

(本文尚待排版與校對)

《臺灣社會學刊》第 79 期
2026 年 6 月，頁 xxx-xxx 【研究論文】
10.6786/TJS.202606_(79).0000 (doi 尚未確定)

演練離岸風電的社會技術想像： 鯨豚保育與水下聲學的公共推理

楊智元

本文為國科會 MOST 111-2410-H-004-004-MY3 專題計畫成果，感謝編委會與文章審查人的建議與細心閱讀，使得文章更為清晰與聚焦。感謝研究伙伴洪文玲與呂欣怡的共同討論。研究助理團隊嚴心妤、吳辰君、林承漢、蔡尚衡與陳資育的協助，平穩研究日常才可能。受訪者的分享讓本人學習頗多，也才得以描繪能源轉型的複雜面貌，作者一併致謝。。

※收稿日期：2025.04.28 接受刊登：2025.10.15

楊智元

國立政治大學創新國際學院

通訊地址：116011 臺北市文山區指南路二段 64 號

Email：chyuyang@nccu.edu.tw

摘要

本文探討臺灣離岸風電發展過程中，圍繞白海豚保育議題所展開的社會技術想像演練，並以公共推理（public reasoning）過程中的公民認識論路徑組合為基礎，分析兩種歧異的自然想像：以「優先棲地」為核心的復舊式想像與以「點狀聲源」為基礎的減緩式想像，而兩者各自有其侷限。從確認臺灣海域白海豚族群的存在，到白海豚被列為第一級瀕臨絕種野生動物，保育運動逐步建立了法律和科學合理性基礎。以在地白海豚保育運動為主的跨國生態知識聯盟，與離岸風電環評為主的產業學界聯盟逐步浮現，兩者的公共推理行動各有其不確定性與價值投注；一系列的風場環評是保育團體、環境顧問、學者、政府部門、開發商，在水下噪音管制、生態調查方法、衝擊減緩措施等議題上進行的知識政治，並以重層「與時俱進」之管制方案為方向，構築了一處累積的公共推理空間。新興之海洋聲景研究是人類的環境照護職責（environmental care）之許諾。此案例分析能夠替治理離岸風電的未來想像提供實踐方法論。

關鍵詞：社會技術想像、公共推理、離岸風電、水下噪音、臺灣白海豚

Exercising Sociotechnical Imaginaries of Offshore Wind Energy: Public Reasoning of Cetacean Conservation and Underwater Acoustics

Chih-Yuan Yang

International College of Innovation, National Chengchi University

This study examines the sociotechnical imaginaries surrounding white dolphin conservation during Taiwan's offshore wind development. Using public knowledge-ways within public reasoning processes as the analytical foundation, it illustrates two divergent approaches: the, priority habitat, restorative imaginary and the, point source, mitigation-centred imaginary; each carries inherent limitations. From identifying white dolphin populations to their classification as endangered wildlife, conservation efforts established legal and scientific foundations. Two alliances emerged: a transnational ecological coalition led by local conservation movements, and an industry-academic alliance centred on environmental impact assessments, engaging in knowledge politics over social acceptability. Both reasoning endeavours involve uncertainties and value commitments, spanning debates on cetacean ecology, underwater acoustics, and emerging bioacoustics research. Environmental assessments facilitated negotiations among conservation groups, consultants, researchers, government agencies, and developers on underwater noise regulation, ecological survey methods, and impact mitigation measures, creating a cumulative space for public reasoning that embodies transforming sociotechnical imaginaries. Emerging marine soundscapes research represents a commitment to environmental care responsibilities, thereby providing a methodology for governing future imaginaries of offshore wind development.

Keywords: sociotechnical imaginaries, public reasoning, offshore wind energy, underwater noise, Taiwanese white dolphin

一、簡介

在全球氣候危機日益嚴峻的背景下，各國政府紛紛推動全球淨零轉型，並設立了 2030 年和 2050 年的目標，大規模設置再生能源成為實現這些目標的主要策略。然而如此的全球想像，卻在各個國家的實踐中遭遇不少阻力。臺灣離岸風電建置具有獨特的意義，此項科技專案是實現 2050 淨零排放的關鍵策略之一，建置的過程則體現出臺灣面臨著能源安全、經濟發展與生態保育的多重挑戰。從第一階段 2012 年開始的「示範獎勵」、再到第二階段 2017 年的「潛力場址」，與晚近第三階段 2021 年開始的「區塊開發」，希望逐步提升離岸風電在臺灣發電結構中的占比：2035 年預計累積安裝達 20.6GW（國家永續發展委員會 2022）。這一規劃不僅反映了對於能源安全的願景，也隱含對產業轉型和綠色經濟發展的多重期待。然而，臺灣離岸風電建置也面臨著許多生態爭議，主要以對臺灣白海豚等瀕危海洋物種的影響、風機對鳥類遷徙路徑的干擾、漁業資源影響和漁民作業被迫轉變等。

社會技術想像（sociotechnical imaginaries, STIs）一概念是由美籍學者 Sheila Jasanoff 與南韓籍學者 Sang-Hyun Kim 於 2009 年所共同提出，以美國與南韓的核子能發展政策為經驗基礎，以跨國比較做為方法論來描述科技政策、科技專案與科技系統的設計與建構過程反映出在集體層次上的基礎想像——那些透過研究資源配置、制度性安排、研發目標設定從而流露出對於特定社會秩序和未來願景的集體期待與恐懼（Jasanoff and Kim 2009）。一項大型產業與科技專案的集體重大決定是社會技術想像展演的過程，然而想像的內涵為高度歧異，不同的想像之間會彼此競逐、衝突，甚至是相互轉化（Jasanoff 2015），而想像也並不僅是對於美好未來的擘劃、價值偏好，那些跟隨而來的質疑、焦慮也至關重要（Jasanoff and Simmet 2021）。更重要的是，社會技術想像的實踐與穩定存續，與多樣的公共推理（public reasoning）（Jasanoff 2012）過程中的知識路徑（public knowledge-ways）相關，經由這些路徑所呈現的多樣價值投注（commitments）（Jasanoff 2005），替模糊的社會技術想像提供了穩定化的基礎。此概念在各個領域內受到重視，特別是在能源研究（energy research）、氣候變遷（climate research）的領域之內，關於能源的論述與想像也成為在人文社會科學研究中的焦點，例如在歐盟的

Horizon Europe 2020 研究架構之下，再生能源相關的想像內涵描繪、文化價值與政策制訂的研究就成為社會科學研究 100 個議題排名內的第 2 名(von Wirth et al. 2020)。

此概念的影響力可說是頗為廣泛，在國內的案例研究上也有頗多的援引，例如李宛儒與蔡友月(2018)強調 Taiwan Biobank 專案計畫中的科學家，在由科學主義主導對於公眾的單調想像下，指派給人文社會科學學者的公眾諮詢方案缺乏容納多元行動者的參與機制，也無法肯認其不同的價值主張，最終難以建立具有彈性的反身性治理模式。吳嘉苓以試管嬰兒為案例，探討臺灣如何透過「國族榮耀」的想像來推動多胚胎植入技術的成功實作，相較之下，日本則從避免「醫療爭議」的角度出發，追求有利於專業社群治理預期的制度形式，她指出，將想像視為治理體制的目標，可以說明生殖科技操作過程中，懷孕女性的身體如何做為一種公共展演，體現出國家間截然不同的社會技術的預想體制(anticipatory regimes)(Wu 2023)。郭文華則是以生技政策的論述想像為題，追蹤臺灣戰後生命科學系所成立的歷史，分析生技醫療產業的複雜網絡的願景與發展策略之不足所造成的挑戰(郭文華 2018)。

在國內能源社會學領域內，應用此概念的研究則相對較少。楊智元等人認為，社會技術想像能夠透過電力規劃的實作來影響能源政治偏好，他們指出「缺電的集體想像」能夠透過三種機制塑造公眾的能源認識：缺電分類的模糊性、備轉容量的集體見證、容量因數的制度實踐，來建立去政治化的電力規劃體制，藉此限制能源未來的多元可能性(Yang et al. 2018)。丁允中等作者則以臺灣公民電廠的多元想像為核心，分析了公民電廠所反映出對能源生產的系列集體期待：「務實型」與「參與型」，這反映出社會技術想像的多元與動態性，而這會隨各案場所處社會政治脈絡而展現不同特徵(丁允中、何明修 2022)。

本文認為，再生能源科技的想像具備本然複雜性，展現出公眾對於能源轉型目標的不同價值主張，以此觀點考察臺灣離岸風電超過十年以上的建置歷程，則能夠協助我們理解社會技術想像的長期變遷與內部動態：臺灣白海豚保育運動可追溯至 2002 年首次確認臺灣西部海域白海豚族群的存在，2007 年，媽祖魚保育聯盟成立後積極推動保育工作。2008 年，行政院農委會(今農業部)將中華白海

豚列為第一級瀕臨絕種野生動物，同年，國際自然保護聯盟（International Union for Conservation of Nature and Natural Resources, IUCN）也將該族群列為極度瀕危。這些里程碑不僅確立了白海豚的保育地位，也為後續保育行動提供法律和科學基礎。相較於 2011 年國光石化案的一次性定奪，2012 年開始的離岸風電環評則建立在前述白海豚保育運動的公民認識論基礎之上：鯨豚保育與水下聲學的探究則構築了社會技術想像的展演空間。

臺灣離岸風電建置中存在著兩種社會技術想像：「優先棲地」與「點狀聲源」。它們隨著白海豚保育政策、水下噪音管制、科學知識不確定性與海洋工程減緩手段的討論而不斷開展。管制標準的演變不僅涉及科學知識的累積，也涉及管制中知識生產的模糊性與侷限性。本文發現，透過不同主張的公民 NGO 團體參與、監測資料累積及開發商最佳實踐案例，展現出公共推理過程的動態性，充分體現了各方參與者的價值投注，例如：什麼是「足夠良善的預警原則（precautionary principle）適用？」、什麼是「管制作法背後的承諾？」、「人類對自然的責任為何？」這些深層的價值主張與社會技術想像，在進行公共推理之前並無先決答案。

以下，本文將首先介紹社會技術想像的理論發展脈絡，以「共伴併生（co-production）、公民認識論（civic epistemologies）、公共推理（public reasoning）」等較早的概念相互搭接以回應學界對於社會技術想像根本不穩定性的挑戰。隨後，本文將分三階段進行案例之經驗分析：（1）追溯 2002 年開始的臺灣白海豚保育運動如何展現公民認識論，並關注「何為足夠良善？」的預警原則之爭論；（2）探討這些早期爭論如何為 2012 年開始的離岸風電建置奠定公共推理之基礎，並形成兩種殊異的社會技術想像——以「優先棲地」為核心與以「點狀聲源」為核心的兩種合理性想像；（3）分析 2017 年後，以水下聲學為主軸的管制方案在地協商過程，一系列「較佳」、「與時俱進」之管制方案組合的協商，如何促成上述兩種想像的相互轉化與收斂。

二、理論架構：公共知識生產、社會技術想像與社會接受度

社會科技想像的具體內涵是指向未來的願景，這些願景往往取材於過往歷史的選擇性詮釋之上，透過不斷重新的展演而逐漸達至集體擁護的狀態。正是因為這樣不斷的重新詮釋與展演，因此想像的實質內涵處於經常的變動之中，使得內涵難以被簡單地與清晰地描繪出來；正是因為社會技術想像如此的潛藏、不明確、不為特定目標而為的特徵（Jasanoff 2015），在研究設計與操作層次上有其困難性。*Social Studies of Science* 期刊曾經出版以社會技術想像為主題的特刊，然而其編輯 Sergio Sismondo 認為如果該概念要具備分析的價值，則必須強調其穩定性與辨識其樣貌的方法，它必須足夠穩定而塑造行動的選項，是針對未來進行規劃的基礎設施性質的資源（Sismondo 2020）。回到能源的社會科學研究領域內，David Hess 與 Benjamin Sovacool 等學者也認為，社會技術想像屬於四種 STS（Science and Technology Studies）的核心視野：文化（culture）、政策（policy）、公眾參與（public participation）與社會技術系統（sociotechnical systems）下的文化範疇，並將想像（imaginaries）與預想（anticipation）、願景（visions）、期待（expectations）、幻象（fantasies）等文化性資源等量齊觀（Hess and Sovacool 2020）。回應上述的挑戰，Jasanoff 強調要更為精準的理解社會技術想像，則必須回溯到此概念在理論發展上的重要取徑——共伴併生取徑（co-productionist）與詮釋性分析（interpretive analysis）（Jasanoff and Simmet 2021）。據此，以下本文將進行社會技術想像的知識發展回顧，並連結再生能源的社會接受度（social acceptability）之探討做為小節。

（一）科學知識民主化：公民認識論與公共推理

出自對「管制科學」（regulatory science）的分析，Jasanoff 指出，不同於追求新發現的「研究科學」，管制科學是在決策壓力下，為特定政策問題權衡多重證據的知識生產模式，其目標在於穩定公共現實。¹延續著科學知識生產的社會情境探討，Jasanoff 在 2004 年 *States of Knowledge: The Co-Production of Science and the Social Order* 一書中進而提出共伴併生（co-productionist approach）的取徑。共伴併生取徑強調自然與社會、科學知識與公共權威、技術與文化的共伴併生，亦

¹ 此受到以色列學者 Yaron Ezrahi 政治哲學啟發，「公共事務科學理性化」的信念，好像經濟、社會、政治與道德的「事實描述」，可以在主觀偏私當中建立起客觀的絕對判准（Ezrahi 1990）。

即共同浮現（*emergence*）過程。²更進一步而言，共伴併生可以分成兩種模式，根本的結構（*constitutive*）與動態的互動（*interactional*）（*Jasanoff 2004b*）。前者關心的是本體論層次上科學合理性創造過程，去問科學合理的世界是怎樣出現的？在世界浮現生成過程中，自然與文化，科學與社會的疆界總是被預先劃設完成，而劃設的過程總是渺無蹤跡地隱藏起來，因此研究者的工作是要讓這些已然消失不見的過程能夠重新出土與並且受到關注。³而後者是知識論上的彼此競逐過程，這裡的知識論並非純然的抽象思維，而是那些在處境與脈絡中的（*situatedness and contexts*），因而是在有限選擇之下的知識宣稱（*claims*）與其社會技術型構的創造、競逐、標準化、穩定化、常態化與達至公共權威的動態過程（*Jasanoff 2004a*）。

國內學者林文源與蔡友月也以共伴併生的概念來描述知識生產與社會秩序相互涵化的現象。前者以想像的共伴併生來分析醫療實作中所浮現的在地社會性，與其不同層級的行動方案：以體系連結院所整合、以教育連結社會改造、以計畫連結社區願景、以故事連結在地理解來描述臺灣的醫療—社會想像與臺灣生活醫療化的雙向作用（林文源 2019）。而後者也以此概念指出「生物醫學的國族化」與「國家的生物醫學化」現象相互交織，這涉及國族認同政治的轉變如何影響科學家對臺灣族譜的知識生產，同時，實驗室生產的基因科學，也透過期刊、媒體、歷史教科書，更廣泛地進入國族公共論述中（*Tsai 2024*）。近似地，本文認為臺灣離岸風電建置過程，也展現了「鯨豚生態科學的公共推理化」，與「環評公共推理的生態技術化」之雙重現象。

在此背景下，*Jasanoff* 繼而提出公民認識論（*Jasanoff 2005*）之概念來探討公共領域內多重知識論間的交互作用。值得注意的是，她將焦點擺在公眾與公民社會的探討上，而非以專家、決策管制者為單一的觀察對象，企圖彰顯由行政國家與公民社會間長期互動、彼此學習下所形成的「公共領域中的科學政治文化特徵」。進而言之，公民認識論具有下列四項重要的分析意涵：（1）彰顯公眾在科

² *Jasanoff* 所用之科學知識與社會秩序的共伴併生之概念，詳見實驗室科學與民主的描述（*Shapin and Schaffer 1985*）。co-production 一詞影響廣泛，但也跟 co-construction、co-creation，甚至是 co-design 等等名詞在不同領域各有混用（*Solman et al, 2021*），本文採用最為接近原典意思的共伴併生為翻譯。

³ 此處的創造方法包含：身分與認同、制度與機構、論述與修辭、表現手法與作品（*Jasanoff 2004b*；楊智元、周桂田 2015）。

學政治文化中的能動性：⁴公民認識論的提出強調多樣的公眾是積極採納與適應的主體，不再只是專家知識的消費客體。公共空間的知識論是過去重大科技爭議案例的互動結果與持續的社會學習過程；**(2) 強調科技的社會接受需以多元合理性為前提**：科技專家如同其他社會行動者一樣，必須藉助已經存在於公共領域中的文化資源來獲取正當性與權威（Jasanoff 2005）。⁵但在另外一面，公眾對於這些科技計畫的理解，也始終與過往衝突、抗爭，甚至是災難的記憶彼此結合（Kim and Chung 2019）；**(3) 以制度實作中的公共知識生產路徑為目標**：⁶公民認識論是由一條條的公共知識生產路徑（public knowledge-ways）所構成。公共知識生產路徑有其雙重性，既包含顯明的論理（reasoning），也蘊含隱微的創造意涵（sensing），兩種特質透過一則又一則制度安排與處理手段的實作組合來實現；**(4) 四種科技政治文化面向做為類型化策略**：⁷類型化是為了清晰描繪公共知識生產路徑（path-ways）的實作組合；而跨國比較，則能夠讓我們觀察到科技政治文化的鮮明差異（Beck et al. 2021）。

⁴ 「科學主義的想像」預設科學知識生產的情境自十七世紀以來從未變化，而全世界只有「一種科學合理性」。

⁵ 公民認識論的架構強調的是多元行動者的知識生產、公共領域展演、以慣例存在的科技政治文化。此說法具有雙重積極性，一方面公眾們（public[s]）是主動積極地採納科學知識，另外一方面專家其實也需要透過公共展演才能獲得正當性之授權。更重要的是，是在多樣的專家（們）、公眾（們）、產業（間）與管制機關（間）的互動學習，此種公共科技政治文化才得以用民主方式穩固化。

⁶ 能源的公共知識生產之案例，可以參見 Yang, Szerszynski, and Wynne（2018）。

⁷ 本文改寫自原始的六面向（Jasanoff 2005: 259）。

表 1：公民認識論之架構（以跨國比較為例）

	美國 爭議辯論形式	英國 社群共同體形式	德國 穩固共識形式
公共領域內的科學民主化行動方法	社會科技的公開試驗，放在大眾面前、直擊的田野實驗，強調穿透的透明性	經驗科學，但不見得以公眾直擊的方式展現，科學家不常常做公開展演	深藏於既存制度與組織中的專家合理性，組織建立後則專家不需公開展演
公共領域中專家行動的可見度	講求透明穿透	浮動因個案而異，設置專責溝通科學知識之部門	不透明的
公共問責與信賴感建立的機制	透過法律訴訟來彼此制衡，建立信賴感，其基礎是政府、社會、產業行動者間的常態不信任	透過公開調查制度不斷的修正組織來建立信賴感，其基礎是對於資深公僕的信任	透過可信賴的組織所派出的代表來建立信賴感，其基礎是對角色職能扮演的信任
受到認可的專業知識的正當基礎	制度化的養成訓練過程，去政治性的氣質，受政治利益收買而偏差是常見的批評	個人的公共服務歷練，明星專家具有揭露建構公共利益之樣貌，解決問題的技巧	預設整全的公共利益與合理性，可以透過由組織背書，代表社會各部門的專家議會達成

資料來源：作者改寫自（Jasanoff 2005: 259）。

如果說，公民認識論強調的是科學知識生產在公共領域中的特徵，那麼公共推理（public reasoning）則是強調諸多公共合理性（public reason[s]）的動態協商過程。一方面，公民認識論替公共推理提供了文化性的編織材料，⁸在公共領域中

⁸ 「在共伴併生的架構裡，科學中的美德價值與社會中的美德價值在構成上並無二致。」（Jasanoff 2010: 237）。

進行的知識生產有其特定的偏好與慣例上進行的路徑（如表 1 所展示），這替行動者的推理據論行動提供了可供理解與接受的慣例作法，這些偏好的論證形式意味著什麼是「合理的（reasonable）」推論。另一方面，公共推理過程之所以必要，是因為每當國家（state）面臨治理危機或重大科技爭議時，政府必須透過公共推理來「恢復合理性」（national rituals of restoring reason）（Jasanoff 2012: 10），而這個過程不僅是對既有科技政治文化要素的重複套用——公共推理做為情境化的科技政治實踐，持續地重新詮釋和轉化公民認識論的內涵。尤有甚者，國家在公共推理過程中占有關鍵的角色，⁹國家被賦予了四則重要的責任：（1）解釋錯誤發生的原因；（2）提供合理正當化的機制；（3）預防未來的治理失效（Jasanoff 2012: 9）。（4）節制市場力量，並提供引導（Jasanoff 2012: 278）。上述責任的成功實踐，則能夠引導危機的度過與合理性的重建——這也是相對穩定的公民認識論架構之集體學習歷。

或許更為關鍵的是，國家責任的成功履行取決於提供正當化論述、決策機制與公民認識的慣例、慣習之間的「對應關係（correspondence）」（Jasanoff 2012: 9），而此種協調的對應形式並非隨機與任意，而是需與上述公民認識論的特徵相互符合。當這種對應關係出現斷裂時，例如專家知識完全無法獲得公眾接受，或政府的推論遭遇廣泛質疑，就可能觸發深層的「憲政時刻（constitutional moments）」，此時科技政治文化將重新配置，而公共的知識權力關係將大規模重組（Beck et al. 2021）。然而，國家在度過危機之後，鮮少深刻的反思其認識論的根本偏誤與失敗的根本原因。

總結來說，公民認識論由各種公共領域中，知識生產路徑所組成，這些路徑猶如文化底蘊中的習俗與傳統，透過反覆實踐與展演，逐漸積累濃厚的價值投注，最終如同潛意識般模糊地存在，同時又如有機體般活躍運作（Jasanoff 2005）。公民認識論為公共推理提供了文化性的編織材料，預先設定了什麼樣的論證形式能夠被視為「合理的」。當國家面臨治理危機時，必須透過公共推理來「恢復合理性」，而這個過程持續地引導公民認識論內涵的變遷。本文認為，從公民認識論到公共推理的發展，為後續抽象的社會技術想像提供了具體的方法學框架，讓

⁹ 但這不是說，公共推理過程只有官方行動者參與，亦可參見註解 5。

我們得以捕捉那些存在於公共知識空間中的，社會技術想像的動態轉化過程。

（二）異質的社會技術想像：集體擁護的不同願景

Jasanoff 與 Kim 反思早期研究對於科技知識創造的顯明層次過度關注之偏好——成文的知識、法令、政策、標準、規範與流程——因此將社會技術想像的焦點移轉擺在深刻的隱微意涵上（sensing）（Jasanoff 2015），並稱是在本體論層次，不同集體（collectives）對於世界的共享願景（visions）與共享意涵的創造過程（collective sense-making）（Jasanoff and Simmet 2021）。但這並不意味著與早期著作的斷裂，反而是希望去深化早已存在於公共推理過程中的科技想像對於「秩序觀的價值投注」（Jasanoff 2012: 275）。正是因為如此，她們在 2015 年出版 *Dreamscapes of Modernity: Sociotechnical Imaginaries and the Fabrication of Power* 一書。¹⁰她們將社會技術想像定義為「潛藏於科技與社會秩序內部的願景，促使著行動者的特定考量、意旨與想望。那些經由科技而支持、透過集體層次而擁護並展演的對未來的憧憬」（Jasanoff 2015: 19）。這些想像往往是「隱而不顯、議題不特定、目標不明確，但卻散溢四處」（Jasanoff and Kim 2009: 13）。在這裡，社會技術想像與期待、憧憬密不可分，它是想望（aspirations）、願景（visions）等具有規範性的價值判斷，也就是美好烏托邦與厭惡反烏托邦的善／惡，好／壞的判斷。美好烏托邦的建立常常是倚賴著科學與技術的「進步」，而另外一方面，世界末日的到來，也通常伴隨著科學與技術的破壞與「失控」而生，因此烏托邦與反烏托邦，憧憬與恐嚇相倚而生，互為表裡，兩者間的關連是觀察的重點之一（Jasanoff 2015）。

如前所述，國家是公共推理的重要行動者，因此也是塑造社會技術想像的關鍵，國家透過政策制訂的引導，可以將一種特定理解的「公眾利益」，賦予全部（或是特定）的公眾群體。但這並不表示這些國家所強化的想像是單向的建構，如前所述，公共推理正是社會技術想像的重新詮釋與展演的過程（Jasanoff 2015）——同時為治理危機與恢復合理性的過程。此概念在於釐清單一個別的想像如何由一開始的起源階段，個人、小團體的先鋒願景，鑲嵌到制度實作中，從而經歷了

¹⁰ 二戰後美國所建立的核能國際擴散管制體系，實際上是以一種主導性的社會技術想像為主軸，在冷戰的背景之下，美國以圍堵（containment）做為主要的核能管制策略（Jasanoff and Kim 2009）。

競爭、抵抗、整合與擴張的諸種歷程，最終成為被集體採納的那些「集體擁護的、制度內穩定存在的和公開展演的」願景（Beck et al. 2021: 148）。因此我們可知這裡的「集體」可以有不同的規模，它可以像是一個社區、病人團體，但也可以大到一個國家，甚至是規模宏大的跨國組織，如跨國 NGOs、氣候變遷研究網絡與跨國企業之願景。不同的集體可能擁護不同的願景，而這些願景之間可能相互衝突（Jasanoff and Simmet 2021）。

社會技術想像的歧異與多元是關鍵，正是因為多元與分歧想像的存在，科技的變遷才會發生（Beck et al. 2021; Jasanoff 2015）。我們必須去釐清的是，在不同場域之間，在不同規模之間，願景的轉譯、嫁接機制與手法，多元的願景如何能夠（或是不能夠）達至穩定化與重複展演的狀態（Jasanoff and Kim 2015），雖然合理性與想像是複數的，但它們如何邁向穩定化依舊是關鍵，因為科技、社會、政治的秩序始終是「共伴併生的」，「想像」是秩序形成與權力施展的過程（Chateau et al. 2021）。

（三）社會接受度的協商：良善的知識政治？

回到能源研究的議題上，能源科技專案為何在國內不同群體間，乃至於跨國層次上，展現出差異性並遭遇不同對待，這一直是社會技術想像研究的重點。這些深層的價值基礎與願景，具體體現在公眾對永續轉型、能源轉型落實路徑與策略選擇的偏好差異上，對於能源、環境與社會需求的不同排序——社會技術想多維度性（dimensionalities）與非規律性（unruly patterns）（Beck et al. 2021）。多維度的關連性與變遷的偶然、突發與不連續，是晚進研究的主軸，而這也反映著能源轉型路徑的根本不確定性，而想像的異質性也呼應著再生能源的社會接受（social acceptance）之複雜議題。舉例來說，淨零轉型的碳捕捉與封存、離岸風電的大規模設置，這些大型科技專案的社會有效（social validity）與社會接受並不會理所當然的成立（Kirkegaard et al. 2021），而是需要行動者在集體層次，不斷構築、說服、溝通與詮釋才能夠形成；承上所述，本文認為這既是一則想像的公共推理，也是一種實質落地（materialising）的演練與實作歷程。

回顧科技事物的社會接受探討，則可以發現它與上述公眾的科學理解討論有

著共同起源。科技的社會接受之探討一樣出現於 1980 年代初，實質上是處理科技的「社會不接受 (social unacceptance)」問題，希望透過增進公眾對於科技的「正確認知」來「增進社會接受」(Wolsink 2010, 2018; Devine-Wright 2011)。¹¹近期的研究則反思早期的錯誤，反省上述對於公眾的偏誤式指控 (Fournis and Fortin 2016)，聚焦於社會價值的創造與詮釋面，關注於「社會意涵做為啟發的動力 (heuristic force)」，這與社會技術想像強調科技的展演與實作的眾多隱微意涵 (implicit meanings) 與規範性價值 (normative values) 的研究是同一方向。

在能源研究領域內，此議題的探討頗為繁複，¹²為避免過於發散、失焦，本文選擇聚焦於「社會接受度」(social acceptability) 此一概念，以彰顯社會接受度問題是圍繞著該科技所衍生出的各種社會技術想像的轉化而成型。Szarka (2007) 認為「社會接受度 (social acceptability)」比起「社會接受 (social acceptance)」的結果論傾向來得具備解釋力，因為後者幾乎預設了接受或是不接受的零和遊戲。相較之下，前者則強調接受度是一則「動態協商過程，其本質是關於社會規範性價值的交互、複雜協商 (Szarka 2007: 17-18)」，可以說這不僅是關於許可的結果，還是關於「接受的情境條件[組合]」。結合上述社會技術想像發展回顧而觀之，本文認為再生能源的社會接受度問題，需要細緻地考察公共推理的協商過程。本文認為這樣的分析可以遵循四項操作原則：

(1) 共伴併生與詮釋分析：既然價值投注和信念 (beliefs) 是想像的重要內容 (Jasanoff 2015)，這就要求以詮釋取徑來細緻地紀錄文件、觀察人造物、詳盡的分析協商與意涵創造過程。這包含場域中的行動者實作、制度性實作、論述實作與物質技術實作；

(2) 多樣的想像展演形式：我們必須從多樣的經驗材料來進行發掘。這包含語言要素的圖像、記憶、敘事、隱喻的使用，如小說、戲劇與電視節目等等，但同時也需要關注物質要素，如材質、形狀、布置 (settings) 等 (Wentland 2016)。

¹¹ 科學知識被當成普世皆準的穩固事實，這種看法被稱為「欠缺模型」(Wynne 1993)，因此解方在於公眾應該要「正確地」認識科學知識，然後「理性地」接受，這也被視為是「第一代」的公眾的科學理解，亦參見註解 5。

¹² 針對風力發電的社會接受研究則指出，至少可以分為交錯的政策、市場與社區面向 (Wüstenhagen et al. 2007)。

制度要素也十分重要，如慣例、通用法則。更重要的是，社會技術想像的演練，必須是公共的展演（public performance）（Pellizzoni 2017）；

（3）科技政治文化的要素類型：類型化是為了清晰描繪公共知識生產路徑（pathways）的組合。透過描繪「公共領域內的科學民主化行動方法、公共領域中專家行動的可見度、公共問責與信賴感建立的方式、受到認可的專業知識正當基礎」等四大面，有助於我們釐清公共推理過程所累積起的濃厚價值投注之實際內涵；

（4）良善知識政治的情境條件：既然社會技術想像的演練遠超過顯性知識（Jasanoff 2015）。從規範層面來看，追蹤、紀錄與分析「什麼算是良善的知識政治（good politics of knowledge）？」（Jasanoff 2012, 276）」的判斷就十分重要，這體現在對證據、問責制度、公共推理的特定偏好方式上。

承上所述，本文在於提供一則因應個案脈絡的方法論參考架構，而非追求標準調查法，正是透過前者對個案政治文化脈絡的深度掌握，使我們能夠識別出不同議題中社會技術想像協商的特定條件與可能路徑，從而為良善知識政治的實踐情境提供洞察。操作方法上的表格，可參見表格 2 與 4。

在臺灣，離岸風電設置所造成的生態衝擊始終是此項社會接受度的重要元素，也是公共推理的實踐空間。1992 年里約環境與發展宣言（Rio Declaration on Environment and Development）的「預警原則」已經廣泛應用在各國的環境相關政策中：「為保護環境，各國應根據自身能力廣泛採用預警原則。如果存在嚴重或不可逆轉的損害威脅，不應以缺乏充分的科學確定性為理由，來推遲採取防止環境退化的，符合成本效益之措施（United-Nations 1992）」。然而，何謂「足夠良善的」（good enough）預警原則之運用？將依照各國的科技政治文化情境而異，而這也是本文的研究目標之一。據此，本文以下將分析公民認識論之類型與比較的方式，協助我們爬梳知識政治的情境條件。細緻地描繪與比較這些條件，有助於我們理解社會接受的情境條件組合如何在脈絡操作中被實踐，進而能更為積極地探詢共存不同社會技術想像、不同合理性想像——良善的知識政治空間有可能嗎？

三、研究方法與資料蒐集

本文採用了檔案研究（archival research）與半結構式訪談（semi-structured interviews）相結合的質性研究法。經由初期的檔案研究，本文將離岸風電建置在臺灣所觸及的面向概括分成為三大項目：（1）環境監測、評估與治理技術；（2）漁業衝突與海域空間規劃；（3）海事工程與產業、製造國產化。由於研究資源與設計之限制，並遵循共伴併生取徑探討自然與文化疆界之知識傳統，本研究聚焦於生態監測、評估與治理面上，並以水下噪音、生物聲學與鯨豚保育等議題為探討議題。¹³本文所指公眾是在公共推理、知識政治、社會技術想像中積極發聲，而有可供辨識之長期累積資料之對象。自 2022 年 9 月至 2025 年 7 月，本文進行了 25 場訪談，受訪者涵蓋了與離岸風電開發相關的重要關係人，包括開發商團隊、環境 NGOs、漁民、政府部門以及研究專家等。檔案研究主要聚焦於環評相關文件，如政策評估說明書、環境影響說明書、調查報告與會議記錄等。這些資料不僅提供技術基礎知識，還展示了不同行動者如何在制度實作層面將社會意涵融入物質、知識與技術中（Wynne 1982 [2010]）。半結構式訪談採用滾雪球方式建立受訪者名單，訪談的目的不在判斷內容「是否為真」，而是關注於受訪者如何將複雜的真實，透過主動的詮釋，建構成為選擇性的詮釋框構。半結構訪談過程保留了受訪者建立議題間關聯性的彈性，從而能更全面地捕捉社會技術想像的多維度面向。受訪者類別與代碼對照詳見附錄 1。

應用上述理論架構與研究方法，本文首先以共伴併生的取徑來發問：科學所建構的自然本真為何？回答此議題，我們需要回顧臺灣白海豚保育的歷史脈絡。追蹤 2002 年起始的白海豚保育歷程，是理解臺灣離岸風電社會技術想像的關鍵起點¹⁴。在此處，我們可以看到科學知識生產與保育運動如何交織形成初期的公民認識論框架，以及「何為足夠良善？」預警原則運用之不和諧、部分共識之展現，而替後續兩種社會技術想像——優先棲地、點狀聲源——奠定基礎。

¹³ 三大項目之間並非沒有交錯，但也不是完全重疊，而是各有自己的專業知識與行動者實作，彼此自成一格。以生態衝擊明確的以鯨豚做討論與管制標準制訂的依據；漁業做為無論是鯨豚還是魚類生態的重要關係人，主要是以物權的漁業權損害與後續賠償方式出現，請參酌（呂欣怡 2020，2022；呂欣怡、劉如意 2019）。

¹⁴ 鯨豚保育與離岸風電開發的歷程，請參見附錄 2 的記事時序圖。

四、科學與社會生產的自然：「發現」臺灣白海豚

自然保育的起點常常是保育對象「自然存在」狀態之確立，白海豚的保育當然也不例外：自然並非靜止不變的就在那裡（Hinchliffe 2007）。保育運動中時常預設一種先存自然的狀態：「一個自然的本真」、它必須要保持不變、必須要維持現狀（Bowker 2007）。然而，自然的狀態「應該」為何？這是自然保育的社會實作需要面對的重要課題，也不可避免的與科技政治文化所纏繞，保育科學知識的生產占據著絕對重要的地位。考察白海豚保育運動，本文意圖指出，一方面是保育科學¹⁵的內部爭執，另外一方面是保育運動的蓬勃開展，兩條路徑彼此相互交錯，展演了生動但也衝突不斷的公民認識論。

臺灣與離島海域的白海豚¹⁶棲地調查源自於 2002 年的一項針對臺灣西部沿近海的鯨豚調查，確立了白海豚的分布範圍不僅只有中國沿近海，例如長江出海口、福建沿海與香港海域、珠江三角洲，「東臺灣海峽（Eastern Taiwan Strait, ETS）」¹⁷也有經常性的存在（J.Y. Wang et al. 2016）。白海豚在臺灣海域究竟存不存在？此議題的探討可以追溯到 1990 年代的臺灣沿海與離島的漁村問卷訪查、金門擱淺白海豚的紀錄與後續的行蹤調查。但礙於海上調查所需龐大經費，是陸上調查的 5 倍以上，相關的調查資料一直相當匱乏（李珊 2010）。¹⁸與臺灣在白海豚研究上的相對匱乏相比，香港在白海豚的研究上起步相對較早，也是在這樣的機緣下，香港的研究者希望瞭解臺灣西部沿近海的狀況，於是才委託加拿大籍學者王愈超進行研究，他們在經費支援與民間環保團體的募款下，在 2002-2006 年間系

¹⁵ 保育科學提供了一套觀看自然的架構，分為基因（genes）、物種（species）與生態系（ecosystems）三個層級（農委會林務局 2012）。

¹⁶ 白海豚（駝海豚屬，稱為印度太平洋駝海豚／或中華白海豚，Indo-Pacific Humpback Dolphin，學名：Sousa chinensis）。此處涉及的是「生活於臺灣西部海域的白海豚族群」是否確立為特殊亞種地位的科學爭議。

¹⁷ 以香港調查機構為本位的狀況下，臺灣西部沿海就成為了「東臺灣海峽」。

¹⁸ 此處所謂科學調查資料不足，並不是說「沒有資料」，而是指「科學不確定性」：科學資料的細緻度、粒徑解析度之不足，再者，這也觀乎於科學合理性的嚴謹程度，調查法沒有統一而造成之調查項目不足或是遺漏、歷年調查資料的連續性不足。如以設立生態變遷的基線舉例，沒有項目類似、長度足夠、監測手段一致的資料集，甚至是顧及已知的自然環境之異例，也是不確定性來源（生態專家 S）。相關科學不確定樣態之討論，亦參見註解 22。

統性地進行了海上調查 (J.Y. Wang et al. 2016)。

有趣的是，同時另有臺灣大學的周蓮香團隊接受行政院農委會（今農業部）從 2005 年開始為期三年的海上科學調查（周蓮香、李政諱 2010）。在近似的時間點，政府正在推動中部地區大型開發案，例如台電的彰濱火力發電廠、國光石化大型煉油廠，在此機緣下，該團隊 2008 年再接受農委會、臺灣電力、國光石化、臺塑等單位委託進行相關的生態調查（李珊 2010）。由於國光石化案的預定地與白海豚棲地直接重疊，並且施工將進行大規模填海造陸，勢必嚴重影響沿海濕地與海岸生態環境，因此激起了大規模的環境運動，與此同時，以監督政策、獨立研究、國際串連與解說教育為主軸的臺灣媽祖魚保育聯盟（Matsu's Fish Conservation Union）也在此機緣下於 2007 年初成立（臺灣媽祖魚保育聯盟 2024）。

考察此一長達十數年的科學爭論與保育行動之脈絡，本文認為有幾個特點值得注意，它是環繞在白海豚周邊，以牠為核心的公民認識論塑造過程：

（一）研究與保育的知識結盟

2004 年，第一屆「東臺灣海峽中華白海豚保育研究工作會議」在臺中由行政院國科會、農委會、國立海洋生物博物館、香港海豚保育學會、香港海洋公園鯨豚保育基金等單位共同召開，參與者包含加拿大、美國、日本、香港、紐西蘭的鯨豚學者與保育運動者。這當中包含了福爾摩沙鯨豚保育研究小組的王愈超、楊世主與 Randall Reeves，後者為國際自然保護聯盟的物種生存委員會（Species Survival Commission, SSC）之鯨豚專家小組（Cetacean Specialist Group, CSG）的主席，而該委員會正是「瀕危物種紅色名錄（紅皮書）」的主要負責單位。第二屆會議在 2007 年於彰化舉行，主辦單位為國立海洋生物博物館，除上述主要行動者外，臺灣蠻野心足生態協會亦參加在內，會議結論之一為成立「技術諮詢工作小組」（王愈超等 2007）。2008 年一月，東臺灣海峽白海豚技術顧問工作小組（ETSSTAWG）成立，以加拿大籍學者 Peter Ross 為主席（公民行動影音紀錄資料庫 2008）。

在初期，由於觀察資料的欠缺，白海豚的棲地分布、族群數量、生理現象、

病理分析、食源種類和迴游特徵等均有諸多不確定性（王愈超等 2007）。然而自 2007 開始，隨著研究記錄的累積，特別是相片辨識技術(photo-identification, Photo-ID) 的運用，對於個體的辨識與紀錄較為準確，特別是背鰭斑點密度等特徵，這使得臺灣海峽的白海豚族群被認為是臺灣特有亞種的觀點逐漸出現（J.Y. Wang et al. 2016; J.Y. Wang et al. 2008）。與此同時，臺灣媽祖魚保育聯盟的成立，成為白海豚保育運動的主要動力。

白海豚出現的時刻約在農曆三月媽祖聖誕時，為了明確的連結在地媽祖信仰，此一具備高度在地親近性的新稱呼「媽祖魚」一詞被創造出來，這是保育運動的聰明行動策略。該聯盟希望運用在地信仰的力量拓展保育行動的影響力，並且創造出結合媽祖魚陣頭的活動，加入大甲媽祖遶境（郭志榮 2010）。至今，公民科學為經營與擴展白海豚的公眾認識之重要方法（環境 NGO 代表 K）。這種國際科學網絡與在地保育行動的結合，為臺灣白海豚保育奠定了兼具科學合理性與文化合理性的基礎。¹⁹

（二）稀有國寶的建構過程

臺灣白海豚顧問小組在 2008 年成立之後，在地保育團體就非常積極的透過「國際、跨國學者專家、國際社會場合、生態外交」的角度來強調政府應該要以專業的方式來保育「臺灣的國寶」（陳秉亨 2008），例如積極參與亞太經濟合作（APEC）企業/私人部門，海洋環境永續性圓桌會議的場合、聯合國和平大使 Dr. Jane Goodall 訪臺等機會。透過舉辦記者會、公聽會、公開信、獲得國際期刊背書的方式，直接參與公共論述與影響保育相關決策。當時，臺灣海域白海豚群體的稀缺性是保育運動的重點，透過類比中國案例稱牠為「海上大熊貓」、類比「櫻花鉤吻鮭」的成功保育案例，希望再次增強「珍貴稀有」的公眾印象。²⁰

這些作法確實成果斐然，2008 年七月農委會依照依據《野生動物保育法》公告保育類野生動物名錄，中華白海豚列為第一級之「瀕臨絕種野生動物」。同年

¹⁹該技術顧問小組後續於 2009、2011、2014、2017 舉行專家小組會議，並於當年改組成為臺灣白海豚顧問小組（TWDAP）。

²⁰ 聯盟也積極援引香港國際機場的第三跑道增建等案例，強調白海豚棲地毀壞與衝擊減緩措施的不確定性。

八月國際自然保護聯盟將東臺灣海峽之中華白海豚族群列名為極度瀕危 (critically Endangered, CR) (陳舜協 2008)。

(三) 保護區劃設爭議：科學社群的爭執

白海豚的「自然存在狀態」獲得《野生動物保育法》的認可是個重要里程碑，然而，確認「有存在」並不等於毫無科學不確定性：²¹該物種的空間分布、棲地熱點及族群數量等資訊，並未達成明確的共識 (行政院農委會林務局 2009)，而後者是保育運動與保育政策—「野生動物重要棲息環境」—劃設時的關鍵資訊。考察此處存在不確定的主因有三者：(1) 海上調查昂貴，因而資料不容易累積；²² (2) 鯨豚生態學界的科學社群間爭議，相較於國內團隊而言，上述跨國生態知識聯盟扮演著「對抗性專業」的角色 (Hess 2015)；(3) 「存在樣態」的不確定性，結合族群未來縮減速度的未知，使得劃設「重要棲息環境」變得困難。雖然劃設保護區是共識，但跨國聯盟認為應以「優先棲地 (priority habitat)」為主 (陳昭倫 2012; P. Ross et al. 2010)，亦即「包含已有白海豚確認目擊紀錄的海域，以及根據已知的棲地偏好資訊，被認為適合白海豚利用的水域 (蠻野心足生態協會 2009)」皆劃定為保護區。他們認為水深 30 公尺以內的淺海區域—位於離岸 3 海里內範圍—都是臺灣白海豚的重要適宜棲地 (suitable habitat)，應該劃設為保護區。這是保育極大化的預警原則之運用。只要有目擊紀錄，是棲息條件適合，就一律都劃設進入保護區。另外一方面，農委會則提出以臺大團隊的調查數據做為根據，以「熱點與區段」方式來進行劃設。²³

科學社群間內部爭執隨著後續國光石化開發案的環評程序，在 2010 年間達到高峰 (林靜梅、邱福材 2010)。這場生態科學不確定性的爭執隨著保育運動的開展逐步進入公眾視野。²⁴保育運動結合跨國知識生產聯盟的在政治協商上的壓力施加，可以從記錄中對於「臺灣科學研究的品質」、質疑原始數據沒有「公開

²¹亦參看註解 18。

²² 族群數量估計上的縱型線物種調查及距離取樣分析不精準，與輔助的相片辨識技術的不完整，而使得棲息地與適合生存環境的界線劃設困難等等 (J.Y.Wang et al. 2016; Huang et al. 2014)。

²³農委會於 2012 年訂立「中華白海豚野生動物重要棲息環境」草案，於 2014 年進行預告，然而遭到漁會與漁民的反對 (田秋堇、趙永清 2023)，其最終於 2020 年生效。

²⁴ 在 2011 年引發了萬人上街遊行，成為進一步將保育訴求制度化的重要推手。

且公正」，知之甚詳（陳品潔 2009）。此處生態科學的爭執是由國內學者、在地保育團體、跨國專家聯盟所共同參與，因此超出了傳統科學不確定性的架構，形成一則介於科學—社會的圈內—圈外的公民認識論。

（四）足夠良善的預警原則？不和諧的共識

除上述的科學爭執之外之外，此處的爭議還涉及管制價值上的差異：怎樣程度的預警才是「足夠良善的」？雖然依舊存在著巨大差異，但雙方並非毫無共識：一方面，採用預警原則的積極程度、意圖達成的保育目標、調查數據的認定會影響劃設保護區的範圍與大小，另外一方面，以棲地生態系的保護，保護區做為主要保育手段是主要共識方向（周蓮香、李政諦 2010）。另外，就長期趨勢而言，此一群體在不久之後即將消失，也是共同見解。更重要的是，在公民認識論上，該海域之白海豚群體成為指標物種（indicator species）、庇護傘物種（umbrella species），白海豚可以反映棲地的環境變遷方向，可以引起大眾廣泛的注意，能使棲地內其他物種與鄰近環境也連帶受到保護，也成為最大公約數性質的重要共識（J.Y. Wang et al. 2016）。「臺灣白海豚」的動物學分類問題，後來也有科學上的暫時定論²⁵。

綜合而言，本文認為，沿著白海豚保育的展開歷程，浮現出一條由國際與在地兩端點相互交織的公共知識生產空間，架構起了介於科學—社會的民主參與空間，是公民認識論的實踐，也替後續離岸風電的公共推理立下基礎。本文將此處公民認識論的特徵彙整如下：

²⁵ 海洋哺乳類動物學會（Society for Marine Mammalogy）才於 2016 年正式確認臺灣水域的臺灣白海豚特有亞種地位（*Sousa chinensis taiwanensis*）（J.Y. Wang et al. 2017; J. Wang et al. 2015）。

表 2：白海豚保育運動中的公民認識論特徵

白海豚保育運動時期之公民認識論架構 ²⁶	
公共領域內的科學民主化行動方法	經驗科學並執行公開展演，強調以科學執行的「獨立性與乾淨」來確保公眾與環境的最大利益，國際合作是主要策略。
公共領域中專家行動的可見度	嘗試以公民參與科學爭執的方式，展開專家行動的透明度，在爭議脈絡中的知識、技術細節規劃可能成為焦點。
公共問責與信賴感建立的機制	透過疏離官方論述建立信賴感，並以公開展演的價值倡議做為策略，以直接價值、情感投注方式來不斷參與政策制訂、組織運作促使其修正。
受到認可的專業知識的正當基礎	個人公共展演歷練，明星專家具備在爭議中勇於現身揭露弊端、指出問題的能力，不願妥協的公眾形象。
建立離岸風電公共推理的基礎： 白海豚群體成為單一指標物種，能引起社會大眾之廣泛關注，進而主導議題。白海豚棲地的海上調查方法論、熱點爭議、廊道與棲地的大小、族群數量動態模擬與推估、施工船隻、水下噪音擾動、漁業流刺網與拖網等等問題，成為後續離岸風電建置中的議題基礎。	

資料來源：作者。

五、透過離岸風電想像自然：優先棲地、點狀聲源

我國政府為了因應 2011 年福島核災後臺灣社會對於核能發電的疑慮，並回應能源自主與安全的訴求，經濟部於 2012 年公告「離岸風力發電示範獎勵辦法」，開啟了離岸風電發展三階段，分別為「示範獎勵」、「潛力場址」與「區塊開發」。其中「示範獎勵」階段，參與的風場共有海洋風場、台電離岸一期與福海風場，其中海洋風場已經於 2019 年完工，台電離岸一期則於 2021 年完工。環境影響評

²⁶ 此處所列出科技政治文化之四種類型，來源請詳見表 1。

估在臺灣離岸風電開發上扮演著舉足輕重的位置，正式遞件申請環評是外界得知離岸風場開發之專案公司（籌備處）名稱的第一個時刻。

（一）建置航道內風場？水下噪音模擬、鯨豚生物聲學

屬於示範風場的海洋風場於 2013 年通過環評，成為臺灣離岸風電的首例，是臺灣離岸風電建置的早期案場。考察其中生態議題之討論，可以發覺是延續著上述公民認識論的架構，以白海豚做為單一指標物種，而只區分「白海豚與非白海豚」。打樁作業的「點狀聲源(point source)」噪音問題對於白海豚的聽力衝擊，成為施工噪音的重要議題，並成為大眾關注的焦點。鯨豚目擊調查的相關海域生態調查、水下聲學模擬，除了原有的臺大團對外，其他國內學者、在地調查團隊、業者成為新加入之行動者。本文將海洋風場鯨豚相關議題彙整如下（海洋風力發電公司 2014）：

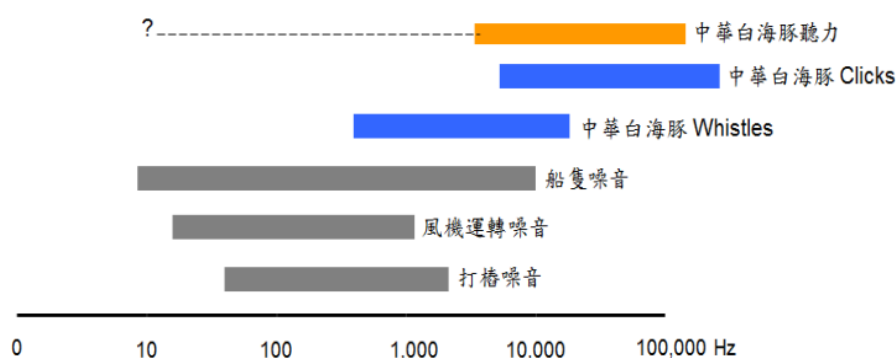


圖 1：白海豚的聽力與溝通所使用之聲音頻率，和離岸風電開發的不同種類人為噪音頻率之分布圖

重疊部分可能造成白海豚在覓食、社交的影響。資料來源：竹南海洋風場環境影響評估說明書圖 7.2.4-11（海洋風力發電公司 2014）

表 3：海洋風電之白海豚生態重要議題彙整

早期示範風場階段的白海豚重要議題	
迴避重要棲地	彙整 2009 至 2013 年間，來自林務局、國科會與風電開發商等不同在地單位的調查資料。部分風場緊鄰白海豚重要棲息環境邊界，邊界內原有一座風機，最終遭到刪除。
聽力敏感度	噪音種類分為施工階段、營運階段與船舶噪音。不同種類鯨豚的聽力曲線不同，針對不同頻率的敏感度不同，風場施工時的低頻率噪音主要影響是白海豚之社交哨音，其實與聽力範圍重疊較少，但低頻噪音的實驗結果仍顯不足。
可能的衝擊	離聲源距離遠近，會造成不同影響，包含永久聽力損傷（Permanent Threshold Shift, PTS）、暫時聽力損傷（Temporary Threshold Shift, TTS）、行為反應（Behavioral Response）、遮蔽效應（Masking）、棲地利用行為改變、長期免疫表現等。（參見圖 2）
衝擊減緩作法	採用緩打樁、水下氣泡幕、船隻限速、水下聲學監測與鯨豚觀察員等措施。這些減緩策略參考美國國家海洋漁業局（National Marine Fisheries Service, NMFS）與美國國家大氣海洋總署（National Oceanic and Atmospheric Administration, NOAA）建議，依據聲源距離遞減劃設「禁區（180dB，避免 TTS）」與「監測區（160dB，以避免其餘危害）」。
持續噪音監測	依照施工階段與營運階段區隔，進行水下被動聲學監測。

資料來源：作者根據環評書件彙整。

環保署於同年（2014）草擬了一份「離岸風力發電機組水下噪音評估作業要點（草案）EPA-103-F105-02-110」以「距離聲源 750 公尺距離，聲曝值應低於 180dB」，做為業者參考的標準。於 2015 年通過環評的台電「離岸風力發電第一期計畫」同屬早期案場，即遵循該標準進行設計，但也同時提及聲音在水下傳遞的環境相當複雜，是一項亟需探討的科學問題，需要進一步研究與建構模擬的方法論：

水下噪音模擬需要環境資料，包括水文，GDEM[全球數值地形模型]和國科會資料庫都是水中的溫、鹽的分布，換算成聲音的速度。另一個環

境資料庫是底質，包括水深、表層底質、下面的地質分層。我們一開始做的時候，用的是手上的資料庫，但這些資料庫在環評後到施工前，多了場址調查的資料，如挖泥取樣的資料……有了這些實地、場址的調查資料給學者做模擬的 input，結果也才會更準確，會更接近真實狀況。

（工程專家 C）

台電一期風場最終以「邊界西移，並與白海豚重要棲息環境保持 860 公尺距離」為條件通過環評（臺灣電力公司 2015），由此可知在水下噪音傳導模擬的不確定下，以「拉長距離做為預警原則的實踐」成為一種實務手段。²⁷

另一方面，由經濟部送審的「離岸風電區塊開發政策環評」亦成為公眾參與水下噪音管制討論的重要場合，環保署於 2014、2015、2016 年間逐次舉辦了兩場專家諮詢會議、政策研商會議、範疇界定會議、專案小組會議等。政策環評會議中也提案並討論以「750 或 500 公尺 180dB」的管制技術標準，同時也建議基樁設置點需要距離白海豚重要棲息環境邊界至少 1 公里。有趣的是，除白海豚之外，另有專家提出將露脊鼠海豚（*Neophocaena*）與瓶鼻海豚（*Tursiops truncatus*）納入重點評估對象（經濟部能源局 2017），但追蹤後續的發展，白海豚依舊是政策上的獨占性物種。

²⁷ 海洋風場與台電一期風場，其實也為「位於航道內的風場」，但屬於早期的示範廠址。下處所稱之「航道內風場」，意指後來潛力廠址階段才提出之新風場規劃。

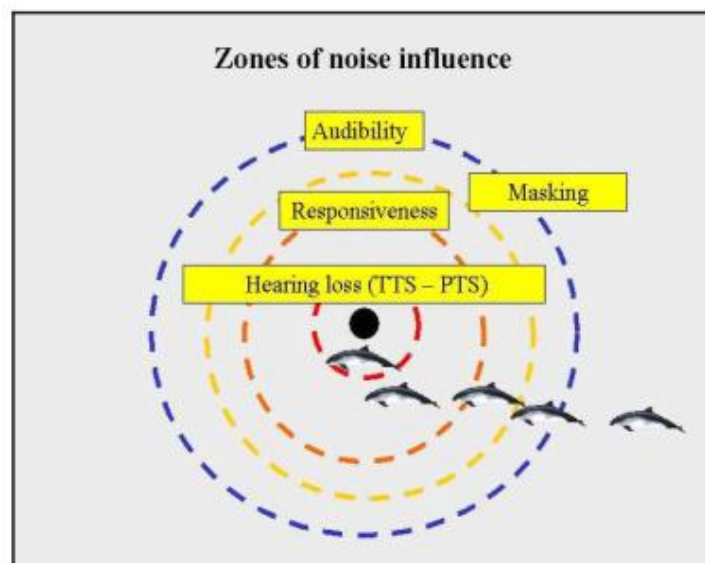


圖 2：依照打樁噪音影響嚴重程度所設定之不同距離之處置範圍，以打樁點為中心，越遠影響越輕微

是否以避免「暫時性聽力損傷」(Temporary Threshold Shift, TTS)，或更嚴格地以避免「行為改變」(Behavioral Response) 做為噪音管制的標準，是爭議的核心所在，因此以「拉長距離做為預警原則的實踐」成為一種實務手段。參見表 3 的定義。資料來源：竹南海洋風場環境影響評估說明書圖 7.2.4-10 (海洋風力發電公司 2014)

在政策環評中引發較大爭議的是由經濟部能源局 2015 年公告「離岸風力發電規劃場址申請作業要點」中的 36 處潛力場址，其中彰化外海的 26~29 號區塊的「航道內風場」受到激烈的抗爭，主要原因在於從保育運動的「優先棲地」觀點出發，認為水深 30 公尺以內的淺海區域，包含「航道內風場」，都是臺灣白海豚的重要適宜棲地—此區域不僅是白海豚的覓食地與南北遷移路徑，也同時是漁業活動高度密集的區域。離岸風電設置於此，將進一步加劇白海豚所承受的環境壓力，會對族群存續造成影響。因此保育運動的訴求是全面暫緩「航道內風場」開發 (經濟部能源局 2017；彰化縣環境保護聯盟 2016)。如此保育為重之預警原則策略也一直延續到今日。²⁸

圖 3 為「航道內」與「航道外」風場離西部沿岸距離示意圖，左下方為澎湖

²⁸ 在保育物種上，則不僅關注臺灣白海豚，也將露脊鼠屬與瓶鼻海豚納入思考。

更重要的是，面對科學不確定性，擁有不同想像的雙方都展現了 Wynne and Dressel （2001）所說的「擬似知識」特徵—公共知識生產過程中投注的價值投注有模糊的本質，唯有透過事後反省才能發覺其面貌。本文認為，我們能夠透過分析離岸風電建置的公共推理過程，將其類型化，而得出兩種類人類與海域生態關係的社會技術想像。援引公民認識論之架構再將其改寫、擴充而涵蓋其合理性主軸、想像的集體、核心尺度與價值、知識生產目標、預警原則實踐、公共問責機制、價值投注的模糊性等，以表 4 進行比較：²⁹

²⁹ 本表格引申自公民認識論，其原始架構強調跨國比較，本研究則強調在一國內的公共推理展現出的社會技術想像之歧異狀態。想像的核心價值出發點的差異往往展現在知識生產目標與生產手段無法對應，一者有宏大目標但欠缺具體作法，一者有具體作法但欠缺宏大目標。社會技術想像關乎於公共知識生產之目標與作法；知識生產本然充滿價值判斷與投注，而手段上則有方案多重組合。

表 4：兩種尺度之公共合理性與社會技術想像

臺灣離岸風電中公共推理過程中之社會技術想像		
合理性主軸	優先棲地的保育運動	點狀聲源的保護措施
想像的集合體	臺灣白海豚顧問小組為主的國際學者團隊、臺灣媽祖魚保育聯盟、中華鯨豚協會	臺灣在地大學、研究機構與生態、地質調查顧問公司為合作對象的產業學界團隊
核心尺度與價值	復舊式的，以白海豚族群數量止跌為目標。科技做為風險與潛在破壞。以平面為出發，基礎概念為棲地	減緩式的，以自然資源的有效管理為職責。科技做為實作的平臺。以點狀為出發，基礎概念為場址
知識生產目標	帶狀區域出發，消滅人為干擾，明確以制度創立為目標，建立棲地保護區與白海豚保育計畫。知識的手段與目標之間關連性較為模糊	點狀位置出發，資源的有限合理運用，不涉及制度的創制，目標在於判斷是否會造成永久的衝擊。知識的手段與目標之間關連性較為明確
預警原則的實踐	積極最大化，但欠缺細部作法	技術實務，但欠缺積極目標
公眾問責的機制	透過記者會、公聽會及街頭運動向大眾問責；以白海豚媽祖宮等為據點，連結在地民眾與全國關注	通過公開說明會、民意調查、環評會議旁聽與書面意見等，向各類 NGO 團體問責，但因地點在臺北，不利直接參與
價值投注的模糊	缺乏應對其他威脅，特別是流刺網、拖網等魚法傷害的完整策略；雖以整體生態系保育目標，但卻幾乎完全聚焦於單一物種之上	有明確的減緩工程手段、生態系評估手段，但無法保證長期累積，且缺乏積極經營，以達成整體生態多樣性補償或增益的積極目標

資料來源：作者彙整。

相較於保育運動，風場開發商對於場址周遭生態環境的關係表現出一種更具精準性與技術實務做法的訴求，本質是保護措施，但另外一方面，認為更大規模、整體的生物多樣性保育並非他們的主要職責：

每個開發單位都只是在做一個小地方，在整個海域、整個棲地裡面，它就是一個小地方……你沒有一個上位的保育計畫，很難讓他們去做實踐。開發商當然也不太願意去做，他就不要是[壓垮臺灣白海豚]最後一根稻草……[族群的長期穩定]是保育計畫、保育規劃，而不是保護。保育是要主動的去做積極經營管理。(生態專家 L)

但另外一方面，就保育運動而言，他們也必須面對海域內漁業捕撈的困難問題，離岸風電所帶來的環境風險只是其中之一，特別是「近 65%的臺灣白海豚族群帶有嚴重的疤痕或傷害，大部分可歸因於漁網和／或漁線 (P. Ross et al. 2014: 2)」，保育運動在實作層次上這項難題也一直延續到晚近的海洋保育法之立法爭論。³⁰³¹政策環評做為離岸風電衝擊的可能議題之總盤點，亦有相當的公民參與程序，會議經由公民團體的參與討論，政策環評最終建議優先開發「航道外風場」，延後「航道內風場」開發。然而在後續 2017 年開始的個案環評當中，該原則並沒有成為硬性規範。值得注意的是，政策環評的結論明確指出，其目標並非「朝向制定一套不再變動的標準」，而是以「盤點爭議面向與議題」為目標，替後續的離岸風場個案環評立下討論基礎。在此基礎上，希望透過系列的個案風場開發之探勘與生態監測資料，逐漸累積起管制上的標準。

(三) 透過知識政治來協商想像

本文認為，臺灣離岸風電在建置中與其他大型開發案的最大差異在於，由早期示範案場、政策環評、再到個案環評，由於案場區位鄰近、環境性質相似所產生海事工程與生態監測上議題的趨同性，實際上開啟了一處持續、累積性的公共推理空間。本節將詳盡的描繪不同公民團體參與在個案環評的歷程，可以見到團體間在議題的參與和倡議上各有策略，展現了團體的多樣與策略動態性。他們也相互支援與學習，並且能夠根據專家知識、技術性知識的框架來進行主動的詮釋與選擇。環評專家委員雖然與公民團體直接互動較少，但公民團體的訴求並非全

³⁰ 對於白海豚人為干擾包含：水汙染、棲地破壞與消失、水下噪音、河口淡水減少、流刺網誤捕，各種水下噪音僅為其中之一。進而言之，在臺灣沿近海，也就是上述「航道內風場」之位置，保育運動與漁業行為存在著一種相當微妙的互動關係。

³¹ 海洋保育法業已於 2024 年經立法院三讀通過。

然沒有影響，透過記錄可知，結果是能督促離岸風電開發商在相當合理證據與論述的情境條件下，採取最佳可行的減緩策略。

臺灣媽祖魚聯盟在離岸風電環評中，針對點狀聲源的噪音傳導議題著力甚深，他們以「國際鯨豚專家參訪彰化海岸，環團籲離岸風機應設在 20 公里外」為訴求（彰化縣環境保護聯盟 2017），提出打椿聲源點應該距離岸邊 20 公里（媽祖魚保育聯盟 2017），也就是「航道內風場」不應開發之立場。值得注意的是，公民團體與國際學者間在公共推理的嚴謹要求上展現差異，例如以海洋生態學家為主的國際專家工作坊的文字記錄則明顯較為謹慎，明確說明生態風險評估的判斷條件假設：20 公里的水下噪音傳遞距離是以「沒有任何減噪措施」為假設（P.S. Ross et al. 2017: 6），³²而對於鯨豚的影響，則是以噪音影響中的無察覺（non-auditory impact, NAI）為預設，也就是「無關聯行為影響與驅避行為」（P.S. Ross et al. 2017: 14）的最嚴格標準來建議；國際學者也表達過往北歐開發經驗中的參照對象，港灣鼠海豚（*Phocoena phocoena*）並無法與族群數量與棲地處於「極端脆弱狀況（extreme vulnerability）」的臺灣白海豚相比（P.S. Ross et al. 2017: 11），因此建議管制作法應反映在地狀況而「因地制宜」，亦即留下協商彈性的空間。國際學者也建議採用最佳減噪工程（如套管式或浮動式基礎）、擴大棲地保護區、禁止在棲地內使用流刺網與三重刺網，以及由風電廠商補償使用友善漁法的漁民等措施（媽祖魚保育聯盟 2017）。

經由歷次的討論，公民團體亦能夠依不同策略，依接觸專家知識程度之高度差異或是自身的不同專業訓練（環境 NGO 代表 R、環境 NGO 代表 K）發展個別的參與策略，並透過彼此交換資訊，相互學習方式，一起進行監督。例如上述北歐資料中，港灣鼠海豚的族群數量大，不適宜成為臺灣直接對照的物種，就成為公民團體間的共識。再如中華鯨豚協會也支持以「無行為轉變」為管制目標，提案以 140dB 為認定騷擾行為之標準，並且提出「鯨豚觀察員制度」之建立，也持續提醒該海域的受影響物種也應該包含露脊鼠、瓶鼻海豚、小抹香鯨等，不應該偏重臺灣白海豚（中能離岸風力發電 2017；海能離岸風力發電 2014）；媽祖魚保育聯盟則是質疑環評文書中早期水下噪音單位的混亂，並也提出聲壓值

³² 後續環評中不存在「沒有任何減噪措施」的提案。

(SPL) 的不足，也建議需同時採納聲曝值 (SEL) 做為管制單位，方便後續進行物種加權計算。

具體而言，公民團體並不反對制訂水下噪音的管制值，但在考量臺灣白海豚棲地的特殊狀況，普遍認為應較北歐國家普遍採取的「避免暫時聽力損傷 (TTS)」標準更為嚴苛，而應該採取「無察覺 (NAI)」或「無行為轉變」為管制目標。

追蹤環評中關於水下噪音對白海豚生態衝擊的歷次討論，我們可以看到管制標準的演進過程與公民團體能夠以從事知識政治的方式來與風電開發商的保育想像競逐，在過程中自己的想像也經歷層層轉化與收斂：從 2017 年 6 月 30 日大彰化風場初審會開始，媽祖魚保育聯盟即積極關注打樁噪音累積影響，建議只能設置在航道外。7 月 31 日西島風場審查中，哥本哈根基礎建設基金基於其德國經驗，主動承諾採用 160dB/750 公尺管制標準 (彰化西島離岸風力發電 2017)。9 月 15 日台電離岸二期審查會上，中華鯨豚協會與媽祖魚聯盟援引國際專家工作坊成果積極發聲，環評委員、林務局、特生中心共同呼應，林務局更提議以重要棲息地邊界 140dB 為管制目標。9 月 29 日中能風場審查時，開發商回應各方壓力，承諾採用更嚴格標準。10 月 13 日海能風場審查，委員正式要求以德國 StUK4 為標準。10 月 17 日彰芳、福芳風場審查時，環團質疑監測點設置有效性。11 月 14 日雲林風場審查中，中華鯨豚協會提出差異化管制建議；近棲息地風場要求邊界低於 140dB，遠離者則採 160dB/750 公尺標準 (中華鯨豚協會 2017)。整體而言，這一過程展現出一種由公民團體積極發聲監督、不同官方機構、不同開發商共同參與的協商歷程，隨著議題的持續深化，公民團體能夠持續的學習，在議題上扮演越來越專業的監督者角色。

六、社會接受度之情境條件：保育「與時俱進」的價值投注

承上所述，由打樁水下噪音點狀聲源所引領的有限科學合理性之知識生產與協商，在公民環境 NGOs「亦不反對」的前提下 (媽祖魚保育聯盟 2017)，開啟了一場沿著管制技術標準來協商的實作。頗為關鍵的是，保育的價值投注轉化成

為尋求著動態的，隨著時間遷移的「較為進步、較為細緻、較好」的標準制訂。當以「無察覺／無行為轉變」與「全面拒絕航道內風場開發」，這些絕對的價值主張遭遇阻力時，除了直接的退出、攻擊與全然的否定環評的參與和協商機制外之外，如何以更細緻化的「較佳管制方案組合」設定來尋找實務上的共識作法，成為一條可行的道路。值得注意的是，其他政府單位也積極的參與在討論中，如農委會林務局和特生中心（今生物多樣性研究所）、彰化縣政府等也在「較佳」的技術標準提出後，明確支持需要採取較為較佳之標準。本文認為這是一種暫時性的妥協，並且彰顯「較佳」、「與時俱進」價值投注的務實作法：

我們對環境的要求應該也要隨著時間上而有增進，而不是一直以過去式為基準，就是施工的噪音是應該要與時俱進的，就是你要隨著時間點慢慢的去改善，讓環境的傷害變成越來越少，不能講沒有但只能講說越來越少，那這樣也才符合綠能的意義，因為綠能的意義就是對環境友善。

（環境 NGO 代表 S）

（一）不斷細緻化的「較佳」管制方案

因此，從半徑「500 公尺」的警戒區（禁區）到後來擴張為「750 公尺」，並輔以半徑 1500 公尺的預警區（監測區）之設定，以拉長噪音的距離衰減來減緩損害。在打樁噪音聲曝值的設定上，原先只考慮一般族群與特殊小型族群，後續則區分為低頻、高頻與超高頻鯨豚，並考量不同鯨豚，因生理特徵不同，對於不同頻率噪音之敏感度（聽力曲線）不同，而採納能量累積的 SEL 為單位以方便進行不同物種之加權。考量到中頻鯨豚白海豚之族群大小，由 180dB 下降為 160dB。另外考量到跨風場累積效應與棲地的非直接干擾，如遮蔽效果、行為改變等，風場與棲息地保護區邊界納入「1 公里緩衝帶」之概念，並要求退出水深 30 公尺區域白海豚可能利用水域。最終，多數風場選擇以主動邊界退縮，間隔距離 2 公里以上為多數，另設定以重要棲息地邊界不超過 140dB 為額外的預警標準。

綜合上述，上述歷程形成了一系列基於水下聲學與生物聲學知識生產為方向的公共推理空間。表五總結了此處的主要議題、有限科學合理性及最終達成的「較

佳」管制方案：

表 5：基於有限科學合理性狀況下進行的公共推理與實務管制作法

生物聲學提問	有限科學合理性	協商後之較佳管制方案
噪音管制對生物體的減緩目標為何？	已經避免永久聽力損傷，多數國家以避免暫時聽力損傷為目標，但考量遮蔽效應、行為改變導致的棲地迫遷與生理壓力等長期累積性影響，難以即時觀察，因此公民團體主張以「無行為轉變」為更審慎的管制目標。	管制持續以「避免暫時聽力損傷」為目標，但考量到聽力損傷做為一種持續的暴露之危害，除了聲壓值 SPL 之外，也考量聲曝值 SEL（暴露的劑量，方便加權計算）與鯨豚物種之聽力閾值（聽力曲線）。
打樁噪音聲曝值管制之合理性？	不同鯨豚種類對於不同頻率的噪音（聽力閾值）與其持續多久敏感度不同，可以分為低頻、高頻與超高頻鯨豚，而臺灣白海豚屬於中頻鯨豚，由於其保育地位使得聽力實驗甚少，研究數據較多者為瓶鼻海豚與港灣鼠海豚。	民間訴求以各國規範中採取「最為嚴格」之規範為標準，但沒有共識的數值，中華鯨豚協會則是以美國管制標準中的「特殊小族群」分類要求訂立為 160dB，並以傳遞至棲地邊界小於 140dB 為避免「騷擾行為」為建議。最後 CIP 西島風場主動承諾以此為標準。
基樁點與白海豚重要棲息環境之合理距離？	「中華白海豚野生動物重要棲息環境」，小於以「優先棲地」為概念的所有適宜棲地範圍，兩者間各自有實務作法上的不同考量。馬祖魚聯盟主張全面式反對航道內風場開發，但因為水下聲音傳導模擬的不確定性，盡量拉長距離是替代作法。	海洋風場原有一隻風機設置在重要棲息環境中，後來刪除。台電離岸一期則是距離 860 公尺。政策環評除要求風場規劃排除重要棲息地之外，並納入「1 公里緩衝帶」之概念。後來在潛力場址環評，各個風場有不同作法：西島風場（3.3 公里，加上退出 30 公尺水深）、中能風場（3 公里）、雲林風場（2 公里）、海能風場（1 公里，加上退出 35 公尺水深）、台電二期風場（4.2

公里，加上退出 37 公尺水深)。

資料來源：作者彙整。

總結上述，倚附「較佳」管制方案之工程選項組合的討論，彰顯的是公民團體除了直接的退出與全然否定環評機制外的妥協作法，而如此的妥協展現的是對於科學合理性之有限的不完美情境之肯認。另外一方面，也突顯出單一項目的管制標準並無法反應工程現場、海域、海底環境的複雜樣態，工程實務也總是要求以多重工程選項組合或解決方案 (solution packages) 的形式出現 (工程專家 C)，因為管制上的「一套萬能解方」並不存在。

(二) 協商的基礎設施化

承上所述，單一項目的管制並不足夠，2017 年末的環評第 321 次大會公布了一份「離岸風電開發環境影響評估審查參考基準」整理了從示範風場、政策環評、個案環評、專家諮詢會議 (環保署綜計處 2017) 等多次討論下的「較佳管制方案組合」。

表 6：重層管制方案內涵

緩衝帶 1 公里，退出水深 30 公尺區域
在風場預定範圍利用水下聲學監測掌握該區中華白海豚長時間活動模式，調查時間至少 4 季，每季至少 14 天次，施工前、中、後持續的水下被動聲學監測，打樁點位 750 公尺四周設置 4 組監測設施 (生態監測)，輔以鯨豚生態調查，每年 30 趟
施工中進行水下噪音監測 (減緩監測)
鯨豚母子對出現，則警戒區擴張為 1500 公尺，立即停止打樁
日落前 1 小時或 2 小時必須停止打樁作業，防止鯨豚觀察失效
以重要棲息環境外延 1500 公尺，船隻速度管制 6 節以下
採取已商業化之最佳噪音防制工法，如雙層氣泡幕、緩啟動
承諾於施工前設立環境監督小組

資料來源：作者彙整。

上述這份附件形式的紀錄，也成為更為具體的 2022 年發布之「第三階段離岸風電環評審查建議事項檢核表」正式文件之前身。依照著 2022 之版本，2024 年經濟部改變前述「先環評」的慣例，要求開發商先以改版後之「審查事項檢核表」進行檢核，成為「檢核表審查後，先遴選、再環評」的流程，檢核表做為管制方案的基礎設施化（infrastructuring）（Star and Bowker 2002），已經朝向完備與穩定化發展，並透過持續更新而適應新興浮現的議題，並提供一則持續協商的準則。更重要的是，上述的文件更新與相關制度擬定，皆有一定程度的公眾參與及監督。³³

舉例來說，2019 年蠻野心足生態協會、媽祖魚保護聯盟等單位在加拿大安大略召開「臺灣白海豚保育工作坊」與國際學者共同制定臺灣白海豚復育計畫，海洋保育署也派員參與其會議，並於 2021 年公布了白海豚保育計畫，並設置「白海豚專家諮詢小組」，公民團體亦推派專家代表長期參與，也常態性的共同舉辦棲地觀察、巡守隊、教育課程、漁民回報社群、白海豚共識工作坊等等活動（環境 NGO 代表 K），也常態性的參與各風場的環境監督小組會議。這樣的擴展合作，也落實了更為全面的，以區域棲地生態系為出發點的保育策略。海洋保育署也在 2021 年的第三版鯨豚觀察員手冊納入此流程，更新後的第四版也已經於 2025 年推出。

另一方面，上述透過個案風場的環境影響評估「較佳管制方案」來進行的知識政治，並沒有隨著 2017 個案環評通過而告終，反而隨著後續的開發階段形成了一個新興產業，新的產業學界團隊也持續建立，有不少的新加入之團隊（生態專家 H、工程專家 C）。伴隨前述環評的個案風場進入施工階段，許多案場申請環境影響差異分析（環差），這替延伸性質的科學研究提供了機會，反應的也是後續開發風場，因為位於「航道外」離岸十分遙遠，而岸際正是白海豚的棲地，因此啟動了長程水下噪音模擬的需求。³⁴

³³ 海保署承接了鯨豚觀察員制度操作化的重要任務。水下噪音的監管機制也逐步完整化，於 2020 年公布了第一版「臺灣鯨豚觀察員制度作業手冊」，於 2023 年公布了從生態面出發的「水下噪音指引」。環保署 2018 年公布了第一版標準化的「水下噪音測量方法」，於 2022 年底公布了「離岸風電生態調查方法參考指引」。

³⁴ 多數區塊開發風場位於航道外，離岸 20-30 公里，比 2017 年通過環評的風場離岸邊更為遙遠。

（三）海洋聲景研究做為環境照護

本文認為上述離岸風電建置歷程的公共推理、知識政治協商與保育上與時俱進的價值投注，這使得新的研究領域—海洋聲景研究得以浮現並獲得發展動力。上述圍繞水下噪音管制所展現的公共推理實作，不僅僅是既有科學知識的應用場域，更成為了推動科學知識疆界擴展的重要驅動力。當政府機構、環評委員、公民團體與開發商在「較佳管制方案」上進行知識政治協商時，他們實際上也在共同發問：什麼樣的科學問題值得被研究？什麼樣的技術解決方案需要被發展？我們共同想像的綠能未來是什麼模樣？有哪一些科學與技術的方案能夠協助我們趨近這個目標？傳統的水下聲學研究框架顯得不足以回應上述複雜的需求，正是在這樣的脈絡下，海洋聲景、生物聲學、聲學棲地做為整合的新興研究領域，開始在全球包含臺灣的科學社群與政策制定過程中獲得關注。

舉例來說，歐盟在 2010 年公告了 Directive 2010/477/EU 主要著眼於水下噪音和海洋生態保護、在 2014 年發布歐洲海域水下噪音監測指南（*Monitoring Guidance for Underwater Noise in European Seas*），美國國家海洋漁業局（NMFS）與國家大氣海洋總署（NOAA）在 2016 年才提出人造聲音對海洋哺乳類動物聽力影響評估之技術指南（*Technical Guidance for Assessing the Effects of Anthropogenic Sound on Marine Mammal Hearing*）。整體而言，雖然水下聲音的研究基礎可以追溯到 20 世紀初，³⁵但近期離岸風電的開發，使得這個領域獲得了前所未有的關注，這是一個新興而正在快速發展的科學研究領域。

王驥懋（C.-M. Wang and Chien 2020）等學者也指出，鯨豚類與陸域生物在感知世界方法上截然不同，牠們發展出精密的回聲定位系統來感知世界，也透過哨叫聲來進行社交與覓食，特別是在需要群體合作時，透過叫聲來協調群體行動（湛翔智、魏瑞昌 2024）。由於海洋的流動性和不斷變化的物質特性，這使得鯨豚類動物必須不斷地適應並調整其感知策略，創造了動態的聲學環境：海洋哺乳類動物的聲景（animal soundscapes）。因此「噪音」在這裡的定義，是以「鯨豚類的生理性質」來衡量，包含不同種類鯨豚的不同聽力曲線，相較於人體受噪音影

³⁵ 水下聲學研究可以追溯到 20 世紀初，一開始主要用於軍事和海洋探測，例如第二次世界大戰期間，聲納技術得到廣泛應用和迅速發展。

響的長期歷史而言，「生物聲學」是一個嶄新的科學研究議題，並且從事的研究人員與機構並不多：

因為大部分的噪音都很低頻，鯨豚其實對低頻跟我們一樣，也算很不敏感。因為我們講的是小型的海洋哺乳類，不是像美國要處理的是藍鯨、灰鯨、大翅鯨，那麼大的，低頻就那個[影響較為嚴重]……在劑量上面，其實我們對做聲學來講很簡單，你要什麼我就給你什麼，可是這個事實上是需要生物聲學提供很多的資料，但是在臺灣其實很少人在做這件事情。(工程專家 C)

類似地，聲學棲地 (acoustic habitats) 的概念也受到重視，聲學棲地指的是一個物種或族群所處環境中的聲音景觀，包括所有生物、自然和人為的聲音 (Merchant et al. 2015)，例如海潮聲、鯨豚的社交、捕食的聲音、石首魚的求偶聲。海豚捕食石首魚時會利用聲音找到牠們，當有海豚的生物聲納出現時，石首魚也會降低牠們的發聲活動做為防禦行為 (莫顯蕎 2019)。理解聲音的多樣性，特別是在海洋環境中變得越來越重要，這個概念強調了聲音在生態系統中的重要作用，以及人類活動對這些聲音環境的潛在影響，因此也強化了制訂管制數值與進行深入研究的必要，長期監測與紀錄的進行亦實屬必要 (Lin and Kawagucci 2023)：

[花蓮]海洋世界瓶鼻海豚…圈養的實驗…在做聽力減損的實驗研究，都是這樣子，都是要把海豚給固定起來，然後讓牠聽噪音，強迫牠聽噪音…結果就是說你的聽力受到損害…就是強迫你聽到有改變為止…在大海裡面的話就是聲音出來、音響出來鯨豚就跑掉了，走到安全的地方…你就要給他足夠的時間讓他離開，讓他到安全的地方去。那當然你讓牠離開，牠也是要付出額外的代價。(生態專家 L)

聲音在水下自然環境中並非全有與全無，棲地中本非寂靜無聲。生物聲學、聲學棲地、水下聲學監測，在後續離岸風電環評討論中越來越重要，海洋聲景研究做為在離岸風電背景下浮現的新興學科，也回應著上述如噪音管制對生物體的減緩目標為何之科學不確定議題。它體現的是以非人物種角度來感知水下聲音整

體環境的共同努力，這遠超越於點狀噪音減緩的消極目標，是人類對環境照護職責（environmental care）之嚴肅許諾（Schönbauer 2025）：科學知識生產、價值投注、公共推理與未來想像總是共伴併生的一同浮現。

七、結論：集體的想像政治，擴充公共推理的基礎設施

不同於由人類創造力所生產的文學與藝術作品，我們對於自然的認識，並沒有因為人類社會的多樣性而表現出無窮無盡的樣態形式，因為自然的可塑性是有限的。我們對於自然的詮釋不會無止境地分化、分歧，而是會收斂而回落到幾個定義寬泛的陣營中（Jasanoff 2010: 245）。

正是因為在「什麼算是自然？」以及「應該如何保護自然？」上，多方共同認識是可能的，因此知識社群才得以跨越已然分歧的社會和政治界線而浮現（Haas 1992）。

共伴併生取徑聚焦於知識生產與社會秩序的併生浮現關係。據此，本文認為科學知識生產建立在相互協議、調整和確認集體層次的共同理解之上，而知識政治本身充滿價值的抉擇、投注與承諾，科學方法論與價值投注在促成知識社群長期穩定化方向上扮演關鍵角色—鑄造共同基礎（common ground）（Edwards et al. 2011）。水下聲學模擬與生物聲學做為科學方法論的核心，為不同行動者提供了共同的知識生產基礎和對話語言，使得原本可能導致根本對立的想像與價值衝突得以彼此轉化。同時，生態保育的價值投注並未在科學方法引入後受到忽略，反而透過「較佳管制方案」的持續協商，轉化為更為具體和可操作的實踐作法。重要的是，這種知識社群的長期穩定性並非是靜態不變的，而是在承認知識政治需要有相當的知識論合理性，但又充滿了想像與實驗性質的未定（indeterminacy）前提下，建立不斷更新之社會接受度協商平臺。

本文的經驗分析與上述的洞察相呼應，在生態保育的議題上，臺灣離岸風電建置過程中雖然存在兩種殊異的社會技術想像，但經由長期而持續的公共推理與

知識政治協商，這兩種歧異的價值沒有走向無限分歧，而是透過「與時俱進」的管制方案組合，逐步形成了跨越保育運動、產業、學界、政府機構的知識社群——即使在價值深刻分歧的情境下，透過持續的知識政治實踐，殊異的社會技術想像仍有可能找到協商的共同基礎，並在此基礎上建構出相對穩定的社會接受度。

饒富意味地，Jasanoff 認為由公共推理過程所開展的知識政治，應該是一種謙遜美德的民主實踐。良善的知識政治不在於尋求「無上的科學事實」，而是強調科學做為一種知識與價值投注的實作，可能積極的促成堅韌民主的慣習養成：那種源於文明涵養的公共推理，肯認令人不快的觀點，而依舊能與之對話。誠實地承認自身的暫時性 (provisionality)，並擁有無與倫比的勇氣去面對激進的非信念 (courage to confront radical disbelief) (Jasanoff 2012: 276)，例如犬儒主義與全然否定主義。同樣地，本文認為良善的知識政治也不在於尋求去「消滅科學不確定性」。Paul Edwards 曾說明科學摩擦 (science friction) 是當代社會中的普遍現象，在科學民主化的社會裡，科技在公共領域與每日生活實作中都是不可或缺的要害，而科學知識在社會的不同研究單位、團體組織、市場部門、政府機構間流通與轉譯，必然會「消耗能量、產生動盪與發熱」(Edwards et al. 2011: 669)。

經由本文之經驗分析，我們可知科學不確定性做為引發摩擦發熱現象的主因，固然與知識的觀測方法論、資料粒徑解析度、縱時連續一致性、監測儀器可靠度等等知識論要素相關，但更重要的是，知識生產始終也與「合理性、接受度」的價值判斷相關：如何的社會技術型構——即使它樣貌未定——能夠承載我們引領期盼的共同的未來？一則良善的知識政治，除了需要明確的拒斥全然的否定主義與隨之共生的陰謀論之外，更需要積極的發揚集體從事知識政治而協商共享未來的美德，同時也需要有「與時俱進——長期參與，緩慢步進的耐力。在本文中，這種謙遜美德的民主實踐具體體現在環評委員對於環境團體專業監督的參酌、開發商主動採納更嚴格的管制標準、相關政府機構對於嚴格標準的支持、以及公民團體在堅持保育價值的同時保持實務作法上的協商彈性，但這樣的美德實踐能否持續再現？

我們無法保證這樣的知識社群穩定性可以永久持續，而科學不確定性的問題也永遠不會有終止的一天³⁶，甚至這可能要求一定的生態學專業能力做為參與的前提條件一意味著協商中權力的不均等。雖然離岸風電在生態議題上達成了暫時的社會接受度，但在其他面向，例如漁業議題上，其社會接受度還有待成形。雖然「紙本的計畫、政策、標準要如何去實踐與監督」依舊是重點（環境 NGO 代表 K），但基於長期生態監測資料、以「與時俱進」之態度來看待管制方案的慣例作法，提供了兩種社會技術想像彼此嫁接的共同基礎平臺。在這個平臺上，優先棲地的復舊式想像，能夠更積極的追求白海豚族群數量的「回升」，而點狀聲源的減緩式的想像，則應該更積極的追求「生態淨增益」的積極效果，這需要肯認投注於生態復育、生態補償、棲地經營的方向，雖然並非沒有侷限，也並非一律適用任何案例（生態專家 Y、生態專家 L、生態專家 S）。

本文希冀經由上述分析指出，我們需要積極的擴充自然生態為本的公共推理基礎設施，而公民科學在其中具有關鍵的位置，將多元利害關係人，如沿海居民納入生態監測計畫的設計與執行。各種公民行動者做為基礎設施的一環，依舊需要維持一定的科學方法論標準，但可保留其情境中實驗性質的未定。更為重要的是，這能為在地知識和經驗提供正式的參與管道，給予更廣大的公眾重新定義知識生產權力，與重組結構的協商機會。正是因為議題的湧現性，我們不應期待一套萬能解方的制度設計，但經由持續修整、維護協議與基礎設施的擴充，引入新類別的公民行動者與完善輔助的制度生態系，這種近似於未完成議程的改革主義式公共推理的基礎設施，不僅能夠做為集體想像政治之實踐方法，更能在承認價值分歧的前提下，透過持續的知識政治協商來尋求社會接受的最小條件。

³⁶ 臺灣白海豚從資料不足變成「數一數二資料完整」的物種時，露脊鼠海豚，同為早期政策環評時就提及的物種，至今仍然缺乏足夠的完整族群分布資料（NGO 代表 S、生態專家 Y）。

附錄 1：本文之訪談對象總表（依訪談時間排序）

項次	訪談編號	日期與時間	地點
1	開發商工程運維團隊 開發商地方溝通團隊	2022/09/08	彰化辦公室
2	文史工作者	2022/10/20	臺北會館
3	環境 NGO 代表 S	2022/11/24	新北辦公室
4	開發商環評許可經理	2023/01/18	臺北辦公室
5	環評承辦人員	2023/02/09	臺北辦公室
6	生態專家 Y	2023/03/03	臺中辦公室
7	生態專家 L	2023/04/27	臺北咖啡廳
8	環境 NGO 代表 R	2023/06/02	臺北辦公室
9	生態專家 H	2023/07/06	臺北辦公室
10	工程專家 C	2023/07/14	線上訪談
11	社會企業主管	2023/07/16	離島辦公室
12	社會企業員工	2023/07/17	離島漁港
13	環境 NGO 代表 K	2023/09/05	彰化辦公室
14	漁民代表	2023/09/05	彰化辦公室
15	社會企業主管	2023/09/05	彰化辦公室
16	環境 NGO 代表	2023/10/07	臺北會館
17	環境 NGO 代表	2023/10/14	臺北會館
18	漁民代表	2023/10/16	北部漁港
19	環境 NGO 代表	2023/10/20	臺北辦公室
20	執法人員	2023/11/25	中部漁港
21	文史工作者	2024/01/10	臺中咖啡廳
22	環境 NGO 代表	續上頁附錄 1 2024/01/30	中部辦公室
23	生態專家	2024/02/16	中部辦公室
24	開發商環評許可經理	2024/08/23	臺北咖啡廳
25	生態專家 S	2025/07/02	屏東辦公室

資料來源：作者整理

附錄 2：白海豚保育運動與離岸風電開發記事

鯨豚保育與離岸風電設置歷程



資料來源：作者整理

參考書目

- 丁允中、何明修，2022，〈介於社會運動與市場之間：臺灣公民電廠的初探〉。
《臺灣社會學刊》(72): 1-56。
- 中能離岸風力發電，2017，《中能離岸風力發電開發計畫環境影響說明書（第一次會議）》，臺北：環保署綜計處。
- 中華鯨豚協會，2017，〈風機之噪音規範需儘速訂定，確保綠能與中華白海豚之雙贏〉。
https://www.whale.org.tw/portal_c3_cnt.php?owner_num=c3_561147&button_num=c3&folder_id=4052&chbib_buy_look=，取用日期：2024 年 3 月 5 日。
- 公民行動影音紀錄資料庫，2008，〈台灣白海豚瀕危跨國顧問團誕生記者會暨陳情行動〉。<https://www.civilmedia.tw/archives/1156>，取用日期：2024 年 3 月 6 日。
- 王愈超、楊世主、Randall R、Reeves，2007，《第二屆東台灣海域中華白海豚 SOUSA CHINENSIS 保育研究工作會議報告》。彰化：國立海洋生物博物館。
- 田秋堇、趙永清，2023，《監察院調查報告：臺灣白海豚物種數量逐年遞減》。
<https://www.cy.gov.tw/CyBsBoxContent.aspx?n=133&s=28188>。
- 行政院農委會林務局，2009，〈保護「台灣中華白海豚族群行動」跨部會協商會議達成保育行動共識〉。<https://www.forest.gov.tw/>，取用日期：2024 年 3 月 5 日。
- 呂欣怡，2020，〈會議作為未來時間性的匯集與競逐－台灣離岸風電環評的民族誌分析〉。《臺灣人類學刊》18(2): 79-128。
- ，2022，〈從時間面向重思離岸風電與沿岸漁業的衝突〉。《考古人類學刊》(97): 123-168。
- 呂欣怡、劉如意，2017，〈離岸風力發電設置過程的社會爭議與化解機制〉。頁 191-206，收錄於周桂田、張國暉編，《【能】怎麼轉：啟動臺灣能源轉型鑰匙》。

臺北：巨流。

一，2019，〈雲林縣口湖鄉養殖烏魚子的品質建構歷程〉。《中國飲食文化》15 (2): 115-156。

李宛儒、蔡友月，2018，〈缺席的多元公眾：Taiwan Biobank 的建置、爭議與科學治理〉。《臺灣社會學刊》64 (2018.12): 49-110。

李珊，2010，〈守護海洋使者—中華白海豚〉。《台灣光華雜誌》，2010/8 月號。

周蓮香、李政諱，2010，《中華白海豚棲地熱點評估及整體保育方案規劃》。臺北：行政院農業委員會林務局。

林文源，2019，〈醫療實作的社會學：在地醫療—社會想像及實作對批判的啟發〉。《臺灣社會學刊》(65): 127-178。

林靜梅、邱福材，2010，〈訓練白海豚轉彎？周蓮香：不一定成功〉。晚間新聞，公共電視。<https://youtu.be/a146rhaZyRY?si=uewQhKkEngzFLND5>，取用日期：2024 年 2 月 1 日。

海洋風力發電公司，2014，《海洋竹南離岸式風力發電計畫環境影響說明書》，臺北：環保署綜計處。

海峽離岸風力發電，2017，《海峽離岸風力發電開發計畫環境影響說明書（第二次會議）》，臺北：環保署綜計處。

海能離岸風力發電，2014，《中能離岸風力發電開發計畫環境影響說明書（第一次會議）》，臺北：環保署綜計處。

國家永續發展委員會，2022，《臺灣 2050 淨零排放路徑策略與總說明》，臺北：行政院。

莫顯蕎，2019，〈你有聽見魚在唱歌嗎？〉。科技大觀園，國科會。
<https://scitechvista.nat.gov.tw/Article/C000003/detail?ID=371ff8e8-28e3-431c-9d01-2bca176addfd>，取用日期：2024 年 3 月 5 日。

郭文華，2018，〈生技政策的論述想像〉。頁 283-290，收錄於林文源、林宗德、楊谷洋編，《科技社會人 3：跨領域新驛路》。新竹：國立陽明交通大學出

版社。

郭志榮，2010，〈我們的島：搶救白海豚〉。<https://ourisland.pts.org.tw/content/627>，

取用日期：2024 年 3 月 3 日。

陳秉亨，2008，〈台灣白海豚瀕危 陳情政府要保護記者會後新聞稿〉。

<https://twsousa.blogspot.com/2008/01/>，取用日期：2024 年 3 月 6 日。

陳品潔，2009，〈媽祖魚生死關頭 國際學者籲高規格保護〉。臺灣新聞，環境資

訊中心。<https://e-info.org.tw/node/49079>，取用日期：2024 年 2 月 10 日。

陳昭倫，2012，〈東台灣海峽白海豚優先棲地保護區劃設十大準則〉。公共論壇，

環境資訊中心。<https://e-info.org.tw/node/73037>，取用日期：2024 年 3 月 5

日。

陳舜協，2008，〈IUCN 將媽祖魚列極危物種 環團盼設保護區〉。中央社，8 月 12

日。

湛翔智、魏瑞昌，2024，《鯨聲鯨視必修課：鯨豚生態調查與水下噪音監測評估工具書》。臺北：知洋科技。

媽祖魚保育聯盟，2017，《離岸風機・聲學・台灣白海豚保育國際會議暨論壇結案報告》。臺北：媽祖魚保育聯盟。

楊智元、周桂田，2015，〈超越決定論的風險治理：替代性風險知識的產生〉。《政治與社會哲學評論》(54): 109-156。

經濟部能源局，2017，《離岸風電區塊開發政策評估說明書》。臺北：行政院環保署。

農委會林務局，2012，《上課了！生物多樣性 1 漫談生物多樣性[2 版]》。臺北：農業部林業及自然保育署。

彰化西島離岸風力發電，2017，《彰化西島離岸風力發電開發計畫環境影響說明書（第一次會議）》。臺北：環保署綜計處。

彰化雲林外海離岸風電計畫 16 家開發單位（光宇工程顧問），2020，《彰化雲林地區離岸式風力發電計畫環境影響調查報告書》。臺北：光宇工程顧問。

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。<https://www.civilmedia.tw/archives/58837>，取用日期：2024 年 3 月 5 日。

一，2017，〈國際鯨豚專家參訪彰化海岸環團籲離岸風機應設在 20 公里外〉。公民行動影音紀錄資料庫。<https://www.civilmedia.tw/archives/63097>，取用日期：2024 年 3 月 4 日。

臺灣媽祖魚保育聯盟，2024。<https://sites.google.com/view/twsousa/>，取用日期：2024 年 3 月 4 日。

臺灣電力公司，2015，《離岸風力發電第一期計畫環境影響說明書》。臺北：環保署綜計處。

環保署綜計處，2017，〈20171211 離岸風力發電環境影響評估案件初審建議施工期水下噪音評估方法及閾值專家諮詢會議紀錄〉。環保署。<https://youtu.be/MF8lFBEhLJk?si=3YeJ2Gnf8lVnOrNI>，取用日期：4 月 8 日。

蠻野心足生態協會，2009，〈台灣白海豚的棲息環境：國際專家討論小組成果報告〉。論文發表於「中華白海豚國際保育工作會議」，臺北：社團法人台灣蠻野心足生態協會，民國 98 年 11 月 7 日。

Beck, Silke, Sheila Jasanoff, Andy Stirling, and Christine Polzin, 2021, “The governance of sociotechnical transformations to sustainability.” *Current Opinion in Environmental Sustainability* (49): 143-152.

Bowker, Geoffrey C, 2007, “Time, Money, and Biodiversity.” Pp. 107-123 in *Global Assemblages: Technology, Politics, and Ethics as Anthropological Problems*, edited by Aihwa Ong and Stephen J. Collier. Oxford: Blackwell.

Devine-Wright, Patrick, 2011, “Public engagement with large-scale renewable energy technologies: Breaking the cycle of NIMBYism.” *Wiley Interdisciplinary*

Reviews: Climate Change 2: 19-26.

Edwards, Paul, Matthew S. Mayernik, Archer L. Batcheller, Geoffrey C. Bowker, and

Christine L. Borgman, 2011, "Science friction: Data, metadata, and collaboration." *Social Studies of Science* 41 (5): 667-690.

Ezrahi, Yaron, 1990, *The descent of Icarus : Science and the transformation of contemporary democracy*. Cambridge, Mass. ; London: Harvard University Press.

—, 2012, *Imagined Democracies : Necessary political fictions*. Cambridge: Cambridge University Press.

Fournis, Yann, and Marie-José Fortin, 2016, "From social 'acceptance' to social 'acceptability' of wind energy projects: towards a territorial perspective." *Journal of Environmental Planning and Management* 601 (1): 1-21.

Hess, David, 2015, "Undone Science and Social Movements: A Review and Typology." Pp. 141-154 in *The Routledge International Handbook of Ignorance Studies*. Routledge, edited by Matthias Gross and Linsey McGoey. London: Routledge.

Hess, David, and Benjamin Sovacool, 2020, "Sociotechnical matters: Reviewing and integrating science and technology studies with energy social science." *Energy Research & Social Science* 65: 101462.

Hinchliffe, Steve, 2007, *Geographies of Nature: Societies, Environments, Ecologies*. London: Sage.

Huang, Shiang-Lin, W. L. Chang, and Leszek Karczmarski, 2014, "Population trends and vulnerability of humpback dolphins *Sousa chinensis* off the west coast of Taiwan." *Endangered Species Research* 26: 147-159.

Jasanoff, Sheila, 2004a, "The Idiom of Co-production." Pp. 1-12 in *States of Knowledge : The co-production of science and the social order*, edited by Sheila Jasanoff. London: Routledge.

- , 2004b, “Ordering Knowledge, Ordering Society,” Pp. 13-45 in *States of Knowledge : The co-production of science and the social order*, edited by Sheila Jasanoff. London: Routledge.
- , 2005, “Civic Epistemology.” Pp. 247-271 in *Designs on Nature: Science and democracy in Europe and the United States*. Princeton: Princeton University Press.
- , 2010, “A New Climate for Society.” *Theory, Culture & Society* 27 (2-3): 233-253.
- , 2012, *Science and Public Reason*. London: Routledge.
- , 2015, “Future Imperfect: Science, technology, and the imaginations of modernity.” Pp. 1-33 in *Dreamscapes of modernity : Sociotechnical imaginaries and the fabrication of power*, edited by Sheila Jasanoff and Sang-Hyun Kim. Chicago: University of Chicago Press.
- Jasanoff, Sheila, and Sang-Hyun Kim, 2009, “Containing the Atom: Sociotechnical imaginaries and nuclear power in the United States and South Korea.” *Minerva: A Review of Science, Learning and Policy* 47 (2): 119-146.
- , 2015, *Dreamscapes of modernity : Sociotechnical imaginaries and the fabrication of power*. Chicago: University of Chicago Press.
- Jasanoff, Sheila, and Hilton Simmet, 2021, “Renewing the future: Excluded imaginaries in the global energy transition.” *Energy Research & Social Science* 80 (102205).
- Jefferson, Thomas A., and Brian D. Smith, 2016, “Re-assessment of the Conservation Status of the Indo-Pacific Humpback Dolphin (*Sousa chinensis*) Using the IUCN Red List Criteria.” Pp. 1-26 in *ADVANCES IN MARINE BIOLOGY Humpback Dolphins (Sousa spp.)*, edited by Thomas A. Jefferson and Barbara E. Curry. London: Elsevier.
- Kim, Eun-Sung, and Ji-Bum Chung, 2019, “The memory of place disruption, senses,

- and local opposition to Korean wind farms.” *Energy Policy* 131: 43-52.
- Kirkegaard, Julia Kirch, Tom Cronin, Sophie Nyborg, and Peter Karnøe, 2021, “Paradigm shift in Danish wind power: the (un)sustainable transformation of a sector.” *Journal of Environmental Policy & Planning* 23 (1): 97-113.
- Lin, Hao, and Shinsuke Kawagucci, 2023, “Acoustic Twilight: A Year-long Seafloor Monitoring Unveils Phenological Patterns in the Abyssal Soundscape.” *Limnology and Oceanography Letters* 9 (1): 23-32.
- Merchant, N. D., K. M. Fristrup, M. P. Johnson, P. L. Tyack, M. J. Witt, P. Blondel, and S. E. Parks, 2015, “Measuring acoustic habitats.” *Methods in Ecology and Evolution* 6 (3): 257-265.
- Pellizzoni, Luigi, 2017, “Intensifying Embroilments: Technosciences, imaginaries and publics.” *Public Understanding of Science* 26 (2): 212-219.
- Ross, P.S. et al., 2010, “Averting the baiji syndrome: Conserving habitat for critically endangered dolphins in Eastern Taiwan Strait.” *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 20: 685-694.
- Ross, P.S. et al., 2014, “Final report to the workshop.” Paper presented at the Sustainable fisheries and the conservation of the Critically Endangered Taiwanese White Dolphin (*Sousa chinensis*) expert workshop, Tainan and Taipei (Taiwan), Eastern Taiwan Strait Sousa Technical Advisory Working Group (ETSSTAWG), April 28-May 2.
- Ross, P.S. et al., 2017, “Mitigating the Impacts of Offshore Windfarms on the Taiwanese Whhite Dolphin.” Paper presented at the Mitigating the Impacts of Offshore Windfarms on the Taiwanese Whhite Dolphin expert workshop, Taipei (Taiwan), Eastern Taiwan Strait Sousa Technical Advisory Working Group (ETSSTAWG), 17-20 April.
- Schönbauer, Sarah Maria, 2025, “Environmental Care: How Marine Scientists Relate

- to Environmental Changes.” *Minerva* 63 (1): 93-113.
- Shapin, Steven, and Simon Schaffer, 1985, *Leviathan and the Air-Pump : Hobbes, Boyle, and the experimental life*. Princeton, N.J.: Princeton University Press.
- Shavit, Ayelet, and Yael Silver, 2016, “‘To Infinity and Beyond!’: Inner Tensions in Global Knowledge Infrastructures Lead to Local and Pro-active ‘Location’ Information.” *Science & Technology Studies* 29 (4): 31-49.
- Sismondo, Sergio, 2020, “Sociotechnical imaginaries: An accidental themed issue.” *Social Studies of Science* 50 (4): 505-507.
- Solman, Helena, Mattijs Smits, Bas van Vliet, and Simon Bush, 2021, “Co-production in the wind energy sector: A systematic literature review of public engagement beyond invited stakeholder participation.” *Energy Research & Social Science* 72: 101876.
- Star, Susan Leigh, and Geoffrey C. Bowker, 2002, “How to Infrastructure.” Pp. 151-162 in *Handbook of New Media: Social Shaping and Consequences of ICTs*, edited by Leah A. Lievrouw and Sonia Livingstone. London: SAGE Publications.
- Szarka, Joseph, 2007, *Wind Power in Europe: Politics, Business and Society: Energy, Climate, and the Environment Series*. London: Palgrave Macmillan.
- Tsai, Yu-Yueh, 2024, “Indigenous DNA as a metaphor: Nation-building and scientific debates on the rediscovery of Taiwanese ancestry.” *Social Studies of Science* 54 (5): 777-802.
- United-Nations, 1992, “Rio Declaration on Environment and Development, Principle 15.” Paper presented at the United Nations Conference on Environment and Development, Rio de Janeiro, Brazil, June 3-14.
- von Wirth, T et al., 2020, *100 Social Sciences and Humanities priority research questions for renewable energy in Horizon Europe*. Cambridge: Energy-

SHIFTS.

- Wang, Chi-Mao, and Ker-Hsuan Chien, 2020, "Mapping the subaquatic animals in the Aquatocene: Offshore wind power, the materialities of the sea and animal soundscapes." *Political Geography* 83: 102285.
- Wang, John Y., Samuel K. Hung, Shih Chu Yang, Thomas A. Jefferson, and Eduardo R. Secchi, 2008, "Population differences in the pigmentation of Indo-Pacific humpback dolphins, *Sousa chinensis*, in Chinese waters" *Mammalia* 72 (4): 302-308.
- Wang, John Y., Kimberly N. Riehl, Michelle N. Klein, Shiva Javdan, Jordan M. Hoffman, Sarah Z. Dungan, Lauren E. Dares, and Claryana Araújo-Wang, 2016, "Biology and Conservation of the Taiwanese Humpback Dolphin, *Sousa chinensis taiwanensis*." *Advances in Marine Biology* 73: 91-117.
- Wang, John Y., Kimberly N. Riehl, Shih Chu Yang, and Claryana Araújo-Wang, 2017, "Unsustainable human-induced injuries to the Critically Endangered Taiwanese humpback dolphins (*Sousa chinensis taiwanensis*)." *Marine Pollution Bulletin* 116 (1): 167-174.
- Wang, John, Shih Yang, and Samuel Hung, 2015, "Diagnosability and description of a new subspecies of Indo-Pacific humpback dolphin, *Sousa chinensis* (Osbeck, 1765), from the Taiwan Strait." *Zoological Studies* 54.
- Wentland, Alexander, 2016, "Imagining and enacting the future of the German energy transition: electric vehicles as grid infrastructure." *Innovation: The European Journal of Social Science Research Policy* 29 (3): 285-302.
- Wu, Chia-Ling, 2023, *Making Multiple Babies: Anticipatory Regimes of Assisted Reproduction*. New York: Berghahn Books.
- Wolsink, Maarten, 2010, "Contested environmental policy infrastructure: Socio-political acceptance of renewable energy, water, and waste facilities."

- Environmental impact assessment review* 30 (5): 302-311.
- , 2018, “Social acceptance revisited: gaps, questionable trends, and an auspicious perspective.” *Energy research & social science* 46: 287-295.
<https://doi.org/10.1016/j.erss.2018.07.034>.
- Wynne, Brian, 1982 [2010], *Rationality and ritual : Participation and exclusion in nuclear decision-making*. London : Earthscan.
- , 1993, “Public uptake of science: a case for institutional reflexivity.” *Public Understanding of Science* 2: 321-337.
- Wynne, Brian, and Kerstin Dressel, 2001, “Cultures of uncertainty - Transboundary risks and BSE in Europe.” Pp. 121-154 in *Transboundary Risk Management*, edited by Oanne Linnerooth-Bayer, Ragnar E. Lofstedt and Gunnar Sjostedt. London: Earthscan.
- Yang, Chihyuan, Bronislaw Szerszynski, and Brian Wynne, 2018, “The Making of Power Shortage: The Sociotechnical Imaginary of Nationalist High Modernism and its Pragmatic Rationality in Electricity Planning in Taiwan.” *East Asian Science, Technology and Society* 12 (3): 1-32.