# 出國報告審核表

<table>
<tr><td colspan="3">出國報告名稱：參加 IERE 淨煤發電研討會及第六屆國際淨煤發電與燃料電池會議</td></tr>
<tr><td>出國人姓名</td><td>職稱</td><td>服務單位</td></tr>
<tr><td>蒯光陸</td><td>綜合研究所一般工程監</td><td>台灣電力公司</td></tr>
<tr><td colspan="2">出國期間：99 年 11 月 14 日至 99 年 11 月 17 日</td><td>報告繳交日期：99 年 12 月 13 日</td></tr>
<tr><td>出國計畫主辦機關審核意見</td><td colspan="2">■1.依限繳交出國報告<br>■2.格式完整（本文必須具備「目地」、「過程」、「心得」、「建議事項」）<br>■3.內容充實完備.<br>■4.建議具參考價值<br>■5.送本機關參考或研辦<br>□6.送上級機關參考<br>□7.退回補正，原因：□ 不符原核定出國計畫 □ 以外文撰寫或僅以所蒐集外文資料為內容以 □ 內容空洞簡略 □ 電子檔案未依格式辦理 □ 未於資訊網登錄提要資料及傳送出國報告電子檔<br>□8.本報告除上傳至出國報告資訊網外，將採行之公開發表：<br>■辦理本機關出國報告座談會（說明會），與同人進行知識分享。<br>□於本機關業務會報提出報告<br>□9.其他處理意見及方式：</td></tr>
<tr><td>層轉機關審核意見</td><td colspan="2">□1.同意主辦機關審核意見□全部 □部分＿＿＿＿＿（填寫審核意見編號）<br>□2.退回補正，原因：＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿<br>□3.其他處理意見：</td></tr>
</table>

說明：

一、出國計畫主辦機關即層轉機關時，不需填寫「層轉機關審核意見」。

二、各機關可依需要自行增列審核項目內容，出國報告審核完畢本表請自行保存。

三、審核作業應於報告提出後二個月內完成。

| | 單位 | 主管處 | 總 經 理 |
|---|---|---|---|
| 報告人 | 主管 ： | 主 管 ： | 副總經理 ： |

出國報告（出國類別：開會）

# 參加 IERE 淨煤發電研討會及
# 第六屆國際淨煤發電與燃料電池會議

**服務機關**：台灣電力公司
**姓名職稱**：蒯光陸　一般工程監
**派赴國家**：中國大陸（浙江省龍游市）
**出國期間**：99 年 11 月 14 日~11 月 17 日
**報告日期**：99 年 12 月 13 日

# 行政院及所屬各機關出國報告提要

出國報告名稱：參加 IERE 淨煤發電研討會及第六屆國際淨煤發電與燃料電池會議

頁數 31 含附件：□是■否

出國計畫主辦機關/聯絡人/電話：

台灣電力公司人事處/陳德隆/2366-7685

出國人員姓名/服務機關/單位/職稱/電話：

蒯光陸 /台灣電力公司/綜合研究所/一般工程監/ 02-23601007

出國類別：□1 考察□2 進修□3 研究□4 實習■5 開會

出國期間：99 年 11 月 14 日~ 11 月 17 日　　出國地區：中國大陸（浙江）

報告日期：99 年 12 月 13 日

分類號/目

關鍵詞：淨煤發電、燃料電池、國際電力研究與交換組織（IERE）、國際技術交流、燃燒技術

內容摘要：（二百至三百字）

1. 國際電力研究與交換組織(IERE)秘書長來函邀請 TIS-Asia 發電技術組主席參與其於本（99）年 11 月 14-17 日在中國大陸浙江省龍游市之 IERE 潔淨能源及國際 CCT&FC 會議等兩項新發電技術研討會，由綜合研究所蒯副所長光陸代理費副總經理出席。
2. 本公司面對全球暖化問題，須積極瞭解各種低碳發電技術發展之現況與未來，並藉由參與國際研討會之方式來尋求合作發展之機會。IERE 潔淨能源會議之討論主題為 High Efficiency Coal Utilized Power Generation 及 Environmental Protection，而國際 CCT&FC 技術研討會 Clean Coal Technology (CCT) and Fuel Cells（FC）。
3. 本項出國任務為參加 IERE 潔淨能源及國際 CCT&FC 會議等兩項新發電技術研討會，除能增進與國外電業相關機構技術交流外，並可提昇本公司國際形象。

# 目　　錄

頁次

## 壹、 出國任務

1. 本公司費副總經理自97年11月起膺選為國際電力研究與交換組織(IERE)下之TIS-Asia（Technological Issues & Solutions）發電技術組主席，負責推動該組織在亞太地區再生能源及淨煤發電研發活動。IERE 秘書長來函邀請 TIS-Asia 發電技術組主席參與其於本（99）年 11 月 14-17 日在中國大陸浙江省龍游市之 IERE 潔淨能源及國際 CCT&FC 會議等兩項新發電技術研討會，本所派蒯副所長光陸代理費副總經理出席。IERE 邀請函如附件。
2. 本公司面對全球暖化問題，須積極瞭解各種低碳發電技術發展之現況與未來，並藉由參與國際研討會之方式來尋求合作發展之機會。IERE 潔淨能源會議之討論主題為「高效率燃煤發電技術（High Efficiency Coal Utilized Power Generation）」及「環境保護 Environmental Protection」，而國際 CCT&FC 技術研討會之討論主題為淨煤技術 Clean Coal Technology (CCT) 及燃料電池 Fuel Cells（FC）。。
3. 本項出國任務為參加IERE潔淨能源及國際CCT&FC會議等兩項新發電技術研討會，除能增進與國外電業相關機構技術交流外，並可提昇本公司國際形象。

## 貳、出國行程

本次行程如下：

| 時 間 | 工 作 內 容 |
|---|---|
| 99/ 11/14（日） | 往程（台北－上海[浦東機場]－上海[虹橋鐵路總站]－金華[西站]－龍游） |
| 99/ 11/15（一） | 參加 IERE 淨煤發電研討會、參觀水力發電設施（Mu Chen Hydroelectric Power Station） |
| 99/ 11/16（二） | 參加第六屆國際淨煤發電與燃料電池會議、參觀生質能發電併有機肥處理設施（利用養豬排洩物及稻桿）(Biogas power generation in Longyou country 興泰農牧) |
| 99/11/17（三） | 參觀龍游地窖古蹟工程、返程（龍游－杭州－台北） |

前往機構：IERE 組織及國際淨煤發電與燃料電池組織舉辦聯合研討會（龍游國際大飯店）

國家城市名稱：中國大陸（浙江省龍游市）

[應用 99 年度出國計畫第 107 號預算，實際支出新台幣 38,843 元]

## 叁、議程安排

### 一、IERE 淨煤發電研討會：

# TIS-Asia Clean Coal Technology Workshop 2010

***Nov.15th***

| | |
|---|---|
| 8:30-<br>9:00 | **Opening Speech**: Chair : (Yiwu WENG) 翁<br>O-1: Dr. Mikio SATO (Secretary General of IERE)<br>O-2: 施強華 (from Shanghai of Government, China)上海市科技委員會<br>O-3: Mr. Jianzhong FANG (from President of Longyou County, China)<br>O-4: Dr. Hisao MAKINO (from CRIEPI, Japan)<br>O-5: Prof. Shilie WENG 翁史烈 (from Shanghai Jiao Tong Univ., China) |
| 9:00-<br>9:40 | **Special Lecture** Chair : (Dr. Mikio SATO,CRIEPI, Japan)<br>S-1 Prof. Shilie WENG (Former President of Shanghai Jiao Tong University, China) 翁史烈 教授(上海交大前校長)<br>"Current Development of energy research and utilization in China" |
| 9:40-<br>10:20 | **Plenary Lecture** Chair: (Dr. Mikio SATO,CRIEPI, Japan)<br>P-1 Prof. Isao MOCHIDA (Kyushu University, Japan)<br>"Current Research and Development of Clean Coal Technologies in Japan" |
| 10:20-<br>10:40 | **Coffee break** |
| 10:40-<br>12:10 | **Keynote Session** Chair: (Dr. Mikio SATO, CRIEPI, Japan) |
| 10:40-<br>11:10 | K-1 Mr. Yue XU (Xi'an Thermal Power Research Institute Co., Ltd., China)<br>"IGCC Demonstration Project in China" 西安熱工研究院 李小宇 Xiaoyu Li 副所長 |
| 11:10-<br>11:40 | K-2 Mr. Yoshitaka TOKUSHITA (J Power, Japan)<br>"JPOWER's Efforts to Clean Coal Technology" |
| 11:40-<br>12:10 | K-3 Prof. Yifei WANG (Eash China University of Science and technology, China) 王亦飛 教授 (女士)<br>"Current states of Coal Gasification Technology Development and Its Application in IGCC in China" |
| 12:20-<br>13:30 | **Lunch** |
| 13:30- | **Technical Tour: Mu Chen Hydroelectric Power Station** |

| | |
|---|---|
| 15:00 | |
| 15:30-<br>17:30 | **Technical Session** Chair: ( Prof. Yonghao LUO) |
| 15:30-<br>15:50 | T-1 Dr. Hisao MAKINO (from CRIEPI, Japan)<br>"Development of Low NOx Combustion Technology for Sub-bituminous Coal" |
| 15:50-<br>16:10 | T-2 Dr.Toshiyuki NAITO (IHI, Japan)<br>"Mercury Removal by Catalytic Oxidation in Coal Combustion Flue Gas" |
| 16:10-<br>16:30 | T-3 Prof. Yonghao LUO (SJTU, China) 羅永浩<br>"Model and Application of Layer Combustion of Coal-based Industrial Boiler" |
| 16:30-<br>16:50 | T-4 Dr. Inumaru JUN (CRIEPI, Japan)<br>"Development of Technology for IGCC and CRIEPI's new IGCC with $CO_2$ Capture" |
| 16:50-<br>17:10 | T-5 Mr. Xinxiang YU (CSIRO, Australia) 俞新祥<br>"An Innovative Technology for Utilizing Low Concentration Coal Mine Methane" |
| 18:00-<br>20:00 | **Banquet at Long You International Hotel** |

## 二、第六屆國際淨煤發電與燃料電池會議：

# PROGRAM of CET (CCT&FCs) 2010

***Nov.16th***

| | | |
|---|---|---|
| 8:30-<br>8:45 | **Opening Speech**: Prof. Guangyi CAO (Director of Institute of Fuel Cell, SJTU) 曹廣益<br>Dr. Hisao MAKINO (Deputy Director, Energy Engineering Res. Lab. CRIEPI)<br>Dr. Hee Chun LIM (KEPCO RI)<br>Prof. Makio NAITO (Osaka University)<br>Dr. Mikio SATO (Secretary General, IERE)<br>Chair : Yonghao LUO 羅永浩 | |
| 8:45-<br>10:05 | **Plenary Lecture**<br>Chair :Hisao MAKINO | |
| 8:45-<br>9:25 | P-1 Dr. Hiromi TAKEUCHI (Advanced Industrial Science and Technology)<br>Research Activities of Energy Technology Research Institute, AIST | |
| 9:25-<br>10:05 | P-2 Mr. Shuo CHEN (Director of London Pavilion in EXPO2010)<br>Zero Carbon-Strategy towards Future City | |
| 10:05-<br>10:15 | (Move to Separated Session Rooms) | |
| 10:15-<br>11:45 | **CET-A(CCT) Keynote Session**<br>Chair : Yuzhang WANG 王玉璋 | **CET-B(FCs) Keynote Session**<br>Chair : Takao WATANABE |
| 10:15-<br>10:45 | CK-1 Xiaoling MIAO (SJTU)<br>$CO_2$ Biofixation and biofuels production with microalgae | FK-1 Ken-ichiro OTA (Yokohama National Univ.)<br>Recent Activities in Japan and New Materials for Polymer Electrolyte Fuel Cells |
| 10:45-<br>11:15 | CK-2 Isao MOCHIDA (Kyusyu Univ.)<br>Research and Education on Carbon Resources at Kyushu University | FK-2 Makio NAITO (Osaka Univ.)<br>Smart powder processing for clean energy and energy-saving |
| 10:15-<br>11:45 | CK-3 Rongxiu LI（SJTU）<br>The value potential of carbon conversion in | FK-3 Hee Chun LIM (KEPCO RI)<br>KEPCO's New Vision for Green Energy |

| | | |
|---|---|---|
| | biomass | Industry |
| 11:45-12:45 | **Lunch** | |
| 12:45-14:15 | Technical Tour (Biogas power generation in Longyou country) | |
| 14:15-15:45 | **CET-A(CCT) Oral Session I**<br>Chair : Seung Mo Kim, Mikio SATO | **CET-B(FCs) Oral Session I**<br>Chair : Hee Chun LIM, Mingruo HU |
| 14:15-14:30 | CO-1 Yong-Gyun KIM (Pusan National Univ.)<br>Coal-derived Tar/Soot yield in low temperature zone under PC combustion environment | FO-1 Yoshiyuki IZAKI (CRIEPI)<br>R&D activities on fuel cell technologies in CRIEPI |
| 14:30-14:45 | CO-2 Naoki NODA (CRIEPI)<br>Influence of coal properties on performance of electrostatic precipitator for pulverizes coal combustion boiler | FO-2 Kazumi TANIMOTO (AIST)<br>Physical properties of molten carbonate electrolytes containing alkaline earth carbonates |
| 14:45-15:00 | CO-3 Hisao MAKINO (CRIEPI)<br>Development of Advanced Low NOx Combustion Technology on Blend Combustion of<br>Bituminous and Sub-bituminous Coal | FO-3 Jong-Pil KIM (Pusan National Univ.)<br>Fabrication and performance of a high temperature fuel cell with solid carbon as fuel |
| 15:00-15:15 | CO-4 Kenji TANNO (CRIEPI)<br>A numerical modelling and simulation of pulverized coal combustion | FO-4 Choong-Gon LEE (Hanbat National Univ.)<br>Oxidation of solid carbon in a direct carbon fuel cell |
| 15:15-15:30 | CO-5 Seiji INOBA (CRIEPI)<br>Control of ammonium, phosphate and sulfide release from costal sediments by fly Ash zeolite | FO-5 Takao WATANABE (CRIEPI)<br>Development of lifetime estimation model for PEFC load cycling |
| 15:30-15:45 | CO-6 Yiwu WENG (SJTU)<br>Distributed energy system and energy conservation | FO-6 Katsuhito TAKEI (CRIEPI)<br>Steam electrolysis performance of high-temperature solid oxide electrolysis cell and efficiency of hydrogen production system |

| | | |
|---|---|---|
| | | with 300 Nm3/h |
| 15:45-16:00 | **Coffee break** | |
| 16:00-17:30 | **CET-A(CCT) Oral Session II**<br>Chair : Rongxiu LI, Jun INUMARU | **CET-B(FCs) Oral Session II**<br>Chair : Qingchun YU, Yoshiyuki IZAKI |
| 16:00-16:15 | CO-7 Kenji TANNO (CRIEPI)<br>The Effect of flow behaviour in De-NOx catalyst honeycomb on degradation of catalyst and De-NOx Reaction | FO-7 Seoung Goo KIM (RIST)<br>Current status of SOFC stack development at RIST |
| 16:15-16:30 | CO-8 Naoki NODA (CRIEPI)<br>Behavior of mercury, selenium and boron in coal combustion | FO-8 Tohru YAMAMOTO (CRIEPI)<br>Development of performance evaluation technology for long term durability and reliability of SOFCs |
| 16:30-16:45 | CO-9 Xiangming CAI (SJTU)<br>Exergy analysis of a combined power and ejector refrigeration cycle using a solar heat source | FO-9 Jianguo YU (SJTU)<br>Effect of fuel flow rates on the performance of planar solid oxide fuel cell with syngas as fuel |
| 16:45-17:00 | CO-10 Lin ZHANG (SJTU)<br>Effects of hydrogen content on nitrogen expansion liquefaction process of coke oven gas | FO-10 Haruo KISHIMOTO (AIST)<br>Degradation study of SOFCs by micro raman spectroscopy |
| 17:00-17:15 | CO-11 Fang XI (SJTU)<br>PSA separation of CH4/N2 mixture with carbon molecular sieve | FO-11 Yang LI (SJTU)<br>Control strategy and dynamic performance study of SOFC-GT hybrid system |
| 17:15-17:30 | CO-12 Yi SU (SJTU)<br>Experimental and numerical investigation of tar destruction under partial oxidation environment | FO-12 Rak-Hyun SONG (KIER)<br>Development of a 1 kW class anode-supported flat tubular SOFC stack at KIER |
| 18:00-20:00 | **Banquet at Long You International Hotel** | |

## 肆、研討會要點（一）：西安熱工研究院綠色煤電 IGCC 規劃

中國大陸西安熱工研究院綠色煤電（IGCC Demonstration Project in China－GreenGen）之規劃與，如圖 1~10。

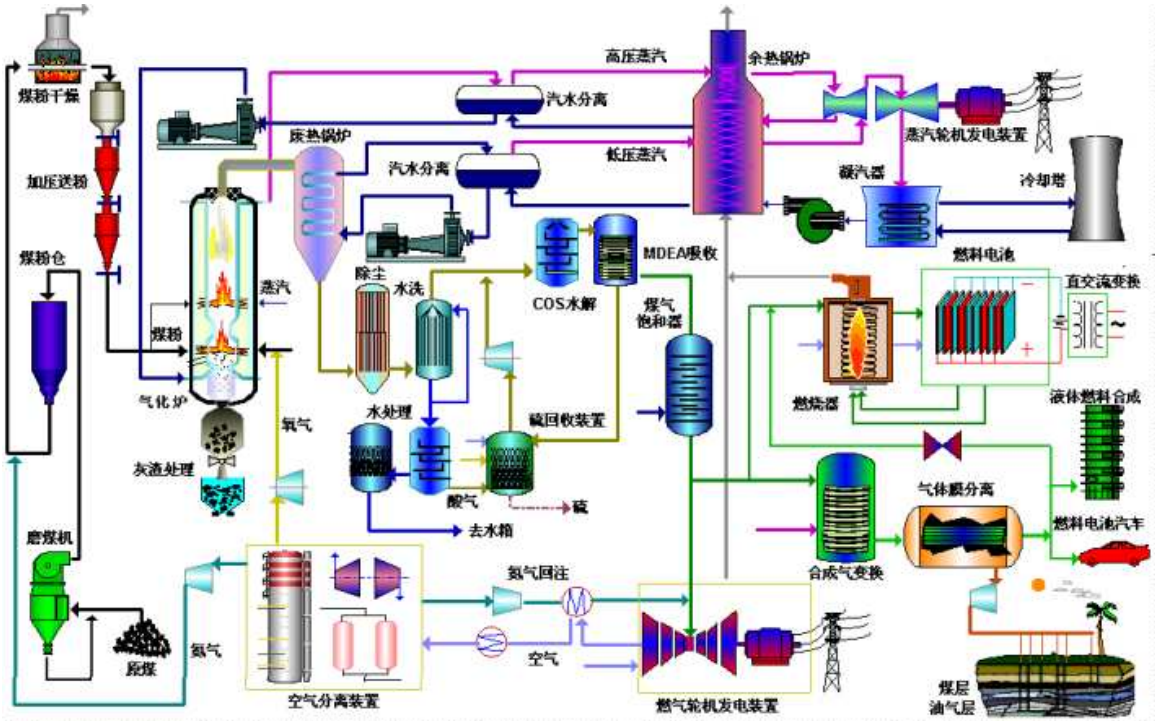



**圖 1 西安熱工研究院有限公司_兩段式乾煤粉氣化技術**
**（China－ GreenGen,2004 中国“绿色煤电”）**

中國大陸綠色煤電計畫的目標：

- 研究開發和示範整體煤氣化、制氫、氫能發電和 CO2 分離系統
- 獲得高效的煤基發電和污染物近零排放技術
- 掌握 IGCC 核心技術和系統集成技術，形成中國自主知識產權的綠色煤電技術
- 商業示範成本可接受的煤基發電技術，實現煤基發電技術的可持續發展

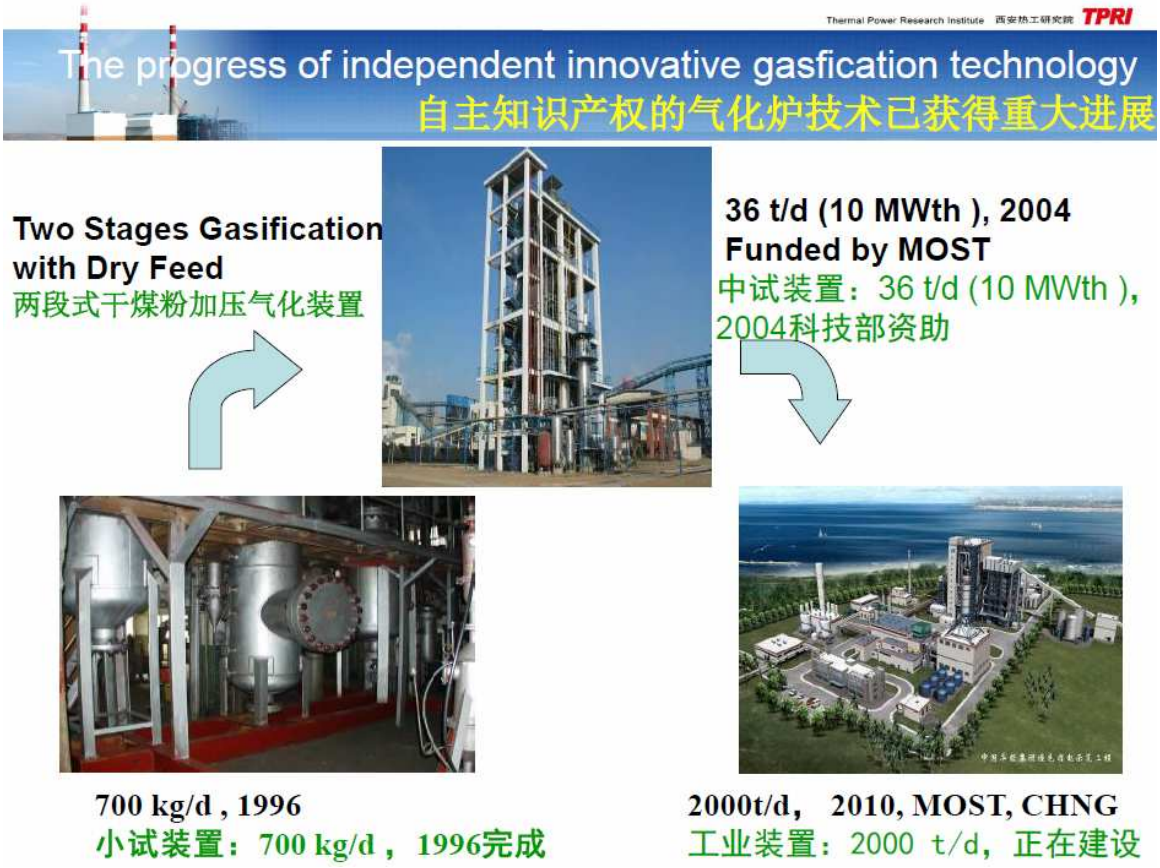



**圖 2　中國大陸綠色煤電之發展歷程**

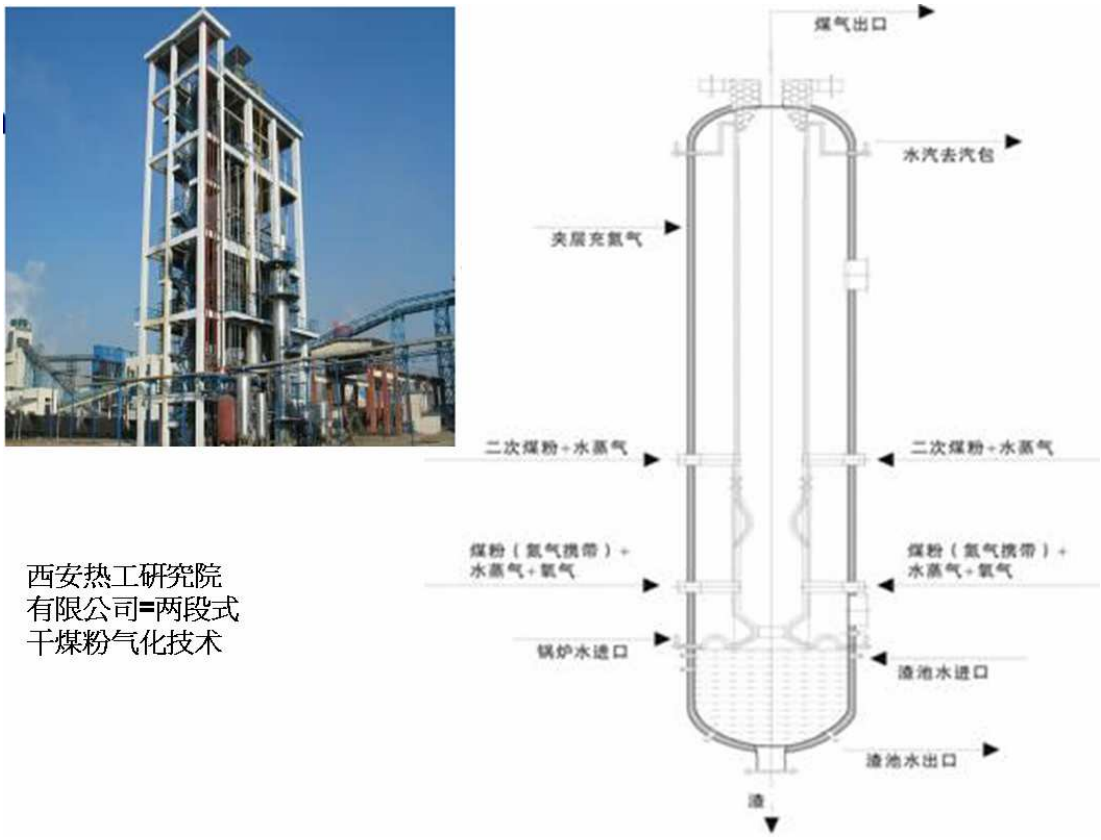



**圖 3　中國大陸綠色煤電之兩段式粉煤氣化爐**

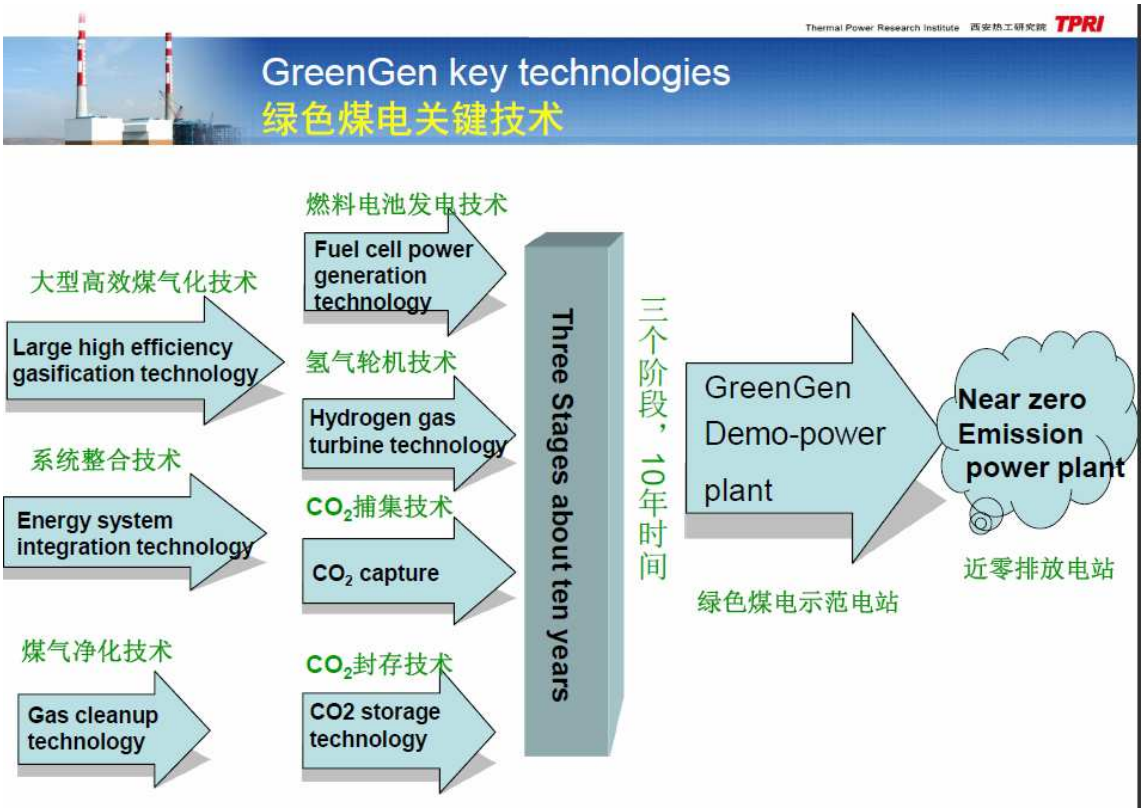



**圖 4 中國大陸綠色煤電之三階段規劃**

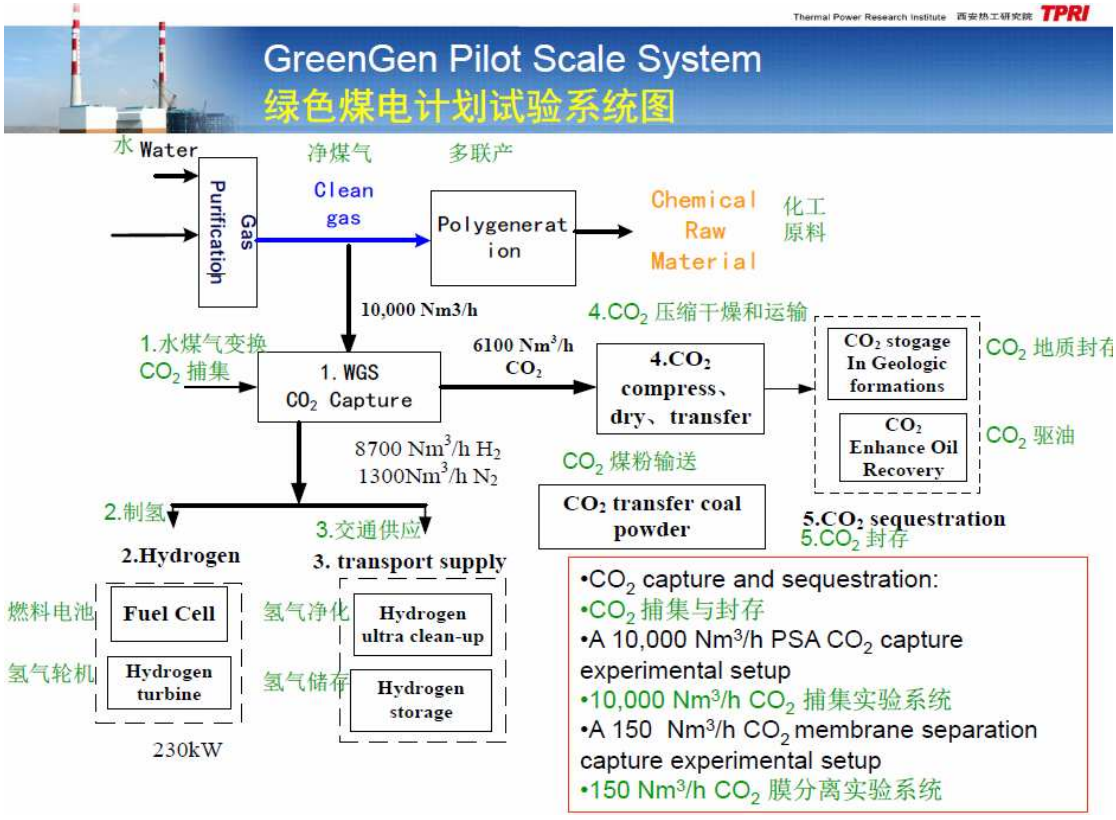



**圖 5 中國大陸綠色煤電之三階段規劃（第一階段）**

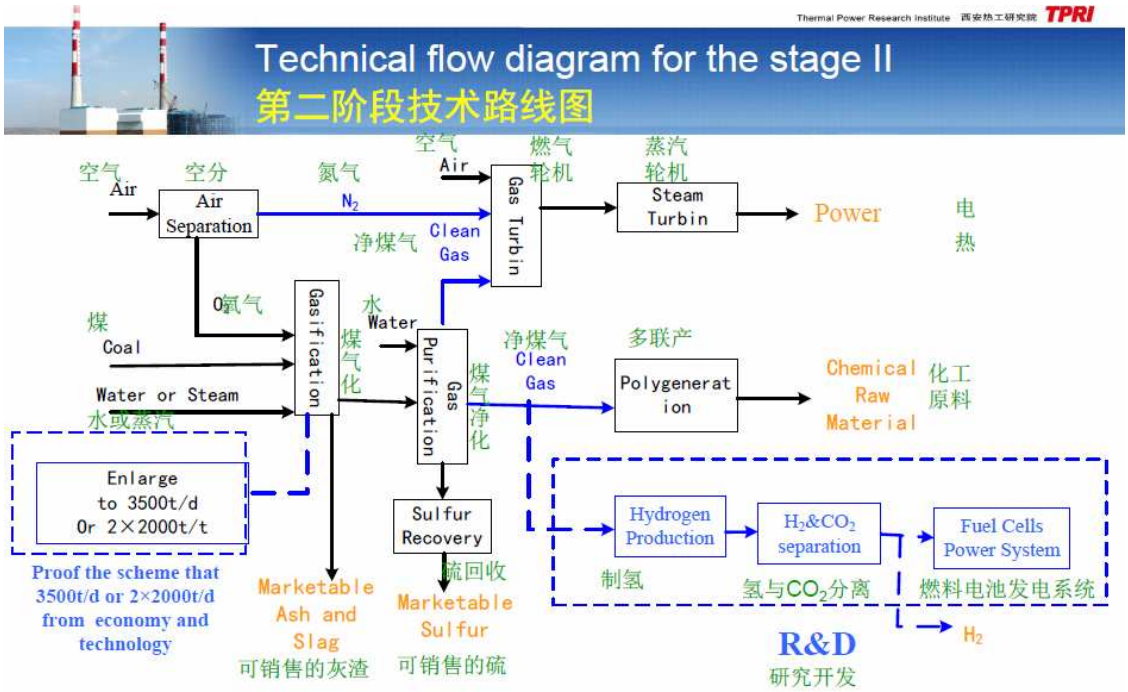



**圖 6　中國大陸綠色煤電之三階段規劃（第二階段）**

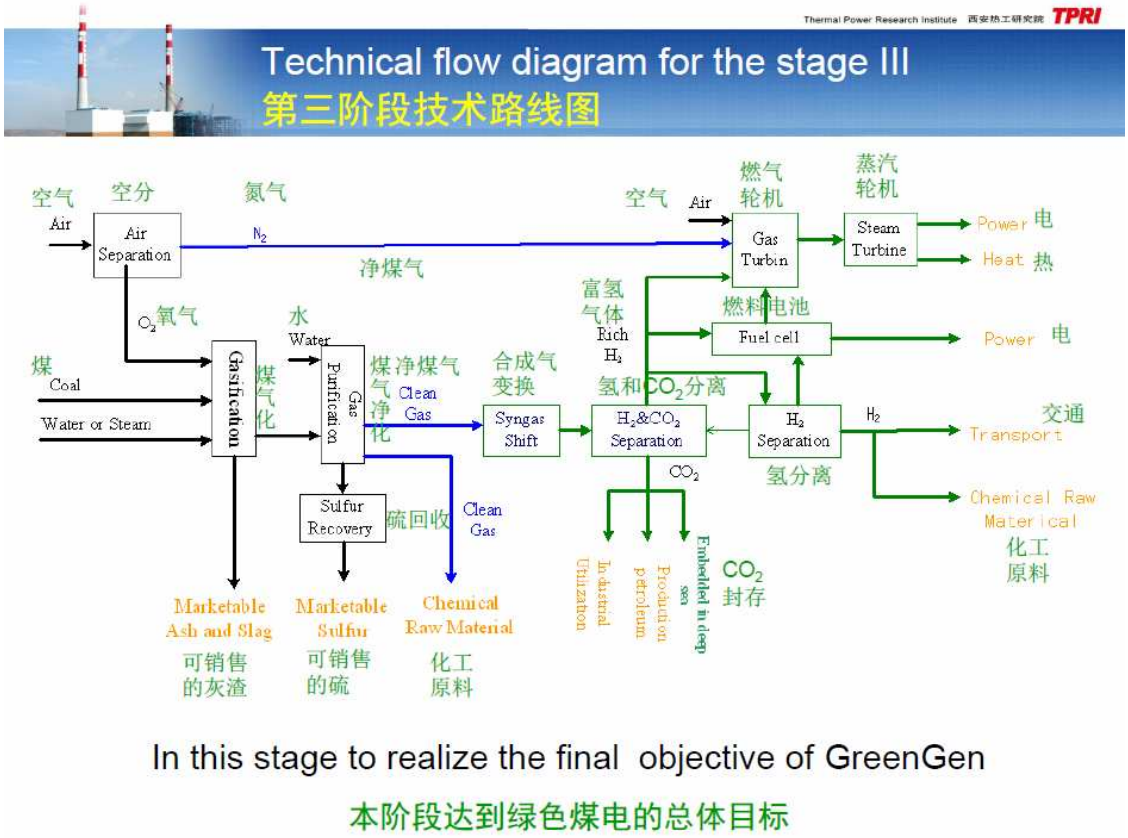



**圖 7　中國大陸綠色煤電之三階段規劃（第三階段）**

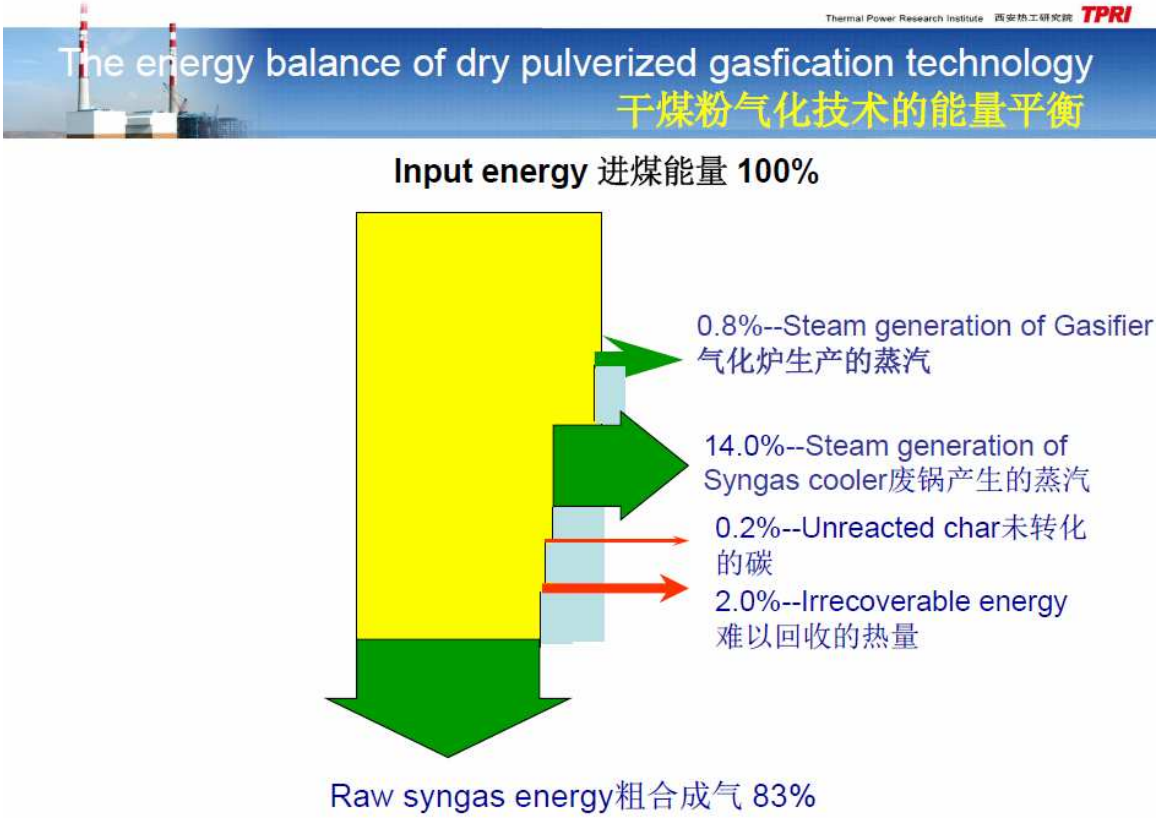



**圖 8　天津 IGCC 示範專案之粉煤氣化爐能量轉化示意圖**


**圖 9　綠色煤電天津 IGCC 示範專案(Tianjing IGCC Power Plant 265 MW)**

## 綠色煤電天津 IGCC 示範專案：（Tianjing IGCC Power Plant）

- Design coal (Shenmu) LHV=22760kJ/kg
- 設計煤種（神華煤）LHV=22760kJ/kg
- Raw coal= 2090t/d
- 原煤投煤量=2090t/d
- GT power = 171MW
- 燃氣輪機發電功率=171MW
- ST Power= 94MW
- 汽輪機功率=94MW
- Grosse power= 265MkW
- 電廠總功率=265MW
- Net efficiency= 41%
- 全廠淨效率=41%
- NOx= 40ppm（15%02）
- NOx 排放指標=40ppm（15%02）


**圖 10　天津 IGCC 示範專案兩段式粉煤氣化爐**

## 伍、研討會要點（二）：華東理工的煤碳氣化技術發展

華東理工大學從事『煤炭之潔淨化、多元化應用 Clean Coal Poly-generation』研發多年，其近況及成果詳閱圖 11~17。

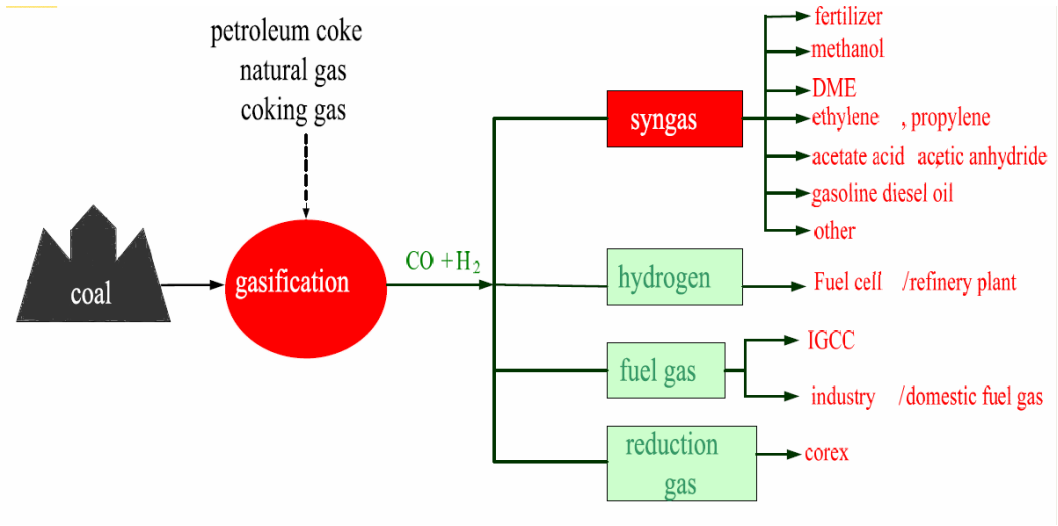



圖 11　煤炭氣化是淨煤能源利用之關鍵

（圖示氣化後煤炭之潔淨化、多元化應用 Clean Coal Poly-generation）

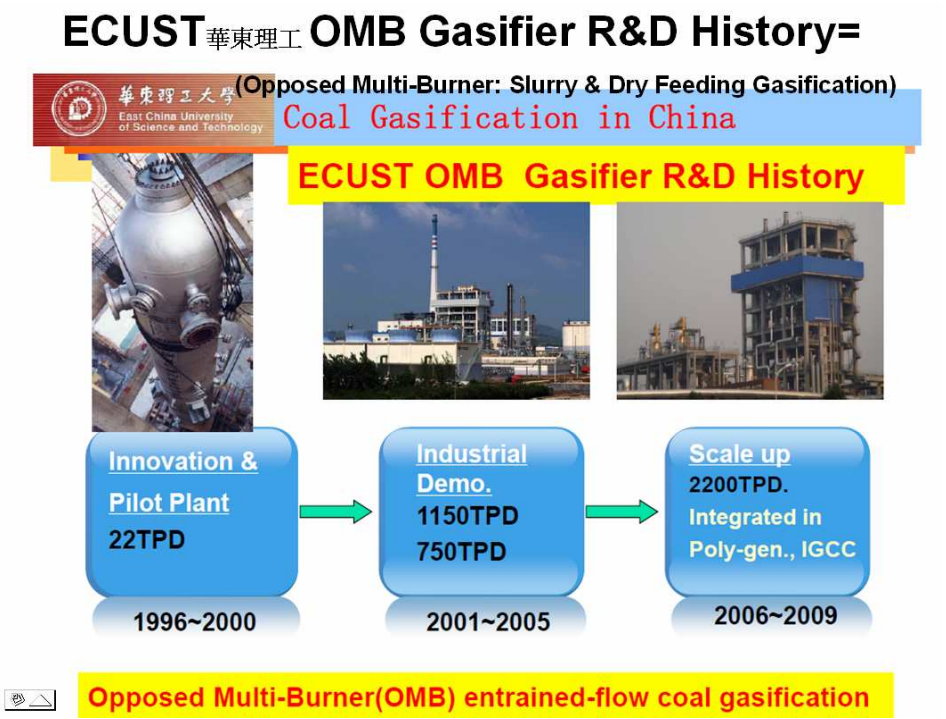



圖 12 OMB 煤碳氣化爐之研發歷程

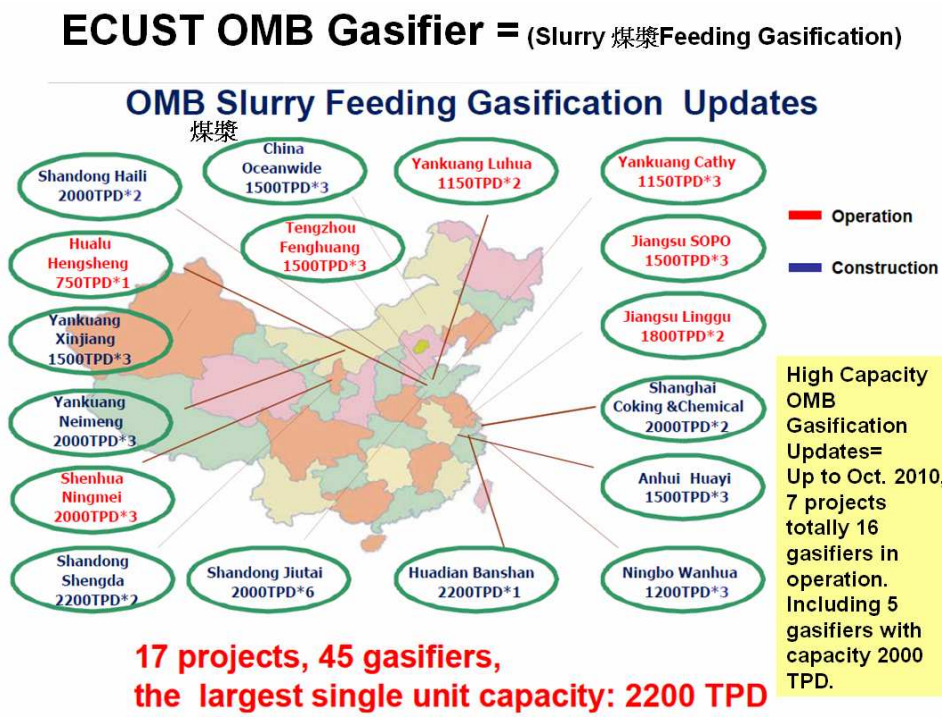



圖 13 煤漿式 OMB 氣化爐之推廣現況

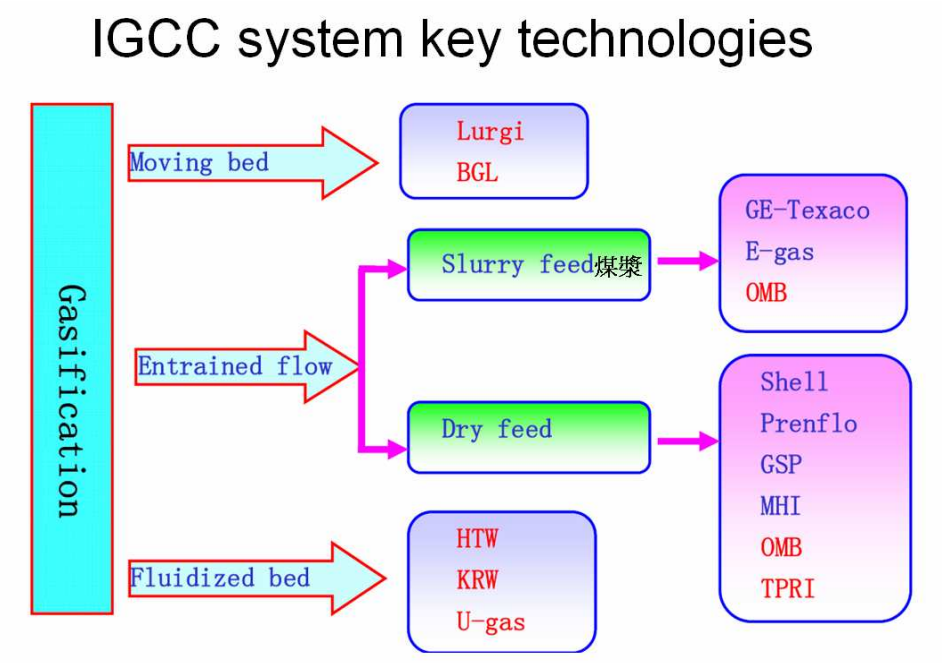



圖 14　IGCC 關鍵技術

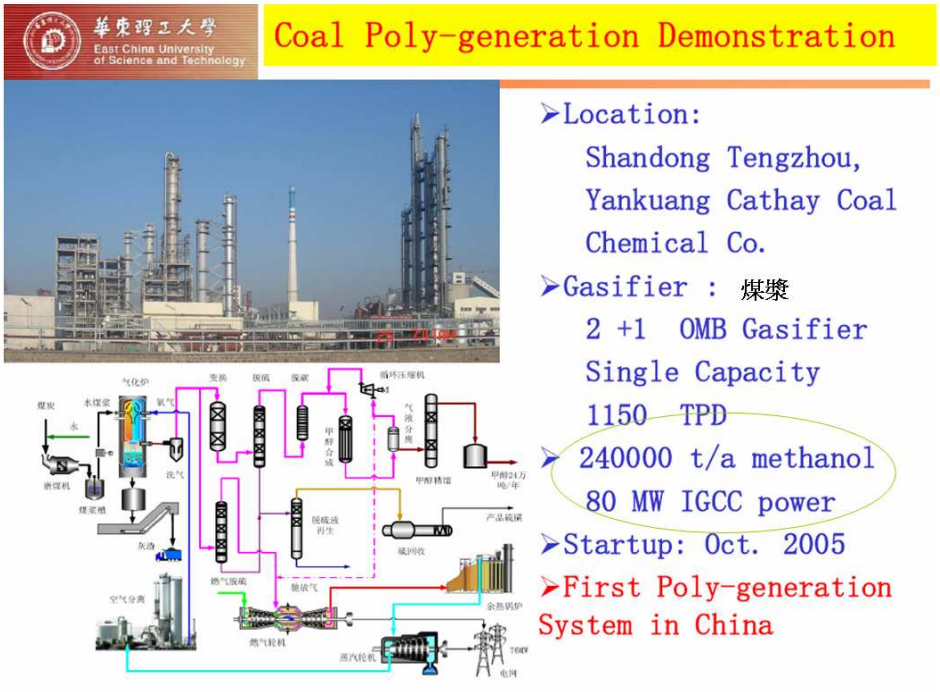



圖 15　煤炭之潔淨化、多元化應用 Clean Coal Poly-generation


圖 16　乾粉煤式 OMB 氣化爐之示範廠設計

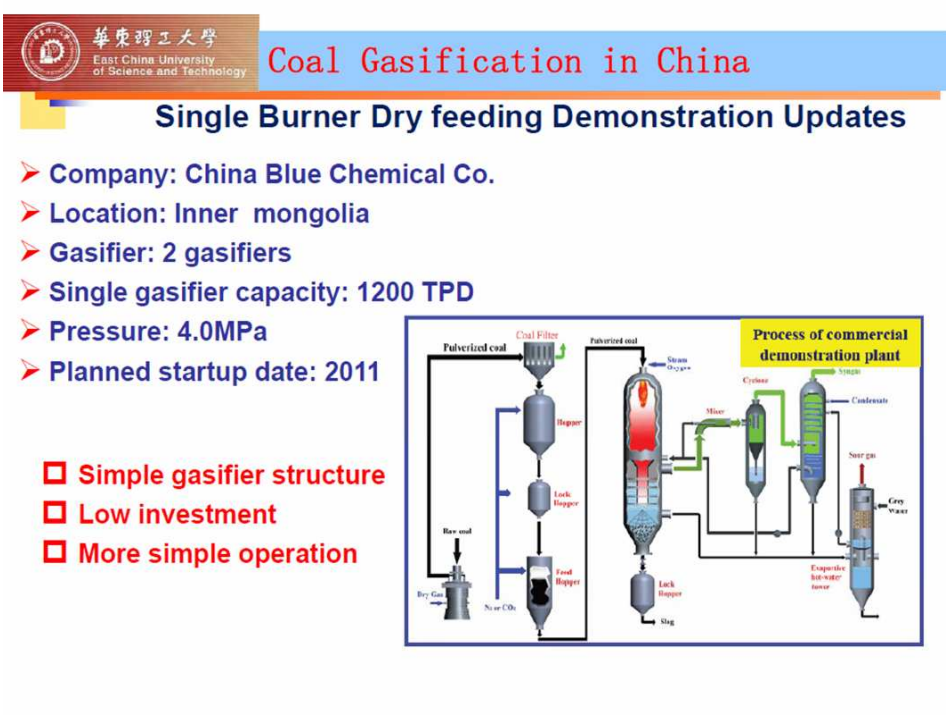



圖 17　乾粉煤式 OMB 氣化爐之示範廠設計（2）

## 陸、研討會要點（三）：日本 IGCC 發展現況

### 一、日本 CCS 公司之 250MW 規模 IGCC+CO2 貯藏計畫

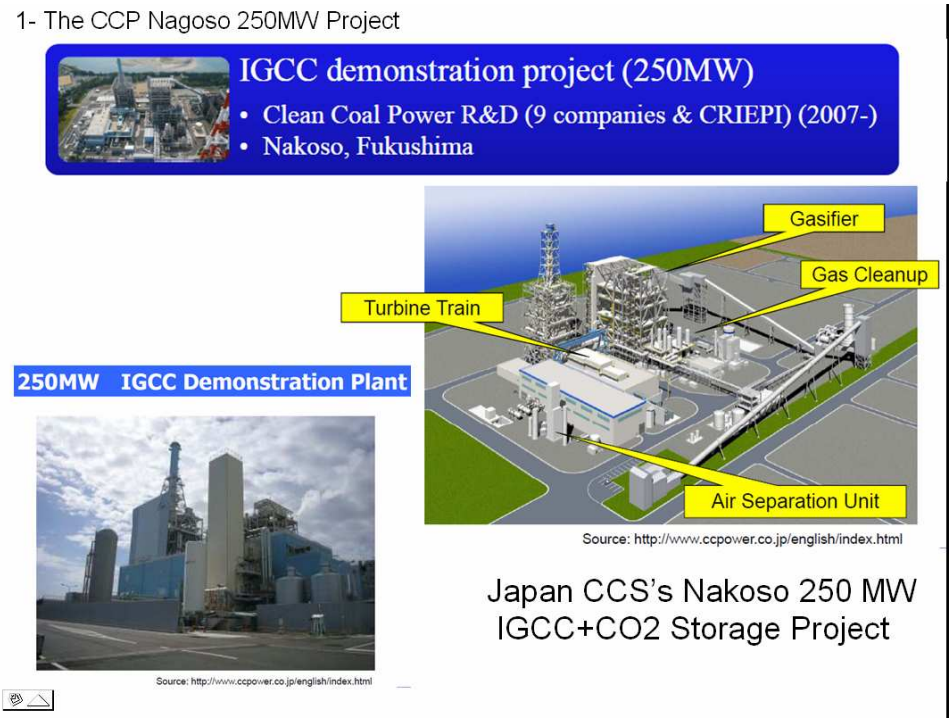



圖 18　日本 CCS 公司由 9 個廠家加上 Criepi 所組成

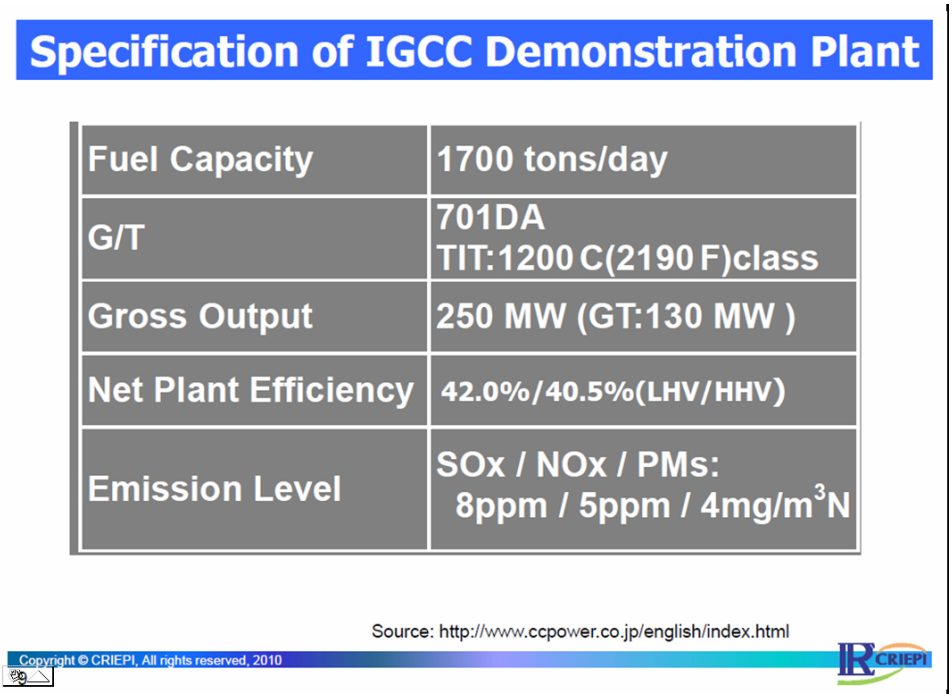



圖 19　Nagoso 之 250MW IGCC 示範廠數據

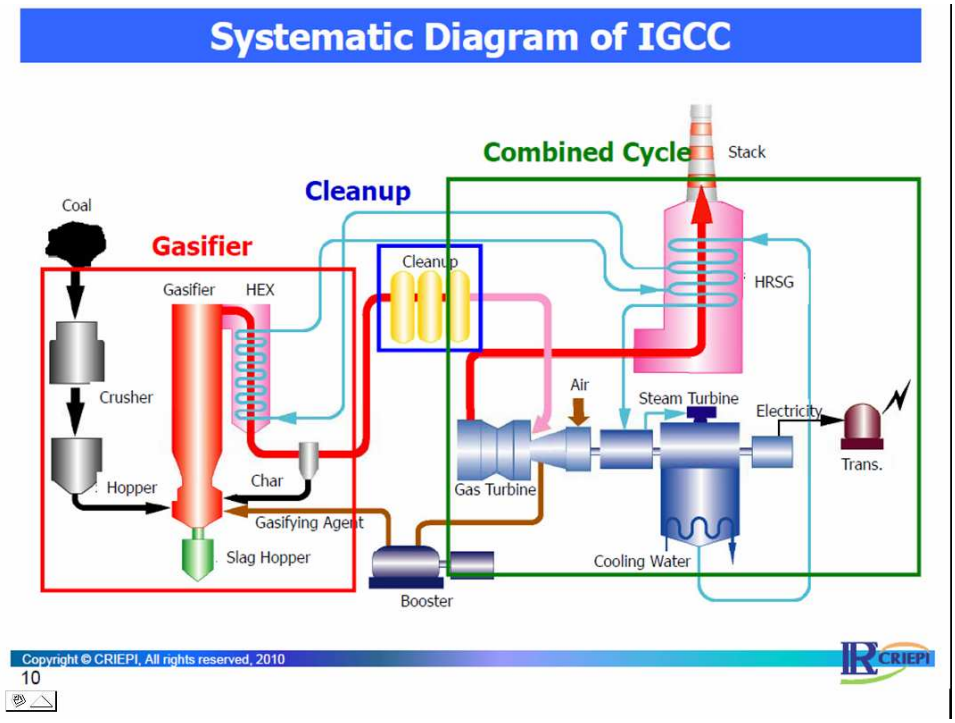



圖 20　250MW IGCC 示範廠製程示意圖

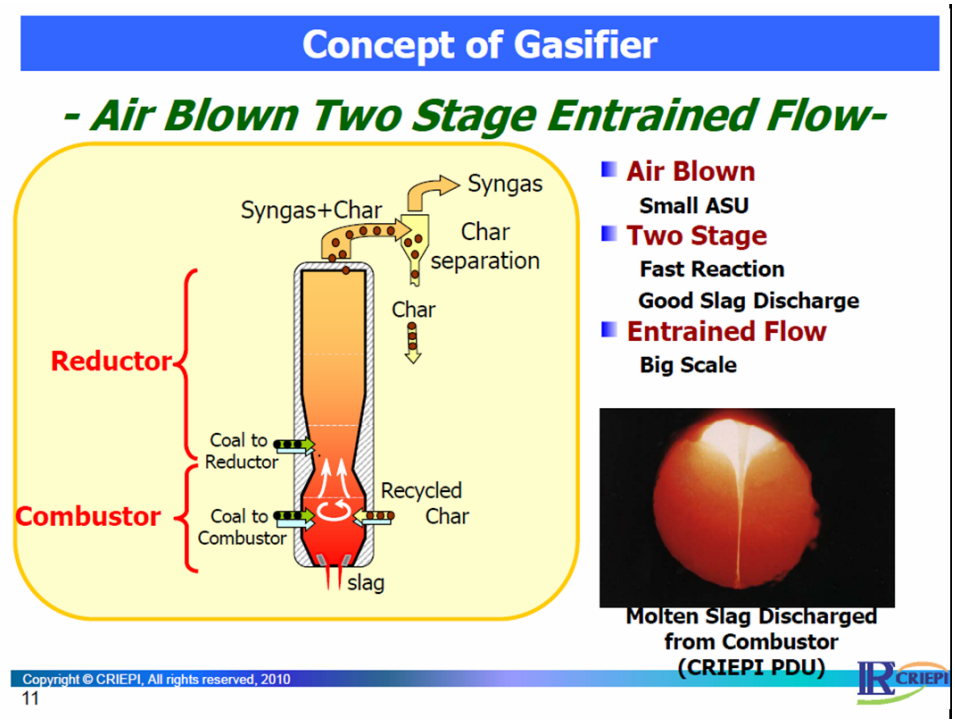



圖 21　250MW IGCC 示範廠之空氣助燃式氣化爐


**圖 22　Nagoso 250 MW Airblown IGCC**

**（圖 22~31 摘錄自 2010.11.15. IGCC-經營會報-鍾年勉、王派毅）**

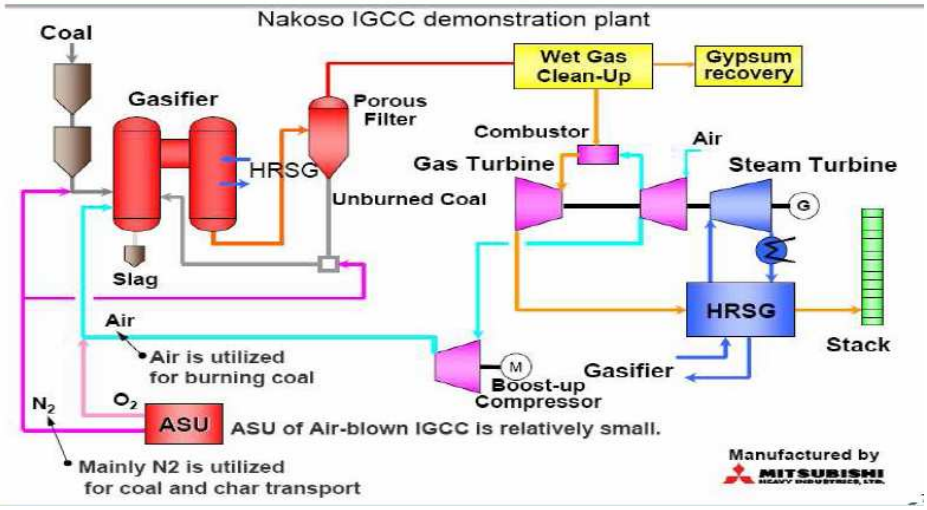



**圖 23　Nagoso 250 MW Airblown IGCC**

| | Target | First year | Second year | Third year |
|---|---|---|---|---|
| Safe and Stable Operation | 250MW | 250MW | | |
| Long Term Continuous Operation | >2000hr | 2039hr (1568+471hr) | | |
| Net Thermal Efficiency | >42.5% (LHV basis) | 42.4% | 42.9% | |
| Carbon Conversion Rate | >99.9% | >99.9% | | |
| Environmental Performance | SOx <8ppm<br>NOx <5ppm<br>Dust <4mg/m3N | 1.0ppm<br>3.4ppm<br><0.1mg/m3N | | |
| Coals | Bituminous Sub-bituminous | Chinese | Chinese, PRB & Indonesian | expand coal flexibility |
| Start-up Time | <18hr | 20hr | 15hr | |
| Minimum Load | 50% | 50% | | |
| Load Change Rate | 3%/min | 1.2%/min | (no try) | 3%/min |
| Durability & Maintainability | Evaluate during 5000hr test | | (in progress now) | 5000hr evaluation |

**圖 24　Nagoso 250MW Air-blown IGCC Demo Results**

| | Design values | Results |
|---|---|---|
| Atmospheric Temperature | 15˚C (59 degF) | 9.9˚C (50 degF) |
| Gross Output | 250 MW | 248.8 MW |
| Gas Turbine Output | 128.9 MW | 130.4 MW |
| Steam Turbine Output | 121.1 MW | 118.4 MW |
| Net Efficiency (LHV) | 42.5 % | 42.9 %※ |
| Cold Gas Efficiency of Gasifier | 73 % | 77 % |
| Carbon Conversion Efficiency | >99.9 % | >99.9 % |
| Syngas LHV | 4.8 MJ/m3N | 5.6 MJ/m3N |
| Composition CO | 28.0 % | 31.9 % |
| CO2 | 3.8 % | 2.7 % |
| H2 | 10.4 % | 10.0 % |
| CH4 | 0.3 % | 1.4 % |
| N2 & Others | 57.5 % | 54.0 % |
| Environmental Performance | <Target values> | |
| (16% O2 Corrected) SOx | 8 ppm | 0.5 ppm |
| NOx | 5 ppm | 3.9 ppm |
| Particulate | 4 mg/m3N | <0.1 mg/m3N |

※Correction value at 15%

圖 25　Nagoso 250MW Air-blown IGCC Demo Results

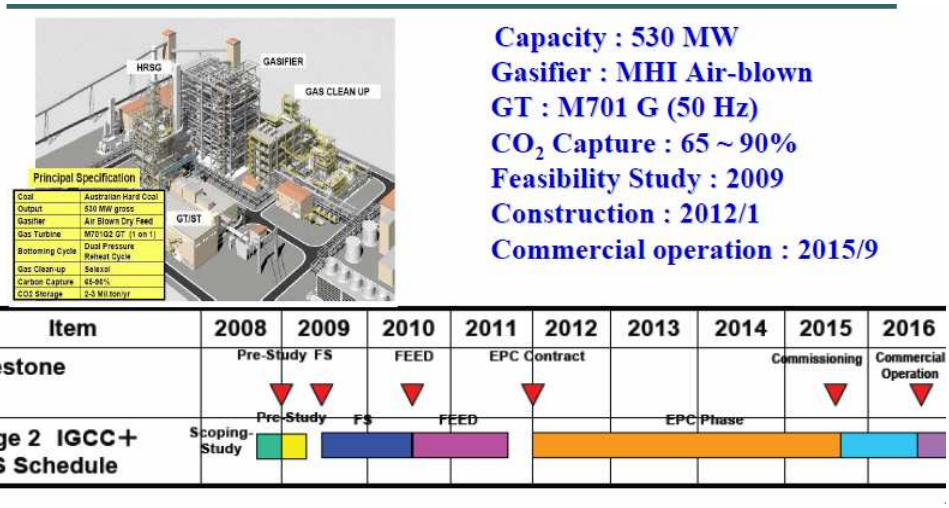
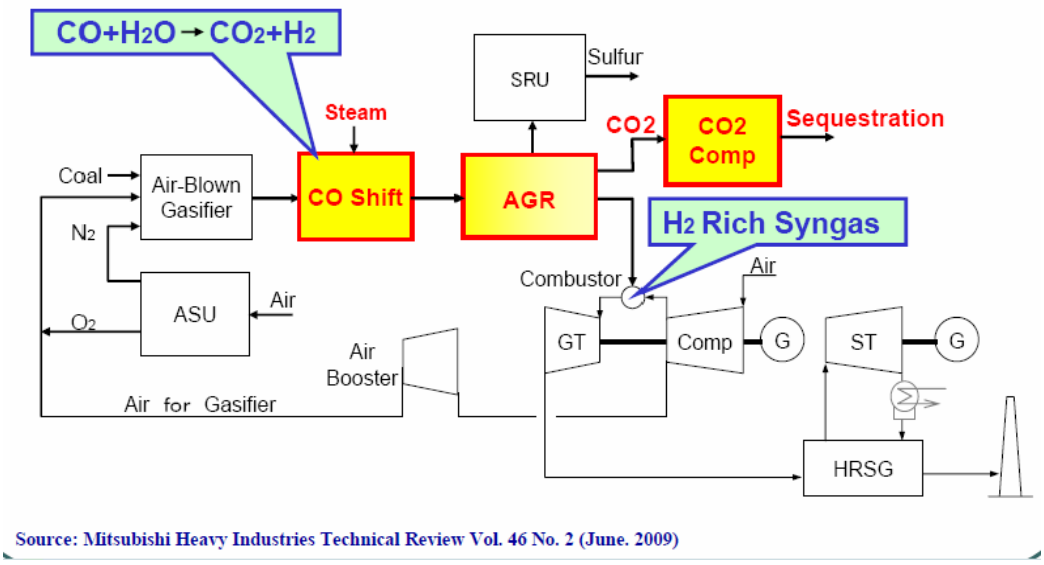



圖 26　Australian ZeroGen Project & IGCC+CCS (MHI)




Source: Mitsubishi Heavy Industries Technical Review Vol. 46 No. 2 (June. 2009)

圖 27　IGCC System with CO2 Capture(Block Diagram)

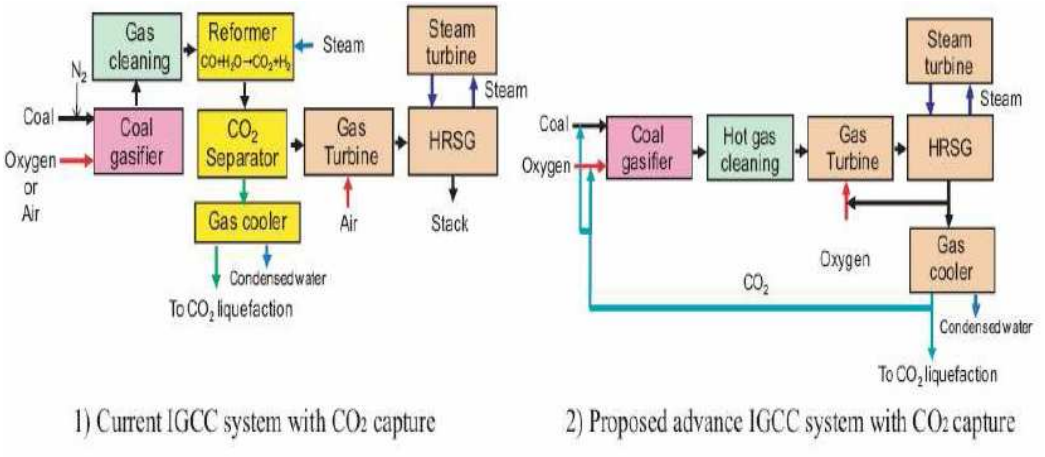



**圖 28　CRIEPI Novel IGCC+CCS System**

| Gasifier type | | $O_2$-$CO_2$ | $O_2$-$N_2$ | Air |
|---|---|---|---|---|
| Carbon conversion | % | 100 | 69.9 | 69.5 |
| Char | | | | |
| Generated Char | t/h | 13.9 | 51.8 | 58.1 |
| Carbon content. | wt% | 0 | 72.9 | 66.3 |
| Ash content | wt% | 100 | 27.1 | 23.7 |
| Synthesis gas | | | | |
| Flow rate | t/h | 274.6 | 274.6 | 536.3 |
| Calorific value | $MJ/m^3N$ | 11.1 | 10.3 | 5.7 |
| $CH_4$ | vol% | 0 | 0 | 0 |
| $H_2$ | vol% | 21.3 | 24.4 | 12.9 |
| CO | vol% | 66.5 | 56.9 | 31.8 |
| $CO_2$ | vol% | 5.4 | 0 | 2.0 |
| $H_2O$ | vol% | 5.3 | 0 | 2.2 |
| $N_2$ | vol% | 1.5 | 18.7 | 51.1 |
| Cold gas efficiency | % | 80.8 | 78.8 | 76.5 |

**圖 29　CRIEPI Gasification Performance Comparison**

| Gasifier type | | $O_2$-$N_2$ *2 | | $O_2$-$CO_2$ | |
|---|---|---|---|---|---|
| Gas turbine type | | 1300 ℃ | 1300 ℃ | 1300 ℃ | 1500 ℃ |
| $CO_2$ recovery ratio | % | 0 | 90 | Over 99 | Over 99 |
| Gross efficiency (HHV/LHV) | % | 47.7/49.8 | 42.7/44.7 | 56.9/59.6 | 60.0/62.8 |
| Net efficiency (HHV/LHV) | % | 42.5/44.5 | 34.9/36.5 | 42.1/44.1 | 45.1/47.2 |

*2 NEDO report No. 04002145-0, 2005.3 (in Japanese)

In the $O_2$-$CO_2$ blown IGCC system (1300℃ class gas turbine), the efficiency of 42.0% at capturing $CO_2$ by 99% or more can be obtained and the improvement of power generation efficiency is expected. On the other hand, the efficiency in the $O_2$-$N_2$ blown IGCC system (1300℃ class gas turbine) decreases up to 34.9% when 90% of $CO_2$ is captured.

**圖 30　CRIEPI Thermal Efficiency Analysis**

| Gasifing agent | | | Oxygen-$CO_2$ | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Gas Turbine | | | 1300℃ Class | | 1500℃ Class | |
| $CO_2$Revovery | | % | 0 | ≧99 | 0 | ≧99 |
| Input Energy (HHV/LHV) | | MW | 992 / 946 | | | |
| Gross Power Output | GT | MW | 336 | | 326 | |
| | ST | MW | 228 | | 269 | |
| | SUM | MW | 564 | | 595 | |
| Auxiliary Comsumption | | MW | 116 | 147 | 117 | 148 |
| Net Power Output | | MW | 448 | 417 | 478 | 447 |
| Gross Thermal Efficiency (HHV/LHV) | | % | 56.9/59.6 | 56.9/59.6 | 60.0/62.8 | 60.0/62.8 |
| Net Thermal Efficiency (HHV/LHV) | | % | 45.2/47.3 | 42.1/44.1 | 48.2/50.5 | 45.1/47.2 |

**圖 31　CRIEPI Thermal Efficiency Analysis**

依據 Duke Energy 630 MW Oxygen-blown IGCC w/o CCS 的建廠費用估算約$4570/kW，建廠成本仍高，該電廠預期於 2012 年商轉，因此長期連續運轉之性能、可靠度、可用性仍待驗證，目前非引進該發電技術之恰當時機。

MHI 位於 Nakoso 的 Air-blown 250 MW IGCC 電廠，目前已完成連續運轉 5,000 小時的測試，運轉數據遠優於 90 年代美、歐之示範廠，值得密切注意。

MHI 下一步將朝 Precombustion 的 CCS 技術發展，參與 Australia ZeroGen 530 MW Air-blown IGCC + CCS 電廠示範計畫(全球第一座 IGCC + CCS 的機組)，預期於 2015 年 9 月進行商轉測試，屆時視其長期連續運轉之性能、可靠度、可用性及發電成本之表現，再據以評估該類技術之引進時機。

CRIEPI 提出之 IGCC+CCS 概念設計，是已發表設計中系統淨效率最高者，值得關注其後續發展。

（摘錄自 2010.11.15. IGCC-經營會報-鍾年勉、王派毅）

## 二、日本 J_POWER 公司之 EAGLE 計畫（OXYFUEL）


圖 32　J_POWER 公司之 EAGLE 計畫(Wakamatsu, Fukuoka)

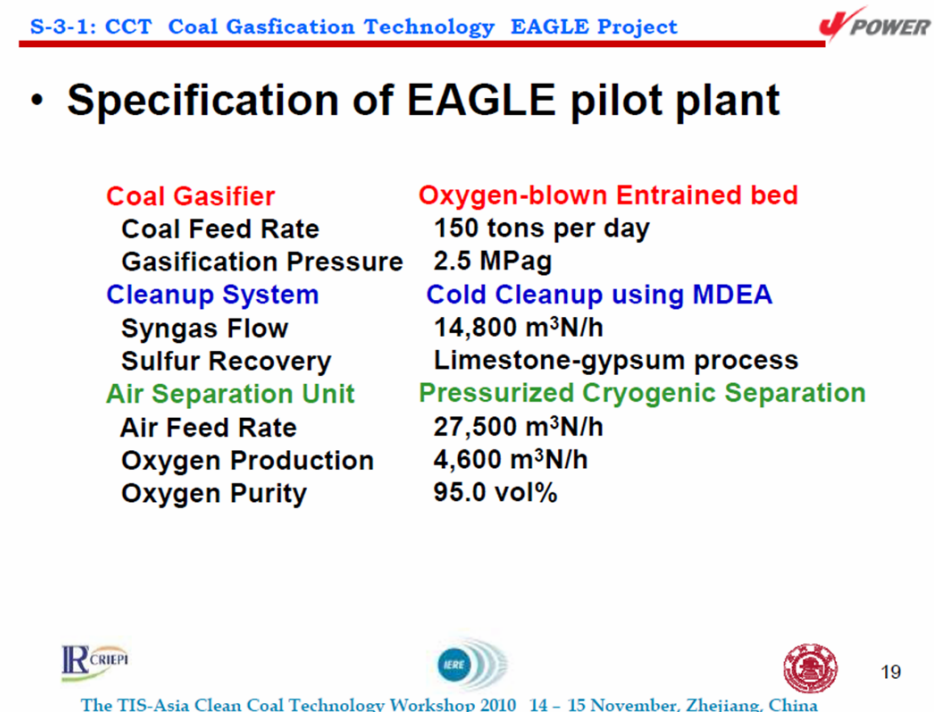



圖 33　EAGLE 計畫諸元數據

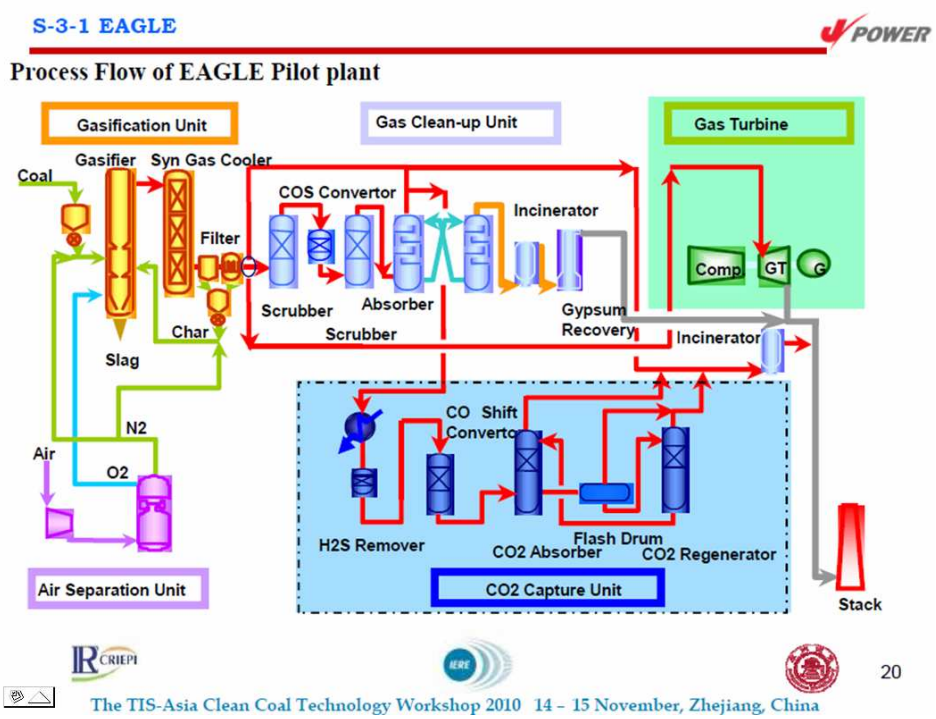



圖 34　EAGLE 計畫流程

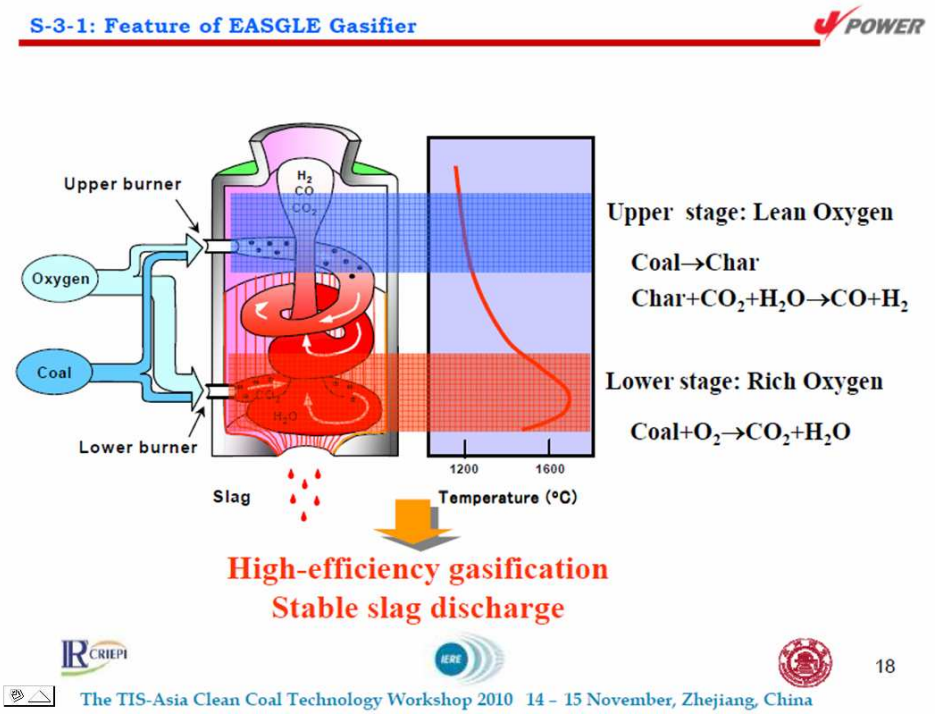
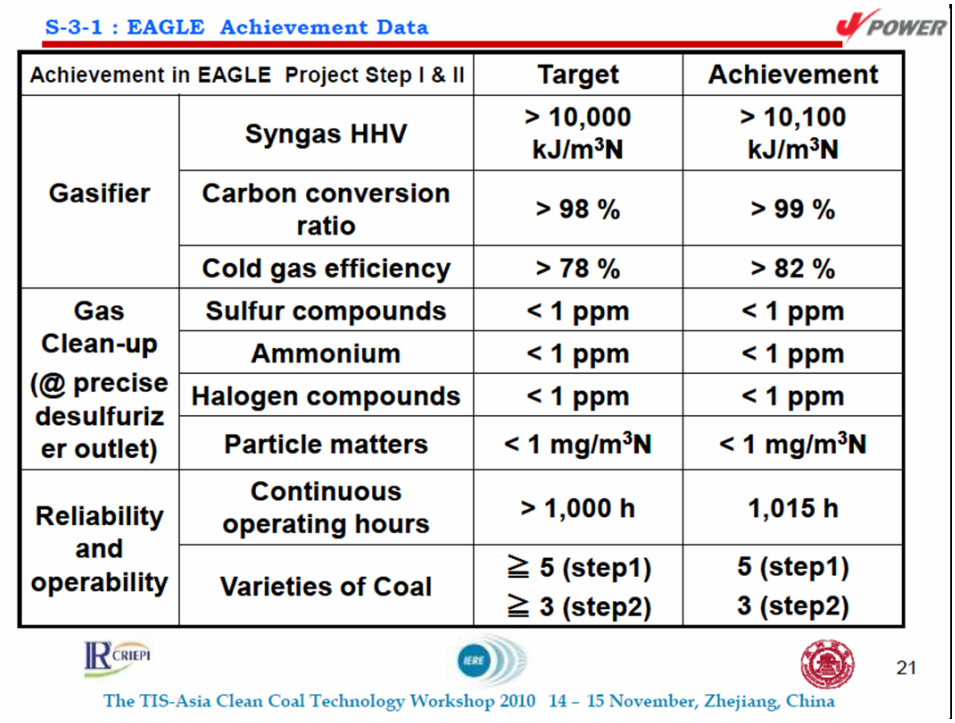



圖 35　EAGLE 計畫氣化爐



S-3-1 : EAGLE Achievement Data

| Achievement in EAGLE Project Step I & II | | Target | Achievement |
|---|---|---|---|
| Gasifier | Syngas HHV | > 10,000 kJ/m³N | > 10,100 kJ/m³N |
| | Carbon conversion ratio | > 98 % | > 99 % |
| | Cold gas efficiency | > 78 % | > 82 % |
| Gas Clean-up (@ precise desulfurizer outlet) | Sulfur compounds | < 1 ppm | < 1 ppm |
| | Ammonium | < 1 ppm | < 1 ppm |
| | Halogen compounds | < 1 ppm | < 1 ppm |
| | Particle matters | < 1 mg/m³N | < 1 mg/m³N |
| Reliability and operability | Continuous operating hours | > 1,000 h | 1,015 h |
| | Varieties of Coal | ≧ 5 (step1)<br>≧ 3 (step2) | 5 (step1)<br>3 (step2) |

21

The TIS-Asia Clean Coal Technology Workshop 2010 14 – 15 November, Zhejiang, China

圖 36　EAGLE 計畫初步成果

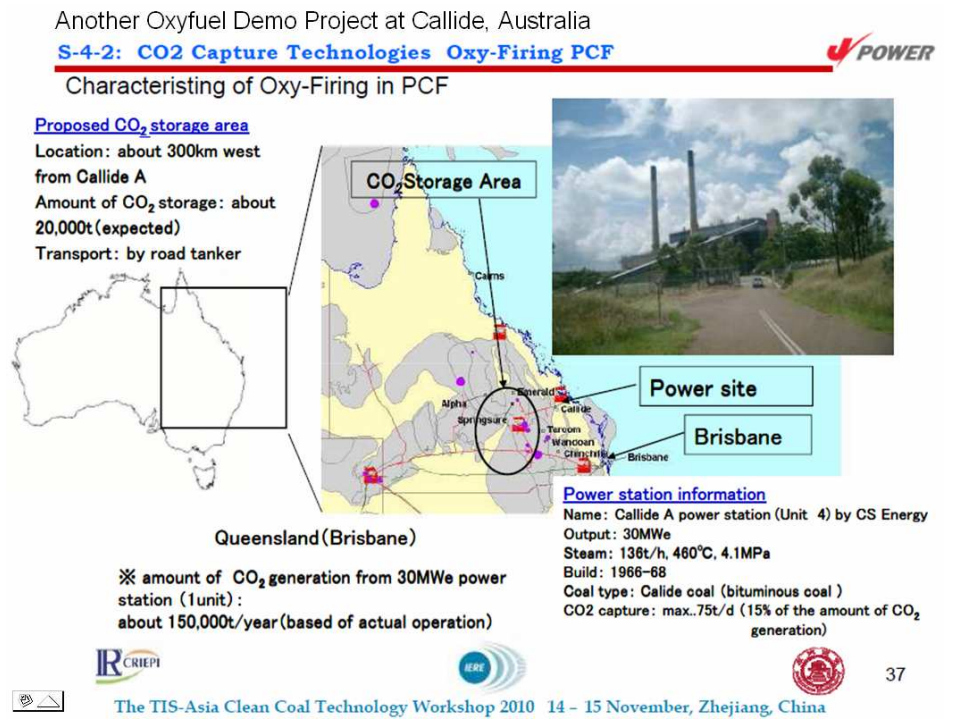



圖 37　日本參與之澳洲 Callide 計畫（Oxyfuel in PCF）

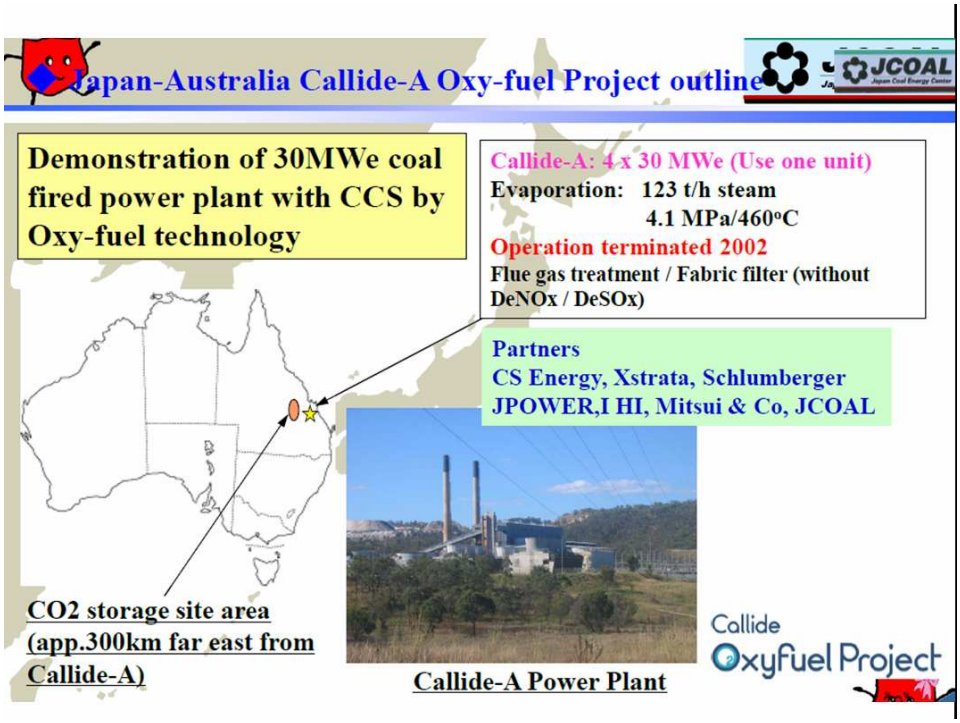



**圖 38　日本參與之澳洲 Callide 計畫（Oxyfuel in PCF）**

## 柒、結語與建議:

### 結語:

1. 本公司面對全球暖化及燃煤發電 $CO_2$ 排放問題,須積極瞭解各種低碳發電技術發展之現況與未來,並藉由參與國際研討會之方式來尋求合作發展之機會。此次在浙江龍游參加 IERE 淨煤發電研討會及第六屆國際淨煤發電與燃料電池會議,目的即是如此,IERE 潔淨能源會議之討論主題為「高效率燃煤發電技術(High Efficiency Coal Utilized Power Generation)」及「環境保護 Environmental Protection」,而國際 CCT&FC 技術研討會之討論主題為淨煤技術 Clean Coal Technology (CCT) 及燃料電池 Fuel Cells (FC)。
2. 本次研討會由日本的 IERE 組織及上海交通大學聯合舉辦,本公司及韓國電力公司參與研討。IERE 組織實由日本中央電力研究所(Criepi)支持,上海交大方面由其前任校長翁史烈教授及曹廣益教授領導,故研討會中此兩單位提供之論文佔大多數。
3. 中國大陸在燃煤發電之技術發展起步甚早,但在「淨煤發電」方面之研發及產業發展,則較歐美日本等國相對落後,天津 250MW 示範廠(西安熱工院負責概念設計)之氣化爐及 $CO_2$ 捕捉等關鍵技術,尚須與歐美廠商合作,才能完成快速升級(Scale up)之挑戰。
4. 日本 MHI 於 Nakoso 的 250 MW IGCC 示範電廠,屬於 Air-blown 設計,已完成連續運轉 5,000 小時的測試,運轉性能優良,值得注意。Pre-combustion 的 CCS 技術發展方面,全球第一座 IGCC + CCS 的機組 Australia ZeroGen 530 MW Air-blown IGCC + CCS 電廠示範計畫,預期於 2015 年 9 月進行商轉測試,屆時視其長期連續運轉之性能、可靠度、可用性及發電成本之表現,本公司可據以評估該類技術之引進時機。另外,J-POWER 的 EAGLE 計畫採用 OXYFUEL 設計,亦值得注意其發展。
5. 參加兩技術研討會,除能增進與國外電業相關機構技術交流外,對發展公司自主性技術及提昇公司國際形象頗有助益。

### 建議:

1. 藉由參加國際組織來瞭解臨近國家電力技術發展現況及發表研究發展成果,可以互相觀摩學習,並藉以提昇本公司之良好形象與技

術水準，故應積極參與。

2. 近年來各工業先進國家競相發展「淨煤發電」及「燃料電池」技術，做為中長程減抑燃煤發電 $CO_2$ 排放之手段(短程手段仍以超超臨界燃煤機組及超高效率燃氣複循環技術為重點)，本公司對於國際上該兩技術之發展須予以追蹤，並評估其適當的引進時機。
3. 日本 CRIEPI 提出之 IGCC+CCS 概念設計，系統淨效率相當高，值得關注其後續發展。本所與日本 CRIEPI 之交流日益密切，在(1)淨煤發電熱工循環之設計與分析，及（2）氣化爐模擬計算與實驗驗證等兩層面，可加強合作。

附錄： 邀請函

IERE Central Office
2-11-1, Iwado Kita,
Komae-shi, Tokyo
201-8511 Japan

TEL : +81 3-5438-1717
FAX: +81 3-3488-5100
e-mail: office@iere.dcc.co.jp
http://www.iere.jp

2 September, 2010

Dr. Kwang-Lu Koai

Invitation to the TIS-Asia Clean Coal Technology Workshop 2010

Dear Dr. Kwang-Lu Koai :

I would like to express my sincere gratitude for your constant support to the IERE activities and sincere contribution to the 3rd TIS-Asia SC/TC Meeting in Kuala Lumpur.
On behalf of IERE, I am very pleased to invite you to "The TIS-Asia Clean Coal Technology Workshop 2010", which will be held on from 14 to 15 November 2010 in Zhejiang, China.
In IERE, We have started the TIS (Technological Issues and Solution) activities since 2007. Regarding TIS activities, especially TIS-Asia activities contributed to the increase of Asian membership and to enhancement of IERE's presence in Asian regions. As we discussed the new scheme of TIS-Asia activities in the 3rd IERE TIS-Asia Steering Committee and Technical Committees Meeting which was held on 19-21 July, 2010 at Kuala Lumpur, Malaysia, we should continue sustainable TIS-Asia activities under the new scheme.
This Workshop is for the first event of TIS-Asia Generation Working Group 1 (GWG-1), and is co-organized by Shanghai Jiao Tong University (SJTU) and Central Research Institute of Electric Power Industry (CRIEPI).

For the successful implementation of this event, we appreciate very much for your invaluable support. The main theme of this Workshop is "Clean Coal Technology". For this purpose, I would like to invite you as a speaker.

Please refer to the attached First Announcement of the event for the details.
For your reference, the First Announcement of the Clean Energy Technology 2010 to be held following to this Workshop as the co-located conference at the same place is attached too.
I do hope that you will be able to spare the time to share this occasion with us.

I look forward to meeting you in Zhejiang, China.

Sincerely,

Mikio SATO
Secretary General
IERE Central Office
2-11-1 Iwado Kita, Komae-shi
Tokyo 201-8511, Japan

- Ms. Krishnan Devi Sinnappan
  Email : krishnandevi@tnb.com.my
  Tel : 603 – 2296 6259
  Fax : 603 – 2282 4620

- Ms. Huzairin Mohd Radzi
  Email : huzairin@tnb.com.my
  Tel : 603 – 2296 6920
  Fax : 603 – 2282 4620

Thank you

Yours Sincerely,

**Roslina Zainal**
Vice President
Planning Division
Tenaga Nasional Berhad