

# 我が国クリーンコール政策の 新たな展開

平成23年2月24日

資源エネルギー庁 長官官房企画官

渡部 義賢

# 目次

1. 我が国の石炭政策の流れ
2. 世界及び我が国のエネルギー資源に占める石炭の役割
3. エネルギー基本計画における石炭の位置づけ
4. 石炭火力の低炭素化
5. 石炭資源の安定供給確保策
6. 石炭に関する情報発信と人材育成

# 目次

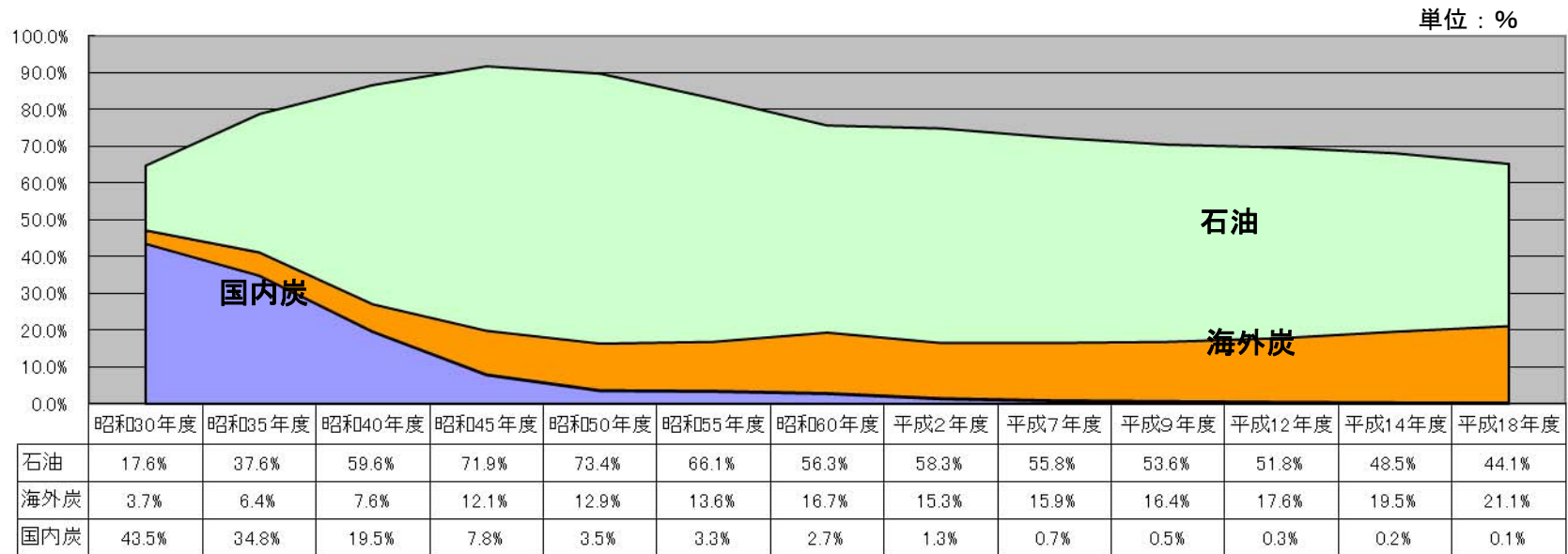
1. 我が国の石炭政策の流れ
2. 世界及び我が国のエネルギー資源に占める石炭の役割
3. エネルギー基本計画における石炭の位置づけ
4. 石炭火力の低炭素化
5. 石炭資源の安定供給確保策
6. 石炭に関する情報発信と人材育成

# 1. 我が国の石炭政策の流れ ①

## 我が国経済の復興に果たした国内炭の役割

- ・ 戦後、国土は荒廃し、極度に落ち込んだ生産・生活水準の回復(経済復興)が経済政策全般の課題。
- ・ 1946年(昭和21年)より、石炭・鉄鋼を中心に資材等を優先的に割り当てる『傾斜生産方式』を採用。
- ・ 1962年(昭和37年)に石油の輸入が自由化されると、国内のエネルギー供給の主役は石油に取って代われ(エネルギー革命)、国内石炭産業は、このときから合理化の道を歩むことになった。

## 我が国一次エネルギー総供給に占める石油・石炭のシェア



出典：資源エネルギー白書等

## 1. 我が国の石炭政策の流れ ②

### 石炭から石油へ、さらに石炭に回帰

- 1960年(昭和35年)から発電用燃料として石油の使用量が増大し、1970年代には石炭のみを使う火力発電所は新設されなくなった。
- 1973年(昭和48年)の石油危機後(オイルショック)は、石炭が石油代替エネルギーとして見直され、石炭火力が拡大。さらには、LNG火力も。
- IEAの勧告1979(昭和54年)で、ベースロード用石油火力の新設が禁止。

～1950年

石炭火力

1960年

石油火力

1980年～

石炭火力・LNG火力

#### 【現在の石炭政策の重点】

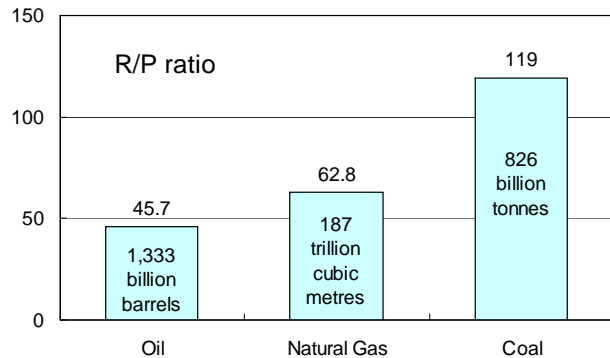
- \* 石炭火力発電の低炭素化(ゼロエミッション石炭火力発電所の実現)
- \* 海外炭の安定供給確保(フロンティア開拓と産炭国協力の推進)

# 目次

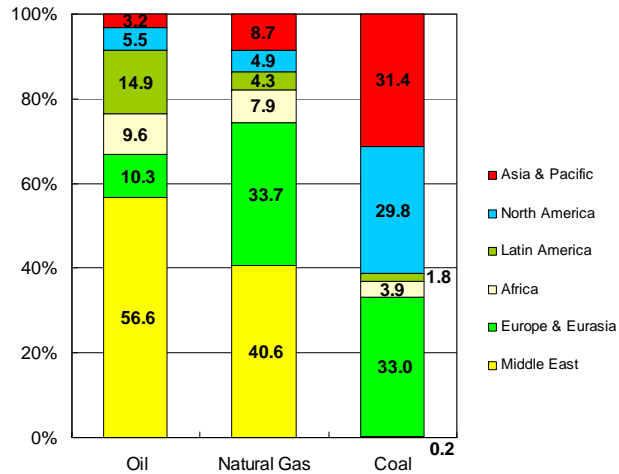
1. 我が国の石炭政策の流れ
2. 世界及び我が国のエネルギー資源に占める石炭の役割
3. エネルギー基本計画における石炭の位置づけ
4. 石炭火力の低炭素化
5. 石炭資源の安定供給確保策
6. 石炭に関する情報発信と人材育成

## 2. 世界のエネルギー資源と石炭

[可採年数]

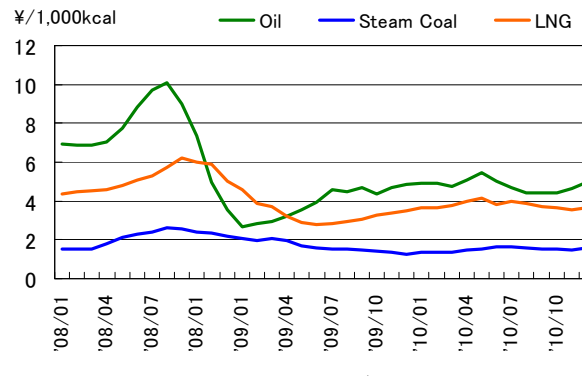
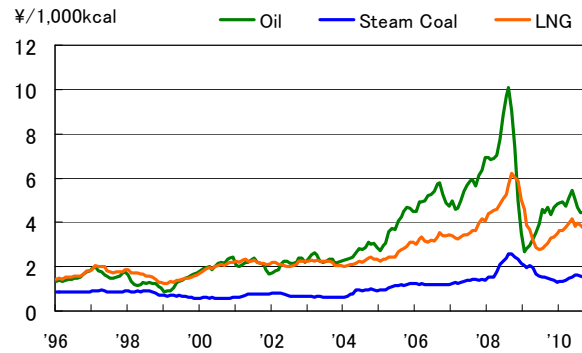


[地域別資源埋蔵量]



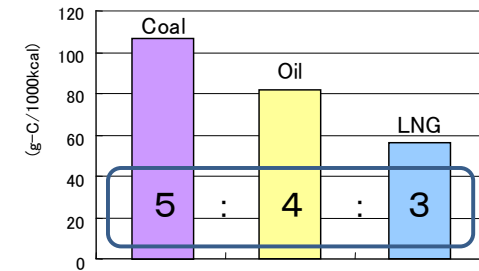
出典:「BP統計2010」

[燃料価格(CIF)の推移]



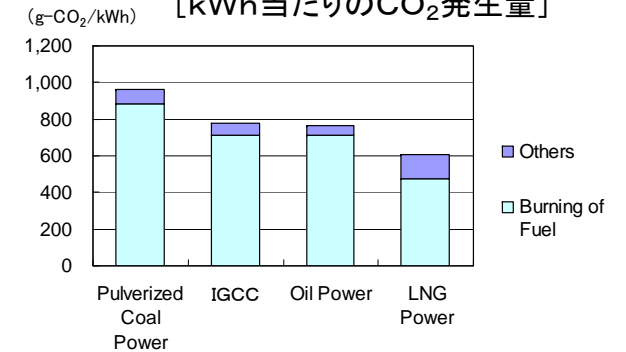
出典: 日本エネルギー経済研究所

[熱量当たりのCO<sub>2</sub>発生量]



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

[kWh当たりのCO<sub>2</sub>発生量]

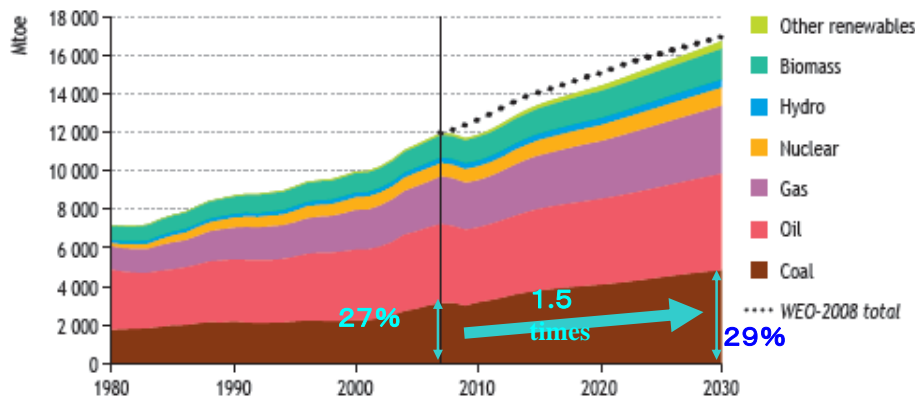


出典: 第2回石炭火力発電の将来像を考える研究会資料「IGCC実証機プロジェクトについて」

## 2-1. 世界のエネルギー資源に占める石炭の役割

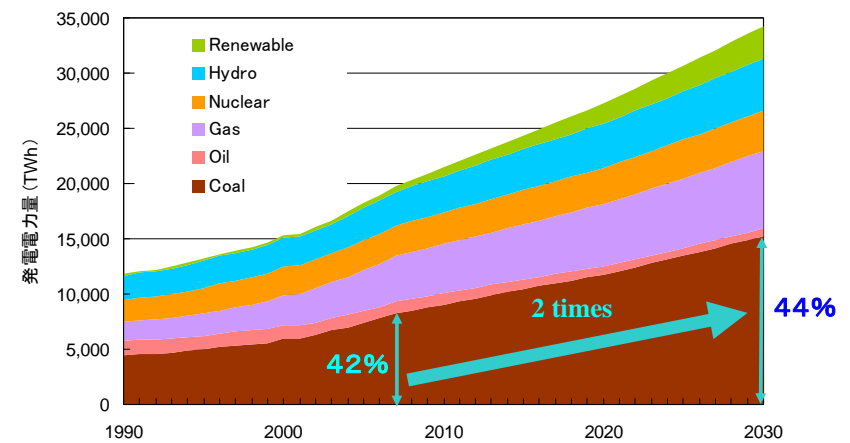
- 世界の一次エネルギー消費の中で、石炭は4分の1を占め、2030年に向けて消費量は1.5倍に拡大の見通し。
- 世界の石炭火力発電は、発電電力量の40%を占め、2030年に向け発電電力量は倍増する見通し。

[世界のエネルギー需要見通し]



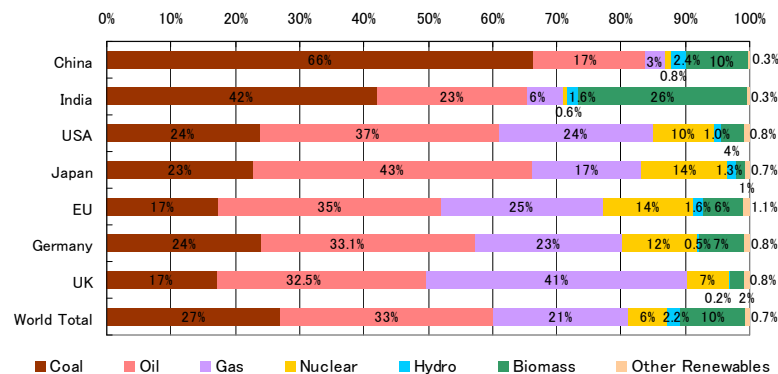
Source: IEA, "World Energy Outlook 2009"

[世界の発電電力量見通し]



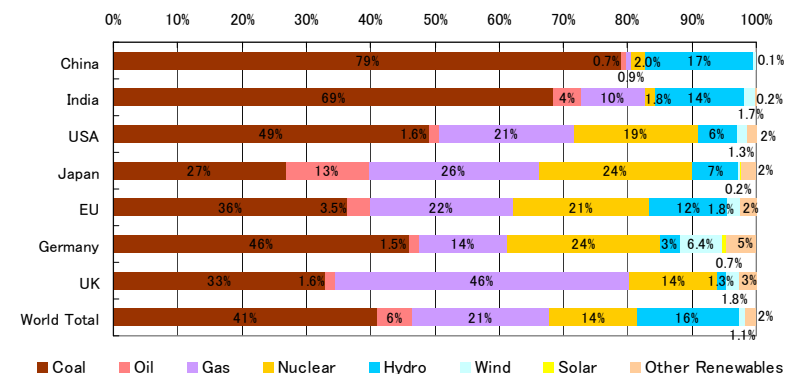
Source: IEA, "World Energy Outlook 2009"

[主要国の一次エネルギー構成比(2008)]



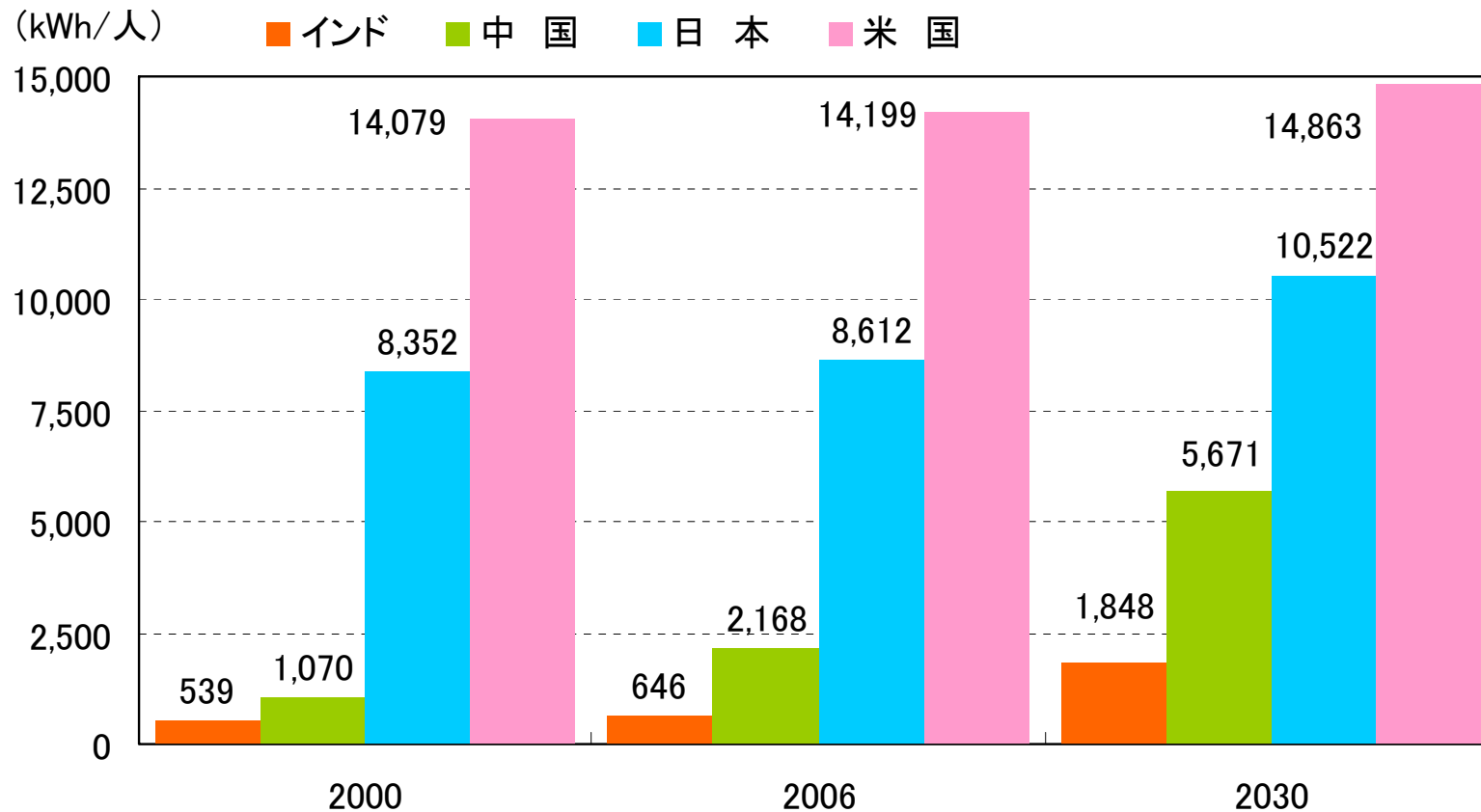
Source: IEA, "World Energy Outlook 2010"& "Energy Balances of OECD/non-OECD Countries (2010 Edition)"

[主要国の発電電力構成比(2008)]



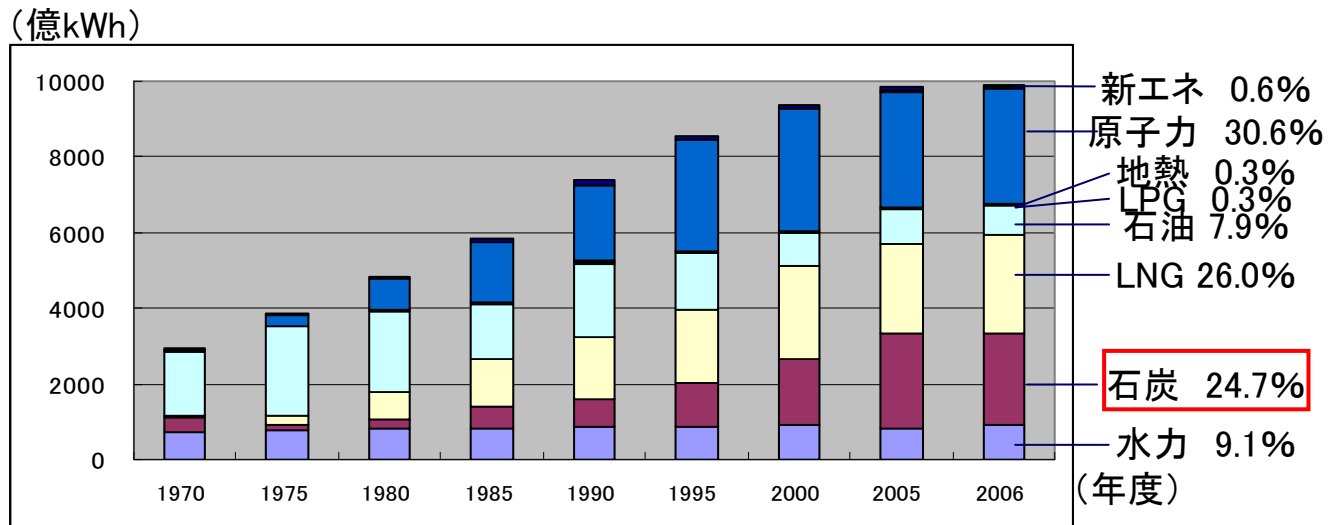
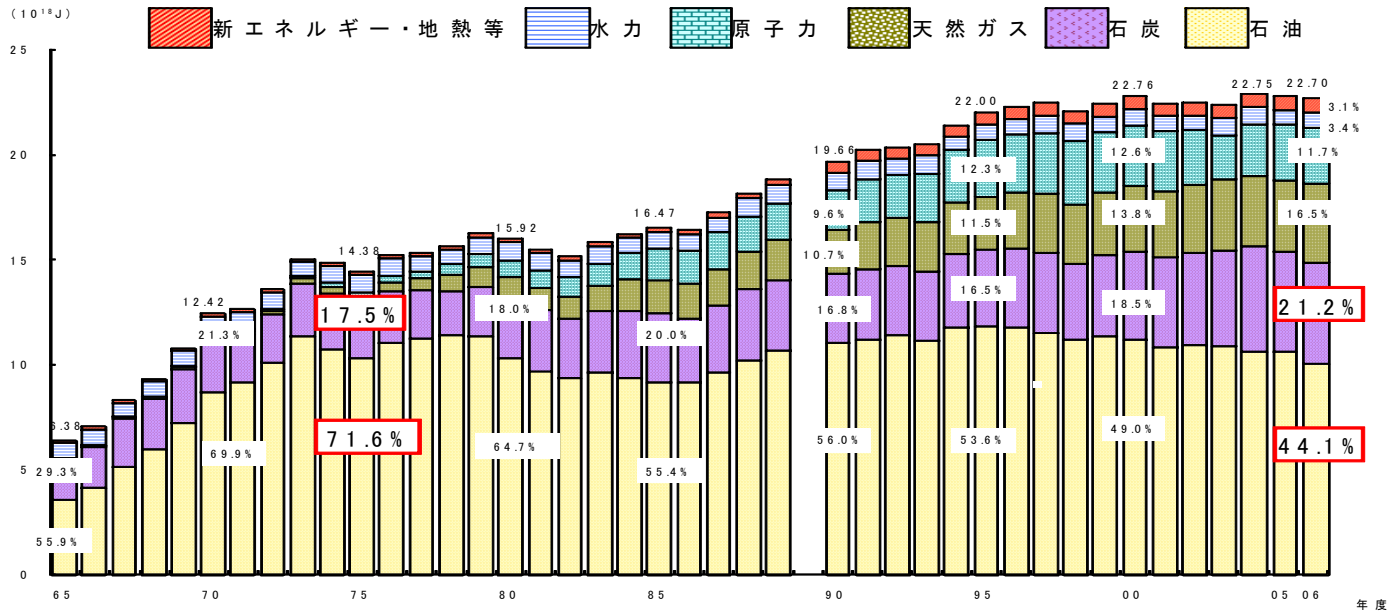
Source: IEA, "World Energy Outlook 2010"& "Energy Balances of OECD/non-OECD Countries (2010 Edition)"

## 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”

# 2-2. 我が国の一次エネルギー供給及び電力構成に占める石炭の割合



出典: 資源エネルギー庁「電源開発の概要」から作成

# 目次

1. 我が国の石炭政策の流れ
2. 世界及び我が国のエネルギー資源に占める石炭の役割
3. エネルギー基本計画における石炭の位置づけ
4. 石炭火力の低炭素化
5. 石炭資源の安定供給確保策
6. 石炭に関する情報発信と人材育成

## 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

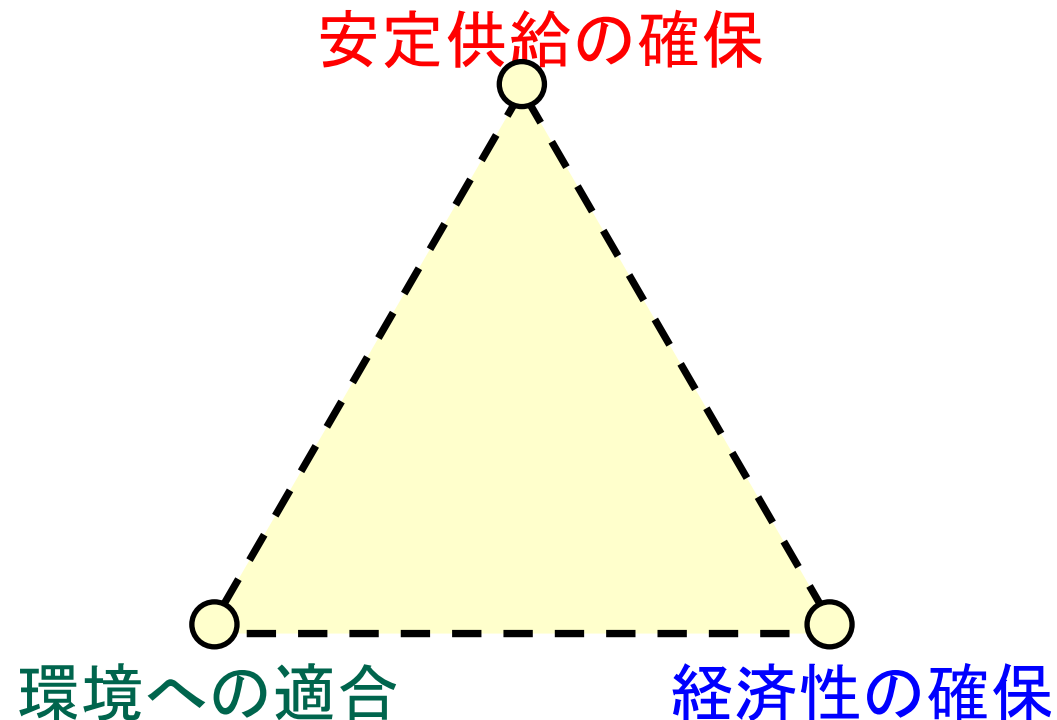
「経済性の確保」

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



### 3. エネルギー基本計画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



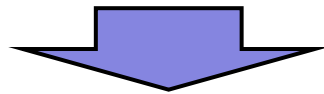
2-1.フロンティア開拓と産炭国協力の推進

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

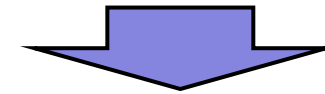
- バイオマス混焼の推進。
- 老朽石炭火力の最新鋭機へのリプレース推進。
- 高効率石炭火力の開発・実証。CCS技術の開発・実証。
- 国際共同研究の実施。

### 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。

# 目次

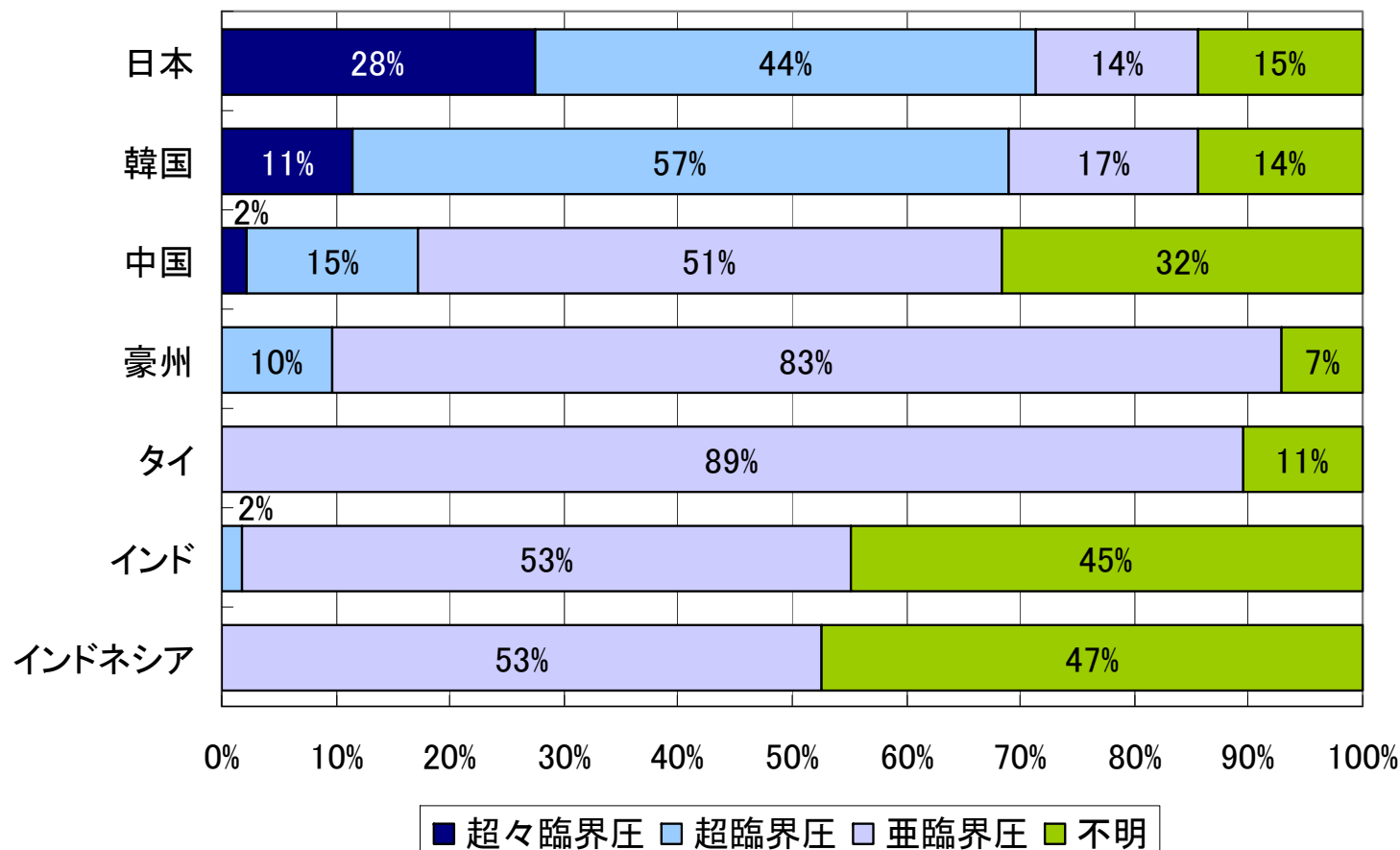
1. 我が国の石炭政策の流れ
2. 世界及び我が国のエネルギー資源に占める石炭の役割
3. エネルギー基本計画における石炭の位置づけ
4. 石炭火力の低炭素化
5. 石炭資源の安定供給確保策
6. 石炭に関する情報発信と人材育成



## 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、70%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



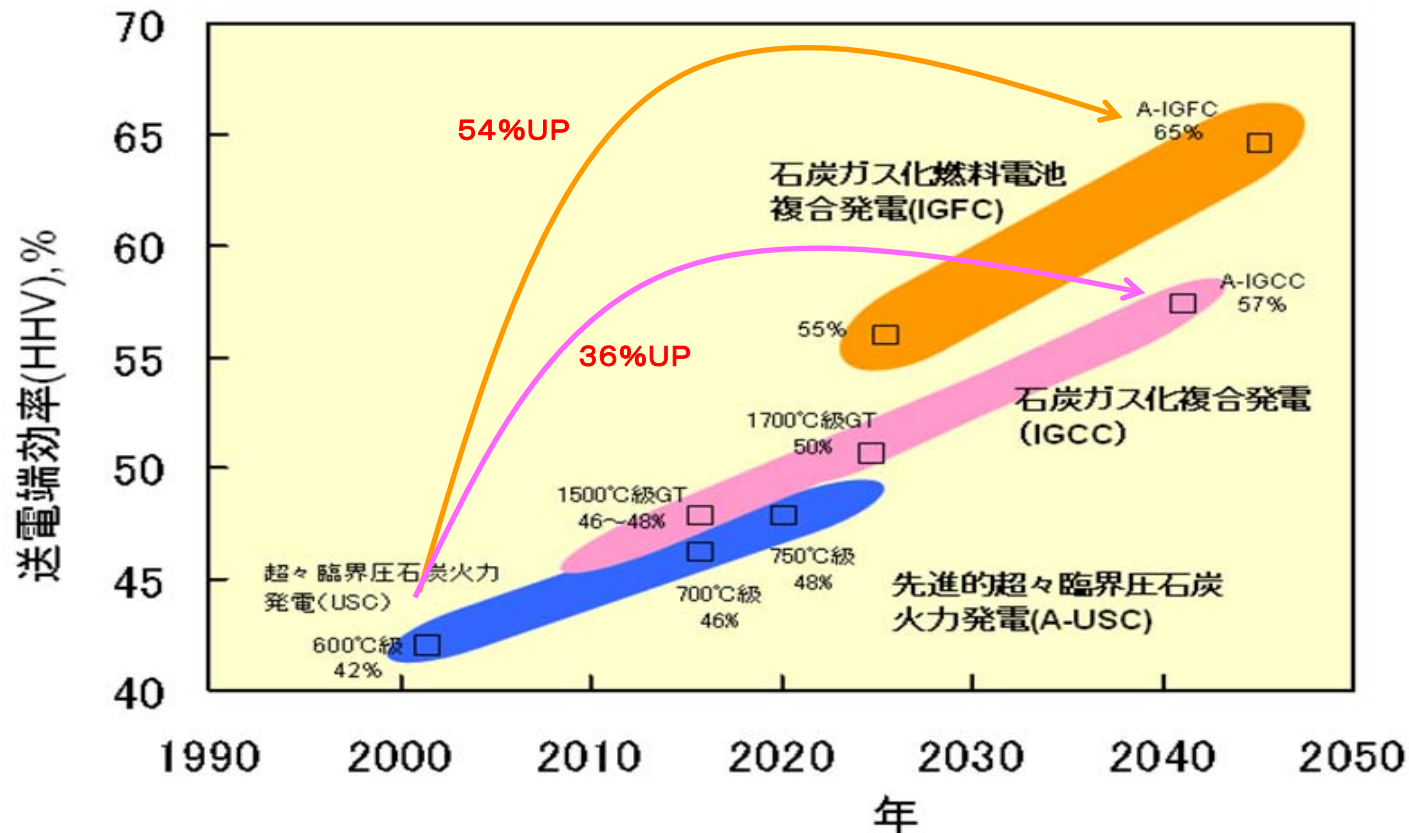
出典: IEA Coal Power Database(2009/11)より作成

## 4-2. 国内石炭火力の更なる低炭素化とゼロエミッション化の推進

①

### 高効率石炭火力の開発・実証・導入

石炭火力発電の効率向上のロードマップ



出典:「低炭素社会づくり行動計画」、  
「Cool Earth—エネルギー革新技術計画」から作成

## 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°C GT) 43%, IGCC(1500°C GT) 46%, IGFC 55%

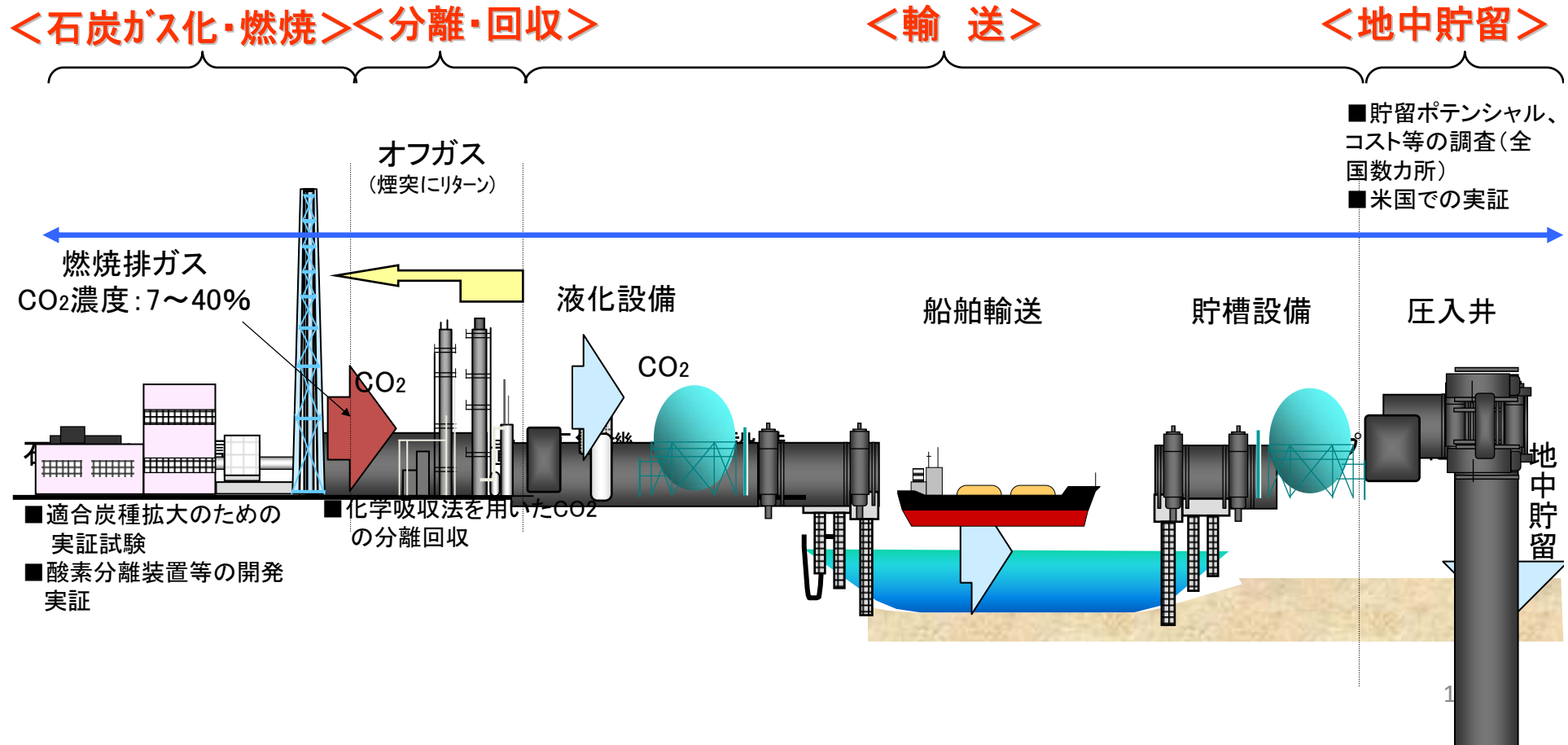
※3 本表は、発電用燃料として燃焼段階で発生するCO2(LCA評価ではない)

## 4-2. 革新的ゼロエミッション石炭火力発電システム ②

- 地球温暖化問題への対応のため、石炭火力発電所からのCO<sub>2</sub>排出量削減が強く求められている。
- 石炭火力発電所の効率向上とCCSの組み合わせによる、発電からCO<sub>2</sub>貯留までのトータルシステムの実現を図る。

CCSとは:Carbon dioxide Capture and Storage(二酸化炭素の回収・貯留)

■基盤研究事業 (・システム概念設計 ・全体評価)



## 4-2. 国内石炭火力の更なる低炭素化とゼロエミッション化の推進

③

### CCSを含めた石炭火力発電の実証

#### ゼロエミッション石炭火力発電に向けたCCSの開発

- ・高効率石炭火力とCCSを合わせ、最終的には二酸化炭素の排出をほぼゼロにするために、石炭火力発電等からの二酸化炭素を分離し、回収し、輸送、貯留する一貫したシステムの本格実証実験を実施し、ゼロエミッション石炭火力発電の実現を目指します。

#### Cool Gen計画

##### 大崎クールジェン計画

概要: IGCCとCO<sub>2</sub>の分離回収技術に関する大型実証試験

場所: 中国電力「大崎発電所」敷地内(広島県大崎上島町)

規模: 石炭使用量 1,100 t/日級(電気出力 17万Kw級)

試験運転: 2016~2019年度予定

実施主体: 大崎クールジェン(株)  
(中国電力(株)と電源開発(株)の出資会社)

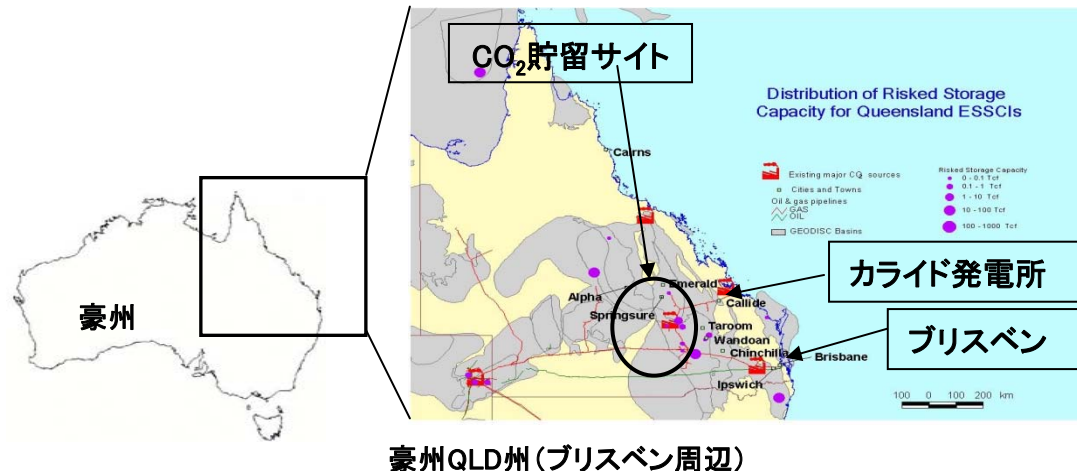


## 4-2. 豪州等との国際共同実証研究の推進 ④

### ゼロエミッション石炭火力発電に向けたCCSの開発実証の事例

#### カライド酸素燃焼プロジェクト

豪州クイーンズランド州のカライド発電所において、既存ボイラーをCO<sub>2</sub>回収が容易となる酸素燃焼方式に改造し、発生するCO<sub>2</sub>の回収・貯留を行う日豪共同実証プロジェクト。



カライド発電所

#### 参加者

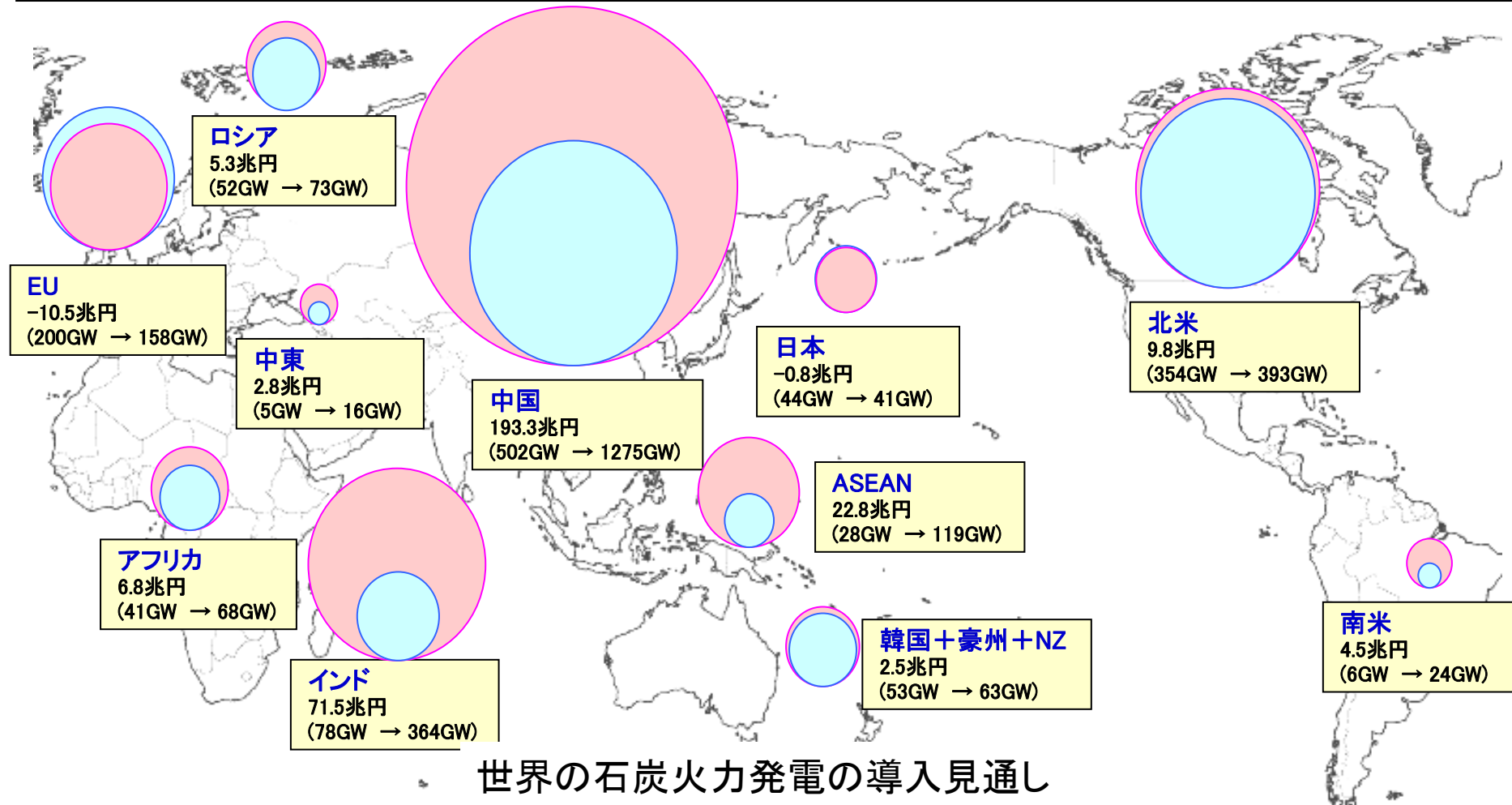
日本側→ J-POWER、IHI、三井物産  
JCOAL(サポーティングコーディネーター)  
豪州側→ CS Energy、Xstrata、Schlumberger、  
豪州石炭協会

#### スケジュール

2008～2011 既存火力発電所改造工事  
2011～2013 酸素燃焼運転  
2013～2015 CO<sub>2</sub>注入、モニタリング

## 4-3. 海外石炭火力への技術移転による低炭素化の推進

- 10～20兆円／年の市場規模。発電設備容量は2030年までに現在から倍増の見込み。
- 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

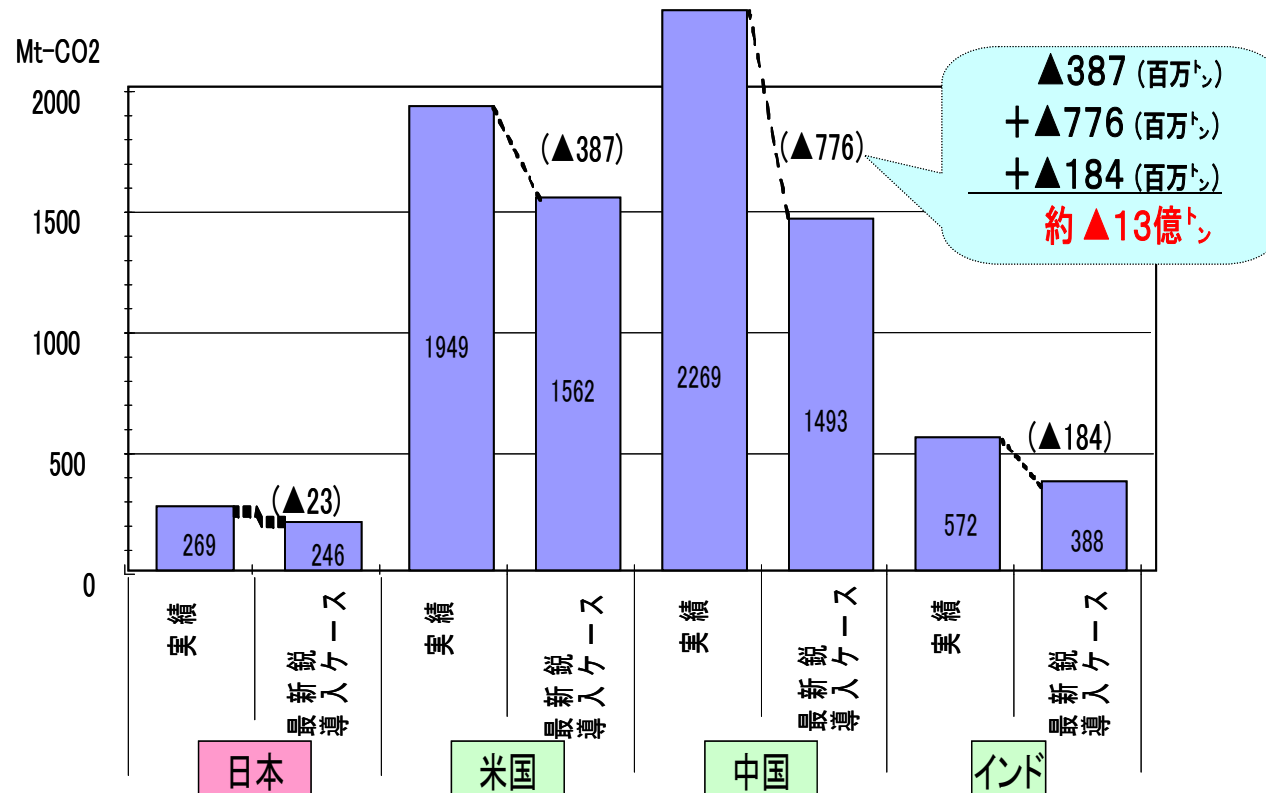
2007年実績 ●  
 2030年見通し ●  
 (単位: GW)

※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。

## 4-3. 海外石炭火力への技術移転による低炭素化の推進

世界全体のエネルギー起源CO <sub>2</sub> の排出量	280億トン
うち石炭火力のCO <sub>2</sub> 排出量	80億トン（30%）
我が国のCO <sub>2</sub> 排出量	13億トン（4%）
うち我が国の石炭火力のCO <sub>2</sub> 排出量	2.7億トン（1%）

【石炭火力発電からのCO<sub>2</sub>排出量：2004年】

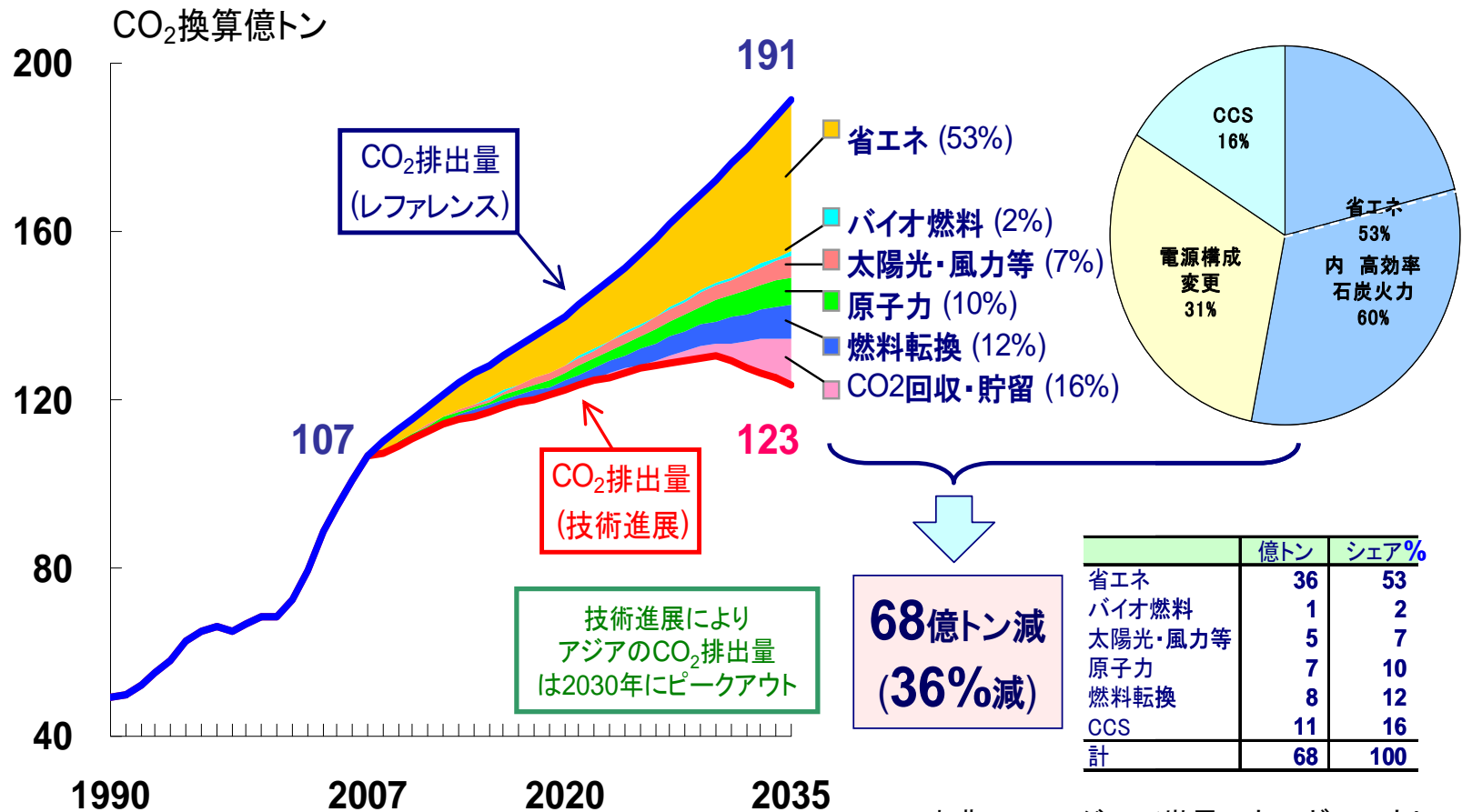


※各国の実績に日本のベスト・プラクティス(商業運転中発電所の最高効率)を適用した場合  
 出典：日本エネルギー経済研究所、「実績」データ：IEA, "World Energy Outlook 2006"

# 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CO<sub>2</sub>削減ポテンシャル



## 4-3. 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

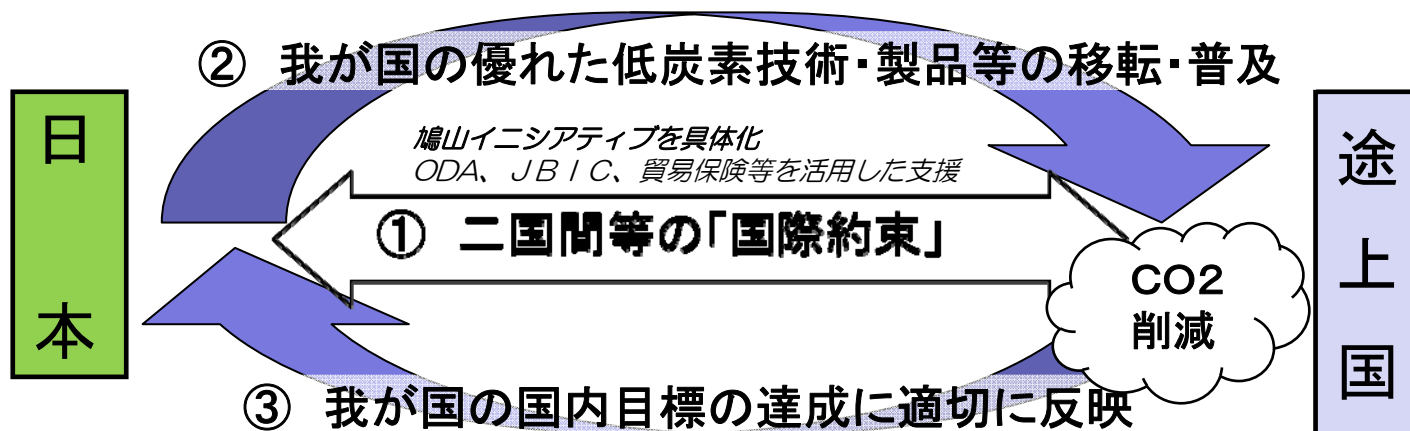
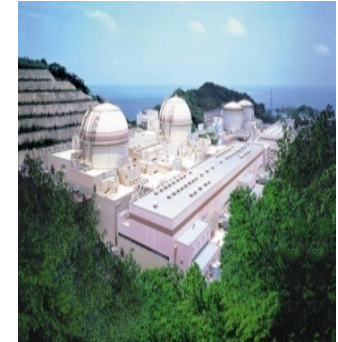
- ・原子力発電所1基あたりの年間CO2削減効果は約600万トン。

##### ○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%)。



# 目次

1. 我が国の石炭政策の流れ
2. 世界及び我が国のエネルギー資源に占める石炭の役割
3. エネルギー基本計画における石炭の位置づけ
4. 石炭火力の低炭素化
5. 石炭資源の安定供給確保策
6. 石炭に関する情報発信と人材育成

## 5. 石炭資源の安定供給

○日本は石炭の世界最大の輸入国。国内生産量は、約130万トンで、国内消費量の約1%。

- 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。

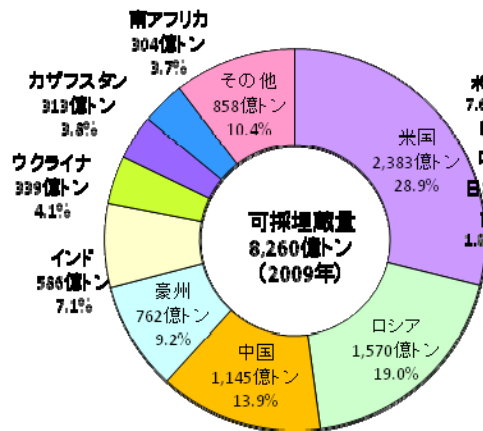
○石炭の埋蔵量 世界トップ5

- |       |                 |
|-------|-----------------|
| 1 米国  | } <b>全体の78%</b> |
| 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

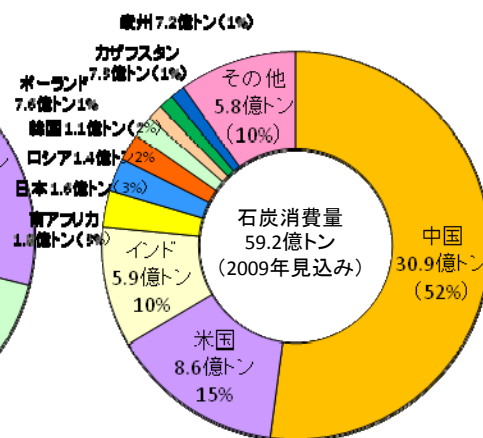
- |           |                 |
|-----------|-----------------|
| 1 中国 31億t | } <b>全体の77%</b> |
| 2 米国 9億t  |                 |
| 3 インド 6億t |                 |

石炭埋蔵量(2009年)



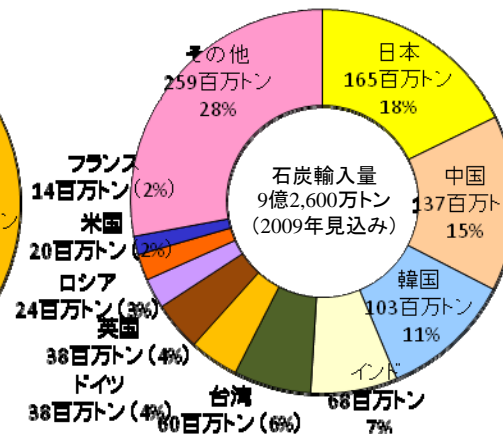
出典:BP統計

石炭消費量(2009年)

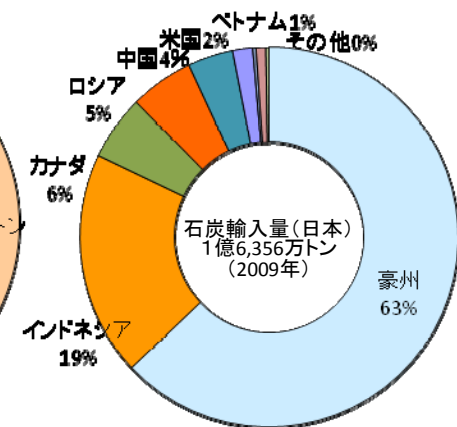


出典:IEA Coal Information

世界の石炭輸入量(2009年)



日本の石炭輸入先(2009年実績)

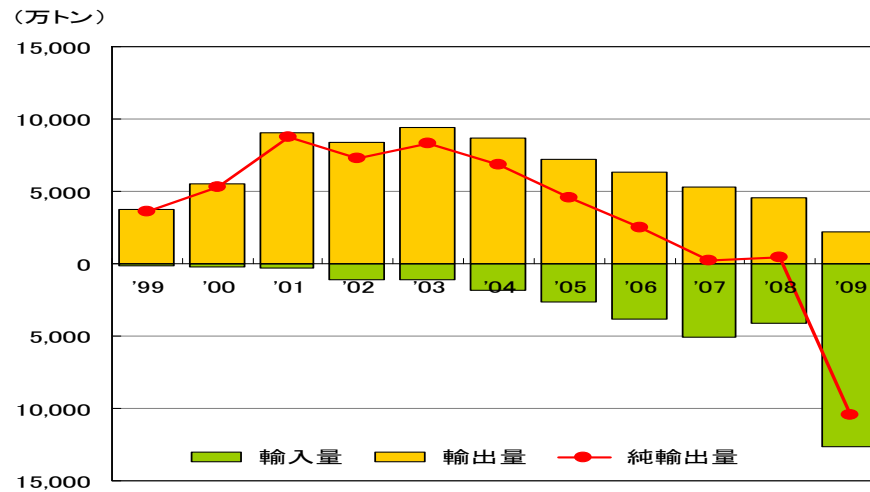


出典:財務省 貿易統計

## 5-2. 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。

(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

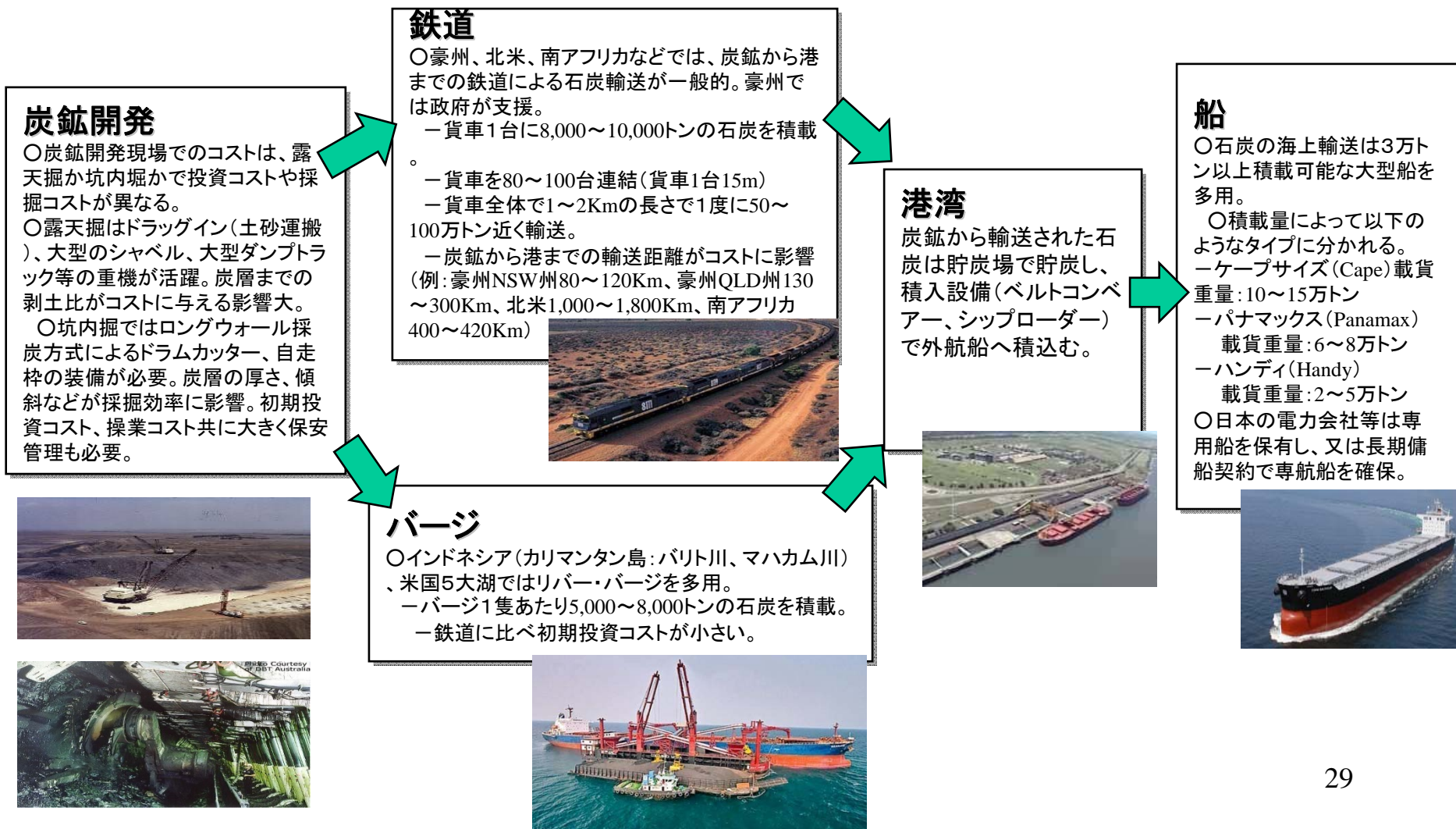
### 2. 産炭国協力の推進

○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

## 5-3. 石炭資源の安定供給に向けた海外石炭開発とインフラ整備の必要性

- 石炭開発に際しては、炭鉱開発に加え、鉄道や港湾等のインフラ部分の整備が重要であり、全体をパッケージとしての取り組んでいくことが不可欠。
- インフラ整備には巨額の費用がかかることから、産炭国・消費国の双方の政府関連機関の支援を含む包括的な協力関係の構築が重要。





# 5-4. 低品位炭有効利用技術の体系 ①

## 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ー上、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-CO<sub>2</sub>/kWh以上(日本は通常800g-CO<sub>2</sub>/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
- ・将来的には水素精製・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

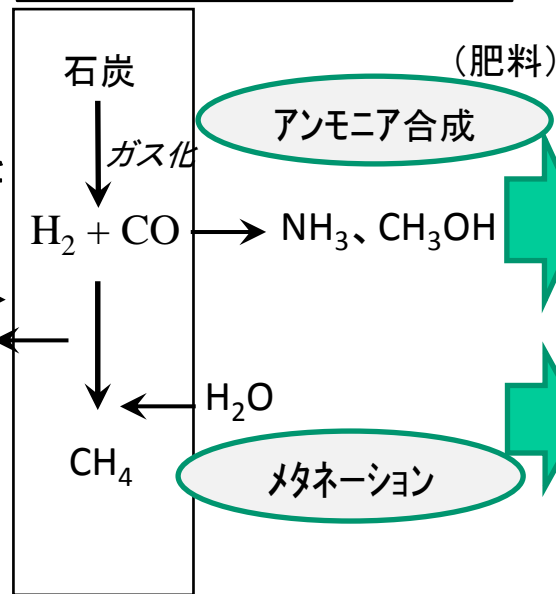
石炭ガス化することにより、天然ガス代替を実現

CO<sub>2</sub>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



国際共同実証事業(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

未利用炭有用資源化技術開発

低品位炭からのクリーンメタン製造技術研究

高効率熱分解石炭ガス化国際共同実証事業

産炭国事業化実証・普及事業

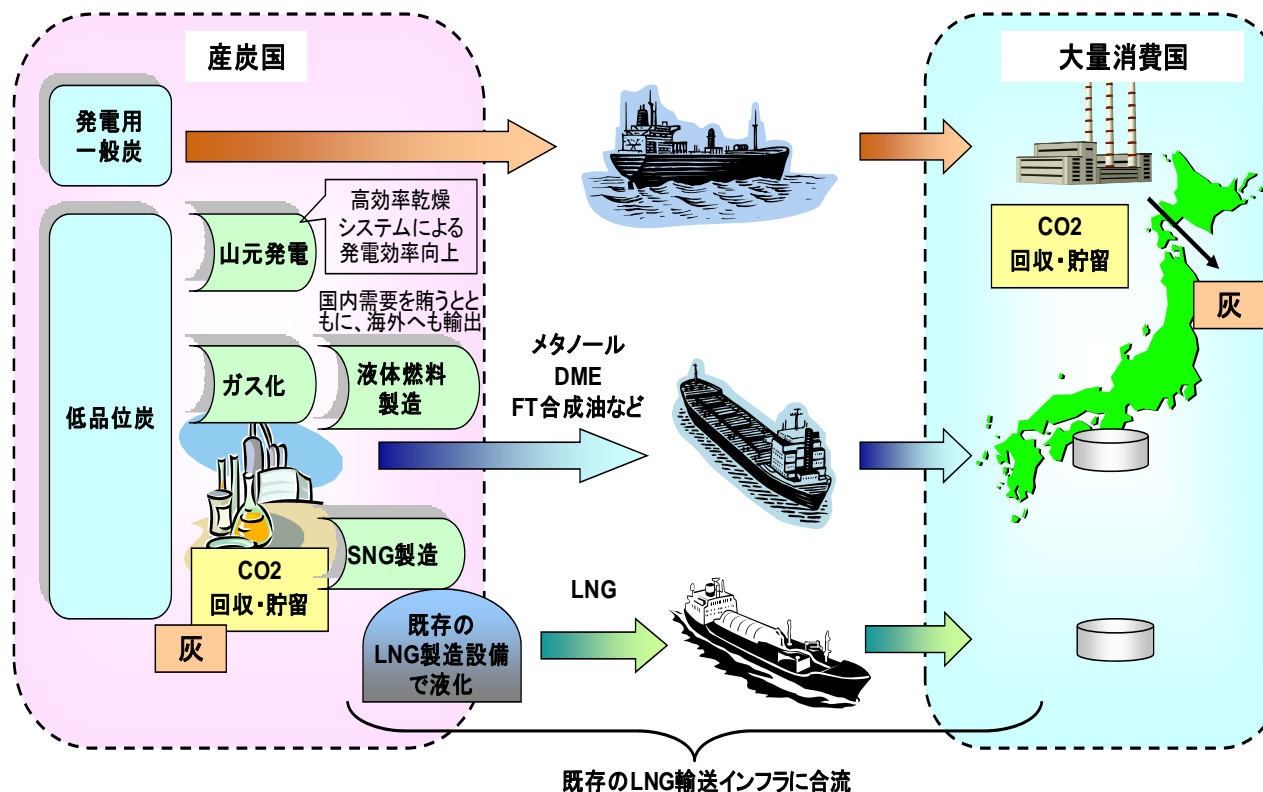
## 5-4. 低品位炭の有効利用 ②

### 1. 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

- ①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
- ②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

### 2. 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

- ①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



# 目次

1. 我が国の石炭政策の流れ
2. 世界及び我が国のエネルギー資源に占める石炭の役割
3. エネルギー基本計画における石炭の位置づけ
4. 石炭火力の低炭素化
5. 石炭資源の安定供給確保策
6. 石炭に関する情報発信と人材育成

## 6 石炭に関する情報発信

### 国民理解の現状

- 石炭に対する国民の一般的なイメージはあまり好ましいものではなく、我が国の石炭利用の意義や世界的位置づけに関する情報は、理解されていない。

### 国民理解への取り組み

#### <取り組み例>

- 一般向け：  
エコプロダクツ展等
- 次世代・主婦層向け：  
夏休み親子イベント等
- 専門家向け：  
クリーンコールデー等



エコプロダクツ展におけるブース

### 情報発信の方向性

- 適正な情報発信により、国民の理解を深める。
- 一般向け・専門家向け、次世代・主婦層向けなどの対象別に、戦略的に情報を発信する。
- エネルギーと環境に幅広い知識を持つオピニオンリーダーや広報のキーパーソンへの理解の促進を図る。

## 6-2 石炭に関する人材育成と確保

### 人材育成の現状と課題

- 大学における資源系学部学科が縮小、炭鉱技術者の高齢化等による若年層の技術者が不足するとともに、クリーンな石炭利用技術の開発担う人材の確保、育成が課題となっている。

### 人材育成への取り組み

#### <取り組み例>

- ・ 国際資源開発のための人材育成
- ・ 石炭等化石資源高度利用中核人材育成事業
- ・ 石炭基礎講座の開催



石炭基礎講座の講義

### 人材育成の方向性

- 産学官の連携の下、大学における専門講座の開設、海外や国内における石炭関連企業での体験研修やインターンシップの充実など大学生向けの学習機会拡大を図る。
- 石炭ビジネスの基礎や異業種との連携を意図した幅広い化石資源の開発・利用に関し、産業界、大学、行政が連携して、学習機会の提供やテキスト作成を図る。

ご静聴ありがとうございました。