

地球温暖化と原子力エネルギーを考える

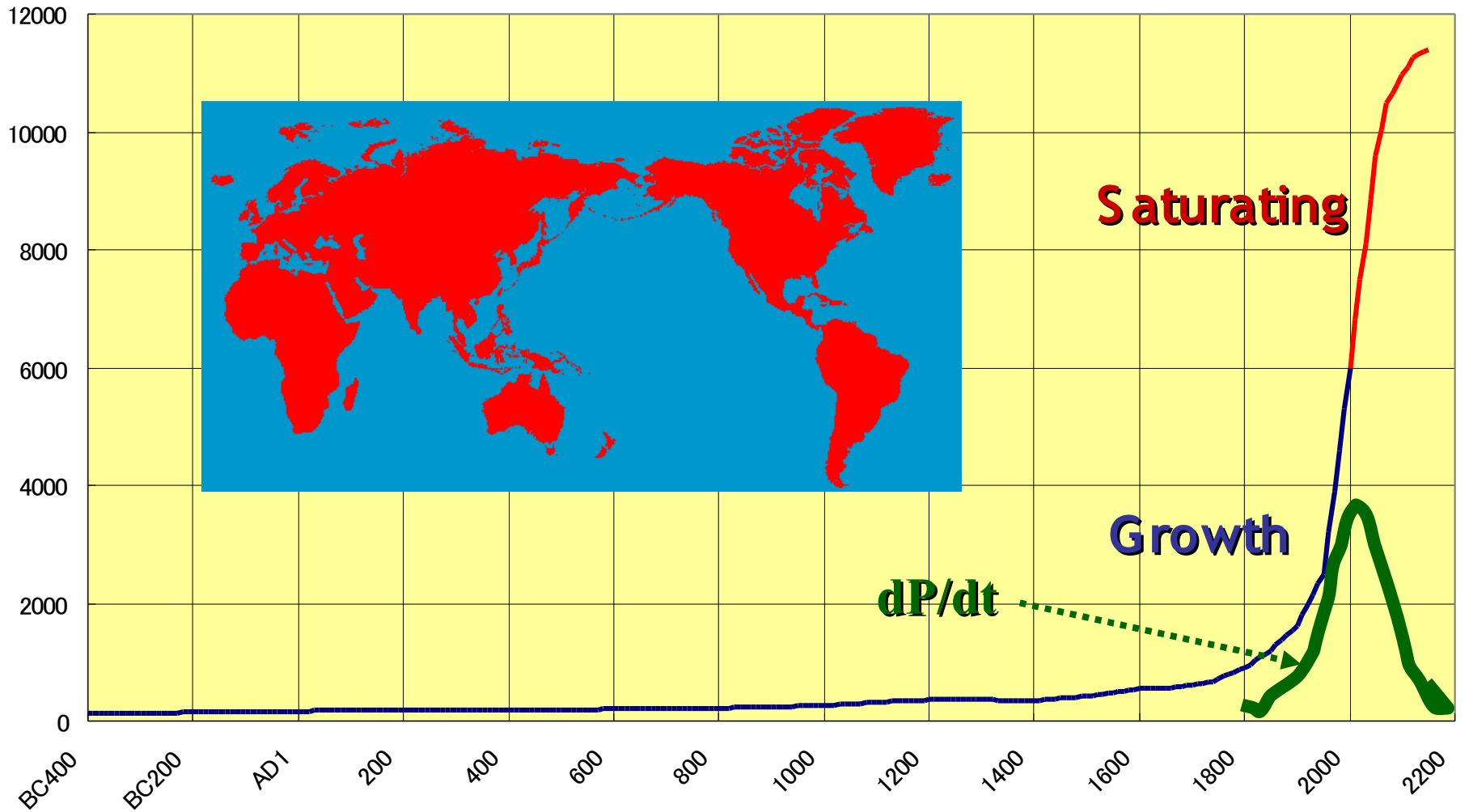
現状をしっかりと認識することが必要

有馬朗人

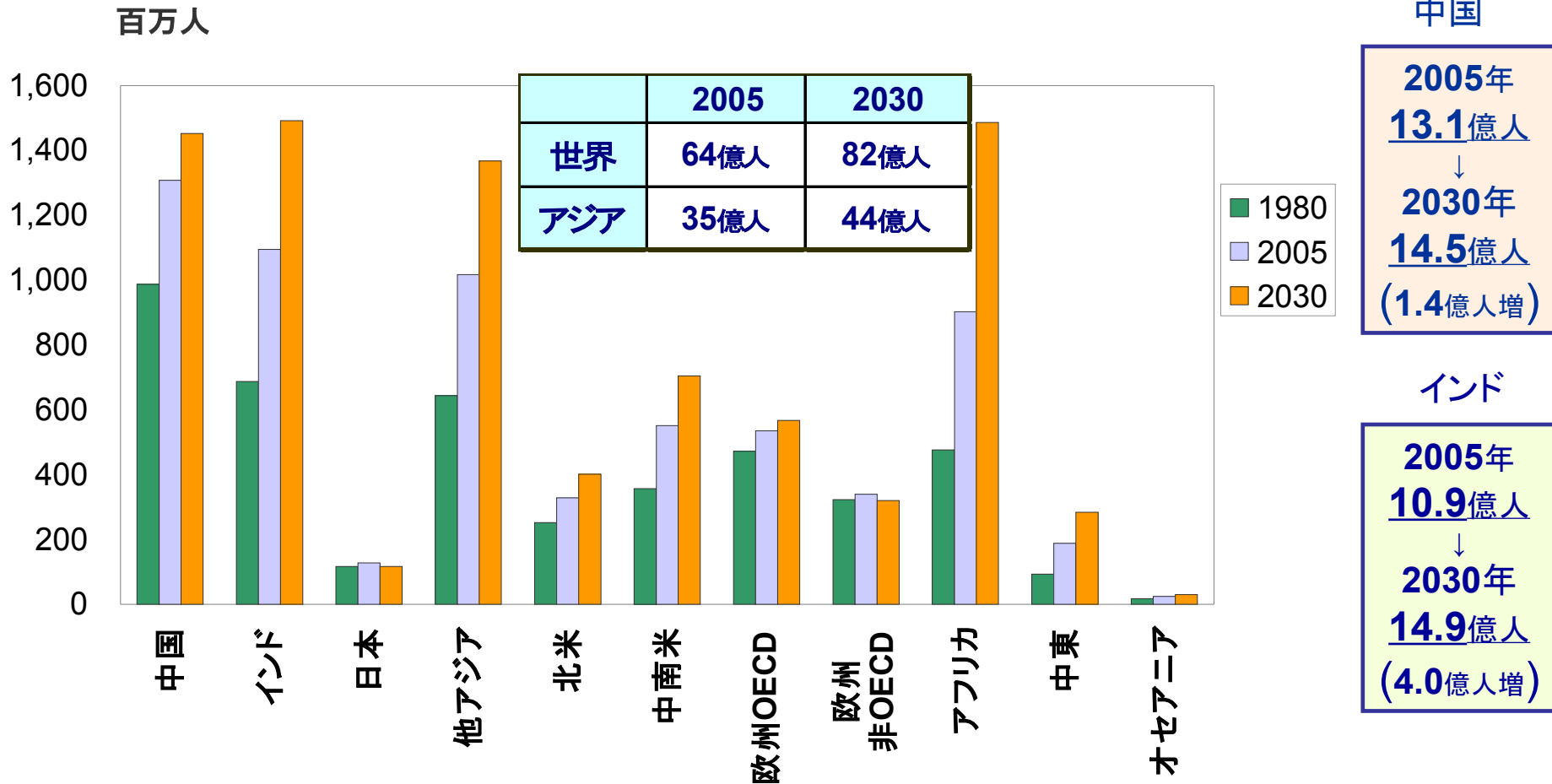
2009年10月26日

世界の人口

(million)



主な前提条件(2) 人口の見通し

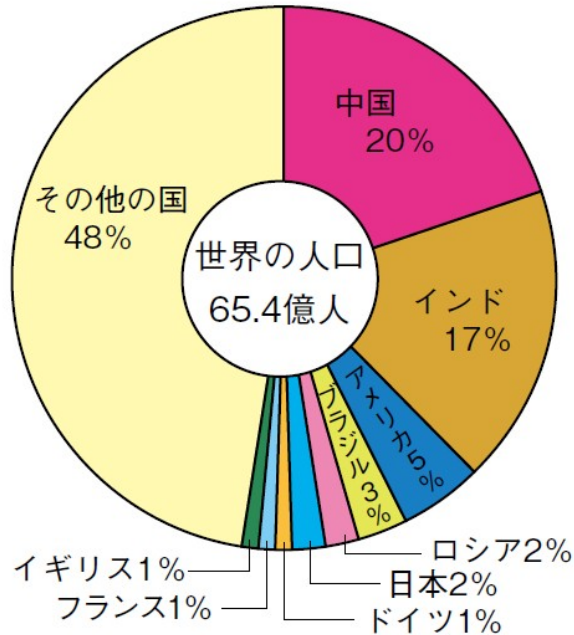


* 国連人口予測等を元に作成

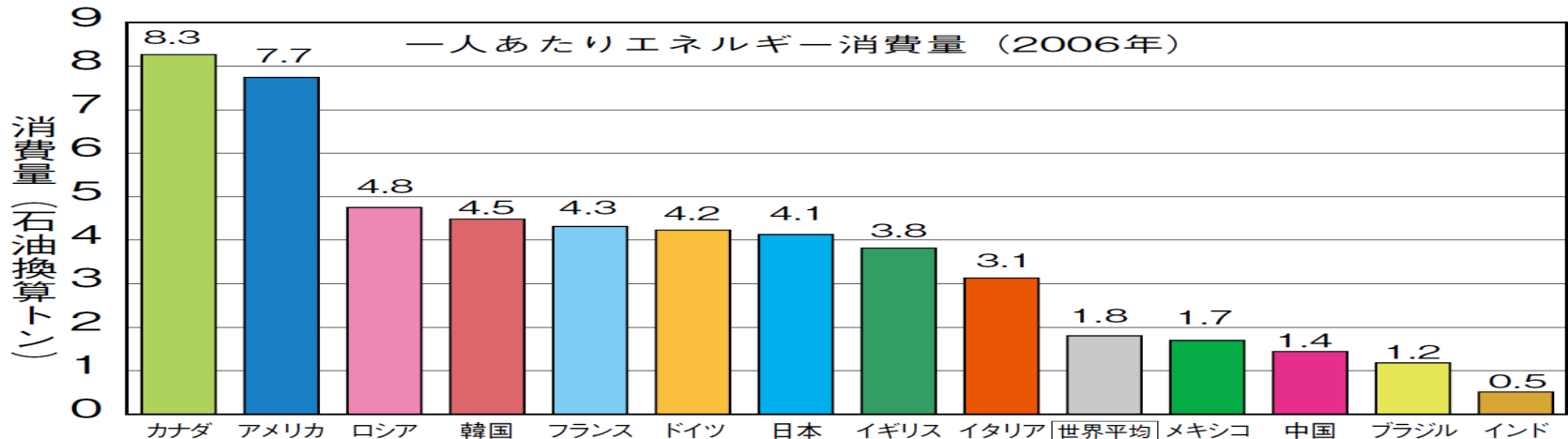
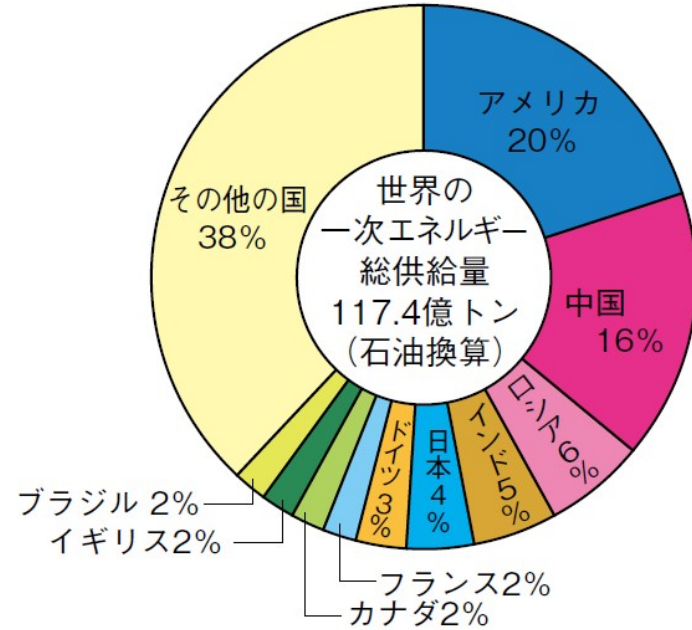
2005年から2030年の人口増分の9割を途上国が占める。
中国・インドで約30億人に達する。

地域別人口と一人当たりのエネルギー消費量

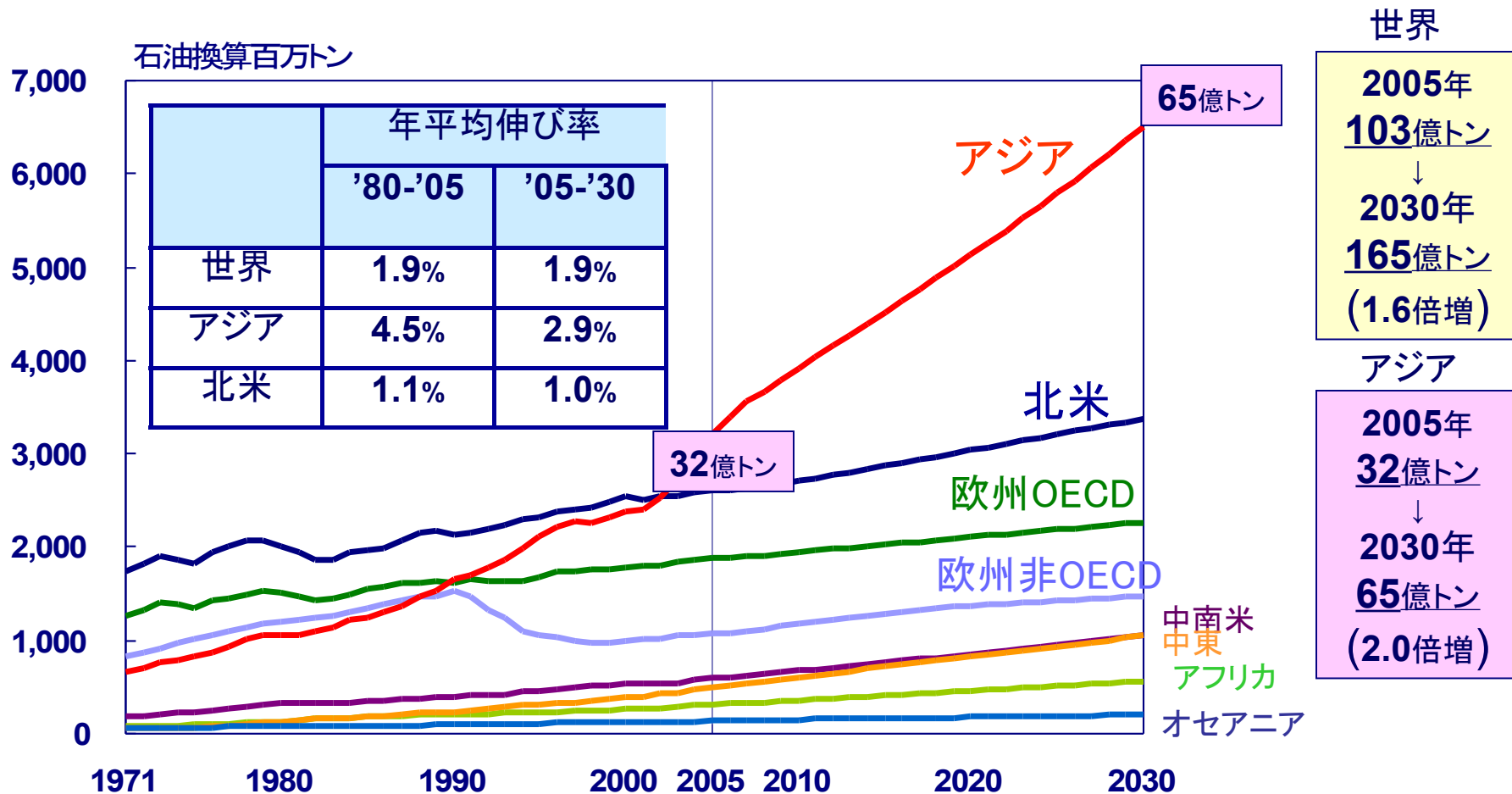
世界の人口(2006年)



世界の一次エネルギー消費(2006年)

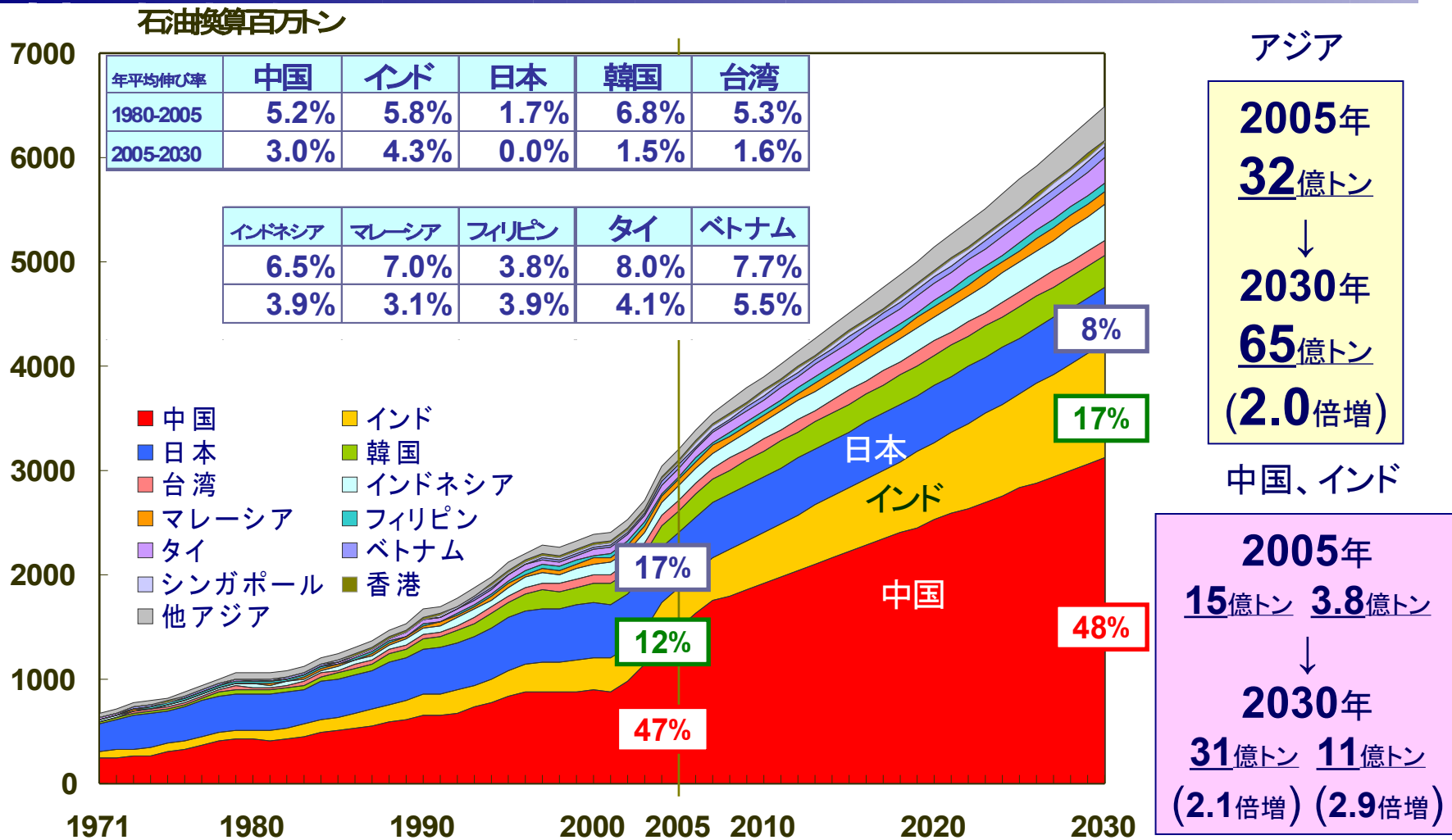


世界の一次エネルギー消費(地域別)



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



・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

先進国では

Reduce,
Reuse and
Recycle

もったいない
マータイ

世界のエネルギー資源はいつまでもつか？

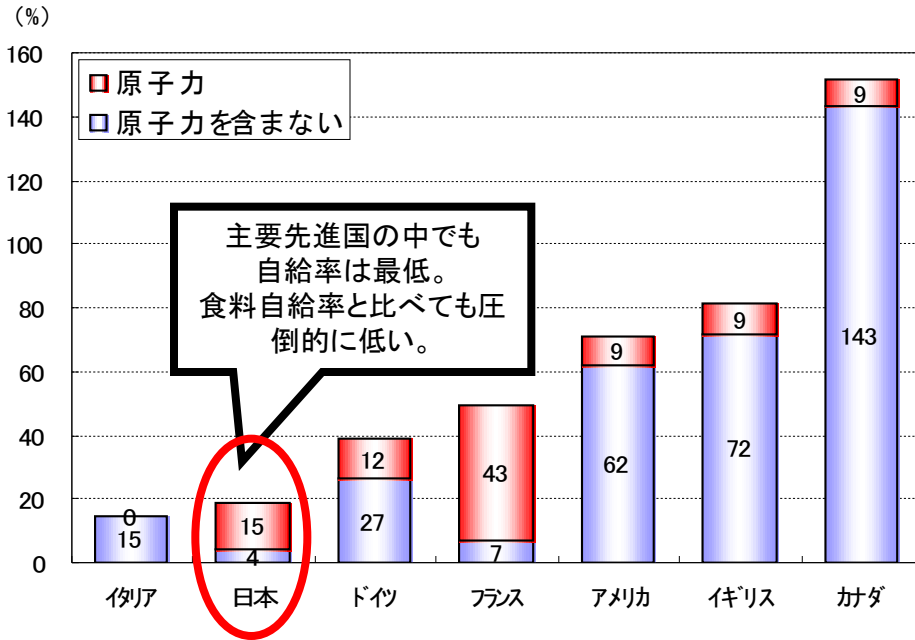
	石油	天然ガス	石炭	ウラン
確認可採埋蔵量(R)	2007年末 1兆2,379億バーレル	2007年末 177兆m ³	2007年末 8,475億トン	2007年1月 547万トン
年生産量(P)	2007年 298億バーレル	2007年 2兆9,400億m ³	2007年 64.0億トン	2006年消費量 4.0万トン 2006年需要量 6.65万トン
可採年数(R/P)	2007年 41.6年	2007年 60.3年	2007年 133年	2006年 81.6年 (注)
出所	BP統計2008	BP統計2008	BP統計2008	URANIUM 2007 (OECD/NEA/IAEA)

(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。

わが国のエネルギー自給率

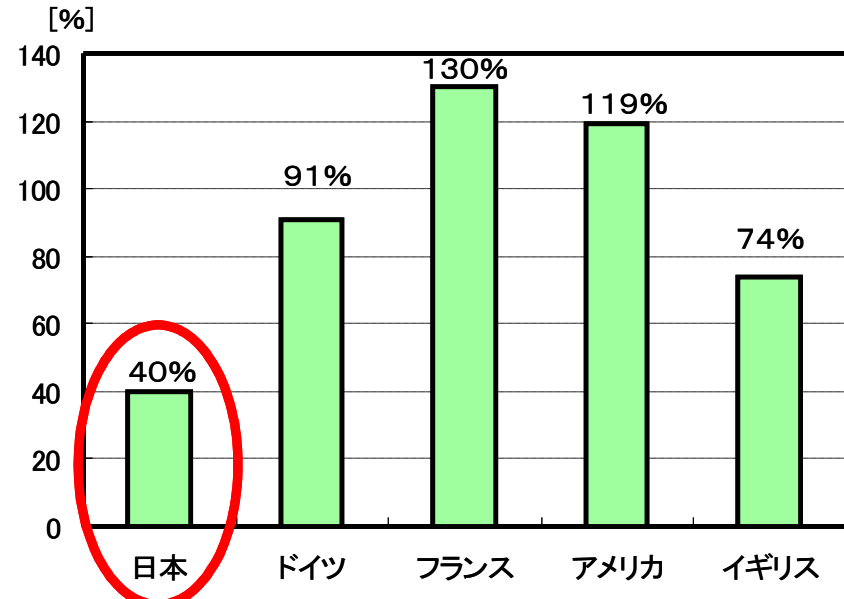
○ わが国のエネルギー自給率はわずか**4%**であり、主要先進国中最低。食料自給率(**40%**)よりも一ケタ低い。

＜主要国のエネルギー自給率＞



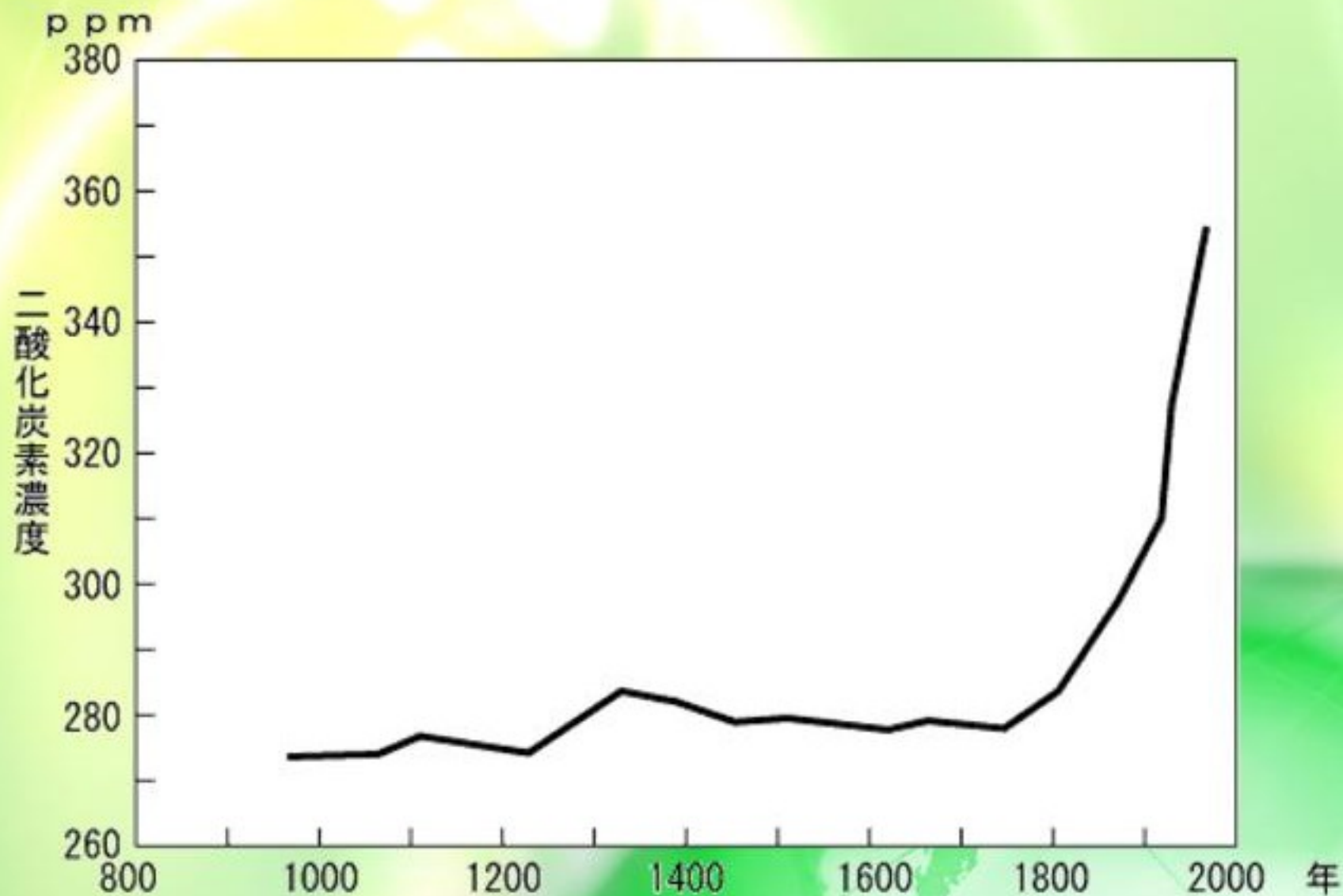
【出典】 OECD/IEA, 「Energy Balances of OECD Countries, 2008 Edition」

＜主要国の食料自給率＞



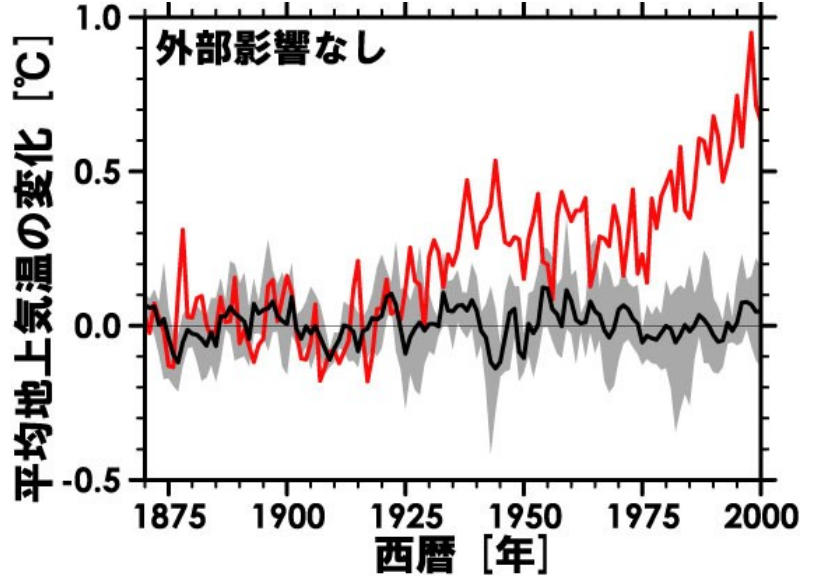
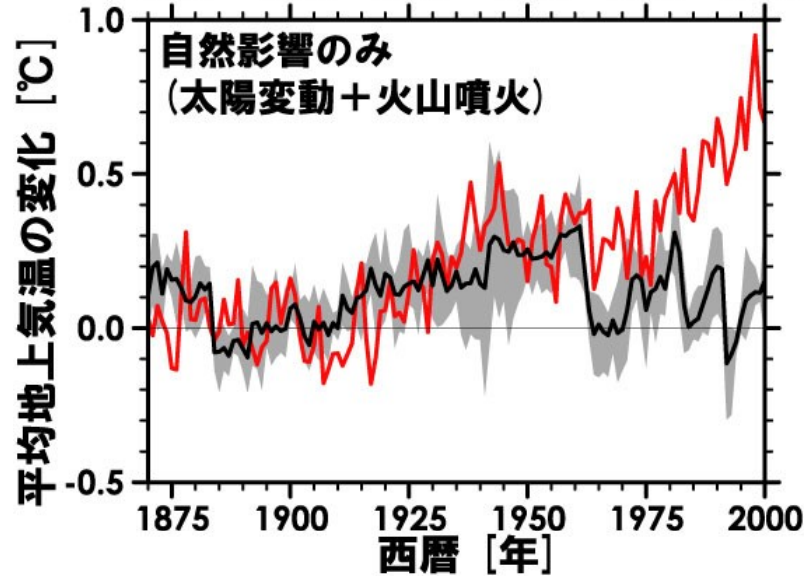
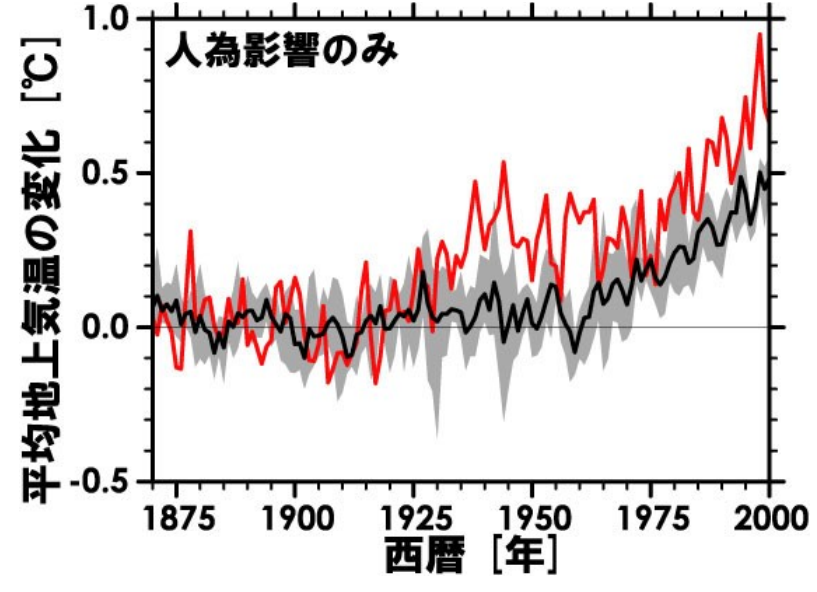
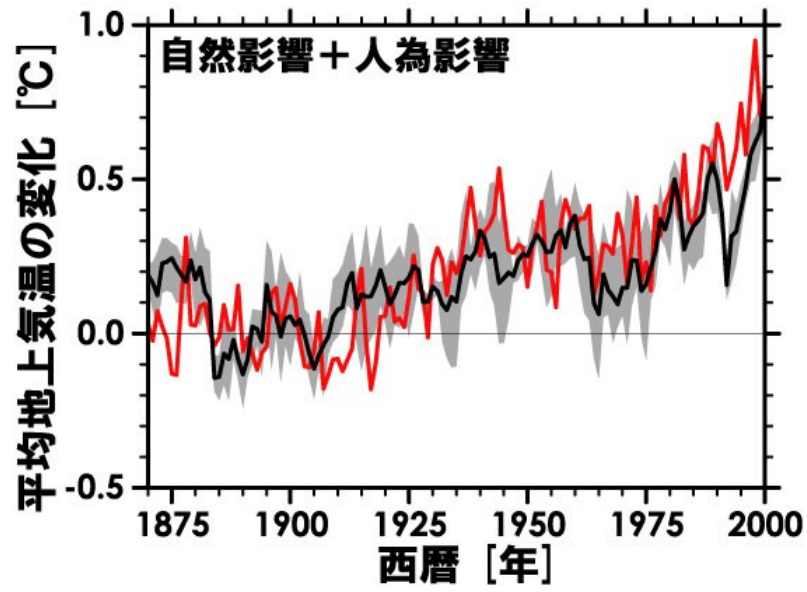
【出典: 平成15年度食料自給率レポート(農林水産省)】

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)

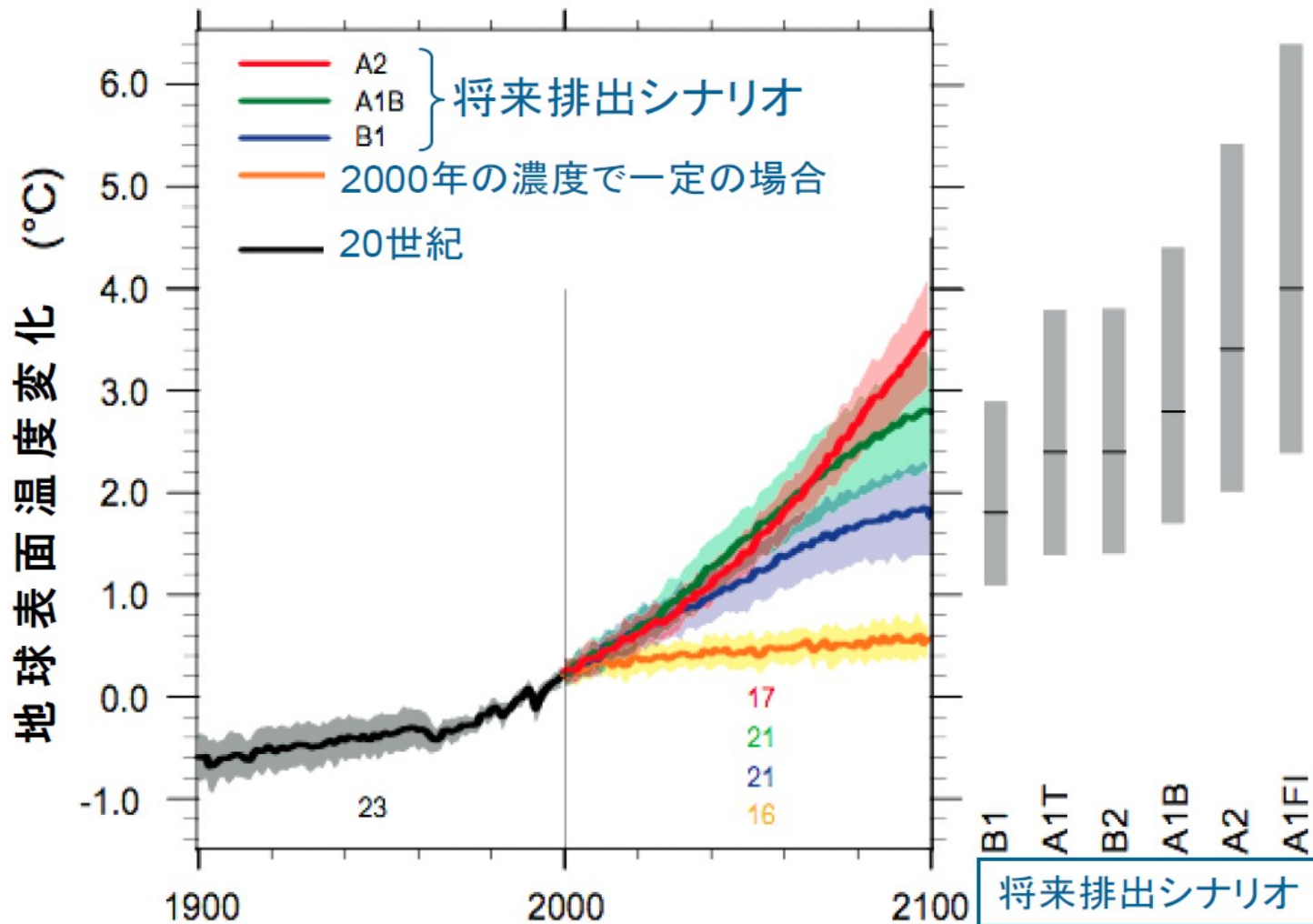


20世紀気候再現実験

全球平均地表気温—18世紀末からの変化



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

二酸化炭素排出量削減目標

- 京都議定書；2005年2月発効
- 2008年、日本におけるG8サミット
 - 2050年までに世界で50%削減（深刻な気候変動を回避するために不可欠）
- 2009年7月、イタリアのラクイラにおけるG8サミット
 - 2050年までに世界で50%削減を達成するために、先進国で80%を削減
- 2020年までの中期削減目標
 - 日本；1990年度比25%(2005年度比30%)削減(鳩山首相)
 - (EU；13%削減、米国；14%削減)

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

Is Renewable Energy the Answer?

	USA	EU	Japan
Total electricity generation (TWh) (A)	4272	3316	1091
Renewable energy* (TWh) (B)	117	184	27
B/A	2.7%	5.5%	2.5%

For the year 2006

*Total of biomass & waste, wind, geothermal, solar and tide & wave.

Source : World Energy Outlook 2008, OECD/IEA

Not quite...

Is Renewable Energy the Answer?

	USA	EU	Japan
Total electricity generation (TWh) (A)	4272	3316	1091
Renewable energy* (TWh) (B)	409	492	113
B/A	9.6%	14.8%	10.4%

For the year 2006

*Total of hydro, biomass & waste, wind, geothermal, solar and tide & wave.

Source : World Energy Outlook 2008, OECD/IEA

Not quite...

新エネルギーは理想的だが十分ではない

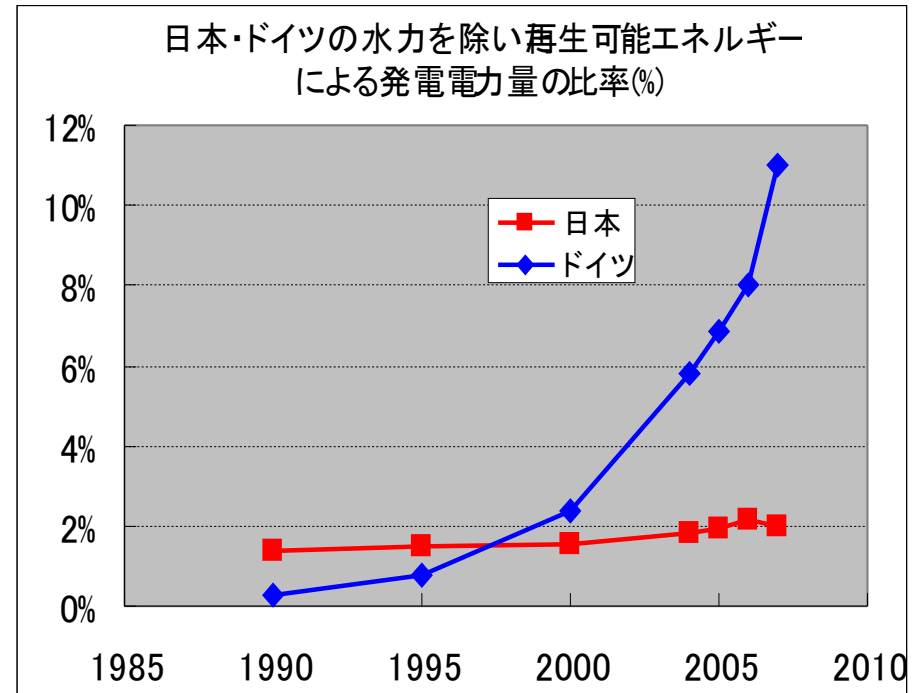
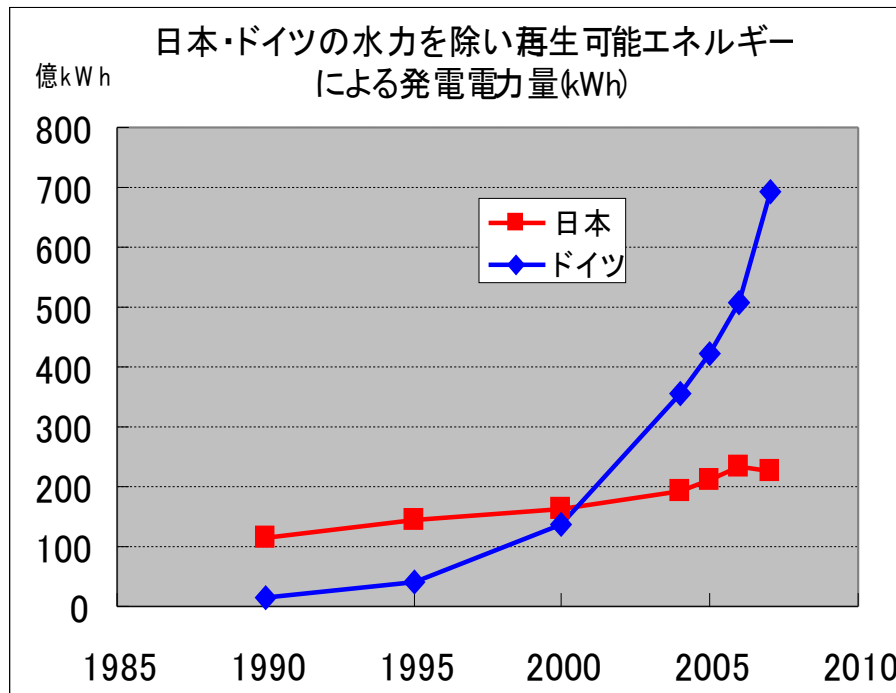
全電力供給に対する新エネルギーからの電力の割合(2006年)

国名	新エネルギーからの電力/ 全電力(%)
日本	2.14
アメリカ	2.45
イギリス	3.43
フランス	1.08
ドイツ	8.03
イタリア	4.43
スペイン	8.63
スウェーデン	6.52

注:新エネルギーは、再生可能エネルギーから水力を除いたものとした

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

日本の新エネルギー総量の 一次エネルギー総供給量に対する割合

2000	2002	2005	2010現行対策	現行大綱目標
1, 2	1, 8	2, 0	2, 7	3, 0

再生可能エネルギーの導入実績と見通し

「長期エネルギー需給見通し」 (2008年5月)

		2005年度 実績	2020年度	
			現状固定ケース	最大導入ケース
発電設備容量 (万kW)	太陽光発電	142	573	2,865
	風力発電	108	403	491
	廃棄物・バイオマス発電	223	424	350

(参考) 新エネルギー導入の見通し (原油換算百万kL)

発電分野	太陽光発電	0.35	1.40	7.00
	風力発電	0.44	1.64	2.00
	廃棄物・バイオマス発電	2.52	4.76	3.93
熱利用分野	バイオマス熱利用	1.42	2.90	3.30
	その他	6.87	6.63	7.63
新エネルギー計		11.60	17.33	23.86
一次エネルギーに占める割合		2.0%	2.7%	4.3%

発電設備容量は「第2回低炭素電力供給システムに関する研究会 (H20.8.8)」資料より

「その他」には、「太陽熱利用」、「廃棄物熱利用」、「未利用エネルギー」、「黒液・廃材等」が含まれる。「黒液・廃材等」の導入量は、エネルギー需給モデルにおける紙パ野生産主意順に依存するため、モデルで内生的に試算された。

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CO₂が増す

エネルギー密度が低い 大きい面積が必要

仮に、総発電量を太陽光で全量賄うとすれば、16,172km²必要で、東京都、神奈川県、埼玉県、千葉県を合計した面積より大きい。

$$1.19兆kWh \div 73.58kWh/m^2 = 16,172km^2$$

*ただし、蓄電池のロスは考慮していない。

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

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CO₂の排出量を減らすにも

5-1 世界の原子力の利用度

5-2 これ程利用している現実に着目せよ

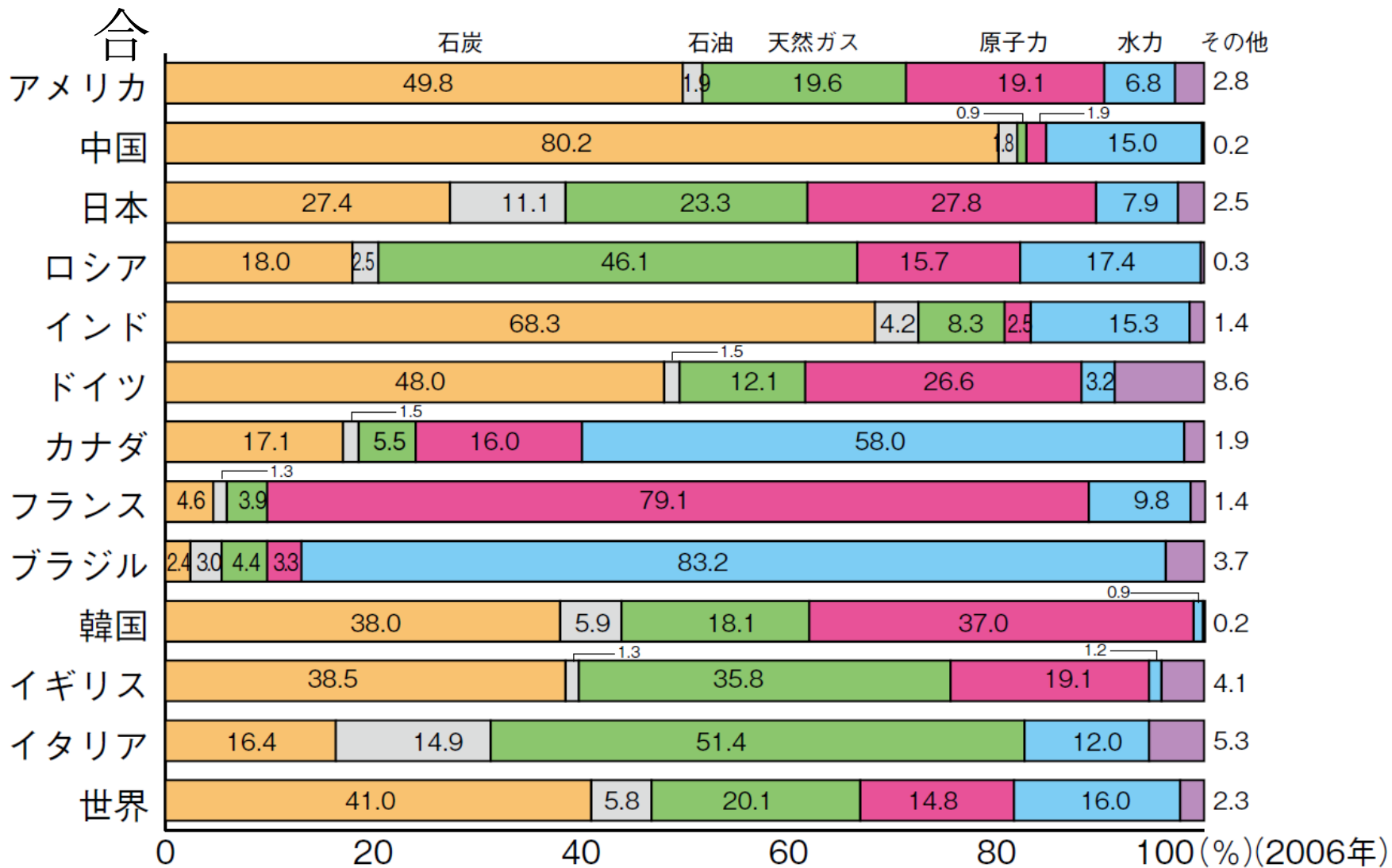
5-3 MOX燃料をどんどん使用せよ

ドイツですら沢山燃やしている

5-4 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おける原子力発電の割合

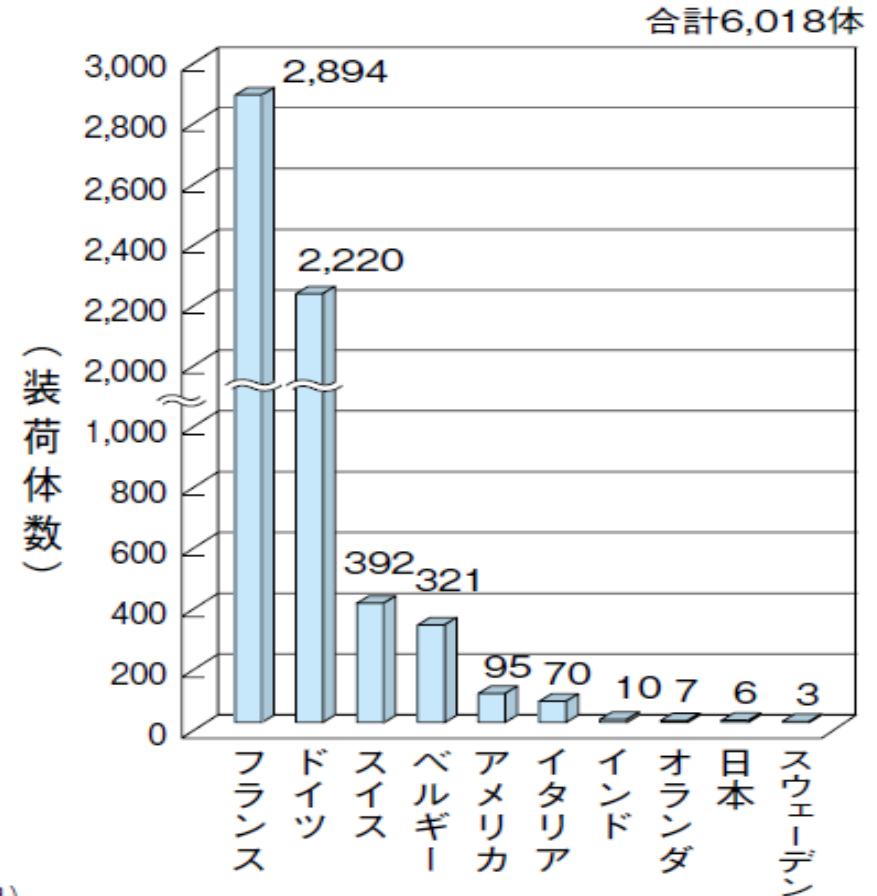
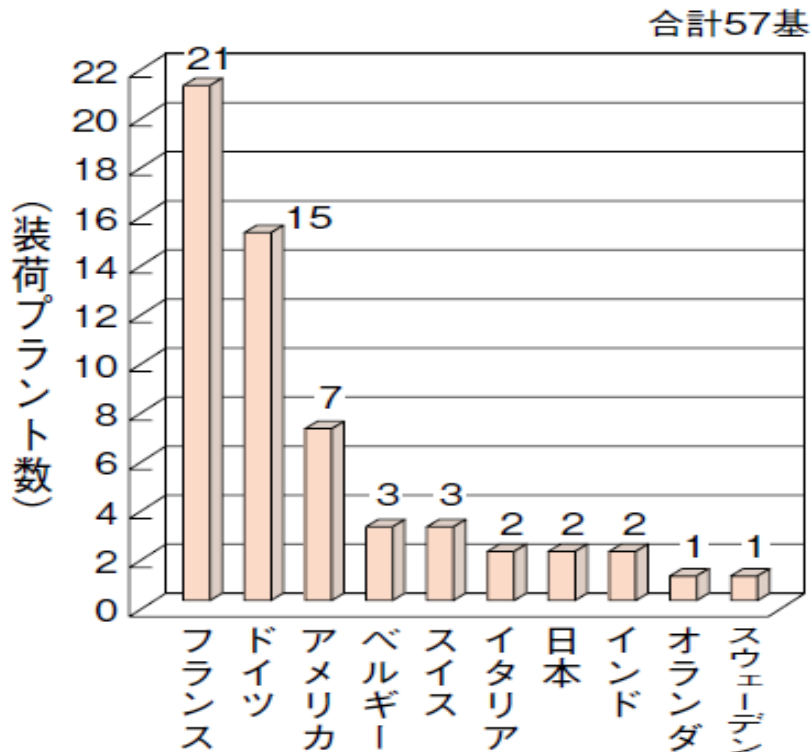


(注) 四捨五入の関係で合計値が合わない場合がある。

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

世界の軽水炉におけるMOX燃料の使用実績

(2007年12月現在)



(注1) 日本では軽水炉以外にATR「ふげん」で772体の使用実績がある。(2003年3月)

(注2) フランス(20プラント)、ドイツ(10プラント)、スイス(3プラント)、ベルギー(2プラント)、アメリカ(1プラント)では、2007年12月現在もMOX燃料を使用中である。

出典：資源エネルギー庁「原子力2008」

※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。

1986年のチェルノブイリのような事故は
絶対起すな

原子力発電についての長い経験から
学んだ安全性を更に強化せよ

世界諸国の世論の動き（2005年から2008年）

世論調査による「原子力発電に賛成」の推移

	2005	2008	変化
英国	44%	50%	+6
フィンランド	58%	61%	+3
イタリア	30%	43%	+13
ドイツ	38%	46%	+8
米国	54%	59% (2009)	+5

出典: European Commission EB, 6. 2008 and GALLUP POLL 2009, USA

スウェーデン: 1980年、国民投票の結果を受けて、2010年までに全廃を決定。2006年に発足した現政権は2010年の全廃を撤回し、当初25年とされた既存発電所の寿命を40-60年まで延命を決定、現在、出力増強工事中。

イタリア: 1987年、国民投票の結果を受け、発電所の全廃と新設の凍結を行った。2008年に発足したベルルスコーニ政権は、凍結解除を実施。

日本政府に対して 新相原子力発電所建設の技術協力を要請

わが国の原子力発電に対する世論

< 世論調査結果 (政府実施, 1999年・2005年) >

1. 原子力発電の推進

- 原子力発電は増えるべきだ
- 原子力発電は現状を維持するべきだ
- 原子力発電は廃止すべきだ

2005年調査	1999年調査
55.1%	42.7%
20.2%	27.2%
17.0%	21.5%
24.8%	25.4%
65.9%	68.2%

2. 原子力の安全性

- 原子力発電は安心である
- 原子力発電は不安である

「多くの人が原子力発電の必要性を認識しているが、原子力発電を不安に思っている」

日本の原子力発電に関する世論調査、 政府実施、2005年12月

1. 原子力発電の推進

	2005年調査	1999年調査
• 原子力発電は増えるべきだ	55.0%	43%
• 原子力発電は現状を維持するべきだ	20.2%	27%
• 原子力発電は廃止すべきだ	17.0%	22%

2. 原子力の安全性

• 原子力発電の安全性は不確実だ	24.8%	25.4%
• 原子力発電の安全性は確保されている	65.9%	68.2%

「過半数が原子力発電の必要性を認識しているが、その安全性には確信を持っていない」

グリーンピースの共同創設者、 パトリック・ムーア博士

- 「私の考え方は変わった。原子力エネルギーは、増大する世界のエネルギー需要を満たしながら、化石燃料に効果的に代替しうる、温室効果ガスを排出しない唯一の電力源だからである」
(IAEA広報誌、2006年9月)

パブリック・アクセプタンスを
高める。



世界の原子力発電動向—1

1. **イタリア**が原子力発電計画の開始を決定（2008年5月）
2. **湾岸諸国**が原子力発電に強い関心を表明、国際原子力会議（2008年5月、バーレーン）
3. **英国**が原子力発電所計画の復活を決定
4. **米国**が2016年までに4基から8基の新規原子力発電プラントを稼動予定
5. **トルコ**が2012年までに3基の原子力発電プラント、計5GWを稼動予定（2006年）
6. **ポーランド**が2基の原子力発電プラントを2020年までに稼動予定（2009年1月）
7. **スウェーデン**が過去の反原子力政策を撤回、10基の原子力発電プラント追加建設を計画（2009年2月）

アジアにおける原子力発電計画—1

- **Bangladesh** : ループル原子力発電プラント・プロジェクトの早期実現 (600MWを2基)、原子力発電は国策。
- **中国** : 稼働中原子力発電プラント11基 (計9GW)、建設中原子力発電プラント8基、2020年時点で総計40GWを計画 (発電設備容量の4%)
- **インド** : 原子力発電プラント15基で3.4GW、2020年までに25GWから30GWを増設。これには2010年までに建設する0.5GWの高速増殖炉が含まれる。

アジアにおける原子力発電計画—2

- インドネシア：原子力発電プラント2基（各1GW）、2015年から2017年に予定、原子力発電所計画の大統領最終決定は2009年の大統領選挙後に行われる。
- 韓国：20基の原子力発電プラントが稼働中、建設中6基、計画中2基
- フィリピン：バターン原子力発電プラント（620MW）は1987年以降休止状態であるが、再稼働（2009年）を目指しIAEAの査察を受けてきた。
- タイ：2020年に2GW、2021年に2GWを計画
- ベトナム：4GWの原子力発電を2020年に計画、2009年に包括的実現可能性調査を開始。
- マレーシア：原子力発電プラントの実現可能性を検討中

米国大統領のバラック・オバマは4月、核兵器のない世界の平和と安全を追求する米国の決意を強調した。

私は長年抱かれてきた核兵器の廃絶という理想が世界に広まりつつあることを嬉しく思う。

原子力の平和利用のためIAEAを強化せよ

天野之弥事務局長を支持しよう

私は、原子力の平和利用は二つの差し迫った危機、化石燃料の枯渇、即ちエネルギー危機と、地球温暖化という危機を解決するために不可欠であると信じる。

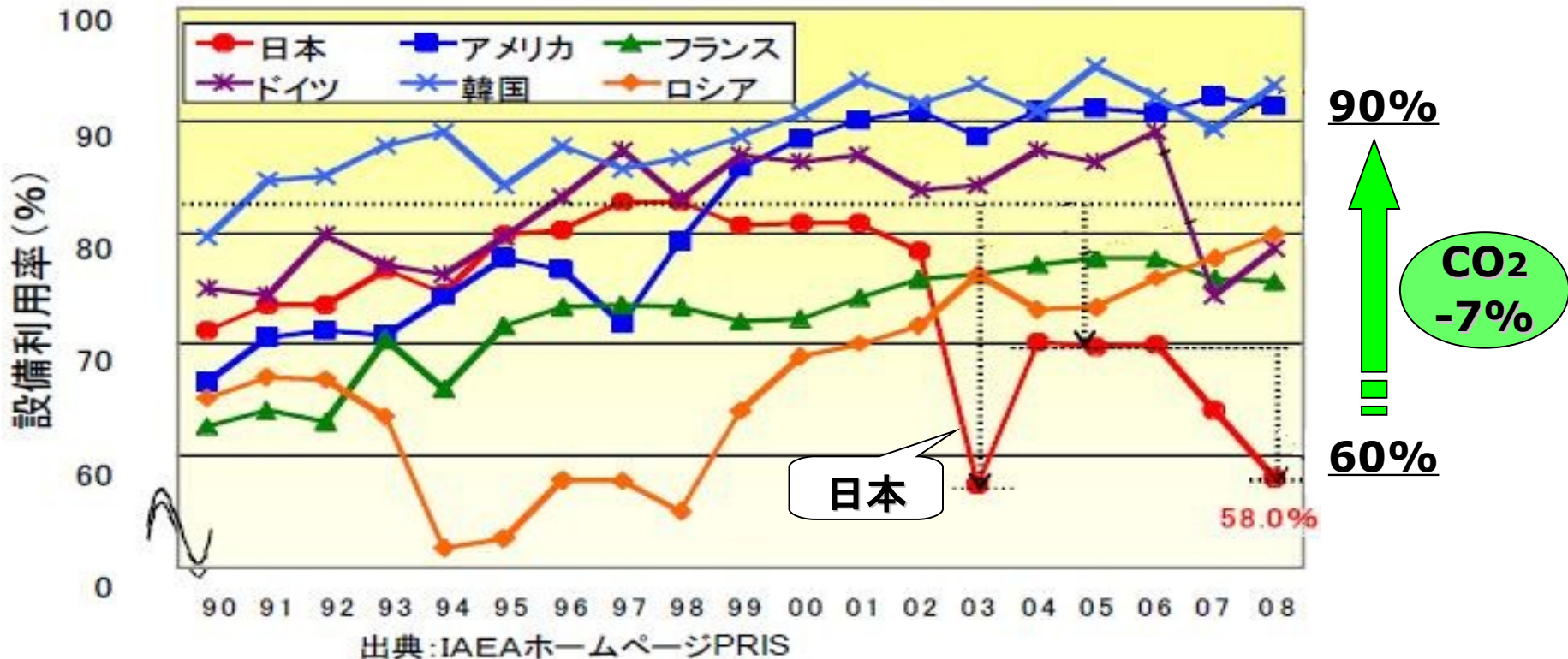
これはまさに原子核物理学者や原子力技術者たちができる人類社会への偉大なる貢献である。

科学や技術は人類の福祉のためにのみ用い、絶対に武器として用いるな。

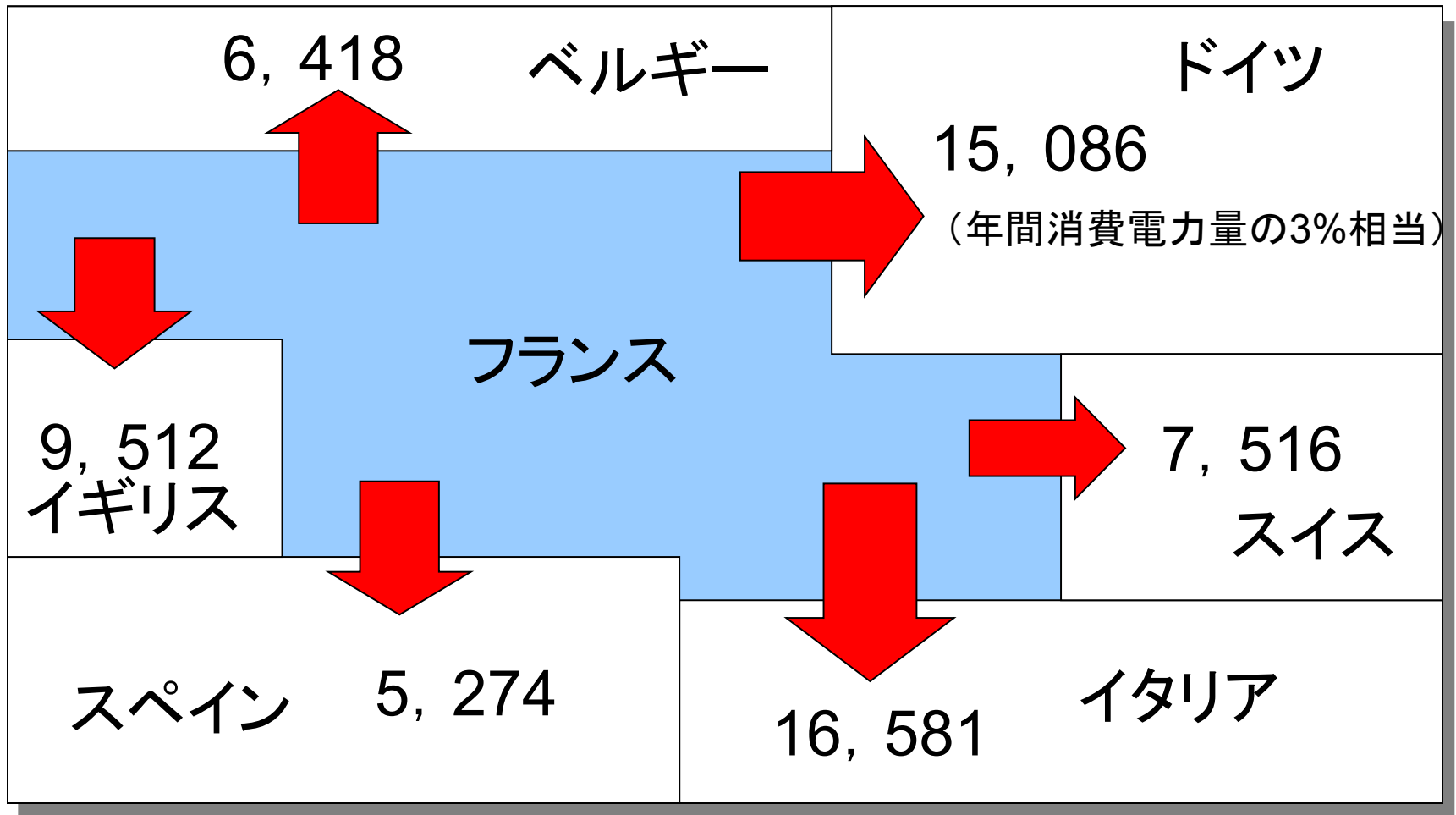
設備利用率の向上

- これまで日本は、最高でも80%程度で頭打ち、欧米諸国、韓国は、90%台も
- 安全前提の既存原子炉の稼働率改善は、CO₂排出削減・作業者の被曝量減少に有効
- 日本の原子力発電所稼働率1%向上は、CO₂ 300万tの削減に相当(日本の総排出量の0.2%)
⇒ 稼働率を90%にすれば、CO₂を7%削減できる

世界の設備利用率との比較



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2007)

日本の電力の総発電量 …1. 19兆kWh(生産量) H19年

日本の一次エネルギー消費量 …5. 3億t(原油換算)H18年

(電気エネルギー換算→6. 1兆kWh)

【計算】

$$\begin{aligned} \text{全太陽電池総発電量(年間)} & 3(\text{kW}) \times 8760(\text{h/Y}) \times 0.12 \times 26500000 \\ & = 836 \text{億kWh/Y} \end{aligned}$$

日本の電力総発電量に占める割合 …7%といったところ(約7.0%)

$$836 \text{億kWh} \div 1.19 \text{兆kWh} = 0.07$$

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%)

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

仮に、総発電量を太陽光で全量賄うとすれば、16,172km²必要で、東京都、神奈川県、埼玉県、千葉県を合計した面積より大きい。

$$1.19 \text{兆kWh} \div 73.58 \text{kWh/m}^2 = 16,172 \text{km}^2$$

*ただし、蓄電池のロスは考慮していない。