

# 低炭素社会における石炭の役割

山地憲治

2010年9月8日(水)

@石炭利用国際会議

1. 低炭素社会にむけた政策展開
2. 低炭素社会への技術シナリオ
3. 化石燃料の高度利用
4. 再生可能エネルギーの導入政策
5. 石炭への期待と課題

1. 低炭素社会にむけた政策展開
2. 低炭素社会への技術シナリオ
3. 化石燃料の高度利用
4. 再生可能エネルギーの導入政策
5. 石炭への期待と課題

## 低炭素社会への最近の動き(1)

○「低炭素社会づくり行動計画」(2008年7月29日、閣議決定)

「2020年を目途に「**ゼロエミッション電源**」の割合を**50%以上**に引上げ」、「太陽光発電の導入量を**2020年に10倍、2030年には40倍**とすることを目標」、「3~5年後に太陽光発電システムの価格を現在の半額程度に低減することを目指す」、等の方針が決定した。

○二階俊博経済産業大臣が「**太陽光発電の新たな買取制度**」を表明(2009年2月24日)

「国民の皆様の全員参加型」で太陽光発電の導入拡大に取り組む姿勢を表明。

○麻生太郎内閣総理大臣スピーチ(「新たな成長に向けて」)(2009年4月9日)

「太陽電池、電気自動車、省エネ家電は新三種の神器」、「2020年には、エネルギー消費に占める**再生可能エネルギーの比率**を今より倍増して、世界最高水準の**20%**まで引き上げたい」、「**太陽光発電の規模を、2020年までに今より20倍に**」

○「エネルギー供給事業者による非化石エネルギー源の利用及び化石エネルギー原料の有効な利用の促進に関する法律(**エネルギー供給構造高度化法**)」の成立(2009年7月1日)

○鳩山由紀夫新首相の国連気候変動首脳会議における発言(2009年9月22日)

地球温暖化対策の中期目標として「1990年比で言えば2020年までに**25%削減**」を表明

## 低炭素社会への最近の動き(2)

### ○余剰電力買取制度小委員会:

2009年11月から実施;住宅用48円/kWh、非住宅用24円/kWh、ダブル発電については各々39円と20円;10年間固定価格買取;2011年度以降は買取価格低減の見込み;暦年の買取費用(回避可能原価は控除)を翌年度にkWhあたり均等に太陽光サーチャージとして回収(過不足は翌年度に調整)、2010年度のサーチャージはゼロ(1銭以下になるため)

### ○再生可能エネルギーの全量買取に関するプロジェクトチーム:

現在審議中;2010年3月に制度の選択肢を提示、7月23日に制度の骨格を決定

### ○次世代エネルギー・社会システム協議会:

現在審議中;システム実証(4月に4件選定)を早急に開始、標準化、ロードマップ作成、部分最適を全体最適につなぐ仕組みが大切

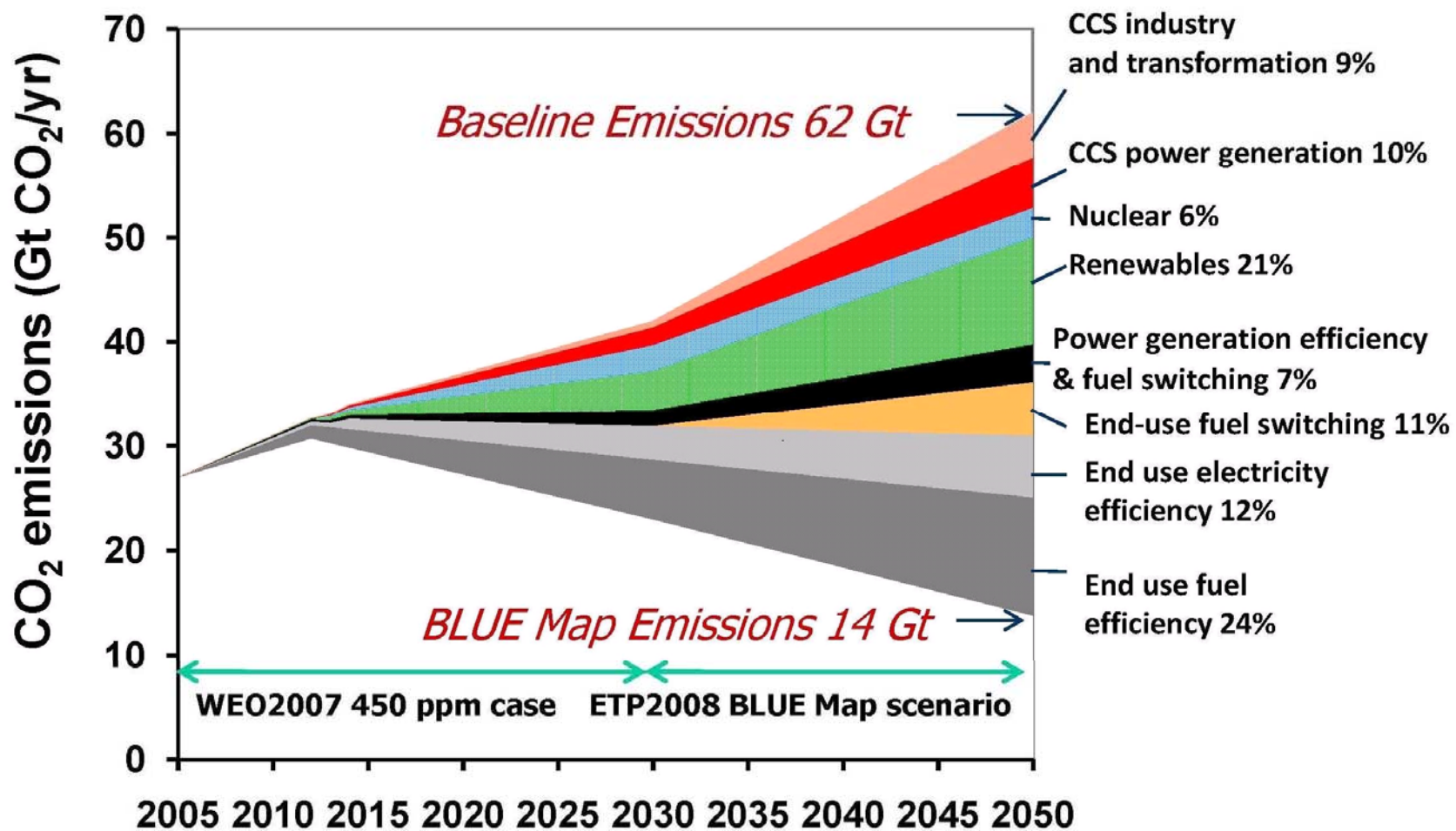
### ○総合部会・基本計画委員会:

3月末までにエネルギー基本計画見直しの方針を提示、パブコメを経て6月に見直し案を取りまとめ閣議決定

1. 低炭素社会にむけた政策展開
- 2. 低炭素社会への技術シナリオ**
3. 化石燃料の高度利用
4. 再生可能エネルギーの導入政策
5. 石炭への期待と課題

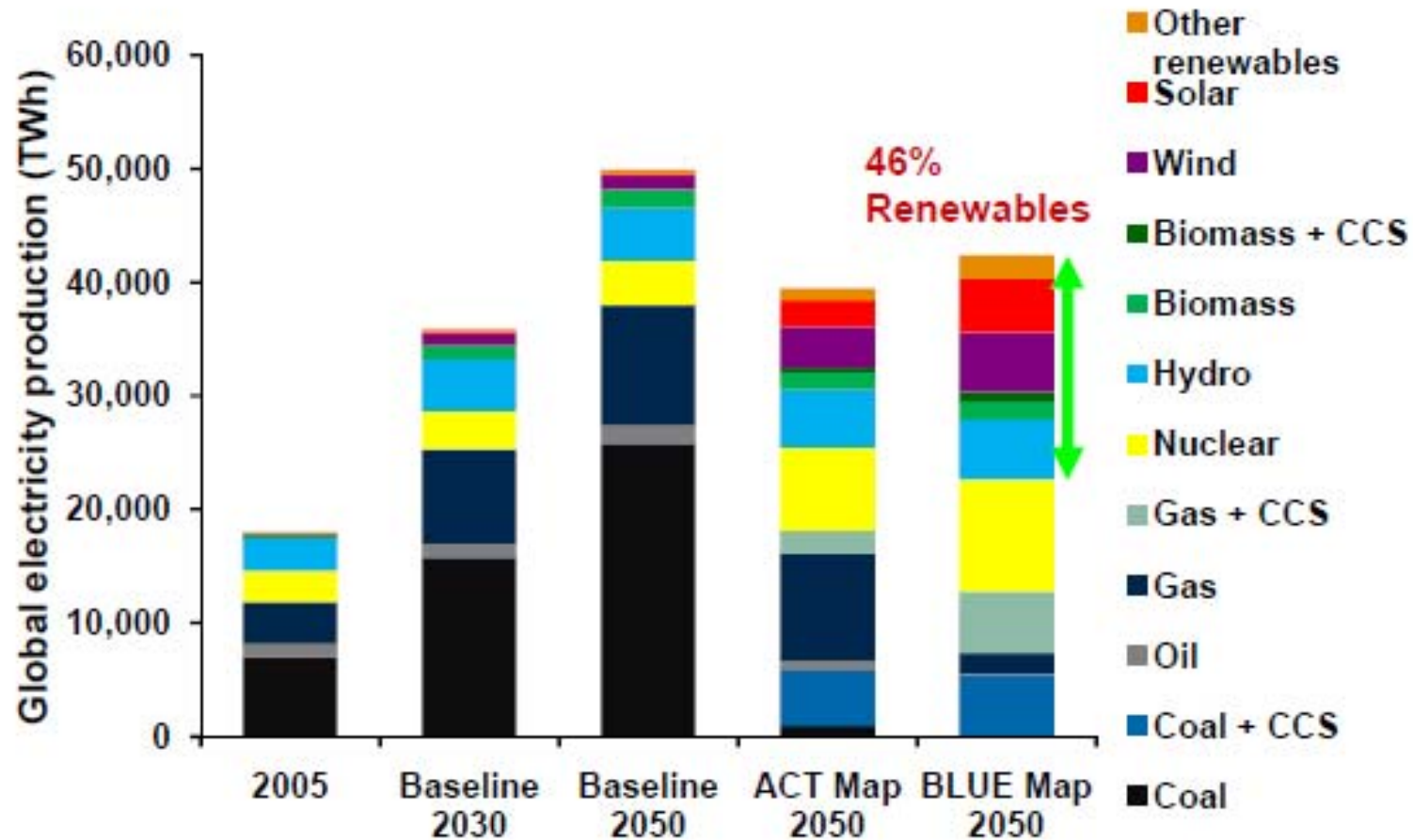
# 2050年温室効果ガス排出半減？

エネルギー起源CO<sub>2</sub>排出半減の技術シナリオ



Energy Technology Perspectives 2008 (IEA)

# Power Generation Mix



# 電力部門の大きな役割

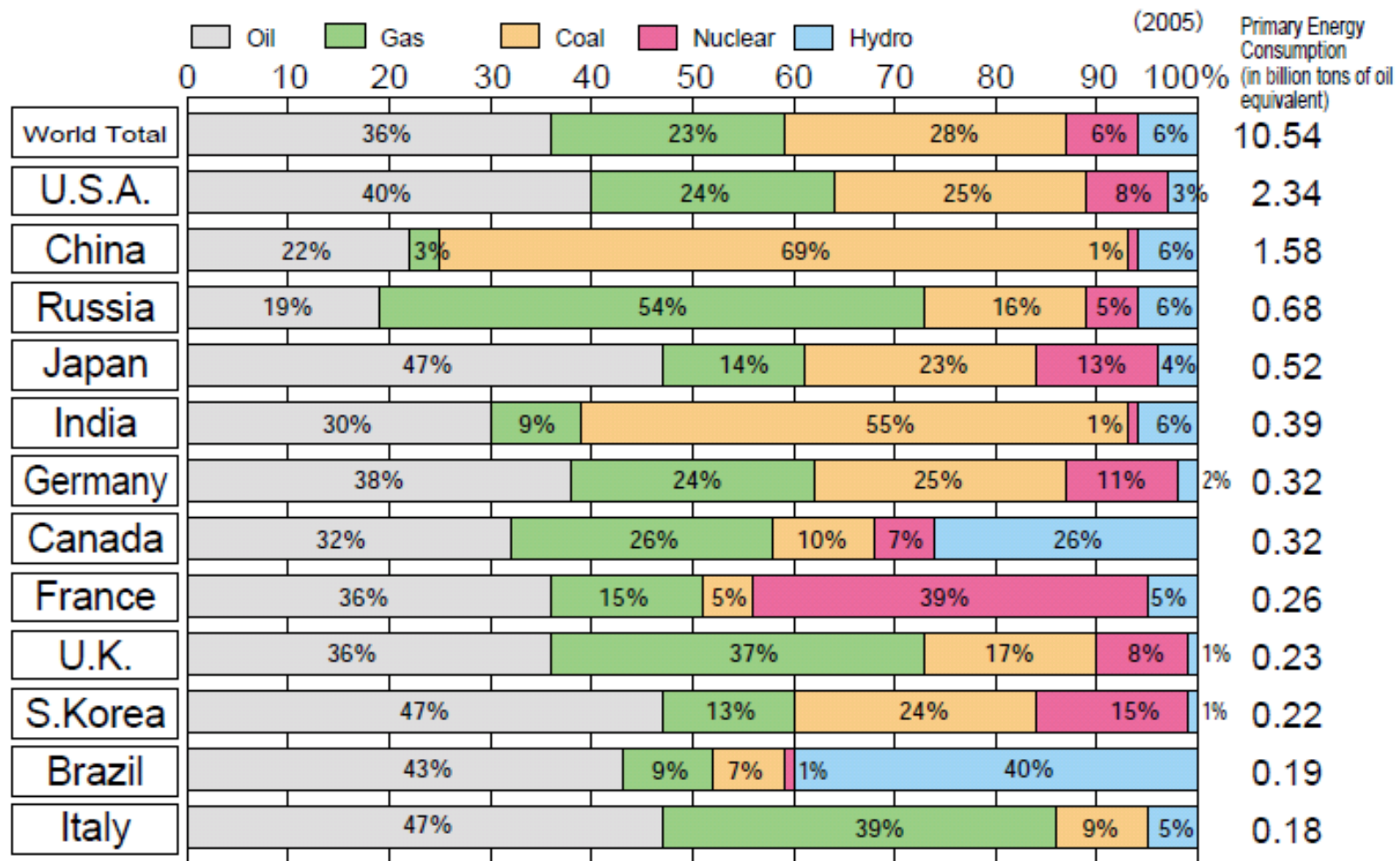
- 一次エネルギーの40%以上が電力に変換
- 多様なエネルギー資源から生産可能
- 利用時にクリーンで制御性がよく高効率
- ヒートポンプによる高効率低温熱供給（空調、給湯）
- 電気駆動自動車(PHEV, EV)の可能性

ただし、

- 大量長距離輸送に不向き：→超電導直流送電、水素？
- 時々刻々の需給バランスが必要：→**smart grid**、パワエレ？
- 貯蔵性が悪く、移動体利用に向かない：→電池？

1. 低炭素社会にむけた政策展開
2. 低炭素社会への技術シナリオ
- 3. 化石燃料の高度利用**
4. 再生可能エネルギーの導入政策
5. 石炭への期待と課題

# Primary Energy Consumption for Major Countries

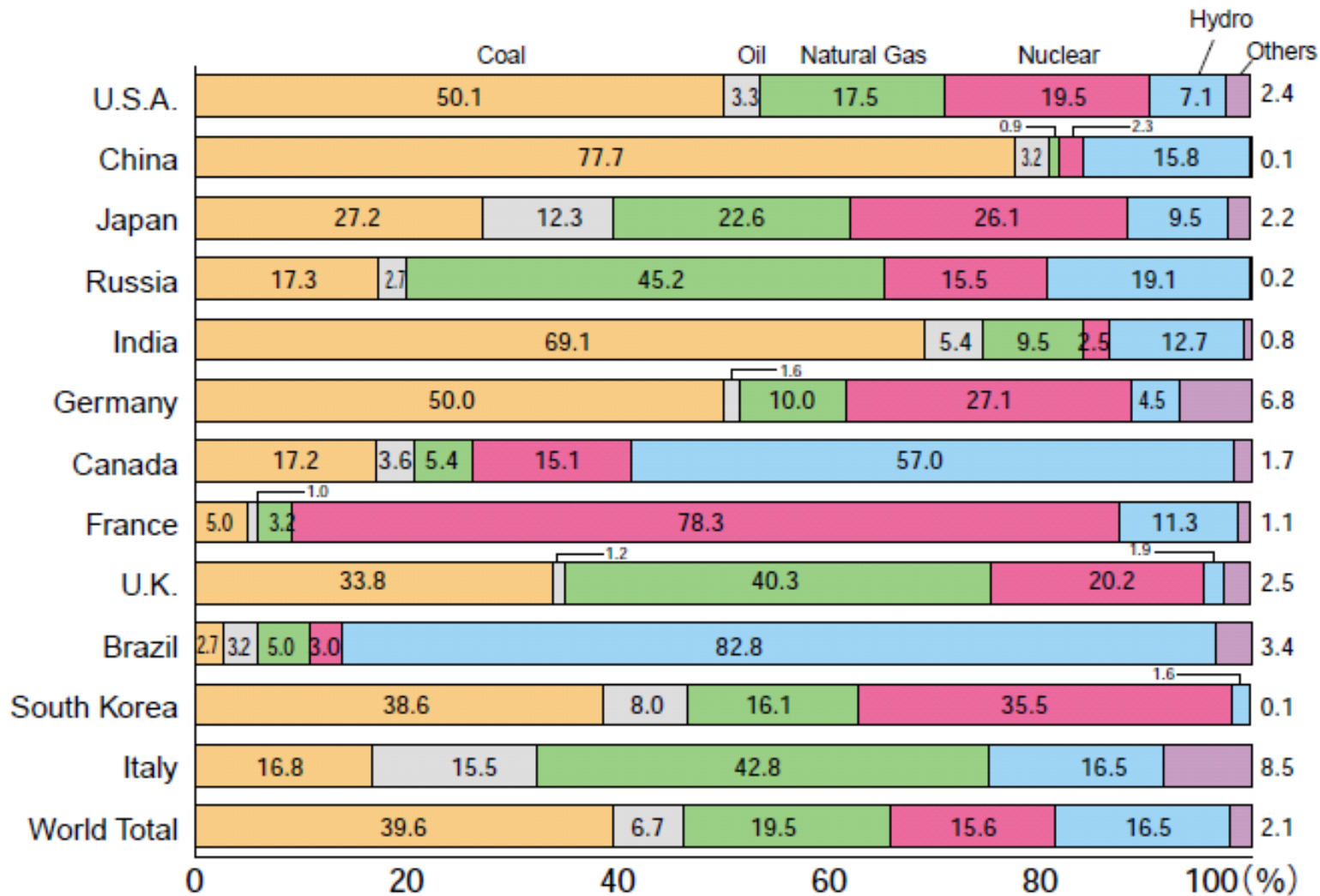


(Note) Figures do not necessarily total to 100% due to rounded numbers.

(Source) BP Statistical Review of World Energy June 2006

# Power Generation Volume by Source for Major Countries

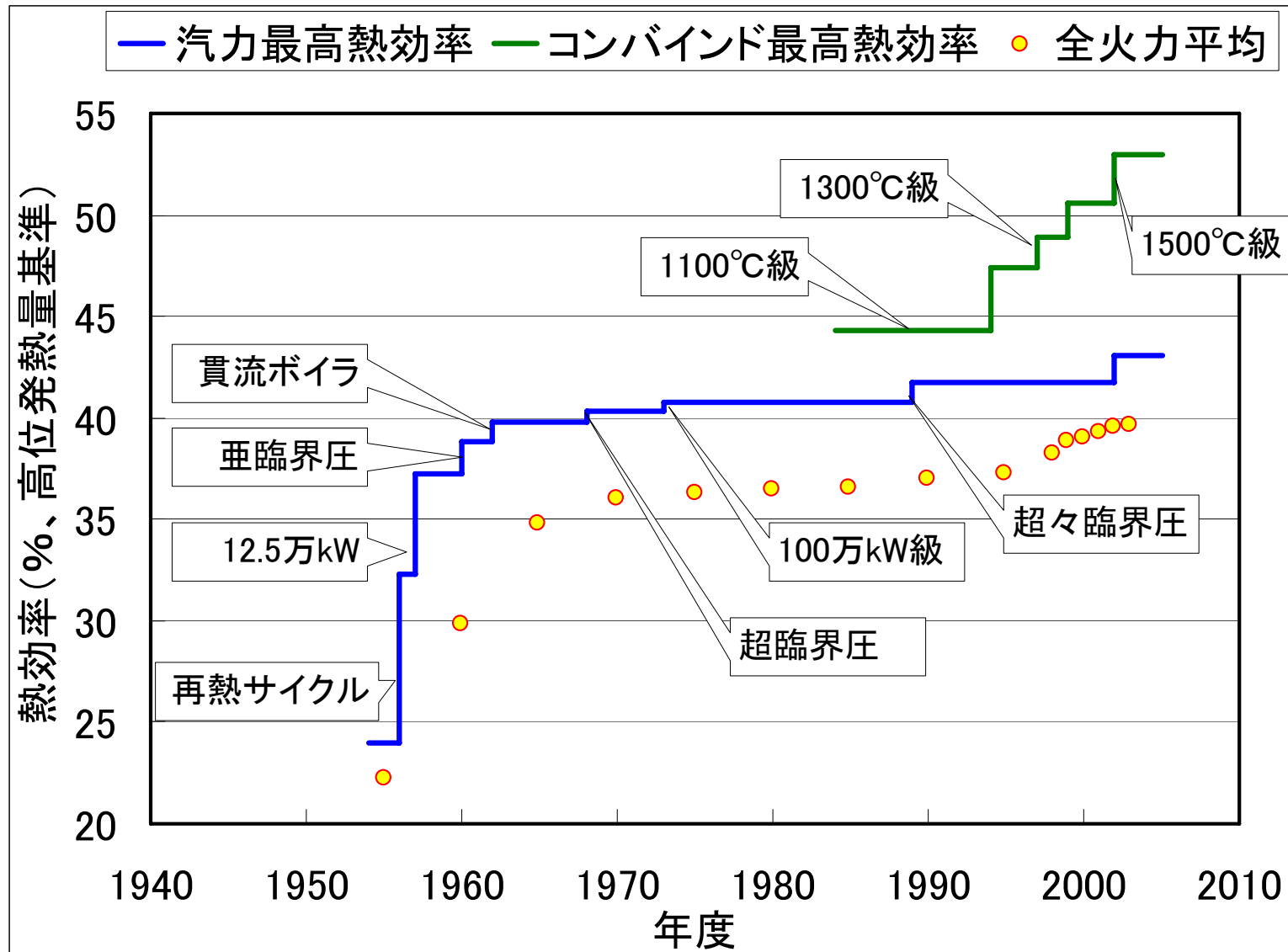
(2004)



(Note) Figures do not necessarily total to 100% due to rounded numbers.

(Source) IEA Electricity Information 2006 Edition

# 火力発電熱効率の変遷(国内)

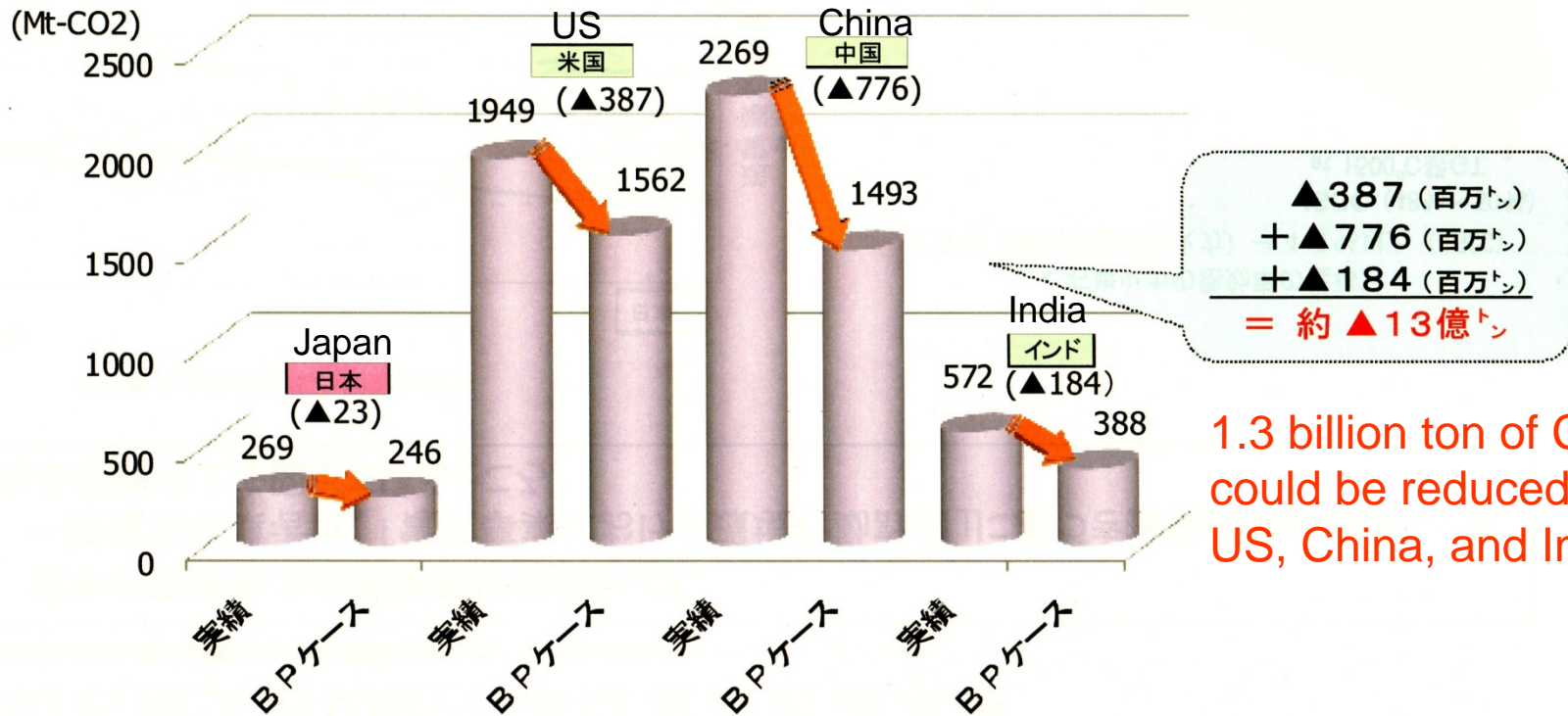


# Impact of Efficiency Improvement of Coal-fired Power Plants

- 日本で運転中の最新式の石炭火力発電の効率を米、中、インドの石炭火力発電に適用すると、CO2削減効果は、約13億トン。
- これは、日本一国のCO2排出量に相当。

## If best plant in Japan prevailed (2004年)

- 実績 vs 日本のベスト・プラクティス(商業中の最高効率)適用ケース -



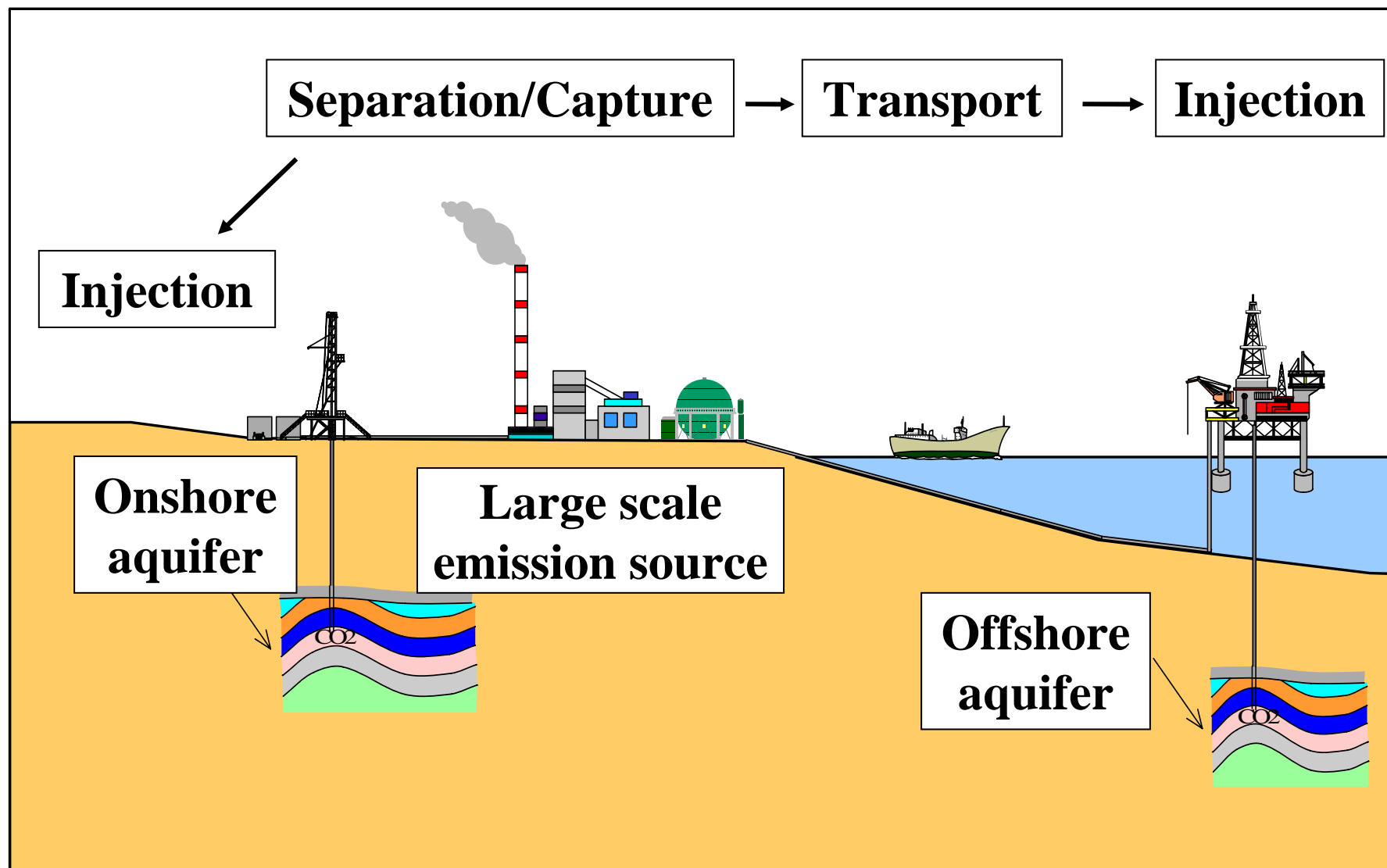
▲387 (百万トン)  
 + ▲776 (百万トン)  
 + ▲184 (百万トン)  
 = 約 ▲13億トン

1.3 billion ton of CO2 could be reduced in US, China, and India

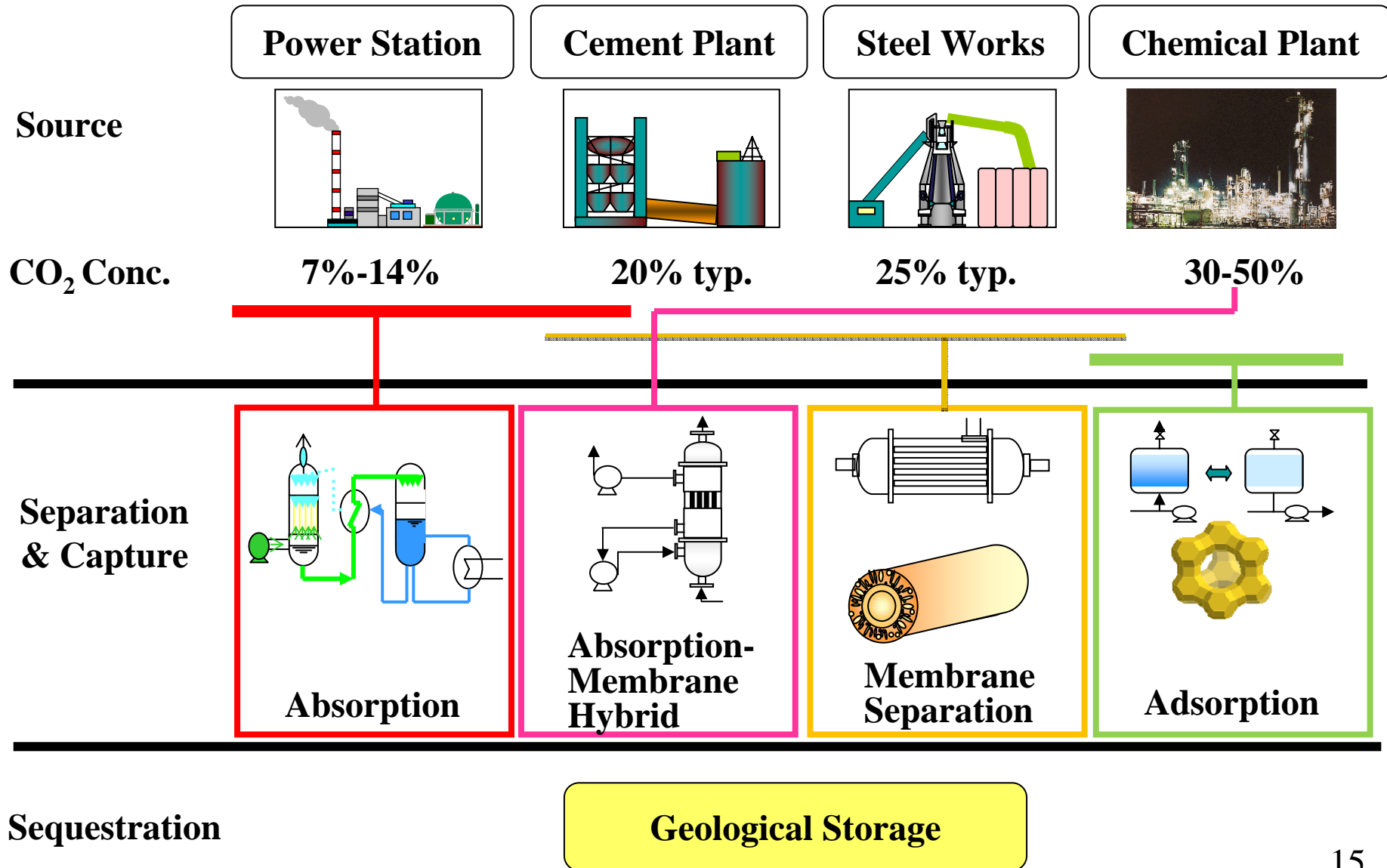
「BPケース」：日本のベスト・プラクティス(商業中発電所の最高効率)を適用した場合の試算。

「実績」データの出典：IEA "World Energy Outlook 2006"

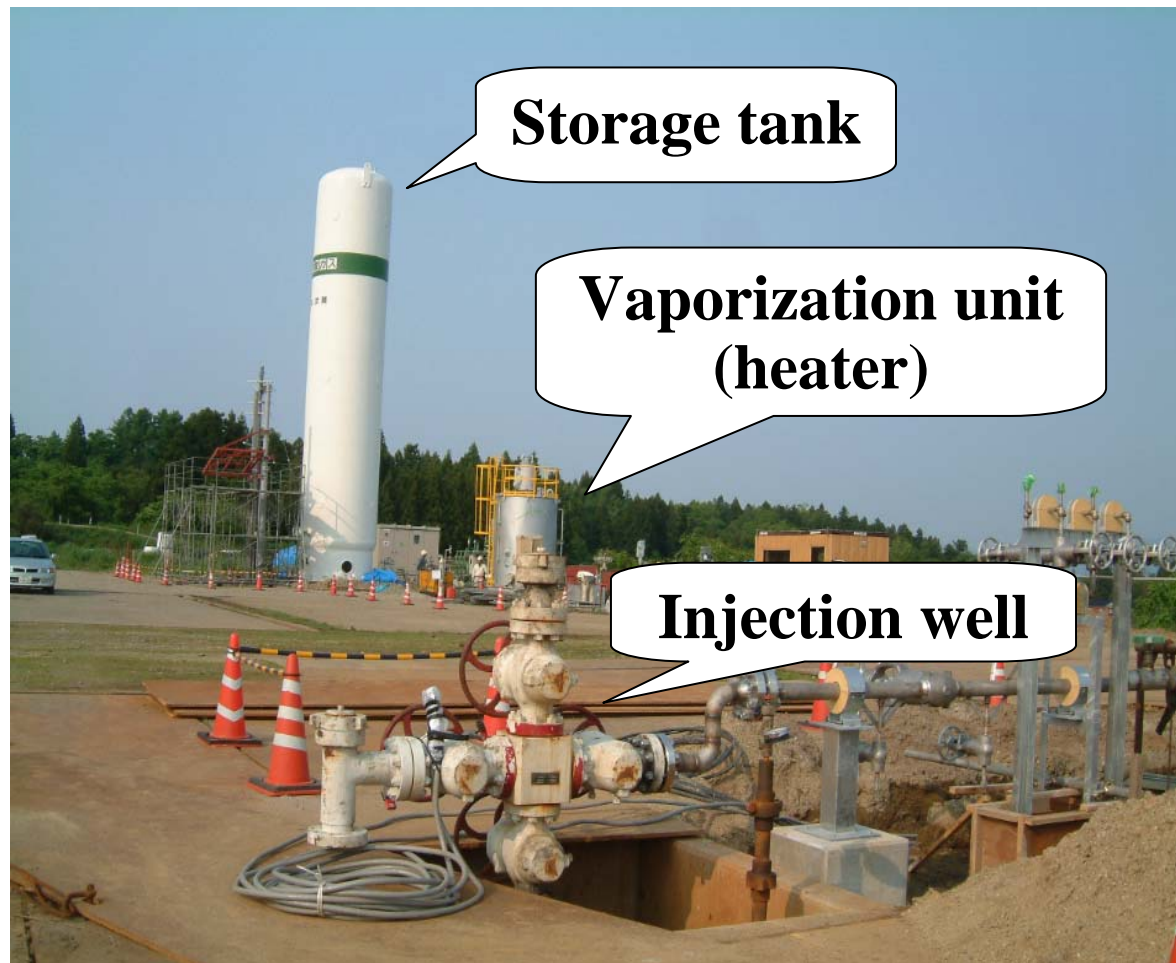
# Concept of CCS



# Activities in $CO_2$ separation and capture



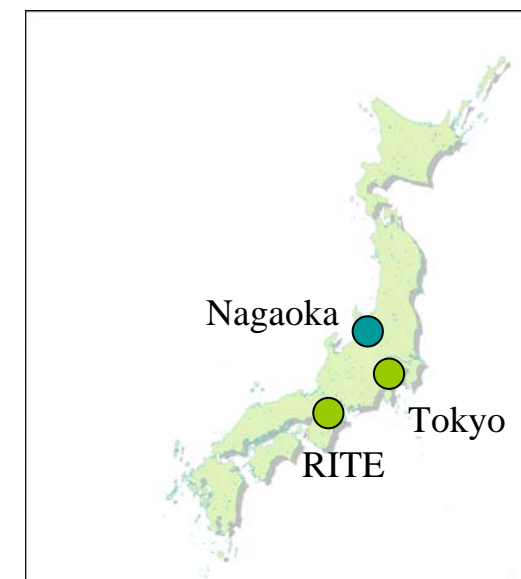
# *CO<sub>2</sub> geological storage experiment*



Location :  
Nagaoka, Niigata pref.

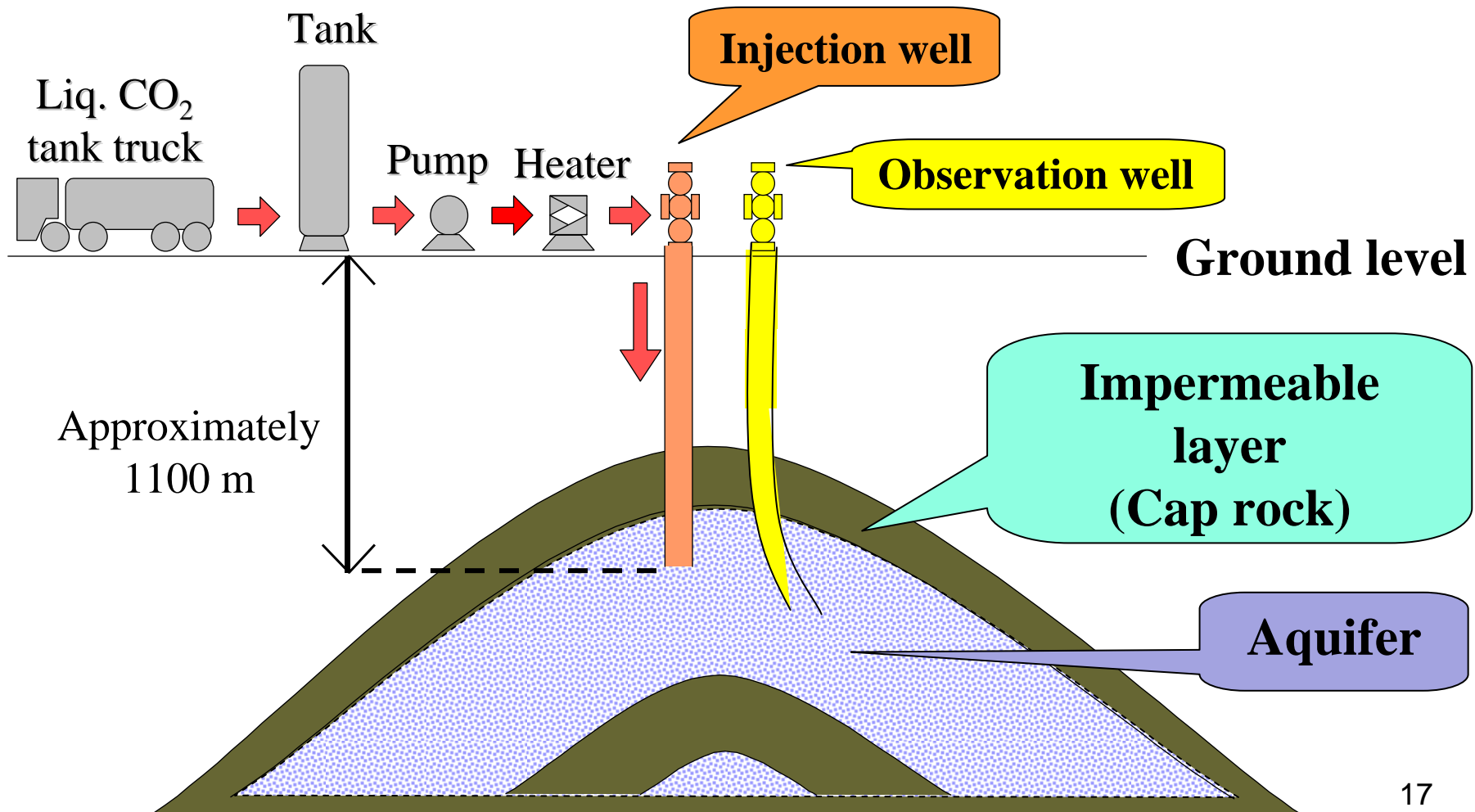
Amount of injected CO<sub>2</sub> :  
10,000 tons

Period :  
July 2003 —  
January 2005



山地憲治 100908

# *CO<sub>2</sub> injection in field demonstration*

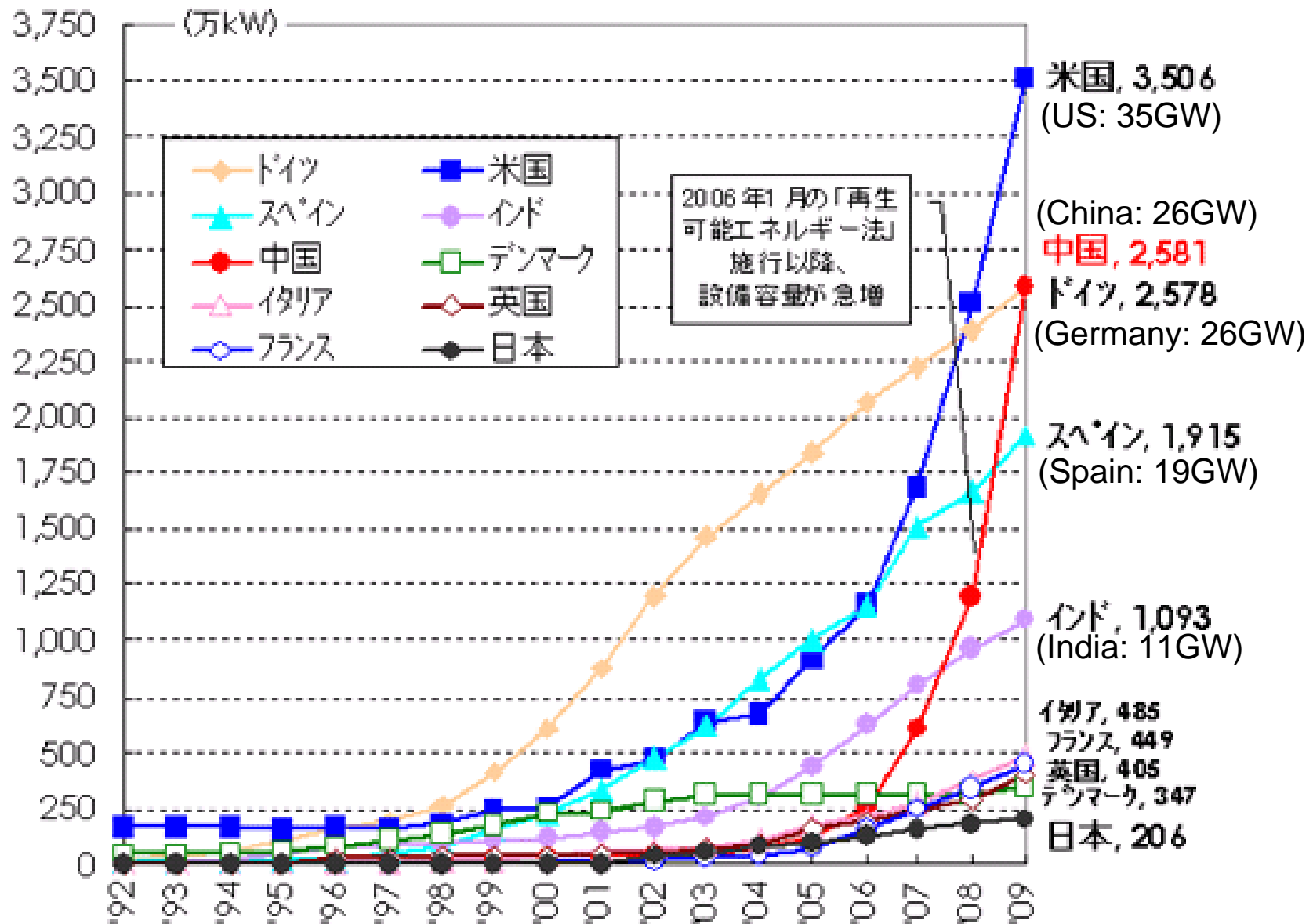


# 化石燃料の高度利用

- 火力発電(特に石炭)の役割は大きい
- 発電効率向上によるCO<sub>2</sub>削減効果は大きい
- CCSを含むクリーンコール技術の役割
- 調整電源としての火力発電は新エネ導入に寄与
- 石炭火力での混燃によるバイオマス利用効率向上
  
- 火力(特に石炭)発電を悪者と考える単純思考からの脱却

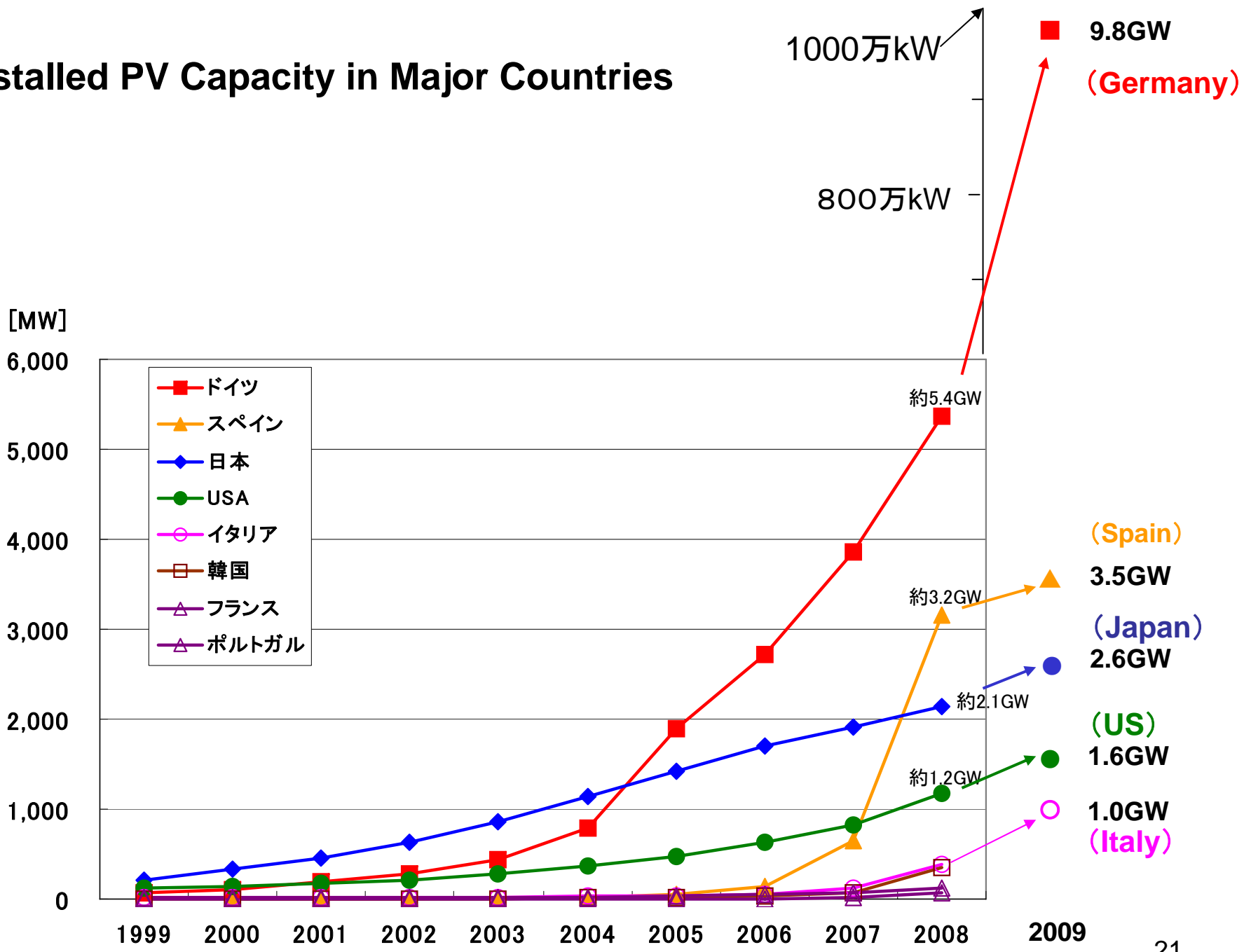
1. 低炭素社会にむけた政策展開
2. 低炭素社会への技術シナリオ
3. 化石燃料の高度利用
- 4. 再生可能エネルギーの導入政策**
5. 石炭への期待と課題

# (10<sup>4</sup>kW) Installed Wind Power Capacity in Major Countries

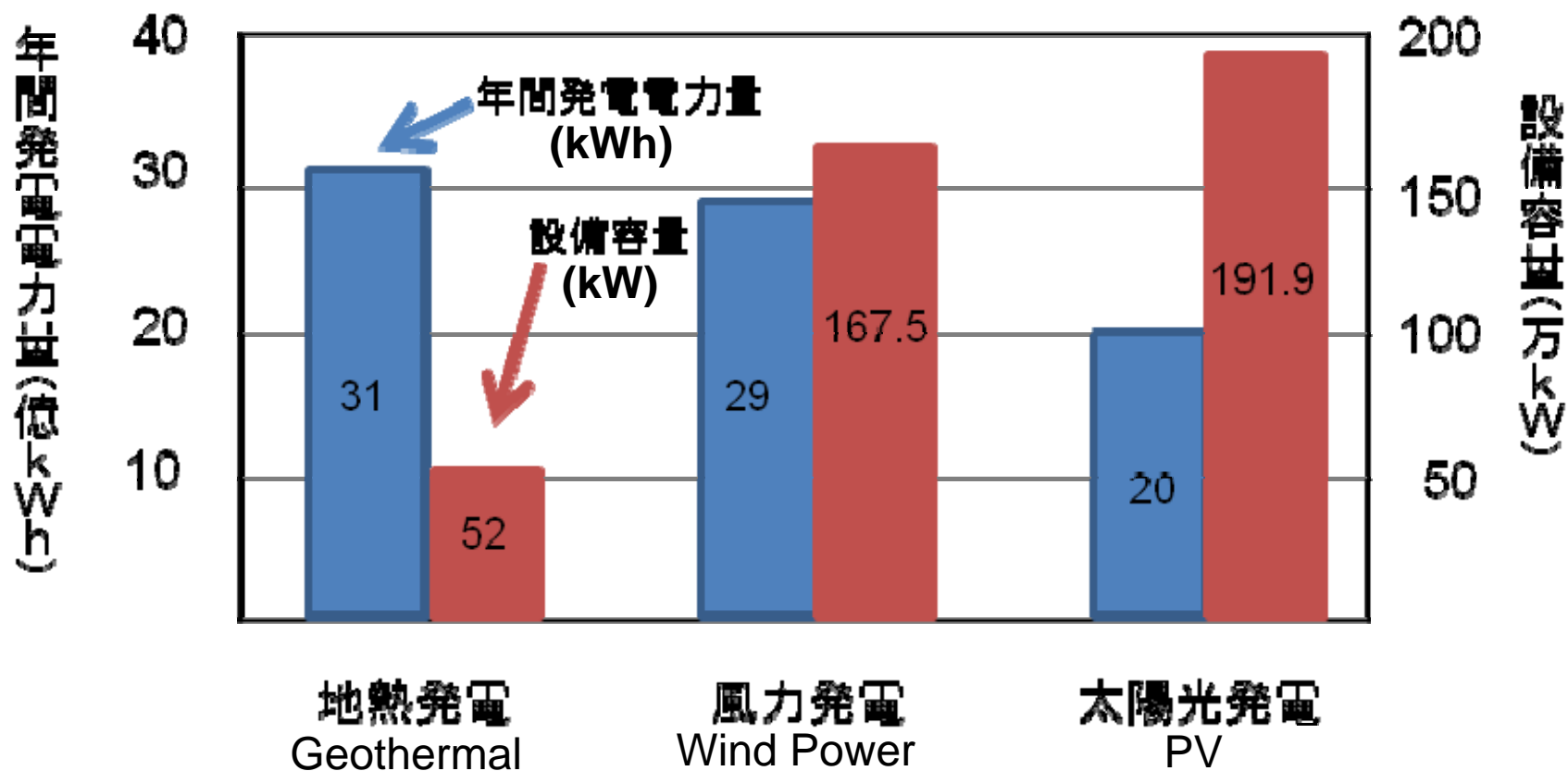


(出所)世界風力エネルギー協会報告書に基づき作成

# Installed PV Capacity in Major Countries



# Energy (kWh) is more Important than Power (kW)



低炭素電力供給システム研究会資料(090701)

## 再生可能エネルギーは期待に応えられるのか？

- Modern Renewablesは規模は小さいが急速拡大
- 不安定電源のシェアが高まれば系統安定コストが急増することに注意：→ **smart grid**, PHEV／EV連系、…
- 技術革新・普及促進による発電コスト低減を誘導する政策が大切：→ R&D投資、市場確保、…
- バイオマス利用では持続可能性に注意
- 水力・地熱も忘れてはいけない
  
- 過大評価も過小評価もせず、導入拡大に向けたインフラ整備と市場創出が重要

1. 低炭素社会にむけた政策展開
2. 低炭素社会への技術シナリオ
3. 化石燃料の高度利用
4. 再生可能エネルギーの導入政策
- 5. 石炭への期待と課題**  
**(エネルギー基本計画より)**

# エネルギー基本計画(案)における石炭に関する記述(1)

前文	2
第1章. 基本的視点	
第2章. 2030年に目指すべき姿と政策の方向性	
第1節. 2030年に向けた目標	9
<b>第2節. エネルギー源のベストミックスの確保</b>	10
第3節. 政策手法のあり方	12
第3章. 目標実現のための取組	
<b>第1節. 資源確保・安定供給強化への総合的取組</b>	14
第2節. 自立的かつ環境調和的なエネルギー供給構造の実現	23
1. 再生可能エネルギーの導入拡大	
2. 原子力発電の推進	
<b>3. 化石燃料の高度利用</b>	
4. 電力・ガスの供給システムの強化	
第3節. 低炭素型成長を可能とするエネルギー需要構造の実現	37
第4節. 新たなエネルギー社会の実現	46
<b>第5節. 革新的なエネルギー技術の開発・普及拡大</b>	50
<b>第6節. エネルギー・環境分野における国際展開の推進</b>	52
第7節. エネルギー国際協力の強化	56
第8節. エネルギー産業構造の改革に向けて	58
第9節. 国民理解と人材の育成	60
第10節. 地方公共団体、事業者、 <small>山形県</small> 非営利組織の役割分担、国民の努力等	62

## 第2章. 2030 年に目指すべき姿と政策の方向性

### 第2節. エネルギー源のベストミックスの確保

#### 2. 化石燃料

##### (3) 石炭

化石燃料の中でCO<sub>2</sub> 排出は大きいものの、コスト・供給安定性の面で優れたエネルギー源である。CCS(CO<sub>2</sub> 回収・貯留)やIGCC(石炭ガス化複合発電)等地球環境と調和した石炭利用技術を確立し、今後も適切に活用していく。また、世界最高水準にある我が国の石炭利用技術の競争力を維持し、世界各国に普及させていく。

### 第3章. 目標実現のための取組

#### 第1節. 資源確保・安定供給強化への総合的取組

##### 1. エネルギーの安定供給源確保

###### (1) 基本的考え方

我が国の資源確保・安定供給確保のためには、戦略的で軸のぶれない取組を中長期的に継続していくことが重要である。このため、化石燃料の自主開発資源比率や鉱物資源の自給率については以下の具体的な政策目標を掲げ、その実現を目指すものとする。

第一に、第2章第1節で掲げた化石燃料の自主開発資源比率を、2030年に倍増(現状約26%)させるとの目標の実現のため、国産を含む石油及び天然ガスを合わせた自主開発比率11を40%以上(現状は約20%)、**石炭の自主開発比率を60%以上(現状約40%)に引き上げる**ことを目指す。

## 2. 具体的な取組

### ④石炭の安定供給確保

世界的には自国産石炭の自国内消費が一般的な中、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である。今後、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の増大や海外権益確保も進展している。我が国にとっても、**石炭の安定供給確保への積極的な取組**が不可欠である。

特に世界的にも資源量が希少で鉄鋼原料として不可欠な原料炭については、新規供給源の開拓が重要である。このため、今後の開発が期待されるロシア・モンゴル・南東部アフリカ等との関係強化や出融資等の政府支援を通じ、石炭資源確保に早急に取り組んでいく。

資源外交については、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間で重層的な協力関係を構築するための取組を強化する。これらの国々には、自国産の石炭を自国で消費する産炭国が多いことから、石炭資源の探鉱・開発やインフラ整備に対する協力に加え、**我が国のクリーンコール技術の技術移転を推進**する。これにより、産炭国における石炭の利用効率を向上させ、産炭国における石炭需給の緩和や石炭埋蔵量の維持に貢献する。

さらに、将来的には、世界の石炭埋蔵量の約半分を占めるものの、未利用資源である亜瀝青炭・褐炭等の低品位炭を、地球環境に配慮しながら有効に利用していくことが、世界的な資源エネルギー需給の安定に不可欠である。そのため、産炭国において未利用な**低品位炭**について、我が国の優れた石炭ガス化技術や改質技術等による有効利用を進め、産炭国におけるエネルギー需給の緩和に貢献する。将来的には、我が国への新たな石炭供給源とすることを目指す。同様に、炭鉱メタンガス(CMM)の回収やコールベッドメタン(CBM)など石炭資源に関連した**非在来型エネルギーの開発**も、産炭国と協力しつつ積極的に取り組む。

## 第3章. 目標実現のための取組

### 第2節. 自立的かつ環境調和的なエネルギー供給構造の実現

#### 3. 化石燃料の高度利用

##### (1) 火力発電の高度化

###### ② 具体的な取組

石炭火力の単位発電量当たりのCO<sub>2</sub>を低減させるため、現在運転中の石炭火力における効率改善や**バイオマス混焼**及び老朽石炭火力のリプレイス等による最新設備の導入を推進することにより、石炭火力の高効率化・低炭素化を進める。当面新增設又は更新される火力発電については、原則としてIGCC並みのCO<sub>2</sub>排出量に抑制する。

また、我が国が有する世界最高水準の石炭火力発電技術をさらに革新していくことが重要である。**IGCC**(石炭ガス化複合発電)・**A-USC**(先進的超々臨界圧発電)といった高効率化石炭火力発電技術の開発・実証を官民協力して推進し、2020年代初頭までに実用化を目指す。

このような高効率石炭火力の開発・実証・導入を国内で進めつつ、将来に向けてゼロ・エミッション石炭火力発電の実現を目指す。その実現のため、**2020年頃のCCSの商用化**を目指した技術開発の加速化を図るとともに、今後計画される石炭火力の新增設に当たっては、**CCS Ready**の導入を検討する。また、商用化を前提に、2030年までに石炭火力にCCSを導入することを検討する。

以上のような高効率の石炭火力技術については、我が国を環境に優しい石炭火力の最新鋭技術の実証の場として位置づけ国内での運転実績の蓄積を図る。その他の火力発電については、**新增設・更新の際には、原則としてその時点における最先端の効率を有する設備の導入**を目指す。

### 第3章. 目標実現のための取組

#### 第2節. 自立的かつ環境調和的なエネルギー供給構造の実現

##### 3. 化石燃料の高度利用

(1) 火力発電の高度化

(2) 石油の高度利用

(3) 石炭の高度利用

##### ① 目指すべき姿

我が国が有する世界有数の石炭火力発電等石炭利用技術の競争力を将来にわたって維持するため、我が国の高効率石炭火力の海外展開を進めつつ、国内での高効率石炭火力発電技術(クリーン・コール・テクノロジー)の開発・実証・運転を官民挙げて推進する。

## ②具体的な取組

IGCC 等の高効率化とCCS の技術開発を推進するとともに、これらの技術を合わせ、石炭火力発電等からのCO<sub>2</sub> を分離・回収・輸送・貯留するゼロ・エミッション石炭火力発電の実現を目指す。また、国内石炭火力最新鋭技術の実証の場として位置づけ、これを基盤として海外展開を進める。

海外でも多数のCCS の技術開発や実証事業が実施・計画されていることから、国内でのゼロ・エミッション石炭火力発電の実現を図る上で、これら海外との共同研究等により、効率的に技術開発を実施することも重要である。

また、石炭火力発電等のシステムの海外展開に対しては、金融面から支援するため、JBIC の先進国向け投融資の拡充やNEXI の貿易保険の拡充等を実施する。

また、高効率石炭火力発電の海外での新設に当たって、我が国技術の現場適応化を支援すべく、プロジェクトの立案段階から日本企業が参画できるよう実現可能性調査や人材育成等の多様な支援策を講じる。

さらに、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や運転管理面での改善による効率低下の防止のためのコンサルタント事業を実施するとともに、我が国企業の貢献を適切に評価する新たなメカニズムの構築を図る。

加えて、国内の中小規模の石炭炊きボイラーについても、燃焼効率改善の診断事業を実施するとともに、必要な設備改修を支援する。

### 第3章. 目標実現のための取組

#### 第5節. 革新的なエネルギー技術の開発・普及拡大

##### 2. 具体的取り組み

###### (1) エネルギー革新技術開発の推進

###### (2) 新たなエネルギー革新技術ロードマップの策定

###### (3) CCS 等の普及拡大に向けた取組

革新技術の普及拡大のためには、単なる技術開発目標の設定等にとどまるのではなく、その後の実証や普及、商業化や国際標準化に向けた取組を有機的に連携させることが重要である。

特にCO<sub>2</sub>削減効果の高いCCS等の革新技術については、コストの大幅低減や安全性向上のための技術開発の加速、大規模実証による実用化の実現、安全・環境面も含めた実用化促進のための制度・環境整備など、2020年代後半の本格的導入に向けた具体的なアクションプランを早急に策定する。また、CCSの実用化に当たっては、科学的知見を高める上での基礎研究や国際的な大規模実証研究が有効であるため、研究開発の効率化や技術的知見の共有の観点から、今後**国際共同研究を加速化**する必要がある。

###### (4) 今後の課題

## 第6節. エネルギー・環境分野における国際展開の推進

### 3. 主要分野における取組

#### ①原子力発電

#### ②高効率石炭火力発電

我が国企業は、超々臨界発電や石炭ガス化複合発電(IGCC)、CO<sub>2</sub>分離技術において、世界最高レベルの発電効率と低炭素化を実現している。また、予防保全等の運転・管理ノウハウにより、長期的な高効率・高稼働も確保している。途上国市場では低コストを武器とする新興国企業への苦戦を強いられている一方、昨今、途上国においても、資源制約や環境問題を背景に、高効率技術等を評価する動きがある。

そこで、相手国のマスタープラン作成支援を通じた我が国企業が受注しやすい環境の整備や、モデルプラント等の推進による標準化の促進、公的金融支援、インフラの運転管理人材の育成、公的機関によるリスクテイク範囲の拡大等に取り組む。これを通じ、我が国が得意とする超々臨界等の高効率技術や、高度運転・管理技術に重点を置いた海外展開を推進する。

#### ③送配電

#### ④スマートコミュニティ

#### ⑤再生可能エネルギー

# 低炭素社会に向けた政策の留意点

- 低炭素社会の魅力と魔力：  
分かり易い政治的メッセージだが、  
温暖化対策における「科学と政治」の関係構築に課題
- 実現可能性のある政策展開：
  - －原子力は不可欠：  
ただし、軽水炉発電の足元を固めることが大切
  - －電力システムにおける火力の役割の再確認：  
技術の可能性(効率向上、CCS)  
自然変動電源の受け皿  
わが国の技術の国際展開  
**石炭を否定する単純思考からの脱却**
  - －再生可能エネルギーの適正な評価：  
分散的な不安定電源を受け入れるインフラの整備  
技術革新のダイナミクスの誘導
- 技術と社会のイノベーション：  
大きなシステムの中でグランドデザインを描く