

從國內外離岸風電發展經驗 論我國離岸風電之推動與啓示*

葉長城**、陳馨蕙***、鄭睿合****、吳中書*****

收稿日期：2019年3月5日

接受日期：2019年5月19日

* DOI:10.6164/JNDS.201906_18(2).0001

本文作者感謝財團法人中技社「推動綠色金融以促進綠能產業發展」研究計畫支持，並與中華經濟研究院共同舉辦「綠色金融暨離岸風電發展之風險與前瞻」國際研討會。尤其感謝中技社王鈺鎔主任、郭博堯主任以及許湘琴組長在研究過程中的共同努力，也感謝兩位匿名評審以及國際研討會中各位與會專家提供寶貴建議。惟本文中若有任何疏漏純屬作者之責任。

** 中華經濟研究院 WTO 及 RTA 中心助研究員，E-mail: ccye@cier.edu.tw。

*** 中華經濟研究院經濟展望中心助研究員，E-mail: csh@cier.edu.tw。

**** 中華經濟研究院第三研究所分析師，E-mail: mike.jen@cier.edu.tw。

***** 台灣金融研訓院董事長，E-mail: cwu@tabf.org.tw。

摘要

全球離岸風電裝置容量逐年增加，我國亦計劃將離岸風電裝置容量提升至 2025 年之 5.7 兆瓦，故本文根據國際能源總署彙整之歐洲離岸風電發展經驗，檢視國際推動離岸風電時在治理、環境與社會面須考量的議題。就治理面而言，國際間透過設定溫室氣體減量或再生能源設置目標，呈現強力推動決心，並透過專法執行，以提高市場規模和能見度。相關風場風況、水深等數據並由政府對外公告，以增進開發離岸風電計畫案之透明度與信心。同時，離岸風場電網連接的控管模式依其深、淺不同對開發商之風險迥異。其次，誘因機制會隨著技術和市場成熟度增加而發生變化，也與供應鏈發展與創新支持有高度相關。供應鏈自製化仍需視當地工業發展狀況來調整其發展方向，現階段我國業者尚需累積實做經驗，輔以公眾支持的引導教育機構培訓行業所需人才，才能使產業與供應鏈更為完善。在環境及社會面議題則需考量對當地生態和居民與漁民生活影響，宜擬定專法與相關準則以促進離岸風電與漁業互利共生。我國目前離岸風電發展規範不足，應參考國際作法以強化法律基礎。此外，現階段陸上變電站併接點恐無法因應大量離岸風電併網，宜公開併接工程及興建進度資訊。最後，施工前需完整評估週邊環境以減輕生態衝擊，並與當地居民與漁民頻繁溝通、協助其升級產業，發揮離岸風電和漁業共生之效。

關鍵詞：離岸風力、電網連接、躉購費率制度、電價差額補貼制度、
供應鏈發展

壹、前言

全球離岸風力（Offshore Wind）裝置容量於近年成長迅速。發電裝置量由 2000 年的 83 百萬瓦（Mega Watt，以下簡稱 MW）增加至 2017 年的 18.7 吉瓦（Giga Watt，以下簡稱 GW），共增加了 225.5 倍，預計 2050 年會增加到 521 GW，且單一風機規模將超過 8 MW 以上。Shruti et al. (2014) 指出離岸風力風場總建置費用隨時間演進有逐年遞減趨勢，2000 至 2004 年間風場規模小，再加上缺乏相關建置經驗，事前嚴重低估專案成本，故建置成本高。但 2004 至 2010 年間則轉為更謹慎對離岸風場進行定價（Pricing），專案規模也逐年擴大。2010 年後，各專案風場總費用（資本支出）之所以攀升，則主要導因於單一風場的總設置量提高。歸納近期全球離岸風力發展有以下主要特徵及趨勢，近九成的離岸風電裝置容量集中在歐洲，且新發電機組預計將以每年 4~6 GW 的速度成長，並於 2020 年達 36 GW。同時，受歐洲離岸風力的成功經驗所刺激，離岸風力在東亞與北美市場的需求逐步走揚。

全球離岸風力的發展主要還是仰賴政策支持(IEA RETD TCP, 2017; IRENA, 2018)。近年來包括全球性的「巴黎協議」(Paris Agreement)、歐盟法規乃至各國各自通過的法案都設定了再生能源占其總能源消耗的基本占比，並據此建構再生能源需求的長遠發展方向與目標，從而創造有利的發展環境。例如，歐盟制定了相當富有挑戰性的能源目標，設定 2020 年時 20% 的能源消耗都將由再生能源來支應，2030 年更進一步將目標設定為 27%，風力發電必須至少達到 21% (Corbetta et al., 2015)。由於政策與法令上對風力發電的支持，使得廠商有更大的誘因及意願投入資源持續開發與改進再生能源技術。

就我國離岸風力的發展潛力來看，臺海優良的風場條件與政府政

策推動，吸引不少有意開發離岸風場之外商來臺投資，我國經濟部亦計劃將離岸風力發電裝置容量由 2017 年之 8 MW 提升至 2025 年之 5.5 GW（競價及遴選部份），並採「先示範、次潛力、後區塊」之三階段發展策略，現階段透過示範場域及遴選、競價等方式，已釋出離岸風場開發量 5,738 MW，可望帶動投資金額預計超過 1 兆元新臺幣，並規劃區塊開發之相關規範，故我國未來離岸風電裝置容量將可能超過 10 GW。（經濟部工業局，2017；經濟部能源局，2018）

為研析國際與國內推動離岸風發電經驗，俾利歸納與反思其對我國推動離岸風力發電啓示。本文首先說明一般國際推動離岸風力發電在治理、環境與社會面向應加以考量的主要議題，而後從治理、環境與社會面研析國際與國內離岸風力發電之推動經驗，並在最後就本文研究結果說明具體結論。

貳、離岸風力發電在治理、環境 與社會面向中的主要議題

參酌國際間推動離岸風力發電之經驗可知，一般在推動離岸風力發電發展時，至少會涉及的主要議題面向通常涵蓋治理、環境與社會面三大領域，各主要議題摘要如表 1。

首先，在離岸風力發電治理面的評估方面，根據國際能源總署（International Energy Agency, IEA）之再生能源技術部署（Renewable Energy Technology Deployment, RETD）的報告指出，建議各國推動離岸風力發電時可就驅動力（Drivers）、推動者（Enablers）與支持因素（Supporting）等三大面向，以及市場規模和能見度、場址開發、電網連接、誘因機制、供應鏈發展及創新支持等六大重點支柱，盤點與建構其國內離岸風力的法規架構。而在驅動力面向部分，市場規模與能見度（Market Scale and Visibility）是離岸風力產業最主要的驅動力，

表 1 推動離岸風力發電常涉及的主要議題面向及其關鍵議題

議題領域 項目	治 理 面	環 境 面	社 會 面
議題面向 及其所屬 關鍵議題	<p>■驅動力：</p> <p>支柱 1：市場規模和能見度 欲吸引業者投入離岸風電市場，需有明確的設置目標量及確定期程，規模越大及發展期程越明確，有助業者投入和參與。</p>	<p>■對海洋哺乳類環境生態影響：</p> <p>1.對中華白海豚棲息環境的影響 2.離岸風機的遮蓋效應衝擊</p>	<p>■當地居民與漁民抗議：</p> <p>1.與漁民等利害關係人的溝通 2.漁業補償與漁業升級</p>
	<p>■推動者：</p> <p>支柱 2：場址開發 開發離岸風場需經詳盡調查，以瞭解適宜發展的風場區域和相關風險，在此議題中，公、私部門間之協力合作即有不同模式。</p> <p>支柱 3：電網連結 建置完成的離岸風電機組在併入電網過程中，即會產生不同權利和義務之主體，如何協調與整合各利益相關者，以順利完成併接，極具重要性。</p> <p>支柱 4：誘因機制 施行適宜的誘因機制，有助於增加業者投入市場。例如採強制性（再生能源義務）或獎勵性（再生能源電能之保證收購機制），帶動市場發展。</p>	<p>■對候鳥環境生態影響：</p> <p>候鳥遷徙路徑，對鳥群產生棲息地減少、分布位移及碰撞傷亡影響 國內離岸風場開發前置作業，須先取得經濟部能源局之「籌設許可」，其中已規範諸多要件，故在規劃初期即會排除相關敏感地區，且會透過環境影響評估掌握離岸風場場址對該海域之影響，進而提出緩解方案，以降低對環境之衝擊。</p>	<p>在取得國內開發離岸風電許可之其中要件之一，即為確立與當地居民／漁民之補償方式，經雙方溝通並達成共識後，可避免未來發展離岸風電時之相關爭議。</p>
	<p>■支持因素</p> <p>支柱 5：供應鏈發展 訂立離岸風電設置目標後，宜視國內各方條件，帶動此產業之相關供應鏈，增進本地就業機會、產業轉型和經濟效益。</p> <p>支柱 6：創新支持 對我國現階段廠商而言，尚有多項技術尚待突破以發展離岸風電，故在政策上給予研發和技術提升之獎勵，可補足供應鏈發展所需之要項。</p>		<p>■水下文物保存：</p> <p>取得國內離岸風場籌設許可要件中，需完備水下文化資產等相關作業，故在開發過程中需取得主管單位之核可，確保水下文物得以保存。</p>

資料來源：本文整理。

建立開發商對風力發電投資信心，以利計畫進行與開發（IEA RETD TCP, 2017）。

此外在推動者與支持因素部分，IEA RETD TCP (2017)更進一步指出場址開發、電網連結與誘因機制為重要發展元素。在場址開發部分，依據政府介入程度與開發模式之不同，政府與開發商於整個離岸風力開發過程中所負擔的比例互有差異；另外，在電網連結部分，相關權責如何在開發商、電力傳輸營運商與協力廠商間進行合理的分配更攸關後續風險的控管與評估。根據歐洲風能協會（European Wind Energy Association, EWEA）2013年的研究指出，離岸風力發電最大的風險之一為政策風險（Regulatory Risk）以及電網連結風險（Grid Connection Risk），包括不確定或是相互衝突的政策法規、不明確的電網連結計畫（Grid Connection Regimes），以及缺乏長期市場規模穩定度與長遠明確的政策架構等。

此外，誘因機制的設計則為促進再生能源業者投入再生能源設施之重要推力，例如「躉購費率制度」（Feed-in tariff, FIT）或「電價差額補貼制度」（Feed-in premium, FIP）對生產電力的單位提供補貼，尤其在風力發電產業發展初期，誘因機制的設計影響產業發展甚深。Schäfer and Eckhardt (2016)亦認為「躉購費率制度」是整個離岸風力市場的啟動器及觸媒（Initiator），不僅有助業者降低開發風險、提高參與專案意願，同時也可帶動產業和相關供應鏈的成長及發展。

除了IEA RETD TCP (2017)的治理面分析外，依據臺灣過去綠能產業的發展經驗，本文更進一步針對臺灣特有環境面與社會面議題進行研析。在離岸風力發電環境面的評估面向，對開發離岸風場而言，環境面議題係最常見的非技術性影響議題來源之一，就歐洲離岸風場開發的經驗，一般常見的環境面影響通常需要考量設立離岸風場對候鳥、蝙蝠、海洋哺乳類、魚類、底棲動物、水生植物、景觀、海洋航行與海洋空間運用等議題的衝擊（OSPAR Commission, 2008）。臺灣目

前的離岸風場主要集中在彰化外海，亦可能面臨中華白海豚棲息環境以及候鳥遷徙路徑重疊之環境議題。同時，社會對離岸風力發電的接受度亦影響離岸風力發電之推動。推動離岸風力產業的發展可能有助於創造就業機會與區域發展。然而，離岸風場設置對當地區居民生活型態的維繫、漁民捕魚權益與水下文物保存等議題衝擊，亦為國際推動離岸風力發電時常面臨的主要社會面課題（WindFacts, 2009）。

綜合上述分析可知，若欲研析國際與國內推動離岸風力發電之主要經驗，並從中歸納具體結論與啓示，以作為我國推動離岸風力發電發展之參考，即需針對臺灣之政策背景與社會現況，分別從治理、環境與社會面的觀點切入，並就其所屬主要議題進行系統性的盤點與研析，方能滿足推動離岸風力產業發展在解決跨領域議題上的基本需求，而本文也將以此作為分析基礎，依序進行具體研析。

參、國內外離岸風力發電治理面之主要經驗研析

茲就前述治理面向中包括市場規模和能見度、場址開發、電網連接、誘因機制、供應鏈發展及創新支持的六大重點，歸納國際與國內經驗及其主要政策啓示如下：

一、市場規模和能見度

(一) 國際法規與國家能源政策之驅動

為擴展市場規模與能見度，國際法規與國家能源政策之驅動是重要因素。在京都議定書與巴黎協議的推動之下，節能減碳已成為國際能源政策規劃的主要趨勢，一國能源政策基於其能源安全與產業發展策略目標，必須考慮其減碳計畫的實踐與再生能源的利用。一般而言，各國減碳目標通常設定在比較長的時程上（例如至 2050 年），輔以定

期（通常是 10 年）檢視中期成果進行規劃，使各國能夠據此採取適合該國的能源戰略，以實現其減碳和提高再生能源消費占比的目標。以歐盟主要國家為例（如表 2 Panel A 所示），包括瑞典、英國、荷蘭、丹麥、德國等主要歐盟國家均以 2020 年為目標，設定再生能源占總能源消耗比重與再生能源占總電力消耗比重，其中以瑞典的再生能源占比目標最高，其占總能源消耗比重與總電力消耗比重分別達 50% 與 63%。我國為推動再生能源政策規劃，於 2009 年頒布「再生能源發展條例」，藉由強制電業併聯及保障收購再生能源發電設備及其所產生之電能之雙重機制，以提高國內使用再生能源之意願，並於後續期間多次修正與提高再生能源設置目標，蔡英文政府則規劃至 2025 年時，我國再生能源設置容量目標分別為 27,423 MW，占總發電量比重則為 20%。2019 年 4 月立法院再三讀通過「再生能源發展條例」修正案，明確制訂再生能源發電設備推廣目標總量達 27,000 MW 以上之目標，從而強化國內再生能源發展力道。

此外，在政府制訂獎勵再生能源發展之政策中，也包含是否建立合理且清楚的「躉購費率制度」制度。基本上，為吸引多種資金提供者投入專案，「躉購費率制度」的計算應導入資金成本概念，也就是各類投資人投資資本的要求報酬，或可以加權資金成本（Weighted Average Cost of Capital, WACC）計算平均風險投資項目所要求收益率。因此合理與清楚的「躉購費率制度」架構亦代表政府的長期願景和承諾，將有助於增強市場參與推動再生能源的信心並促成技術發展。

（二）專用的離岸風力發電政策

惟新能源的開發通常面臨前景不明風險，因此政府支持成為該產業是否能發展成功的重要因素，且除了國家整體的能源政策外，專用的離岸風力政策可直接刺激產業的發展，特別是在離岸風力的發展上，最重要的支持與誘因也是來自於政府政策。從離岸風力發電的設置目

表 2 歐盟主要國家與我國再生能源及離岸風電規劃目標

Panel A 再生能源規劃目標 (%) ¹						
	瑞典	英國	荷蘭	丹麥	德國	臺灣
到 2020 年再生能源占總能源消耗比重	50	15	16	30	18	--
到 2020 年再生能源占總電力消耗比重	63	30	37	52	30	9
Panel B 離岸風電規劃目標 (MW) ²						
	瑞典	英國	荷蘭	丹麥	德國	臺灣 ³
2017 年離岸風電累計設置容量	202	6,853	1,118	1,266	5,355	8
2020 年離岸風電累計設置容量	212	9,500	1,400	2,800	7,700	520

- 說明：1. 數據來源為 Corbetta et al. (2015)，「臺灣」數據來源為經濟部能源局 (2017d)。
 2. 數據來源為 Wind Europe (2017)、Vattenfall (2016) 及經濟部工業局 (2017)。
 3. 臺灣首支離岸風力發電於 2017 年 4 月 29 日取得「海上風力發電機組電業設置發電設備工作許可證」；經濟部能源局原規劃離岸風電裝置容量為 3 GW，惟後續 2017 年 10 月經濟部長宣布於 2025 年時透過遴選和競標機制之裝置容量將提升至 5.5 GW。其中 3.8 GW 以躉購費率收購，惟實際費率需視廠商簽立購售電合約之時點而訂；另外的 1.7 GW 則採競標制，費率為 2.2245 元/度至 2.5481 元/度。

標量來看 (如表 2 Panel B)，則以英國與德國於 2020 年設定的離岸風電設置容量目標最高，分別為 9,500 MW 與 7,700 MW。此一明確目標將有助於英、德兩國離岸風力發電市場規模的確立，增強市場對投入離岸風力發電市場的信心。我國經濟部於 2012 年 7 月 3 日依「再生能源發展條例」第 11 條第 2 項公告「離岸風力示範獎勵辦法」，希望於 2015 年前建置臺灣第一座離岸風力發電風場，並於 2020 年前達成建置 600 MW、2025 年前達成建置 3 GW 裝置容量的政策目標。¹ 此外，蔡英文政府提出「前瞻基礎建設計畫」更規劃於 2017 至 2021 年間編列新臺幣 207.85 億元的特別預算投入包含風力發電與其他綠能建設的發展，透過明確設立目標和相關配套措施以顯示我國推動綠能發展之

¹ 臺灣首座離岸風力發電機於 2017 年商轉。

決心，進而吸引業者投入離岸風電產業（行政院新聞傳播處，2017）。

IEA RETD TCP (2017) 認為專用的離岸風力政策可從下列四方面來推動，分別為設定部署目標、現場識別和租賃、限額拍賣（Capped Auction）與立法。其中，設定具體的離岸風力裝置容量目標係國際間較為常見的方式，如德國將 2020 年設置離岸風力的裝置容量目標定為 7.7 GW。臺灣「千架海陸風力機計畫」於 2025 年規劃將設置海上 600 架風機，目標裝置容量達 3 GW，而「風力發電 4 年推動計畫（民國 106 至 109 年）」則設定中期目標為 2020 年離岸風力發電目標裝置容量為 520 MW，並在離岸風力廠商積極申請設立下，進一步將設置目標提高至 6.9 GW，其中陸域風力和離岸風力累計裝置容量分別為 1.2 GW、5.7 GW（工研院，2017；經濟部能源局，2017c；綠能科技產業小組，2018）。

國際上也有將合適的離岸風力位置拍賣並租賃給潛在的開發商，以顯示市場發出未來將會增長的強烈信號。例如，透過「2004 年英國能源法」（Energy Act 2004）授權，負責管理英格蘭、威爾斯與北愛爾蘭附近海域離岸風力場址的英國「皇冠地產公司」（Crown Estate），以租賃方式陸續推動離岸風場的設置，迄 2018 年底已有 39 個離岸風場設立，預計其離岸風場運轉容量可由 2017 年底的 6.9 GW 提升至 2030 年之 30 GW（BVG associtaes, 2019）。

最後，根據國際離岸風電發展經驗可知，政府亦得透過立法要求公用事業採購一定數量的離岸風電，且長期、清楚且穩定的政策發展架構才能讓資金提供者安心參與風場專案。「長期」意指政策支持、保證與涵蓋期間必須長於風場專案本身期間。此外，相關基礎建設與配套政策皆必須清楚列入政策規劃考量，才能有效降低案件中斷執行之可能性，而立法的重要性更攸關後續融資風險的評估。法令強制規定未來一定比率之再生能源消費量做法，不僅可減少離岸風力發電產業未來發展的不確定性，確保市場規模與能見度，也可降低風力發電開

發業者之投資風險。

例如我國現階段所公布之《電業法》第 28 條中，訂定公用售電業銷售電能予其用戶時，其電能之電力排碳係數應符合電力排碳係數基準，此舉有助於間接要求公用售電業提高電力系統中之低碳能源比重，又《電業法》第 45 條明訂再生能源發電業得透過直供、轉供等方式將電力銷售予用戶，給予再生能源業者相當大的操作彈性，另外 2019 年 4 月經修訂後之《再生能源發展條例》第 8 條規定再生能源業者所發電力，在無正當理由下，電網業者需優先併網和保證收購，即能確保再生能源業者之售電收益。此外，修訂後之《再生能源發展條例》第 12 條中，提及政府機關（構）、公立學校或公營事業和一定契約容量之電力用戶，應於用電場所或適當場所，自行或提供場所設置一定裝置容量以上之再生能源發電設備、儲能設備或購買一定額度之再生能源電力及憑證，若未依前規定辦理則應向主管機關繳納代金，電力需求端將逐漸被要求購買一定數量之再生能源電力，以持續提高再生能源業者之市場能見度、降低其營運風險。

二、場址開發：場址確認、租賃、調查與許可

場址開發是離岸風力發電發展的重要一步，場址開發通常包括場址確認、租賃、場址調查與許可，以及最後的電力傳輸基礎設施等階段。鑒於離岸風場開發階段利益攸關者眾，場址開發通常耗時 7 到 10 年，且其投資金額龐大，因此，如何最大程度降低開發風險成爲開發商與相關投資者最關切的重要課題之一。IEA RETD TCP (2017) 認爲若以政府參與場址開發程度的深淺區分，基本上國際間開發離岸風場方式主要可分爲中央型模式 (Centralised)、分散型模式 (Decentralised) 與混合型模式 (Hybrid) 三種。其中，中央型係由政府承擔主要開發風險、分散型是開發商帶頭推動相關工作、混合型則是政府只負責部分場址開發程序，但開發商需要自行取得完整的開發許可與進行進一

步的場址調查；但若以開發商對於場址選定的自由度，由自由度最高至自由度最低排序來區分，則又可分成開放式場址選擇模式（Open Door）、區塊劃分模式（Zoning）與特定場址模式（Site-Specific）三種。

由過去各國離岸風場場址的開發經驗來看（如表 3 所示），離岸風場的開發方式常受到各國之當地條件限制、國家能源目標與政府對風險承擔能力等因素影響，一般如果面臨較大開發風險時，不少國家常會以結合分散型與場址選擇開放型的方式來推動離岸風場的開發。例如，過去離岸風電發展初期的英國（2000-2009 年）即採類似做法，後續俟開發風險逐漸降低後，則進一步過渡到區塊劃分或特定場址的開發模式。另外，在場址選擇上由開放過渡到特定場址的情況，同樣也發生在採取混合型模式的德國。2014 年德國「離岸風力發電法」（Offshore Wind Energy Act, WinSeeG 2014）規定開發商需負起場址選定與場址調查的責任，但 2017 年該法修正案（WinSeeG 2017）增加政府在離岸風電開發上的責任，由政府負責離岸風場的場址選定、調查、電網連結許可等重要工作項目。而 2015 年後荷蘭在場址選定上也採用「中央型模式」，由政府負責離岸風電場址之選擇、調查、同意核可與電網許可及設計等任務。

我國離岸風場基本上採「先示範、次潛力、後區塊」三階段推動策略。根據經濟部能源局 2012 年所公布的「風力發電離岸系統示範獎勵辦法」，風機設置地點由申請人自尋，以臺灣地區海域風力資源良好，並位於 5 公尺水深等深線以外海域，曝露性佳，展示效果良好，具高研究價值之處所優先（經濟部能源局，2012）。2015 年 7 月 2 日經濟部能源局公告「離岸發力發電規劃場址申請作業要點」共計於臺灣西海岸規劃 36 個區塊，供業界參考與競標，其中 21 個區塊位於彰化外海為最多。

根據「離岸風力發電規劃場址申請作業要點」第 5 條規定，離岸風力發電規劃場址之申請場址應以位於該要點所附之附件一所示之潛

力場址內為原則；若位於潛力場址外者，應提出適當原因說明。潛力場址區域已經初步排除漁港、濕地、保護礁區、漁業資源保育區、重要野鳥與白海豚棲息區域。此外，在該附件一中明示這些場址並不一定具有地質、技術、風能與財務上之可行性，申請人仍須自行排除相關法規與行政上之障礙。亦即其開發風險係由開發申請人自負。由於，除了決定開發區塊位置係由政府主管機關決定外，該要點大部分的開發程序都落在開發商身上。因此，臺灣離岸風場選址的開發模式仍基本上屬於「分散型模式」。

表 3 英國、德國、荷蘭與我國選址類型與方式變化

	開放式	區塊劃分	特定場址
分散	英國（2000-2009年） 荷蘭（2001-2015年） 臺灣（2012年示範期）	英國（2009年） 臺灣（2015年）	
混合	德國（1997-2016年）		德國（2017年）
中央			荷蘭（2015年）

資料來源：本文參考 IEA RETD TCP (2017) 的做法補充我國選址方式。

在場址調查與許可部分，相關法規對於政府與廠商的權責需有清楚劃分，特別在風況、水深、海底特徵、環境敏感性等場址數據之取得與廠址位置之決定尤其關鍵。以德國為例，WinSeeG 2014 規定場址選定與場址調查係由開發商負擔，但至 WinSeeG 2017 則轉而由政府負責離岸風場的區塊確認、場址選擇與場址調查等工作，並由聯邦海事與水文局（Federal Maritime and Hydrographic Agency, BSH）負責公告。² 其中，場址環境的初步調查係由德國聯邦網路局（Federal Network Agency，全名是 Federal Network Agency for Electricity, Gas, Telecom-

² WinSeeG 2017，第 6 節。

munications, Posts and Railway) 進行探勘調查 (FMEAE, 2017)。³ 這些資料將由政府定期公布，以供有興趣投標的開發商作為投標之參考依據，有效提高資訊透明度。

目前有關我國在離岸風場場址調查的作法方面，根據臺灣的「離岸風力發電規劃場址申請作業要點——附件一」規定，我國政府規劃 36 個區塊係供業界參考，由離岸風力發電廠商申請開發。申請人於離岸風場場址規劃時，對於風場地質、底質、地形、風能等興建條件需自行調查，評估其技術上及財務上之可行性。相關法規與行政上之障礙也需自行排除。相關機關同意函及意見函，應自行向各主管機關申請及協商，並於申請籌備創設登記備案時，檢附前述相關自行調查資料（經濟部能源局，2015b）。

由前述國外場址開發經驗可知，目前國際趨勢均以強化政府角色為主，選址作業也朝向中央化與區域劃定或特定場址模式來推動。各國在發展離岸風力發電時，對於國家離岸風場選址條件均有相當周延的法律架構，所涉及之風況、水深、海底特徵、環境敏感性等場址數據標準與權責均有明確劃分，但在這方面臺灣目前僅以「風力發電離岸系統示範獎勵辦法」與「離岸風力發電規劃場址申請作業要點」來規範。此外，在臺灣相當重視的環評議題所涉法令基礎相對薄弱，且相關權責並未明確清楚定義與劃分。場址開發涉及之環境面議題將在本文第肆章進一步討論。

三、電網連接

離岸風場是由許多風力發電機 (Wind Turbines) 擷取到的風能轉為電能，透過海底電纜 (Submarine Cables) 由離岸變電站 (Offshore Conversion Substation) 傳送到陸上變電站 (Onshore Substation)，經升

³ WinSeeG 2017，第 11 節。

壓至與電網同等電壓，再輸送到電力系統上之負載使用。IEA RETD TCP (2017) 根據開發商在傳輸上管控能力的大小，將離岸風場電網連接的控管模式大致分成深度、淺度、超淺度與混合深淺控管等四種模式，在電網連結的不同控管模式中，開發商承擔風險不一。深度控管模式使開發商對於開發進度有較好的掌控，但卻必須背負興建、籌資與營運之成敗，風險較大。較淺的模式則因政府或公營電力公司介入，使得開發商所需投入資金較少，資金需求較低，以至於風險較少，但工期較容易拖延，並且可能失去對輸電設備的控管，對於未來輸電品質不易掌握。

電網連結的期程將影響專案風險的變化。Shruti et al. (2014:12; 22; 32) 即認為政府部門在制定電網連結計畫一事扮演重要角色，而這攸關專案風險的高低。Schäfer and Eckhardt (2016) 亦指出電網連結計畫應在決定債權結構與資金導入模式前就有清楚的規劃，才能讓資金提供者有效評估風險與計算要求報酬，也讓專案執行者規劃較適宜的融資模式。從臺灣目前發展離岸風力的電網連結控管方面來看，臺灣離岸風電開發商若需併聯至台電的輸電系統，須根據 2016 年 10 月台電公司頒布之「再生能源發電系統併聯技術要點」，按不同的發電量，透過適當的電壓等級，併聯至台電系統。在責任分界點上，開發商與台電公司系統連接之線路應由再生能源發電設備設置者（也就是開發商）自行興建及維護，若不屬於開發商者，由台電依照「台灣電力股份有限公司再生能源電能收購作業要點」進行處理（台灣電力公司，2016）。

但臺灣現階段陸上拼接空間並不足夠，故行政院於 2017 年底核定「離岸風力發電加強電力網第一期計畫」，以滿足離岸風電併網需求，因此台灣電力公司編列約 7.68 億元進行相關計畫，預計 2025 年完成桃園地區加強電力網；彰化地區則規劃採兩階段進行，初期 2025 年完成加強電力網工程，可提供 6.5 GW 併網容量，長期則規劃利用既設台塑汽電共生廠及民營獨立電廠（Independent Power Producer, IPP）

電源線，提供 3.5 GW 併網容量。⁴

從電網連結之國際發展經驗可知，由於臺灣採用混合控管模式，開發商雖然可以快速布署離岸風電設備，但根據台電規劃，彰工（4.5 GW）與永興（2 GW）陸上併網點，合計共 6.5 GW 的併網容量將於 2025 年時才能完工，而麥寮六輕之併網點約 3.5 GW 則需 2026 年以後方能完成，假使因台電輸電設備興建速度配合不及，恐影響離岸風電開發和併接運轉期程，故宜針對各項併接工程及設備興建進度資訊加以公開，以利業者追蹤及安排，同時利於金融機構評估相關風險與現金流量。

四、誘因機制

誠如前述所言，長期、清楚且穩定的政策架構係成功推動離岸風電發展的重要元素之一，而其中一項重要政策即為「政府電力收購制度」，或稱作再生能源躉購制度（Feed-in Tariff, FIT），該機制的設計提供相關利害關係人參與的重要誘因，亦為評估離岸風電專案現金流量與報酬計算的重要因素。「政府電力收購制度」是指政府在一定期間內以固定費率收購再生能源所生產的電力，或由再生能源業者將其所產生之電力於電力市場進行標售，再由政府提供補助得標價與政府所定電價的差額，亦即再生能源電價差額補助（Premium FIT）。簡言之，「政府電力收購制度」等於是對離岸風力投資者一個投資報酬的保

⁴ 國家發展委員會（2017），「『2017 年法規鬆綁建言平台』美商議題辦理情形—七、能源」，《法規鬆綁建言暨新創法規調適平台》網站，<https://ws.ndc.gov.tw/Download.ashx?u=LzAwMS9hZG1pbmlzdHJhdG9yLzEwL3JlbGZpbGUvNjc5Ni8yNzg3MC82MGMzYTYwZi1jZGU5LTQxYjYtOWViMS01ZTYyNmE4ODY5ZDkucGRm&n=M Dcg6IO95rqQLnBkZg%3D%3D&icon=.pdf>（最後瀏覽日期：2018 年 6 月 20 日）；行政院（2018），「中華民國 107 年度中央政府預算案—附屬單位預算及綜計表（營業部分）」，<https://lis.ly.gov.tw/lgcgi/allbgtpdf?8C682798C889E6>（最後瀏覽日期：2018 年 6 月 20 日）。

證，其售電價格及保障期間直接影響專案最終現金流量以及報酬計算。

依據歐洲離岸風力發電發展的歷程，通常在開發初期，政府提供獎勵補助與固定購電費率給開發商，但當市場成熟，獎勵補助與固定購電費率將逐漸下降，最終轉為競標制度，例如「滑動式電價差額補貼制度（Sliding Feed-in premium, SFIP）」。⁵ IEA RETD TCP (2017) 指出截至 2015 年，全球有至少 110 個政府實行不同的「政府電力收購制度」政策，成為激勵再生能源最廣泛使用的機制。

彙整國際誘因機制代表案例，如英國 2002 年透過「海上離岸風力發電資助計畫」（Offshore Wind Capital Grants Scheme, 2002-2012）與再生能源義務制度（Renewables Obligation），自 2002 起 10 年期間總共提供 1.17 億英鎊給 12 個離岸風電計畫，總裝置容量達 1 GW（IEA RETD TCP, 2017; IEA, 2014）。且為促進市場活絡，英國為再生能源電力交易制度和市場提供以每千度為一計量單位的「再生能源義務憑證」（Renewables Obligation Certificates, ROC），可在市場上交易。該制度實施以來，已認證約 5.02 GW 的離岸風電裝置容量（OFGEM, 2017）。2011 年 7 月英國再提出「差價合約收費制度」（Feed-in Tariff with Contract for Difference, FIT CfD），對發電投資者提供一個清晰、穩定可預期的現金流，有助於降低收益風險，又能避免發電商獲取過多超額利潤（Low Carbon Contracts Company, 2017; DECC, 2011）。

此外，誘因機制亦會隨著技術和市場成熟度增加而發生變化，相對於英國，德國自 2000 年發布再生能源法案（Erneuerbare Energien Gesetz, EEG）後，確立了以固定收購的躉購制度（FIT）為主的獎勵政策。（張瓊之，2017）如表 4 所示，2014 年《再生能源法》將離岸風力發電的補助分成基本型與加速型，於 2017 年修正之《再生能源法》亦維持此一計費方式。⁵ 德國並透過「環境保護與能源發展之國家補

⁵ EEG 2014，第 50 條；EEG 2017，第 47 條。

表 4 德國離岸風力發電補助制度

	基 本 型	加 速 型
躉購費率 規 定	<ul style="list-style-type: none"> • 前 12 年：0.154 歐元 / 度（折合約新台幣 5.28 元 / 度），年限可依場址水深與離岸距離等因素予以延長 • 其餘年數為 0.039 歐元 / 度（折合約新台幣 1.34 元 / 度） 	若為 2020 年 1 月 1 日前商轉之風場： <ul style="list-style-type: none"> • 前 8 年：0.194 歐元 / 度（折合約新台幣 6.66 元 / 度），且無法適用基本型費率，惟若在延長期間時，計算費率為 0.154 歐元 / 度（折合約新台幣 5.28 元 / 度） • 其餘年數為 0.039 歐元 / 度（折合約新台幣 1.34 元 / 度）
補助降幅 規 定	<ul style="list-style-type: none"> • 2018 年 1 月 1 日起，下調 0.005 歐元 / 度（折合約新台幣 0.17 元 / 度） • 2020 年 1 月 1 日起，下調 0.01 歐元 / 度（折合約新台幣 0.34 元 / 度） • 2021 年 1 月 1 日起，下調 0.005 歐元 / 度（折合約新台幣 0.17 元 / 度） 	2018 年 1 月 1 日起，下調 0.01 歐元 / 度（折合約新台幣 0.34 元 / 度）

資料來源：本文整理。本表將原先以歐元報價之費率依臺灣銀行 2019/05/03 即期買入匯率 34.31 換算為新台幣，以供讀者比對參考。

助準則」(Guidelines on State aid for environmental protection and energy 2014-2020) 進一步將競標機制視為發展再生能源的重要工具之一，且該準則自 2017 年起規定，欲獲得國家補助必須經過公開競標之程序 (EC, 2014)，並提供與公告相關競標規範。2017 年 1 月德國首次採取公開招標，共計招標 3.1 GW (BNetzA, 2017)。而北海離岸風電實際投標結果為 1,490 MW，每度電價標價平均 0.044 歐元（約為新台幣 1.48 元），低於投標上限每度電 0.12 歐元（約為新台幣 4.04 元），與 0.3 歐元的市價（約為新台幣 10.69 元），2017 年 4 月，德國更開出最低零補貼（僅需支付市價）標價之離岸風場專案（於 2024 併聯）(Andresen, 2017 ; Zervos, 2018)。由此可見，競標制度的確可讓收購

電價大幅下跌，且依德國施行 FIT 制度經驗，在施行長達十多年後才逐步引入競標機制，明訂 2021 年後運轉之風場方需採用競標模式，並以法條明確列示未來躉購費率價格下降幅度，有助於降低業者開發風場之不確定性。德國再生能源發電占總發電量比重由早期不到 5%，至 2017 年時已超過 30%，顯見長期穩定與高度透明之費率設計，為德國再生能源得以快速發展之重要關鍵。(Appunn, 2016; BMWi, 2017)

至於，荷蘭離岸風力誘因機制主要有永續能源激勵方案 (Sustainable Development of Energy, SDE+)、節能計畫減稅 (Energy Investment Allowance)；以及生質能源添加比規定 (Biofuel Blending Requirements)。SDE+ 制度使各種能源共同競逐同一筆預算，優先補助較便宜 (Less Expensive) 的發電技術，且每年 SDE+ 預算額度上限逐年提高，由 2011 年的 15 億歐元到 2016 年的 90 億歐元，⁶ 補助年限為 8 年至 15 年不等，按使用之不同再生能源而不同 (NEA, 2017)。

在我國離岸風力誘因機制的設計方面，目前主要有示範階段獎勵與電費誘因機制兩部分。在示範階段獎勵部分，根據 2012 年 7 月 3 日經濟部公告的「風力發電離岸系統示範獎勵辦法」第 5 條規定，係將補助分成兩類。第 1 類是示範機組設置獎勵，該獎勵明定以該辦法公告當年度風力發電離岸系統躉購費率每瓩裝置容量期初設置成本 50% 為上限，且不得超過示範機組設置總費用之 50%。第二類則係示範風場作業獎勵，該獎勵主要補助包括示範風場之場址評估及可行性研究、海氣象觀測塔規劃、設計及施工作業費用、環境影響評估 (含生態調查及地質鑽探) 等申請籌設作業、申請籌設許可相關研究及行政作業與示範機組配合辦理技術示範展示及推廣展示活動作業等各項費用，補助金額上限為新臺幣 2 億 5 千萬元 (經濟部能源局，2012)。

⁶ SDE+ 補助的方式為：每度電的補助金額 = (再生能源發電的每度成本) - (化石能源每度電的售價)。因此，當市場電價上升時，補助金額下降；反之，則上升。

我國目前在再生能源發電設備電能躉購費率中，針對離岸風電之躉購費率制度係採「固定躉購費率制度」與「階梯式躉購費率制度」並行方式推動。由表 5 可知，目前我國躉購費率仍有 5 元 / 度以上水準，雖然 2025 年競標價格僅餘躉購費率之一半，然因得標廠商具高度重疊性使離岸風場施工規模經濟效果，對風電開發商仍具投資吸引力（劉光瑩，2017；經濟部能源局，2018a；經濟部能源局，2018b；經濟部能源局，2019）。

表 5 我國離岸風電躉購費率

	2016 (元 / 度)	2017 (元 / 度)	2018 (元 / 度)	2019 (元 / 度)
1. 選擇固定 20 年躉購費率	5.7405	6.0437	5.8498	5.5160
2. 階梯式躉購費率				
前 10 年	7.1085	7.4034	7.1177	6.2795
後 10 年	3.4586	3.5948	3.5685	4.1422

資料來源：經濟部能源局（2015a）；經濟部能源局（2017b）；經濟部能源局（2018a）；經濟部能源局（2018b）；經濟部能源局（2019）。

綜上所述，離岸風力發電的收購電價是影響業者開發意願及融資誘因的重要因素，尤其是在開發初期的臺灣，如果不釋出誘因，以臺灣目前大部分開發風險皆由開發商承擔的情況，可能無法吸引足夠的廠商長期投入。然而多少政府電力收購價格才是合理？過高的政府電力收購價格可能導致國家嚴重財政負擔，過低的政府電力收購價格則無法提供較佳誘因吸引投資者投入資本。Mark Fulton et al. (2010) 認為擬定合適的「政府電力收購制度」必須是將離岸風場參與者包含政府機關、國際參與者、專案發起者、投資人與融資者等可能面臨之風險與障礙列入考量，包含政策風險、市場風險、匯率風險、再保險風險、施工風險、交易對手風險（Counterparty Risk）等，但由歐洲的經驗可知，長期而言為降低政府財政壓力，推動競爭性電力市場的理念，從

躉購費率過渡到競標新制，可能是未來必要的調整過程。以德國為例，德國於 2000 年施行再生能源法案，至 2017 年修正再生能源法、引入競標機制，推動 FIT 以鼓勵再生能源發展係長達 17 年以上，加上其於再生能源法中，已明確列示未來再生能源躉購費率降幅，有利於開發商控制費率風險，並明訂 2021 年後運轉之風場方需採用競標模式，給予參與者緩衝時間。因此，臺灣相關政策趨勢一旦成形，政府應該儘早規劃和公告，以減少廠商與投資者投資離岸風力發電的不確定性。

五、供應鏈發展

由國外經驗可知，基本上，離岸風力發電產業常置於較大的能源政策下推動，如法國 2015 年 7 月通過的「邁向綠色成長之能源轉型法」(Projet de loi relatif à la transition énergétique pour la croissance verte, 2015)，不僅設定未來各項能源耗用比重、能源轉型所需的財務支援、循環經濟的發展等，更是法國發展再生能源產業與創造綠色產業工作機會的重要法源依據 (林祥輝，2015)。而英國於 2008 年通過的《氣候變遷法》(Climate Change Act) 亦透過每年編列超過 4 億英鎊 (約新臺幣 160 億元) 經費的方式，投入發展低碳產業及技術，以協助其國內綠色產業鏈的發展 (HM government, 2009)。

一般而言，供應鏈對於發電廠部署、成本降低與工業化發展都有益處，但卻可能受到各地情況的制約，需視當地工業發展狀況來調整其發展方向。IEA RETD TCP (2017) 認為各國在推動離岸風力相對應的產業供應鏈與擬定相關策略時，應考量市場規模與能見度、自製率的要求、基礎建設的投資、商業與創新支援與訓練等面向。首先，在市場規模與能見度部分，大規模的離岸風場興建計畫通常有助於吸引該產品與相關附產品的投資計畫，特別是無法透過進口來解決的主要離岸風力機組零組件與相關設施。離岸風力大型零組件與基礎建設一般都需要在當地生產或興建，例如，英國吸引西門子到赫爾 (Hull)

投資 3.1 億英鎊設立風扇葉片工廠，估計可為當地創造 1,000 個就業機會 (Vaughan, 2016)。但是由於單一國家離岸風力發電市場的規模通常不大，無法支應相關產業的長期與穩定成長，因此各國應慎選適合該國競爭優勢的特定零組件來發展。

隨著我國「風力發電離岸示範系統獎勵辦法」與「離岸風力發電規劃場址申請作業要點」陸續公布，以及相對國際為高之躉購費率，吸引許多歐洲廠商來臺設點或投資，同時在離岸風電開發商對國內國產化之承諾下，亦促使國內和國外業者間之各項合作備忘錄的簽訂。例如，臺灣與英國、歐盟都簽署了合作備忘錄 (英國在台辦事處, 2016; 謝佳興, 2017)。國內廠商上緯國際投資控股股份有限公司 (此後簡稱「上緯投控」) 將海洋風力發電股份有限公司 (海洋風電, Formosa I) 的股份賣給澳大利亞麥格理資本 (Macquarie Capital) (50%) 與丹麥丹能 (DONG Energy) (現已更名為「沃旭能源」(Ørsted Energy)) (35%)；丹麥離岸風力發電開發業者「哥本哈根基礎建設基金」(Copenhagen Infrastructure Partners, CIP) 2017 年 5 月 11 日宣布買下福海公司的 3 區風場開發權，⁷ 總計畫金額上看新臺幣 1,800 億，可望為國內引進離岸風機製造商 (黃雅娟, 2017) 等均係具體案例。

在自製率的要求部分，為了扶持國內的離岸風電，許多國家都會在興建計畫中提出自製率的要求，但是自製率能否成功帶動技術轉移以發展國內產業則無一致結論。2013 年「聯合國貿易暨發展會議」(United Nations Conference on Trade and Development, UNCTAD) 提出一篇報告認為，再生能源設備興建計畫的自製率必須搭配穩定且可觀的市場規模，自製率的規範不能太限制 (ICTSD, 2013)。自製率的學習最好是透過做中學 (Learning by Doing)，必須搭配學習利益的獎

⁷ 丹麥國有的丹能風力公司於 2016 年 11 月 16 日在臺灣設立辦公室 (財經新報, 2017)。

勵（補助），但學習曲線過程較長則是可能的缺點。最後，技術轉移必須有足夠的財務規劃以支援衍生的成本。

以法國的經驗為例，法國離岸風力之第一輪與第二輪的計畫案提出 40% 非常高標準的自製率，但是過高的自製率反而成為計畫延宕的原因之一（Foxwell, 2017）。⁸ 因此，其第三輪的計畫已將自製率要求刪除。另外，丹麥在 2013 年以前要求建造成本的 20% 須由丹麥廠商來負責，但 2013 年以後亦放棄自製率的規定。至於，英國與德國則沒有強制要求自製率的傳統。相較之下，臺灣的「示範獎勵」案中已納入獎勵國產化之條文，但沒有硬性規定。⁹ 惟有鑒於臺灣目前離岸風力發電產業仍屬萌芽階段，未來考量開發速度、在地能量養成、電價衝擊三者間的平衡，政府可能至少須提供 4 GW 的免競標規模，讓廠商有時間學習，有財力進行投資，才有利國內離岸風力產業廠商克服學習曲線最難下降的前期摩擦力時期，以提高國內供應鏈的建置能力（鄭亦麟，2017）。¹⁰

此外，在工程建造周邊產業上，目前國內業者大多從國外租用費用高昂的專用船隻，對長期離岸風電場建設與維護而言，是沉重的負擔。由於國內業者尚未投資離岸風電所需船舶，但臺灣具有造船人才與技術，從產業自主化及在地化的觀點來看，政府可督促國營事業諸如中鋼公司、台船公司等，擔任本土產業領頭羊，配合政策推動期程，將其本業擴大至離岸風電海事工程與專用船隻的建造及租用，俾利降

⁸ 法國第一輪與第二輪分別於 2011 與 2013 年招標，但是進度嚴重落後，預計 2018 年第一輪計畫將開始動工。

⁹ 第 12 條第 4 款。

¹⁰ 根據 2017 年 12 月期間，經濟部官員的公開說法，認為在評估國內技術缺口和投資意願後，未來政府將分 3 階段推動離岸風力發電產業的國產化工作，即第一階段 2020 年前先推動基礎建設國產化；第二階段 2020 年至 2022 年，進一步推動風機外圍零組件、海事工程和水下基礎國產化；第三階段 2022 年之後，再推動風機部分核心零組件國產化（中時電子報，2017）。

低業者的開發與營運負擔。另一方面，基礎建設的投資需包含離岸風力發電建設從水下基礎打樁、海纜鋪設與機組吊裝、維護等工作，皆需要特殊規格的大型工作船。因此，離岸風電場建設的另一關鍵就是專用碼頭。政府可提供獎助、低利貸款，賦稅減免等誘因來發展港口基礎建設，透過這些港口基礎建設的投資，可以刺激港區的開發，帶動產業供應鏈的發展。例如，德國即挹注相當大的資金於開發港口建設，使得庫克斯港市（Cuxhaven）與布萊梅港（Bremerhaven）等成為該產業的集散地。以布萊梅港為例，德國投資 2.5 億歐元重新建設港口設施，並且吸引風電產業風機與周邊產業在此聚集，高達 5 成居民從事與離岸風電相關的工作（尹俞歡，2017）。

至於，國內在離岸風力基礎建設投資方面，我國政府在 2、3 年前就已著手處理這個議題，提前與台中港務公司、高雄市海洋局等，針對台中港及興達港進行相關配套措施規劃，並將協商成果提報為國家級的前瞻基礎建設計畫，希望藉由建設離岸風電所需的重件碼頭及產業專區，加速達成離岸風電推動目標，目前已有初步成效。基本上，我國目前規劃離岸風力基礎建設投資主要方向有三：

1. 臺中港作為風機專用港與離岸風電產業專區（前瞻基礎建設計畫），台電公司和臺灣港務公司合作，共同打造東南亞最大離岸風電港；未來「臺中港離岸風機組裝專用碼頭」可作為風電設備裝卸、製造、組裝及儲存用地，共可組裝約 600 台風機；
2. 高雄興達港作為基座專用港；
3. 活化國內既有閒置漁港作為使用與維護（Operation and Maintenance）專用港等。

最後，商業與創新支援亦是供應鏈發展的重要面向，增進市場機會交流與產業參與者間的合作機會。例如英國的 GROW 倡議，運用區域成長基金（Regional Growth Fund）投入 20 億英鎊，扶助中小企

業投入離岸風電發展，GROW 透過提供中小企業資金、市場展望資訊與相關技術中心合作以提升廠商進入該產業的成功機率（IEA RETD TCP, 2017）。然而，臺灣目前在離岸風力產業創新支援部分發展相對不足。經濟部工業局（2018）盤點國內廠商之建置能力，在風機塔架部分雖有中鋼機械、世紀鋼等業者，惟實際上僅有中鋼機械具有供應實績，其他曾在零組部件層面具備供應陸域或離岸風力機實績的業者，尚有恒耀與春雨（扣件）、華城電機（變壓器）、台達電（儲能系統及功率轉換系統）、東元電機（發電機）、上緯投控和紅葉及台塑台麗朗（葉片及樹脂），而在水下基礎及海纜製造等項目，則尚無供應實績，加上目前僅有「離岸風電海事工程產業聯盟」及「離岸風電零組件國產化產業聯盟」，且離岸風力牽涉到許多複雜且高風險的離岸作業，須要高度專業的人員，也需要設立公眾支持的引導教育機構，為離岸風電及相關行業培訓所需人才。整體而言產業間之上下游鏈結仍薄弱，需要時間累積。

六、創新支持

新科技的創新在完全商業化運用之前，都需要政府某種程度的介入，特別是在早期階段。在技術發展初期，往往無法預見具體的商業應用，因此，政府須資助學術機構進行小規模、低成本研究。例如，德國的「佛羅恩霍夫風力及能源系統科技中心」(Fraunhofer Institute for Wind Energy and Energy System Technology)，是目前歐洲最大以風能為研究目標的應用科學研究機構，其功能類似於臺灣的工業技術研究院，其經費主要來自於承接政府相關計畫及協助業者開發案之進行（Fraunhofer IWES, 2017）。英國透過授權給低碳創新協調小組（Low Carbon Innovation Coordination Group, LCICG），並透過碳信託基金（Carbon Trust）展開一系列技術創新需求評估（Technology Innovation Needs Assessments, TINAs），研發包括離岸風電在內的低碳技術（Carbon

Trust, 2017)。同時，新科技的展示也是重要一環，例如，德國於 2010 年即耗費 2.5 億歐元設置第一個離岸風電場－「阿爾法文圖斯試驗場地」(Alpha Ventus Test Site)。

臺灣過去對於離岸風電的支持主要仍以示範階段示範機組設置、示範風場作業獎勵以及躉購電價費率誘因提供為主，對於新科技基礎研發與應用尚未發展出整體的扶持政策。雖然自 2012 年起即有相關科研計畫，例如風場風況調查、離岸風機設計驗證與風能營運技術研究、離岸風機基座周遭局部地形掏刷水工模型試驗與線地監測、大型離岸風場併網技術研析等，惟尚未能發揮帶動產業發展之效果，現階段國內僅有少數廠商曾有供應部分離岸風機所需零組件之實績，無法形成完整產業鏈，因此建議政府參考歐洲國家在創新研發各階段的補助政策，以發展國內離岸風電產業的核心技術。

肆、國際與國內離岸風力發電環境面 之主要經驗研析

本文於第參章第二節之場址開發段落曾提及國際經驗在場址調查與許可部分，相關法規對於政府與廠商的權責需有清楚劃分，尤其在風況、水深、海底特徵、環境敏感性等場址數據之取得與場址位置之決定。由於離岸風場場址的同意和許可通常是一個漫長且複雜的過程，不僅牽涉到政府主管機關，也常引發環保或地方人士對於興建離岸風場的反對意見。在臺灣，不少公共建設與企業開發常因環評或民眾抗議而意外中止。2017 年《看見臺灣》紀錄片導演齊柏林意外身故，其生前曾拍攝亞洲水泥股份有限公司（此後簡稱「亞泥」）在太魯閣國家公園的採礦場空照圖公布後，部分民眾發起撤銷亞泥展延並修改《礦業法》之連署活動。2017 年 6 月前行政院長林全宣布擱置現有 42 件礦權申請及展延案，並規劃將《礦業法》修法為附加礦權展延需經環

評條款，且環評期間礦場需停工。

參考國際發展經驗可知，歐盟國家係使用同一套歐盟政策架構和準則來推動，例如「策略環境評估準則 2001/42/EC」、「環境影響評估準則 (Strategic Environmental Assessment directive 2011/92/EU)」、「棲地準則 (Habitats Directive 92/43/EEC)」、「鳥類準則 (Birds Directive 2009/147/EC)」和「海洋戰略架構 (Marine Strategy Framework)」等。德國對離岸風場施工過程中的打樁噪音和電纜的熱衝擊等皆有嚴格的要求與具體規範。再以英國「皇冠地產公司」(The Crown Estate, 2010)所公布的離岸風電指引為例，開發商所進行的場址調查包含環境調查 (Environmental Surveys)、海床調查 (Sea Bed Surveys)、前期工程與設計 (Front-end Engineering and Design)、人類影響研究 ((Human Impact Studies)、沿岸變化過程調查 (Coastal Process Surveys)、觀測塔調查 (Met Station Surveys) 等，各項調查均有其細項規定必須配合進行。前述數據的確切調查與資訊揭露，可以提高開發商對該計畫案之信心，也可以增加貸款人和投資者對開發案信心，有助於降低融資成本。

至於，臺灣離岸風電場最主要面臨的環保議題，以對中華白海豚的影響最受矚目，其次如候鳥遷徙路徑與其它自然生態及景觀的影響，亦屬較常被提及的面向。首先，在中華白海豚棲息環境議題部分，臺灣的白海豚大約分布在苗栗縣龍鳳漁港，到臺南北邊將軍港間，生活在水深 30 公尺、距離岸邊 6 公里以內的沿海水域。惟臺灣目前的離岸風力發電場主要集中在彰化海域，與農委會公布的中華白海豚野生動物重要棲息地有許多重疊之處 (行政院農業委員會，2014)。離岸風機對海洋哺乳類動物的影響主要來自於聽力損傷與行為干擾，特別是在興建期的打樁噪音較容易造成海洋哺乳類動物的聽力損傷，而營運期的低頻噪音可能讓鯨豚被迫拋棄其棲地。其次，離岸風機的遮蓋效應則會影響鯨豚之間回聲定位的溝通、繁殖和獵食，長期噪音對於生

理、免疫也有負面影響。目前臺灣離岸風場興建在噪音方面的環境評估係比照美國國家海洋漁業局作法，以一般海豚暫時性聽力損傷 TTS 的聲曝值 180dB 為上限，要求警戒區內的聲曝值要低於這個標準。但部分學界人士對此則有不同的看法，認為面對極度瀕危、數量只有六十幾隻的白海豚，應該要有更嚴謹的規範。

在候鳥遷徙路徑議題部分，我國離岸風力集中在彰化海域，惟該區域沿岸係我國重要濕地，位居東亞與澳大利亞間的候鳥遷徙路線上，當地 2007 年開始運轉之陸域風場對鳥群產生棲地減少、分布位移及碰撞傷亡等若干影響。以我國彰化海岸彰濱工業區崙尾風場設置前後對形目水鳥 (Charadriiformes) 的衝擊為例，其飛行路線明顯受到干擾，風機的陣列產生了柵欄效應 (Barrier Effects)，致使其原飛行路線東移 100 公尺以上甚至新增路線 (施月英、鄭先祐，2008: 47-64)。此外，候鳥在進入臺灣時多已失去大量體力，飛行路線成曲線下滑，該下滑範圍為海岸往外 6 海裡，高低差落在 50~200 公尺內，均是離岸風機主要設置空間，候鳥飛行路線將因離岸風機的廣泛設置而受影響 (彰化縣環境保護聯盟，2016)。

目前依我國「開發行為環境影響評估作業準則」來看，當前針對離岸風場開發對鳥類的影響評估相對不足，相關環保人士亦曾建議應在風場設置前即開始進行雷達鳥類調查，並須盡快利用現有竹南外海 2 座示範風機及彰化 2 座觀測塔進行鳥類的雷達資料蒐集，以利後續離岸風場設置對鳥類影響之評估 (行政院環保署，2017b)。此外，在離岸風電規劃之初對未來風力發電場除役後所帶來的環境衝擊與善後，亦應該一併納入規範考量，以降低離岸風電修繕與淘汰廢料對環境的衝擊。

基本上，面對離岸風力開發對環境所造成的可能影響，不論是開發前的環境評估、施工階段的技術選擇，或是運轉後的持續監控，皆是各國風場環評的重點。我國風場與英國、荷蘭及德國同樣須處理海

洋哺乳類及候鳥等環境生態議題，而無論英國、荷蘭及德國過去基於歐盟法律的規定，在推動設置離岸風場前均需執行一系列的環境衝擊評估（Environmental Impact Assessment, EIA）程序，以英國知名的倫敦陣列（London Array）風場為例，其在正式開發前即先進行過深入的潛在環境衝擊效應評估，透過納入主要利害關係人，包括地方政府、中央政府管制當局、野生動物保護當局與其他對此環境衝擊感興趣的參與者，共同就鳥類、魚類、哺乳動物、海床底棲生態、航行、海岸、視覺衝擊、噪音等與環境相關議題進行縝密評估（London Array, 2019）。

目前國內相關法規在離岸風電環評議題上相較國際發展經驗較缺乏明確權責規範與落實經驗。儘管針對我國於 2017 年 8 月已正式核定通過「風力發電 4 年推動計畫」，說明我國推動離岸風電區塊開發政策環評歷程外，亦就海域環境建構工作提出規劃。同時，在環境生態保護機制的建立上，也強調包括加強應排除之保護範圍、鳥類保育、魚類養殖、降低電纜路線規畫對環境影響以及強化政府監督海洋生態管理機制等環境重要相關工作之推動。

惟觀察近年來臺灣對於容易引起抗議的環保與漁業補償多交由業者自行解決，從而使得過去示範風機階段的 3 家廠商中，僅有兩家完成環評，且福海彰化離岸風力發電案，由於臨近中華白海豚重要棲息範圍，經環保署審查後建議進入二階段環評，惟即使福海提出縮小開發計畫，環評小組仍做成「不應開發」的建議，最後「福海風電」開發案因此於 2018 年 3 月遭環保署否決，迄 2019 年 3 月經廠商提出訴願成功後始通過環評審查，過程可說相當曲折及充滿爭議性，由此也反映環評議題對離岸風電開發的直接影響。

鑒於離岸風力發電在電力市場扮演越來越重要的角色，先進國家都有一整套的法令將離岸風電納入國家能源戰略或水域使用的計畫中，如荷蘭的「國家水域開發計畫」、德國的《離岸風電法》等。這些

法令規範航道、油氣開採、國防、漁業、生態環境、港口使用等用途，需要跨部會的通力合作，才能合理規劃臺灣海洋資源之利用。

綜上所述，在推動開發離岸風場時除了將環境評估明確列為開發階段之必要程序外，更重要的是確保環保團體及相關研究調查意見能夠在各開發階段與政府及企業順利進行溝通，並納入針對降低生態與環境影響的各項具體措施與作法，切實加以執行，以降低離岸風場開發的生態與環境風險。

伍、國際與國內離岸風力發電社會面 之主要經驗研析

離岸風電最常碰到的社會議題有二：一是當地居民與漁民的抗議，二是水下文化資源的保存，其中又以當地居民與漁民的抗議在處理上更具挑戰性。

一、當地居民與漁民的抗議

由於離岸風電屬新興事業，對於漁獲與漁民的損害在興建初期較難客觀評價，例如離岸風電的興建（打樁、鑽孔）與日後運作（風機）所產生的噪音對於漁民收益的因果關係很難評估，在對未來收入影響不確定的情況下，容易引起當地漁民的反對，因此事前溝通成爲重要關鍵因素。

（一）溝通作法

在溝通的做法上，德國在核發建造執照前，就會邀請各利害關係人（如漁業代表、自然保育組織等）參與審查會（Serrano-González and Lacal-Arántegui, 2015）；而英國則採取成立漁民關係辦公室（The Fisher Liaison Officer, FLO），並加強與漁業代表（Fishing Industry Representa-

tive, FIR) 相互溝通的方式因應，同時亦會持續透過 email 與傳統公布欄等途徑傳遞相關訊息，以提升漁民對風場開發情形與可能影響的瞭解。我國過去執行能源國家型第一期計畫針對如離岸風力等再生能源方案的推動時，也因瞭解到社會輿論或當地居民及漁民的抗爭可能衍生的困境，而開始於後續第二期能源國家型計畫特別將較容易引起民眾爭議的部分納入所謂「能源政策之橋接與溝通小組」進行研析（許泰文，2015）。此外，經濟部能源局也曾在推動「風力發電 4 年推動計畫」前，針對離岸風電與漁業如何共存共榮，主管機關如何協助溝通平台建立及推動進行研析與討論（經濟部能源局，2017a）。根據國外溝通做法之經驗，儘早進行溝通並納入相關利害關係人進行對談，共同尋求解決方案，是離岸風力發展推動成功的關鍵因素之一。

(二) 補償議題

有關為興建離岸風場而衍生的「漁業補償」議題，並非臺灣獨有，英國便採「漁業補償」與「漁業升級」並行的策略，以促進離岸風電與漁業活動的互利共生。例如，在英國東約克郡 Holderness Coast 外海，是英國龍蝦產量最豐富的漁場，也是風力資源絕佳的場域，在離岸風場開發與漁民傳統生計之間，也曾引起極大衝突，然而在長期的溝通與互信的建立下，開發商透過專業機構 The West of Morecambe Fisheries Ltd 審核與捐贈漁會提出的漁業升級相關方案，漁民因此決定接受風場開發商的提案。例如，在建設風場時加強生態保護與偵測，一旦風場建設過程中對於龍蝦產量有大量影響，則停止或轉移開發（鄭亦麟，2017）。此外，施工期間對漁民（擁有工作能力船隻）所造成的干擾和收益損失，通常以直接補償為手段，以降低漁民的反對。此外，也可雇用漁民作為維修船或支援船的駕駛員，或是鳥和哺乳動物的觀測員。在興建期後，開發商亦會設置社區基金回饋當地漁民等。

我國的補償機制與處理作法主要為行政院於 2016 年 11 月 30 日即

訂出漁業補償公式「離岸式風力發電廠漁業補償基準」，由中央政府及地方政府建立回饋金平臺（類似台電促協金機制），納入利害相關團體（如：地方政府、民意代表、風機開發商、當地居民、環保團體等），共同研商回饋金使用辦法（如：地方建設、救助補償、友善養殖、產業轉型、回饋鄉里與公民入股等）。此外，在興建完成開始營運後，也會將發電收入一定比例提供地方回饋。惟當業者與漁民發生溝通問題時，就需政府主管機關提供個案協助。特別是補償問題因屬業者與漁民合意協商，雙方對開發案所帶來的損失之預期、補償數額與方式、溝通的次數，均可能左右協商結果的成敗。

鑒於國內過去並無推動離岸風電開發之經驗，故漁民在缺乏清楚專業知識與瞭解的情況下，對開發計畫帶來之影響多有疑慮實屬必然。舉例而言，國內早期示範風場之環評開發案中，海洋風力發電股份有限公司位於苗栗外海之「海洋竹南離岸式風力發電計畫」，其問卷調查結果有 84% 的漁民不贊成開發；有鑑於此，台電公司後續位於彰化外海之「離岸風力發電第一期計畫」即加強在地溝通，提高相關團體及民眾對於計畫本身之瞭解與接受度，故其漁民不贊成之比例降至 34% 左右，由此可知及早落實與當地居民及漁民溝通的重要性（行政院環保署，2017a）。

臺灣在離岸風電興建過程與漁民團體所產生的爭議，通常來自補助立場分歧與溝通不良。業者代表認為農委會漁業署訂的補償標準不夠可行，且無仲裁的設計；農委會漁業署則認為補償金多寡乃取決於業者和漁會的談判，政府訂的計算公式只是參考。反觀英國與德國開發案在計畫初期就已經開始進行與當地居民及漁民的溝通，並且將漁民納入開發夥伴之列，藉此降低雙方爭議，相關做法值得國內借鏡。

二、水下文物保存

目前大部分的歐洲國家對於水下遺產的保護大多根據 2001 年 11 月

聯合國教科文組織 (United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, UNESCO) 通過的「保護水下文化遺產公約」(Convention on the Protection of the Underwater Cultural Heritage) 來規範, 但德國與荷蘭尚未批准該項公約 (UNESCO, 2001)。

(一) 英國水下文資保護作法案例

英國水下文物保存自 1960 年開始即受到重視 (Firth, 2014: 1-3)。一般水下文化資產的規劃與管理, 在不同的地區係由不同的單位負責,¹¹但是由於離岸風電開發屬於國家重大建設, 故其開發案核准權屬於英國「商業、能源暨產業策略部 (Department of Business, Energy and Industrial Strategy)」管轄, 但是由於領海所有權屬於皇室, 故凡是由海底所發現屬非沈船 (Non-Wreck) 的文化資源則交由皇冠地產公司代管。

如同環境保護的要求一般, 水下文化資源的調查在場址規劃的前期就已經納入開發計畫中。根據英國「聯合航海考古政策委員會」(Joint Nautical Archaeology Policy Committee, JNAPC) 所頒布的「海床開發業務守則」(JNAPC Code of Practice for Seabed Development), 開發商應儘早尋求考古專家意見的協助。基本上, 專業的考古建議不僅能確保所有法律要求與監管機構規定納入開發考量, 決定採用何種技術能夠降低水下文物保護的成本, 促進開發進程評估的進行, 更可避免與減少相關障礙所帶來的開發問題。若核准級別屬於國家級的單

¹¹ 由海洋管理組織 (Marine Management Organization, MMO) 管理英格蘭規劃與核准離岸海洋活動, 蘇格蘭海事局 (Marine Scotland) 管理蘇格蘭。威爾斯與北愛爾蘭則分別由威爾斯自然資源署 (Natural Resources Wales) 與北愛爾蘭環保署 (Northern Ireland Environment Agency) 負責規劃, 由海洋管理組織核准之。此外尚有其他不同單位可就其個別管轄領域提出意見, 如國防部與替皇室管理領海財產的皇冠地產公司。詳見 Firth (2014: 8-10)。

位所管轄，則可諮詢如英國遺產 (English Heritage)、蘇格蘭文物局 (Historic Scotland) 或威爾斯歷史紀念物局 (Welsh Historic Monument) 等。若核准級別需參考地方意見者，則應諮詢有參與歷史環境記錄 (Historic Environment Records, HER) 工作，並且對當地監管機構能提出建議的考古博物館館長的意見為佳 (JNAPC, 2006)。

對於水下開發案及其相關工程影響陸上與水下文化資源範圍界定的研究，一般而言係由開發商進行。而在進行影響範圍界定研究之後，開發商必須就已知或潛在文化遺產進行評估，諮詢相關的 HER 和國家古蹟記錄 (National Monuments Record, NMR) 以評估在離岸開發地區文化遺產存在的可能性。評估的目的在於將無預期而發現到文化資產所帶來的開發風險降低至最低。若水下文化遺產在被確認之後，須根據「可攜式古物方案」(The Portable Antiquities Scheme) 進行申報，但不同產業需根據不同的準則辦理。

離岸風電產業需要按照「離岸再生能源考古發現準則」(Offshore Renewables Protocol for Archaeological Discoveries, ORPAD) 辦理 (The Crown Estate, 2014)。一般而言依照政府既有的文化遺產保存政策和國際慣例，在原地 (In Situ) 進行實物保存。開發商可根據開發計畫書內容商定作法，劃出避免開發區域，或是採取對於開發商財務上不太有影響的方式進行。至於，針對適度考古遺址破壞減緩的作業，在其進行過程中亦有詳細規定。但需要注意的是，水下考古挖掘工作、挖掘後的分析、報告與保存文物所需經費不貲，均需適切的規劃，以降低開發時的風險。

在德國開發經驗中，文化資產保存是地方政府的責任，即便開發區是位於經濟特區內 (Derudder and Maes, 2015)，不同邦政府亦有各自的作法。歐盟在 1992 年通過「瓦萊塔公約」(Valetta Convention)，德國則在 2003 年批准該公約。瓦萊塔公約旨在保護考古遺產，使之成為歐洲共同記憶的來源，儘可能保留海床原址考古價值並作為歷史和

科學研究的資源。雖然不能完全排除在離岸風電場開發之前的詳細調查期間，可能會發現尚未爲人所知的文化遺產，但該公約的基本原則乃在離岸風電場址選定之前，應該參考德國聯邦海事與水文局（BSH）所建立的水下考古文化遺產資料庫，藉此證明已對水下文物作最大可能的保障。若開發後發現事先未預期之水下文化資產，應與負責當局協調採取充分的保護措施，以避免對文化遺產造成損害。

荷蘭政府的政策也是基於 1992 年「瓦萊塔公約」（Valetta Convention）的基本原則，必要的考古研究費用係由對海床進行干擾的一方承擔（「干擾者付費」原則）。足夠的考古資訊是確保水下文化遺產受到應有保護的必要前提。有關沉船殘骸資訊可由 Geoweb 資料庫取得，該資料庫則包含荷蘭基礎設施與環境部（Rijkswaterstaat）與水文服務和荷蘭文化遺產機構的殘骸數據庫等資訊，有助於開發商提升對離岸風場水下文化資產訊息的掌握，並降低開發商的調查負擔與成本（MIE and MEA, 2015）。

（二）我國水下文化資源保存作法

我國於 2015 年年底公布「水下文化資產保存法」作為水下文化資產保護與管理法令依據（中華民國文化部，2015）。離岸風場的開發屬於「非以水下文化資產爲標的之活動」，且有可能造成水下文化資產的干擾或破壞之行爲（中華民國文化部，2016）。對於應進行環境影響評估之開發行爲，或政府機關（構）與公營事業機構於策定或核定涉及水域之開發、利用計畫前，依區域開發所在地理位置「水下文化資產保存法」之規定進行文化資產調查評估，並擬定減輕對策（Mitigation Strategy）。若涉及海床或底土之活動前，應先通知主管機關。¹² 在計畫策定、核定及施工、營運各階段發現疑似水下文化資產時，應即停

¹² 「水下文化資產保存法」第 9 條與第 10 條。

止該影響疑似水下文化資產之活動，維持現場完整性，並立即通報主管機關處理，除非是避免緊急危難或重大公共利益之必要，方可於事後通報。¹³

此外，參考前述英、德、荷等國的作法，政府部門另需規劃建置水下文化資產資料庫以供業者在開發規劃階段使用。因此有關任何屬於國家海洋海岸和大陸礁層區域之水域開發與調查，目前尚需內政部與相關部會協調，訂出水域敏感水文資料的機密保護辦法，俾利未來該項資料庫之建置與資訊公開。對此，經濟部能源局與文化部已將「水下文化資產保護區」列冊，及疑似水下文化資產納入排除範圍（行政院環保署，2016b）。而 2019 年國內水下文化資產資料庫建置後之系統維運案已正式由文化部文化資產局發包推動（文化部文化資產局古物遺址組，2019）。

綜上所述，我國水下文化資產保存屬剛起步階段，雖然已經通過「水下文化資產保存法」，但文化資源保存的調查與意見在環境影響評估中之論述較為不足（行政院環保署，2016a）。宜在環境影響評估報告中建議開發商應儘早尋求考古專家的意見，可及早了解開發過程中可能遭遇的問題以減少開發風險。

陸、結論與建議

本文目的在於說明國際推動離岸風力發電時，在治理、環境與社會面向應加以考量的主要議題，而後從治理、環境與社會面研析國際與國內離岸風力發電之推動經驗。

首先在治理面部分，國際經驗主要透過設定溫室氣體減量或再生能源設置目標之專法加以執行，以提高市場規模和能見度。在場址確

¹³ 「水下文化資產保存法」第 13 條。

認、租賃、場址調查與許可以及最後的電力傳輸基礎設施建設等階段，必須全面瞭解場址的風況、水深、海底特徵、環境敏感性等方面的優點與限制，以提高開發離岸風電計畫案之信心。國際慣例中，離岸風電常以結合分散型與場址選擇開放型的方式來推動，以便在政府介入較少的情況下，善用民間力量迅速取得開發成果並藉此累積開發經驗。再者，長期、清楚且穩定的再生能源躉購制度，是相當重要的誘因機制，依據歐洲離岸風力發電發展的歷程，誘因機制會隨著技術和市場成熟度不斷增加而發生變化，隨著市場逐漸成熟，獎勵補助與固定購電費率將逐漸下降，最終轉為競標制度。此外，「政府電力收購制度」也與供應鏈發展與創新支持有高度關聯性，供應鏈自製化對於發電廠部署、成本降低與工業化發展都有益處，但需視當地工業發展狀況來調整其發展方向，現階段我國業者尚需累積實做經驗，輔以公眾支持的引導教育機構培訓行業所需人才，以促使產業與供應鏈更為完善。最後，新科技在完全商業化運用之前，都需要政府某種程度的介入，也與誘因機制的擬定高度相關。

在臺灣獨特的環境面議題部分，國內離岸風場最主要環保議題大致包含對中華白海豚、候鳥遷徙路徑與其它自然生態與景觀之影響。離岸風機對海洋哺乳類動物主要造成聽力損傷與行為干擾，例如興建期的打樁噪音容易造成海洋哺乳類動物的聽力損傷，而營運期的低頻噪音可能讓鯨豚被迫離開其棲地。其次，我國離岸風力集中在彰化海域，惟該區域沿岸係重要濕地，位居東亞與澳大利亞間的候鳥遷徙路線。以我國彰化海岸彰濱工業區崙尾風場設置前後對鴿形目水鳥的衝擊為例，其飛行路線明顯受到干擾，風機的陣列產生了柵欄效應，致使其原飛行路線東移 100 公尺以上甚至新增路線。這些都需要有事先完善的評估與原則的擬定。

在臺灣社會面議題部分，主要有當地居民與漁民的抗議與水下文化資源的保存議題。在因應當地居民與漁民抗議方面，以英國為例，

係成立漁民關係辦公室加強與漁業代表溝通的方式因應，同時亦提供「漁業補償」與「漁業升級」，使離岸風電與漁業活動互利共生。另一方面，目前大部分的歐洲國家對於水下遺產保護大多根據2001年11月聯合國教科文組織通過的「保護水下文化遺產公約」來規範。相較之下，我國目前仍缺乏詳細的規範、原則與作業標準，2019年國內水下文化資產資料庫建置後之系統維運案始由文化部文化資產局發包推動。

鑒於全球離岸風電裝置容量持續快速成長，我國亦設立於2018年至2025年間，達成離岸風電裝置容量由8MW至5.7GW之目標，並採「先示範、次潛力、後區塊」之三階段發展策略，現階段透過示範場域及遴選、競價等方式，已釋出離岸風場開發量5,738MW，對於市場規模和能見度有正面助益。本文建議，若進一步藉由法令強制規定未來須有一定比率之再生能源做法，則可減少離岸風力發電產業未來發展的不確定性、降低風力發電開發業者之投資風險。其次，因為離岸風力發電的技術已逐漸成熟，目前國際趨勢均以強化政府角色為主，選址作業也朝向中央化與區域劃定或特定場址模式來推動，並搭配周延的法律架構。我國目前僅以「風力發電離岸系統示範獎勵辦法」與「離岸風力發電規劃場址申請作業要點」來規範，缺乏專法，宜參考國際作法，強化離岸風力發展之相關法律基礎。再者，臺灣採用混合控管模式，開發商雖然可以快速布署離岸風電設備，但根據台電規劃，彰工（4.5GW）與永興（2GW）陸上併網點，合計共6.5GW的併網容量將於2025年時才能完工，而麥寮六輕之塑化併網點約3.5GW則需2026年以後方能完成，假使因台電輸電設備興建速度配合不及，恐影響離岸風電開發和併接運轉期程，故宜針對各項併接工程及設備興建進度資訊加以公開，以利業者追蹤及安排，同時利於金融機構評估相關風險與現金流量。

此外，「政府電力收購制度」是離岸風力投資者投資報酬的保證，其售電價格及保障期間直接影響專案最終現金流量與報酬計算。合理

與較佳的「政府電力收購制度」擬定方式，必須將離岸風場參與者包含政府機關、國際參與者、專案發起者、投資人與融資者等可能面臨之風險與障礙列入考量，例如政策風險、市場風險、匯率風險、再保險風險、施工風險、交易對手風險（Counterparty Risk）等，並參酌歐洲經驗，長期而言為降低政府財政壓力，推動競爭性電力市場的理念，從躉購費率過渡到競標新制，可能是未來必要的調整過程。臺灣相關政策趨勢一旦成形，政府應該儘早規劃和公告，以減少廠商與投資者投資離岸風力發電的不確定性。同時，在國內產業發展方面，供應鏈發展需要配合國內已有的工業基礎，著重在特定有競爭力之零組件的生產。

最後，就環境面和社會面之課題，則需要更為完整瞭解週邊環境條件，藉以減輕對生物之衝擊，並與當地居民與漁民頻繁溝通，並且協助其進行產業升級，發揮離岸風電和漁業活動互利共生之效。儘早進行溝通並納入相關利害關係人進行對談，共同尋求解決方案，是離岸風力發展推動成功的關鍵因素之一。建議我國應參照國外經驗事先擬定相關詳細的規範、原則與作業標準，才能有效降低臺灣離岸風電發展之社會與環境的不確定性。

參考文獻

一、中文部分

- 工研院 (2017)。〈風力發電 4 年推動計畫〉。https://www.twtpo.org.tw/activity_show.aspx?category_id=160&cat_id=161&id=3210。2019/02/26 檢索。
- 文化部文化資產局古物遺址組 (2019)。〈水下文化資產資料庫系統維運案公開取得報價單或企劃書公告〉。https://www.boch.gov.tw/information_141_97667.html。2018/1/16/檢索。
- 中時電子報 (2017)。〈遴選辦法元月初出爐，離岸風電 3 階段國產化〉。http://www.chinatimes.com/newspapers/20171225000280-260202。2019/01/22 檢索。
- 中華民國文化部 (2015)。〈水下文化資產保存法〉。http://www.moc.gov.tw/information_306_42125.html。2019/01/22 檢索。
- 中華民國文化部 (2016)。〈水下文化資產保存法施行細則〉。http://www.moc.gov.tw/information_309_58352.html。2019/01/22 檢索。
- 尹俞歡 (2017)。〈人氣蕭條小城的翻身奇蹟！緊抓離岸風電商機，失業率從 25% 降至 10%〉。http://www.tmhi.com.tw/news.asp?pn=view&id=6769d8x14sno。2019/01/18 檢索。
- 台灣電力公司 (2016)。〈台灣電力股份有限公司再生能源發電系統併聯技術要點〉。
- 行政院新聞傳播處 (2017)。〈前瞻基礎建設計畫－綠能建設〉。http://www.ey.gov.tw/News_Content.aspx?n=666CEB5D186513A6&sms=ACD5FDD79A613035&s=E68EEFBDA8030BAF。2019/02/15 檢索。

- 行政院農業委員會 (2014)。〈預告訂定『中華白海豚野生動物重要棲息環境之類別及範圍』〉。<http://conservation.forest.gov.tw/latest/0045579>。2019/02/24 檢索。
- 行政院環保署 (2016a)。〈「離岸風電區塊開發政策評估說明書」專案小組第 2 次意見徵詢會議紀錄〉。[http://doc.epa.gov.tw/IFDEWebBBS_epa/Download.ashx?Guid=2b1b251a-30de-46d0-872a-82c32883129c&type=1050712%E5%B0%88%E6%A1%88%E5%B0%8F%E7%B5%84%E7%AC%AC2%E6%AC%A1%E6%84%8F%E8%A6%8B%E5%BE%B5%E8%A9%A2%E6%9C%83%E8%AD%B0%E7%B4%80%E9%8C%84\(%E7%99%BC%E6%96%87%E7%89%88\).pdf](http://doc.epa.gov.tw/IFDEWebBBS_epa/Download.ashx?Guid=2b1b251a-30de-46d0-872a-82c32883129c&type=1050712%E5%B0%88%E6%A1%88%E5%B0%8F%E7%B5%84%E7%AC%AC2%E6%AC%A1%E6%84%8F%E8%A6%8B%E5%BE%B5%E8%A9%A2%E6%9C%83%E8%AD%B0%E7%B4%80%E9%8C%84(%E7%99%BC%E6%96%87%E7%89%88).pdf)。2019/02/22 檢索。
- 行政院環保署 (2016b)。〈「離岸風電區塊開發政策評估說明書」專案小組意見徵詢會議紀錄〉。http://doc.epa.gov.tw/IFDEWebBBS_EPA/Download.ashx?Guid=4264a2b9-97fb-4334-9c3f-6956432522e0&type=%E6%9C%83%E8%AD%B0%E7%B4%80%E9%8C%84%EF%BC%88%E7%99%BC%E6%96%87%E7%89%88%EF%BC%89.pdf。2019/02/22 檢索。
- 行政院環保署 (2017a)。〈中能離岸風力發電開發計畫環境影響說明書(初稿)意見陳述會議及現場勘查書面意見回覆說明〉。https://doc.epa.gov.tw/IFDEWebBBS_EPA/Download.ashx?Guid=49444ff4-2510-48ce-9f1b-497aa8261c38&type=%E6%9C%83%E8%AD%B0%E8%B3%87%E6%96%99%E5%8F%8A%E8%AD%B0%E7%A8%8B.pdf。2019/02/23 檢索。
- 行政院環保署 (2017b)。〈『福海彰化離岸風力發電計畫環境影響說明書』意見陳述會議及現場勘察紀錄〉。http://doc.epa.gov.tw/IFDEWebBBS_EPA/Download.ashx?Guid=fd396122-703a-45b8-9845-47b4237cdefc&type=1060116_%E6%84%8F%E8%A

6%8B%E9%99%B3%E8%BF%B0%E6%9C%83%E8%AD%B0%E5%8F%8A%E7%8F%BE%E5%A0%B4%E5%8B%98%E5%AF%9F%E6%9C%83%E8%AD%B0%E7%B4%80%E9%8C%84_%E5%AE%9A%E7%A8%BF.pdf。2019/02/16 檢索。

林祥輝 (2015)。〈法國國會通過「邁向綠色成長之能源轉型法」—再生能源到 2030 年提高至最終能源消費的 32%、發電量的 40%〉，《經濟部能源局能源知識庫》。

施月英、鄭先祐 (2008)。〈風能場對彰化海岸鴿形目鳥類的群聚與活動類型的衝擊〉，《環境與生態學報》1(1)：47-64。

英國在台辦事處 (2016)。〈英國訪問團於臺灣離岸風電示範機組展開營運前夕來台分享再生能源發展經驗〉。<https://www.gov.uk/government/news/330466.zh-tw>。2019/03/18 檢索。

張瓊之 (2017)。〈德國新再生能源法 (EEG 2017)〉，《經濟部能源局能源知識庫》。<https://km.twenergy.org.tw/ReadFile/?p=Reference&n=20171030162021.pdf>。2019/02/15 檢索。

許泰文 (2015)。〈第二期能源國家型科技計畫-能源政策之橋接與溝通小組之推動及管理計畫 (I)〉。<http://ntour.ntou.edu.tw:8080/ir/retrieve/40164/1033113P019001.PDF>。2019/05/05 檢索。

黃雅娟 (2017)。〈丹麥基金接手福海風場 台船搶進供應鏈〉。<http://www.cna.com.tw/news/afe/201705110272-1.aspx>。中央通訊社，2017 年 5 月 11 日。2019/03/18 檢索。

經濟部工業局 (2017)。〈離岸風力發電產業 (107-109 年)〉。<https://theme.ndc.gov.tw/manpower/cp.aspx?n=E27E310E912274B5&s=691E0D6340A4253A>。2019/01/15 檢索。

經濟部工業局 (2018)。〈離岸風力發電產業政策〉。<https://www.moeaidb.gov.tw/ctrl?PRO=filepath.DownloadFile&f=policy&t=f&id=5786>。2019/04/23 檢索。

- 經濟部能源局 (2012)。〈風力發電離岸系統示範獎勵辦法〉。http://web3.moeaboe.gov.tw/ECW/populace/Law/Content.aspx?menu_id=1850。2019/03/13 檢索。
- 經濟部能源局 (2015a)。〈中華民國一百零五年度再生能源電能躉購費率及其計算公式〉。http://web3.moeaboe.gov.tw/ECW/populace/Law/Content.aspx?menu_id=2977。2019/02/25 檢索。
- 經濟部能源局 (2015b)。〈離岸風力發電規劃場址申請作業要點-附件一〉。http://web3.moeaboe.gov.tw/ECW/populace/Law/Content.aspx?menu_id=2870。2019/03/23 檢索。
- 經濟部能源局 (2017a)。〈風力發電推動方案〉。https://energywhitepaper.tw/upload/201712/151376189216283.pdf。2019/05/05 檢索。
- 經濟部能源局 (2017b)。〈中華民國一百零六年度再生能源電能躉購費率及其計算公式〉。http://web3.moeaboe.gov.tw/ECW/populace/Law/Content.aspx?menu_id=3308。2019/03/25 檢索。
- 經濟部能源局 (2017c)。〈風力發電 4 年推動計畫〉, 行政院第 3551 次會議, 2017 年 6 月 1 日, 頁 9。http://www.ey.gov.tw/News_Content.aspx?n=4E506D8D07B5A38D&s=CA1C52A1F69ECF2D。2019/04/15 檢索。
- 經濟部能源局 (2017d)。〈經濟部說明能源轉型路徑、綠能前瞻建設與今夏電力供應穩定〉。https://www.moeaboe.gov.tw/ECW/populace/news/News.aspx?kind=1&menu_id=41&news_id=7691。2019/04/20 檢索。
- 經濟部能源局 (2018a)。〈中華民國一百零七年度再生能源電能躉購費率及其計算公式〉。https://www.moeaboe.gov.tw/ECW/renewable/content/ContentLink.aspx?menu_id=778。2019/4/16 檢索。
- 經濟部能源局 (2018b)。〈躉購制度完備本土產業鏈及基礎設施競

- 價制度降低發展成本及永續產業共同奠定我國離岸風電發展穩固基石〉。 https://www.moeaboe.gov.tw/ecw/populace/news/News.aspx?kind=1&menu_id=41&news_id=15062。 2019/4/16 檢索。
- 經濟部能源局 (2019)。〈中華民國一百零八年度再生能源電能躉購費率及其計算公式〉。 https://www.moeaboe.gov.tw/ECW/renewable/content/ContentLink.aspx?menu_id=778。 2019/4/16 檢索。
- 財經新報 (2017)。〈麥格理資本與丹能風力合作投資上緯新能源海洋風電〉。 <https://finance.technews.tw/2017/01/25/macquarie-capital-dong-energy-invest-formosa-i/>。 2019/02/18 檢索。
- 彰化縣環境保護聯盟 (2016)。〈離岸風電政策環評，要求近岸區塊暫緩減少環境衝擊〉。公民行動影音紀錄資料庫網頁。 <https://www.civilmedia.tw/archives/58837>。 2019/01/16 檢索。
- 綠能科技產業小組 (2018)。〈《再生能源產業推動計畫》重點推動方案 (計畫)〉。 <https://energywhitepaper.tw/upload/201802/151781418425528.odt>。 2019/04/15 檢索。
- 劉光瑩 (2017)。〈臺灣再生能源有賺頭，金融業準備好了嗎？〉，《天下雜誌》。 <http://www.cw.com.tw/article/article.action?id=5082196>。 2019/04/23 檢索。
- 鄭亦麟 (2017)。〈觀點投書：離岸風電政策建言 (上) 離岸風電的三大挑戰〉，風傳媒。 <http://www.storm.mg/article/304115>。 2019/02/18 檢索。
- 謝佳興 (2017)。〈再生能源憑證今啟動，綠色金融向前跨出一步〉，中央廣播電臺。 <http://news.rti.org.tw/news/detail/?recordId=339661>。 2019/02/18 檢索。

二、英文部分

- Andresen, T. (2017). “Offshore Wind Farms Offer Subsidy-Free Power for First Time.” *Bloomberg*, April 14. <https://www.bloomberg.com/news/articles/2017-04-13/germany-gets-bids-for-first-subsidy-free-offshore-wind-farms>. Retrieval Date: 2019/03/15.
- Appunn, K. (2016). “EEG reform 2016 – switching to auctions for renewables.” *Clean Energy Wire*, July 08. <https://www.cleanenergywire.org/factsheets/eeg-reform-2016-switching-auctions-renewables>. Retrieval Date: 2019/04/16.
- BMWi (2017). “Gesetz für den Ausbau erneuerbarer Energien (Erneuerbare-Energien-Gesetz - EEG 2017).” https://www.gesetze-im-internet.de/eeg_2014/BJNR106610014.html. Retrieval Date: 2019/04/16.
- BNetzA (2017). BK6-17-001 Beschlusskammer 6 - Bekanntmachung der Ausschreibung nach § 29 WindSeeG. *Bundesnetzagentur (BNetzA)*, January 2017. https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Service-Funktionen/Beschlusskammern/1BK-Geschaeftszeichen-Datenbank/BK6-GZ/2017/2017_0001bis0999/BK6-17-001/Bekanntmachung_Ausschreibung.pdf?__blob=publicationFile&v=2. Retrieval Date: 2019/01/15.
- BVG associaes (2019). “Guide to an Offshore Wind Farm Updated and Extended.” Published on behalf of The Crown Estate and the Offshore Renewable Energy Catapult. <https://www.thecrownestate.co.uk/media/2860/guide-to-offshore-wind-farm-2019.pdf>. Retrieval Date: 2019/01/26.

- Carbon Trust (2017). “The Offshore Wind Accelerator - About the Programme.” <https://www.carbontrust.com/offshore-wind/owa/>. Retrieval Date: 2019/02/18.
- Corbetta, G., Ho, A. and Ruby, K. (2015). *Wind Energy Scenarios for 2030*. European Wind Energy Association (EWEA). <https://www.ewea.org/fileadmin/files/library/publications/reports/EWEA-Wind-energy-scenarios-2030.pdf>. Retrieval Date: 2019/01/15.
- DECC (2011). *Planning Our Electric Future: A White Paper for Secure, Affordable and Low-Carbon Electricity*. Department of Energy and Climate Change (DECC), July 2011. https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/48129/2176-emr-white-paper.pdf. Retrieval Date: 2019/01/16.
- Derudder, T. and Maes, F. (2015). “The Legal Protection of Underwater Cultural Heritage – The Final Report.” Maritime Institute, Ghent University. <http://www.sea-arch.be/sites/sea-arch.be/files/public/docs/Final%20report%20workshop%20on%20the%20legal%20protection%20of%20underwater%20cultural%20heritage.pdf>. Retrieval Date: 2019/02/22.
- EC (2014). *Guidelines on State aid for environmental protection and energy 2014-2020*. http://ec.europa.eu/competition/sectors/energy/legislation_en.html. Retrieval Date: 2019/03/15.
- EWEA (2013). “Where’s the Money Coming from? Financing Offshore Wind Farms.” https://www.ewea.org/offshore2013/wp-content/uploads/Financing_Offshore_Executive_Summary.pdf. Retrieval Date: 2019/03/03.
- Firth, A. (2014). “UK Safeguarding of Underwater Cultural Heritage Factual Background.” <https://honorfrostfoundation.org/wp-content/>

uploads/2014/04/Safeguarding-Underwater-Cultural-Heritage-in-the-UK-Factual-Background-220414.pdf. Retrieval Date: 2019/06/19.

FMEAE (2017). “Offshore Wind Energy Act (WindSeeG 2017).” Federal Ministry for Economic Affairs and Energy (FMEAE). https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Downloads/E/windseeg-gesetz-en.pdf?__blob=publicationFile&v=9. Retrieval Date: 2019/04/16.

Foxwell, D. (2017). “France plans for floaters, but Rounds 1 and 2 Making Slow Progress.” http://www.owjonline.com/news/view,france-plans-for-floaters-but-rounds-1-and-2-making-slow-progress_46388.htm. Retrieval Date: 2019/04/18.

Fraunhofer IWES (2017). “About Us. Fraunhofer Institute for Wind Energy and Energy System Technology (IWES).” <https://www.windenergie.iwes.fraunhofer.de/en/about-us.html>. Retrieval Date: 2019/04/18.

Fulton, Mark et al. (2010). “GET FiT Program: Global Energy Transfer Feed-in Tariffs for Developing Countries,” https://institutional.dws.com/content/_media/GET_FIT_-_042610_FIN_AL.pdf Retrieval Date: 2019/06/26.

HM government (2009). *The UK Low Carbon Transition Plan: National Strategy for Climate and Energy*. UK: The Stationery Office (TSO). https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/228752/9780108508394.pdf. Retrieval Date: 2019/04/29.

ICTSD (2013). “*Local Content Requirements and the Renewable Energy Industry - A Good Match?*.” Geneva. International

- Centre for Trade and Sustainable Development (ICTSD), http://unctad.org/meetings/en/Contribution/DITC_TED_13062013_Study_ICTSD.pdf. Retrieval Date: 2019/03/24.
- IEA (2014). “Offshore Wind Capital Grants Scheme.” International Energy Agency (IEA), 12 December 2014, <https://www.iea.org/policiesandmeasures/pams/unitedkingdom/name-21558-en.php>. Retrieval Date: 2019/01/16.
- IEA RETD TCP (2017). *Comparative Analysis of International Offshore Wind Energy Development (REWind Offshore)*. Utrecht: IEA Renewable Energy Technology Deployment Technology Collaboration Programme (IEA RETD TCP).
- IRENA (2018). “Offshore Wind Investment, Policies and Job Creation – Review of Key Findings for G7 Ministerial Meetings.” International Renewable Energy Agency (IRENA). September 2018, https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2018/Sep/IRENA_offshore_wind_note_G7_2018.pdf?la=en&hash=B186614D923AB1F0A07D7285612C4B037057A0C0. Retrieval Date: 2019/05/06.
- JNAPC (2006). “JNAPC Code of Practice for Seabed Development.” Joint Nautical Archaeology Policy Committee (JNAPC) and The Crown Estate. http://www.jnapc.org.uk/jnapc_brochure_may_2006.pdf. Retrieval Date: 2019/01/22.
- London Array (2019). “*Environmental Statement: Environmental Impact Assessment*.” <http://www.londonarray.com/environment-2/>. Retrieval Date: 2019/04/23.
- Low Carbon Contracts Company (2017). “CFD Scheme.” <https://lowcarboncontracts.uk/cfd-scheme>. Retrieval Date: 2019/01/16.

- MIE and MEA (2015). “*Policy Document on the North Sea 2016-2021.*” The Dutch Ministry of Infrastructure and the Environment (MIE) and the Dutch Ministry of Economic Affairs (MEA), December 2015.
- NEA (2017). “SDE+ Autumn 2017: Instructions on How to Apply for a Subsidy for the Production of Renewable Energy.” Netherlands Enterprise Agency (NEA), <https://english.rvo.nl/sites/default/files/2017/09/Brochure%20SDE%20plus%20Autumn%202017%20ENG%20Def.pdf>. Retrieval Date: 2019/01/23.
- OFGEM (2017). “*Renewables Obligation Annual Report 2015-2016.*” The Office of Gas and Electricity Markets (OFGEM) E-Serve. March 2017.
- OSPAR Commission (2008). “*Assessment of The Environmental Impact of Offshore Wind-Farms.*” <https://www.ospar.org/documents?d=7114>. Retrieval Date: 2019/02/15.
- Schäfer, P. and Eckhardt, A. (2016). “*Financing Offshore Wind Projects in Taiwan – What can be Learned from Europe, KfW IPEX-Bank*” , Taiwan-Europe Green Finance Summit for Offshore Wind Power Project Finance, November 2016, Taipei.
- Serrano-González, J. and Lacal-Arántegui, R. (2015). “*The Regulatory Framework for Wind Energy in EU Member States.*” *Part I of the Study on the social and economic value of wind energy–WindValueEU*. European Commission (EC), Joint Research Centre (JRC), Institute for Energy and Transport, March 2015, p. 42.
- Shruti, S., Reynolds, P. and Jones F. (2014). *Offshore Wind Policy and Market Assessment - A Global Outlook*. Facilitating Offshore

Wind in India (FOWIND), December 2014, pp. 12; 22; 32.
http://www.gwec.net/wp-content/uploads/2015/02/FOWIND_of_fshore_wind_policy_and_market_assessment_15-02-02_LowRes.pdf. Retrieval Date: 2019/03/15.

The Crown Estate (2010). “A Guide to an Offshore Wind Farm.”
<https://www.thecrownestate.co.uk/media/5408/ei-km-in-sc-supply-012010-a-guide-to-an-offshore-wind-farm.pdf>. Retrieval Date: 2019/03/16.

The Crown Estate (2014). “Protocol for Offshore Archaeological Discoveries Launched.” <https://www.thecrownestate.co.uk/news-and-media/news/2014/protocol-for-offshore-archaeological-discoveries-launched/>. Retrieval Date: 2019/03/22.

UNESCO (2001). “Convention on the Protection of the Underwater Cultural Heritage.” United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO), Paris, 2 November 2001.
<https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000126065>. Retrieval Date: 2019/05/06.

Vattenfall (2016). “Wind Powering the Transition to Renewables.” September 2016.

Vaughan, A. (2016). “Hull's Siemens Factory Produces First Batch of Wind Turbine Blades.” The Guardian. <https://www.theguardian.com/business/2016/dec/01/hull-siemens-factory-wind-turbine-blades>. Retrieval Date: 2019/02/18.

Wind Europe (2017). “Offshore Wind in Europe-Key Trends and Statistics 2017” <https://windeurope.org/wp-content/uploads/files/about-wind/statistics/WindEurope-Annual-Offshore-Statistics-2017.pdf>. Retrieval Date: 2019/03/24.

WindFacts (2009). “The Social Research on Wind Energy Offshore.”

Wind Energy - The Facts (WindFacts). <https://www.wind-energy-the-facts.org/social-research-on-wind-energy-offshore.html>.

Retrieval Date: 2018/11/28.

Zervos, A. (2018). “Renewables 2018 Global Status Report.” <http://www.ren21.net/gsr-2018/>.

Retrieval Date: 2019/04/16.

On the Promotion of Offshore Wind Power in Taiwan and its Implications:

A Study of Global and Local Experiences

Chang-Chen Yeh^{*}, *Shin-Hui Chen*^{**},
Ruei-He Jheng^{***} & *Chung-Shu Wu*^{****}

Abstract

This paper presents a contemporary analysis of Taiwan's offshore wind development from the perspectives of policy governance, environment and society. Following the practice and lessons documented in IEA-RETD (2017), we first investigate Taiwan's offshore wind development from six key policy areas: market scale and visibility, site development, grid connection, incentive mechanisms, supply chain development and innovation support. A few examples of European offshore wind farms are also discussed in this paper. As concern for the environment and affected communities is rising and some proposed projects have been opposed and stopped by non-governmental organizations (NGOs) in the past decade, this paper also summarizes lessons and recommendations from the experiences of international offshore wind development and assesses the environmental and social impacts of Taiwan's offshore wind farms. Key

* Assistant Research Fellow, Taiwan WTO & RTA Center. E-mail: ccyeh@cier.edu.tw.

** Assistant Research Fellow, Center for Economy Forecasting, Chung-Hua Institution for Economic Research (CIER). E-mail: csh@cier.edu.tw.

*** Analyst, The Third Research Division, Chung-Hua Institution for Economic Research (CIER). E-mail: mike.jen@cier.edu.tw.

**** Chairman, Taiwan Academy of Banking and Finance (TABF). E-mail: cwu@tabf.org.tw.

considerations and good practices are also proposed for the Taiwan government in managing offshore wind energy policies, legislation and regulations.

Keywords: Offshore Wind, Grid Connection, Feed-in Tariffs, Feed-in Premium, Supply Chain Development

