

林口火力電廠減碳計畫 初步可行性評估初探

林文印	臺北科技大學	環境工程與管理研究所
張益誠	宜蘭大學	環境工程學系
余泰毅	銘傳大學	風險管理與保險學系
蔡俊鴻	成功大學	環境工程學系
郭乃文	臺北護理學院	旅遊健康研究所

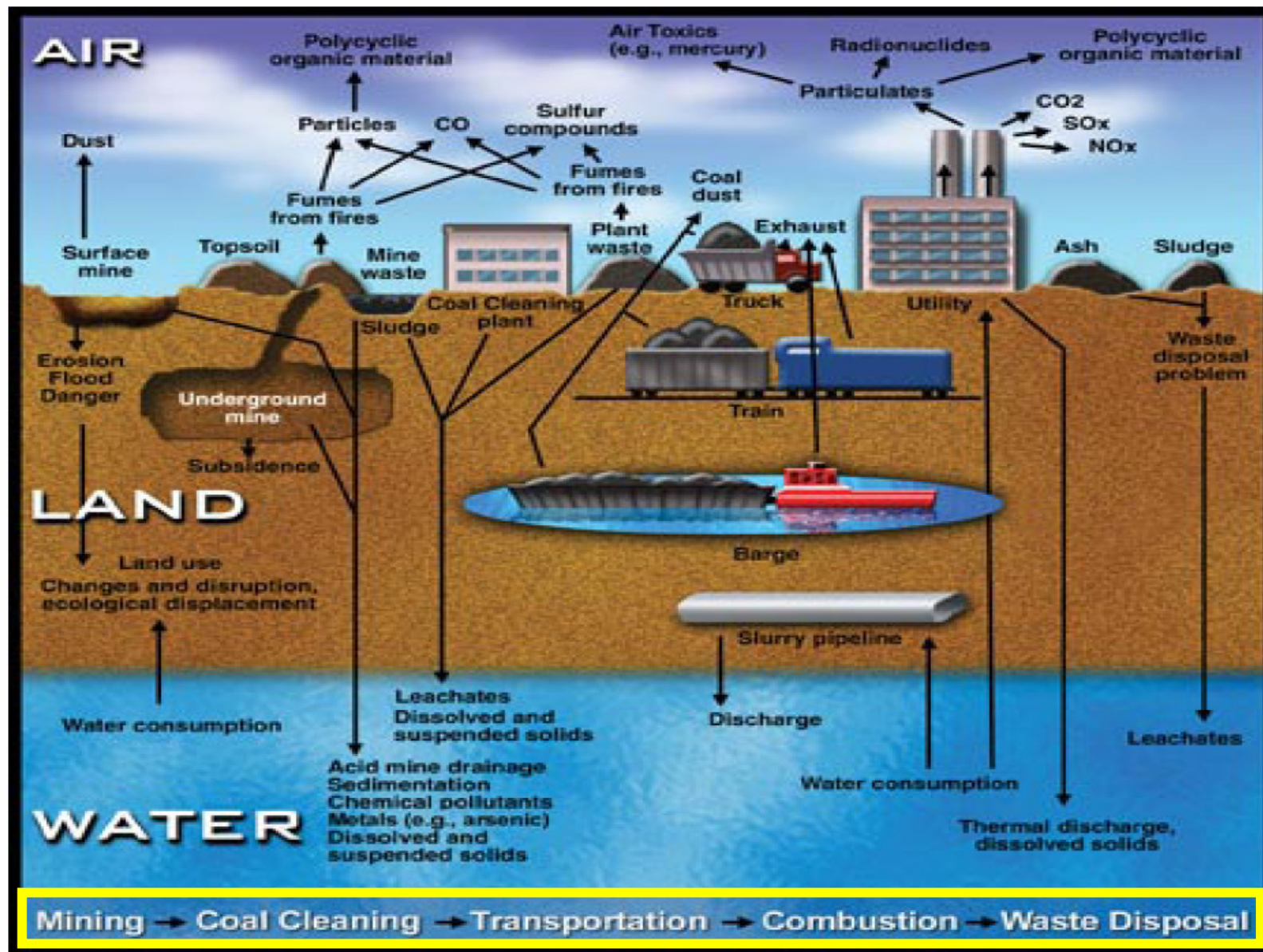
2008年6月11日，台北

簡報大綱

- 前言
- 研究內容
- 預期成果
- 結語

前言

- 近年臺灣電力公司因供電需求及國際原油價格持續攀升，逐年加重使用燃煤火力發電比例，造成電力二氧化碳排放量逐年增加。
- 如何有效運用煤炭資源且如何降低其對環境衝擊，為現階段發電業者所應面對之主要環境課題。
- 電廠減碳，是能源與環境共同的轉機，也是本研究的緣起動機。



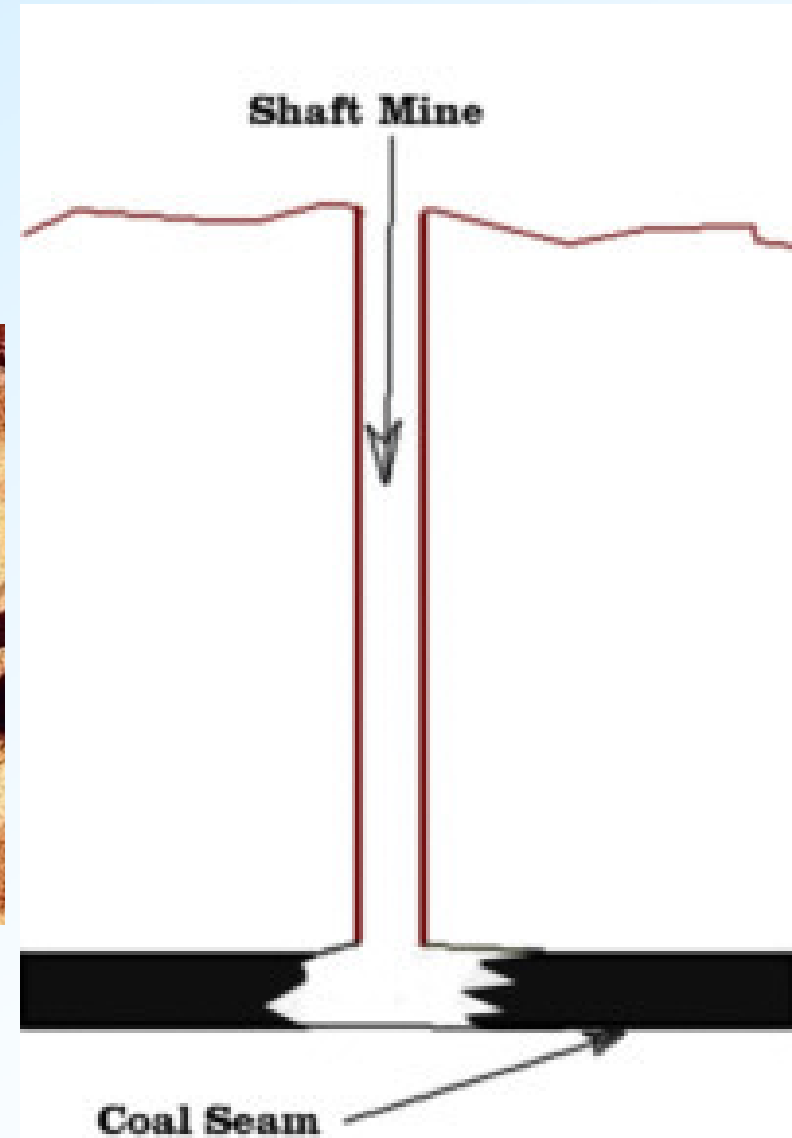
Clean Air Task Force http://www.catf.us/publications/reports/Cradle_to_Grave.pdf

Surface Mining



http://www.ohvec.org/galleries/mountaintop_removal/007/43.html

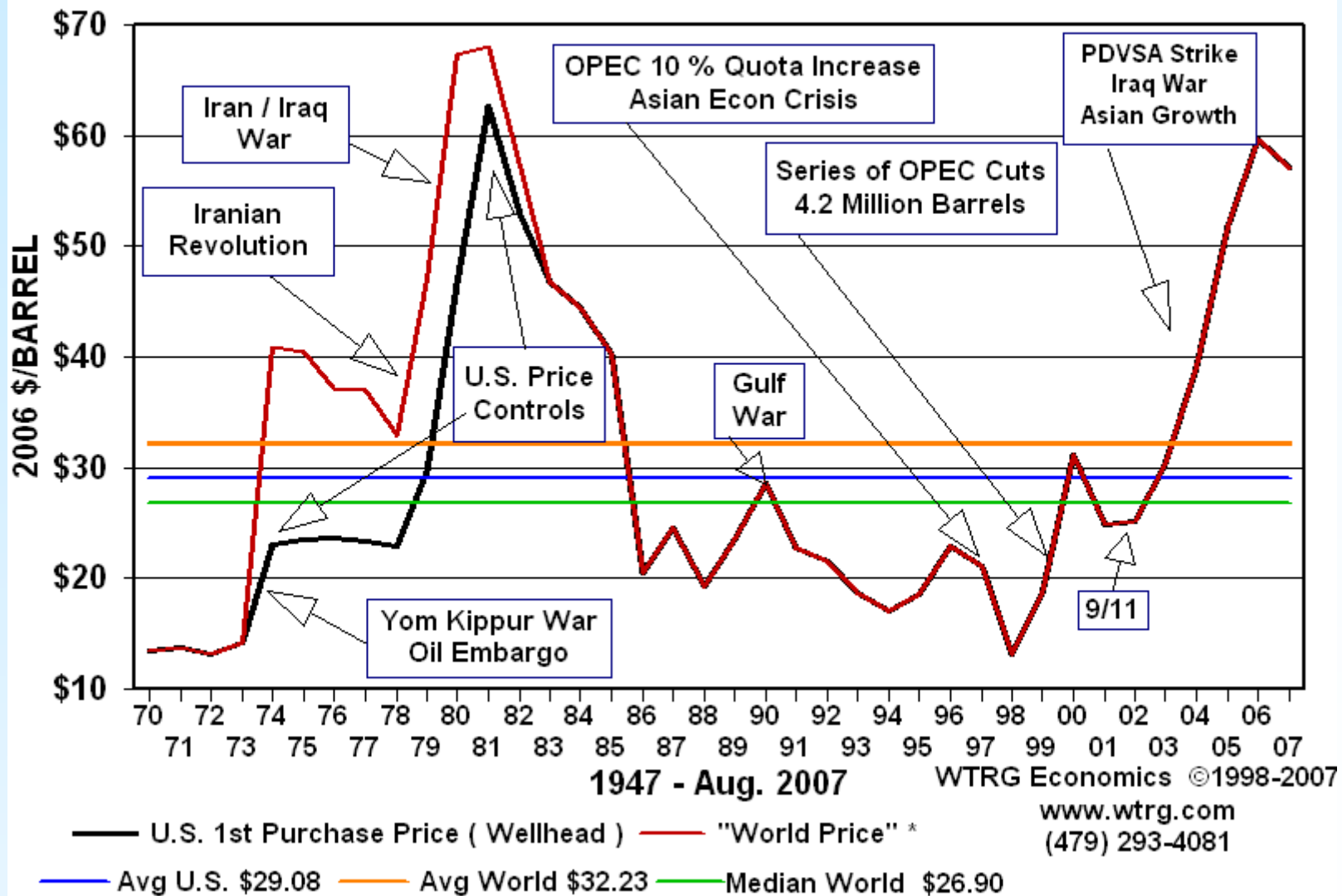
Underground Mining: Shaft



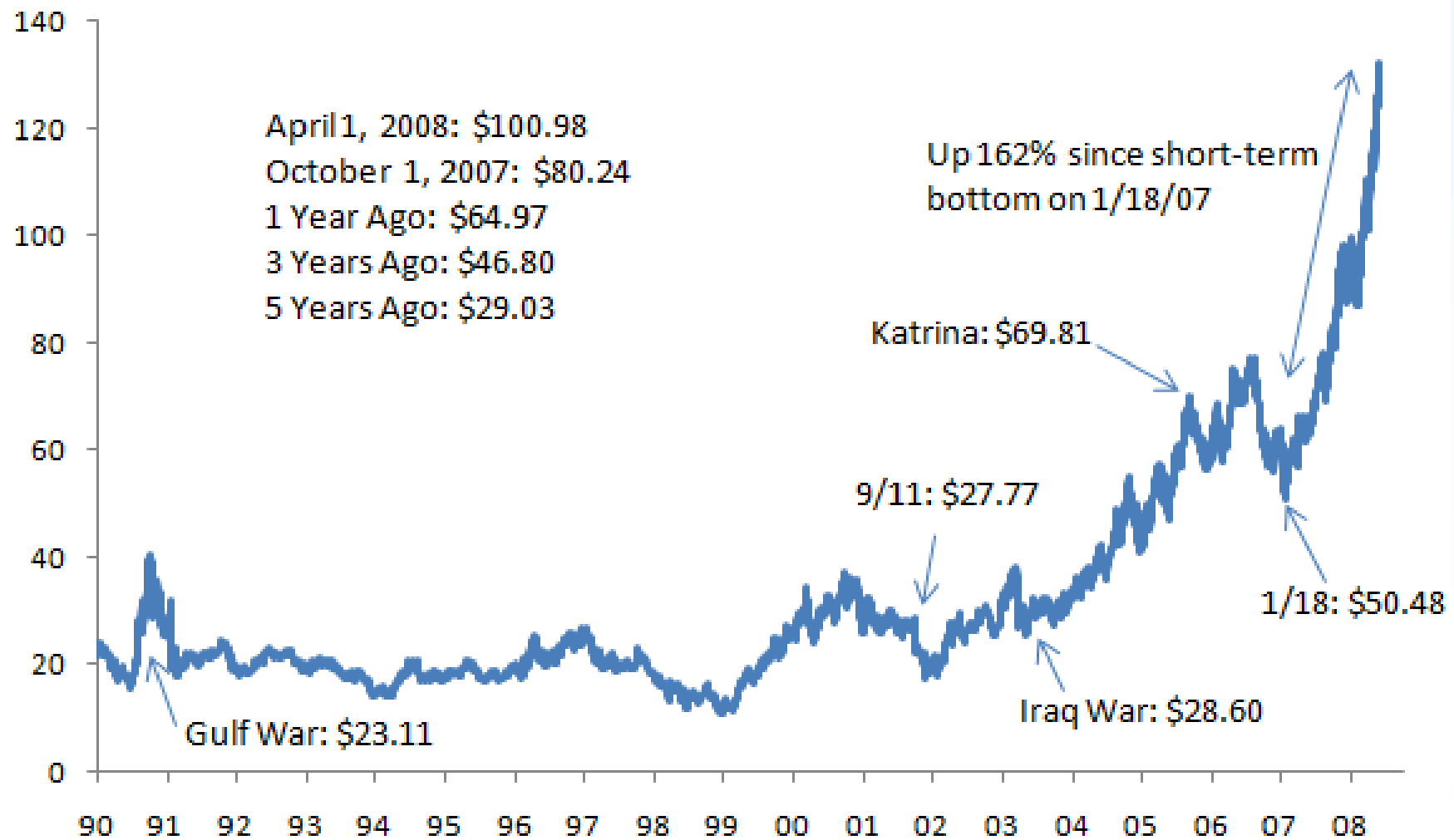
Coal Rank

Ranks of Coal	Fixed Carbon	Volatile Matter	Moisture
Lignite	29	26	46
Subbituminous	42	34	23
Low-rank/volatile bituminous	47	41	12
Medium-rank/volatile bituminous	54	41	5
High-rank/volatile bituminous	65	32	3
Low-rank/volatile semibituminous	75	22	3
Semianthracite	86	12	3
Anthracite	96	1.2	3

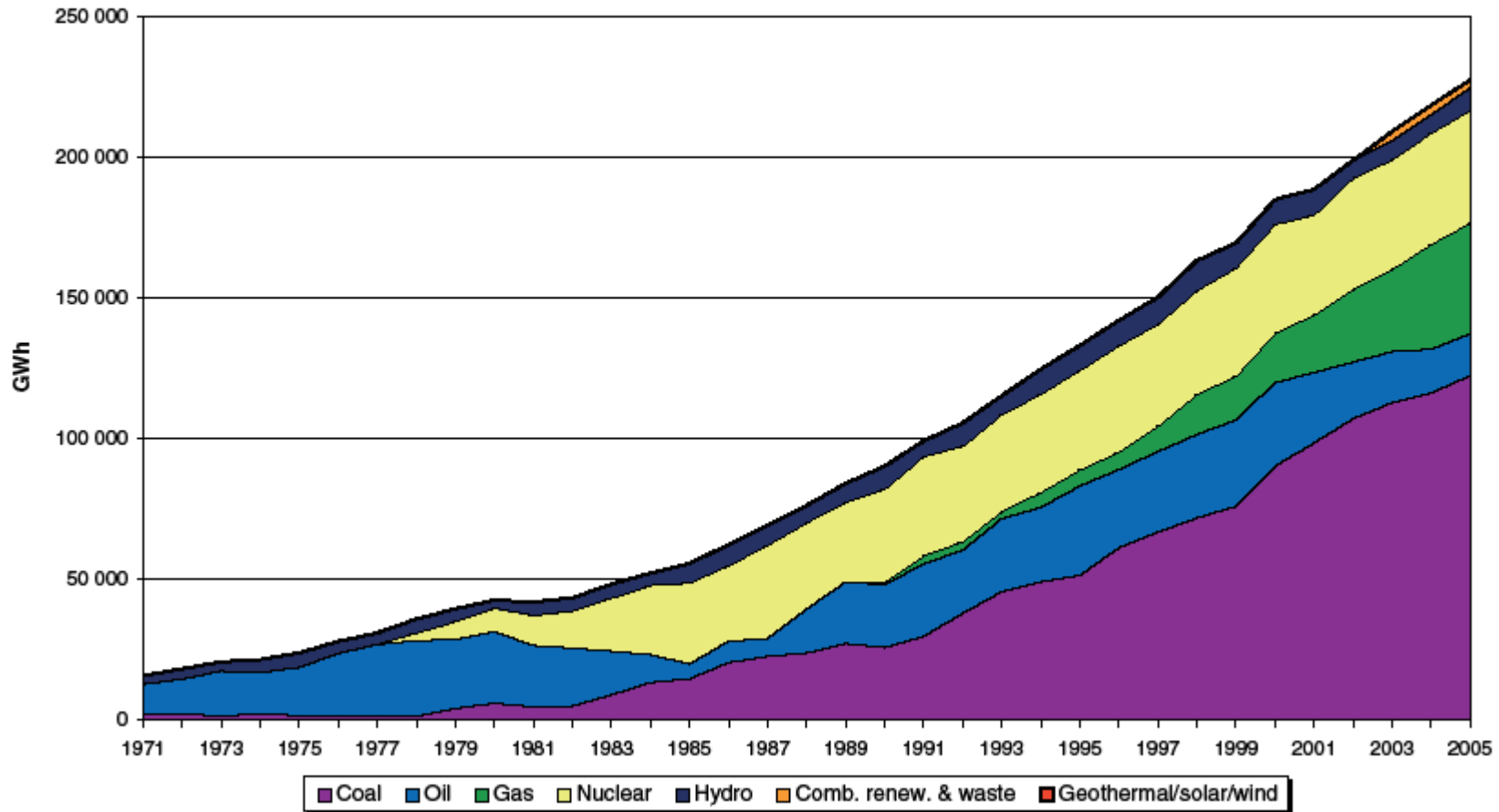
Crude Oil Prices 2006 Dollars



Oil: 1990-Present



Taiwan Evolution of Electricity Generation by Fuel from 1971 to 2005



© OECD/IEA 2007

For more detailed data, please consult our on-line data service at <http://data.iea.org>.

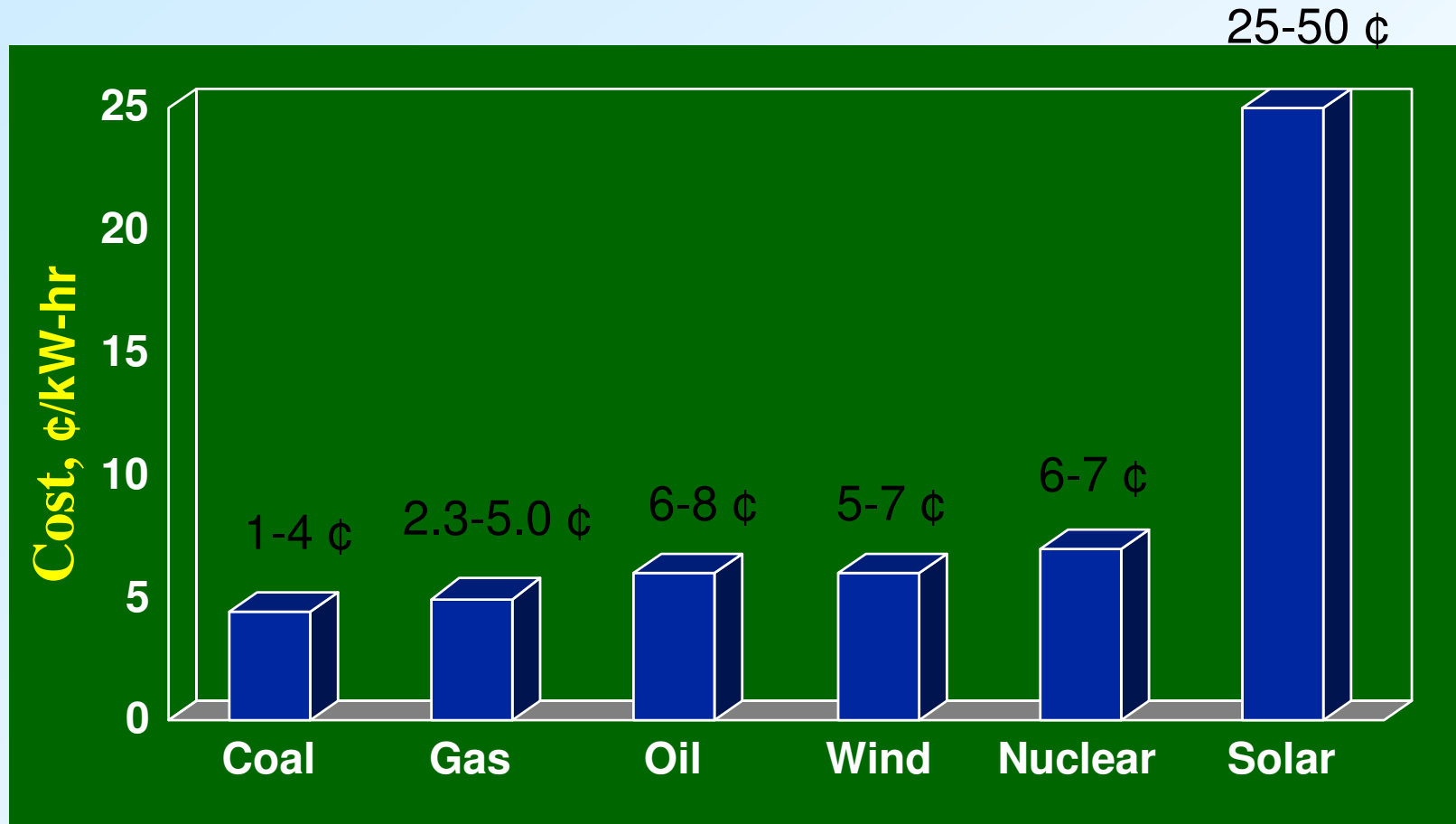
台電2007年發電量

項目	發電量 (億度)	構成比 (%)	較上年增加率 (%)
發購電量合計	2,018.6	100.0	2.7
台電自有	1,534.8	76.0	3.1
抽蓄水力	39.2	1.9	0.6
火力	1,069.1	53.0	3.7
核能	389.6	19.3	1.7
再生能源	36.8	1.8	4.0
購電	483.8	24.0	1.4
託營水力	9.0	0.4	40.0
民營水力	1.0	0.0	57.4
民營火力	354.1	17.5	0.9
民營風力	1.5	0.1	66.1
汽電共生	118.2	5.9	-0.1

發電方式	核能	燃煤	燃油	燃氣	水力
單位發電成本 (元/度)	0.67	0.87	1.95	2.75	2.24
外部成本 (元/度)	0.28	2.60	3.82	0.97	0.08
單位總成本 (元/度)	0.95	3.47	5.77	3.72	2.32
發電總成本 (億元)	361	1,319	2,193	1,414	882
比核能昂貴 (億元)	0	958	1,832	1,053	521
為核能倍率	1.00	3.65	6.07	3.92	2.44

Production Cost of Electricity

(in the U.S. in 2002)



Energy Cost

Source of energy

Cost per kilowatt-hour

- | | |
|---|--------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Energy Efficiency | <input type="checkbox"/> 0-5 cents |
| <input type="checkbox"/> Hydroelectric | <input type="checkbox"/> 2-8 cents |
| <input type="checkbox"/> Coal | <input type="checkbox"/> 5-6 cents |
| <input type="checkbox"/> Wind | <input type="checkbox"/> 5-8 cents |
| <input type="checkbox"/> Oil | <input type="checkbox"/> 6-8 cents |
| <input type="checkbox"/> Solar Thermal | <input type="checkbox"/> 9 cents |
| <input type="checkbox"/> Nuclear | <input type="checkbox"/> 10-12 cents |
| <input type="checkbox"/> Solar Photovoltaic | <input type="checkbox"/> 15-20 cents |

Source: Climate Action Network

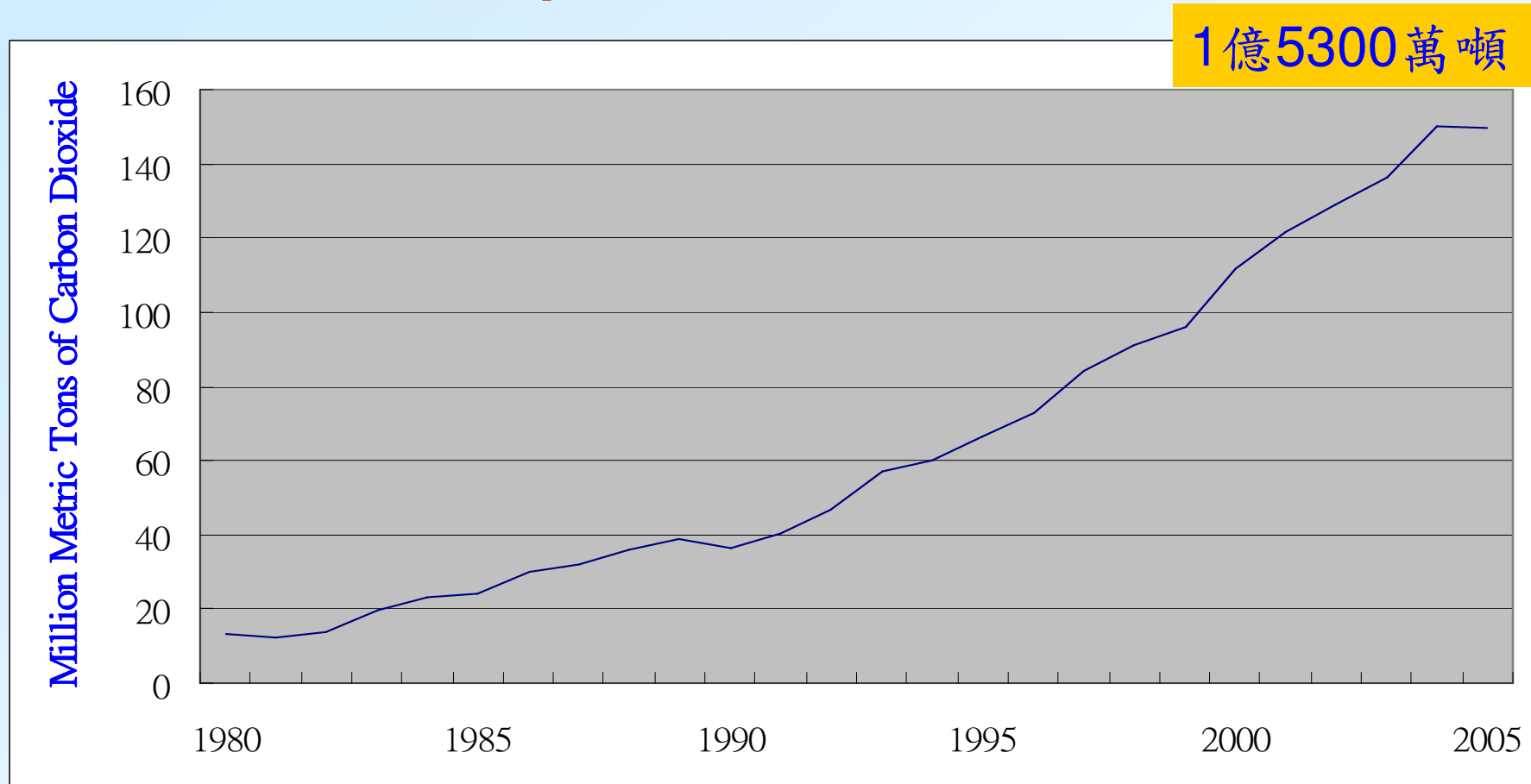
Coal International Share Price Chart

COAL INTERNATIONAL



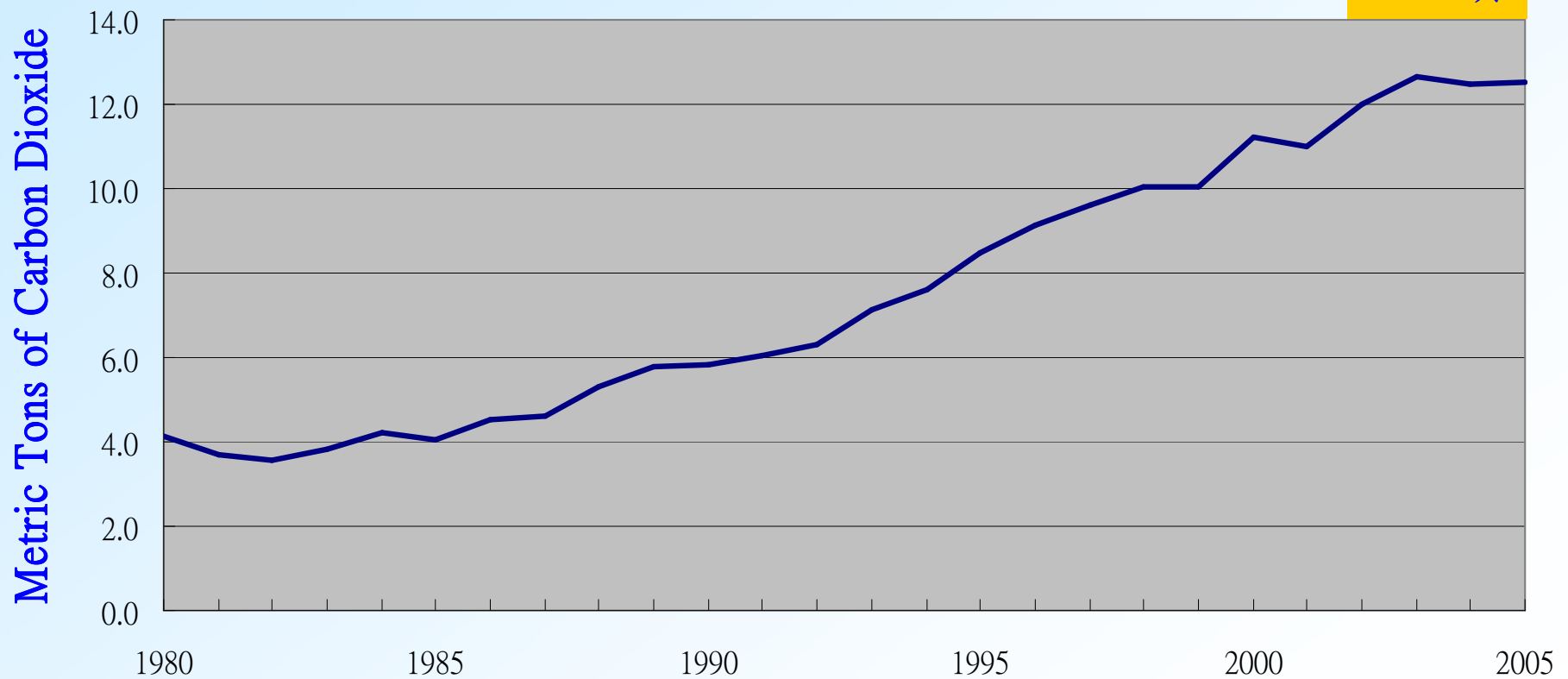
<http://uk.finance.yahoo.com/q/bc?s=CLN.L>

Taiwan Carbon Dioxide Emissions from the Consumption of Coal, 1980-2005



Energy Information Administration

Taiwan Carbon Dioxide Emissions Per Capita from the Consumption and Flaring of Fossil Fuels



Energy Information Administration



林口電廠更新擴建計畫

- 台電公司林口電廠現有二部燃煤汽力機組，裝置容量分別為**30萬瓩/#1**、**30萬瓩/#2**，至今已運轉超過**30**年以上(熱效率分別約為**32.2%**、**33.6%**)
 - 預計更新設置三部**80**萬瓩級超臨界壓力燃煤汽力機組(其蒸汽設計條件為**24.1MPa**、**566°C/593°C**：主蒸汽壓力、主蒸汽及再熱蒸汽溫度，熱效率達**42.3%**)，搭配先進空污防治設備，投資總額為**1,524億9,442萬8千元**，至**109**年完工。

- 目前林口電廠兩部舊機總燃煤使用量約170萬公噸/年，燃煤平均熱值約6,043 kcal/kg，依IPCC公式計算，產生之二氧化碳排放量約399萬公噸；更新後3部800MW新機組燃煤年使用量約630萬公噸，燃煤平均熱值以5,500 kcal/kg估算，產生之二氧化碳排放量約1,326萬公噸。

研究內容

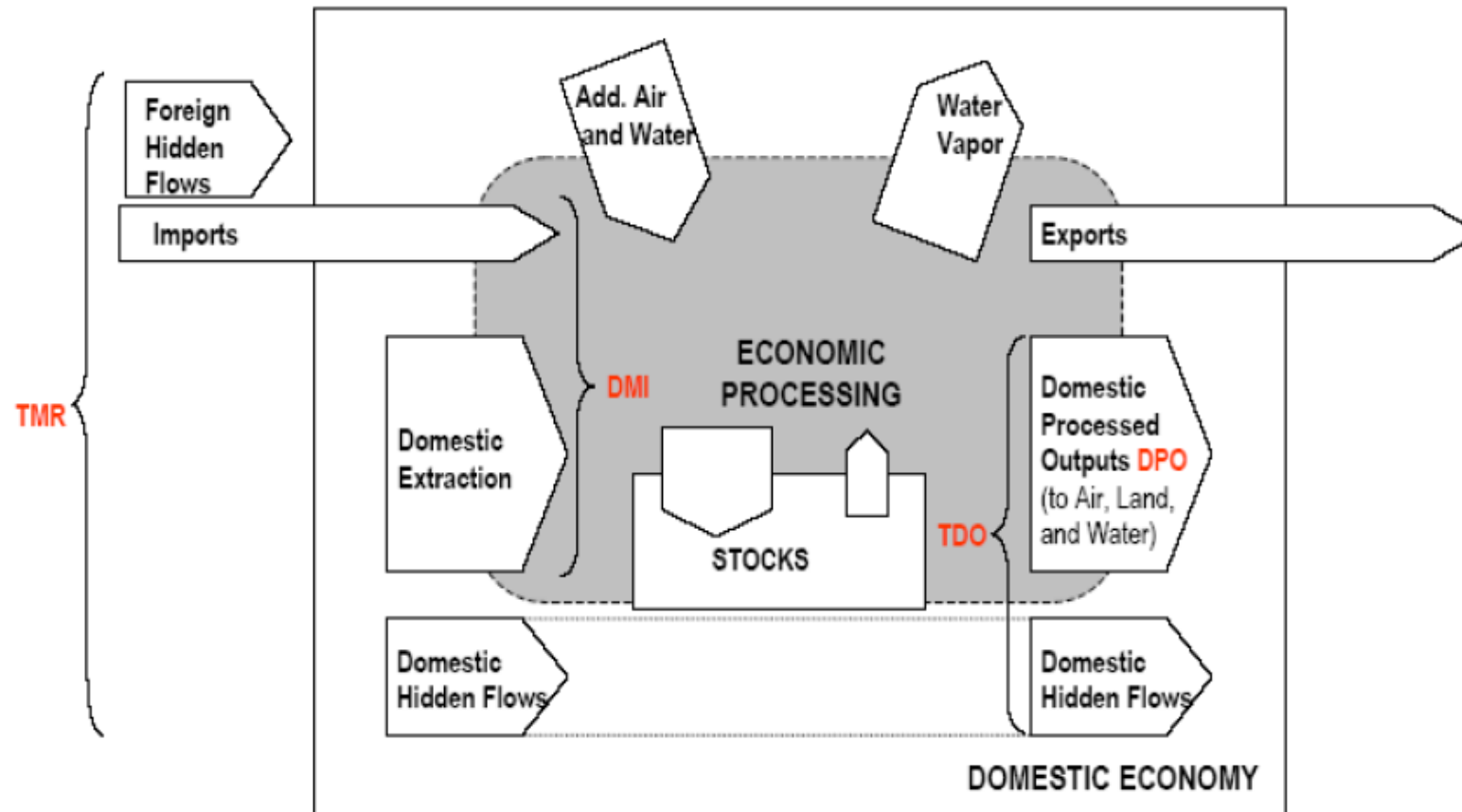
- 本研究擬以臺電公司位於臺北縣境內林口火力發電廠作為主要研究對象、範疇，並分成四個主要部份，進行互相協力、環扣之研究。
 - ◆ 煤炭物質流分析
 - ◆ 發電與供電系統能源流及能源效率分析
 - ◆ 後端污染防治措施之技術、經濟可行性評估
 - ◆ 景觀綠美化等減碳設施作為之初規劃

煤炭物質流分析

- 採用「物質流分析」(Material Flow Analysis)方法，針對林口火電廠用於發電所燃燒煤炭，建立其物質流分析架構雛型。MFA 為基於質量守恆原則，在一個定義的系統中評估物質流向與流量的方法，用以支援分析、評價及設計所研究之要件，包括系統中所有流入(input)、流出(output)、存貨(stock)以及來源與消失項(source and sink)。

- 而本研究部份之主要目的，乃藉物質流架構之研擬，探討分析林口電廠中有關「煤炭」物質之投入、產出、與對應能源轉換等流程，即以「煤炭」物質為主要研究標的，透過MFA 架構之引入，以物質流帳為理論架構，利用前述物質平衡的觀念，以質量為單位建構林口電廠「煤炭」之使用及需求情形，其衡量範圍主要涵蓋林口電廠「煤炭」使用與發電量等數據。

物質流分析架構



DMI (Direct Material Input) = Domestic Extraction + Imports

TMR (Total Material Requirement) = DMI + Domestic Hidden Flows + Foreign Hidden Flows

DPO (Domestic Processed Output) = DMI - Net Additions to Stock - Exports

TDO (Total Domestic Output) = DPO + Domestic Hidden Flows

NAS (Net Addition to Stock) = DMI - DPO - Exports

WRI, 2000

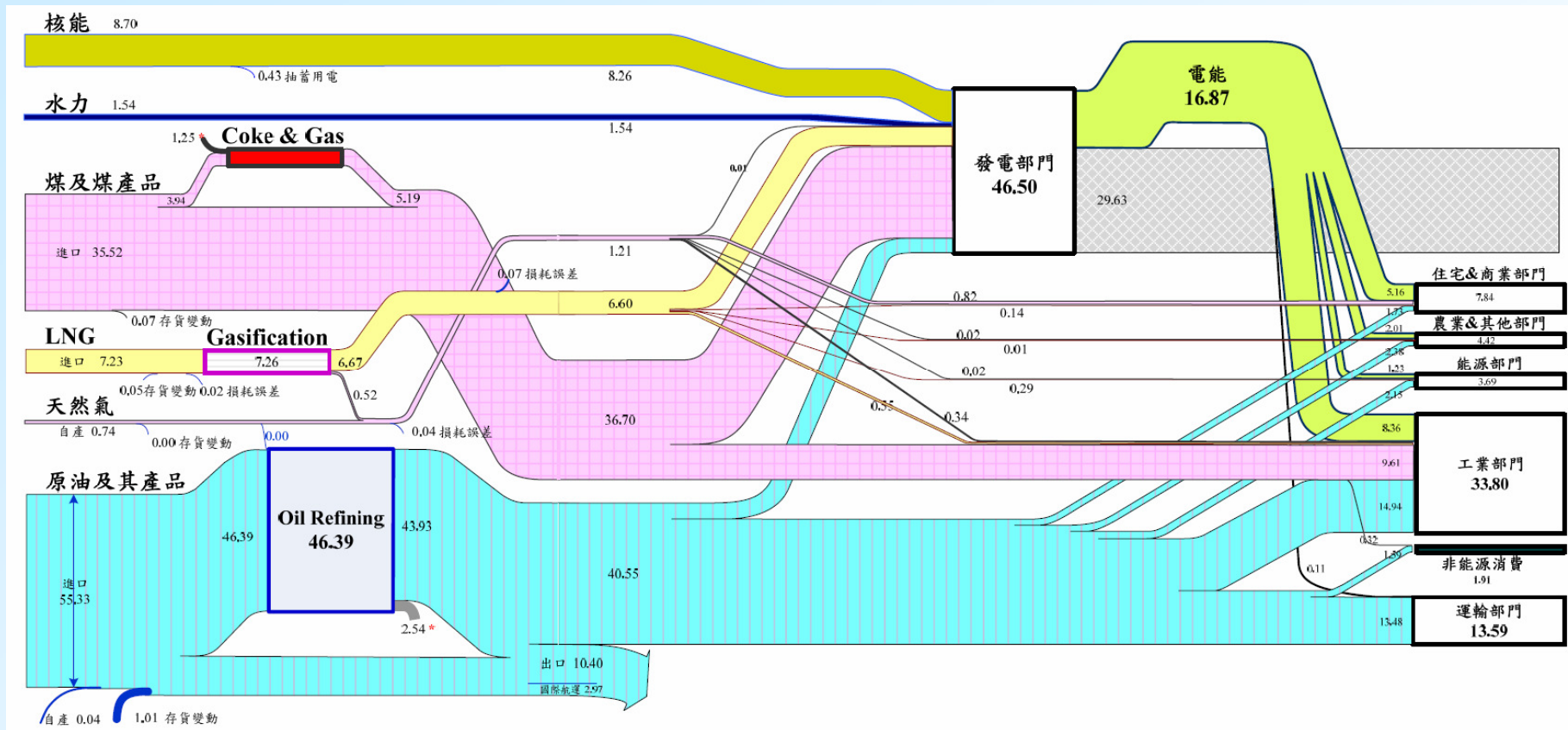
- 區域性MFA係以一相對較小之地理區域為單位所形成之系統邊界，並在此小區域系統邊界內探討與計量標的物質(例如煤炭)輸入、傳輸、轉換、儲存、輸出等活動之質量平衡關係。進而在邊界之內，描述系統內與標的物質質量循環有關的所有活動(**activity**)，例如物質的傳輸、轉換或儲存等活動。本研究對林口電廠的物質流、能源流研究，擬採此種研究方法進行。

發電與供電系統能源流及能源效率分析

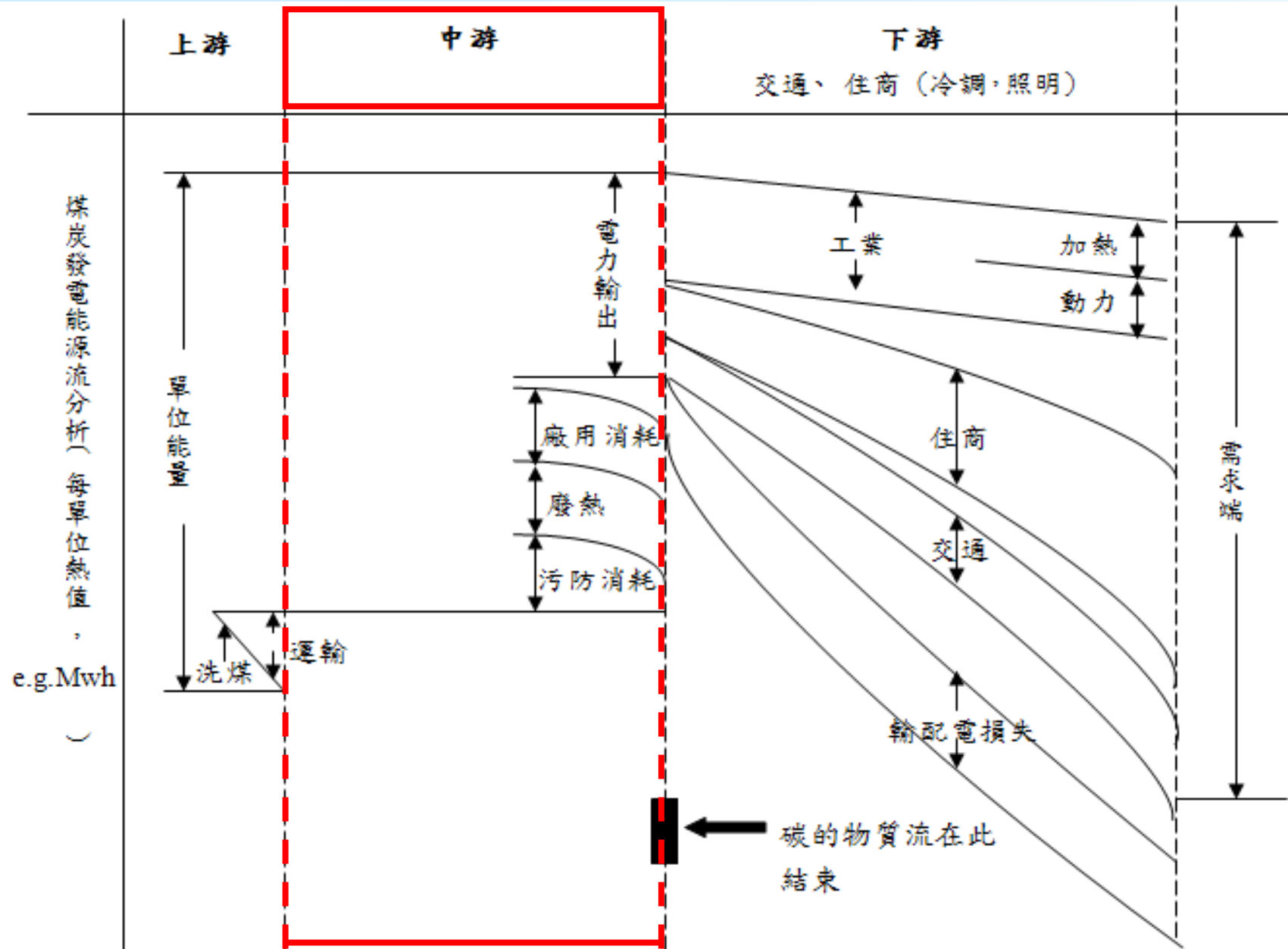
- 火力發電廠之空氣污染課題，除了排放硫氧化物、氮氧化物、粒狀物之外，其所排放的二氧化碳，也是造成溫室效應日益嚴重的主要原因之一。
- 發電廠之熱機系統（thermal engine system）一但規格固定以後，其能量轉換效率仍會因負載、污防設備的操作效率、員工旅運與生活能耗、輸配電系統損失等因素而變動。通常這些部份會佔到總能源10%上下的損失，分析及減少這部份的損失，仍為有效之減碳作為。

- 火力發電廠減碳評估，基本上就是從整體發電與用電系統的能源轉換效率進行分析，來評估其省能節碳的可行性。煤炭電廠之「能源流分析 (Energy Flow Analysis)」，分成上游（原煤洗煤）、中游（發電效率、電廠用電、污防處理）、下游（交通、住商、工業）等三部份來分析。
- 本研究主要係針對「中游」這部份來進行初探分析。

台灣能源流分析之應用



張能復、謝佩穎，2005



後端污染防治措施之技術經濟可行性評估

Coal Composition

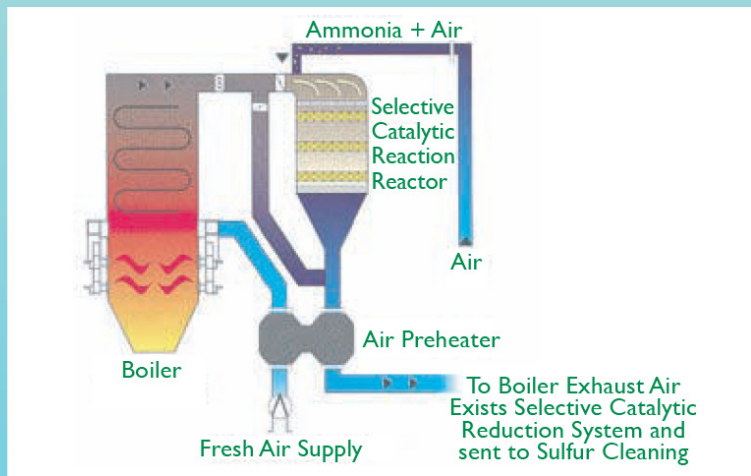
- Carbon
- Impurities
 - ◆ Volatile Matter
 - ◆ Sulfur
 - ◆ Chlorine
 - ◆ Phosphorus
 - ◆ Nitrogen
- Trace amounts
 - ◆ Dirt
 - ◆ Other elements

Example Coal-Fired Power Plant Air Pollution Control Technologies

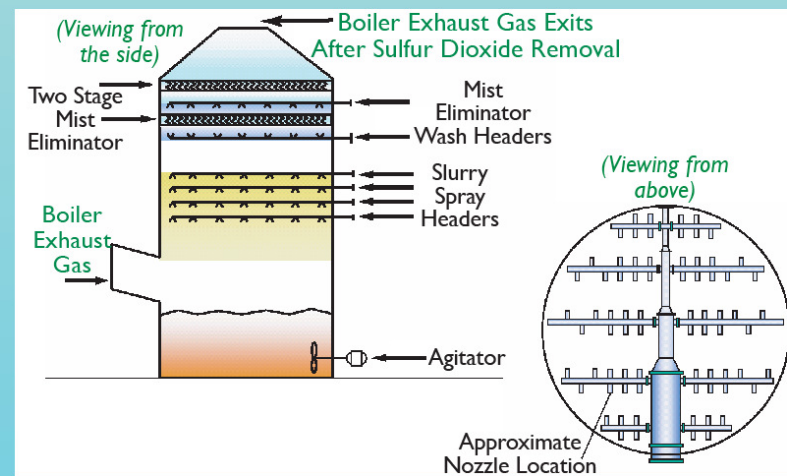
Inside of Baghouse



Example Selective Catalytic Reduction System



Example Sulfur Oxide Removal System Open Spray Tower Design (wet FGD)



Graphics courtesy of ICAC and member companies. Graphics are not intended to represent Desert Rock Energy Facility.



□ 空氣污染防治設備

- ◆ 低氮氧化物燃燒器
- ◆ 選擇性觸媒還原脫硝設備
- ◆ 靜電集塵器
- ◆ 海水法脫硫設備處理

污染物	2,3號機排放濃度	舊機許可濃度	電力設施排放標準	環保署BACT
硫氧化物	50 ppm	200 ppm	200 ppm	≤ 50 ppm
氮氧化物	50 ppm	300 ppm	250 ppm	≤ 50 ppm
粒狀物	25 mg/Nm ³	43.87 mg/Nm ³	32 mg/Nm ³	≤ 32 mg/Nm ³

□ 廢水處理及回收再利用

- ◆ 廢水處理設備

- ◆ 放流水回收再利用，提供綠地澆灌、煤倉用水、底灰系統補充用水，節省水資源。

□ 煤灰處置及再利用

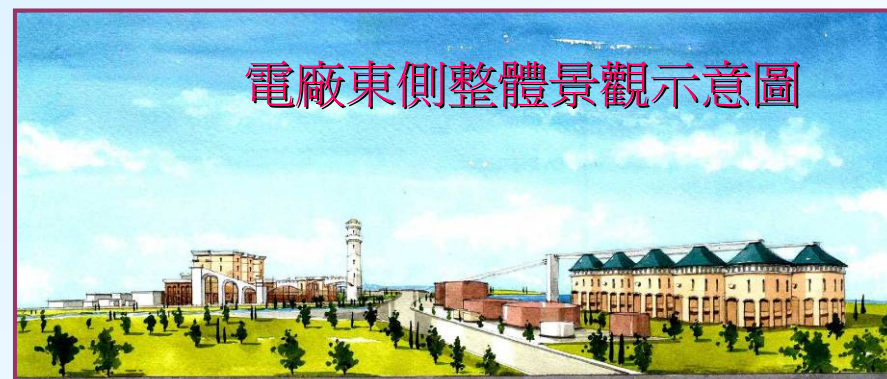
- ◆ 煤灰提供水泥及預拌混凝土原料，資源再利用。
- ◆ 若有剩餘煤灰，以密閉管線送至灰塘處置。

- 本研究擬針對林口發電廠內之煙道進行採樣及分析，分析項目包括：煙道廢氣中氣狀污染物(氮氧化物、硫氧化物等)及粒狀污染物(PM)。
- 根據採樣分析結果，了解空氣污染防治設施之處理效率，並進一步探討污染防治效益提升之可行性；未來亦可評估不同煤炭前處理對污染防治之可能影響等。

景觀綠美化等減碳設施作為之初規劃

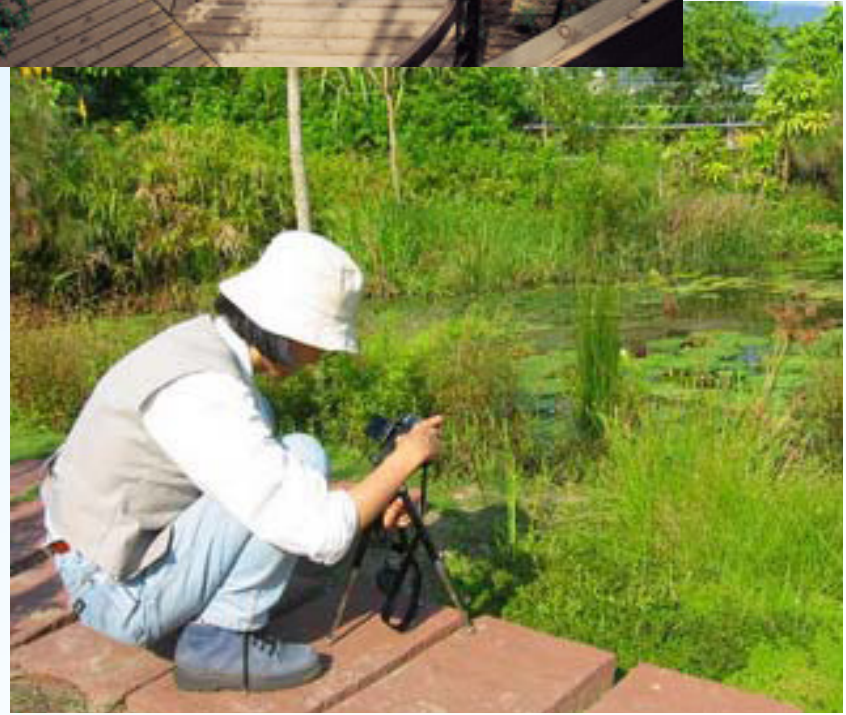
- 以「環境優先」、「生態綠化」、「便利訪客」、「減量設計」與「容易管理」為發展前提，訂立規劃設計原則：
 - ◆ 尊重自然環境
 - ◆ 滿足地方需求
 - ◆ 發展當地特色
 - ◆ 達成永續經營利用

- ❑ 廠房建物外觀嶄新美化設計，塑造現代化地標景觀。
- ❑ 廠區景觀綠化並設置開放空間，提昇環境景觀品質。



□ 分析評估基地現況與立地條件，針對民眾訪客使用上的機能需求，依據環境資源調查的成果，整合區內現有的空間與動線系統，以規劃出整體環境教育體驗的空間與設施。未來整建的目標，在現有條件和資源下，轉化為：

- ◆ 景緻優美自然獨特的民眾遊憩去處
- ◆ 提供環境解說與自然體驗的教育場所
- ◆ 保育環境資源與生態循環的發電廠區
- ◆ 可達到永續經營利用目標的景觀據點
- ◆ 二氧化碳減量的示範區









預期成果

- 擬完成林口電廠燃燒煤炭物質流分析架構之雛型。依據前述架構雛型，估算研究範疇內煤炭流向與用量，進而針對無效率之處，提出改善建議。
- 擬完成林口電廠發電與供電系統之能源流及效率分析。探討最低耗能可達最佳發電量、發現機組負載問題，進而提出改善或保養計畫，以有效提高能源效率及降低二氧化碳排放量，達成電廠節能減碳之目標。

- 完成林口電廠污染防治措施之技術、經濟可行性評估。探討污染防治措施對火電廠排放空氣污染物之處理效果及適用性，並進一步建立煙道中氣狀污染物、粒狀污染物之資料，以供現況評估及後續管制之參考。
- 完成林口電廠景觀綠美化等減碳設施作為之初規劃，並依據現地調查結果，整合既有空間與動線系統，以完備景觀綠美化空間與設施設計。

結語

- ❑ Energy: **Supply Side** vs. Demand Side
- ❑ Electricity: **Generation**, Transmission, Distribution, and Sale
- ❑ Energy **Efficiency** and Energy Alternatives
- ❑ Energy and Environment: Equity and Justice?

Other Uses of Coal?

- ❑ Gasification or Hydroliquefaction: blasting coal with steam to produce Carbon Monoxide and Hydrogen gas.



The Piñon Pine plant near Reno, Nevada. Converts Coal into Hydrogen gas.

簡報結束，謝謝！