

# エネルギー教育の必要性

有馬朗人



## 0 人口の予測と消費エネルギー予測

1 化石燃料は有限

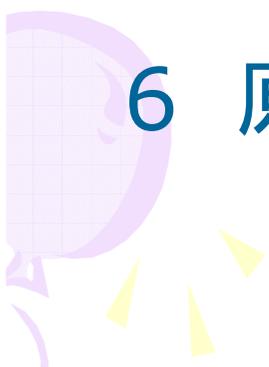
2 新エネルギーは有望      しかし時間がかかる



3 地球温暖化

4 人間が排出するCO<sub>2</sub>を減らせ

5 2030～2050年までは先ず原子力の活用しか方法がない



6 原子力の安全な利用のために

# 0 人口の予測と消費エネルギー予測

0-1 現在60億人 2050年には80億人

2030年までに 中国1,4億増 インド4,0億増

0-2 現在一人あたりの消費量は

アメリカ／中国＝8、日本／中国＝4

0-3 世界の一次エネルギー消費予想

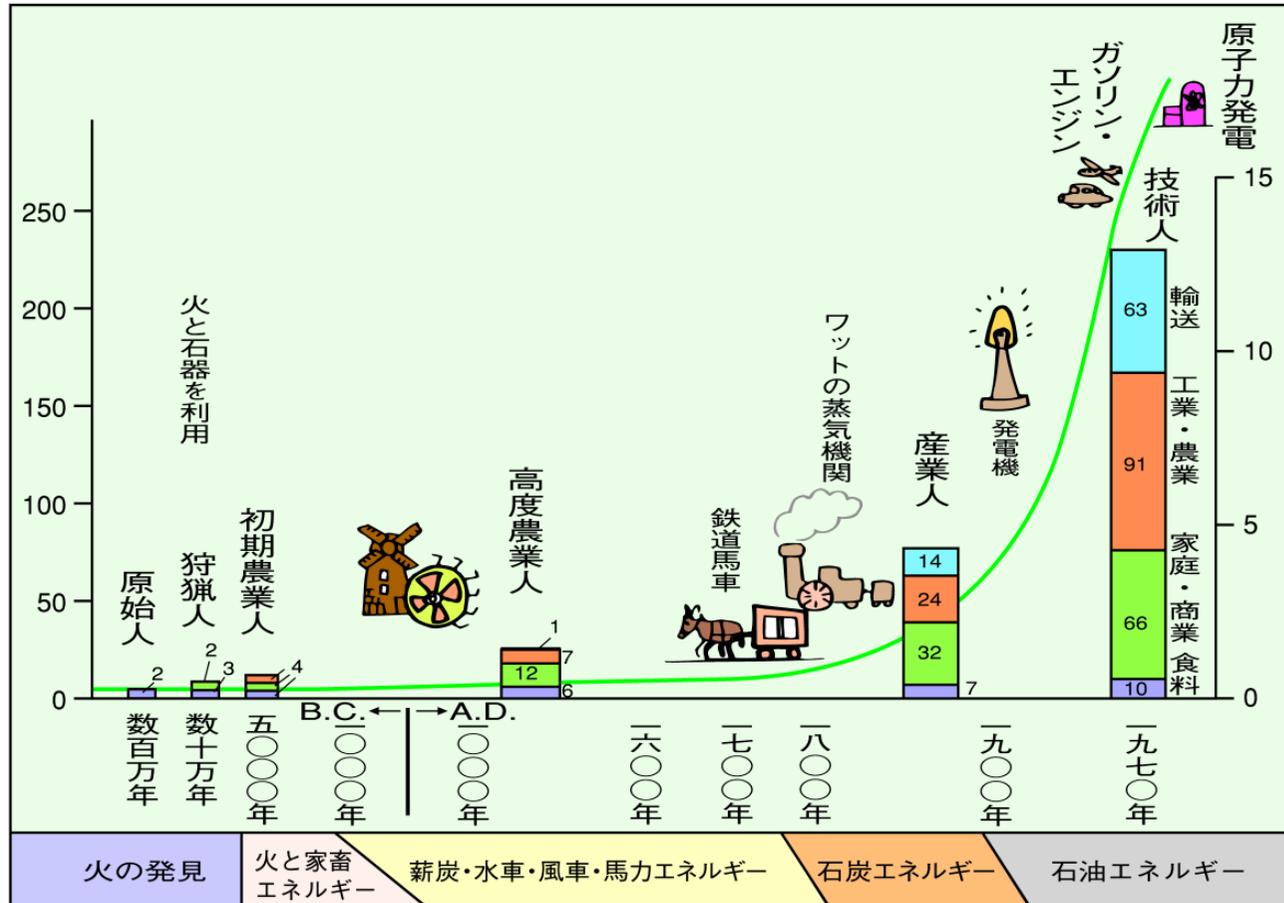
0-4 3R運動 もったいない運動を先進国で行え

0-5 省エネルギー技術を発展せよ

0-6 世界の人々がエネルギー・食料・水など平等に  
使えるような世界を目指せ

# 人類とエネルギーのかかわり

一人当たり消費量(二〇〇〇キロカロリー/日)・棒グラフ



石油換算消費量(二〇〇万キロリットル/日)・曲線グラフ

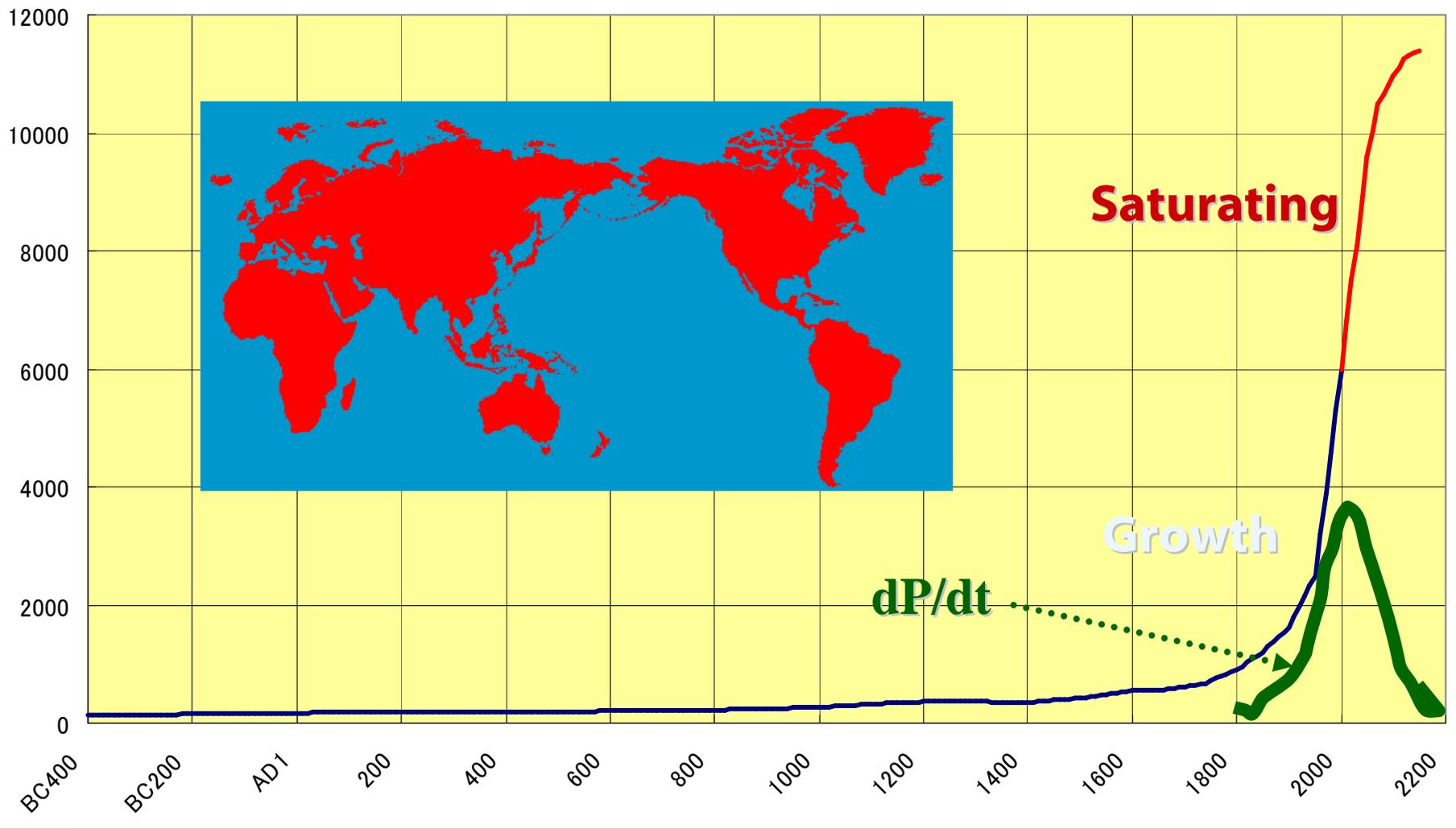
原始人 百万年前の東アフリカ、食料のみ。  
 狩猟人 十百万年前のヨーロッパ、暖房と料理に薪を燃やした。  
 初期農業人 B.C.5000年の肥沃三角州地帯、穀物を栽培し家畜のエネルギーを使った。

高度農業人 1400年の北西ヨーロッパ、暖房用石炭・水力・風力を使い、家畜を輸送に利用した。  
 産業人 1875年のイギリス、蒸気機関を使用していた。  
 技術人 1970年のアメリカ、電力を使用、食料は家畜用を含む。

出典：総合研究開発機構「エネルギーを考える」

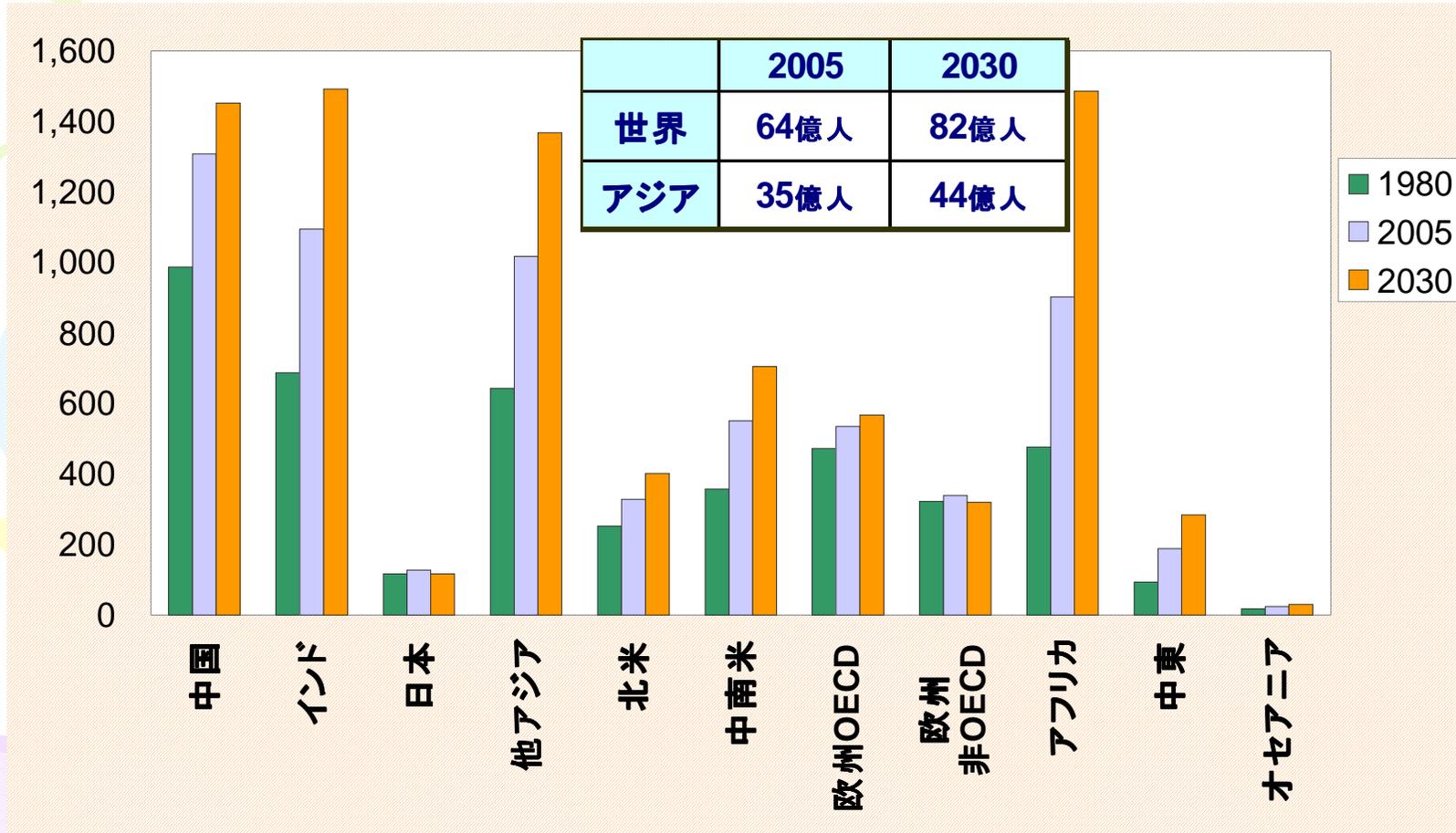
# 世界の人口

(million)



# 主な前提条件(2) 人口の見通し

百万人



中国

2005年  
13.1億人  
↓  
2030年  
14.5億人  
(1.4億人増)

インド

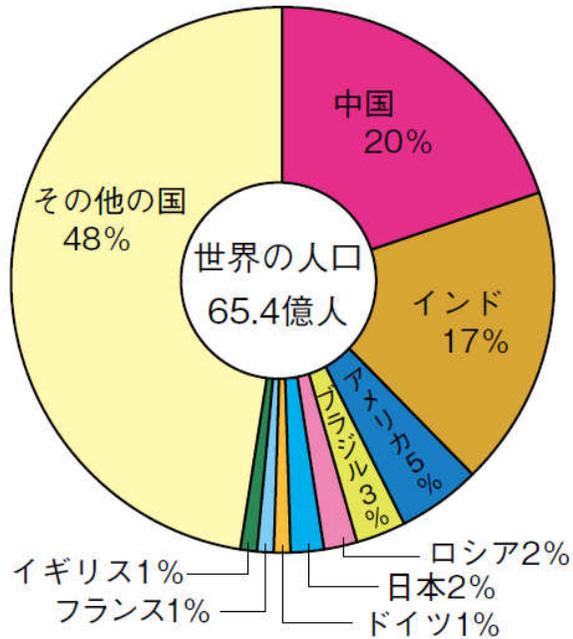
2005年  
10.9億人  
↓  
2030年  
14.9億人  
(4.0億人増)

\*国連人口予測等を元に作成

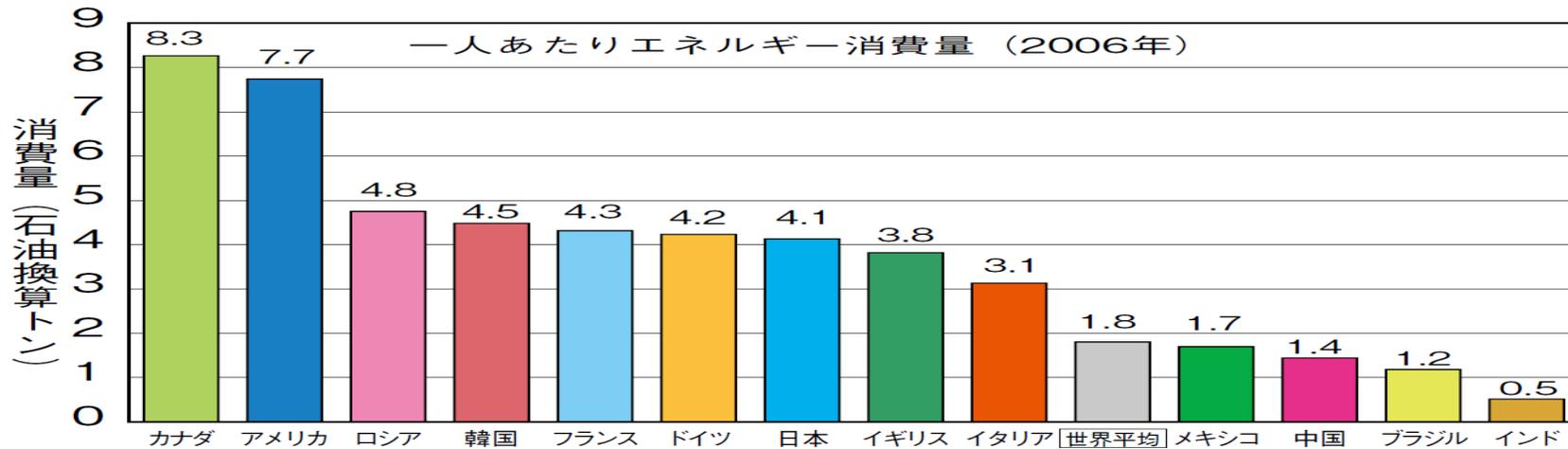
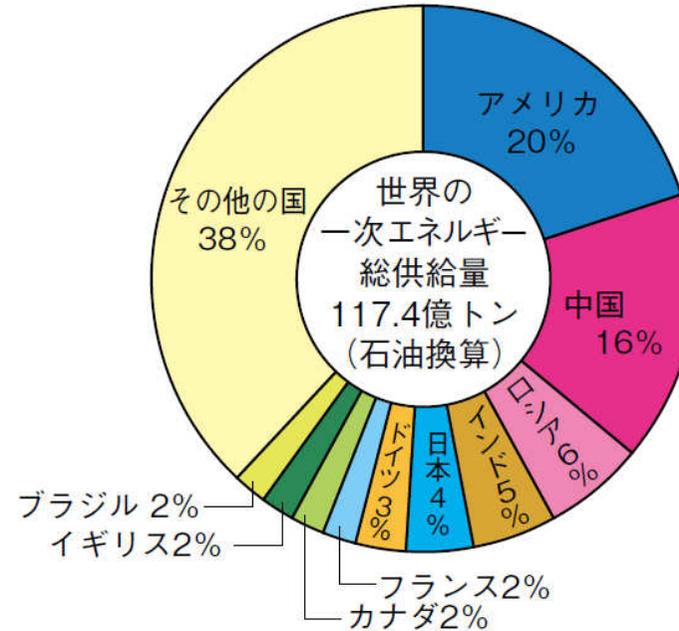
2005年から2030年の人口増分の9割を途上国が占める。  
中国・インドで約30億人に達する。

# 地域別人口と一人当たりのエネルギー消費量

世界の人口(2006年)



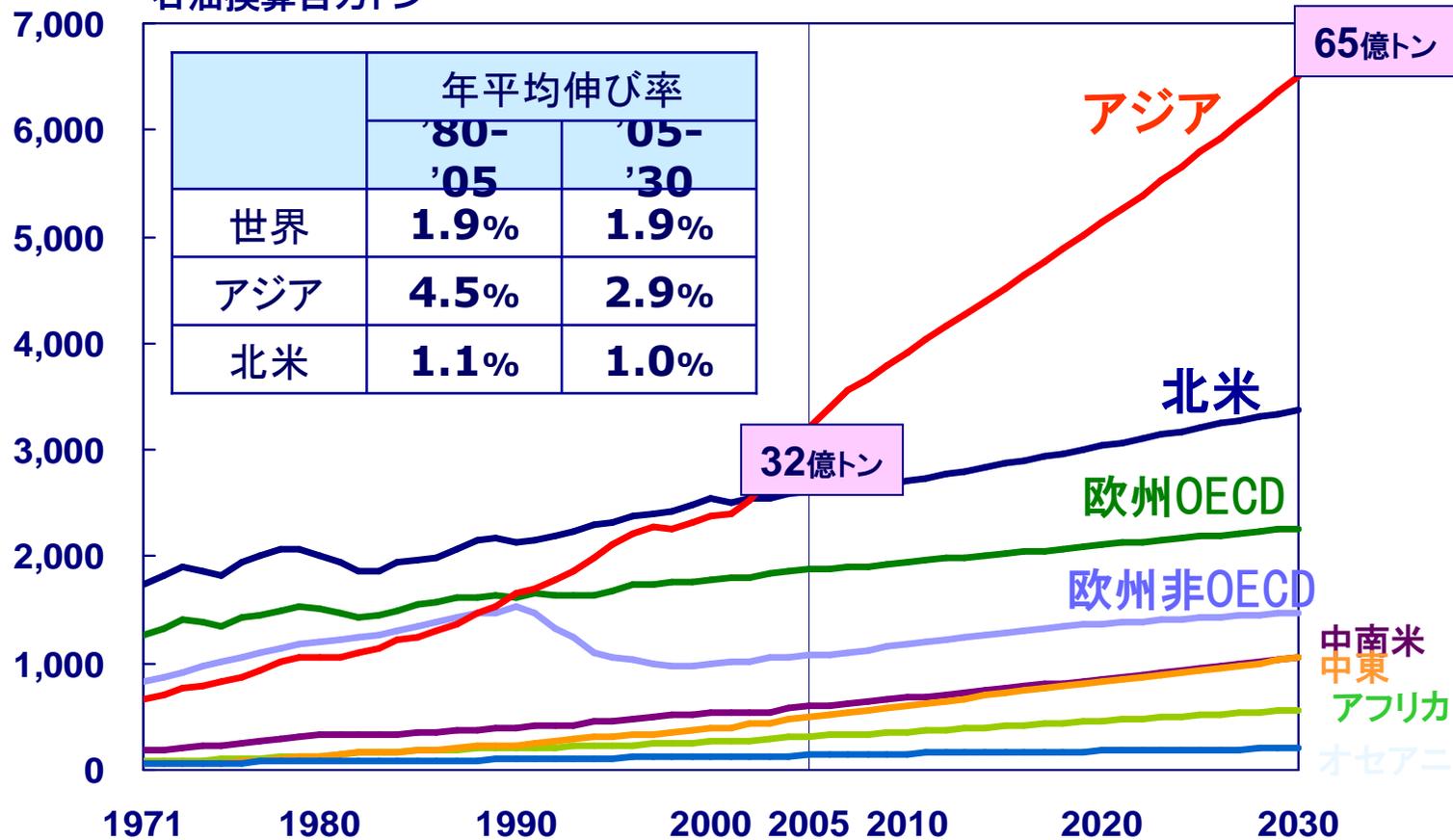
世界の一次エネルギー消費(2006年)



出典：ENERGY BALANCES OF OECD COUNTRIES 2008 Edition  
ENERGY BALANCES OF NON-OECD COUNTRIES 2008 Edition

# 世界の一次エネルギー消費(地域別)

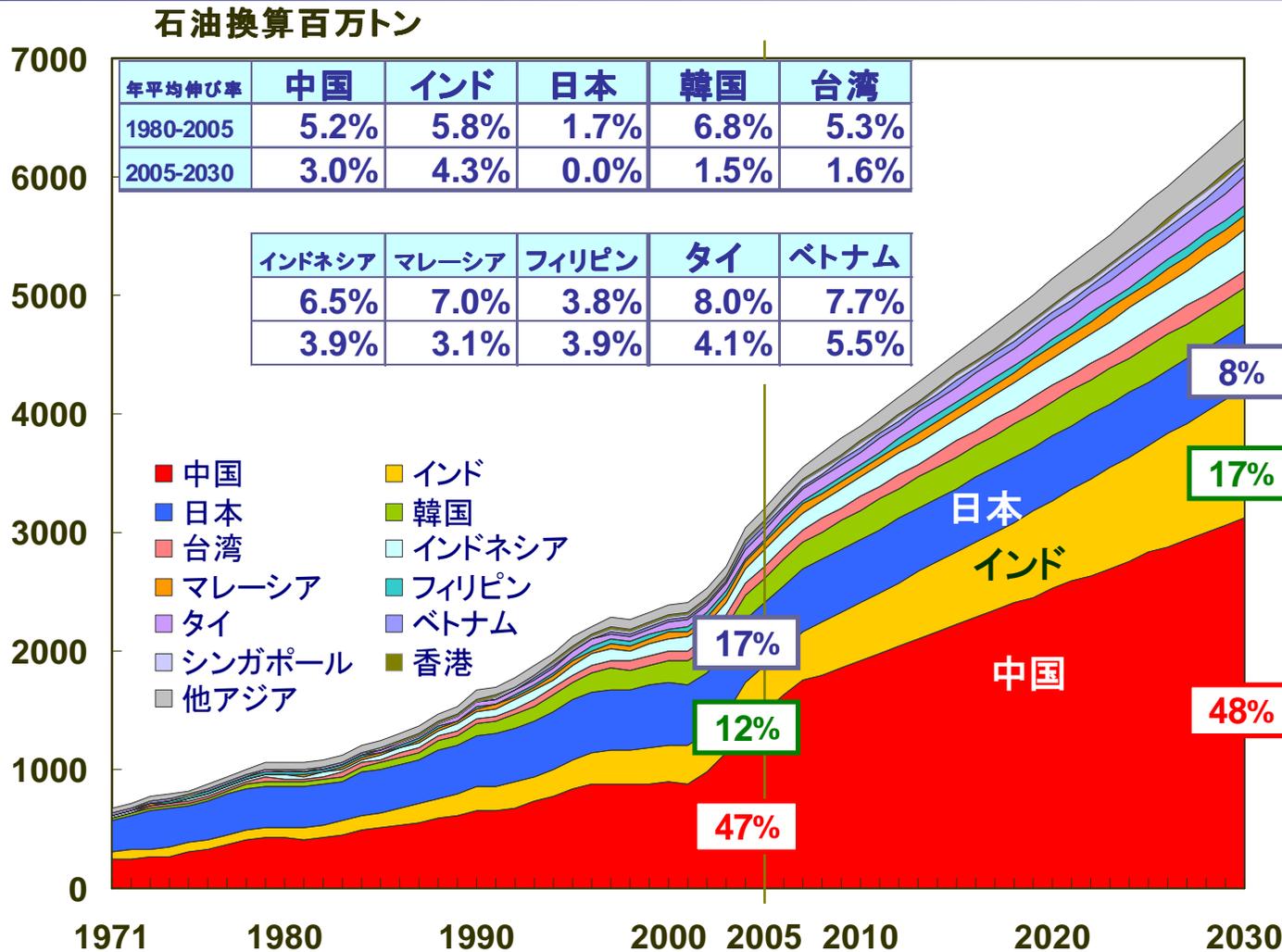
石油換算百万トン



世界
2005年 <u>103億トン</u>
↓
2030年 <u>165億トン</u> (1.6倍増)
アジア
2005年 <u>32億トン</u>
↓
2030年 <u>65億トン</u> (2.0倍増)

2030年のアジアのエネルギー消費量は着実な経済成長の下、現在の約2倍へ拡大(2005年32億トン→2030年65億トン)。

# アジアの一次エネルギー消費



アジア  
**2005年**  
**32億トン**  
 ↓  
**2030年**  
**65億トン**  
 (2.0倍増)

中国、インド  
**2005年**  
**15億トン 3.8億トン**  
 ↓  
**2030年**  
**31億トン 11億トン**  
 (2.1倍増) (2.9倍増)

- ・中国は着実な経済成長に伴い、アジアに占めるシェアは48%まで拡大し、中国・インド合わせて65%まで増加。
- ・日本は省エネの進展とともに、経済の成熟化・人口減少に伴いシェアが17%から8%まで減少。

# 0 人口の予測と消費エネルギー予測

0-1 現在60億人 2050年には80億人

2030年までに 中国1,4億増 インド4,0億増

0-2 現在一人あたりの消費量は

アメリカ／中国＝8、日本／中国＝4

0-3 世界の一次エネルギー消費予想

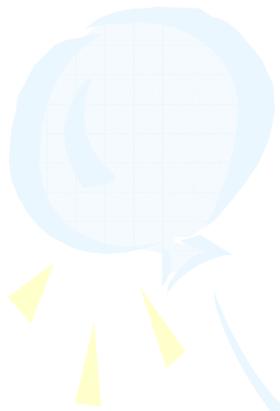
0-4 3R運動 もったいない運動を先進国で行え

0-5 省エネルギー技術を発展せよ

0-6 世界の人々がエネルギー・食料・水など平等に  
使えるような世界を目指せ



Reduce,  
Reuse and  
Recycle



もったいない  
マータイ

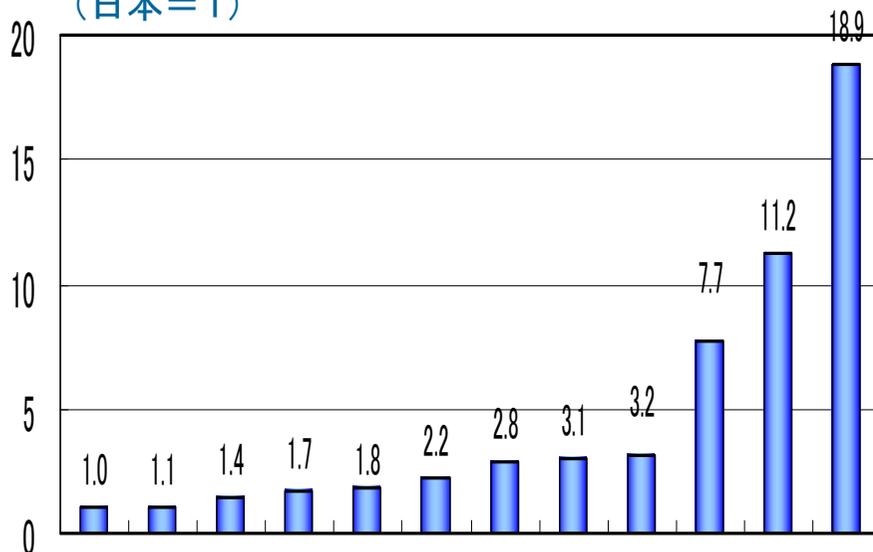


# 途上国の巻き込みと「省エネ」アプローチ

- 温暖化対応と省エネはコインの裏表。
- 日本経済のCO2排出効率、エネルギー効率はともに世界最高水準。

## GDP単位当たりCO2排出量 (2004年)

(日本=1)

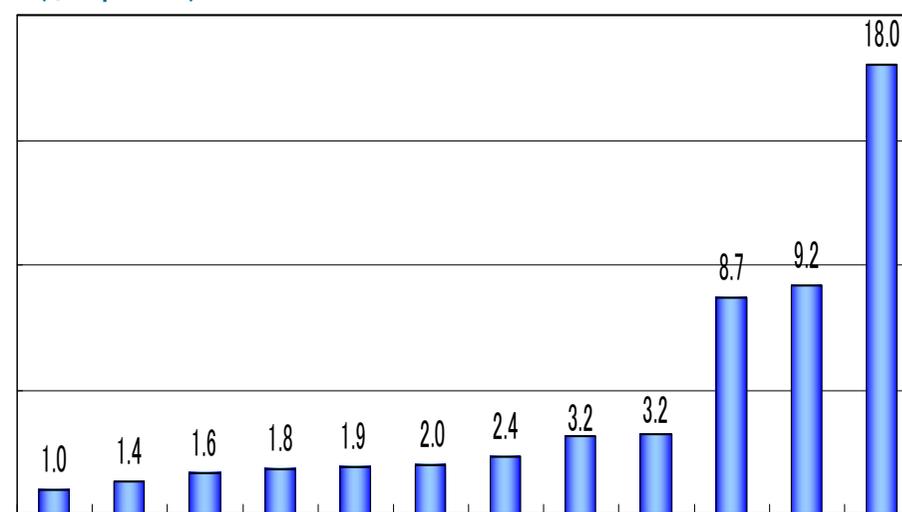


日本 フランス 英国 ドイツ EU27 米国 カナダ 韓国 豪州 **インド** **中国** **ロシア**

CO2排出量/GDP(千米ドル)を日本を1として計算  
出典: IEA Energy Balances of OECD Countries 2003-2004 等

## GDP単位当たり一次エネルギー消費量 (2004年)

(日本=1)



日本 英国 ドイツ フランス EU27 米国 豪州 カナダ 韓国 **中国** **インド** **ロシア**

一次エネルギー消費量(石油換算トン)/GDP(千米ドル)を日本を1として計算  
出典: IEA Energy Balances of OECD Countries 2003-2004 等



# 1 化石燃料は有限

使い切ることは負の遺産



1-1 今後何年持つか せいぜい100年



1-2 まだ未発見のもの、質の悪いものはある  
かもしれない。だが価額は高くなる

## 世界のエネルギー資源はいつまでもつか？

	石 油	天然ガス	石 炭	ウラン
確認可採埋蔵量(R)	2006年末 1兆2,082億 バレル	2006年末 181兆m <sup>3</sup>	2006年末 9,091億トン	2005年1月 474万トン
年生産量(P)	2006年 298億バレル	2006年 2兆8653億 m <sup>3</sup>	2006年 62.0億トン	2004年 4.0万トン 2004年需要 量
可採年数 (R/P)	2006年 <b>41年</b>	2006年 <b>63年</b>	2006年 <b>155年</b>	<del>6.7万トン</del> 2004年 <b>71年</b> (注)
出 所	BP統計2007	BP統計2007	BP統計2007	URANIUM 2005 (OECD/NEA/IAE A)

(注)ウランについては在庫があるため年生産量は需要を下回る。このためウランの可採年数は確認可採埋蔵量を年需要量で除した値。



# 究極的可採埋蔵量

石油 約 60年分

オイルサンド 約 50年分

オリノコ重油 約 40年分

オイルシェール 約130年分

合わせて 約280年分

という説もある



海底にメタンハイドレード



## 2 新エネルギーは有望

しかし負の面もあることに注意 食料への影響、  
環境破壊等。税金を取ってでも促進せよ



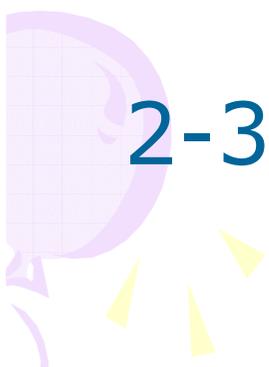
2-1 新エネルギーの現状 バイオエネルギーを



もっと ただし食料は用いない  
休耕田を再開発せ



2-2 日本の場合10年かけて一次エネルギーの  
1%から3%へ、たった2%増



2-3 世界でも今の所2,3%程度

# 新エネルギーは理想的だが十分ではない

新エネルギーからの電力/ 全電力

2004-2005

フランス 0,87 %

ドイツ 6,86

イタリア 4,20

日本 1,91

スウェーデン 5,32

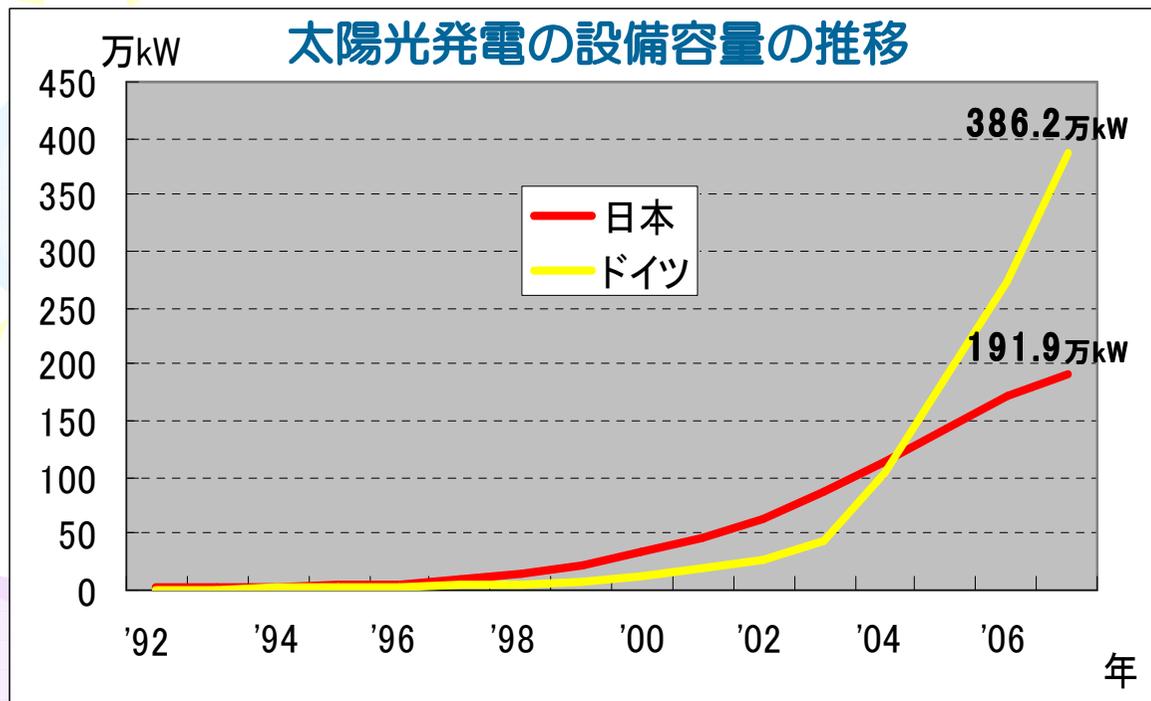
スペイン 8,24

アメリカ 2,16

イギリス 3,16

# 日本とドイツの太陽光発電の導入規模(kW)

- 日本の太陽光発電導入量はドイツに次ぎ世界第2位
- 太陽光発電の日本の導入目標は、2020年に1,400万kW
- 再生可能エネルギー全体では、日本は2020年に最終エネルギー消費の約12%、  
ドイツは2020年に最終エネルギー消費の約18%が導入目標



## 導入目標 (2020年)

### <日本>

- ・太陽光発電：1,400万kW  
(総発電設備容量の約5~6%)

- ・再生可能エネルギー全体：  
最終エネルギー消費の12%  
(2005年時点 約8%)

### <ドイツ>

- ・再生可能エネルギー全体：  
最終エネルギー消費の18%  
(2005年時点 約5.8%)

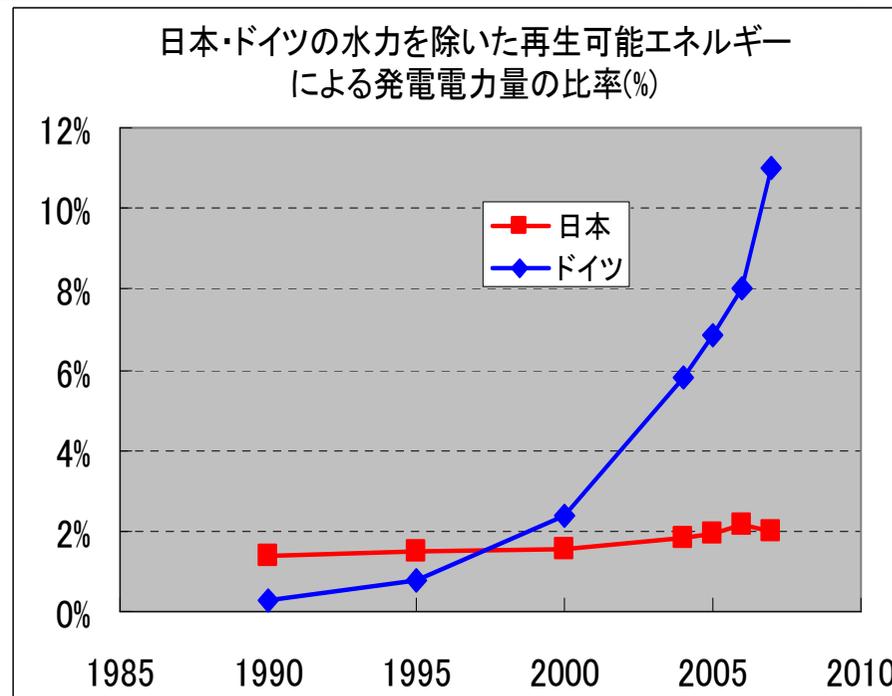
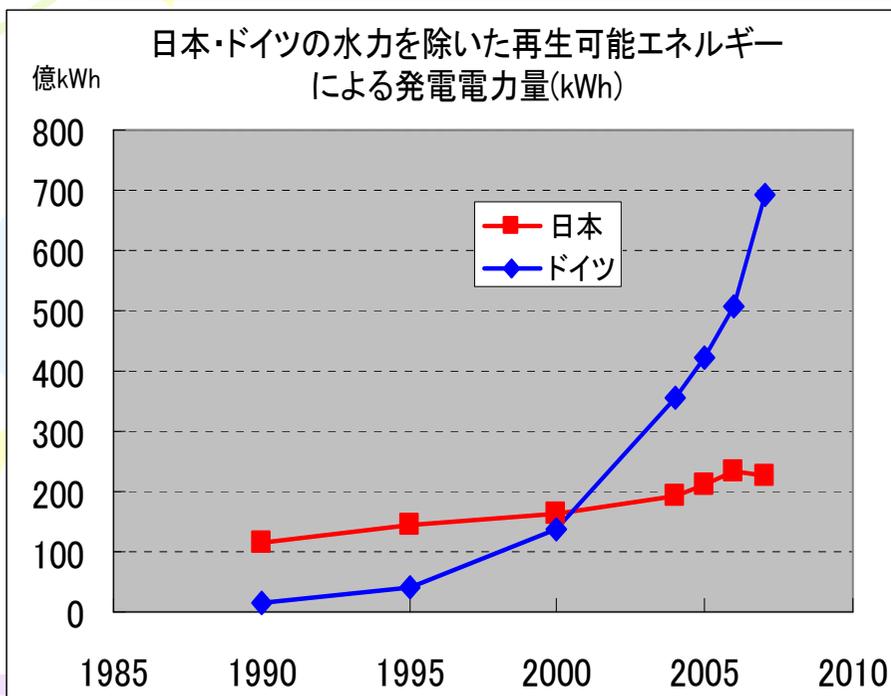
【出典】TRENDS IN PHOTOVOLTAIC APPLICATIONS (Report IEA-PVPS T1-17:2008)

低炭素社会づくり行動計画 (2008.7)

RPSの現状について(第29回総合資源エネルギー調査会新エネルギー部会)(2008.11.25)

# 再生可能エネルギーの発電電力量比

○ドイツは風力発電だけで総発電電力量の約6.3%を占めるなど再生可能エネルギーの比率は高い



注: IEAの統計は日本の太陽光発電量、風力発電量が過小評価されているが、他の再生可能エネルギー(地熱、バイオマス、廃棄物発電等)の発電量に比べて値が小さいため、影響は小さいと考えられる

# 表4 新エネルギー導入目標

万kℓ(石油換算)

	2000年度 実績	2002年度 実績	2010年度			現行大綱 目標 (2002年)
			レファレンス	現行 対策推進	追加対策	
太陽光発電	8.1	15.6	62	118	118	118
風力発電	5.9	18.9	32	134	134	134
太陽熱利用	89	74	74	74	90	439
未利用エネルギー	4.5	4.6	5	5	5	58
廃棄物+ バイオマス発電	119.7	174.6	230.6	586	586	586
廃棄物熱利用	4.5	164	164	186	186	14
バイオマス熱利用	-	-	-	67	308	67
黒液・廃材等	490	471	483	483	483	494
バイオマス系小計	614.2	809.6	877.6	1322	1563	1161
総計(総供給比%)	722 (1.2)	923 (1.6)	1051 (1.7)	1653 (2.7)	1910 (3程度)	1910 (3程度)

地球温暖化大綱作成時の目標と、需給部会が見積もった現行対策を推進した際の予想値、および追加対策を行った場合の予想値  
太陽熱利用依存からバイオマス熱利用依存に変更している

平成17年3月  
総合資源エネルギー調査会需給部会



2-4 ドイツが一番がんばっている。でもフランスから同じ程度の電力を輸入している



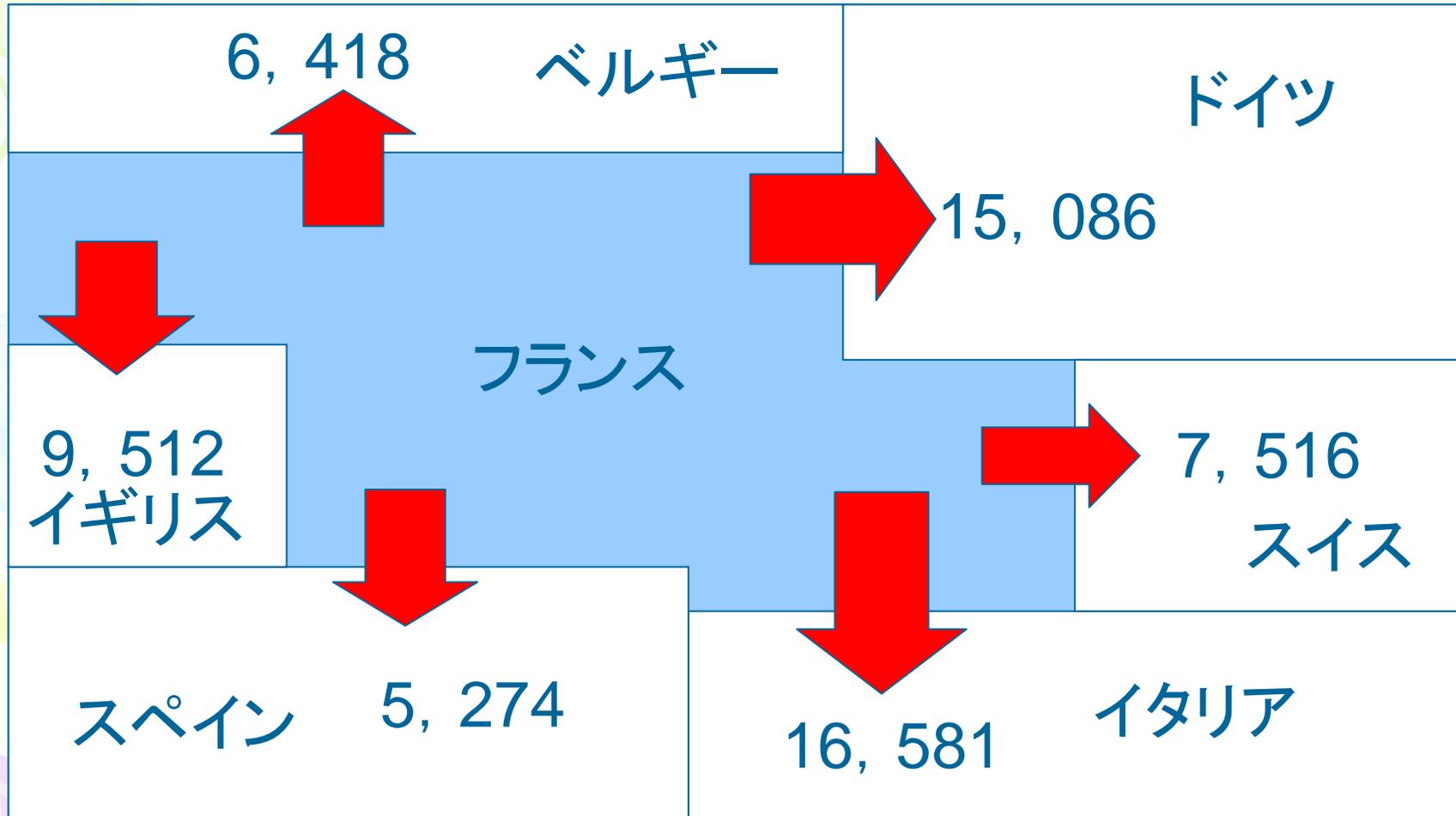
2-5 税金を取ってでも新エネルギーを促進しよう  
例えば全家庭に太陽発電装置を強制的に持たせる



2-6 現在の情勢では、とても2030年、2050年でも新エネルギーで一次エネルギーの50%を供給することは不可能  
10年で仮に3%増として、50%にするには170年かかる  
50年で50%へ持って行くには、1年で1%増にしなければならない



# フランスを中心とした電気の輸出(2004年)



(注) 図中の数値は輸出入の差引後。

単位:百万kWh  
出所:海外電気事業統計(2006)

世帯数ではマンションも入るため、一戸建てすべての屋根に太陽電池を載せると仮定

### 【前提条件】

日本の一戸建て住宅数...2650万戸(総務省「日本の統計」H15年より)

太陽電池の出力(一戸建て)...およそ3kW程度(東電内聞き取り)

太陽電池の設備利用率...12%

(総合資源エネルギー調査会 新エネルギー一部会 第6回RPS法小委員会資料200.7)

日本の電力の総発電量 ...1.09兆kWh(生産量) H17年

日本の一次エネルギー消費量 ...5.3億t(原油換算)H15年  
(電気エネルギー換算→6.1兆kWh)



【計算】

全太陽電池総発電量(年間)

$$3(\text{kW}) \times 8760(\text{h/Y}) \times 0.12 \times 26500000 = 836$$

億kWh/Y



日本の電力総発電量に占める割合 ...7~8%といったところ(約7.6%)

$$836\text{億kWh} \div 1.09\text{兆kWh} = 0.076$$



日本の一次エネルギー消費量に占める割合...1%は越えるが2%にも満たないレベル

(約1.4%)

$$836\text{億kWh} \div 6.1\text{兆kWh} = 0.014$$



## 2-7 新エネルギー技術を発展せよ

- 太陽光発電の効率を上げ安くせよ
  - 太陽光・風力発電は変動する  
それを補う蓄電器の効率を上げ安くせよ
  - 麦わらやとうもろこし、砂糖きびなどの葉や  
茎のセルロースを用いてエタノールを
- 
- 

# 新エネルギーの問題

太陽や風力は発電が止まることがある  
そのため定常的に発電する必要がある。  
そのため火力発電を増したのではかえって  
CO<sub>2</sub>が増す。

このために原子力発電が役立つ。

バイオエネルギーを増すために水が多量に  
いるのが問題



## 3 地球温暖化

3-1 地球の温度の上昇

3-2 人間が排出するCO<sub>2</sub>の増加

3-3 地球の温暖化は本当か。1970年代の冷温化は？

3-4 水俣病の教訓 工業廃水の中の水銀が原因らしいと言われたときに、手を打つべきであった。確実にないと言って後回しにしたため、ずっと大きな賠償金を払わなければならなかった。又疑わしげな理由を考えた科学者の責任



3-5 あぶないという証拠があれば手を打て

## 図7 世界と日本の平均温度変化

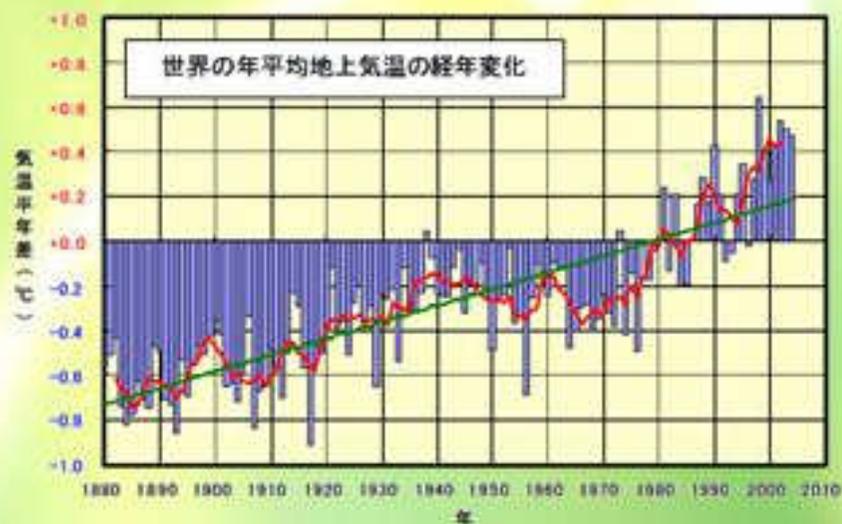


図1 世界の年平均地上気温の年平均差(地上のみ)の経年変化(1880年～2004年)  
棒グラフは各年の値、赤線は各年の値の5年移動平均を、緑線は長期変化傾向を示す。  
ただし、2004年の値には、1月～11月の期間から算出した値を用いている。

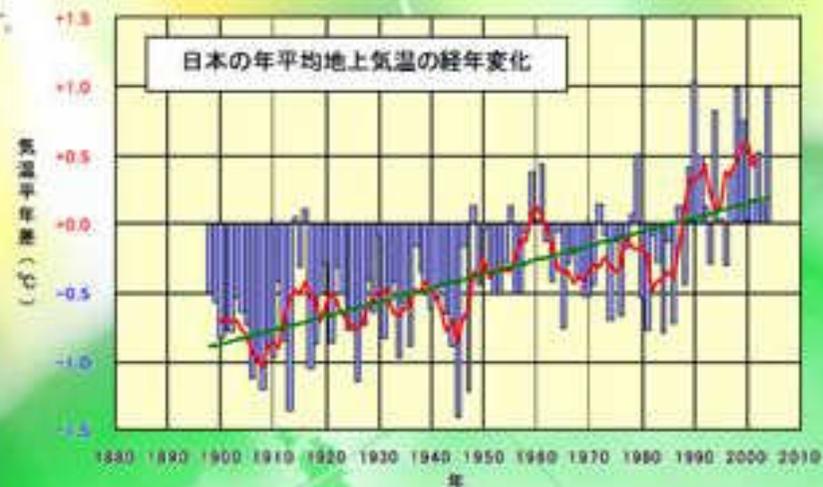
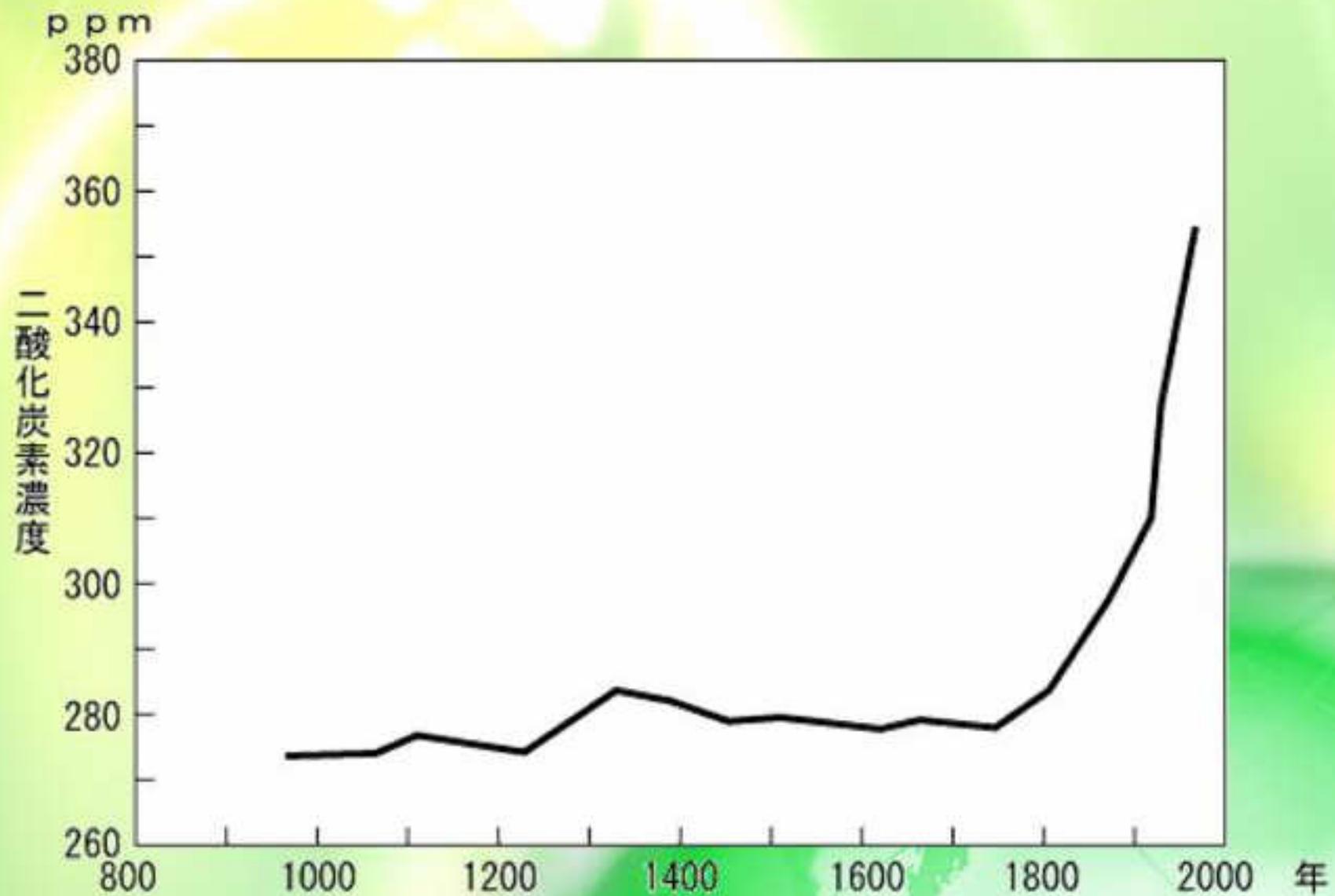


図2 日本の年平均地上気温の年平均差の経年変化(1898年～2004年)  
棒グラフは各年の値、赤線は各年の値の5年移動平均を、緑線は長期変化傾向を示す。  
ただし、2004年の値には、1月～11月の期間から算出した値を用いている。

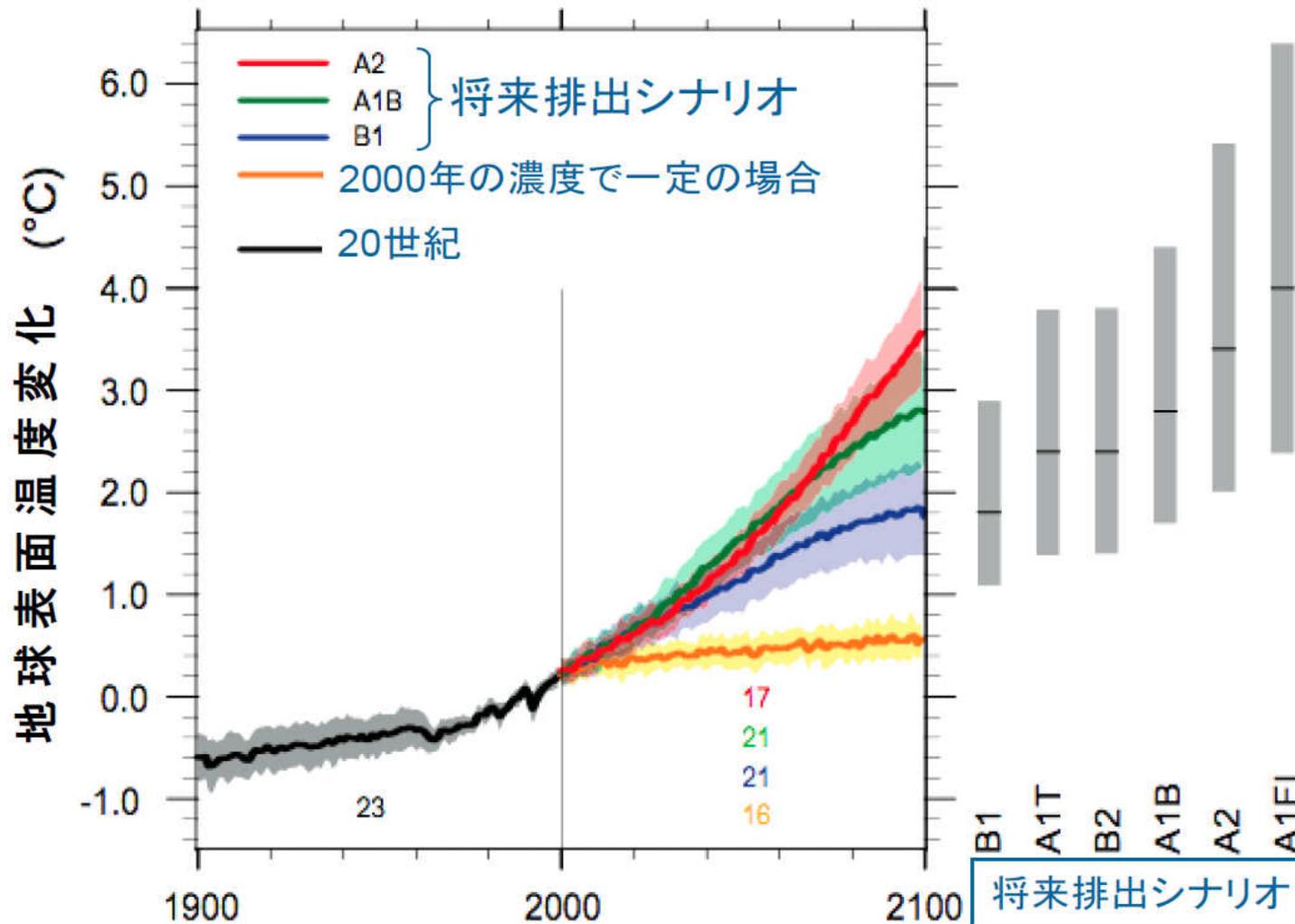
気象庁報道発表資料(平成16年12月)

<http://www.jma.go.jp/jma/press/0412/16a/chijoukun.pdf>

図5 二酸化炭素濃度の経年変化(南極氷床コアの分析結果などから)



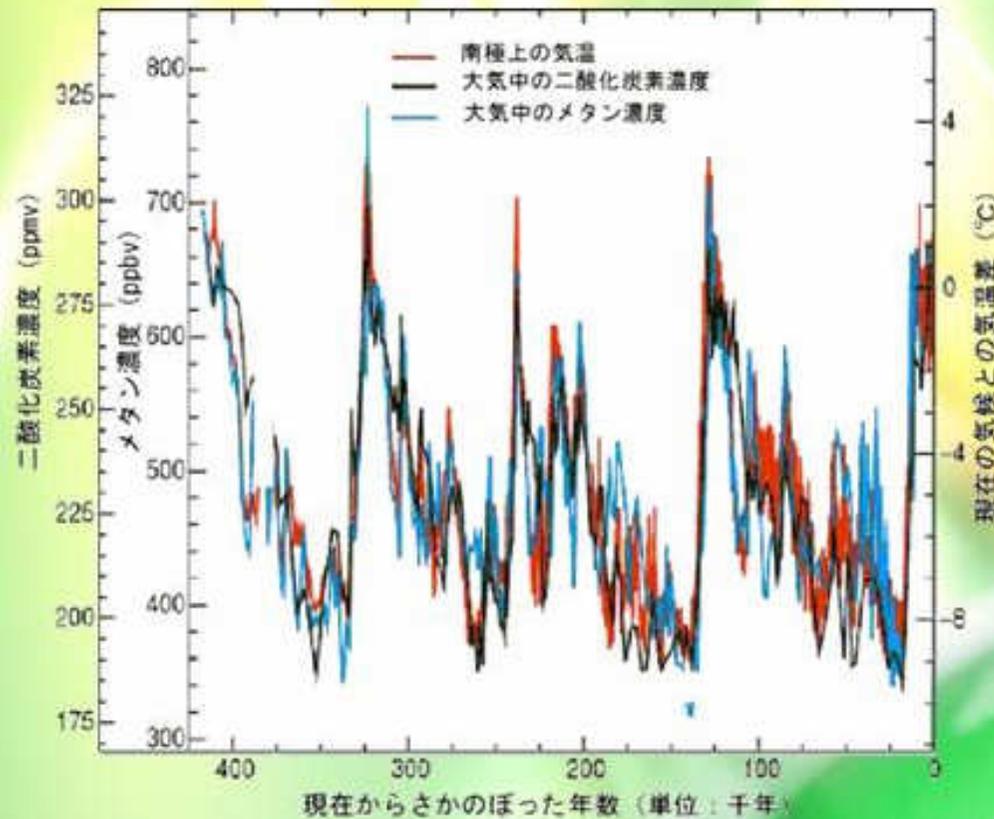
# 気温上昇の予測 (1980~1999年の平均値を基準)



出典: Climate Change 2007: The Physical Science Basis, Working Group I Contribution to the IPCC Fourth Assessment Report Presented by R.K. Pachauri, IPCC Chair and Bubu Jallow, WG 1 Vice Chair, Nairobi, 6 Feb. 2007

出典:地球環境保全・エネルギー安定供給のための原子力ビジョンを考える懇談会資料

図8 過去40万年にわたる南極の平均気温、大気中の二酸化炭素濃度、大気中のメタン濃度の経年変化



IPCC第三次評価報告書より

### 氷河時代・氷期・間氷期

気候変動の例として、よく知られているものは「氷河時代」で、大陸上に氷河が存在する寒冷な時代を指します。**46**万年という地球の歴史の中では数回の氷河時代があり、現在は約**200**万年前に始まった第四紀と呼ばれる氷河時代の中にあると考えられています。

氷河時代の中にも「氷期」と「間氷期」があり、数万年の規模で大陸上の氷河が増えたり減ったりしたと見られます。下図は、南極の氷に含まれる二酸化炭素とメタンの割合から推定した過去**40**万年にわたる南極の平均気温の経年変化です。この期間に4回の氷期があり、その時期に南極の気温は現在より約**8**℃低かったと推定されています。最近の氷期は約**1万2**千年前に終わり、現在は間氷期にあると考えられています。

一方、人間活動の影響による地球温暖化は、私たち自身が観測した記録やコンピュータのシミュレーション実験により、**20**世紀中から実際に起こりつつあると考えられます。そして、少なくとも**21**世紀においては地球温暖化が進む可能性が高いと言えます。

大昔も暑かったり寒かったりした

# 20世紀気候再現実験

## 全球平均地表気温—18世紀末からの変化

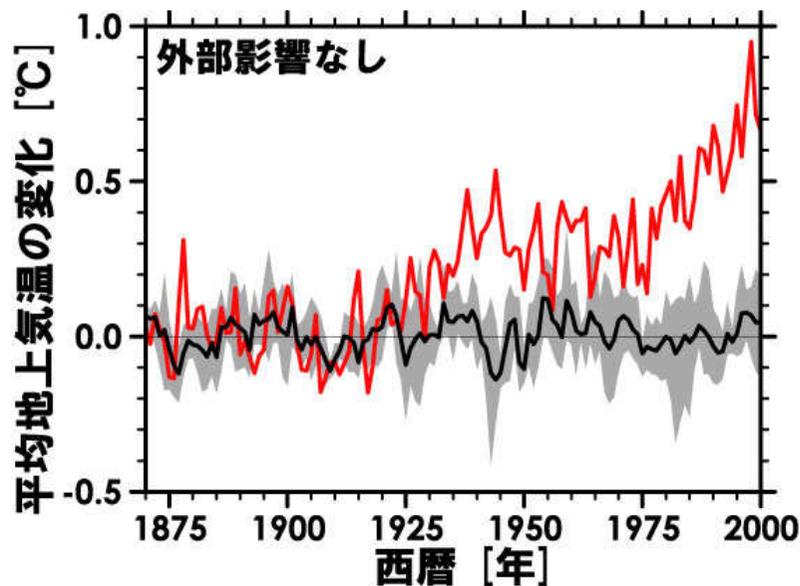
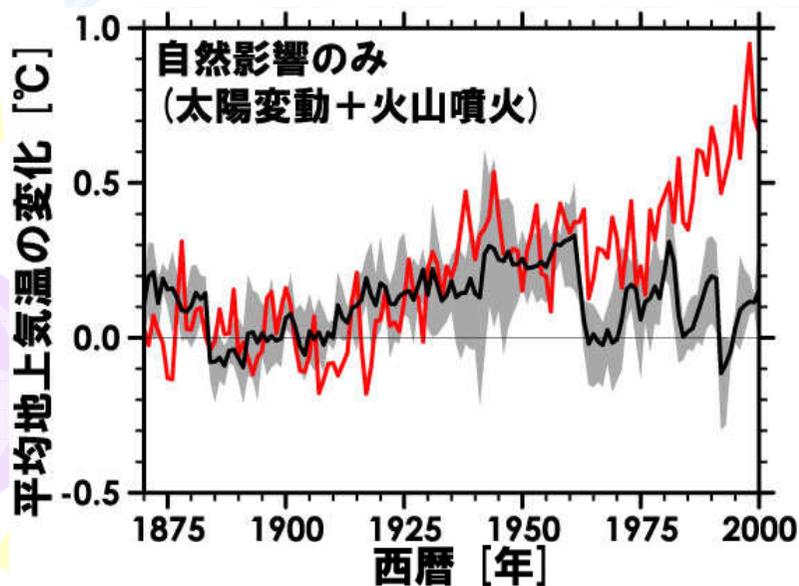
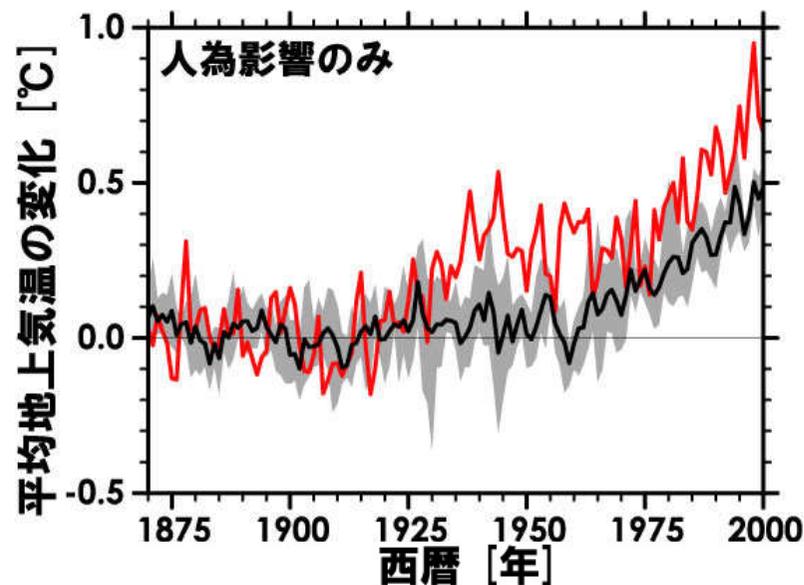
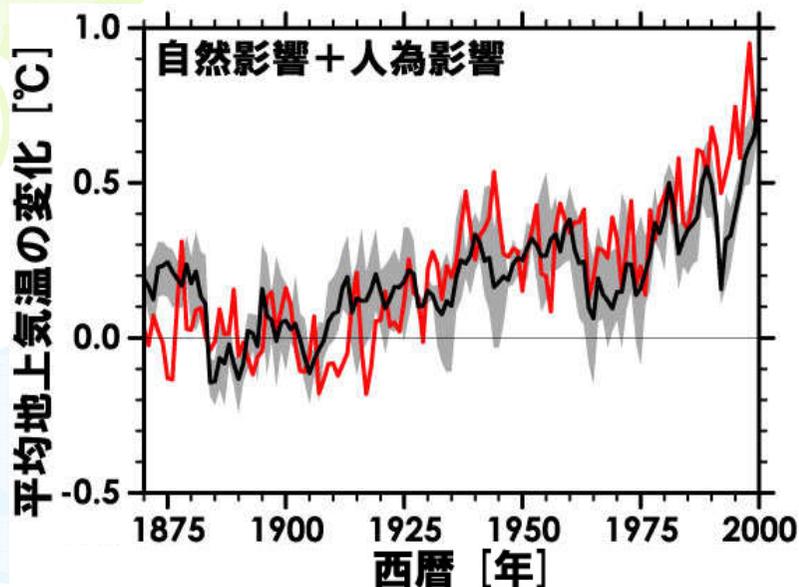


表5 顕在化する温暖化影響

指標	観測された変化
平均気温	20世紀中に約 <b>0.6℃</b> 上昇
平均海面水位	20世紀中に <b>10～20cm</b> 上昇
暑い日(熱指数)	増加した可能性が高い
寒い日(霜が降りる日)	ほぼ全ての陸域で減少
大雨現象	北半球の中高緯度で増加
干ばつ	一部の地域で頻度が増加
氷河	広範に後退
積雪面積	面積が <b>10 %</b> 減少(1960年代以降)
気象関連の経済損失	<b>10倍</b> に増加(過去40年間)



## 4 人間が排出するCO<sub>2</sub>を減らせ

4-1 CO<sub>2</sub>排出量の予測

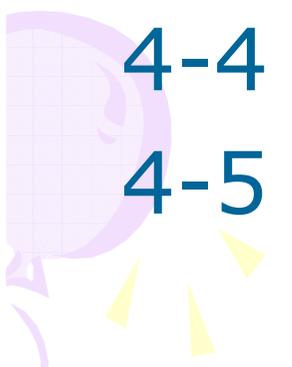
4-2 先進諸国は特に努力せよ

先進国の努力を見せた上で、新興国、  
発展途上国にも協力を依頼せよ

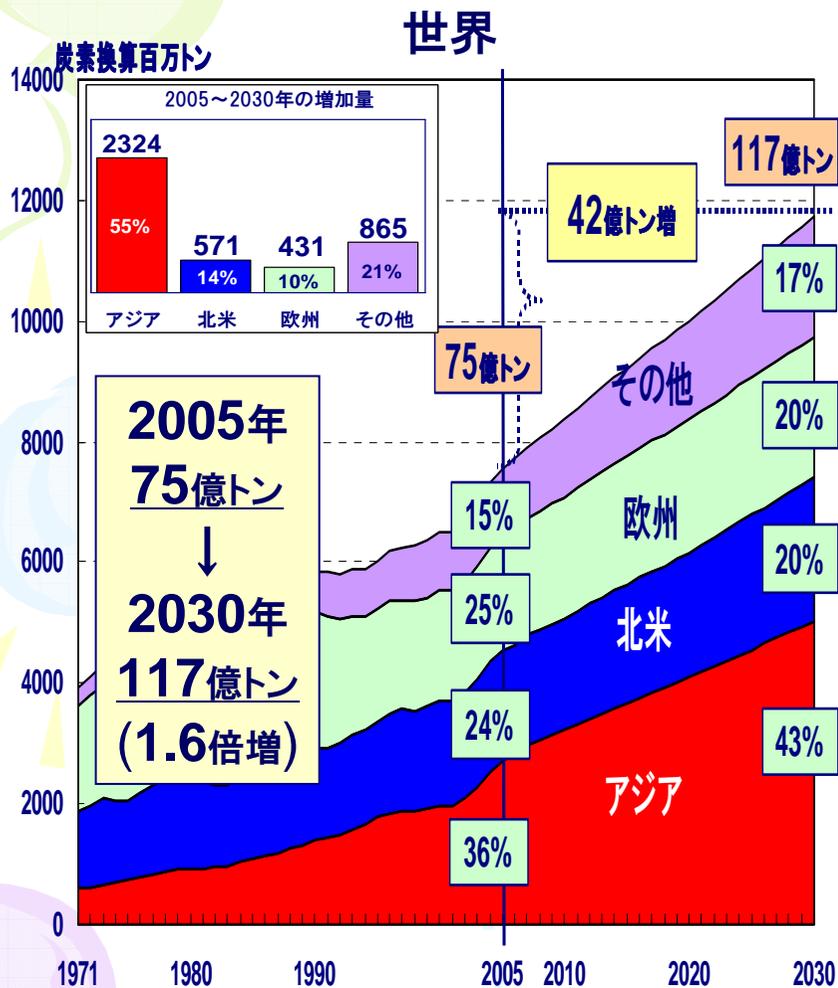
4-3 CO<sub>2</sub>封じ込め技術を開発せよ

4-4 クリーン・コール・技術の活用

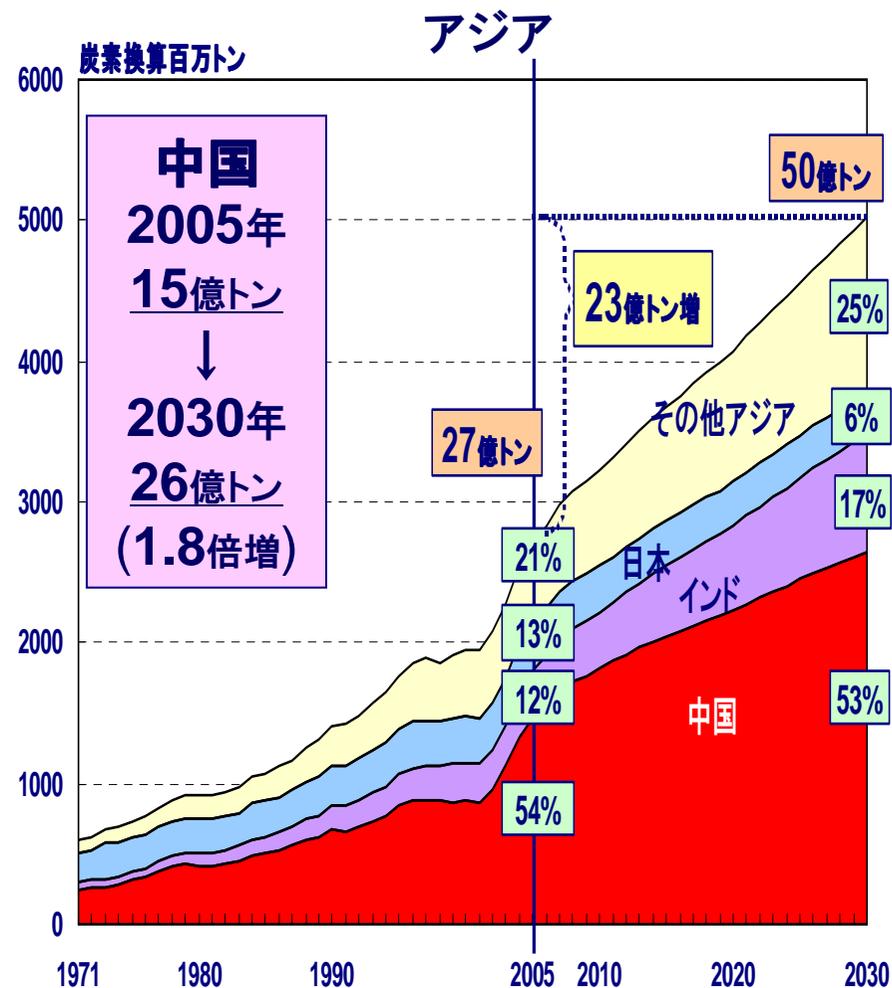
4-5 低炭素社会を構築せよ



# CO<sub>2</sub>排出量(世界/アジア)



アジアがCO<sub>2</sub>排出量増分の55%、北米、欧州合計で増分の約24%を占める。



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、2030年には中国、インドの排出量はアジア全体の7割を占める。



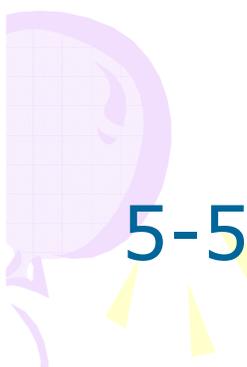
5 2030～2050年までは先ず原子力の活用しか方法がない  
化石燃料を節約するにもCO<sub>2</sub>の排出量を減らすにも

5-1 世界の原子力の利用度

5-2 MOX燃料をどんどん使用せよ  
ドイツですら沢山燃やしている

5-3 これ程利用している現実に着目せよ

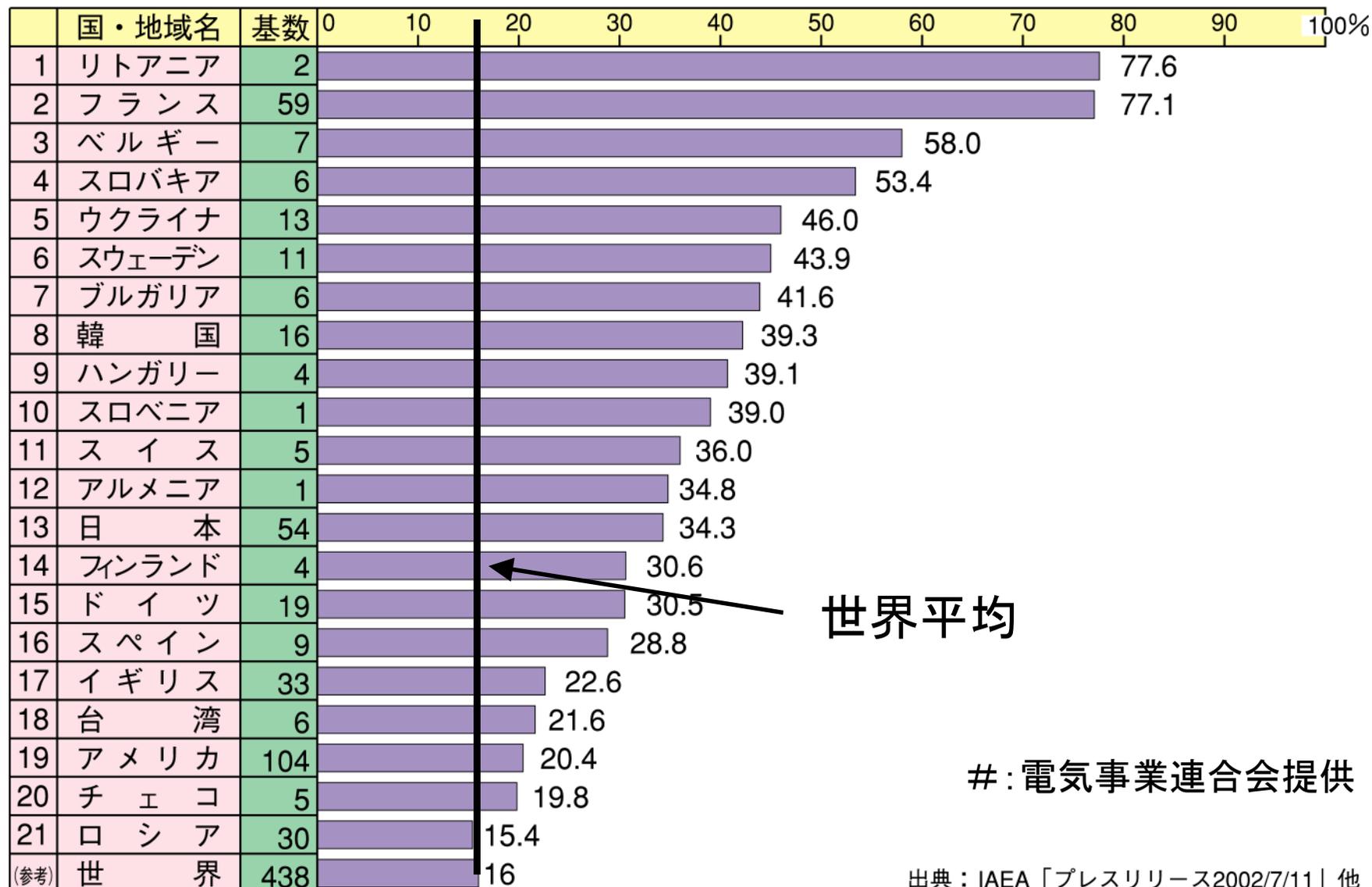
5-4 2050年にはもう少し新エネルギーそして  
核融合が使えるようになるかも知れない  
そうなる努力をせよ



5-5 世界諸国の世論の動き

# 各国の総発電電力量に占める原子力発電の割合

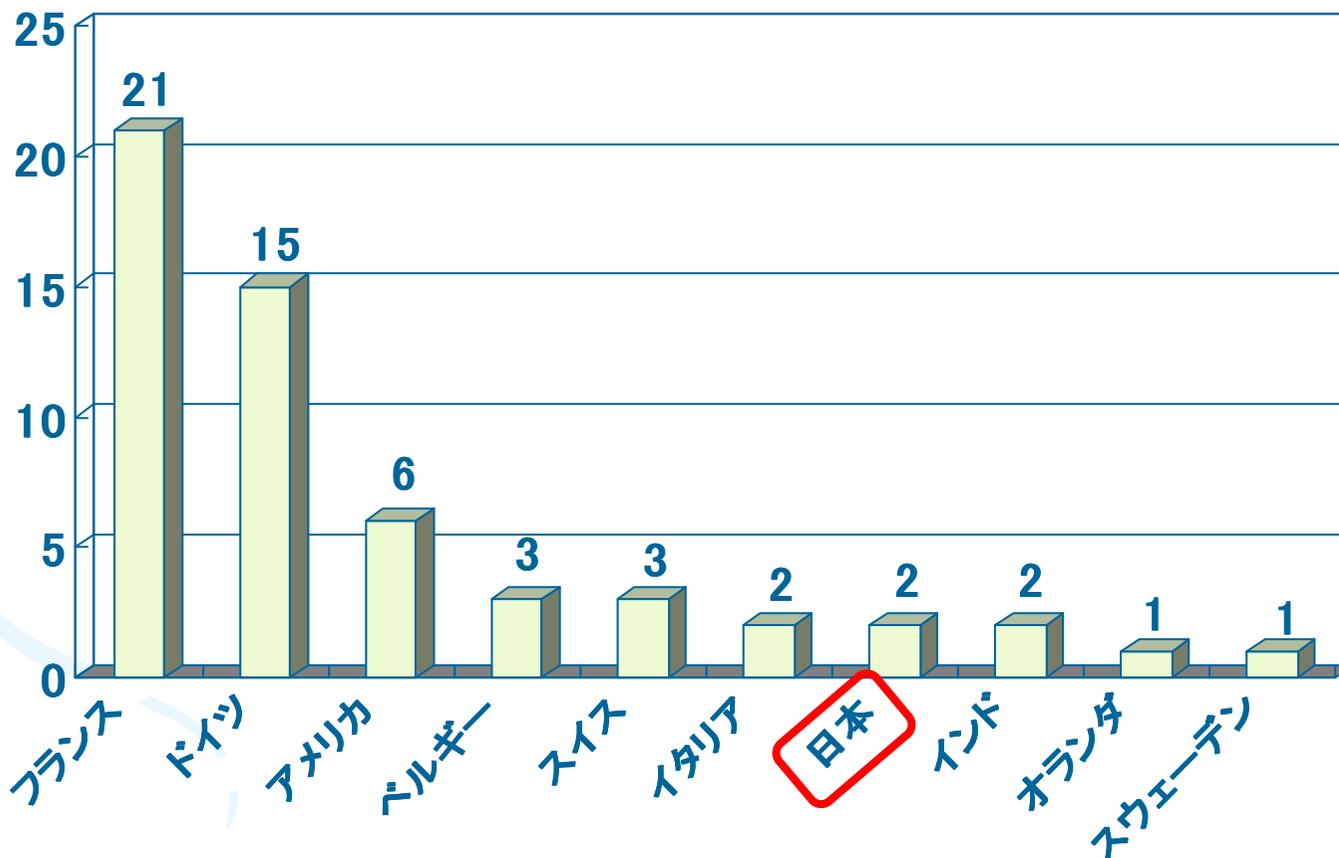
(2001年実績)



# 世界の軽水炉におけるMOX燃料の使用実績 (2004年12月現在)

出典：資源エネルギー庁「原子力2005」他

(装荷プラント数)



※この他、日本では、新型転換炉「ふげん」、高速増殖炉「もんじゅ」及び高速炉「常陽」でMOX燃料を使用した実績がある。

# 世界諸国の世論の動き

## イギリス

2001: 19% 賛成, 60% 反対

2005: 35% 賛成, 30% 反対

## フィンランド

1994: 34% 賛成, 35% 反対

2004: 46% 賛成, 25% 反対

## アメリカ

1983: 49% 賛成, 46% 反対

2005: 70% 賛成, 24% 反対

## スウェーデン 2005

83% - 原子炉操業の維持又は拡大

13% - 早期閉鎖

スウェーデン・イタリア 原子力再開発を準備中

# Public Opinion Survey on Nuclear Power in Japan by the Government in Dec. 2005

## 1. Promotion of nuclear power

	(2005)	(1999)
• Nuclear power should be increased	55.0%	43%
• Nuclear power should remain at current level	20.2%	27%
• Nuclear power should be closed	17.0%	22%

## 2. Nuclear safety

• Nuclear power safety is uncertain	24.8%	25.4%
• Nuclear power safety is assured	65.9%	68.2%

“Majority recognize necessity of nuclear power while they are not certain about its safety”

# World Nuclear Power Trends-1

- 1. Italia** decided to start NP program (May '08)
- 2. Gulf countries** strong interest in NP, Int. Conf. Nucl. Energy (May '08, Bahrain)
- 3. UK** decided to revive NPP program
- 4. USA** 4-8 new NPP in operation by 2016.
- 5. Turkey** 3 NPPs of 5 GW by 2012 (2006)
- 6. Poland** 2 NPPs should be in operation by 2020 (Jan.09)
- 7. Sweden** scrapped old anti-nuclear policy and will construct 10 additional NPPs (Feb.'09)

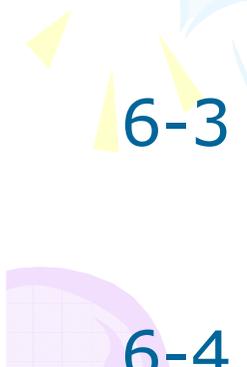


# 6 原子力の安全な利用のために

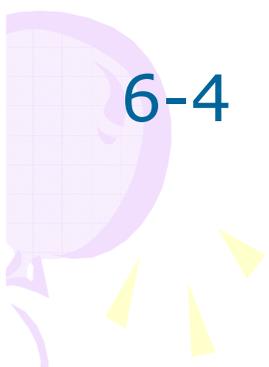
6-1 原子力の平和利用、核不拡散  
IAEAを強化せよ



6-2 原子力の安全を確保せよ  
原子力の事故  
原子力による人身事故  
JCO事故は会社の無謀な運営のための人災



6-3 原子力の使用済核燃料のrecycleと最終処理場  
最終処理場が確率した国はアメリカとフィンランドのみ



6-4 核不拡散への努力、IAEA強化し協力せよ

# 国内での主な原子力関連事故

高速増殖原型炉「もんじゅ」(旧動燃)ナトリウム漏洩事故	1995年12月	試運転中、2次冷却系のナトリウム配管に設置してあった温度計からナトリウムが漏洩し、火災が発生。
(株)ジェー・シー・オーウラン加工工場 臨界事故	1999年9月	濃縮ウラン溶液を均一化する作業中、作業員が、使用目的が異なる沈殿槽に、国の保安規定に違反し、そもそも違法であった社内マニュアルを更に違反した臨界量以上のウラン溶液を注入したため、臨界事故が発生。作業員2名死亡。
浜岡原子力発電所1号機(中部電力)事故	2001年11月	高圧注入系の手動試験を実施したところ、余熱除去系蒸気凝縮系配管内の圧力が急上昇し、配管が破断。
美浜発電所三号機(関西電力)事故	2004年8月	タービン建屋内の二次系配管破損により、約140度、約9気圧の高温水が蒸気となって噴出。5名死亡、6名重傷。

# 外国の主な原子力関係事故

ウィンズケール火災事故	1957年10月 英国	<ul style="list-style-type: none"><li>ウィンズケール原子力工場(現セラフィールド核燃料再処理プラント)の1号機炉心で、黒鉛減速材の過熱により火災が発生し、多量の放射性物質を外部に放出</li></ul>
スリーマイルアイランド原子力発電所事故	1979年3月 米国	<ul style="list-style-type: none"><li>ペンシルバニア州スリーマイルアイランド原子力発電所2号機で、主給水ポンプが停止したことを発端に、機器の故障や運転員の誤判断のため、原子炉内構造物が一部溶解。</li></ul>
チェルノブイリ原子力発電所事故	1986年4月 ウクライナ共和国(旧ソ連)	<ul style="list-style-type: none"><li>チェルノブイリ第4原子力発電所で低出力下での特殊試験を実施中、設計上の問題点、運転員の規則違反、運転管理上の問題が重なって、原子炉の出力暴走による爆発・火災が起こり、多量の放射性物質を他国にまで放出。</li><li>直接の事故死者31名</li></ul>

## 1年間当たりの原子力関係事故と交通事故 (平成8～17年の10年間の平均)

	件数 (1年当たりの平均)	事故による死亡者数 (1年当たりの平均)
道路交通事故	885, 556件	8, 587人
鉄道事故	909件	345人
海難事故	2, 566隻	168人
民間航空機事故	28件	16人
原子炉及び原子力施設の 事故・故障(※)	25件	1人

(※)原子炉等規制法および電気事業法に基づき、原子力安全委員会に報告されたもの

出典:平成18年交通安全白書、平成17年原子力安全白書 等



# 原子力

どの位使われているか

MOXは世界中で使われている

ドイツでも使われている

良い点  $\text{CO}_2$ を出さない

問題点

核燃料使用済廃棄物の処理

2国のみ処理場決定

アメリカ

ユッカ・マウンテン

フィンランド

オルキルオト



# 地震

## 大きな地震を経験した柏崎刈羽原子力発電所



### 新潟県中越沖地震

- ▶ 平成19年7月16日
- ▶ マグニチュード 6.8
- ▶ 震度(気象庁) 6強
- ▶ 震源の深さ 17 km
- ▶ 発電所からの距離
  - ・震央 → 16 km
  - ・震源 → 23 km

# 大きな揺れに見舞われながらも発電所は

- ▶ 安全上重要な施設の機能は、地震時も地震後も確保
- ▶ 運転中の4基の原子炉は、
  - ・ 設計どおり、制御棒が炉心にすべて挿入され自動停止
  - ・ 速やかに冷温停止に移行
- ▶ 点検の結果、7基の原子炉の損傷は認められず

# 原子力安全は確保

原子力安全にとって最も重要な機能

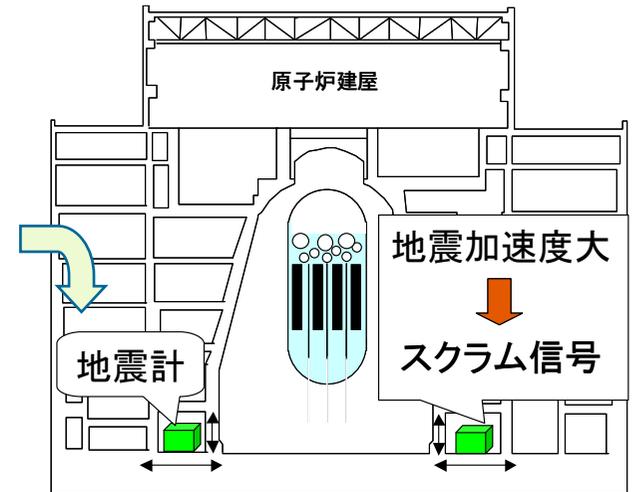
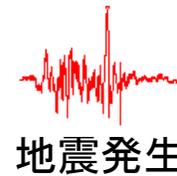
● 「止める」

⇒ スクラム ⇒ 全制御棒全挿入

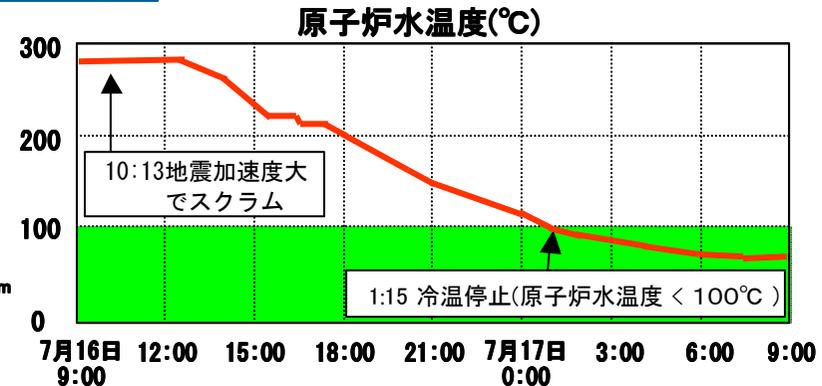
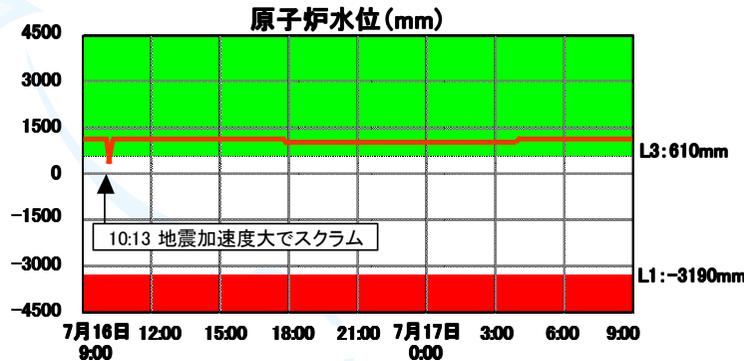
● 「冷やす」

⇒ 原子炉水位を確保

⇒ 原子炉水：100℃未満、原子炉圧力：大気圧 ⇒ 冷温停止



7号機のプラント挙動



● 「閉じ込める」

⇒ 燃料及び被覆管、圧力容器は健全 ⇒ 環境への影響無し

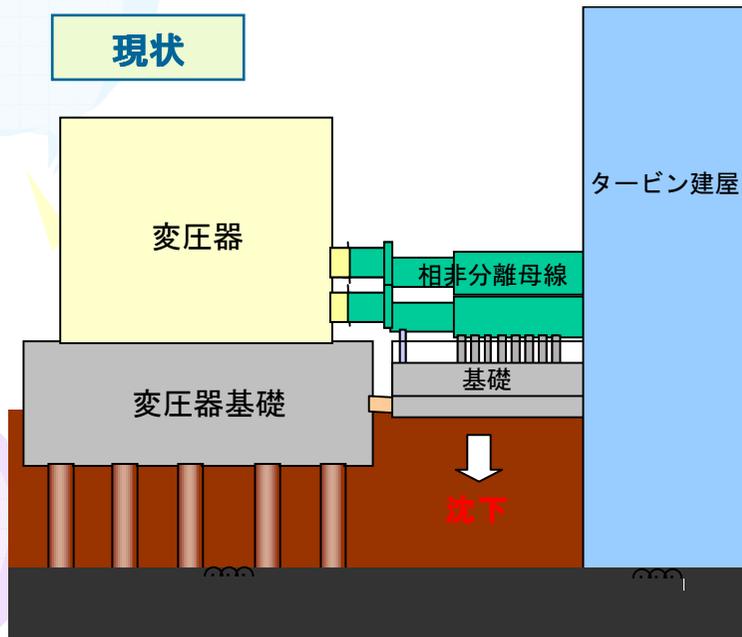
**設計通りのプラント挙動と運転員の冷静・的確な操作により安全を確保**

# 変圧器の復旧・基礎強化

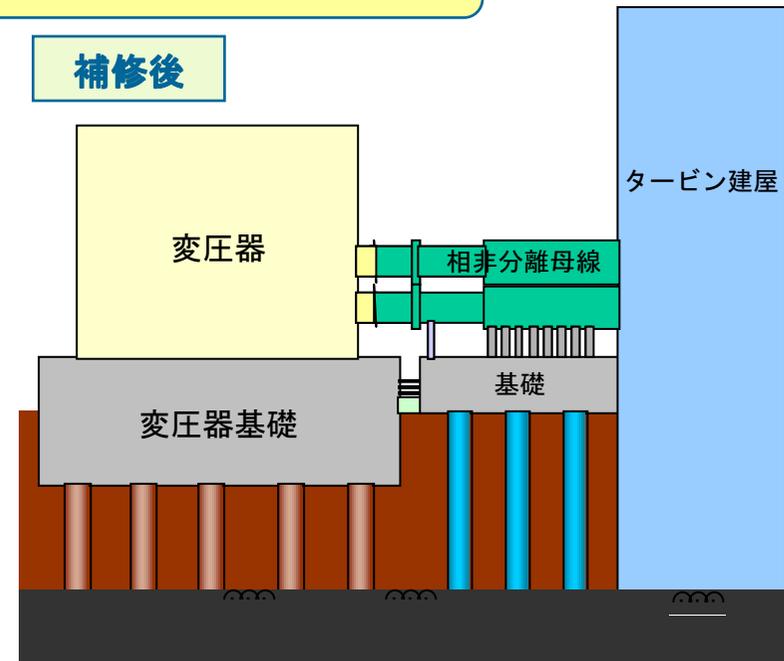
埋め戻し土の上に設置されていたケーブル部基礎が沈下した

地盤への杭基礎とし、沈下を防ぐ

現状



補修後



# 地震から学ぶべきこと

- ▶ 原子炉建屋やタービン建屋のように、岩盤に直接設置された建物は、地震力に対し非常に強固
- ▶ 非安全系の変圧器やろ過水タンクのような常用の施設が部分的に損傷。これらの基礎は、一般的な地表面への基礎構造。
- ▶ 7基の原子炉の損傷なし
- ▶ 日本の原子力発電所における重要施設的设计余裕は非常に大きい
- ▶ 同時に、破損や損壊した箇所に対し丁寧な調査が必要
- ▶ 特に、建物や構築物の基礎構造が重要

# 安全確保に寄与した要因

- ▶ 設備設計の基本的な考えが有効
  - ・ 原子炉安全確保の思想に基づく重要度の分類
  - ・ 重要施設の高い支持機能（岩盤に設置）
  - ・ 堅牢な構築物・施設（剛構造）
  - ・ 動的地震力と静的地震力を考慮
- ▶ 運転員の冷静な対応、行き届いていた訓練・教育
- ▶ 地震時・地震後の外部電源機能維持（送電・受電機能確保）
- ▶ 行き届いていたメンテナンス、現場整備



原子力発電を休止しているため

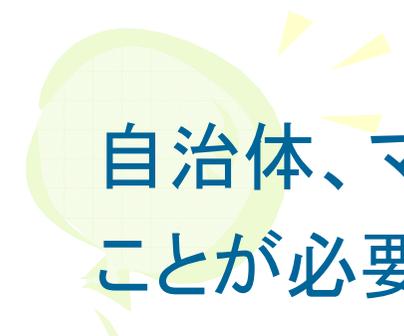


火力発電を用いざるを得ない

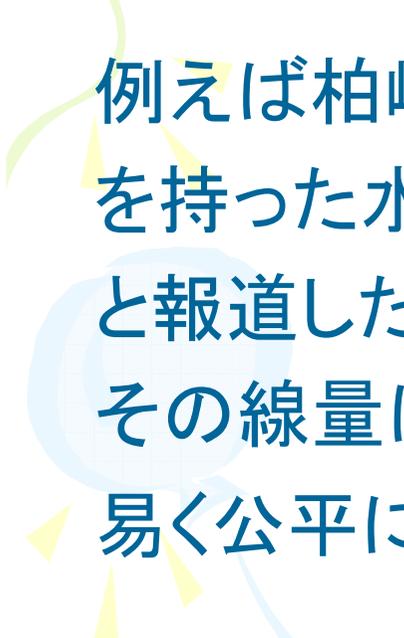
そのため日本のCO<sub>2</sub>排出量は2%増



石油輸入のための巨大な支出



自治体、マスコミ等正確な報告を早く、国民に知らせることが必要



例えば柏崎刈羽の原子力発電所から地震の後で放射能を持った水が海へ流れ出し柏崎の海が大きく汚染されたと報道したことによって、柏崎の漁業は被害を受けた。その線量はラドン温泉の水約9ℓ程度。定量的にわかり易く公平に報道して欲しい。



火事も原子炉では全くなく、変圧器の油が燃えたものである。火力発電機でもあり得る。

# 6号機、7号機での放射性物質放出

6号機の使用済燃料プールからの微量の放射性物質を含む水の海水への放出、7号機排気筒からの微量の放射性物質の放出による、環境への影響はなし。

1人あたりの自然放射線  
(世界平均)

放射線量 (mSv)

2.4

食べ物を通じ体内から  
年間受ける放射線量

0.29

胸部レントゲン(1回)

0.05

原子力発電所周辺の  
年間線量目標値



環境への影響はなし

7号機(気体)

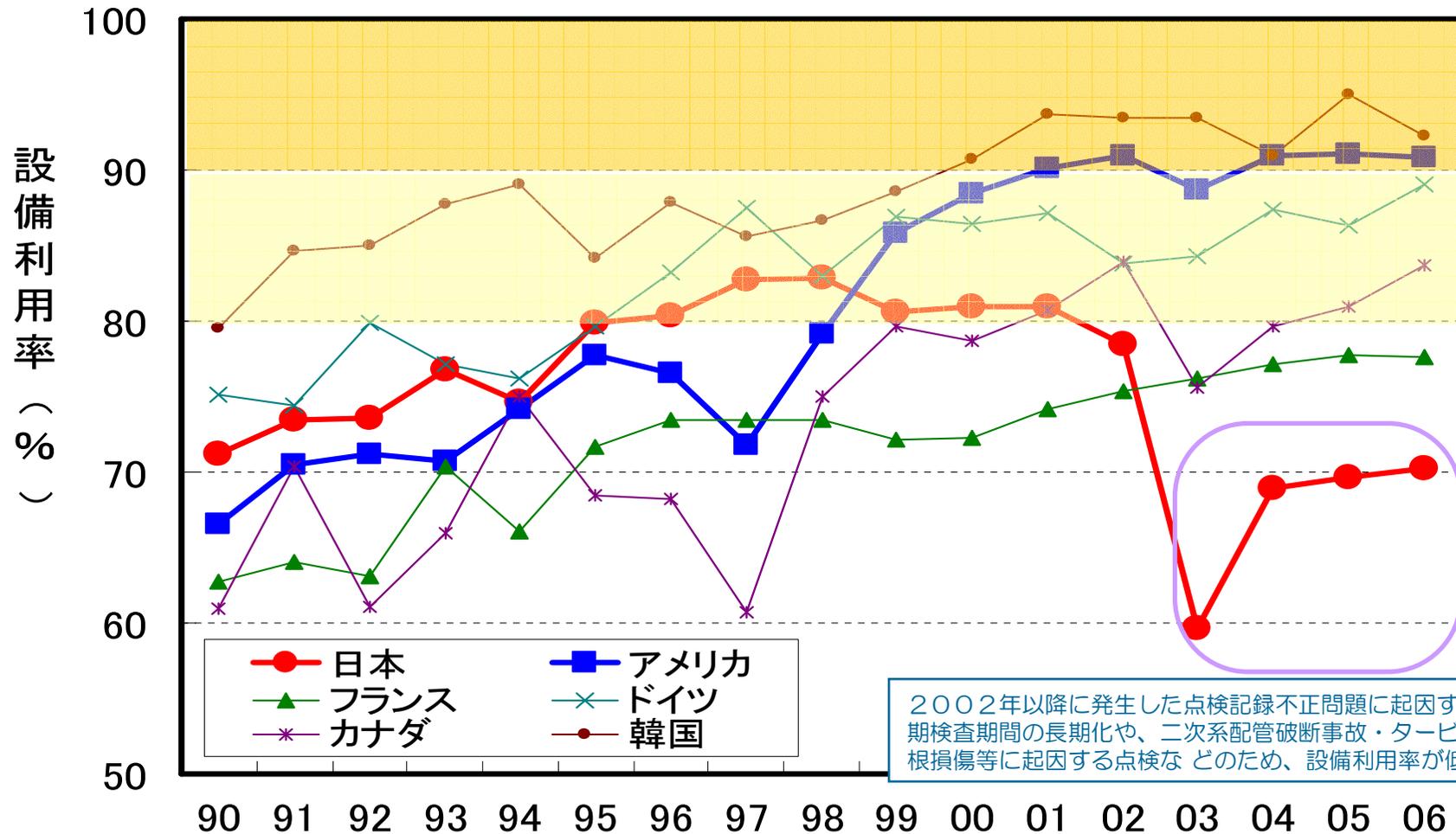
約0.0000002mSv

6号機(液体)

約0.000000002mSv

# 課題：原子力発電所設備利用率

設備利用率は、計画外停止頻度、点検による停止の期間等に依存。  
日本は、最高でも80%程度で頭打ち、欧米諸国、韓国は、90%のレベル。



2002年以降に発生した点検記録不正問題に起因する定期検査期間の長期化や、二次系配管破断事故・タービン羽根損傷等に起因する点検などのため、設備利用率が低迷。

※フランスでは1982年より電力需要に応じて出力を低下させる負荷追従運転が取り入れられているため相対的に低い。

出典：原子力施設運転管理年報



# 具体的に実現できる方法を考えよう

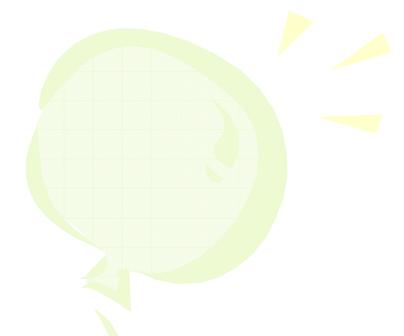
2030～2050年迄のエネルギー安定供給と  
温暖化防止のため



観念論でない具体的な数値目標を立てよ



新エネルギーでどこまでやれるか  
原子力をどのくらい利用するか



## 8 結論



### 8-1 化石燃料は有限である

化石燃料は重要な宝物

使い切るのは子孫への負の遺産である



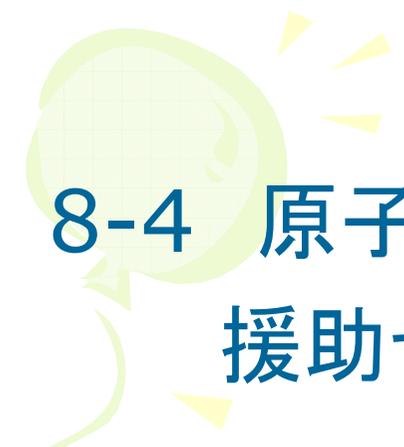
### 8-2 地球温暖化は起こっていることはほぼ確実

それも人間が出すCO<sub>2</sub>が大きな原因であることも

ほぼ確実



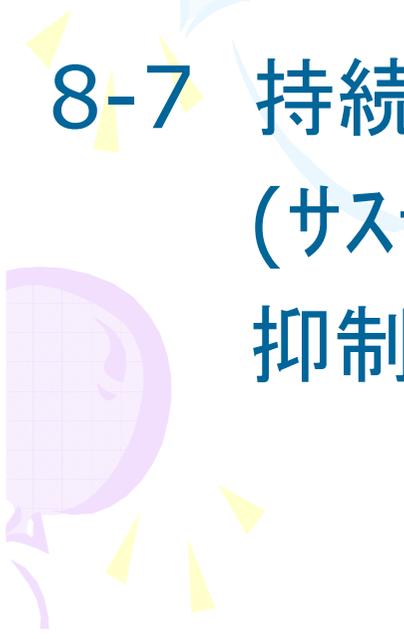
### 8-3 3R、省エネルギーを推進せよ



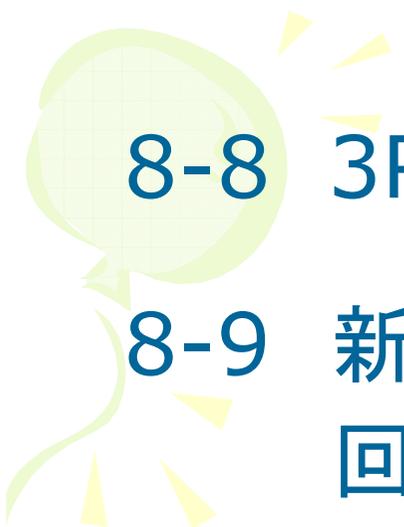
8-4 原子力の安全利用を 新進国での利用を  
援助せよ IAEAとの協力

8-5 原子力の技術を更に推進せよ  
そのための教育を充実せよ

8-6 低炭素・循環型・自然共生型社会を構築しよう



8-7 持続可能な発展  
(サステイナブル・デヴェロップメント)は発展である  
抑制＋科学・技術による発展



8-8 3R、省エネルギーを推進せよ

8-9 新エネルギー、クリーン・コール、CO<sub>2</sub>  
回収・貯留等の技術を推進せよ



8-10 新エネルギー技術を発展させ、同時に  
原子力技術も発展させ、協力し合え。



8-11 厳しい現実をよく知らせること  
同時に人間の英知を結集し、  
科学技術などを進め、解決できる  
希望を持たせること