

地球環境科学 (第1回)

地球温暖化問題の本質と対策の視点

最近の国際動向

岡崎 健
機械制御システム専攻
(機械科学科)

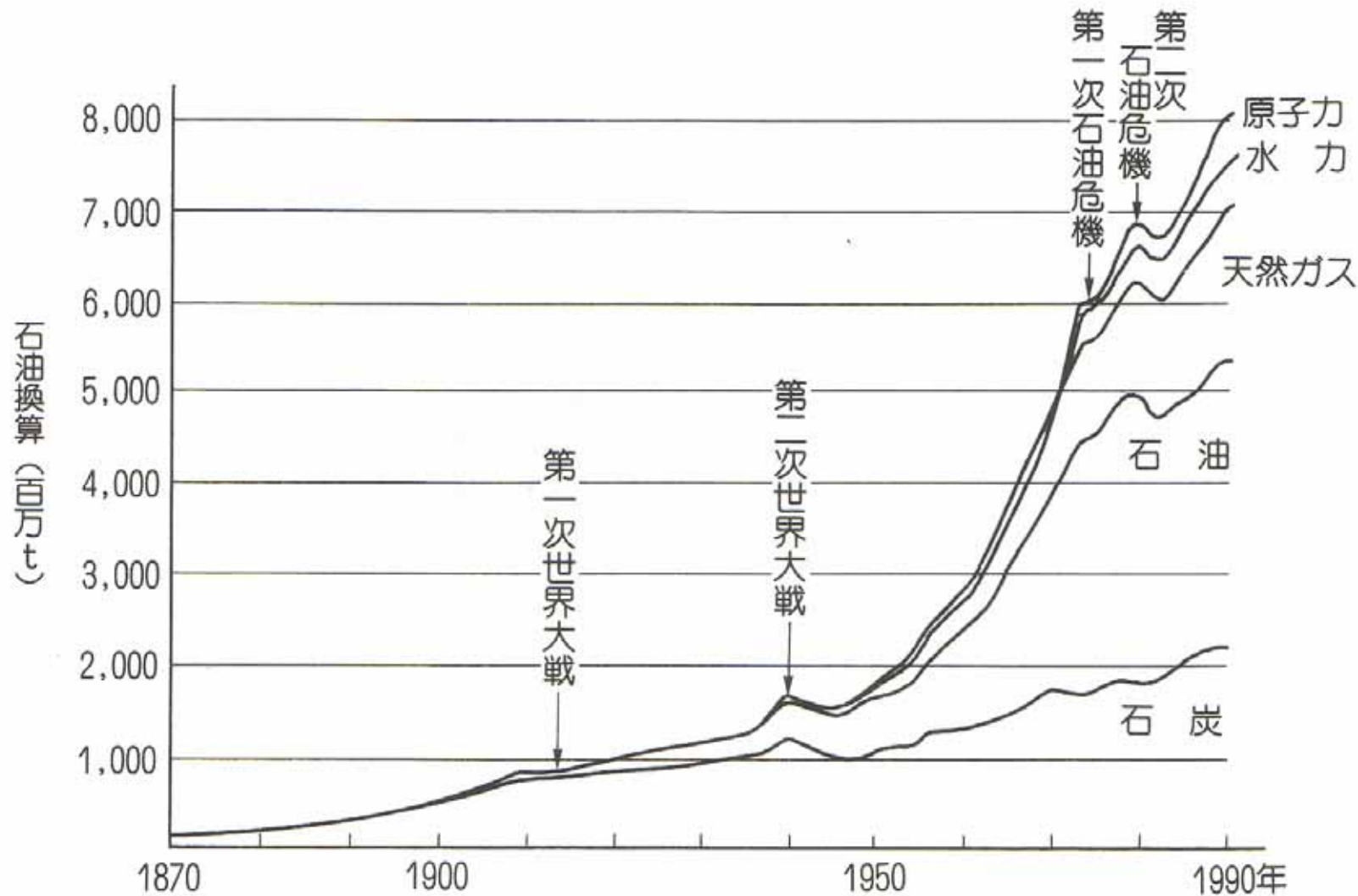
2004年10月7日 (木)

1



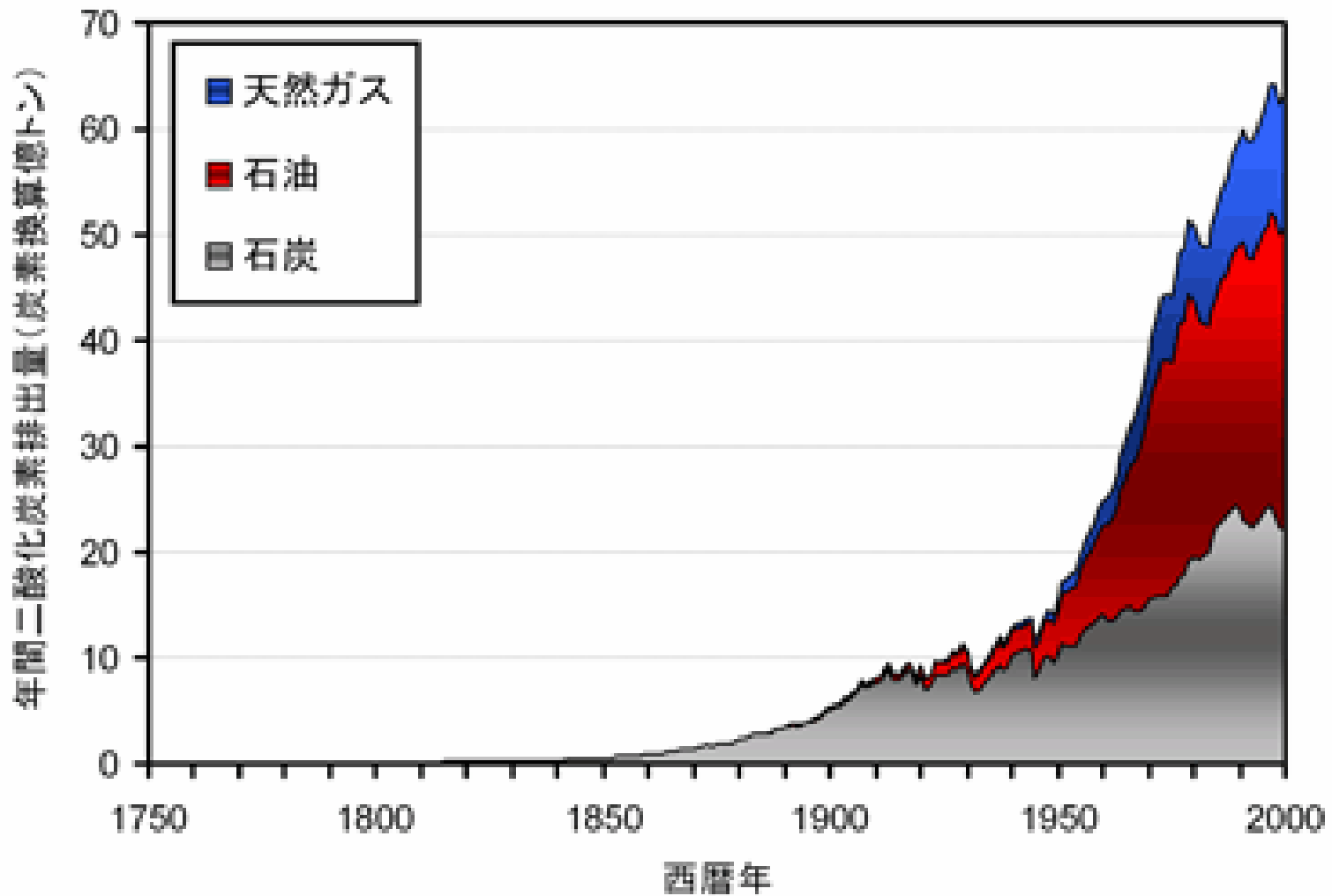


エネルギー消費の歴史

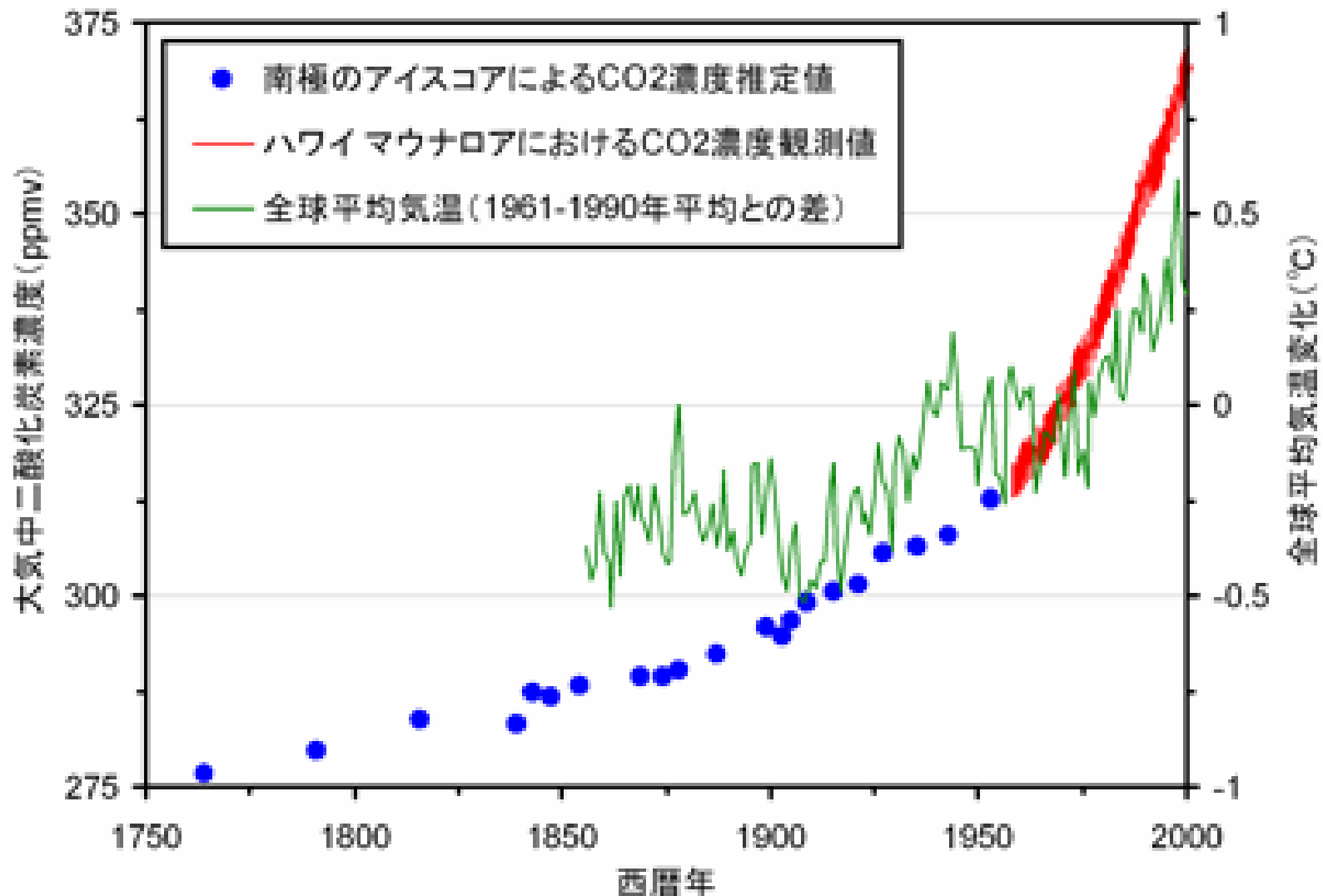


[出典：国連エネルギー統計、BP統計等による]

世界のエネルギー消費の推移

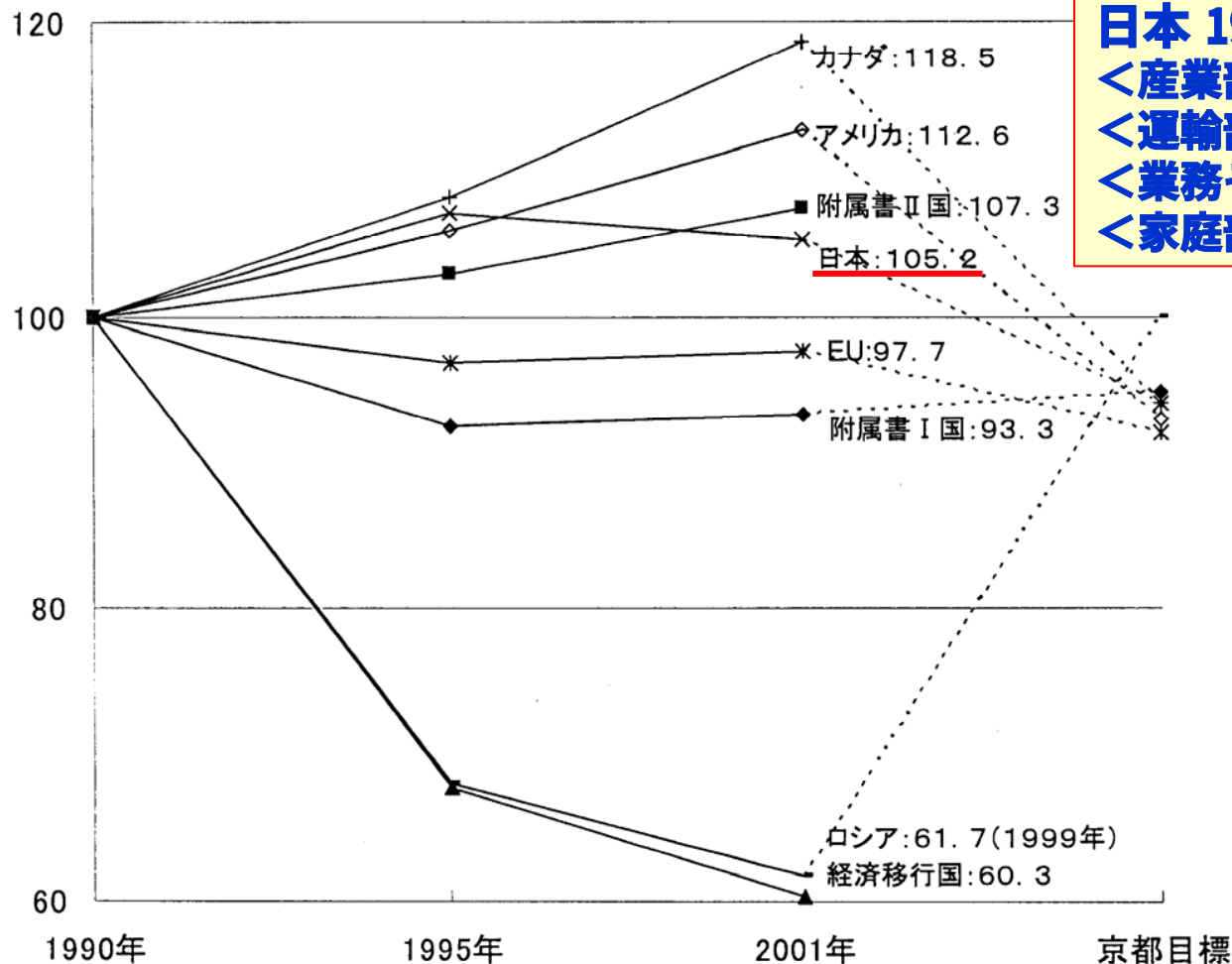


世界のCO₂排出量の推移



CO₂濃度と平均気温の変化

各国のCO₂排出の動向



日本 1990年度比 +5.2%
<産業部門> - 5.1%
<運輸部門> +22.8%
<業務その他> +30.9%
<家庭部門> +19.4%

(注)・FCCC/SBSTA/2003/14より推計。シンクによる吸収量は含まない。
 ・基準年排出量は、代替フロン排出実績(1990年と1995年実績の大きい値を選択)に応じて調整。
 ・附属書I国、II国及び経済移行国の数値については基準年調整後、各国の数値を合計して試算。
 ・附属書I国、II国及び経済移行国の京都目標は、各国の京都目標から試算。

京都議定書

1997年12月の京都会議(COP3)で採択

○先進国の温室効果ガス排出量

先進国全体で少なくとも5%の削減を目標

各国毎に法的拘束力のある数値目標設定

対象ガス	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O, HFC, PFC, SF ₆
吸収源	森林等の吸収源によるCO ₂ 吸収量を算入
基準年	1990年(HFC、PFC、SF ₆ は1995年)
目標期間	2008年～2012年
数値目標	日本－6%, 米国－7%, EU－8%等

日本の温暖化対策 (COP3対応)

1990年レベルの6%の削減目標達成に向けた地球温暖化対策の方針

▲2.5%	CO ₂ 、メタン、亜酸化窒素の排出抑制
±0%	エネルギー起源の CO ₂
▲0.5%	エネルギー起源以外(工業過程、廃棄物等から)の CO ₂ 、メタン、亜酸化窒素に係る対応
▲2.0%	<u>革新的技術開発</u> 、国民各界各層の更なる努力
▲3.7%	土地利用の変化と森林活動による吸収
+2.0%	代替フロン等3ガス(HFC,PFC,SF ₆)の排出抑制
▲1.8%	京都メカニズム(排出量取引、共同実施、CDM)の活用

(CO₂の回収・隔離は含まれていない)

地球環境問題の本質と対策の視点

(水素を例にして考えてみよう)

- ・ **環境問題の危機的状況**

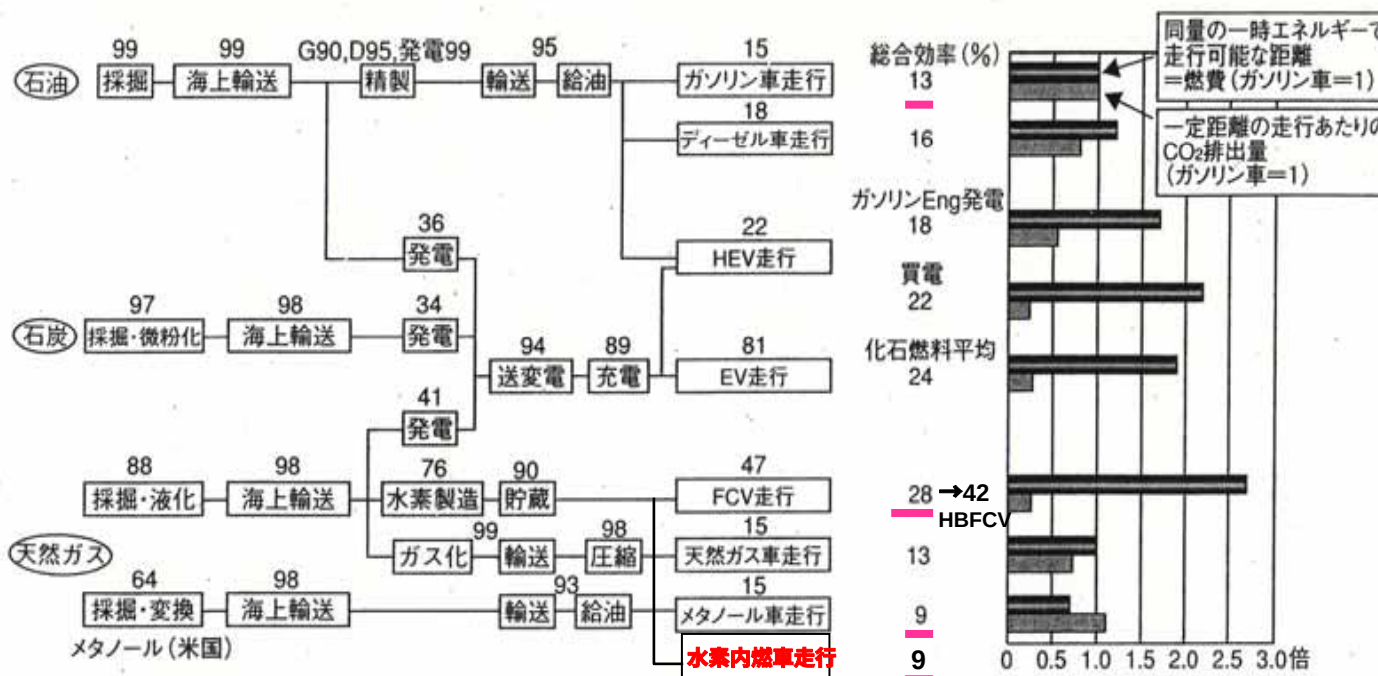
(グローバル および ローカル)

日本 13 億ton-CO₂/year
世界 250 億ton-CO₂/year

- ・ **化石燃料エネルギー資源の枯渇**

(**限られた埋蔵量**)

水素導入は、水素エネルギーシステム全体として、これらの問題に対して、正味の寄与、量的寄与を有しなくてはならない。あるいは、短期的にはこれらの寄与が小さくても、中・長期的には大きな寄与が期待できるシナリオが描けなくてはならない。→ 水素社会へのソフトランディングシナリオ



注) 1.ガソリン車走行、ディーゼル車走行の効率は自動車工業会の推定による。

2.□の上の数値は各段階でのエネルギー効率で、右表の総合効率は各段階の数値の積。

3.EVのCO₂排出量は日本の電源構成による。

4.HEVはシリーズタイプとする。

5.EV,HEV,FCVはエネルギー回生を20%とした。

6.EVの重量増加は300kgとし、自動車の燃費悪化は20%とした。

HEV,FCVについては重量増加による影響は考慮していない。

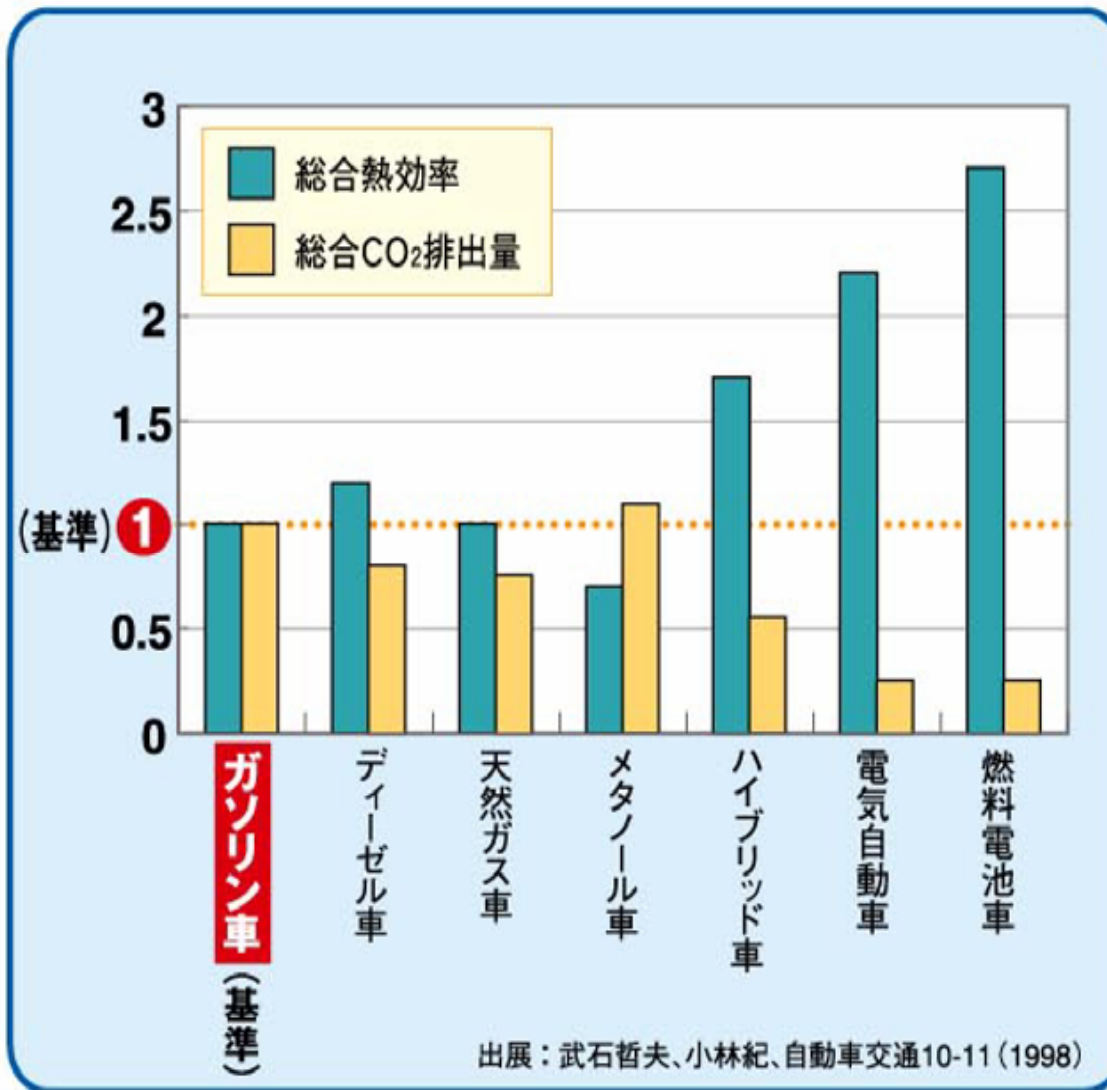
エネルギーフロー、総合効率、燃費、CO₂ (現在～近未来)



SHIFT_the future

(Source: Takeishi, Kobayashi, Jidosha-kotsu, 1998, NISSAN)

Energy flow and overall net efficiency for various types of vehicles (Well to Wheel Efficiency)



各種自動車の総合効率・CO₂排出量

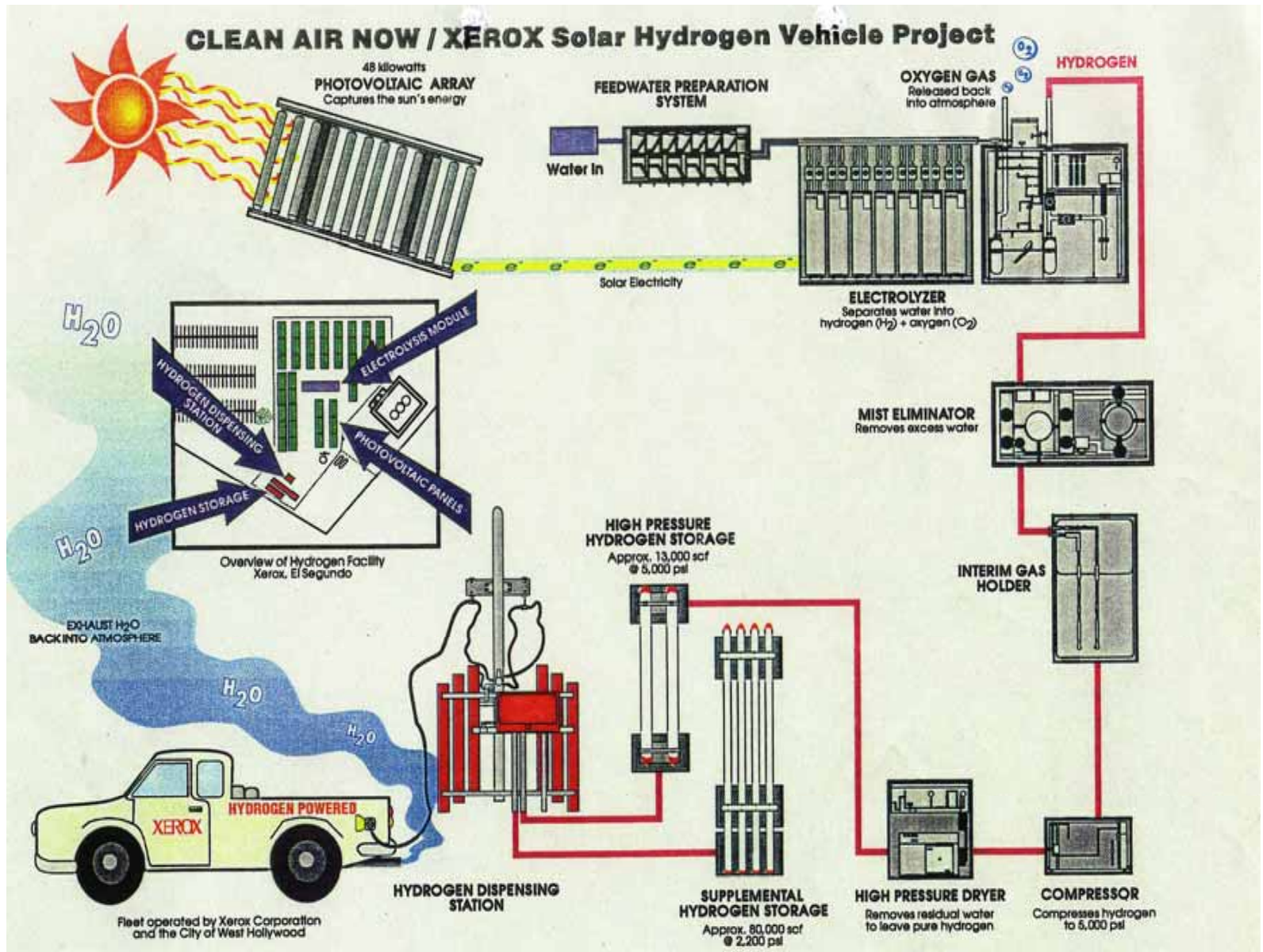


SHIFT_the future





BMW 7 Series 水素内燃エンジン自動車 (水素・ガソリン バイフューエル)



太陽エネルギーと水素によるゼロエミッションシステム

13

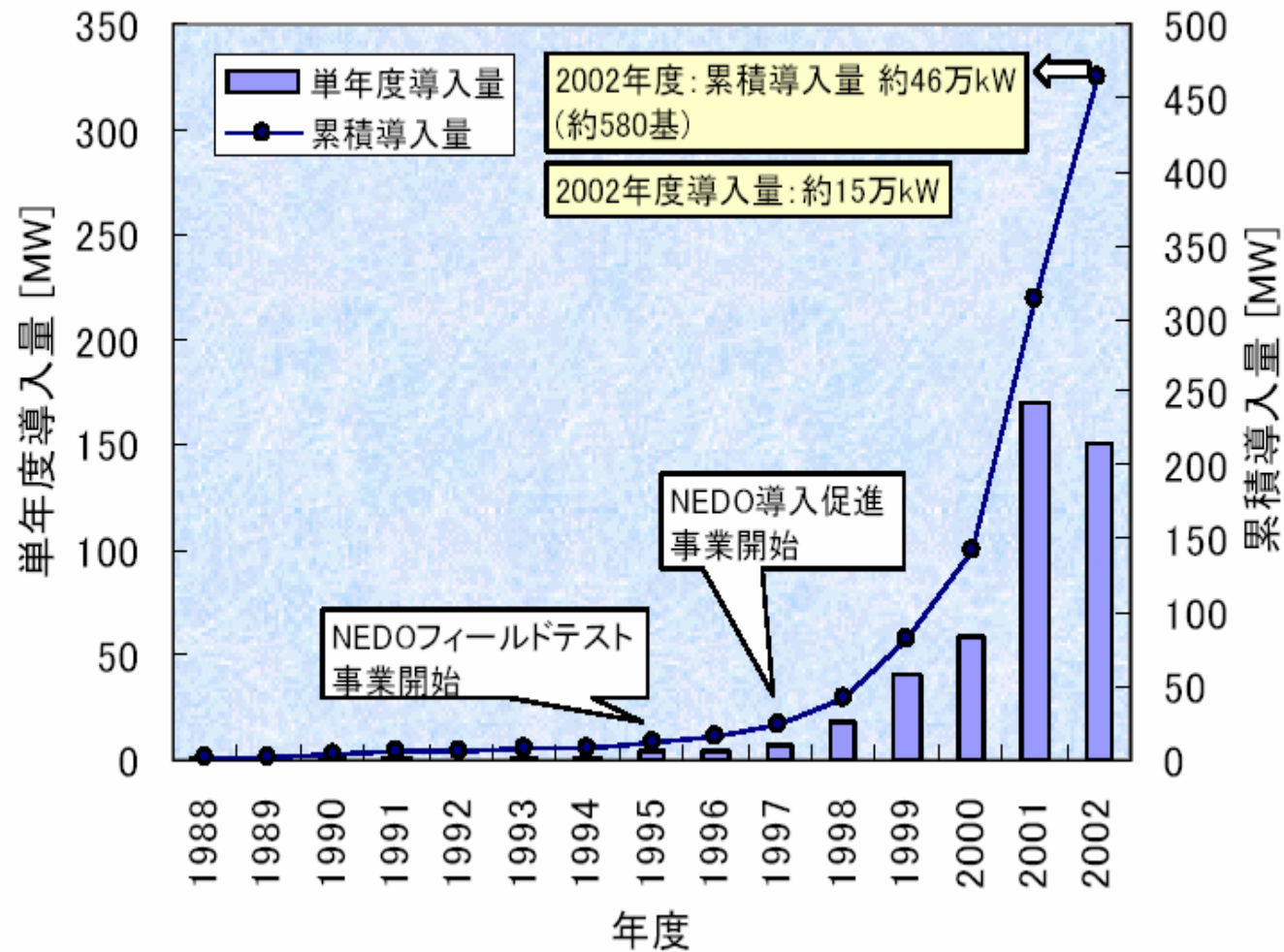
新エネルギー導入見通し

○供給サイドの新エネルギー

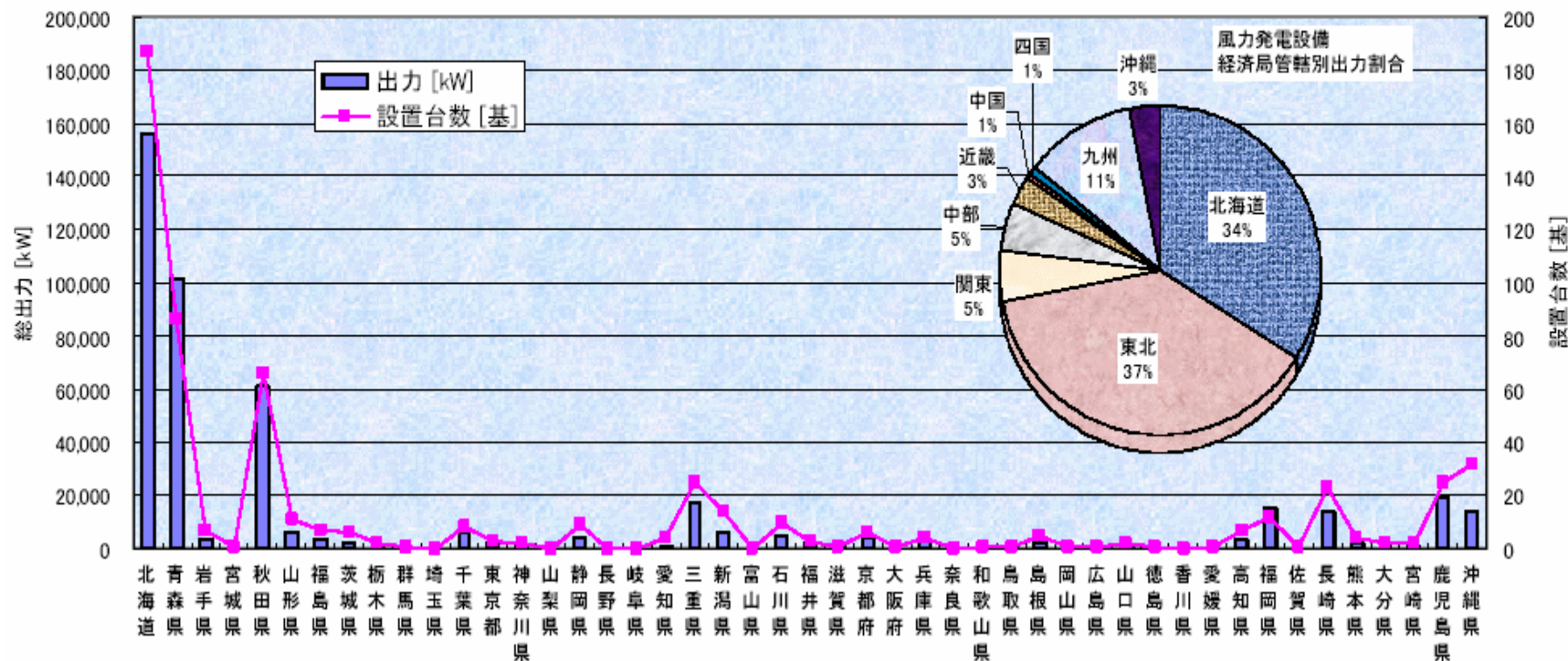
	1999年度(実績)		2010年度				
			現行対策維持ケース		目標ケース		
	原油換算	設備規模	原油換算	設備規模	原油換算	設備規模	2010/1999
	(万kl)	(万kW)	(万kl)	(万kW)	(万kl)	(万kW)	
太陽光発電	5.3	20.9	62	254	118	482	約23倍
風力発電	3.5	8.3	32	78	134	300	約38倍
廃棄物発電	115	90	208	175	552	417	約5倍
バイオマス発電	5.4	8.0	13	16	34	33	約6倍
太陽熱利用	98	—	72	—	439	—	約4倍
未利用エネルギー (雪氷冷熱を含む)	4.1	—	9.3	—	58	—	約14倍
廃棄物熱利用	4.4	—	4.4	—	14	—	約3倍
バイオマス熱利用	—	—	—	—	67	—	—
黒液・廃材等	457	—	479	—	494	—	約1.1倍
新エネルギー供給計	693	—	878	—	1910	—	約3倍

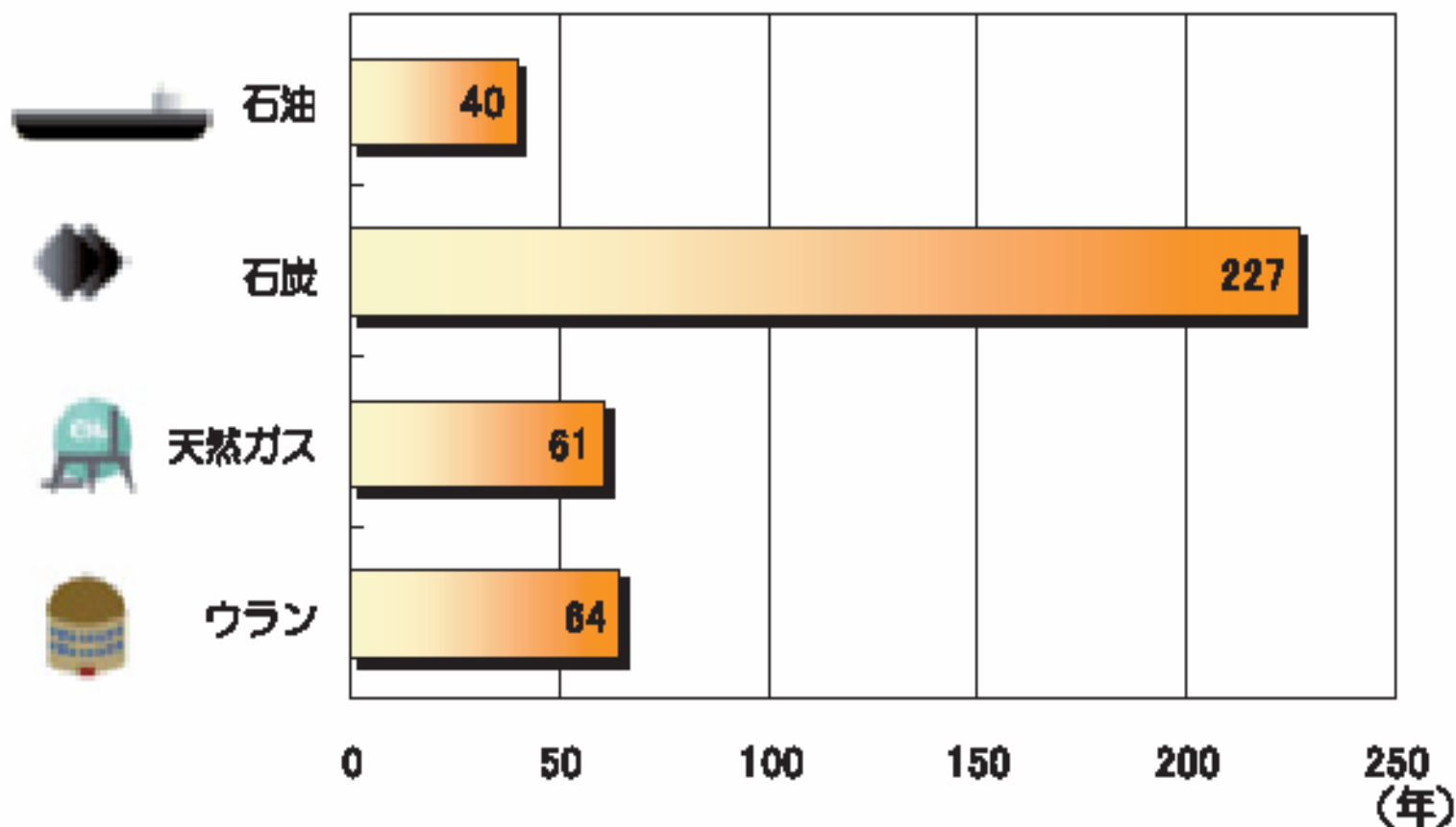
↑ 一次エネルギー全体の 1.1 %

日本における風力発電の導入量推移

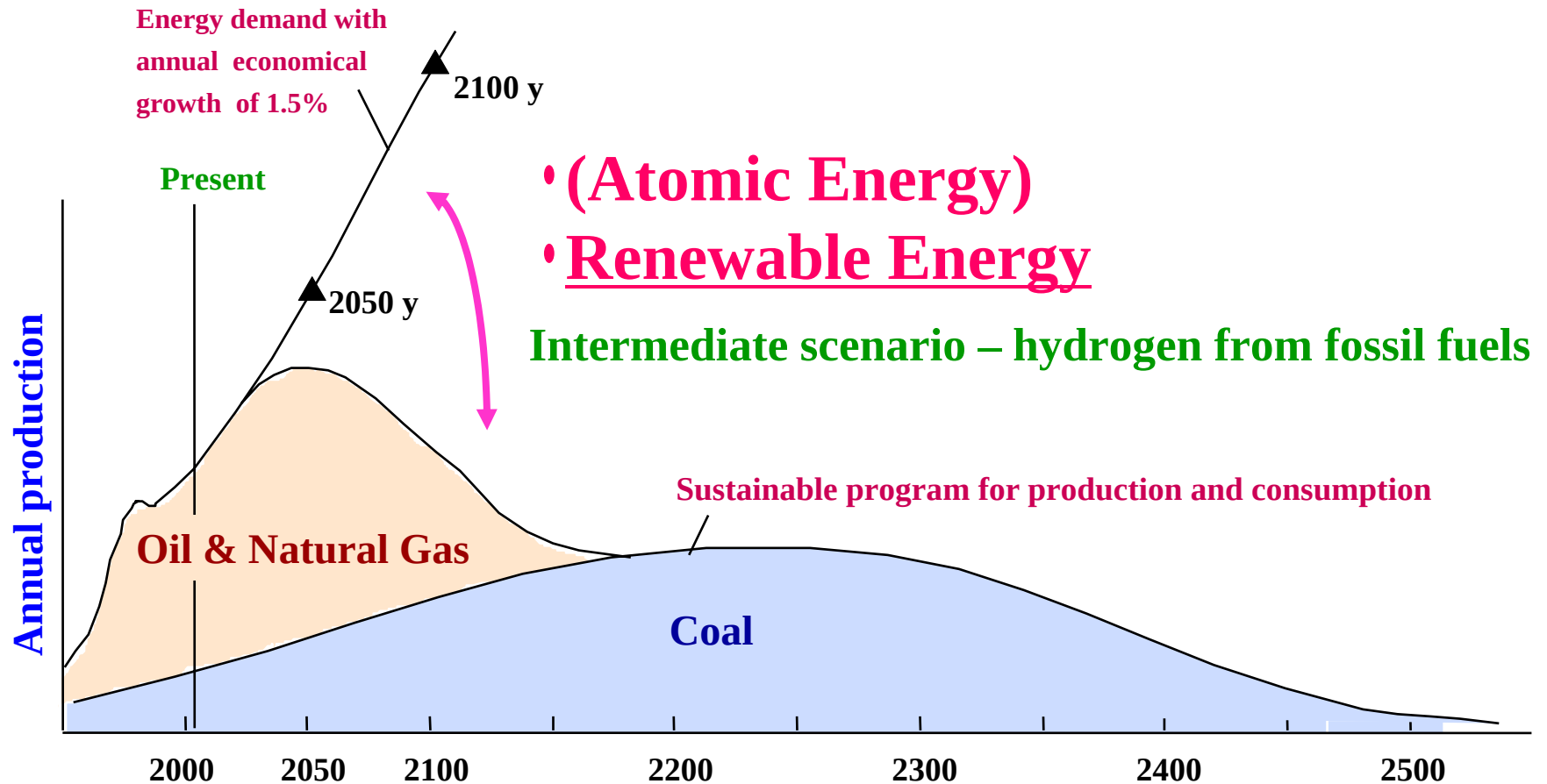


都道府県別風力発電導入量（2003年3月末現在）





化石燃料の可採年数（出典：資源エネルギー庁）



Long term prospect of fossil fuel consumption

(Source: Clean Coal Science Handbook, 1996 CCUJ)



さまざまなエネルギー・環境対策を評価する上での 本質的に重要な座標軸と視点

1. **大型・集中・定置型** ↔ **小型・分散型**
[システム特性とサイズ] (定置型・移動型)
2. **ローカルクリーン** ↔ **グローバルクリーン**
[空間スケール]
3. **短期** → **中期** → **長期**
[タイムスケール]
4. **要素技術** → **システム技術**
(combined, integrated, local and global network)

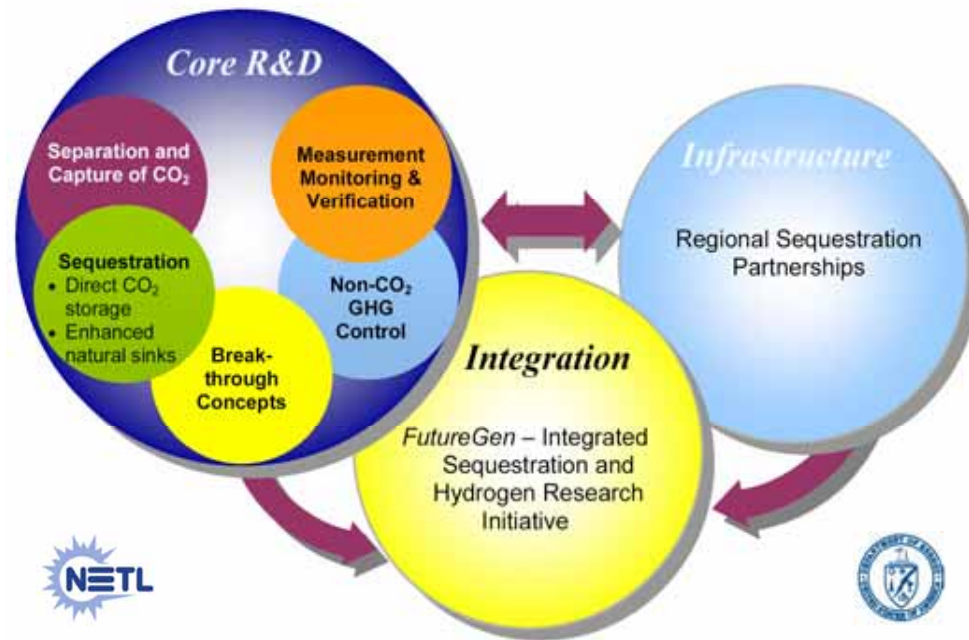
- ・ LCA (Life Cycle Assessment) 的に見た正味の寄与
- ・ 地球環境問題に対する十分な量的寄与
- ・ エネルギーの質 [熱 (温度) – 化学 – 電気]

大量水素エネルギー導入への課題

- **自然エネルギー（太陽光、風力）**
（短中期では導入割合は極少）
- **副生水素の利用**
- **化石燃料からの水素製造**（現実的な中間シナリオ）
（高効率、高速、大量）
正味のCO₂大幅削減とリンクしなければ意味が無い

CO₂ Sequestration (US strategy)

Technology Roadmap and Program Plan (March, 2003)



US's Share of Fossil Fuel Reserves

- **Coal** : 25 %
- **Oil** : 3 %
- **Natural Gas** : 3 %
(Russia : 30 %)

US's Energy Consumption/head

- five times of world average

- **The Vision 21 Program** : The President Clinton, 1999
(gasification, CO₂ separation-recovery-sequestration, production of hydrogen alcohol, etc.)
- **Climate Change, Hydrogen Initiative** : 1.2 B\$/5years, The President Bush, Jan. 28, 2003
- **FutureGen Project** : 1.0 B\$/10years, DOE, Feb. 27, 2003
(prototype coal plant combined with CO₂ recovery-sequestration and hydrogen (275MW))
- **International Carbon Sequestration Leadership Forum** : signed, June 25, 2003
(14 countries : USA, China, Russia, Japan, India (main 5) and others)



A Challenging European Hydrogen Vision

水素製造・分配

化石燃料からの水素
製造と炭素隔離

再生エネルギーからの水素製造
(炭素のない水素社会)

2050

2040

2030

2020

2010

2000

自動車用/発電用
燃料電池の研究・実証及び水素
の製造・輸送・分配の研究・実証

水素の製造・輸送・貯蔵及び
自動車用/発電用燃料電池の
商業化

水素経済社会

燃料電池が輸送・発電
の主要技術

燃料電池車(水素)

SOFC(10MW)

燃料電池車(水素・改質)

MCFC、SOFC

化石燃料経済社会

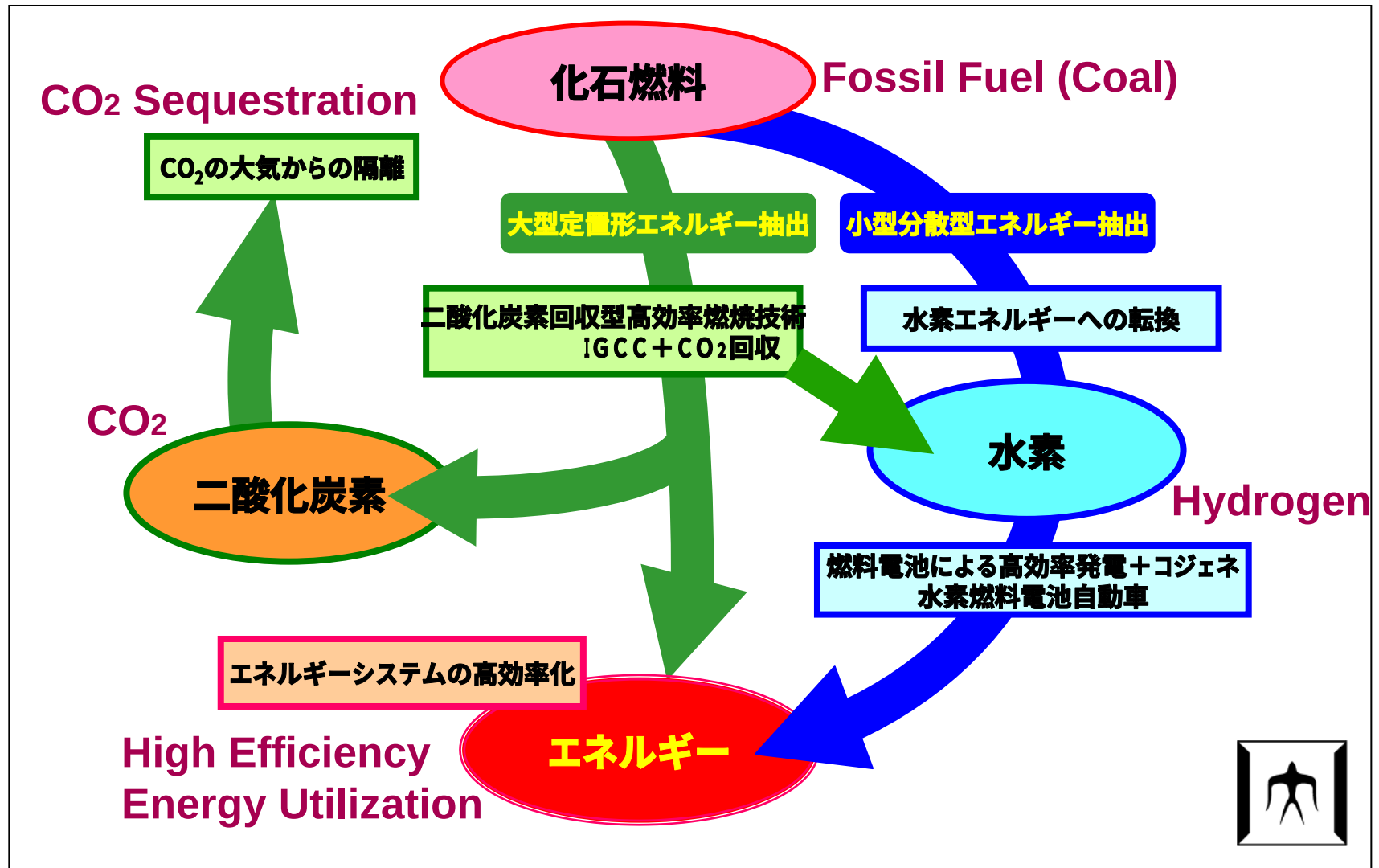
燃料電池・水素システム
の開発、普及

(IEA CCCレポート(2003)より作成)

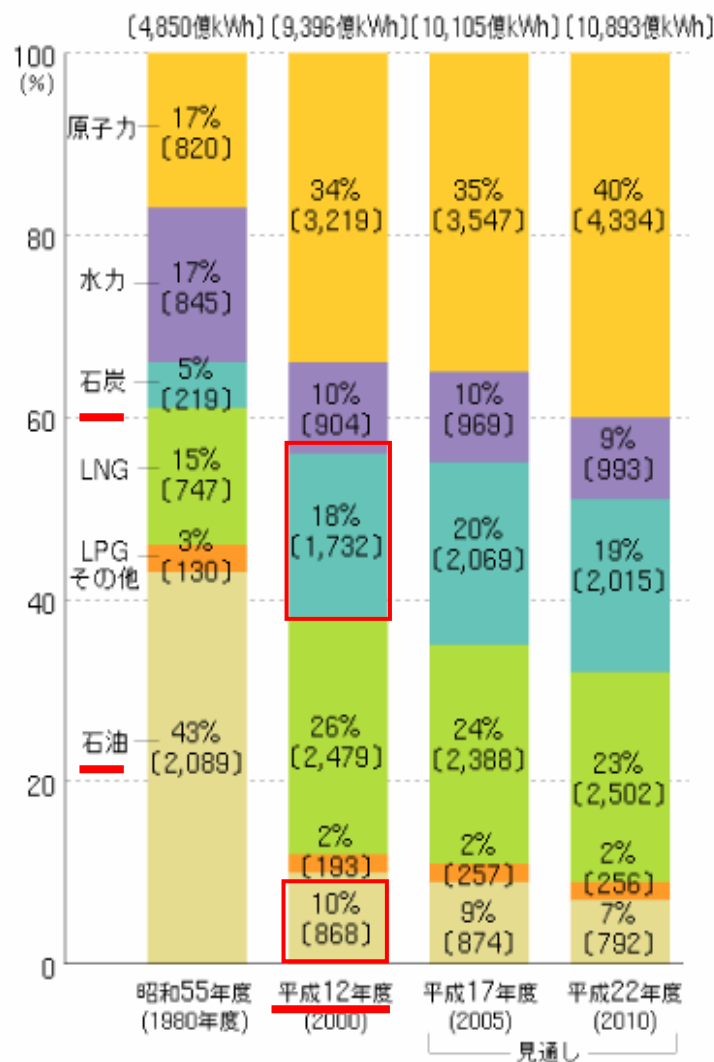
[CCUJ 原田による]

22

化石燃料の高度有効利用・隔離統合型CO₂削減技術・開発

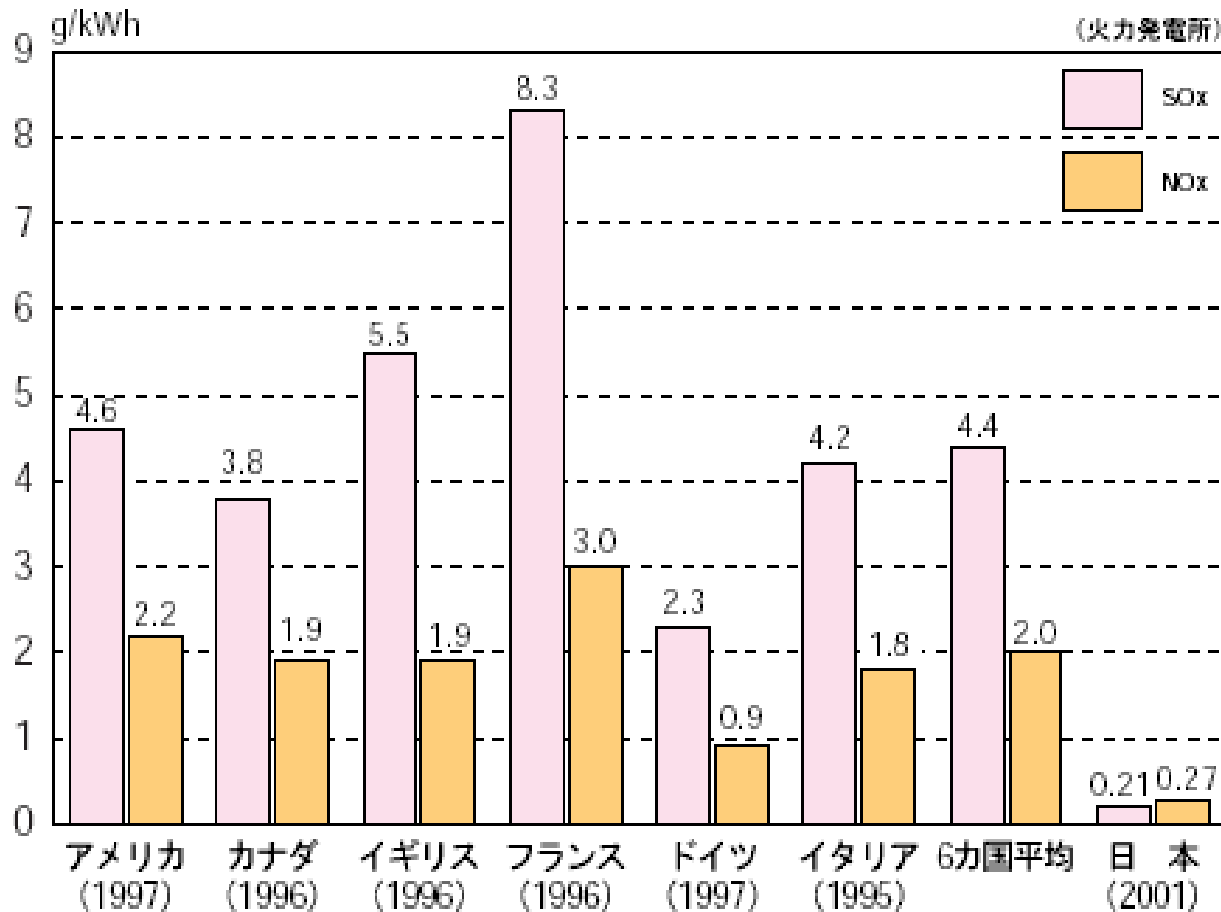


電源種別発電電力量構成比



(電気事業連合会HP)

主要国の発電電力量当たりのSOxとNOx排出量



出典：「OECD ENVIRONMENTAL DATA COMPENDIUM 1999」[ENERGY BALANCES OF OECD COUNTRIES 1995-1996, 1996-1997, 1997-1998]
日本は電気事業連合会調べ

LAE (財)エネルギー総合工学研究所

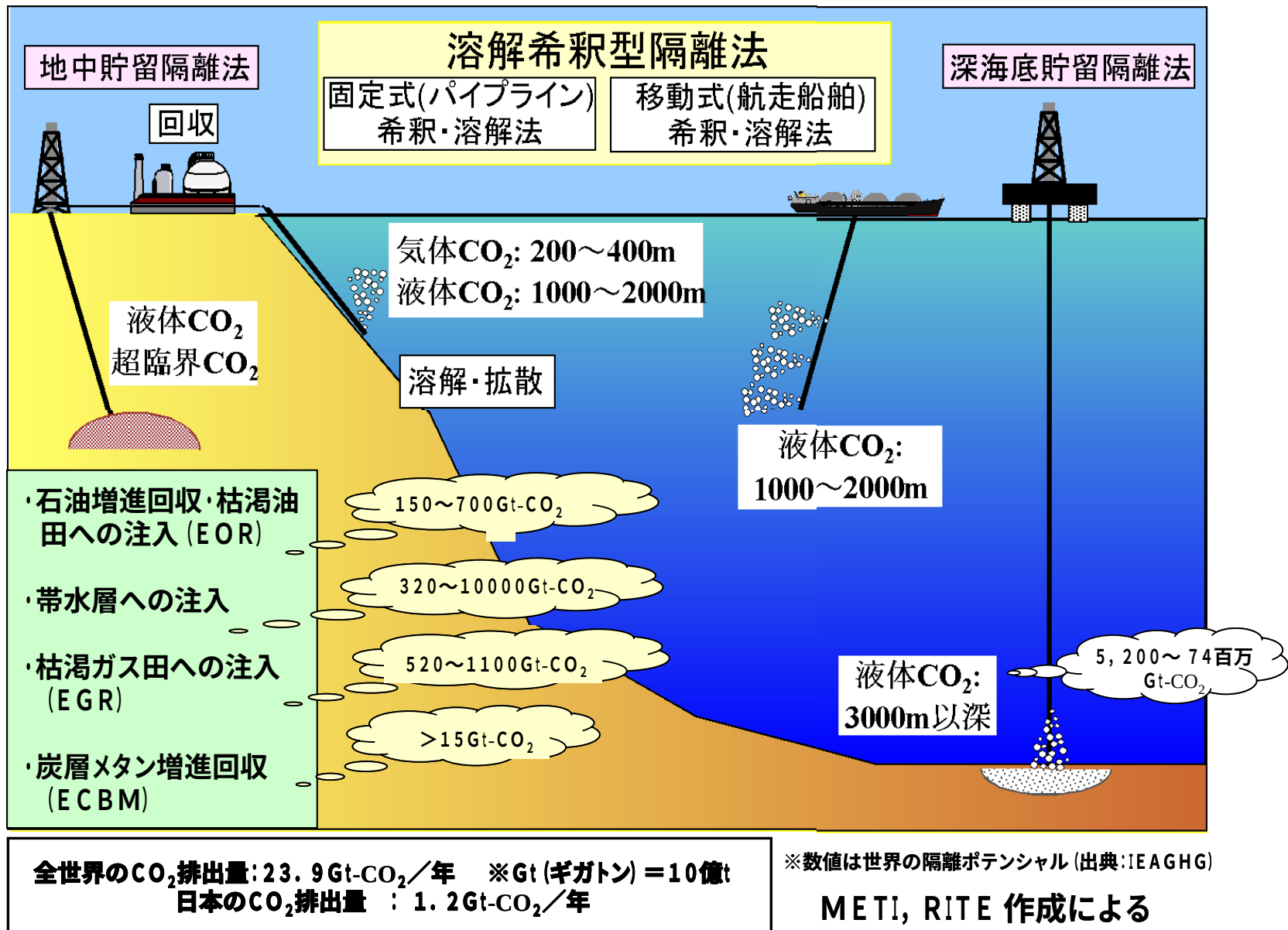
酸性雨問題

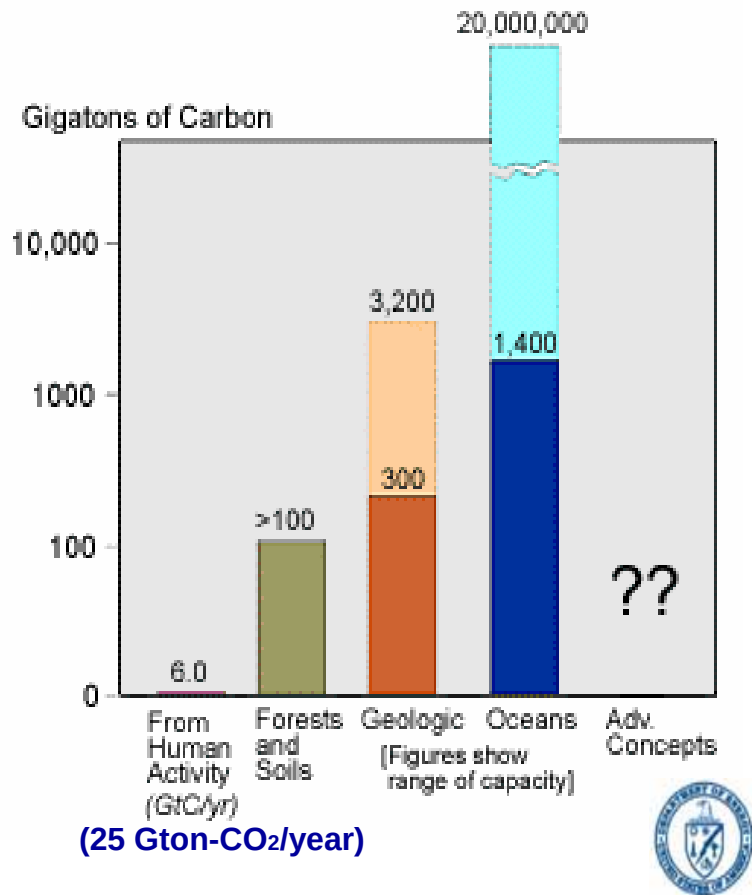
日本技術の
技術移転で
解決できる

CO₂問題

新たな
ストラテジー
が必須

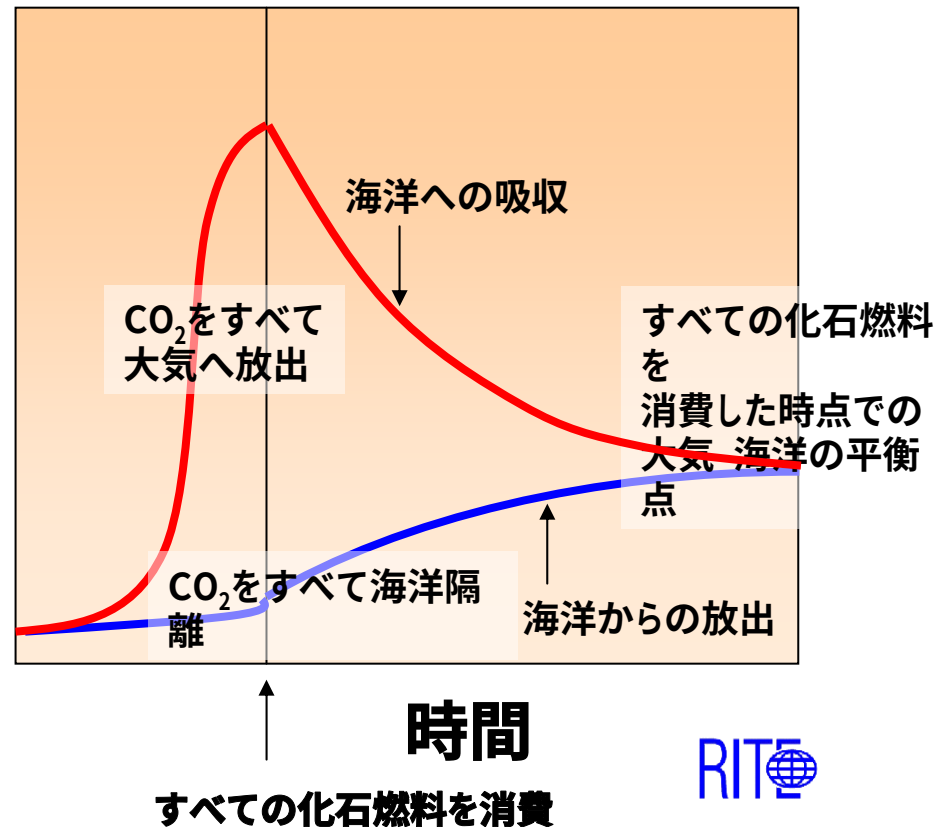
二酸化炭素隔離技術の概要





Huge Capacity of Ocean for CO₂ Sequestration

大気中のCO₂濃度



The Essential Meaning of Ocean Sequestration of CO₂

我が国における関連プロジェクト (相互リンクほとんど無し)

・CO₂回収型石炭利用技術開発

環境調和型石炭燃焼技術 (酸素燃焼技術)

(O₂製造ネック)

NEDO-CCUJ: 1996年度 ~ 1999年度

CO₂/O₂燃焼、IGCC+CO₂回収・水素リッチ化

・CO₂海洋隔離技術開発

二酸化炭素の海洋隔離に伴う環境影響予測技術研究開発

NEDO-RITE I: 1997年度 ~ 2001年度、II: 2002年度 ~

中層溶解、深海底隔離、海洋環境影響、国際共同実験

・水素利用技術開発

(電解: O₂有効利用)

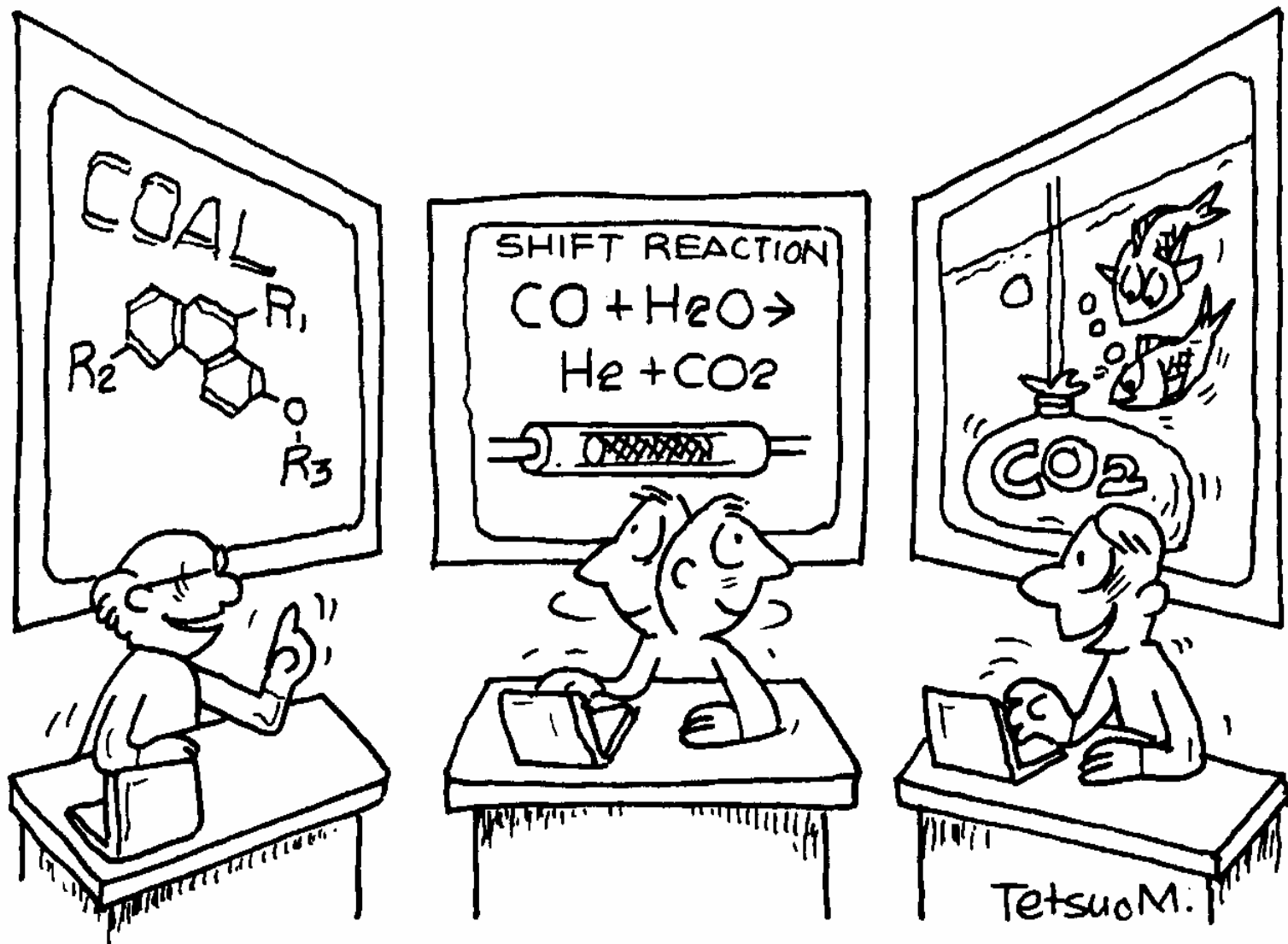
WE-NET (水素利用国際クリーンエネルギーシステム技術)

NEDO-IAE・ENAA I: 1993年度 ~ 1998年度、II: 1999年度 ~ 2002年度

・水素燃料電池自動車・水素ステーション実証試験

JHFC (Japan Hydrogen and Fuel Cell Development Project)

METI-JARI: 2002年度 ~



研究者サイドがもう少しコラボレーションを



Project Integration and World Collaboration

Council for Science & Technology Policy,
Cabinet Office

Coal Utilization with CO₂ Recovery CCUJ

O₂/CO₂ Coal Combustion
CO₂ Capture from IGCC
HyPr-RING for Hydrogen Production

CO₂ Sequestration

Ocean Sequestration
Geological Sequestration

Hydrogen Energy System

FC-Vehicles and H₂ Stations
Distributed Co-generation System

(1.2 B\$/5years, 約290億円/year)

US (Hydrogen Initiative, FutureGen), Europe, etc.
and developing countries

RITE

ENAA, IAE
JARI-JHFC

(307億円, 250 M\$ for FY2003)

METI
w/o
NEDO

consistent strategy

INTEGRATION

COLLABORATION

to improve our global environment for future generations

石炭ガス化を核とする多様なCCTモデル実証の展開

○2030年のゼロエミッション実現を目指す技術開発過程において鍵となる石炭ガス化技術を核として、石炭とバイオマス・廃プラスチック等とのハイブリッドガス化や電力と化学原料等とのコプロダクションなど、地域の実情に合わせて循環型社会の形成等を推進する多様なCCTモデル実証の展開を図る。

