

火力発電に係る技術ロードマップについて

資源エネルギー庁石炭課

2016年11月

目 次

1. 技術ロードマップ策定の背景
2. 次世代火力発電技術の対象と早期確立、実用化に向けた基本方針
3. 2030年度に向けた取組の中心となる火力発電に関する方針と見通し
4. 2030年度以降を見据えた取組に係る技術に関する方針と見通し
5. おわりに

1. 技術ロードマップ策定の背景

(1) 長期エネルギー需給見通し（エネルギーミックス）と削減目標の決定

- ① エネルギーミックスの基本方針は3E+Sの同時達成
- ② 2030年度の構成は石炭26%、LNG27%。高効率化を進め環境負荷を低減しつつ活用する方針
- ③ 2030年度以降を見据えた取組として、CO₂回収貯留及び利用に関する技術の開発・利用も推進

(2) COP21 における「パリ協定」の採択

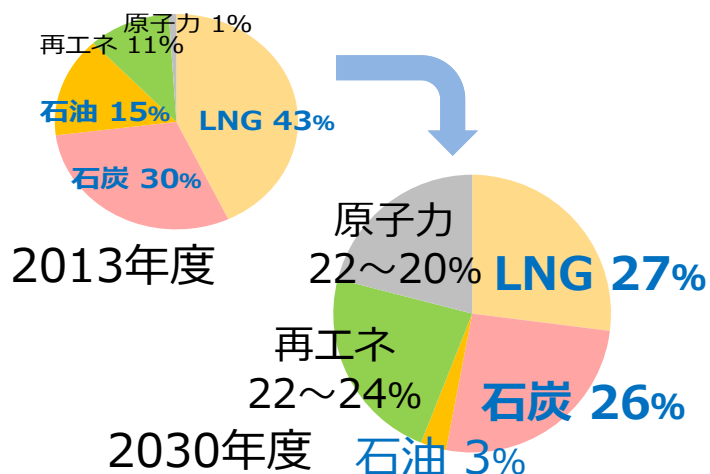
- ① 温室効果ガス排出削減等のための新たな国際枠組みとして「パリ協定」が採択。

(3) エネルギー、気候変動対策に関する新たな戦略等の策定

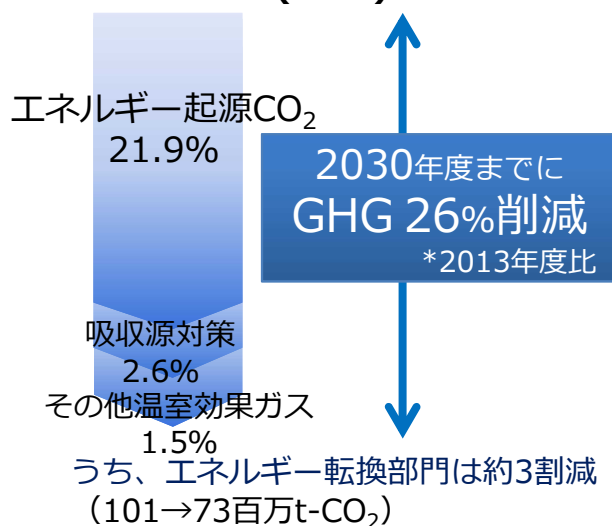
(4) 世界の火力発電の需要の見通し

- ① 石炭火力は欧米では減少、新興国では大幅に拡大
- ② ガス火力は、先進国、新興国ともに需要が拡大
- ③ 次世代火力技術は国際的な気候変動対策に貢献

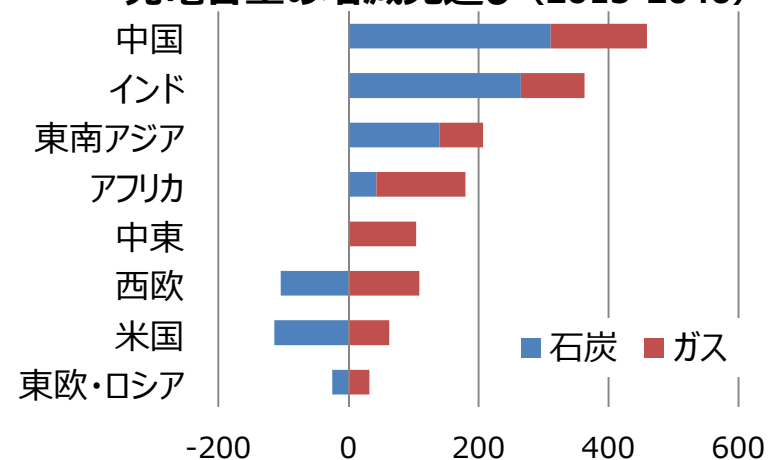
2030年度の電源構成



温室効果ガス(GHG)の削減目標



主要地域における石炭及びガス火力発電容量の増減見通し (2015-2040)



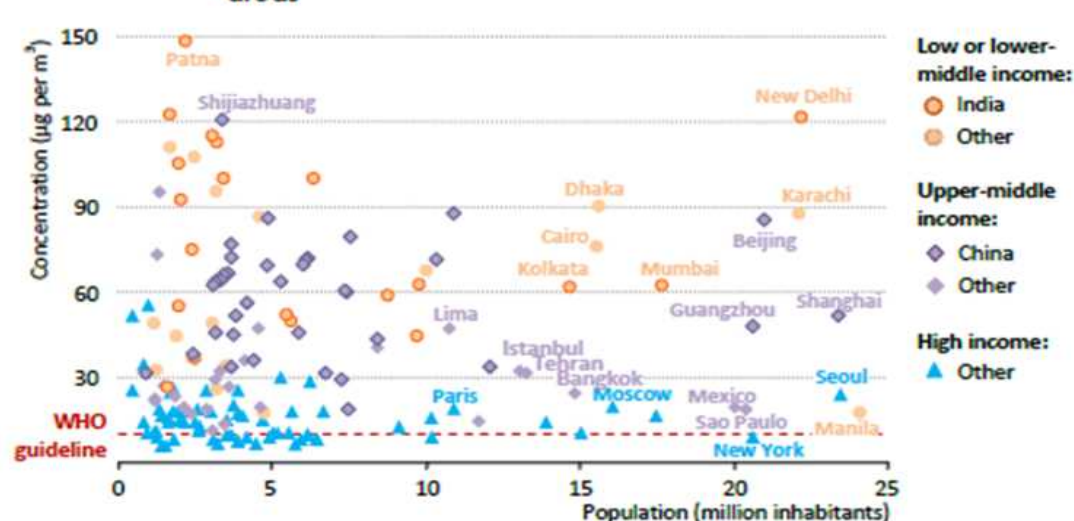
1. 参考（IEA エネルギーと大気汚染（WEO特別レポート））

大気汚染は市民の健康危機の大きな問題でその発生源の一つはエネルギー部門です。毎年約650万人の命が大気汚染が原因で死亡するとされています。

「最高水準の電気集じん機は99%のばいじん除去効率を達成していますが、そのためにはプラントの運転特性と適性な炭種を選ぶことが必要となります。

プラントからの厳しい排出監視を導入することが、排出規制についての対応に欠けている場合には必要とされるステップです。」

Figure 1.7 ▶ Average annual outdoor PM_{2.5} concentrations in selected urban areas



Sources: WHO (2016) Global Urban Ambient Air Pollution Database; Demographia (2015) for population; country groups per income based on World Bank (2016).

IEAはWEOのNew Policy scenario に比較して50%以上汚染物質を削減するグリーンアジアを提案している。グリーンアジアとは：

1. 長期の大気改善の野心的目標を設定すること
2. 長期の大気改善目標を達成する為にエネルギーセクターにグリーンエア対策を設定すること
3. 効果的モニタリング、施行、評価とコミュニケーションを保証すること

（出典：IEAエネルギーと大気汚染：WEO特別レポート）

2. 次世代火力発電技術の対象と早期確立、実用化に向けた基本方針

- 次世代火力発電技術の開発は短中期、長期の技術開発を同時並行で進めることを基本とする

① 2030年度に向けた取組

エネルギーミックスの着実な実現

エネルギー革新戦略

- ①徹底した省エネ
- ②再エネの拡大
- ③新たなエネルギーシステムの構築
✓火力発電の高効率化に係る技術開発の加速
- ④エネルギー産業の海外展開
✓高効率火力発電の導入支援

地球温暖化対策計画

- A産業部門の取組 B業務その他部門の取組
- C家庭部門の取組 D運輸部門の取組
- Eエネルギー転換部門の取組
- (C) 電力分野の二酸化炭素排出原単位の低減
- ✓火力発電の高効率化等

水素・燃料電池戦略ロードマップ

- ①フェーズ1
✓エネルギー供給分野における水素の利活用
✓運輸分野における水素の利活用

② 2030年度以降を見据えた取組

経済成長と気候変動対策の両立の鍵となる革新的技術の開発

エネルギー・環境イノベーション戦略

- ①革新的生産プロセス
- ②超軽量・耐熱構造材料
✓1800℃級ガスタービンの耐熱材料
- ③CO₂固定化・有効利用
- ④水素等製造・貯蔵・利用
✓水素発電技術
- ⑤次世代蓄電池
- ⑥次世代太陽光発電
- ⑦次世代地熱発電

エネルギー革新戦略

- ポスト2030年に向けた水素社会戦略の構築
✓水素発電の導入
- 水素・燃料電池戦略ロードマップ
- ②フェーズ2
✓水素発電の本格導入
✓大規模な水素供給システムの確立
- ③フェーズ3
✓トータルでのCO₂フリー水素供給システムの確立

次世代火力発電に係る技術ロードマップに関連する技術分野

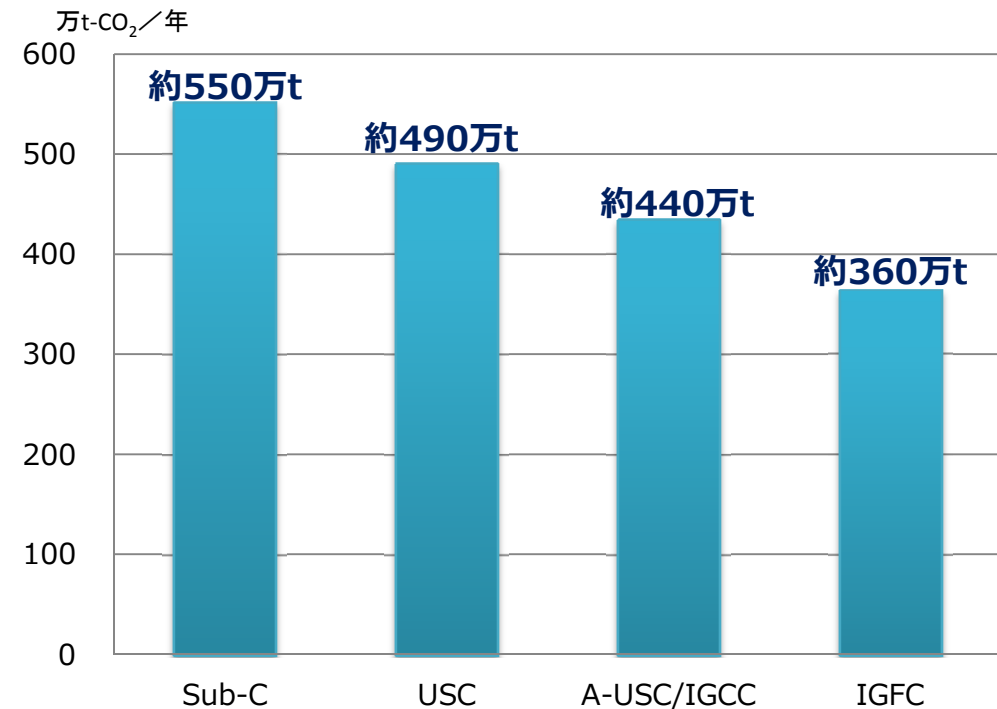
3. 2030年度に向けた取組の中心となる石炭、LNG火力に関する方針①

- 2030年度に向け、石炭火力、LNG火力それぞれで設備の新陳代謝による高効率化が必要

石炭火力、LNG火力の技術導入の状況

	技術方式	設備容量	導入本格化時期
石炭火力	Sub-C (亜臨界圧)	435万kW	1960年代～
	SC (超臨界圧)	1,250万kW	1980年代～
	USC (超々臨界圧)	1,530万kW	1995年頃～
LNG火力	従来型	2,390万kW	1970年代～
	ガスタービンコンバインドサイクル (GTCC)	4,525万kW	1980年代～

石炭火力のCO₂排出量比較 (100万kW)



※年間稼働率70%として試算。

注 一般・卸電気事業者の合計。卸供給は除く。設備容量は2015年3月時点。

出典：総合資源エネルギー調査会基本政策分科会 長期エネルギー需給見通し小委員会（第10回会合）

3. 2030年度に向けた取組の中心となる石炭、LNG火力に関する方針②

- 電力業界は2030年度にCO₂排出係数を0.37kg/kWhとする自主的枠組みを構築
- 省エネ法、高度化法に基づく政策的対応を併せて講じることにより実効性を確保

さらに、電力業界の目標達成に向けた取組を促すため、火力発電の高効率化を求める省エネ法や、小売事業者に低炭素な電源の調達を求める高度化法（エネルギー供給構造高度化法）の政策的対応を講じることにより、電力自由化の下での電力業界全体の取組の実効性を確保する。

排出係数0.37kg-CO₂/kWh（2030年度）の達成を実現

①【電気事業者の自主的な枠組】

0.37kg-CO₂/kWh(2030年度)というエネルギーミックスと統合的な目標を設定（販売電力の99%超をカバー）
新たなフォローアップの仕組みの創設
「電気事業低炭素社会協議会」を創設 → 個社の実施状況を毎年確認し、必要に応じ個社の計画を見直し

②【支える仕組み】（発電段階）

○省エネ法によるルール整備

- ・発電事業者に火力発電の高効率化を求める
 - 新設時の設備単位での効率基準を設定（石炭:USC並, LNG:コンバインドサイクル並）
 - 既設含めた事業者単位の効率基準を設定（エネルギーミックスと統合的な発電効率）

③【支える仕組み】（小売段階）

○高度化法によるルール整備

- ・小売事業者に低炭素な電源の調達を求める
 - 全小売事業者
 - 2030年度に非化石電源44%（省エネ法とあわせて0.37kg-CO₂/kWh相当）
 - 非化石電源比率に加え、CO₂も報告対象に含める
 - 共同での目標達成

実績を踏まえ、経産大臣が、指導・助言、勧告、命令。[実効性と透明性を確保]

【支える仕組み】（市場設計）

自由化と統合的なエネルギー市場設計：小売営業ガイドライン等

次世代火力発電技術の高効率化、低炭素化の見通し



※ 図中の発電効率、排出原単位の見通しは、現時点で様々な仮定に基づき試算したもの。

写真：三菱重工業(株)、常磐共同火力(株)、三菱日立パワーシステムズ(株)、大崎クールジェン(株)

4. 2030年度以降を見据えた取組に係る技術に関する方針

- CCUS技術及び水素発電技術は、火力発電からのCO₂排出量をゼロに近づける切り札となり得るものであり長期的視点を持ちつつ戦略的に推進

2030年度以降を見据えた取組として、経済成長と気候変動対策の両立の鍵となる革新的技術の開発が必要である。

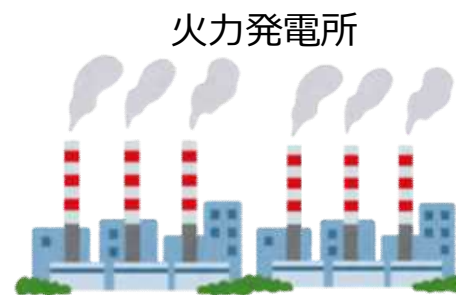
CCUS技術及び水素発電技術は、火力発電からのCO₂排出量をゼロに近づける切り札となり得るものとして、各種戦略で革新的技術の候補とされており、本ロードマップに基づき、長期的な視点で戦略的に技術開発を進めることが適当である。

CO₂回収 (Carbon dioxide Capture)

- ✓火力発電所にCO₂分離回収設備を設置することで、90%超のCO₂を放出せずに回収することが可能。



分離回収設備例

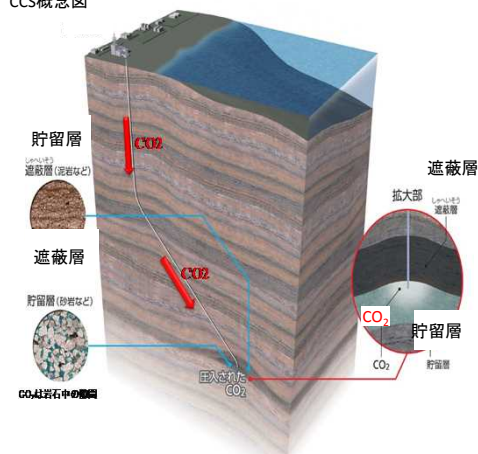


分離回収したCO₂

CO₂貯留 (CCS: Carbon dioxide Capture and Storage)

- ✓分離回収したCO₂を地中に貯留する技術。

CCS概念図



CO₂利用 (CCU: Carbon dioxide Capture and Utilization)

- ✓CO₂を利用し、石油代替燃料や化学原料などの有価物を生産する技術。



水素ガスタービン

- ✓CO₂フリーの水素を燃料とするガスタービンを有する発電技術。



出典：MHPS提供資料

次世代のCO₂回収関連技術の開発の見通し

CO₂分離・回収コスト

高

化学吸収法



アミン等の溶剤を用いて化学的にCO₂を吸収液に吸収させ分離する方法
分離回収コスト：4200円/t-CO₂

CO₂貯留



分離回収したCO₂を地中に貯留する技術。
2020年頃のCCS技術の実用化を目指し、研究開発・実証試験を実施中。

2012年度より苫小牧において、年間約10万トン規模のCO₂を分離回収・貯留する実証事業を開始。2016年度より貯留開始。

物理吸収法



高压下でCO₂を物理吸収液に吸収させて分離する方法

CO₂利用



回収したCO₂を利用し、石油代替燃料や化学原料などの有価物を生産する技術。

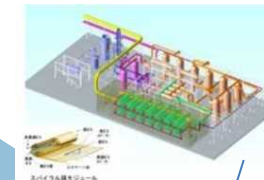
微細藻由来バイオ燃料や人工光合成、環境配慮型コンクリート等の技術を開発中。

固体吸収法



アミン等を溶媒では無く固体と組み合わせることで、必要エネルギーを低減させ分離する方法

膜分離法



CO₂が選択的に透過する膜を用いて分離する方法

クローズドIGCC

酸素燃料技術をIGCC技術に応用。CO₂回収後も高い発電効率を維持できる。

低

※ 図中のコスト見通しは、現時点で様々な仮定に基づき試算したもの。

現在

2020年度頃

2030年度頃

5. おわりに

○今日、火力発電は我が国のみならず世界全体の電源構成の過半を占める重要な電源であり、新興国を中心に世界全体で今後も増加する電力需要を安定的かつ効率的に満たすためには、再生可能エネルギー、原子力とあわせて、引き続き火力発電を活用していくことは不可欠である。

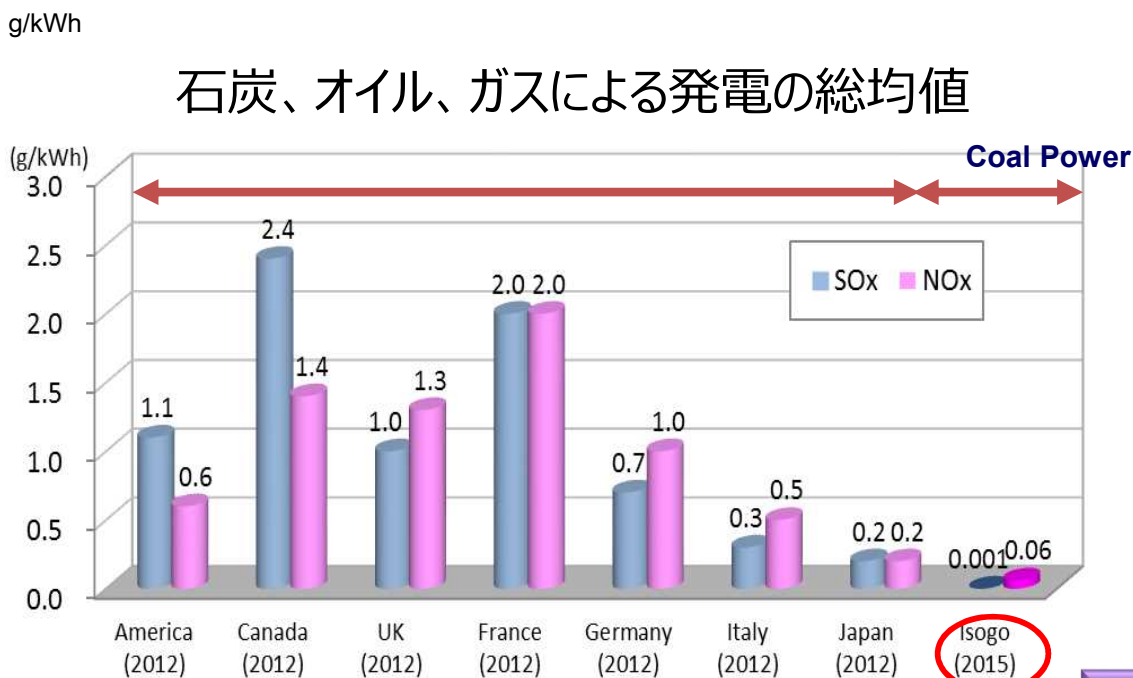
○一方、昨年のCOP21におけるパリ協定の採択など、国際的に地球温暖化対策への関心が一層高まる中、先進国を中心とするガス火力の比率の拡大や、OECDの石炭火力に対する公的金融支援ルールの見直しを受けた世界的な石炭火力の高効率技術へのシフトなどに見られるように、火力発電全体の低炭素化の推進は国内外で共通の重要課題となっている。

○こうした状況にあって、地球が蓄えた貴重な資源である化石燃料を、技術革新によってCO₂の課題を克服しつつ活用していき、持続的な経済成長と地球温暖化対策の両立を実現していくことが我々の使命であり、その鍵となるものが、本ロードマップで取り上げた次世代の火力発電技術である。

2. 環境を確保するためのクリーンコールテクノロジー

- 特定の国にとっては、高効率石炭発電技術を採用することは、環境保護の為には現実的で効果的な選択です。日本には、CCT発展の為の長い歴史があります。

火力発電所における SOx、NOx量の国別比較

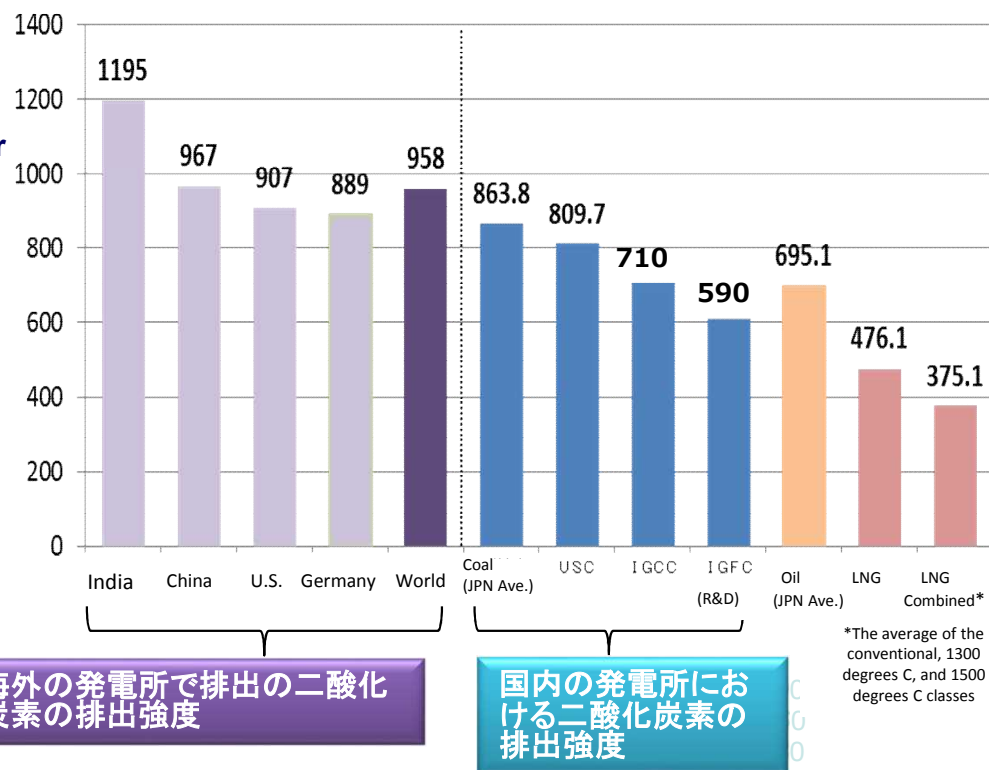


Source:

overseas: emission/OECD Stat Extract Complete database available via OECD's iLibrary
electricity generation/IEA ENERGY BALANCES OF COUNTRIES 2012 EDITION
Japan: Federation of Electric Power Companies investigation J-POWER・Isogo: actual data at 2012

国別、発電形態別、燃料別の二酸化炭素排出強度 (CO2/kWh)

(g-CO2/kWh)



海外の発電所で排出の二酸化炭素の排出強度

国内の発電所における二酸化炭素の排出強度

Source: Figures in Japan were estimated based on the report by Central Research Institute of Electric Power Industry (2009) and development goals of each research project. Figures in foreign countries were taken from "CO₂ Emissions from Fuel Combustion 2012".