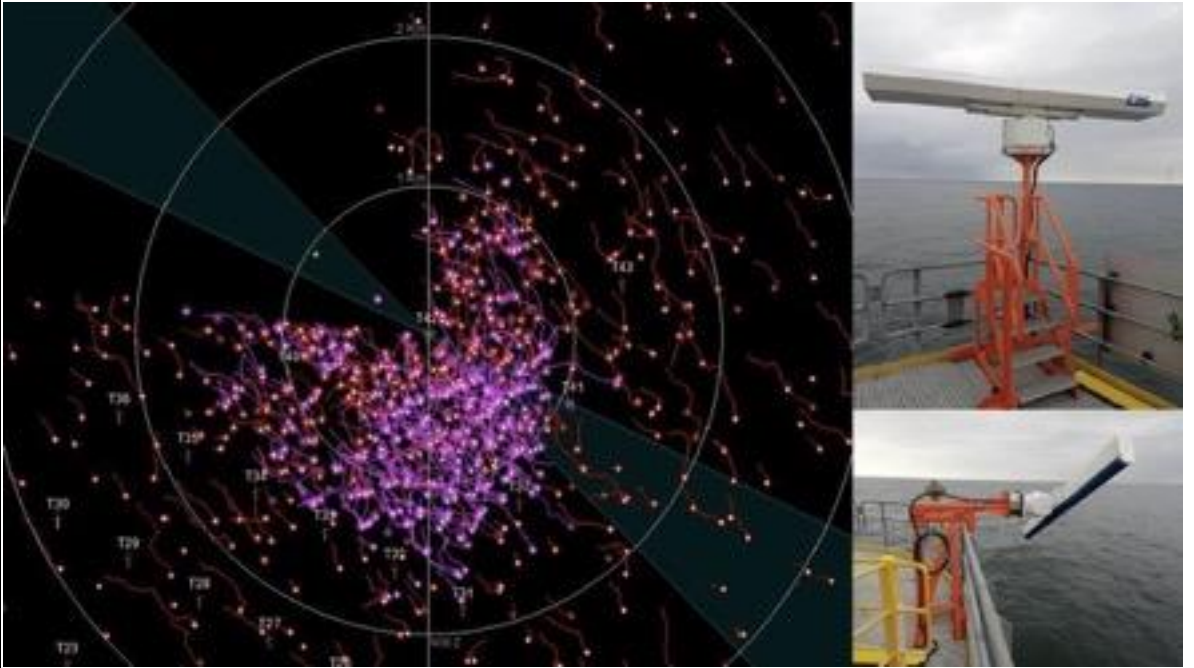


再生能源評析表

資料名稱	荷蘭北海離岸風場的生態共榮發展策略與技術		
資料時間	2021/07/16		
國別	☐ 1.國內 ☒ 2.國外：荷蘭		
能源別	☐ 1.整體再生能源 ☒ 2.個別再生能源： ☐ (1)太陽能 ☒ (2)風力 ☐ (3)生質能 ☐ (4)水力 ☐ (5)地熱 ☐ (6)海洋能 ☐ (5)其他		
領域/議題	☐ 1.設置推廣面 ☒ 2.產業發展面	☐ (1)法規政策 ☐ (2)能源統計 ☐ (3)宣導推廣 ☐ (4)國際合作 ☐ (5)市場概況 ☐ (6)能源技術 ☐ (7)產業趨勢 ☒ (8)其他	
重點摘述 (條列式)	- 離岸風場帶來之生態風險則為棲息地減少、海洋生物受干擾、水質受影響、外來物種入侵等。降低上述影響之措施包括：水下噪音降低工程、蝙蝠探測器、鳥類雷達、緊急關閉、研究生態系統影響等。 - 風機對鳥類、蝙蝠和海洋哺乳動物的直接影響包括：碰撞、棲息地喪失、屏障效應、打樁干擾；間接影響則有：對生態系統具有自下而上的連鎖效應影響。 - 降低打樁造成生態衝擊的方式：緩啟動打樁技術、在大量鳥類和蝙蝠遷徙期間停工、使用更大的風力渦輪機，生態空間較不足的地方，可使用較低聲級 (<168 分貝)的打樁機，建置較大容量的、較高的、較小帶寬的風機以減少鳥類碰撞。 - 荷蘭政府 2016 年起展開為期五年、經費 1500 萬歐元的離岸風機生態計畫(Offshore Wind Energy Ecological Program, 簡稱 Wozep)，以確保荷蘭 2030 年 11.5GW 的離岸風電目標能在「生態安全」的路上前進。 - Wozep 計畫旨在建立完善的國家離岸風場研究監測計畫，將離岸風場研究結果整合到更廣泛的國家監測計畫中，並專注於脆弱生物的保護工作。建立脆弱/受保護物種的劑量反應關係和種群預測模型，藉以檢查種群規模和受保護狀況，並與緩解措施相結合。 - 荷蘭 De Rijke Noordzee(譯:富饒的北海計畫)目標將北海做為再生能源供應場所的同時又保持自然生態的豐富。為實現此一目標，利用風場為水下自然提供的獨特條件，另外在風場中不允許進行海底干擾的活動，並透過安裝人工魚礁和放生牡蠣來加速並加強風場內的生態發展，並提供海洋生物庇護所及食物的來源。 - 提高風場生物多樣性的幾種方法： - 被動自然增強：引入硬質基材、引入不同大小的氣孔、禁漁。 - 在遠離風場基座設施的地方建造珊瑚礁。 - 生態友好的基座和沖刷保護：利用風場基礎設施創造生態友好的空間。 - 荷蘭近年在離岸風場海域監測鳥類活動的兩種科技產品，分別是稱作「Robin」的 3D 立體雷達系統，另一是稱作「WT-Bird」的感測器與攝影機結合的產品。 - 荷蘭鳥類追蹤與監測計畫，長則多年短則一年，由政府、民間公司、學術機構等在不同的目的下成立，追蹤鳥類的遷移、覓食、互動、行動模式等。		

	10. 荷蘭政府的鳥類監測追蹤計畫是一年實施6次，而且是以大面積追蹤，主要在於掌握鳥類數量、分布、及常態活動，藉此了解鳥類常態下的數量、成長、活動及死亡情形，可作為模型模擬的基準來判斷異常狀況。 11. 荷蘭將 Borssele 風電場劃分為水產養殖區、漁獵區、浮動太陽能區、自然地區、混合區。每5年評估一次，必要時進行更改，取決於哪些項目發展的較好。 12. 比鄰比利時的 Norther 風場為世界第一個結合海藻養殖生產基地的風場，其面積大於1000平方公里，Borssele 風場預計在不久之將來也效法其作法。
評析 (條列式)	1. 北海作為能源轉型中離岸風電的重要施行區域，除了需要各種潛力技術和合作模式投入外，未來海上能源之系統空間規劃將成為最大挑戰，如欲充分利用北海潛力，需加強合作與多用途規劃。 2. 海洋生態提供海洋生物進食、居住及活動的場域，海洋生物依習性可分為遷徙/移動類與定居類，定居類為主構成了小生態環境，再連同往來的移動類構成較大的生態環境，其中多半嘗試以人工魚礁營造環境親和的小生態環境，例如提供海洋植物與人工魚礁給定居類海洋生物可以棲息，如果營造成功，吸引遷徙之海洋生物覓食，達到離岸風場與海洋生物共生共榮。 3. 荷蘭在離岸風場開發時會先藉由社會徵信的方式先進行生態調查來確保風場生物多樣性的保護，這是一種對環境和社會負責的商業行為，而對於生態影響的緩解原則順序為：避免發生、影響最小化、恢復受影響的部分、抵銷已受影響的。越早期投入評估可降低成本，並且取得利害關係人的信任。 4. 一般而言，歐洲的風場多半會劃分出可允許船支進入、可允許下錨、可允許釣魚等區塊，只要不是拖網捕魚多半不會影響風場運作，且大部份漁業活動的行為是規律、可預測，例如定置型漁業，因此可以採取一些保護措施，例如以旗幟表示活動場域等，只要利益雙方協商達到共識即可。 5. 荷蘭對各種魚群、哺乳類、鳥類、蝙蝠、浮游生物皆有研究，尤其對北海的三種頂端捕食者：海豚、港豚、海豹，已發展為單獨個體監測，然相關資訊仍不夠全面，所幸歐洲國家、非營利團體、研究機構及學校單位累積不少研究能量，相互間合作密切。實際上，海洋生物多樣多元，在實驗室複製海洋環境不易，因此很難得到確切答案，因此大部分仍以減少不確定的原則下，以評估推論取得大致上的範圍值，且以最不利假設做為防範措施。 6. 荷蘭的大陸棚因為人類活動增加，例如海底縱橫交錯的能源管線(電纜、油氣管)而產生電場與磁場效果，而這些對海洋生物造成吸引、驅離、探測等行為變化。其中電場因為電纜有外膜隔絕，影響較小，但磁場的影響甚至會影響到魚類的幼嬰發育及魚群受地球磁場的導航遷徙行為。透過電磁場相關研究可了解對海洋生態的影響，同時將之反映到海纜製造與設計，可改善電磁場造成的影響。因此，建議規劃增加大陸棚的人類活動時，增加相關計畫數量，尤其是規劃將增加大量離岸風場的容量時，應先行評估相關海域電場與磁場的影響。 7. 風場在施工期間可能影響在近距離範圍內活動的哺乳類海洋生物，尤其是聽力敏感的生物，造成短暫不適，但很少發生致命情形。待風場建置完成，周圍的漁業活動停止，又有加固的海底表面等，風場不僅很快可以回復到過去的生態環境，還會因為海洋生物與魚群聚集效果有利於覓食，使得風場附近的生態因此變得更加豐富。 8. 由於離岸風場的出現，受到影響的海洋生物很多，其中數量眾多最易於監測、但最不容易瞭解的便是鳥類的行為。通常風場造成鳥類行為變化有三種原因，分別是鳥

	類碰撞、棲息地喪失、以及屏障效應，其中鳥類碰撞造成鳥類死亡與數量減少，一直是最受矚目的生態議題，甚至歐洲許多國家曾將之列為籌設許可環境影響評估的項目之一。 9. 風場相關的鳥類監測，主要還是以鳥類碰撞最多，無論碰撞造成傷亡或數量減少，在陸域風場並不難觀測或統計，但涉及離岸環境，大部分碰撞會沒入海中，追蹤統計傷亡數量便變得非常困難，因應此一需求而發展出來的監測科技產品有很多，但其中較受到業界採納的，除了人工監測與飛行物拍攝之外，雷達與攝影機是相對最經濟可靠的。最近上述兩者的技術越來越先進，無論在辨識率與功能上幾乎達到全方位，例如體積輕小的鳥類，「WT-Bird」監測下限可以達到 16 公克，而 Robin 則是監測面積達百平方公里，追蹤能力達到十公里以上，可滿足各種宏觀與微觀的監測需求。 10. 以 3D 鳥類雷達為例，現代追蹤監測技術已發展到可以掌握鳥類通量，例如設定各種監測高度、掃描區域，並利用雷達轉速快、水平垂直雙雷達涵蓋 360 度、日夜皆可視等特性。甚至可藉由評斷體積大小，參考當地鳥類出沒文獻、季節活風場，則可結合其他風機監控軟體，可以視遷徙季節鳥類數量增減即時來做為風機關閉的依據。動特徵，可輕易追查出鳥類的品種，並預測鳥群的遷移等，監測的可靠度已大幅提高。如果應用於
連結	「風電能源，生態永續- 2021 臺荷線上研討會」講者影片 https://www.dropbox.com/s/9lmusy0cz91120r/%E8%8D%B7%E8%98%AD%E8%AC%9B%E8%80%85%E9%A0%90%E9%8C%84%E5%BD%B1%E7%89%87%E9%80%A3%E7%B5%90.docx?dl=0
附件	 圖一、荷蘭北海風場所設置之人工魚礁

	 圖二、荷蘭北來風場利用雷達進行鳥類數量監控
建檔者 /機構	吳劭易/ITRI
建檔者 提交時間	2021/7/16
最後修改者 /機構	吳劭易/ITRI
最後修改者 提交時間	2021/7/16