

出國報告（出國類別：實習）

電力設施開發計畫之環境友善措施 規劃研習

服務機關：台灣電力股份有限公司

姓名職稱：黎瑞雍 一般工程監

派赴國家：日本

出國期間：106年11月20日至11月25日

報告日期：107年1月18日

行政院及所屬各機關出國報告提要

出國報告名稱：電力設施開發計畫之環境友善措施規劃研習

頁數 19 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：

黎瑞雍/台灣電力公司/環境保護處/一般工程監/02-23667222

出國類別：1 考察 2 進修 3 研究 4 實習 5 其他

出國期間：106年11月20日至106年11月25日 出國地區：日本

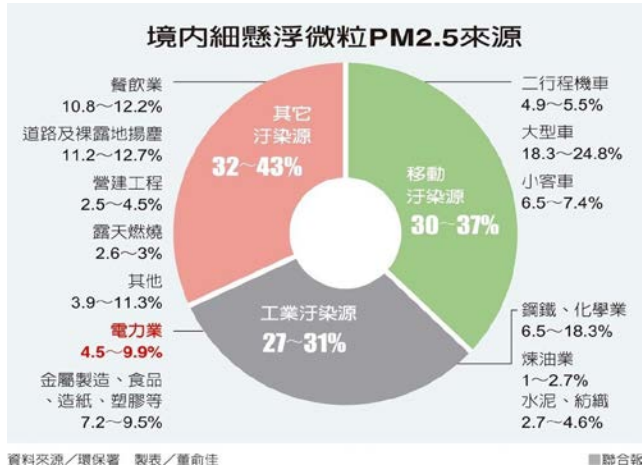
報告日期：107年1月18日

分類號/目

關鍵詞：環境友善規劃、三菱日立公司、綠色企業

內容摘要：(二百至三百字)

在去(106)年反空污大遊行主要訴求就是讓燃煤電廠退場，直指燃煤電廠就是造成空污的原兇，但依據環保署之統計數據，全國PM2.5之來源電力業僅占4.5~9%(如圖)，且電力業之廢氣會經高煙囪排放後初步擴散稀釋，反倒是日常生活中所遇到的汽機車等移動污染源及其他污染源，對於民眾之身體健康才更具影響。



然而在這環保議題日益重視的年代，空污問題是全民共同應解決之事，本公司身為國營事業，對於環境之友善規劃及願景，仍應持續尋求最低污染排放之新技術，並在生硬的技術背後考量可以從那些柔性的方向爭取民眾的認同感，並尋求在友善環境之理念下與民眾合作之作為及未來應扮演的角色，因此公司奉派本人至日本三菱日立公司與其所屬能源系統公司及勿來發電廠研習，瞭解其對於前述相關事項之執行情況及規劃方向，以期讓本公司在目前及未來在推動綠色企業及生態電廠時能有所參考。

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

目 次

壹、出國緣起與任務-----	1
貳、行程紀要-----	2
參、電廠環境友善措施-----	3
一、勿來發電廠對於污染排放之管制及技術-----	3
二、勿來發電廠對於周遭社區之貢獻及承諾-----	6
三、三菱日立電力系統對於綠色地球之貢獻-----	11
肆、東京地區友善工地實例分享-----	16
伍、心得與建議-----	19

壹、出國緣起與任務

電力設施之設立，對環境之衝擊面包含空氣、水、廢棄物及景觀...等，為減輕這些衝擊除經由先進的環保策略、環境友善設施及資料揭露之推行計畫外，尚須確保本公司具永續經營之環境正面考量。

本公司於興辦電力設施開發計畫期間，環保人士與當地居民常質疑開發計畫將會破壞生物之原有棲地，改變當地之生態環境，如何擬具理想之環境友善生態保育措施，以化解環保人士對本公司開發計畫對生態環境造成衝擊之質疑，進而塑造電廠與原有生物可共存之環境，實為重要課題。本計畫前往日本具先進發電技術之勿來發電廠瞭解其相關之環境友善保育措施，並與該電廠規劃之三菱公司及製造之吳工廠學習相關之作法及構想，以作為本公司未來規劃參考。

貳、行程紀要

日期	行程	工作內容
11/20	台北→廣島	往程
11/20~11/21	廣島	參訪吳工廠及研習環境友善保育措施之作法及構想(廣島-東京)
11/21~11/24	東京	參訪勿來發電廠對環境之友善措施及具永續經營之環境正面考量
11/25	東京→台北	

參、發電廠環境友善措施

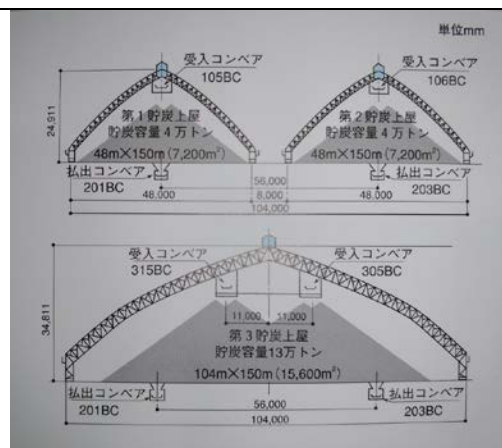
一、勿來發電廠對於污染排放之管制及技術



日本福島縣常磐市勿來發電廠自 1955 年設立至今已 62 年，主要供給東北電力及東京電力二家公司各 50% 之電力，其發電原料有煤、重油、木質顆粒及炭化燃料，目前具 5 部機組 (IGCC 1 部、重油 1 部、燃煤及混燒機組 3 部)，其中 IGCC 機組於 2013 年 4 月 11 日設立，裝置容量為 250MW，在電廠營運初期最讓民眾抱怨的就是噪音、飛灰及空污排放問題，另由於身處沙岸無法自建港口，所以發電所需原料均遠從 10 公里外的小名浜港由管線或卡車運送而來，其中煤礦及木質顆粒只能以卡車運送，估計每天有 1000 卡車次往返。

進入廠房最另人印象深刻的就是從地底延伸出來的輸煤管，這

是搭配煤倉地下取煤方式，規劃地下通道，以減少輸煤管跨越交通要道之數量，並減少景觀及視覺上之衝擊，另據發電事業部本部長石橋喜孝所述，此地下取煤方式可對單一機組進行三種煤礦之混拌功能。



地底延伸出來的輸煤管

貯煤倉大小規模及工作方式



封閉管式輸煤設施

厚實的隔音牆

基於廠區規劃，另一煤倉進入機組的燃煤以圓形封閉之高架輸灰管跨越道路，搭以白色油漆外表，足見電廠對於粉煤逸散及環境維護之高標準。

另針對噪音部分電廠對外周遭隨處可見高十層樓、厚達 15 公分之隔音牆，以符合各居民的噪音要求，具廠方表示此屏障可讓周界噪音不超過 55 分貝，讓周遭的居民感受到的電廠就如人們平常講話的聲音(約 60 分貝；會影響計算之速率)。

飛灰的部分 90%以上利用於水泥、再利用工程及新建廠房使用，10%的飛灰就送至掩埋場，IGCC 氣化後的玻璃狀熔融渣，具高強度及玻璃反光特性，被利用於集團內的道路基材使用。



在空污排放部分，在 IGCC 機組設立初期(西元 2007 年)之規劃設計值為 SOx：8ppm、NOx：5ppm、PM：4mg/Nm³，而實際於西元 2013 年運轉之空污排放值為(SOx：1ppm、NOx：3.4ppm、

PM：0.1mg/ Nm³)已近乎新設之燃氣機組，甚至還遠超過目前台灣所營運之燃氣機組，這些努力呈現的是電廠對於環保的態度，成果讓當地居民很滿意，非常有利於電廠之營運。

二、勿來發電廠對於周遭社區之貢獻及承諾

由於 IGCC 發電方式之空污排放值低(SOx：1ppm、NOx：3.4ppm、PM：0.1mg/ Nm³)，311 大地震後對民眾提供現場就業、場域重建及運輸車輛的需求等，漸成為周遭民眾之經濟依靠，除此之外重視員工參與當地活動如：

- 1.「上田町行人天堂」活動，通過發電體驗自行車了解了發電的機理。
- 2.在春季、夏季、秋季、年終和年初的全國交通安全運動期間與磐城市南區交通安全協會展開了聯合行動，宣導安全駕駛和繫好安全帶。
- 3.參與了在 Nakoro 地區的夏季節日包含(舞蹈比賽及煙花節日)。
- 4.開辦環境教室，透過手動發電機，風力發電試驗機和光電池試驗機，感受到了發電的力量。另在火力發電實驗模型中，讓民眾瞭解汽輪機轉動的機理，另通過發電機制以及發電設施的觀察，瞭解發電各個環節、水質和資源循環再利用，藉此讓民眾瞭解電力的穩定供應、環境和能源的重要性。

5. 參與市民清掃城市行動，展開電廠周邊城市和地區道路的清掃工作。

6. 在廠區內規劃 20% 以上綠地，另種植了 50 顆河津櫻花樹，並每年辦理「河津櫻祭」以提供民眾在早春時來此觀賞及駐足。

藉與當地交流、重視地域之發展且主動於電廠內開創環境教室教導次世代之環境知識，本部長相信這個示範電廠可以接受挑戰，所以打破員工與居民之藩籬讓彼此多點瞭解，彼此就會有堅強的信任，所以還半開玩笑的說，我們電廠營運抗議的人都是遠從東京來的環保團體，當地人都非常的支持。

為突破電廠與居民甚至環保團體的藩籬，有專業人士提到開放所有營運資訊，但對於每電廠發一度電，民眾用一度電的概念，其成本、時間及燃料用量，相信每個電廠都可以找出幾位工程師算出一份在不同限制條件的精確答案，但對要溝通的對象就是一連串的數字及專業語言，所以要讓非工程師有感就需要有重要的轉譯人員，這是需要跨領域人才結合，這樣才能讓所要宣導內容及訴求真正讓對方有感，甚至還不自覺幫我們宣傳出去，就如同李健育老師在一次演講提到一台賣洗衣機的廣告，一開始提到 67W 大概只能用熨斗整理半件衣服，用吹風機 4 分鐘，之後廣告商找一群人利用跳舞連結到發電設備，而一首歌所發的電剛好到 67W 時推出一台洗衣機清洗舞者衣服，這 67W 恰剛好來洗淨舞者

的衣服，藉此強調其省電，之後才打出制式化的節電比例及其他洗衣機比較，這則廣告有聲光、音樂及時下吸引年輕人的熱舞，藉由議題性操作讓人感受到有溫度、有驚奇及話題性，而這些只是為了包裝工程師所要訴說的發電、用電及節能。因此為重塑公司企業形象以面對日新越益環境趨勢之浪潮，跨領域結合與議題性操作是一個值得參考的方向。



民國 100 年 3 月 11 日，日本東北地方太平洋近海地震，伴隨而來的海嘯使福島沿海造成多處之大規模淹水災害，勿來發電廠而言即便有提防仍有深達二米的淹水，鄰近電廠多數鹽化土地，由於無法具耕種價值，勿來發電廠決定在地深耕，一則幫助當地居民，一則有更好的 IGCC 擴廠規劃，當有了民眾正面的支持，這個廠區持續與電力中央研究所合作並配合東京奧運 2020 年之時程興建完成 540MW 之 IGCC 發電廠，屆時將讓世界看到最大之 IGCC 發電廠實績，新規劃電廠雖然營運後所需人數不多(約 250

人)，但這些建設對於福島核災後之當地經濟仍有一定的貢獻，1天 1000 車次的卡車亦可適當的增加當地就業及發展。

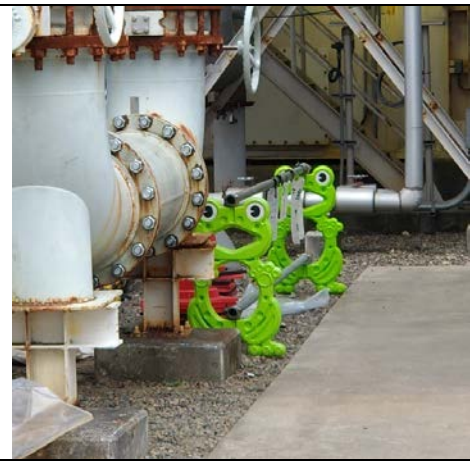
然而每天 1000 車次的運量，搭配眼前的卻是廠內外道路路面完整與煤倉門口乾淨，即便開啟煤倉門亦未讓人有呼吸不適之情況產生，這些除加強打掃、嚴格紀律管制運煤車輛卸煤區域與設計者之鋪面規劃等項目缺一不可。廠內乾淨為的是提升廠區人員的工作環境，廠外乾淨為的是減少外界對於燃煤電廠之反感，相信許多員工都是當地人，生活環境無論廠內外亦是共同的，所以相信每一員工都需要居民及家人的支持，多為民眾想一點亦是為電廠多想一點。

廠區內具有多處隔音牆，一氧化碳監測器，另以青蛙造型之路擋，在專業技術之餘，也往往看到公司對於員工之關懷與創新，也難怪此電廠稱為示範電廠，真是讓人對發電廠之營運有大大的改觀。

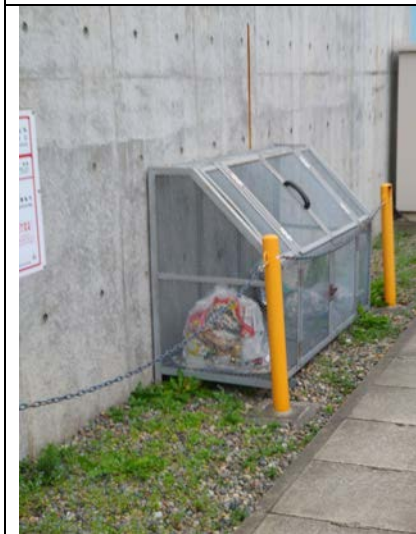
勿來發電廠即便有最新最好降低污染排放技術，但對於友善環境仍希望能再努力，因此在綜合大樓牆面裝設有太陽能板，即便效能不高，但至少能讓前來參訪的民眾能看到他們為環保能多再盡一分力。



煤倉內地地面



青蛙造型之路擋



防動物垃圾箱



去除靜電設施



綜合大樓牆面裝設有太陽能板

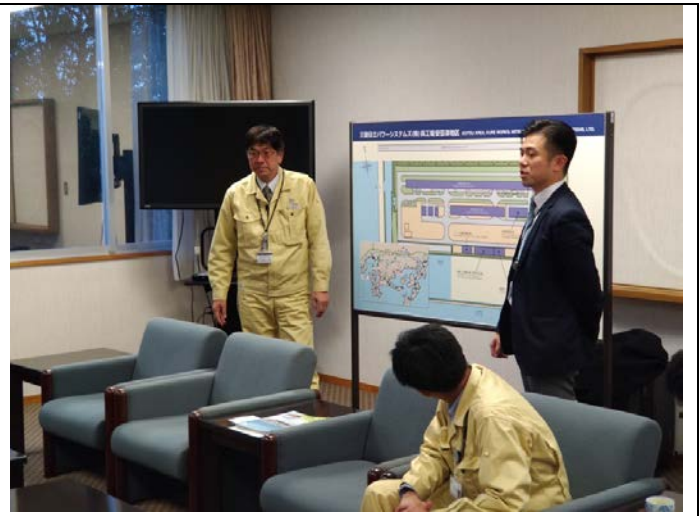


一氧化碳監測器

三、三菱日立電力系統對於綠色地球之貢獻



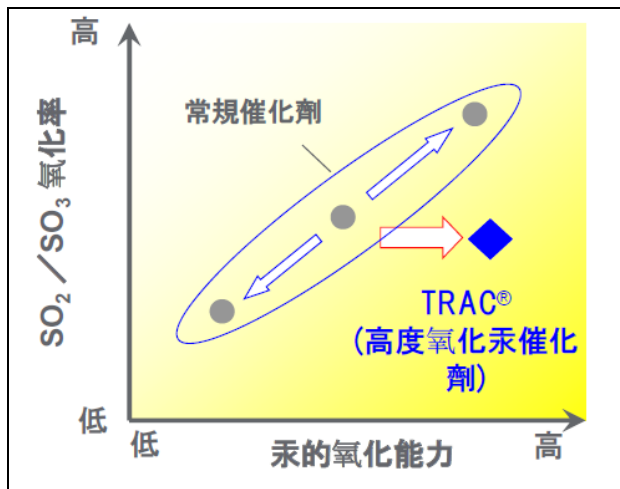
製造觸媒之吳工場安芸津地區



解說觸媒進程內容

日本身為一個資源缺乏的國家，對於資源都會先考量如何永續經營與有效利用，即便是我們視為廢棄物之物料，在電廠之營運中總會一再開發其利用性，畢竟資源珍貴、廢棄物處理困難，若再賦予其它價值，讓它從搖籃到搖籃，降低營運時造成的環境負荷，此多贏措施一直是日本及本公司一直努力的目標。因此在燃煤發電廠規劃空污防治設備時就排除不可資源回收之方式，如這幾年重視之煙氣去汞技術就排除美國以活性碳處理的方式，而研究以觸媒方式來處理，利用改良既有脫硝設備 SCR，一則讓原有 SCR 的功能增強，減少空間浪費及觸媒用後之廢棄物，亦可增加其產品的競爭力，因此三菱公司研製出 TRAC 技術製成的觸媒(如下圖)，其只要取代原有層數的第四層就可增加 60% 以上之汞氧化效果，俾後續 EP 及石灰石膏法去除氧化汞，以減少煙囪的汞排放濃度。另因應趨嚴之排放承諾更持續研製減少二氧化

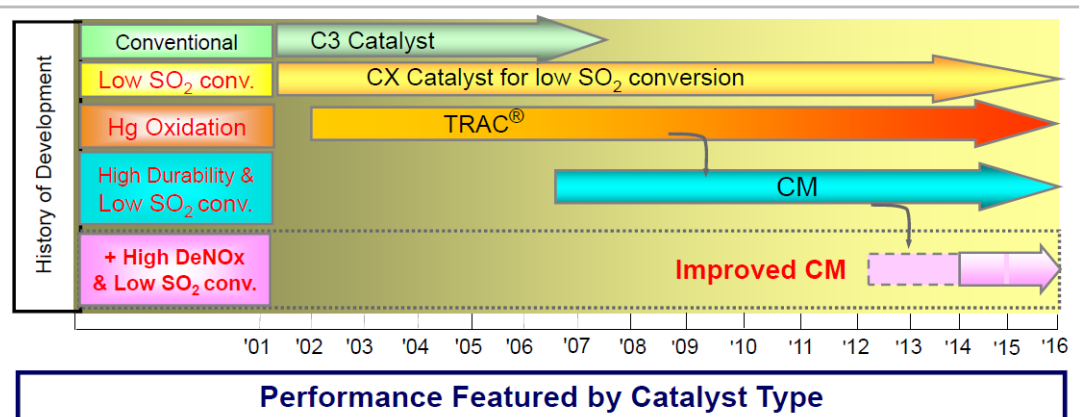
硫轉換及更高去除氮氧化物之觸媒。



TRAC 觸媒特性

解說空氣品質控制系統規劃內容

History of MHPS SCR Catalyst R&D



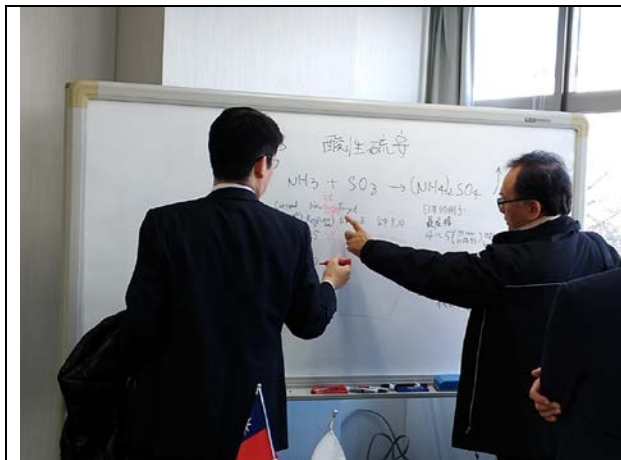
註：前項所提煙氣以活性碳除汞技術，主要優點為設置成本低、營運維護簡單及只需持續注入活性碳就可維持汞去除效率等優點，唯後續煤灰因含有活性碳在許多國家無法被再利用。



為瞭解前述 TRAC 技術因此赴吳工場所屬之安芸津工廠，瞭解其製成的觸媒之程序及相關驗證方式，該廠區內部即具有一小型驗證發電廠，並蒐集客戶所使用燃煤進行測試，藉此給客戶建議所需之觸煤型式、大小及壓損評估，藉以研擬出高活性、長壽命及低壓力損失的觸煤塊，以提升客戶的機組稼動率、減少營運用電及成本，確實為客戶考量「對於有限資源的回收與再利用性」。

為減少燃煤電廠對環境的影響，除前項減少廢棄物、減少成本及能耗外，另一項最重要的就是減少空氣污染物的排放，目前三菱已有 SO_x 排放濃度低於 5ppm 以下、PM 低於 5mg/ Nm³ 以下之實績，方式為選取低硫煤、增加脫硫設備之去除效率及採取非洩漏性氣對氣熱交換設備，主要係因洩漏性氣對氣熱交換設備，會有 1~2% 未經處理之煙氣洩漏，如以硫氧化物入口 600ppm 考量其洩漏量就達 6~12ppm，未來在日趨嚴格之排放標準要持續

發展燃煤發電廠，以目前之氛圍須達燃氣排放標準，勢將考量非洩漏性氣對氣熱交換設備，以達到污染減量、環境友善之目標。

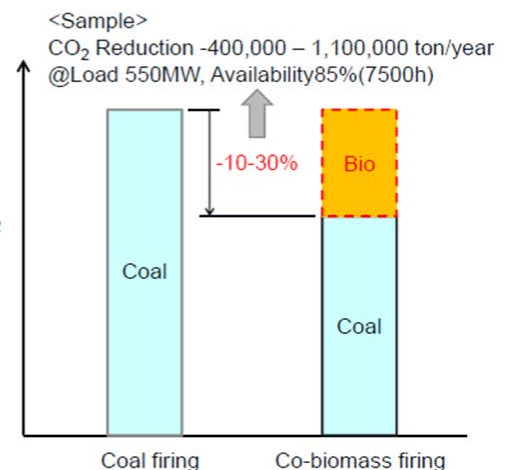
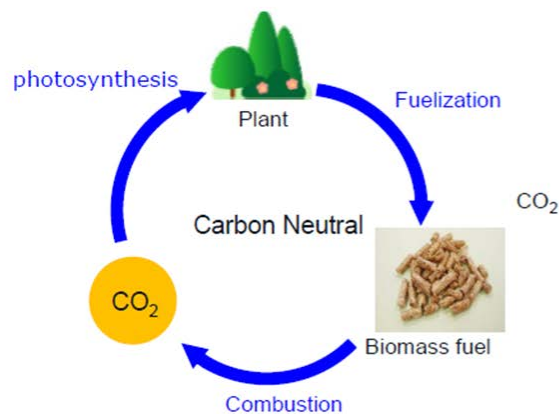


討論空氣品質控制系統實績內容



解說除汞技術之規劃內容

回顧過去，人類雖然沒有辦法控制大自然，但對於大自然的影響已隨著科技的發達逐漸影響了環境，而溫室氣體排放則為近年來全世界都關注之議題，而為減少二氧化碳的排放，因此三菱公司提出生質燃料混燒之建議，以 10~30Cal% 的混燒材料進行使用，以台中 1~4 號機為例，約一台粉煤機的燃燒量，以單一燃燒器進行注入，藉此以減少約 10~30% 之二氧化碳排放量。



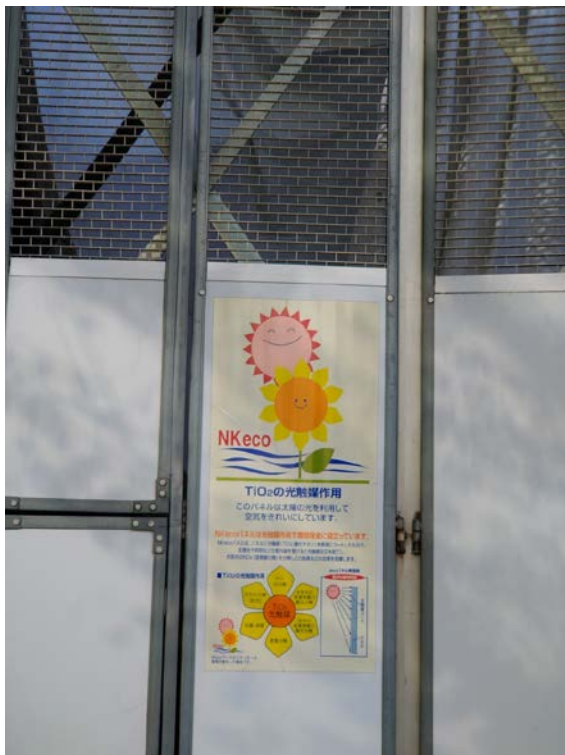
然而此代替部分煤碳之生質燃料，以 550MW 之單一發電機組、85%之平均負載狀況，每年度約須 40 萬至 120 萬噸之使用量，仍有幾個特點是須要考量的：

- 1.低熱值。
- 2.粗細度：降低研磨能力和火焰穩定性。
- 3.點火能量低：增加粉塵爆炸的可能性。
- 4.含有較高腐蝕含量之灰分：降低 SCR 和 ESP 性能。

肆、東京地區友善工地實例分享

電力設施在開發階段，其施工內容及環保措施對於視覺、景觀及環境衝擊，影響計畫能否被大眾接受之重要因素，尤以設置在一個大都市區的開發案更為民眾所關注，此次就一個融入當地生活景色、文化及溫度的工地進行實例分享。

在東京一隅的工地，原以為是政府在作市景美化，但往上一看原來是一棟新建大樓，在這裡看到了工地對於用路人的友善(如下圖)，這些白色布使用了 TiO₂ 光觸媒塗佈，可以防污、惡臭分解、大氣中有害物質及水中有害物質酸化分解，讓工地內產生或逸散的相關有害物質藉此能夠有所抑制。



使用 TiO₂ 光觸媒圍籬

Stories of the Street.每一個角落都是一個故事，都是當地人們在此

生活的寫照，讓人有想駐足當地欣賞，看看故事裡的主角們在做些什麼的想像，讓外來客迅速瞭解該區的內涵，減少工地在商業區的違和感。使人在這寒冷的秋冬之際因這個區域而多了些許的溫度。



Stories of the Street-1



Stories of the Street-2



Stories of the Street-3



Stories of the Street-4



工地週圍道路之用小花佈置圖畫



小花佈置圖畫說明

工區內外間隔版及進出門口之底色均為白色，每個作品如同每個

人在乾淨的環境中生活，底色只要有些許污漬，相信非常顯而易見，所以這樣的規劃對於建商而言是一個非常大的挑戰，也是一種承諾，這份用心與考量，相信是非常值得本公司去借鏡。

伍、心得與建議

以往的環境保護大部分的時間都是著重於污染防治，但隨著人口變多、民眾的生活品質提升及環保意識抬頭，東西變得不是用完即丟，而須重視其循環再利用之方向，環境友善也慢慢變得更貼近人們及生活，甚至於還要讓人感覺到溫度。

本次出國計畫赴三菱日立公司及勿來發電廠，瞭解在高技術層次之污染防治設備，日本總以職人精神持續達到最低之污染排放濃度，更著墨於「非洩漏氣對氣熱交換系統」以減少後續防制設備的負荷、用地大小及維修成本，另在目前日本所推動 IGCC 發電廠在運轉方式，目前已有穩定之運轉實績，並相關副產品亦具有資源再利用之特性，現在就是等待 CCS 能夠有突破性的技術。

對於友善環境之規劃方面，其出發點是很重要的，除了以能對環境有益的方向而努力外，還須要有環保新創思維，讓居住在開發案附近的人有感，就本次實習所瞭解分述如下：

- 一、勿來發電廠設置太陽能板考量，除所知的屋頂型外，仍利用辦公大樓空間裝設於牆面上，雖然效能不高，但讓來賓一來就感受到電廠的努力。高聳的牆面及低於 55 分貝的承諾，讓周遭的居民感受到的電廠就如人們平常講話的聲音(約 60 分貝；會影響計算之速率)，另自 311 大地震後勿來發電廠提供了在地居民工作上的協助，讓電廠成為在地最佳的寄託。

二、 東京市區的工地，用白色底之圍牆畫上人們生活其中的點點滴滴，在部分牆面更佐以技術性的 TiO₂ 塗佈使工地對環境的衝擊降低，僅一簡單 TiO₂ 版面介紹，讓人又多一層解讀工程單位用心環保作為之想像空間，在這裡不用刻意宣傳，大家就能感受它所要帶來的溫度及安全感。

三、 在電廠成為學生上課的場地，藉由課程安排及地方學校合作，讓電廠不再是高聳的怪物，而成為學校的環境教學百科。未來若能讓當地學校認養電廠讓學生訴說著電廠的故事，以此更具號召力及觸動人心。另有關目前國內推動環境教育之相關場所，許多學生都具有實習之需求，本公司若能提供之相關學習資源與服務(如住宿、供餐)等，對於學生而言具有誘因，若於學習期間提出教案符合本公司需求，亦可禮聘為解說教師，擴增公司對外宣傳支援及資源，俾利電力設施開發計畫之環境友善措施推動。

四、 在資源有限與環保意識抬頭的時代，政府近年來著重於重新反省對資源有效之再利用及綠能發展，本公司於開發案及睦鄰方面亦積極推動相關措施，但仍難突破電廠與居民甚至環保團體的藩籬，有專業人士提到開放所有營運資訊，但對於每電廠發一度電，民眾用一度電的概念，其成本、時間及燃料用量，相信每個電廠都可以找出幾位工程師算出一份在不同限制條件

的精確答案，但仍難以讓人所接受。若能結合時下吸引人的方式及新創手法，如廣告行銷手法、網紅及創意行銷團體等，藉由議題性操作，如文化與企業結合之企業形象包裝，讓人感受到有溫度、有驚奇及話題性，藉此包裝工程師所要訴說的發電、用電、節能及相關公司推廣政策，進以重塑公司企業形象以面對日新越益環境趨勢之浪潮。