

出國報告（出國類別：開會）

出席淨煤技術交流會議(CCDC)第 2 次會議

服務機關：台灣電力股份有限公司

出國人姓名/職稱：

王振勇/14 等專業總工程師

劉源隆/13 等副處長

朱允中/13 等副廠長

王派毅/11 等研究專員

林宗賢/11 等工程監

派赴國家：日本

出國期間：106 年 6 月 4 日至 6 月 7 日

報告日期：106 年 7 月 7 日

行政院及所屬各機關出國報告提要

出國報告名稱：出席淨煤技術交流會議(CCDC)第 2 次會議

)

頁數__含附件：是否

出國計畫主辦機關/聯絡人/電話：

台灣電力公司人力資源處/陳德隆/02-23667685

出國人員姓名/服務機關/單位/職稱/電話

王振勇/台灣電力公司/總經理副總經理辦公室/專業總工程師/2366

劉源隆/台灣電力公司/環境保護處/副處長/23667202

朱允中/台灣電力公司/台中發電廠/副廠長/26302123

王派毅/台灣電力公司/綜合電力研究所/研究專員/80782257

林宗賢/台灣電力公司/電源開發處/工程監/23666866

出國類別：1 考察2 進修3 研究4 實習5 其他（開會）

出國期間：106/06/04 ~ 106/06/07

出國地區：日本

報告日期：106 年 7 月 7 日

分類號/目

關鍵詞：

超臨界燃煤火力機組（supercritical coal-fired power plant）；化石燃料（Fossil Fuel）；二氧化碳捕集與封存技術（Carbon Dioxides Capture and Storage, CCS）；煤炭氣化複循環發電（Integrated Coal Gasification Combined Cycle）

內容摘要：（二百至三百字）

鑑於日本 J-POWER 公司長期以來，在淨煤技術方面，擁有豐富的專業技術與營運經驗，也在技術研發上有許多獨特的創新與突破，

因此，本公司與 J-POWER 公司於 2016 年決定以淨煤技術為主題，雙方成立一個《淨煤技術發展委員會》(Clean Coal Development Committee, CCDC,)，約定雙方定期輪流主辦技術交流會議，並於 2016 年 12 月 7 日簽署一項特別 MoU，作為此委員會交流推動依據。隨即於 2016 年 12 月 7 日~8 日，於本公司總管理處召開此委員會第一次會議，針對共 6 項燃煤電廠技術議題進行交流。

本次 CCDC 第二次會議輪由 J-POWER 公司於日本主辦，本次 CCDC 交流活動主要包括:(1)參與第二次 CCDC Meeting 進行技術議題交流；(2)參訪橫濱灣 ISOGO 燃煤電廠；(3)參訪廣島 Osaki-CoolGeN 之 IGCC 示範電廠。

依據雙方簽署的 CCDC 備忘錄，本次 CCDC 第 2 次交流會議，奉准由本公司發電處、環保處、綜合研究所、開發處等 4 個單位各選派人員 1 人參加，並奉核派由王專業總工程師擔任領隊，以公司會議代表團身分，前往日本進行 J-POWER 公司主辦之 CCDC 交流會議與參訪 2 處燃煤電廠。

本文電子檔已傳至出國報告資訊網 (<http://report.nat.gov.tw>)

目錄

壹、 出國目的	2
貳、 出國行程	3
參、 會議紀要	4
一、CCDC 第 2 次會議內容紀要.....	4
二、電廠參觀	16
肆、心得與建議	37

壹、 出國目的

近年來，國內環境保護意識高漲，本公司新建之燃煤電廠計畫常因環保議題而遭受反對，未來燃煤電廠除採用高效率之「超超臨界燃煤機組」(USC)技術外，引進國外燃煤發電各種環保與先進發展之應用技術乃為當務之急。尤其，依據我國現階段能源政策，未來電源中燃煤發電仍將佔 30% 配比，對電力供應安全與分散能源風險，有其重要性。

台灣與日本在能源使用條件有相似的情況，兩者皆為島國，人口稠密，也同樣缺乏自產能源，因此，如何確保電力供應安全，兼顧環境保護，提供優質乾淨電力，為中日兩國須共同面對的重要課題。

鑑於日本 J-POWER 公司長期以來，在淨煤技術方面，擁有豐富的專業技術與營運經驗，也在技術研發上有許多獨特的創新與突破，因此，本公司與 J-POWER 公司於 2016 年決定以淨煤技術為主題，雙方成立一個《淨煤技術發展委員會》(Clean Coal Development Committee, CCDC,)，約定雙方定期輪流主辦技術交流會議，並於 2016 年 12 月 7 日簽署一項特別 MoU，作為此委員會交流推動依據。隨即於 2016 年 12 月 7 日~8 日，於本公司總管理處召開此委員會第一次會議，針對共 6 項燃煤電廠技術議題進行交流。

本次 CCDC 第二次會議輪由 J-POWER 公司於日本主辦，本次 CCDC 交流活動主要包括：(1)參與第二次 CCDC Meeting 進行技術議題交流；(2)參訪橫濱灣 ISOGO 燃煤電廠；(3)參訪廣島 Osaki-CoolGeN 之 IGCC 示範電廠。

依據雙方簽署的 CCDC 備忘錄，本次 CCDC 第 2 次交流會議，奉准由本公司發電處、環保處、綜合研究所、開發處等 4 個單位各選派人員 1 人參加，並奉核派由王專業總工程師擔任領隊，以公司會議代表團身分，前往日本進行 J-POWER 公司主辦之 CCDC 交流會議與參訪 2 處燃煤電廠。

貳、 出國行程

(2017年6月4日~6月7日)

起始日	迄止日	工作內容
6/4	6/4	往程 (台北→東京)
6/5	6/5	1. AM:8:00~pm 13:00 召開 CCDC 第 2 次會議 (研討 3 項主題) 2. PM: 13:00~17:00 驅車前往橫濱灣 ISOGO 電廠參訪
6/6	6/6	1. AM:9:10~12:00 東京 飛往廣島 2. PM:14:00~ 17:00 乘駁船前往 OSAKI 島參 訪 CoolGen 公司之 IGCC 示範電廠
6/7	6/7	返程 (廣島→桃園)

參、會議紀要

一、CCDC 第 2 次會議內容紀要

(6 月 5 日上午 9:00~13:00)

(一)出席會議人員：

台電公司：王專業總工程師振勇、副處長劉源隆(環保處)、朱允中(台中電廠副廠長)、王派毅(綜合研究所研究專員)、林宗賢(電源開發處課長)

J-POWER 公司：村山均(副社長)、謝花たか(國際營業部部長)、吉田實(國際營業部推進役)、古賀健人(國際營業部台灣担当)、竹村亮介竹(火力建設部主任)、尾井方樹(國際事業部部長)、浜渦俊広(火力建設部部長輔佐)、久米宏典(國際業務部)、有森映二(火力建設部課長)、橫堀勝(國際業務部企管室)、内生藏正浩(國際營業部推進室室長)、宮成聖邦(國際營業部部長代理)、國際營業部課長(園田大佑)、洪淑貞(國際營業部推進室)





(二)會議主席與開幕致詞

會議主席:J-POWER 公司村山均(副社長)/台電公司王專業
總工程師振勇

開幕致詞(內容略): J-POWER 公司村山均(副社長)/台電公
司王振勇(專業總工程師)

雙方代表互贈禮物

(三) 交流議題(以 seminar 型式進行)及內容重點

1.Osaki CoolGen IGCC 示範電廠計畫內容

(簡報人: J-POWER 公司 竹村亮介)

- (1)本計畫推動以前，J-POWER 公司與日本 NEDO 機構(New Energy and Industrial Technology Development Organization) 共同投資進行《EAGLE project》(Coal Energy Application for Gas, Liquid, Electricity) 小規模 IGCC 試驗型計畫，此計畫自 2003 年起持續到 2013 年，由 Hitachi 提供設備，J-POWER 公司負責運轉，試驗結果證明此種「富氧燃燒雙階段渦旋式

汽化爐」(oxygen-blown two-stage spiral-flow gasifier)將煤炭轉化成合成氣燃氣與補捉 CO₂ 計畫確實具有高度可行性及運轉優點，也確認可根據此 EAGLE 計畫經驗，推動下一階段更大規模之先導型電廠。當初 EAGLE project 分三階段推動如下圖所示：

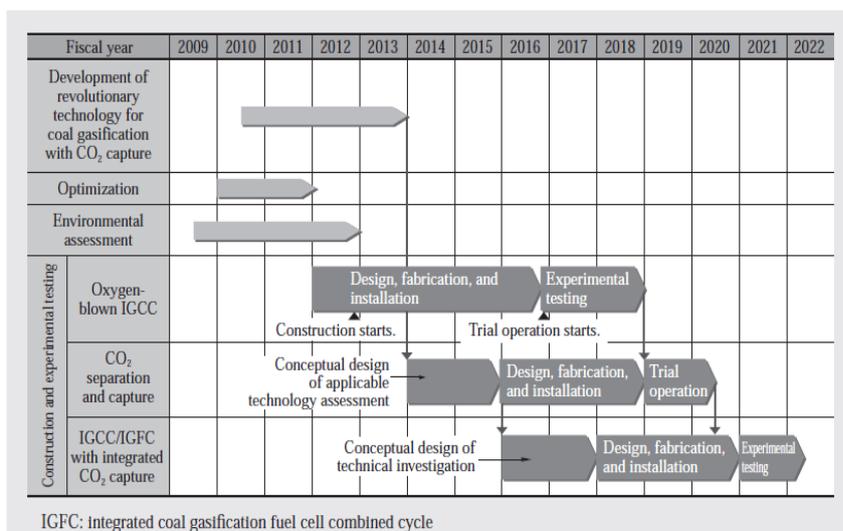


Fig. 4—Process of IGFC Experimental Testing. The experimental testing is to be split into three phases, comprising respectively oxygen-blown IGCC, CO₂ separation and capture, and IGCC/IGFC with integrated CO₂ capture.

EAGLE 計畫摘要

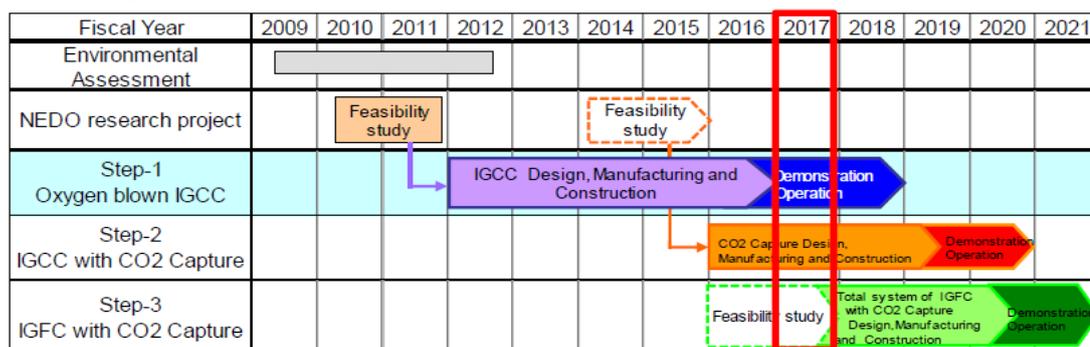
計畫出資人	J-POWER 公司,NEDO,METI(日本經濟產業省),Hitachi 公司
CO ₂ 捕捉來源	J-POWER 公司負責運轉之氣化爐製程; 燃煤用量 150 噸/天; 富氧燃燒氣化爐
CO ₂ 捕捉方法	「燃燒前捕捉(pre-combustion capture); 包括「化學性捕捉」及「物理性捕捉」2 種反應
CO ₂ 捕捉容量	24 噸/天
試驗廠位置	J-POWER 公司之福岡縣若松研究所
計畫狀態	2002~2013 年進行計畫，完成所有試驗項目

(2) Osaki CoolGen Project 重點

A. 計畫重點

計畫出資人	Osaki Coolgen Corporation 成立於 2009 年 7 月，由 J-Power 公司與日本中國電力公司共同出資，出資比例各 50%
計畫目的	開發 IGCC、IGFC，CCS 之組合發電計畫
CO2 來源/氣化爐	出力 166 MW 之「富氧燃燒單室雙階段旋轉式 IGCC 氣化爐」；燃煤用量 1180 噸/日
氣體除汙技術	酸性氣體去除法；濕式化學吸收 硫份回收:濕式石灰石石膏法；石膏產量 50 噸/日
空氣分離廠	壓力式低溫分離法: O2: 30,000 M ³ N/h N2: 50,000 M ³ N/h
複循環機型	GT(MHPS: H-100 TIT=1300 °C；Multi-Cluster Burner) 毛出力:166 MW (GT+ST)
水處理廠	廢水處理量: 240 M ³ /日
示範廠址位置	廣島縣豐田郡大崎上島町中野 6208-1
CO2 捕捉方法	燃燒前捕捉(pre-combustion capture)

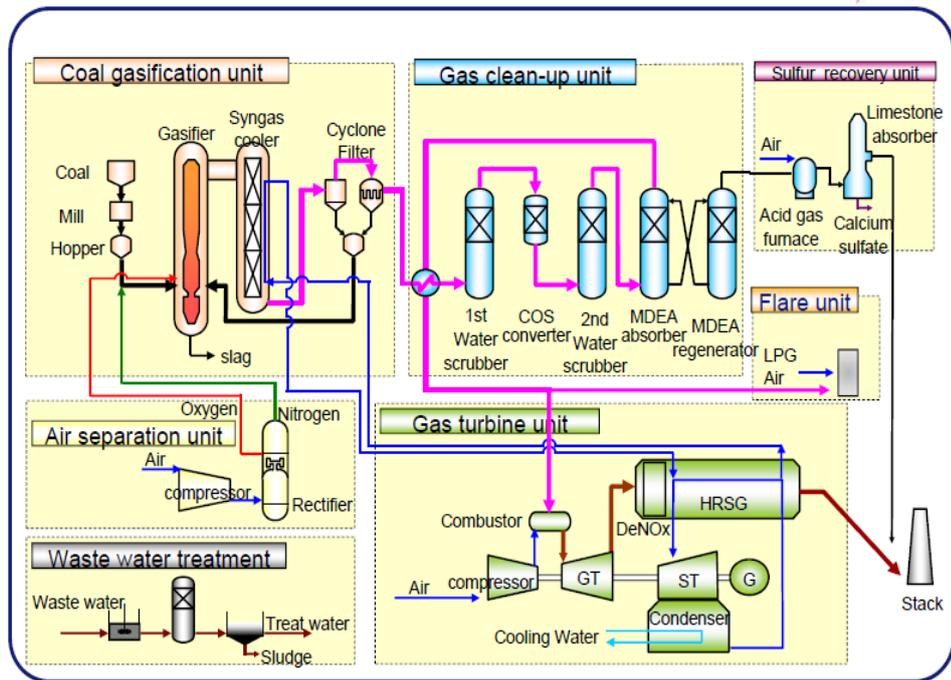
B. 分三階段推動，如下圖



- 第一階段目標:(自 2017 年 2 月運轉起 2 年) ; 測試本電廠基礎運轉效能、運轉特性、大型化後 IGCC 發電經濟性。
- 第二階段目標:(自 2019 年起); 增加「CO₂分離與捕捉設備」; 並確認加裝 CO₂ capture 之後系統基礎運轉效能、設備可靠度、環保特性。
- 第三階段目標:增加「燃料電池」(Fuel Cells), 測試燃料電池結合富氧燃燒 IGCC 系統之發電效率(包括 CO₂分離與捕捉設備), 及驗證合成氣去汙後潔淨度與電廠合成氣用於 Fuel Cells 之可行性, 及對整體 IGFC 系統作性能驗證。

C.第一階段測試目標與現況

項目	目標	現況
運轉效率	淨效率:40.5%(HHV), 42.7%(LHV) 毛效率:48.0%(HHV), 50.6%(LHV)	已達到 40.8%(HHV) 正進行更長時間之驗證
排放值	SOX: 8 ppm NOX: 5 ppm PM: 3mg/m ³ (16% O ₂)	已達到目標 正進行更長時間之驗證
煤質類別與相容性	適用多種不同灰熔點之煤值	進行中; 已驗證完 1 種煤質
運轉可靠度	5000 小時之運轉可靠度達 70%以上	進行中; 正進行更長時間之驗證
電廠運轉之可控制性與特性	負載變化率: 1~3%/min	進行中, 已達到 3%/min
經濟性	IGCC 之均化成本與 USC 相當	進行中; 包括設備投資與變動成本



2. 磯子火力電廠更新工程政經策略考慮

(簡報人：J-POWER 公司 久米宏典)

(1) 電廠之地理與政經背景

■ 電源方面：

廠址位於東京都中心約 30 公里之橫濱市，橫濱市人口約 370 萬人，為因應電力成長需要，必須增加該地區的供電能力以滿足橫濱市與東京都的能源要求，提高供電安全。

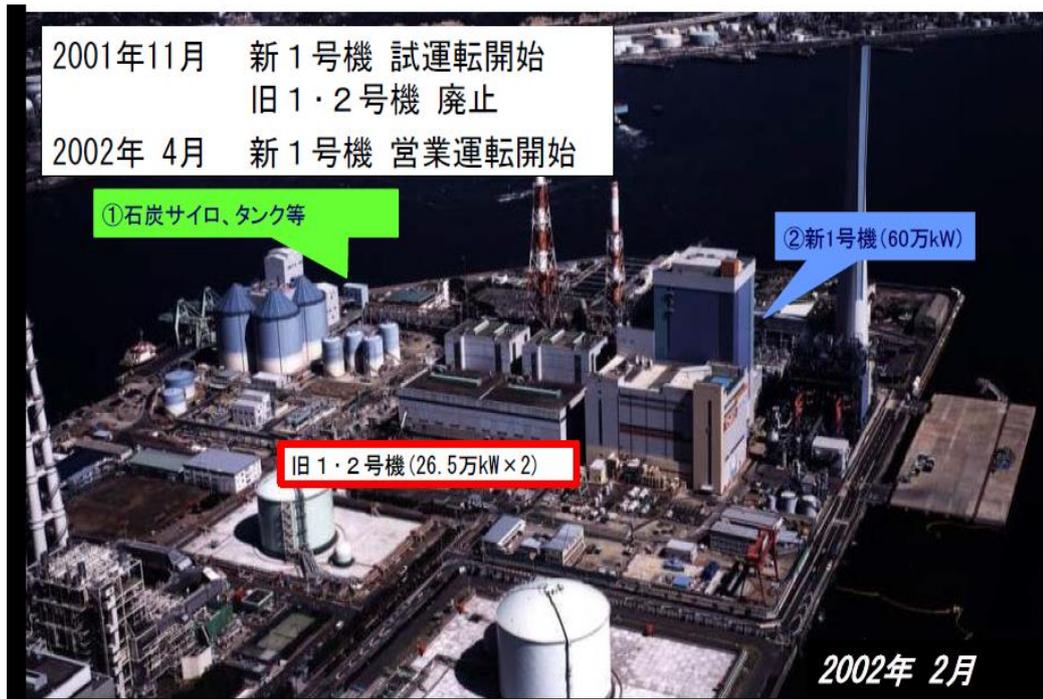
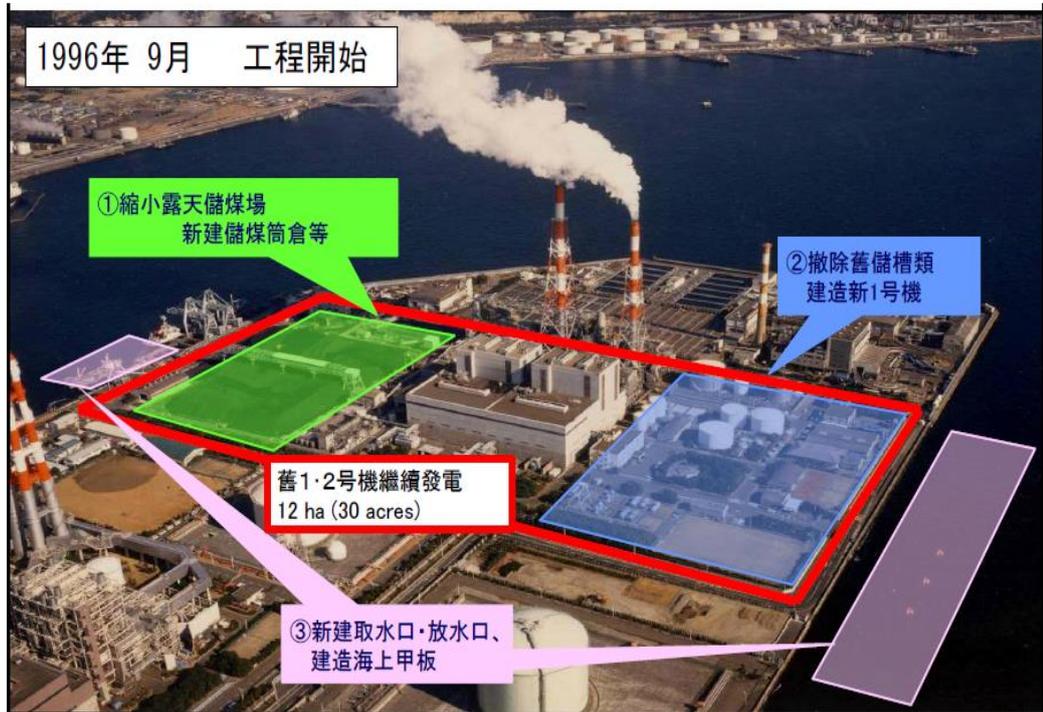
■ 環保方面：

因應 1960 年後日本開始升高之地方環保意識、政府所訂「公害防治協定」、與橫濱市之「環境改善計畫」，此計畫需更新磯子電廠老舊機組，同時也要大幅提高發電效率與環保設備性能。

■ 能源使用：

橫濱市政府希望更新電廠優先使用 LNG，如果使用燃煤則總用量不宜超過原有機組使用數量。但 J-POWER 公司綜合考量燃料供應來源安全性與經濟性，經與橫濱市政府協商爭取之後，終於獲得橫濱市府同意以進口煤為新電廠主要燃料。





2004年 3月 旧1・2号機 撤去完了
2005年10月 新2号機 着工



2009年 7月 新2号機 営業運転開始



■更新方法

為使本計畫工程作業不致影響地區供電能力，J-POWER 公司對於更新計畫採「(1)拆除舊廠區內油槽區興建 1 號機—(2)完成 1 號機—(3)拆舊 1&2 號機後騰出空地興建 2 號機」之作業順序執行計畫。

(2)發電效率提高成效(採用高效率 AQCS)

	舊 1&2 號機	新 1&2 號機
蒸汽條件	亞臨界	超超臨界(USC)
主蒸汽壓力	16.6 MPa	25 MPa
主蒸汽溫度	566 °C	600 °C
再熱蒸汽溫度	566 °C	1 號機 610 °C 2 號機 620C
發電端效率(HHV)	約 38%	約 43%

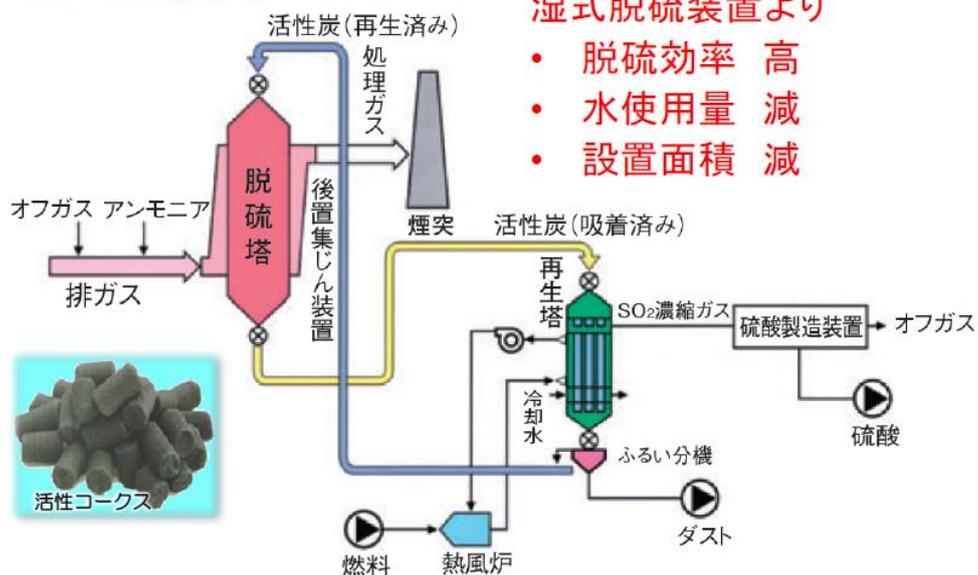
(3) 電廠空汙排放濃度下降(與舊 1&2 號機比較)

■ NO_x 濃度、粉塵濃度減少 90%

■ SO_x 濃度減少 80%

	舊 1 號機 26.6 萬 KW	舊 2 號機 26.5 萬 KW	新 1 號機 60 萬 KW	新 2 號機 60 萬 KW
氮氧化物 NO _x	159 ppm		20 ppm	13 ppm
硫氧化物 SO _x	60 ppm		20 ppm	10 ppm
粉塵 PM	50 mg/m ³ N		10 mg/m ³ N	5 mg/m ³ N

乾式脱硫装置 (ReACT)



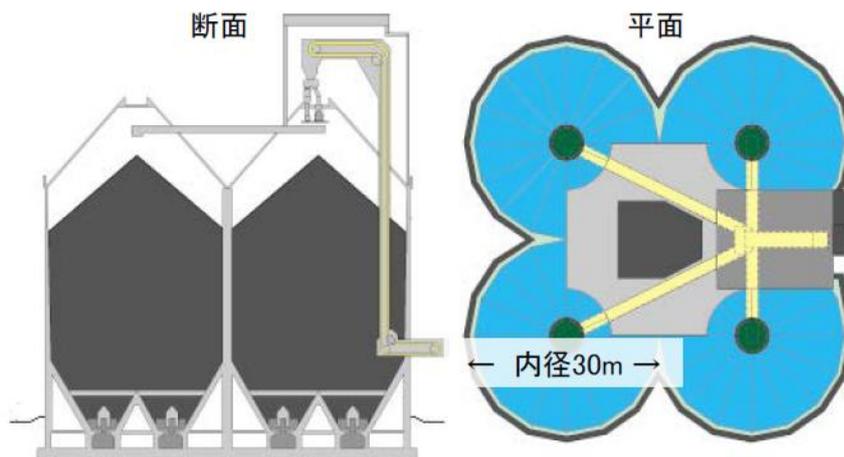
湿式脱硫装置より

- 脱硫効率 高
- 水使用量 減
- 設置面積 減

クローバー型石炭サイロ

貯炭容量: 2万5千トン × 4室
= 10万トン (10日分相当)

- 粉じん飛散を防止
- 騒音・振動 減
- 設置面積 減



3.台中電廠之營運挑戰及問題解決策略

(簡報人: 台電公司 朱允中)

簡報內容:(台電準備 / 略)



二、電廠參觀

(一)、磯子電廠參訪(2017年6月5日下午)

1. 廠區印象

驅車接近 Isogo 電廠時，遠處即可見電廠色彩配置與景觀不同於鄰近的其他港灣工業建築，特別顯得明亮與乾淨，並能協合地融入周圍海域色系，好似該處建物中的優等生。進入電廠時。也在環境友善設施方面，也可以見識其許多巧思與創意，無形中消弭了不少電廠設施與員工、民眾及參訪來賓的違和感。電廠佔地面積雖小(12.5 公頃)，但是電廠結合停車場空間，規劃了綠地、涼亭、生態池、再生能源發電示範設施及電廠展示館內之模型等，連鍋爐房屋頂都規劃設置了令人驚艷的綠地景觀設施，展現了規劃者對於環境友善與多樣化空間利用的用心。據說，電廠外觀色彩能一直維持如此美麗特調，除了材料選用因素以外，也需要定期做維護及粉刷保養。

另據電廠人員表示，當初廠房的佈置，甚至煙囪高度，都經業人員深入研究，並事先由周邊各種重要景點模擬眺望(包括當地著名的三溪園)，全面性地規劃，避免有突兀之處。

後來團員也特別注意到，J-POWER 為表達該公司接待之誠意與重視，當日將我國國旗懸掛出來並列於電廠日方國旗旁。



[從文件中擷取絕佳的引文或利用此空間來強調重點，藉此吸引讀者的注意力。

若要將此文字方塊放置在頁面的任一

位置，請進行拖曳。]



2. 電廠主要設施與設計考慮

◆滿足地方政府及居民接受性

廠址位於橫濱市根案灣，附近有著名三溪園景點，與橫濱市充分溝通，配合橫濱市之地區計畫與環保要求，與橫濱市簽訂日本首個公害防止協定，安裝抑減 SO_x(ReACT)、NO_x(SCR) 及 PM (EP)等最先進的污染防治設備，運轉中嚴格遵守環保管制目標 電廠污染排放值與橫濱市透過互連網共同監督。

◆廠址特殊條件

- 廠地狹小(總面積 12.4 公頃)、設備佈置難度高，盡量於廠外將設備模組化後運入工地組裝，施工採(建/拆/建)分 2 期執行。
- 廠區無法容納大型煤場或灰塘。
- 東京灣地區情形特殊，「水質」及「空氣」排放管制值之標準極嚴格。

◆施工考量

- 拆除舊廠儲倉區設備，在該區域興建新#1 機，興建期間 2 部舊機組維持正常運轉供電。
- 縮小舊電廠原室外儲煤場(儲煤量由原來 120,000 噸降為 40,000 噸)，在空出的土地上新建燃煤筒式煤倉、水槽、燃料儲槽等。
- 在廠址南側新建設備接收平台海堤及新循環水口。

◆模組化組裝：

模組化組裝設備比例高，設備多在廠外進行大致組裝完成後，再以駁船或大型拖車運至廠內安裝，組裝時並大量採用吊裝工法(Slip-Form/Lift-Up method)。

◆機組效率：

採超臨界蒸氣設計(1 號機組:25MPa/主蒸氣 600°C/再熱蒸氣溫度 610°C;2 號機組 25MPa/主蒸氣 600°C/再熱蒸氣溫度 620°C), 發電效率增至 43%(LHV)。

◆直立鍋爐：

為因應廠區面積狹小要求，採直立式鍋爐(Tower-type **Boiler**)，

較傳統鍋爐(Conventional Boiler)高度增加 30%(地上總高度約 100 米)，用地面積小 20%；鍋爐本體設計趨於簡化。

◆汽輪機

採單軸型、再熱式汽輪機組(tandem compound)，縮小廠房寬度，末端低壓葉片長 45.3 英吋。

◆噪音及振動控制

採多種降低設備噪音量及震動之設計(如增設「induced draft fan」隔音室) 減少影響環境之噪音及震動。

◆除氮氧化物(NO_x)環保設備

新機組除了裝設高效率「低氮燃燒器」(low-NO_x burners)與採用「兩段式燃燒系統」(two-stage) 以外，煙道上並裝設有「選擇性觸媒反應器」(selective catalytic reduction)(煙氣處理溫度約 360°C)，以達到嚴格排放值之管制目標。

◆除塵(PM)設備:

煙氣通過除氮過程後，進入其後之靜電集塵器(Electrostatic Precipitator)(煙氣處理溫度約 150°C)，集塵器將煙氣之大小灰份以正負電靜電板吸附，所吸附之灰份由集塵器下方排出，進入下一道處理作業。

◆除硫氧化物(SO_x)環保設備

通過 EP 之煙氣則進入具專利之高吸收效率「乾式脫硫設備」(ReACT；Regenerative Activated Coke Technology)(煙氣溫度出口約 125°C)，此種設備屬「多功環保設備」，除了除硫氧化物(SO_x)外，也具有同時除氮氧化物(NO_x)、除塵(PM)、除汞(Mercury)、除戴奧辛(dioxins)等之能力，且反應過程用水量極少(僅為濕式石灰石石膏法之 1%)，也無大量脫硫製程廢水之排放；ReACT 主要運作原理為:

- (1)「活性焦炭」(activated coke)由「吸收塔」上方進入，將通過吸收塔之硫氧化物(SO_x)吸附，吸附 SO_x 後的「活性焦炭」由吸收塔下方通過，送至「再生塔」(regenerator)進行後續操作
- (2)在「再生塔」內，通過製程反應將 SO_x 由「活性焦炭」中予以去除，之後 SO_x 再經濃縮轉製為高濃度之硫酸副產品(約 98

%)，至於活性焦炭，則再予送回「吸收塔」重複再次使用(re-use)；硫酸則全數交由貿易商銷售。

(3)另關於 SO_x 排放濃度之控制，可透過「活性焦炭」於反應塔內之流速變化而做彈性化調整。

(4).每部機補充之活性焦炭約每年 3000-40005 噸，廢棄之活性焦炭(細微粒)於 TCLP 檢驗合格後，全數送至水泥廠做為原料有效利用。

◆廢水排放

一般廢水盡量回收使用，少部分綜合性經廢水處理廠處理後達政府環保協定標準後放流(1&2 號機廢水放流量約 690 M³/日)。

◆煤灰處理

Isogo 電廠因廠址狹小，無空間設置灰塘，僅設有「暫存灰倉」(約電廠運轉 10 天之煤灰存量)，營運煤灰經分級後由電廠北邊「出灰碼頭」(coal ash loading wharf)外運，幾乎全數做為外界再利用之肥料或強化水泥原料。

◆煙囪

採 1 座高達 200 公尺集合式煙囪，以利煙氣高空擴散，煙囪造型經特殊設計，強化與天空顏色及環境之融合。

◆溫排水

使用灣內海水做為電廠循環冷卻水，冷卻水系統之進出口及出口溫差控制在 7°C，流速也加以控制使不影響灣內來往船舶航行。

◆景觀融合及電廠綠化

(1)廠房融合高低視覺意象，創造視覺秩序性，及降低天際線亮度。

(2)廠房外觀設計採「混合型彩色塊狀」點綴，俾與鄰海都市環境調和。

(3)輸煤皮帶機設於隱藏位置。

(4)廠區綠美化面積由舊廠之 15%提高至新廠之 20%，並善用可用之建築物頂樓空地進行人工綠美化。

(5)設置對外親民展示學習館，並使電廠具有分區開放性特色。

◆煤炭供應

(1)煤質

採進口煙煤及亞煙煤(主要為澳洲與印尼煤)，於廠內進行「混拌」(coal-blending)後供機組使用。煤採高熱值煤(5900~6600 Kcal/kg；GAR/HHV)，硫份(AD) < 0.6%，煤灰分(AD) < 16%。

2.煤炭供應、儲存、與運輸

- 採密閉式煤倉設計(4座 2.5萬噸之煤倉)，煤塵不外逸；4座煤倉採四葉苜葉集中型佈設，以節省土地使用面積。
- 採氣浮密閉式煤炭輸送帶(Air-Float-Type)，傳輸時無煤灰外逸。
- 煤炭來自東京灣內四處煤炭處理中心(coal-center)，確保足夠煤炭用量。
- 採 6,000 噸小型自卸船(self-unloading coal carrier)，平均每天約 2 船自東京灣煤炭中心運煤至電廠卸收。

Isogo 電廠更新改建之設計摘要

	新 1 機	新 2 機
鍋爐	塔式鍋爐(高度多 30%，占地少 20%)	
汽輪機	TCDF-45.3	TCDF-48
煤倉	筒式煤倉(indoor coal silo 2.5 萬噸/座*4 座)	
底灰處理	濕式出灰法	乾式出灰法
灰倉	Ash Silo 可暫儲 10 天，提供水泥廠利用	
輸煤皮帶機	氣浮式皮帶機，另搭配 3 處垂直式皮帶機以減少景觀衝擊	
卸煤機	自卸式運煤駁船(運量 6 千噸級)	
ESP	乾式低溫(99.94%)	乾式低溫(99.97%)
FGD	活性碳焦吸附法 (95%)(ReACT) (ReACT 兼具除	活性碳焦吸附法(97.8%)(ReACT) (ReACT 兼具除 NO _x /SO _x /PM/Hg 等功能)

	NOx/SOx/PM/Hg 等功能)	
De-NOx	SCR(87.5%)	SCR(91.9%)
煙囪	集束煙囪 200 公尺高，排氣溫度約 125°C。	
綠地比率	20%(廠房、停車棚及展示館之屋頂均儘量規劃綠地)	



展示樣品(由左至右)：煤炭、粉煤、爐渣、飛灰、矽酸、活性焦碳

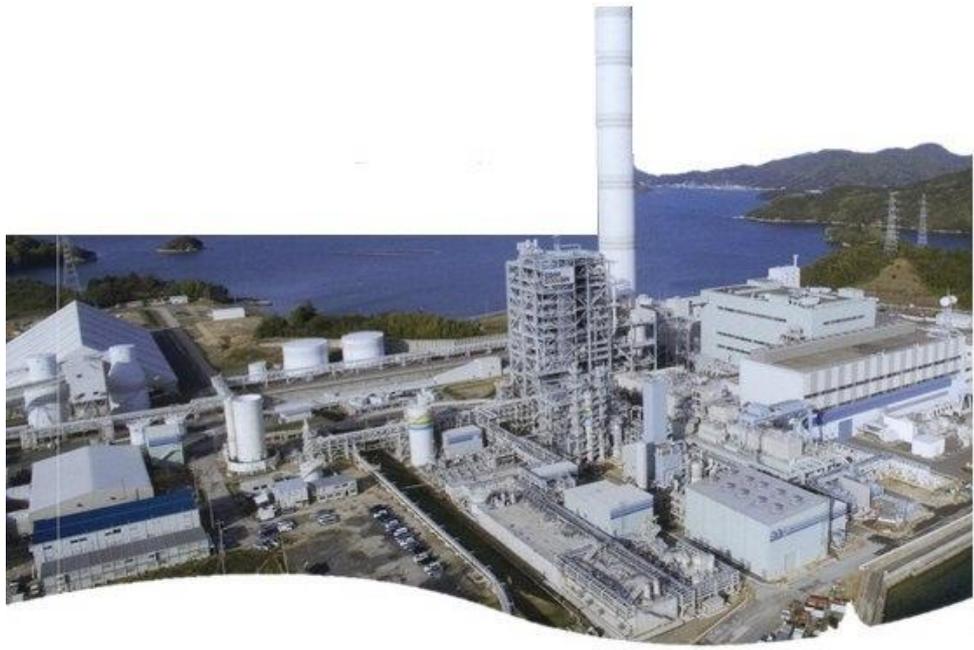
(二)、OSAKI CoolGen IGCC 電廠參訪

1. Osaki CoolGen Corporation 公司背景

公司名稱	Osaki CoolGen Corporation；公司係以日本淨煤技術 Cool Gen Plan 來命名，在瀨戶內海中心的大崎上島町 (Osakikamijima) 向世界展示淨煤技術。
成立日期	成立日期
成立日期	成立日期
股東	中國電力有限公司(Chugoku Electric Power Co., INC.) 及電力發展有限公司(Electric Power Development Co., INC.)
業務	建構和測試吹氧式 IGCC 發電技術及二氧化碳捕捉技術的大型示範設備。



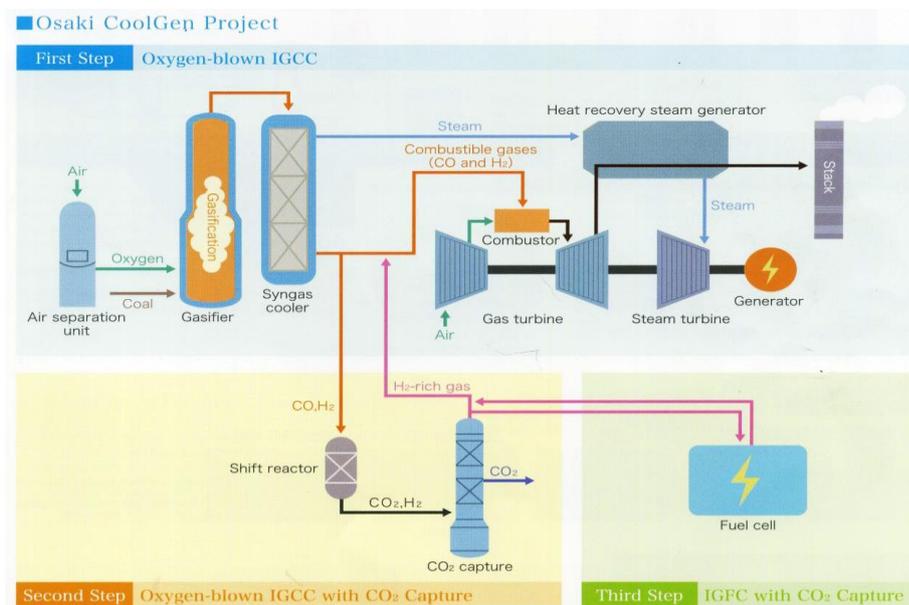
大崎上島町特色:為廣島南方瀨戶內海上之離島，人口因高齡化與外移，逐年下降，目前約 7900 人，本電廠興建後，對繁榮當地助益明顯，居民期待甚高。島上有多種水果，藍梅為特有土產。島上地方政府希望在該島興辦具有特色之商業專科學校，以招攬國際學生為目標。



- 3.OSAKI CoolGen IGCC 計畫推動主要分成三個階段: 自 2012 年經由經濟產業省 (Ministry of Economy, Trade and Industry: METI) 的協助及自 2016 年經由新能源與工業技術發展組織 (New Energy and Industrial Organization : NEDO) 的協助下執行此計畫。
- (1) 第一階段:將進行吹氧式煤炭氣化複循環發電(Oxygen-blown integrated coal gasification combined cycle : Oxygen-blown IGCC) 之大型設備示範，該技術為高效率的煤炭氣化與燃料電池複循環 (IGFC) 發電技術的基礎。
 - (2) 第二階段，將執行吹氧式 IGCC 電廠捕捉二氧化碳的示範，該示範計畫係在吹氧式 IGCC 電廠增設二氧化碳捕捉系統。
 - (3) 第三階段，本示範計畫將進一步增設燃料電池，以執行 IGFC 附設二氧化碳捕捉的示範。

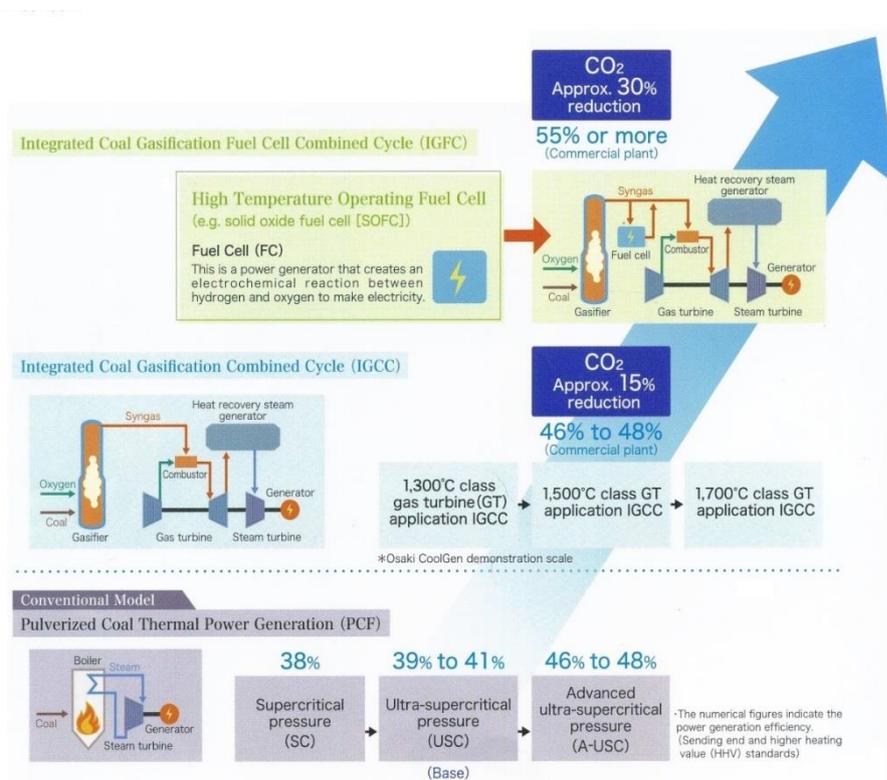
Project Schedule

Fiscal Year	FY2012	FY2013	FY2014	FY2015	FY2016	FY2017	FY2018	FY2019	FY2020	FY2021
First Step Oxygen-blown IGCC	Detailed design and construction					Demonstration				
Second Step Oxygen-blown IGCC with CO ₂ Capture					Detailed design and construction		Demonstration			
Third Step IGFC with CO ₂ Capture							Detailed design and construction		Demonstration	



4.計畫主要目的

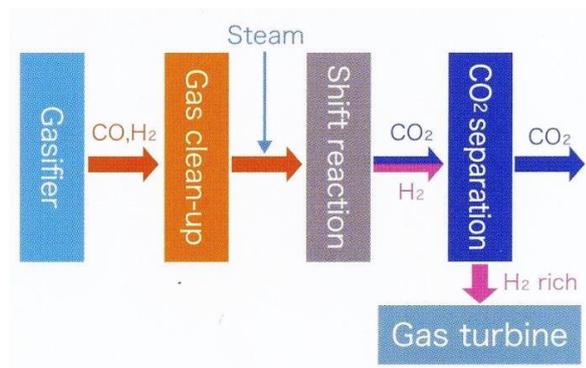
- 燃煤具有極佳的供貨穩定性和經濟性，燃煤發電廠未來仍將持續供應全球各地的電力需求，因其具有穩定的供給及低成本的特性，未來仍是日本基載電力的來源之一。
- IGCC 發電系統係結合燃氣輪機發電和蒸汽輪機發電以雙循環方式發電，而 IGFC 係將燃料電池結合 IGCC，使得將煤炭氣化後的可燃氣體以三複循環發電 (triple combined power generation) 成為可行的方案，與傳統的發電方式相較，明顯地提高了發電效率，IGCC 商業機組之二氧化碳排放量約較傳統的 USC 機組減少 15%，而 IGFC 商業機組則較傳統的 USC 機組減少約 30% 的二氧化碳排放量。



5. 電廠主要其特性與設備

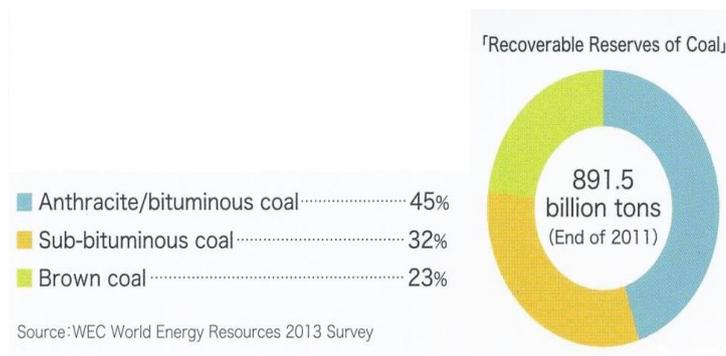
◆ 二氧化碳捕捉:

燃燒前捕捉二氧化碳主要用於 IGCC 發電技術，經處理過的氣體具高壓、小體積和高二氧化碳濃度的特性，這意味著低能耗和高效率的捕捉二氧化碳是有其可能的。



◆ 擴增使用煤質的範圍:

煤炭氣化可採用不適用於 PCF 電廠的亞煙煤、褐煤等低等級煤，因此，除了有效利用資源外，還有經濟上的效益。



◆減少灰的產量

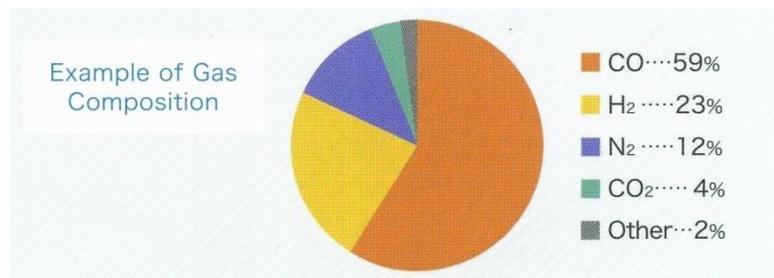
煤灰在氣化爐中熔化形成爐渣(類似玻璃的固態物質)排出。因此，煤灰體積約較 PCF 電廠減少一半。Osaki CoolGen 公司未來將計畫重新利用爐渣，將其作為鋪路的材料或類似的材料。



Osaki CoolGen 電廠 爐渣

◆吹氧式合成燃氣的特性

合成燃氣中具有高濃度的 CO 及 H₂ 等可燃成分，並具有高的熱值。未來隨著氣渦輪機的燃燒溫度的升高，預期將會有較高的效率。



◆二氧化碳捕捉系統

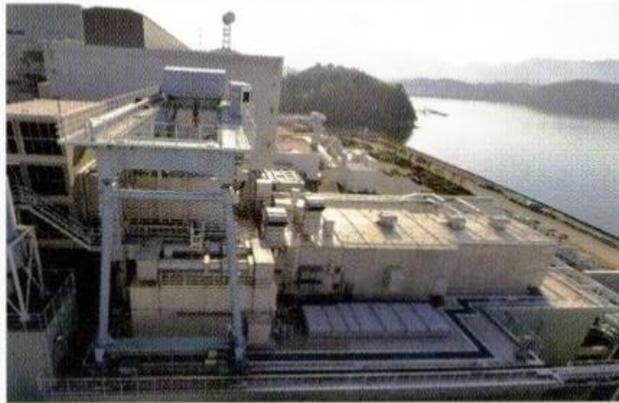


*This is an impression image only.
(EAGLE Pilot Test Facility)

◆複循環系統:

本系統係由以合成燃氣作為燃料的燃氣輪機發電和廢熱鍋爐產生蒸汽供蒸汽輪機發電所組成，輸出功率為 166,000KW。

複循環系統:

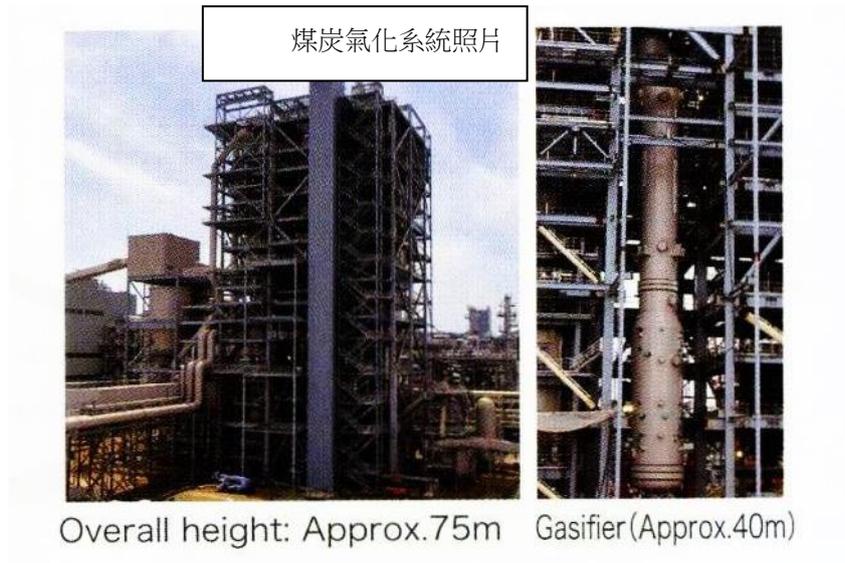


◆空氣分離系統

本系統將空氣壓縮/液化然後利用沸點的差異將其分離成氧氣和氮氣。氧氣用以氣化煤，而氮氣則用以煤的傳輸。

◆煤炭氣化系統

本系統係將粉煤利用氧氣氣化產生以一氧化碳和氫氣為主要成分之合成燃氣。



◆氣體淨化系統

本系統用以脫除合成氣中的硫和雜質，以產生乾淨的燃氣供氣渦輪機使用



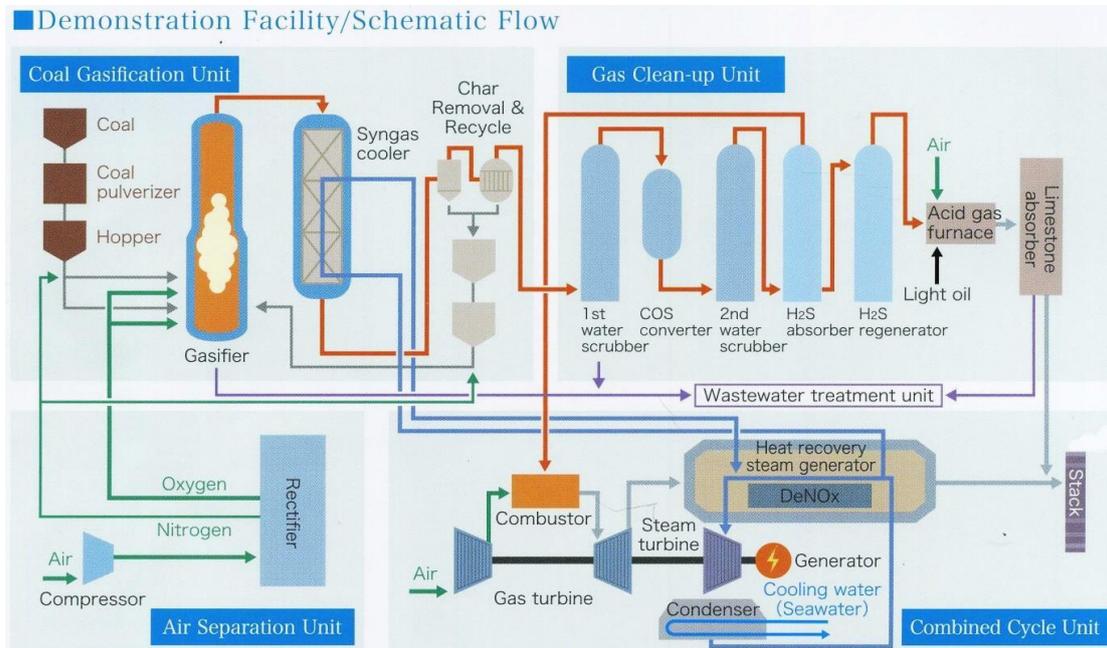
廢水處理系統

本系統將電廠的氣體淨化系統所產生的廢水除去環境污染物，以符合瀨戶內海嚴格的排放標準



6. Osaki CoolGen Project 第一階段：吹氧式 IGCC 電廠計畫內容

吹氧式 IGCC 電廠概述: 煤炭在氣化爐中氣化產生以一氧化碳和氫氣為主要成份的合成氣，然後，合成氣的熱量在合成氣冷卻器及氣體淨化系統脫除硫及雜質時回收。接下來，合成燃氣在氣渦輪機燃燒器中燃燒推動氣渦輪機，氣渦輪機的排氣經熱回收鍋爐產生蒸汽回收熱能後經煙囪排出。而蒸汽輪機則由合成氣冷卻器和熱回收鍋爐所產生的蒸汽推動，形成氣渦輪機與蒸汽輪機的複循環發電，使其發電效率超越傳統的粉煤燃燒發電方式。



7. Osaki CoolGen IGCC 電廠主要設備規格

- 煤炭氣化系統 (Coal Gasification Unit)：吹氧式、單一燃燒式、二段式、螺旋式、夾帶式、煤炭使用量 1,180 噸/天，氣體產生量約 120,000 m³N/h。
- 空氣分離系統 (Air Separation Unit)：低溫分離系統，氧容量約 30,000 m³N/h，氮容量約 50,000 m³N/h。
- 氣體淨化系統 (Gas Clean-up Unit)：酸性氣體採溼式化學吸收程序，硫回收設備採溼式石灰石及石膏程序，石膏產量約 50 噸/天。
- 熱回收蒸汽產生器 (Heat Recovery Steam Generator)：多壓再熱自然循環式。
- 氣渦輪機及蒸汽輪機 (Gas Turbine and Steam Turbine)：單軸複

循環發電系統，出力 166 MW。氣渦輪機採用 1300 °C 等級，蒸汽輪機採再熱冷凝式。

- 發電機：全閉式採水平安裝，185,000KVA 同步發電機。
- NO_x 脫除設備 (NO_x Removal Equipment)：SCR (選擇性觸媒還原反應)
- 廢水處理系統 (Wastewater treatment unit)：現有之處理容量 600 m³/天，煤炭氣化設備及氣體淨化設備等之新建廢水處理系統容量 240 m³/天。
- 燃料設備 (Fuel Facility)：室內儲存場容量 45,000 噸，輸送容量 300 噸/小時。

Main Facility Specifications Uses The Chugoku Electric Power Co., Inc.'s Osaki Power Station facilities

Main Equipment	Facility Specifications	
Coal Gasification Unit	Oxygen-blown, single-chamber, two-stage, spiral-flow, entrained type (Amount of coal used: 1,180tons per day / Amount of gas generated: Approx. 120,000m ³ /h)	
Air Separation Unit	Cryogenic separation system (Capacity: Approx. 30,000m ³ /h of oxygen and approx. 50,000m ³ /h of nitrogen)	
Gas Clean-up Unit	Sulfur removal facility: Wet chemical absorption process Sulfur recovery facility: Wet limestone and gypsum process (Amount of gypsum generated: Approx. 50tons per day)	
Heat recovery steam generator	Reheating multi-pressure natural circulation model	
Gas turbine and steam turbine	1-shaft combined-cycle power generation system output: 166MW Gas turbine: Open cycle model (1,300°C class) / Steam turbine: Reheating condensed water model)	
Generator	All-closed horizontal installation cylinder revolving-field synchronous generator (185,000kVA)	
NO _x removal equipment	Selective catalytic reduction	
Stack	Steel-made free-standing model with a height of 200m	
Wastewater treatment unit	(Existing) Treatment capacity: 600m ³ per day	(New) Wastewater treatment facilities: Coal gasification facility and gas clean-up facility, etc. / Treatment capacity: Approx. 240m ³ per day
Fuel facility	Indoor coal storage yard: 45,000t / Coal transportation facility (partially new): 300tons per hour	
House boiler	Natural circulation system: Approx. 21 tons per hour	
Cooling water intake/discharge facility	Deep-water intake (Bottom of the sea water intake pipe system) and underwater drainage	
Harbor facilities	Coal unloading pier: 6,000DWT class / Unload pier: 2,000DWT class×2	

8. 示範目標：

- 效率：Osaki CoolGen IGCC 示範電廠的效率目標為： 40.5% (net HHV) ， 42.7% (net LHV) 。
- 污染排放： SO_x 排放：8 ppm (16% O₂ 基準)、NO_x 排放：5 ppm (16% O₂ 基準)、粒狀污染物排放：3 mg/m³N 。
- 煤質變化的相容性：驗證可接受煤質的範圍，未來將測試粉煤燃燒電廠較不易接受之低灰熔點的煤質。
- 設備可靠度：年利用因素 70%以上，未來將進行 1,000 及 5,000 小時之耐久性測試。
- 電廠的操控性：驗證電廠的操控性須符合商用熱力發電廠 1~3%/min 的負載升降率 (load ramp rate) 之要求。
- 經濟性：商用電廠必須具備發電成本低或等於粉煤燃燒發電的願景。

9. 示範時程

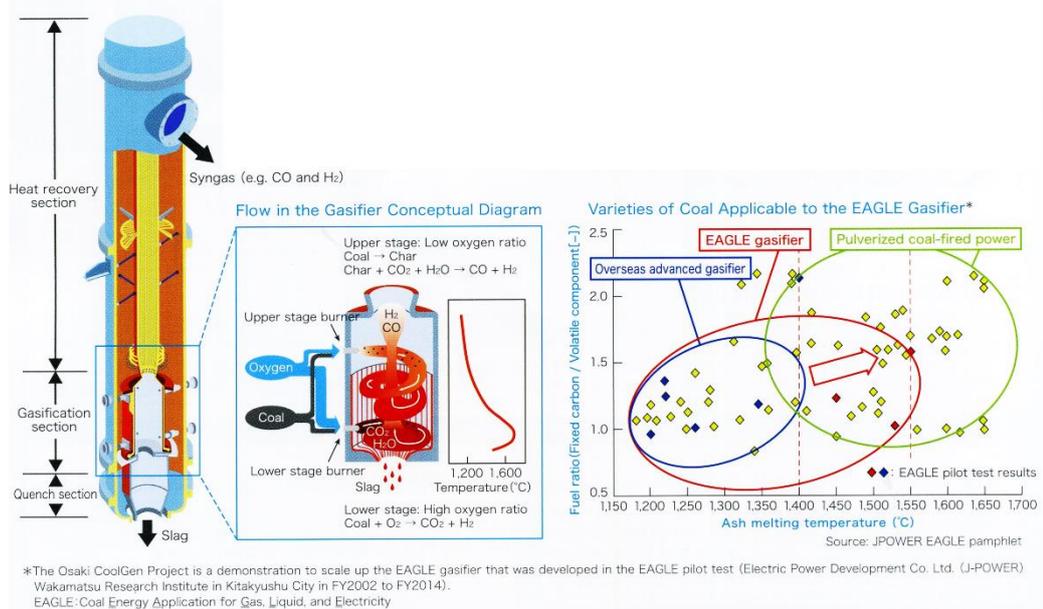
- 主程序：FY 2012 年 ~ FY 2016 年進行主程序之細部設計及建造，FY 2016 年 ~ FY 2016 年進行示範。
- 土建及建造：FY 2015 年完成建造。
- 機電設備：FY 2016 年完成機電設備。
- 示範：FY 2017 年完成基本的性能、運轉及可靠度驗證。FY 2018 年完成可接受煤質驗證及運轉改善測試。

Demonstration Schedule

Fiscal Year		FY2012	FY2013	FY2014	FY2015	FY2016	FY2017	FY2018	
Major Process		Detailed design and construction					Demonstration		
Implementation Details	Civil Engineering and Construction Work	Work design	Civil engineering and construction work			Standalone equipment trial run			
	Machine and Electrical Facility Work	Design and manufacture		Installation work		General commissioning			
	Demonstration			Basic performance, operability and reliability verification			Coal variety compatibility verification		
							Operational improvement test		

10. 氣化爐的結構與特性

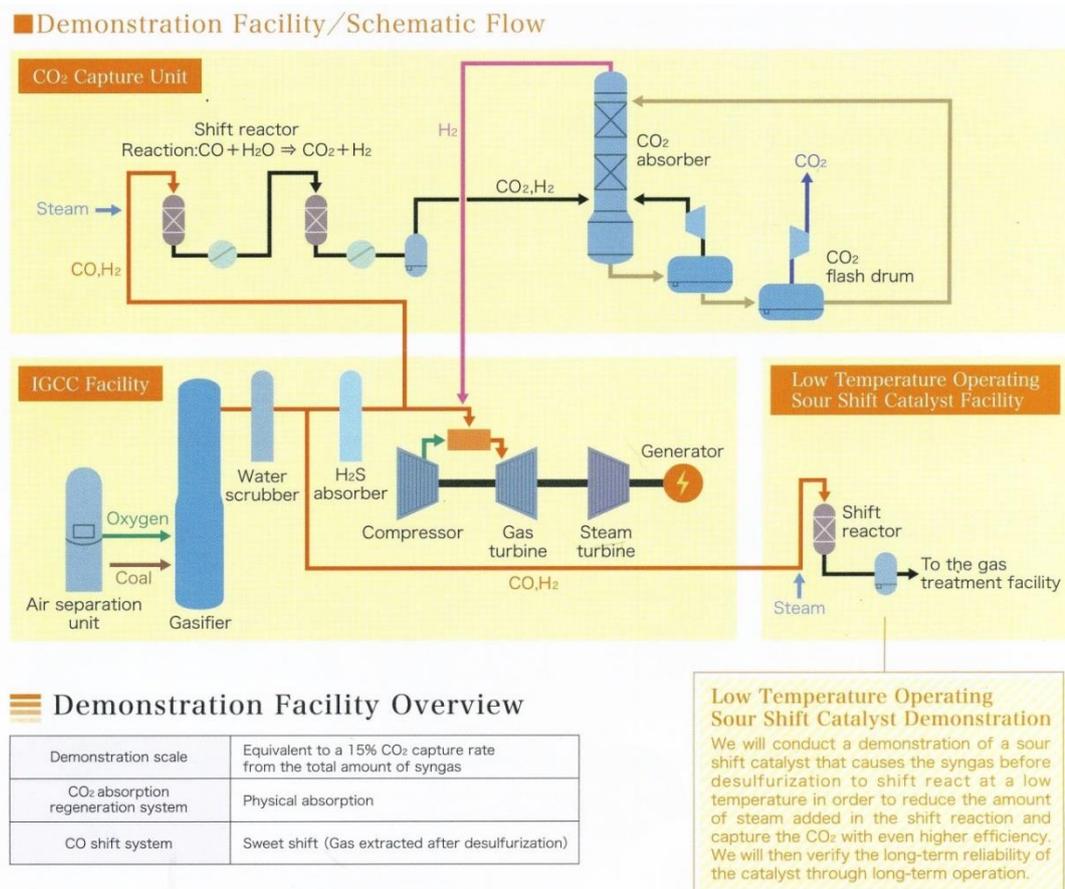
- 煤粒在氣化爐中旋轉流動，延長了滯留時間和助長氣化反應，這樣可以得到較高的氣化效率。
- 氣化段設置了上、下兩段的煤燃燒器，適當地控制上、下段的氧氣供給量，將提高氣化效率（發電效率）和穩定的熔渣排放。
- 在未來將會添加低等級的煤，以擴大可以使用的煤質範圍。



11. Osaki CoolGen Project 第二階段示範內容與目標：

吹氧式 IGCC 電廠附設 CO₂ 捕捉系統計畫示範目標: 一部分的合成燃氣經脫硫後送至所增設之二氧化碳捕捉系統，而水-氣轉移反應器將一氧化碳和水轉換為二氧化碳和氫氣，而後這些二氧化碳將被二氧化碳吸收塔所捕捉，合成燃氣經二氧化碳捕捉後，將形成富氫燃料送至氣輪機。

- 發電效率：商用 IGCC 電廠附設二氧化碳捕捉系統，當捕捉 90% 的二氧化碳及採用 1500 oC 等級的氣渦輪機，預期發電效率約可以達到 40% (net HHV)。
- 捕捉效率及純度：預期二氧化碳的捕捉效率將達 90% 以上，捕捉的二氧化碳純度將達 99% 以上。
- 電廠的運轉性及可靠度：建立 IGCC 電廠附設二氧化碳捕捉系統的運轉方式並驗證其可靠度。
- 經濟性：評估商用電廠回收每單位二氧化碳的成本，並以技術路徑圖的成本目標資料作為比較的基準。



肆、心得與建議

一、心得

- (一) 2016 年 12 月，CCDC 第一次會議在台電公司總管理處辦理，共針對 6 項主題進行研討，本公司從中獲得了不少極有價值的淨煤技術資訊；今年，CCDC 的第二次會議繼續在日本舉行，輪由 J-POWER 公司籌畫主辦，本次會議經過該公司費心籌劃，針對 3 項主題進行研討，J-POWER 公司也安排本公司人員參觀橫濱市的 ISOGO 電廠，及廣島的 OSAKI CooGen IGCC 電廠；且討論會議承蒙 J-POWER 公司副社長 Mr. Murayama 能親自參加及主持，與電廠參訪時該公司之熱忱接待與講解，可見該公司對本會議之重視與雙方加強技術交流與合作之誠意與期待。
- (二) 本次參訪的東京橫濱燃燒磯子電廠，至今已完工運轉多年，以庶民語言形容，等同於手工打造的限量超級跑車，與一般量產的汽車不同。此座電廠最大特色，就是為防治污染改善環境而不惜投入環保設備成本與特殊設計，經運轉證實，該電廠可達近於天然氣電廠的潔淨水準，而其中的許多設計與巧思，至今還是領先了不少先進國家的燃煤電廠，都還值得本公司參考學習。
- (三) 本次參訪的 Osaki Coolgen IGCC 電廠位於廣島大崎上島，其 IGCC 設備是由空氣分離、氣化、淨化系統及複循環機組所組成之發電廠，其最大特色在於 IGCC 並非直接燃燒煤炭，而是先將煤炭氣化為 Syngas，再導入燃燒室內燃燒，進而推動汽渦輪，未來可望與傳統的超超臨界燃煤火力機組進行競爭，但因多了煤炭氣化程序，建廠成本較高，操作系統也較複雜，然而，目前該廠因尚在第一階段之性能測試初期，多數的運轉數據未達到穩定狀態；今後，此座 IGCC 電廠之後續發展及相關技術資訊，值得作為後續雙方交流的主要議題。
- (四) ISOGO 電廠更新時以低污染排放之承諾說服橫濱市府同

意採用燃煤發電，並輔以景觀設計與能源需求之訴求，成功塑造電廠更新案令人欽佩。而獨採 ReAct 乾式脫硫裝置更需很大決策決心，ReAct 使用活性焦碳，也兼具去除煙氣中「汞」的效果，缺點為 ReAct 產出的灰較黑，相對使其再利用的場合受到部分限制。

- (五) 1,000MW 的燃煤機組已漸成為標準的型式，有鑑於此，J-power 表示已開始研究將 ReAct 由 600MW 擴大應用到 1,000MW 機組可能遭遇的問題。

二、建議

- (一)CCDC 會議自簽署 MOU 至今，雙方定期互派代表團交流，至今，雙方已組團及高層經理階層領隊下各互訪對方一次，建立了聯繫管道及雙方合作與互信基礎。今後，可據此基礎，持續擴大進行雙方淨煤技術層面的交流合作，相信長期而言，對雙方均有助益。

- (二) 本次會議中，J-POWER 提議未來 CCDC 會議方式可調整為：「一次由高層經理人進行「高層議題委員會」(Committee)交流，另一次由「工程師層級委員會」(Sub-committee)進行較具工程性技術議題交流，即以 2 種會議型態交替舉辦會議，即：下次會議由雙方工程師層級進行交流；再下次，再輪回到經理層級之交流，」。此項提議經評估，實有利於 CCDC 會議活動之持續運作與技術交流更加深入落實，建議同意採行，

- (三)依據本次會議討論與參訪過程中了解，後續與 J-POWER 公司進行交流時，下述幾個議題特別適合納入交流內容，尤其可於雙方「工程師層級委員會」(Sub-committee)作更深入的專題研討：

- (1)竹原燃煤電廠更新:目前J-POWER公司正在進行「竹原電廠燃煤電廠更新」(新建 2 台單機容量各 600MW)，此電廠將參考磯子電廠工程經驗進行改建，而因廠址條件不同(如廠址面積或周圍海域環境特性等)，故該電廠更新將有不少不同於 ISOGO 或特別考慮之設計，因此建議將

竹原電廠更新過程相關設計與施工經驗納入後續 Sub-committee 交流之議題。

(2) **Osaki CoolGen IGCC 電廠營運:**J-POWER 公司研發之 Osaki CoolGen IGCC 電廠目前尚在第一階段試驗性運轉之初期，然而，IGCC 確有發展潛力，尤其在《使用更寬廣煤質》與《燃煤電廠之 CO₂ 有效率捕捉》等方面有其獨特優勢，因此，建議將 Osaki CoolGen IGCC 電廠運轉經驗與技術資訊納入後續 Sub-committee 交流之議題。

(3) **混燒生質燃料技術:**J-POWER 公司之燃煤電廠目前已搭配部份「生質材料」混燒發電，其後端產生之煤灰可符合日本環保法令對煤灰成份之嚴格要求，本公司目前因混泥土摻和飛灰方面之國家標準限制(CNS3036)，尚無法在燃煤電廠進行「生質材料混燒」，此方面，J-POWER 公司表示願意提供該公司運轉經驗與技術資料供本公司參採利用，可加速本公司混燒生質燃料之推動；建議將 J-POWER 公司燃煤電廠進行「生質材料混燒」運轉經驗與技術資料蒐集納入後續 Sub-committee 交流議題。

(4) **筒式煤倉營運經驗:** J-POWER 公司在筒式煤倉(Coal Silo)方面已有多年運轉經驗與完整的安全規範，相對之下，本公司林口與大林電廠使用筒式煤倉方面之運轉時間尚短，建議可將筒式煤倉之營運經驗也納入後續 Sub-committee 交流議題。