

美華核能微言四十八集

美華核能協會

Volume 48, October 4, 2016

談言微中、可以解紛

目錄

頁數

1. 廢核將帶來更多酸雨和颱風的困擾.....2
2. 廢核必嚴重衝擊民生.....3
3. 一個工程師的良心.....4
4. 說核四是拼裝車 是抹殺專業6
5. 反核與能源選擇.....7
6. 悲情蘭嶼，謠言傷國而非輻射傷國.....8
7. 中美認真減碳，台灣自欺欺人.....9
8. 台灣工業部門的溫室氣體減量(上).....12
9. 台灣工業部門的溫室氣體減量(下).....24

美華核能微言四十八集

廢核將帶來更多酸雨和颱風的困擾 江仁台 風傳媒 2016 年 10 月 4 日

<http://www.storm.mg/article/172789>

梅姬強力颱風剛走，今年第 18 號芙蓉颱風馬上又形成，接二連三來的颱風破壞困擾著台灣。各位看官，您可知道台灣的廢核將帶來更多酸雨和颱風的麻煩嗎？

民進黨政府主張廢核，希望十年內再生能源能夠提供電力供應的 20%來替代核電，但與台灣地理環境類似的日本，在經歷福島核災之後，雖然也曾積極推動各項再生能源計畫，但愈來愈多跡象顯示，再生能源在日本的發展已經陷入了困境。

據日本電氣事業連合會的數據顯示，在福島核災前，核電占日本總發電量的比重高達 28.6%，如今少數核電廠重啟後核電只占 1.1%，然而過去 5 年，包括水力、風力、太陽能在內的所有再生能源，占全國總發電量的比例只提高 4.7%，因停核造成的供電缺口，大部分都是由天然氣與燃煤高碳排的發電來補足。

台灣因水力資源有限且地狹人稠，太陽光電及陸上風機難以大幅度發展，未來再生能源在台灣的發展預料將像日本一樣陷入困境。在廢核的情況下，供電缺口也將由天然氣與燃煤高碳排的發電去補足。火力發電將排更多二氧化碳、二氧化硫與氧化氮，將使地球越來越暖、雨越下越酸，颱風越來越多。全球變暖，將造成更多的珊瑚礁損壞、冰川融化、更持久的乾旱、海平面上升、動植物種的喪失和農業產量的萎縮。

為避免排放溫室氣體造成地球溫度危險上升，全球未來四十年內，需要減少 80%二氧化碳排放，但同時又面臨二至三倍的能源需求。因此，需要能產生大量「零碳」排放的廉價能源，再生能源發電量小、供電不穩定、且價昂，權衡起來目前只有核電才能達到這種目標。

英國風險專家所做能源風險的研究，舉 2011 年日本大地震中因海嘯死亡的人數、比福島核災多得多的例子，認為氣候風險遠大於核電風險，因為氣候風險無法控制，但核電的風險卻可以控制。英國在福島核災後，支持核電的民調不降反增，就是因為大多數的英國人，覺得氣候變遷的風險，大過核電的風險。9 月 15 日，英國批准法國電力集團與中國的「廣核集團」合作興建造價高達 180 億英鎊的「辛克利角」核電廠。此外，日本日立公司正在英國興建與龍門核四同型的進步型沸水式核電廠（ABWR）。

台灣已經商轉的核一、核二、核三電廠，安全記錄良好。當年，核一、核二、核三都是台灣成功的大建設，三十多年來所發的廉價電力，對促進台灣的環保和經濟發展貢獻良多。核四廠採用的 ABWR 比核一、核二、核三廠更安全、發電成本更低。

為降低排碳、減少酸雨、空氣污染和因暖化造成的更多颱風等環保問題，發生過核災的美、蘇、日都繼續使用核電，沒發生過核災的台灣何須廢核？

美華核能微言四十八集

轉載：廢核必嚴重衝擊民生 陳宜民/立法委員 中國時報 2016/9/27

<http://opinion.chinatimes.com/20160927004278-262105>

甫上任不到 3 個月的英國女首相梅伊於 9 月 15 日宣布，正式批准法國電力集團（EDF）與中國的「廣核集團」（CGN）合作興建造價高達 180 億英鎊的「辛克利角」核電廠，整個興建計畫預估為英國創造出 25000 個就業機會。辛克利角核電廠，將是英國近 20 年來第一個興建的核電廠，2025 年完工後，將成為英國電力供應主力之一。天然資源與我國相同貧瘠的瑞士，其國會已有共識，除非能找到核電替代方案，否則瑞士不會貿然放棄核電。

民進黨政府認為只要達成下列 3 個目標，我國將不用在「缺電」與「核電」之間二選一。第 1，電廠的擴建與機組更新，並要擴大民間閒置的汽電共生設備，增加電力供給。第 2，加速實施新政府的節電方案。用時間電價的制度設計，來做好尖、離峰管理。第 3，加速推動再生能源並修改相關法規，務使政府用最快的速度營造出適合發展再生能源的環境。

上述 3 方案看似對非核家園政策已經準備好了，但卻無法經得起科學檢驗。首先，以氣代核，年發電成本勢必暴增。若改以燃煤取代核能，先不論發電成本，暴增的二氧化碳排放量以及空汙 PM2.5，都將是對人體或是環境產生極大的傷害。況且，短期內我們要如何興建取代核電廠年發電量 600 億度的燃氣機組或是火力發電廠？

其次，利用時間電價、智慧電表以及尖、離峰電價管理，來達成節能目標。但民眾缺乏安裝智慧電表的誘因，更遑論若總體發電量不足的情況之下，尖、離峰調度最終也將失去調度的意義，淪為輪流限電遮羞布。

再者，民進黨常舉德國再生能源發展為例，強調我國再生能源仍有發展潛能。唯德國土地面積與人口密度都無法與我國相提並論，且德國與其他歐洲國家並聯電網，在缺電時可以向他國購電。反觀我國，依地理環境與經濟成本推估，最有可能購買電力的國家是中國大陸。此選項尚不考量若未來兩岸關係持續緊張，對岸貿然拒絕售電，可能引發的國安問題。

從英、瑞兩國經驗可知，現今核能技術已不可同日而語，尤其中國大陸的核電廠幾乎都在沿海地區，我國單方面廢掉核電廠，並無法確保國人遠離核災。唯一可以確定的是：貿然廢核必將嚴重衝擊我國經濟民生。

美華核能微言四十八集

轉載：一個工程師的良心 王伯輝/龍門核四廠前廠長 風傳媒 2016 年 8 月 19 日

<http://www.storm.mg/article/154937>

人氣：417831 分享：15000



忠實地報導核四工程的現況，為歷史負責！

8 月 14 日報載，廢核四，每戶要分攤 4800 元，而工商業用電大戶攤提更多！我們家的財務主管，一個退休的物理教授，馬上跳出來說，我拒繳！我為什麼要替一個錯誤的理念付錢呢？

個人退休前，長期在核四廠（又稱龍門電廠）工作，秉持著一個工程師的良心及對歷史負責，我必須忠實地寫出核四的情況，否則，讓一些政客在一知半解之下，做出錯誤的決定，比完全不了解還誤事！

〔高/低階核廢料處置〕

核四廠在設計時，即已經考慮了核廢料處置的方式，高階廢燃料，在反應器廠房內放置 15 年後，移至一個名為輔助燃料廠房內，溼式儲存，這個廠房可以再儲存二部機的用過燃料，25 年；15 年加上 25 年，40 年內，廢燃料不必移出廠外！低階輻射廢料，經壓縮及焚化，估計 1 年半會產生 120 桶左右，核四廠在其山凹內，建有一地下二層樓，地上一層的廢輻射桶儲存倉庫，可以存 2 萬桶，二部機 40 年輻射廢料也不必移至廠外，對環境完全沒有影響！輻射並不可怕，可怕的是，沒有好好管制及管理！

〔地震及海嘯〕

2011 年 3 月 11 日的福島第一核電廠受到地震及海嘯的衝擊，導致氫爆，然而，各位可能不了解，日本東北電力公司有一女川核電廠，更靠近震央，女川電廠受地震及海嘯的影響極為微小，而且還收容附近的災民，一個（福島）人人往外跑，一個（女川）可收容災民，這二個案例，究其原因為福島建於海平面 10 公尺左右，而且離海岸很近，而

美華核能微言四十八集

女川則建於 14 公尺左右的高層！地震對女川的影響極為微小，而且它的高層也躲過了海嘯！

龍門電廠是個極新的電廠，它的耐震能力不下於女川，而且龍門建在高層 12.5 公尺山邊，距離海岸 500 公尺以上！不同的是龍門電廠的設計，它的反應器廠房離海岸最遠，且發電機廠房面對海岸的部分是牆，這和福島完全不同，福島幾乎是和海岸平行，因為如此，海嘯對福島的打擊更大！

〔圍阻體的完整性及洩漏測試〕

三哩島事件，已經證明，美式的圍阻體是有其保護及阻隔的功能，龍門電廠的圍阻體已經成功地完成測試，它可以耐每平方厘米，4.6 公斤的壓力而不受影響！（目前核電廠中最進步的設計）

而且在二個網球場寬，高 8 層樓的圍阻體內，必須保持幾乎不洩漏，才能通過的測試也已經成功的完成！（它的目的是若發生輻射外洩時仍可密閉）

〔核燃料〕

各位可能不知，龍門電廠二部機的核燃料都已經安全的儲存在電廠裡，假若，一號機運轉，大概 5 年左右，不必再買新燃料，直接從二號機挪用即可！

至少，5 年，不必買燃料，對環境也沒有影響，又不必擔心缺電的危機，又可刺激投資，帶動台灣的經濟！如此簡單明瞭的道理，新政府，您就思考一下吧！

如此困難，介面複雜的工程，我們都已經完成，卻為了一個「非核」的理念，必須要犧牲經濟，值得嗎？

我必須再強調，科技都有其風險，只是，我們靠什麼方法來把關，把它降至最低！很明顯的例子，醫學用的 X 光機及電腦掃描，它的輻射劑量非常地高，但，要看我們如何去管理及運用，而不是，一味的反對，一直守著老祖先的把脈！

新政府選舉前提出 2025 非核，這數據，您們可有配套措施嗎？還是純粹仿照德國！但也必須想想，我們有德國的條件嗎？綠色能源很吸引人，然而，一個新能源的規劃及至商業運轉，至少須要 5 至 6 年，這個缺口，您們想過嗎？開始做了沒？

島國欠缺天然資源，日本就是，韓國也是，所以雖福島發生在日本，但，安倍內閣仍沒放棄核電！我們沒有德國的實力，卻要學人家的口號！（2025 非核）！日本和臺灣類似，多颱風，沒資源，他們更不敢依賴風力及太陽能，我們能嗎？

坦白地說，我一直盼望小英選上，因為我欣賞小英的理性及細膩！然而選舉前的語言，或許思考不足，該彎還是要彎！

人民的福祉為第一優先！不要 4 年內，核電廢了，再生能源沒半個，仍然依賴化石燃料，那完全失掉，減核及廢核的意義！

個人已經從職場退休下來了，理論上，只需在乎家裡用電不缺，安享退休生活即可！然而，聽聞，核四的虧損要全民負擔，我不得不秉著工程師的良心，告訴社會大眾核四的真實情況，不是我們做不好，不能發電！而是政治上的決定，政治上的決定，必須為歷史負責！

轉載：說核四是拼裝車 是抹殺專業 葉宗洸、劉容生 / 前「核四安檢專家監督小組」委員 聯合報 2016-09-30

<http://udn.com/news/story/7339/1993200>

新政府非核家園政策勢在必行，不過，考量眼前再生能源發電技術瓶頸與限電威脅未除，為了下一代生活品質與可能的經濟衝擊，核電在台灣仍有其必要性，不能輕言放棄。也懇請在「上位」的學者或官員，尊重專業意見，不要在不甚瞭解情況下，傳播不實資訊打壓核電，造成社會大眾不安。

中央研究院前院長李遠哲在唐獎「永續發展」頒獎典禮上，批評台灣發展核能的適當性，並說出「核四是拼裝車，安全堪慮」。請問李前院長可曾踏進核四親身探查安全措施？您知道全世界的核電廠，都不是一家廠商負責所有的組件嗎？

經濟部在一〇二、〇三年間總共花十六個月，為核四廠重新進行大規模且完整的安檢，最終證實機組共一二六個系統的功能均符合設計要求，也符合法規。但李前院長一句話，就輕易抹殺了幾十位專業人士一年多的努力！

核四廠「強化安全檢測小組」（以下簡稱安檢小組），共聘請了四十五名經驗豐富的核電資深工程師及十二名美商奇異一日立公司的顧問，共同進行核四廠一號機的「系統再檢視」與「試運轉測試再驗證」兩項重大安檢工作。在電廠原有的「聯合測試小組」執行過第一次系統檢視及試運轉測試驗證後，安檢小組獨立進行了第二次的檢視與驗證。期間發現了系統與試運轉測試各有二六二項及七十項問題待澄清或待解決，但最終全數解決。

前述超過三百項問題中，有些部分相當棘手。例如，屬於緊急爐心冷卻系統的高壓爐心灌水泵於安檢期間進行了功能測試，其高壓運轉時的冷卻水流量完全符合標準，但低壓運轉時的流量，未達到安全分析報告的要求。雖然高壓流量已可保證運轉安全，但為確保符合安全分析報告中高安全餘裕度的要求，要求高壓灌水泵送回位於蘇格蘭的原廠車修，並於符合標準後送回。其他因品質要求而進行更換或車修的組件，均詳列於上網即可取得的核四安檢報告中。

我們均為「核四安檢專家監督小組」成員，任務是定期審視安檢小組提出的安檢進度報告，並親赴核四工地現場勘查。安檢期間，我們見證安檢工作的嚴謹程度與品質，因此可以有信心地說，核四廠一號機安全沒問題。後來，歐盟執委會核能專家小組以及世界核能發電協會分別進行的獨立同行審查，也都肯定了核四的安全性。

美華核能微言四十八集

轉載：反核與能源選擇 劉振乾/台電退休工程師 自由廣場 2016-07-08

<http://talk.ltn.com.tw/article/paper/1008869>

我和反核人士的共同點是愛台灣。如果核能電廠真的如反核人士所說一樣的危險，我會第一個站出來反核。但實情是怎樣呢？

福島事件後，有三個國家從擁核改為反核。事隔五年，其中除了德國仍然堅持外，都重回擁核。瑞士：過去堅決反核。國會卻在今年三月二日決議，該國核能電廠的運轉將不再受時間的限制，包含世界上最老的核能電廠，目前仍可繼續運轉。國會與聯邦政府均認為核能電廠只有在被證明為不安全的情況下才需要關閉。此次國會投票結果象徵著國家能源政策的重大改變。

比利時：原來在二〇一五年已經停機的兩部機組，政府請電力公司重啟運轉，都可延役，可運轉到二〇二五年，其後還可再議。

福島第一核電事故，因東京電力未設定的規模之海嘯，導致無法冷卻反應爐，變成嚴重的災害。它最大的教訓，不是以「設定太寬鬆」一句話解決掉，而是要在「一定會發生超越設定的事態」的前提下考慮對策，即使事故發生也不會給周邊居民帶來損害。

如果說，以上兩國的轉變還不能說服反核人士相信核能電廠的安全性。在即使事故發生也不會給周邊居民帶來損害的前提下，台電除了做好因應福島事件的加強防範措施之外，再加上授權運轉人員必要時可以毀爐的斷然處置。

請認識福島事件發生氫氣爆炸是事發後約一天的事，因此事故發生只要在八小時內採取毀爐（灌海水入反應爐內），就可終止災變，不會給周邊居民帶來損害，更不要說可能讓台灣萬劫不復的大浩劫。

先不說缺電，在鄰近國家日本、韓國都大力發展核電之際，執政黨的反核政策只會帶來製造業成本增加，因為對電力供應的穩定性存疑而讓投資者卻步，造成經濟蕭條，難道真的不見棺材不流淚嗎？

轉載：悲情蘭嶼 謠言傷國而非輻射傷國 林基興 天下雜誌獨立評論 2016/08/13

<http://opinion.cw.com.tw/blog/profile/52/article/4641>

8月1日，蔡總統在道歉文中提到，當年政府在達悟族人不知情的情況下，將核廢料存置在蘭嶼，「蘭嶼的族人承受核廢料的傷害」。達悟族耆老夏本．嘎納恩代表原住民族回應，蘭嶼人非常擔心也許很快就會「滅島」了。野銀部落地下屋專業導覽員夏本．麗蘭說，政府當年未告知族人是要放有毒放射性的核廢料，而是騙原住民要蓋鳳梨工廠發展經濟，部落耆老看不懂國字也就簽字同意。

「在蘭嶼蓋工廠」是反核者造謠，已「謊言百遍成真理」。其實，至少4項證據顯示，當時資訊公開，確定說清楚要蓋核廢料貯存場。一是《立法院公報》（第69卷第73期委員會紀錄）：「處理與儲存此類放射性待處理物料……以台東縣蘭嶼島龍門地區為陸貯場所……蘭嶼計畫專案……由榮民工程處分別施工中。」。二是榮民工程處工程告示牌：「蘭嶼計畫碼頭及防波堤工程告示牌，主辦單位：行政院原子能委員會」。三是《蘭嶼雙月刊》（民國74年11月10日），標題「絕不犧牲少數人！貯存場設置考慮完善，原能會放射性待處理物管處處長強調安全無虞」，安排全鄉……到貯存場舉辦座談會……年底前邀請全鄉18歲以上鄉民到場參觀。四為《聯合報》民國69年5月4日標題「放射性待處理物料，將送蘭嶼貯存」；《聯合報》民國71年5月4日標題「廢料儲存蘭嶼……核能專家表示，安全問題，大可放心」。

其次，蘭嶼同胞是否遭受輻射傷害？蘭嶼設有偵測站，原能會定期採樣檢查，每年均無異常。但知名作家夏曼．藍波安在〈蘭嶼美麗島，接收核廢十四年〉文中，以「科技殖民」形容漢人在蘭嶼傾倒科技的垃圾，注入蘭嶼悲劇的開端。此「族群對立」的說辭，情何以堪？

一個國家需要垃圾處理廠、墳墓、監獄、加油站等，不是設在我家旁就是在你家旁。需要生產塑膠工廠當地的人，才能使用塑膠嗎？蘭嶼不是國家的一部份，而可自選要什麼、不要什麼？沒人說蘭嶼沒生產（核）醫藥或X光機，就不能用這些醫藥器材。

反核者說：「核廢料暫時貯存於蘭嶼，是歧視少數民族的不義行為」。事實上，無論放在哪裡，反核者「總可講出理由」，立即號召群眾前往反對。然後反核者樂得宣稱，「無能」的政府就是找不到核電廠址或核廢料場。反核的民進黨曾執政8年，還是無解（留在蘭嶼），因為將低放射性核廢料描述成「大量輻射、如同癌症與愛滋病般危險」，難怪民眾被嚇得半死。因此，任何地區民眾均可拿此「擋箭牌」拒絕核廢料；若從蘭嶼搬出，則沒人願意接納。

前反核立委鄭麗君認為，應停建核四，避免核廢料。但她不知，醫療與學術應用等，也一直產生放射性廢棄物。諸如反核者等，均曾或多或少享用諸如X光等核醫藥，從未表示要處理自己產生的核廢料，卻會上街頭抗爭，何其虛偽。她又主張，選址應經地方同意；但哪個地方沒被誤導而會同意？例如，1998年，台電要將烏坵的小坵嶼作為核廢料的最終處置場，結果部份烏坵居民抗議，外人與媒體紛紛聲援，台電於2002年放棄。

美華核能微言四十八集

即使如烏坵這種「離島中的離島」，偏遠幾無人煙，還受人激烈抗爭到放棄，那麼可能有任何地方會同意存放嗎？

也許最傳神的是，2002 年，呂秀蓮副總統對媒體說：「蘭嶼核廢料場沒有問題，是有些政客每年就要去挑它一下。」



敬業的龍門核四員工

美華核能微言四十八集

轉載：中美認真減碳，台灣自欺欺人 陳立誠 風傳媒 2016 年 9 月 20 日

<http://www.storm.mg/article/167534>

本月在杭州召開 G20 會議前夕，[中美同時宣布兩國政府批准巴黎協定](#)。中美兩國碳排全球最高，兩國政府批准巴黎協議表示該協議必可通過門檻，正式生效。

各國政府批准巴黎協議是一回事，但真正重要的是各國宣布的「國家自願減碳承諾」（INDC）。INDC 是 “Intended National Determined Contribution”，是每個國家在巴黎 COP21 會議前向聯合國提出的減碳承諾。簽訂巴黎協定得就要接受國際對減碳承諾的追蹤考核。

我們可以比較一下中、美、台的減碳承諾是否可能達標。

中國 INDC 承諾 2030 年時中國碳排將達最高峰，之後不再增加。在 2030 年化石燃料佔全部能源比重將由目前 90%降至 80%。

中國承諾碳排在 2030 年達到尖峰，這與中國預估的人口成長及都市化進度頗為符合。中國因一胎化政策，人口成長趨於穩定。過去三十年經濟發展快速，農村（農業）人口大量減少移往城市（從事工、商業），人均使用能源數量因而大增。預估在 2030 年都市化程度已頗高，能源需求將不會像過去數十年般的快速成長。碳排在 2030 年達到峯值自然不容易，但與人口結構與都市化程度數據檢視，並非決不可能。

中國的第二項承諾是在 2030 年化石能源將降為全部能源使用的 80%，這一項承諾也並非無的放矢，因為中國手上有兩張台灣沒有或放棄的王牌：水力發電與核能發電。

討論電力前要先搞清楚單位。一座核能機組或最大型的火力機組裝置容量約 100 萬瓩（1000MW，1GW），以 GW 作為討論各國電力裝置容量是頗為合適的單位。台灣目前全國電力系統裝置容量約 41GW，中國將近 1500GW。

中國水力資源十分豐富，排名世界第一。單單長江三峽水電站裝置容量即達 18GW，幾為全台裝置容量之半。長江上游金沙江四個水電站總裝置容量兩倍於三峽水電站。目前中國水力發電總裝置容量約 280GW，約佔全部電力裝置容量的 20%，發電量約佔 15%。中國經濟上可開發的水電資源超過 400GW，水電仍有極大成長空間。

中國核電目前有 33 個機組（22GW）已完工運轉，在興建中有 22 個機組。去年中國發電 5 兆 5 千億度，核能佔了 1 千 7 百億度（約 3%）。中國預計在 2020 年前完成 58GW 的核電建設，在 2030 年完成 150GW。

美國 INDC 承諾在 2025 年碳排將較 2005 年基準下降 26%到 28%。

美華核能微言四十八集

美國過去數年減碳十分快速，主因並非歐巴馬大力推動的風力及太陽能奏效。最主要的原因是在過去數年美國發生了「頁岩氣」革命。美國油氣業者以水力裂解法(Hydraulic Fracturing)方式由頁岩中採出極巨量而廉價的天然氣。在美國燃氣發電成本已遠低於燃煤發電。

美國燃煤電廠歷史悠久，每年都有燃煤電廠除役，但過去五年美國幾乎沒有興建任何新的燃煤電廠，各地電力公司都競相興建價廉的燃氣電廠取代除役的燃煤電廠。以每度電的碳排而言，燃氣發電為燃煤發電之半，所以過去五年大量以氣代煤的結果就是全國碳排放量大幅下降。事實上美國在過去數年的減碳成效猶高於天天將減碳掛在嘴上的歐盟國家。

但要提醒大家特別注意的是美國電力公司以氣代煤的主要原因是經濟考量。在美國新建燃氣電廠的發電成本低於燃煤電廠，所以各電力公司董事會在撥打算盤之後紛紛以氣代煤，減碳完全是「紅利」，並不是各電力公司主要考量。但不論其動機為何，由過去數年美國電力業的發展可發現，美國減碳目標也是有「方法」和「手段」的，並非全然無的放矢。

但要在 2025 年將碳排較 2005 年降低 26%~28%，可就不是單單以氣代煤就可以達成的。美國全國碳排中，交通碳排占最大宗，所以美國政府目前規劃是由減少交通碳排著手，希望以法律嚴格規定加速改進汽車效率、減少油耗來達成減碳目標。

台灣雖不是聯合國會員國，但為了表示是地球村的一份子，也主動提出的台灣的 INDC，台灣 INDC 減碳承諾為 2030 碳排將較 2005 減少 20%。

本人在風傳媒曾經寫了兩篇文章 [〈台灣的大麻煩—INDC〉](#) 及 [〈綠電可靠嗎（2）—民進黨的減碳是張空頭支票〉](#)，依實際數據，詳細分析因政府強力推動非核家園政策，台灣在減碳貢獻最大的核電廠除役後，台灣自願減碳承諾絕無可能達成，在此不再贅述。

由以上討論大家可以知道中、美國兩國減碳承諾雖都不是輕易可以達成，但都有其「減碳路徑」。中國的手段是水力、核能，美國的手段是頁岩氣及交通減碳。反觀台灣，政府的減碳目標是完全是沒有「減碳路徑」的口號。

但大家是否注意到，目前政府幾乎無人提起 INDC，好像 INDC 從未存在。其實政府官員完全了解其廢核與減碳兩政策完全背道而馳，INDC 決無可能達成，所以無人敢提。但將頭一直埋在沙裏，避免面對問題就是解決問題的好辦法嗎？

由中、美、台的減碳承諾，可看出中美嚴肅對待其承諾，台灣政府只會自欺欺人，INDC 成了台灣最大的公開秘密。

轉載：台灣工業部門的溫室氣體減量(上)

劉國忠

台灣綜合研究院顧問

一、前言

筆者寫本文的用意是想幫助台灣的學者、智庫及政府，制定能與國際接軌的國家減碳目標及政策，並對台灣工業部門制定能兼顧產業競爭力且較公平的減碳額度，以引導工業界在發展的同時也能採取合理的減碳對策。

基於「知己知彼，百戰百勝」及「他山之石，可以攻錯」的觀念，筆者認為應先了解其他主要國家在減碳上的做法，特別是產業結構類似，且外貿上與台灣激烈競爭的南韓。而且聯合國現任的秘書長潘基文是南韓人，南韓的減碳消息遠較台灣靈通，因此了解南韓的做法尤有必要。

本文的上篇將以南韓的減碳目標、政策及做法為主，並略述日本、歐盟、美國、澳洲及中國大陸的減碳狀況。這些在減碳政策上走得較快的國家，有些做法頗值得參考，有些則未盡合理，但二者均有助於與世界正確接軌。

下篇將專注於探討台灣減碳的主要原則、目標、對各部門的分配，並探討工業界較適當的減碳做法，使得台灣工業界既能積極減碳，也有與國際公平競爭的機會，此點對以外貿為主的台灣十分重要。

若台灣的政策導致「停用核電」而再生能源無法替代核電時，碳排放和 Business-As-Usual (BAU) 已顯然不同，台灣的減碳目標應如何修正？是否可行？也在下篇有初步討論。

二、南韓的做法

1. 國家層級的減碳目標

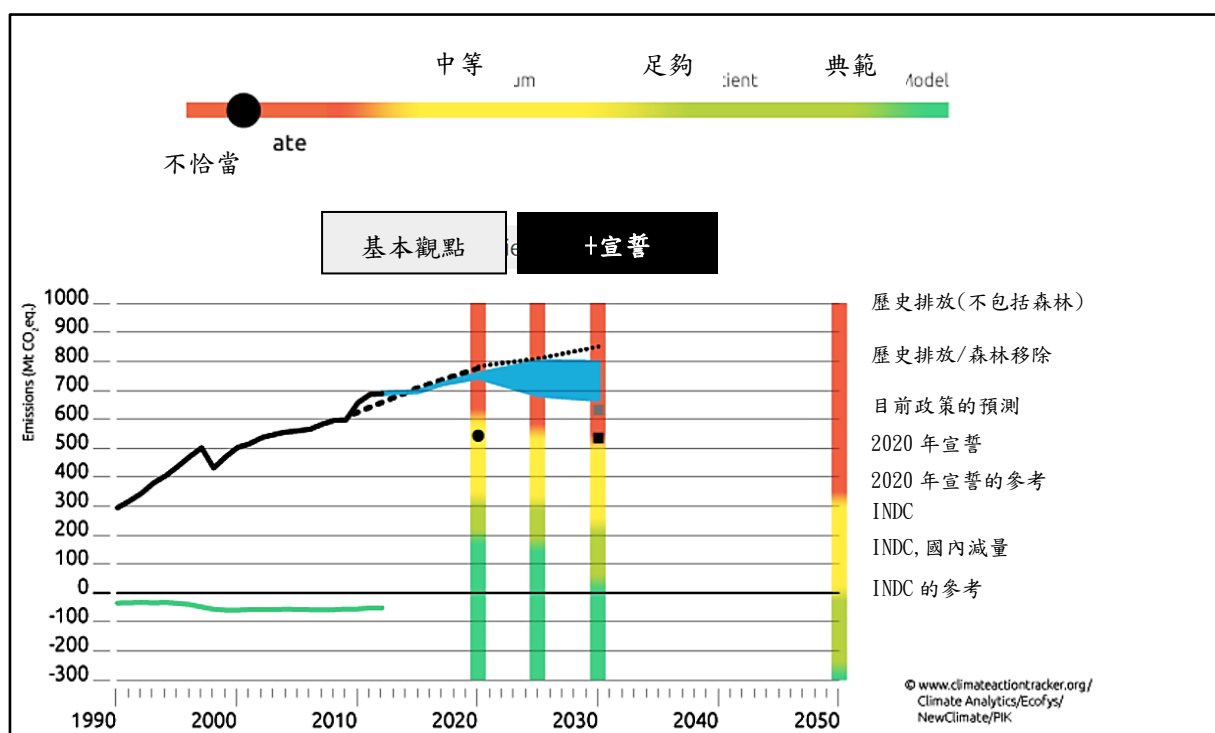
南韓在 2020 年的減碳目標為 543 百萬噸 CO₂-e(按 BAU 減 30%)，比 2005 年 569 百萬噸低 4.6%^[1,2]；2030 年 INDC (Intended Nationally Determined Contribution) 的減碳目標為 536 百萬噸 CO₂-e(按 BAU 減 37%¹，比 2012 年低 22%^[3])。在 2012 年，南韓主要的 CO₂ 排放是來自能源消耗的 87.2%，依序是工業製程的 7.5%，農業的 3.2%，以及廢棄物的 2.2%^[4]。

Climate Action Tracker 對世界主要國家或地區的減碳狀況都做了重點顯示，由此

¹ BAU 不包含土地利用、土地利用的改變及森林吸收(LULUCF)

美華核能微言四十八集

可知南韓 2020 年的減碳目標屬於「中等」(medium)，2030 年的 INDC 僅僅是在「不恰當」(inadequate)靠近「中等」的邊緣，比 2020 年稍差。Climate Action Tracker 對南韓的描述如圖 1^[5]所示。



由圖 1 圖 1：Climate Action Tracker 所列南韓的減碳狀況，可見目前政策與 2020 年宣誓之間有一段差距，因此需由國外取得碳權以達到南韓宣誓²的 INDC。

2. 南韓的減碳策略

南韓環境部的網站資料顯示^[2]，南韓的減碳策略包括：

- (1)以「市場友善」(market-friendly)的減碳機制使工業界的負擔最小化。例如實施排放交易制度、能源需求管理，以及對出口為主而對成本敏感的企業提供較佳排碳許可，又如對中小企業提供技術及財務支援等。
- (2)以科學技術及創意經濟來減碳。此外，將發展二氧化碳捕存技術(Carbon Capture and Storage, CCS)等非減碳的技術。
- (3)以減碳來創造新工作機會及新市場，包括溫室氣體的查證、計算、報告等相關工作，以及增加再生能源、溫室氣體減量、提高能源效率相關的產業等。
- (4)執行大眾減碳的日常計畫，包括節省加熱及冷卻的能量、採用對環境友善的運輸方法、減少備用電力以及推廣「Green Card」、「Carbon Points System」有經濟誘因的低碳消費等。

² 原文是 pledge，翻譯成「宣誓」較恰當。

美華核能微言四十八集

3. 南韓減碳的政策工具

在文獻中報導^[4]，南韓最重要的減碳政策是來自 2010 年的「低碳綠色成長架構法」，其中有 2020 年的減碳目標、溫室氣體目標管理系統(Greenhouse Gas Target Management System, TMS)及排放交易制度(Emission Trading Scheme, ETS)。南韓現行的各種主要政策工具包括：

(1) 排放交易制度(ETS)：即所謂的 Cap and Trade 系統。南韓的 ETS 是東亞的第一個，此系統的目的應是幫助產業以較經濟的交易方式達成減碳目標。南韓工業總會(Federation of Korean Industries)基於國際競爭力的考慮曾對 ETS 有強烈的反對意見^[4]，此系統遂延後至 2015 年 1 月實施。資料顯示^[4,6]：

(A) ETS 適用於排放量 $\geq 125,000$ 噸 CO₂-e 的產業，以及 $\geq 25,000$ 噸 CO₂-e 的廠址(門檻)。

(B) ETS 的罰鍰是小於碳市場平均的 3 倍價格，以不超過 10 萬韓圓(約美金 91 元)/噸 CO₂-e 為限。

(C) 為了減少企業初期的負擔，第一期 2015-2017 年為 100%核配，第二期 2018-2020 年拍賣的比例將逐漸上升至 3%，第三期 2021-2025 年拍賣的比例將至少為 10%。多餘的碳權可用於以後的年度(國外碳權可佔 50%)。

(2) 溫室氣體目標管理系統(Greenhouse Gas Target Management System, TMS)：南韓環境部的網站資料顯示^[7]，這是減碳的一項關鍵對策，重點包括：

(A) 不適用 ETS 的高耗能產業(稱為“controlled businesses”)要以 TMS 來設定一個減碳或節能的目標，由政府管理。看來一貫作業鋼鐵廠要受 TMS 的管制(適用 TMS 的可能產業在資料[4]中有進一步的敘述)。

(B) TMS 系統也稱為一種「輔助對策」；與 ETS 不同的是，TMS 不准交易(trade)碳權，而且違反者一率課以韓圓一千萬元(約美金 9,100 元)的罰鍰^[4]。

(3) 再生能源政策：2002-2011 年時南韓政府曾以 Feed-in-Tariff 政策推展再生能源，在 2012 年時此制度被「再生能源組合標準」(Renewable Portfolio Standard)所取代^[8-11]：2012 年時南韓 14 個主要的電力公司(較新的資料^[8])必須在所生產的電力中含 2%的再生能源，2022 年時此比例將上升至 10%^[9]。但南韓學者似認為政策上有些問題^[12]。

(4) 車輛的燃料標準^[10]：南韓對於輕型汽車的燃料標準相當有企圖心：與 2013 年的標準相較，2020 年的燃料標準相當於小客車減少 31.1%，輕型卡車減少 15.2%的溫室氣體排放。

由 OECD^[13]、南韓策略與財政部之資料^[14]及筆者之文章^[15]可知，南韓已經實施能源稅，但目前的主要對象是汽、柴油，對製程、加熱用能源及電力的影響不大。

美華核能微言四十八集

據筆者所知，南韓正在研究碳稅中，惟尚未實施。

4. 南韓各部門的減碳目標及方法

按 2020 年的 BAU 衡量，南韓各部門的減碳目標及方法列於表一^[2,4] (2030 年各部門的減碳方法應該與 2020 年相近)：

表一：各部門應達到 2020 年的減碳目標及方法(共 233.1 百萬噸)

部門	減少 CO ₂ 數量(百萬噸)	2020 年估計的減碳目標(%)	方法(執行計劃)
工業	81.3	18.2	以液化天然氣(LNG)取代耗能產業的重油，分解石化工廠的 N ₂ O，回收電子工業的 SF ₆ ，增加汽電共生及廢熱回收設備
能源轉換	64.9	26.7	減少對化石能源的依賴，擴大潔淨能源，使用智慧電網及智慧電表
住商	45.0	26.9	強化節能績效，改善加熱及冷卻設備的能源效率
交通	34.2	34.4	聚焦於公共運輸，提高燃料效率，推廣各種綠色交通
公共及其他	4.5	25.0	TMS 將依法實施，改善加熱及冷卻設備、燈光、辦公室電器的能源效率
廢棄物	1.7	12.3	廢棄物掩埋場的沼氣再利用，廢棄物再生，廢棄物發電
農林漁業	1.5	5.2	改變消費行為，改善建築物及機具的能源效率

由表一可知：

- (1) 南韓政府願「以身作則」，故將「公共」及「廢棄物」部門都納入減碳目標。
- (2) 為避免「平頭式平等」所造成的不公平現象，南韓各部門減碳目標的百分比各不相同。
- (3) 2020 年只有排碳第四大之交通部門的減碳目標達到 34.4%，最大的工業部門僅有 18.2%，2020 年怎麼達到「按 BAU 減碳 30%」的目標？

經筆者仔細研究，「能源轉換部門之減碳目標」分成兩部分：「能源組合」是政府的責任，「提升能源轉換效率及推動再生能源」則是「能源轉換部門」的責任。因此南韓將「能源轉換部門」之減碳目標獨立出來，為減碳目標 30% 中的 8.4%，其餘部門的平均僅有 30% 中的 21.6%。此種計算在 Hwang et al 的報導^[16]中有較詳細敘述³。

南韓政府願將能源轉換部門之減碳目標獨立出來，可見南韓政府有「權責相符」的觀念，不需將「能源轉換部門」納入工業部門中。

³ Hwang et al 所報導各種工業的減碳百分比也有很大的差異。

美華核能微言四十八集

5.值得另外注意項目：包括

- (1) World Nuclear Association 於 2016 年 9 月的資料顯示^[17]，南韓約有 1/3 的電力來自核能，且在 2029 年之前，計畫要將核電容量上升 70%，故其在表一「能源轉換」部門所說的「潔淨能源」應該包括「廉價而乾淨的核電」及「昂貴的再生能源」在內。
- (2) 由於南韓的核電比例相當高，因此電力成本會相對便宜。且核電及「再生能源發電」的碳足跡都低，「低碳足跡」若受國外的消費者或品牌商重視，對南韓高科技業者的國際競爭力應有正面影響。

6.南韓 ETS 中的重複計算(Double-Counting)

南韓的 Inha Oh et al 曾為文分析^[18]，產業界參加 ETS 時，其「間接排放」(盤查的範疇二，主要是電力)會有重複計算的問題。ETS 中的「電力排放係數」若是使用各年度的實績，則除了供應端要納入減碳目標之外，使用端又需納入範疇二中進行減碳，因而 ETS 中會出現重複計算⁴。

ETS 中若是使用國家制定減碳目標那年(例如 2009 年)的「電力排放係數」(固定)，則此係數的降低僅是「能源轉換部門」及「政府」的責任，未對參加 ETS 的企業產生重複計算。但南韓政府是否有意造成此種重複計算(較嚴厲)，以迫使企業採用更積極的減碳對策並減少由國外取得的碳權？

三、其他主要國家的做法

1. 日本

日本在 2011 年福島核安事故後核電廠幾乎全部停擺，並造成日本未來的核電發展不如預期。因此大幅升高了 2020 年的減碳，由「中等」進入「不恰當」之中。日本 2030 年的 INDC 還是在「不恰當」的狀況，且較以前的 2020 年承諾還高，如圖 2^[19]所示：

⁴ 政府對外的承諾或宣誓只涉及盤查中範疇一的部份，因此並無重複計算的問題。

美華核能微言四十八集

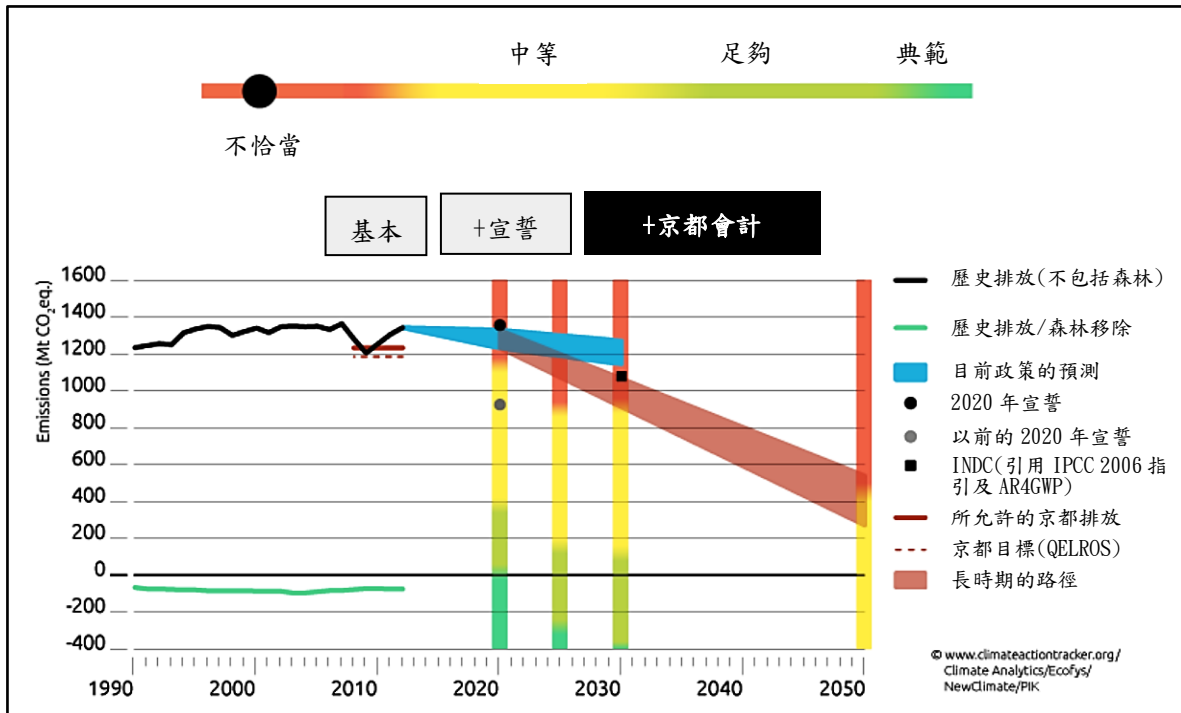


圖 2：Climate Action Tracker 所列日本的減碳狀況

2. 歐盟

歐盟常帶領世界各國減碳，例如歐盟在 2020 年宣誓要減碳 20%，若主要國家積極，將削減 30%。Climate Action Tracker 對歐盟 2020 年無條件的減碳目標及 2030 年的 INDC 均只在「不恰當」接近「中等」的邊緣，並不很好，如圖 3^[20]所示：

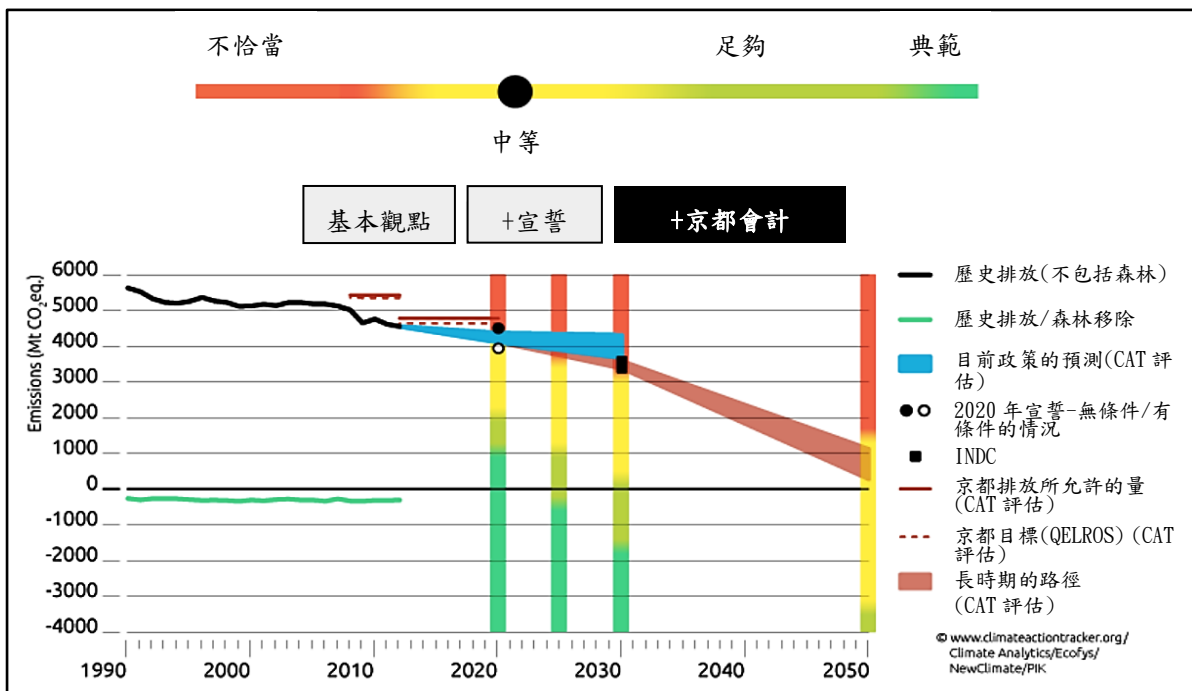


圖 3：Climate Action Tracker 所列歐盟的減碳狀況

美華核能微言四十八集

3. 美國

Climate Action Tracker 顯示，美國在 2020 年的宣誓目標已接近「中等」水準，2025 年及長期路徑更是已進入「中等」的範圍，如圖 4^[21]所示：

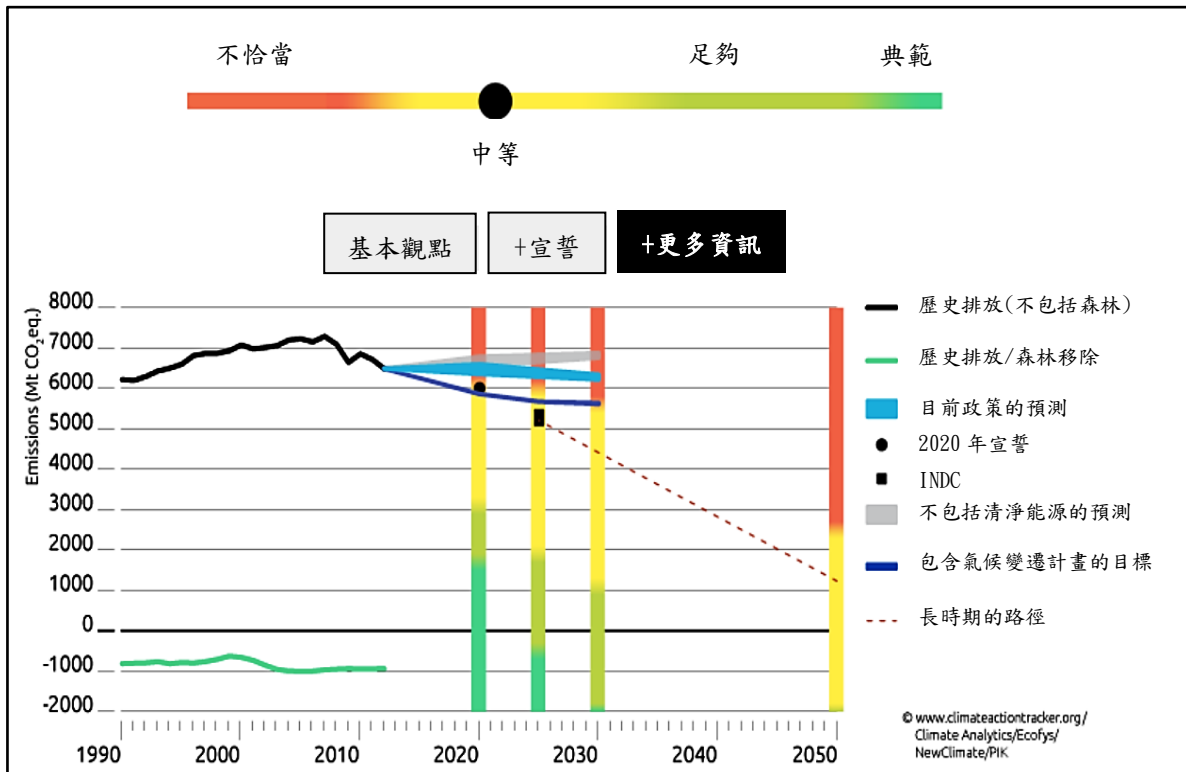


圖 4：Climate Action Tracker 所列美國的減碳狀況

美國在 Climate Action Tracker 上減碳績效不錯的現象應與下列的低碳或極低碳發電密切相關：

- (1) 美國能源部所屬 EIA (Energy Information Administration) 於 2015 年 6 月所發表的結果顯示：「美國天然氣複循環發電的成本僅較地熱發電為高」^[22] (天然氣來自廉價的頁岩氣)。故在成本導向下，美國新設立的電廠會儘量用天然氣複循環。
- (2) World Nuclear Association 於 2016 年 9 月的資料顯示：「美國有五個新核電機組要在 2021 年前運轉」，以及在核安的前提下允許「核電廠大量延役」(電價極低廉，排碳低而乾淨)^[23]。

4. 澳洲

Climate Action Tracker 顯示，澳洲 2020 年無條件的情況與 2030 年 INDC 宣誓的減碳目標都在「不恰當」而靠近「中等」的邊緣，但目前的政策與 2030 年的 INDC 偏離頗遠，如圖 5^[24]：

美華核能微言四十八集

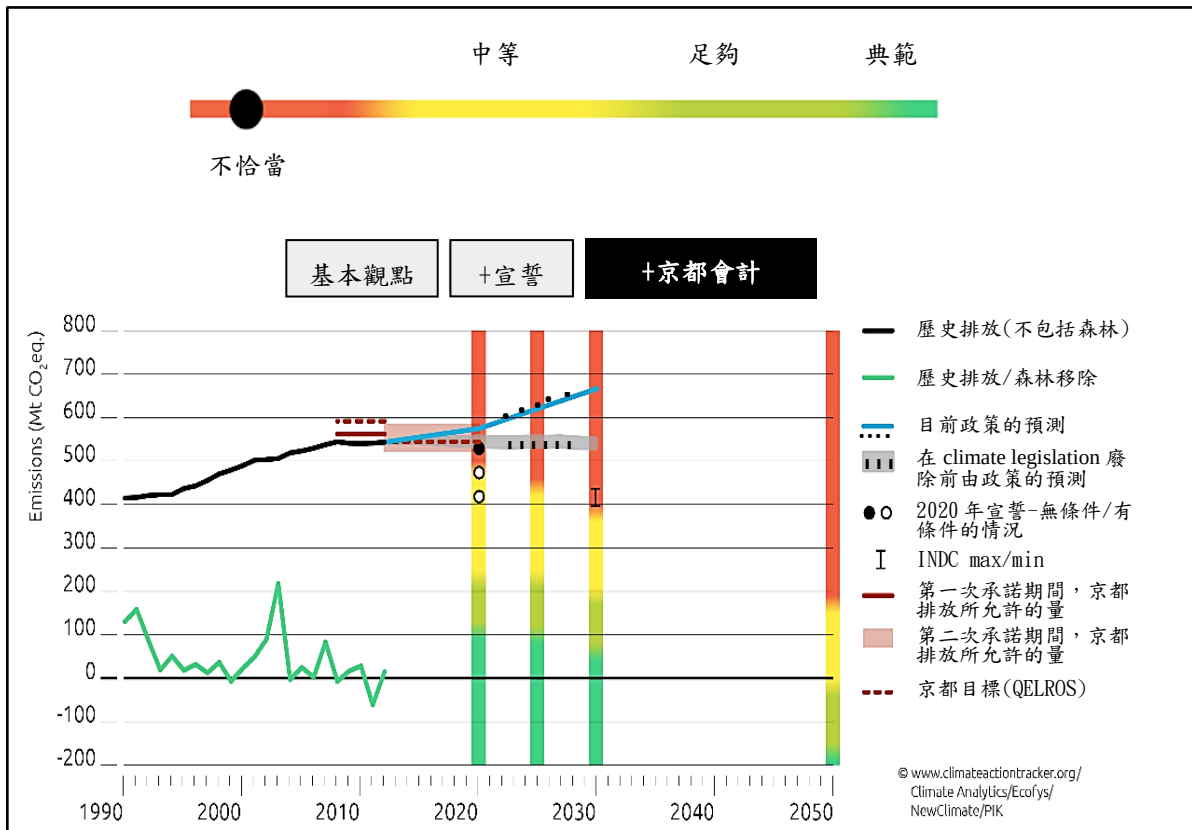


圖 5：Climate Action Tracker 所列澳洲的減碳狀況

由圖 5 可知，「在 climate legislation 廢除前由政策的預測」呈一條水平的帶狀，但與 2030 年 INDC 的偏離只有「目前政策的預測」之一半。此 climate legislation 應是指澳洲於 2012 年 7 月實施的「碳稅」政策，此政策雖對減碳有效，但對經濟競爭力的影響過大，已於 2014 年 7 月廢止。

據了解^[25]，此項「碳稅」政策被廢止的主要原因是其徵收對象為「範疇一排放量 $\geq 25,000$ 噸 CO₂-e 的生產者」(大生產端)；而歐盟建議碳稅的主要徵收對象是「未參與 ETS 的中小企業及民眾(小生產端+消費端)，以便大企業、中小企業及民眾共同減碳」(較合理)^[26]，故二者徵收碳稅的對象不同，對經濟競爭力的影響恐怕也大不相同。

據筆者估計，在不久的將來台灣應會制訂法案將化石燃料之能源稅/碳稅(或費)予以合理化，以符合「溫室氣體減量及管理法」中第五條第三款的要求⁵，但初期的能源稅/碳稅(或費)可能不會太高，以免物價上漲過於劇烈。

筆者應邀在核能研究所「能源資訊平台」所發表的一系列文章，「主要國家的能源稅、碳稅(一)—南韓，(二)--日本，(三)--歐盟，(四)—美、加」，以及「能源稅、碳

⁵ 馬總統於 105.07.01 公布的「溫室氣體減量及管理法」中，第五條第三款為：

「依二氧化碳當量，推動進口化石燃料之稅費機制，以因應氣候變遷，並落實中立原則，促進社會公益。」

美華核能微言四十八集

稅主的合理化(一)—理論探討，(二)—實務」，就是希望對台灣的智庫、學者及政府，在制訂能源稅、碳稅(或費)時有所幫助，不要重蹈 2012-2014 年澳洲碳稅的覆轍。

5. 中國大陸

Climate Action Tracker 的圖 6 顯示^[27]，中國大陸 2020 年「碳密集度目標」之宣誓已進入「中等」區域。但 2030 年需要額外之「20%非化石能源等政策」才能進入「中等」區域。

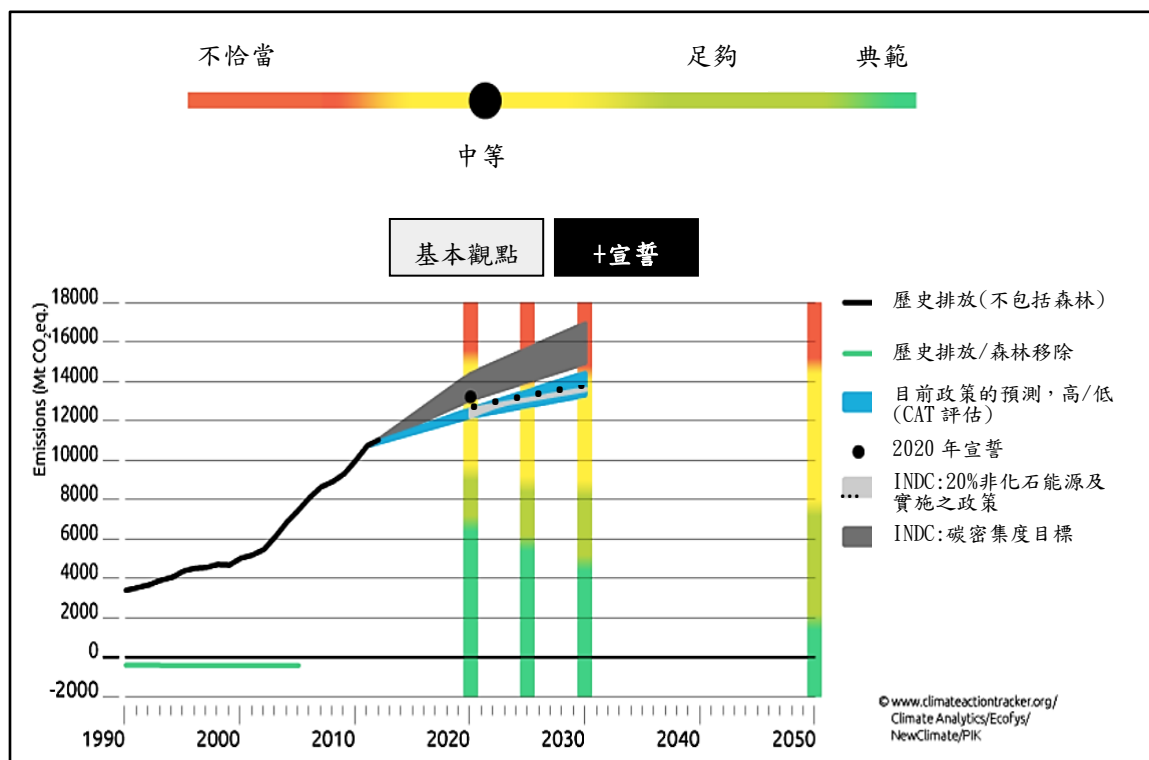


圖 6：Climate Action Tracker 所列中國大陸的減碳狀況

由 World Nuclear Association 於 2016 年 9 月的報導^[28]看來，中國大陸將於 2020-21 年之前至少會達到 58 百萬千瓦(2 倍於目前核電的容量)，2030 年之前達到 150 百萬千瓦，以及 2050 年之前會有更多的核電。因此，核電將扮演相當重要的「非化石能源政策」角色。

以上各圖的資料顯示，美國及中國大陸在 Climate Action Tracker 上的評價已有「中等」績效的成果，高於其他主要國家。難怪國際紐約時報月刊 (中文)在 2016 年 9 月 5 日的報導^[29]為：『中國杭州——美國總統歐巴馬與中國國家主席習近平週六在這裡正式表示，世界上這兩個最大的經濟體將付諸實施巴黎氣候協議，此舉加強了中美兩國在氣候變化問題上的夥伴關係，為兩國之間日益衝突的關係提供了一個罕見的和諧畫面。』

四、結語

美華核能微言四十八集

1. 以南韓的減碳為核心，重點呈現出其 2020 年及 2030 年國家減碳的承諾、政策、各部門的減碳額度及主要對策等，可做為台灣智庫、學者及政府的重要參考。由 Climate Action Tracker 所提供的圖 1 可看出，南韓必需依賴國外碳權才能達到其 2030 年對 INDC 宣誓的目標。
2. 南韓政府對參加 ETS 的產業以當年實績的「電力排放係數」為範疇二的計算基準，因此會造成「工業部門」與「能源轉換部門」重複計算範疇二的問題，其原因或許是想對企業嚴厲一點，以減少其對國外碳權的依賴。
3. 本文以「知己知彼，百戰百勝」及「他山之石，可以攻錯」的觀點簡要說明了 Climate Action Tracker 對日本、歐盟、美國、澳洲及中國大陸所呈現 2020 年及 2030 年 INDC 的國家目標、減碳狀況，並對澳洲已廢止的碳稅政策，以及台灣即將有能源稅/碳稅的原因做了一些分析。
4. 令筆者詫異的是，Climate Action Tracker 對美國及中國大陸的減碳評價均為「中等」，說明美、中已能積極減碳。這或許是 2016 年 9 月在杭州的 G20 上，美、中正式表示，將實施「巴黎氣候協議」的背景。

參考資料：

- [1] South Korea, Ministry of Environment, Greenhouse Gas Reduction Goals and Statistics (2015.06), <http://eng.me.go.kr/eng/web/index.do?menuId=204&findDepth=1>
- [2] South Korea, Ministry of Environment, Greenhouse Gas Reduction Road Map (2015.06), <http://eng.me.go.kr/eng/web/index.do?menuId=213&findDepth=1>
- [3] International Carbon Action Partnership, Korea Emissions Trading Scheme (2016.09), https://icapcarbonaction.com/en/?option=com_etsmap&task=export&format=pdf&layout=list&sytems%5B%5D=47 第一頁下面
- [4] REPUBLIC OF KOREA: AN EMISSIONS TRADING CASE STUDY (2015.06): http://www.ieta.org/resources/Resources/Case_Studies_Worlds_Carbon_Markets/republicofkorea_case%20study_june_2015.pdf 第 3,4,5,7,8 頁。
- [5] Climate Action Tracker 網站在 Country 下有對主要國家減碳的概述(但沒有台灣), <http://climateactiontracker.org/countries/southkorea.html>, 點選左邊的南韓後就可得到南韓的減碳狀況(2015.07)。
- [6] South Korea, Ministry of Environment, Greenhouse Gas Emissions Trading Scheme (2015.06), <http://eng.me.go.kr/eng/web/index.do?menuId=450&findDepth=1>
- [7] South Korea, Ministry of Environment, Greenhouse Gas Target Management System (2015.06), <http://eng.me.go.kr/eng/web/index.do?menuId=207&findDepth=1>
- [8] Korea Energy Agency(2015), Renewable Portfolio Standards (RPS), http://www.energy.or.kr/renew_eng/new/standards.aspx
- [9] Korea Energy Management Corporation (KEMCO), Program for promoting NRE deployment, http://www.kemco.or.kr/new_eng/pg02/pg02040705.asp

美華核能微言四十八集

- [10] IETA, REPUBLIC OF KOREA: AN EMISSIONS TRADING CASE STUDY (2015.06):
http://www.ieta.org/resources/Resources/Case_Studies_Worlds_Carbon_Markets/republicofkorea_case%20study_june_2015.pdf , 第 6 頁。
- [11] International Energy Agency (IEA), Renewable Portfolio Standard (RPS) (2016.09.13),
<http://www.iea.org/policiesandmeasures/pams/korea/name-39025-en.php?s=dHlwZT1yZSZzdGF0dXM9T2s>
- [12] Jong-Han Yoon, Kwang-ho Sim, Why is South Korea's renewable energy policy failing? A qualitative evaluation (2015.11), [Energy Policy Volume 86](http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301421515300318), Pages 369–379.
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301421515300318>
- [13] OECD, Taxing Energy Use: A Graphical Analysis (2013.01), 即「能源使用之收稅-圖示分析」,
<http://www.oecd.org/tax/tax-policy/taxingenergyuse.htm> 先上網站再 Browse online for free,
Korea, 第 152-153 頁。
- [14] 南韓策略及財政部, 2012 KOREAN TAXATION,
<https://www.nts.go.kr/eng/data/KOREANTAXATION2012.pdf>
- [15] 劉國忠, 主要國家的能源稅、碳稅(一) --南韓, 核能研究所能源資訊平台(2015.03),
[http://eip.iner.gov.tw/index.php?option=com_flexicontent&view=item&cid=65:碳稅、碳排放&id=3115:主要國家的能源稅、碳稅\(一\)-南韓&Itemid=326](http://eip.iner.gov.tw/index.php?option=com_flexicontent&view=item&cid=65:碳稅、碳排放&id=3115:主要國家的能源稅、碳稅(一)-南韓&Itemid=326)
- [16] Won-Sik Hwang, Inha Oh, Jeong-Dong Lee, ASSESSMENT OF THE ECONOMIC AND ENVIRONMENTAL IMPACTS FOR KOREAN GREEN GROWTH POLICIES (2011),
ecomod.net/system/files/Won-Sik%20Conference.pdf , 第 4 頁顯示, 南韓將 BAU 減 30% 中的 8.4% 定為“Transformation”目標, 故“Transformation 之減碳為 68.2 百萬噸(以前估算量較大), 為 813 百萬噸的 8.4%。第 4 頁也列出各種工業的減碳目標
- [17] World Nuclear Association (20106.09)對南韓核電的報導:
<http://www.world-nuclear.org/information-library/country-profiles/countries-o-s/south-korea.aspx>
- [18] Inha Oh, Yeongjun Yeo, and Jeong-Dong Lee (2015.11), Efficiency versus Equality: Comparing Design Options for Indirect Emissions Accounting in the Korean Emissions Trading Scheme,
<http://www.mdpi.com/2071-1050/7/11/14982>
- [19] Climate Action Tracker 網站對日本減碳的報導(2015.07.22),
<http://climateactiontracker.org/countries/japan.html>
- [20] Climate Action Tracker 網站對歐盟減碳的報導(2016.04.07),
<http://climateactiontracker.org/countries/eu.html>
- [21] Climate Action Tracker 網站對美國減碳的報導(2015.09.04),
<http://climateactiontracker.org/countries/usa.html>
- [22] 美國能源部所屬 EIA (Energy Information Administration) 資料(2015.06)的表一顯示, 基載中天然氣複循環發電的成本僅較地熱為高, 已遠較核電便宜(天然氣來自頁岩氣):
https://www.eia.gov/forecasts/archive/aeo15/pdf/electricity_generation_2015.pdf
- [23] World Nuclear Association (20106.09)對美國核電的報導:
<http://www.world-nuclear.org/information-library/country-profiles/countries-t-z/usa-nuclear-power.aspx> , 其中說到「美國最多有五個新核電機組在 2021 年之前要運轉」, 並且在 Licence Extensions and Regulation 談到「80%以上的核電廠延役至 60 年」
- [24] Climate Action Tracker 網站對澳洲減碳的報導(2015.08.27),

美華核能微言四十八集

<http://climateactiontracker.org/countries/australia.html>

[25] Carbon pricing in Australia, Wikipedia (2016.09)中對澳洲碳稅的詳細敘述，
https://en.wikipedia.org/wiki/Carbon_pricing_in_Australia

[26] 歐盟執行委員會(European Commission)曾建議修訂 Energy Tax Directive，其簡報之 Title 為“Revision of the EU Energy Tax Directive – technical press briefing”(2011.04)，由於現在已在網站上找不到，故 copy 給台綜院，有興趣者可向台綜院要。其第 8 頁有“Framework for CO₂ taxation as complement to the EU emission trading scheme”的敘述，其中也談到“no double burden for business”等。

[27] Climate Action Tracker 對中國大陸減碳的報導(2015.11.26),
<http://climateactiontracker.org/countries/china.html>

[28] World Nuclear Association (2016.09)對中國大陸核電的報導：
<http://www.world-nuclear.org/information-library/country-profiles/countries-a-f/china-nuclear-power.aspx> 其中說，**Additional reactors are planned, including some of the world's most advanced, to give a doubling of nuclear capacity to at least 58 GWe by 2020-21, then up to 150 GWe by 2030, and much more by 2050.**

[29] 國際紐約時報月刊(2016.09.05，中文版)：中美批准巴黎氣候協議，
<http://cn.nytimes.com/china/20160905/obama-xi-jinping-china-climate-agreement/zh-hant/>

轉載：台灣工業部門的溫室氣體減量(下)

劉國忠

台灣綜合研究院顧問

一、前言

本文將聚焦於台灣減碳的主要原則、目標、各部門減碳的分配方式，希望對台灣的智庫、學者及政府在決定工業部門的減碳上有所幫助。亦將探討對工業界的無悔策略、較適當的減碳對策，以及法規上可能有助減碳之處，希望對工業界減少溫室氣體排放的實踐有所助益。

二、主要原則

政府在制定減碳政策前，宜和工業界充分溝通，以增加其可行性，尤其在下述的原則上(主要原則相當於架構)：

1. 共同但有差異的責任(Common But Differentiated Responsibilities)

這是「聯合國氣候變化框架公約」(簡稱 UNFCCC)^[1]第三條原則中的第 1 款，此原則可適用於工業化程度不同的國家。其原因是，地球暖化是工業化國家近 200-300 年來發展工業的結果，故工業化國家(UNFCCC 稱之為附件一國家)的責任遠較其他國家為大。台灣與南韓都才發展工業約 50-60 年，故二者在減碳上的責任相近而與工業化國家不同。

雖然台灣的經濟已略遜於南韓，但仍在許多外貿上與南韓相互競爭，故以南韓做為減碳的比較對象應符合「共同但有差異的責任」之原則⁶。

2. 減碳的公平正義

減碳時由各部門「大家一起來」較符合「公平正義原則」，包括工業、能源轉換、交通、住商、農漁、公共等部門都應積極減碳。但各部門、各企業的減碳比例均相同時(平頭式平等)將對減碳優等的企業不公平，因而不是真平等，將影響其國際競爭力，世界各國(包括南韓)也未如此做。

兼顧企業的國際競爭力在世界各國減碳時極受重視，故 UNFCCC 第三條原則的第 4 款就強調了經濟的重要。「溫室氣體減量及管理法」(2015.07.01)的第六條第一款也強調「兼顧我國環境、經濟及社會之永續發展。」

⁶ 台灣 2015.07.01 由馬總統頒布新建立的「溫室氣體減量及管理法」中已有此項基本原則。其第六條第一款為：「溫室氣體管理相關方案或計畫，其基本原則如下：

一、國家減量目標及期程之訂定，應履行聯合國氣候變化綱要公約之共同但有差異之國際責任，同時兼顧我國環境、經濟及社會之永續發展。…」

美華核能微言四十八集

3. 透明度

國家的碳排放及減碳幅度、路徑應獲得國內外各界的信任，故透明度相當重要，此點也是 2015 年 12 月 COP21 巴黎協定^[2]第十三條重視「透明度」的原因。資料顯示^[3-5]，環保署在碳排放和減碳的透明度上已有不少改善。

4. 權責相符

權利大於責任時容易濫權，權利小於責任則很難運用權利來達成責任。因此「權責相符」是較好的組合，此原理在減碳上也相同。例如企業排碳的多寡是它的權利，也應由企業自行承擔合理的減碳責任。

然而發電所用的「能源組合」並非電力公司單方面所能決定，更主要的部分是要依據政府的決策行事，所導致之碳排放及減碳責任也應由政府承擔較為合理。例如政府停用核電⁷後將改變「能源組合」，所增加的碳排放理應由政府承擔較妥⁸。

南韓應是考慮到「能源組合」非電力公司的責任，在「權責相符」的考慮下，才將「能源轉換部門」的減碳目標獨立於其他部門之外⁹。

5. 考量國情

這也是 COP21 巴黎協定^[2]第二條所重視的。各產業對台灣經濟、就業及減碳的貢獻與國外的產業不盡相同。為避免國情不同造成影響，減碳時宜做適當的調整較恰當。例如台灣以外貿為重要命脈，且須與南韓、中國大陸等競爭，將來外銷產品的「低碳足跡」(low carbon footprint)恐有一定的重要性，尤其是對高科技產品而言。

台灣的電力排放係數已偏高，政府又想停用核電並以化石能源替代，將使台灣的電力排放係數及外銷產品的「碳足跡」更高，與南韓、中國大陸的差距將擴大。在此情況下，應如何協助外銷產品有較低的「碳足跡」以從事國際競爭，應是當務之急。

6. 政府以身作則

減碳涉及外部成本，對企業來說是一項困難的工作。若政府能向南韓政府一樣「以身作則」，將公共、廢棄物部門都納入減碳規劃，則除了呼應減碳工作應「大家一起來」之外，對企業也較具說服力。

三、擬訂國家的減碳目標

台灣向國際社會承諾的減碳目標是 2020 年按 BAU 減 30%，以及 2030 年的 INDC

⁷ 應是「核四不商轉，核一、二、三提前除役」的情境。

⁸ 發電的能源效率還是電力公司的責任。

⁹ 例如南韓對 2020 年的承諾是 BAU 減 30%，而各部門的減碳中只有排碳量第四大的交通部門達到 34.4%，其他部門均遠小於 30%。其原因即在於將「能源轉換部門」獨立出來而其減碳責任為 30% 中的 8.4%，其他部門平均僅有 21.6%。

美華核能微言四十八集

是按 BAU¹⁰ 減 50%。環保署公布的資料^[4]顯示，2030 年的 INDC 相當於 2005 年排碳量再減 20%。

台灣 2020、2030 年的 BAU 應該是根據核一、二、三能正常除役，且核四能正常商轉的情境。若政府要停用核電，此情境對減碳的影響理應清楚呈現。若達不到以前對外的承諾，宜將差額顯現，以便國際社會有正確的評估，並使國內各界能及早因應。

四、分配各部門的比例

可根據國家的 BAU，停用核電後的新預測以及與對外承諾的目標及差額，以可行的方式分配到各部門以進行減碳實務。分配時應考慮以下兩點：

- (1)減碳的空間：減碳空間較大的部門應有較大的減碳目標。減碳已甚努力的優等生則理應有較小的減碳目標(像南韓及世界各國一樣)，以儘量實踐「立足點平等的真公平」，並避免「先做先輸的現象」。
- (2)企業在國際上的公平競爭：台灣的外銷企業多面臨國際競爭，故大多數有外銷的產品已有節能減碳的努力。企業若因減碳而增加了明顯過高的外部成本，將面臨不公平的國際競爭。為避免此情況，宜與國際接軌較妥。

由以上兩點不難理解，為什麼國際上對工業部門的減碳目標極為小心。Oxford Analytica Daily Briefy 甚至於 2016 年 8 月報導：「南韓的能源政策是將工業列為第一優先^[6]」。

台灣至少應比照各國之做法，儘量給予各企業公平合理的減碳責任，以免產業外移而造成「碳洩漏」¹¹。其他部門則因減碳空間較大而影響較小，故多有較高的減碳比例，此情況各國皆然(南韓各部門的減碳分配請看本文上篇的表一)。

以「平頭式」來分配各部門的減碳比例固然簡單，但因未考慮上述因素而不會成為真平等，因而不符「減碳的公平正義原則」。若因「平頭式的平等」使台灣外銷企業的減碳成本明顯高於國際，則將造成經濟萎縮、政府財務困難、民眾收入減少等問題，因此大家都是輸家。而此種做法是否恰當，頗值得檢討。

五、工業部門的減碳對策

由本文的(上)篇可知，南韓工業部門的主要減碳方法包括：

- (1)以液化天然氣(LNG)取代耗能產業的重油(脫油)，
- (2)分解石化工廠的 N₂O(協助石化工廠減碳的方式之一)，
- (3)回收電子工業的 SF₆(協助電子工業減碳的方式之一)，

¹⁰ 應比照南韓的 BAU 將土地利用、土地利用的改變及森林吸收(LULUCF)排除。

¹¹ 產業若外移至減碳成本較低之處而形成「碳洩漏」，將無助全球減碳，只是傷害了台灣的經濟。

美華核能微言四十八集

(4)增加汽電共生及廢熱回收設備(協助整體工業部門減碳)。

台灣工業部門除可採取上述的減碳方法外，對(4)尚可引申為「提高工業界的能源效率」，是既有助於減碳，也能提升企業競爭力的「無悔策略」，故應列為優先選項。

1. 「無悔策略」：包括

(1) 擴大區域能源整合

「溫室氣體減量及管理法」(105.07.01)第五條第五款為「提高資源與能源使用效率，促進資源循環使用，以減少環境污染及溫室氣體排放。」可見擴大區域能源整合對減碳也有相當幫助。但「區域能源整合的擴大」存在著以下的問題，應優先解決：

(A)不合理的碳盤查制度：

目前台灣的盤查制度不允許將賣出之蒸汽視為 credit 由賣蒸汽者的排碳中扣除，因而有「賣出愈多蒸汽排碳量愈高」的結果。此現象除了阻礙「區域能源整合」的進行外，也與世界的碳盤查不符^[7-9]，並造成對工業部門賣出蒸汽的「重複計算」。

(B)找出「區域能源整合」的需求者：

「區域能源整合」的鏈結目前在大企業較多，其原因除了大企業有較充足的人力外，也在於對中小企業能源查核(energy audit)的不足，不易找出「區域能源整合」的需求者。因此如何比照日、韓加強專業的能源查核(尤其是中小企業)，以找出「區域能源整合」的需求者，是目前的一大問題。

(C)強化資源整合法規：

據筆者觀察，資源整合不彰的問題或許與「廢棄物產出者與代處理業者的責任分配有關」。筆者認為，較佳的責任分配應是「以產出者為主，代處理業者為輔」。如此才能促使廢棄物產出者對其後續出路更為積極。此點可能是日、韓加重廢棄物產出者責任的原因。

例如南韓在 2007 年 12 月修訂的「廢棄物控制法」^[10]第 17 條([Duties of Commercial Waste Producers](#))明言：「所有由企業地點產出的廢棄物應被妥善處理」；又如日本在 2001 年修訂的「廢棄物管理及公共清理法」^[11]第 3 條([Responsibilities of Businesses](#))則明言：「企業應妥善管理其事業活動所留下的廢棄物」。

企業廢棄物的後續責任若能認定「以產出者為主，代處理業者為輔」，不僅較為合理，也對加強資源整合及減少非法棄置有相當幫助。這可能是英

美華核能微言四十八集

國於 2016 年 3 月對廢棄物發布 Duty of Care 的原因^[12,13]。

此外，約 10 年前在英國正式展開的「國際整合協會」([International Synergies](#))以工業共生(industrial symbiosis)的做法，在 2005-2013 年間協助英國 15,000 家企業(主要是中小企業)將 4,500 萬噸本來應掩埋的廢棄物轉變成資源，並增加 10 億英鎊銷售額，降低 11 億英鎊成本，且可減少碳排放 3,900 萬噸等^[14,15]，頗值得台灣參考。

(2) 以能源查核提升效率

企業除了以能源管理標準 ISO50001 來提升能源效率之外，應可透過「能源查核」進一步找出可提升能源效率的地方。例如南韓以法規來規範工業能源查核的週期如表一^[16]：

表一：南韓進行「能源查核的週期」

每年的能源消耗	能源查核週期
> 0.2 百萬 TOE	1. 完整查核：5 年 2. 部分查核：3 年
< 0.2 百萬 TOE	5 年

註：TOE 為 Ton of Oil Equivalent (噸油當量)的縮寫。

日本進行專業之能源查核所得到減碳的「政府之成本有效性」及「社會之成本有效性」則列如表二^[17]：

表二：1999-2007 年日本進行能源查核之「成本有效性」

	計畫之支出 (百萬日圓)	CO ₂ 減排 (百萬噸 CO ₂)	政府之成本 有效性* ³ (日圓/噸 CO ₂)	社會之成本 有效性* ⁴ (日圓/噸 CO ₂)
ECCJ ¹² 對中小 企業之查核* ¹	999 (A1)	0.38 (B1)	2,600 (A1÷B1)	-6,086
NEDO 對大設 施之查核* ²	1,673 (A2)	1.12 (B2)	1,488 (A2÷B2)	-3,809

*¹ 2004-2007 年共稽核 2,409 次。

*² 1999-2007 年共稽核 501 次。

*³ 政府之成本有效性=計畫之支出/CO₂ 噸減=A÷B

*⁴ 社會之成本有效性=(計畫之支出+投資-節省之能源成本)/噸 CO₂ 減排
=(A÷B) + (投資-節省之能源成本)/噸 CO₂ 減排。

(「社會之成本有效性」愈負表示減碳的總成本愈低，效果愈好)

由表二可知，對中小企業進行能源查核的減碳效果較好，而對大設施實施能源查核的減碳績效也不錯。這應也是韓^[18]、日^[19]、德^[20,21]及歐盟^[22]重視專業之能

¹² 日本的 ECCJ (Energy Conservation Center Japan)及 NEDO (New Energy and Industrial Technology Development Organization)分別對中小企業及大設施進行能源查核。

美華核能微言四十八集

源查核的原因(尤其是對中小企業)。為減輕中小企業的財務負擔，國外的工業能源查核常有優惠或減免費用的辦法。

(3) 發展 ESCO (Energy Service Company) 產業

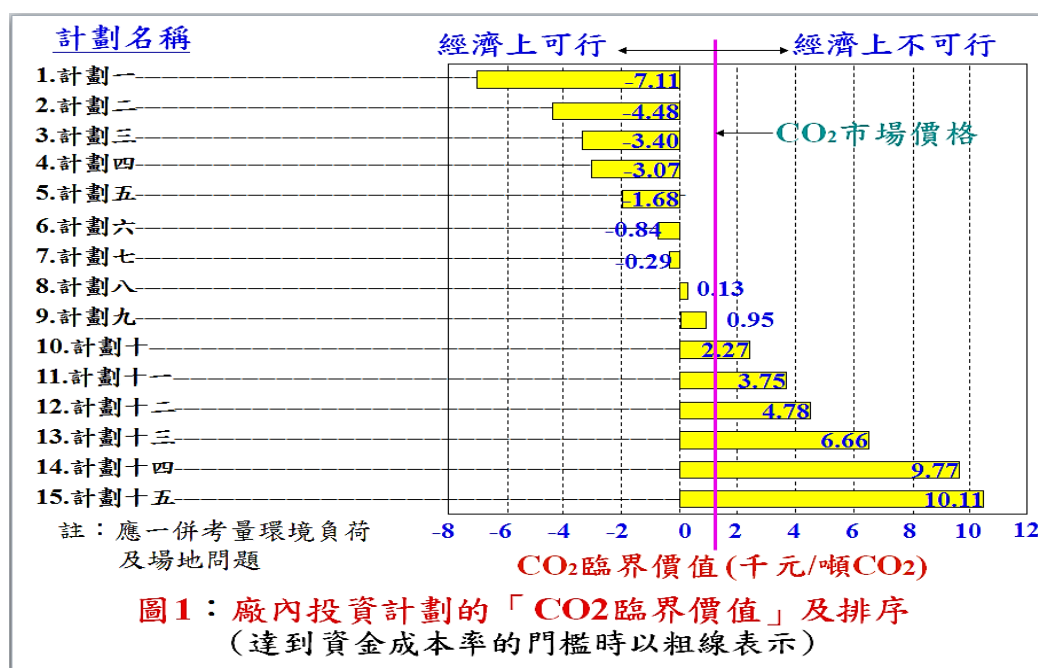
ESCO 產業也是以提升能源效率為其任務，因而是「無悔策略」中的一環。若能經由能源查核找出適合 ESCO 投資之處，也可提升企業的能源效率並帶動 ESCO 產業的發展。

(4) 考慮由「業者優先承購再生能源」

若由願意承購再生能源的企業得到低碳足跡，不僅有利其國際競爭力，符合「使用者付費」原則，也有利於再生能源的發展、國家的減碳目標，故亦屬於「無悔策略」。尤以對低碳足跡有興趣又較能接受再生能源之昂貴性的高科技企業為然。

2. 以碳價格決定企業的計劃

當企業內部的「無悔策略」已優先實施後，若要購買碳權則涉及外部的碳市場價格。此時經濟可行性的評估會有所不同：當碳市場的價格愈高時，就有愈多投資計劃的經濟效益可超過企業的「資金成本率」¹³，如圖 1 所示：



因此，碳市場的外部價格可改變企業投資計劃的可行性(台灣碳市場的價格可暫用 1,500 元/公噸 CO₂¹⁴)。

¹³ 資金成本率是企業估算計劃是否可行的依據；圖 1 的粗線表示碳市場價格。

¹⁴ 「溫室氣體減量及管理法」(105.07.01)第二十八條為「事業違反第二十一條第一項規定，於移轉期限日，

美華核能微言四十八集

3. 參與政府的減碳管制

「溫室氣體減量及管理法」(105.07.01)第十八條第二款有「實施溫室氣體總量管制及排放交易制度」之規定。故政府將依法進行「溫室氣體總量管制」及「排放交易制度」，以管制工業界的碳排放。因此各企業將循此管道參與碳排放管制或與政府協議減碳目標。

4. 購買國外碳權

購買國外碳權的風險較高，當企業達不到所分配或協議的減碳目標時，應該會將之列為不得已的選項。

六、結語

1. 減碳的主要原則包括：(1)共同但有差異的責任、(2)減碳的公平正義、(3)透明度、(4)權責相符、(5)考量國情及(6)政府以身作則。此等主要原則相當於架構，政府宜先與工業界溝通，以提高減碳政策的可行性以及在工業界的落實。
2. 對台灣的減碳目標、分配各部門的比例做了初步探討。除了概述南韓工業部門的減碳方法外，也對台灣工業部門的減碳對策做了詳細敘述，包括擴大區域能資源整合、以能源查核提升效率、發展 ESCO 產業、參與政府的減碳管制、業者優先承購再生能源、以碳價格決定企業投資、購買國外碳權等。
3. 本文針對「擴大區域能資源整合」及「以能源查核提升效率」做了較多敘述。除了探討台灣在區域能資源整合中所面臨的問題外，亦報導南韓法規對能源查核的規範，以及日本因能源查核所估算的「政府之成本有效性」及「社會成本有效性」。希望政府及工業界都能重視此等「無悔策略」並解決當前的困難，使台灣工業界的減碳與競爭力能同步提升。

參考資料：

- [1] 聯合國氣候變化框架公約，1998 年 8 月工研院翻譯(原文於 1992 年簽訂)，工研院翻譯：
http://www.tri.org.tw/unfccc/download/unfccc_c.pdf, (原文載於
<https://unfccc.int/resource/docs/convkp/conveng.pdf>)
- [2] 聯合國(2015.12), 巴黎協定(簡體中文),
http://unfccc.int/files/essential_background/convention/application/pdf/chinese_paris_agreement.pdf, 第十三條與第二條。
- [3] 行政院環境保護署(2016.09.19), 溫室氣體排放統計,
<http://www.epa.gov.tw/ct.asp?xItem=10052&ctNode=31352&mp=epa>

帳戶中未登錄足供扣減之排放額度者，每公噸超額量處碳市場價格三倍之罰鍰，以每一公噸新臺幣一千五百元為上限。」

美華核能微言四十八集

- [4] 行政院環境保護署(2016.05.20)，節能減碳政策，
<http://www.epa.gov.tw/ct.asp?xItem=9958&ctNode=31350&mp=epa>
- [5] 行政院環境保護署，推動台灣參與氣候變化綱要公約，我國 NIR 報告，
http://unfccc.saveoursky.org.tw/2015nir/tw_nir.php
- [6] Oxford Analytica Daily Briefy, South Korea energy policy will put industry first (2016.08.15),
<https://dailybrief.oxan.com/Analysis/DB213012/South-Korea-energy-policy-will-put-industry-first>
- [7] Defra, UK government (2009.09), Guidance on how to measure and report your greenhouse gas emissions，
https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/69282/pb13309-ghg-guidance-0909011.pdf，第 51 頁有以下的敘述：Where organisations seek to quantify, monitor and report on emission savings associated with domestic greenhouse gas reduction projects, you may choose to refer to BS ISO 14064 – Part 2. 因此 BS ISO 14064 – Part 2 包含「溫室氣體減量的國內計劃」。
- [8] ISO 14064-2:2006(en) Greenhouse gases —Part 2,
<https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:14064:-2:ed-1:v1:en>，有以下的敘述：This part of ISO 14064 focuses on GHG projects or project-based activities specifically designed to reduce GHG emissions or increase GHG removals. 因此，ISO 14064-2 包含溫室氣體減量的計劃。
- [9] Worldsteel, <http://www.worldsteel.org/steel-by-topic/climate-change/data-collection.html>，附檔 CO₂ EMISSIONS DATA COLLECTION User Guide, Version 7 的第 8 頁範疇三有 credits 的敘述。
- [10] 南韓 Ministry of Government Legislation 中 Korean Laws in English 關於 Waste Control Act (2007.12.21 修訂)的英文網頁，[http://www.moleg.go.kr/english/korLawEng?pstSeq=47552,Article 17](http://www.moleg.go.kr/english/korLawEng?pstSeq=47552,Article%2017) 即為 (Duties of Commercial Waste Producers)
- [11] 日本環境省，WASTE MANAGEMENT AND PUBLIC CLEANSING LAW (2001 修訂),
https://www.env.go.jp/en/recycle/basel_conv/files/Waste_Management_and_Public_Cleansing.pdf, Article 3 即為 (Responsibilities of Businesses)
- [12] 英國 Department for Environment, Food and Rural Affairs (2016.03), *Waste Duty of Care Code of Practice*,
https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/506917/waste-duty-care-code-practice-2016.pdf
- [13] 英國 Burges and Salmon (2016.03), Why all businesses need to be aware of the new Waste Duty of Care Code of Practice,
<https://www.burges-salmon.com/en/news-and-insight/legal-updates/why-all-businesses-need-to-be-aware-of-the-new-waste-duty-of-care-code-of-practice/>
- [14] Peter Laybourn (2015.08.27), The Environmentalist, Mutual benefits of industrial symbiosis,
<http://www.environmentalisonline.com/article/mutual-benefits-industrial-symbiosis>
- [15] 英國 National Industrial Synergies Programme (NISP)網頁，NISP Provides an Exceptional Return on Investment, <http://www.nispnetwork.com/>
- [16] Korea Energy Agency 之 Energy Audit (能源查核)的英文網頁，
http://www.energy.or.kr/renew_eng/energy/industry/audit.aspx，南韓對工業能源效率進行查核的法規基礎是 The Article 32 (Energy Audit) of the Energy Use Rationalization Act。「能源查核的週期」乃遵照子法 Enforcement Decree 中 Article 36 對能源查核週期(Energy audit cycle)

美華核能微言四十八集

的規定。

- [17] Osamu Kimura (2011), Promoting energy efficiency in industrial/commercial sector: Japanese Experience, http://www.gispri.or.jp/english/symposiums/images110706/Mr_Kimura.pdf，第 6 頁
Energy Audit Programs in Japan 中之表 2。
- [18] Korea Energy Management Corporation(KEMCO)的 Energy Audit (能源查核)英文網頁，
http://www.kemco.or.kr/new_eng/pg02/pg02060000.asp, Energy audit by energy audit companies
有以下的敘述：There are 91 companies operating in Korea, including KEMCO, which are
qualified to conduct energy audits.
- [19] Niro Kitagawa (2014.02), The Energy Conservation Center, Japan (ECCJ), Energy Efficiency in
Small and Medium Manufacturing Businesses in Japan ---Subsidized Energy Audit in Japan---,
<http://www.iea.org/media/workshops/2014/eeu/industry/mr.nirokitagawa.pdf>
- [20] Tobias Fleiter, Edelgard Gruber, Wolfgang Eichhammer, Ernst Worrell (2012.11), Energy
Efficiency, Volume 5, [Issue 4](#), pp 447-469, The German energy audit program for firms—a
cost-effective way to improve energy efficiency?
<http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs12053-012-9157-7#/page-1>
- [21] SUMMER STUDY, Efficiency of an energy audit programme for SMEs in Germany – results of
an evaluation study, <http://proceedings.eceee.org/visabstrakt.php?event=1&doc=3-112-11>
- [22] Linklaters (2015.10), A cross-border guide to Energy audits,
http://www.linklaters.com/pdfs/mkt/london/Linklaters_2015_Cross_border_guide_to_Energy_audits.pdf