

关于火力发电相关技术路线图

资源能源厅煤炭课

2016年11月

目 录

1. 制定技术路线图背景
2. 下一代火力发电技术的对象与尽早确立、实用化的基本方针
3. 成为面向2030年度举措核心的火力发电相关方针与预测
4. 着眼于2030年度以后举措的相关技术方针与预测
5. 结束语

1. 制定技术路线图背景

(1) 长期能源供需预测（能源混合）与确定削减目标

- ① 能源混合的基本方针为3E+S的同时达成
- ② 2030年度的构成为煤炭26%、LNG27%。推进高效率化、降低环境负荷并进行活用的方针
- ③ 作为着眼于2030年度以后的举措，也推进CO₂回收、贮存及利用相关技术的开发与利用

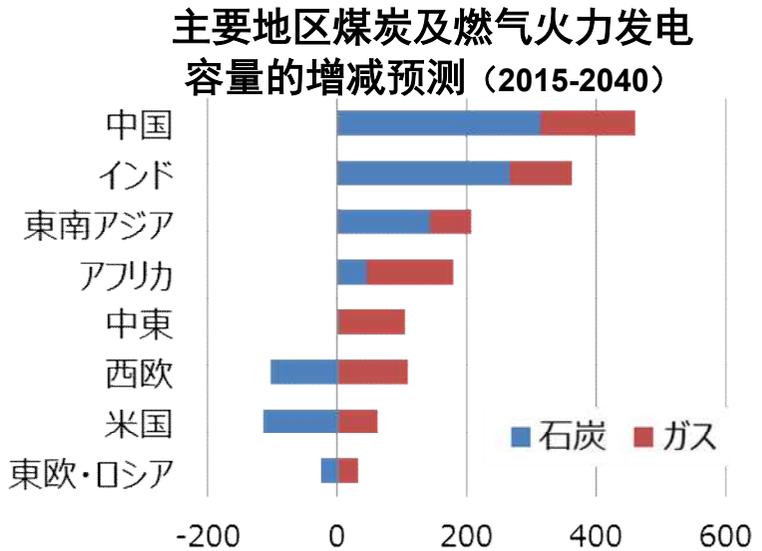
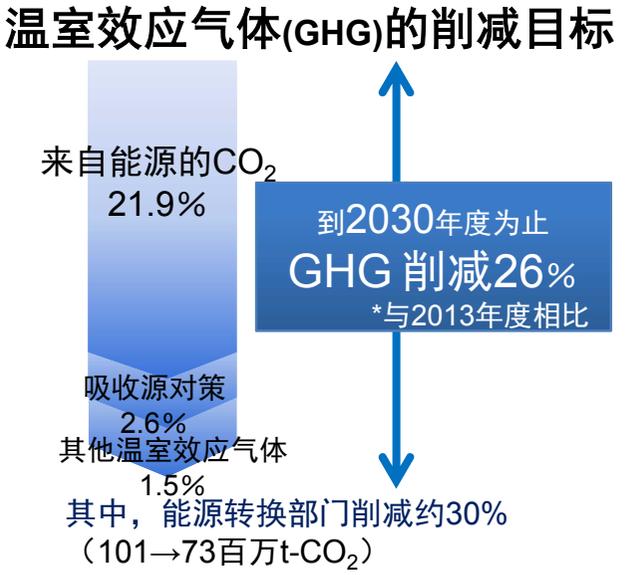
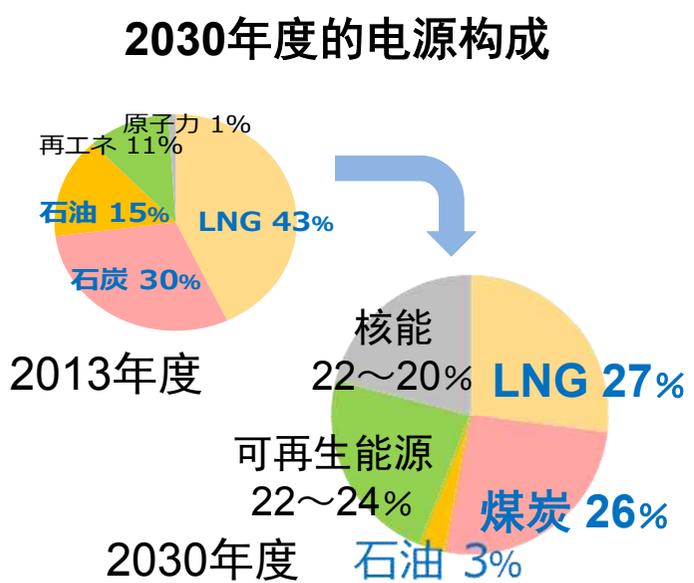
(2) 在COP21上通过《巴黎协定》

- ① 为了削减温室效应气体排放等，通过了作为新国际框架的《巴黎协定》

(3) 制定能源、气候变化对策相关的新战略等

(4) 世界火力发电需求预测

- ① 煤炭火力在欧美将减少、在新兴国家将大幅扩大
- ② 燃气火力在发达国家、新兴国家需求均将扩大
- ③ 下一代火力技术将为全球性气候变化对策做贡献

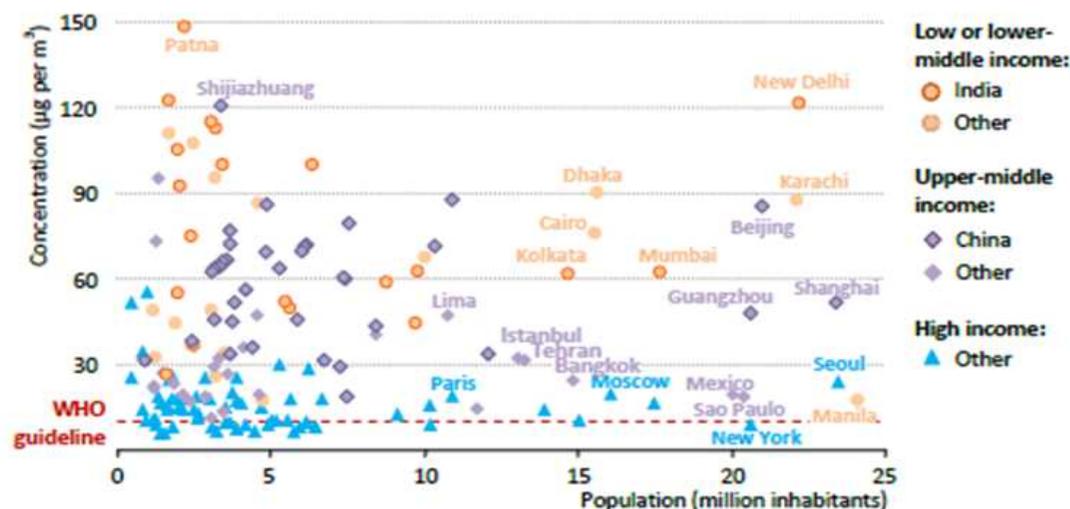


1. 参考（IEA能源与空气污染（WEO特别报告））

“空气污染是公众健康的主要危害，造成空气污染的许多根本原因和解决方案都与能源行业息息相关。每年约650万人死于糟糕的空气质量。”

“最先进的ESP可实现99%的除尘效率，但是，要达到如此高的水平，控制装置必须配备良好的工厂运行特性和煤种。面对普遍不遵守环境保护规定的现状，必须严格监督工厂的排放量。”

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).

与WEO的新政策情景相比，IEA建议绝大多数采用清洁空气情景减少污染物排放量。清洁空气情景建议：

1. 设定宏伟的长期空气质量目标。
2. 为能源行业制定适当的一揽子清洁空气政策，以实现该长期目标。
3. 确保有效的监督、执行、评估和沟通。

（资料来源：IEA能源与空气污染：WEO特别报告）

2. 下一代火力发电技术的对象与尽早确立、实用化的基本方针

- 下一代火力发电技术的开发以同时并行推进中短期与长期的技术开发为基本

①面向2030年度的举措

切实实现能源混合

能源创新战略

- ①彻底节能
- ②扩大再生能源
- ③构建新能源系统
 - ✓加快火力发电高效率化相关技术开发
- ④在海外拓展能源产业
 - ✓对引进高效率火力发电提供支援

地球变暖对策计划

- A产业部门的举措 B商务及其他部门的举措
- C家庭部门的举措 D运输部门的举措
- E能源转换部门的举措
- (C)降低电力领域单位二氧化碳排放量
 - ✓火力发电高效率化等

氢气、燃料电池战略路线图

- ①阶段1
 - ✓在能源供给领域充分利用氢气
 - ✓在运输领域充分利用氢气

②着眼于2030年度以后的举措

开发成为兼顾经济增长与应对气候变化对策关键的创新性技术

能源与环境创新战略

- ①创新性生产过程
- ②超轻量、耐热结构材料
 - ✓1800°C级燃气轮机的耐热材料
- ③CO₂固定化、有效利用
- ④氢气等制造、贮藏、利用
 - ✓氢气发电技术
- ⑤下一代蓄电池
- ⑥下一代太阳能发电
- ⑦下一代地热发电

能源创新战略

- 构建面向后2030年的氢气社会战略
- ✓引进氢气发电
- 氢气、燃料电池战略路线图
- ②阶段2
 - ✓正式引进氢气发电
 - ✓确立大规模氢气供给系统
- ③阶段3
 - ✓全面确立不产生CO₂的氢气供给系统

下一代火力发电方面技术路线图相关技术领域

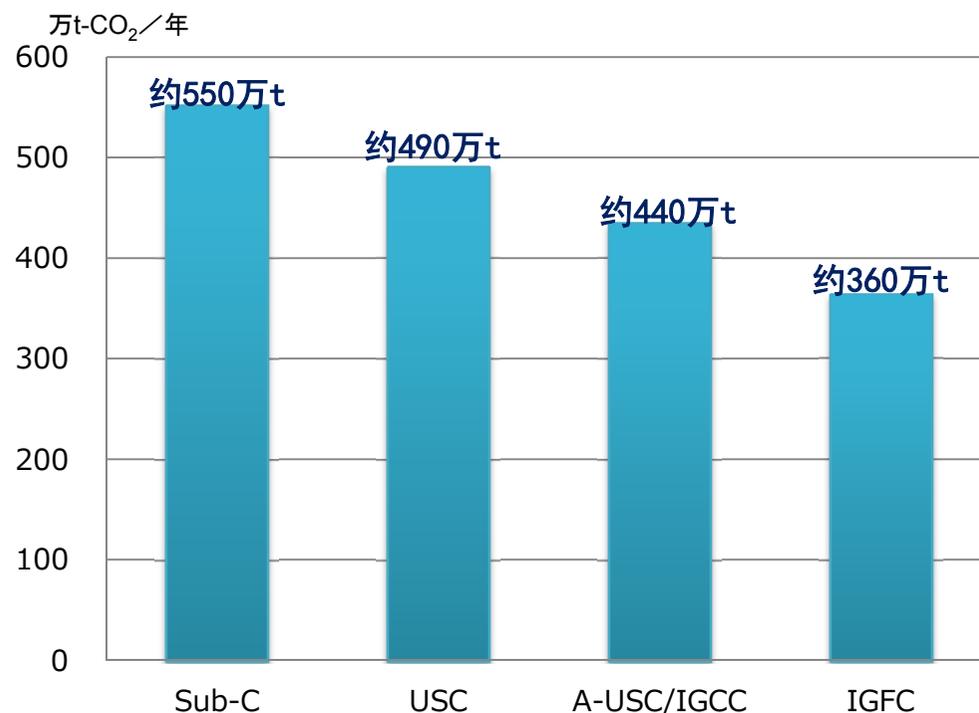
3.成为面向2030年度举措核心的煤炭、LNG火力相关方针①

- 面向2030年度，煤炭火力、LNG火力都需要通过更新设备实现高效率化

煤炭火力、LNG火力的技术引进状况

	技术方式	设备容量	正式引进时期
煤炭火力	Sub-C (临界压力)	435万kW	1960年代~
	SC (超临界压力)	1,250万kW	1980年代~
	USC (超超临界压力)	1,530万kW	1995年左右~
LNG火力	传统型	2,390万kW	1970年代~
	燃气轮机联合循环 (GTCC)	4,525万kW	1980年代~

煤炭火力的CO₂排放量比较 (100万kW)



※以年运转率70%进行计算。

注 普通与批发电力企业的合计。批发供给除外。设备容量为2015年3月时点的情况。
出处：综合资源能源调查会基本政策分科会 长期能源需求预测小委员会（第10次会议）

3. 成为面向2030年度举措核心的煤炭、LNG火力相关方针②

- 电力行业构建2030年度CO₂排放系数为0.37kg/kWh的自主性框架

- 通过并行采取基于《节能法》与《高度化法》的政策应对，确保实效性

此外，为了促进旨在达成电力行业目标的举措落实，通过采取要求火力发电的高效率化的《节能法》、要求零售企业采购低碳电源的《高度化法（能源供给结构高度化法）》方面的政策应对，确保电力行业整体在电力自由化下的举措实效性。

实现排放系数0.37kg-CO₂/kWh（2030年度）的达成

①【电力企业的自主性框架】

设定0.37kg-CO₂/kWh(2030年度)的能源混合与整合性目的（涵盖超过99%的销售电力）

创设崭新的跟踪机制

创设“电气事业低碳社会协议会” → 每年确认各个公司的实施状况，根据需要修正各个公司的计划

②【支撑机制】（发电阶段）

○通过《节能法》完善规则

- 要求发电企业火力发电高效率化

- 新建时以设备为单位设定效率标准
（煤炭：等同于USC，LNG：等同于联合循环）
- 包括现有设备在内以企业为单位设定效率标准
（能源混合与整合性发电效率）

③【支撑机制】（零售阶段）

○通过《高度化法》完善规则

- 要求零售企业采购低碳性电源

- 全部零售企业
- 2030年度非化石电源44%
（根据《节能法》相当于0.37kg-CO₂/kWh）
- 报告对象除了非化石电源比率外，还包括CO₂
- 共同达成目标

经济产业大臣根据实绩，进行指导、建议、劝告及命令。[确保实效性与透明性]

【支撑机制】（市场设计）

自由化与整合性能源市场设计：零售营业指南等

下一代火力发电技术的高效率化、低碳化预测

发电效率

65%

60%

55%

50%

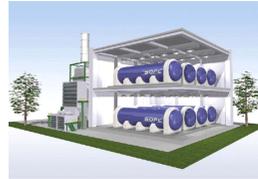
45%

40%

LNG火力

煤炭火力

燃气轮机燃料电池联合发电(GTFC)



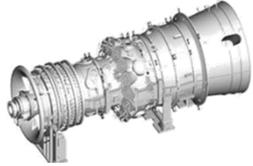
在GTCC中组合燃料电池的三联循环方式的发电

发电效率: 63%左右
CO2排放量: 280g/kWh左右

● GTFC

CO₂ 约削减20%

超高温燃气轮机联合发电



利用超高温 (1700°C以上)燃气轮机的LNG用联合发电
发电效率: 57%左右
CO2排放量: 310g/kWh左右

1700°C级GTCC

CO₂ 约削减10%

CO₂ 约削减30%

● IGFC

煤气化燃料电池联合发电(IGFC)



在IGCC中装入燃料电池的三联循环式煤炭火力
发电效率: 55%左右
CO2排放量: 590g/kWh左右

燃气轮机联合发电 (GTCC)

使用燃气轮机与蒸汽轮机的联合发电。
发电效率: 52%左右
CO2排放量: 340g/kWh

CO₂ 约削减20%

利用空气高湿化燃气轮机(AHAT)

面向中小型发电机组的单循环LNG火力技术。通过利用高湿空气, 达到相当于大型GTCC的发电效率。
发电效率: 51%左右
CO2排放量: 350g/kWh

1700°C级IGCC

煤气化联合发电(IGCC)



将煤炭气化, 利用燃气轮机与蒸汽轮机的联合循环方式的煤炭火力。
发电效率: 46~50%左右
CO2排放量: 650g/kWh左右 (1700°C级)

IGCC (吹空气实证)

先进超超临界压力(A-USC)



利用高温高压蒸汽轮机的微粉煤火力。
发电效率: 46%左右
CO2排放量: 710g/kWh左右

● 超超临界压力 (USC)

蒸汽力方式的微粉煤火力
发电效率: 40%左右
CO2排放量: 820g/kWh左右

※ 图中发电效率、单位排放量的预测为根据现时点各种各样的假设计算得出的。

照片: 三菱重工业(株)、常磐共同火力(株)、三菱日立电力系统(株)、大崎CoolGen(株)

目前

2020年度左右

2030年度

4. 着眼于2030年度以后举措的相关技术方针

- 由于CCUS技术与氢发电技术有可能成为使火力发电的CO₂排放量接近于零的王牌，因此要以长期性的视点战略性地加以推进

作为着眼于2030年度以后的举措，需要开发成为兼顾经济增长与应对气候变化对策关键的创新性技术。

CCUS技术与氢发电技术有可能成为使火力发电的CO₂排放量接近于零的王牌，在各种战略中被作为创新性技术的候补，根据本路线图以长期性的视点战略性地推进技术开发是恰当的。

CO₂回收 (Carbon dioxide Capture)

- ✓ 通过在火力发电站设置CO₂分离回收设备，可不排放超过90%的CO₂而进行回收。

分离回收的CO₂



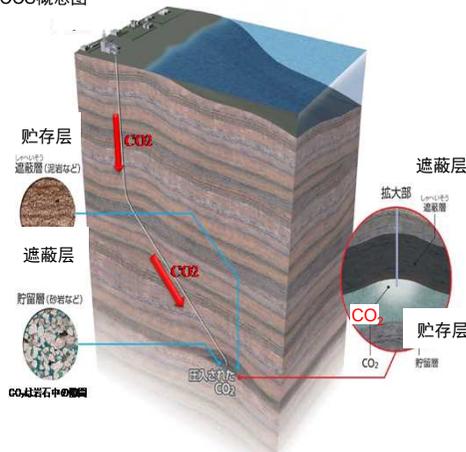
分离回收设备示例



CO₂贮存 (CCS: Carbon dioxide Capture and Storage)

- ✓ 将分离回收的CO₂贮存于地下的技术。

CCS概念图



CO₂利用 (CCU: Carbon dioxide Capture and Utilization)

- ✓ 利用CO₂，生产石油替代燃料及化学原料等有价物质的技术。



氢气燃气轮机

- ✓ 拥有以不产生CO₂的氢气为燃料的燃气轮机的发电技术。



出处：MHPS提供资料

下一代CO₂回收相关技术的开发预测

CO₂分离与回收成本

高

化学吸收法



使用胺等溶剂化学性地吸收CO₂进行分离的方法
分离回收成本：4200日元/t-CO₂

CO₂贮存



将分离回收的CO₂贮存于地下的技术。力求2020年左右CCS技术实用化，正在进行研究与实证试验。

从2012年度起，开始在苫小牧开展每年约10万吨规模的CO₂分离回收及贮存的实证项目。从2016年度起开始贮存。

低

物理吸收法



在高压下将CO₂吸收到物理吸收液中的分离方法

CO₂利用



利用回收的CO₂，生产石油替代燃料及化学原料等有价值物质的技术。

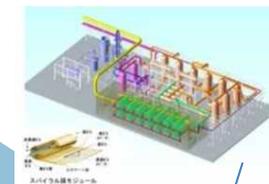
正在开发来源于微细藻的生物燃料及人工光合成、环保型混凝土等的技术。

固体吸收法



是一种将胺等不是与溶媒组合而是与固体组合，从而减少所需能源进行分离的方法。

膜分离法



使用CO₂选择性透过的膜进行分离的方法

封闭型IGCC

将氧气燃料技术应用于IGCC技术。在回收CO₂后仍能保持发电效率。

※ 图中的预测为根据现时点各种各样的假设计算得出的。

目前

2020年度左右

2030年度左右

5. 结束语

○今天，火力发电不仅在我国而且也在整个世界的电源结构中占据一半以上比例的重要电源，为了稳定且有效地满足以新兴国家为中心的整个世界今后还将增加的电力需求，与可再生能源、核能相结合继续使用火力发电是不可或缺的。

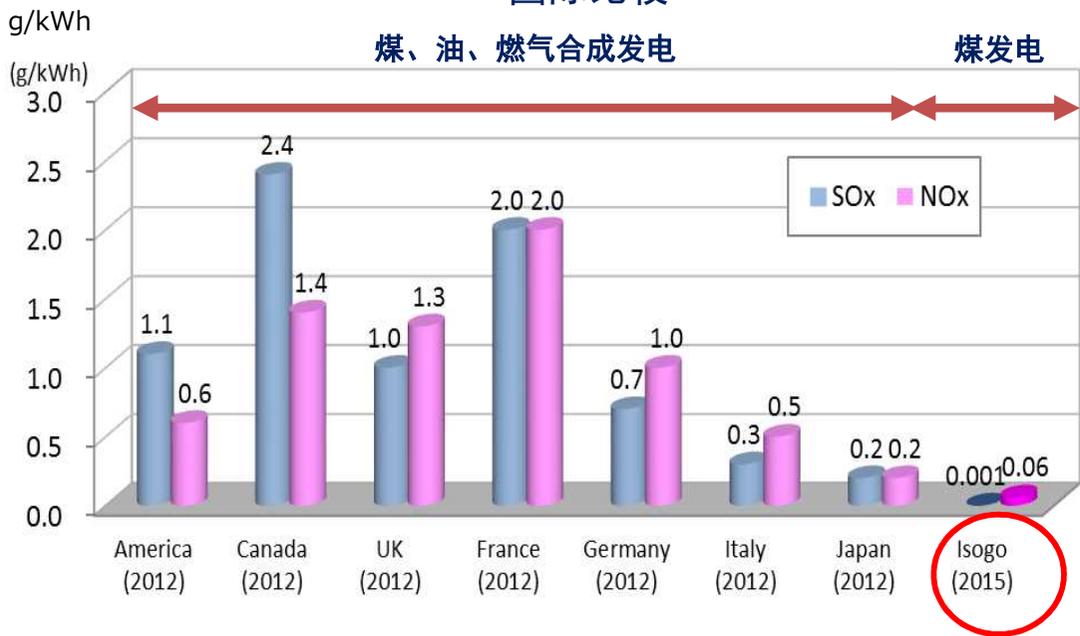
○另一方面，在去年的COP21上通过巴黎协定等，在国际上对地球变暖对策关注进一步提高的背景下，为了能够看到以发达国家为中心扩大燃气火力的比例、OECD重新审视对煤炭火力的官方金融支援规则、世界性地向煤炭火力的高效率技术的转变等，火力发电整体的低碳化推进已成为国内外共同的重要课题。

○在这样的状况下，通过技术创新在克服CO₂课题的同时，充分利用地球所储备的贵重资源石化燃料，实现兼顾持续性经济增长与地球变暖对策是我们的使命，而其关键正是本路线图中所提及的下一代火力发电技术。

环境洁净煤技术（CCT）

- 对于某些国家，采用高效煤炭发电技术是保护环境的实用且有效的选择。日本CCT发展的历史悠久。

单位热力发电产生的硫氧化物和氮氧化物数量的国际比较

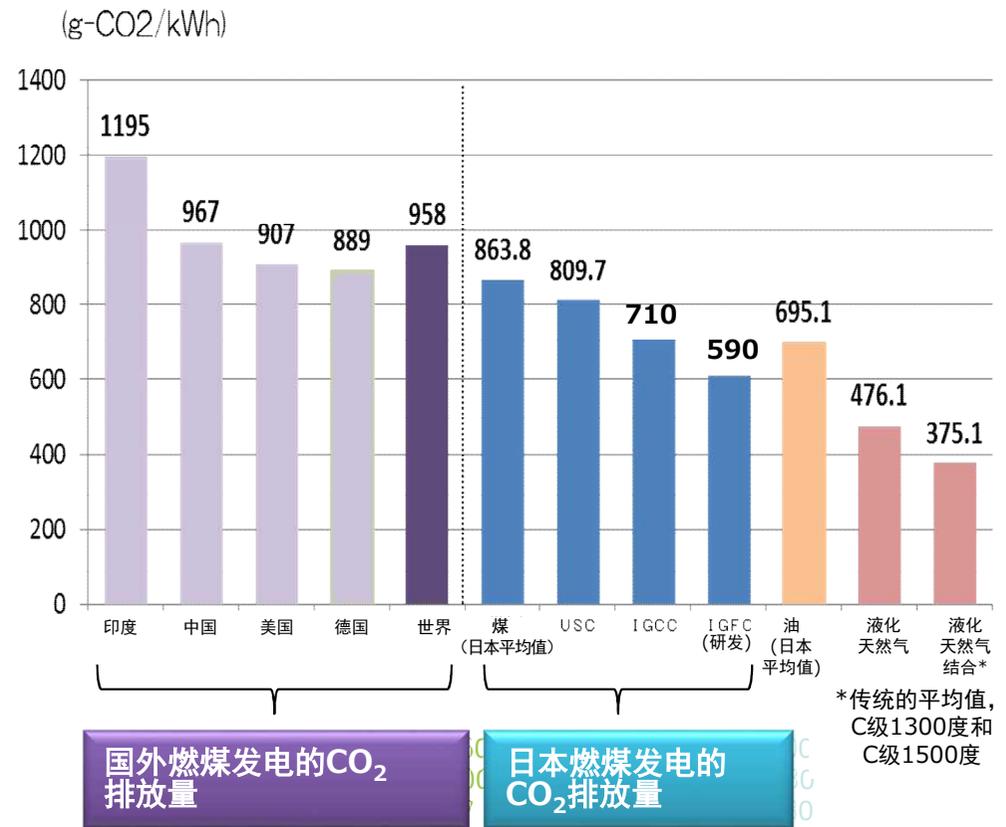


资料来源：

国外：排放量 / OECD / OECD统计摘要 完整的数据库见OECD的iLibrary发电 / IEA各国能源平衡 2012年版

日本：日本电气事业联合会调查 J-POWER公司矶子发电厂：2012年的实际数据

燃料发电的CO₂排放量/kWh



资料来源：日本的数值是基于日本电力中央研究所的报告（2009年）及每个研究项目的开发目标进行估算的。

国外的数值摘自“2012年燃料燃烧的CO₂排放量”。