

立法院法制局專題研究報告

編號：1772

本報告僅供委員參考

從歐盟循環經濟法制探討我國退役風機
之廢料處理問題

法制局 陳淑敏 撰

中華民國 114 年 6 月

從歐盟循環經濟法制探討我國退役風機之廢料 處理問題

目 次

摘要	
壹、 前言	1
貳、 歐盟循環經濟相關法制及趨勢	2
一、廢棄物框架指令	3
二、生態設計指令	4
三、新循環經濟行動計畫趨勢	4
參、 問題研析與建議	5
一、我國處理退役風機廢料之現況	5
二、退役風機廢料處理應順應國際趨勢	7
三、為達循環經濟永續目標，退役風機廢料處理應予法制化 ..	12
四、審慎評估風機延役之可行性與必要性，並落實公眾參與機制	17
肆、 結論	19
參考文獻	21
附錄：「從歐盟循環經濟法制探討我國退役風機之廢料處理問題」專 題研究報告（初稿）座談會紀錄及參採情形	27

摘 要

我國自民國89年開始推動風力發電開發應用，預計到119年將有高逵249座風機陸續退役，為實現風場永續循環，退役風機的廢料應該如何處理，將是綠能發展的全新挑戰。本報告爰擬研析歐盟循環經濟相關法制及各國處理退役風機廢料之趨勢，並提出相關建議，俾供本院委員問政參考。

從歐盟循環經濟法制探討我國退役風機之廢料處理問題

壹、前言

近年來我國風力發電發展快速已有具體成果，截至民國¹（下同）114年1月底，已完成7座離岸風場建置，風力機設置累計374座，併網容量為3.04 GW（GW為電量單位，即10億瓦）；陸域風機亦累積相當實績，已有408支陸域風機²。依據全球風能協會（GWEC）統計，我國離岸風電於112年設置量已名列國際第7位；又據彭博新財經（BNEF）報導，我國113年單年新增併網量達1,783MW，成為除中國外位居世界第一，臺灣已為世界民主國家離岸風電領頭羊之一³。風電是發展再生能源的要角，然而，隨著裝置屆齡，風機葉片退役與汰換問題也隨之而來，受限材質無法回收，風電廢料也將愈來愈嚴重，無疑成為發展再生能源的新課題。

陸域風機使用年限約20年，離岸風機約25年，臺灣首座陸域風機「澎湖中屯發電站」於112年已屆滿20年⁴，台灣電力公司（下稱台電）盤點，中屯風機除役後，石門、臺中港、新竹、彰化工業區及麥寮等陸域風場，約249座風機，都將於119年前陸續退役⁵。由於廢棄風機葉片係由不易回收的複合材料所製成，尤其是玻璃纖維增強

¹ 本報告有關年分之使用，原則以民國紀年表述，惟涉及外國法制或立法例部分，改採西元紀年表述。

² 葉明蘭、張光宗，芳苑與風機的距離 低頻噪音有什麼影響？環境資訊中心，114年1月23日，網址：<https://e-info.org.tw/node/240618>，最後瀏覽日期：114年3月27日。

³ 經濟部能源署/新聞澄清，推動多元綠能符合國際主流趨勢離岸風電已直接售電於企業，114年3月26日，網址：https://www.moeaea.gov.tw/ECW/populace/news/News.aspx?kind=9&menu_id=4360&news_id=34026，最後瀏覽日期：114年3月27日。

⁴ 胡華勝，〈風電垃圾變綠金，上緯破解90年來無法回收的「必要之惡」〉，《遠見》，111年4月12日，網址：<https://www.gvm.com.tw/article/88773>，最後瀏覽日期：114年3月25日。

⁵ 侯俐安、黃婉婷、游昌樺，陽光行動／風機退役潮 綠能垃圾來襲，聯合新聞網，113年12月24日，網址：<https://udn.com/news/story/124309/8444792>，最後瀏覽日期：114年4月15日。

型複材（Glass-reinforced polymer composites，GRP）⁶，此複材焚化後底渣會降低焚化爐效能，因此國內目前複材事業廢棄物主要的處理方式為掩埋，然而風機葉片尺寸大且臺灣地狹人稠，故需要更好的解決方案⁷。本報告爰擬研析歐盟循環經濟相關法制及各國處理退役風機廢料之趨勢，並提出相關建議，俾供本院委員問政參考。

貳、歐盟循環經濟相關法制及趨勢

歐盟除積極全面修正能源法與氣候法以對抗氣候變遷的嚴峻挑戰外，更大力倡導循環經濟之理念，正確引導生產者永續的生產行為、消費者永續的消費行為與廢棄物的永續管理，實質的推動達成綠色轉型與碳中和的目標。自 1970 年代起，歐盟開始重視廢棄物法（waste law）改善廢棄物管理，並逐步修正廢棄物法，以配合循環經濟（circular economy）與數位時代處理廢棄物⁸。2015 年起，積極推動循環經濟行動計畫，以期最佳化產品生命週期，藉由回收、修復、再利用產品廢棄物，創新設計及製程，更有效利用資源，減少浪費並達到節能減碳、環境保護、氣候中和與綠色新政等目標，提高經濟效率，確保歐洲永續發展⁹。歐盟將廢棄物減量以及循環利用視作推進循環經濟的重要手段，相關法制規定及計畫說明如下¹⁰：

⁶ Daisy Chuang, 2030 全球年生產 40 萬噸廢棄風機葉片，複合材料成回收難題，TechNews 科技新報，110 年 4 月 24 日，網址：<https://technews.tw/2021/04/24/recycling-glass-fibers/>，最後瀏覽日期：114 年 4 月 15 日。

⁷ 經濟部工業局，《111 年度產業循環經濟整合推動計畫國外資源循環經濟關鍵技術評估報告》，111 年 11 月，頁 17。

⁸ 陳麗娟，〈歐盟循環經濟與廢棄物處理法規新趨勢〉，《國會季刊》，第 51 卷，第 3 期，112 年 9 月，頁 1-2。

⁹ 洪德欽，〈歐盟循環經濟的建制與實踐：兼論對台灣的啟示〉，《輔仁法學》，第 64 期，111 年 12 月，頁 207、209。

¹⁰ 蔡毓華，歐盟《新循環經濟行動計畫》法制趨勢與啟示，資訊工業策進會科技法律研究所，113 年 5 月 21 日，網址：<https://stli.iii.org.tw/article-detail.aspx?no=64&tp=1&d=9198>，最後瀏覽日期：114 年 4 月 15 日。

一、廢棄物框架指令

歐盟以《廢棄物框架指令》(Waste Framework Directive)為基礎，建立廢棄物預防與管理。所稱廢棄物是指持有人丟棄、打算或被要求丟棄的任何物質或物體，並依據預防(prevention)、再利用(preparing for re-use)、回收(recycling)、其他回收(other recovery)、處置(disposal)的順序建構循環經濟策略。為了依循前述順序，歐盟明定成員國應採取能促進永續性的生產和消費模式，減少廢棄物產出，鼓勵廢棄物可透過再利用、回收制度延續生命。並導入「延伸生產者責任」(extended producer responsibility)，成員國得採取立法或非立法措施，要求在產品設計、生產過程中，充分地將資源在產品生命週期(修復、再利用等)有效利用納入考量。

針對特定類別的廢棄物管理，則另訂定規則或指令，用以補充《廢棄物框架指令》，例如：針對特定類別廢金屬、廢玻璃、廢銅，不再被視為廢棄物的標準，提出補充規則以確保相關回收物品質；又《包裝及包裝廢棄物法規》(Packaging and Packaging Waste Regulation 2025/40, PPWR)，於本(2025)年2月11日正式生效，並於2026年8月12日開始全面實施，此法規取代了先前的《包裝及包裝廢棄物指令》(Directive 94/62/EC)，新法規除將用於容納、搬運、交付或展示商品的所有產品視為包裝，並要求成員國應建立包裝廢棄物回收系統外，並對包裝提出了全面的要求，涵蓋了從設計到廢棄物管理的整個生命週期，在製造階段，企業從產品設計之時即導入循環設計。PPWR適用於所有類型的包裝及其廢棄物，無論包裝材質或其不同來源(工業、商業、家庭等)，均在其監管範圍內，法規涵蓋整體包裝生命週期的管理，設立包裝材回收、標示、延伸生產者責任、減少廢

棄物等規範¹¹。

二、生態設計指令

歐盟也透過《生態設計指令》(Ecodesign Directive) 將生態設計概念納入產品設計中，亦即在設計過程考量環境因素提出生態設計要求，進而提升產品整體生命週期的環境績效 (environmental performance)，促進產品永續發展。有關生態設計要求的建立，需要以產品生命週期各階段涉及之重要環境因素為基礎，區分為原料選擇與使用、製造、包裝運銷、安裝維護、使用、產品壽命終止。並進一步依據不同階段評估材料與能源消耗、預期污染與產出廢料、材料或能源之可再利用可能性等，確保符合生態設計要求產品能夠在歐盟市場自由流動與改善其對環境的整體影響。

《生態設計指令》僅適用於能源相關產品 (指使用過程會產生耗能之產品及其零組件)，要求針對能源相關產品建立生態設計，並規定應滿足框架所列相關要件，才能投入市場或使用，藉以改善能源效率並提升產品永續性¹²。

三、新循環經濟行動計畫趨勢

循環經濟的概念，依據聯合國工業發展組織 (United Nations Industrial Development Organization, UNIDO) 的界定，乃透過延長產品壽命及處置供應鏈的廢棄物，以更有效率地重複利用資源；國際能源署 (International Energy Agency, IEA) 則將其定義為，透過可恢復性和可再生的設計，保持產品、成分和原物料最大效用與價值，並可

¹¹ 經濟部產業發展署國際化學品政策宣導網，歐盟包裝廢棄物管理新時代！《包裝及包裝廢棄物法規》PPWR 規範全面解析，114年3月14日，網址：<https://ccd.nat.gov.tw/chemexp/content/news/NewsDetail.aspx?id=4706>，最後瀏覽日期：114年3月20日。

¹² 蔡毓華，同註10。

區分為工業循環和生物循環 2 種型態；循環經濟主要著重於有效利用有限資源及這些資源生產的產品¹³。

歐盟持續以產品生命週期為基礎，發展整體價值鏈系統性方法，朝向產品生態設計與廢棄物資源化方向發展。惟資源密集型產業對於環境所帶來的負面外部性日益嚴峻，不利循環經濟發展；又從宏觀角度觀察，對環境產生影響之產品亦非僅有能源相關產品。為建立多數產品能夠將生態設計納入考量的機制，歐盟爰透過《新循環經濟行動計畫》，就資源密集型產業所生影響，於 2023 年 7 月修訂《廢棄物框架指令》，針對紡織品資源密集型產業引入強制性的延伸生產者責任（extended producer responsibility），規範生產者營運與財務活動義務，包含類似針對紡織品製造業者收取廢棄物管理相關費用，或建立紡織品製造業者註冊清單，以加強對相關業者監督力度等，持續建構有利廢棄物減量與再利用基礎。並制定《永續產品生態設計規則》（Ecodesign for Sustainable Products Regulation, ESPR）於 2024 年 7 月 18 日生效，取代《生態設計指令 2009/125/EC》原僅就能源相關產品設定要求¹⁴，在既有的基礎上，進一步將生態設計要求拓展適用至歐盟大部分實體商品，促使產品在設計階段即將環境因素納入考量，進而形成有利循環經濟永續發展的基礎。

參、問題研析與建議

一、我國處理退役風機廢料之現況

回顧我國過去處理廢棄物之政策，經歷 38 年至 72 年「掩埋及棄

¹³ 洪德欽，同註 9，頁 207、209。

¹⁴ Ecodesign for Sustainable Products Regulation，European Commission，網址：https://commission.europa.eu/energy-climate-change-environment/standards-tools-and-labels/products-labelling-rules-and-requirements/ecodesign-sustainable-products-regulation_en，最後瀏覽日期：114 年 4 月 25 日。

置」，此期間爆發「垃圾大戰」，導致許多鄉鎮街道上堆滿未處理之垃圾；而 73 年至 80 年以「初期掩埋為主、中長期焚化為主」；直到 76 年「設置大型焚化廠」及 86 年「資源回收四合一制度」，推動廢棄物處理轉以「資源回收為主，焚化為輔及掩埋為原則」之處理政策，並於 93 年推動「垃圾強制分類及回收」及 100 年導入「永續物料管理」，為達成垃圾零廢棄之目標，自 105 年起逐漸邁向循環經濟之發展¹⁵。

我國 111 年 3 月公布「臺灣 2050 淨零排放路徑及策略總說明」，以「能源轉型」、「產業轉型」、「生活轉型」、「社會轉型」等 4 大轉型，及「科技發展」、「氣候法制」等 2 大治理基礎，制定行動計畫，並輔以 12 項關鍵戰略，落實淨零轉型目標。其中，關鍵戰略第 8 項為「轉型資源全循環，邁向零廢棄時代」，即包含風機葉片如何循環再利用；故風機葉片即屬於 10 大關鍵項目¹⁶之一。有關風機葉片短期推動工作重點（2023-2030 年）：鼓勵自主回收及開發易回收設計，規劃業者回收機制（排碳效益分析－引導業者發展可回收樹脂技術，減少廢葉片處理需求）；建立回收處理示範計畫（排碳效益分析－建立破碎、研磨及水泥窯投料再利用等參數資料）；推動產業協作機制、媒合水泥業者使用（排碳效益分析－2025 年輔導建置風機葉片破碎管道，並媒合水泥業參與；2030 年風機葉片循環回收率達 85%）。中長期推動工作（2030-2050 年）：建置風機葉片粒徑破碎研磨程序、水泥窯最適投

¹⁵ 張添晉，〈從廢棄物管理到循環經濟之回顧與展望〉，《工業污染防治》，第 150 期，109 年 11 月，頁 44。

¹⁶ 立法院第 11 屆第 1 會期社會福利及衛生環境委員會，環境部「廢棄物暫存量逐年攀升，廢棄物處理政策短中長程規劃」書面報告，113 年 6 月 6 日，頁 26。因應我國 2050 淨零排放目標，環境部提送 2050 淨零轉型「資源循環零廢棄」關鍵戰略行動計畫，於 112 年 4 月 21 日經行政院核定，優先挑選生物質、塑膠、無機材料及粒料、化學品、廢棄物能源化及生質能、紡織品、電器與電子產品、儲能及電動車用電池、太陽光電模組及風力葉片、產品數位護照等 10 個關鍵項目，分別擇 1-3 項指標並訂定短、中、長期目標。

料條件參數測試、建立纖維複材回收處理線循環產線¹⁷。

然查，設置超過 20 年的澎湖縣中屯村 8 座風力園區發電機組，因已逾使用年限，面臨多數機組停擺，台電欲進行風電更新計畫，但玻璃纖維與樹脂製成的葉片至今沒有具有商業規模的回收方式，國內目前複材事業廢棄物主要的處理方式為掩埋，這 8 座退役風機 24 支龐大的葉片汰換下來應如何處理並無對策，僅能在 113 年環境影響評估（下稱環評）承諾寫入「將視除役當時已商業化之回收技術，以不掩埋方式處理。」國內外雖陸續研發出水泥窯等高溫燃燒模式，但龐大的葉片，光是運輸就是移動的耗能裝置。有業者表示，若是應用在重達 35 噸的葉片上，光是處理一座風機 3 支葉片就要耗資新臺幣（以下同）上千萬元；若採用高溫裂解方式，燃燒不完全亦可能產生戴奧辛等污染物。由玻璃纖維與樹脂組成的葉片廢棄物處理並非新技術，主要是量體太大、不具經濟效益，然行政院淨零碳排 12 項關鍵戰略，即包含風機葉片循環再利用，複合材料回收不僅是風能行業的挑戰，也是跨部門的挑戰，主管機關爰宜儘速提出解決對策，落實回收、監管及生產者責任¹⁸。

二、退役風機廢料處理應順應國際趨勢

全球離岸風電裝置量愈來愈高，歐盟預期離岸風電裝置量能在 2030 年突破 60GW，到 2050 年達到 300GW；英國也有 2030 年 40GW 離岸風電願景目標，而美國、亞洲多國也正在大力發展離岸風電。風機葉片回收一直以來都是產業界頗為苦惱的問題，葉片由不易回收的複合材料所製成，再加上每家設計略有不同，以往多採傳統掩埋或焚燒

¹⁷ 環境部（行政院環境保護署於 112 年 5 月 24 日改制為環境部），臺灣 2050 淨零轉型「資源循環零廢棄」關鍵戰略行動計畫（核定本），112 年 4 月，頁 14、16、25。

¹⁸ 聯合報社論／風機葉片屍橫遍野，預告綠能垃圾災難，聯合新聞網，114 年 1 月 26 日，網址：<https://udn.com/news/story/7338/8515078>，最後瀏覽日期：114 年 4 月 15 日。

的處理方式，不僅占用土地資源更造成二次污染。許多團隊與企業開始著手研究葉片回收，例如：丹麥風機巨擘維斯塔斯（Vestas）在2020年1月宣布，目標在2040年研發出零廢棄物（zero-waste）風機，希望未來的風機壽命告終後，葉片還可以回收再利用；2020年12月GE再生能源也與環境解決方案服務業者威立雅北美公司（Veolia North America, VNA）簽署長期協議，回收美國陸上風機的葉片，這些葉片將送至威立雅北美在密蘇里州的工廠處理，最後投入水泥產業，葉片材質90%（重量）可以重新加工，當作煤炭、砂石和黏土等原料的替代品；丹麥離岸風電大廠沃旭能源（Ørsted）致力解決風機葉片回收難題，更提出 3R 願景，表示一旦旗下風場的風機退役，將重複使用（reuse）、回收（recycle）、再生（recover）所有的風機葉片，認為自己有責任尋找葉片回收方案，「再也不讓任何風機葉片進入垃圾場」；2021年1月風電產業界更展開「DecomBlades」計畫，參與公司包括沃旭能源（Ørsted）、LM Wind Power—a GE Renewable Energy business、維斯塔斯、西門子歌美颯（Siemens Gamesa Renewable Energy）、FLSmidth、MAKEEN Power、HJ Hansen Recycling、丹麥能源集群（ECD）、南丹麥大學（SDU）和丹麥技術大學（DTU），希望集結多家企業的知識與力量，一同為風機葉片回收找出解方與打造價值鏈¹⁹。

2019年風能提供歐盟15%的電力，歐盟的約束性目標是到2030年將可再生能源容量提高到32%，並承諾到2050年實現碳中和，強調風電在未來能源結構中的重要作用。歐盟委員會在其2050年的長期減碳戰略中估計，到2050年，僅風能就可以提供歐盟50%的電力需求。歐盟廢棄物框架指令（2008/98/EC）定義與廢棄物管理相關的基本概

¹⁹ 退役葉片不進垃圾場，沃旭能源提「3R」投入風機回收，TechNews 科技新報，110年6月8日，網址：https://itritech.itri.org.tw/blog/turbine-blades_3r/，最後瀏覽日期：114年3月6日。

念，強調增加回收利用的必要性，並強調垃圾填埋場的可用性降低。隨著風能產業的不斷發展，提供可再生能源在全球範圍內，致力於促進減少環境污染的循環經濟影響整個產品生命週期。為此，WindEurope（歐洲風能協會，代表風能行業）、Cefic（代表歐洲化學工業）及EuCIA（代表歐洲複合材料行業）已經創建一個跨部門平臺，推進方法用於風力渦輪機葉片的回收，包括技術、流程、廢物流管理、重新整合在價值鍊和物流中。目前大約85%到90%的風力渦輪機總重量可以被回收；風力渦輪機的大部分部件—基礎、塔架和機艙中的組件，已建立並實踐回收；然而，風渦輪葉片因其生產中使用複合材料回收更具挑戰性。截至2019年，全球風能領域使用了約250萬噸複合材料。WindEurope估計，到2030年，歐洲退役葉片材料總量將從目前的不到 10 萬噸增加到35萬噸²⁰。由於回收舊葉片是風能行業的重中之重，這需要物流和技術解決方案，俾利於拆卸、收集、運輸、廢物管理和價值鏈重新整合²¹。

廢棄的葉片主要能透過機械處理、熱處理或化學處理3種方式進行回收再利用，將廢棄的葉片作為製程原料、工程材料或替代燃料。雖處理成本較高，但若仍採傳統掩埋或焚燒的方式，不僅占用土地資源更造成2次污染。有鑑於此，歐洲風能協會提出3R的承諾，表示將重複使用、回收、再生所有退役的風機葉片，並呼籲至2025年應禁止在歐洲掩埋葉片，同時也禁止將其運往其他非歐洲國家丟棄，目前奧地利、芬蘭、德國及荷蘭皆已正式實施相關掩埋禁令²²。

西門子歌美颯於2022年8月1日宣布，在德國萊茵集團（RWE）所

²⁰ DecomBlades，網址：<https://decomblades.dk/>，最後瀏覽日期：114年4月15日。

²¹ 經濟部能源署再生能源資訊網，加速風機葉片之回收，111年6月30日，網址：<https://www.re.org.tw/knowledge/more.aspx?cid=201&id=4652>，最後瀏覽日期：114年3月25日。

²² 經濟部工業局，同註7，頁50。

開發之Kaskasi離岸風場中，全球第一座裝有西門子歌美颯可回收葉片（RecyclableBlades）的風機成功開始運轉，透過特殊的化學結構，讓風機葉片首次能分離即可輕鬆回收再利用。Kaskasi 離岸風場，也是首座以可回收風機葉片技術，進行商業安裝的離岸風場，這也象徵離岸風電產業步入更長遠、更永續的轉捩點。RWE的Kaskasi風場由38座SG 8.0-167 DD風機組成，將有部分機組配備西門子歌美颯 B81可回收葉片，葉片長度為81公尺。該風場位於德國北海黑爾戈蘭島（Heligoland）以北35公里處，裝置容量達342 MW，每年可為多達 40萬個德國家庭提供電力²³。目前正在英國英格蘭東北海興建中的1.4GW Sofia 離岸風場，將來100台風機有44台會是西門子歌美颯 RecyclableBlade系列。西門子歌美颯表示團隊正致力研發，提高風機的永續性，目標在2040年打造出可全回收再利用的風機²⁴。

西班牙加利西亞是該國最具風能潛力的地區之一，其風力發電容量約占全國總量的15%，許多風機已運行超過20年，技術相對落後，運行效率與環保標準不如現代設備，為推動使用更高效風電技術且更符合當前能源需求的風力渦輪機，加利西亞議會爰通過規定，自2024年1月1日起，要求所有開發商必須在風力渦輪機運行滿25年後進行更新替換，否則將面臨經營許可被吊銷的風險。然而，再生能源業界對此規定持強烈批評態度，認為這是歐洲首次出現強制性要求更新風機的政策，將帶來多方面的負面影響，包括法律的不確定性和開發成本的增加。歐洲風能協會亦表示，以往是否升級風機完全是由開發商依據經濟效益和技術需求自行決定，如因受到政府強制，將限制企業的

²³ 郭品琇，西門子歌美颯可回收葉片 於 RWE Kaskasi 風場首度運轉，WindTAIWAN，111 年 8 月 3 日，網址：<https://www.windtaiwan.com/ArticleView.aspx?ID=ART00763>，最後瀏覽日期：114 年 4 月 15 日。

²⁴ 首座可回收離岸風機葉片，已在德國外海運轉發電，TechNews 科技新報，112 年 3 月 29 日，網址：<https://today.line.me/tw/v2/article/ZaWQZ7g>，最後瀏覽日期：114 年 4 月 15 日。

自主性。西班牙風能協會（AEE）和其他行業組織則聯合聲明，新政策可能導致市場的分裂化，並引發更多法律糾紛，進一步阻礙行業發展²⁵。

西班牙因應風機葉片回收提出更多創新方案，已有廠商提出把風機葉片回收再利用，直接應用在另一個再生能源產業「太陽能」，使用退役的風機葉片中的玻璃纖維，來水平軸太陽能板的扭力梁²⁶。挪威回收公司 Gjenkraft 與歐洲能源公司 Vattenfall 及滑雪公司 EVI，透過合作，將退役的風力渦輪機改造成耐用的滑雪板。回收公司 Gjenkraft 在一份新聞稿中表示：「我們的目標是證明渦輪葉片的回收問題是可以解決的。一旦掌握了回收原材料的技術，下一步就是找到一種能吸引公眾的產品。作為一家熱愛滑雪的挪威公司，我們自然而然地決定生產滑雪板。」EVI 使用從廢棄渦輪葉片中提取的碳纖維來加固其滑雪板，使其更堅固並提高性能，回收的風力渦輪機葉片將用於挪威滑雪場²⁷。

上開各國案例提供了材料再利用、促進循環利用和啟發廢棄物管理創新方法的新方向²⁸。國際上退役風機廢料處理，均走向資源循環利用，他山之石，可以攻錯，我國自應順應國際趨勢及各國作法，以達能源轉型，永續發展目標。

²⁵ 再生能源 | 西班牙 25 年風機退役令出爐！技術升級還是重壓襲來？優分析產業數據中心，113 年 12 月 18 日，網址：<https://uanalyze.com.tw/articles/189768846>，最後瀏覽日期：114 年 3 月 6 日。

²⁶ Daisy Chuang，循環經濟新案例：風機葉片難回收？西班牙新創用來當成太陽能模組支架，今周刊，112 年 3 月 22 日，網址：<https://esg.businesstoday.com.tw/article/category/180696/post/202303220022>，最後瀏覽日期：114 年 3 月 28 日。

²⁷ 回收風機葉片變身滑雪板 挪威滑雪場新亮點，循環經濟推動辦公室，114 年 3 月 13 日，網址：<https://www.cepo.org.tw/NewsList.aspx?uid=460eac98-dfe3-45be-aa64-53dc92be2f8f>，最後瀏覽日期：114 年 3 月 28 日。

²⁸ Ashmeeta Subra, Recycled wind turbine blades to hit Norwegian ski slopes, March 13th, 2025, <https://acehub.org.au/news/recycled-wind-turbine-blades-to-hit-norwegian-ski-slopes>，最後瀏覽日期：114 年 4 月 15 日。

三、為達循環經濟永續目標，退役風機廢料處理應予法制化

我國與循環經濟推動相關之廢棄物處理、再利用規範，以《廢棄物清理法》展開。《廢棄物清理法》旨在有效清除、處理廢棄物，改善環境衛生，維護國民健康。就廢棄物的管理模式區分為一般廢棄物、事業廢棄物二類。一般廢棄物主要由中央主管機關環境部作為權責機關，並設有《一般廢棄物回收清除處理辦法》；而事業廢棄物之再利用則由不同中央目的事業主管機關各自主責，例如《交通事業廢棄物再利用管理辦法》、《科學園區事業廢棄物再利用管理辦法》、《經濟部事業廢棄物再利用管理辦法》等。

另鑑於《廢棄物清理法》立法意旨並非促進回收再利用，為節約自然資源使用，減少廢棄物產生，促進物質回收再利用，減輕環境負荷，建立資源永續利用之社會，91年7月制定公布《資源回收再利用法》並自1年後施行，該法第6條規定：「為達成資源永續利用，在可行之技術及經濟為基礎下，對於物質之使用，應優先考量減少產生廢棄物，失去原效用後應依序考量再使用，其次物質再生利用，能源回收及妥善處理。但經生命週期考量，可得最佳整體環境效益之廢棄物利用方式者，不在此限。」引導事業導向循環經濟轉型。然查，《資源回收再利用法》適用對象為再生資源，依該法第15條規定，得再生利用之再生資源項目，需要由再生資源產生事業所屬業別或屬性認定之中央目的事業主管機關公告之。如未經公告，則必須由事業檢具再生利用計畫，向中央目的事業主管機關申請核准為再生資源項目。經盤點，目前我國公告或經核准為再利用之再生資源項目者僅有《經濟部再生利用之再生資源項目及規範》公告之水淬高爐爐渣、鈦鐵礦氯化爐渣、鈷錳化合沉澱物、石材下腳料，及《行政院環境保護署再生利用之再生資源項目及管理方式》公告之鐵、銅、鋁、玻璃、

塑膠，以及《營建事業再生利用之再生資源項目及規範》公告之瀝青混凝土挖（刨）除料²⁹。

一座風力發電機分為三大部分，塔架屬於鋼材，8支總量至少47萬公斤，電力設備也含有鋼鐵、銅鋁，都能回收再利用，具備商業價值。唯有葉片，為了保有延展性，原料為樹脂與玻璃纖維，雖然無毒無害，但一旦固化成型，卻不易回收再利用。退役風機廢料究應如何處理？據環境部委託工業技術研究院研究可行方式顯示，國內外雖有開發出可回收葉片，卻尚未商業化³⁰。有專家指出，風力發電之目的事業主管機關經濟部能源署，應以法規明定風機葉片再利用處理方式，指定以對環境最無害的方式，並落實業者生產人責任，否則最後業者就會因應成本考量，甚至造成環境危害。或可比照光電向業者課予回收基金，並將制度入法，同時指定對環境最佳的處理方式。針對官方目前傾向以水泥窯方式處理，就算使用水泥窯來燒，也應計算並公布燃燒、投料比例，對水泥品質、空氣污染的影響，以及運送路途遙遠帶來的碳足跡；其次，呼籲大廠聯合自組回收工會，與良好的處理廠合作³¹。

風機葉片如何回收，至今尚無完備法令，當綠能除役、進入回收體系，透過法令始能讓回收制度更健全³²。環境部為達到資源循環零廢棄物，原擬將《廢棄物清理法》、《資源回收再利用法》合併，提出《資源循環促進法》草案，卻因各界意見眾多以致修法進度緩慢；113

²⁹ 蔡毓華，同註10。

³⁰ 侯俐安、黃婉婷、游昌樺，風機退役潮／發電20年再裝新機？澎湖居民：全村都會拚命，世界新聞網，114年1月30日，網址：https://www.worldjournal.com/wj/story/121221/8491669?from=wj_catebreaknews，最後瀏覽日期：114年3月6日。

³¹ 侯俐安，為廢風機葉片找環保出路 政府不能讓台電「假裝忘記」，聯合報，114年1月22日，網址：<https://vip.udn.com/vip/story/121940/8507121>，最後瀏覽日期：114年3月25日。

³² 侯俐安，陽光行動／看問題：別因綠能 就假裝沒環境風險，聯合新聞網，113年12月24日，網址：<https://udn.com/news/story/124309/8444805>，最後瀏覽日期：114年3月6日。

年 10 月，將修正草案之名稱更名為《循環經濟促進法》草案，新法將納入金融資金投資，推動循環經濟生態系的運作。另原計劃將《廢棄物清理法》和《資源回收再利用法》合併，現已決定分別處理維持兩個法規，將《廢棄物清理法》進行小幅修訂，並將《資源回收再利用法》轉型為《循環經濟促進法》草案³³。我國與歐盟同樣採行分散式立法，惟歐盟各方面的規範多較我國完備且嚴格，並且隨著社會變遷或技術發展而做滾動式修正，較具時效及彈性，且廢棄物管理相關措施之目標明顯較我國嚴格³⁴。主管機關允宜加速修法進度，建立完整與適當的廢棄物清理與資源回收制度，以達廢棄物減量以及資源循環利用之永續循環經濟目標。

查日本《關於促進再生能源電力使用的特別措施法》（再生可能エネルギー電気の利用の促進に関する特別措置法）³⁵明文規範再生能源發電設備之拆解等清除費用，其中第 9 條（再生可能エネルギー発電事業計画の認定）規定，再生能源發電業務計畫必須包含再生能源發電設備拆解方法以及拆解過程中產生廢棄物之清除和其他處理之相關事項，另同法第 15 條之 6 至第 15 條之 10 規定拆遷儲備費用，並將此類資金的積累用於支付實施拆除等所需之費用。爰此，有關風機葉片之回收規劃，建議或可於《再生能源發展條例》第 4 條第 4 項增訂有關回收費用收取之授權規定，並於《再生能源發電設備設置管

³³ 「循環經濟促進法」來襲，零廢棄願景指日可待！TASS2024 淨零轉型解決方案論壇，社團法人台灣永續供應協會，113 年 11 月 3 日，網址：<https://reurl.cc/W0q1v7>，最後瀏覽日期：114 年 4 月 7 日。

³⁴ 洪德欽，同註 9，頁 275-276。

³⁵ 日本《再生可能エネルギー電気の利用の促進に関する特別措置法》第 9 條規定略以，…再生可能エネルギー発電事業計画には、次に掲げる事項を記載しなければならない…当該再生可能エネルギー発電設備の解体及びその解体により生ずる廃棄物の撤去その他の処理の方法に関する事項；另第 15 條の 6 解体等積立金の積立て、第 15 條の 7 解体等積立金の額、第 15 條の 8 供給促進交付金の交付に係る解体等積立金の控除、第 15 條の 9 解体等積立金の取戻し、第 15 條の 10 認定事業者等以外の者による取戻し。

理辦法》中比照太陽能光電模組設置者，將風機發電設備設置者納入管理³⁶。

次查，歐盟《廢電子電器設備指令》(Directive 2012/19/EU, Waste from Electrical and Electronic Equipment)，係透過延伸生產者責任之方式，要求生產者基於環境友善設計並製造產品，並對產品生命週期作通盤考量，提高資源再利用比例，要求生產者必須為廢電子電器設備之收集、處理、回收提供資金等³⁷。而我國《廢棄物清理法》第 15 條、第 16 條即為延伸生產者責任之基本原則與適法基礎，其要求「製造者」或「輸入者」應負擔經公告應回收「一般廢棄物」之回收、清除、處理責任³⁸；《資源回收再利用法》第 11 條定有「經公告指定之業者」，應回收再生資源、產品標示使用之材質及再生資源比例、標示分類回收標誌，以促進再生資源之回收再利用。惟查，上開生產者責任規範僅限於「一般廢棄物」、「經公告指定業者」，發展再生能源既已為我國重點推動目標，相關風機葉片之回收等規定，仍應回歸於《廢棄物清理法》及《資源回收再利用法》規範為宜³⁹，爰建議研議修正《廢棄物清理法》第 15 條製造者延伸責任之適用對象及公告應回收物之範圍，將其非限於一般廢棄物；或將製造或輸入風機葉片業者列為《資源回收再利用法》第 11 條之指定業者，以避免風機葉片年限到期，業者脫逸回收責任之窘境。另對於已退役或待退役之現行

³⁶ 林淑靜，《風機葉片回收相關法制問題研析（編號：R02316）》，臺北市：立法院法制局，112 年 12 月，頁 3。

³⁷ Directive 2012/19/EU Article 4、Article 5、Article 8a (3)、Article 8a (4) (a)、(b)。

³⁸ 波特曼，付錢做環保？—製造者延伸責任在台灣，環境資訊中心，94 年 7 月 22 日，網址：<https://reurl.cc/EVVxrk>，最後瀏覽日期：114 年 4 月 28 日。

³⁹ 廖宗聖，廖宗聖觀點：綠能與環保如何雙贏？風傳媒，109 年 9 月 3 日，網址：<https://www.storm.mg/article/2995197>，最後瀏覽日期：114 年 4 月 28 日。目前已訂定之太陽能板回收機制，就長遠而言，為了讓太陽能板「製造業者」及「進口業者」這些「最有能力者」來承擔回收再利用責任，並真正落實循環經濟概念及原則，學者建議應將目前之太陽能板回收處理機制回歸改由《廢棄物清理法》規範。

風機葉片，為避免法規溯及既往違反法治國家原則，宜有妥善的處理規定，自不待言。

又，由於環保意識高漲，環境犯罪成為國際社會愈來愈受到重視的議題，環境犯罪對全球環境、人類健康與經濟造成重大的損害。環境犯罪是僅次於毒品交易、人口販運、偽造仿冒，全球第四大的犯罪活動。國際社會逐漸發展出許多環境保護的規則與標準，環境治理成為一個重要的全球議題。歐盟也陸續公布一些重要的方法擬定環境保護的最低標準，作為環境保護的重要法律依據，以供其會員國遵循，授權其會員國裁量以刑法，致力於環境保護而逐漸成為全球的趨勢。刑法是歐盟保護及改善環境廣泛策略的一部分，2001 年歐盟執委會提出以刑法保護環境指令草案；2008 年公布第 99 號歐盟環境刑法指令，立法目標為確保最低整合全體會員國的刑法制度，處理在歐盟境內違反環境法的犯罪行為；2023 年 11 月 16 日達成立法共識修正歐盟環境刑法指令，重新定義環境犯罪行為清單和相關的制裁，提高有期徒刑的刑度至 10 年以下與對企業罰金提高至營業額的 5%，並且雙倍提高犯罪行為至 18 種，包括進口破壞環境的物種、非法消耗水資源及船舶造成的污染等。歐盟環境刑法指令的立法宗旨為以刑法的制裁規定補充現行的行政罰，以加強環境保護的法規遵循，相較於行政罰與民法的賠償機制，刑法有更強的執行效力。惟執委會在環境施行檢討也強調仍有很大的施行挑戰，尤其是水污染、貧窮城市的空氣污染、令人不滿意的廢棄物處理、物種和棲息地的減少……，因此，有必要落實環境遵循保證。

我國退役風機廢料處理法制化之同時，上開歐盟環境刑法的新趨

勢，亦可作為我國加強打擊環境犯罪及善盡保護環境責任的參考借鑑⁴⁰。

四、審慎評估風機延役之可行性與必要性，並落實公眾參與機制

風機的標準壽命約為 20 年至 25 年，部分風機透過延長壽命可達到 35 年。隨著風機裝置屆齡，風機葉片退役與汰換問題也隨之而來，台電、民間風電業者都盼「以時間換取空間」，希望風機延役 5 年至 10 年，等到葉片回收技術成熟再退場，但在地居民卻難以接受，因風機的噪音及安全問題，在世界各國早已引起許多公民團體與政府的關注。

歐美許多國家目前都有正式的法規規範風機與民宅之最小安全距離，訂定風機設置距離規範，綠能才能永續發展。我國因考量風機基座中心與最近建築物邊界之直線距離 250 公尺以外，仍對於周邊住戶可能有低頻噪音、眩影等影響疑慮⁴¹，並參考歐盟 2018 年 JRC TECHNICAL REPORTS 研究指出「距離風機 500 公尺處產生音量可降至約 45dB」，業於 112 年 3 月 22 日修正開發行為應實施環境影響評估細目及範圍認定標準第 29 條第 1 項第 6 款第 4 目，將過去風機距離民宅 250 公尺應實施環評，修正加嚴為 500 公尺以下即應實

⁴⁰ 陳麗娟，〈歐盟環境刑法現況與發展趨勢〉，《國會季刊》，第 52 卷第 3 期，113 年 9 月，頁 37、39-41、52、54。2008 年第 99 號歐盟環境刑法指令是歐盟規範環境犯罪的主要法規，並於 2008 年 12 月 26 日生效施行，共有 10 個條文與 2 個附件；全體會員國必須在 2010 年 12 月前完成轉換立法。歐盟會員國主要以 4 種方式轉換立法歐盟環境刑法指令：(一) 轉換立法至刑法；(二) 轉換立法為環境特別法；(三) 採混合方式轉換立法為刑法和特別領域的法規；(四) 公布特別法。

⁴¹ 邱俊祥等，為瞭解臺灣風機產生的低頻噪音 (LFN)，及暴露於低頻噪音下的居民「心率變異性」(HRV) 的影響，中央研究院環境變遷研究中心進行研究-風力渦輪機低頻雜訊對健康個體心率變異性的影響。證實風機低頻噪音的確對心率變異性產生不良影響，該研究已於 2021 年 9 月 8 日發表於科學期刊《Nature portfolio》。在研究報告中指出心率變異性是自律神經系統活動的指標，過往研究發現，暴露於風機的低頻噪音會引起頭痛、難以集中注意力、易怒、疲勞、頭暈、耳鳴、耳痛、睡眠障礙和煩躁，可能增加癲癇、心血管影響和冠心病的風險。為了保障公眾健康，研究建議政府制定法規，規定風力渦輪機與住宅之間的必要距離，風力渦輪機附近的房屋應配備密封的隔音窗戶，居住在風力渦輪機附近的居民應大部分時間關閉窗戶，以減少 LFN 的傳輸。網址：<https://www.nature.com/articles/s41598-021-97107-8>，最後瀏覽日期：114 年 3 月 27 日。

施環評。惟有環團指出，風機環評通過機率超過九成，而且陸域風機越做越大支，500 公尺遠遠不夠⁴²。

我國現行風機營運通常以 20 年當作基準點，屆時風場有三條思考路徑：一、是除役，塔架風機全拆除撤出；二、則是中屯風力發電站與石門風力發電站等地，能源公司想要持續利用在地風場，拆掉老舊之後，更新機組提升發電容量至少兩倍以上，但大多需要再經過環評；三、則是延役，包括觀園、恆春、大潭等 25 座風機，除非是風機鏽蝕、老舊，不得不拆，若風機結構強度合適，將採以延役方式延長風機使用年限，選擇延役持續營運 5 年到 10 年，優點是只要經濟部能源署許可，就能沿用當時規定。因延役的審查時程，也比更新縮短 1 年至 2 年，自然成為風電商的優先選擇。台電表示，日前有透過研究案，擬定延役應考量因素，包含航高限制、居民抗爭、結構強度等，至於是否延役，台電將會自行評估。然有專家表示，現行延役審查機制並不嚴謹完備，除了並未要求重做環評、環差等審查，且由誰來審查、可核准延役多久，皆無明確之規範，現行核電廠延役必須符合機組可用、重新環評及社會溝通三要件，風電能源延役也應如此，應先確保設備品質無虞、查核機制（重新環評；至少應做簡單、小規模的環境生態檢核）、當地民眾同意⁴³，並研議有效消弭退役風機廢料之爭議。

有研究指出：隨著各國風力發電容量的增加，民眾針對風機選址的反對聲浪也逐漸加強，但反風機團體反對的並非再生能源本身，而是未充分考量地方民眾意見與地方環境衝擊的選址過程。因此，風電

⁴² 葉明蘭、張光宗，同註 2。

⁴³ 游昌樺、侯俐安、黃婉婷，綠電垃圾風暴未解 各地風場延役之戰再起，聯合新聞網，113 年 12 月 25 日，網址：<https://udn.com/news/story/124309/8447451>，最後瀏覽日期：114 年 4 月 15 日。

業者若能在規劃早期階段便納入公眾參與機制，則會有效增進民眾對離岸風機的接受度……，可見民眾之意見及參與是相當重要的關鍵所在，決策過程應重視相關利害關係人之意見，提供在地民眾有管道充分表達意見，且業者須確切地回應在地之意見⁴⁴，落實「奧爾胡斯公約」(Aarhus Convention)三大支柱—資訊公開、人民參與和司法救濟 (right to be informed, to be involved in decision-making and to have access to justice)，強調民眾在環境決策的知情權、參與權及訴訟權⁴⁵，才能真正落實永續發展的 ESG⁴⁶。

綜上所論，主管機關應審慎評估現行延役審查機制是否明確？延役若僅由台電自行評估是否適當？若決定延役，恐跟當地居民期待再度出現巨大落差，如何化解居民疑慮應為考量之重要因素；爰建議業者必須就民眾疑慮做更詳盡評估與對應措施，以完善風機延役之可行性。

肆、結論

歐盟等先進國家的廢棄物清理政策已紛紛調整擴大管理領域，由單純之廢棄物清理走向兼顧資源節用、分類回收及再利用之綜合管理方式，期藉由管理思維改變，循環經濟重點不在於回收，應朝源頭減量、廢棄物處理最小化與資源最大化邁進；以資源循環零廢棄為政策目標，符合我國2050淨零轉型所規劃之方向。為接軌國際，本報告提出以下建議：國內目前複材事業廢棄物主要的處理方式為掩埋，並非

⁴⁴ 呂欣怡、劉如意，〈離岸風力發電設置過程的社會爭議與化解機制〉，收錄於《【能】怎麼轉：啟動臺灣能源轉型鑰匙》，國立臺灣大學社會科學院，106年，頁173。

⁴⁵ 國家人權委員會，沿著人權，走向淨零！國家人權委員會以奧爾胡斯公約精神關切氣候變遷的人權議題，113年11月20日，網址：https://nhrc.cy.gov.tw/News_Content.aspx?n=9772&s=7231，最後瀏覽日期：114年5月20日。

⁴⁶ 作為企業永續發展的關鍵指標，ESG分別代表環境保護 (Environmental)、社會責任 (Social) 和公司治理 (Governance) 3個解析企業的永續維度，依據這些面向評鑑一家企業永續經營及風險管控的能力。

上策，若採用高溫裂解方式，燃燒不完全亦可能產生戴奧辛等污染物；退役風機廢料處理應順應國際趨勢，朝向資源再利用、促進循環經濟和啟發廢棄物管理創新的新方向；為達循環經濟永續目標，退役風機廢料處理應予法制化；審慎評估風機延役之可行性與必要性，並落實公眾參與機制，以供委員問政之參考。

參考文獻

一、政府出版品

- 1、立法院第 11 屆第 1 會期社會福利及衛生環境委員會，環境部「廢棄物暫存量逐年攀升，廢棄物處理政策短中長程規劃」書面報告，113 年 6 月 6 日。
- 2、經濟部工業局，《111 年度產業循環經濟整合推動計畫國外資源循環經濟關鍵技術評估報告》，111 年 11 月。
- 3、環境部（行政院環境保護署於 112 年 5 月 24 日改制為環境部），臺灣 2050 淨零轉型「資源循環零廢棄」關鍵戰略行動計畫（核定本），112 年 4 月。

二、書籍

- 1、呂欣怡、劉如意，〈離岸風力發電設置過程的社會爭議與化解機制〉，收錄於《【能】怎麼轉：啟動臺灣能源轉型鑰匙》，國立臺灣大學社會科學院，106 年。

三、期刊論文

- 1、林淑靜，《風機葉片回收相關法制問題研析（編號：R02316）》，臺北市：立法院法制局，112 年 12 月。
- 2、胡華勝，〈風電垃圾變綠金，上緯破解 90 年來無法回收的「必要之惡」〉，《遠見》，111 年 4 月 12 日，網址：<https://www.gvm.com.tw/article/119810>，最後瀏覽日期：114 年 3 月 25 日。
- 3、洪德欽，〈歐盟循環經濟的建制與實踐：兼論對台灣的啟示〉，《輔仁法學》，第 64 期，111 年 12 月，頁 205-294。

- 4、陳麗娟，〈歐盟循環經濟與廢棄物處理法規新趨勢〉，《國會季刊》，第 51 卷第 3 期，112 年 9 月，頁 1-33。
- 5、陳麗娟，〈歐盟環境刑法現況與發展趨勢〉，《國會季刊》，第 52 卷第 3 期，113 年 9 月，頁 37-57。
- 6、張添晉，〈從廢棄物管理到循環經濟之回顧與展望〉，《工業污染防治》，第 150 期，109 年 11 月，頁 44-55。

四、網路資源

- 1、再生能源 | 西班牙 25 年風機退役令出爐！技術升級還是重壓襲來？優分析產業數據中心，113 年 12 月 18 日，網址：<https://uanalyze.com.tw/articles/189768846>，最後瀏覽日期：114 年 3 月 6 日。
- 2、回收風機葉片變身滑雪板 挪威滑雪場新亮點，循環經濟推動辦公室，114 年 3 月 13 日，網址：<https://www.cepo.org.tw/NewsList.aspx?uid=460eac98-dfe3-45be-aa64-53dc92be2f8f>，最後瀏覽日期：114 年 3 月 28 日。
- 3、邱俊祥等，為瞭解臺灣風機產生的低頻噪音（LFN），及暴露於低頻噪音下的居民「心率變異性」（HRV）的影響，中央研究院環境變遷研究中心進行研究－風力渦輪機低頻雜訊對健康個體心率變異性的影響，該研究已於 2021 年 9 月 8 日發表於科學期刊《Nature portfolio》。網址：<https://www.nature.com/articles/s41598-021-97107-8>，最後瀏覽日期：114 年 3 月 27 日。
- 4、波特曼，付錢做環保？—製造者延伸責任在台灣，環境資訊中心，94 年 7 月 22 日，網址：<https://reurl.cc/EVVxrk>，最後瀏覽日期：

114 年 4 月 28 日。

- 5、首座可回收離岸風機葉片，已在德國外海運轉發電，TechNews 科技新報，112 年 3 月 29 日，網址：<https://today.line.me/tw/v2/article/ZaWQZ7g>，最後瀏覽日期：114 年 4 月 15 日。
- 6、侯俐安、黃婉婷、游昌樺，風機退役潮／發電 20 年再裝新機？澎湖居民：全村都會拚命，世界新聞網，114 年 1 月 30 日，網址：https://www.worldjournal.com/wj/story/121221/8491669?from=wj_catebreaknews，最後瀏覽日期：114 年 3 月 6 日。
- 7、侯俐安、黃婉婷、游昌樺，陽光行動／風機退役潮 綠能垃圾來襲，聯合新聞網，113 年 12 月 24 日，網址：<https://udn.com/news/story/124309/8444792>，最後瀏覽日期：114 年 4 月 15 日。
- 8、侯俐安，為廢風機葉片找環保出路 政府不能讓台電「假裝忘記」，聯合報，114 年 1 月 22 日，網址：<https://vip.udn.com/vip/story/121940/8507121>，最後瀏覽日期：114 年 3 月 25 日。
- 9、侯俐安，陽光行動／看問題：別因綠能 就假裝沒環境風險，聯合新聞網，113 年 12 月 24 日，網址：<https://udn.com/news/story/124309/8444805>，最後瀏覽日期：114 年 3 月 6 日。
- 10、退役葉片不進垃圾場，沃旭能源提「3R」投入風機回收，TechNews 科技新報，110 年 6 月 8 日，網址：https://itritech.itri.org.tw/blog/turbine-blades_3r/，最後瀏覽日期：

114 年 3 月 6 日。

- 11、國家人權委員會，沿著人權，走向淨零！國家人權委員會以奧爾胡斯公約精神關切氣候變遷的人權議題，113 年 11 月 20 日，網址：https://nhrc.cy.gov.tw/News_Content.aspx?n=9772&s=7231，最後瀏覽日期：114 年 5 月 20 日。
- 12、郭品琇，西門子歌美颯可回收葉片 於 RWE Kaskasi 風場首度運轉，WindTAIWAN，111 年 8 月 3 日，網址：<https://www.windtaiwan.com/ArticleView.aspx?ID=ART00763>，最後瀏覽日期：114 年 4 月 15 日。
- 13、游昌樺、侯俐安、黃婉婷，綠電垃圾風暴未解 各地風場延役之戰再起，聯合新聞網，113 年 12 月 25 日，網址：<https://udn.com/news/story/124309/8447451>，最後瀏覽日期：114 年 4 月 15 日。
- 14、「循環經濟促進法」來襲，零廢棄願景指日可待！TASS2024 淨零轉型解決方案論壇，社團法人台灣永續供應協會，113 年 11 月 3 日，網址：<https://reurl.cc/W0q1v7>，最後瀏覽日期：114 年 4 月 7 日。
- 15、經濟部能源署再生能源資訊網，加速風機葉片之回收，111 年 6 月 30 日，網址：<https://www.re.org.tw/knowledge/more.aspx?cid=201&id=4652>，最後瀏覽日期：114 年 3 月 25 日。
- 16、經濟部能源署/新聞澄清，推動多元綠能符合國際主流趨勢離岸風電已直接售電於企業，114 年 3 月 26 日，網址：<https://www.moeaea.gov.tw/ECW/populace/news/News.aspx?kind=>

9&menu_id=4360&news_id=34026，最後瀏覽日期：114年3月27日。

17、經濟部產業發展署國際化學品政策宣導網，歐盟包裝廢棄物管理新時代！《包裝及包裝廢棄物法規》PPWR 規範全面解析，114年3月14日，網址：

<https://ccd.nat.gov.tw/chemexp/content/news/NewsDetail.aspx?id=4706>，最後瀏覽日期：114年3月20日。

18、葉明蘭、張光宗，芳苑與風機的距離 低頻噪音有什麼影響？環境資訊中心，114年1月23日，網址：
<https://e-info.org.tw/node/240618>，最後瀏覽日期：114年3月27日。

19、廖宗聖，廖宗聖觀點：綠能與環保如何雙贏？風傳媒，109年9月3日，網址：<https://www.storm.mg/article/2995197>，最後瀏覽日期：114年4月28日。

20、蔡毓華，歐盟《新循環經濟行動計畫》法制趨勢與啟示，資訊工業策進會科技法律研究所，113年5月21日，網址：
<https://stli.iii.org.tw/article-detail.aspx?no=64&tp=1&d=9198>，最後瀏覽日期：114年4月15日。

21、聯合報社論／風機葉片屍橫遍野，預告綠能垃圾災難，聯合新聞網，114年1月26日，網址：
<https://udn.com/news/story/7338/8515078>，最後瀏覽日期：114年4月15日。

22、Daisy Chuang，循環經濟新案例：風機葉片難回收？西班牙新創用來當成太陽能模組支架，今周刊，112年3月22日，網址：

<https://esg.businessstoday.com.tw/article/category/180696/post/202303220022>，最後瀏覽日期：114 年 3 月 28 日。

- 23、Daisy Chuang，2030 全球年生產 40 萬噸廢棄風機葉片，複合材料成回收難題，TechNews 科技新報，110 年 4 月 24 日，網址：<https://technews.tw/2021/04/24/recycling-glass-fibers/>，最後瀏覽日期：114 年 4 月 15 日。
- 24、Ashmeeta Subra, Recycled wind turbine blades to hit Norwegian ski slopes, March 13th, 2025，網址：<https://acehub.org.au/news/recycled-wind-turbine-blades-to-hit-norwegian-ski-slopes>，最後瀏覽日期：114 年 4 月 15 日。
- 25、DecomBlades，網址：<https://decomblades.dk/>，最後瀏覽日期：114 年 4 月 15 日。
- 26、Ecodesign for Sustainable Products Regulation，European Commission，網址：https://commission.europa.eu/energy-climate-change-environment/standards-tools-and-labels/products-labelling-rules-and-requirements/ecodesign-sustainable-products-regulation_en，最後瀏覽日期：114 年 4 月 25 日。

附錄：「從歐盟循環經濟法制探討我國退役風機之廢料處理問題」
專題研究報告（初稿）座談會紀錄及參採情形

時間：114 年 5 月 9 日（星期五）上午 10 時

地點：立法院法制局 305 會議室

主席：莊組長弘仔

紀錄：陳淑敏

參加人員：

一、學者專家

淡江大學外交與國際關係學系 陳教授麗娟

二、經濟部

能源署 科長 黃韋智

專員 吳奉修

產業發展署 技士 吳多翔

三、本局出席人員

黃副研究員嘉文

陳副研究員育靖

林助理研究員淑靜

發言要點：

淡江大學外交與國際關係學系陳教授麗娟：

永續發展目標（Sustainable Development Goals, SDGs）包含了 17 個項目，涵蓋不同面向，因此為能真正做到巴黎氣候協定的氣候中和目標，建議我國亦應參考歐盟循環經濟法制的各項具體措施，尤其是

應針對六大環境目標（減緩氣候變遷、調整氣候變遷、水與海洋資源、生物多樣性與生態系統、循環經濟、污染防治）納入生命週期中，才能達成永續生產及永續消費之目標。循環經濟是一個重要的做法，不僅是對抗氣候變遷，而且也是永續發展的重要方法，在企業 ESG 報告中，循環經濟也是環境保護的一個重大目標，特別是 3R 原則（Reduce, Recycle and Reuse）已經成為歐盟循環經濟法的重要原則。以下針對專題研究報告分享管見：

一、風機葉片廢棄物該如何處理

本報告結論已經清楚地闡述研究發現，循環經濟重點不在於回收，更重要的是思考在產品設計時應如何減少產生廢棄物、使用更環保和再利用回收的材料。對於現階段退役風機的廢料處理，20 多年前的技術導致這些退役風機葉片無法回收，對於這些葉片廢棄物多採取掩埋方法，但掩埋方法又會因為材質無法降解而污染土地，造成生態環境的破壞。

對於這些 20 多年前的風機葉片廢棄物建議應特別規定，妥善處理這些風機葉片廢棄物，畢竟廢棄物清理法第 15 條「製造者延伸責任」並未明確規範風機廢片，為避免溯及既往違反法治國家原則，因此對於已經退役的風機葉片宜有一個特別的例外規定。

對於新一代的風機葉片宜儘速增訂及修法，一方面要求風機葉片製造者及進口商的「延伸責任」；另一方面，應思考要求製造者應使用回收物質的比例，加強循環經濟的 3R 原則。

由於臺灣地小人稠的特性，環境評估與風機所在附近居民的生態環境考量，未來在立法時應更嚴格考量生態系統的破壞，尤其是風機運轉所產生的噪音及安全問題，對 20 多年前第一批應該退役的風機就應該退役不再使用，不應該延展退役期限，適當的考量在地居民的

生活安全，才能真正落實 ESG 的永續目標。Aarhus 公約落實里約宣言第 10 項環保議題的公共參與原則，公共參與的三大支柱為公民參與決策過程、政府資訊公開與司法救濟，「環境權」也是一項「基本人權」，為落實基本人權與永續生態環境，公共參與是處理環境議題的重要策略。

二、廢棄物管理已經成為永續的一個重要議題

未來在修正「廢棄物清理法」及「資源回收再利用法」時，建議參酌歐盟的廢棄物架構指令第 4 條規定廢棄物層級 (waste hierarchy) 的概念。管理廢棄物的層級為預防、再使用、回收、其他的再利用 (例如能源利用)、清理。

歐盟要求會員國應建立包裝廢棄物回收系統外，並對包裝提出了全面的要求，涵蓋了從設計到廢棄物管理的整個生命週期，在製造階段，企業從一開始設計產品時即導入循環設計。2025 年第 40 號包裝及包裝廢棄物規章適用於所有類型的包裝及其廢棄物，無論包裝材質或其不同來源 (工業、商業、家庭等)，均在其監管範圍內，法規涵蓋整體包裝生命週期的管理，設立包裝材回收、標示、延伸生產者責任、減少廢棄物等規範。

三、產品的永續設計

產品設計過程考量環境因素提出生態設計要求，進而提升產品整體生命週期的環境績效 (environmental performance)，促進產品永續發展。以歐盟為例，對特定產品規定生態設計要件，以期改善產品的循環性、能源績效與提供資訊給消費者。未來我國亦應參考歐盟的做法，在整個產品的開發階段就應考慮永續要件，從構思產品開始到產品設計階段，特別是產品的執行要件，包括產品的耐久性、再利用性、回收性與可修復性、禁止使用抑制循環的物質、使用回收含量等。

四、綜合建議

本報告指出：環境部為達到資源循環零廢棄物，原擬將《廢棄物清理法》、《資源回收再利用法》合併，提出《資源循環促進法》草案，卻因各界意見眾多以致修法進度緩慢；113 年 10 月，將修正草案之名稱更名為《循環經濟促進法》草案，新法將納入金融資金投資，推動循環經濟生態系的運作。但目前決定分別處理維持兩個法規，將《廢棄物清理法》進行小幅修訂，並將《資源回收再利用法》轉型為《循環經濟促進法》草案。

由於歐盟的立法程序非常的嚴謹，建立完整與適當的廢棄物清理與資源回收制度，目標為廢棄物減量與資源循環利用之永續循環經濟。建議未來立法應採行歐盟的做法，建立一套以永續循環經濟為目標的廢棄物管理法，同時應該要加強企業承擔環境績效責任。作者已經收集了很好的案例，的確我們也應該效法歐盟的循環經濟 3R 原則，建議應廣納材料科學相關科系的寶貴意見，將這些退役風機廢料有效回收再利用。

本報告在最後建議，環境犯罪成為國際社會愈來愈受到重視的議題，環境犯罪對全球環境、人類健康與經濟造成重大的損害。環境治理成為一個重要的全球議題。歐盟在 2023 年修訂環境刑法指令，以刑法的制裁規定補充現行的行政罰，以加強環境保護的法規遵循，相較於行政罰與民法的賠償機制，刑法有更強的執行效力，可作為我國加強打擊環境犯罪及善盡保護環境責任的參考借鑑。

總而言之，研究報告提出非常好的建議：「國內目前複材事業廢棄物主要的處理方式為掩埋，並非上策，若採用高溫裂解方式，燃燒不完全亦可能產生戴奧辛等污染物；退役風機廢料處理應順應國際趨勢，朝向資源再利用、促進循環經濟和啟發廢棄物管理創新的新方

向；為達循環經濟永續目標，退役風機廢料處理應予法制化；審慎評估風機延役之可行性與必要性，並落實公眾參與機制」。

建議未來在立法或修法的過程中，應全面檢討相關的環境法規，轉型再生能源、降低溫室氣體排放、2025 年的氣候中和目標已經是全球氣候行動的終極目標，即便川普總統在就職演說揚言退出巴黎氣候協定，然而歐盟執委會主席 Ursula von der Leyen 連任後在 2024-2029 政策方針已經明確的宣示在原來的「歐洲綠色政綱」基礎上，致力於「清潔工業政綱」的生產方式，能源轉型使用綠電是現階段歐盟的主要氣候行動目標。風電是臺灣重要的再生能源之一，臺灣企業在全球供應鏈中扮演著舉足輕重的角色，如何降低碳足跡及生產低碳產品，已經是臺灣企業要面臨國際競爭的重要課題，因此除了要修法要求風電相關產品製造商遵循循環經濟 3R 原則致力於永續生產外，還應該要落實 Aarhus 公約公民參與原則，才能真正落實永續發展的 ESG。

參採情形：

- 一、第一點意見，已參採並酌予補充針對 20 多年前已設置的風機葉片廢棄物，應有特別處理規定。
- 二、第二點至第四點意見，係贊同本報告援引歐盟法制之修法方向。

經濟部能源署黃科長韋智：

- 一、能源署近年與歐洲國家就風力發電設備之循環回收及利用議題進行交流，並與環境部共同研商，如環境部近期刻正規劃葉片回收相關作法及規定，經濟部亦與環境部共同討論並提供相關技術面意見。
- 二、風力發電案場規模多屬第一型再生能源發電設備，太陽光電案場

規模則多為第三型再生能源發電設備，第一型風電自籌設至商轉營運，其電業監管機制及強度較為嚴格，太陽光電建立模組回收基金亦有當時法規環境及特性等因素，爰有關報告所提風電葉片比照光電模組設置回收資金一節或可再行考量適用性，風電部分建議可由環境主管機關訂定整體回收利用機制及規定，並由目的事業主管機關監督風電業者應依相關規定辦理。

三、本案報告之資料及分析十分全面，將納入後續相關政策規劃之參考。

參採情形：

- 一、第一點至及第三點意見，對本報告並無具體指摘，錄供參考。
- 二、第二點意見，有關各主管機關之權責，要非本報告探討之內容。

經濟部產業發展署吳技士多翔：

環境部目前針對《廢棄物清理法》及《資源回收再利用法》等兩法刻正修法中，建議環境部可將退役風機廢料項目納入考量，以利後續政策推動及運作管理。

參採情形：

對本報告並無具體指摘，錄供參考。

黃副研究員嘉文：

- 一、本篇報告綜整歐盟循環經濟相關法制及趨勢，藉以比較及建議我國現行法令對於退役風機廢料處理現況，不管是法令依據及相關作法都清楚完整呈現，非常具有參考價值。
- 二、依環境部今（114）年3月4日發布之新聞稿（網址：<https://enews.moenv.gov.tw/Page/3B3C62C78849F32F/1e46facd-f909-4c74-bd5e-e30cfa143176>），國內對於廢風機葉片已有發展建置資源循環技術與管道，目前已規劃以水泥窯進行低碳水泥資

源化處理，廢葉片做為水泥替代原（燃）料，與細破碎葉片可作為建材或塑膠添加品等資源化去化管道，並已於 112 年完成實廠試驗，113 年輔導媒合案場排出 30 公噸廢風機葉片，完成資源化去化處理，表示國內應有能力進行廢風機葉片的處理，建議主管機關應嚴格督促及要求業者加速這些廢棄物的後續回收處置，以避免形成另一種垃圾問題。

三、另新聞稿也提及將持續綜合評估風機葉片納為產業責任物之可行性，落實風機葉片以資源循環模式去化的目標，與本報告所提「生產者延伸責任」的概念相同，建議主管機關應將這點納入相關法規中，並落實 3R（重複使用、回收、再生）的管理，以降低各界對於廢葉片回收處理的疑慮。

四、報告第 3 頁及第 5 頁對於「extended producer responsibility」的中文翻譯不同，建議予以統一。

五、綠能產業如果產生更大的環境問題，應審慎處理，避免光電板垃圾問題的噩夢再現。

參採情形：

一、第一點、第三點及第五點意見，係贊同本報告之建議。

二、第二點意見，國內外雖陸續研發出水泥窯等高溫燃燒模式，但燃燒不完全亦可能產生戴奧辛等污染物，並非上策。爰錄供參考。

三、第四點意見，已參採修正。

陳副研究員育靖：

一、本報告第 5 頁，有關 Ecodesign for Sustainable Products Regulation，中文譯為《永續產品生態設計規範》，歐盟法使用”Regulation”一詞，通常係指所有成員國皆須遵守的法規，因此建議比照 GDPR

，將「規範」修正為「規則」。

二、本報告第 13 頁已提及「風機葉片不易回收再利用」及「雖有可回收葉片，但並未商業化」的現況問題，且我國目前接近退役之風機自非使用新開發、可回收再利用之材質，倘若依本報告建議，將業者一律列入《資源回收再利用法》規範之指定業者是否妥適？建議再行審酌。

參採情形：

一、第一點意見，已參採修正。

二、第二點意見，參陳教授發言項下參採情形一。

林助理研究員淑靜：

一、報告第 12 頁在探討退役風機廢料處理法制化時，提及我國推動循環經濟之相關法規以廢棄物清理法為核心，並指出該法之立法意旨非以促進回收再利用為主要目的。然而同段又引用資源回收再利用法第 6 條有關優先減少廢棄物產生與資源化利用之規定。究竟我國循環經濟之核心法規應以何者為依歸，尚待釐清。尤其兩法立法目的與制度設計不同，前者偏重於廢棄物清除與污染防治，後者則強調資源循環與再利用，建議報告宜補充說明二者在循環經濟政策架構下之分工定位，以免讀者混淆。

二、報告第 14 頁及第 15 頁提到風機葉片回收的規定仍應明定於廢棄物清理法及資源回收再利用法規為宜，接續提到建議亦可於再生能源發展條例第 4 條增訂有關回收費用收取之授權規定，產生相關疑義，分述如下：

(一) 此建議採用本局議題研析的風機葉片回收相關法制問題研析(編號：R02316)，該內容雖提出此 2 點建議，惟時間序上有

別，礙於《廢棄物清理法》修法有一定程度的難度，在遷就現行以再生能源發展條例收費的情況下，建議於該法第 4 條增訂收費之授權依據，係屬短期做法，故該報告指出未來仍應回歸廢棄物清理法規範為宜。因此，同時存在二者建議則會產生衝突或混淆。倘未有時間序上之補充，建議應加以取捨，僅採單一立場為妥。

(二) 報告第 15 頁將製造或輸入風機葉片業者列為資源回收再利用法第 11 條之指定業者，惟公告指定業者後是否即須遵行該法第 11 條第 1 項各款規定？尤其該條項第 1 款係針對「回收『再生資源』之種類及回收方式」，惟既已建議修正廢棄物清理法第 15 條，即表示認為該風機葉片屬於廢棄物，為何又適用「再生資源」之規定？惠請補充說明。

三、報告第 16 頁引用歐盟環境刑法指令發展趨勢，建議我國亦應加強打擊環境犯罪，惟本報告主題為循環經濟與退役風機廢料管理，重點應為制度建構與資源再利用機制之建立。即使風機葉片最終以焚燒或掩埋處理，若屬合法操作，尚不構成犯罪行為，亦非現行制度之漏洞所在。建議報告應補充該段落內容與標題、整體論述間之關聯性。

四、報告第 17 頁在討論風機延役時，引用專家意見指出現行延役審查機制並不嚴謹完備，除了未要求重做環評、環差等審查，也缺乏由誰審查及可核准延役多久的明確規範。報告後續補充僅說明要落實公眾參與機制，且應於規劃早期納入，惟在風機延役時應如何納入？惠請補充說明。

五、報告第 17 頁提及「風機距離民宅 250 公尺應實施環評，修正加嚴為 500 公尺以下即應實施環評」，其中「500 公尺」應為「500 公尺」，併與說明。

參採情形：

一、第一點及第二點意見，已參採修正相關內容。我國與循環經濟推動相關之廢棄物處理、再利用規範，以《廢棄物清理法》展開；後為節約自然資源使用，減少廢棄物產生，促進物質回收再利用，減輕環境負荷，建立資源永續利用之社會，於 91 年 7 月制定公布《資源回收再用法》；復為推廣再生能源利用，增進能源多元化，改善能源結構，降低溫室氣體排放，改善環境品質，再於 98 年 7 月 8 日制定公布《再生能源發展條例》。本報告有關上開 3 部法案之建議修法方向，係提供主管機關相關法規修正、整併或轉型之參考。

二、第三點及第五點意見，已參採修正。

五、第四點意見，本報告建議應審慎評估風機延役之可行性與必要性，並落實公眾參與機制，至於相關細部規劃事項，自應由主管機關詳加規範，以完善風機延役之可行性。

散會：上午 11 時 00 分