

地球環境・エネルギー・原子力 －日本の国際貢献－



「かけがえのない地球」

原子力委員

前・国際原子力機関(IAEA)事務次長

前・日本原子力研究所 高崎研究所長

町 末男

知っていますか？

1. 日本のエネルギー自給率は何%か、食料の自給率は？

4% , 40%

2. 中国での1人当りの電力使用量を日本と比べると？

1/6

3. 国連の専門職の中の日本人は何%か？

18.3%

4. 15歳以上の人で読み書きのできない人(非識学者)は世界にどの位いるか？

8億人

5. 京都議定書を知っていますか？

エネルギーと生活

- 日常生活 - 電気、ガス、ガソリン
空調、料理、家事、自動車、医療
- 産業 - 電気、ガス、石油
生産工程、輸送
- 農業・漁業 - 太陽光、電気、石油
肥料、温室

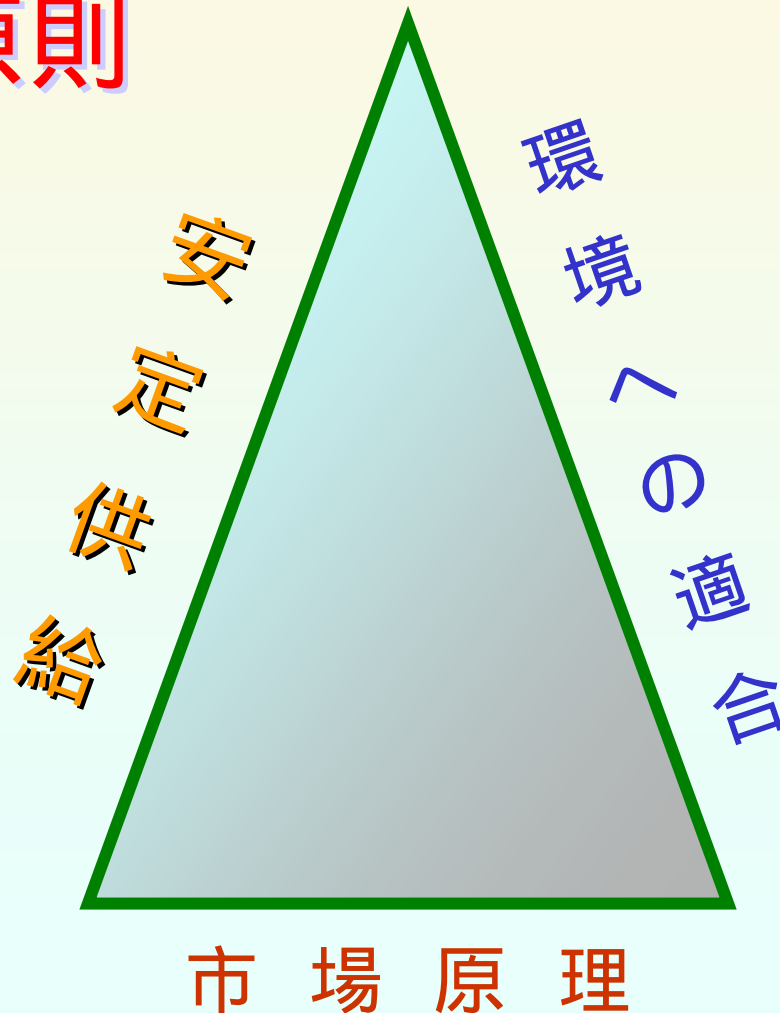
電気を消費する東京の夜



日本のエネルギー政策基本法

2002年に成立

3つの原則



エネルギー安定供給が基本

エネルギー自給率 4%

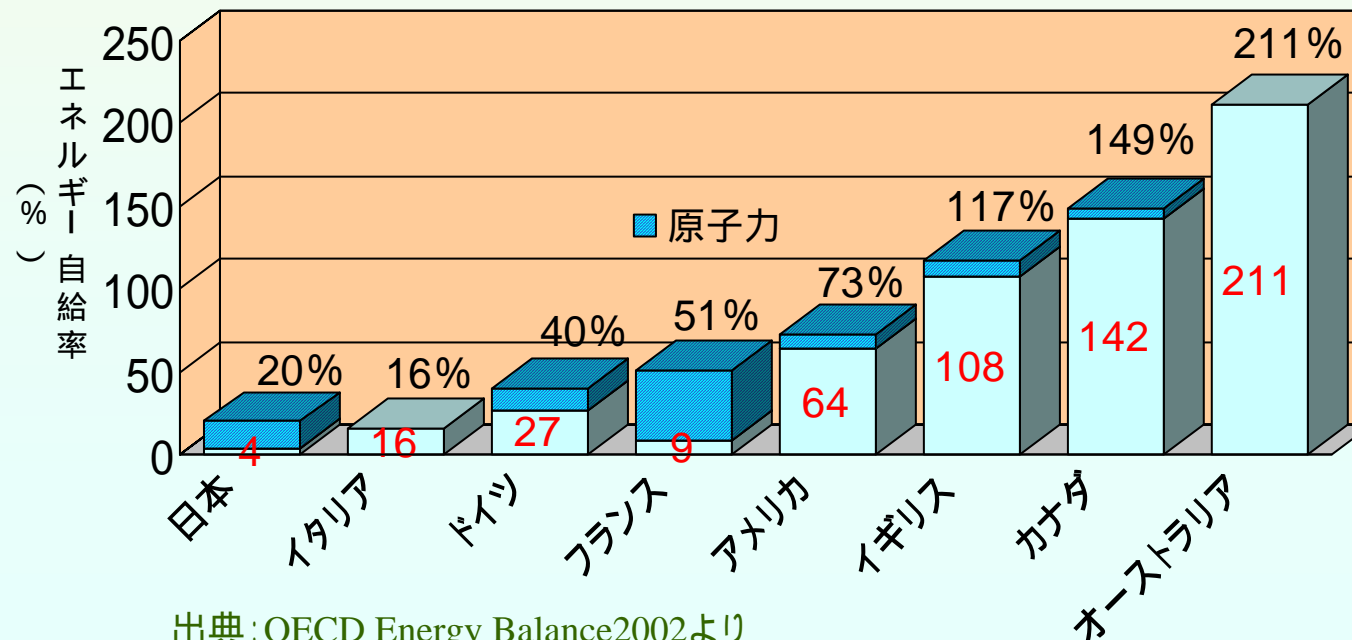
(原子力を準国産として自給率20%)

石油依存度 52%

石油の89%を中東に依存

脆弱なエネルギー
供給構造

先進国のエネルギー自給率



世界のエネルギー消費は急速に増える

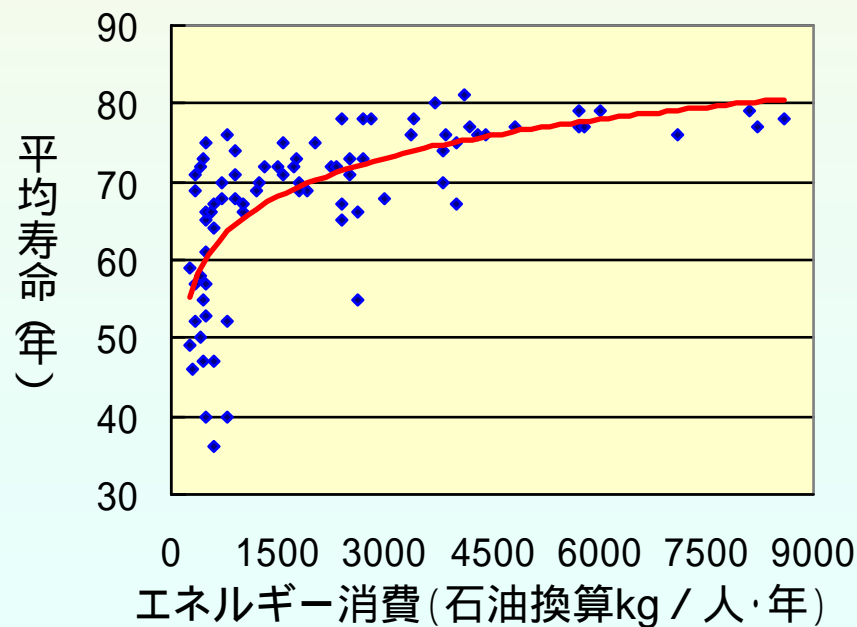
貧困の撲滅に向けてエネルギーが必要

貧困層(1日1ドル以下で生活)は16億人、

電気のない暮らし17億人

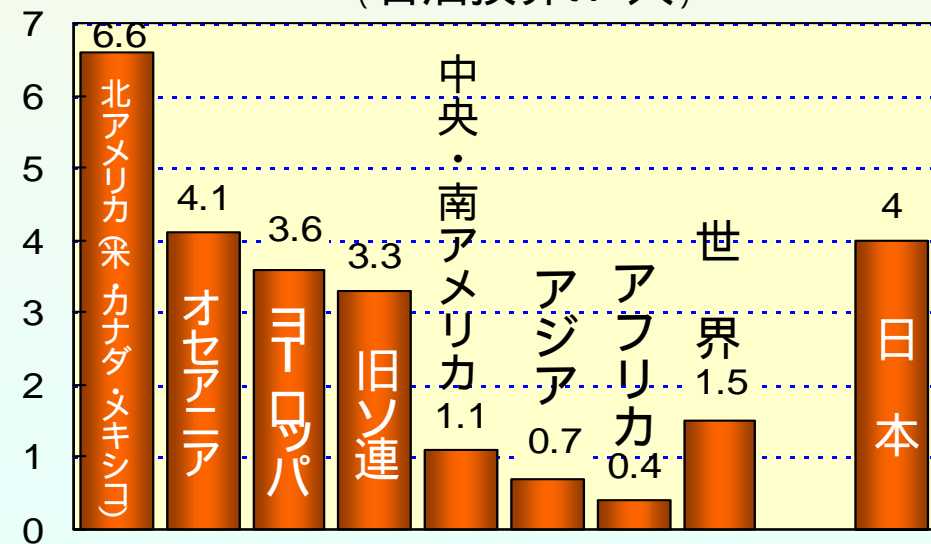
先進国ー世界人口の20-23%でエネルギーの50%を消費

平均寿命と一人当たりのエネルギー消費量



出典：第36回原産年次大会資料

一人当たりのエネルギー消費量
(石油換算t / 人)



出典：BP統計2002、世界の統計2002

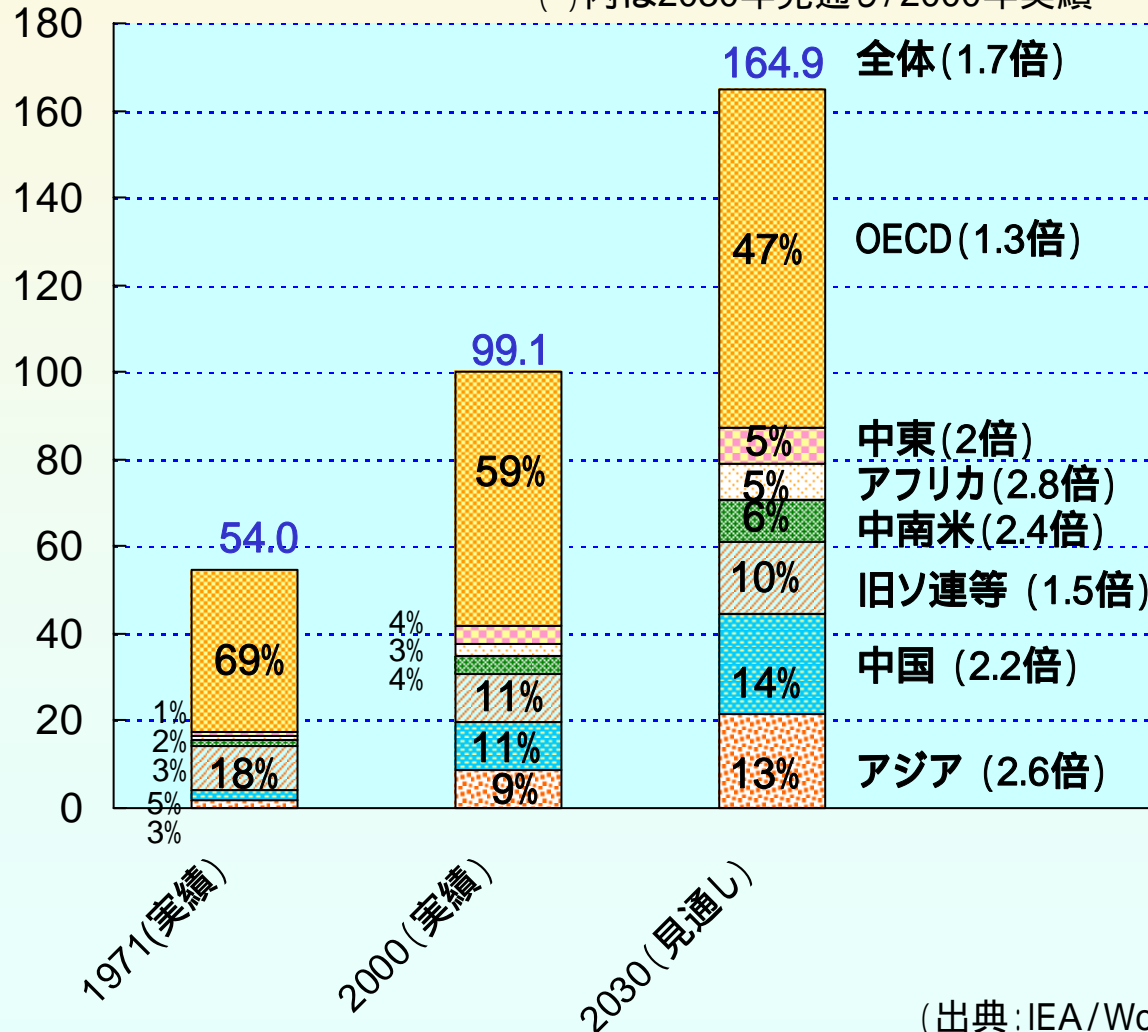
世界のエネルギー消費は急速に増える

エネルギー消費が最も大きいのはアジア地域

過去30年の平均: 5.2% / 年、 世界平均: 2.1% / 年

(原油換算億kl)

() 内は2030年見通し/2000年実績



(出典: IEA/World Energy Outlook 2002)

エネルギー源は化石燃料が87%で圧倒的

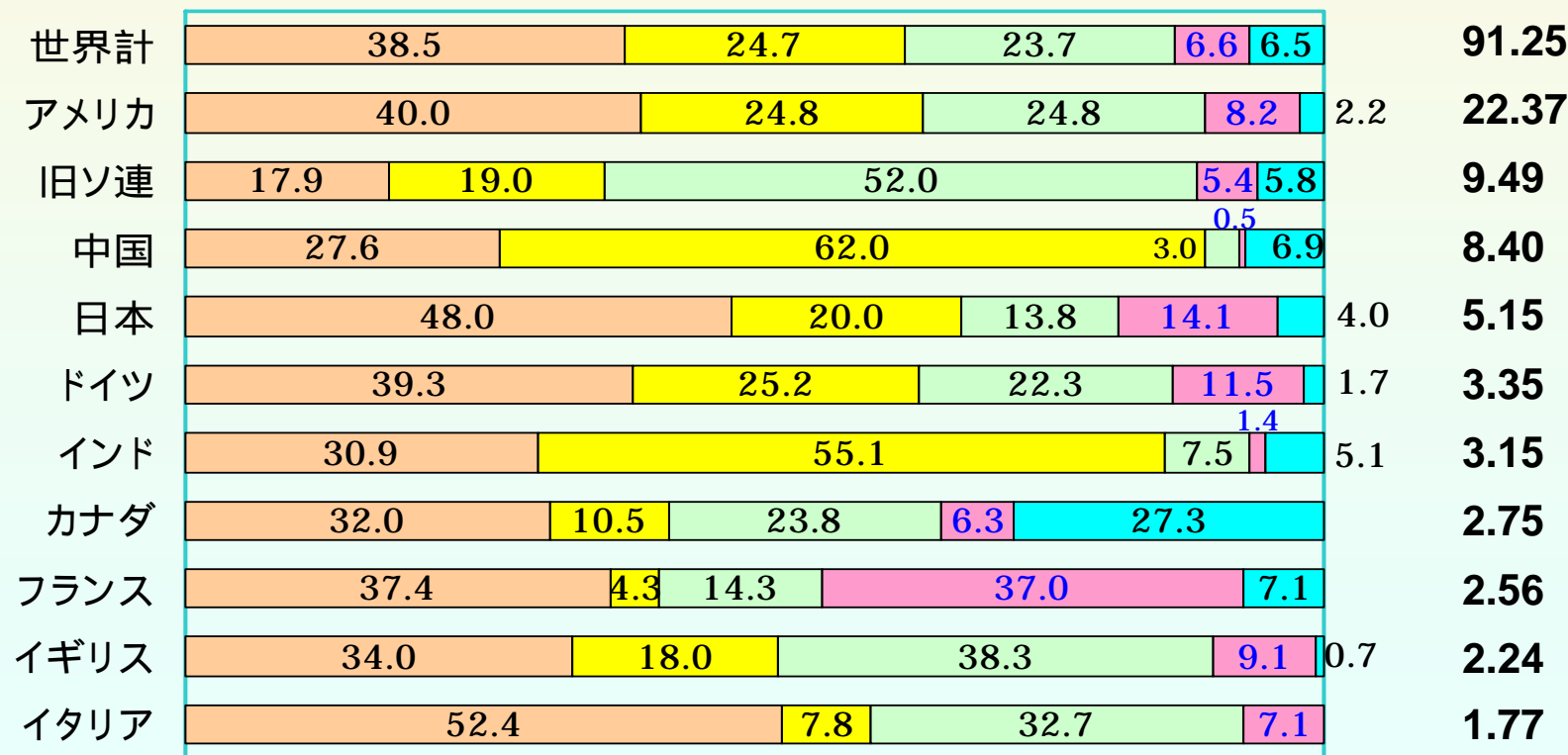
日本は世界4位のエネルギー消費国

中国は石炭、旧ソ連は天然ガスが主要エネルギー源

フランスは原子力が37%と高い

一次エネルギー消費量
(石油換算億トン)

■ 石油 ■ 石炭 ■ 天然ガス ■ 原子力 ■ 水力



0%

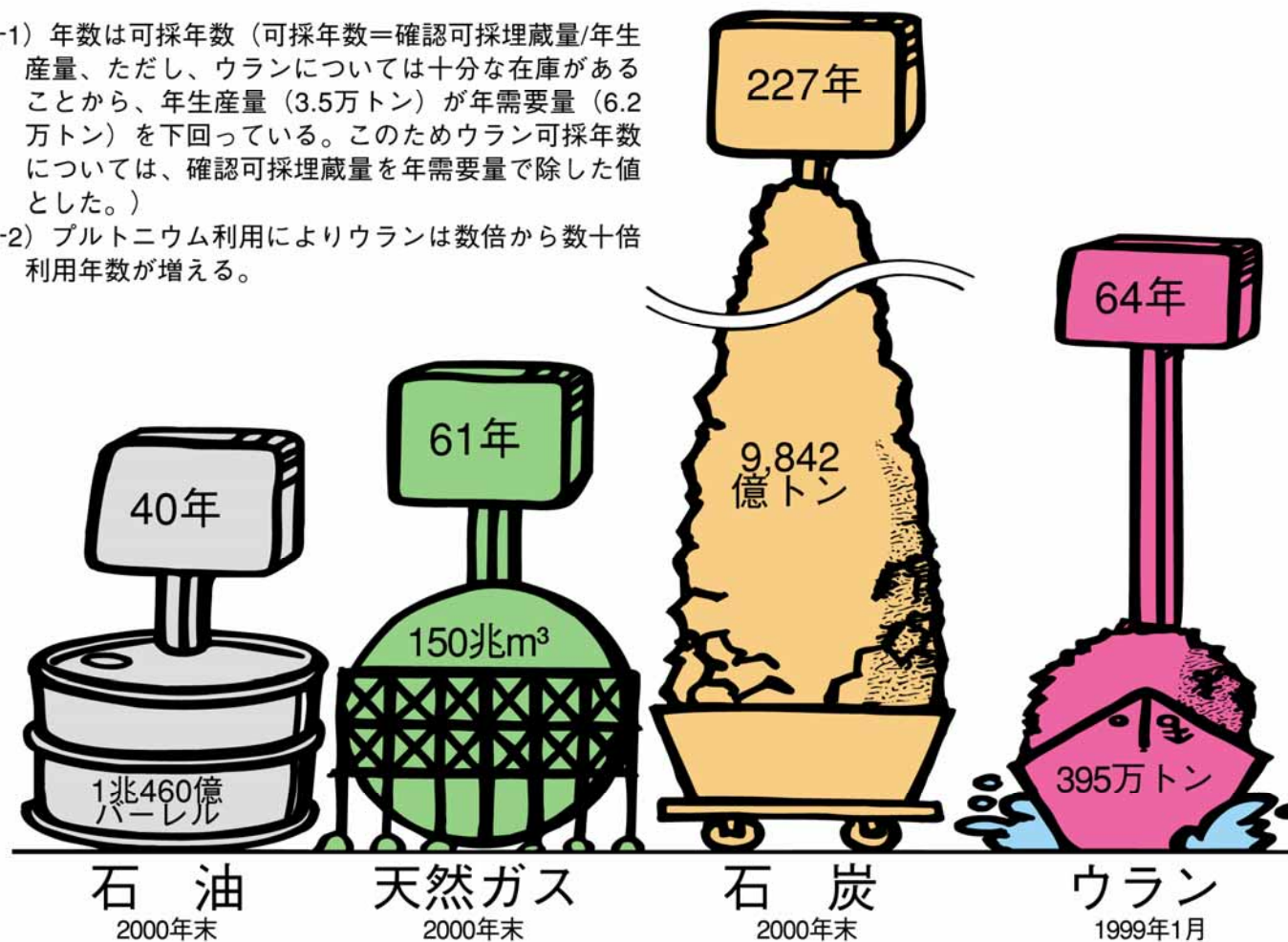
100%

エネルギー資源はいつまで確保できるか(1)

世界のエネルギー資源確認埋蔵量

(注-1) 年数は可採年数（可採年数＝確認可採埋蔵量/年生産量、ただし、ウランについては十分な在庫があることから、年生産量（3.5万トン）が年需要量（6.2万トン）を下回っている。このためウラン可採年数については、確認可採埋蔵量を年需要量で除した値とした。）

(注-2) プルトニウム利用によりウランは数倍から数十倍利用年数が増える。



出典：総合エネルギー統計(平成13年度版)

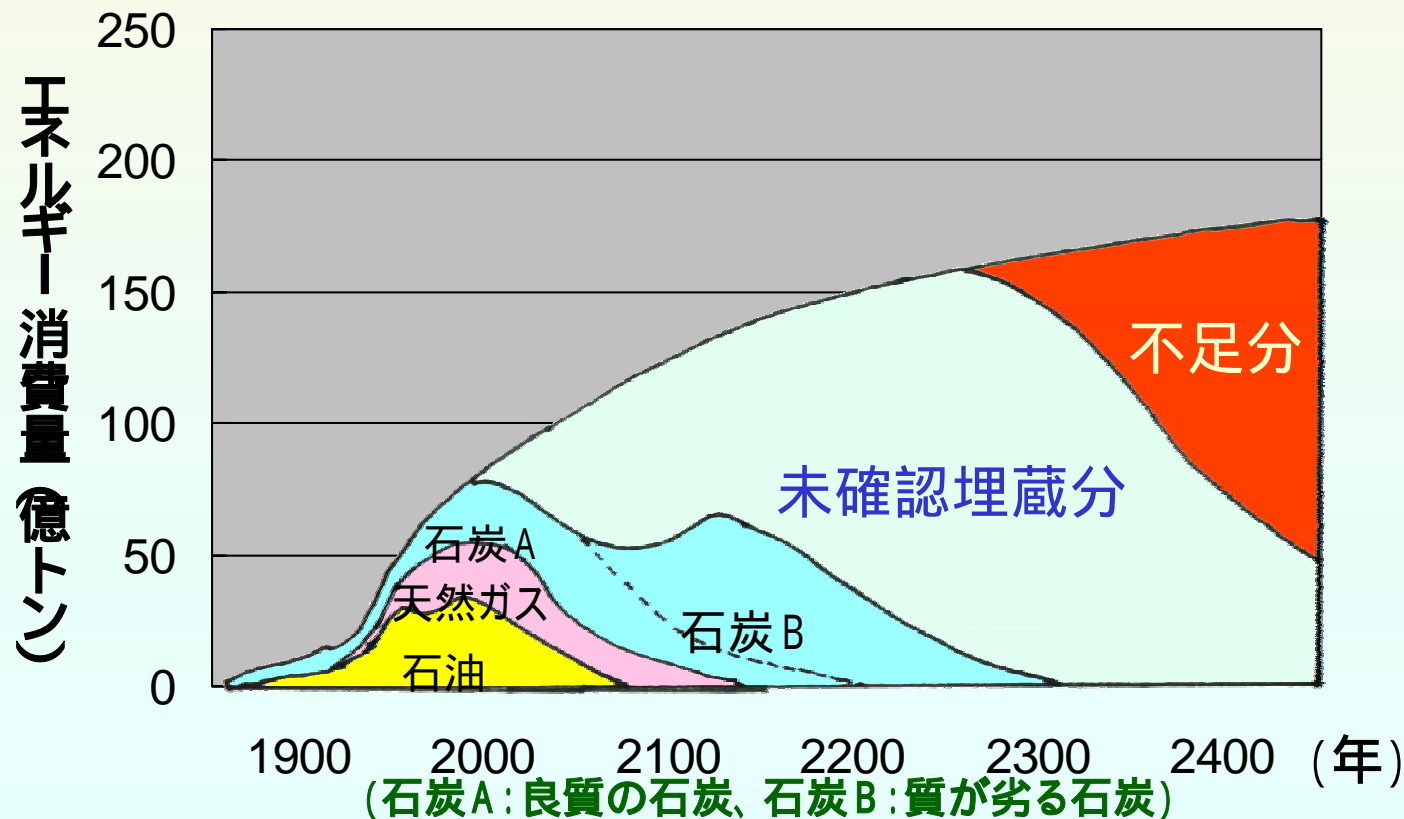
エネルギー資源はいつまで確保できるか(2)

石油埋蔵量 2015年ピーク

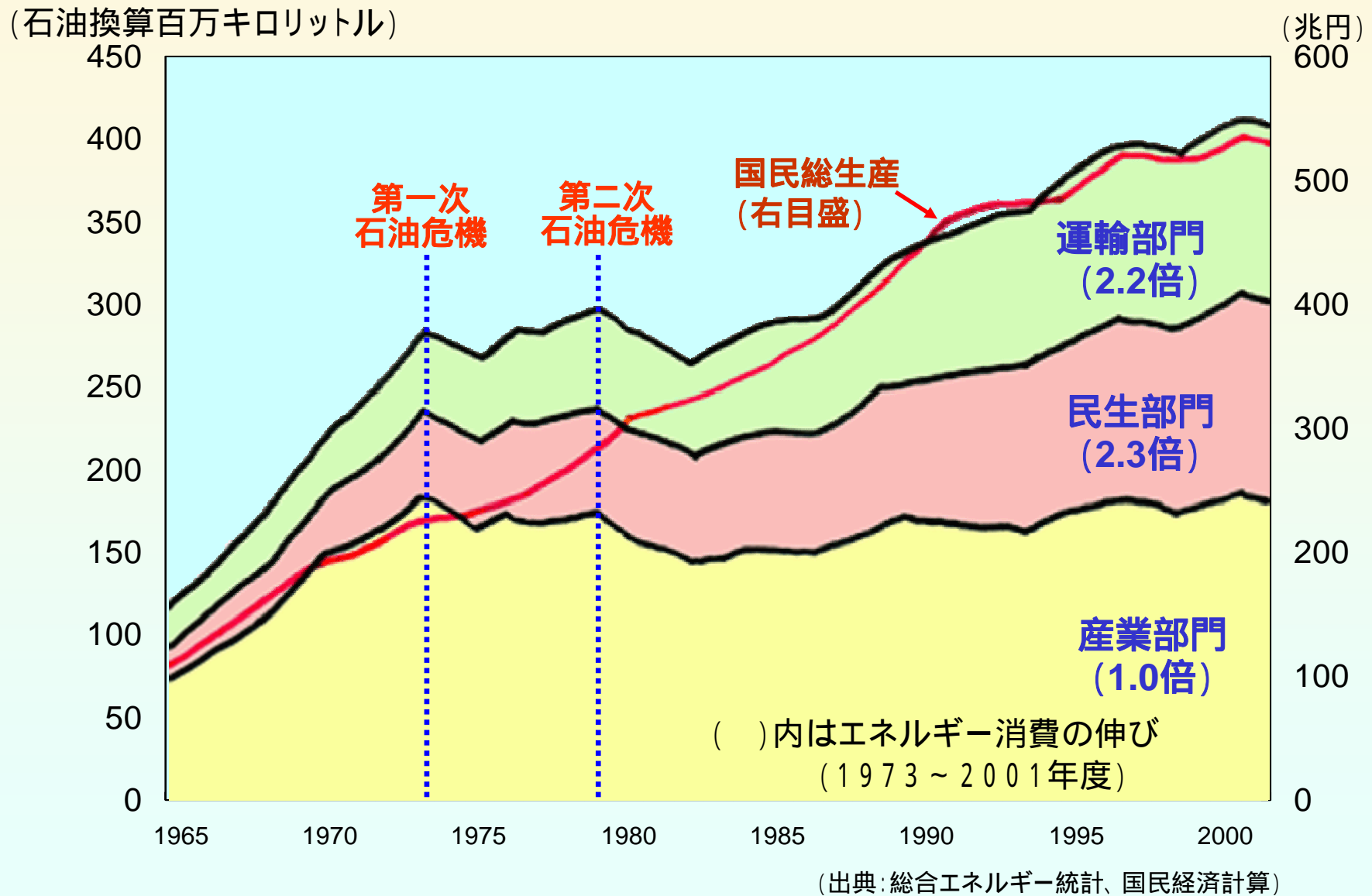
天然ガス埋蔵量 2030年ピーク

石炭は23世紀まで

超長期にみた世界のエネルギー需要と化石燃料の供給曲線



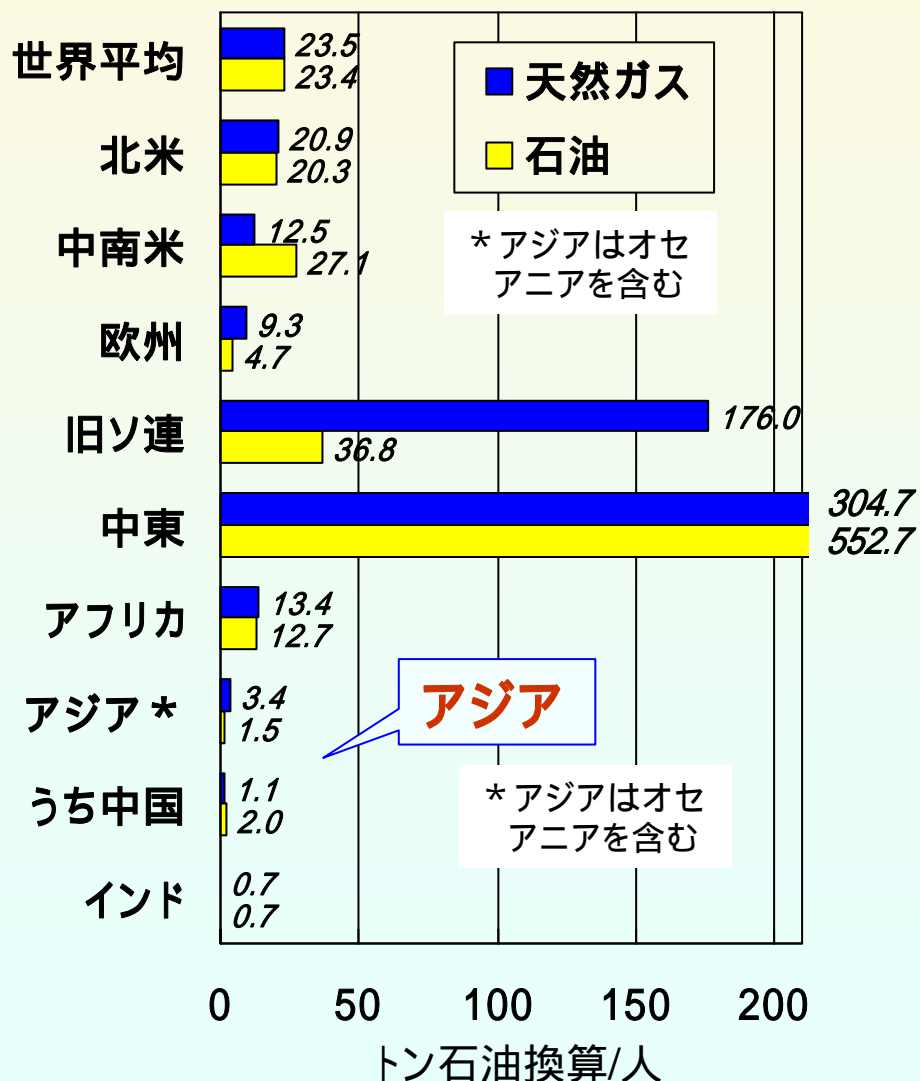
日本のエネルギー消費の推移



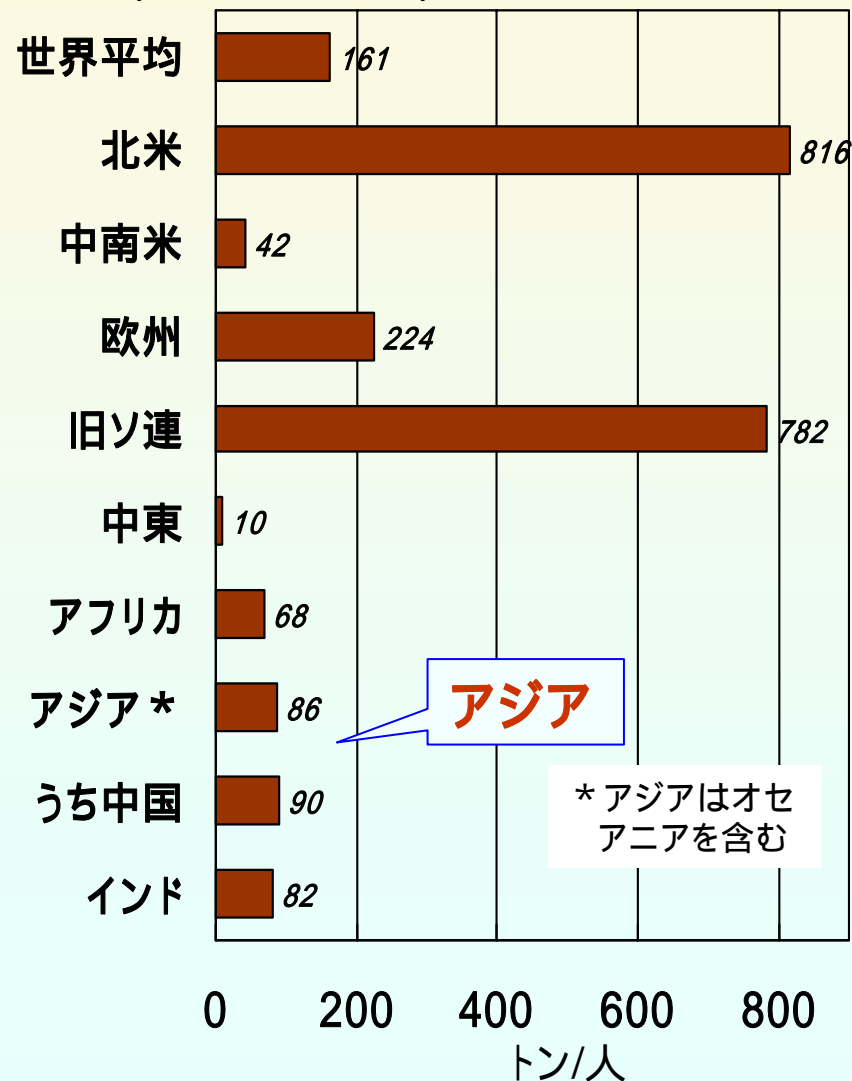
日本の人口1人当りの化石燃料の確認埋蔵量(地域別)

EDMC/エネルギー・経済統計要覧2004年版(日本エネルギー経済研究所)の人口データ(2001年)及び確認可採埋蔵量データ(2002年末)から作成

石油と天然ガスの確認可採埋蔵量



石炭(全炭種合計)の確認可採埋蔵量



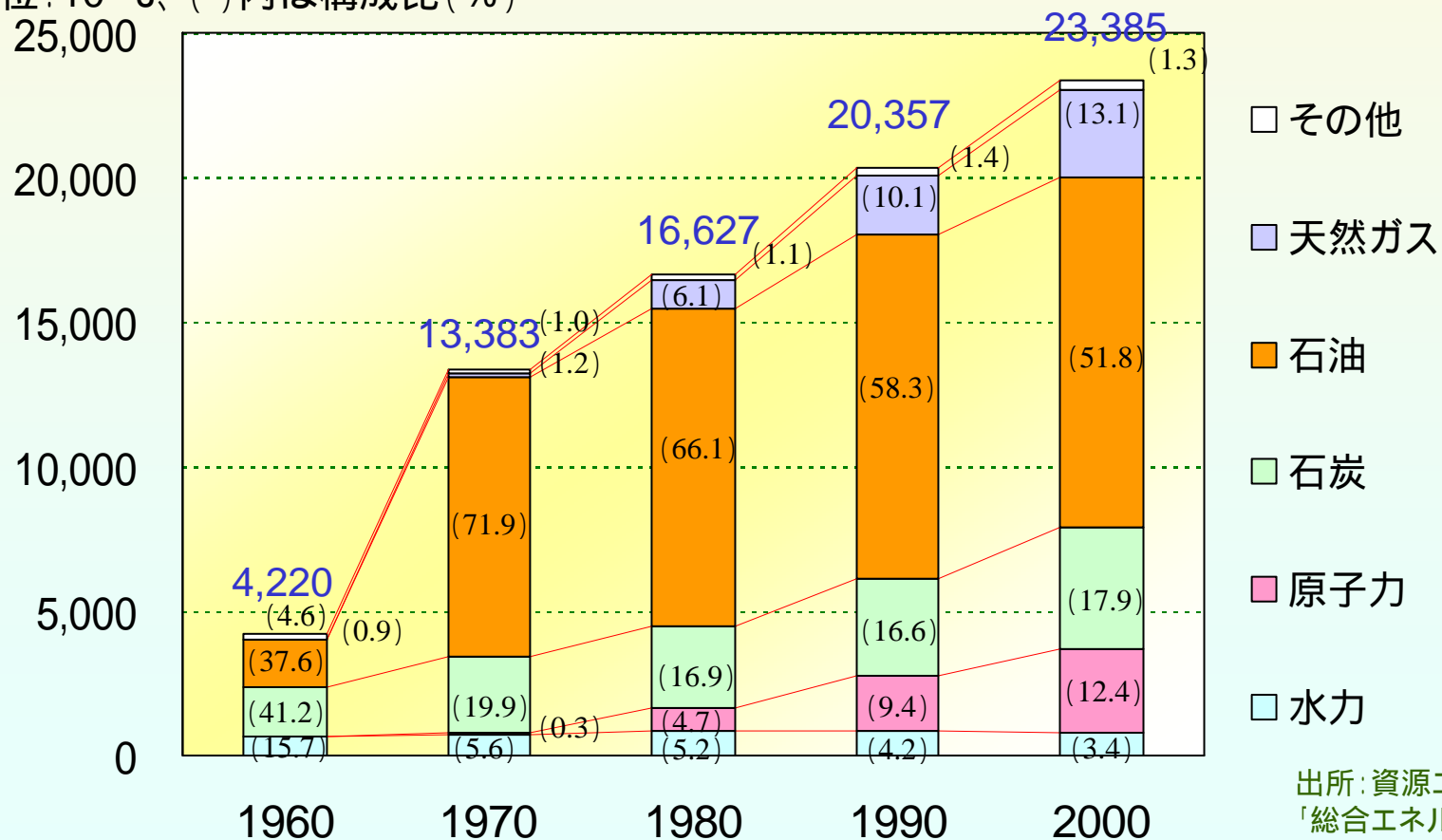
石油依存度を減らす

エネルギー危機(1973年)の苦い経験
天然ガスと原子力が増えている

石油の90%は
中東からの輸入

日本の一次エネルギー需要の推移

単位: 10^{15} J、()内は構成比(%)



出所: 資源エネルギー庁
「総合エネルギー統計」

エネルギー安定供給の対策

1. 石油などの輸入エネルギー

資源戦略

自主開発

供給源国の多様化

産油国との関係強化

2. エネルギー源の多様化

原子力一準国産エネルギー

新エネルギー(風力、太陽光、バイオマス)
高コストが問題

3. 備蓄: 石油、LPG

4. 省エネルギー

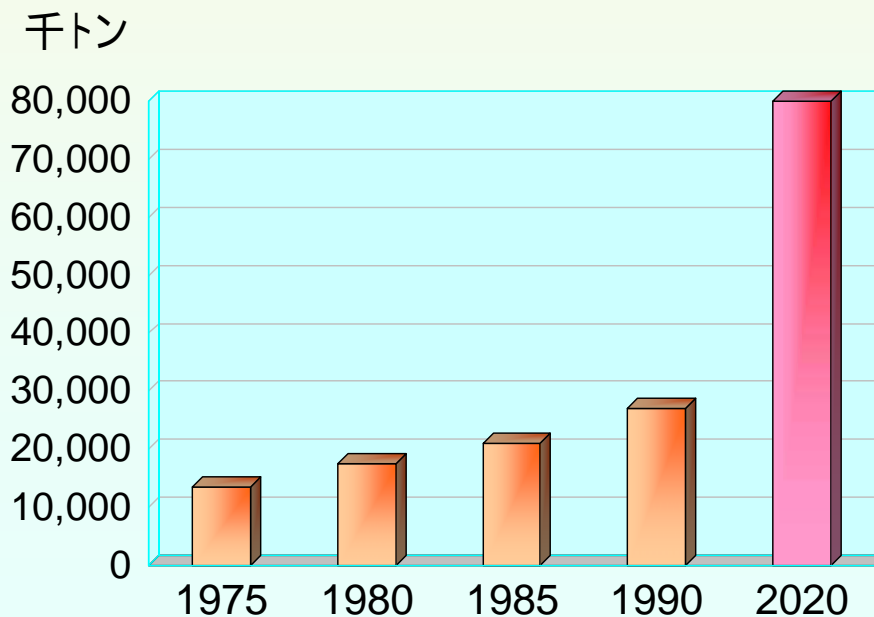
地球環境は悪化している

温暖化 - 石炭と石油が主因

酸性雨 - 森林・湖水の破壊 ~ 石炭が主因

化学薬剤(農薬・殺虫剤)による汚染

増えつつける亜硫酸ガス発生



(出典:世界銀行 RAINS-ASIAプロジェクト)

酸性雨の被害はとくに
途上国と東欧で深刻



酸性雨で枯れる森林

「かけがえのない地球」を守る

《つい最近の2つの出来事》

40度のフランスの猛暑

- 1万5千人の死者・心配な温暖化
(2003年7月)

日本の「トキ」絶滅

- 地球上の生物種20%が絶滅
の危機にある。環境汚染が原因
(2003年10月)



(「トキ」ウェブ資料館から)

地球温暖化による影響

温暖化でホッキョクグマ絶滅も

「**北極圏**では今世紀末までに平均気温が**最大7度上昇する**など、温暖化が急速に進み、ホッキョクグマやアザラシの絶滅や、大幅な海面上昇などの破局的な環境の変化が起こることが懸念されるとの調査報告書を、米国やノルウェーなど八カ国、約二百五十人の科学者チームが九日までに発表した。」



「今世紀末、7度上昇」

「報告書は、**氷が解けることで、氷によって反射される太陽エネルギーの量が減ってさらなる温暖化を招く**ことや、温暖化が成層圏のオゾン層の回復を遅らせることなども指摘。「温暖化による北極の生態系破壊は、**地球規模で深刻な影響をもたらす**」と警告した。」

(中略)「最悪の場合、**2070年夏には北極地方から氷が消滅する**との予測も併記した。」(後略)

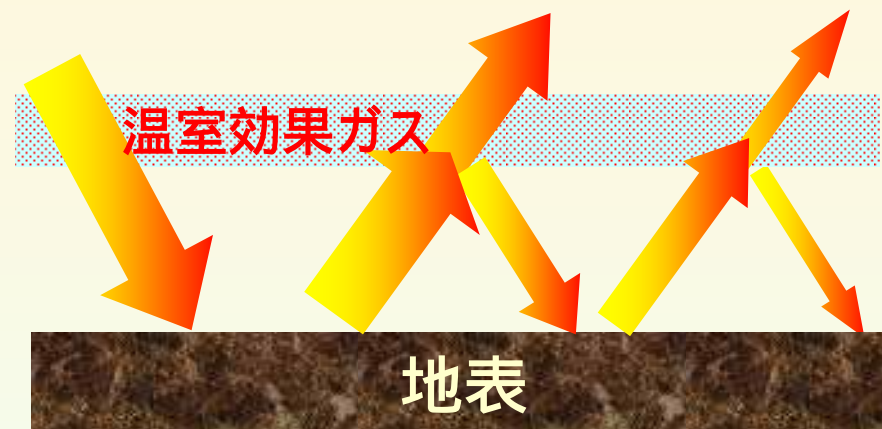
(2004年11月9日(火)東京新聞10面より引用)(下線は講演者記入)

地球温暖化は起きている

温室効果の原理



(温室効果がない場合)

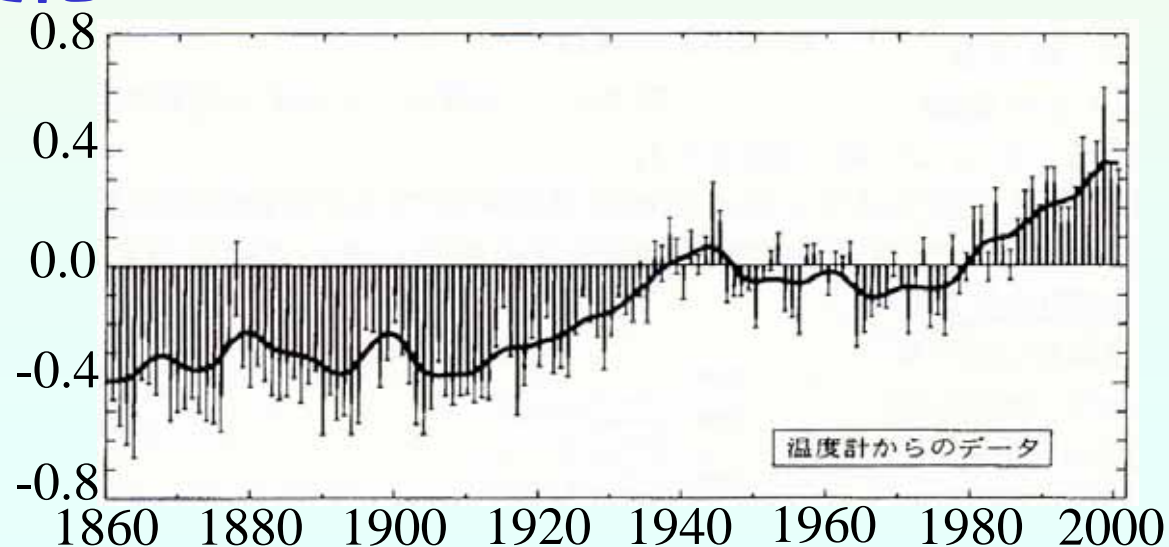


(温室効果がある場合)

地球表面温度の変化

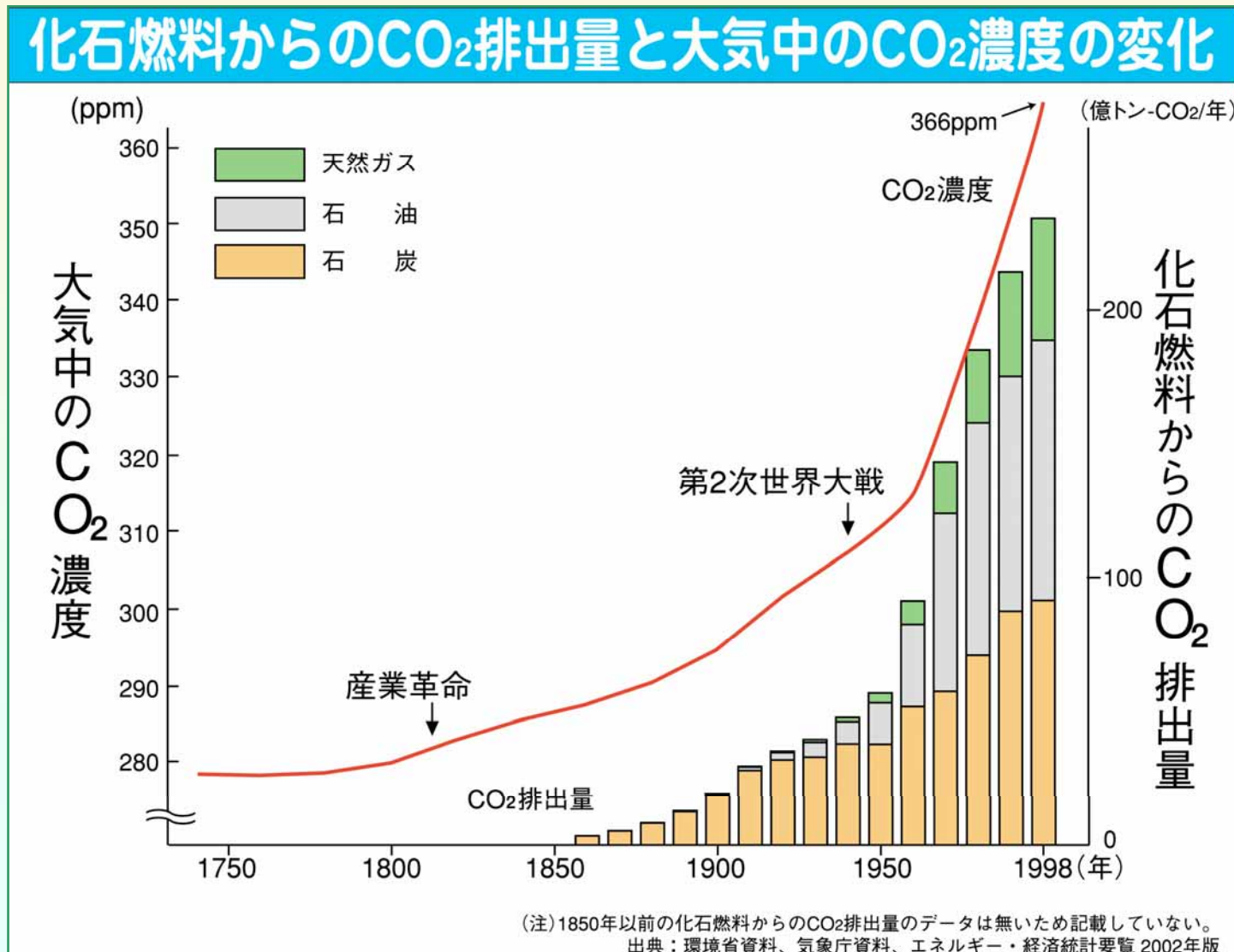
地表面温度の変化 (過去140年間)

出典: IPCC, *Climate Change 2001 Impacts, Adaptation and vulnerability*, Cambridge University Press (2001)



炭酸ガス発生量・濃度は増えている

産業革命、第2次世界大戦後が増え方が大きい



どうしたら炭酸ガス発生量が減らせるか

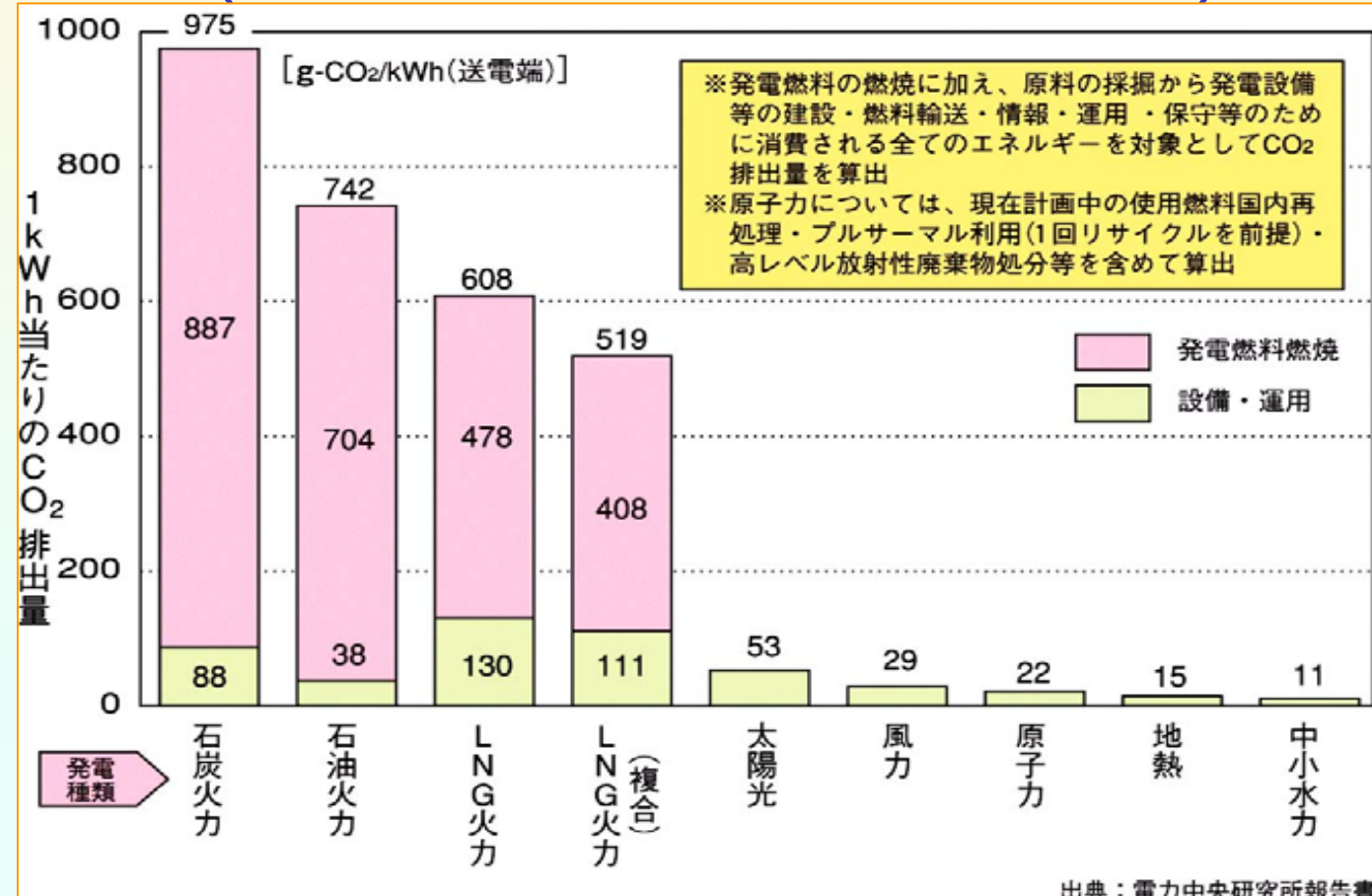
省エネルギー(効率向上)

エネルギー生産手段の工夫 - 原子力、風力、太陽光

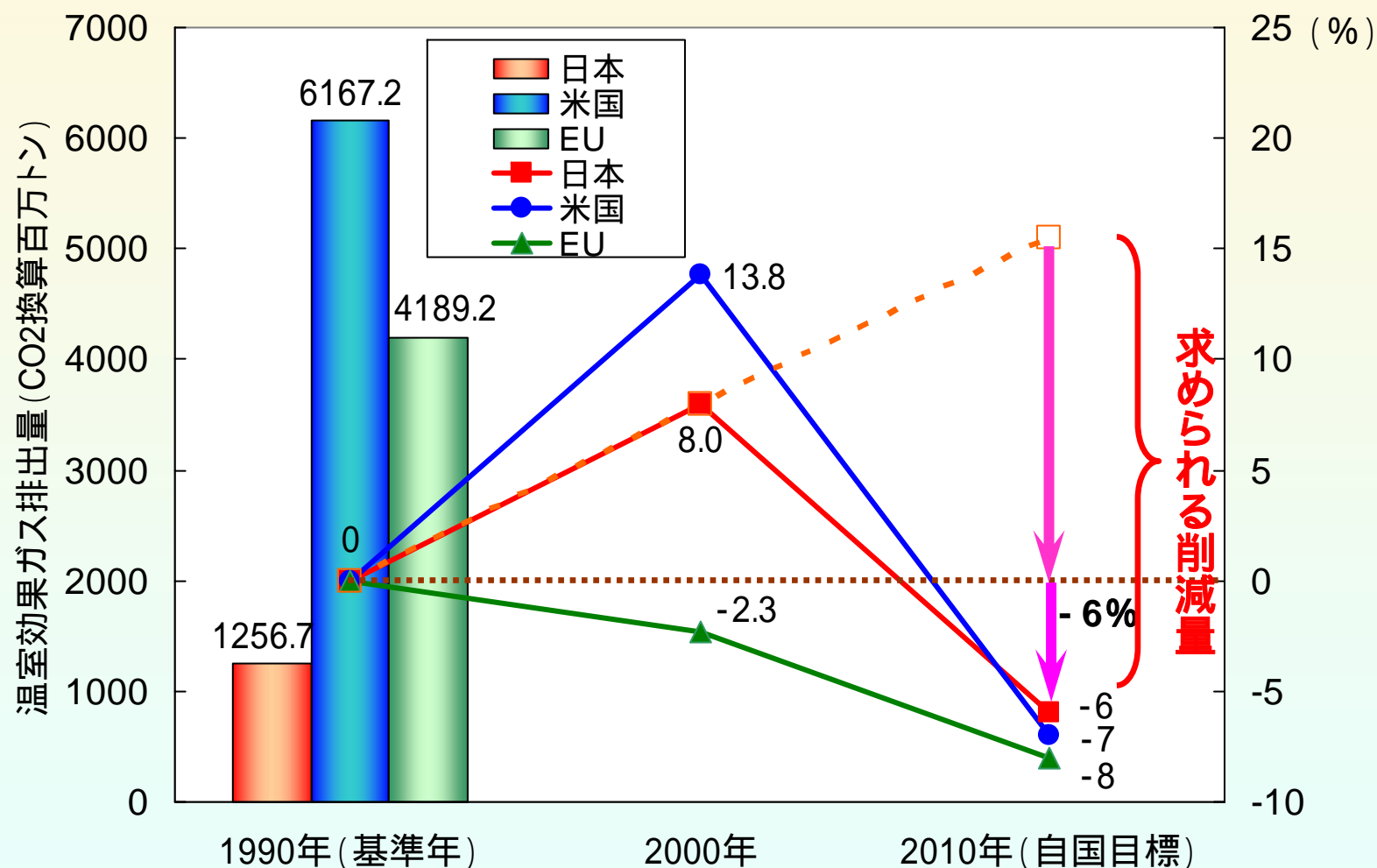
植林(炭酸ガス吸収) - バイオマス

自動車用燃料電池(水素を作るにはエネルギーが必要)

各種電源別 CO₂排出量



日・米・EUの排出量実績と目標



(出典: 経済産業省資料)

産業構造審議会

「エネルギー環境部会」(平成16年11月18日)

2003年CO₂発生量は1990年の8%増

8%のうち4.9%は原子力発電の長期停止に起因

実質3.1%の増

議定書目標 (-6%)に対しては9.1%増

森林吸収3.1%としても、6.0%の追加削減が必要

発電電力量と電気1kWh当たりのCO₂の量の変化



出典 発電電力量：「電源開発の概要」等

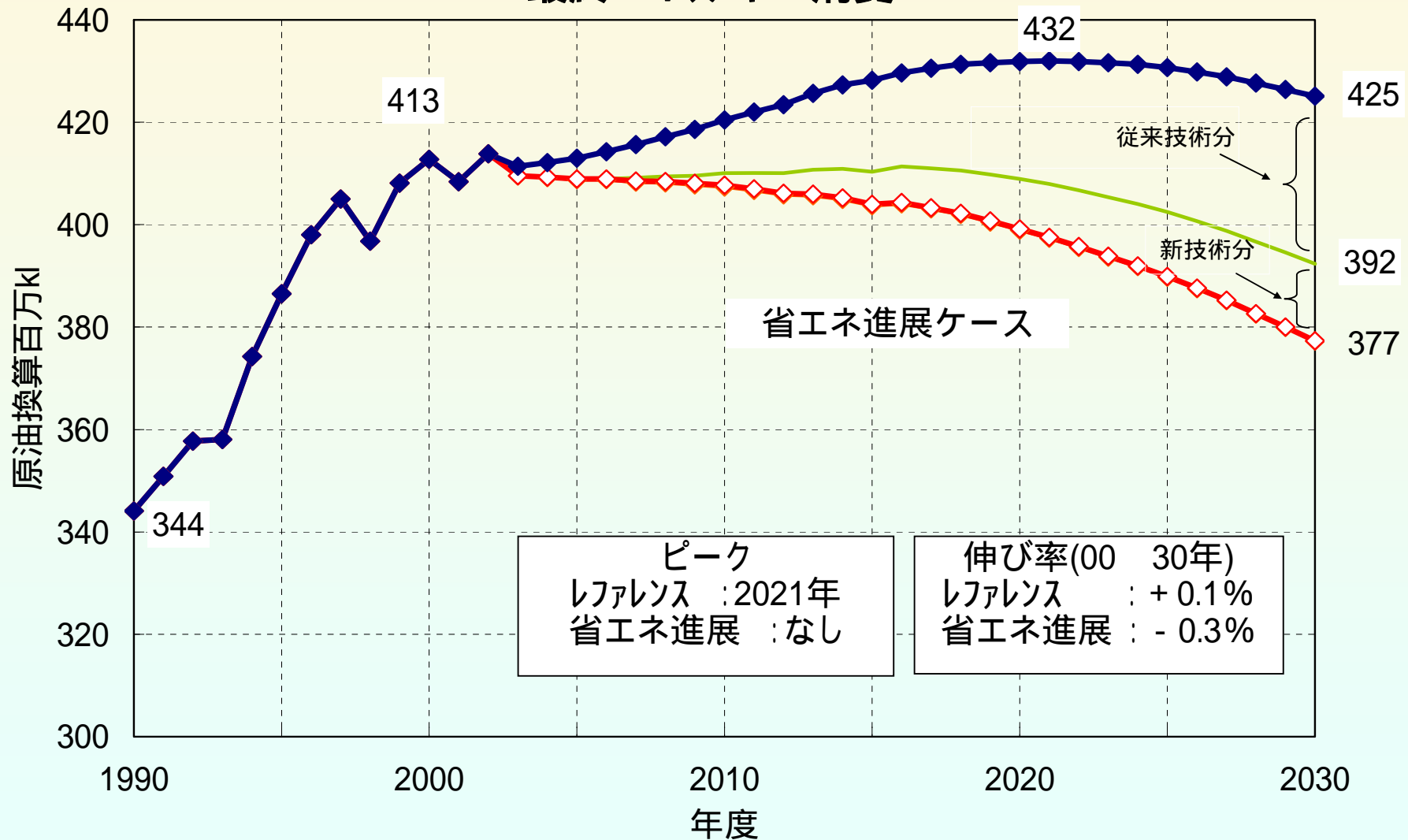
CO₂排出量：「産業構造審議会環境部会・第18回地球環境小委員会」資料（平成16年4月5日）

日本で発電した電気の量は、1990年度と比べ約25%増えましたが、それ以上に原子力発電でまかなった量が約60%増えたため、日本の電気1kWh当たりのCO₂の量が約10%も減りました。

1kWhとは、1kWのホットプレートで1時間焼肉をするのに必要な電力量

エネルギー消費の長期見通し

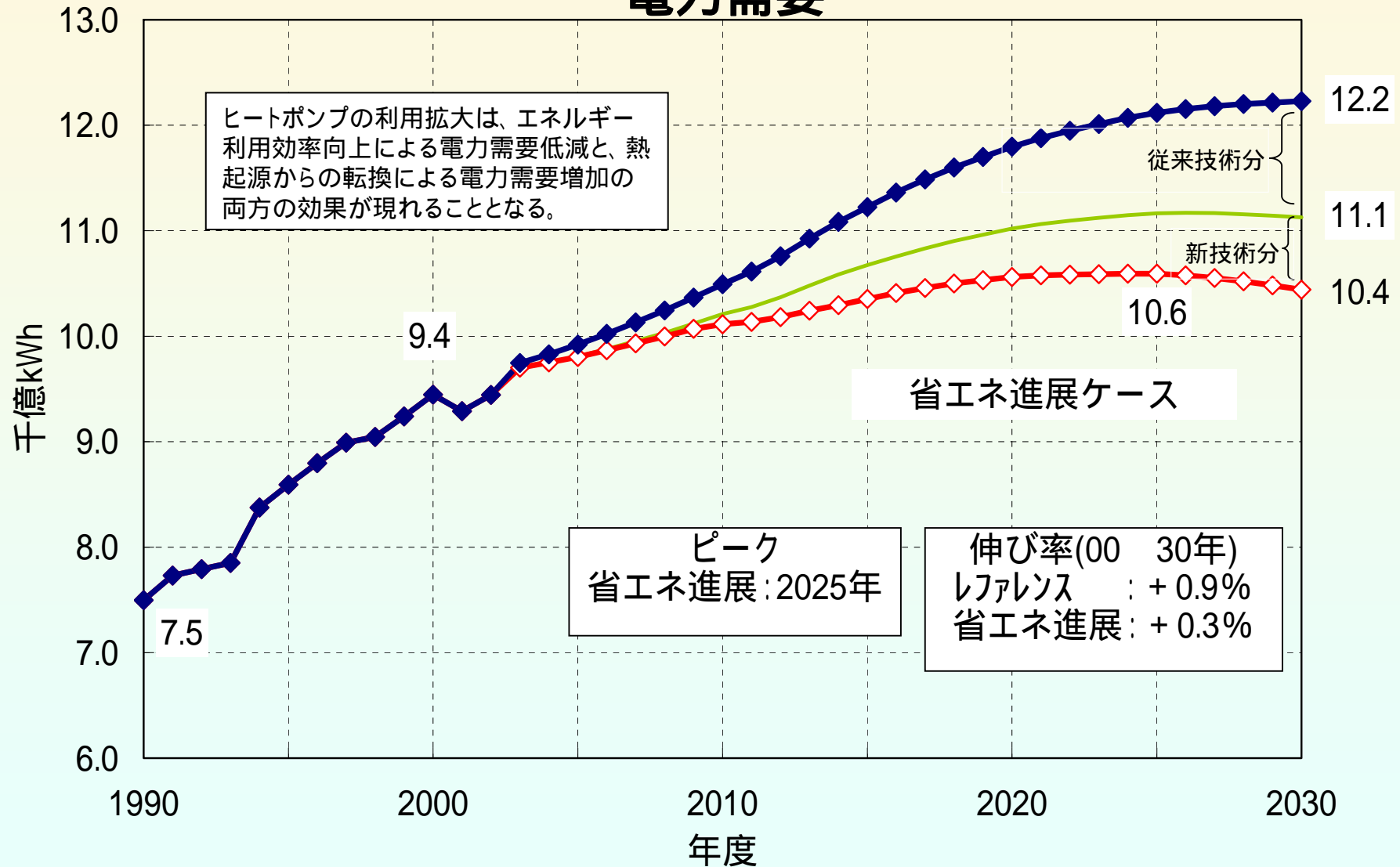
最終エネルギー消費



経済産業省資源エネルギー庁総合資源エネルギー調査会需給部会
平成16年6月「2030年のエネルギー需給展望(中間取りまとめ)」

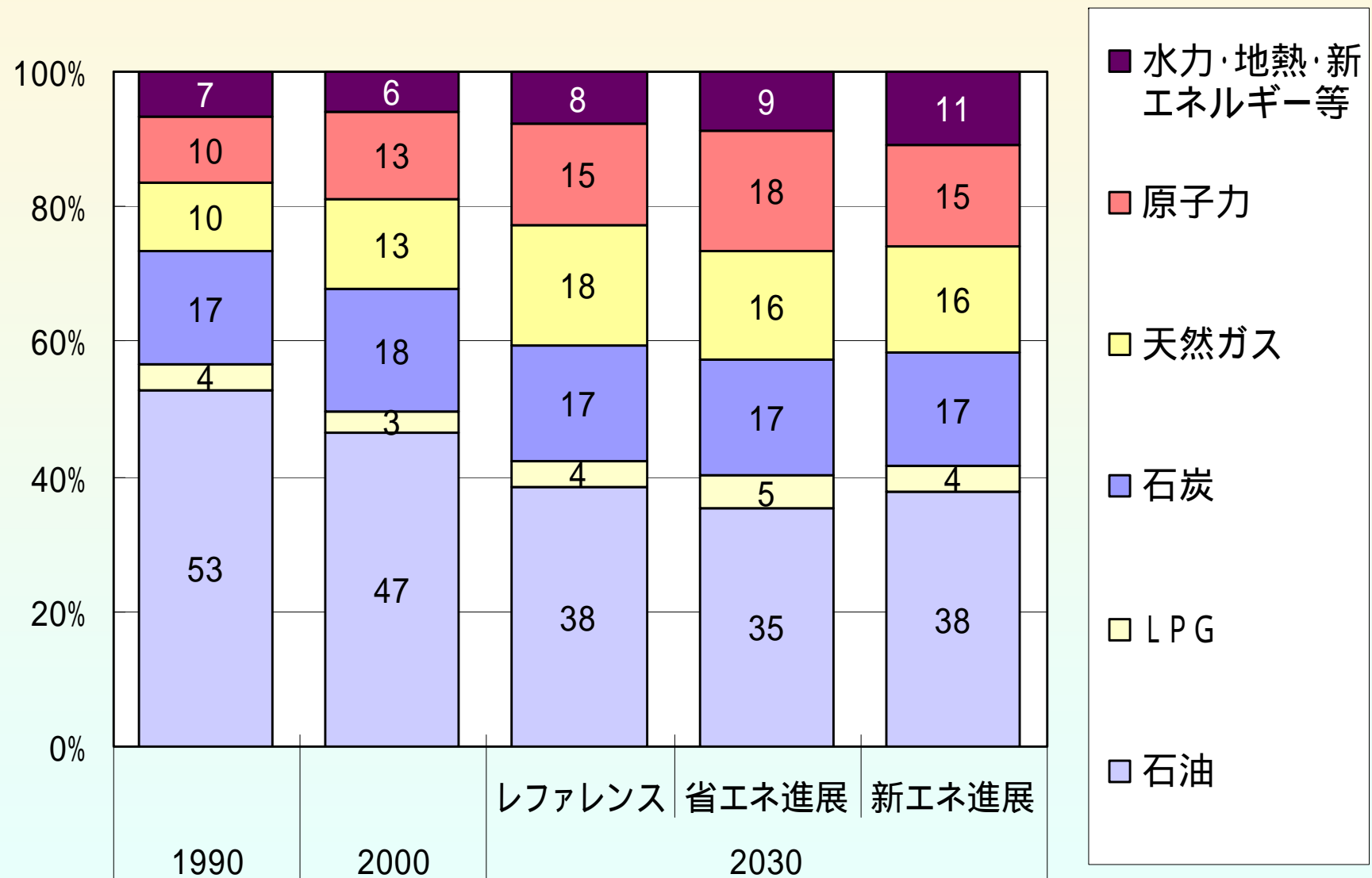
電力需要の長期見通し

電力需要



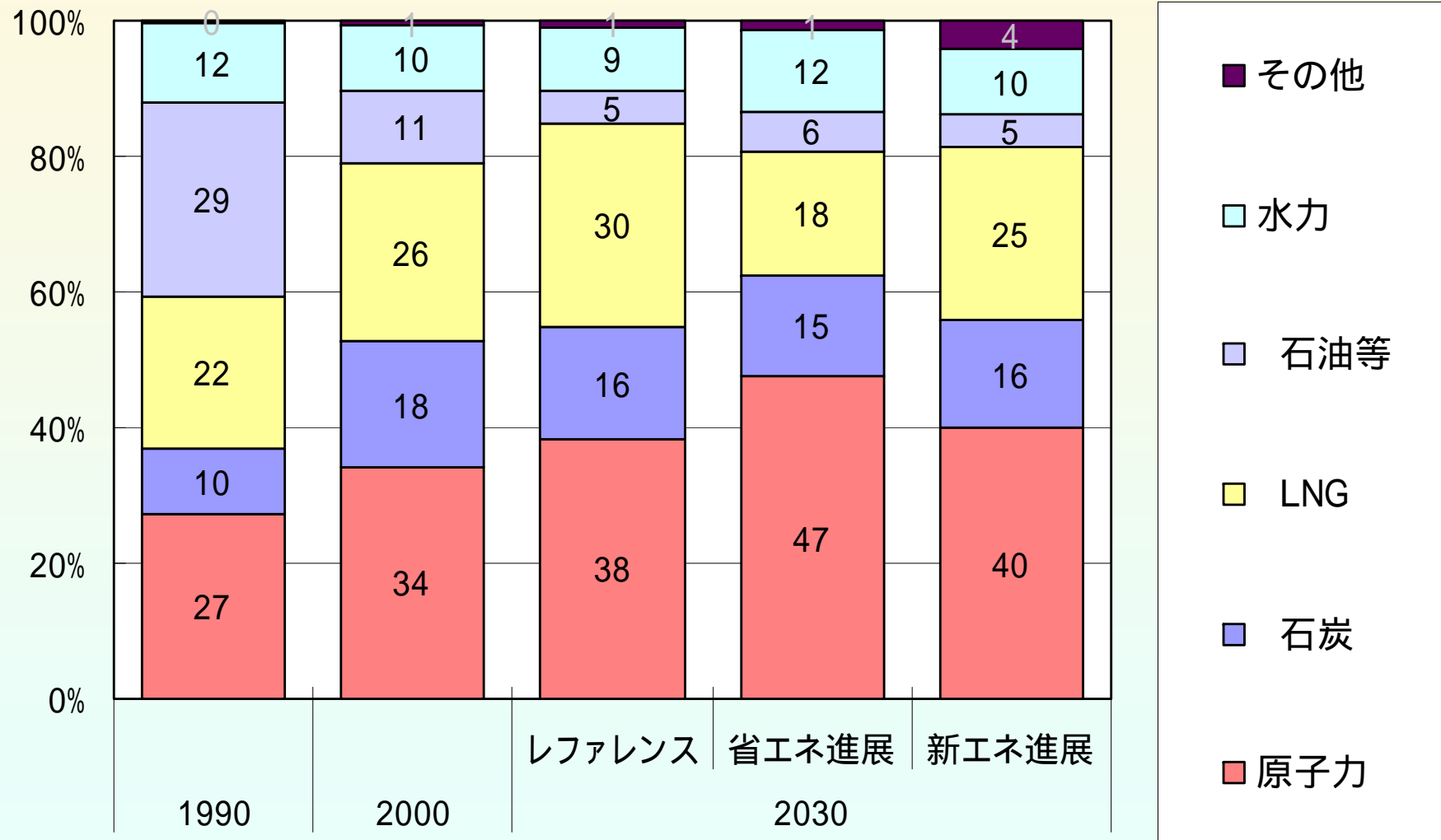
経済産業省資源エネルギー庁総合資源エネルギー調査会需給部会
平成16年6月「2030年のエネルギー需給展望(中間取りまとめ)」

一次エネルギー供給構成



経済産業省資源エネルギー庁総合資源エネルギー調査会需給部会
平成16年6月「2030年のエネルギー需給展望(中間取りまとめ)」

発電電力構成



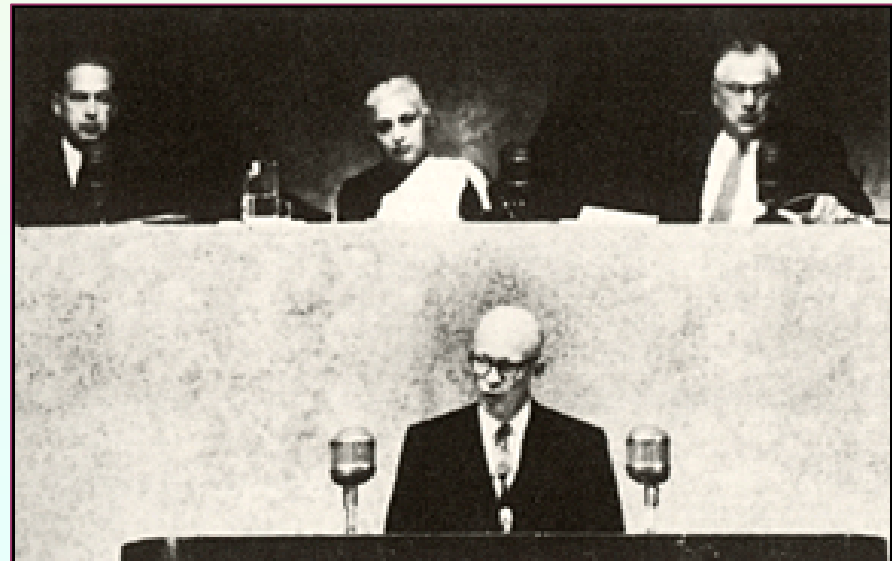
経済産業省資源エネルギー庁総合資源エネルギー調査会需給部会
平成16年6月「2030年のエネルギー需給展望(中間取りまとめ)」

原子力エネルギーの夜明け

- 1951年 世界初の原子力発電 - 米国で100kW発電所 -
- 1953年 「Atoms for Peace」(「平和のための原子力」)
アイゼンハワー大統領・国連演説
- 1954年 日本初の「原子力予算」2億5千3百万円
- 1963年 原研動力試験炉で日本初の「原子力発電」成功
- 1965年 日本原電・日本初の商業用原子力発電が開始
アイゼンハワー大統領・国連演説

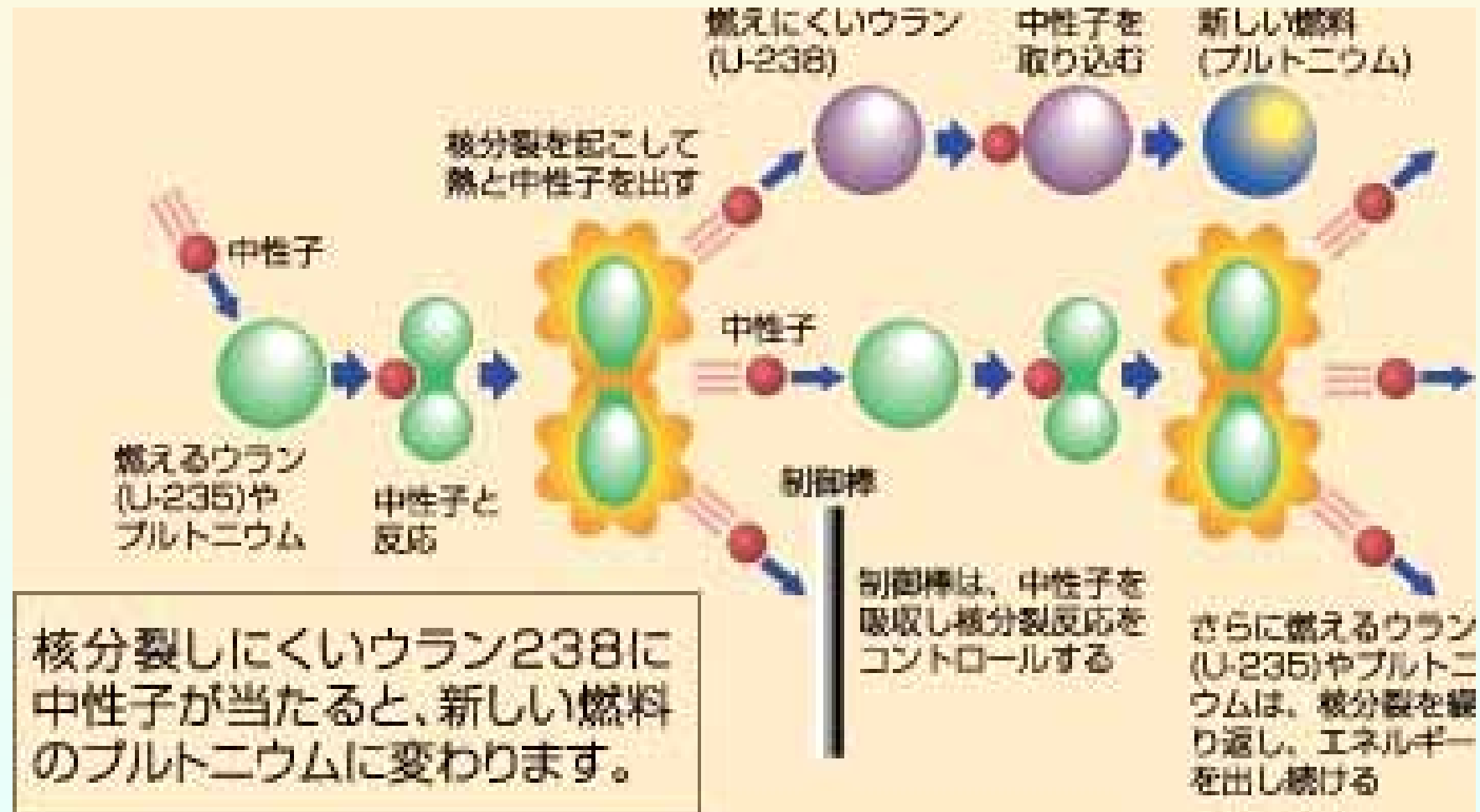


(世界原子力大学のサイトから)

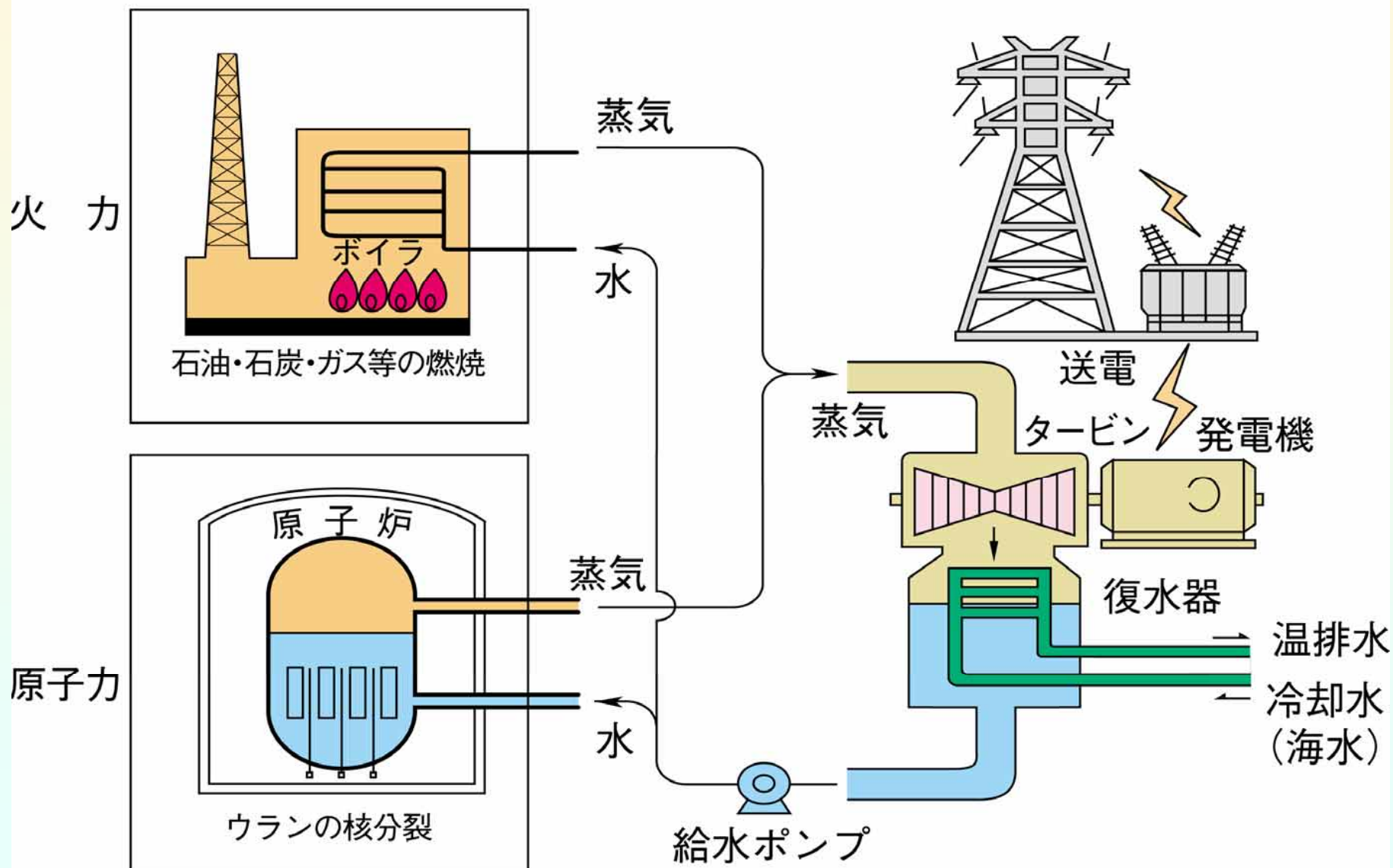


(経産省「原子力のページ」から)

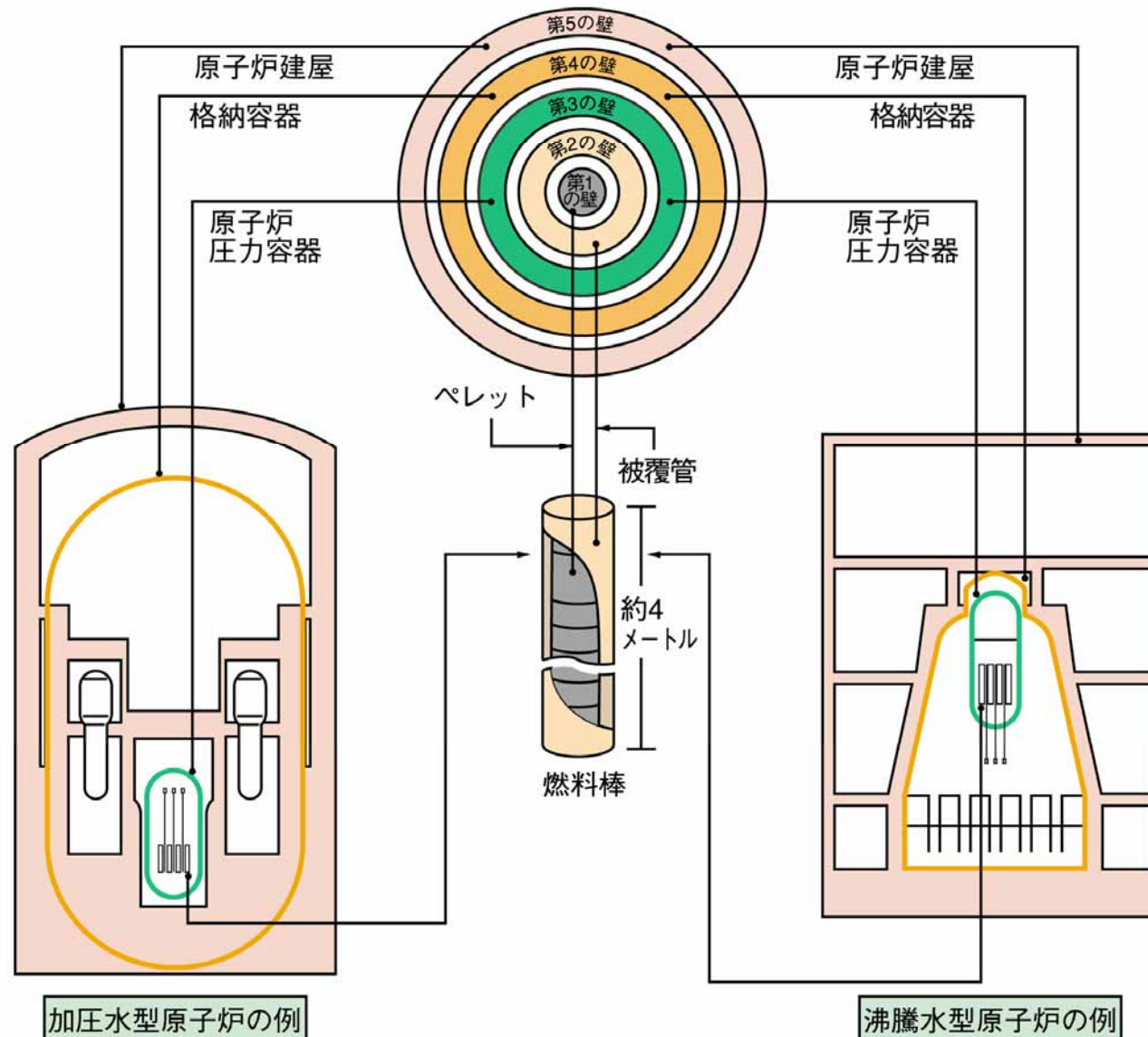
核分裂連鎖反応



火力発電と原子力発電の違い

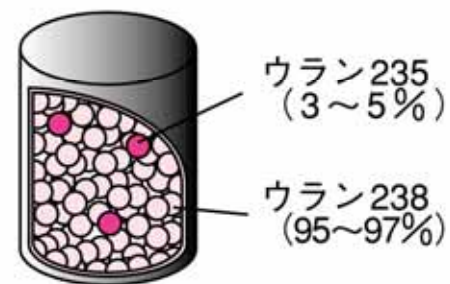
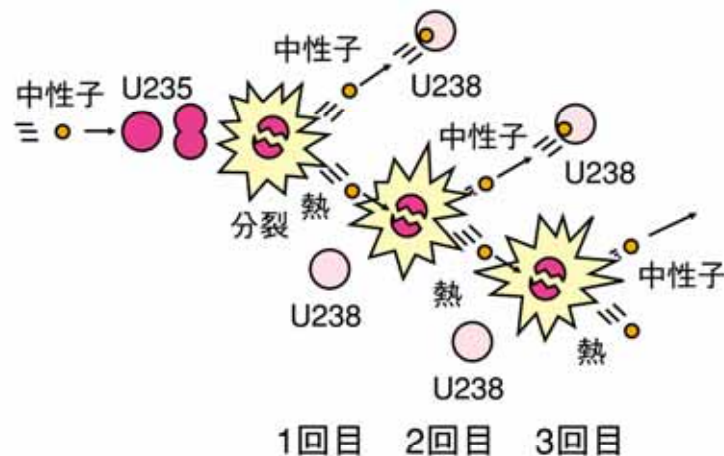


放射能を閉じ込める5重の壁

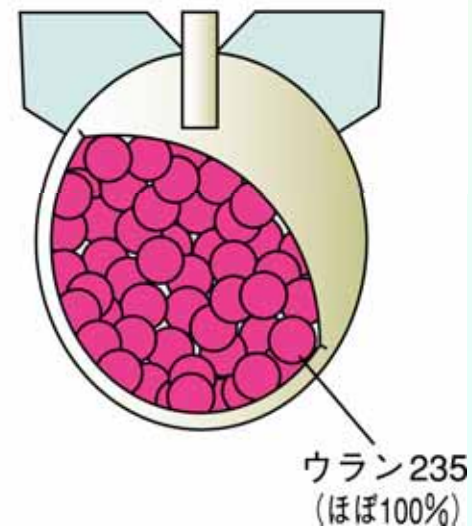
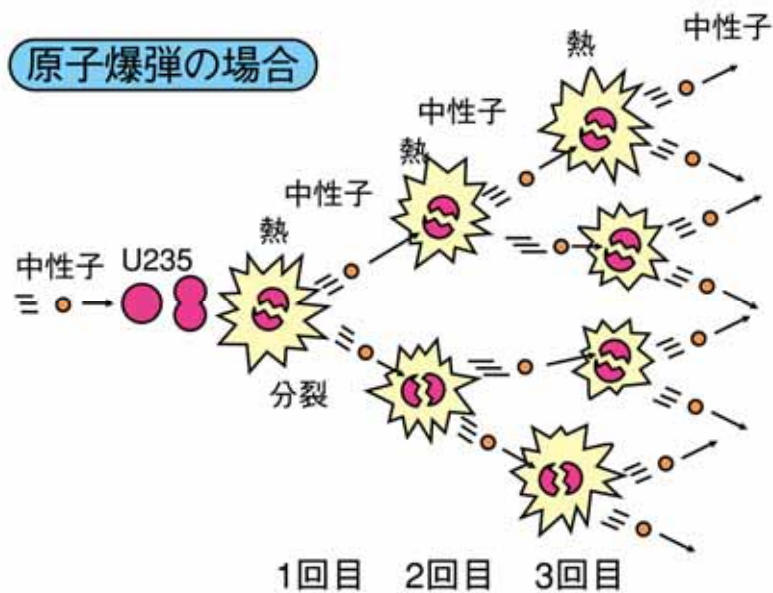


原子力発電と原子爆弾の違い

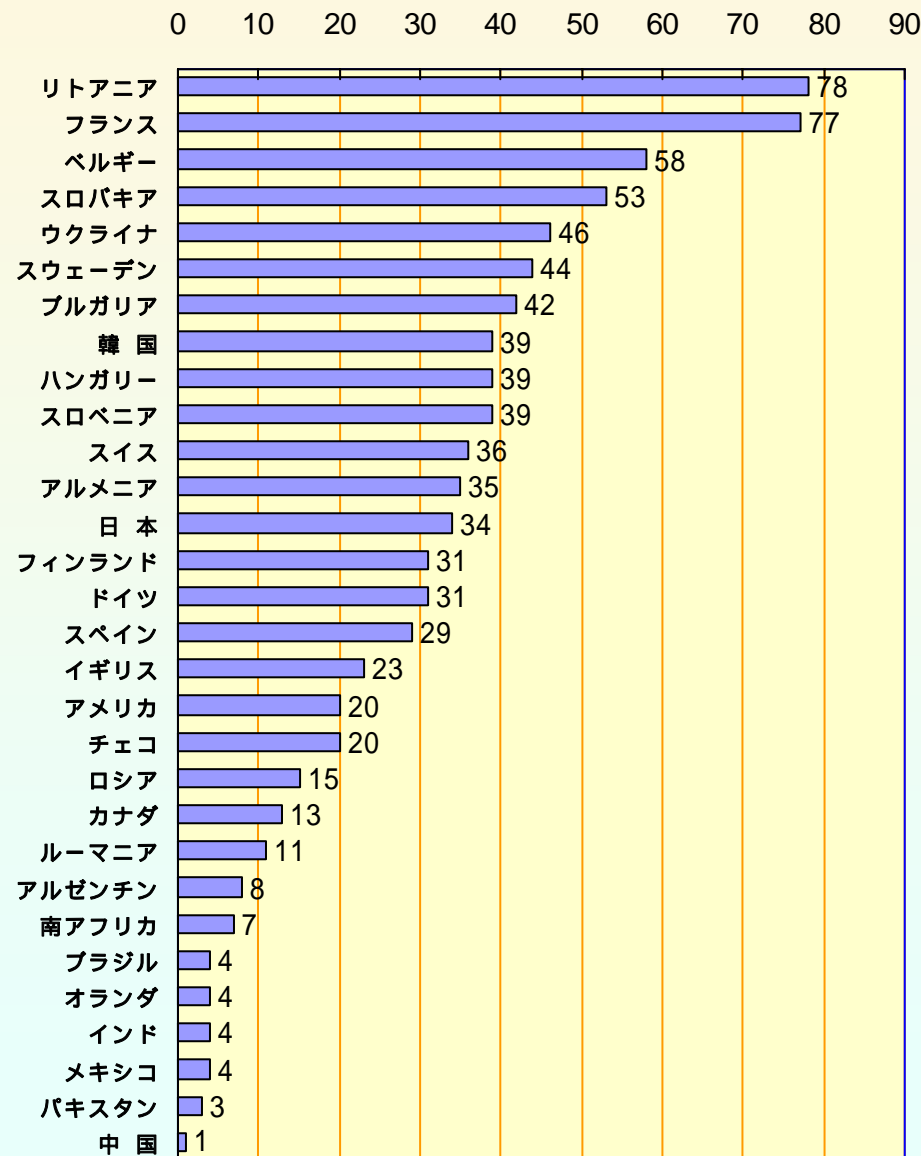
原子力発電の場合



原子爆弾の場合



原子力発電は世界の電力の16%を供給



30カ国で432基が運転中

発電量に占める原子力の割合はヨーロッパが高い

フランス 77% (59基)

ベルギー 58% (7基)

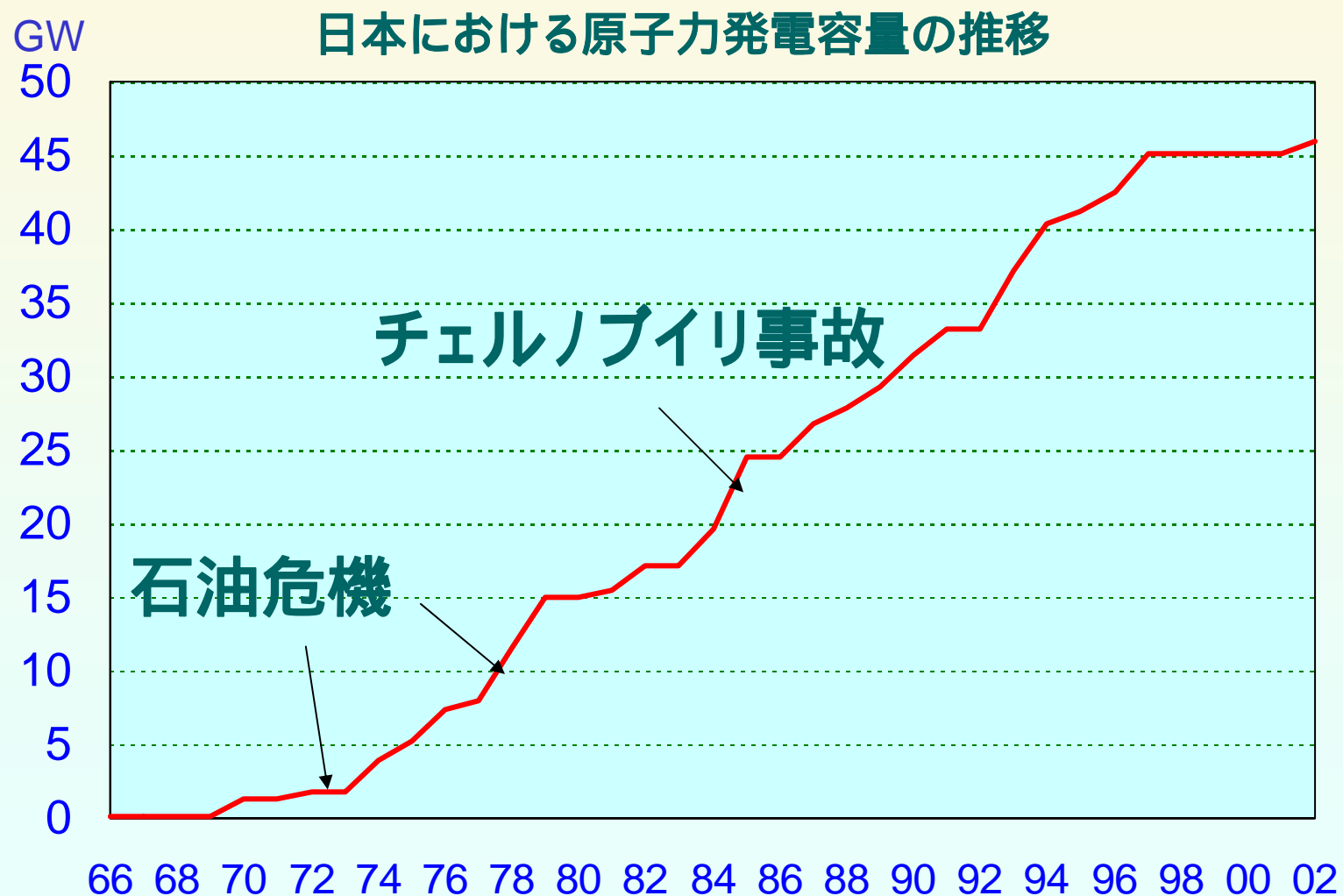
スウェーデン 44% (11基)

日本 34% (52基)

米国 20% (103基)

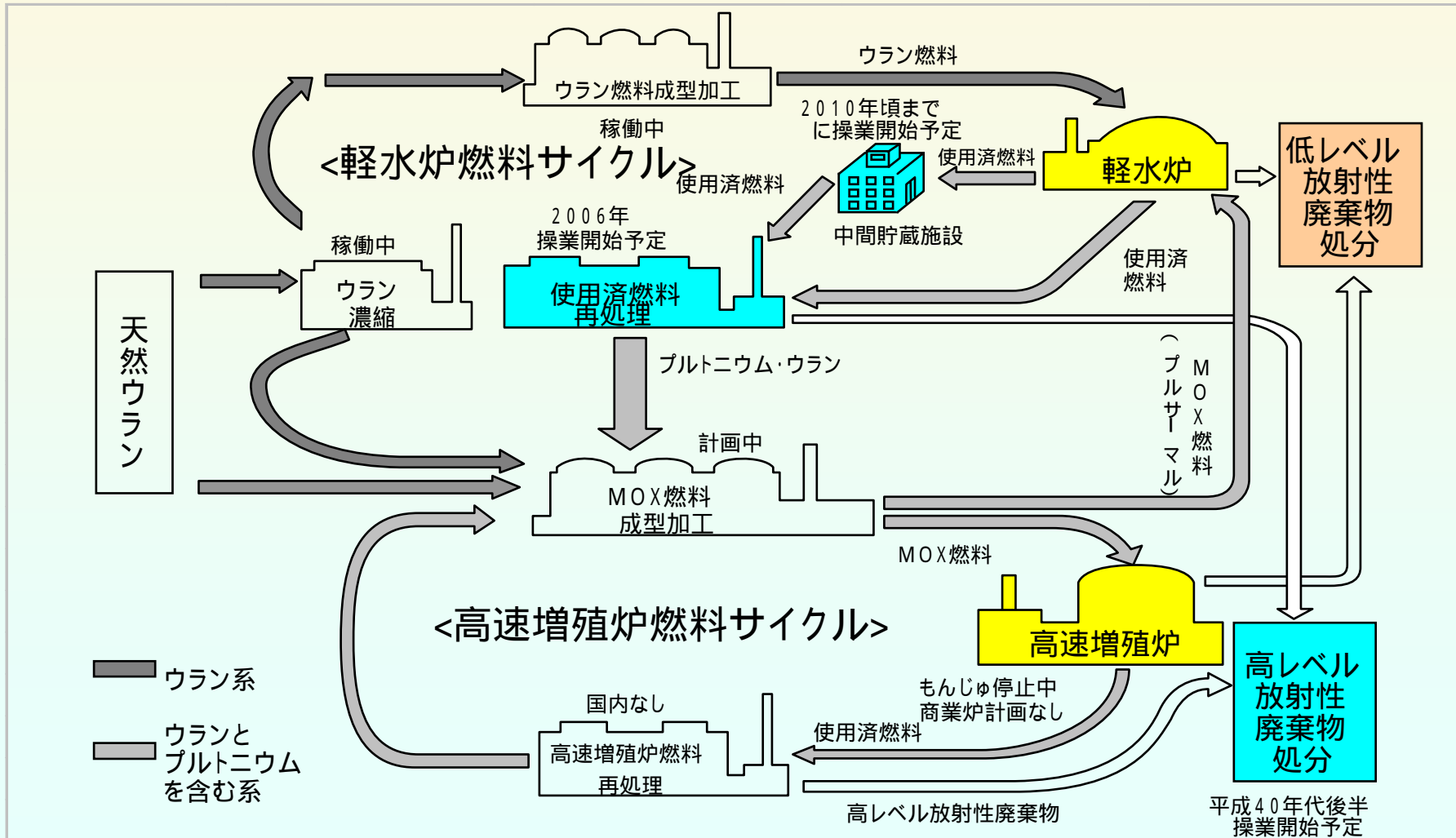
日本における原子力発電所のトレンド

石油危機 原子力の契機



核燃料サイクルについて

原子力発電所で使用した燃料を再処理して、プルトニウム等の有用資源をとりだし、燃料として再利用することは、長期的なエネルギーの安定供給の確保や、放射性廃棄物の適切な処理処分の観点から重要。



地層処分施設のイメージ(1)



ガラス固化体

オーバーバック

緩衝材

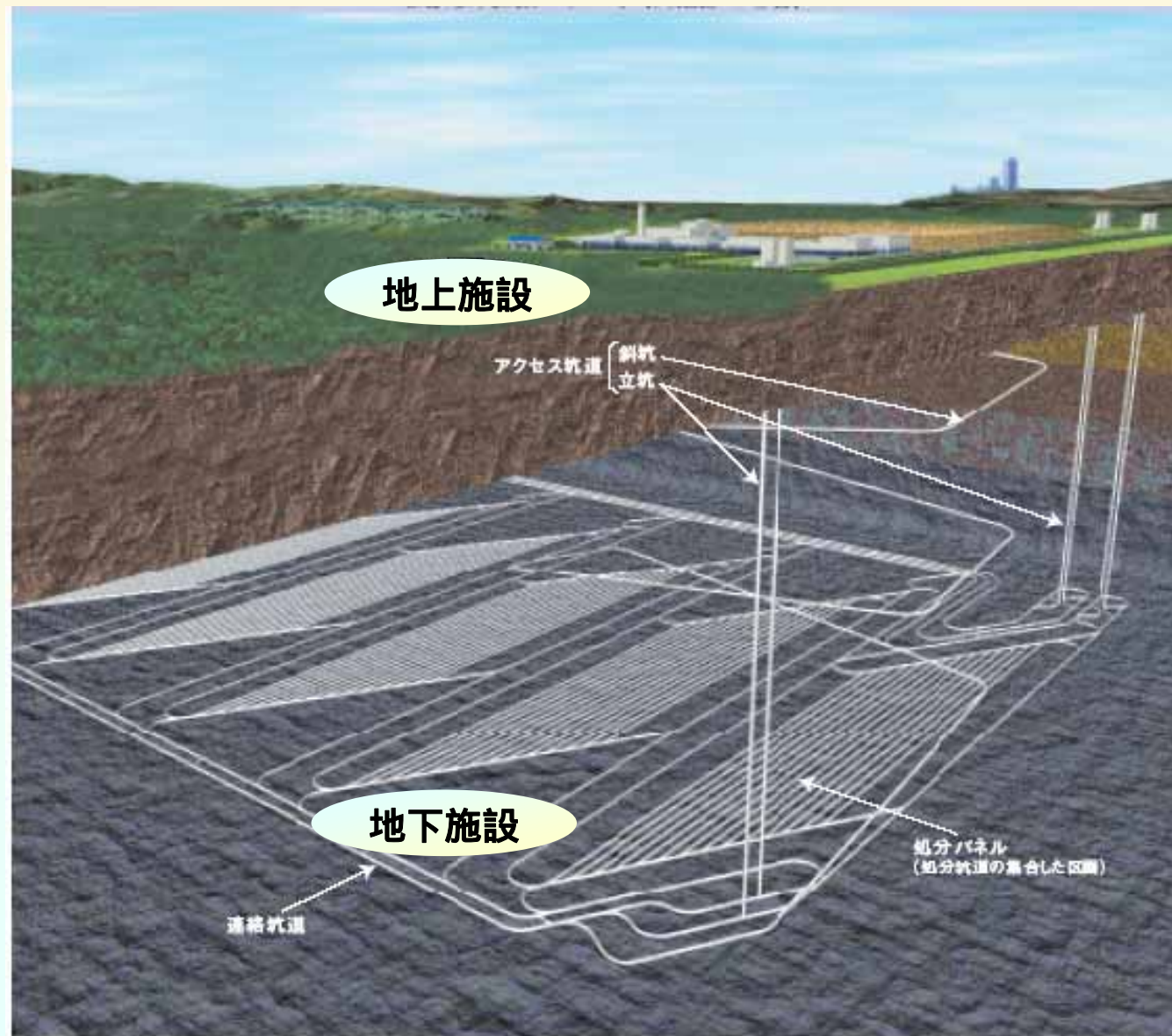
地質環境

人口バリア

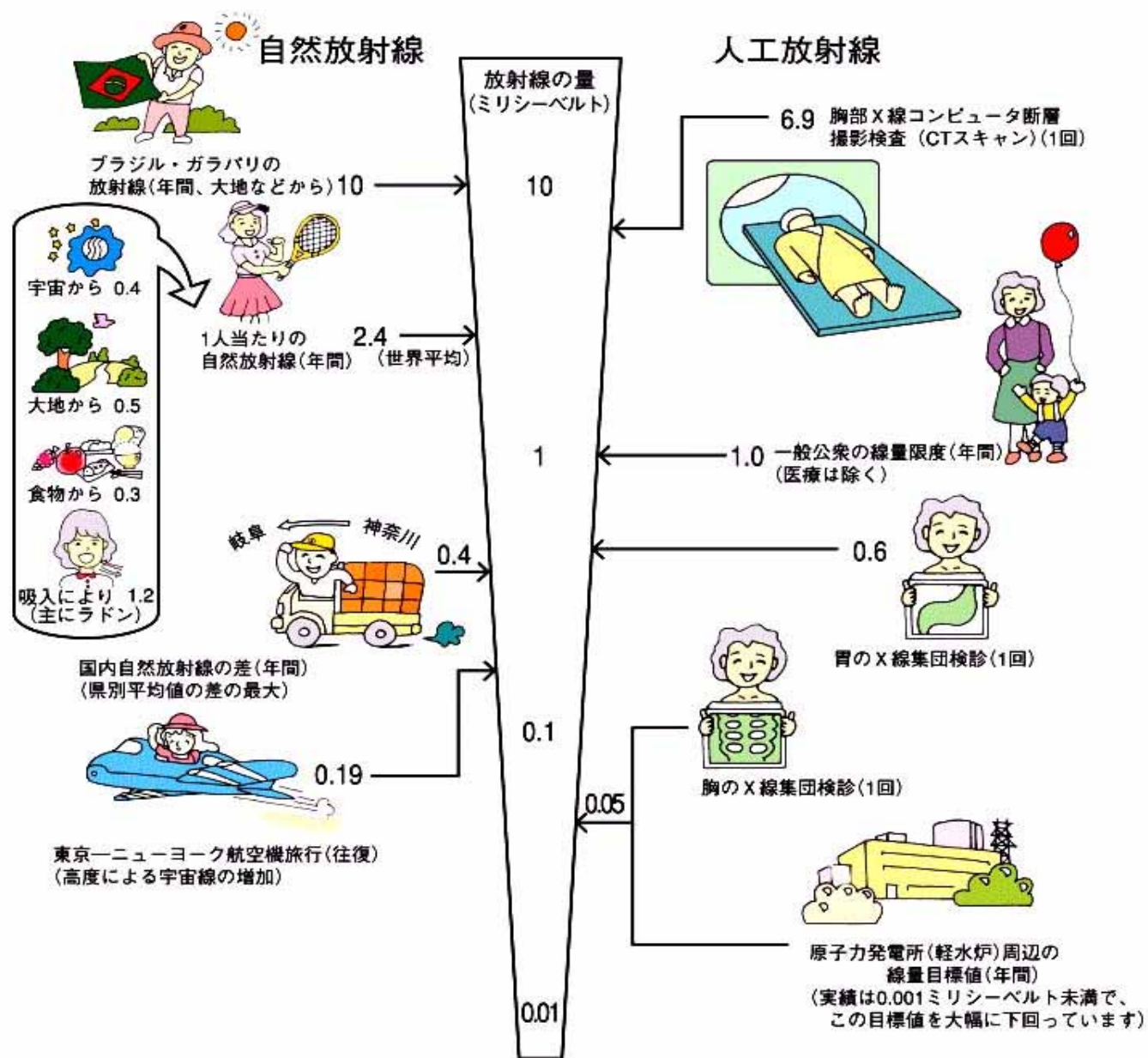
天然バリア

多重バリア

地層処分施設のイメージ(2)



日常生活と放射線



出典：資源エネルギー庁「原子力2002」 他

原子力エネルギーを基幹電源として 長期に利用するために

安全確保 - 信頼回復 - 国民の理解促進

官 - 民協力と役割分担 - 確固たる国策

核燃料サイクルの推進し、ウランを有効利用

次世代に向けた技術開発 - 高速増殖炉
- 水素製造用高温ガス炉
など

貧困を減らすのに役立つ放射線技術

- 貧困をなくしてテロリストをなくす -

- 大豆(タンパク源)の増産 - バイオ肥料の利用
- 食糧増産を品種改良で
- 生命線である水の確保にアイソトープ水理学
- 新生児を「甲状腺異常」から救う
- 人道的「地雷除去」に役立つ



インドネシア、中国などの主食の一つ こうりゃん類の改良（耐乾燥性）

品種改良で 環境を守る

親品種



新品種

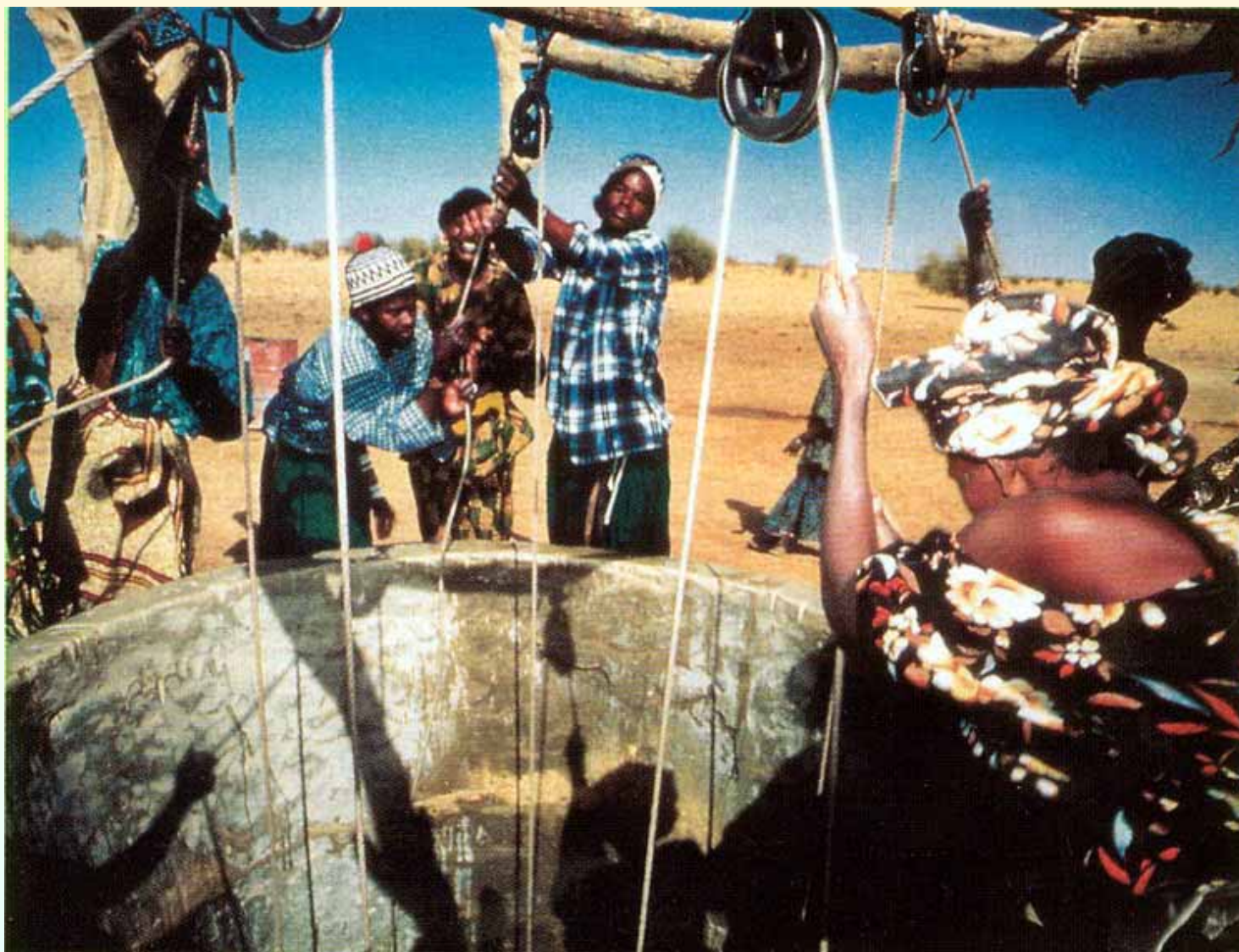


黒斑病に強い

新「二十世紀梨」

鳥取県に広く栽培

農薬使用量を大幅
低減



水は生命線： 11億人が衛生的な水を飲むことができない。
アイソトープ水理学で地下水の動きを知り、水を有効に使う。



恐ろしい新生児の甲状腺異常を生後1週間で検診する放射性免疫診断法
タイで採血するナース: 1000人に1~3人の異常

沖縄のゴーヤー（苦瓜）が本土で手に入るようになったのは「放射線不妊虫法」の恩恵

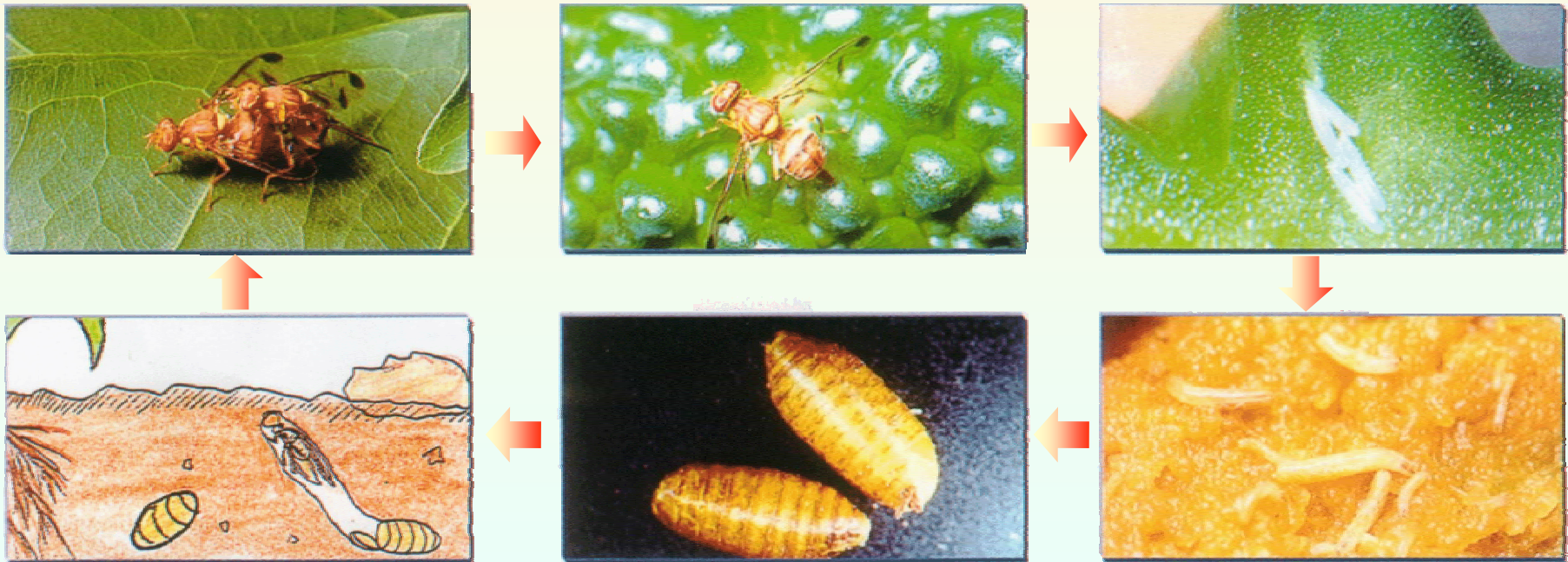


ゴーヤーチャンプルーを味う



ゴーヤー

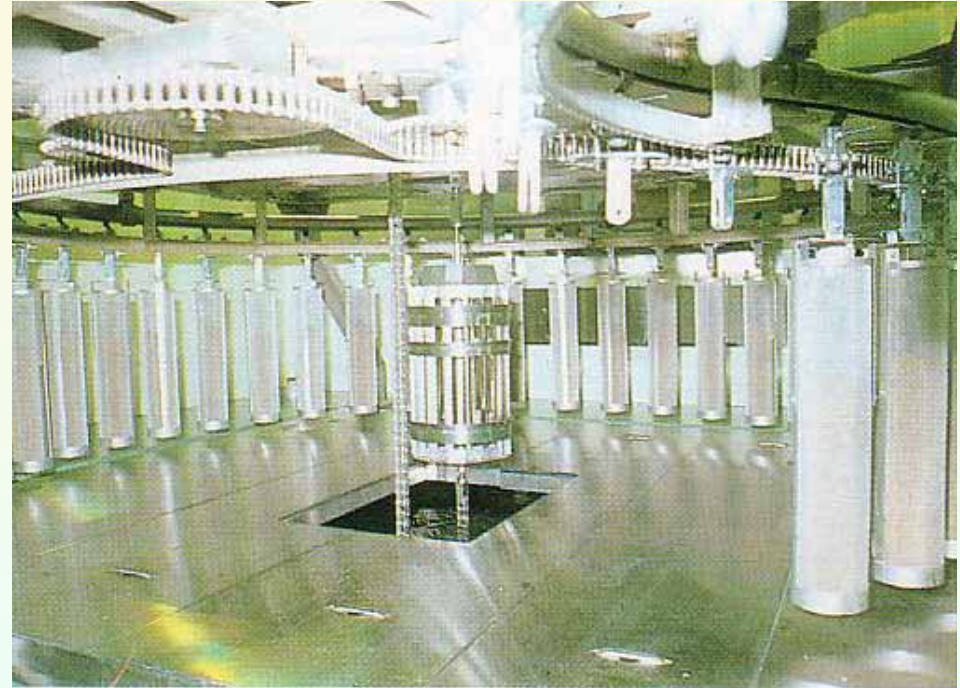
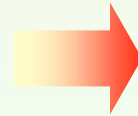
沖縄のウリミバエ生活史



不妊虫放飼法



蛹



不妊化施設
コバルト60でガンマ線を
照射する



蛹保存棚

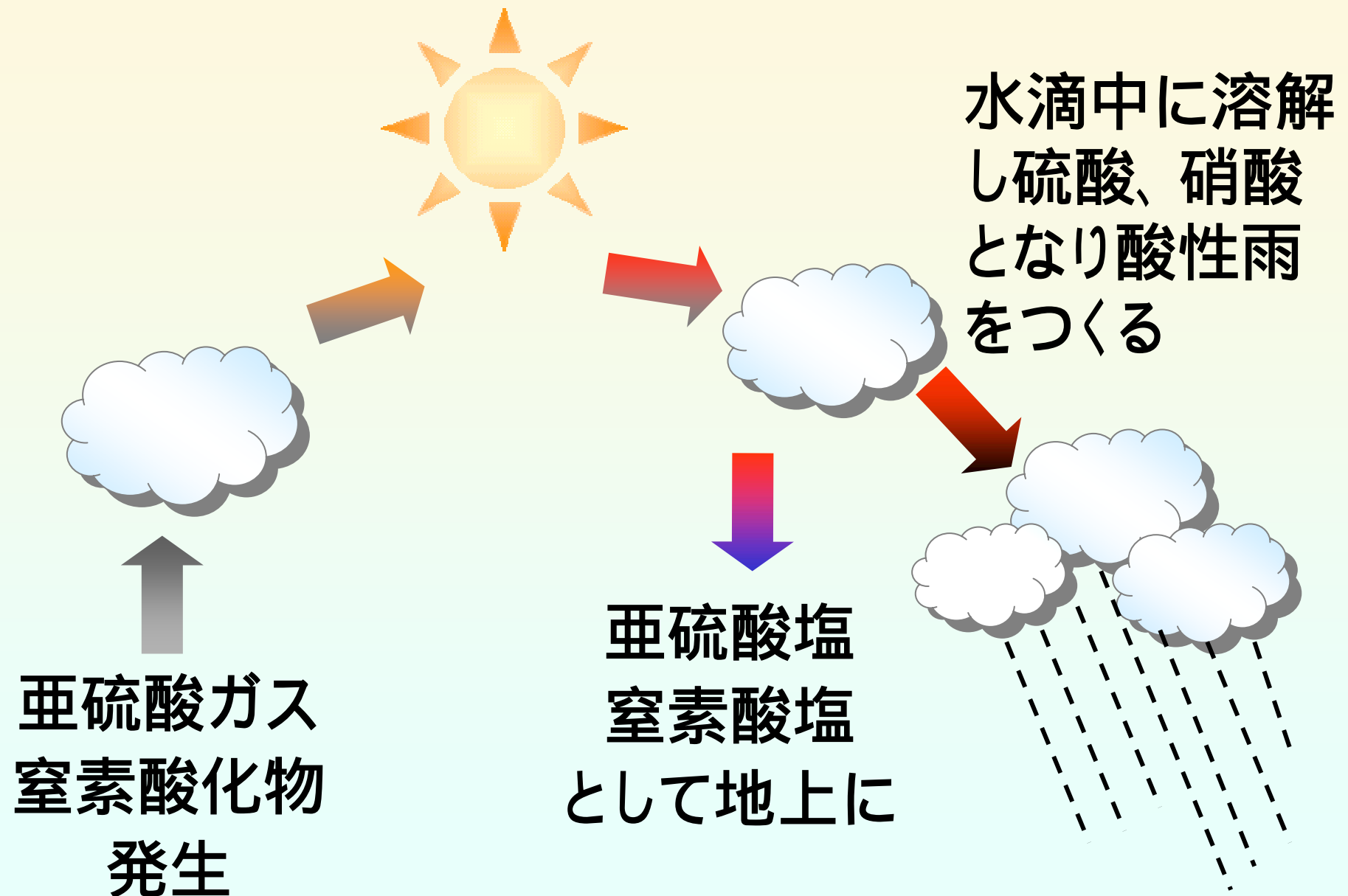
ヘリコプターで不妊虫を放す



地上に落ちた箱から
放されるウリミバエ



酸性雨の原因

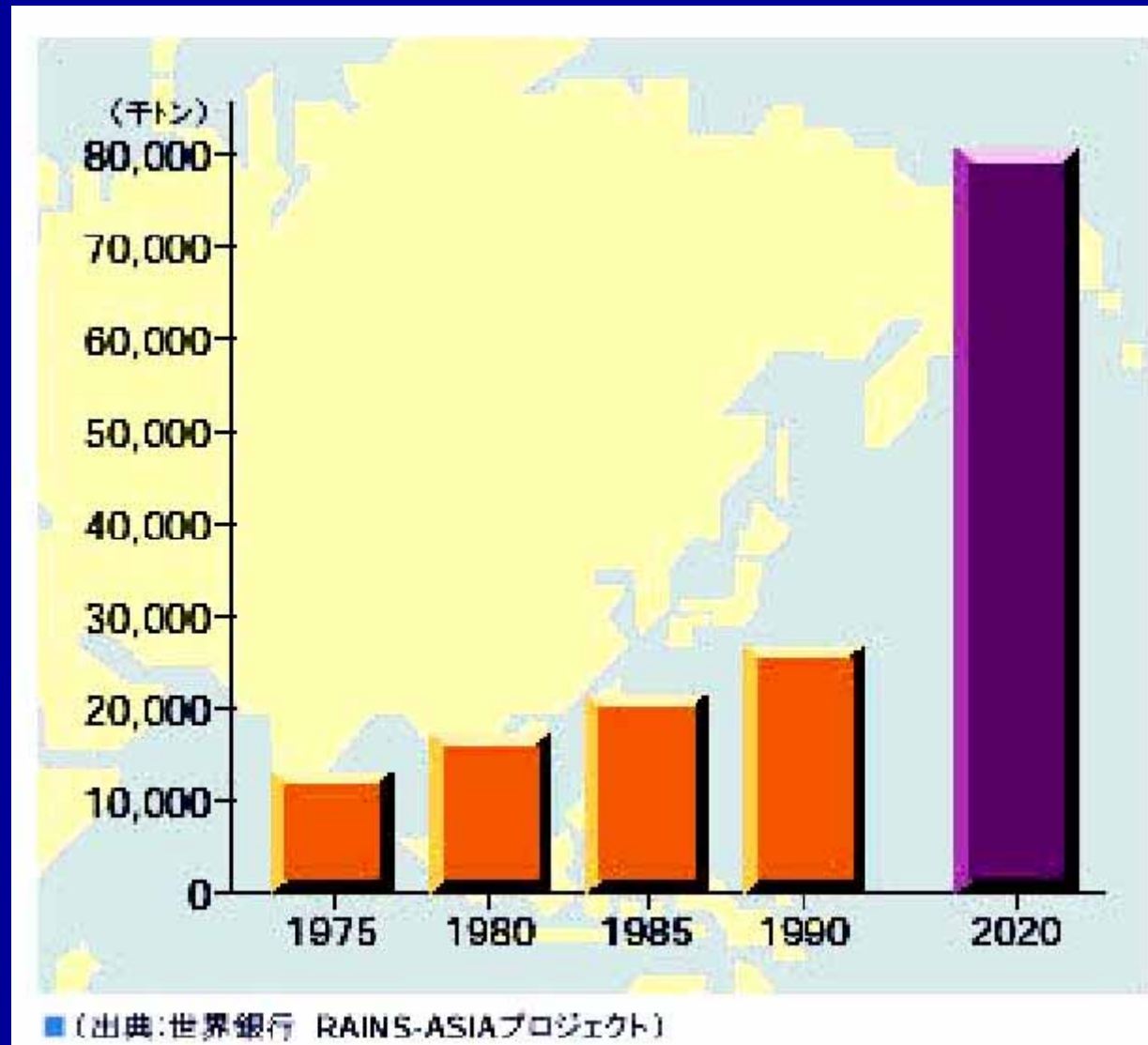


酸性雨の被害は途上国、東欧で深刻

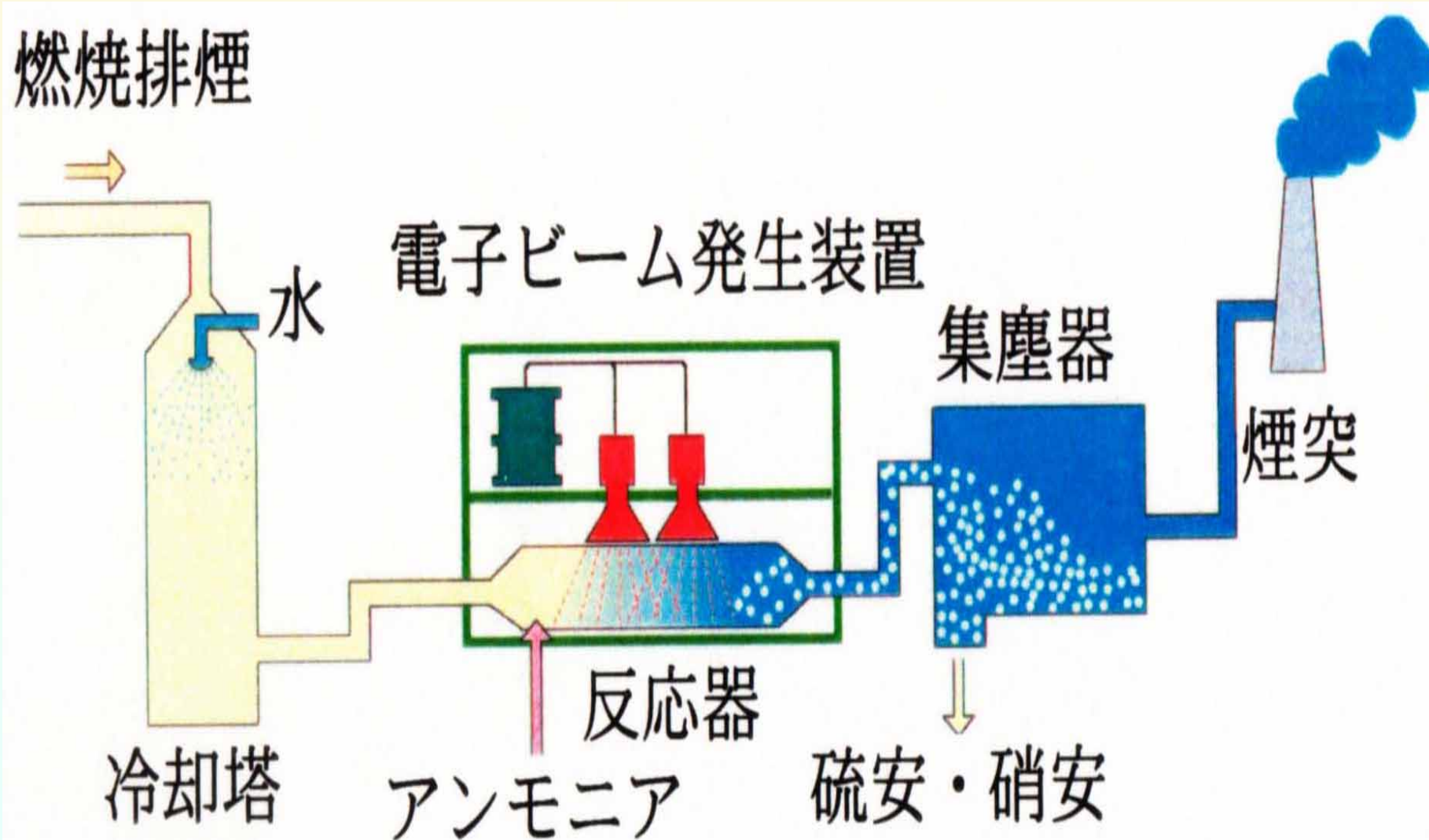


チェコ西北部森林が枯れる

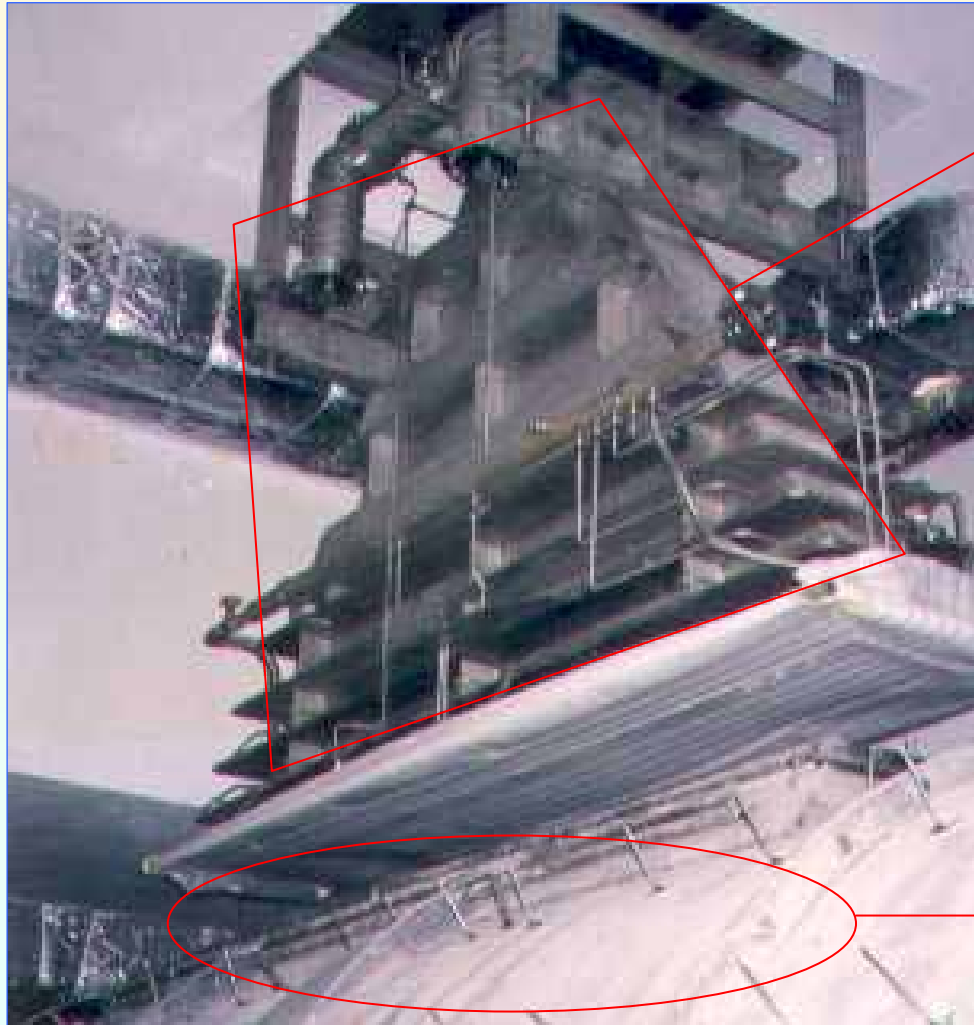
増えつづける亜硫酸ガス発生



電子ビームによる石炭燃焼排煙の処理



電子線を利用して石炭火力発電所の排ガス処理実用装置 (ポーランド 2000年より)



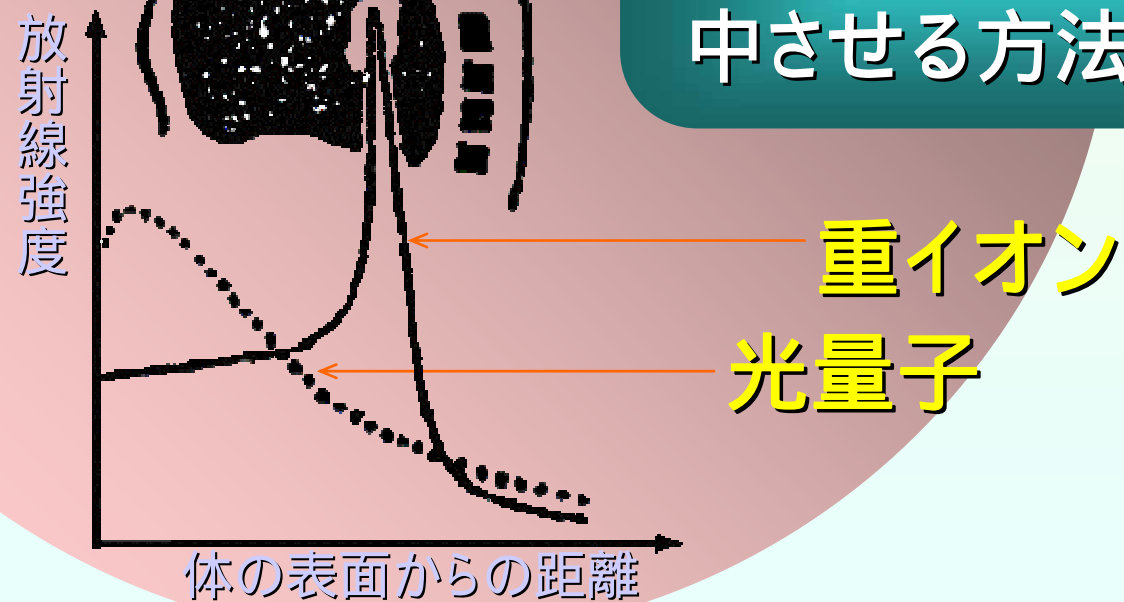
加速器

Accelerator:
300kW × 4 heads
Capacity:
270,000m³ /hour
**Accelerator and
Process Chamber**

照射容器

重イオン照射による 「がん」の新しい治療法

正常細胞への影響
が少ないように「がん」
だけに放射線を集中
させる方法

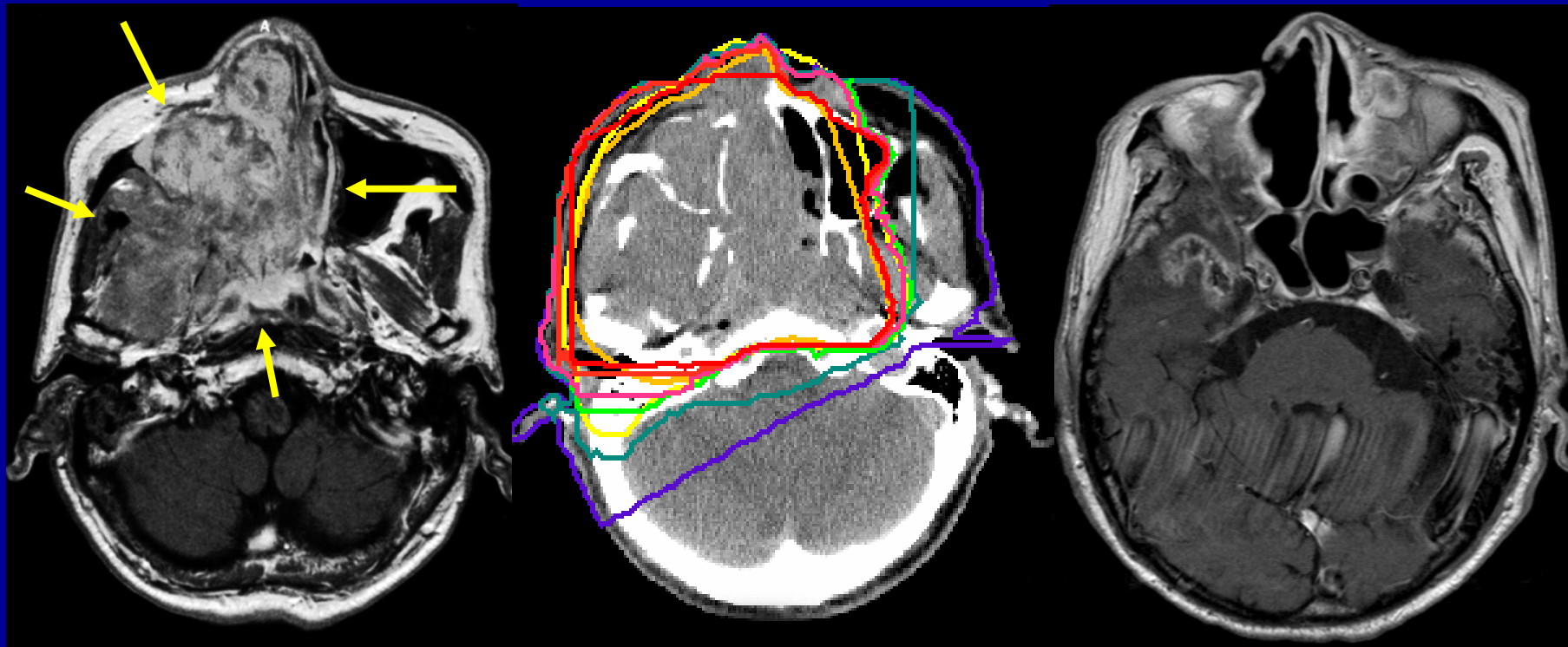


世界の最先端をゆく日本のがん治療 - 重イオン照射法 -



重イオン照射法による 「がん」治療（日本）

鼻腔がんの治療



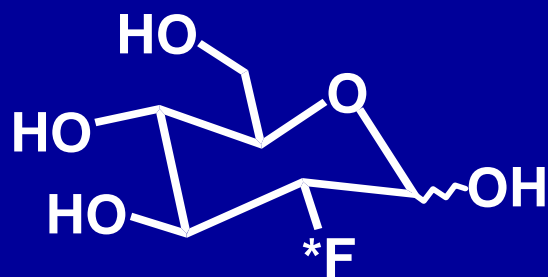
Pre RT

57.6 GyE/16 f.

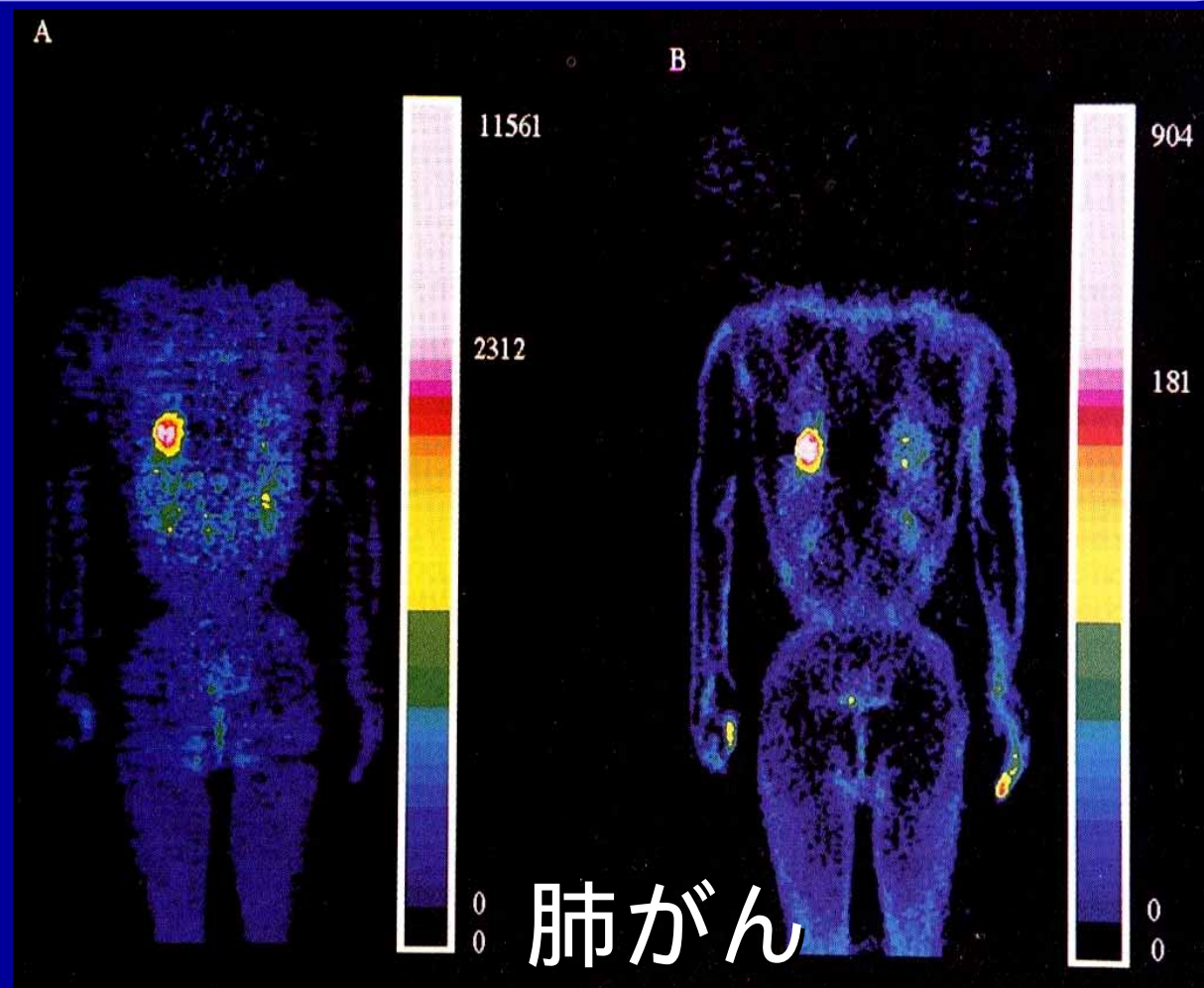
46 months post RT

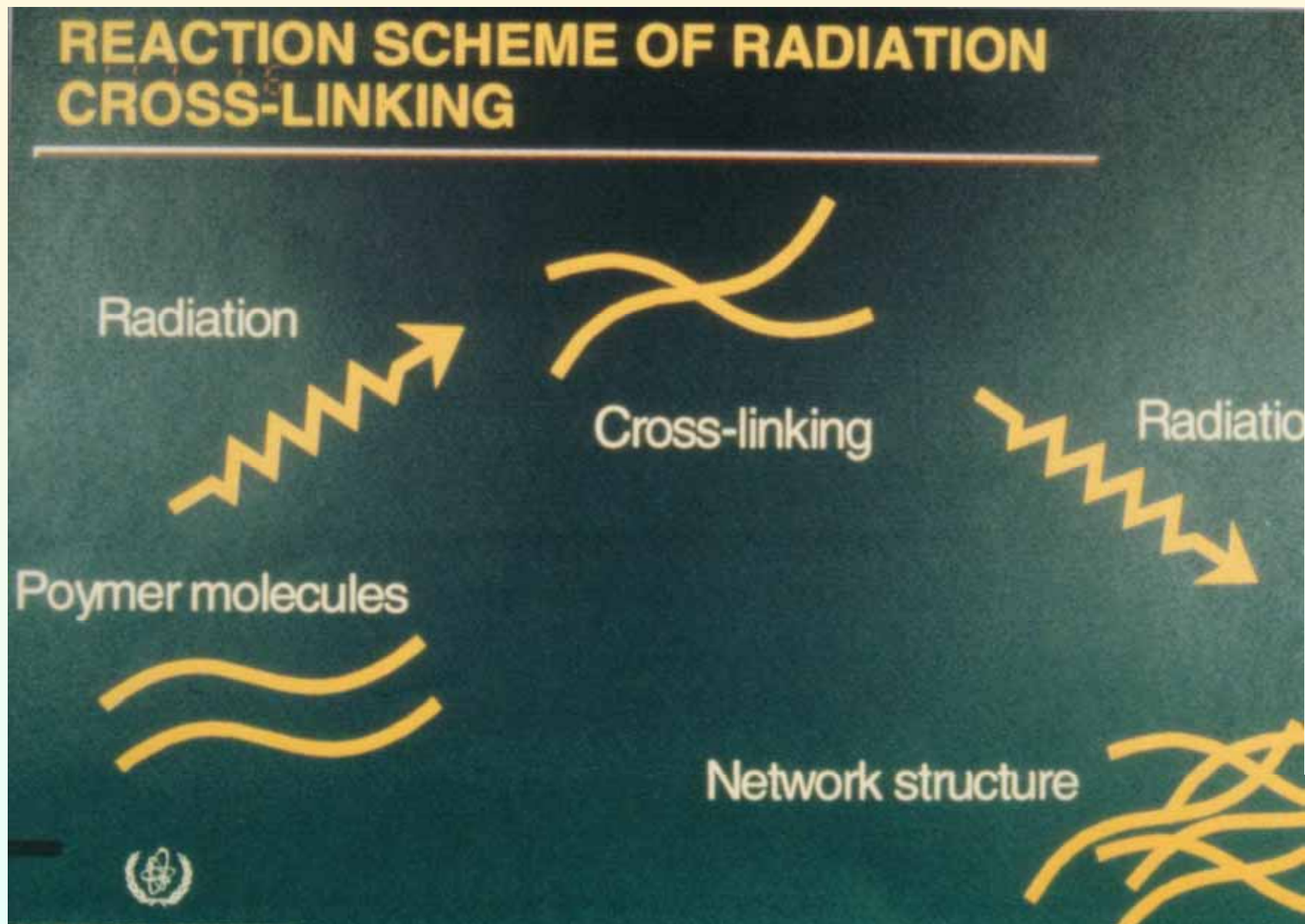
アイソトープ (F-18) で標識した 薬で「早期がん」を見出す

がん細胞の代謝
の速さでわかる



^{18}F -FDG
を使う



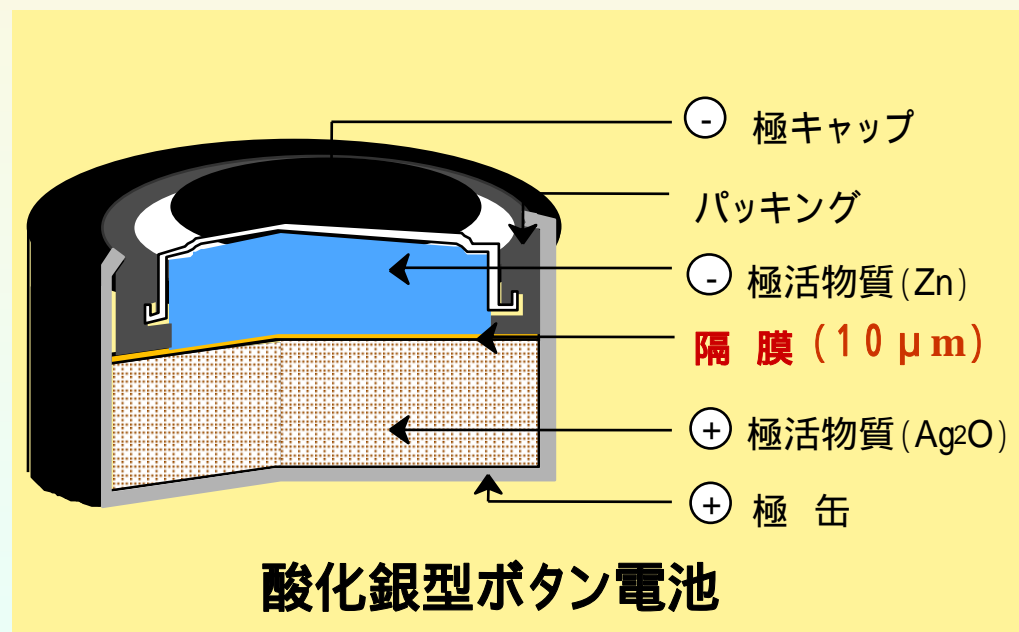


高分子は何故・放射線で強くなるのか

材料の高機能化を電子ビームで

- 日本で約200台の電子ビーム装置が産業利用
- 自家用車タイヤの90%は電子ビームで高性能に
- 小型電池の隔膜は電子ビーム接木法で長寿命化
- 熱をかけると縮むプラスチック
- 有害ガスが出ないプラスチックのスポンジ

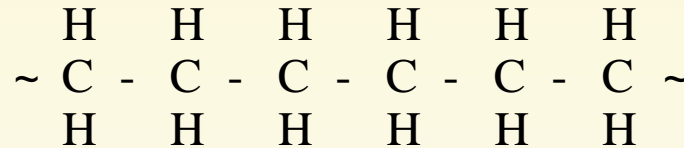
ボタン型電池の隔膜



放射線グラフト重合を応用した
電気を通す、厚さ10ミクロンのポリエチレン膜

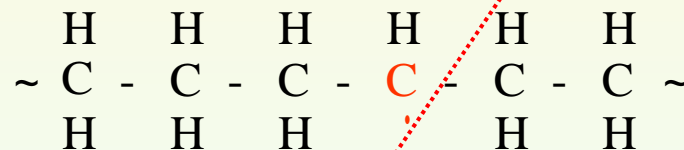
電池用隔膜の合成反応機構

原料: ポリエチレン



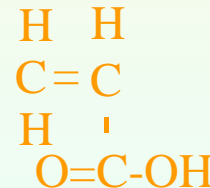
エチレン分子 $\begin{array}{c} \text{H} & \text{H} \\ & \text{C} = \text{C} \\ & \text{H} & \text{H} \end{array}$ が
数千分子重合した高分子

放射線で活性種を造る



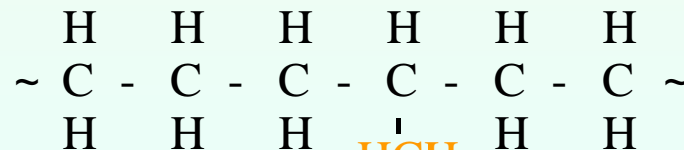
放射線

H·



C-Hの結合が切れて、
フリーラジカルC·と**H·**が生成、
H·はポリエチレンからHを
引き抜きH₂ガスを発生

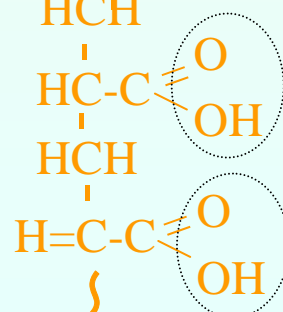
アクリル酸のクラフト重合



アクリル酸 (液体)

フリーラジカルが
アクリル酸の重合を開始

電気導伝性の付与



電気を運ぶ



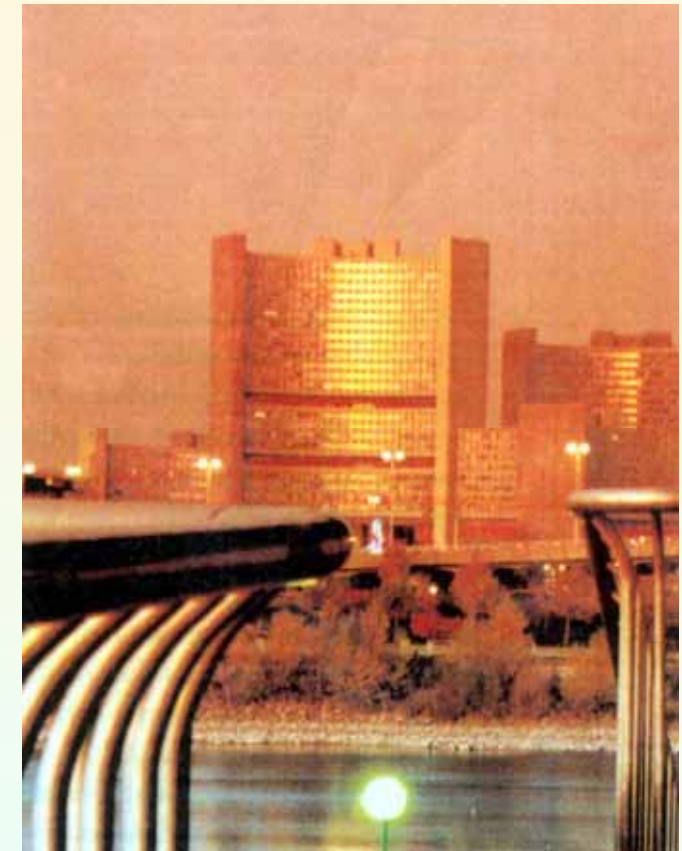
国連 査察 先遣隊 イラク

【バグダッド】小森保良 国連の大量破壊兵器査察団の先遣隊が18日午後（日本時間同日夜）、地中海のキプロス経由で空路バグダッドに到着した。査察団のイラク入りは98年12月以来4年ぶり。27日にも本隊第1陣が到着、査察を開始する予定。先遣隊は通信施設や車両、ヘリコプターなどの輸送手段、機材の確保などに当たる一方、イラク側と協議を始める。（3・7面に関係記事）

18日、バグダッドのサダム国際空港に到着したエルバラダイ事務局長（左）と、ブリクス委員長（右）のロイター

査察委員
IC)の
や国際
EA)の
務局長
ブリク

「イラクに大量破壊兵器がないことに世界が確証を求めている」と語る
ブリクス委員長（前 IAEA 事務局長）
とエルバラダイ（現 IAEA 事務局長）
- バグダットで （02.11.9., 朝日新聞）



“Atoms for Peace”の精神
で設立された IAEA
「人類のための原子力利用」
を推進

国際機関の存在はオーストリアの 「国家安全保障」と国際貢献

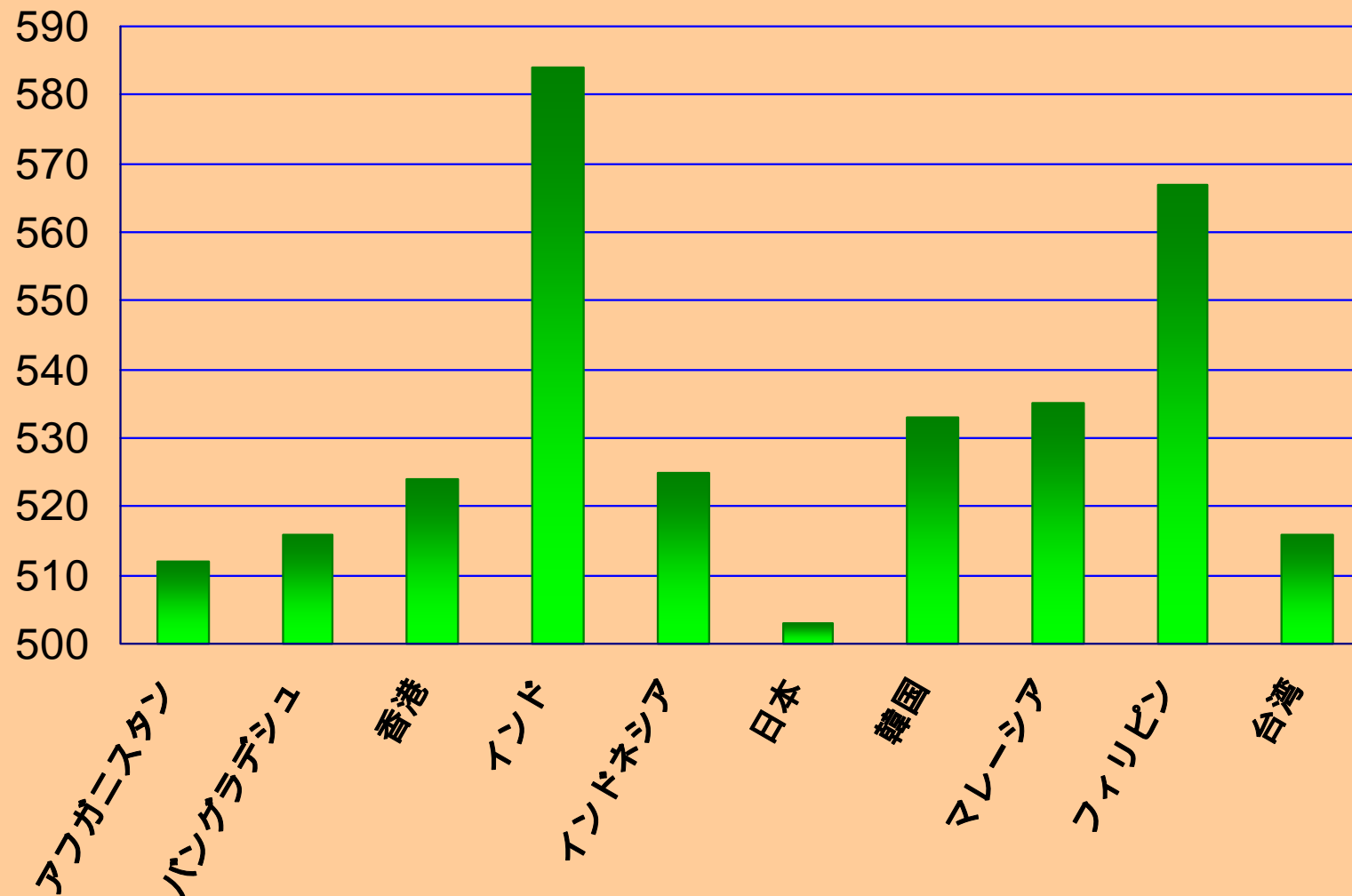


ハプスブルク帝国の栄光 ホフブルク宮殿

国際機関への日本の人的貢献(1996年12月31日現在)

機 関 名	専門職 (人)	邦人数 (人)	邦人構成比 (%)	財政負担 (%)(年)
UN(国連事務局)	4952	124	2.5	17.98('98)
UNDP(国連開発計画)	1053	31	2.9	10.88('94)
UNHCR(国連高等弁務官事務所)	1233	41	3.3	10.17('94)
UNICEF(国連児童基金)	1231	32	2.6	7.87('94)
FAO(国際食糧農業機関)	1562	31	2.0	14.24('95)
UNESCO(国連教育科学文化機関)	1035	42	4.1	15.19('96)
WHO(世界保健機関)	1352	42	3.1	12.24('94)
ICAO(国際民間航空機関)	356	3	0.8	11.67('94)
IAEA(国際原子力機関)	824	32	3.9	15.59('98)

主なアジアの国・地域別TOEFL成績一覧



出典: 米ETS (1999年～2000年6月)

日本人の応募者が少ないのはなぜか

- 言葉の壁。日本語は公用語でない。
- 仕事を変えることに抵抗がある。
- 帰国後のポストが不安定。社会のモビリティが低い。
- 国際機関の役割、重要性が知られていない。
- 日本との収入の格差。日本は収入が高く物価も高い。
- 子弟の教育問題。厳しい受験競争。

「たかが英語されど英語」

「21世紀を担う人は英語で意思疎通できるようにする」
21世紀日本の構想懇談会に賛成

- 英語教育の改革が必要。役立つ英語を。
- 日本への外国人専門家の受入れ増加。
(人的交流の促進)
- 日常的に英語で討論をする訓練。
- 英語は不可欠な道具。専門的能力、協調性と管理能力が重要。
- 国際貢献。財政的支援と人的支援のバランス。

国際社会で通用する人材をつくる

- 個性を育てる - 独創性
- 国際的感性 - 異文化への共感
- 議論の出来る人材・識見と表現力
- 議論から新構想を生み出せる人材
- 世界一級の専門家を創る