

クリーンコール政策の新たな展開

＝クリーンコールセミナー福岡＝

平成22年10月29日

経済産業省資源エネルギー庁

長官官房企画官 渡部義賢

内 容

1. 石炭の役割と特徴
2. 新たなクリーンコール政策
3. 石炭火力発電の低炭素化に向けて
4. 石炭資源の安定供給の確保に向けて

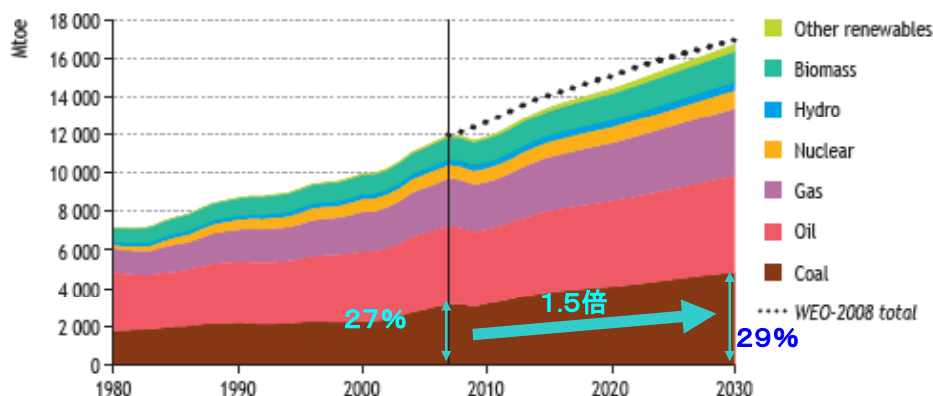
内 容

1. 石炭の役割と特徴
2. 新たなクリーンコール政策
3. 石炭火力発電の低炭素化に向けて
4. 石炭資源の安定供給の確保に向けて

世界のエネルギー資源に占める石炭の役割

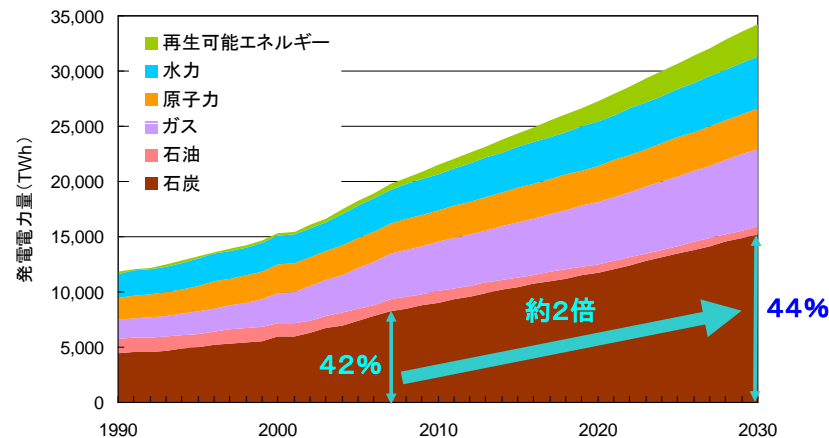
- 世界の一次エネルギー消費の中で、石炭は4分の1を占め、2030年に向けて消費量は1.5倍に拡大の見通し。
- 世界の石炭火力発電は、発電電力量の40%以上を占め、2030年に向け倍増の見通し。

[世界のエネルギー需要見通し]



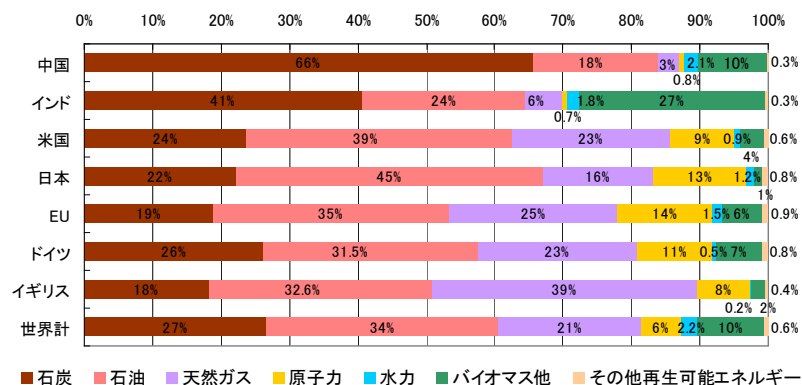
出典: IEA, "World Energy Outlook 2009"

[世界の発電電力量見通し]



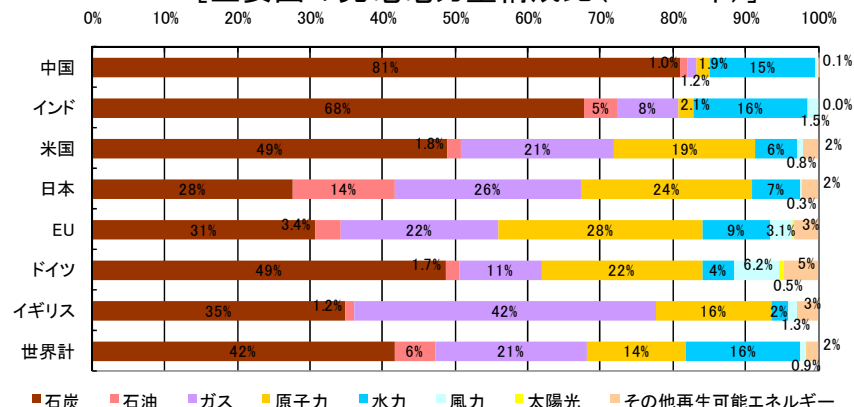
出典: IEA, "World Energy Outlook 2009"

[主要国の一次エネルギー構成比(2007年)]



出典: IEA, "World Energy Outlook 2009"& "Energy Balances of OECD Countries (2009 Edition)"

[主要国の発電電力量構成比(2007年)]

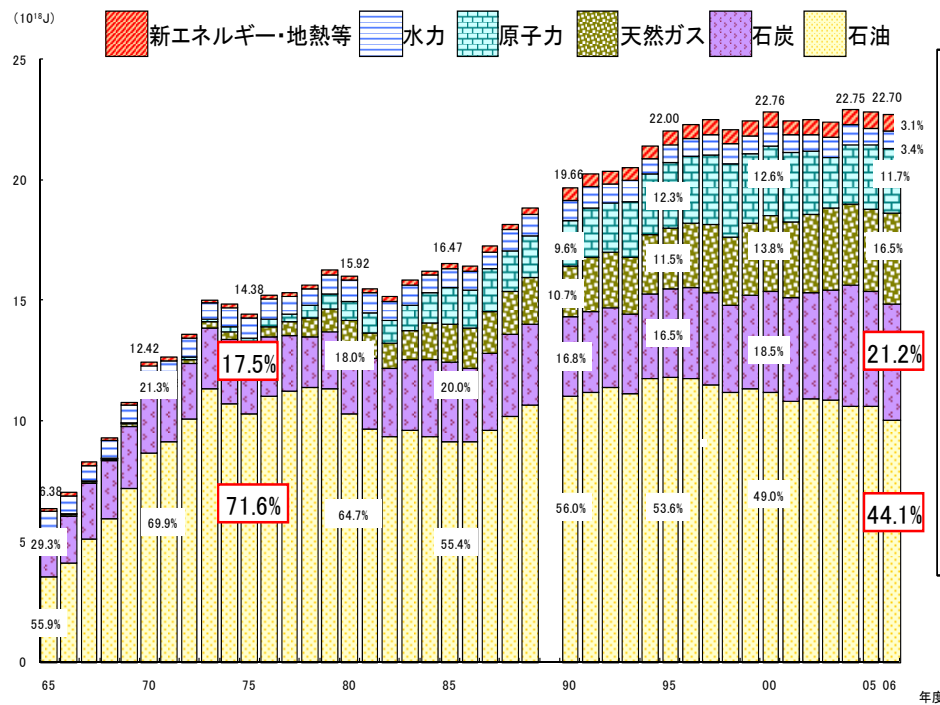


出典: IEA, "World Energy Outlook 2009"& "Electricity information 2009"

日本のエネルギー需給に占める石炭の役割

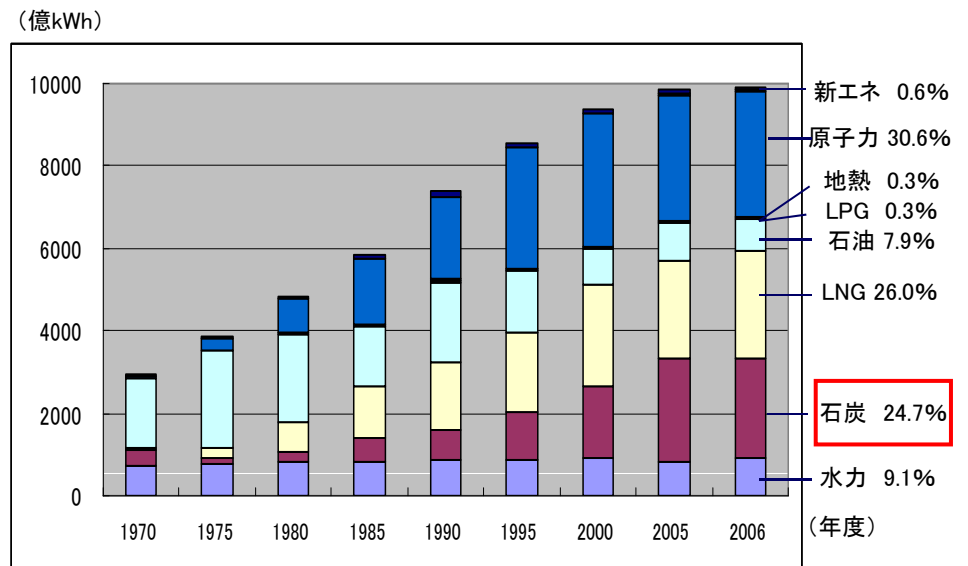
- 我が国は、1970年代の石油危機後、石油代替エネルギーとして、石炭、天然ガス、原子力をバランス良く導入することに努力。
- 日本の一次エネルギー消費の中で、石炭は20%超を占める。
- 日本の石炭火力発電は、発電電力量の約4分の1を占め、重要な電源の一つ。

〔日本の一次エネルギー需要〕



出典：総合エネルギー統計

〔日本の電源構成(発電電力量)〕

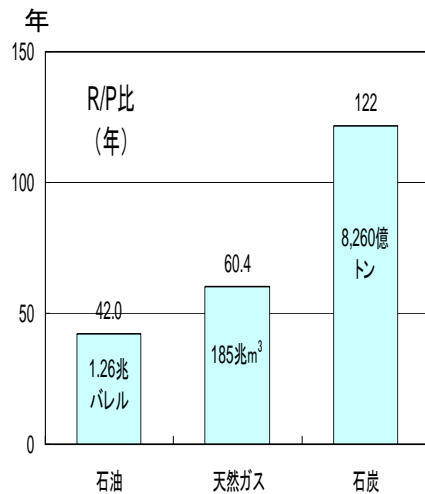


出典：資源エネルギー庁「電源開発の概要」から作成

石炭の特徴（安定供給性、経済性）

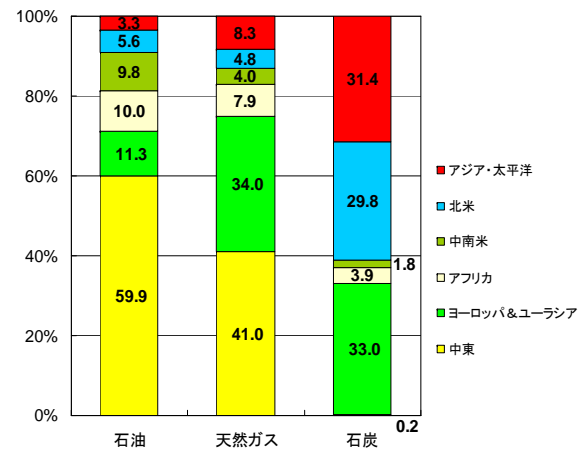
- 石炭は、他の化石燃料に比べて資源量が豊富で可採年数も長い。
- 賦存地域も分散している。
- 価格は原油、LNGに比べて低位で安定。
→供給安定性、経済性とも高い。

確認可採埋蔵量と可採年数



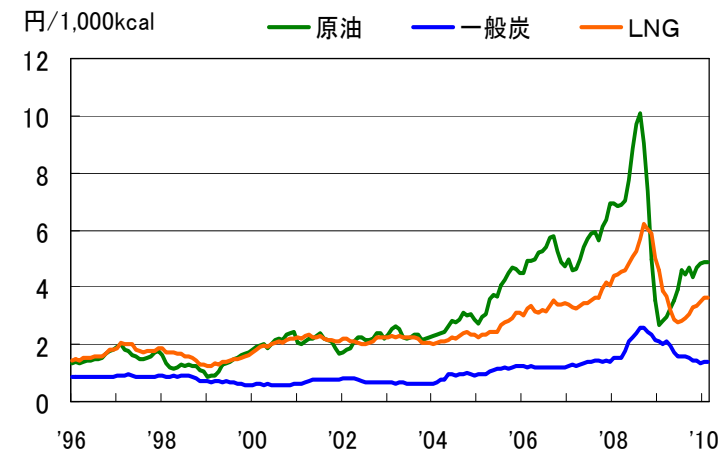
出典：「BP統計2009」

地域別資源埋蔵量



出典：「BP統計2009」

燃料価格(CIF)の推移

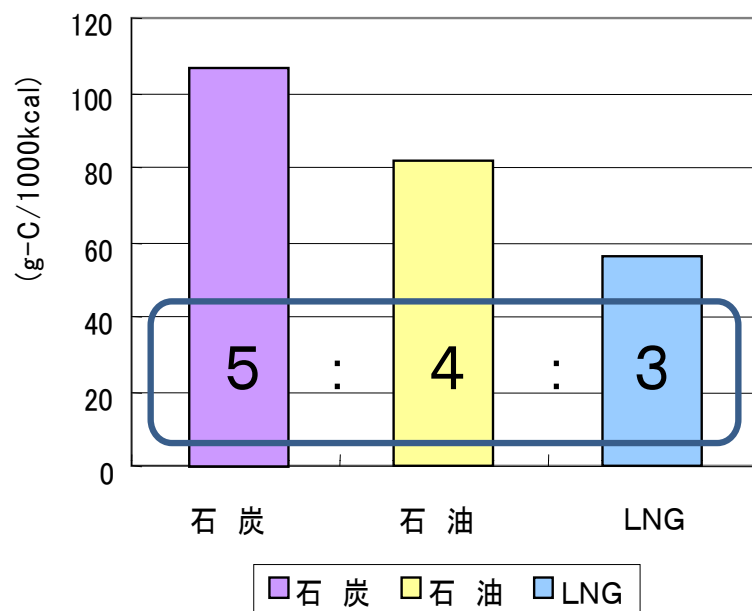


出典：日本エネルギー経済研究所

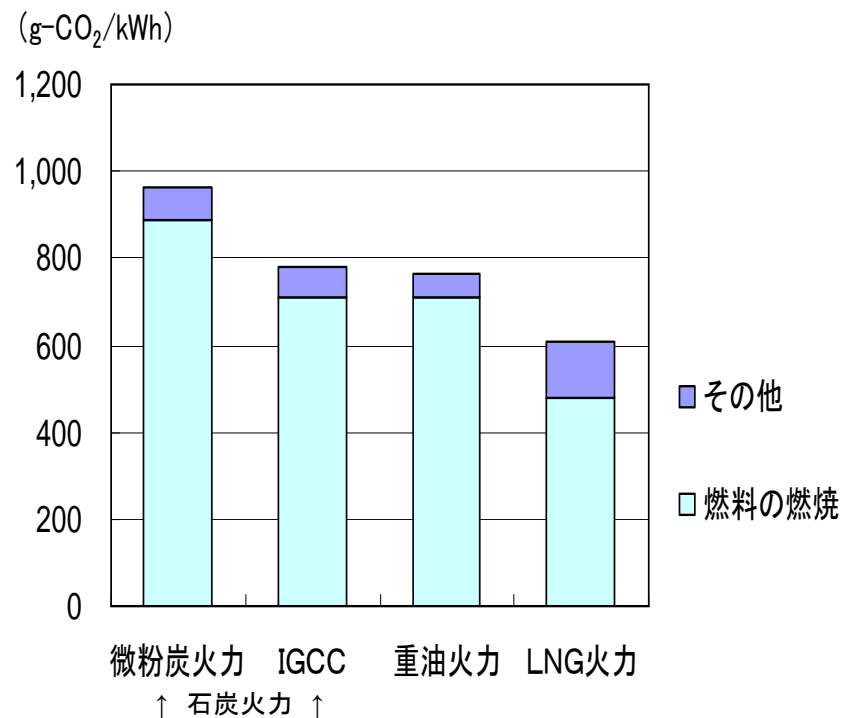
石炭の特徴（環境負荷）

- 石炭は、単位当たりのCO₂発生量が他の化石燃料に比べて多い。
→クリーンな利用が求められる。

熱量当たりのCO₂発生量の比較



kWh当たりのCO₂発生量の比較



出典：「気候変動に関する国際連合枠組条約」に基づく日本国政府報告書

出典：第2回石炭火力発電の将来像を考える研究会
資料「IGCC実証機プロジェクトについて」

内 容

1. 石炭の役割と特徴
2. **新たなクリーンコール政策**
3. 石炭火力発電の低炭素化に向けて
4. 石炭資源の安定供給の確保に向けて

日本のエネルギー政策の基本 ～3E～

○脆弱なエネルギー供給構造の克服

「安定供給の確保」

Energy Security

○国民生活、産業の競争力の向上

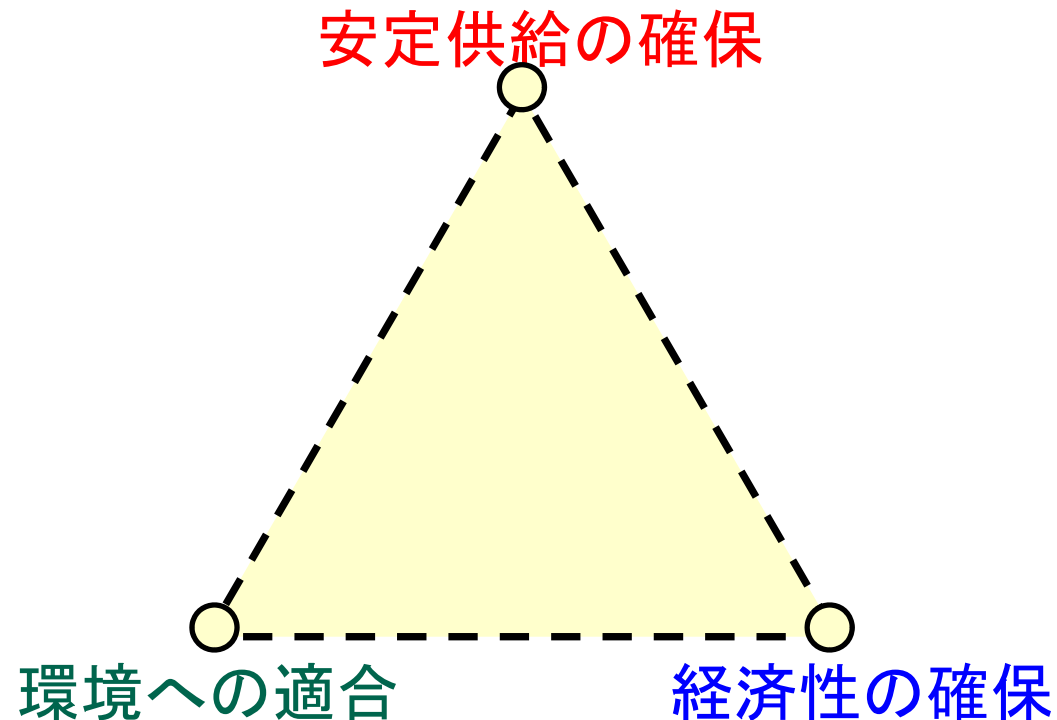
「経済性の確保」

Economy

○環境問題、とりわけ、地球温暖化問題への対応

「環境への適合」

Environment



エネルギー基本計画(2010年6月)における石炭の位置づけ

1. 石炭火力の低炭素化



1-1.国内石炭火力の更なる低炭素化の推進

1-2.海外石炭火力の低炭素化の推進

2. 石炭資源の安定供給確保策



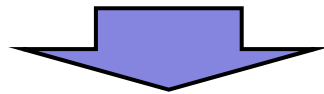
2-1.フロンティア開拓と産炭国協力の推進

2-2.低品位炭の有効活用

新たなクリーンコール政策の考え方

1. 石炭火力の低炭素化

- 世界的なエネルギー需要増大の中で、世界の石炭火力は2030年に向け2倍に拡大。
- 石炭火力のCO2排出原単位はLNG火力の約2倍で、気候変動対策上、石炭火力の効率向上は不可欠。
- 日本は世界一環境に優しい石炭火力を保有。



1-1. 国内石炭火力の更なる低炭素化

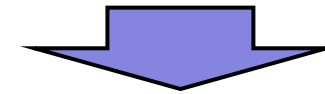
- バイオマス混焼の推進。
- 老朽石炭火力の最新鋭機へのリプレイス推進。
- 高効率石炭火力の開発・実証。CCS技術の開発・実証。
- 国際共同研究の実施。

1-2. 海外石炭火力の低炭素化

- 石炭火力発電等のシステムの海外展開に対し、金融面からの支援。
- 海外の効率の悪い石炭火力発電に対して、設備改修による効率向上のための設備診断事業を実施。

2. 石炭資源の安定供給確保策

- 我が国は、国内石炭消費のほぼ全量を海外に依存する世界最大の石炭輸入国。輸入の約8割を豪州とインドネシアに依存。
- 世界的な石炭需要の拡大が見込まれる中、中国やインド等による石炭輸入が増大。更なる石炭の安定供給確保への取り組みが必要不可欠。



2-1. フロンティア開拓と産炭国協力の推進

- 豪州、インドネシア、中国、ベトナム等の主要石炭供給国との重層的に協力関係を構築するための産炭国協力を強化。
- ロシア、モンゴル、南部アフリカ等における新たな石炭供給源の確保への取り組み。

2-2. 低品位炭の有効活用

- 未利用資源である褐炭等の低品位炭の有効利用。
- 我が国の優れた石炭ガス化技術等により、産炭国におけるエネルギー需給の緩和、将来的な我が国への新たなクリーン・エネルギー供給を目指す。

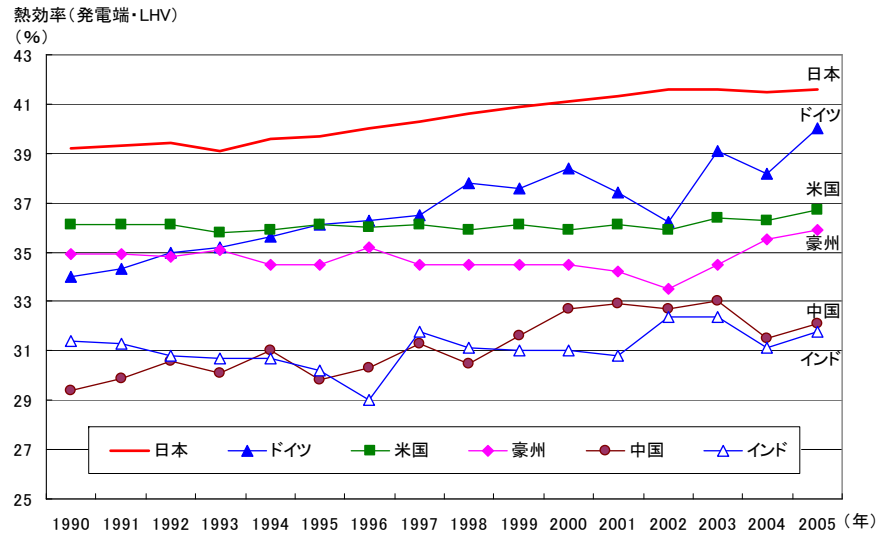
内 容

1. 石炭の役割と特徴
2. 新たなクリーンコール政策
3. 石炭火力発電の低炭素化に向けて
4. 石炭資源の安定供給の確保に向けて

我が国の石炭火力発電の効率

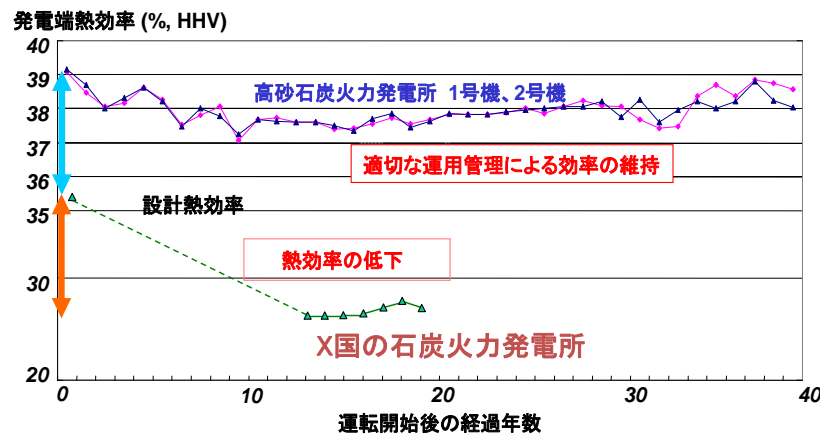
- 我が国の石炭火力発電は、高効率技術(超臨界圧・超々臨界圧)と運転・管理ノウハウにより、世界最高水準の発電効率を達成し、運転開始後も長期にわたり維持。

各国の石炭火力発電の効率の推移



出典: ECOFYS,「INTERNATIONAL COMPARISON OF FOSSIL POWER EFFICIENCY(2008)」

石炭火力・経年劣化の比較例



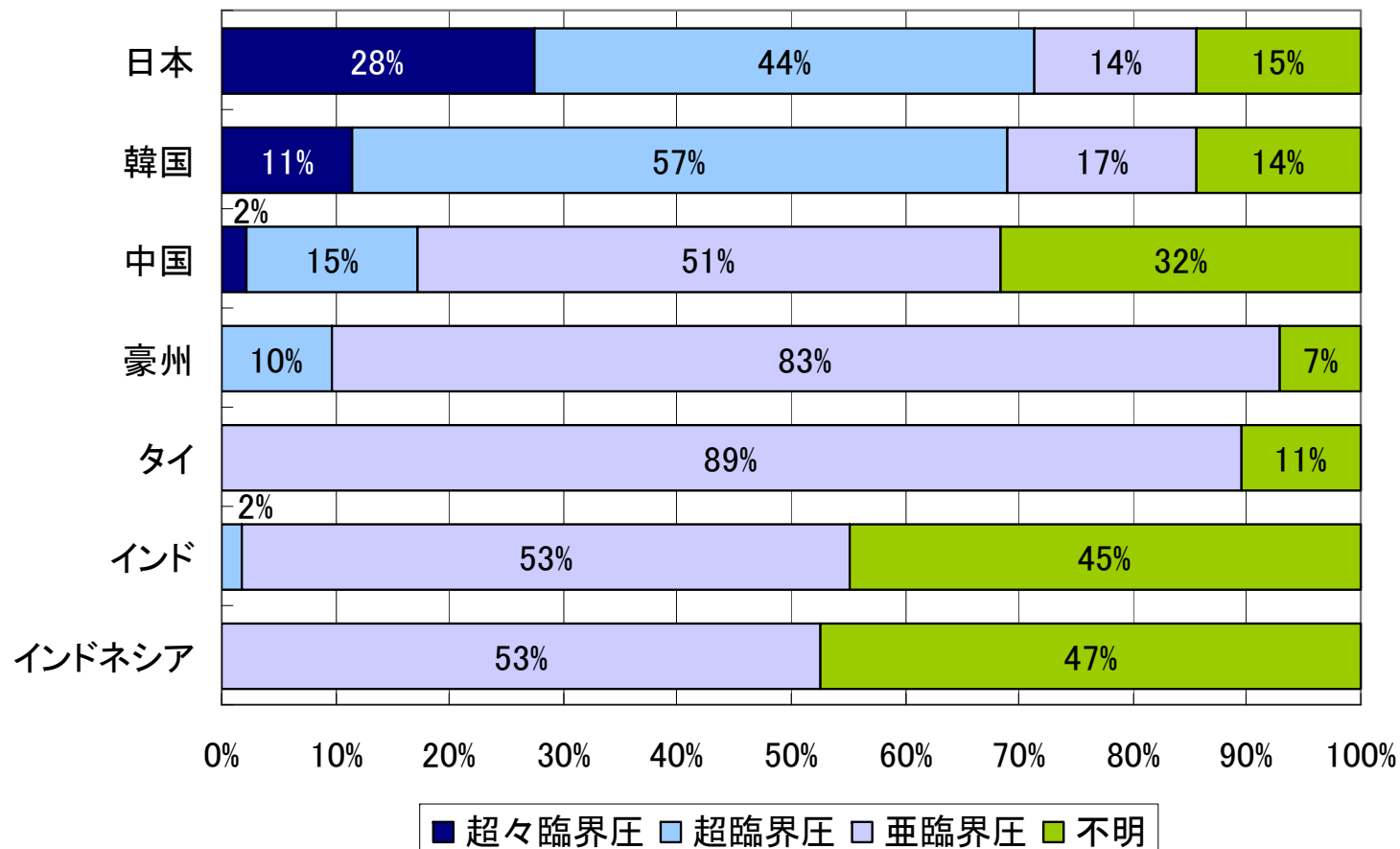
アジアパシフィックパートナーシップ (APP)にて、経年化プラントにおける効率維持のモデルプラントとして各国が視察し、途上国から、驚愕と大きな評価を得た。

出典: 電事連

高効率(超臨界圧・超々臨界圧)発電のシェアの国別比較

- 我が国では、60%超が超臨界圧または超々臨界圧
 - ✓超々臨界のシェアではNo.1。
 - ✓亜臨界がほとんどのアジア諸国でも、超臨界、超々臨界市場が形成されつつある。

アジア諸国の発電技術別(蒸気条件別)シェア



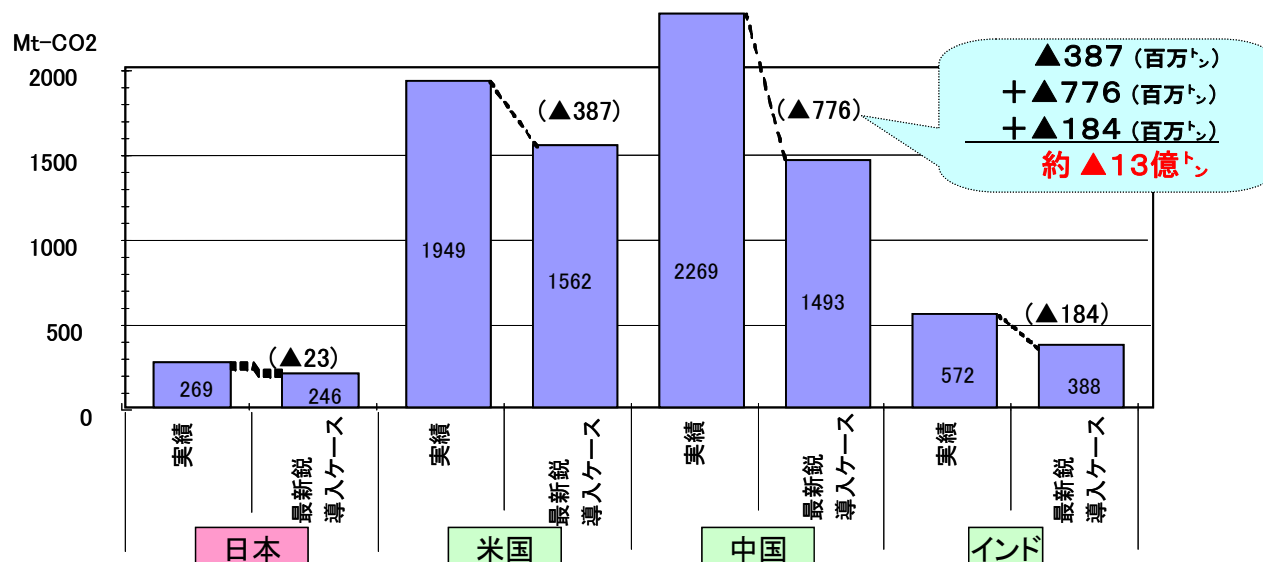
出典: IEA Coal Power Database(2009/11)より作成

我が国石炭火力発電技術の海外移転によるCO2削減効果の試算

- 日本で運転中の最新式の石炭火力発電(超々臨界圧)の効率を米、中、印の石炭火力発電に適用すると、CO2削減効果は、約13億トンとの試算もある。
- 現在、ASEANのほとんどの国も、石炭火力は低効率の亜臨界圧が主流。

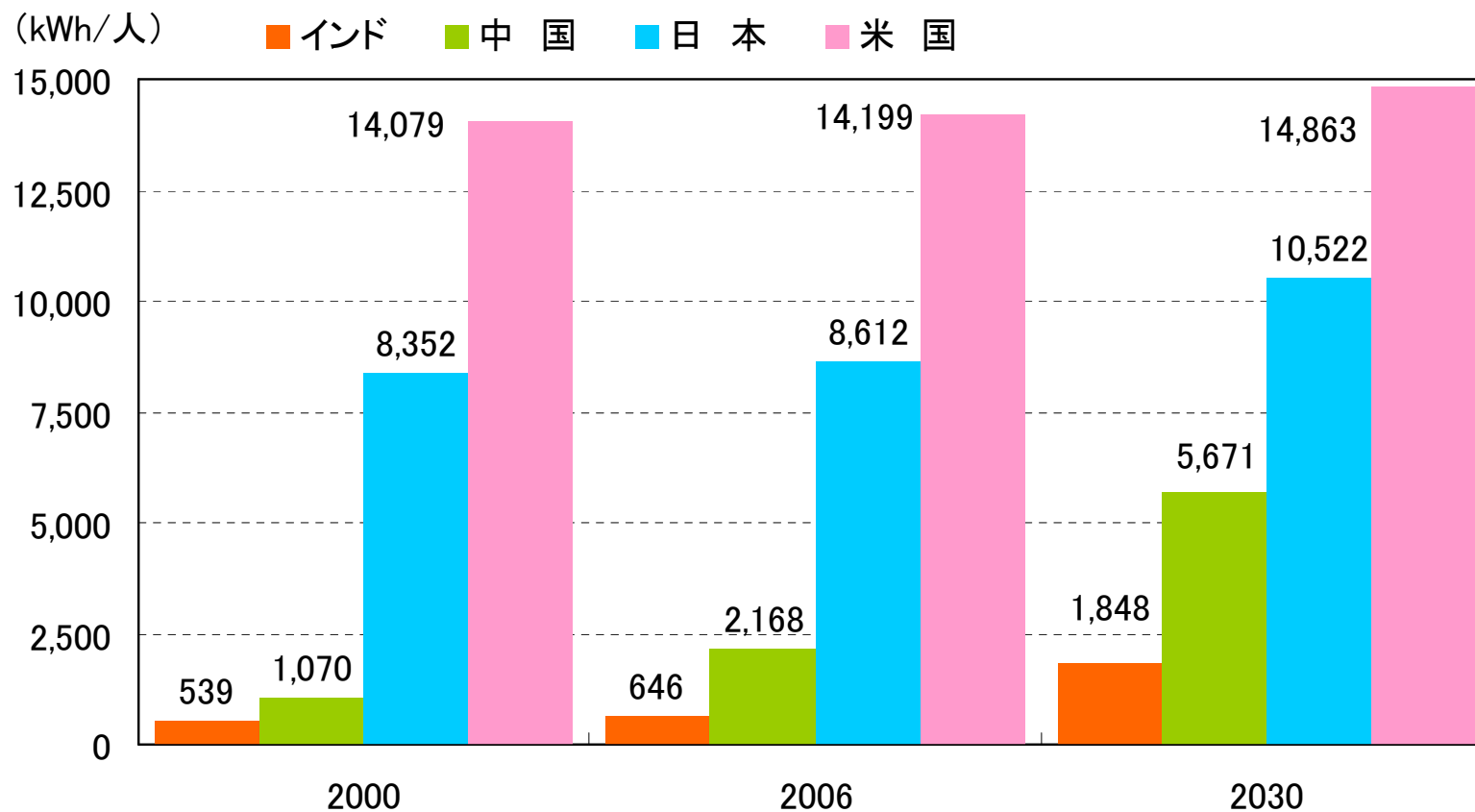
世界全体のエネルギー起源CO2の排出量	280億トン
うち石炭火力のCO2排出量	80億トン(30%)
我が国のCO2排出量	13億トン(4%)
うち我が国の石炭火力のCO2排出量	2.7億トン(1%)

【石炭火力発電からのCO2排出量 :2004年】



各国の実績に日本のベスト・プラクティス(商業運転中発電所の最高効率)を適用した場合
 出典: 日本エネルギー経済研究所、「実績」データ:IEA,“World Energy Outlook 2006”

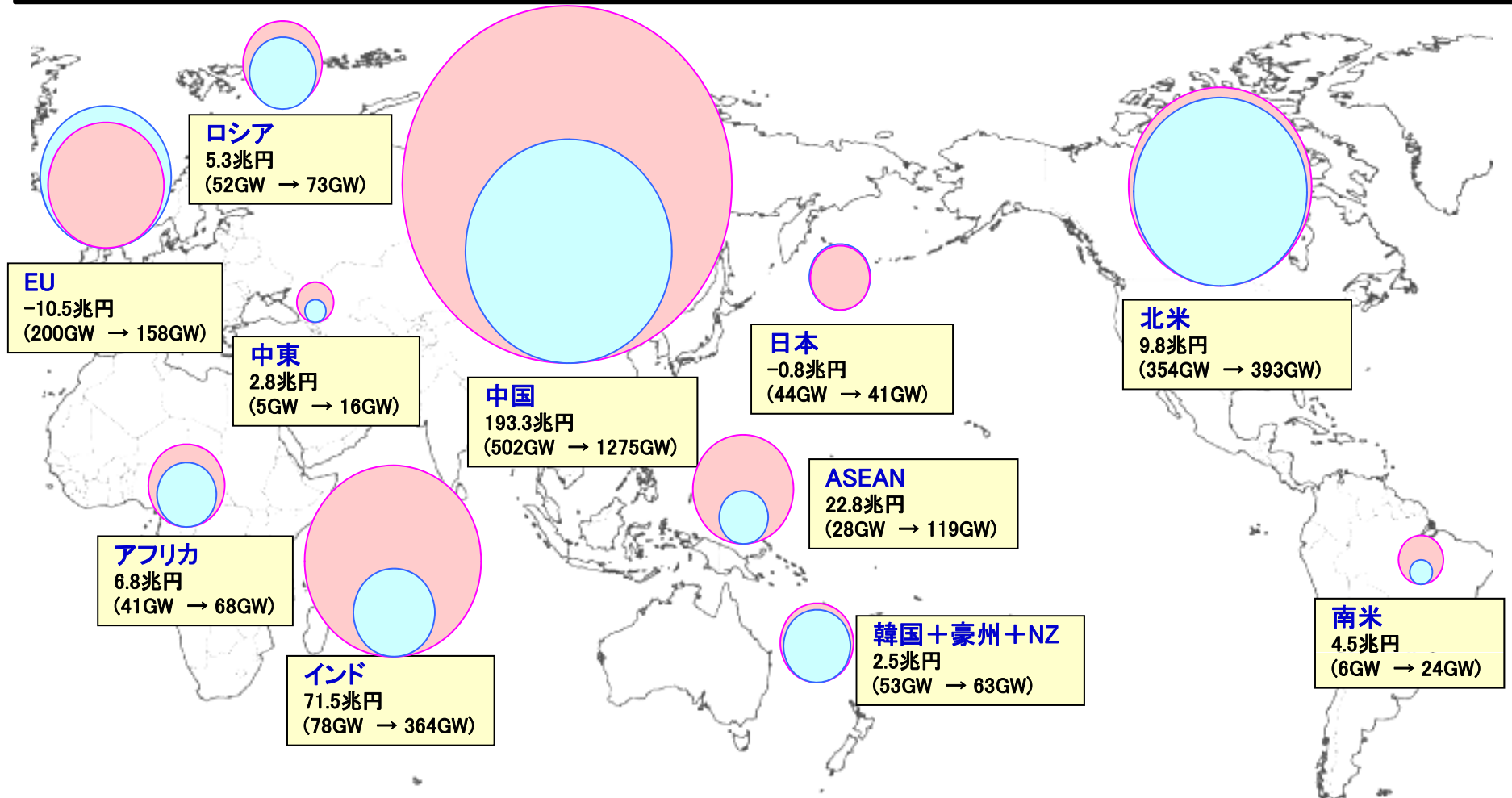
中国・インドと日本・米国の1人当たりの電力消費量



出典：発電電力量 IEA, “Energy Statistics of OECD Countries 2008 Edition”、“Energy Statistics of Non-OECD Countries 2008 Edition” および “World Energy Outlook 2008”
人口 総務省統計局ホームページ掲載データ、UN, “World Population Prospects: The 2008 Revision”

世界の石炭火力発電の導入見通し

- 発電設備容量は2030年までに現在から倍増の見込み。10～20兆円／年の市場規模。
- 地域別には、中国・インドをはじめとするアジア地域の需要拡大が顕著。
- 地球温暖化対策の必要性を踏まえ、先進国・新興国の高効率石炭火力発電需要は増加の見込み。



▶上の数字は2030年までに新たに生じると予想される市場規模の金額
 (1GW当たり2500億円と仮定し試算)
 ▶下の数字(括弧書き)は2007年の設備容量と2030年の設備容量見通し
 ※ IEA World Energy Outlook2009 リファレンスシナリオを基に作成

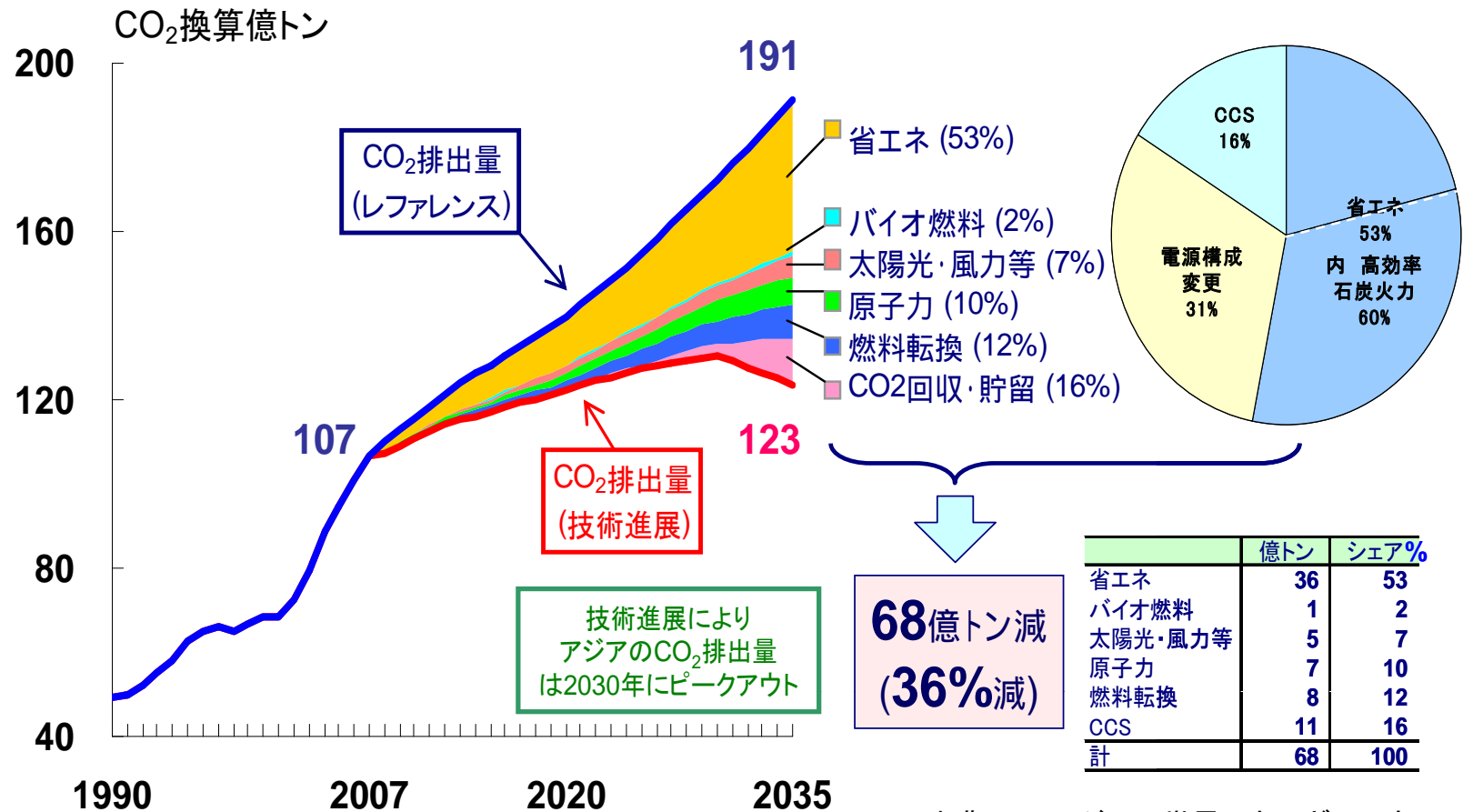
2007年実績 ●
 2030年見通し ●
 (単位: GW)

※先進国(北米、EU、豪州、日本等)は経年設備のリプレースが相当数見込まれるが、本試算には含まれていない。

温暖化対策として期待される高効率石炭火力発電技術

- 高効率石炭火力の寄与率は二酸化炭素削減ポテンシャル全体の30%
 - ✓ 全体の53%が省エネ貢献、そのうちの60%（つまり全体の約30%）が高効率石炭火力。
 - ✓ 削減ポテンシャルが一番高い技術と期待されている。

技術別CO₂削減ポテンシャル



石炭火力の技術革新によるCO2排出原単位の低減

• <u>石炭火力</u>		
微粉炭火力	887 g-CO2/kWh	※1
微粉炭火力(最新USC)	800 g-CO2/kWh	※2
IGCC(1300°C級GT)	758 g-CO2/kWh	※2
IGCC(1500°C級GT)	709 g-CO2/kWh	※2
IGFC(EAGLE目標)	593 g-CO2/kWh	※2
• <u>石油火力</u>	704 g-CO2/kWh	※1
• <u>ガス火力</u>		
ガス焚き	478 g-CO2/kWh	※1
コンバインド	408 g-CO2/kWh	※1
• <u>原子力</u>	0 g-CO2/kWh	
		(kWh:送電端)

1 「電中研ニュース No.338」から、燃焼過程からのCO2排出原単位を抜粋したもの

2 A電力会社の試算値と前提条件:

一般炭のCO2排出係数 0.0247 t-C/GJ (温室効果ガス排出量算定・報告マニュアルから)

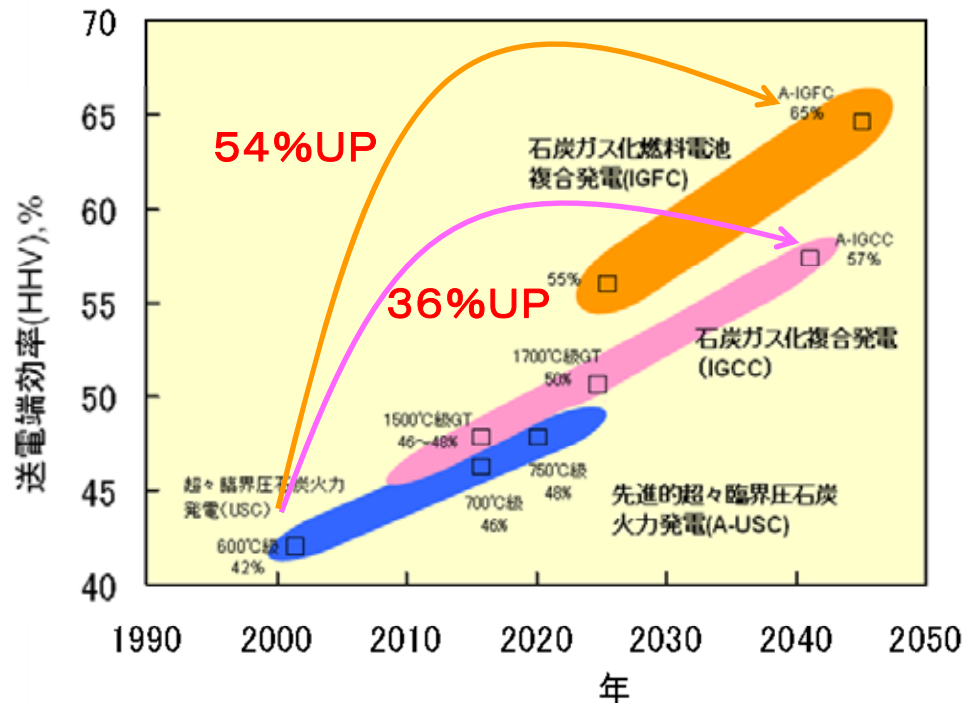
送電端効率: 最新USC 41%, IGCC(1300 GT) 43%, IGCC(1500 GT) 46%, IGFC 55%

3 本表は、発電用燃料として燃焼段階で発生するCO2(LCA評価ではない)

ゼロエミッション石炭火力発電の実現

- 石炭火力の高効率化技術の開発、実証試験等を進める。二酸化炭素の分離・回収・貯留(CCS)技術を確立する。
- これらの技術을合わせて、最終的に二酸化炭素の排出がほぼゼロとなるゼロエミッション石炭火力発電の実現を目指す。

石炭火力発電の効率向上のロードマップ



出典: 「CoolEarth50 - エネルギー革新技術計画」から作成

二酸化炭素の分離・回収・貯留(CCS)の概要



我が国技術・製品による海外貢献(二国間オフセットメカニズム)

海外貢献に関する新たな仕組み

背景

- 現在、国連が管理するCDM制度では対象分野の偏り、ビジネスリスクの高さなどから、限界。
- コペンハーゲン合意(COP15)は、国連を頼らず、各国が独自に行う取組に新たな可能性を提供。米国も、企業等の海外貢献を独自に認定する仕組みを法案に盛り込み。

新たな仕組み

- 日本も、今まで実質的に認められてこなかった、高効率石炭火力発電所や原子力発電所などの**日本が得意とする低炭素技術・製品の普及を通じた排出削減量を、二国間約束等を通じて日本の削減量として独自に認定**する新たな仕組みを構築。
- 民間企業等の取組を協力を後押しすることで、鳩山イニシアティブの具体化を加速。

【我が国低炭素技術・製品(及び排出削減見込量)の例】

○高効率石炭火力発電所

- ・米中印国内の全ての石炭火力発電所に、日本の技術を適用した場合、日本一国分のCO2排出量の削減が可能(約13億トン)。

○原子力発電所

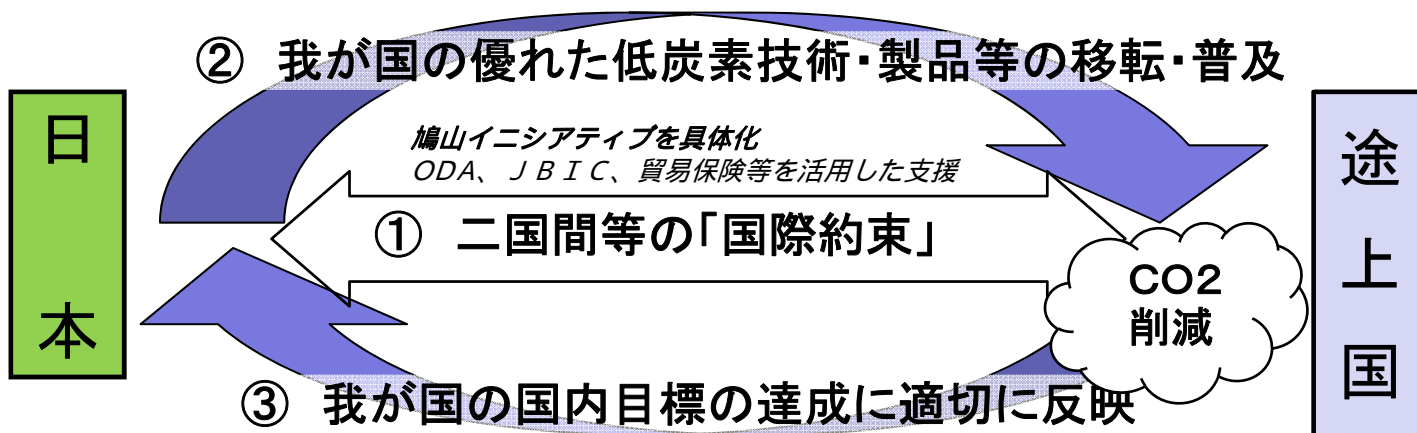
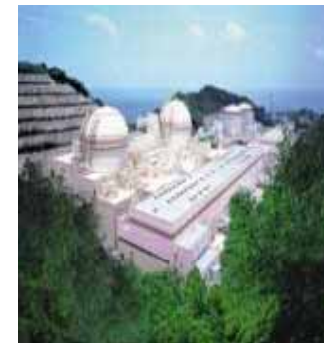
- ・原子力発電所1基あたりの年間CO2削減効果は約600万トン。

○鉄鋼分野

- ・日本の技術はほぼ利用可能な最先端の技術を保持。これを世界中に適用した場合の削減ポテンシャルは約3億4000万トン(日本の排出量の約26%)。

○セメント分野

- ・日本の技術はほぼ利用可能な最先端の技術を保持。これを適用した場合の削減ポテンシャルは約1億8000万トン(日本の排出量の約14%)。



内 容

1. 石炭の役割と特徴
2. 新たなクリーンコール政策
3. 石炭火力発電の低炭素化に向けて
4. 石炭資源の安定供給の確保に向けて

石炭の埋蔵量、消費量及び貿易量

○日本は石炭の世界最大の輸入国。国内消費量の99%以上を輸入に依存している。

- 世界の貿易量は9億t(日本はその20%を輸入)
- 貿易量は生産全体の15%(基本的に地産地消資源)

○日本は豪州とインドネシアに石炭輸入の80%を依存。

○近年、世界的に電力用一般炭の需要が急増、特に中国とインドの輸入量が拡大中。石炭需給の逼迫が見込まれる。

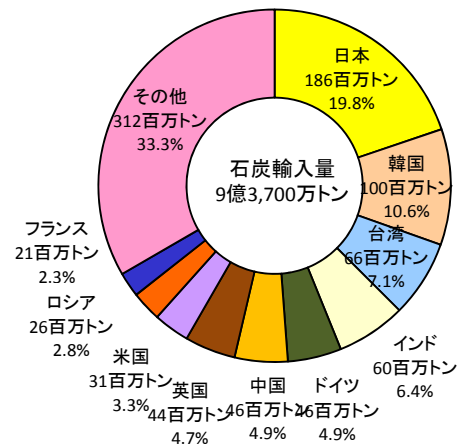
○石炭の埋蔵量 世界トップ5

- | | |
|-------|-----------------|
| 1 米国 | } 全体の78% |
| 2 ロシア | |
| 3 中国 | |
| 4 豪州 | |
| 5 インド | |

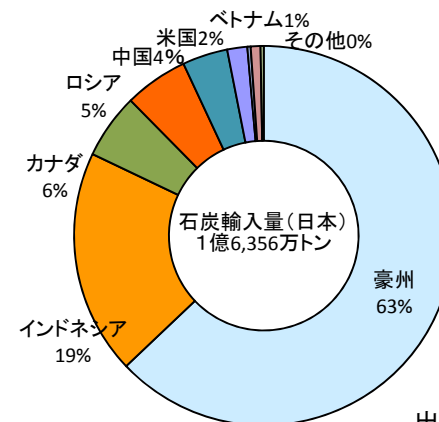
○石炭の消費量 世界トップ3

- | | |
|-----------|-----------------|
| 1 中国 28億t | } 全体の73% |
| 2 米国 10億t | |
| 3 インド 6億t | |

世界の石炭輸入量(2008年)



日本の石炭輸入先(2009年実績)



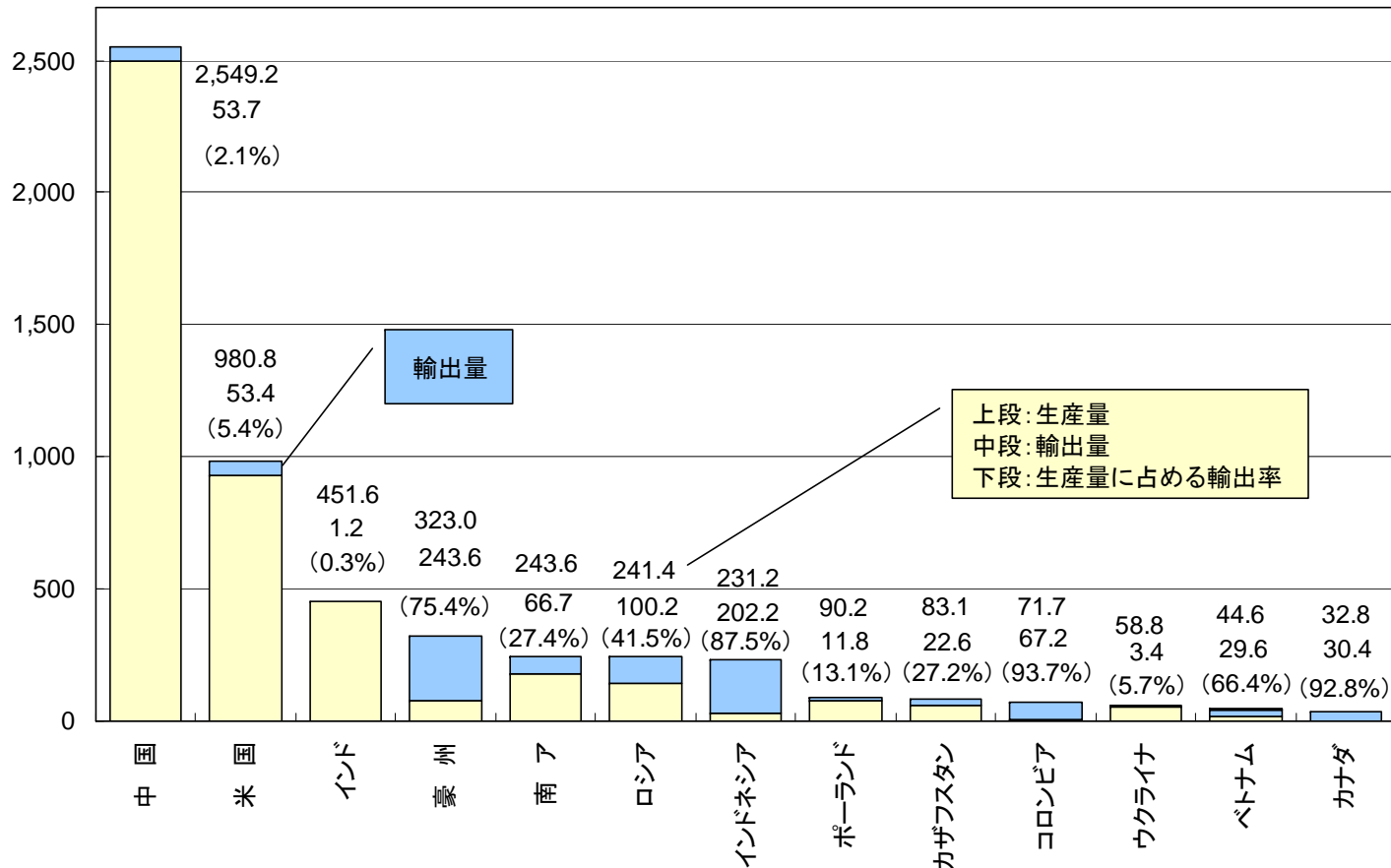
出典:財務省 貿易統計

主要生産国の輸出と自国消費比率

- 3大生産国である中国、米国、インドは共に自国消費割合が高く、石炭は基本的に「地産地消」資源。
- それに対し、輸出割合が高いのは豪州、インドネシア。

主要石炭生産国の生産量(褐炭を除く)と輸出量(2007年見込み)

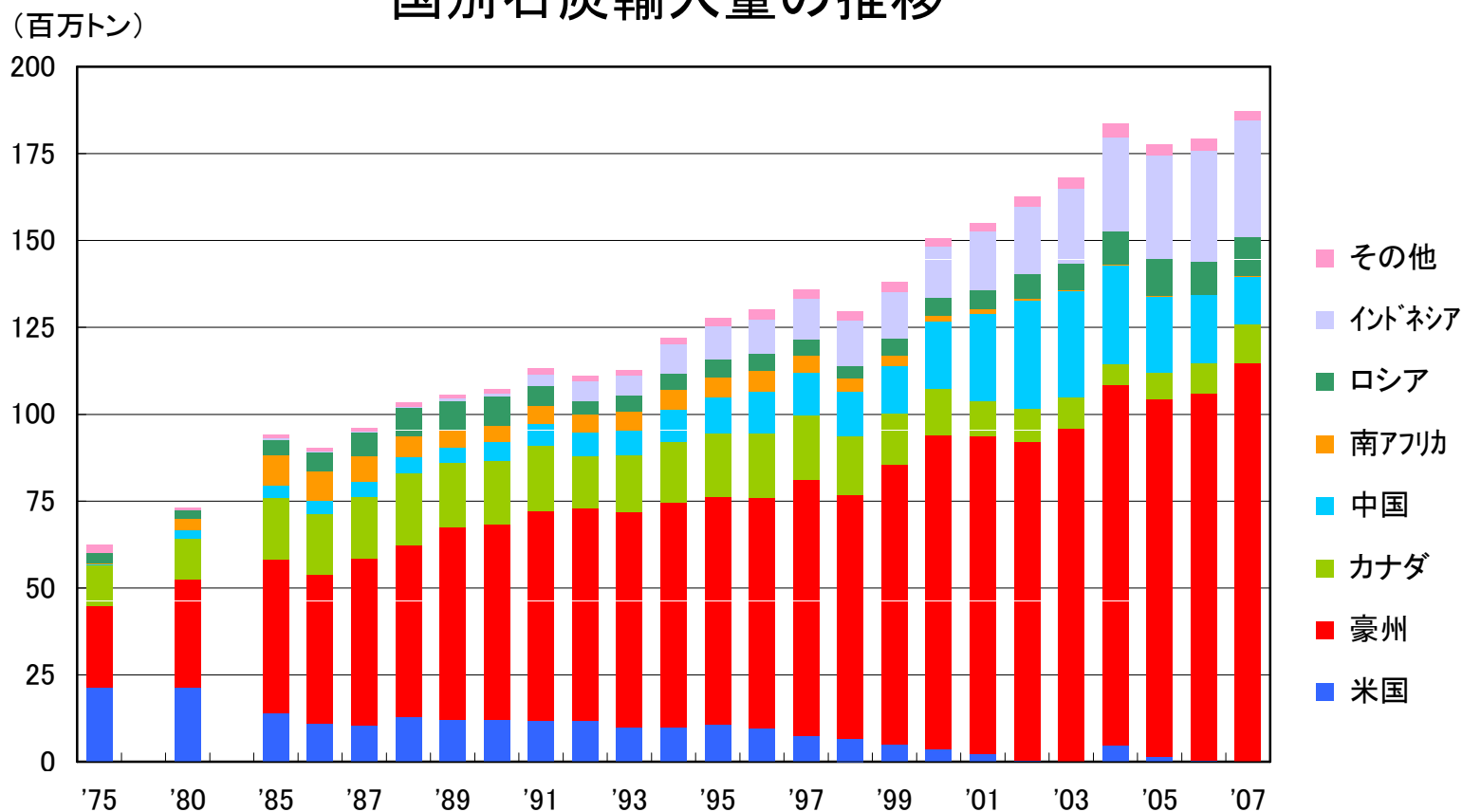
(百万トン)



我が国の石炭輸入量の推移

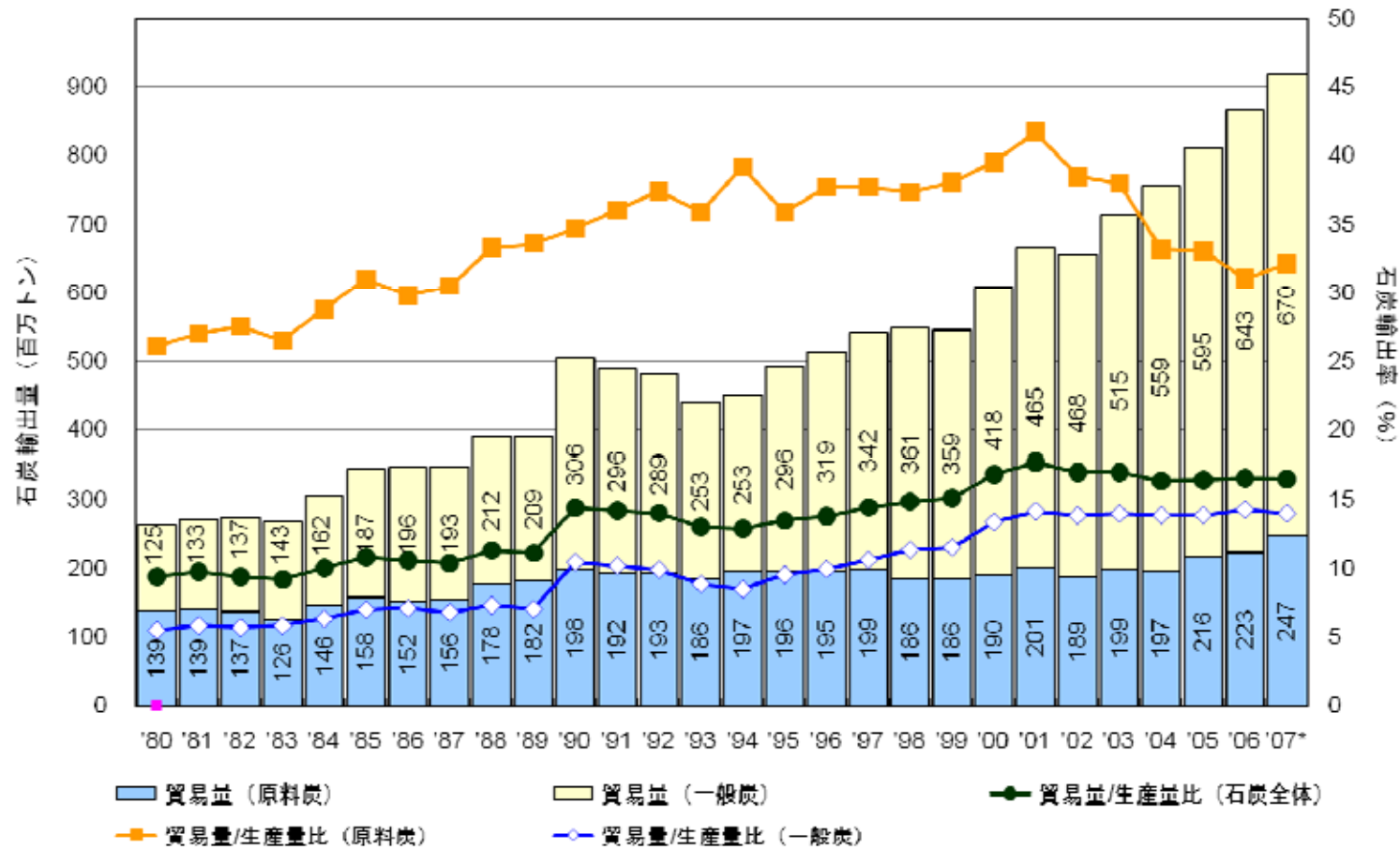
- 我が国の石炭輸入量は、約1億9千万トン(07年度)に迫るまでに増大した。
- 豪州炭のシェアは、6割になる。

国別石炭輸入量の推移



世界の石炭貿易量

- 世界の石炭貿易量は、電力用一般炭を中心に拡大。
- しかし、生産量(褐炭を除く)に占める貿易量割合は20%以下と、地産地消型のエネルギー資源といえる。

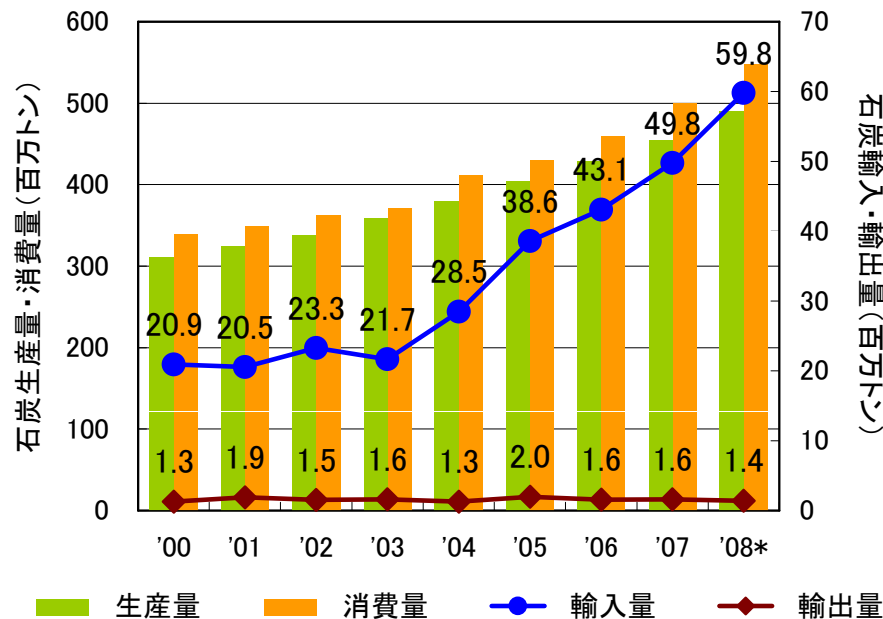


注：2007年は、見込み値。
出典：IEA, “Coal Information 2008”

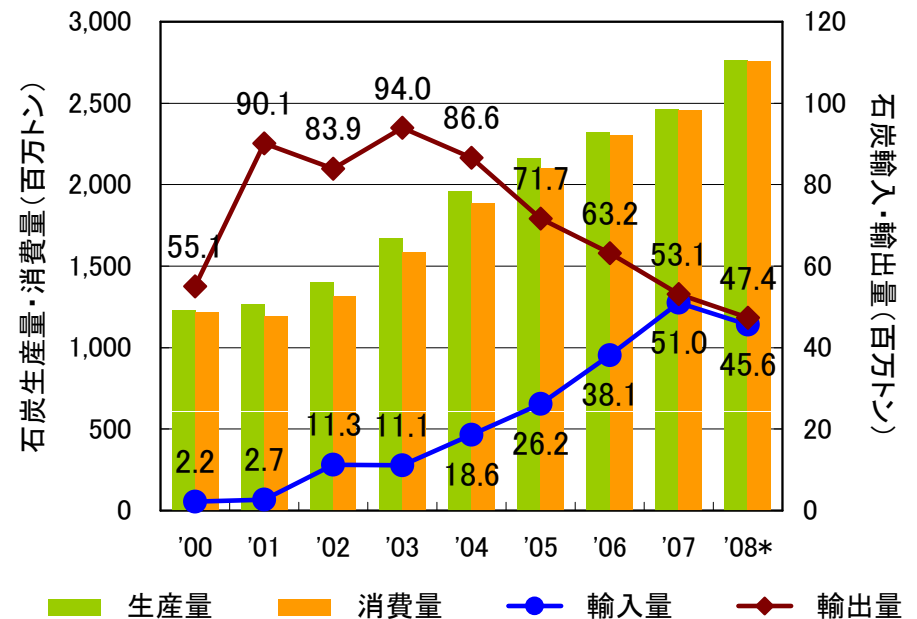
インドの輸入量急増と中国の輸入国化

- インドの輸入量は、2003年から2008年までの5年間で2.8倍に増加。
- 中国は、2003年以降、国内消費量が急増。輸入量は同期間で4.1倍となる。一方、輸出量は5割程度に減少。
- 今後も、両国の経済成長は続くものと思われ、石炭火力発電割合の高い両国の石炭輸入量は増加の見込み。

インド(褐炭を除く)



中国(褐炭を除く)

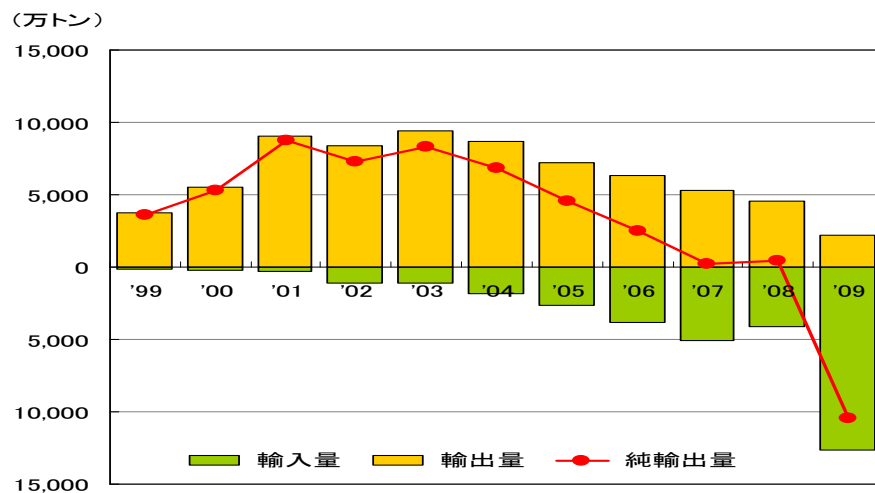


注：2008年は、見込み値。
出典：IEA, "Coal Information 2009"

最近の海外炭確保を巡る状況と我が国の対応

- 世界的な石炭需要の拡大、中国やインド等による石炭輸入の増加が見込まれる中、更なる安定供給確保への取組が必要不可欠。
- 石炭の国際流通のための「鉄道、港湾などのインフラ整備」が重要な課題。

(参考) 中国の石炭輸入量・輸出量推移



中国は、2003年以降、国内消費量の増加に伴い、輸入量が増大。輸出量は5割程度に激減し、2009年には純輸入国に転じた。

石炭の安定供給の確保のための方策

1. フロンティア開拓

○ロシア、モンゴル、アフリカ等の新たな石炭供給源の確保に早急に取り組むことが必要。

- ーロシア: エリガ炭田、エレゲスト炭田
- ーモンゴル: タバントルゴイ炭田
- ー南東部アフリカ

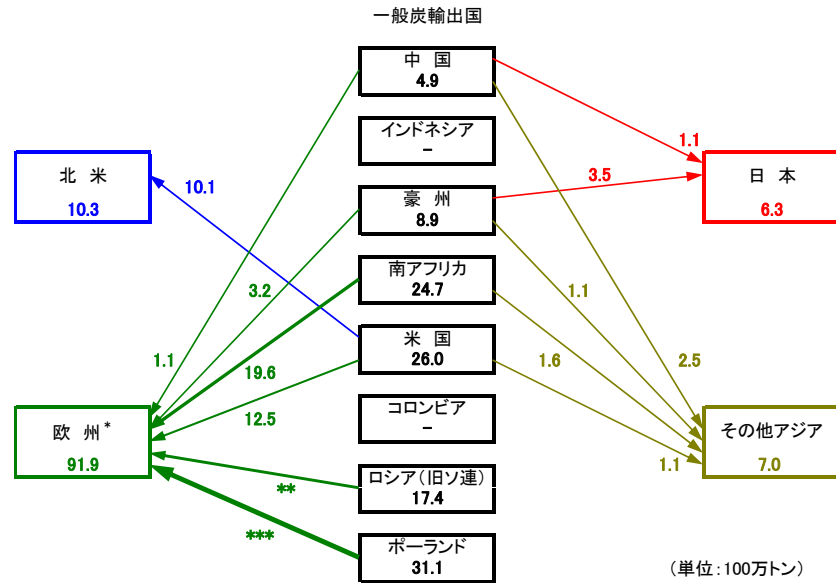
2. 産炭国協力の推進

○豪州、インドネシア、中国、ベトナム等の主要石炭供給国との重層的な関係強化。

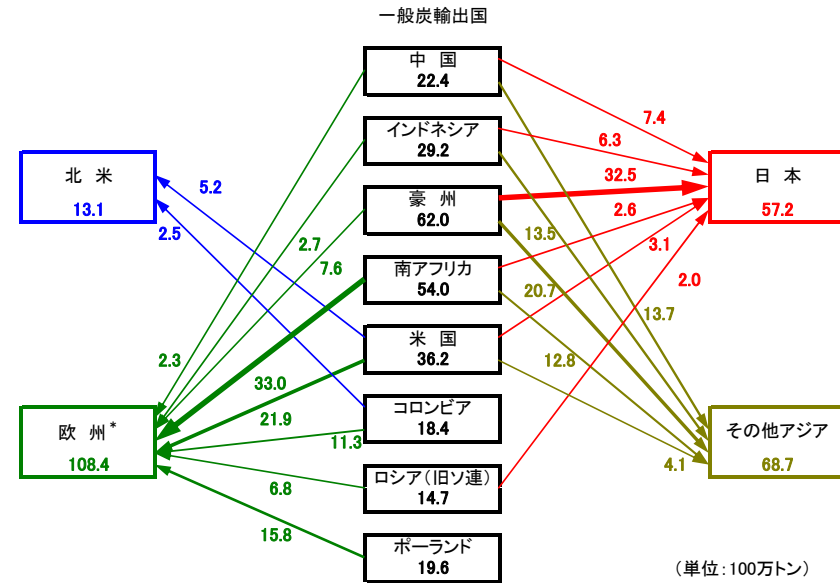
- ー定期的な政策対話の実施
- ー地質調査等の産炭国支援の実施

主な一般炭のフロー

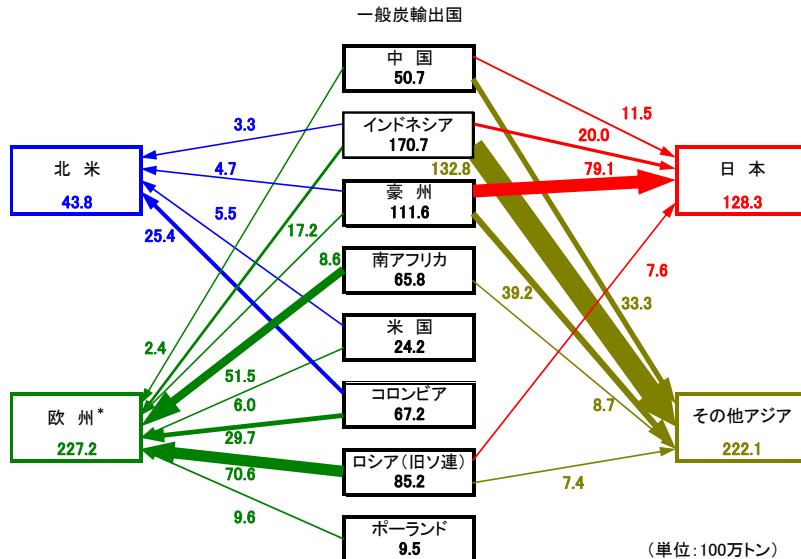
1980年の主な一般炭のフロー（総貿易量：1.2億トン）



1995年の主な一般炭のフロー（総貿易量：2.8億トン）



2007年の主な一般炭のフロー（総貿易量：6.7億トン）



注：欧州*には旧共産主義国を含む。
1980年の**ロシア(旧ソ連)、***ポーランドからの輸出量のほぼ全量が欧州向けに輸出されたと推察される。

出典：IEA, “Coal Information 1985, 1990, 1997, 2003, 2008” など

石炭資源の安定供給確保策=フロンティアの開拓と産炭国協力の推進=

主要産炭国との政策対話等を通じて、相手国のニーズを把握し、重層的な協力関係を構築

<主要産炭国との政策対話>

オーストラリア:日豪石炭政策対話(課長級)を継続中。
インドネシア:日尼石炭政策対話(課長級)を継続中。
ベトナム:日越石炭・鉱物資源政策対話(副大臣級)を継続中。
モンゴル:日モ鉱物資源官民合同協議会(部長級)を継続中。

<新たな石炭供給ソースへの官民ミッション派遣>

ロシア:初めての官民ミッションを本年6月に派遣。
モンゴル:タバントルゴイ炭鉱への官民ミッションを本年3月に派遣。
南部アフリカ諸国等:昨年10月にモザンビークへの官民ミッションを派遣。

産炭国支援(政府主導)

石炭の開発協力

○産炭国石炭開発・利用協力事業

石炭の開発・利用分野において産炭国のニーズに合った協力事業を実施し、重層的な協力関係を構築。

- ・海外地質構造調査(尼、越、モンゴル等)
- ・石炭情報交換事業 等

○産炭国石炭産業高度化事業

中国、インドネシア、ベトナム等の産炭国への、我が国の優れた坑内掘炭鉱技術についての技術移転研修事業。

石炭のクリーン利用・多用途利用協力

○低品位炭の有効活用技術

豪州、インドネシア等の産炭国の低品位炭を有効活用することにより、天然ガス等の代替エネルギーを製造し、産炭国のエネルギー確保に貢献。

- ・未利用炭有用資源化技術開発
- ・産炭国事業化実証・普及事業 等

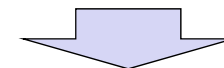
○気候変動対応クリーンコール技術国際協力事業

中国、インド、インドネシア等への技術移転研修事業や専門家派遣による石炭火力発電の設備診断。

民間企業支援

○海外炭開発可能性調査

日本企業等が海外で行う炭鉱開発に必要な事業について、必要資金の一部を補助(2/3以下)



金融支援等

JBIC: 資源金融(融資・債務保証)

NEXI: 貿易保険(海外事業資金貸付保険、資源エネルギー総合保険)

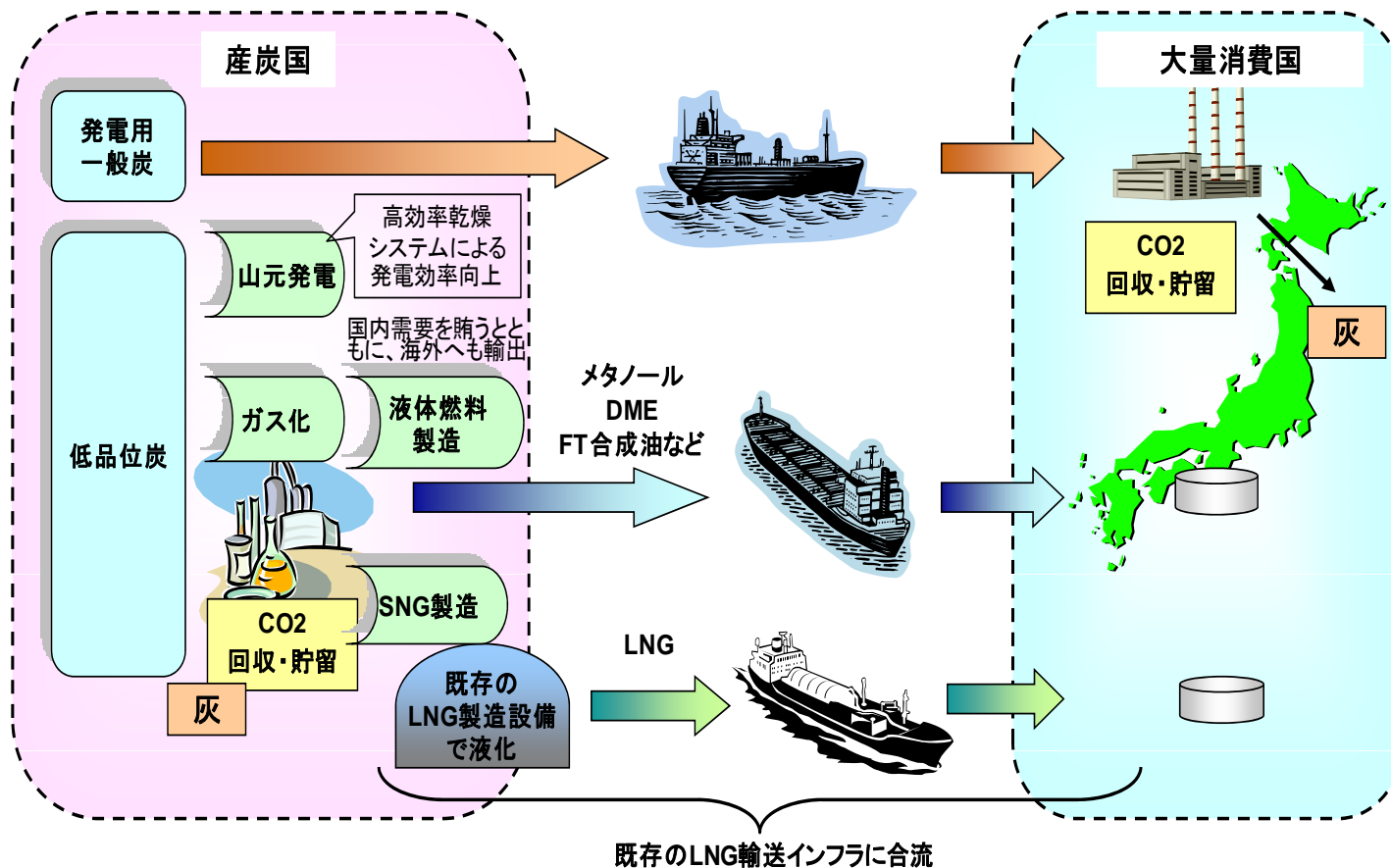
○海外炭開発高度化等調査

産炭国の輸送インフラや鉱山開発に係る諸問題について調査等を行い、我が国民間企業等による石炭の安定供給を達成する。

情報収集

低品位炭の有効利用

- エネルギー需給緩和のための低品位炭の液化・ガス化技術の開発・導入
 - －産炭国のエネルギー需給構造に合わせた液化・ガス化技術の開発
 - －低品位炭ガス化によるメタン、DME等は、将来的に我が国へのクリーンエネルギー供給に貢献可能
- 未利用資源の有効利用のための低品位炭の改質技術の開発・導入
 - －輸送や燃焼効率改善のための脱水・乾燥等改質技術の開発等



低品位炭有効利用技術の体系

低品位炭

世界の石炭埋蔵量の半分は低品位炭(褐炭、亜瀝青炭)

[デメリット]

- ・水分が多く、燃焼効率が悪い
- ・輸送コスト面から、輸出に不向き
- ・そもそも一般炭と異なり、未利用であること

[メリット]

- ・ガス化や液体燃料化に適している

低品位炭を環境に優しく、石油・天然ガス代替のクリーン燃料として活用して行くことが、エネルギーセキュリティ上、不可欠。

[現状]

- ・低品位炭の発電効率は30%程度。
- ・排出原単位が1200g-CO₂/kWh以上(日本は通常800g-CO₂/kWh)

- ・インドネシアは天然ガス生産減少により、肥料等製造業向けの天然ガス供給が大幅減少
- ・豪州等でも未利用石炭のガス化ニーズが拡大
- ・将来的にはメタン化により天然ガス代替として輸出も視野

- ・インドネシア2004年から石油の輸入国化
- ・国産原油の減少等から未利用石炭の液体燃料化による重油代替ニーズが拡大
- ・良質な石炭の輸出余力を維持する上でも低品位炭活用が不可欠

低品位炭の乾燥技術により、燃焼効率をアップ

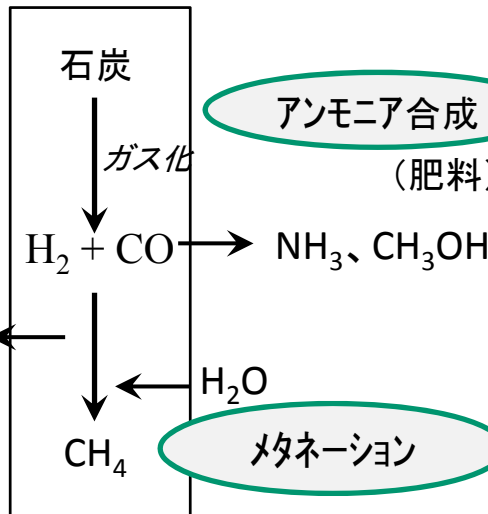
石炭ガス化することにより、天然ガス代替を実現

CO₂回収(CCS)

水と混合してディーゼルの代替へ

[対応の方向]

- ・乾燥させることにより、燃焼効率を35~40%に向上
- ・乾燥の際のエネルギーロスを最小にするため排熱も積極的に活用



CCSを含めた国際共同実証(豪州ビクトリア州)

石炭の熱水改質技術

高効率褐炭乾燥システム研究
1.5億円 (2/3)

未利用炭有用資源化技術開発
2.6億円 (2/3)

低品位炭からのクリーンメタン製造技術研究
0.5億円 (2/3)

高効率熱分解石炭ガス化国際共同実証事業
1.0億円
〔日本側負担の1/2以下〕

産炭国石炭開発・利用協力事業
13.5億円の内数(2/3)

ご静聴ありがとうございました。