

全球碳經濟近十年演變：專業經理人的第一手觀察

採訪紀錄與整理：連興隆

20 世紀末，人類面臨兩個全球性的環保議題，臭氧層破洞與全球暖化，而兩者都使科學家積極研究並獲得諾貝爾獎。1995 年，羅蘭德、莫里納、克魯岑，由於發現了氟氯碳化物對臭氧層的危害，因而獲得諾貝爾化學獎。除了催生了 1987 年的《蒙特婁協議》以外，科學家的積極研究，也於 2016 年的研究證實，經由《蒙特婁協議》對氟氯碳化物的有效管制，確實減小了臭氧層的破洞。1988 年，針對全球暖化，聯合國環境署與世界氣象組織成立了政府間的氣候變化專門委員會 (IPCC)，與美國前副總統高爾積極合作，致力於減緩全球暖化。2007 年，氣候變化專門委員會與高爾皆因減緩氣候變遷、全球暖化而獲得諾貝爾和平獎。

1992 年，聯合國環境及發展委員會(UNCED)，於巴西里約熱內盧召開地球高峰會，並於會中通過《聯合國氣候變化綱要公約》(UNFCCC)，對人為的溫室氣體排放作出全球性的管制目標，並每年召開締約國會議，商討減緩氣候變遷，全球暖化的全球策略。1997 年，UNFCCC 第三次締約國大會(COP 3)於日本京都舉行，並通過《京都議定書》，以全球性的國際公約規範國際間各國在溫室氣體上的減量，該協議於 2005 年正式生效。相較於先前《蒙特婁協議》所管制的氟氯碳化物，《京都議定書》所規範的溫室氣體造成的影響以及衝擊更為全面。這是因為溫室氣體所包含的六大氣體，不僅僅為單一產業或特定領域的產物，同時是所有反應的最終產物，造成的衝擊會涵蓋政治、經濟、社會等多個層面，因而成為國際間相當重視的議題。

面對全球暖化，推動碳權與再生能源憑證，是國際間與各國政府一同商討與推動的減碳策略。由於台灣並非聯合國會員國，無法參與以《京都議定書》為規範基礎的碳權開發與交易，亦缺乏完善的碳交易市場。因此，台灣在實質的碳交易缺少第一線的實務經驗。另一方面，隨著《京都議定書》初步的到期，碳交易已不如 2008 年初般活絡，推動再生能源憑證的使用成為另一種減碳風潮。碳權與再生能源憑證的最大差異在於，對台灣而言，再生能源憑證所具備的“在地性”屬性，不再受聯合國規定所羈絆。

石門山綠資本有限公司及南極碳資產管理有限公司是台灣極少數，同時參與了聯合國清潔生產機制 CDM(Clean Development Mechanism) 下的 CER (Certified Emission Reduction)碳權以及國際再生能源憑證之開發及交易的公司。該公司總監莊昇勳博士是具備專業知識以及第一線實務經驗的專業經理人，同時也是開創全球第一個國際性再生能源憑證制度 (International Renewable Energy Certificate, I-REC)的共同創始人，成為我國推動再生能源憑證交易的第一人。因此，本文以專訪的形式後，再做進一步整理，透過莊總監在臺灣推動碳經濟（也就是：碳權交易與再生能源憑證）的實務經驗，冀望有助於讀者了解這個與我國產業息息相關及國際接軌的重要議題。

進入碳交易市場的契機與南極碳的成立

1993 年，莊總監到美國賓州大學(University of Pennsylvania)攻讀能源與環境管理碩士，第一次接觸了全球的能源議題，並產生了濃厚的興趣。而後透過交換學生的方式到法國國家高等能源學院(École Supérieure d'Électricité)，攻讀石化產業經營管理研究所，奠定了對能源產業的專業基礎。賓州大學是美國長春藤名校之一，來自世界各地的頂尖學生齊聚一堂。2006 年末結束在美國的工作後，與賓州大學的同窗一同創業，創立了南極碳資產管理有限公司(South Pole Carbon Asset Management, Ltd.)，投入刻正方興未艾的國際碳市場交易。公司總部位於瑞士蘇黎世，莊總監負責大中華區及台灣，工作是負責開發亞洲的碳交易市場。

當時，日本是亞洲地區唯一的《京都議定書》附件一國家，韓國、中國、東南亞各國皆非附件一國家。由於特殊的國際地位，台灣並非《京都議定書》附件一國家及非附件一國家。CDM 的碳權開發空間很大，競爭也激烈，唯基於國際地位的因素，這些機會多半不在台灣。雖然台灣無法參與 CDM 的專案開發，但國際間尚有自願性碳權的開發與交易能夠讓台灣參與國際上的這場競賽，也就是國際自願性減碳標準 (Voluntary Carbon Standard, VCS) 以及黃金標準 (Gold Standard, GS)。而針對減碳這件事情，找到合適的專案進行開發才是關鍵。因此，南極碳以台灣既有的成熟水力發電作為第一個自願性碳權開發專案，並與嘉南農田水利會合作，將烏山頭水庫的水力發電開發為台灣第一個可交易的碳權專案－西口水力專案。

西口水力專案為台灣在國際上的減碳事務上建立了一個里程碑，代表著台灣不缺席這場減碳戰爭。更難能可貴的是，水利會服務對象為農民，水庫供水主要包含農業使用及發電使用。這是碳權開發最重要的目標，因為國際協議所要求的減碳規範，其實意味著跨國、跨區域的國際合作，同時也讓國際合作的參與者，不再侷限於國家、政府或是跨國組織，即便是個人，也能藉由多種方式，成為參與國際合作的重要行為者。

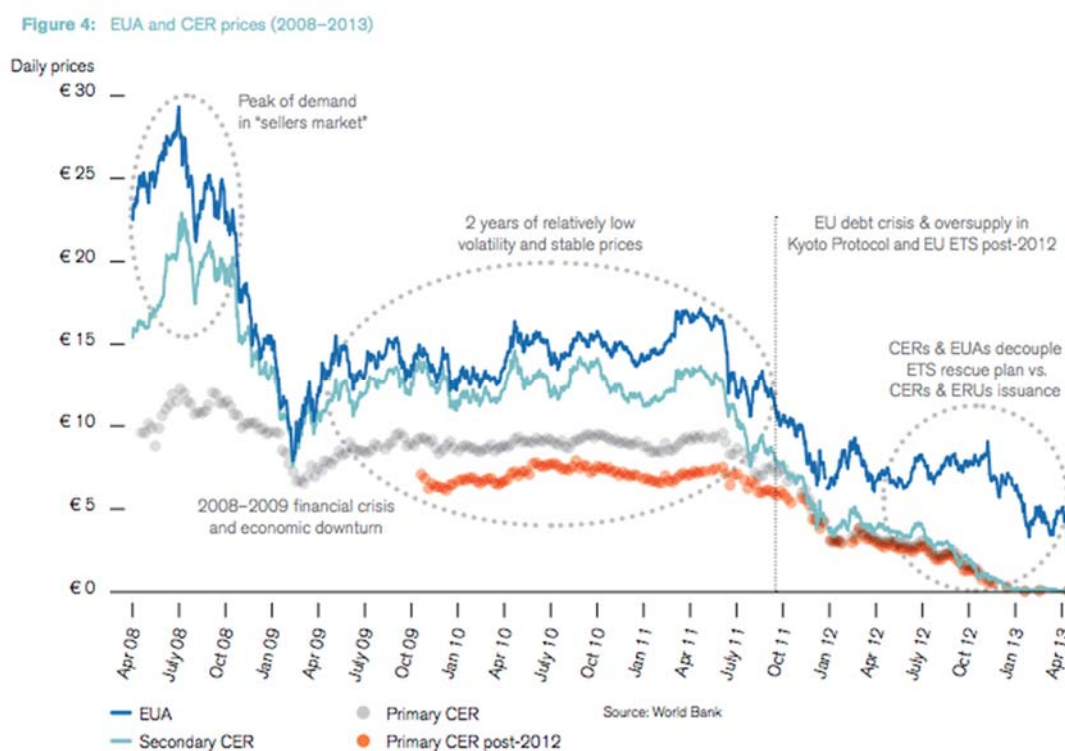
減碳背後的基本精神就是跨國合作，已開發國家提供技術以及資金，協助開發中國家開發碳權與取得實質建設，再由已開發國家獲得減碳依據的碳權，創造雙贏的局面。因此，當南極碳將西口水力專案的碳權放到歐洲市場上交易時，在歐洲受到多方的關注與重視，德國國營的公共電視台(DW)甚至派員來台採訪並在其頻道中播出。而西口水力專案是南極碳的第一個碳權開發案，後來也成為台灣第一個具備“碳中和”之運動賽會的碳權來源。國立高雄大學於 2010 年所舉辦的全國環境工程與科學相關學系的運動賽會「大環盃」，向南極碳資產管理有限公司購買 50 噸的碳權，用以中和大環盃兩天一夜所產生之碳排放量，並將收益捐贈非政府組織的環境資訊協會，成為台灣首宗以國內碳權作為碳中和的實際案例。

國際碳市場的崩盤危機

《京都議定書》第一個計入期(Crediting Period)於 2012 年底到期，但是全球減碳市場已提前於 2011 年左右便已有不尋常之氛圍。主因是由於國際社會遲遲無法確定《京都議定書》是否在 2012 年之後展延還是有另外的機制將被制定，以至於市場存在極大的不確定性及投機感，對於新興市場的碳交易亦造成沈重之市場壓力。由於 2012 年底，附件一各國將交出溫室氣體減排的成績單，有碳權需求的買方早已對供給簽訂合約部署完畢，因此市場上尚未售出的碳權遲遲找不到買家。

2011 年三月，莊總監正在韓國蔚山洽談一筆 CDM 碳權專案開發的業務，當時 CER 的市場價格約為 15 元美金，2013 年 3 月開始議約，議約花了很長的一段時間，期間國際碳價宛如跳水般，一個單位的 CER 從 3 月的 12 塊美金，到 6 月議約中是 6 塊美金，再到 12 月雙方簽約時，一個單

位的 CER 只剩下 3 塊錢的美金。2012 年農曆年後，莊總監再到韓國蔚山時，碳權價格比起一年前只剩下三分之一，現貨價格則更低。眼看這過去五年建立的商業網絡及期盼已久的市場急轉直下，許多從業人員或者主動或者被動的離開一年前還是比起華爾街更時髦的環境衍生性金融商品市場。莊總監手上握有上萬兆瓦(MW)裝機分散在東亞近十個國家的各類再生能源專案，其蘊含的環境效益市場化及將化做泡影。在 2012 年的第一個計入期結束後，比起剛開始實施時，市場上雖然還是有實質上的交易，但是在市場交易狀況並不熱絡的情況下，2015 年底的《巴黎協議》顯得相當重要。過了 2012 年底，即使 UNFCCC 締約國在 2012 年的第 18 次締約國大會(COP18)，決定將《京都議定書》的效期展延三年至 2015 年，也無法挽救基本上已經完全崩盤的全球最大碳市場，2013 年第一季不管哪一個類型的報價(現貨、期貨、遠期、期權等)都跌破了 USD1.00/tCO₂eq，市場訊息明確地告訴指出：碳市場短期內已經不值得期待。



圖一、2008 年 8 月份到 2013 年 4 月份，國際市場 CER 價格趨勢圖[1]

Project 4665 : N2O Abatement Project of Capro Corporation	
Project title	N2O Abatement Project of Capro Corporation project design document (2135 KB) PDD appendices Appendix 1 - Enclosure (890 KB) Appendix 2 - Enclosure 1 (593 KB) registration request form (269 KB)
SDC description report	Report(s):
Host Parties	Republic of Korea , involved indirectly approval (534 KB) authorization (534 KB) Authorized Participants: Capro Corporation ; Hyosung Ebara Engineering Co., Ltd. ; Hyosung Corporation
Other Parties Involved	n/a
Sectoral scopes	5 : Chemical industries
Activity Scale	LARGE
Methodologies Used	AM002B ver. 5 - N2O destruction in the tail gas of Nitric Acid or Caprolactam Production Plants
Standardized baselines used	N/A
Amount of Reductions	660,995 metric tonnes CO2 equivalent per annum
Fee level	USD 130699.0
Validation Report	Validation report (3184 KB) Public availability information Link to information uploaded for public availability
Modalities of Communication	MoC Annex 1 Modalities of Communication valid as of 09/07/2012 MoC Annex 2 (Change/update authorized signatory, name or contact details) valid as of 17/12/2015

圖二、南極碳資產管理有限公司協助韓國業主申請 CER 成功實際案例

碳權額度價格的變化這麼巨大，如同前述，是因為 2012 年底是 CDM 第一個計入期的結束。從 2011 年後，市場上有需要碳權額度的人，已經都購買了，或者是已經與即將簽發的額度專案簽約，所以市場上的碳權額度已經是明顯地供過於求。不僅僅是價格低廉，交易狀況也因為僅有零星的需求者，因而不復如以往般熱絡。

轉型至國際再生能源憑證

2013 年三月的一個公司內部會議，莊總監對再生能源環境效益市場化的其他可能提出了探討的提議。拜 1995 年曾在中華經濟研究院短暫任職，並參與了第一波台灣電力市場改革研究之經驗所賜，對先進國家的電力市場自由化情況有基本的了解。莊總監聯繫了美國 Center for Resources Solutions 以及秘書處設在荷蘭的國際再生能源憑證協會(The RECS International)兩個推動再生能源市場化的 NGO。國際再生能源憑證協會是一個鼓勵消費者採用再生能源電力的機構，協會名稱上的國際其實是指歐盟內部不同的國家。過去他們曾經是一個民間自願性的再生能源憑證核發單位，在 2000 年初成立，透過接受電廠的申請，核發再生能源憑證。一直到 2009 年，歐盟議會通過了再生能源的相關指令，核發再生能源憑證的功能，就從協會轉移到每一個國家政府所指定的機關。

當時莊總監聯絡國際再生能源憑證協會，並提及其對於國際上的再生

能源憑證核發想法，該協會也認為能夠將過去十年在歐盟核發憑證的經驗，複製到歐盟以外的國家或地區，是非常好的構想。雙方討論了大約半年的時間，2013 年的 12 月，共同成立了國際再生能源憑證標準基金會 (The International REC Standard ; IREC Standard)(圖三)，旨在將再生能源環境效益市場化的概念於以標準化，並借鏡歐洲市場成功的經驗，推廣到全世界。

The screenshot displays the website for The International REC Standard. At the top, the logo features a stylized green and blue circular emblem next to the text "THE INTERNATIONAL REC STANDARD" and the tagline "Empowering Electricity Purchasers". Navigation links for "HOW I-REC WORKS", "ABOUT US", and "CONTACT" are visible in the top right. A prominent blue banner contains the text "GET INVOLVED Register for the I-REC Standard! Learn more or register your company today" and a button "GO TO THE I-REC REGISTRY". Below this are three boxes with icons and labels: "ELECTRICITY GENERATOR" (lightning bolt icon), "ELECTRICITY PURCHASER" (house icon), and "STAKEHOLDERS" (organizational chart icon). The main content area is titled "Contact" and includes a "Print" link. The text describes the I-REC Standard as a nonprofit foundation aimed at empowering electricity purchasers. It details the organization's mission, its base in the Netherlands, and its funding sources. A "Board members" section lists Peter Niermeijer, Ed Holt, Hanne Raadal, Jules Chuang, and Claes Hedenstrom. To the right, a "News" section lists three recent advisory group meeting minutes from 2017, with a "VIEW ALL NEWS ITEMS" link. A "Documents" section lists various guides and contact lists.

圖三、石門山綠資本有限公司莊總監為 The International REC Standard 國際再生能源憑證標準基金會董事會成員[2]

值得一提的是，全球第一個獲得 I-REC 理事會決議通過的國家、第一個成功註冊的 I-REC 專案，第一張核發出來的 I-REC 憑證，以及第一筆交易與使用，很快都在 2014 夏天發生。而更可喜的是，這一切都發生在台灣。

I-REC 的市場交易實務

在經過將近三年半的運作，I-REC 已經成功地在將近廿個國家運作。當然，世界的環境資產交易的趨勢與重心也慢慢的從過去的碳權轉向直接的再生能源使用。價格上，基於不同的市場、背景與政策，價格的差異可至上百倍。因此，不若過去的碳交易，I-REC 交易並沒有一個國際性的均價可以參考。市場規模來說，目前當然還是中國大陸的規模最大，巴西緊追在後。預計 2017 年全球 I-REC 的憑證使用量將會趨近五十億度的電力。

I-REC 今天的成績絕非偶然，背後包含許多的努力、推廣、溝通等工作，都要感謝全體理事（至今仍是無給職）秘書處同仁及全體市場參與者通力合作的成果。首先，2015 年一月下旬溫室氣體議定書範疇二指引 (GHG Protocol Scope Guidance) 的發布，並在文中清楚指出 I-REC 是目前除了歐美兩大市場之外現行的國際再生能源憑證標準。莊總監也很高興在該指引正式發佈的一個月前，2014 年十二月邀請到主要執筆該指引 WRI(World Resource Institute) 的專案經理 Ms. Mary Sotos (目前已榮膺美國康乃狄克州環保局副局長) 至台北參與由南極碳與石門山共同舉辦的研討會擔任講者並介紹該指引，相當於是在台北舉辦第一次正式發布會(圖四)。

International Conference on Corporate GHG Accounting Change and Green Electricity Purchasing in Asia has successfully concluded!

November 26, 2014



With more than seventy attendees from the regions and as far as Europe, the United States, and Australia, we are happy to share the story here!

- Organized by Mt. Stonegate Green Asset Management, International REC Organization
- Co-Organizer by The Business Coun...

[Read More](#)

圖四、GHG Protocol Scope Guidance 主要執筆 Ms. Mary Sotos(World Resource Institute 專案經理)，2014 年十二月參加石門山研討會介紹該指引[3]

I-REC 的展望

再生能源憑證(renewable energy certificate; REC)主要是用來作為再生能源電力環境效益的載具，方便於市場上的流通。由於電力物理上是同質的，發出電力一旦進入電網便不可分。政策工具的應用與發展主要還是取決於政策目標的訂定執行面的規劃。要建立一套再生能源憑證機制甚至交易市場，以現在的 IT 技術是完全可行，歐美也有許多成熟的服務提供者可選用。

目前，包括中國大陸、日本及台灣等多個國家都在建立再生能源憑證制度及市場。坦言之，若以這三地相比，中國大陸的政策目標是相對比較明確也比較急迫。這三個市場再生能源發展的鼓勵政策都以躉購費率(feed-in tariff)為主，即政府編列預算對再生能源電力以高價收購的方式進行補貼，細節雖然各異但方向與模式是相同的。但每一個政府所面對的挑戰與壓力不盡相同。有財政壓力、電網公用化、去核能、霧霾，共同的是國際上對市場自由化以及再生能源電力使用的採用方興未艾。

然而，再生能源憑證或者更準確的說，再生能源電力的市場化仰賴的並不是憑證本身或交易機制的 IT 平台技術水準的良莠，實在是取決於電力產業市場化的廣度與自由化的深度。以這個角度來看，台灣確實是才跨出第一步。

南極碳與石門山

南極碳資產管理是讓莊總監入行的瑞士公司名稱，創立之初大家遠大的胸襟就是為了拯救生活在南極的企鵝而命名的，因此，我們也都自詡是企鵝一族。2013年9月6日，莊總監和三個大學同窗相約去爬合歡群峰的石門山，提及最近在忙著籌備成立 I-REC，同行的同學因為不在這個行業裡，都搞不太懂莊總監的工作內容，只大概知道碳交易三個字。但同行的其中一位老同學，倒是聞出這其中的開創性與國際化，幫莊總監畫下了三個里程碑。這三個里程碑是：成立一家新公司、協助成立 I-REC、及在台灣推廣 I-REC。下山的五天後，石門山綠資本有限公司在經濟部商業司登記設立。同年十一月底 I-REC 標準基金會在荷蘭註冊成立。隔年 2014 年 3 月台灣成為第一個 I-REC 流通的市場，八月完成第一筆核發、交易、及註銷。身為在環境議題與再生能源產業多年的實際參與者，莊總監對於國際社會與我國未來的能源轉型仍繼續投入努力。並期望再生能源、環境友善以及永續發展的重要概念，皆能受到各個產業與企業的重視。

參考文獻

1. Mapping Carbon Pricing Initiatives Developments and Prospects (2013) (<https://www.ecofys.com/files/files/world-bank-ecofys-2013-mapping-carbon-pricing-initiatives.pdf>) , Washington DC, USA , p.41.
2. The International Rec Standard (<http://www.internationalrec.org/>)
3. 石門山綠資本有限公司 (<http://ez2o.com/97eqK>)