



我国清洁煤技术研究今后的发展

第9届中日能源·环境综合论坛

2015年11月29日

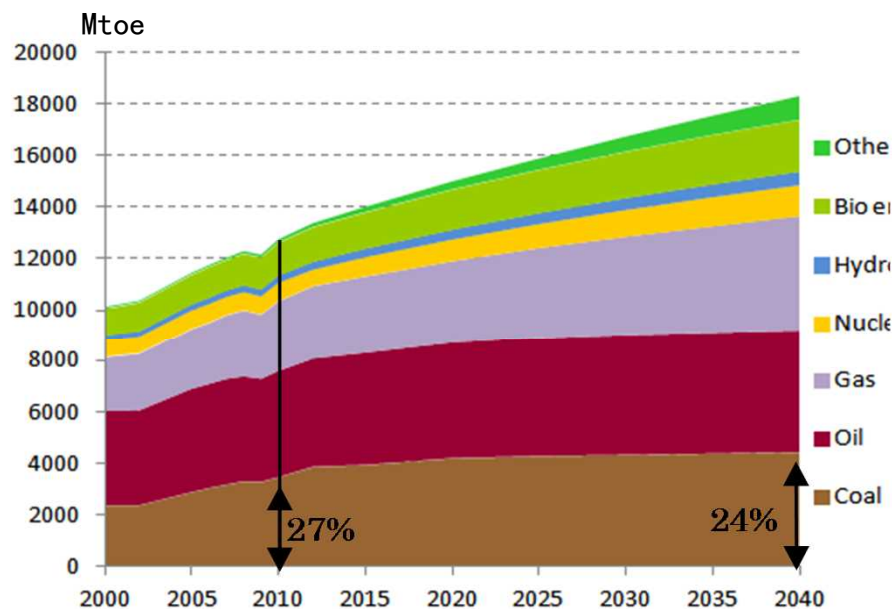
东京王子花园塔楼 会议厅

国立研究开发法人 新能源·产业技术综合开发机构
环境部 统括主干 在间 信之

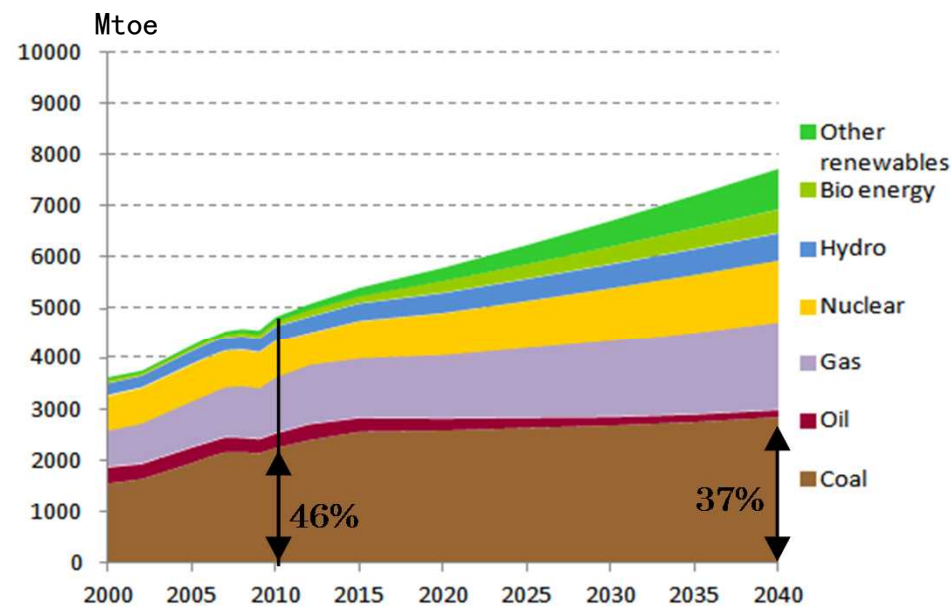
至2040年世界煤炭需求预测



- 煤炭相较于石油、天然气等其他能源，没有地域偏向性，并且价格低廉、供给相对稳定。
- 预计随着能源整体需求的增长，煤炭需求会有所增加，今后还将会是重要的能源。



World primary energy demand by source



World power generation by source

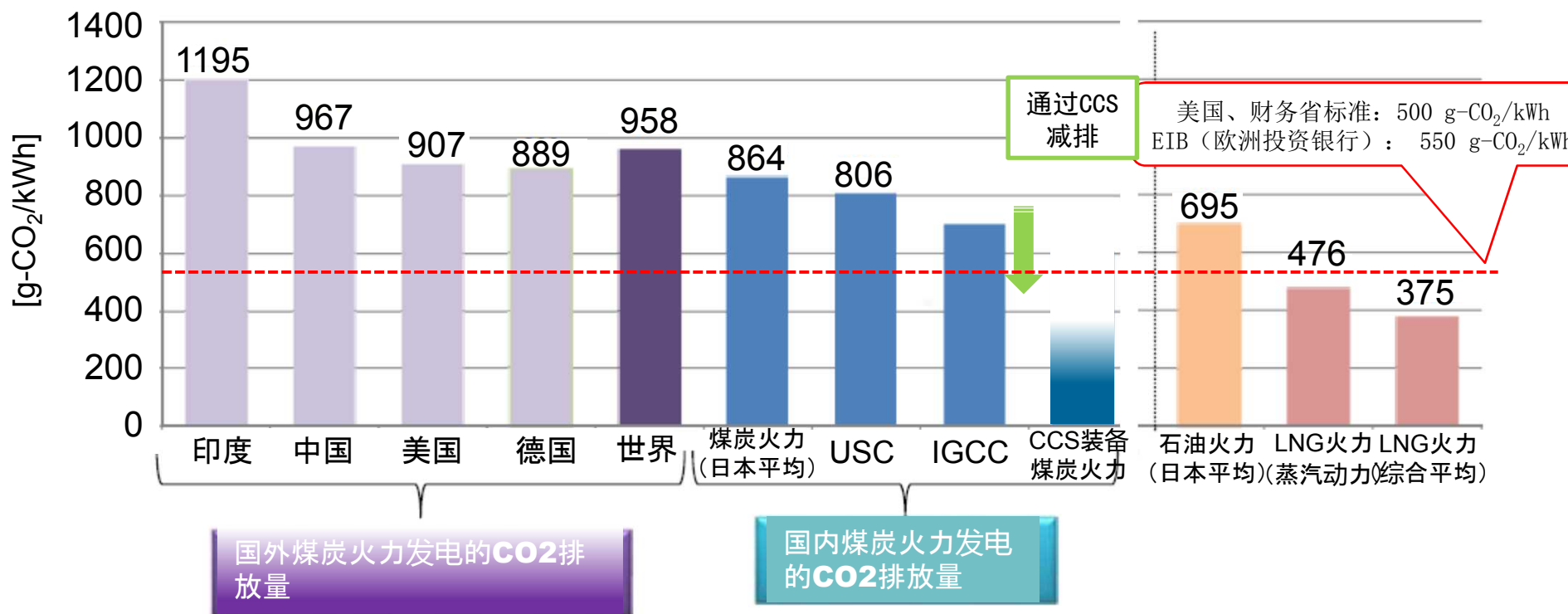
出处: World Energy Outlook 2002, 2004, 2007 - 2012, 2014

发电过程中不同燃料CO₂产生量的比较



- 即便效率很高的超超临界煤炭火力发电站中，相较于LNG火力发电也会排放出将近2倍的CO₂。
- 煤炭利用最多的火力发电中，需要进一步提高煤炭利用效率以及CO₂的封存和利用。

按发电燃料区分的每kWh的CO₂产生量

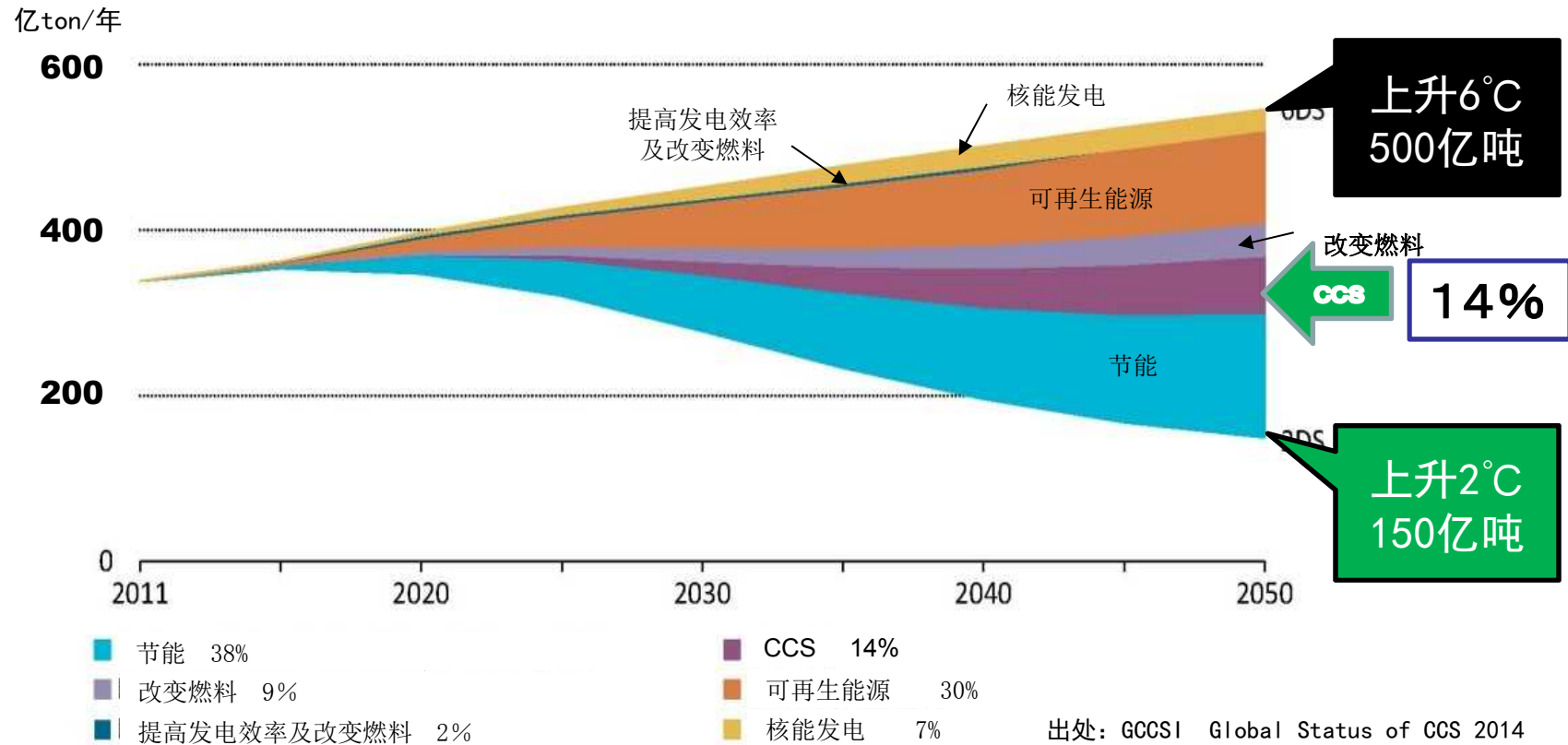


出处: 电力中央研究所 (2009), 以各个研究项目的开发目标为基础推算。国外根据CO₂ Emissions Fuel Combustion 2012

引进CCS的预测



- 若不控制二氧化碳，到2050年每年CO₂产生量将会增加至500亿吨，世界平均气温将升高约6度。
- IEA建立的模型中为了将平均上升气温控制在2°C，需要将CO₂产生量每年减少至150亿吨前后，CCS将会承担CO₂削减量的14%。

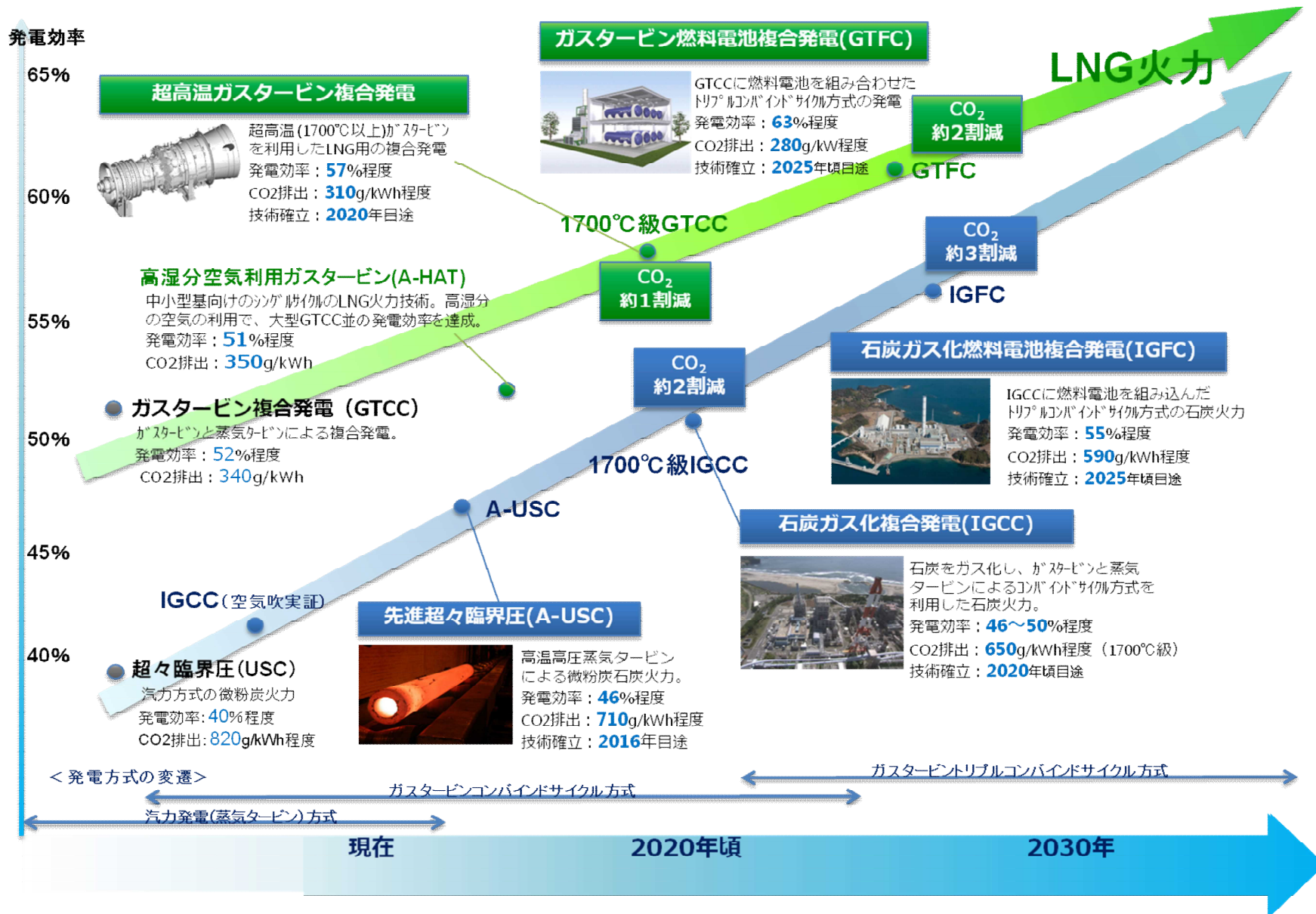


NEDO在CCT方面的举措

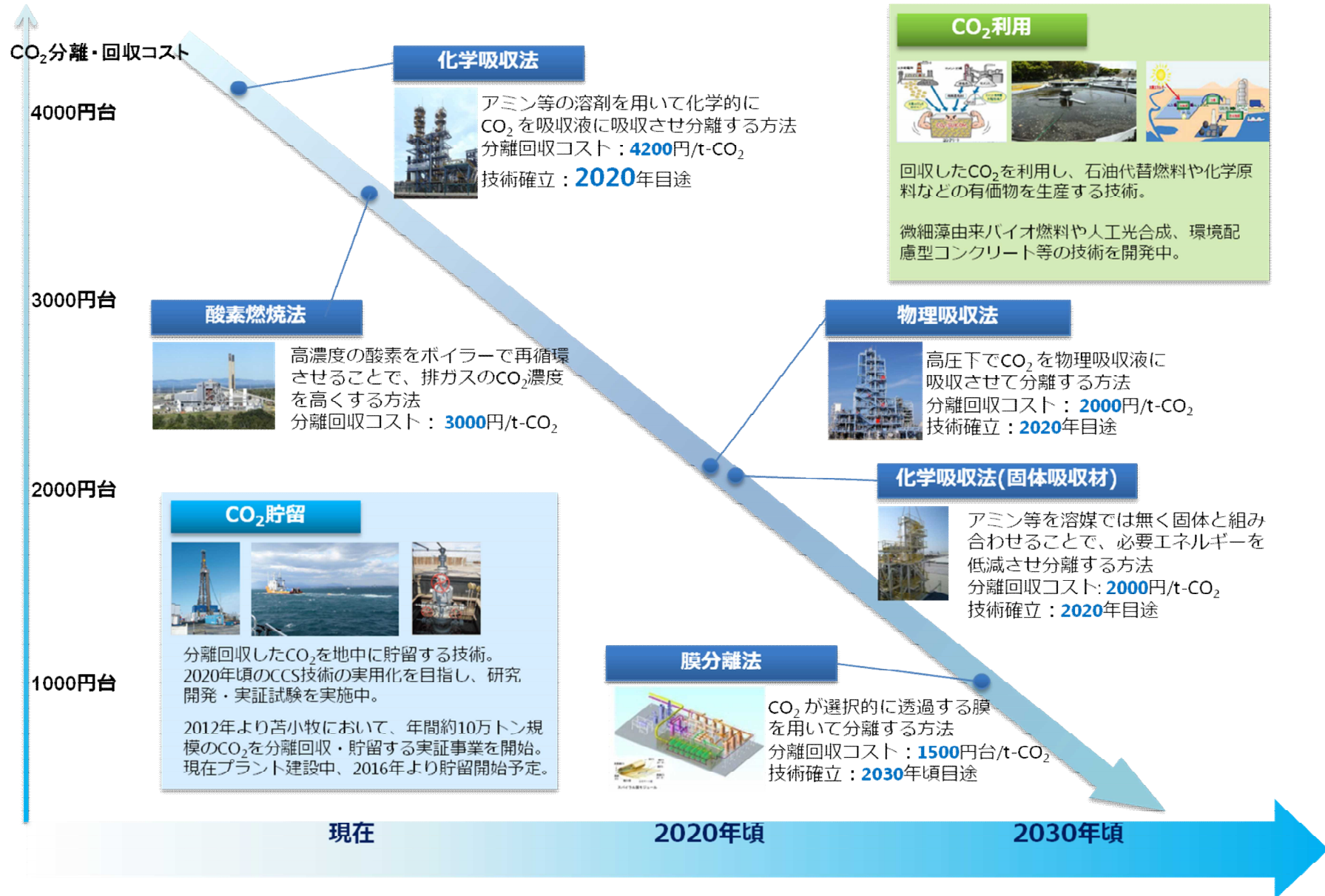


降低CO2回收成本技术		NEDO项目	技术确定时间
煤炭火力发电中的 低碳化	改善发电效率	IGCC (EAGLE STEP-1)	2006年
		开发以燃料电池为对象的煤气清洗技术	2017年
		开发下一代高效煤炭气化技术	2030年
	开发CO ₂ 分离、 回收技术	【燃烧前回收法】	
		EAGLE的化学吸收法、物理吸收法的适用性评估 (STEP-2 & 3)	2014年
		【其他回收法】	
		开发下一代CO ₂ 回收型IGCC技术	2035年
	开发CO ₂ 分离型化学燃烧煤炭利用技术	2030年	
钢铁行业的低碳化	CO ₂ 分离、回收及排放控制	高炉炼钢厂的CO ₂ 减排 (COURSE50)	2030年 - 2050年
劣质煤的利用	干燥及改质	促进劣质煤利用项目	
促进基础设施出口		支持煤炭FS、实证项目	

提高发电效率



开发CO₂分离回收技术



A-USC (先进超超临界压力火力发电)

■ 技术简介

作为USC的更先进的高温化技术，高效发电技术可将汽轮机蒸汽温度提高到700°C以上。

■ 特点

基本上不用改变传统的微粉煤火力发电系统结构，即可期望发电效率达到46%（送电端效率、HHV）

■ 技术确定时间

2016年度前后

■ CO₂排放单位能耗

约710 g-CO₂/kWh

■ 送电端效率 (HHV)

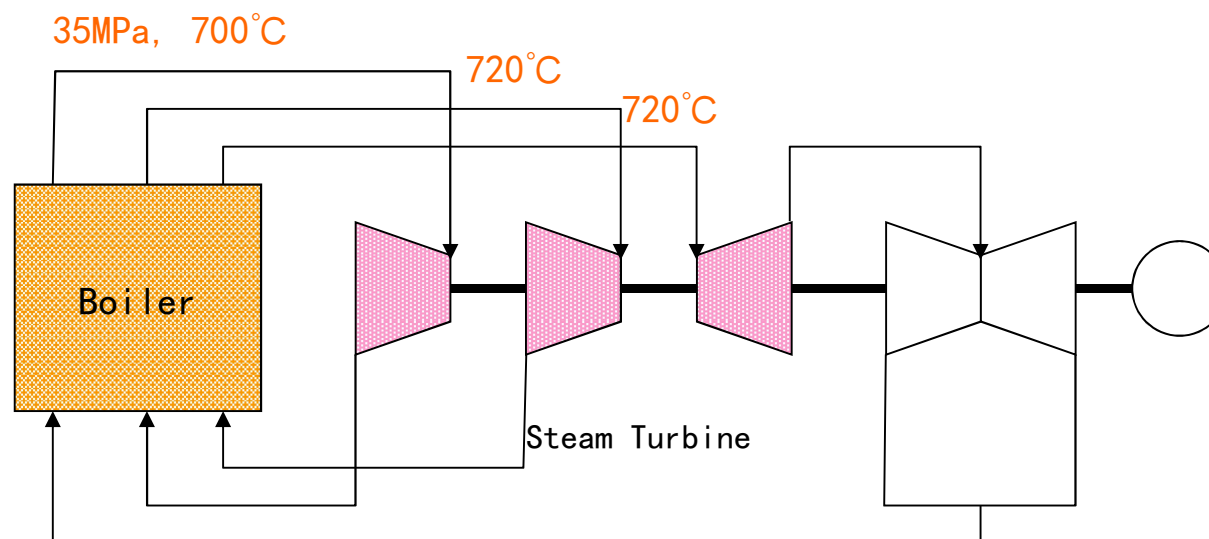
46%左右

■ 成本目标

相当于传统设备的发电单价



高温、大口径管材
(提供：新日铁住金株式会社)



(出处：第一届新一代火力发电协议会资料(A-USC开发推进委员会)(2015.6))

水蒸气喷流床气化技术（创新性气化技术）

■ 技术简介

将汽轮机放热产生的水蒸气添加至喷流床气化炉中的IGCC系统应用技术。

■ 特点

通过将水蒸气作为气化剂添加至喷流床，降低氧比，提高冷气效率。

■ 技术确定预测

2030年前后

■ CO₂排放单位能耗预测

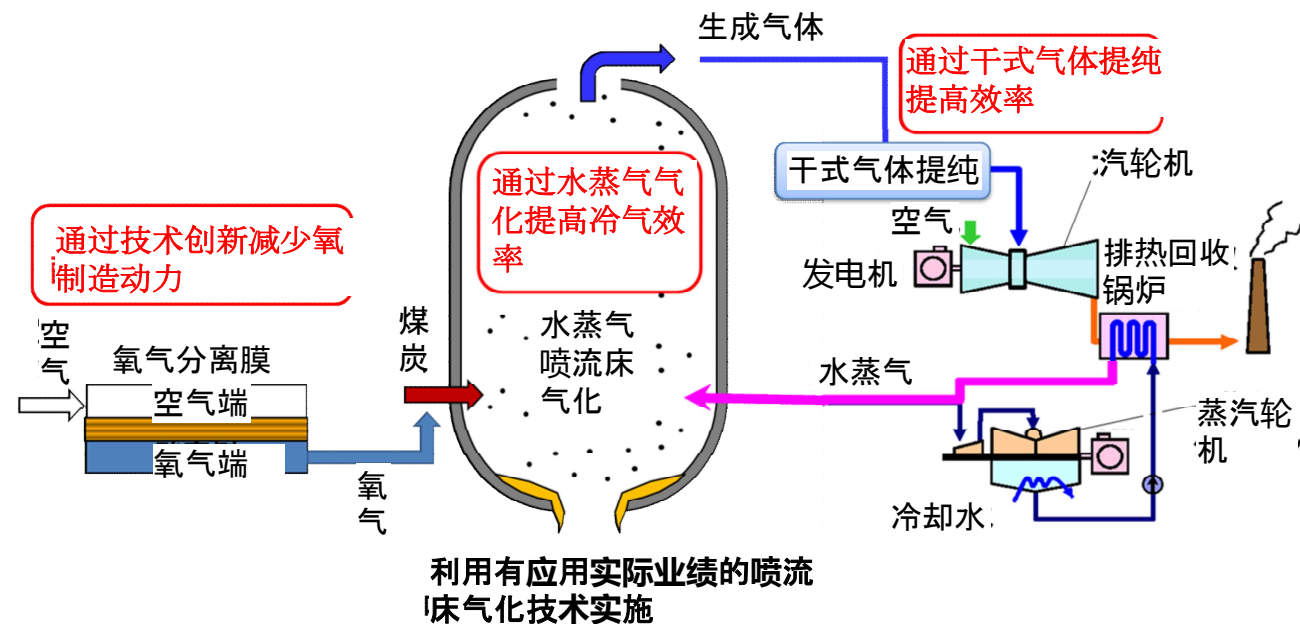
570 g-CO₂/kWh前后

■ 送电端效率（HHV）预测

57%左右

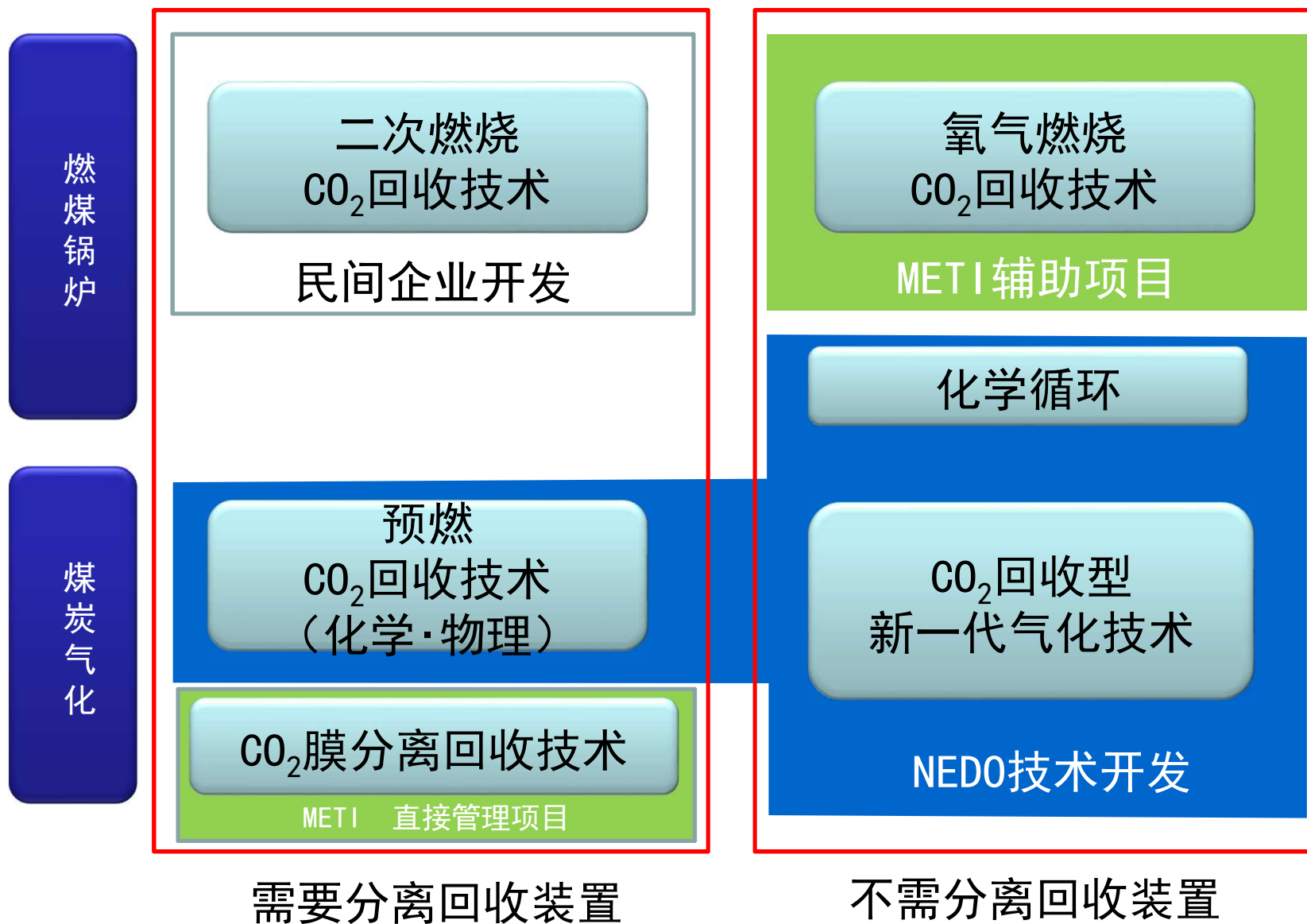
■ 成本预测

商用设备的发电原价
与USC相同或在其下



(出处：第一届新一代火力发电协议会资料(NEDO)(2015.6))

CO₂分离·回收技术



需要分离回收装置

不需分离回收装置

CO₂分离·回收技术的研发 (EAGLE STEP-2 & 3)

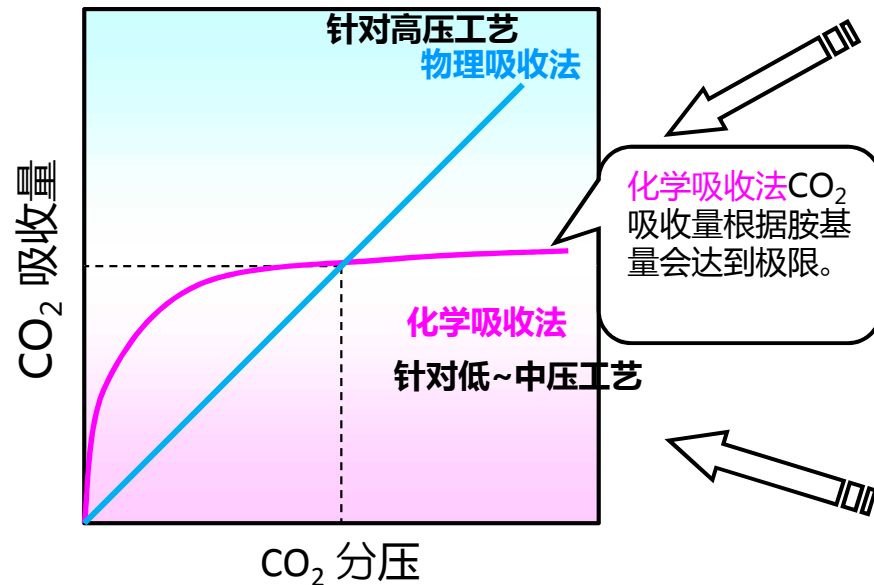


物理吸收法：

CO₂ 物理性质上溶解于吸收液中，故 CO₂ 吸收量依赖于 CO₂ 分压。

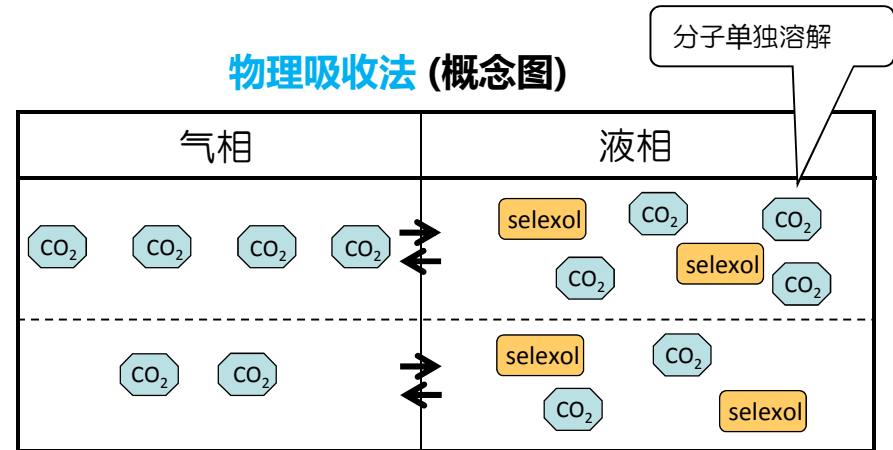
化学吸收法：

CO₂ 会与胺基化学结合，故 CO₂ 吸收量受吸收液成分（胺基）制约。



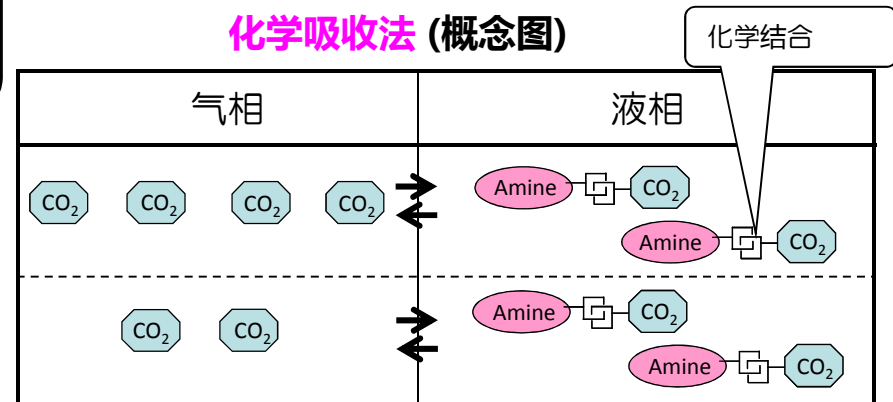
随着汽轮机高温高效化的高压工艺进步，可对物理吸收法的优势寄予期待。

物理吸收法 (概念图)



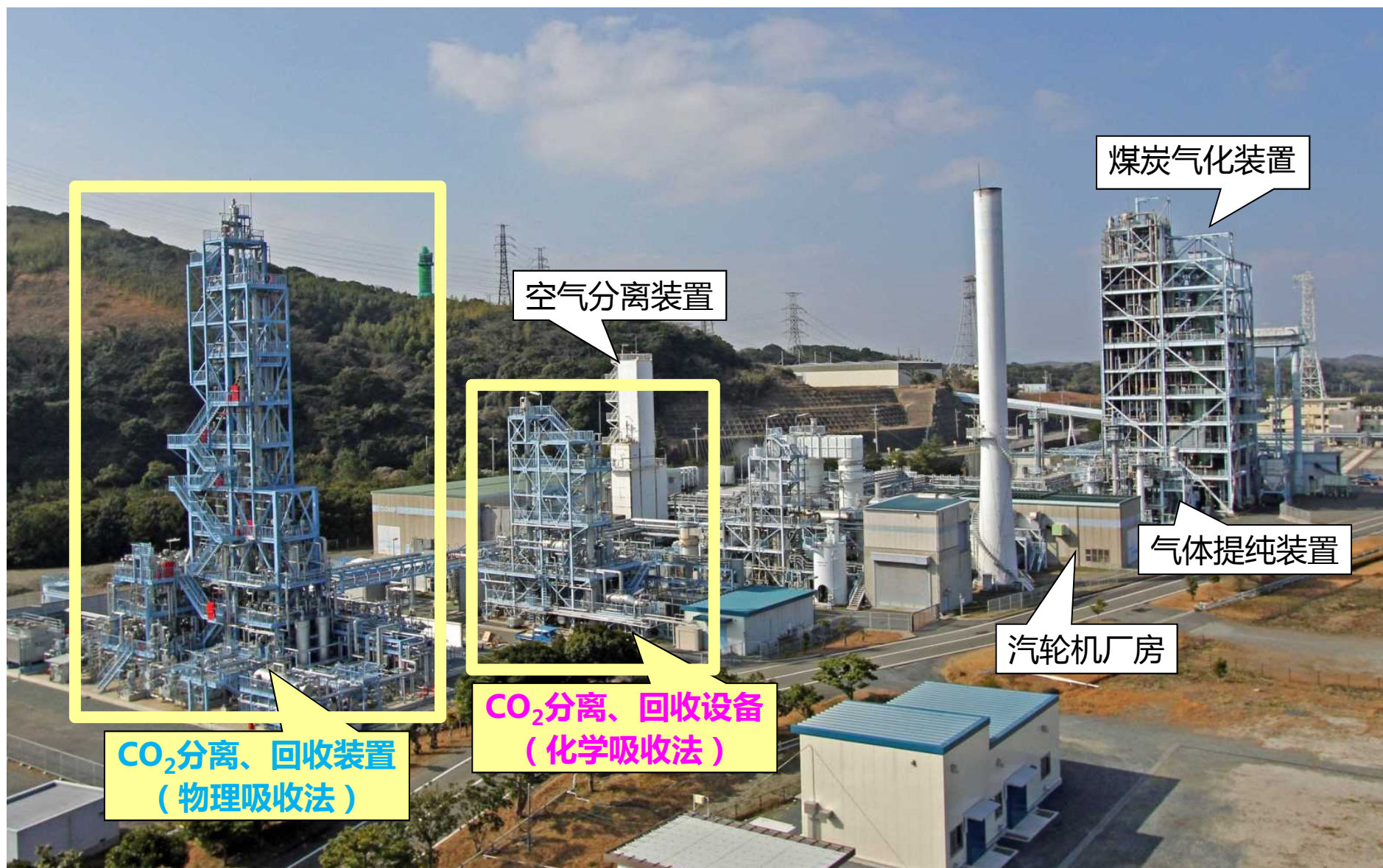
CO₂ 物理性溶解，吸收量根据 CO₂ 的分压比例

化学吸收法 (概念图)



CO₂ 和胺基为了结合微弱的离子，CO₂ 吸收量依赖于胺基量。

CO₂分离·回收技术的研发 (EAGLE STEP-2 & 3)



150 t/day EAGLE先导设备、J-POWER (北九州市)

化学吸收法和物理吸收法的研发 (EAGLE STEP-2 & 3)

CO ₂ 分离、回收法		送电端效率	效率损失
无CO ₂ 分离、回收		45.6%	
有CO ₂ 分离、回收 (回收率: 90%)	化学吸收法	再生塔再生 (传统方法)	34.8%
		加热闪光灯再生 (新开发)	38.2%
	物理吸收法	39.2%	



改善3.4点

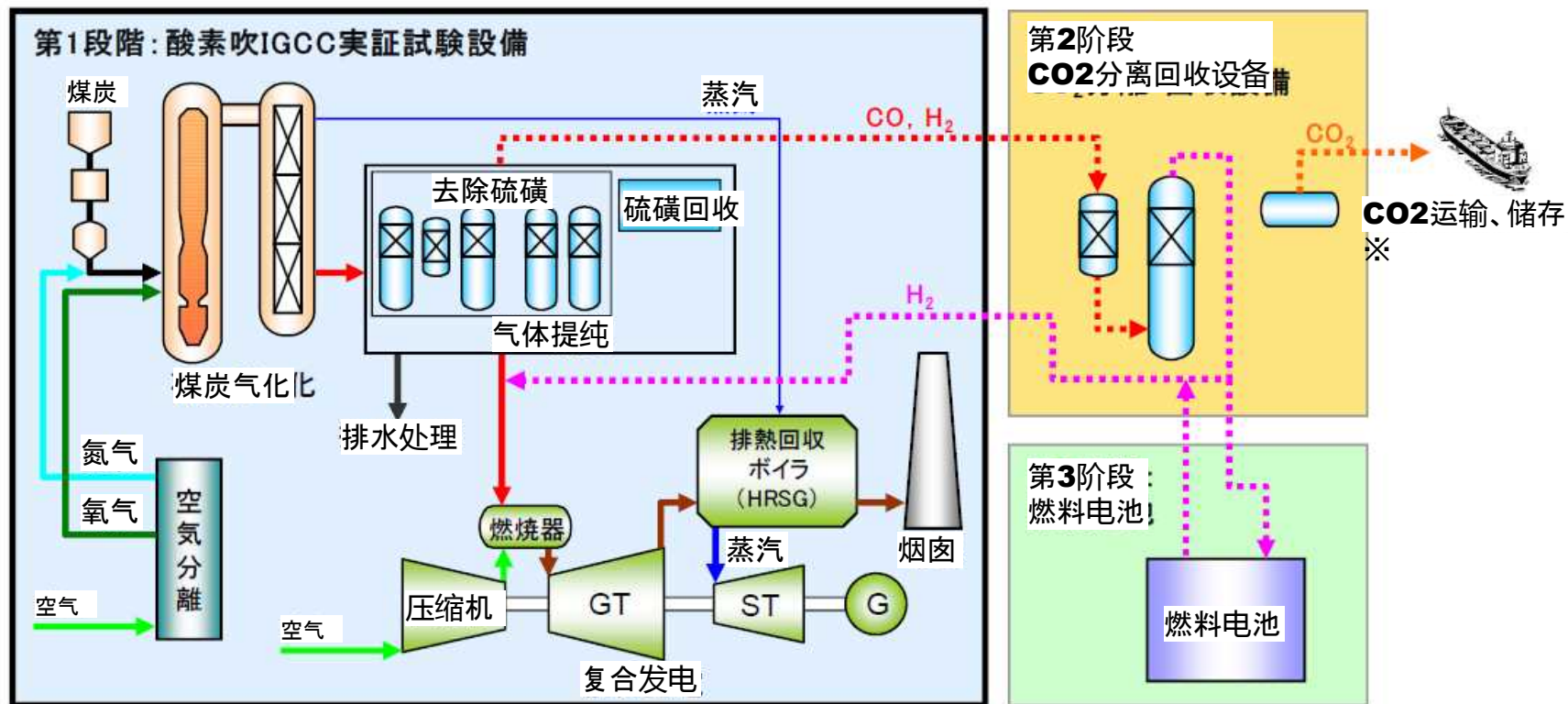
进一步
改善1.0点

(设定引进1,500°C级汽轮机)

(高位发热量基础数据)

- 通过CO₂的分离、回收实现了效率损失的大幅度降低
- 今后将精细检查CO₂分离、回收成本能否从3日元/kWh降低至2日元/kWh

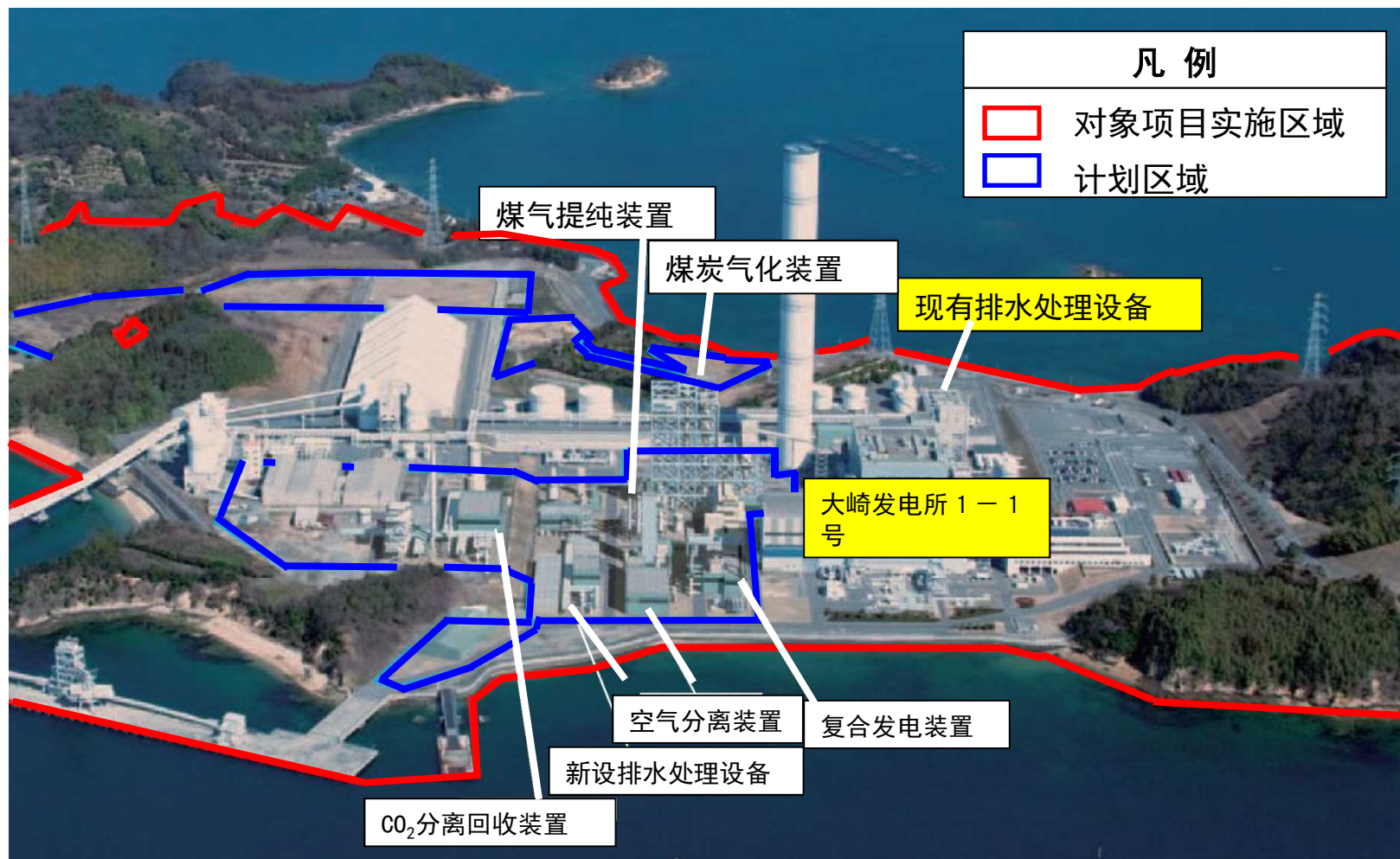
大崎CoolGen 实证试验设备系统构成



※大崎CoolGen项目中没有CO₂运输及储存试验。

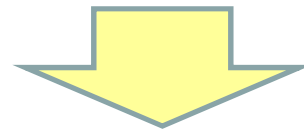
第1阶段 (2016~18年度) 吹氧IGCC头证	第2阶段 (2019~20年度) CO ₂ 分离回收型IGCC实证	第3阶段 (2020~21年度) CO ₂ 分离回收型IGFC实证
-------------------------------------	--	--

大崎CoolGen项目

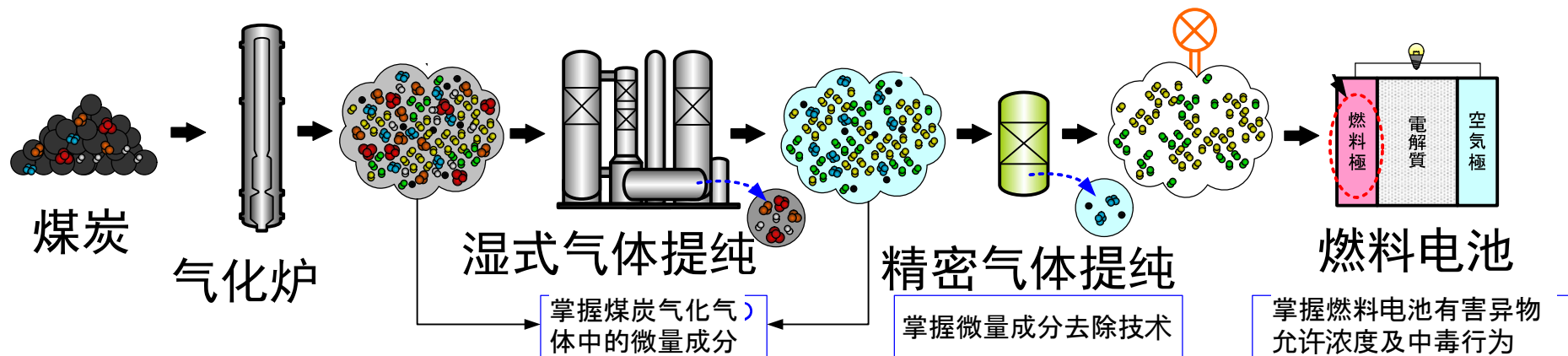


以IGFC为对象的煤气清洗技术研发

- 掌握煤气化气体中微量成分
- 掌握微量成分去除技术
- 掌握燃料电池有害异物允许浓度、中毒行为



燃料电池用煤气提纯技术研究
2015年9月开始

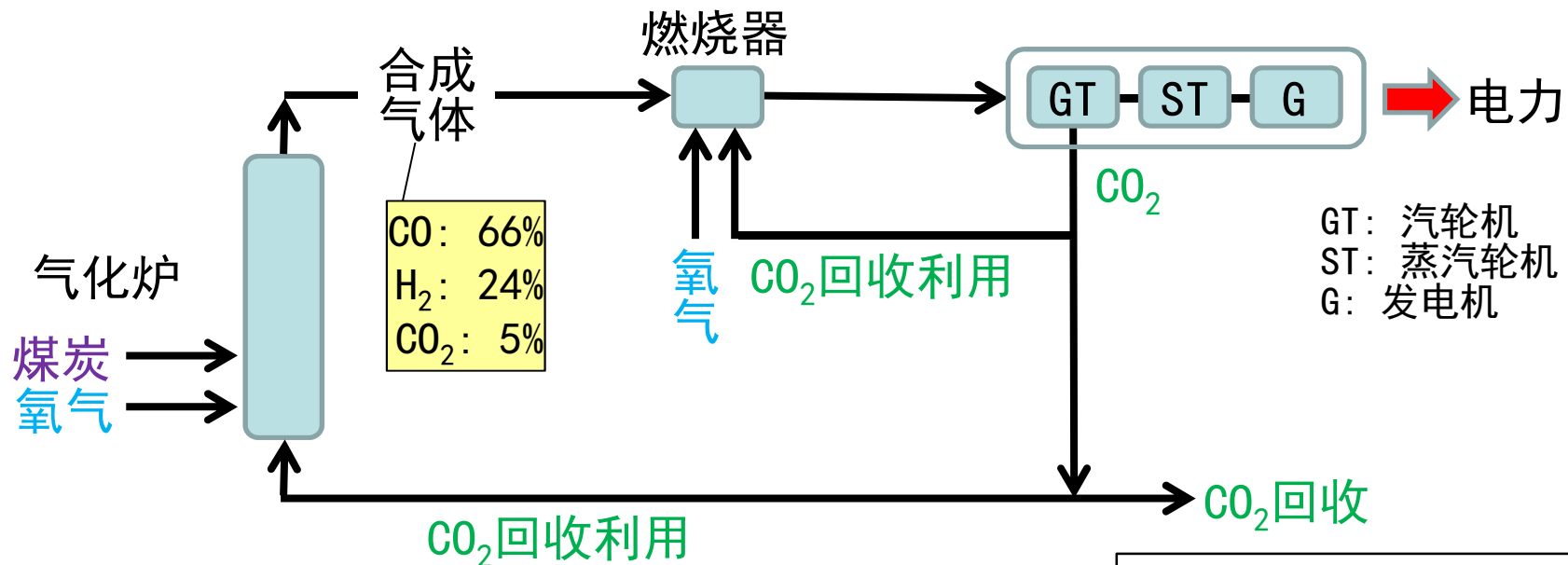


2017年度结束 → 反映至大崎CoolGen项目

CO₂回收型新一代IGCC技术的开发

- 不需要CO₂分离、回收设备及变换反应器的CO₂回收型IGCC技术
- 开发CO₂回收后也可期待42%送电端效率的创新性IGCC基础技术
(CO₂分离、回收相当的效率损失为2点)
- CO₂分离、回收相当的成本：可期待3日元/kWh降低至2日元/kWh的技术

2015年8月 ~ 实施核心技术开发



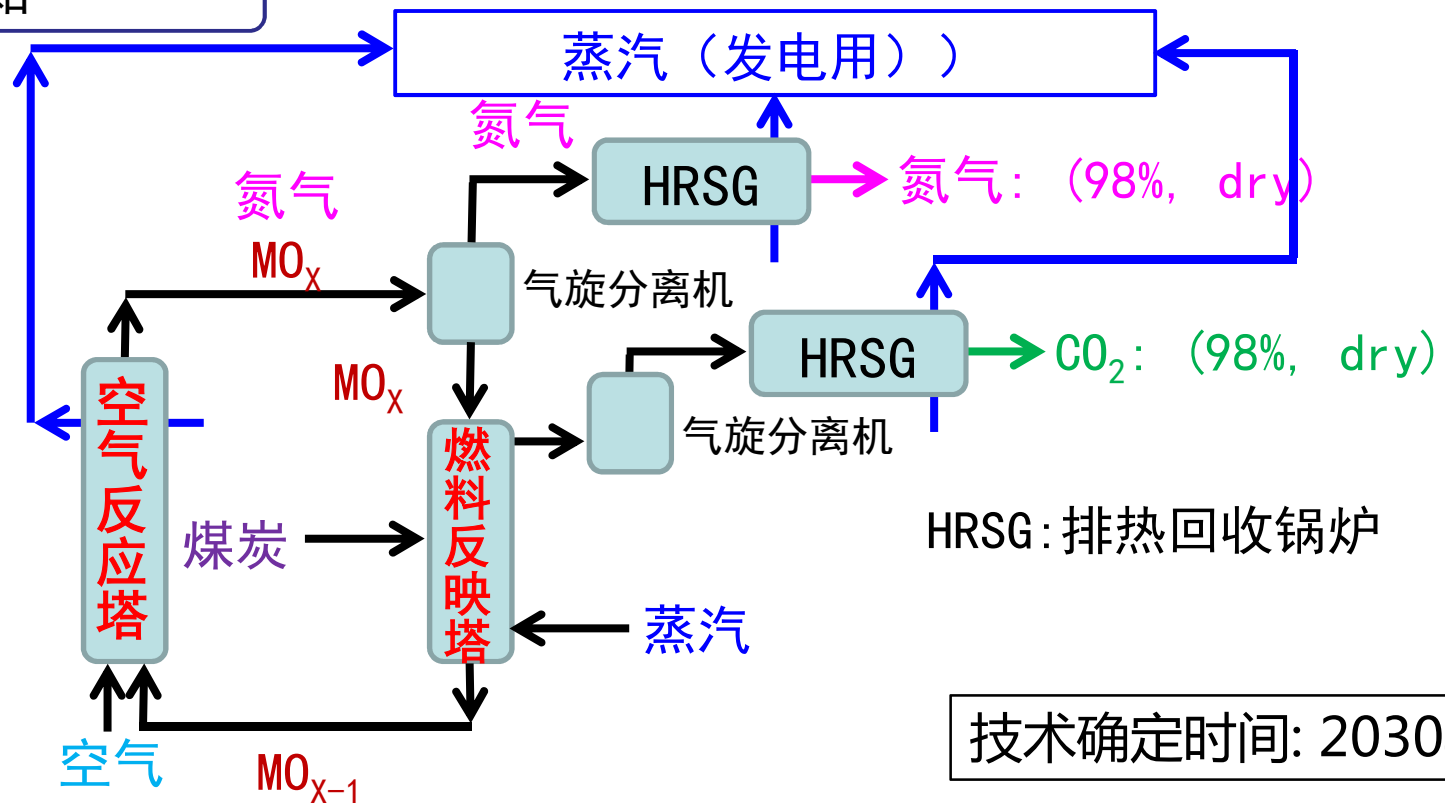
技术确定时间：2035年

化学循环燃烧技术的研发



- 针对中小型煤炭火力发电站 (100 MW ~ 500 MW)
- 不需要空气分离装置。排出气体基本是CO₂ 不需要CO₂分离、回收设备。
- 开发CO₂回收后可实现送电端效率46%的技术
- CO₂分离回收相当成本： 可期待从4日元/kWh降低至2日元/kWh的技术

2015年10月开始



国际IGCC项目动向



在世界各国进行着多个IGCC项目。还有已经开始运行的项目。此外还有在计划阶段就毫无进展，或者无法稳定运行的项目。

【国外项目实例】

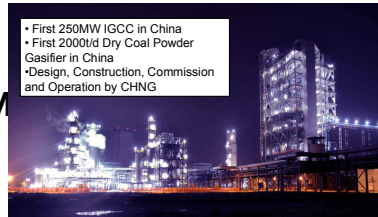
Kemper

- 美国 Southern公司
- 发电端输出582MW
- 2015试验运行开始
- 储存量3.0Mtpa



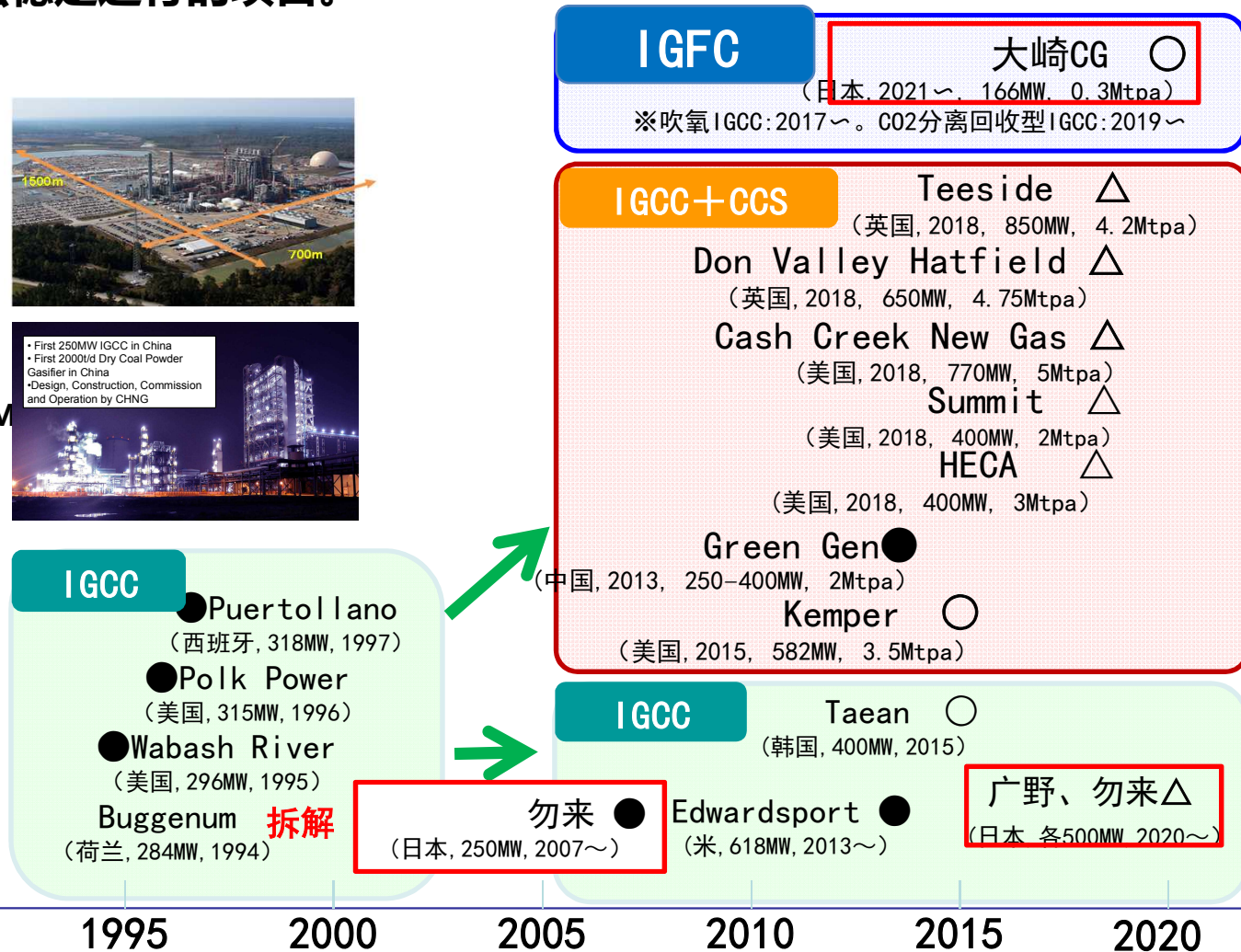
Green Gen

- 中国 GreenGen公司
- 发电容量 250MW~400M
- 2013运行开始



- 运行中
- 建设中
- △ 计划中
- 年数为开始运行计划时间

□ : 日本项目

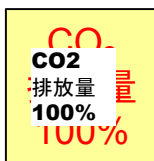
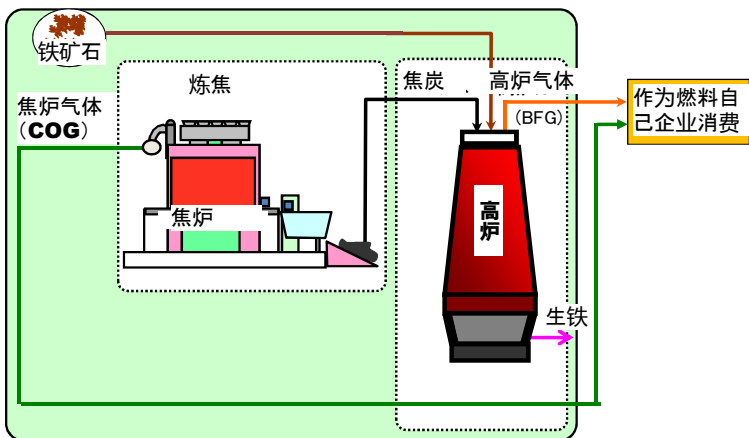


(出处: Japan CCS论坛2015 NEDO资料(2015.6)由IAE修改)

COURSE50项目的特点



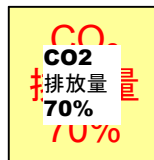
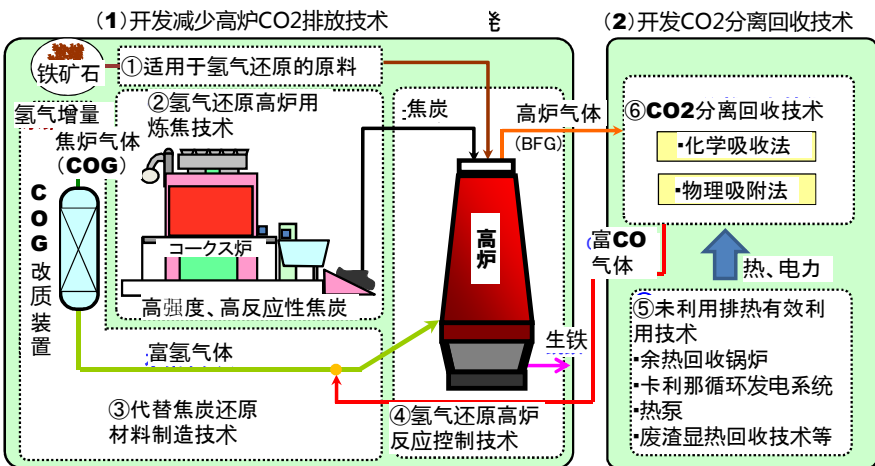
传统的高炉炼钢法



技术开发项目

- (1) 开发将焦炉气改质增加氢元素，代替一部分焦炭，并将铁矿石还原的技术。（可减少CO₂10%）。
- (2) 开发利用炼钢厂内未利用排热，从高炉气中分离回收CO₂的技术（可减少CO₂20%）。

开发COURSE50的高炉炼钢法

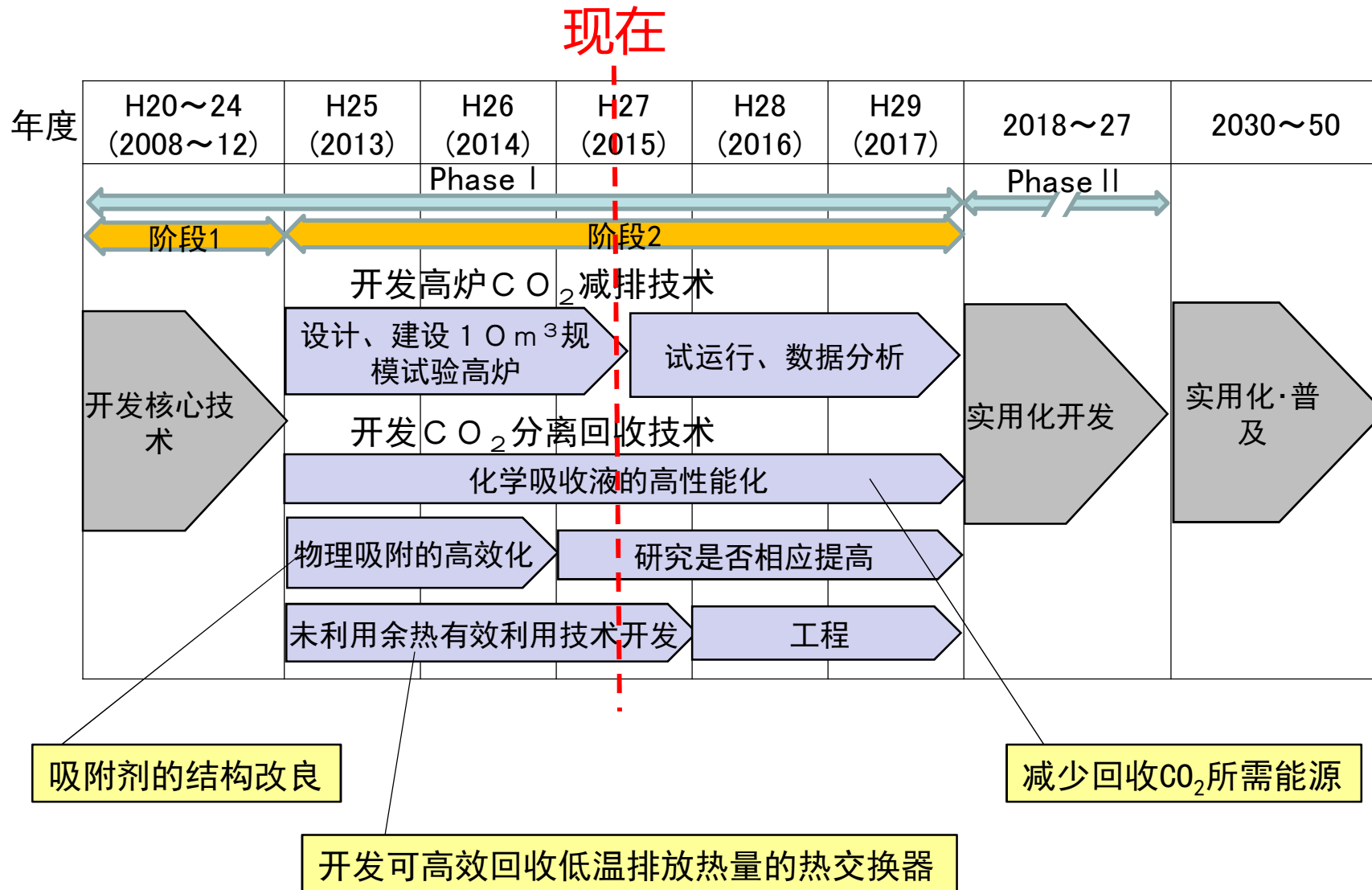


可降低炼钢厂的CO₂排放量

30%

实用化·普及：2030～2050年

COURSE50 STEP-2今后的计划

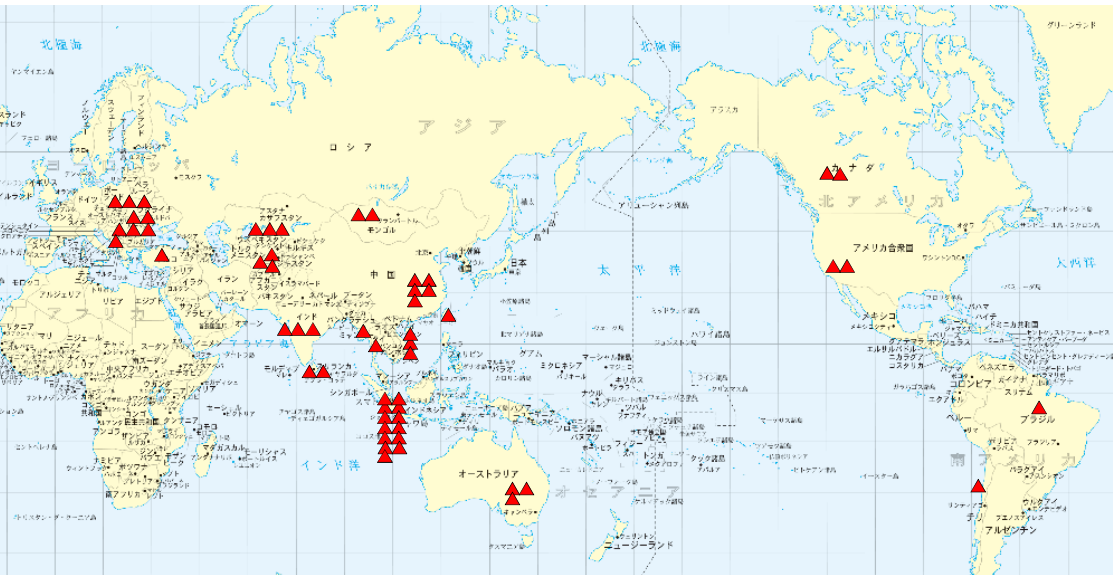


NEDO的FS项目至今为止的业绩



**2011年度至2015年度，
在25个国家实施了56个FS项目**
 高效煤炭火力发电项目：26项、
 劣质煤利用项目（气化、改质、干燥）：16项

按国别项目件数		高效煤炭火力发电	低品位煤炭利用	其他	本数
亚太地区	蒙古		2		2
	中国		1	4	5
	台湾			1	1
	越南	2		1	3
	泰国	1			1
	印尼	5	7	1	13
	缅甸	1			1
	印度	2	1		3
	斯里兰卡	2			2
	哈萨克斯坦			3	3
	乌兹别克斯坦、塔吉克斯坦、吉尔吉斯			1	1
	乌兹别克斯坦、塔吉克斯坦			1	1
	吉尔吉斯			1	1
欧美	澳大利亚	1	2		3
	美国	1	1		2
	加拿大	2			2
	波兰	3			3
	保加利亚	2			2
	土耳其	1			1
	匈牙利、罗马尼亚、塞尔维亚			1	1
	匈牙利			2	2
南美	波斯尼亚·黑塞哥尼亚	1			1
	巴西	1			1
	智利	1			1
合计		26	16	14	56





谢谢！