

## 知識物件上傳表

計畫名稱：再生能源發展策略、躉購及基金費率研析計畫

上傳主題：浮動式太陽光電技術發展與商機

提報機構：財團法人台灣經濟研究院

提報時間：105 年 3 月 10 日

與計畫相關	<input checked="" type="checkbox"/> 1.是 <input type="checkbox"/> 2. 否
國別	<input type="checkbox"/> 1.國內 <input checked="" type="checkbox"/> 2. 國外
能源業務	<input checked="" type="checkbox"/> 1.能源政策(包含政策工具及碳交易、碳稅等) <input type="checkbox"/> 2.石油及瓦斯 <input type="checkbox"/> 3.電力及煤碳(包含電力供應、輸配、煤炭、核能等) <input checked="" type="checkbox"/> 4.新及再生能源 <input type="checkbox"/> 5.節約能源(包含工業、住商、運輸等部門) <input type="checkbox"/> 6.其他
能源領域	<input type="checkbox"/> 1.能源總體政策與法規 <input type="checkbox"/> 2.能源安全 <input type="checkbox"/> 3.能源供需 <input type="checkbox"/> 4.能源環境 <input type="checkbox"/> 5.能源價格 <input type="checkbox"/> 6.能源經濟 <input type="checkbox"/> 7.能源科技 <input checked="" type="checkbox"/> 8.能源產業 <input checked="" type="checkbox"/> 9.能源措施 <input checked="" type="checkbox"/> 10.能源推廣 <input type="checkbox"/> 11.能源統計 <input type="checkbox"/> 12.國際合作
決策知識類別	<input type="checkbox"/> 1.建言（策略、政策、措施、法規） <input checked="" type="checkbox"/> 2.評析(先進技術或方法、策略、政策、措施、法規) <input type="checkbox"/> 3.標竿及統計數據：技術或方法、產業、市場等趨勢分析 <input type="checkbox"/> 4.其他：
重點摘述	<p>近年太陽光電技術發展迅速，而我國為全球第二大太陽能電池生產國，設置太陽光電發電系統地點也趨於多元化，從屋頂型（如住宅、農舍、大樓等）、地面型（如農地、公園等）至建築外牆以及遮雨棚等都是目前設置太陽光電設備地點。如今全球多個國家也已經陸續的發展出浮動式水上太陽光電發電系統技術，既將太陽能板以浮動方式設置在水面上，如湖面、水庫等。目前有設置浮動式水上太陽光電發電系統的國家包括日本、英國、韓國、中國等；其中，英國去年就設置了歐洲最大的浮動太陽能發電廠，總面積達 455,000 平方公尺；與此同時，日本也於去年完成了兩座總容量達 2.9MW 的浮動式太陽能發電站。故本文主要針對浮動式水上太陽光電技術做一簡界後，再針對主要國家案例做經驗分享。</p>
詳細說明	<p>一、前言</p> <p>礙於我國地狹人稠，樓房多平房少、屋頂不足以及土地規劃受限而導致太陽光電發展困難重重。為達成每年 500MW 的設置目標，我國需規劃更多的空間進行推廣與建設。因此，建設浮動式水上太陽光電發電設備之可能性已成為未來其中發展方向。事實上，我國第一座浮動式太陽光電發電示範點已於今年 2 月 18 日正式啟用，該設備位於屏東林邊，發電量約 102kW。</p> <p>浮動式太陽光電發電系統技術幾乎無需佔用土地空間，使得有限土地資源能充分的被利用，非常適合城市密集與土地缺乏的國家。另外，設置於水庫上的浮動式太陽光電發電設備不但能解決水庫最大的兩個問題，既減緩水分蒸發速度達 90% 以及遮斷光線形成陰影，有利於魚類棲息並減少綠藻滋生、擴散以及優養化，改善水質；而且還有助於太陽能電池板得到更有效率的運作。由於設備建於水中央較無遮蔽物，太陽照在水面上的反射效果還能</p>

提高光照度；另利用水庫裡的水使面板周圍熱氣快速冷卻，可比陸地型太陽能發電高出 10-15% 的發電量。

雖然設置浮動式太陽光電發電系統具備諸多益處，但還是有其需顧慮或不足之處，尤其設置在提供飲用水的水庫就必須更加謹慎。其最大的顧慮是如何保障太陽光電電池板零組件不會滲入水中以及執行工程時不污染水庫生態；另外在技術上，由於目前國內外現有的浮動式太陽光電技術大多以平面或固定角度設計，主要將太陽能模組直接安裝及固定在浮筒或平台結構上，因此無法產生追日功能。

## 二、浮動式水上太陽光電技術簡介

目前全球有許多公司研發出各種不同設計的浮動架台與結構，其中全球最大設置浮動式太陽光電系統的公司為法國的 Ciel et Terre International 公司，其次為台灣的旭東環保科技有限公司(Sun Rise)，另外還有以色列的 Solar Synergy、澳洲的 Infratech Industries 與 Sunnergy 等等都具備相關專業技術，提供設置與安裝浮動式太陽光電系統服務。各公司的浮動架台設計皆具其特色，圖 1 為法國 Ciel et Terre International 公司所設計的水上浮動架台，左圖為浮台結構，右圖為組裝後的整體裝置樣貌。該浮台主要由五個零組件構成，其中包括主浮桶用於支撐太陽能板、副浮筒供維修用途、標準 60 單元太陽能模組框架、浮筒連結栓以及固定太陽能模組軌道等。主要浮筒是以 HDPE（高密度聚乙烯）製造、12 度斜度設計，標準可安裝 1,670mm x 991mm 大小的太陽能板；副浮筒用來連結主浮筒並加強其浮力以及可當作維修平台。該公司強調，其浮動架台設計沒有金屬配件既容易組裝也容易拆除、所有材料皆可回收使用、對環境以及水質無影響還可降低波浪對堤岸產生的腐蝕作用，最主要的是設置成本低。

目前，國際上已有多個國家採用 Ciel et Terre 的這項技術設置浮動式太陽光電系統，其中包括日本、英國、韓國、法國等。

資料來源: <http://www.ciel-et-terre.net/>

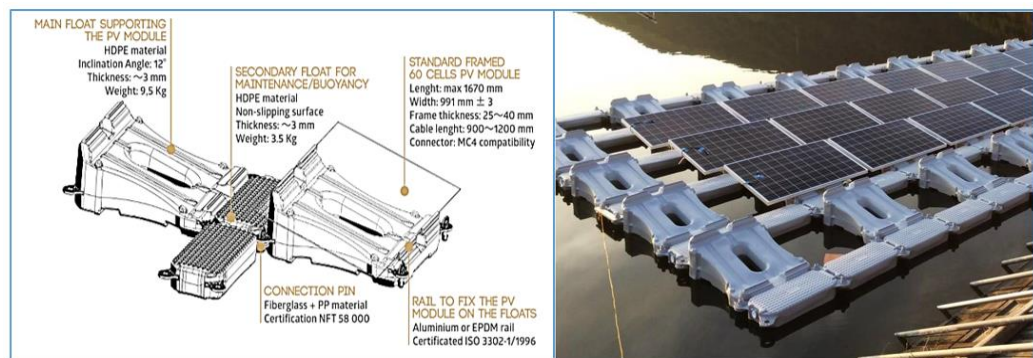


圖 1 法國 Ciel et Terre International 公司設計之浮動式太陽光電設備

圖 2 為台灣旭東環保科技所設計的浮動式太陽光電系統(Sun Rise)，左圖為單一浮台設計，右圖為組裝後的整體裝置樣貌。Sun Rise 浮台是由該公司自行研發的 HDPE 管所製造，由於此 HDPE 管保證百分百不漏水，因此能夠以水管抽空的方式讓安裝太陽能板框架浮在水面上；該太陽能板組裝與 Ciel et Terre 的組裝設計類似，皆呈現一個固定的傾斜度。

目前，Sun Rise 浮動式太陽光電設備已成功安裝在我國屏東縣的一處滯洪池上，其設備容量為 102kW；除此之外，已於 2014 年 9 月成功打入日本市場，在日本一處滯洪池安裝了 1MW 的設備，以及在韓國、歐洲等地也都有成功興建案例。





資料來源: <http://www.chinatimes.com/newspapers/20160218000149-260204>

圖 2 台灣旭東環保科技有限公司設計之浮動式太陽光電設備

圖 3 為澳洲 Infratech Industries 的浮動式太陽光電系統設計；左圖為單一框架浮桶平台設計，右圖為組裝後的整體裝置樣貌。Infratech 的浮筒平台結構也是採用 HDPE 管製造與鋼浮箱並排組裝，然後將太陽能板隨著插槽插入結構體。有別於 Ciel et Terre 以及 Sun Rise 的設計，Infratech 是將太陽能板以平面方式安裝；另外，太陽能板框架兩側設有大約 45 度的框架安裝鏡子製造反射作用以提高光照度。根據該公司資料指出，這樣的設計能夠比屋頂型太陽光電系統製造多一倍的能源。Infratech 目前已在澳洲南部有成功設置案例以及正在美國加州進行一項 1MW 的浮動式太陽光電系統建設；除此之外，歐洲、印尼與新加坡也都有項目正在進行中。



資料來源: <http://group2i.com/services-we-offer/renewable-energy/floating-solar/>

圖 3 澳洲 Infratech Industries 公司設計之浮動式太陽光電設備

### 三、浮動式太陽光電國際案例

#### (一)日本案例

日本自 2011 年經歷福島核電災難後，日本政府既大刀闊斧地將更多資源與能量轉移至再生能源發展上，計畫要在 2030 年前，讓再生能源發電量占比達總發電量的 20%。根據 REN21(2015)資料顯示，日本太陽光電市場之設置量持續攀升，單 2014 年就增加了 9.7GW 的設置容量，使總設置量達 23.3GW，也讓日本成為全球第 3 大太陽光電市場，僅次於德國與中國。由於日本約 75% 的國土屬山地丘陵地帶，使其發展太陽光電面對困難。然隨著太陽光電技術發展精進，日本目前太陽光電設備設置已邁向浮動式設計，使得日本成為目前全球擁有浮動式太陽光電設備實際應用最多的國家。

日本第一座浮動式太陽光電設備發電場於 2013 年 6 月併網並開始運轉。該設備設置於埼玉縣桶川市的一處蓄水池，總面積達 13,000 平方米，設置容量為 1.2MW，是採法國 Ciel et Terre International 公司所設計的浮桶安裝太陽能板。在完成了第一個成功設置案例後，日本在 2014 年陸續開始在其他水庫，包括灌溉池塘及滯洪池建設浮動式太陽光電發電設備；其中，在奈良縣

一處滯洪池的設備所採用的浮桶框架為台灣旭東科技(Sun Rise)所供應，該設置容量約 1MW。2015 年更擴大其設置量以及設置規模至多個縣市，設置容量從 0.5MW 至 7.8MW 不等的設備先後投入運作，包括兵庫縣的五個水庫及池塘、埼玉縣的兩個水庫、奈良縣及大阪市分別一個水庫等都設有浮動式太陽光電發電設備。其中設於埼玉縣東松山市蓄水池的設備約 7.8MW，是目前完成併網中設置容量最大的浮動式太陽光電發電設備。另於 2016 年初完成併網，設於埼玉縣川島町梅之木古凍蓄水池的 7.5MW，面積達 13 萬平方米，約可供 2,300 戶用電量的設備以及目前正在進行建設中，設於千葉縣市原市山倉水庫的 13.4MW，面積達 18 萬平方米，約可供 4,700 戶用電量的設備。該設備是由日本京瓷與 Ciel et Terre 聯手打造，完工後將成為日本設置容量最大的浮動式太陽光電發電設備。

綜合上述，表 1 彙整了日本浮動式太陽光電設置案例資料，顯示大部分的設備都是採法國 Ciel et Terre 的設計；另外，由於過去的經驗累積，浮動式太陽光電發展技術也逐漸成熟，因此，設置容量也由小容量的示範電廠轉為較大的容量的電廠進行設置。

表 1 日本浮動式太陽光電設置案例

地點	設置容量 (MW)	可供戶數	完工日期
埼玉縣桶川市蓄水池 <sup>1</sup>	1.2	-	2013
奈良市滯洪池 <sup>2</sup>	1	-	2014
島根縣安來市灌溉池塘 <sup>1</sup>	1		2014
兵庫縣加東市 <sup>1</sup> -Nishihira 水庫 -Higashihira 水庫	1.7 1.2	920	2015
兵庫縣加西市蓄水池 <sup>1</sup>	2.3	820	2015
兵庫縣南淡路市灌溉池塘 <sup>1</sup>	1.1	-	2015
奈良縣天理市灌溉池塘 <sup>1</sup>	1.1	-	2015
埼玉縣東松山市蓄水池 <sup>1</sup>	1.2	-	2015
兵庫縣姬路市灌溉池塘 <sup>1</sup>	1.5	-	2015
大阪河南町今堂池 <sup>4</sup>	0.5	-	2015
埼玉縣東松山市蓄水池 <sup>1</sup>	7.8	-	2015
埼玉縣川島町梅之木古凍蓄水池 <sup>3</sup>	7.5	2,300	2016
千葉縣市原市山倉水庫 <sup>1</sup>	13.4	4,700	進行中

注：(1) Ciel et Terre International 設置；(2) 台灣旭東科技(Sun Rise)設置；

(3) 中國英利綠色能源設置；(4) West Energy Solutions 設置

資料來源：本研究團隊彙整編制

## (二)英國案例

英國早在 2011 年就已經提出漂浮式太陽能電池，是由一位英國設計師菲爾波利(PhilPauley)所設計(如圖 4)。有別於目前的設計，該設計以網狀方式將太陽能電池連結在一起形成網絡結構，伴隨著浮力船載浮載沉，亦可同時蒐集產生的波能。然而，隨著技術進步以發展，英國的第一座正式的浮動式太陽光電發電設備設於 2014 年完成併網，由法國公司 Ciel et Terre International 所建造，設於柏克郡(Bershire)一座農場裡的灌溉池，總裝置容量為 200kW，可供約 60 戶普通家庭用電量。



資料來源：<http://www.solarstock.cn/show-47-368-1.html>

圖 4 漂浮式太陽能電池

根據環境歐盟委員會(Environment European Commission)的資料顯示，英國目前正位於曼徹斯特(Manchester)的戈德利(Godley)蓄水池進行浮動式太陽光電發電設備設置；該設備總設置面積約 45,500 平方米，容量為 3MW。另外，英國再生能源發展商 Lightsource Renewable Energy Holdings 公司也在近期(2 月 15 日)宣布，將位於倫敦的伊莉莎白二世蓄水池(Queen Elizabeth II reservoir)設置歐洲最大型的浮動式太陽光電發電設備，總設置面積約 57,500 平方米，6.33MW 的設置容量，估計可供 1,800 戶普通家庭的用電量。表 2 顯示英國浮動式太陽光電設置案例彙整資料。

由於 Ciel et Terre International 公司 2014 年在英國設置了第一座浮動式太陽光電發電設備後，既在英國成立分公司 – Floating Solar UK。該公司在日本已經取得不少成功設置經驗，因此，除了第一個案例的規模較小之外，目前在進行中與規劃中的設置容量皆具相當規模。綜觀而論，英國在發展浮動式太陽光電發電設備時也是由小規模的示範電廠至大規模電廠方式進行；然而，從英國經驗來看，若發展商具備相關開發經驗有助於產業快速發展。

表 2 英國浮動式太陽光電設置案例

地點	設置容量 (MW)	可供戶數	完工日期
柏克郡農場灌溉池塘	0.2	61	2014
曼徹斯特戈德利蓄水池	3	-	進行中
伊莉莎白二世蓄水池	6.33	1,800	規劃中

資料來源：本研究團隊彙整編制