

# 國際間石油化學產業關鍵物質 利用指標之比較

演講者: 張慶源 教授

國立臺灣大學環境工程學研究所

作者:

何瓊芳

中原大學國際貿易學系

張瓊芬

東海大學環境科學與工程學系

張慶源、詹子慧、張家驥、林佩萱

國立臺灣大學環境工程學研究所

# 內容綱要

- 前言
- 臺灣石化業能源消耗
- 臺灣石化業之空氣汙染物排放
- 臺灣石化業之水資源消耗及汙染排放
- 國際間石油化學產業關鍵物質利用指標之比較
- 結論



# 前言

- 物質利用效能之探討可促使產業提升其財務及環境表現，並於較低之環境衝擊下創造更加產業價值 (World Business Council for Sustainable Development, WBCSD, 1996 and 1997)。
- 物質利用效能對產業改進包含：
  - 1) 減低原料需求量
  - 2) 減低能源需求
  - 3) 減少毒性物質汙染環境
  - 4) 提升物質再利用率
  - 5) 回收再利用物質最大化利用
  - 6) 提升產品價值
  - 7) 提升服務效能



# 前言

## ○ 四種可協助產業評量其物質使用效能之指標:

### ● 一般應用性評估指標:

例: 生產量、銷售量、淨銷售量等。

### ● 一般應用性環境影響指標:

例: 能源消耗、用水量、物質(原物料)消耗量、溫室效應氣體排放量及臭氧層破壞氣體排放量等。

### ● 潛在一般應用性指標:

附加商業價值評估指標、酸雨生成物質排放量及總廢棄物量。

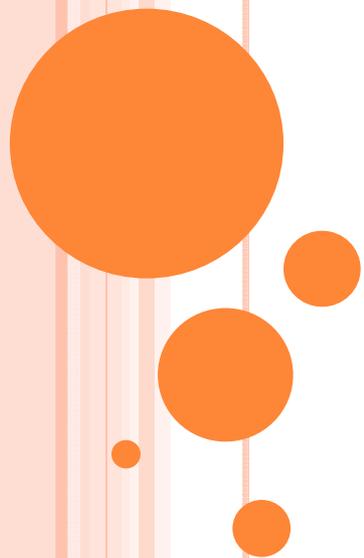
### ● 產業特性指標



# 前言

- 石油化學工業為高資本及能源密集產業，並且與其他各產業之相互關聯性密切。改善其物質利用效能對其及相關產業之各項支出、消耗及獲利皆有極大助益。
- 一完整之工業生態體系須包含物質流、能源流及資本流之分析。
- 本研究之主要目標為：
  - 探討臺灣石化業之能消耗及污染排放狀況。
  - 建立臺灣石化業建立乙烯生產密集度(intensity of ethylene production capacity)、比能源消耗量(specific energy consumption)、能源使用密集度(intensity of energy use)、比二氧化碳排放量(specific CO<sub>2</sub> emission)及二氧化碳排放密集度(intensity of CO<sub>2</sub> emission)等物質利用指標(material utilization efficiency indicators)。
  - 比較美國、日本、韓國、臺灣及中國石化業之各項物質利用指標差異。

# 臺灣石化業能源消耗量



# 背景

- 臺灣石化業上流原物料供應產業包塑膠、化學纖維、化學工業及人造橡膠。(經濟部, 1999 and 2001a).
- 臺灣石化產業之上、中游能源消耗量比例依其生產量比例計算為(經濟部, 1992):

上游耗能：中游耗能 = 1 : 3

- 紡織工業為石化業下游工業，其生產量平均值為化纖業之52.7 % (TCB, 1999).



# 產業能源消耗量

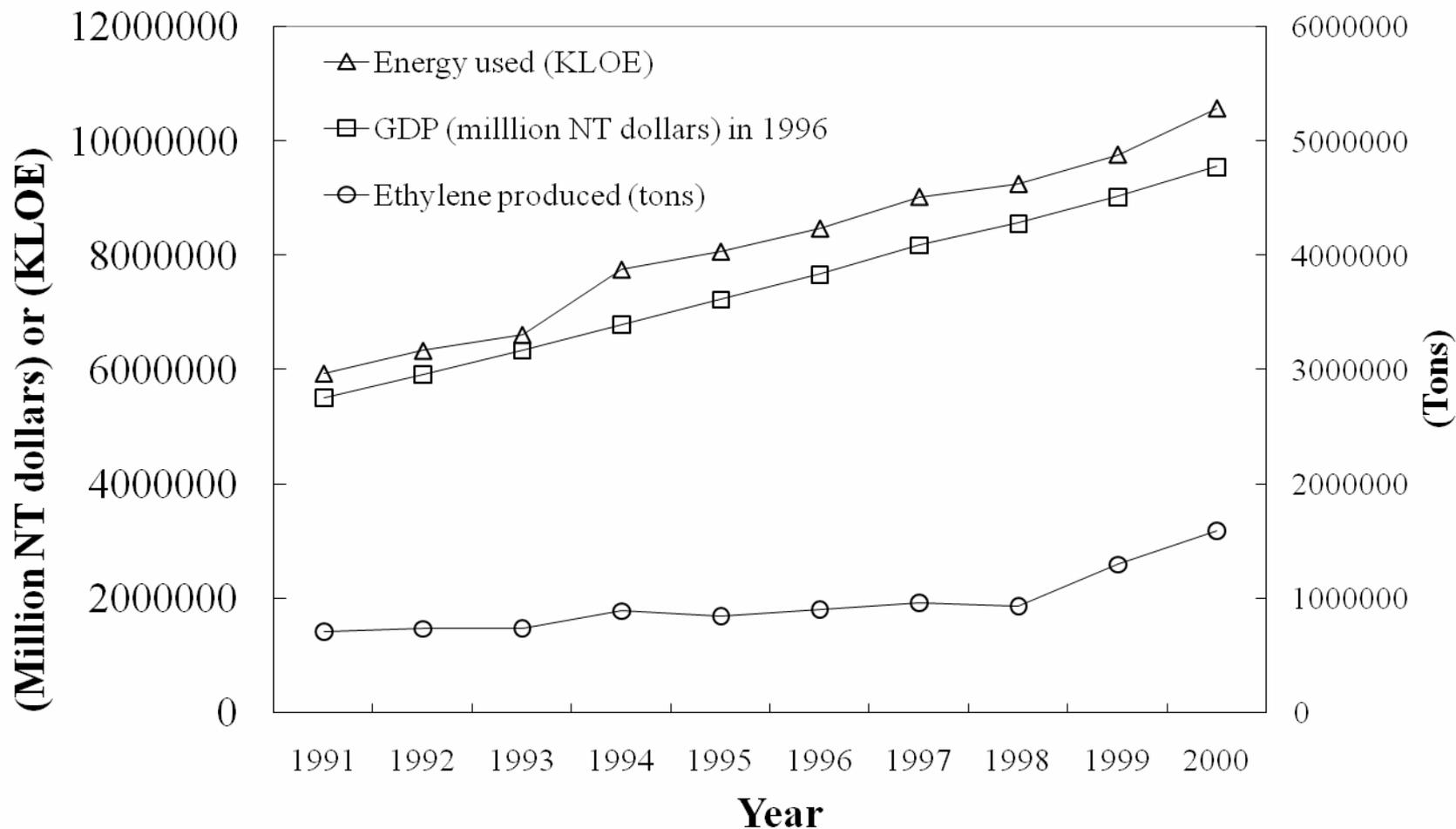


Figure 1. The production value, quantity, and the energy used of petrochemical industry. KLOE: kilo liter oil equivalent. Data sources: MEA, 2001a.

# 能源利用結構

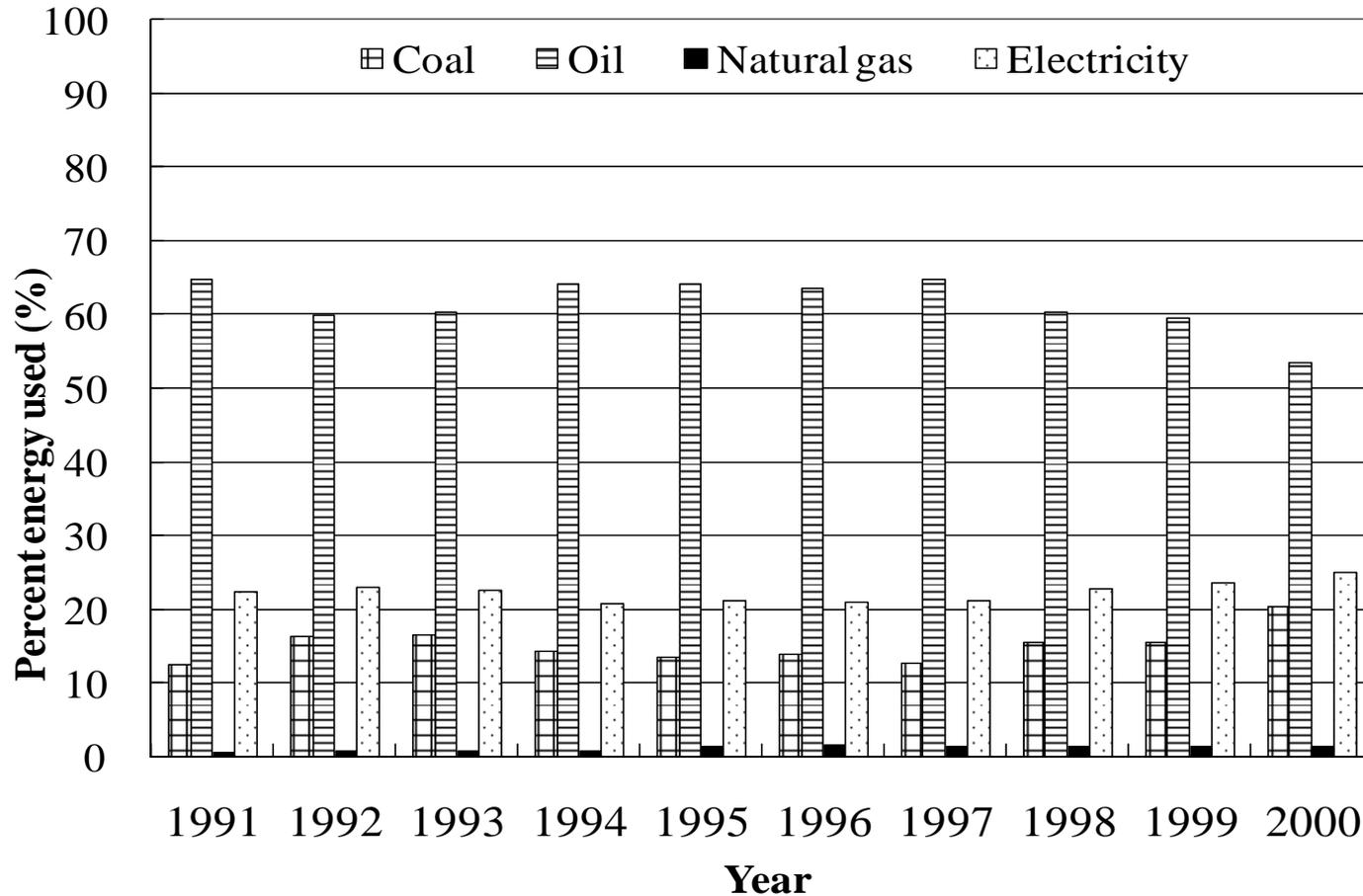
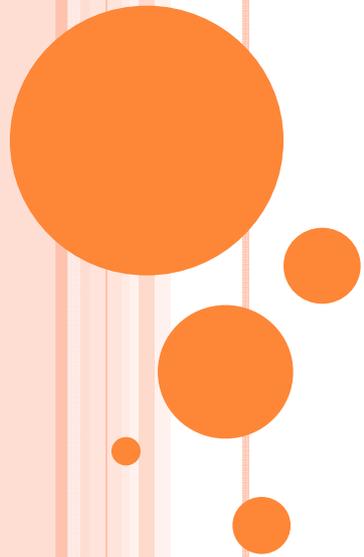


Figure 2. The use structure of energy resources of petrochemical industry.  
Data sources: MEA, 2001.



# 臺灣石化業空氣污染排放量



# 分析方法

- 本研究所探討之空氣污染物包含溫室氣體( $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ )、 $\text{NO}_x$  及  $\text{SO}_x$ 。
- 計算 $\text{CO}_2$  排放量方法如下(Chen, 1998; Yang, 1995):
  1. 計算能源消耗之總熱值。
  2. 計算消耗能源種類之碳含量及其碳排放係數。
  3. 計算碳儲存量。
  4.  $\text{CO}_2$ 之排放量為碳總含量扣除碳儲存量乘與 $\text{CO}_2$ 中碳所佔之比例(44/12, the translation of Carbon to  $\text{CO}_2$ ).



# 臺灣石化業溫室氣體排放貢獻量

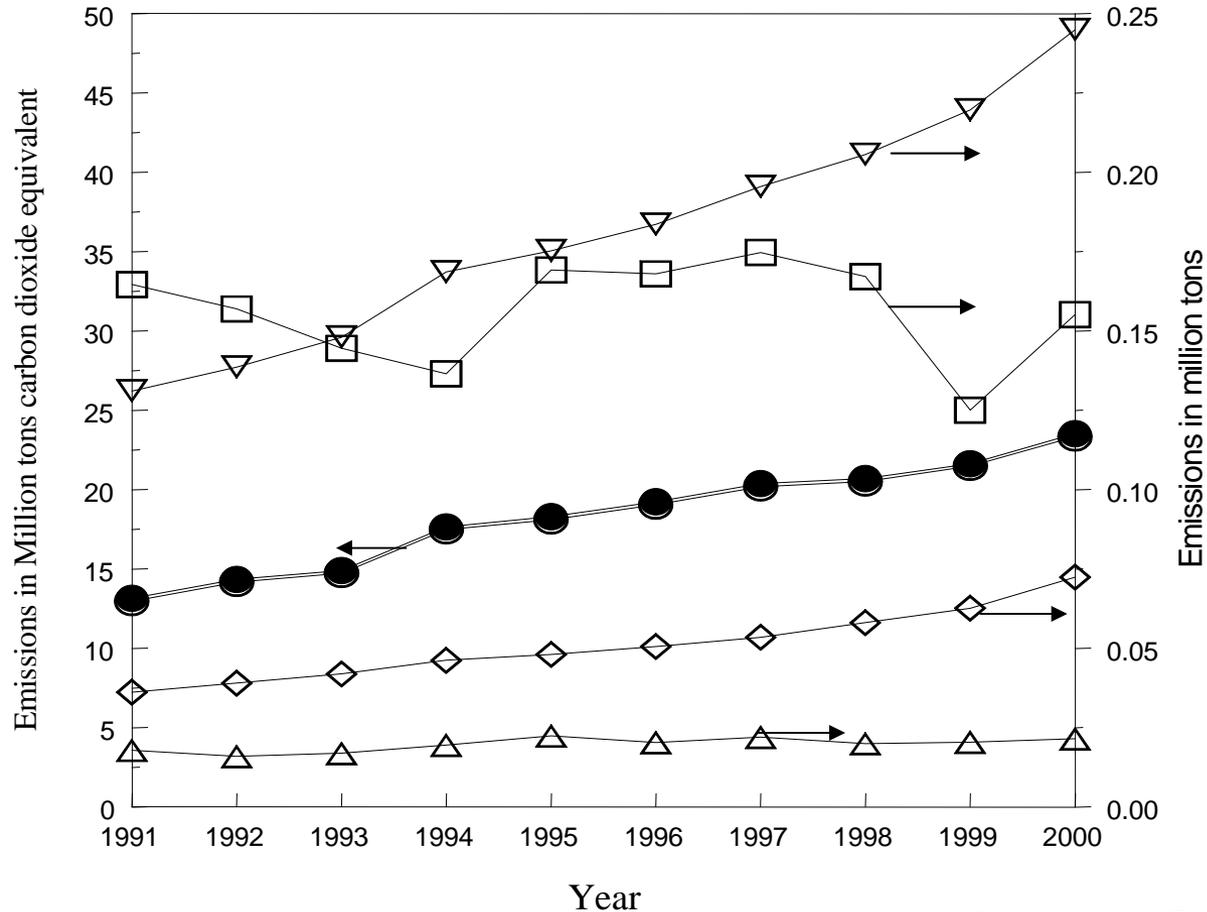


Figure 3. The dependency of emissions of greenhouse gases (●), CO<sub>2</sub> (○), CH<sub>4</sub>(△), N<sub>2</sub>O(□), SO<sub>x</sub> (▽), NO<sub>x</sub> (◇) on year. Data sources: MEA, 2001.

# 石化業上、中、下游之CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> 及 SO<sub>x</sub> 之排放量比較

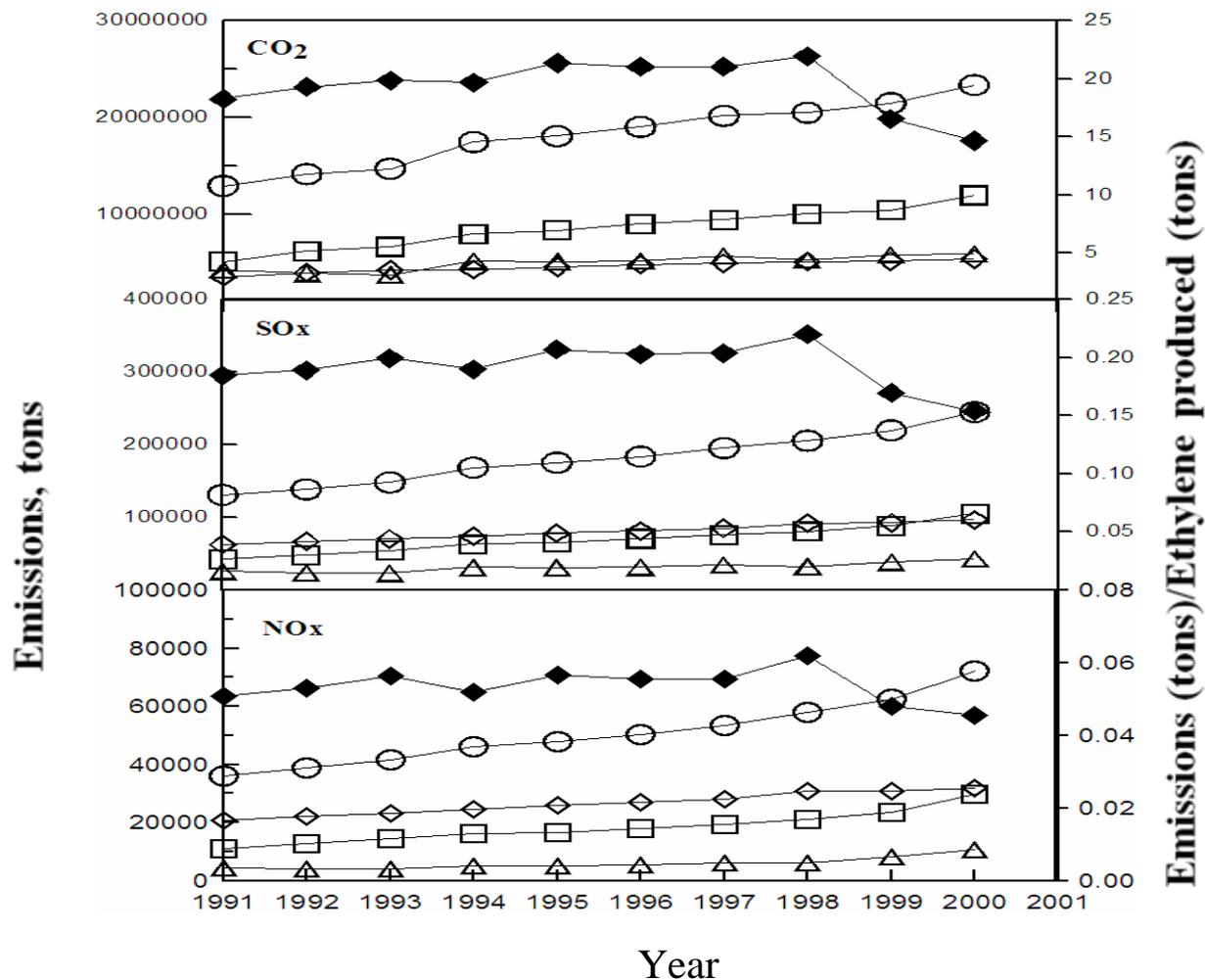
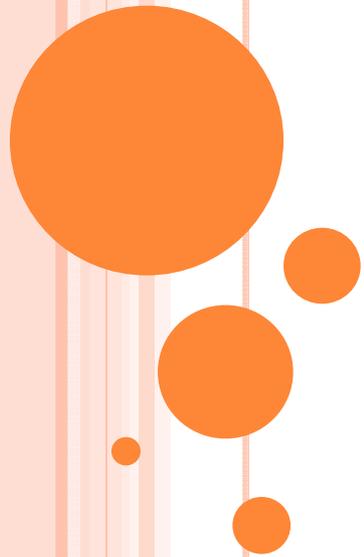


Figure 4. Emissions of CO<sub>2</sub>, SO<sub>x</sub> and NO<sub>x</sub> of up-stream (△), mid-stream (□), down-stream (◇) processors, and the sum (○) of petrochemical industry. ◆: specific gas emissions (i.e., total emissions of CO<sub>2</sub>, SO<sub>x</sub>, and NO<sub>x</sub> in petrochemical industry/total ethylene production quantity). Data sources: EPA, Taiwan, 2002.

# 臺灣石化業耗水量及水 污染排放量



# 分析方法

- 本研究採用之污水量為依據環保署之統計值(2002)，臺灣石化業之污水排放總量為臺灣產業污水排放總量之 35 %。
- 本研究之石化業水污染排放指標採用生化需氧量(BOD<sub>5</sub>)。



# 臺灣石化業上流產業水資源消耗量

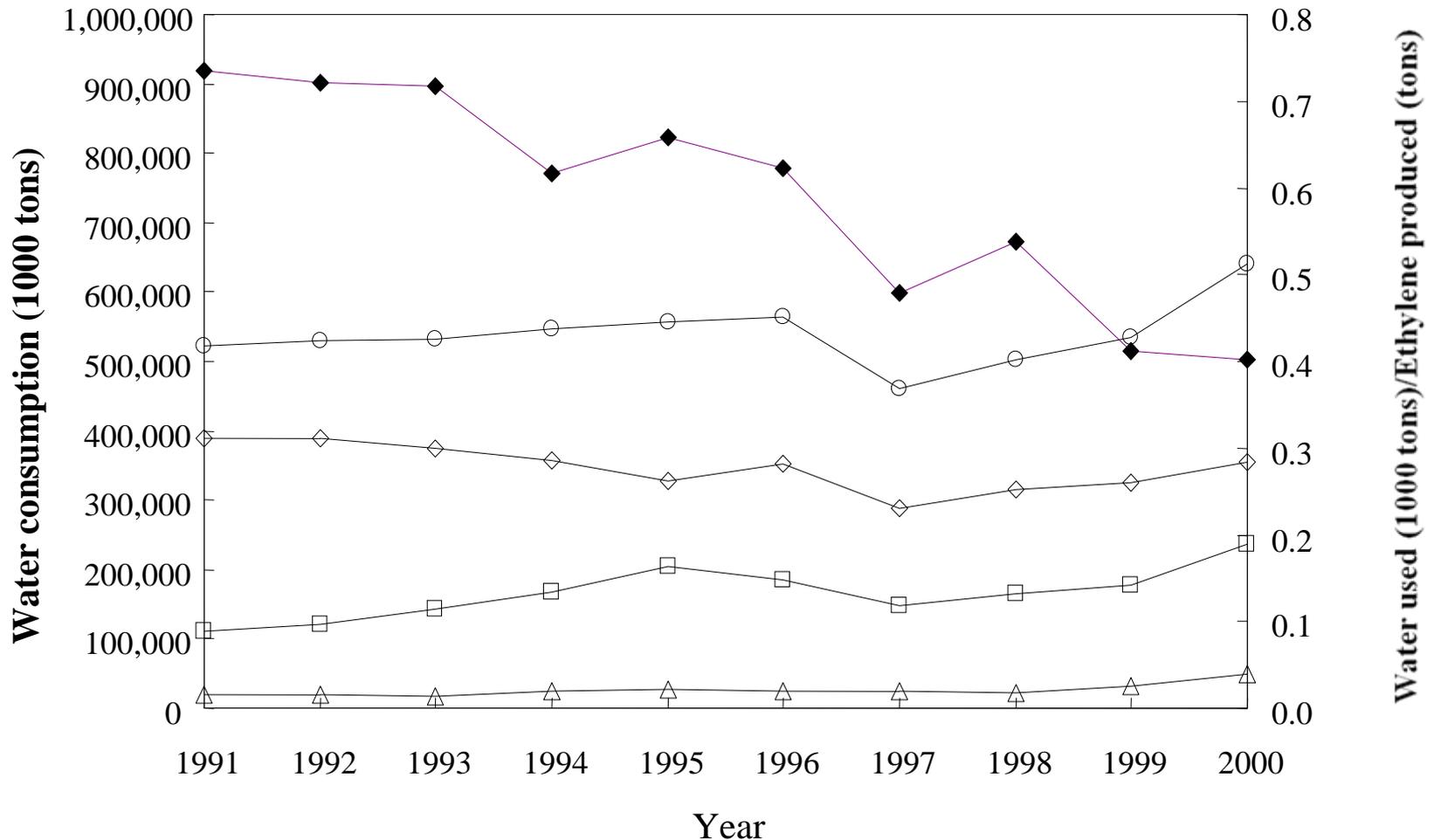


Figure 5. Water consumption of up-stream ( $\triangle$ ), mid-stream ( $\square$ ), down-stream ( $\diamond$ ) processors, and the sum ( $\circ$ ) of petrochemical industry.  $\blacklozenge$ : specific water consumption (i.e., total water consumption in petrochemical industry/total ethylene production quantity). Data source: MEA, 2001b.

# 臺灣石化業上流產業水污染排放量

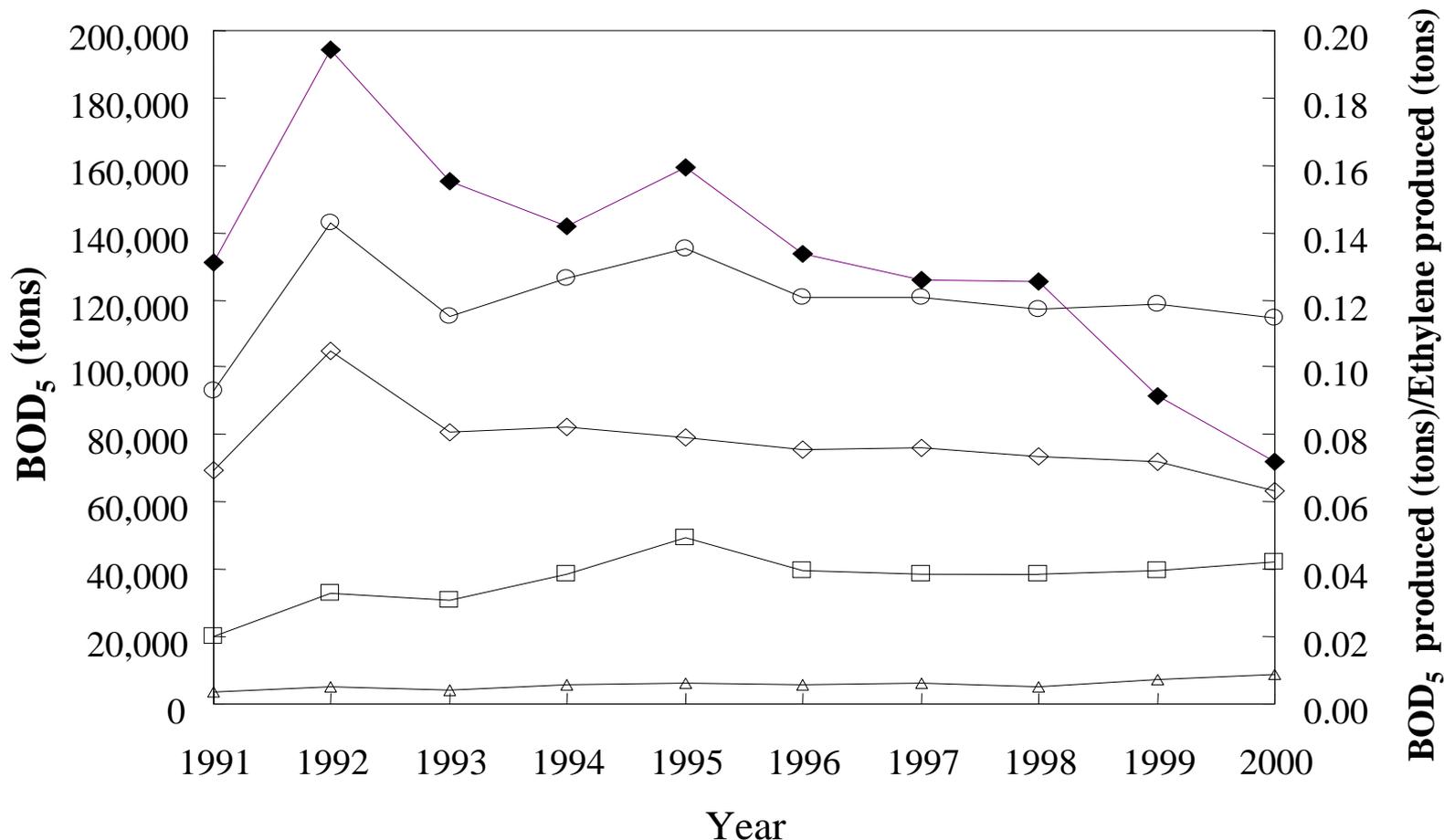
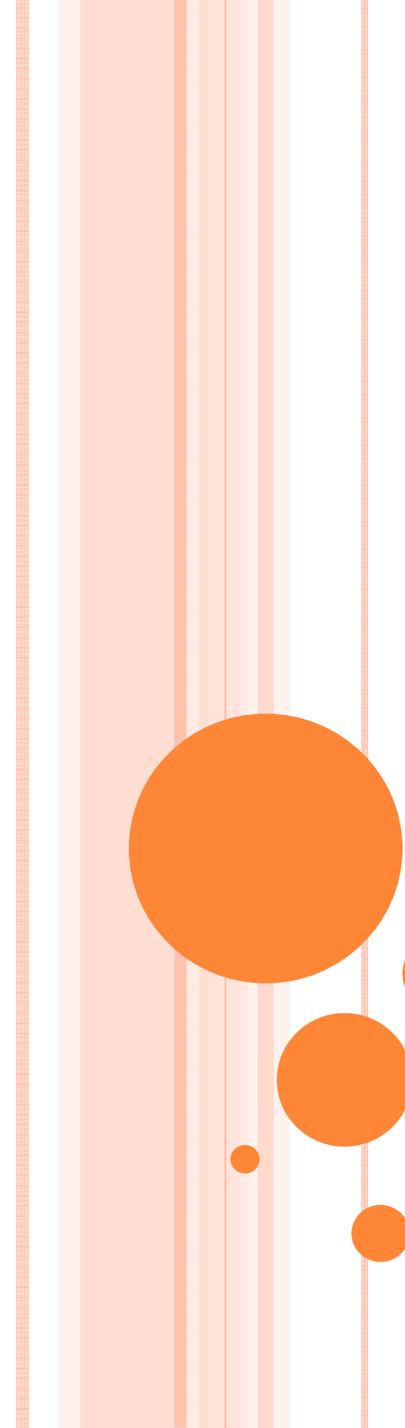


Figure 6. Emissions of water pollution of up-stream (△), mid-stream (□), down-stream (◇) processors, and the sum (○) of petrochemical industry. ◆: specific water pollution emission (i.e., total emission of water pollution in petrochemical industry/total ethylene production quantity). Data source: EPA, Taiwan, 2002.



# 國際間石油化學產業關鍵物質 利用指標之比較

# 各國能源消耗量、比能源消耗量及能源利用畢集度之比較

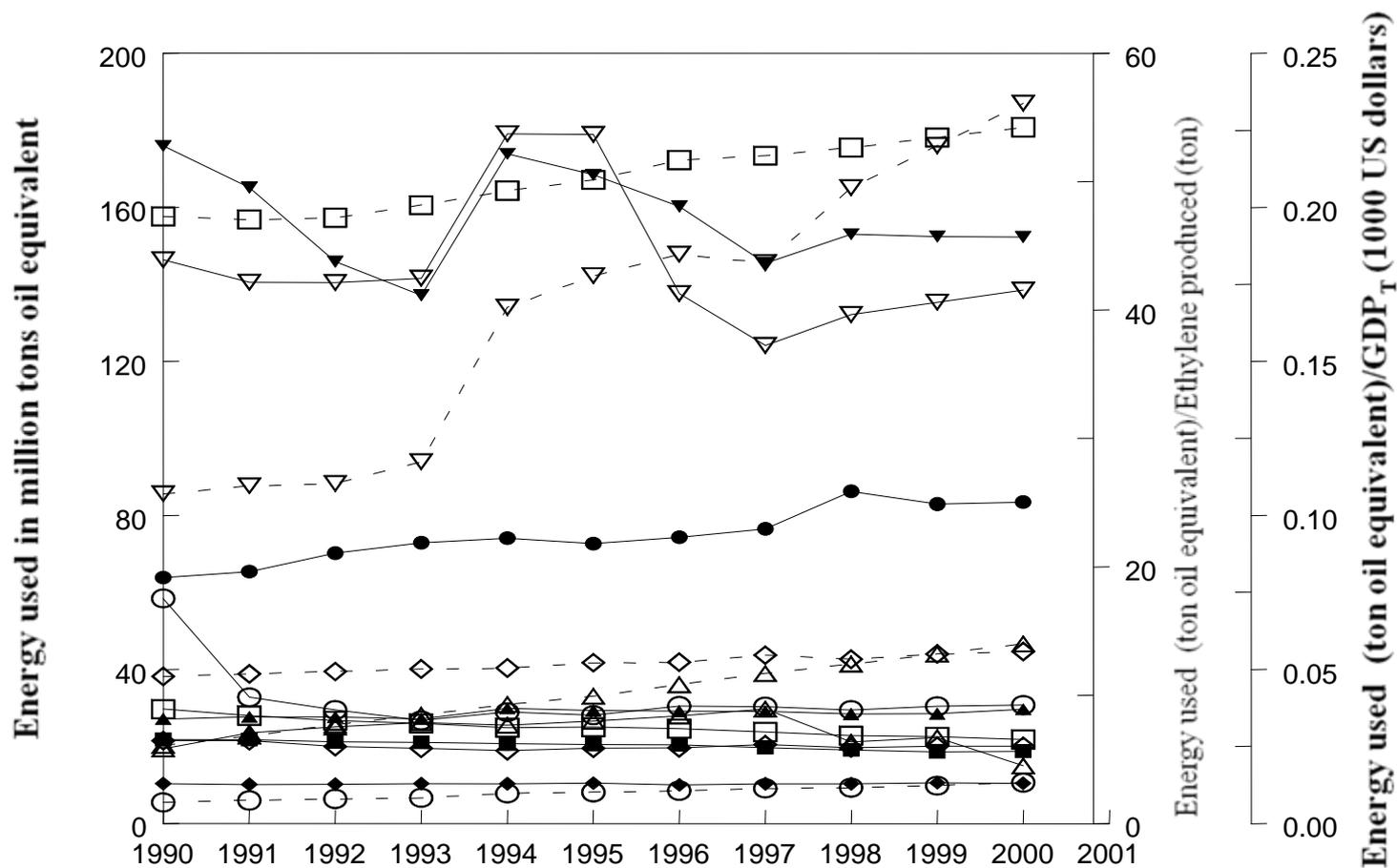


Figure 8. Energy use (broken line with hollow symbol), specific energy consumption (solid line with hollow symbol), and the intensity of energy use (solid line with black symbol) in USA (□), Japan (◇), Korea (△), China (▽) and Taiwan (○). Data sources: IEA, 2002.

# 各國 CO<sub>2</sub> 排放量、比CO<sub>2</sub> 排放量及 CO<sub>2</sub> 排放 密集度之比較

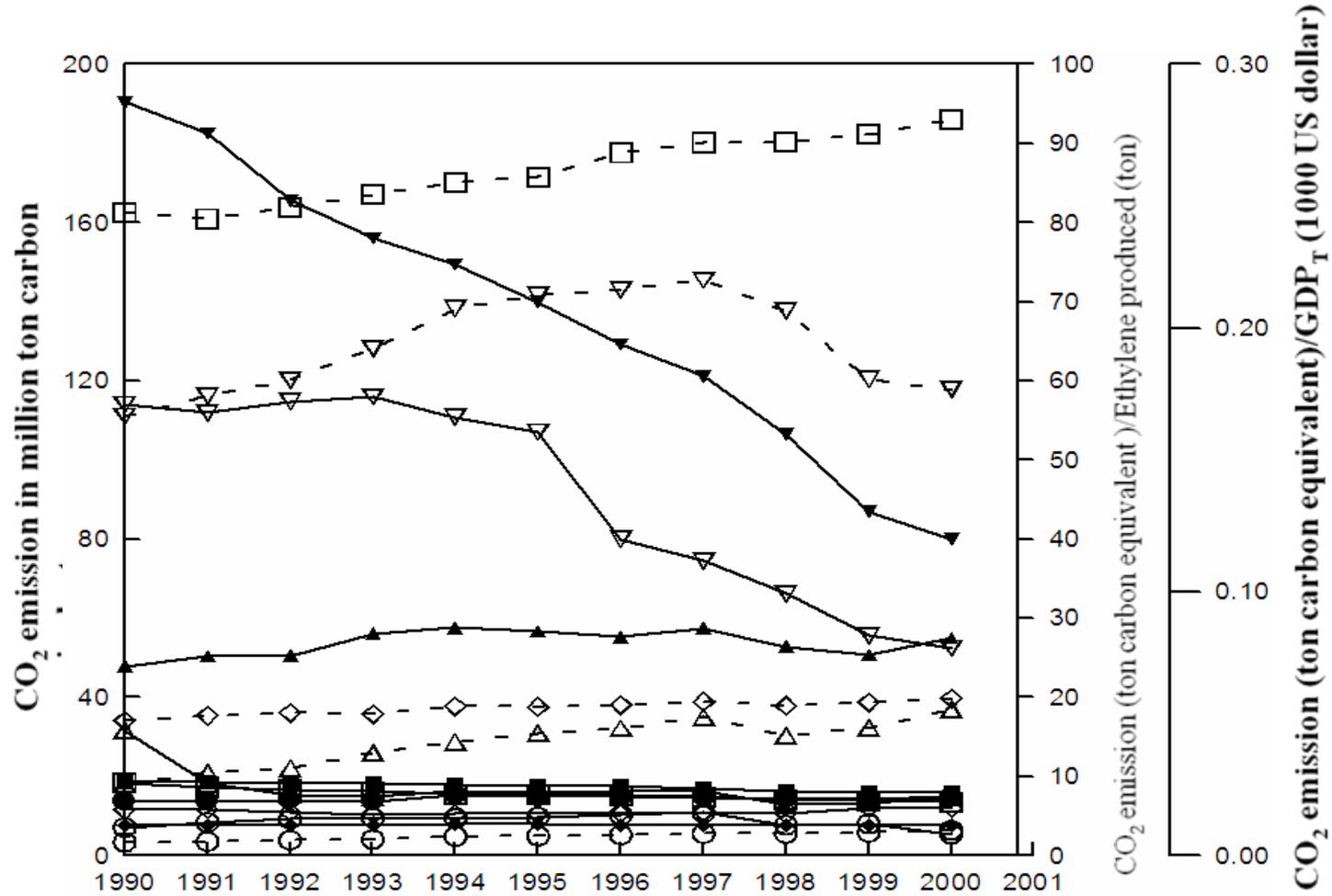


Figure 9. Emission of CO<sub>2</sub> (broken line with hollow symbol), specific CO<sub>2</sub> emission (solid line with hollow symbol), and the intensity of CO<sub>2</sub> emission (solid line with black symbol) in USA (□), Japan (◇), Korea (△), China (▽) and Taiwan (○). Data sources: IEA, 2002.

# 各國GDP<sub>T</sub>及乙烯生產當量密集度之比較

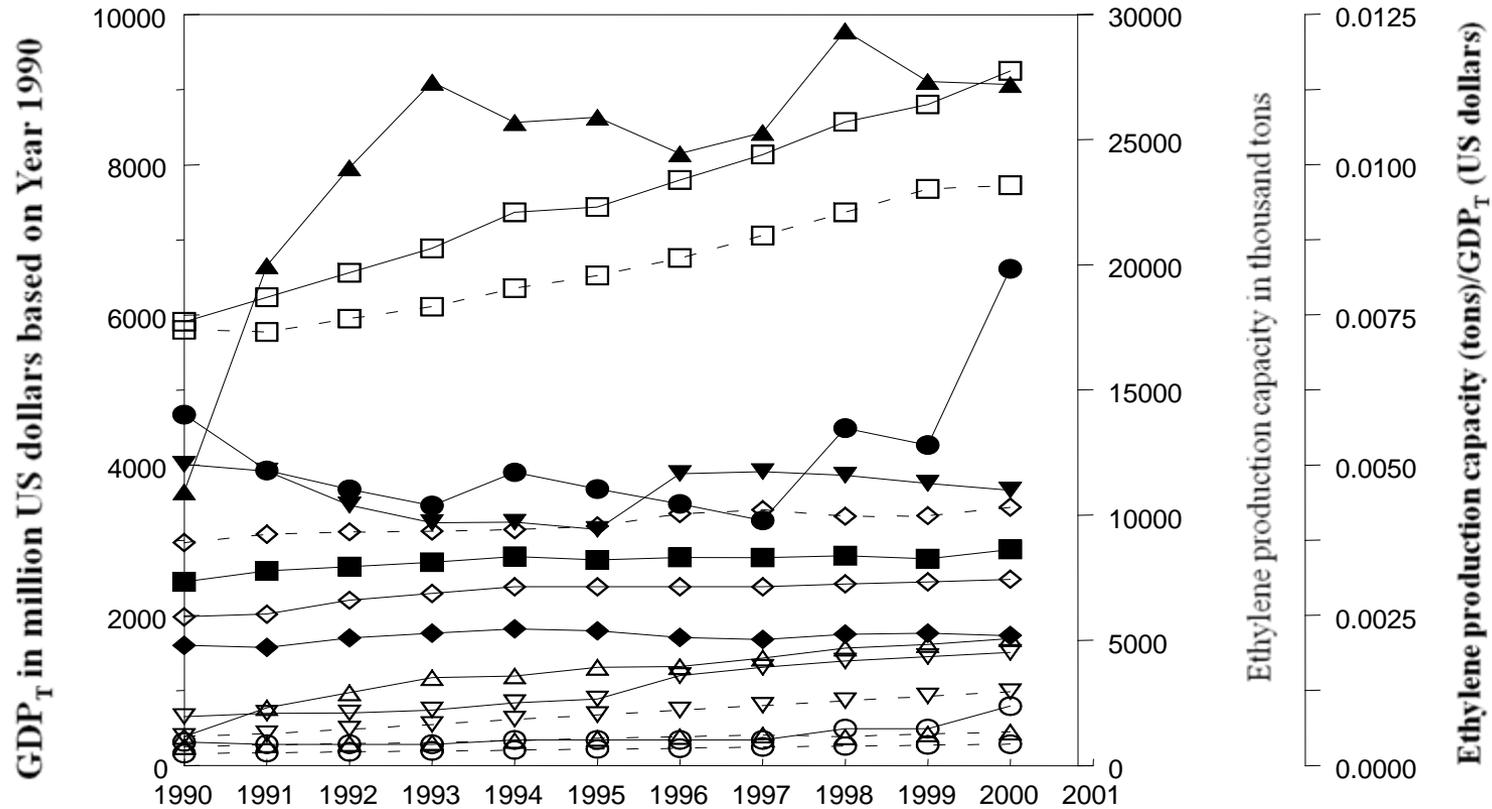


Figure 7. GDP<sub>T</sub> (broken line with hollow symbol), ethylene production capacity (solid line with hollow symbol), and the intensity of ethylene production capacity (solid line with black symbol) in USA (□), Japan (◇), Korea (△), China (▽) and Taiwan (○). Data sources: BEA, 2002; BFT, 2002; EIA, 2002; IEA, 2002; MEA, 2001c; NBSC, 2002; The Bank of Korea, 2002; WRI, 2002.



# 結論

- 臺灣石化業之能源消耗及空氣污染物排放及水資源消耗量占臺灣所有產業之三分之一。其結果顯示石化業為臺灣高能源及資源密集度產業。
- 能源使用密集度則是中國>韓國>臺灣>美國>日本；即臺灣優於韓國及中國。



# 結論

- 比較比二氧化碳排放量可知臺灣為五國中最低者(即最優者)。
- 比較二氧化碳排放密集度之排序由高至低則為中國>韓國>美國>臺灣>日本；即臺灣優於美國、韓國及中國。



# CONCLUSIONS

- 乙烯生產密集度則是韓國>臺灣>中國>美國>日本；即臺灣優於中國、美國及日本。
- 綜合比較上述所有五項物質利用指標，顯示臺灣在五國中之優良績效排名在第一至第三名。



**THE END**

