

出國報告（出國類別：其他）

赴日本參加「第 7 屆台日能源合作研討會」與參訪日本東京工業大學電力電子實驗室和 Career System 公司出國公差
報告

服務機關：核能研究所

姓名職稱：李瀛生

張永瑞

羅國原

派赴國家：日本

出國期間：100 年 2 月 13 日~100 年 2 月 19 日

報告日期：100 年 3 月 21 日

摘要

台日雙方為加強彼此之間能源資訊交流及合作，經濟部能源局與日本經濟產業省資源能源廳共同於民國100年2月15日至16日在日本東京召開第7屆「台日能源合作研討會」，針對兩國能源政策、再生能源技術研究和相關產業發展現況與需求進行交流和討論。本所李瀛生副主任於會議中簡報本所太陽光電、生質酒精、燃料電池，微型電網與風能等研發技術成果，並與日方代表共同討論和交換意見，本次會議由能源局王運銘副局長率隊，由能源局、亞東關係協會、台電公司、中油公司、綠色生產力基金會、工業技術研究院、核能研究所與台灣經濟研究院等單位相關人員參加。

本次會議除台日雙方能源政策規劃和技術交流外，此次赴日行程中也安排了參訪磯子火力發電廠、橫濱火力發電廠、東京工業大學電力電子實驗室和智慧電網開發之Career System公司，日本除了對於新能源領域不斷投入大量發展費用和精進技術，對於提升火力發電廠運轉效率和降低環境污染更是不遺餘力，可供台灣學習借鏡之處甚多。此次與國外研究單位和產業界之技術資訊交流將可作為本所進行再生能源分散式電力微型電網供電系統之參考，以利推行本所計畫之執行。

目 次

| | |
|-------------|----|
| 摘 要..... | I |
| 一、目的..... | 1 |
| 二、過程..... | 2 |
| 三、心得..... | 3 |
| 四、建議事項..... | 38 |
| 五、附件..... | 39 |

附圖目錄

| | |
|--|----|
| 圖一: MULTI-LEVEL INVERTER FOR INDUCTION MOTOR | 4 |
| 圖二: MULTI-LEVEL INVERTER 架構說明 | 4 |
| 圖三: MUTI-LEVEL INVERTER FOR WIND POWER..... | 5 |
| 圖四: MUTI-LEVEL INVERTER FOR WIND POWER..... | 5 |
| 圖五: MMCC-DSCC 測試環境 | 6 |
| 圖六: MMCC-DSCC 測試環境系統方塊圖 | 6 |
| 圖七: MMCC-DSCC 實體照片和電路 | 7 |
| 圖八: 雙向儲能系統實體..... | 7 |
| 圖九: 雙向儲能系統模組電路架構圖..... | 8 |
| 圖十: 儲存裝置..... | 8 |
| 圖十一: 電磁感應加熱的測試..... | 9 |
| 圖十二: EMI 測試環境 | 9 |
| 圖十三: 與赤木泰文教授於東京工業大學合影..... | 9 |
| 圖十四: 台日雙方代表交換禮物..... | 11 |
| 圖十五: 亞洲能源需求估測 | 11 |
| 圖十六: 亞洲石油需求估測..... | 12 |
| 圖十七: 各種能源技術策略對二氧化碳減排之潛力..... | 12 |
| 圖十八: 日本能源消費的成長趨勢..... | 13 |
| 圖十九: 日本能源政策依據..... | 13 |
| 圖二十: 日本能源計畫 2030 年目標(1)..... | 13 |
| 圖二十一: 日本能源計畫 2030 年目標(2)..... | 14 |
| 圖二十二: 日本能源計畫 2030 年目標(3)..... | 14 |
| 圖二十三: 日本能源計畫 2030 年目標(4)..... | 14 |

| | |
|---------------------------|----|
| 圖二十四: 台灣能源供給(1)..... | 15 |
| 圖二十五: 台灣能源供給(2)..... | 15 |
| 圖二十六: 台灣能源供給(3)..... | 16 |
| 圖二十七: 近期台灣能源相關政策制定年表..... | 16 |
| 圖二十八: 台灣能源計畫目標..... | 16 |
| 圖二十九: 澎湖低碳島計畫目標..... | 17 |
| 圖三十: 澎湖地理資訊..... | 18 |
| 圖三十一: 澎湖風能發展現況..... | 18 |
| 圖三十二: 澎湖太陽能發展現況..... | 18 |
| 圖三十三: 澎湖太陽能熱水器發展現況..... | 19 |
| 圖三十四: 家庭與商業節約能源方案..... | 19 |
| 圖三十五: 澎湖低碳島計畫預期成果..... | 19 |
| 圖三十六: 各國能源效率比較..... | 20 |
| 圖三十七: 產品能源效率改計畫..... | 21 |
| 圖三十八: 各種產品效率的改善..... | 21 |
| 圖三十九: 日本能源供應中石油比重下降..... | 21 |
| 圖四十: 日本再生能源產量預期目標..... | 22 |
| 圖四十一: 各國太陽能裝置容量變化..... | 22 |
| 圖四十二: 太陽能發電成本趨勢..... | 22 |
| 圖四十三: 日本太陽能發電示範場..... | 23 |
| 圖四十四: 各種儲存電池比較..... | 23 |
| 圖四十五: 智慧電網概念(1)..... | 23 |
| 圖四十六: 智慧電網概念(2)..... | 24 |
| 圖四十七: 日本智慧電網相關示範地區..... | 24 |
| 圖四十八: 日本各種能源需求和發電配比..... | 25 |

| | |
|-----------------------------------|----|
| 圖四十九: 煤的需求和生產概況..... | 25 |
| 圖五十: 煤在世界能源平衡裡的角色..... | 26 |
| 圖五十一: 超臨界蒸氣條件的火力發電廠發展概況..... | 26 |
| 圖五十二: 未來燃煤火力發電廠效率改善預測..... | 27 |
| 圖五十三: 世界各國未來燃煤火力發電成長趨勢預測 | 27 |
| 圖五十四: 李瀛生副主任代表本所簡報(1)..... | 28 |
| 圖五十五: 李瀛生副主任代表本所簡報(2)..... | 28 |
| 圖五十六: 第 7 屆台日能源會議會後合影..... | 29 |
| 圖五十七: J-POWER 公司簡報磯子火力發電廠概況 | 30 |
| 圖五十八: 參觀磯子火力發電廠設計..... | 31 |
| 圖五十九: 運送煤炭和研磨設計..... | 31 |
| 圖六十: 蒸氣鍋爐和發電機設計..... | 31 |
| 圖六十一: 傳輸電線與乾式脫硫裝置設計..... | 32 |
| 圖六十二: 發電機現場運轉照片..... | 32 |
| 圖六十三: 發電機電力監控室工作情形..... | 32 |
| 圖六十四: 發電機電力監控室工作情形..... | 33 |
| 圖六十五: 磯子火力發電廠排煙煙囪與運送煤裝置..... | 33 |
| 圖六十六: 橫濱火力發電廠設計模型..... | 34 |
| 圖六十七: 橫濱火力發電機組設計模型..... | 35 |
| 圖六十八: 橫濱火力發電廠現場參觀照片..... | 35 |
| 圖六十九: 橫濱火力發電廠排煙煙囪裝置..... | 35 |
| 圖七十: 智慧電表的概念說明..... | 36 |
| 圖七十一: 發電機電力監控室工作情形..... | 37 |
| 圖七十二: 於 CAREER SYSTEM 公司合影 | 37 |

一、目的

台日雙方為加強能源資訊交流及合作，民國90年進行台日雙邊會談時初步達成「加強台日能源合作」之共識，雙方於民國90年10月5日在台北共同召開第1屆「台日能源合作研討會」，此後，第2、3、5屆研討會則分別於民國91、93、96年在日本東京舉行，第4、6屆於台北召開，第7屆研討會於100年2月在東京召開。能源局與日本經產省資源能源廳共同於100年2月15日至16日在日本東京舉辦「台日能源合作研討會」。本次會議由能源局王運銘副局長和IEEJ豐田正和理事長擔任共同主席，台方參與單位包括能源局、亞東關係協會、台北駐日經濟文化代表處經濟組、台電公司、中油公司、綠色生產力基金會，工業技術研究、核能研究所與台灣經濟研究院等單位相關人員共17人出席。日方則由經濟產業省(METI)、日本能源經濟研究所(IEEJ)、亞太能源研究中心(APERC)等單位共25人代表出席。本次會議討論主題為亞洲能源供需展望、台灣與日本能源政策，APEC架構下之合作、台灣接受能源效率同儕檢視會議成果說明、台灣低碳島推動計畫、日本智慧社區與示範計畫之推展概況、高效燃煤火力發電技術之合作、台灣綠能產業展望與低碳技術之發展與應用與次世代綠能技術發展，期能透過本次交流，分享雙方經驗及促進合作，以帶動台日相關產業發展。

此次赴日行程中也安排了參訪磯子燃煤火力發電廠、橫濱天然氣聯合循環火力發電廠，東京工業大學電力電子實驗室和智慧電網開發之Career System公司等行程，日本除了對於新能源領域不斷投入大量發展費用和精進技術，對於提升火力發電廠運轉效率和降低環境污染更是不遺餘力，磯子火力發電廠更是堪稱世界上最乾淨燃煤火力發電廠，可供台灣學習借鏡之處甚多。東京工業大學赤木泰文教授為全球享譽之電力電子專家，研究方向包括電能質量控制技術，交流電機傳動，高頻諧振逆變器，電力電子技術在電力系統中的應用等。近年來本所致力於再生能源領域之研究，此次與國外研究單位和產業界之技術資訊交流將可作為本所進行再生能源分散式電力微型電網供電系統之參考，獲取得國際最新發展趨勢，以利本所計畫之執行。

二、過程

本次公差時間含去程及回程共 7 天，主要行程分四大部分：

1. 參訪東京工業大學赤木泰文教授電力電子實驗室
2. 參加第 7 屆台日能源合作國際會議
3. 參訪磯子火力發電所與橫濱火力發電所
4. 參訪 career system 公司

| 日期 | 工作重點 |
|-----------|-----------------------|
| 100/02/13 | 去程（由台北出發抵達日本東京） |
| 100/02/14 | 參訪東京工業大學赤木泰文教授電力電子實驗室 |
| 100/02/15 | 參加第 7 屆台日能源合作國際會議 |
| 100/02/16 | 參訪磯子火力發電所與橫濱火力發電所 |
| 100/02/17 | 行程整理資料（由東京到名古屋） |
| 100/02/18 | 參訪 career system 公司 |
| 100/02/19 | 回程（由日本名古屋出發抵達桃園） |

三、心得

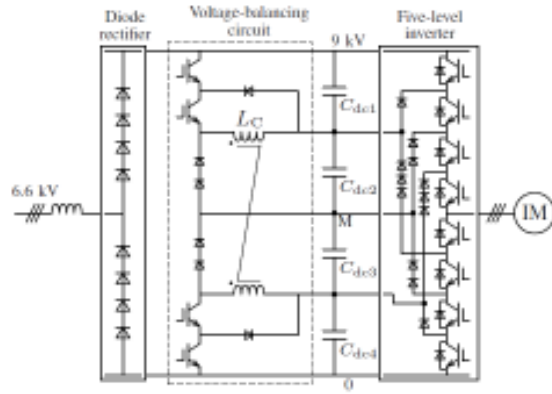
1. 參訪東京工業大學電力電子實驗室

東京工業大學為現今世界100大名校之一，工程科學研究能量傲人，且培養了很多日本工業界的人才。東京工業大學電力電子實驗室主持人為赤木泰文教授，1996年曾先後於美國威斯康辛大學和麻省理工學院擔任訪問教授。2000年在東京工業大學電氣及電子系擔任教授。其中2002至2004年擔任系主任。現今為IEEE Fellow，曾獲IEEE 2008年 Richard H. Kaufmann Technical Field Award，也是前任IEEE Power Electronics Society會長，研究成果相當傑出，且為全球享譽之電力電子專家。赤木泰文教授的主要研究涵蓋各項電力電子應用，如電磁干擾檢測、智慧電網、主動濾波器、電容式切換器、再生能源等，其中尤其以大功率之電力電子研究國際知名。

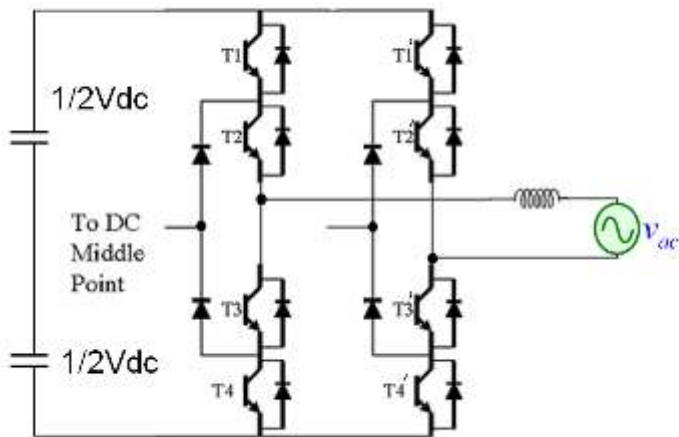
本次參觀東京工業大學實驗室和拜訪赤木泰文教授，除了交流換流器設計概念和未來研究發展趨勢外，也討論了許多東京工業大學對於實驗室管理和研究生的培養，同時對於與實務成果和產業合作相當的重視，與本所朝向技術轉移產業合作升級之目標相近且具有參考價值。以下為有關赤木泰文教授研究成果說明：

1.1 Multi-Level Control for Motor Drive and Wind Turbine

圖一為Five-Level應用於馬達趨動換流器系統照片和電路架構，Multi-Level為近年來開始廣泛應用於高電壓大功率的電力電子技術，由於高功率電力電子元件不斷的進步，電力轉換效率不斷的提高，利用多階層式的換流器架構將可使用較小電壓額定的電力開關元件，大大提高電力轉換的效率，減少切換損失和降低輸出電流諧波，圖二為Multi-Level技術的說明，輸出為Vdc時圖二(a)中T1、T2、T3'和T4'導通，輸出為1/2Vdc時T1'、T2、T3和T4'導通，此方式切換出電壓波形如圖二(b)所示，經過電感濾波後輸出可變為正弦電流，由於部份開關元件切換頻率很低可降低切換損失，同時使用較低額定電壓的電力電子開關元件也降低導通損失。一般Multi-Level電路中直流鏈串聯的電容特性有可能會因為製造過程和環境變化等因素造成內部參數的變化，因此跨在每個電容上的電壓有可能會不同，不平均的電壓可能會造成控制輸出的異常甚至會電壓過高燒毀開關元件，其中圖三則為Five-Level應用於馬達趨動換流器系統所使用的電壓平衡等效電路，此一電路可看成半橋雙向DC-DC轉換器，其控制方式為相移式控制平衡電容的電壓，圖四為Multi-Level轉換器應用在風機系統進行的研究，有些大功率或超高壓的電力電子系統無法在大學實驗室裡實際架設和運轉，則會等比例將研究項目的額定縮小，並用以DSP控制器實現控制法則和運轉模式如圖四(b)所示，在硬體上請日本廠商合作提供，學校則針對控制器的設計研究共同開發新的能源電力電子技術，此一合作方式可以值得本所參考，增加軟體和系統整合方面的研究能量。

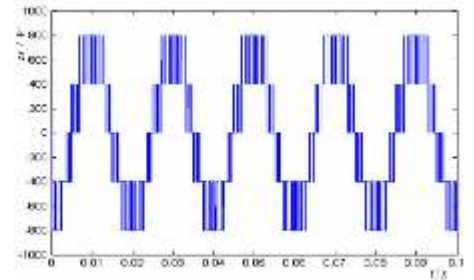


圖一: Multi-Level Inverter for Induction motor



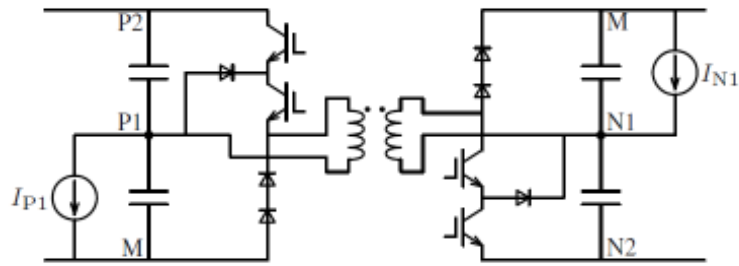
(a)

| Output | T1 | T2 | T3 | T4 |
|--------------------|----|----|----|----|
| V _{dc} | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 1/2V _{dc} | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |



(b)

圖二: Multi-Level Inverter 架構說明



圖三: Multi-Level inverter for wind power



(a)

(b)

圖四: Multi-Level inverter for wind power

1.2 Application of MMCC-DSCC to A Motor Drive

圖五為東京工業大學所研究的 MMCC(Modular Multi-Level Cascade Converter) DSCC(Double Star Chopper Cells)架構的測試環境，下表為其電路和馬達規格，圖六為 MMCC-DSCC 測試環境系統方塊圖，包括感應發電機額定為 190V/15kW 和兩組 back to back PWM 轉換器，此一功率循環的測試方可以提供較低功率測試提供測試高功率運轉的情形，圖六為 MMCC-DSCC 實體照片和電路，此種架構下所使用較低電壓電路可驗證具有較低的諧波失真和較好的 EMI 測試結果。

TABLE III
CIRCUIT PARAMETERS FOR EXPERIMENT.

| | | |
|--------------------------------|----------|----------------|
| Rated active power | P | 15 kW |
| Rated line-to-line rms voltage | V_S | 400 V |
| Rated line frequency | f_S | 50 Hz |
| Rated dc-link voltage | V_{dc} | 540 V |
| Coupled inductor | L_{cb} | 4.0 mH (12%) |
| DC capacitor of chopper-cell | C | 3.3 mF |
| DC capacitor voltage reference | V_C^* | 140 V |
| Unit capacitance constant [17] | H | 52 ms |
| Carrier frequency | f_C | 1 kHz |
| AC inductor | L_{ac} | 1.75 mH (5.0%) |

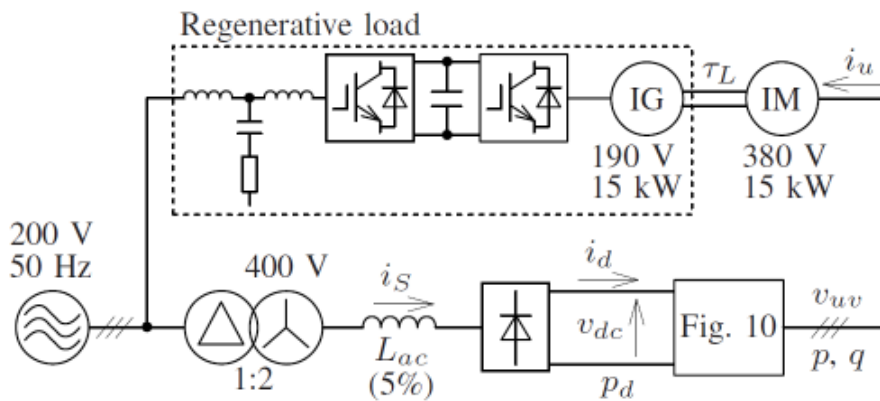
Values in () are on a 400-V, 15-kW, and 50-Hz base.

TABLE IV
SPECIFICATIONS OF THE 380-V, 15-kW TESTED INDUCTION MOTOR.

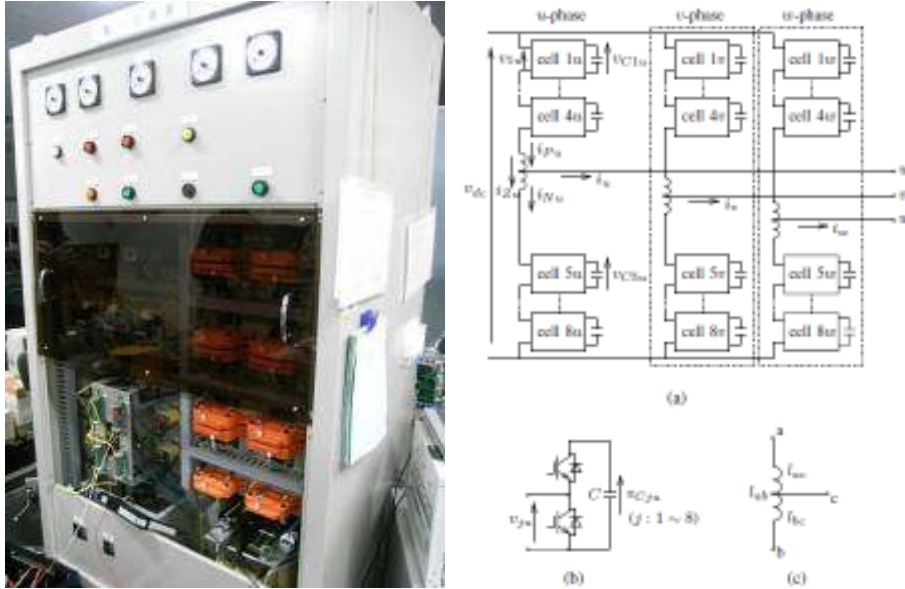
| | | |
|--------------------------------|-----|-----------------------|
| Rated output power | P | 15 kW |
| Rated line-to-line rms voltage | V | 380 V |
| Rated frequency | f | 50 Hz |
| Rated line rms current | I | 32 A |
| Pole-pair number | p | 2 |
| Moment of inertia | J | 0.2 kg-m ² |



圖五: MMCC-DSCC 測試環境



圖六: MMCC-DSCC 測試環境系統方塊圖



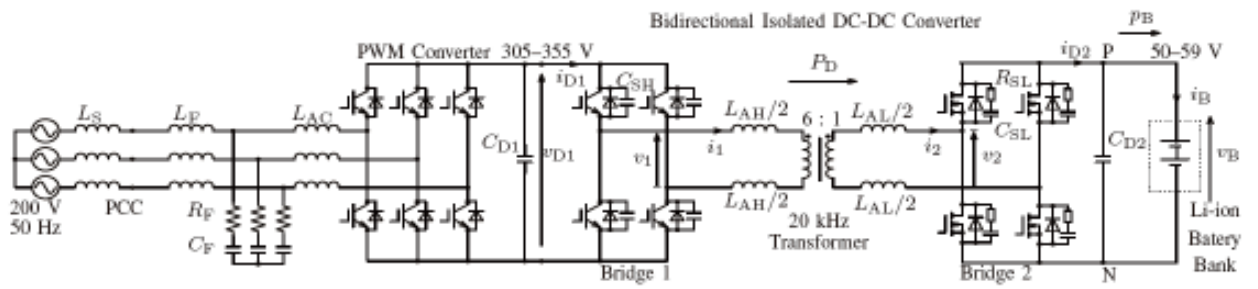
圖七: MMCC-DSCC 實體照片和電路

1.3 雙向儲能控制

圖七和為東京工業大學雙向儲能系統實體圖，此一應用的電路為雙向全橋直流隔離電力轉換器，電路架構如圖八中所示，三相市電能量進入電力轉換器可同時供應電池充電，當電池能量充足或有其他電能產生時，電力轉換器將電池放電提供能量給市電端，利用全橋零電壓切換技術，電力轉換器段電池充電時效率可達 96% 以上，在測試過程中先期也針對電容作為儲存裝置測試如圖十(a)所示，測試成本可大為降低，最後在以鋰電池作為儲存裝置測試如圖十(b)所示，同時也可以研究電池充放電特性擴展儲能系統的應用範圍。



圖八: 雙向儲能系統實體



圖九：雙向儲能系統模組電路架構圖

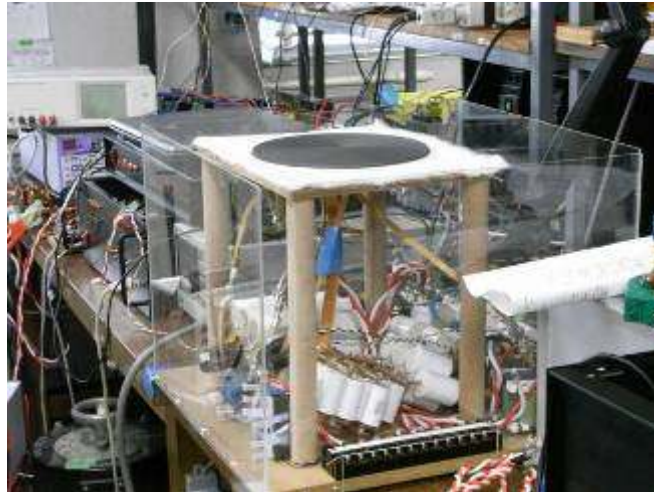


(a) 儲能電容堆

(b) 儲能離電池堆

圖十：儲存裝置

其它研究方面，由於近年來綠色能源的蓬勃發展，東京工業大學也開始有利用高效率電力電子技術的感應加熱的研究，換流器將直流電壓轉換成高頻交變的形式，高頻交變能量透過線圈在被加熱物體(高導磁高導電)上產生渦流損。由於電力電子元件技術的進步和高效率電路設計下，電路效率有相當大的提升。電磁感應加熱優點有：加熱元件溫度不高，無燃料外洩的危險且安全性高，無熱傳導的損失，不使用化石燃料與加熱速度快，圖十一為其電磁感應加熱的測試照片。此外赤木泰文教授建立了如圖十二的 EMI 測試環境，對於換流器電路和馬達驅動的 EMI 測試和改善並研究漏電路徑和 PWM 產生的共模電壓模型，並同時以模擬和實際測試比照驗證所設計 EMI 濾波器和解決方案的成果。圖十三為與赤木泰文教授於東京工業大學合影。



圖十一：電磁感應加熱的測試



圖十二：EMI 測試環境



圖十三：與赤木泰文教授於東京工業大學合影

2. 參加第 7 屆台日能源合作會議

以下為第7屆台日能源合作研討會議程

| 第 7 屆台日能源合作研討會議程 | | |
|-----------------------------|-----------------------|-----------------------|
| 時間 | 議 題 | 備註 |
| 議題一、亞洲能源展望與台日能源政策 | | |
| 9:45-10:15 | (日)亞洲能源供需展望 | 能源經濟研究所 伊藤浩吉 常務理事 |
| 10:15-10:45 | (日)日本能源政策 | 經產省資源能源廳 三浦聡 室長 |
| 10:45-11:00 | 茶敘時間 | |
| 11:00-11:30 | (日)APEC 架構下之合作 | 亞太能源研究中心 小林健二 所長 |
| 11:30-12:00 | (台)台灣能源政策概況 | 經濟部能源局 翁素真 組長 |
| 12:00-12:30 | (台)台灣接受能源效率同儕檢視會議成果說明 | 工研院綠能所 楊秉純 正研究員 |
| 議題二、能源效率、再生能源與智慧社區活動 | | |
| 14:00-14:30 | (台)台灣低碳島推動計畫 | 工研院綠能所 胡耀祖 副所長 |
| 14:30-15:00 | (日)能源效率、再生能源與智慧社區活動 | 經產省資源能源廳 小菅利男 市長補佐 |
| 15:00-15:15 | 茶敘時間 | |
| 議題三、台日潔淨能源之商業合作 | | |
| 15:15-15:45 | (日)高效燃煤火力發電技術之可能合作 | 經產省資源能源廳 渡部義賢 企劃官 |
| 15:45-16:15 | (台)低碳技術之發展與應用 | 工研院綠能所 楊秉純 正研究員 |
| 16:15-16:45 | (台)台灣綠能產業展望 | 工研院綠能所 邱錦松 組長 |
| 16:45-17:15 | (台)次世代綠能技術發展 | 核研所 李瀛生 副主任 |

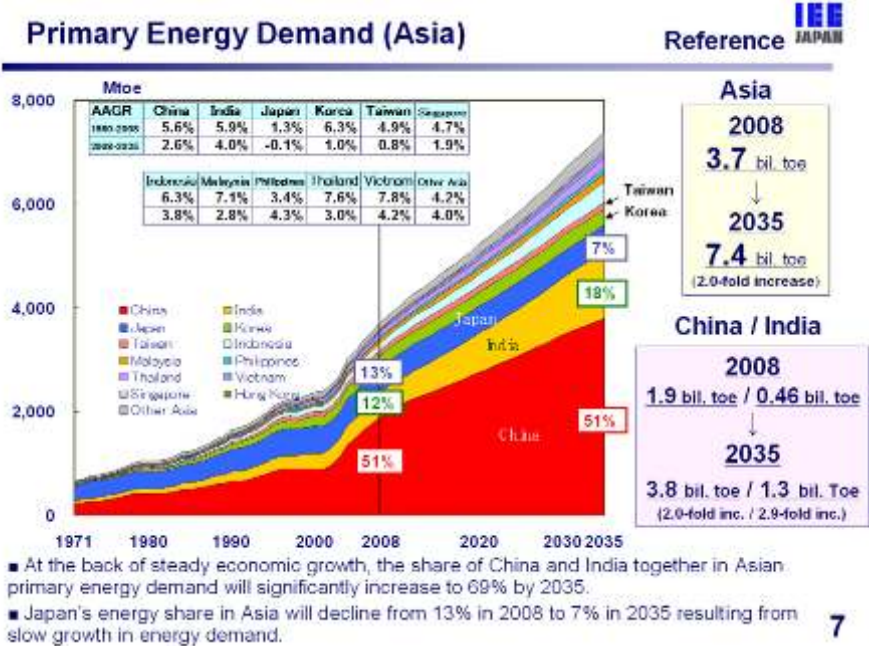
2.1 議題一、亞洲能源展望與台日能源政策

第7屆台日能源合作研討會於東京王子飯店召開，在能源局王運銘副局長和IEEJ豐田正和理事長致詞完後便正式開始，圖十四為台日雙方代表交換禮物，第一個簡報的議題為伊藤浩吉常務理事針對亞洲能源的供需展望，圖十五為亞洲能源需求估測，報告指

出亞洲能量需求從2008年37億噸油當量將成長至2035年74億噸油當量，其中中國將由2008年19億噸油當量成長至2035年38億噸油當量，印度將由2008年4.6億噸油當量成長至2035年13億噸油當量，可以預期在能源需求上升的未來，市場的供需將更為嚴峻，圖十六為亞洲石油需求估測，亞洲石油需求從2008年52%的缺口擴大至2035年的81%，對於能源安全管理方面來說為一大隱憂，圖十七為說明各種能源技術策略對二氧化碳減排之潛力，包括節約能源、生質能、太陽能、風能、核能，提升燃料轉換效率和二氧化碳封存技術等，其中以節約能源和二氧化碳封存技術各佔40%和30%，此一結果可為我國未來減碳政策作一有效的參考。

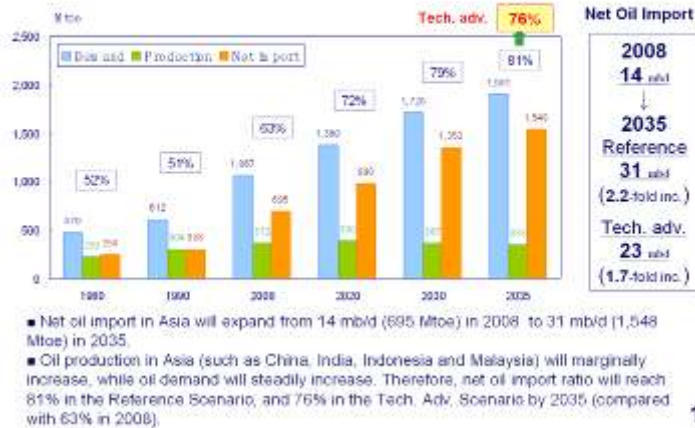


圖十四: 台日雙方代表交換禮物



圖十五: 亞洲能源需求估測

Oil Supply and Demand in Asia

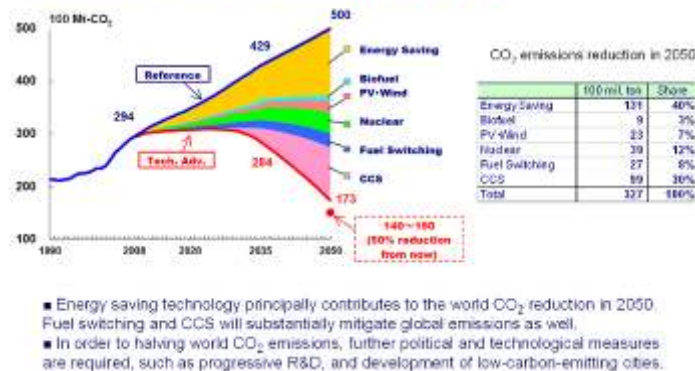


10

圖十六: 亞洲石油需求估測

CO₂ Emissions Reduction Potential by Technology (World)

Asia/World Energy Outlook through 2050

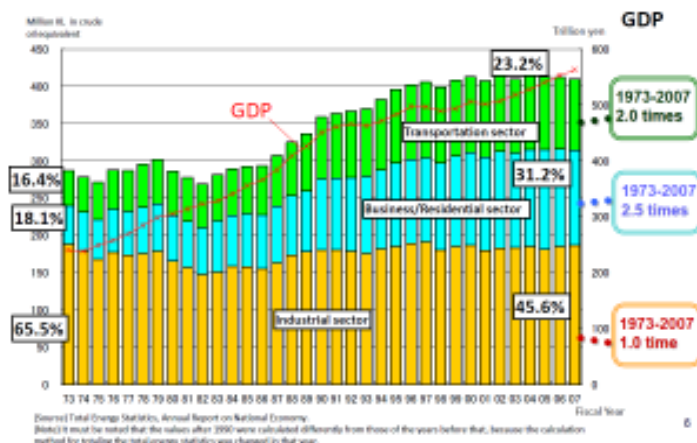


圖十七: 各種能源技術策略對二氧化碳減排之潛力

有關日本能源政策由經產省資源能源廳三浦聰室長作簡報，圖十八為過去日本能源消費的成長趨勢，其中可以看出在 2000 年以後日本交通、工業、商業以及其它項目的能源消費皆停止成長，並不隨著 GDP 上升而有太大的變化，對於日本能源安全方面來看，預期未來能源價格趨勢上揚，有效控制能源消費的成長可讓日本政府有更多彈性制訂能源政策和提升相關技術研究發展。如圖十九所示根據 2010 年 7 月修訂日本戰略能源計畫指出，提供安全並且讓民眾能理解支持與更新能源產業與社會供應系統的前提下，以依據能源安全、環境保護和有效供應三大方向規劃主要政策，對於未來 2030 年的目標計畫了提高 70% 的能源自主率，以 1990 年為基準在 2030 年減少 30% 二氧化碳排放的目標，在 2020 年前規劃了 9 座新的核能電廠，在 2030 年則預計增加超過 14 座核能電廠，降低電廠二氧化碳至 IGCC 排放的等級，在 2020 年置換所有燈具為高效率省電燈具，持續研發智慧型電網等先進能源管理技術，並計劃讓 2020 年新研發的下一代車型市佔率到達 50%，2030 年達到 70%。

Japan's Energy Situation (4)

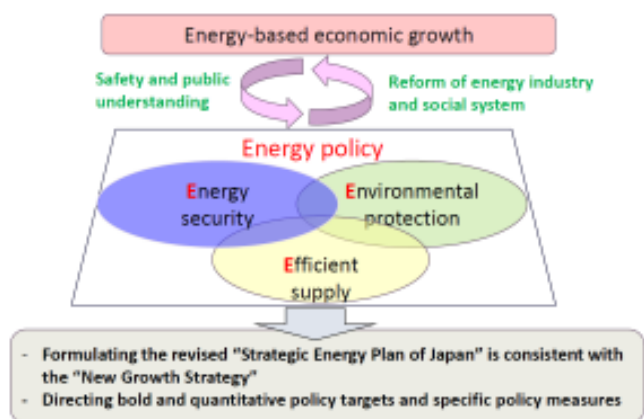
- Trends in Final Energy Consumption in Japan -



圖十八：日本能源消費的成長趨勢

The Strategic Energy Plan of Japan (1)

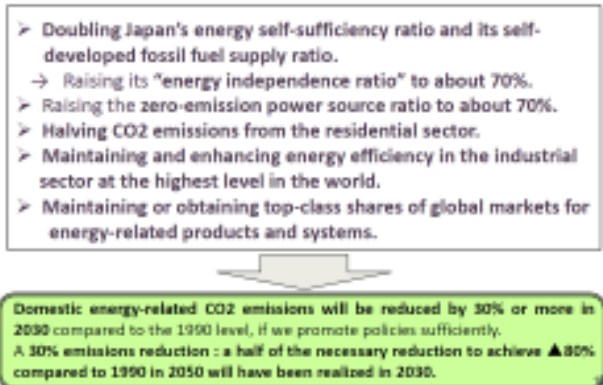
- Revised June 2010 -



圖十九：日本能源政策依據

The Strategic Energy Plan of Japan (2)

- Ambitious Targets Toward 2030 -



圖二十：日本能源計畫 2030 年目標(1)

The Strategic Energy Plan of Japan (3)

- Specific Measures to Achieve Targets (Supply side) -

1) Securing resources and enhancing supply stability

- Deepening strategic relationships with resource-rich countries through resource diplomacy by the PM and ministerial level and public - private partnership with the relevant industrial sectors.
- Enhancing support for risk money for upstream concessions.
- Raising self-sufficiency ratio of strategic rare metals to more than 50%.

2) Independent and environment-friendly energy supply structure

- Expanding the feed-in tariff system in the field of renewable energy.
- 9 new or additional nuclear plants by 2020 and more than 14 by 2030.
- Requiring to Reduce CO2 emissions of the plants to the IGCC plant levels.
- Requiring new coal thermal plants for future planning to be CCS-ready.
- Building the world's most advanced next-generation interactive grid network as early as possible in the 2020s.

11

圖二十一：日本能源計畫 2030 年目標(2)

The Strategic Energy Plan of Japan (4)

- Specific Measures to Achieve Targets (Demand side) -

1) Realizing a low carbon energy demand structure

(Industrial sector)

- Enhancing the world's most advanced energy efficiency through introducing the most advanced technologies for replacing equipment

(Residential sector)

- Making net-zero-energy houses available by 2020
- Replacing 100% of lights with highly-efficient lights (including LED and organic EL lighting) on a flow basis by 2020

(Commercial sector)

- Realizing net-zero-energy houses in new public building by 2020
- Introducing new integrated standards for energy consumption at all buildings for implementation in two years

(Transportation sector)

- Raising next-generation vehicles' share of new vehicle sales to up to 50% by 2020, and up to 70% by 2030

圖二十二：日本能源計畫 2030 年目標(3)

The Strategic Energy Plan of Japan (5)

- Specific Measures to Achieve Targets (Demand side) cntd.-

2) Building next-generation energy and social systems

- Consideration of demonstration projects and strategic international standardization for the smart grid and smart communities
- Introducing smart meters and relevant energy management systems for all users as early as possible in the 2020s
- Diffusing fixed fuel cells and developing a hydrogen supply infrastructure

3) Developing and disseminating innovative energy technologies

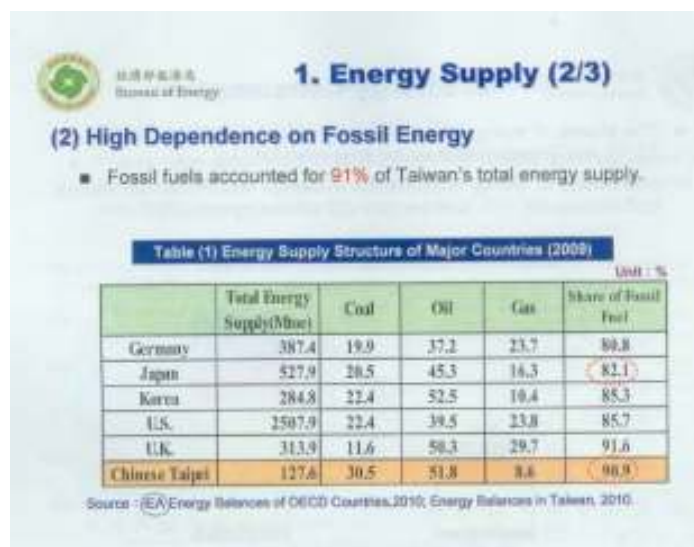
- Drafting a new energy innovation technology roadmap
- Developing the public-private cooperation arrangement for supporting the international diffusion of highly efficient and low carbon technologies
- Building a new mechanism to appropriately evaluate how Japan's international diffusion of its technologies, products and infrastructure contributes to reducing global greenhouse gas emissions

圖二十三：日本能源計畫 2030 年目標(4)

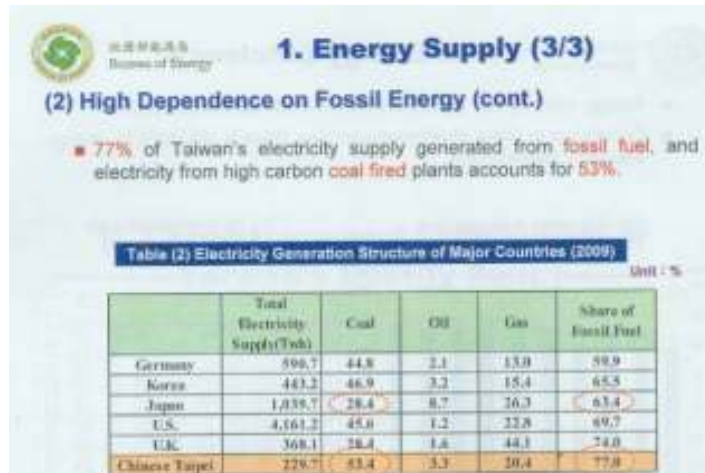
有關台灣能源政策概況由經濟部能源局翁素真組長簡報，如圖二十四所示台灣有 99.4% 的能源供給仰賴從國外輸入，在自有能源裡面則有 69% 屬於再生能源，圖二十五說明在 IEA 資料統計裡，台灣仰賴了 91% 的能源為化石燃料，圖二十六則進一步說明台安的電力供應來源，有 77% 屬化石燃料，53% 的電力供應則來自於排放大量污染的燃煤火力發電，因此台灣朝著能源自主和技術開發努力，在制訂能源政策上有著三大目標：乾淨、高效率與穩定，發電系統上希望以 2005 年為基準，低碳能源在 2025 年提升至 55% 佔比，二氧化碳排放能在 2020 年減量至 2005 年的水準，在 2025 年減量至 2000 年的水準，提高能源生產力，並加強工業、商業、住宅、運輸等各部門節約能源。能源之探勘、開發、生產、運儲、使用過程及使用後處理應重視環保與安全，並加強溝通取得共識，以提高民眾接受意願。積極引進及產製高品質之清潔能源並推廣利用，以減少對環境的污染。推動再生能源及新能源技術之研究發展與推廣獎勵。另外亞太能源研究中心的小林健二所長和工研院綠能所楊秉純正研究員分別以 APEC 架構下的合作和台灣受檢視的成果作一說明。



圖二十四：台灣能源供給(1)



圖二十五：台灣能源供給(2)



圖二十六：台灣能源供給(3)



圖二十七：近期台灣能源相關政策制定年表



圖二十八：台灣能源計畫目標

2.2 議題二、能源效率、再生能源與智慧社區活動

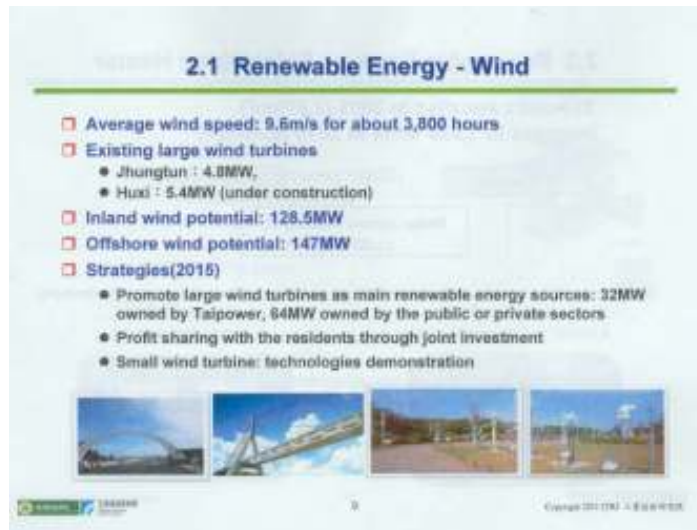
台灣方面由工研院綠能所胡耀祖副所長針對此一議題提出低碳島推動計畫的簡報，圖二十九為澎湖低碳島計畫的目標，目的展現為一低碳的觀光島嶼，包括應用超過55%的再生能源科技，廣泛使用節省能源的設備和應用各種節能技術和概念於家庭中，有效的使用水資源並做好回收再利用減少浪費，推廣綠能觀光事業提升本地經濟發展，使用本地能源建構低碳永續的健康生活環境。澎湖面積有127平方公里，目前能源供應有12組柴油發電機(91MW)、裝置容量共4.8MW風力發電機和3千7百萬公升石油如圖三十所示，圖三十一為澎湖風力發電現況，澎湖的平均風速高達9.6m/s，是一個非常適合風力發電的環境，目前有中屯風力發電廠(4.8MW)，正在建置湖西風力發電廠(5.4MW)，在島嶼內有128.5MW的未開發風能潛力，在離岸部分則有147MW的未開發風能潛力，圖三十二為島內太陽能發展現況，目前有68.1kWp的太陽能設置，未來會積極推廣至各公共設施和學校等建物上，預計2011年可達到1.5MW的裝置容量，圖三十三為太陽能熱水器發展現況。在家庭與商業節約能源方案裡，預計2015年安裝2106台智慧電表，在2014年安裝4000座LED路燈，推廣安裝T5燈管和針對各種節能產品補助。預期的成果有：減少以2005年為標準的50%碳排放，在2015年再生能源能佔全部能源消費的56%，減少二氧化碳排放並提升觀光產業的發展。



圖二十九：澎湖低碳島計畫目標



圖三十：澎湖地理資訊



圖三十一：澎湖風能發展現況



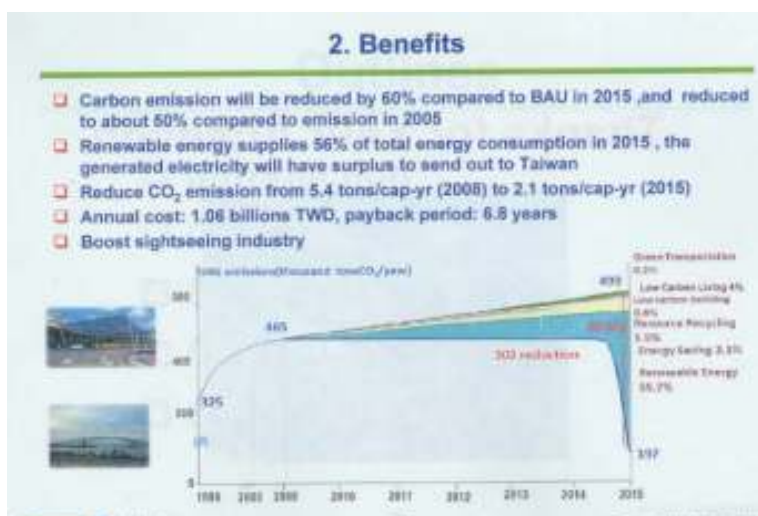
圖三十二：澎湖太陽能發展現況



圖三十三: 澎湖太陽能熱水器發展現況

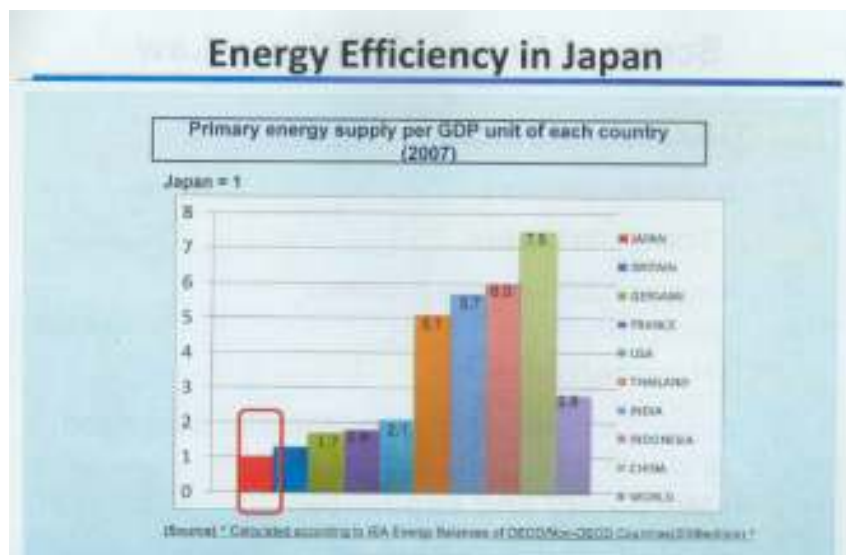


圖三十四: 家庭與商業節約能源方案

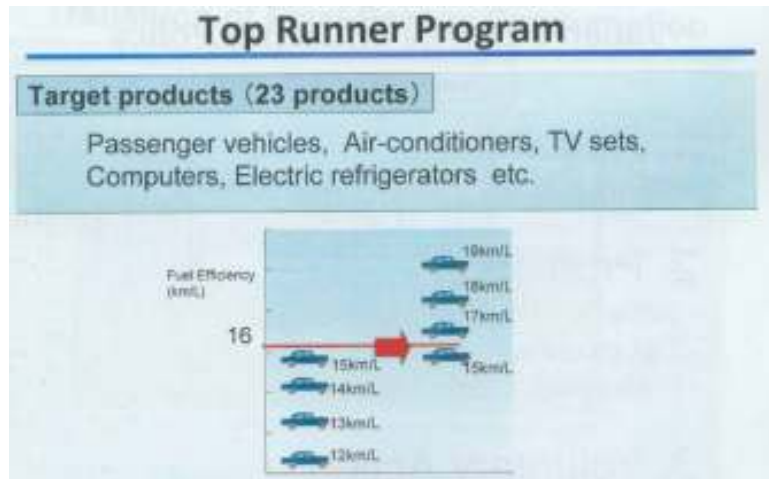


圖三十五: 澎湖低碳島計畫預期成果

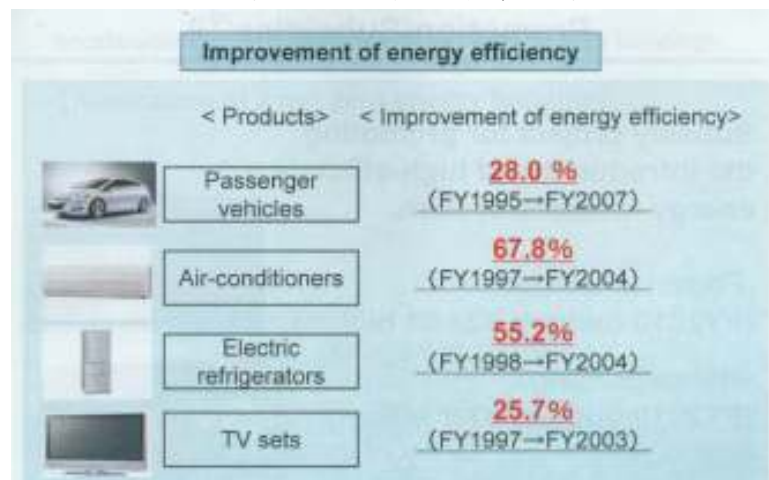
議題二裡第二個簡報為經產省資源能源廳小菅利男市長補佐對日本能源效率、再生能源與智慧社區活動作一介紹，如圖三十六所示，日本在以每GDP單位的能源供應的標準來看效率領先各先進國家位居首位，而中國則為能源效率相當低的一個國家，對此日本針對23項產品包括汽車、冷氣、電視、電腦...等相關能源效率的發展仍是不遺餘力，圖三十八說明汽車方面能源效率從1995年到2007年提升了28%，冷氣方面能源效率從1997年到2004年提升了67.8%，電冰箱方面能源效率從1998年到2004年提升了55.2%，電視方面能源效率從1997年到2003年提升了25.7%。圖三十九則說明日本在石油依賴程度的改善由1973年75%降低比重至2005年的46%，圖四十則為日本預期未來再生能源產量的目標，預期2030年水力發電達到240億公升石油等效發電量，太陽能發電達到130億公升石油等效發電量，圖四十一為各國太陽能裝置容量的成長曲線，日本在太陽能裝置一直都是穩定成長，2008年位居世界第三位，裝置容量第一和第二位的國家分別是德國和西班牙，但近年來太陽能成本價格近幾年來已無顯著的下降，如圖四十二所示，為來如何持續發展太陽能發電技術和降低成本則為各國目前刻不容緩的議題。在太陽能技術研究方面，日本境內已設置了稚內5MW太陽能發電示範場和北杜2MW太陽能發電示範場可供企業和其它研究單位參考，圖四十四為現今儲存電池的比較，日本發展NAS電池系統雖然在每千瓦的成本計算較高，但考量使用循環次數後，NAS電池系統每千瓦小時的成本則較為低廉，在北海道稚內5MW的太陽能發電示範場也是使用NAS電池系統。智慧電網的發展也受到日本的重視，智慧電網為下一代電力管理和配送系統，由於再生能源發電具有間歇與不確定性，為有效管理用電和再生能源整合使能源更有效率的利用，智慧電網因應而生，整合智慧電錶和各種用電數據並配合電力需量反應，下一代電力能源管理概念智慧電網將扮演重要的角色，在日本已開始在京都、愛知、橫濱和福岡等地建立新型的示範系統，如圖四十七所示。



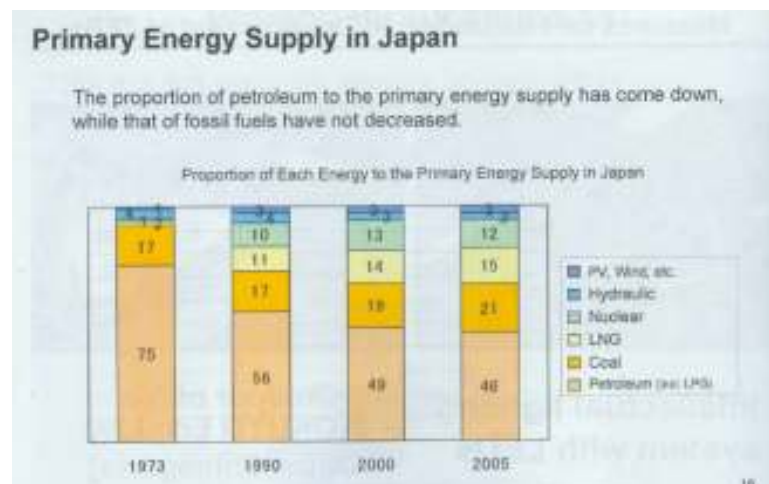
圖三十六: 各國能源效率比較



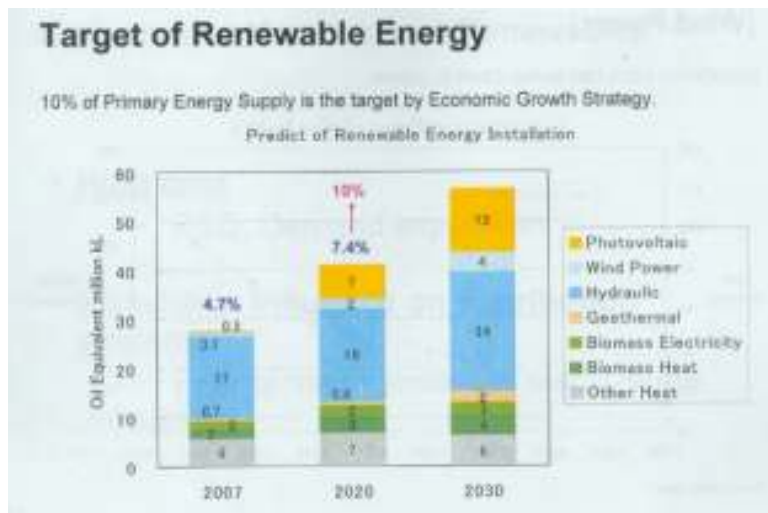
圖三十七：產品能源效率改計畫



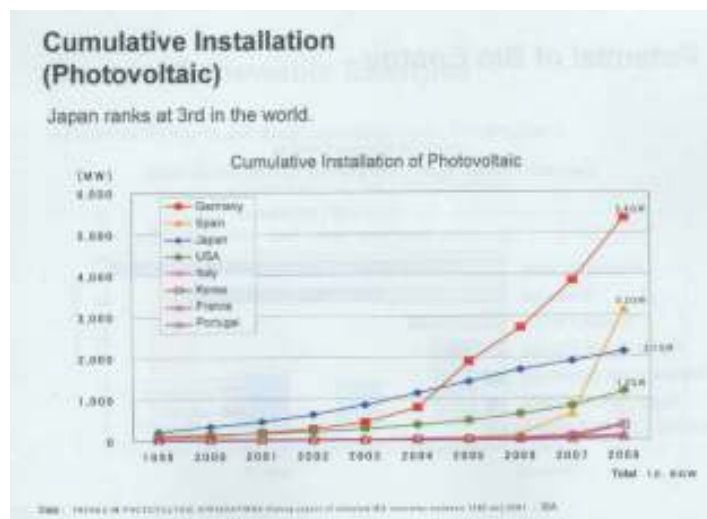
圖三十八：各種產品效率的改善



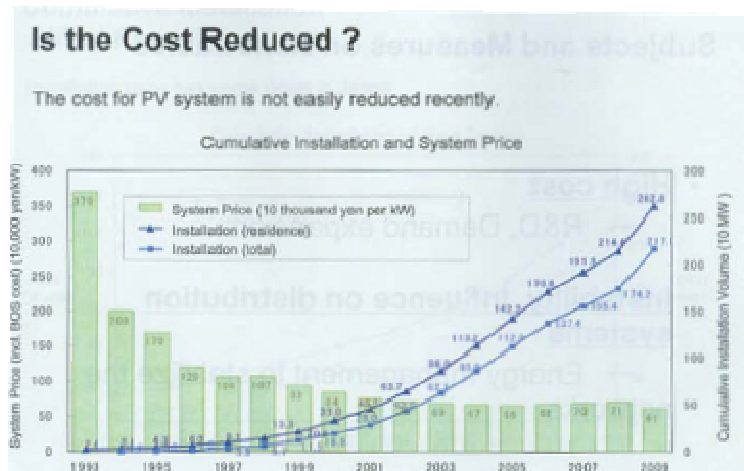
圖三十九：日本能源供應中石油比重下降



圖四十：日本再生能源產量預期目標



圖四十一：各國太陽能裝置容量變化



圖四十二：太陽能發電成本趨勢

Measures for Grid Stabilization

Large scale PV plants connected to electricity distribution systems are demonstrated.



Wakkanaï Site, Hokkaido (5MW)



Hokuto Site, Yamanashi (2MW)

圖四十三：日本太陽能發電示範場

Current Situation of Storage Battery

The improvement of the price and the performance is important.

ex. Goal of R&D for EV Battery by 2015

Cost : 1/7, Performance : 3/2 (compared to current level)

Characteristics of Various Batteries (sample)

| | Pb | NaS | Ni-H | Li-ion |
|--------------------------|------|------|------|--------|
| Energy Density (Wh/kg) | 35 | 110 | 80 | 120 |
| Efficiency (%) | 86.8 | 87.4 | 90 | 95 |
| Life Cycle | 4500 | 4500 | 2000 | 3500 |
| Cost for kW (1,000 yen) | 150 | 240 | 100 | 200 |
| Cost for kWh (1,000 yen) | 50 | 25 | 100 | 200 |

圖四十四：各種儲存電池比較

The "Smart Grid" concept

Once after renewable energy, home electrification, use of electric cars, etc. are introduced, it will become possible to change the energy supply-demand system. There is a potential for the demand side to play an adjustment function role which is currently assumed by energy suppliers.

Energy can be used more efficiently if the demand side manages to distribute power supply locally, i.e. "local production for local consumption". It also contributes to energy efficient use in huge distributed electronic power supply by load leveling such as peak-cut.

The "Smart grid" is an electric transmission and distribution grid to promote the stability of electric power supply by using information and communication technology.

Example of energy utilization on demand side that uses information and communication technology

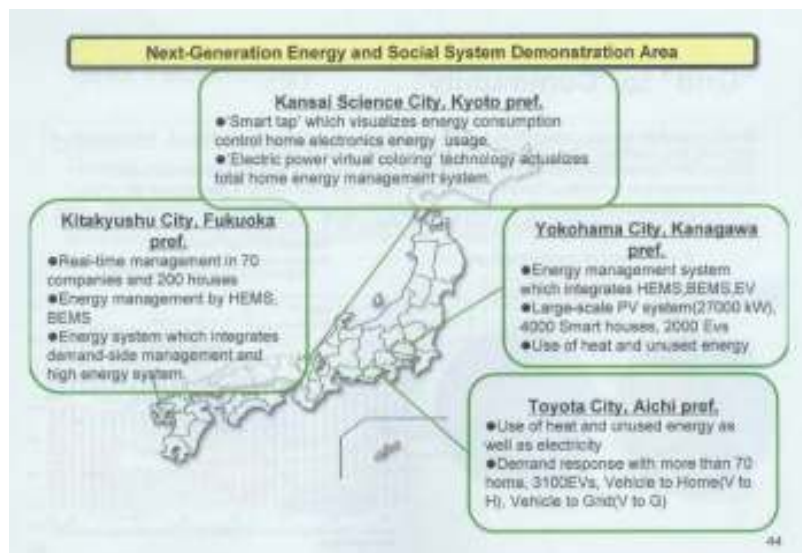


41

圖四十五：智慧電網概念(1)



圖四十六: 智慧電網概念(2)

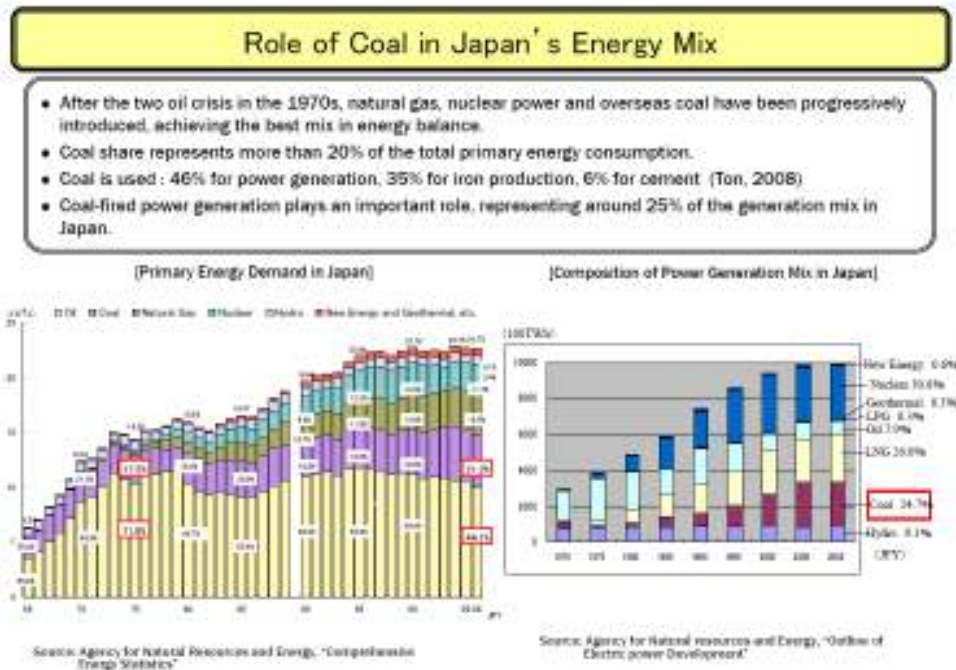


圖四十七: 日本智慧電網相關示範地區

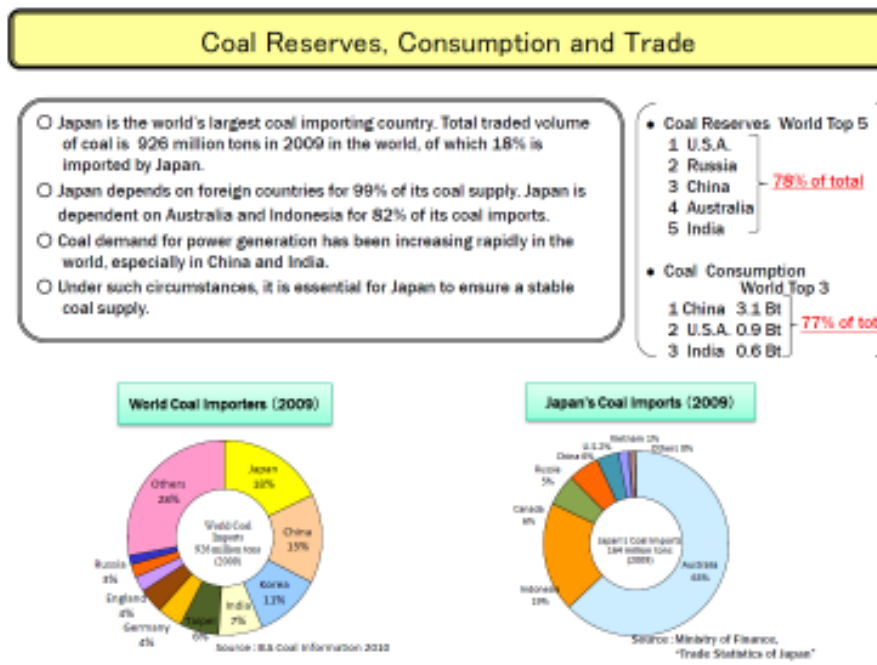
2.3 議題三、台日潔淨能源之商業合作

在議提三裡日本經產省資源能源廳渡部義賢企劃官針對高效燃煤火力發電技術之可能合作作一簡報，煤目前佔日本總能源需求中 20%左右，在電力供應方面則佔 25%的電力來源，日本能源需求中的煤有 46%用來產生電力，35%用來幫助生產鋼鐵，6%用來幫助生產水泥，因此煤在日本能源需求中扮演了一個舉足輕重的角色，日本為全世界煤輸入最多的國家，在 2009 年輸入了 9 億 2 千 6 百萬噸的煤，圖四十九則說明了輸入日本的煤有 63%來自於澳洲、19%來自於印尼，根據 IEA 的資料顯示，在 2030 年煤的需求將彼 2007 年增加了 1.5 倍，燃煤電力的供應也將在 2030 年提升至 2007 年的 2 倍，燃煤火力發電所使用的蒸氣條件，在日本使用高效率超臨界和超超臨界蒸氣條件的火力發電廠已達到 70%，而未來在日本所技術掌握超超臨界蒸氣條件的火力發電廠技術也將大

幅的成長。圖五十一則說明未來在燃煤火力發電廠技術預期會不斷改善，達到高效率零排放的目標努力。圖五十二則為未來高效率低碳技術的燃煤火力發電廠在世界各國成長的趨勢，而中國和印度的低碳燃煤火力發電可以預期將會大幅度成長。



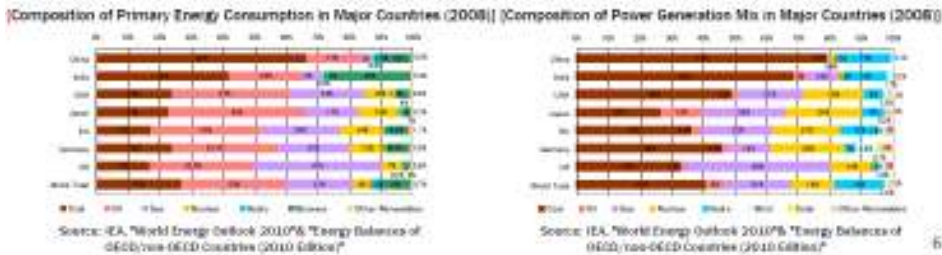
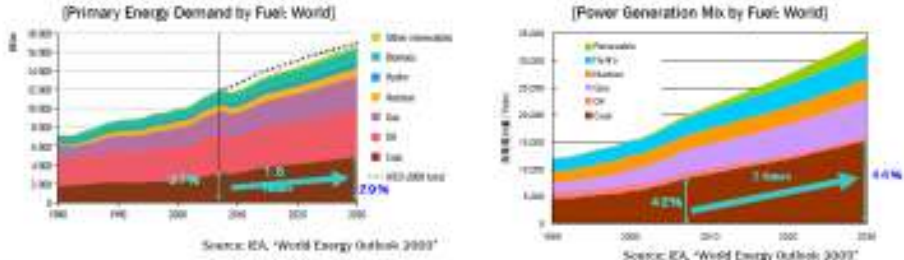
圖四十八：日本各種能源需求和發電配比



圖四十九：煤的需求和生產概況

Role of Coal in World's Energy Balance

- The share of coal accounts for one-quarter of total primary energy supply in the world and its consumption is expected to achieve a 1.5 fold increases in 2030.
- Coal-fired power generation represents 40% of total volume generated in the world and is projected to double in 2030.

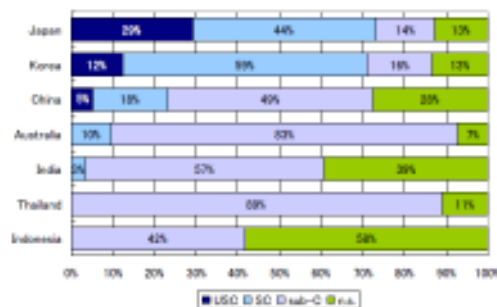


圖五十：煤在世界能源平衡裡的角色

Comparison of Steam Conditions of Coal-Fired Power Plants

- In Japan, more than 70% are Super-Critical (SC) or Ultra Super-critical (USC) Steam Condition
- Share of USC in the Japanese Power Generation represents the highest in the World.
- Even in Asian regions, where Sub-critical steam condition is dominant, SC and USC technology are being introduced gradually.

Steam Conditions of Coal-Fired Power Plants



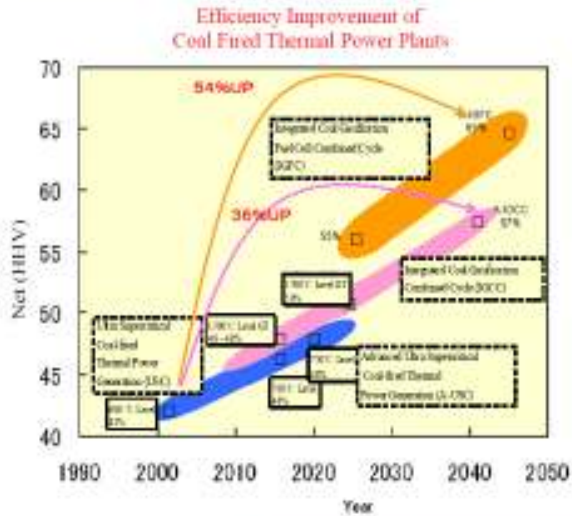
Source: IEA, CoalPower as of Nov 2010

14

圖五十一：超臨界蒸氣條件的火力發電廠發展概況

**Further Promotion of Low Carbonization and Zero Emissions
in Domestic Coal-Fired Thermal Power (1)**

Development, demonstrations and introduction of highly efficient coal fired thermal power



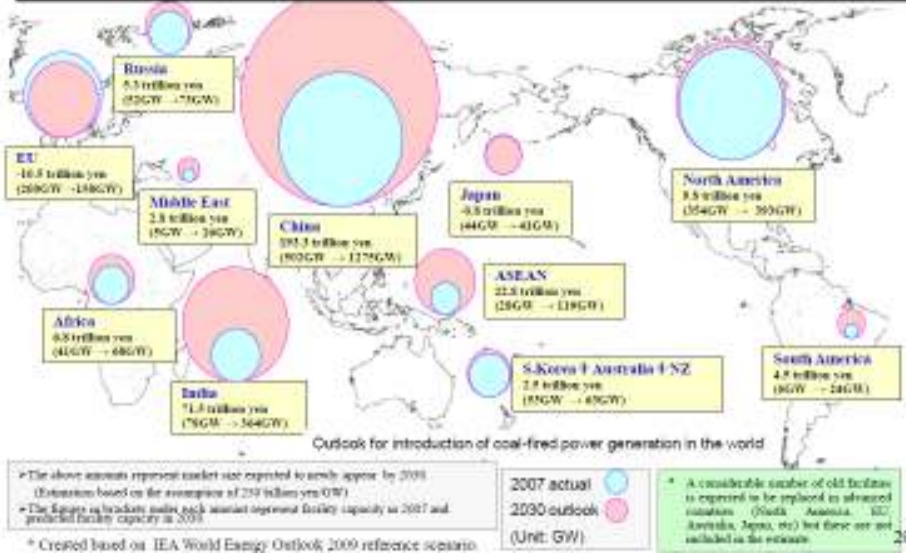
Source: "Cool Earth 50 - Energy Institute's Technology Plan"

17

圖五十二: 未來燃煤火力發電廠效率改善預測

**Promotion of Low Carbonization
by Technology Transfer to Overseas Coal-Fired Thermal Power Plants (1)**

- Market size of 10 to 20 trillion yen/year. The capacity of power generation facility is expected to be double by 2030.
- Regionally, notable demand expansion in Asia such as India and China.
- Demand for highly efficient coal-fired power generation is expected to increase in advanced and emerging countries due to the security of global warming prevention measures.



圖五十三: 世界各國未來燃煤火力發電成長趨勢預測

在議題三中本所環能中心李瀛生副主任代表本所對次世代綠能技術發展議題作一簡報(簡報內容請參考附件)，在議題中完整介紹了本所研發的高聚光太陽能發電技術、生質酒精、直接甲醇燃料電池，微型電網和中小型風機等成果，此外工研院綠能所楊秉

純正研究員和邱錦松組長分別對台灣綠能產業展望和低碳技術之發展與應用作說明。



圖五十四：李瀛生副主任代表本所簡報(1)



圖五十五：李瀛生副主任代表本所簡報(2)



圖五十六: 第 7 屆台日能源會議會後合影

3. 參訪磯子火力發電廠和橫濱火力發電廠

磯子火力發電廠由 J-Power 公司經營，位於橫濱海港半島上，主要供給電源開發株式會社(EPDC)來滿足日本都會區電力的需求。J-Power 為 EPDC 所擁有，為日本最大的電力公共事業，磯子火力發電廠於 1960 年代後期遵循日本國家煤炭政策所建設而成，作為大城市的發電廠並與橫濱市簽署了日本首項防止公害的協定，經營躉售電力發電業務，並率先安裝了乾式脫硫裝置等設備，在不斷加強環保措施的同時，30 年來為了穩定供電付出了不少努力，磯子火力發電廠則以下 3 項為目標進行了改造嶄新面貌：

1. 根據橫濱市「橫濱 21 世紀遠景規劃」，落實環境改進計畫(尤其以針對排氮氧化物)
2. 向首都為中心的地區穩定供電，並提高供電的可靠性。
3. 更新電廠的陳舊設備。

圖五十七為 J-Power 公司簡報磯子火力發電廠概況的情形，原本的磯子火力發電廠由兩個燃煤發電機組所組成，每座機組產出電量為 265MW，在 1967 和 1969 年開始商業運轉，在經過 35 年的營運服務後，J-Power 選擇重新建設磯子火力發電廠。磯子火力發電廠的改造工程，為了在建設新發電機組時能穩定供電，一邊運轉老發電機組(530MW)，一邊建設新 1 號機組(600MW)，待 1 號機運轉完成後，便開始拆除舊機組，在其空地上建設新 2 號機組，新 1、2 號機組，為實現改造工程目的之一的大幅度減排氮氧化物在舊發電設備也採用過的低氮氧化物燃燒器及二級燃燒方式的基礎上，還安裝了乾式排煙脫硫裝置並且作為控制硫氧化物和煤塵的對策，所採用為高效率乾式排煙脫硫裝置和電除塵設備，從而減少污染排放量。蒸氣條件採用特超臨界(USC: Ultra Super Critical)，達到世界最高水平的效率。

圖五十八為參觀整座更新完成的磯子火力發電廠設計模型，新的磯子火力發電廠第

一座機組從 2002 年 4 月開始商轉營運，用來自國內跟國外的煤炭，輸出電力 600MW。新的磯子火力發電廠使用塔式鍋爐以減少所需要的使用面積，因為只有 12 公頃有限的空間做建造使用。為了減少環境負債，採用以活性碳為基礎的乾式 De-Sox 系統和以氨為選擇的催化劑減量 De-NOx 系統。2009 年 7 月磯子火力發電廠第二座機組開始進行商業服務，輸出電力為 600-MW 並且使用超超臨界(ultrasupercritical, USC)燃煤火力發電技術。兩個新的機組一同取代 1960 年代古老的煤炭發電廠，以同樣的小場地產出兩倍的電力。此外，第二機組火力發電效率達 45%(LHV)，同時減低燃氣複循環發電廠的空氣排放量。高效率需要高蒸氣壓力和溫度，主要的蒸氣壓力是超超臨界 25 MPa (3,626psi) 與蒸氣溫度攝氏 600 度(華氏 1,112 度)，再加熱是用極高的溫度攝氏 620 度(華氏 1,148 度)。第一機組使用相同的蒸氣狀況，除了再加熱溫度減少攝氏 10 度，為攝氏 610 度。磯子電廠為世界排名最乾淨的燃煤發電廠，煤和灰的儲存和運輸透過了儲煤桶和氣浮式傳送帶等封閉式構造，可防止粉塵的飄散，如圖五十九所示。以排放量強度來看，排放量可以跟燃氣複循環發電廠的等級相比。其第二機組的空氣品質控制系統屬多污染物控制系統，不像是第一機組跟其他的燃煤廠由各自的部件組成。此外，第二機組使用獨特的再生活化焦煤乾式技術(ReACT)，使其達到低度的空氣排放量且設下新燃煤發電廠設計的標準，吸引電廠設計者和管理者的興趣。乾式排煙脫硫裝置將煙氣由填有活性碳的脫硫塔中通過，如圖六十一所示，活性碳吸附煙氣中的硫氧化物，再送至再生塔，再生塔裡使硫化物脫離活性碳，活性碳可得到再生，脫離下來的硫氧化物可回收製成硫酸再有效利用。不只對煤炭燃料有效的燃用，也加強了對副產品煤灰的再資源化，將煤灰用於水泥原料和肥料原料，幾乎全不都可以有效再利用，圖六十二、圖六十三、圖六十四和圖六十五為磯子火力發電廠現場參觀照片。



圖五十七: J-Power 公司簡報磯子火力發電廠概況



圖五十八：參觀礮子火力發電廠設計



圖五十九：運送煤炭和研磨設計



圖六十：蒸氣鍋爐和發電機設計



圖六十一：傳輸電線與乾式脫硫裝置設計



圖六十二：發電機現場運轉照片



圖六十三：發電機電力監控室工作情形



圖六十四：發電機電力監控室工作情形



圖六十五：磯子火力發電廠排煙煙囪與運送煤裝置

相較於磯子火力發電廠燃煤發電，日本東京電力的橫濱火力發電廠則為燃天然氣發電，使用液化天然氣(Liquefied Natural Gas, LNG)不會產生硫氧化物和煤灰，產生的氮氧化物則少於其他形式的火力發電，是一種較乾淨的燃料。橫濱火力發電廠於 1962 年 8 月投入服務，供電予關東及橫濱 125,000 多戶人家使用。日本全國 50%係為火力發電，40%為核能發電，只有 10%的電力是依靠水力發電。由此可見，火力發電在日本占有很重要的地位，主要原因是用蒸氣渦輪發電的成本比起其他兩款較低。一般的火力發電廠只用氣體及蒸氣發電機發電。燃料（如石油氣、原油）在鍋爐中燃燒，並釋放出近攝氏 1,300 度的熱力。這些熱力使通過燃燒管的水，成為高溫高壓蒸氣，並以蒸氣推動渦輪以製造電力。而採用改進聯合循環(Advanced Combined Cycle, ACC)型發電機組發電比

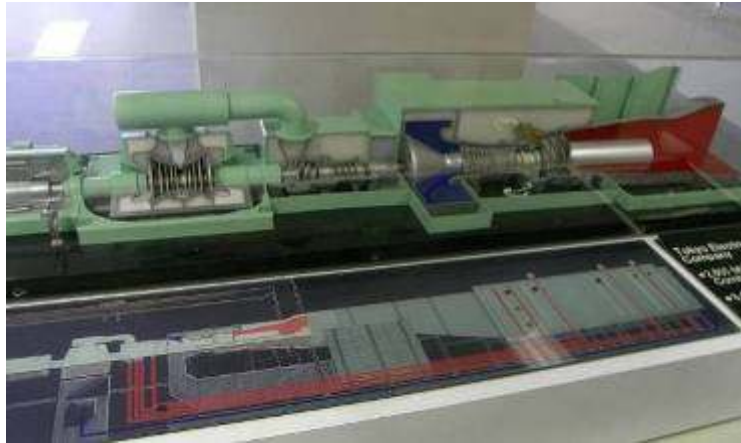
只用氣體及蒸氣發電機組更為環保，因為 ACC 型發電機組運作時不會釋放出有害氣體。另外，此種發電機組每次能有效地消耗 49%的燃料來發電，相反地，普通的氣體發電機組只能用 40%的燃料來製造同等份量的電力。因此，日本每年便可省了 7 億 3,000 萬升的石油氣（相等於 365 萬桶燃油）發電。ACC 發電機組模型如圖六十六所示，可分為三部分，其運作程序如下述：

- 氣體渦輪（Gas Turbine）：燃料在燃燒室加上已壓縮空氣及氣體渦輪被正在強烈膨脹中的熱空氣所推動。
- 熱蒸氣回收發電機（Heat Recovery Steam Generator）：放出的高溫氣體會在這裡轉化成水，然後再轉化成蒸氣。
- 蒸氣渦輪（Steam Turbine）：由熱蒸氣回收發電機製造的蒸氣用作推動蒸氣渦輪以發電。

日本電力的發電成本從高至低依序為水力發電、液化天然氣發電、燃煤發電、核能發電，因此為了提高液化天然氣發電效率所使用了改進聯合循環發電系統，有更高運轉效率和減少對環境的危害，ACC 系統也減少了 20%二氧化碳的排放量。橫濱火力發電廠臨近海邊，所需天然氣燃料由海底管線自另一儲存地點傳送，發電廠廢水也經過處理和冷卻後排放，改善了對環境的衝擊，ACC 型發電機組還有一個好處，就是它能因應當時當地的需求量而改變發電的速度，以免浪費電力。此座發電廠共有 8 台發電機組，發電機組設計模型如圖六十七所示，每台每天能生產 350 萬千瓦的電力。控制室有 4 人監控 6 部機組共有 5 班輪流，現場為無人運轉，為一高現代化自動化運轉的發電廠。圖六十八為橫濱火力發電廠現場參觀照片，圖六十九為發電廠排煙煙囪裝置，照片中可以看出 ACC 發電廠只有排出少量氣體，減少火力發電對環境污染衝擊。



圖六十六: 橫濱火力發電廠設計模型



圖六十七：橫濱火力發電機組設計模型



圖六十八：橫濱火力發電廠現場參觀照片

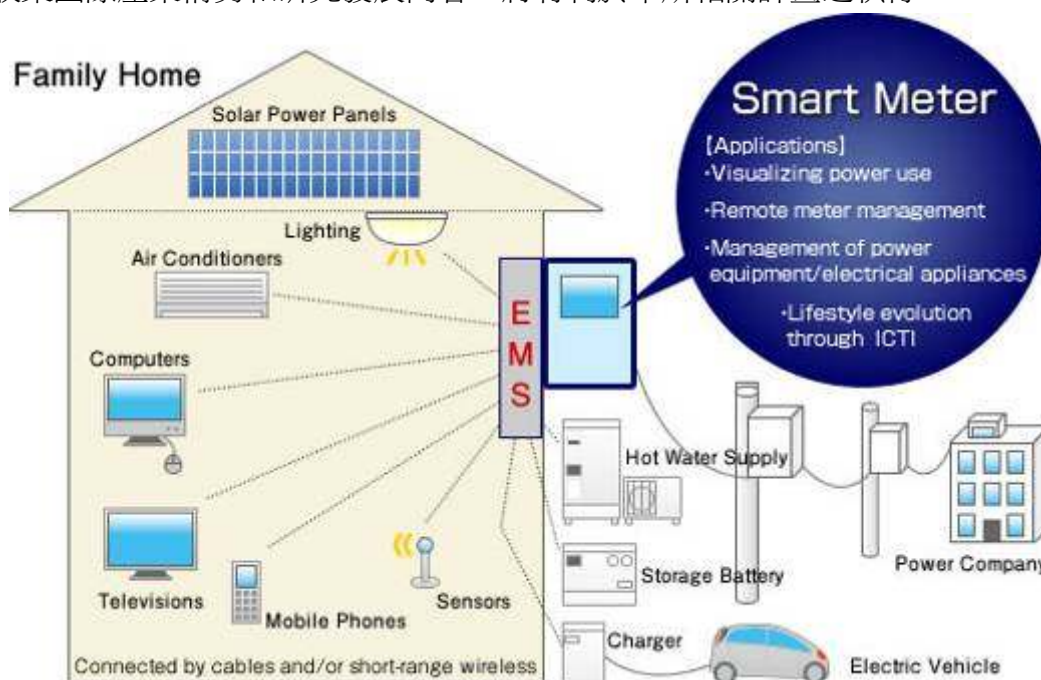


圖六十九：橫濱火力發電廠排煙煙囪裝置

4. 參訪 Career System 公司

日本Career System公司為智慧型電網領域裡軟體開發廠商，也為日本智慧型電網協會JSCA(Japan Smart Community Alliance)會員，Career System都雄史社長曾於2010年10月由率領研究團隊拜訪本所並討論未來可能合作方向，圖七十為智慧電網中未來智慧電表的概念說明，能源管理系統(EMS)和智慧電表可有效的監控家庭裡各項負載，並且和再生能源整合，甚至可將再生能源產出的電賣給電力公司，同時也可接收目前電力公司所傳送供電資訊或即時電價，由消費者或能源管理系統調配目前所需負載需求，達到省電、智慧與更有效率的電力傳送架構。

圖七十一為與Career System討論目前日本對智慧型電網智慧電表開發趨勢，有關電力或天然氣量測裝置，未來日本主要還是以電表測量為目的，測量資料係透過特定通信裝置做處理和傳輸，與過去所認為整合於一智慧電表有所差別，其中也討論目前日本政府對智慧電網相關產業的輔導和補助方案，Career System也開始以此架構積極對家庭能源管理系統(HEMS)開發，其中預期成果有：電力或天然氣公司將更有效率監測用戶用電，電力收費方式也會較為合理和彈性，減少電力公司營運負擔。有效管理和監控電力的配送可節省能源消耗且具有經濟效益的產電，可達到二氧化碳減量，改善氣候變遷所帶來的影響，對於家庭消費者來說，整合如太陽能或風能再生能源發電，利用家庭能源管理方案能將電力穩定度和可靠度提高，再生能源的產電將可最佳化使用，並且家庭能源管理系統也能以經濟考量調配負載使用並監控，達到環境、企業和家庭三贏的局面。此次赴Career System公司除討論技術開發細節外，也希望對於日本產業趨勢能有所先覺，收集國際產業情勢和研究發展內容，將有利於本所相關計畫之執行。



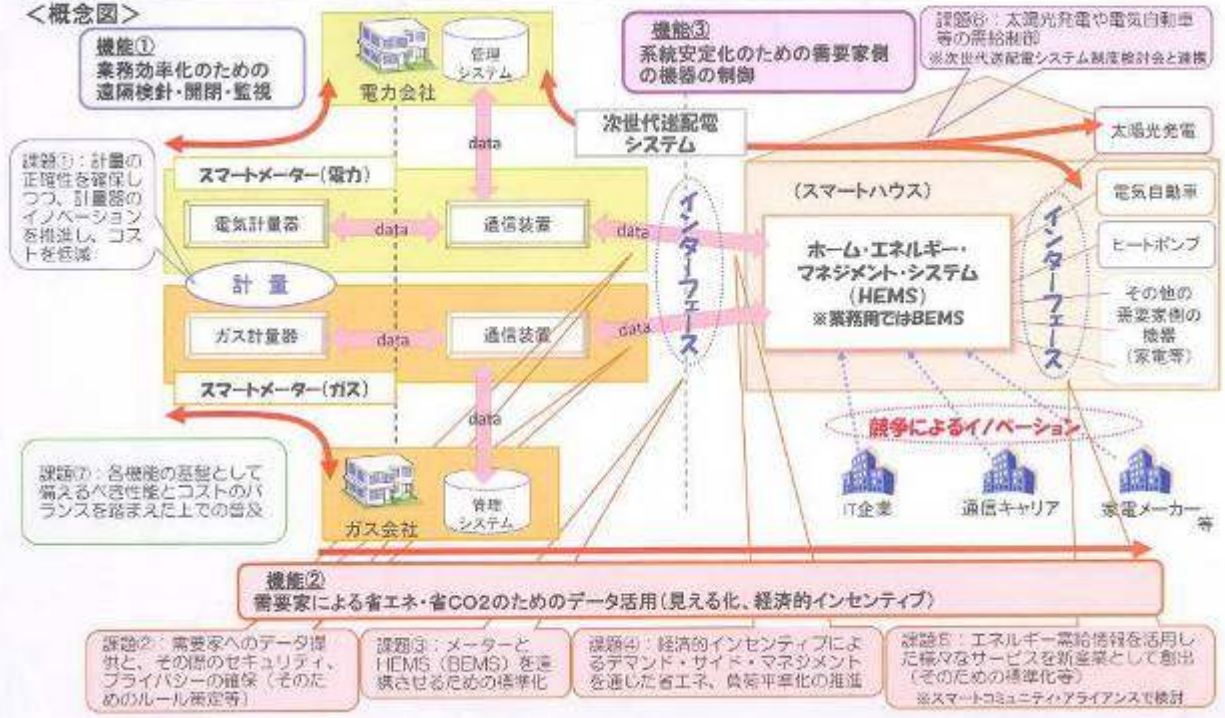
圖七十: 智慧電表的概念說明

スマートメーターとエネルギー・マネジメントシステムの連携により期待される機能と課題について

参考資料1

スマートメーターとエネルギー・マネジメントシステムの連携により期待される機能については、①遠隔検針(遠隔開閉) ②データを活用した需要家による省エネ・省CO2(見える化、経済的インセンティブ) ③系統安定化のための需要家側の機器の制御 に大別されるのではないかと。また、その際の検討課題としては、以下の項目が考えられるのではないかと。

<概念図>



圖七十一: 發電機電力監控室工作情形



圖七十二: 於 Career System 公司合影

四、建議事項

全球氣候變遷，二氧化碳排放的減量已成為國際趨勢，而日益嚴重的能源短缺更威脅著我國能源政策和能源安全的走向，節能減碳也變得刻不容緩，而再生能源之經濟效益發展目前還不足夠成熟，除需持續投入發展外，智慧電網和微型電網系統的保護與協調與系統的分析等相關議題的研究與科技突破，將可影響再生能源併入市電之滲透率，本所研發計畫也與國際接軌，目前正規劃執行高聚光太陽能發電技術、生質酒精、直接甲醇燃料電池，微型電網和中小型風機等研究項目，此次配合能源局參加第 7 屆台日能源合作研討會，參與者多為政府機關和政策制定相關之專業人士，因此可了解包含未來趨勢和目前市場情況，並可對台灣和日本政府對於能源政策的規劃發展遠景作進一步瞭解，亦能於會議中與日方政府單位和專家交流，推廣本所研發成果和能見度，因此建議需多配合參與大型相關國際會議。

另一方面，在台日能源合作研討會中，令人印象深刻之處為日本政府已長遠規劃至 2030 年能源發展目標，為提升再生能源和微型電網技術發展，除早已投入大量人力及金錢於日本各地建立示範系統外，日本政府在政策上亦全力配合且支持並與產業界合作研發設計，本所雖知與產業共同推動之重要性，但有許多較長遠目標仍需政府機關及電力公司大力支持，才能將再生能源相關技術與微型電網實現於一般社區家庭中供給民眾電力使用，建議台灣政府在規劃能源發展時能以長遠目標考量，提早佈局微型電網等發展技術。

五、附件

第 7 屆台日能源合作研討會環能中心李瀛生副主任簡報內容：



The 7thTaiwan -Japan Joint Seminar on Energy Cooperation

Development of Next Generation Green Energy Technology (INER)

Ying Sheng Lee
Institute of Nuclear Energy Research ,Taiwan
Feb 15, 2011

Contents



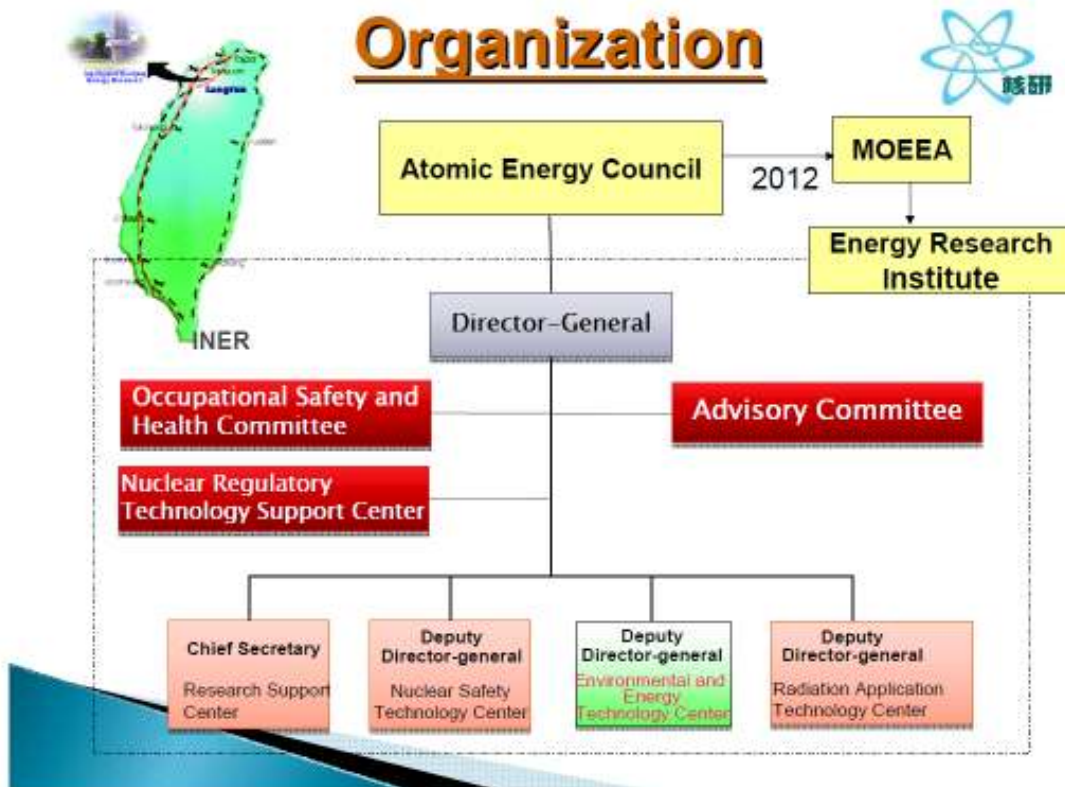
1. Institute of Nuclear Energy Research (INER)
2. Renewable /New Energy Technology
 - *High Concentration Photovoltaic (HCPV) System*
 - *Cellulosic Ethanol Technology*
 - *Solid Oxide Fuel Cell (SOFC)*
 - *Microgrid*
3. Issues to be Discussed

Institute of Nuclear Energy Research (INER)



- *Founded in 1968*
- **Personnel**
approximately 1,500
- **Budget**
approximately 150 million USD
- **Missions**
 - To develop domestic nuclear technologies to support nuclear safety regulation and to enhance operational efficiency for nuclear power in Taiwan
 - To develop and to perform nuclear facilities decommission and radioactive waste management technologies
 - To develop radiopharmaceutical and radiation applications technologies
 - **To develop technologies on new and renewable energy**

3



4

Major R&D Activities



- Atomic Energy Technology
 - Safety and Regulation Technologies for Nuclear Power
 - Nuclear Facilities Decommission and Radioactive Waste Deposition
 - Nuclear Medicine and Radiation Biology
 - Environmental Plasma Technology
 - Plasma Incineration and Resource Recycling
 - Plasma Coating
- New and Renewable Energy Technology
 - *III-V Compound HCPV*
 - *Cellulosic Ethanol Technology*
 - *Solid Oxide Fuel Cell (SOFC)*
 - *Microgrid*
 - *Small /Medium Size Wind Turbine*
 - *DMFC*
 - *H₂ Storage*

6

The Research Profile of High Concentration Photovoltaic in INER



6

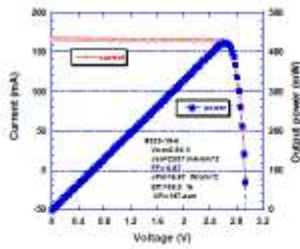
HCPV



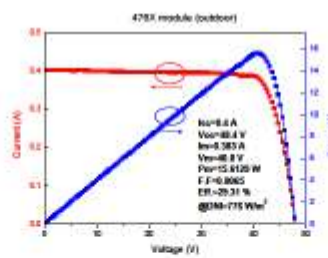
- The **conversion efficiency** of III-V triple junction solar cell has reached up to **38.3%** under **167 suns**
- **Module efficiency is 29.3%** when concentration ratio is **476x**
- **Uncertainty of solar tracker is less than 0.2 degree**



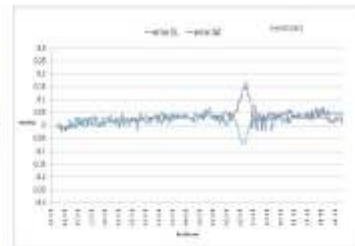
Sun Position Sensor



The Best Conversion Efficiency of Solar Cell (38.3%)



I-V & P-V Curves of 476x Concentrating Module (outdoors)



Tracking Accuracy

7

HCPV



- **Module Qualification Lab (IEC62108)** acquired the certification from **UL** on Oct. 13, 2009.
- Integrate technologies of HCPV system for domestic companies, and lead to a new era of PV industry.

| Confidential Agreement | Technology Transferring | Technical Service |
|--|--|---|
| 35 companies signed | 9 items completed and one item under executing | 16 items completed and six items under performing |
| Patents | | |
| 45 patents acquired, and 99 applications under pending | | |



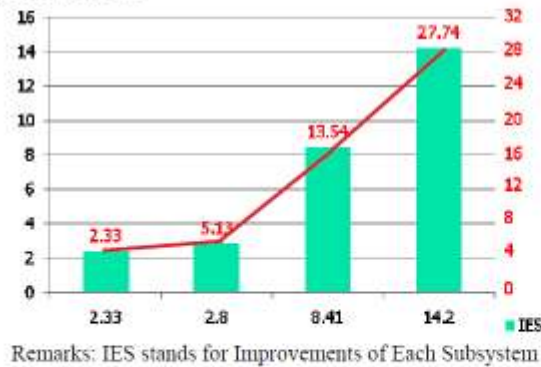
The certificate of module qualification from UL.

8

HCPV Future Prospects



The future efforts aim at **enhancing the system performance, reducing the installation cost of HCPV**, cultivating domestic companies to enter international market by technical transferring/service/cooperation, and furthermore promoting domestic HCPV industry with high international competitiveness.



Based on one MW HCPV system, the total cost will be reduced by up to 27.74% in 2012, as the cell efficiency improved by 5%, concentration ratio increased to 900, and modules with 15 kW capacity loaded in each tracker..

9

Status of R/D for Cellulosic Ethanol

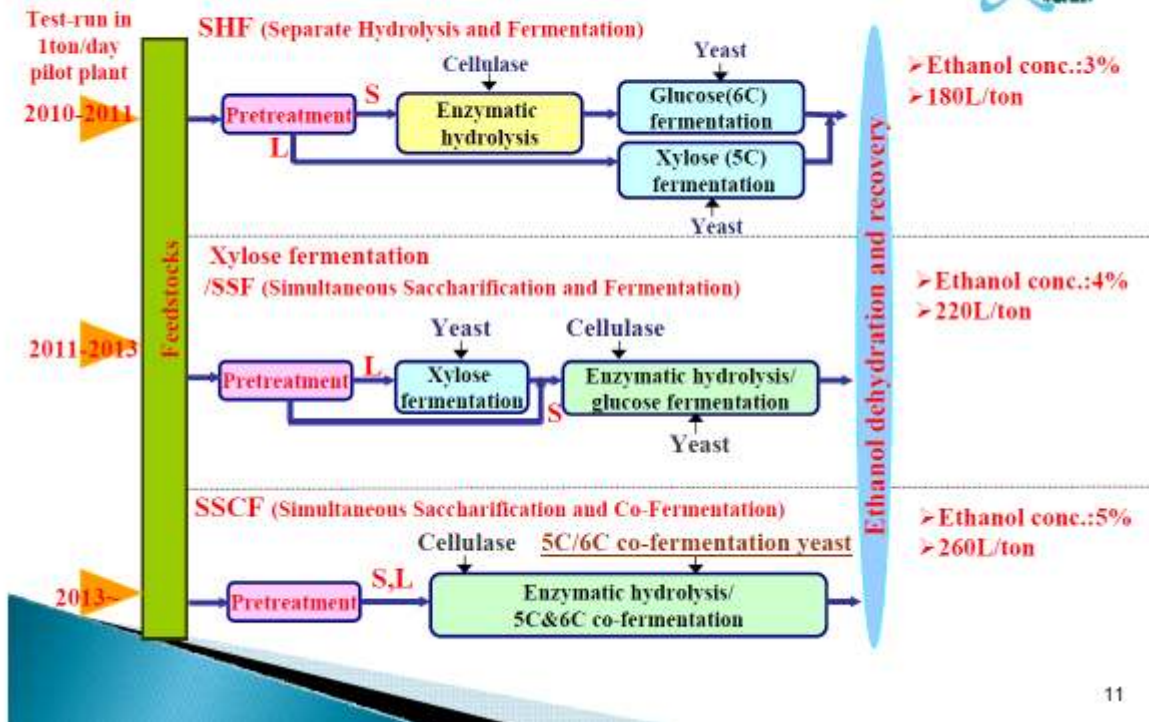


- A pilot plant with a capacity of one ton dry biomass per day was completed in 2009 and test-run operation has been launched early 2010.
- The feedstock is primarily focused on **rice straw**, the most abundant agro-waste in Taiwan, but can be also **sugarcane bagasse and hardwood**.
- This pilot plant served as an important platform for validation of the scalability of novel technologies developed for **cellulosic ethanol and biorefinery**.



10

Status of R/D for Cellulosic Ethanol

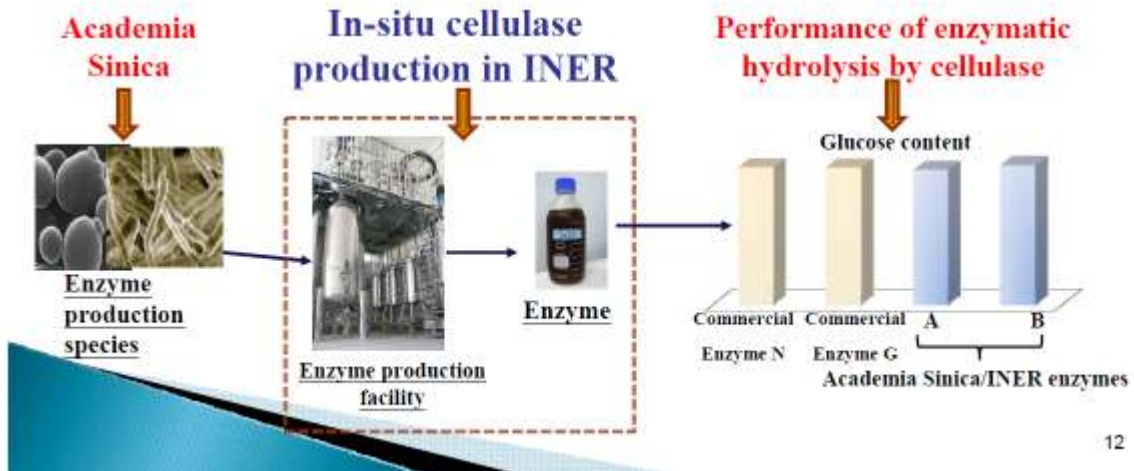


11

Cellulosic Ethanol



- INER is cooperating with **Academia Sinica in Taiwan** to develop **in-situ cellulase production technology**, which is helpful to reduce transportation cost and prolong the lifetime of enzyme
- The performance of enzymatic hydrolysis by the cellulase produced in our facility is comparable to that by the commercial cellulase.



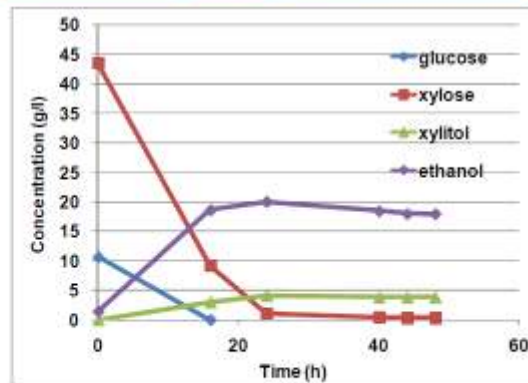
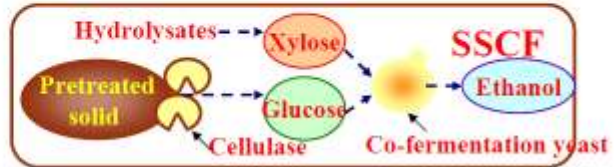
12

Cellulosic Ethanol



- A **co-fermentation yeast** has been constructed by INER to develop SSCF process for ethanol production.
- The xylose consumption rate is 1.76 g/l/h, higher than the application target for commercial production (1.0 g/l/h).
- Further work will be focused on the enhancement of robustness and ethanol yield from xylose conversion.

* SSCF: simultaneous saccharification and co-fermentation



13

R&D of Solid Oxide Fuel Cell (SOFC) at INER



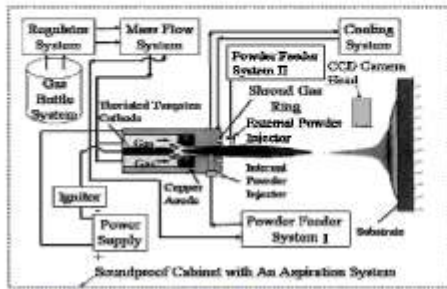
Merits of SOFC

- Flexibility of fuels (nature gas, ethanol, syngas)
- High power density and high efficiency
 - Distributed power system (1~100 kW, 40~45%)
 - IGCC+SOFC(Power plants, 60~65%)
 - CHP system(80~90%)

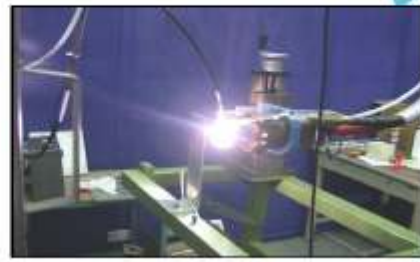
| | ~2010 | ~2015 | ~2020 | ~2030 |
|--------------------|---|---|---|--|
| C E L L |  500 mW/cm² @800°C | 10×10 cm² 500 mW/cm² @750°C | 25×25 cm² 800 mW/cm² @700°C | 25×25 cm² 1000 mW/cm² @500°C |
| S T A C K |  25-cell stack 1 kW 500mW/cm² @800°C | 1~5 kW 500 mW/cm² @750°C | 10~100 kW 800 mW/cm² @700°C | 100 kW~1000 MW 1000mW/cm² @500°C |
| S Y S T E M |  1 kW validation system | 1~5 kW system Early market demonstration | 100 kW system Degradation rate 0.1%/1000h Pre-commercialization | MW scale system Degradation rate <0.1%/1000h Commercialization |
| | ~ 50,000 units/year Cost target* | | US\$ 400/kW | < US\$ 400/kW |

14

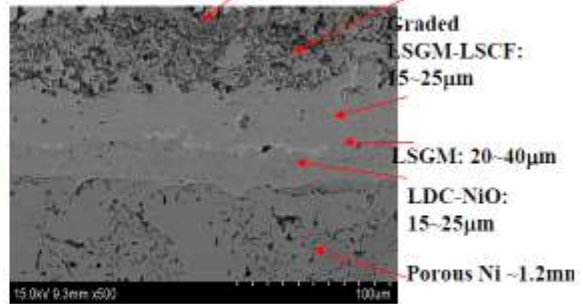
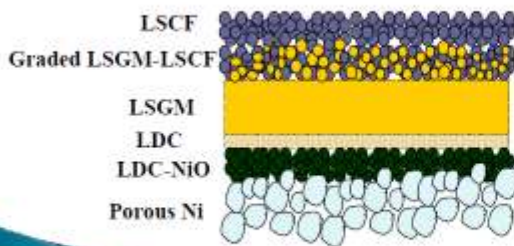
Plasma Spray System for MSC



Schematic of APS System



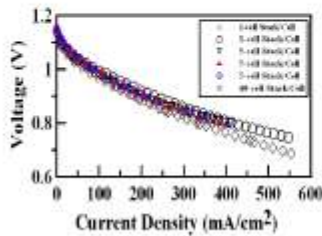
LSCF: 15-25 μ m



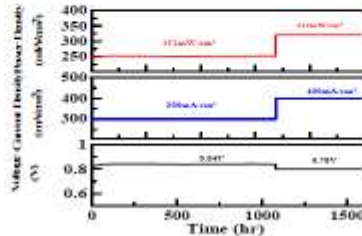
Cross Section of Plasma Spray MSC

16

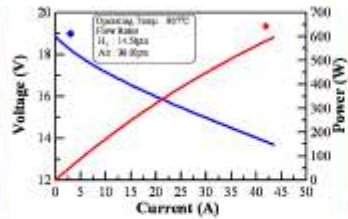
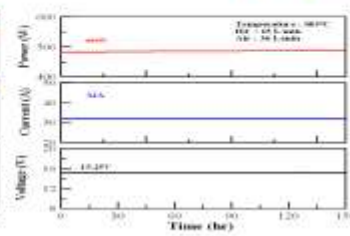
SOFC stacking and testing



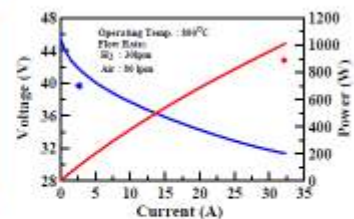
Comparison of average cell performance with different stacks



Durability tests of single-cell and 18-cell stacks (H.C.Starck)



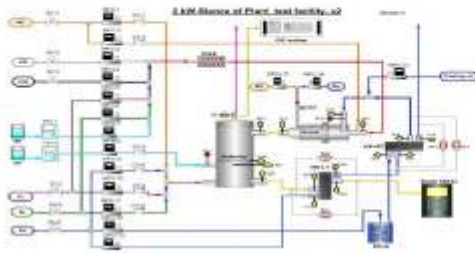
Test of 18-cell stack (INER MSC inside)



Test of 40-cell stack (H.C.Starck ASC3 inside)

17

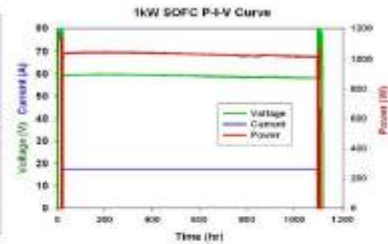
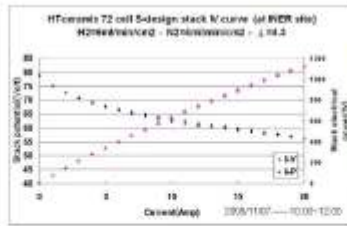
SOFC system integration



Test layout with heat exchanger, reformer, and after-burner



Compositions of reformat gas and its temperatures in a reformer



System integration with a HTc 1-kW stack. A long-term test for 1000hrs was performed with a power output of 1032W.

18

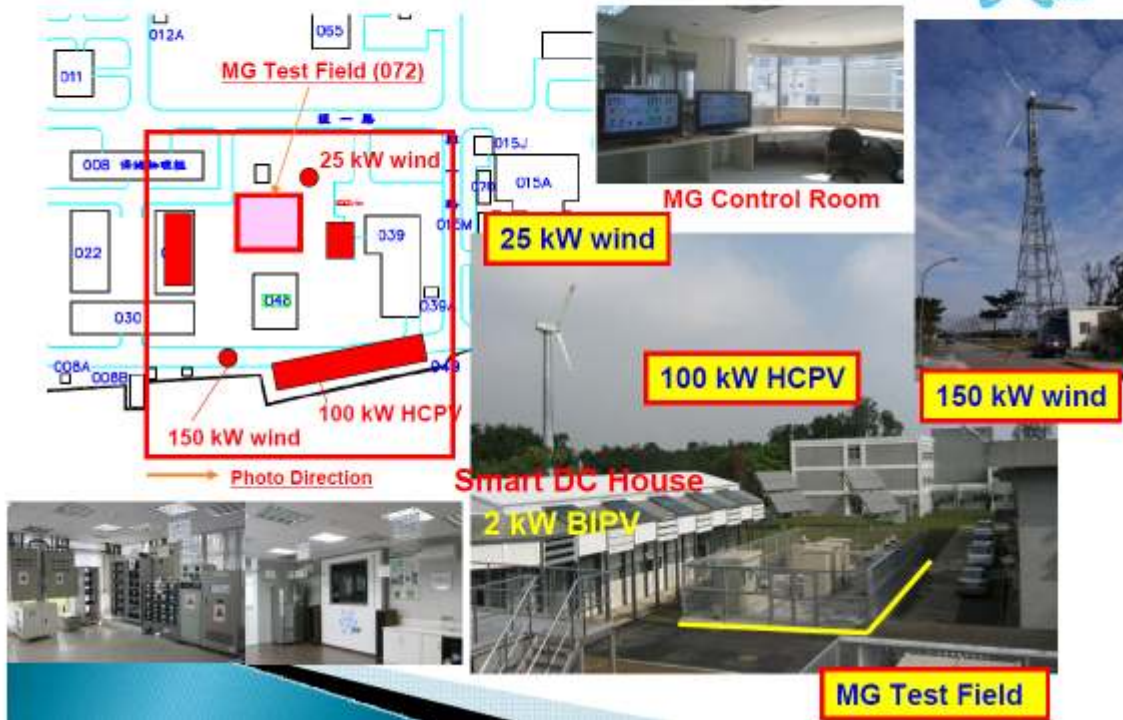
Microgrid Development Roadmap



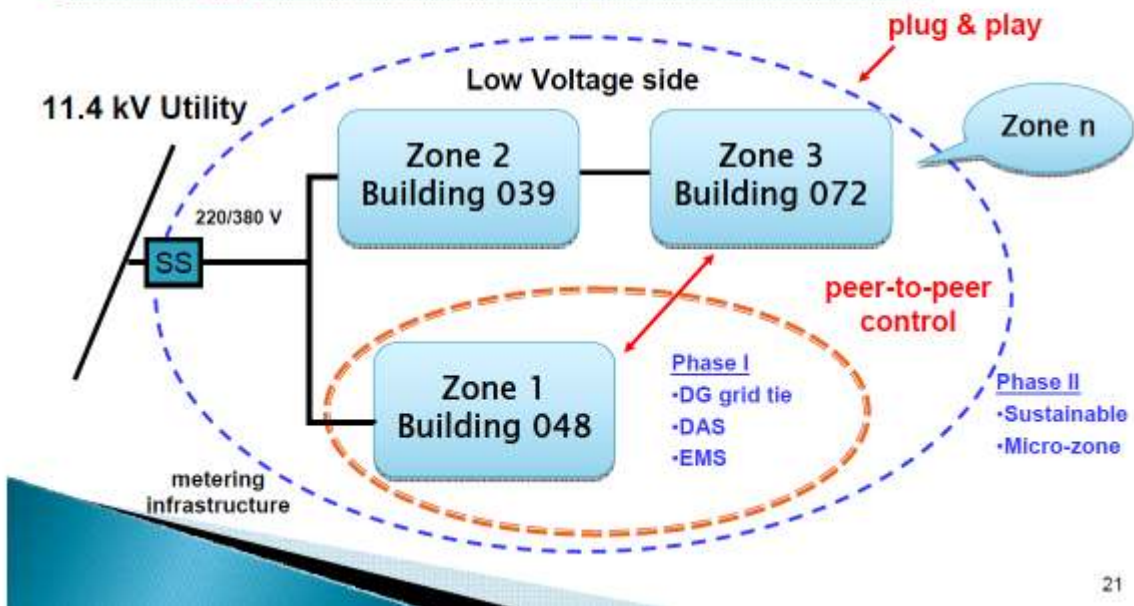
| Phase | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015~2020 |
|--------|---|------|---|------|---|-----------|
| Phase | System Planning & Core Technology Development | | System Integration & Implementation | | Pilot Operation & Performance Improvement | |
| Target | <ul style="list-style-type: none"> Power Analysis for Seamless Islanding Operation Smart Control & Measurement Advanced Power Electronics Energy Management Energy Storage | | <ul style="list-style-type: none"> Increase the renewable energy penetration rate of regional power grid up to 10% | | <ul style="list-style-type: none"> Increase the renewable energy penetration rate of regional power grid up to 20% | |

19

300 kW-scale Microgrid Test Field



- Target:**
1. To increase the renewable energy penetration rate of regional power grid up to 20%.
 2. To develop power control and management technology for low voltage side of smart community.





Issues to Be Discussed-SOFC

1. Japan has well defined clear blueprints and roadmap for the development of SOFC technology. We would like to know, **on the way to commercialization of SOFC, what are your (1) technical specs (2) cost target and (3) plan and schedule for market penetration?**

Issues to Be Discussed-Microgrid

1. Seamless Islanding Operation is a crucial issue of microgrid which needs to be solved. **Energy storage** plays an important role for that. NaS energy storage system was well developed by Japan. **What is Japan's point of view on application of Vanadium Redox Flow Battery (VRB) in the future?**
2. **A microgrid consists of various distributed energy sources including small wind turbine system.** Taiwan's industry has strong connection with PRC's market in small wind turbine aspect, especially for vertical axis type system. **Is there any opportunity for both sides to collaborate to explore the PRC's small wind turbine market?**

24



Issues to Be Discussed-Cellulosic Ethanol Technology

1. INER has established, based on bioconversion technology, a complete research and development facility on cellulosic ethanol technology, ranging from laboratory jar test, bench scale experiment, process unit development, to continuous process development unit with a capacity of one ton biomass per day. Before sustainable energy crops are identified, development will be focused on agro-wastes, such as rice straw, sugarcane bagasse, and forest residue. Technologies involving biomass pretreatment, in situ cellulose production, co-fermentation yeast strain, and as well as process integration are developed. The process development unit also serves as a platform for development of novel technologies and verification of their scalability. **Technologies exchange/cooperation between Japan and Taiwan on the cellulosic ethanol production in terms of yield enhancement and cost reduction will expedite the commercialization timeline and then extend the technology to biorefinery such as higher alcohols and bioplastics. Potential markets include China mainland and south-eastern Asia.**

23