

# 台灣再生能源產業之發展

左峻德 博士

台灣經濟研究院研究一所所長  
台灣燃料電池夥伴聯盟召集人  
台灣中小型風力機發展協會秘書長  
台灣智慧型電網產業協會秘書長

2011年5月6日



# 簡報大綱

- 一. 國際能源供應與溫室氣體減量趨勢
- 二. 台灣能源供應與溫室氣體減量現況
- 三. 台灣太陽光電產業與推廣潛力
- 四. 台灣中小型風力發電產業與推廣潛力
- 五. 台灣生質能產業與推廣潛力
- 六. 台灣氢能燃料電池產業與推廣潛力
- 七. 前瞻新能源技術發展趨勢
- 八. 結論與建議



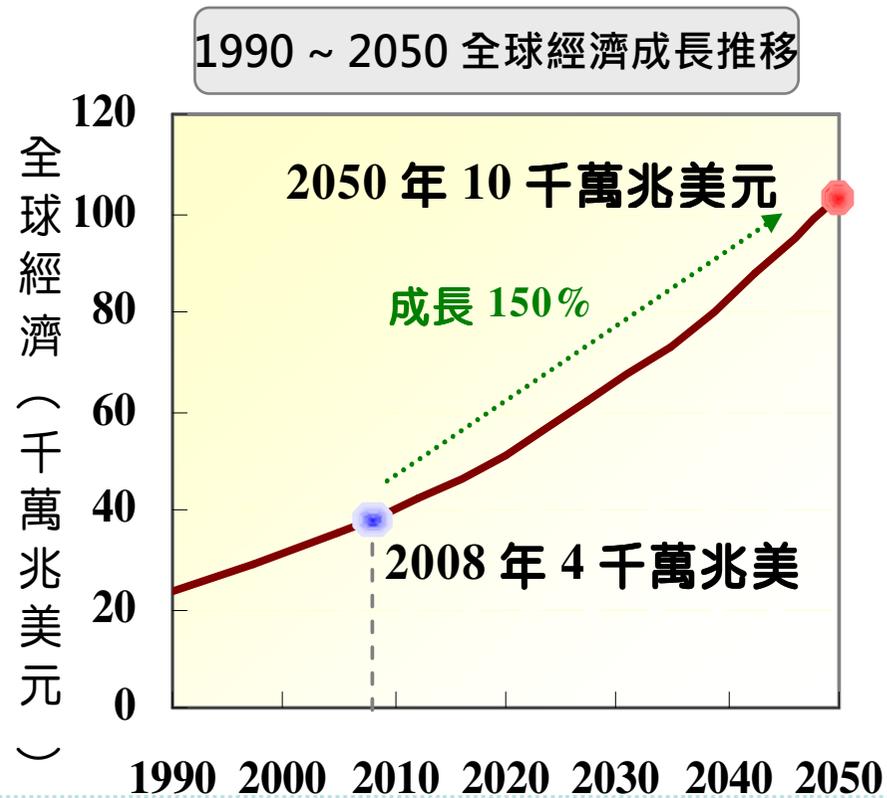
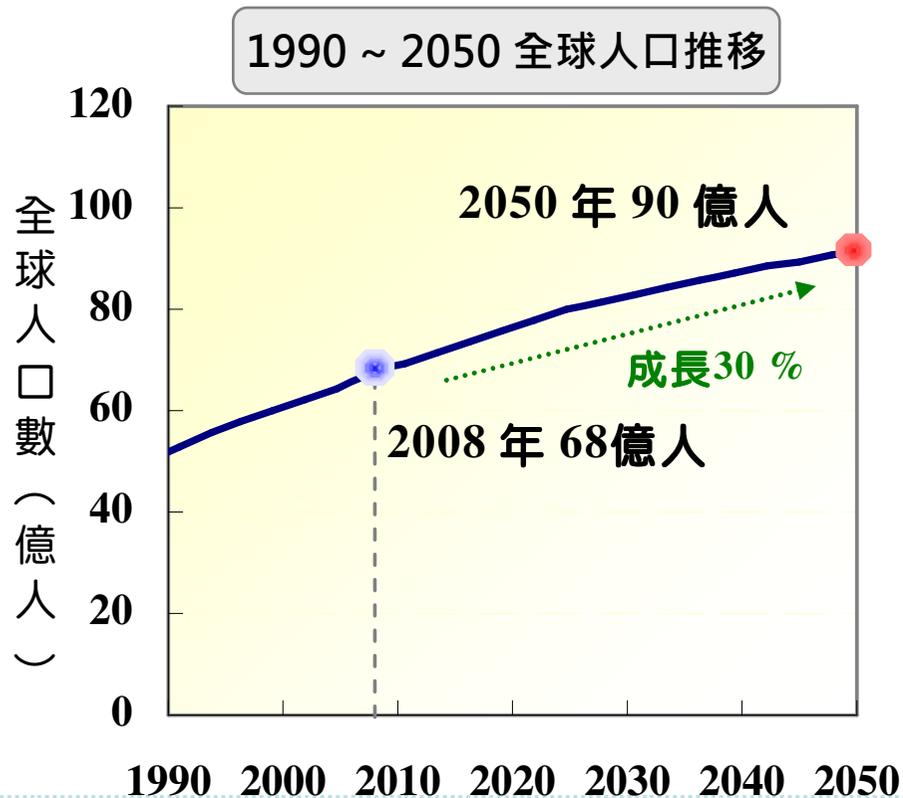
# 一、國際能源供應與溫室氣體 減量趨勢



# 2050 年全球人口及經濟成長趨勢

## 全球人口及 GDP 持續增加更擴大能源需求

中國、印度、東南亞及非洲等國家興起，全球人口成長 30%，經濟成長 150%，帶動全球能源需求增加 2 倍以上。



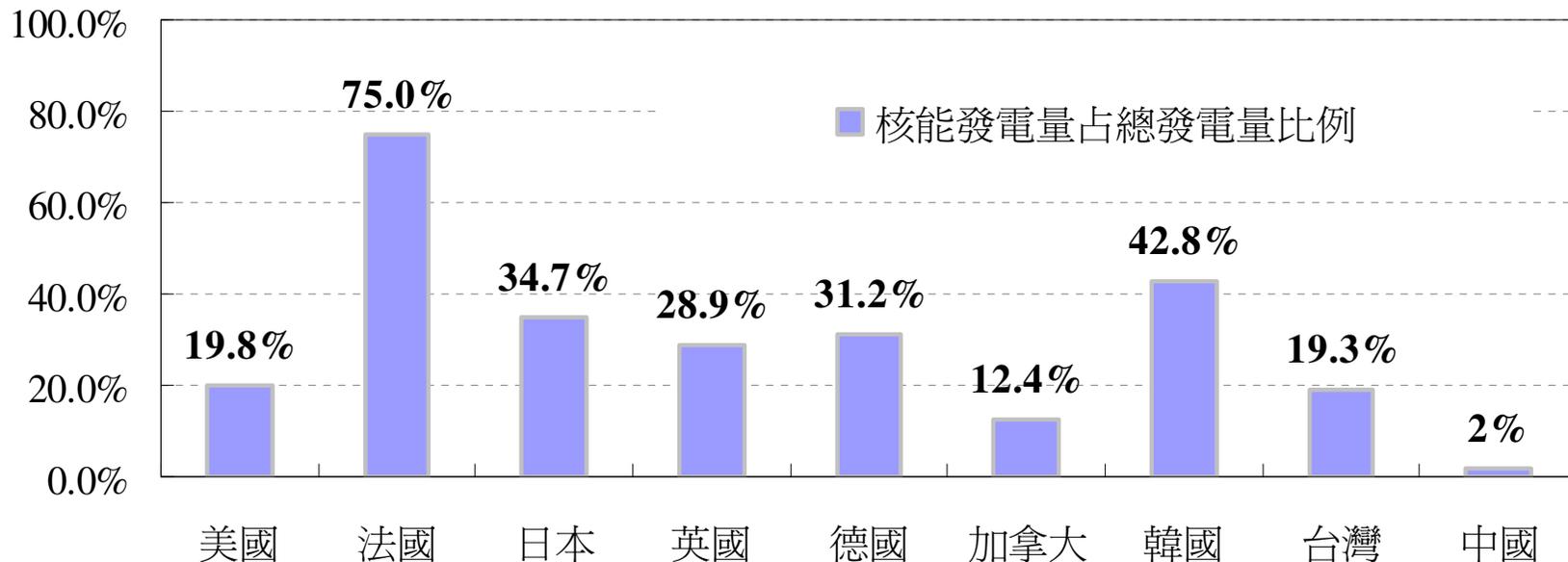
# 國際原油價格走勢

- 金融風暴後新興國家內需市場帶動世界經濟成長，已開發國家成長緩慢
- 在新興國家對原油的需求下，原油價格長期走勢仍將持續上揚，但成長動能較過去緩和，IEA 下修 2015 年油價至 145 美元。
- IEA 過去推測每桶石油價格每上漲10美元都將會在未來兩年內，導致全球經濟生產總值下滑0.5個百分點。



# 全球核能發電發展現況

- 目前全球正在進行的核電機組有441座，興建中核電機組 55座，核電占全球總發電量的14%。
- 運轉中核電機組多建於 1970 與 1980 年代，將在 2020 至 2030 年進入退役高峰期，屆時，將對安全和環境構成重大挑戰，有必要防患未然。
- 核能機組退役之電力缺口將如何補足值得探討。



說明：加拿大水力發電資源豐富為世界第二大水力發電國

# 國際溫室氣體減量趨勢



	坎昆協議 [Agreement] (2010)
長期目標	明訂全球升溫將控制在 1.5°C - 2°C 內
減量目標	簽署公約、議定書的附件一國家到 2020 年前以 1990 年為基準減碳 25% - 40%；其它採最適減量方案。
拘束力	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 京都議定書締約國同意持續進行磋商以完成其工作，並確保在京都議定書之第一期和第二期承諾期之間沒有間隔。</li> <li>2. 延續京都議定書規定，可視為京都議定書第二期減碳方案</li> </ol>
減量工作進行方式	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 工業化國家的「減量目標」獲得多邊程序正式承諾。這些國家將需要研擬低碳發展計畫和策略，並評估最好的實現方式，包括透過市場機制，並每年報告其清冊結果。</li> <li>2. 開發中國家所採取「減少排放量行動」，獲得多邊程序正式承諾。將設立一套登錄冊制度以記錄開發中國家減緩行動，並使其與工業化國家提供資金和技術支持獲得匹配。開發中國家需要每兩年發表成果報告。</li> </ol>
金融援助與開發中國家	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 將左列資金援助條文化</li> <li>■ 300 億美元緊急援助資金將運用在建立阻止濫伐機制</li> <li>■ 締約國會議下程序來設計一項綠色氣候基金。該基金董事會將由來自開發中國家和已開發國家之同數代表組成。</li> </ul>

# 國際二氧化碳市場交易價格趨勢

- 德國 European Energy Exchange (EEX) EUA歷史價格，2011年3月29日EUA Primary Auction Spot Price 16.80€/tCO<sub>2</sub>，2011年月1日Carbix (Secondary Auction) 16.55€/tCO<sub>2</sub>。主因於高天然氣與油價，使電業增加燃煤的使用，因此需多購買碳權
- 火力發電和燃氣發電將用來彌補核電站關閉後可能出現的電力短缺情況，**歐盟碳價趨勢長期看升。**
- 明年開鑼的美國加州碳市場，將成為僅次於歐盟EU ETS的全球第二大區域性碳市場。  
。加州碳價的增漲速度將更為驚人，“最初三年碳價只是16美元一噸；2015和2017年間，平均價格會達到40美元一噸；2018和2020年間，價格將會是73美元一噸。”

## EU Emission Allowances | Prices and Trading Volumes | 2011/04/01 | European Energy Exchange



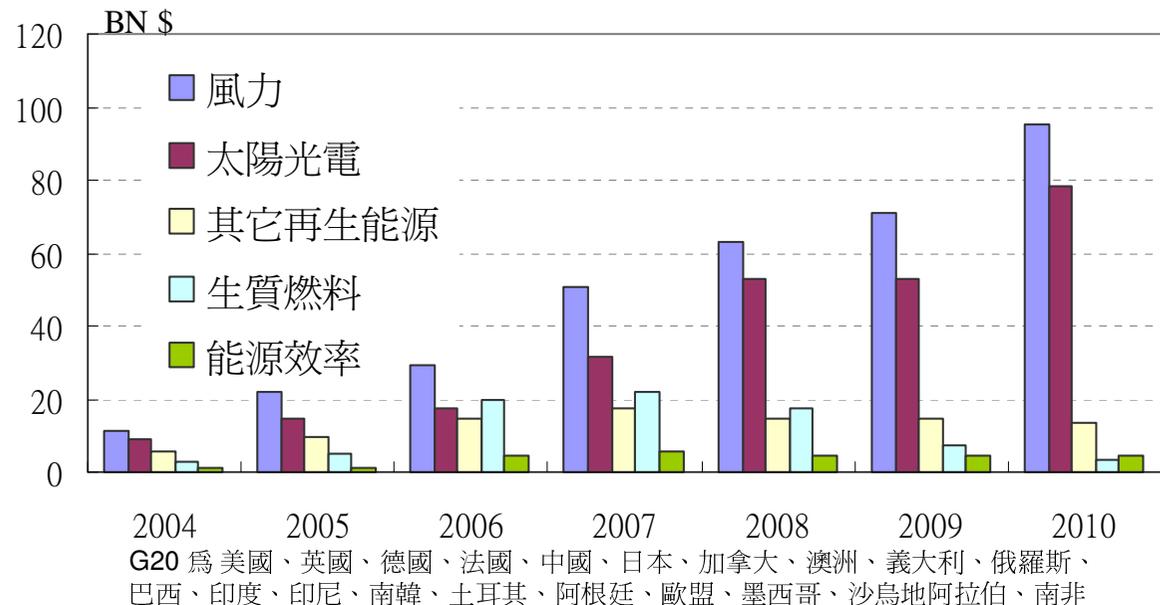
# 全球綠色能源投資比較

- 中國為全球投入綠色能源發展最多，2010年投入總金額544億美元，其次為德國412億美元、美國340億美元退居第三位。
- 全球綠色能源投入多在風場開發，2010年G-20共投入950億美元，新增裝置量40GW；太陽能居次共投入790億美元，新增裝置量17GW，在德國力挺帶動下展現最為強勁成長實力，年增53%。

2010 綠能投資經費(億美元)

中國	544
德國	412
美國	340
義大利	139
其他歐盟27國	134
巴西	76
加拿大	56
西班牙	49
法國	40
印度	40

G20 不同綠能技術分年投資經費趨勢圖



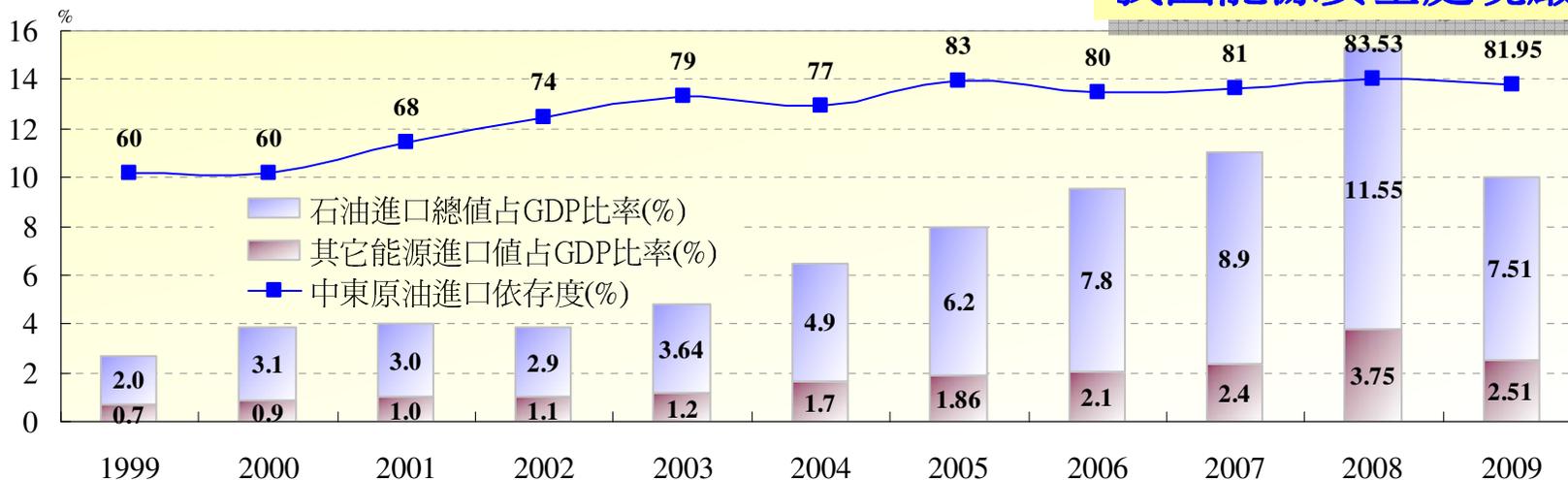
## 二、台灣能源供應與溫室氣體 減量現況



# 我國對外採購能源支出與中東原油依存度

- 我國對進口能源依存度從1999年的98.49%持續微幅成長至2009年的99.25%，石油占整體能源供應50%以上，在石油依存度水準維持不變之下，對中東原油進口依存度卻逐年上升。中東地區目前擁有全球57%的石油蘊藏，該地區政治的不穩定性高，對能源供應的穩定度或取得的價格都有一定程度的影響。
- 國際能源價格上揚，導致台灣對外採購能源支出大幅成長。自GDP 3%成長至2009年的10%，2008年間，一度高達15.3%。若油價回到2008年每桶147美元的高價，將影響我國經濟發展。如何有效且合理的儲能為當前重要課題。

## 我國能源安全處境嚴峻



# 進口能源、糧食價格對台灣衝擊

- 利用台經院新 3E 模型，計算進口國際能源及雜糧作物價格上漲對台灣總體經濟的影響如下：
- 其中國際原油價格對台灣總體經濟影響甚大，原油價格上漲 10%，預期將[能源成本增加]造成 GDP 下降 0.28%，就業下降 0.42%，實質工資降低 0.38%

2011年	進口原油		進口煤	進口天然氣	進口 雜糧農作物*
	價格上漲 10%		價格上漲 10%	價格上漲 10%	價格上漲 10%
<b>GDP</b>	-0.2844	主計處計算 -0.26	-0.0461	-0.0461	-0.0338
<b>就業</b>	-0.4229		-0.0783	-0.0802	-0.0553
<b>實質工資</b>	-0.3819		-0.0707	-0.0724	-0.05

\*雜糧農作物含小麥、甘藷、玉米、大豆、落花生、大麥、蕎麥、高粱、小米及其他穀類、蠶豆、紅豆、花豆、綠豆、薏仁、雜糧農作物副產品等。

# 我國能源供應結構現況

再生能源提升不明顯，以燃煤、燃氣取代石油，核四商轉與核能延役有待研究

- 經濟部能源局2010年12月發布能源發展綱領政策評估說明書草案，規劃至2020年將初級能源供給目標調整為石油占46.6%，煤占29.1%，天然氣合計占12.2%，核能占10%，再生能源僅占2.1%
- 整體規劃預計發展再生能源、擴大LNG使用、燃煤機組汰舊換新、核四1號機組2011年商轉、2號機組2012年底商轉、現有核能電廠延役(日本震後，核四預計延後一年運轉)

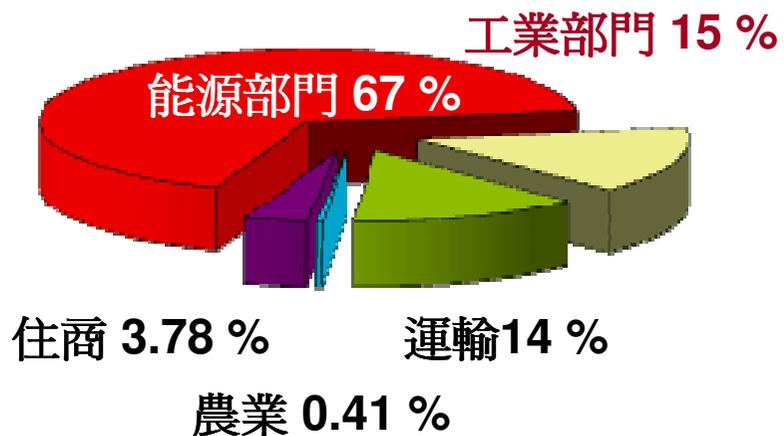
2009年狀況			2010年12月能源發展綱領政策評估說明書草案
	能源類別	百分比	2020年目標 (方案二)
化石能源 90.89%	石油	51.82%*	46.60%
	煤	30.45%	29.10%
	進口液化天然氣	8.39%	12.20%
	自產天然氣	0.23%	
非化石能源 9.12%	核能	8.72%	10.00%
	傳統水力	0.26%	2.10%
	太陽熱能、太陽光電及風力發電	0.14%	

\*我國石油總供給中，其中59.48%做為能源消費，28.48%出口

# 部門別二氧化碳直接與間接排放變化

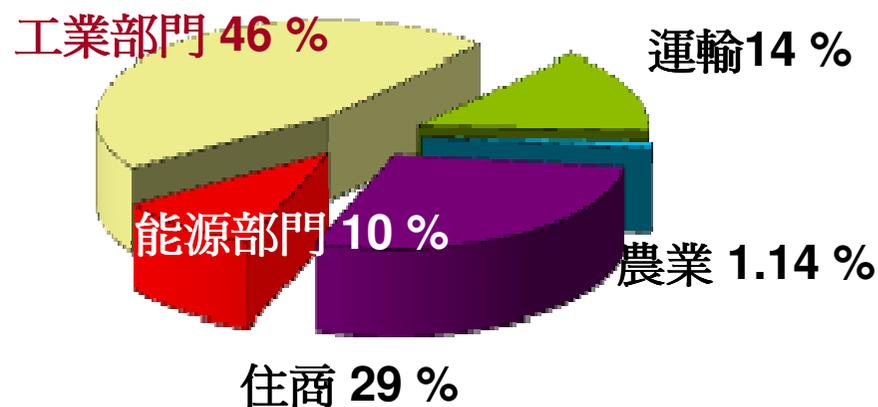
主要二氧化碳增加來自能源部門

2009 年各部門二氧化碳  
直接排放 (各部門不含電力消費) 比例



我國電力高消費部門為工業、住商服務業等

2009 年各部門二氧化碳  
間接排放 (各部門含電力消費) 比例



各部門二氧化碳直接排放比例變化

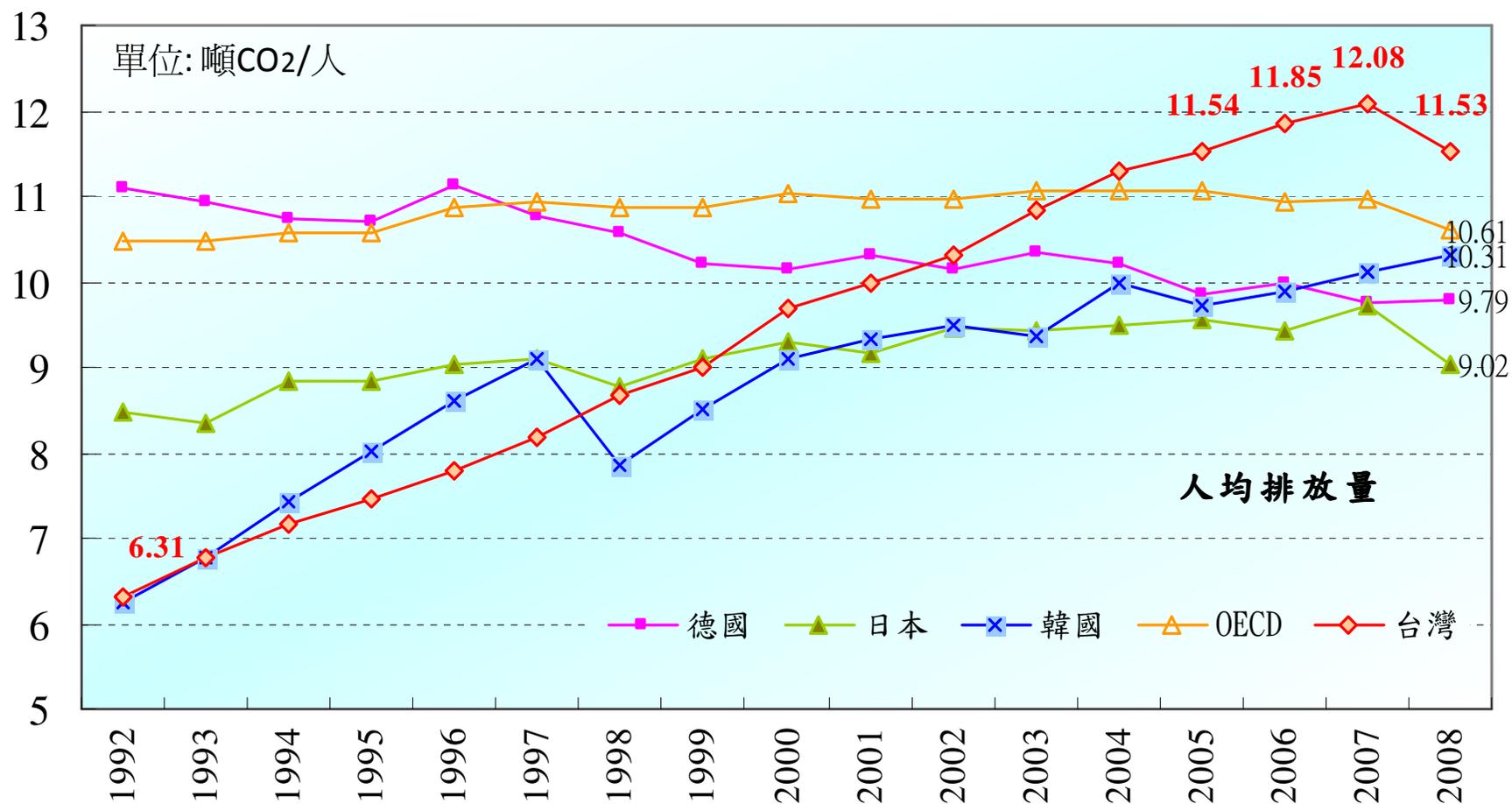
部門	2000	2007	2009
能源	60.46 %	66.16 %	66.96 %
工業	19.38 %	16.81 %	14.96 %
運輸	15.15 %	13.17 %	13.88 %
住商	3.93 %	3.45 %	3.78 %
農業	1.08 %	0.41 %	0.41 %

各部門二氧化碳間接排放比例變化

部門	2000	2007	2009
能源	11.29 %	10.80 %	10.31 %
工業	46.08 %	47.88 %	45.78 %
運輸	15.29 %	13.39 %	14.19 %
住商	25.56 %	26.84 %	28.58 %
農業	1.77 %	1.09 %	1.14 %

# 世界主要國家人均排放量比較圖

## 台灣二氧化碳人均排放量增加快速

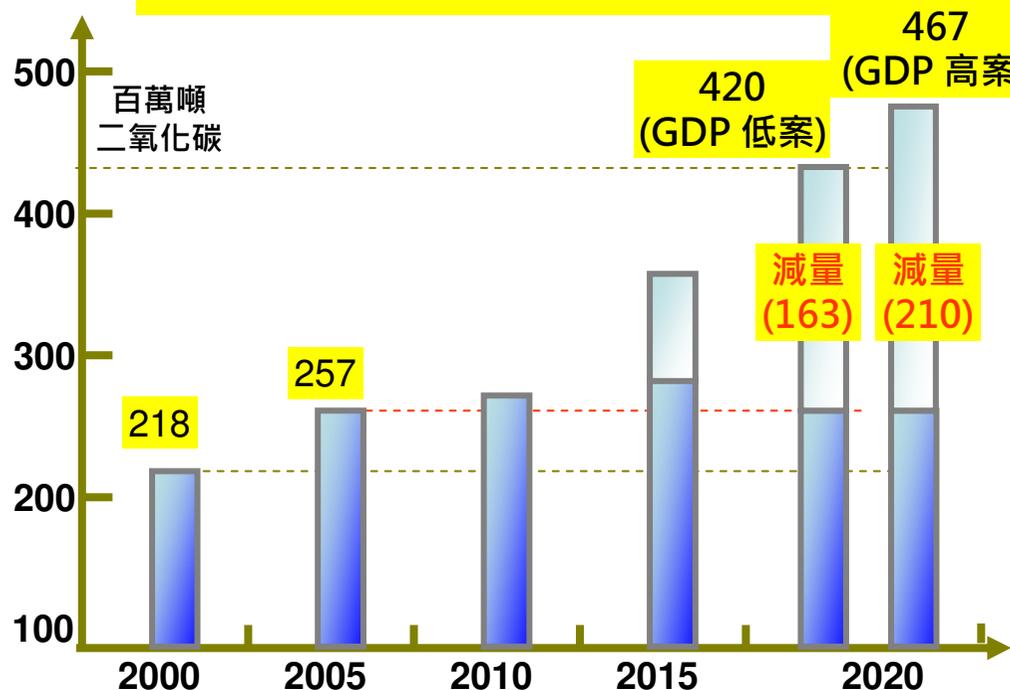


# 台灣節能減碳目標與現行策略

- 未來八年每年提高能源效率 2% 以上，使能源密集度在 2015 年較 2005 年下降逾 20%，2025 年下降 50% 以上。
- 環保署於今(2011)年3月再次重申，全國二氧化碳排放量在 2020 年回到 2005 年排放量，中長期目標在 2025 年回到 2000 年排放量。未來十年內二氧化碳排放量減量 2.1 億噸，約 45%。

現行減量方案僅可達成短期目標，預達成2020年目標需投入新的減量方案

單位：百萬噸



部會現行方案	2020 年減量效果
提升能源效率每年 2.0%	76.1
擴大天然氣使用	16.0
再生能源推廣	5.2
核四商轉與若核一延役	28.7
提升發電效率	2.8
森林碳匯	1.0
對外購買碳權 (缺口)	32.0
缺口	1.2
總計	163

# 購買碳權對電價影響

購買境外碳權將使我國2020年基本電價每度電上漲12%，並無法培植國內低碳產業。

- 根據行政院環境保護署99年5月「啟動我國溫室氣體適當減緩行動-總統府專題報告」規劃，若採取現行之減量方案，2020年(GDP低案)有3,200萬噸溫室氣體減排缺口預計以境外碳權方式補足
- 根據經濟部能源局100年1月公布之「99-108年長期負載預測與電源開發規劃摘要報告」，我國2020年之全國電力用電量將達到2,213.5億度，簡易計算國際碳價對電價之影響如下：

每噸碳價 (美元)	每年總花費* (新台幣元)	每度電電價需上漲金額 (新台幣元)	與現行電價相比上漲幅度** (%)
20	192億	0.09	4.13
40	384億	0.17	8.26
60	576億	0.26	12.39
75	720億	0.33	15.49

\*匯率以1:30計算  
\*\*非營業用電，110度以下每度2.1元

# 台灣再生能源推廣目標及配比

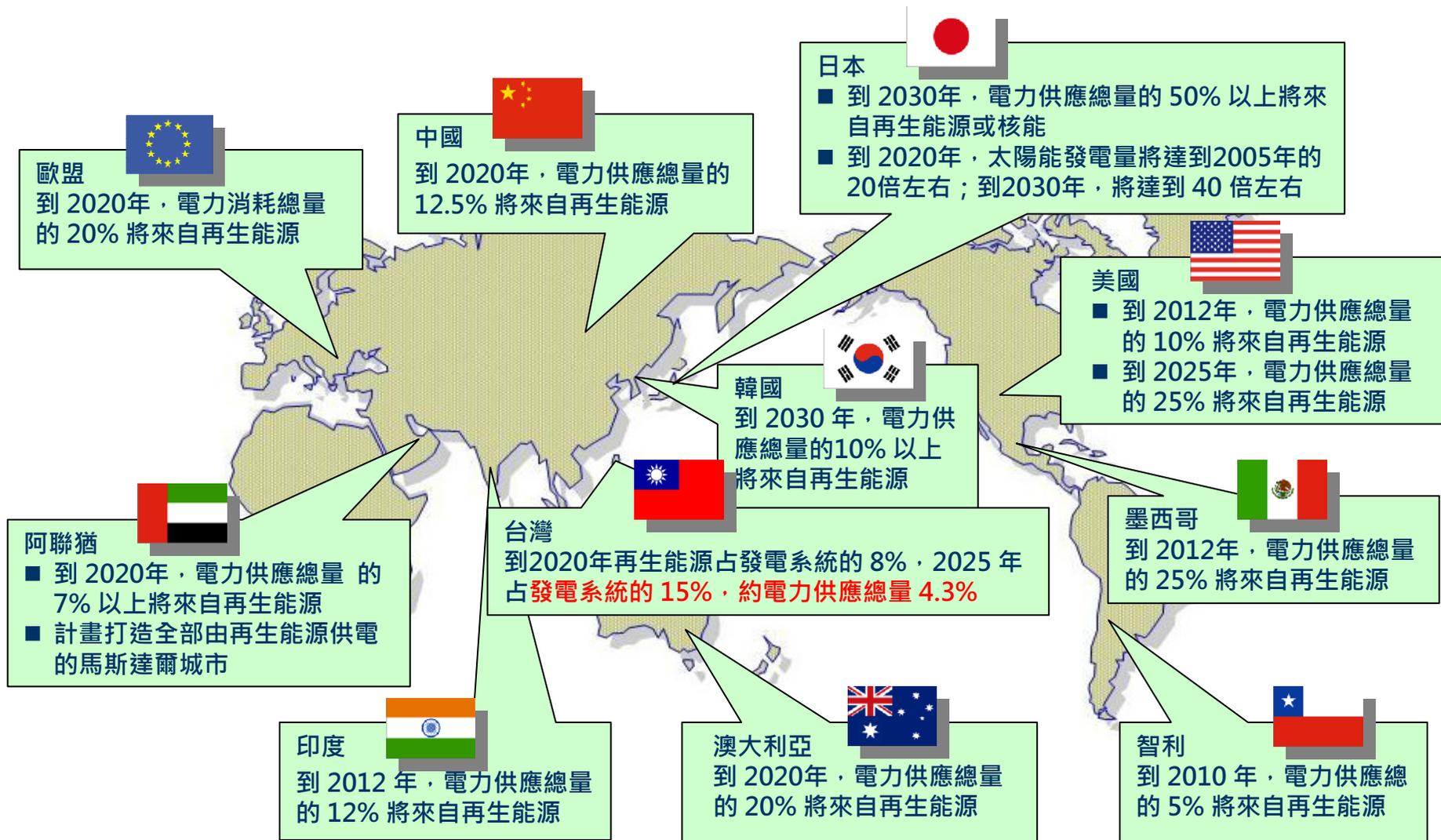
如何實際推廣並具體完成再生能源目標為一重要課題。

年度類別	2009	2010		2011		2015		2020		2025		2030		
	累計	新增	累計	新增	累計	2012-2015新增	累計	2016~2020新增	累計	2021-2025新增	累計	2026-2030新增	累計	
水力	1,938.7 (1,938.7)	6.34	1,945	61 (61)	2,006 (2,000)	46 (41)	2,052 (2,041)	60 (60)	2,112 (2,100)	390 (290)	2,502 (2,390)	0	2,502 (2,390)	
風力發電	陸域	436 (436)	70	506 (436)	70	576 (436)	230	806 (436)	150	956 (436)	100	1,056 (436)	100	1,156 (436)
	離岸	-	-	-	-	-	150	150	750	900	500	1,400	600	2,000
太陽光電	11 (11)	64	75 (11)	70	145 (11)	285	430 (11)	820	1250 (11)	750	2,000 (11)	500	2,500 (11)	
生質能發電	廢棄物	790 (790)	0	790 (790)	0	790 (790)	58 (18)	848 (808)	77	925 (783)	444	1,369 (365)	0	1,369 (365)
	沼氣	24.5 (24.5)	0	24.5 (24.5)	0	24.5 (24.5)	4.7	29.2 (24.5)	0	29 (24.5)	2	31 (24.5)	0	31 (24.5)
海洋能	-	-	-	-	-	1	1	29	30	170	200	400	600	
地熱能	-	-	-	-	-	4	4	62	66	84	150	50	200	
氫能燃料電池	-	0.07 (0.07)	0.07 (0.07)	0.15 (0.15)	0.22 (0.22)	6.7 (6.7)	7 (7)	53 (50)	60 (57)	140 (123)	200 (180)	300 (245)	500 (425)	
合計	3,200 (3,200)	140.4	3,340	201.2	3,541	785.4	4,327	2,001	6,328	2,580	8,908	1,950	10,858 (3,652)	

備註：()表非獎勵量

單位：MW

# 各國再生能源推廣目標





# 全球太陽光電市場發展趨勢



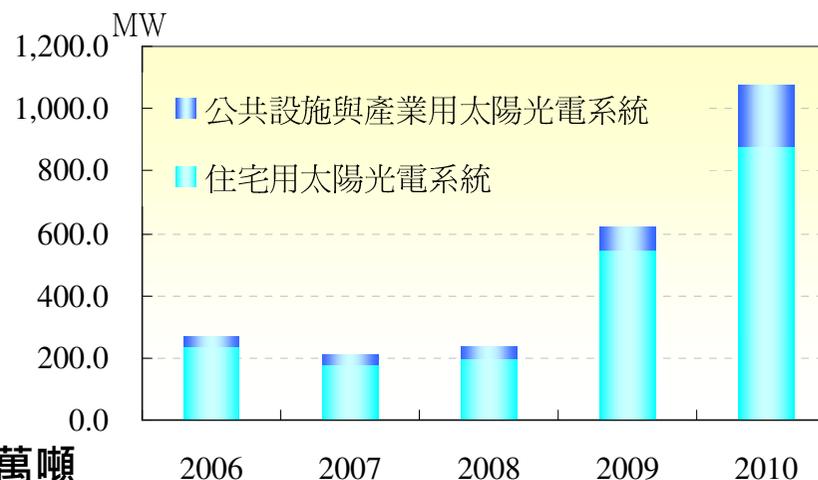
# 福島事件對日本太陽光電政策影響

- 2011年3月29日福島事件後菅首相表示**日本能源政策有必要重新討論太陽光電等潔淨能源角色。**
- 現有電力系統供電能力受到災害影響，日本將執行限電計畫。**家庭的太陽光發電系統與大型 MW 電廠再次受到矚目。**
- 日本 2010 年能源基本計畫規劃於 **2030 年前增設 14 座以上核能電廠**，有可能轉而朝向建置大型 MW 太陽光電發電廠。
- 一般住宅用分散式太陽能電池，若可以對獨立運轉，將可做為災時對**電視與行動電話通電，滿足電力基本需求。** (智慧電網技術)

日本關西 堺市 28 MW 太陽光電發電廠



電力可供 7856 家戶使用、二氧化碳減量：1 萬噸



# 商用大型太陽光發電廠發展趨勢

## 商用大型太陽光發電廠數量與規模創新高

- 商用大型太陽光發電廠主要在加拿大、義大利、德國、西班牙、葡萄牙、捷克、法國。
- 2010 年度共設置 3 GWp 商用大型太陽光發電廠，平均規模從 2007 年 1 MW 增加至 2010 年的 3MW。

### 世界前 10 大



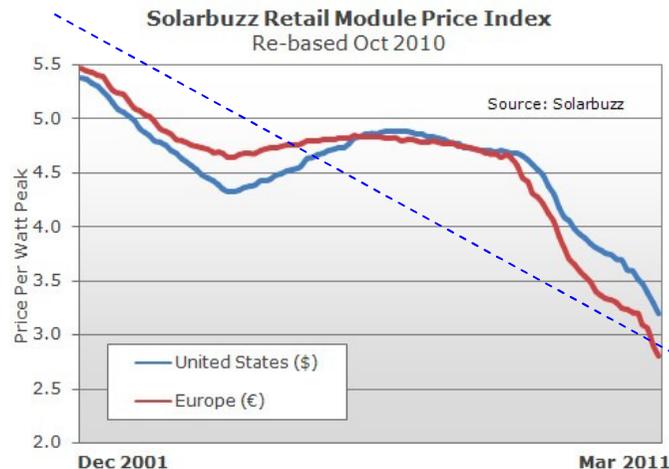
加拿大 Sarnia 世界最大商用大型太陽光發電廠

容量 (MWp)	國家	地點	完工日期
97	加拿大	Sarnia	2010
84,2	義大利	Montalto di Castro	2010
80,2	德國	Finsterwalde	2010
70,6	義大利	San Bellino	2010
60	西班牙	Olmedilla de Alarcón	2008
54	德國	Straßkirchen	2009
52,8	德國	Lieberose	2009
48	美國	Boulder City, NV	2010
47,6	西班牙	Puertollano	2008
46	葡萄牙	Amaraleja	2008

# 太陽光電產業發展趨勢

- 2010 全球太陽光電池產量為 20.5GWp (2009 為 9.86GWp) 目前主流仍為矽晶太陽電池，台灣產能占全球總產能的23%，中國36%。
- 2010年台灣太陽光電池產能約達到 4.7GWp，為全球產能排名第二國家，預估2011年將超越10GWp。
- 其中薄膜電池產量佔據總產量 13.5%，2010 年可達 2.76GWp
- 全球太陽能電池市場規模隨延續成長，但全球太陽能電池處於供給過剩的情況，使模組價格大幅下跌，2011年四月初現貨平均價位來到每瓦 1.129 美元。
- 持續提升轉換效率，降低生產成本以擴大市場占有率，加強競爭力為重要課題。

2001 以來模組平均零售價格



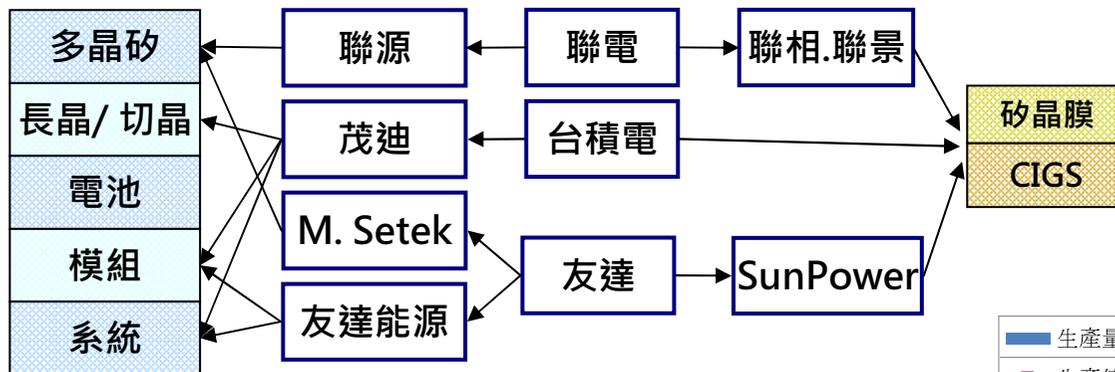
2010 太陽能電池生產者排名

排名	生產者	排名	生產者
1	Suntech Power (尚德)	6	Gintech (昱晶)
2	JA Solar (晶澳)	7	Kyocera
3	First Solar	8	Sharp
4	Q-Cells	9	Trina Solar (天合光能)
5	Motech (茂迪)	10	Sun Power

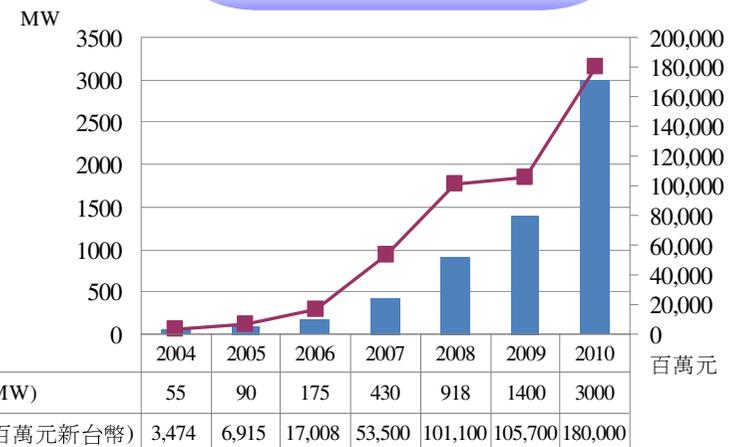
# 國內太陽光電產業概況

- 太陽光電產業從技術建立與產能擴充階段(2000~)、產業垂直整合階段(2006 ~)、異業整合、全球分工階段(2009~) 等三階段已建立
- 大廠積極布局，台積電投入太陽能電池研發、友達投資日本多晶矽材料廠及德國系統廠、聯電投入系統廠
- 2010 年太陽電池產量成長 80 %，產值可達新台幣 1,800 億。
- 多晶矽材料廠福聚公司已進行投產與試運轉。
- 國內2010年新增裝置量超過 30 MWp (每年產生 3,600 萬度電，可供 9,000 戶家庭使用)。

國內指標性企業在太陽光電產業之佈局



國內產量與產值



# 台灣不同地區太陽光電發電狀況



日照強度是由東北往西南增加

基隆	2.24
台北	2.55
桃園	2.85
新竹	3.03
苗栗	3.22
台中	3.37
彰化	3.52
雲林	3.66
南投	3.39
嘉義	3.39
台南	3.58
高雄	3.56
屏東	3.15
宜蘭	2.53
花蓮	2.49
台東	3.06
金門	3.44
澎湖	2.89

- 發電狀況以台南、高雄、雲林、彰化、嘉義較佳。
- 以安裝1MW的系統為例，裝設在雲林年度發電量約133.6萬度，在台北約93萬度，相差43%
- 建議台灣推廣太陽能系統策略考慮照日照資源，北部可以自用、舒緩尖峰用電為主，西南部日射充足的地方則可開發大型商業發電裝置。

# 國內大型太陽光發電應用



- 地點：高雄世運館 2009
- 裝置容量：1.0 MW
- 年發電量：約 1.14 GWh
- 二氧化碳減量：660 噸



- 地點：高雄縣路竹鄉 2009
- 裝置容量：1.0 MW
- 年發電量：約 1.01 GWh
- 二氧化碳減量：700 噸



- 地點：台中電廠(生水池) 2010
- 裝置容量：1.5 MW
- 年發電量：約1.76 GWh
- 二氧化碳減量：1,120 噸

## 推動中太陽光電廠

- 地點：高雄縣永安鄉 2011
- 面積：9.6 公頃
- 使用太陽電池：矽晶太陽能光電板
- 裝置容量：4.6 MW
- 年發電量：約 4.6 GWh
- 二氧化碳減量：2,800 噸

- 地點：台中港區 2012
- 面積：74.28公頃
- 使用太陽電池：聚光型太陽能
- 裝置容量：60 MW
- 年發電量：約 107 GWh
- 二氧化碳減量：7.5萬噸
- 推動進度：臺中港務局原則通過

- 單一電廠裝置容量逐漸邁向 MW 級
- 台灣土地資源有限，太陽光電可朝建築一體方向發展。

# 台灣太陽光發電潛在可利用面積

使用 12% 之連休農地、水產養殖地與10%建築屋頂，可裝置太陽光發電系統達 13.2 GW，年發電量可以達到 168 億度~272 億度 (2030 年總電力消費之 5%)。

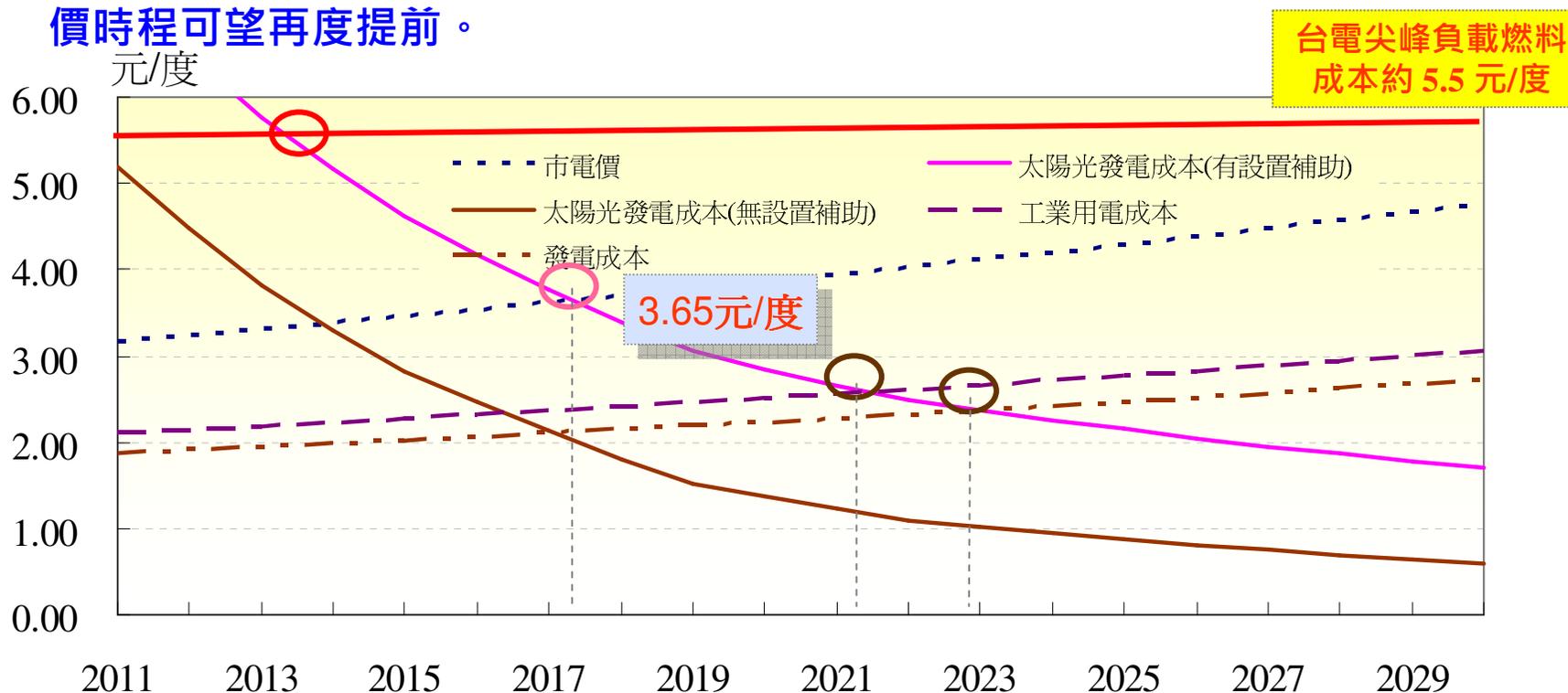
土地類型	可供應面積潛能
公共設施	例如高鐵 310 公頃、台鐵
建築屋頂	全台灣 10% 建築屋頂、2,925公頃
廢耕地	農地 173.58 公頃
地層持續下陷面積	80,300 公頃 (彰化、雲林、嘉義)
鹽田	南台灣約 5,000 公頃 (台灣濕地)
水產養殖地	鹹水與淡水魚塭共 41,231 公頃，其中台南、高雄、彰化、雲林、嘉義占 76 % (31,335 公頃)
連休農地	雙期連休地 61,500 公頃，其中台南、高雄、彰化、雲林、嘉義占 58 % (35,670 公頃)
填海造地	例如六輕填海造地 2,100 公頃

資料來源與計算說明：

1. 連休農地面積資料來源 96 年連續休耕農地面積分布表，農委會
2. 鹹水與淡水魚塭面積資料來源 97 年農業統計，農委會
3. 台灣高鐵 總長度 345 公里、隧道總長度 47公里、地下結構16公里、路寬約 11 公尺。
4. 內政部地政司 97 年建物統計 191 萬棟，平均土地面積 151 平方公尺。

# 台灣太陽光電與市電同價期程推測

- 台灣太陽光電市電同價小型系統，預期約於 2017- 2018 年達到，MW 級系統約於 2019-2020 年達到 Grid Parity，隨市場模組價格降價速度加快，市電同價時程可望再度提前。



假設條件

1. 安裝瓦數10kW、平均發電量1200度/(年\*瓩)
2. 周邊設備與安裝費用為每瓦1.6美元(2011-16)、每瓦1.0美元 (2021-30)
3. 2030年相關技術條件為模組轉換效率25%、使用年限30年、價格下降至每瓦0.7美元

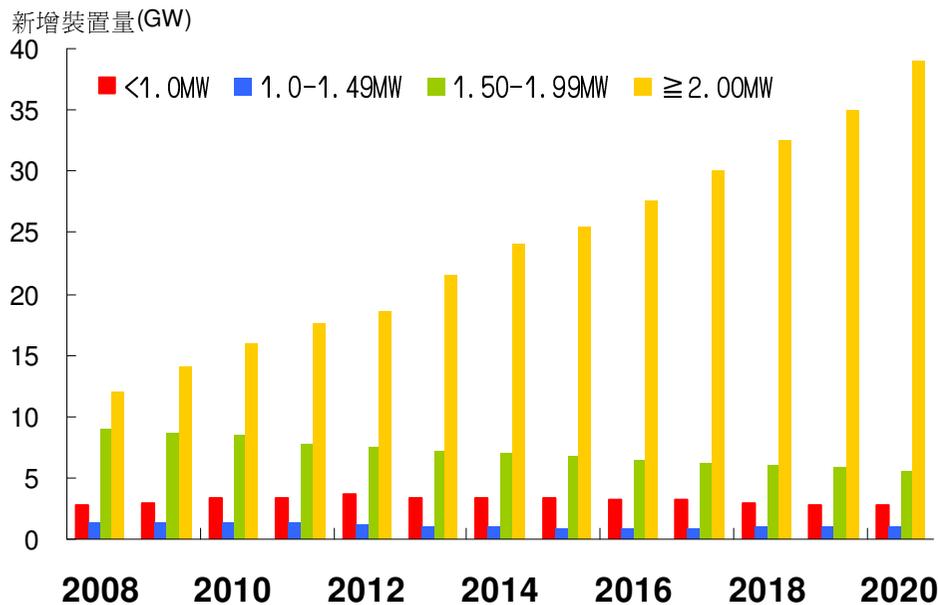
## 四、台灣中小風機產業與推廣 潛力



# 全球中小風機發展趨勢

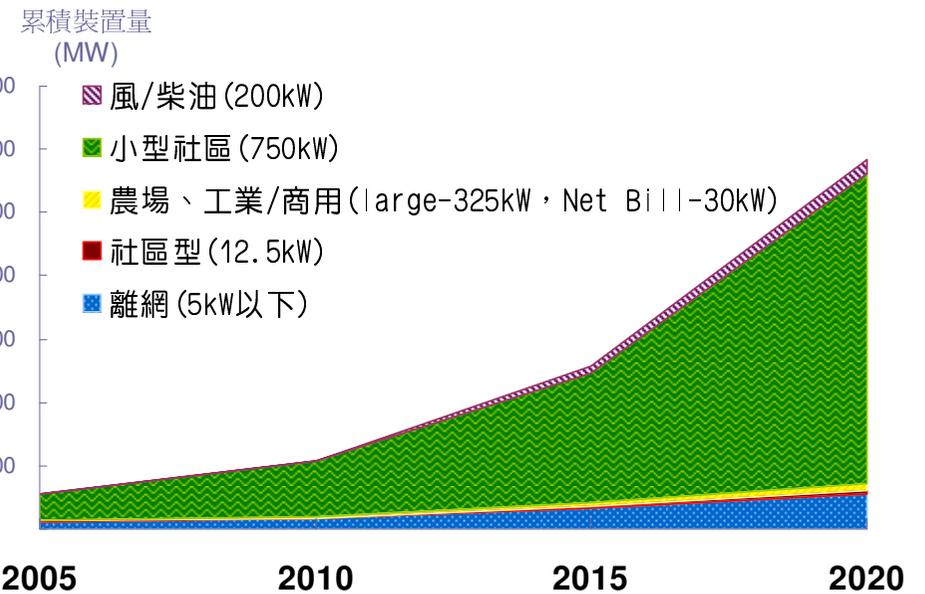
- 全球2MW以上大型風機發展迅速，但1MW以下中小型風機市場穩定，EER(2009)推估2020年中小型約佔風機市場11%~33%
- NREL(2007)預估全球中小型風機至2020年累計將達117GW，以小型社區型應用為主(佔84%)，離網型次之(佔10%)

## 各型風機發展趨勢



資料來源: EER(Emerging Energy Research), 2008.

## 全球中小風機發展趨勢



資料來源: Distributed Wind Market Applications, T. Forsyth and I. Baring-Gould, NREL 2007.11

# 全球中小風機發展現況

- 根據AWEA(2010)調查，2009年全球小風機產值約新台幣5,864百萬元
- 中國、美國與英國為全球主要市場
- 10kW以下機型為市場主流，目前以獨立型居多，但併網型成長快速

	中國	美國	英國
小風機定義	50kW以下	100kW以下	50kW以下
銷售量	10萬部	9,800部	7,727部
國內新增裝置量	84.7 MW	20.3 MW	8.6 MW
國內累計裝置量	184.7 MW	100 MW	28.7 MW
產值	46.7億元	27億元	12.3億元
市場特色	1kW以下以風光互補路燈居多，1kW以上大多數出口歐美地區	以偏遠地區及農場應用為主，10kW以下機型佔98%	以屋頂裝置型態為其市場特色，10kW以下機型達98%，以1.5kW以下的機型為主流

# 2010年市場動態

- **波蘭** 風能協會評估2020年波蘭小風機裝置量可達 600MW
- **英國** 2010年4月公布收購電價，小風機收購電價具誘因，裝置量超過14,000台，與2009年相較成長倍增

產品級距	2010.4 ~ 2012.3	2012.4 ~ 2013.3
≤1.5kW	0.345英鎊 (16.91台幣元)	0.326英鎊 (15.97台幣元)
>1.5-15kW	0.267英鎊 (13.08台幣元)	0.255英鎊 (12.50台幣元)
>1.5MW-5MW	0.045英鎊 (2.21台幣元)	0.045英鎊 (2.21台幣元)

- **約旦** 目前1.5%電力來自於再生能源，預計2015年達7%，2020年達到10%。2010年1月約旦政府通過新的再生能源法，要求國家電力電源公司購買獨立及小型再生能源產出的所有電力；並考慮引進獎勵制度(包括收購電價)，以促進投資風力發電
- **澳洲** 於2010年6月通過立法，將再生能源推動目標區分大型可再生能源目標(LRET)和小型可再生能源計畫(SRES)，並於2011年1月1日生

資料來源：GWEC, Global Wind Energy Outlook 2010, 2010.10;

GWEC, Global Wind Report 2010, 2011.03;

Department of Energy and Climate Change, Consultation on Renewable Electricity Financial Incentives, 2009.



# 國外小風機補助措施

- 國際中主要國家陸續自2009年開始對小型風機提供等同太陽能之補助

美國	聯邦政府提供小型風力機(100kW以下)與太陽光電系統同樣補助設置成本30%；各州政府另有收購電價或裝置補助
英國	家用小風機每kW補貼1,000英鎊(約5.4萬台幣)，補助上限與太陽光電系統相同(2,500英鎊)；社區型最高補助裝置成本50%，上限為50,000英鎊；50kW以下小型風力機或太陽光電系統，每發電1,000度，同樣得2單位溫室氣體減量憑證(ROC) 優惠收購電價 $\leq 1.5\text{kW}$ 0.345英鎊， $>1.5-15\text{kW}$ 0.267英鎊
韓國	3kW以下小型風力機最高補助設置成本60%，與3kW以下太陽光電系統相同
日本	環境省對於導入小型風力發電系統(20kW以下)個人或事業團體給予補助率最高1/3，地方政府另提供補助，如鳥取縣另提供裝置成本補助1/6；太陽光電系統補助1/2以內或40萬日圓/kW

資料來源：1.Database of State Incentives for Renewables & Efficiency

2.BERR.Reform of the Renewables Obligation: Statutory Consultation on the Renewables Obligation Order 2009, 2008.06

3.Shigeru Sato & Kiyori Ueno, "Sharp, Kyocera Set to Gain From DPJ Emissions Plan", 2009.09.02 (<http://www.bloomberg.com>)

4.日本環境省「地域協議会民生用機器導入促進事業」「太陽光発電等再生可能エネルギー活用推進事業」方案([http://www.env.go.jp/earth/ondansa/biz\\_local/01\\_sanshi/01.pdf](http://www.env.go.jp/earth/ondansa/biz_local/01_sanshi/01.pdf))

5.KEMCO, <http://www.kemco.or.kr/>



# 台灣中小風機產業概況

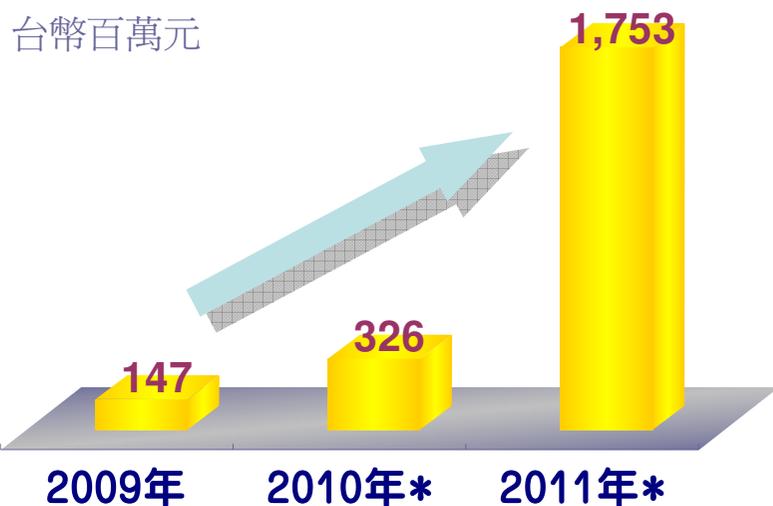
- 已有20家以上系統廠開發出商業化產品，以自有品牌為主，並有十餘家零組件廠商供應材料
- 10kW以下風機100%自製供應，零組件產業鏈完整，產品出口全球，10~300 kW已有業者及研究機構開發
- 產品設計多元化，包含可DIY組裝、可移動、收納、風光互補型路燈、與景觀結合之特色產品
- 垂直軸型風機更具全球技術領先性



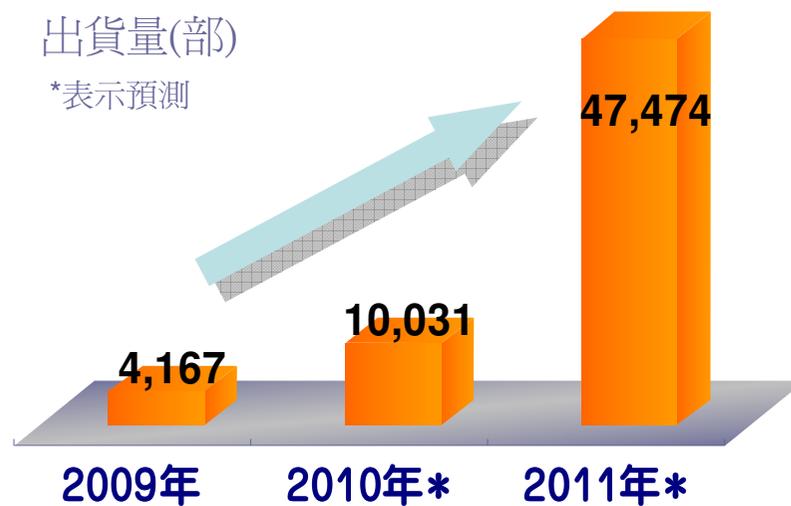
# 產業營運概況

- 台灣小風機產值2009年約新台幣1.5億元，出貨量4,167部，2010年預估產值可達3.3億元，出貨量10,031部，其中垂直軸風機佔75%；預計2011年產值成長幅度達5.3倍
- 2010年1kW以下小風機平均裝置價格(含控制器、安裝，不含電池)每瓦新台幣238元，1~5kW平均裝置價格每千瓦新台幣19.1萬元，垂直軸風機價格高於水平軸

## 台灣小風機產值



## 台灣小風機出貨概況

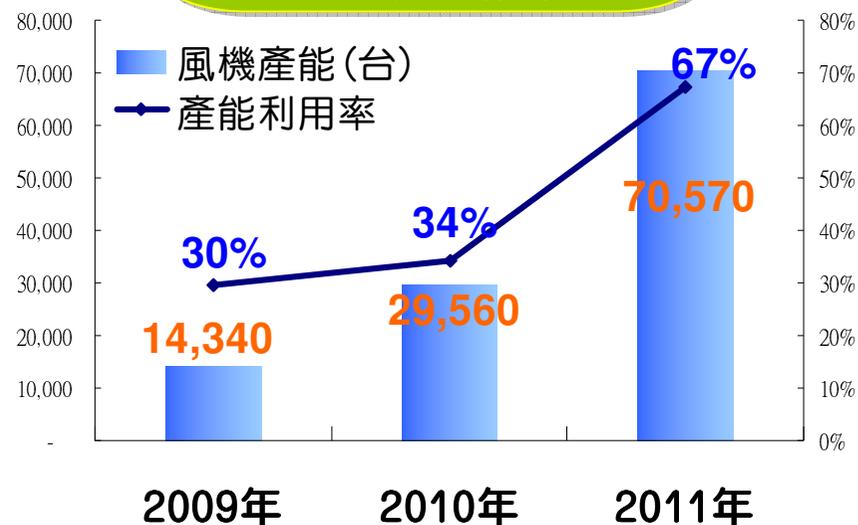


資料來源：TSWA、台經院調查(2010.12)

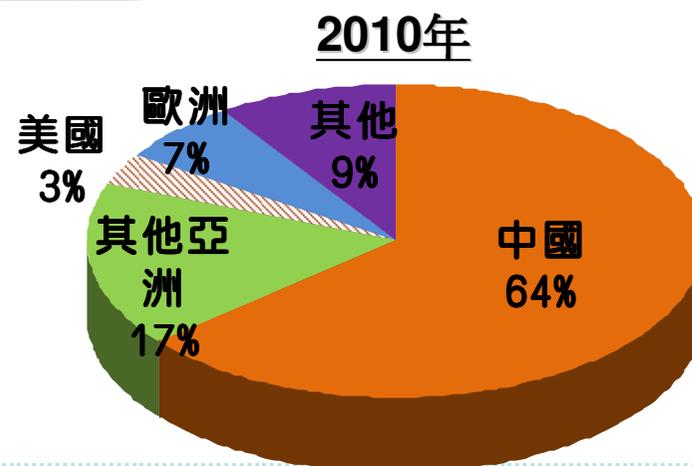
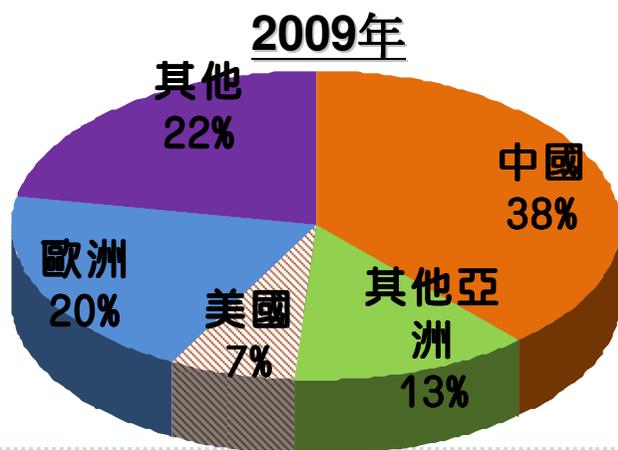
# 產能利用率與出口情形

- 台灣小風機2010年產能已達3萬部，產能利用率僅34%，預估2011年產能利用率將大幅提升
- 2010年外銷比重達79%，主要出口地區以中國為主(65%)，其他亞洲地區(17%)、歐洲(7%)與美國(3%)次之

## 產能利用情形

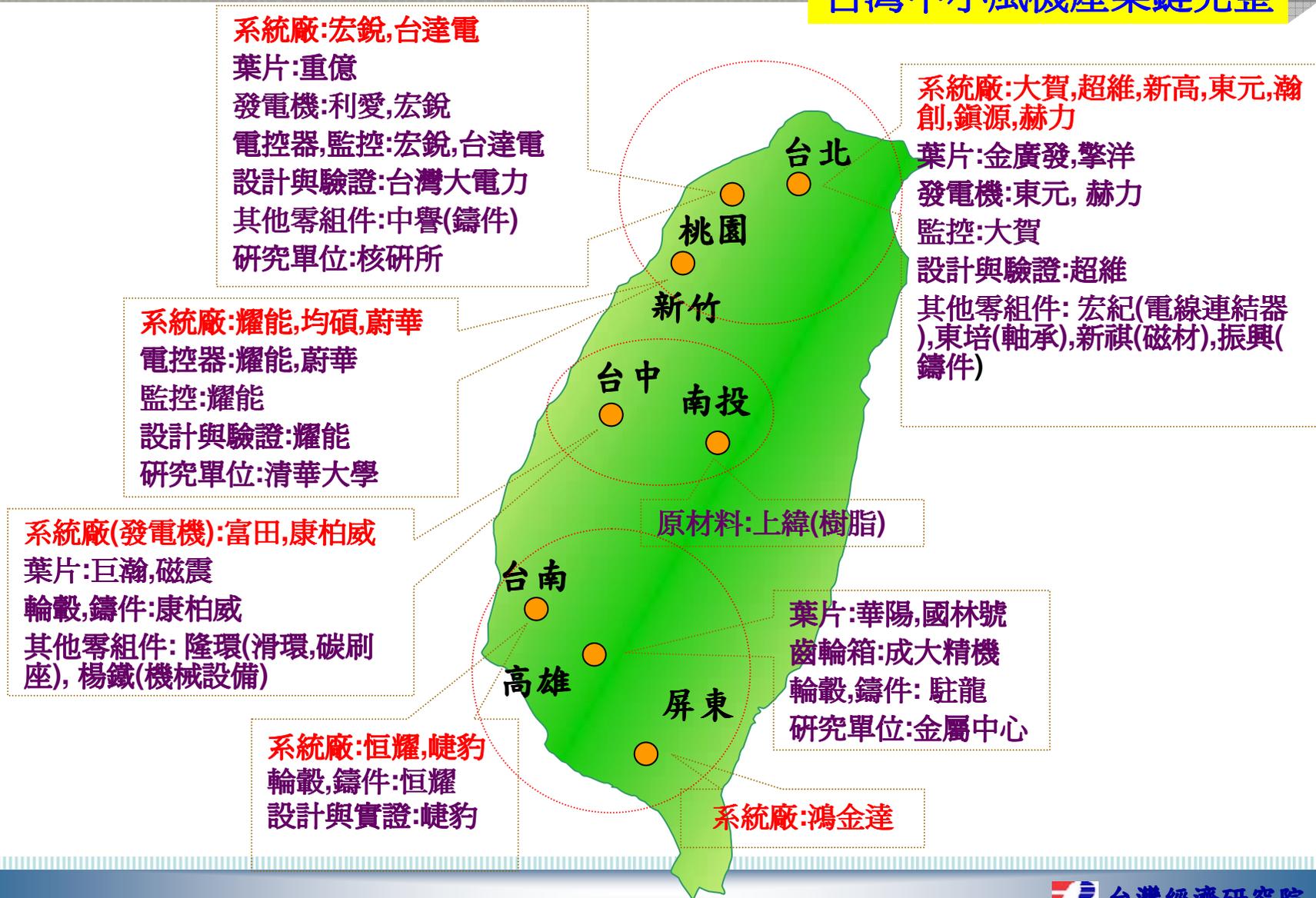


## 台灣小風機主要出口地區



# 台灣中小型風機產業聚落已成形

## 台灣中小風機產業鏈完整



# 台灣中小風機重點產品範例

## 系統廠商產品



富田電機 5kW風機



新高能源  
小型風力機



耀能  
小型風力機



恒耀  
小型風力機



鴻金達  
小風機+電動車充電站



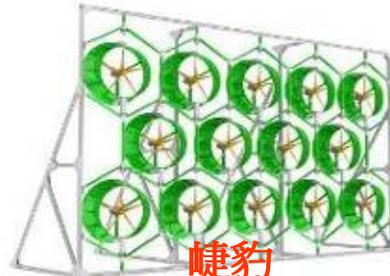
宏銳 i-wind  
小型風力機



大賀  
小型風力機



信達  
風光互補系統



嘒豹  
小型風力機發電系統



鎮源  
小型風力機



台達電  
小型風力機



均碩  
5kW風力機

# 風光互補路燈產品



# 台灣中小型風機系統廠能量

型式	廠商	產品別	經營型式
垂直軸	台達電	300W*, 1kW*	自有品牌
	宏銳	300W, 2kW, 4kW, 10kW*	自有品牌
	均豪	200W*, 5kW	自有品牌
	信達	400W*	自有品牌
	富田	400W, 5kW	自有品牌
	東元	1kW	自有品牌
	康柏威	100W, 300W, 500W, 1kW	自有品牌
	新高能源	70W*, 300W, 1.5kW, 3kW	自有品牌
	赫力	1kw~3MW	自有品牌
	鎮源	400W*	自有品牌、OEM/ODM
	鴻金達	300W, 1kW, 3kW, 5kW	自有品牌
	耀能	300W, 1.5kW, 3kW	ODM系統整合
水平軸	上特	3kW, 7.5kW	自有品牌
	台達電	400W, 1kW, 3kW, 5kW	自有品牌
	東元	2kW, 3kW, 5kW*	自有品牌
	利愛	300W, 1.5kW, 3kW, 5kW	OEM整合
	信達	400W*, 2kW*	自有品牌
	風技綠能	2kW	自有品牌
	恒耀	100W, 300W, 600W, 1.2kW	自有品牌
	嵗豹	100W, 200W, 1kW, 5kW*	自有品牌
	蔚華科	2kW*	自有品牌
	赫力	1kW*~3MW*	自有品牌
	鎮源	1kW*, 3kW*, 10kW*	自有品牌、OEM/ODM
	超維	250W, 600W, 1.2kW, 3.5kW, 9.5kW*	ODM系統整合/自有品牌
	耀能	400W, 600W, 1kW, 2kW, 3kW	ODM系統整合
	瀚創	2kW	自有品牌
	核研所	25kW, 150kW, 600kW*	研究機構

註：以上按公司名稱筆劃排列，\*表示目前正在研發中  
資料來源：Chun-to Tso and Mei-hui Su(2010)



# 台灣中小風機產業鏈完整

產業鏈		< 1kW	1kW~10kW	10kW~50kW	50kW~600kW	>600kW	>3MW
葉片		巨瀚、重億、磁震、擊洋、康柏威、金廣發	華陽、金廣發	先進複材、華陽、擊洋	先進複材、華陽	X	X
發電機	感應	X	東元	東元	東元	東元	東元
	永磁	台達電、宏銳、康柏威	利愛、宏銳、康柏威、赫力	利愛、赫力	利愛、赫力	赫力	赫力
齒輪箱		(不需要)	(不需要)	永大精機、成大精機、橋星齒輪	台朔重工、永大精機、成大精機、橋星齒輪	台朔重工	X
輪殼/主軸鑄件		恒耀、康柏威、一般廠商	恒耀、康柏威、一般廠商	駐龍、一般廠商	源潤豐、駐龍、一般廠商	源潤豐	X
軸承/滑環		東培	X	X	X	X	X
併網電力轉換器		台達電、宏銳、耀能、蔚華	宏銳、常陽、耀能、蔚華	宏銳、常陽	宏銳	X	X
電線電纜與連接器		宏紀	宏紀	宏紀	宏紀	X	X
塔架/基礎		一般廠商	一般廠商	力鋼、中鋼	力鋼、中鋼	力鋼、中鋼	X
液壓與電磁馬達驅動系統		(不需要)	(不需要)	睿禹	睿禹	X	X
原材料		上緯	上緯	上緯	上緯	上緯	上緯
監控		宏銳、耀能	大賀、宏銳、耀能	X	X	X	X
系統整合	垂直軸	宏銳、新高、康柏威、鎮源、耀能、台達電、信達	宏銳、富田、新高、均碩、耀能、東元、台達電、鴻金達	X	X	X	X
	水平軸	恒耀、捷豹、超維、耀能、均碩、台達電、信達	大賀、上特、恒耀、超維、瀚創、捷豹、耀能、蔚華、鎮源、東元、台達電、信達、赫力	核研所、捷豹、超維	核研所、樂士	X	東元
設計與實體驗證		捷豹、耀能、台灣大電力	超維、捷豹、耀能、台灣大電力	核研所、捷豹、台灣大電力	X	X	X

註：x表示國內產業尚無能量 資料來源：蘇美惠、左峻德, 2010

# 台灣中小型風機相關測試場

- 國科會、經濟部標檢局/工業局協助建置本土中小型風機測試驗證能量，加速拓展全球市場
- 相關廠商亦有各型機種於七股及澎科大進行初測中，新竹市政府亦規劃在新竹建立風場

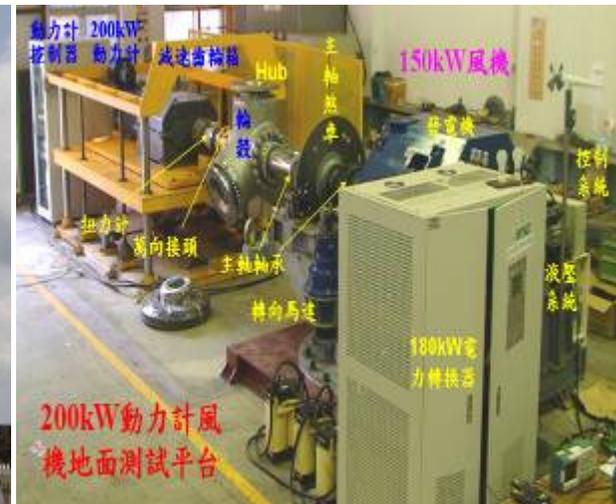
金屬中心  
台南七股測試平台



澎湖科技大學  
澎湖風車公園



核研所 200kW  
動力測試平台



# 國內中小風機產業發展願景

## 國內中小風機產值全球第三

### 市場擴大

- 結合大陸市場，競逐國際市場
- 2020年台灣全球市場佔有率達20%，每年創造至少1,000億台幣產值

### 成本下降

- 公共工程/工業區/科學園區示範計畫，建立國內早期市場
- 產業技術提昇，開拓海外市場，擴大經濟規模

### 品質提升

- 透過國家產業標準建置，爭取國際認證，提升品質競爭力
- 推動兩岸共通標準與建構認證機制，豎立優質產業環境

# 建議公共工程優先採購國產小風機

- 建議推動工業區/科學園區進行風光互補系統大量建置、及公共工程採用一定比例風光互補綠能設施，並優先採用國產中小風機，可收節能減碳與帶動產業發展效果
- 公共工程委員會「風力發電設備應用於公共工程之建議方案」草案
  - 原草案以符合CNS15176-2 (IEC-61400-2)國際設計標準為採購與驗收準則，可能導致原本立意促進本國產業經濟規模之激勵策略與早期市場拱手於外國廠商
  - 建議在新的國家標準形成前，以技術規範作為暫行辦法



# 建請支持台灣小風機產業標準

- IEC驗證標準過於繁複，不適合小風機
- 國內驗證機構能量尚未完備
- 新公布IEC 61400-22 (2010)已取代 IEC WT01(2001)，CNS 15176-2(2009)有修正之必要
- 本協會依據IEC及AWEA精神，提出「小型風力機性能與安全要求草案」

## 核能研究所

- CNS15176-2簡易負載計算僅適用水平軸，垂直軸簡易負載計算仍待發展。垂直軸風機若利用氣動力軟體計算相當費時，目前核研所具此能力，但未具備標檢局認可實驗室資格

## 金工中心

- 僅CNS15176-2 9.4節「耐久性測試」和IEC 61400-12-1「功率性能量測」部分內容已進行TAF認證，並無法涵蓋CNS15176-2全部內涵
- 「噪音量測」，將於2011年6月完成『能量建置』，欲取得TAF認證，待國家標準建立後，尚須5~6個月

### IEC WT01 (2001) 風機驗證標準 (CNS 15176-2 列於附錄A中)

#### 必要項目

1. 設計評估審查 (1) 控制與保護系統; (2) 負載評估; (3) 靜態葉片試驗; (4) 機構組件; (5) 電力組件; (6) 系統外罩; (7) 基礎設計要求; (8) 控制邏輯; (9) 製造程序; (10) 運輸程序; (11) 安裝程序; (12) 維修程序; (13) 人員安全; (14) 組件試驗

#### 2. 形式試驗

- (1) 功率量測
- (2) 耐久性試驗
- (3) 安全與功能測試

#### 3. 製造評估

#### 選擇性項目

1. 形式特徵量測
  - (1) 電力品質量測
  - (2) 噪音量測
  - (3) 低壓穿越運行量測
2. 塔架基礎設計評估

### AWEA 9.1 (2009) AWEA性能與安全標準

#### 必要項目

1. 設計評估審查 (1) 負載評估; (2) 重要機構組件結構分析(至少涵蓋葉片根部、主軸、以及轉向機構); (3) 塔架動態; (4) 塔架設計要求

#### 2. 功率量測

#### 3. 耐久性試驗

#### 4. 安全及功能評估與測試

#### 5. 噪音量測

#### 6. AWEA 標準

- (1) AWEA額定年發電量 (@5m/s)
- (2) AWEA額定功率 (@11m/s)
- (3) AWEA額定聲壓位準 (@60m 5m/s)

### TSWA草案 (2011) 小型風機性能與安全要求

#### 必要項目

1. 設計評估審查 (1) 負載評估; (2) 重要機構組件結構分析(至少葉根/主軸/轉向軸); (3) 塔架動態; (4) 塔架設計資料

#### 2. 功率量測

#### 3. 耐久性試驗

#### 4. 安全與功能評估與測試

#### 5. 噪音量測

#### 6. 併網與電力品質要求

#### 7. TSWA 性能與安全標準

- (1) TSWA額定年發電量 (@5m/s)
- (2) TSWA額定功率 (@11m/s)
- (3) TSWA額定聲壓位準 (@60m 5m/s)
- (4) TSWA耐久性測試與可靠度

備註：CNS 15176-2(2009)翻譯自IEC 61400-2(2005)，為風機設計準則而非驗證標準，有關設計評估、形式試驗、製造評估等(僅列於附錄A中)需遵循IEC WT01，但新公布的IEC 61400-22 (2010)已取代IEC WT01(2001)。

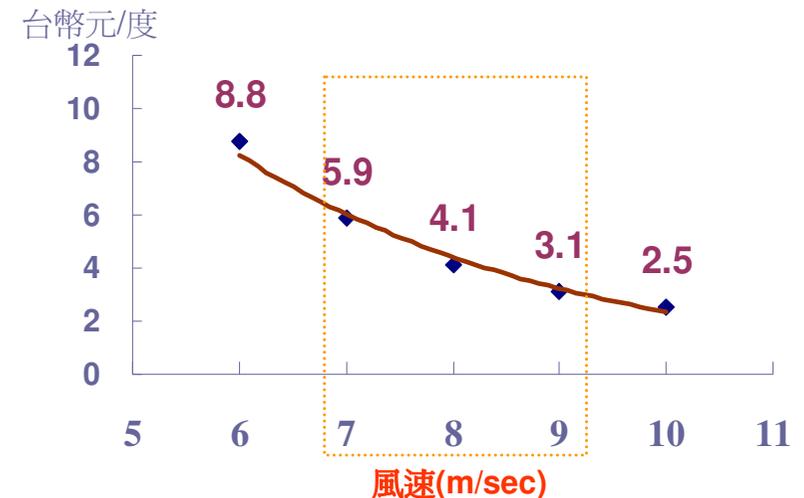
# 建議優先推動離島示範計畫

- 台灣自產小風機平均設置成本1kW約新台幣19.1萬元，成本降低仍需積極努力。但以離島平均風速約7~9m/sec而言，發電成本約3.1~5.9元/度；與離島高污染且昂貴之發電成本相較，具備高度經濟效益
- 以1kW小風機為例，離島平均風速8m/sec估算
  - 每部19.1萬元，約7年可回收
  - 發電成本僅4.1元/度
  - 台電於離島每裝置一部1kW小風機替代柴油發電，每年可減少2.3萬元營業

離島發電成本比較分析



小風機發電成本分析



- 註：(1)風力機置成本以19.1萬元/kW推估  
 (2)每年維護成本以初期設置成本0.7%估計(經濟部能源局，2011)  
 (3)發電量參考國內外風力機功率曲線

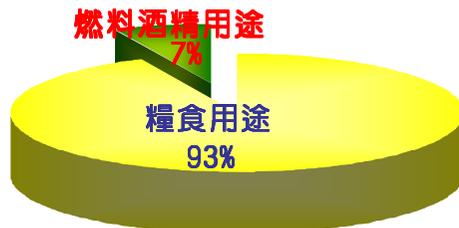
註：(1)假設小風機壽命20年，折現率5%  
 (2)發電量參考國內、外1kW風機功率曲線



# 全球生質酒精發展概況

- 2010年全球生質酒精產量已達8,690萬公秉，佔全球生質燃料80%，預估2015年時全球生質酒精產量將增加一倍
- 目前全球使用穀物作為燃料酒精料源已達全球穀物總消費量7%，其中2010年美國玉米作為酒精料源比重更達37%，因此纖維料源角色日益重要

2010年全球穀物酒精比重



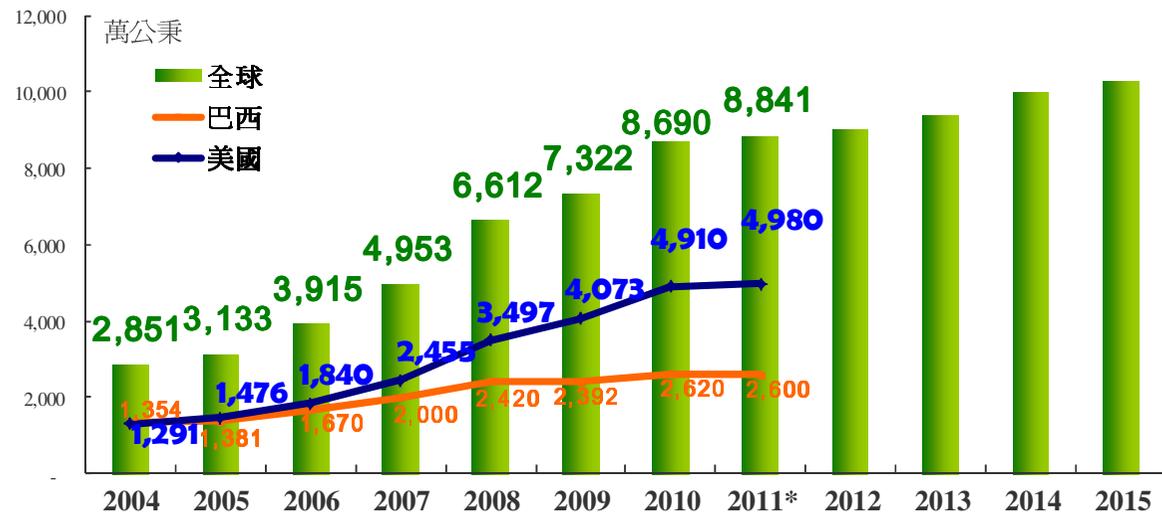
資料來源：F.O.Licht, 2010

2010年美國玉米用途分析



資料來源：USDA網站，台經院整理

全球燃料酒精產量



註：2011數據為預估值

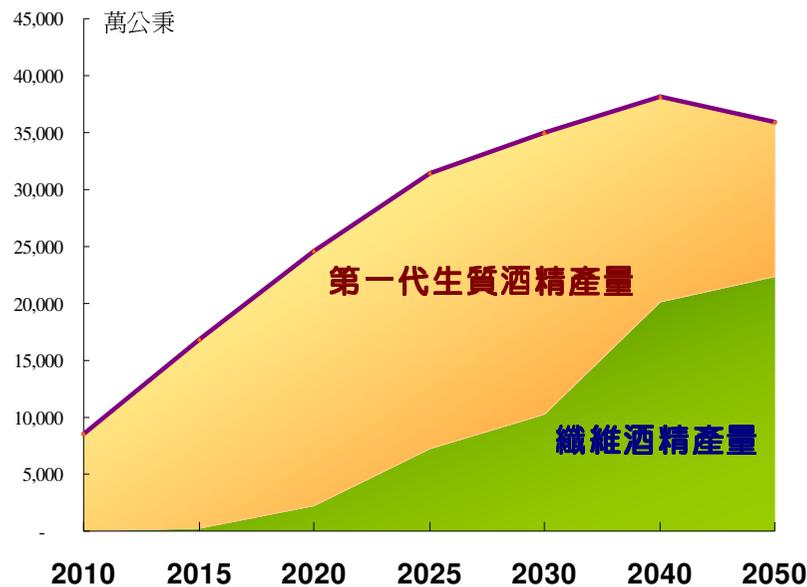
資料來源：F. O. Lichts, World Ethanol and Biofuel Report, Vol.9, No.4., 2010.10.22  
F. O. Lichts, World Ethanol and Biofuel Report, Vol.9, No.9., 2011.01.14..

# 重要國家生質酒精發展目標

- 推動中國家皆已訂定生質酒精中長程發展目標，但主要以推廣第一代酒精為主，美國是唯一強制規範第二代酒精使用量國家
- 預估2020年後纖維酒精產量方可明顯提昇，至2030年比重將佔全球50%
- IEA(2010)評估各國政府對生質燃料補助2009年約200億美元，預估2010~2020年每年補助平均將達450億美元，2021~2035年將至650億美元

## 重要國家生質酒精發展目標

### 全球生質酒精產量預測



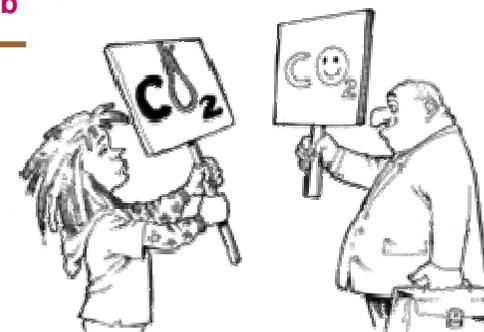
資料來源：IEA, 2010

美國 <sup>a</sup>	2012年生質酒精在運輸燃料佔4.6%；生質燃料2022年達360億加侖，其中纖維酒精佔160億，傳統生質燃料2015年達到150億後不再增加
加拿大 <sup>b</sup>	2010年汽油須含5%可再生內容物(如生質酒精)
巴西 <sup>c</sup>	1993年起強制使用酒精作為汽油增氧劑，添加比例E20~E25，生質酒精混合比隨油價、糖價及甘蔗產量調整
歐盟 <sup>d</sup>	2010與2020年生質燃料在運輸燃料所佔比例分別為5.75%及10%，各國生質酒精混合比自行規範
中國 <sup>e</sup>	已有10個省份實施E10，2020年全國實施E10。2010與2020年生質燃料佔運輸燃料比例分別為10%及15%
印度 <sup>f</sup>	目前13個行政區實施E10，2017年將推動E20
泰國 <sup>g</sup>	2012年使用至少20%生質酒精及生質柴油替代運輸燃料
日本 <sup>h</sup>	2010、2020與2030年生質燃料佔比為0.6%、3%及10%
澳洲 <sup>i</sup>	2010與2020年生質燃料在運輸燃料所佔比例為5%及20%

# 歐美導入生質燃料永續性指標

- 歐盟再生能源指令(RED)提出永續性指標
  - ↳ 生質燃料GHG排放需比石化燃料減少35%，2017年需減少50%
  - ↳ 土地利用：不可利用主要林地、生物多樣性草地、濕地、泥炭地種植能源作物；退化土地種植能源作物可獲得GHG bonus
  - ↳ 再生能源目標至少40%必須符合『不具有糧食或飼料競爭性』標準
- 歐盟燃料品質指令(FQD)提出GHG排放減量標準
  - ↳ 要求供應商需降低市售燃料LCA GHG排放，2014年強制 2%、2017與2020年強制 4%與6%
- 美國環保署2010年首次提出生質燃料生命週期溫室氣體減量標準，玉米酒精需比汽油減量20%，纖維酒精則為60%

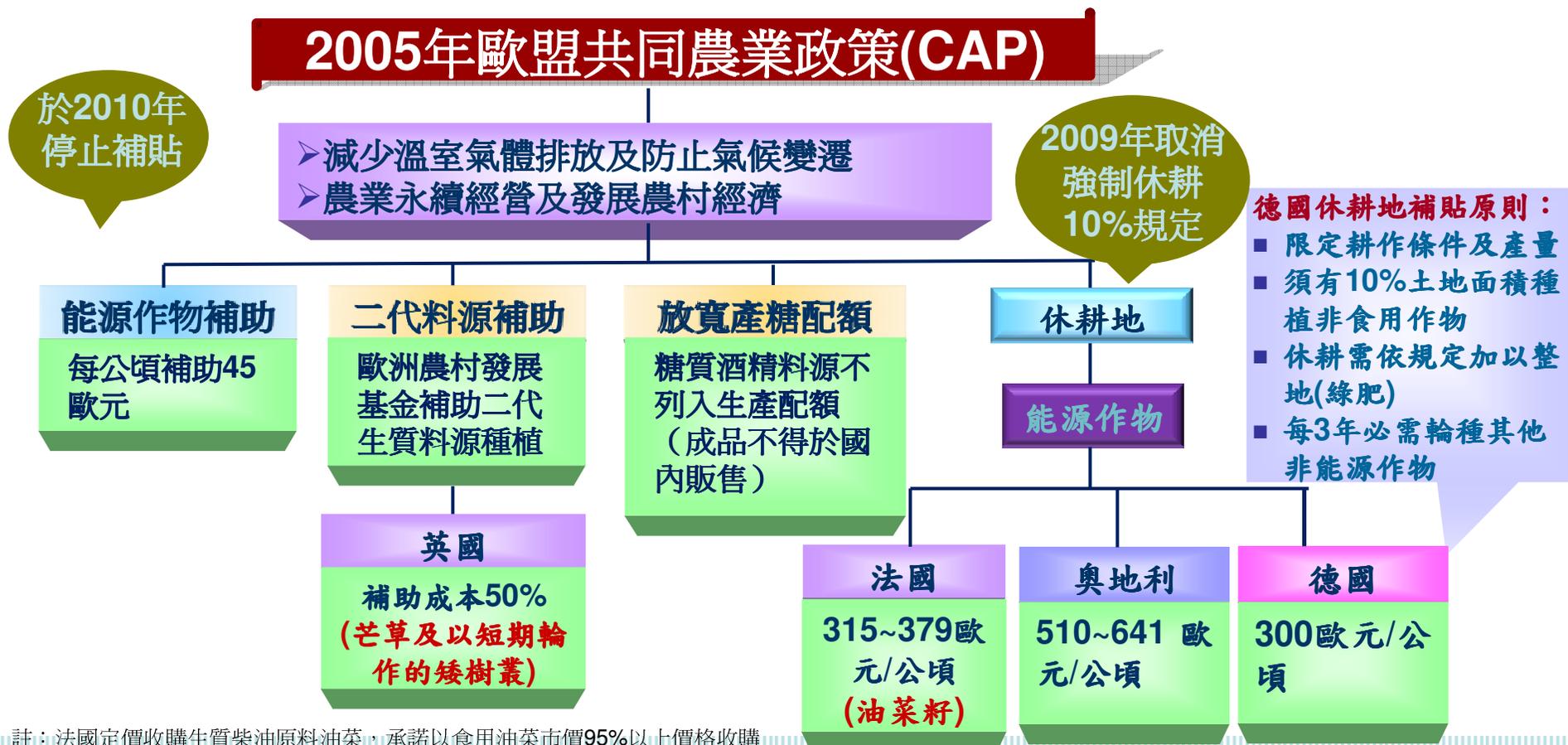
燃料別	GHG減量標準 <sup>a</sup>	實際GHG減量概況 <sup>b</sup>
玉米酒精	20%	18~26%
大豆、廢食用油等生質柴油	50%	大豆 8~66%
甘蔗酒精	50%	85%
先進生質燃料	50%	
海藻生質柴油	50%	
纖維酒精與柴油	60%	65% ↑



# 歐盟運用農業政策發展能源作物

- 2009年為使農地可發揮最大生產潛能並減少市場干預，故於當年取消能源作物補貼與強制休耕比率10%規定
- 歐盟為推廣境內種植能源作物，於共同農業政策中給予能源作物補貼措施，並給予休耕地種植能源作物較高獎勵

## 2005年歐盟共同農業政策(CAP)



註：法國定價收購生質柴油原料油菜，承諾以食用油菜市價95%以上價格收購

# 美國玉米補貼機制

直接給付

- 會計年度2008-2012年補助標準 0.28美元/英斗
  - ↳ 約11.02美元/公噸(台幣0.89元/公升<sup>a</sup>)
- 2007年美國玉米直接給付總額 20.5億美元
  - ↳ 燃料酒精用玉米佔玉米總產量 17.6%
  - ↳ 補貼於燃料酒精用玉米約 3.6億美元



價格補貼  
或  
保證收入

- Counter-Cyclical Program(以價格為補貼基礎)
  - ↳ 給付價格=目標價(2.63美元/英斗)-直接給付價(0.28美元/英斗)-(市價或1.95美元/英斗較高者)
  - ↳ 實施期間：會計年度2008年-2012年
- ACER Program(以收入作為補貼基礎)
  - ↳ 當玉米實際收入低於保證收入，補貼農民兩者間差距
  - ↳ 保證收入=過去5年州平均產出 x 過去二年全國平均價格
  - ↳ 實施期間：會計年度2008年-2012年

# 車輛使用酒精汽油對環境之影響

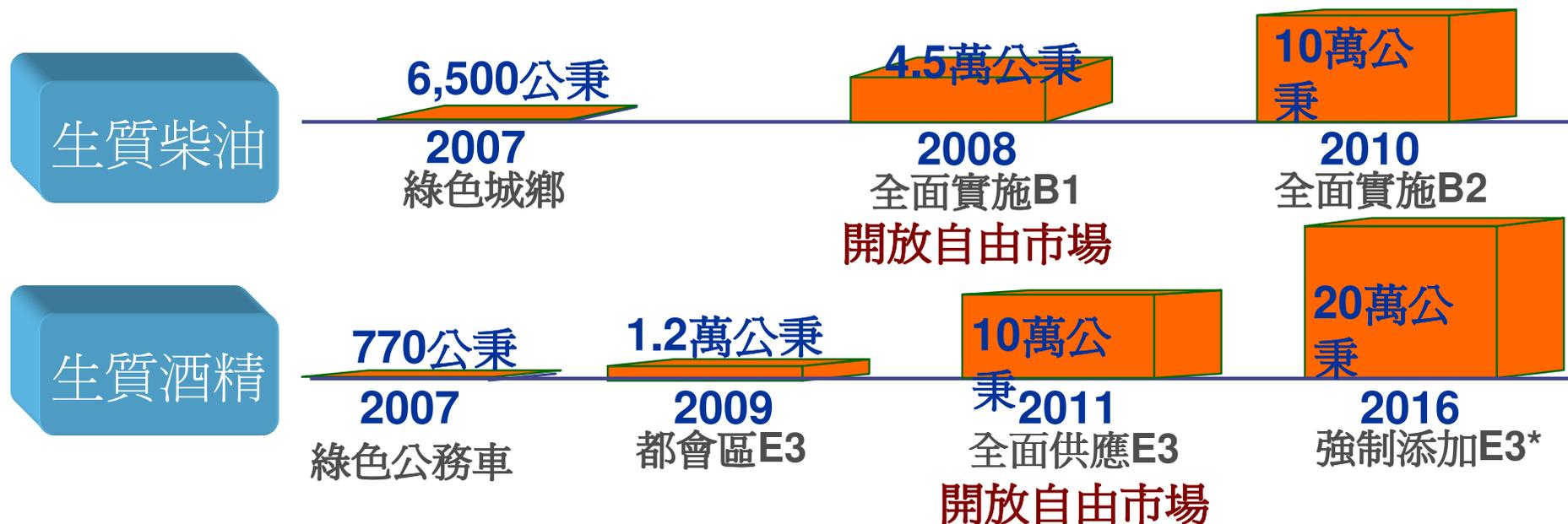
污染物	巴西		IEA (E10)	美國 (E10)	澳洲 (E10)	中國大陸 (E10)
	E22	E100				
一氧化碳	↓ 15%	↓ 49%	↓ 18-32%	-	↓ 21-32%	↓ 30%
碳氫化合物	↓ 20%	↓ 47%	↓ 12-18%	-	↓ 12%	↓ 10%
氮氧化物	↑ 4%	↑ 14%	-	-	↑ 1-10%	-
苯	-	-	↓ 27%	↓ 30%	-	-
甲苯	-	-	↓ 30%	-	-	-
丁二烯	-	-	↓ 19%	↓ 45%	-	-

註：巴西排放標準為US 83；IEA、澳洲、中國大陸排放標準皆為Euro 3；目前台灣排放標準為美規。

資料來源：Coelho(2005)、International Energy Agency (2004)、美國加州空氣資源局、澳洲環境部、中國大陸國家汽車研究中心，本研究整理

以生命週期觀點評估CO<sub>2</sub>，  
 ↪非巴西生產條件下 ↓ 1.45~1.98公噸/公乘

# 經濟部生質燃料政策目標



註：經濟部規劃於2011年底前公告添加比例、實施期程、範圍與方式(參考「獎勵利用休耕地種植能源作物」專案小組第一次研商會議 會議資料)

- 2009年6月通過「再生能源發展條例」，同意利用休耕地或其他閒置之農林牧土地栽種能源作物供產製生質能燃料之獎勵經費，由農業發展基金支應；但對於能源作物或生質燃料之獎勵辦法，仍未提出具體措施
- 2011年開放自由市場對正在建置市場機制生質酒精產業衝擊甚大

# 生質酒精廠商動態

	台糖	味丹、中油、台肥	味王	台灣纖維酒精
預定廠址	嘉義南靖	台中沙鹿	泰國、柬埔寨	彰濱工業區及屏東農業生物技術園區
規劃料源	甘蔗為主、糖蜜為輔	進口糖蜜做為料源，並規劃於越南生產木薯酒精半成品，運回國內加工	暹羅廠木薯；柬埔寨廠甘蔗	彰濱廠以廢輪胎為主要料源；屏東廠以狼尾草為主
規劃產能	年產12萬公秉	第一期規劃年產能為6萬公噸	泰國廠年產能約3萬公噸；柬埔寨廠年產能約15萬公噸	彰濱廠與屏東廠年產能皆為4.3萬公秉
執行進度	投資計畫修改中，待送國營會審查	已於2009年終止合作	暫停生質酒精投資計畫，預估明年將有其他國外投資計畫	暫停生質酒精相關投資計畫

# 台糖公司生質酒精計畫

投資金額 新台幣26億元

預定廠址 南靖廠（嘉義縣水上鄉）

料源 以農民契作甘蔗為主，台糖自營農場供應甘蔗為輔，並搭配糖蜜  
視推廣農民種植生質能源作物情形，逐年遞減使用自營農場土地

作業方式 採善化與虎尾廠分散壓榨，送往南靖廠集中醱酵

產能 每日3,000公噸甘蔗壓榨量  
年產12萬公秉99.8 %變性無水酒精



# 台灣可運用之休耕地

台灣休耕地一年兩期約21萬公頃

桃園縣 2.4萬公頃

彰化縣 1.6萬公頃

雲林縣 2.5萬公頃

嘉義縣 2.4萬公頃

台南縣 4.3萬公頃

高高屏 1.8萬公頃



- 台灣休耕面積約21萬公頃，佔水田的比率約30%
- 休耕蟲害破壞生態平衡，增加良田農業成本
- 休耕導致農村經濟活動停滯，減少農業就業機會
- 於休耕地引進農企業經營模式，大規模種植能源作物
  - ↳ 運用GPS定位紀錄農地所有權，讓農民安心去除田埂，釋出休耕地
  - ↳ 農民收益來源=農地租金收入+農場收益分紅

資料來源：2009年全年各縣市休耕面積，農糧署

# 選擇適合本土發展之能源作物

## 生質酒精



- 糖質/澱粉作物國內已有大規模推廣經驗
- 經濟效益具備競爭力
- 台灣21萬公頃休耕地，可提供約E10所需100萬公秉之需求量

## 生質柴油



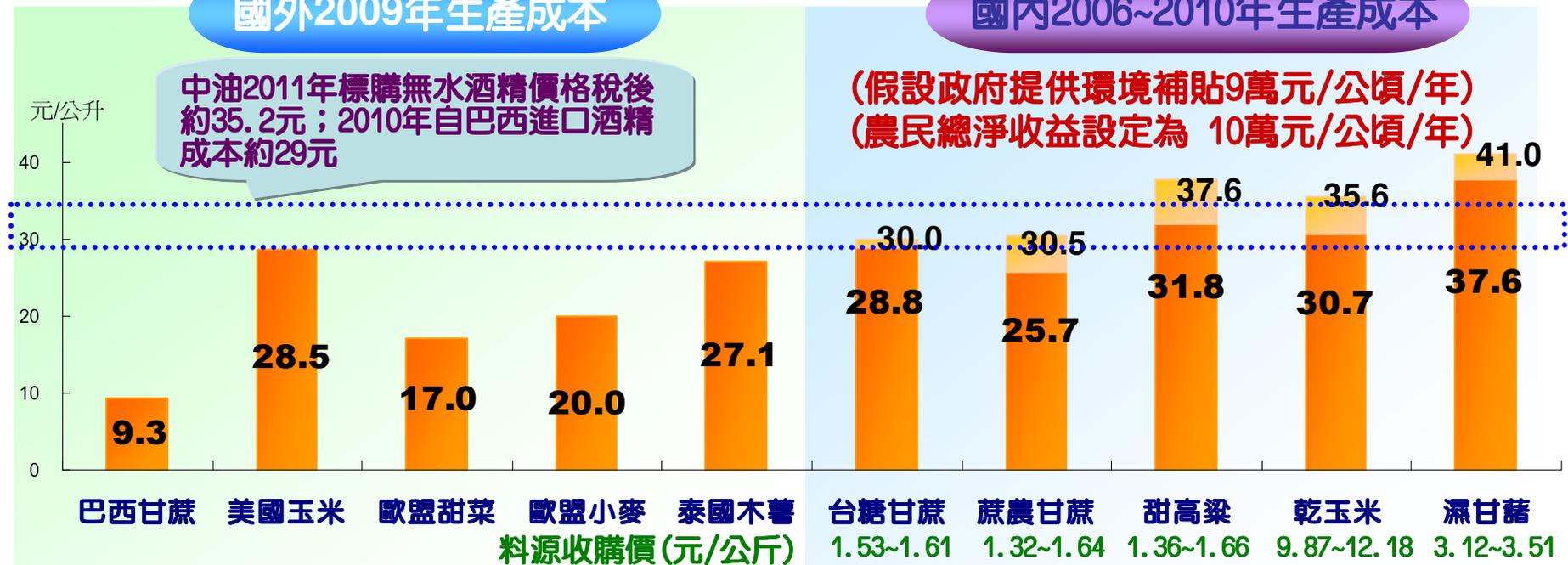
- 油脂作物不適合亞熱帶地區發展
- 過去兩年推廣經驗，生產成本高，且成果不佳
- 應以廢食用油作為料源，兼具環保與能源效益
  - 台灣廢食用油年產量約7至8.5萬公噸
  - ⇒ 約可生產8-10萬公秉生質柴油
  - ⇒ 可滿足全面添加B2所需之10萬公秉需求量

# 自產酒精成本分析 (含補貼)

- 進口酒精價格 ≠ 國外生產成本
- 在農民與工廠皆有力可圖下，評估國產酒精生產成本
- 國產甘蔗酒精無論是對農民具經濟誘因之生產成本或總生產投入，與進口酒精價格相較，皆已具備競爭力

國外2009年生產成本

國內2006~2010年生產成本



註：1.國產料源生產成本以2006~2010年秋作數據進行推估；除甘藷酒精外，皆已考量副產品價值；

2.美元兌台幣匯率以33計算；國產酒精成本已包含廠商利潤5%。

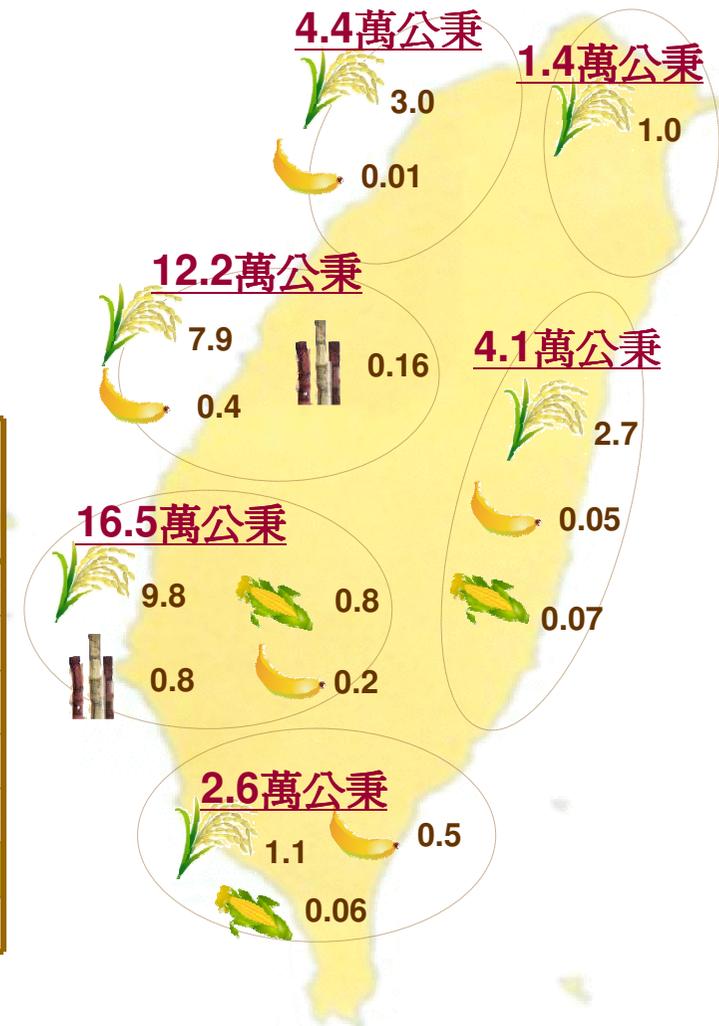
資料來源：F.O.Licht, (2009.06.22)；台經院整理

# 國內纖維酒精潛能評估

## 主要農殘作物種植面積

- 以2009年國內主要作物種植面積推估，農林殘留物生產酒精產量每年約**43萬公秉**
- 以農殘分佈區域而言，雲嘉南地區潛能最高約**16.5萬公秉**，其次為中彰投約**12.2萬**、桃竹苗**4.4萬**、花東**4.1萬**、高高屏約**2.6萬**，大台北及宜蘭地區僅約**1.4萬公秉**

單位：萬公頃



## 農林殘留物潛量分析

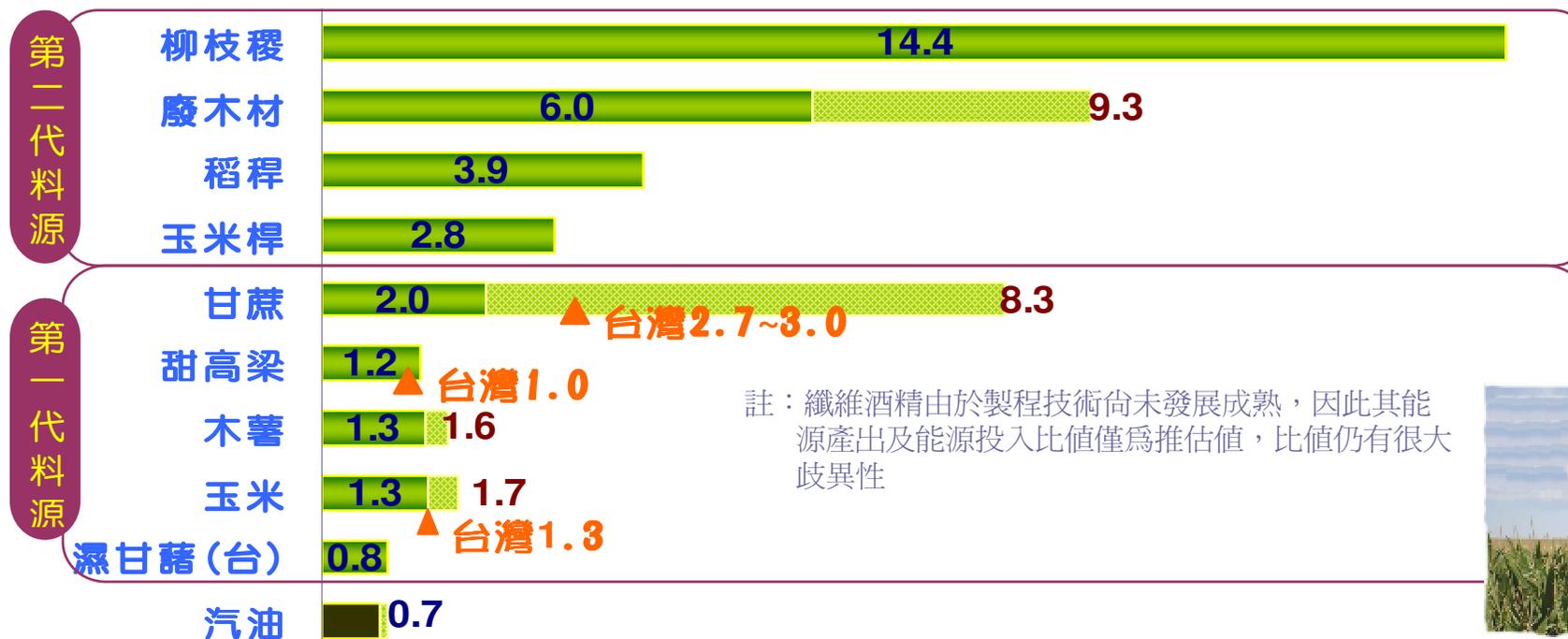
料源	農殘產量 <sup>2</sup> (乾公噸/公頃)	酒精轉換率 <sup>2</sup> (公升/公噸)	酒精產量 (公秉/公頃)	2009年作物 種植面積 <sup>1</sup> (公頃)	酒精量 (萬公秉)
稻稈	5.33	270	1.44	254,590	36.65
蔗渣	2.26	275	0.62	9,581	0.60
玉米稈	6.40	300	1.92	9,446	1.81
香蕉假莖 <sup>3</sup>	6.00	280	1.68	12,349	2.07
廢木材 <sup>4</sup>		300		56,067公噸	1.68
農林業殘留物酒精產量合計					42.81
狼尾草	23.93	277	6.63	2,332	1.55

資料來源：1.2009年「農業統計年報」；2.農業廢棄物及纖維作物產製生質能源技術與效益及政策配套研析」研究報告，中興大學生機系，2009；3.環保署事業廢棄物管制資訊網。

# 生質酒精能源轉換效益

- 第一代生質酒精在種植過程投入大量能源，因此能源平衡率較低約1.3~1.7，纖維酒精由於料源採農業廢棄物或纖維作物，種植過程不需投入太多能源，能源平衡約在2.5以上
- 在模擬商業化量產廠生產模式下，採生命週期法評估台灣第一代自產酒精能源產出效率，除濕甘藷外淨能源產出皆>1，顯示能源使用效率具經濟性

## 生質酒精能源平衡率

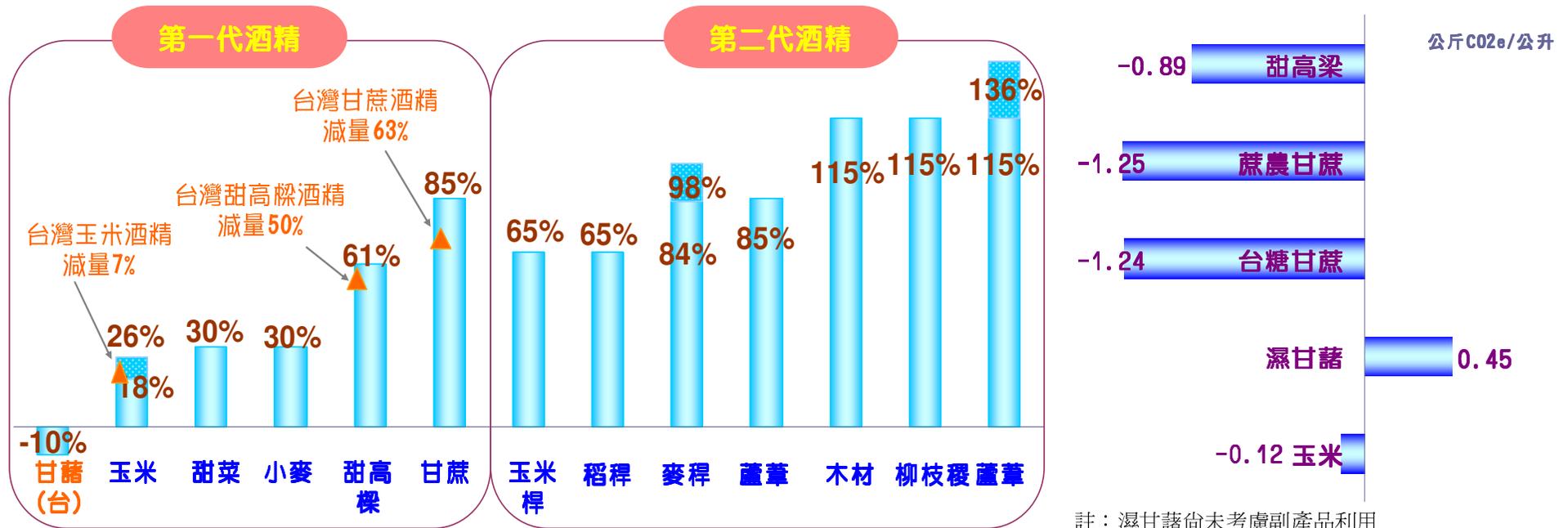


# 生質酒精環境效益

- ◆ 除未考慮副產品利用之溼甘藷外，其他台灣自產第一代酒酒精料源皆具有溫室氣體減量效益，每公升甘蔗酒精可減少1.25公斤溫室氣體排放
- ◆ 纖維酒精因製程產生之木質素剩餘物可作為固態燃料，提供製程所需蒸汽與電力，故溫室氣體減量比例較高

生質酒精溫室氣體減量比率

國產酒精替代汽油減量效益



註：玉米酒精溫室氣體減量效益與採用乾濕製程差異有關；稻稈製程使用鍋爐回收熱能作氣電共生；蔗渣則與製程使用稀酸法或酵素法有關。

資料來源：農委會「國產酒精料源生產力與能源及經濟性指標研析計畫(2)期末報告」，台經院，2009.06

資料來源：IEA, 2008, Sedio and Sohngen, 2009, Orikasa et al., 2009, Kadam, 2000, FAO, 2008, Spataro, 2005, Wang, 2005; 台經院整理。

# 生質酒精農業就業效益

- 從代耕中心、農場經營、運輸人力等三個作業程序估算農場腹地、所需投入人力
- 以台糖公司現有三處甘蔗自營農場（善化看西、岸內新庄、南靖鹿草），探討集中式、分散式與綜合型農場之經營效率，建立不同型態甘蔗農場經營所需投入農業人力模型
  - ↳ 以分散式農場為例，每千公頃蔗田每年可新增直接農業就業**179.3**人
- 參考國外研究，每萬噸稻稈料源每年可創造**35**人就業(Walsh et. al., 2000)

## 生質酒精農業就業情境分析

情境	酒精量	料源	產量 (公秉)	面積 (千公頃)	農業就業 (人)
推動E3	30萬公秉	甘蔗	15萬	27.6	4,947
		稻稈	15萬		1,948
推動E10	100萬公秉	甘蔗	50萬	92.0	16,491
		稻稈	50萬		6,493

註：1.國內稻稈每公頃產量約5.33公噸(乾)，推估每千公頃約可新增18.7人就業  
2.乾稻稈酒精轉換率以270公升/公噸，每公頃約可生產1.44公秉稻稈酒精



# 推動總體目標建議

20E10

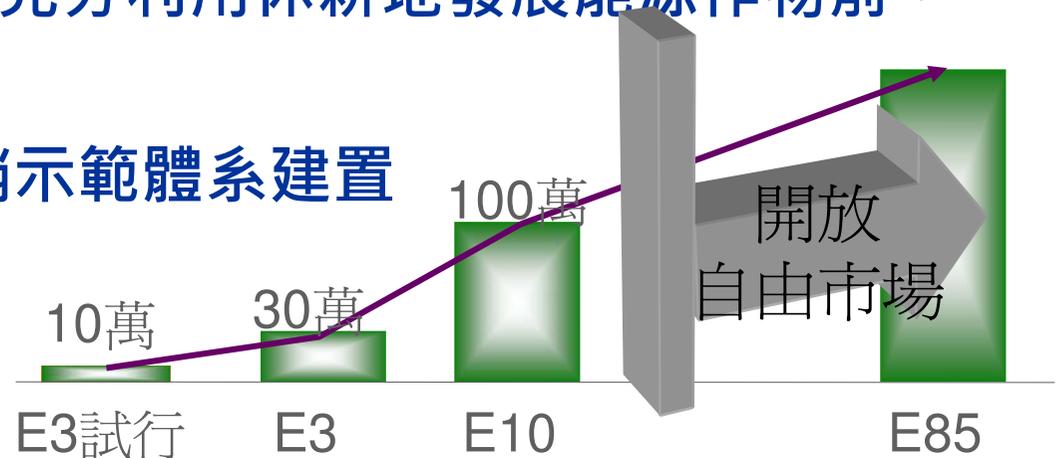
工業小幫忙，農業大發展

- ⇒ 確立生質酒精產業20年之穩定發展
- ⇒ 應提出長期推動目標，建議以E10為推動目標



國產為主

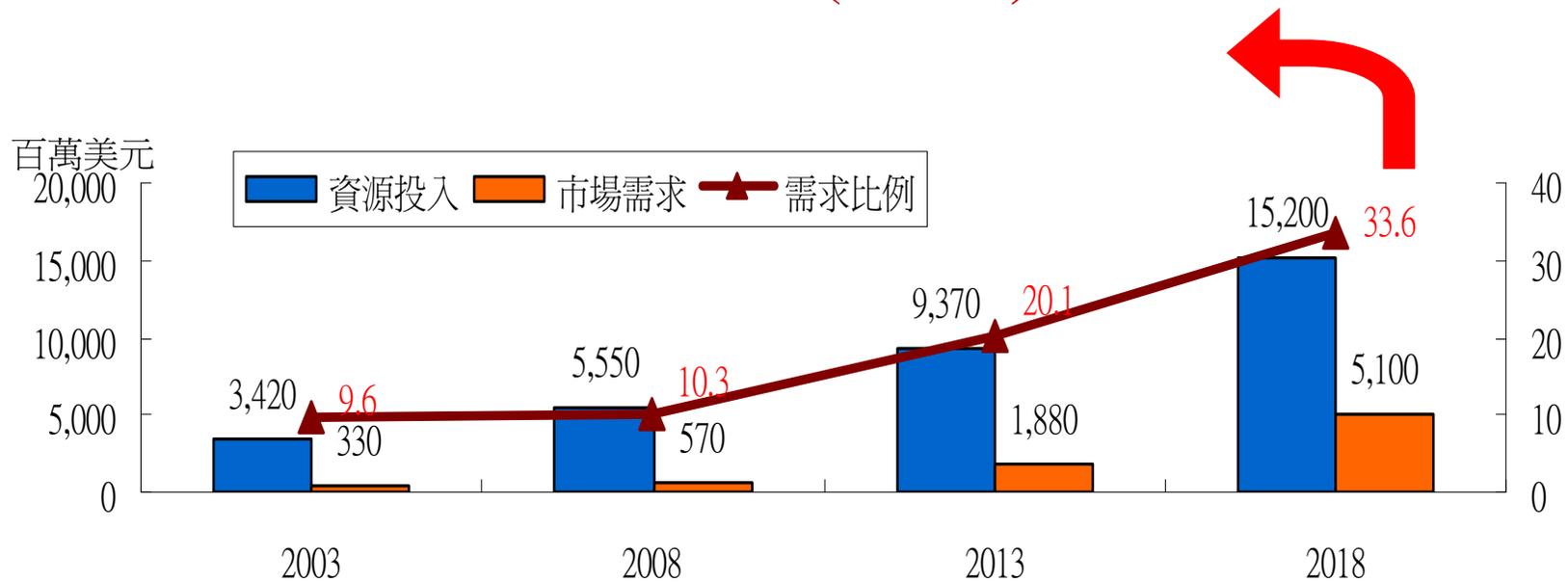
- ⇒ 優先運用國產料源，在充分利用休耕地發展能源作物前，不宜鼓勵進口
- ⇒ 盡速完成生質酒精產銷示範體系建置





# 氫能燃料電池全球發展現況

- 根據Freedonia Group報告，2008年全球燃料電池研究發展、政府補助以及商業化的投入合計55.5億美元，市場需求為5.7億美元，占總投資之10.3%；預估2013年全球投入資金將成長至93.7億美元，市場需求預計為18.8億美元，占總投入之20.1%；**2018年市場需求可達51億美元，成長10倍(33.6%)。**



# 國際燃料電池應用產品

## 燃料電池運輸工具



荷蘭Fuel Cell Boat(客輪)



燃料電池汽車與加氫站



燃料電池機車

## 定置型供電與熱水



熱電共生機組



200KW熱電共生系統



1MW 燃料電池發電廠

# 日本燃料電池政策措施

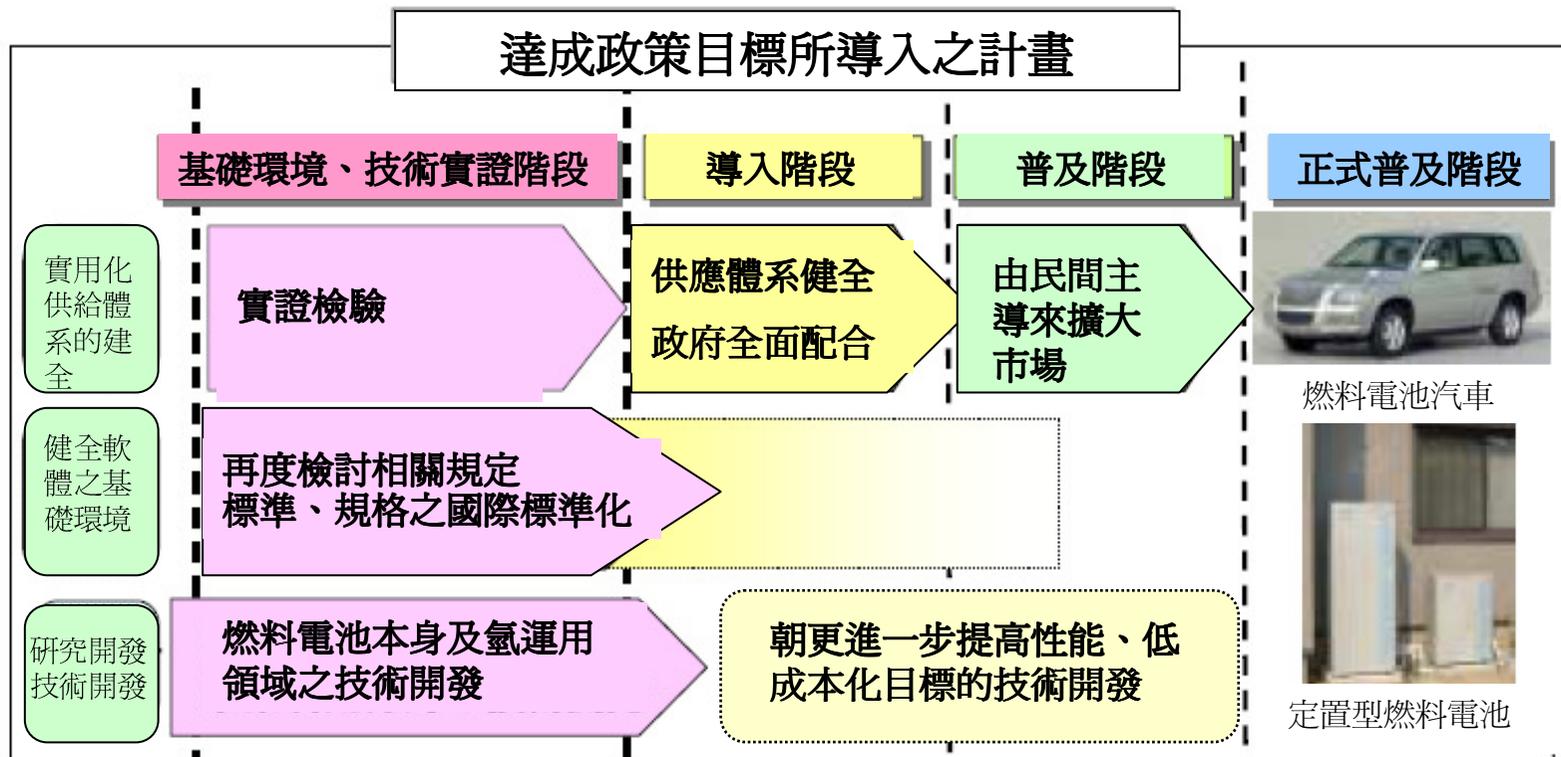
## 燃料電池汽車

2020年→目標達500萬台  
2030年→目標達1,500萬台

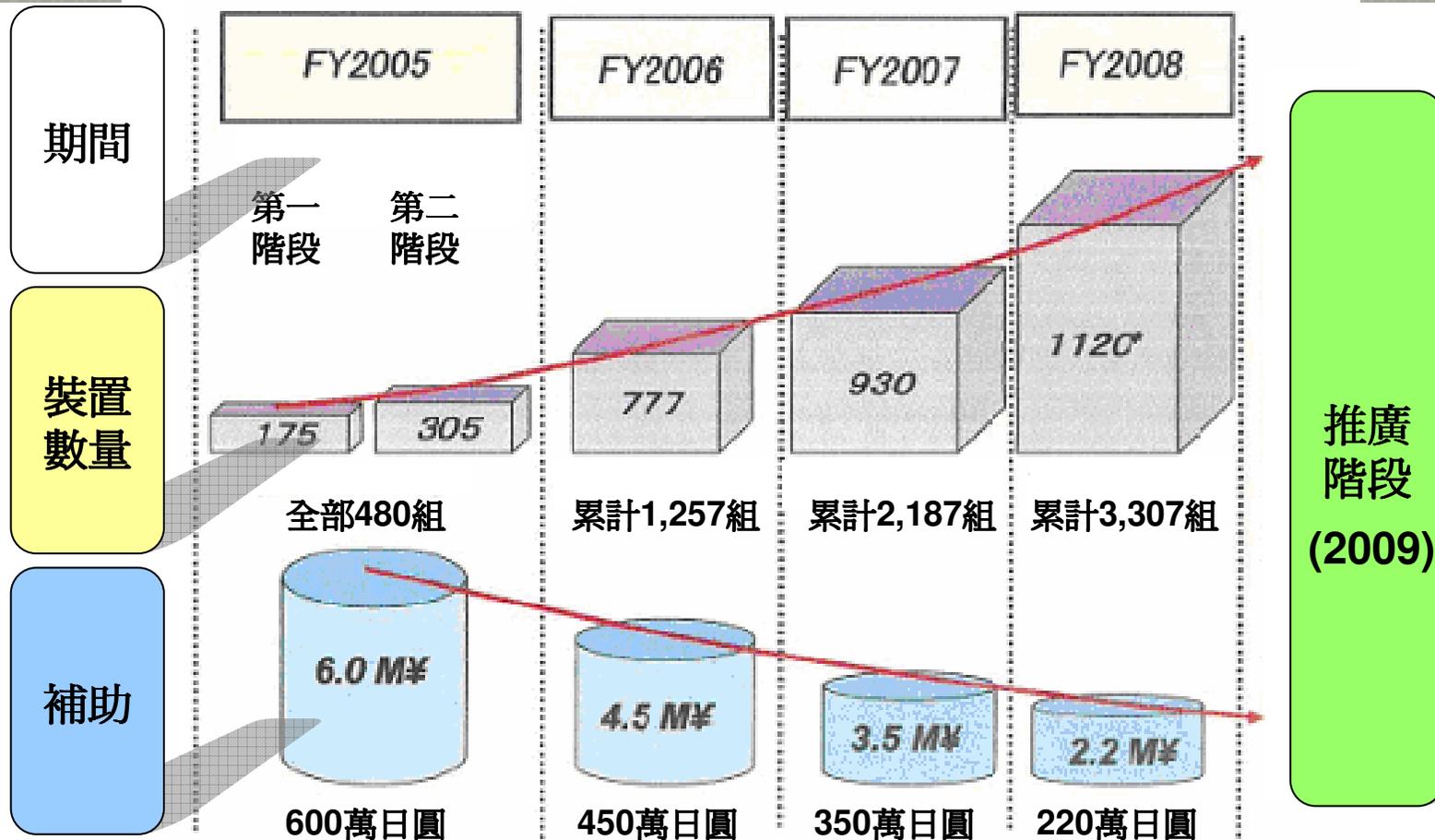
## 定置型燃料電池

2020年→目標達1,000萬kW  
2030年→目標達1,250萬kW

### 達成政策目標所導入之計畫



# 日本家用型1kW燃料電池熱電系統補助計畫



2005-2008年家庭定置型熱電燃料電池系統實驗計畫，共裝置3,307台1kW PEM 熱電系統。2009年編列6,600萬美元，以用戶為補助對象，每 kW 補助140萬日圓，同時亦對SOFC系統納入示範驗證，2010年停止示範補助，2011年啟動商業化。

# 國際燃料電池應用產品



小売価格 320万円-340万円  
(補助金上限140万円)  
発電効率 35%  
総合効率 85%  
貯湯温度 65°C



家用型燃料電池



**Panasonic**  
ideas for life

燃料電池ユニット

- ◇電気出力 1kW
- ◇発電効率 約33%(HHV)
- ◇給湯温度 60°C以上
- ◇給湯効率 約45%(HHV)



# 我國氫能燃料電池產業鏈

供應鏈	原材料 (上游)	電池組件 (中游)	系統應用(下游)	周邊產品
主要廠商	Membranes	Stacks	FC系統	氫氣供應
	安矩科技	台達電	思柏科技	三福氣體
	南亞電路板	南亞電路板	大同世界科技	聯華
	MEA	大同世界科技	能碩科技	亞東
	南亞電路板	光騰光電	台達電	中油
	光騰光電	博研燃料電池	光騰光電	甲醇供應
		鼎佳	揚光綠能	伊默克
	觸媒	中興電工	亞太燃料電池	李長榮公司
	安矩科技	亞太燃料電池	工研院	甲醇燃料罐
	GDL	重組器	核研所	奇鋹
	碳能科技	大同世界科技	美菲德	儲氫合金罐
	雙極板	碧氫科技	鼎佳	漢氫科技
	盛英、鼎旭	熱交換器	中興電工	亞太燃料電池
	空氣極	高力熱處理	鼎旭	川飛
異能科技		南亞電路板	博研燃料電池	
		博研燃料電池		

# 燃料電池示範運轉補助-2009~2011

- ❖ 能源局於2009年公佈【燃料電池示範運轉驗證補助作業要點】，預計在3年內投入3億元(2009年6,000萬、2010年1億、2011年1億4,000萬)，協助業界長期運轉燃料電池系統，及邁向技術商品化發展。
- ❖ 標檢局燃料電池機車實車確證計畫。預計今年於台北地區執行實車確證，驗證相關標準，期與國際接軌。

## 能源局補助推動成果

年度	補助案件	合計金額
2009	16件	6,000萬元
2010	15件	12,500萬元

廠商	示範計畫合格產品展示
中興電工	<b>【氫能風光屋】</b> ➢ 5 kW級燃料電池備用電力系統
鼎佳能源	中華電信馬美機房 ➢ 5 kW純氫型備用電力系統 ➢ 甲醇重組產氫3 kW燃料電池系統
亞太燃料電池	竹南園區與清華大學 ➢ 1.2 kW燃料電池發電系統機車 ➢ 純氫型燃料電池發電系統四輪車
真敏國際(美菲德)	臺北國際花卉博覽會美術館園區之故事館 ➢ 30KW照明電力供應系統



# 利基產業推動建議一

政府擴大補助金額 ( 3年3億增加至3年15億元以上) , 加速推動企業創新型計畫—定置型發電機組業者應爭取國際合作加入關鍵零組件供應鏈

A.南亞+杜邦

B.真敏+Ballard

C.漢氫+FC業者

# 利基產業推動建議二

## 政府協助組織及推動產業聯盟型計畫--3C燃料電池產品



### 國際上投入研發公司

**NB:** NEC, Toshiba, Intel, SFC, Medis etc.

**Cell phone:** NTT, DoCoMo, Fujitsu, KDDI, Itachi, Toshiba, Sony etc.

### 台灣

**NB:** Asia Vital Components Co., LTD (AVC), Syspotek, Young Green Energy, and the Institute of Nuclear Energy Research (INER)

Taiwan's 3C Products	2008		2009(e)		2010(f)	
	Volume	Market Share*	Volume	Market Share*	Volume	Market Share*
NB	112.4	92.43%	112.8	92.30%	119.5	92.06%
Cell Phone	107	8.8%	100	9.1%	108	9.11%

\*: global market Source: MIC,IEK 2009/4

# 利基產業推動建議三

## 民間企業強力支持政府主導型計畫燃料電池機車

### ■ 汽油機車環境污染嚴重，綠色機車已逐漸進入市場

國外投入公司：Masterflex (德)、Veloform (德)、PowerAvenue(德)、Intelligent Energy(英)、Ruecker(西班牙)、攀業氫能源(中)、Honda(日)、Yamaha(日)、Piaggio(義)、Aprilia(義)、Vectrix(美)、GR Grafica(義)



Intelligent Energy & Suzuki



Ruecker



YAMAHA

台灣投入公司：亞電、台全



亞電



台全

### ■ 燃料電池機車技術與原材料自主

國內燃料電池產業鍊完整，技術發展與原材料可完全掌握，供氫基礎環境極易建立，氫氣來源無虞，與國外發展汽車環境迥然不同。

### ■ 燃料電池電動小型車具發展與外銷利基

主要機車生產國產量

單位:千輛

年別/國別	2004	2005	2006
世界	37,072	39,334	43,745
中國大陸	16,609	17,237	21,035
印度	6,527	7,601	8,385
印尼	3,897	5,113	4,459
台灣	1,603	1,449	1,413

# 七、前瞻新能源技術發展趨勢

1. 智慧電動車
2. 智慧電網與先進讀表技術
3. 二氧化碳捕捉和封存
4. 深層地熱

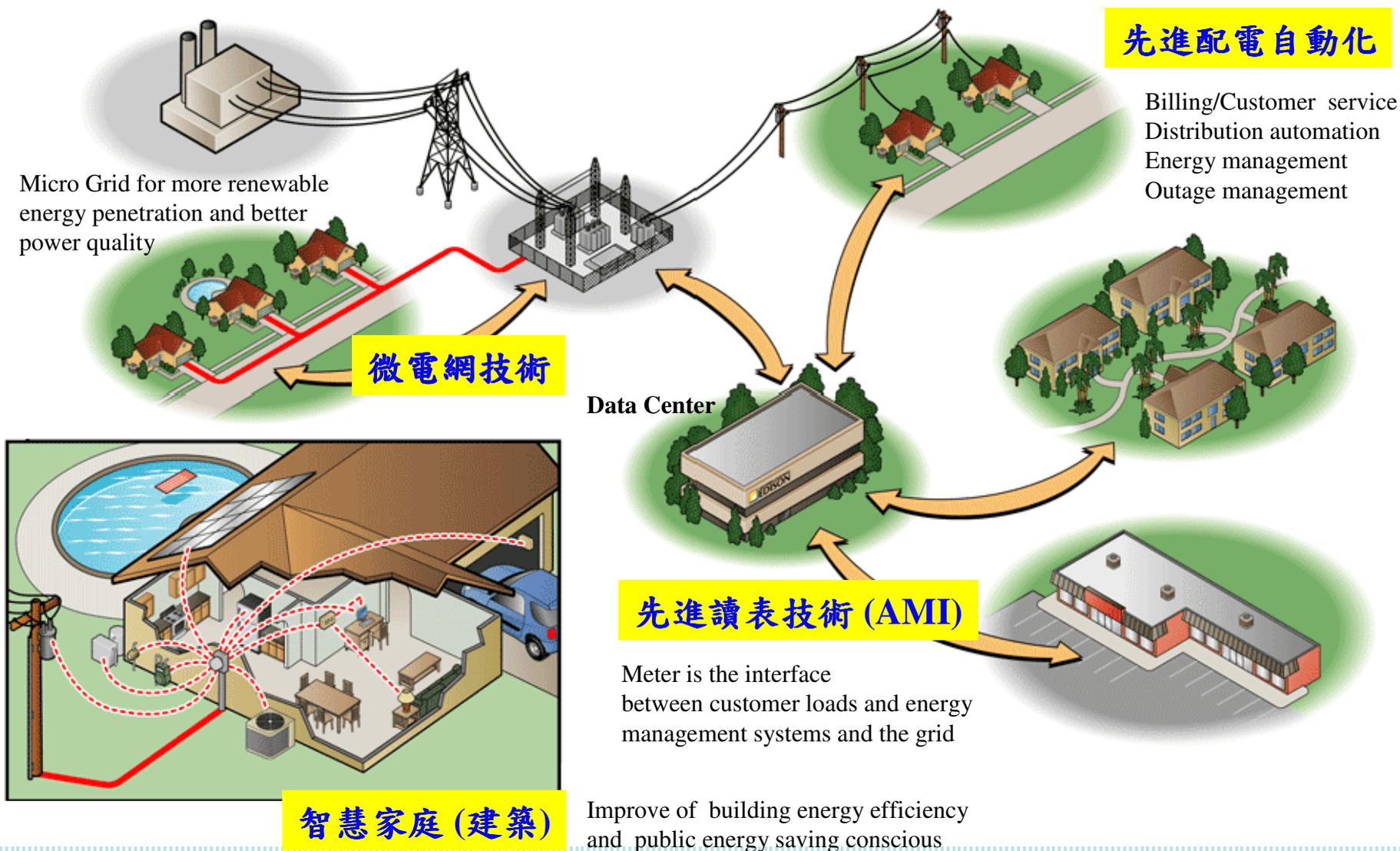


# 國內智慧電動車發展優勢

- 廣義的電動車依據電能來源之不同，可分為四種類型：
  - 油電混合電動車(HEV, Hybrid Electric Vehicle)
  - 插電式混合電動車(PHEV, Plug-in Hybrid Electric Vehicle)
  - 純電動車(BEV, Battery Electric Vehicle)
  - 燃料電動車(FCEV, Fuel Cell Electric Vehicle)
- 台灣主要城市集中在西部且民眾**通勤距離短**，先期電動車性能仍能滿足一般需求，**電源穩定且電網密度高**，對於後續裝置充電設備的發展速度也較快



# 智慧電網與先進讀表技術



# 先進讀表與配電推廣潛能

## 提升電力使用效率潛能

- 推廣潛能：完成低壓戶智慧電表佈建 (約1500萬戶)，導入新率、負載管理、需量反應等配套措施
- 節能效果：約可節能 56 億度(以**節能效果 4% 推算**)
- 減量效果：減量潛能約 369 萬公噸二氧化碳。
- 產業效果：國內每年約 100 億商機，爭取國際商機。



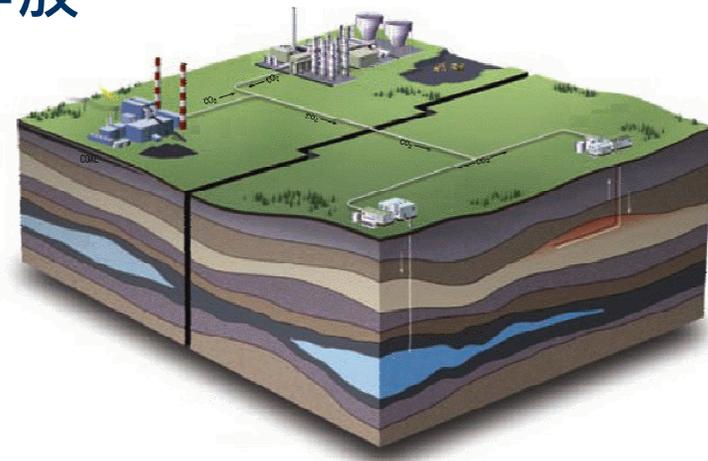
## 提高再生能源比例潛能

- 推廣潛能：**突破電網再生能源供電量 5% 限制**，可提升至佔總電力供應20%
- 電力結構：使再生能源發電量達 640 億度
- 減量效果：減量潛能約 3,000 萬公噸二氧化碳。(增加1 5% 再生能源減量效果)
- 產業效果：創造國內每年 2,400 億市場規模及 4 萬個以上就業機會。



# 台灣淨煤電廠應用潛能

- 台灣目前有燃煤火力發電廠31座，總裝置容量15,697,100 瓩<sup>a</sup>。深澳、林口及大林電廠更新計畫將興建80萬瓩級超臨界燃煤機組，台灣現已進入電廠更新改建階段。
- 台灣電力公司近期電廠改建規劃採用超臨界壓力燃煤汽力機組，這些機組未來可結合燃燒後捕獲或富氧燃燒等技術，降低燃煤電廠之二氧化碳排放。
- 如未來技術突破，現有燃煤電廠可逐步以煤氣化聯合循環機組取代或結合富氧燃燒技術，提升電廠效率、降低二氧化碳排放。



資料來源：a. 經濟部能源局能 97 年源統計手冊

淨煤電廠與二氧化碳封存示意圖

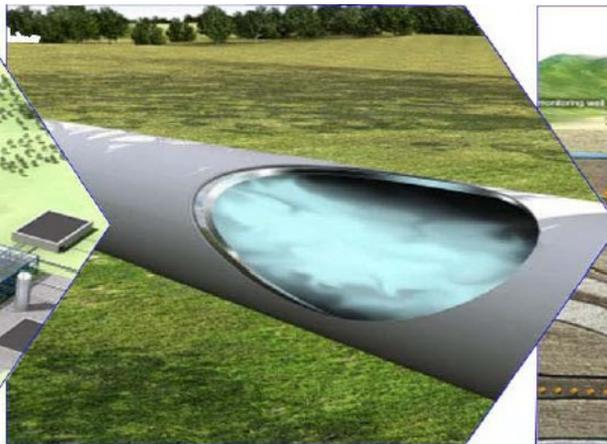
# 二氧化碳捕捉和封存示意圖

- 二氧化碳捕捉和封存(Carbon Capture and Storage, CCS)是指將二氧化碳從工業或相關能源的來源分離出來，運送到封存地，使長期與大氣隔絕的過程。
- 二氧化碳大型排放源包括火力發電、煉鋼、水泥、石化、油氣開採與提煉等產業
- 封存方式則有：地質封存(在地質構造中，例如石油和天然氣田、廢棄礦坑以及深層陸地鹽水層構造)，海域封存(注入海底800-1000公尺、2000公尺、3000公尺及4000公尺等深度)以及將二氧化碳固化成無機碳酸鹽。

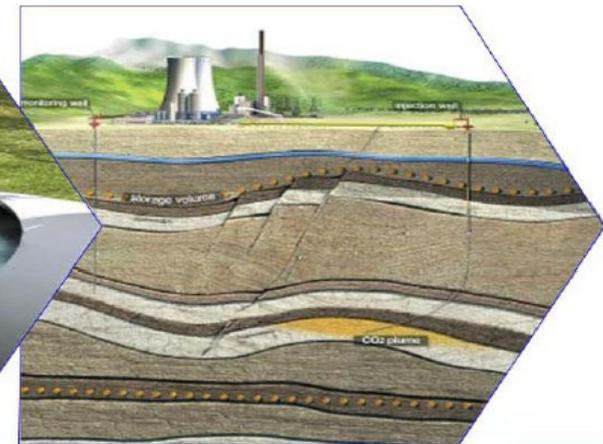
二氧化碳捕獲



二氧化碳輸送

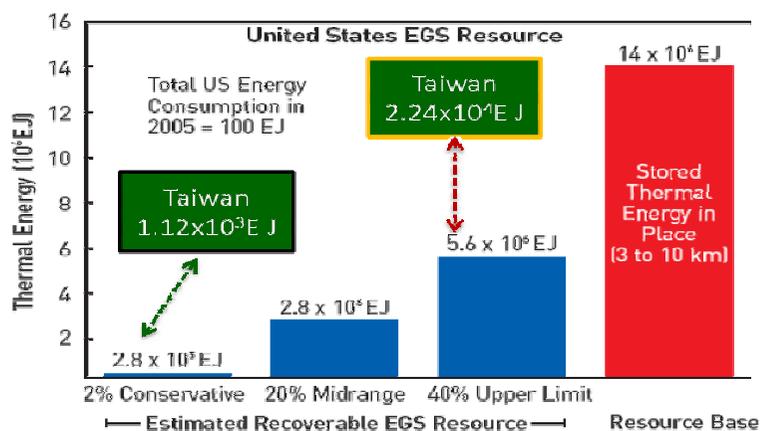


二氧化碳封存

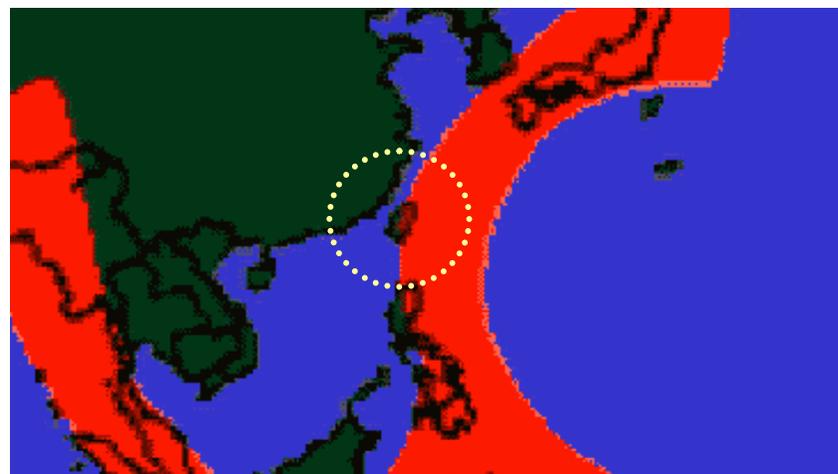


# 深層地熱資源潛能

不受天候影響、持續發電與不排放溫室氣體的特性



Land Area Ratio: Taiwan/USA  $\rightarrow 3.65E4/9.16E6 \approx 0.4\%$



- 20年內抽取厚1公里長寬各為10公里，攝氏250度岩體所蘊藏10%的熱量(岩體密度及比熱分別約2.5g/cc與1J/(g·°C)，則每年可獲得約300PJ的熱能，熱電轉換效率假設為16%則每年可獲電力約為130億度)
- 若岩體增為1000立方公里則每年可獲約3EJ的熱量(每年發一千三百億度電力)
- 若岩體增為15000立方公里則每年可獲約45EJ的熱量(2007年我國初級能源需求為5EJ)

# 八、結論與建議



# 結論與建議

1. 台灣由於能源多為國外進口，民生與經濟發展對國際能源價格高度敏感，加強自己能源開發有助於提升國家能源安全與穩定經濟發展。
2. 太陽光電應用須國土面積與日照強度，建議北部裝置以自用為主，減低尖峰用電的負載，西南部以商業裝置大型發電裝置為主。推廣太陽光電，由於建置新能源的成本相當高，應由政府提供融資補助機制，以降低進入門檻。
3. 國內小風機產業鏈完整，產品 100% 自製，具備極高發展潛力。建議推動離島小風機示範計畫，及推動工業區/科學園區進行風光互補系統大量建置，要求公共工程採用一定比例風光互補綠能設施，以作為國內產業早期市場，扶植產業建立規模經濟。

## 結論與建議 (續)

4. 生質酒精政策規劃應以活化農村經濟為首要考量，同時兼顧能源、經濟、環境永續發展。隨著高油價時代來臨，保留糧食供應所需耕地後，休耕地建議用於糖質酒精作物生產，並應積極投入纖維酒精研究開發，以2020年全面添加10%之酒精汽油為目標(20E10)。
5. 台灣機車產業競爭力位居世界領先地位，未來應朝燃料電池綠色機車發展，不僅提供內需市場，更可開創國際每年5千萬輛市場。
6. 深層地熱、智慧型電網、淨煤電廠等新能源技術已逐漸成熟，政府應加強這些技術的應用與推廣。

報告完畢 敬請指教



# 因應地球暖化之台灣 能源安全政策

台大公共政策論壇

「減碳國際趨勢之下的台灣能源政策」座談會

梁啓源

民國100年5月6日

# 大綱

- 一、能源供給結構的特性及問題
- 二、發展低碳能源的問題
- 三、能源需求、二氧化碳排放與經濟成長
- 四、節能減碳策略
- 五、綠色能源的推廣與產業發展
- 六、結論與建議

# 一、能源供給結構的特性及問題

## (一)進口依存及能源集中度偏高。

台灣和世界十個主要國家相比（見圖1），2007年臺灣的進口依存度為99.32%，高居第一位，能源集中度則為61.4%，僅次於中國大陸(69.3%)。（見圖2）

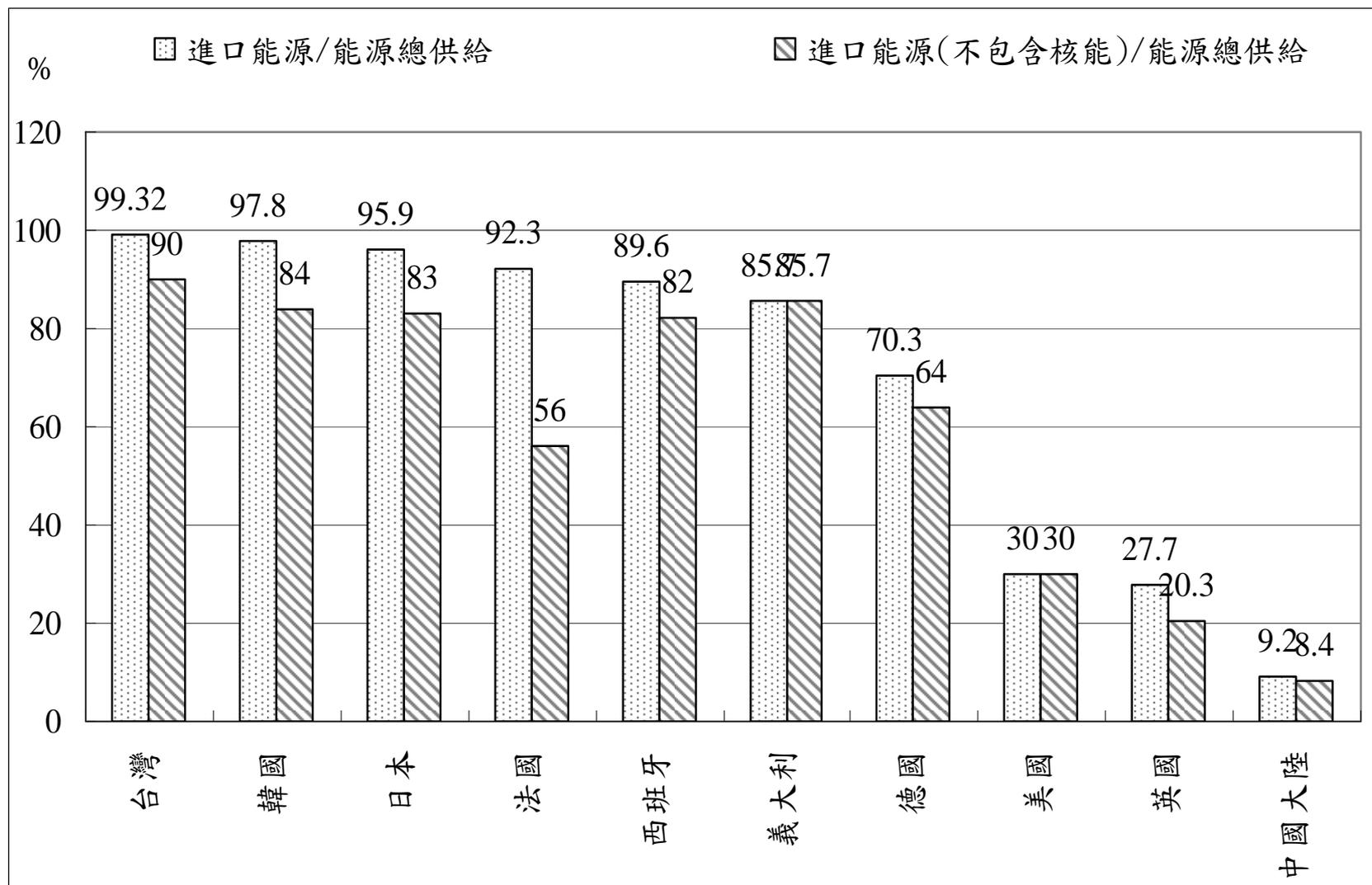


圖1 進口能源依存度 (2007)

資料來源：本研究整理，U. S. International Energy Agency 〈各國能源統計資料〉<sup>4</sup>

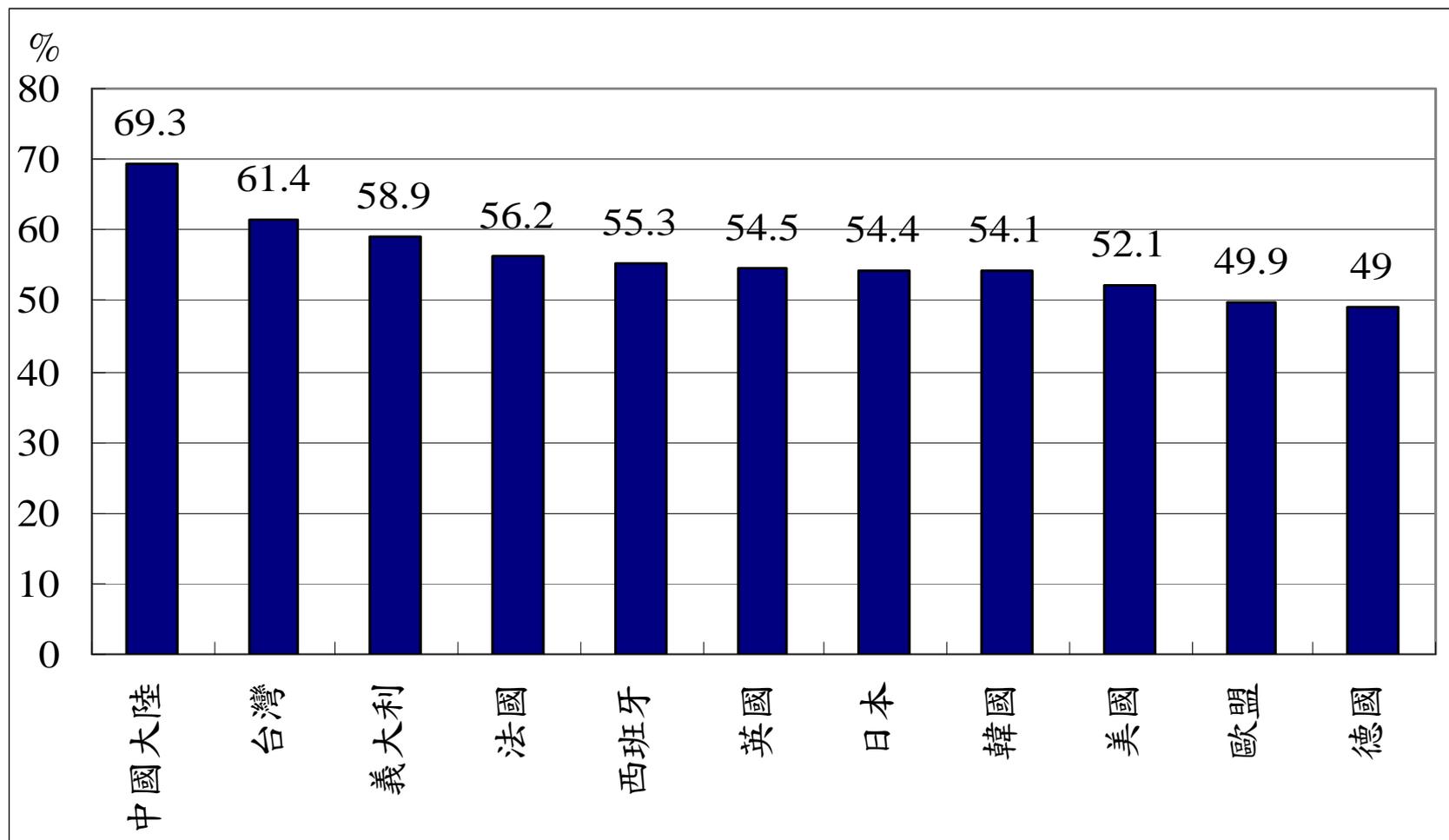


圖2 能源供給集中度 (2007)

資料來源：本研究整理，U. S. International Energy Agency 〈各國能源統計資料〉

## (二)高碳能源比重高

臺灣能源供給的另一個特色是高碳能源比重高於低碳能源，根據經濟部能源局的資料顯示，2009年臺灣能源供給結構中以高碳的煤及原油的比重為最大，分別佔30.45%及51.82%，低碳能源的佔比皆低於10%，其中核能發電及天然氣分別佔8.72%及8.62%。水力發電則低於0.35%（見圖3）。

從歷史資料來看，石油居能源供給最大宗，煤則為其次。兩者合計由1982年的82.58%微降為2009年的82.27%。低碳能源(天然氣、核電、水力)比重則由17.42%微升至17.73%。

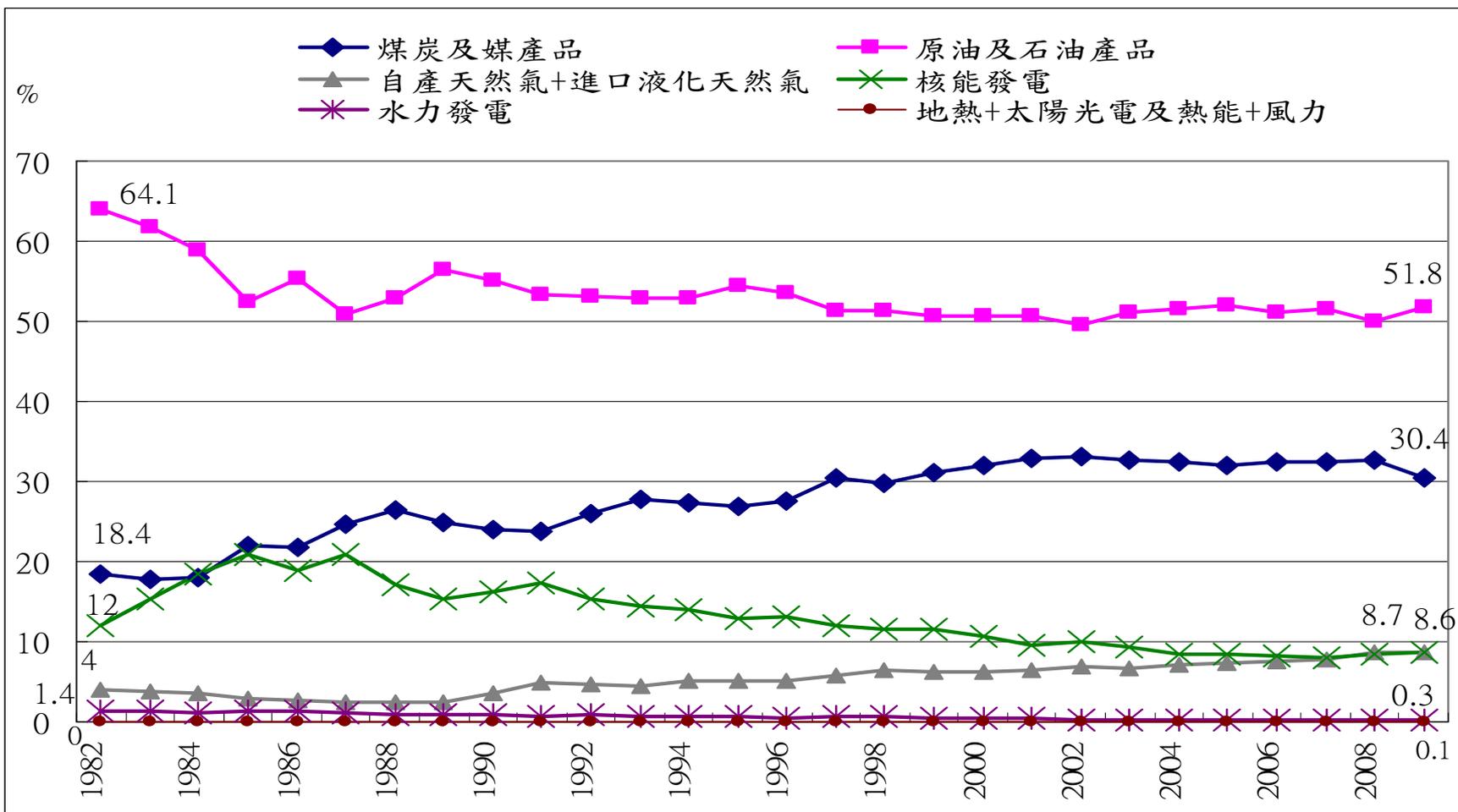


圖3 臺灣能源供給結構 (1982-2009)

資料來源：經濟部能源局

## 二、發展低碳能源的問題

### (一) 再生能源發展的限制：

臺灣已於2009年7月8日通過《再生能源發展條例》，以推廣發展乾淨能源，但臺灣再生能源的發展仍有以下限制，值得注意：

1. 成本較傳統燃料高(見圖4)
2. 電力供給不穩定
3. 臺灣再生能源有限
4. 屬再生能源的水力發電僅佔總能源供給0.3%
5. 再生能源的裝置最需要的為空間，唯臺灣地狹人稠，人口密集度高(637人/km<sup>2</sup>)
6. 臺灣四分之三土地皆為山地

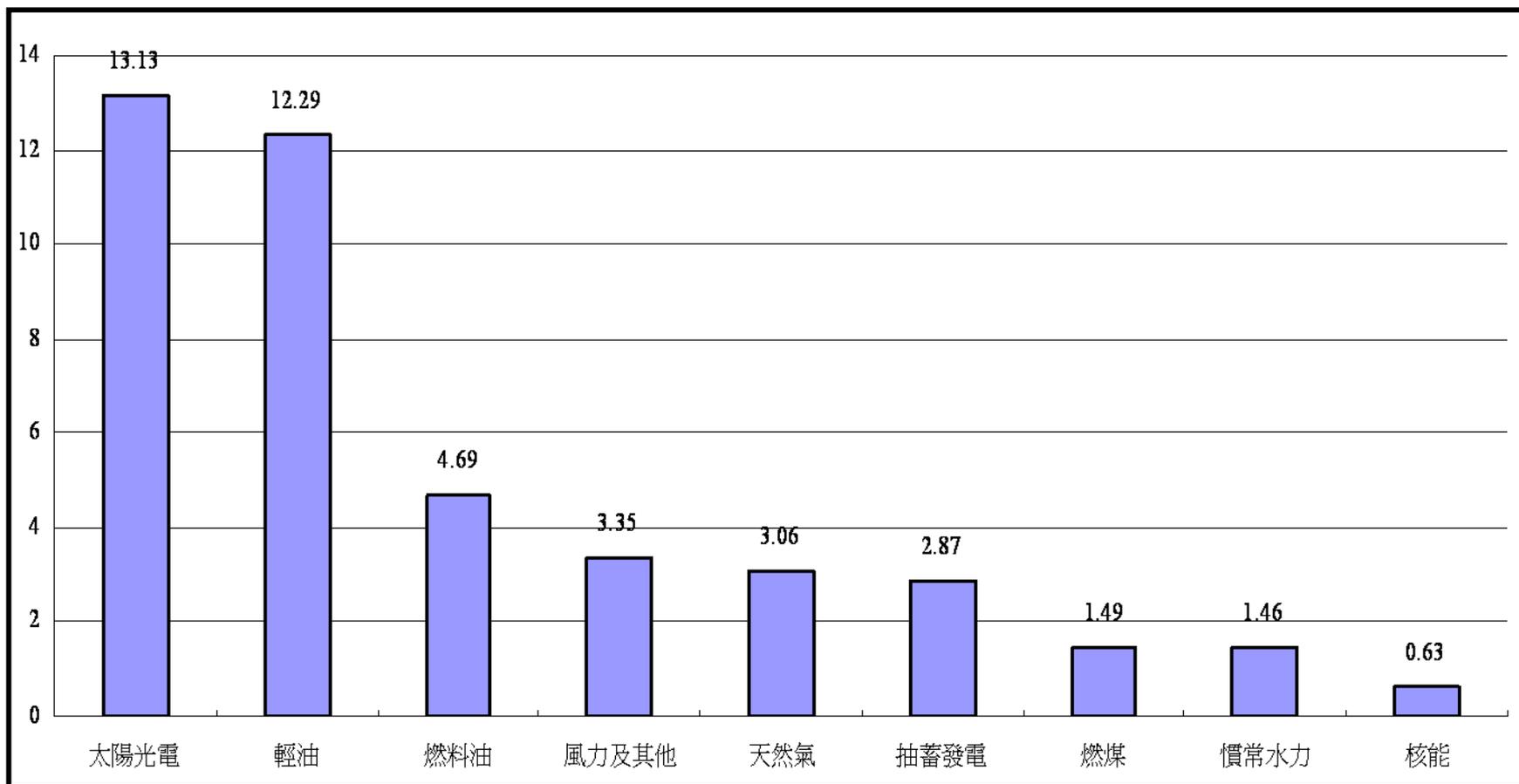


圖4 臺灣各類能源成本之比較 (單位：元/度)

資料來源：臺灣電力公司，《98年臺電統計年報》(臺北：臺灣電力公司，2009)

此外、再生能源供應並不穩定，無法做為供應基本負載的使用。

## (二) 天然氣：

燃氣廠受限於天然氣儲存成本高且安全儲存偏低（約五天）。若兩個颱風同時襲臺，造成液化天然氣運輸船無法靠岸，約佔發電量四分之一到三分之一的燃氣電廠將停擺。對未來能源供應安全性是一大挑戰。

## (三) 核能與煤之間的相互替代：

再生能源雖屬低碳能源，但在電力供應體系中卻扮演不成同功能，彼此無法完全替代，例如燃氣電廠，因燃料及燃本相對高昂，通常是供應尖超載及中載之需。核能及煤電廠則作為供應基載電力。再生能源供電不穩定的電廠，有對應的備載電廠才能作為基載。故在供應基載的電廠，實際是高碳的燃煤電廠與核電廠的取捨問題。

## (四)非核家園的再評估:

由於近年來油價飆漲及京都議定書生效各國的核能政策已有調整跡象，如英國、美國、義大利甚至德國。建議核四應照計畫完工運轉，核一、二、三廠以延役作為替代方案，並評估在既有電廠加裝新核能機組的可行性。主因如下:

1. 臺灣電力部門之二氧化碳排放量佔全部排放量的60%
2. 臺灣CO<sub>2</sub> 排放量為0.63公斤／瓩·小時，較多數國家高（如美國、日本及韓國分別為0.52、0.42及0.44公斤／瓩小時）
3. 能源安全的風險
4. 化石能源成本上升

# 三、能源需求、二氧化碳排放與經濟成長

## (一)臺灣二氧化碳排放與經濟成長

- 以2007年臺灣燃燒化石燃料產生的CO<sub>2</sub>約2.76億噸，佔總溫室氣體排放總量91.4%，CO<sub>2</sub>排放量約占世界0.95%，位居世界22名；就人均CO<sub>2</sub>排放量而言，臺灣約為11.66噸，高居第16名。此外，人均能源消耗量約為4.81噸／人，是全世界平均值的2.6倍，已直逼澳洲、美國、加拿大這個最不理想的國家耗用水準。
- 從能源密集度的角度來看，可更瞭解此問題嚴重性。所謂能源密集度即產生每一單位國內生產總值(GDP)所需使用的能源量，由圖5可知，臺灣的能源密集度經過購買力評價調整比英國及日本分別高了36%及21%，若未經過購買力評價調整，則臺灣將比英國高93%，比日本高了170%（見圖6）。

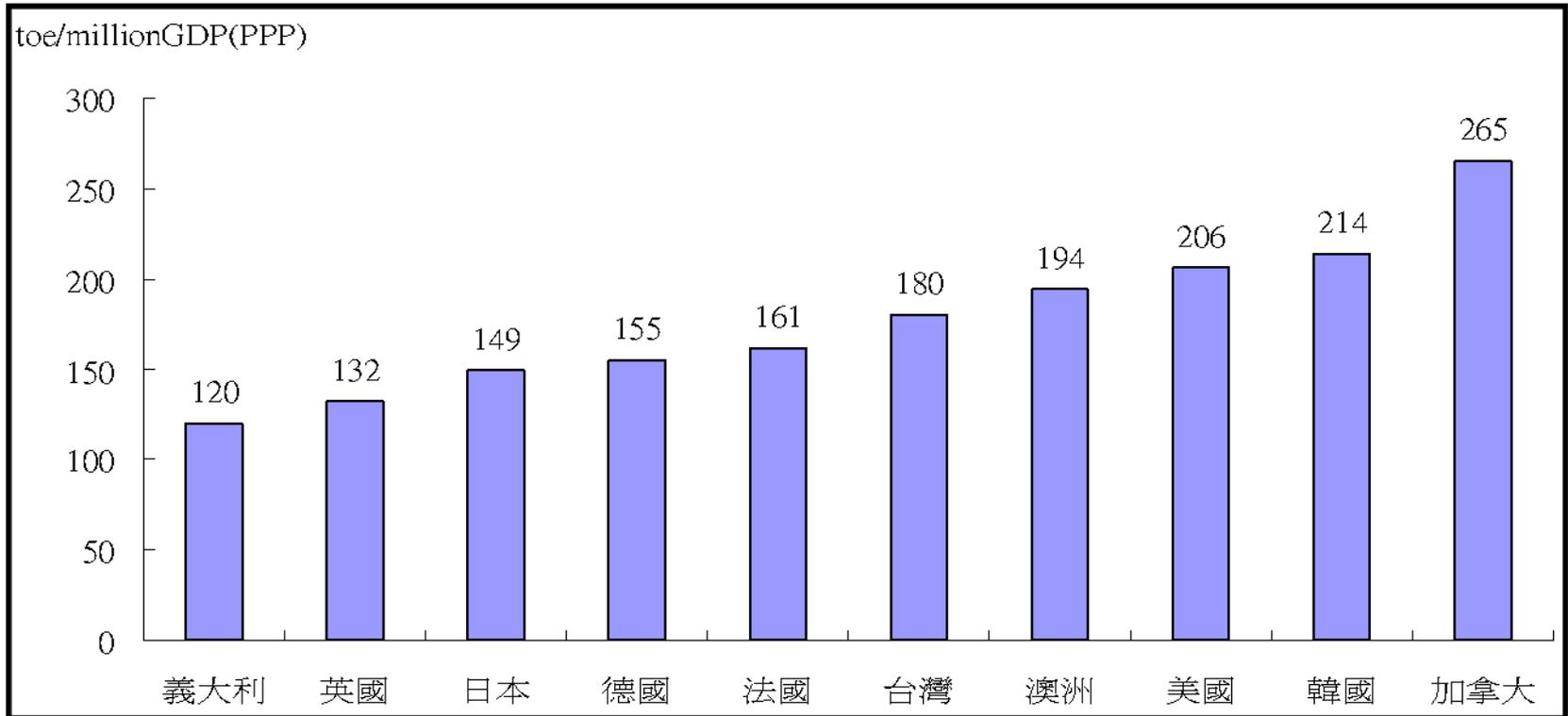


圖5 2007年各國能源密集度之比較（經購買力評價調整）

資料來源：U. S. International Energy Agency, OECD, *KEY WORLD ENERGY STATISTICS*, 2008.

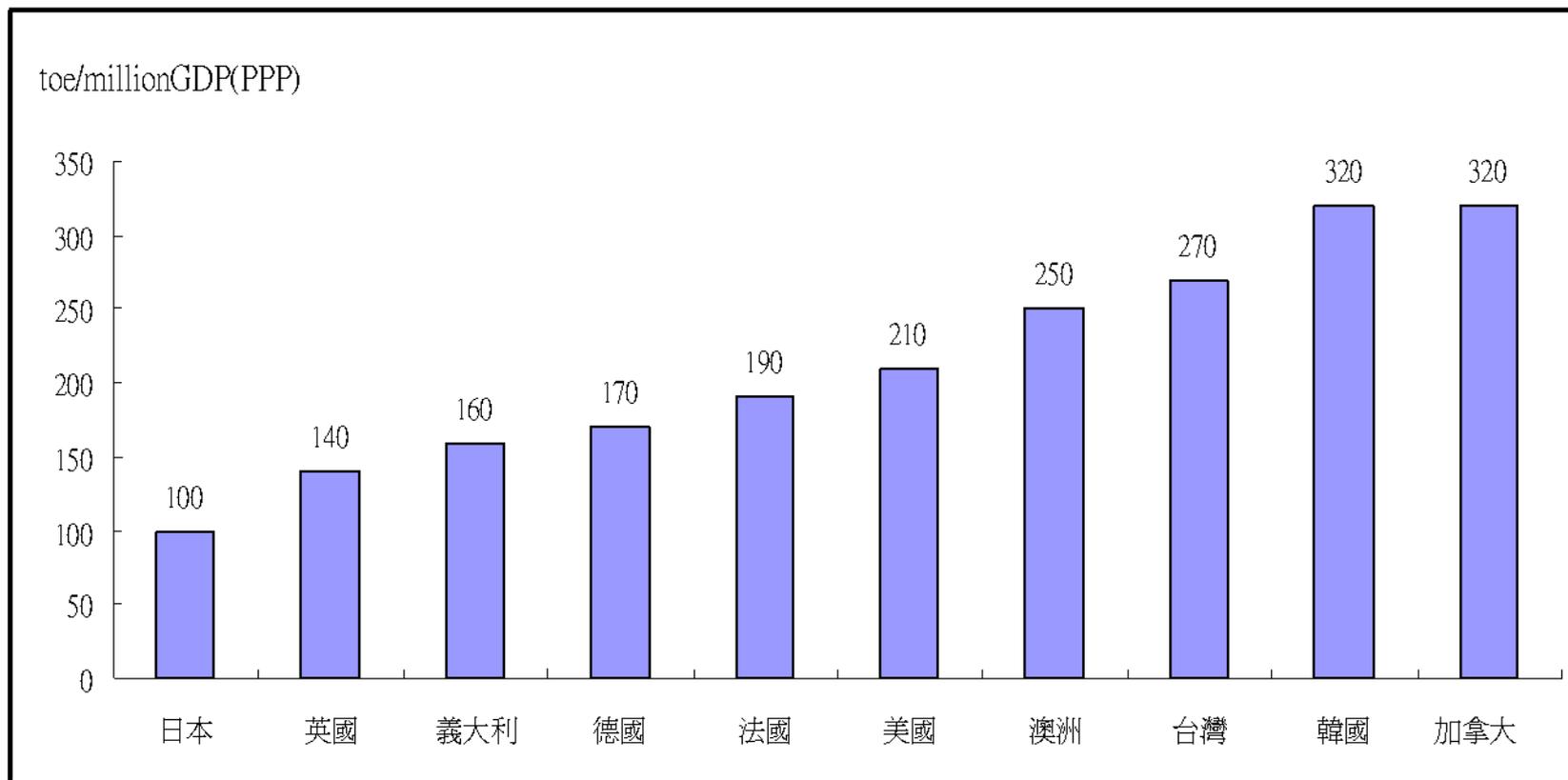


圖6 2007年各國能源密集度之比較（經購買力評價調整）

資料來源：U. S. International Energy Agency, OECD, *KEY WORLD ENERGY STATISTICS*, 2008.

## (二)二氧化碳排放成長率之國際比較

- 根據2008年IEA統計，1990-2006年全球CO<sub>2</sub>排放成長33.42%，附件一國家(工業國)僅成長1.8%，而非附件一國家(開發中國家)則成長98.93%。臺灣則成長了137.38%，主因是臺灣出口占GDP的比重近70%，而許多臺灣CO<sub>2</sub>的排放是與供應外國的消費者有關。
- 第二個原因是臺灣製造業（特別是能源密集產業）佔能源消費的比率偏高。然而，我國1999-2006年平均經濟成長率不到4%，但CO<sub>2</sub>排放年平均成長率是4.25%，高於經濟成長且居高不下，若其後經濟成長重新加速，則CO<sub>2</sub>排放成長率會更高，將會是很大的問題。所幸，新政府相當視節能減碳，2008年CO<sub>2</sub>排放降4%，2009年續降5%。CO<sub>2</sub>的降幅均高於經濟成長的降幅(2008年經濟成長率0.12%，2009年-1.87%)。

年度	CO <sub>2</sub> 成長率(%)	GDP成長率(%)	所得彈性 (CO <sub>2</sub> 成長率/GDP成長率)
1990-1999	6.77	6.58	1.03
1999-2006	4.25	3.81	1.12

- 資料來源：
1. CO<sub>2</sub>資料：經濟部能源局，〈我國燃料燃燒之二氧化碳排放統計與分析〉，2009年10月，〈經濟部能源局〉。
  2. GDP資料：行政院主計處，〈中國民國國民所得統計報告〉（臺北：行政院主計處，2000-2006）。

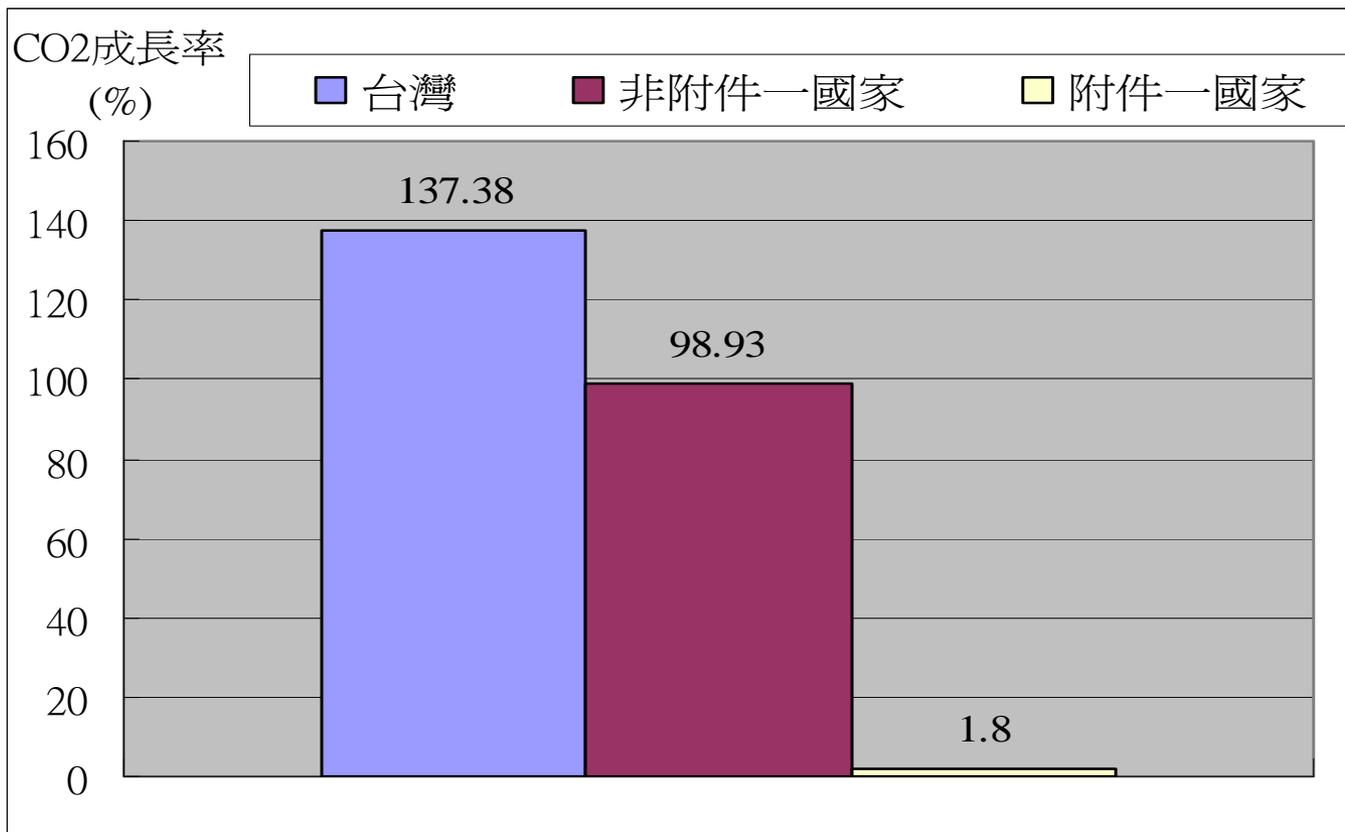


圖7 1999-2006年全球CO<sub>2</sub>排放成長

資料來源：U. S. International Energy Agency, OECD, *KEY WORLD ENERGY STATISTICS*, 2008

## 四、節能減碳策略

- 2008年6月5日政府宣布《永續能源政策綱領》，其中全國二氧化碳排放量於2016年至2020年間回到2008年排放量，2025年排放量要較2000年減半，此外，未來8年每年能源效率要提高2%以上，並於2015年要較2005年能源密集度下降20%，為達此目標，政府可採下列政策。

# (一)落實合理的能源價格政策

## 1. 合理調價原則：

- 價格方面，政府應考量稅費收取方式的合理性，正確的能源價格必須反應其生產及外部成本（如空氣污染、道路壅塞、能源安全等）
- 生產成本面，臺灣油價應隨國際油價波動，但往往在漲價時就會碰到沉重的輿論壓力，導致政府進而進行凍漲，但不合理的能源價格政策會產生七大弊病：
  - (1) 國際能源價格上漲非短期現象係長期問題
  - (2) 國營中油及臺電虧損是全民的損失
  - (3) 惡化政府財政赤字
  - (4) 全民補貼能源使用大戶，不符社會公平正義原則
  - (5) 遠低於國際水準的能源價格，影響整體能源使用率、長期產業競爭力並使得溫室氣體排放惡化
  - (6) 能源價格該調而未調反造成物價上漲預期，不利物價穩定
  - (7) 造成供給短絀

- 在反映外部成本的稅（費）方面目前已有空氣污染防制費及石油基金的課徵。前者專款專用做空污防制之用；後者則做政府安全儲油補貼偏遠地區用油者，以及獎勵國內外油氣探勘等確保能源安全的用途。
- 汽車燃料使用費主要做為道路維修之用對舒緩道路壅塞有益，但課徵方式是隨車而非隨油，不利節能也不公平，宜改用隨油課徵。反映溫室氣體排放的外部成本的稅（費）則有待落實。

## 2.合理調價的效果：

- 這是新政府在2008年520就任一週後，迅速宣佈油電氣價解凍，調漲油價15%、電價25%、氣價30%之因，也是前政府於2007上半年採浮動油價，同時調漲電價5.8%、氣價15%的原因。
- 因為採較合理的價格政策，臺灣2007年第一季跟第二季能源生產力（能源密集度的倒數）顯著提升，2008年下半年增幅更高達7.2%。（見表2）

表2 臺灣2007年及2008年能源生產力變動分析

年度	能源生產力 GDP/能源使用量( 元/公升)	變動幅度(%) (與去年同期比較)
2007	106.8	0.5
I	111.9	1.7
II	103.64	2.5
III	102.3	-1
IV	110.04	-0.4
2008	109.78	2.8
I	109.15	-2.4
II	103.50	-0.002
III	108.53	6.08
IV	119.51	8.6

資料來源：經濟部能源局，《能源統計月報》

## ■ 建議

朝野各黨對於落實合理能源價格政策應有共識，不互相攻訐以獲取政治利益，否則台灣將永遠沒法建立長期的能源、環保及經濟發展政策。

### 3. 臺灣現行能源價格與鄰國之比較：

- 目前臺灣油電價格是高是低，可由與亞洲鄰國比較可知（見表3）。就稅前價格而言，臺灣凍漲前、後都較日本、韓國及新加坡低。在此情況之下，2007年10月中油有約150億的盈餘，表示中油的效率並不差，因在1990之後為因應自由化、國際化作了很多調整，冗員減少35%，各部門都有利潤中心制。在解凍之後，各種油品與其他國家相比價差越來越大，則是虧損的原因。
- 2009年中油之所以賺了240億是因存貨市價回升利益的影響，依照《財務會計準則第十號公報》的原則，2008年需反映原油及油品存貨跌價損失，2009年則因存貨市值提高時要作回沖。

表3 臺灣與鄰國之油價(稅前價)比較與分析

時間	2007.10月均價				2008.05月均價				2009.12月均價			
油品	無鉛汽油		柴油	燃料油	無鉛汽油		柴油	燃料油	無鉛汽油		柴油	燃料油
	92	95			92	95			92	95		
臺灣	20.1			13,720	23.4	24.0	24.1	14,219	20.8	21.4	21.4	15,417
日本	23.9	-	24.1	16,890	29.1	-	29.8	23,762	19.7	-	21.4	15,417
韓國	23.9	26.5	25.9	16,422	29.0	31.1	34.0	21,602	19.3	21.3	20.9	17,700
新加坡	29.6	30.3	29.8	-	36.1	36.8	39.2	-	-	25.7	25.6	-
日韓星平均價格	25.8	28.4	26.6	16,656	31.4	34.0	34.3	22,682	19.5	23.5	22.6	16558
我國與三國價差	-5.7	-7.5	-5.8	-2,936	-8.1	-10.0	-10.2	-8599	1.3	-2.10	-1.2	-1140

## (二)適時推動能源稅(碳稅)

### 1. 目的

- 為了反應石油的溫室氣體的排放成本，政府未來應適時落實以單位熱值含碳量課徵之能源稅，此稅的目的即是要達到經濟發展、環境保護跟能源節約三贏的目標。

## 2. 稅制規劃

- (1) 未來能源稅的規劃宜根據95年經續會、馬蕭競選白皮書及98年全國能源會議三文件來做
- (2) 以漸進法適時(如:經濟穩定成長、國際能源價格大幅下降時)推動能源稅(碳稅)，以降低對經濟之衝擊
- (3) 將稅收做下列用途以減少經濟衝擊並增加政治接受度：
  - i 將油品貨物稅及汽車燃料使用費併入能源稅
  - ii 取消或降低汽車及水泥以外所有的貨物稅、娛樂稅及印花稅
  - iii 提高個人所得稅免稅額
  - iv 對低收入戶給予能源津貼
  - v 仿北歐國家分擔企業提供員工的社會安全支出以增加就業
  - vi 對於減碳績效良好的廠商給予獎勵
  - vii 溫室氣體減量之研發及政策研究
  - viii 必要時向國外購買碳排放權

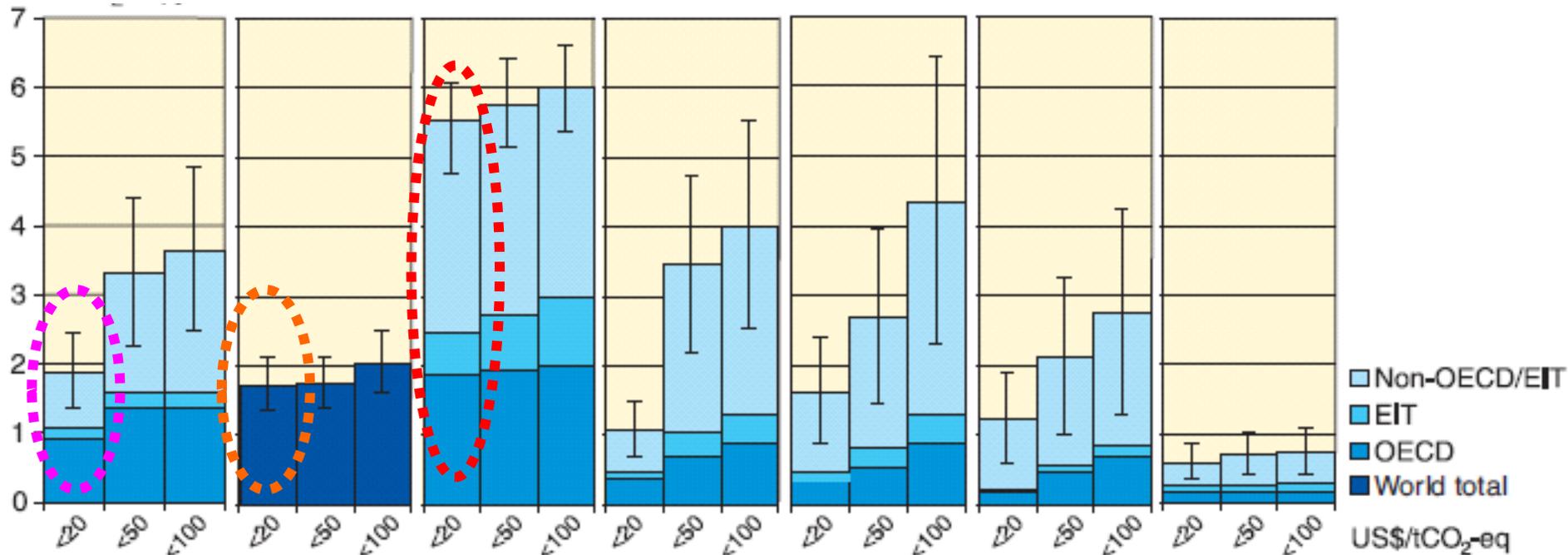
### (三) 碳權交易

- 溫室氣體交易體系建立之前，應加強產業自願減量機制。如前所述目前產業參與自願減量的目標額度仍偏低，其癥結為因目前法令並未提供產業進行先期自願性減量之誘因。
- 政府宜力推溫室氣體減量法，在立法院通過通過之前，先以行政命令方式，承諾業界的先行減量在經第三者查證後，會給予自願減量額度(VER)。即儘速落實規畫中之《溫室氣體自願減量登錄架構》的推動，此作法也利於正式交易體系之建立。
- 碳稅（能源稅）和溫室氣體減量法的碳權交易，各有長短處，碳稅具有污染者付費的公平性、及時性、交易成本低及適用範圍較大的優點。碳權交易則針對能源密集產業及二氧化碳排放給予限制，減量效果較碳明確，若能兩制並存可截長補短產生互補作用，北歐及英國皆是可參考實例。

## (四) 能源效率管制

聯合國IPCC評估至2030年，以最低成本獲得最大減量效果的部門是**住商部門**，其次是**能源部門**及**交通部門**

十億噸CO<sub>2</sub>當量/年



能源部門 交通部門 住商部門 產業部門 農業部門 林業部門 廢棄物部門

資料來源：IPCC, "Climate Change 2007: Synthesis Report," November 2007.

在能源效率管制方面，重視成本低且減碳潛力大的住商部門與交通部門，有效之節能政策如下：

- 1) 提高建築隔熱及空調設計標準
- 2) 建立「建築物節能護照」機制
- 3) 政府免費提供「低碳商辦」、「低碳住宅建築」設計藍圖，並推廣低碳建案及白色屋頂計畫
- 4) 提高公共工程節能計畫比重
- 5) 擴大高節能家電及車輛市佔率
- 6) 分期分階段進行LED路燈示範
- 7) 落實能源管理法，擴大能源效率標準及分級標示涵蓋面
- 8) 積極推動全國節能減碳運動
- 9) 鼓勵汰舊換低耗能新車
- 10) 輔導廠商推動溫室氣體自願性減量

## (五)教育宣導及其他

1. 落實機關、學校、企業及社區減碳及節能教育宣導
2. 推動低碳城市、低碳社區、低碳島，強調以下一代來影響上一代策略
3. 推動全民3G（綠建築Green Building、再生能源Green Energy、節能運輸Green Transportation）、3R（減量Reduce、回收Recycle、再利用Reuse) 節能減碳運動。

## (六)改善產業結構

台灣目前能源價格相對偏低，未合理反映內部及外部成本，影響節能誘因和產業結構調整，故環境保護與經濟成長產生衝突

- 能源密集產業的重大投資案，宜考量下列配套措施：
  1. 汰舊換新
  2. 採最佳可行技術
  3. 採用以天然氣為燃料之汽電共生系統
  4. 產品以供應國內需求為主，以發揮其產業關聯效果
  5. 容許進行國內外的碳排放抵換，但以國內抵換為優先
  6. 發展低能源密集、高附加價值產業
  7. 落實能源產業自由化，以建立公平且有效率的能源市場

# 五、綠色能源的推廣與產業發展

## (一) 發展再生能源之策略：

- 發展再生能源的政策上，不宜將推廣再生能源的使用和發展再生能源產業兩者混為一談。舉例來說，目前臺灣一度電排放0.63公斤二氧化碳，若每公斤CO<sub>2</sub>減碳成本為2元，一度電約1.2元左右的減碳的費用，即減碳的成本效益為1.2元／度。
- 目前太陽光電一度生產成介於新台幣11-13之間，比較台電平均售電價格(2.65元／度)價差卻高達10元／度。所以在目前大幅度推廣太陽光電並不符合經濟效益性。隨著未來太陽光電成本的大幅下跌則可逐步做大量的推廣。

- 但在發展再生能源產業上，思考角度則不同，需評估產業帶動效果的大小、考慮經濟可行性。因為太陽光電的市場是整個世界，不侷限於臺灣，目前若一步到位，大幅建置完成原來預定的在2020年完成的目標量125萬瓩的太陽光電，以12元／度來算的話一年要補助近150億元，20年補助共3000億元，對財政負擔及電價將有巨大的影響。
- 目前部分再生能源成本仍高昂，政府應透過積極協助廠商投入研發(R & D)、提升技術水準、降低生產成本及協助產業突破出口障礙等方式來提升產業競爭力進而貢獻世界的節能減碳，而非不計代價的做國內推廣。
- 多用LNG（液化天然氣）

## (二)臺灣再生能源發展之規畫：

- 2008年至2025年的再生能源規畫如下，2025年的目標值：水力為250萬瓩，風力發電為252萬瓩，太陽能200萬瓩。生質能140萬瓩、海洋能20萬瓩、地熱15萬瓩、氫能20萬瓩。整體再生能源佔發電裝置容量比率將由2009年的6.7%，提高為2025年的11.8%(註)。
- 但值得注意的是，佔發電設備11.8%的目標量，換算其實際發電量，仍只佔能源總供給的3%，仍低於歐盟的20%目標值。政府可再考量我國再生能源的發展潛力、未來技術及成本變動趨勢，評估擴大未來再生能源發展規模的可行性。不過仍需考量台灣本身的先天限制(如成本較傳統燃料高、電力供給不穩定、臺灣再生能源有限、屬再生能源的水力發電僅佔總能源供給0.3%、地狹人稠、臺灣四分之三土地皆為山地等)。

註：第2次新能源發展推動會，99年8月16日

### (三)綠能產業之發展方案：

- 能源產業旭升方案是未來能源產業的目標（如圖8所示）。臺灣優先選擇的綠能產業為太陽光電跟LED照明，另外還有風火輪產業，包括了風力發電、生質燃料、氫能與燃料電池、能源資通訊和電動車輛。目標產值在2008年約為1,600億，預計到2015年太陽光電跟LED照明的產值會增加近九倍，為11,580億，促進民間投資2,000億元，提供11萬人就業機會。
- 臺灣在綠能產業、再生能源產業方面，用裝置容量來看對世界的貢獻不會很大，但臺灣具有提供低價綠能設備的能力。在綠能基礎產業、資通訊產業具有高度的競爭力。
- 目前臺灣有14個資通訊產業的產品產值是世界第一名或第二名，2007年臺灣的LED照明及太陽能光電產值分別為世界第一名及第四名（見表4、表5）

## 綠能產業範疇

主力產業  
(能源光電雙雄)  
太陽光電  
LED照明

一般潛力產業  
(能源風火輪)  
風力發電  
生質燃料  
氫能與燃料電池  
能源資通訊  
電動車輛

## 五大總體策略

技術突圍

提升關鍵技術效率及  
建立自主化技術

關鍵投資

大型綠能投資計畫，列  
入國發基金優先重點投  
資項目

環境塑造

建置國際驗證實驗室及  
訂定產品相關法規、標  
準，營造綠能產業發展  
環境

出口轉進

協助廠商全球布局，取  
得國外市場商機

內需擴大

訂定合理再生能源躉購  
費率，創造再生能源市  
場振興經濟擴大公共建  
設投資計畫納入10%綠  
色內涵，營造需求

## 2015年發展目標

1. 產值由2008年1,603億元增加至2015年11,580億元
2. 促進民間投資2,000億元
3. 提供11萬人就業機會

### 推動情境

1. 引領台灣產業典範移轉，朝向低碳及高值化發展
2. 發展台灣成為能源技術及生產大國

資料來源：行政院，《〈綠色能源產業旭升方案〉行動計畫》（臺北：行政院，2009）

表4 2007年全球第一名的臺灣資通訊產品或產業

項目	產值 單位:US\$M	全球 市佔率
晶元廠	13,476	66.6%
光罩唯讀記憶體	353	92.9%
IC 封裝	6,951	44.4%
IC 測試	3,119	63.0%
大尺寸(>)液晶顯示器面板	29,827	46.4%
TN / STN 液晶面板	1,555	36.9%

※根據產量排名

資料來源: 經濟部技術處產業技術知識服務計畫(ITIS), 《產業評析-電子業》

表5 2007年全球第二名的臺灣資通訊產品或產業

項目	產值 單位:US\$M	全球 市佔率
IC 設計	10,970	23.9%(e)
DRAM	7,015	22.4%
WLAN(NIC)※	156,888	88.4%
OLED 面板	193	33.1%
中、小尺寸液晶顯示器面板	3,604	20.9%
LED	1068	16%
IC 載板	1,945	26.36%
主機板(including system shipment)	178.7	2.4%



## (四)院級之推動組織架構

### 1. 節能減碳推動會

- 行政院在2009年12月28號成立了節能減碳推動會，召集人是副院長，副召集人包括秘書長、兩個政務委員、一個秘書處（見圖9）。

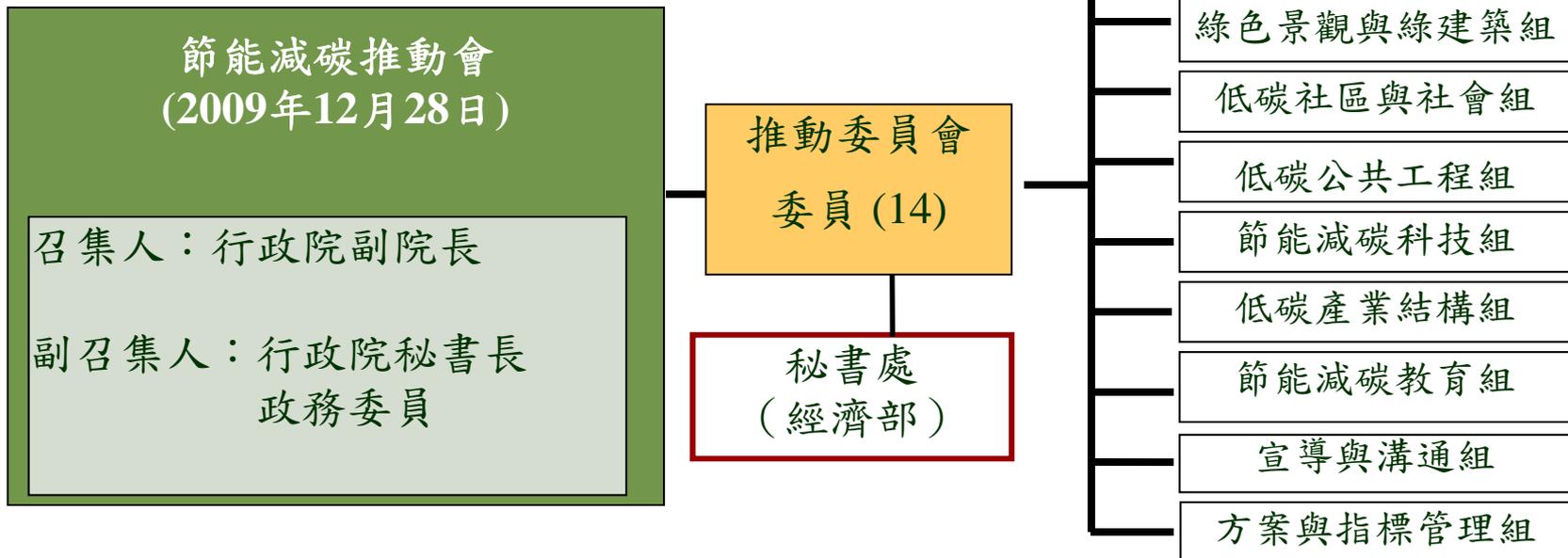


圖9 節能減碳推動會組織架構

## 2. 新能源發展推動會

- 於2009年12月30日核定成立新能源發展推動會來推動新能源發展，由一位政務委員及經濟部長當共同召集人，跨部會的委員成員有11位、專家8位。
- 主要任務是新能源政策跟發展策略研擬、新能源推動目標研擬，新能源科技發展的策略研擬，以及新能源產業發展的策略研擬與推動（見圖10）。

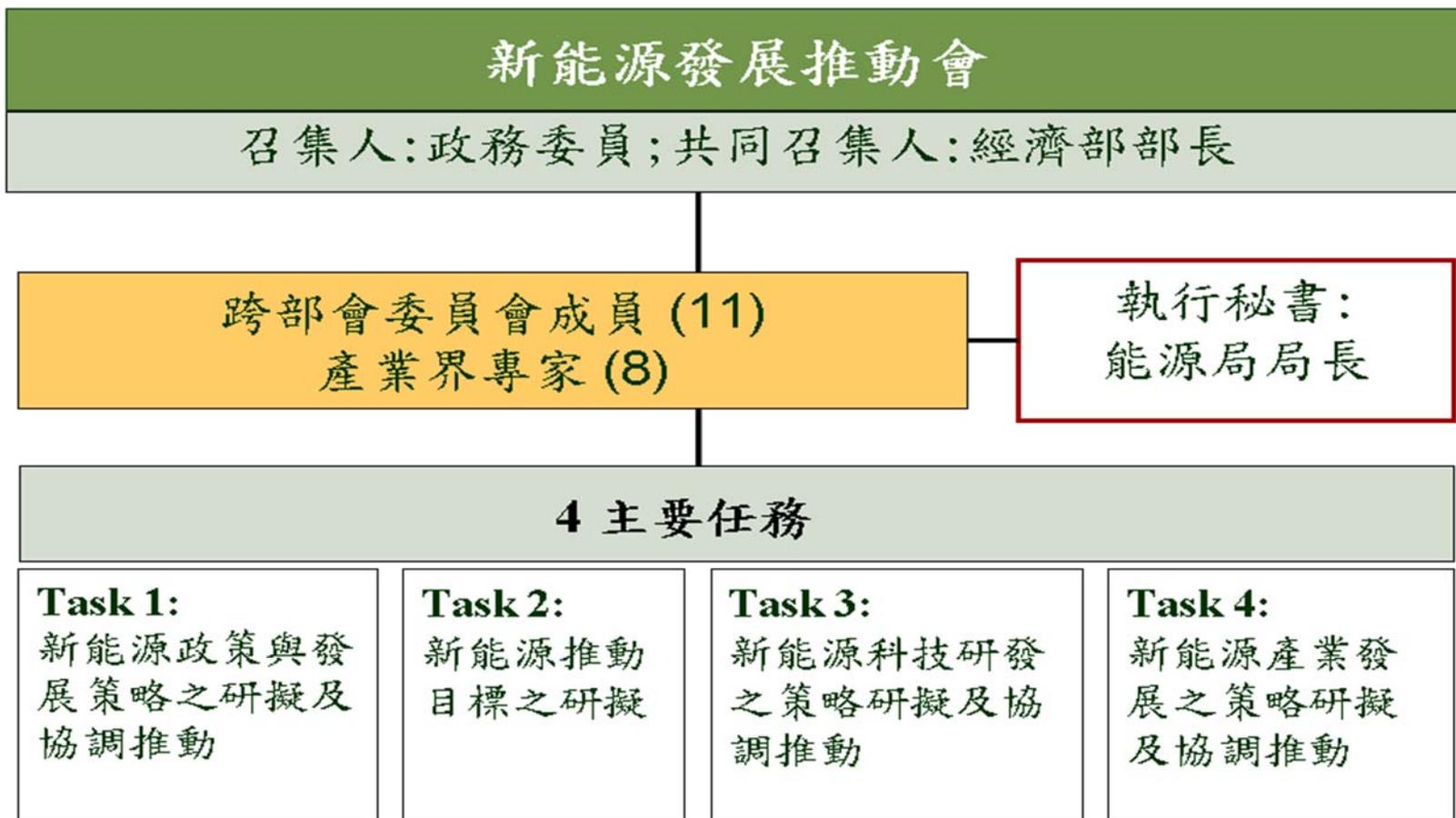


圖10 新能源發展推動會

## 六、結論與建議

1. 與其他10個OECD的主要國家比較，臺灣的能源安全相對不穩定，究其原因，則主要源於臺灣自產能源不足、高能源消費集中度、發電部門每度電二氧化碳排放量高、出口比例高及整體經濟的能源密集度低。
2. 臺灣應可採取下列措施以強化節能績效：

### 整體經濟節能政策

- (1) 落實合理的能源價格政策，並有照顧弱勢的配套
- (2) 適時推動合理的能源稅或碳稅，反映外部成本，並同時進行綠色稅制改革
- (3) 改善產業結構，提升高附加價值低耗能產業的佔比
- (4) 及早推動環保署先期碳排放抵換專案，並建立溫室氣體排放總量管制與交易制度
- (5) 落實能源管理法，擴大能源效率標準及分級標示涵蓋面
- (6) 積極推動全國節能減碳運動

## 產業別節能政策

重視成本低且減碳潛力大的住商部門與交通部門，在能源效率管制方面，有效之政策如下：

- (1)提高建築隔熱及空調設計標準
- (2)建立「建築物節能護照」機制
- (3)政府免費提供「低碳商辦」、「低碳住宅建築」設計藍圖，並推廣低碳建案及白色屋頂計畫
- (4)提高公共工程節能計畫比重
- (5)擴大高節能家電及車輛市佔率
- (6)分期分階段進行LED路燈示範
- (7)鼓勵汰舊換低耗能新車
- (8)輔導廠商推動溫室氣體自願性減量

3. 就再生能源發展的部分，政府正大力推動再生能源發展規劃案，令整體再生能源佔發電裝置容量由目前的6.7%倍增為2025年的11.8%。

但目前部分再生能源成本仍高昂，政府應透過積極協助廠商投入研發(R & D)、提升技術水準、降低生產成本及協助產業突破出口障礙等方式來提升產業競爭力，進而貢獻世界的節能減碳，而非不計代價的做國內推廣。

報告完畢  
敬請指教

# **The Impact of Renewable Energy Policies on CO<sub>2</sub> Emissions in Electric Power Industry: The Evidence from the US, Germany, South Korea and Taiwan**

**Show-Ling Jang 鄭秀玲**

Department of Economics, National Taiwan University

**Chungyi Xu 徐崇譯**

Chung-Hua Institution for Economic Research

台大公共政策論壇--「減碳國際趨勢之下的台灣能源政策」

2011.5.6

# Outline

## 1. Introduction

## 2. Renewable Energy Policies

## 3. Electric Power Industry

- 3.1 Basic Profile
- 3.2 Energy Source
- 3.3 CO<sub>2</sub> Emission

## 4. Conclusion



# 1. Introduction

# Table1

## Targets of CO<sub>2</sub> Reduction in Kyoto Protocol

		2	1	3	4
	Kyoto Parties	USA	Germany	S. Korea	Taiwan
Target	-4.7%	-7%	-21%	N/A	N/A
Actual Change ('90 ~ '08)	-9.2%	14.9%	-15.4%	118.6%	130.5%
Actual Change ('97 ~ '08)	3%	2%	-7%	23%	48%

**Effective!**

**Note:** \* The Clinton Administration committed to a 7% reduction but in 2001 President George W. Bush rejected the Kyoto Protocol.

\*\* The US and Taiwan is not a signatory. Korea is not required to commit the reduction target.

**Source:** IEA (2010A) and Saundry (2011)

# Sample Countries

Advanced  
Countries

- Germany
- U.S.A

Follow-up  
Countries

- **Taiwan**
- S. Korea

# Sample Industry

Industries emit CO<sub>2</sub>  
by fuel combustions

**Energy**

Manufacturing

Transport

Others

# Research Issue

Impact of

**Renewable Energy Policy**  
on **CO<sub>2</sub> Emissions** in  
**Electric Power Industry**

from 1997 to 2008



## **2. Renewable Energy Policies**

# Types of Renewable Energy



Hydro



Biomass



Solar



Wind



Others

# Main Policies

RPS

- Renewable Portfolio Standard
- 再生能源配額標準

FIT

- Feed-In Tariff
- 政府電力收購制度

# Table 2

## Legislation year of RPS and FIT

	USA	Germany	S. Korea	Taiwan
RPS	2000	1997	2012	1998
FIT	2006	2000	2001	2010

**Note:**

\* Maine's Public Utilities Commission (PUC) is the first state adopting RPS rules in 2000. More than 30 states have already passed bills but a federal bill has not been passed yet.

\*\* As for FIT, California is the first state introducing FIT in 2006. Some states have followed to pass a FIT legislation but a federal law still waits for a resolution.

\*\*\* The RPS target is a voluntary base.

**Source:** IREC (2011); Rickerson et. al (2008); EC (1997); BMU (2011); MOEA(2009); BOE(2011)

# Table 3

## Renewable Portfolio Standard (RPS)

		USA*	Germany**	S. Korea	Taiwan***
Short Run	Target Year	2014 - 2030	2010	2012	2010
	Target(%)	2 - 40	12.5	2	10
Long Run	Target Year	2014 - 2030	2020	2022	2025
	Target(%)	2 - 40	35	10	8

Higher Standard

**Note:**

\*This data is a state-level not a mandatory regulation by the federal government.

\*\*Germany also targets at 18% of TPES (total primary energy supply) by 2020.

\*\*\*Because the target seemed not to be achievable for Taiwanese government, it has been revised to 8% by 2025.

Source: 1.NSC (2011) 2. Mahler (2010); Tindale (2009) 3. MOEA (2008)

# Table 4

## Feed-in tariff (FIT); Rates per unit (US-cents/kWh)

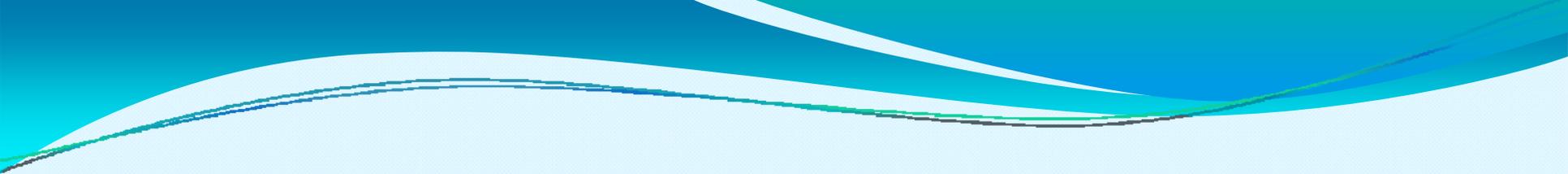
Renewables	USA*, 2010	Germany, 2000	S. Korea, 2001	Taiwan, 2010
Hydro	8.5—10	6.853—7.904	7.2	6.468
Biomass	11.5—14.5	8.965—10.542	6 (landfill gas)	6.468
Geothermal	19	7.378—9.223	6.1 (tidal/ocean)	16.265
Wind (on-shore)		6.379—9.378		7.479—22.816
Wind (off-shore)	2.5—10.5	9.378	10.5	13.173
Solar PV	50—71	52.164	70	34.889—40.703
Waste	8.5—10	6.853—6.853	N/A	6.551
Review	every two years	every year	N/A	every year

**Note:**

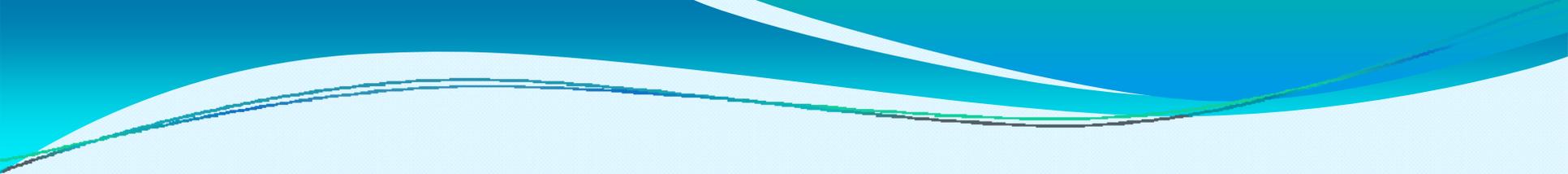
\*Although the bills have not been enacted, its rates are almost the same ones adopted by most states (Rickerson et. al, 2008).

\*\*All economies determine their FIT law will last for a period of 20 years for all kinds of renewable energy.

**Source:** Washington State Legislation (2009); BMU (2011); EY (2011)



# **3. Electric Power Industry**



# **3.1 Basic Profile**

# Table 5

## Basic profile of electric power industry

	USA	Germany	S. Korea	Taiwan
Total Self-sufficiency*	0.74	0.4	0.18	0.13
Electricity consumption /GDP **	0.37	0.29	0.53	0.56

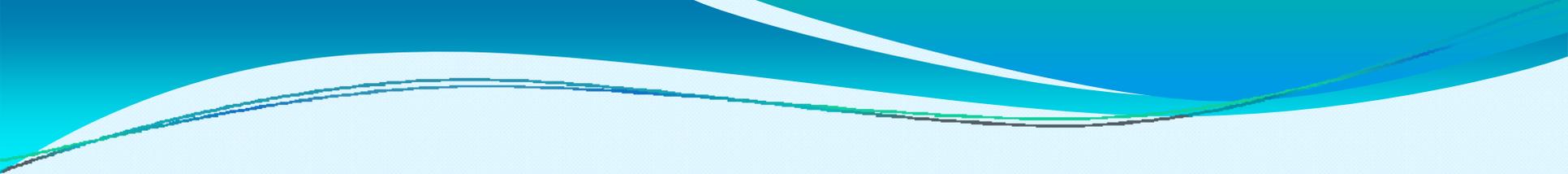
**Self-insufficient**

**Note:**

\*1997-2008 in average

\*\*kWh per 2000 USD

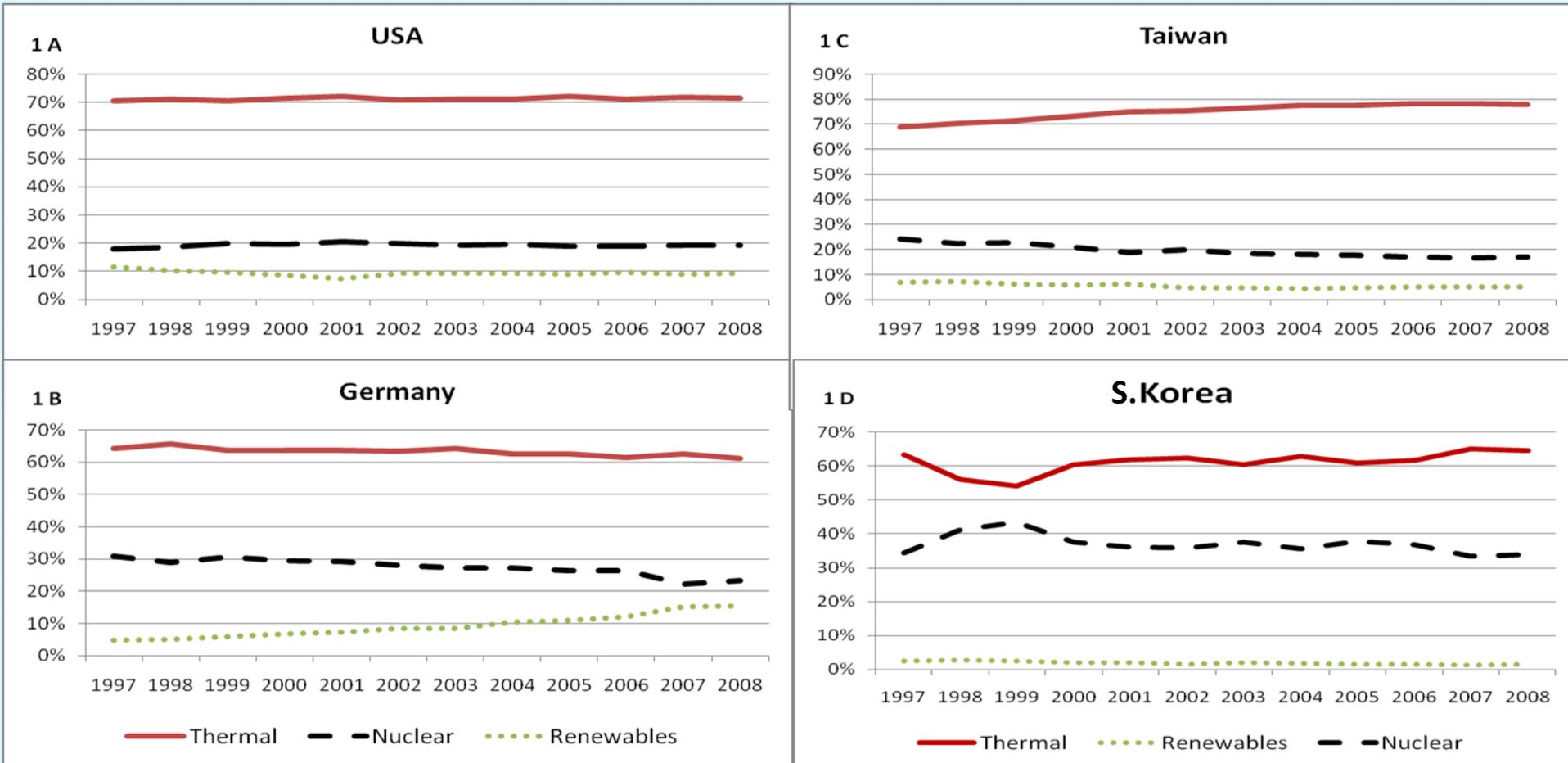
Source: IEA (2010i)



## **3.2 Energy Source**

# Figure 1

## Energy source of the electric power industry



# Table 6

## Percentage of Electricity From RE

	USA	Germany	S. Korea	Taiwan
1997	11.6	4.8	2.4	6.9
2008	9.3	15.4	1.5	5
Initiate year of RPS	2000*	1997**	2012	1998***

**Note:** \* The United States has not implemented a nation-level RPS but from a state-level.

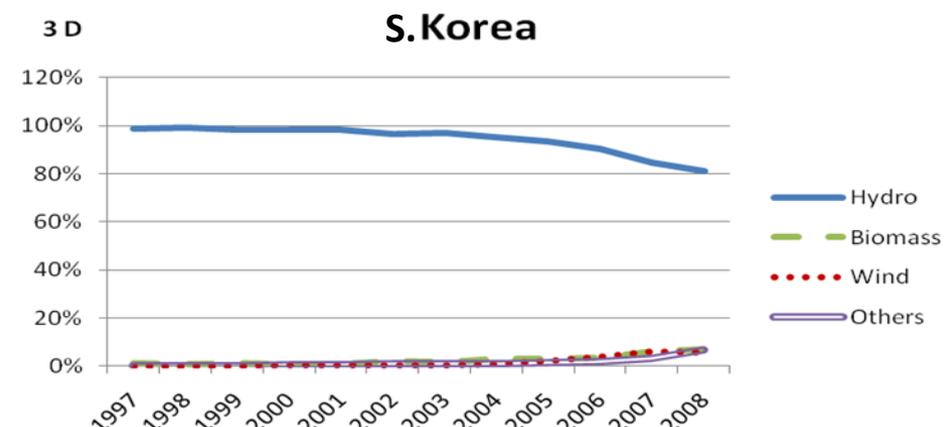
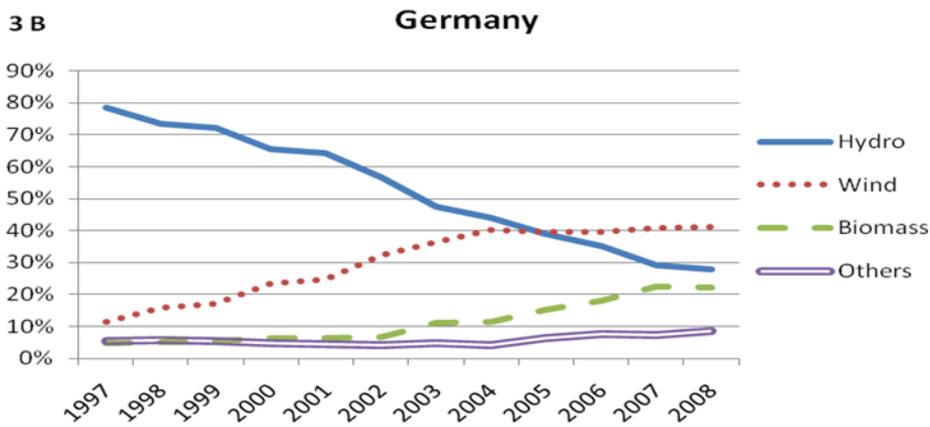
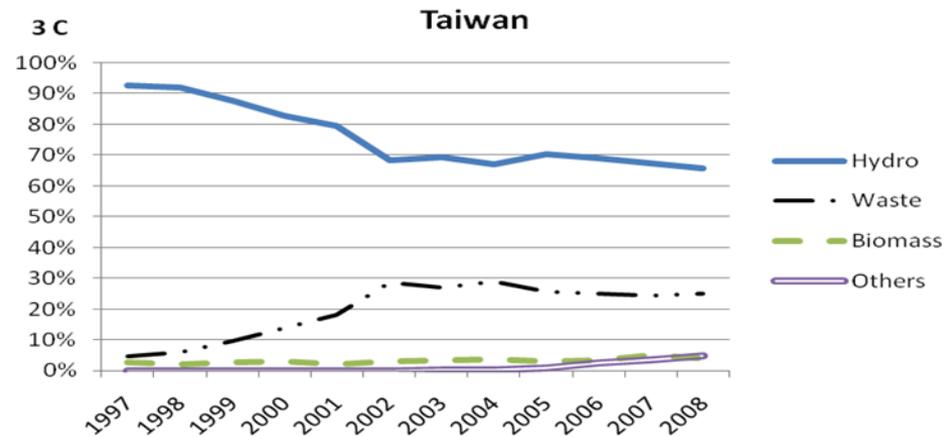
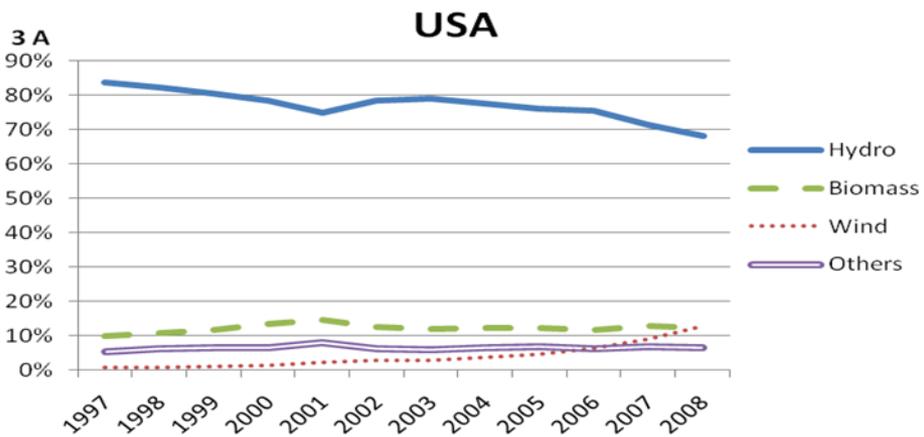
\*\* Germany complied with decision of European Commission (1997).

\*\*\* An initial action in the National Energy Conference in 1998.

**Source:** data extracted on 25 Jan 2011 06:05 UTC (GMT) from OECD iLibrary

# Figure 3

## Percentage change of renewable energy in power generation

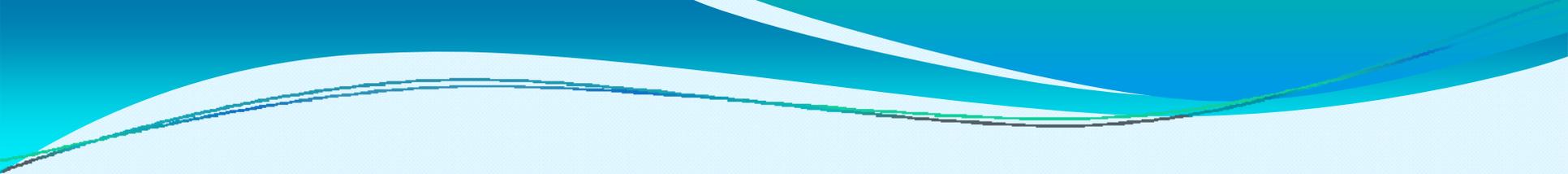


## **3.3 CO<sub>2</sub> Emission**

# Table 7

**CO<sub>2</sub> per KWh (g CO<sub>2</sub> per KWh)  
without considering renewable energy**

Year	USA	Germany	S. Korea	Taiwan
1997	714	639	591	595
1998	687	633	530	605
1999	667	614	518	619
2000	652	607	515	649
2001	676	624	546	668
2002	637	633	511	650
2003	642	626	508	670
2004	635	641	548	666
2005	633	617	529	673
2006	618	617	530	682
2007	620	661	520	679
2008	606	626	522	674



# 4. Conclusion

# Results of Energy Policies

Advanced  
Countries

- Germany > U.S.A

Follow-up  
Countries

- Taiwan's and S. Korea's policies are both **ineffective**

We should learn from Germany!

# Taiwan's Energy Structure

Fossil Fuels

- Around 80% (too high!)

Nuclear

- Similar to the standard of Germany and U.S.A

Renewable Energy

- Too low!

RE ↑ => Fossil Fuels ↓ or Nuclear ↓ ??

# CO<sub>2</sub> Emissions

Highest

- Taiwan
- The usage of **fossil fuels** is too high!

Lowest

- South Korea!
- **Nuclear source** accounts for around **40%**

Renewable Energy can resolve the dilemma!



**THANK YOU!**