

行政院及所屬各機關出國報告
(出國類別：出席國際會議)

出席亞太經濟合作(APEC)能源工作小組(EWG)
未來能源技術展望會議
APEC Symposium on Foresighting Future Fuel
Technologies
會議報告

服務機關：經濟部能源局
出國人職稱：技正 技士
姓名：朱博祥 陳崇憲

行政院研考會/省(市)研考會 編號欄

出國地區：泰國清邁
出國期間：94年11月2日至11月5日
報告日期：95年2月8日

行政院及所屬各機關出國報告提要

出國報告名稱：出席亞太經濟合作(APEC) 能源工作小組(EWG) 未來能源
技術展望會議報告

頁數 20 含附件：是否

出國計畫主辦機關 / 聯絡人 / 電話

經濟部能源局 / 陳崇憲 / (02)2775-7620

出國人員姓名 / 服務機關 / 單位 / 職稱 / 電話

朱博祥 / 經濟部能源局 / 能源技術組 / 技正 / (02)2775-7772

陳崇憲 / 經濟部能源局 / 能源技術組 / 技士 / (02)2775-7620

出國類別：1 考察 2 進修 3 研究 4 實習 5 其他

出國期間：94 年 11 月 02 日—11 月 05 日 出國地區：泰國

報告日期：95 年 2 月 15 日

分類號 / 目

關鍵詞：亞太經濟合作、APEC、能源工作組、EWG、工業科學技術組、ISTWG、
燃料電池、氫能、Fuel Cell、Hydrogen、淨煤技術、Unconventional
Hydrocarbons、生質燃料、Bio-Fuel。

內容摘要：

APEC Foresighting Future Fuel Technology Project (「未來能源技術展望」計畫)乃由 APEC 工業科學與技術工作組(Industrial Science & Technology Working Group—ISTWG)所提出之 APEC 計畫，由泰國擔任 Project Overseer，主要負責單位是位於泰國的 APEC 技術展望中心(APEC Center for Technology Foresight)，中華台北列名為計畫 co-sponsor，計畫期程自 2004 年至 2006 年 6 月；第一次會議於 2004 年底同 EWG 秘書處參與在泰國(Krabi)舉辦該計畫之情境推演規劃研討會，而 2005 年開始之技術路程發展規劃研討會，包含 2005 年 4 月於加拿大舉辦之美洲發展路徑研討會、同年 8 月假中華台北舉辦之亞洲發展路徑研討會及本次總結研討會。最後產出為摘要報告與完整報告各一份，提供 APEC 會員體做為未來燃料科技發展規劃參考。

本次會議出席會員體計有澳大利亞、加拿大、中國大陸、印尼、菲律

賓、泰國、日本、韓國、我國、美國等 13 個經濟會員體，約 160 位專家與會。為期 2 天之 APEC 未來能源技術展望總結會議，主要係依據能源科技策略情境推演內容、過去 2 次(美洲、亞洲) 發展路徑研討會等內容，做一總結內容說明及研討。會議第一天首先邀請泰國國科會及科技部部長擔任開幕致詞，並由加拿大總統科技顧問 Dr. Arthur Carty、ISTWG 主席 Dr. Paul Cheung 及 EWG 經理 Mr. Aidan Storer 等擔任歡迎致詞；之後由本計畫核心團隊分別說明過去研討成果(未來燃料技術發展情境與路程圖)；加拿大及泰國報告未來燃料及能源政策；泰國、澳洲及中華台北分別說明未來燃料技術研發；第 2 天則先由 Dr. Arthur Carty 專題演講「Strategic Significance of Energy Foresight for Economics」，其後則將與會人員區分為 3 組(Dynamic transition to renewables、Revolutionary new technologies to transform the system、Successful exploration and development of hydrocarbons and natural gas)，針對過往成果再次討論，並於後續會議中說明各組之研討成果；會議最後由泰國科技部主任秘書擔任閉幕致詞，並於會後參觀泰國生質柴油製造示範廠。

本次研討會中泰國、加拿大充分展現對生物能源的重視，我國與加拿大對氫能/燃料電池技術發展均投入相當心力，澳洲與加拿大則又同時對非傳統化石能源寄予厚望，各國同時都認為能源的轉換與儲存技術是未來燃料技術發展的關鍵因子。主要之發展規劃結論略以：1. 氫能/燃料電池發展最可能以小型發電應用開始，接著是移動式電力與交通應用，然後是大型發電機組應用；2. 混合動力車技術日益成熟，能源效率是純 ICE 技術的二倍，甚至以上，極有可能成為未來汽車的主流，其電能儲存與管理是關鍵技術；3. 生質燃料混摻汽、柴油技術雖然成熟，但在實際執行面上基礎設施與配套政策方案才是關鍵，泰國及美國的經驗值得注意；4. 非傳統化石能源市場時機可能比想像中提早到來(e.g. 加拿大的油砂)。

本文電子檔已上傳至出國報告資訊網(<http://report.gsn.gov.tw>)

目 次

壹、目的	1
貳、會議過程	5
參、結論與建議	14

附 件

- 附件 1 Name list of APEC Symposium on Foresighting Future Fuel Technologies
- 附件 2 Agenda of APEC Symposium on Foresighting Future Fuel Technologies
- 附件 3 Reports on Past Result
- 附件 4 Reports on “Future Fuel and Energy Policy “
- 附件 5 Reports on “Thailand Energy Policy”
- 附件 6 Reports on “Strategic Significance of Energy Foresight for APEC Economies”
- 附件 7 Summary of discussions in Group A: Dynamic Transition to Renewables
- 附件 8 Summary of discussions in Group B: Volatile, Competitive, Alternative Technologies
- 附件 9 Summary of discussions in Group C: Sustainable, Adaptive, Diverse Hydrocarbon
- 附件 10 Summary of APEC Symposium on Foresighting Future Fuel Technologies
- 附件 11 Draft Summary Report of An APEC-wide Foresight Project “ Foresighting Future Fuel Technology”

壹、目的

APEC Foresighting Future Fuel Technology Project (「未來能源技術展望」計畫)乃由 APEC 工業科學與技術工作組(Industrial Science & Technology Working Group—ISTWG)所提出之 APEC 計畫，由泰國擔任 Project Overseer(幕後實際上還有加拿大與澳洲)，主要負責單位是泰國的 APEC 技術展望中心(APEC Center for Technology Foresight)，我國列名為計畫 co-sponsor，計畫期程自 2004 年至 2006 年 6 月，預定在 APEC 資助(US\$102,695)及部份參與會員自資下舉辦三場技術路程發展規劃研討會。「未來能源技術展望」計畫雖由 APEC ISTWG 提出，但科技部長會議宣言要求應與 APEC Energy Working Group(EWG)合作，能源部長會議宣言亦表支持，因此我國經濟部能源局於 93 年正式在 APEC EWG 28 會議提出合作案獲得通過，並於 93 年底連同 EWG 秘書處參與在泰國舉辦該計畫之情境推演規劃研討會(Scenario Planning Workshop，主要由泰國與加拿大資助)，而 2005 年開始之技術路程發展規劃研討會，包含 2005 年 4 月假加拿大舉辦之美洲第一次技術路程發展研討會、2005 年 8 月假中華台北舉辦之亞洲第二次技術路程發展研討會與本次總結研討會，最後產出有摘要報告與完整報告各一份，提供 APEC 會員體做為未來燃料科技發展規劃參考。

本會議主要規劃目的略述如下：

- 1.分別針對交通與發電應用的燃料與技術，以中(15年)、長(30-50年)期的時間，集合 APEC 會員體專家意見，以勾勒

出未來技術及市場可能發展(競爭)路徑。

2. 討論範圍主要為：快速發展中的燃料技術，含氫能、化石/碳氫能源(hydrocarbons)及生物能源(bio-fuels)，不包含太陽光電(photovoltaics)、太陽熱能系統(solar-thermal systems)與風力能(此三項屬已發展成熟技術，而且資料廣泛容易獲得)。
3. 具體交流了解 APEC 會員體對未來燃料/能源技術發展的看法，學習情境推演與技術路程圖規劃(Technology Roadmapping)方法及 APEC 會員體對未來能源技術規劃，促進我國與 APEC 會員體及對應機構的了解與合作；
4. 與泰國、加拿大、澳洲未來燃料技術情境推演與技術路程圖規劃計畫核心成員廣泛討論，彙整本次研討會結論及會員體參與狀況。
5. 秉承科技部長與能源部長決議，主動爭取對我有利之工作計畫，並突顯我國對 EWG 之貢獻與地位。我國氫能與燃料電池研發正值起飛階段，正需要增加與世界各國交流，以增進對議題的深入了解，做為我國具體規劃發展重點的依據。

未來可能討論的技術項目主要為：

交通應用一

- 燃料電池與其他氫化物之可移動性系統(Fuel cells and other hydrogen-chemical portable

systems)

- 傳統化石 / 碳氫能源 (含淨煤技術) 的再提升 (Upgrading of conventional hydrocarbons, including gas from clean coal)
- 高壓天然氣及其他相似混合燃料 (Compressed natural gas and similar mixtures)
- 生物能源及混合物 (Bio-fuels and blends)
- 新高效率交通工具及引擎 (New high efficiency vehicles and engines)
- 混成交通工具與儲能應用 (Hybrid vehicles and energy storage applications)
- 未來甲烷水合物開採與應用 (Future methane hydrate extraction and utilization)

發電應用一

- 利用新技術 (含淨煤、生質能、核能) 的正常規模電廠 (Regular-sized plants based on innovative technologies and feedstocks including clean coal, biomass and nuclear)
- 小型、分散式燃料電池系統，燃料為來自生質能、淨煤、天然氣或小型核能的甲烷 (Smaller distributed systems based on fuel cells using

methane produced from biomass, clean coal, natural gas or smaller scale nuclear facilities)

- 木材/整合型林業或其他工廠把生質廢棄物轉換發電回售電網 (Co-generation where pulp mills, integrated forest product operations and other factories converting bio-waste to electricity are able to sell surplus power back to the power grid)

本次會議主要目的為積極參與在泰國清邁由 APEC 技術規劃中心(APEC Center for Technology Foresight)、泰國國科會(National Science and Technology Development Agency) 主辦及加拿大 Industry Canada 協辦的 APEC 未來燃料技術發展路程圖研討會 (APEC Symposium on Foresighting Future Fuel Technology)，確認 APEC 對生物能源 (Bio-fuels)、非傳統化石能源 (Unconventional Hydrocarbons) 與氫能/燃料電池 (Hydrogen/Fuel Cells) 等未來燃料/能源技術發展的看法，並發表我國在燃料電池/氫能之研發現況，促進我國與 APEC 會員體的技術交流合作。

貳、會議過程

APEC Foresighting Future Fuel Technology Project (「未來能源技術展望」計畫)乃工業科學與技術工作組(Industrial Science & Technology Working Group—ISTWG)所提出之 APEC 計畫，由泰國擔任 Project Overseer，主要負責單位是位於泰國的 APEC 技術展望中心(APEC Center for Technology Foresight)，我國列名為計畫 co-sponsor，計畫期程自 2004 至 2006 年 6 月，預定在 APEC 資助(US\$102,695)及部份參與會員自資下舉辦三場技術路程發展規劃研討會；「未來能源技術展望」計畫雖由 APEC ISTWG 提出，但科技部長會議宣言要求應與 APEC Energy Working Group(EWG)合作，能源部長會議宣言亦表支持，並由我國於 APEC EWG 28 會議提出合作案獲得通過。會議預計產出有摘要報告與完整報告各一份，提供 APEC 會員體做為未來燃料科技發展規劃參考。

APEC Symposium on Foresighting Future Fuel Technologies 於 2005 年 11 月 3 日至 4 日在泰國清邁舉行，有來自 APEC 工業科技工作組(ISTWG)與能源工作組(EWG)共 13 個會員體、約 160 位專家與會(出席名單名單詳如附件 1)，我國列名為該會議之共同主辦。

會議第一天首先由核心團隊(project core team)針對生質燃料、非傳統化石能源、未來氫能燃料等 3 個議題，說明過去 2 次會議之主要規劃成果，後分由泰國、加拿大說明未來燃料與能源政策，而後由泰國、澳洲及中華台北說明未來燃料技術研發情形；在第 2 天會議則分別以 Dynamic

transition to renewables 、 Revolutionary new technologies to transform the system 、 Successful exploration and development of hydrocarbons and natural gas 等 3 個議題及過去規劃成果內容，進行分組(3 組)討論，分組討論以圓桌(Round Table)方式進行，我國出席人員分別參加再生能源之規劃轉換 (Dynamic transition to renewables)(我國由本局陳技士崇憲參與本分組討論)、創新科技之轉換系統(Revolutionary new technologies to transform the system)(我國由本局朱技正博祥及工研院曹組長方海參與本分組討論)、碳氫燃料及天然氣成功開採與發展 (Successful exploration and development of hydrocarbons and natural gas)(基於我國上述資源稀少及出席人數受限，故未能參與討論)等三組，同時藉由分組圓桌討論的方式，進行各相關議題的討論與結論建議。詳細議程如附件 2。

一、開幕、專題演講及歡迎致詞

本研討會議開始分由泰國國科會主任委員(President, National Science and Technology Development Agency (NSTDA)) Dr. Sakarindr Bhumiratana 擔任開幕致詞，另由泰國科技部部長 Dr.Pravich Rattanapian 致詞並簡略說明本會議之背景及泰國之科技背景資訊。後分由加拿大國家科學顧問 Dr. Arthur J. Carty (National Science Advisor, Government of Canada)、APEC 工業科學及技術工作組(ISTWG)主席 Dr. Paul Cheung 及 APEC 能源工作組(EWG)代表 Mr.

Aidan Storer 分別發表歡迎詞。

二、 未來燃料技術發展情境與路程圖

分由計畫核心團隊泰國 Dr. Chatri Sripaipan (Project overseer)、澳洲 Prof. Greg Tegart、加拿大 Mr. Geoff Nimmo 及 Dr. Dave Minns 說明 2004 年底之情境推演結果、2005 年 4 月及 8 月之發展路徑規劃結果。針對過去主要以氫能、生質燃料及非傳統碳氫化合物等 3 個議題為討論項目，依據各會員體之發展差異，規劃出未來可能之發展途徑。APEC 各會員體考量重點主要為地區策略研究、政策研究、地區合作計畫及科技發展策略等因素，希望能促成會員體間之國內策略研究及雙邊或多邊之合作計畫。其內容詳如附件 3。

三、 未來燃料與能源政策

分別由加拿大、泰國說明加拿大已完成之技術發展規劃藍圖及泰國能源政策。

加拿大自然資源部門(Natural Resource Canada) Ms. Margaret McCuaig-Johnston 主要說明該國已分別完成生質進料、電力、燃料電池、氫能、淨煤、二氧化碳捕捉及封存、油沙等技術發展藍圖規劃，並簡要說明其因應後京都時期之二氧化碳排放規劃。近程內該國主要以油沙及天然氣為主要因應方式；在生質燃料規劃方面，預計於 2010 年達成生質酒精(E10)占其運輸燃料之 3.5%，生質柴油占 2%之整體目標。在生質酒精技術研發

方面則以麥草纖維素產製酒精為主，並且將致力於淨煤技術、核能及再生能源(水力、風力、太陽能及地熱)之開發。其內容詳如附件 4。

泰國能源部替代能源發展及能源效率局局長 Ms. Siriporn Sailasuta 則說明泰國能源政策。泰國能源整體政策主要為：增進能源效率(彈性率由 1.4:1 增加為 1:1)；增加替代能源(再生能源由 0.5%(2003 年)增加為 8%(2011 年))；能源安全(安全能源供應大於 50 年)；地區能源中心等策略。未來交通部門主要為增進天然氣、生質酒精及生質柴油之應用，未來希藉由加強氫能/燃料電池、太陽能及奈米科技等，以達成 2020 年再生能源比例為 10%之目標。其內容詳如附件 5。

四、未來燃料技術研發

由泰國國營石油公司 Mr. Somboon Chuaykoblaph、泰國汽車協會 Mr. Threepol Boonyaman 分別說明生質燃料在泰國之應用優缺點及所造成之問題。主要提出基於經濟效益問題，政府應提出相對應之補助措施，並積極協助業者排除應用之障礙，如基礎設施建置等問題。

另由澳洲 CSIRO 機構 Mr. David Lamb 說明渠對於運輸燃料在汽車用途之優缺點，渠認為中長期而言，燃料電池/氫能在汽車上之應用較無利基，目前藉由儲能技術之開發，足可應付中長之電動汽車。我國曹芳海博士則說明中華台北氫能/燃料電池發展情形。

五、專題演講

由加拿大總統科技顧問 Dr. Arthur Carty 針對「會員體能源預測之策略影響」議題簡報，其內容主要說明其單位於國家整體之定位，並說明加拿大已藉由能源科技預測方式，發展出相關之預測工具，並且已成功完成該國相關科技發展藍圖規劃，其並舉出甲烷水合物、氫能研發等為例，說明該國之科技發展藍圖規劃內容。其內容詳如附件 6。

六、分組整合會議

會議分別以 Dynamic transition to renewables、Revolutionary new technologies to transform the system、Successful exploration and development of hydrocarbons and natural gas 等 3 個議題及過去規劃成果內容，進行分組(3 組)討論，分組討論以圓桌(Round Table)方式進行，我國參與人員規劃分為至再生能源之規劃轉換 (Dynamic transition to renewables)(我國由本局陳技士崇憲參與本分組討論)、創新科技之轉換系統(Revolutionary new technologies to transform the system)(我國由本局朱技正博祥及工研院曹組長方海參與本分組討論)，碳氫燃料及天然氣成功開採與發展 (Successful exploration and development of hydrocarbons and natural gas)(基於我國上述資源稀少及出席人數受限，故未能參與討論)等三組，同時藉由分組圓桌討論的方式，進行各相關議題的討論與結論建

議。

其結論分別為：

(一) Dynamic transition to renewables，其內容詳如附件 7。

1. 在發展藍圖規劃上應對於時間、名詞定義、基礎設施、與其他再生能源關聯性等，應進一步加以釐清。
2. 各國家皆有其不同之地理環境考量，以釐定不同再生能源種類。
3. 未來可能合作計畫分為：太陽能、儲能技術、替代運輸燃料及燃料電池等。

(二) Volatile, Competitive, Alternative Technologies，其內容詳如附件 8。

1. 近程主要以天然氣轉換為主，故天然氣引擎研發、氣化技術、生質燃料、GTL 技術、燃料電池等研發為主；
2. 中程則以示範技術為主，如定置型發電及運輸之燃料電池發電技術、增加能源效率、低成本太陽電池研發等為主。
3. 遠程則以燃料電池發展、低成本核能技術、大規模煤炭氣化技術等為主。

(三) Sustainable, Adaptive, Diverse Hydrocarbon，其內容詳如附件 9。

1. 在碳氫化合物應用上，近程(~2010 年)主要以液化天然氣、壓縮天然氣及液化石油氣為主；中程

(~2020 年) 則以煤碳床甲烷 (coal bed methane)、大型氣化發電技術 (Large Gasification Cycle 為主；長程((~2030 年)則尚無明顯跡象展現。

2. 未來計畫開發方向分為：加強原油回收技術 (Oil recovery technique)、低成本探採生產方式、引擎開發及修正、低環境衝擊技術、永續之非傳統化石能源技術，如重油、油頁岩等。

有關本次分組討論初步結果如附件 10；在 APEC 會員體下，歷經 1 年多之專家討論結果，其初步規劃結果如附件 11。

參、結論與建議

本次會議針對未來能源科技發展藍圖，達成下列結論與建議：

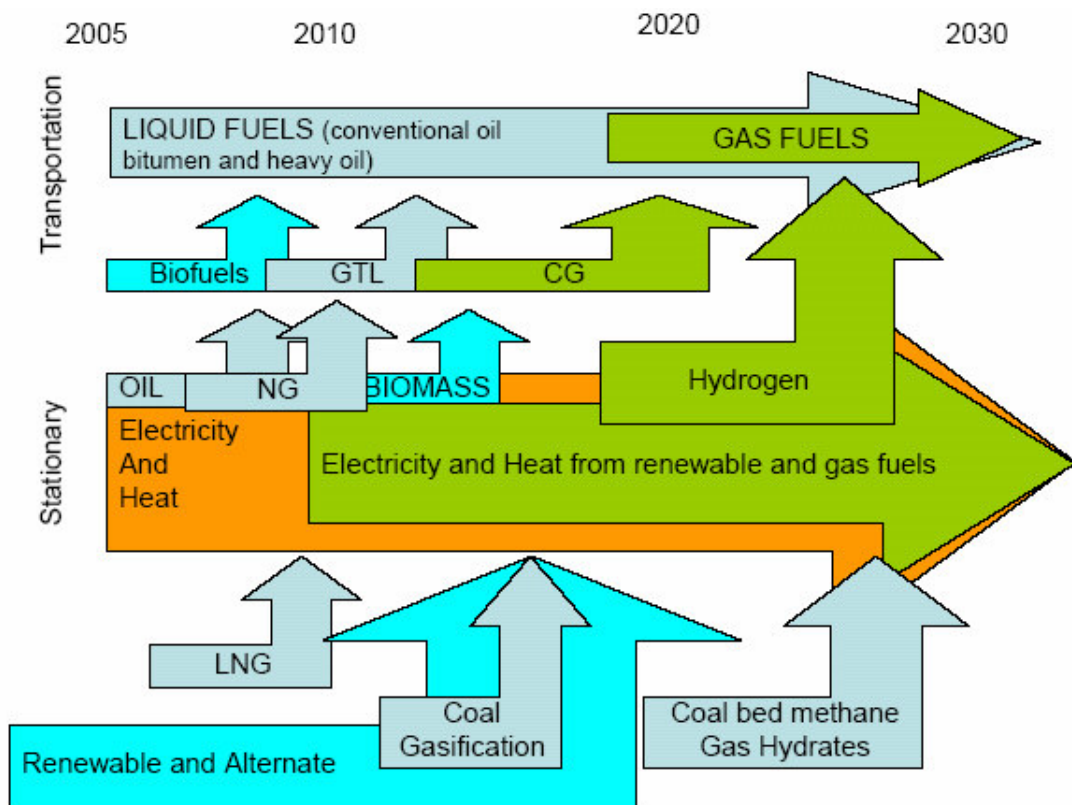
1. 能源安全已成為全世界近年來最重要的議題，其中資源探勘與轉換技術發展雖是重要的解決方法，但未來燃料技術的實際發展路程必然與經濟、自然條件、社會背景息息相關。就我國而論，因為天然資源缺乏及幅員狹小，技術發展成本自然偏高，這次透過 APEC 管道主動參與，有助於我國降低發展相關技術之成本與風險，同時提升了我國在 APEC 組織的影響力並爭取參與國際新能源技術發展的地位，後續相關議題進展值得持續關注與參與。
2. APEC 未來燃料技術發展路程圖計畫針對生物能源、非傳統化石能源及氫能與燃料電池 3 項燃料技術已進行了 2 場廣泛而深入的研討會，同時在會外核心團隊與 APEC 地區專家也充分利用時間討論、分析及整合意見，討論範圍包含技術、經濟與政策等方面，在短短一年半中可說進展快速，結果相當難能可貴。這次在泰國舉辦的研討會是最後總結，再次審視計畫提出的結案報告草稿，確認符合大勢所趨及一些新發展，同時邀請專家簡報現況與心得，研討會內容豐富而成功。
3. 本計畫經過 2005 年 8 月於我國召開之研討會後已大致就緒，本次研討會主要是把各技術發展路程圖背後的

思考分析討論過程及參考資料，系統化以文字報告的方式呈現出來。生物能源、非傳統化石能源及氫能與燃料電池 3 項燃料技術乍看下或許差異很大，開始時專家們也認為完成 1 個整合性的路程圖將很困難，但隨著各次研討會的進展及討論內容的豐富與廣泛，與會者也逐漸認知到一個整合性的路程圖才能完全展現能源與經濟、政策發展關係的全貌。

4. 本計畫試圖透過情境規劃(scenario planning)及技術路程圖展開(technology roadmapping)，整合規劃出 APEC 地區之未來燃料技術發展路徑圖，原情境規劃中還有先進太陽能與核能燃料技術，但因無 APEC 會員體願意擔任召集者而作罷，故會議僅針對生物能源、非傳統化石能源及氫能與燃料電池等三項燃料技術的技術路程圖進一步規劃。
5. 美、歐、日等之氫能與燃料電池研發能量不斷擴充，除日本外主要都是以交通應用(汽車)為主軸，雖然累積了許多氫能使用經驗，但交通應用實乃落於中、長程的氫能應用階段，而以能源效率的觀點視之，交通應用亦非氫能利用的最佳方式。我國目前技術發展以發電及熱利用為主軸，日本則是交通與電熱應用並重，乃將寶貴資源效益最大化的思考，不但有助短、中期經濟效益的實現，也可保持未來發展的最大彈性，因此加速定置型與移動式電熱技術與產品開發，

配合政策全力推動示範運轉測試，是我國後來居上、爭取國際有利地位的關鍵策略。

6. 生物能源、非傳統化石能源及氫能與燃料電池三項燃料技術乍看下或許差異很大，開始時專家們也認為完成一個整合性的路程圖將很困難，但隨著各次研討會的進展及討論內容的豐富與廣泛，與會者也逐漸認知到一個整合性的路程圖(不一定以技術為主)才能完全展現能源與經濟、政策發展關係的全貌，其整合圖形可以下圖表示之。



7. 本次本研討會中泰國、加拿大充分展現對生物能源的

重視，我國與加拿大對氫能/燃料電池技術發展均投入相當心力，澳洲與加拿大則又同時對非傳統化石能源寄予厚望，各國同時都認為能源的轉換與儲存技術是未來燃料技術發展的關鍵因子。

8. 在氫能/燃料電池之發展最可能以小型發電應用開始，接著是移動式電力與交通應用，然後是大型發電機組應用。
9. 混合動力車技術日益成熟，能源效率是純 ICE 技術的二倍，甚至以上，極有可能成為未來汽車的主流，其電能儲存與管理是關鍵技術。
10. 生質燃料混摻汽、柴油技術雖然成熟，但在實際執行面上基礎設施與配套政策方案才是關鍵，泰國及美國的經驗值得注意。
11. 非傳統化石能源市場時機可能比想像中提早到來(e. g. 加拿大的油砂等)。
12. 基於我國經由本計畫與泰國方面所建立之合作關係，對於能源科技方面，雙方宜繼續保持互動交流，未來有可能進一步發展官方關係之機會。

附件 1

Name list of APEC Symposium on Foresighting Future Fuel Technologies

附件 2

Agenda of APEC Symposium on Foresighting Future Fuel Technologies

附件 3

Reports on Past Result

附件 4

Reports on “Future Fuel and Energy Policy “

附件 5

Reports on “Thailand Energy Policy”

附件 6

Reports on “Strategic Significance of Energy Foresight for APEC Economies”

附件 7

Summary of discussions in Group A: Dynamic Transition to Renewables

附件 8

Summary of discussions in Group B: Volatile, Competitive, Alternative Technologies

附件 9

Summary of discussions in Group C: Sustainable, Adaptive, Diverse Hydrocarbon

附件 10

Summary of APEC Symposium on Foresighting Future Fuel Technologies

附件 11

**Draft Summary Report of An APEC-wide
Foresight Project
“ Foresighting Future Fuel Technology”**