



# 太陽光発電等の再生エネルギーの課題と 高効率火力発電の将来

2012年9月29日

東京大学生産技術研究所

特任教授 金子祥三

# 1. 再生可能エネルギーをどう考えるか

1. 基本的には再生可能エネルギー(自然エネルギー)の増加は  
①化石燃料使用量削減 ②CO<sub>2</sub>発生量削減 ③エネルギー自給率向上、という点から望ましいといえる。
2. 再生エネルギーの特徴は、化石燃料と異なり、“膨大な年月をかけた濃縮過程を経ていない”ので、“薄く広く分布した弱いエネルギー源”である。
3. したがって集中大容量電源としてではなく、小容量分散電源として利用するのが理に適っている。
4. 再生エネルギーの最大の問題点は、  
①年間設備利用率が低いこと  
②変動性が大きく、一定量の継続した発電が難しい点である。
5. これにより発電原価が割高になる経済性の壁と変動・不安定性による電力の質の悪化防止が最大の課題である。

# 自然エネルギーの特性と有効な使い方

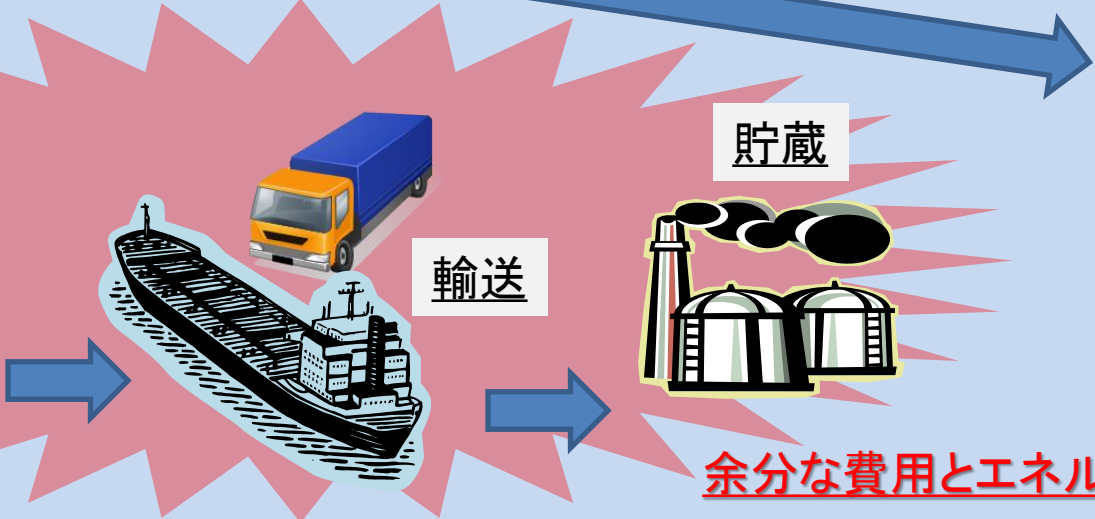


濃縮



- 集中
- 大容量

これが有利！！

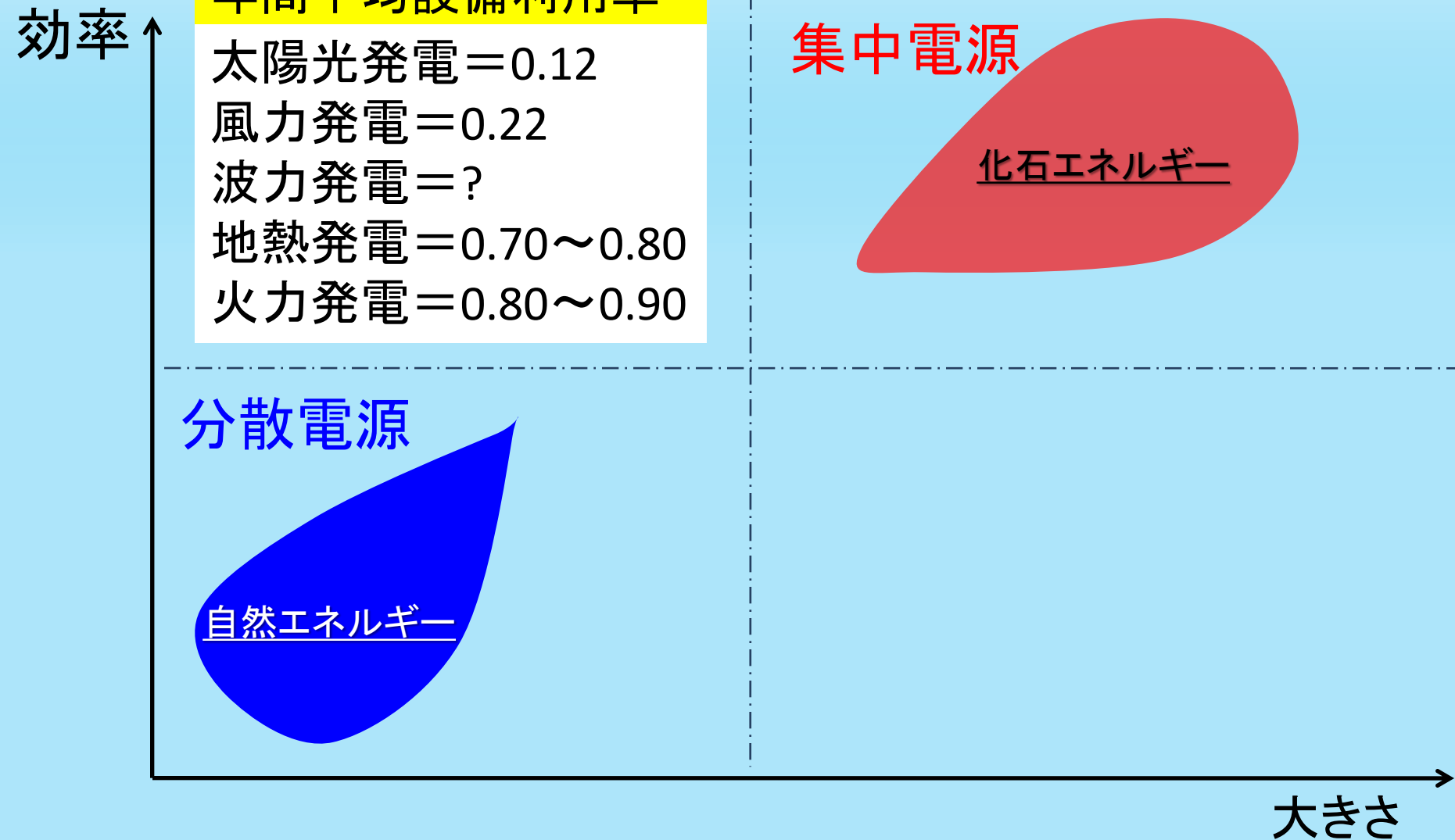


- 分散
- 小容量

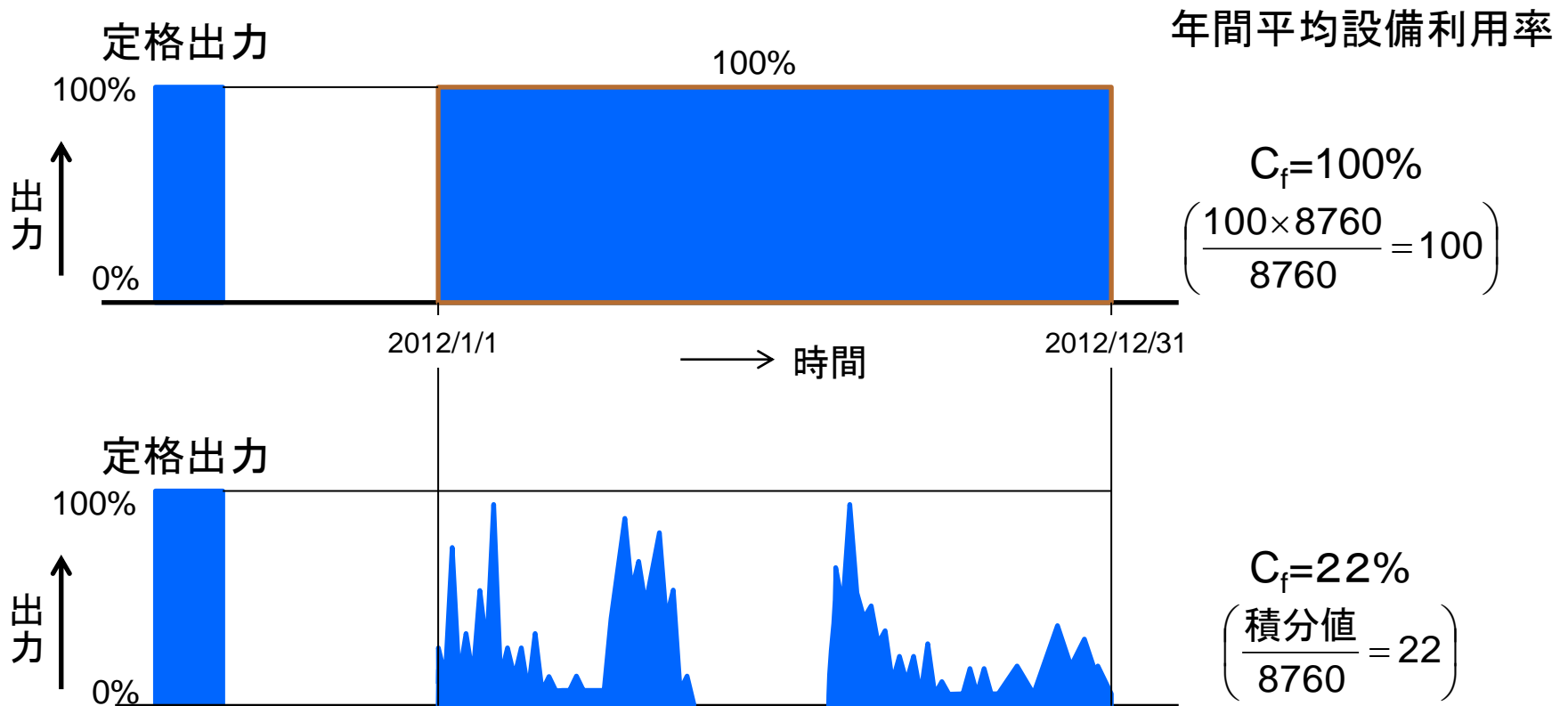
これが有利！！

余分な費用とエネルギー

# 集中電源と分散電源のあるべき姿



# 年間平均設備利用率とは？



## 問題点

- ①低利用率: 定格の100%が出るのは1年間のうち僅かな時間
- ②不規則性: 気まぐれに変動 → 必ずバックアップ電源が必要

# 経済性の壁 → 年間平均設備利用率

Capacity Factor  $C_f$ : 一年間を通して定格出力の何%で発電できるか?



風力発電=0.22

共に定格容量は  
1000kWとして



太陽光発電=0.12

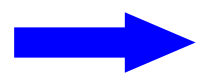
$$1000\text{kW} \times 0.22 = 220\text{kW}$$

$$1000\text{kW} \times 0.12 = 120\text{kW}$$

- 発電原価(円/kWh)は年間平均設備利用率をどこまで上げられるかで決まる?

# 思い切った太陽光・風力の増設でも全電力の10%未満！

● 5000万kWの太陽光発電  
(2005年の20倍)

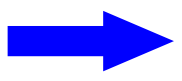


等価設備容量

$$5000 \times 0.12 = 600 \text{万kW} \\ \text{【6\%】}$$

全一戸建の5割に搭載

● 1000万kWの風力発電  
(2005年の5倍)



$$1000 \times 0.22 = 220 \text{万kW} \\ \text{【2.2\%】}$$

**合計 8.2%**

目いっぱい太陽光・風力を入れても全電力量の10%以下  
→原子力の穴を埋めることはできない！

# 太陽光発電所（メガソーラーの例）

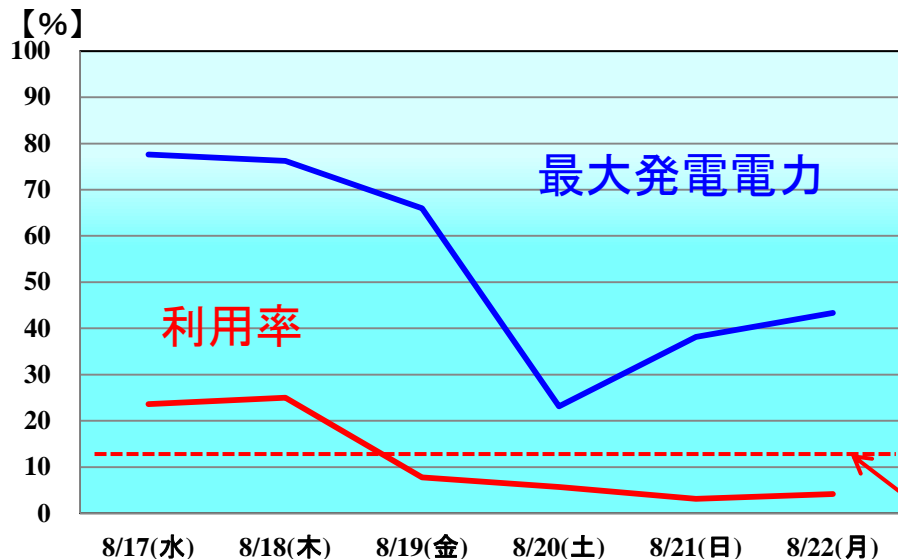
## 東京電力浮島太陽光発電所



川崎市の廃棄物埋め立て処分場に設置



# 浮島太陽光発電所発電実績例 (東京電力HPより)



最大発電電力(%)=  
その日の最大発電電力 / 7,000kW (定格最大) × 100

例 2011/8/18(木)

$$5,338\text{kW} / 7,000\text{kW} \times 100 = 76.3\%$$

利用率(%)=  
その日の発電電力量 / (7,000kW × 24) × 100

$$41,955\text{KWh} / (7,000\text{kW} \times 24\text{hr}) \times 100 = 25.0\%$$

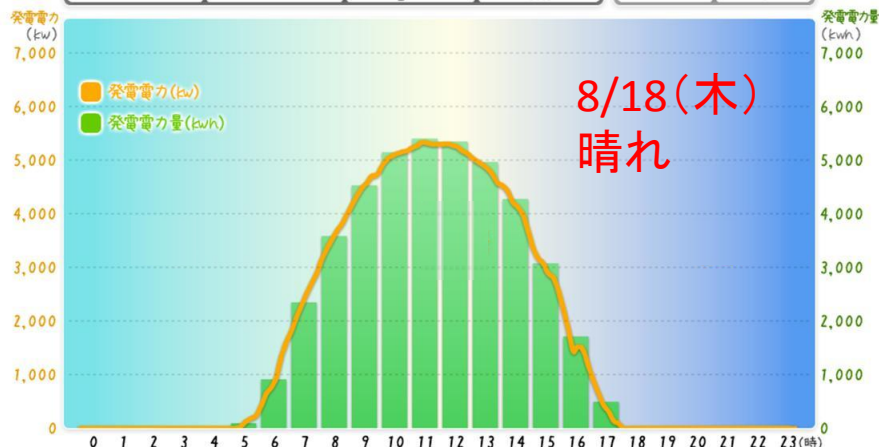
例 8/18(木)

$$41,955\text{KWh} / (7,000\text{kW} \times 24\text{hr}) \times 100 = 25.0\%$$

年間平均想定利用率 12%

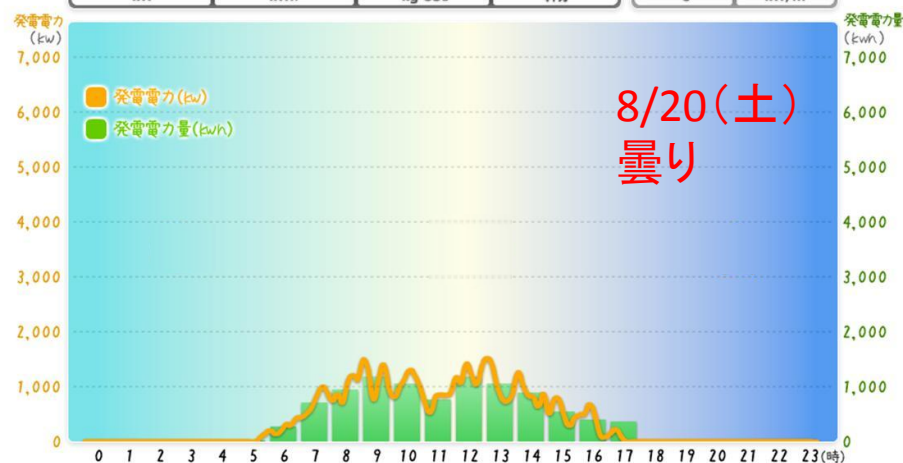
浮島太陽光発電所 23:55時点の発電状況 5分間隔で更新されます

発電電力	本日の発電電力量	CO <sub>2</sub> 削減効果	一般家庭(1日分)	気温	日射強度
5,338 kW	41,955 kWh	16,110 kg-CO <sub>2</sub>	4,452 軒分	33.6 °C	0.92 kW/m <sup>2</sup>



浮島太陽光発電所 23:55時点の発電状況 5分間隔で更新されます

発電電力	本日の発電電力量	CO <sub>2</sub> 削減効果	一般家庭(1日分)	気温	日射強度
1,619 kW	9,510 kWh	3,651 kg-CO <sub>2</sub>	1,009 軒分	25.8 °C	0.23 kW/m <sup>2</sup>



08/18(木) 08/19(金) 08/20(土) 08/21(日) 08/22(月) 08/23(火) 08/24(水)

08/18(木) 08/19(金) 08/20(土) 08/21(日) 08/22(月) 08/23(火) 08/24(水)



# 必要敷地面積比較 : 太陽光発電所と天然ガス発電所

太陽光 : 7000KW:11ha

天然ガス焚き : 150万KW:15ha

浮島太陽光発電所 : 7MW



$110,000 / 7,000$   
 $= 15.7 \text{m}^2/\text{kW}$

$150,000 /$   
 $1,500,000$   
 $= 0.1 \text{m}^2/\text{kW}$



**157倍!**

年間設備利用率を  
考慮すると1000倍以上

羽田空港



川崎火力発電所 : 3 × 500MW Combined Cycle

# 太陽光

## 発電コスト (1kWhあたり)

(平成13・16年)

49円

太陽光

10~14円

風力  
(大規模)

8~13円

水力

7~8円

火力  
(天然ガス)

5~6円  
原子力

Source: NHK News

# 固定価格買い取り制度(FIT)の問題点

1. 太陽光発電の特別優遇は疑問。特に韓国・中国からの輸入パネルの許容は国内製造業への圧迫以外の何ものでもない
2. 太陽光に数兆円の補助を行っても、日本の産業振興にはほとんど寄与しない
3. 産業への寄与、特に国内製造業への寄与を考えると太陽光の補助(20円/kWh)の十分の一の2円/kWhをIGCC商用機の援助に向けるべきである。

● 結局は消費者の負担となり、家計を圧迫するFITは、日本の産業を起こし、国の経済を豊かにし、最終的に家計に還元するものにしか使ってはならない。日本の産業を破壊するものなどもつての外である

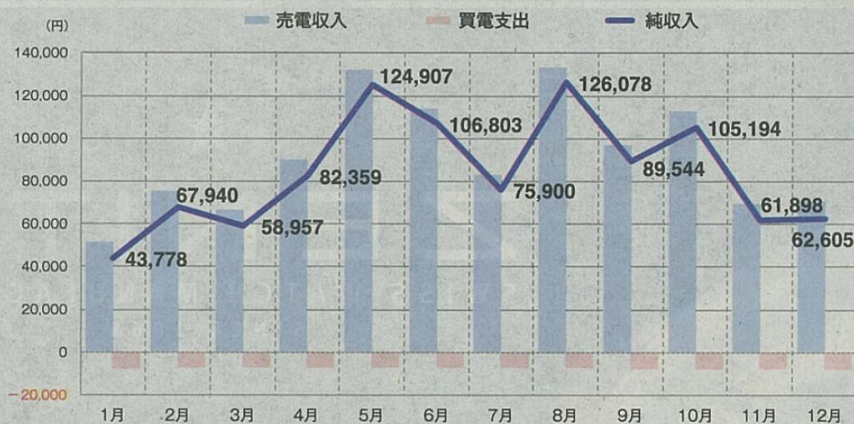
主なメガソーラー建設計画  
(単位：キロワット)

場 所	出 力
ソフトバンク	
北海道苫小牧市など 計7カ所	合計 25万6000
N T T	
千葉県佐倉市など計 20カ所	合計6万
京セラやIHIなど 鹿児島市	7万
ユーラスエナジーホールディングス 兵庫県淡路市など	合計6万
三井化学や東芝など 愛知県田原市	5万
関西電力とシャープ 堺市	2万8000

出典：日本経済新聞2012年6月26日



売電収入で「もうひと部屋分稼ぐ」  
オーナー様が増えています。



東京都江戸川区・K様

月平均約**83,000円**  
年間100万円以上の  
**プラス収入**に!※3

【概要】 ソーラー搭載量:19.92kW(2棟合計)  
敷地面積:496.75㎡(150.2坪)  
延床面積:463.60㎡(140.2坪)  
総戸数:16戸(1K×8戸×2棟)

日本経済新聞2012年9月27日

# 再生エネ目標の5割超す

## 今年度分の買い取り導入2カ月で

経産省は26日、再生可能エネルギーの8月末時点の認定実績を発表した。太陽光発電を中心に合計で130万キロワットとなり、固定価格の買い取り制度を導入して2カ月で今年度の予測の250万キロワットの半分を上回った。経産省は「想定よりも早い立ち上がり」とみている。比較的高めの買い取り価格が後押しとなり、年末には見通しを越す規模になりそうだ。

7月に始まった制度は、再生エネを使って発電する仕組み。政府は一定の価格で10～20年電気を電力会社が

先に買取る仕組み。政府は先にまとめたエネルギー環境戦略で、固定価格による買い取りを原発稼働ゼロも見据えた再生エネ普及の起爆剤と位置付けている。一方で発電のコストは高く、電気料金の上昇により家庭などの負担が増す面もある。発電設備の容量でみた8月末の実績によると、メガソーラーなど住宅以外で使う太陽光が73万キロワットと最も多かった。住宅向けの太陽光の31万キロワット、風力の26万キロワットが続いた。設置に時間がかかってもあり、すべてですぐに発電できるわけではないという。住宅で使う太陽光を対象にした旧制度に基づく分も含め、4～8月に運転を始めた再生エネの設備容量は68万キロワットになったとの実績も公表した。住宅に設けた太陽光が60万キロワットと大半を占めた。経産省は固定価格買い取り制度のモデル契約書も発表した。メガソーラ

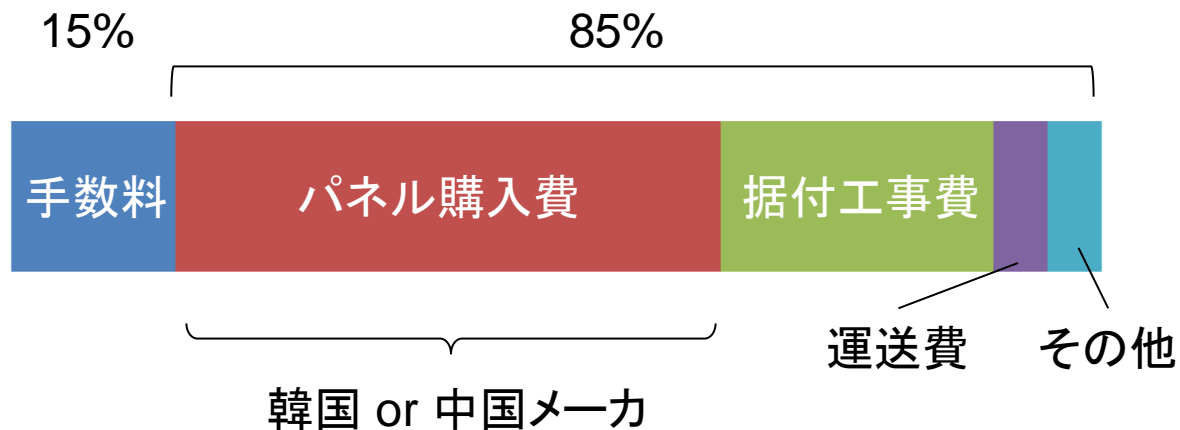
→と最も多かった。住宅向けの太陽光の31万キロワット、風力の26万キロワットが続いた。設置に時間がかかってもあり、すべてですぐに発電できるわけではないという。住宅で使う太陽光を対象にした旧制度に基づく分も含め、4～8月に運転を始めた再生エネの設備容量は68万キロワットになったとの実績も公表した。住宅に設けた太陽光が60万キロワットと大半を占めた。経産省は固定価格買い取り制度のモデル契約書も発表した。メガソーラ

→や風力発電所の事業者を念頭に、電力会社と買い取り契約を結ぶ時に活用を期待している。電力会社が提示した契約書の中には毎年更新するものだったり、買い取り価格を変更できるとの記載があったりしたという。経産省は固定価格の買い取り制度の趣旨に合わないとは判断し、模範となる契約書を作った。

再生可能エネルギーの導入状況  
(8月末時点、単位万キロワット)

	8月末までに認定された容量	年度末導入の予測
太陽光(住宅)	30.6	150
太陽光(非住宅)	72.5	50
風力	26.2	38
中小水力 (1000kw以上)	0	2
中小水力 (1000kw未満)	0.1	1
バイオマス	0.6	9
地熱	0	0
合計	130	250

# 太陽光発電の経済波及効果



出力 : 1000kW  
 金額 : 2億円 (P<sub>0</sub>)  
 受注 : Y社

1kW当りコスト=20万円とする

50万kW相当  
 ⇒ 2億円 × 500基 = 1000億円

$$\begin{aligned} \Sigma P &= r + P + Q + R \\ &= P_0 \\ &\sim 1.1P_0 \end{aligned}$$

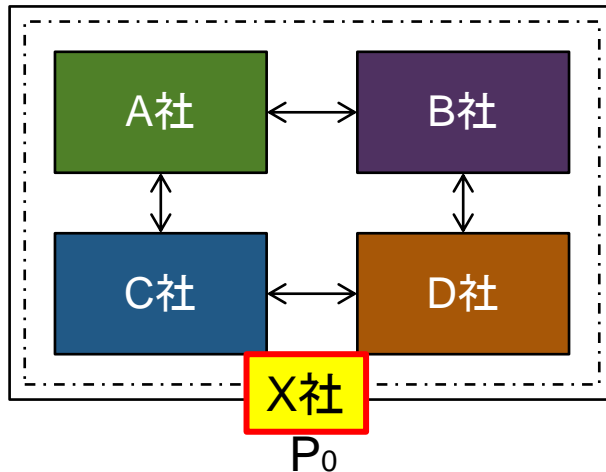
納入業者手数料    パネル購入費    工事費    運送費・その他

せいぜい1.1倍

1100億円の経済効果  
 (輸入分を除けばその半分!)

# 発電プラント国内生産の乗数効果

発電プラント

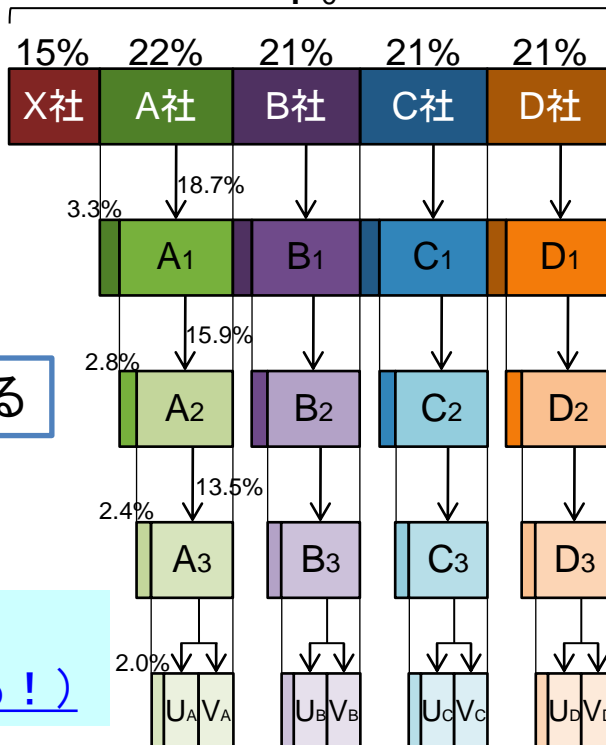


出力 : 50万kW  
 金額 : 1000億円 ( $P_0$ )  
 受注 : X社

1kW当りコスト=20万円とする

1000億円 × 4.0 = 4000億円

4000億円の経済効果  
 (しかも全額が国内で使われる!)



X社		$0.15P_0$
A社	$0.22P_0 (=P_1)$ $0.15P_1$	$0.22P_0$ $0.033P_0$
A1社	$0.85P_1 (=P_2)$ $0.15P_2 = 0.028P_0$	$0.187P_0$ $0.028P_0$
A2社	$0.85P_2 (=P_3)$ $0.15P_3 = 0.024P_0$	$0.159P_0$ $0.024P_0$
A3社	$0.85P_3 (=P_4)$ $0.15P_4$	$0.135P_0$ $0.020P_0$
UA社	$0.43P_4$	$0.058P_0$
VA社	$0.42P_4$	$0.057P_0$
B社	...	
C社	...	
D社	...	
合計		$4.0P_0$

**4倍の乗数効果**



# 風力発電

## 英国Kent州沖洋上風力発電

ここらの海は平均水深: 20m

→基礎は着底式が可能

→建設容易で安価



北海は浅い！



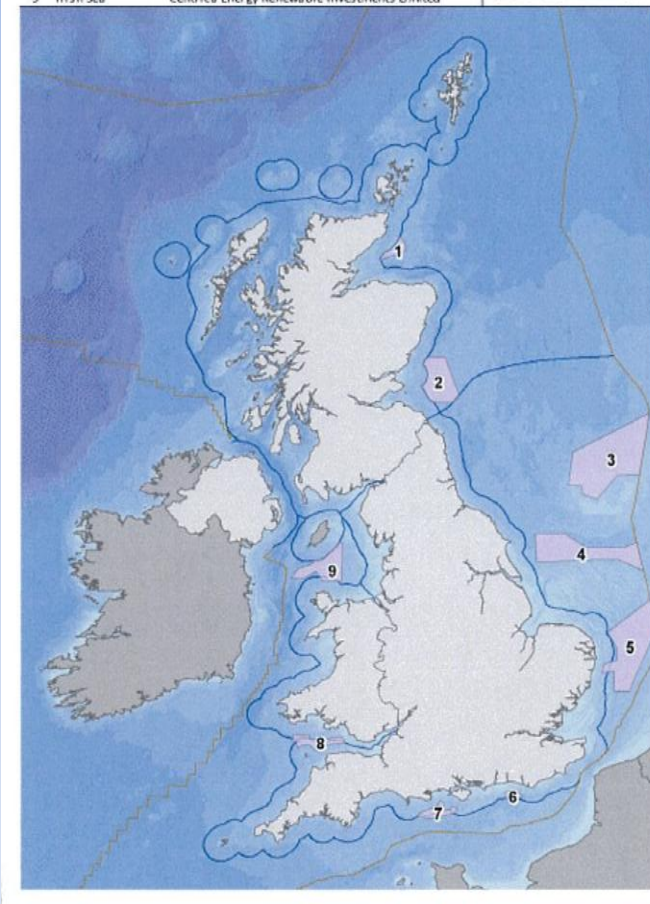
北海は浅いので**着底式基礎**が可能であり  
大型洋上風車を建設しやすい

# 英国の洋上風車への取り組み

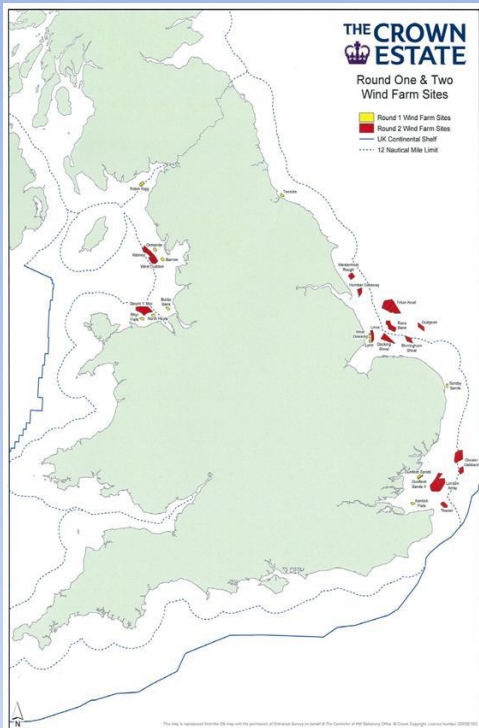
第1期(Round 1): 100万KW  
第2期(Round 2): 700万KW

## Round 3

Zone	Name	Developer
1	Moray Firth	Moray Offshore Renewables Limited
2	Firth of Forth	Seagreen Wind Energy Limited
3	Dogger Bank	Forewind Limited
4	Hornsea	SMart Wind Limited
5	East Anglia	East Anglia Offshore Wind Limited
6	Southern Array	Eon Climate & Renewables UK Southern Array Limited
7	West Isle of Wight	Eneco Round 3 Development Limited
8	Atlantic Array	Bristol Channel Zone Limited
9	Irish Sea	Centrica Energy Renewable Investments Limited

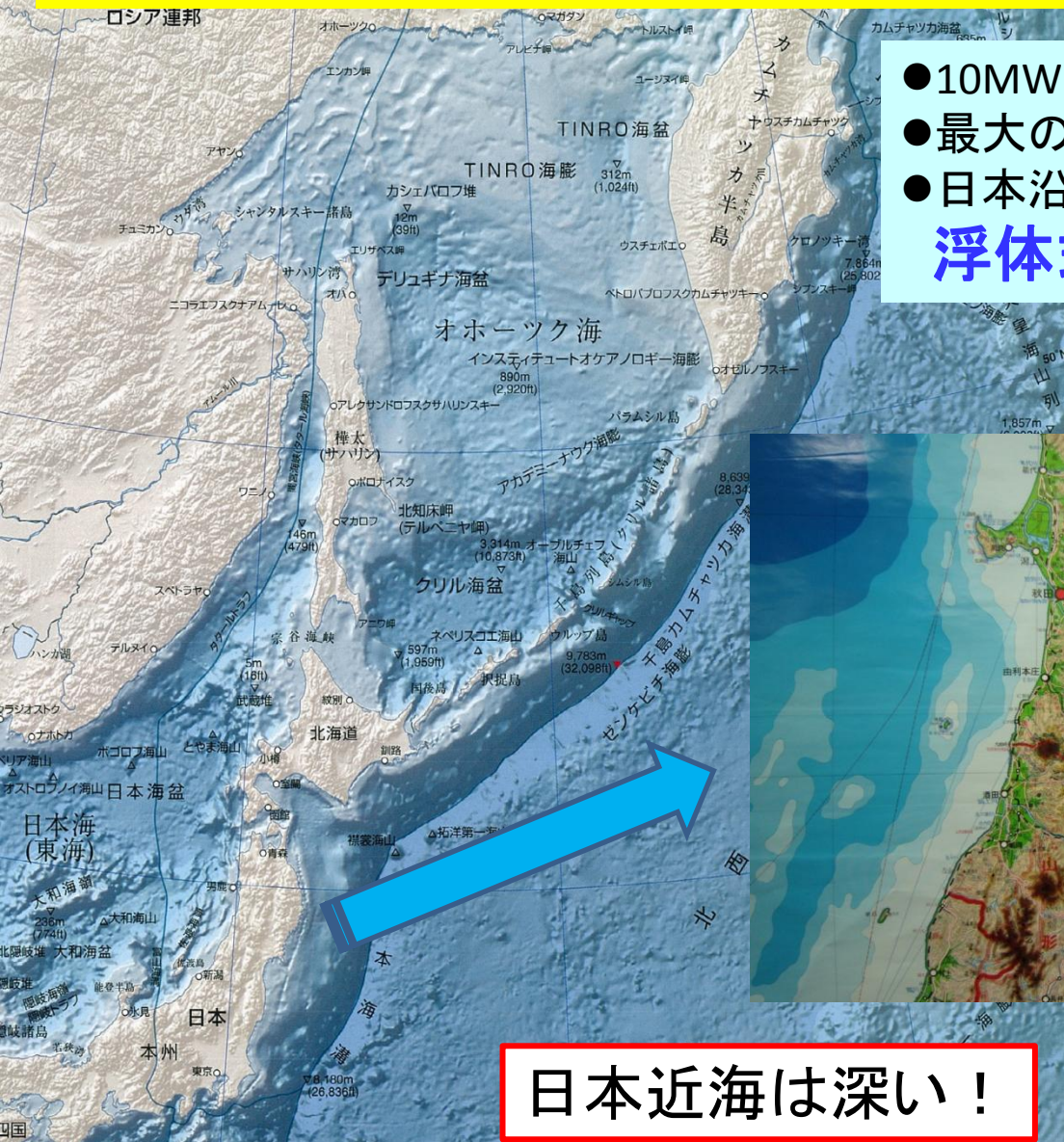


- 現在Round 3を推進中  
(計画 4000万kW)
- 地主は英国王室
- 事業者は借地料を支払う



# 大型洋上風車への挑戦---日本の場合は？

- 10MW級大型風車の技術的課題は多い
- 最大の問題点は強度の維持と信頼性の確保
- 日本沿海は北海みたいに浅くはないので  
**浮体式基礎が不可欠**



**日本近海は深い！**

100m

200m

1000m

地熱発電は基本的に火力発電  
に準じる設備利用率( $C_f=80\%$ )  
が可能  
→経済性では最も有利

## 東北電力澄川地熱発電所

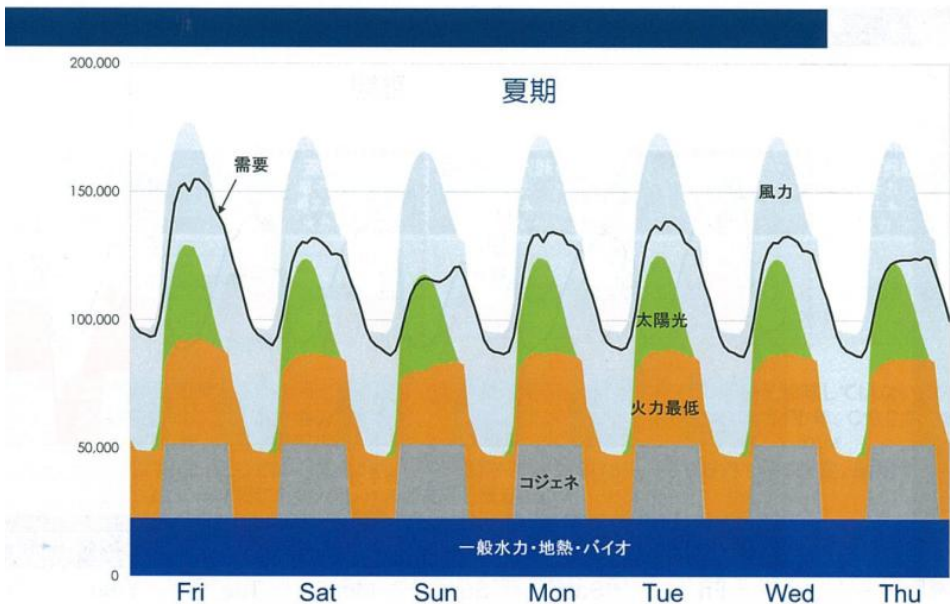
- 地元温泉業者を巻き込んだ推進体制  
不可欠→一定量・温度のお湯を保証  
→井戸に余裕が必要なので若干割高  
だが十分経済性は確保できる

# バイオマス発電.

- 基本的に火力発電と同じなので年間設備利用率は高い
- 国土の75%が山林の日本には適している
- 課題は木材(間伐材を含む)をいかに機械化して低コストで輸送できるかである
- 森林の保全と合わせた国家的見地から推進すべきである



シナリオ 原子力0% 太陽光5,340万kW  
風力6,000万kW (2030年時点の全国需給)



太陽光・風力などの再生エネルギーが大幅に  
増えた時の最大の問題点

1. 負荷急落時をカバーするバックアップ火力発電の必要性
2. 多大の送電線建設

# 今後のエネルギー基本計画とその影響

1. 原子力①0% ②15% ③20～25%の3案で検討中

2. いずれにしても火力発電が大幅に増加

3. 分散型(コジェネ)15%が一つのポイント

4. ここ5年間の最大の問題

原子力の稼働停止→輸入燃料費の大幅増加

→電力料金大幅値上げ→産業競争力の喪失

→製造業の海外移転

→国内の雇用喪失・貿易収支赤字・税収減の3重苦に



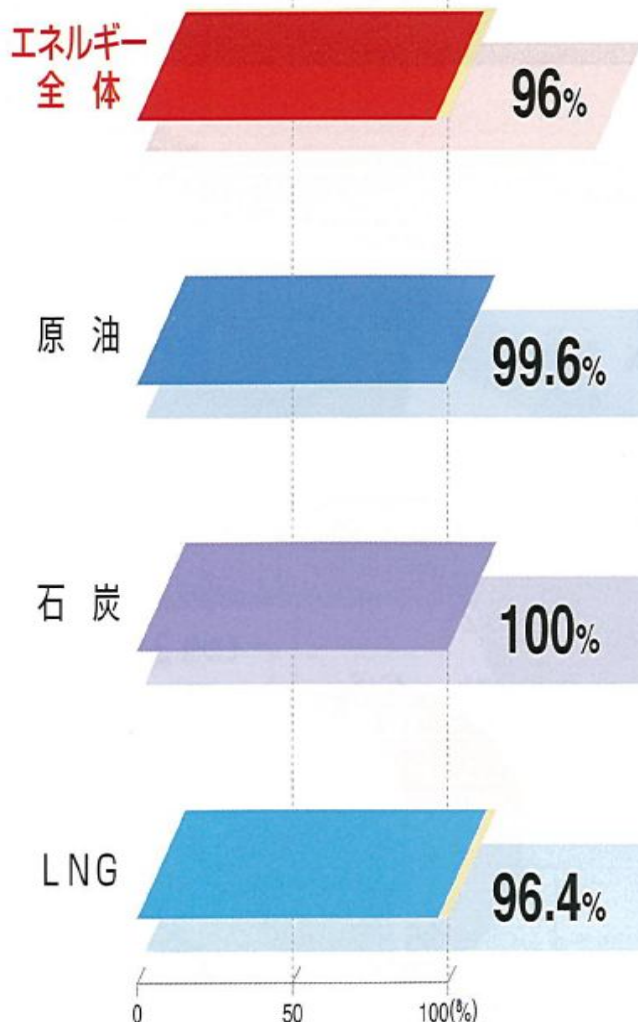
## 2. 火力発電の燃料費の急増

- 年3兆円増加とすると
- $30,000\text{億円} / 1.2\text{億人} = 2.5\text{万円/年}$
- $30,000\text{億円} / 0.5\text{億所帯} = 6\text{万円/年}$

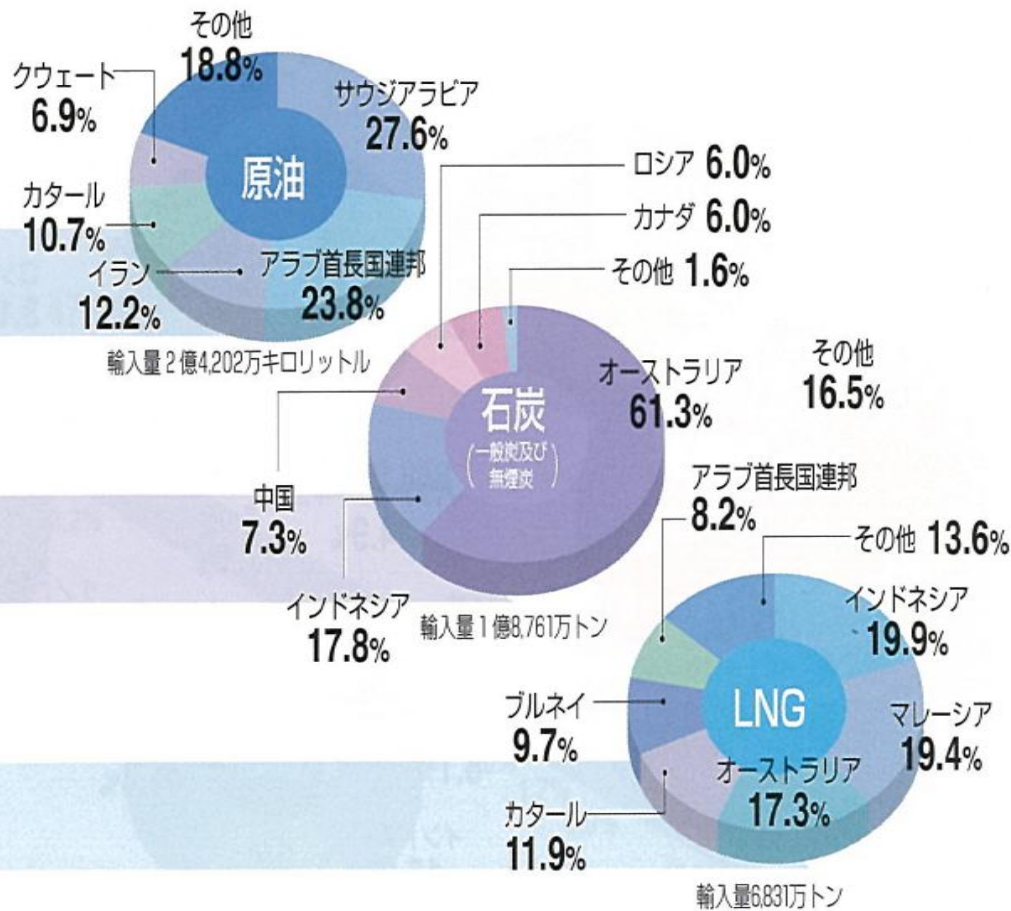
原子力を停止すると必ず料金値上げとなる

# 日本のエネルギーの海外依存度(2007年度)

エネルギー原料の輸入依存度 (2007年度)



エネルギー原料の主な輸入先 (2007年度)



出典: 「エネルギー白書」 2009年版

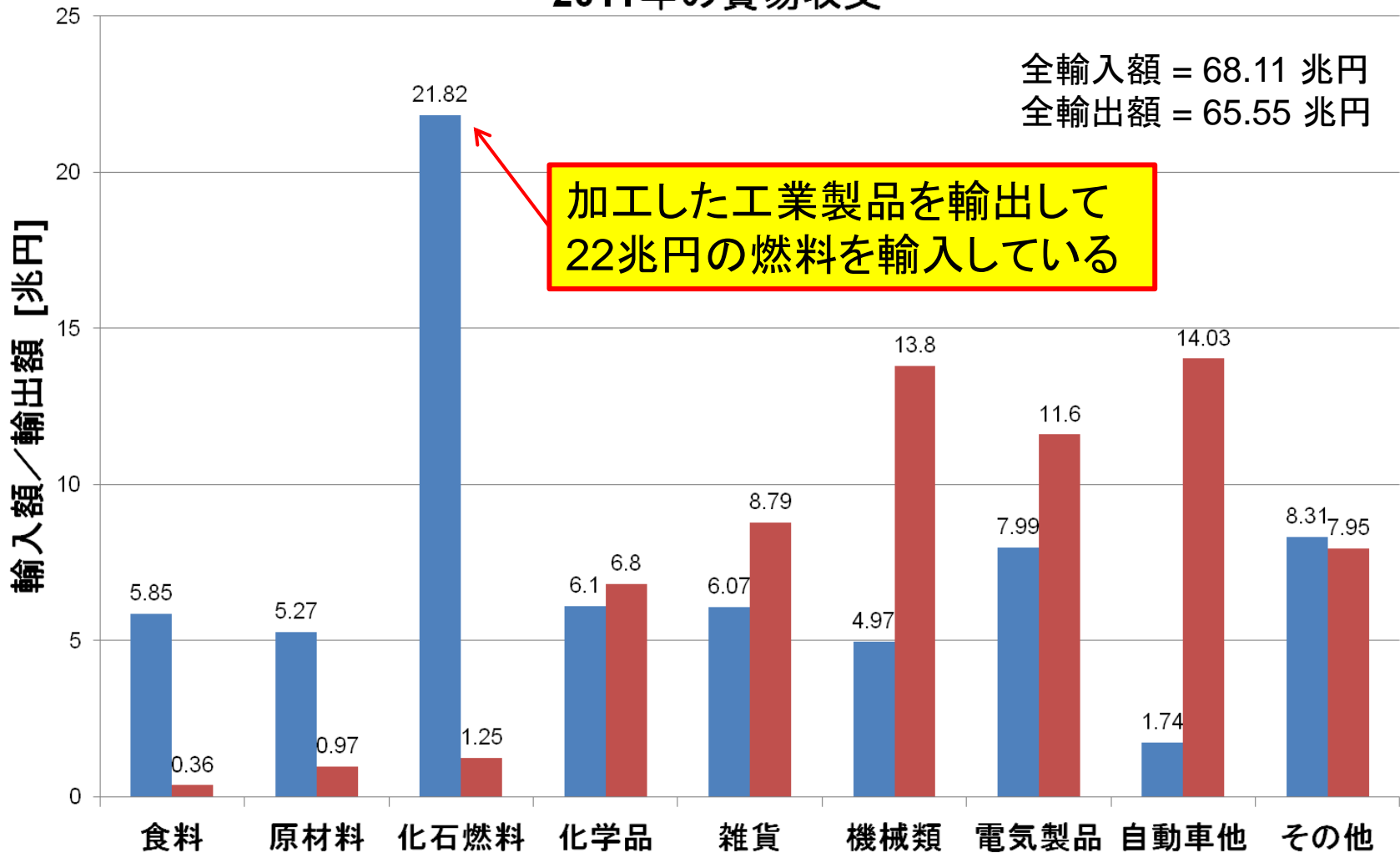
※SHIPPING NOW 2009-2010より引用

# 日本の貿易収支(2011年)

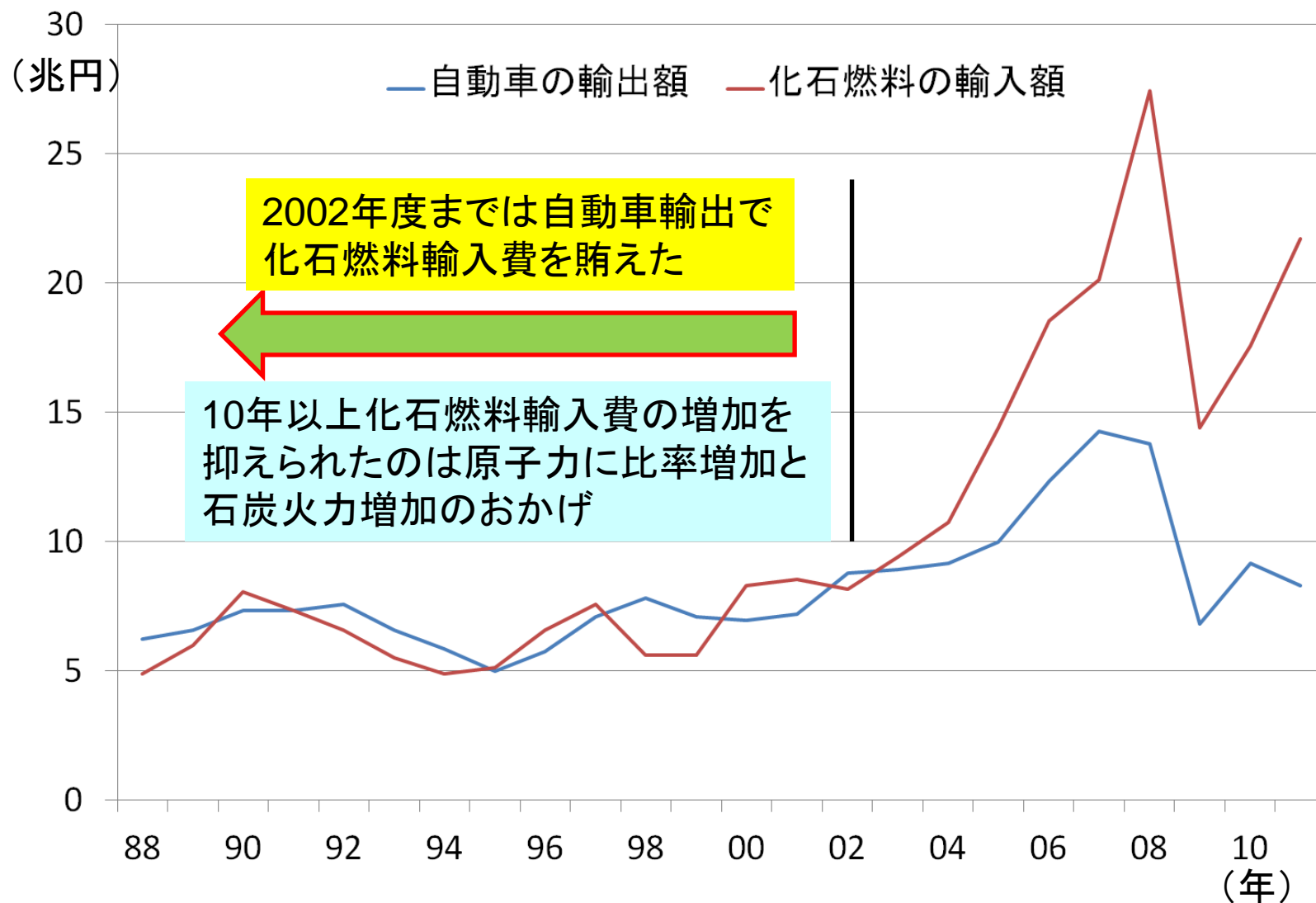
## 2011年の貿易収支

■ 輸入額 ■ 輸出額

全輸入額 = 68.11 兆円  
全輸出額 = 65.55 兆円



# 化石燃料の輸入額と自動車の輸出額（年額）



資料:財務省 貿易統計

# 電力会社の部門別最終損益（2012年3月期）

（単位：億円、▲は赤字）

	規制部門	自由化部門	その他部門	合計
北海道	▲118	▲58	▲567	▲743
東北	▲410	▲820	▲871	▲2,101
東京	▲249	▲3491	▲3843	▲7,583
中部	▲15	▲498	▲432	▲945
北陸	▲1	▲58	▲6	▲65
関西	▲691	▲1261	▲622	▲2,574
中国	172	68	▲254	▲14
四国	▲6	▲39	▲70	▲115
九州	▲532	▲884	▲332	▲1,748
沖縄	57	8	▲15	50
合計	▲1,796	▲7,036	▲7,018	▲15,850

日本経済新聞2012年8月2日より作成

# 燃料費急増に伴う電力会社の赤字予想

東電を除く電力9社の2012年4～6月期連結決算  
 (単位億円、カッコ内は前年同期比増減率%、)  
 (▲は赤字かマイナス、燃料費は単独ベース)

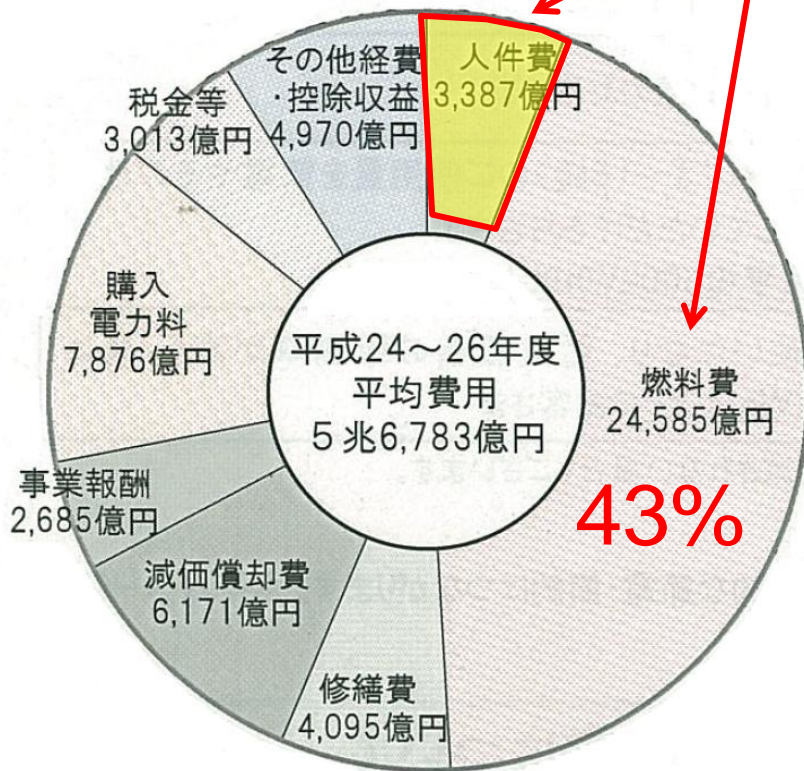
	売上高	最終損益	燃料費	燃料費/売上高
関西電	6,483( 0)	▲995(赤字転落)	2,490(2.3倍)	38%
中部電	6,295(17)	▲125(赤字転落)	2,879( 59)	46%
東北電	4,076(17)	▲120(赤字縮小)	1,119( 29)	27%
九州電	3,538( 3)	▲1,009(赤字拡大)	1,696( 98)	48%
中国電	2,731( 7)	▲105(赤字拡大)	887( 49)	32%
北海電	1,386(▲5)	▲170(赤字転落)	478(2.1倍)	38%
四国電	1,290(▲8)	▲149(赤字転落)	413( 90)	34%
北陸電	1,167( 3)	88(85)	240( 4)	21%
沖縄電	383( 5)	0(黒字転換)	121( 2)	31%

日本経済新聞2012年8月1日

年度ではこの約4倍

# 東京電力の費用内訳

燃料費が15%上がれば人件費は吹き飛ぶ！



		(億円)		
費用		新原価(A)	申請時(B)	差引(A-B)
営業費等	人件費	3,387	3,488	▲101
	燃料費	24,585	24,704	▲118
	修繕費	4,095	4,205	▲110
	減価償却費	6,171	6,281	▲110
	事業報酬	2,685	2,815	▲130
	購入電力料	7,876	7,943	▲67
	税金等	3,013	3,048	▲35
	その他経費	7,098	7,237	▲139
	小計	58,911	59,721	▲810
控除収益		▲2,128	▲2,097	▲31
総原価		56,783	57,624	▲841

2012年8月 東京電力発表資料より作成

# 原子力の比率の高い電力で再稼働がないとどうなる？

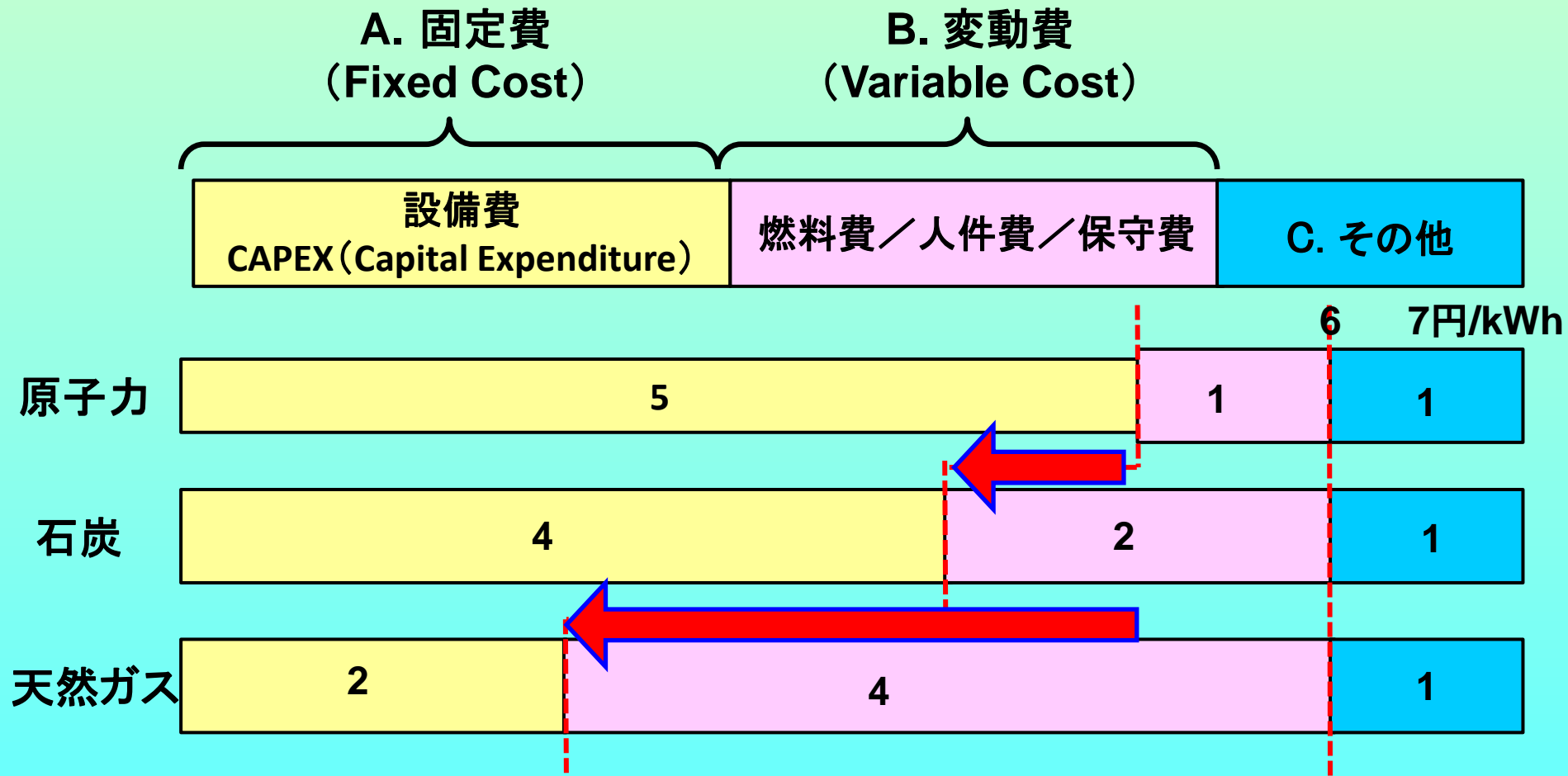
1. 供給力不足
2. 火力発電比率の急増→燃料購入費の大幅増加



➤ 原子力の再稼働無し→電力料金値上げに直結



# 発電原価の構成と燃料費の急増



- 発電原価が同じでも固定費の高い電源は稼働しないと一遍で赤字に転落
- 変動費(特に燃料費)は年度単位---これが急増し、年度予算が大赤字に
- 各電力とも2年後には電気料金値上げは必至

# 原子力発電所再稼働停止の比喩

原子力  
発電所



再稼働  
反対!

建設資金  
手当

銀行からの借入金  
社債発行

稼働停止

・火力発電の増加  
・燃料費の急増



火力発電所運転

減価償却費

利息支払

電力会社  
大幅赤字

電力料金  
値上げ  
↓  
出来なければ  
倒産!

高級  
マンション



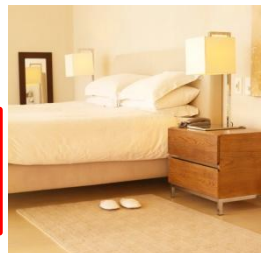
マンションを  
出て行け!

購入資金  
手当

住宅ローン  
銀行ローン

マンション退出

・ホテルに宿泊  
・ホテル代急増



元本・利子分割払

家計  
大幅赤字

給料増必要  
↓  
出来なければ  
破産!

# “再稼働反対”ということは “電力料金値上げ賛成”と同じこと

東京の原発再稼働反対デモ



写真: 産経新聞

再稼働反対！

同義語

電力料金値上げ賛成！

# 原子力ゼロは正しいか？

日本人ってどこまで馬鹿なんだろう

しめしめ...これで日本を叩き潰せる

原子力ゼロ再稼働反対

とにかく選挙を考えたら原子力ゼロに限る

原子力ゼロおみこし

ドイツの脱原発は倫理委員会が素晴らしい

家庭の主婦への殺し文句“トイレのないマンションで良いのか！”は良く効くなあ...

日本経済の墓場

燃料購入費無し

失業増加

国内製造業崩壊

停電・変動増加

中小企業倒産

年金財源無し

貿易収支赤字

日本製品排斥  
国境侵犯

電力料金高騰

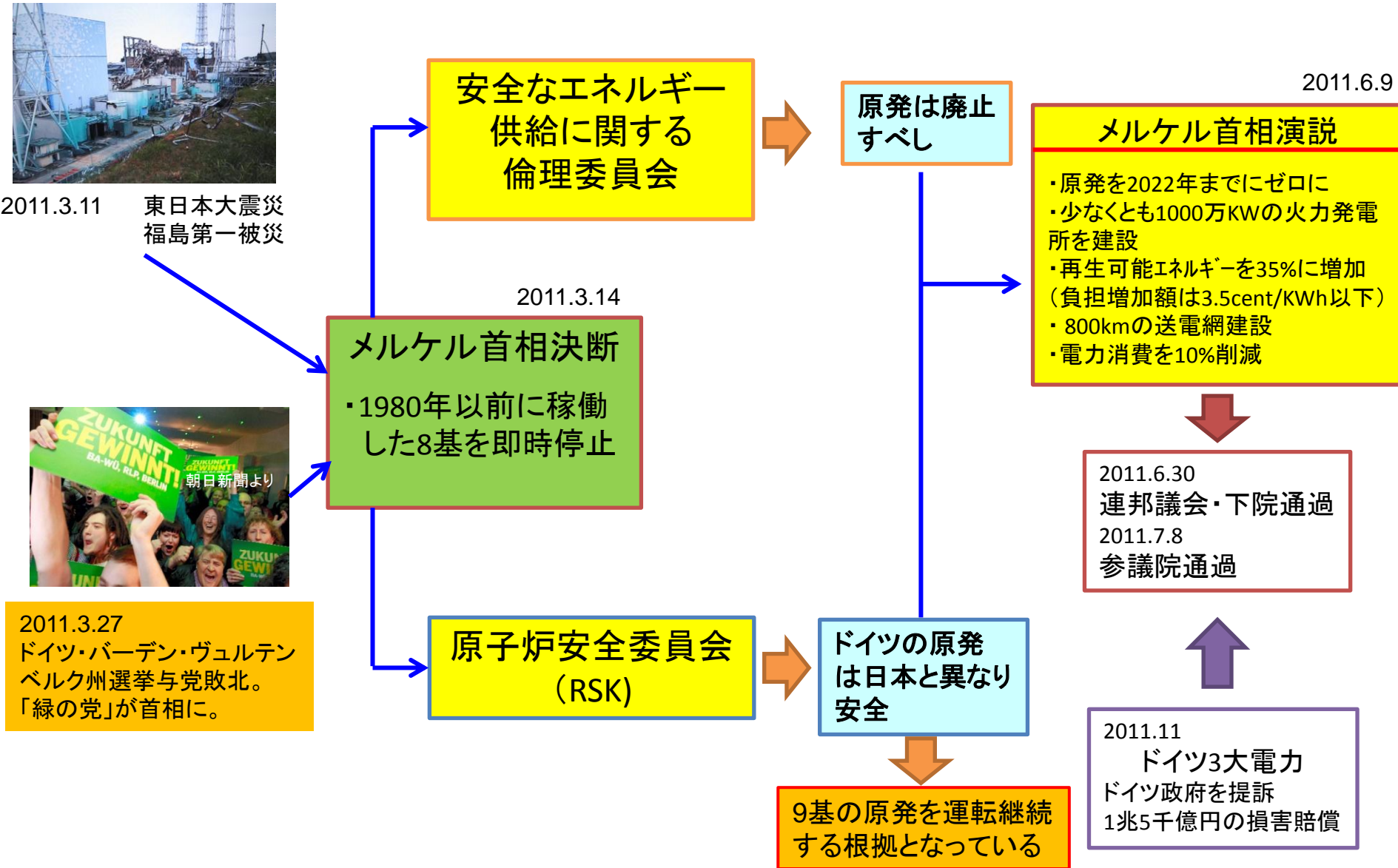
- ・素人ばかりで本当に大丈夫かなあ...
- ・今は原子力ゼロと言わないと袋叩きにあうし、黙っておこう...
- ・何か太平洋戦争に突入した時と同じような気がするが...
- ・隣の国がせせら笑っているらしいが、大丈夫かなあ...

# 日本人の欠点

## “定量的検討をせず雰囲気で決める

1. 事実を直視せず雰囲気で物事を決める。
2. 特に“定量的検討”とそれに基づく判断が欠如。
3. 太平洋戦争でも露呈：
  - 国力の差を無視（鉄鋼生産量、エネルギー量、など）
  - 兵站(Logistics)無視：多くの亡くなった日本軍兵士は戦死ではなく餓死
4. 鳩山内閣のCO<sub>2</sub> 25%削減案はその典型：  
定量的根拠なし
5. 現在の原子力再稼働問題と電力料金の関係が不可分の関係にあることが周知されていない。

# ドイツの意思決定の経緯



# ドイツメルケル首相の発言要旨 (2011年6月9日)



- ドイツは2022年までにすべての原子力を停止。ただし供給不安を無くすために2020年までに少なくとも1000万KWの火力発電所を建設(出来れば2000万KWが望ましい)。あれもいや、これもいやという甘えは許されない。
- 再生可能エネルギーを2020年までに35%に増加
- しかしその負担増加額は3.5cent/KWh以下であること(ドイツにおけるエネルギー多消費産業に従事する100万人の雇用を守るため)
- また変動電力の増加に伴う不安定化防止のために800kmの送電網建設(現状100km未満)
- 2020年までに電力消費を10%削減

[山本正晴氏訳より]

# ドイツの脱原子力の現状はどうか？



メルケルの訴えにも拘らず、対策は遅々として進まず

- ドイツは2022年までにすべての原子力を停止。ただし供給不安を無くすために2020年までに少なくとも1000万KWの火力発電所を建設（出来れば2000万KWが望ましい）。あれもいや、これもいやという甘えは許されない。
  - これらの火力は再生エネルギーのバックアップのためであり、年間稼働率が2000時間以下→投資回収ができないため誰も建設しない（ドイツでは発送電分離がなされたため、発電会社には供給義務無し）
- 再生可能エネルギーを2020年までに35%に増加
  - 短時間停電が増え電気の質が急激に低下→工業製品の質低下
- しかしその負担増加額は3.5cent/KWh以下であること（ドイツにおけるエネルギー多消費産業に従事する100万人の雇用を守るため）
  - 今必死になってFITの補助額をこまめに切り下げている
- また変動電力の増加に伴う不安定化防止のために800kmの送電網建設（現状100km未満）
  - 送電線建設は住民の反対で遅々として進まず
- 2020年までに電力消費を10%削減





# ドイツの現状

ドイツ メルケル首相(2012.3.17):

- 1980年以前に運転開始した8基を即時停止。
- 福島第一の事故を受けて2022年までにすべての原発を停止。

- 2011年11月E.ON社、2012年2月RWE社が連邦政府を憲法裁判所に提訴。“政府の方針に従ってやってきたのに突然の方針変更で健全な電力会社の経営ができなくなった”と主張。
- 電力3社の損害賠償請求額は150億€(1兆5千億円)と予想される

[注]ドイツは日本のように再稼働中止などやっていない。残りの9基はブンブン廻っている



# 燃料費の削減はどうしたらよいか？

- 使用量を減らす→発電効率向上
- 燃料を安く買う→交渉力－OPTIONを持つ
- 再生エネルギー増加

# 火力発電の急増でも問題解決の方法は無いのか？

1. 燃料消費量の削減による費用増加防止
2. 同時にCO<sub>2</sub>発生量を削減し地球温暖化防止

➤ **火力発電の効率向上が唯一の解決策**

## 日本の高効率発電技術

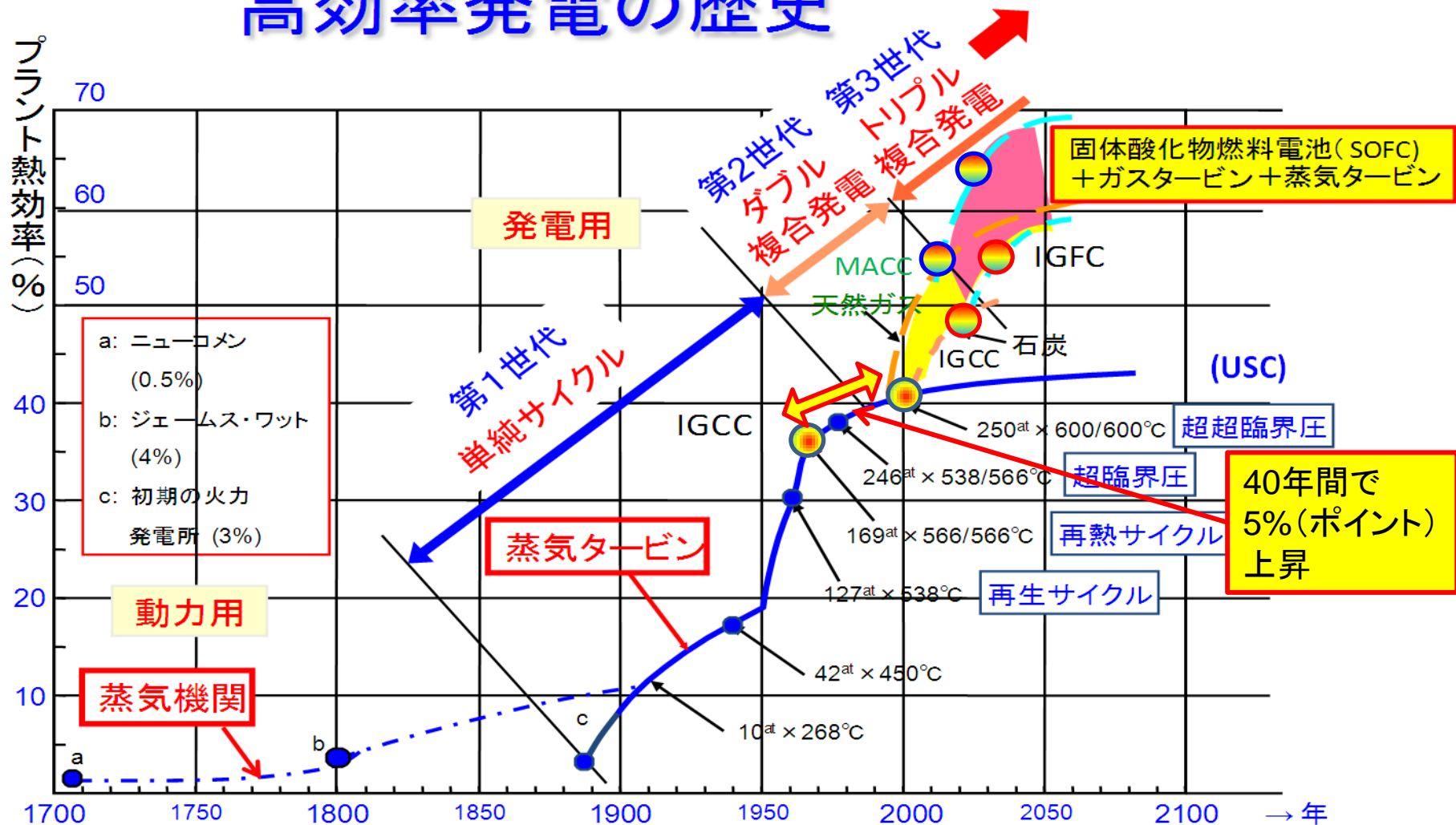
- 日本が開発した超超臨界圧火力(USC)や天然ガス複合発電さらには石炭ガス化複合発電IGCCなど世界でトップの位置にある

# 3. 高効率発電技術の歴史と今後

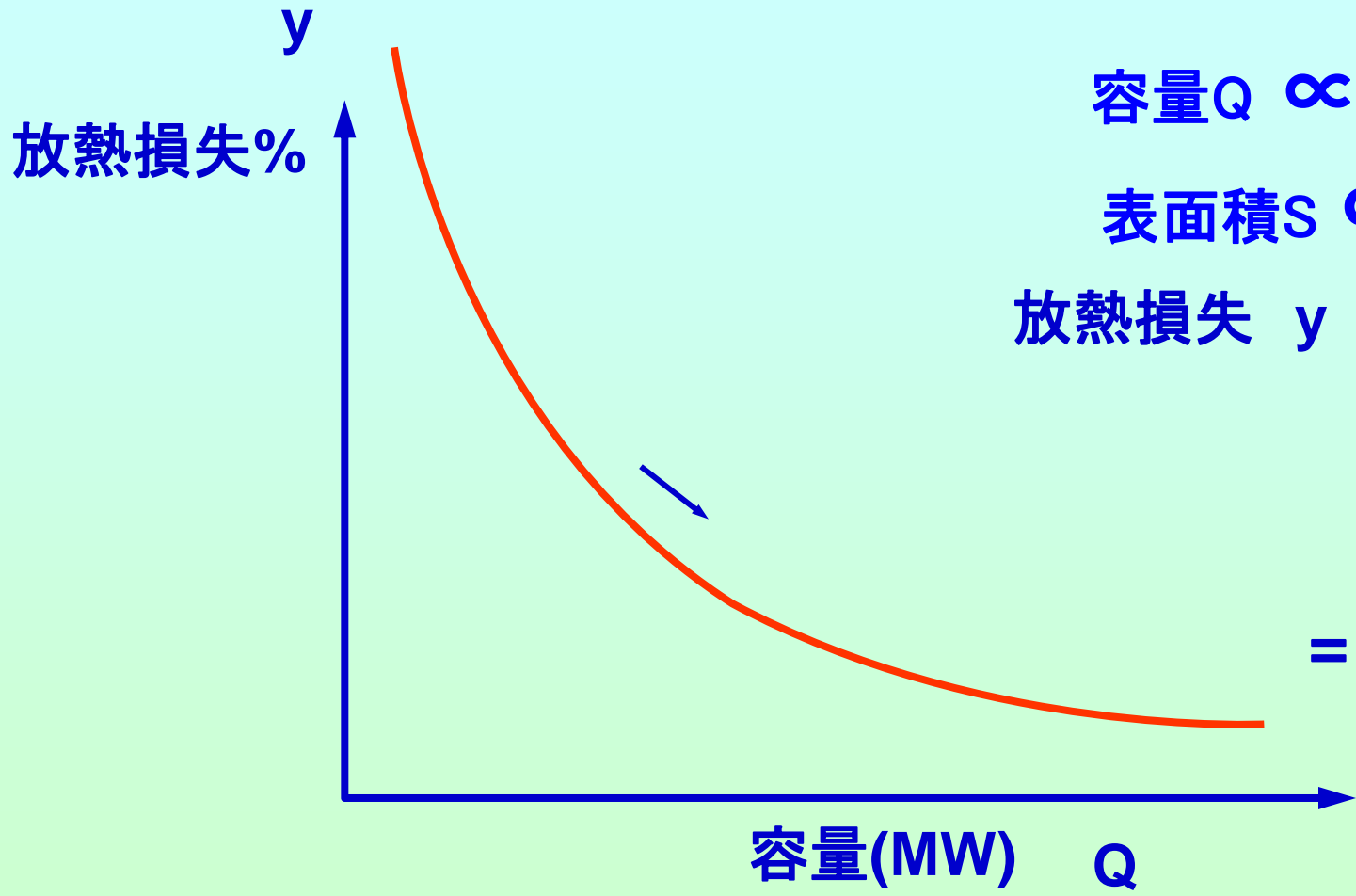
- ◆ 発電技術は次の3世代に分類される。
  - ①第1世代:従来型(ボイラータービン): USC
  - ②第2世代:複合発電(IGCC)
  - ③第3世代:トリプル複合発電(IGFC)
  
- ◆ 第1世代の蒸気タービンの時代は100年以上続いた。
- ◆ しかし今、限界にきており、次の世代に移っている。
  - 現在は歴史的な変革の時代である
  - 福島第一の事故と偶然の符合か？

# 火力発電の高効率化の動向

## 高効率発電の歴史



# 熱損失の低減 – 大きくすれば減る



容量  $Q \propto D^3$

表面積  $S \propto D^2$

放熱損失  $y \propto \frac{\text{表面積} S}{\text{容量} Q}$


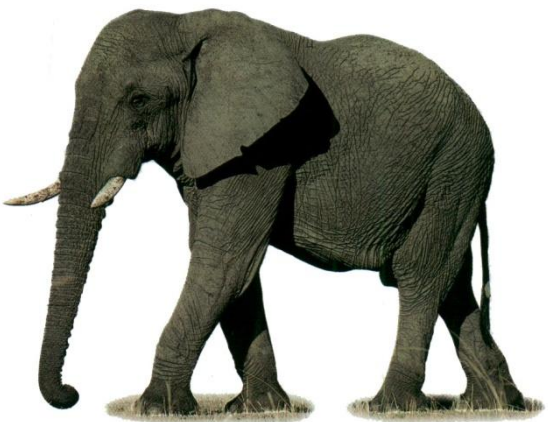

$$\frac{D^2}{D^3} = \frac{1}{D}$$

$$= \frac{1}{Q^{1/3}}$$

- ・容量が大きいほど放熱損失小
- ・容量が大きいほど放熱損失小

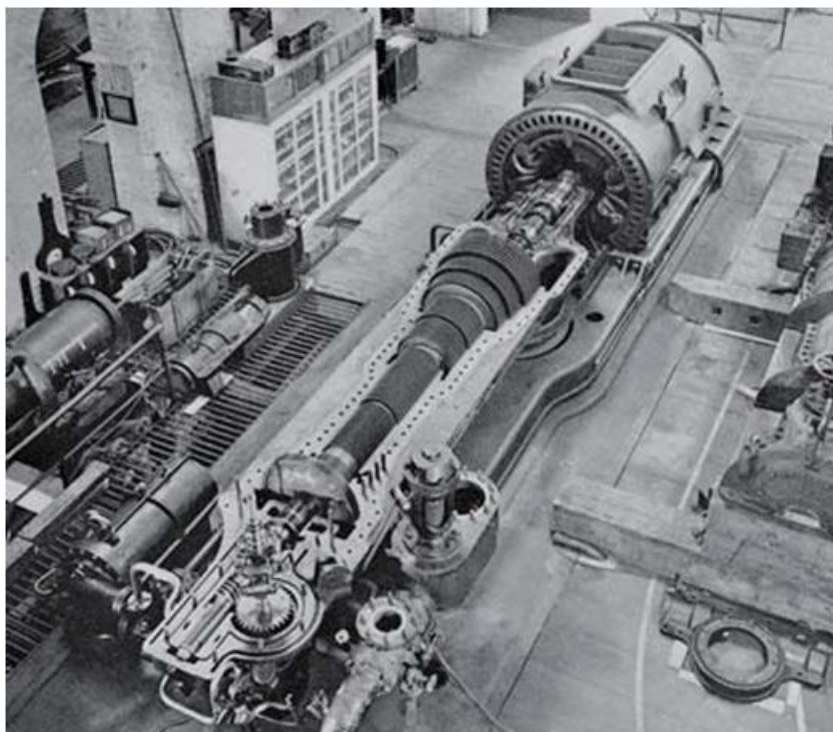
# 高効率の熱機関は大型化する

## 最大と最小の哺乳類

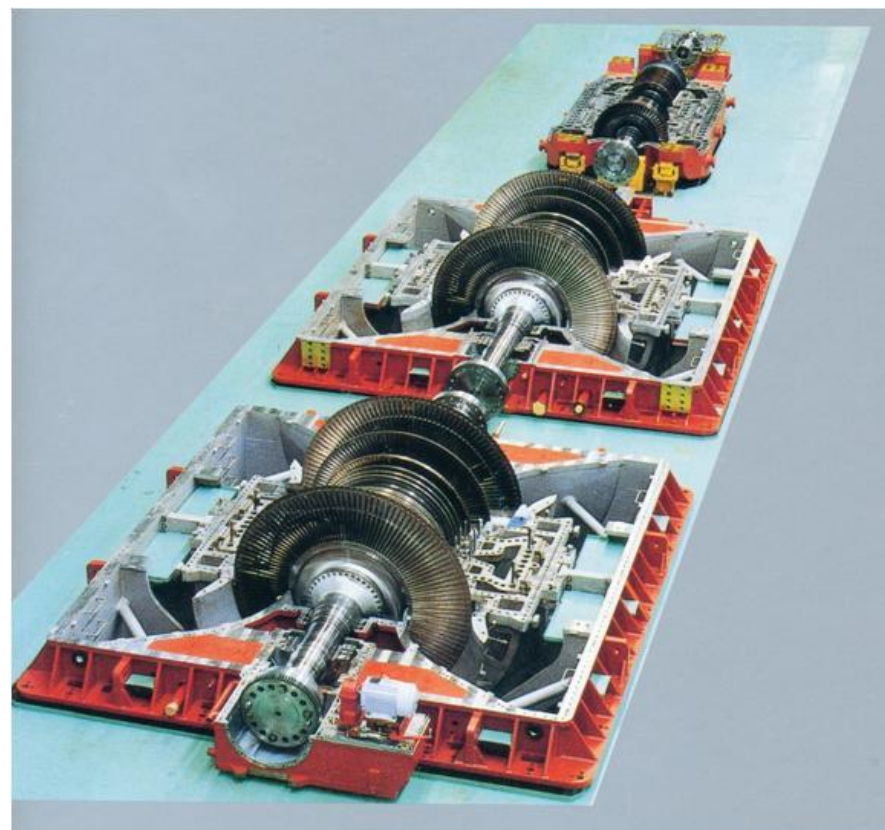
最小	最大	
	陸生	海生
Kitti's Hog-nosed Bat	アフリカ象	白ナガス鯨
		
<p>The smallest mammal discovered in Thailand in 1973. Hard to maintain their body temperatures, and restricted in activity. Fly only at night.</p>	<p>Leg size limits to sustain the weight.</p>	<p>No need to support its weight. Cooling by water provides good heat transfer.</p>
<p>体長 : 3 cm 体重 : 2 g</p>	<p>体長 : 4 m (高さ) 体重 : 6 ton</p>	<p>体長 : 24 m 体重 : 100 ton</p>

# 第1世代：蒸気タービンの時代

- ボイラで蒸気を発生し、蒸気タービンを回す。終戦後、最新技術を米国から技術導入。
- 約100年以上にわたり火力発電を支えたが、蒸気温度が600°Cを超えるUSCとなり、ほぼ技術的限界。またすでに中国はUSCの量産体制に入っており、国際競争力喪失は時間の問題



最初の発電用蒸気タービン: 500KW  
(1905年)



最近の発電用蒸気タービン: 700,000KW  
(1995年)



# 第2世代：ダブル複合発電：ガスタービン+蒸気タービン

- 1984年ころ日本が世界に先駆けて100万KW級のダブル複合発電を実用化

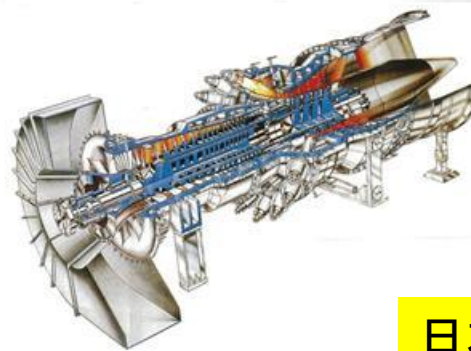
ボイラ+蒸気タービン+発電機



・蒸気タービン



・航空用ジェットエンジン



・発電用ガスタービン

## 複合サイクル

[ガスタービン+排ガスボイラ  
+蒸気タービン+発電機]



複合発電

日本も世界で初めて1600°Cのガスタービンを商用化し、世界をリードしつつある

### ダブル複合発電からトリプル発電へ！

高温型燃料電池(SOFC)＋ガスタービン＋蒸気タービン



分散型：250kW機



事業用：90MW機

- 2012年からAll Japan体制で事業用トリプル複合発電の国家プロジェクトが始まり、日本が世界を断然リードしている！

SOFC: 固体酸化物型  
第3世代の火力発電  
の切り札!

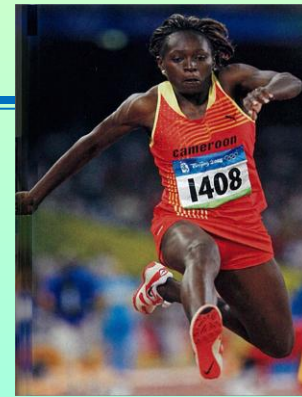


電解質:セラミックス  
(YSZ:ジルコニア化合物)



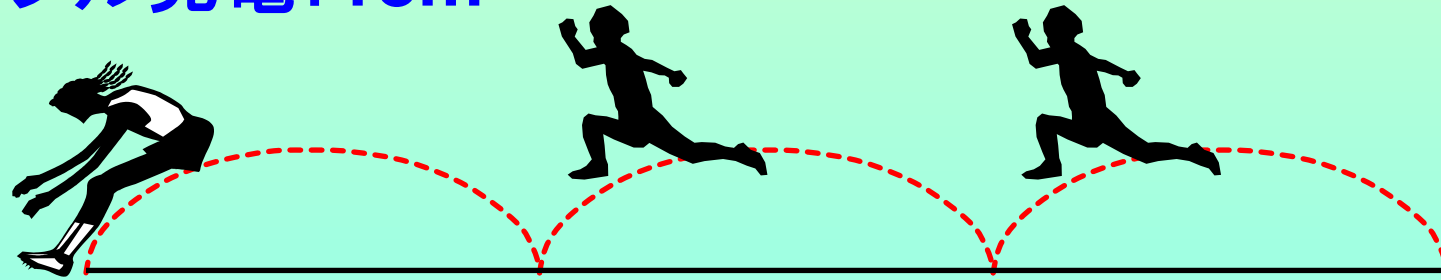
走り幅跳びのオリンピック  
優勝者でも、三段跳びの  
中学生に勝てない！

# トリプル発電は三段跳び



トリプル発電: 18m

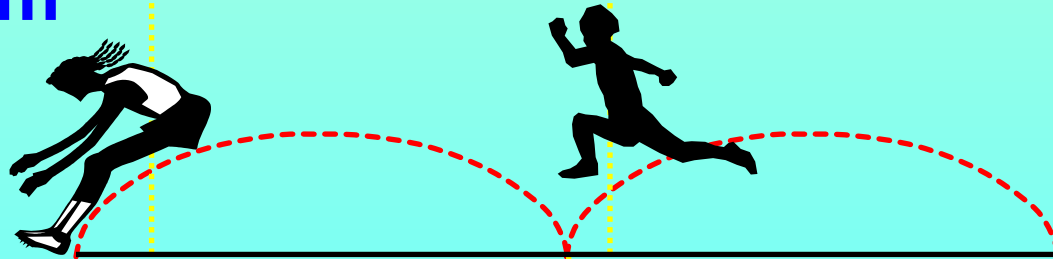
天然ガス 65%: 石炭 55%



三段跳び

ダブル発電: 13m

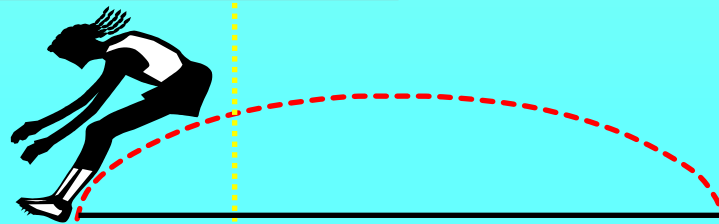
天然ガス 55%: 石炭 48%



二段跳び

シングル発電: 8m

天然ガス 41%: 石炭 42%



一段跳び  
(走幅跳び)

[注] 発電効率はいずれも高位発熱量基準、送電端

# 日本の高い発電プラント技術力

1. 高効率発電技術は世界のトップ
  2. しかも未だ国内に製造拠点あり
  3. しかし国内市場飽和→新規建設無し
  4. 国内での建設が再開---しかし量には限りあり
  5. 国内で1号機を完成し、これをショーウィンドーとして世界に輸出
- 増加する輸入燃料費をカバーし国際貿易収支も黒字に

災いを転じて福となせ！

# 質の良い電気---日本の貴重な財産

- 日本全国至る所で0.2Hzの超高品質の電気が自由に好きなだけ使える→日本の産業競争力の源泉
- 部品産業・中小企業・個人も等しくこの恩恵を受けられる→日本は至福の国である！
- 発展途上国における向上運営の苦労→必要な良質の電気が得られない！ →工場建設は自家発電設備の建設から
- 停電や不安定電源の苦労をした人でないとこの有難味はわからない

# 日本のものづくりを支える基幹技術



高品質のネジは高品質の電気がないと作れない



# 一つのバスケットに卵を全部入れてはいけない



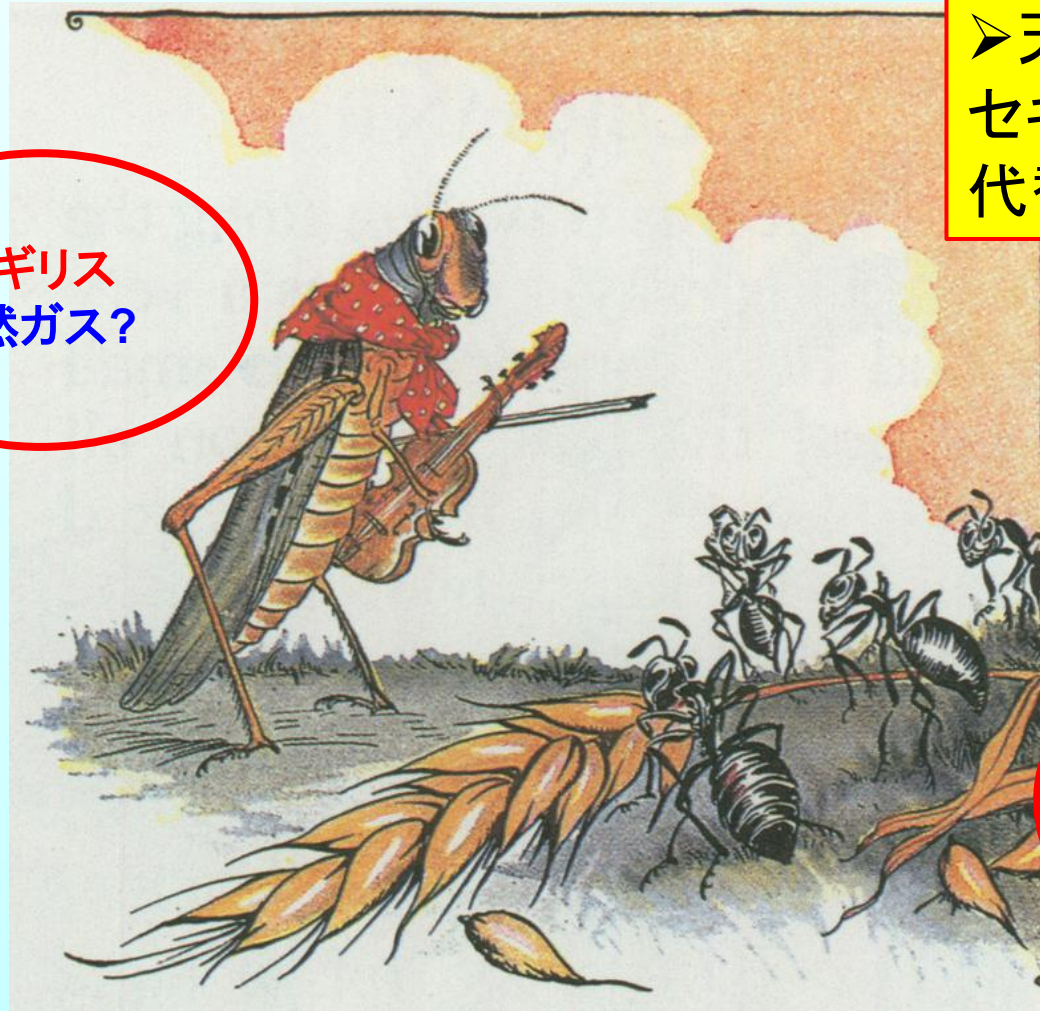
- リスクヘッジ
- 危険分散
- 交渉カオプション



# アリとキリギリス

➤天然ガスには  
セキュリティ上  
代替燃料が必要

キリギリス  
-天然ガス?



アリ  
-石炭?  
-原子力?

*The Ants and the Grasshopper*

# LNG購入価格は安くできるか？

## 国際交渉の現実

Optionを持たなければ  
交渉はできない！

交渉開始

切札あり  
オプションあり

交渉 - 条件闘争

切札



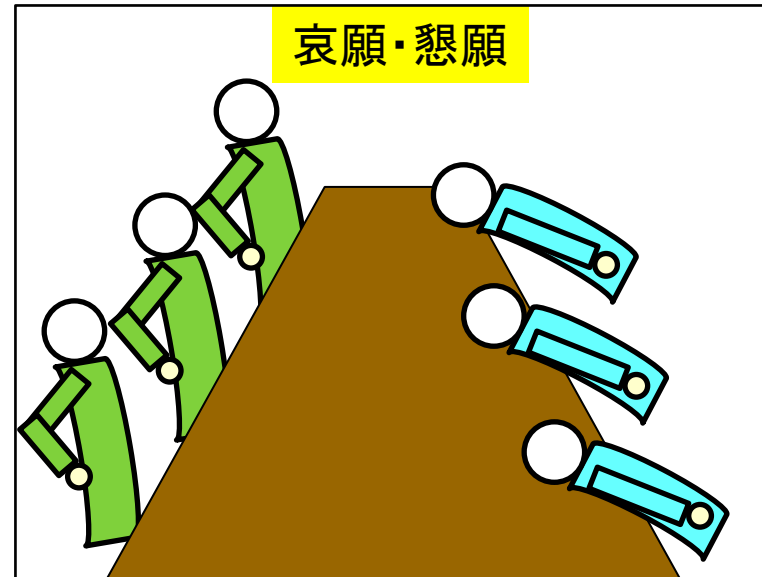
Plea - Petition -

哀願・懇願

切札無し  
オプション無し



土下座外交



➤ negotiate

Latin : *negotiatu*s pp. of *negotiari*

--- *to carry on business*

from *negotium*

--- *business*

from *neg-* *not*

*otium* *leisure*

(from Merriam Webster's Collegiate Dictionary)

# なぜデンマークはアフガニスタンに派兵しているのか？

人口わずか550万人のデンマーク  
がなぜ？

## デンマーク

- ・NATO設立時(1949年)からの原加盟国
- ・ISAF (International Security Assistance Force)  
へ約700名派遣

## NATO軍の構成

加盟国 : 28カ国  
設立年 : 1949年(原加盟国12カ国)  
NATO本部: ブリュッセル(ベルギー)  
事務総長: アナス・フォー・ラスムセン  
(2009年～、元デンマーク首相)



ラスムセン事務総長  
外務省HP資料より

## アフガニスタンのNATO軍

アフガニスタンの治安維持のため  
国連安保理決議により設立された  
国際治安支援部隊ISAFを統括。

**デンマーク軍犠牲者数: 42名**

[http://web.econ.keio.ac.jp/staff/nobu/iraq/casualty\\_A.htm](http://web.econ.keio.ac.jp/staff/nobu/iraq/casualty_A.htm)



- 相手にいうことを聞かせる為には(ルールを守らせるには)  
強制力(軍事力)が必要！



言うことを聞かなければカダフィのようになるぞ！



# 未来は明るい！ 日本人は強い！

## 提言

1. 原子力の比率低下と火力発電の増加が予想される中で、化石燃料の安定確保は最優先の課題である----エネルギーセキュリティ無くして日本は成り立たない。
2. 火力発電の最優先課題は徹底した高効率化とクリーン化にある
3. 第1世代の蒸気タービン単独の時代から、今や第2世代のダブル複合発電の時代に完全に突入した。世界をリードするダブル複合発電、とくにIGCC商用機の建設を急ぐべきである。さらに技術開発では第3世代のトリプル複合発電が主目標である。
4. 世界中が欲しがる高度技術を持つことが、軍事力も資源も語学力もない日本が世界から尊敬され、真の国際貢献を行う唯一の解決策であ開発実用化を急ぐべきである。
5. 燃料については天然ガスに偏重することなく石炭の利用も重要。  
“一つのバスケットにすべての卵を入れてはならない”
6. 再生エネルギーが今後重要になってくることに異論は無い。しかし経済原則に反する拙速なことはできない。
7. 電力料金をいかに低く保つかは日本産業維持のためにも極めて重要である。しかし“安値がすべて”と刹那的な安売り競争に埋没し、建設的なアクションを怠れば産業基盤を危うくする。

*Thank you!*

*The End*