

戦略的技術革新 ---これが日本の生きる道---



2014年10月30日

東京大学生産技術研究所
エネルギー工学連携研究センター副センター長
特任教授 金子 祥三

目 次

1. 日本の立ち位置
2. 欧州の現状と課題
3. 石炭と天然ガス
4. 地球温暖化対策
5. 水素の時代は来るか？
6. 小型石炭火力
7. これからの日本の進むべき道

1. 日本の立ち位置

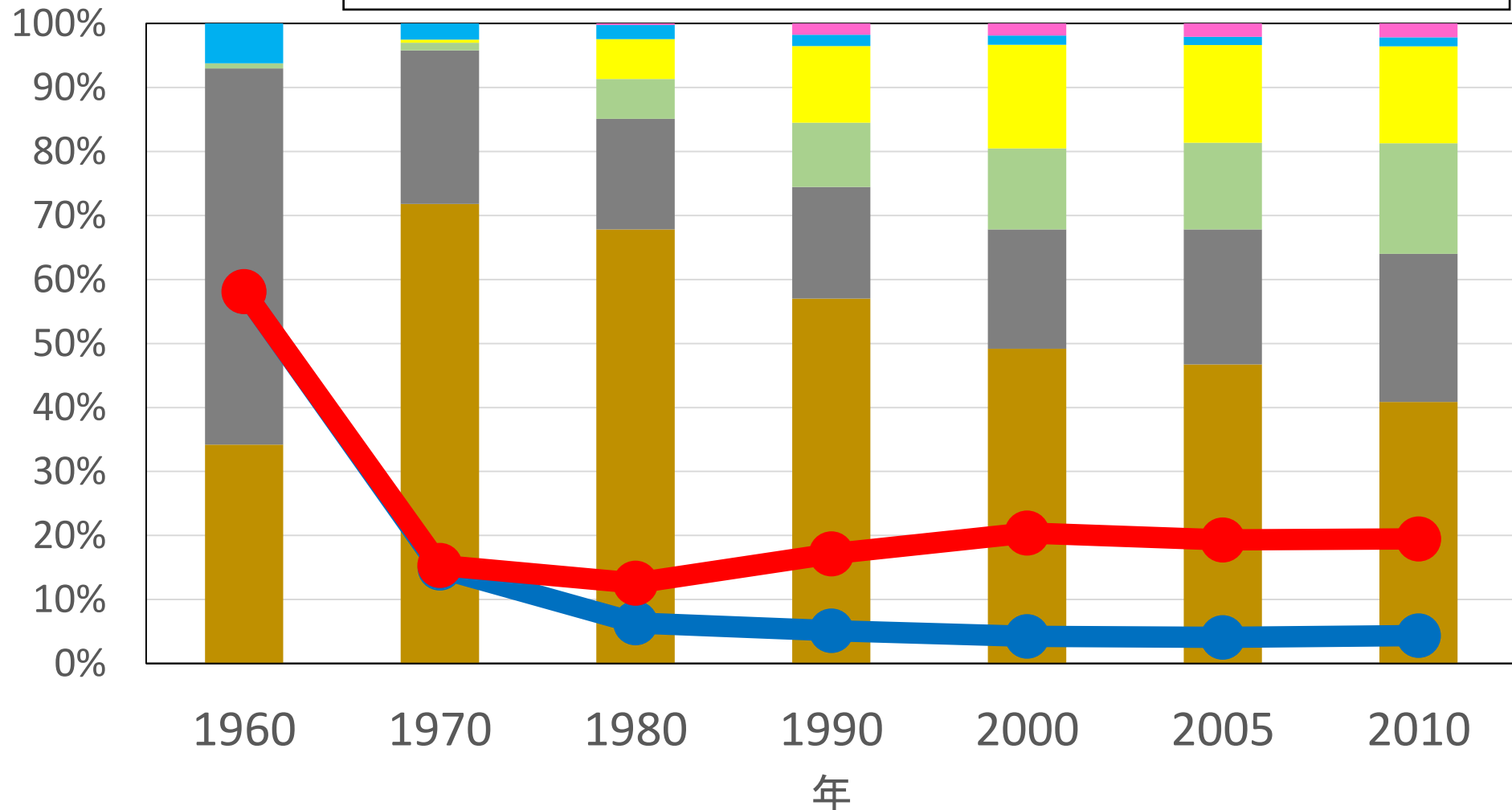
- ① 異常に低いエネルギー自給率
- ② 貿易収支のうち最大の輸入は燃料である
- ③ 各燃料の量的、輸入先などのバランスが重要
→エネルギーのベストミックス
- ④ 資源国との協調、友好関係をいかに築いていくか？
→産業界のみならず、大学も貢献を
- ⑤ 中国、韓国とは友好、協調を進めて行くべきだが、
そのためには日本の持つ切り札を最大限活用すべきである

日本のエネルギー自給率の変遷

日本のエネルギー構成と自給率の推移

■ 石油 ■ 石炭 ■ 天然ガス ■ 原子力 ■ 水力 ■ 地熱・新エネルギー等

● エネルギー自給率 ● エネルギー自給率(原子力含む)

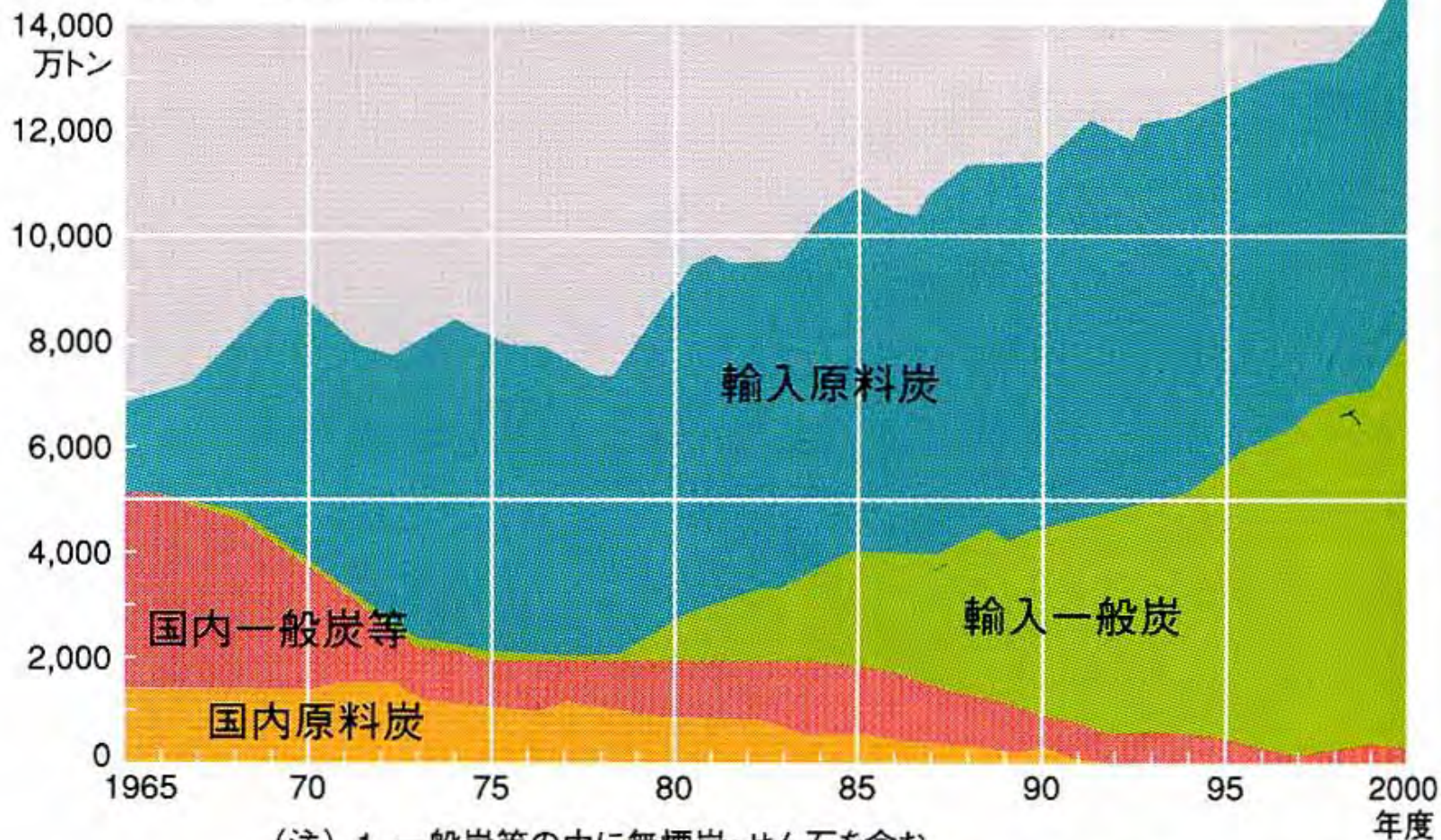


出典: 資源エネルギー庁HP【第211-4-1】日本のエネルギー国内供給構成及び自給率の推移.xls

日本の石炭供給量の推移

我が国の石炭供給量の推移

出所：エネルギー生産・需給統計



(注) 1. 一般炭等の中に無煙炭・せん石を含む。

2. 国内炭は生産量のみで在庫からの供給等を含まず、輸入炭は入着ベース。

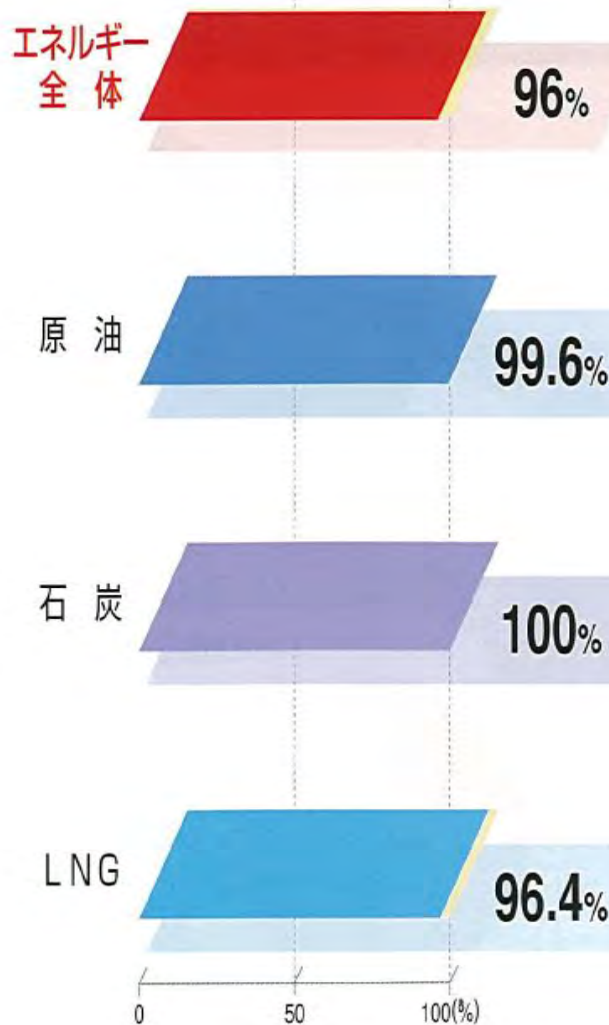
日本の石炭生産量の推移



JCOAL資料より作成

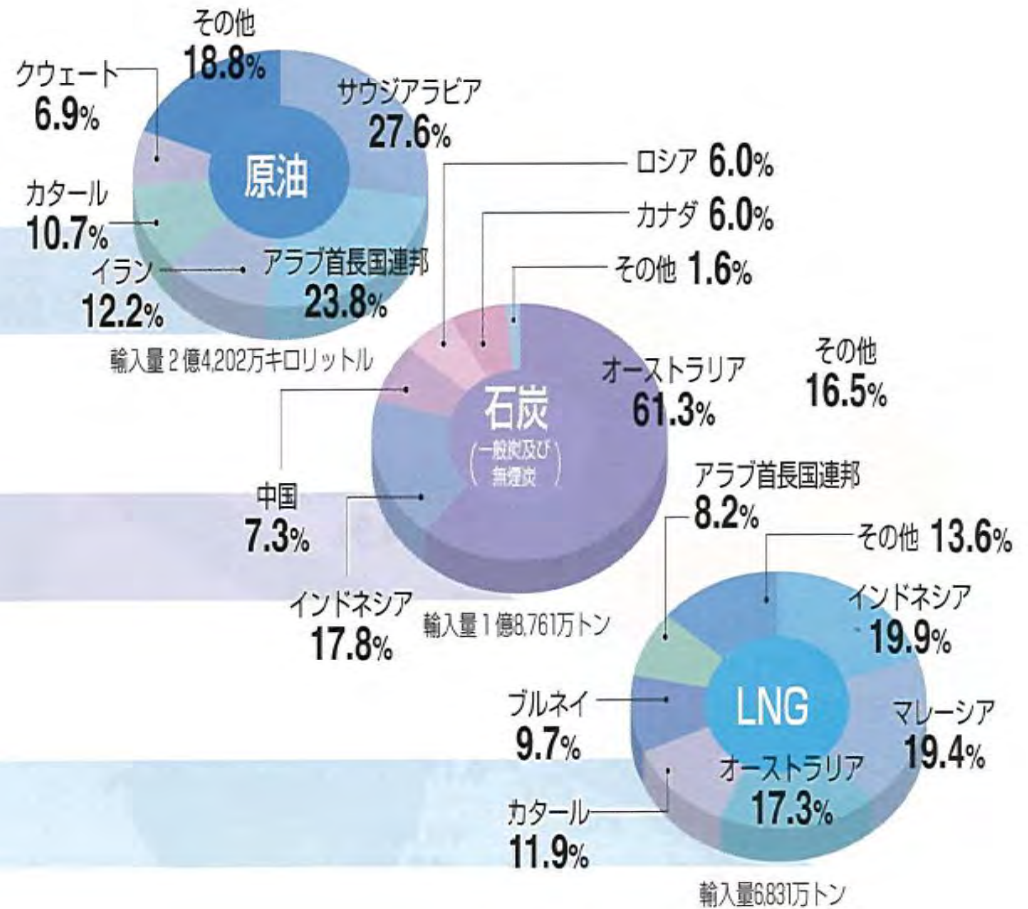
日本のエネルギーの海外依存度(2007年度)

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)

日本の自給率は僅か4%---先進国で最低！



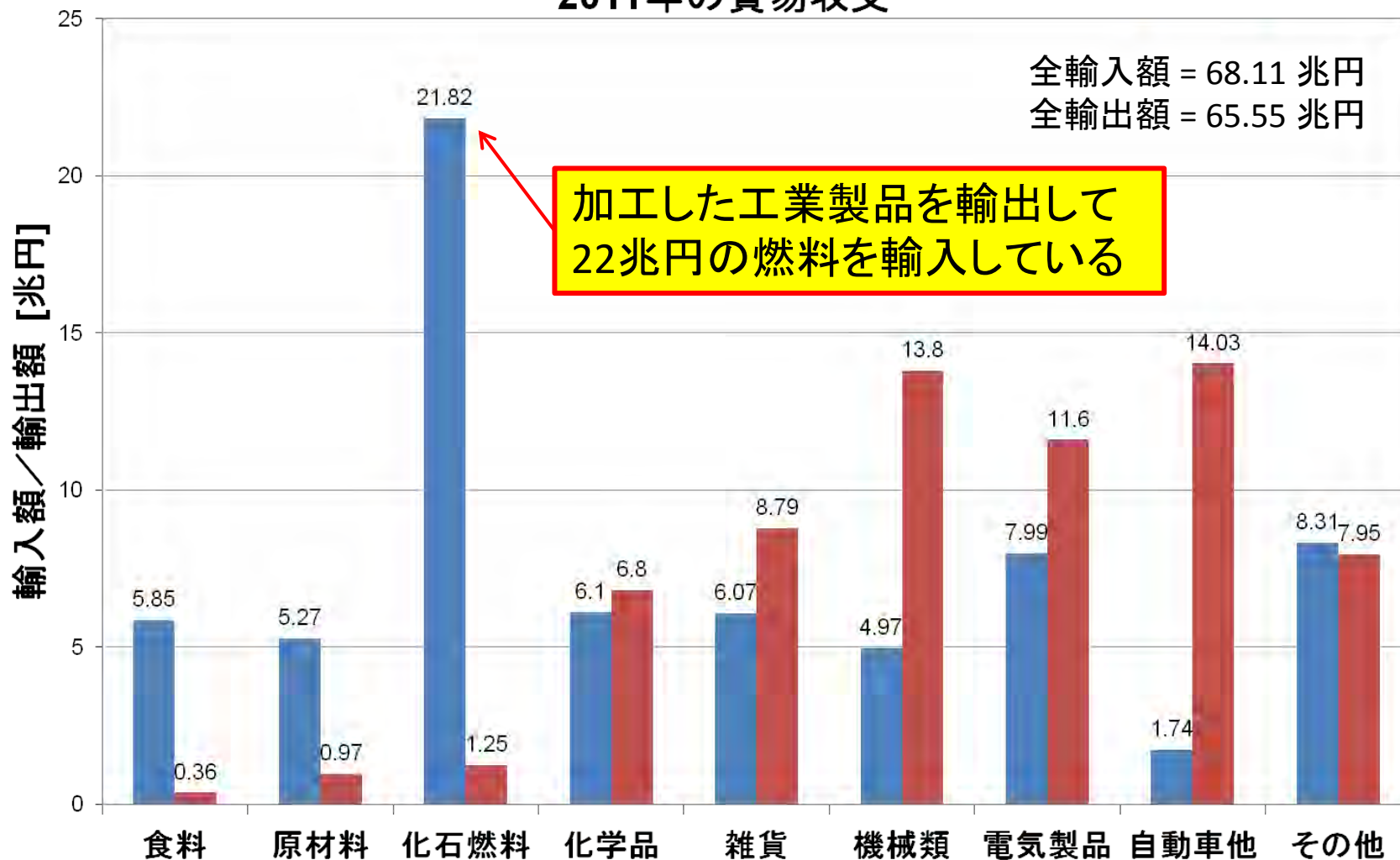
出典：「エネルギー白書」2009年版

※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



悲しいかな日本国内で付加価値を高め輸出している工業製品がなければ燃料を買えない！

日本のエネルギーを考える出発点

◆ 日本の化石燃料自給率はわずか4%



● ほとんどすべての燃料を海外から輸入

◆ 安く燃料を買うためにはオプションが必要



◆ 天然ガス・石炭・石油の最適組み合わせが必要



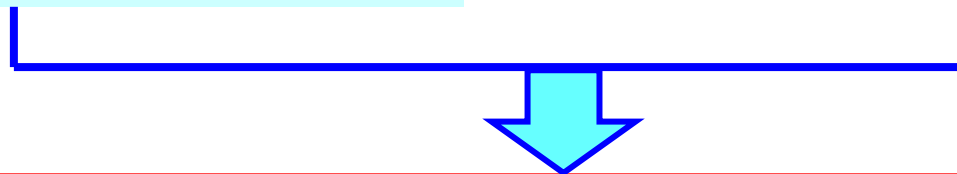
● この燃料購入費に匹敵する輸出が無ければ貿易収支はバランスしない



◆ 少なくとも単一燃料にすべてを賭けるのは危険



● 輸出競争力のある国内製造業がなければ成り立たない



➤ エネルギー問題は世界を見ていないと正しい理解もできないし解決策も見いだせない！

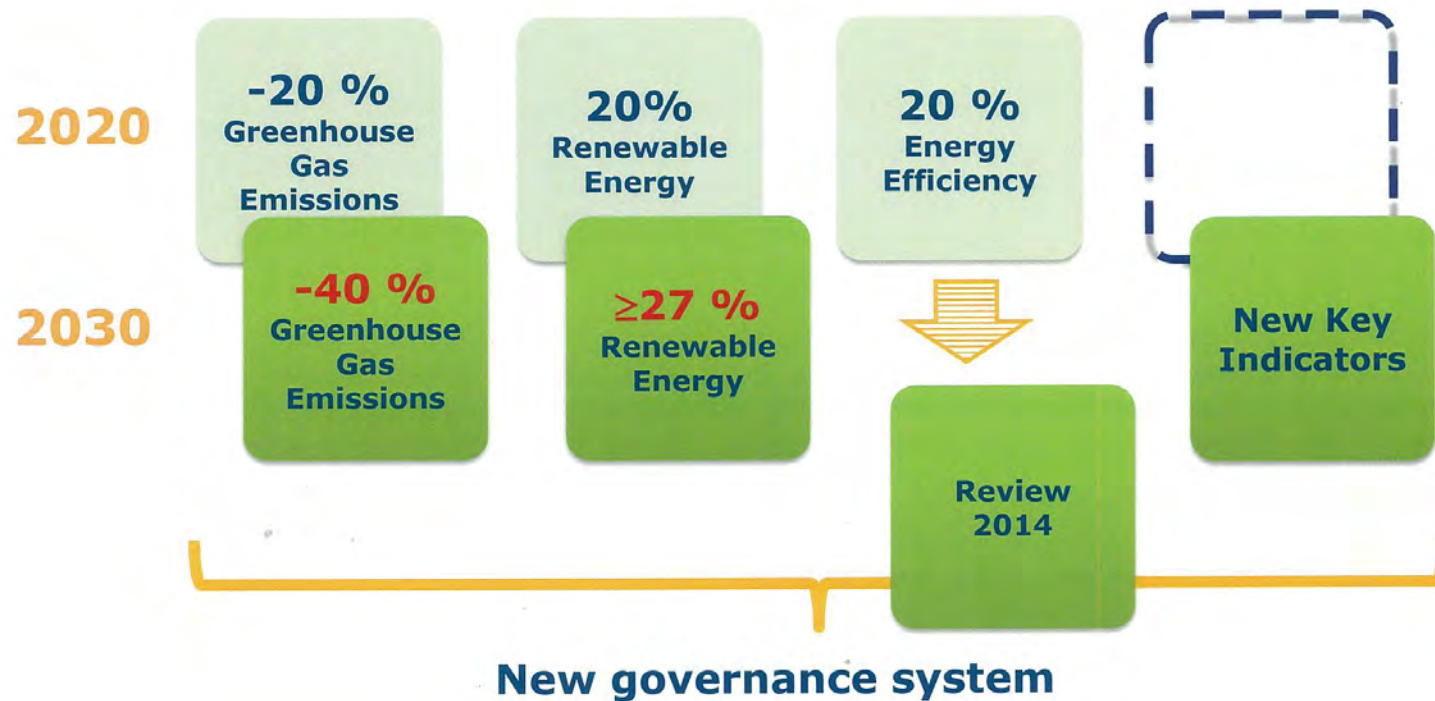
2. 欧州の現状と課題

- ① 日本に一番影響が大きいのは米国だが、国情が違い過ぎる。欧州は日本に条件が近く、かつ温暖化対策など日本に先行しており、参考になる。
- ② 中でもドイツは理念先行型で試行錯誤の状態にあり、日本の将来を暗示している。
- ③ しかしポーランドを初めとする中央諸国はドイツと国情が大きく異なり、食い違いが出て来ている。
- ④ 但し、ドイツは膨大な褐炭資源を自国内に有しており、300年は自立出来ると言われている。
- ⑤ 日本はEU-28諸国と連携して進める必要があるが、その中で鍵となる国はポーランドである。

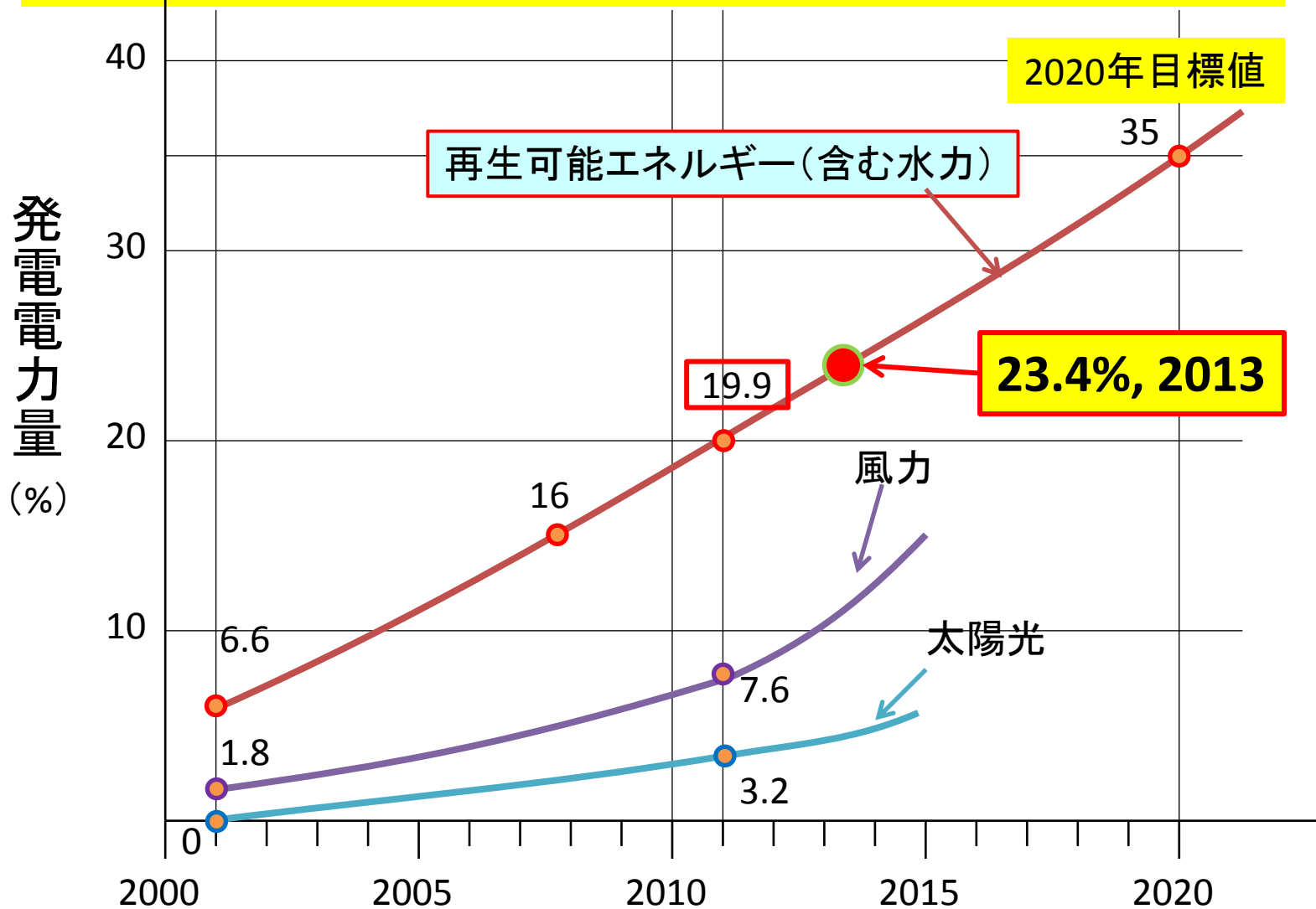
EUの目標値



3. Main elements

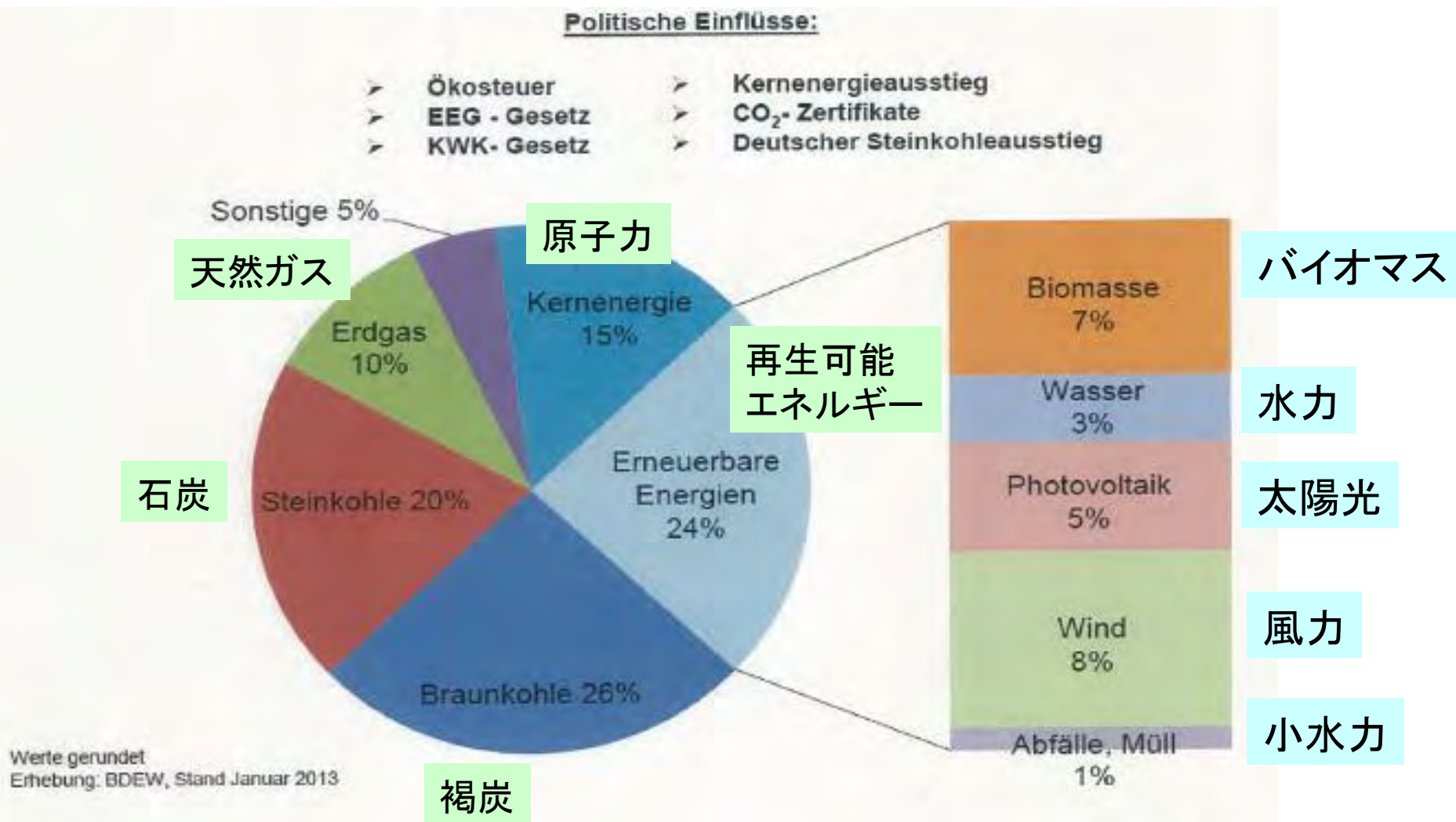


ドイツの再生可能エネルギーの増加

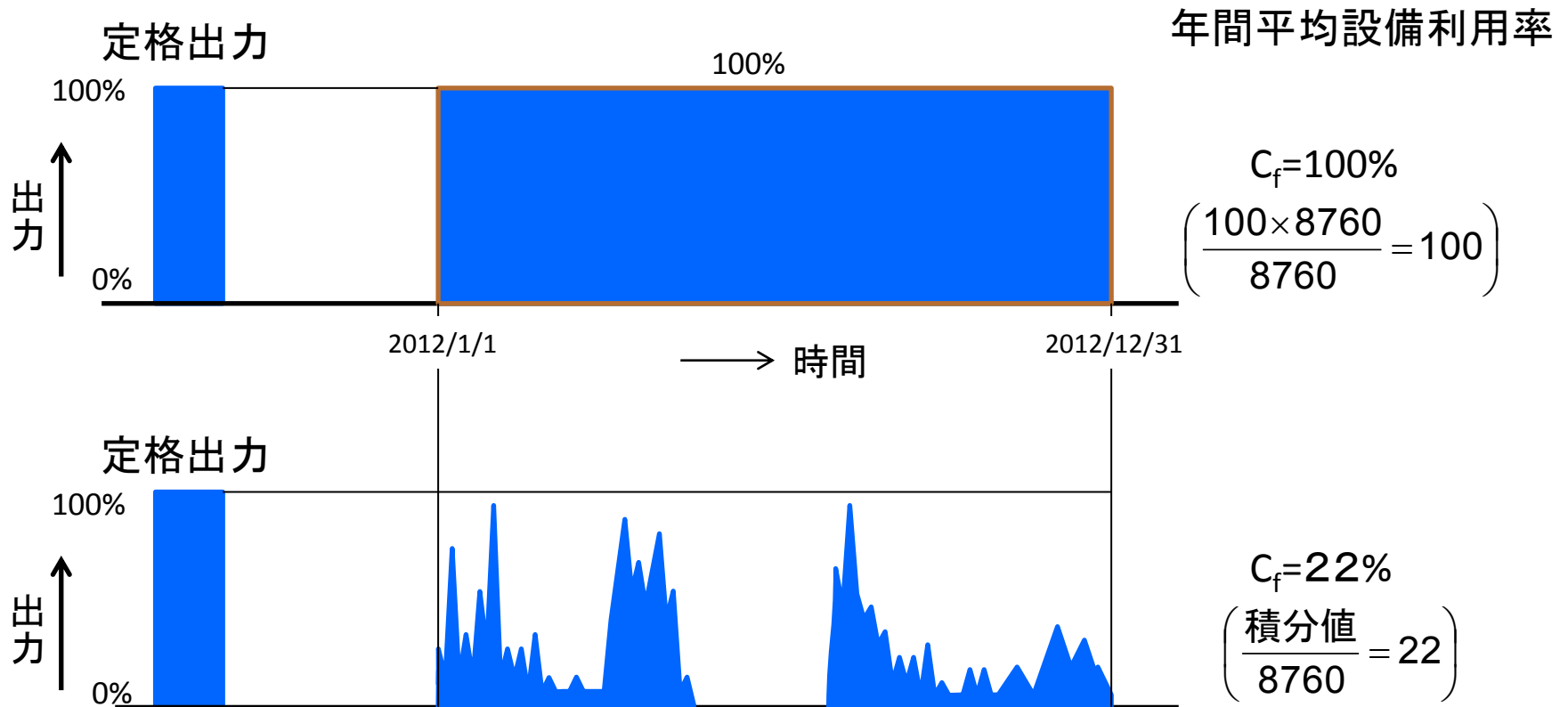


EU目標: 2020年までに再生可能エネルギーを 20%(一次エネルギーベース)
35%(発電電力量ベース)

ドイツの再生可能エネルギー

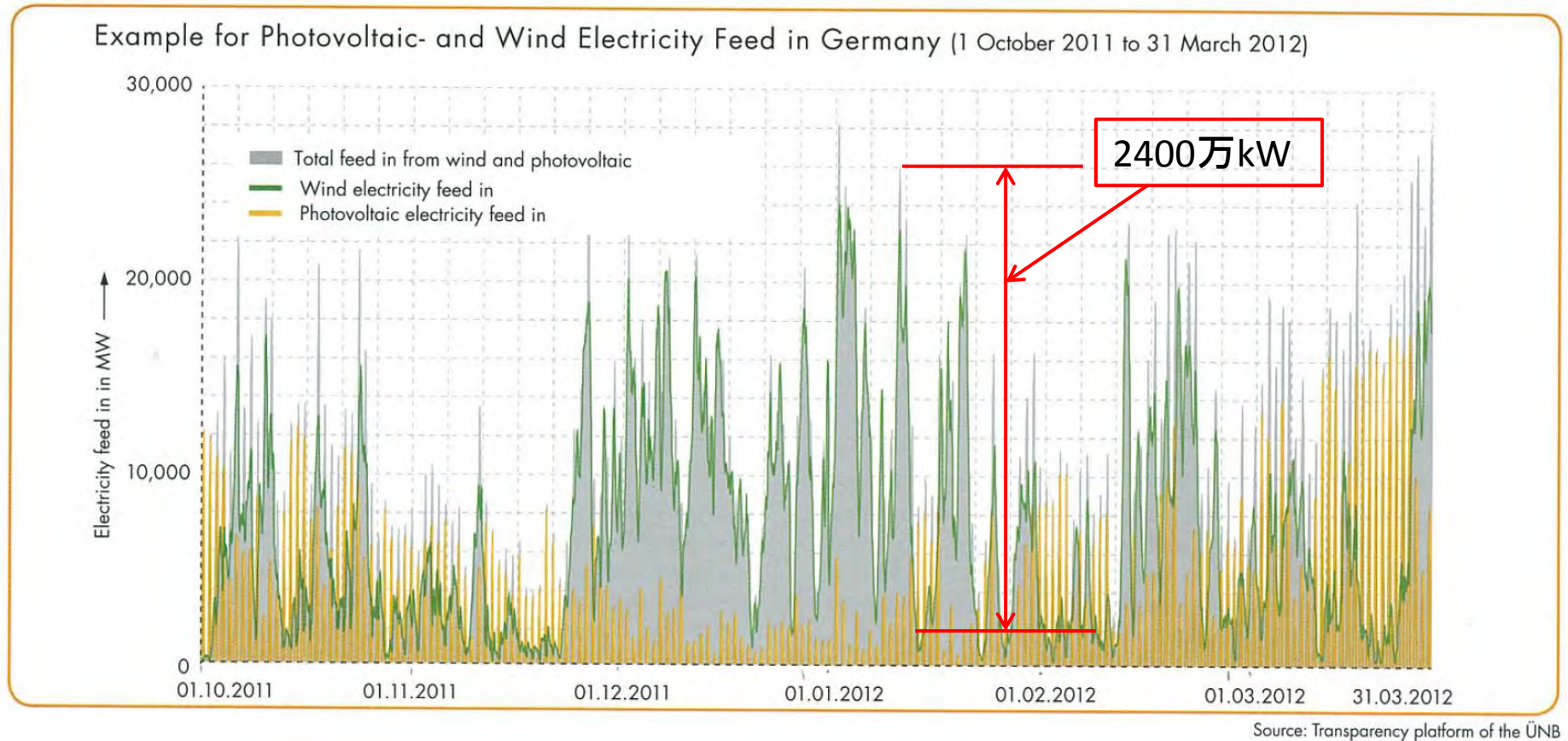


◆ 年間平均設備利用率



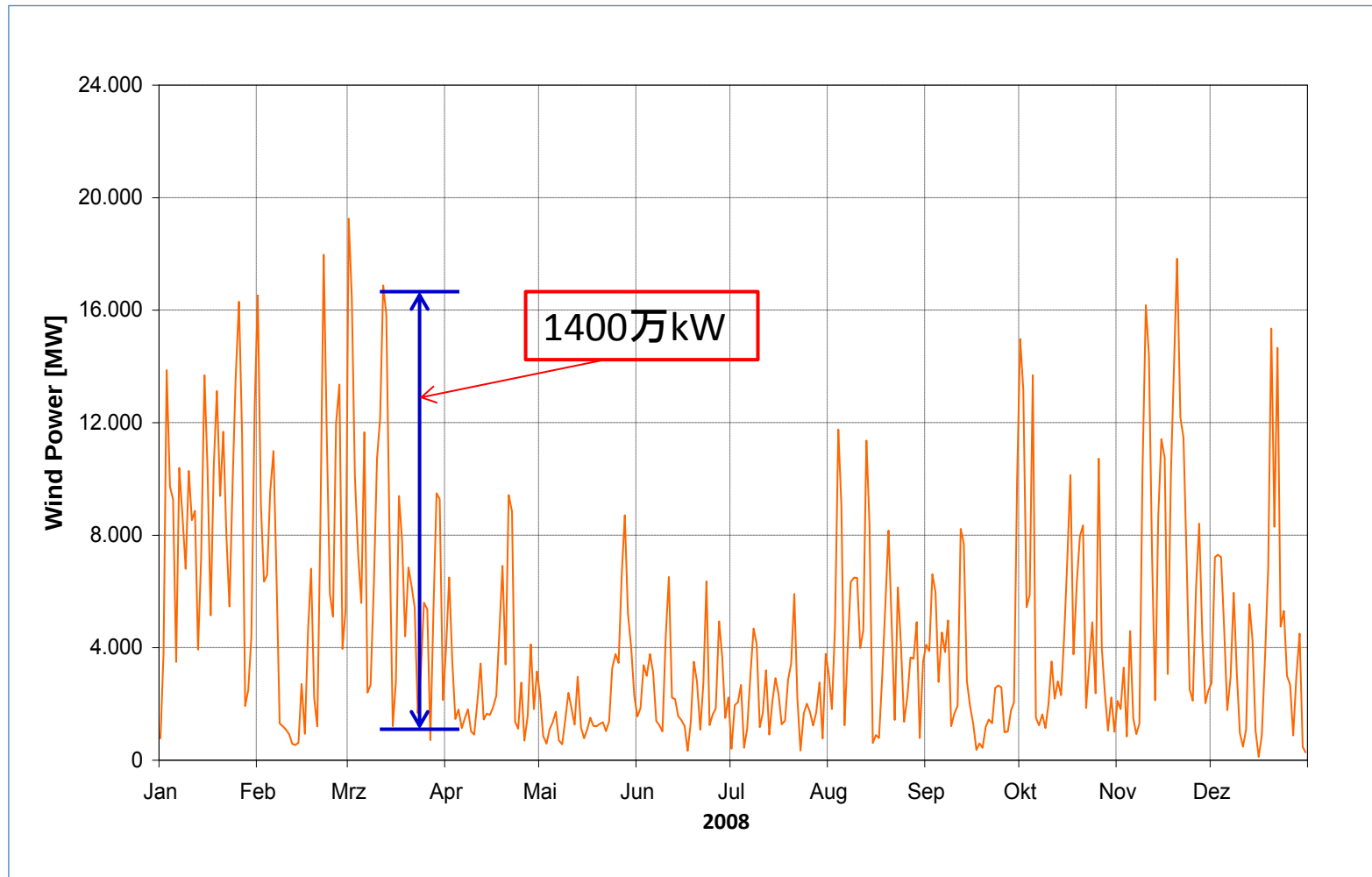
- 問題点**
- ①低利用率: 定格の100%が出るのは1年間のうち僅かな時間
 - ②不規則性: 気まぐれに変動 → 必ずバックアップ電源が必要

負荷変動の例(2012年)



最大変動幅: 2400万kW(2012年1月)

負荷変動の例(2008年)

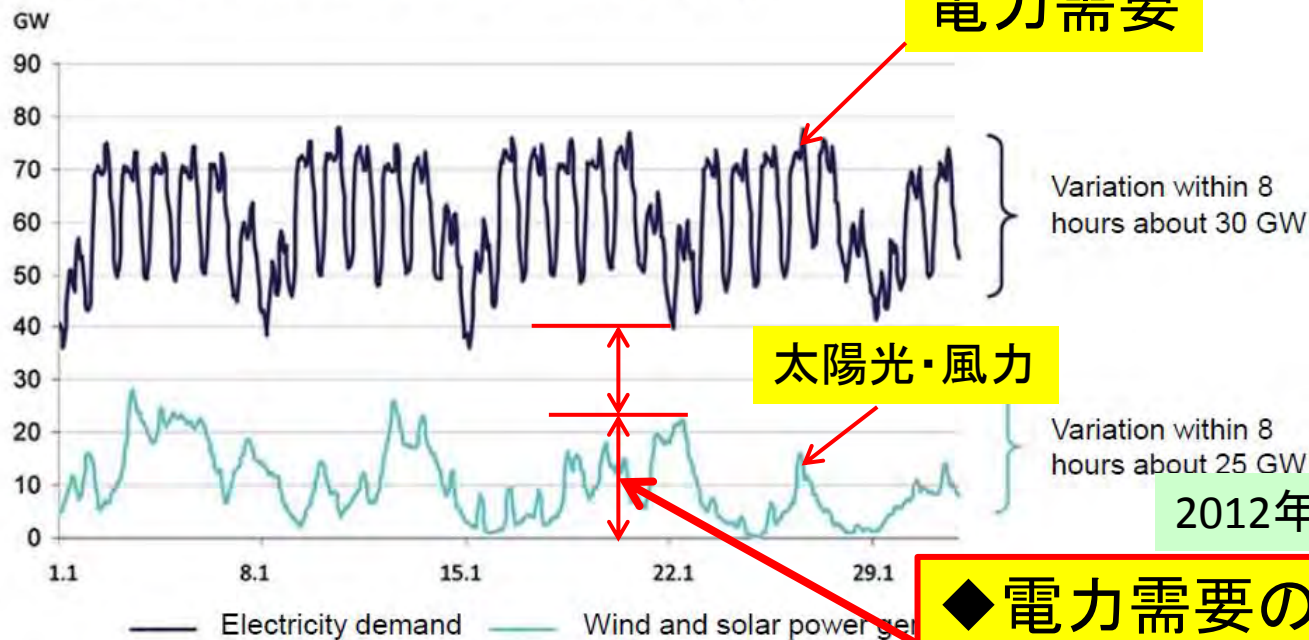


最大変動幅: 1400万kW(2008年3月)

変動電力の系統への影響

4. GRID STABILITY

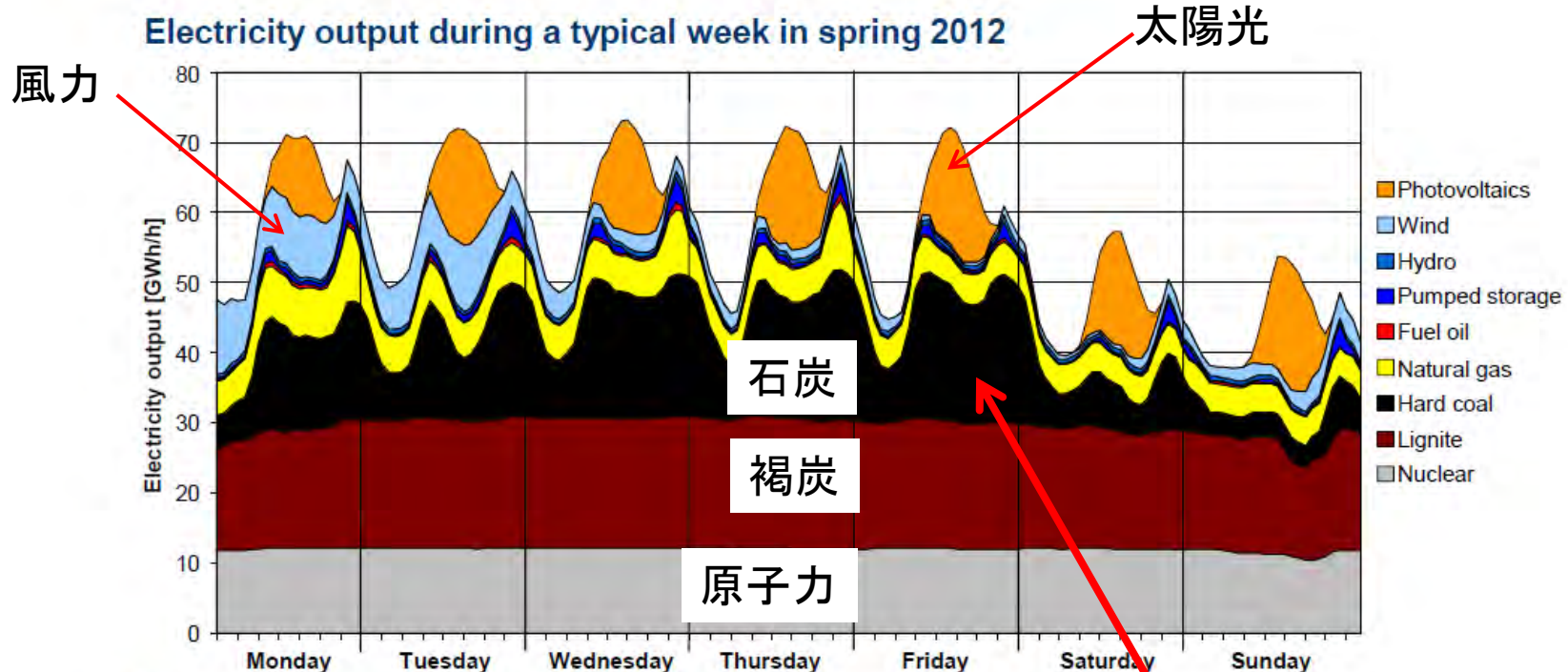
Strong fluctuations of wind and solar power generation in addition to demand fluctuations (data: January 2012)



◆電力需要の50%以上を再生エネルギーが発生

8時間での変動幅: 電力需要: 4500~7500万kW(幅: 3000万kW)
太陽光・風力出力変動: 2500万kW

●風力・太陽光の優先利用は石炭火力の犠牲の上に成り立っている！



Consequences for short-notice dispatch of power plants:

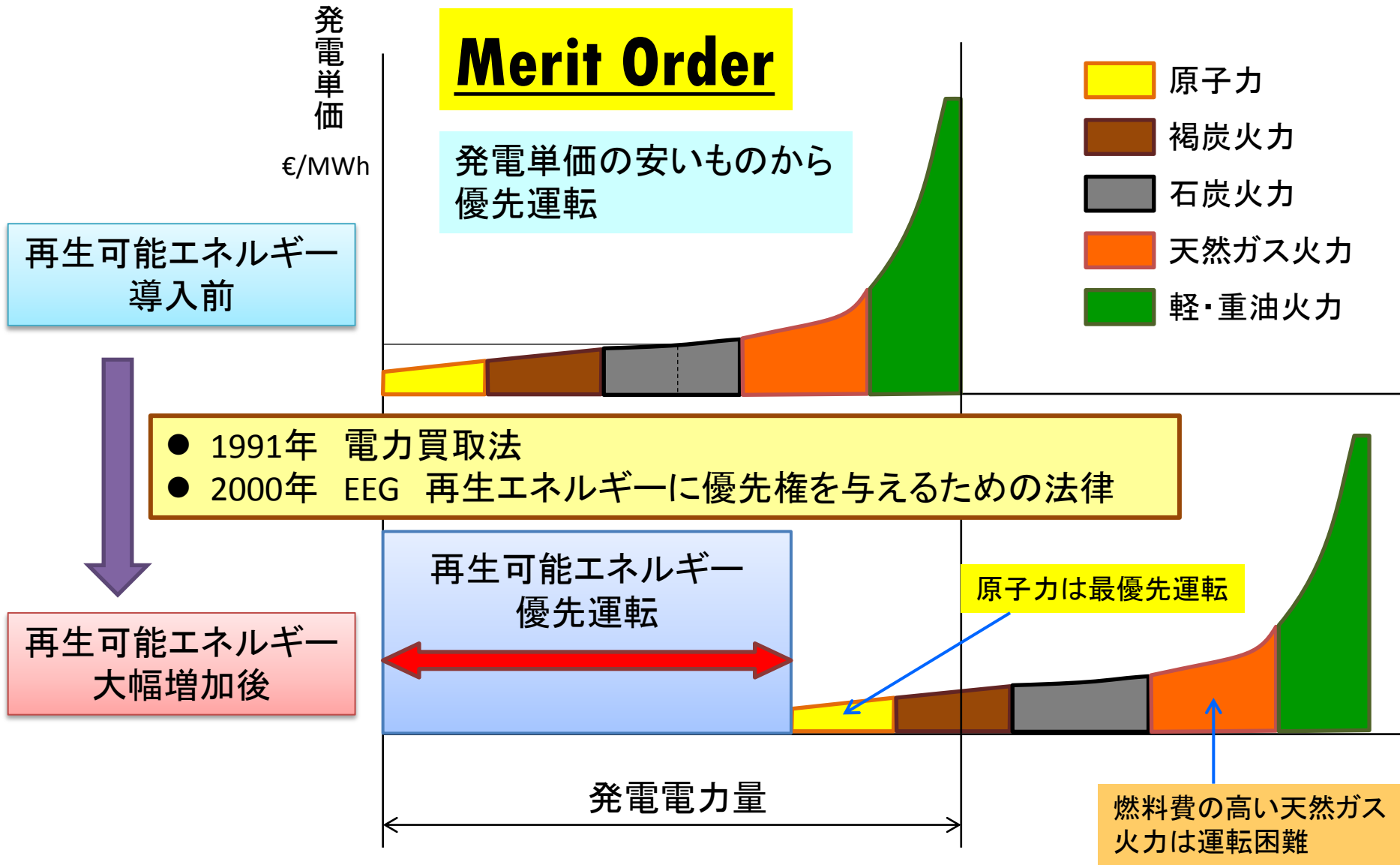
- Several start-ups and shutdowns every day
- High load change rates
- Few hours of supply to the grid

◆ 再生エネルギーによる
負荷変動は石炭火力
が担っている

Data source: Information provided on the EEX transparency platform
26.09.2013

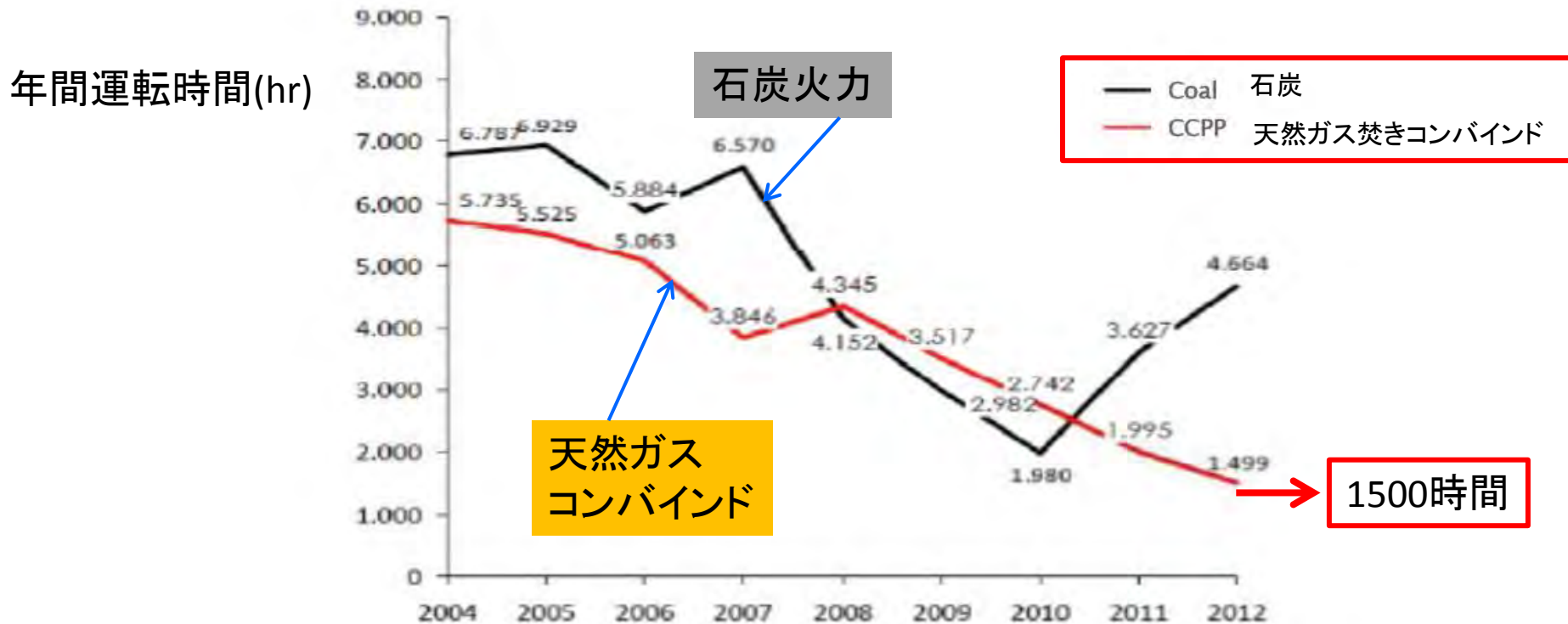
Ways for a Generator to deal with the German "Energiewende"

再生可能エネルギーと火力・原子力の関係



石炭火力・天然ガス火力の運転時間が大幅に低下!

A consequence is that the most efficient power plants are not running!



最新鋭の天然ガス焚きコンバインド・プラント



- ◆ 年間500時間の運転でついに運転停止
- ◆ Mothballing!(保管停止)

最新鋭の高効率プラントが運転できない！

New Build CCGT's – Design and build

	Claus C		Moerdijk II	
Key project data				
Final Investment Decision	June 2008		May 2008	
COD	02 January 2012		18 February 2012	
LTIF	0,45 (LTI = 2)		0,41 (LTI = 1)	
Man hours	4,4 mln		2,4 mln	
Key unit data				
Capacity	1304 MW		430 MW	
Efficiency	58,9%		58,5%	
Configuration	3 * GT26 + 1 ST (RP)		1 GE 9FB GT on 1 ST	
Design operating regime	250 starts & 5000 hrs		250 starts & 5000 hrs	
Operational data			2012	2013 ytd
Operating hours (ST)	2393	1995	471	513
Starts (ST)	124	106	24	25
GWh	1600	1300	122	157
Technical Availability	92,3%	80,6%	45,3%	79,7%

2012年に運転開始した最新鋭の天然ガスプラントも年間500時間以下しか運転できずついに満水保管に！

2013.9.26 VGB CongressにおけるRWE社発表資料より

RWE社Lingen天然ガスコンバインドの運転状況

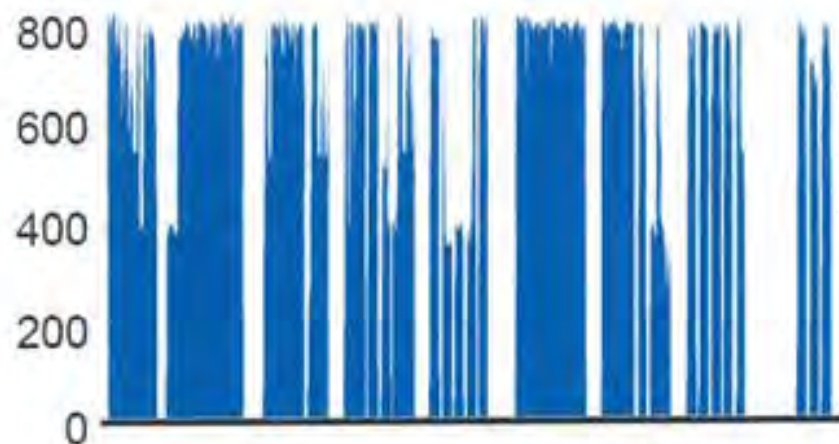
(2011年営業運転開始)

Example CCGT Lingen, RWE Generation, COD 2011

2011年

Production

Megawatt

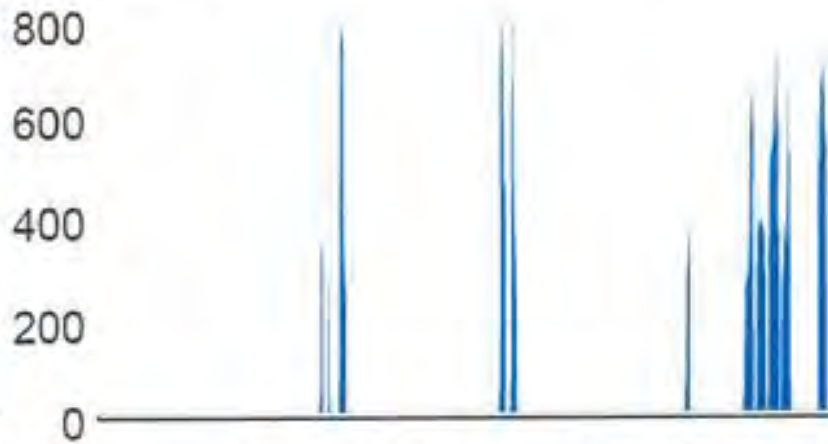


June 2011 July 2011

2013年

Production

Megawatt



June 2013 July 2013

Is the Energy-only market the right market design to stimulate and ensure investments and operation of conventional power plants in the long-term?

Dr. Then, 2014 VGB Congress, Hamburgより引用

最新鋭石炭火力:Moorburg

820MW × 2

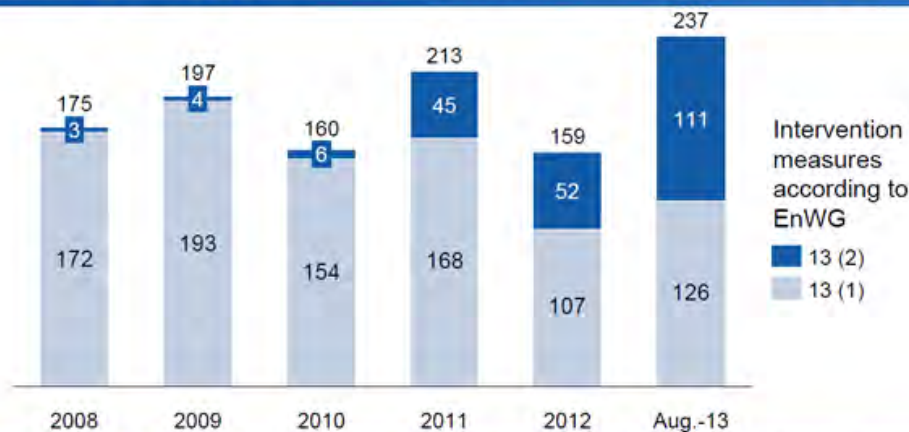


これも何時まで動くか？

結局、誰も天然ガス火力・石炭火力を建設できない！

- 再生可能エネルギー（風力・太陽光）の増加に伴い、バックアップ電源の建設が必要
- 年間1000時間や2000時間の運転では投資回収できないので誰も建設しない（建設できない）
- 変動電力に対し迅速な対応ができないので電気の質が急激に悪化

Security of supply in the transmission network of 50hertz (East grid)



Extreme situation will rise with increasing renewables capacity

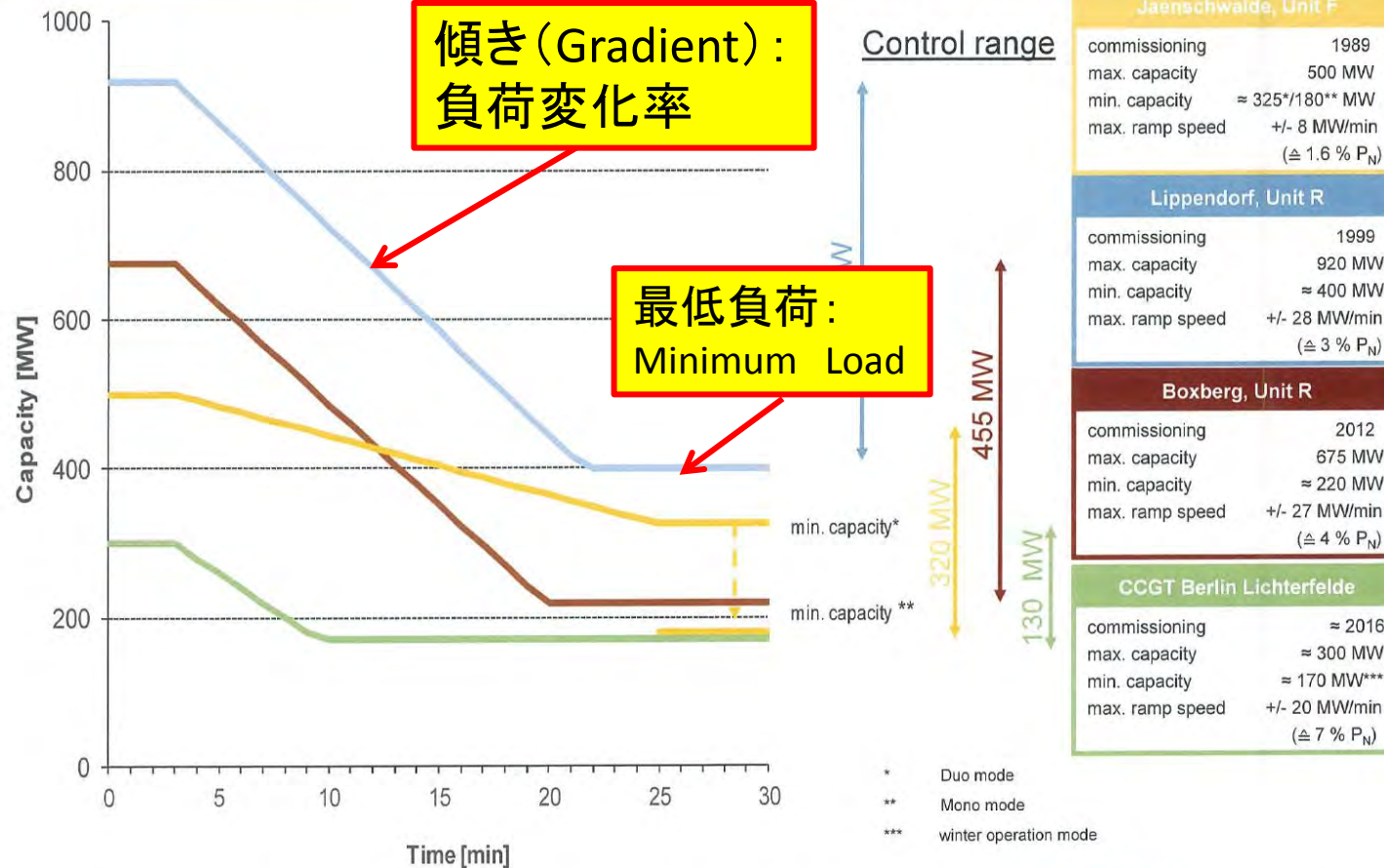
SOURCE: 2013.11.26 VGB-TENPES発表資料より

➤ ドイツ東部グリッドでは電気の品質維持のための介入が、4年間で3回から111回に増加

➤ 今後ますます深刻化すると予想される

各社とも生き残りに必死：Vattenfall社

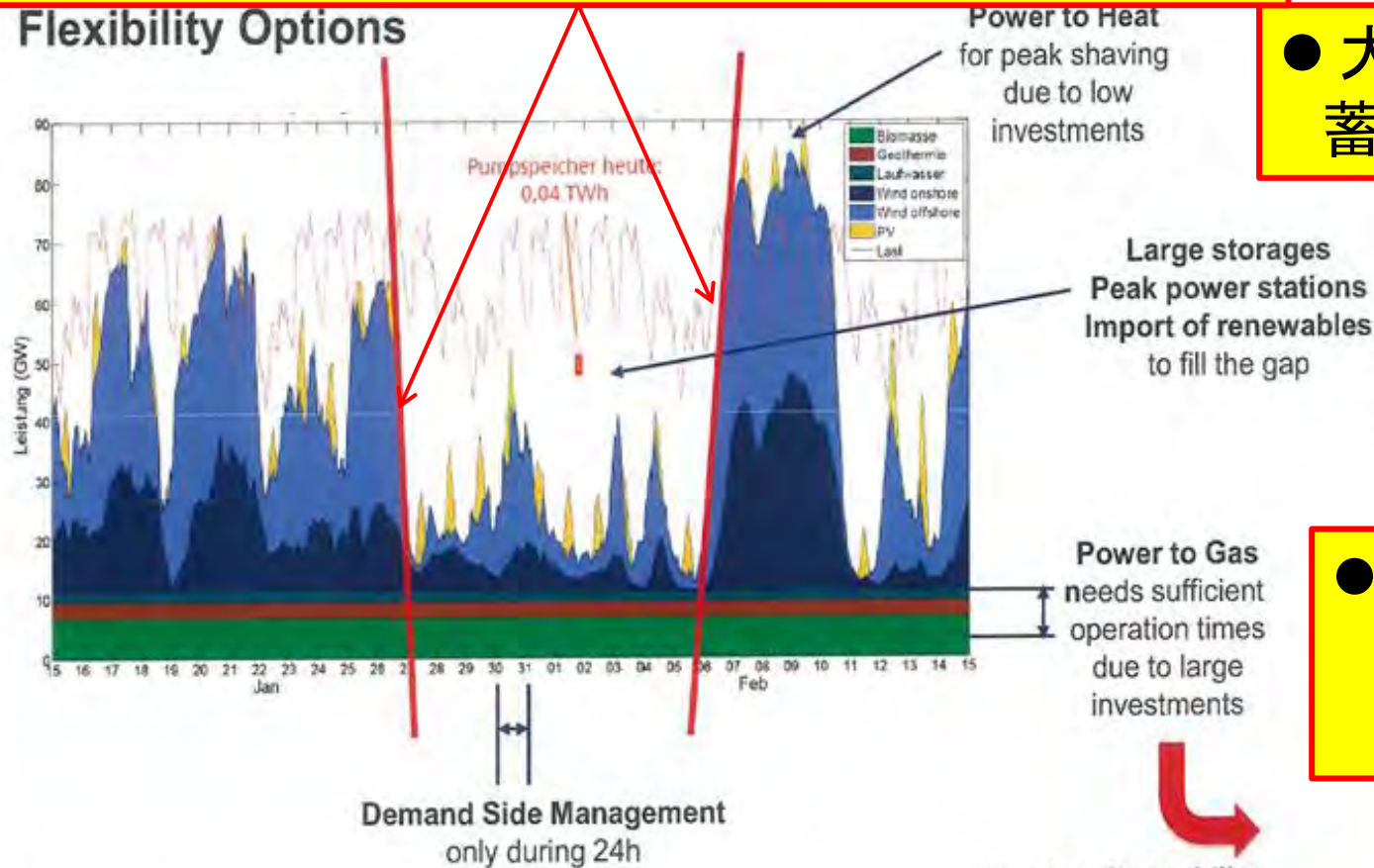
Load flexibility of Vattenfall's conventional power plants



14 Increasing Flexibility of Coal fired Power Plants | G. Heimann, K. Tigges | 2014-09-18

ドイツの問題点とその対策

● 負荷変化率大・最低負荷小のピーク電力



● 大容量の蓄電装置

● 電力からガス燃料を製造

Prof. Dr.-Ing. Christian Rehtanz | Hamburg, 17.09.2014

Prof. Dr. Rehtanz, 2014 VGB Congress, Hamburgより引用

負荷変化率が今後の鍵を握る

2033年予測:

22,292MW/h

1時間に2200万kW
の変化！

2011年実績:

7,896MW/h

Power Gradients of RES Infeed in 2033

RES gradient in 2033:

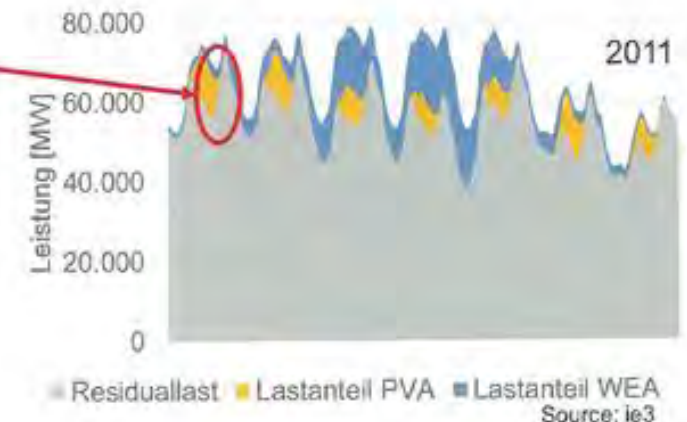
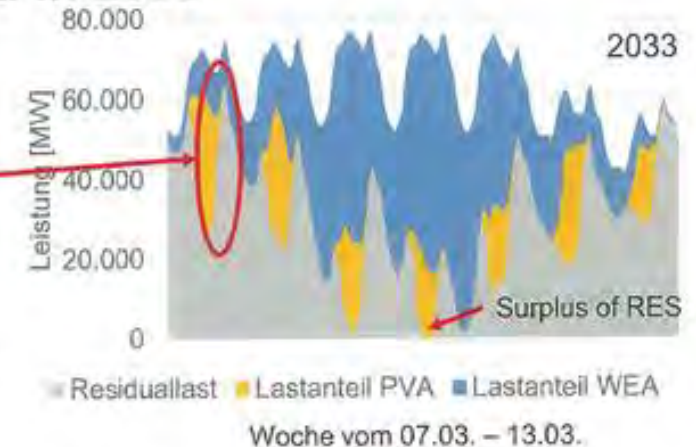
- Max.: + 5.751 MW / 0,25 h
- Min.: - 5.573 MW / 0,25 h

Gradient of residual load:

- Here: + 5.479 MW / 0,25 h

RES gradient in 2011:

- Here: - 1.927 MW / 0,25 h
- Max.: + 1.984 MW / 0,25 h
- Min.: - 1.974 MW / 0,25 h



Prof. Dr.-Ing. Christian Rehtanz | Hamburg, 17.09.2014

Prof. Dr. Rehtanz, 2014 VGB Congress, Hamburgより引用

送電線建設の遅れ

3500 km of 380 KV
for Wind

from North
To South

Acceptance?
(Licensing > 10a)

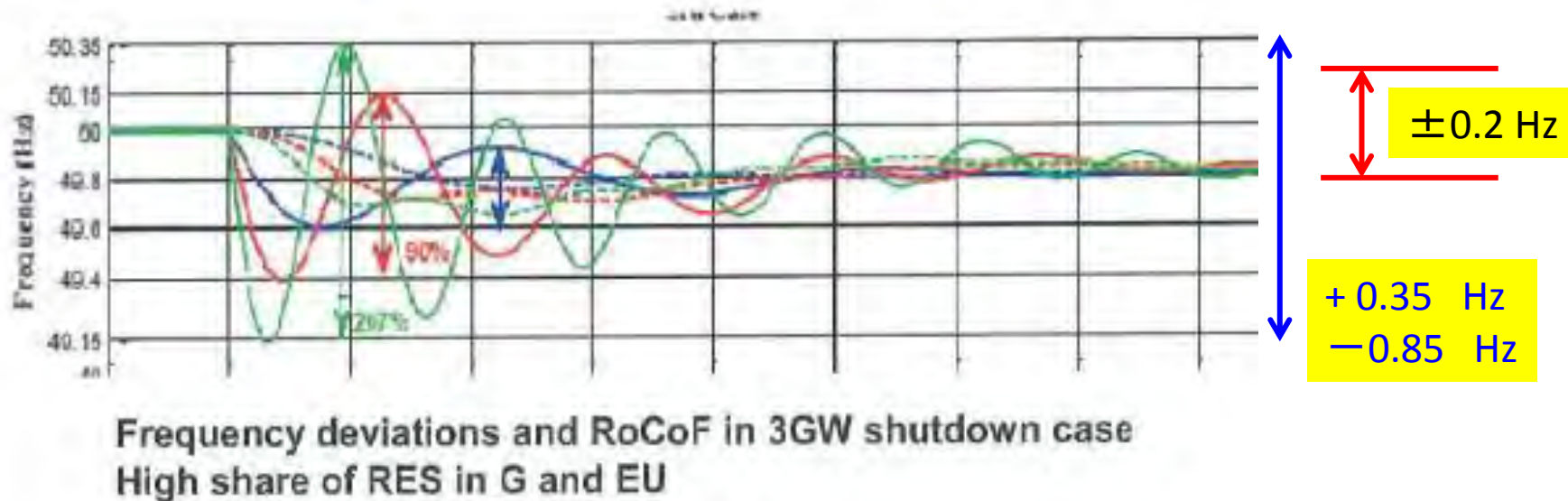


Low Voltage Grid:

150.000 km
for Solar + Biomass
Feed-In

(1/4 of Infrastructure)

2030年のドイツの周波数変動予測

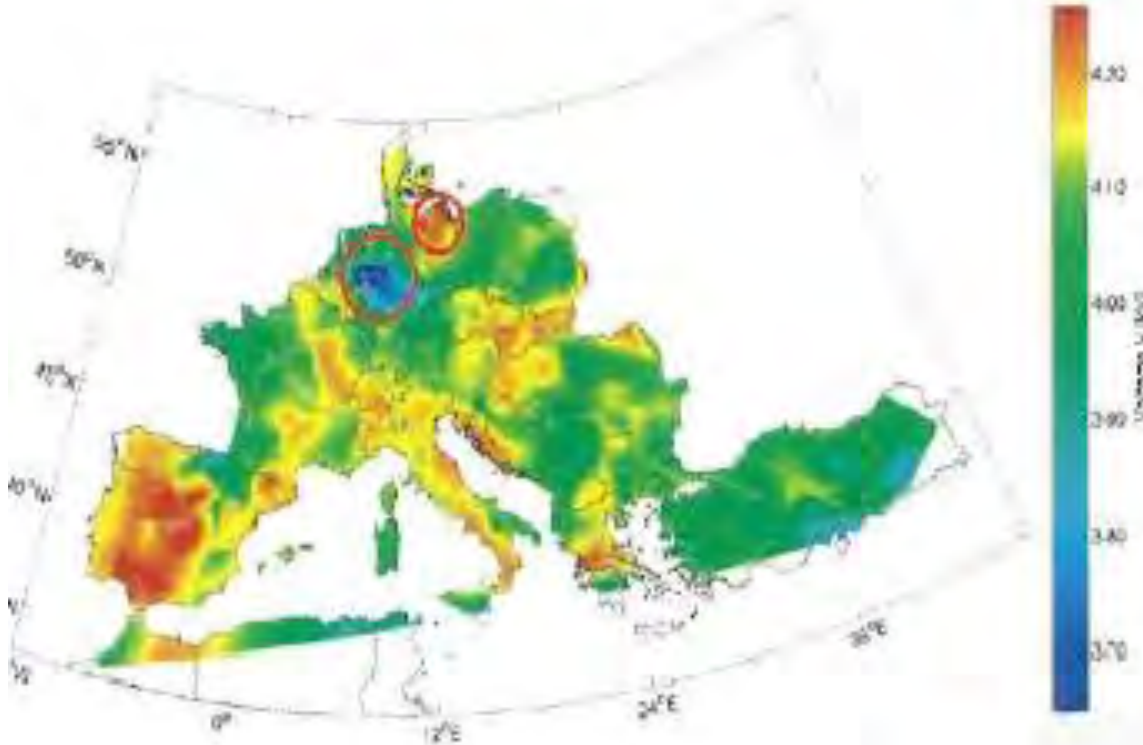


- 3GWの停止があった場合、バックアップ電力の急速負荷変化、近隣諸国からの緊急電力支援、などが不足すると大きく変動する

Dr. Then, 2014 VGB Congress, Hamburgより引用

2030年のドイツの電圧変動予測

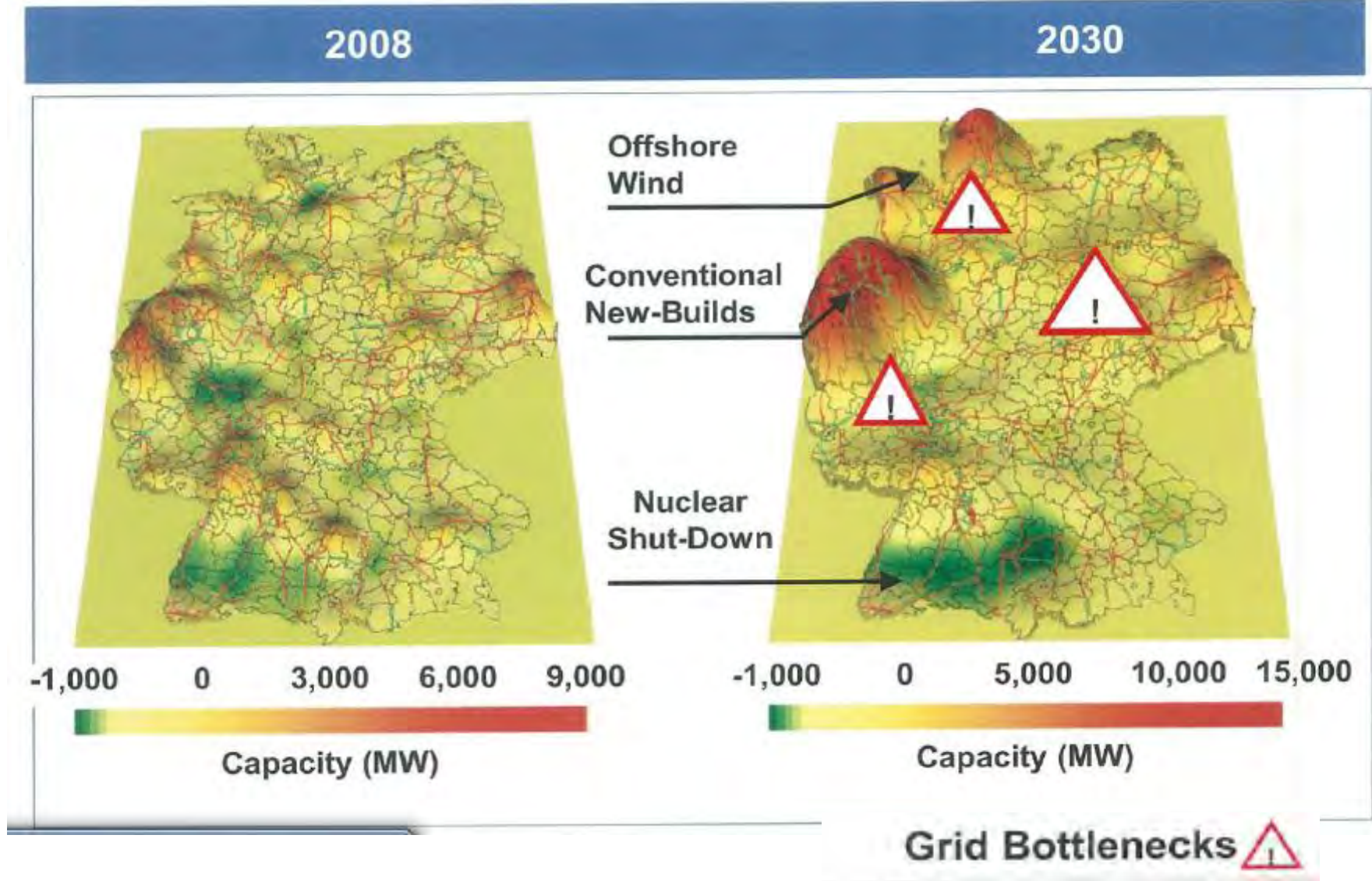
Voltage distribution (400 kV level) - scenario 1.b



- 3GWの停止があった場合、バックアップ電力の急速負荷変化、近隣諸国からの緊急電力支援、などが不足すると大きく変動する

Dr. Then, 2014 VGB Congress, Hamburgより引用

2030年のドイツの出力変動予測



Dr. Then, 2014 VGB Congress, Hamburgより引用

Power to Gas

- ドイツの南北のエネルギー輸送能力は電力よりガスの方が大きい！

UNIVERSITÄT
DUISBURG
ESSEN

LUAT

Lehrstuhl für
Umweltverfahrens-
technik und
Anlagentechnik

Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil.
Klaus Görner

gwi

Gas- und Wärme-
Institut Essen e.V.

北部の余剰電力
を天然ガスに変えて
南に送る

VGB Congress
Power Plants 2014
Could P2G be
a Solution?

17./18.09.2014
CCH, Hamburg

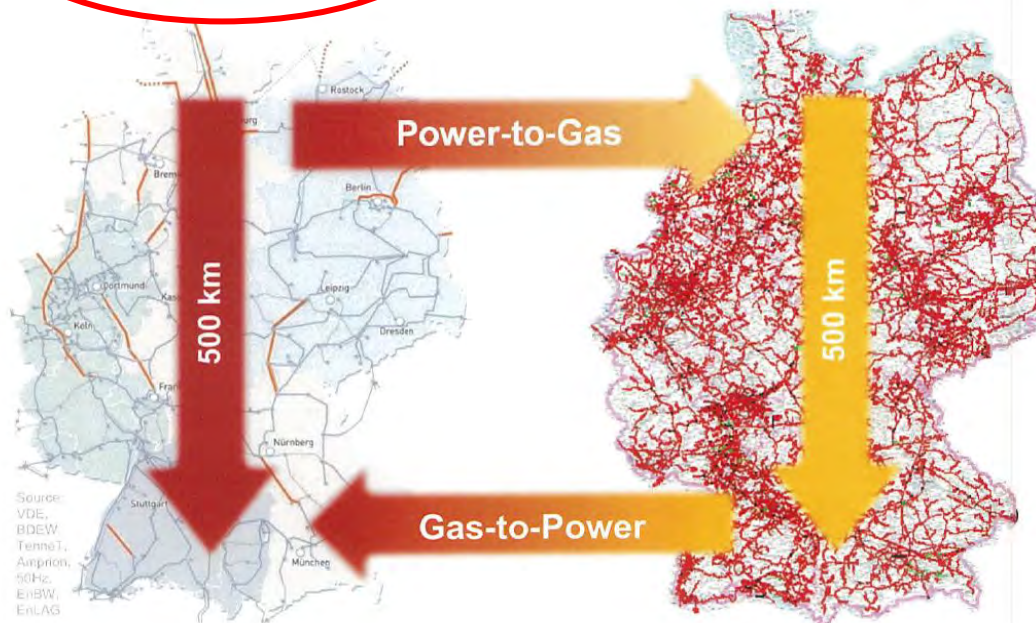
Folie 11

Needs for power transport

Power from wind has to be transported from north to south

Transport capacity of the
electrical net in Germany:
600 TWh

Transport capacity of the
gas net in Germany:
1,000 TWh



$$\eta = 47\%$$

2014 VGB Congress, Hamburgより引用

Europe

- ヨーロッパは日本と異なり網目状の電力網





日本の電力網 串刺し状

すべては過大な再生エネルギーに起因している

- ドイツ人の“ええかっこし”が現状を引き起こしている
- これからもっと酷くなる
- 日本のこれからの10年を暗示している
- 今こそ日本人は賢明にならないといけない
- もっとエネルギーの勉強を！ ----特にマスコミ関係

欧州(ドイツ)の問題点

- 需要は伸びない
- 総発電設備容量は過剰
- 安い市場電力価格

- バックアップ電力は必要だが、新規建設は困難
- 発電会社経営悪化

(例)RWE：本社風力関係人員
1600人→800人に削減

- 容量市場型構想
(CAPACITY MARKET)

再生可能エネルギーへの手厚い保護

- FIT
- EEG → 優先使用

ドイツの再生可能エネルギーは
既に60GW(風力30GW+太陽光
30GW)

需要の60%
↓
60%のBack-up
電力が必要

- フランスの原子力と水力で何とかしのいでいる
- ポーランド経由の迂回

ドイツ電力業界の惨状

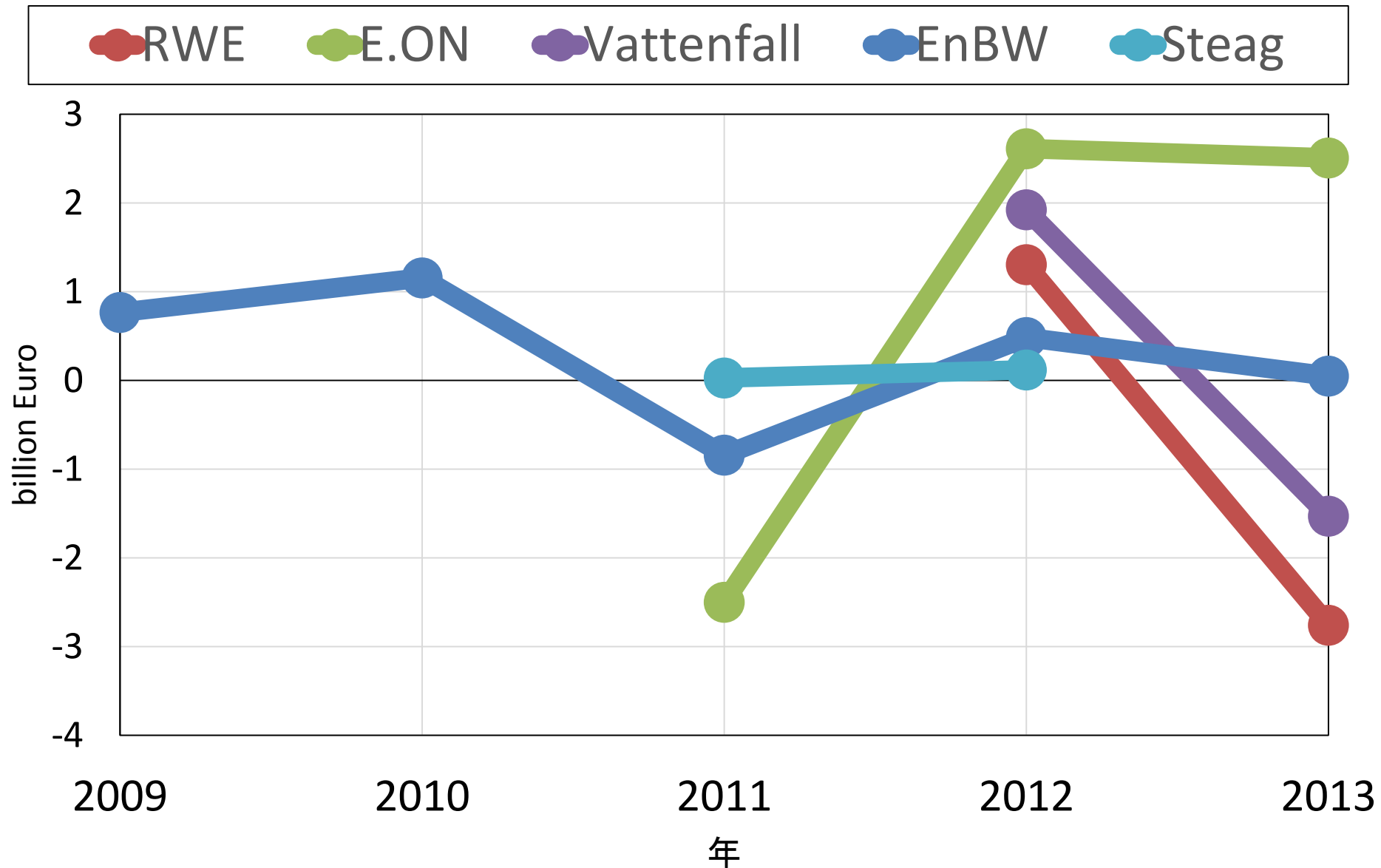
- 1) 既設(褐炭・石炭・天然ガス)発電所が運転できず
売電収入が減り大赤字
- 2) 人員削減などの縮減対策
- 3) 新設火力は採算が合わないので建設できず
→ 採算が合うのは風力発電のみ
--- 風力は太陽光と違いメーカーの技術力がまだ
必要でありまた国内製造業への寄与度大
- 4) 火力の新設が無いので、製造メーカーも疲弊
- 5) 電力、製造メーカーとも外国に活路を見出している

ドイツの電力会社

4大電力



主要電力会社純利益推移



ドイツ電力会社の落日

----- 石炭火力が建設出来ず、
風力発電ばかり建設している！



止めを刺したのは発送電分離！

発電会社

送電会社

販売会社

1. 新設火力の建設不可能
2. 建設するのは大型風力のみ

◆ 大型風力の増加(電力会社がこぞって建設)---
再生可能エネルギーが市場を占有、しかも変動

◆ ますます既設火力の稼働率が落ち、
売電収入減---採算悪化となる

悪循環



VGB大会： 2011年と2014年の比較

VGB大会 2011年9月21-23日
(Bernにて開催)



Jaeger会長挨拶(RWE副社長)



VGB大会 2014年9月17-19日
(Hamburgにて開催)



学会発表も様変わり！

造る発電所は洋上風車！



ドイツ電力会社の苦境！

電力会社の7重苦！

- E・ONの生の声を伝えるために
同社の発表資料をそのまま引用しました

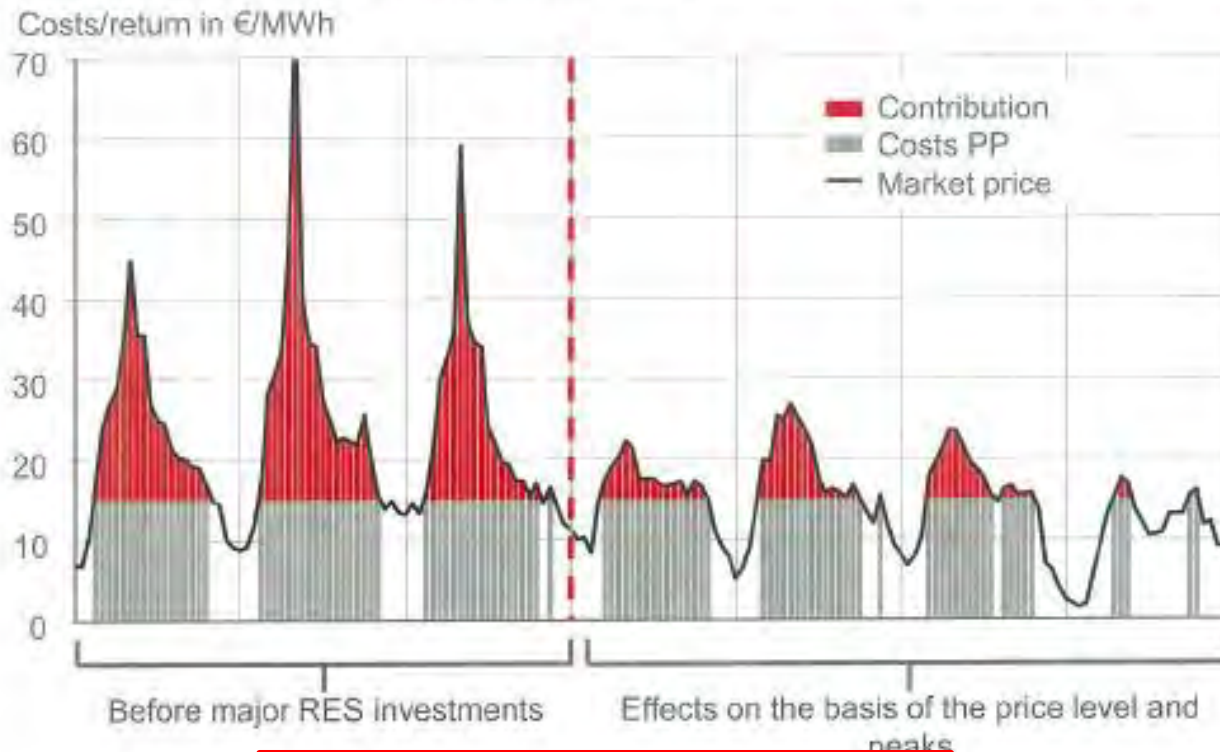


ドイツ電力会社の苦境！

従来の火力発電所からは収入は得られない！

Money can no longer be earned with conventional power plants

Electricity price profile and contribution margins before and after major RES investments



- E・ONの生の声を伝えるために同社の発表資料をそのまま引用しました



ドイツ電力会社の苦境！

従来の火力発電所は将来は不要――建設無し！

Conventional power plants will no longer be
needed in future



赤信号!

Source: <chrome://global/skins/media/images/stop-light/stop.png>

4 / © 2008 E.ON Energy Hamburg, 17/10/2008

- E・ONの生の声を伝えるために
同社の発表資料をそのまま引用しました



ドイツ電力会社の苦境！

発電は再生可能エネルギーと分散型から……

Power supplies will come from renewables
and distributed energy

風力は風が吹か
ないと動かない！



太陽光は雪が積もれば
電気は出ない！

- E・ONの生の声を伝えるために
同社の発表資料をそのまま引用しました



ドイツ電力会社の苦境！

石炭火力は環境面で勝てない！

Coal-fired power plants are not environmentally compatible

石炭火力はCO2で
糾弾されている！



- E・ONの生の声を伝えるために
同社の発表資料をそのまま引用しました

e-on

© VGG-Hardener Hamburg, 11/18. September 2014

ドイツ電力会社の苦境！

天然ガス火力は競争力無し！

Gas-fired power plants are not competitive

動かないので設備には
蜘蛛の巣が張っている！



- E・ONの生の声を伝えるために
同社の発表資料をそのまま引用しました



ドイツ電力会社の苦境！

洋上風車のみが続々と建設！



ドイツの家庭用電力料金は日本の2倍！

Electricity Prices for Households in Europe

VGB
POWERTECH

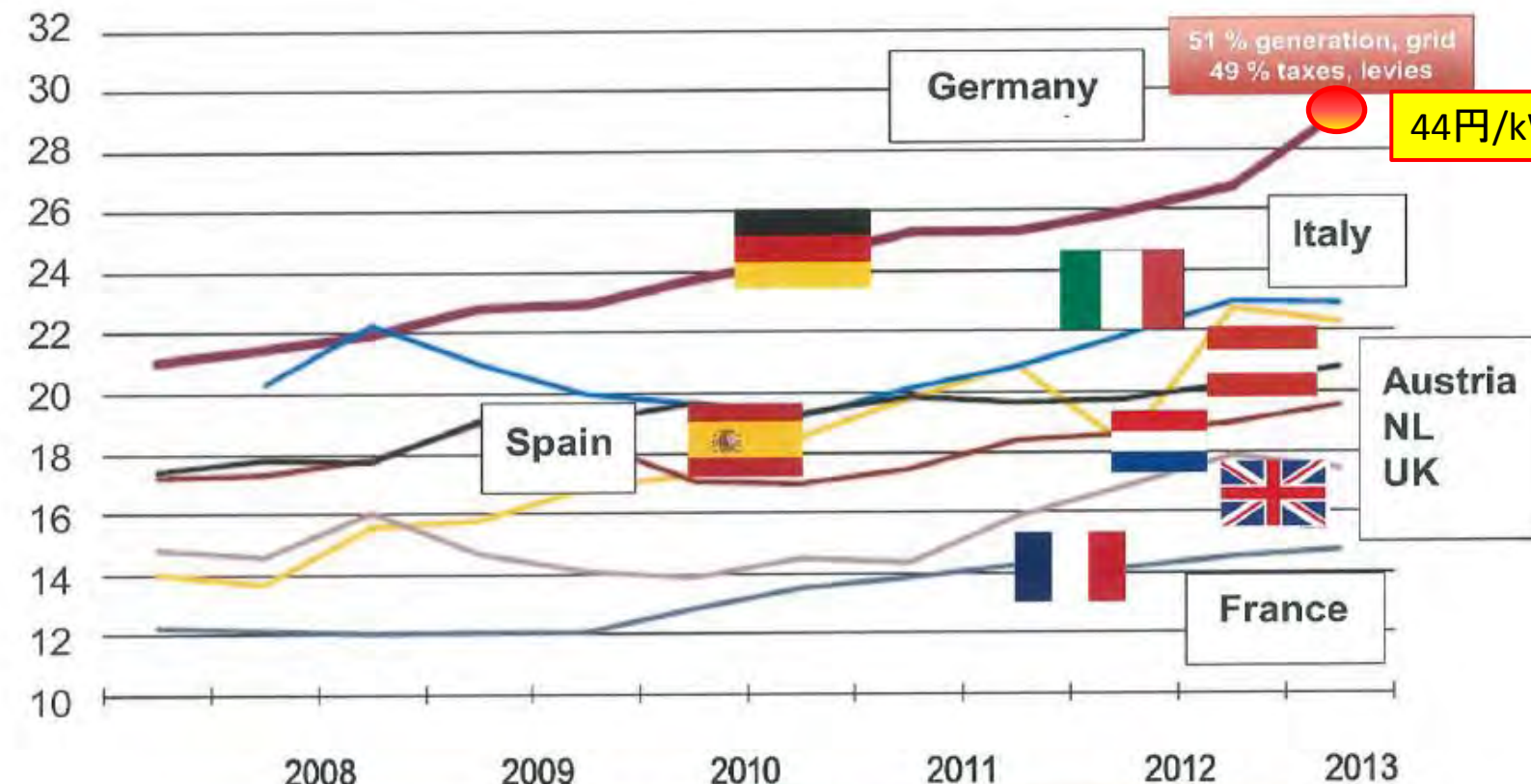
¥/kWh

€ Cent / kWh

45

30

15



Results of EEG1.0 Feed-in-Tariffs for RES 2014:

average 14 €ct/kWh with market value 3.5 – 5 €ct/kWh

to be Paid by electricity customers totalling to 21.5 G€, 6.24 Ct/kWh

Source: EUROSTAT, BDEW

Dr. Then, 2014 VGB Congress, Hamburgより引用

E.ONついに崩壊！

(注)本ページは2014年12月3日に追加したものである

➤ 会社の来歴: 2000年に2社が合併して成立

- VEBA(1929年創業、デュッセルドルフ)
- VIAG(1923年創業、ミュンヘン)

売上額:
1225億ユーロ(約18兆円)

- 2011年 25億ユーロ(3700億円)の特別損失
- 2014年 45億ユーロ(6800億円)の特別損失

2013年末累積債務:
320億ユーロ(4兆8000億円)

原子力・火力・水力部門 分離(2016年)

(注)再生可能エネルギー
11.4%(水力を除くと1.1%)
→他電力の1/20)

独エーオン

原子力、火力事業分離へ

採算悪化で再エネ注力

【フランクフルト時事】ドイツのエネルギー大手エーオンは1日までに、原子力発電や火力発電などの事業を本体から切り離すと発表した。同国の脱原子力政策などによる採算悪化が理由で、今後は風力などの再生可能エネルギーや送電に注力する方針。

2016年の設立と上場を目指す新会社は、原子力や火力のほか、採掘やエネルギー取引の各事業も移行する。また、スペインとポルトガルの全事業を、オーストラリア投資銀行のマッコリー・グループに25億ユーロ(約3700億円)で売却することに合意した。

ドイツでは補助金政策を背景に再生可能エネルギーの電力が普及し、火力や原子力といった従来型の発電事業の採算が大幅に悪化。エーオンだけでなくエネルギー大手は軒並み業績が悪化しており、事業売却や再生可能エネルギーへの対応を進めている。

(電気新聞 2014年12月3日)

●日本の産業は生き残れるか？

再生可能エネルギー
の過大と偏重



電力自由化
(発送電分離)

- 経済原則無視の
不公平な競争

- 利益第一主義
- 自分の事しか考えない
(考えられない)

これが日本の製造業崩壊を引き起こす！

●ドイツで起こっている過酷な現実を直視せよ！

日本のために本当のことを言ってくれる人.....



元VGB火力部長
故Dr. Bauer

The Late Dr. Franz Bauer....

Electricity Supply System

is like a

MOBILE

→ sensible for unbalanced changes



- *D. Bauer*御逝去
(2014年6月)
- *Dr. Bauer*の遺稿
.....
最初のページ

質の良い電気---日本の貴重な財産

- 日本全国至る所で偏差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工場運営の苦労→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**

3. 石炭と天然ガス

- ① エネルギー源を海外に頼る日本は、石炭も天然ガスも両方必要
- ② 石炭と天然ガスでWIN-WINの関係はできないか？
- ③ 高効率石炭火力発電にはIGCCが必ず必要
- ④ IGCCの利用拡大を考えるとCogenerationやCo-Productionを考えるべき
- ⑤ 本来IGCCはDual-firingであり、天然ガスでも100%負荷が取れ、高効率発電ができる
→天然ガスBack-upのあるIGCCは副次的メリット大
- ⑥ もともと米国の会社は、電力もガスも両方持っているところが多かった(例: Pacific Gas & Electric, San Diego Gas & Electric, etc.)

歴史の教訓に学べ

◎油断！ ➡ オイルショックの教訓を忘れるな！

◎ガス断！ ➡ パイプラインの整備とLNGの備蓄を！

◎石炭断！ ➡ 石炭の炭種拡大・産地拡大！

◎電断！ ➡ 停電になって初めて分かる電気の有難さ！

➤ “そのうちに……” で結局やらず

➤ いざその時になって “あの時やっておけば……”

“歴史に学んで強い意志で実行” して初めて “真の賢者” に！



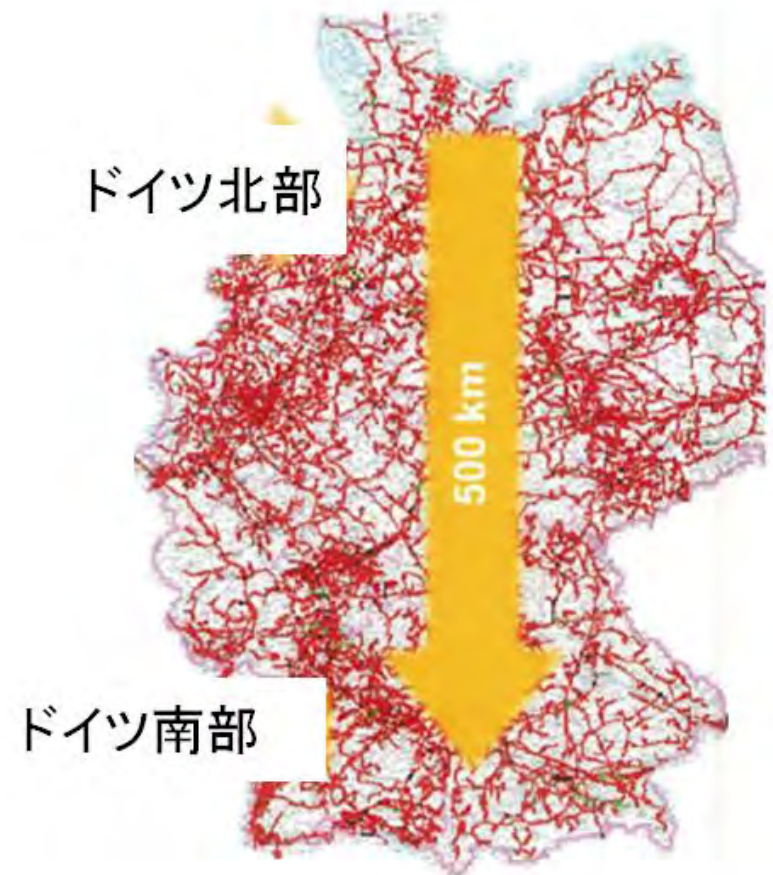
一旦、止まると東京電力の40% (2400万KW) の電源喪失

天然ガスパイプライン(日独比較)

日本

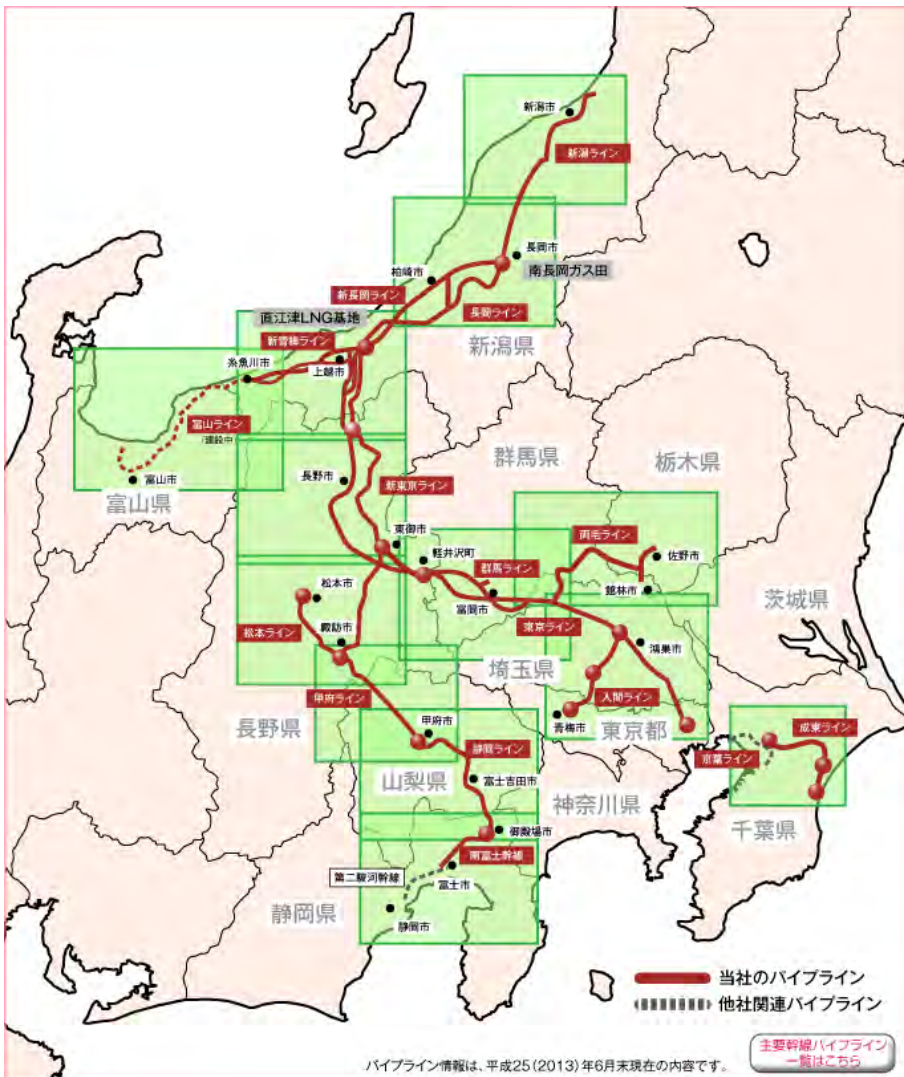


ドイツ



ドイツのガスパイプライン網に比べ日本はあまりに貧弱！

日本の天然ガスパイプライン(一部抜粋図)

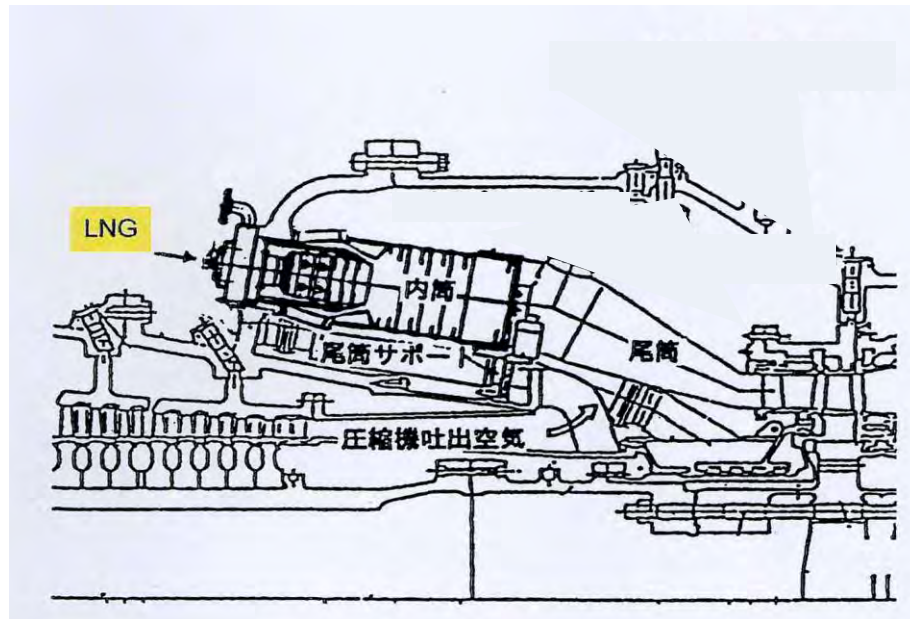


出典：国際石油開発帝石(INPEX)HP

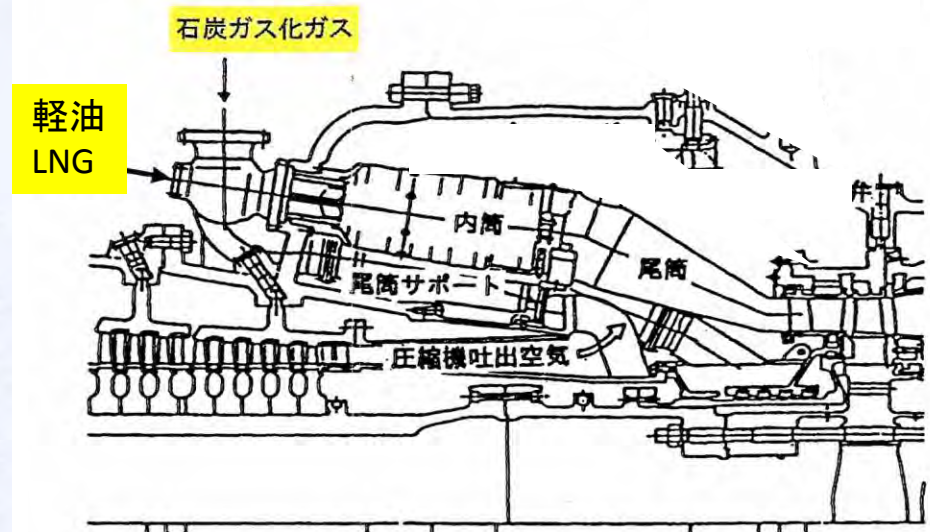


出典:石油資源開発(JAPEX)HP

ガスタービン比較 (LNG用と石炭ガス化用)



LNG焚き用



石炭ガス化焚き用

IGCCではLNG専焼発電も可能

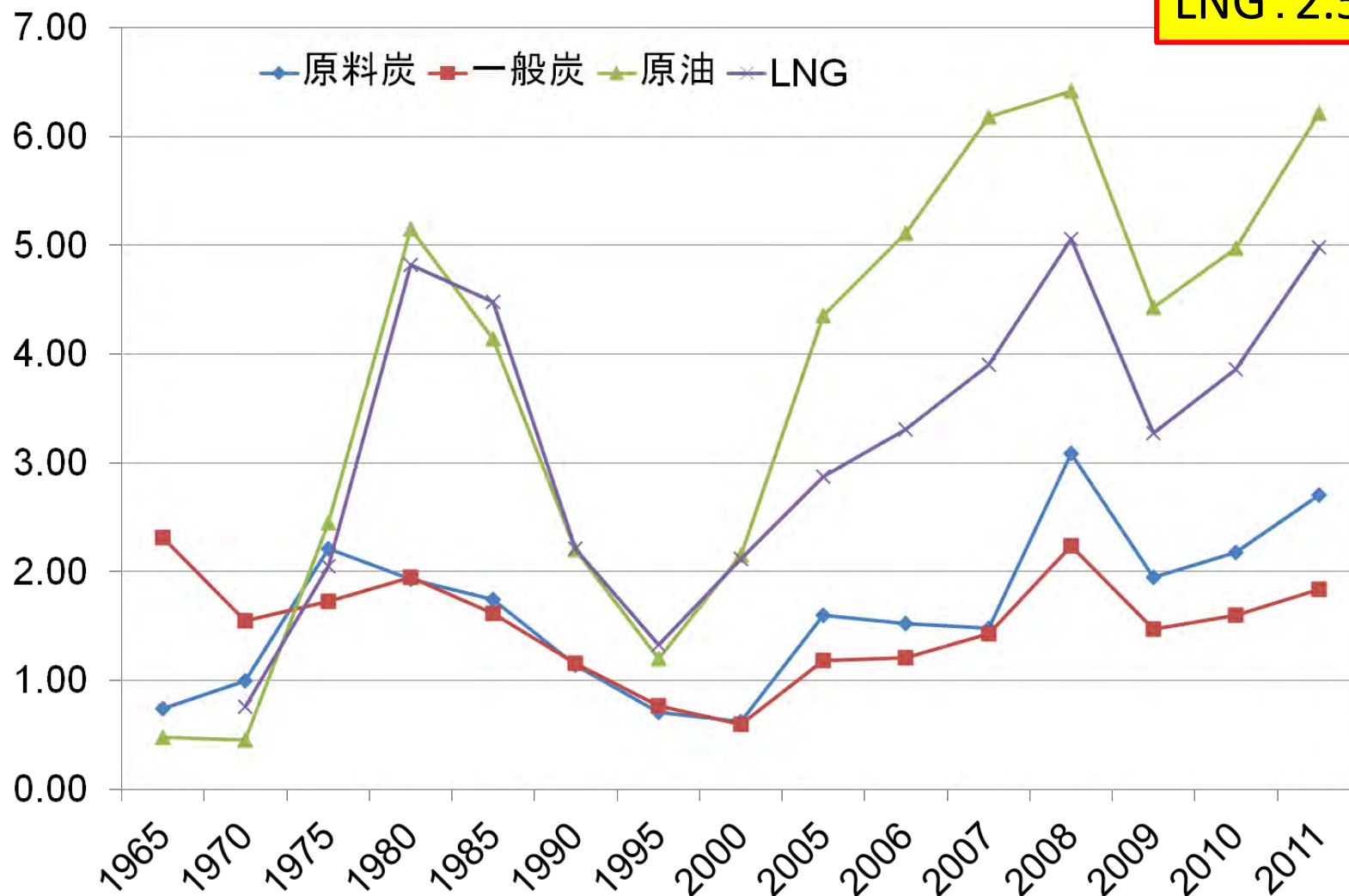
◆ 石炭利用拡大のための必要なこと

1. 石炭は燃料価格が安いので有利
2. 石炭は残念ながら炭素量が多い
→高効率化による燃料消費量削減
→CO₂発生量削減が絶対必要

エネルギー源別価格(カロリー当たり)

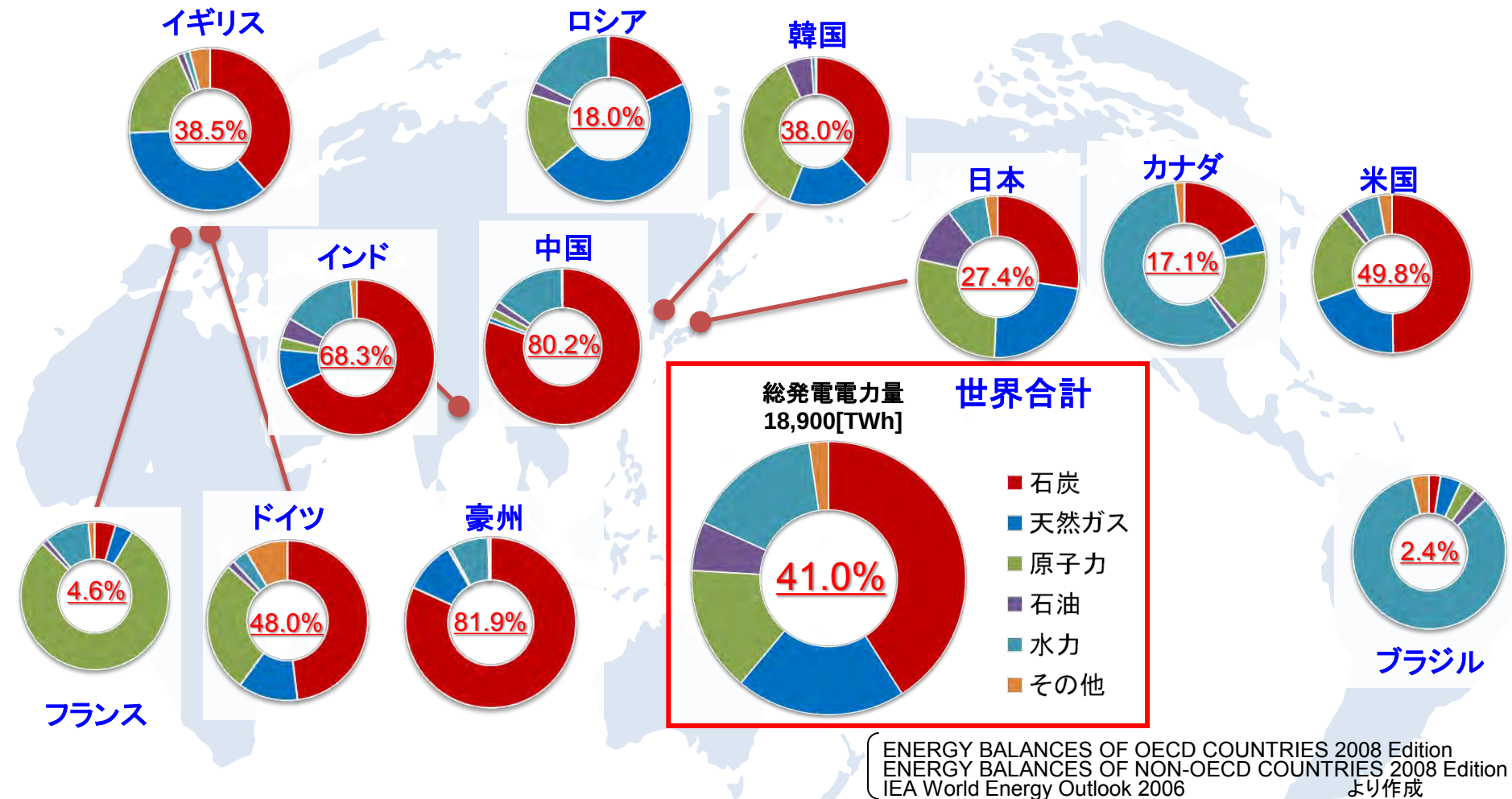
石炭比:
石油:3倍
LNG:2.5倍

(円/千kcal)



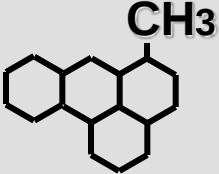
JCOAL資料より作成

世界の主要国電源構成



- 世界の電源構成に占める石炭火力の割合は40%
- 日本でも27%が石炭による発電
- 特に米国、豪州、中国、インドでは大半が石炭による発電

石炭はCO₂発生量が多い

項 目	天然ガス	石 油	石 炭
CO ₂ 発生量 (発熱量あたり)	60%	80%	100%
燃料主成分 《炭素重量比》	CH ₄ [75%]	C ₆ H ₆ [85%]	 [95%]

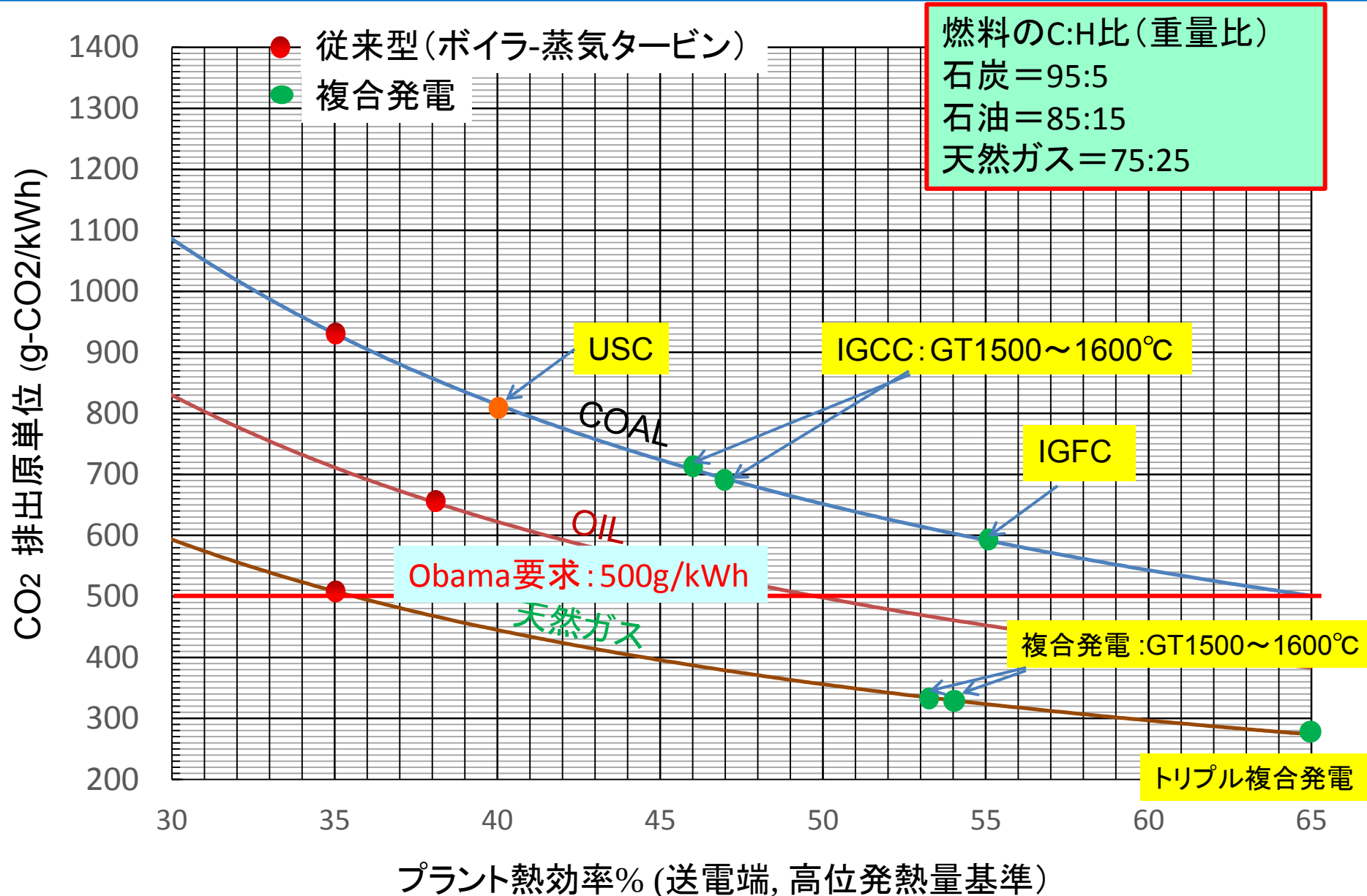
天然ガスと石炭の協調

- ① 石炭のCO₂発生量大(原単位大)は燃料組成上いかんともし難い。後は如何に効率を向上させCO₂を減らすかである
- ② 石炭火力のCO₂低減対策は高効率化と国際的連携による効果的な削減(JCMなど)である
- ③ 日本はいずれにしても石炭も天然ガスも使うのであるから、うまい協調ができないか？
- ④ 天然ガスパイプラインはいろいろな応用の拡大を支援すると考えられる

4. 地球温暖化対策

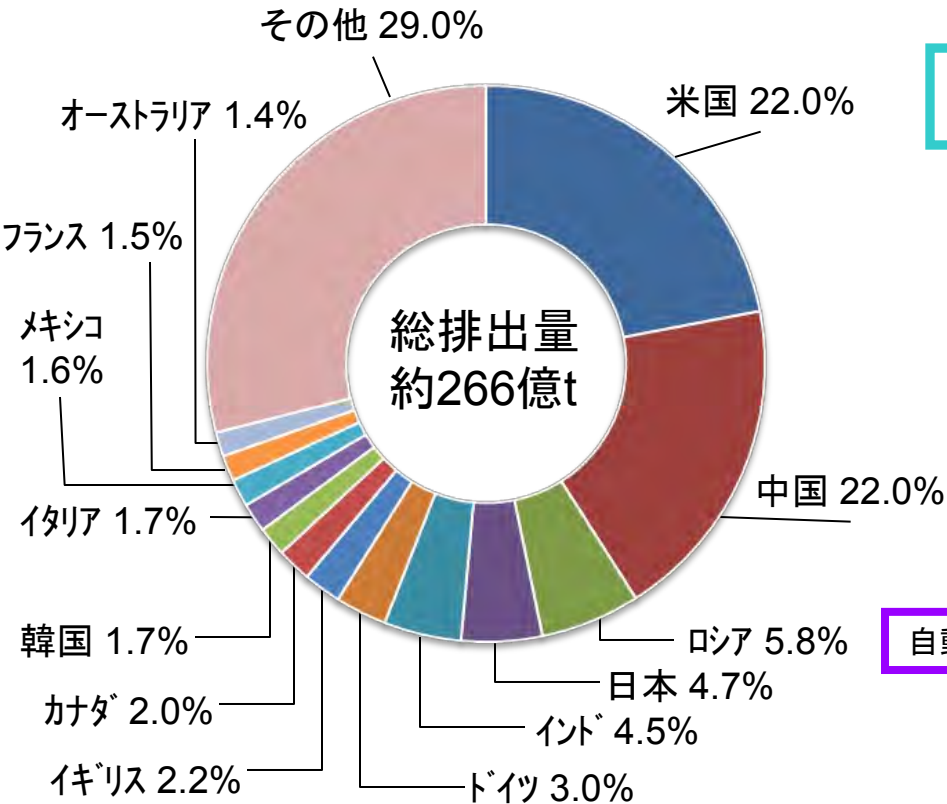
- ① 資源小国で国際的協調が不可欠な日本は、それなりに地球温暖化防止に協力することが必要
- ② EU,ドイツは理想を掲げ、地球温暖化対策リーダーシップを狙っている
- ③ 一方、冷淡だった米国が急変し、Obama大統領も“Climate Action Plan”を出し、積極攻勢に出ている
- ④ このままでは日本が悪者にされかねない
- ⑤ 日本の高い技術力をベースに、エネルギーベストミックスを踏まえつつ、積極的に国際貢献すべきである
- ⑥ その時の切り札となるのが二国間クレジット制度(JCM)である。これを最大限に生かすべきである。

CO2排出量計算図表



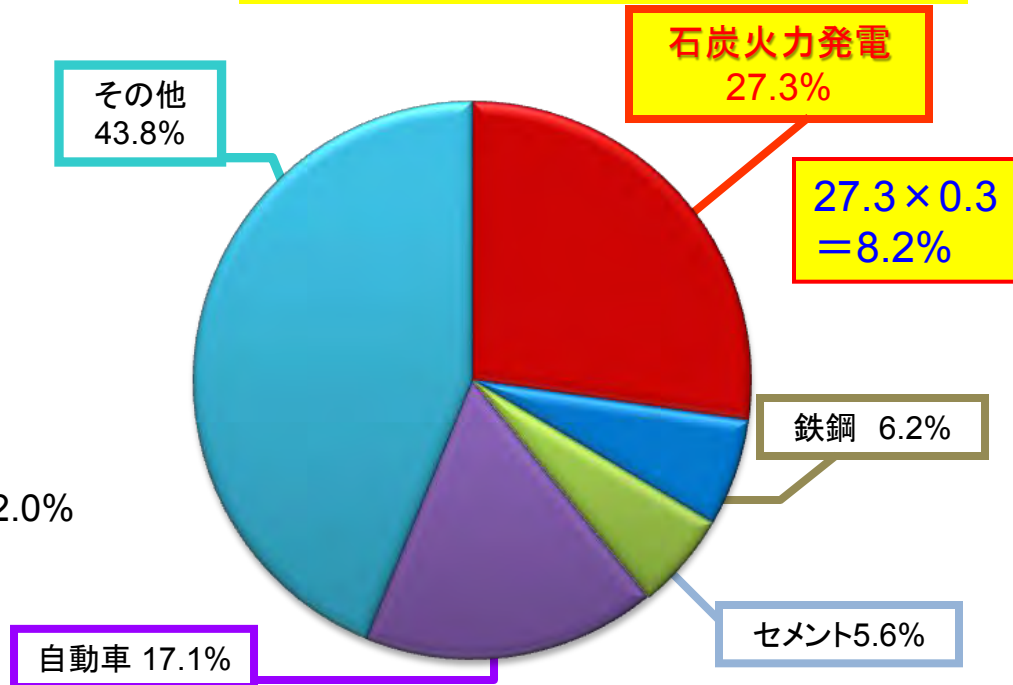
世界のCO₂排出量

国別排出量内訳



※出典：全国地球温暖化防止活動推進センターHP

エネルギー起源CO₂排出内訳



※出典：IEA CO₂ Emission from fuel combustion

- 石炭火力発電の割合が多い米国、中国等はCO₂排出量も多い
- 世界のCO₂の約30%は石炭火力から排出
- 石炭火力の効率を30%向上できれば、日本の総排出量の2倍が減らせる

日本の地球温暖化対策---CO₂削減案

- 2009年6月 麻生内閣15%削減案
(2005年基準)



- 2009年9月 鳩山内閣25%削減案
(1990年基準)



- 2013年9月 安倍内閣3.8%削減案
(2005年基準)



◆ 世界の動きと地球温暖化対策

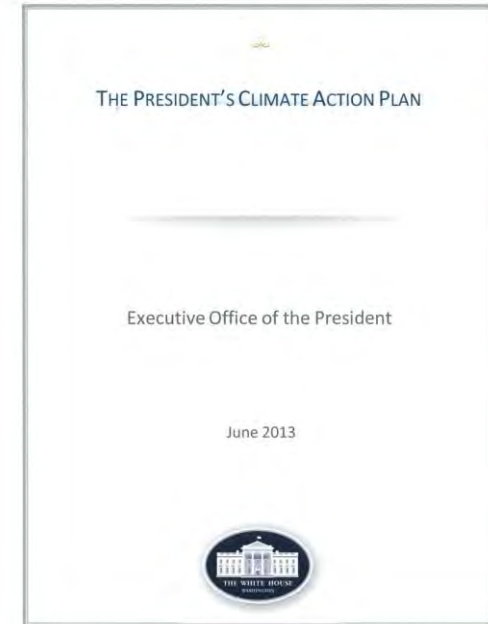
1. 日本は世界の孤児になってはいけない
→日本は海外との貿易無しには生きて行けない
2. 交渉のオプションが無いと地球温暖化交渉はできない
3. 日本の技術力が結局日本を救う

■ Obamaの Climate Action Plan

President Obama's Address

The President's Climate Action Plan

(June 25th , 2013 at Georgetown University)



- CO2を“pollutant”として“汚染物質”と定義
- 地球温暖化対策に国を挙げて取り組む
- 国際的にも地球温暖化防止を働きかける

1. Cut **Carbon Pollution** in America
2. Prepare the United States for the Impact of Climate Change
3. Using Sound Science to manage Climate Impacts
4. Leading **International Efforts** to Address Global Climate Change

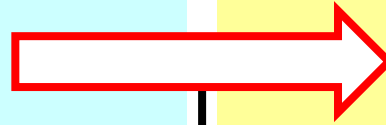
Obamaの狙いは何か？

石炭火力の事実上の建設禁止

1. 天然ガスで米国内の産業復興と輸出マーケットを支配: そのためには①米国内価格を3~4\$に
②輸出LNGは出来るだけ高く
→欧州の天然ガスを支配するロシアと真っ向から対立
2. 米国内老朽石炭火力を最新鋭天然ガスコンバインドサイクルに置き換える(2040年には石炭火力比率32%に)
3. とどめは**CO₂の排出規制(500 g/kWh以下)**。
その他CSAPR, MATS, etc. 2014年6月から既設石炭火力に対する削減案を議論
4. 国際的には地球温暖化交渉で一大攻勢をかける
5. 英国・カナダとは話し済み。苦しいのは中国とドイツと東欧
6. 日本には輸出石炭火力をやめるように圧力
7. これまで強力だった米国の石炭ロビーが黙っているか？

地球温暖化を巡る動き

今迄



現状(2014年6月)

EU



CO₂を下
げろ！

日本



EU



そうは言っても
石炭も大事...

日本



CO₂を下
げろ！

USA



そうは言っても
石炭が頼りだ...



USA

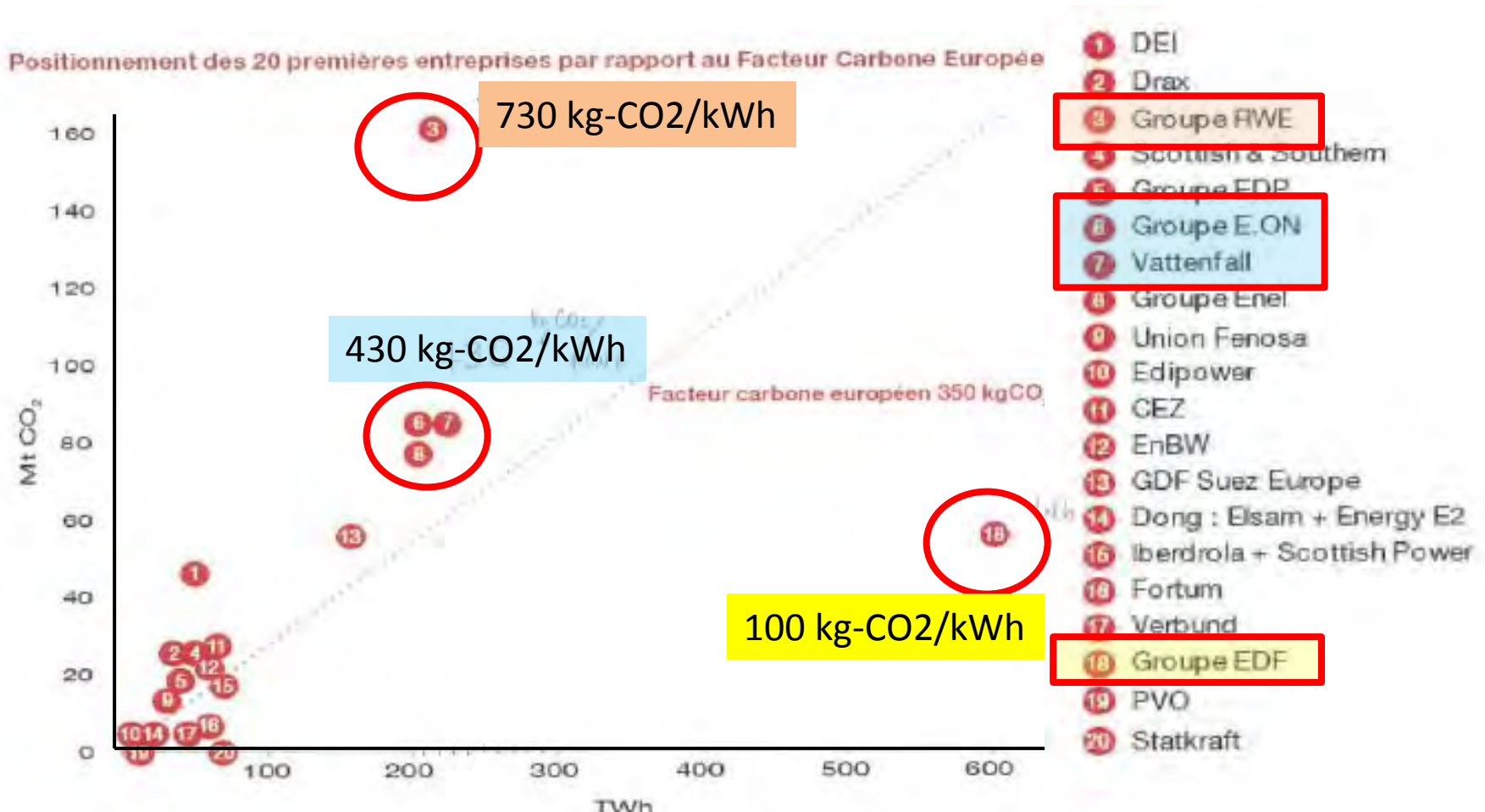
欧州各国の発電割合

	発電電力量割合 (2011年, %)				炭素強度 Carbon Intensity (g-CO ₂ /kwh)
	水力	その他の 再生可能 エネルギー	原子力	火力	
ポーランド	2.0	6.1	0.0	91.9	912
英国	1.7	7.7	18.1	72.4	450
ドイツ	3.9	18.5	17.7	59.8	464
イタリア	16.2	12.7	0.0	71.1	405
フランス	9.4	3.6	77.5	9.5	50
EDF	7.0	0.8	89.5	2.7	25

EDF : Electricité de France

Source : Presentation by Dr.Francois Giger @VGB Congress 2014, Hamburg

欧州各電力会社のCO2排出原単位



フランスEDFがダントツの優等生！

Source : Presentation by Dr.Francois Giger @VGB Congress 2014, Hamburg

二国間クレジット制度(JCM)

JCM署名国(現在11か国)

- ①インドネシア
- ②ベトナム
- ③モンゴル
- ④バングラデシュ
- ⑤ラオス
- ⑥エチオピア
- ⑦ケニア
- ⑧モルディブ
- ⑨コスタリカ
- ⑩パラウ
- ⑪カンボジア
- ⑫メキシコ

● JCM:二国間クレジット制度
Joint Crediting Mechanism

これを2～3倍に

- ACE : 攻めの地球温暖化外交戦略
- Actions for Cool Earth

具体策:

1. 3年間で署名国を倍増
2. JCM特別金融スキームJSFの創設
(JBIC・NEXIと連携)
3. 関係機関協議会を活用したプロジェクト
形成の促進(外務省・環境省・経済産業省・金融機関)
4. 途上国支援に1兆6000億円
(2013年から3年間)

JCMの加盟国

二国間文書に署名済みの国

- ◆ 日本は、2011年から開発途上国とJCMに関する協議を行ってきており、モンゴル、バングラデシュ、エチオピア、ケニア、モルディブ、ベトナム、ラオス、インドネシア、コスタリカ、パラオ、カンボジア、メキシコとJCMに係る二国間文書に署名。



【モンゴル】
2013年1月8日
(ウランバートル)



【バングラデシュ】
2013年3月19日
(ダッカ)



【エチオピア】
2013年5月27日
(アジスアベバ)



【ケニア】
2013年6月12日
(ナイロビ)



【モルディブ】
2013年6月29日
(沖縄)



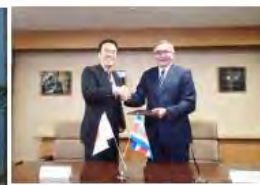
【ベトナム】
2013年7月2日
(ハノイ)



【ラオス】
2013年8月7日
(ビエンチャン)



【インドネシア】
2013年8月26日
(ジャカルタ)



【コスタリカ】
2013年12月9日
(東京)



【パラオ】
2014年1月13日
(ゲルルムド)



【カンボジア】
2014年4月11日
(プノンペン)



【メキシコ】
2014年7月25日
(メキシコシティ)

- ◆ モンゴル、バングラデシュ、エチオピア、ケニア、モルディブ、ベトナム、インドネシア、パラオとの間で、それぞれ合同委員会を開催。

11

出典: 経産省HP 二国間クレジット制度の最新動向(日本語版).pdf

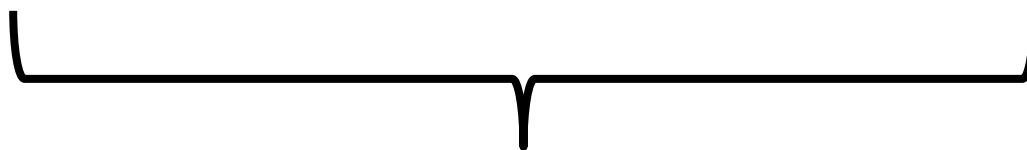
JCMを日本の新技術確立の起爆材に！

JCM活用による画期的な新技術支援策

●国内に新技術の
第1号機を建設

+

●海外に新技術の
第2号機～第n号機を建設



◆これをセットで支援し、国内産業の発展と国際協力の同時達成を！

●支援策の成否は“**低金利融資**”が実現出来るかどうかである

5. 水素の時代は来るか？

- ① 水素の時代が来るのは“大量に安い水素を安定して供給できる”時→それまでは割高なNitch燃料
- ② それまでは高価な水素は非常に付加価値の高い使い方しかできない
- ③ 再生可能エネルギーの貯蔵の一形態として水素が考えられている→その時電力の60%が水素エネルギーになる(4割の損失)
- ④ 水素利用のための技術検討・研究開発はそんなに巨額の費用は必要ない
- ⑤ 安い水素ができるまでは、優先順序をつけて効率的・効果的に開発を行うべし

エネルギー基本計画と水素社会

◎水素社会実現のための課題（H26年4月 エネルギー基本計画より）

①低コストでの水素の製造

“水素社会”を実現していくためには、**水素の製造から貯蔵・輸送**、そしてサプライチェーン全体を俯瞰した戦略の下、様々な可能性の中から、**安全性、利便性、経済性及び環境性能**の高い技術が選抜かれていくような厚みのある多様な技術開発や低コスト化を推進することが重要である。（P.60）

水素の供給については、当面複製水素の活用、天然ガスやナフサなどの化石燃料の改質等によって対応されることになるが、**水素の本格的な利活用のためには、水素をより安価で大量に調達することが必要になる。**（P.61）

②再生可能エネルギー利用による水素製造

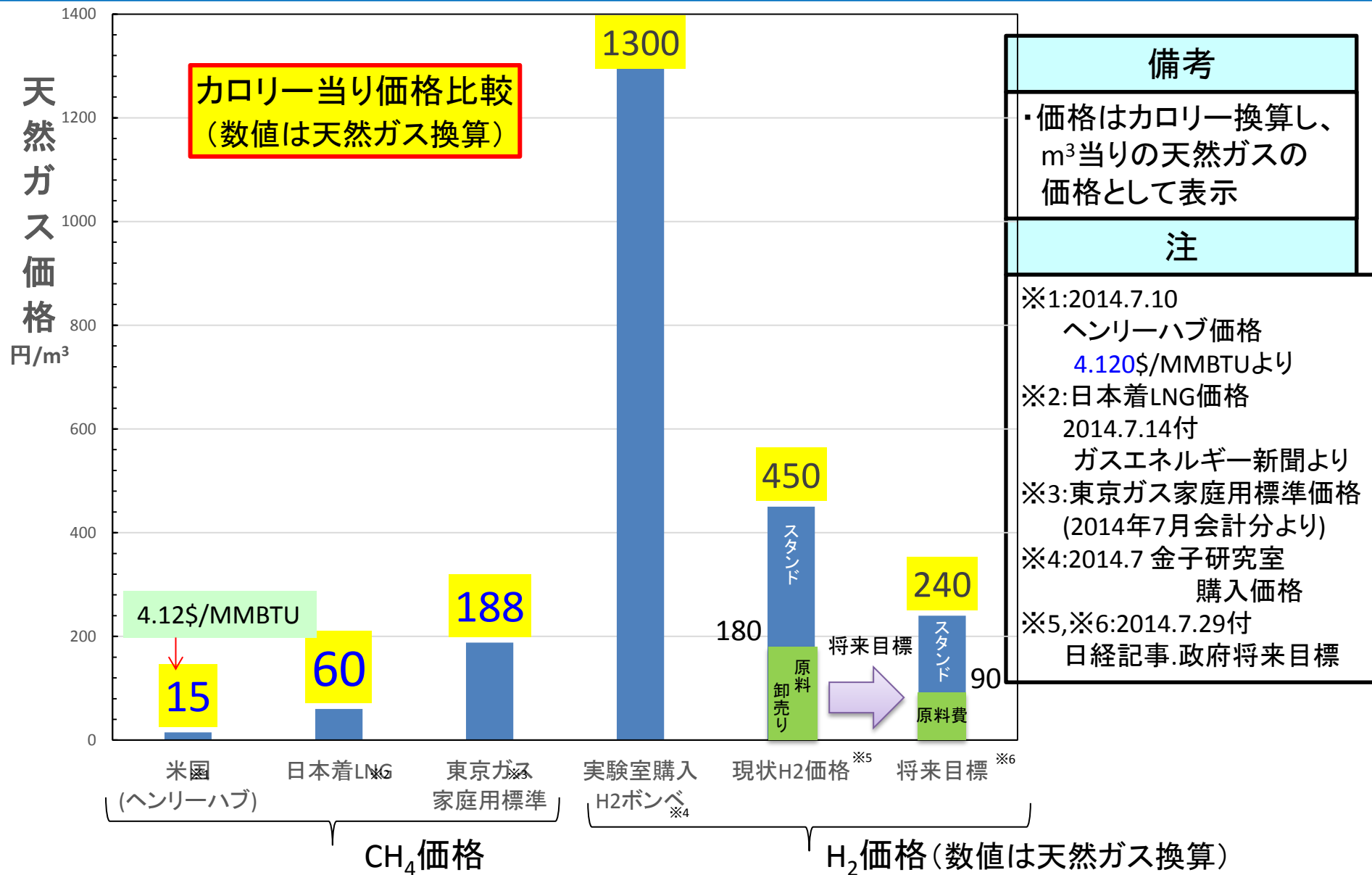
変動電力である再生可能エネルギーを補完する調整機能を持たせる水素製造（水電解）

将来的には国内外の太陽光、風力、バイオマスなどの再生可能エネルギーを活用して水素を製造することなども重要となる。（P.61）

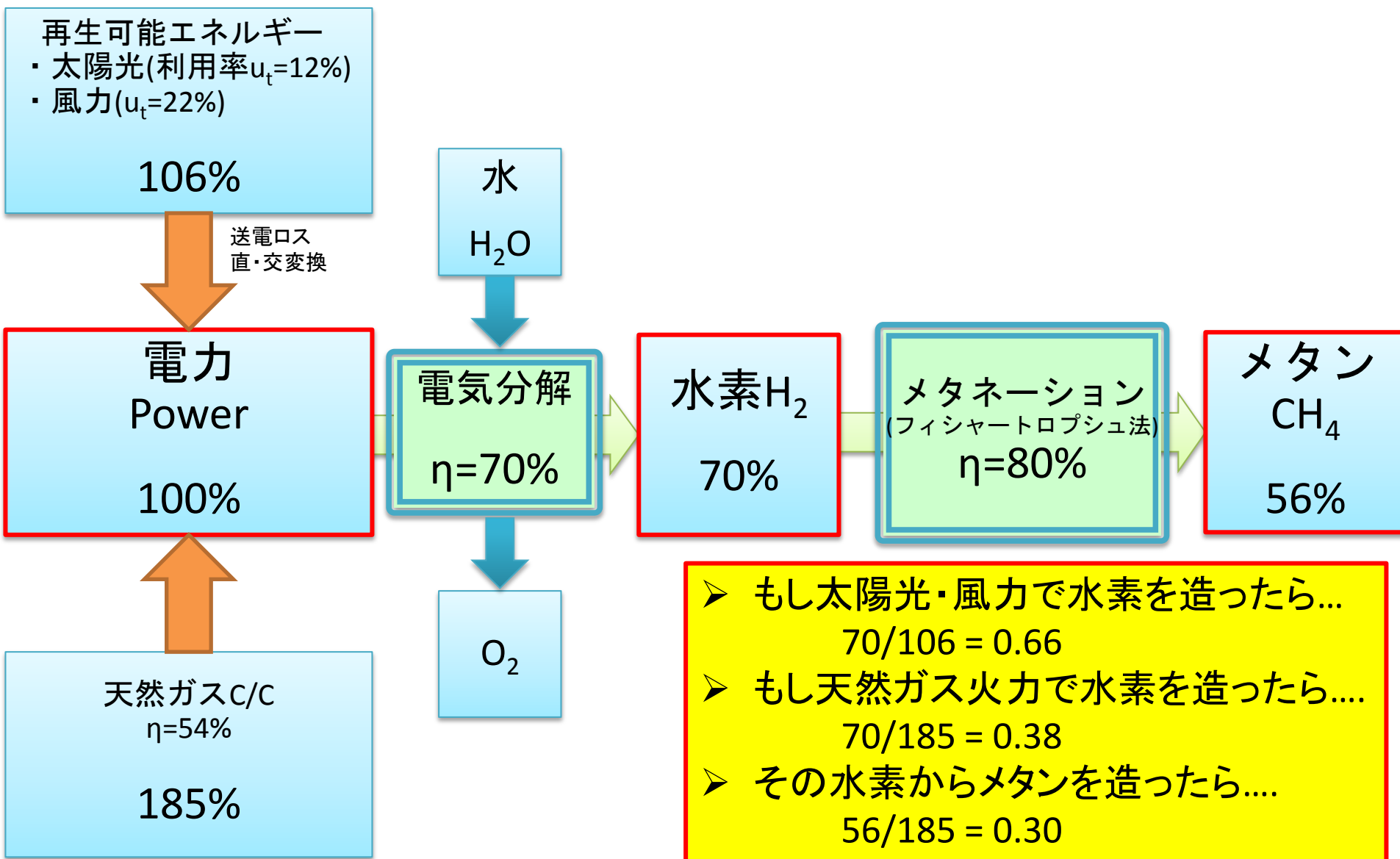
③高温水蒸気電解

こうした国産エネルギー源を有効に活用できる水素エネルギーの実装化は中長期的に重要な課題であり、**水素の製造から貯蔵・輸送、利用に拘る技術を今から着実に進めていく。**また、水素製造を含めた多様な産業利用が見込まれ、固有の安全性を有する**高温ガス炉**など、安全性の高度化に貢献する原子力技術の研究開発を国際協力の下で推進する。（P.74）

水素は本当に安く出来るのか？

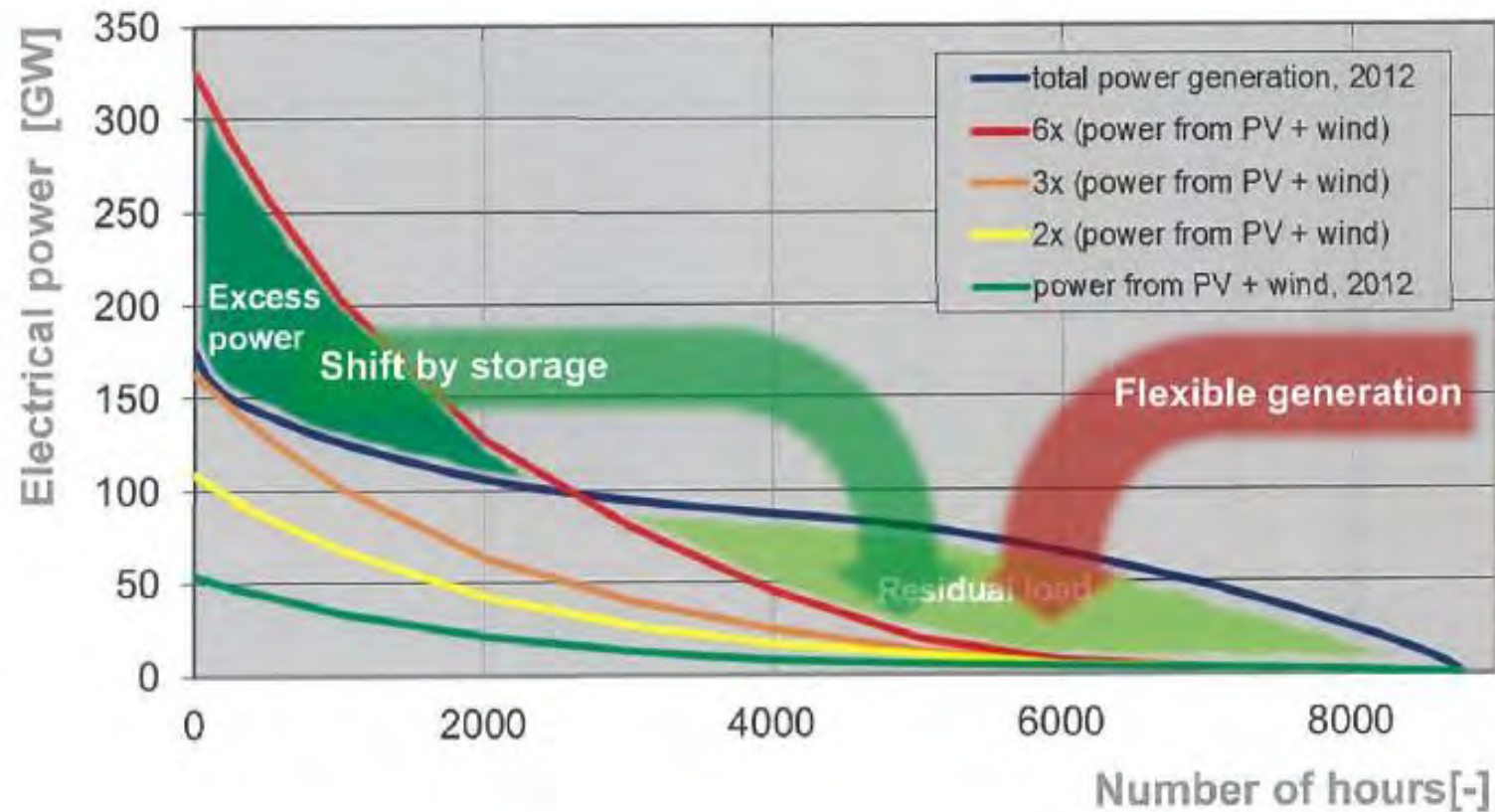


再生エネルギーから水素は安く作れるか？



再生可能エネルギーが課題になった時の対策

Total net load vs. power production by renewables



Prof. Görner, Universität Duisburg-Essen, 2014 VGB Congress, Hamburgより引用

6. 小型石炭火力

- ① 出力11万2500kW以下の火力(環境アセスメント対象外)の建設が急増する可能性あり
- ② 燃料調達・敷地の有効活用・既設設備との融合などメリットがあれば、分散型電源として悪いことではない
- ③ 但し、小型火力なので次ぎの懸念あり
 - 1) 発電効率が低い→CO₂発生原単位が高い
 - 2) 十分な環境対策機器が設置できるか？
 - 3) 基本的には小容量機は割高(スケールメリット)
- ④ これらに配慮しないと11万kW×10基は110万kW×1基に相当するので、環境の劣化の懸念あり

アセス対象外に指針

11万キロ級
石炭火力 **新設増加に対応**

事例を記載。CO₂削減対策では、30%のバイオマスを混焼する微粉炭火力の計画や、多様な燃種は、中小火力発電所に採

競争下での環境性確保

全面自由化控え影響は

は、環境省の文書にしている都道府県や、政令指定都市にもガイドラインを参考にしてもらう。2016年の小売り全面対策の2点を挙げ、先進

環境省がガイドラインを公表した背景を探ると、2016年の小売り

とをどう捉えるべきかという課題が見えてくる。環境アセスの対象になるのは通常3年程度が必要

におかれる状況は理解するとしながら、環境アセス対象外の出力11万2500_{kg}未満の火力発電

となる中小火力の環境性
をどう考えていくかは問
題だ。

(山下 友彦)

山下 友彦

小規模火力発電に係る環境保全対策ガイドライン

～自治体や事業者の方に広くご活用いただくための環境保全技術先進事例とりまとめ～

平成 26 年 10 月
環 境 省

(電気新聞 2014年10月6日)

次々に計画発表

大ガス・丸紅

茨城に石炭火力建設へ

11万2000キロワット、17年にも運開

大ガスと丸紅は茨城県神栖市に出力11万2000キロワットの石炭火力発電所を建設する方針だ。建設場所は県が保有する工業用地で、最遅で2017年の運転開始を予定する。両社は、このプロジェクトのために特定目的会社（SPC）を設立。SPCへの出資比率は丸紅が51%、大ガスが49%になる見通し。完成すれば大ガスにとって首都圏（50%地域）初の電源となる。総事業費は300億円規模とみられる。

詳細は今後詰めるが、直接販売、大ガスは30%、包に建設用地の譲り受け新設する火力発電所の電力は、いずれも首都圏向けに販売する計画だ。新電力（特定規模電気事業者）を通じて販売する。それを経て、11月以降の県議会で承認されれば、プロジェクトが正式登録している丸紅は、先立ち、茨城県は10月下旬、プロジェクトが正式

決定する。
現在、大ガスは国内外で320万キロワット（このうち国内は180万キロワット）

の発電設備を保有し、20年代に600万キロワットまで拡大する目標を掲げている。加えて、首都圏での電源確保と電力小売りの事業の進出拡大を目指しており、今回のプロジェクトは同社にとっても絶好の機会となる。
一方、丸紅は14年1月、千葉県神栖市でガスコンバインドサイクル発電（10万キロワット）を手がける。今回のプロジェクトの中軸クリーンパワーの全関係者は「首都圏で電源株式を取得。同時に、国を待ちたいと考えていた。内火力発電の運営・管理を手掛ける新会社・丸紅とプロジェクトファイナンスの知見を持つ丸紅。国内での電力小売りを進めたい。双方のめどに石炭、ガスの10万キロワット級の建設を視」と話している。

日本製紙

秋田工場で建設検討

石炭・バイオ混焼火力を

日本製紙が、紙ハルプカ11万キロワットの火力発電所を製造する秋田工場（秋田市）敷地内で、石炭・バイオマス混焼による出力11万キロワットの火力発電所を建設を検討していること。018年からの稼働を目指す。費用は数百億円規模となる模様。新電力

（特定規模電気事業者）として一般需要家への販売、電力向け卸売りなどの販売方法は未定。同社は、これまでも電力会社向けに余剰電力の卸売り供給を行ってきたが、12年10月に新電力に登録。新規開拓分野として注力するため、13年度にはエネルギー事業本部を新設した。

今年度以降に余剰電力を活用し、グループ会社や他社への小売りを行う計画。13年度末時点のエネルギー事業での売上高は180億円。今後、数年内に売上高500億円を目指している。既存設備の自家発電能力は約180万キロワット。全国の事業拠点で新規電源の開発や検討を進めており、東北地方でも新規電源の開発を検討。宮城県石巻市の石巻工場では出力14万9千キロワットの石炭火力発電所の建設を検討中。地元説明などを進めているが、現時点で建設の最終決定には至っていない。このほかに、東北地方の製造拠点は紙ハルプ製造の岩沼工場（宮城県岩沼市）、情報用紙製造の勿来工場（福島県いわき市）がある。他の地方では、静岡県富士市の工場内で10万キロワットの石炭火力発電所を建設中。熊本県八代市でもFIT（再生可能エネルギー固定価格買取制度）を利用した100%バイオマス発電設備（5千キロワット）を来年3月稼働する予定。徳島県小松島市では出資会社による2万1千キロワットのメガソーラー（大規模太陽光発電所）が来年2月に稼働する。

● バイオマス利用は工夫の一環

(電気新聞 2014年10月6日)

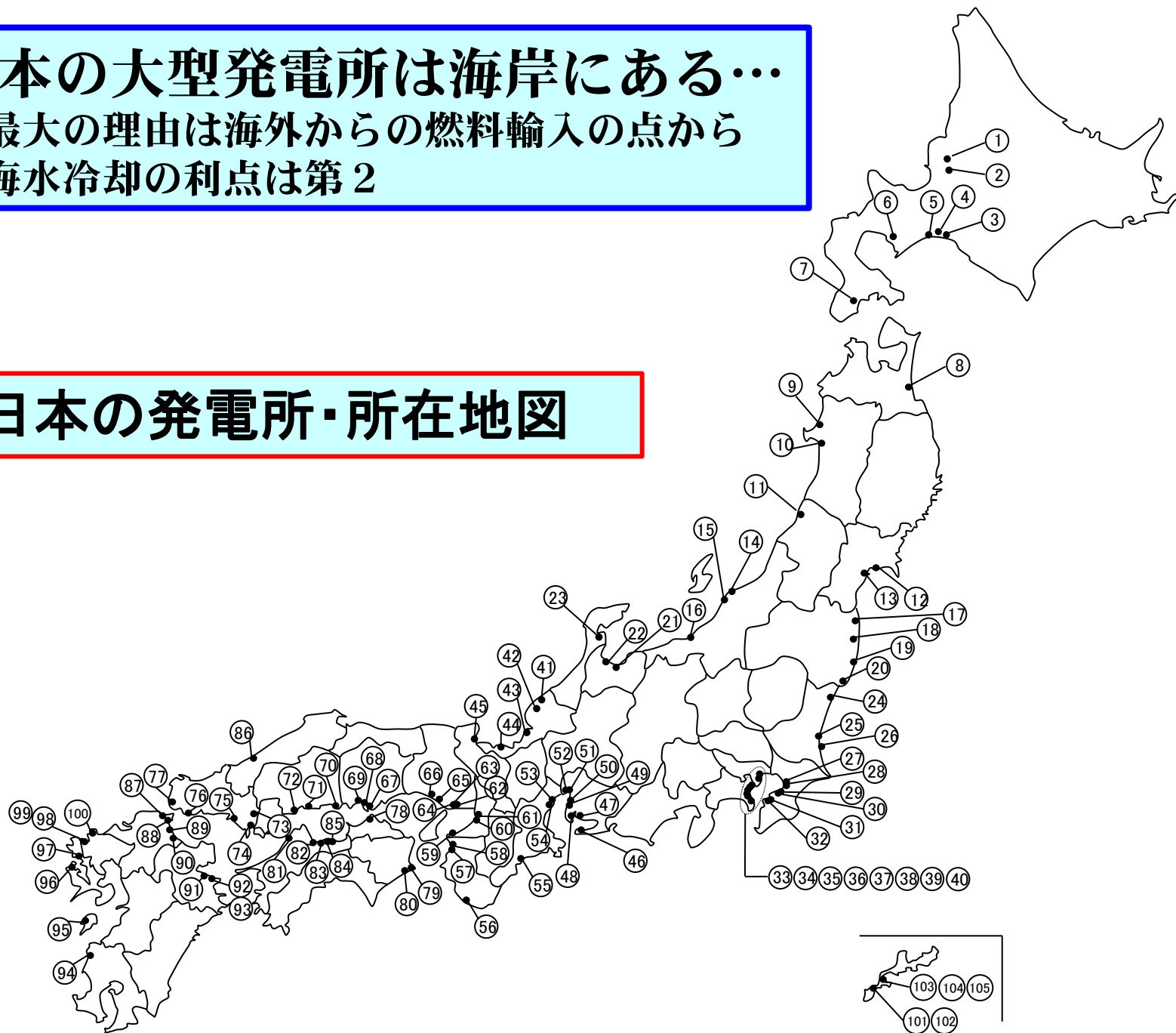


日本の大型発電所は海岸にある…

→最大の理由は海外からの燃料輸入の点から

→海水冷却の利点は第2

日本の発電所・所在地図



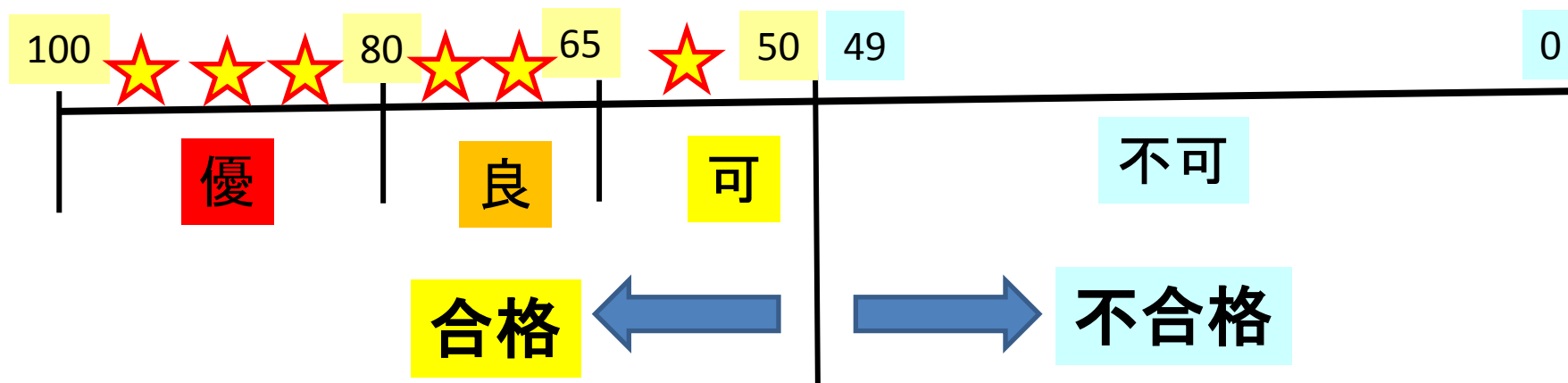
➤ 小型ならではの利点はないのか？

- 内陸での立地も不可能ではない
- 安定電源である火力発電を日本国内にまんべんなく配置というメリットが出せないか？
(風力・太陽光などは基本的に分散型の変動電源になるので、これを補完する意味もある)
→ **再生可能エネルギーとの共生**
- 逆に広域総合判断というメリットは出せないか？
(A ↔ B)でのバーター。少なくとも地球温暖化対策(CO₂対策)についてはこの考えは合理的。

□ 何かキラリと光るものを！

- よそとは違う工夫を！
- 知恵を出して環境三つ星を取ろう！☆☆☆

大学の成績評価



- 努力はいつか必ず報いられる

7. これからの日本の進むべき道

- ① 日本は技術で燃料を輸入し国が成り立っている
- ② 最高の効率を実現できる新技術の開発と実用化こそ国の存立の基盤
- ③ この新技術の実用化と国際協力による地球温暖化防止のためJCMを最大限に活用すべきである
- ④ これからは国と産業界および大学との密接な連携とチームプレーが重要となる
- ⑤ 近隣諸国との友好と協力は重要。しかし一方的譲歩や卑屈な自虐的対応は双方に取って有害。Give&TakeでWIN-WINの関係を築くことが大切

日本人の特質と要反省点

- ①個人として全般的に高い能力→しかし交渉力に劣る
- ②チームワークと協調性→異端を恐れる
- ③定性的・情緒的→冷静な定量的判断をしない
- ④他力本願→自ら責任を負って突破しようとしてしない

まだまだ打ち手はある！



今必要なのは知恵と行動力だ！