

2050 農業淨零 日本綠色食品體系的減排藍圖

撰文 | 種苗改良繁殖場 陳哲仁、曾泓儒

我國與日本農業淨零途徑 背景說明

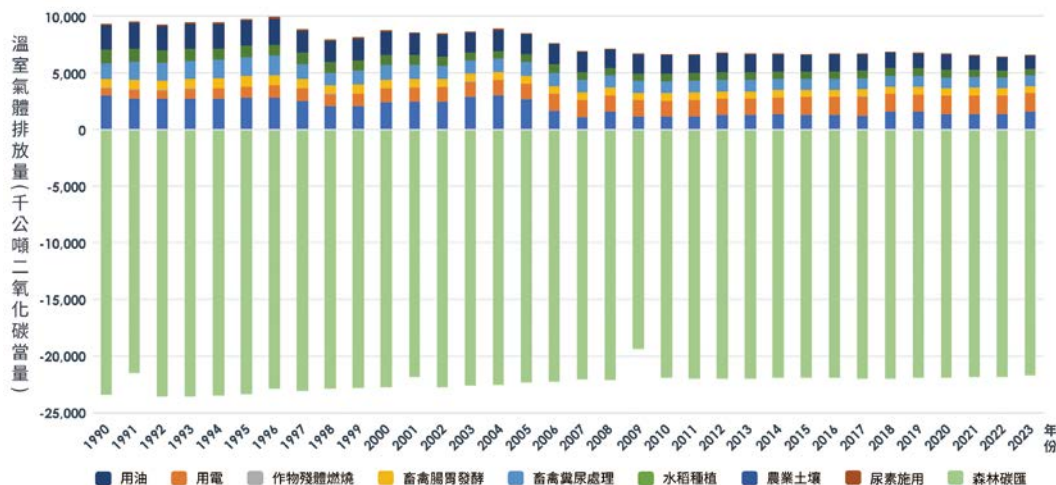
我國於2022年3月30日公布「2050淨零排放路徑」，將推動「能源轉型」、「產業轉型」、「生活轉型」、「社會轉型」等四大轉型策略，並建構「科技研發」、「氣候法制」兩大基礎環境，為達成2050綠色成長與淨零轉型目標，賴清德總統上任後不僅於總統府層級新設置「國家氣候變遷對策委員會」展示我國對於淨零目標之決心，更加碼推動六大部門減碳旗艦計畫，其中農業部主責「農業生態韌性及自然碳匯」及「低碳永續農業」2項旗艦計畫，並輔以「希望工程五大策略」及「六大制度創新」加大減碳力道，推動我國淨零轉型。此項政策推動依據為聯合國氣候大會（簡稱COP）基於IPCC（政府間氣候變遷專門委員會）組織所提出科學意見，於2015年在COP第21屆獲得通過的「巴黎協定」，期待將全

球氣溫升幅控制在工業化前水平的2°C以內，並努力限制在1.5°C，為此，全球多數國家（包括臺灣）都以2050年實現「淨零排放（Net Zero）」為長期目標，以求大幅減少人為活動造成的氣候變遷風險與影響。

我國農業部門展望提前於2040年將完成農業淨零排放目標，並在「減量」、「增匯」、「循環」及「綠趨勢」四大主軸下具體提出19項策略與對應措施來推動跨單位合作具體落實，其中關鍵戰略「自然碳匯」由農業部主責，自然碳匯包含森林、土壤、海洋（含濕地）三大領域，並訂有2030年階段性減少農業部門排放282.4萬公噸二氧化碳當量（CO₂e）及增加碳匯136.9萬公噸CO₂e目標（以2005年農業部門805萬公噸CO₂e為基期）。

日本為「巴黎協定」締約國，因此同樣也以2050淨零排放作為國家整體目標，有關其農業部門規劃執行方向亦值

我國農業部門歷年溫室氣體排放量



資料來源：環境部氣候變遷署

得我們借鏡，日本在2021年提出綠色食品體系戰略（みどりの食料システム戰略）規劃，並且在隔（2022）年7月完成法制化「みどりの食料システム法」與實施，並作為日本「糧食・農業・農村基本法」重要內容。我國則是在2023年1月10日完成「氣候變遷因應法」立法作為最重要的氣候治理法規（前身為2015年公告的「溫室氣體減量與管理法」）。日本綠色食品體系戰略的目標是到2050年，將農業、林業和漁業的永續性與生產力提升至與全球環境保護相匹配的水平，實施計畫涵蓋了從田間生產、食品加工到消費階段的完整食品供應鏈，而本篇內容將重於農業生產活動溫室氣體減量內容。

根據2025年4月日本農林水產省公布資料，日本近百年升溫達1.4°C，而

2024年亦是氣象紀錄以來最高年均溫，這樣的現況因為高溫造成農產品品質低下，極端氣候下的豪雨淹水與颱風侵害也造成嚴重農業損失。日本2023年農業部門總排放量為5,103萬公噸CO₂e，占全體排放量4.8%（10.71億公噸CO₂e）；而我國2023年農業部門總排放量為650萬公噸CO₂e，占全體排放量2.33%（278.63百萬公噸CO₂e），兩國同樣以用油燃燒、禽畜飼養（腸道發酵及排泄物處理）以及稻作為主要排放源。

日本綠色食品體系戰略推行措施與2030期中目標

日本綠色食品體系戰略訂立四大主軸「智慧農業推動與氣候變遷適應」、「日本減量額度制度(J-credit)活

日本綠色食品體系戰略KPI目標¹

減少溫室氣體排放	項次	分項內容	2030 目標	2050 目標
	1	農業淨零排放	1484 萬公噸 CO ₂ e (減排 10.6%)	實現零排放
	2	電動農機普及化	<ul style="list-style-type: none"> • 電動割草機及農機自動駕駛普及率：50% • 高性能電動林業機械完成實際應用環境與原型機組實證 • 沿岸小型電動漁船航海測試 	
	3	園藝設施不使用化石燃料加熱	混合型加熱園藝設施面積佔比達 50%	園藝設施不使用化石燃料加熱
	4	農村再生能源導入	實現 2050 年碳中和，支持農業健全發展，並擴大農村再生能源導入為目標	

註：1. 2022年6月21日戰略本部決定

2. 基準年為2013年農業部門總排放1,659萬公噸CO₂e

用推動（類似我國溫室氣體自願減量專案）」、「有機農業推動」、「低環境負擔產品可視化標章」，並且訂有2030年期中KPI目標，在減少溫室氣體排放類別期待透過各項措施推行能減少175萬公噸CO₂e排放（減排10.6%），此外，也推動減少10%化學農藥、20%化學肥料以及6.3萬公頃有機耕作面積。

具體推行技術包括稻田灌溉水管理減少甲烷排放、低甲烷排放水稻品種選育、植保機精準農藥撒布、生物炭封存碳素擴大應用、節能溫室設備導入、畜禽減少氧化亞氮排放飼料開發、間伐等森林永續管理作為、早生性短伐期（10 - 25年）樹種利用、海藻固碳（藍碳）等。預期2030年可實現技術項目除了具低排放效益作物新品種選育，栽培管理上的減少化學肥料與農藥施用預期也可達成減少農業生產排放效果，

肥料方面利用精準施肥、包覆型緩釋肥料以及使用堆肥部分或全部替代化學肥料，並開發新型農機具提升作業精度與效率；在農藥方面則以植保機搭載遙測裝置進行定點用藥，也預期最大可節約90%用藥量，此外天敵投放殺滅、特定波長光源抑制、生物刺激素提升抗性以及物理性機械裝置都有助於田間雜草與疫病控制，一個比較新穎的開發項目是殺蟲RNA農藥開發，降低對非目標昆蟲危害及快速對應新興害蟲防治。由於日本也同樣面臨農業勞動力老化與從農人口減少問題，因此導入遠距感測、網路傳輸、智慧決策（自動化）構成AIoT系統，可應用於露天田區及設施栽培環境，配合高精度自動農機具，作為生產管理輔助工具及減輕人力負擔，具體項目包括曳引機自動駕駛系統、可變式施肥附掛機構、電動自走式除草機、稻

日本農業部門節能減碳技術開發項目¹

技術開發推廣項目（至 2030 年）	
節能溫室設備導入	<ul style="list-style-type: none"> • 熱泵、木質燃料及再生能源利用 • 自動環控裝置減少能源浪費 • 隔熱披覆材料提高設施保溫性能 • 加熱型熱風裝置排放二氧化碳回收與二氧化碳施肥再利用
生物炭封存碳素擴大應用	<ul style="list-style-type: none"> • 植物透過光合作用固定大氣中二氧化碳特性，透過炭化處理將植體轉化為難自然分解生物炭，進行含生物炭產品開發推廣 • 生物炭農地施用影響與溫室氣體減排增匯分析 • 製作生物炭農業利用指引手冊
間伐等森林永續管理作為	<ul style="list-style-type: none"> • 使用遙測技術（雷射、無人機）將森林資源情報數位化進行活用 • 利用 ICT 物聯網技術提升自動化生產管理效率 • 採伐及運移自動化林業機械開發與導入 • 快速生長樹種活用
海藻固碳（藍碳）	<ul style="list-style-type: none"> • 海藻及海藻（昆布、馬尾藻）二氧化碳吸收量衡量技術開發 • 擴大藻場撫育技術開發 • 人工養殖技術推廣利用
未來開發推廣項目（2040 年前後）	
農林漁機械電動化、氫燃料化	<ul style="list-style-type: none"> • 電動曳引機運搬機等電動農機開發推廣 • 氫燃料電池漁船設計與原型機開發
牛隻抑制甲烷技術應用	反芻動物腸道細菌分解草料產生甲烷及氧化亞氮經打嗝與放屁，透過腸道菌叢微生物鑑定作為飼養給料及堆肥發酵排放抑制學理基礎與實際評測
高層木造建築物推動	因應城市建物開發使用木質建材及工法開發推廣
生物質提煉高機能合成樹脂應用	以生物質原料低製造成本新資材開發，包括改質木質素、奈米纖維素等可重複再利用資材開發

資料來源：みどりの食料システム戦略（本体）

田自動灌溉系統、應用植保機搭載遙測裝置進行精準肥料及農藥撒佈，還有省工複合功能機構（整地/播種、施肥/除草）、下層（~15公分）施肥附掛機構、非農藥種子苗消毒程序等，並可適用於有機生產模式。

日本位處溫帶地區，常利用設施溫室備有加熱裝置作為果樹及花卉生產

使用，而燃燒油料會導致溫室氣體直接排放，故目前以推廣採行熱泵熱交換系統，作為加熱、冷卻及除溼用途，此外利用恆溫地下水或河水等自然資源作為設施溫控也是推薦方法，由於設施屬封閉空間，配合環境參數監測裝置，適切調整溫溼度、光照，除能提升產量及減少疫病損失，並可節約能源投入，國

內溫網室加熱設備使用頻度較低下，而熱泵能提供冷水、冷氣、熱水與暖氣多工用途，亦有部分花卉栽培溫室採用熱泵熱交換系統，技術面熱泵具有節能減排效果但初期設置成本較高，故日本訂定方面以50%熱泵或燃油機混合設置加熱型溫室作為2030階段推廣面積目標，並有融資補助計畫推行，此外，利用農業剩餘資源製作生質燃料，因其物質本身產熱產電排放被視為碳中性循環，因此作為化石燃料替代具有可觀的減少排放效益，推廣作為可再生農業/農村替代能源發展，日本自2009年業已完成「農林漁業バイオ燃料法」法制化，及訂定生物質活用推進基本計畫，具體實例包括禽畜糞發酵生質沼氣、林業間伐材木質固態燃料、生質乙醇、生質可燃氣以及各一案例的生質柴油與綠氫/生質燃料製造示範場，有別於日本採行燃料能源化，國內農業綠能主要推動方式為畜牧場生質沼氣及場域太陽能光電利用，筆者以為在能源化方面利用日本較我國進步且多元。

日本在前瞻技術開發方面有一項聚焦發展農業剩餘資源高值化提取奈米纖維素（Cellulose Nanofiber, CNF），從天然植物來源提取纖維素，再經過酸處理或機械法將其解離為奈米級微細結構，具有輕量高強度、尺寸穩定性、透明性、阻氣性、黏性/彈性調節性等優點，可應用於包裝材料、農膜、汽車及電子零件、功能性濾材、食品添加等多

種跨域應用潛力，可減少化石資源依賴的可再生性基礎原料，並便於回收與再利用，可供我國參採做為改質木質素開發利用以外的發展項目。整體而言，日本政府計劃透過法規修訂、技術研發以及補助推廣（新訂有義務性綠色檢核措施，自2027年起實施）與賦稅減免等多方面措施，支持農業經營朝向「綠色食品系統」轉型，並確保日本的糧食生產能夠在氣候危機下持續穩定。

最後，在日本綠色食品體系觀念推播方面，農林水產省設置一官方首頁（<https://www.maff.go.jp/j/kanbo/kankyo/seisaku/midori/>），本文中多數引用資料皆自前述網址取得，內容包括法規沿革、戰略目標與實績、推行技術手冊與市場規模評估、中央預算與地方推行案場，也持續進行公眾關係人意見蒐集據以檢討目標值及實行措施。國內農業部則設立農業淨零資訊網（<https://agrinetzero.moa.gov.tw/>），內容包括農業淨零四大主軸、溫室氣體減量行動方案、農業碳排計算與產品碳標籤、溫室氣體增量抵換及溫室氣體自願減量專案介紹、農業綠能與循環農業以及農業ESG媒合介面。

未來展望

氣候變遷探討因人為活動所造成的氣候風險，而多數的科學證據已提示工業化以來的溫室氣體排放致使全球氣溫逐年上升趨勢，因而加劇極端氣候事件



發生頻率，如2024年凱米、山陀兒、康芮三颱先後侵臺造成64億元農業損失，同時日本也因連年生育期高溫造成水稻減產及品質低下，白米價格高漲衝擊民生消費，顯示氣候風險已對從農生產者與消費者形成迫切威脅。我國與日本比鄰，長久以來兩國間往來密切，在農業生產思維與社會發展程度相近，在2050淨零轉型目標下，我國更積極性訂立2040農業淨零願景，根據日本綠色食品體系推行內容與我國農業部主責「農業生態韌性及自然碳匯」及「低碳永續農業」2項旗艦計畫在具體實施內容方面有著高度的相同趨勢，著重於畜禽生產管理、稻田低排放耕作技術、農機電動化、清潔能源、循環可再生資源開發利用等減少排放技術，與增加農業碳匯(包括森林綠碳、土壤黃碳、海洋藍碳)。像是日本利用林業廢棄物製作木質燃料與

利用，其法規面與補助方案更加周全，果樹修剪枝條燒製生物炭與返回土地利用方式有明確指引，並可申請J-credit碳權利，而我國則在海草復育及紅樹林植林完成減量方法學制訂，可作為溫室氣體自願減量專案採行，此外，在化學農藥減量方面，我國在2018年起即推行「化學農藥十年減半政策」，在2024年已達成減少9%總量使用，整體農藥使用風險降低約60%，劇毒農藥使用量減少約70%表現較日本進步，可知雙方各項措施執行上或各有較為先進之處值得相互瞭解學習。不同於工業化思維，農業生產活動是目前推崇自然為本解方(Nature-based Solutions)最重要基礎，透過減少生產排放、採行循環生產模式、增加環境碳匯、引領綠色生活消費，共同為地球減壓，維繫人類社會健全永續發展。🌱