

「後福島時代台灣電力問題探討」論壇紀要

舉辦時間：100 年 8 月 2 日下午 2:00~5:30

舉辦地點：財團法人中技社會議室

主持人：潘文炎(中技社董事長)
林聖芬(中國電視公司董事長)

引言人：楊日昌(工業技術研究院資深顧問)
與談人：吳再益(台灣綜合研究院院長)
蕭代基(中央研究院教授)
萬其超(清華大學化工系教授)
黃宗煌(清華大學經濟系教授)
李敏(清華大學工程與系統科學系教授)
陳斌魁(大同大學電機工程學系教授)
張四立(台北大學環管所教授)
黃耀輝(台北商業技術學院副教授)
杜悅元(前台電公司總工程師)

潘文炎：現在世界上討論最多的兩個議題，一個是地球暖化及二氧化碳排放，另外就是福島核災後的核能發展。有的國家因此考慮是否停用核電，例如德國決定 2022 年全面廢核。儘管核電廢不廢難有定論，但在我國環境基準法裡，也已經把廢核定為長期目標。

由於一般人認為核能電廠有很大風險，所以愈早廢愈好，但是替代供電方案之規劃及興建曠日費時，且需要龐大的經費，不是要廢就廢；加上核能發電不會排放二氧化碳，現在要廢核，又要節能減碳，就出現兩難。

此外，經濟若按目前速度成長，即使不廢核電廠，到了 2030 年，電力需求還會大量增加，但現在要蓋電廠非常困難，經濟成長又需要電力支持，中技社因此希望藉由此議題的完整討論，讓國人了解能源供應在廢核時的情況，並儘早規劃。

林聖芬：這是一個熱門話題，今天是恰當時機，能針對議題全方位討論，希望有助於能源政策的完整考量，並提出具建設性、可行性的配套方案。

壹、後福島時代我國能源政策的選擇

楊日昌：福島事件發生之後，不但引起全世界注意，我們國內的兩大黨也都有在媒體上表達他們的意見，基本上民進黨的立場是非核家園，而執政黨則是在核四穩定運轉之後，核一二三廠都考慮不延役。我以下的報告就以後者為討論的基礎。

不論是非核或是減核，大家立刻想到的都是它對節能減碳的影響。如果光從這點來看，它對我們國家 2020 年的減碳目標的衝擊應該不是吸收不了的，因為 2020 年前需要除役的只有核一，它的延役與否對我們國家節能減碳目標的影響大概只有百分之五左右。但是，減核的問題不只是它對減碳的影響，而我們國家面臨的能源問題也要比減核跟減碳都更複雜得多。

首先我們很快要碰到的問題是電力備用容量不足的問題，核四要 2014 到 2016 年才能上線，而林口、通霄、深澳、大林這些本來早應該上來的新電廠都因為環評、抗爭等因素而嚴重延後。我們國家經濟與用電成長每年百分之四到五，只要新電廠上不來，電力的備用容量就會直線下降，到 2013 年降到百分之 10 上下，2015 年達到最低點。即使核四跟現在延後的幾個新火力電廠在這之後能上得來，基本上我們國家的電力備用容量會一直到 2020 年之後都還在百分之 10 上下徘徊，也就是說限電的壓力一直都會是個揮之不去的問題。再生能源即使加速建置，所造成的貢獻會很有限。天然氣(LNG)也是緩不即急，因為新增天然氣機組的興建需要時間，而且相關的儲運設施都還需要增建。因此看來如何提升能源效率，把對電力的需求壓低下去已經是剩下來的解決方法了。

這個問題在告訴我們一個很需要我們好好想一想的問題，那就是我們是一個非常地窄人稠的國家。如果我們國家經濟每年成長百分之 5，用電成長百分之 4，二十年之後我們會需要現在兩倍以上的電廠才能滿足我們用電的需求。我們找得到那麼多場址嗎？減核，撇開它的安全問題，對減碳的衝擊不談，它對我們這個「電力與民爭地」的問題會帶來更大的壓力。這也許是比節能減碳更基本的一個問題。

為什麼我們需要這麼多的電？主要是我們工業耗能佔比過大。工業耗能的佔比在全世界是百分之 27，在 OECD 國家則只有百分之 22.7，但我們則高達百分之 53.8。工業是我們經濟發展的主要引擎，但它也是我們為什麼要用這麼多電，需要蓋那麼多電廠的主要原因。

工業就是我們國家能源問題的所在嗎？這樣說很不公平。事實上，工業在能源這方面的表現是非常亮麗的。我們的電腦通訊電子業的 GDP 在過去 20 年裡以平均接近每年百分之 20 的速度成長，到現在已經是佔全工業 GDP 的一半以上了，因為它的能源密集度遠低於其他工業，它的快速成長帶動了整個工業的能源密集度比全國能源密集度的下降快了幾乎兩倍，可以稱得上是各行各業中的一枝獨秀了。

那麼我們的問題在哪裡？真正的問題其實反而是發生在 GDP 佔比最大，能源密集度比電子業還要低三倍的服務業，它的 GDP 成長率現在落後國家 GDP 成長率百分之 1.2。過去十年裡它在國家 GDP 裡的佔比已經從百分之 70 下降到現在的百分之 64 以下。這其實才是我們始終擺脫不了高度倚賴工業，以及耗能和電力需求都居高不下主要問題所在。

除了電力備用容量和高度倚賴工業之外，我們面臨的第三個能源問題是一個世界性的問題。那就是全球石油的供應已到頂峰（peak）了。往後石油以及跟著它連動的液化天然氣在供應上都會是高度的賣方市場，在價格上也會高度的不穩定。我們鄰近的幾個國家，除了中國是在無所不用其極的在全世界搶油田之外，日本已經有政策要直接控制自己需求量百分之 30 的油田產量，而韓國也在前年增資了 184 億美元給國家石油公司(KNOC)來擴大參與國外油田開發的實力。看來我們國家在這方面也需要有所著力了。

我們面對的第四個重大的能源議題是我們現在已經很迫切的需要一個能夠真正具體可量化的節能政策了。能源效率不只是現在要對抗限電的主要工具，它更是我們國家達成節能減碳目標的第一大選項，佔比在百分之 40 以上。我們國家雖然一直都有能源效率的政策，但是能夠具體量化，像能承諾每年減少多少噸二氧化碳排放的部分還是很少，我們需要盡快的制訂出這種可以具體量化的方案，真正的節能行動才能展開。

其實上面描述的四個我們國家今天面對的重要能源問題，它們能否被克服的關鍵都是節能是不是節得下來。這是一個做起來比說起來難得多的事。尤其在 2020 到 2030 年這段時間裡，到時候國際減碳的壓力會因為減碳進度太慢而比現在大得多，油和天然氣的供應和價格都只會更不穩定，攸關國家 GDP 成長和能源密集度下降很大的電子業的成長終究會緩慢下去，核二和核三還要跟著核一除役下去，需要彌補的缺口會大得多，那時候才是我們國家能源政策真正要承受考驗的時候。如果我們有一點遠見的話，都應該瞭解我們現在就已經沒有任何時間可以浪費了。

貳、台灣生存與發展之電力需求

杜悅元：台電每年都會對未來 10 年作電力供應的預測，以去年的預測，預計民國 104 年的備用容量率將降到 10% 左右，低於政府核定的備用容量率，16%。由於備用量率是要保證供電安全，以過去的經驗來看，只要降到 10% 以下，就會有限電的可能。現在又有日本福島事件，核四機組來不及運轉，備用容量率會有很大的問題。

此外，電力需求與 GDP 一起成長的情形，未來會達飽和期，不會一直成長下去。例如，日本電力沒有什麼成長，因為已經高度工業化，美國也是，我們是成長中的國家，所以跟 GDP 的成長還無法脫勾，但未來不會一直蓋新電廠。

目前電價不敷成本，使用電力有補貼，用多的人，受到補貼就多，也因此會產生為何要降低用電的想法。未來應該要讓使用能源的人，都付出應付的代價，才不會造成節能者反而補貼少的現象。

黃宗煌：電力是經濟成長重要的一個動力來源，在此情況下，電力需求的成長，會比過去更加快速，以預測每年要成長 5% 的 GDP 計算，即使每年節能 2% 的成長率，電力需求還是成長。

面對此問題，要如何提供適當的供電結構以滿足未來的成長需求，並選擇何合理的需求管理策略，藉以遲緩成長確實是個重要議題。以提供電力供給的角度，結構應會隨時間而改變，核四不商轉對 GDP 或就業率都無可避免地會造成負面影響，除非其他供電方式能夠能以相同的條件適時彌補缺口。

藉由再生能源發電來改善現有的高碳結構，是大家一致的心願，但電價也勢必高漲，其對不同所得族群的影響(亦即分配效果)將不利於低所得戶，即便電力支出占所得比例不高，在可支配所得偏低的情況下，仍需有明確的救濟配套。值得注意的是，如果廢核導致缺電機率增加，影響所及包括生產、健康、競爭力、外人投資等，此等後果同樣需有周延的因應對策。

因此，改變能源供給型態時，能源政策的需求管理願景可以樂觀，但政策上要有效整合，工具選擇上要具成本有效性，執行上也要能完全。此外，負責任的決策不僅不能忽略弱勢團體的負擔能力，更須兼顧政府的財務永續性及產業競爭力。

張四立：台灣長期電力供給的規劃，都是依據穩定供應、充分滿足需求為原則，所以長久以來都採取被動因應，需求多少，就蓋多少電廠。現在國家政策談綠能，未來勢必脫離化石燃料依賴。

換言之，現在是負載預測後，再規劃蓋電廠，這是由上而下的政策形成方式。若要擺脫對化石燃料依賴，就要由下而上，讓每個終端用戶扮演更積極的角色，改採量入為出，用電需求要被規範。

例如，我國人均用電量，在 2006 年時全球排第 16 位，比溫室氣體排放量的全球排名還前面。負載需求預測未來用電量還會成長，因此需要蓋更多的電廠來因應，這是因為用電負載仍用人均所得及 GDP 為依據，使經濟成長和用電需求沒有脫勾。

抑低需求除了電價以外，還有電價結構，我國電價水準的僵固連帶使電價結構長期欠調整，使得電力訂價思維及技術落後，但不同時間及區域，及電力技術組合，成本都不相同，未來應設計分級、區域或更細緻的時間電價，以此作為需求端管理的工具。

黃耀輝：我國缺乏能源，能源價格卻嚴重偏低，長此以往，則能源需求不斷成長，供給永遠跟不上。因此，能源政策的正辦應從需求面管理切入，效果比去核此種供給面的效果來得大。

檢視主張去核者的下列配套措施，無一不是等同於調高電價：「使用替代能源」（尤其再生能源）成本和技術門檻高，必然造成發電成本上升；「節能」必須靠價格提高才有誘因和效果；「調整產業結構」面臨失業增加的難題；「電業自由化」更是讓民營業者不扛政策任務，自由調漲油電價格。總之，去核的必然代價就是電價調漲。而且，還不能保證沒有限電、缺電的問題，更無法因應溫室氣體增加的挑戰。

因此，政治人物必須誠實的對國人說出「去核必然以電價調漲來配套」的真相，再由選民決定選擇去核與否。

參、供給台灣生存與發展之電力需求可能選項

吳再益：根據 OECD 在 2009 年主要國家用電狀況，台灣年用電量 2300 億度，日本超過一兆度，德國 6000 億度，韓國 4400 億度。台灣雖然用電量相對較少的國家，但在化石能源使用上，台灣發電量的占比高達 7 成 7，比重最大。

相對的，我國核能佔發電量比重的 18%、日本為 26%、韓國佔了三分之一，即使是主張廢核的德國，目前核電也有 23% 的佔比。

所以，2011~2020 年的黃金十年，若 GDP 每年有 5% 成長，電力彈性係數為 0.8，仍有 4% 的成長，顯示電力需求還是要成長。即使能源效率改善，4% 再打對折，也有 2% 成長。

在全球的大環境之下，應該支持再生能源的比例要提升。但推動再生能源，有關成本要反映到電價，還要考量儲能設備是否足夠，假設要把核能電廠做正常除役，要考慮電力穩定供應的大前提，一定要使電力政策規劃穩定、可靠、可行。

萬其超：能源雖是高科技，但已不能當技術或產業來處理，而是全民活動，所以討論時，要接受它可能是高度政治化的事實，並把現實的意見考慮進去，否則方案很難有效。

換言之，就是儘量先選有共識的事情著手。以目前來看，就是節能及提升能源效率。有效的作法不只在工業上，而應擴及全民生活用電上，也使節能之影響更深入人心。

例如，把空調室溫由 24 度調到 26 度，何時做到都沒關係，最後有做到，就會有一個數字談做到多少，而這個結果可以節能多少，這樣才會對開發新能源有個理論的共識基礎。

應有實際活動，要讓人民慢慢意識到能源之存在與重要性。如同大陸用電已不是抄電表，不付費就切電。他們是採用儲值卡方式，只要儲值卡未儲值，電就自動切掉，老百姓較容易意識耗電之成本。一個國家停電是大事，但單一個家庭短暫切掉電力，反而是很好的教育。只有全民有了深入的能源意識，才有條件規劃較具爭議的能源項目。

李敏：核能是一個大環境下的選擇，核能的優點是燃量體積小、運輸儲存方便；發電成本中，燃料成本所佔的比例低，故發電成本穩定，不異受國際能源價格波動的影響。台灣因為 99% 能源依賴進口，所以核能可以穩定能源供應及價格，也不會排放二氧化碳。

核電的使用是風險的選擇，使用核能發電要承擔類似日本福島核電廠事故的風險；不使用核電，要承受能源供應與能源價格是否穩定的風險，還要加上無法達成二氧化碳減量目標的風險。核能安全之所以成爲民眾最關注的焦點，來自於民眾對輻射的不了解，由此次福島事件來看，這種畏懼已超出想像。

事實上，任何核電廠都有設計基準，在符合社計基準的環境下，電場是不會發生輻射外釋事故。福島事件是天然災害的程度超過電廠設計基準。福島事故的經驗，讓核能界開始思考如何因應超過設計基準的事故，同時規劃所謂的斷然處置措施；必要時，以海水灌入爐心，雖然會造成電廠的廢棄，但可以保障民眾安全。

積極的發展再生能源，積極推動，節能措施，提高能源使用效率，持續安全的使用核能發電，這是國家能源政策的三項基石，缺一不可。

陳斌魁：目前若將核電除役，會有限電可能。解決的方法包括開源、節流，及負載管理。開源除了發展具經濟效益之再生能源外，可增建傳統火力電廠，以及政策引導，引進競爭機制，提升現有電廠效率，而且電廠不一定要台電興建，民間或許比較快。

節流就是能源有效利用，如：區域冷暖房、綠建築、火力電廠予以汽電共生化(若條件許可)等，節能與環保法規有關，宜同時檢討。至於負載管理，由於停/限電是

機率問題，與備用容量有關，備用容量少，停電機率就大，依歷史經驗，台電有限電或停電壓力是在夏季，時間不長，不宜只爲了夏季短暫電源不足而增建尖載機組，可用負載管理手段抑制尖峰，其付出成本遠低於興建電廠。先進國家之電價機制設計，於缺電時段，用電客戶若將用電權利放出，電力公司會付錢給出讓者，其他需用電之客戶將可不需停/限電。另外，也可利用負載轉移，例如用儲冰式空調，夜間耗電製冰，白天就可用耗電較小的風扇產生冷氣，減少尖峰用電量，降低停/限電之機率。

至於再生能源推廣之潛力及侷限需考量：**(1)成本效益**：自然環境資源佳者優先開發，否則成本偏高。**(2)供電穩定性**：因爲再生能源是看天吃飯，發電不穩定，須靠可控制的傳統電源輔助，因此有容量限制。**(3)電力輸送問題**：電網瓶頸可能限制再生能源的發展。

肆、不同時空條件非核家園的挑戰

楊日昌：能源效率是我們做節能減碳需要倚賴最重的一塊，佔總減碳量的百分之40以上。未來十年裡核一要除役，真正能吸收這衝擊的也是這一塊。一個有用的，能具體量化的能源效率政策有三個要素：一個是法規，也就是棍子。一個是誘因，也就是胡蘿蔔。第三個則是支撐法規和誘因的財源。這政策裡法規跟誘因的配比依一國的國情而定。民意愈高張，減碳成本愈高的國家往往愈需要更多的胡蘿蔔。美國加州就是一個我們很值得我們去做標竿學習的地方。在過去三十幾年裡它的GDP成長了一倍，能源耗用在法規搭配誘因的政策之下則幾乎沒有成長，是一種近於完全脫鉤的成效。

美國許多州都效法加州的做法，它們每年投入總電費收入的百分之1.5到3.5補助老百姓購置高效率產品及投資效率提升。這種誘因措施達成了每年百分之0.7到1.8的節電效果，十年下來就累積了百分之6.8到16.6。我們的核一二三廠加起來的裝置容量也不過是全國總裝置容量的百分之12.6。這個比較告訴我們，節下來多少電其實就等於是建了多少不需要環評，也不會「與民爭地」，而且建起來比實體電廠更便宜的「虛擬電廠」。加州和美國這些州的經驗現在也已經在德國、英國和日本這些國家施行，這些經驗告訴我們具體量化的節能政策是設計得出來也做得到的。

吳再益：我支持虛擬電廠，但過去台灣電價偏低，若沒有在合理電價條件下，不能水到渠成。虛擬電廠把尖峰負載需求降低，電源開發的壓力相對降低，有助環境改善。

另外，考量台灣是獨立供電系統，穩定是最高原則。現在電源的基載，核能佔

比愈來愈低，其他火力電廠的環評又難通過，台電區域負載早已不平衡了，需電方面，北部佔比 45%、中部 27%、南部 28%，但北部供電佔比只有 34%，有 10 個百分點以上差距無法滿足。

最大痛苦是，設電廠時，即使蓋得出來，電也送不到你家，因為電塔蓋不出來。一支電塔若經過國家公園，環評就很難過關，顯示台灣要蓋電廠很辛苦，相關人士應該告訴人民，電力要穩定供應，會有很多挑戰。先進國家即使在發生福島事件後，還是審慎評估核電，在提升核電安全規範下，核電的取捨必須兼顧長期供電穩定與對 CO₂ 減量的承諾。

蕭代基：如楊日昌顧問的引言報告，政府一直苦惱於我國節能減碳目標的缺口很大，而節流策略的節能減碳貢獻大於淨源策略，單位減碳成本也較低，甚至可能是負成本，但是卻都用不出去，為什麼？主要是我們對於未來的能源需求成長預測太高，傳統做法是先規劃未來幾年經濟成長率要多少，再決定達到目標要有多少投資與消費，民間達不到，政府就投資與消費，也因此而引伸得到能源需求成長量，目的就是要經濟成長。這種 GDP 成長中心主義是世界各國的迷思，這點不改，不只是台灣，世界都會面臨很大挑戰與危機。

因為未來能源供給成長的能力已面臨挑戰，石油供給已達尖峰，不久的將來一定會降下來，很多其他自然資源也一樣，所以能源需求不能再成長，不然將面臨超高油價與長期的經濟衰退，屆時需求還是會下降。

因此最重要就是要檢討 GDP 成長中心主義，日本以前雖然也這樣，但現在已修改，大陸現在也在修改。近來台灣推動節能減碳政策，就是因應能源與氣候危機，但是還需要更進一步修正 GDP 成長中心主義，這是根本之道。因此別再以 GDP 為唯一成長指標，政策若只有一個指標，很容易產生錯誤，例如國光石化撤案前的石化產業政策，雖然石化產業附加價值低、耗能大，但為求經濟成長，仍規劃其高速成長，雖與節能減碳政策目標相違。

具體而言，電源開發規劃不應再根據用電需求以規劃供給（量出為入），而應該根據供給能力而管理需求（量入為出），這就是楊顧問引言報告所說，三十餘年以來各先進國家電力公司成功執行的需求面管理以提升能源效率的政策。

化石能源不可能再生，天然資源供應一定會有不夠的一天，面對未來嚴峻的挑戰，政策一定要強硬（tough），不能軟弱，這就是管理大師 Michael Porter 二十年前提出之有名的 Porter Hypothesis 之主旨：“Strict environmental regulations do not inevitably hinder competitive advantage against foreign rivals; indeed, they often enhance it. Tough standards trigger innovation and upgrading. ... I found that the nations with the most rigorous requirements often lead in exports of affected

products.” (Michael Porter, 1991, Scientific American 264 (4), p. 164.)。

杜悅元：一個電力系統供應穩定，基載一定要有一定比例，備用容量也要足夠。要走非核家園，基載電力就要找替代能源。天然氣發電取代核能發電的可行性及對電價的衝擊要詳加評估。

台電的主要任務是穩定供應電力，因為電源開發要很長的時間，所以要有長遠規劃，每年做十年的預測，但不一定到了那年就要蓋新電廠，因為預測如果未達到，也許電力建設就會放緩，若成長更快，也會加快建廠速度，一切都要看電力需求。

台電對一般電燈用戶的節能，提供電價的折扣，但是總用電量沒有降低，只是壓縮成長率。原因是否能源價格太低，所以措施下去不比國外有效，也許我們能源價格太扭曲了，先要調整成合理價格才能看到節能措施的效果。

潘文炎：聽過各位的高見，嘗試做以下的結論：首先，與會者都同意電力需求會繼續成長，2030 年保守估計也會成長 3~5 成。

第二，蓋新電廠不容易，而且區域供電的平衡跟穩定，在蓋電廠時都要克服。同時可考慮改變過去以 GDP 成長規劃電力需求的作法，改為量入為出，限制需求。

第三，提高能源效率是所有節能減碳方案中最有效的一種，目前推動績效不彰，其中價格太低是原因之一，未來應該提高能源價格，且節能減碳須有量化的目標，才能有效執行。

第四，2015 年備載容量接近 10%，屆時會有限電危機，如何因應大家都擔心，台電加強負載管理外，還要有其他措施。

第五，核能好處是便宜，但也有安全的顧慮，所以核能是風險的選擇，廢核會增加二氧化碳的排放，同時會有電力需求不足等問題，所以替代方案及經費來源，應有配套規劃，清楚向民眾說明。

第六，再生能源成本高且有侷限性，但世界未來能源供應短缺已可預見，所以應投入研發改善效率，積極推動。

第七，節能減碳及能源政策應設法以民眾聽得懂的語言來說明，並且鼓勵民眾參與。