

行政院及所屬各機關出國報告

(出國類別：考察)

(裝訂線)

火力發電廠溫室氣體減量策略及超超臨界機 組之環保控制設備規劃

服務機關：台灣電力公司

出 國 人：

職 稱：14 等處長

姓 名：蔡顯修

出國地區：日本

出國日期：104 年 5 月 31 日至 6 月 5 日

報告日期：104 年 8 月 4 日

行政院及所屬各機關出國報告提要

出國報告名稱：火力發電廠溫室氣體減量策略及超超臨界機組之環保控制設備規劃

頁數 27 含附件：是否

出國計畫主辦機關/聯絡人/電話

台灣電力公司人資處/陳德隆/(02)2366-7685

出國人員姓名/服務機關/單位/職稱/電話

蔡顯修/台灣電力公司/環保處/環保處處長/(02)2366-7200

出國類別：1 考察2 進修3 研究4 實習5 其他

出國期間：104 年 5 月 31 日至 104 年 6 月 5 日

出國地區：日本

報告日期：104 年 8 月 4 日

分類號/目

關鍵詞：整合的燃煤氣化複循環系統(Integrated Gasification Combined Cycle, IGCC)、整合的煤炭氣化燃料電池複循環系統(Integrated Coal Gasification Fuel Cell Combined Cycle, IGFC)、磯子火力發電廠(Isogo Thermal Power Station)、生質煤(Biocoal)

內容摘要：(二百至三百字)

日本為 UNFCCC(聯合國氣候變化公約)附件一國家，面對 COP21 可能達成的國際減碳共識，日本以 2030 年溫室氣體排放量較 2013 年減量 26% 作為長期目標，日本及我國均為能源進口國，因此日本電力公司在溫室氣體減量方面之策略及因應措施值得本公司參考。本次考察重點包括日本政府與電力公司針對 CO₂ 減量所採行的政策、生質煤(Biocoal)混燒對 CO₂ 減量之可行性探討、整合的燃煤氣化複循環系統(IGCC)及整合的煤炭氣化燃料電池複循環系統(IGFC)等淨煤發電技術於 Osaki IGCC 示範廠之建造現況及日本磯子火力發電廠之超超臨界機組與污染控制技術-ReACT 之操作經驗觀摩。

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

目錄

	頁次
壹、出國目的	1
貳、出國行程	2
參、考察內容	3
一、J-Power 電源開發公司的溫室氣體減量策略	3
二、竹原火力電廠	5
三、大崎 COOLGEN(OCG)計畫	10
四、磯子(Isogo)火力發電廠	16
肆、心得與建議	26

壹、出國目的

- 一、日本為 UNFCCC(聯合國氣候變化公約)附件一國家，自 311 核島事件之後，其面臨反核及重新啟用化石燃料之民意潮流壓力，此與我國行政院於 99 年 5 月核定「國家節能減碳總計畫」，揭示國家減碳目標為 CO₂ 排放量須於 2020 年回到 2005 年，2025 年回至 2000 年的排放水準之減碳壓力情境類似；又近年來我國環保法規日趨嚴格，既有機組如何達成污染排放標準，且新設機組應採何種先進技術等之考量等，確需派員赴日本就近考察觀摩。
- 二、本次考察日本 J-Power 電力開發公司之重點包括：日本政府與電力公司對 CO₂ 減量採行的政策、既有老機組以 Build & Scrap 方法處理之 CO₂ 減量規劃、採生質煤-Biocoal 混燒對 CO₂ 減量之可行性探討、淨煤發電技術注入氧氣在 Osaki IGCC 示範廠之建造現況參觀及在超超臨界機組電廠採行之污染控制技術-ReACT 操作經驗觀摩等。
- 三、日本 J-Power 電源開發公司與本公司交誼至為友善，其前述火力發電廠溫室氣體減量策略及超超臨界機組之環保控制設備規劃之經驗，有必要藉此機會前往考察以了解最新之環保技術及管理方法發展現狀，俾利助於本公司未來相關超超臨界機組於污染防治措施改善及管理策略方面能夠更為精進。

貳、出國行程

時間	地點	工作概要
104.05.31	台北→東京	往程
104.06.01	東京	J-Power 電源開發公司討論溫室氣體減量策略
104.06.02	廣島	參訪竹原火力發電所溫室氣體減量規劃
104.06.03	廣島	參訪大崎 IGCC 示範電廠建設
104.06.04	橫濱	ISOGO 電廠超超臨界機組操作經驗及環保控制設備規劃
104.06.05	東京→台北	返程

參、考察內容

一、J-Power 電源開發公司的溫室氣體減量策略

面對 COP21 可能達成的國際減碳共識，日本以 2030 年溫室氣體排放量較 2013 年減量 26% 作為長期目標(表 1)。

表 1 日本 2030 年減碳目標

	Emission in FY2030	Emission (Actual)		Reduction in FY2030			
		FY2013	FY2005	FY2013 base		FY2005 base	
Energy related CO ₂	927	1,235	1,219	308	21.9%	292	20.9%
Other CO ₂	70.8	75.9	85.4	5.1		14.6	
Methane	31.6	36.0	39.0	4.4		7.4	
N ₂ O	21.1	22.5	25.5	1.4	1.5%	4.4	1.8%
4 gases(HFCs, PFCs, SF ₆ , NF ₃)	28.9	38.6	27.7	9.7		-1.2	
Sink	-37			37	2.6%	37	2.6%
Total	1042.4	1408.0	1,396.6	365.6	26.0%	354.2	25.4%

煤是日本不可或缺的能源，提升淨煤技術亦是一減碳手段，其架構如下：

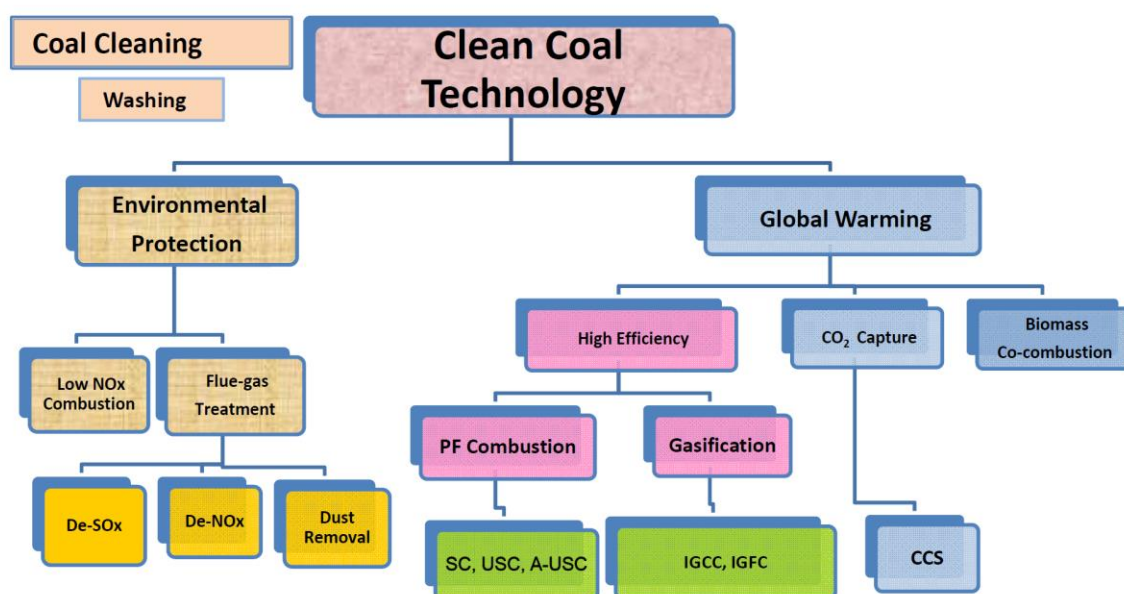


圖 1 淨煤技術架構圖

為達到上述長期目標，J-Power 擬定以下方案：

(一)增加能源效率

1. 超超臨界(USC)發電技術
2. 先進超超臨界(A-USC)發電技術
3. 整合的燃煤氣化複循環系統(IGCC, Integrated Gasification Combined Cycle)
4. 整合的煤炭氣化燃料電池複循環系統(IGFC, Integrated Coal Gasification Fuel Cell Combined Cycle)

(二)部分使用生質能燃料

(三)碳捕捉及儲存

二、竹原火力電廠

(一)竹原火力電廠新 1 號機設備更新計畫

1. 背景介紹

竹原火力電廠位於廣島縣竹原市，1 號機於 1967 年開始商轉，以煤為主燃料，裝置容量 250MW；2 號機於 1974 年開始商轉，以重油為主燃料，裝置容量 350MW；3 號機於 1983 年開始商轉，以煤為主燃料，裝置容量 700MW，目前將 1 號機與 2 號機更新為新 1 號機組，裝置容量 600MW。

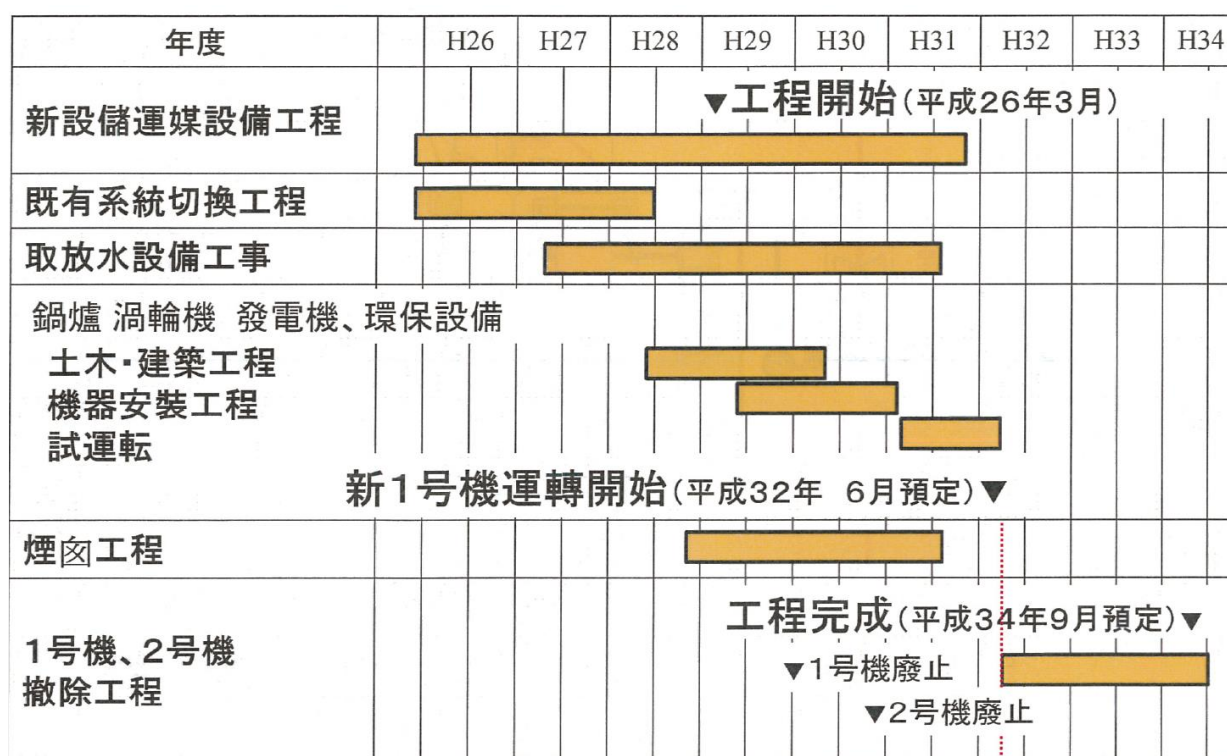


圖 2 竹原火力電廠新 1 號機工程預定時程(平成 34 年(預定工程完成)為西元 2022 年)



圖 3 竹原火力電廠新 1 號機預定完成圖

2. 竹原火力電廠新 1 號機設備、規格及廢棄物排放處理結構

表 2 竹原火力電廠新 1 號機設備和規格

設備	規格
定格負荷	600MW(發電端)
主要燃料	煙煤/亞煙煤
輔助燃料	C 柴油，起火用、點火用：輕油
蒸氣溫度	600°C/630°C
主蒸氣壓力	25.0MPa
SO _x	18 ppm
NO _x	20 ppm
煤塵	7 mg/m ³ N
脫硝裝置	Ammonia 選擇接觸還原法
脫硫裝置	乾式脫硫裝置(硫酸回收)
集塵裝置	低溫 EP
煙囪	200m(1、2 號煙囪改造後再利用)

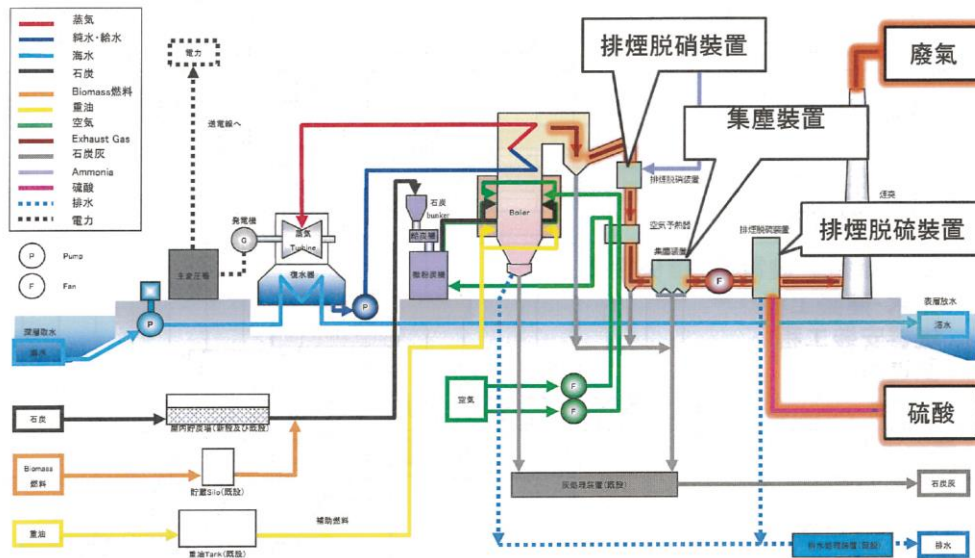


圖 4 竹原火力電廠廢棄物排放處理結構

表 3 竹原火力電廠新舊設備空氣污染物排放濃度比較

排出濃度	單位	現狀			未來	
		1 號機	2 號機	3 號機	新 1 號機	3 號機
硫氧化物	ppm	184	98	100	18	維持現狀
氮氧化物	ppm	75	60	60	20	
煤塵	mg/m ³ N	35	10	25	7	

(二)竹原火力電廠生質煤混燒技術

1. 生質煤性質

生質煤又稱下水道污泥碳化燃料，其外觀(圖 5)及特性如下：



圖 5 生質煤外觀

表 4 生質煤特性

發熱量(高位)	15,800 kJ/kg (3,770 kcal/kg)
含水率	1.0%
灰分	45.7%

2. 碳化

碳化(Carbonization)是將有機的碳氫化合物置於高溫環境下使其化學鍵結斷裂或破壞的技術，屬於熱裂解反應。生質煤會因碳化溫度不同而產生不同性質之產物，從圖 6 可知低溫碳化(250~350°C)可得到高發熱量、低臭味及低自然發火性之生質煤。

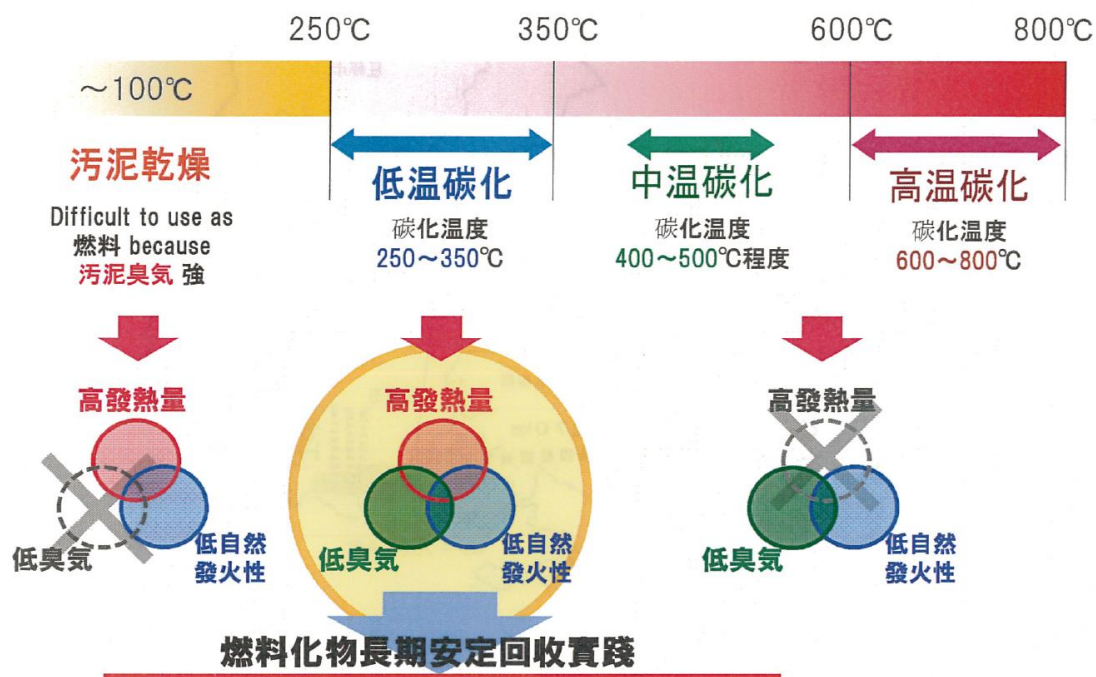


圖 6 不同碳化溫度會產生不同特性之生質煤

3. 下水道污泥燃料化系統

下水道處理場產生之脫水污泥經由廣島市西部水資源再生中心下水道污泥燃料化系統，可產生高發熱量、低臭味及低自然發火性之生質煤，藉由造粒機及控制碳化溫度可有效抑制自然發火性及減少臭氣，其流程如圖 7 所示。碳化過程所得到的最終產物再從廣島市西部水資源再生中心運往竹原火力發電廠。

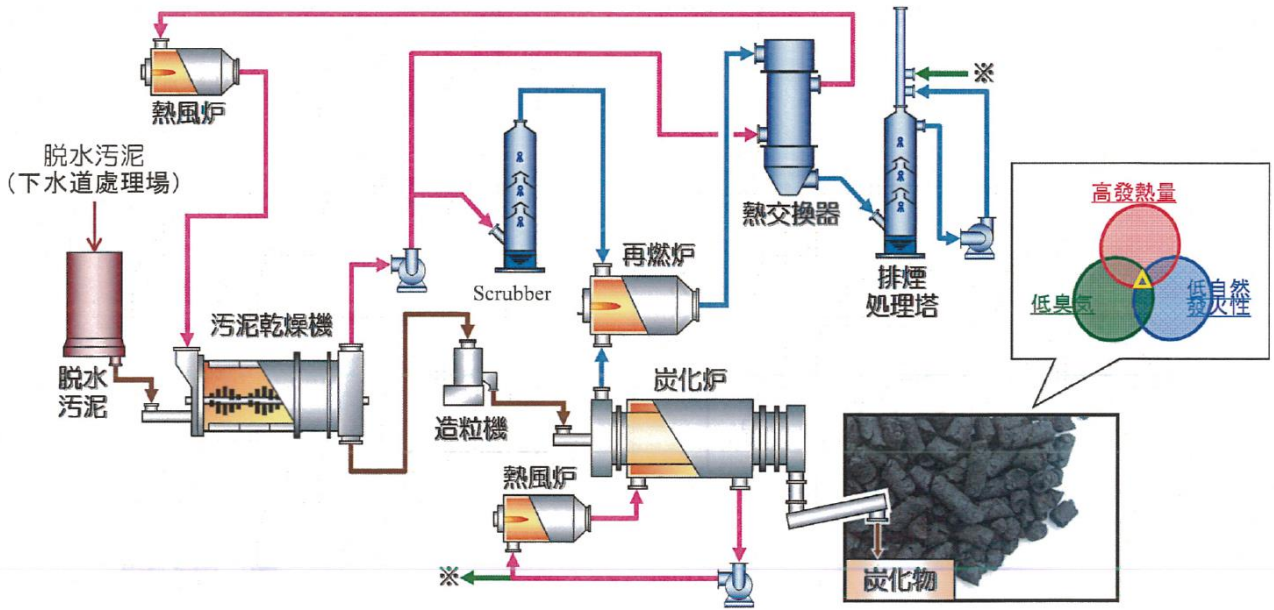


圖 7 廣島市西部水資源再生中心下水道污泥燃料化系統

4. 生質能混燒之環境效益

生質能混燒的熱效率高於單一燃燒，將生質燃料與煤炭混合利用，可減少煤炭火力發電廠的 CO₂ 排放量。其所帶來的環境效益如圖 8 所示。

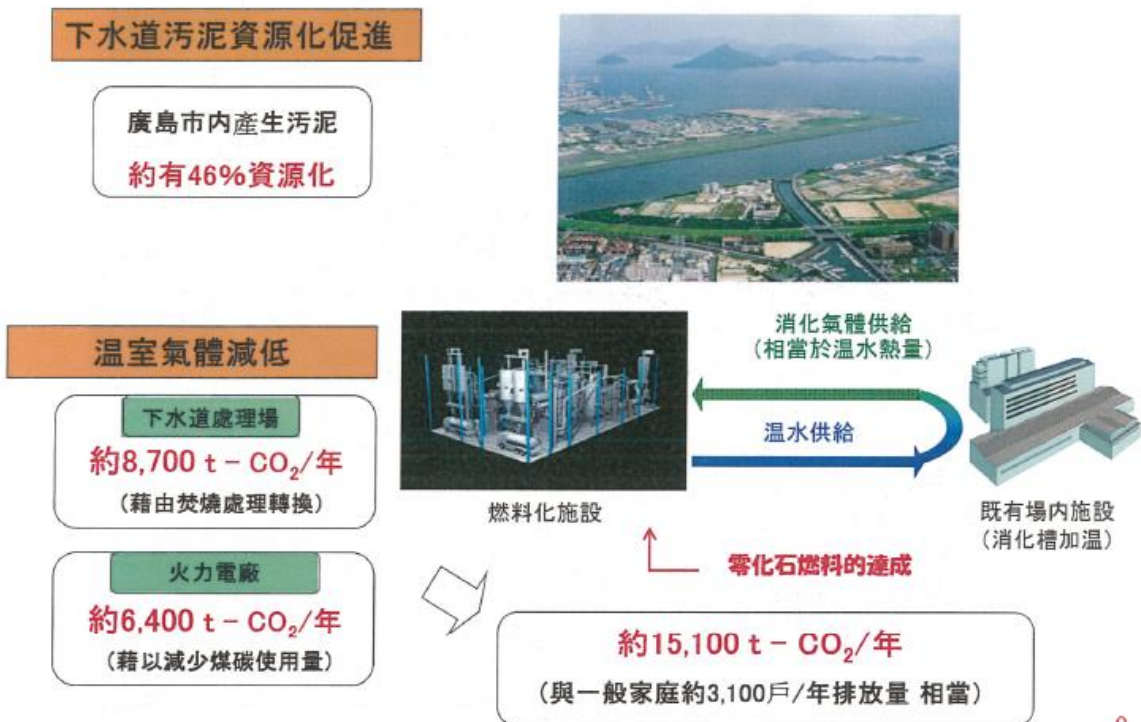


圖 8 生質能混燒所帶來的環境效益

三、大崎 COOLGEN(OCG)計畫

煤炭具有供應穩定及符合經濟效益等優點，為因應全球電力需求，燃煤火力發電不可或缺，然而燃煤所產生的 CO₂ 排放量佔全球 CO₂ 排放量約 30%，為達到永續發展，減少來自燃煤火力發電所造成之 CO₂ 排放為重要的課題。

日本的能源自給率(核能除外)僅有 5%，大多數能源採國外進口，因此須仰賴燃煤火力發電，為開發高效率、低碳之燃煤火力發電技術，中國電力公司 (The Chugoku Electric Power Co., Inc) 和 J-Power 共同贊助成立 Osaki Coolgen Corporation，並推動大崎 COOLGEN(OCG)計畫。

此計畫分為三階段：

階段一：IGCC (Integrated Gasification Combined Cycle, 整合的煤炭氣化複循環系統)

階段二：IGCC + CO₂ 回收

階段三：IGFC (Integrated Coal Gasification Fuel Cell Combined Cycle, 整合的煤炭氣化燃料電池複循環系統) + CO₂ 回收

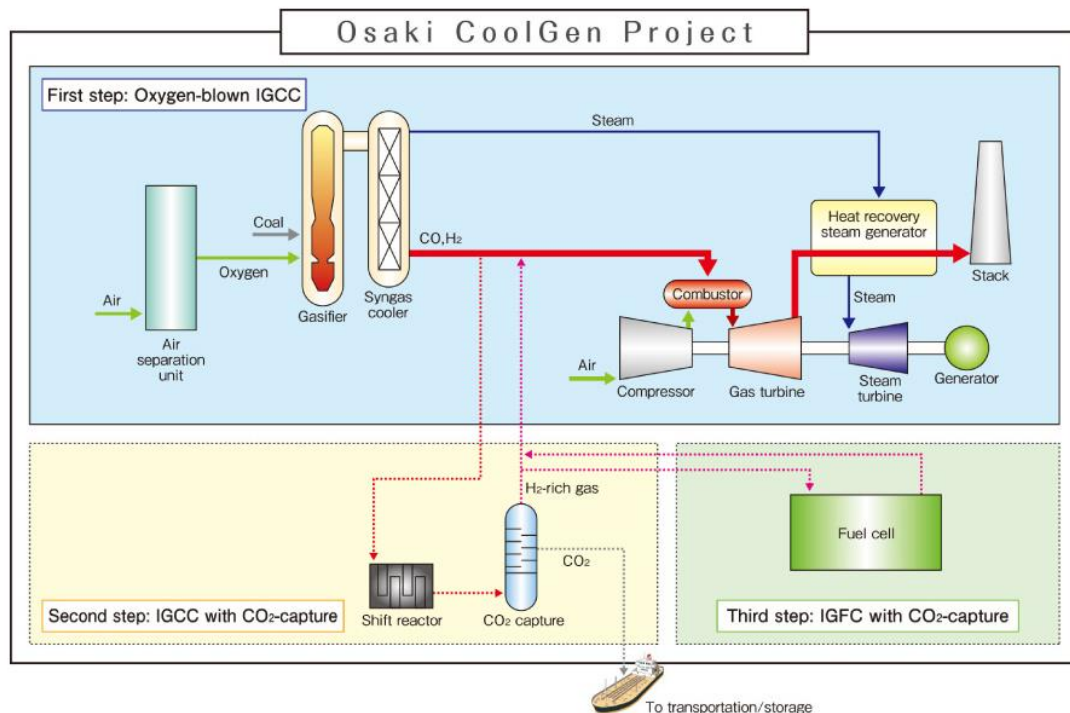


圖 9 大崎 COOLGEN(OCG, Osaki Coolgen Project)計畫流程圖

(一)Osaki IGCC 示範廠

1. IGCC 發電技術

IGCC 是由空氣分離、氣化、淨化系統及複循環機組所組成之發電技術。其最大特點在於 IGCC 並非直接燃燒煤炭，而是先將煤炭氣化為合成氣(syngas)，再導入燃燒室(combustor)內燃燒，進而推動蒸汽渦輪，比以往的燃煤火力發電更有效率，但因較傳統燃煤技術多一道氣化程序，建廠成本也較高。

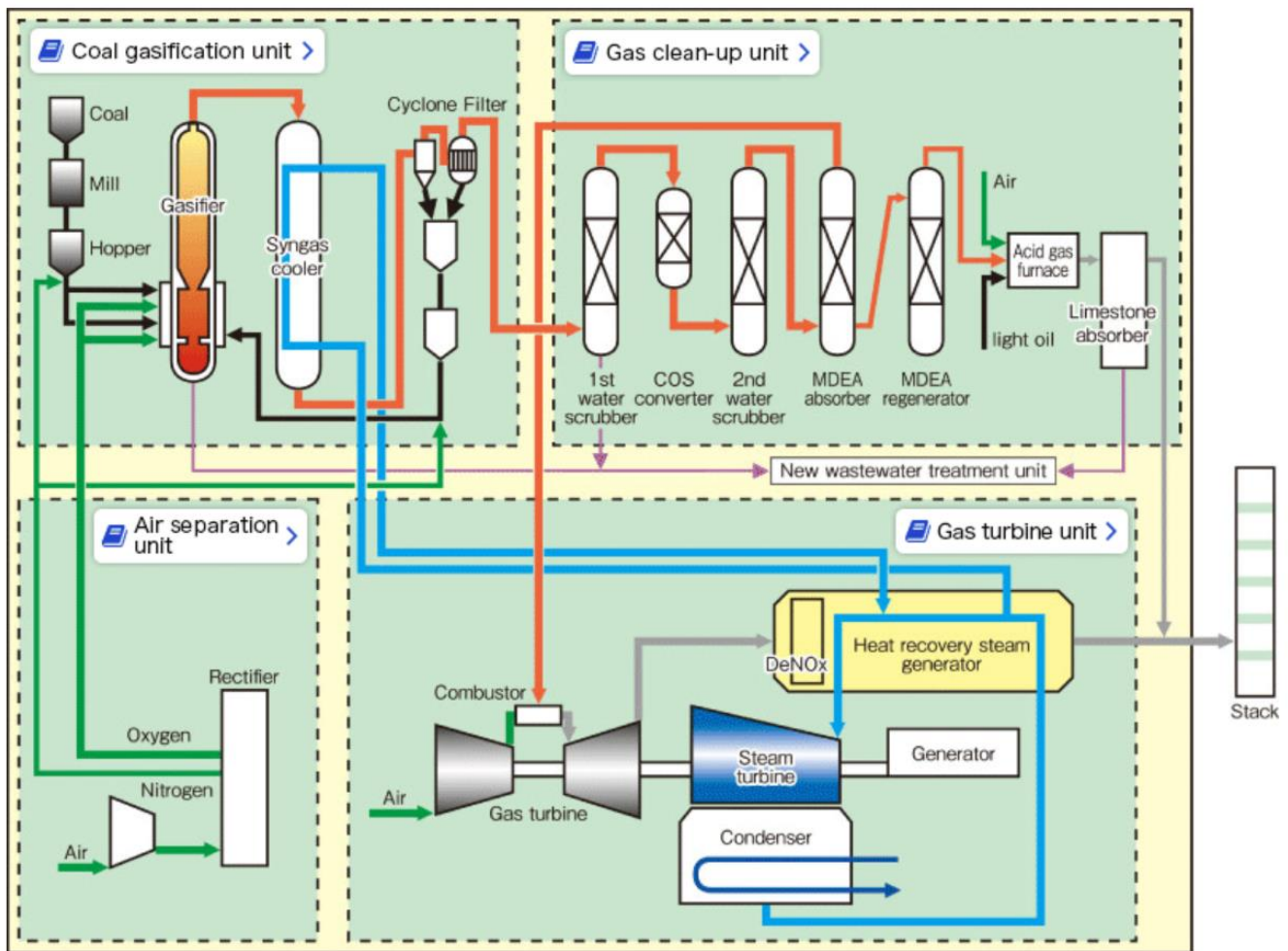


圖 10 IGCC 流程圖

2. Osaki IGCC 設計相關資料

(1)發電容量：170 MW (HHV)

(2)發電效率：40.5% (HHV)

(3)占地規模：100000 m²

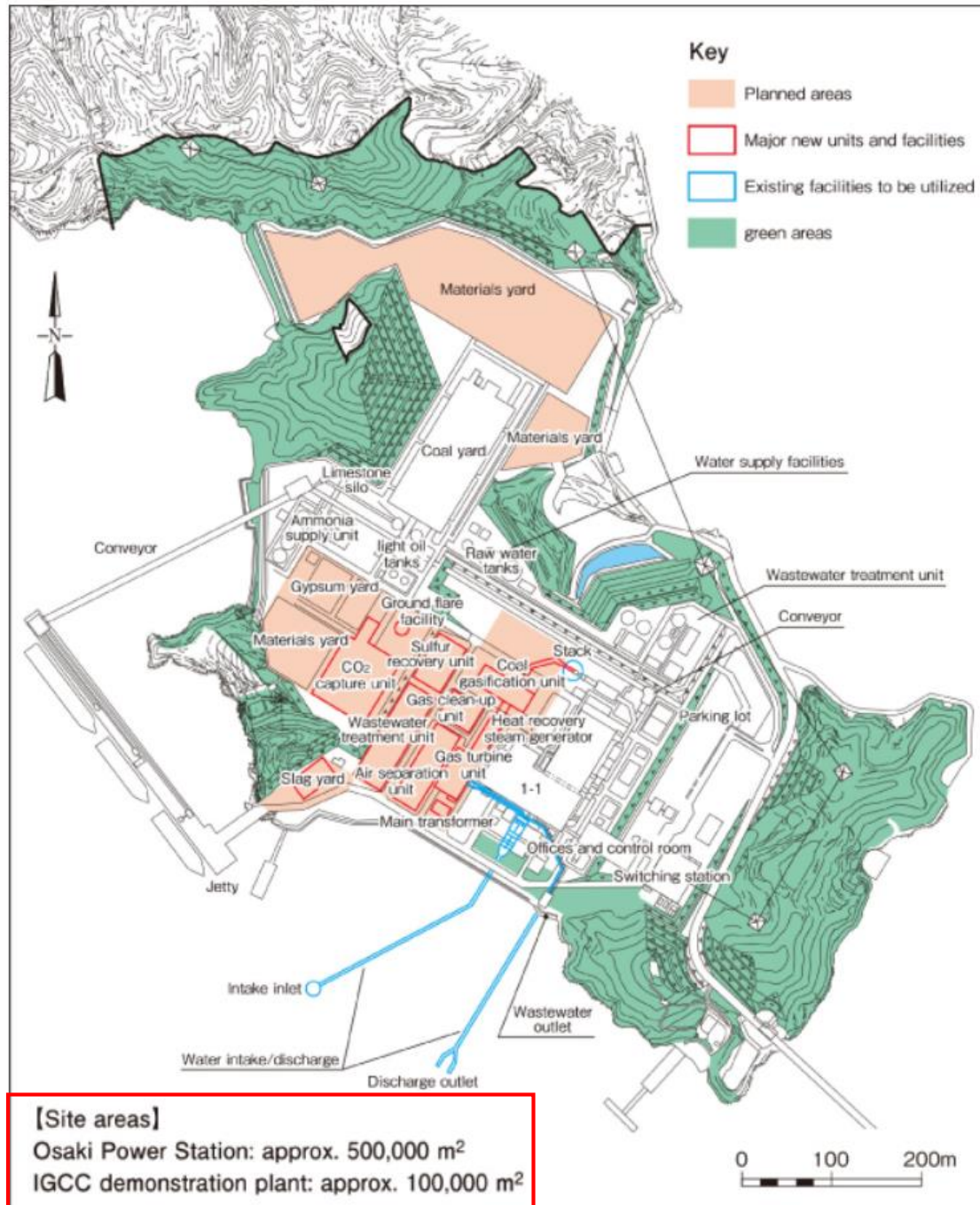


圖 11 Osaki IGCC 示範廠之占地規模

(4)多炭種適用性：無論是煤粉火力電廠難以運用之低灰熔點煤或是煤粉火力所適用之高灰熔點煤皆可。

(5)淨煤發電技術製程之空污排放出口濃度

- a. SO_x：8 ppm
- b. NO_x：5 ppm
- c. PM：3 ppm

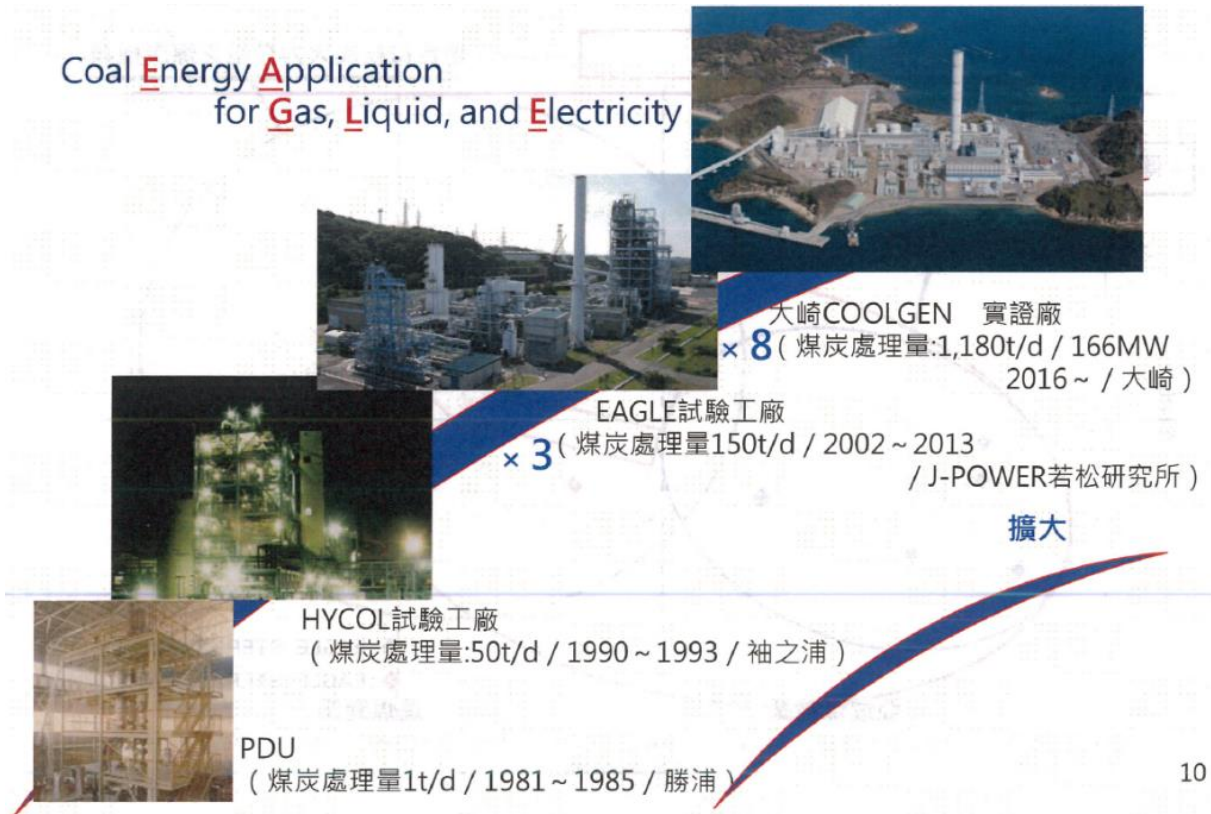
3. IGFC 發電技術

IGFC 係指將 IGCC 與燃料電池結合而成之複合發電方式，發電效率預估可提升至 60% 以上，且 CO₂ 排放量減少 25% 以上(J-Power, 2009)。

(二)EAGLE 專案

EAGLE (Coal Energy Application for Gas, Liquid and Electricity) 專案是在九州 Wakamatsu (若松)進行的測試工程，為 J-Power 發展碳捕捉技術的重要里程碑，其重點為在燃燒前捕捉 CO₂。EAGLE 專案剛於 2013 年結案，此燃燒前捕捉的技術未來將會於 Osaki Coolgen Project 第二階段中進行驗證的工作，圖 12 為氣化技術的發展歷史。

Coal Energy Application
for Gas, Liquid, and Electricity



10

圖 12 氣化技術的發展歷史

EAGLE 專案之燃燒前
碳捕捉技術是將煤以螺旋
方式通入氣化爐 (gasifier)
中，可延長煤在氣化爐的反
應時間，進而提升氣化效
率，並利用氣化程序回收
CO₂。

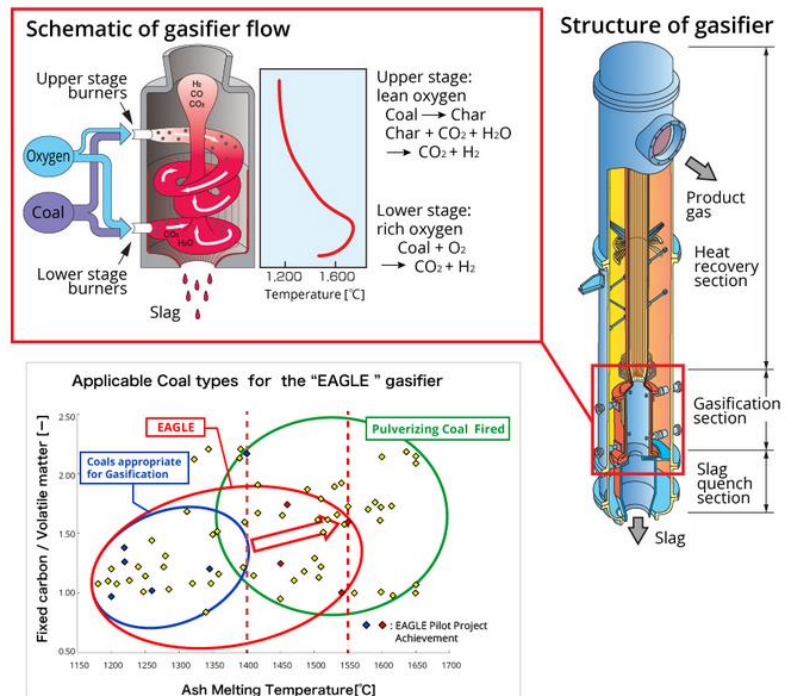


圖 13 EAGLE 專案示意圖

另外有關於該技術研究結果、碳捕捉設備耗能佔廠用電比例可參考以下數據：

< Study Condition >

Generating output : 370MW

Gas Turbine Class : 1,500°C

Steam temperature at steam turbine inlet : 558/558°C

Ratio of CO₂ Capture : 90%

表 5 EAGLE 專案研究結果

Case	Net efficiency (HHV) [%]	Efficiency decrease [%]
IGCC (No CO ₂ Capture)	45.6	Base
IGCC+CC (Chemical Absorption)	38.2	-7.4
IGCC+CC (Physical Absorption)	39.2	-6.4

四、磯子(Isogo)火力發電廠

(一)背景介紹

磯子電廠坐落在橫濱市，濱臨東京灣，為一燃煤火力發電廠，原設立於 1967 年，設有兩部各 26.5 萬瓩之發電機組，因容量不敷使用，自 1996 年起逐步拆除舊機組，並在原址新建兩座燃煤火力機組，新廠經整體規劃，除將發電容量擴增一倍外，還具有高效能之污染防治設備。新廠和舊廠比較如表 6：

表 6 磯子火力發電廠新廠和舊廠比較表

項目	舊 1、2 機組	新 1、2 號機組
發電量	1 號機：265,000kW 2 號機：265,000kW 共 530,000 kW	1 號機：600,000kW 2 號機：600,000kW 共 1200,000 kW
燃料	國產煤	國產煤及進口煤
煤的儲存	室外煤場 (Outdoor coal yard)	室內煤倉 (Indoor coal silo)
除塵設備	靜電集塵器 去除效率：99.75%	靜電集塵器 1 號機去除效率：99.94% 2 號機去除效率：99.97%
除硫設備	溼式煙氣除硫設備 (Lime Gypsum Process) 去除效率：89%	乾式煙氣除硫設備 (Active Carbon Absorption Process) 1 號機去除效率：95.0% 2 號機去除效率：97.8%
煙囪高度	1 號機：120 公尺 2 號機：140 公尺	200 公尺(2 煙囪集中)
全廠綠化比例	15%	20%

(二) 磯子火力發電廠特色

本次參訪磯子火力發電廠重點為其擴建方式、燃煤儲存方式、環保設備及造型煙囪，其特色說明如下：

1. 擴建方式

磯子發電廠自 1967 年開始運轉，為因應周邊電力需求，1993 年 J-Power 決定改建發電廠，其計畫在徵得橫濱市的同意後於 1996 年開始工程。

發電廠的建設方式有兩種：新建或是拆舊廠建新廠。J-Power 在不影響舊廠發電的前提下，採用邊拆邊建的施工方式，其作法為先在舊廠 1 號、2 號機組旁邊建設新 1 號機組(60 萬瓩)，待其發電後拆除舊廠設備，並在舊機組之場地建新 2 號機(60 萬瓩)，2 新機組分別在 2002 年及 2009 年開始商轉。此新技術在沒有增加用地的情況下，讓發電能力提高了一倍，從原本的 53 萬瓩增加到 120 萬瓩。



圖 14 磯子火力發電廠改建前後之外觀

2. 燃煤儲存方式

磯子電廠廠址面積僅 12 公頃(30 畝)，改建前廠內之儲煤方式為室外煤場(outdoor coal yard)，其所需儲煤場地較大，因此決定改建後採用室內煤倉(indoor coal silo)之方式規劃，節省之空間可在不影響舊機組供電的情況下建設新 1 號機組，即邊運轉邊擴建之方式。

磯子電廠之燃煤儲存方式採用廠內 silo (筒狀儲煤倉)及廠外運煤船之設計，此方法可減少燃煤在堆放、儲存及運送過程中產生的逸散粉塵及降低噪音。

(1)廠內 silo 設計

其作法為在磯子發電廠內採 4 座內徑 30 公尺、容量 2.5 萬公噸 silo，以四葉苜蓿形狀 (cloverleaf-shaped) 設計，廠內儲煤容量共 10 萬公噸。

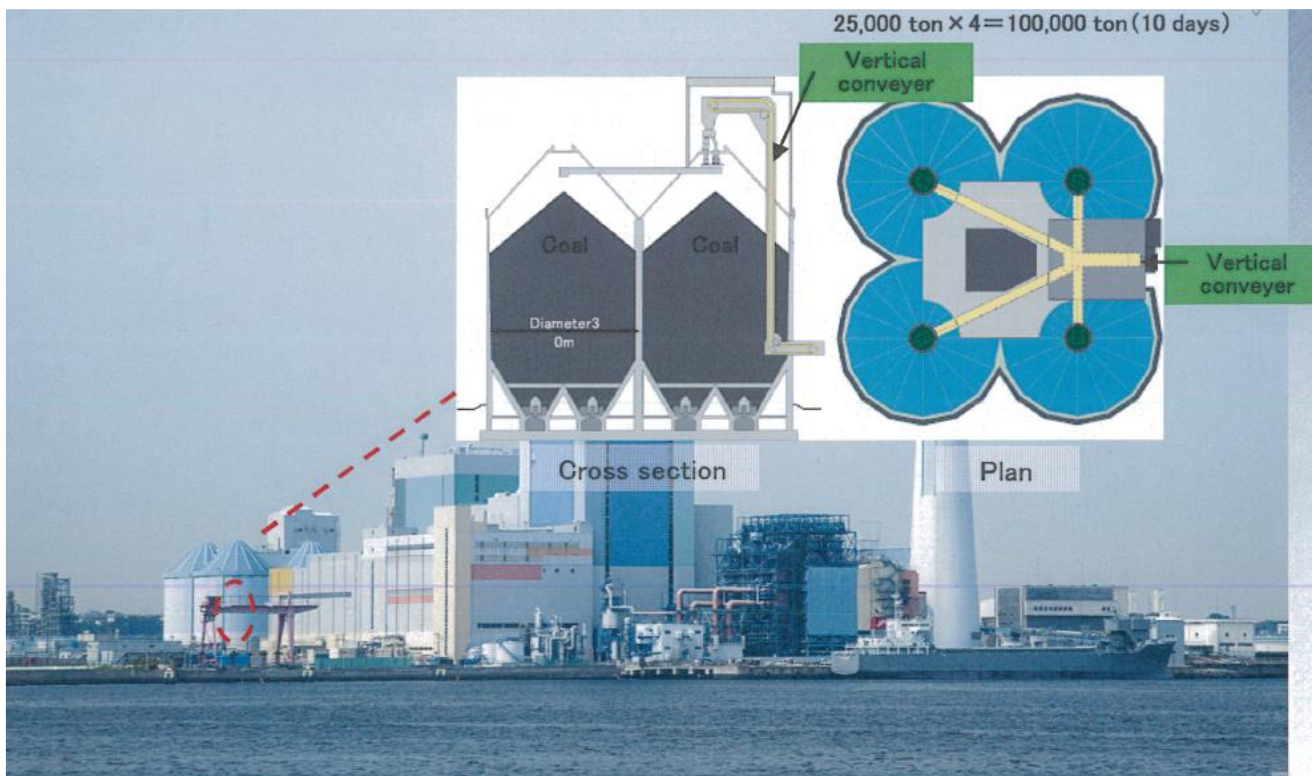


圖 15 磯子發電廠廠內 4 座室內煤倉(silo)

(2) 廠外運煤船設計

磯子電廠之所以採用 silo 儲煤方式，主要是因為其本身場地有限，無法提高廠內之儲煤容量，因此磯子電廠另就近利用東京灣附近的燃煤儲運中心儲煤，再以專用的運煤船運輸。

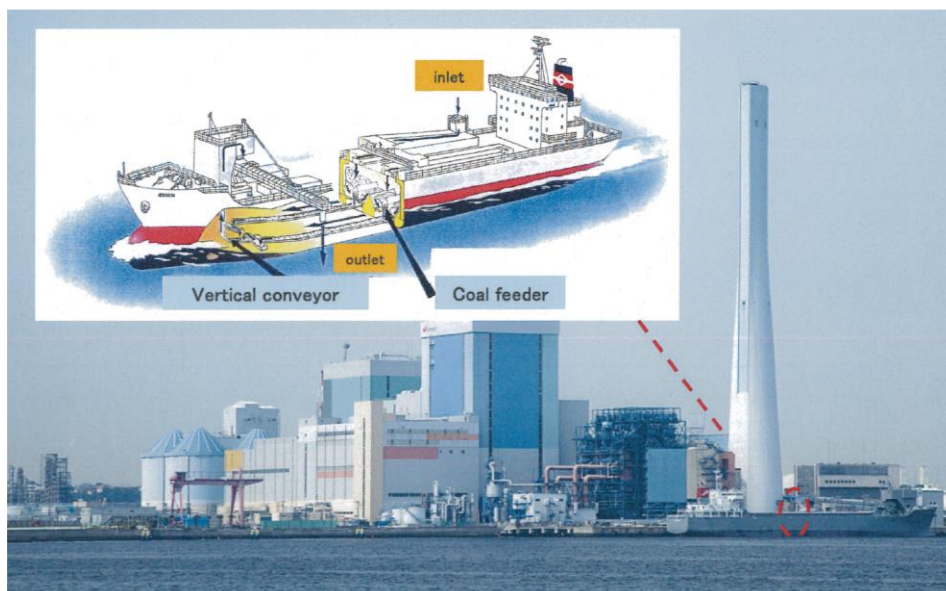


圖 16 磯子電廠廠外運煤船

3. 造型煙囪

近年來日本各大電廠之煙囪多為高雅美觀之藝術造型，不同於台灣常見之圓筒形混凝土煙囪。磯子電廠之新建煙囪亦有可觀之處，其水平斷面以矩形為主而部分邊緣略呈弧形，垂直面為一橢圓底部向上漸縮之造型，煙囪主體為乳白色，兩側輔以淺藍色之垂直色帶，與廠區和天空呈現出和諧的整體景觀。

另外將煙囪高度由 120 公尺增至 200 公尺，可提高擴散稀釋能力以降低著地濃度，減少對環境之影響。



圖 17 磯子電廠煙囪外觀

4. 環保設備

(1) 多重污染物處理技術—ReACT

磯子電廠坐落於橫濱市郊，屬東京都會區的一部分，其各項空氣污染排放物將直接影響大東京地區，J-Power 為使該廠維持燃煤發電，與橫濱市政府簽署《橫濱市 21 世紀計畫》(Yokohama 21st Century Plan)，為符合上述排放標準，J-Power 所屬磯子電廠兩座新建機組皆採用 ReACT(Regenerative Activated Coke Technology)技術。

a. ReACT 製程

ReACT 處理流程如圖 18 所示，分為吸附、再生及副產品回收三大部分。

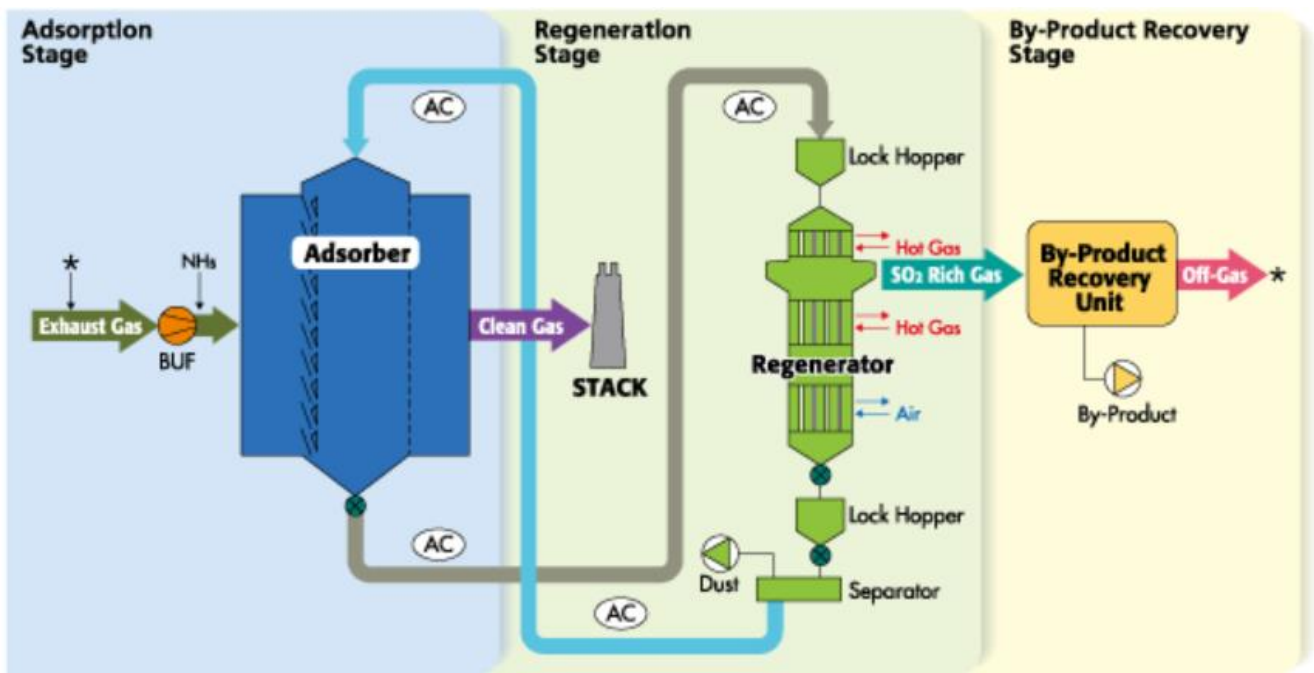
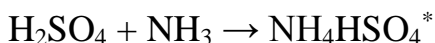
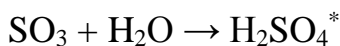


圖 18 ReACT 處理流程

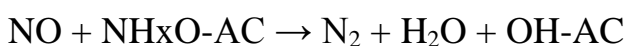
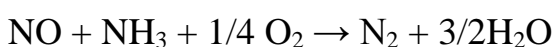
(a) 吸附

活性炭填充於吸附塔內，廢氣以橫向進入吸附塔，與活性炭接觸產生吸附及催化反應去除 SO_x 、 NO_x 及汞等污染物，各污染物處理機制如下：

脫硫(Desulfurization)：SO_x 轉換為硫酸(H₂SO₄)或銨鹽形式吸附於活性焦炭表面。



脫硝(Denitrification)：NO_x 藉由活性碳與氨的催化反應被還原成 N₂。



(NH_xO-AC 為在活性碳上 NO_x 的還原化合物)

汞去除(Mercury removal)：氣態汞被吸附於活性碳表面，元素汞轉換為離子和氧化態後被去除。



*：Adsorption

(b)再生(脫附)

將已吸附飽和之活性碳除去污染物以恢復其吸附能力，並重新送回吸附塔再利用，再生程序之操作條件為 400~500°C。

(c)副產品回收：

某些污染物在吸附及再生流程中已成為無害物質，如水及氮氣等，也有部分副產品可回收再利用，如硫酸。但汞仍殘留在廢棄的活性碳內，須妥善處理。

b. 活性碳

ReACT 係為利用活性碳強大的吸附能力來去除煙氣中的污染物，具脫硝、脫硫、除塵、去除汞及戴奧辛之功效，但針對不同目標污染物及去除效率會有不同的設計。以磯子電廠為例：Re-Act 主要去除污染物是 SO_x，另裝設 SCR 和 EP。

活性碳之去除效率與其比表面積及反應溫度有關，其來源有煤、木材及椰子殼等物質，ReACT 採用之活性碳為活性焦炭(activated coke)，由 J-Power 子公司專門製造及提供，亦有部分專利。雖其比表面積(吸附能力)較傳統活性碳小，但具有製程容易且成本低的優勢，兩者比較結果如表 7。

表 7 活性焦炭與活性碳比較表

	活性焦炭(Activated coke)	活性碳
形狀/粒徑	圓塊狀/5-10mm 杏仁片狀/13×11×8mm	圓塊狀/5-10mm 粉末
比表面積	150-300m ² /g	1000 m ² /g
磨耗率(Roga-Index) (Abrasion resistance)	95%	70-85%
用途	De-Sox, De-Nox, De-Hg	De-Hg

ReACT 技術使用後廢棄之活性碳可作為戴奧辛的吸附劑，當其無法再利用時視為事業廢棄物(industrial waste)處理。

c. ReACT 應用

除了磯子電廠，日本境內竹原電廠二號機組及規劃中之新一號機亦應用 ReACT 技術，此外很多鋼鐵廠也採用 ReACT 作為廢氣處理系統。海外市場方面，2013 年 ReACT 技術應用於燃煤火力電廠已獲得肯定，在環保設備製造技術上日本持續和美國進行交流。

d. ReACT 去除效率

(a) SO₂：99% 以上

(b) NO_x：20-80%

(c) 汞：90% 以上(包含元素態汞金屬)

關於燃煤種類及成分 是依據使用者對去除效率的需求而定，舉例來說，ReACT 可藉由增加活性碳過濾芯(activated carbon cartridge) 的量來提高煤中硫份去除率，但須同時評估技術面及經濟面。

(2) 其他空污防制設備

a. 流程圖

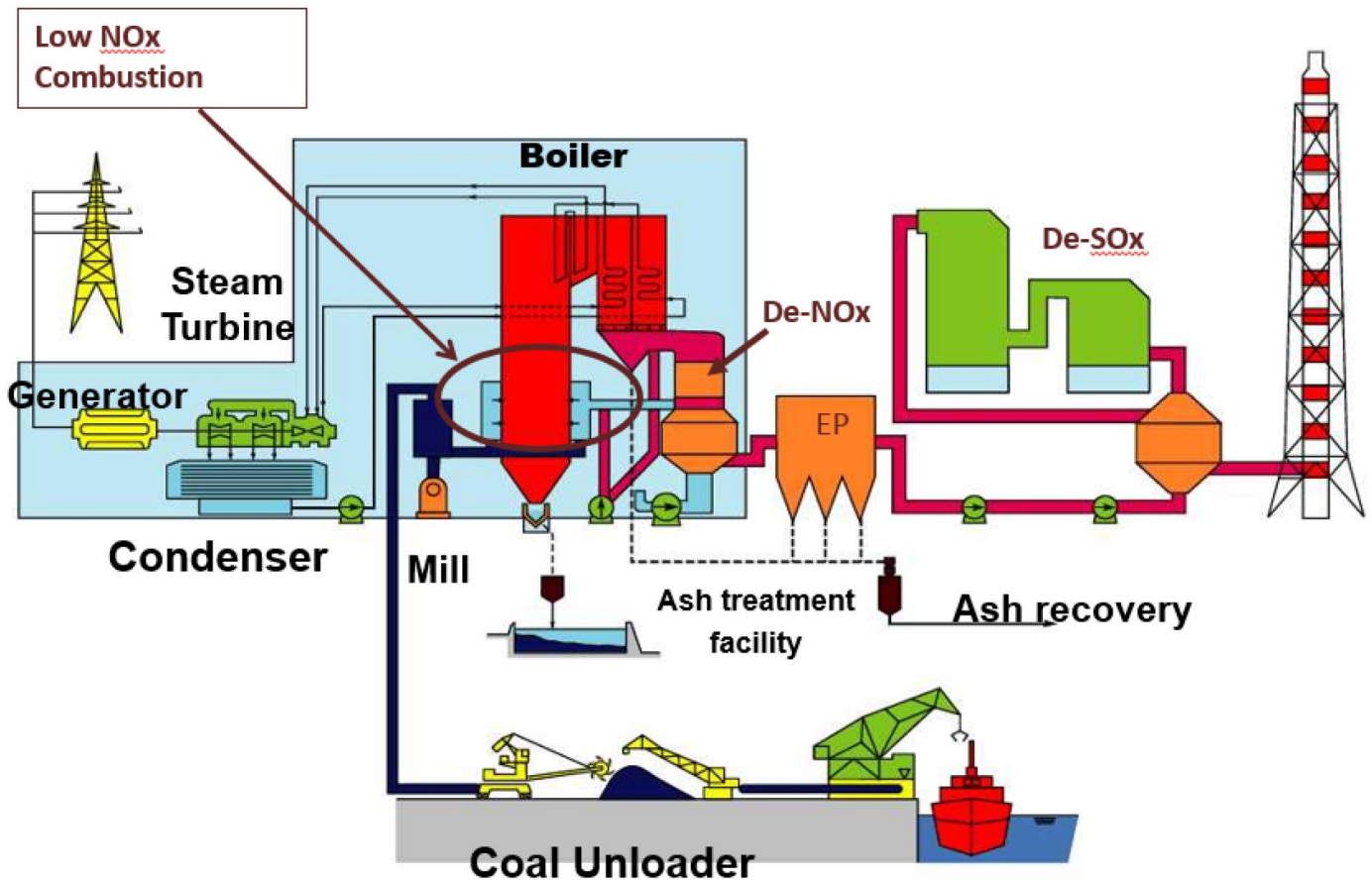


圖 19 礮子電廠空污防制設備流程示意圖

b. 占地規模

表 8 礮子電廠空污防制設備占地規模

	SIZE (m)	New NO.1 unit	New NO.2 unit
De-SO _x	W	38	38
	D	18	20
	H	23 (59)	22 (58)
De-NO _x	W	22	22
	D	10	10
	H	18	15
EP	W	48	48
	D	22	19
	H	17 (25)	19 (28)
STACK	W	27	
	D	26	
	H	200	

c. 防制設備的進出口濃度設計值及煙囪排放濃度

表 9 礮子電廠空污防制設備進出口濃度設計值

			New NO.1 unit	New NO.2 unit
De-SO _x	IN	ppm	477	461
	OUT		20	10
De-NO _x	IN	ppm	160	160
	OUT		20	13
EP	IN	g/m ³ N	18	16
	OUT		0.1 (0.01)	0.09 (0.005)

表 10 礮子電廠煙囪排放濃度

Item		New No.1 unit	New No.2 unit
Gas discharge volume (wet gas)		2,000,000 m ³ N/h	1,992,000 m ³ N/h
Smoke and soot emission concentration	SO _x	20 ppm	10 ppm
	NO _x	20 ppm	13 ppm
	PM	10 mg/m ³ N	5 mg/m ³ N

註：目前日本對於 PM2.5 及汞金屬沒有管制標準，因此並沒有任何針對去除 PM2.5 或汞金屬的設備。但其空污防制設備 DeSOx、DeNOx、EP 亦可有效捕捉 PM2.5 及汞金屬。Ministry of Environment 目前正在著手進行 PM2.5 的相關規範，而根據 CRIEPI(Central Research Institute of Electric Power Industry)的研究顯示，典型的空氣污染防制設備可去除廢氣中 70%的汞金屬。

5. 發電設備—超超臨界(Ultra Supercritical Power Generation Technology, USC)發電技術

依火力發電機組主蒸汽條件是否超過水的臨界狀態(壓力 22.129MPa/溫度 374.13°C)可區分為次臨界壓力及超臨界壓力機組，若發電效率與蒸汽條件高於超臨界機組則稱為超超臨界機組。

以磯子電廠新 1、2 號機為例(圖 20)，其採用之超超臨界鍋爐之主蒸汽壓力及溫度為 25MPa 及 600°C，再熱蒸汽溫度分別為 610°C 及 620°C，發電效率由原本 40% (LHV, Gross)提升至 45% (LHV, Gross)，二氧化碳強度從 100%降至 83%，這是由於效率提升能節省燃料之消耗，進而減少發電時所造成之二氧化碳排放。

整體而言，超超臨界(USC)較超臨界機組(SC)除蒸汽條件技術有所進步外，其單位發電量之燃料消耗量較低，污染物排放量亦相對減低。



圖 20 磯子電廠新 1、2 號機超超臨界機組

對於新建電廠，J-Power 致力於研發最佳可行技術(Best Available Technology)，並推廣至政府政策。有鑑於 CO₂ 問題是全球化議題，若地方政府打算對 CO₂ 進行規範，必須和其他國家合作並訂定規範範圍。

註：即使污染防制設備效率相同，污染排放濃度還是會依據煤的成分而有所不同。

肆、心得與建議

立法院於 2015 年 7 月 1 日總統公布《溫室氣體減量及管理法》，明定台灣在 2050 年溫室氣體排放量須降為 2005 年的 50% 以下，本公司作為我國最大電力供應端，如何提供穩定且環保的電力是一大重要課題。

面對溫室氣體減量議題，日本 J-Power 電源開發公司積極擬定相關策略，包括研發 IGCC 及 IGFC 結合碳捕捉之發電技術；在新建的磯子電廠引進高效率的超超臨界機組(USC)；在竹原火力電廠採用生質煤混燒技術，皆可作為本公司後續規劃參考。詳述如下：

一、本次出國參訪之磯子電廠位在約有 3.7 百萬人口的橫濱市，濱臨東京灣，被譽為是全世界最乾淨的燃煤火力發電廠，其擴建方式、室內煤倉、ReACT 技術值得本公司參考。J-Power 磯子電廠在不影響舊廠發電的前提下，採用邊運轉邊擴建和邊拆邊建的施工方式，重新建造新機組。此新技術在沒有增加用地的情況下，讓發電能力從原本的次臨界 53 萬瓩增加到超超臨界 120 萬瓩。另外有鑑於環保意識日漸高漲，室內煤倉已成未來趨勢，除了環保、美觀、便於管理外，節省空間亦為一大考量。事實上，本公司未來新建或改建燃煤電廠，已將 silo (筒狀儲煤倉) 列為主要儲煤方式之一。

- 二、由J-Power 所研發之ReACT 多重污染物處理技術歷經實廠驗證效能頗佳，若未來我國環保署制定嚴格之汞及戴奧辛排放管制法規，實為可採行的防制方法。ReACT 處理效能佳雖是可採行的方法之一，但仍需從源頭管理做起，從燃煤中的汞含量及控制燃燒過程著手，管末處理並非首選。
- 三、為能達成《溫室氣體減量及管理法》的長期目標，現階段最重要的工作應是仿效日本等主要國家的做法，由政府主導並鼓勵企業積極參與，除了建構健全的法令外，也要積極研擬相關的財務補助配套措施，如此方能發展有利於我國之減碳技術。
- 四、竹原火力發電廠生質煤混燒下水道污泥碳化燃料，佔比小於0.3%，對煤質品質幾無影響，故不會造成煤灰資源再利用的問題。
- 五、日本能源基本計畫中燃煤火力發電具有供應穩定及經濟成本效應之優點，為重要的基載電力。對於日本及台灣(能源進口國)而言，燃煤火力發電為必不可缺的電力來源。為世界永續發展及因應地球暖化需大幅降低 CO₂ 排放量，故如何開發高效率低碳排放之燃煤火力發電有其必要，此次參訪大崎 Coolgen 計畫有關吹氧式煤炭氣化複合發電實證試驗係未來燃煤的希望與寄託。