

2023

太陽光電公共政策

建言書



發行單位 |

GESA 綠能暨永續發展聯盟太陽光電公共政策倡議委員會

社團法人台灣太陽光電產業協會

執行單位 |

財團法人台灣經濟研究院



2024年3月

目錄

摘要	III
緒論	1
一、研究緣起與目的	1
二、研究方法	3
第一章 我國再生能源發展現況	4
一、我國再生能源配置情況與政策目標	4
二、再生能源政策規劃方向	4
三、我國太陽光電發展條件	5
第二章 太陽光電發展模式	7
一、地面型	7
二、屋頂型	8
三、漁電共生	8
四、再生能源設置專區	9
五、營農型光電	10
第三章 主要國家營農型光電發展政策	12
一、日本	12
二、德國	14
三、以色列	15
第四章 營農型光電專家訪談	17
一、營農型光電未來推動可能面臨之問題	17
二、營農型未來發展的可行作法與方向	17
第五章 營農型光電發展可行的系統與運作機制設計	20
第六章 營農型光電政策倡議	22
一、營農型光電未來政策倡議目標與具體作法	22
二、待持續追蹤之過往政策倡議說明	25
三、總結	27
參考資料	28
附錄一 共同倡議名單	30
附錄二 訪談大綱與名單	31
附錄三 訪談資料紀錄	37

圖表目錄

圖 1 歷年太陽光電裝置容量成長率.....	1
表 1 訪談名單.....	31

聲明

1. 本「太陽光電公共政策建言書」之所有內容與資料，其著作權、專利權、商標權、營業秘密權，及其它智慧財產權或其他權益，均為 GESA 綠能暨永續發展聯盟與台灣太陽光電產業協會或其權利人所有。
2. 如任何人欲重製、散布、公開傳輸建言書之內容，應完整引用建言書之全部內容，且應載明著作人及出處為 GESA 綠能暨永續發展聯盟與台灣太陽光電產業協會，不得僅引用建言書之部分內容，或以歪曲、割裂、竄改或其他方法改變、改寫建言書之內容。
3. 除依第 2 點所授權之範圍使用建言書之情形外，非經 GESA 綠能暨永續發展聯盟與台灣太陽光電產業協會或其權利人之事前書面同意外，任何人不得使用任何一部分或全部之建言書，包括但不限於重製、散布、公開傳輸、改作、編輯、或其他任何形式之使用。
4. GESA 綠能暨永續發展聯盟與台灣太陽光電產業協會不保證建言書內容之正確性、完整性、不侵權，也不提供任何明示或默示之擔保。
5. GESA 綠能暨永續發展聯盟與台灣太陽光電產業協會保留隨時更新建言書內容之權利，且不負任何通知之義務，請瀏覽者自行定期查看。

摘要

為邁向 2050 淨零碳排，臺灣大力推動再生能源發展，其中太陽光電包含屋頂型、地面型與漁電共生，而這三種類型各自面臨不同的推動問題。至 2023 年底為止光電累積併網量已達 12GW，可設置光電空間逐漸飽和，凸顯另闢發電途徑尤為重要。臺灣農地目前約有 80 萬公頃，營農型光電同時結合光電與農業發展，不僅有望解決光電空間競合問題，讓農業永續耕作，使農民增加多元收入，若能有效利用並推動，營農型光電將有機會使其成為未來再生能源發展關鍵。

GESA 綠能暨永續發展聯盟太陽光電公共政策倡議委員會（簡稱 GESA 太陽光電公共政策倡議委員會），及台灣太陽光電產業協會公共事務委員會為提供營農型光電發展建議，今年度參採國外營農型光電發展政策及訪談專家學者，歸納台灣營農型光電面臨主要困境，包含缺乏社會共識與溝通、無可驗證的實驗成果、設置成本高且易棄耕，以及欠缺完善管制度規範等，期望藉由彙整多方專業建議、挖掘未來可行性及機會。

因此，建言書提出四階段倡議目標與內容：開放以農民/農組織為主體之小規模案場試驗，同時蒐集相關資料，並設計試驗機制內容，與農業發展相關政策結合，逐步優化案場；再轉為以光電業者為主的大案場試行，並設立第三方監督單位，協助大案場試行，待大小案場皆試行且有良好成果，再逐步擴大全國推廣，供給企業大量且穩定的綠電來源。

藉由完善規範與機制設計，營農型光電有望為政府、企業與農民/農組織帶來三方受惠成果，除政府達成淨零轉型目標、企業獲得穩定的綠電來源且實踐企業社會責任，農民/農組織發展永續農業並擁有獲取綠電收入，有望對我國再生能源發展提供一臂之力，同時振興農業蓬勃發展。

緒論

一、研究緣起與目的

GESA 太陽光電公共政策倡議委員會及臺灣太陽光電產業協會公共事務委員會長期關注太陽光電產業關鍵發展議題，擔任匯集專家與產業領袖意見平臺，以凝聚產、官、學共識，並致力健全國內太陽光電產業發展政策，並透過建言發揮影響力，促進臺灣再生能源產業發展。今年度檢視國際營農型光電發展與政策趨勢，聘專家顧問深入研析我國營農型光電發展之課題，期望匯集產、官、學、研、民等各方代表重要意見，提出對臺灣營農型光電發展倡議。

2022 年 3 月我國提出 2050 年淨零碳排路徑，目標 2050 年再生能源在總電力占比達到 60-70%，其中太陽光電預計 2025 年累計設置 20GW，2026-2030 年每年設置 2GW、2030 年之後每年 2-4GW 為目標。台灣電力公司歷年再生能源裝置容量資料顯示，2009 年成長率 120%，2011 年達到 534%，隨後成長率一路下滑，至 2022 年成長率僅約 28%，顯示太陽光電裝置容量推動已逐漸減緩，須思考更多元的光電設置可能性，以達成 2050 年國家再生能源太陽光電發電目標。

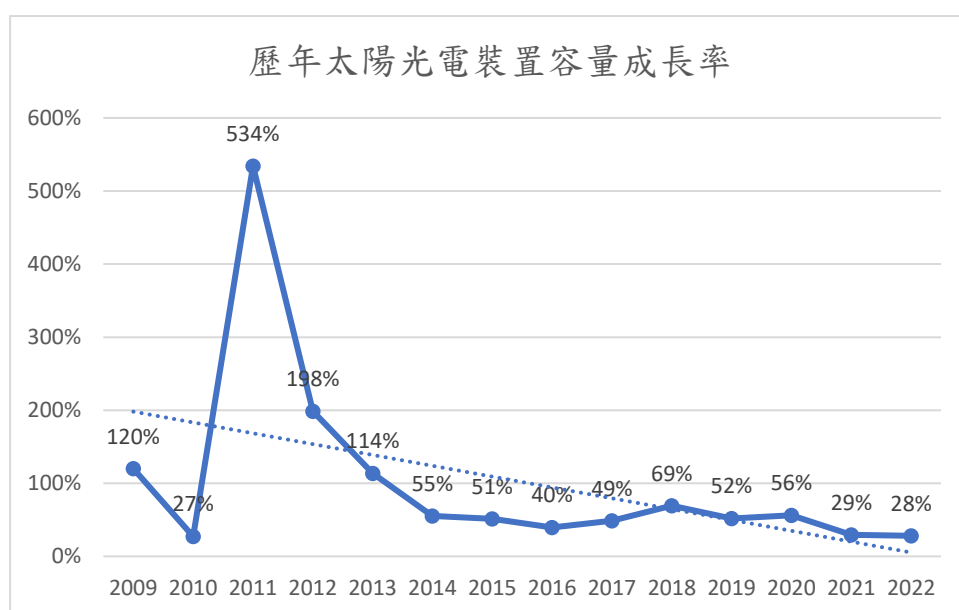


圖 1 歷年太陽光電裝置容量成長率¹

¹ 台灣電力公司，歷年再生能源裝置容量，

目前臺灣太陽光電設置主要分為三類：屋頂型、地面型與漁電共生，各自面臨不同推動問題，由上述資料顯示光電可設置空間逐漸飽和，使光電發展面臨更多空間競合的困境，尤其不利我國再生能源發展極大化，為使再生能源及太陽光電蓬勃發展，今年將聚焦營農型光電與農地使用鬆綁等面向，期待發掘另一種光電空間複合利用可能性，並帶動臺灣農業與農村的再興。

二、研究方法

（一）次級資料蒐集與分析

除台灣再生能源營農型光電分析採用訪談獲得一手資料，國內外政策數據亦從既有文獻或二手資料取得相關研究主題資料，包括文件檔案、報紙、影音資料、網路資料等多元工具。

（二）深度訪談方式與步驟

依據問題大綱與受訪者進行深入對談，釐清營農型光電發展現況、面臨困境與發展課題，及所需的政策資源，步驟如下：

1. 以郵件或電話聯繫取得受訪各領域專家學者同意。
2. 事前擬定訪談大綱，再將該訪談大綱寄給訪談對象。
3. 依此大綱與受訪者作深入對談，釐清營農型光電現況、面臨困境與發展課題，及所需政策資源。
4. 視訪談實際需要調整或補充問題，同步採用錄音紀錄。

第一章 我國再生能源發展現況

一、 我國再生能源配置情況與政策目標

為減緩氣候變遷對世界經濟的巨大衝擊，2022 年第 27 屆聯合國氣候變遷大會（COP27）主要關注能源危機、碳定價、氣候賠償，2023 年第 28 屆聯合國氣候變遷大會（COP28）主要共識為 2030 年達成再生能源增加兩倍、能源效率年均改善從 2% 提升至 4%，顯示世界各國對於邁向 2050 淨零碳排，減少碳排放，增加再生能源比例與資源使用效率，均視為重要且需要優先處理的問題。

我國再生能源發展政策目標，主要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，帶動相關產業及增進國家永續發展。

2022 年 3 月臺灣 2050 淨零排放路徑及策略總說明中，提到能源轉型短中長期規劃，包含再生能源、火力發電與無碳燃料，其中再生能源主力為太陽光電與離岸風電。

根據 2050 淨零路徑下我國再生能源配置情況，太陽光電預計 2025 年累計設置 20GW，2026-2030 年每年設置 2GW、2030 年之後每年 2-4GW，預計 2050 年累計達到 40-80GW 的目標；離岸風電 2025 年累計設置 5.6GW，2026-2030 年每年設置 1.5GW，朝浮動式大型化機組發展，預計 2050 年累計達到 40-55GW。

臺灣電力公司資料顯示截至 2022 年底，我國再生能源裝置容量約 14,132 千瓩，其中慣常水力 2,098 千瓩，地熱發電 5 千瓩，太陽光電 9,724 千瓩，風力發電 1,581 千瓩，生質能發電 92 千瓩，廢棄物發電 632 千瓩。

二、 再生能源政策規劃方向

根據經濟部公布推動能源轉型論述，說明我國再生能源朝向展綠、增氣、減煤與非核的潔淨能源發展方向，同時要確保電力供應穩定無虞，及發電方式兼顧降低空污及減碳，以下就四個規劃方向簡要說明：

1. **發展太陽光電與風力：**經濟部積極推動太陽光電及風力發電設置，替代燃煤與核能發電，預計 2025 年再生能源發電量占總發

電量之 20%。其中太陽光電裝置容量達到 20GW，離岸風力裝置容量則達 5.6GW 以上。

2. 天然氣發電占比將達 50%：

為達成能源轉型目標，同時降低燃煤發電占比，將提升天然氣發電占比達 50%，透過以下三項措施，確保天然氣穩定供應：

- (1) 中油第三接收站興建計畫預計 2026 年完工，可使臺中天然氣供應廠供應量每年達 1,000 萬噸。臺電亦規劃新建協和與臺中港接收站，以滿足國內天然氣增加需求。
 - (2) 根據「天然氣事業法」第三十一條第三項，現行儲槽容積天數至少為 16 天，安全存量天數至少為 8 天，2027 年儲槽容積天數至少為 24 天，安全存量天數至少為 14 天。
 - (3) 為提供穩定貨源及分散風險，2019 年天然氣進口國共來自於 16 個國家。
3. **燃煤機組改燃氣：**政府在 2025 年前未規劃新擴建任何燃煤機組，原有燃煤機組除役後，改建為燃氣機組，目標是將燃煤發電占比由 2022 年 42%，降至 2025 年 27%，2050 年降至 0-18%。
4. **現階段不傾向重啟核能：**2016 年起政府根據《環境基本法》非核家園目標，務實檢視核電廠延役或核四重啟的可能性，但客觀事實有些窒礙難行之處，因此轉向積極推動臺灣能源轉型。

三、 我國太陽光電發展條件

臺灣天然資源有限，高達 97% 能源供給仰賴國外進口，且所有初級能源中，化石燃料即占九成，因此能源自主及多元能源成為臺灣極待提升之目標。臺灣地處亞熱帶地區，晴朗天氣一年有 249 天（2021 年雨天 116 天），日照光源充足，等效日照以屏東 4.5 小時最高，其次是嘉義/臺南/高雄/澎湖，為適合設置太陽能光電的地區。再者，臺灣具有相關高科技產業支持，產業聚落完善，也具備完整太陽光電產業上中下游供應鏈，上游包含矽晶圓與矽晶片，中

游太陽能電池模組，下游則有太陽能發電設備與系統廠商等，在技術提升和降低成本具有優勢。

臺灣總面積 36,197 平方公里，五大山地及丘陵地約佔全島 2/3 以上（包含山坡地面積計 9686.88 平方公里，佔總面積 26.76%，其餘為高山地區，面積約 16823.28 平方公里，佔 46.47%），平原面積僅約 1/3（9489.9 平方公里，佔總面積 26.21%），整體地理條件呈現高山多平原少，不利太陽光電的鋪設。此外，臺灣 2,326 萬人九成人口居住在約 17.5%土地上，人口密度每平方公里 643 人，為全世界千萬以上人口國家之第二位，僅次於孟加拉，呈現地狹人稠的狀態。發展太陽光電需要大量土地鋪設，導致面臨空間競合問題，亟需思考與其他土地用途結合可能性，如農田耕作也同時鋪設太陽能板等，透過複合式空間利用，才可能讓太陽光電發展達到極大化。

第二章 太陽光電發展模式

因應國際推動淨零碳排趨勢，淨零轉型已成為各國競爭力重要課題，我國跟隨國際步伐提出「2050 淨零排放路徑及策略總說明」，太陽光電設置目標 2025 年達 20GW，原先設定地面型光電目標為 17GW，修正降至 12GW；屋頂型光電則由 3GW，調整至 8GW。

鑒於我國地狹人稠，土地稀缺，為解決再生能源與農業發展競合關係，未來將逐漸朝向太陽光電與農地合作方式，透過複合式利用，共創雙贏局面。目前臺灣太陽光電發展模式的類型如下：

一、地面型

1. **鋪設方式：**地面型太陽光電為直接設置於陸地上或採用架高方式設置的太陽能光電系統，建置地面型設施時，基座會先挖設溝槽，填灌水泥，來穩固支架結構，鑽孔洞後注入喜立得、抗腐蝕建材，最後再利用矽利康固定，搭架太陽能模組支撐鋼構與鋪設太陽能光電模組。其次，當太陽能板朝向會以最大程度吸收陽光確保獲得最佳的日照量，表面需要保持清潔，以確保光線能夠有效進入，提高發電效率，部分場地需定期清理灰塵、沙土或其他積聚物質。最後，即整體系統維護需要進行定期檢查，以確保支架結構穩固性和太陽能板性能。
2. **鋪設條件：**由於地面型太陽光電場需要大片土地，土地使用規劃是關鍵，如特定目的事業用地、遊憩用地、工業用地、建築用地，或是針對地層下陷、受污染等不利耕作等用地，進行大規模鋪設。
3. **目前成效：**目前綠能用地欠缺整理規劃，導致個案開發經常出現國土空間使用爭議，難以再進行大面積開發。此外，地面型太陽光電場建設需注意生態影響，對於環境敏感的區域應保留原有植被、採用環境友善支架設計等，以確保自然生態平衡。行政院統計截至 112 年 10 月已累積設置量 4.33GW。²

² 行政院，加速推動再生能源—極大化綠電發展，逐步達成能源轉型，2023 年 11 月 8 日，
<https://www.ey.gov.tw/Page/5A8A0CB5B41DA11E/46de50e1-7381-4634-93e7-4cd320ec308b>

二、屋頂型

1. **鋪設方式：**太陽能板安裝在建築物屋頂時通常使用特殊太陽能支架系統，以確保板塊固定穩妥並正確傾斜以最大程度吸收陽光。不同類型的屋頂，如平屋頂、斜屋頂等，可能需要不同設計的支撐結構和安裝方式。
2. **鋪設條件：**須考慮屋頂是否有女兒牆、水塔、樹木，或附近是否有建築等會造成遮蔭的物體，以避免降低系統發電量。然都市公寓大樓產權複雜，依現行「公寓大廈管理條例」，屋頂加裝光電板須受公寓大廈規約限制，或經區分所有權人會議決議通過才得以設置。此外，也需經過「頂層區分所有權人」同意，故不容易取得設置用地。再者，集合住宅占地面積小、樓層高，屋頂面積扣除機房、水箱、配送水電設備管線往往所剩無幾，即使建置也不符效益。綜合以上及鄰避效應、風水顧慮等因素，一般民眾對於在自家設置太陽能板的接受度不高。
3. **目前成效：**我國參考德國柏林經驗，立法院於 112 年 5 月 29 日三讀通過再生能源發展條例修法，未來新建、增建或改建建築物，若符合一定條件，應於屋頂設置太陽光電發電設備。目前已推動公有建物、工廠、畜禽舍、校園設置屋頂光電逐漸達到裝置飽和，行政院統計截至 112 年 10 月已累積設置量 7.33 GW。³

三、漁電共生

1. **鋪設方式：**結合養殖漁業與綠能發電系統，在維持養殖生產前提，利用魚塭堤岸、引水渠道設置綠能發電設施，透過「漁電共生」，能提供魚塭適度遮光，避免夏季水溫過熱、冬季架設防風布抵禦寒流，建置發電效率高的太陽光電設備，同時提供漁民穩定的養殖環境。
2. **鋪設條件：**可分為「室外型養殖地面型」及「室內養殖屋頂型」兩類型，前者設施遮蔽率不得超過 40%，同時須維持七成以上養

³ 同註 1。

殖量；後者屋頂面積設置可達 100%，單位面積放養量與收成量，不得低於室外水產養殖集約式的養殖水準。

3. **目前成效：**經盤點漁電共生區位約 20,905 公頃，扣掉「養殖生產區」及生態敏感的「關注減緩區」，剩下約 5,000 公頃漁塭可供光電設置。由於漁電共生的養殖方式有別於傳統養殖習慣，加上傳統養殖漁民能力和技術往往跟不上時代變遷，導致最後被迫放棄養殖工作。再者，因魚塭海岸地帶架設太陽能板衝擊候鳥棲息地範圍，易出現生態環境爭議。

四、再生能源設置專區

經濟部鼓勵地方政府劃設一定規模之再生能源專區，帶動土地複合式多元利用，全面擴大落實設置，以達再生能源發展條例第六條第一項之再生能源推廣目標。

1. 鋪設方式及條件：

再生能源設置專區，包含：申請對象為直轄市及縣（市）政府，推動再生能源設置項目：太陽光電、陸域風力發電、小水力發電、沼氣發電及地熱發電。

- (1) 符合「申請農業用地作農業設施容許使用審查辦法」第二十九條所定「推動農業經營結合綠能之專區計畫範圍」。
- (2) 依據行政院「地方創生國家戰略計畫」所劃設之「地方創生優先推動地區」。
- (3) 其他經能源局同意可設置再生能源專區之區位。

2. 目前成效：

中央政府為促進地方政府劃設一定規模之再生能源專區，帶動土地複合式多元利用，包含調查土地使用分區、專區規劃與可行性評估、當地饋線容量、地主參與意願與實地現勘等，提供相關補助專案，並根據地方政府推動再生能源設置專區補助作業要點，將執行期間規劃設定至 114 年 12 月 31 日止。

五、營農型光電

為保護農地資源與生態之重要性，營農型光電須考量對農業生產之環境影響。農民依照個別作物需求，發電模式以不影響作物生長的情況下，可透過鋪設部分太陽能板來取代傳統棚架，讓農作物在可接受的日照條件下生長。此外，也透過光電板高架模式，以利農機具通行，讓農民仍可維持耕作。

1. 鋪設方式：

目前日本營農型發電技術大致上可分為兩種主流類型，分別為最常見為立柱型光電（網柵式）及追日型光電設備。

(1) 立柱型光電（網柵式）

支柱以輕便單管為主，立柱下最常見工法為螺旋樁。光電板的設計為斜面、細長為主，兼顧太陽能利用及作物透光。

電板鋪排彈性高，可針對各種作物需求搭配調整立柱間距、高度及光電板間距，建置成本較低，目前在日本應用最普及。

(2) 追日型光電設備

已開發有兩軸、三軸及不同轉動維度的光電板設計。追日型光電初期投資較立柱型光電成本高約 1.2 倍，但追日型發電效益高、營運管理成本較低且不易受到災害影響的特性，近年來已成為日本營農型光電廠商力推選擇。

2. 鋪設條件：

為讓土地多元利用創造更高附加價值，各國陸續朝向光電與農作物結合。以日本而言，根據日本農林水產省及眾多營農型光電案場經驗，光飽和點為作物結合光電最重要關鍵。光飽和點係植物隨日照強度增加，光合作用的速率逐漸增加，到達某個光照強度後就不再增加，如同海綿吸滿水達到飽和狀態，更多日照不會繼續加速作物成長，此稱為「光飽和點」。例如番茄光飽和點高、需要較多光照，鋪設光電板時就必須留有更大的間距保持低遮光率；葉菜類如萵苣光飽和點低、遮光率則可提高，非常適合生長於光電板之下。

日本 Solar Sharing Network 關於營農光電作物選擇建議：

(1) 光飽和點「高」：80-90 光照強度

生長階段需要充足日照，遮光率需控制在 30% 以下。適合作物包含玉米、西瓜、番茄等。

(2) 光飽和點「普」：45-55 光照強度

建議遮光率為 30%，最佳結合方式則依土地條件與作物需求調整。夏季作物小黃瓜生長期短需水量大，透過光電板遮蔭提高土壤濕度有助其生長；南瓜對土壤條件需求不高，產量幾乎不受影響。適合作物包含小黃瓜、南瓜、藍莓、萵苣等。

(3) 光飽和點「低」：20-45 光照強度

建議遮光率為 30%。例如香菇多於暗室生長，適合與光電結合種植，故適合作物有香菇、青蔥、青椒、薑等。

3. 預期效益：

- (1) 多元複合利用：促進農地多元利用，開發適當的太陽光電綠能設施與農作物生產相容系統、智慧型模式，同時達成農業部門對於國家淨零轉型之貢獻。
- (2) 提升作物環境及品質：低遮蔽率設施可減少農作物受到強烈日光照射，減輕高溫傷害，同時降低水分蒸發，故部分作物獲得較佳生長環境。
- (3) 保障農民權益：光電與農業結合可提供農民額外收入，保障作物生產及農民權益，吸引青農回流耕種，進一步改善農村人口老化問題，有助穩健推動能源轉型。

第三章 主要國家營農型光電發展政策

一、日本

日本土地面積狹小、資源稀缺、能源高度仰賴進口，根據 2021 年發電量占比，可知其再生能源發電已達兩成，國際能源署資料也顯示日本太陽光電發電量及裝置容量大幅上升⁴，日本預計 2030 年目標要達成 36-38%。⁵

農地轉作為光電設施用途可分為兩種模式，「轉用型」及「營農型」。前者將耕作農地轉為非耕作用途，意即農地不再有農業生產，僅用於太陽光電使用。後者兼具農業經營與發電二種用途，依法向主管機關申請農地轉用，但針對特定農業區則不得轉用，條件較為嚴苛。關於日本營農型光電作物選擇，會依據作物的「光飽和點」調整光電板鋪排和遮光率，以蔬菜（37%）和觀賞用植物（29%）為大宗，其餘則包含茶、菇類、果樹、糧食作物等。⁶

營農型光電政策關鍵在於「以農業主導光電」及「從地方積極管制」，重視農業和再生能源的結合。此發電模式以不影響作物生長為前提，要求太陽能板遮光率達到約 30%，且農作物減少量不得高於同地區單次收穫量的兩成以上，用以規範「假農作、真種電」的問題出現。⁷

自 2013 年推行營農型光電以來，目前已成功試驗 120 種作物，包含耐蔭植物如菇類和短期葉菜類等。以靜岡縣菊川市之茶葉栽培設施供電為例，碾茶、玉露、冠茶原先以被覆方式進行栽培⁸，能栽種於太陽能板下方，於發電設備的架上設置了寒冷紗軌道，藉太陽能發電的電力，栽培碾茶時需要為其披覆的寒冷紗，亦能以遠端方式自動開關，省錢且省力。其次，茶葉在萌芽期對於霜害十分脆弱，然太陽能板下夜間溫度較高，雖沒有設置防霜扇也能讓茶葉不受到霜害侵襲。再者，栽培地區一帶的土壤雖為黏質土，但發電設

⁴ 國際能源署(IEA)，<https://www.iea.org/countries/japan>

⁵ 綠能科技產業推動中心，<https://www.geipc.tw/IndustryAction.aspx?id=25>

⁶ 臺灣環境規劃協會，日本營農型光電案例分享，<https://www.tep.org.tw/post9/>

⁷ 關鍵評論網，「避免『假農作真種電』，日本如何在農山漁村導入再生能源設備？」，2020 年 11 月 24 日，<https://www.thenewslens.com/article/140809>

⁸ 日本茶葉栽種，在採收前二週至一個月前，會以黑紗布覆蓋茶樹，減少陽光曝曬，這種栽培方式稱為「覆下栽培」。

備固定架深埋於土中且掘側孔，致使排水狀況較佳，茶葉生長情形十分良好。⁹其中賣電收入亦能確保公司用於茶葉改種、新種期等無收益期間有其他收入。

日本農林水產省、經濟產業省、環境省「振興農林漁村與可再生能源發電協調發展的基本方針」涵蓋光電發展、水力和生質能在農漁村的結合發展，更強調再生能源在地方防災、能源自主及節能所扮演之關鍵角色。¹⁰再者，光電業者須以保護農地的前提，規劃如何與在地結合，主要目標仍在振興、增強地方農漁產業的活力，有別於取代農漁用地，更重視永續發展性。

目前面臨之潛在挑戰有傳統農民較難吸收新興科技技術，以致信任度不足，未來政府端應強化扮演監督角色，審查主體為在地農民而非光電業者，而審查重點在於務農之永續性，包含在光電板下栽種短期、長期作物；光電板設計如遮光率、立柱方式等，是否合理因應作物生長需求等，讓三方能在互信基礎下，共同建立地方營農型光電永續發展之機制。綜上所述，根據日本農林水產省統計，2021 年已累積有 4349 件申請，面積達到 1007 公頃。¹¹

⁹ 日本農林水產省營農型太陽能發電實作支援手冊；財團法人主婦聯盟環境保護基金會。

¹⁰ 今周刊，「由農民提案，地方政府把關假種田十年三千案場，日本這樣做營農型光電」，2023 年 8 月 16 日，<https://www.businesstoday.com.tw/article/category/183027/post/202308160025/>

¹¹ 日本農林水產省(2023)，營農型太陽光發電取組支援ガイドブック。

二、德國

德國政府拓展再生能源第一步是新修再生能源法（EEG 2023），該法於 2023 年 1 月 1 日起生效，目標將再生能源占總耗電之比例將提升至 80%，2030 年太陽光電裝置容量達到 215GW，同時訂定太陽光電每年新增裝置容量目標，希望德國太陽光電 2022 年新增 7GW、2023 年新增 9GW、2024 年新增 13GW、2025 年新增 18GW，並於 2026 年-2035 年，每年皆新增 22GW 之目標，減少能源進口之依賴，並於 2035 年達成再生能源發電占比 100%。

德國當前電力組成以再生能源為大宗占 61.5%，根據德國工程師協會 VDI（Verein Deutscher Ingenieure e.V.）統計指出，2023 年太陽能光電新增裝置容量將達 13GW，即將超過原先設定之 9GW 年度目標。同時，VDI 表示太陽能發電正逐漸成為德國電力供應之重要基石，2022 年太陽能光電占整體電力消耗比例達 11.1%。¹²為持續鼓勵太陽光電發展，政策擬訂方針：¹³

1. 光電擴建新增容量目標，將平均分配於屋頂型與地面型。
2. 所有併網的光電其補貼金額將優於部份電力自發自用的營運商。
3. 針對新設置的屋頂型光電，如將電力全數饋入電網，將獲得 13.8 歐分/度（約新臺幣 4.3 元/度）的補貼金額，以更高的收益報酬鼓勵屋頂型光電。
4. 至 2024 年前，太陽光電補貼不再遞減，2024 年後則每兩年調整一次。另外持續透過招標獲得資金，以提高大型屋頂型光電裝置數量。
5. 政府將給予更多補貼鼓勵發展新型態光電系統，包含：農地型光電、浮動型光電以及停車場光電系統等，使其增加競爭力。

德國巴伐利亞農村主要以酪農產業為主，透過政府介入，扶植當地農村發展綠能，包含太陽光電、風能與生質能等。其中啤酒花

¹² 經濟部國貿署，「德國太陽能光電 2023 年新增裝置容量將達 13 吉瓦，超越年度預定目標」，2023 年 11 月 20 日，<https://www.trade.gov.tw/Pages/Detail.aspx?nodeID=45&pid=774181>

¹³ Kerstine Appunn & Julian Wettengel, Germany boosts renewables with “biggest energy policy reform in decades”, Clean Energy Wire, 2022/4/7, <https://www.cleanenergywire.org/news/germany-boosts-renewables-biggest-energy-policy-reform-decades>

主要盛產於德國，然因近幾年溫室效應及氣候異常等因素，嚴重影響產量。基此，當地太陽能公司- Hallertauer Handelshaus 與農場主人合作，在植栽上方架設太陽能板成為新解方，該農場採農作物攀爬與光電支柱共構的設計^{14 15 16}，除阻擋烈日，同時減少水分蒸發，更有效保持土壤濕度，同時產生電力。未來德國將逐漸鬆綁相關規範，提供更多支持給農地安裝太陽能板。¹⁷

三、以色列

2021 年數據指出以色列電力高度依賴化石燃料，占總量 93.21%，其餘低碳能源部分，總計約 6.79%。對國土面積狹小的以色列而言，由於日照充足優勢，又以太陽能供應最為普遍，約占 6.35%。¹⁸國際能源署（IEA）指出有鑑於 Covid-19 危機，以色列能源部發布 10 項專案，預計投入約 250 億經費來推廣支持促進再生能源使用。其中與太陽能相關的主要措施包含：

1. 太陽能專案：政府提供多種經濟激勵措施，以促進太陽能項目建設。包括補貼計劃、稅收優惠和長期的契約，有助吸引更多企業和投資者參與太陽能項目。同時，政府鼓勵企業、家庭、農場安裝太陽能板，鼓勵多元化能源供應，剩餘的能源可回售至電網系統中，有助提高再生能源比例。
2. 創新和研發：政府通過提供資金和支持，鼓勵太陽能技術和相關領域研發，提高太陽能技術效率、降低成本，進而促進產業創新。
3. 太陽能熱水器：政府鼓勵家庭安裝太陽能熱水器並提供相應補貼，有助於減少對傳統能源需求，提高能源使用效率。

¹⁴ 熱浪來襲 太陽能板成為德國啤酒花農場的烈日守護者，環境資訊中心，2023 年 08 月 22 日。

¹⁵ 經濟部能源署能源知識庫，德國首座啤酒花農場農電共生示範案啟動，2023 年 7 月 10 日，https://km.twenergy.org.tw/Data/db_more?id=7172&fbclid=IwAR3FaQFYPTsggDf-k3rXquEosXCpVk-L9KDPn6qjsAqmg7NemIDSkM2fEI8

¹⁶ 楊佳鈴，安身立命也能賺錢永續：德國能源村 Wildpoldsried 的經驗與啟示，地球公民基金會，2017 年 4 月 19 日，<https://www.cet-taiwan.org/node/3010>

¹⁷ 經濟部國貿署，「德國將通過法案，簡化住宅及農地安裝太陽能板」，2023 年 8 月 16 日，<https://www.moneydj.com/kmdj/news/newsviewer.aspx?a=34fe2815-b3a1-48b6-af01-a6649a47318b>

¹⁸ Lowcarbonpower，2021 年以色列電力狀況，<https://lowcarbonpower.org/zht/region/%E4%BB%A5%E8%89%B2%E5%88%97>

4. 國際合作：與其他國家和國際組織合作，共同推動太陽能技術發展。

依據農業作物品種不同，栽植方式搭配光照條件與土地位置，故需因地制宜考量各地條件，加上為避免營農型土地種植作物與原先差異過大，造成供需失衡，及種植價值不高的農產品等原因，政府除制定相關法規及提供試驗專案三年資金補助，來提供給能源業者誘因之外，更推行多樣化作物試驗，限定在 1.5 公頃小面積範圍下，成功招募到 460 個試辦計畫申請，經過層層篩選，最終有 120 個計畫進入實作。¹⁹

由於以色列近六成土地為沙漠，可利用土地相當有限且珍貴，主要進口項目有能源材料等，為確保每一吋土地都能發揮最大效用，政府以高科技發展精緻農業，加工處理後提供高品質與高附加價值的農產品，出口至歐洲市場。以色列能源部和農業部展開合作，未來土地將具備雙重用途，除用於太陽能發電，亦同時維持地區農業生產量。預計將在 100 個據點部署約 100MW 的營農型光電，最終期望達成於 2030 年貢獻全國 30% 能源目標。

¹⁹ 屏東縣政府綠能專案推動辦公室，「日本農電由小農主導，近 7 成約 1 分地，以色列推出多樣性農電試驗」，2023 年 10 月 26 日，<https://pge.pthg.gov.tw/archives/5079>

第四章 營農型光電專家訪談

為深化營農型光電倡議內容，今年度邀訪產、官、學等九個單位，包含臺灣環境規劃協會、格園社會企業有限公司、寶晶能源股份有限公司、地球公民基金會、綠源科技股份有限公司、明道大學智慧農業研究中心、財團法人農業科技研究院、經濟部能源署、農業部農糧署等專家，提供對於營農型光電的分析與建議。

一、營農型光電未來推動可能面臨之問題

1. **缺乏社會共識與溝通：**受過去農業設施設置光電發展的不利影響，目前社會上輿論不佳，立柱型營農型光電推動必須累積農村民意基礎，從農民或農業組織需求出發，論述一套合適可行做法，不適宜立刻大規模開放引入光電，導致各種反對理由。
2. **無可驗證的實驗成果：**經濟部雖試行營農型光電案場（如大林等），都屬於地力不佳之地，未來應與在地專業農民一起合作，此外，僅開放農業設施設置光電，並未開放各地農村小型試驗場所，且小型試驗場域的機制也無完整說明。
3. **設置成本高且易棄耕：**營農型光電 1KW（需 1.5-2 坪）建置費用 5 萬塊，一分地建置（ $((293 \text{ 坪} \times 0.4) / 2) \times 50000 = 293 \text{ 萬}$ ）要貸 293 萬，若還款年限 20 年，多數農民承做意願低，且尚未考慮農業施作成本；其次，若農民耕作收入遠低於賣電收入，會產生農民棄耕，直接將農田租變更為光電案場的問題。
4. **欠缺完善管理制度規範：**設置太陽光電主要是由中央能源單位負責資格審查，地方只負擔一部分品管責任，導致中央管理負荷量太大，凸顯量能不足問題。此外，相同規範在不同的縣市，卻有不同的詮釋，對光電業者來說，產生多重標準，難以遵循。

二、營農型未來發展的可行作法與方向

1. **營農型光電推動需要累積民意基礎，由農民或農業組織發起小型試驗場所**

農村或農業引入光電需要農民的支持基礎，並且與有意願的農民或農村合作，或是與在地農業團體（如農會）進行討論，才能釐清農村真正的需求。

其次，小型試驗場由農民或農組織為主體，農業部門透過制定實施框架，適用不同類型農業生產區，如區分農業生產區狀況、土地品質、作物類型等，對土地生產環境類型化分析，容許合理的試驗數量，成立農業合作示範點。

2. 光電公協會需訂出營農型光電 SOP 與規範，建立共識與自律條款

營農型光電應以農業發展為主，光電為輔助，包括政府、產業、農民組織等利害關係人須凝聚共識，充分與社會大眾溝通，並依序提出營農型光電後續的作法。

歐洲部分國家具代表性光電協會的規模都比較大，會針對特定光電施作訂出相應原則及標準，若有會員不遵守，也會有對應罰則，建立光電產業可信度。

3. 參考合適國外案例，健全營農型光電發展與規範

蒐集國外案例作為參考依據，如以色列由政府發起大型國家試驗計畫，在全國各地農村開放農民自由申請，並以特定的躉購費率進行提案。團隊角色須包含光電商、在地農民、在地學者，還有社區參與等，學者團隊提供第三方具科學背景監督，確保提案中各角色間平等且互相討論。

除小規模案場試行，也可以集村概念思考，如總農地 100 公頃，40%遮蔽率可設置光電約 40 公頃，將幾塊完整的地整併，擴大單位可種植面積提高耕種效益，進而降低作物生產成本、避免光電設置分散導致對農村地景的衝擊。

營農型光電契作有幾種方式，一是農民讓光電業者雇用，光電業者固定提供農民報酬；二是大地主小佃農，光電業者保證收購農作物；三是光電業者協助農民在自有田地設置光電。

4. 營農型光電可用種植進口雜糧替代解決產銷失衡，同時設置第三方公正機構進行監督與輔導

營農型光電推廣須考慮產銷問題，避免增加耕作面積後，造成作物產銷失衡。2022 年臺灣進口的黃豆、小麥、玉米三樣加總達 890 萬公噸，糧食自給率 30.7%，政府近年以轉作雜糧每公頃每年補貼 15,000 元鼓勵農民轉作，但成效不彰，若是光電業者加碼補貼，結合營農型光電種植雜糧，有機會提升農民轉作雜糧意願，不僅農地可一地二用，農民所得也可以提升，並避免衝擊本土農業產銷。

此外，農民實際種植情況只靠地方政府農業局無法負荷稽查量，且農作物會隨季節、年份、氣候調整，需第三方公正機構提供與案場相關之協助。

5. 營農型光電需鏈結農業相關政策，成為農村再興政策引導工具，及企業獲取綠電的來源

政府相關單位如農業部推廣營農型光電需與農業政策鏈結，尤其目前面臨較少人願意投入農業、導致農地荒廢，可藉由制度設計提高返鄉務農意願，將營農型光電作為政策引導工具，例如營農型光電提供青農優惠租金，解決青農投入農業誘因低的問題；或以穩定區域發電為目標，鼓勵合作社申請營農型光電。此外，可透過光電回饋金，協助農業部門成立基金，規劃營農型光電或技術輔導，及推動有機農業等。

營農型光電有機會成為穩定取得綠電管道，政府及光電產業從協助臺灣農業再生的角度，提供農民完善的協助或優惠（如提供資金融資等），提高農民投入營農型光電行列。

第五章 營農型光電發展可行的系統與運作機制設計

參考各國營農型光電推動政策，及專家學者相關建議作法，彙整後提出我國營農型光電可行的系統與運作機制設計，機制當中包含政府、光電業者與農民/農組織三方角色相互合作，方能達到以光電輔助農業發展，共榮共生的願景。以下針對機制內這三者簡要說明：

1. 政府角色主要為設定規範、管理與技術性問題協助：

- (1) 以農業部為主，經濟部為輔，由農業部門規劃開放小型試驗案場，以專業農民或農業組織（如農社企/農會等）為主體提案申請，同時規範農田設置太陽光電板之設置要點及管理準則。
- (2) 透過農業金庫提供農民設置光電案場資金融資，同時設置專家輔導營農型光電可能遭遇的技術性問題。
- (3) 經濟部提供電力相關技術協助，如饋線、儲能技術、輔導光電業者等。

2. 農民/農業組織角色主要為農業與發電生產：

(1) 農民/農組織角色

- A. 與光電業者討論設置適合農耕的案場設計：農民/農業組織應與光電業者討論耕種規劃，讓光電業者瞭解如何設置案場，以符合耕作需求。
- B. 確保生態棲息地，維護生物多樣性：透過與光電結合，確保農田環境生物多樣性，同時降低農業部門碳排，協助國家達成淨零轉型目標。

(2) 農民/農組織的益處

- A. 確保農民耕作權益與生計：營農型光電將光電與農地結合，降低農地被大規模徵收，讓農民可以繼續耕作，確保農民權益與生計。
- B. 可獲得額外光電發電收入：除原本農耕收入，亦可獲得部分賣電收入，增加收入來源。
- C. 科技復興農村與再生：借鏡以色列以光電搭配農業科學技術如高效灌溉用水、滴水和溫度控制，及遠端操作、自動化處理等，協助農民耕作發展精準農業，以最小人力資源，創造最大產量，改善農村人口老化及農地無人耕作，同時提高營農型光電對於農業整體附加價值。

3. 光電業者角色主要為光電系統設置與綠電販售：

(1) 光電業者的角色

- A. 提供農民/農業組織光電設置規劃：配合農民耕作需求（如農機具可進入

農地等)，光電板鋪設面積在一定比例以下，並提供後續維運與清洗等服務。

- B. 善盡企業社會責任(CSR):協助農業發展獲取綠電，促進農村再生與復興。除可販售供業者使用，更可降低碳排放，進而達成國家淨零轉型目標。

(2) 光電業者的益處

- A. 確保企業綠電來源(降低獲取綠電風險):若能擴大營農型光電發電量，國內企業可以獲得更多的綠電來源，不僅可以提升產品國際銷售的競爭能力，更可以爭取更多國際訂單的可能性。
- B. 共同分享光電出售利益:光電業者從農地上販售綠電產生收入，同時可部分比例回饋農民/農業組織，一起享受營農型光電帶來的利益。
- C. 跨域合作的可能性:結合光電及農業的發展，讓光電產業在空間競合下，有跨域發展的可能性。

第六章 營農型光電政策倡議

一、營農型光電未來政策倡議目標與具體作法

為使營農型光電能逐步在臺灣發展，提出未來四階段營農型光電倡議目標與具體作法，以下說明各階段主軸與應實施項目：

(一) 第一階段：社會溝通建立信心

1. 邀請多方重要利害關係人討論，並共同發布聲明，重建社會信心

過去營農型光電建置大量溫室，卻發生室內棄耕問題，此外，大面積鋪設光電，以及不利農耕地釋出，且光電收益未與當地農民共享，引起社會出現不同聲音。為重拾社會對光電業者過往既有印象不佳，需加強與社會溝通、重視利害關係人想法與權益，向社會大眾宣示光電產業協助農業發展決心，待後續營農型光電有小型試驗出現，也應持續與利害關係人溝通。

2. 業者訂立光電發展規範，同時修正過往光電設置產生之疑慮

為擺脫過去社會對於設置光電的疑慮，光電公協會可於內部凝聚共識，擬定光電發展規範，思考光電設置如何協助農業發展，為未來營農型光電訂立推動作法與標準，減少社會輿論爭議。

3. 設置第三方公正單位監督與提供專業建議

透過公正第三方，不僅可監督光電業者執行，也能夠提供案場設置相關建議，同時也給予政府單位施行機制的修正意見，居中扮演顧問與協調角色。

(二) 第二階段：小規模開放試行

1. 小型案場試驗規劃與試行（以農民/農組織為申請主體）

農業部門可思考開放小型試驗可能性，以農民/農組織為主體設計試驗案場的規範條件與機制，將光電與農業政策鏈結，讓光電成為驅動農業發展的誘因之一，透過「以農為本、光電為輔」，讓農民/農組織獲得案場主導權，增加農地收益來源。

2. 規範光電業者與農民/農業組織之間的權責

建請農業部門規範光電業者與農民/農組織之間權利與責任，如設置規格、鋪設面積、棄耕後如何恢復農地至原來樣貌及農產品產量等，都需要完善的規範與說明。

3. 蒐集各案場試驗資料，建置資料庫

當成功推動小規模試行，大量案場資料需要蒐集整理，如光電設置的情況、農產品的產量、發電量、與農業結合益處與缺點等，藉由建立營農型光電資料庫，可供未來大規模推廣參考依據。

4. 提供農業專業輔導、光電技術輔導與資金融資

營農型光電所需資金龐大，一般農民/農組織難以負荷，須由政府提供具保障的資金融資，透過與全國的農業金庫合作，提供一定額度貸款，且專款專用於設置光電設備。同時，提供農業與光電結合後的農業施作、光電設置與操作之技術性輔導等，協助案場順利進行。

5. 蒐整、分析光電業者與農民/農業組織試行之意見

可透過訪談蒐集農民/農組織的回饋意見，將案場優缺點、試行制度問題釐清並進行分析，作為後續執行參考依據。

（三）第三階段：擴大試行案場規模

1. 規劃擴大規模內容與試行機制

因大案場與小規模試行存在各式差異，需評估並規劃大案場（如 25 公頃以上農地規模）的執行方式與參與機制，減少未來推動阻力。

2. 試行大案場營運機制（考慮以光電業者為主體）

因案場規模擴大，農民/農組織可能無法負擔營運，可透過遴選大案場營運試驗，改以光電業者為申請主體，農民以農耕為本，但仍應高度鏈結農業相關政策，避免產生棄耕問題。

3. 搭配農作物產銷規劃

因臺灣農業屬於淺碟市場，為避免大規模農作物種植過量導致價格崩盤，應有農作物產銷規劃，如安排大規模案場種植進口雜糧，替代我國目前雜糧進口數量，避開易影響國內市場價格的農作物。

（四）第四階段：全面推廣與擴散

1. 持續完善大小規模的案場

透過案場資料蒐集，訪談光電業者、農/農組織、第三方監督單位等之意見，持續優化大小型案場，完善申請機制與執行流程。

2. 全國擴大試行

當大小案場試行模式皆完善穩定，可進一步在全國擴大推廣，推升案場數量與發電量，使光電發電量能持續放大。

3. 提供國內企業綠電之來源

當全國擴大試行且足以生產大量綠電供市場交易，除滿足我國企業對綠電的需求，也達成我國再生能源發展目標。

二、待持續追蹤之過往政策倡議說明

《太陽光電公共政策建言書》已邁入第 5 年，為使今年倡議聚焦營農型光電，對於過往政策倡議項目，在維持躉購費率穩定性與完整性（包含費率加成項目可更多元以引導產業投入、費率適用期程應考量大型案場特殊性改採簽約費率、公布三年以上躉購費率以穩定投資環境）、加強政策溝通和穩定性（包含將饋線容量以實際裝置量的 80% 計算、避免突然提出和改變政策，並於發布前和利害關係人進行充分溝通），已獲政府相關單位回應並透過多元管道溝通，未來仍將保持關注。其餘未完成倡議，提請政府參採並持續追蹤項目如下：

（一）完善太陽光電空間發展規劃

政府回應：已積極劃定公私有地能源專區，公有土地部分針對工業區、國產署及臺糖土地，劃定光電專區，皆已完成招標作業；私有土地部分，能源署與農業部劃設不利農業經營區及公告漁電專區，且農業部評估及公告現有不利農業經營區，開放以容許方式設置光電，目前暫無增設不利農業經營區之規劃。

經濟部能源署正規畫再生能源用地白皮書，將太陽光電用地需求納入國土規劃架構下，以利與其他用地調和，顯示政府已注意光電用地的空間競合問題，預計提出再生能源用地上位政策。

持續追蹤：透過「計畫」引導太陽光電設施發展區位，以及擴大容許使用適用範圍並訂定相關標準等兩項議題為主，並視後續再生能源用地白皮書釋出之內容，審視相關政策。

（二）加強政策溝通和穩定性

政府回應：建議規劃地方綠能建設，可連結地方創生及建立地方回饋機制相關作法，以綠能競爭力帶動城市競爭力，未來如成效良好，經濟部可協助宣導推廣給其他業者參採。

在考慮增加稅務優惠吸引投資建議，政府回應表示美國電業自由化，再生能源發電業並無躉購優惠，係採 ITC（投資稅抵免）政策，提供納稅人優惠作為誘因，而我國則採用躉購費率，提供誘因吸引投資。

持續追蹤：在提升地方政府參與誘因、利用再生能源基金設置饋線以及增加業者稅務優惠等，政府尚無提出較具體之作法，期待未來與相關部門持續溝通可行具體作法，協助光電產業之發展。

（三）推動太陽光電永續共榮發展

政府回應：漁電共生透過環社檢核劃設 2 萬公頃專區，農電共生分別由臺糖公司及農業部辦理試驗計畫，待取得農作試驗成果，再行與農業部評估推行可行性。

持續追蹤：建立多元可行的農/漁電共生模式議題，因近年施行漁電共生，社會仍出現不同聲音，未來須尋求社會共識，且營農型光電後續仍有相當大的發展空間尚未規劃。

三、總結

當光電現行設置空間逐漸飽和，為使我國再生能源發展極大化、達到 2050 再生能源轉型目標，太陽光電產業發展至關重要，亟須政府、產業、社會各界一同思考並找出光電發展的空間複合利用多元性，也顯示營農型光電的發展潛力及重要性。

台灣 2023 年太陽光電產值為 1,641 億元，2022 年廠商家數 452 家，就業人數約 8,500 人，擁有成熟完整的在地供應鏈，透過生產高品質多晶矽、晶圓、太陽能電池模組及安裝系統所需的支架等零組件，累積豐富的專業人才與製造管理經驗，在技術提升和降低成本均具備優勢，不僅可供給國內製造業再生能源需求，同時帶動整體光電產業正向發展。

光電產業是我國再生能源發展重要基石、推動能源轉型關鍵力量，期許光電業者與農民/農組織、政府攜手合作，帶動臺灣農業轉型與再興，創造光電結合農業之空間複合利用典範，為我國企業及社會提供永續綠電，協助我國達到淨零排放，完成 2050 再生能源轉型目標。

參考資料

1. 台灣電力公司，歷年再生能源裝置容量，
<https://www.taipower.com.tw/tc/page.aspx?mid=207&cid=165&cchk=a83cd635-a792-4660-9f02-f71d5d925911#b01>
2. 行政院，加速推動再生能源一極大化綠電發展，逐步達成能源轉型，
2023 年 11 月 8 日，
<https://www.ey.gov.tw/Page/5A8A0CB5B41DA11E/46de50e1-7381-4634-93e7-4cd320ec308b>
3. 國際能源署（IEA），<https://www.iea.org/countries/japan>
4. 綠能科技產業推動中心，
<https://www.geipc.tw/IndustryAction.aspx?id=25>
5. 關鍵評論網，「避免『假農作真種電』，日本如何在農山漁村導入再生能源設備？」，2020 年 11 月 24 日，
<https://www.thenewslens.com/article/140809>
6. 日本農林水產省營農型太陽能發電實作支援手冊；財團法人主婦聯盟環境保護基金會。
7. 臺灣環境規劃協會，日本營農型光電案例分享，
<https://www.tep.org.tw/post9/>
8. 今周刊，「由農民提案，地方政府把關假種田十年三千案場，日本這樣做營農型光電」，2023 年 8 月 16 日，
<https://www.businesstoday.com.tw/article/category/183027/post/202308160025/>
9. 日本農林水產省（2023），營農型太陽光發電取組支援ガイドブック。闕棟鴻，德國能源政策評析報告，能源知識庫。
9. 經濟部國貿署，「德國太陽能光電 2023 年新增裝置容量將達 13 吉瓦，超越年度預定目標」，2023 年 11 月 20 日，
<https://www.trade.gov.tw/Pages/Detail.aspx?nodeID=45&pid=774181>
10. Kerstine Appunn & Julian Wettengel，Germany boosts renewables with “biggest energy policy reform in decades”，Clean Energy Wire，

2022/4/7，<https://www.cleanenergywire.org/news/germany-boosts-renewables-biggest-energy-policy-reform-decades>

11. 熱浪來襲 太陽能板成為德國啤酒花農場的烈日守護者，環境資訊中心，2023 年 08 月 22 日。
12. 經濟部能源署能源知識庫，德國首座啤酒花農場農電共生示範案啟動，2023 年 7 月 10 日，
https://km.twenergy.org.tw/Data/db_more?id=7172&fbclid=IwAR3FaQFYPTsggDf-k3rXquEosXCpVk-L9KDPn6qjsAqmg7NemIDSkM2fEI8
13. 楊佳羚，安身立命也能賺錢永續：德國能源村 Wildpoldsried 的經驗與啟示，地球公民基金會，2017 年 4 月 19 日，<https://www.cet-taiwan.org/node/3010>
14. 經濟部國貿署，「德國將通過法案，簡化住宅及農地安裝太陽能板」，2023 年 8 月 16 日，
<https://www.moneydj.com/kmdj/news/newsviewer.aspx?a=34fe2815-b3a1-48b6-af01-a6649a47318b>
15. Lowcarbonpower，2021 年以色列電力狀況，
<https://lowcarbonpower.org/zht/region/%E4%BB%A5%E8%89%B2%E5%88%97>

附錄一 共同倡議名單

GESA 綠能暨永續發展聯盟

太陽光電公共政策倡議委員會（依公司名稱排序）

主委：友達光電股份有限公司 林恬宇能源事業群總經理

副主委：中美矽晶製品股份有限公司旭鑫分公司 黃正泓總經理

副主委：睿禾控股股份有限公司 陳坤宏董事長

成員：中租控股股份有限公司 謝明宏資深副總經理

元晶太陽能科技股份有限公司 江郅豪副總經理

茂迪股份有限公司 王彥傑 副處長

雲豹能源科技股份有限公司 張建偉永續長暨發言人

聯合再生能源股份有限公司 沈維鈞太陽能事業總經理

台灣太陽光電產業協會公共事務委員會（依公司名稱排序）

主委：天泰能源股份有限公司 陳坤宏董事長

成員：工業技術研究院綠能所太陽光電技術組 林福銘組長

中租能源開發股份有限公司 謝明宏副總經理

元晶太陽能科技股份有限公司 王亮凱副總經理

台灣太陽光電產業協會 姜暉先 秘書長

台泥綠能股份有限公司 江一志處長

盈正豫順電子股份有限公司 馮雅聰經理

美歐亞綠能股份有限公司 陳柏均工程經理

海利普電子科技股份有限公司 李慧平執行長

進金生能源服務股份有限公司 厲國欽總經理

溱陽能源系統股份有限公司 簡銘賢總經理

慧能智聯股份有限公司 宋婉甄總經理

聯合再生能源股份有限公司 劉修宏系統開發協理

附錄二 訪談大綱與名單

一、訪談大綱

1.營農型光電發展機制、困境與挑戰

(1) 營農型光電制度建立是未來趨勢，請問您認為營農型光電發展的困境與挑戰為何？

(2) 營農型光電發展需要建立一套機制設計（如政府、光電業者與農民等互相配合），請問您認為這套機制應如何設計與運行？應有哪些角色？當中應導入哪些光電設置或農作物種植技術？如何管理光電的設施配合農業發展？會產生哪些預期效益？

(3) 請問您認為在營農型光電發展的過程中，農民在田間需要有哪些作為與管理？以及光電設置與農作物生產之間的關係？光電如何協助農村再興？以及預期效益為何？

2.政策需求與建議

(1) 請問您認為農業部與經濟部在營農型光電發展的過程中，應提供哪些措施（如法規調適、環評機制、資金融通等），協助農民規劃營農型光電的設置？

(2) 營農型光電涉及農地以及諸多國土規劃的使用問題，請問您認為政府應如何妥善處理相關問題，避免光電發展受到社會輿論壓力（如農民、環團、社區居民等），阻礙其發展？

二、訪談名單

表 1 訪談名單

序號	類別	姓名	公司/單位	職稱	介紹
1	公協會	陳郁屏	臺灣環境 規劃協會	秘書長	成立於 2020 年的獨立公益法人組織，致力推動與環境共融的空間規劃。我們提供共融光電之操作指引、技術工具與諮詢平臺，深入國際經驗與臺灣脈絡，並參

					與全球淨零行動。
2	公協會	蔡卉荀	地球公民基金會	主任	地球公民基金會是臺灣本土環境公益團體，關注於山林國土與花東永續、工業污染、氣候變遷與能源轉型等三大範疇，透過調查研究、提出解決方案，理性堅定的促進社會對話，集結公民力量，採取有力的行動，達成環境個案與法令政策的改變。
3	政府單位 (書面回應)	無	農業部農糧署	無	主要業務涵蓋農、園藝作物之遺傳育種、品種改良、栽培技術改進、採後處理技術開發與應用、創新技術研發等應用性研究工作，復配合試驗設計、農業資訊及現代化科技來提昇試驗研究和作物生產效率與效能。近年研發成效包括育成多個米質優良、抗病蟲、耐倒伏及豐產之水稻品種、具有特殊應用需求之玉米與落花生品種、質優高產之山藥與仙草等保健作物品種、以及低需冷量溫帶水果與蔬菜品種等。
4	政府單位	無	經濟部能源署	無	依據經濟部能源署組織法第二條規定，能源署

	(書面 回應)				掌理事項如下： 1. 永續能源發展、能源安全、能源政策與法規之研擬及推動。 2. 能源相關事業因應全球氣候變遷之溫室氣體減緩與調適策略之規劃及推動。 3. 能源之取得、儲存、轉換與提升供需可靠度之規劃及推動。 4. 能源價格與費率之研擬及審議作業。 5. 能源事業之管理、輔導及監督。 6. 節約能源、提升能源使用效率與新及再生能源發展之規劃、示範應用及推廣。 7. 能源有關技術之規劃、推動及管理。 8. 能源經濟與能源資訊之調查、統計、分析及應用。 9. 能源有關之國際事務參與及國際合作。
5	從事營農型光電之農民	林桐榮	格園社會企業有限公司	執行長	林桐榮執行長是第一個成功在光電設施下種植香莢蘭的專業農，他的第一座溫室設施就是光電業者提供，但是他認為即便貸款，小農要單

					獨投資溫室跟光電設備都非常困難，光電業者的資金優勢是一個非常重要的工具，不過農電共生要雙贏，前提是雙方要能達成真正的夥伴關係。 在第一個案場種植成功且站穩市場後，他開創新的合作模式，光電商不只要蓋溫室屋頂跟光電，還要出資金提供購買資材、設備等農業運作所需，把農方當作「物業的管理人」，付出一定成本支持。農方在合作關係中獲得支持後，再分期歸還資金。
6	光電業者	蔡佳晉	寶晶能源股份有限公司	董事長	寶晶能源旗下的寶糖能源，參與臺糖「曙光計劃」，將臺糖位在嘉義大林的閒置土地活化再利用，作為農電共生的示範案場之用。寶糖能源取得近兩公頃土地，以建蔽率不到四成的方式，建置約 1.1MW 光電容量，並將在光電板下，以有機方式栽種大黃瓜與南瓜等糧食作物，是一座貨真價實的「農電共生」案場。

					鑒於日本營農共生案場的成功經驗，寶晶能源特別邀請日本知名的營農案場專家 MYFARM 來擔任該案場的顧問。為求土地面積可以獲得百分百的日照，從案場光電板的間隔距離、基樁高度與動線等，都精密規劃設計，期能讓種植的農作物得到充足的陽光。
7	光電業者	壽明驊	綠源科技股份有限公司	董事長	綠源科技投資五千萬在雲林設立追日型太陽光電場域，並與桃園農業改良場合作，栽培試種蘭科作物、仙草等高經濟價值作物，盼透過示範觀摩掃除「假農業、真發電」疑慮。追日產品可增加十五%發電量，以土庫大荖廠租用三·八分農地，平均一年可發電五十萬度，預計八年回本，設施內栽種高經濟作物，解決農村人力的老化，達到農業為本、綠能加值目標。
8	學者	陳玠廷	農業科技研究院農業政策研	副主任	● 專長：鄉村發展、農業推廣 ● 經歷：臺灣農業推廣

			究中心		學會常務理事、臺灣農業經營管理學會理事、臺灣地理資訊中心學術顧問
9	學者	楊純明	明道大學精緻農業學系	教授	● 研究專長：作物生理、農業微氣象、韌性農業、精準農業、作物光譜 ● 智慧農業研究中心主任

資料來源：本研究整理

附錄三 訪談資料紀錄

一、臺灣環境規劃協會 陳郁屏秘書長

(一) 營農型光電發展現況

1. **國家再生能源發電量無法全部依賴營農型光電：**營農型光電只是國家再生能源政策的可能選項之一，不可能 40GW-80GW 都要由營農型光電來負擔，農電的推展需要嵌入農業政策，不適合由能源部門以可負擔多少發電量的角度設定目標。
2. **目前為止政府部門推動試行的農電案場，並未與原有農作結合（甚至久未耕作）：**政府部門試行營農型光電的案場（如大林等），都屬於不毛之地，試行的光電廠商都要進行養地，或種植作物要配合光電的遮陰效果，選擇非主流市場的一般作物（如牧草、香莢蘭、仙草等），使得因光電種植的農產品產生市場需求問題（賣不出去）。
3. **政府審核與管理量能不足，難以管理開放後的案場：**臺灣綠能之推動與審查由中央能源單位主責，有別於其他積極推動綠能的民主國家如日、韓、歐、美等國是由地方政府負責個案審查，地方政府需遵循，上位法規頒布自治條例。此外，一樣的文字在不同的縣市裡面，會被不同的詮釋，主要問題癥結是，由中央統一規定的內容，難以照顧各地不同的條件與需求，且全國性規約較為籠統，個案則有各種情境，各地方政府的裁量基準不同，提高光電開發的商業風險。
4. **僅開放農業設施設置光電，難以推動營農型光電發展：**農業部僅開放農業設施設置光電是不夠的，過去農業部業曾經詢問協會，目前國際農電發展以開放型農電為主流，因為這是農業地景的主體，協會在與農業部門代表的互動也多次提及，僅開放農業設施結合光電不足以推廣營農型光電。

(二) 營農型光電未來發展建議

6. **光電業者要瞭解並配合農民耕作需求：**營農型光電要能成，需邀請有興趣參與的農民一起投入規劃試驗，光電商需瞭解既有農業的挑戰與困境是什麼，有沒有辦法在既有農業行為的基礎上，提供更好的解決方案給農民，讓農民有興趣結合光電發展。
7. **需強調農電結合如何促進農業永續：**推行營農電有可能導致作物減產，日本或歐洲案例有的減 2-3 成，也有的不減反增，但不應該只看

產量增減，而要著眼於整體土地使用效能的提升，以及對農業永續的長期價值。例如歐美國家都認知農業是碳排的重要來源並且積極的堆動減碳，而農電結合有機會降低碳排。又例如許多農業生產區面臨乾旱、冰雹、強降雨、熱傷害等氣候風險，光電板可以保護作物抵抗極端氣候，並可透過良好設計調節微氣候、減少水份蒸發、降低水資源使用，可提升農業生產者的氣候調適韌性。

8. 營農型光電的推展一定要有階段性：

- 1) 首先是試驗，讓光電在社會、農村，被認定為是可接受，且農民要有興趣合作，這個階段不能求量，應該要求普遍，盡量跟既有的農作物與專業的農民取得合作關係。
- 2) 其次，試行階段盡量以主力農戶為邀請參與對象，主力農戶是臺灣農產業中壯年全職經營者，是農產值高於光電收益好幾倍的農戶，這樣才不會出現農民倒向光電，直接放棄耕種的情況出現。
- 3) 第三，推行必須與主要菜類或水稻結合，是臺灣主要的糧食作物，可以直接創造幾種可行的合作模式，而且不會因為一結合就把農業產值比下去，再者是民生必需品，就是可以在國內市場銷售沒有問題。

9. 找合適國外案例學習：臺灣可以學習以色列，由政府發起一個大型國家試驗計畫，預計收兩百個案子，在全國各地的農村都要鋪點，農民可以自由來申請，每一個案子都是 1.5Mega 的發電量，以及特定的躉購費率，讓農民不會覺得無法無法適應，提案內容要包含光電商負責設施、在地農民、在地學者，還有社區參與等，學者團隊可以在旁邊提供第三方具有科學背景的監督，確保營農型光電提案當中，這幾個角色是平等且可以互相討論。

10. 公協會訂出 SOP 與規範：歐洲有些國家，也會有 SEMI 這樣的光電協會，夠大且具代表性，協會告訴會員在做特定共融光電或農電，要遵守哪些原則，這些原則怎麼做，協會訂出標準方法，若有會員做不到，我們自己協會，也會有一些處置的方式，像英國以前大規模進行地面光電，但要兼顧生態共融，類似像 SEMI 這樣的協會，就自己訂出十個方案，最重要是承諾跟社區共好，對生態加值等，讓光電產業可以被社會信任，SEMI 可以往這個方向思考。

二、格園社會企業有限公司 林桐榮執行長

(一) 營農型光電發展現況

1. **太陽能板遮陰會影響作物生長：**農業部認為營農型光電，以糧食作物為主，在上面鋪太陽能板，會遮陰影響作物生長，是不可行的作法。
2. **農民平均年齡太高，且施作光電要貸款金額很大，農民意願低：**臺灣農民平均年齡是 63 歲，若光電 1KW（需 1.5-2 坪）建置費用 5 萬塊，450KW（約需 900 坪面積）乘以 5 萬塊，就要貸 2250 萬，還款年限 20 年，農民 63 歲要還到 83 歲，多數農民都會不敢承做，而且尚未考慮農業施作所需要的成本，一般青農聽到要借 100 萬可能還願意嘗試，1000 萬以上就沒有農民願意。
3. **營農型光電需光電與農業施作成本，農民承作壓力大：**除光電設置需成本外，農民承作土地也需要農作相關的成本，例如農民要承作 80 公頃的土地，若一公頃需要一位專業人員照護，一個月一位人事費用 5 萬，承作 80 公頃一個月人事費用就要 400 萬，還不包含農機具費用、農藥、施肥等，若政府或光電業者沒有協助農民資金（如貸款或補助），農民根本不會想要營農型光電。

(二) 營農型光電發展建議

1. **光電業者應協助營農型光電發展，成為取得綠電的管道：**現在很多企業都缺綠電，營農型光電是可以取得綠電的一種可能管道，光電商應思考協助從臺灣農業再生的角度，提供農民更多的協助或優惠（如提供資金融資等），讓更多農民願意投入營農型光電發展，而不是反其道而行，只想管光電的鋪設，蓋好溫室向農民收取租金，順便收取發電的利益，剩下都不管，這樣營農型光電很難發展，綠電也很難增加取得的數量。
2. **農業部應思考健全營農型光電發展的內容與規範：**農業部一年要花在溫網室補助約 200 億，造成有些光電業者，為了要拿到營農型光電補助案，就自行蓋溫室，想辦法租給一般農民，收取租金後，又可以獲得發電收益 20 年，而不是專業農夫或專業農業團隊從自身需求出發，蓋溫室種植。此外，設施的抗風係數要 17 級風，農業部會要求拿補助的案子，要再參加保險，所以農業部的補助預算應該超過 200 億，要導正方向，設計一個管理機制，讓溫室真種田，搭配設置光電發電，協助農業轉型，而不是讓農民與業者抓不到發展方向。

3. **要避免假種田真種電，可令銀行撤銷業者案場貸款：**光電廠商都會向金融業者貸款，若光電商與農民合作寫出農業經營計劃書，申請通過後，農民後續不耕種，以前農政單位會開勸導單，若持續三個月沒種植，三個月後就撤照，但通常不容易撤銷，最好的方式就是農業單位發給光電業者勸導單，同時也發給貸款銀行，只要緊縮銀根，通常營農型光電案就不容易變調。

三、寶晶能源股份有限公司 蔡佳晉董事長

(一) 營農型光電發展現況

1. **營農型光電的農地要慎選，不能使用地力差的農地：**例如臺糖大林提供的土地地力不佳，光是整地就花蠻多錢和心思，還要一直用肥料或酵素改良地質，現在一般農民做營農型光電，產值沒辦法達標有很大的可能是因為地力本身就不好。臺糖當時種地瓜，但收成不如預期。其次，臺灣一般都缺水，沒有辦法引水灌溉，就是很大問題；第三，產銷要考量當地有沒有集散地，如雲林西螺果菜市場或是該農產品可以久放，像南瓜等，所以營農型農地的條件，要肥力夠、排水好、地塊平、水源足，一地兩用的想法很好，但是營農型光電的建置成本比地面型貴，且農產會有損失一到兩成，所以推廣不易。
2. **營農型光電最大的麻煩就是洗模板不好洗且成本高：**營農型光電需架高光電板，造成模板不容易清洗，維運費用相對就貴，而且造價成本一定貴，所有在考量要建置營農型光電就有兩個方面的成本會比較高而需考慮：新造成本與維運成本。另，還有一個必須克服的是鳥大便，因為臺灣的沿海高污染、落塵量、金屬粉塵，還有沿海有鳥大便，有鳥大便多的地方就不適合架設營農型光電板，一定要慎選農業地區位，因為營農型光電洗模板本來就很貴，太靠沿海鳥大便太多，鳥大便太久沒有洗就會在光電板留斑，就會影響發電效率。
3. **營農型光電比較大的挑戰是缺乏專業農民持續耕作：**現在光電廠商若靠自己找農民合作，遇到的問題是農民的工作時間與光電廠商不同，管理上較不易。建議小面積的農地案場由農民自己挑選作物自己種植會比較好，曳引機是一分地施作來收錢，工人也是每日算錢，上述兩者都不會算時薪，所以例如三、五分的小面積的農地就難以產生規模經濟，唯有耕作面積愈大，有常駐工人在施作，成本才會愈省。此外，愈大面積的案場則是要考慮產銷，如果是規劃了合適的作物，也較有規模經濟價值，愈容易損益兩平。總歸而言，營農型光電只要設置的支架高、寬都夠，什麼都可以種，主要還是考量到找到專業有技術的農民進行持續的耕種，所以建議小面積給農民自己施作，大面積的農地若要營利，要朝規模經濟的方式設計耕作內容，如此才有可能達到一地兩用的效益極大化。
4. **營農型光電發出的綠電會比較貴，企業與民眾必須要有認知：**目前環團普遍都是支持營農型光電，但是環團想法跟實務上有很大差距，為什麼

沒有人做營農型光電?很簡單就是成本貴，而且自由電價以後，電價要到市場競爭，沒辦法競爭過地面型光電，營農型光電的電價成本勢必高於地面型，若大家能接受營農型光電發出的綠電售價較高的話，廣推營農型光電才有意義。

(二) 營農型光電未來發展建議

1. **營農型光電發展的契作方式：**一般農業契作有幾種方式，第一種方式是農民讓光電業者雇用，光電業者提供農民固定薪酬；第二種方式是農民將農作物種好收成，光電業者保證收購，就是大地主小佃農的概念，例如一對夫婦可以耕作兩公頃的地，只要種植的作物為高經濟價值，收入都會蠻好；第三是農民自己有田在耕作，例如老農民自己有五分地在耕作，一個人可以完成，他只要耕種自己的田，那光電業者就幫他蓋光電，讓他自己種；最後一種是採分潤的方式，招農民來耕作，再補貼一些電費收入。
2. **營農型光電的鋪設方式可以考慮分區鋪設，或是結合地方創生複合式發展：**現在的模板技術可以鋪到 1.3-1.4 坪的比例，但如果一公頃只能鋪到 0.7 到 0.75 坪，大概只能產出原本發電量的 60%。一塊地板可以鋪 1.4 坪，卻只拿來做 0.7 坪，對於原本土地就稀缺的臺灣要發展再生能源而言，未必是最好的解方。現在並沒有任何科學證據顯示光電板鋪設在作物旁邊，會影響農作物生長，故可以考慮分區進行，這區設置太陽能，另一區農作，這樣反而更有效率，也為另一種形態的農電共生；還有一種作法是結和地方創生，現在臺灣農民缺少，農村人口也凋零，營農型光電當中只有純農業行為的話，產銷是重大的問題，獲利也不是很好，大面積的地區或農村可以朝向六級農業作規劃，跨領域整合，將農業生產後的加工與銷售服務都加以考量，並將環境保育的概念融入其中，將是低碳經濟帶動農村發展的契機。
3. **營農型光電可以學習日本鋪設經驗，案場的成功率會比較高：**營農型光電在國外行之有年，尤其在日本也有超過 3000 場的成功案例，閱讀日本營農型光電的相關資料：光電板的支柱高度必須在兩公尺以上，遮蔽率規範則是 28%~33%，嚴格規範在光電板下的作物產量需要達到平均收成的八成。臺灣的太陽能照度不亞於日本，雖然目前規範遮蔽率需要達到 40%，但只要在作物選擇上，因應遮光度高低，挑選合適的「光飽

和點」作物，並且比照日本的模式設計，跨距與高度夠，讓 200 馬力曳引機也得以進出，基本上案場的成功可期。

四、地球公民基金會 蔡卉荀主任及梁聖岳專員

(一) 營農型光電發展現況

1. **農業部沒有積極推動營農型光電：**首先，農業部門跟地方行政機關的管理量能不夠，怕開放後無法有效管理，其次，每個地方的農業有不同問題、不同類型農作物或農村，有很多既有的問題存在，這些問題都可能因為引入光電而凸顯，且無法解決，反而讓光電受害，能源部門也必須提供支援與資源協力管理，要讓民眾覺得農村引入光電不會造成很大問題，光電可以幫農村帶來機會，慢慢扭轉民眾過去對光電不好的負面印象，讓農村能夠面對社會經濟、氣候變遷、人口問題等挑戰，解決農村既有的問題。
2. **農民種植的農產品若無市場競爭力，在營農型光電模式中很容易棄耕：**營農型光電底發展模式中，若農作物在當前缺乏市場競爭力，農民沒有辦法有穩定經濟來源，若裝光電又會使農產品收成受到影響，雖然光電有穩定收入，但對農民而言，會有兩者皆空的疑慮，而不願意投入。所以如果要推營農型光電，光電業者與政府的眼光，要放遠一點，不是明年就要全面開放或推動，要先透過農用設施，讓光電能夠慢慢進入農村，取得農村信賴，比起馬上要全面開啟營農型光電試驗，農用設施是比較安全的做法。推動初期更要有細緻的輔導措施協助轉型。
3. **臺灣農業經營模式多變化，營農光電需要符合農民操作慣習：**臺灣的專業農通常都是採取多樣作物輪作的模式以追求最大利益，光電設備的設置能否符合多樣作物輪替耕作的需求是營農型光電在臺灣發展的關鍵。大宗雜糧作物（最多種植面積、最容易粗放操作）多是需要大量陽光的作物，光電設置即使試驗可行，但會延長多少收穫時間應是農戶在意的關鍵（雖然種植越久，通常風味會更好，但相對收穫次數必須減少）、試驗場域與田間環境的差異無法得到農戶信任（即使是相同作物在不同地方也會採取不同農法，但試驗結果很難符合各地的情形）。田間若有光電設施即需要配合設施設計田間操作方案，光電業者會如何與農戶溝通？會先從哪些地方（國外、在地）嘗試找尋可行的案例、找到關鍵人來說服地方的農民？

(二) 營農型光電未來發展建議

1. **營農型光電推動需要累積民意基礎：**當農村社區開始談光電引入，能幫農村解決問題，主動講出一套合適可行做法，具有農村的民意基礎，旁邊的人就沒有正當性說反對的話（如光電進入農村是毀農、滅農等），所以關鍵是必須要找到有意願的農民或農村，抑或是在地農業團體（如農會），跟農民有很多的討論，覺得可以試試看，這樣才能夠符合農村真正需要，不然直接引入光電，會被千百種理由反對。
2. **農業部應該開放小型試驗場所，並由農民或農業組織發起：**小型試驗場所成功的關鍵，在於要找到有意願的農民或組織，申請試行營農型光電，其次，農業部應先設立一些框架，這些框架可以適用很多不同類型農業生產區，如先區分農業生產區狀況、土地品質、哪一種類型作物為主等，區分這些不同農業生產區，對農業的土地生產環境類型化分析，然後合理容許試驗的數量，這種農業的合作示範點，關鍵指標就是農村社區主動提出申請，而不是由光電公司提出。
3. **營農型光電必須要設計完善機制，消除大眾疑慮：**若要開放營農型光電試驗，必須要有一些機制讓民眾放心，如不同類型生產區的研究，可容受環境承載上限，農糧生產狀況，明確的界定這些試驗純粹就是研究試驗，不代表整個農業地區全部都要開放，杜絕媒體把這些試驗擴大解釋，農民或農業組織才會接受。若設置未達 20 年，但農民需要調整耕作模式、生產作物，導致發電設備需要調整時，在制度設計中需要界定更動設計時的權責以及相關法令（誰負責調整光電設施、成本由誰負擔、什麼標準或條件下能夠更動，以及是否能申請補助或其他給付）
4. **永續農業發展光電只是其中一個選項，非唯一選項：**在未來比較好的生活環境當中，淨零只是其中一個指標，不是唯一的目標，所以民眾不會只在意再生能源能夠達到多少？民眾也會在意農業能不能夠永續？生物多樣性會不會消滅？民眾比較熟悉是這些價值理念，而不是再生能源目標，如果政府或光電業者，純粹拿再生能源目標要農民或農業部門買單，就會容易受到反彈，畢竟光電只是永續農業發展的其中一個選項，並非是唯一選項。
5. **營農型光電需有第三方專業組織的稽查與輔導：**若要確認進行營農型光電時，農民是不是有在種植，只靠地方政府農業局稽查，無法負荷稽查量。此外，農作物會隨著季節、年份、氣候做調整，農民會遇到很多種需要調整狀況，如菇農因為菇包供應商沒有辦法如期供應菇包，造成種

植量未達七成，這是農民遇到技術性問題，但地方政府承辦人員會因為產量不到七成，就判定是假種田、真重電，駁回菇農申請，但農民需要的是專業輔導，瞭解發生的技術性問題，而非光電的影響，或是對於光電設施的基本設計有一定的規範，因為坊間的農田都會看到很多光電案場的施工品質非常差，但農民不瞭解，遇到問題，就會求救無門（如漁民會擔心會不會有漏電、觸電的問題）。

五、綠源科技股份有限公司 壽明驊董事長

(一) 營農型光電發展現況

1. **目前最大的困境是主管機關農業部的政策錯誤：**營農型光電最大的困境，就是農業部沒有開放相關的示範、試驗，進度嚴重落後，農業部在 110 年 1 月宣佈有 9 個場址，共 6.8 公頃要進行試驗，到 2023 年底為止僅完成兩場，而農業部設計的地面型支架的架構與溫室幾乎相同，此種架構成本太高，與一般立柱型太陽光電不同。如果農業部最後的結論是成本太高不可行，業界就無法接受。
2. **禁止小規模的試行，但大規模能源專區土地執行率低：**政策錯誤主要在於禁止小規模的案場試行，讓農民與社會無法看到農電共生的可行性與優點。政府一貫推行大規模的能源專區，動則釋出數千公頃的土地，但執行率非常低，因為牽涉太多土地，牽涉太多的地主，就很難處理。現在漁電共生推動都以大規模的光電公司為主體，一般農民/農組織不可能直接參與，因此造成推動營農型光電，大部分農漁民根本沒有受惠，才會引起很多的反彈。
3. **政府推行漁電共生、農電共生、低地力區的作法，利益集中少數業者手上，弊端叢生：**都是幾百公頃或上千公頃土地，遴選幾家廠商，每家處理至少數百公頃的土地，此種案子招標，光是押金就好幾億，中小型公司根本無法負荷，造成開發利益集中少數幾家公司，其中的利益太大因此產生各種弊端，更造成社會大眾對推行太陽光電的不信任感。
4. **用地力低的農地進行營農型光電試驗（或推廣）是大錯：**過去幾年臺糖曾幾次推出幾千公頃的地面營農型標案（後來都因民眾反對而撤回），這非常的不可行。因為過去是種甘蔗的地，地力都不佳。因為土地肥沃、水源充分的農地，都不會用來種甘蔗，將這種很久不種植、地力不佳的農地用來進行營農型光電，還要求要有七成產出，注定會失敗。更會造成國人認為農電共生不可行的錯誤結論。其次，如果用大面積長期沒在種植的土地執行農電共生，一下增加數千公頃農作物的產量，就會造成很大的產銷失衡。光電公司選擇要在這數千公頃上種植的農作物品種，收成時一定會造成供過於求而引起市場價格大崩盤，引起更多民怨。
5. **平地造林地要進行營農型光電成本太高：**如果種樹已經種 20 年，要清掉樹頭與樹根，投入成本是非常高，沒有光電業者想做這些事情。清除樹不是推倒就可以，要動用怪手挖很久才可以把這些樹頭樹根清掉。

另外還需要補入土方更是一大筆成本。這些平地造林地大都是地力很差的土地，要種出七成農產品作物，更是難上加難。

（二）營農型光電未來發展建議

1. **提升農民收入，不讓農村荒廢才應該是真正營農型光電的目標：**日本是2013年開始施行營農型光電，宗旨是要提升農民收入，防止農村人口流失，增加農村收入，讓青農有意願回農村，這是日本營農型光電的目的，主要執行方法對於土地面積完全沒有限制，相對鼓勵小農，2023年日本全國已經有超過4,000個案場的營農型光電，4000場其中70%是100KW，就是1分多土地的小農居多，90%案場規模在兩公頃以下，可以證明日本推行營農型光電的目標就是為了農村不要繼續荒廢，而不是達到能源政策目標。我們政府一直堅持要以農業為本、農業優先，但並不能嘉惠到大多數的農民，反而是大企業大光電公司在得利，日本的以小農為主的營農型太陽光電，才是真正以農民為本，以農業為本的農電共生。我們並不是在反對大光電公司來做農電公司，國家需有大企業加入才能壯大產業達到再生能源目標。但是這個政策不應該犧牲眾多的小農，現在不讓大多數農民能夠自己參與營農型太陽光電是不對的。
2. **建議政府要開放多一些試驗點，且主導者不要是光電公司：**農電共生要成功最重要必須獲得農民、NGO 以及社會大眾的認同。現在他們普遍對於光電公司做漁電共生或農電共生印象很差，認為會產生很多假種田真種電，或是不愛惜土地與環境的情況。要翻轉這些觀感，就要讓農民、農村的組織做主導來做這些小型農電共生的試驗點，這樣就會成功。只要不去改變這些農民現在種植的作物，就能種植成功，這些農民現在也都有既成的銷售管道，因此完全不會有農業部擔心的產銷問題。若有需要光電公司技術協助與投入資源進行小規模試行，太陽光電的幾個公協會都可以幫忙沒問題，雖然過去因為個別農民的案子太小造成大部分光電業者較不喜歡處理這樣的案場，可是現在為了要能推動營農型光電，公協會絕對可以找到一些熱心的光電業者協助。
3. **必須先有成功小規模試行案例，才有推動後續大案場的機會：**農民與農村很保守，但是彼此之間關係很緊密，今天農村裡面如果有某個鄉里願意試行地面型營農型光電而且結果不錯，附近的村里看到就會群起效尤跟進。農村基本上就是這樣，要用對方法才能成功的推廣。現在地面營農型太陽光電是世界趨勢，我們政府過去忽略農民與社會對土地的情感，

要趕快修正推廣的方法。若能夠花一、兩年的時間，讓社會對地面營農型的觀念轉變成是正向，推營農型電就是事半功倍。經由這些由農民與農村組織主導的小型試驗點來做帶路雞，雖然因為案子都不大不會有太多的發電量，可是必須有這些過程，後面大型地面營農型光電才有可能推得動。

4. **解決營農型光電產銷失衡可以種植進口雜糧替代：**營農型光電推廣首先要考慮的是產與銷的問題。生產如由農業專家與農民主導不會有種不出來的問題，要解決的是不能讓開始農電共生之後增加了耕作面積所帶來的作物過剩的產銷失衡。解決產銷失衡的方法有二：首先是現在的農民種什麼在農電共生時就繼續種同樣的農產品，就不會有銷售問題。第二個方法就是要種植進口替代的作物，臺灣 2022 年進口的黃豆、小麥、玉米三樣加總達 890 萬公噸。2022 年臺灣糧食自給率僅有 30.7%，政府近年來以轉作雜糧每公頃每年補貼幾萬元的方式鼓勵農民轉作，但是成效不是很好。如果由光電業者加碼提高補貼在營農型光電下種植雜糧，就能提升農民轉作雜糧的意願。這樣一來農地可以一地二用，不會傷害土地，農民的所得可以提升，也不會造成本土農業產銷失衡，政府也達到再生能源佔比提高的目標，太陽光電業也得以發展壯大。這是一舉數得，多方都贏的最好途徑，希望政府能夠考慮採取這個全世界都越來越多的地面型農電共生。
5. **營農型光電需要有成功案例帶動發展：**大部分農民現在都不支持營農型光電，是因為他們不瞭解，又不能受益，為什麼要支持呢？若大部分農民能夠受益，又能夠瞭解光電對農業的助益，就會支持。所以如果在全臺 22 個行政區都各進行幾公頃的農電共生示範試驗，就算開始時只有少數農民願意支持也沒有關係，當成功案例陸續出現時候，其他農民看到願意做的人能種植成功，收入又增加不少，這樣就能帶動營農型光電的發展。
6. **德國以集村方式推動營農型光電值得參考：**日本現在 100KW 的案子很多，100KW 不到二分地，所以鄉下會看到許多小塊田地的營農型太陽光電，並不好看。如果用集村的概念來思考，假設村子總農地有 100 公頃，40%的遮蔽率可以做農電共生 40 公頃，但這 40 公頃是星羅棋佈的分散在 100 公頃裡面就不好看。如果以整村的觀點來做，就可以把這 40 公頃的地變成連續的一整塊或是幾塊，營農型光電每區塊的單位面積都

變大到幾公頃或更大，大田耕種的效益就能產現，作物生產成本能降低，太陽光電設置成本也能降低，對農村地景的衝擊也比較小。

六、明道大學 楊純明客座教授兼智慧農業研究中心主任

(一) 營農型光電發展現況

1. **臺灣發展營農型光電的自然條件有限制：**在臺灣再生能源發展當中，營農型光電的發展是有限制，不像中國或美國相對較有優勢，臺灣有先天上條件的不足，例如臺灣的地理位置的問題，處於亞熱帶氣候，潮濕多雨，臺灣晴朗天氣一年有 249 天（2021 年雨天 116 天），第二是地狹人稠，這些都不利營農型光電發展。
2. **電價市場自由化會影響營農型光電的發展：**早期光電發展有一些電廠或國家，有設計保價收購，可是推行三或五年之後，就不會再提供所謂的保價收購，全世界只有臺灣現在保價收購還一直存在，臺電提供固定的保證收購電價，二十年不變，怎麼有這麼好的生意可以做，必須要隨著市場及實務需求做調整，電價契約應該是一年一年簽比較合適，而不是一簽就二十年，都不會改變，光電產業的發展必須要走向電價市場自由化及合理化，才有助於光電產業的正常化發展。

(二) 營農型光電未來發展建議

1. **協會成員要先建立自律共識且擬定自律條款：**營農型光電應該以農業發展為主，然後光電為輔助，建立這樣共識之後，再來討論未來要怎麼發展，光電設施要怎麼跟農業結合，之後找利害關係人就包括政府、產業、農民組織等，進行討論凝聚共識，同時宣告共識讓社會大眾知道，大家共同來監督，再提出營農型光電後續想進行的工作。此外，現有的案場，該改善就改善，該拆的違規光電案場就拆，該補救措施的就補救，要是協會會員皆願意這樣做，後續才有建立共識的可能性。在適當的區位，適當的農地上面來發展這些事情，達到一定規模與面積。已經投入這裡面的業者，也可以持續運作，農業部門也希望農民，得到應有的利潤，如果因為這個綠電價值可以讓他們收入更好，就是大家期待營農型光電的雙贏。
2. **營農型光電需要第三方認證機構：**營農型光電案場的認證機構可先申請政府的認證，再來輔導光電案場，像是現在的有機農場和碳足跡的認證機構，可以一邊輔導案場一邊進行監督，有助於營農型光電的案場的發展，也可減輕政府監理的壓力。

3. **以色列的小規模試行經驗可以參考：**以色列可耕農地很少，採用不利農業經營農地，變成營農型光電，一開始都是先從小規模案場做試驗，然後再做示範案場，可是臺灣卻不是這樣循序漸進，法令規範太鬆，放寬太快，光電設施擴展太快速，以致於後續光電遇到的問題都變成不易解決的問題。

七、財團法人農業科技研究院 陳玠廷副主任

(一) 營農型光電發展現況

1. **臺灣農戶所持有農地面積太小，施作營農型光電的規模經濟效益低：**臺灣農戶多數只有兩三分地，以光電來說不管是地面或高架型，如果鋪設面積很小，沒有規模經濟效益，更何況營農型光電不可能是全部鋪設光電，除非大片都是溫室栽種，即使是溫室也要考量跟營農型光電怎麼搭配，想要露天設置營農型光電，首要要克服是量體問題，這個問題會牽涉到整個農業的制度與能源部門的合作，營農型光電勢必不可能與個體戶談，因為規模經濟的量體太小，例如只有一分地要設置營農型光電，就不具有規模經濟效益。
2. **臺灣營農型光電推動，缺乏試驗案場：**臺灣的營農型光電很少討論試驗到底要種什麼，怎麼搭配光電，是可以真種田，不會是作假，農業部門不太願意開試驗的場域，而且一旦有任何風聲要做試驗，接下來隨之而來的各種壓力，就會湧入農業部，因為大家很明顯看到光電的利潤是遠高於農業，所以只要有宣佈要開始做營農型試驗，每個人都說我適合做營農型試驗，不管是不是真的適合，這也可能是農業部不願意開放的原因之一。
3. **營農型光電的推動需要釐清地主、承租耕作者與光電業者三方的關係：**臺灣的農地關係比較複雜，首先是地主，單純擁有這塊農地，然後另一個是承租耕作人，可能是青農，以前都沒有這些事情，租土地其實就很單純，只要地主信得過承租人，就會把土地租出去，可是開始有光電業者進入後，漁電就遇到類似問題，想養魚的人跟有魚塭的人，想法會不一樣。農地也是，所以如果要進行營農行光電制度討論，要思考光電業者、地主與使用農地的人，彼此之間的關係，因為現在光電業者是直接對地主，但是如果走向營農型光電，對地主沒有用，因為這塊地根本不是地主在耕作，在耕作的是承租農地的人，就會不一樣，是必須要考慮的點，對光電業者來說溝通的成本會增加，因為以前只要跟地主溝通，可是地主跟承租的農民也會有矛盾，若前提是要有耕作行為才能被認定為營農型光電，卻沒有規範什麼叫農業行為，地主很有可能就是隨便種作物，有種就好。
4. **農地非農用取得成本太低造成收入顯著高於農用收入：**農地原本農用的經濟來源就兩個，農產和非農產收入，以前光電還沒進來，非農產收入

就是來自各種政策的補助，後來開啟一些亂象之後，其中一個就是非農用蓋民宿、工廠，之後光電進駐，這些任何一個都比原本農產收入加起來要高很多，之所以會那麼容易棄耕最重要的原因，其他部門取得農地轉作非農用，取得的成本太低，農民要買農地負擔會比較高，可是對於其他部門的業者，相對來說都是便宜，造成轉作非農用取得的利潤實在太高。

（二）營農型光電未來發展建議

1. **營農行光電要設計機制，綁一些農業相關的政策：**但是光電業者自己要先釋出善意，或經濟部門要釋出善意，目前國家能源轉型大量使用農地，那可以考慮協助農業部門成立一筆基金，是用這些光電賣電的回饋金，這筆基金農業部可以使用，規劃營農型光電或技術輔導，以及推動有機農業等。
2. **營農型光電應走向區域型電網有助於農業發展：**現在國家綠能政策還是走大電網方向，可是營農型光電比較適合區域電網，在農業現場本來也是有用電需求，所以適度讓區域電網可以在營農型光電有發展空間，形象上面也讓營農型光電觀感比較正面一點，若能發展一個農村自主的電網，站在社區區域型電網的角度去看，會讓社會大眾對這件事情的接受度會稍微再高一點，區域型電網是有助於農業發展，是可以回饋到地方。
3. **營農型光電應該要成為農村再興的政策引導工具：**農業部或經濟部，在談營農型光電，要把它作為一個引導的政策工具，與想要推動的農業政策扣連，農業現在的問題是較少人願意投入，所以農地荒廢，但不是土地荒廢就把它，拿去做其他用途使用，而是要設計讓更多人願意返鄉務農，才是解決農業問題，所以營農型光電可以作為一個引導工具，綁農業政策的條件，例如營農型光電種的作物要進口替代作物，解決糧食自給率的問題；綁提供青農優惠租金，解決青農投入農業誘因低的問題；或以穩定區域發電為目標，不鼓勵個體戶申請，鼓勵合作社申請營農型光電，用農企業方式，做法必須要跟農業扣連，才能告訴社會大眾，營農行光電推展是真心想要協助農業，不是只是想要農地。
4. **要推行營農型光電必須讓整個農地地目變更禁止：**營農型光電若還是處於一個雙軌並行的狀態，有些是營農型光電（部分施作光電），有些是農地變更（整片農田鋪設），只要是地主，絕對就是走向農地變更，因為變更的利益遠大過於施作營農型光電（部分鋪設光電），必須要让農

地變更有一個落日期限，之後就是宣誓未來只有營農型光電，這件事情才有可能推得動。

八、經濟部能源署（書面回應）

1. 未來如開放地面型營農光電將強調「農業為主，綠能加值」精神，採複合利用，提高土地利用效率，以避免土地競合問題：

地面營農型光電設施設置採複合利用，在不影響農業生產活動前提下，維持農業生產同時產生綠電，故不會與可供糧食生產土地產生競合，影響糧食生產。農民還能透過售電增加收入，具有多重效益。

2. 經濟部已啟動營農型光電試驗，待具有整體性結果，評估可行性，並建立審查規範及相關指引，擴大推廣。

- (1) 經濟部積極協助建立營農型示範樣態，經濟部國營事業臺糖公司規劃營農型太陽光電設置場域「大林糖廠薯光計畫」。

- (2) 臺糖公司「大林糖廠薯光計畫」種植扁蒲、南瓜及狼尾草

- A. 南瓜與扁蒲今年（112 年）7 月完成第一期收成，與所在縣市近三年平均產量相比，扁蒲實際產量為 1 倍，南瓜受到病蟲害及淹水影響產量約 2 成。

- B. 狼尾草部分配合收割農機具測試持續採收中。

- C. 農業試驗已有初步階段性成果，刻正進行第二期作物種植，後續將蒐集相關數據進行科學化分析，提供相關數據與農業部討論，確認農電共生之可行性及可操作性，並建立農電專案計畫審查作業要點及相關指引，為農電共生建立明確的審核標準後，擴大推廣。

3. 未來如開放地面型農電共生，政府將嚴格把關，採活化農地及複合式利用為推動方向，不致與農用土地產生競合，如擔心造成糧食不足，應從農業根本性問題解決。

- (1) 光電與農業土地複合利用，帶動農業升級：營農型光電設置強調在農業生產能正常運作的背景下，同時透過光電設施發電，因此，並不會與農地產生競合，導致影響糧食生產土地，藉由光電產業的資金投入，以科學化生產，逐步帶動農業升級，不僅創造在地就業經濟，優化農業技術環境，永續土地發展利用外，還能吸引青農回鄉，帶動農業與綠能共生共榮。

- (2) 糧食不足應從農業根本（人口老化、農地閒置、產業結構）解決：根據農業部統計實際進行糧食生產土地約 60.2 萬公頃，加上潛在可供農業緊急使用的土地、平地，已達 74 萬公頃，符合糧食安全目標，顯示臺灣其實不缺農地，農業最根本的問題來自農產品的生產成本提高，在國

外農產品競爭下，導致國內農產品價格低迷，農業生產缺乏價格誘因，影響未來農業的發展。

九、農業部農糧署（書面回應）

1. 配合國家再生能源政策之推動，農業綠能發展係在不影響農漁民權益、農漁業發展及生態環境的前提下，以「農業為本，綠能加值」為主軸，農業部優先推動農業設施屋頂型太陽光電（畜禽舍、農糧製儲銷設施、漁業相關設施），再逐步發展地面型漁電共生，使農業與綠能共存共榮，共創雙贏。
2. 鑒於農作物需要進行光合作用，以維持作物品質與產量穩定，目前以溫室栽培農糧作物可結合屋頂設置 40% 以下之太陽光電，並依申請農業用地作農業設施容許使用審查辦法第 28 條規定提出申請。至於農糧作物結合地面型太陽光電在未有效環境控制下則需審慎，將由農業部各試驗單位進行相關試驗後再行評估。
3. 另為簡便溫室太陽光電施工程序，農業部 110 年 3 月 31 日以農糧字第 1101060437 號函示，新設附屬光電之溫室，得以「一次施工，二階段審查」為原則，申請人應於第一階段申請經營計畫書，即敘明農業經營與綠能設施結合情形，並於實際從事農業經營後，俟地方政府審核符合農業經營事實，核發綠能容許同意，後續便能售電。溫室附屬太陽光電配置，遮蔽率以 40% 為限，可配置於溫室內不透光之設施空間上，及太陽光電板在不影響作物生長前提下，適當（分散）配置於透光區域。在不影響溫室設施用途及符合常態之農作生產量，並應維持溫室「透光」及「屋頂密合防雨」二項條件，得直接以太陽光電板作為屋頂之一部分。