

「投資潔淨未來：太陽光電研究、發展與就業優先事項」 備忘錄細部分析

台灣綜合研究院 110.9.3

拜登總統於今(2021)年 4 月美國氣候領袖峰會前宣誓美國電力部門將於 2035 年達成零碳排，轉移至低碳電力結構過程必須投資擴建大規模的再生能源，其中太陽光電是美國近 10 年成長最快速的發電技術(成長 40 倍)，太陽光電將被視為達成電力部門 2035 年零碳排目標重點能源。根據美國國家再生能源實驗室(National Renewable Energy Laboratory，以下簡稱 NREL)分析，為了達成 2035 年去碳目標，2030 年太陽光電設置量必須翻倍，從目前的 3%成長至 40%¹。此建議被美國能源部所採納，並於今年 8 月發布「投資潔淨未來：太陽光電研究、發展與就業優先事項」備忘錄，對外說明此目標與發展策略。

美國能源部評估，為了使太陽光電占比成長至 40%，美國直到 2050 年前必須投入數十億美元的投資金額用於發展太陽光電、儲能、輸配電設施等硬體設備。同時也必須補助低收入戶與投資社區太陽光電，目的是降低太陽光電的硬體與行政成本門檻，以提升消費者對太陽光電接受度。除了創造商機以外，美國能源部預估太陽光電普及化將創造就業機會，預計 2035 年以前有望創造 50~150 萬個光電相關就業機會。以下說明其細部作法。

一、備忘錄重點

(一)主要投資項目

¹ 美國太陽光電設置量已從 2010 年的 2.5GW 大幅成長至 100GW。即使受到新冠肺炎疫情影響，2020 年美國新增太陽光電設置量仍高達近 20GW，是有史以來最大年增量，根據能源資訊局估計，2021 年設置量將再創新高(2021 年興建中電廠級太陽光電設置量達 15GW、7GW 已取得監管單位許可，另有 20GW 處於規劃階段)。(US. DOE, 2021)

1.持續推動稅賦減免

投資租稅減免(Investment tax credits · ITC)與生產租稅減免(Production tax credits · PTC)已證實是可成功擴張太陽光電與風力發電設置量的政策工具。但目前實施中的生產租稅減免即將於 2021 年底到期，家戶與商用太陽光電的投資租稅減免則將於 2023~24 年間到期²。NREL 研究指出稅賦減免延期將創造更多的太陽光電與風力發電新建設置量(相較於沒有展延的情況)。

2.投資輸配電與儲能設施

太陽光電快速佈建須配合投入更多電網投資，以便在確保供電可靠度與供電韌性的前提下，將潔淨電力送至商家與家戶。因此必須由聯邦政府推動輸配電線路投資以串連既有電網與新興潔淨電力。能源部指出，稅賦減免是其中一項可行作法，可以引導民間資金流向輸配電投資與新建儲能電池等項目。

3.投資太陽光電的創新與先進製程

美國能源部指美國擁有悠久的太陽光電產業歷史³，並具備可降低光電成本的關鍵技術與產業鏈。目前美國具備生產 2GW 以上薄膜太陽光電之產能與 3GW 矽晶太陽光電模組之組裝能力。考量近年中國大陸太陽光電供應鏈疑似有強迫勞動劣跡情事，衍生在美國本土擴增太陽光電產能需求。未來美國光電產業成長動能來自新興太陽能物

² 美國現行家戶與商用太陽光電皆適用的投資租稅減免(ITCs)減稅額度皆為 26%，2020 年 12 月美國國會通過 ITC 展延政策，確定 2021~22 年間興建者仍享有 26%減稅額度，但 2023 年興建的家戶與商用太陽光電減稅額度將降為 22%，2023 年後才興建的家戶與商用太陽光電減稅額則分別降為 0%與 10%(Office of Energy Efficiency & Renewable Energy, 2021a; 2021b)。美國各種再生能源適用的生產租稅減免(PTC)則將於 2021 年 12 月 31 日到期。

³ 1979 年加州組建全球第一條太陽光電生產線。美國光電業者曾創下逾半太陽光電電池效率全球紀錄，並且曾主導全球聚光型太陽熱能熔鹽(molten salt)技術的發展。(US. DOE, 2021)

質的持續研發與投資、太陽光電示範計畫、關鍵物質供應鏈、為發展先進能源技術而興建或重組太陽能製造設施等項目。

如將上述美國能源部策略內容綜合近期美中競爭情勢觀察(譬如拜登政府確定延續川普時代針對中國大陸所課徵的光電關稅作為)，顯見美國光電產業策略也隱含與中國大陸的國際貿易戰與技術競爭角力意味⁴，同時形成臺商切入美國光電市場的契機。

4.補助低收入戶或社區太陽光電

能源部指出，要增加全國太陽光電佈建，太陽光電必須推廣至一般家戶與社區，且必須讓中低收入家戶與社區也可負擔太陽光電成本。目前，美國中低收入家庭無法取得合適的太陽光電設備裝設計畫融資途徑，因此在取得太陽光電一事上形成能源不平等，造成太陽光電普及率偏低。此外，信用評等也形成中低收入戶的光電進入障礙。2018 年全美 90% 太陽光電用戶信用評分為優等或超級優等(prime or super-prime credit scores)。

考量社區型太陽光電計畫可提供可負擔的光電且可使不同所得階級消費者受惠，能源部正研擬一套適用社區光電、且可同時解決信用評等問題的創新商業模式，規劃在全美 40 州(含華盛頓哥倫比亞特區)施行。

(二)降低太陽光電成本

美國能源部致力於太陽光電創新研發，以降低太陽光電成本至一般家戶消費者與社區皆可負擔水準。美國能源部於今(2021)年 3 月 25 日發布的文告提出 2030 年以前太陽光電成本減少 60%的目標。隸屬

⁴ 另一方面，參議院今年已通過禁止進口中國新疆多晶硅，美國相關業者更請願將川普政府時代訂定的太陽能關稅適用區域擴及東南亞地區，以完全防堵設廠東南亞的中國籍廠商(魏志豪，2021)，世界貿易組織爭端解決小組(WTO dispute panel)於今年 9 月 2 日已裁定美方針對中國大陸光電產品課徵關稅作為不違反 WTO 規則，否決了中方針對美國啟動光電關稅防衛機制的 4 項相關指控(Baschuk, 2021)。

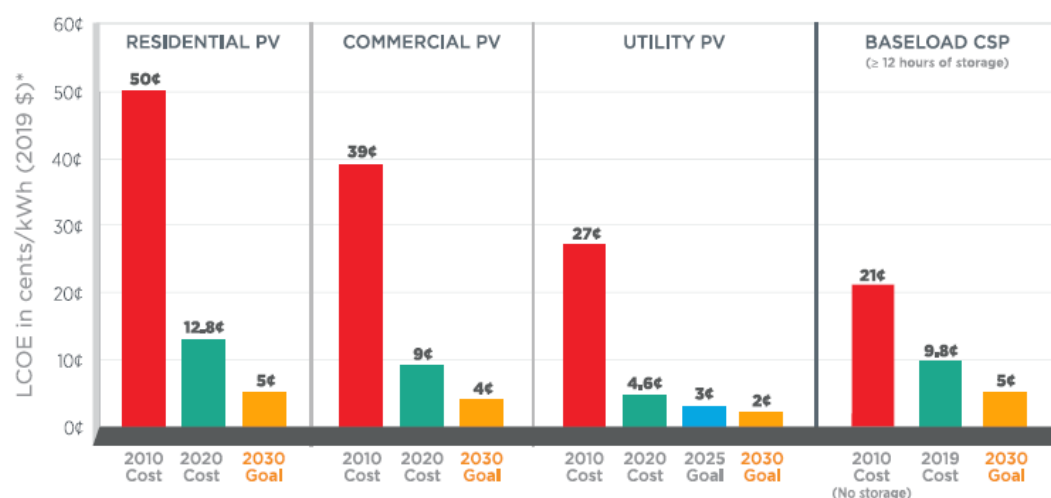
於美國能源部、負責推動提升太陽光電效率提升、降低成本相關研發計畫的太陽能技術辦公室(Solar Energy Technologies Office, SETO)正致力於推動降低 4 類太陽光電技術發電均化成本(LCOE)目標(如圖 1 所示)：

(一) 2030 年家戶屋頂型太陽光電均化成本從 2020 年每度 0.13 美元降至 0.05 美元。

(二)2030 年商用太陽光電均化成本從 2020 年每度 0.09 美元降至每度 0.04 美元。

(三)2025 年電廠級太陽光電均化成本從 2020 年每度 0.46 美元降至每度 0.03 美元、2030 年降至每度 0.02 美元。

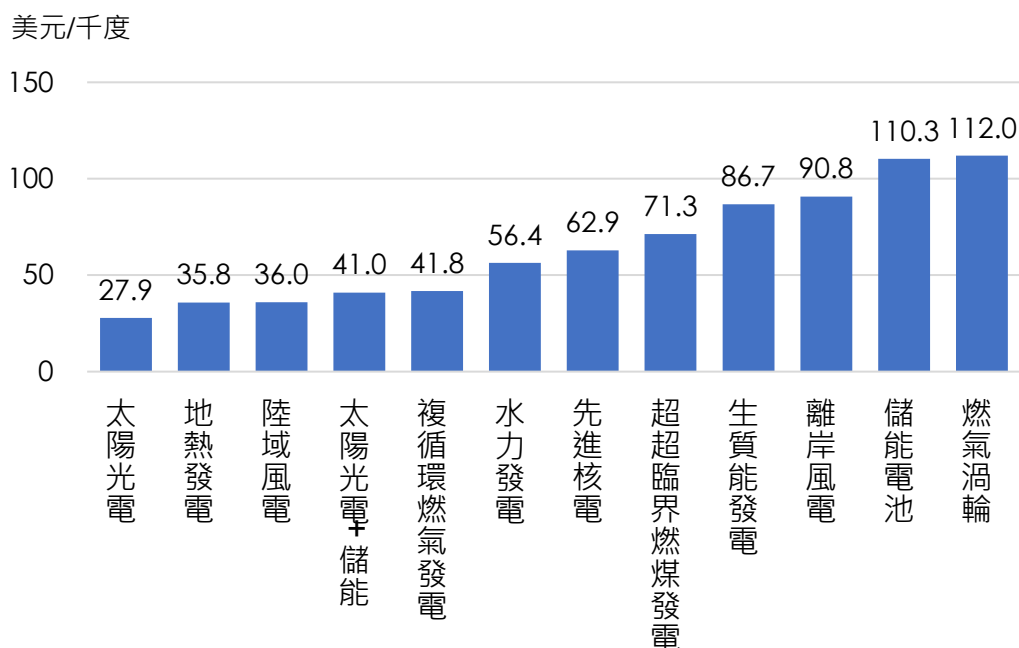
(四)2030 年聚光型太陽熱能均化成本從 2019 年每度 0.10 美元降至每度 0.05 美元。



資料來源：US DOE (2020)。

圖 1 太陽光電發電均化成本目標

根據美國能源資訊署估算，2026 年太陽光電將成為美國新建發電能源技術中均化成本最低之能源選項，甚至搭配儲能之太陽光電相較其他能源更具競爭力(見圖 2)。



資料來源：EIA (2021)，本研究繪製。

圖 2 2026 年美國新建能源發電均化成本預估

(三)投資訓練有素與高薪的光電人力

美國能源部預估推動太陽光電的政策驅力下，光電就業機會的成長速度將很快超越勞動供給，如何填補人才缺口將是一大挑戰。擴大人才管道的可行措施包括增加供利害關係人(如工會、社區大學、非營利組織等)參加的培訓機會、引入學徒制的明確職等升遷機制。另一政策方向是打造優質光電就業環境，包括提供提升現行工薪、增加勞動力多元性(例:性別與種族多元)、確保員工享有自由加入工會的選擇權益。

二、結論

(一)太陽光電推廣策略應該擴大民間參與量能

美國能源部「投資潔淨未來：太陽光電研究、發展與就業優先事項」備忘錄除了強調硬體設施投資補助以外，也把扶持能源弱勢納入考量，透過研發降低光電成本、提供低收入戶的稅賦減免、推廣社區型太陽光電等多種措施，發揮太陽光電分散型電源的特性，創造提升

光電普及率、促進社會公平之雙贏局面。

我國屋頂型光電亟具發展潛力，屋頂型光電設置量於 2020 年即提前達成 2025 年原訂目標(3 GW)，政府更二度調升屋頂型光電目標(至 8GW)⁵。截至 2020 年 9 月底，全臺屋頂型光電設置量達 3.88GW，以工業屋頂(1.36 GW)占比最高，其次為農業設施屋頂(1.18 GW)，公部門建物屋頂(0.7 GW)，私人建物屋頂仍屬少數(0.64 GW)。類似情形也見於綠電交易，我國也因為今年 1 月開始施行的用電大戶條款⁶，促使目前國內綠電市場買方集中在企業用戶，民間參與程度較少。

然而，相較大規模地面型光電，一般民眾較容易參與屋頂型光電之建設。然而我國電價長年抑低，民間投資綠電自發自用的模式不具經濟誘因。目前政府推動「綠能屋頂全民參與」推動方案，賦權地方縣市政府打造可媒合民間閒置屋頂與光電營運商之協作平台，以 20 年保證收購電價之躉購費率機制加上屋頂租金等誘因，推動民間參與建置屋頂型光電。

(二)短期內臺灣光電人才需求受景氣影響，光電產業上游未來人力需求普遍保守，下游廠商人力需求預估相對樂觀，善用本土產業鏈優勢與美國太陽光電擴張契機打入其內需市場

我國光電產業鏈完整，產業發展方向以海外系統整體輸出為目標。近年國內業者面臨中國大陸快速擴增產能競爭，經營策略已轉型為發展產業下游之系統整合服務，發展高值差異化產品、技術，使產品更貼近客戶端需求。在就業人力方面，根據經濟部工業局「2021-2023 太陽光電產業專業人才需求推估調查」，2020 年產業專業人才的總就

⁵ 我國 2025 年光電設置量目標為 20 GW，其中地面型光電原訂目標比例達 85%(17 GW)，屋頂型光電僅 3 GW。2020 年屋頂型太陽光電上修至 6 GW(經濟部能源局，2019; 2021a)。

⁶ 《一定契約容量以上之電力用戶應設置再生能源發電設備管理辦法》，規定規範契約容量 5 MW 以上之用電大戶必須在 5 年內設置或購買相當於契約容量 10%的再生能源或儲能設備。

業人數約為 8,200 人，預估 2023 年新增人才需求介於 90~125 人(詳見表 1)。

經濟部工業局(2020)指出，短期內(2021~2023 年)我國光電產業人力供需有以下趨勢：

- 1.光電產業上游因電池產品價格走低影響，未來人力需求普遍保守。系統整合、電廠等下游廠商則受益國內市場需求持續成長，人力需求預估相對樂觀。
- 2.不論景氣情勢如何，短期內(2021~2023 年)人才需求皆呈現遞減趨勢(見表 1)。
- 3.2021~23 年每年人才供給相對不足光電廠商占比達 47.4%，但根據產業專業人才質性需求分析，各類欠缺專才職類招募難度並不困難。

表 1 110~112 年我國太陽光電人才需求預估

景氣情勢	110 年		111 年		112 年	
	人數(人)	占比(%)	人數(人)	占比(%)	人數(人)	占比(%)
樂觀	155	1.9	133	1.6	125	1.5
持平	90	1.1	92	1.1	88	1.0
保守	25	0.3	33	0.4	30	0.4

註：1.樂觀、持平、保守新增需求人數係廠商依景氣條件回覆該年度新增人才需求加總。

2.占比係指新增需求人數占總就業人數之比例。

資料來源：經濟部工業局(2020)。

臺灣光電內需規模不大，不若美國光電政策可創造龐大內需型市場。但外界看好臺商可利用這一波美國為制衡中國大陸而持續推動太陽光電關稅的相對比較利益優勢，善用本土產業鏈優勢與美國擴張太陽光電目標契機打入其內需市場。

參考文獻

1. 孫文臨(2021)，「**行政院上調屋頂型光電目標至 8GW**」王美花：工廠屋

頂可增 1GW。

2. 高詩琴(2017)·我家想靠太陽能板「種電」賺錢 4 點檢視適不適合。
3. 經濟部工業局(2020)·太陽光電產業 2021-2023 專業人才需求推估調查
4. 經濟部能源局(2019)·109 年太陽光電 6.5GW 達標計畫(核定本)。
5. 經濟部能源局(2020)·中央部會全面盤點建物屋頂資源 加速推動屋頂型太陽光電。
6. 經濟部能源局(2021a)·光電與環境共生 加速推動永續發展。
7. 經濟部能源局(2021b)·《經濟部辦理綠能屋頂全民參與推動計畫作業要點》
8. 魏志豪(2021)·美國擬擴大太陽能關稅範圍至東南亞 台廠可望優先受惠。
9. Baschuk Bryce (2021), "Trump's Solar-Panel Tariffs Survive China's Challenge at WTO."
10. Office of Energy Efficiency & Renewable Energy, U.S. Department of Energy (2021a), "Homeowner's Guide to the Federal Tax Credit for Solar Photovoltaics."
11. Office of Energy Efficiency & Renewable Energy, U.S. Department of Energy (2021b), "Guide to the Federal Investment Tax Credit for Commercial Solar Photovoltaics."
12. The White House (2021), "Fact Sheet: President Biden Sets 2030 Greenhouse Gas Pollution Reduction Target Aimed at Creating Good-Paying Union Jobs and Securing U.S. Leadership on Clean Energy Technologies."
13. U.S. Department of Energy (DOE) (2020), "Issue Brief: Investing in a Clean Energy Future: Solar Energy Research, Deployment, and Workforce Priorities."
14. U.S. Energy Information Administration (2021), "Levelized Costs of New Generation Resources in the Annual Energy Outlook 2021."