

# 戦略調査セミナー

## 報告(2)

---

# わが国における原子力の 長期的役割

---

平成18年 1月12日

経営企画部戦略調査室

佐藤 治

## 目次

1. 日本のエネルギー需給シナリオの比較
2. 原子力ビジョン分析の前提条件
3. 原子力標準ケースの概要
4. 原子力規模の異なるケース間の比較

# 1. 日本のエネルギー需給シナリオの比較

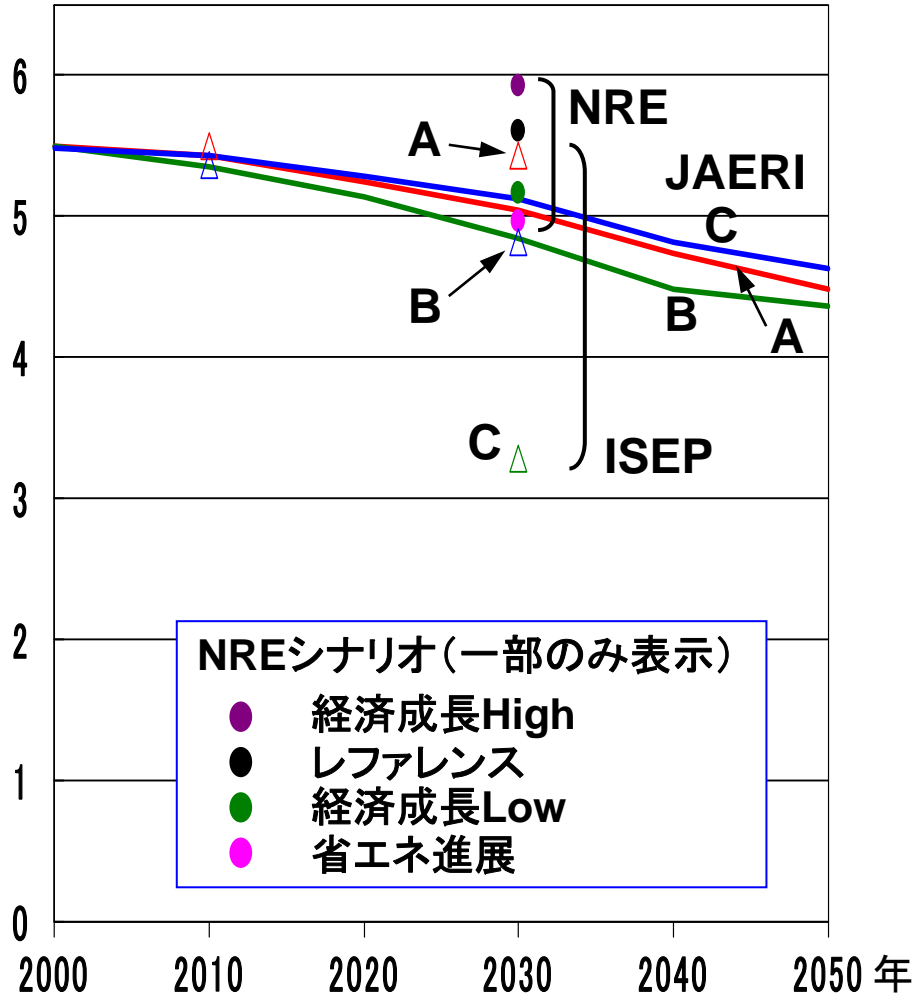
## 1-1 エネルギー需給シナリオの検討事例

記号	実施機関等	報告書等(年)	時間範囲
<b>NRE</b>	総合資源エネルギー調査会需給部会	2030年のエネルギー需給展望(2005)	2030年まで
<b>ISEP</b>	市民エネルギー調査会(ISEP)	持続可能なエネルギー社会を目指してーエネルギー・環境・経済問題への未来シナリオー(2004)	2030年まで
<b>JAERI</b>	日本原子力研究所 ビジョン分析 (原産・原子炉開発利用委員会ビジョンWGでの検討)	我が国の長期エネルギー需給シナリオに関する検討 JAERI-Research 2005-012 (2005)	2050年まで

# 1-2 一次エネルギー供給量とCO<sub>2</sub>排出量

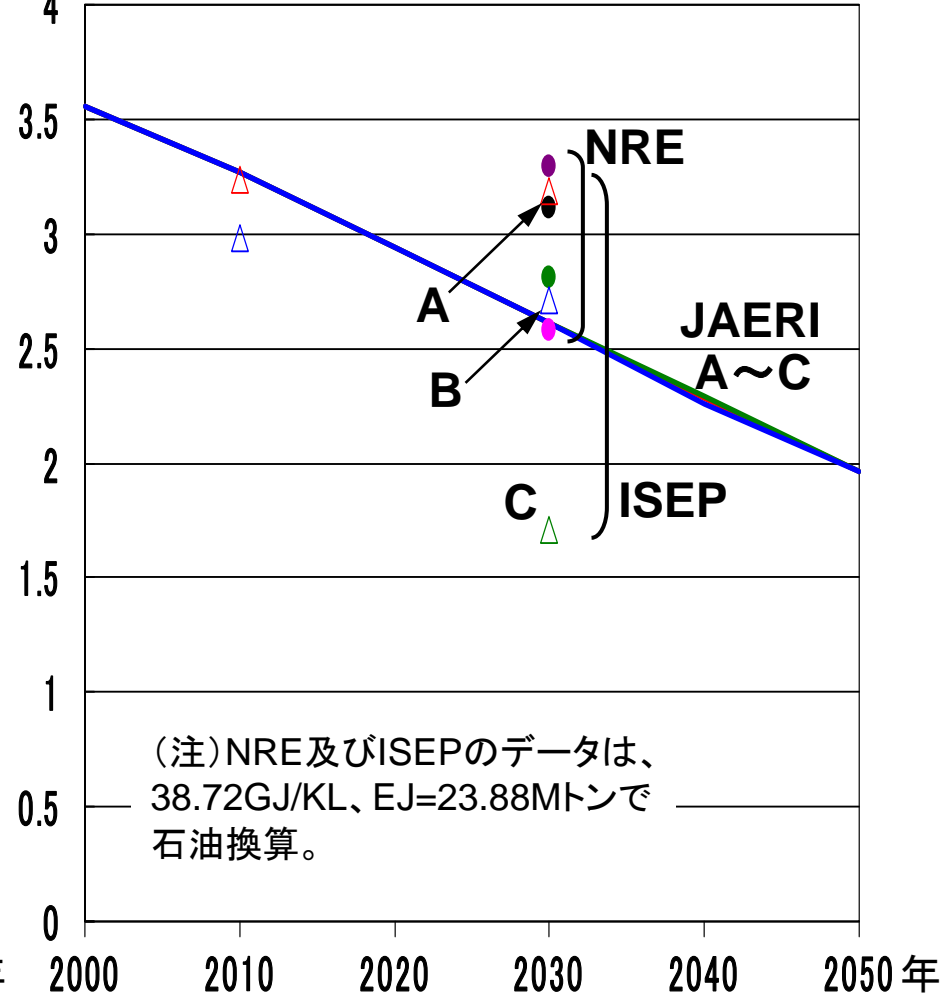
## 一次エネルギー供給量

億トン(石油換算)/年



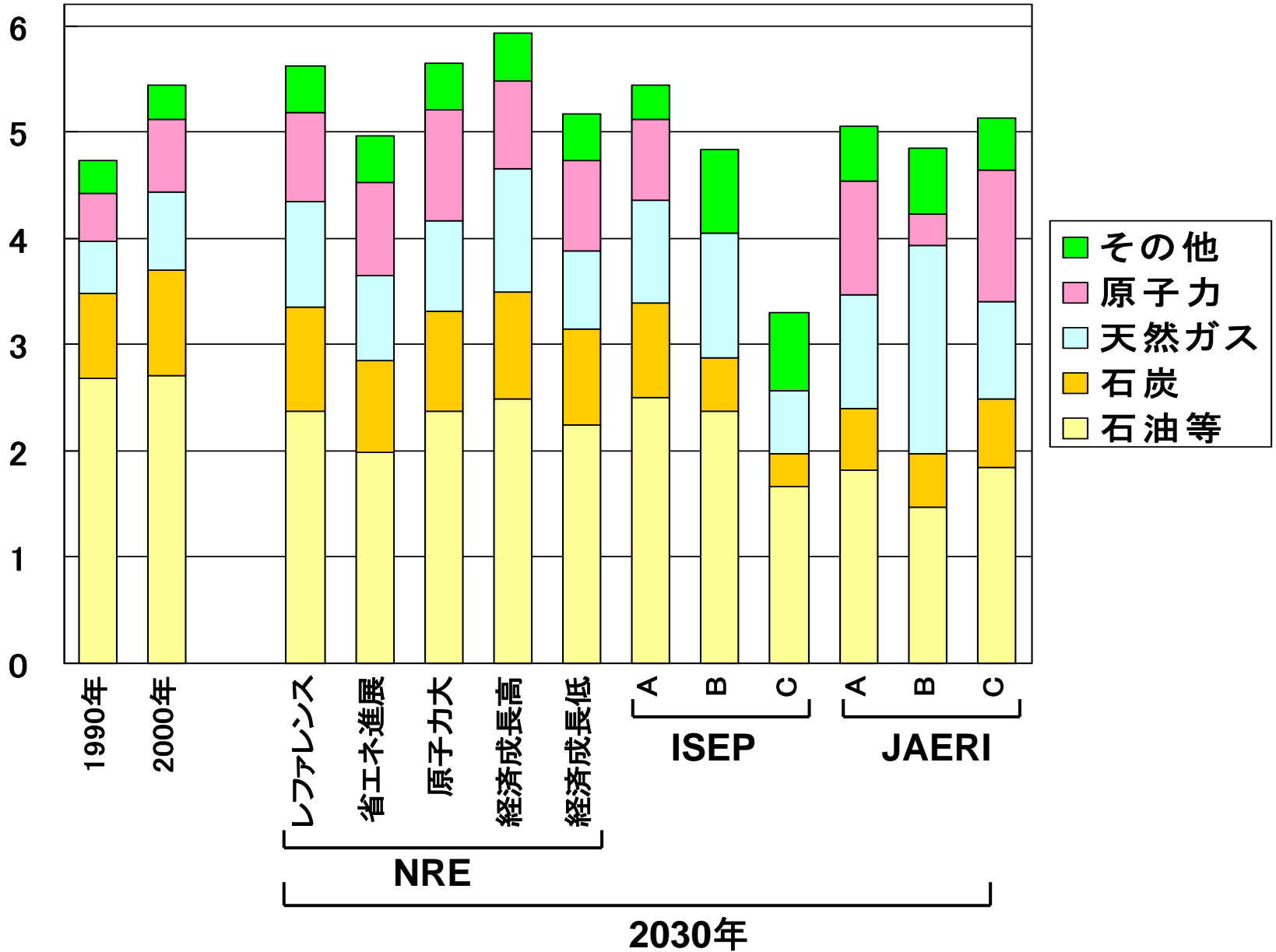
## CO<sub>2</sub>排出量

億トン(炭素換算)/年

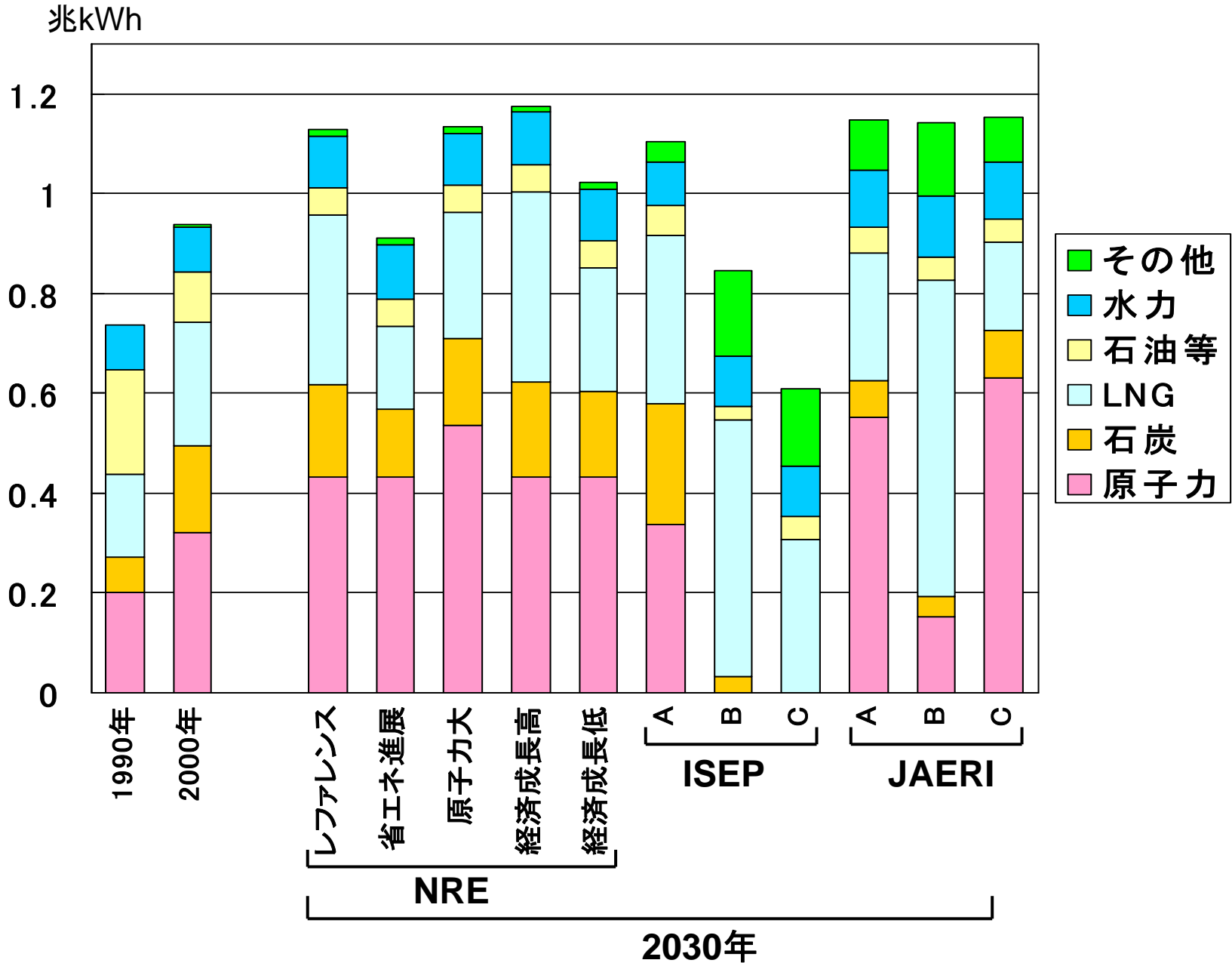


# 1-3 一次エネルギー供給構成

億トン(石油換算)



# 1-4 発電電力量と電源構成



## 2. 原子力ビジョン分析の前提条件

### 2-1 分析の概要と基本的な前提条件

- 分析手法
  - ・MARKALモデル

○ 国際エネルギー機関(IEA)で共同開発した汎用の最適化分析モデル(日本モデルは原研が構築)

- 対象期間
  - ・1990年～2050年  
(2000年までのエネルギー需給はエネルギーバランス表(日本エネ研)に基づく。)

○ 将来のエネルギーサービス需要、エネルギー利用可能量、二酸化炭素排出量などの制約条件を満足しながら、エネルギー需給の総コストが最小となるようにエネルギーの供給、変換、利用を最適化するモデル

- 長期割引率
  - ・年率3%

- 基本単位
  - ・エネルギー量：PJ, EJ(真発熱量)
  - ・コストと価格：円(1995年基準)
  - ・2000年以降の換算レート：110円/米国\$

PJ : Peta Joule ( $10^{15}$  Joule)

EJ : Exa Joule ( $10^{18}$  Joule)

(1 cal = 4.186 Jouleで換算)

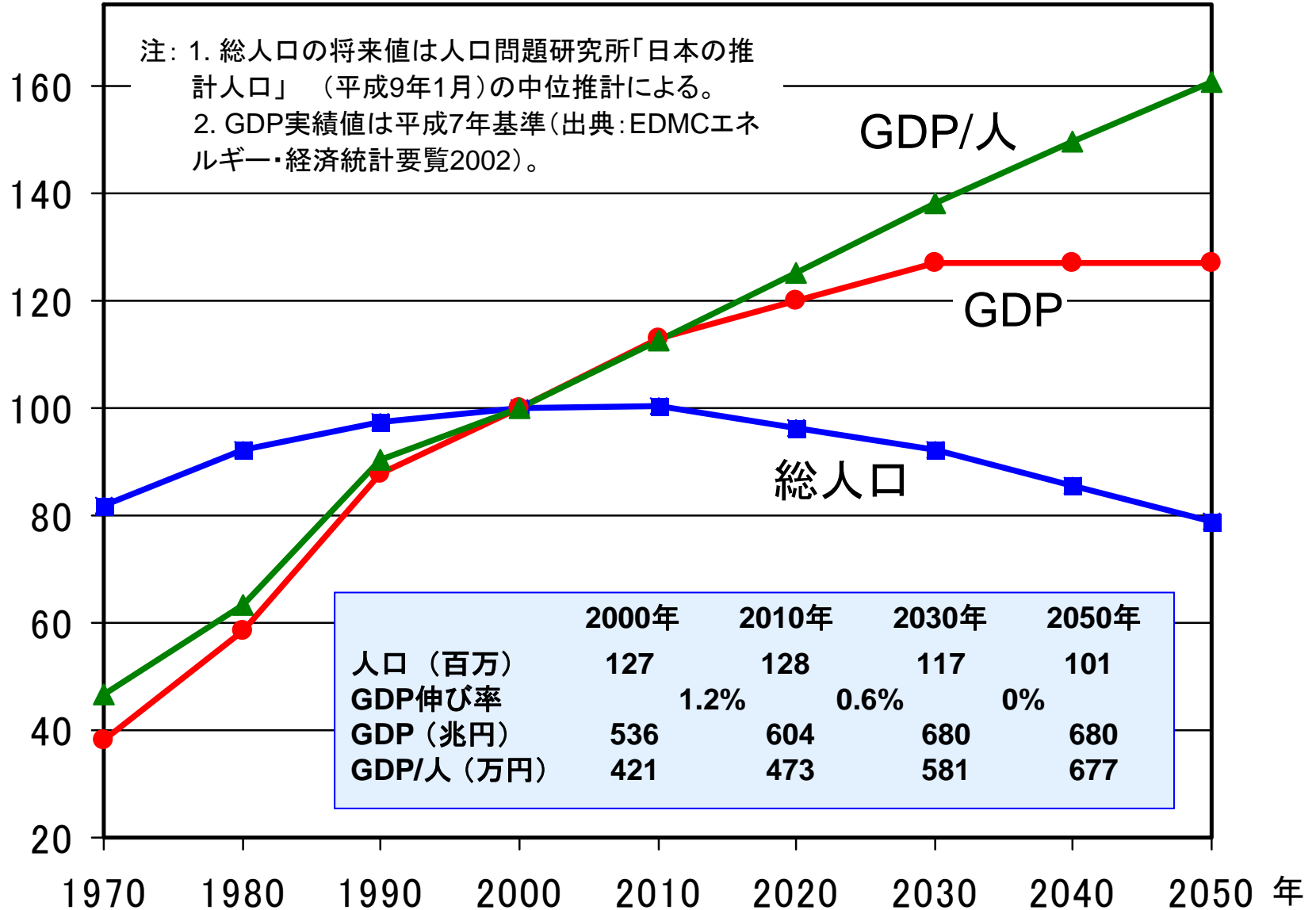
真発熱量：燃料中に含まれる水分の蒸発潜熱が回収されないと想定した場合の燃料発熱量

- エネルギーサービス需要
  - ・経済成長率・人口・世帯数・産業構造変化等により決定

- CO<sub>2</sub>排出量の計量方法と範囲
  - ・エネルギーの入手段階(輸入、国内採掘)で計量し、化学原料等を控除
  - ・廃棄物の燃焼、セメント製造業での石灰焼成による排出を含める

## 2-2 社会経済の長期指標

指数 (2000年 = 100)





## 2-3 エネルギー需給シナリオの定義

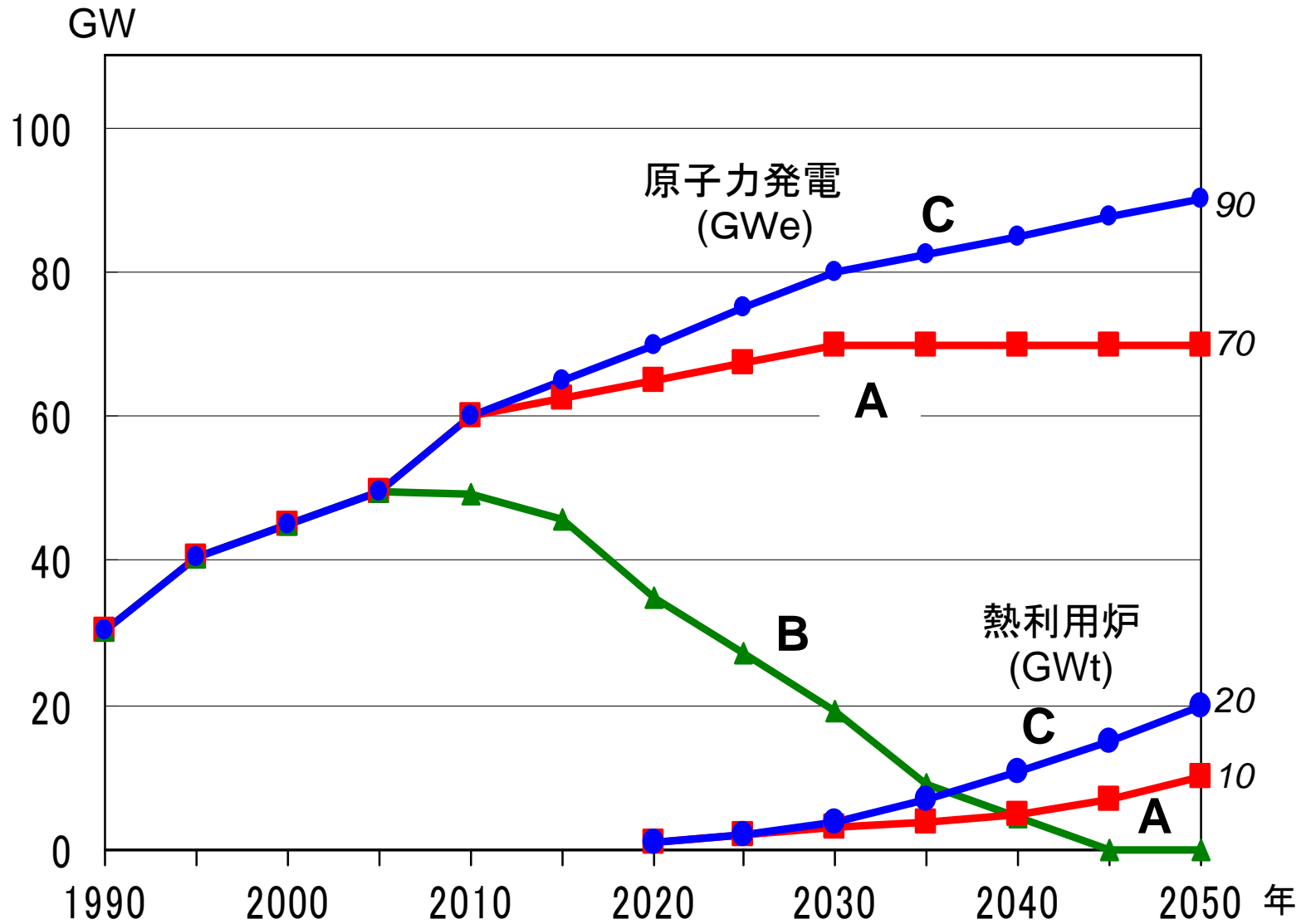
条件 ケース	CO <sub>2</sub> 排出量 <sup>*1</sup>	原子力発電	原子力熱利用 <sup>*2</sup>
A (標準)	2050年: 2010年値の 60%に抑制	2030年～: 70 GWe	2050年: 10 GWt
B <sup>*3</sup> (フェーズアウト)		2010年以降新設なし (2005年までに建設の炉 は耐用年数40年で廃止)	なし
C (原子力拡大)		2050年: 90 GWe	2050年: 20 GWt

\*1 国際輸送の排出を含めて制約 (2010年のCO<sub>2</sub>排出量(除国際輸送)は1990年水準に抑制)

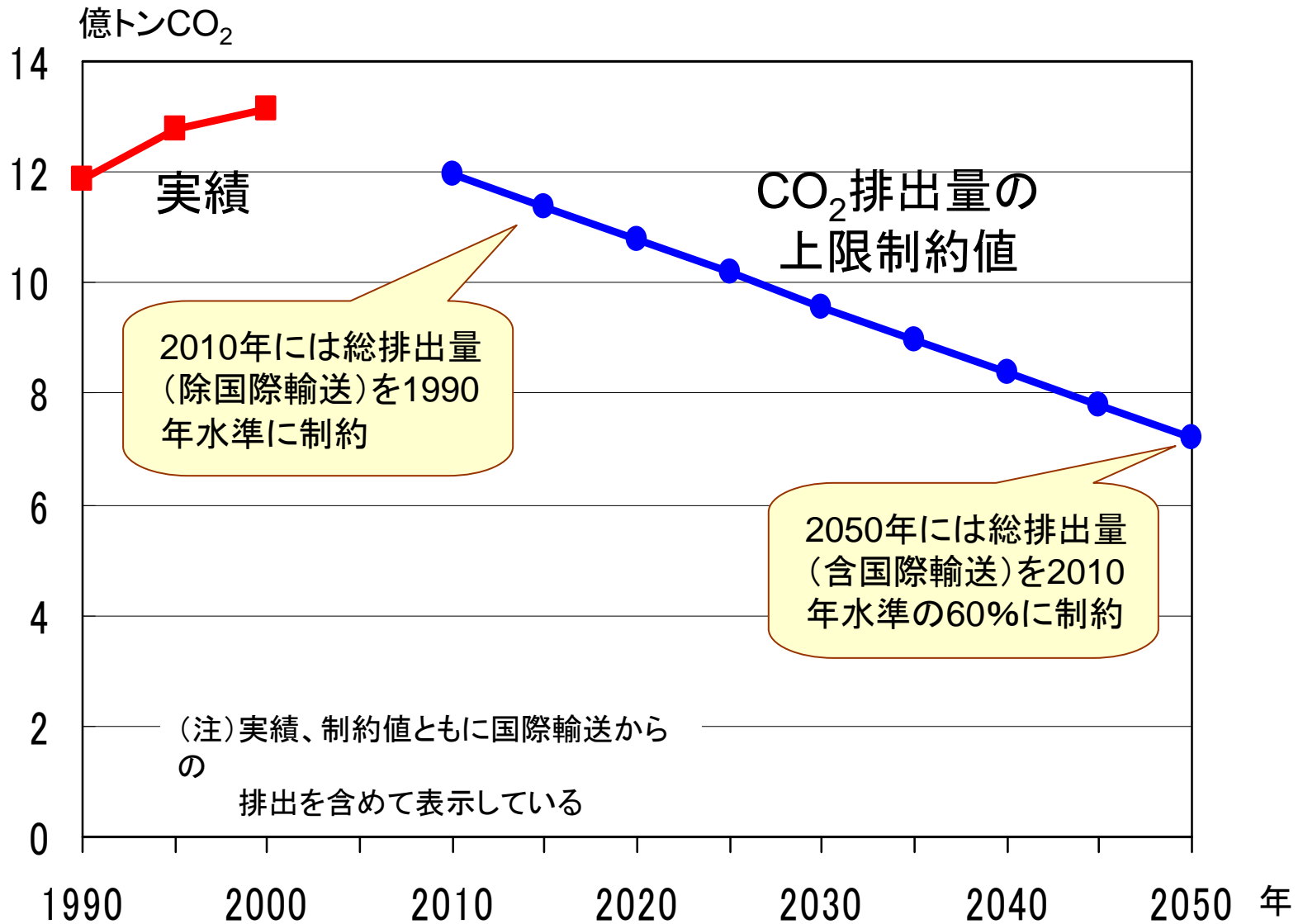
\*2 原子力熱利用は2020年に実用化することを想定

\*3 ケースBでは、①自然エネルギー利用可能規模拡大、②CO<sub>2</sub>回収・投棄が可能と想定

## 2-4 原子力エネルギー利用規模の仮定



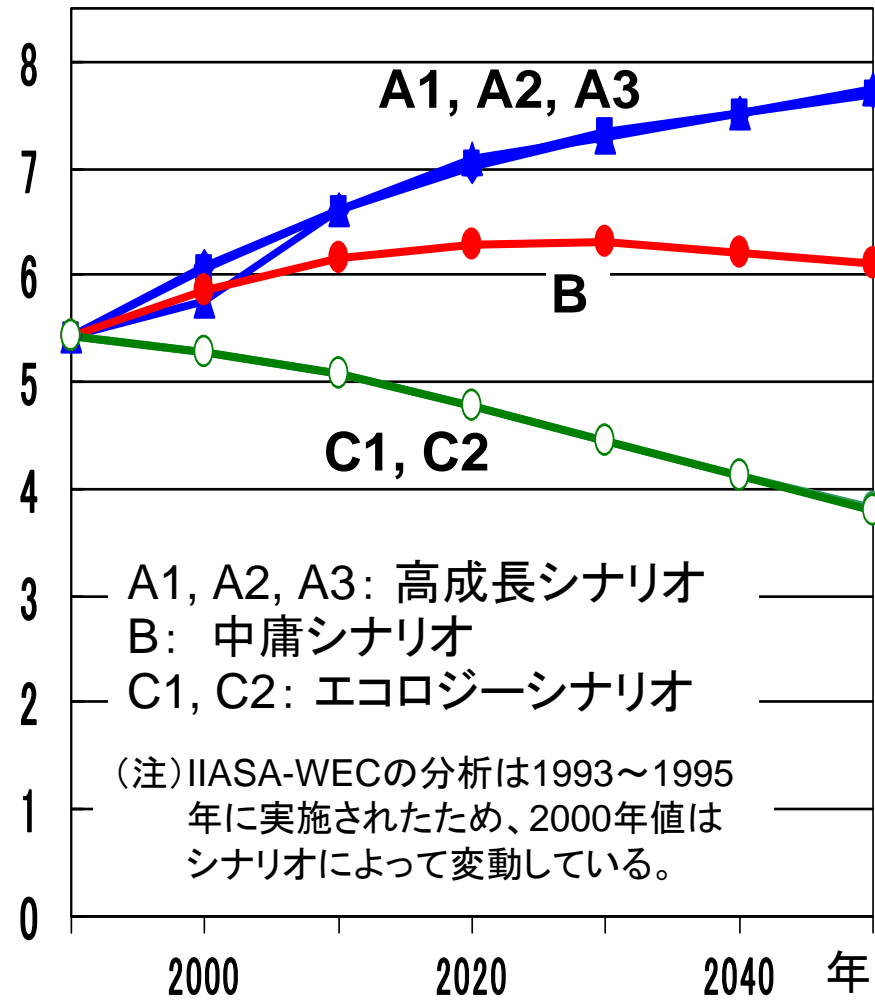
## 2-5 CO<sub>2</sub>排出量に対する制約



# 2-6 IIASA-WEC世界エネルギー需給シナリオ におけるOECD太平洋地域

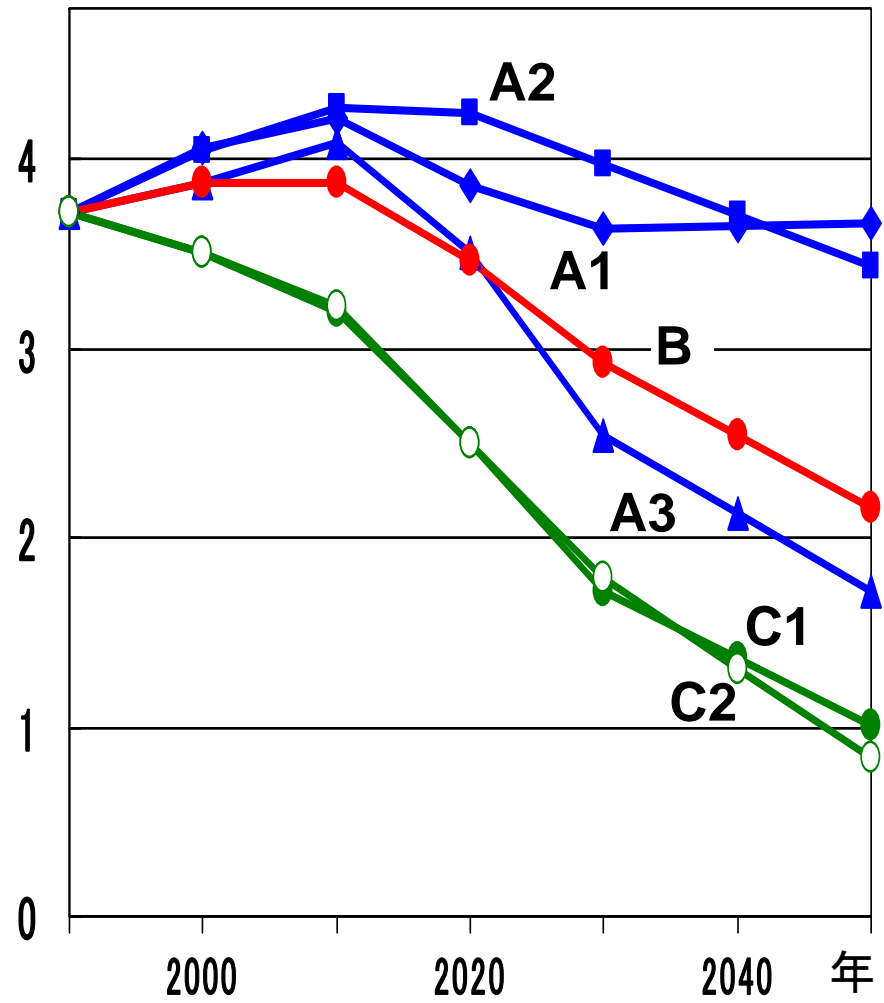
## ① 一次エネルギー消費量

億トン(石油換算)



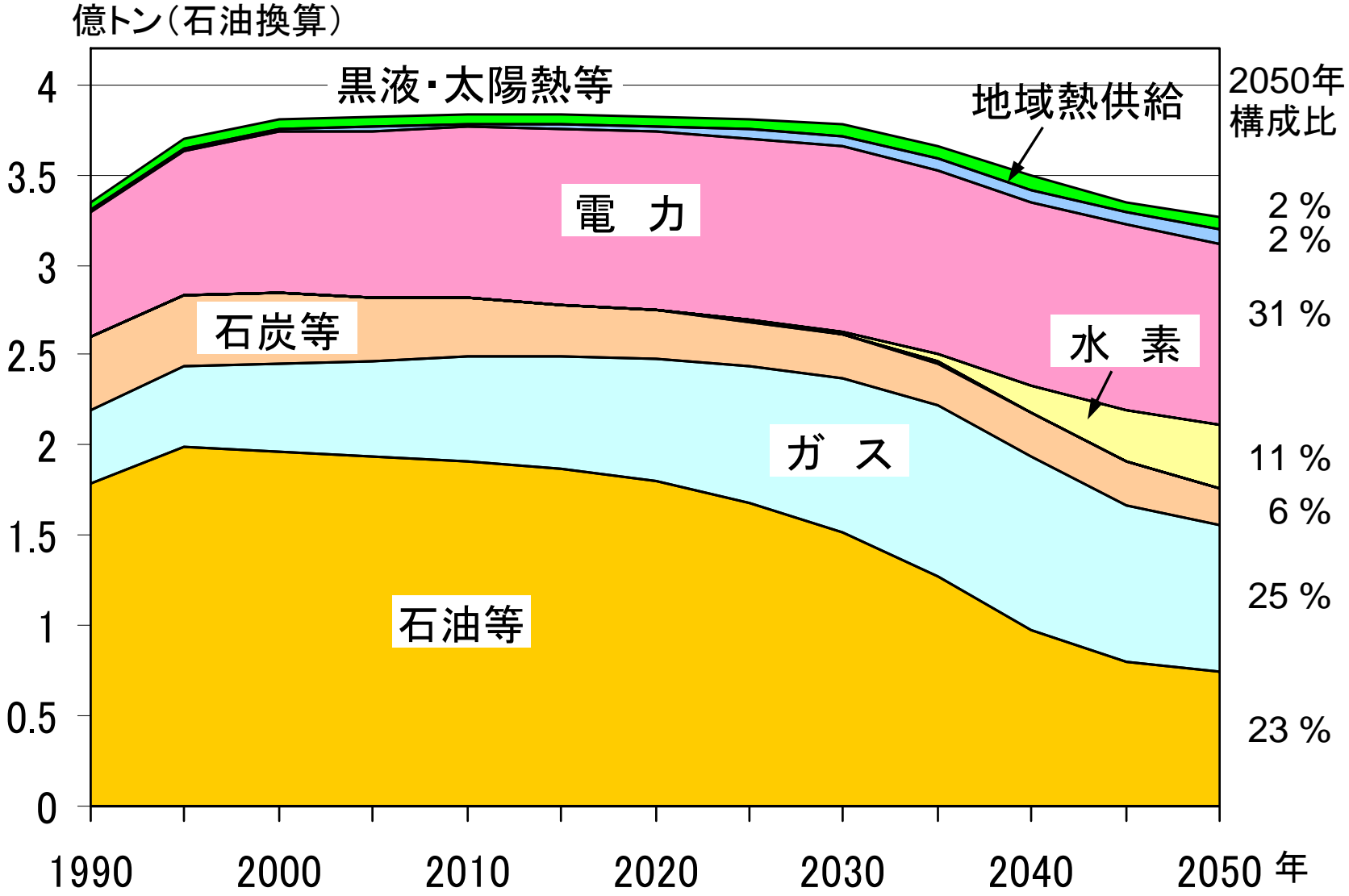
## ② 二酸化炭素排出量

億トン(炭素換算)



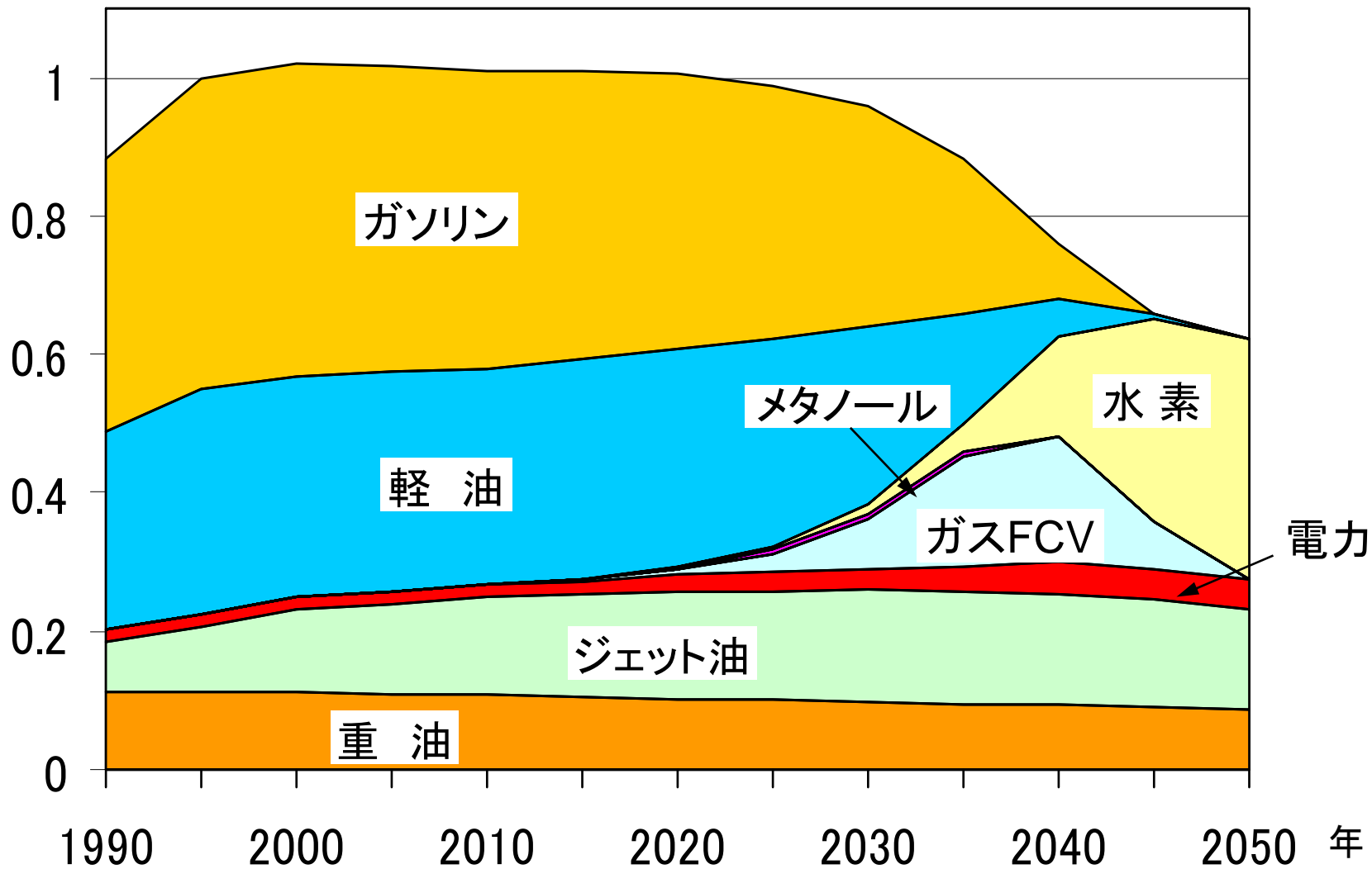
# 3. 原子力標準ケースの概要

## 3-1 最終エネルギー消費量と構成

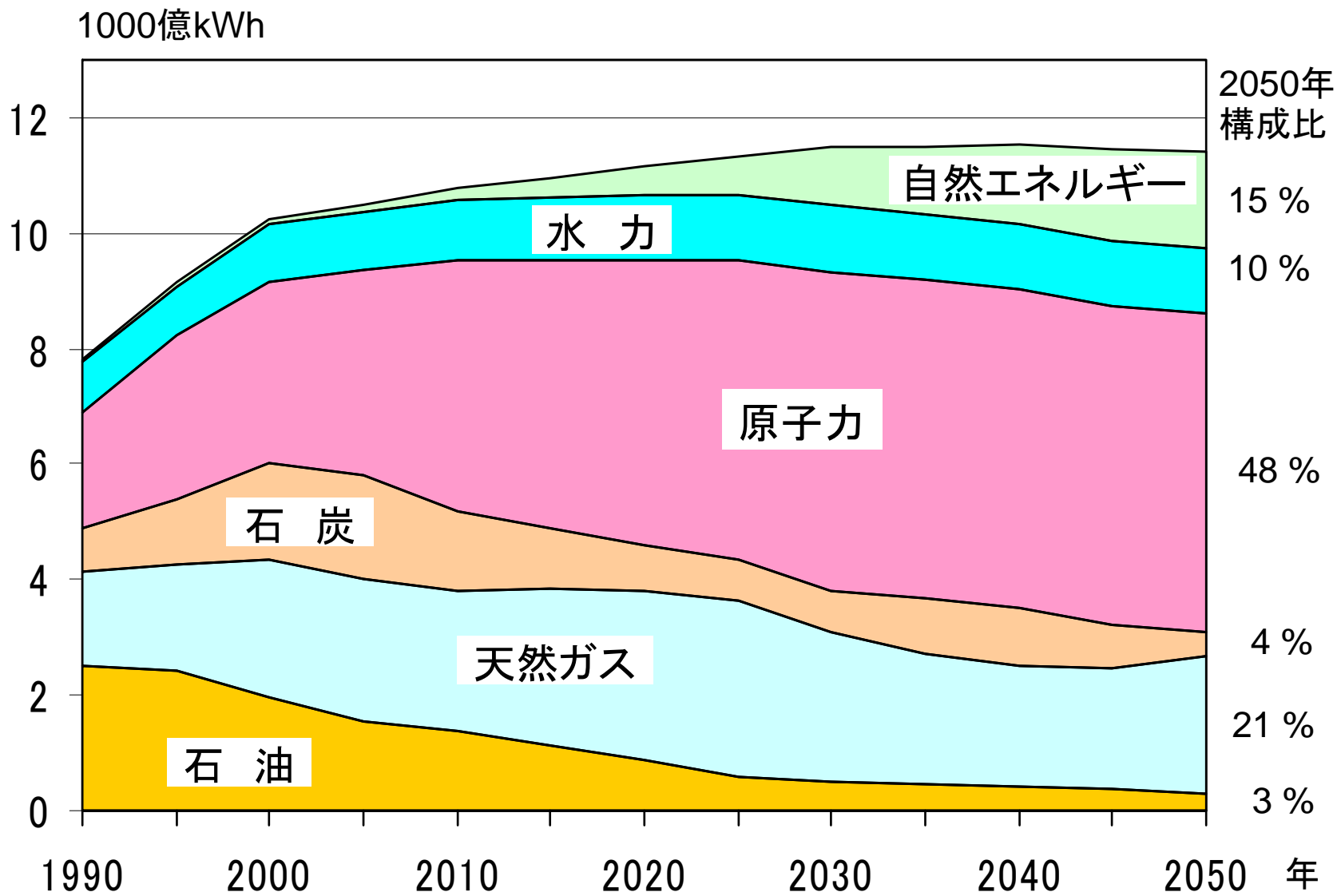


## 3-2 輸送部門のエネルギー消費量

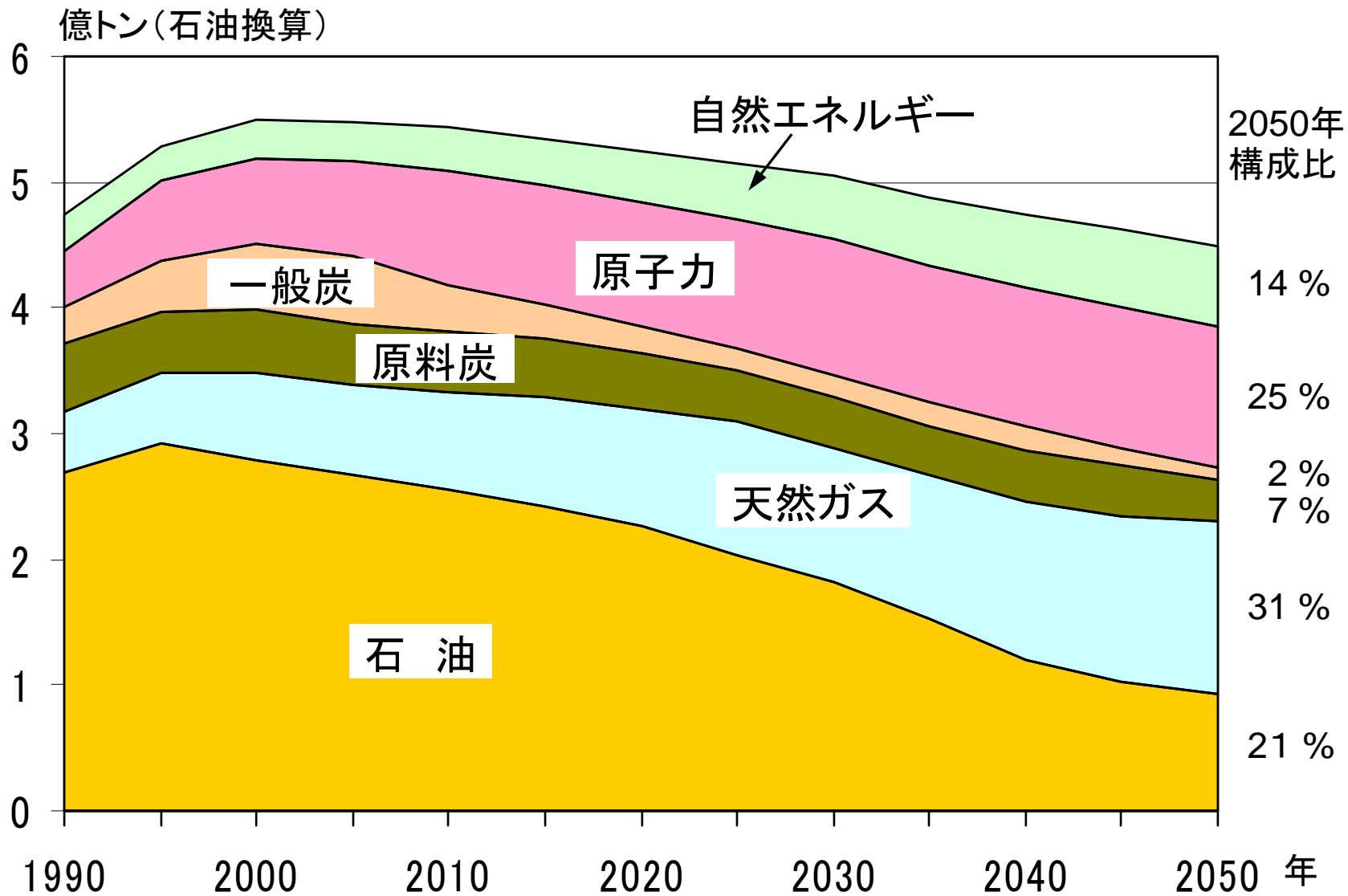
億トン(石油換算)



### 3-3 発電電力量と電源別構成



### 3-4 一次エネルギー供給量と構成

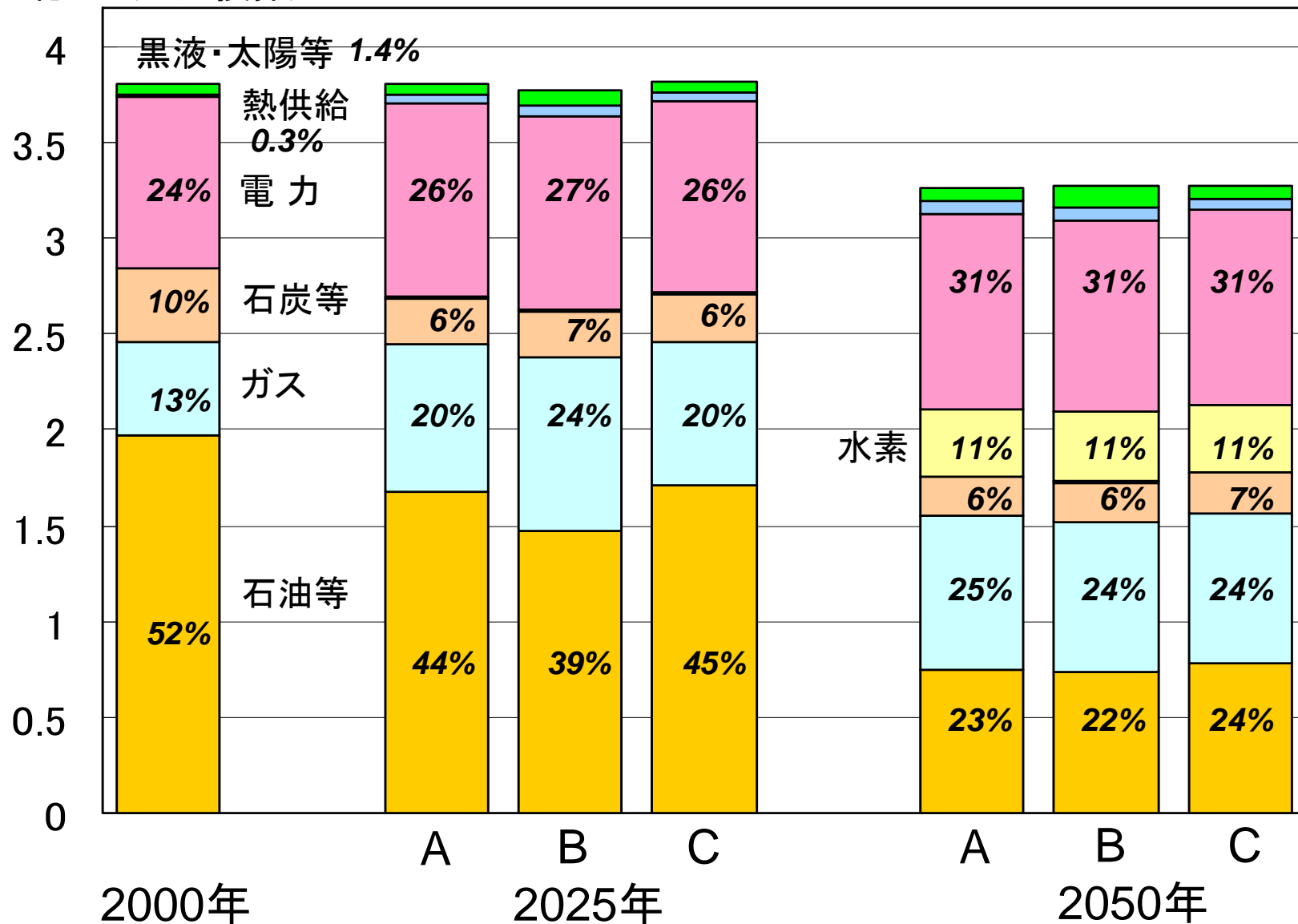




# 4. 原子力規模の異なるケース間の比較

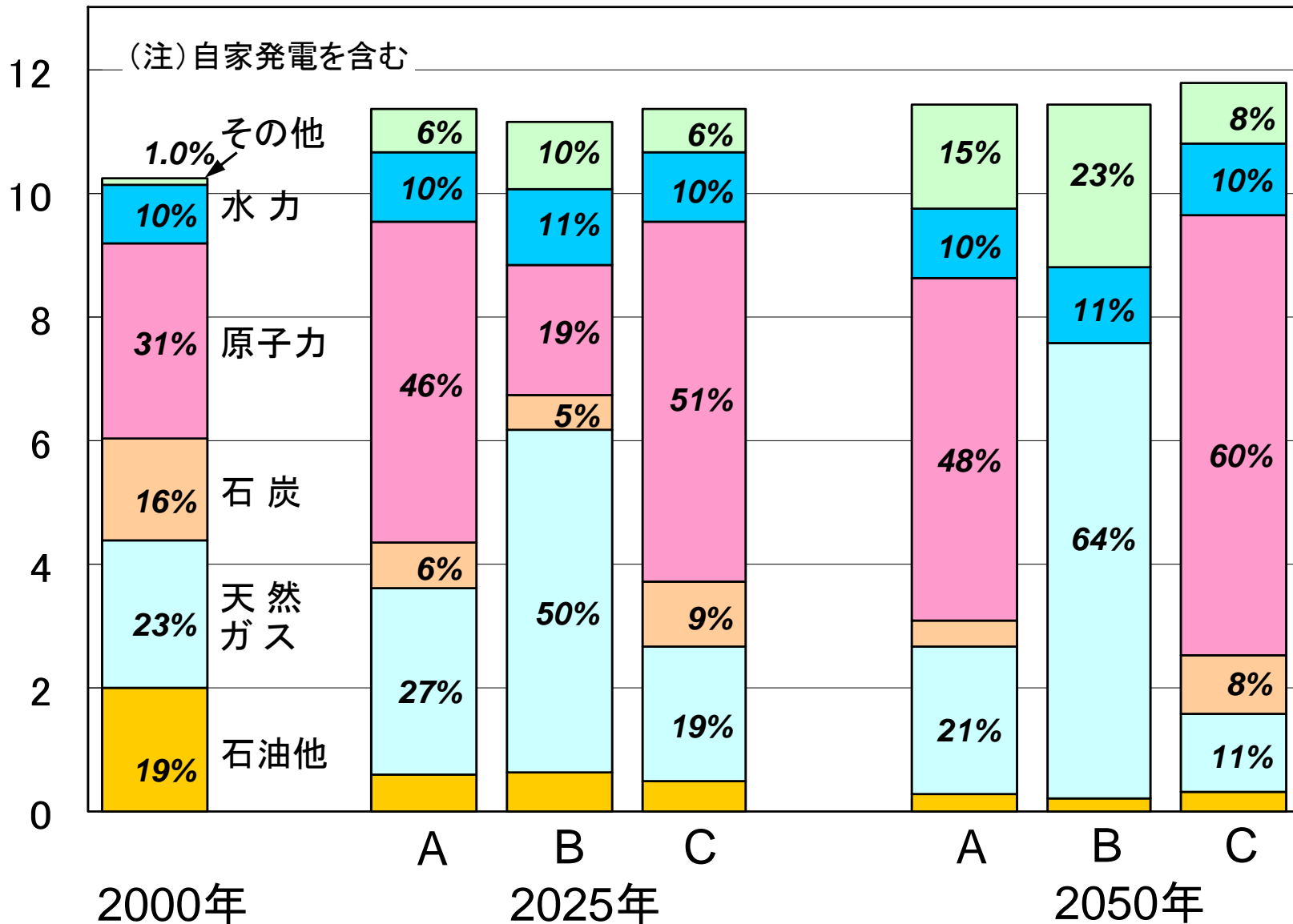
## 4-1 最終エネルギー消費量

億トン(石油換算)



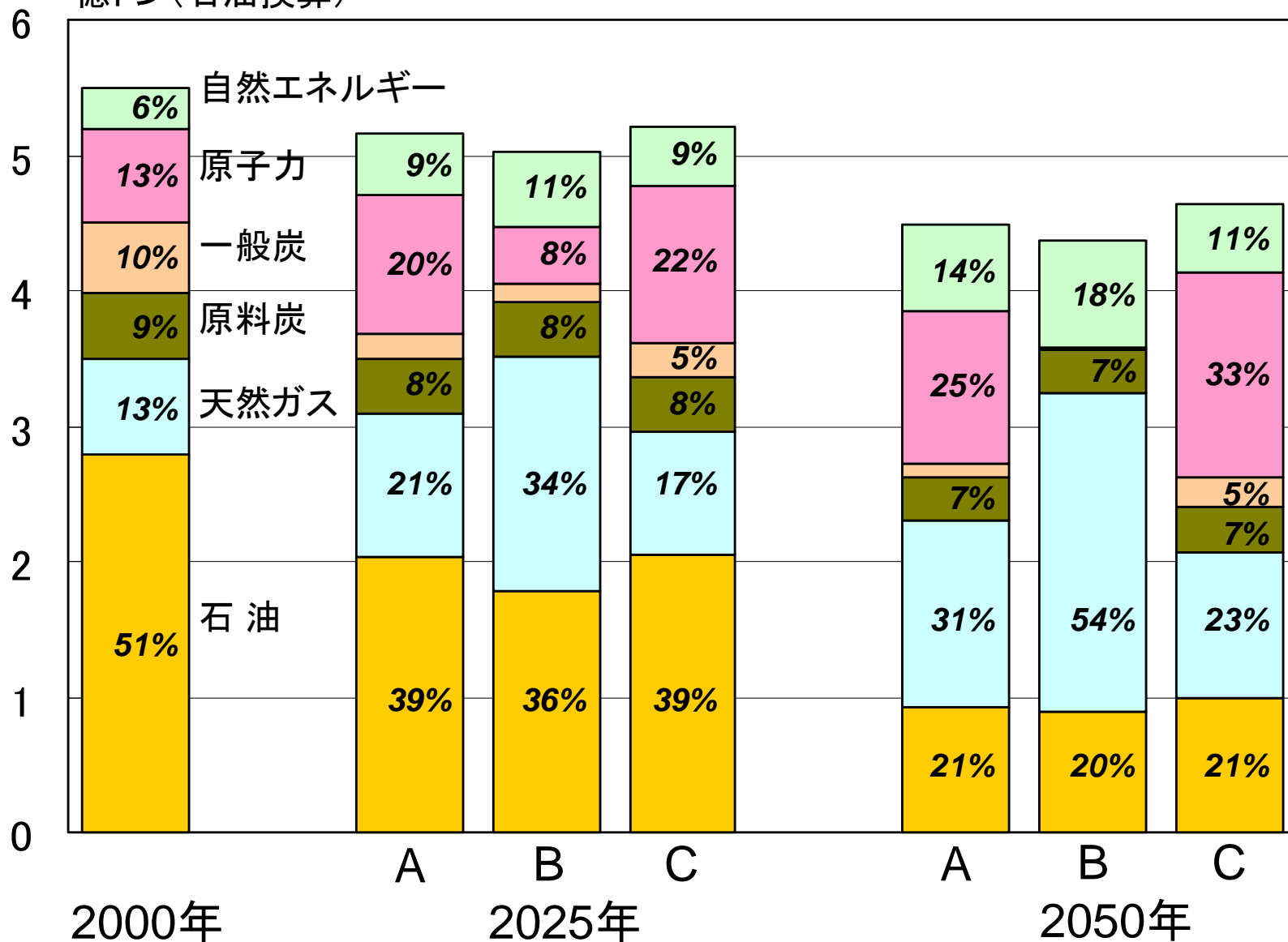
## 4-2 発電電力量と電源別構成

1000億kWh



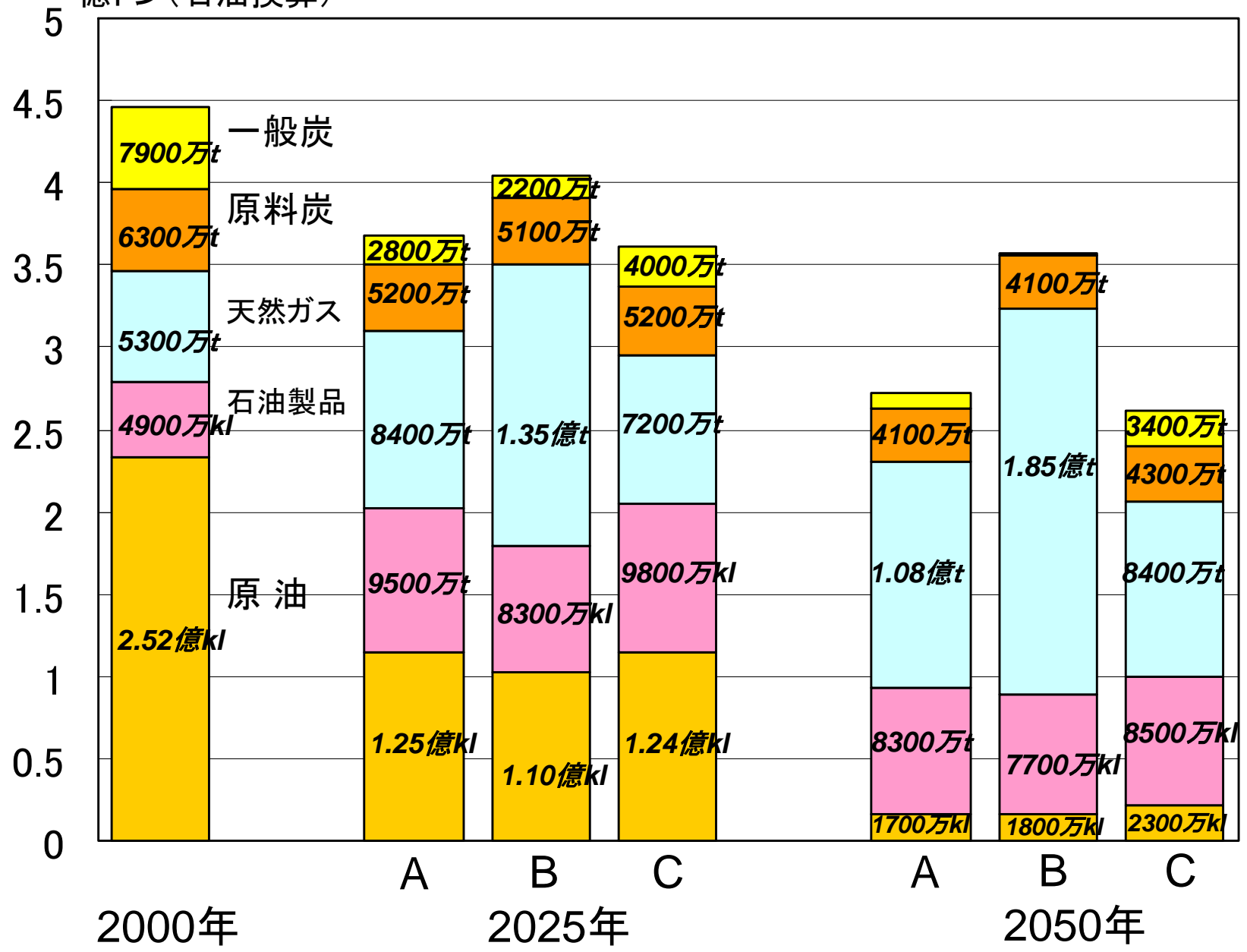
## 4-3 一次エネルギー供給量

億トン(石油換算)



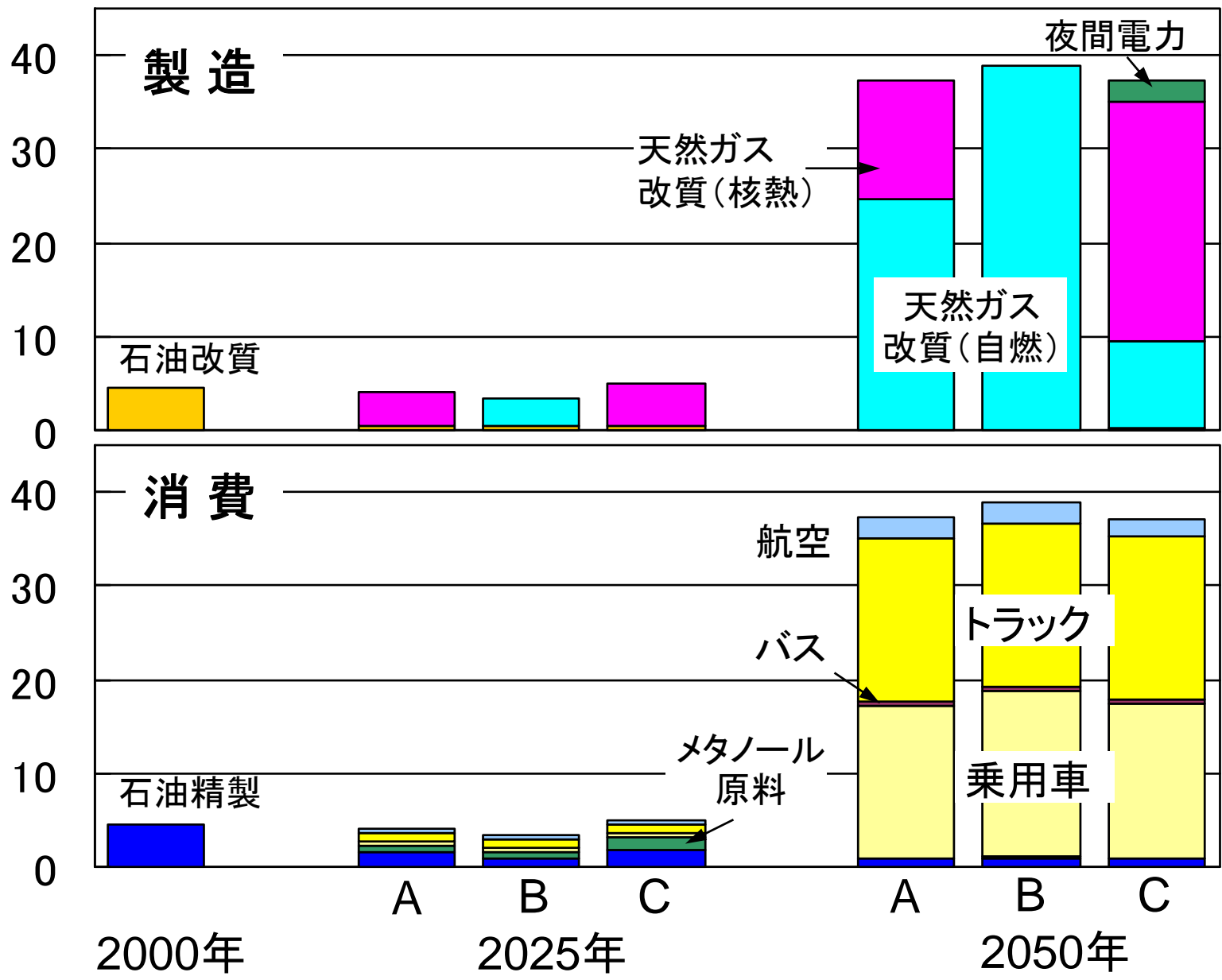
# 4-4 化石燃料の輸入量

億トン(石油換算)



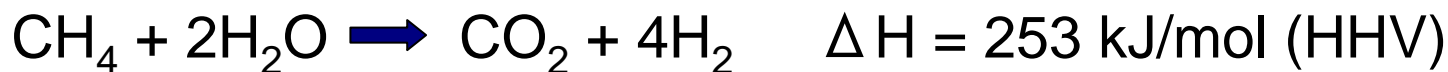
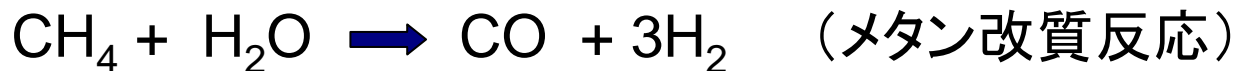
# 4-5 水素の製造と消費

百万トン(石油換算)






## 4-5(参) 天然ガスの改質について


## ◆メタン改質は水の分解を伴う





## ◆メタン1モルの利用方法の比較

	製品発熱量 (kJ (HHV))	CO <sub>2</sub> 排出量 (mol)
<b>CH<sub>4</sub></b> (直接燃焼)	1203	1.
$0.74\text{CH}_4 + 1.48\text{H}_2\text{O} \rightarrow 0.74\text{CO}_2 + \mathbf{2.96\text{H}_2}$ 0.26CH <sub>4</sub>  改質用熱源	847	0.26
$\text{CH}_4 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CO}_2 + \mathbf{4\text{H}_2}$ 高温核熱  316 kJ 改質用熱源	1144	~0.

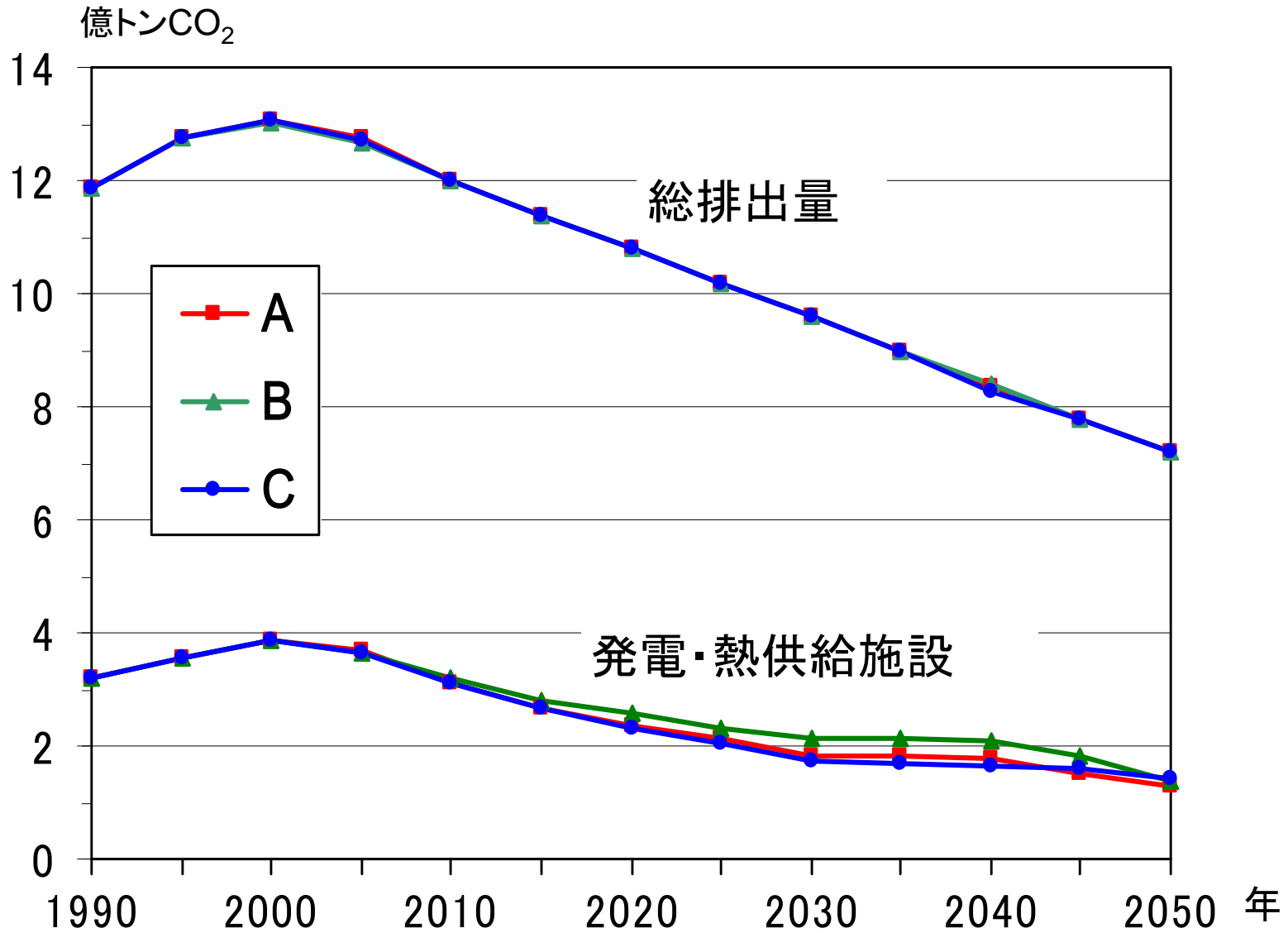
 回収・固定

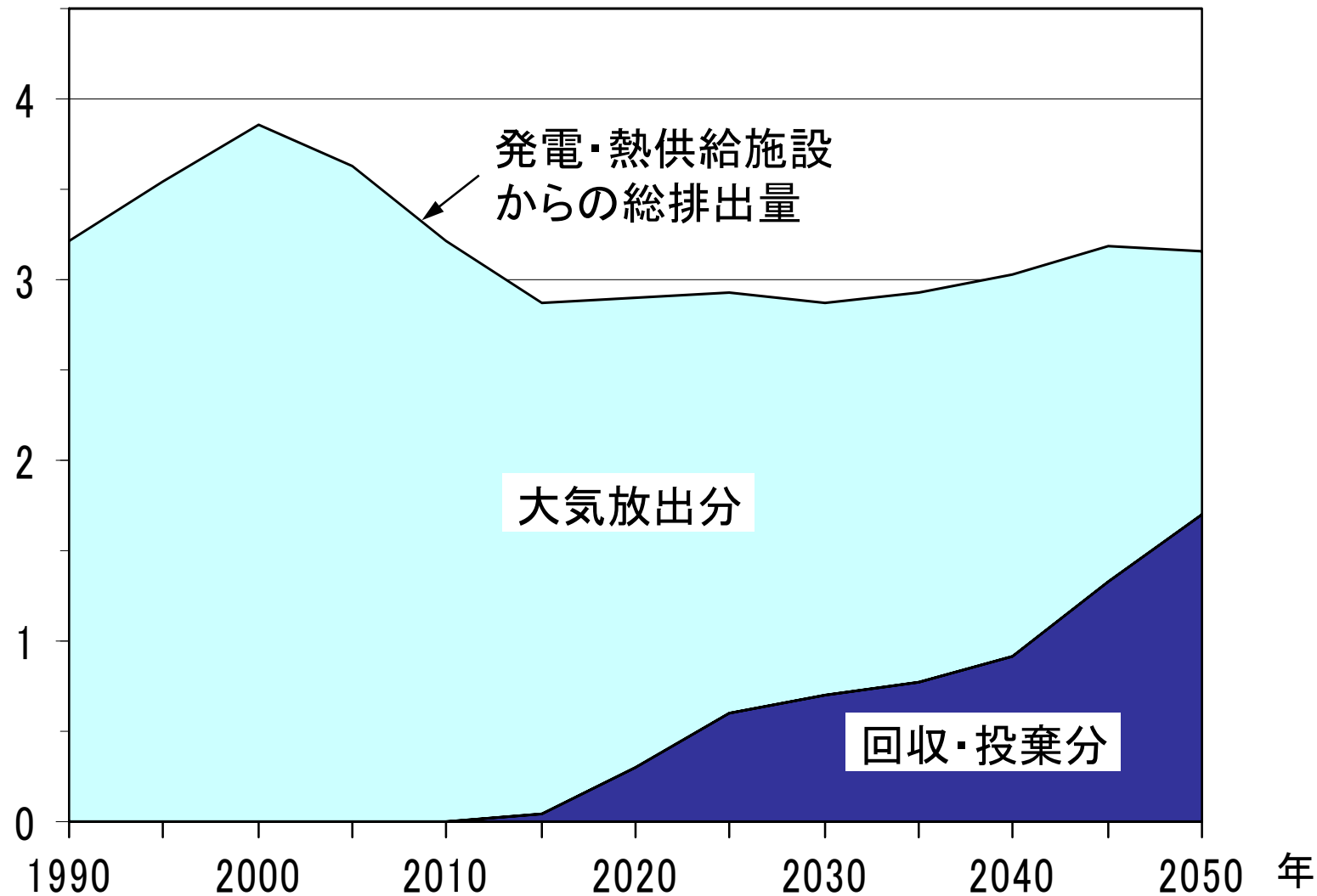
 回収・固定

 70%

 95%

(注) 改質用熱源のエネルギー利用効率を80%と想定した。

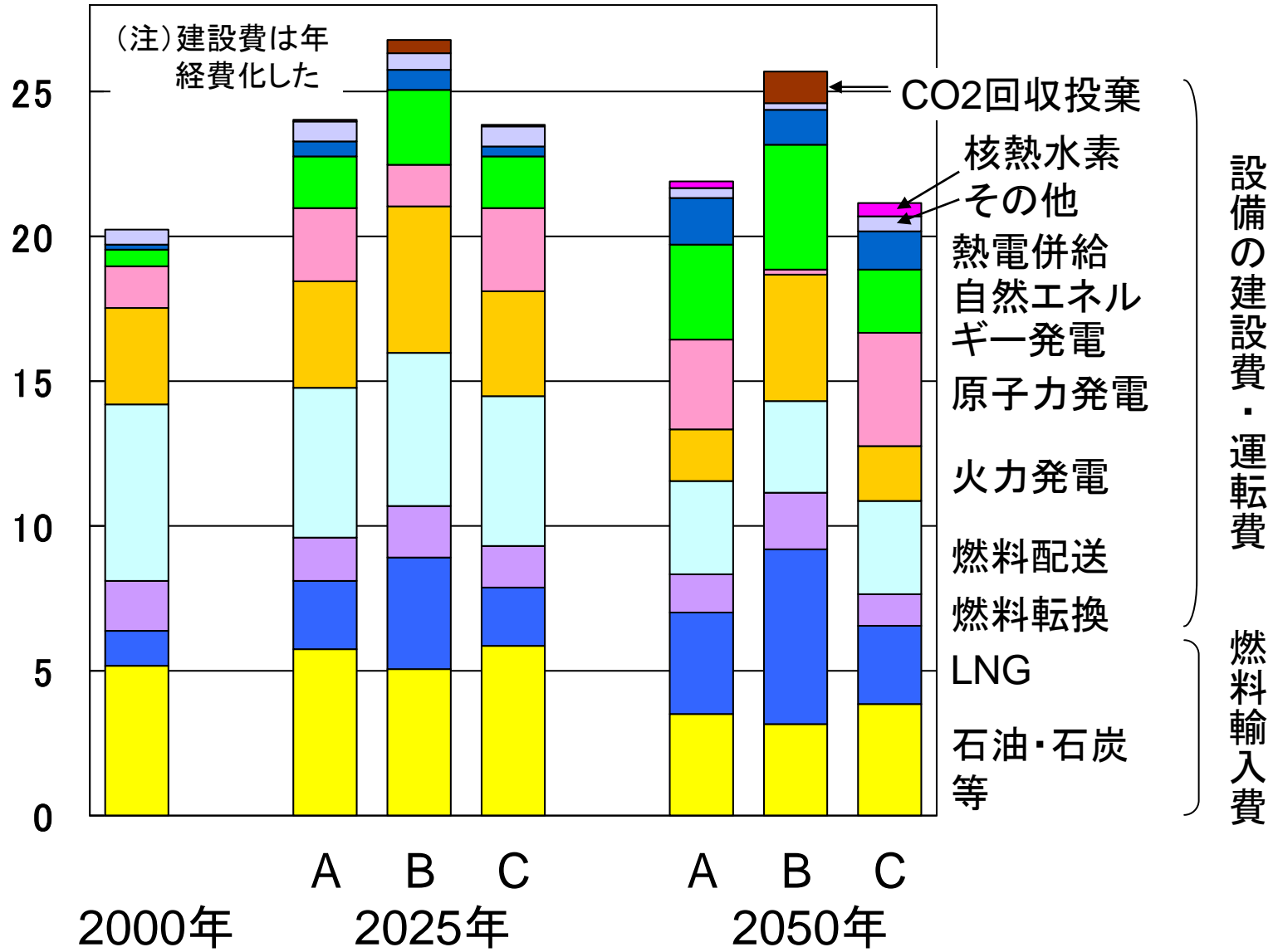
4-6 CO<sub>2</sub>排出量の推移

4-7 CO<sub>2</sub>の回収・投棄量(原子カフェーズアウトケース)億トンCO<sub>2</sub>/年



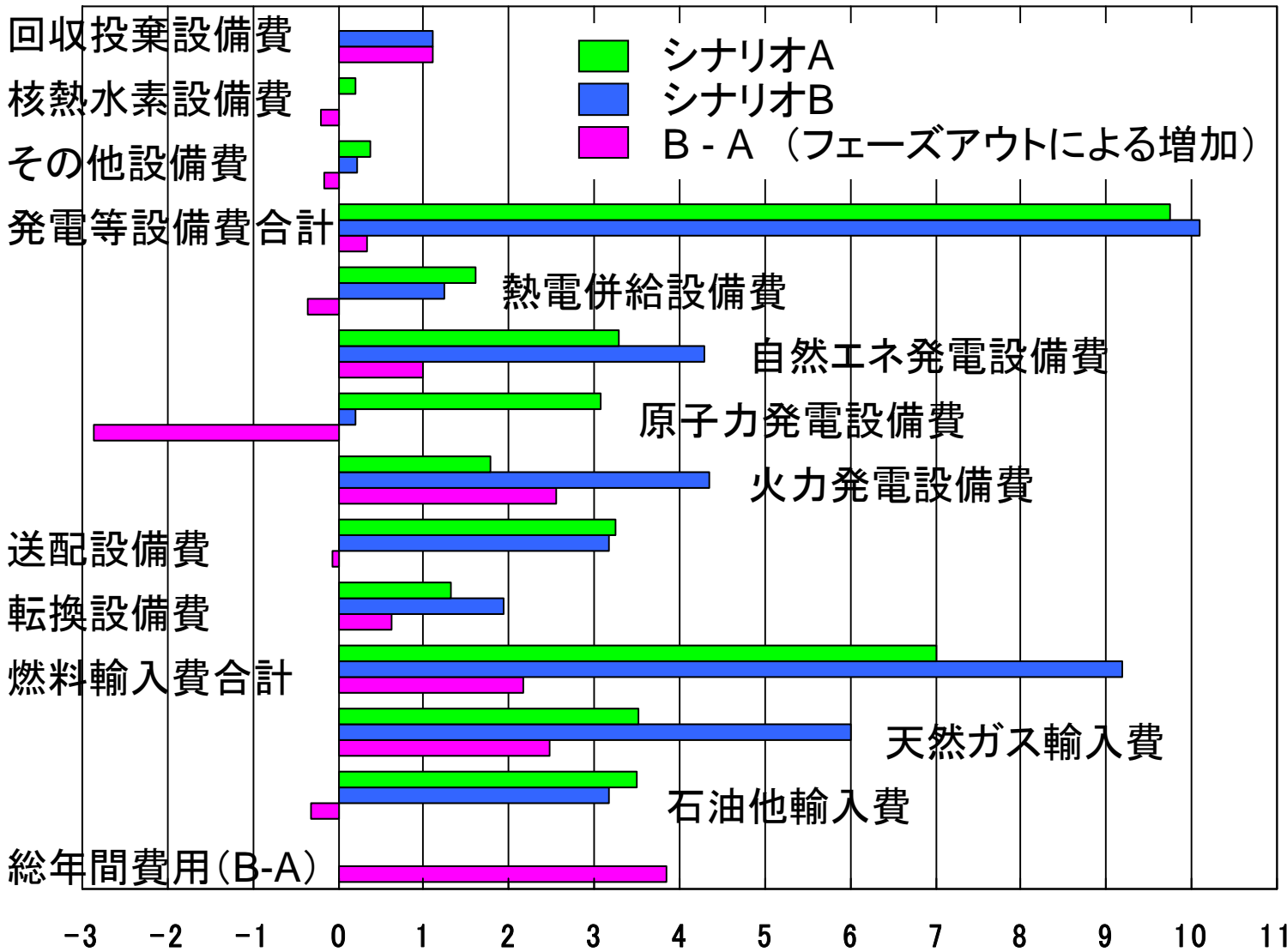
# 4-8 エネルギー供給コスト

兆円/年



# 4-9 2050年のエネルギー供給コストの比較

(建設費を年経費化)



(兆円)

## 4-10 まとめと考察

### ●2050年のエネルギー需給のポイント

- ・供給サイド : 原子力と天然ガスー競争的ではなく補完的役割  
再生可能エネルギーは補助的役割
- ・需要サイド : 電気＋ガス～水素ーコスト低減と安定的生産技術
- ・インフラ整備 : 核燃料サイクル＋天然ガスPL～水素ネットワーク
- ・要素技術開発 : 原子力発電・サイクル／核熱利用／燃料電池

### ●原子力エネルギー利用の意義

- ・輸入化石燃料への依存度の軽減ー自立性・安定性の向上
- ・低コストで二酸化炭素の大幅な削減が可能

### ●原子力エネルギー利用の拡大に向けて

- ・受容性の向上 : 安全利用の実績＋技術的信頼性の維持・向上
- ・核燃料サイクルの確立 : 短期～長期のプルトニウム利用戦略
- ・核熱利用システム開発 : ガス炉＋水素製造技術

# 補足資料

## A1 総合資源エネ調需給部会(NRE)の需給シナリオ

### ① ケース設定と考え方

ケース	
レファレンス	経済社会や人口構造、マーケット等がこれまでの趨勢で推移
エネルギー技術進展ケース	
省エネ進展	省エネ機器、新技術、ヒートポンプや分散型エネルギーが進展
新エネ進展	2030年に再生可能新エネルギーのシェアが10%に
原子力ケース	
原子力High	2030年までに原子力発電所17基新設(レファレンス10基)
原子力Low	2030年までに原子力発電所8基新設
外的マクロ要因ケース	
経済成長High	レファレンス比で+0.4%ポイント(2020~30年に年率1.6%)
経済成長Low	レファレンス比で-0.8%ポイント(2020~30年に年率0.4%)
原油価格High	2010~30年の価格35\$/bbl(レファレンスでは21~29\$/bbl)
原油価格High+ LNG formula改訂	2030年のLNG価格18.09\$/bbIOE (レファレンスでは23.20\$/bbIOE、原油価格Highでは24.50 \$/bbIOE)
原油価格Low	2010~30年の価格\$15/bbl

## ② レファレンスケースの主な前提条件

### ◆人口と世帯数

年度	1990	2000	2010	2020	2030
人口(千人)	123,311	126,926	127,473	124,107	117,580
世帯数(万)	4,116	4,742	5,108	5,121	4,967

### ◆経済活動指標

実質成長率 2010/2003:2.0%, 2020/2010:1.7%, 2030/2020:1.2%

年度	1990	2000	2010	2020	2030
鉱工業生産指数	101	100	110	123	130
業務床面積(百万m <sup>2</sup> )	1,285	1,656	1,865	2,026	2,063
旅客輸送量(10億人km)	1,296	1,420	1,532	1,638	1,670
貨物輸送量(10億トンkm)	547	578	553	550	530

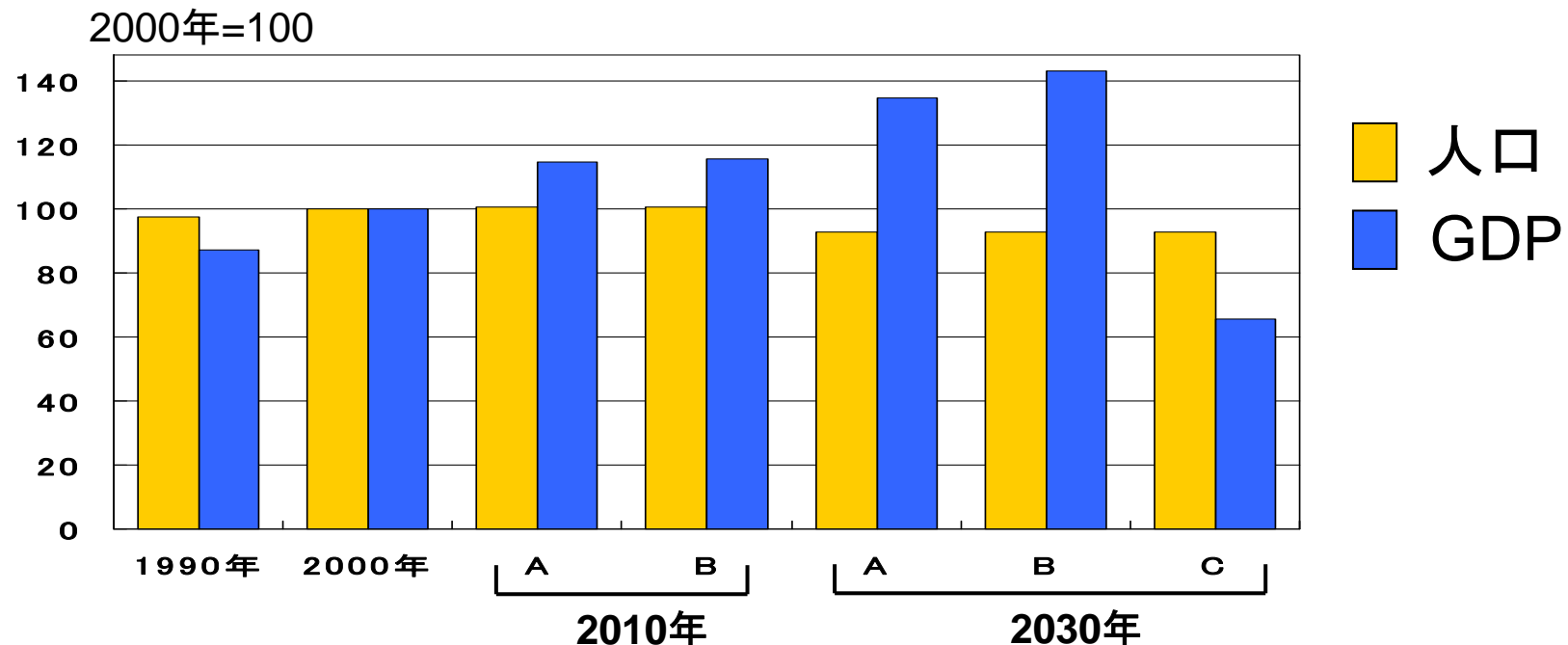
### ◆輸入燃料価格

年度	2000	2010	2020	2030
原油価格(\$/bbl、実質)	28	21	25	29
LNG価格(\$/t、実質)	252	179	202	208
一般炭価格(\$/t、実質)	35	39	41	44

# A2 市民エネ調 (ISEP) による需給シナリオ

## ① シナリオ設定と考え方

シナリオ	考え方
A「ゆでガエル」	現状延長で経済・環境破綻
B「いきカエル」	<環境大国ニッポン> 今日の社会経済の仕組みのもとで環境と経済の達成を目指す
C「きりカエル」	<スローライフ・ニッポン> 社会経済パラダイムの転換を先取りした「とき」の豊かな社会



## ② 主な前提条件

## ◆人口と世帯数

年度	1990	2000	2010	2030
人口(万人)	12,361	12,693	12,753	11,763
世帯数(万)	4,180	4,802	5,014	4,902

## ◆経済活動指標

実質成長率 2010/2000=1.4%, 2030/2020= A: 0.6%, B: 0.9%, C: -2.6%

年度	1990	2000	2010		2030		
			A	B	A	B	C
鉱工業生産指数	96	100	116	118	138	149	
業務床面積(百万m <sup>2</sup> )	1,286	1,655	1,840	1,844	1,996	2,034	1,230
旅客輸送量(10億人km)	1,296	1,420	1,577	1,584	1,781	1,836	1,039
貨物輸送量(10億トンkm)	547	578	618	634	648	646	389

## ◆輸入燃料価格

※斜字は1995年値

年度	1990	2000	2010		2030		
			A	B	A	B	C
原油価格(\$/bbl、実質)	23	28	29	29	35	35	36

# A3 原子力ビジョン分析

## 主要指標(2050年値)のケース間比較

指 標		2000年	2050年					
			A	指数	B	指数	C	指数
●国内総生産 (一人当り)	兆円	536	680	127	680	127	680	127
	万円	421	677	161	677	161	677	161
●一次エネルギー (一人当り)	億トンOE	5.5	4.5	81	4.4	79	4.6	84
	トンOE	4.3	4.5	103	4.3	100	4.6	106
石油輸入量	億KL	3.01	1.00	33	0.96	32	1.08	36
天然ガス輸入量	億トン	0.53	1.09	204	1.85	347	0.84	157
化石燃料比率	%	82.0	60.8		81.8		56.5	
原子力比率	%	12.5	25.3		0.0		32.7	
●総発電電力量 (一人当り)	兆kWh	1.02	1.14	111	1.14	111	1.18	115
	千kWh	8.1	11.4	140	11.4	140	11.7	145
火力発電比率	%	58.8	26.9		66.3		21.5	
原子力比率	%	30.7	48.4		0.0		60.3	
●最終エネルギー (一人当り)	億トンOE	3.8	3.3	86	3.3	86	3.3	86
	トンOE	3	3	108	3	108	3	108
電力比率	%	23.7	31.1	0	30.6	0	31.0	0
●CO2排出量 (一人当り)	億トン	13.0	7.2	55	7.2	55	7.2	55
	トン	10.3	7.2	69	7.2	69	7.2	69
●エネルギー供給コスト	兆円	20.3	21.9	108	25.7	127	21.1	104
	対GDP比率	%	3.8	3.2	3.8		3.1	
	燃料輸入コスト	兆円	6.4	7.0	110	9.2	144	6.6

(注) 指数は2000年値を100とした場合の2050年値を示す。