

敦賀「原子力」夏の大学

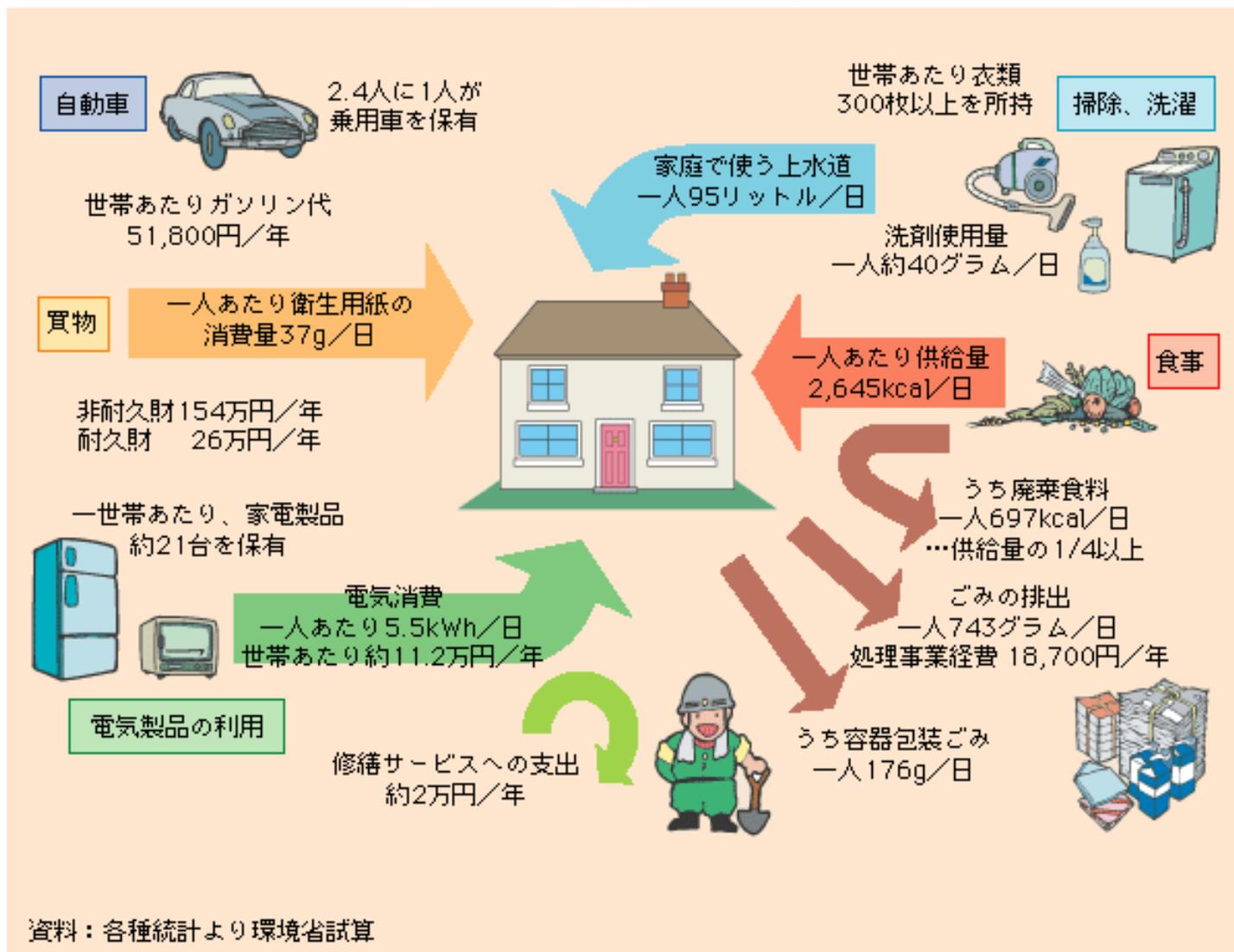
クイズと解説で
たったの1時間+αでわかる
「エネルギー概論」

大阪大学 環境・エネルギー工学専攻

山本 敏久

日常生活における環境負荷

図1-2-1 日常生活における環境負荷



Q1 エネルギー消費(1)

日本人ひとり当たりが、年間に消費するエネルギーを石油に換算すると、家庭用バスタブで何杯分？

- ① 1/2杯(250ℓ) ② 2杯(1000ℓ)
③ 4杯(2000ℓ) ④ 8杯(4000ℓ)

日本人の年間消費量は約4t。世界平均は1.7t。
最大消費量はアメリカ人で、約8t。

正解は④。

一体、何にエネルギーを使っているのか？

図1-2-2 家庭生活によるライフサイクルエネルギー量の内訳

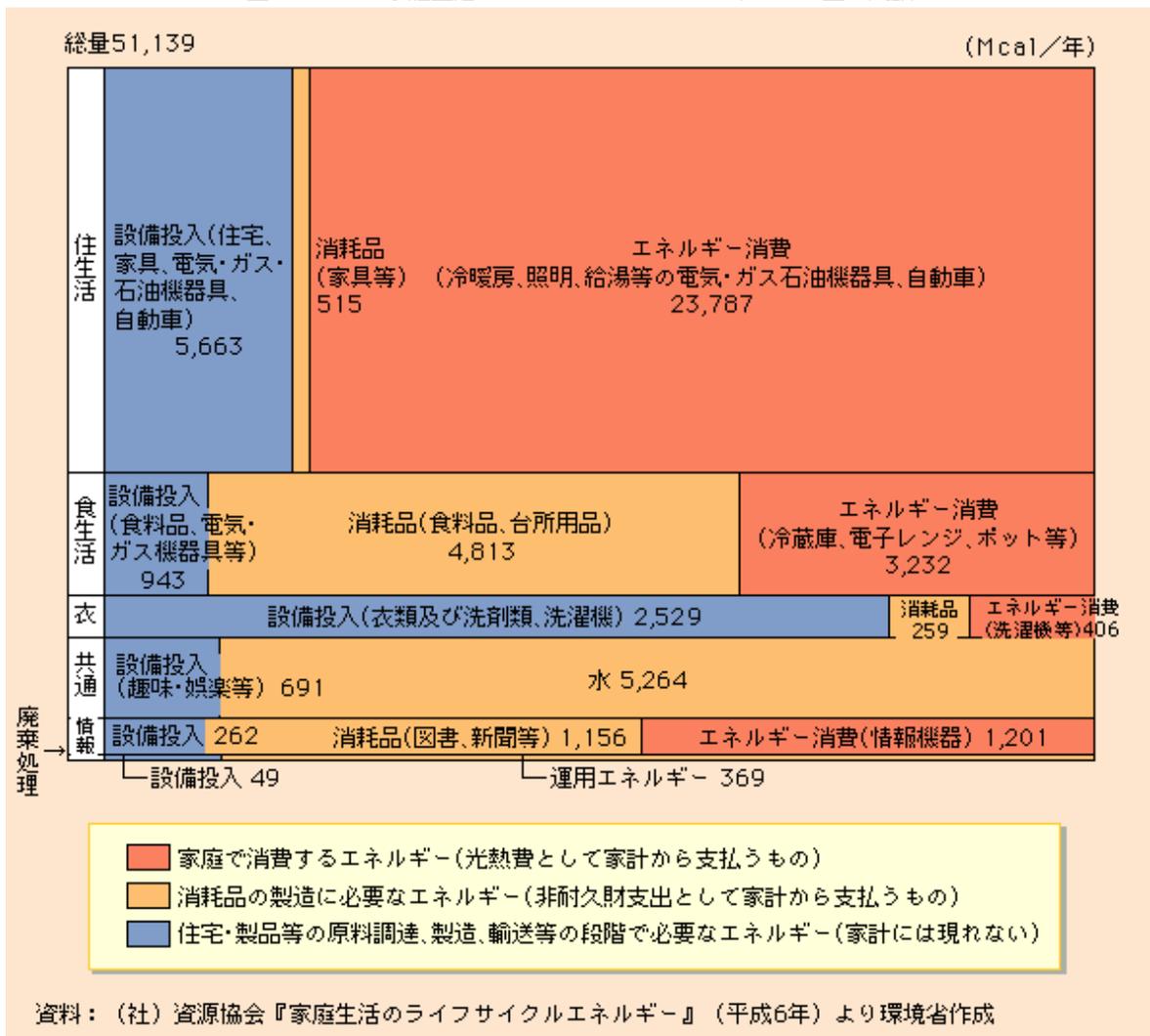
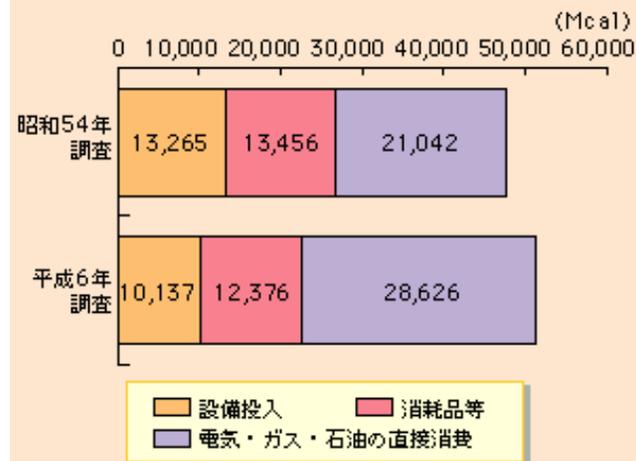


図1-2-3 分類別ライフサイクルエネルギーの変化



資料：科学技術庁資源調査所『ライフサイクルエネルギーに関する調査研究』(昭和54年)、(社)資源協会『家庭生活のライフサイクルエネルギー』(平成6年)より環境省作成

快適な生活や
 娯楽のための
 エネルギー消費
 が増えている

Q1 エネルギー消費(2)

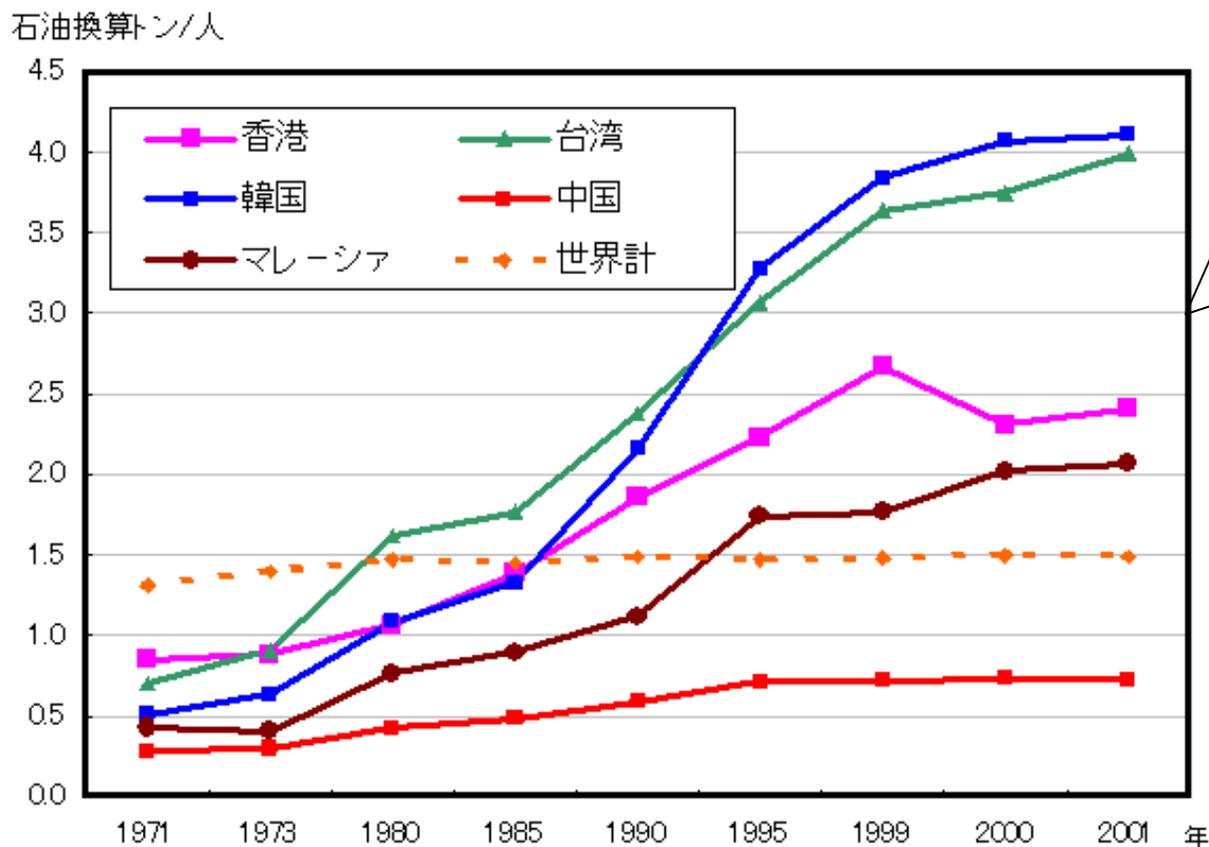
日本全体のエネルギー消費量は、明治初期を1とすると、現代は何倍になっているでしょう？

- ① 10倍
- ② 50倍
- ③ 100倍
- ④ 150倍

日本人の人口は、明治初期の約4倍になりました。
これに加えて、生活レベルが向上したことで、ひとり当たりの消費量が40倍に上昇し、あわせて約150倍にもなりました。

正解は④。

新興国のエネルギー資源消費量の推移



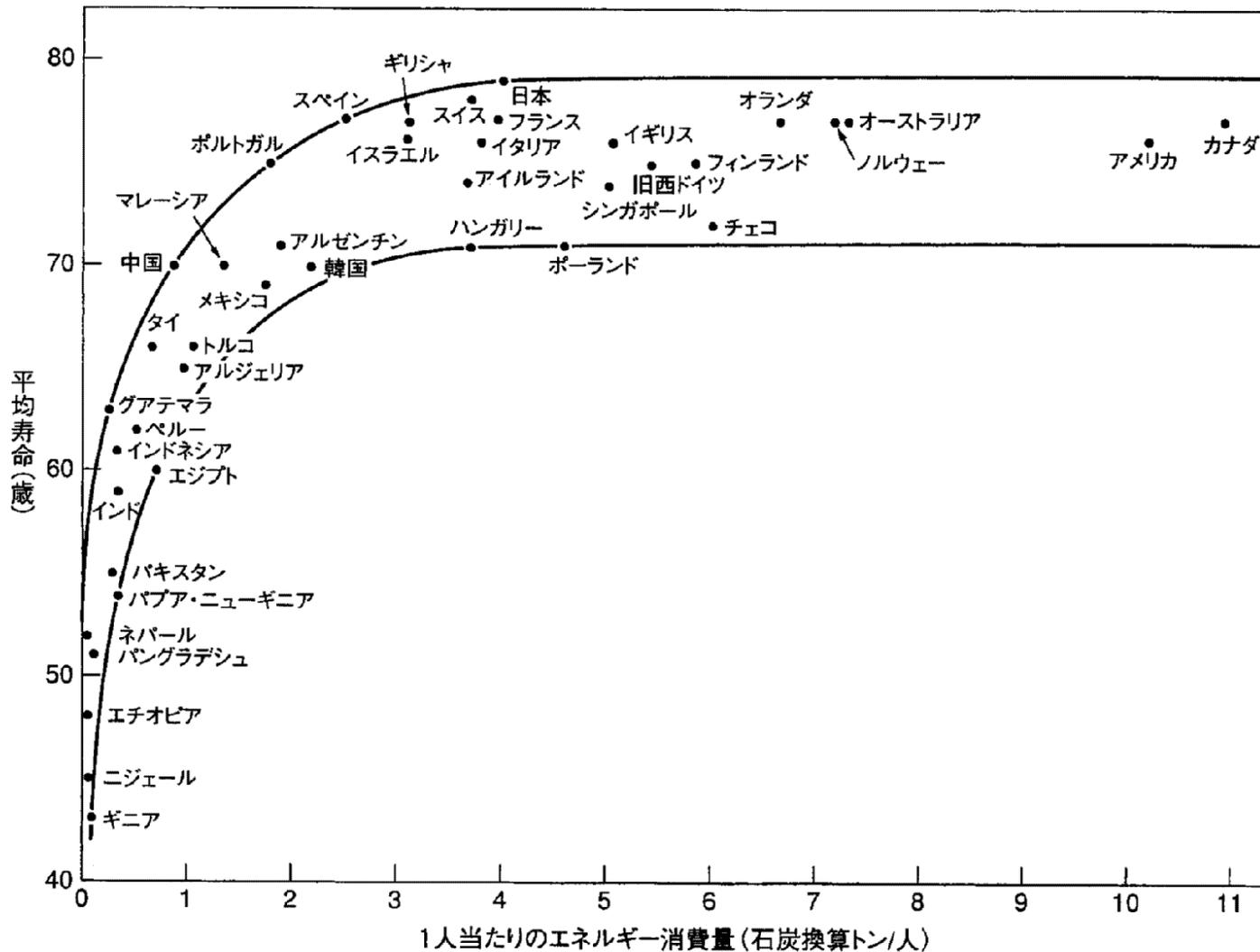
実際には
人口増加
も同時に
起こります

下記の出典から作成した。

図3 新興工業国の1人当りエネルギー消費の推移

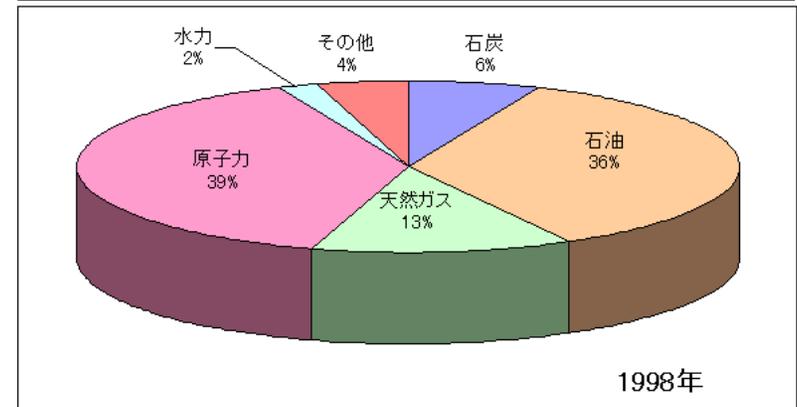
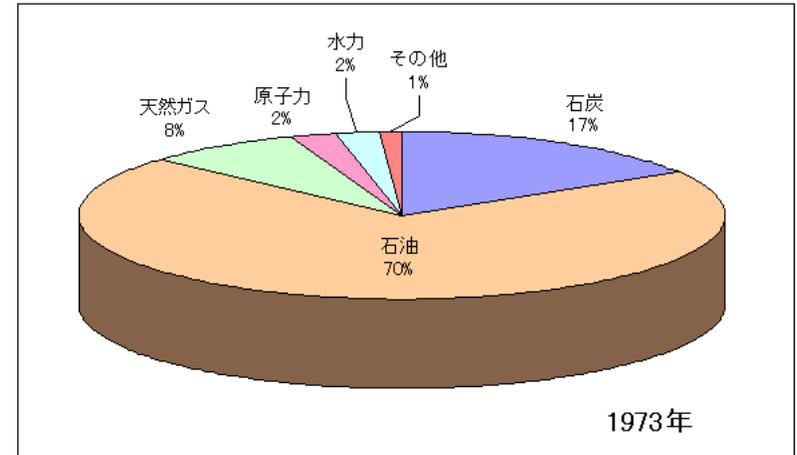
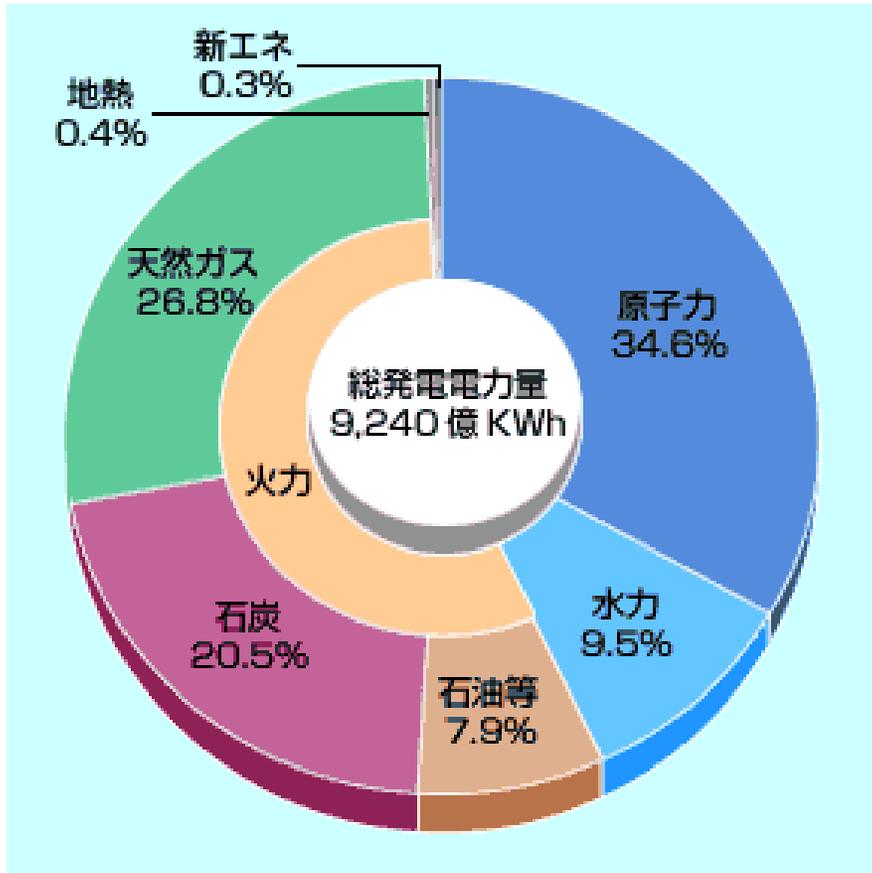
[出典]日本エネルギー経済研究所エネルギー計量分析センター(編):エネルギー経済統計要覧
2004、省エネルギーセンター(2004年2月),p.227

エネルギーは「長生きの秘訣」



第1図 平均寿命とエネルギー消費量

現在の我が国の発電構成比



(注1)電力貿易は含まない。

(注2)その他地熱、太陽エネルギー、風力、再生可能エネルギー、廃棄物エネルギー等

図3 フランスのエネルギー供給量構成(1973年と1998年)

[出典]OECD/IEA: Energy Balances of OECD Countries 1997-1998 OECD(2000), p. 1193

Q2 エネルギー自給

日本のエネルギー自給率は現在20%（資源エネルギー庁）とされていますが、もし原子力をやめると、何%になるのでしょうか？

① 4%

② 8%

③ 12%

④ 16%

日本のエネルギーの輸入依存度

石油：99.8%

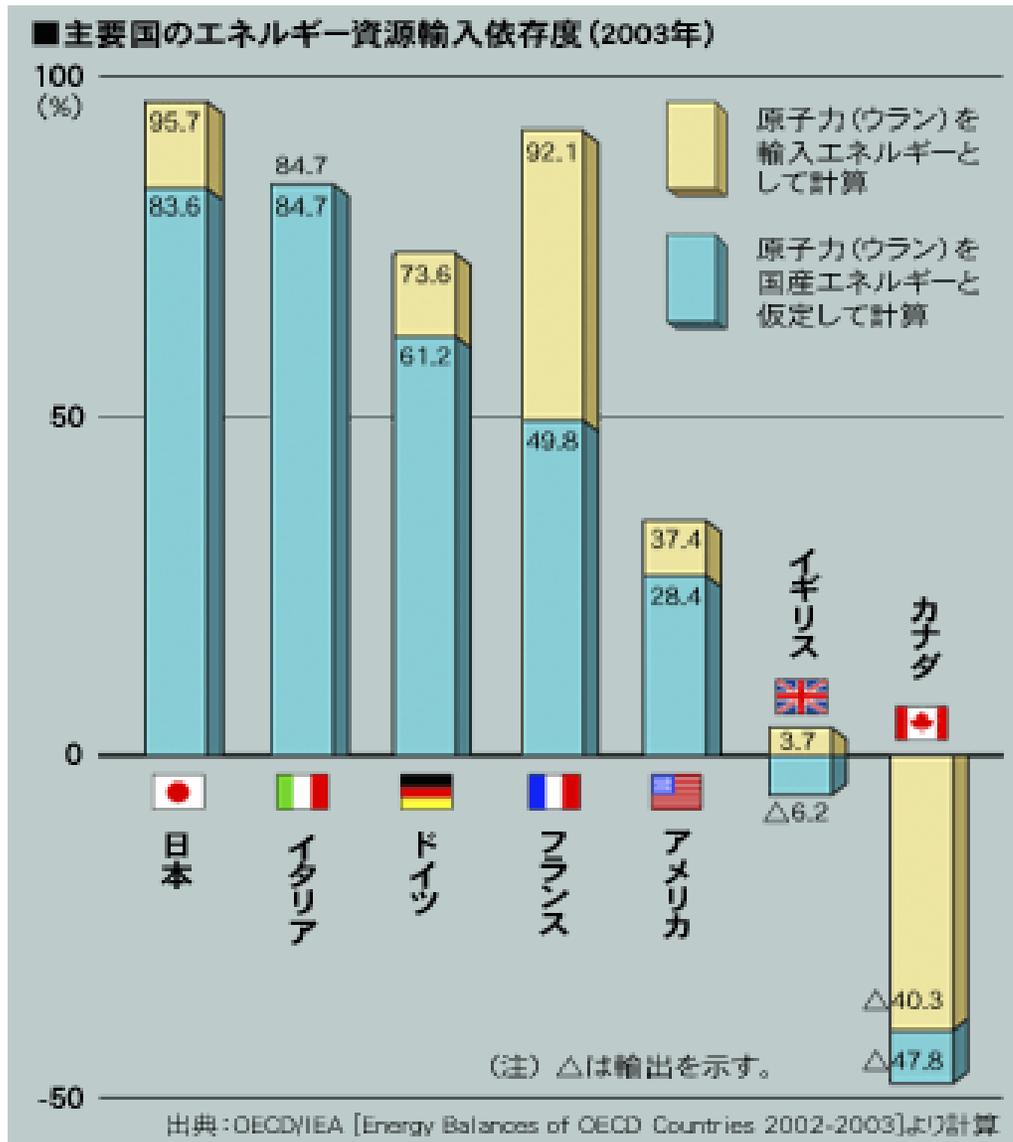
石炭：97.7%

天然ガス：96.7%

原子力：100%

原子力を「準国産エネルギー」とみなすと、16%に相当。よって、 $20 - 16 = 4\%$ で、正解は①。

日本のエネルギーは外国頼み



日本をとりまくエネルギー環境(1)

中東がくしゃみすると日本が潰れる(中東依存率86%)

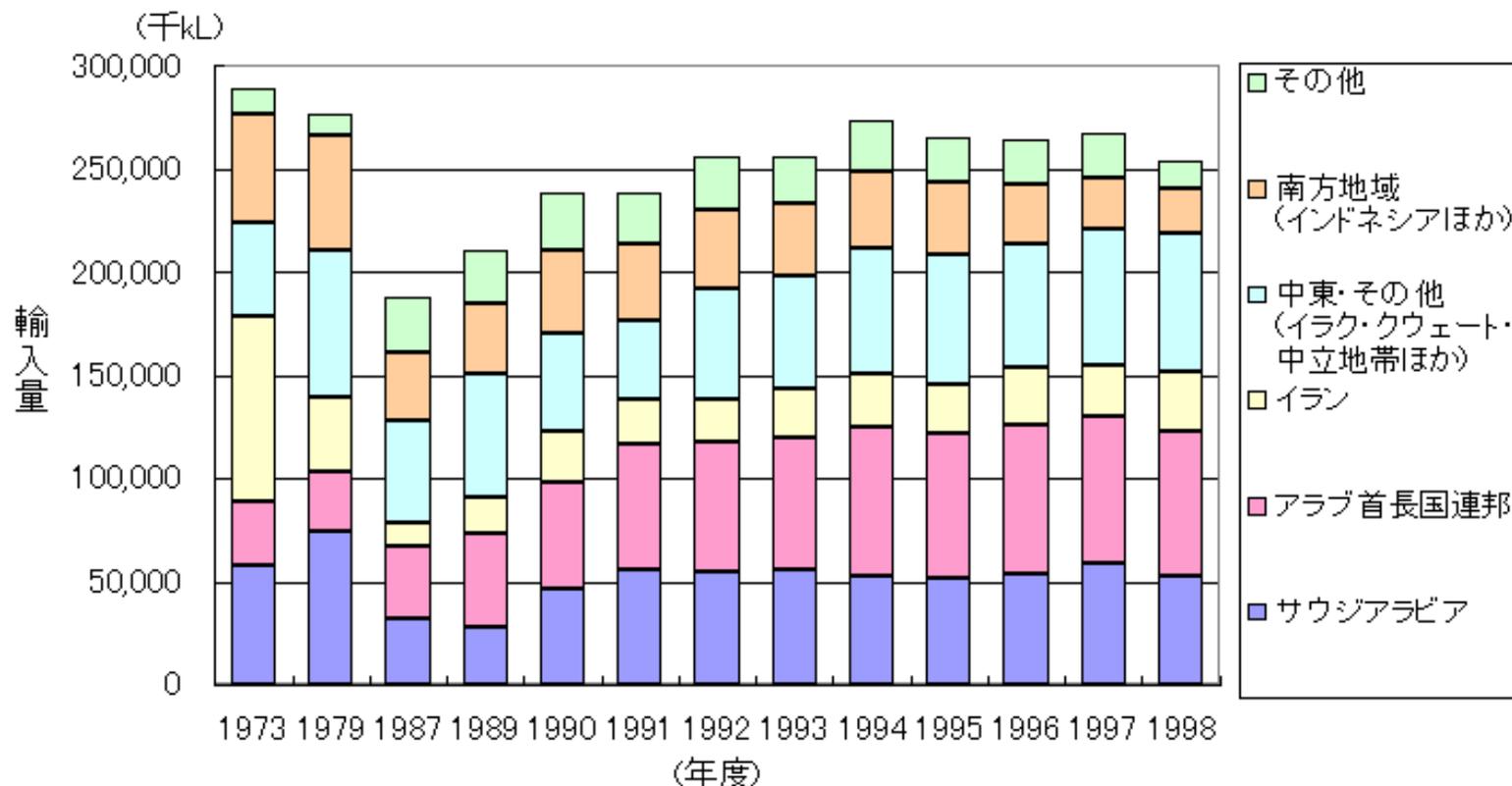
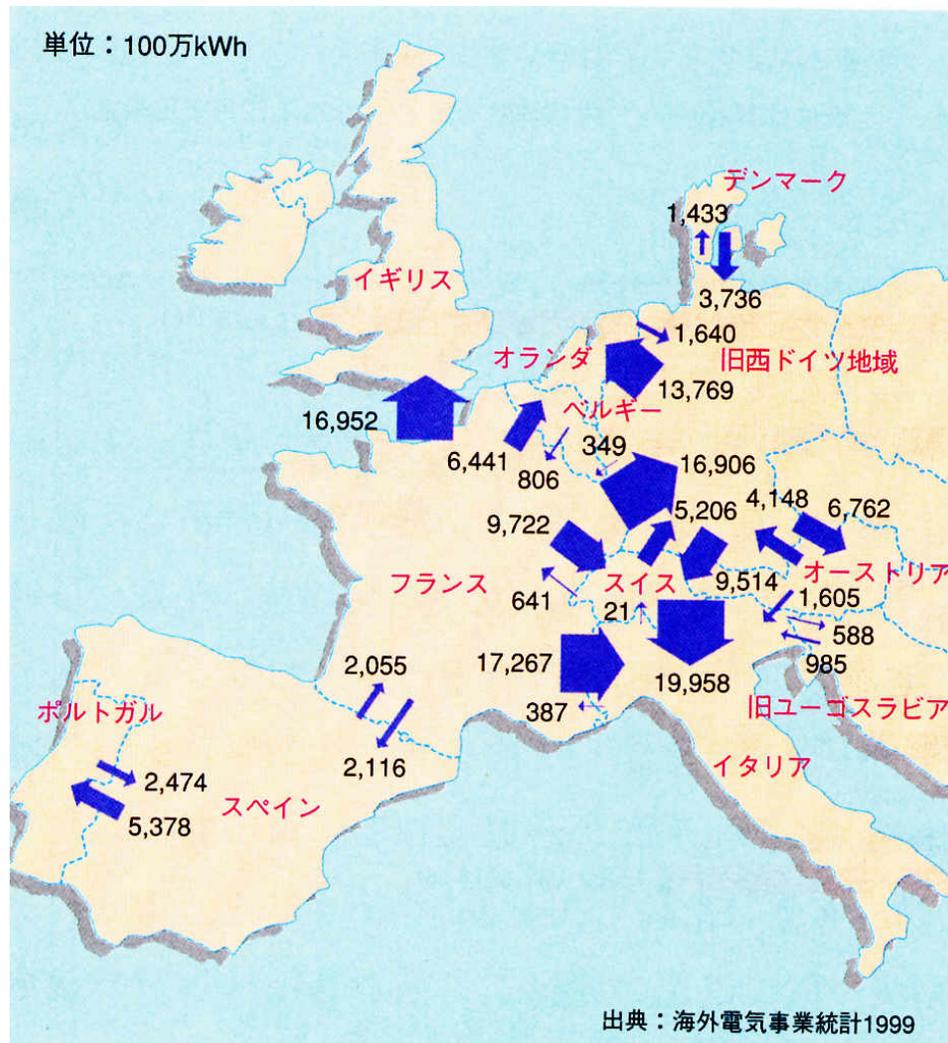


図1 日本の原油輸入量の推移

[出典] (財)日本エネルギー経済研究所計量分析部(編):EDMC/エネルギー・経済統計要覧(2000年版、2000年1月) p.138-139

日本をとりまくエネルギー環境(2)



フランスを中心とした電力の移動

- ヨーロッパでは、電力の輸入、輸出が行われている。
- 一国のエネルギー政策は、ヨーロッパ全体のエネルギー政策と必ずしも一致しない。
- 日本の場合、近隣の国から電気を買うことは困難。

慎重かつ長期的な見通しに立ったエネルギー政策が必要
(発電所を新規立地するには10年～20年かかる)

Q3 エネルギー資源の枯渇

以下に示すエネルギー資源の中で、一番「可採年数」が長いのはどれ？

①石油

②天然ガス

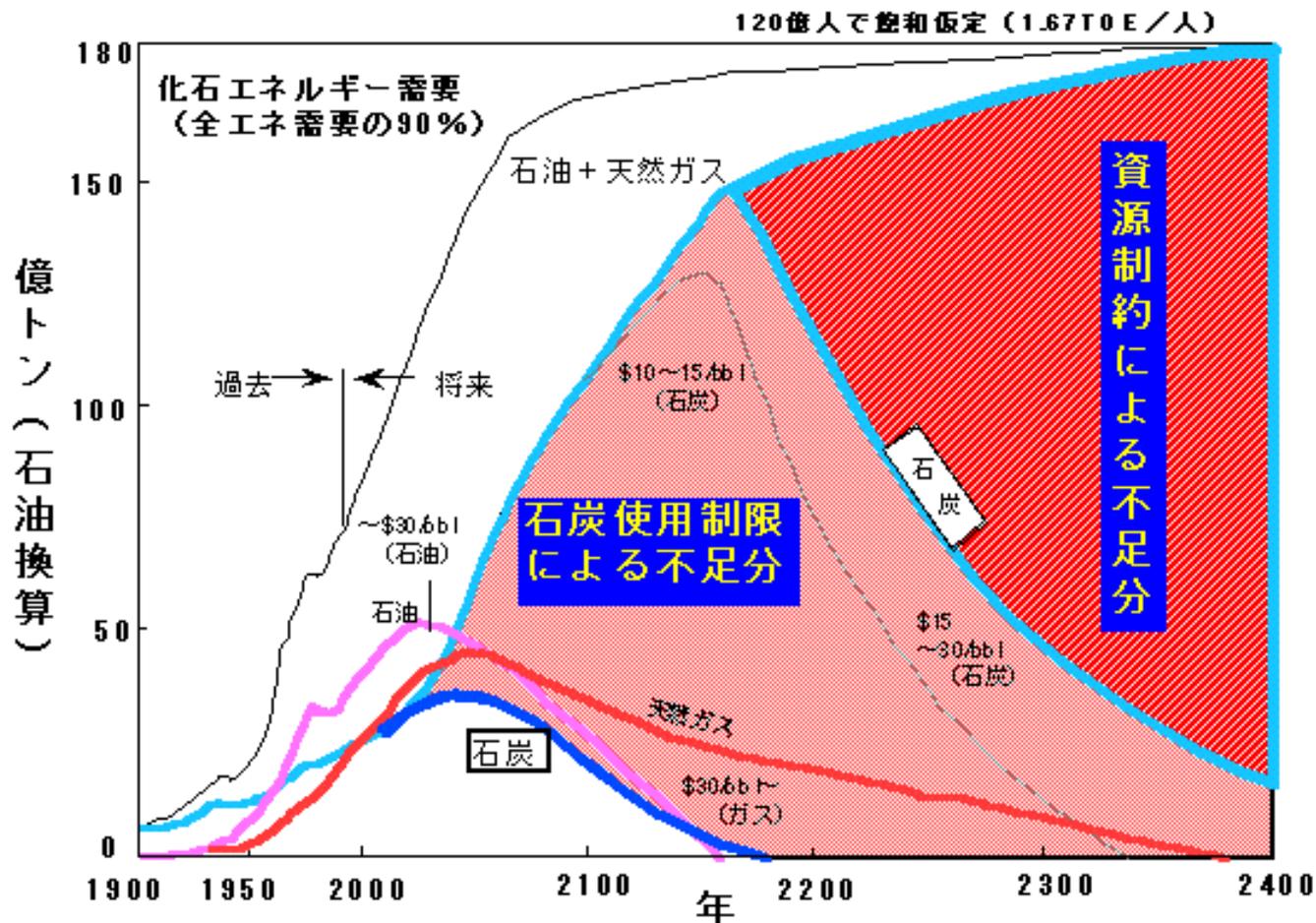
③石炭

④天然ウラン

可採年数は、石油が40年、天然ガスが60年、石炭が230年、天然ウランが60年と言われている。ただし、エネルギー需要が高まって価格が高騰すれば、資源開発が進むので、すぐに資源が枯渇するわけではない。

正解は③。

エネルギーの枯渇は時間の問題



全エネルギー需要の90%を化石燃料でまかなう場合の化石燃料の消費曲線例 (電力中央研究所試算)

Q4 地球温暖化問題

(1)

日本人ひとり当たりが排出するCO₂の量は、呼吸で排出する量に換算すると何人分？

① 5人分

② 10人分

③ 25人分

④ 50人分

日本人ひとり当たりのCO₂排出量は、年間で約9t。これを呼吸での排出量(約360kg)に換算すると、約25人分になります。世界平均は10人分、最大排出量はアメリカ人の約50人です。

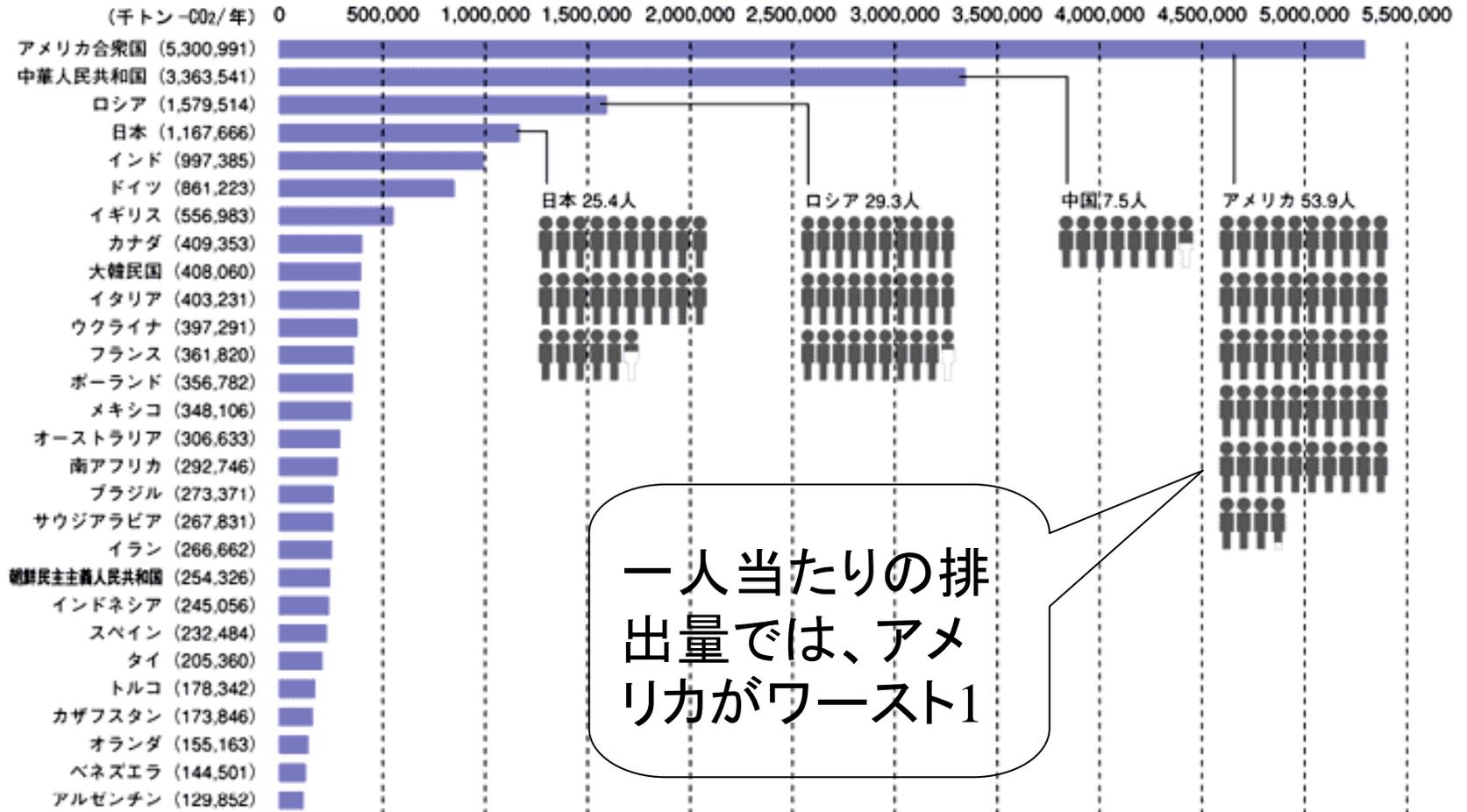
正解は③。

CO2排出の「犯人」は誰だ？(1) 国別

国別年間 CO2 総排出量の比較

出典/WRI (世界資源研究所) 1996年統計データより
<http://www.earthtrends.wri.org/>

一人当たりのCO2排出量 (人の呼吸量換算)
一人当たりのCO2排出量にWRI1996年データを利用。人間一人当たりの呼吸によるCO2排出量を、年間365kg-CO2とし、システム技術研究所にて試算しました。



Q4 地球温暖化問題(2)

よく、「環境にやさしい天然ガス自動車」と宣伝しているけど、実はどれ位「やさしい」の？CO₂排出量を、普通の自動車と比べると、

①約15%減

②約30%減

③約1/2

④約1/3

東京ガスの公式データによれば、普通の自動車を100とすると、天然ガス自動車のCO₂排出量は、約83です。急発進や、急加速をやめるだけで普通の自動車でもこれ位は燃費がよくなると言われていています。しかもガソリン代節約になるし。

正解は①。

Q4 地球温暖化問題(3)

「新エネルギー」は、環境にやさしいというのが売り物だけど、本当だろうか？以下の発電方法の中でCO₂発生量が一番少ないのはどれ？

- ① 太陽光発電
- ② 風力発電
- ③ 原子力発電
- ④ 水力発電

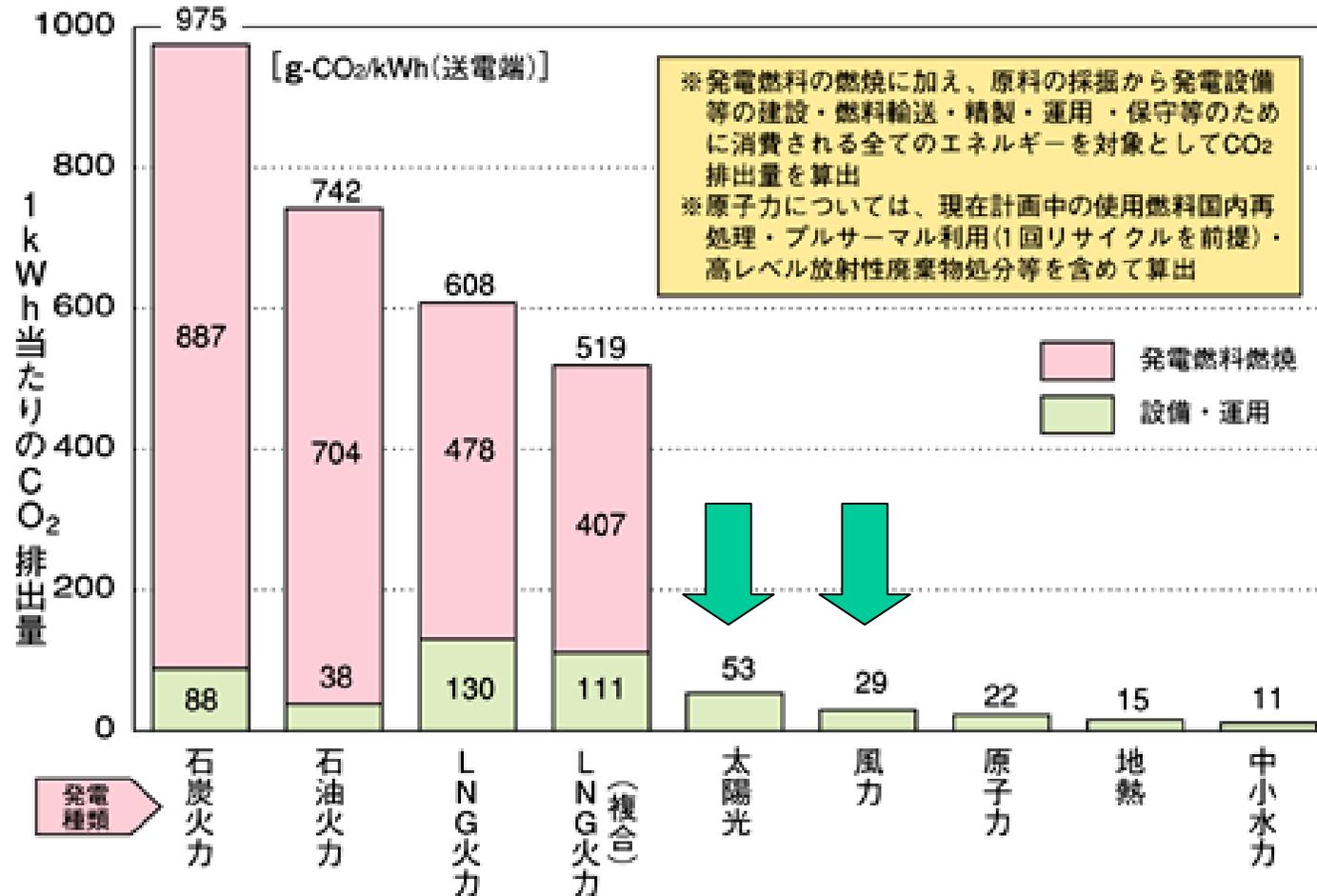
いずれも、燃料からはCO₂が出ないが、発電装置の建設や保守でCO₂が出てしまう。

単位出力あたりのCO₂排出量(1kWhあたりg)は、太陽光発電53、風力発電29、原子力発電22、水力11。

正解は④。

CO2排出の「犯人」は誰だ？(2)電源別

各種電源別のCO2排出量



(注) 合計の数値と個々の数値の和は、四捨五入の関係で一致しない場合がある

出典：電力中央研究所報告書 他

天然ガスの特徴：石油・石炭よりも環境にやさしい

※天然ガスは、石炭や石油に比べ燃焼時の二酸化炭素(CO₂)発生量が少ないため、地球温暖化抑制に寄与します。さらに、窒素酸化物(NO_x)の発生量が少なく、また硫黄酸化物(SO_x)やばいじんが発生しません。



CO₂(二酸化炭素)



NO_x(窒素酸化物)



SO_x(硫黄酸化物)

有害物質
の発生が
少ないのも
天然ガスの
利点！

Q5 新エネルギーの実力診断

(1)

太陽光発電で、100万キロワットの発電所を作ろうとすると、必要となる敷地の面積は、

- ①甲子園球場(0.04km^2) ②山手線内側(70km^2)
③淡路島の半分(300km^2) ④琵琶湖(670km^2)

太陽光発電の占有面積は、約 70km^2 と試算されています。ちなみに、三洋電機が世界に誇る「ソーラーアーク」(幅 315m 、高さ 37m)の最大出力は 630kW ですが、稼働率を考慮すると実際の平均出力は 80kW 程度、約80軒分しかまかなえません。

正解は②。

Q5 新エネルギーの実力診断

(2)

風力発電で、100万キロワットの発電所を作ろうとすると、必要となる敷地の面積は、

- ①甲子園球場(0.04km^2) ②山手線内側(70km^2)
③淡路島の半分(300km^2) ④琵琶湖(670km^2)

風力発電所の占有面積は、約 250km^2 と試算されています。ちなみに、原子力発電所は大体 0.01km^2 位で、甲子園球場程度の面積に3~4基建設できる計算になります。

正解は③。

ソーラーアーク(三洋電機)

315m × ? × 37.1m

価格は33億円



SANYO



ソーラーアーク新エリア完成予想図

同じ出力をディーゼル
発電機と比較すると...



2.8m × 1.0m × 1.4m

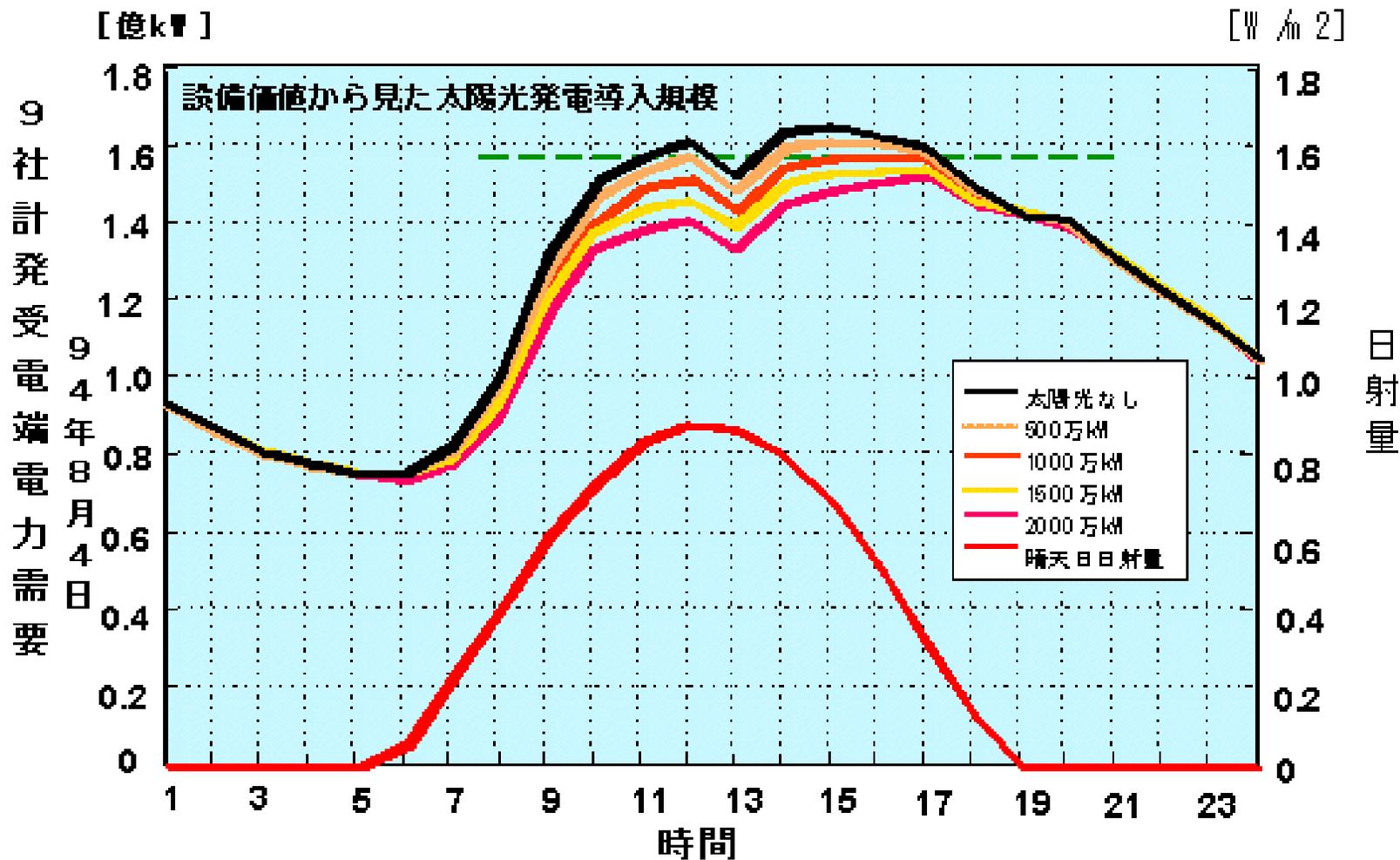
価格は460万円

太陽光と風力で原子力発電所1基を置き換えると

	原子力	太陽光(業務用)	太陽光(家庭用)	風力
発電量	100万kW	300kW	3.5kW	1,000kW
利用率	80%	12%	12%	20%
年間発電量	70億kWh	32万kWh	0.37万kWh	175万kWh
設備投資額	3,000億円	3億円	300万円	2.5億円
100万kW相当	1基	21,875基	190万基	4,000基
必要な投資額	3,000億円	7兆円	6兆円	1兆円

出典:東京電力ホームページ

新エネルギーはあくまで「調整用」であること



2010年度目標値は482万kW(実績は約半分)

Q7 燃料電池自動車・水素エネルギー

(1)

以下の項目の中で、エネルギー資源でないものが含まれて居ます。それはどれでしょうか？

①地熱

②風

③電気

④水素

電気と水素は、エネルギーを加工した後の製品であるので、エネルギー資源ではない。たとえば、地面を掘れば、電気や水素が湧き出してくるわけではなく、石油、天然ガスを燃やしたり、加工したりして作り出している。

正解は③、④。

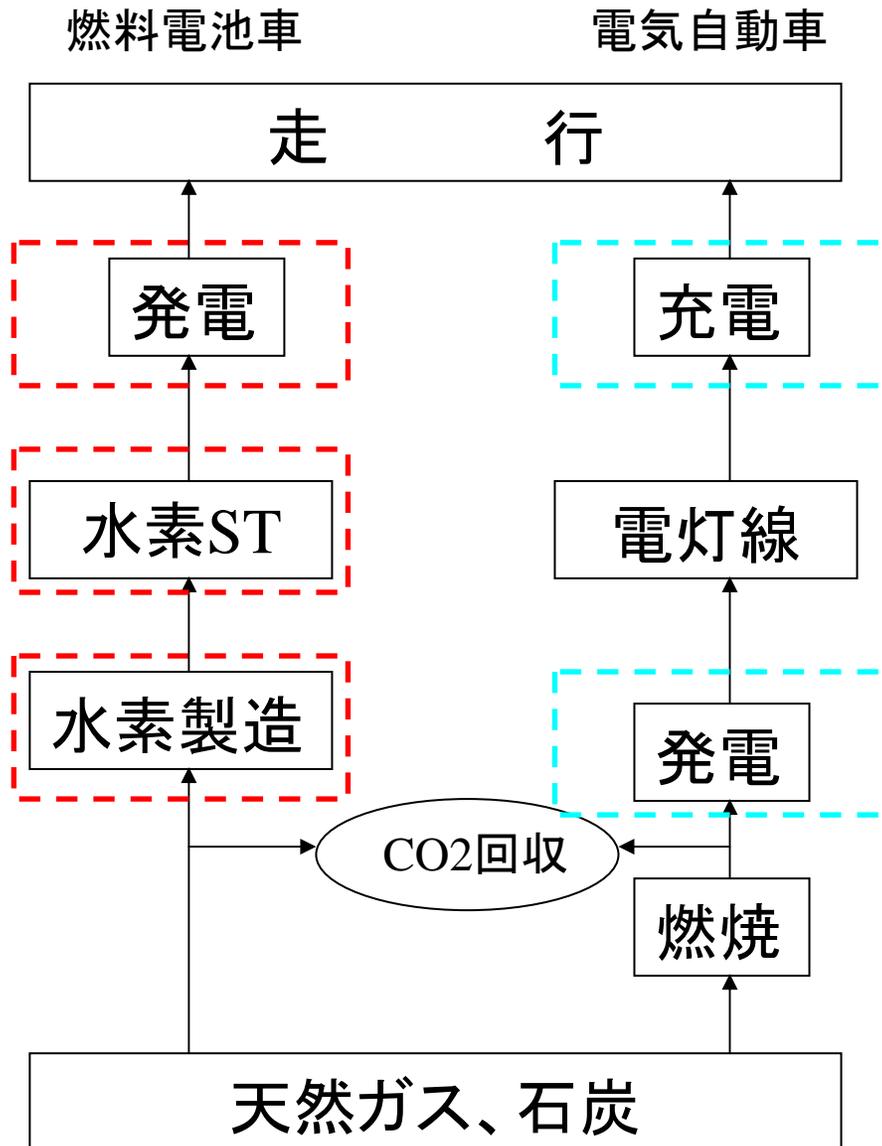
水素エネルギーの特徴

	水素エネルギー	電気エネルギー
大量の貯蔵が可能	○	×
エネルギー輸送は容易	△	○
化学燃料や化学原料への転化	○	×
情報の加工や貯蔵	×	○
輸送に適する距離	長距離	短距離

要するに、水素エネルギーの併用によって、エネルギー利用の可能性が増すということであって、**エネルギー資源問題の解決には関係がない**

出典：大森良太、「化石資源を用いない水素製造技—持続可能な水素エネルギーシステムへの鍵—」

水素エネルギーの未来は「バラ色」か



・コストに見合う製造方法が確立されていない。

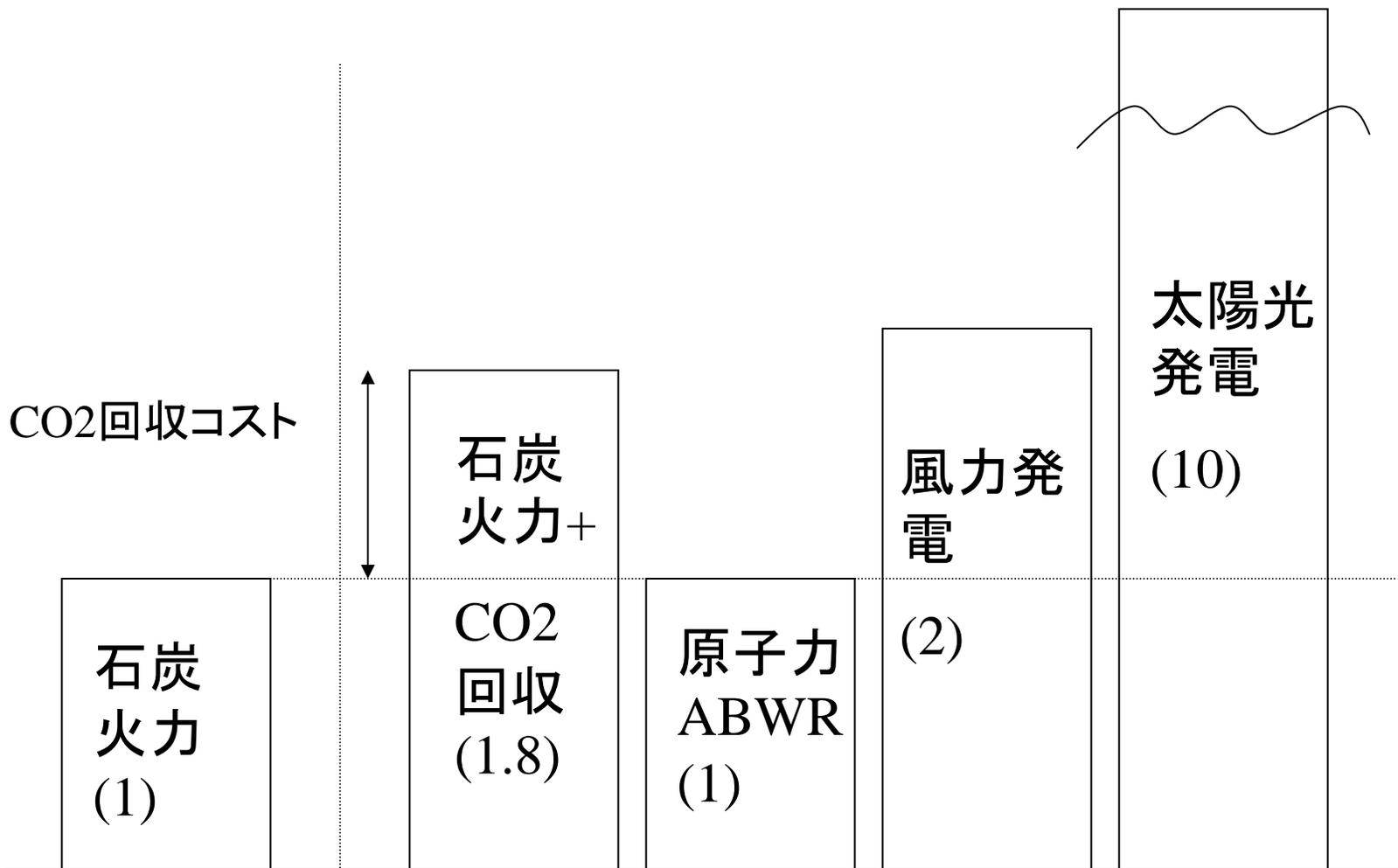
・CO2を出さない手段なら他にいくらでもあり「売り物」にならない。

(例：原子力発電＋電気自動車との競合に勝てるのか)

・水素の原料である化石燃料は枯渇する。

高いコストをかけて「同じこと」をやる理由は一体何か？

「CO2回収コスト」はどれくらいか(発電)



CO2を出さないという水素エネルギーの魅力は、高コストでは売り物にならない

水素の製造法と特徴

化石燃料を利用するもの

天然ガスの改質 (He+水蒸気) 10円/m ³	石油・石炭のガス化 10~20円/m ³ ?
---	--------------------------------------



コストは安いですが、資源枯渇の問題が残る

新エネルギーを利用するもの

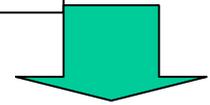
太陽光発電による電気分解 ~90円/m ³ 以上	風力発電による電気分解 ~40円/m ³ (発電コスト1.5倍として換算)
--	--



資源面、環境面はよいがコストが高い

原子力を利用するもの

夜間電力による電気分解 8円/m ³ (電力料金を昼間の1/3として計算)	高温ガス炉による水の化学分解 15円/m ³
--	--------------------------------------

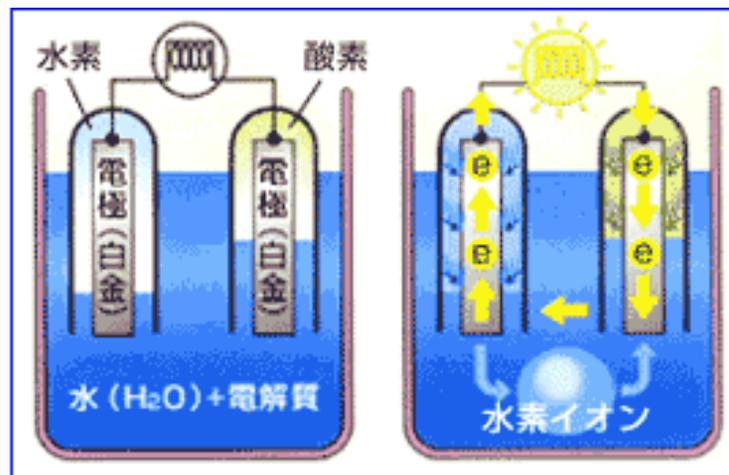
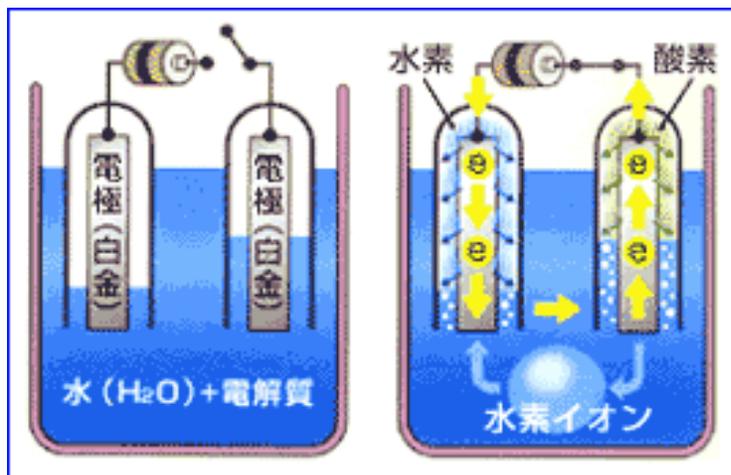


資源面、環境面はよく、コストも低い

未来のホープとなるか、燃料電池自動車



愛知県が公用車として採用している「すいそくん」
(トヨタ製)



エネルギー効率は30%位出せるとされる...しかし...

Q7 燃料電池自動車・水素エネルギー

(2)

「燃料電池自動車」がトヨタやホンダから発売になりました。現在は、リース契約で月々の支払い方式ですが、もし購入すると1台いくらぐらいでしょうか？

①約800万円

②約2000万円

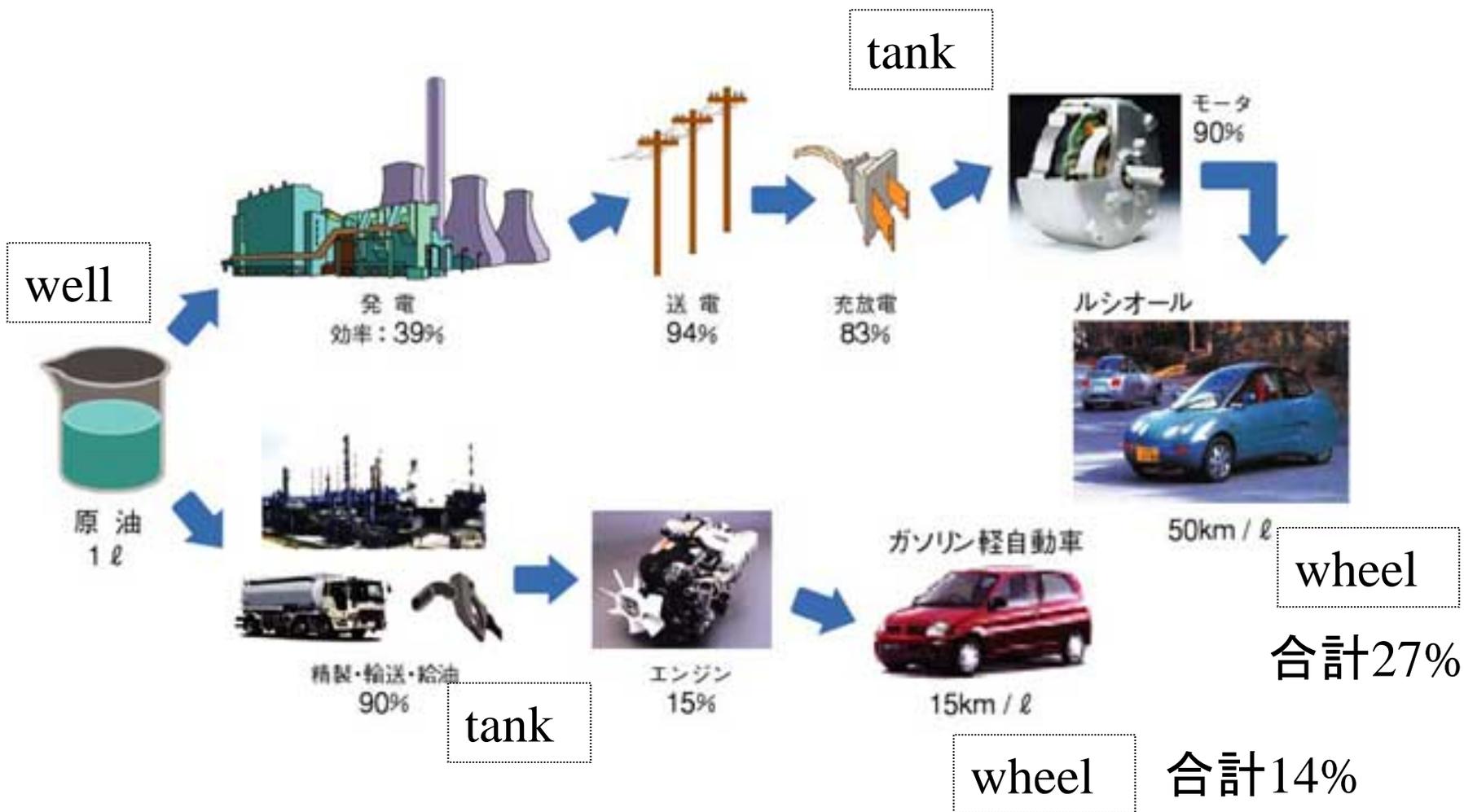
③約8000万円

④約2億円

燃料電池は、高分子膜や白金触媒など高価な部品が使われているため、電池部分だけで「億」円になってしまう

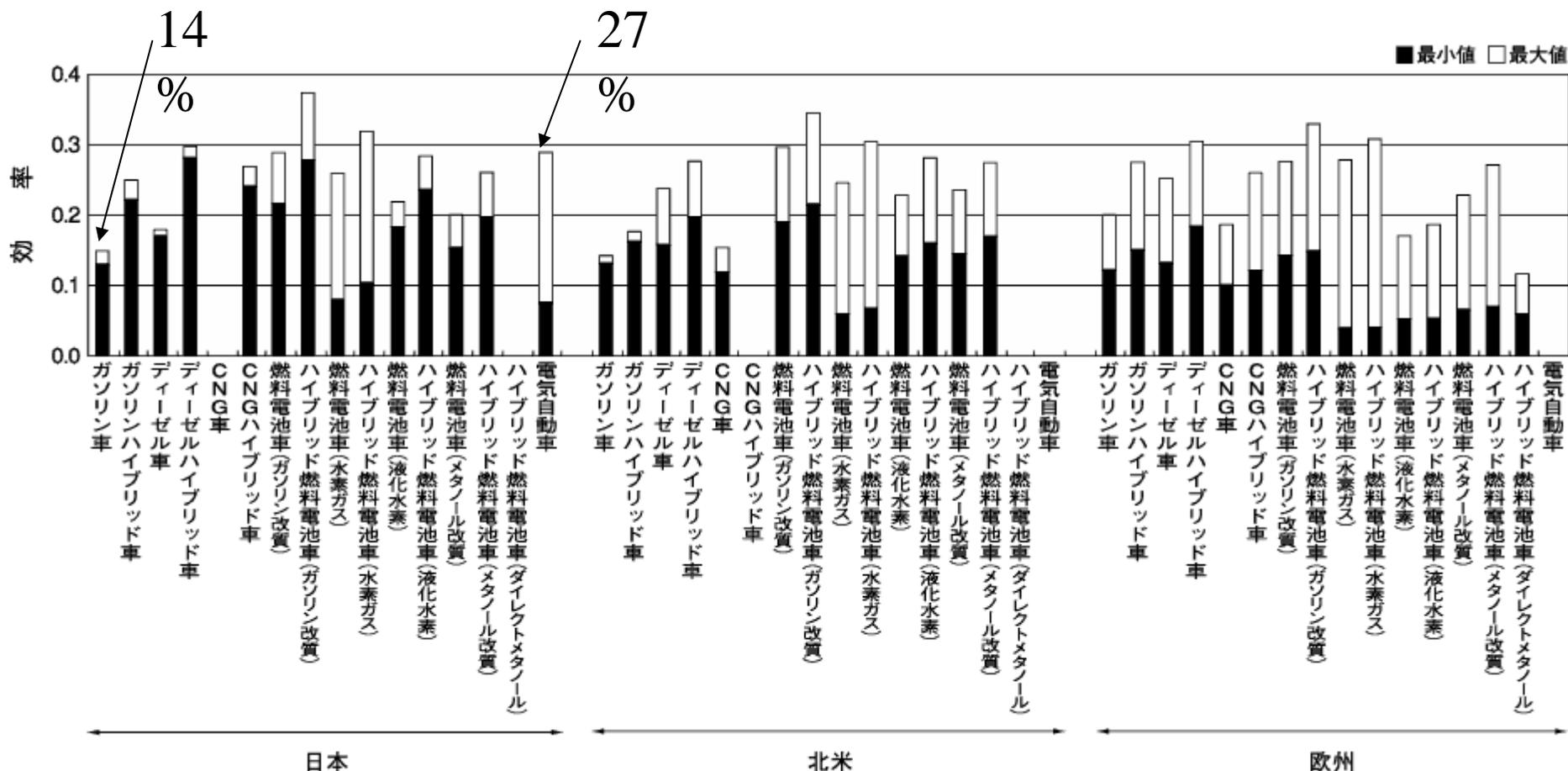
正解は④。

電気自動車の効率(火力発電を想定した場合)



出典:(独)国立環境研究所HP

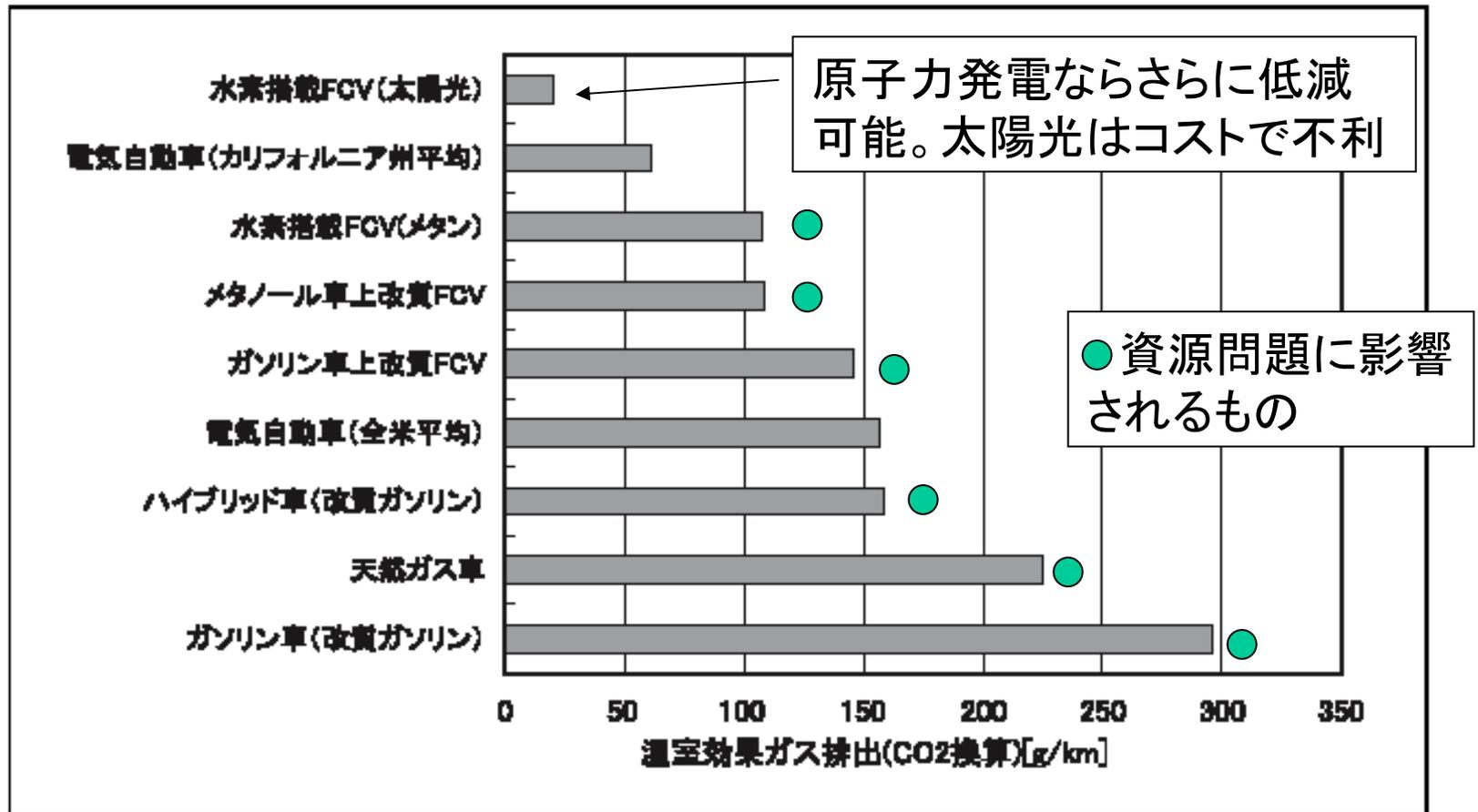
種々の自動車の効率比較 (well to wheel 効率)



ガソリンハイブリッドでかなりの高効率をクリア。燃料電池自動車の出る幕は果たして...

種々の自動車の温室効果ガス排出量比較

図表5 温室効果ガス排出のライフサイクルアセスメント¹²⁾



出典: 大森良太、「化石資源を用いない水素製造技—持続可能な水素エネルギーシステムへの鍵—」

JHFCセミナー2006の研究発表から

・JHFCセミナーは、経済産業省が中心に進めている「水素・燃料電池実証プロジェクト」の定期報告会。

・自動車が1kmあたり走行するために必要な消費エネルギー(燃費)とCO2排出量を、燃料資源の採掘から消費まで積算した。

エネルギー効率の順位(高い順):

1.電気自動車、2.燃料電池車(将来)、3.ディーゼルハイブリッド車、4.燃料電池車(現状)、5.ガソリンハイブリッド車

CO2排出量の順位(低い順):

1.電気自動車、2.燃料電池車(将来)、3.燃料電池車(現状)、4.ディーゼルハイブリッド車、5.ガソリンハイブリッド車

・エネルギー効率と環境保全性のいずれについても、**電気自動車**が優位であるという結果になった。