

戦略調査セミナー

世界の長期エネルギー需給展望 と原子力の役割

平成17年11月24日

経営企画部戦略調査室

佐藤 治

目次

I. 世界のエネルギー需給実績

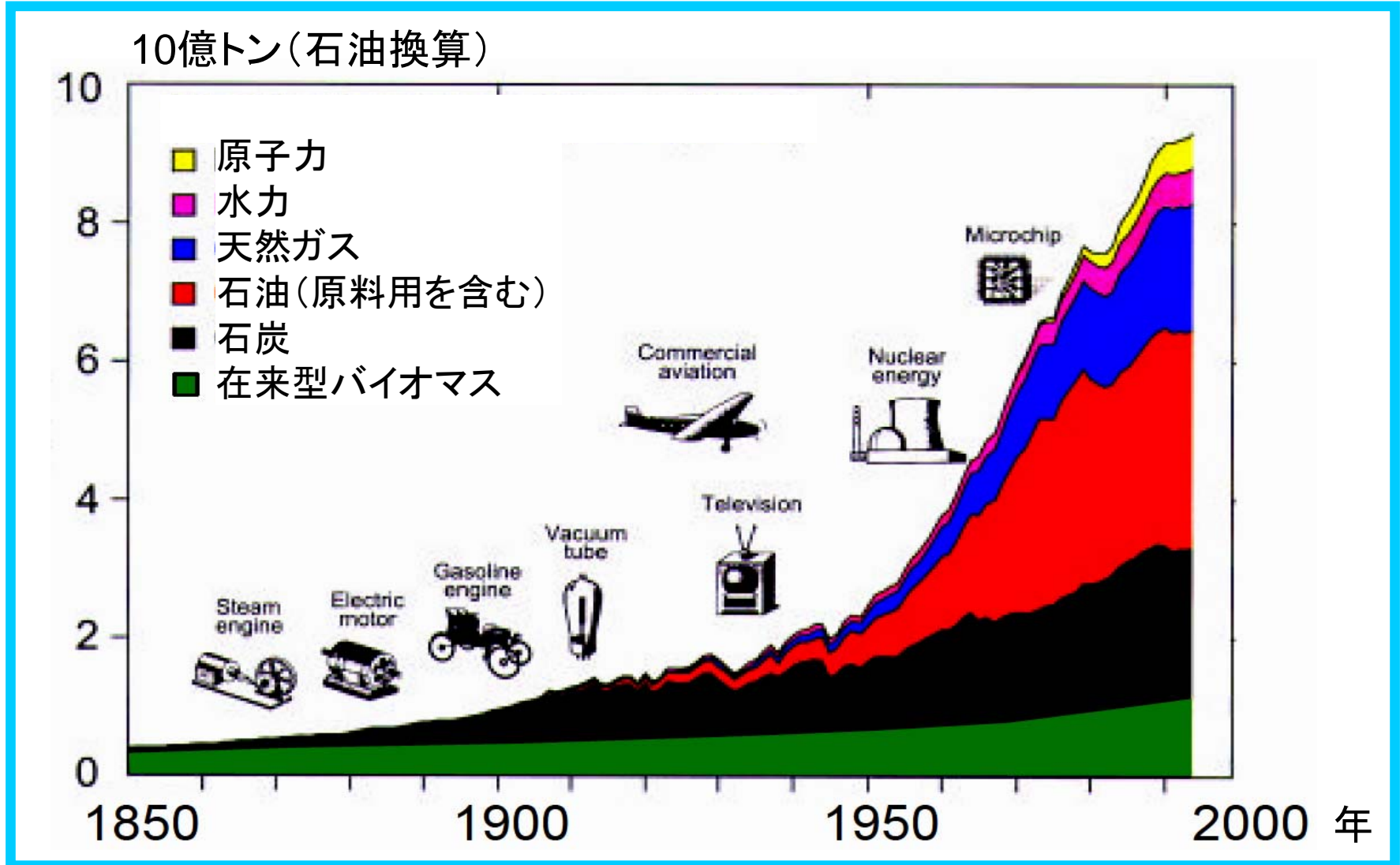
II. 経済発展とエネルギー・環境問題

III. 需給の長期展望

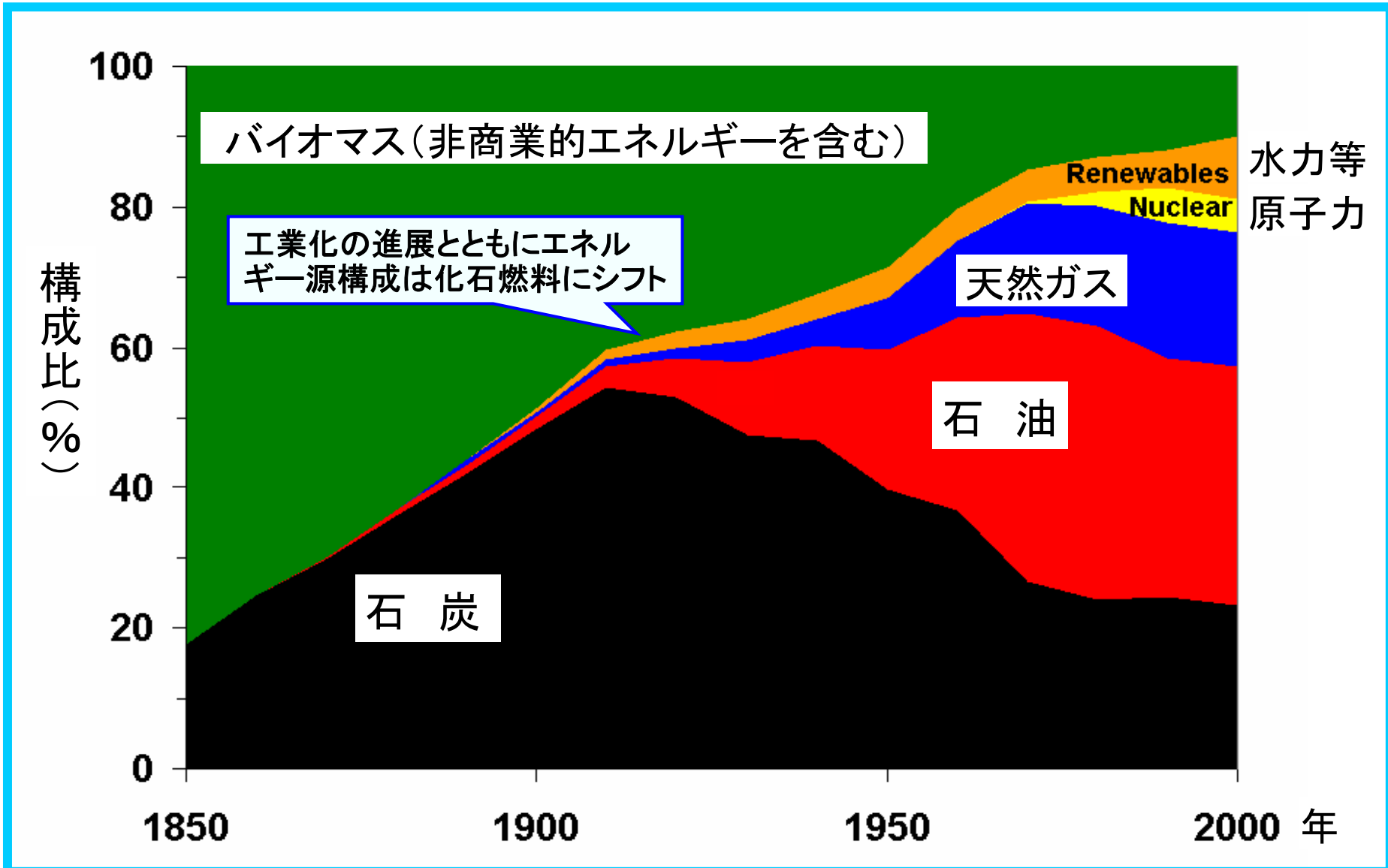
参考：エネルギー需給シナリオの前提条件

I. 世界のエネルギー需給実績

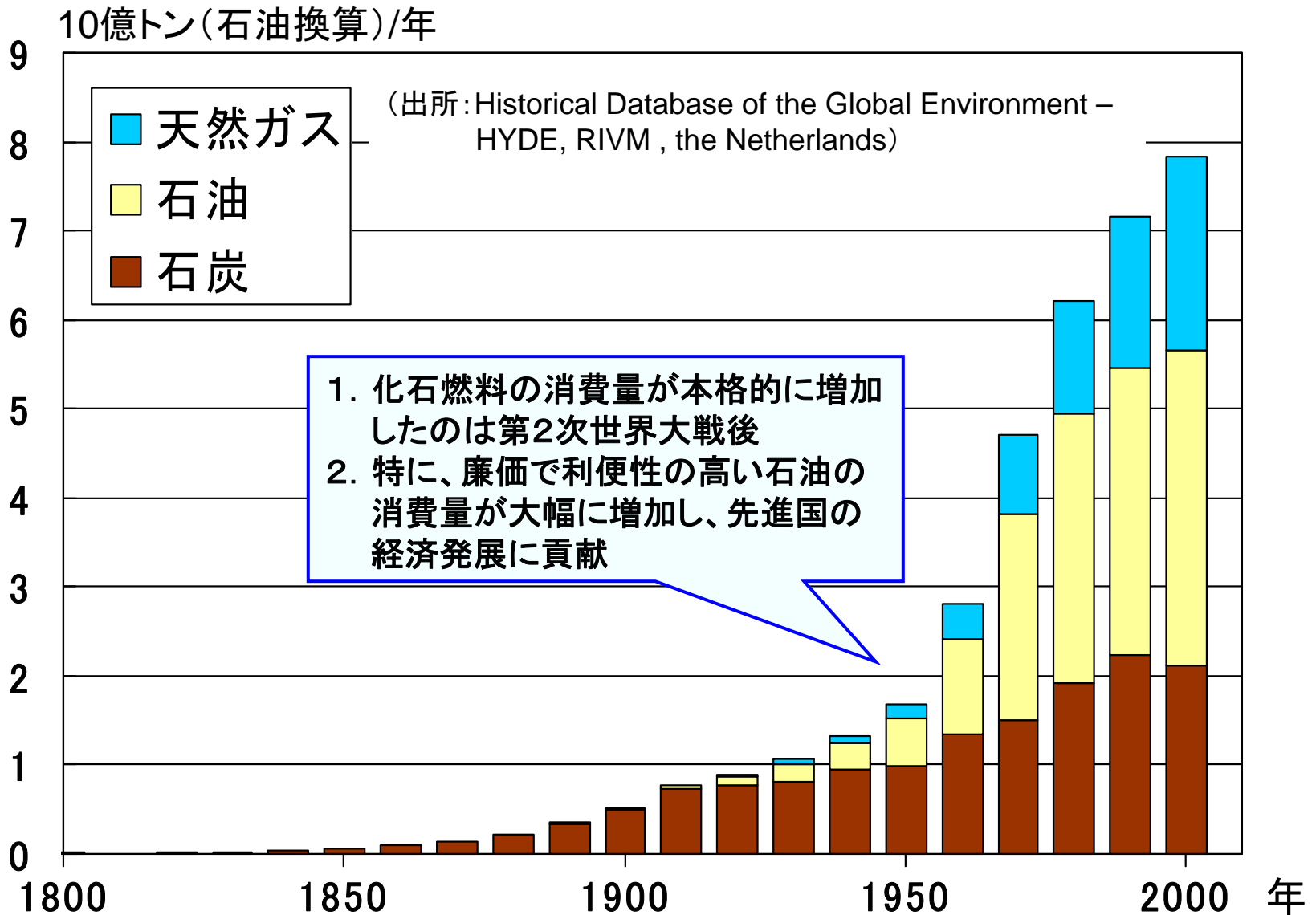
1. 世界の一次エネルギー消費量の長期推移



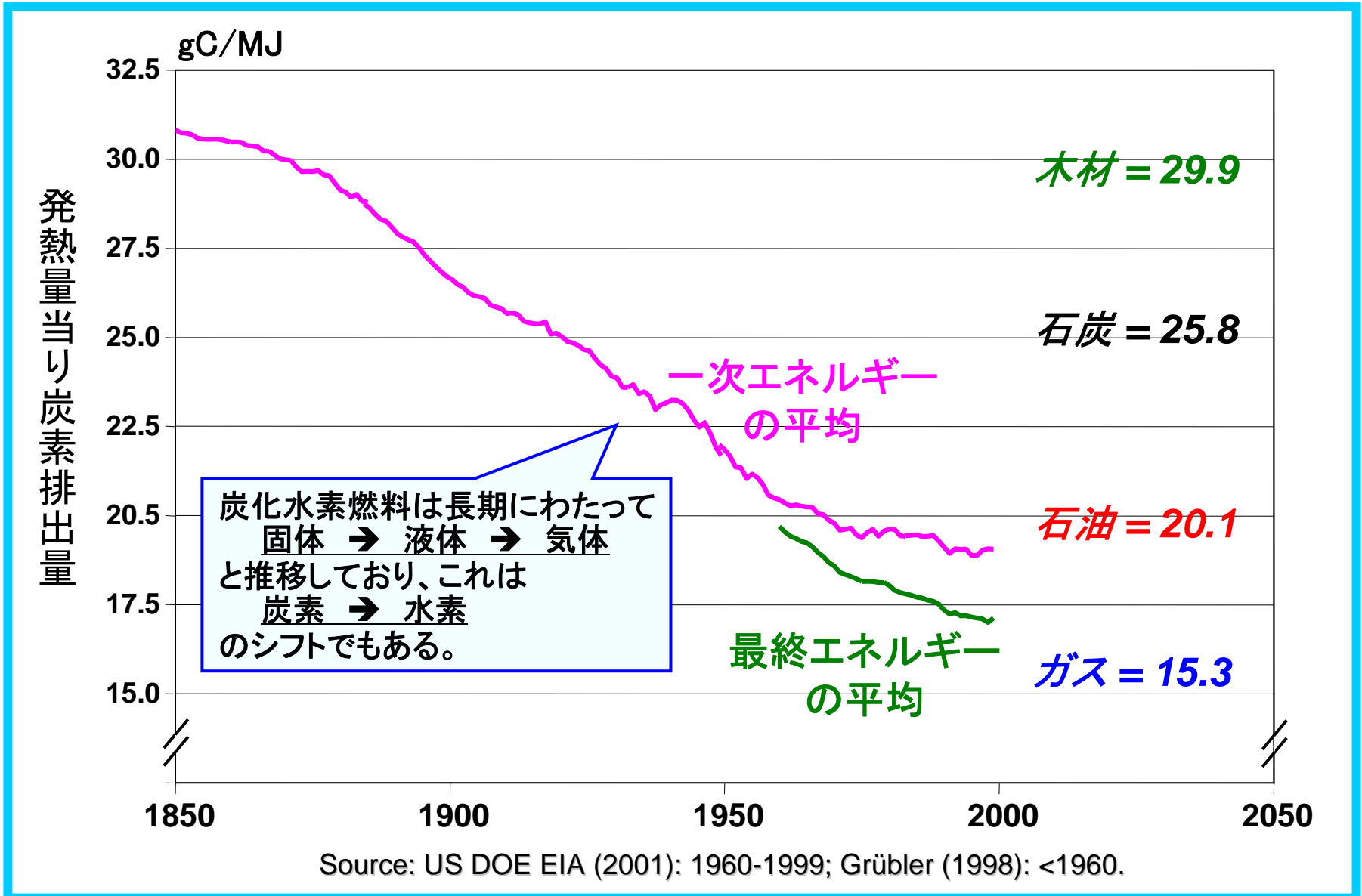
2. 世界のエネルギー源構成の長期推移



3. 世界の化石燃料生産量の長期推移



4. エネルギー源の推移における脱炭素化(米国)

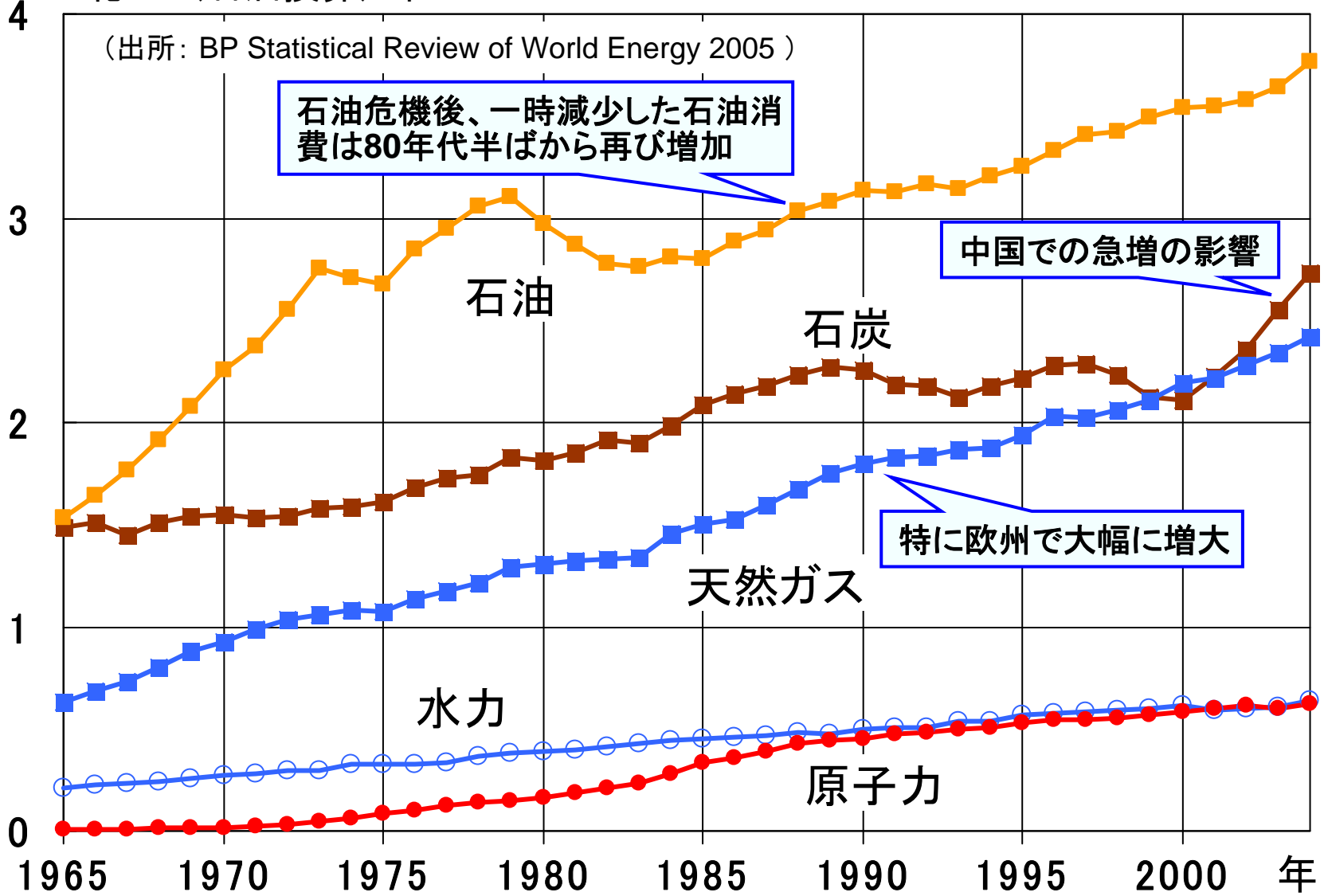


(出所: Methane Age and Beyond - The Emergence of New Energy Technologies, Nebojša Nakićenović, IEW-2003)

5. 世界の一次エネルギー消費量の推移

(1965年～2004年)

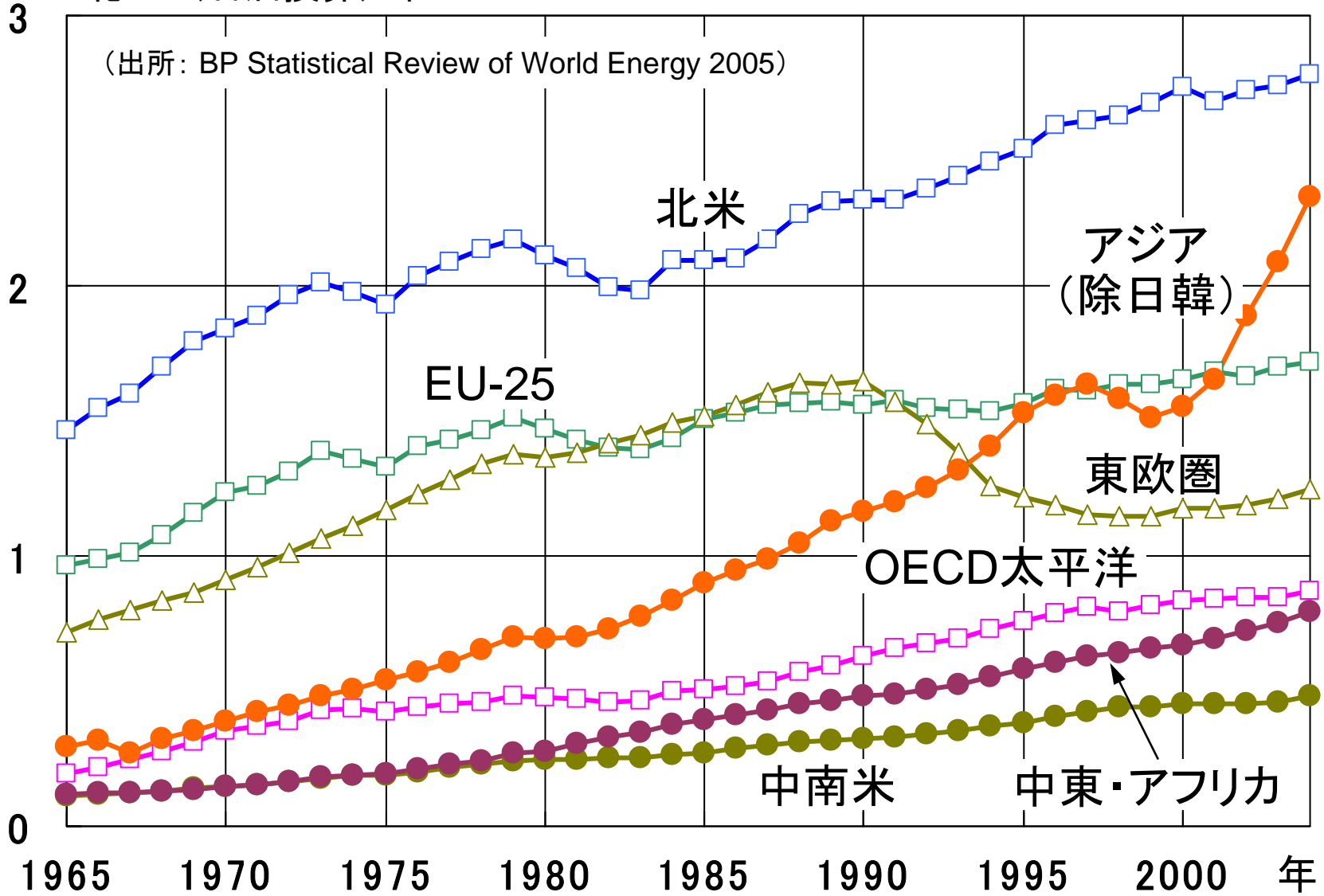
10億トン(石油換算)/年



6. 地域別一次エネルギー消費量の推移

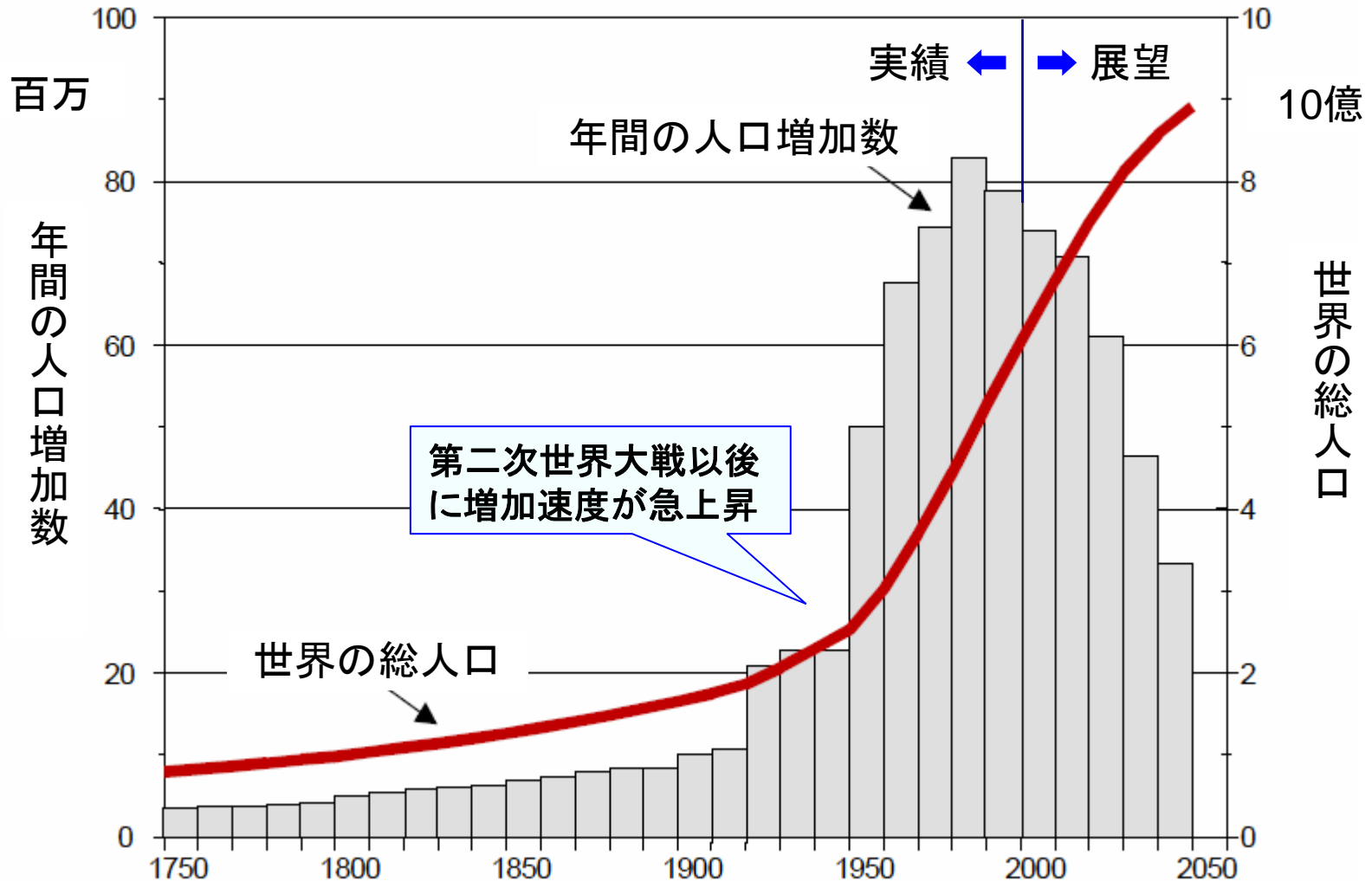
(1965年～2004年)

10億トン(石油換算)/年



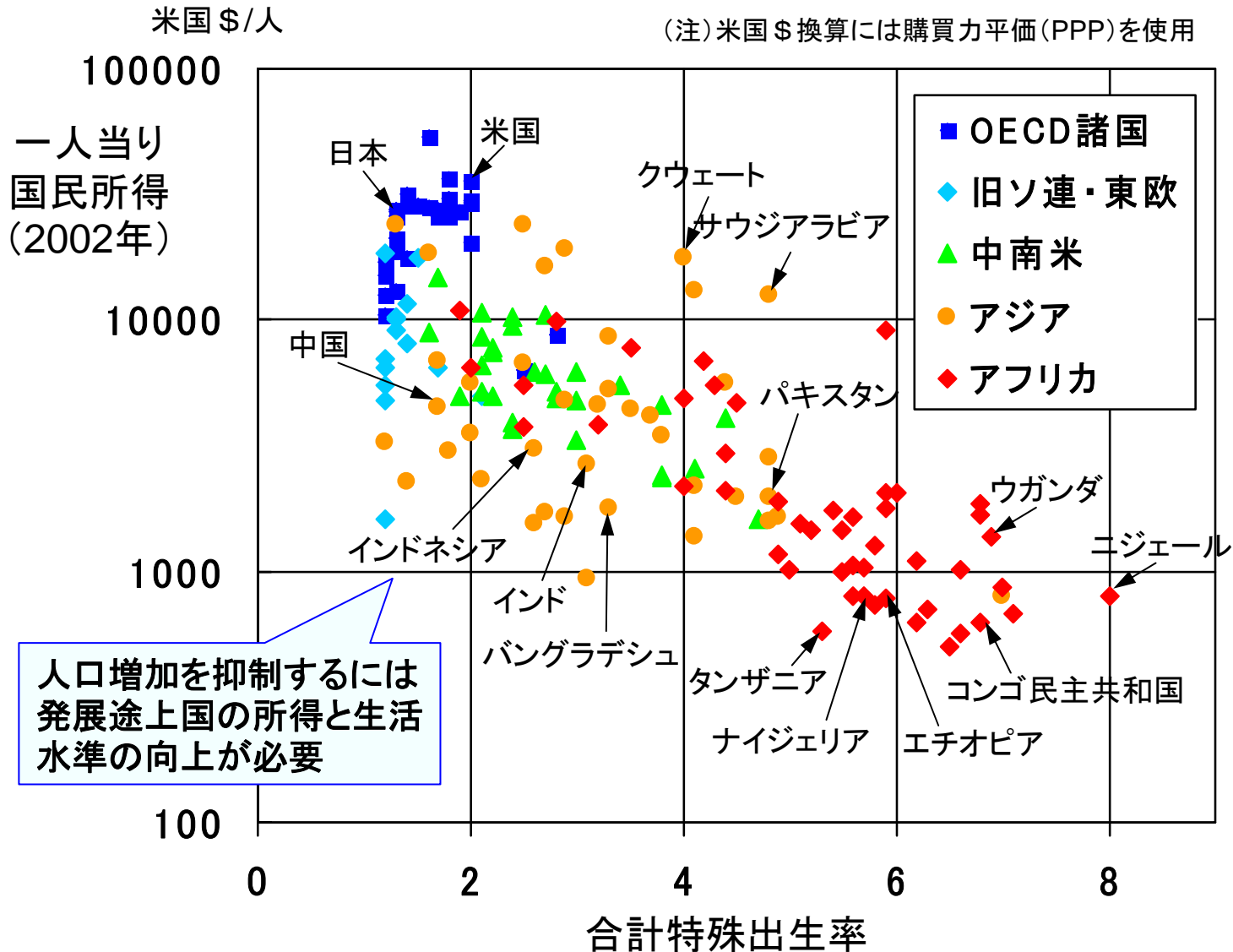
Ⅱ．経済発展とエネルギー・環境問題

1. 世界人口の長期推移－実績と展望



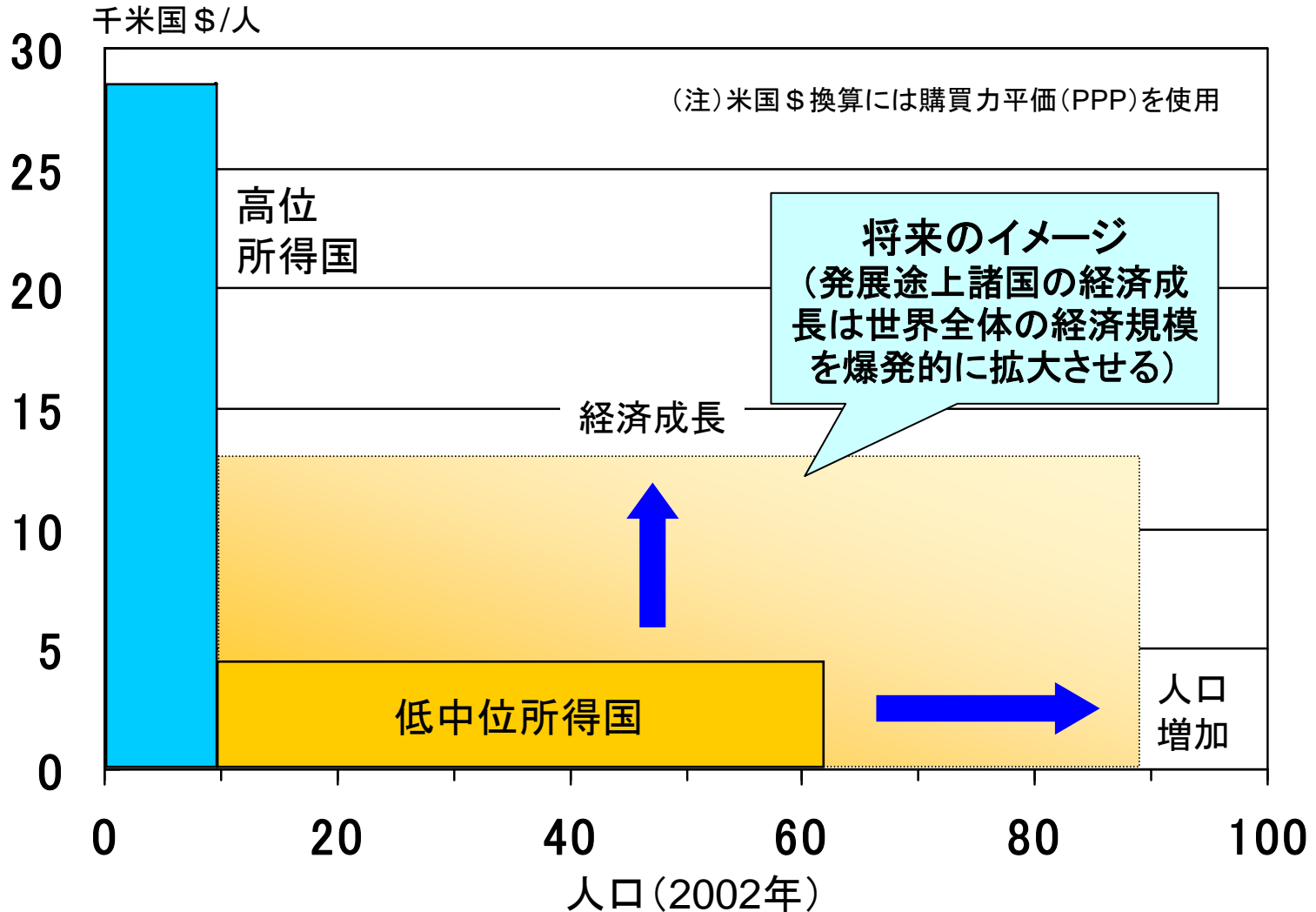
出所: The World at Six Billion, Population Division, United Nations (1999)

2. 世界各国の所得水準と出生率



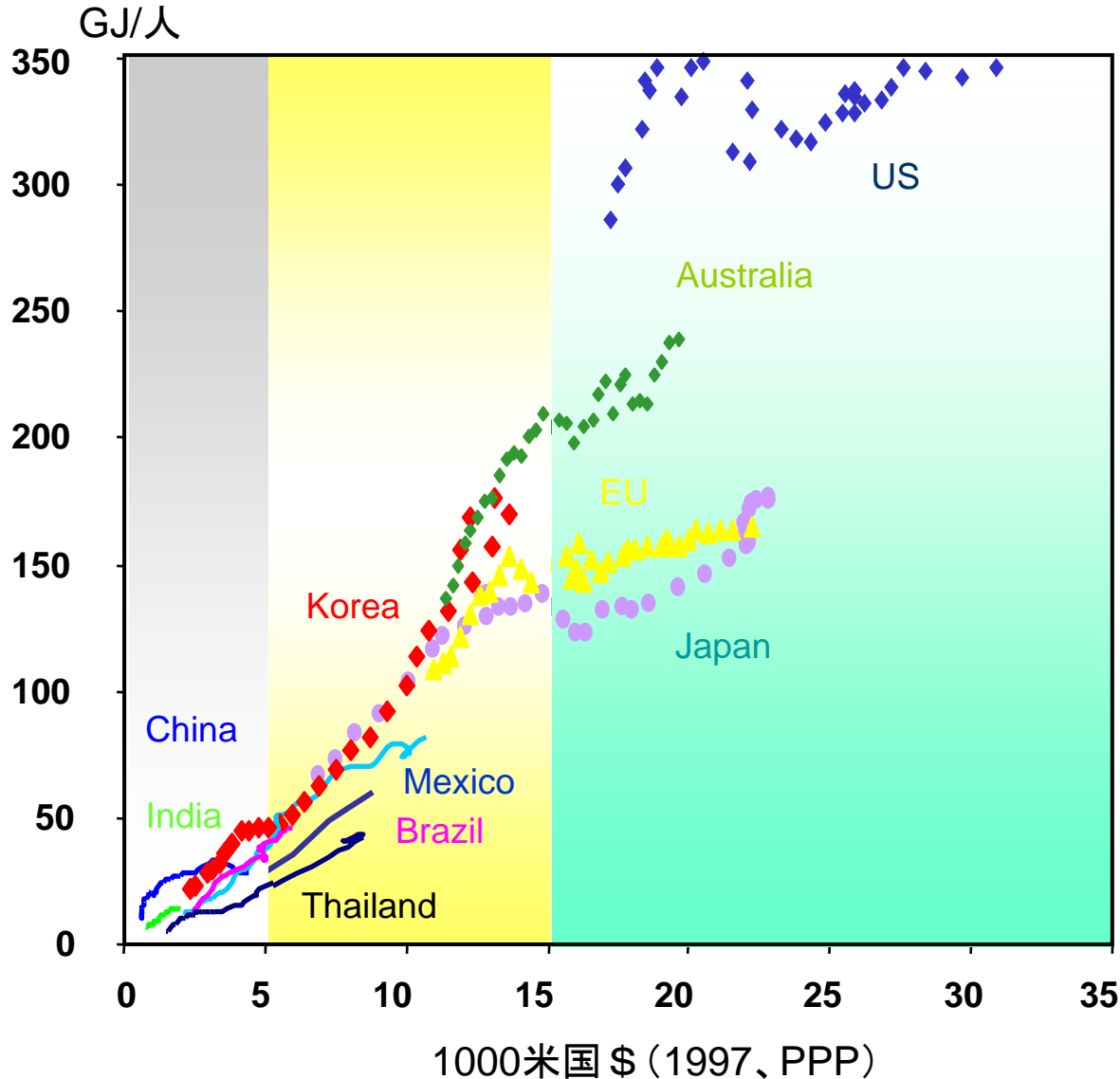
3. 世界の所得分布の現状と将来イメージ

一人当り国民所得(2002年)



データ出所: World Development Indicators 2004, World Bank (<http://www.worldbank.org/data/wdi2004/index.htm>)

4. 所得とエネルギー消費の関係



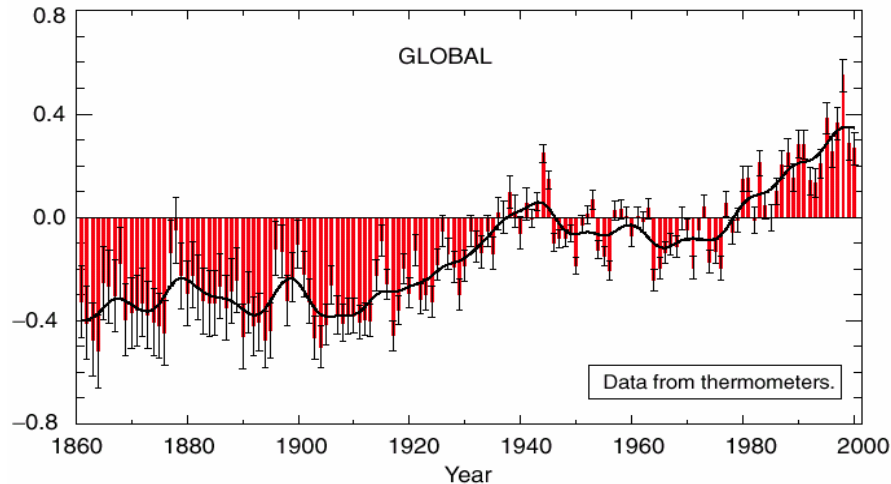
所得
(\$/人)

- +25000: エネルギー需要の増加微少
- +15000: サービス部門の伸びが増大
- +10000: 工業化が終了間近
- + 5000: 工業化及び人の移動の開始

所得が増加し、ある段階
(黄色で表示された範囲)
に入るとエネルギー消費
は大幅に増加する

5. 地球の平均地上気温の変動

(a) the past 140 years

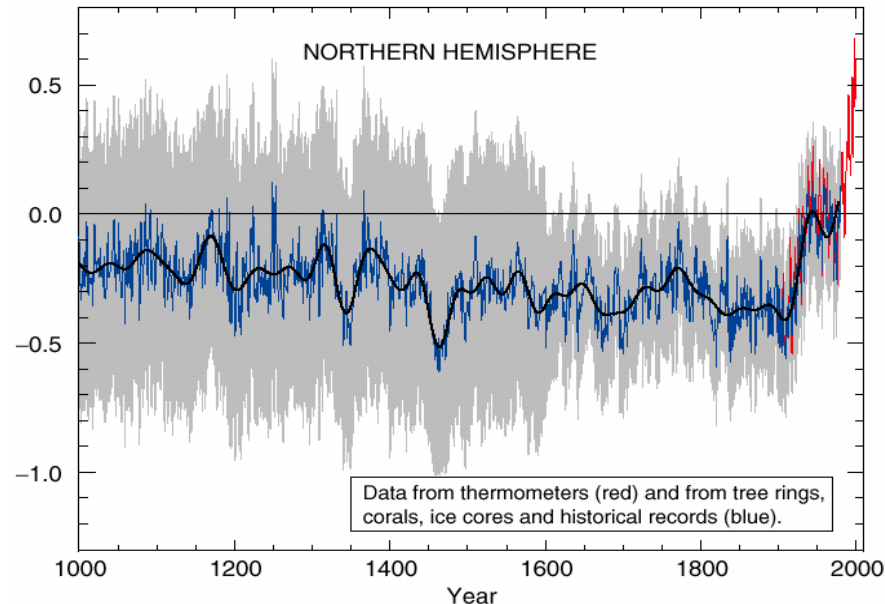


(a) 過去140年間の変動

赤線は1961～1990年の平均気温からの偏差、ひげ付きの黒線は信頼度95%の気温範囲を示す。黒の曲線は10年以内の短期変動を除去して、長期の傾向を示したものの。

地球温暖化はすでに
進行しつつある

(b) the past 1,000 years



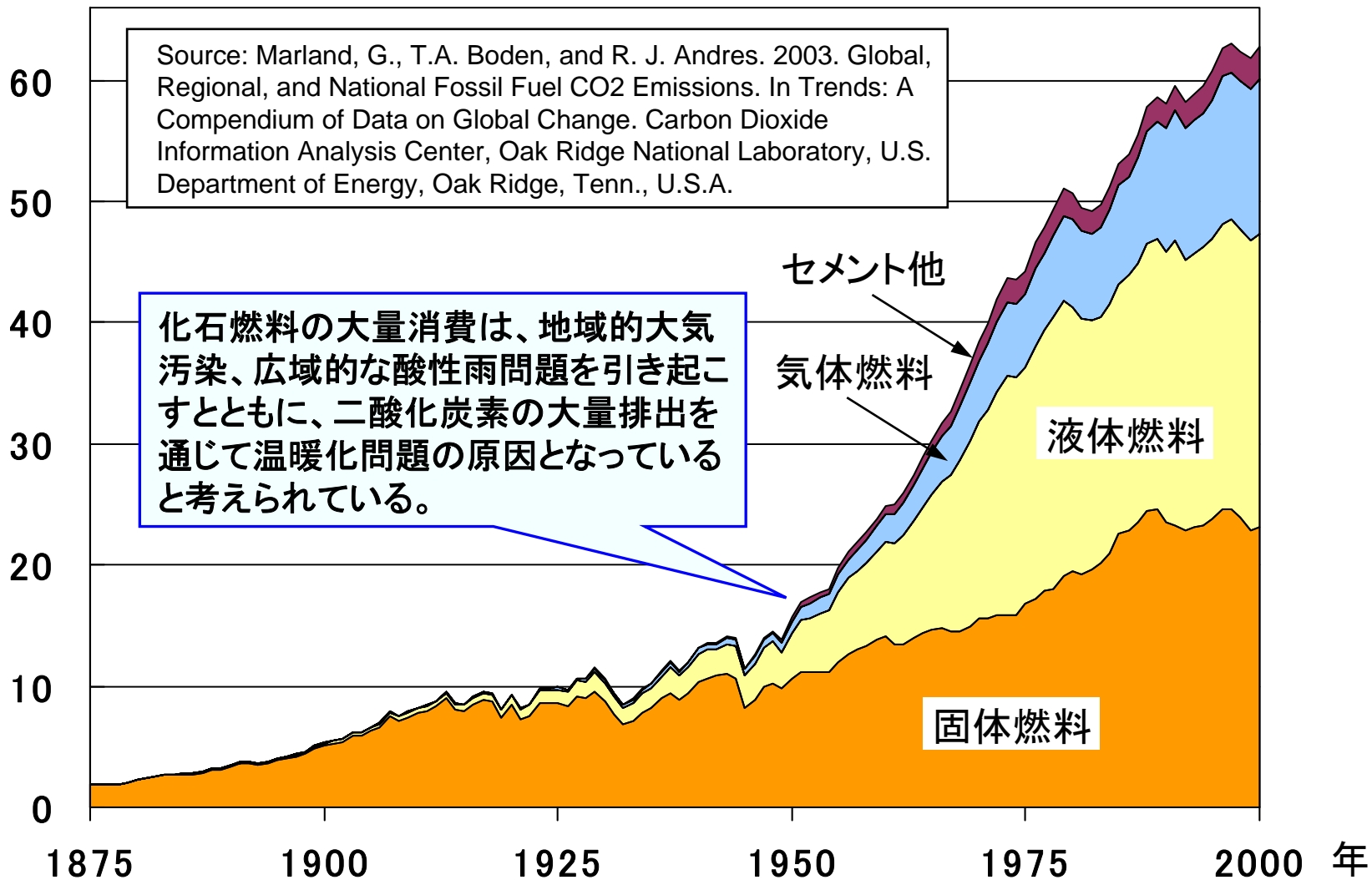
(b) 過去1000年間の変動(北半球)

青線は各年の気温(1961～1990年の平均気温からの偏差)、黒線はその50年平均の値を示す。灰色部分は信頼度95%の気温範囲を示す。(青線は、木の年輪、珊瑚、アイスコア等から推定した温度を温度計による測定気温(赤線)で校正したものの。)

出所: IPCC: Summary for Policymakers, A Report of Working Group I of the Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC事務局ホームページ (<http://www.ipcc.ch/>)

6. 世界の燃料別二酸化炭素(CO₂)排出量 (1875年～2000年)

億トン(炭素換算)



Ⅲ. 世界のエネルギー需給の長期展望

1. エネルギー需給シナリオの検討事例

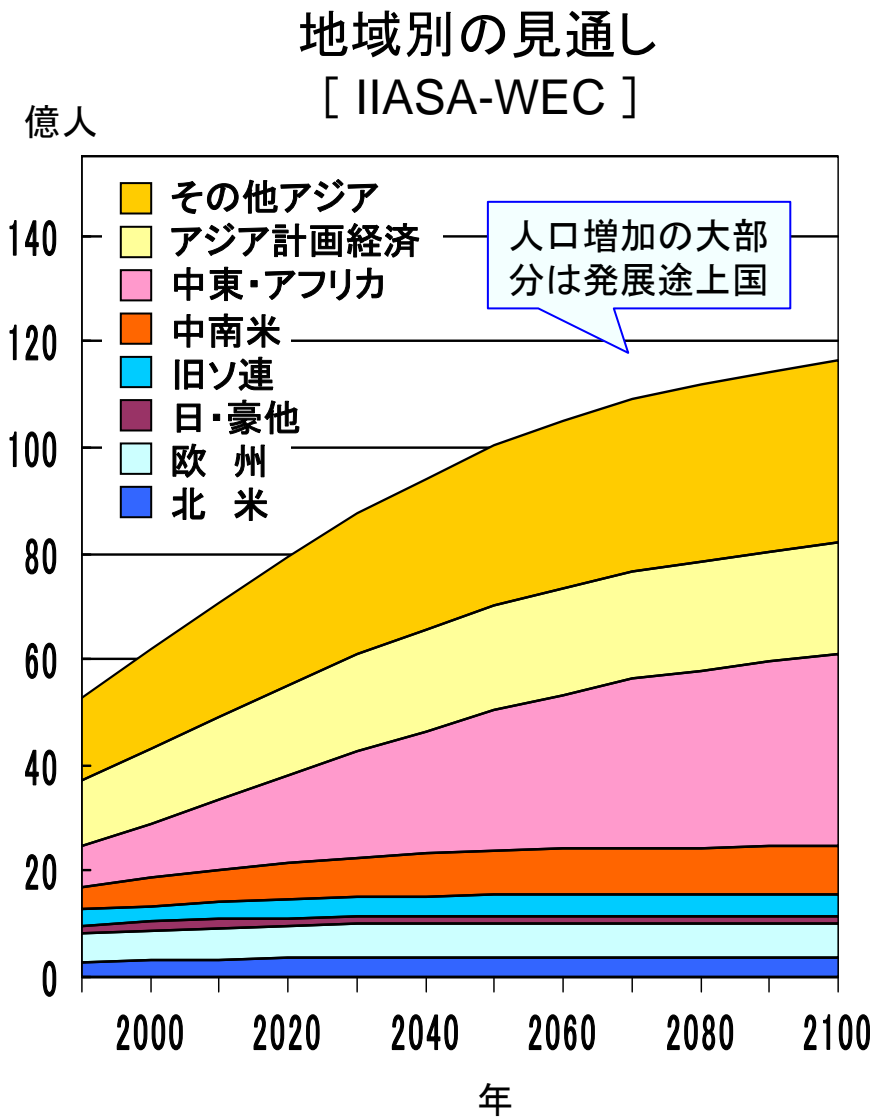
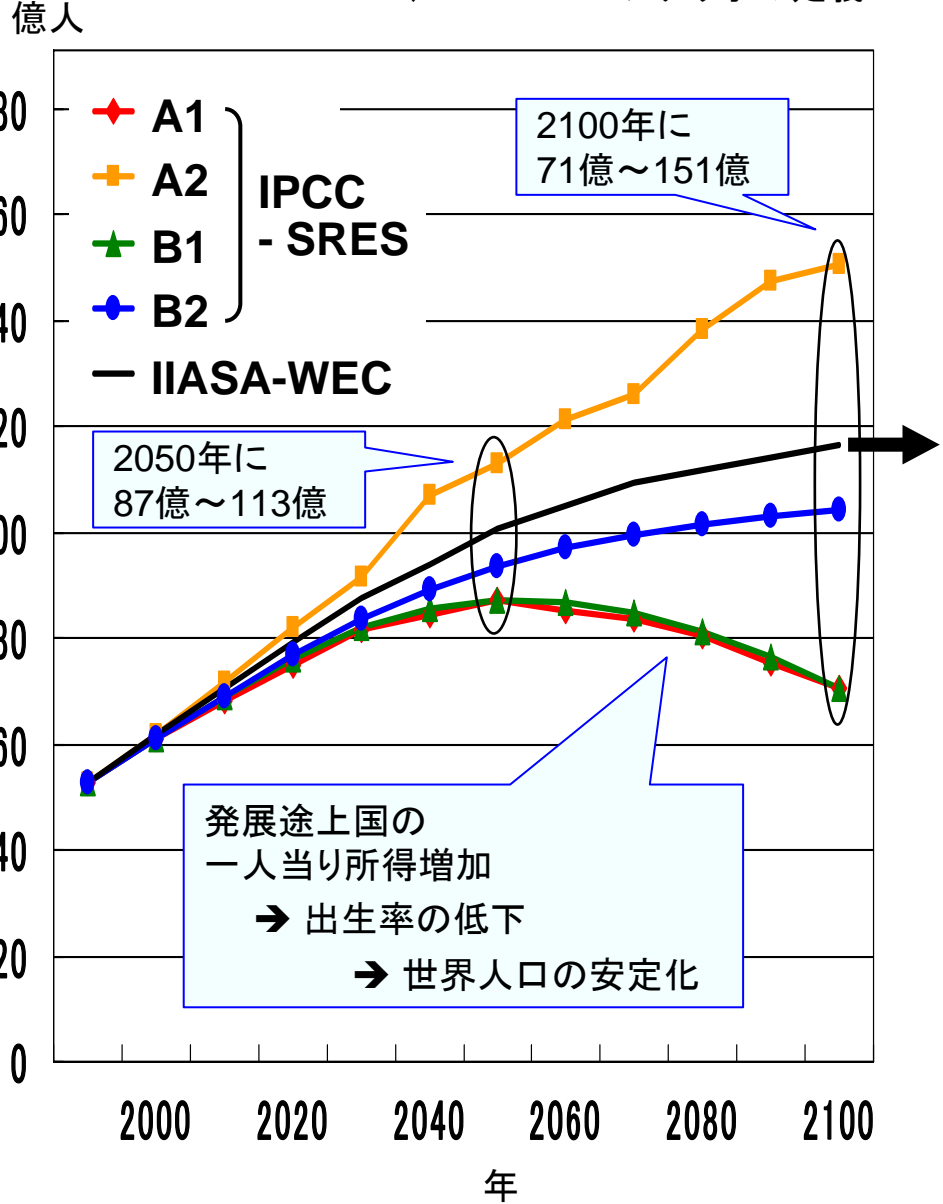
記号	実施機関	報告書等(年)	時間範囲
IPCC-SRES	気候変動に関する政府間パネル(IPCC)	Special Report on Emission Scenarios (SRES) (2000)	～2100年
IIASA-WEC	国際応用システム解析研究所 (IIASA) 及び世界エネルギー会議(WEC)	Global Energy Perspectives (1998)	～2100年
WEO2002	国際エネルギー機関(IEA)	World Energy Outlook 2002 (2002)	～2030年
EC2003	欧州委員会(EC)	World Energy, Technology and Climate Policy Outlook 2030 (2003)	～2030年
IEO2003	米国エネルギー省(USDOE)	International Energy Outlook 2003 (2003)	～2025年



このうち2100年までの長期検討事例を中心に
横断的、俯瞰的にシナリオの概要を整理

2. 世界人口の長期展望

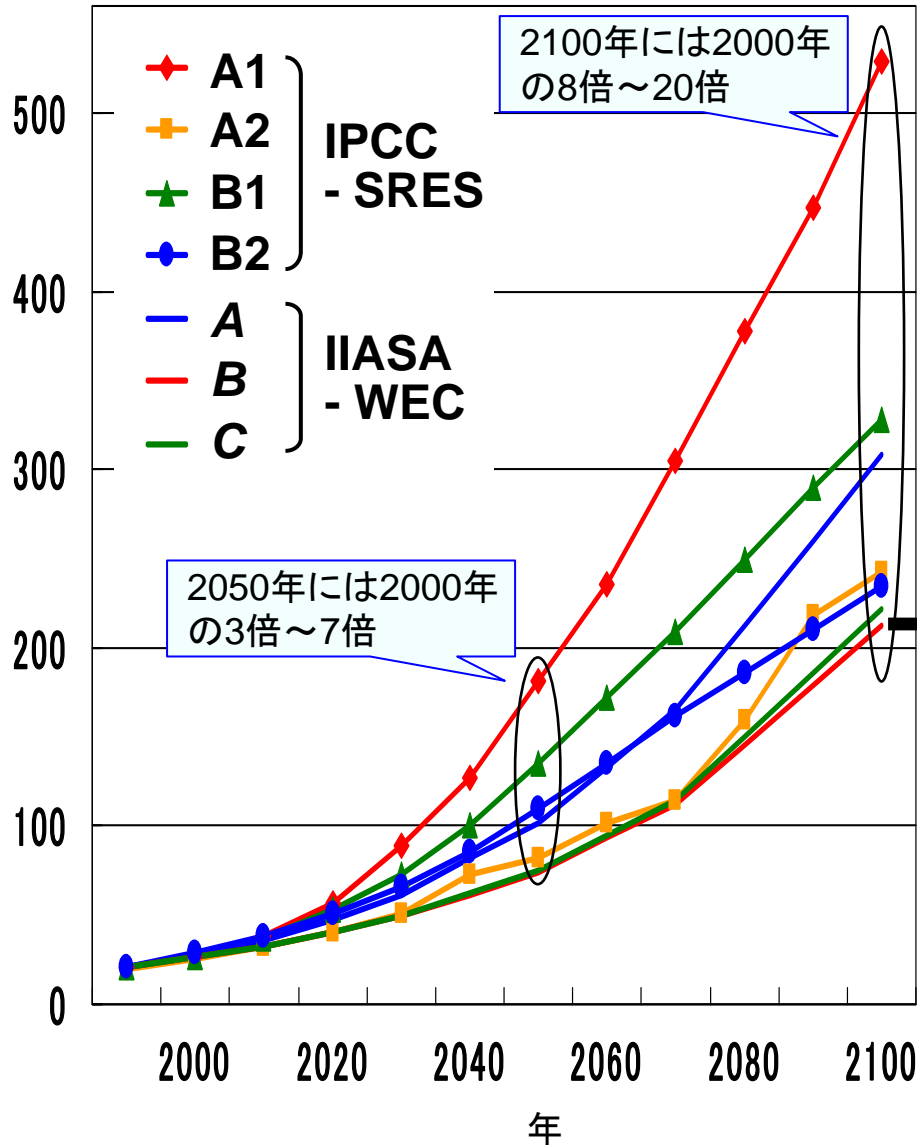
(IPCC-SRESシナリオの定義についてはスライドA1とA2を参照)



3. 世界のGDP合計

(IPCC-SRESシナリオの定義についてはスライドA1とA2を、
IIASA-WECシナリオの定義についてはスライドA3とA4を参照)

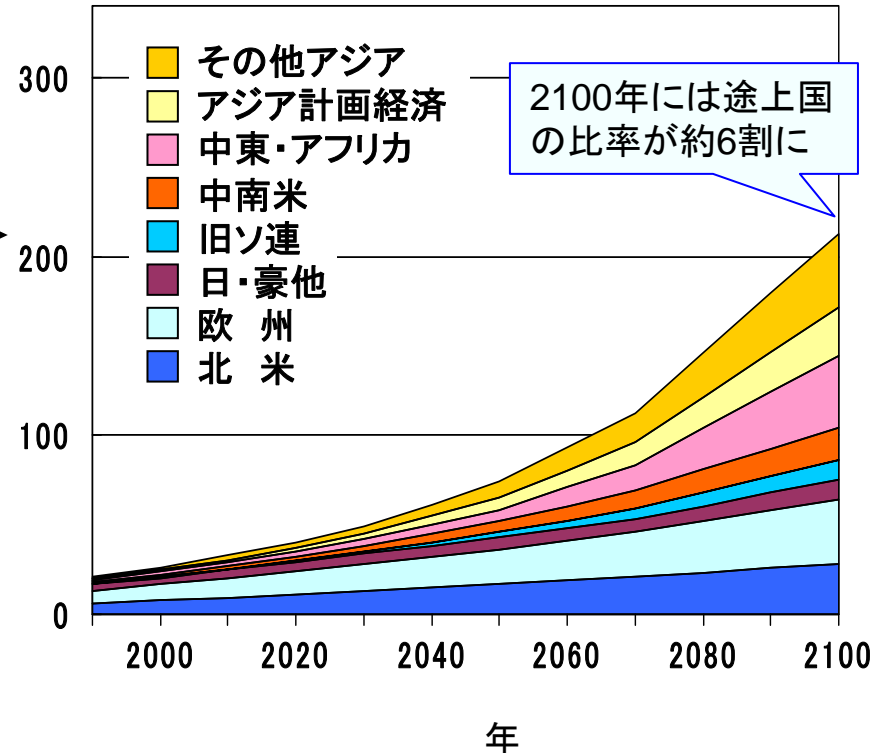
兆米国ドル/年



(注) 米国ドル換算には現在の市場レートが
用いられている。

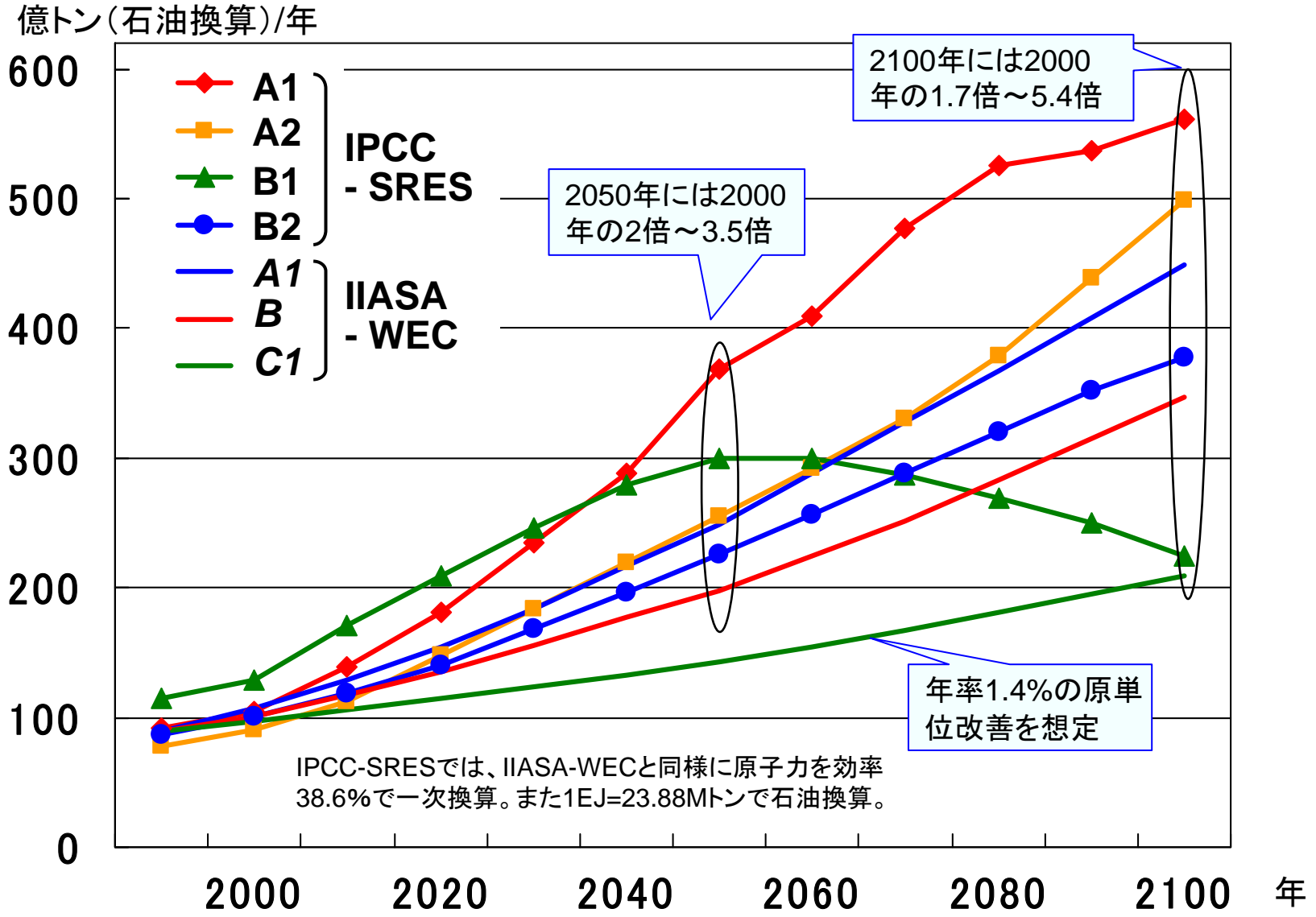
地域別の見通し [IIASA-WEC, シナリオB]

兆米国ドル/年



5. 世界の一次エネルギー消費

(IPCC-SRESシナリオの定義はスライドA1とA2を、IIASA-WECシナリオの定義はスライドA3とA4を参照)



6. 一次エネルギー消費の地域別見通し

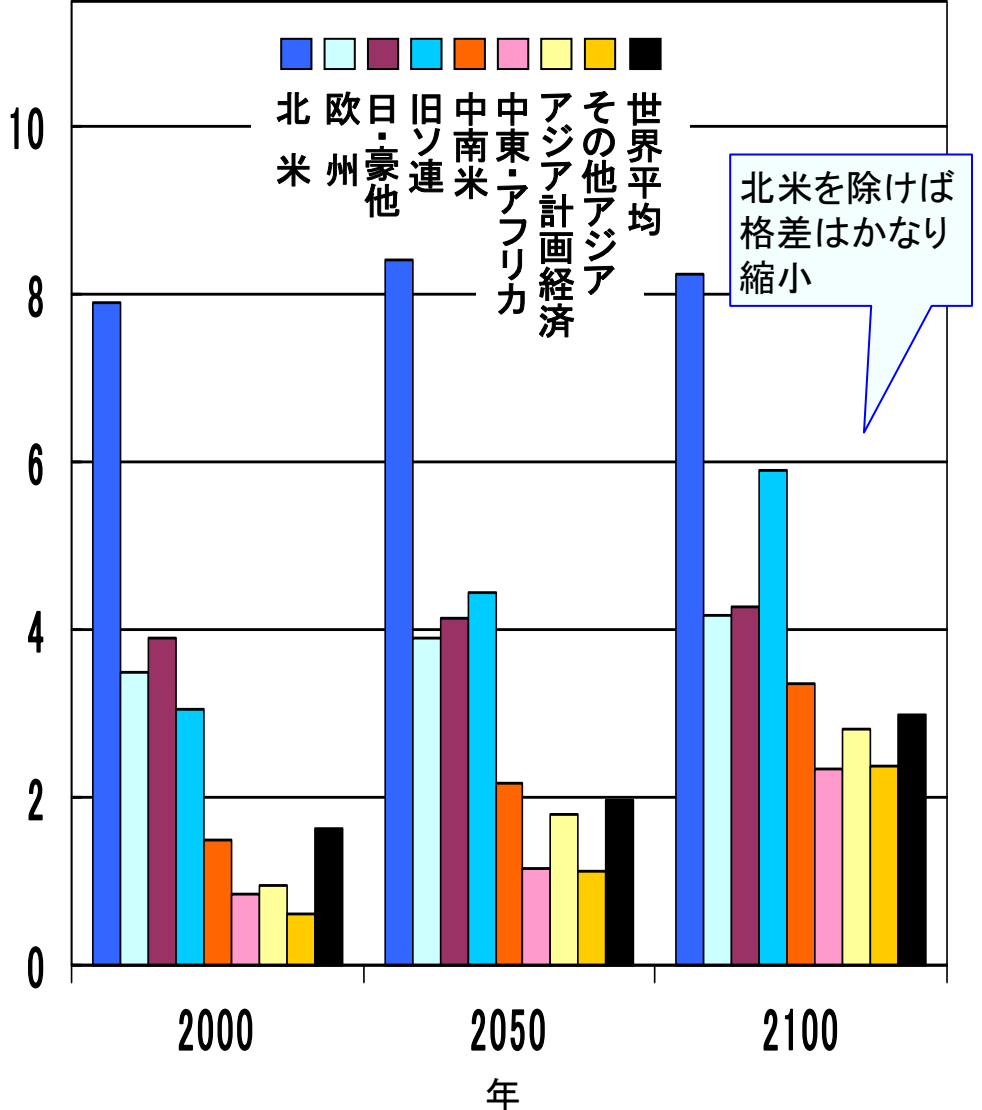
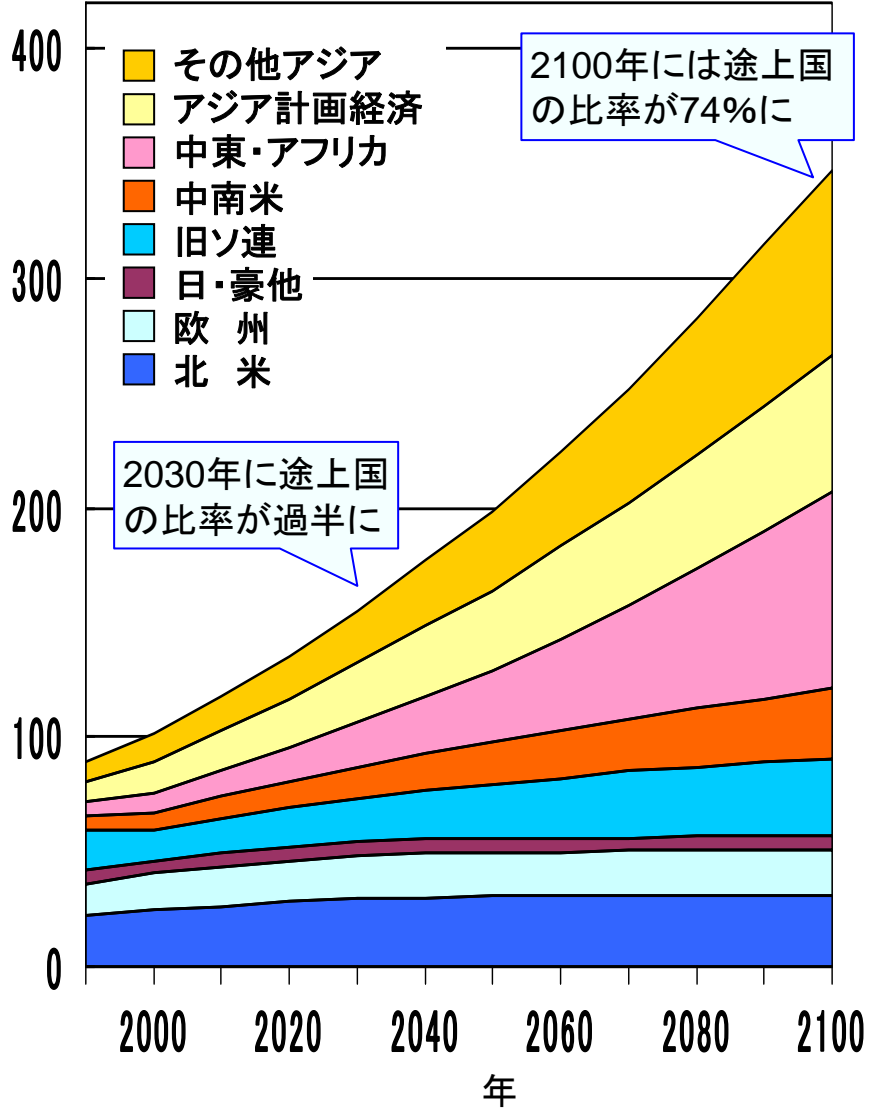
[IIASA-WEC, シナリオB]

総消費量

一人当たり消費量

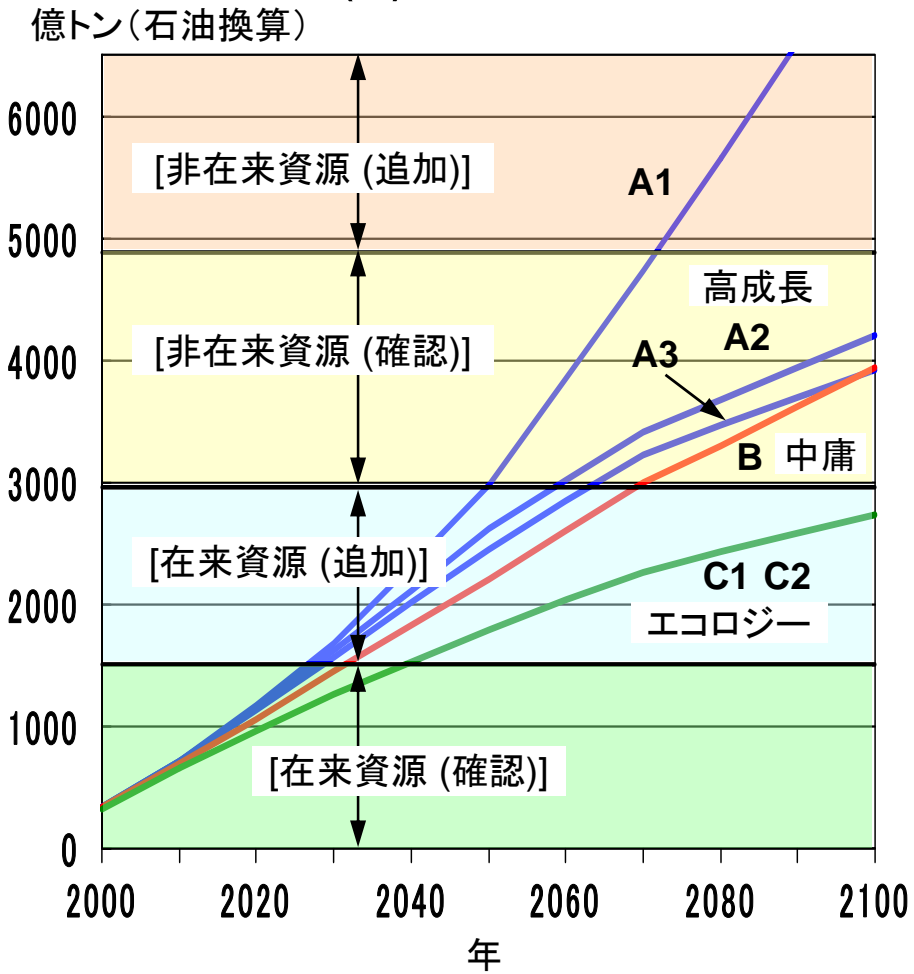
億トン(石油換算)/年

トン(石油換算)/人

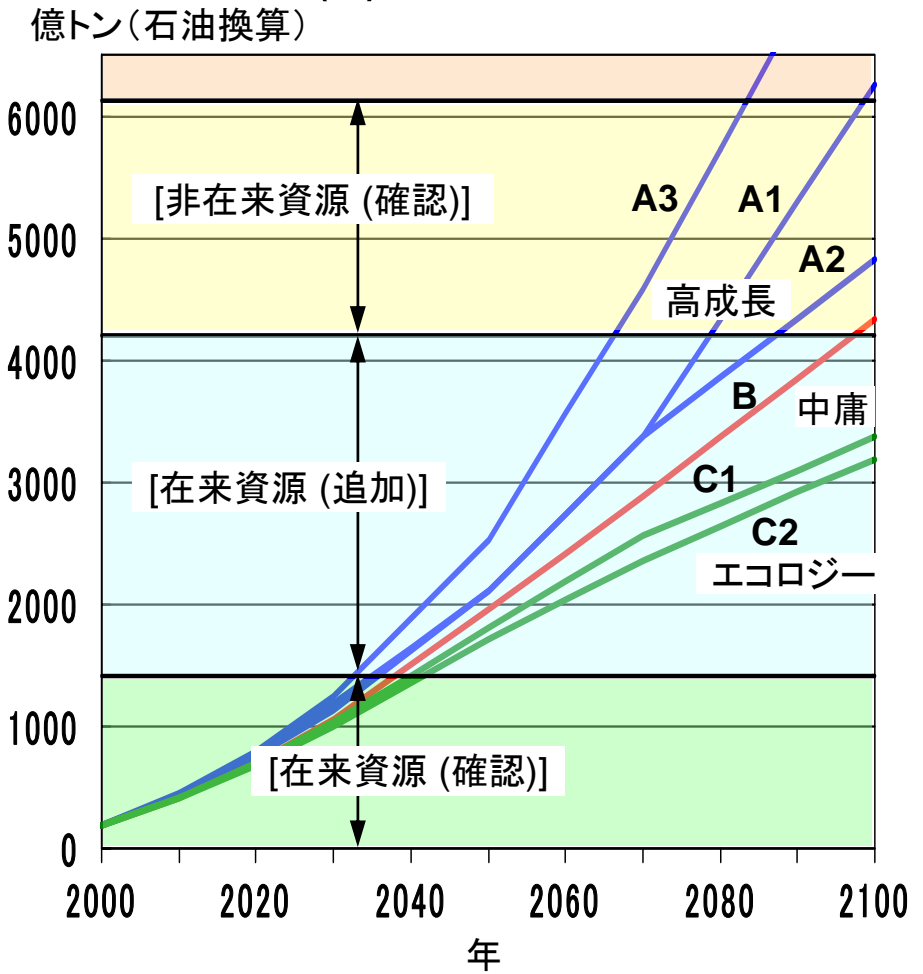


8. IIASA-WECシナリオでの累積消費量と資源量

(a) 石油



(b) 天然ガス

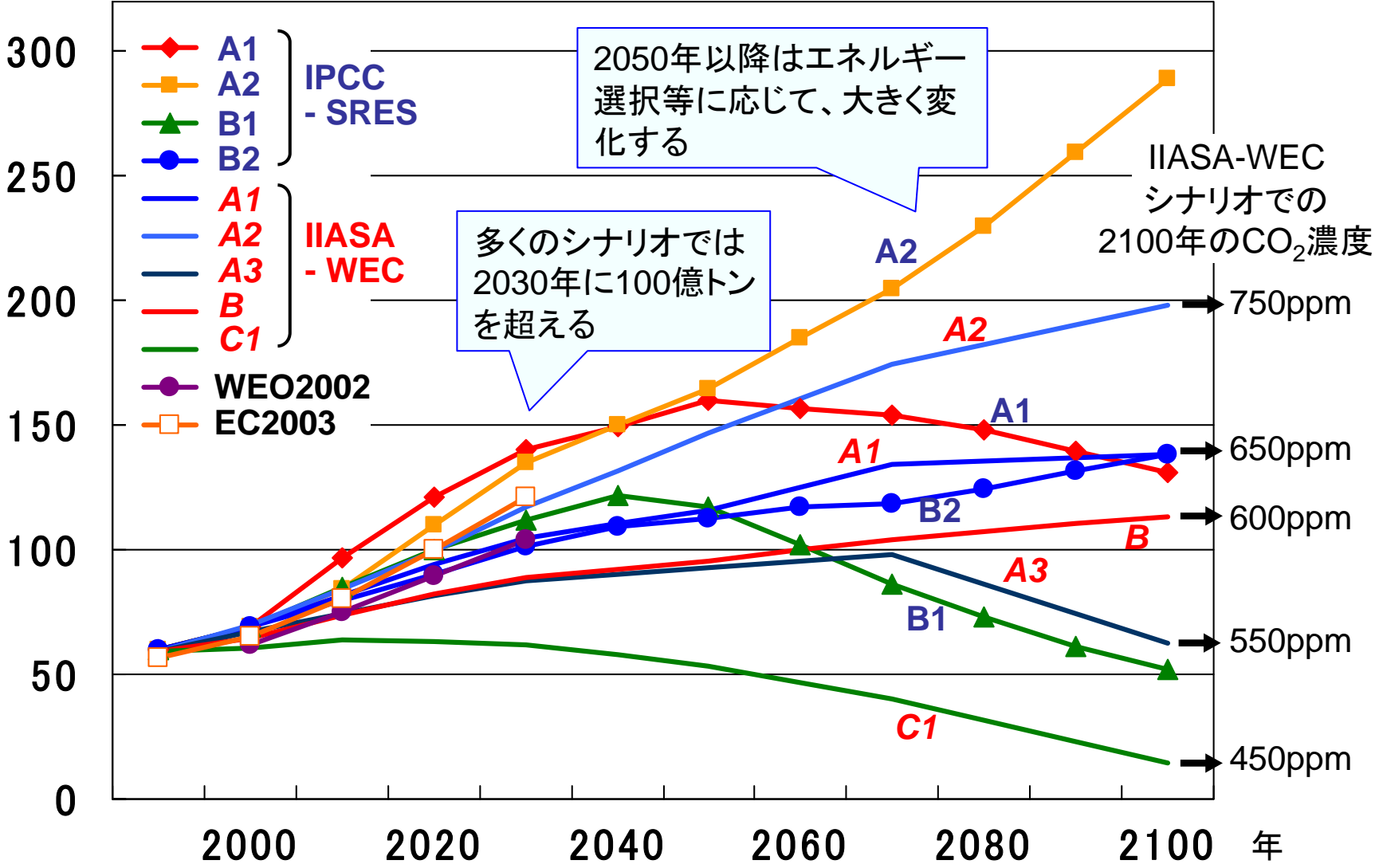


(注) 石油の単位換算:
1兆バレル=1360億トン

石油は今世紀半ば頃に、天然ガスは今世紀後半に、在来資源から非在来資源への転換が必要となる可能性があることが示されている。

10. 各シナリオにおける二酸化炭素の排出量

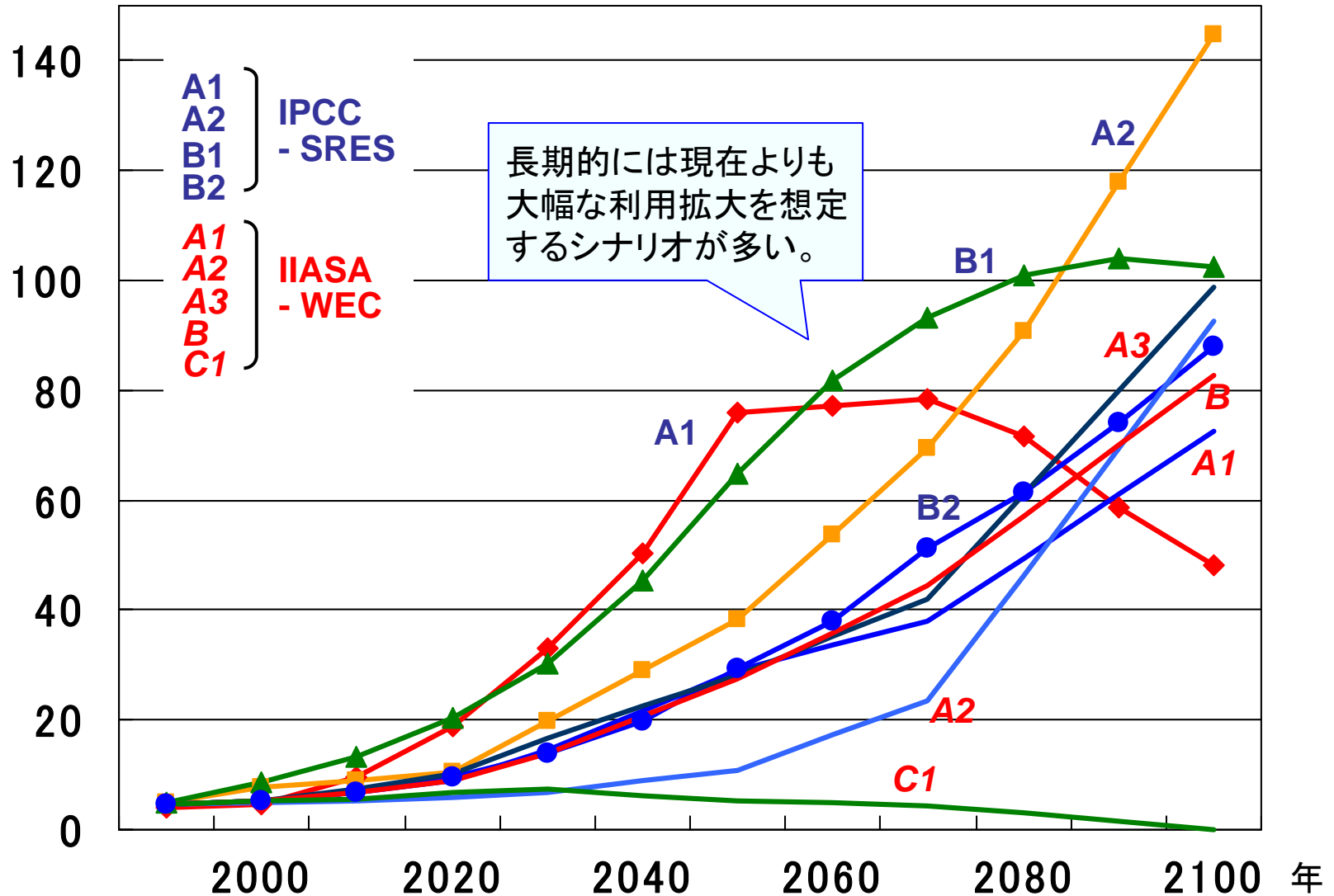
億トン(炭素換算)/年



11. 原子力エネルギー利用の見通し

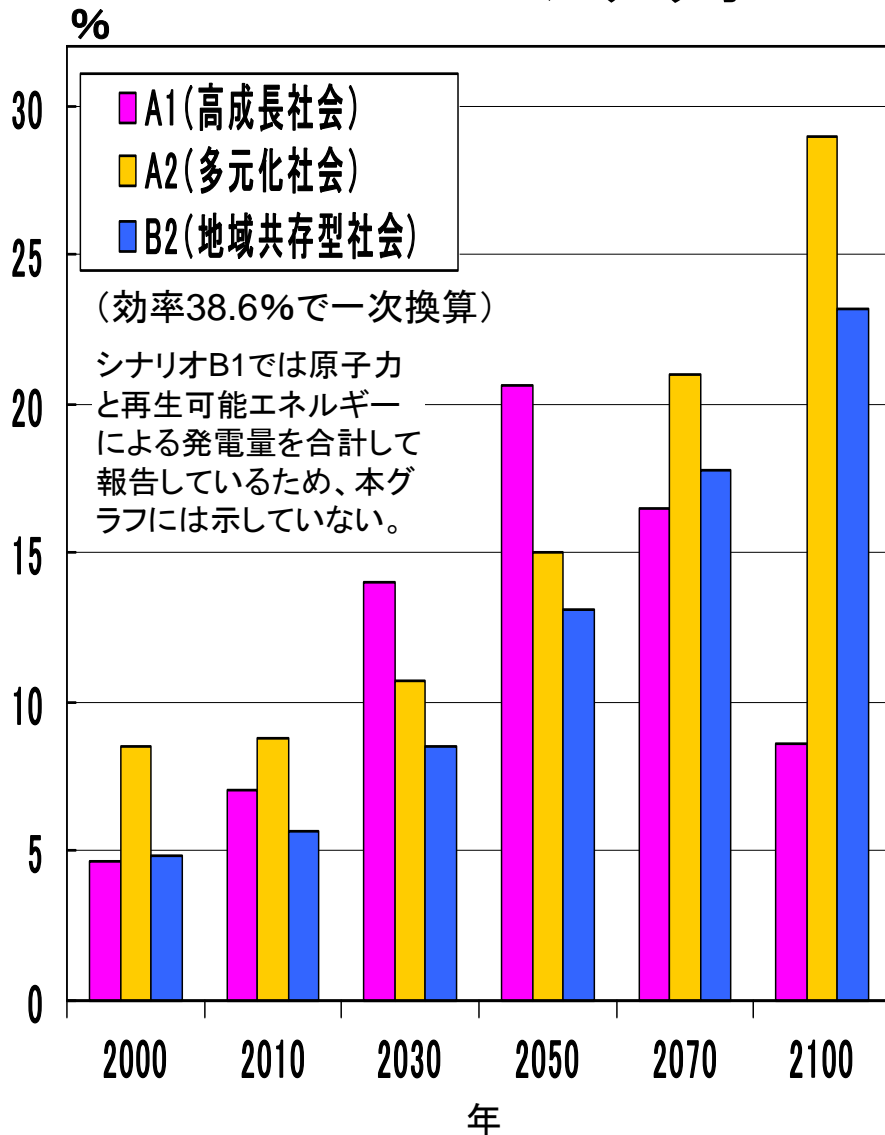
(一次エネルギー換算)

億トン(石油換算)/年

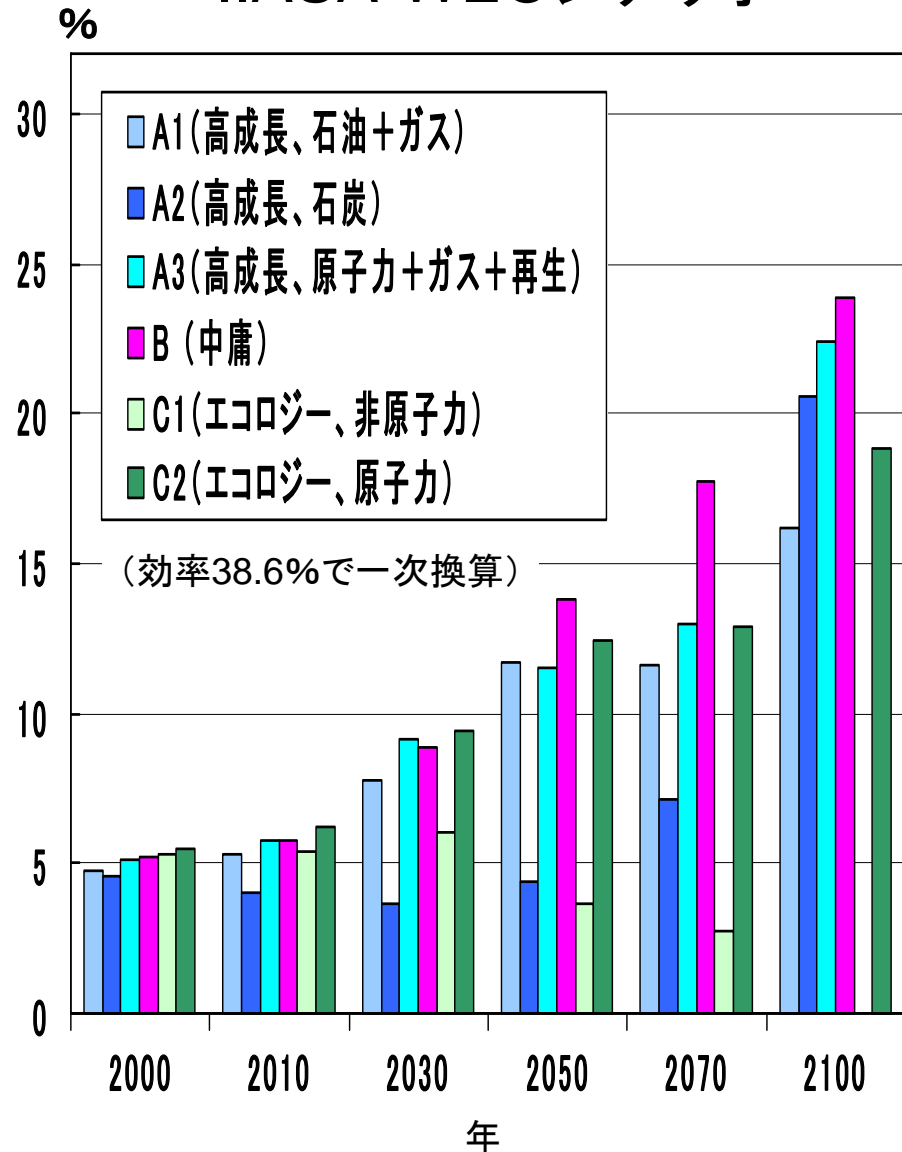


13. 原子力の一次エネルギーに占める比率

IPCC-SRESシナリオ



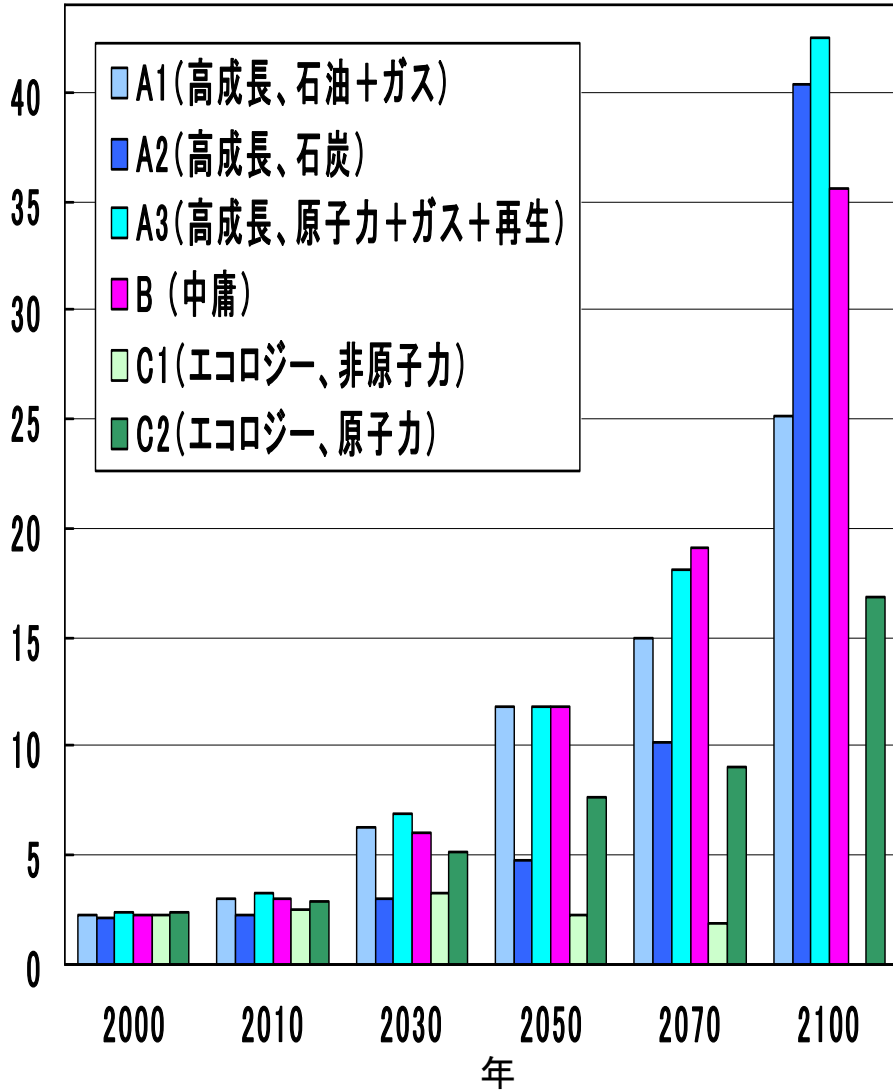
IIASA-WECシナリオ



14. IASA-WECにおける原子力発電利用規模

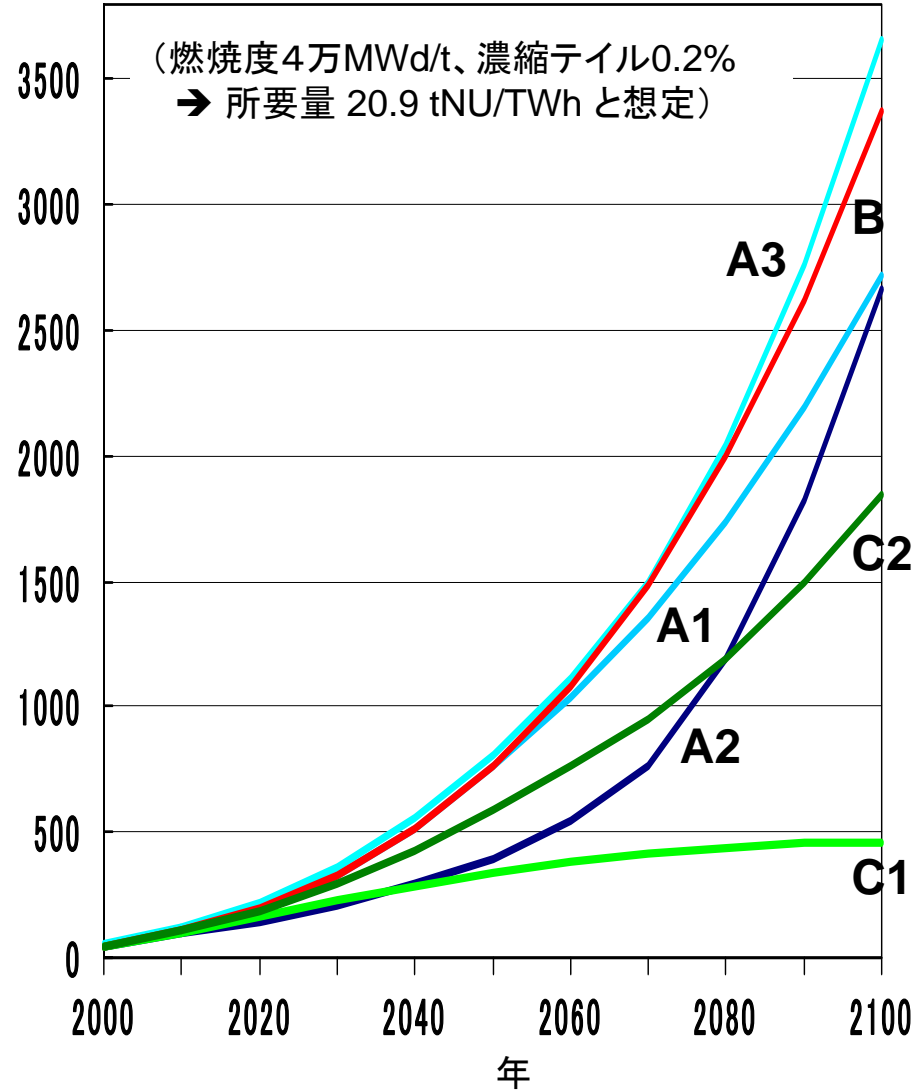
世界の原子力発電電力量

兆kWh/年



天然ウランの積算消費量

万トン
 「軽水炉ワンスルー利用」を想定して左図の発電電力量から計算



世界のエネルギー需給展望のまとめ

◆世界の社会経済展望

人口 : 2050年に100億前後、その後安定化に(途上国の所得増大を想定)。

GDP : 総額では2050年に3~7倍、2100年に8~20倍。

一人当たりGDPの南北格差が縮小していくことを想定。

→ 発展途上国のGDPが大幅増加。(2100年には世界の過半か?)

◆世界の需給シナリオ

総消費量 : 2050年に2~3.5倍、2100年に1.7~5.4倍。増加の大部分は発展途上国。

石油 : 2050年以前にピークの可能性。不確実性が大(楽観論と悲観論)。

天然ガス : ピークは今世紀の後半?(非在来資源規模が大きい、需要増大も顕著で、石油以上に不確実性が大)

石炭 : グローバルな気候変動政策の動向に大きく依存。

アジア地域にとっては重要なエネルギー源。

再生可能エネルギー

: 近未来に主要なエネルギー源となることは困難。

2050年以降に期待(技術革新によるコスト低減が大規模利用の鍵)。

原子力 : 近未来の増加は政策的に困難(2030年頃までの「予測型見通し」ではこれを顕著に反映)。

長期的にエネルギー需要が増大した時には依存度が強まる可能性。

(IIASA-WECでは2050年に1700GWe、2100年に5000GWeのケースも)

参考：エネルギー需給シナリオの前提条件

1. IPCC-SRESの需給シナリオ

1-1 SRESシナリオの概要

- ◆1996年～2000年にIPCC第三次評価のために温室効果ガスの排出シナリオを作成。成果は「排出シナリオに関する特別報告書(Special Report on Emission Scenarios)」としてまとめられた。そこで、作成されたシナリオは報告書名の頭文字を取って、SRESシナリオと呼ばれている。
- ◆シナリオ作成には世界の6つのモデリング・チームが参加し、4種の叙述的シナリオ(Illustrative Scenario)の下に、40個のシナリオが作成された。この中から、各叙述的シナリオに対して、その特徴を最も表していると判断される標識シナリオ(Marker Scenario)が1個ずつ選定された。
- ◆4種の叙述的シナリオ、及びその標識シナリオを作成したモデルは下記のとおり。

A1(高成長社会シナリオ)	: AIMモデル(日本、国立環境研究所)
A2(多元化社会シナリオ)	: ASFモデル(米国、ICF Consulting)
B1(持続発展型社会シナリオ)	: IMAGEモデル(オランダ、RIVM)
B2(地域共存型社会シナリオ)	: MESSAGEモデル(オーストリア、IIASA)

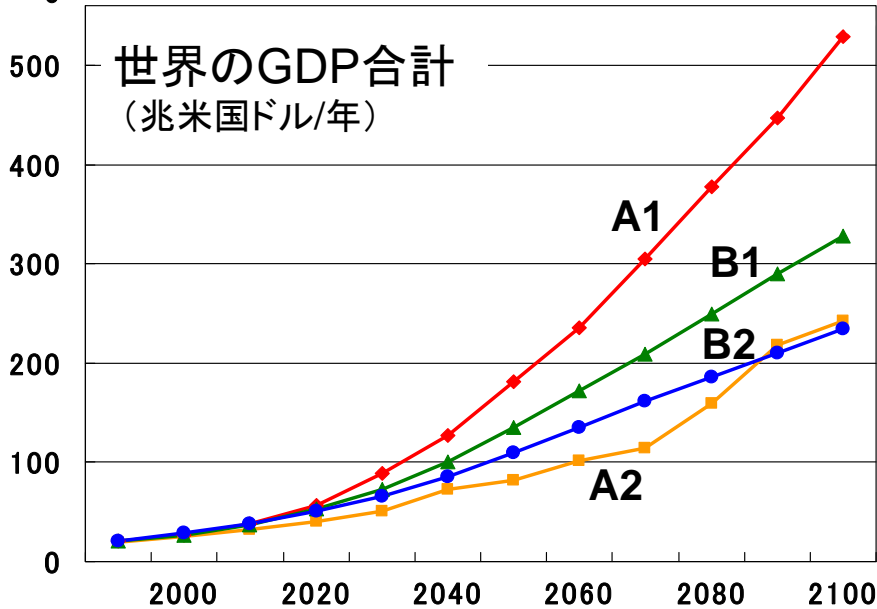
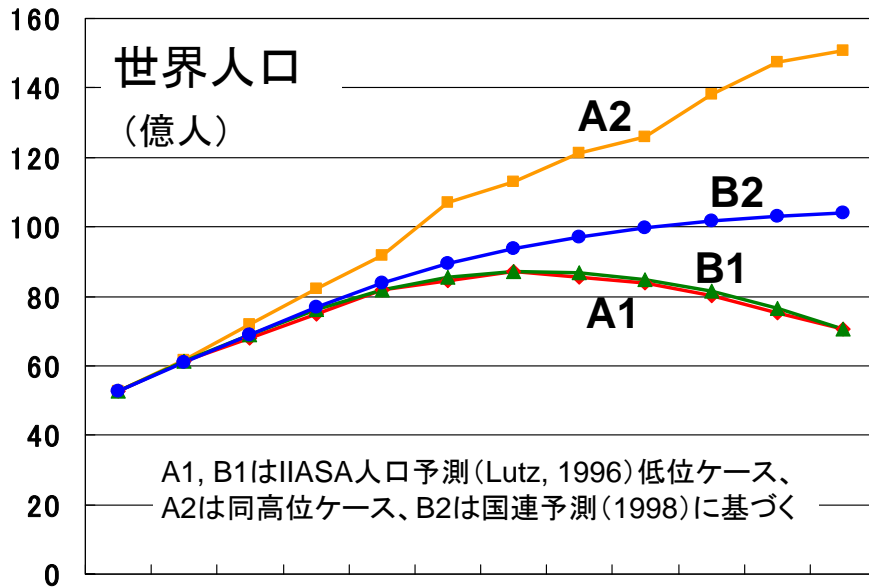
(注) RIVM: 国立公衆保健及び環境研究所

IIASA: 国際応用システム解析研究所

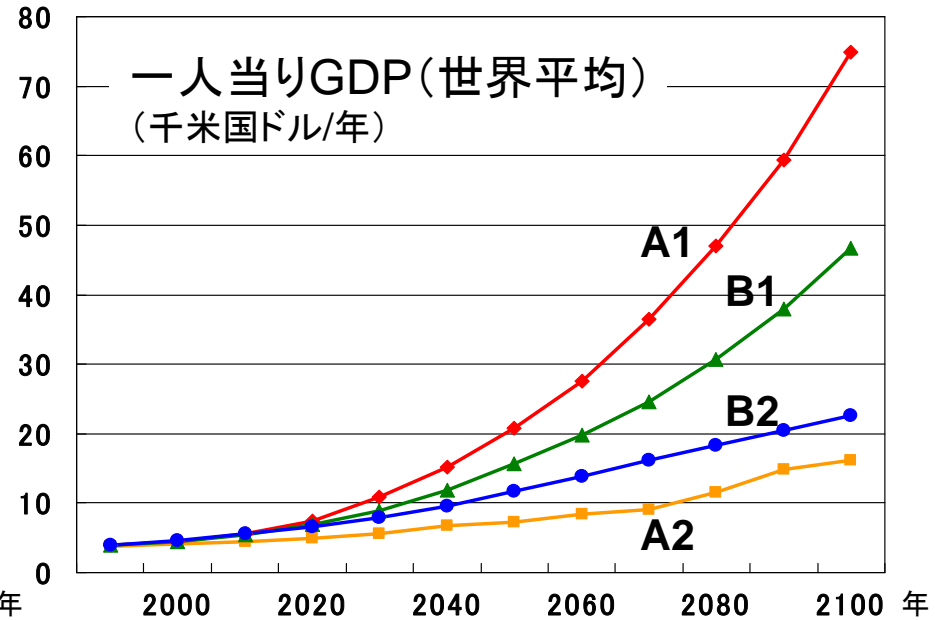
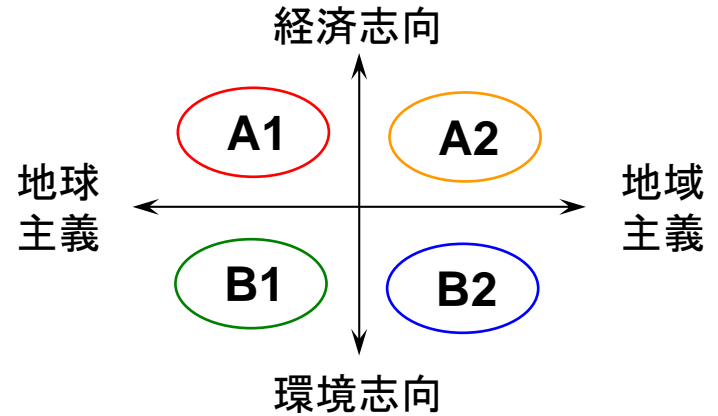
叙述的シナリオの形容は国立環境研究所森田氏による

- ◆以下の人口、GDP、エネルギー需給見通し、CO2排出量は各叙述的シナリオにおける標識シナリオのものである。

1-2 人口とGDPに関する前提条件



シナリオの分類



2. IIASA-WECによる需給シナリオ

2-1 シナリオの定義

■ カテゴリー

	GWP (兆米国 \$(1990))			エネルギー 原単位改善 率(%/年)	一次エネルギー需要 (億トン(石油換算))			CO ₂ 制約
	1990	2050	2100		1990	2050	2100	
A. 高成長	20	100	300	1.0	90	250	450	なし
B. 中庸		75	200	0.8		200	350	なし
C. エコロジー		75	220	1.4		140	210	あり

■ シナリオの分類

A: 高成長



A1 : 石油+ガス
A2 : 石炭
A3 : 原子力+ガス+再生型(バイオマス)

B: 中庸



B : 中庸シナリオ

C: エコロジー



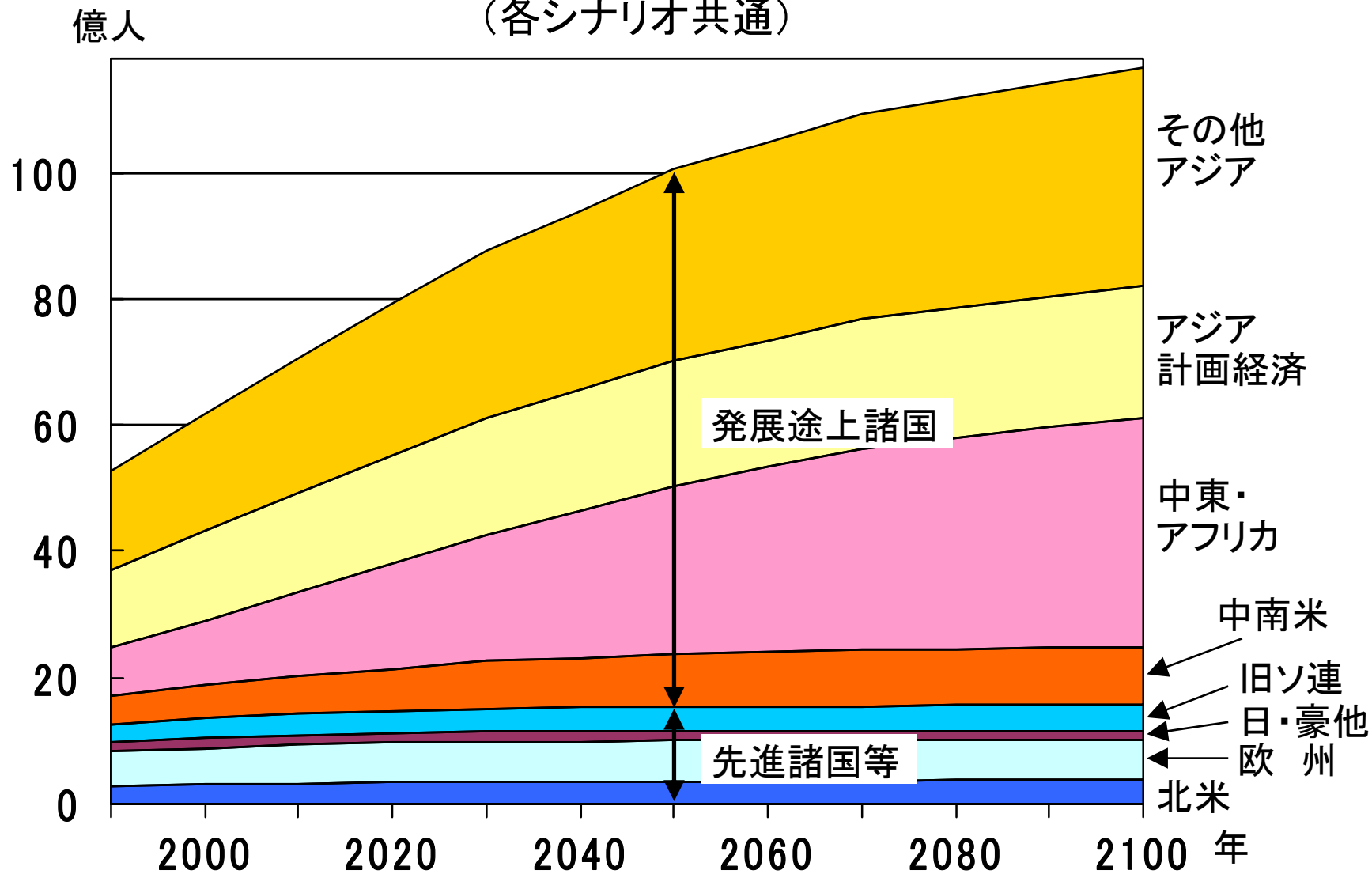
C1 : 非原子力依存
C2 : 原子力依存

計量分析条件:

1. 化石燃料には低位発熱量(燃焼時の生成する水蒸気の蒸発潜熱を控除したもの)を使用。
2. 原子力と再生可能エネルギーによる電力は効率38.6%で一次エネルギー換算

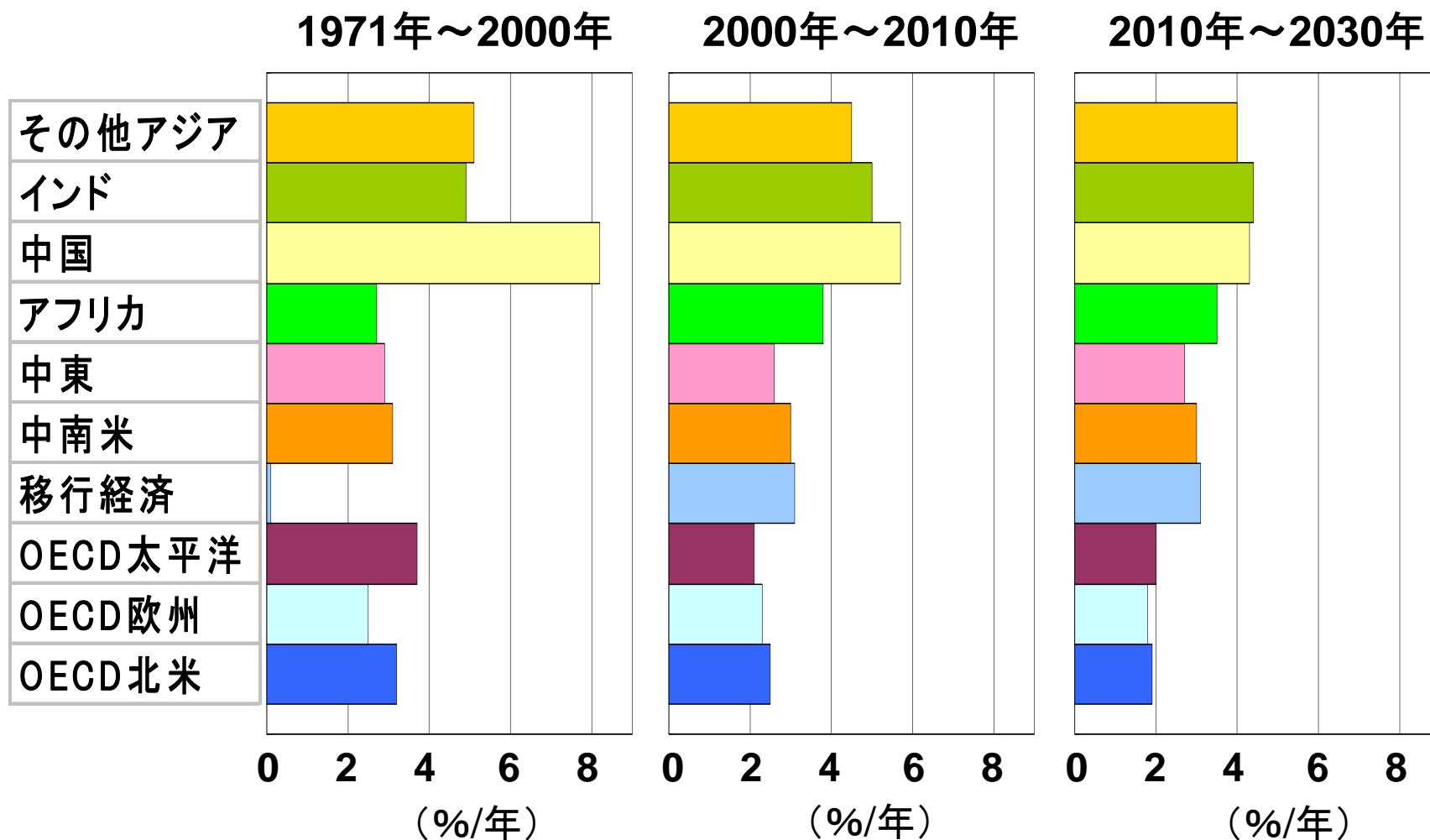
2-2 地域別人口の見通し

(各シナリオ共通)



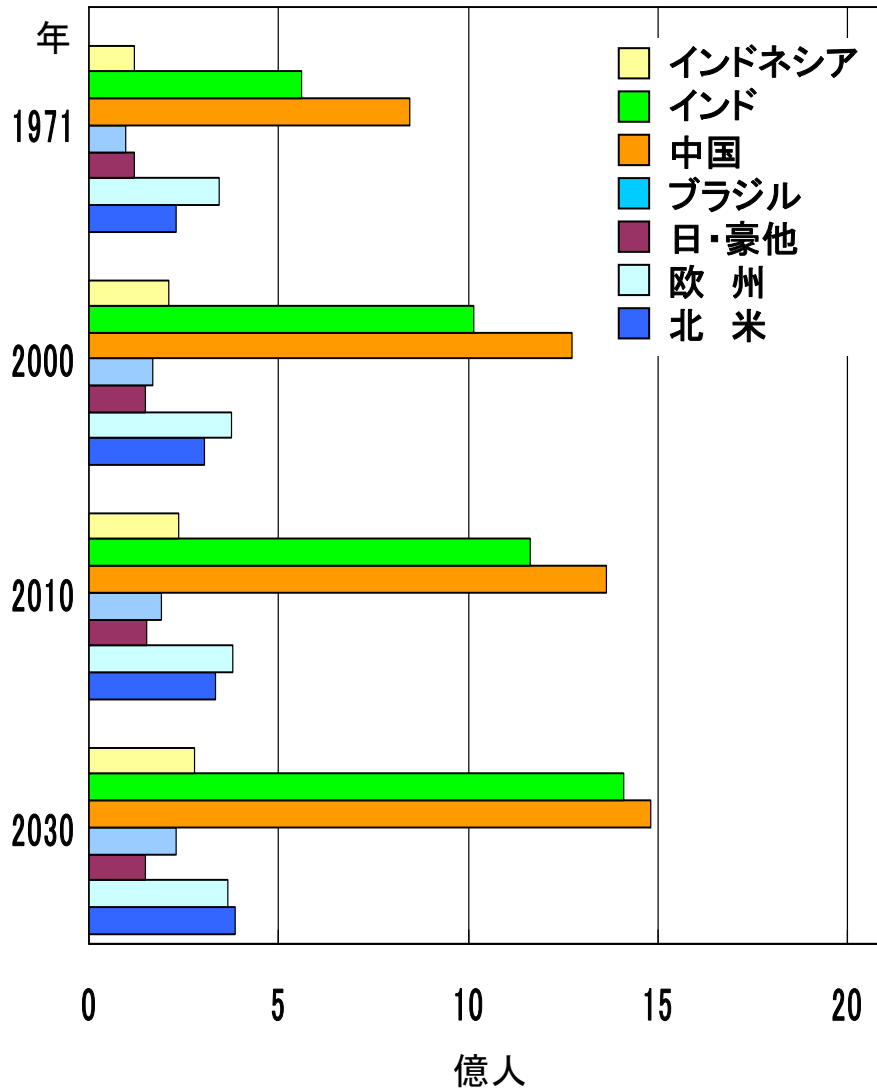
3. WEO2002の需給シナリオ

3-1 国内総生産(GDP)伸び率

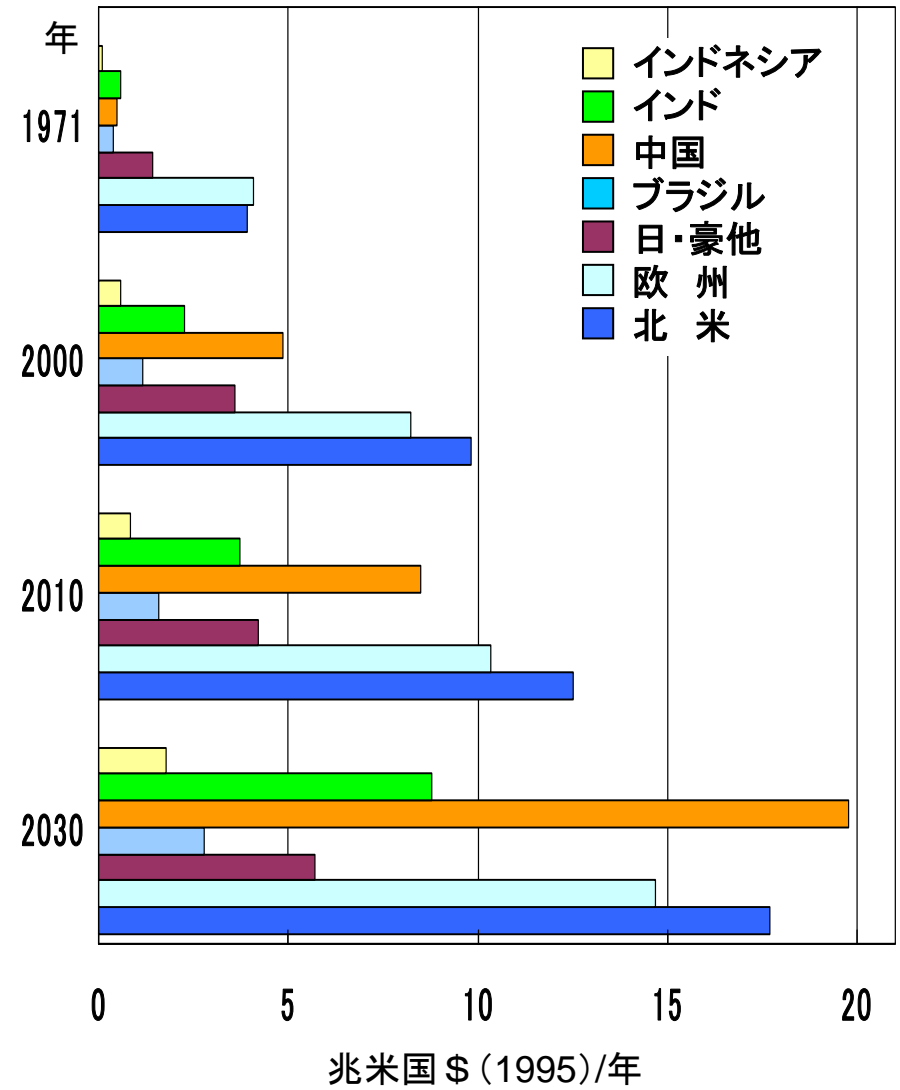


3-2 主要な地域・国の人口と国内総生産

[人 口]

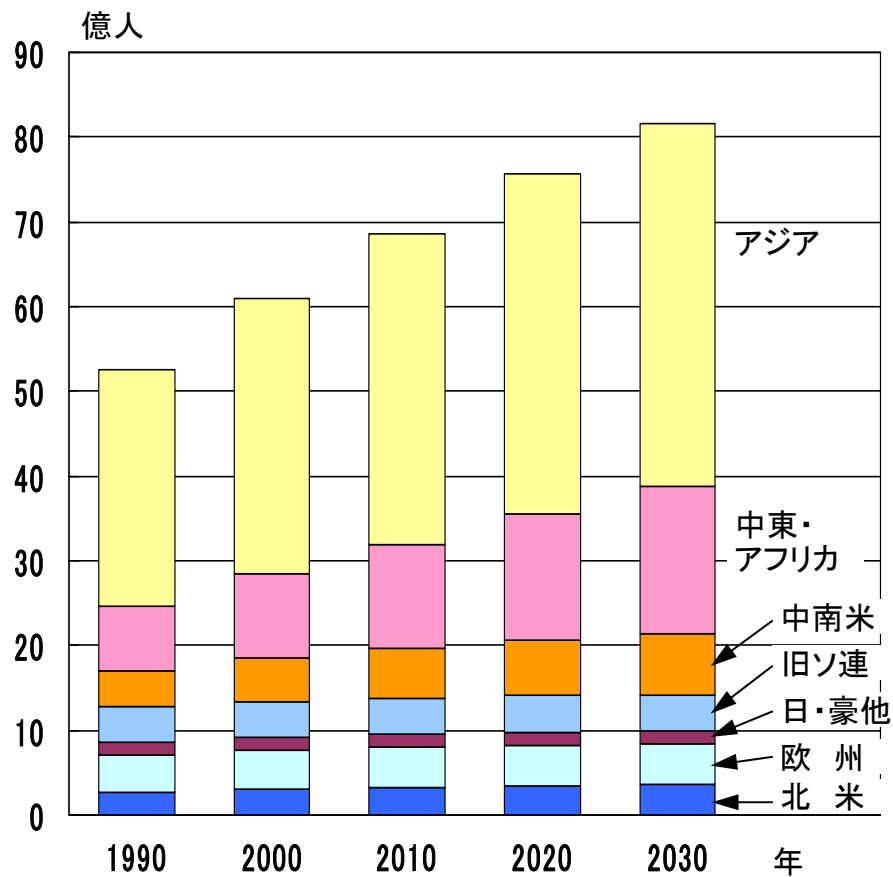


[国内総生産(GDP)]

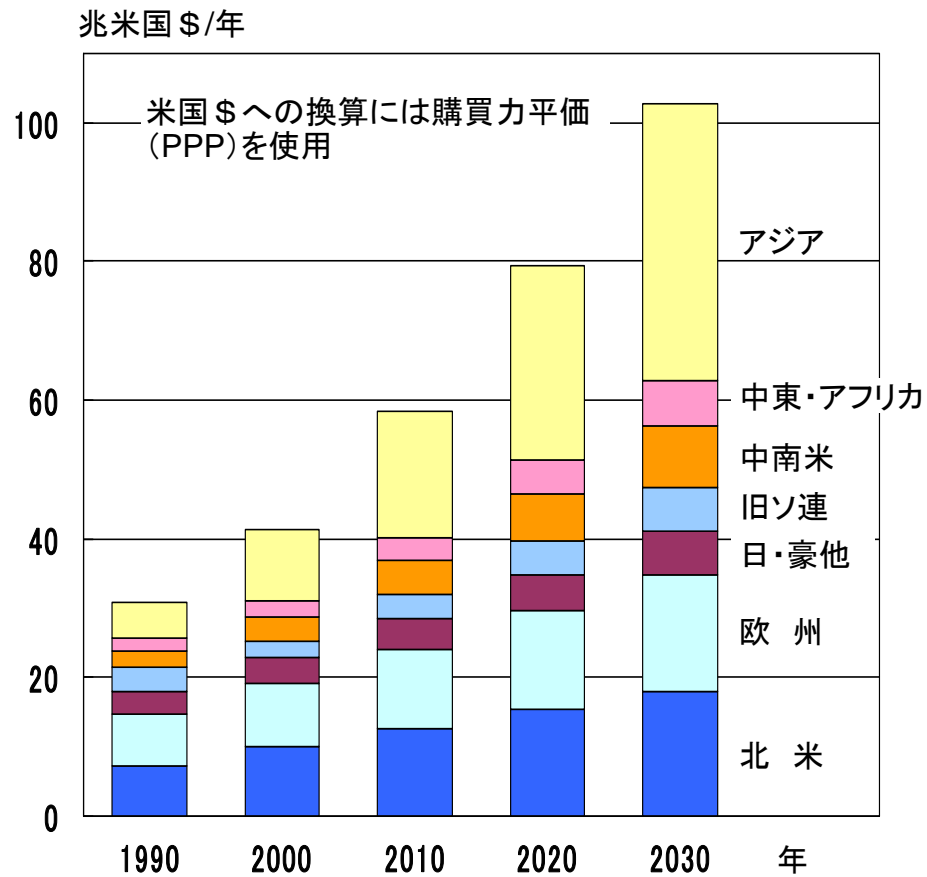


4. EC2003の需給シナリオ

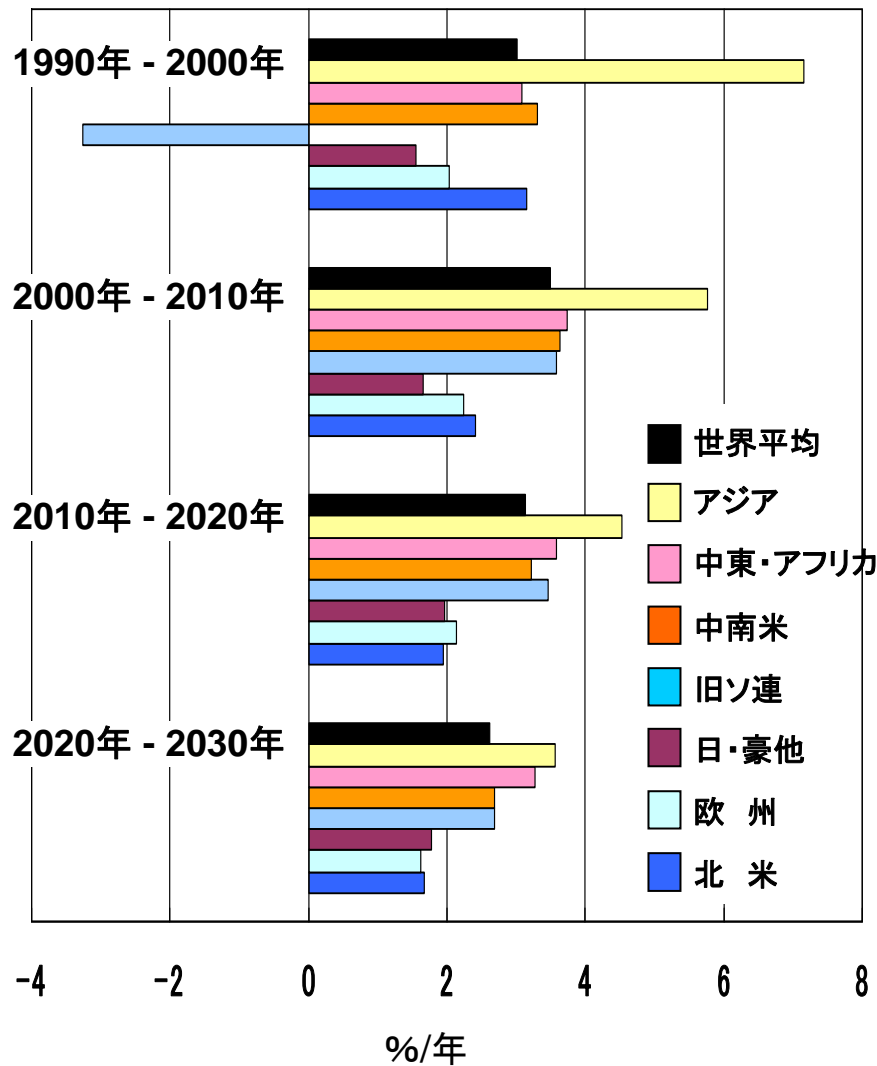
4-1 世界の地域別人口



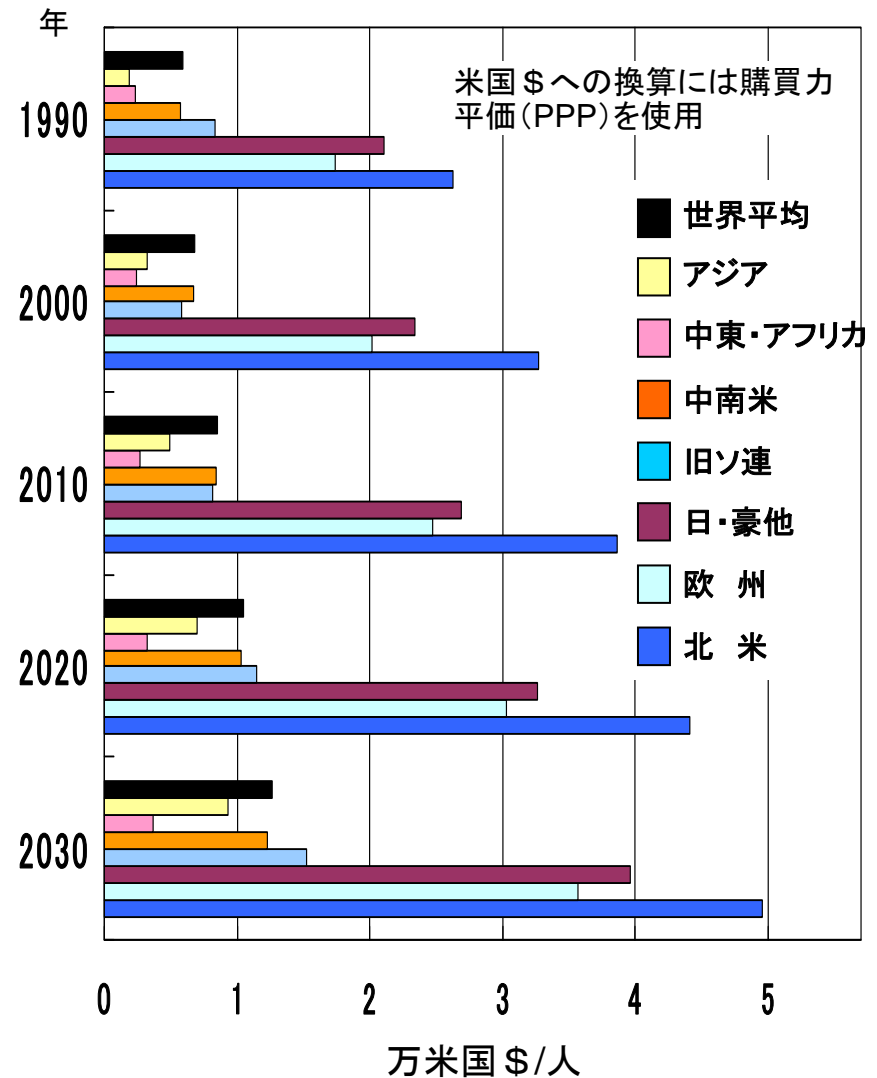
4-2 地域別の国内総生産(GDP)



4-3 国内総生産(GDP)の伸率 (地域別)

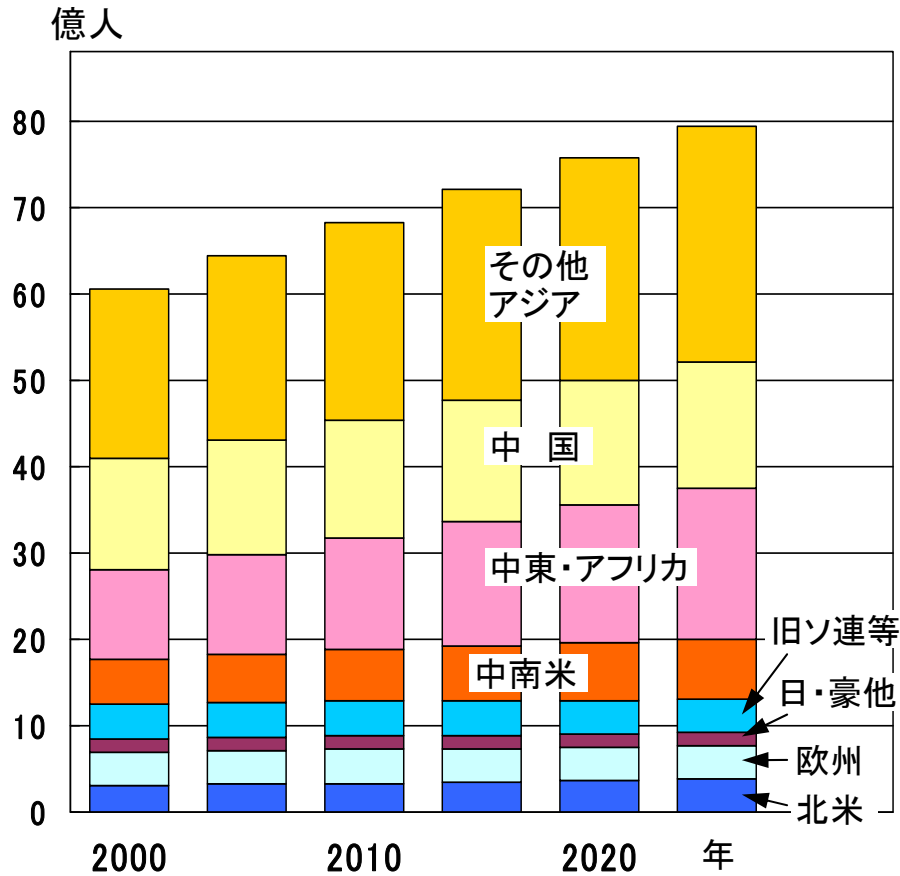


4-4 一人当たりGDP (地域別)

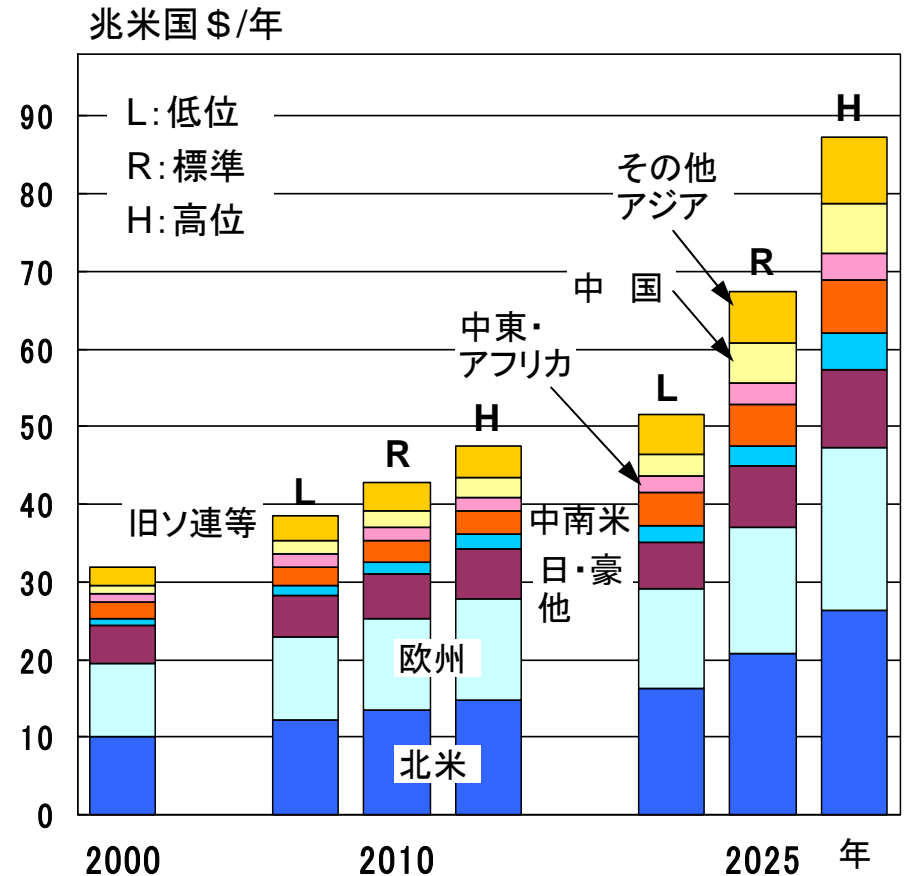


5. IEO2003の需給シナリオ

5-1 世界の地域別人口

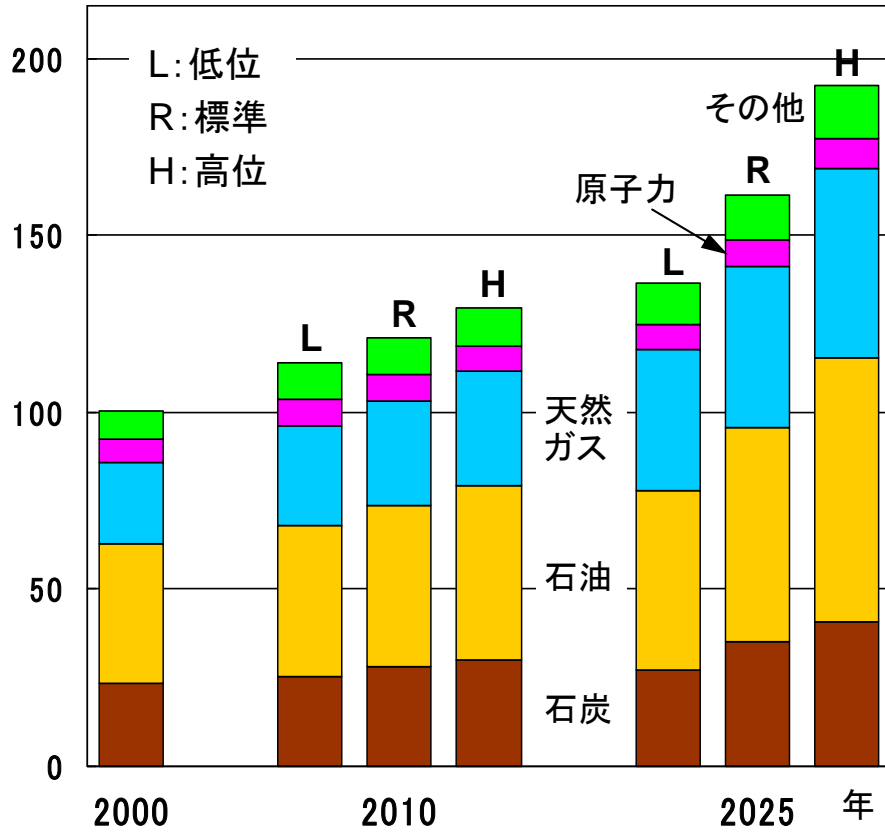


5-2 国内総生産(GDP)



5-3 一次エネルギー消費量 (燃料別)

億トン(石油換算)/年



5-4 一次エネルギー消費量 (地域別)

億トン(石油換算)/年

