

高効率発電技術と石炭の役割 High Efficiency Power Generation and Importance of Coal



2014年2月25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



1. 日本のエネルギーを考える出発点
2. 高効率発電とIGCC
3. 石炭ガス化
4. CO₂低減のための施策
5. 今後の展望



1. 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



● 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



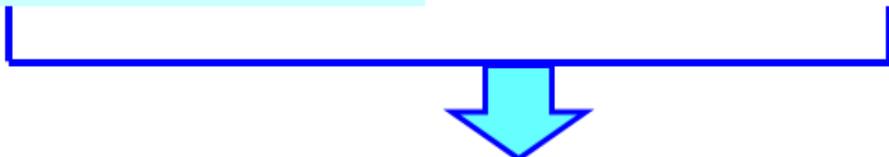
◆ 天然ガス・石炭・石油の最適組み合わせが必要



● 輸出競争力のある国内製造業がなければ成り立たない



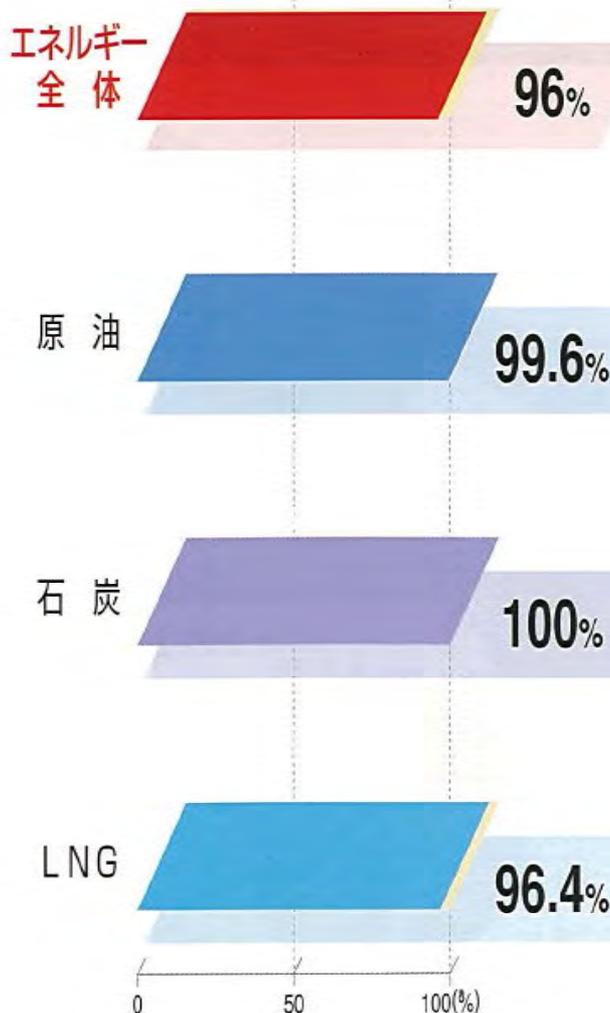
◆ 少なくとも単一燃料にすべてを賭けるのは危険



➤ 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！ →日本国内のみの視点での議論は危険!

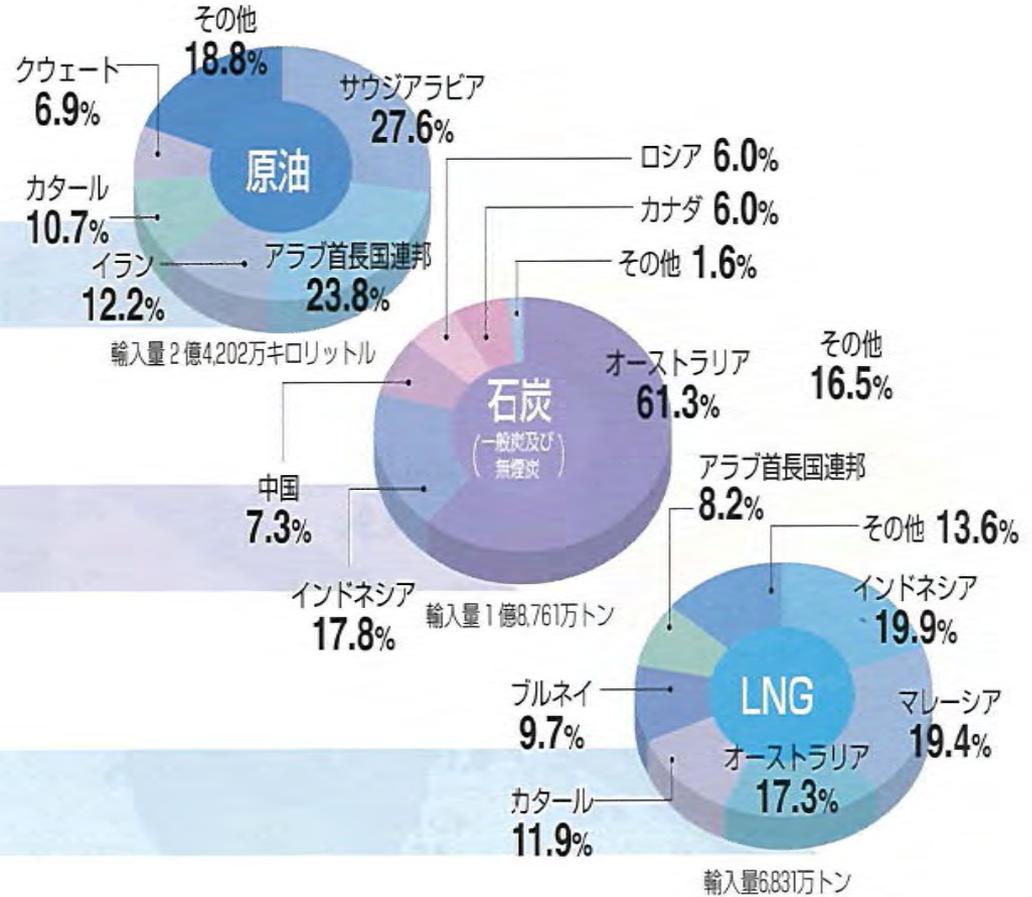
日本のエネルギーの海外依存度(2007年度)

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！



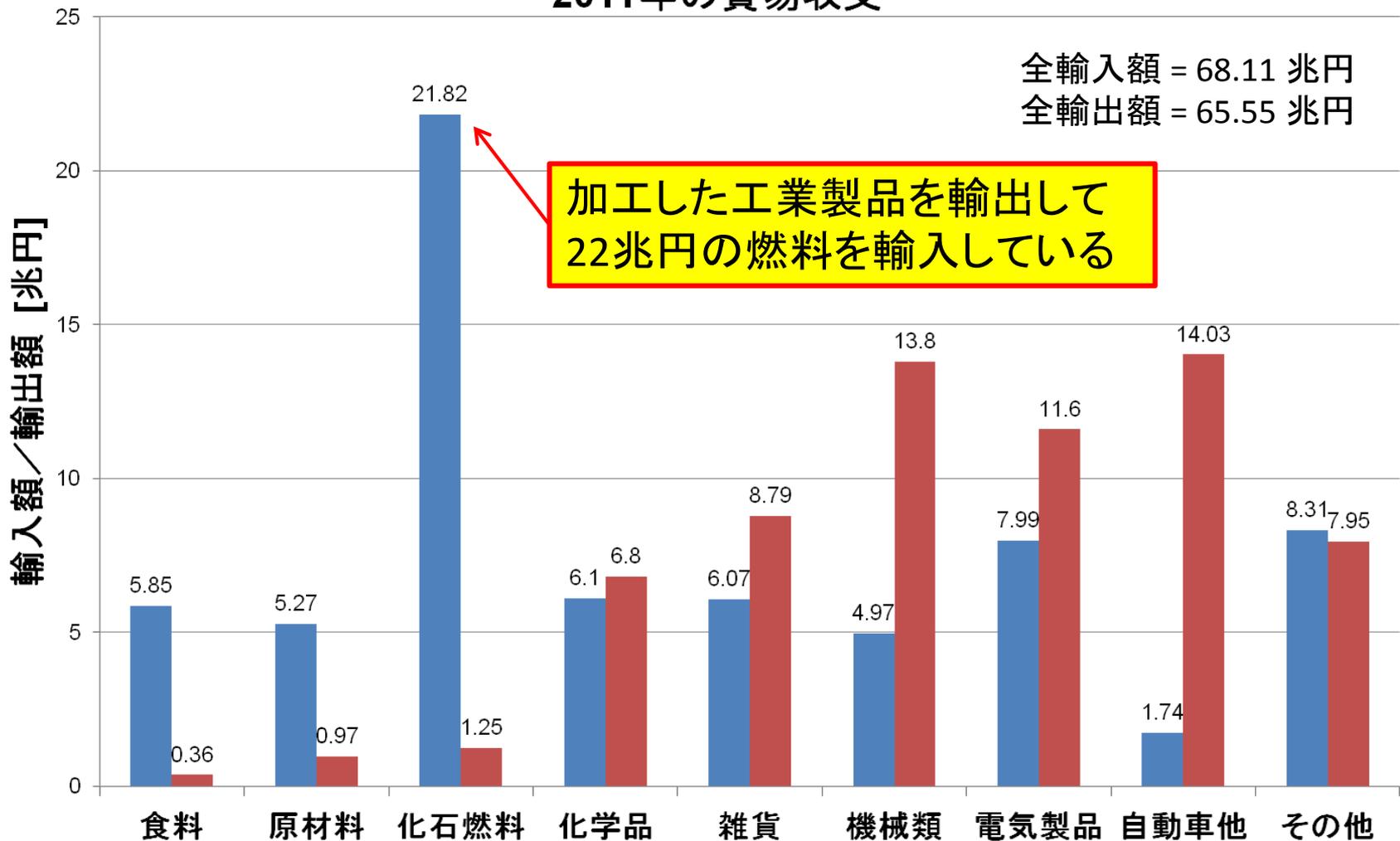
出典：「エネルギー白書」2009年版

※SHIPPING NOW 2009-2010より引用

日本の貿易収支(2011年)

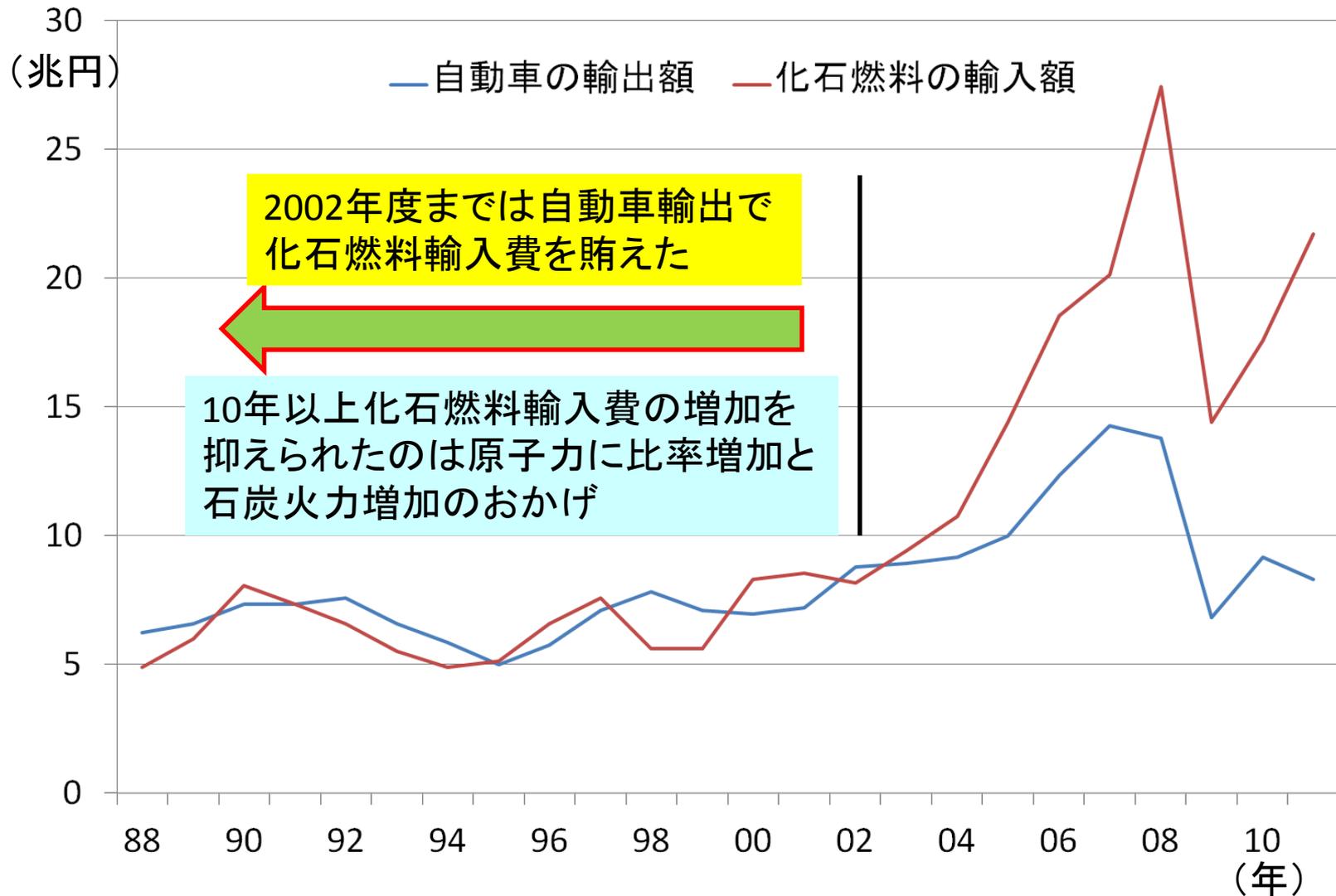
2011年の貿易収支

■ 輸入額 ■ 輸出額



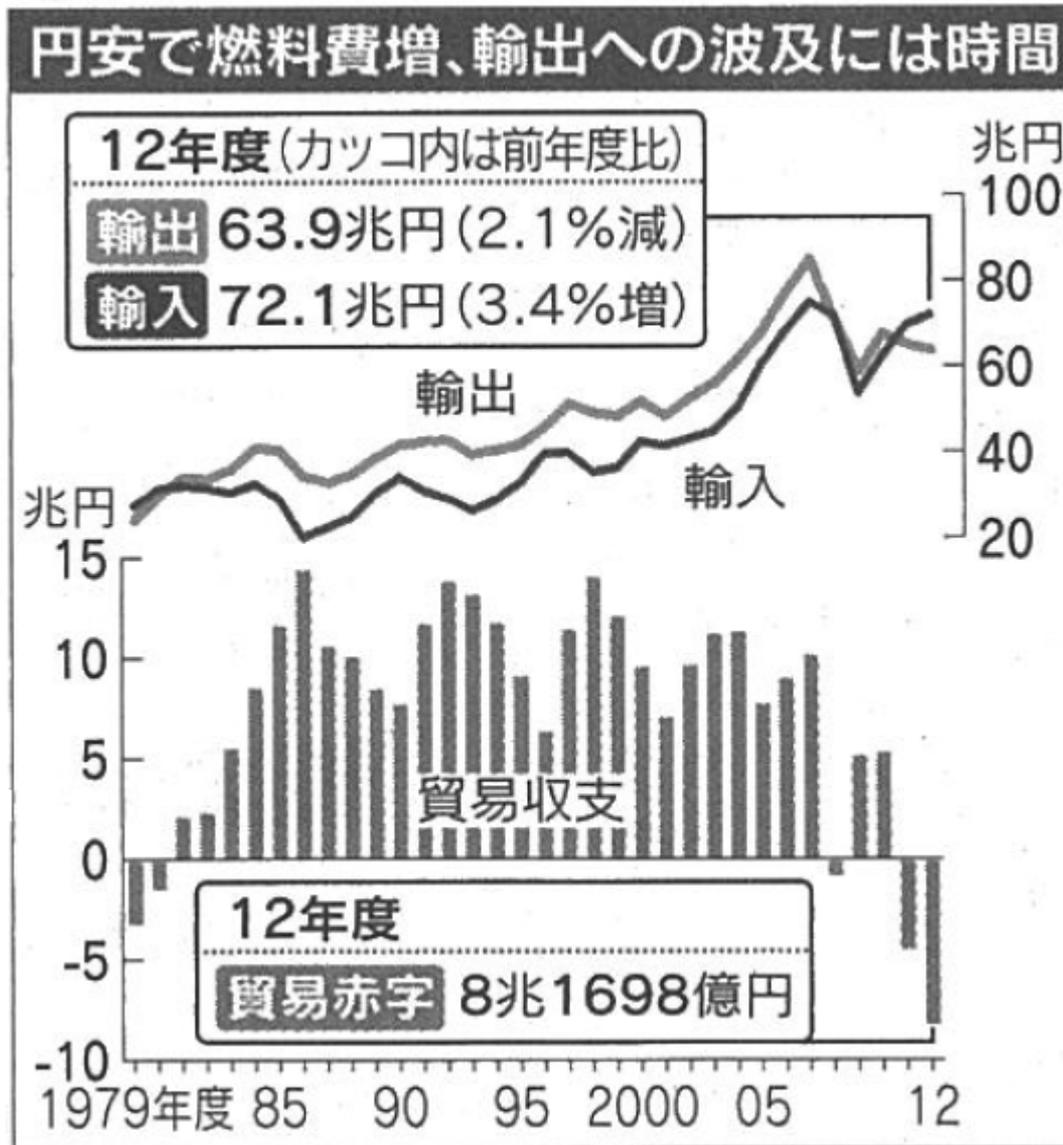
悲しいかな日本国内で付加価値を高め輸出している工業製品がなければ燃料を買えない！

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

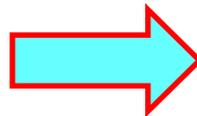
過去20年以上続いた貿易黒字が一挙に赤字に転落



日本経済新聞2013年4月18日

今の現実

◆ 原子力発電がすべて停止



● 火力発電でカバー



● 輸入燃料費の急増



◆ 電力料金値上げ

◆ 貿易収支赤字



解決策： ①燃料を安く買う --- 交渉力
②火力発電の効率を上げる

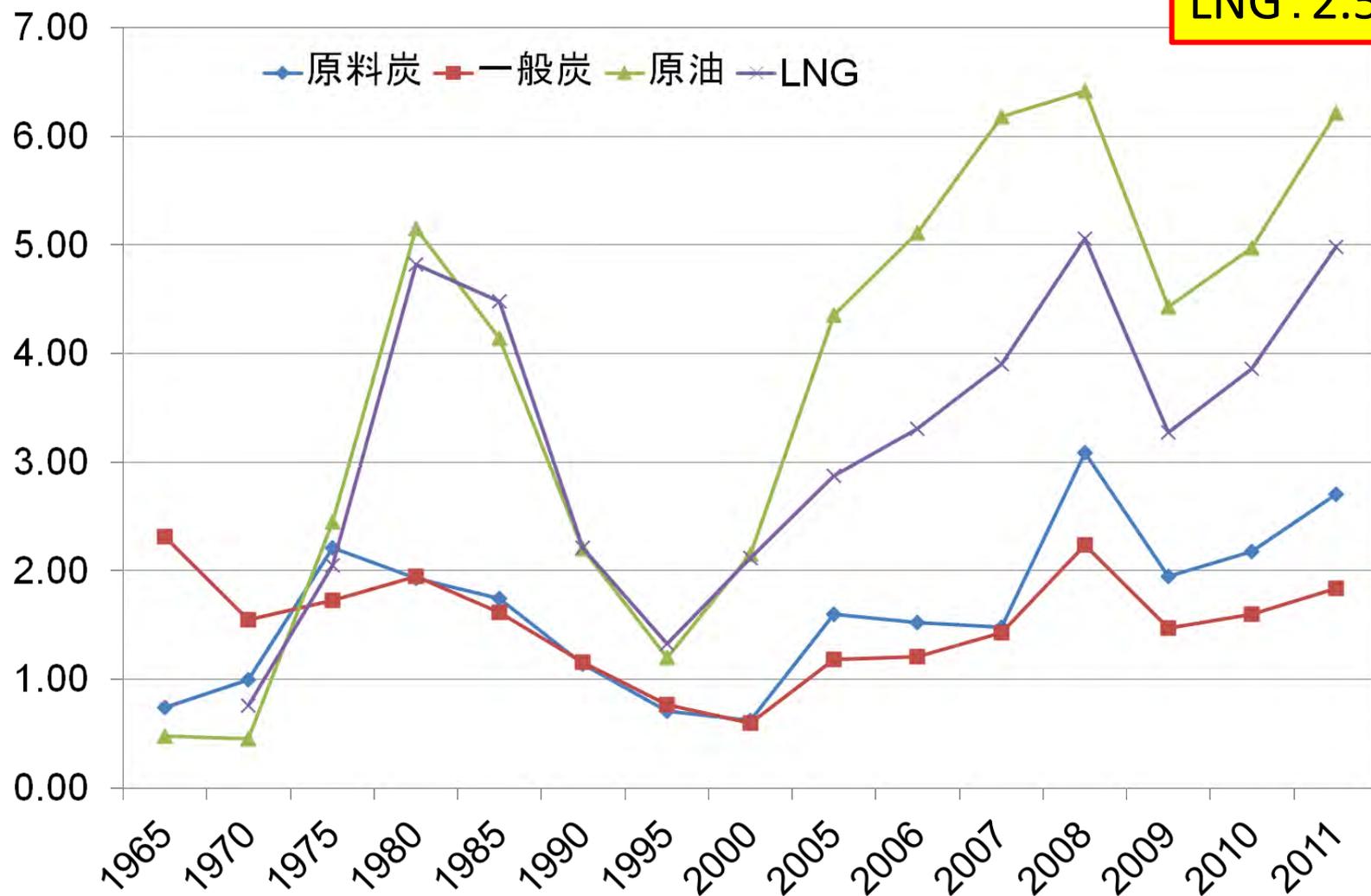


- 輸入燃料費の削減 → 電力料金値上げ不要
- CO2排出が自動的に下がり地球温暖化防止に貢献 → COP20への交渉力

エネルギー源別価格(カロリー当たり)

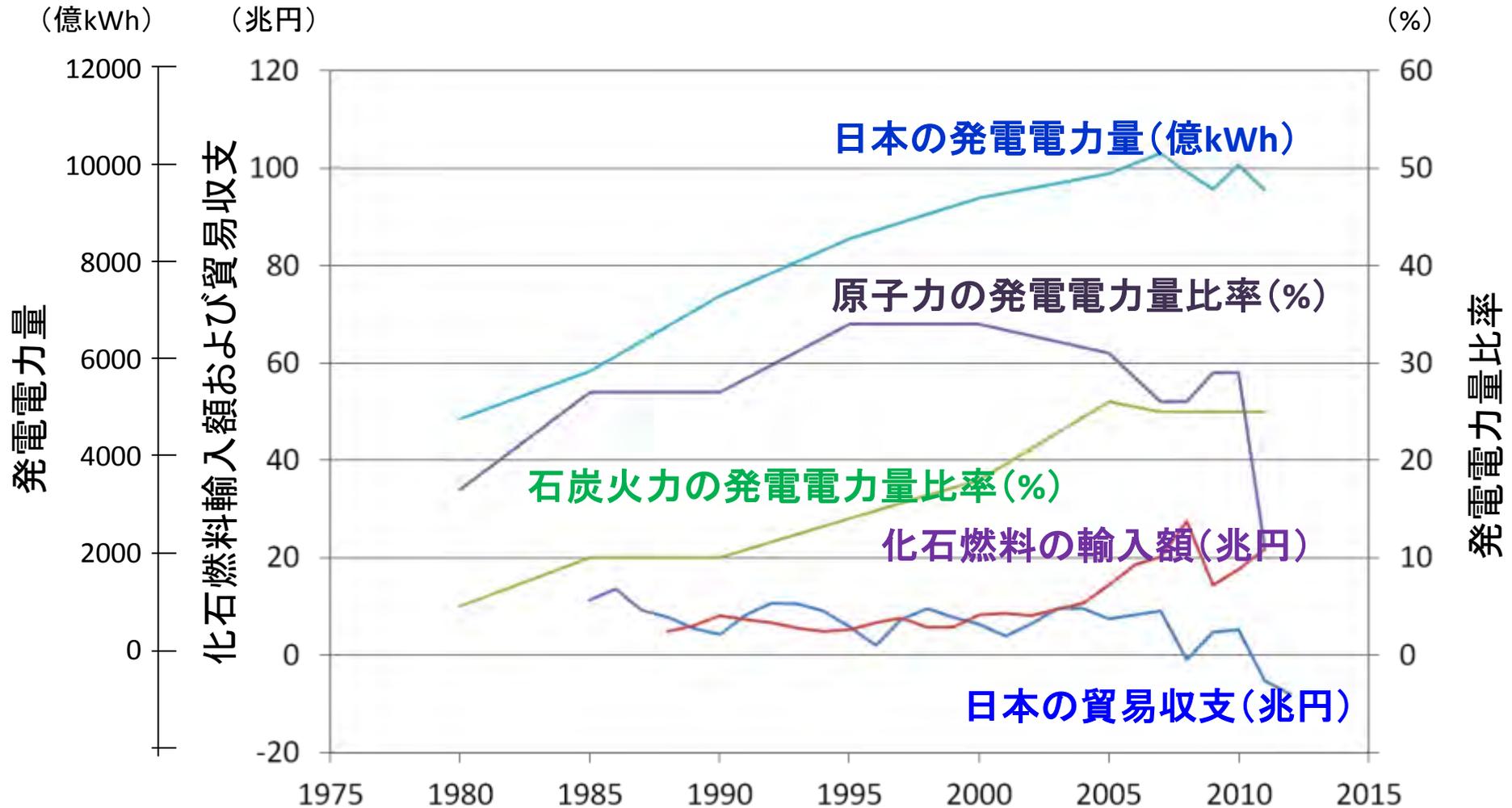
石炭比:
石油:3倍
LNG:2.5倍

(円/千kcal)



JCOAL資料より作成

エネルギーのベストミックスがいかに日本経済に貢献したか？

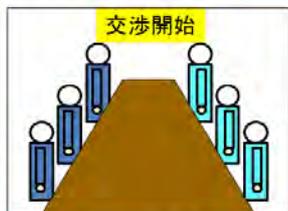


● なぜ発電電力量は4割増えているのに燃料輸入額は一定だったか？

まとめ

◆ 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！

切札あり
オプションあり

Negotiation

交渉 - 条件闘争



切札無し
オプション無し

Plea - Petition -

哀願・懇願



> negotiateの語源は“Noということを楽しむ”こと
Latin: *negotius* pp. of *negotari*
--- to carry on business
from *negotium*
--- business
from *neg-* not
otium leisure
(from Merriam Webster's Collegiate Dictionary)

土下座外交

アリとキリギリス

エネルギーセキュリティは国家の最優先事項

キリギリス
- 天然ガス？



アリ
- 石炭？

過去の大战はいずれもエネルギー資源争奪戦が根本原因

もともと軍艦は石炭焚きであった
(日露戦争時のバルチック艦隊の苦労もそのせい)



日本海軍の標準：艦本式ロ号ボイラ



最初は石炭焚きであった



太平洋戦争前にいち早く
すべて重油専焼に切り替え
→これが裏目に出た
→米国の石油禁輸でやけくそ
で戦争突入



重油配管

一つのバスケットに卵を全部入れてはいけない

Don't put all your eggs in one basket!



- > リスクヘッジ
- > 危険分散
- > 交渉力オプション

●手を拱いていては、まともなLNGの価格交渉もできない！

●今、大事なことは世界最高効率の石炭火力を国内にしっかりと建設すること！

2. 高効率発電とIGCC



火力発電の高効率化

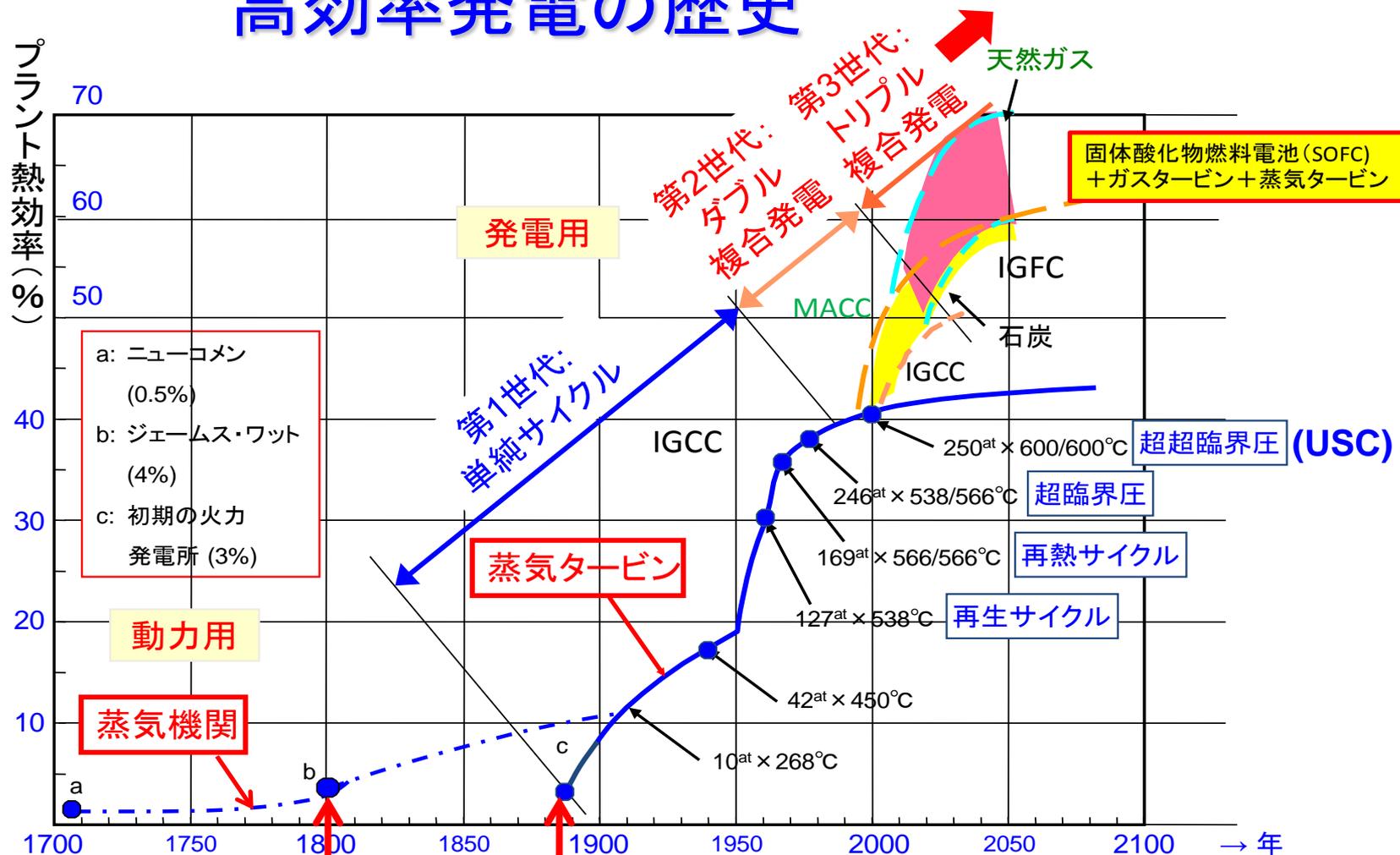
● 高効率発電技術の歴史と今後

- ◆ 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歴史

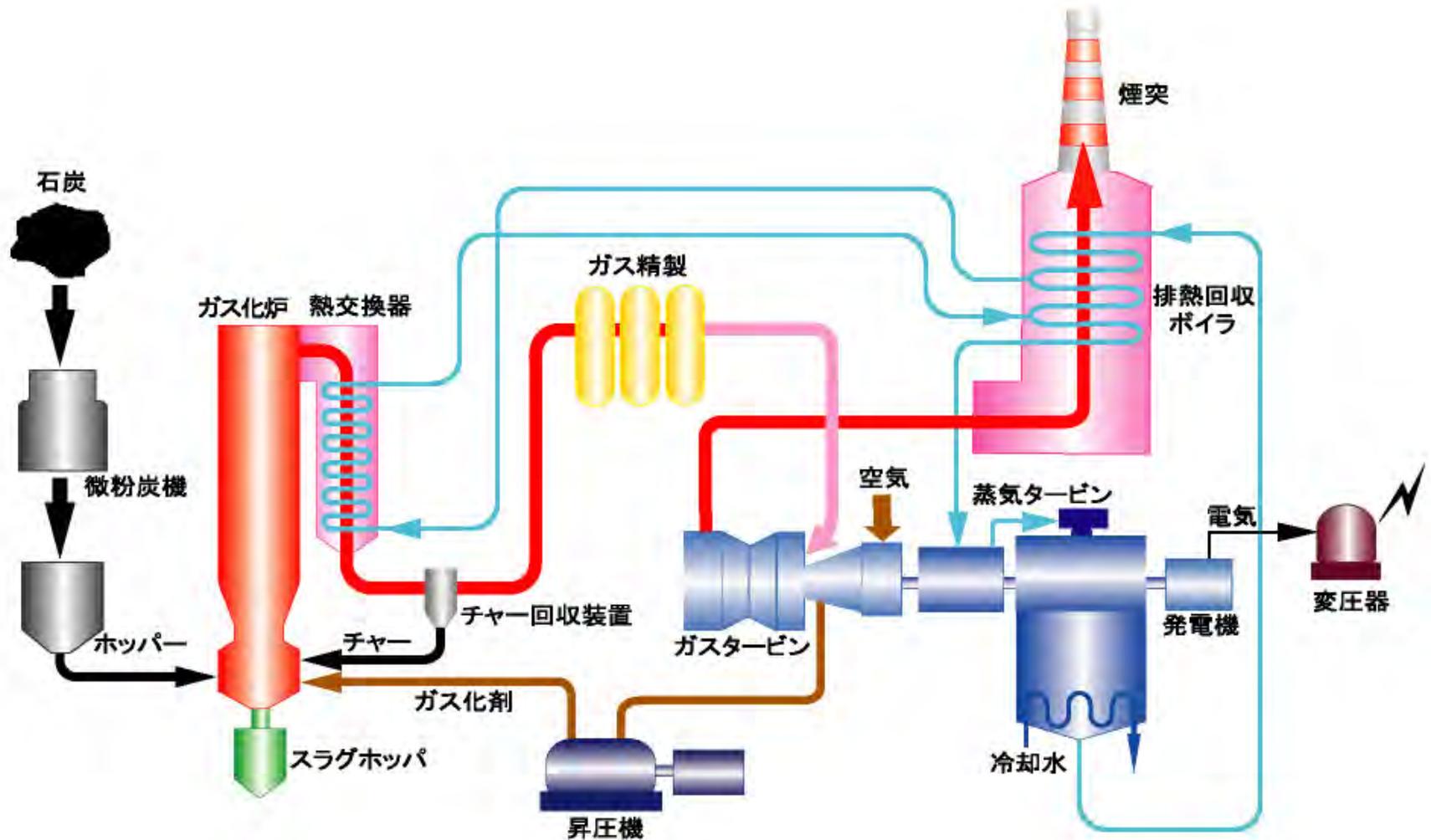
高効率発電の歴史



① James Wattの改良

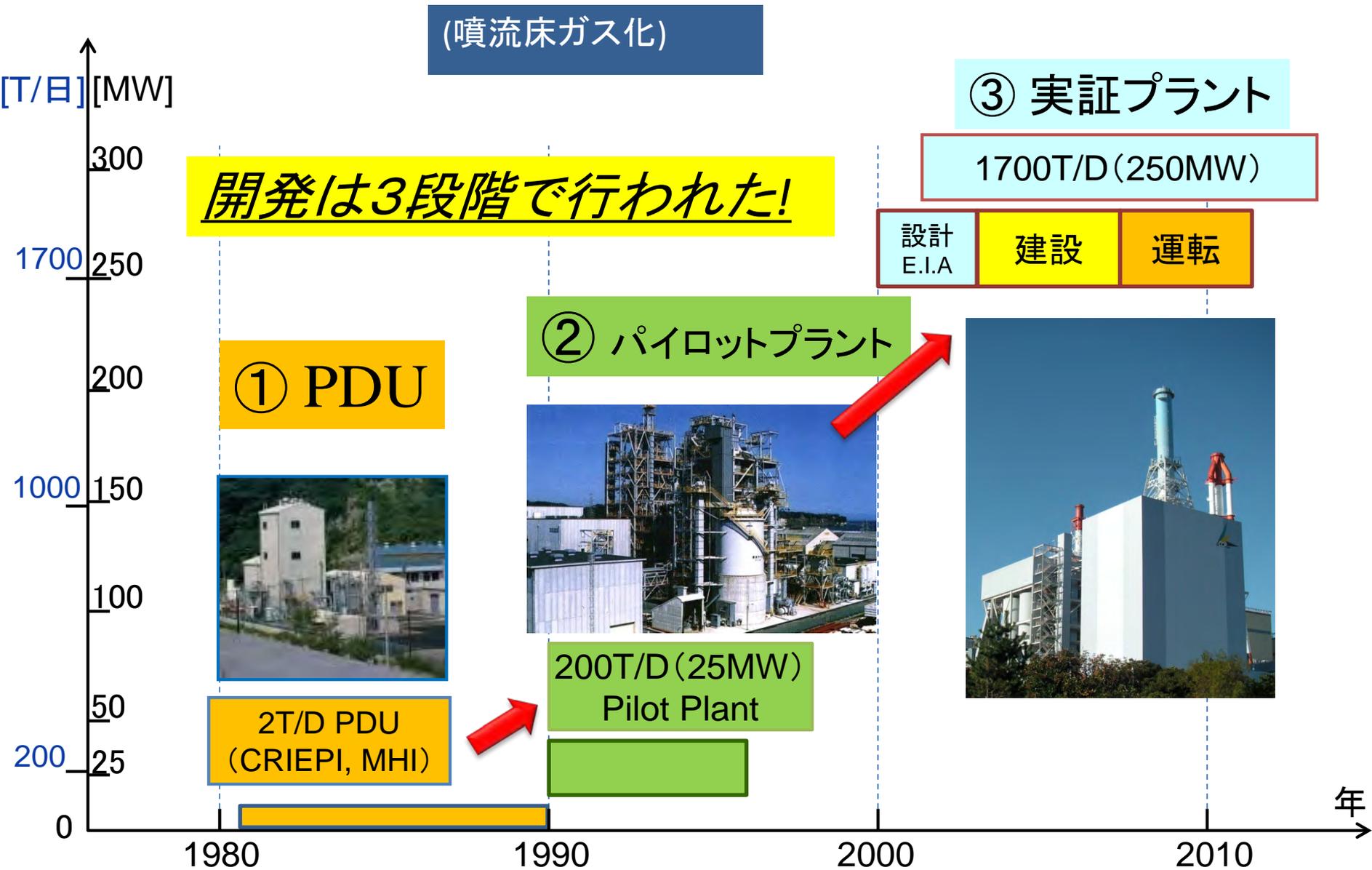
② Parsonsの蒸気タービン(軸流・多段) 1884年

ダブル複合発電（石炭 — IGCC）



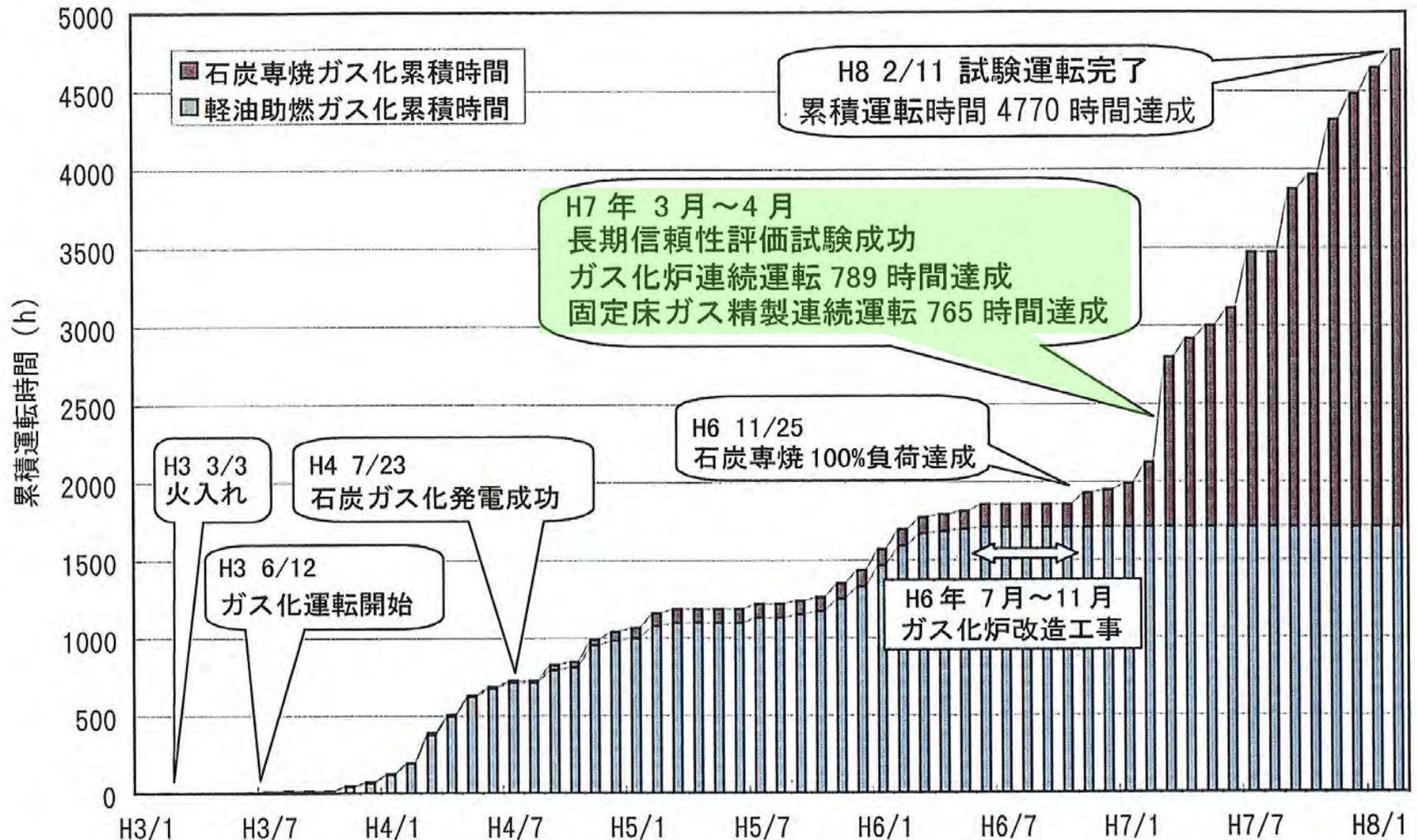
プラント効率（送電端）：46 - 48 % (HHV) !

石炭ガス化複合発電(IGCC)国家プロジェクトの歴史



200T/日パイロットプラント運転実績

1. 運転実績



1991年

まともに動くようになるまで4年かかった!

1996年

● 旧IGCC実証機250MW
→現在、勿来 10号機 IGCC

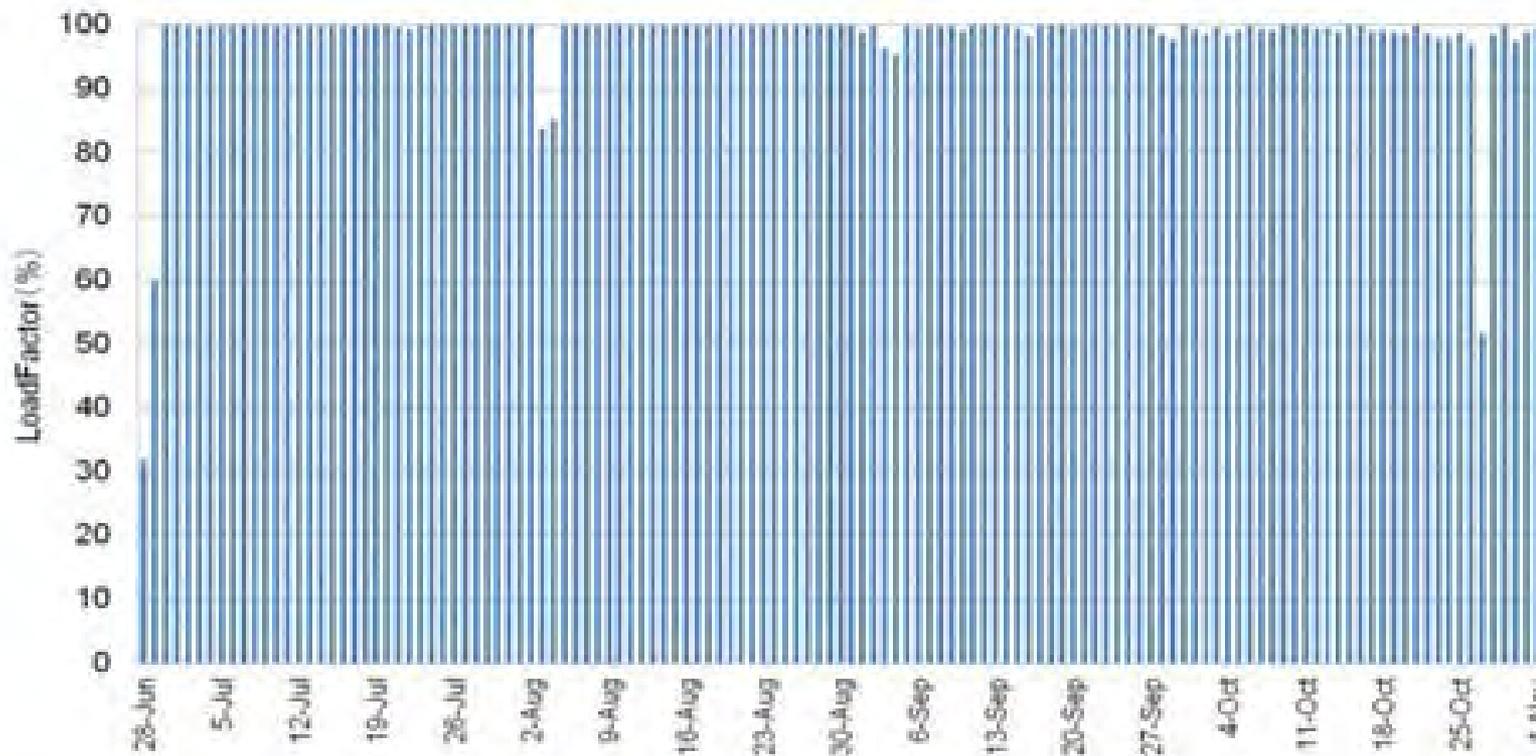
- 
- ガス化炉:1700 Ton/日、NOx、SOx、ばいじんが一桁の数値
 - 2000時間連続運転達成(2008年)
 - 5000時間耐久運転達成(2010年)
 - 2011.3.11の大震災後、4か月で復旧、8月11日以降3カ月連続運転(2238時間以上)
 - 2013.6.28に勿来10号機として商用運転を開始後、12月8日現在で3917時間の連続運転世界記録を達成した。

➤ 5か月以上ノンストップ
連続運転を達成

勿来10号機3917時間の連続運転世界記録を達成!

負荷(%)

2013年連続運転の記録



運転開始: 2013年6月26日

日付

運転停止: 2013年12月7日
連続運転時間: 3917時間

浜通りクリーンコールハイウエー構想

福島県での立地を最大のメリットに！



- 世界最新鋭の環境にやさしい石炭火力を福島から発信！

しかもこれが現行太陽光支援FITの1/200の金額で可能！

災いを転じて福となせ！

2012年11月2日 第4回 東大エネルギー・環境シンポジウムでの主張

福島県の産業復興への提案

500万kWのIGCCを建設!

世界最高効率で世界で最も環境にやさしい石炭火力発電所を!



相馬共同火力:現設備能力 200万kW

★200万kW IGCCを建設!



東北電力原町火力:現設備能力 200万kW

★100万kW IGCCを建設!



東京電力広野火力:現設備能力 380万kW

★100万kW IGCCを建設!



★100万kW IGCCを建設!

常磐共同火力:既設設備能力 162.5万kW
10号機(旧CCP:IGCC実証機):25万kW



成美堂出版:地図で読む東日本大震災より

日本経済新聞

2013年11月23日(土)

全国版朝刊

日本経済新聞

11月23日
土曜日

発行所 日本経済新聞社
〒100-8702 東京都千代田区大塚1-7-1
TEL:03-5561-3111 FAX:03-5561-3111
〒100-8702 東京都千代田区大塚1-7-1
TEL:03-5561-3111 FAX:03-5561-3111
〒100-8702 東京都千代田区大塚1-7-1
TEL:03-5561-3111 FAX:03-5561-3111

プロネクス

インターネット・プロネクス
TEL:03-5773-3111
www.pronexus.co.jp

購読のお申し込み
TEL:03-23-12446
http://www.nikkei.com
日経電子版
http://www.nikkei.com/
TEL:03-5773-3111

■ 福島県に50万KWIGCCを2基建設

■ 2020年までに運転開始

いよいよ石炭もIGCCの時代に!

仕事場は森

林業女子、りんとして

コンビニで7億杯

いれたてコーヒー浸透

新設する石炭火力発電設備

発電所名	東電広野火力発電所
発電機	1~4号機 石炭 320 5,6号機 石炭 120
新設機	IGCC 50

常備共同火力発電設備
6号機 石炭 175
7号機 石炭 145
10号機 IGCC 25
新設機 IGCC 50

発電コスト下げ急ぐ

東電、三菱系3社と
福島に最新鋭石炭火力

福島に最新鋭石炭火力

東電、三菱系3社と

2020年にも稼働

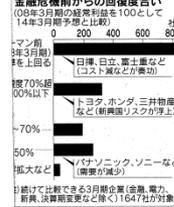
東電、三菱重工、三菱商事、三菱物産が共同出資する福島県に、最新鋭の石炭火力発電所を建設する。出力は100万キロワットで、2020年稼働を目指す。福島県は、原発事故の影響で電力供給が逼迫している。この発電所は、福島県に初めて建設される石炭火力発電所となる。また、IGCC（統合型煤气発電）も導入される。東電は、福島県に最新の石炭火力発電所を建設する。出力は100万キロワットで、2020年稼働を目指す。福島県は、原発事故の影響で電力供給が逼迫している。この発電所は、福島県に初めて建設される石炭火力発電所となる。また、IGCC（統合型煤气発電）も導入される。

企業収益

新たな挑戦

リーマン前より強く

3000社超の企業収益、リーマン前より強く



高速道路の割引縮小

深夜3割に平日昼は廃止

国交省方針

国土交通省は、高速道路の割引制度を縮小する方針を示した。深夜3割の割引は維持するが、平日昼間の割引は廃止する。また、土曜日の割引も縮小される。この方針は、道路の混雑を緩和し、収益を確保するための措置と見られる。国土交通省は、高速道路の割引制度を縮小する方針を示した。深夜3割の割引は維持するが、平日昼間の割引は廃止する。また、土曜日の割引も縮小される。この方針は、道路の混雑を緩和し、収益を確保するための措置と見られる。

3年で100億円投資

三菱伊丹増設後も積極改装

三菱伊丹飛行機は、3年間で100億円を投資して機体を増設し、積極的な改装を行う方針を示した。三菱伊丹飛行機は、3年間で100億円を投資して機体を増設し、積極的な改装を行う方針を示した。三菱伊丹飛行機は、3年間で100億円を投資して機体を増設し、積極的な改装を行う方針を示した。

春秋

季節の変わり目、体調管理に注意

Brillia

東京建物

スペースチャーター

安全輸送で安心

いよいよ石炭もIGCCの時代に！

電気新聞

2013年(平成25年)
12/2(月)
第27459号
©日本電気協会2013

ENERGY & ELECTRICITY

The DenkiShimbon

東電、福島にIGCC

三菱系と50万キロワット級2基

東電が福島県に、石炭火力発電用IGCC設備を福島県方所に建設する計画を、11月29日、福島県に正式に申し入れ、福島県も歓迎の意向を表明した。出力50万キロワット級を三菱系と共同で建設する2基のうち、1基はいわき市、もう1基は広野町に建設される。福島県は、IGCC設備の建設に際しては、福島県が建設費の一部を負担する意向を示している。

東電は、福島県に、石炭火力発電用IGCC設備を福島県方所に建設する計画を、11月29日、福島県に正式に申し入れ、福島県も歓迎の意向を表明した。出力50万キロワット級を三菱系と共同で建設する2基のうち、1基はいわき市、もう1基は広野町に建設される。福島県は、IGCC設備の建設に際しては、福島県が建設費の一部を負担する意向を示している。

東電は、福島県に、石炭火力発電用IGCC設備を福島県方所に建設する計画を、11月29日、福島県に正式に申し入れ、福島県も歓迎の意向を表明した。出力50万キロワット級を三菱系と共同で建設する2基のうち、1基はいわき市、もう1基は広野町に建設される。福島県は、IGCC設備の建設に際しては、福島県が建設費の一部を負担する意向を示している。

- 2013年11月29日(金)
- ◆ 東京電力が正式に福島県に申し入れ →福島県も歓迎の意向を表明
- ◆ 出力50万KWのIGCCを2基建設 →1基はいわき市、もう1基は広野町

東京電力発表要旨

- 世界に先立ち「世界最新鋭の石炭火力発電所」を建設・運用することで、福島県の復興や我が国の経済成長に貢献
- この技術が海外に展開され、福島県が我が国が誇るクリーンコール技術の発信地として、世界全体でのエネルギー・環境問題へ貢献していく姿を世界へアピールしたい
- 二国間オフセット・クレジット制度(JCM)の基幹技術として世界の温室効果ガス削減に貢献したい

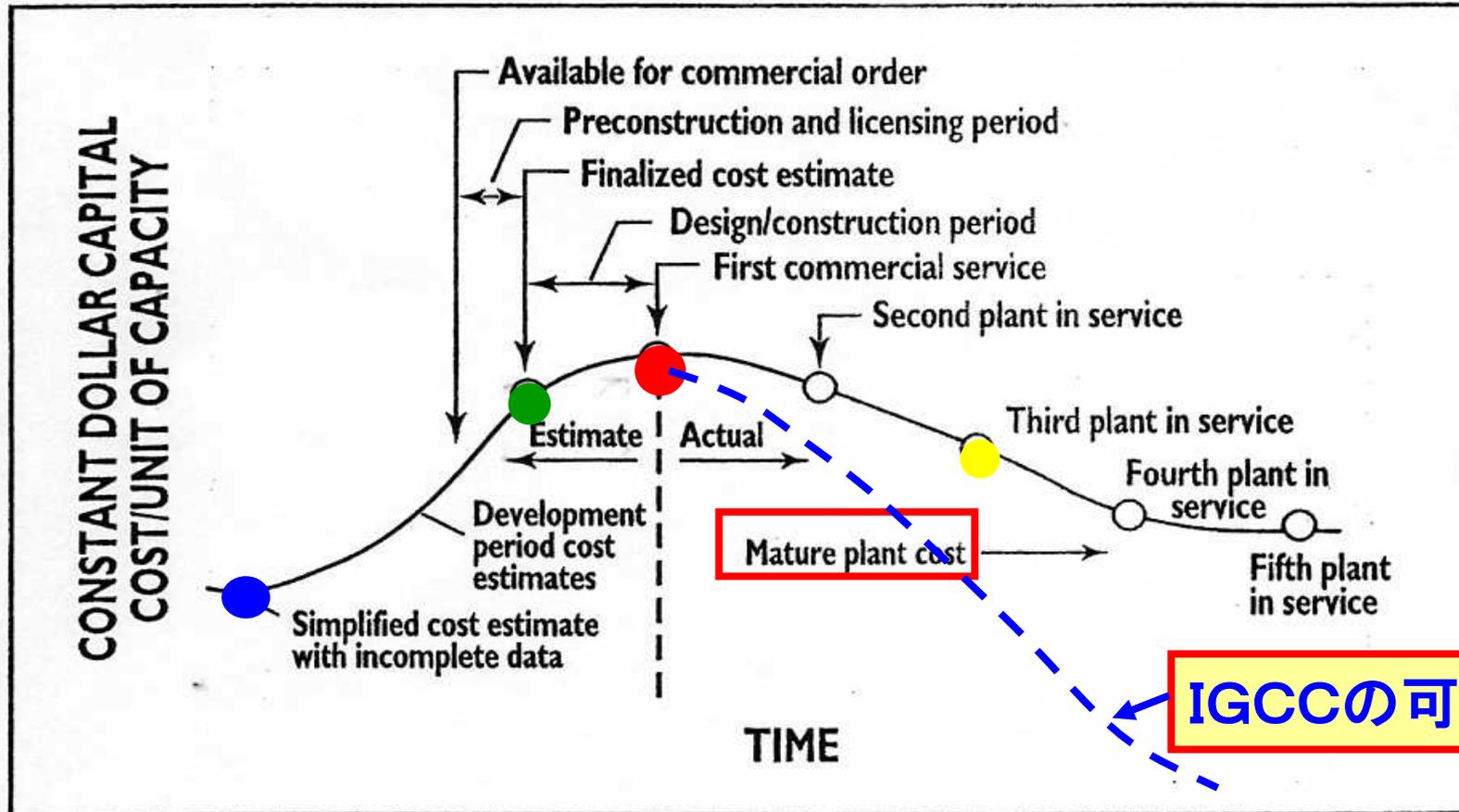
(電気新聞: 2013年12月2日)

IGCC商用機の競争力

1. 3乗則設計による自動的なコストダウン
2. コンパクト設計によるコストダウン
3. 大型モジュールによる建設費削減
4. 低品位炭利用による燃料費の削減
5. 天然ガスバックアップによる稼働率向上
6. 再生エネルギーとの良好な補完関係
(高い負荷変化率・コプロダクションによる変動吸収)
7. コプロダクションによる柔軟なシステム
8. JCM利用による優遇措置
9. バイオマス利用による支援策活用(FITなど)

コスト習熟曲線

➤ IGCCは他の機種以上のコストダウンの可能性はある---なぜか？

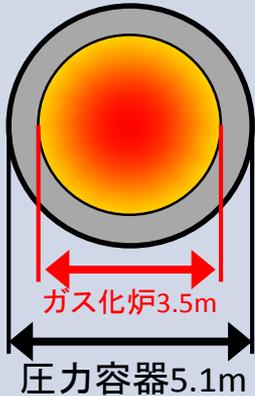
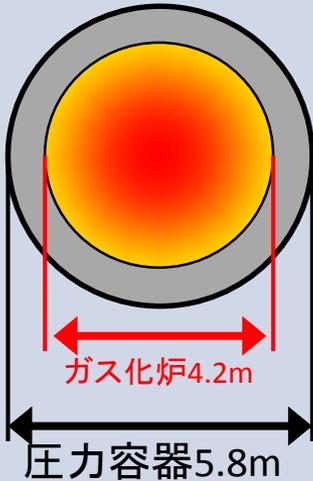
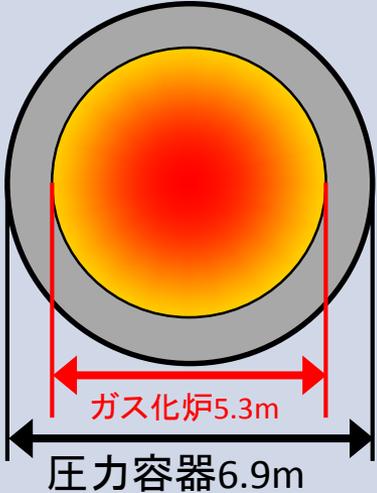


6. The “mountain of death” generic capital cost trend for early commercial units of a new power plant technology, based on the Technical Assessment Guide of the Electric Power Research Institute (VI)

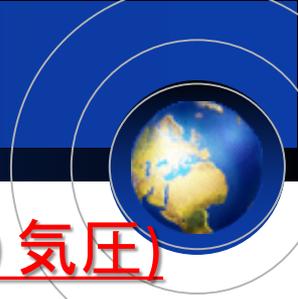
出典:TAPPI JOURNAL, December 1997, p.54

実証機と商用機の寸法比較

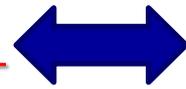
3乗則(D^3)により単機容量が大きくなる程重量・コストが低減

	250MW	500MW	1000MW
	 <p>ガス化炉3.5m 圧力容器5.1m</p>	 <p>ガス化炉4.2m 圧力容器5.8m</p>	 <p>ガス化炉5.3m 圧力容器6.9m</p>
ガス化炉内径	3.5m	4.2m	5.3m
圧力容器内径 (アニュラス部)	5.1m (0.8m × 2)	5.8m (0.8m × 2)	6.9m (0.8m × 2)
重量比	1.0	1.3	1.7

微粉炭焼きボイラと石炭ガス化炉の寸法比較



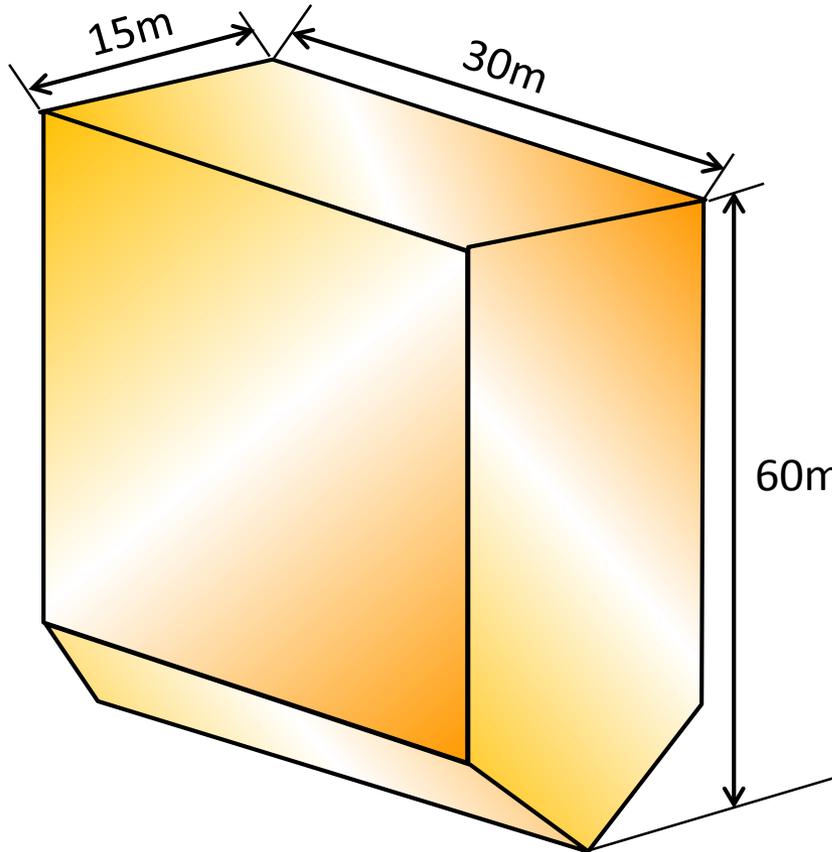
微粉炭焼きボイラ(大気圧)



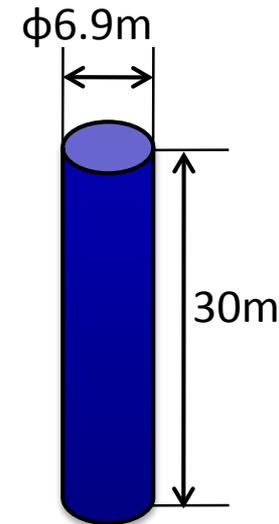
IGCC用石炭ガス化炉(30気圧)

1000MW用のボイラとガス化炉を比較

ガス化炉は加圧しているので容積は非常に小さい



容積: 25,000[m³]



容積: 1,000[m³]

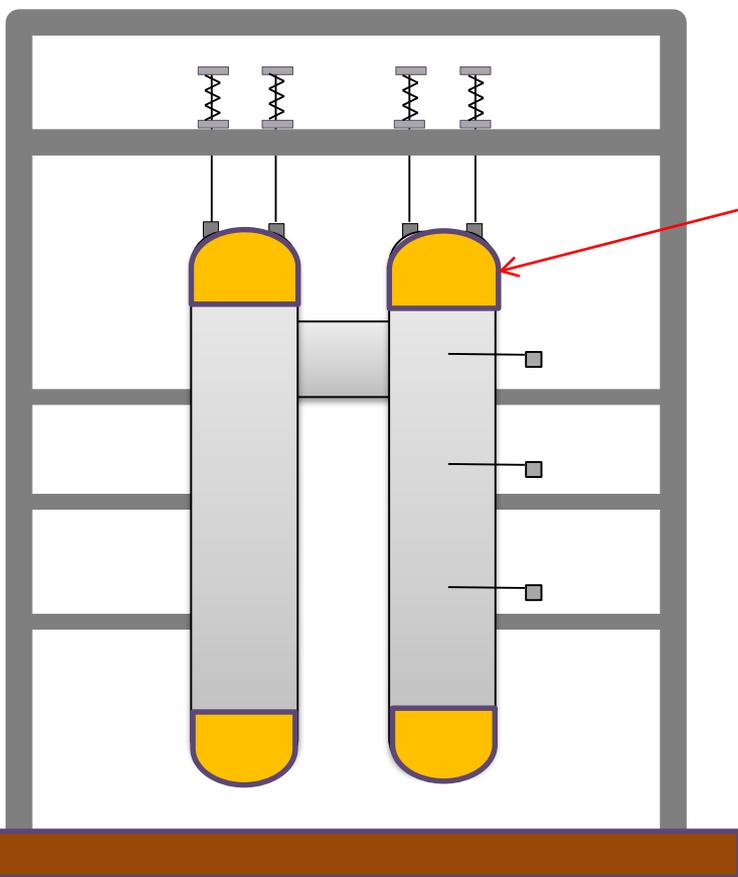
商用石炭ガス化炉

勿来10号機

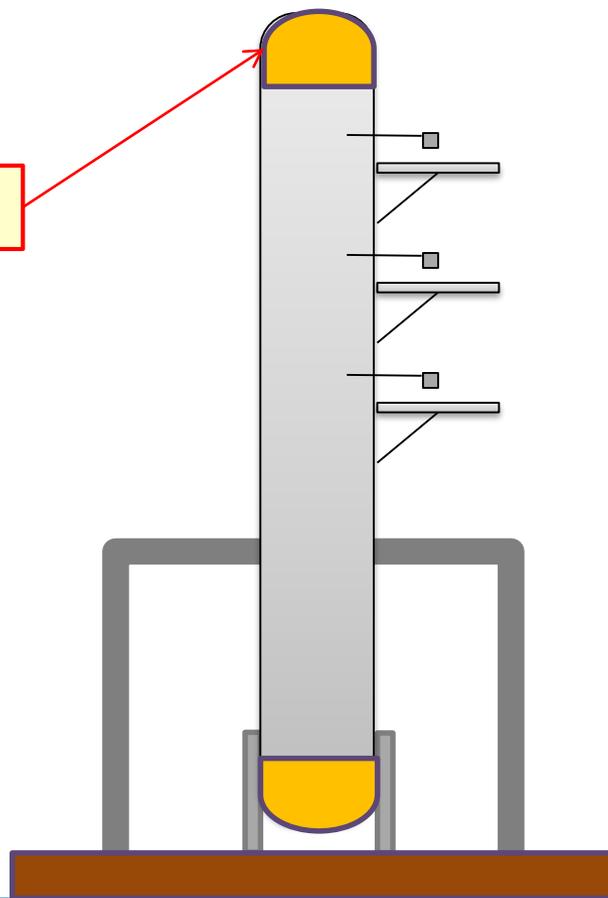
商用機

鉄骨吊下構造・二塔連結型

一塔自立型



鏡板



化学プラントの反応塔はもともと自立型！



大型鏡板の製作---量産でのコストダウン可

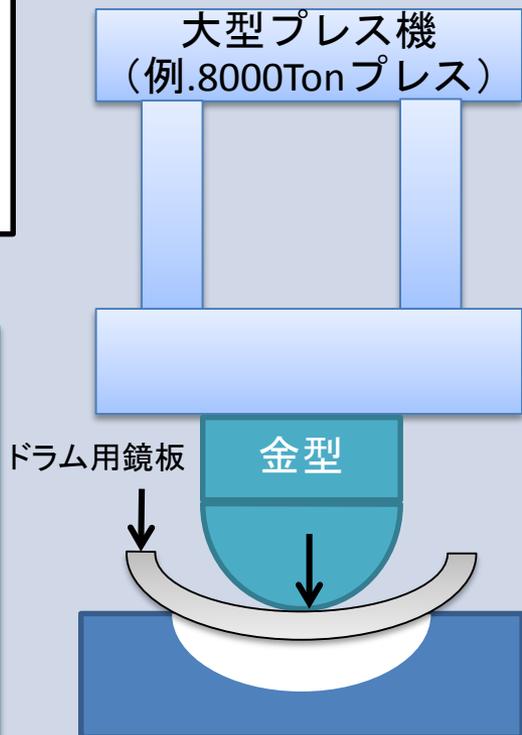
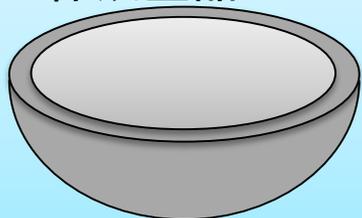
ドラム型ボイラ

圧力	100~190気圧	直径	1.3~1.8m
温度	~350°C		

[標準蒸気ドラム径]

- 60" --- 1524mmΦ
- 66" --- 1676mmΦ
- 72" --- 1828mmΦ

製品
一体成型品



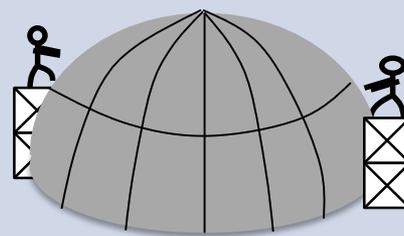
石炭ガス化炉

圧力	30~40気圧	直径	3~6m
温度	~350°C		

[標準径]

- 250MW ~5m
- 500MW ~6m
- 1000MW ~7m

・溶接による熱歪みを修正しながら成型していく



製品

溶接接合型



↓

量産ができれば
一体成型も可能
(要設備投資)

機種と日本国内内製率

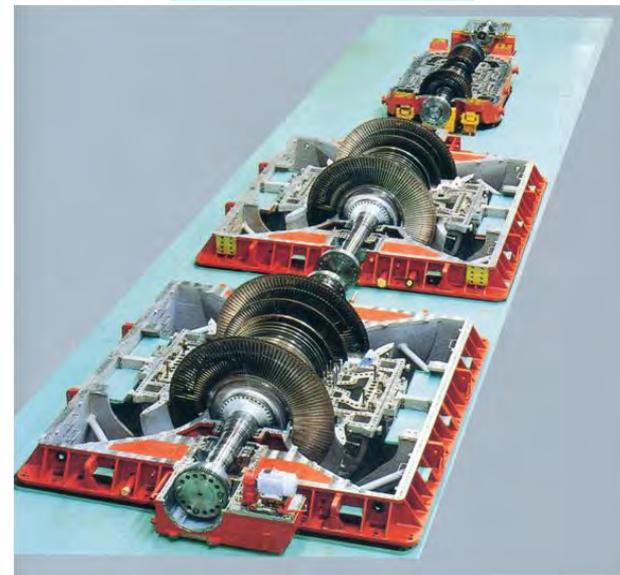


大型モジュールによるコストダウン

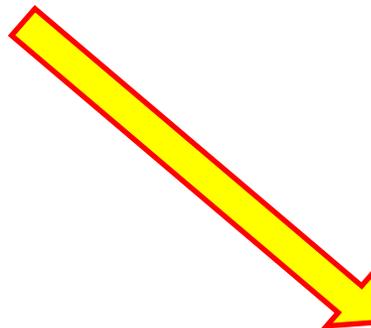
ボイラ



蒸気タービン



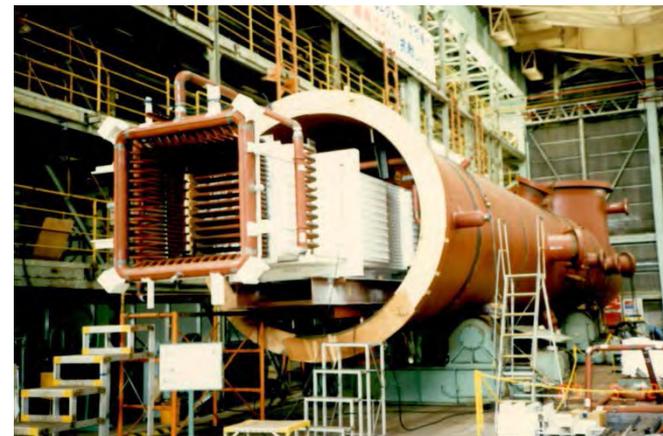
- ボイラ: 大気圧
 - ガス化炉: 30気圧
- 容積1/30



ガスタービン



石炭ガス化炉



● IGCCは工場製作の比率大

(現地工事のリスクも最小に)

ガスタービンは飛行機でも運べる！

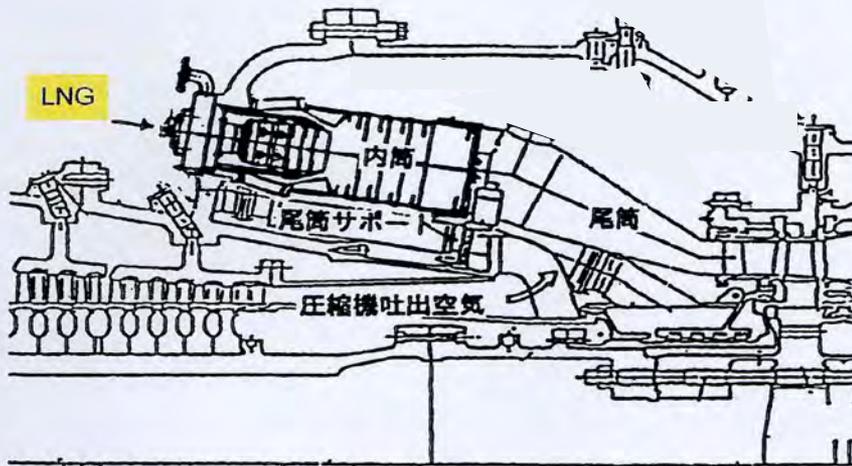
- ガスタービンの緊急輸送で活躍するAn-124



燃料多重化によるセキュリティ上昇

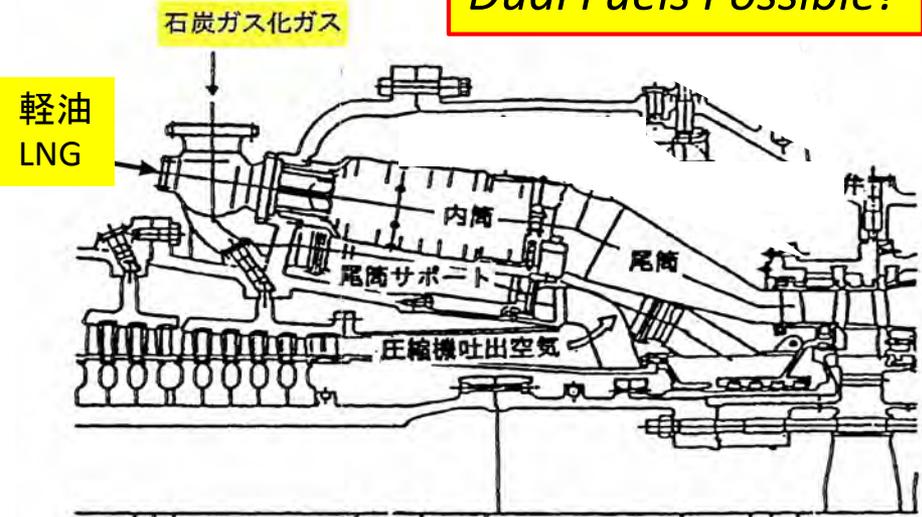
ガスタービン比較 (天然ガス用と石炭ガス化用)

Single Fuel Only!



天然ガス焼き用

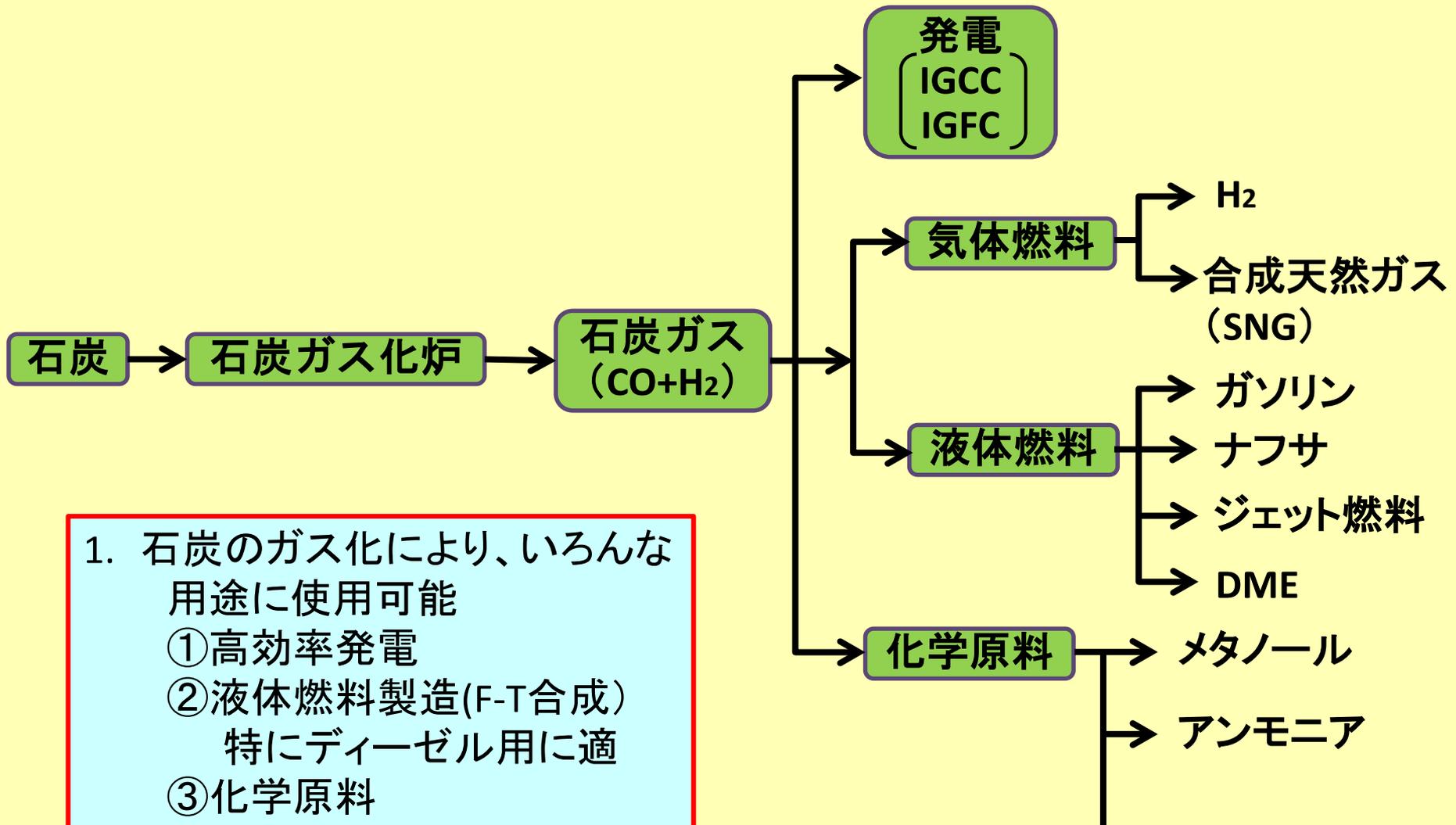
Dual Fuels Possible!



石炭ガス化焼き用

IGCCでは天然ガス専焼発電も可能

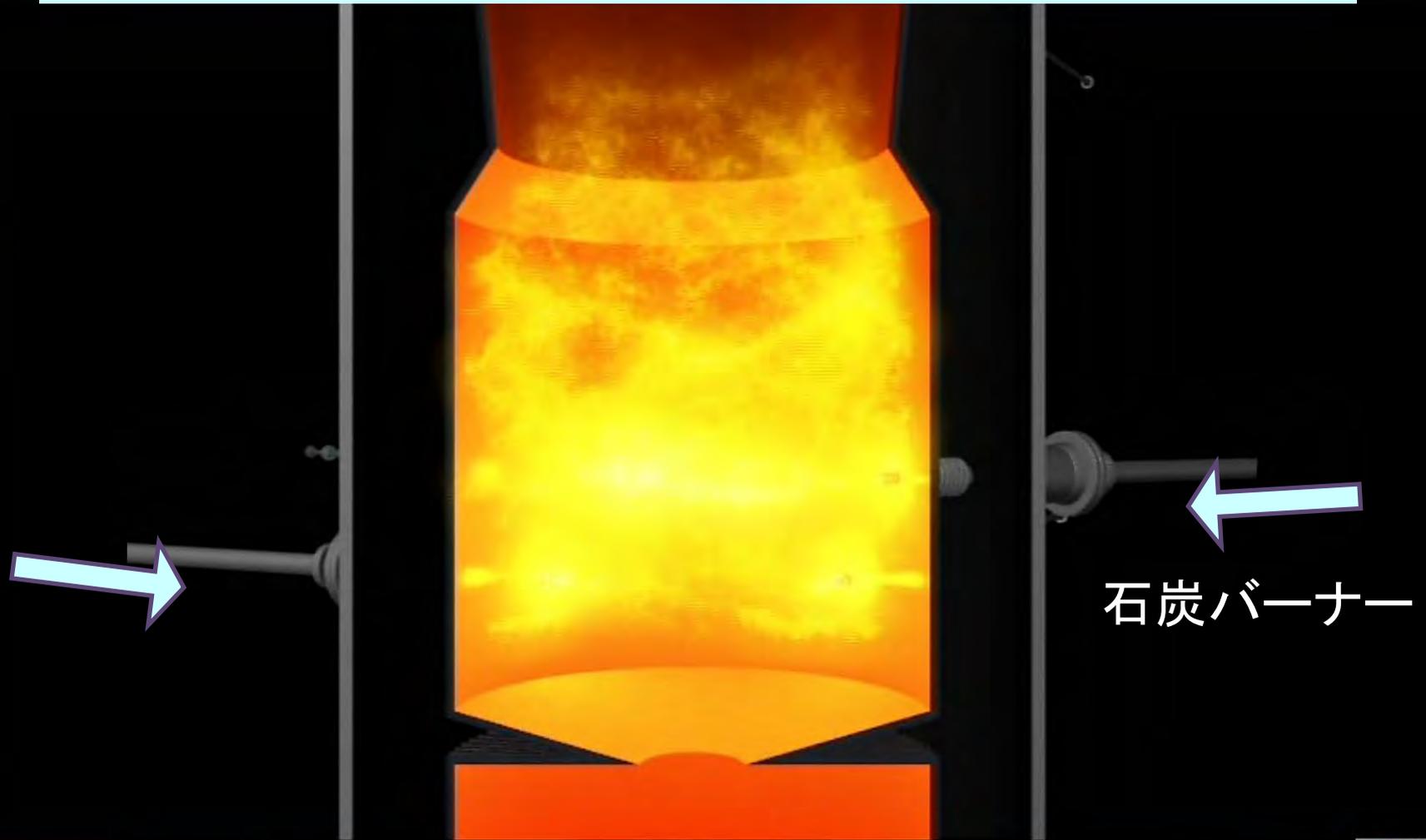
石炭ガス化の用途



- 石炭のガス化により、いろんな用途に使用可能
 - ①高効率発電
 - ②液体燃料製造(F-T合成)
特にディーゼル用に適
 - ③化学原料
- 石炭と天然ガスとの互換性

コプロダクションにも有利!

ガス化用最適炭種の選定



- 噴流床石炭ガス化炉では灰の融点が高い石炭が適している!

米国と日本のIGCC比較

	米国 Edwardsport	米国 Kemper	日本IGCC 商用機計画	勿来10号機 (旧実証機)
発電端出力 (MW)	761	582	1000 (500×2)	250
発電効率 (送電端,HHV)	38.0	28.1(CCS付き)	46	41
ガスタービン 入口温度(°C)	1300		1500	1200
プロジェクト費用 (報道による) [当初予算] (注)1\$=100円とする	3500億円 [2400億円]	5,000億円 [2800億円]	~3000億円 (新聞報道による)	1000億円
出力当たり単価 (万円/kW)	46 [32]	86 [48]	30	40
所有者	Duke Energy	Mississippi Power	SPC	常磐共同火力
備考	<ul style="list-style-type: none"> ・酸素吹き ・スラリーフィード ・耐火材貼 ・ガス化炉予備機あり 	<ul style="list-style-type: none"> ・循環流動床 (TRIG方式) ・褐炭(ミシシッピ炭) 焚き ・65%CO2回収(EOR用) 	<ul style="list-style-type: none"> ・空気吹き ・乾式供給 ・水冷壁構造 	<ul style="list-style-type: none"> ・空気吹き ・乾式供給 ・水冷壁構造

IGCCのコスト増加を防ぐ最大のポイント

◆Single Point Contact

単一接点契約

●One Supplier



●One Purchaser

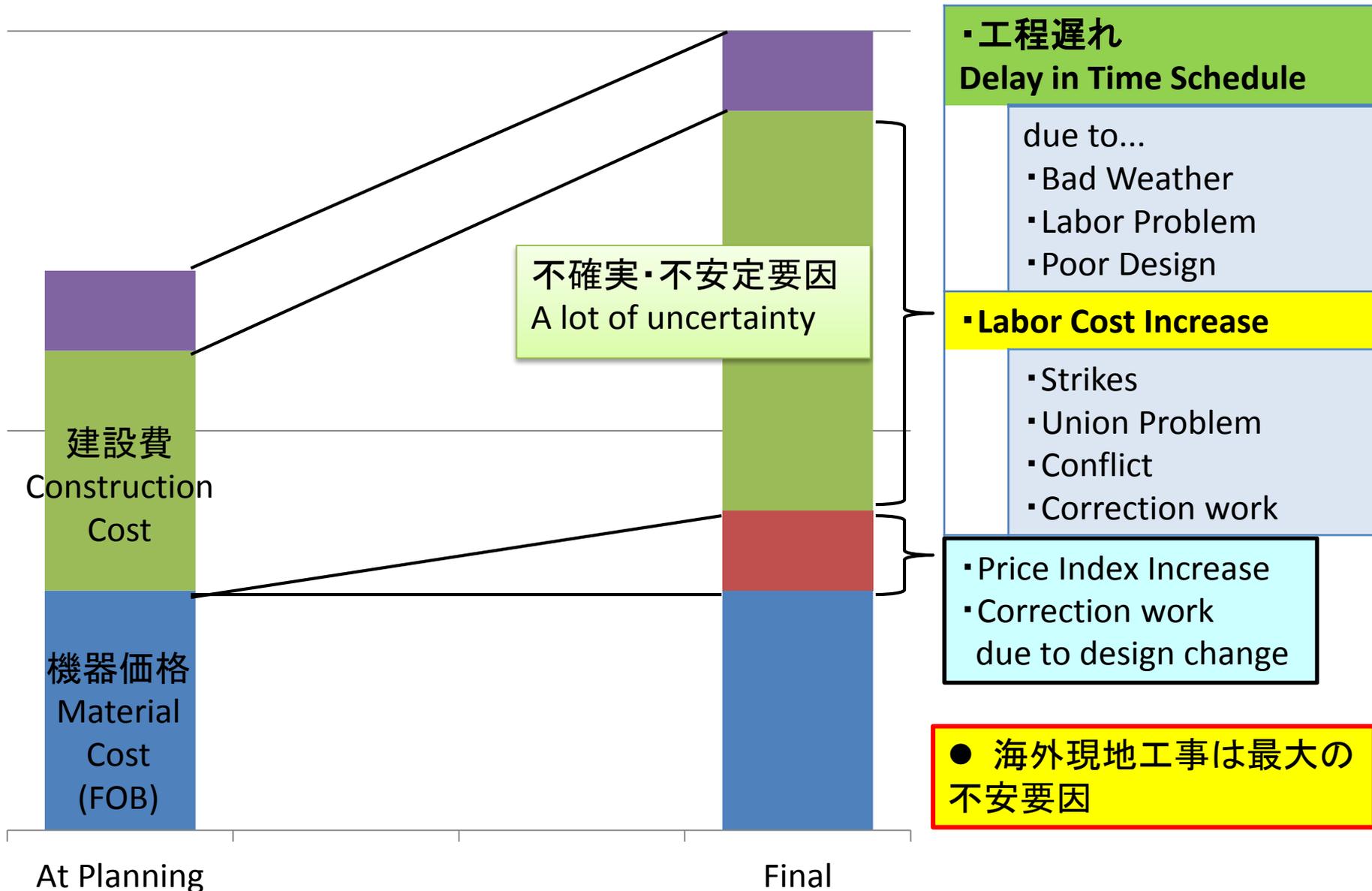
- 供給者1社・購入者1社という単純明快な責任体制が不可欠！

◆Turnkey Contract

ターンキー契約

- 勿来パイロットプラントの4年間の苦闘の最大の根本原因は“寄合所帯”と“責任者不明瞭”という体制の問題 → **これが最大の教訓**

コスト増加の原因 The Reasons of Cost Increase



3. 石炭ガス化



石炭のイメージ

1. 汚くて汚れる

(ばいじん、 SO_x 、 NO_x など)

⇒ 最新の設備でクリーンに

2. 灰が出る

⇒ ガラス質の非溶出性で量も半減

3. CO_2 が増える

⇒ 高効率で石油並に



これが可能なのはIGCCしか無い！

世界のガス化炉の歴史

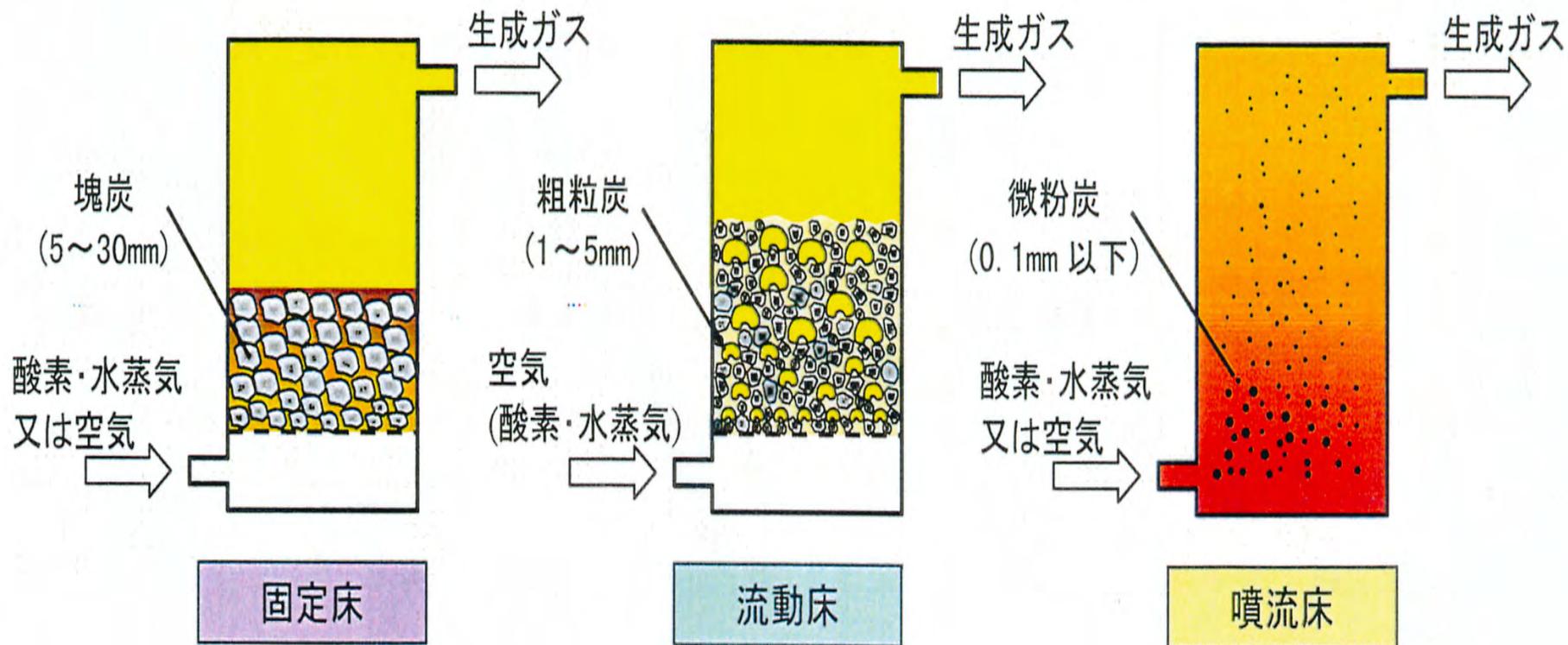
[石炭ガス化形式]

- 石炭燃焼の3形態に応じたガス化方式がある
- 現在の商業用ガス化炉は殆どが噴流床方式である

固定床 — — — → **流動床** — — — → **噴流床**
(ルルギ炉; 1934年～) (ウインクラー炉; 1926年～) (1952年～)

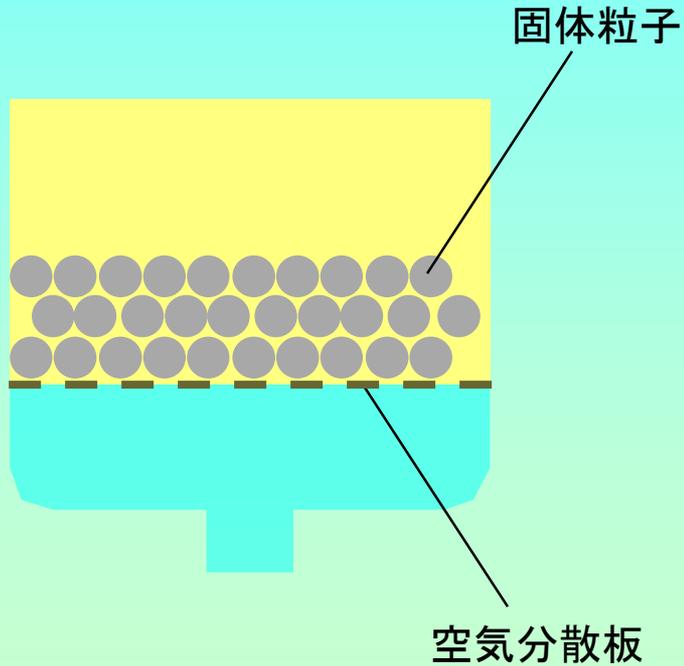
石炭燃焼形式の分類

石炭燃焼形式の分類

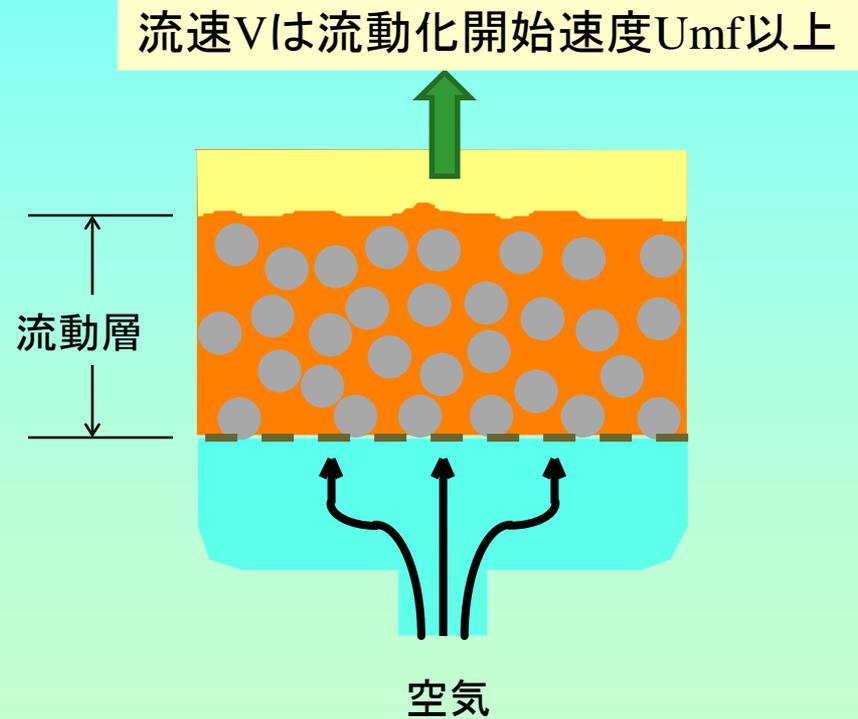


流動床燃燒方式

静止状態



流動状態

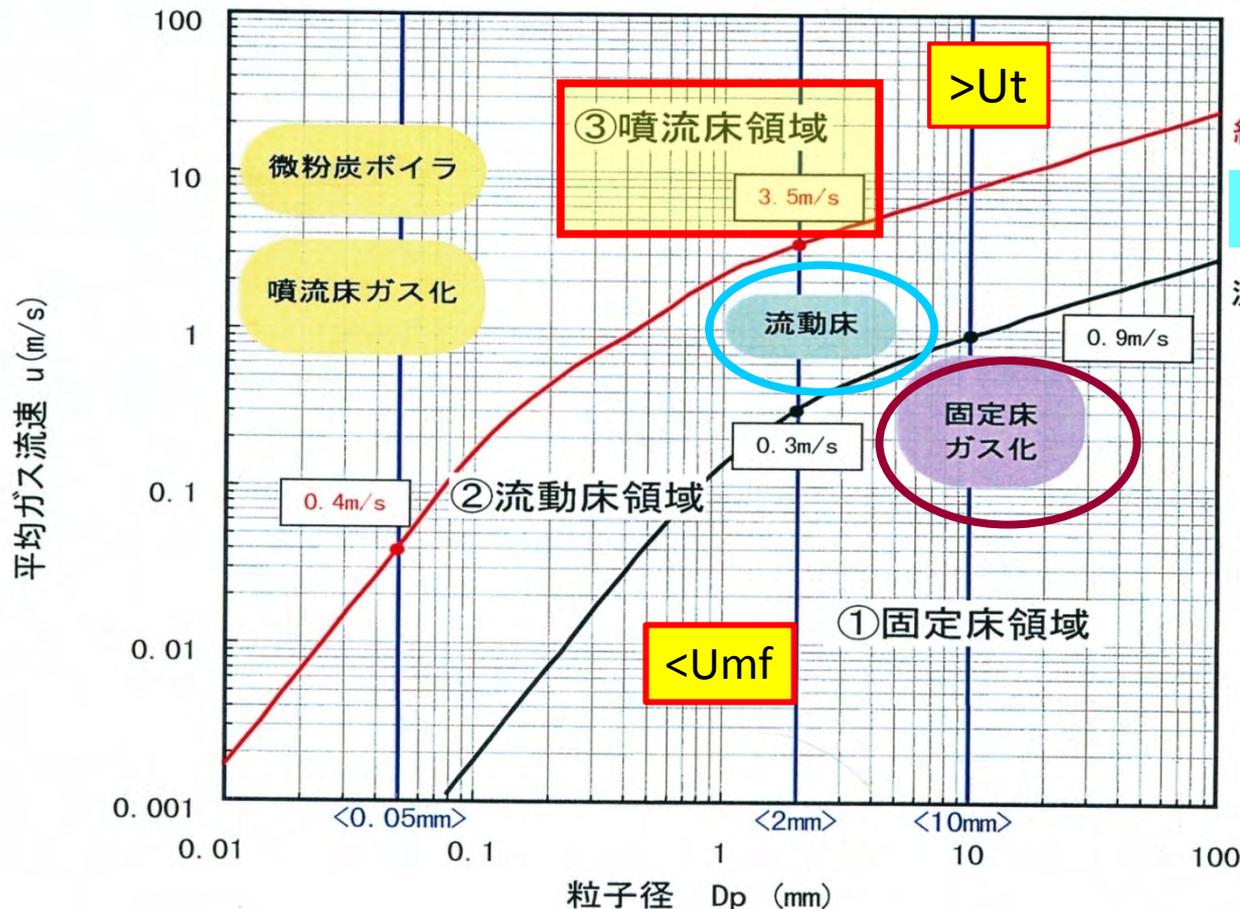


流動床と噴流床



終端速度 : U_t Terminal Velocity

終端速度 U_t で等速度運動に



流動化開始速度 : U_{mf}

Stokes の式 :

$$U_t = \frac{1}{18} g D_p^2 \left(\frac{\rho - \rho_0}{\mu} \right)$$

▲ 終端速度 : U_t

▲ 流動化開始速度 : U_{mf}

○ 粒子径 : D_p

平均ガス流速と粒子径による分類

流動床燃焼と噴流床燃焼の比較

	流動床燃焼方式 Fluidized Bed Combustion	噴流床燃焼方式 Entrained Flow Combustion
特 徴	<ul style="list-style-type: none"> ・中温中速反応 ($\sim 1000^{\circ}\text{C}$) ・炉内滞留時間大のため 難燃焼性燃料の燃焼可能 	<ul style="list-style-type: none"> ・高温高速反応 ($\sim 1400^{\circ}\text{C}$) ・大容量化に適し、経済性 に優れる
使用粒径	粗粒 (数mm)	細粒 (数十 μm)
注意事項	<ul style="list-style-type: none"> ・大容量化が難しい ・アグロメレーションに注意 ・亜酸化窒素 (N_2O) に注意 	<ul style="list-style-type: none"> ・バイオマスは粉碎性悪く 微粒化し難い

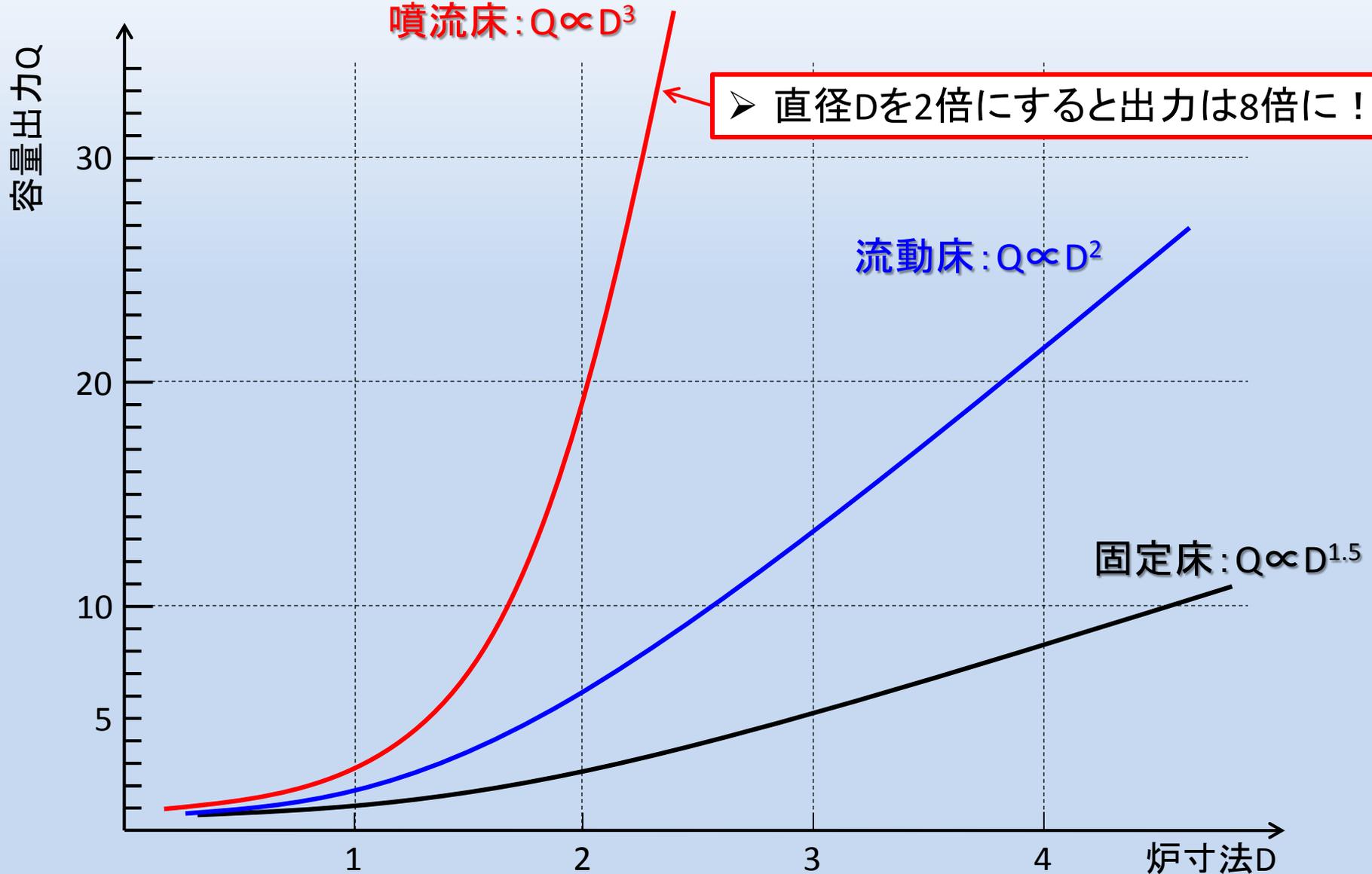
流動床と噴流床の比較（比喻）

	流動床	噴流床
特徴	<ul style="list-style-type: none"> ・低温・時定数大 ・粗悪燃料に適 	<ul style="list-style-type: none"> ・高温・高速反応 ・比較的良質の燃料に適
比喻 	シチュー <ul style="list-style-type: none"> ・硬い肉・角切り ・長時間煮込む 	しゃぶしゃぶ <ul style="list-style-type: none"> ・霜降り肉・薄切り ・瞬時 
必要技術	<ul style="list-style-type: none"> ・流動化 	<ul style="list-style-type: none"> ・微粒粉碎
経済性	<ul style="list-style-type: none"> ・低速 ・大容量化不適 (2乗則) 	<ul style="list-style-type: none"> ・高速 ・大容量化適 (3乗則)

石炭ガス化炉の分類(流動方式による)

項目	固定床 (移動床)	流動床	噴流床
概念図			
ガス化剤	酸素・水蒸気又は空気	空気 (酸素・水蒸気)	酸素・水蒸気又は空気
ガス化温度	400~900(~1,800)°C	700~1,100°C	1,600~1,800°C
生成ガス	2,500~4,000 kcal/m ³ N	1,000~1,200 kcal/m ³ N	酸素吹き: 2,500 kcal/m ³ N 空気吹き: 1,100 kcal/m ³ N
石炭粒径	5~30mm	1~5mm	0.1mm 以下
灰の排出形態	灰又はスラグ	灰	熔融スラグ
最適炭種	・高灰融点/低燃料比炭	・高灰融点炭向き ・高灰分炭向き	・幅広い炭種に適用可能
スケールアップ則	容量 ∝ D ^α	容量 ∝ D ^β	容量 ∝ D ^β

石炭ガス化炉：炉寸法と容量の関係

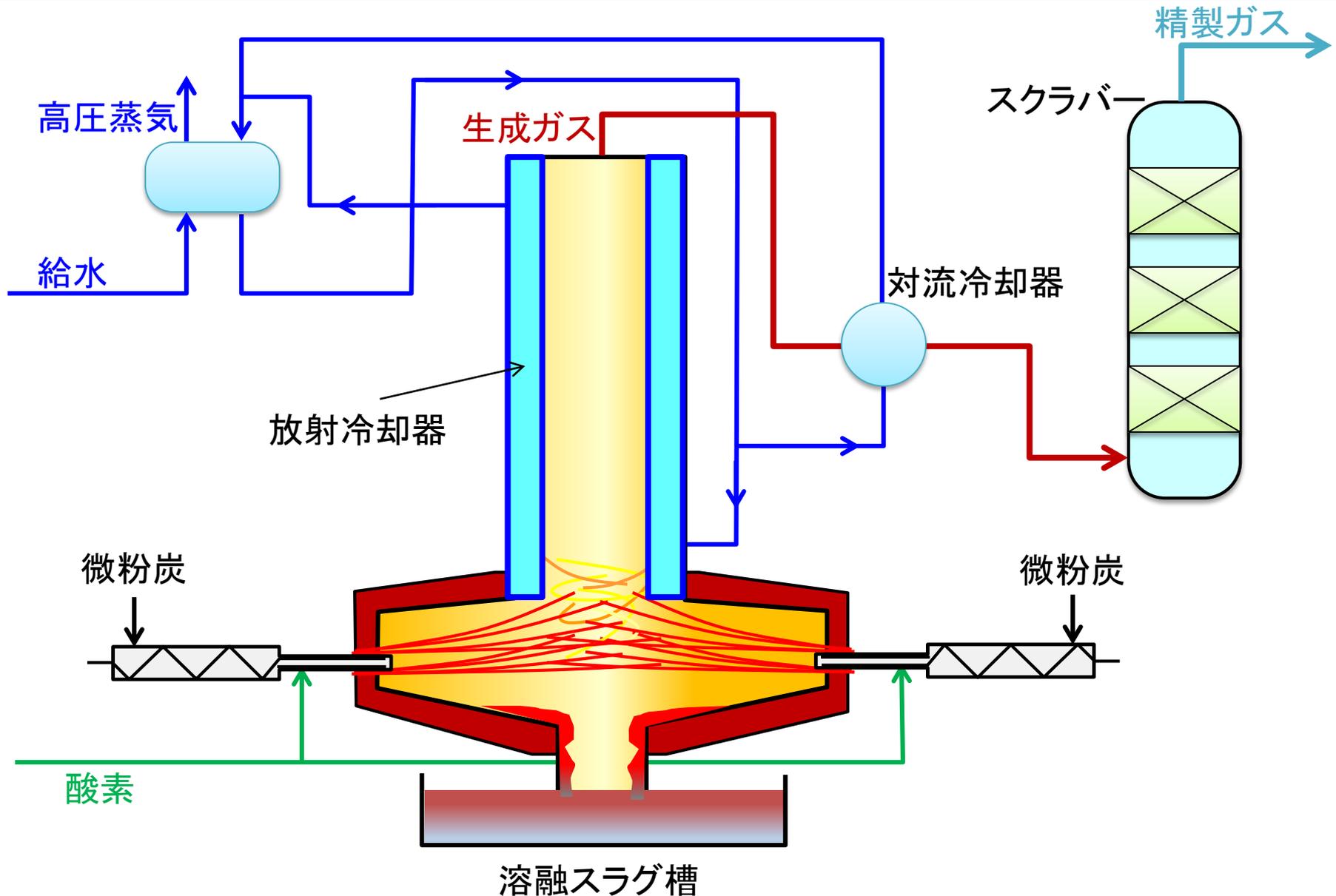


● 噴流床石炭ガス化炉の歴史

➤ Koppers-Totzek 炉の歴史 (噴流床ガス化炉の原型)

- ・1938年 ドイツのHeinrich Koppersの工場での研究開始
- ・1952年 フィンランドOuluに第1号炉建設 (ポーランド・シレジア炭使用)
- ・1955年 日本水素 小名浜工場に第2号炉建設 (常磐炭使用)
試運転で苦勞 (溶融スラグの排出、高温による内張り耐火材の侵食、煙道へのクリンカの付着、圧力変動によるバーナの逆火)
しかし最終的に出力を保証値の倍増に成功
⇒Koppers炉の技術発展に大いに貢献
[但し、1961年にガス源を石炭から原油に切替。]
- ・**Koppers-Totzek** 炉はその後世界で10基以上建設される
- ・**Koppers-Totzek** 炉の技術はその後Shell炉として引き継がれ改良されて更に発展 [欧州BuggenumおよびPuertollano]。
- 現在世界で動いている25万KW級IGCC5基のうち3基はこの系統

Koppers-Totzek炉



Koppers-Totzek 噴流床ガス化第1号炉

➤ 1952年 フィンランドOuluに第1号炉建設(シレジア炭使用)

第1号炉建設地点

Oulu

使用炭:
Poland Silesian Coal

Koppers-Totzek 噴流床ガス化第2号炉

➤ 1955年 日本水素 小名浜工場に第2号炉建設(常磐炭使用)

● 試運転で苦勞(溶融スラグの排出、高温による内張り耐火材の侵食、煙道へのクリンカの付着、圧力変動によるバーナの逆火)

● しかし最終的に出力を保証値の倍増に成功

⇒Koppers炉の技術発展に大いに貢献

[但し、1961年にガス源を石炭から原油に切替。]

● しかし日本水素は経営危機に陥り、会社は存続できなかった



いわき市
小名浜

旧日本水素工場跡
→ 現日本化成



日本水素のKoppers-Totzek炉

[設計仕様]

● 炭種：常磐炭

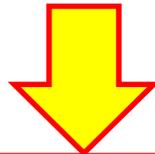
・発熱量：4350kcal/Nm³， 灰分：28%

・生成ガス量：2500kcal/Nm³

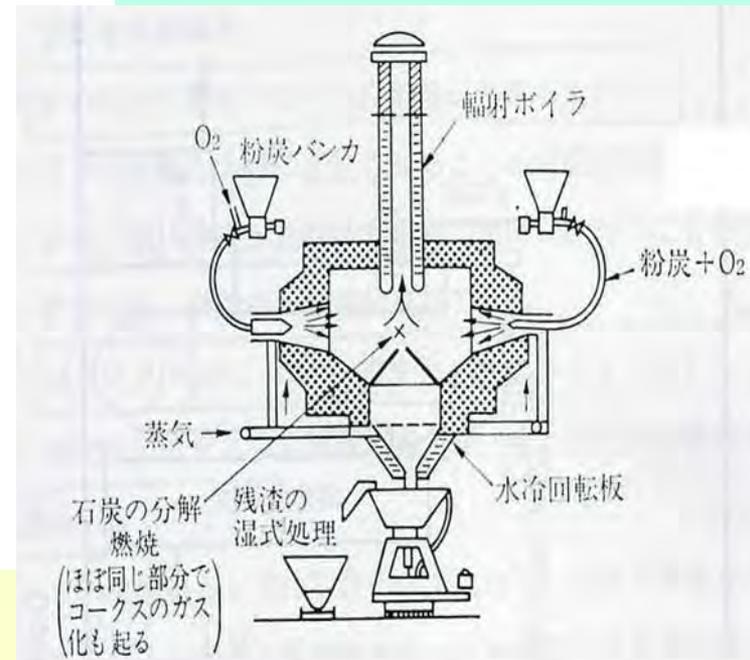
成分：CO：56%， H₂：31%

・収率(CO+H₂)：

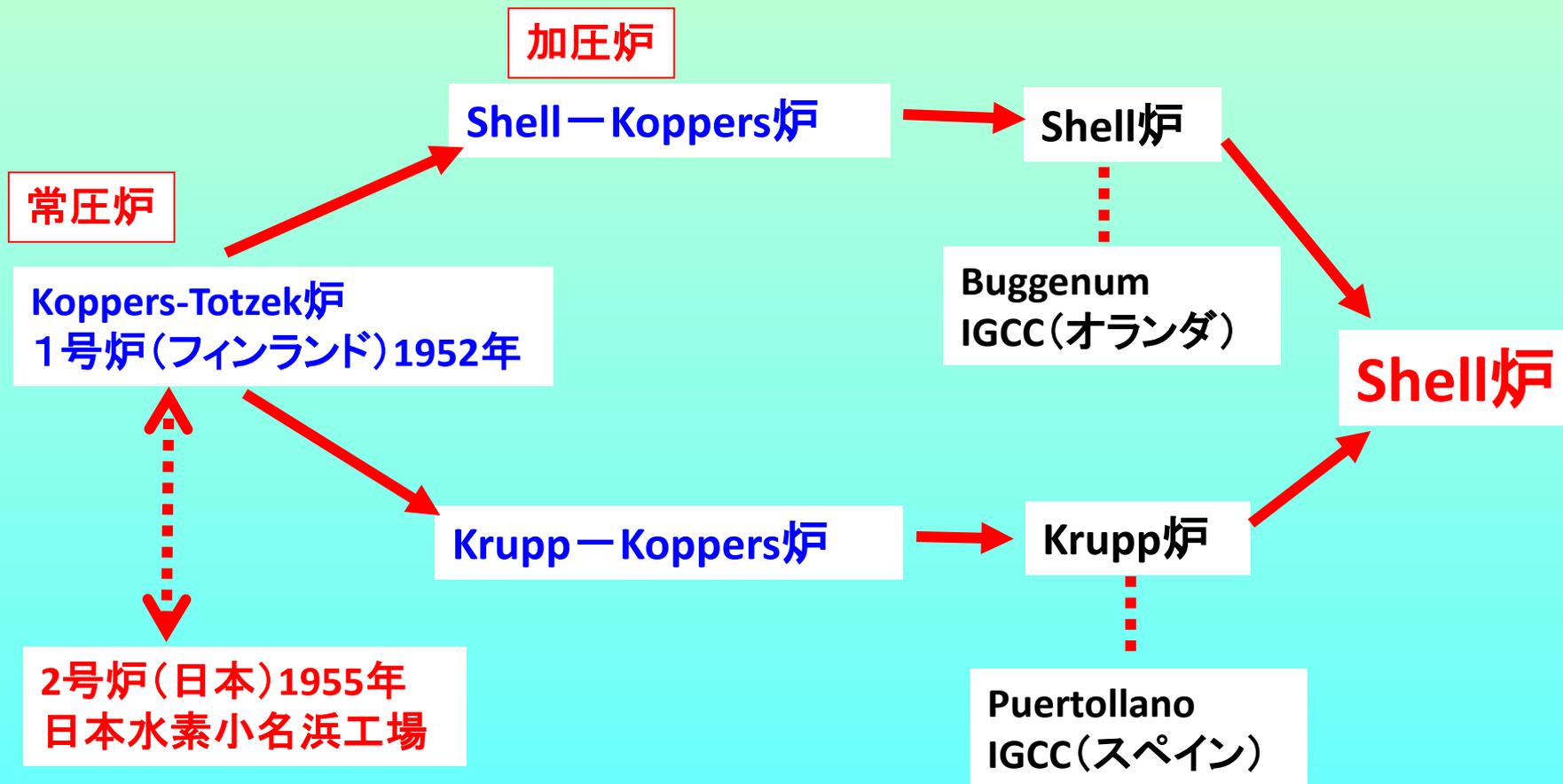
メーカ保証値：2900Nm³/H



● 最終実績：6000Nm³/H



噴流床石炭ガス化炉の系譜



4. CO2低減のための施策



1. 地球温暖化対策は国際交渉であり、日本は傍観者を決め込むことはできない
2. 国連気候変動枠組条約(UNFCCC)は国連の交渉であるので基本的には多数派工作
3. いかに国益を守りながら国際的な展開をはかるかが重要---Give & Take---でWIN-WINの関係を作ることが重要
4. 現在8か国が加入している始まったJCMを日本の切り札として展開していくべきである

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)



3.8%削減案(2005年比)の意味

温暖化対策 途上国に1.6兆円抛出

政府は途上国への地球温暖化対策の資金支援として、2015年までの3年間に官民で160億ドル(約1兆6000億円)を抛出する方針を固めた。安倍晋三首相が掲げた「攻めの地球温暖化外交戦略」の柱で、アジアやアフリカ、島しょ国に高効率の火力発電所など日本の優れた環境技術の導入を促すことで貢献したい考えだ。

11日からポーランドのワルシャワで始まる第19回国連気候変動枠組条約締約国会議(COP19)で石原伸晃環境相が表明する。政府は12年までの3年間で135億ドル(約1兆3000億円)と先進国の4割に相当する資金支援を実施している。

3.8% - 2.8% = 1.0%削減

↑
森林吸収

● 二国間取引に持ち込む
アイデア勝負!

出典: 電気新聞、日本経済新聞
2013年11月

温暖化対策官民で11兆円

今後5年アジアに観測衛星

政府は温暖化対策を国内外で進める総合的な対策をまとめた。削減につながる環境技術の開発に今後5年間で官民合わせて110億ドル(約1兆1000億円)を投資する。排出増が見込まれる途上国には今後5年間に160億ドル(約1兆6000億円)を抛出して支援する。アジアなど排出量を削減する衛星を2017年に打ち上げる計画も盛り込んだ。

政府戦略 COP19で表明へ

国内対策と外交支援を対策は初めてで、削減につながる環境技術の開発に今後5年間で官民で110億ドル(約1兆1000億円)を投資する。排出増が見込まれる途上国には今後5年間に160億ドル(約1兆6000億円)を抛出して支援する。アジアなど排出量を削減する衛星を2017年に打ち上げる計画も盛り込んだ。

「攻めの地球温暖化外交戦略」のポイント
理念
・震災、原発事故を乗り越えつつ技術革新の先頭に立つ
・温暖化ガスを2050年までに世界で半減する目標の実現に向け具体的な行動
革新的な技術開発
・官民で今後5年間に1100億ドル(約1兆1000億円)を投資し、二酸化炭素の回収・貯留技術の実用化などを推進
・エネルギー・環境技術閣僚ダボス会議を創設
低炭素技術の展開
・今後3年間で2国間クレジット制度の参加国を増やす
・国や都市ごとの排出量を測定できる世界最先端の温暖化ガス観測衛星を17年に打ち上げ
途上国支援
・今後3年間に官民で160億ドル(約1兆6000億円)を抛出

進本部(本部長・安倍晋三首相)で正式に決める。ポーランドで開いている第19回国連気候変動枠組条約締約国会議(COP19)の開催に合わせて白紙に、削減への取組む姿勢を国際社会に訴える。環境技術の開発では、洋上風力発電など再生可能エネルギーの導入促進に加え、水素を使う燃料自動車や電気自動車、蓄電池の開発を進める。住宅やビルなど建築設備型製品の開発を想定している。

削減への取組む姿勢を国際社会に訴える。環境技術の開発では、洋上風力発電など再生可能エネルギーの導入促進に加え、水素を使う燃料自動車や電気自動車、蓄電池の開発を進める。住宅やビルなど建築設備型製品の開発を想定している。

温室効果ガス

目標は05年比3.8%削減

COP19で環境相表明へ

政府は7日までに、2)推進本部(全部長・安倍晋三首相)で正式に決める。環境省(環境)と連携する。11日、ポーランドのワルシャワで開かれる第19回国連気候変動枠組条約締約国会議(COP19)で石原伸晃環境相が出席し、表明する。原子力比率をゼロと仮定した新たな目標は、1990年比3.8%程度の削減になる。民主黨の

鳩山由紀夫首相(当時)しても「ないより、あつた方がまし」環境省幹部が25日削減する。国際条約から、大きな後退する。目標値の設定に、経産省はエネルギー政策を定めない中で、原子力比率も見直し、数値を決めるのは環境と経産省に任せ、今回の決定は原子力をゼロとする。環境省に配慮を求められ、環境省と

・8%目標は京都定率削減から引き継いだ。削減率も後退する。今後、途上国や環境団体を中心に反発の音が高まりそうだ。

新たな目標は年内閣連に提出され、各閣内閣で決まる。環境省は「受けざるを得ない」として、削減率に詳しい専門家は「目標が低く、外交戦略を打ち出すこと」を主張している。環境省は「目標が低く、外交戦略を打ち出すこと」を主張している。

UNFCCC(国連気候変動枠組条約)の交渉

- 権謀術数を駆使した177か国の取り込み合戦

国連気候変動枠組条約準備会議

(北京ハイレベル会議)

2008年11月7,8日
日本政府代表団
の一員として参加



北京・人民大会堂

- CDM (Clean Development Mechanism)
- CDM対象の70%は中国向け
- 総額のうちプロジェクトに正味使われるのは僅か35%
- 日本は排出権取引で1兆円を使った
→ その結果はどうだったか？

● あのCDMの悲劇を忘れるな！

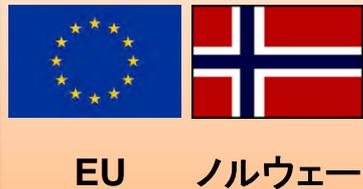


● 何としても今回のJCMを成功させよう！

COP19における各国のせめぎ合い

先進国

UG(Umbrella Group)

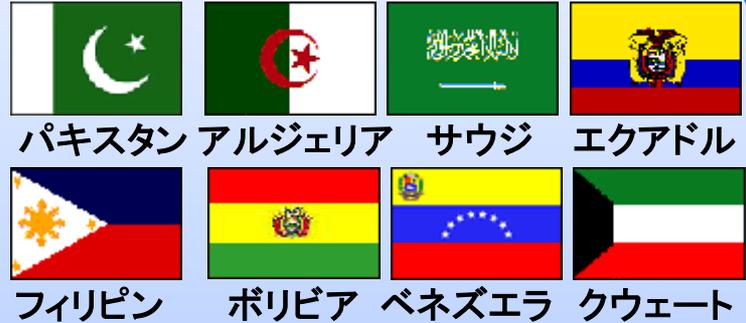


(EIG)



途上国

LMDC



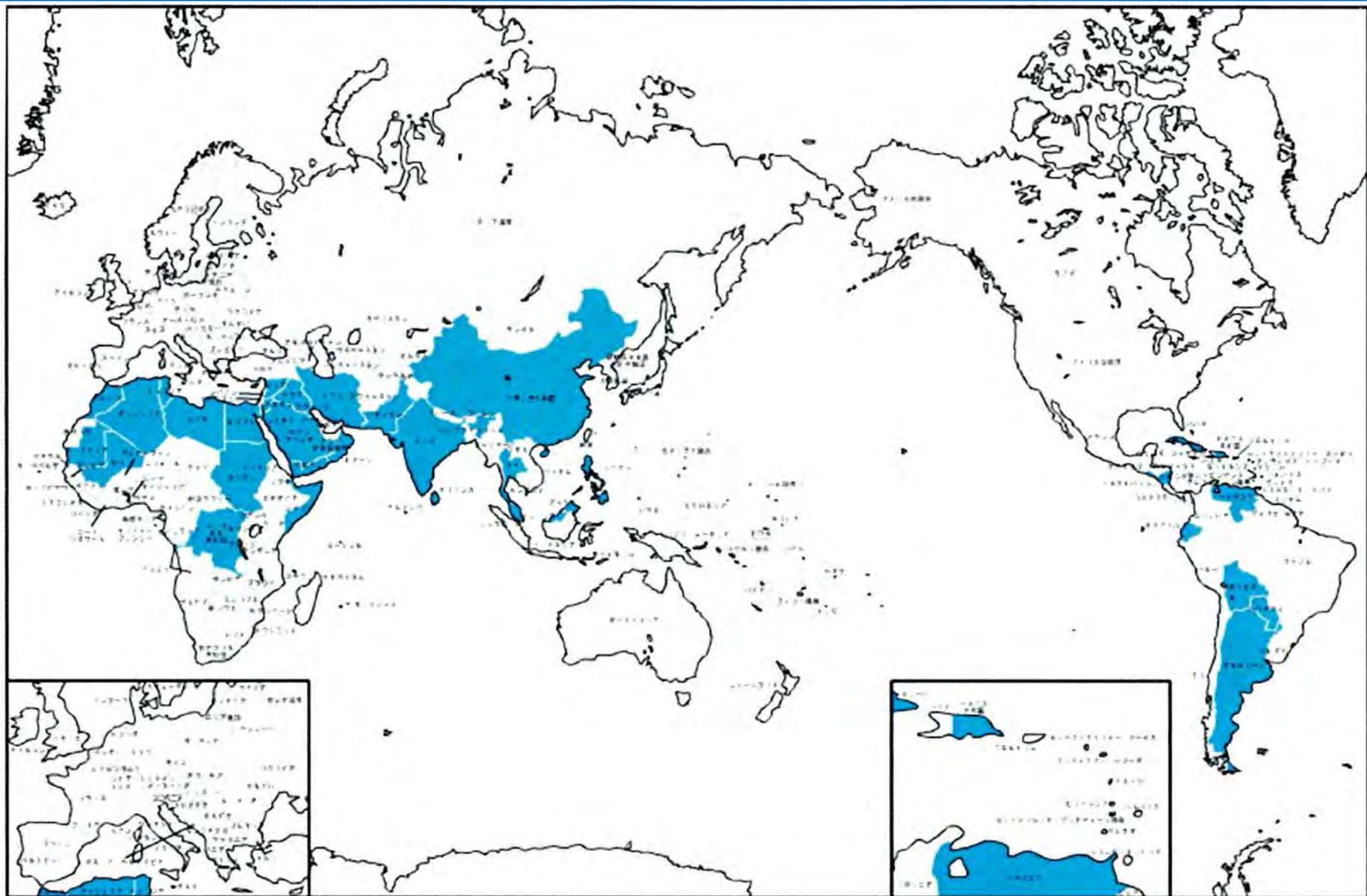
BASIC



(AOSIS)

小島嶼国連合

有志途上国(LMDC)への参加国



二国間クレジット制度 (JCM)

JCM署名国 (現在8か国)

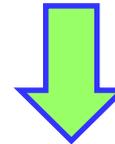
- ① インドネシア
- ② ベトナム
- ③ モンゴル
- ④ バングラデシュ
- ⑤ ラオス
- ⑥ エチオピア
- ⑦ ケニア
- ⑧ モルディブ

● 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署名国会合(2014年11月21日)

出席国

➤ COP19開催中のポーランドで同時に開催

- | | |
|-----------|----------------------------|
| ● 日本 | ◆ 石原環境大臣 |
| ● インドネシア | ◆ ウィットラー大臣・気候変動担当大統領特使 |
| ● エチオピア | ◆ チャウィチャ環境森林大臣 |
| ● ベトナム | ◆ ハー天然資源環境将副大臣 |
| ● モンゴル | ◆ トルガグリーン開発環境省副大臣 |
| ● バングラデシュ | ◆ チャウデュリー環境森林省次官 |
| ● ケニア | ◆ コーディア環境鉱物資源省次官 |
| ● モルディブ | ◆ アブドラ環境エネルギー省気候変動局長 |
| ● ラオス | ◆ ルアングシャイサナ天然資源環境省災害気候変動局長 |

- 今後どうやって署名国を増やすか？
- 有力国を取り込みJCMを国連に認知させDe facto Standardにしよう！

- 今後、ポーランドなど中欧諸国との関係は重要！



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

+

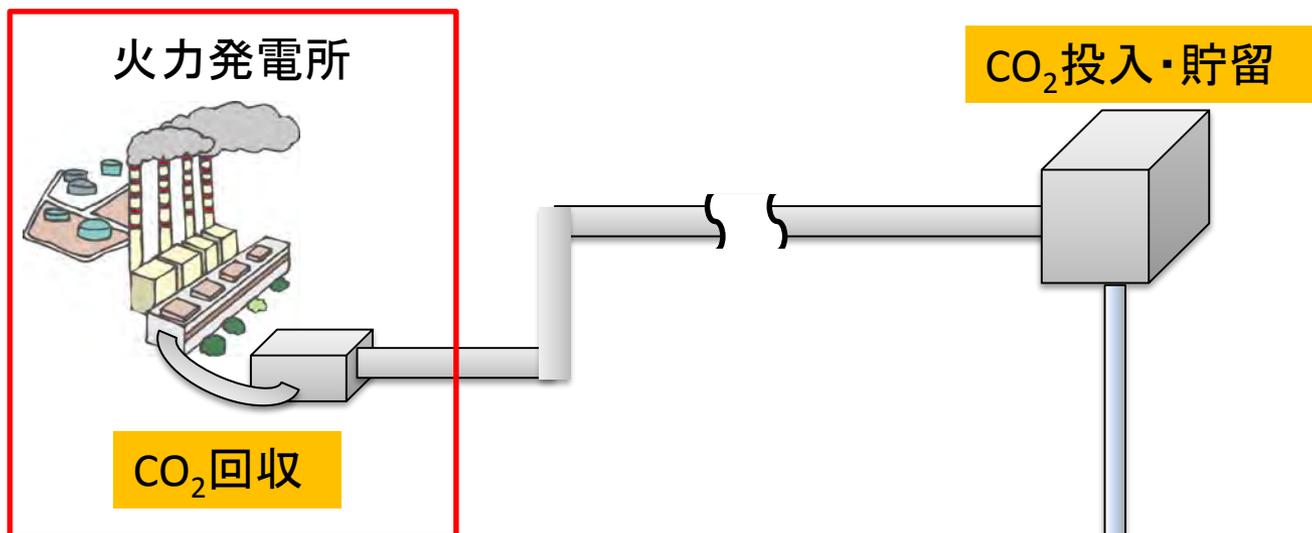
●海外に新技術の
第2号機～第n号機を建設



◆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！

安易なCCS礼賛への危惧

・安易なCCSの議論は石炭火力の将来を非常に危うくする。



CCSの問題点

電力料金上昇は必至

Carbon capture could raise wholesale energy price 80 percent

Published February 12, 2014 at 7:22 am by Bloomberg in Coal, Environment

Email Comments Print Share 3 Tweet 5

By Anthony Adregna
Bloomberg News

Requiring the use of carbon capture and sequestration technologies at coal-fired power plants could increase the wholesale price of electricity between 70 percent and 80 percent, an Energy Department official said.



Julio Friedmann, deputy assistant secretary for clean coal at the Energy Department, told the House Energy and Commerce Oversight and Investigations Subcommittee the first generation of CCS technologies have a captured cost of carbon dioxide of between \$70-90 per ton for wholesale electricity production but said a second generation of technologies could drop that cost to \$40-60 per ton.

"It is in fact a substantial percentage increase in the cost of electricity, but in part, that's because the current price of coal is so low," Friedmann said.

(米国の報道)

- ・発電所郊外の輸送は誰が実施するのか？
- ・地中または海底への投入は誰が実施するのか？
- ・費用負担は誰がするのか？
- ・CO₂の漏洩防止の保証は？

5. 今後の展望



1. **Obama Plan の影響**
2. **EU-11との協力**
3. **Poland との国際協力**
4. **エネルギーセキュリティは国家第一の責務**

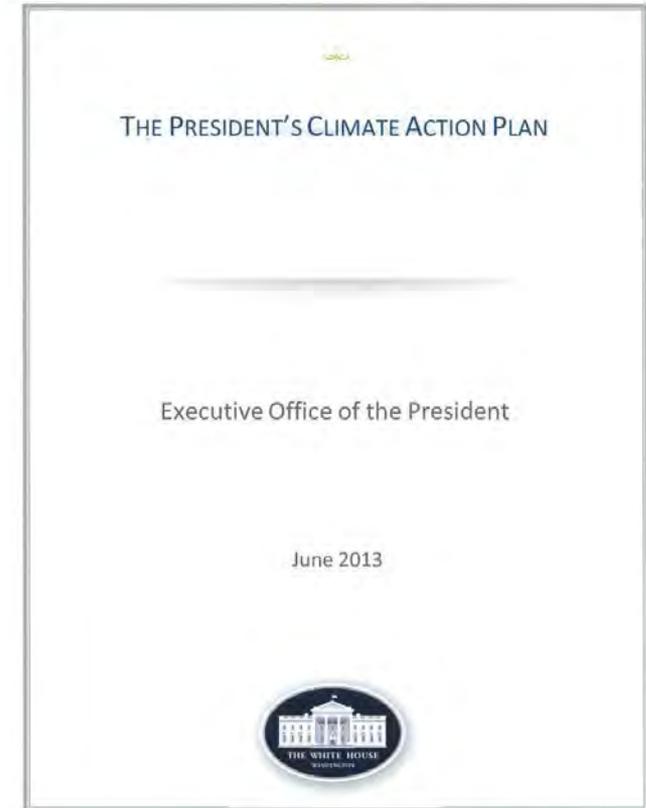


Obama's Climate Action Plan (1)

President Obama's Address

The President's Climate Action Plan

(June 25th , 2013 at Georgetown University)



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's Climate Action Plan (2)

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

- ...put in place tough new rules to cut carbon pollution-just like other toxins like mercury and arsenic...
- Carbon pollution standards for both new and existing power plants
- Unlocking long-term investment in clean energy innovation
- \$8 billion in loan guarantee for wide array of advanced fossil energy projects under its Section 1703
- Expanding bi-lateral cooperation with major emerging economics
- Leading global sector public financing towards cleaner energy:
- The President **calls for an end to U.S. government support for public financing of new coal plants overseas, except for**
 - (a) the most efficient coal technology available in the world's poorest countries in cases where no other economically feasible alternative exists, or
 - (b) facilities deploying carbon capture and sequestration technologies.

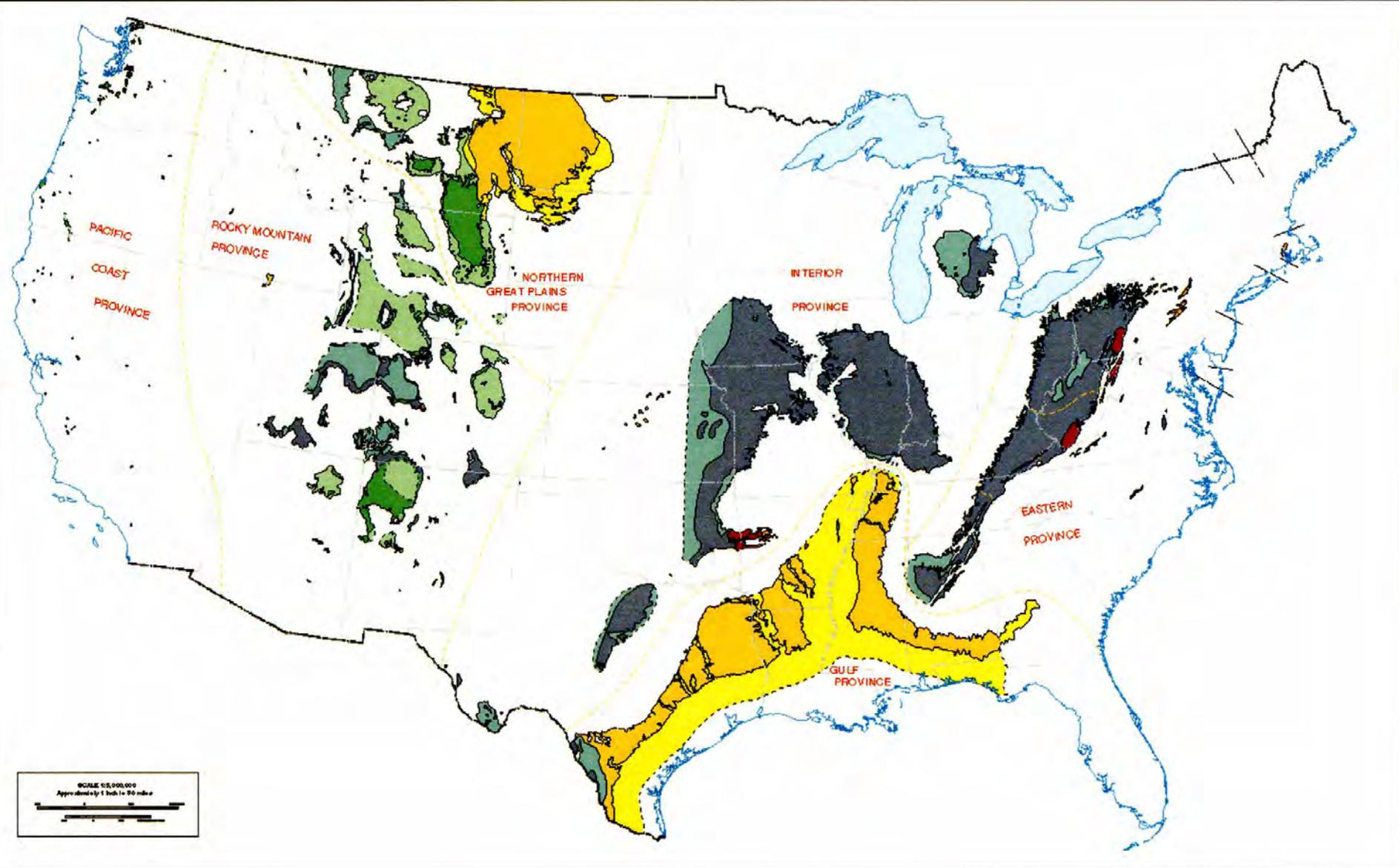
米国のシェールガス開発の真の狙いは？

1. 米国产の天然ガスで自給率100%を達成し、さらに輸出も可能となる
2. シェールオイルで石油生産量もサウジアラビアを抜き世界最大の産油国に
3. 世界最大の産出国として世界の価格支配力を強める
→ロシアと真っ向から対立
4. 安い石油・天然ガス価格で国内のエネルギーコストを低減
5. 安いエネルギーコスト・電力コストを武器に米国製造業の復権を果たす
(いままであまりにマネーゲームという虚業に没頭していた誤りに気がついた)
6. しかしシェールガス・オイル資源は世界中至るところにある
→いずれこれらの国が台頭
7. その時には米国はダントツの製造業で世界を支配、さらにシェールガス・オイル枯渇時には石炭が復権。その時には米国の世界最大の石炭資源がモノをいう
8. 従って当面石炭に対する依存度は下がるのはやむを得ない
(別に石炭資源が減るわけではないので将来に温存)
9. 天然ガス主体のエネルギー源になると世界のCO2問題でも米国が攻勢に出れる(かつてCCSで石炭でもCO2問題をリードできると読んだが失敗。今回は勝利確実)

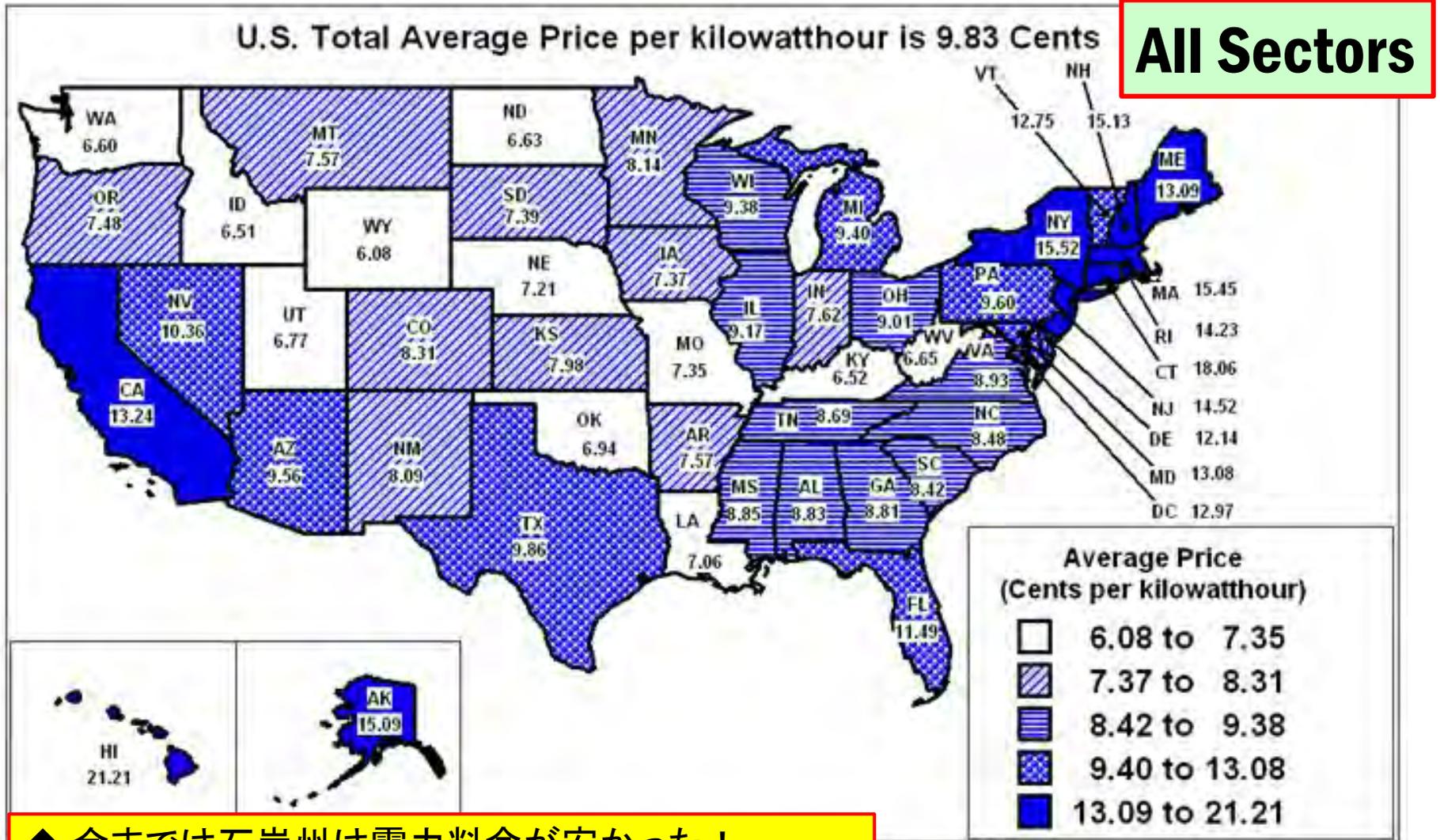
米国のシェール産地



米国の石炭資源分布図



アメリカの州別電力単価 2009年(全平均)



◆ 今までは石炭州は電力料金が安かった！



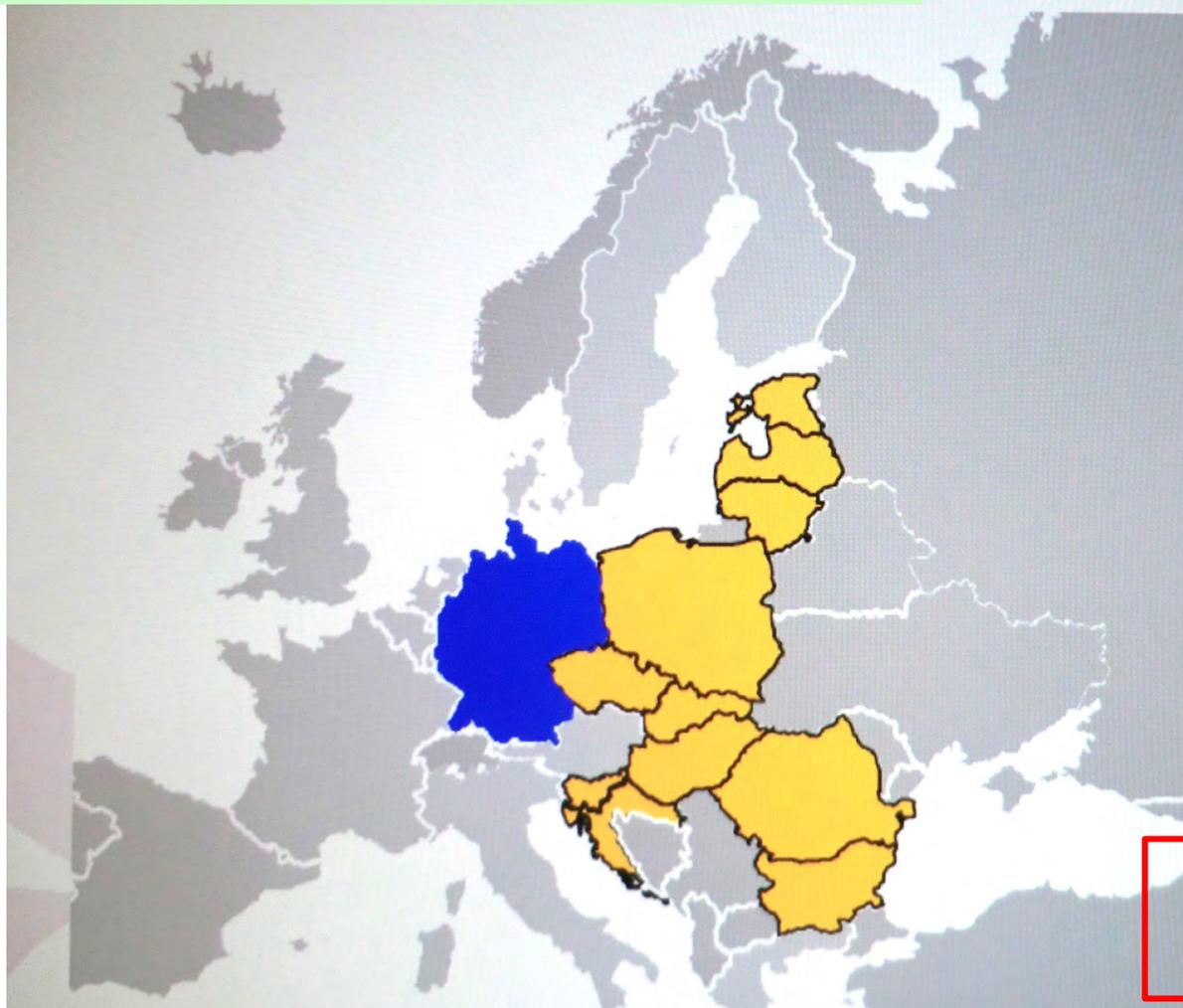
◆ 今後はCA、TX、PA、NYなどの電力価格が下がる？

Columbia.

ual Electric Power Industry Report."

gy Information Administration web site

ドイツとEU中央11か国



Central Europe - EU-11:

- Bulgaria
- Croatia
- Czech Republic
- Estonia
- Hungary
- Latvia
- Lithuania
- Poland
- Romania
- Slovakia
- Slovenia

中欧
11か国

Population 人口

Germany – 82 mln (17,8 % EU28)

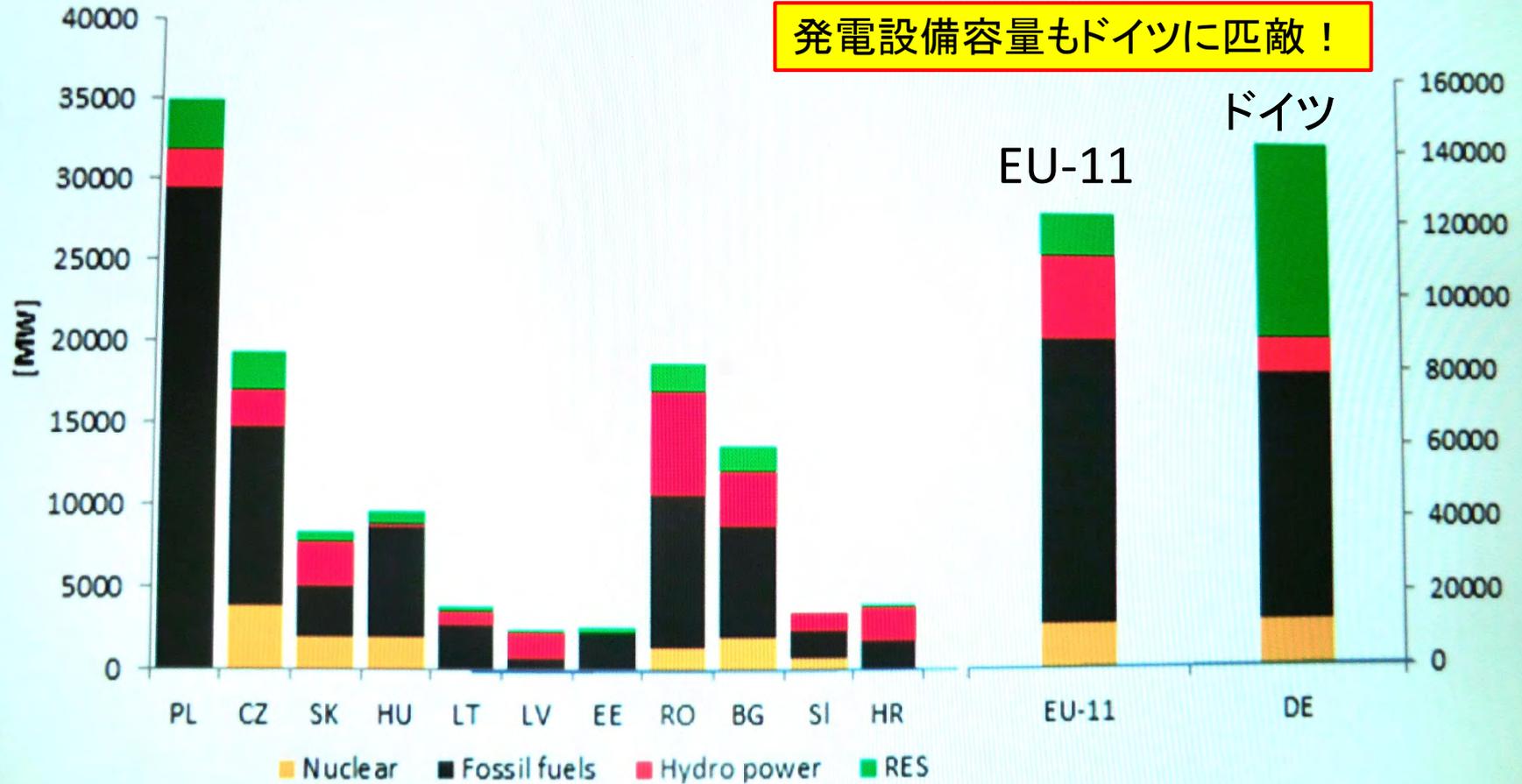
EU11 – 96,5 mln (21 % EU28)

人口はドイツに匹敵

◆ 日本はこれからEU-11(中央11か国)との関係を大切に！

出典: 2013VGB発表資料を基に金子作成

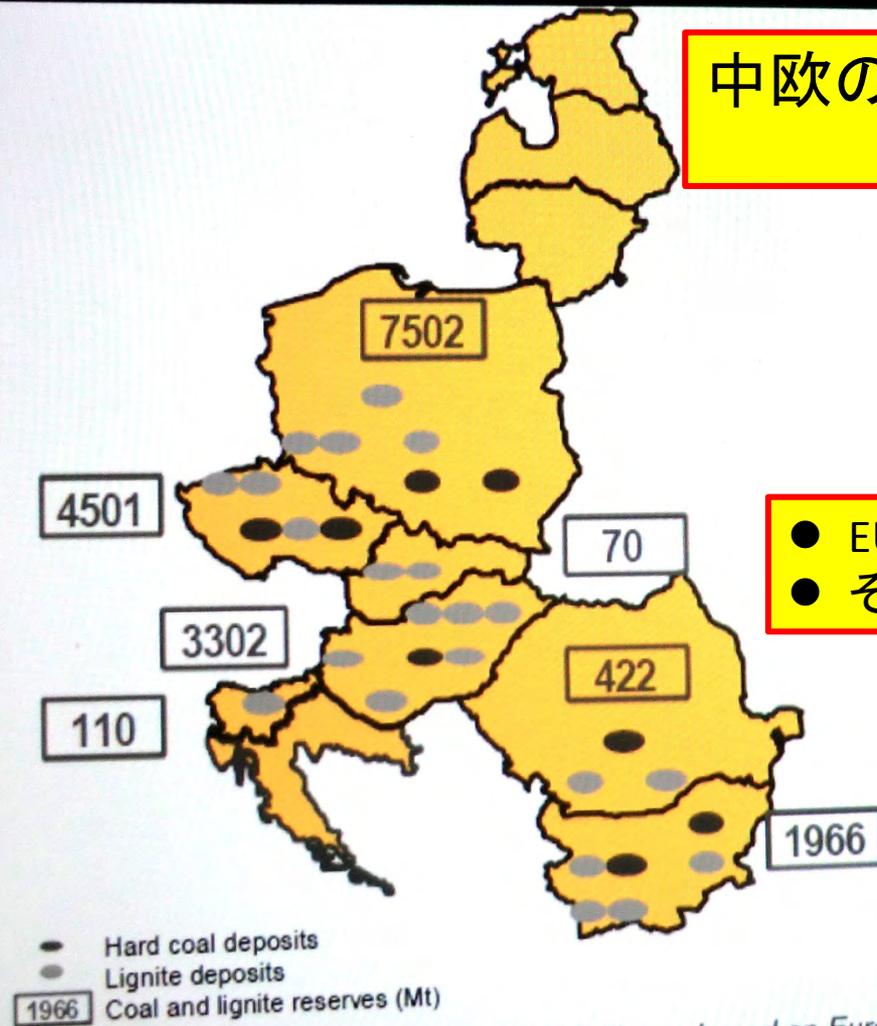
中欧の発電容量(2012.12.31現在)



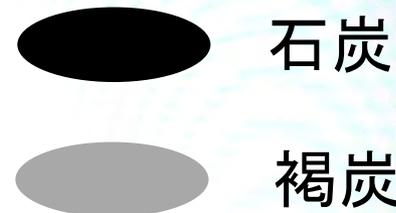
出典: 2013VGB発表資料を基に金子作成

中欧(EU-11)の石炭および褐炭資源

Main coal and lignite deposits in EU-11 countries (Mt)



中欧の石炭および褐炭の埋蔵量
(単位:百万トン)

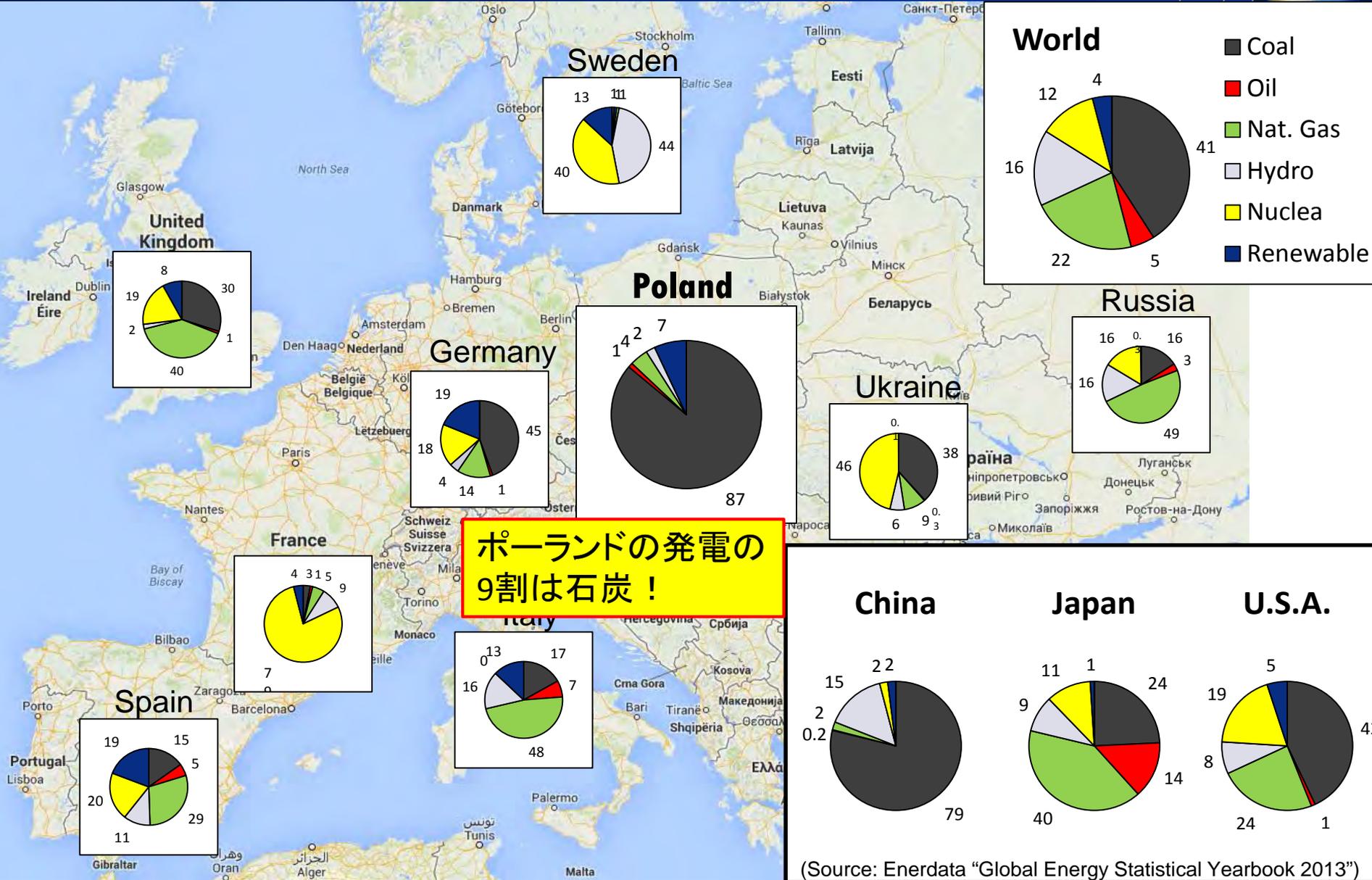


- EU-11の資源は石炭か褐炭しかない!
- その中でもポーランドの存在は大きい!

出典: 2013VGB発表資料を基に金子作成

Source: Ernst & Young based on European resources

欧州各国の発電電力量の内訳



ポーランドの発電の9割は石炭！

(Source: Enerdata "Global Energy Statistical Yearbook 2013")

ポーランドBelchatow 褐炭炭鉱と発電所

最新第14号機

旧1～12号機



ポーランドAGH工科大学と東京大学との協力協定



Cooperation between AGH University of Science and Technology and Institute of Industrial Science, UT was started on **8th May 2013**.



AGH University of science and Technology

Department of Fundamental Research in Energy Engineering

Faculty of Energy and Fuels



東京大学
THE UNIVERSITY OF TOKYO

The University of Tokyo

Collaborative Research Center for Energy Engineering (CEE)

Institute of Industrial Science



Komaba Research Campus



協力協定締結署名式(2013年5月8日)

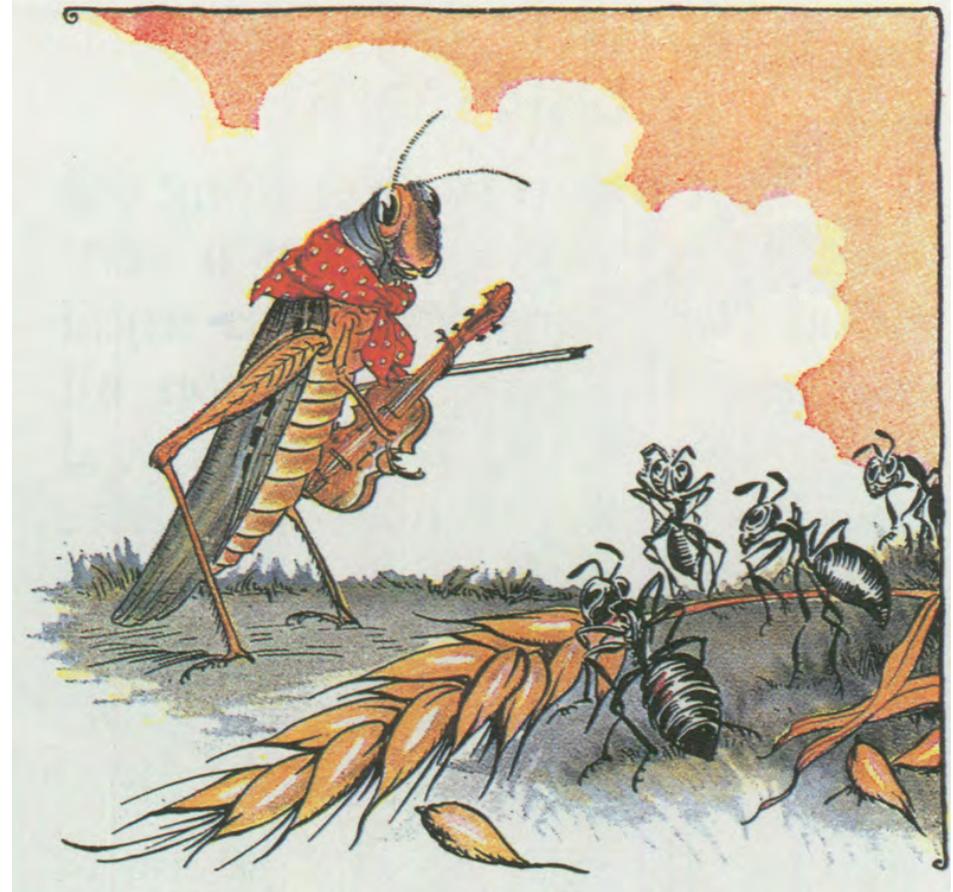


Agreement between AGH and UT signing ceremony on 8th May 2013.
In presence of Mr. Cyryl Kozaczewski, Polish Ambassador to Japan

エネルギー問題・電力の問題は国の存亡にかかわる



“一つのバスケットに卵をすべて
入れてはならない！”



---アリとキリギリス---
“せっせと備えをしなかったものは野垂れ死に”



備えを怠ったキリギリスはやがて野垂れ死に……………



Thank you!

The End