

缺乏「超前佈署」的台灣綠能發展：從台積電加入RE100，探索丹麥綠能成就的底蘊

●吳啟禎／青平台基金會資深研究員、經民連智庫經濟組召集人、英國倫敦大學亞非學院經濟學博士

台積電加入RE100運動，為全球半導體產業的表率

今（2020）年7月，被譽為台灣「護國神山」的龍頭企業台積電，宣布加入國際減碳運動「綠能百分百」（RE100），此舉具有多重意義。首先，RE100是2014年由兩個總部均駐在倫敦的非營利團體「氣候組織」（The Climate Group）與「碳揭露計畫」（Carbon Disclosure Project，簡稱CDP）所共同發起的減碳運動，針對每年用電量超過一百萬度（100GWh）的大型企業，要求公開承諾在2050年達成完全使用綠電的目標。加入會員的企業第一年需繳交規劃書，並由氣候組織逐年審查更新進度。使用綠電的路徑規劃通常是以2030年達成60%，2040年達成90%為目標，否則可能會喪失會員資格。

在台積電加入之前，全球約有兩百五十家以上知名的龍頭企業已經成為RE100的會員，包括國人所熟知的蘋果公司、Google、IKEA、通用汽車、SONY、Walmart、Coca-Cola、Starbucks、Nike等，由於承諾內容含委外生產的部分，因而掀起了「綠色供應鏈」的新風潮。然而以半導體產業來說，台積電卻是全球第一家加入RE100的廠商。有鑒於半導體製造的超高耗能特性，台積電此舉可謂是意義非凡，國際環保人士莫不期盼能夠藉此帶動其他大型半導體廠商也能一同共襄盛舉。果不其然，南韓擁有記憶體大廠SK海力士（SK Hynix）等八家公司的SK集團，在台積電加入的四個月後也宣布加入RE100，台積電從RE100獲頒2020年「最有影響力先驅獎」也算是實至名歸。RE100官網上列出三項台積電的得獎理由：

- 為台灣國內最大的綠電購買商，協助國內再生能源發展。
- 台積電所有海外設廠之生產用電所排放的二氧化碳，均百分百抵銷（透過購買綠電、綠電憑證與碳權交易）。

- 已完成之「再生能源購電協議」迄今已達 1.2 百萬瓩，其中包含全球最大筆的公司級再生能源購電協議，對全球半導體產業具有表率作用。

台積電已是台灣第一大用電大戶，用電成長速度驚人

具體來說，台積電計畫在2030年以前，達成全公司生產廠房25%用電量使用再生能源，非生產廠房100%使用再生能源；2050年則100%使用再生能源，且用電消耗的間接（包含委外生產活動與員工通勤、出差部分）溫室氣體排放降為零。身為台灣第一大用電大戶，台積電這項宣示，一方面確實具有推促台灣繼續提高再生能源占比的作用力，但同時難度很高，主要是隨著台積電半導體的製程不斷微小化，進入第二代七奈米以後所使用的微影製程技術（極紫外光），能源效率據聞只有0.02%，為前一代主流技術氬氟雷射耗電量的近1.5倍¹，使得台積電的用電量成長速度不亞於其近幾年業績的出色表現。「根據台積電企業社會責任報告書，2019年，包括台灣廠區、WaferTech、南京廠區、采鈺科技，台積電全球能源消耗量為143.3億度，較五年前增加了54.12億度，近五年每年平均年增長率12.5%。」² 143.3億度，約當等於台電該年售電量2187.3億度的6.6%。而座落在南科的台積電三奈米半導體製造廠預計在2022年啟用，單廠預計年用電量將達到70億度。換言之，一座三奈米廠的用電量，等於是台積電目前全球用電水準的一半。

長期追蹤台積電議題的天下雜誌記者陳良榕在2017年中的報導指出，「全台灣用電量，過去五年的增加量當中……差不多三分之一的增加量由台積電貢獻。而且，在可預見的未來，這家世界級半導體天王每年用電增加的幅度，只怕還會加速擴大。」³事實證明，新技術耗電的程度，遠比台積電自身所預估的還要來得暴衝。根據上述2019年台積電《企業社會責任報告書》，「原先台積電設定2019年單位產品用電量目標，較基準年（2010年）降低11.5%，台積電沒有達標，反而還較基準年大幅上升17.9%。」⁴目前一個合理的預估是，台積電用電量將在很短的時間內超過全國總量的10%。

地球暖化與全球減碳運動，逼著台積電與全國追著綠電跑

「而台灣在2019年綠色能源的發電量為140億度，對照台積電去年全球用電量就高達143.3億度，計算下來還不夠台積電一家的使用量。」⁵上述台積電獲獎的第三項理由一已完成之「再生能源購電協議」迄今已達1.2百萬瓩，其中包含全球最大筆的公司級再生能源購電協議—主要是指台積電和在台灣海峽開發風電的丹麥沃旭能源公司所簽訂的協定，台積電將承購沃旭能源兩個風場（大彰化西南第二階段和大彰化西北離岸風場）共920MW裝置的所有發電量，為至今全球綠電領域最大筆的企業購售電契約。這項契約為期二十年，為固定供電價格，購售電期間預計將從風場於2025年至2026年正式商轉後開始，預計每年將為台積電提供34.5億度的綠色電力。這部分電力相當於台積電2019年用電量的24%左右，考量台積電先進製程用電量暴衝的情境下，顯然台積電與整體台灣都必須緊緊追著綠電跑。

台積電資深副總、企業社會責任委員會主席何麗梅日前也公開表示：「台積電大多數生產都在台灣，2050年全球全用綠電，以目前台灣所供應的綠電，根本無法滿足需求，要達目標是『非常、非常大』的挑戰，但台積電加入RE100，就是展示決心，也敦促政府及其他業者，排除相關再生能源如併網及電業法修正等法規，促進台灣再生能源發展。」⁶

台灣產業結構往半導體製造集中，以致擁核派再啟？

上面分析指出台積電面對先進國家廠商全球供應鏈綠化的壓力，化被動為主動地加入RE100，宣示2050年全用綠電的目標與路徑，不僅對自身企業，對整個台灣的再生能源發展都構成了一個巨大的壓力與挑戰。以目前政府的綠能政策來說，比較明確的只有2025年達成非核家園、與綠能占比達20%的兩項目標。2025年之後的減碳路徑呢？目前並不清楚。如果再有更多國內廠商追隨台積電加入減碳運動，綠能占比20%恐怕很快將不敷使用。

事實上由於近年來半導體產業一枝獨秀，使得國家整體產業結構往半導體集中，而半導體製造本身高耗電、高耗水以及重度使用化學品的特性，對台灣整體環境治理已然形成重大挑戰。若暫時撇開綠能，光是就供電本身的足夠性與穩定度就已經引起尤其來自業者的懷疑，如聯電的曹興誠日前公開表示，「如果要兼顧產業發展與2050年零碳排，我們一定要發展核電。」⁷此類擁核派的論調，一方面格外凸顯台積電積極擁抱綠電的進步性，但同時也提醒我們，整體社會對於核能風險的認知度尚有不足，預計在2021年8月份舉行的「重啟核四」公投案，可能又是一番苦戰。

由於核廢料的輻射高危險性，以及目前人類科技無法妥善處理核廢料，所以核能不被認為是乾淨能源，被國際環保運動如RE100排除為減碳路徑的選項。這個訊息，應該宣傳至社會各個角落進行公民知識教育。然而，從政治經濟學的角度，最終決定這些論戰／公投結果的力量，乃至台灣能源轉型的速度，會是來自利益團體與公民社會之間的拉扯。

能源轉型的政治經濟學

在利益團體方面，如何強化綠色能源的相關產業？這個問題似乎一直是經濟部在思考的部分。在國際技術位階裡，台灣尚處於後進工業化國家，在許多技術領域方面處於落後追趕狀態。例如在風力發電機與風電開發領域，台灣缺乏相關產業鏈與科技能力。然而隨著2016年政黨輪替，確定2025非核家園政策與綠能占比20%的方向後，離岸風電才正式成為能源轉型的要角（發電容量預計在2025年達3GW，另外太陽光電發電容量預計達20GW），吸引國際成熟風電開發廠商紛紛進駐。「用市場換取技術」，長久以來一直是技術相對落後國家的策略之一，台灣也不例外，經濟部對來投標的外國風電廠商提出逐年提高本國自製率的條件要求。

然而能否順利藉此建立國內的風電產業生態系（官方用語為「離岸風電國產化項目」）？除了外國廠商是否遵守合約之外，另一變數是國內廠商的技術能力是否跟得上來。基本上吾人可以想像，過程通常不會太順利。果不其然，2020年11月即爆發國產化某些項目落後，雙方互相指責的情事。外商明白指出：

台灣供應鏈面臨問題，就是低估離岸風電標準跟相關規範，供應鏈負責承製項目的複雜度，遠超過台廠想像，且台灣供應鏈很多都是業界翹楚，現在跨足成為離岸風電產業供應鏈，過去企業的招牌是其資產但也是包袱，必須從頭全新學習，要做及時調整。……水下基礎需要非常精密的工法，希望本土供應商能有足夠技術完成，惟新興供應商面臨的問題，通常是低估時間及人力資源，在離岸風場致力追求高品質同時，供應鏈廠商遭遇的問題開發商無法接受，因涉及的不僅風場30年使用周期，嚴重的更會影響發電併網。⁸

為什麼風電科技的龍頭國家是丹麥？

此處不是細究哪些技術落差導致爭議的地方，但值得思考一個問題：為何丹麥得以成為風電科技的龍頭國家？⁹為什麼這類高科技不是由傳統科技大國如德國、美國、日本等國所掌握？如果我們從丹麥本身條件：農業立國、中小企業為主的產業結構、人口規模小（約五百七十萬人）等因素來思考，這個謎團就愈發顯得巨大。或者反過來探問，為什麼擁有全球最佳風場、太陽能板的強大製造能量以及擁有龐大生質廢棄物（可作為沼氣發電的原料，例如國內在養頭數五百五十萬頭豬每日製造的豬糞尿）的台灣，直至近年，從未積極開發利用自己在再生能源上的潛力，以致無法「超前佈署」，形成具有國際競爭力的綠能產業鏈？

上述台積電電量議題、整體產業結構過度集中半導體、綠能供應速度跟不上，以及綠能科技國產化疑慮等，都應該回到這個源頭，進行系統性思考。

核心價值：全球第一個達成非核家園共識的國家

丹麥舉國致力發展再生能源的契機，部分理由與其他國家無異，都是70年代的石油危機與同時間在西方社會興起的綠色環保運動，但此外，丹麥所獨有的，便是由成功的反核運動所促成的全國非核家園共識。丹麥在當時全世界尚未出現核電廠災難的時候，便舉國達成不蓋核電廠的共識，對丹麥日後的能源轉型路徑，具有莫大的影響力，因此值得進一步探討。

事實上，1950年代開始，美國政府開始推行核能民用運動，試圖把二戰間原子能大規模殺傷力的威力與形象，轉變為和平用途的核能發電，並且推廣至其他國家，丹麥也在美國試圖推銷核電的對象名單之列。在這個背景下，丹麥政府於1971~73年間開始著手調查可能興建核電廠的潛在位址。1973年第一次石油危機爆發，正好強化了丹麥興建核電廠的必要性，因為當時丹麥對化石燃料進口的依賴度，已達到約九成的程度。

然而約略此時（1974年1月），丹麥民間反核團體Organization for the Enlightenment about Nuclear Power（以下簡稱OOA）成立，提出三大訴求：（1）徹底評估核能發電的潛在風險，（2）研究替代能源的可行性，以及（3）進行顧及生態與社會衝擊的長期能源政策思辨。該年5月，OOA成功地策動國會議員，終止1962年以來國會賦予行政機關片面核准興建核電廠的空白授權。該年6月，丹麥政府商務部長設置「能源資訊委員會」，並為草根能源教育提供財務資助。隔年4月，舉世聞名的反核運動象徵「微笑的太陽」誕生自OOA，OOA首次表明反核的立場。¹⁰

1975年9月，丹麥民間成立「再生能源組織」（Organization for Renewable Energy，以下簡稱OVE），此乃OOA的姊妹團體，用意就在表明丹麥社會不只消極反核，更積極地尋求替代方案，因此這兩個團體形成一種建設性的分工關係。1976年，丹麥政府解散原子能委員會，同意除非核廢料的處理出現有效的解決方式，否則不會核發核電廠的建照。這無異宣告反核運動的勝利，然而丹麥民間反核力量並不因此而滿足，繼續擴大去支持周遭國家的反核與發展再生能源運動（如瑞典、東德）。1985年在丹麥官方發表的能源政策白皮書當中，核能徹底從選項中消失。

丹麥OOA可以說是全球反核運動的先驅，2011年日本發生福島核災、與稍後德國梅克爾政府宣布逐步廢核時程等事件，更加凸顯丹麥反核運動所具有的進步價值先驅性。在一份OOA內部總結的報告中，OOA自己如此解釋當時的主要策略：「務實，但須格局遠大！」（Be realistic, demand the impossible!）¹¹，實際執行策略的步驟計有：

- 強調對社會大眾相關知識的啟蒙、教育、對話與反思，而非零和對抗。
- 發現空白授權的立法漏洞，立刻透過政治動員與利用政黨間矛盾，彌補缺漏。
- 表明反核立場，但同時傳達正向與友善訊息。
- 透過 OVE 發表六本能源政策研究，積極擘劃再生能源的未來，以示替代方案的可行性。
- 跨國串連：知識與行動，成功促成鄰近瑞典 Barseback 核電廠兩座反應爐的除役時程。
- 反對公投方式，認為在社會教育與民眾知識不足情況下，逕行公投徒然造成社會分裂，無法達成運動目標。

近年歐洲知識界在歐盟資助下發動了一項「核能與社會史」（History of Nuclear Energy and Society，簡稱HoNESt）的研究計畫，在關於丹麥迅速取得反核成就的研究報告中，總結有三大關鍵因素：¹²

1. 丹麥成熟的公民社會，對公共政策具有強大的思辨能力，這有賴於組織良好與非對抗性的草根公民組織的存在。

2. 以小型企業為主的產業經濟結構，以及民主決策的極限：丹麥以中小企業為主的產業經濟結構偏好分散、非集中式的電力系統。其民主政治的運作原則產生了一項共識，那就是認為核廢料的問題攸關未來世代的權益，在有效處理核廢料的方式出現之前，當代人不能將無法解決的難題丟給未來世代。
3. 丹麥分散式的政黨結構，以及政黨內部的分裂，讓反核運動得以有效動員。

漸進式創新的丹麥模式：小蝦米打敗大鯨魚

美國人至今依然百思不解，為什麼儘管擁有聯邦政府龐大的研發經費，以及擁有領先全世界的航空產業及一大群的頂尖工程師，在風力發電機產業上，卻遠遠落後小小丹麥、先前生產農業機械的製造商？¹³

上述的問題意識，成為Vestergaard et al. (2004)¹⁴的研究動機，其研究將1970年代以來丹麥發展風機產業的歷程與機制，與美國並列進行比較，兩者的差異本文整理如下表：

表一、1970年代以來美國與丹麥發展風機模式之比較

	美國由上而下	丹麥由下而上
科技角色與主導組織	科學導向+政府主導	技術導向+草根組織
驅動力	發明推動	市場拉動
創新性質	基進創新	漸進式創新（邊用邊學）
參與廠商	大公司	中小企業
補貼方式	補貼設置風機	補貼風機所發電力

資料來源：本文整理自Vestergaard et al. (2004)。

礙於篇幅，本文將省略美國發展失敗的案例探討，接下來將針對風電的簡單歷史背景、丹麥能源轉型下的官民合作、國際機遇與政府紓困政策，以及社會基礎等面向進行說明。

要了解目前全球風機產業發展的完整面貌，便必須回溯到風機發展之初的十九世紀末期。儘管人類利用風能的歷史至少有幾千年歷史，但是把風能轉換成電能的嘗試，卻是不約而同地在1887年蘇格蘭、同年美國俄亥俄州，以及1891年丹麥所開啟。相較於丹麥擁有漫長的海岸線與來自北海強勁不絕的風力，美國地理所擁有的風力資源同樣也是不遑多讓，尤其是太平洋沿岸、山谷隘口、與中西部大平原。對散佈在美國中西部遼闊平原上的個別農場而言，特別在尚未有電網串連的時代，設置自用風力發電機實屬必要。在1930~40年代，美國中西部平原便樹立了數以萬計的風機。但是1929年經濟大蕭條與隨後的羅斯福新政，為美國風機產業劃下了休止符，理由是為拯救蕭條經濟，羅斯福政府挹注大筆資金投入基礎建設，其中之一便是興建聯網供電系統，發電系統遂由原

本分散式轉變成集中式，而且能源原料仰賴化石燃料（天然氣、煤炭），以及1950年代以後的核能發電。個別農場的小型風電系統，因而逐漸被取代。此後，風力發電的概念，要到70年代石油危機發生之後，才再度浮現到美國能源與科技政策的檯面上。

風電在丹麥的發展歷程，也呈現與化石燃料價格競逐的局勢。1891年丹麥Askov民眾高校的物理教授Poul la Cour在政府補助下建造出第一支風機，之後供電對象從學校本身擴大到所屬村落，以村落供電自主為概念核心的風機系統逐漸擴展至其他村落與小型城鎮，1914~18年間，丹麥境內豎立了約兩百五十座風機，其中約有一半與電力站進行聯網。但在稍後化石燃料躍居發電主流方式的時代，與電力站聯網的風機數目下降至約二十五座。

到了1970年代，丹麥境內能源消耗仰賴化石燃料進口已達約九成的程度。然而1973年與1979年發生的兩次世界性石油危機，讓丹麥政府警覺到依賴石油的風險，另一方面如上所述，整體社會又達成非核家園的共識，因此開啟了丹麥政府對於發展風電的長期投入。儘管財務補貼遭致來自傳統產業的質疑，而且石油價格在進入1980年代以後也趨於穩定，都沒有撼動丹麥發展風電的決心。

當反核成為社會共識與國家政策時，原本丹麥成立的國家級核能研究中心Riso，便於1978年轉型研究風力發電，成為風機的測試中心。轉型之初，Riso的科學研究者只能從旁觀察學習，因為相關知識全握在擁有實作經驗的廠商與技師手上。然而透過1979年的一個制度設計，亦即政府補貼30%的風機設置費用，但是申請廠商必須通過Riso測試站的認證，Riso科學家藉此擁有深入了解風機製造的機會。在逐漸取得業者信任的情況下，Riso科學家與業者攜手研發，逐漸開發出更強耐受度的風機系統，作為風機規格的國家統一標準。例如1982年Riso提出一個新的規格標準，規定所有風機零組件的耐受度必須提高到現行的兩倍。儘管當時遭到業者的反對，但這項規定使得丹麥風機在國際市場中得以領先，其優勢在稍後的美國加州風電淘金風暴潮當中更顯凸出。

1980年代初期，丹麥政府的補貼政策轉向補貼風機所產生出來的電力（每度電的躉購價格），而非原先的補貼設置風機費用。規定每座風機都擁有聯網的權利，風機所有人即從風機發電、送電給電網系統的電力中獲利。而鼓勵風電的優惠價格，便由消費者吸收。這項新政策賦予丹麥風機一個新的性質，那就是更加重視發電能力的成本效益。無論如何，如果缺乏補貼政策，當時的風電價格是無法在市場上與化石燃料發電進行競爭的。

國際機運與政府紓困政策：1980年代美國加州風電淘金潮

1980年代美國加州當時的州長Edmund G. “Jerry” Brown出身環保人士，為該州電力系統擘劃了2000年風電占總電力消耗一成的目標，並端出許多相關的減稅優惠。加州政府加上來自聯邦政府的鼓勵再生能源優惠，減稅額度相當於高達六成至八成的風機投資

額，因此吸引了美國境內多達五萬名的投資客，總共投入了二十億美元的風機設置費用，大大鼓勵了美國本土的風機廠商，許多國外製造商（如丹麥、德國、英國、日本、荷蘭）也蜂擁而來。當時風機作為投資標的熱潮程度，可說是只要擁有一座塔架、一個葉片與一個發電機的裝置，便能吸引投資客購買。這是因為投資優惠減免的計算方式，必須在當年度結束前完成風機設置，也因此風機本身的規格、耐用度與發電效率等因素，完全不在投資客與加州政府的考慮在內。這股熱潮使得加州境內，在短短幾年時間內，樹立起為數一萬五千座的風機，其中一半為美國製造，另一半來自歐洲（多數為丹麥製品）。

這場加州風電熱潮於1987年告終，石油價格下跌固然降低了風電的吸引力，但是主要因素還是因為管制不當，有太多風機禁不起使用，折損、漏油等事件反而造成環境與地景的災難，也未做好環境影響評估，造成許多鳥類的死亡。更重要的是，許多投資客血本無歸的故事，造成政治上的衝擊。這些因素加總起來，宣告了這場風電浪潮的泡沫化。衝擊之大，從大約上百家的美國風電開發商只剩一兩家可以存活的程度，不難探知。

深入參與這場浪潮的丹麥廠商也無法置身事外，倒閉潮席捲了大多數廠商，包括當今在龍頭地位屹立不搖的Vesta，當時的財務狀況也差點撐不過泡沫化所帶來的衝擊。為拯救風機產業，丹麥政府端出兩項對策，一是大規模擴張風力發電廠的規模（五年內設置發電容量100 MW，為當時現有規模的兩倍），為廠商創造強勁需求，拯救了許多瀕臨倒閉的廠商。二是記取加州經驗，取消所有一切的補貼與減稅優惠，同時立法規定，風機投資者只限風機所在周遭十公里以內的居民。這項規定消弭了風機作為金錢遊戲的標的物性質，廣受丹麥社會所接受。

丹麥發展風電產業的社會基礎：合作社與成本內部化

1970年代石油禁運所引發的價格飆漲，以及同時間興起的環境意識，使得能源政策與環境政策成為當時丹麥社會所熱切關注與討論的公共議題，愈來愈多的丹麥民眾轉而支持不具污染性的再生能源，而風電切合進步的環境價值理念，成為許多丹麥民眾熱切擁抱的發展對象，因此丹麥政府所推出的鼓勵風電發展政策，備受社會支持。

風機所有權者，自行發起了「丹麥風電站協會」，並且發行了「天然能源」月刊，在刊物中呈現各種不同款式的風機在不同所在位址所發出的電力之當月統計資料。這項資訊的即時與透明化，不僅對風機現有及未來可能買家非常寶貴，對丹麥風機業者來說更是難得的商業情報，可以從中得知其他廠商產品與自家的表現差異，作為改良設計製造的依據。對建立丹麥風機整體產業的國際競爭力而言，可說是大有助益。

由於風機要價不菲，通常只有大資本、財力雄厚者才有能力投資風機發電事業。但是如上文所提，丹麥政府在加州風電泡沫化之後，便通過立法，阻絕風電事業成為投資

商品的管道。新法規定，唯有當地居民才能投資風電，因此透過在地合作社與非營利組織共同籌資購買風機投資發電，成為主要方式。¹⁵

這項規定與所衍生的所有權形式，一方面強化了丹麥社區自主發電的去中心化架構，另一方面也解決了設置風機經常產生的爭議，也就是風電收益與風機運作對當地所產生的噪音、環境等社會成本，當收益人與成本承受者兩者非同一人之間所存在的摩擦與張力問題。倘若制度設計無法妥善解決此一問題，那麼如同2012~14年間台灣苗栗「苑裡反瘋車自救會」抗議設置風機事件所呈現¹⁶，會嚴重影響推展風電所需要的社會支持度。丹麥透過良好的政策設計，發展出社區投資自用型風電架構，把多餘的電力回饋到電網，出售給電力公司的模式，有效解決大資本化、金融投機化與社會成本外部化的問題，這項制度設計本身的重要性，對推展風力發電而言，可說是一項非常重大的制度創新，其重要性不亞於風機設備的科技創新。

【註釋】

1. 陳良榕，〈夢幻技術「嚇死人」 台積電新廠用電超越整個東台灣〉，《天下雜誌》，2017年8月10日。
2. 聯合新聞網，〈台積電5nm製程獨步天下 隨之而來的一年用電量有多少？〉，《聯合新聞網》，2020年8月23日，<<https://udn.com/news/story/7086/4803448>>。
3. 陳良榕，〈夢幻技術「嚇死人」 台積電新廠用電超越整個東台灣〉，《天下雜誌》，2017年8月10日。
4. 鍾張涵、陳良榕，〈完勝英特爾、三星之後 一個失控的數字，竟是台積未來最大威脅〉，《天下雜誌》，2020年7月28日。
5. 同上。
6. 簡永祥，〈台積電全面綠能 何麗梅：挑戰大〉，《聯合報》，2020年12月11日。
7. 簡永祥、黃有容，〈曹興誠大砲直言：要零碳排 就要核電〉，《聯合報》，2020年12月16日。
8. 馮建榮，〈沃旭：台廠供應鏈有學習障礙〉，《工商時報》，2020年11月4日。
9. 全球前十大風電大廠資訊可參見網站 *Windpower Monthly*，<<https://www.windpowermonthly.com/>>。
10. OOA已於2000正式解散，相關人士另外於2002年成立OOA Fonden以處理「微笑的太陽」的版權費收入問題（三分之二收入繼續用於支持其他地區的反核運動）。
11. Siegfried Christiansen, "The Role of OOA Making a Nuclear Free Denmark," April 20, 2013, <http://www.energiasostenible.org/mm/file/27_1-OOA-paper%281%29.pdf>.
12. Jan-Henrik Meyer, "Short Country Report: Denmark," *WP2 of History of Nuclear Energy and Society*, Dec. 31, 2016.

13. Jens Vestergaard, Lotte Brandstrup and Robert D. Goddard, III (2004) “A Brief History of the Wind Turbine Industries in Denmark and the United States,” published in the *Academy of International Business (Southeast USA Chapter) Conference Proceedings*, pp. 322-327; and “Industry Formation and State Intervention: The Case of the Wind Turbine Industry in Denmark and the United States,” published in the *Academy of International Business (Southeast USA Chapter) Conference Proceedings*, pp. 329-340.
14. 同上。
15. 舉例來說，1999年丹麥境內三千兩百座風機當中，其中有一半是由六萬七千個合作社會員所共同持有（另一半風機則是由個別私人持有）（見Vestergaard et al. 2004, p. 11）。
16. 「苑裡反瘋車自救會」事件可參考Wikipedia 相關紀錄：<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E8%8B%91%E8%A3%A1%E5%8F%8D%E7%98%8B%E8%BB%8A>。◆