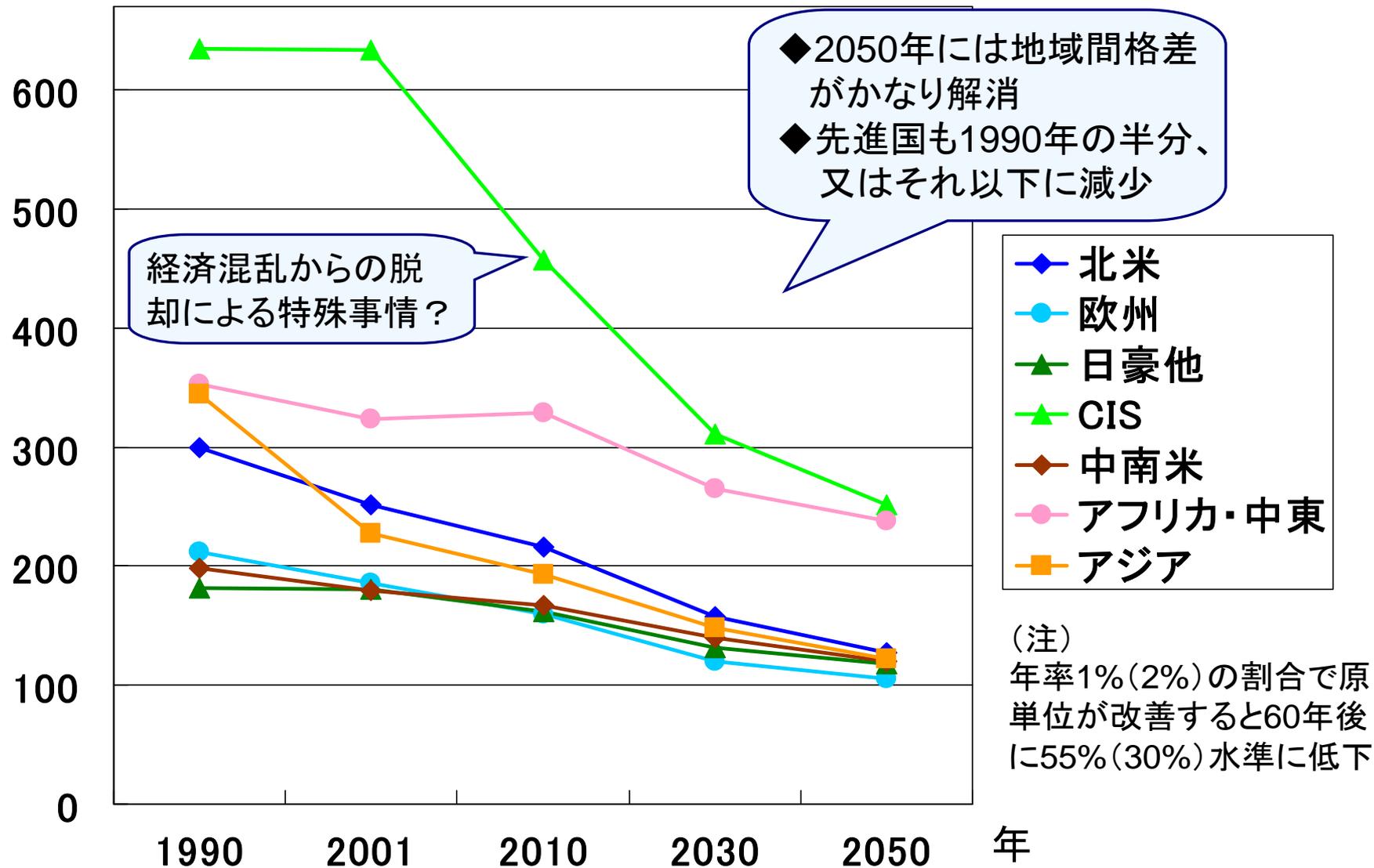
地域別の人口とエネルギー消費量の推移 (2001年 → 2050年)

トン(石油換算)/人



GDP当りエネルギー消費量

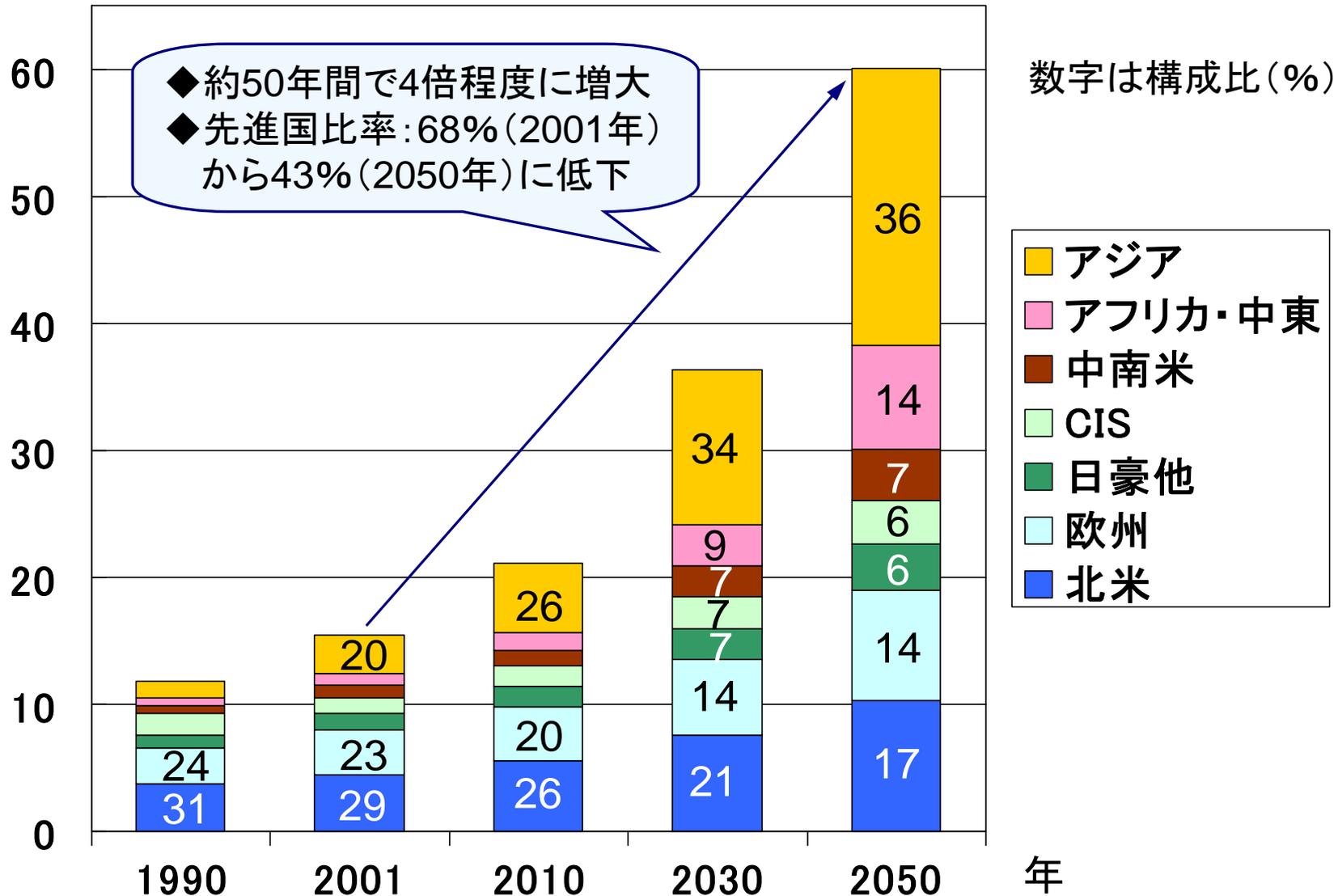
トン(石油換算)/百万\$ [基準ケース]



世界の発電電力量(地域別)

[基準ケース]

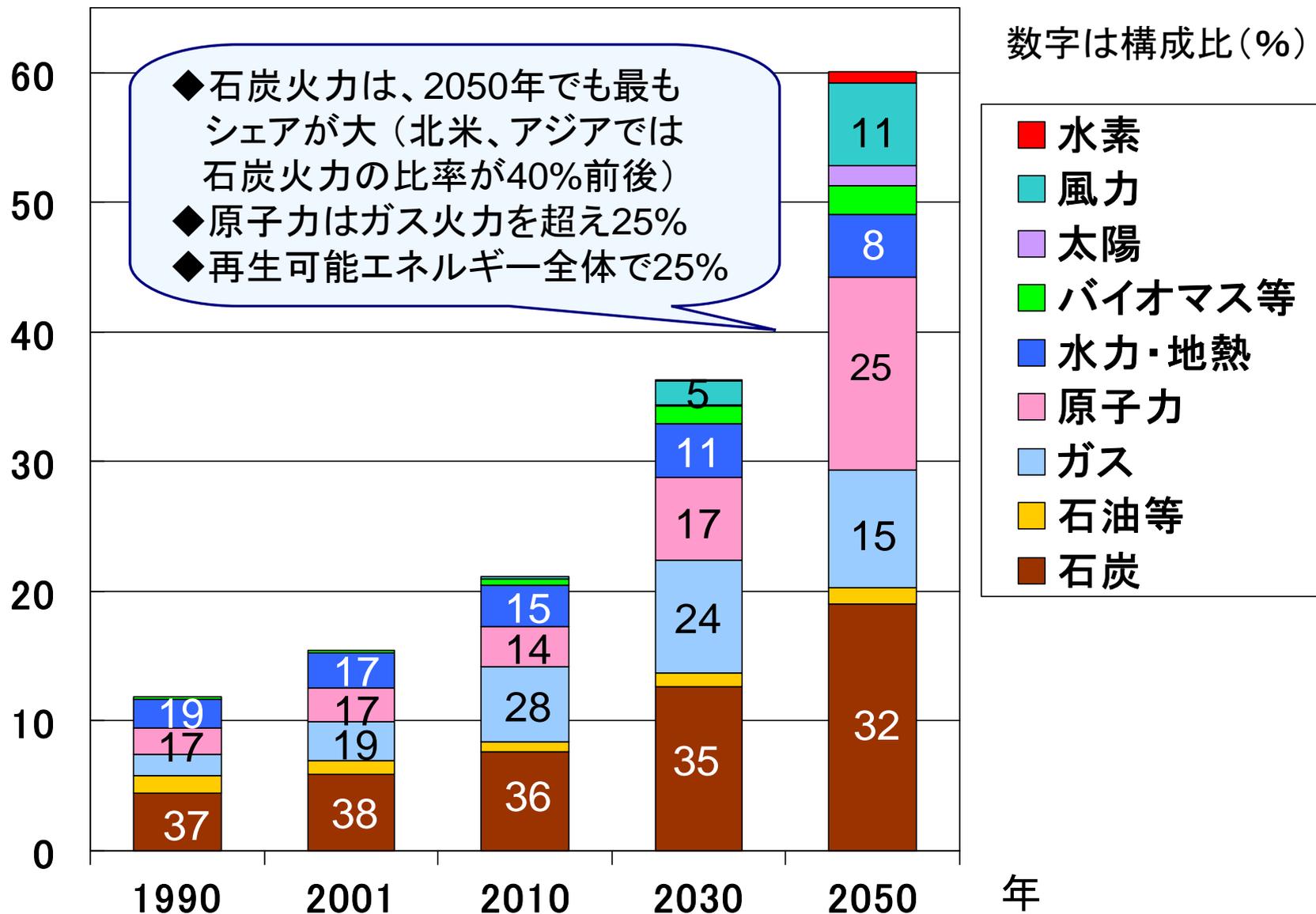
兆kWh



世界の発電電力量(電源別)

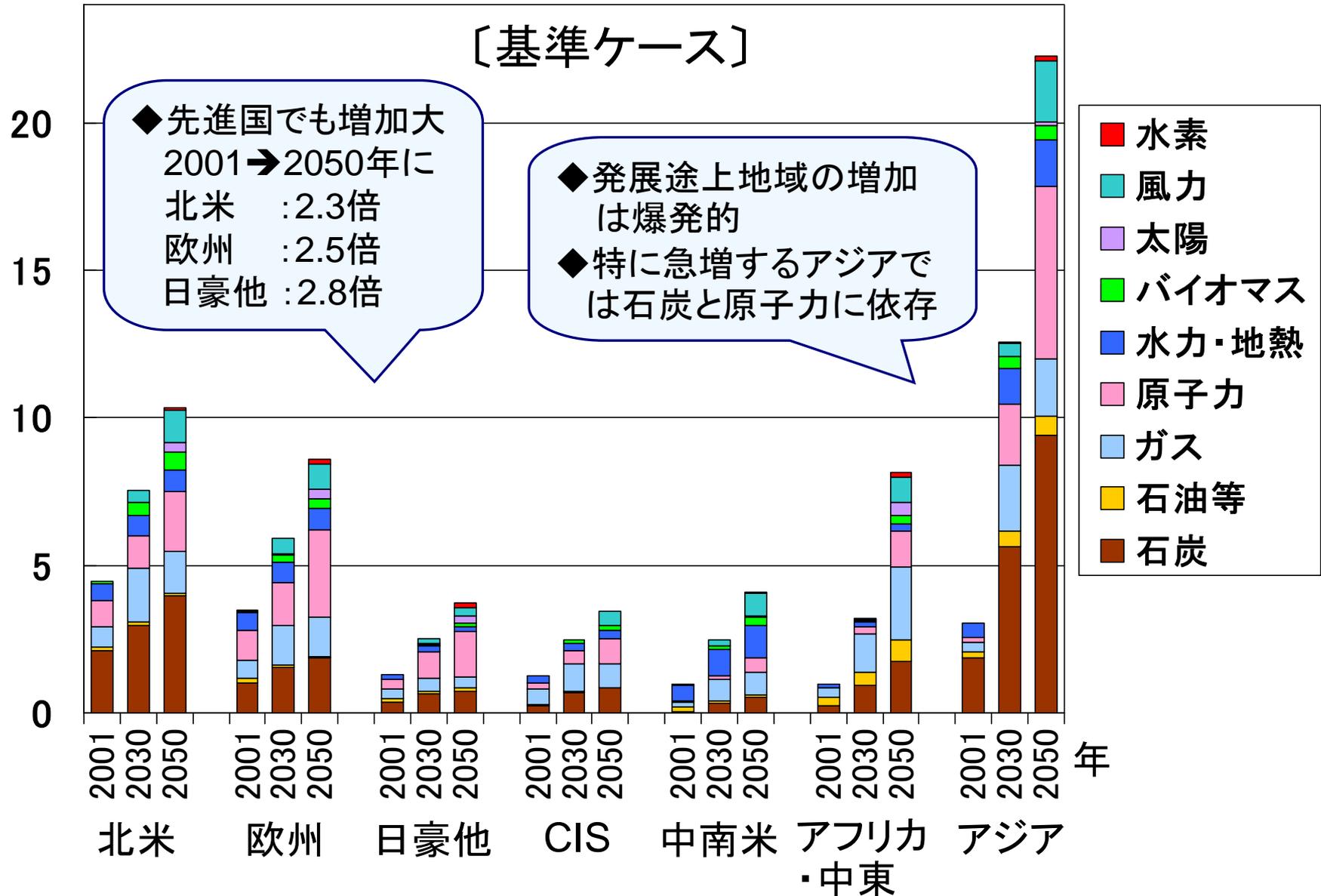
[基準ケース]

兆kWh



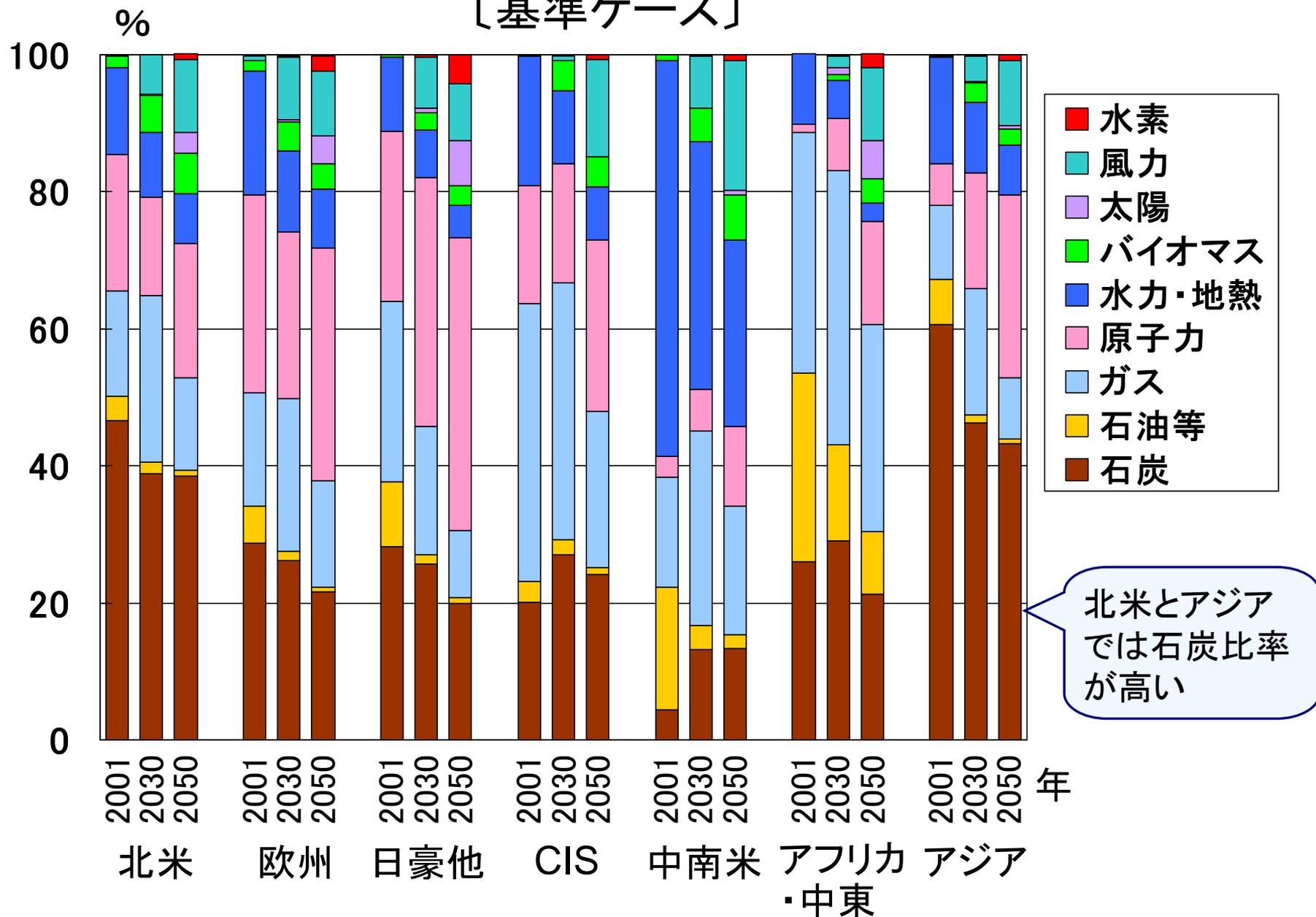
各地域の発電量と電源構成の推移

兆kWh



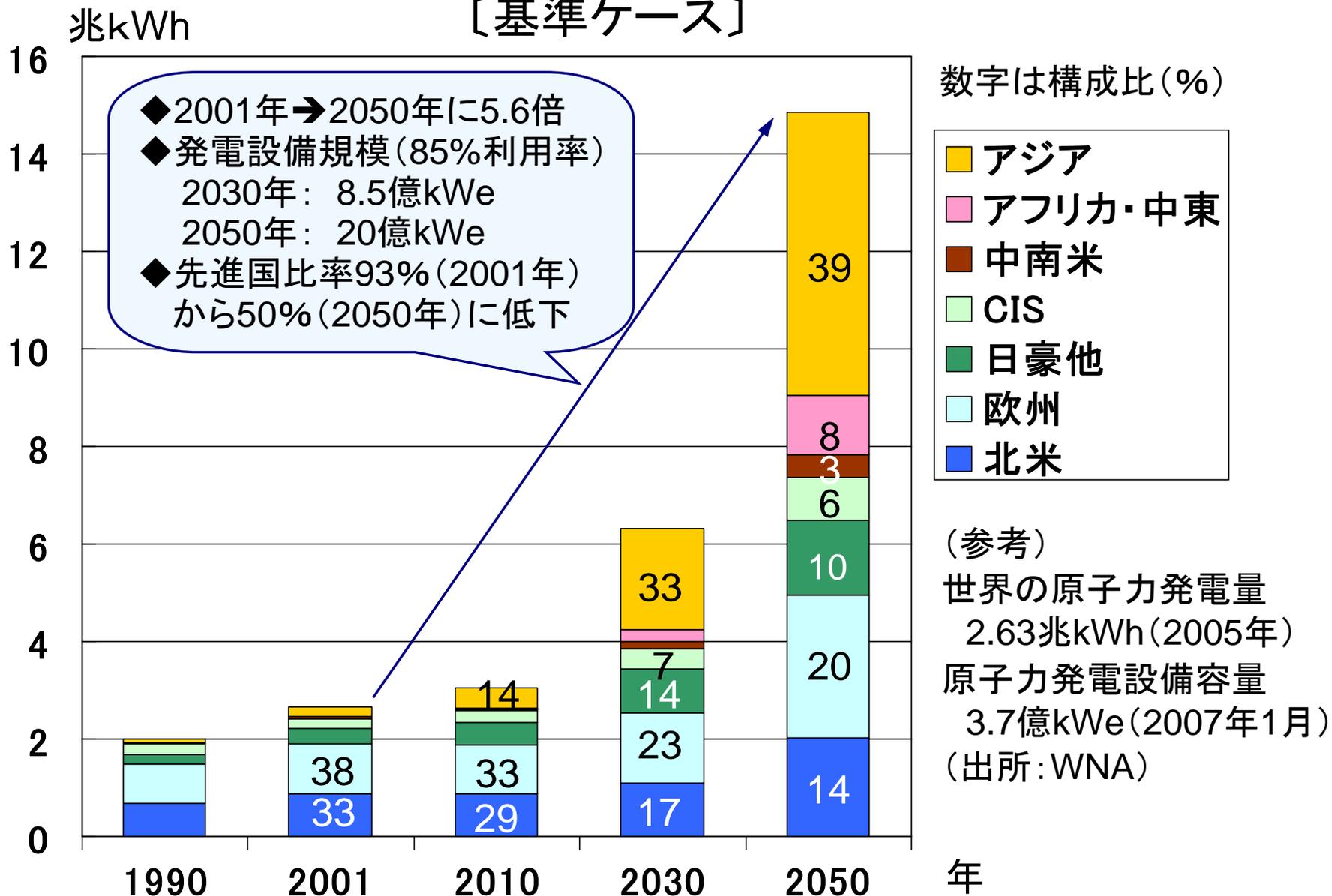
各地域の電源構成の推移

〔基準ケース〕



原子力発電電力量

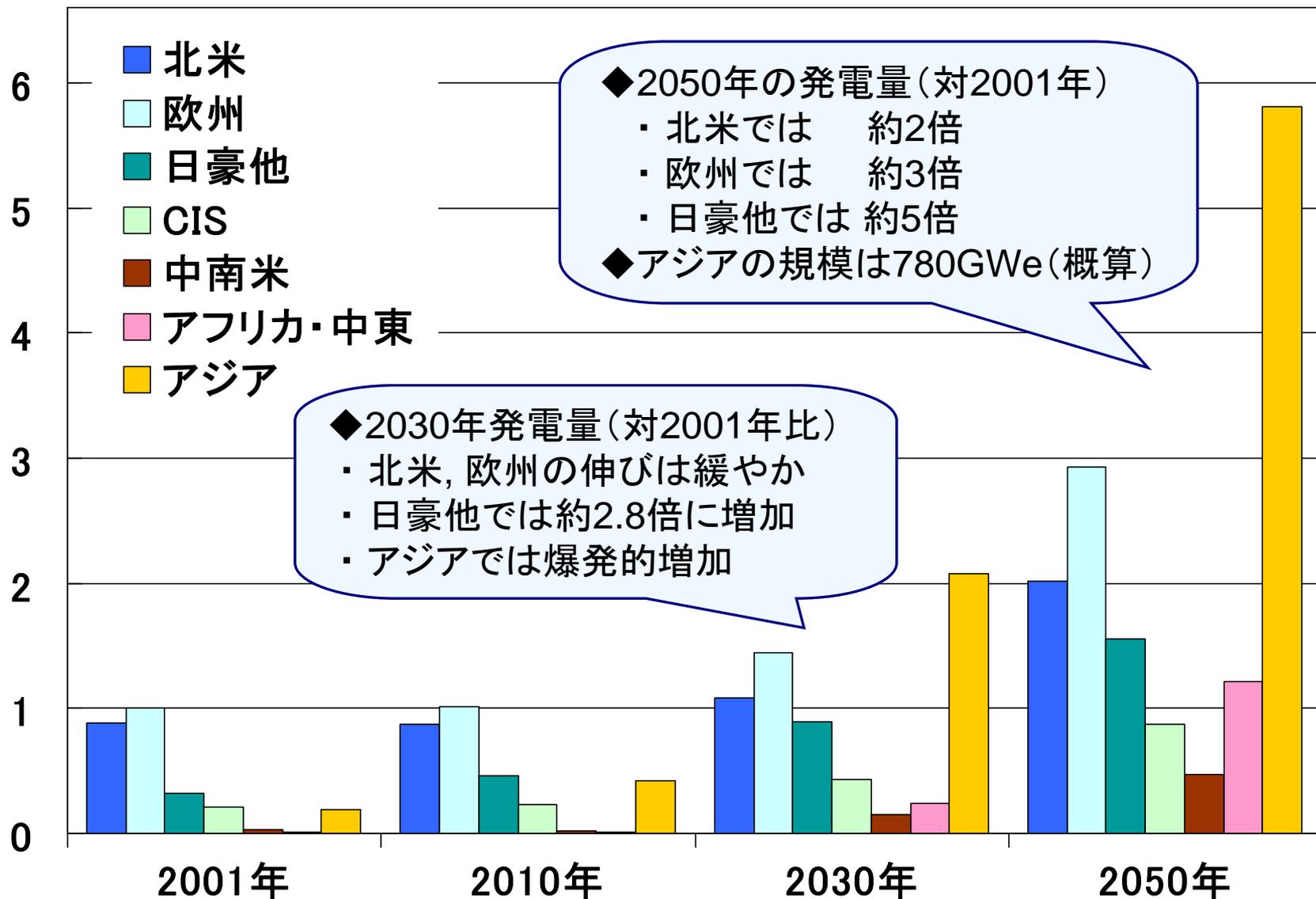
〔基準ケース〕



地域別の原子力発電電力量

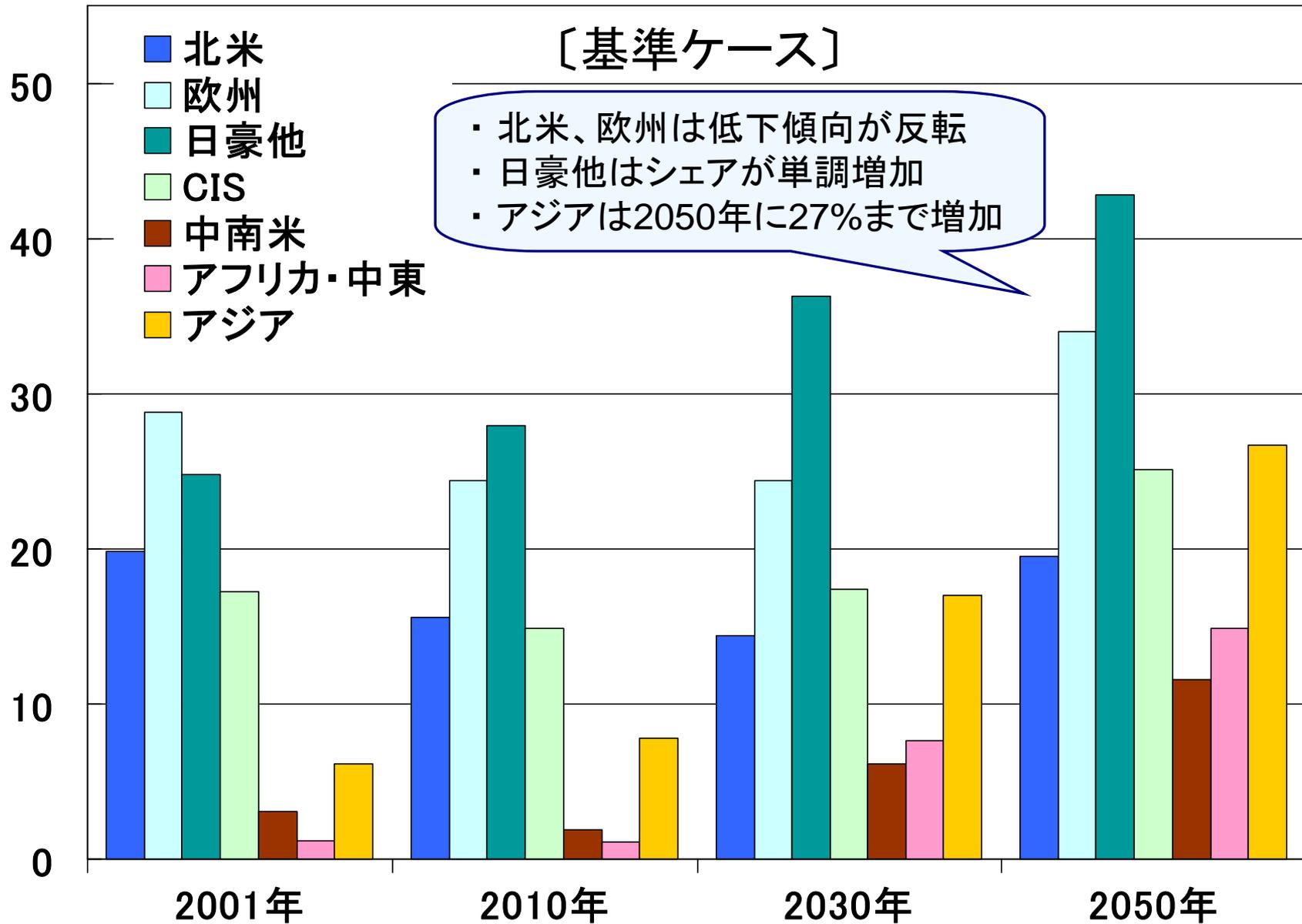
兆kWh

〔基準ケース〕

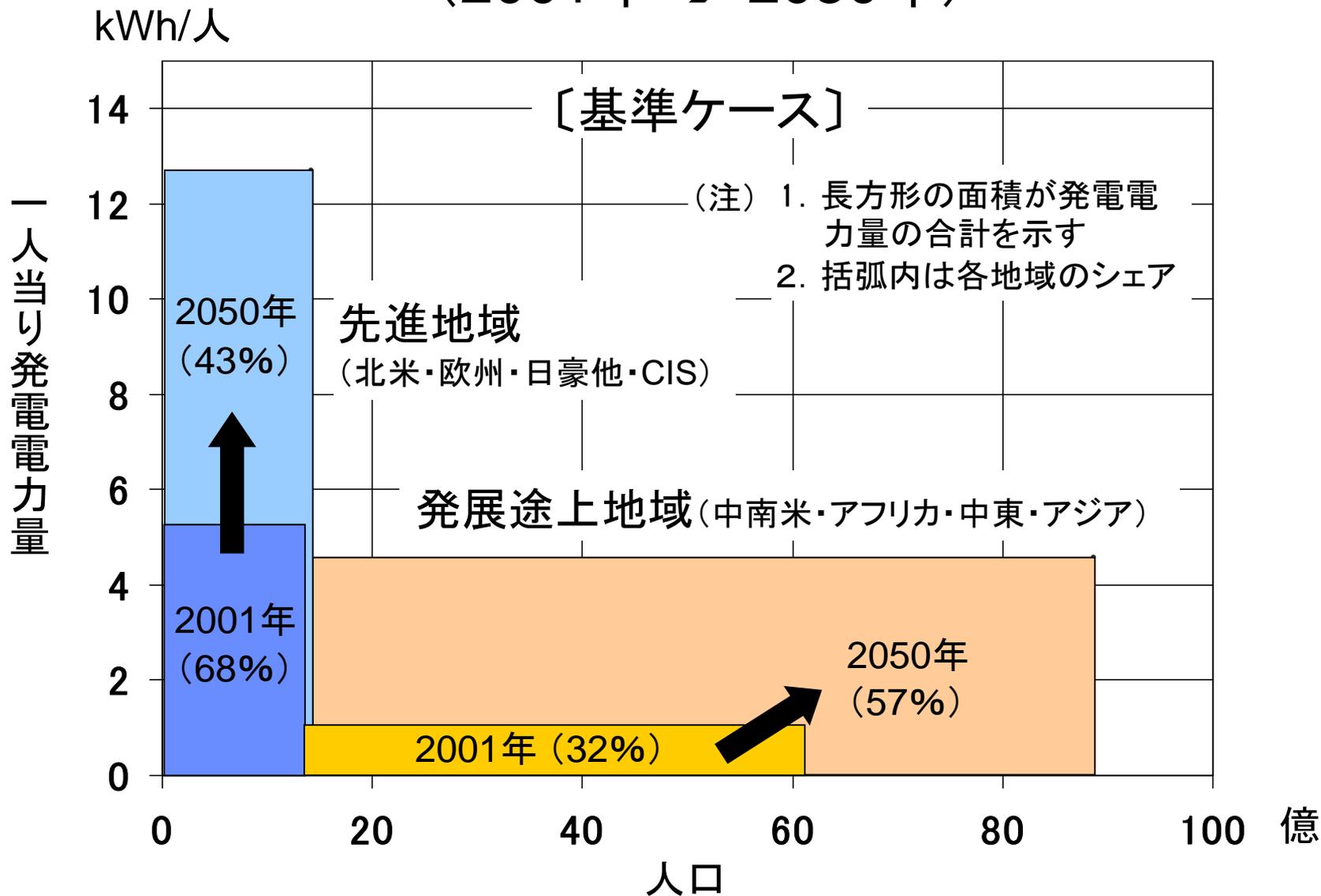


総発電量に占める原子力のシェア

%



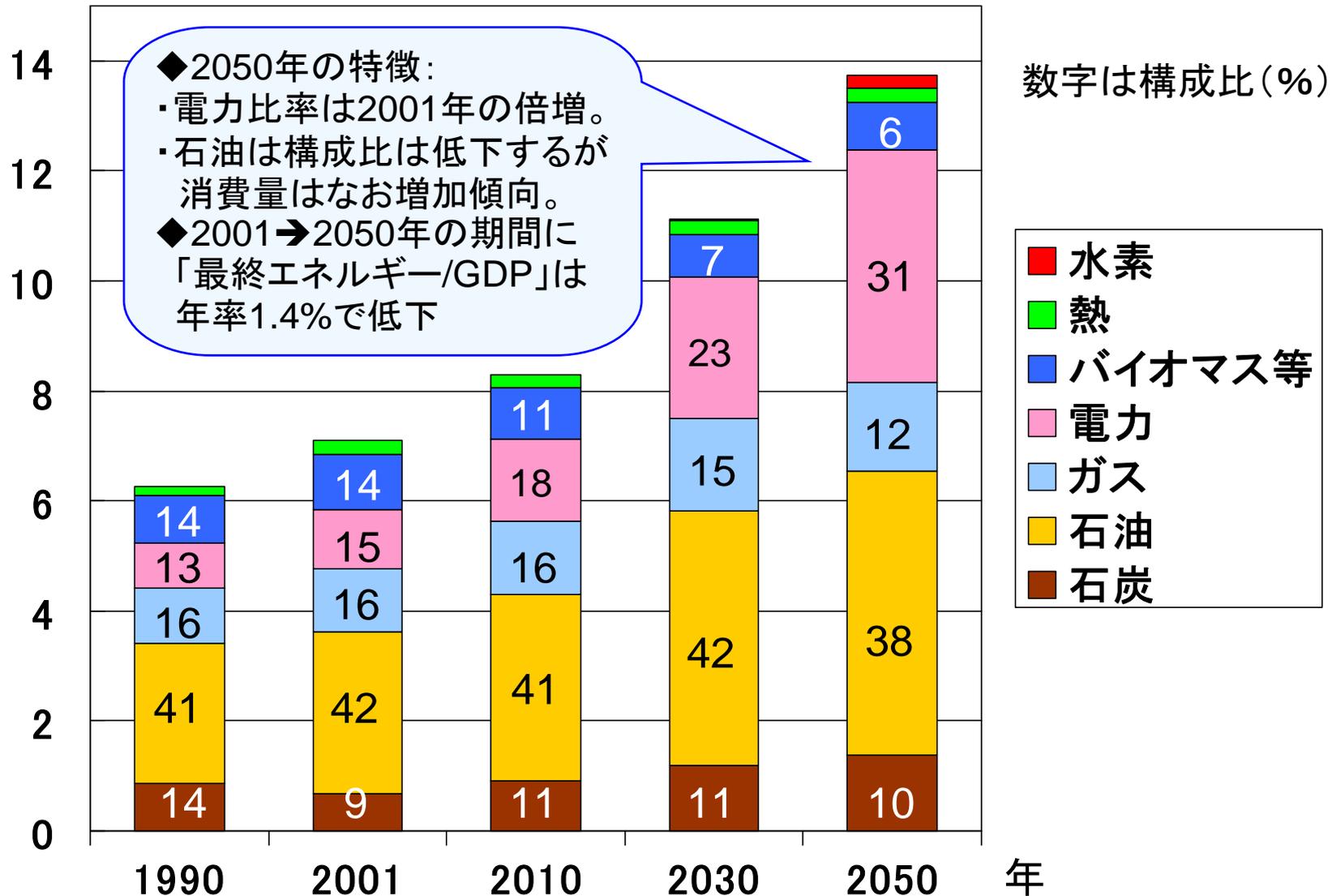
地域別の人口と発電電力量の推移 (2001年 → 2050年)



世界の最終エネルギー消費量

億トン(石油換算)

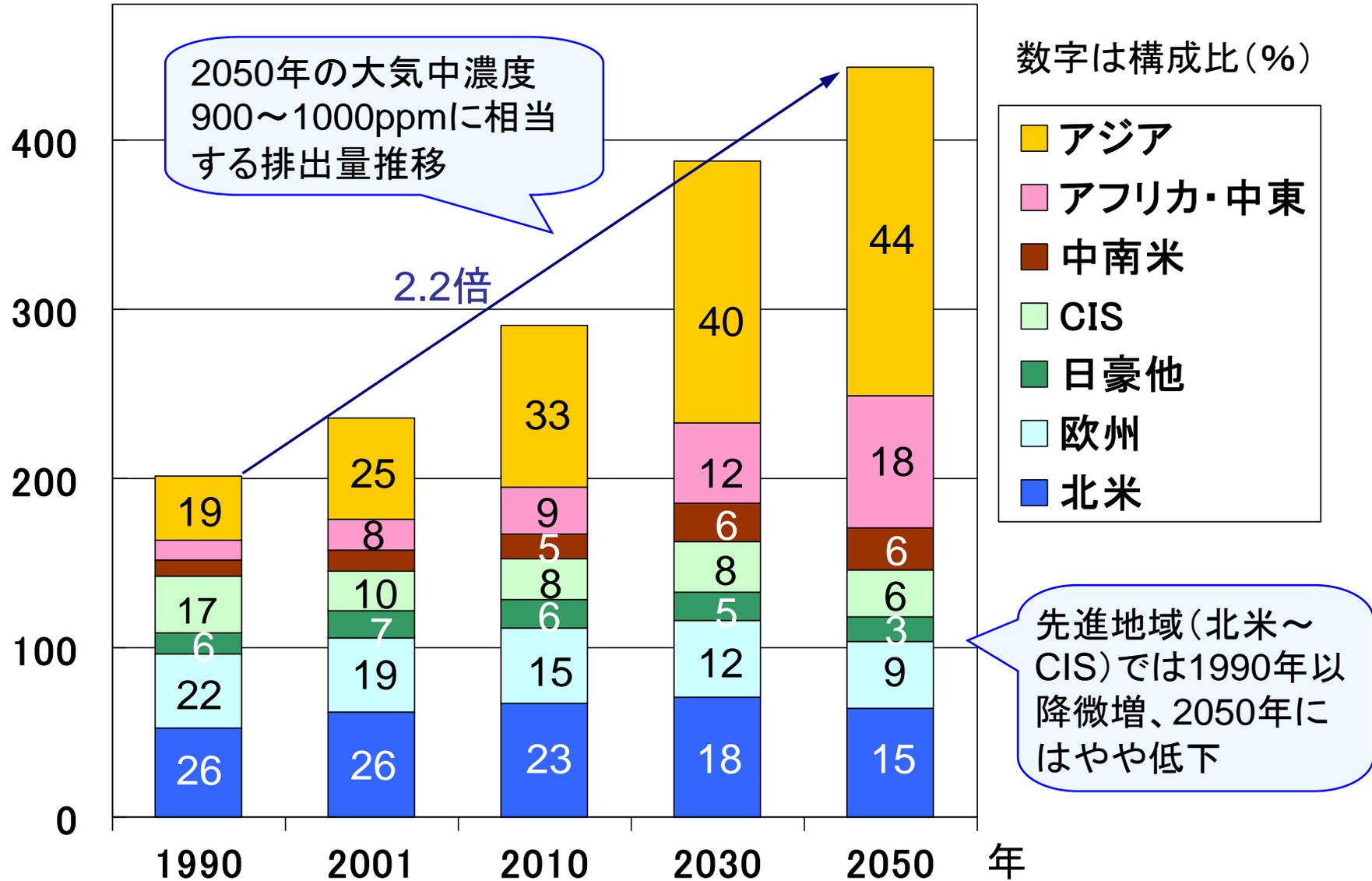
〔基準ケース〕



世界の地域別CO₂排出量

〔基準ケース〕

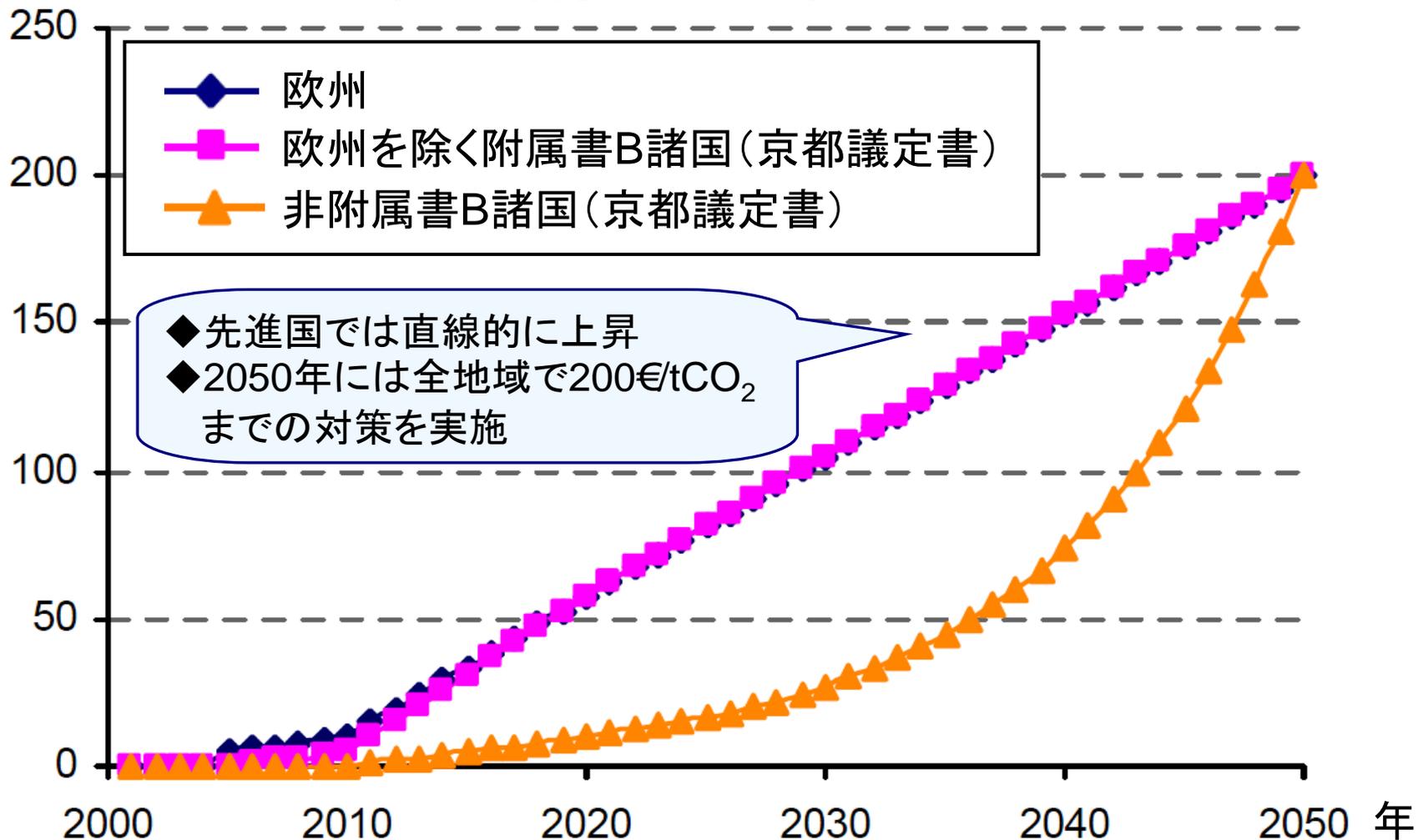
億トンCO₂



3. 炭素制約・水素促進の影響

炭素価値の将来的推移(前提条件)

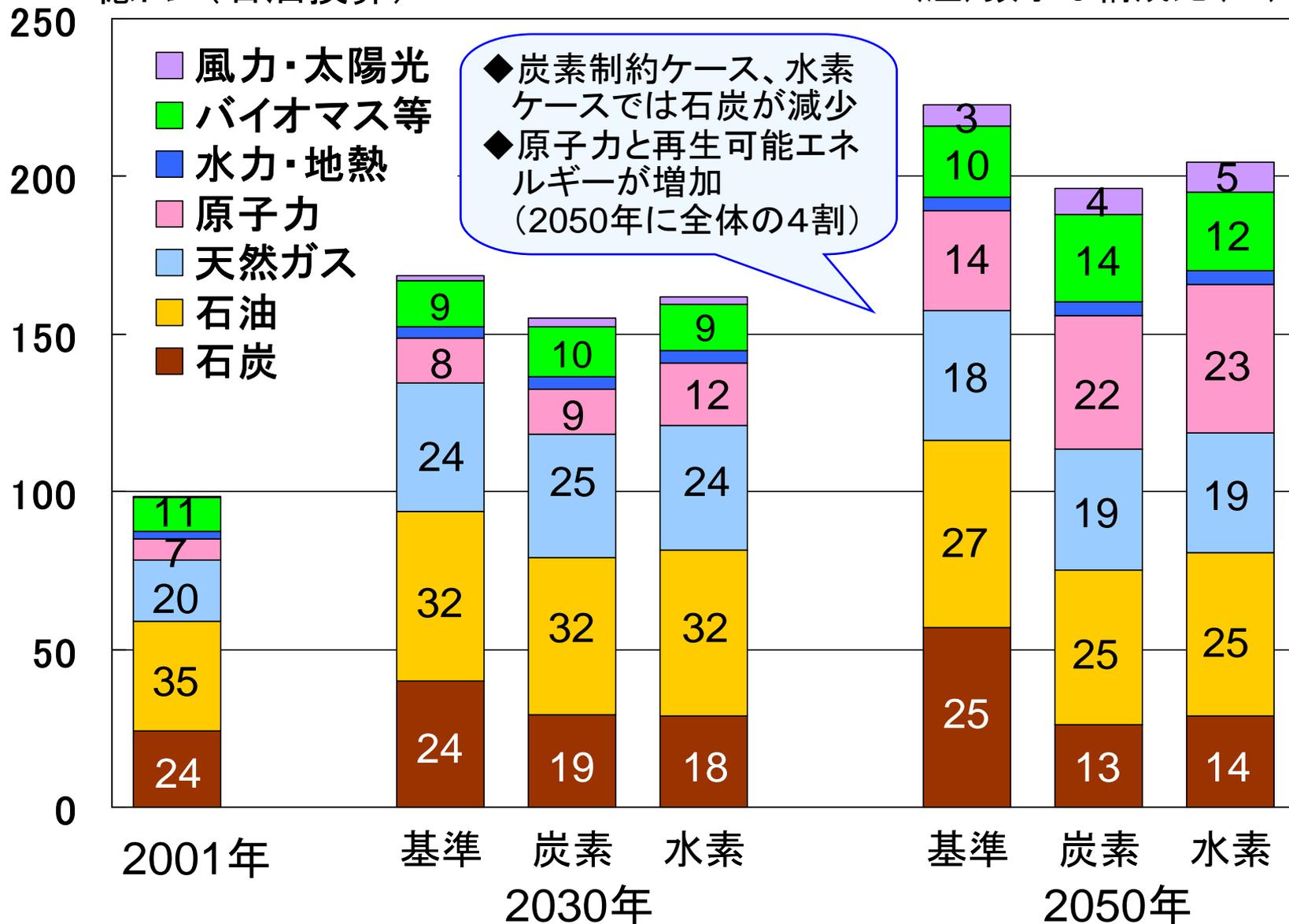
€(2005)/t CO₂ 〔炭素制約ケースと水素ケース〕



世界の一次エネルギー生産量

億トン(石油換算)

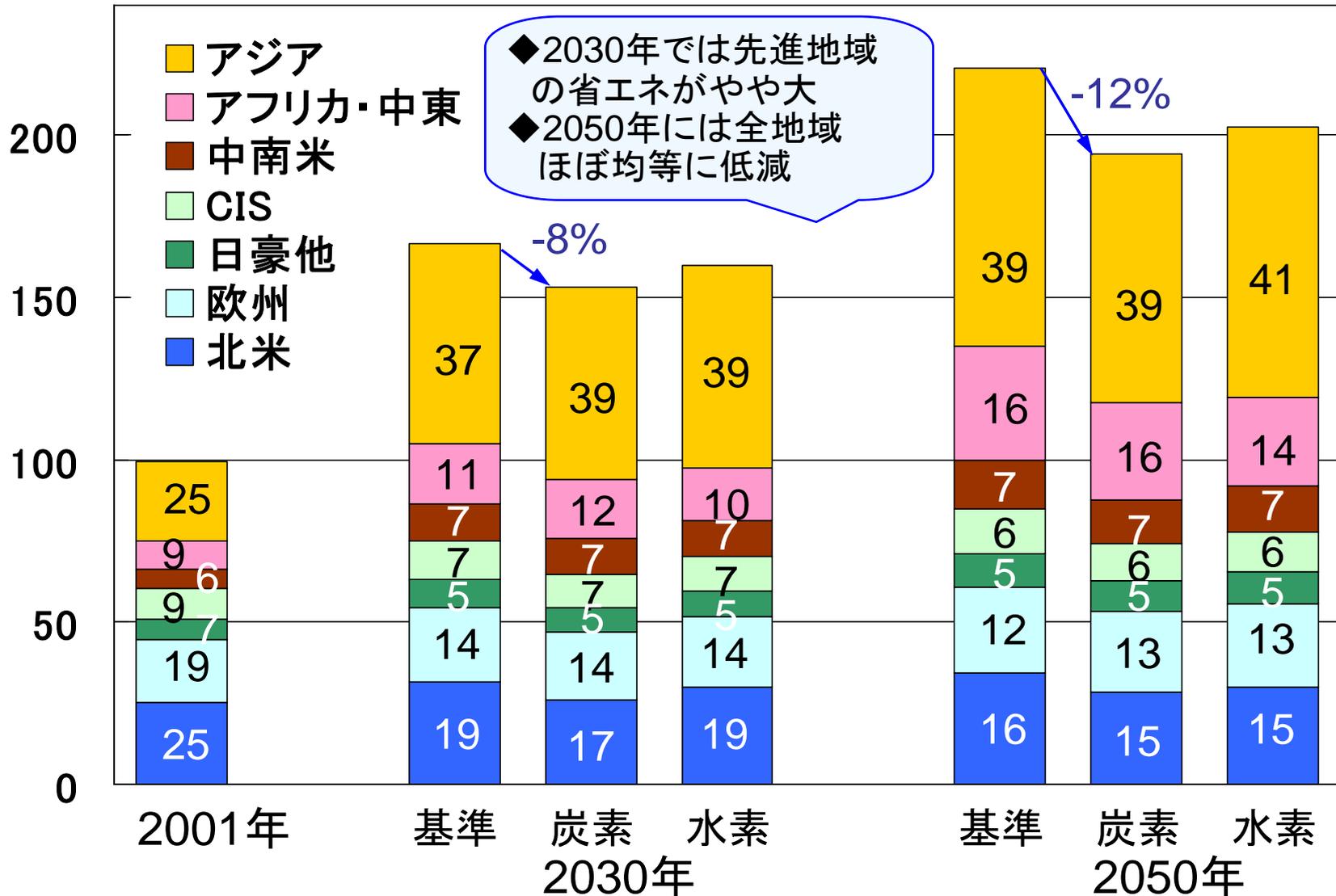
(注) 数字は構成比(%)



世界の地域別一次エネルギー消費量

億トン(石油換算)

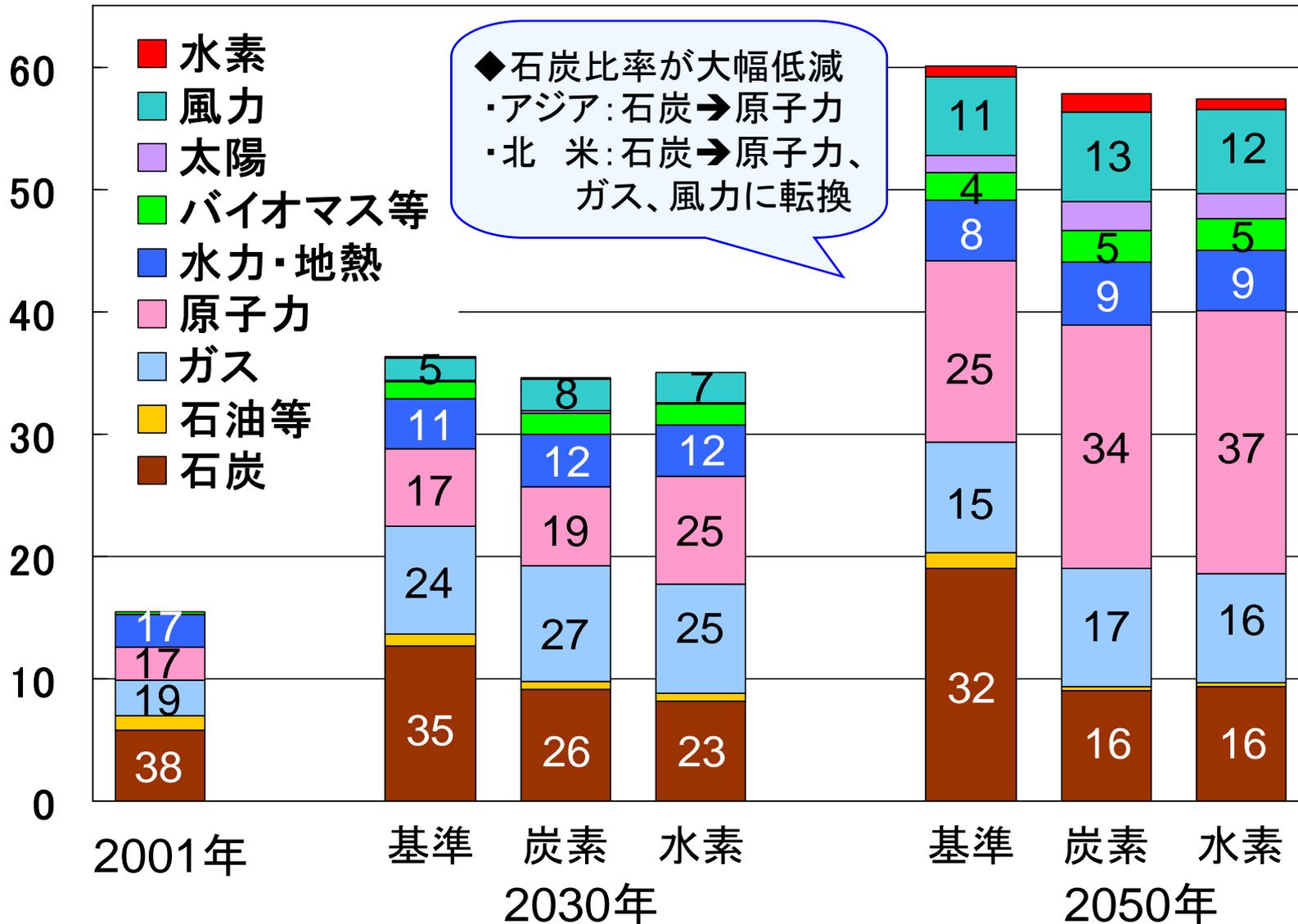
(注) 数字は構成比(%)



世界の発電電力量

兆kWh

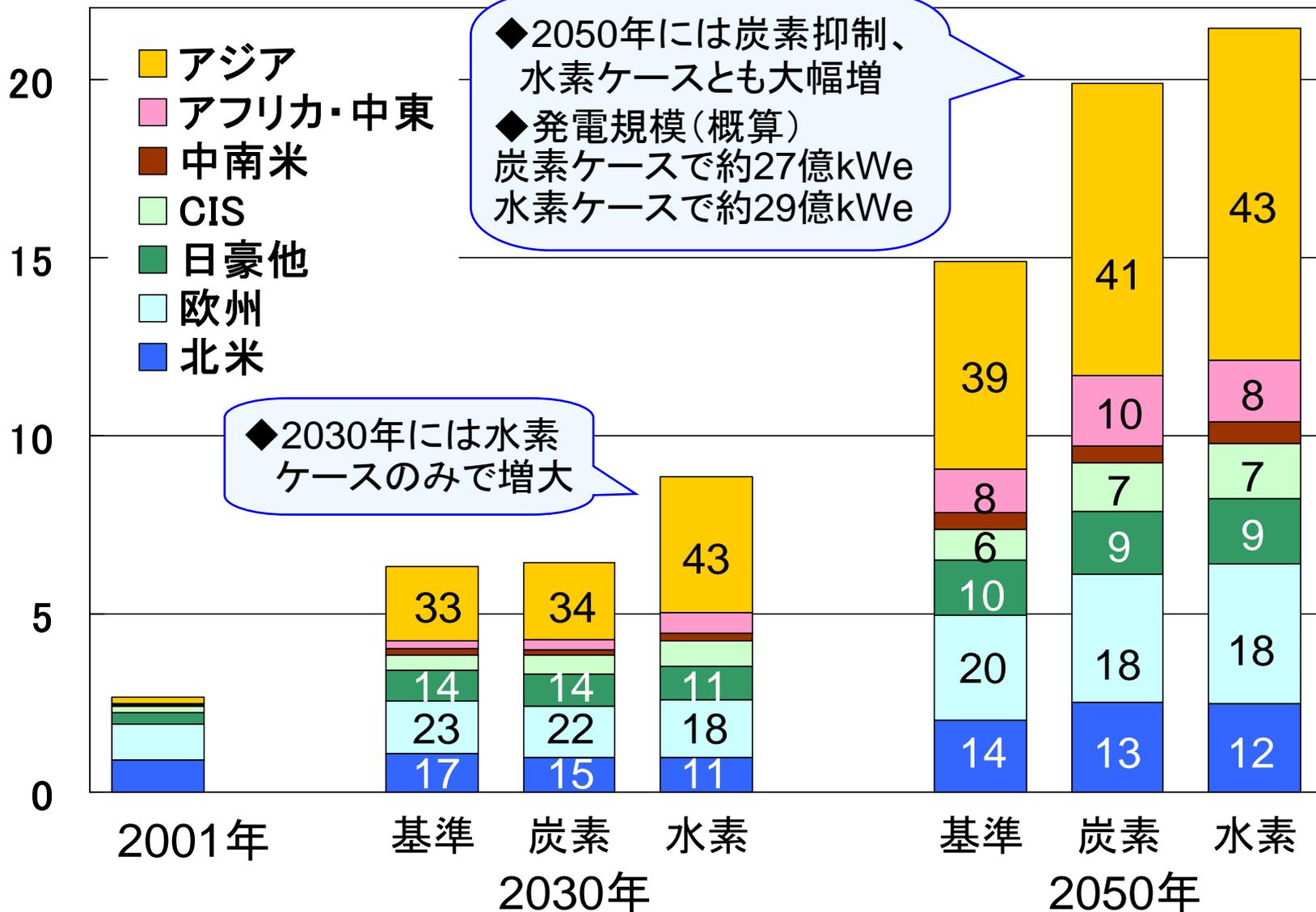
(注) 数字は構成比(%)



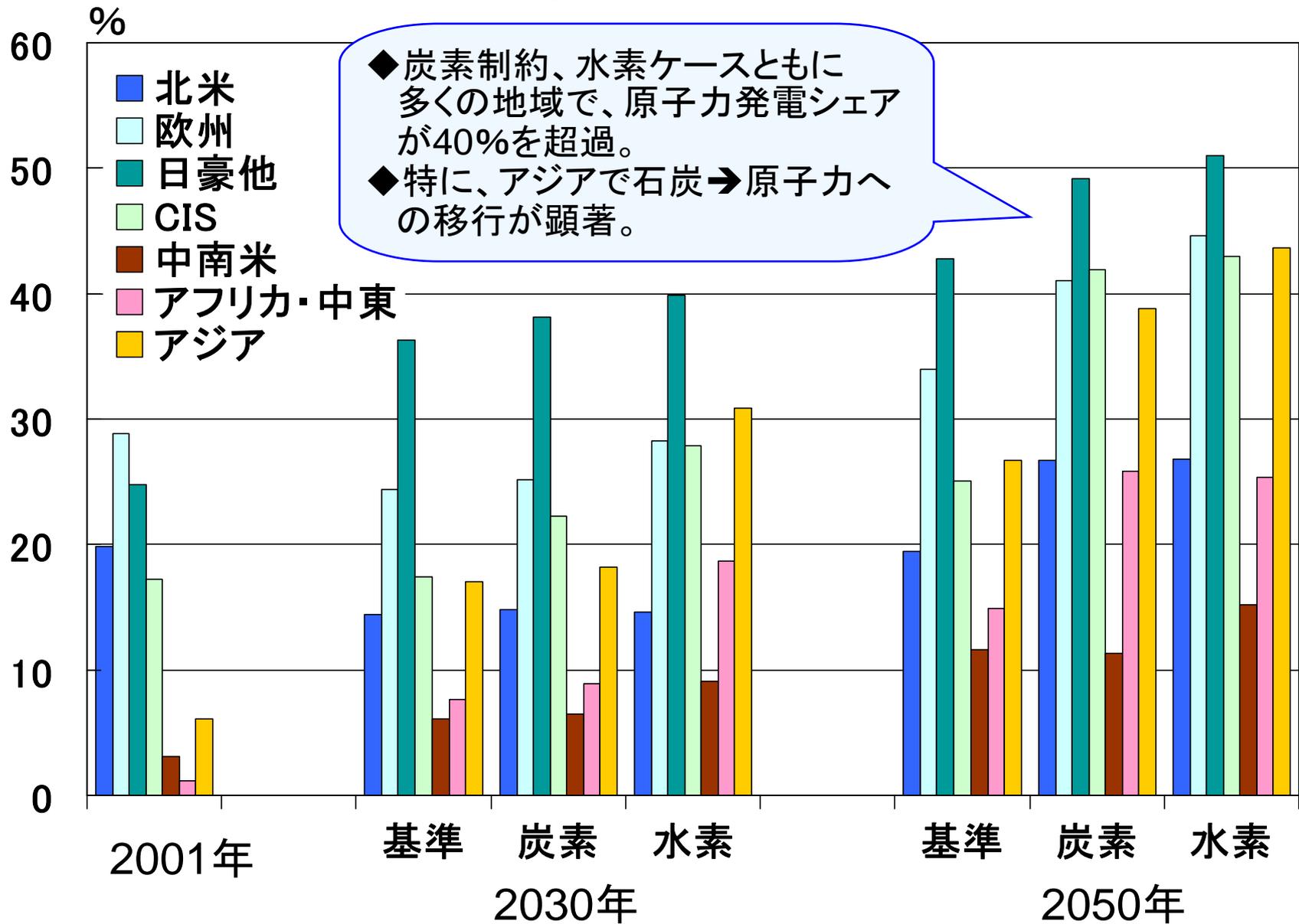
原子力発電電力量

兆kWh

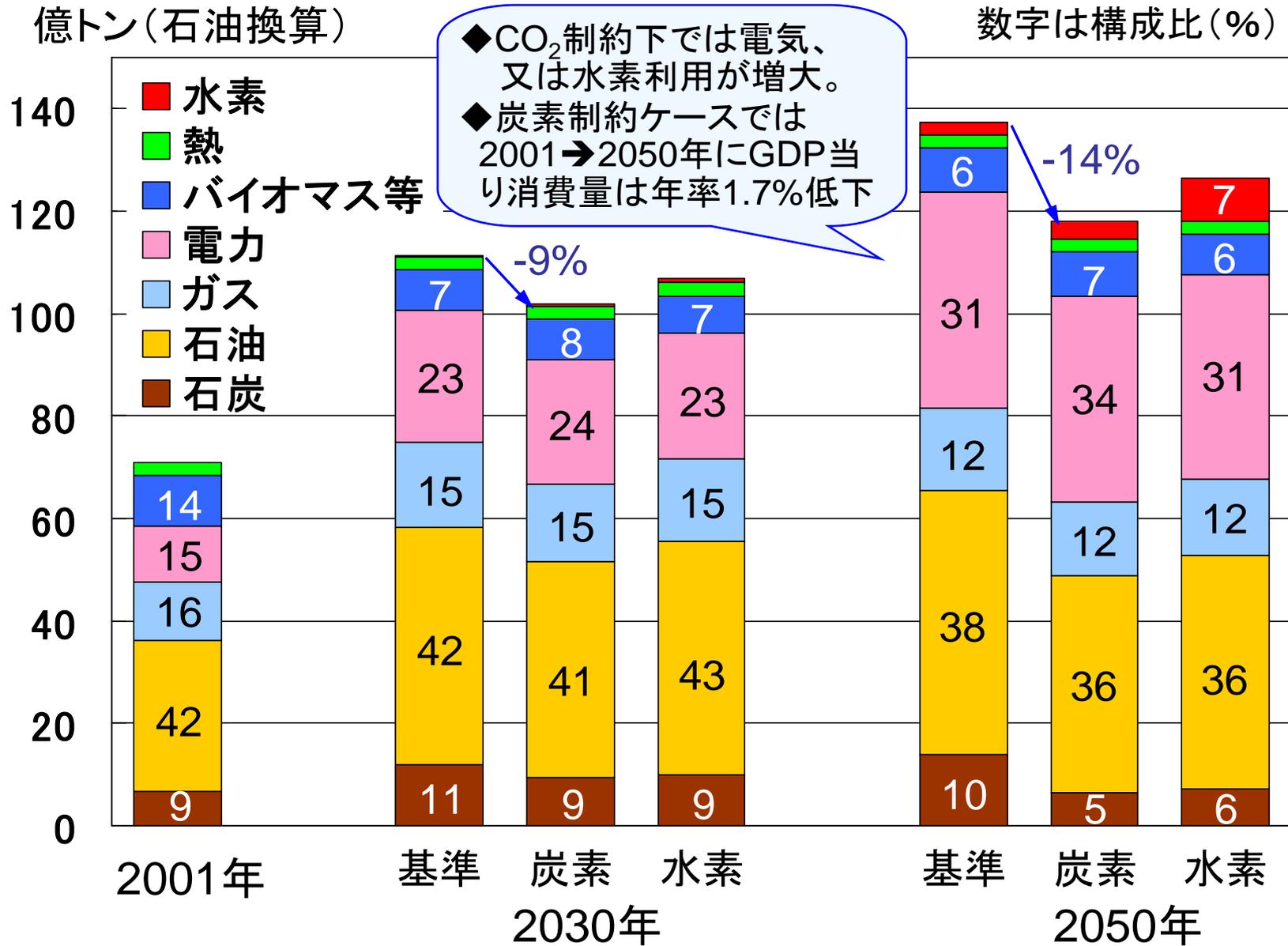
(注) 数字は構成比(%)



総発電量に占める原子力のシェア



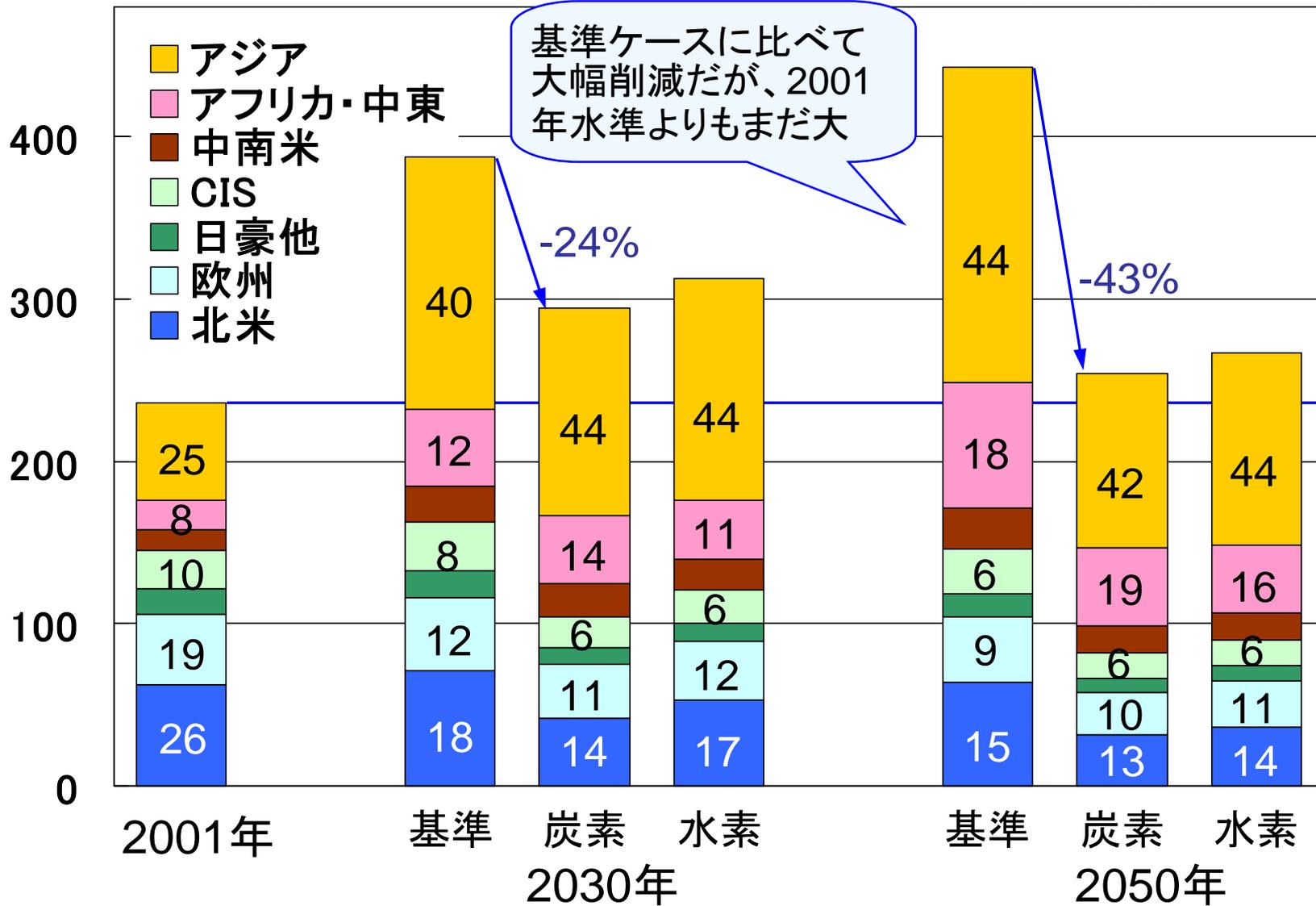
世界の最終エネルギー消費量



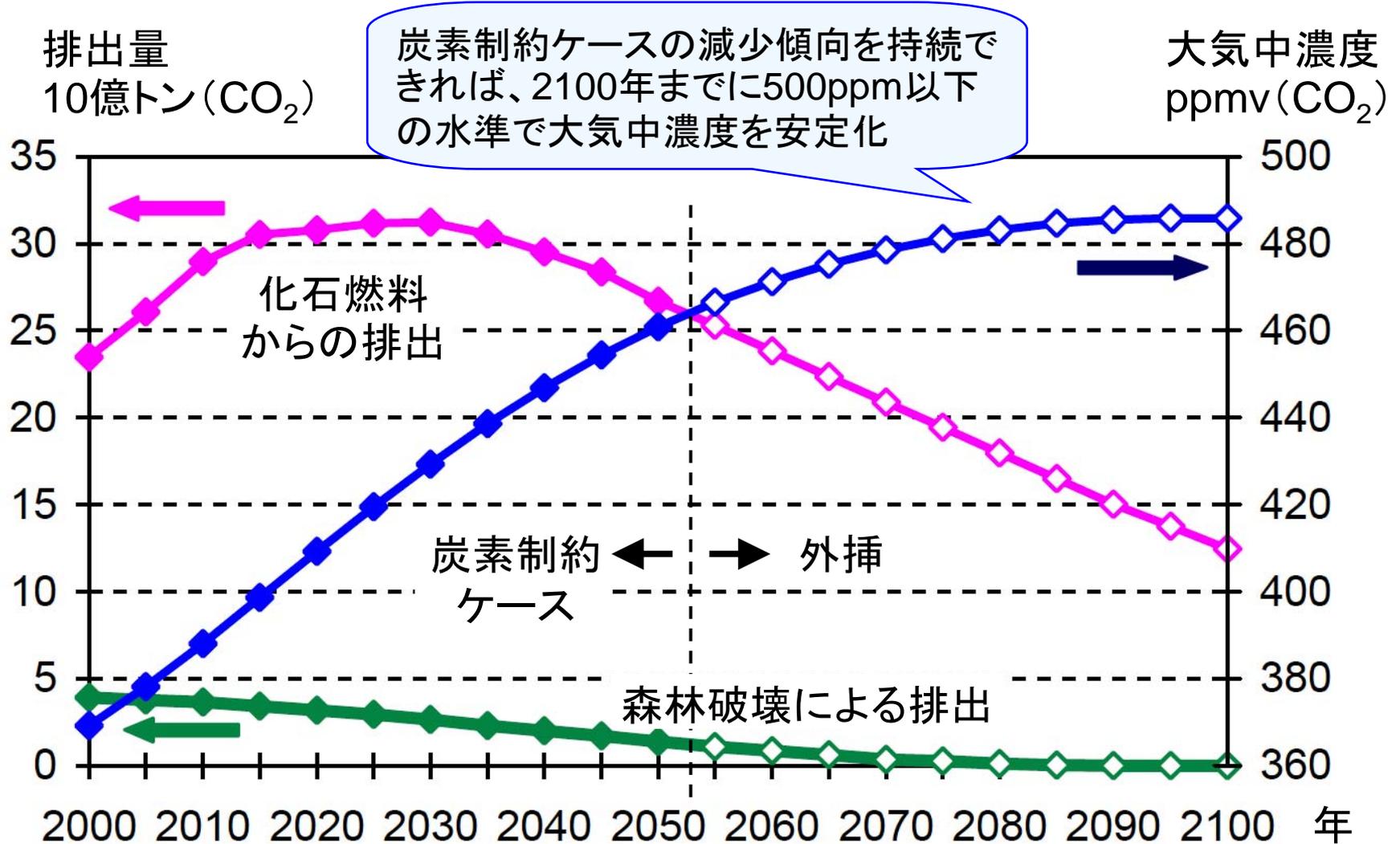
世界の地域別CO₂排出量

億トンCO₂

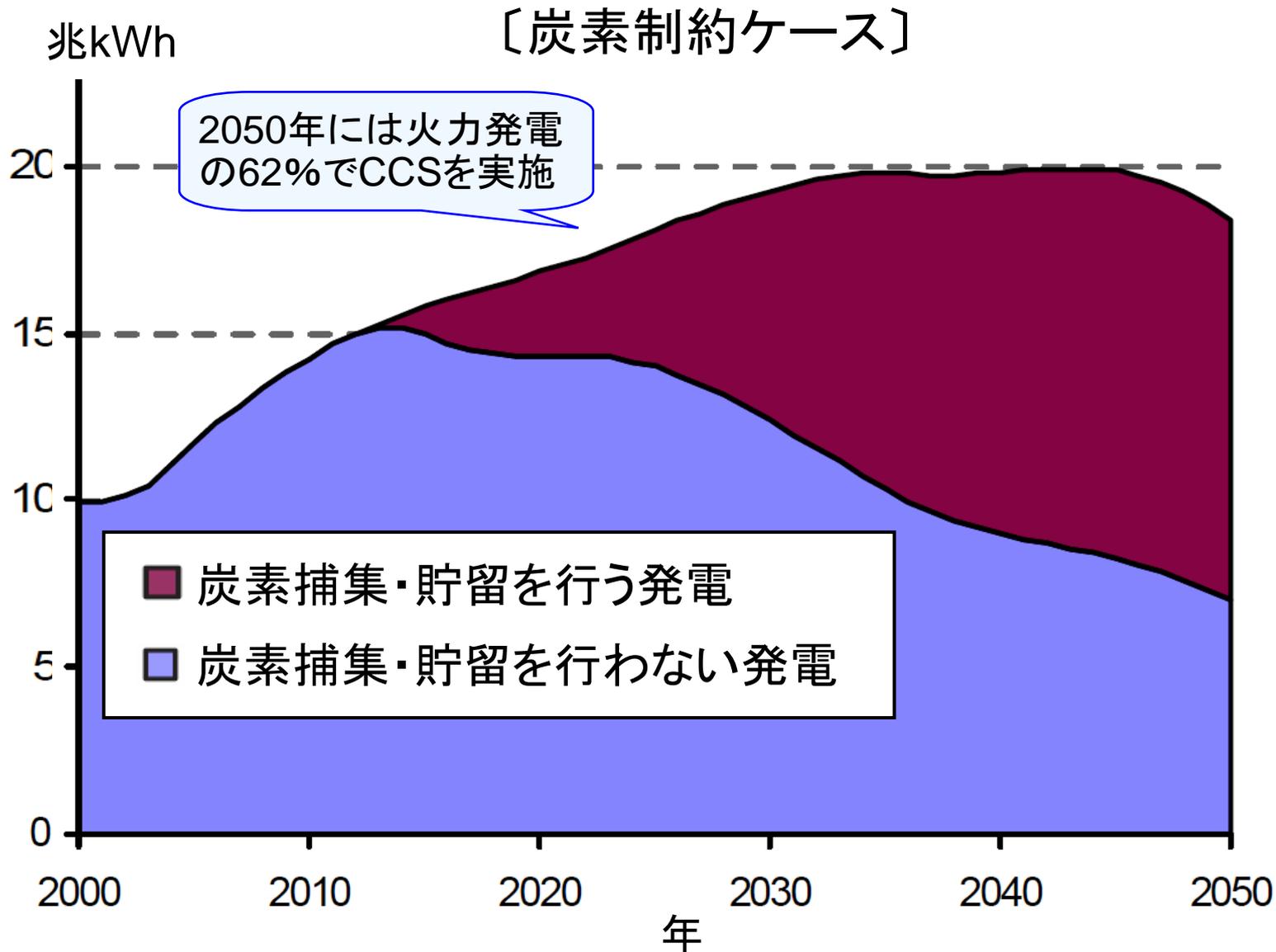
(注) 数字は構成比(%)



CO₂の年間排出量と大気中濃度

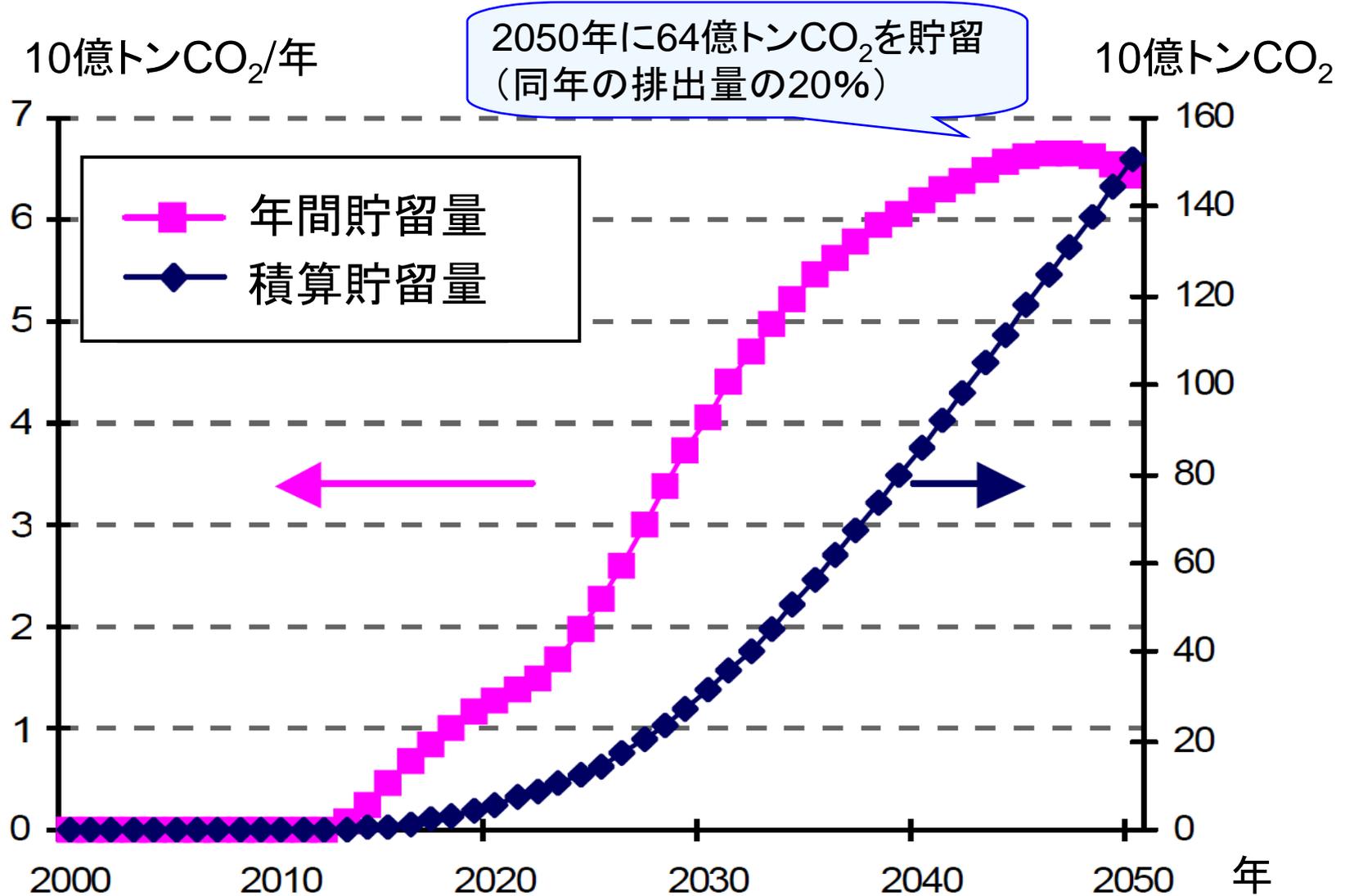


火力発電における炭素捕集・貯留（CCS）の実施

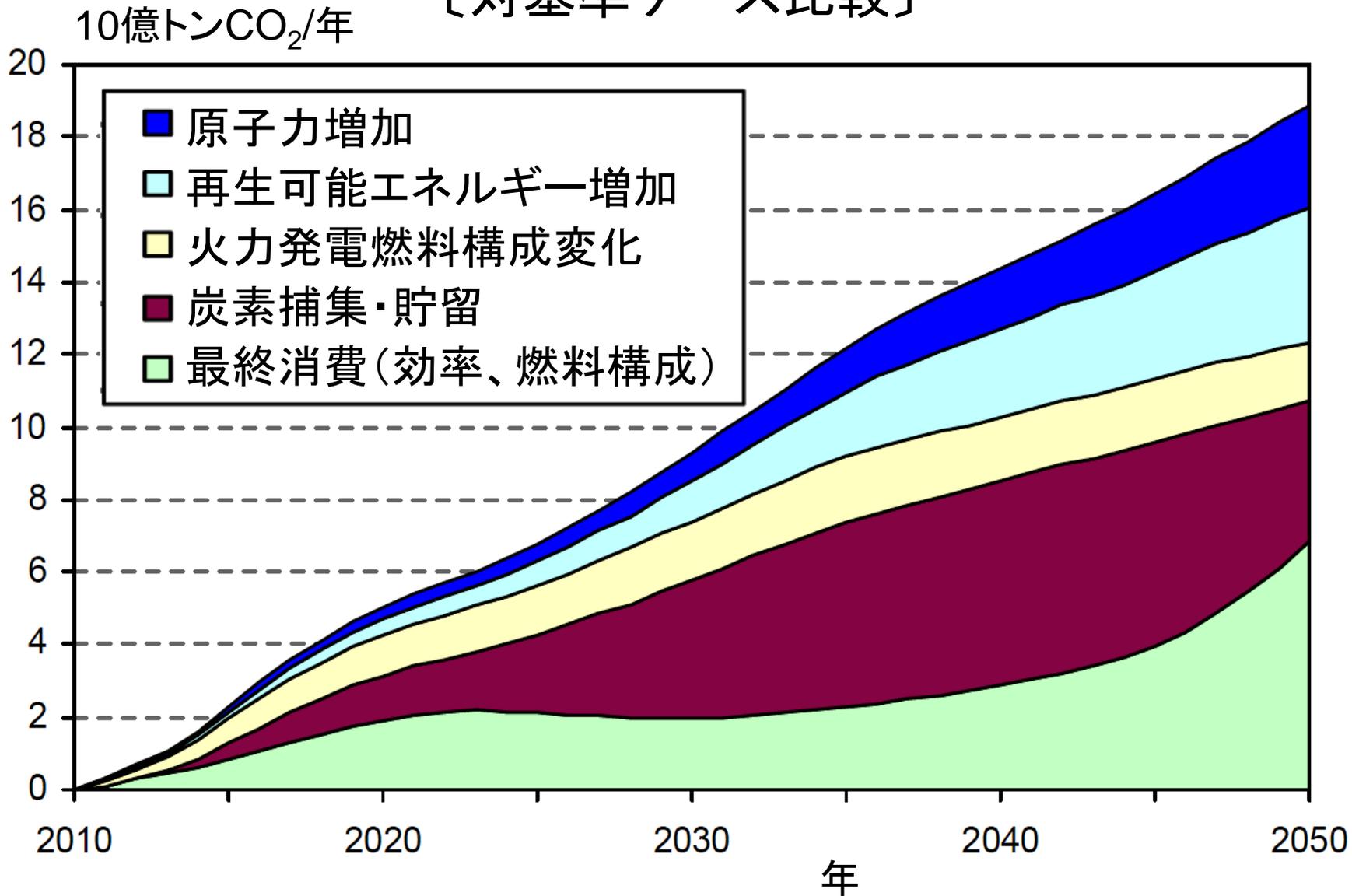


二酸化炭素の貯留量

〔炭素制約ケース〕

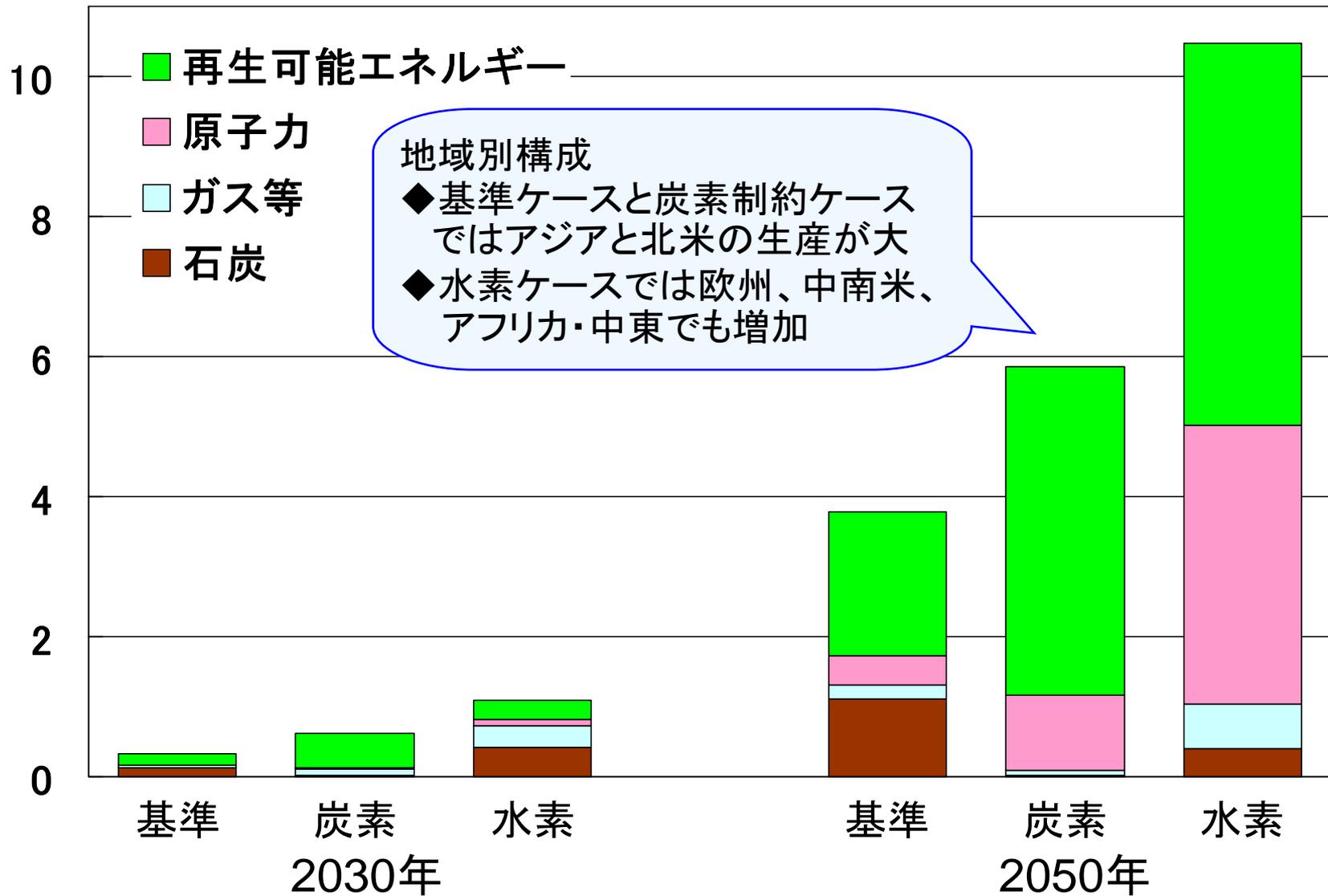


炭素制約ケースにおけるCO₂削減量とその方法 〔対基準ケース比較〕



世界のエネルギー源別水素生産量

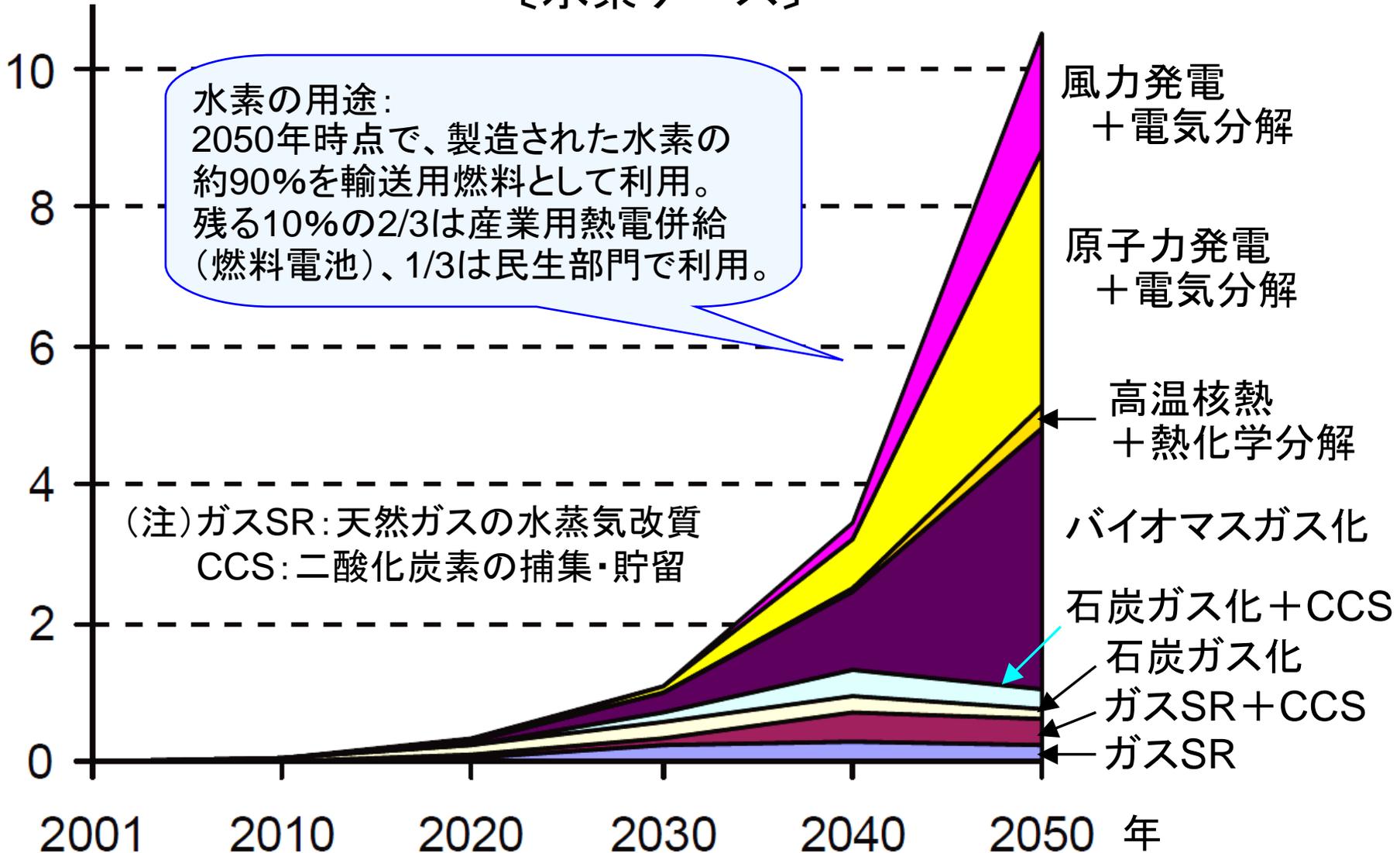
億トン(石油換算)



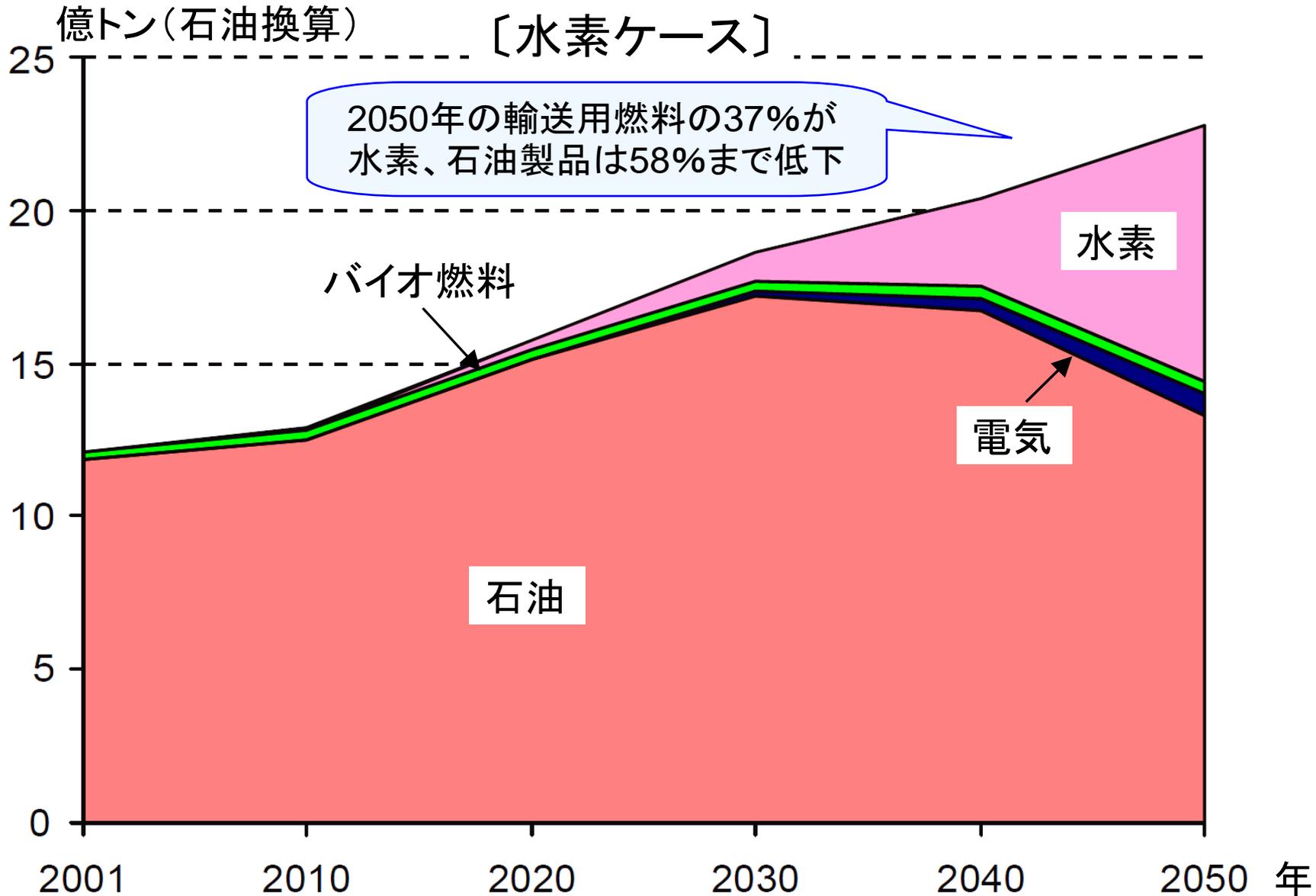
水素製造の技術構成

〔水素ケース〕

億トン(石油換算)

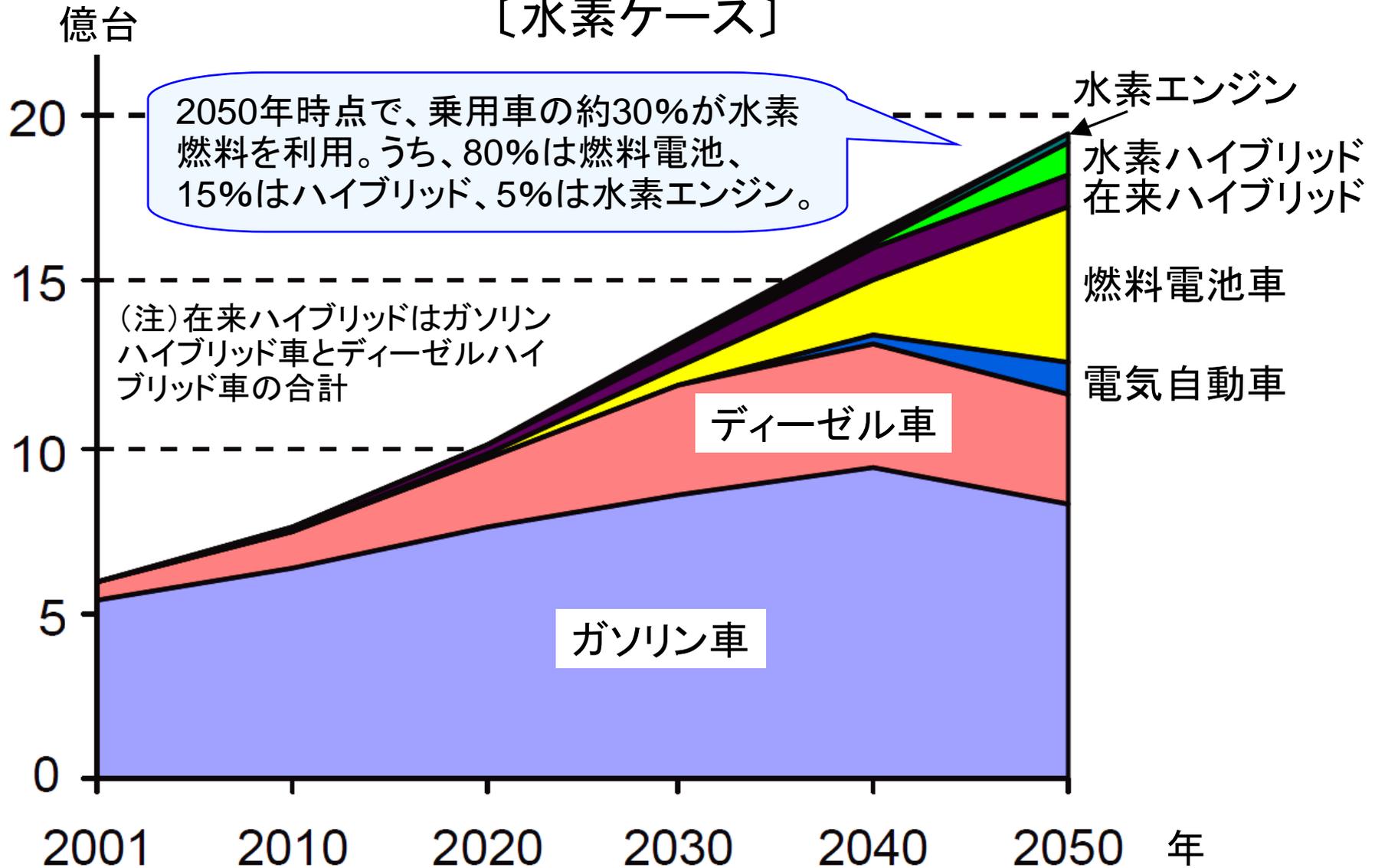


輸送部門の燃料構成



世界の乗用車台数の推移

〔水素ケース〕



4. 他の需給見通しとの比較

[参照した見通し]

◆2030年までの見通し

WETO-2003 : 世界エネルギー技術見通し2003年版
(2030年までの見通し、人口とGDPは
2006年版とほぼ同じ。)

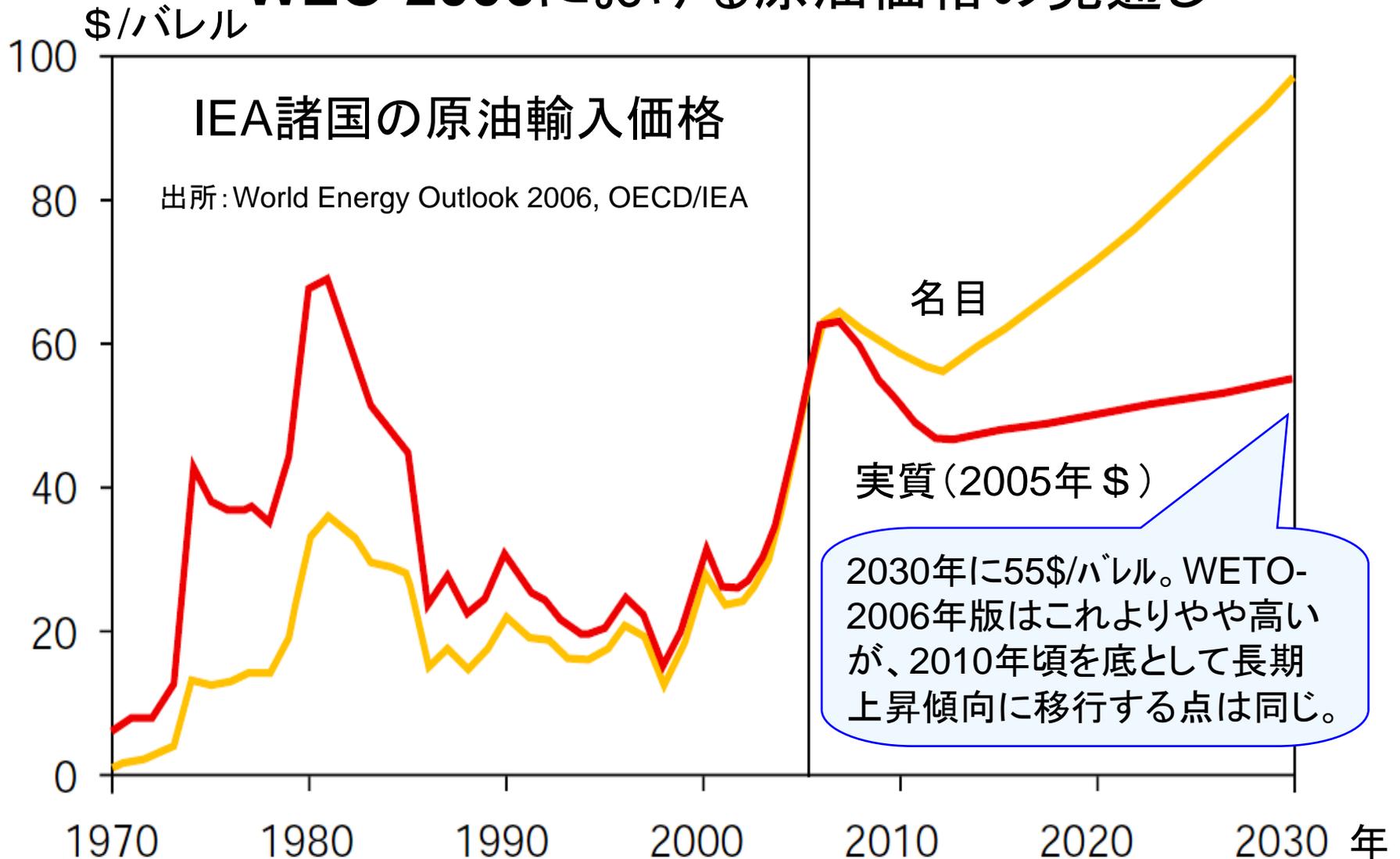
WEO-2006 : World Energy Outlook 2006
IEA(国際エネルギー機関)が作成した
世界エネルギー見通し2006年版

◆2050年の見通し

ETP-2006 : Energy Technology Perspectives 2006
(IEAが作成したエネルギー技術展望2006年版)

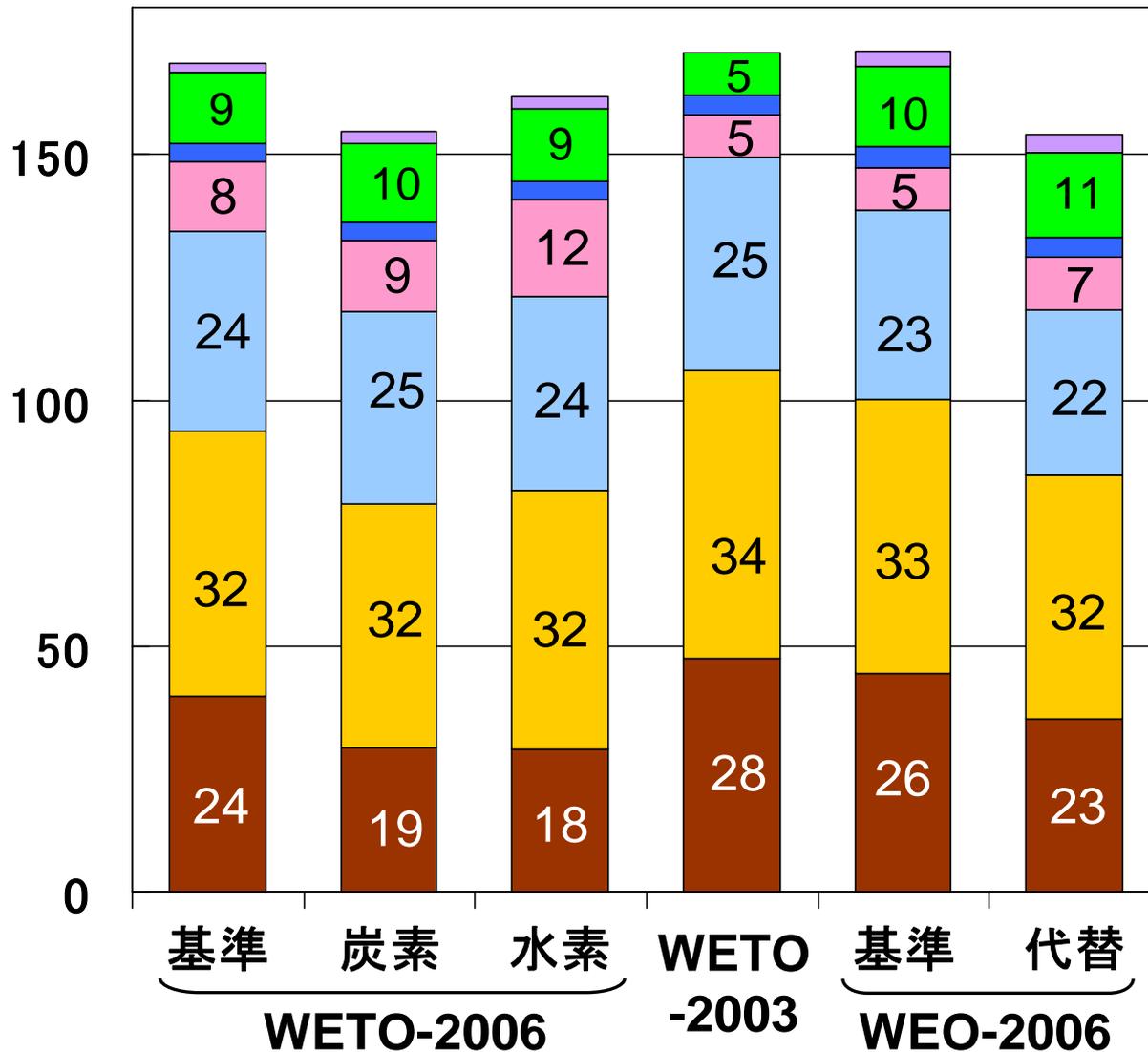
4.1 2030年見通しの比較

WEO-2006における原油価格の見通し



世界の一次エネルギー生産量(2030年)

億トン(石油換算)



数字は構成比(%)

- 風力・太陽
- バイオマス
- 水力・地熱
- 原子力
- 天然ガス
- 石油
- 石炭

(注)バイオマスは廃棄物を含む。WEO-2006では風力・太陽の中に地熱を含む。

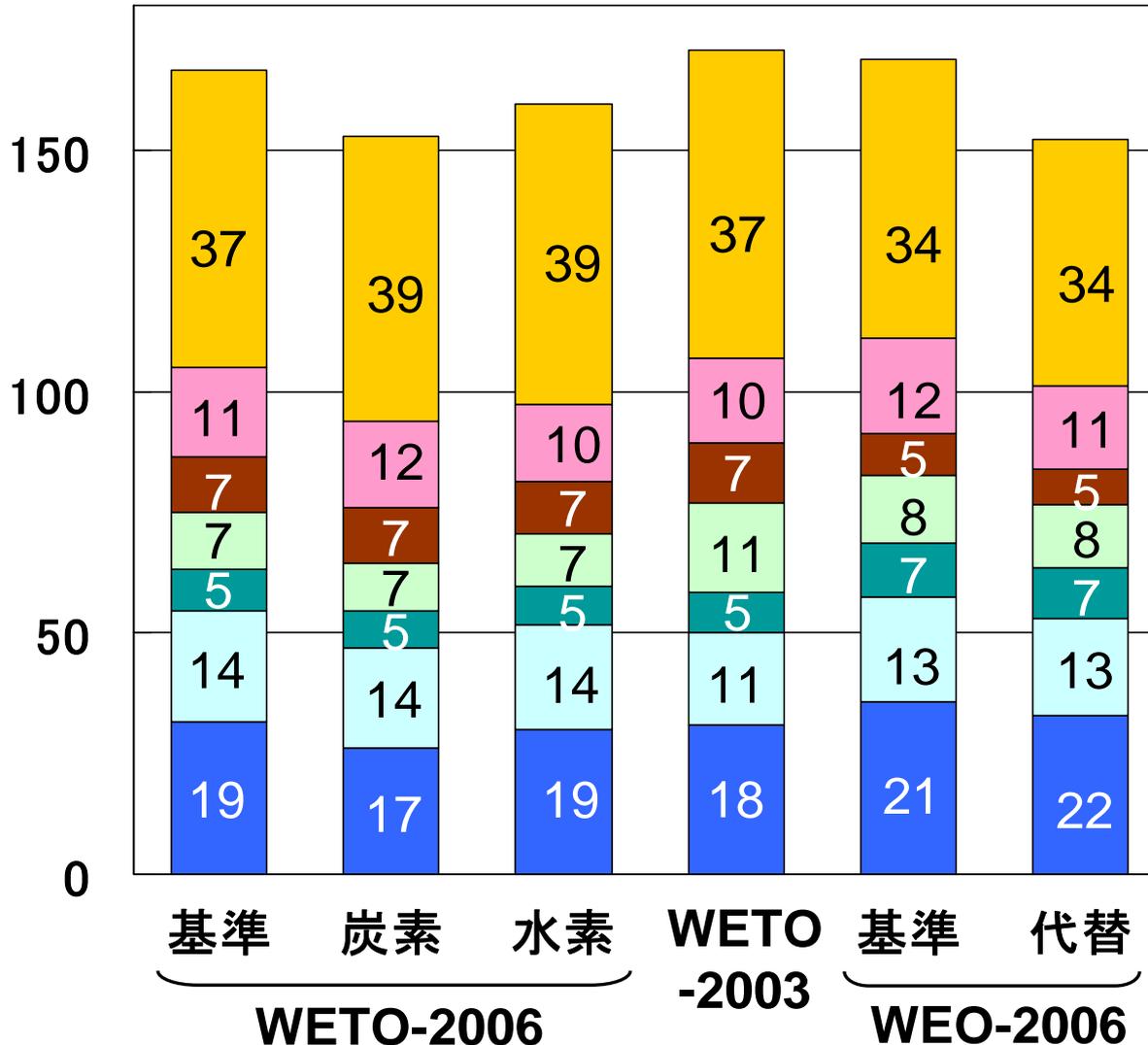
WETO-2006では、

- ・石炭依存が小
- ・原子力と再生可能エネルギーの利用が大

世界の一次エネルギー消費量(2030年)

億トン(石油換算)

数字は構成比(%)



(注)

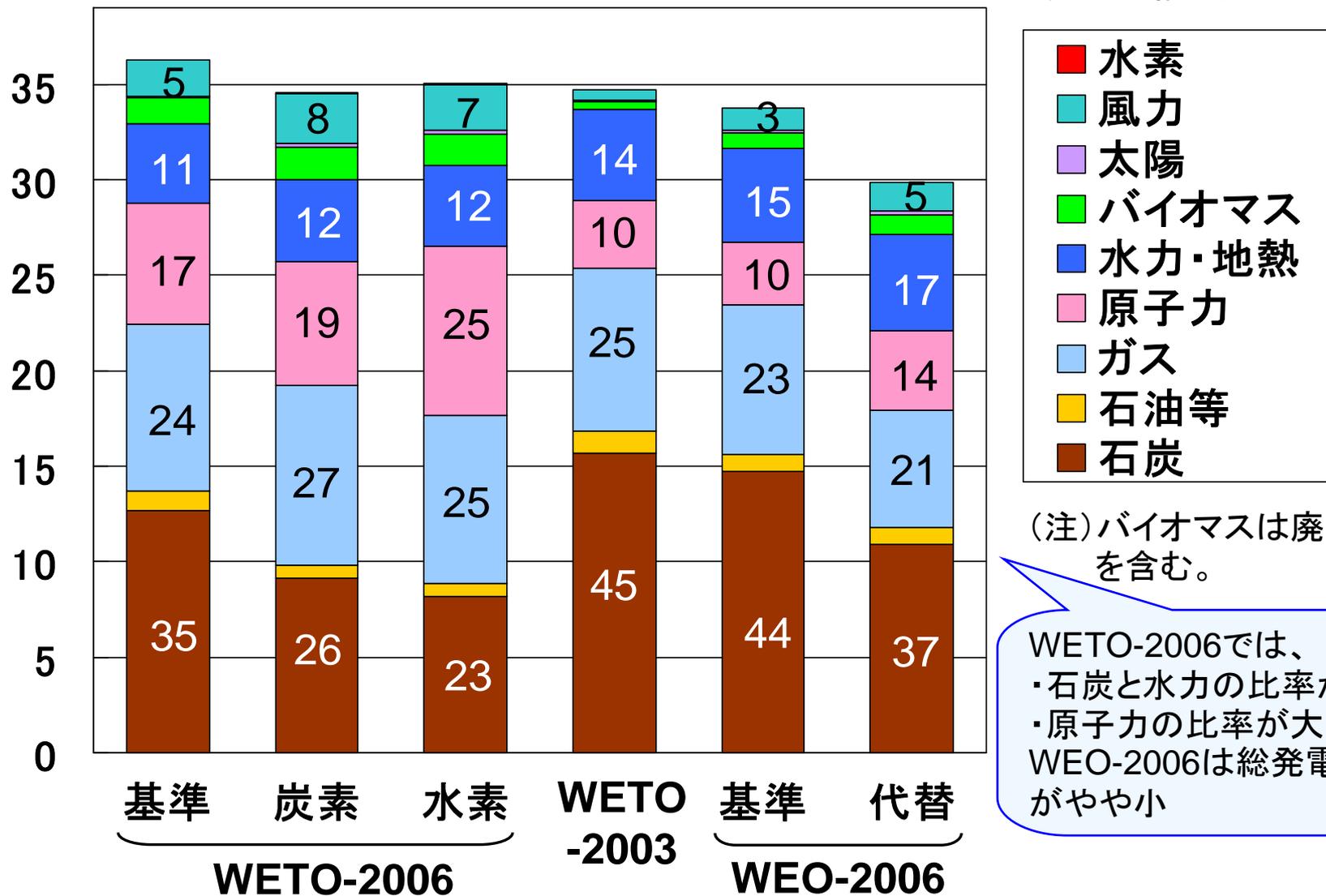
東欧諸国はWETO-2006では欧州に含められているが、WETO-2003ではCISに含められている。WEO-2006では欧州はOECD加盟国のみ。日豪他には韓国を含む。北米にはメキシコを含む。

WETO-2006とWEO-2006とは概ね同じ水準。
(基準ケース同士、及び炭素vs代替ケースの比較)

世界の発電電力量(2030年)

兆kWh

数字は構成比(%)

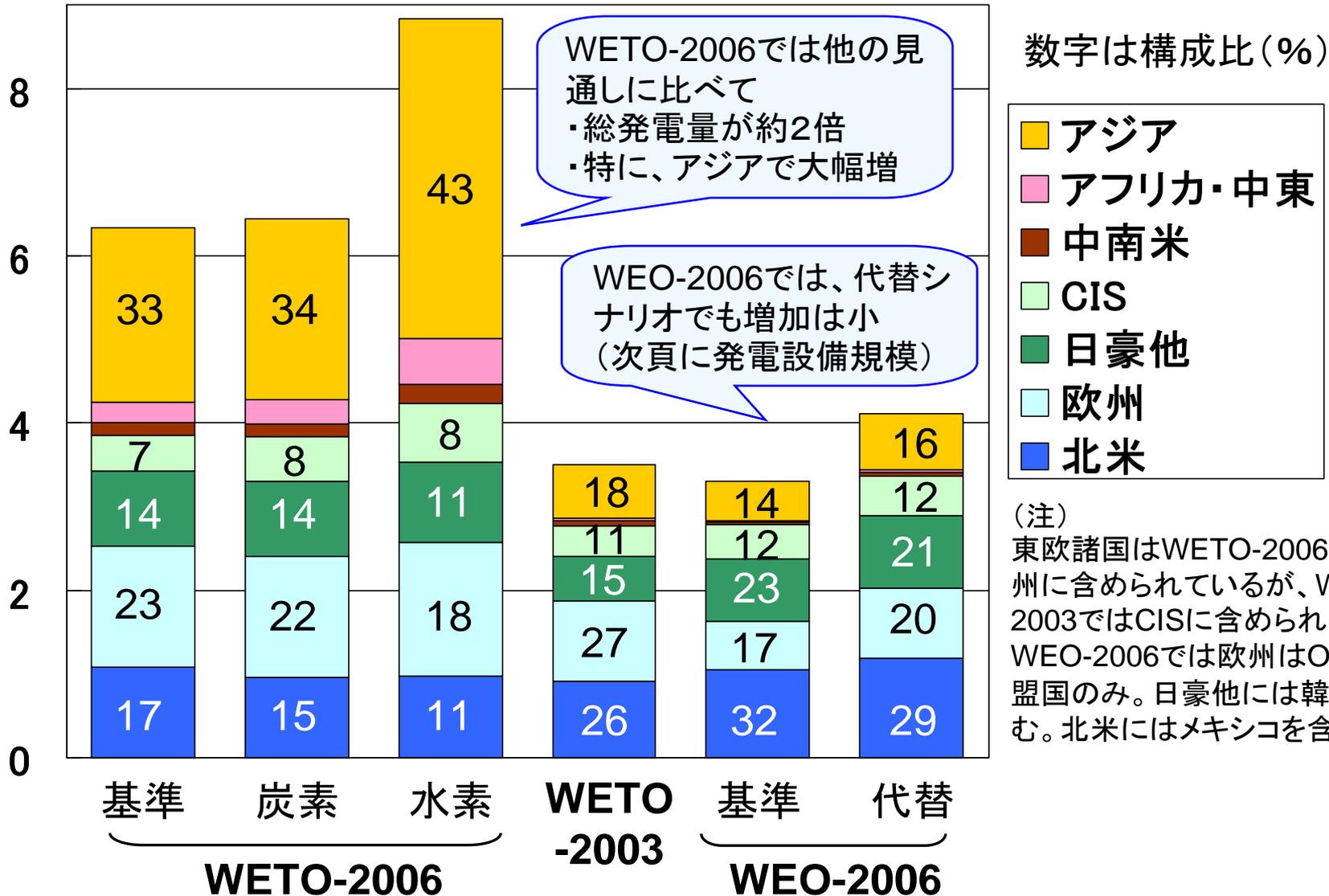


(注) バイオマスは廃棄物を含む。

WETO-2006では、
 ・石炭と水力の比率が小
 ・原子力の比率が大
 WEO-2006は総発電量がやや小

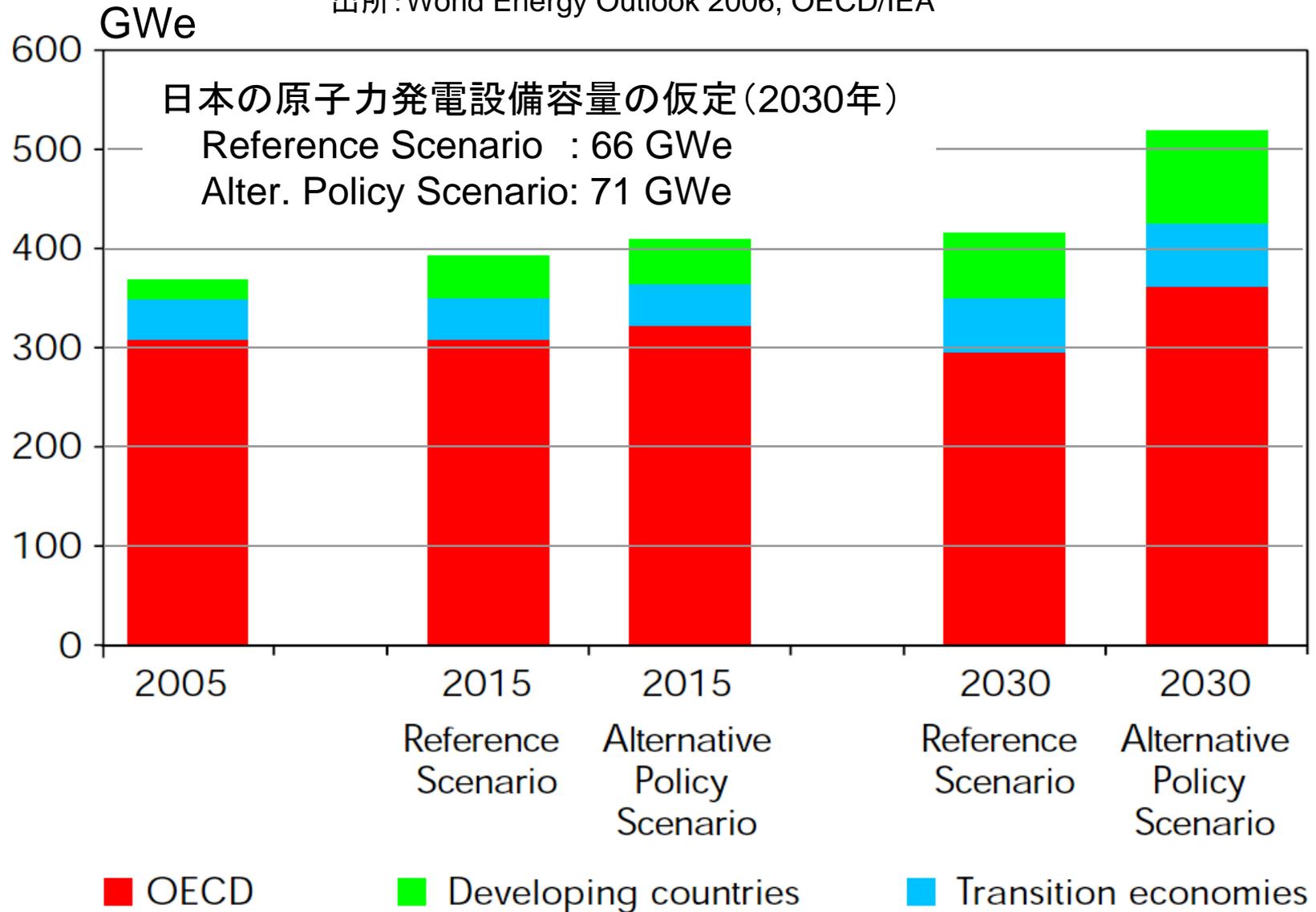
原子力発電電力量(2030年)

兆kWh



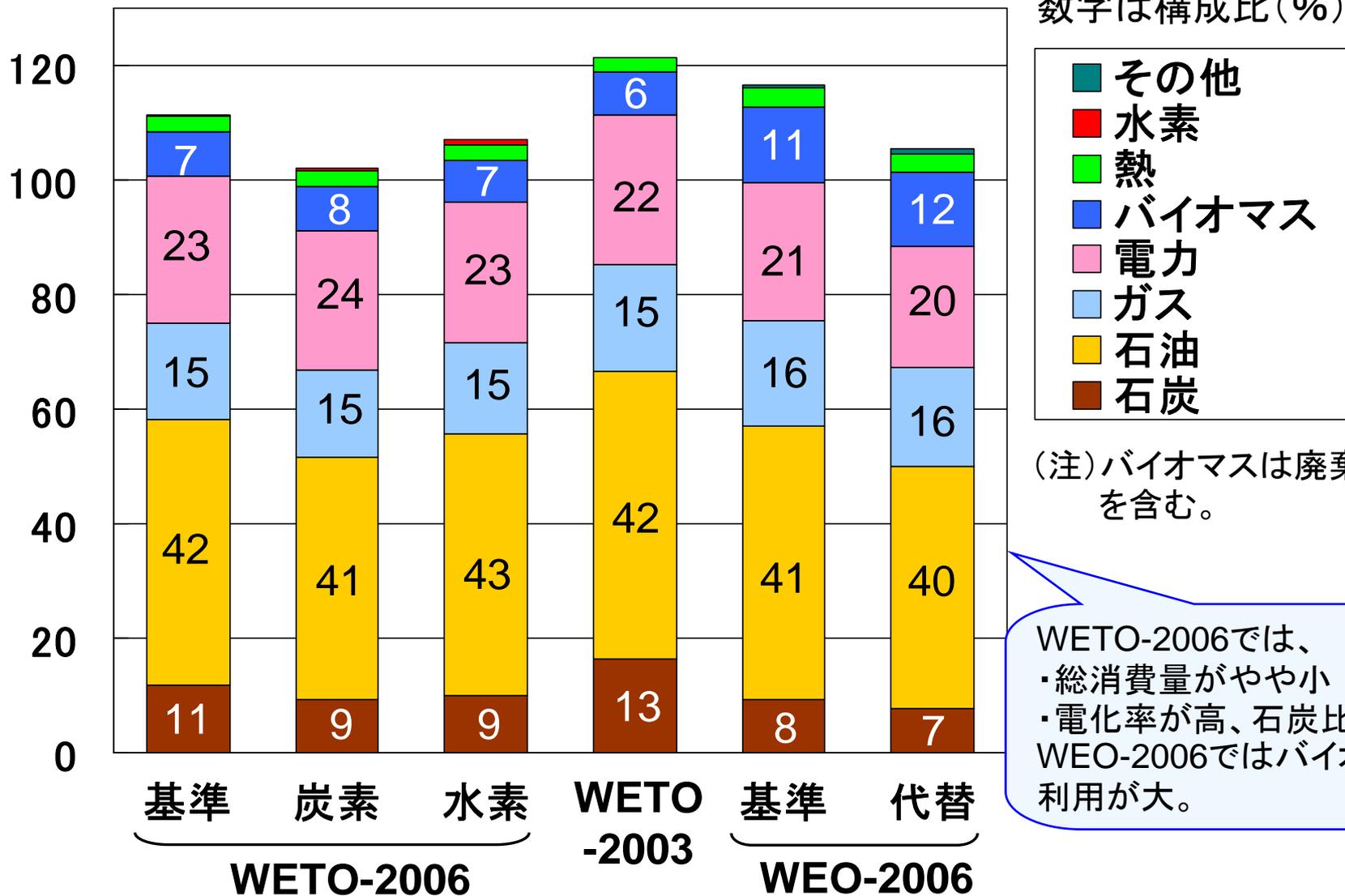
WEO-2006における世界の原子力発電設備容量

出所: World Energy Outlook 2006, OECD/IEA

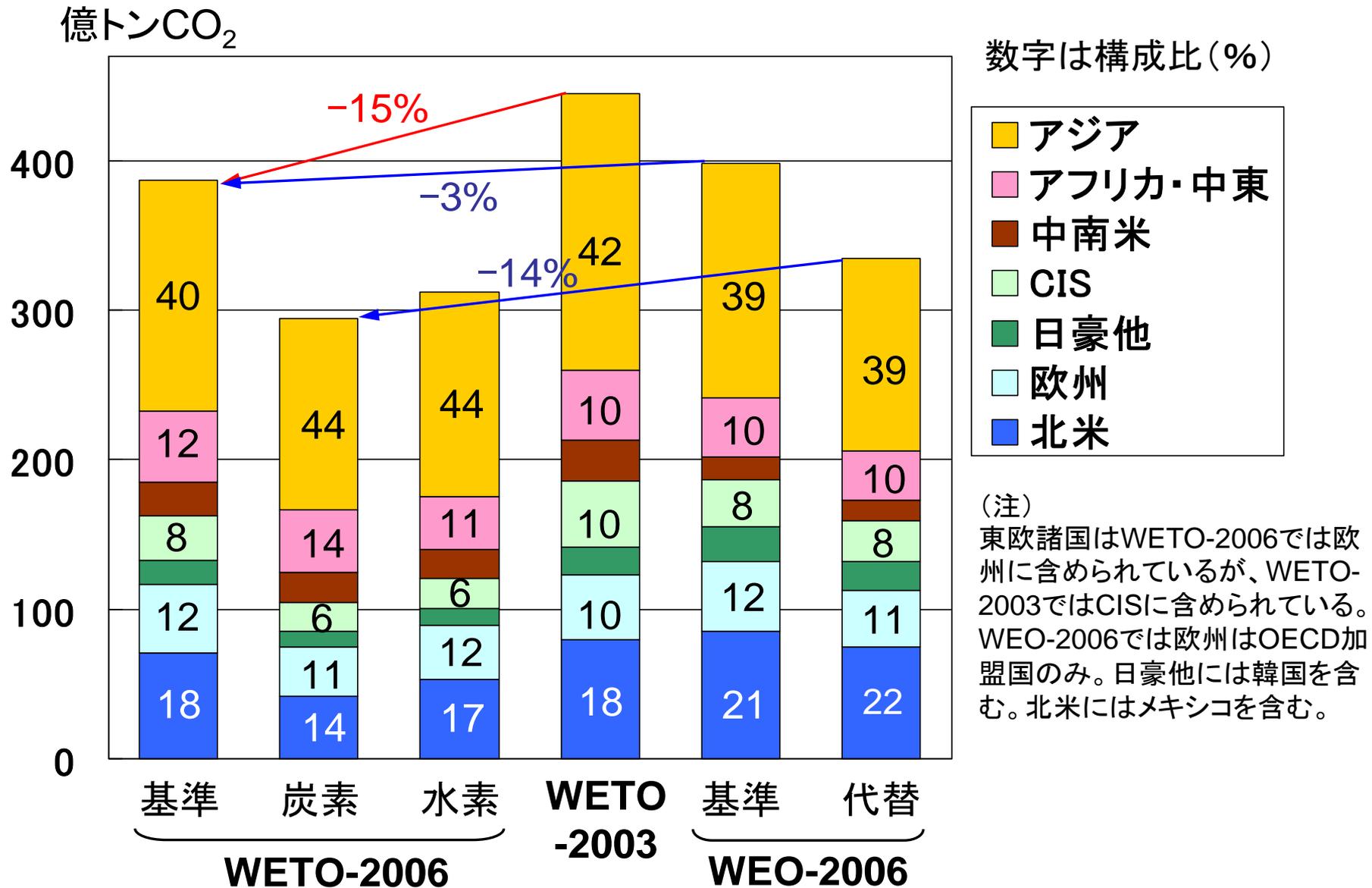


世界の最終エネルギー消費量(2030年)

億トン(石油換算)



世界の地域別CO₂排出量(2030年)



4.2 2050年見通しの比較

IEA-ETPシナリオの概要

シナリオ	再生型エ ネルギー	原子力	CCS	H ₂ -FC	先進バイ オ燃料	最終消費 効率改善
Baseline	(WEO-2005を外挿, 既存の政策継続, 石油60\$/bbl(2050年))					
Map	(各技術分野全体にわたり比較的楽観的)					年率2.0%
ACT*	Low Renew	コスト 低減小				
	Low Nuclear		受容性低			
	No CCS			CCSなし		
	Low Efficiency					年率1.7%
TECH Plus	コスト 低減大	コスト低減大 技術の改善		FCブレイ クスルー	コスト低減大 原料生産大	

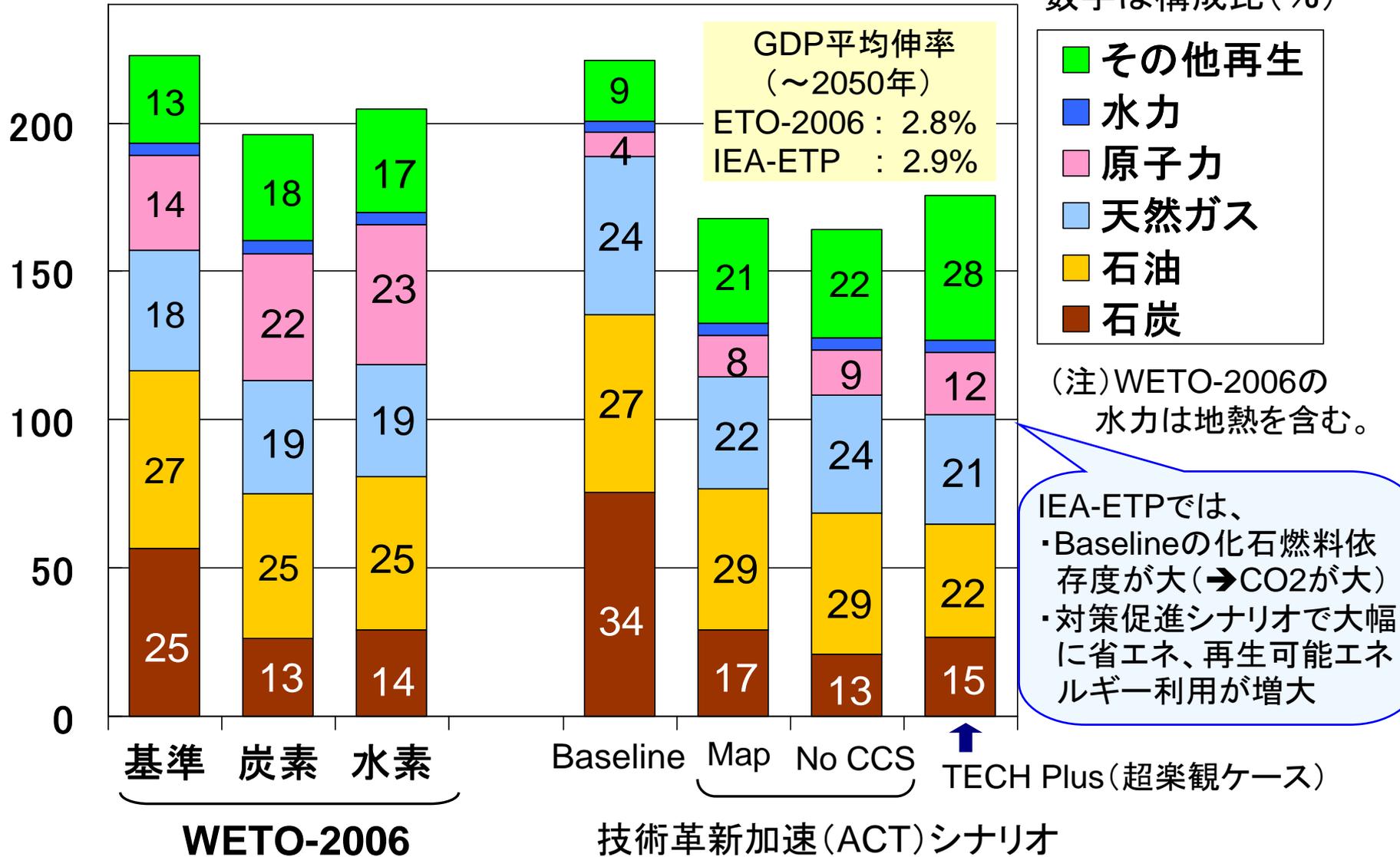
ACT* : Accelerated Technology Scenarios

一次エネルギー生産量(2050年)

[WETO-2006 vs IEA-ETP]

億トン
(石油換算)

数字は構成比(%)

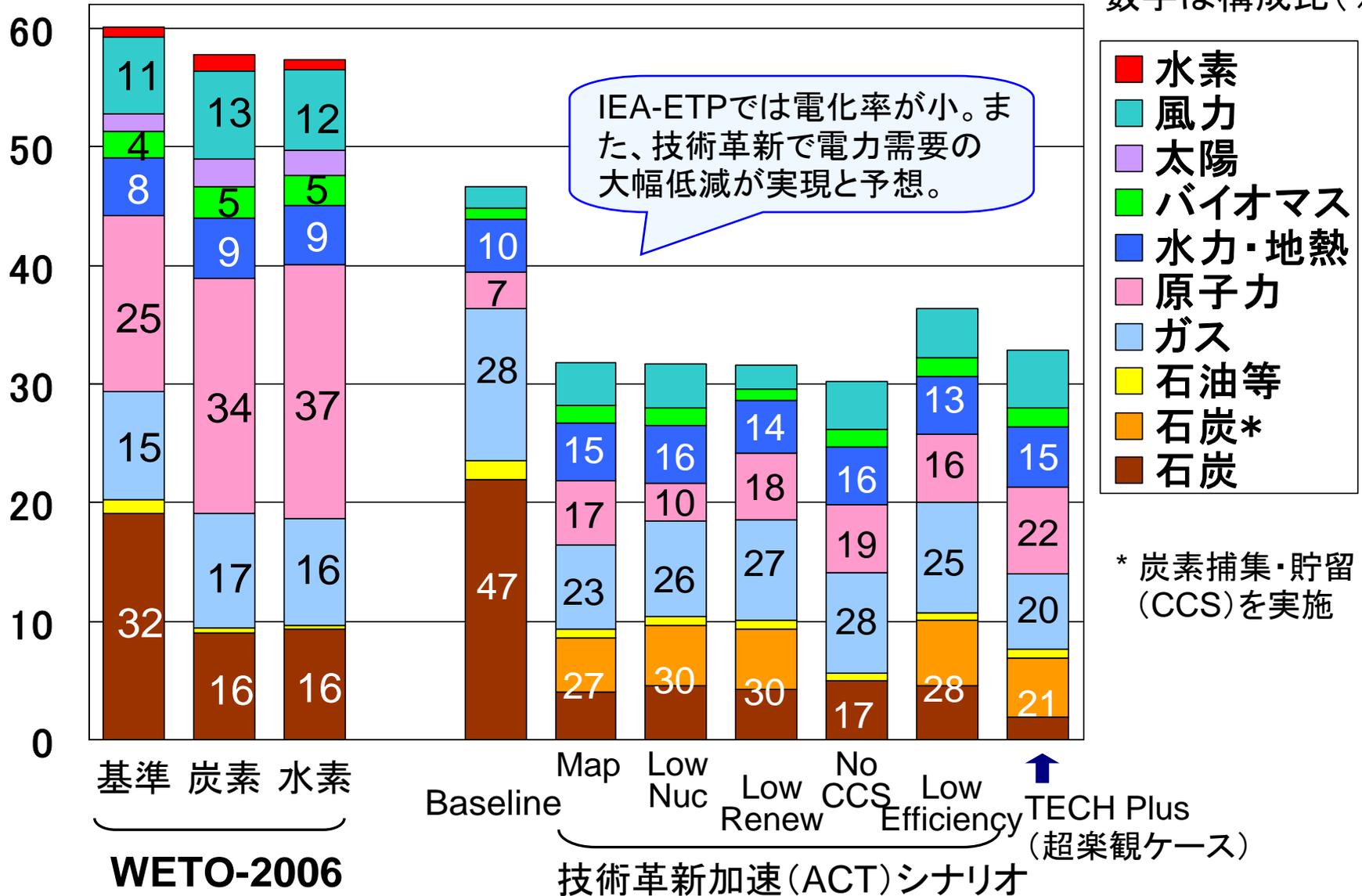


発電電力量(2050年)

[WETO-2006 vs IEA-ETP]

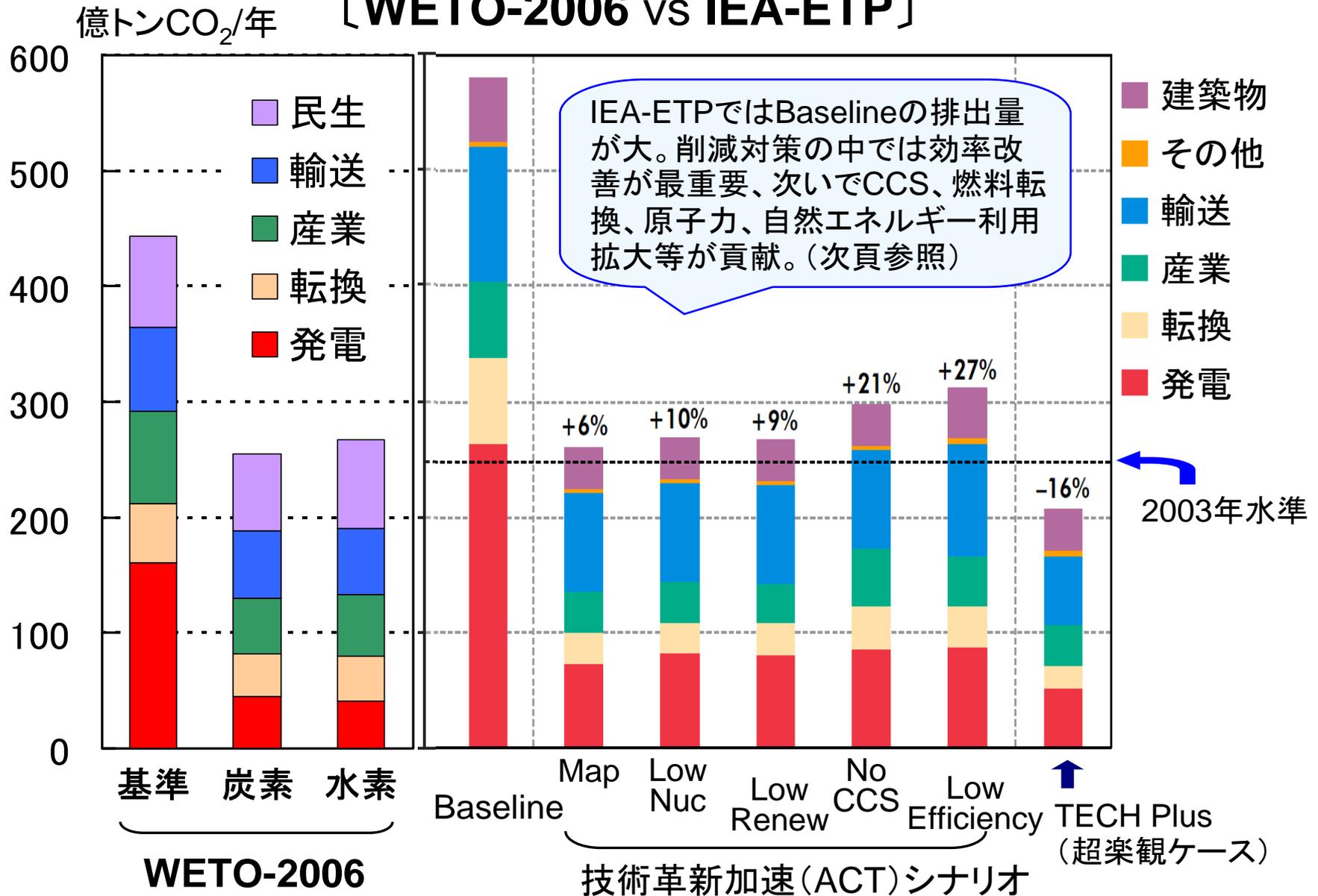
兆kWh

数字は構成比(%)



CO₂排出量(2050年)

〔WETO-2006 vs IEA-ETP〕



WETO-2006シナリオに関する所見

◆一次エネルギー消費の水準

- ・ 基準ケースではIEAの見通しと同規模。ただし、炭素制約ケースでの省エネによる低下はIEA-ETPほど楽観的でない。

◆一次エネルギー構成

- ・ IEAの見通しと比べて、石炭利用が少なく、原子力利用が大。特に、2030→2050年に原子力の増加が大。

◆発電電力量

- ・ 発電量はIEAよりも大(特に2050年)。また、電力消費機器の効率改善に関してIEAほど楽観的でない。
- ・ 原子力発電の比率が大(WETO-2003より増大)。2050年の原子力発電規模は20～29億kWときわめて大。

◆最終エネルギー消費

- ・ 電化が大幅に進展(2030年に23～24%、2050年に31～34%)。
- ・ 水素ケースの水素生産規模は、IEA-ETPの超楽観ケース(水素燃料電池の技術革新を想定したTECH Plus)よりもさらに楽観的。

→ WETO-2006は原子力に対する潜在的需要を例示したシナリオ

主要な国際会議など

	主要国際会議	温暖化問題関連事項
2001年		<ul style="list-style-type: none"> ・米国が京都議定書離脱 ・IPCC第3次評価報告書
2002年	<ul style="list-style-type: none"> ・WSSD ヨハネスブルグ会合 	
2003年		
2004年		
2005年	<ul style="list-style-type: none"> ・G8: 英国グレンイーグルズ (行動計画: 気候変動、クリーンエネルギー、持続可能な開発) 	<ul style="list-style-type: none"> ・京都議定書発効 ・アジア・太平洋パートナーシップ (米、豪、韓、中、印、日) ・COP-11, COP/MOP-1 (カナダ)
2006年	<ul style="list-style-type: none"> ・G8: 露サンクトペテルブルグ (行動計画: 世界のエネルギー安全保障) 	<ul style="list-style-type: none"> ・COP-12, COP/MOP-2 (ケニア)
2007年	<ul style="list-style-type: none"> ・G8: ドイツ (ハイリゲンダム) 	<ul style="list-style-type: none"> ・IPCC第4次評価報告書
2008年	<ul style="list-style-type: none"> ・G8: 日本 	<ul style="list-style-type: none"> ・第一約束期間開始

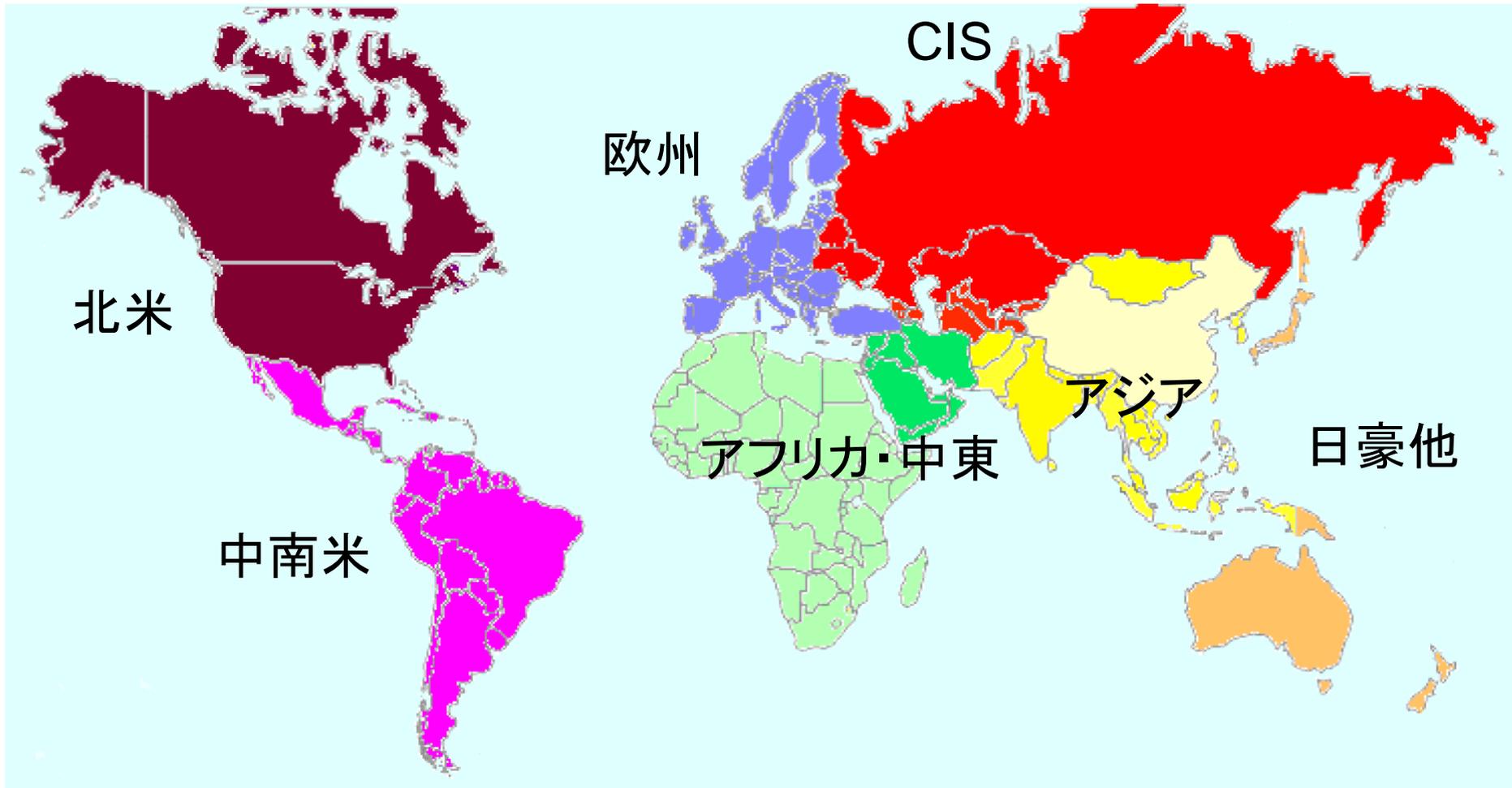
EUのエネルギー政策の最近の動向

- ◆2000年11月：エネルギーセキュリティに関するグリーンペーパー
(The Green Paper “Towards a European Strategy for the Security of Energy Supply”)
- ◆2002年 6月：グリーンペーパーに関する最終報告書
(Final Report on the Green Paper “Towards - - -”)
- ◆2003年 5月：2030年世界エネルギー技術見通し
(World Energy, Technology and Climate Policy Outlook 2030 – WETO –)
- ◆2007年 1月：2050年世界エネルギー技術見通し (World Energy Technology Outlook – 2050 (WETO-H₂))
 - 1月：欧州委員会「エネルギー・気候変動パッケージ」提案
 - 3月：欧州理事会でエネルギー・環境政策について合意
(2020年までに温室効果ガスを少なくとも20%削減、再生可能エネルギーの比率を20%まで引き上げ)

参考B: POLESモデルの概要

- ◆世界エネルギー需給シミュレーションモデル
- ◆フランス国立研究所(CNRS)-のLEPII-EPE(エネルギー及び環境政策研究所)で開発
- ◆世界を30の国・地域に分割
- ◆ボトムアップ型(エネルギー技術の集合としてシステムを表現、技術構成変化で効率改善やCO₂排出制約等に対応)
- ◆下記フローにより、一年毎にエネルギー需給収支を決定
人口・GDP・燃料価格 → 最終需要 → 一次需要 → エネルギー生産と輸出入 → 化石燃料利用 → 次年度の燃料価格 → ……
- ◆化石燃料価格: 推定埋蔵量と累積消費量からR/Pを求め、これと産出国の設備利用率目標モデルとから決定。
(石油は世界単一市場、天然ガスと石炭は世界3市場に分割)

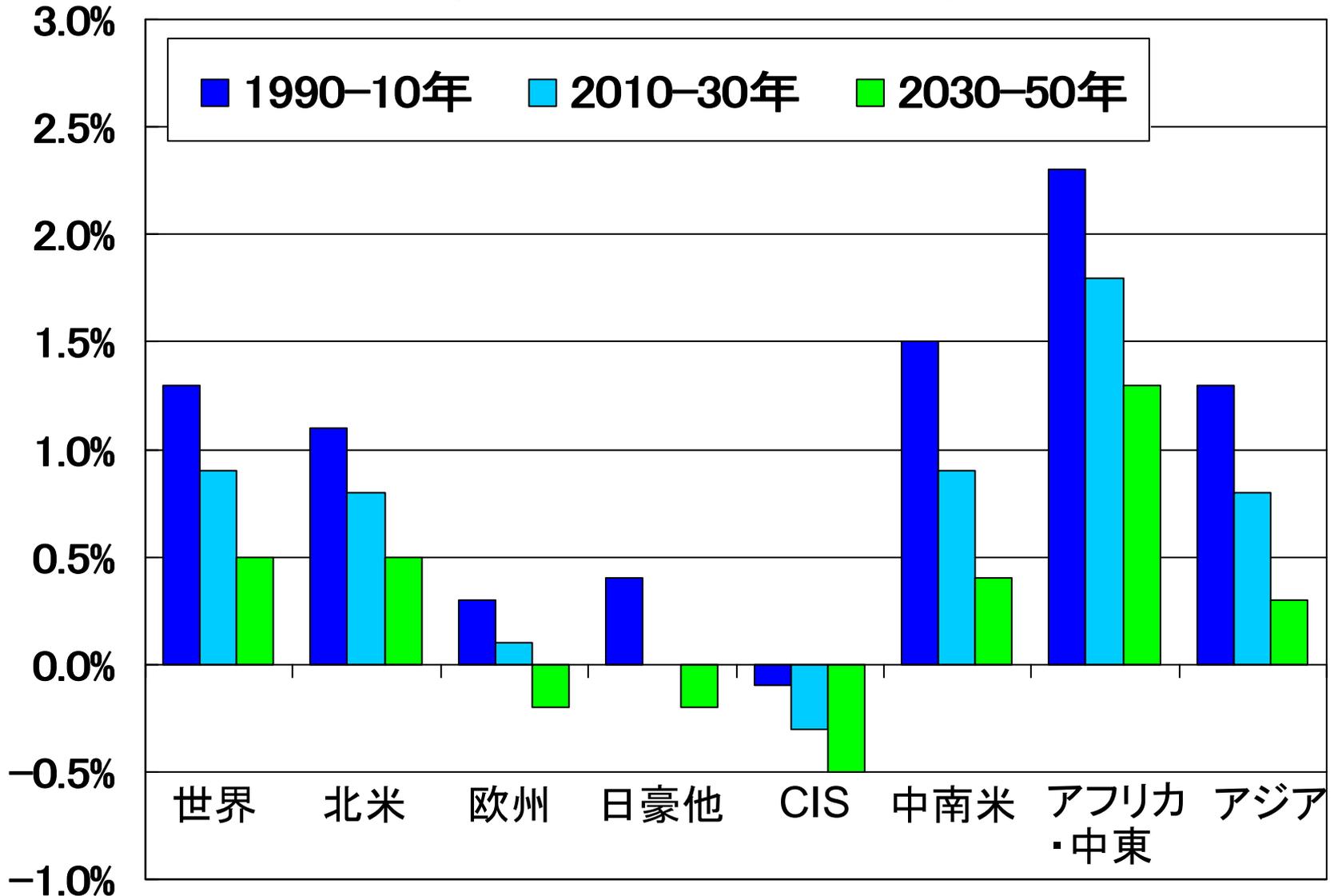
WETO-2006年版報告書における地域分割



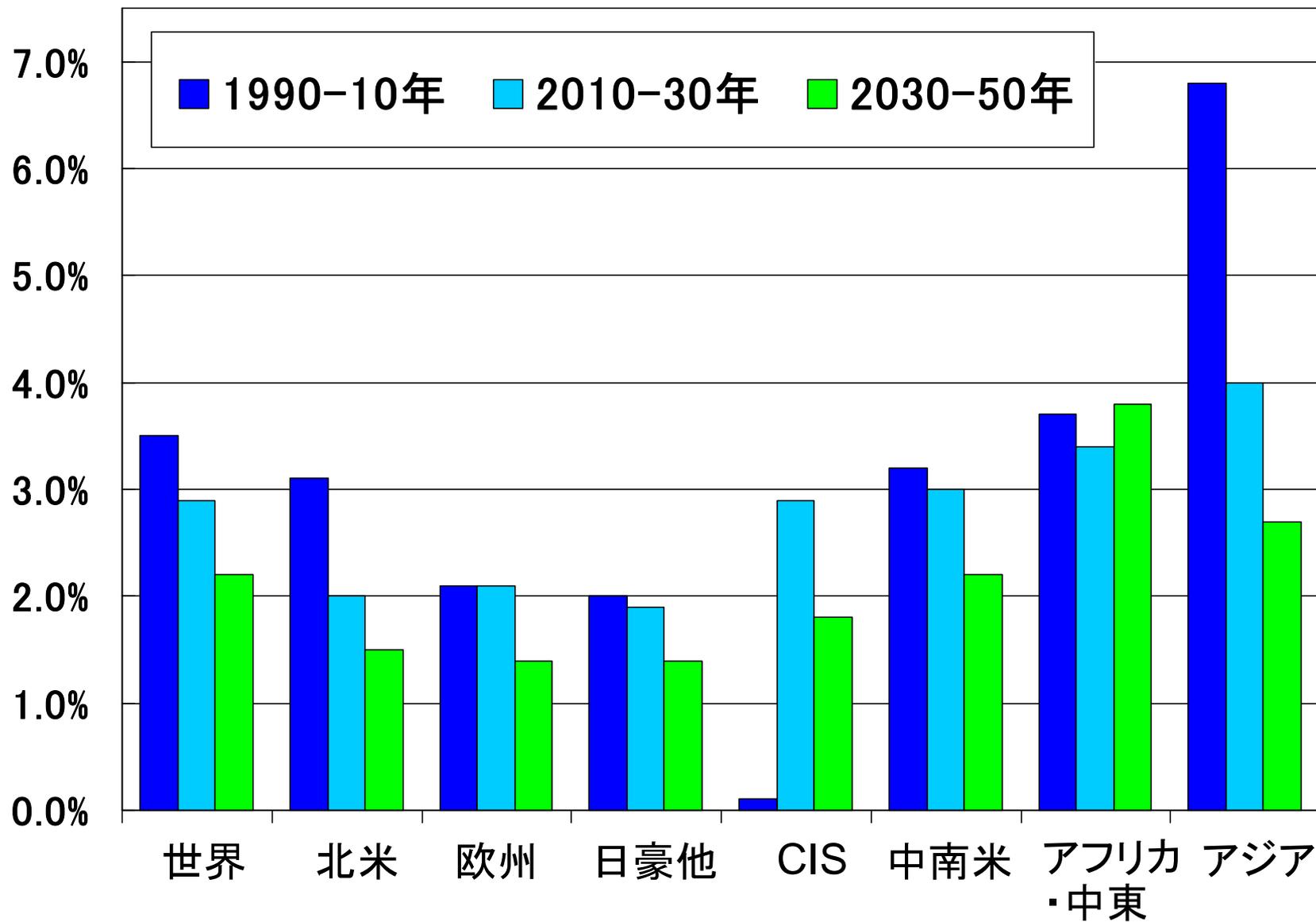
(注)WETO - 2003年版では東欧諸国は欧州ではなくCISに含まれている。

参考C: 前提条件補足資料

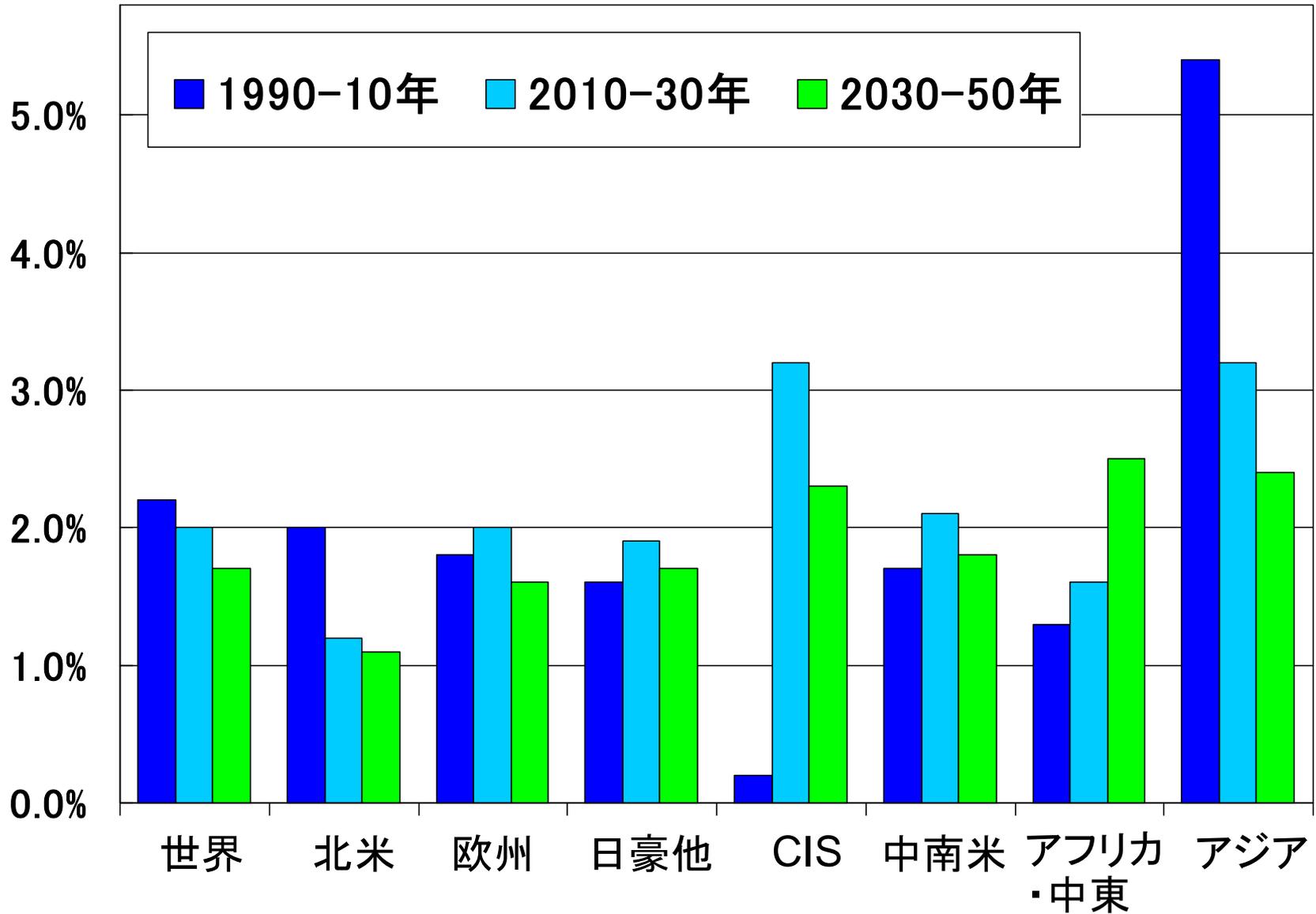
各地域の人口伸び率



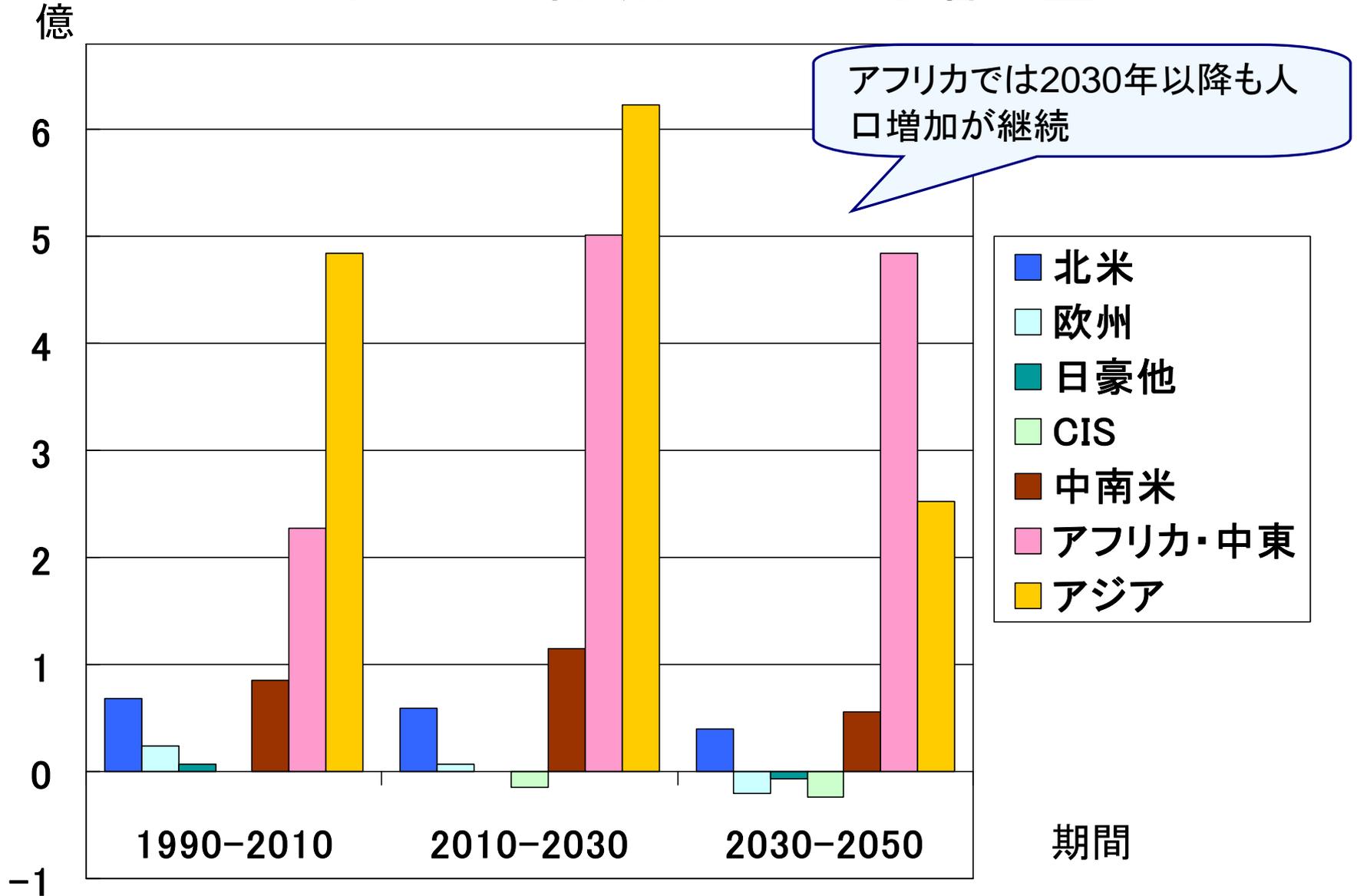
各地域のGDP伸び率

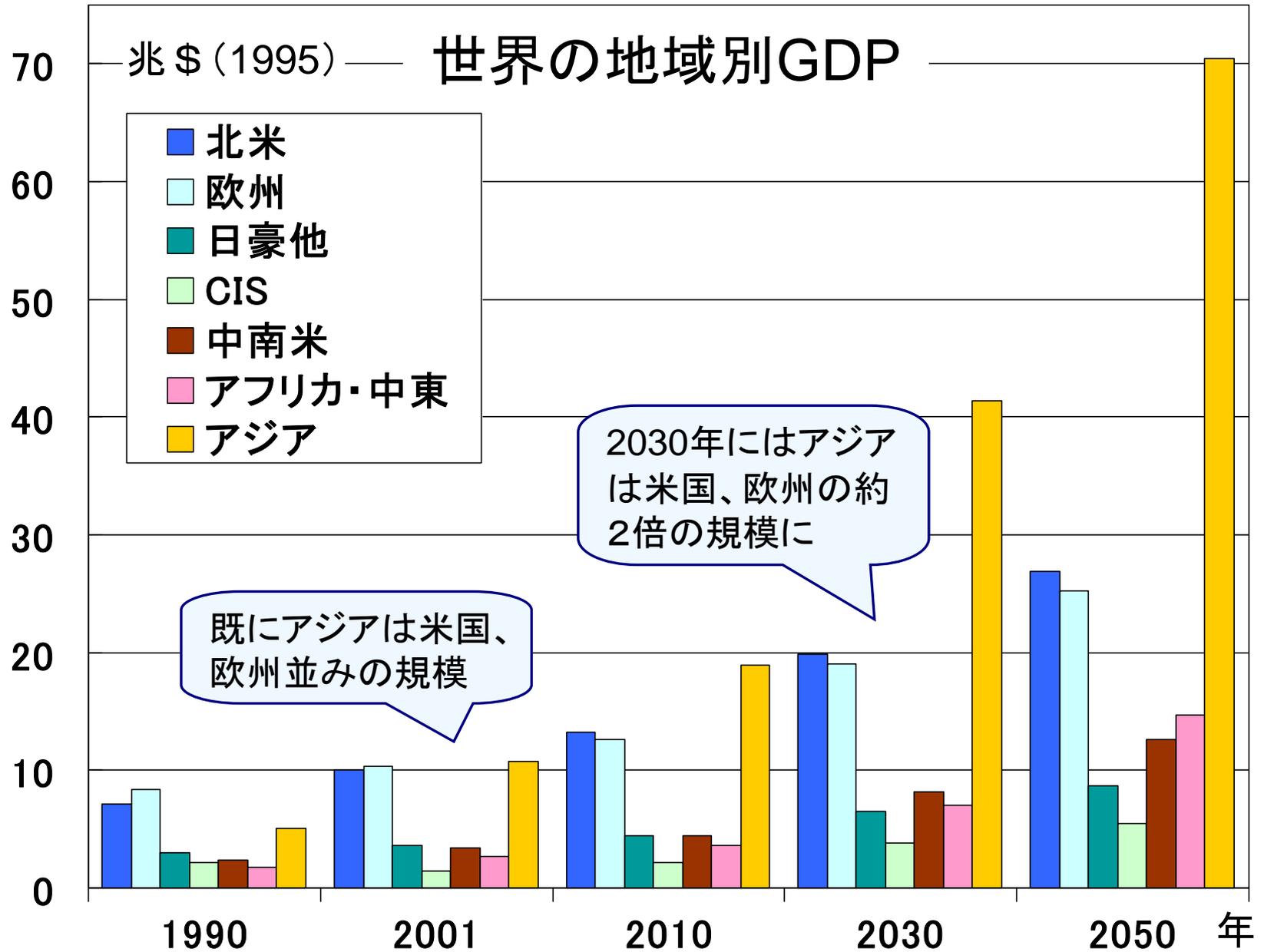


各地域の一人当りGDP伸び率



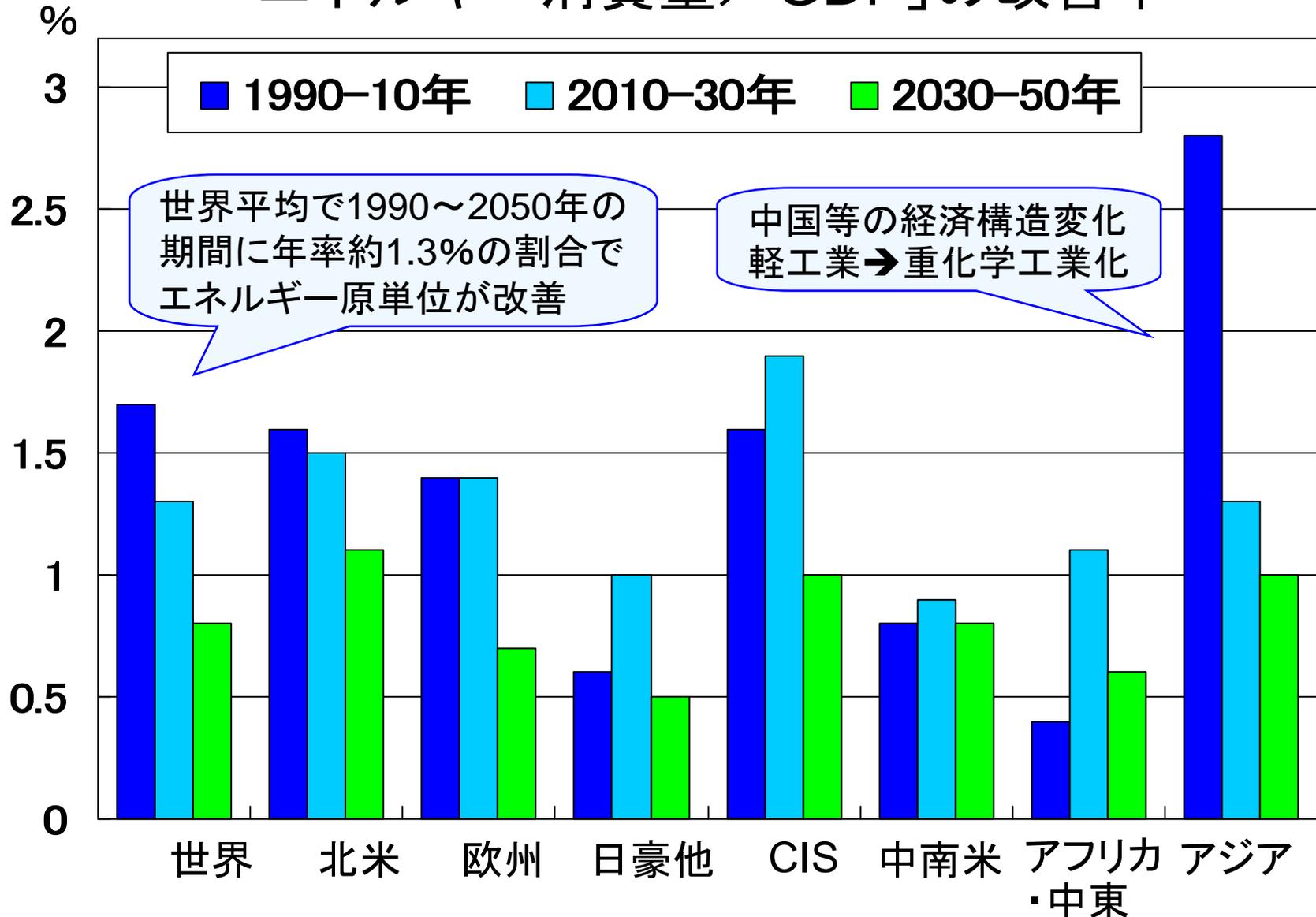
地域別人口の各期間における増減量





参考D: 基準ケース補足資料

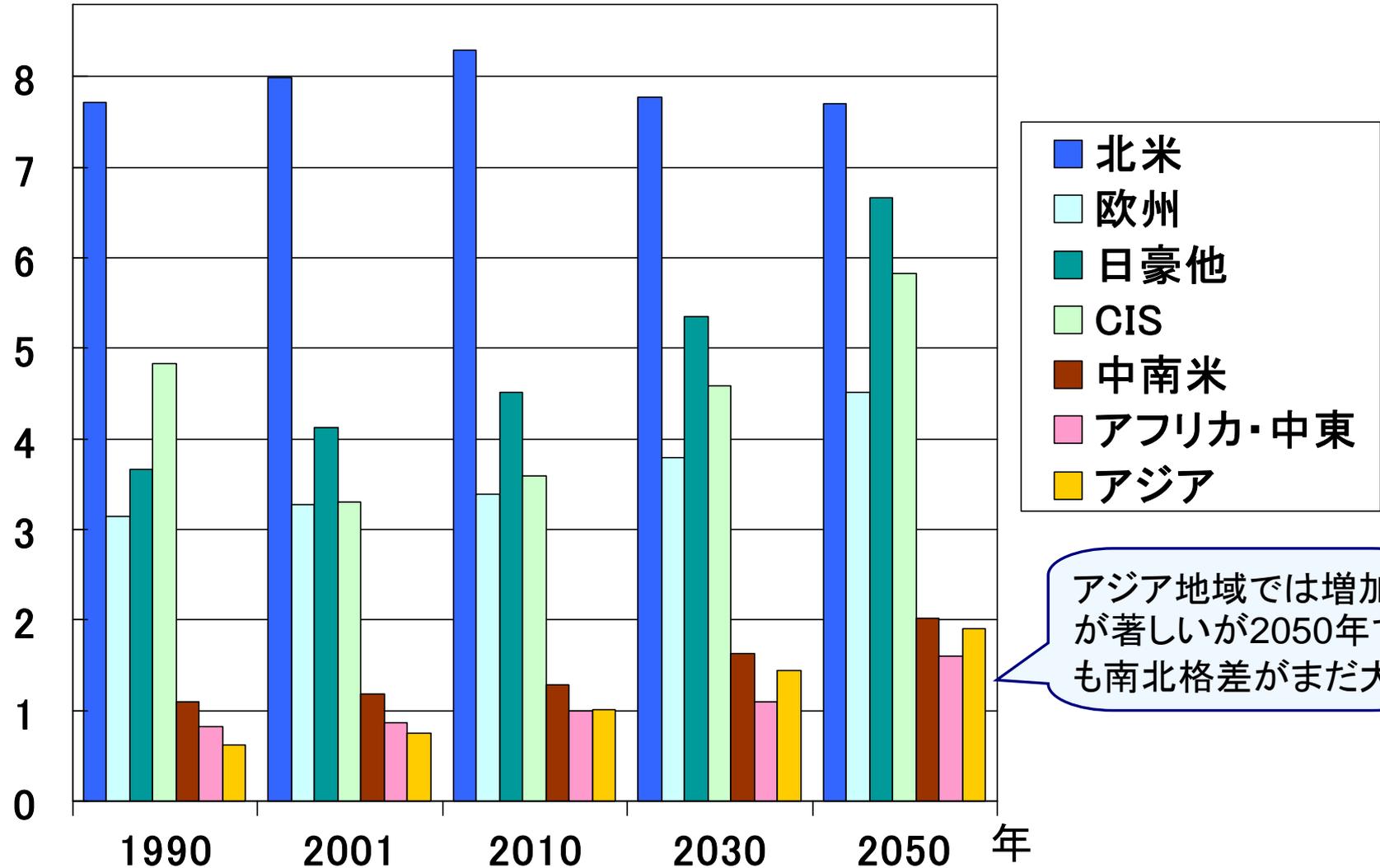
「エネルギー消費量／GDP」の改善率



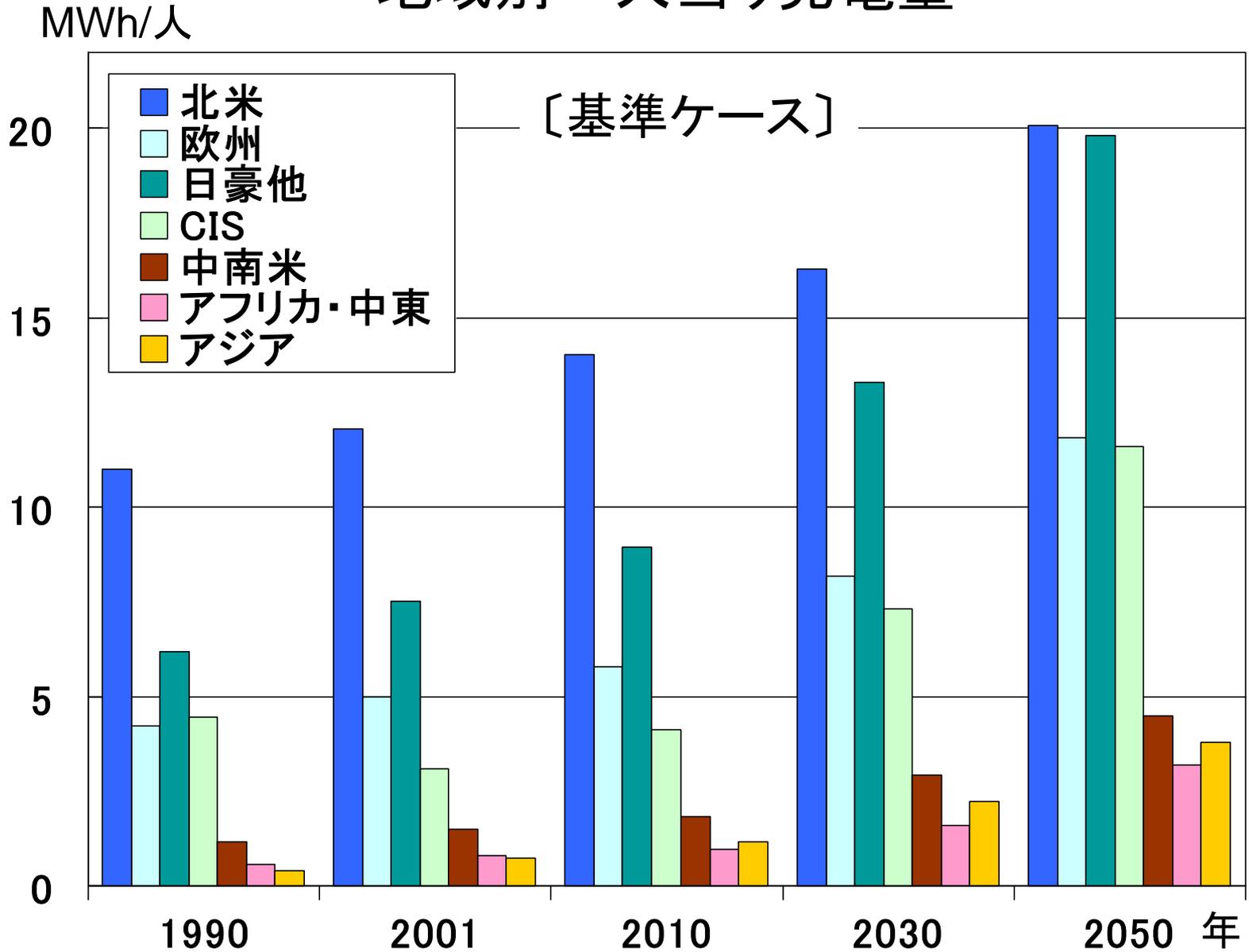
地域別一人当りエネルギー消費量

〔基準ケース〕

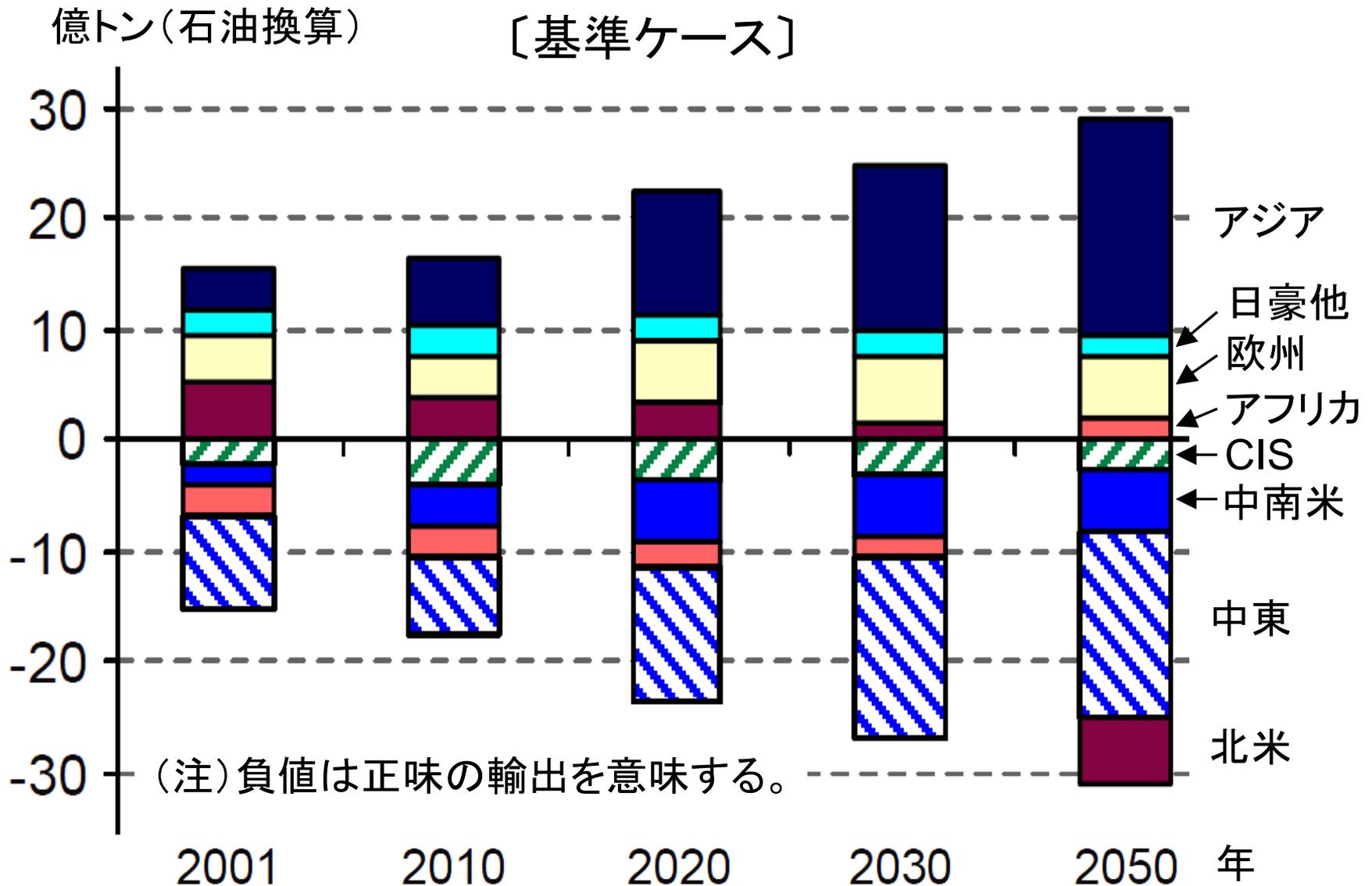
トン(石油換算)/人



地域別一人当り発電量



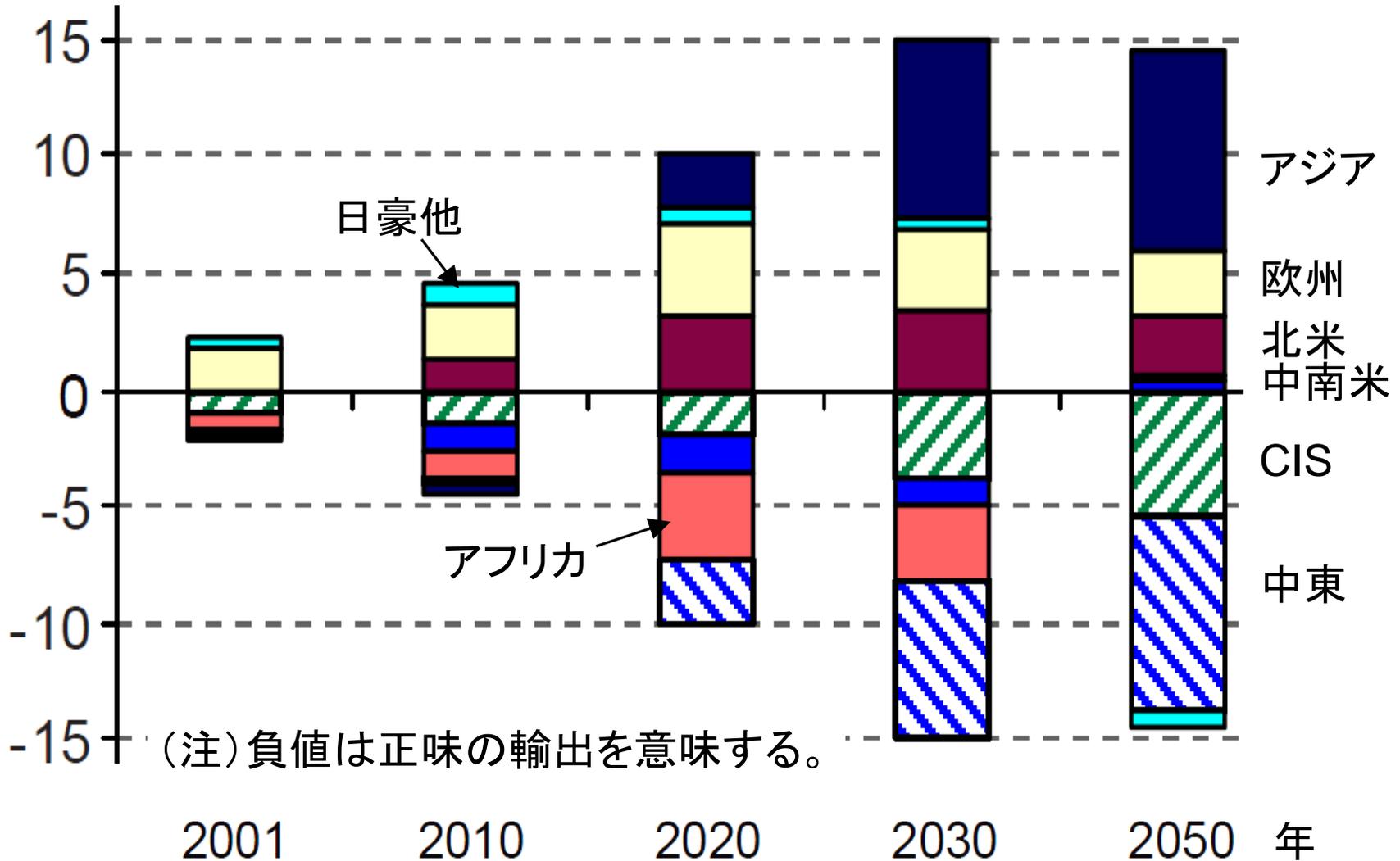
地域別の石油正味輸入量



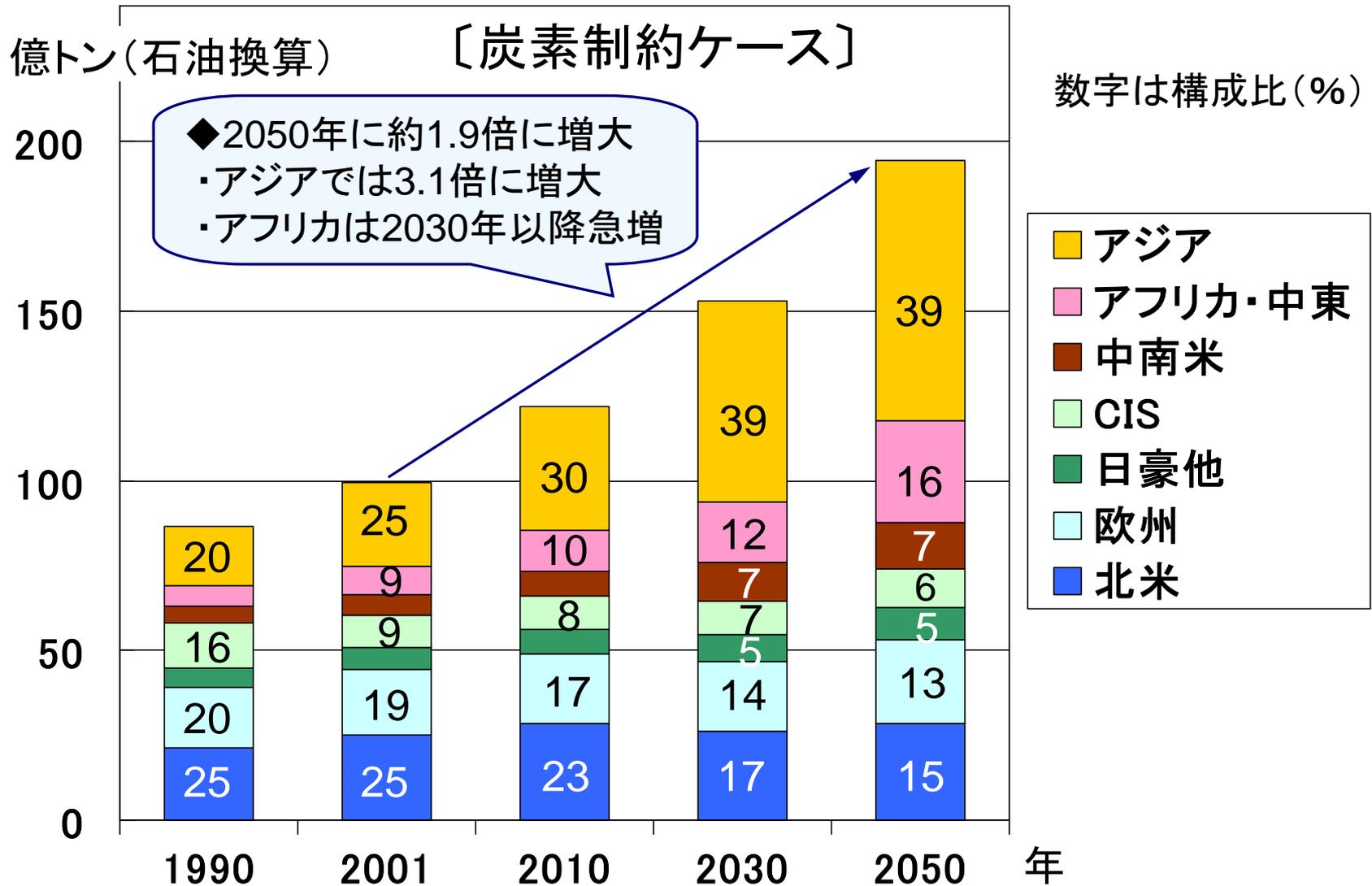
地域別の天然ガス正味輸入量

億トン(石油換算)

[基準ケース]



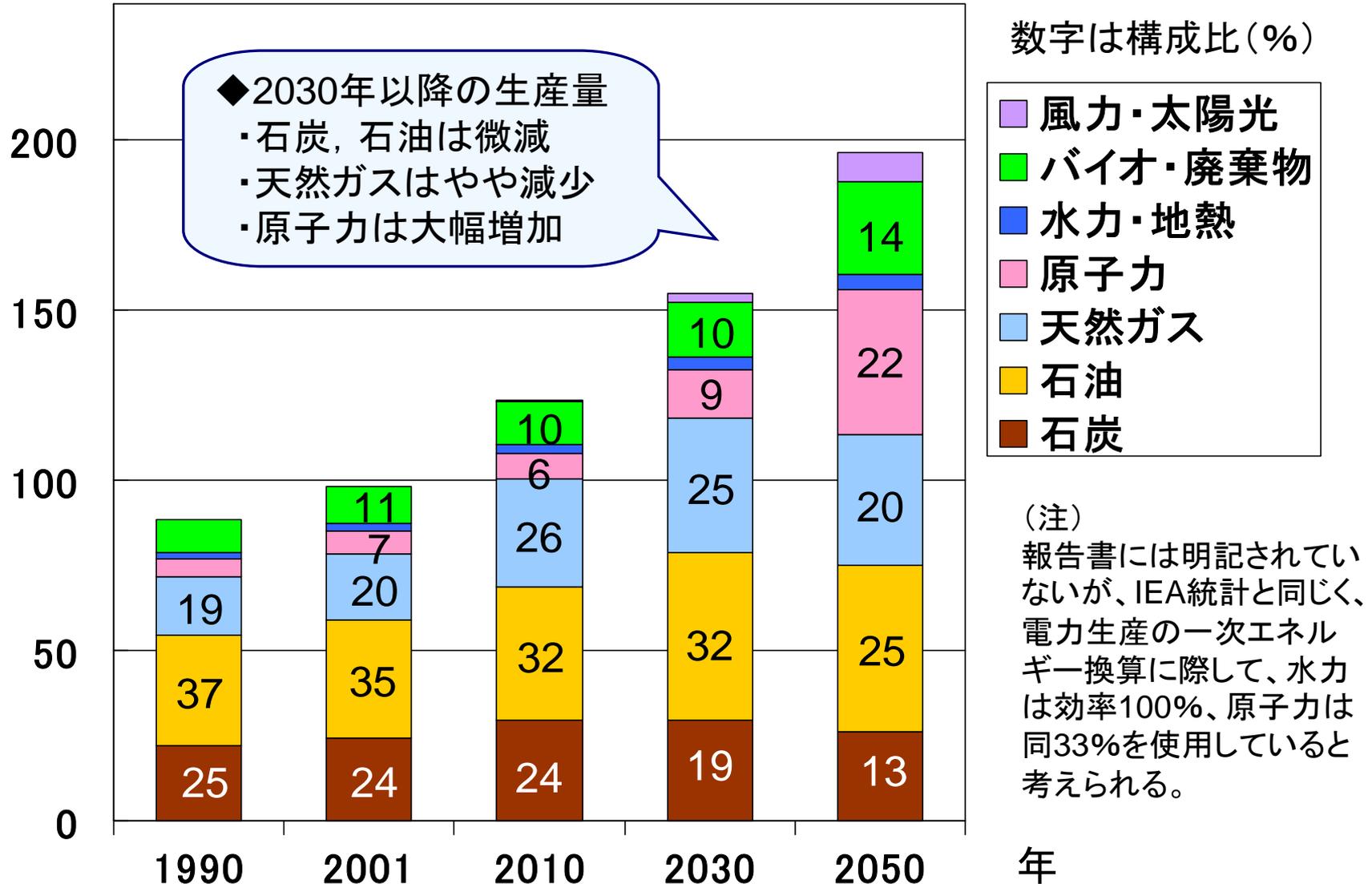
世界の地域別一次エネルギー消費量



世界の一次エネルギー生産量

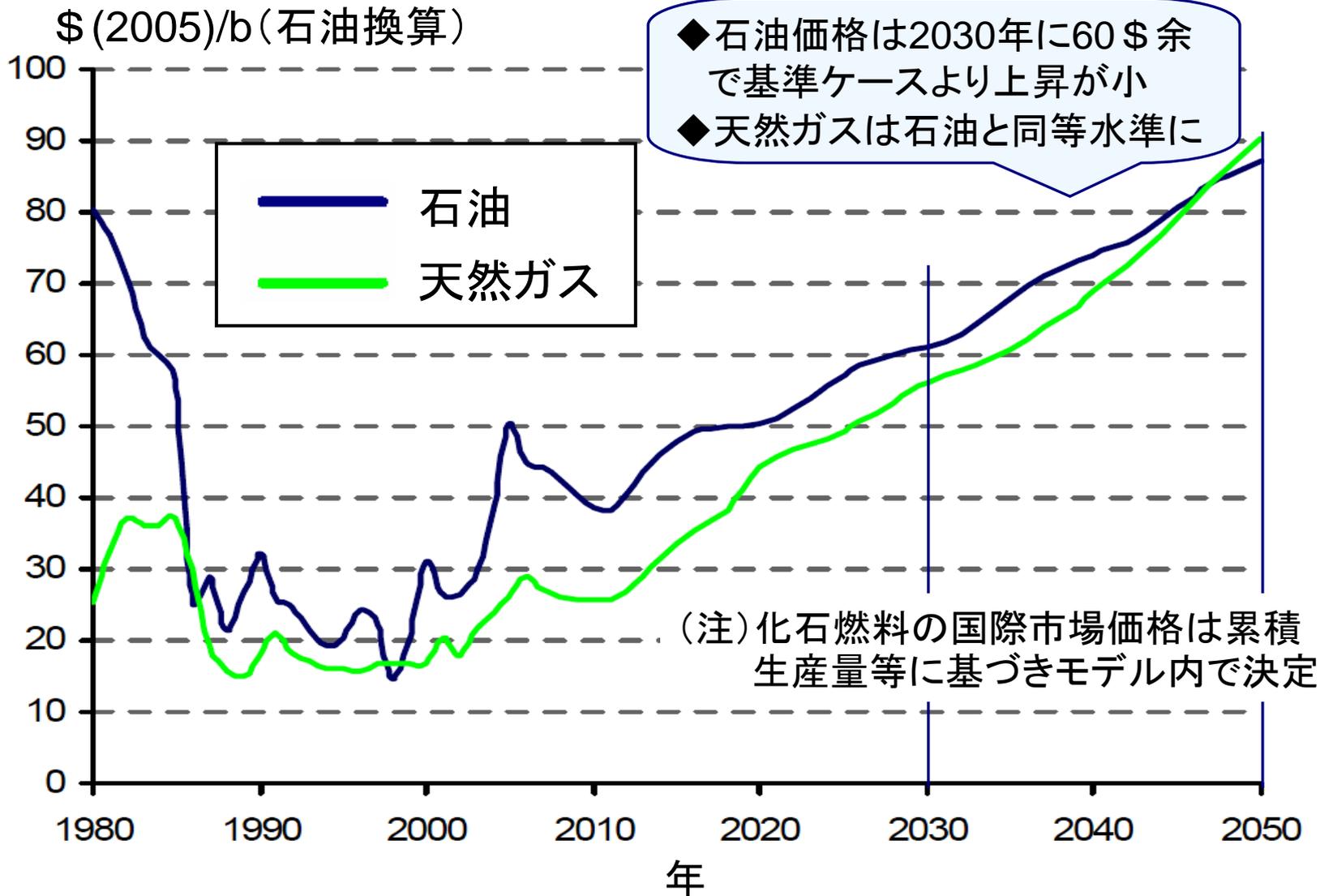
億トン(石油換算)

〔炭素制約ケース〕



石油と天然ガスの価格

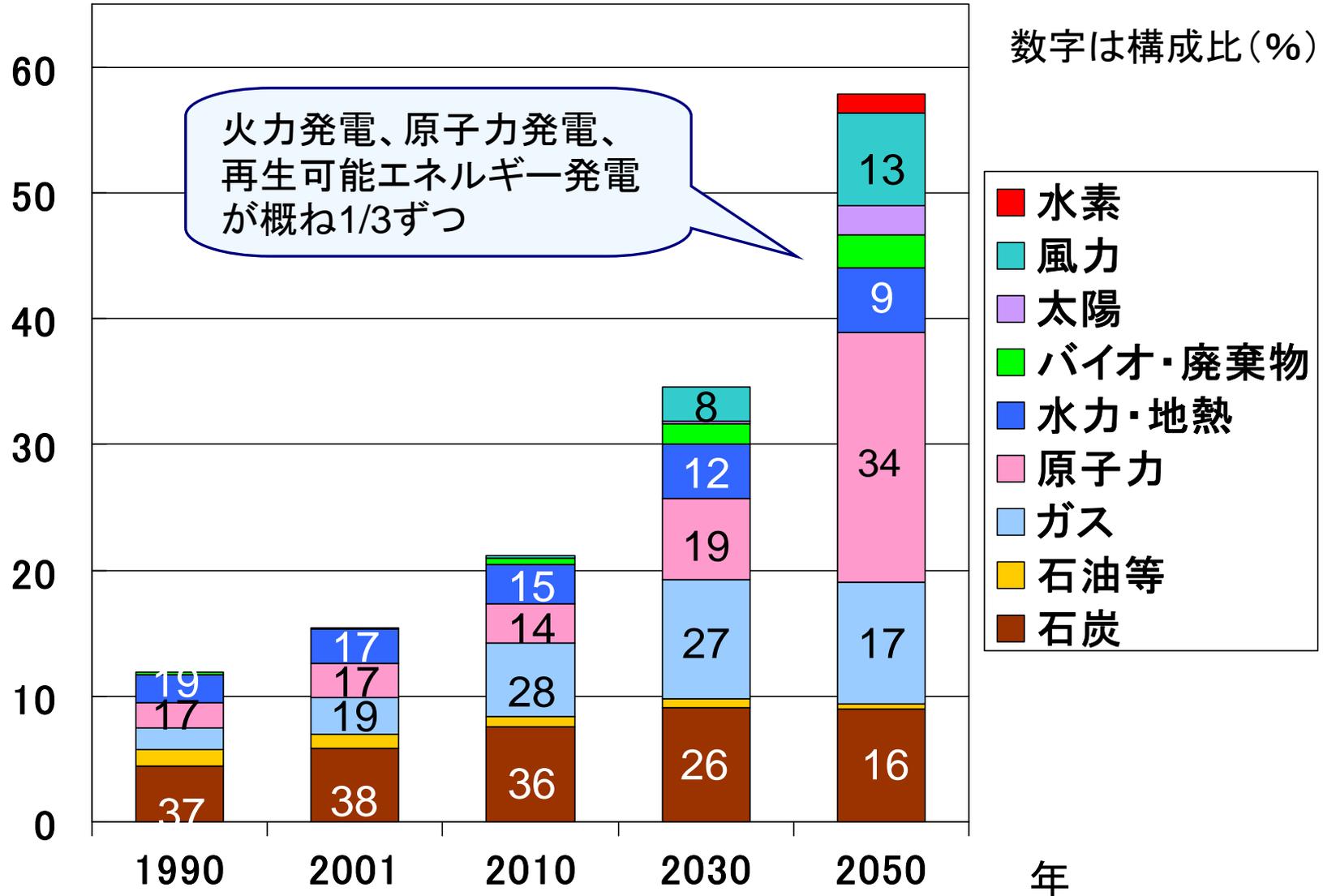
〔炭素制約ケース〕



世界の発電電力量(電源別)

〔炭素制約ケース〕

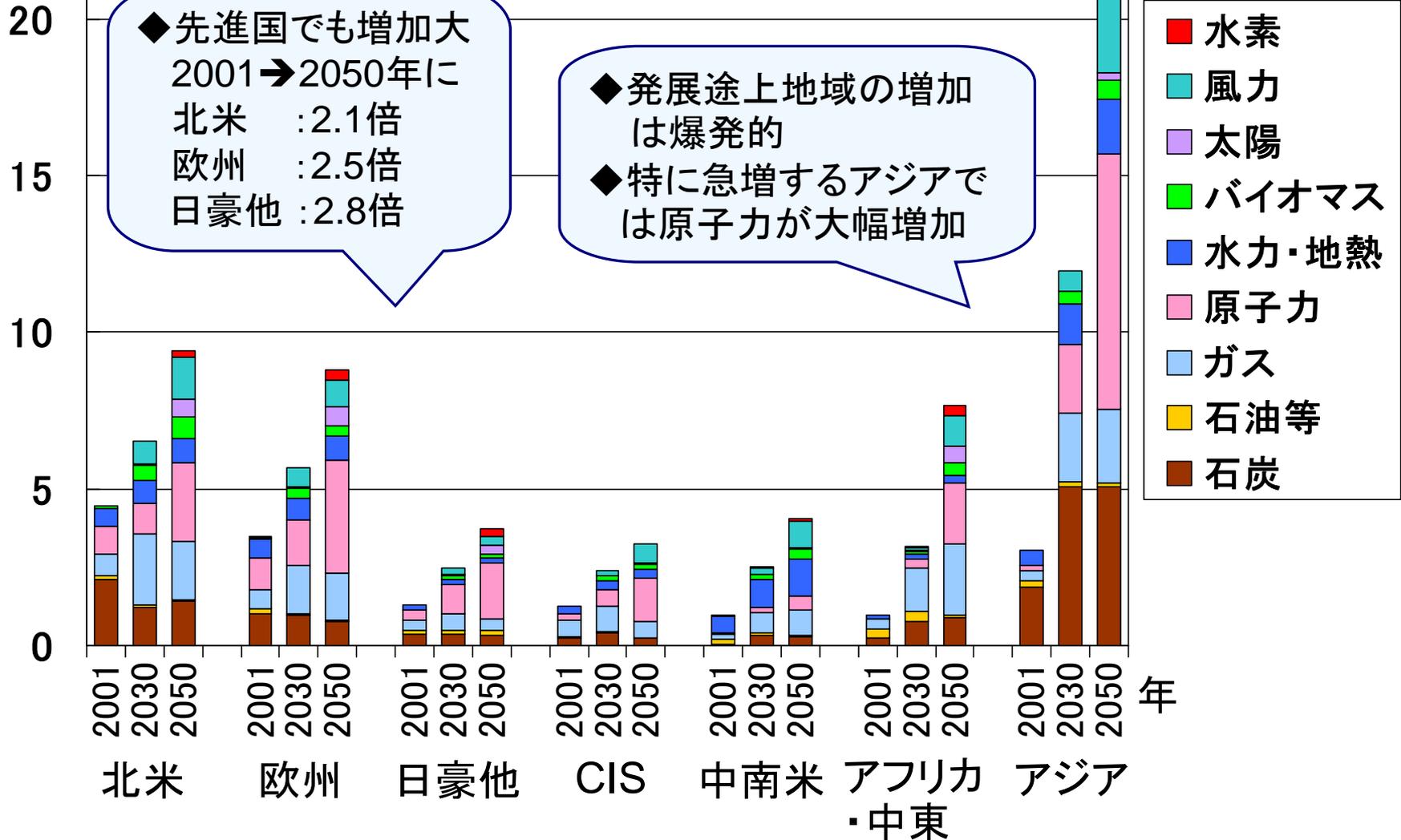
兆kWh



各地域の発電量と電源構成の推移

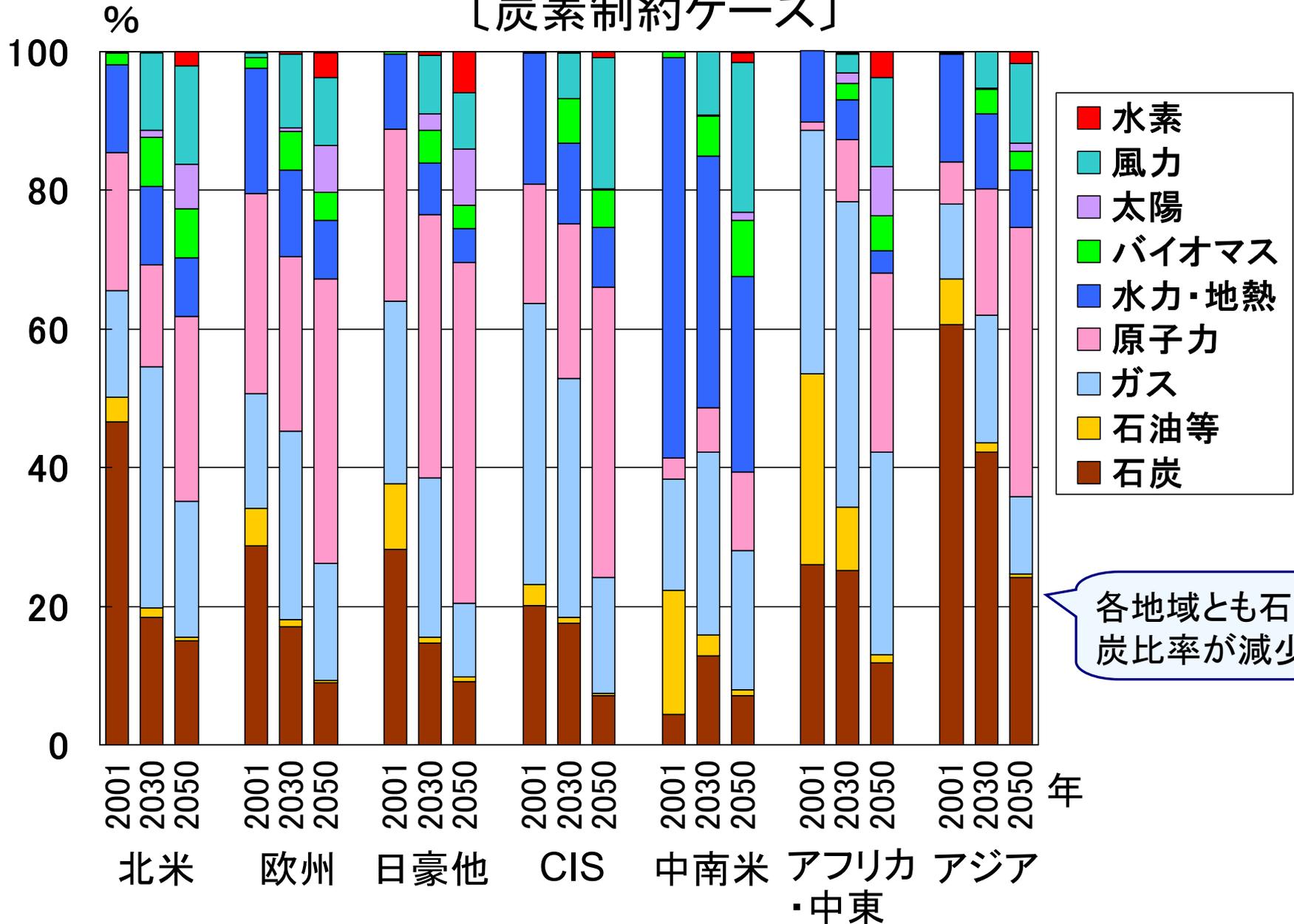
兆kWh

〔炭素制約ケース〕



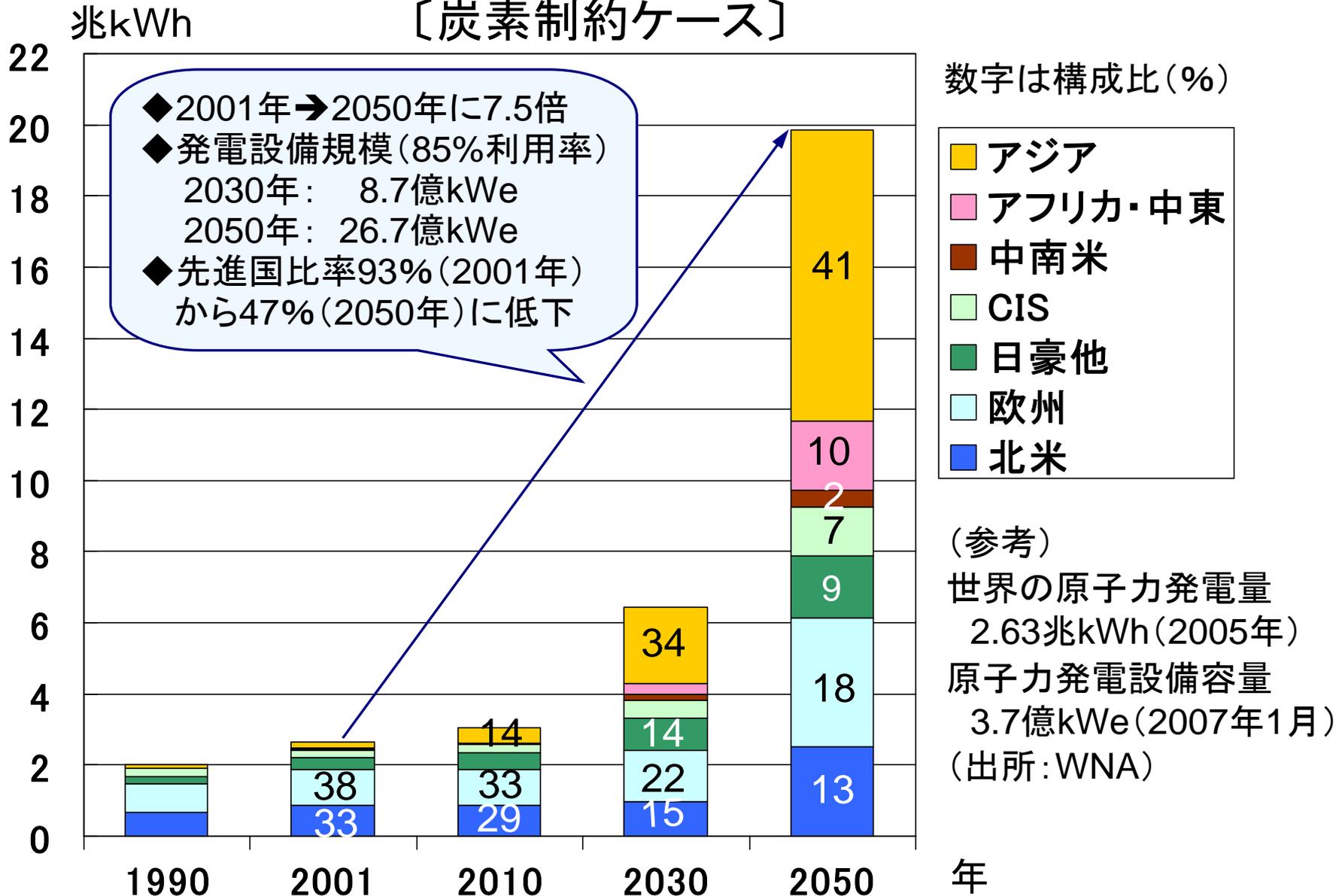
各地域の電源構成の推移

〔炭素制約ケース〕



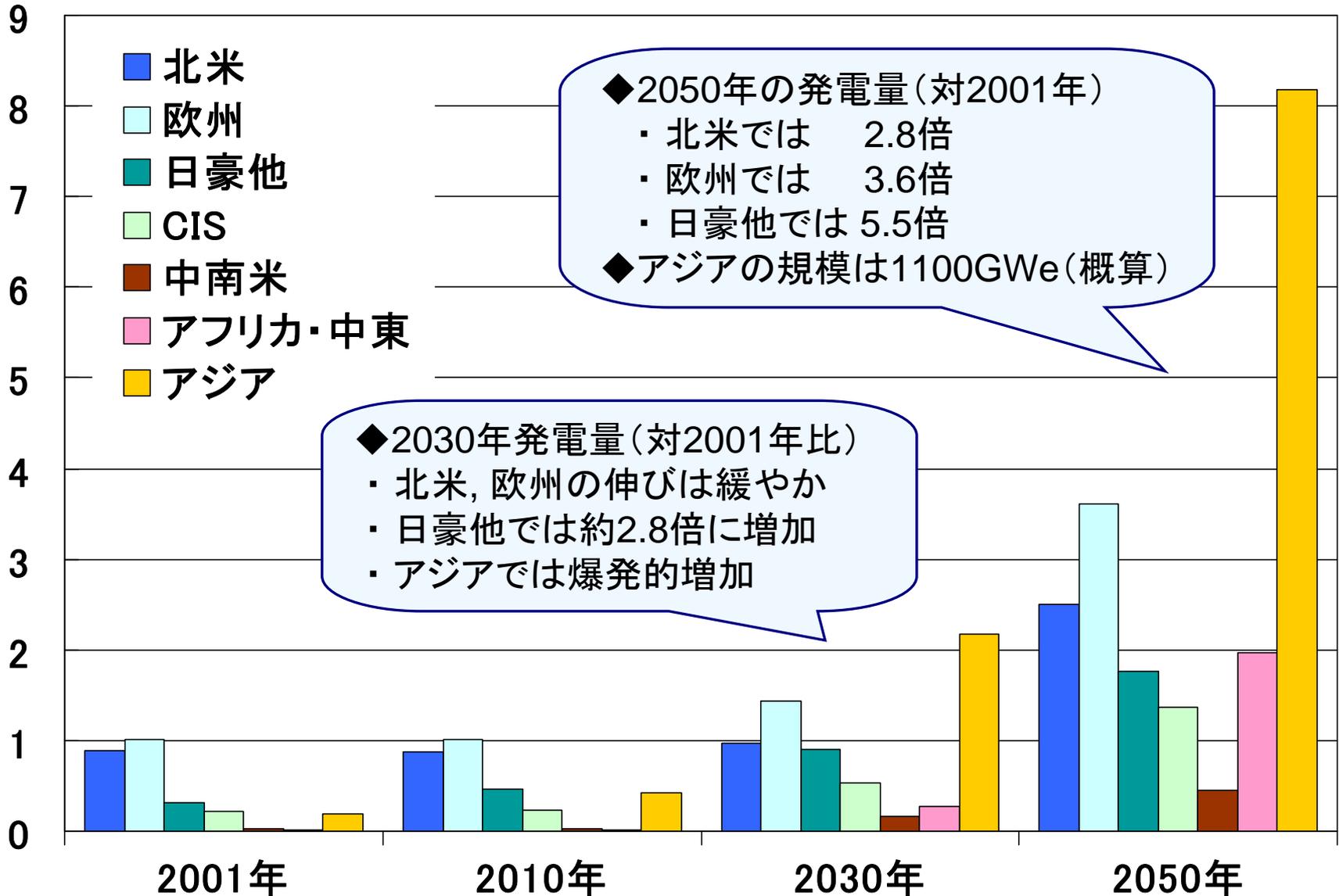
原子力発電電力量

〔炭素制約ケース〕



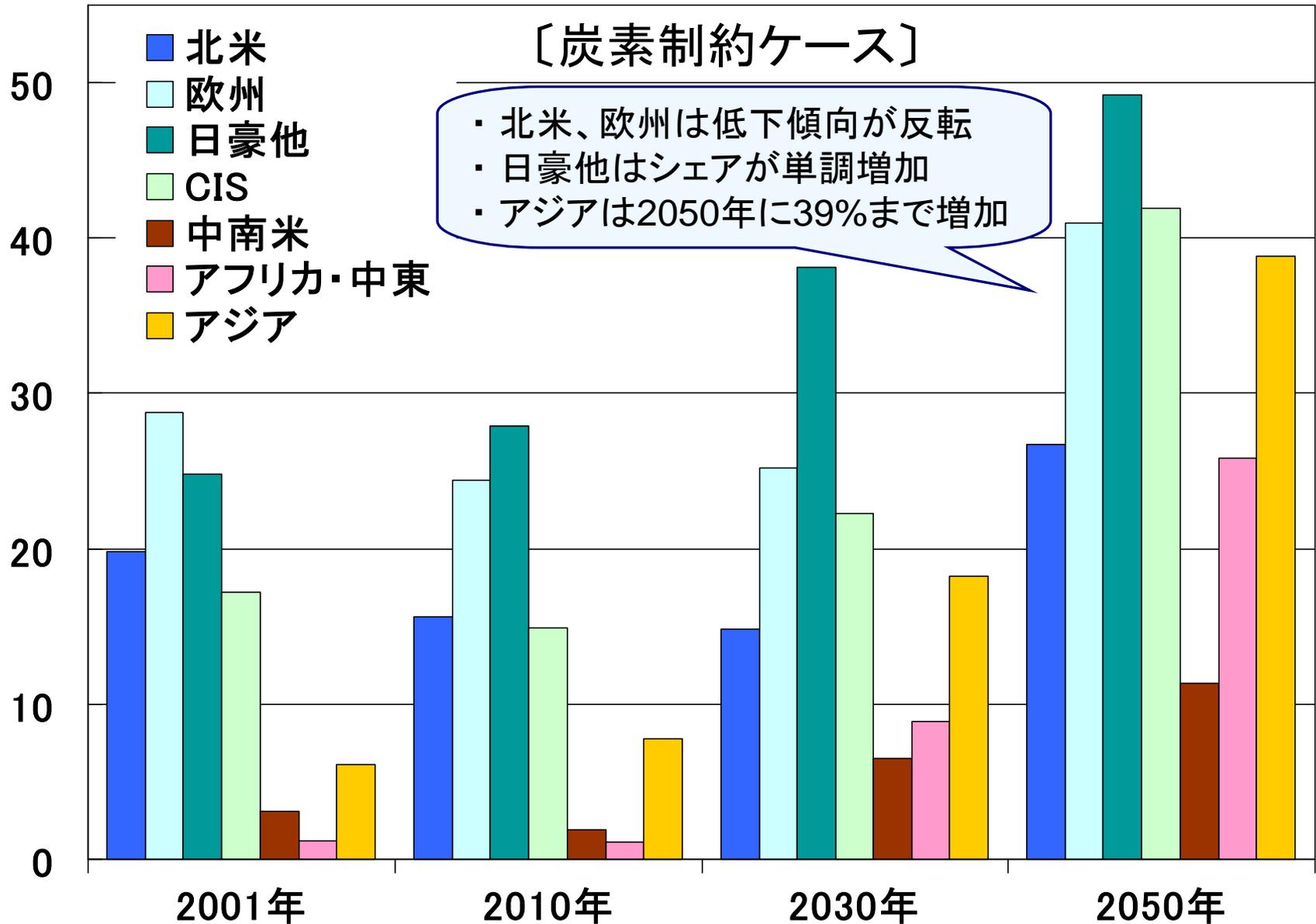
地域別の原子力発電電力量 〔炭素制約ケース〕

兆kWh



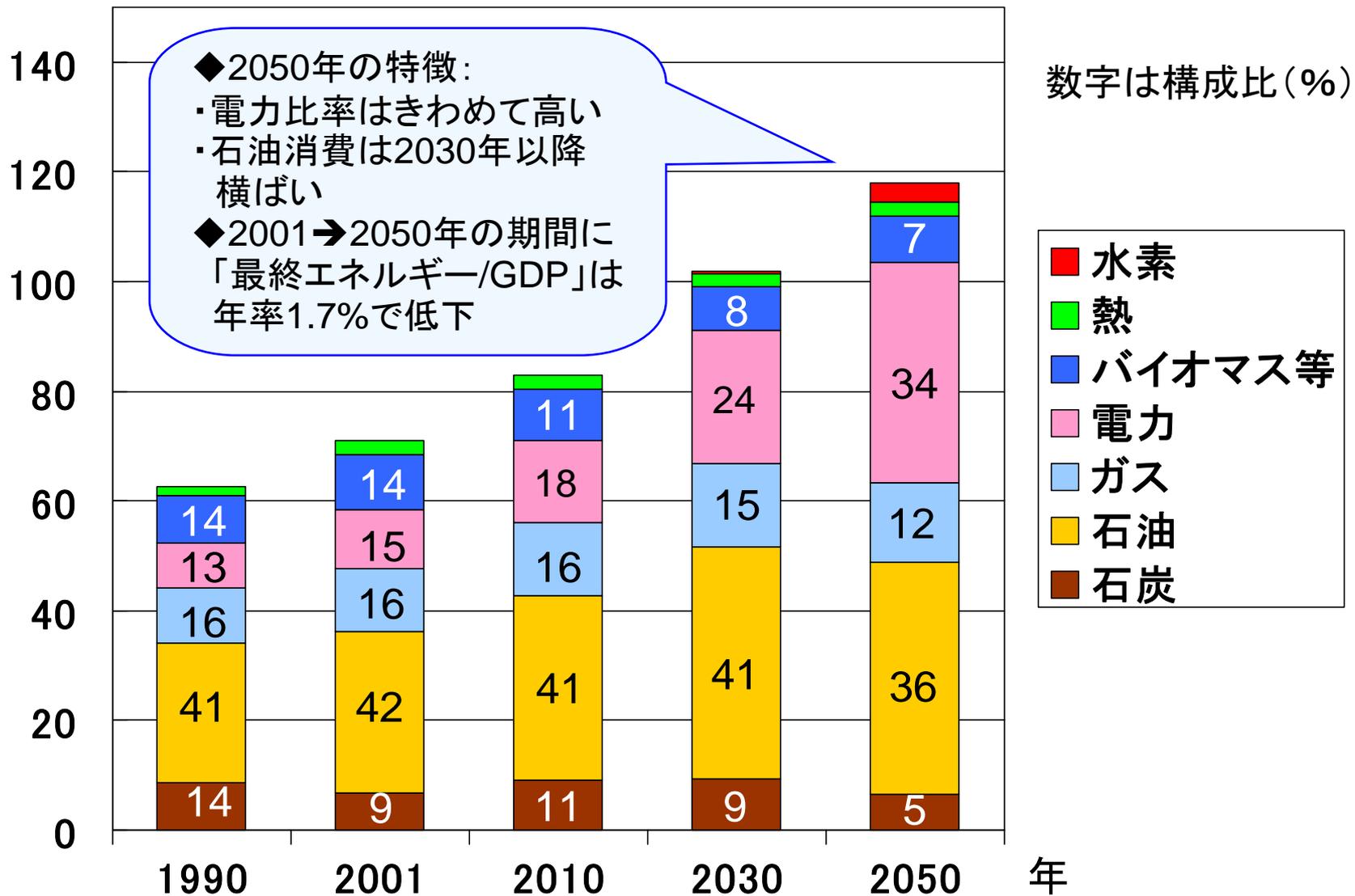
総発電量に占める原子力のシェア

%



世界の最終エネルギー消費量

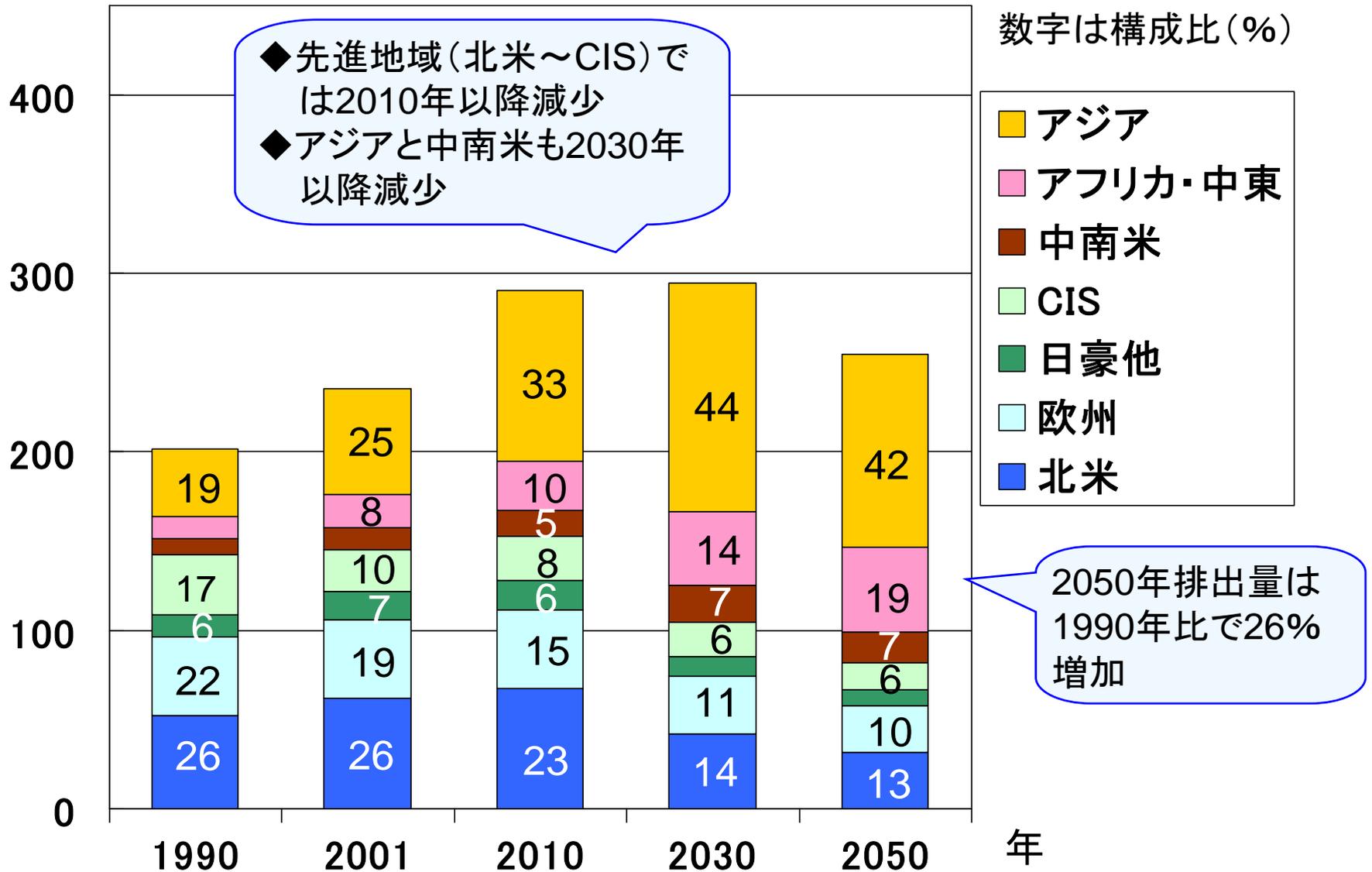
億トン(石油換算) [炭素制約ケース]



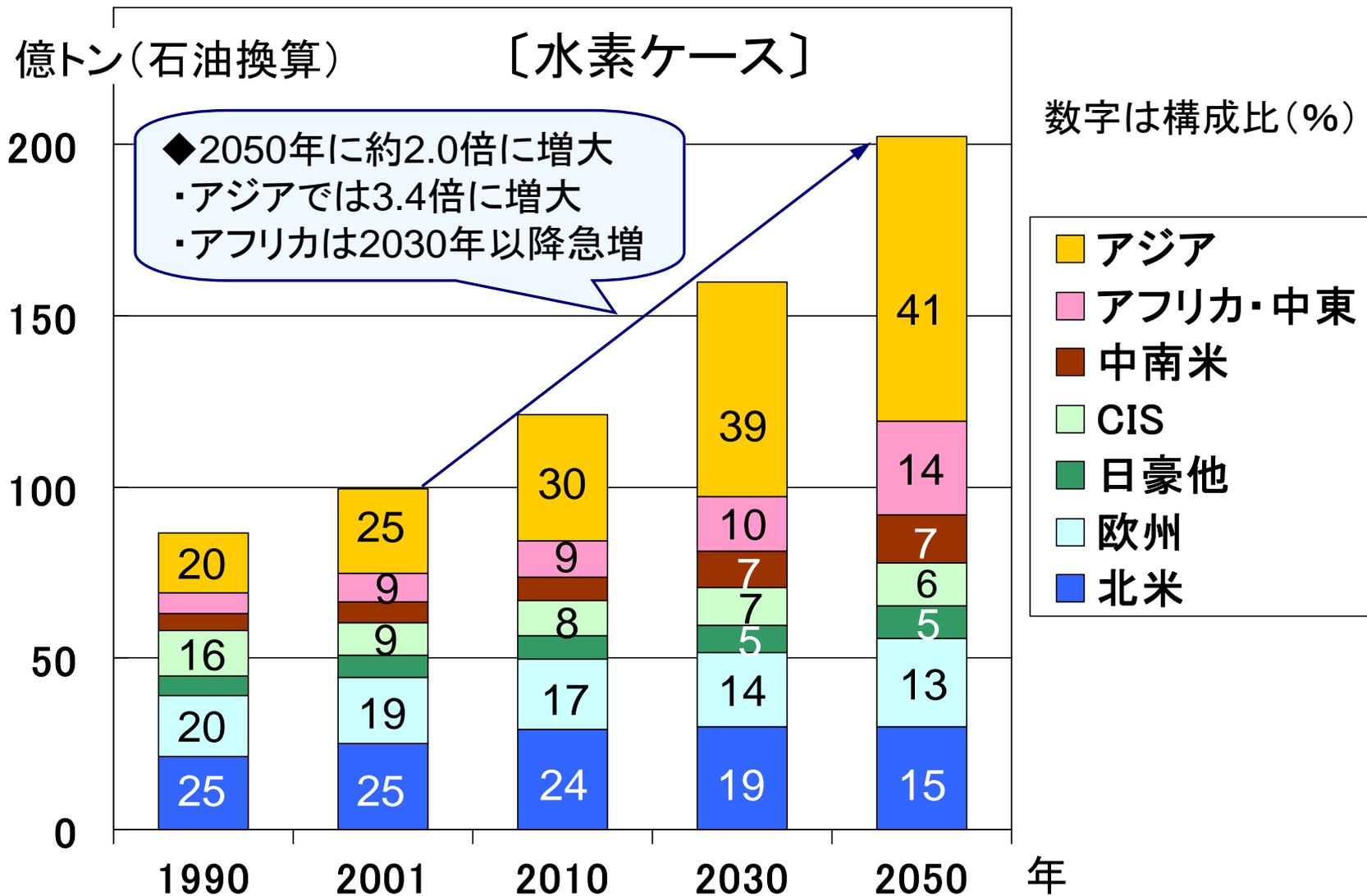
世界の地域別CO₂排出量

〔炭素制約ケース〕

億トンCO₂



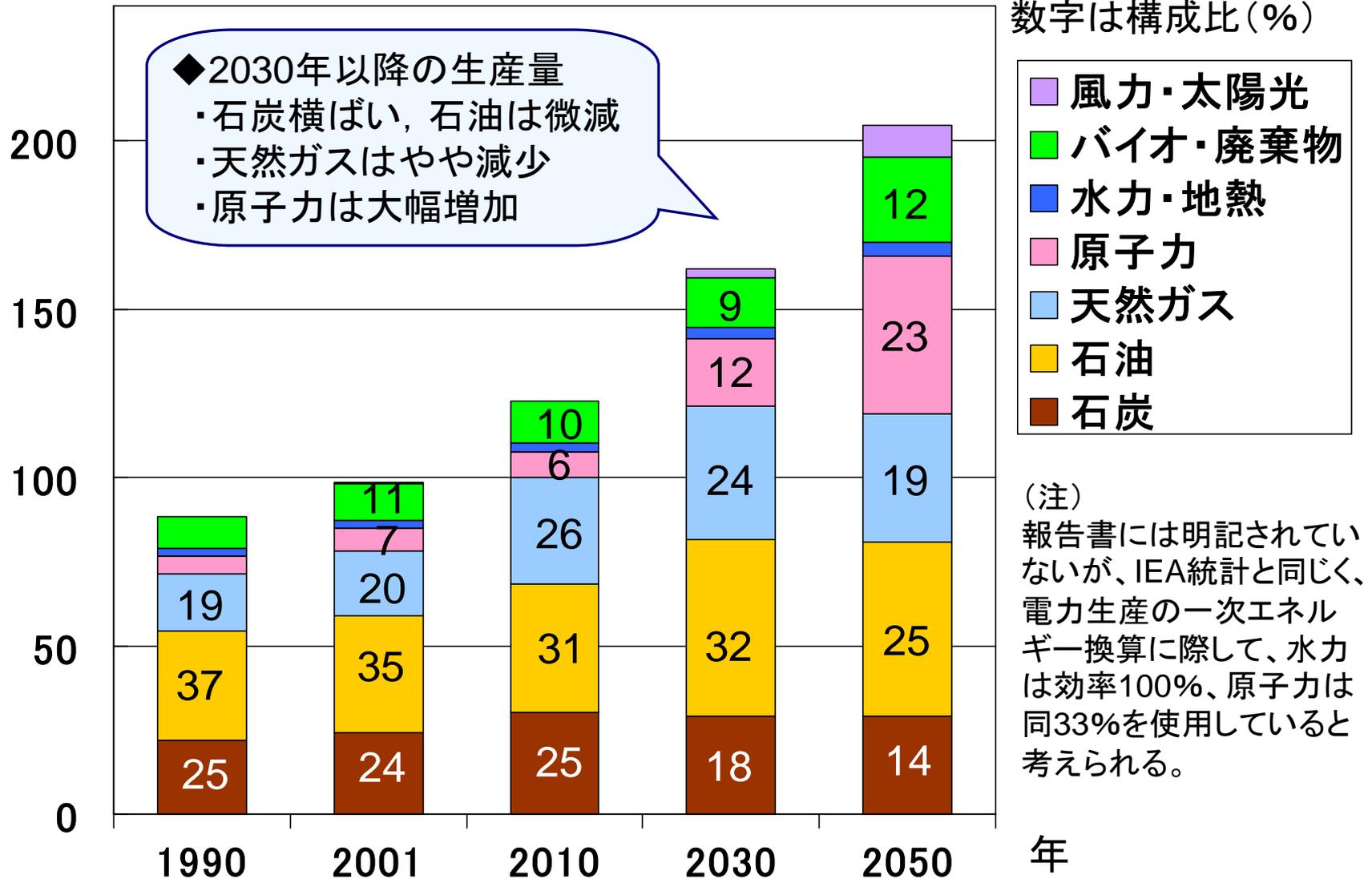
世界の地域別一次エネルギー消費量



世界の一次エネルギー生産量

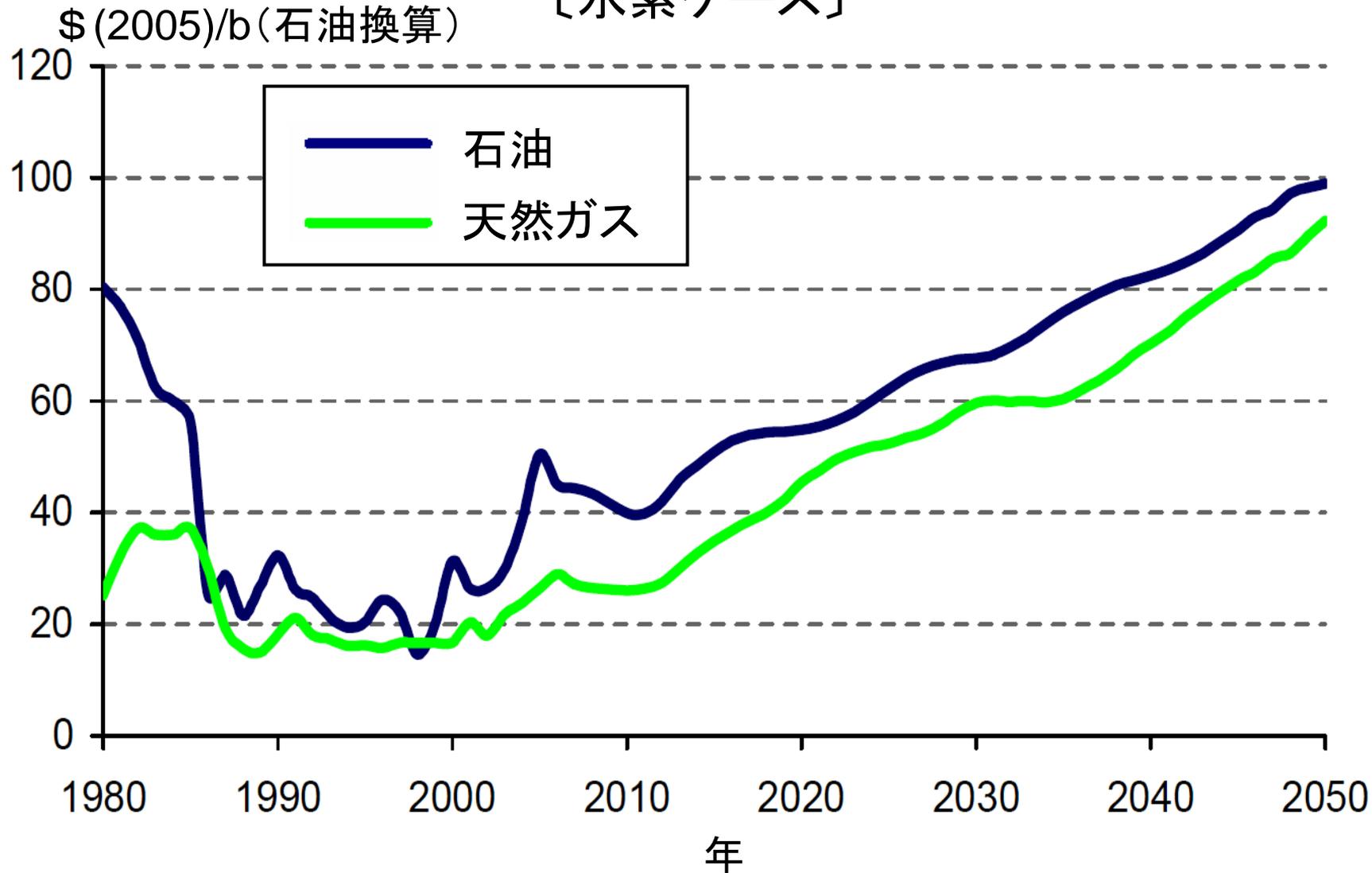
〔水素ケース〕

億トン(石油換算)



石油と天然ガスの価格

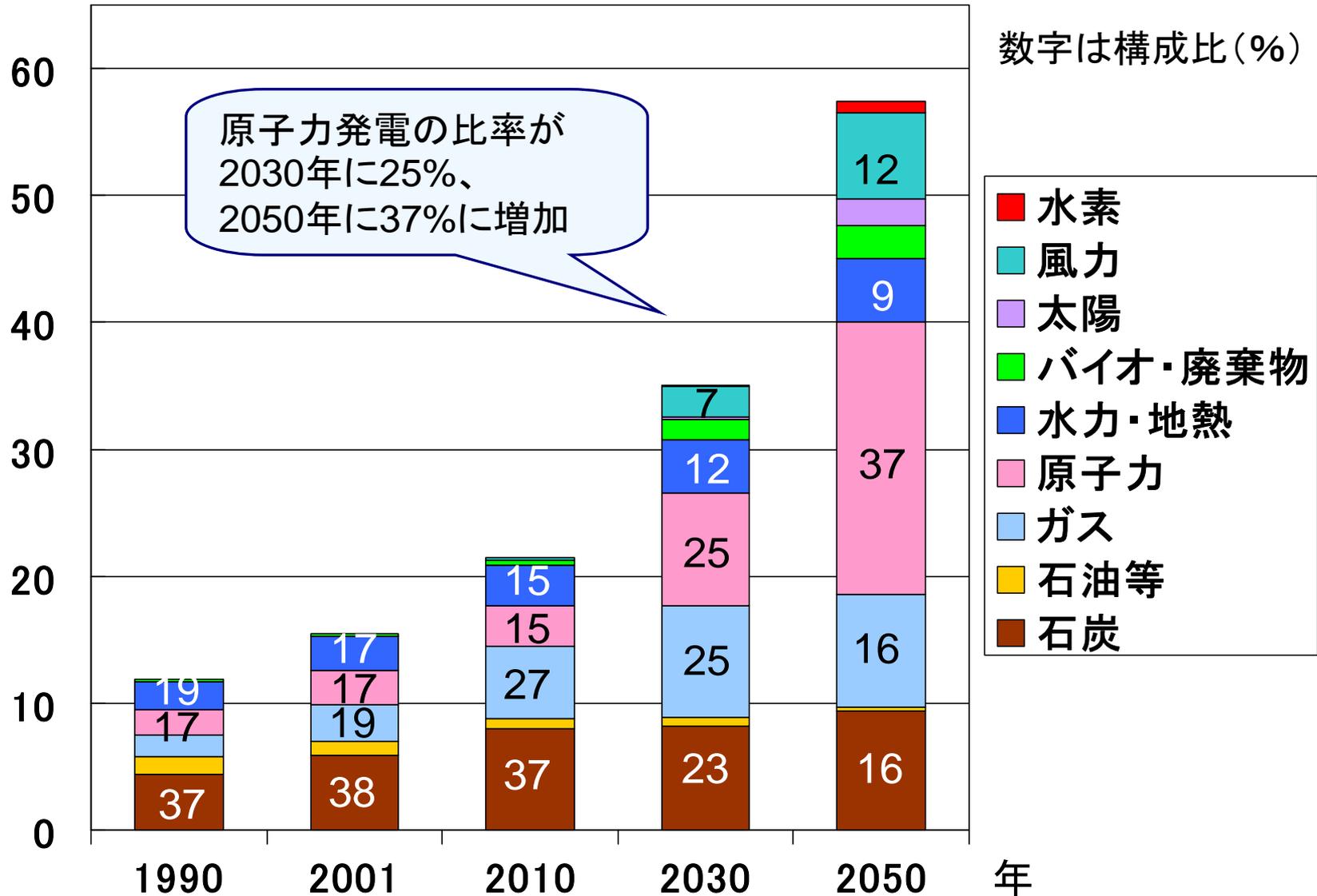
〔水素ケース〕



世界の発電電力量

〔水素ケース〕

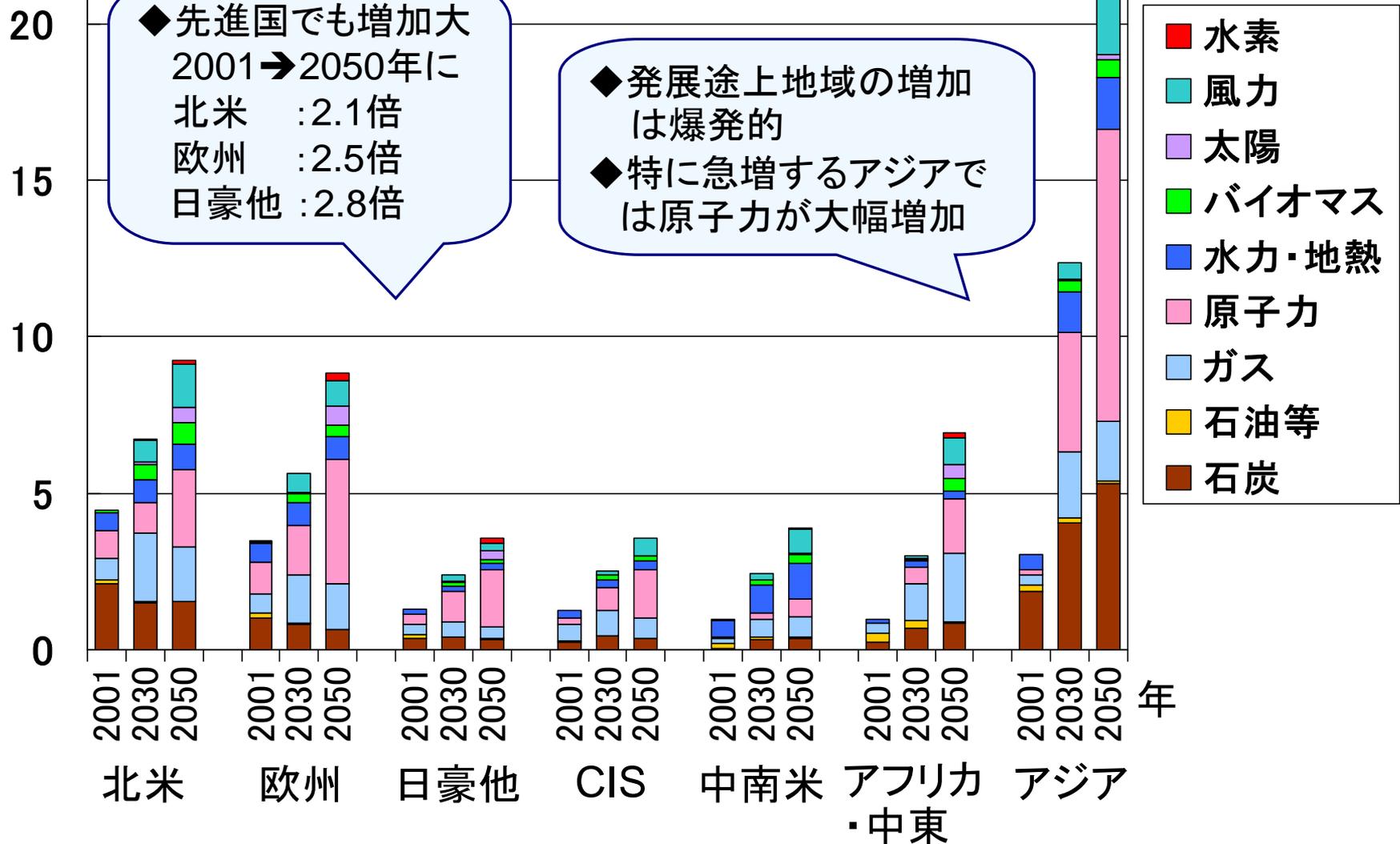
兆kWh



各地域の発電量と電源構成の推移

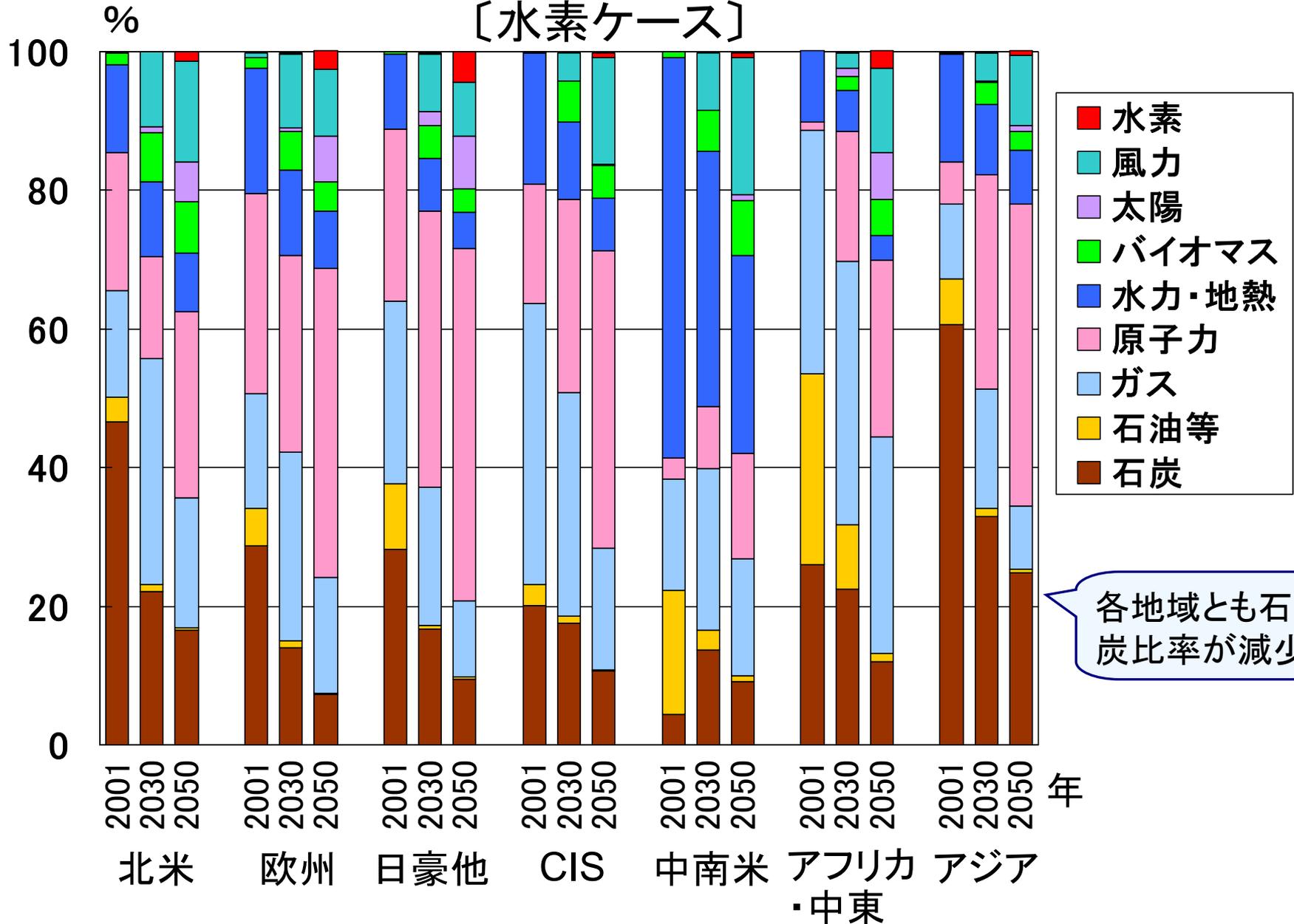
兆kWh

〔水素ケース〕



各地域の電源構成の推移

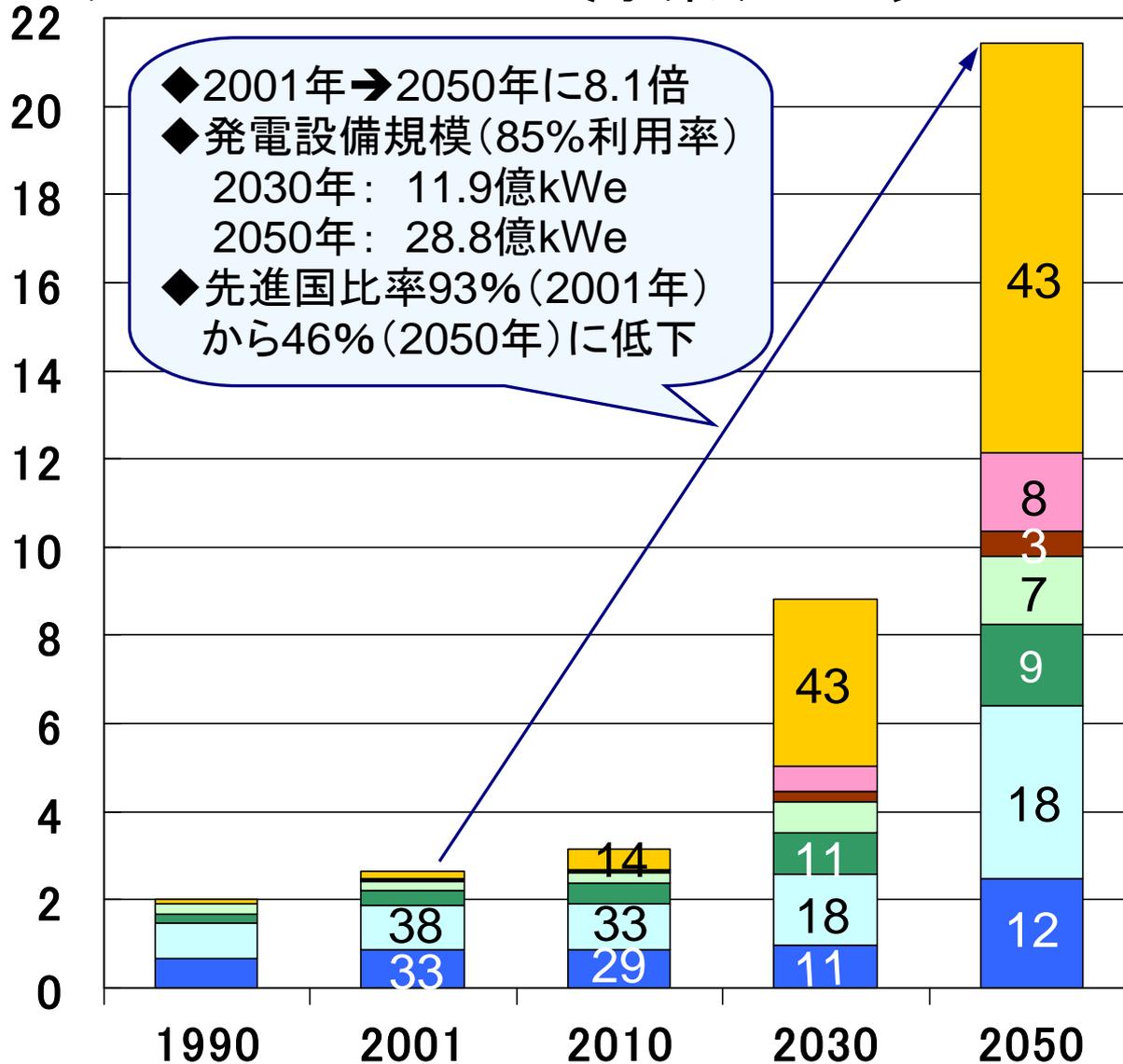
〔水素ケース〕



原子力発電電力量

〔水素ケース〕

兆kWh



◆ 2001年 → 2050年に8.1倍
 ◆ 発電設備規模 (85%利用率)
 2030年: 11.9億kWe
 2050年: 28.8億kWe
 ◆ 先進国比率93%(2001年)から46%(2050年)に低下

数字は構成比 (%)



(参考)

世界の原子力発電量
 2.63兆kWh (2005年)

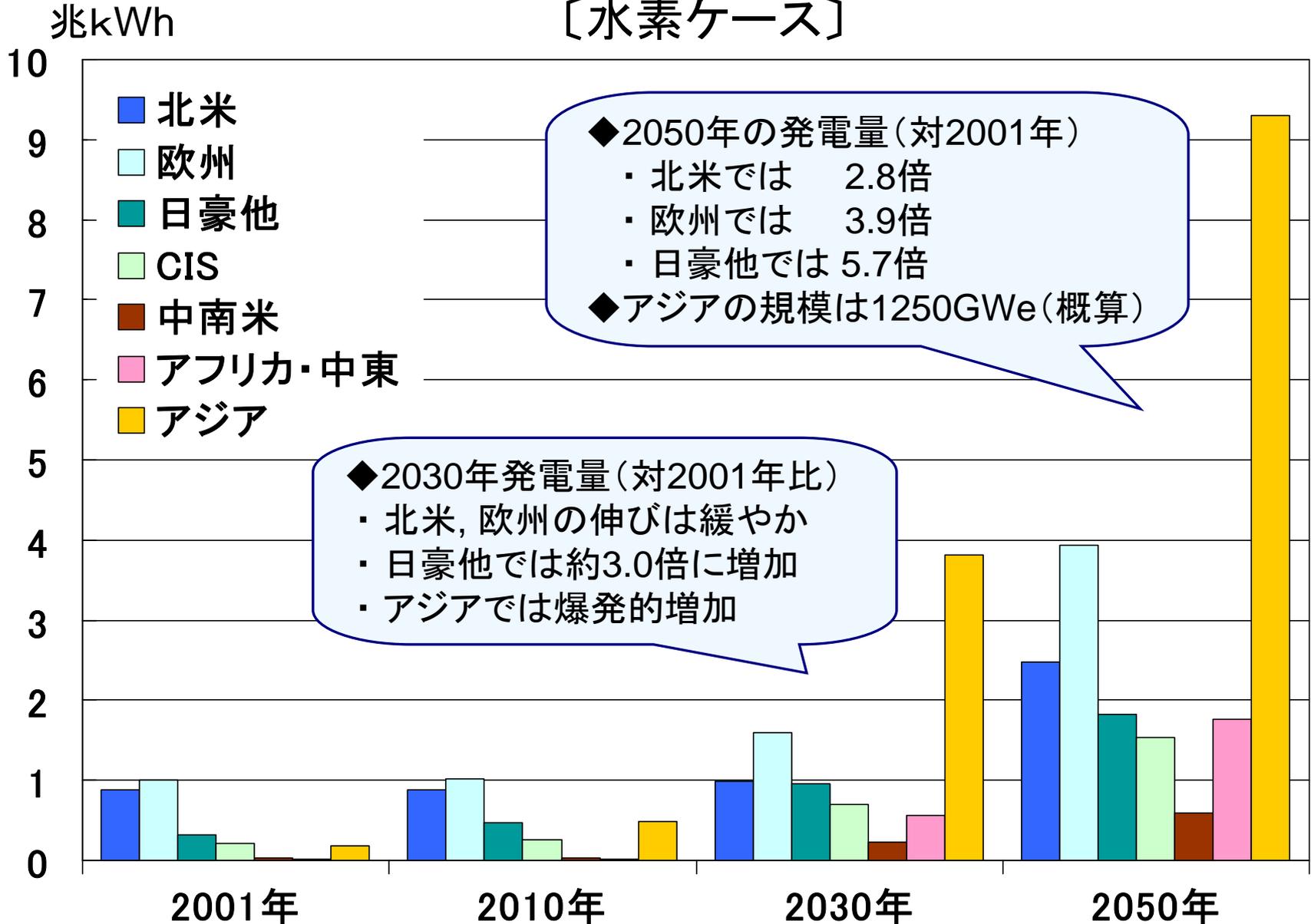
原子力発電設備容量
 3.7億kWe (2007年1月)

(出所: WNA)

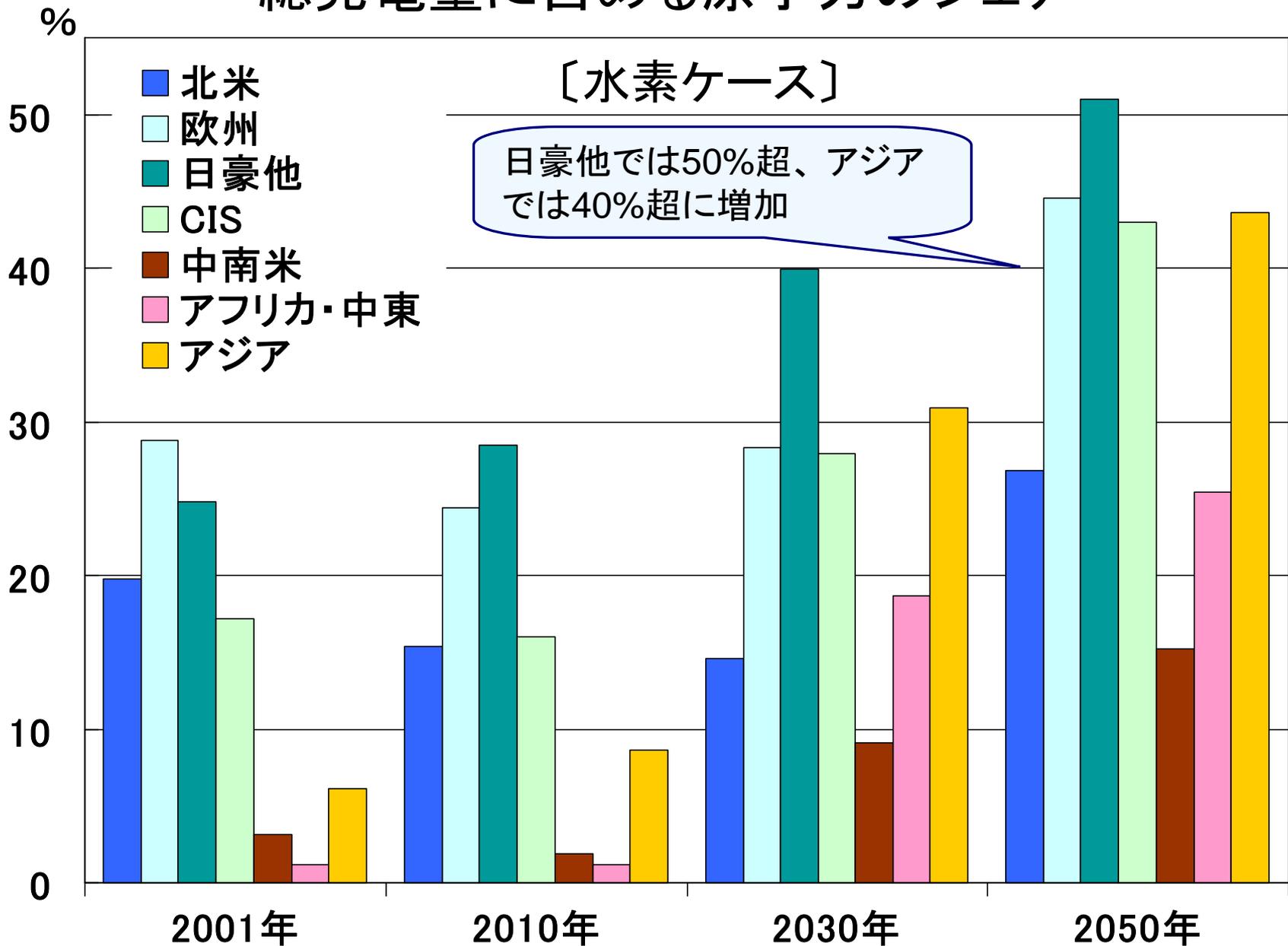
年

地域別の原子力発電電力量

〔水素ケース〕



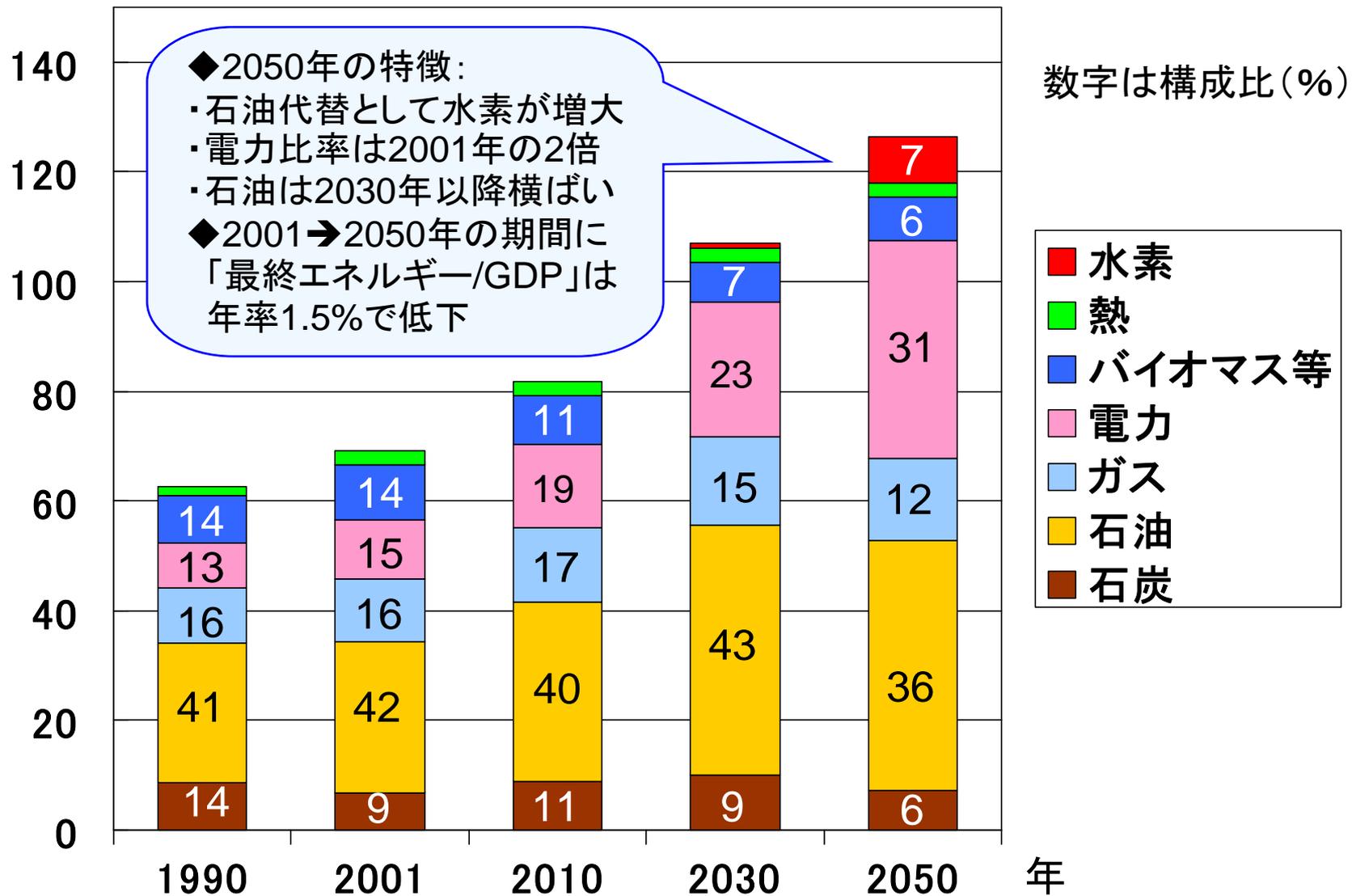
総発電量に占める原子力のシェア



世界の最終エネルギー消費量

〔水素ケース〕

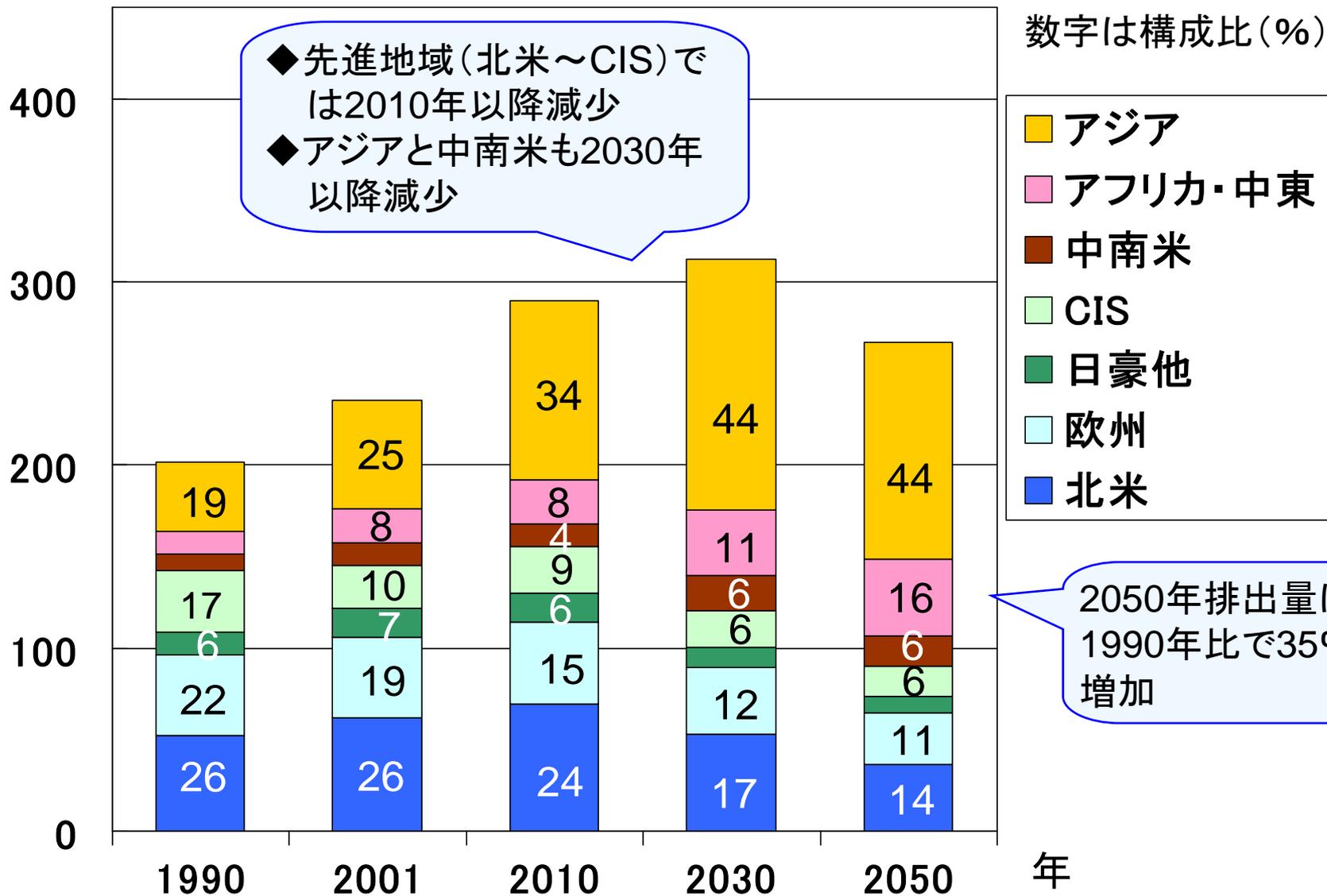
億トン(石油換算)



世界の地域別CO₂排出量

億トンCO₂

[水素ケース]



参考G: IASA-WEC、IPCC-SRESとの比較

[参照した見通し]

◆2050年の見通し

IIASA-WEC : Global Energy Perspectives (1998)

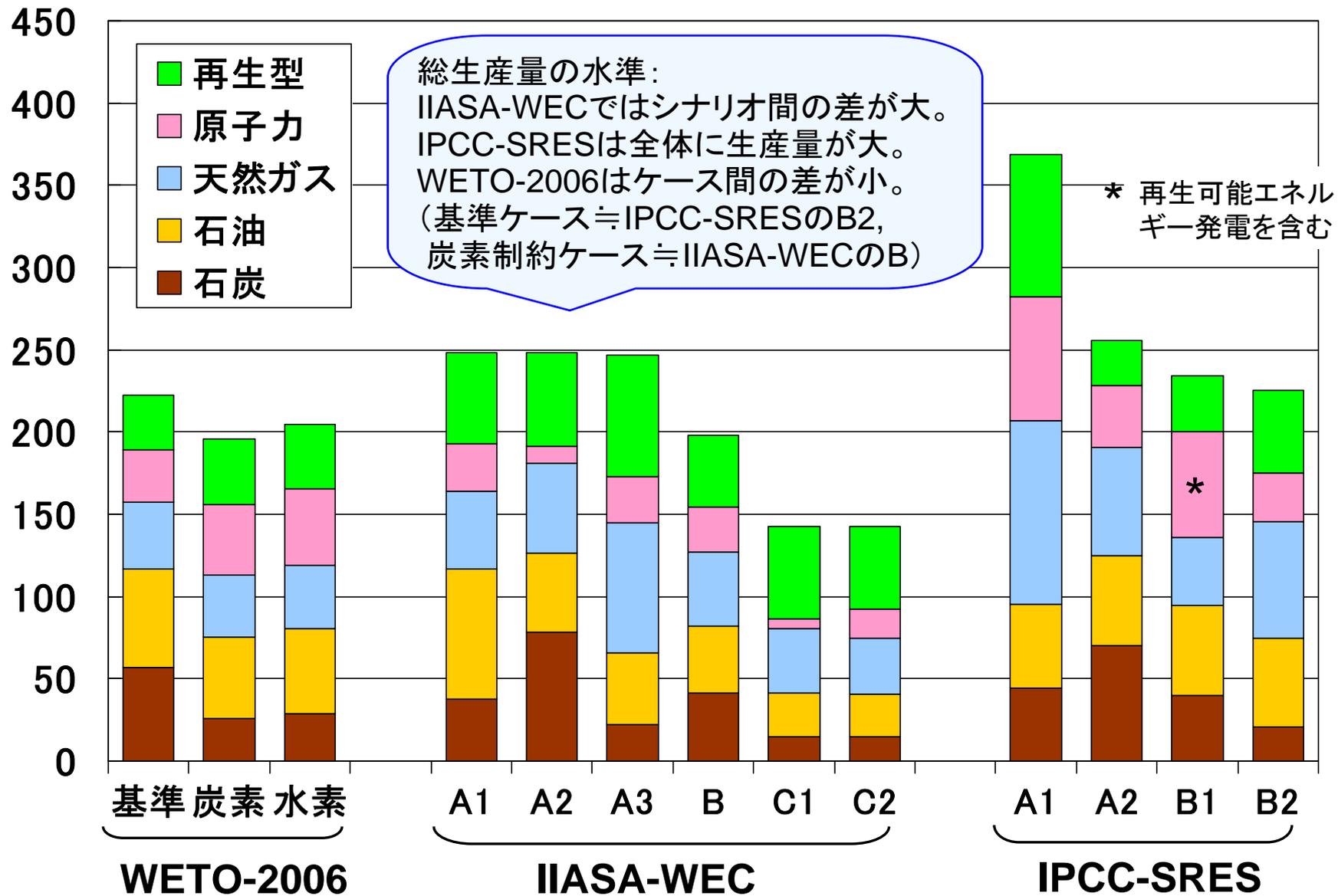
国際応用システム解析研究所 (IIASA) と世界エネルギー会議 (WEC) の共同研究

IPCC-SRES: Special Report on Emission Scenarios (2000)

IPCC (気候変動政府間パネル) 第3次評価用シナリオ

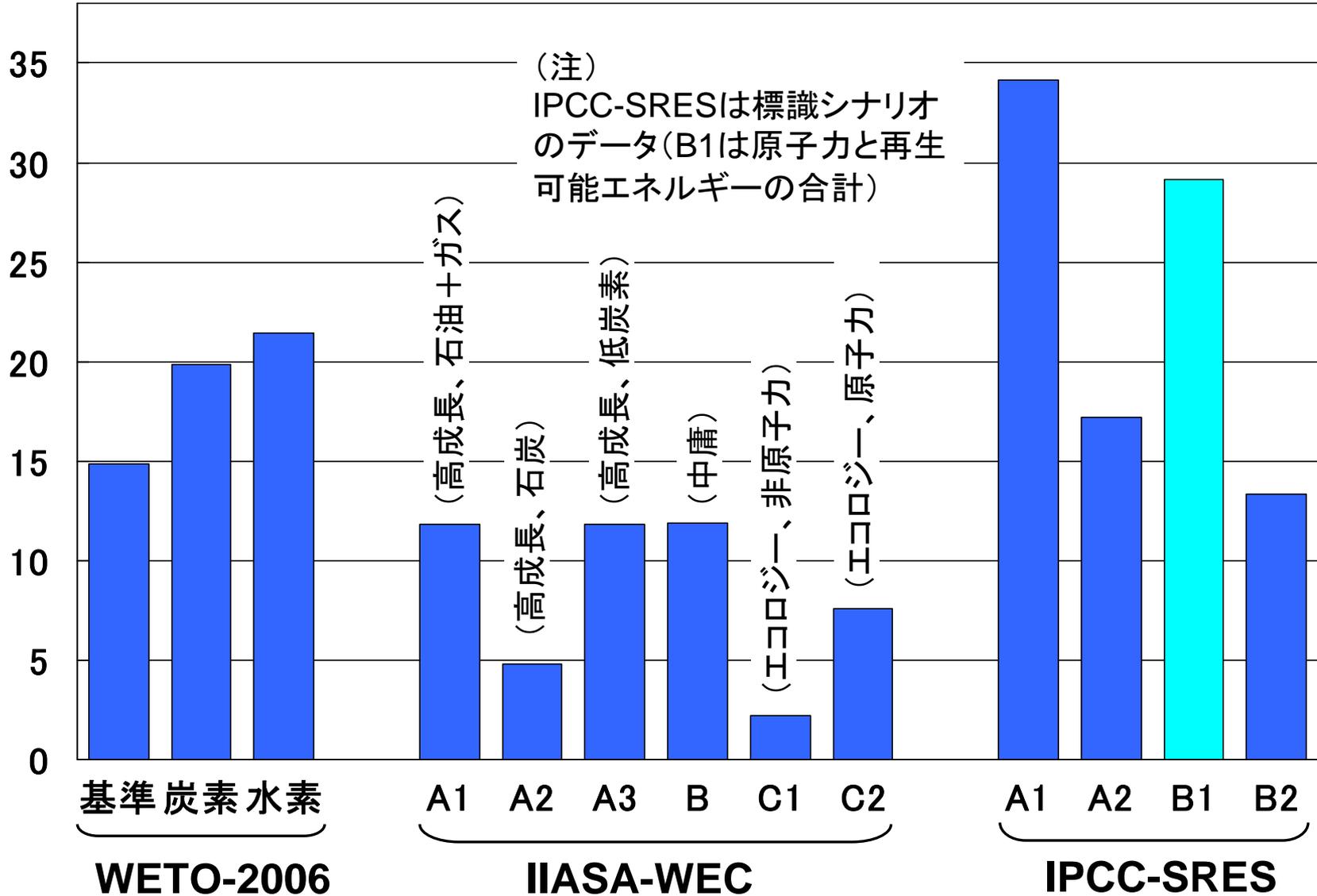
一次エネルギー生産量(2050年)

億トン
(石油換算) [WETO-2006 vs IIASA-WEC vs IPCC-SRES]

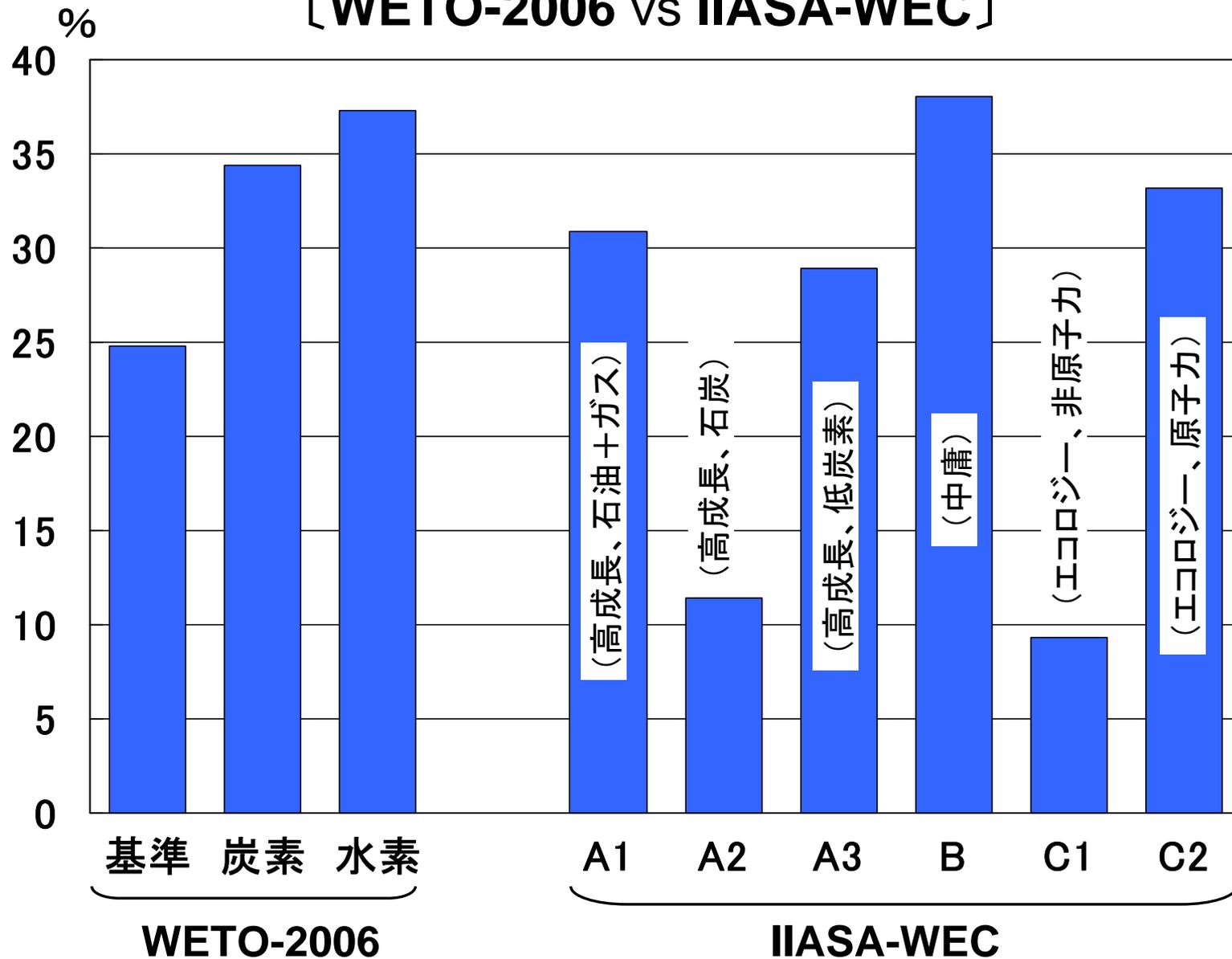


原子力発電電力量(2050年)

兆kWh [WETO-2006 vs IIASA-WEC vs IPCC-SRES]



総発電量に占める原子力のシェア 〔WETO-2006 vs IIASA-WEC〕



二酸化炭素排出量(2050年)

億トンCO₂ [WETO-2006 vs IIASA-WEC vs IPCC-SRES]

