

出國報告（出國類別：其他）

參加海峽兩岸氣候變遷與能源永續發展論壇赴大陸報告

服務機關：核能研究所

姓名職稱：葛復光 研究員

派赴國家：中國大陸

出國期間：105年9月6日~105年9月12日

報告日期：105年10月24日

摘要

此次公差主要是參加 2016 年 9 月 6-9 日於北京舉辦的「能源革命與綠色經濟峰會」及 10-11 日於北京科技大學舉辦的「第十二屆海峽兩岸氣候變遷與能源可持續發展高峰論壇」。峰會主要是參訪北京數個重要的綠色經濟公司及機構，論壇主題則包括能源與環境之適應協同、節能減排技術與實踐、現代能源體系之構建及綠色經濟與社會進步，葛員並於高峰論壇專題報告「台灣電力配比規劃研究」。本次公差之建議如下：

- (一)水電及燃氣靈活調節電源是解決新能源消納的最有效措施，其他則是統籌規劃、擴大範圍(外送)及網源荷協調。郭院士之建議及論述值得國內參考。
- (二)台灣目前仍有多處焚化爐抗爭，亦有不少焚化爐即將面臨汰舊更新或延役，建議有必要進一步提升環保品質及落實與民溝通，才能有效解決問題。
- (三)台灣在相關領域需有新的發展模式及用人彈性，才能持續保持競爭優勢。
- (四)建議國內及所裡科研同仁對技術研發的體現不僅是做得出來，更重要的是產品要能具市場競爭力。

關鍵字：能源永續發展、綠色經濟、能源革命

Abstract

This business trip is to participate in the "Energy Revolution and Green Economy Summit" held in Beijing on 6-9 September 2016 and the "Twelfth Cross-Strait Forum on Climate Change and Energy Sustainable Development" organized by Beijing University of Science and Technology on October 10-11. The summit focused on visiting a number of important green economy companies and institutions in Beijing. The topics of the forum include adaption and coordination of energy and environment, technologies and practices of energy saving and emission reduction, the construction of modern energy system and green economy and social progress. The author had a special presentation "Electricity Portfolio Planning in Taiwan" in the Forum. The recommendations are as follows:

(1) The most effective measures to solve the harnessing of renewable energies are flexible adjustment of hydroelectric and gas power, the others are the overall planning, to expand the scope (exporting electricity) and the coordination of grid, source and load. The recommendations and statements of academician Guo are worthy of reference.

(2) There are still a number of incinerators in Taiwan and most of them are about to be replaced by new ones or life-extended. It is necessary to further enhance the quality of environmental protection and to communicate with the public in order to effectively solve the problem.

(3) Taiwan needs a new development model and employing flexibility in its related fields to sustain its competitive edge.

(4) It is suggested that domestic and research colleagues in the research and development have the insight "not only to have production technology, more importantly, products to be with market competitiveness.

Keywords: Energy sustainable development, green economy, energy revolution.

目 錄

摘 要	I
ABSTRACT	II
目 錄	III
一、目 的	1
二、過 程	2
三、心 得	11
(一) 能源革命與綠色經濟峰會	11
(二) 第十二屆海峽兩岸氣候變遷與能源可持續發展論壇	15
(三) 其他	17
四、建 議 事 項	19
五、附 錄	21
附錄(一) 交流名冊	21
附件(二) 專題報告「台灣電力配比規劃研究」投影片	23

一、目的

此次公差主要是參加 2016 年 9 月 6-9 日於北京舉辦的「能源革命與綠色經濟峰會」及 10-11 日於北京科技大學舉辦的「第十二屆海峽兩岸氣候變遷與能源可持續發展高峰論壇」。峰會主要是參訪北京數個重要的綠色經濟公司及機構，包括北汽集團新能源汽車體驗中心、北京神霧環境能源科技集團有限公司、神華集團北京低碳清潔能源研究所、北京市規劃展覽館、首鋼總公司及中國工程院。本屆論壇由氣候變遷與能源可持續發展研究院、財團法人台灣永續能源研究基金會共同主辦，北京科技大學承辦，為兩岸能源及環境領域專家學者重要的學術交流平臺(附件一)。包括 11 名中國工程院院士、1 名中國科學院院士、52 名台灣嘉賓在內的 180 餘名專家學者、社會各界人士參加了論壇。

論壇主題則包括能源與環境之適應協同、節能減排技術與實踐、現代能源體系之構建及綠色經濟與社會進步。核研所目前正積極進行「我國能源風險評估系統化研究能力之建立」計畫，本次派葛復光研究員兼副主任與會並發表論文「台灣電力配比規劃研究」(附件二)，與兩岸能源與環境領域學者專家討論分享核研所這兩年在能源經濟的研究成果，並掌握相關能源與環境議題之最新看法與對策，拓展與大陸研究單位之合作關係。

二、過 程

本次公差行程安排如表 1。

表 1. 行程安排

行			程		公差地點		工 作 內 容
月	日	星期	地 點		國 名	地 名	
			出 發	抵 達			
9	6	二	台北	北京	中國	北京	去程及參訪北汽集團
9	7	三			中國	北京	參訪北京神霧環境能源科技集團股份有限公司及北京低碳清潔能源研究所
9	8	四			中國	北京	參訪北京市規劃展覽館及首鋼總公司
9	9	五			中國	北京	參訪中國工程院及理事籌備會
9	10~11	六~日			中國	北京	參加海峽兩岸氣候變遷與能源永續發展論壇第十二屆年會
9	12	一	北京	台北	中華 民國	台北	回程

註: 9/6-9 為能源革命與綠色經濟峰會行程。

在論壇開幕前，9月6日至9日舉辦了2016海峽兩岸氣候變遷與能源可持續發展論壇能源產業峰會。在北科大張欣欣校長等陪同下，嘉賓們參訪了北汽集團新能源汽車體驗中心、北京神霧環境能源科技集團有限公司、神華集團北京低碳清潔能源研究所、北京市規劃展覽館、首鋼總公司及中國工程院，取得了豐碩的成果。嘉賓們與一線專業技術人員進行了深入的交流探討，吸取他們的寶貴經驗，同時提出有建設性的意見和建議。

第十二屆海峽兩岸氣候變遷與能源可持續發展論壇」方面，會議主題為「節能減排與綠色能源」，聚焦於括能源與環境之適應協同、節能減排技術與實踐、現代能源體系之構建及綠色經濟與社會進步。葛員於高峰論壇專題報告「台灣電力配比規劃研究」。表 2 為「第十二屆海峽兩岸氣候變遷與能源可持續發展論壇」論壇會議日程安排。

論壇開幕式(圖 1)在北京科技大學天工大廈舉行。中國工程院能源與礦業學部主任彭蘇萍院士，北京市委副秘書長郭廣生，北京科技大學校長張欣欣，青島科技大學校長馬連湘，財團法人台灣永續能源研究基金會董事長、海峽兩岸氣候變遷與能源永續發展論壇台灣方面理事長簡又新，中國科協副主席、中國工程院原副院長、海峽兩岸氣候變遷與能源永續發展論壇大陸方面理事長謝克昌院士先後致辭。開幕式由北京科技大學副校長王戈主持。

全國政協原副主席、中國工程院主席團名譽主席徐匡迪院士為論壇發來賀信，他在賀信中指出，氣候變遷關乎人類未來，能源安全事關人民福祉。十餘年來，來自海峽兩岸的各界人士同心協力、奮勇前進，做出了應盡的貢獻。減緩氣候變遷、保障能源安全、維護生態環境是功在當代、利在千秋的偉大事業，需要一代代人不懈奮進。他也期待著能有更多的年輕人加入進這項事業中，事業才能薪火相續，繼往開來。

彭蘇萍院士首先致辭，他指出，中國工程院作為國家高端智庫，在科學決策、引領社會發展等方面做出了巨大貢獻，能源與礦業工程學部

一直對環境、能源等方面高度重視，所開展的工作對於國家相關領域的戰略決策起到了積極作用。他表示，兩岸氣候變遷與能源可持續發展論壇至今已十餘年了，十餘年來，眾多的兩岸專家學者就能源、氣候、環保等領域展開具有戰略性和前瞻性的對話、研討與合作，凝聚了海峽兩岸專家學者的智慧，與“綠色發展”的時代理念相吻合，已然成為兩岸相關領域專家學者共同研討應對氣候變遷之策、謀求能源永續發展之路的交流合作平台。

郭廣生副秘書長簡要介紹了北京的經濟社會發展情況，他指出，近年來氣候變遷與能源可持續發展越來越受到世界各國的普遍關注，地球正面臨極端氣候帶來的一系列問題，可持續發展、環境保護引起各方重視。北京一直高度重視能源、環境問題，以提升首都可持續發展能力為核心，將綠色發展理念貫穿首都整體發展，把建設資源節約型、環境友好型社會作為加快轉型經濟發展方式的重要著力點。北京將進一步圍繞建設北京“四個中心”開展能源領域的重大改革。同時他也衷心希望來自海峽兩岸的專家學者能夠用更多的前沿技術、科研成果助力於北京的綠色經濟發展，兩岸交流合作成果必將造福兩岸人民。

張欣欣校長首先代表北科大對本次論壇的召開表示熱烈祝賀，對來自海峽兩岸的各位嘉賓和專家學者表示誠摯歡迎，並就學校的歷史沿革、發展現狀等情況作了簡要介紹。他表示，在工業化、現代化的歷史進程如火如荼的背景下，能源和環境問題關乎國計民生，引起世界各國

廣泛關注。他指出，近年來，北科大在原有的強勢學科基礎上，高標準、高起點地瞄準國際相關領域的技術前沿，在能源、環境、新材料等“綠色發展”的研究方面也取得了很多成果，得到了社會的廣泛認可。他認為，這是一次海峽兩岸攜手合作的學術盛會，借本次會議契機，學校相關領域和學科專業的專家學者及在校同學能夠開闊眼界，獲取新知，必將對學校相關學科的發展和研究水平的提升起到積極的推動作用。本屆論壇的舉辦，能夠推動兩岸加強交流與合作，進行資源整合、優勢互補，共同努力建設經濟高效型、資源節約型和環境友好型社會。

馬連湘校長的致辭圍繞“台”字展開，他指出，論壇已召開十二屆，是一個學術交流的平台，兩岸學者以論壇為平台，互通有無；也是一個引領創新的舞台，論壇每年一個主題，大陸台灣高校輪流舉辦，形式與內容均力求創新；還是一個解疑釋惑的講台，論壇的年輕面孔越來越多，借助大師們的言傳身教，青年一代開闊視野、提升素養；同時也是一個事業昌順的肇台，社會各界攜手奮進十二年，論壇已蜚聲海內外，以此為基礎，邁向美好未來。

簡又新董事長跟與會人員分享了“三個觀點”：其一，論壇的召開恰逢“天時”，去年聯合國氣候變化巴黎大會通過《巴黎協定》，全世界在聯合國主導下取得共識，前不久 G20 峰會期間，中美兩國共同宣布批准《巴黎協定》，這是人類發展史上的關鍵時刻，邁入“起而行”的時代；其二，論壇在北京舉辦可謂“地利”，北京作為經濟、政治、文化中心，高校匯

聚、精英薈萃，北京在低碳城市、環境保護等方面得建設成果令人振奮；其三，“人和”最為重要，論壇召開十餘年，兩岸學者積累起良好的人際關係，兩岸交往頻繁，為共同的事業奮進。

謝克昌院士借用台灣聖嚴法師《人生自在語 108》中“河山猶在，景物遷移；日月長運，人事全非”一句談到當前兩岸溝通機制疲乏，兩岸關係陷入僵局，在此形勢下，論壇能夠如期召開，具有非常重要的意義，而論壇的兩岸同仁共同具有“民族道德”、“生態信仰”和“綠色思維”。他指出，本次論壇將從能源與環境之適應協同、現代能源體系構建、節能減排技術與實踐、綠色經濟與社會進步等方面對“能源革命與綠色經濟”這一宏大主題進一步展開深入研討。最後，他表示，通過本次論壇的交流研討，相信大家一定會對能源革命與綠色經濟的關係有進一步的理解，推動能源革命、發展綠色經濟。

開幕式結束後，六位在能源、環境領域的知名專家圍繞能源革命、綠色經濟發展從不同角度向與會嘉賓分享自身最新的研究成果。其他與會嘉賓從能源改革、資源整合、能源轉換、工業節能、能源戰略、生物質能技術、電力規劃研究、海綿城市建設、低碳家園實踐、垃圾磁化裂解等多方面介紹了先進做法、最新研究進展等。

第十二屆海峽兩岸氣候變遷與能源可持續發展論壇
2016.09 北京科技大學



圖 1 論壇開幕合影

表 2 會議日程安排

2016 年 9 月 10 日上午 (週六) 09:00-12:00

時間	日程	主持人
09:00-09:05	背景介紹	北京科技大學 副校長 王戈 教授
09:05-09:10	中國工程院謝克昌院士致詞	
09:10-09:15	財團法人台灣永續能源研究基金會簡又新董事長致詞	
09:15-09:20	北京科技大學校領導致詞	
09:20-09:25	青島科技大學校長馬連湘教授致詞	
09:25-09:50	特邀報告：中國現代能源體系 報告人：謝克昌/中國工程院院士(陸) 25 分鐘	彭蘇萍/中國 工程院院士
09:50-10:15	特邀報告：可再生能源發展的趨勢與展望 報告人：簡又新/財團法人台灣永續能源研究基金會董事長 (臺)25 分鐘	
10:15-10:35	特邀報告：區域經濟中的節能減排 報告人：張欣欣 北京科技大學校長(陸) 20 分鐘	
10:35-10:50	茶歇	
10:50-11:10	特邀報告：臺灣節能減碳政策推動成效評析 報告人：吳再益/財團法人台灣綜合研究院院長(臺) 20 分鐘	張慶瑞/ 臺灣大學 副校長
11:10-11:30	特邀報告：化學工業中的節能減排 報告人：馬連湘/青島科技大學校長(陸) 20 分鐘	
11:30-11:50	特邀報告：產業能源管理系統建置輔導 報告人：李育明/臺北大學自然資源與環境管理研究所特聘 教授(臺) 20 分鐘	
11:50-12:00	合影留念(天工大廈一層)	

2016 年 9 月 10 日下午 (週六) 14:00-17:30

序號	日程	主持人
專題一 能源與環境之適應協同		
能源與氣候、能源與環境系統工程、建築環境與能源應用、農業環境與能源工程		
14:00-14:15	報告內容：國家能源政策 報告人：童光毅/國家能源局電力司副司長	大陸：黃其勵/ 中國工程院院 士 臺灣： 李鴻洲/臺灣 汽電共生股份 有限公司董事 長
14:15-14:30	報告內容：構建區域能資源整合體系：挑戰與展望 報告人：蔣本基/臺灣大學環境工程學研究所特聘教授	
14:30-14:45	報告內容：北京低碳所的氫能發展佈局及視角(擬) 報告人：魏昶/北京低碳清潔能源研究所所長	
14:45-15:00	報告內容：氣候變遷與能源轉換 報告人：馬小康/臺灣大學機械系教授	

15:00-15:30	茶歇	
專題二 節能減排技術與實踐		
工業節能、建築節能、能源通訊、碳捕存與再利用（CCSU）技術、燃料/能源結構材料與能源功能材料、新能源材料、節能材料與儲能材料		
15:30-15:45	報告內容：碳捕存與再利用（CCSU）技術 報告人：李陽/中國工程院院士	大陸：袁亮 / 中國工程院院士 臺灣：顧洋/ 臺灣科技大學 講座教授、臺灣 永續能源研究 基金會執行長
15:45-16:00	報告內容：以吸收與吸附法捕獲 CO2 報告人：談駿嵩/清華大學化學工程系教授	
16:00-16:15	報告內容：燃燒理論、生物質能源、能源利用過程中的污染物生成（擬） 報告人：駱仲泐/浙江大學能源工程學院院長	
16:15-16:30	報告內容：工業節能減碳經驗分享 報告人：湯奕華 /財團法人台灣產業服務基金會副總經理	
16:30-16:45	報告內容：新能源消納 報告人：郭劍波/中國工程院院士	

2016年9月11日上午（周日）08:30-12:00

序號	日程	主持人
專題三 現代能源體系之構建		
可再生能源、新能源、智慧電網、儲能設施、特種能源技術、新能源科學與工程、能源與動力、能源化學工程、能源轉化、化石能源開發、能源轉換與多樣化、發電效率、區域能源整合		
08:30-08:45	報告內容：核聚變 報告人：李建剛/中國工程院院士	大陸：趙文智/ 中國工程院院士 臺灣：林茂文/ 臺灣中油股 份有限公司前 總經理
08:45-09:00	報告內容：臺灣電力配比規劃研究 報告人：葛復光/行政院原能會核研所能經策略中心副主任	
09:00-09:15	報告內容：煤漿製備與傳輸 報告人：葛世榮/中國礦業大學校長	
09:15-09:30	報告內容：臺灣電力部門的低碳轉型策略與挑戰 報告人：張四立/臺北大學自然資源與環境管理研究所特聘教授	
09:30-09:45	報告內容：電站節能、電站空冷技術、分散式能源、太陽能熱利用、CO2 減排 報告人：楊勇平/華北電力大學副校長	
09:45-10:00	報告內容：生質能技術開發之現況及展望 報告人：陳奕宏/臺北科技大學化工與生物科技系系主任 袁明豪/中國醫藥大學職業安全與衛生學系助理教授	
10:00-10:15	報告內容：生物質能在能源變革和革命中的重要作用 報告人：陳勇/中國工程院院士	
10:15-10:30	茶歇	
專題四 綠色經濟與社會進步		
（能源經濟與可持續發展、能源管理、財稅獎勵、技術服務、宣傳推廣）		

10:15-10:30	報告內容：海濱城市的建設 報告人：張淑雲/遷安市市長	大陸： 胡兆光/原國家電網能源研究院副院長 臺灣： 張西龍/中國鋼鐵股份有限公司助理副總
10:30-10:45	報告內容：臺灣低碳永續家園之實踐與效益分析 報告人：林家弘/環科工程顧問股份有限公司協理	
10:45-11:15	報告內容：生活垃圾磁化裂解與城市污泥處理技術的研究 報告人：汪傳生/青島科技大學院長	
11:15-11:30	報告內容：臺灣能源技術服務產業發展策略與展望 報告人：張啟達/財團法人台灣綠色生產力基金會副執行長	
論壇閉幕式		
11:30-11:35	謝克昌院士做年會總結發言	馬連湘/青島科技大學校長 (陸)
11:35-11:40	簡又新董事長致閉幕詞	
11:40-11:50	下一屆舉辦單位臺灣大學張慶瑞副校長致邀請詞	
11:50-12:00	北京科技大學張欣欣校長致感謝詞/論壇閉幕	

三、心得

(一)能源革命與綠色經濟峰會

1. 新能源車有油電混合車、電動車及燃料電池車，北汽集團原先考量商業化難度，選油電混合車，但車輛排放對北京霧霾貢獻占31%，因此政府要求選電動車來開發，期能減緩北京霧霾問題。2013年徵求100名試用者，2016年預計產銷50,000輛。目前採用鋰電池，快充20分鐘可充80%，慢充5小時。出租車採交換電池方式，約1-3分鐘可完成。下一步推售價4-5萬元之國民車。
2. (1)北京神霧環境能源科技集團股份有限公司目前市值400多億，由節能與低碳技術研究院科技部長阮立明博士簡報，認為煤化工在油價低於60-70元/桶時效益差，若跌到低於40元/桶時無法生存。大陸煤消費有50.3%用於非電業，其污染較難控制且工業民用燒煤鍋爐是大陸SO₂第二大排放源。因此，神霧希望以氣化技術達到用煤不燒煤，清潔又節能。神霧開發燃燒技術3.0，可進排氣換向(蓄熱式高溫空氣燃燒)，以提高爐膛效率。神霧的特色是用低品味煤，搭配其技術，未來海外市場將大於國內。天然氣燃燒溫度高，氮氧化物比煤多；而傳統焚化爐會產生二噁英(戴奧辛)及酸性氣體，因此，用熱解(隔絕空氣加熱)及氣化方式，可解決其問題。在高爐方面，認為高爐直接還原，不需焦炭，可提高能效30%。神霧認為用三噸電石可產生一噸乙烯，成本可降24%。

(2)吳道洪博士(圖2)為神霧集團董事長兼總裁，不到50歲，創業過程坎坷。至今仍每兩年率公司同仁參加國際燃燒與能源利用大會。定位神霧做的是綜整技術，他認為技術不換代，不能生存；要做研究前沿，但得快速賺錢。他的自身經驗是大量商業化（建立能力的真義）就不怕被罵，因為學者專家的評估僅是參考，最終評估仍是市場。



圖2 與神霧集團董事長兼總裁吳道洪博士座談

3. (1)參訪神華集團(世界最大煤炭企業)北京低碳清潔能源研究所時，是由衛昶所長親自簡報，說明該所之創新文化與技術戰略。低碳所2009年成立，研究以煤為主再加上再生能源，是仿我國工程院模式成立，其學術技術委員會（含兩位諾貝爾獎得主）陣容

堅強，一年召開兩次，提供一周的戰略諮詢與指導，聘用20%美籍專家（如所長及首席技術官等人，前兩任所長是美國人）及數位台灣人在低碳所工作。顯示我國過去諸多成功的發展模式已被大陸複製，台灣在相關領域需有新的發展模式及用人彈性，才能持續保持競爭優勢。

(2)參訪時，由先進技術開發平台翁立技術總監介紹，說煤分析實驗室一年就建立起來，並說用對人最重要。低探所之多相流裝置是全世界最大，高10公尺，20大氣壓，300-400^oC。參觀透射電鏡實驗室，實驗室消磁且無熱對流以控制溫度。

4. (1)參訪首鋼公司。首鋼石景山廠區已完成搬遷，2008年前北京舊廠將鋼鐵產能從800萬噸壓縮一半，2010年後北京不再生產鋼鐵，而根據中共國務院要求，首鋼搬遷將分兩階段進行。首鋼新廠址位於河北省唐山市曹妃甸港，共計約有1.5萬名工人。石景山區的發展定位是城市職能中心、綜合服務中心和文化娛樂中心。首鋼目前大力發展電子機電業、建築房地產業、服務業等已有的產業，同時發展現代資訊產業、文化博覽和創意產業，全力打造“首鋼總部經濟”，以支持首鋼在曹妃甸的巨大投入。

(2)參訪首鋼魯家山生物質能源項目，配置4*750噸焚化爐和2*30MW抽氣凝汽式汽輪發電機組，滿抓垃圾重量為10噸，日處理3000噸，年處理量100萬噸，為單體一次投運規模最大的垃圾

焚燒發電廠，2013年12月試運轉。大陸亦有環保抗爭問題，魯家山焚化廠亦處偏遠山區，較不會有抗爭問題。

5. 參訪中國工程院(1994年成立，圖3)，觀看其建院20周年的宣傳影片「天命」，強調把推動中國工業發展及國家現代化視為工程院的天命(國家與人民賦予的使命)，看到該院很多院士不計名利，鏗而不舍的奉獻精神，確實激勵人心，影片內容及拍攝手法溫馨，值得參考。其後參觀工程院展示館，提到大陸是第一個成功建設和營運特高壓交直流輸變電工程的國家，由於大陸煤礦地處偏遠，若能於當地發電後以特高壓傳輸，將更具效率與環保。工程院大廳(圖4)視野良好，讓參訪嘉賓均留下深刻印象。



圖 3 參訪中國工程院合影



圖4 中國工程院大廳

(二)第十二屆海峽兩岸氣候變遷與能源可持續發展論壇

1. 臺灣永續能源研究基金會董事長、論壇臺灣方面理事長簡又新報告《可再生能源發展的趨勢與展望》，認為在低碳減排和改變能源的使用方面，至少要做好三件事：一要改變現有的生活形態和生活行為；二要進行新時代的工業革命，思考如何既盡可能少消耗煤炭也能高速發展經濟；三要在前兩項改變的基礎上帶來國家競爭力的改變。簡董事長的簡報結論提到：
a. 認為2015年為可再生能源發展重要的里程碑年。
b. 優質的政策為可再生能源成敗最重要因素。
c. 太陽能與風能為可再生能源發展主軸，惟佔總電量

的比例仍低。d. 再生能源技術快速發展，成本將繼續快速下降。
e. 分散式、多元、間歇性發電特色，改變目前電力經營模式。f.
智慧電網與儲能設備為兩大支柱。g. 太陽能光伏電池板廢棄物成
為循環經濟新亮點。

2. 中國工程院院士、論壇大陸方面理事長謝克昌以《能源革命與現代能源體系構建》為題，作大會主題報告。提出新型能源安全觀(圖5)並建議能源革命舉措有:a.優先節能。b.統籌優化電力產、輸、用。c.能源控量低碳轉型。d.擴展低碳能源。e.能源技術突破。f.加強應對氣候變化國際合作。



圖5 新型能源安全觀

3. 高峰論壇有12位中國工程院院士與會，其中郭劍波院士之「新能源消納的挑戰」專題報告，引起兩岸專家諸多關注，郭院士認為以水電及燃氣靈活調節電源是解決新能源消納的最有效措施，其他則是統籌規劃、擴大範圍(外送)及網源荷協調。我國目前正努力積極擴大再生能源，郭院士之建議值得國內參考，而其研究分析與論述亦可作為本所TIMES模型之研究參考。

(三)其他

1. 中國近年霧霾問題迫切且嚴重，過去北京常被開玩笑有APEC blue及北京咳，但此次在北京一週的時間，天空均有藍天。北科大王立院長認為是北京諸多中小型煉鋼廠均強制停工，而使得空污問題獲得明顯改善，成效的確令人刮目相看。
2. 此次參訪點有許多單位都與煤研究有關，一則是因大煤產量為世界第一，另一原因則是大陸霧霾問題嚴重，顯示大陸對煤的研究相當重視。
3. 九月份北京雖是秋天，但白天氣溫仍高，然而會議場地及餐廳之空調溫度通常設定較高，舒適度不若台北空調，而馬路上汽車也都開窗。台灣要推節能減碳在使用行為上仍有改善空間，而非一味要求舒適度。
4. 吳道洪董事長認為中國報告後常不交流及提問，不如台灣。這次論壇亦有此現象，安排場次多，但只有15分鐘簡報且無與談或提

問討論時間，較為可惜。

5. 筆者於「海峽兩岸氣候變遷與能源永續發展論壇」第二天專題報告「台灣電力配比規劃研究」(圖6)，報告獲得台灣多位與會專家肯定。(附件二)
6. 此次峰會行程每天參訪至少兩處，行程非常扎實，取得了豐碩的成果，第一天抵達北京後，下午即開始參訪第一站-北汽集團。參訪團與一線專業技術人員進行了深入的交流探討，吸取他們的寶貴經驗，同時提出有建設性的意見和建議。整體而言，峰會及高峰論壇之素質及內容均極高，非常值得持續參加。



圖6 葛復光專題報告

四、建議事項

本次公差之建議如下：

- (一) 高峰論壇時，中國工程院郭劍波院士之「新能源消納的挑戰」專題報告，引起兩岸專家諸多關注，郭院士認為以水電及燃氣靈活調節電源是解決新能源消納的最有效措施，其他則是統籌規劃、擴大範圍(外送)及網源荷協調。我國目前正努力積極擴大再生能源，郭院士之建議值得國內參考，而其研究分析與論述亦可作為本所 TIMES 模型之研究參考。
- (二) 大陸亦有環保抗爭問題，魯家山焚化廠處偏遠山區，從北京到魯家山生物質能源項目(垃圾焚化廠)車程三個半小時才到。台灣目前仍有多處焚化爐抗爭，亦有不少焚化爐已運轉多年即將面臨汰舊更新或延役，建議有必要進一步提升環保品質及落實與民溝通，才能有效解決問題。
- (三) 神華集團北京低碳清潔能源研究所複製我國工研院模式而建立，顯示我國過去諸多成功的發展模式已被大陸複製，台灣在相關領域需有新的發展模式及用人彈性，才能持續保持競爭優勢。
- (四) 低碳清潔能源研究所由衛昶所長親自簡報，說明該所之創新文化與技術戰略。筆者參訪國內外單位或參加會議極少見到單位首長/主管親自簡報，建議國內可部分採納此模式，以提高規劃視野及企圖心。
- (五) 神霧集團董事長兼總裁吳道洪博士認為技術不換代，不能生存；要做

研究前沿，但得快速賺錢。他的自身經驗是大量商業化（建立能力的真義）就不怕被罵，因為學者專家的評估僅是參考，最終評估仍是市場。建議國內及所裡科研同仁對技術研發的體現不僅是做得出來，更重要的是產品要能具市場競爭力。

(六)此次參加之峰會及高峰論壇之素質及內容極高，非常值得持續參加，以獲取兩岸能源研究新知及進行高階交流。

(七)參訪中國工程院，觀看其建院 20 周年的宣傳影片「天命」，強調把推動中國工業發展及國家現代化視為工程院的天命(國家與人民賦予的使命)，影片內容及拍攝手法溫馨且激勵人心，值得參考。

五、附 錄

附錄(一) 交流名冊

nicE 北京低碳清洁能源研究所
NATIONAL INSTITUTE OF CLEAN-AND-LOW-CARBON ENERGY

翁力
技术总监
先进技术开发平台

北京市昌平区小汤山未来科技城
神华低碳001信箱

电话: 010-57339656
传真: 010-57339649转9656
手机: 18910395539
电子邮箱: wengli@nicenergy.com
邮编: 102211

www.nicenergy.com

nicE 北京低碳清洁能源研究所
NATIONAL INSTITUTE OF CLEAN-AND-LOW-CARBON ENERGY

卫昶 博士
所长 首席执行官

北京市昌平区小汤山未来科技城
神华低碳001信箱

电话: 010-57339688
传真: 010-57339841
手机: 18910395532
电子邮箱: weichang@nicenergy.com

www.nicenergy.com

QUST **李庆领** 教授、博士
博士生导师
副校长

Prof. Dr. Qingling Li
Vice-President for Academic & Int. Affairs

青岛科技大学 Qingdao University of Science & Technology

电话 Tel: +86 53288956828 地址: 中国·青岛市松岭路99号
传真 Fax: +86 53288957187 邮编: 266061
E-mail: edu@qust.edu.cn Add: No.99 Songling Road
Internet: www.qust.edu.cn Qingdao China

QUST 青岛科技大学
Qingdao University of Science & Technology

何燕 博士
教授
博士生导师

机电工程学院 副院长
气候变化与能源可持续发展研究院 副院长
科技新聚合物加工技术及其相关 主任
热物理科学国际合作基地 主任
山东省高校热能工程重点实验室 主任

地址: 青岛市松岭路99号687信箱
邮编: 266061
电话/传真: 0532-88959067
手机: 18660276829
E-mail: heyang_sd@163.com

QUST 青岛科技大学 化工学院

郭庆杰
博士、博士生导师
泰山学者特聘教授
山东省有突出贡献的中青年专家
享受国务院政府特殊津贴专家
中国化工学会理事
中国颗粒学会理事

地址: 青岛市四方区郑州路53号 电话: 0532-84022757 84022506
E-mail: qjguo@qust.edu.cn qj_guo@yahoo.com
邮编: 266042 手机: 13455267978 传真: 0532-84022757

QUST 青岛科技大学
Qingdao University of Science & Technology

李少香
博导教授
副院长

环境与安全工程学院
高性能聚合物研究院
山东省有突出贡献的中青年专家
山东省高校首席专家

地址: 青岛市郑州路53号78信箱(266042)
电话: 0532-84022964
传真: 0532-84022924
手机: 13808988655
E-mail: leeshaoxiang@126.com



刘伦辉 总经理助理
办公室主任

北京神雾环境能源科技集团股份有限公司

地址 (Add): 北京市昌平区马池口镇神牛路18号
邮编 (P.C): 102200
分机 (Tel): 010-60751999
传真 (Fax): 010-60759696
手机 (Mob): 13501120771
E-mail: Liulh@shenwu.com.cn
http://www.shenwu.com.cn



余强 政府事务部
政府事务专员

北京神雾环境能源科技集团股份有限公司

地址 (Add): 北京市昌平区马池口镇神牛路18号
邮编 (P.C): 102200
电话 (Tel): 010-60751999
传真 (Fax): 010-60759696
手机 (Mob): 13910665201
E-mail: 13910665201@163.com
http://www.shenwu.com.cn



阮立明 科研部部长

北京神雾环境能源科技集团股份有限公司
节能与低碳技术研究院

地址 (Add): 北京市昌平区马池口镇神牛路18号
邮编 (P.C): 102200
电话 (Tel): 010-60751999
传真 (Fax): 010-60759696
手机 (Mob): 13911136986
E-mail: ruanlm@hotmail.com
http://www.shenwu.com.cn



中國工程院
港澳台办公室

康金城 副主任

地址: 北京西城区冰窖口胡同2号
北京8068信箱, 100088
E-mail: kje@cae.cn

电话: (010) 5930 0261
传真: (010) 5930 0140
手机: 13501037540



北京科技大学

www.ustb.edu.cn **能环**
北京科技大学机械工程学院 院长
北京工程热物理学会 理事
中国金属学会能源与热工学会 常务理事
北京制冷学会 常务理事

王立

工学博士
教授 博导

地址: 北京市海淀区学院路30号
邮编: 100083
电话: (010)62334425(办)
传真: (010)62329145
手机: 13701221850
E-mail: liwang@me.ustb.edu.cn



中国矿业大学

国际合作交流处 处长
资源与地球科学学院 博士生导师

桑树勋

博士 教授

地址: 江苏·徐州 221116
电话: (0516)83590259(办)
传真: (0516)83592001
手机: 13952151153
E-mail: shxsang@cumt.edu.cn
shuxunsang@163.com

2016海峽兩岸氣候變遷與能源永續發展論壇

台灣電力配比規劃研究

2016.9.11
北京科技大學·北京·中國

葛復光

行政院原能會核能研究所能經策略中心



2

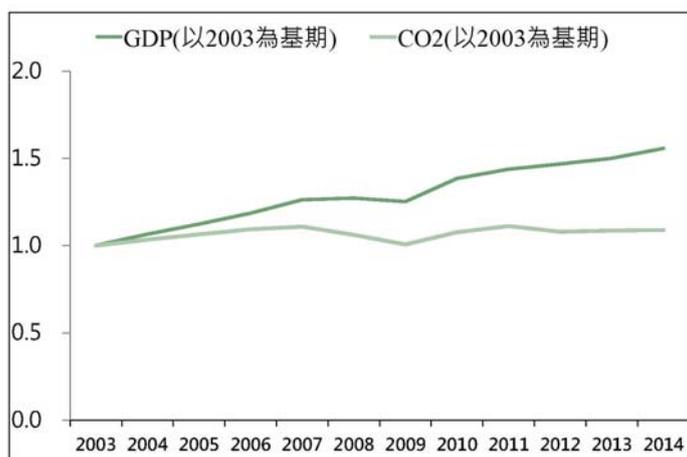
簡報大綱

- ✓ 背景說明
- ✓ 情境設計
- ✓ 結果&討論
- ✓ 結論&思考議題



背景說明

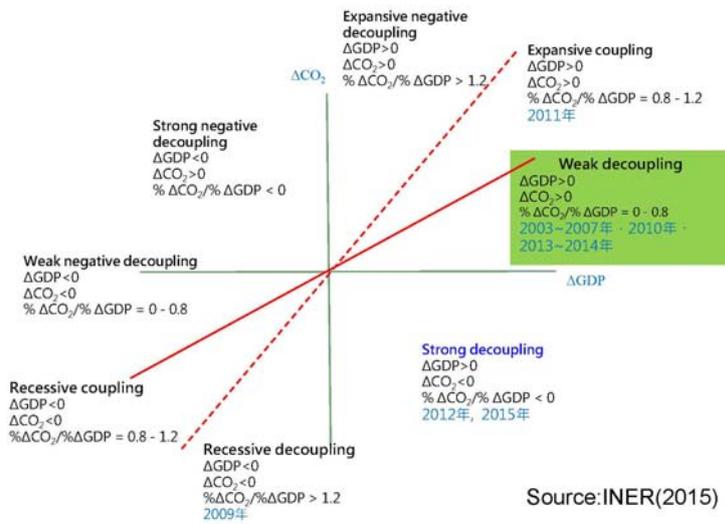
台灣碳排放與GDP走勢(2003年為基期)



Source: INER(2015)

- 2003年以來，經濟成長趨勢較為明顯，**2014年GDP為2003年的1.56倍**；但碳排放增加幅度相當有限，**2014年碳排放為2003年的1.09倍**(介於231~251百萬噸之間)
- 整體來說，**碳排放的增加速度小於經濟成長的速度，符合弱脫鉤之現象**
- 資料來源:各年度GDP與碳排放資料分別取自行政院主計總處與能源平衡表

碳排放與經濟成長脫鉤指標- Tapio (2005)



- 2002年至2014年(排除2008年金融海嘯)12年的脫鉤指標平均為0.59，屬於弱脫鉤(Weak decoupling)的範圍。
- 弱脫鉤表示GDP與碳排放仍同步呈現增加的現象，但**碳排放的增加速度小於經濟成長的速度**。
- 資料來源:各年度GDP與碳排放資料分別取自行政院主計總處與能源平衡表。



台灣減碳目標



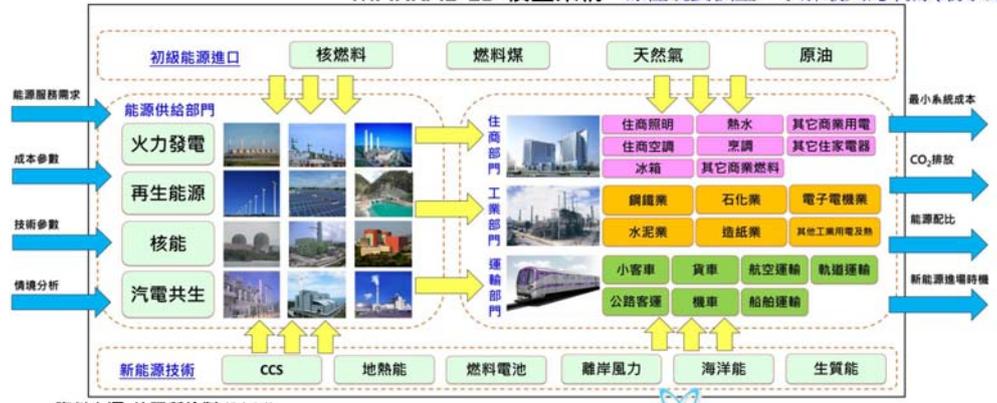
資料來源： INER (2015)



研究目的

✓ 在達到各種減碳目標的前提下，利用MARKAL-ED能源工程模型，以情境分析方式，討論中長期電力供給結構變化。

MARKAL-ED 模型架構 線性規劃模型，求解最大總剩餘(最小總成本)



資料來源: 核研所繪製 (2014)



情境設計



情境設計

情境名稱	Reference	NU0	NU1	NU0C0 ^(註4)	NU0CL ^(註4)
減碳目標	無	達到「綠能低碳行動方案」、「INDC」與「溫減法」之減碳目標			
能源服務需求	固定	變動 (考慮降低能源服務需求來滿足減碳目標)			擴大抑低極限
燃煤發電	內生求解	2015-2025年 ^(註1) ; 2030-2050年設定燃煤裝置容量之總量上限			
燃氣發電	內生求解	2015-2025年 ^(註1) ; 2030-2050年內生求解 ^(註2)			提高天然氣進口量上限
燃油發電	內生求解	2015-2025年 ^(註1) ; 2030-2050年設定燃油裝置容量之總量上限			
再生能源	內生求解	自定上限 ^(註3)	自定上限 ^(註3)	自定上限 ^(註3)	提高自定上限
CCS發電	內生求解	自定上限 ^(註3)	自定上限 ^(註3)	無	無
核能發電	無延役 / 核四封存	無延役 / 核四封存	有延役 / 核四重啟	無延役 / 核四封存	無延役 / 核四封存
汽電共生	參考能源局規劃設定2020-2050年裝置容量上限				

註1：2015-2025年參考台電電源開發規劃(10405案)設定裝置容量上限。

註2：2025、2030年天然氣進口量上限分別為1,700、2,000萬噸。(能源局, 2015)

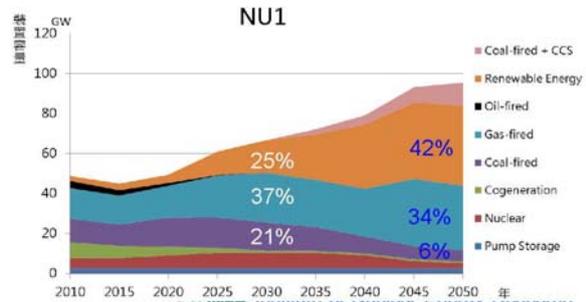
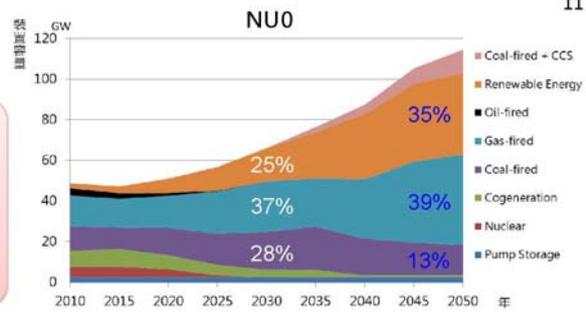
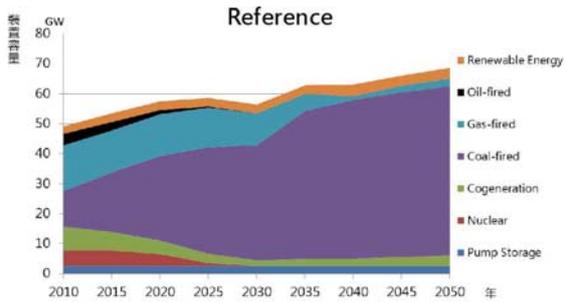
註3：以台灣2050能源情境供需模擬器-前瞻(L3)情境參數為基礎進行適度調整。

註4：NU0C0與CU0CL為本研究探討CCS重要性與電力系統成本最佳化之衍生情境。

結果&討論

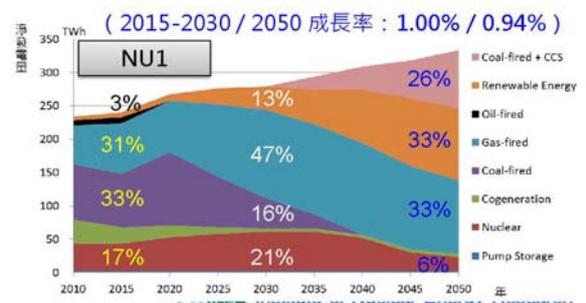
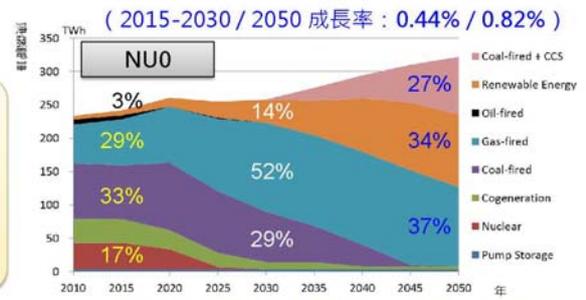
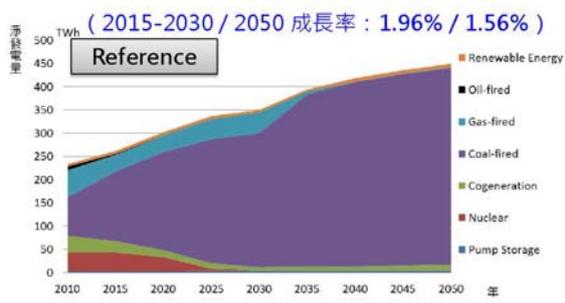
裝置容量

- ✓ NU0及NU1情境中，再生能源及CCS裝置容量皆達到自定上限。
- ✓ 比較NU0及NU1情境可知，核電情境有助於2045-2050年降低對燃煤與燃氣機組之依賴度。



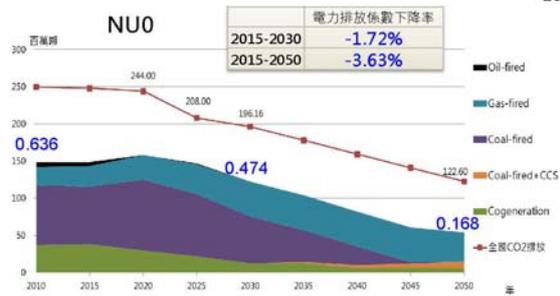
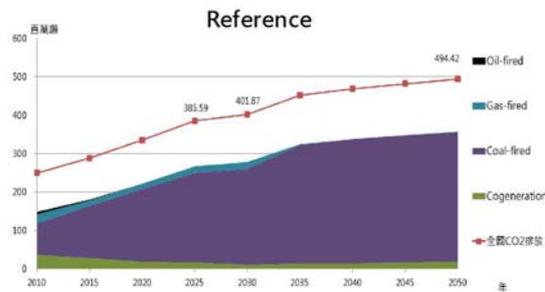
淨發電量

- ✓ 面對2050年長期減碳目標：
- ✓ NU0以再生能源、燃氣、CCS為主。
- ✓ NU1以再生能源、燃氣、CCS、核能為主。
- ✓ 燃煤機組僅分別運轉至2045及2040年。
- ✓ 2020-2030年燃煤發電量銳減，電力結構顯著轉型，燃氣發電已成為最主要電力來源。



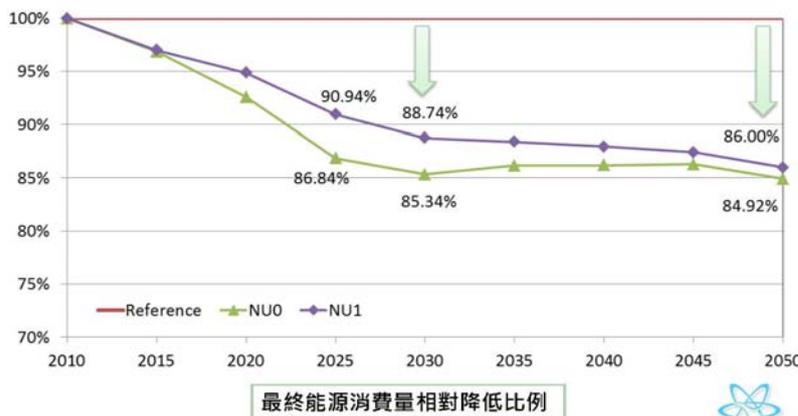
CO₂排放量

- ✓ 在Reference情境中，2030年CO₂排碳量約為402百萬噸，與INDC接近(2.43%)。
- ✓ 在NU0及NU1情境中，2020、2025、2030、2050年以減碳目標設為限制式，觀察達標之配套策略及挑戰。



需求抑低

- ✓ 在NU0及NU1情境，多數的能源服務需求皆被最大化抑低。
- ✓ 核電及CCS可減緩能源服務需求抑低幅度。



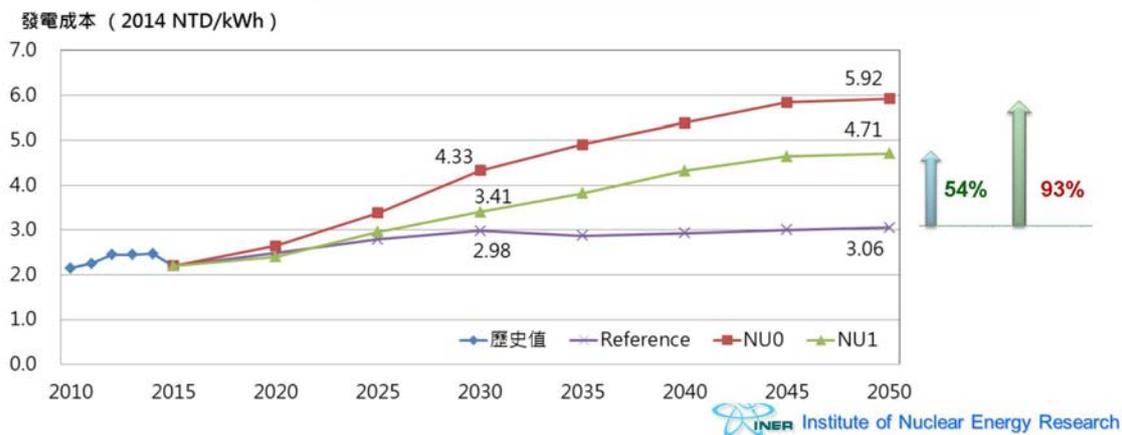
在NU0情境(左圖綠線)，2030年最終能源消費量僅較2010年增加7.4%，年均成長率僅0.36%/年

能源密集度下降率(NU1)	
2015-2030	3.28%/年
2015-2050	2.25%/年

能源密集度下降率(NU0)	
2015-2030	2.88%/年
2015-2050	2.20%/年

發電成本

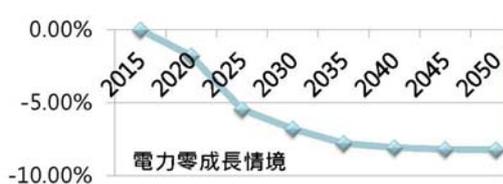
- ✓發電成本逐年上升的主因：
1. 2030年前燃氣發電之燃料用量與成本攀升。
 2. 投資昂貴之再生能源及CCS比重持續提高。
 3. 核電情境可有效減緩發電成本上升幅度。



經濟衝擊

各年度相對於參考情境之實質GDP變動率
By GEMEET model(CGE)

- ✓ 電力價格上升造成產業用電成本增加，產出減少，對整體經濟造成負面影響。
- ✓ 在2030及2050年發電成本分別上升45%及93%的情況下(NU0情境)，預估對於當年度之實質GDP會有**1%**及**1.5%**的衝擊。



- ✓ 在電力需求被抑制的情況下，產業發展受到限制，對於整體經濟的衝擊遠高於電價上漲的情形。
- ✓ 若電力需求持續被抑制，到2050年對當年的實質GDP會有**8.1%**的影響。

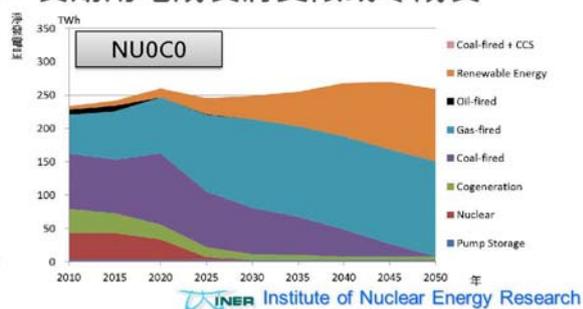
INER Institute of Nuclear Energy Research

結論 & 思考議題

結論

- 本研究初步成果與國際對未來能源供給之看法均顯示**低碳電力供給以再生能源、CCS、核能三項兼顧為主流**，若偏廢其中一至二項而仍須達到減碳目標，勢必大幅增加達標難度。
- 若CCS無法順利推動，預期將必須以更大幅之「**能源效率提升**」及「**能源服務需求抑低**」替代，長期用電成長將受限或零成長。

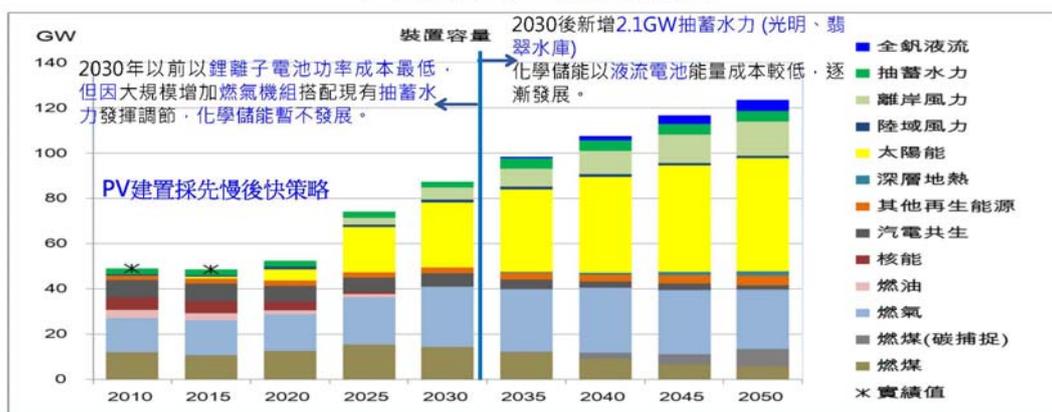
假設CCS發展受限，CCS發電技術無法作為電力來源選項，研究結果顯示，2015-2050年發電年均成長率從0.82%/年降至僅為**0.20%/年**，幾近**用電零成長**，才能達到減碳目標。



2016 TIMES模型初步成果

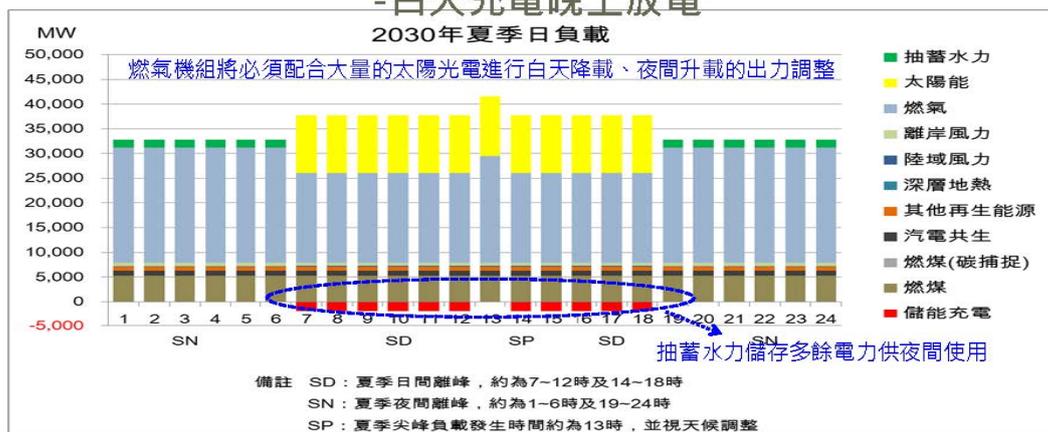


TIMES減碳樂觀情境初步運跑結果 -間歇性再生能源配套



亮點說明：由初步運跑結果可知，未來隨著間歇性再生能源比例上升，燃氣機組搭配電網級儲能技術可以發揮調節功能，以減緩再生能源間歇性對電網之衝擊。本研究建議政府提早完成天然氣第三接收站，儘早投入資源進行液流電池關鍵技術之研究及抽蓄水力相關評估。

TIMES減碳情境初步運跑結果 - 白天充電晚上放電



亮點說明：

突顯TIMES模型架構優勢，可細緻化模擬四季、白天、夜間及尖峰之供電調節，在契合政府提高再生能源發電占比的趨勢下，探討間歇性發電搭配儲能系統，結果更能真實反應實際情況及提出政策建議。

思考議題

22

- 需投資更多研發經費及人才於低碳關鍵技術，以降低成本，減緩衝擊，並創造產業機會。
- 超過三成的再生能源發電，顯示需要搭配更完善的智慧電網，儲能系統及電力調度。由於台灣的再生能源發電目標已上修至2025年達20%，相關配套更需及早規劃完成。
- 燃煤電廠仍須適度汰換更新，並應規劃碳捕集預留 (capture ready)。若無CCS及核電，能源密集度改善率需超過3%/年，用電幾近零成長，代價大幅攀升。
- 在達到積極減碳目標及兼顧經濟發展下，轉型為低碳產業結構已成必要條件。
- 非環保署及能源局可獨力面對，政府跨部會，產業界及民眾均須共同思考及因應。
- 能源價格與經濟成長對減碳的影響。
- 德國雖然廢核，但在福島事件當年即便關閉部分核電廠，電力仍維持淨出口，至2013年電力淨出口已達5.1%，並未因減核造成缺電危機或惡化電力安全。德國作法是先提高電力備用容量，再按部就班減核，以維持電力安全，值得深思。

感謝聆聽，敬請指教



Related Link:

能源資訊平台: <http://cip.iner.gov.tw/>

臉書粉絲專頁-能源資訊與國際動態: <https://goo.gl/V8ZxVv>



經濟學討論的是取捨，而非滿足需求與提出解決方案，這或許是經濟學家不能像政治人物受到大家歡迎的原因，因為政治人物會承諾解決我們的問題並滿足我們的需求。