

「石炭火力発電」を巡って

坂梨 義彦

電源開発株式会社

顧問

2017年9月19日



－本日の内容－

- 1. 石油危機と国際石炭市場の誕生**
- 2. 気候変動問題と石炭の曲がり角**
- 3. 電力システムと石炭火力**
- 4. 技術開発の展望と不確実性**
- 5. 金融制約動向を巡って**

1. 石油危機と国際石炭市場の誕生

品位

用途

Source: JCOAL

1980年頃の一般炭の海上貿易

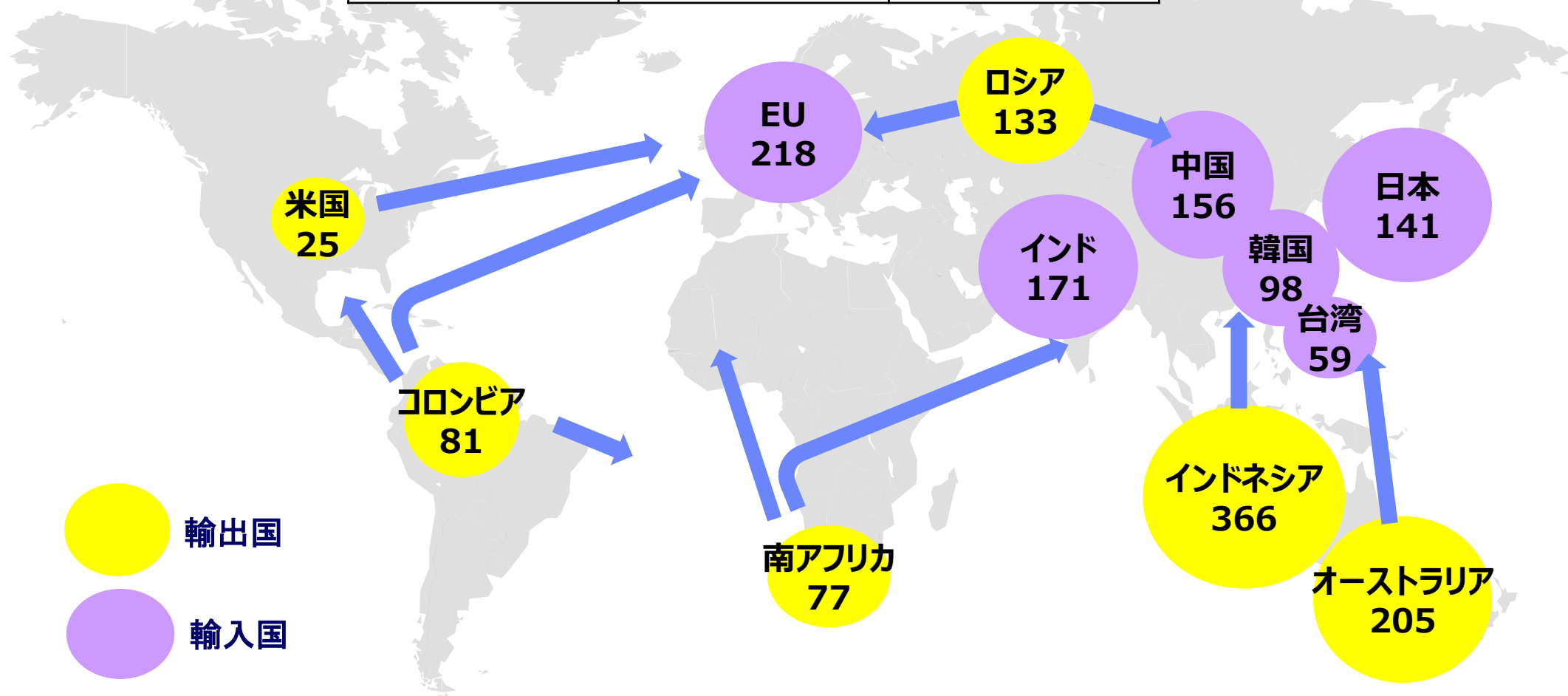


現在の一般炭貿易

2015年 世界の一般炭貿易量

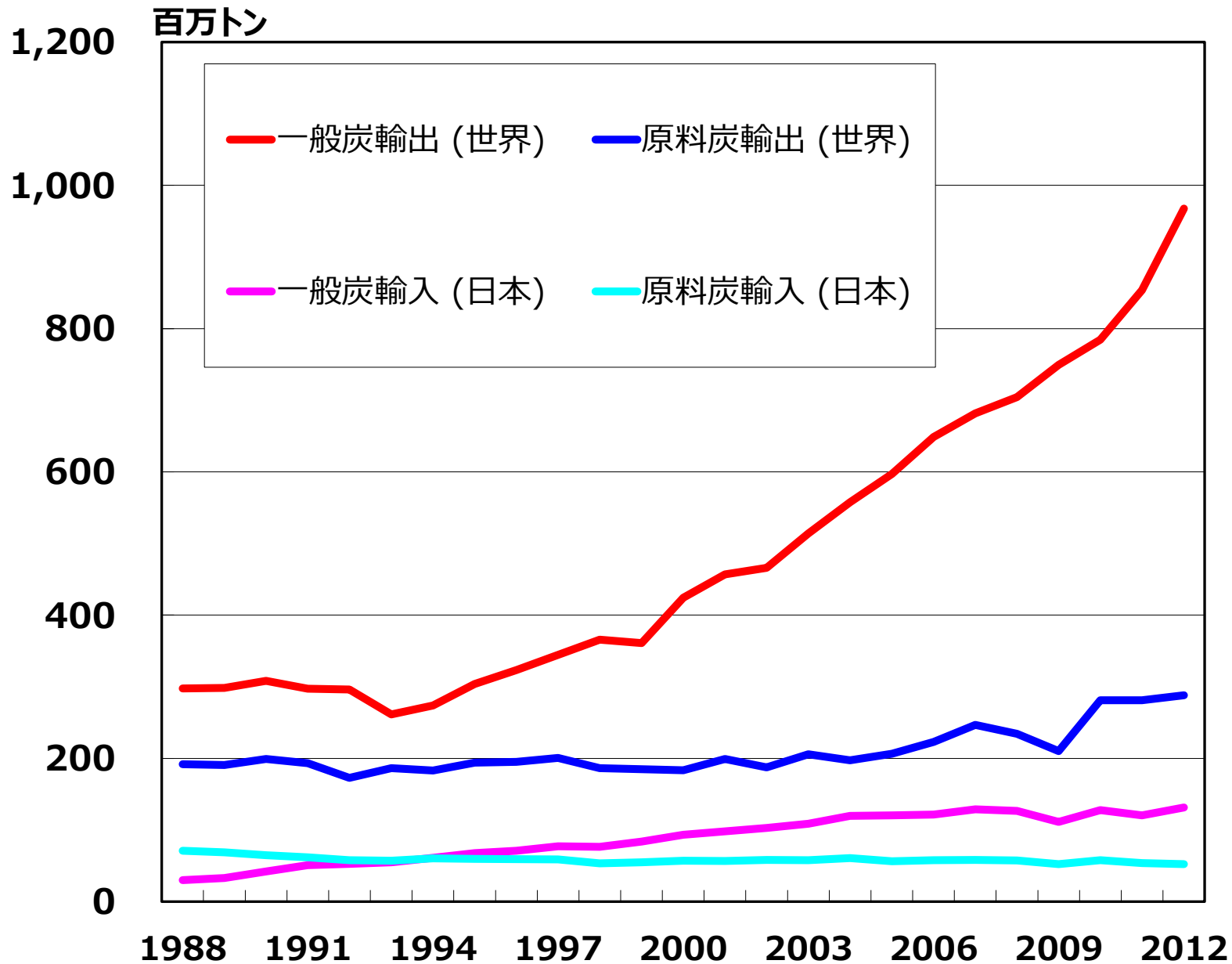
単位t:百万t

大西洋	アジア・大洋州	全体
約260	約740	約1,000



出典: Coal Information 2016 (IEA) より作成

石炭輸出入の推移（世界・日本）



出典: Coal Information 2013 (IEA) より作成

「渡洋輸送を介した石炭火力発電」の誕生

松島火力発電所 (長崎県)

- 1981年運転開始
- 50万kW × 2基



既設石炭火力リブレース

磯子火力発電所（横浜市） 1967年運開



磯子新1号：2002年運開／新2号：2009年運開



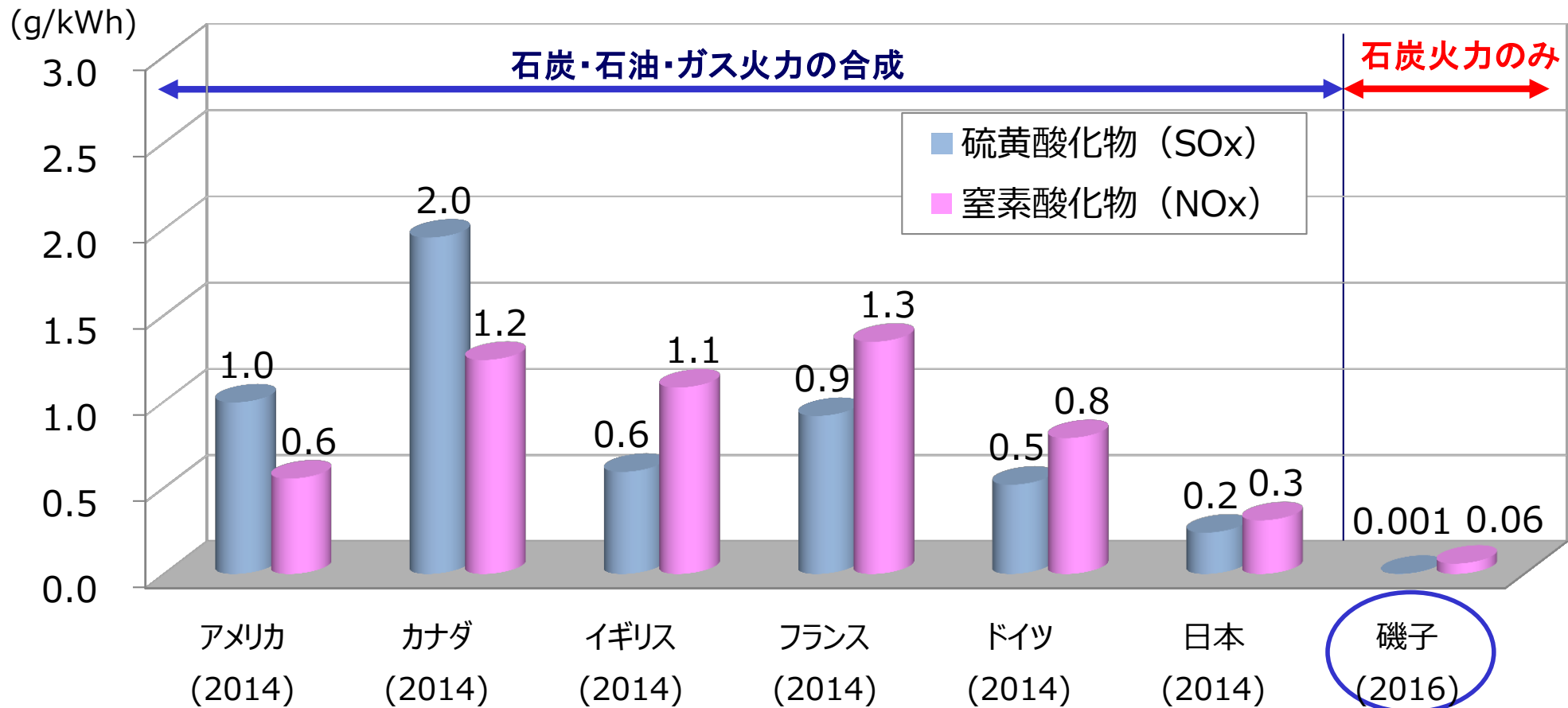
◆出力	53万 kW (26.5万 kW×2基)
◆SO _x	60 ppm
NO _x	159 ppm
ばいじん	50 mg/m ³ N
◆蒸気条件	亜臨界圧 (Sub-C)
効率 (発電端 HHV)	38%
CO ₂ 排出量原単位 (※)	100

※ リブレース前を100として比較。

120万 kW (60万 kW×2基)	
10 ppm	(20) () は新1号機
13 ppm	(20)
5 mg/m ³ N	(10)
超々臨界圧 (USC)	
43% (実績)	
83	

環境対策の国際比較

火力発電電力量あたりのSO_x、NO_x排出の主要国比較



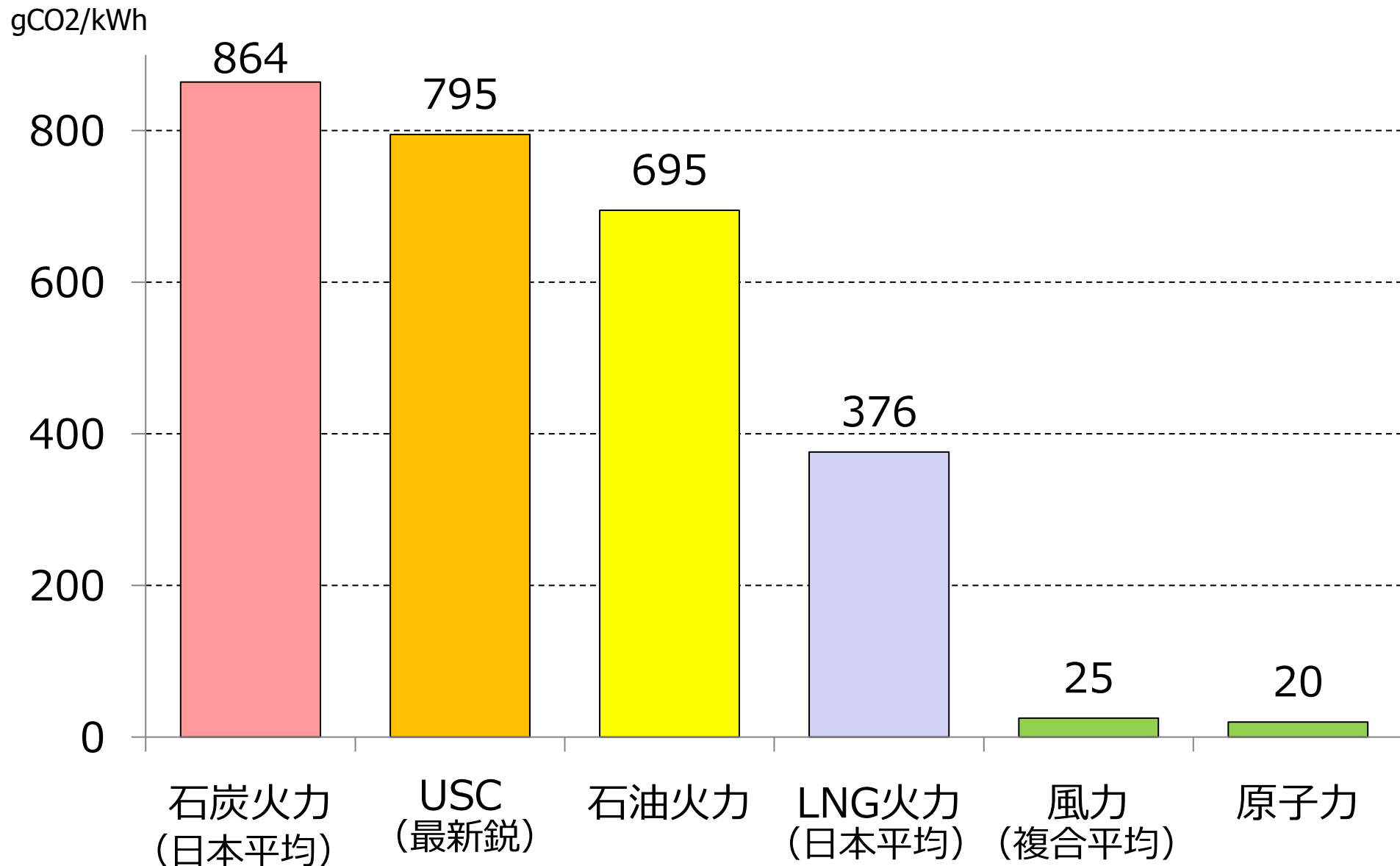
出典) 排出量/ OECD Stat Extract

発電電力量/ IEA ENERGY BALANCES OF COUNTRIES 2016 EDITION

出典) 磯子は2016年度実績

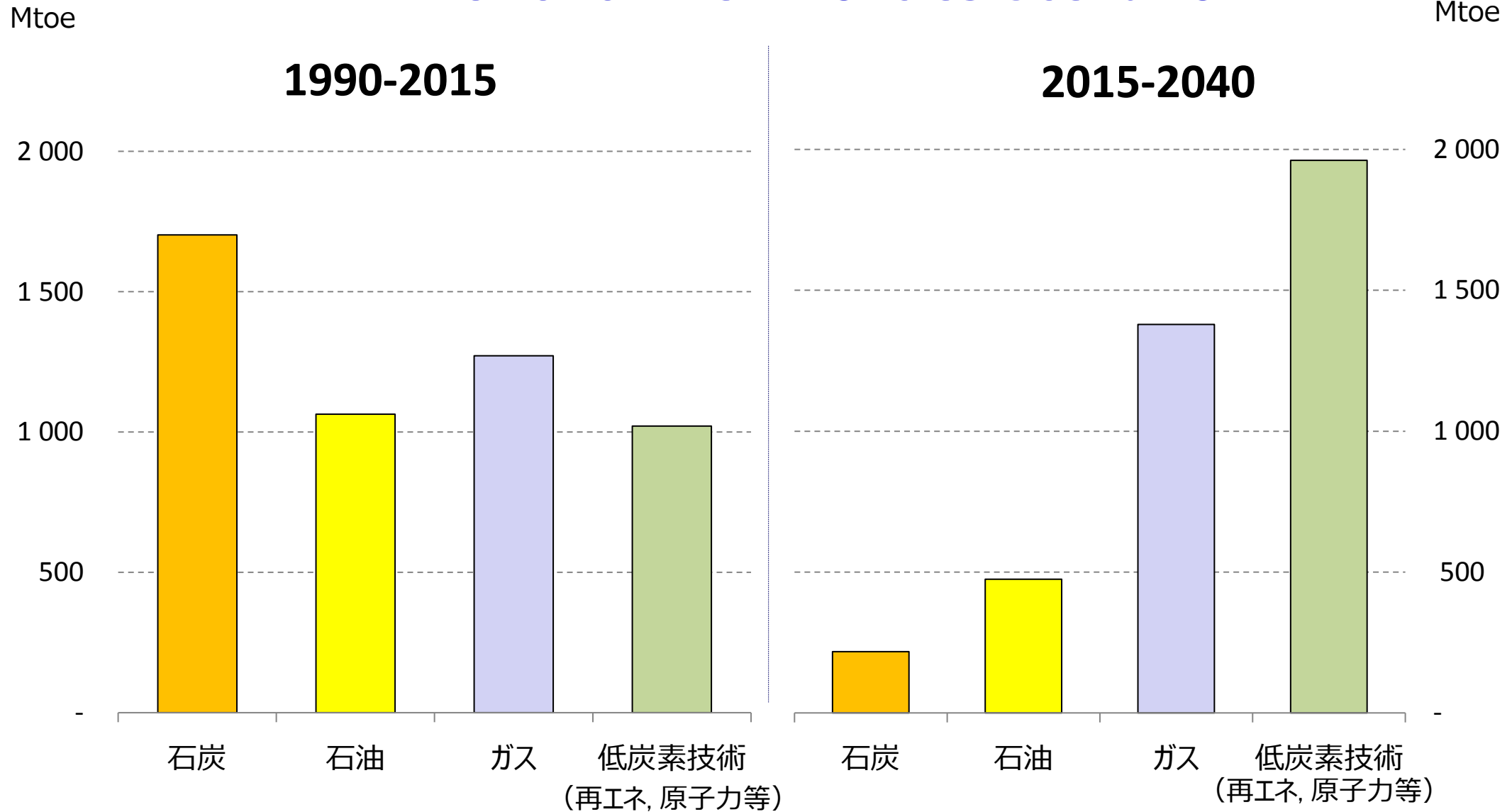
2. 気候変動問題と石炭の曲がり角

CO₂排出量原単位の比較



世界の一次エネルギー供給増分の実績と見通し

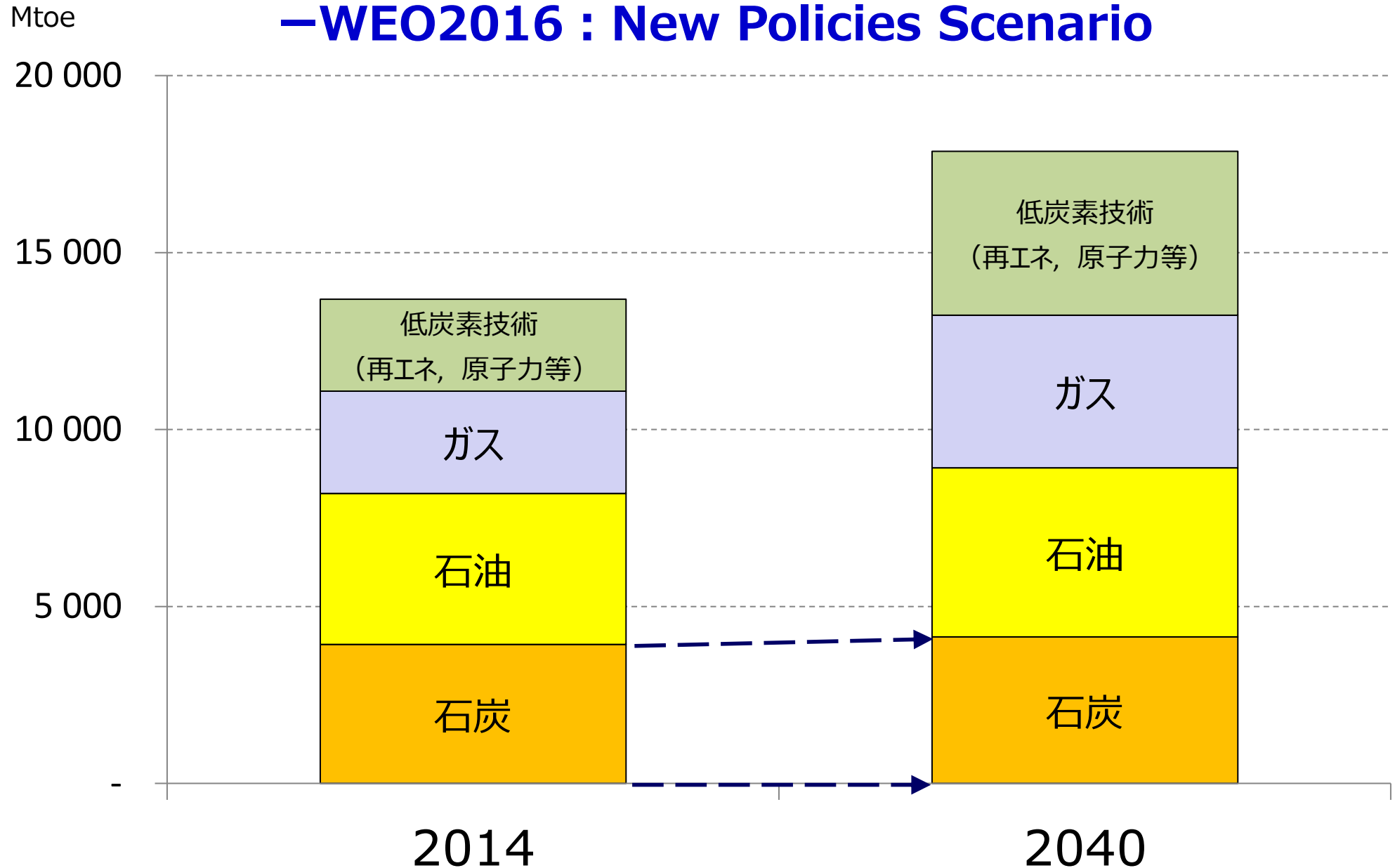
－WEO2016 : New Policies Scenario



出典: World Energy Outlook 2016 (IEA) より作成

世界の一次エネルギー供給増分の実績と見通し

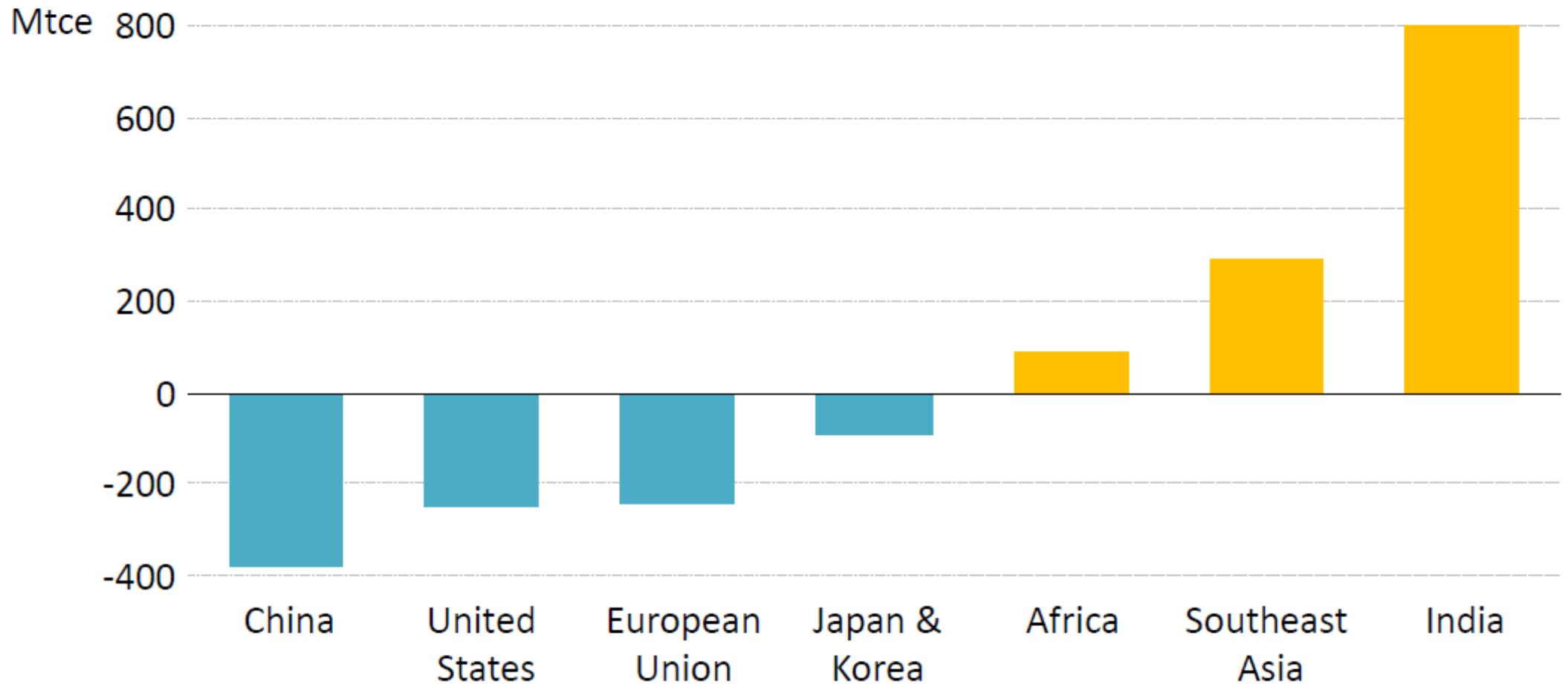
—WEO2016 : New Policies Scenario



出典: World Energy Outlook 2016 (IEA) より作成

今後の石炭需要増減の見通し：～2040年

—WEO2016 : New Policies Scenario



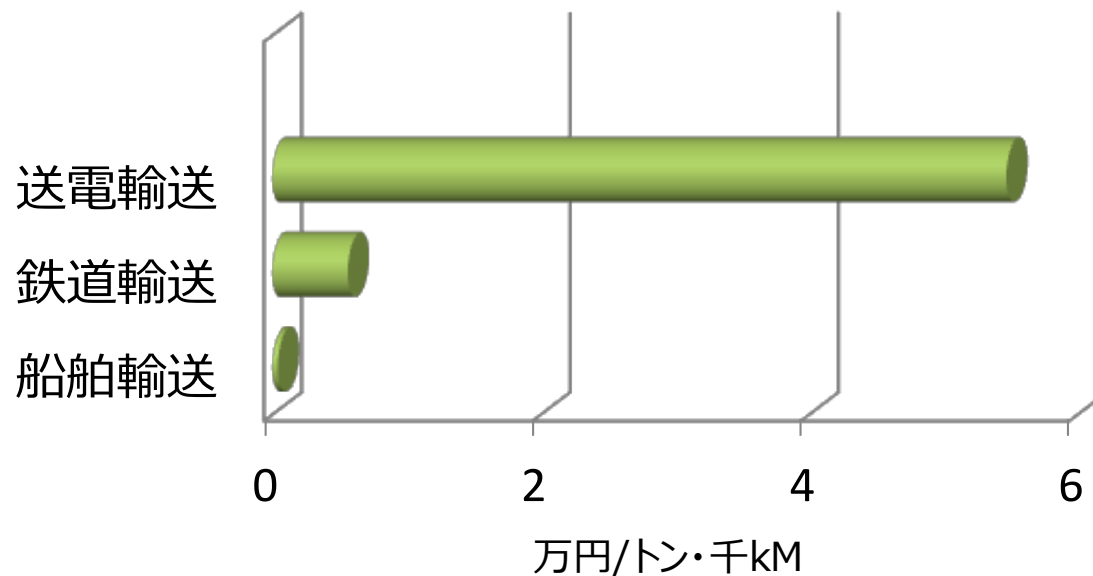
出典: World Energy Outlook 2016 (IEA) より抜粋

3. 電力システムと石炭火力

エネルギーの輸送効率

- ✓ 電気での輸送より、燃料での輸送の方が一桁安い
 - ✓ 燃料での輸送は、陸上（鉄道輸送）より海上（船舶輸送）の方が更に一桁安い
- ⇒輸送制約が電力システムに強い地域特性を与える

石炭エネルギーの輸送モード別コスト試算例

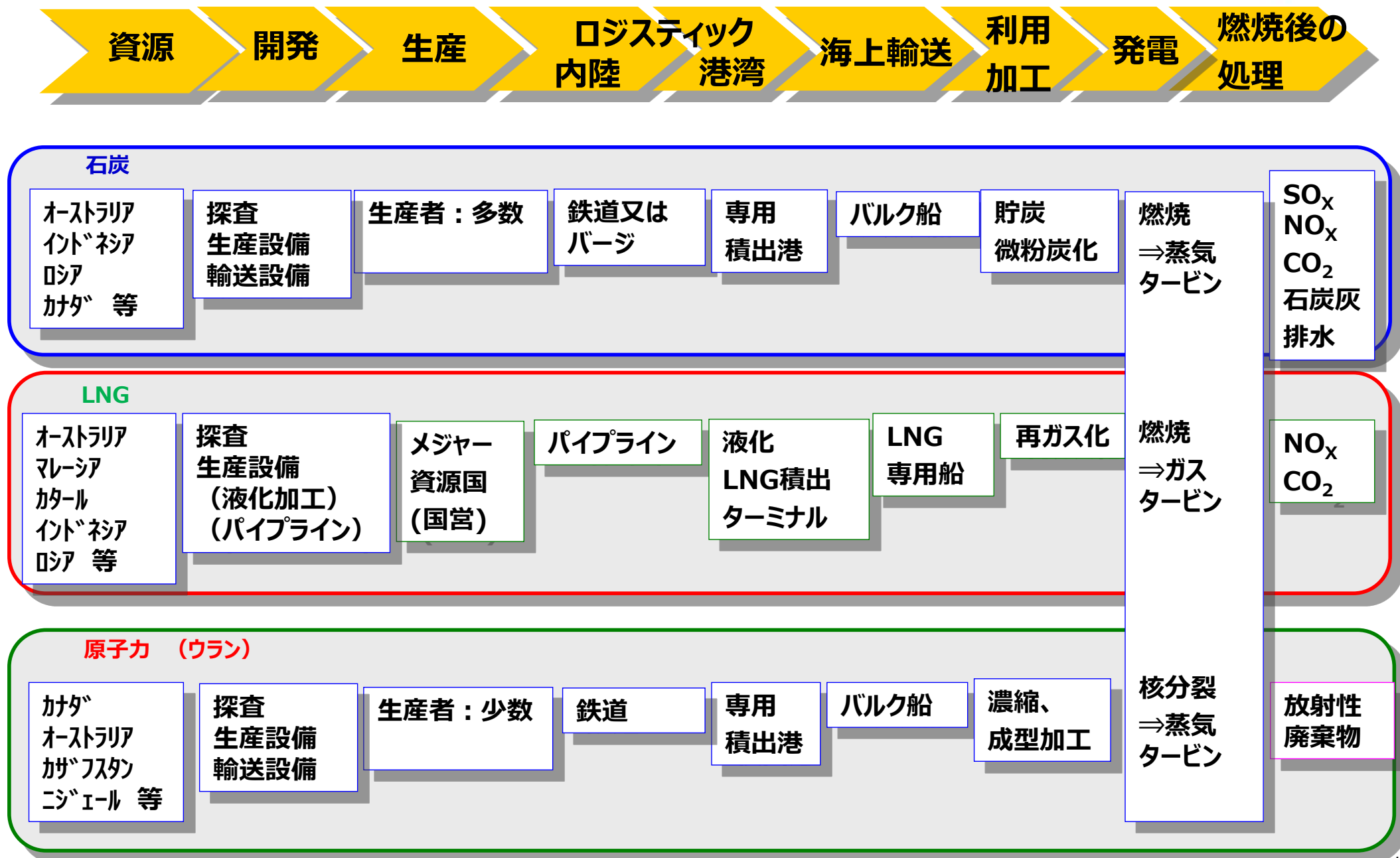


<試算上の想定>

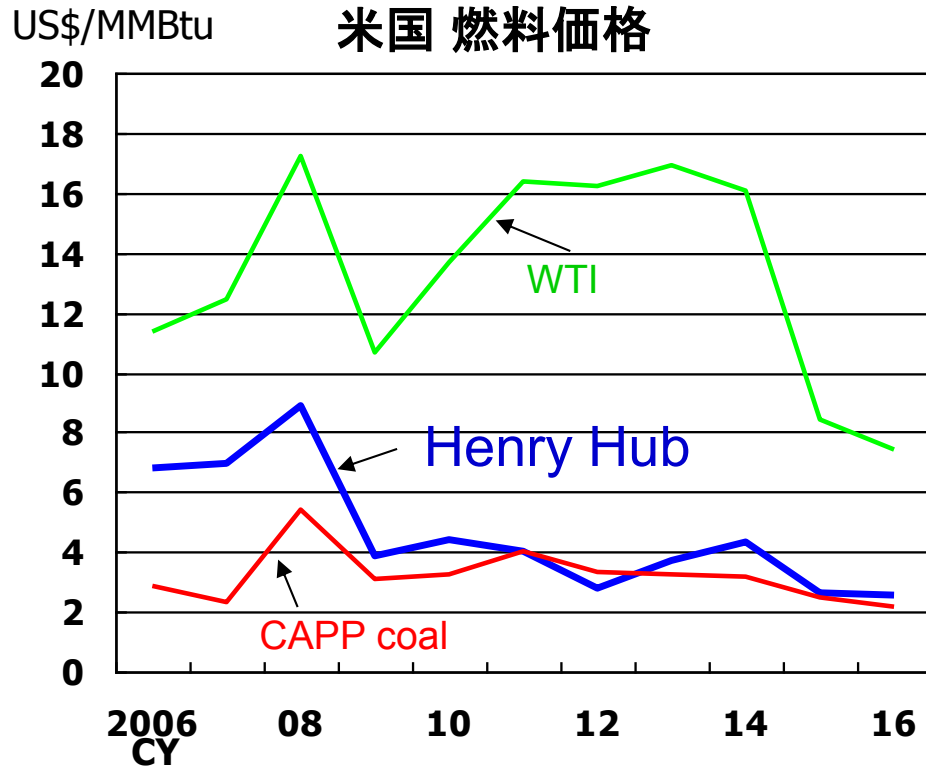
- ・送電輸送：電気に変換し陸上を送電線で輸送（発電コスト除く）
- ・鉄道輸送：専用鉄道・ユニットトレインで輸送
- ・船舶輸送：洋上を大型バラ積み船で輸送

出典： Wood Mackenzie DB他の情報より試算

資源バリューチェーン（日本での発電用資源）



天然ガスの含意・・・米国と日本



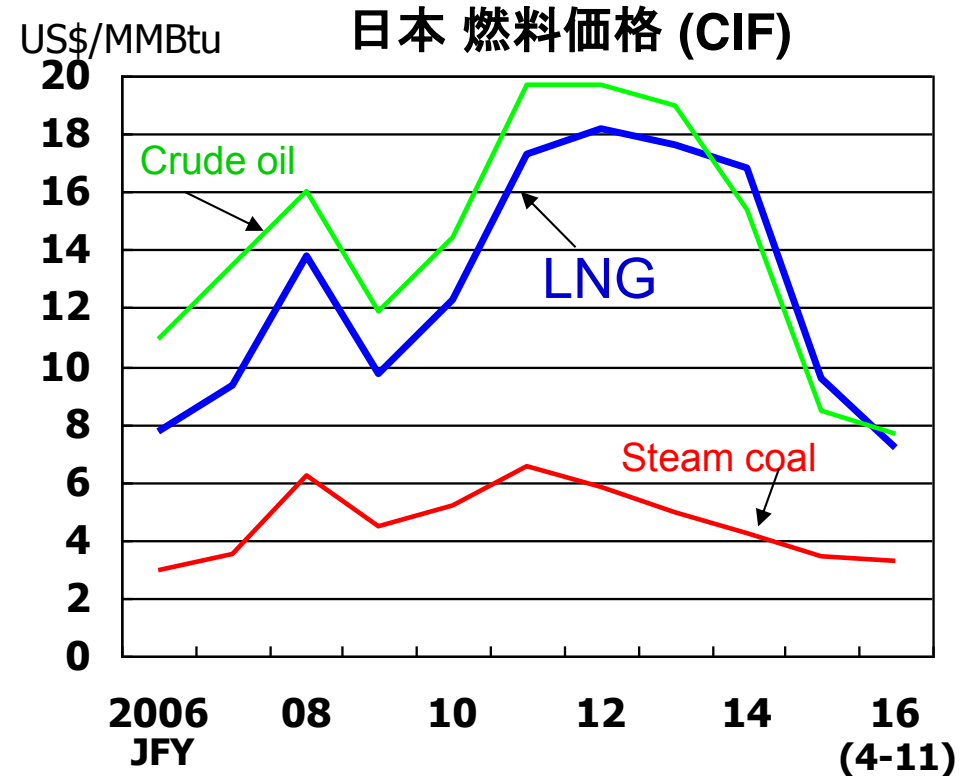
米国の天然ガス市場

国産

パイプラインネットワーク

ハブ価格 (需給反映)

流動性



日本の天然ガス市場

輸入

LNG

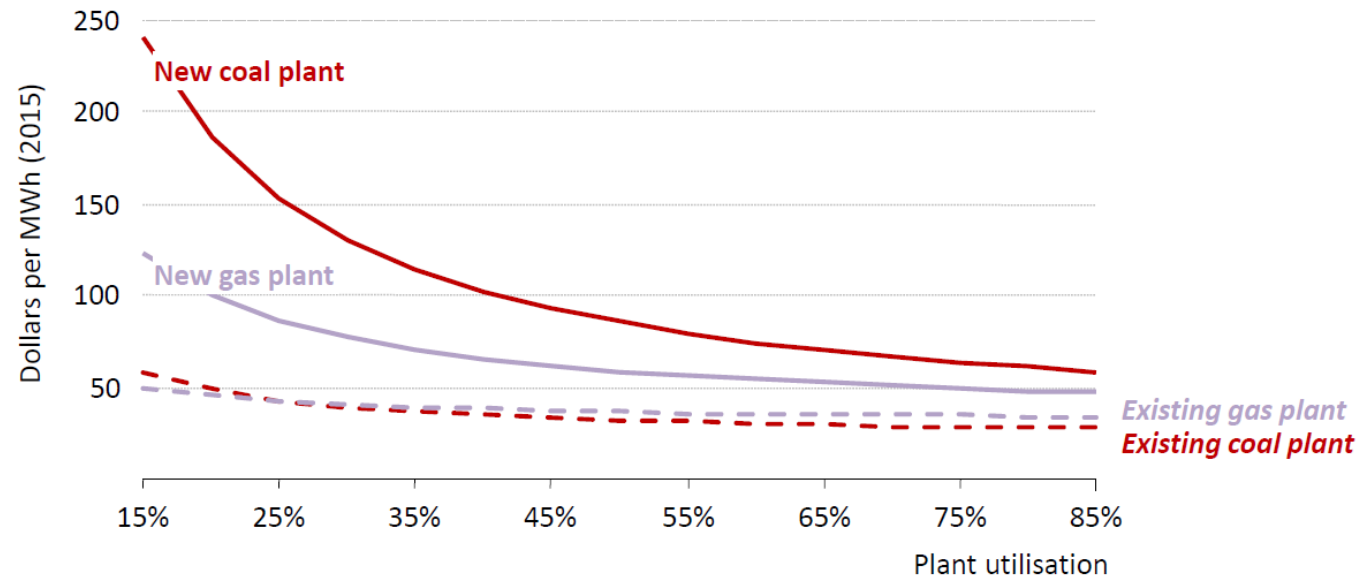
石油連動価格

閉鎖的 (硬直的) システム

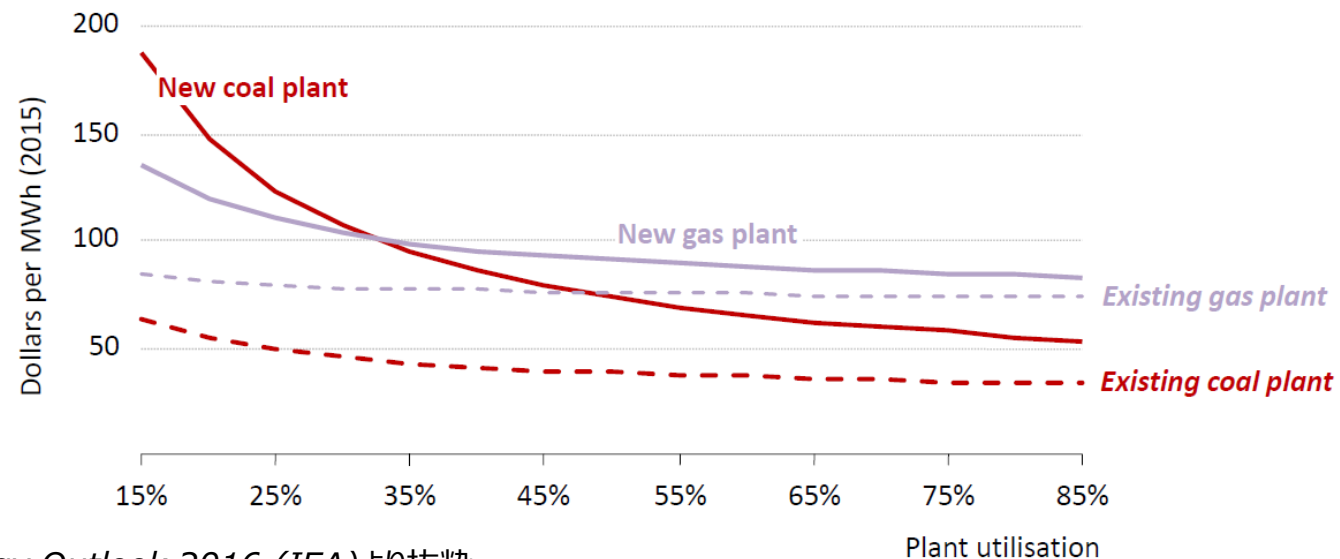
今後の発電コストの見通し

2025年における米国とアジアの発電コスト比較（新設・既設のガス・石炭）

米国



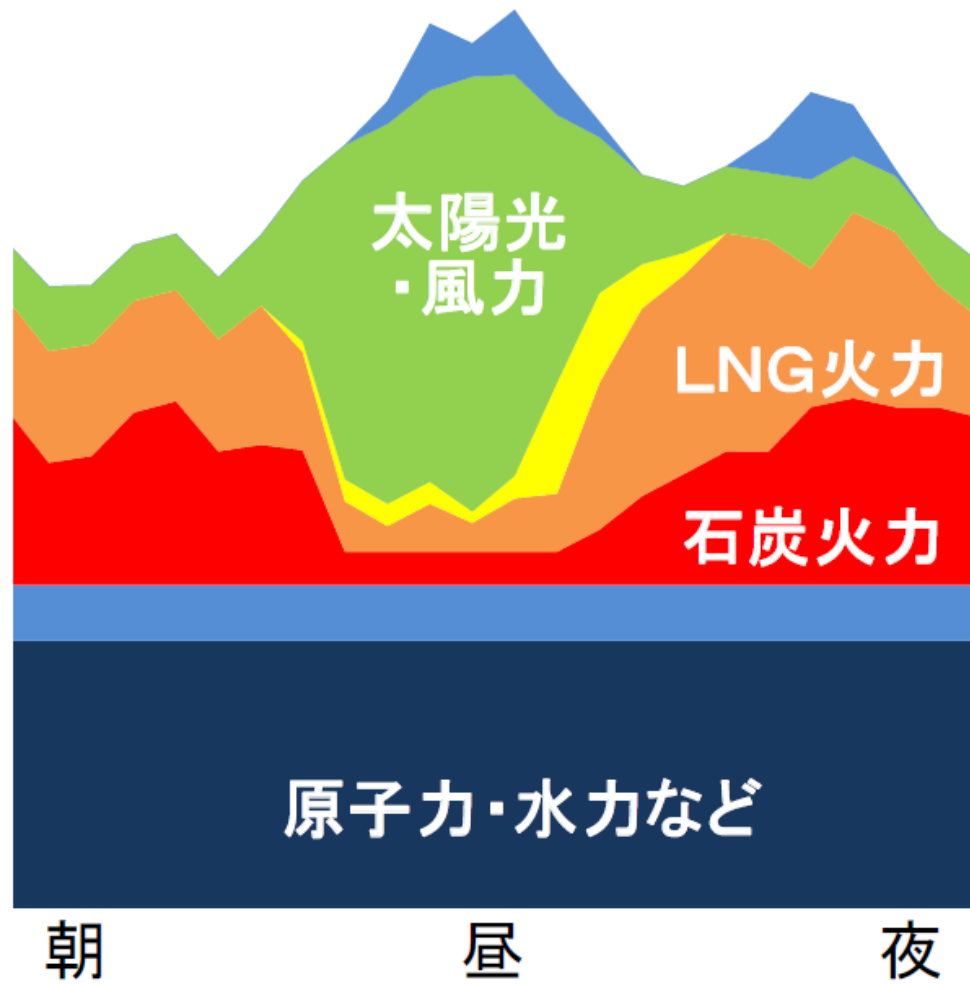
アジア



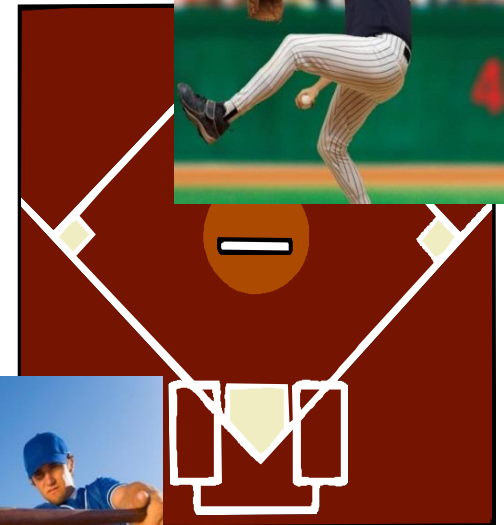
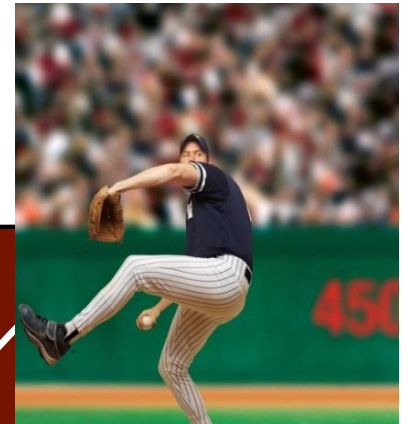
出典: World Energy Outlook 2016 (IEA)より抜粋

“チームプレー”

一日の電力需給パターンのイメージ



チームプレー：
一人ではできない
万能選手はいない



太平洋資源ネットワーク

環太平洋ネットワーク

特性

- 大洋 : 資源輸送に好適
- 国家群 : 資源国／需要国を含め、多様な地域特性の存在

課題

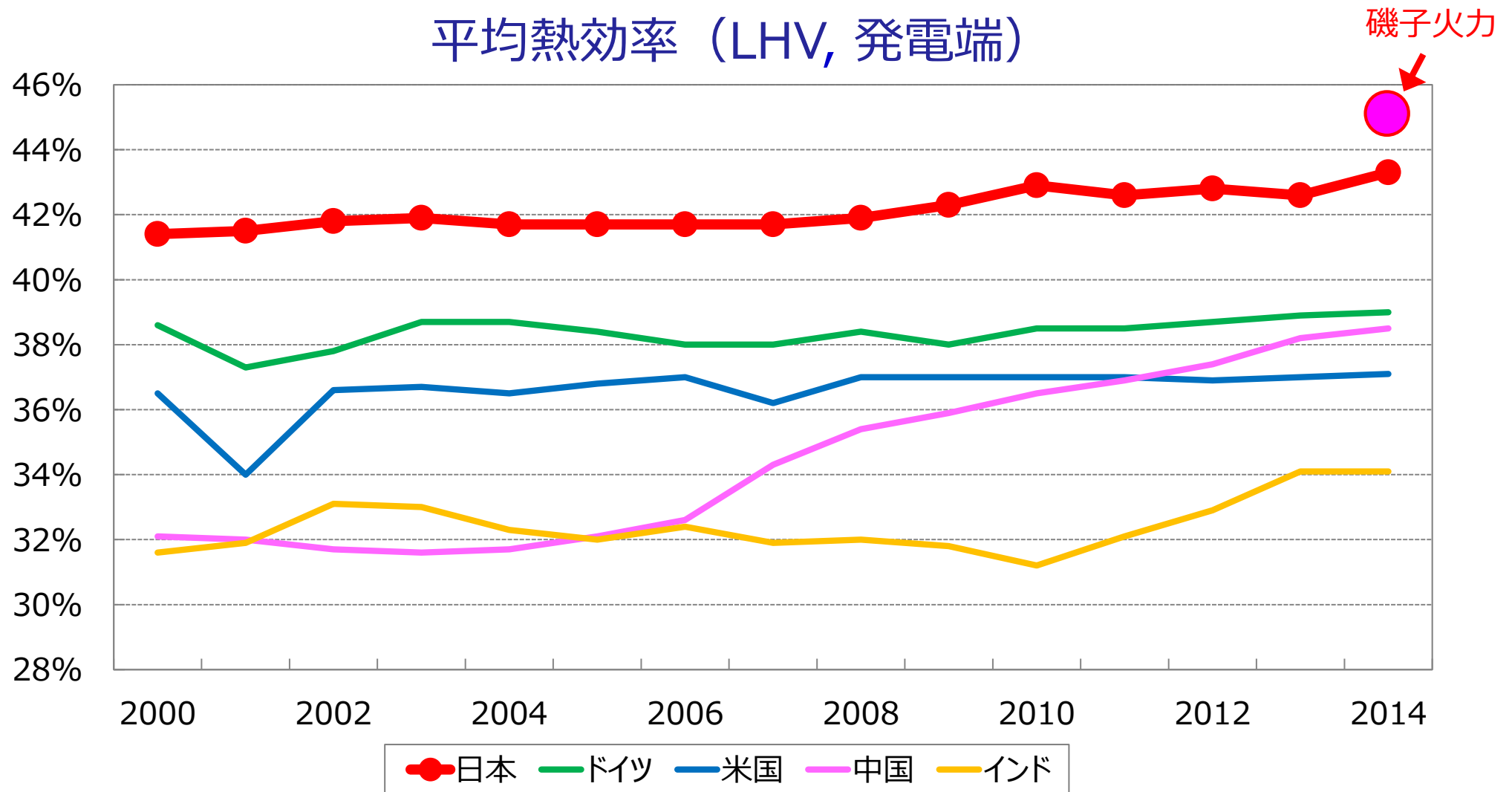
- LNG取引の流動性の拡大（石炭は既に実現）
 - － 価格条項、仕向地条項
 - － LNG基地の増加
- 燃料間の市場裁定の深化
 - － 石炭⇔LNG、LNG⇔LNG（更には、燃料⇔電気）

基盤：電力システムの汎用性・燃料代替性

4. 技術開発の展望と不確実性

各国の石炭火力の発電効率

平均熱効率 (LHV, 発電端)

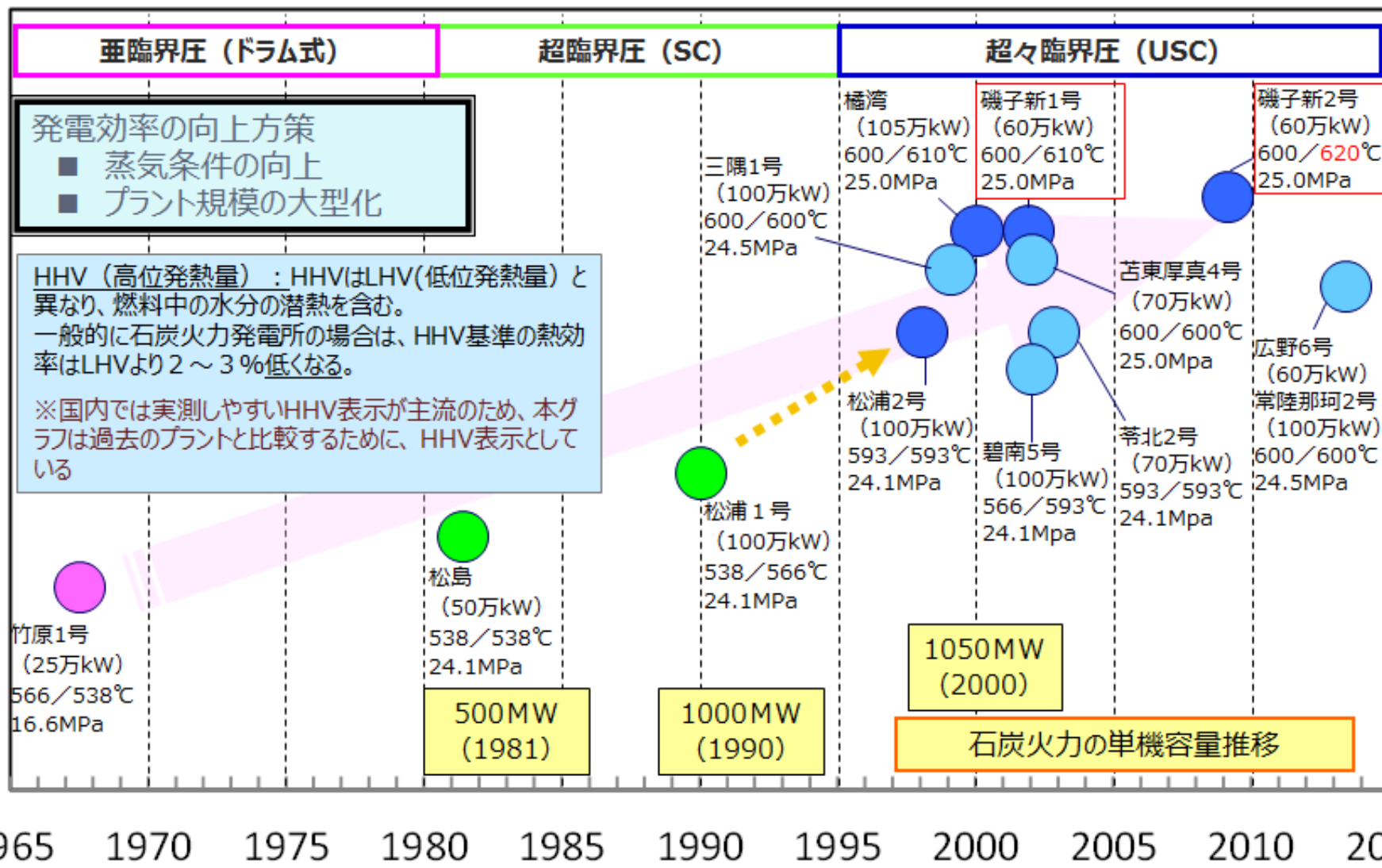


出典) 「Ecofys International Comparison of Fossil Power Efficiency and CO2 Intensity 2015」から作成

石炭火力発電の効率化の推移

石炭火力発電所 蒸気条件の推移

蒸気条件
(主蒸気/再熱蒸気
温度・圧力)

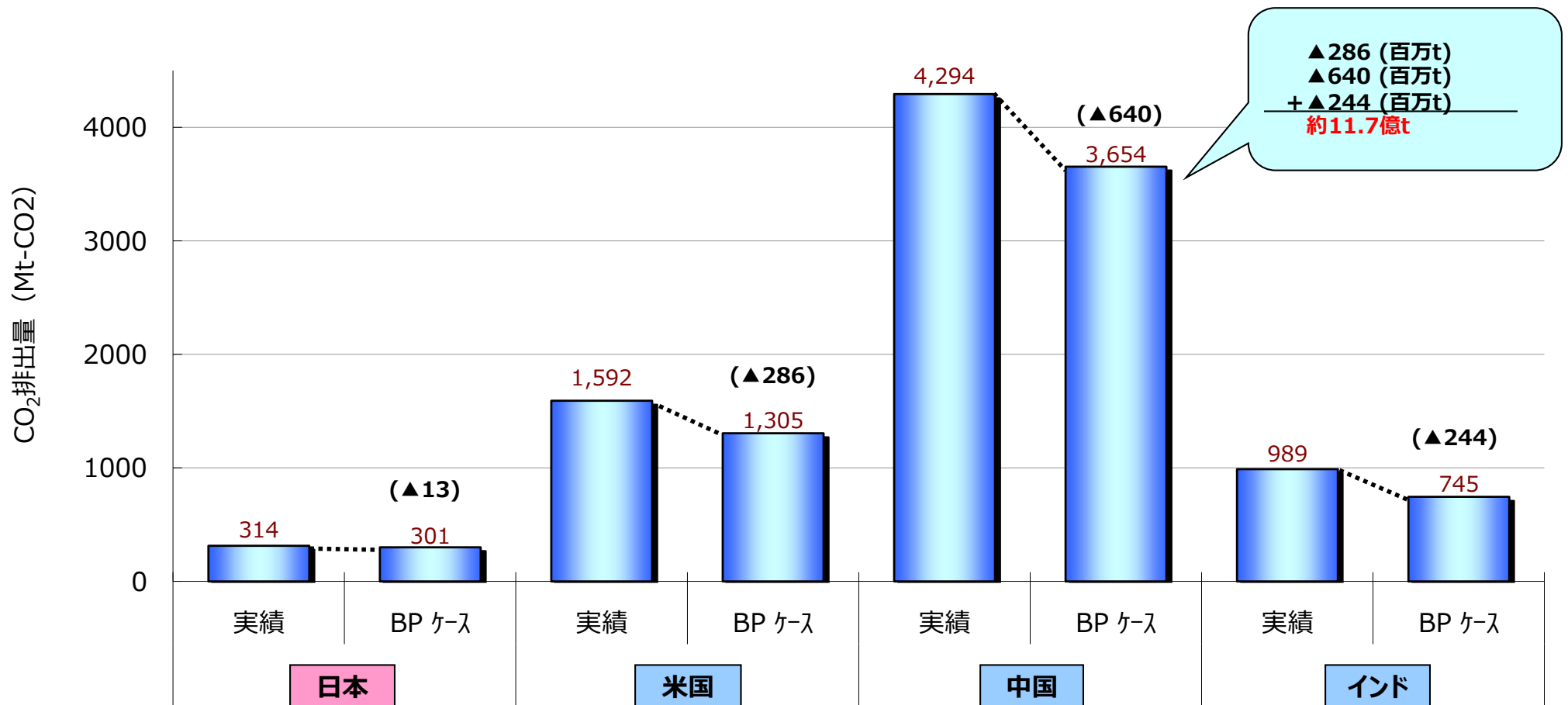


<参考>
設計熱効率(%)
発電端・HHV

(注) 亜臨界圧 (Sub-Critical) ... 蒸気圧力が22.1MPa未満
超臨界圧 (SC: Super Critical) ... 蒸気圧力が22.1MPa以上かつ蒸気温度が566℃以下
超々臨界圧 (USC: Ultra Super Critical) ... 蒸気圧力が22.1MPa以上かつ蒸気温度が566℃より高い。

石炭火力高効率化のインパクト

石炭火力発電からのCO₂排出量実績と日本の高効率適用ケース



注：全て2014年の実績値

出典：「IEA World Energy Outlook 2016」、「Ecofys International Comparison of Fossil Power Efficiency and CO₂ Intensity 2016」から作成

火力高効率化の方向性



CO₂分離回収への取り組み

CO₂分離回収

石炭ガス化発電

燃焼前回収法*

- 実施機関：Jパワー/NEDO
- 処理ガス量：1,000Nm³/h
- 回収CO₂量：20 t-CO₂/日程度
- 試験期間：2008年度～2014年度



微粉炭火力発電

酸素燃焼法

- 実施機関：日本(Jパワー,IHI,三井物産)/豪州
- 試験規模：30MW規模
- 回収CO₂量：70 t-CO₂/年日
- 試験期間：2011年度～2014年度



微粉炭火力発電

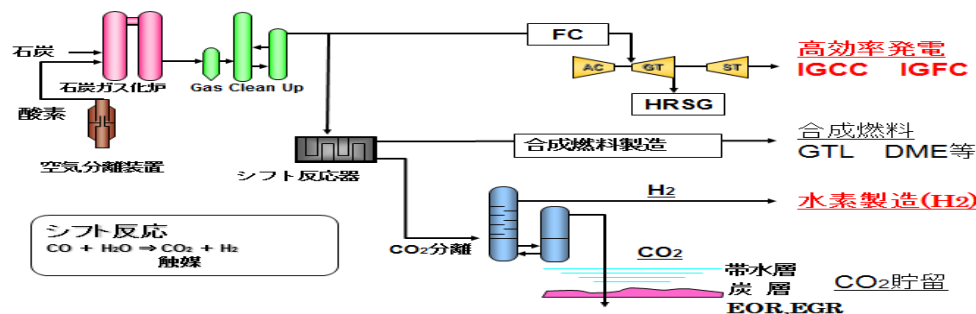
燃焼後回収法

- 実施機関：Jパワー/三菱重工
- 処理ガス量：1,750Nm³/h
- 回収CO₂量：10 t-CO₂/日
- 試験期間：2007年度～2008年度



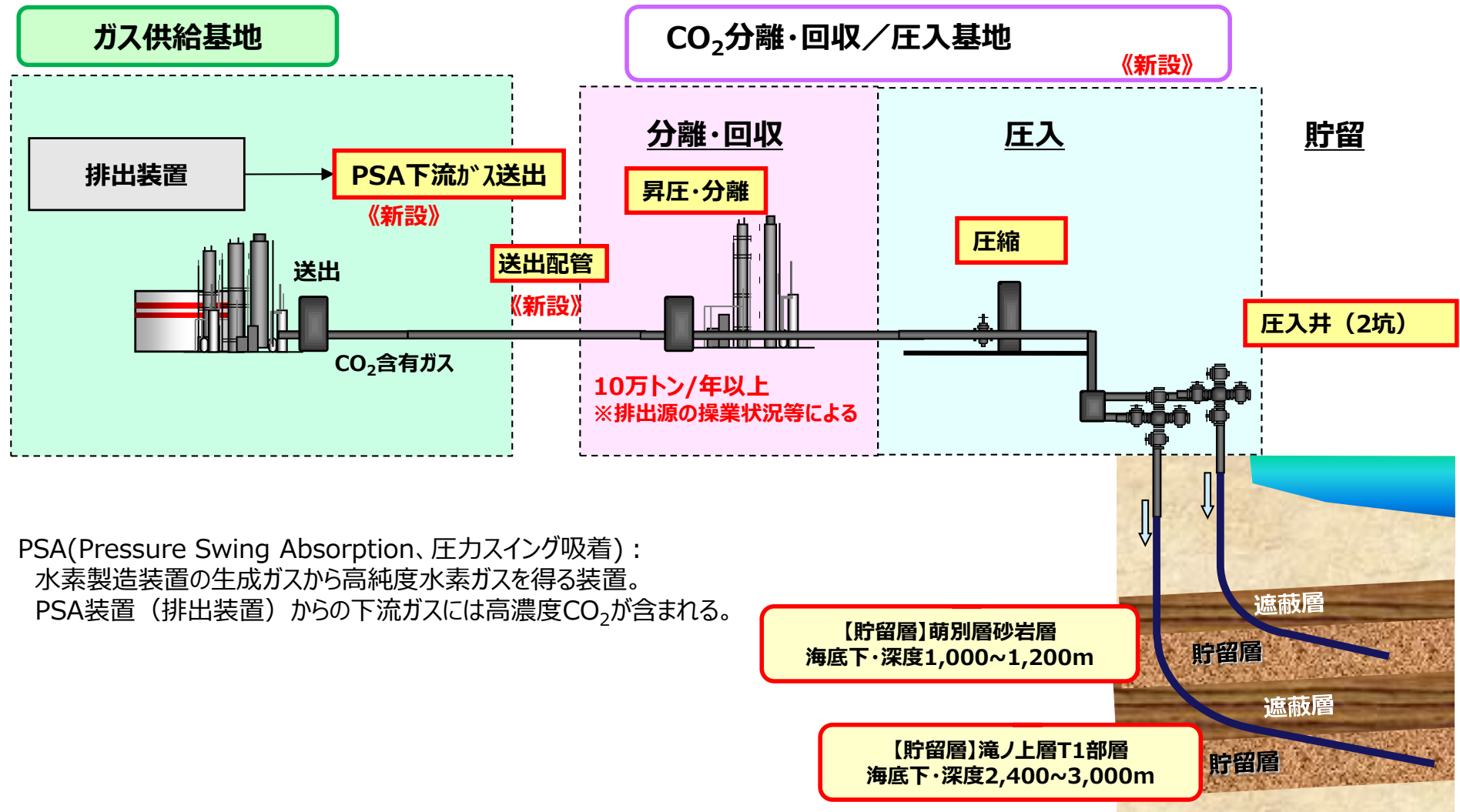
*「大崎クールジェン」において実証プロジェクト進行中

- 実施機関：Jパワー/中国電力/NEDO
- 試験規模：IGCC 166 MW（発電）級
- 試験内容：（Step2）酸素吹IGCC燃焼前CO₂分離回収システム実証
- 試験期間：（Step2）2016～20年度



CO₂地中貯留への取り組み

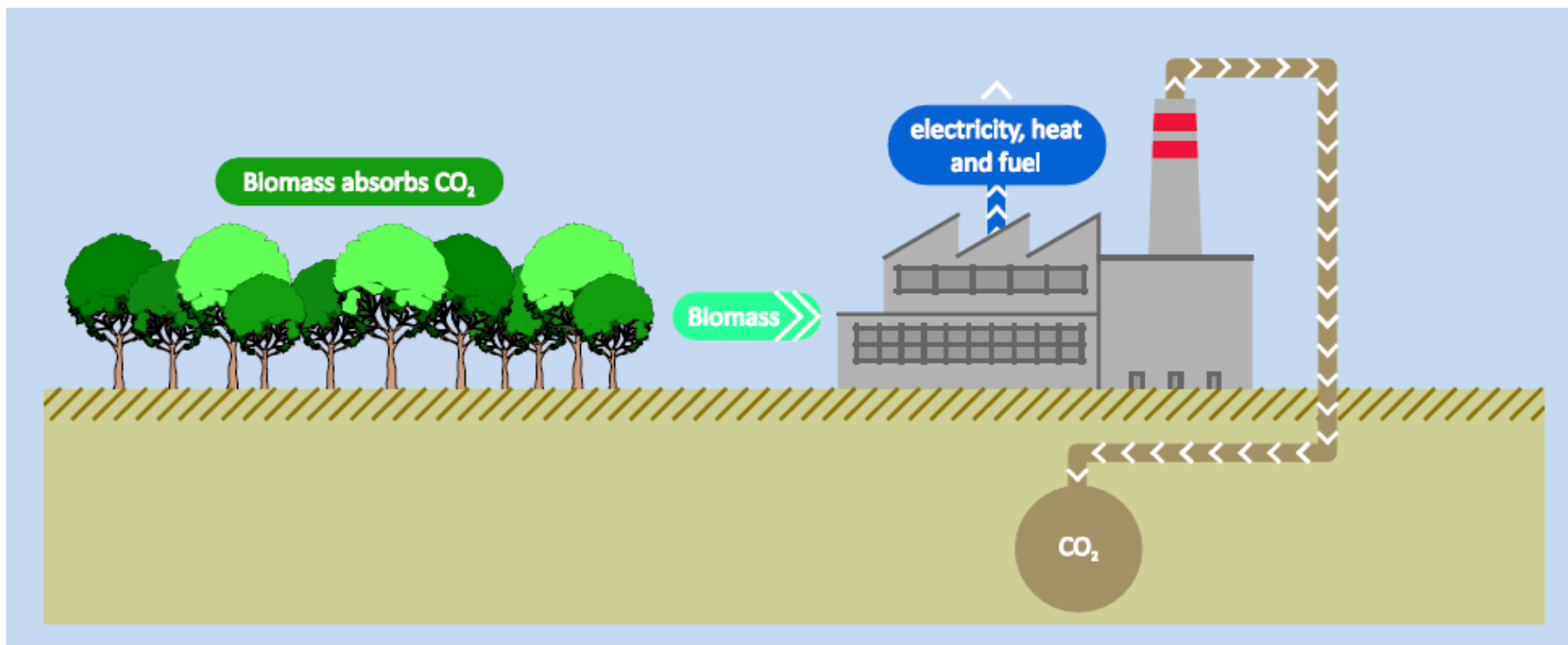
苫小牧実証事業



出典：日本CCS調査会社

技術開発の可能性と不確実性

バイオマス混焼による石炭火力でのBECCSのイメージ図



出典: 20 Years of Carbon Capture and Storage (IEA, 2016)

5. 金融制約動向を巡って

金融制約の動き

公的金融機関

- 2013年 世界銀行、欧州投資銀行などが、新設石炭火力発電所へ融資に厳しい制限を設けることを表明。
- 2015年 OECD輸出信用部会による超臨界圧、亜臨界圧案件への融資を制限する方針で合意。超超臨界圧（USC）を含む高効率石炭火力向けには融資を継続。

民間金融機関

- 2015年から16年にかけて、JP MorganやINGなど欧米の一部民間金融機関を中心に、石炭火力案件あるいは炭鉱案件への直接融資を禁じる動き。

石炭火力に対する金融制約動向を巡って

- 資産は座礁するか否か？

- 情報開示と資産評価
- 資産評価の前提
制度、資源賦存、“チームプレー”

- 事実判断と価値評価

- 「検討と結論の相乗効果」が醸成する座礁資産論
- 事実判断と価値評価の逆転

- 金融市場への期待

- ゼロかイチか デジタルな判断
- 多様な政策目標の追求と調整機能

ご清聴ありがとうございました