

# 養水種電發電模式對高用電量養殖漁業影響之研究

## The Study on the Influence of Solar Power Generation Mode of High Electricity Consumption of Aquaculture

葉惠忠

國立高雄應用科技大學企業管理系副教授

hcyeh@cc.kuas.edu.tw

李桂英

國立高雄應用科技大學高階經營管理研究所研究生

u002648@taipower.com.tw

### 摘要

台灣本島因為無自產能源，發電費用長久以來無法突破燃料成本過高的困境。本研究個案，特以屏東地區發展太陽光電是否可行為主題。屏東縣政府於98年88水災之後為了協助農漁民產業轉型，期望推廣「養水種電」創造新的地方產業契機。太陽光電發電與農漁業養殖成本及收入關係比較值得探討。回顧過去有關太陽光電發電成本相關文獻，及相對收入之研究付之闕如。因而太陽光電發電可行性相關議題值得探討，激發本研究動機。

本研究結果發現，太陽能發電之可行性與太陽光電及農漁業養殖之成本及收入關係，與其地區效益特性及收(躉購)用電費有關。

太陽光電發電效益與農漁業養殖區域其經營型式、養殖技術、太陽能板效率差異及運維成本、實際電費收入高低，將攸關「養水種電」策略的成敗與否。

**關鍵詞：**再生能源、太陽能發電。

**Keyword：**Renewable Energy、Solar Power Generation。

### 壹、緒論

#### 一、研究背景與動機

台灣因四面環海，所以在世界產養殖漁業中有著顯著的地位，在2007年其產量為世界排名第九名，產值卻排名第六名，這是台灣養殖漁業從業者的驕傲。由於養殖業的水車(增氧氣)須全天候開啟，龐大的電費成了一筆不小的負擔；又屏東地區養殖漁戶的生產利潤，常因天災影響而有不良影響，其生產過程中因超抽地下水而導致沿海地區地層下陷等現象，進而導致不動產常因海水倒灌而降低其價值，這些無形的損失往往比其養殖正常生產下所獲利潤還大。

當前，世界各國皆全力提倡以綠色能源取代現行的石化能源，以協助全球正在進行的減碳行動，太陽能是綠色能源中很重要的一環，所以行政院經濟部已立法來鼓勵太陽能業者發展太陽光電以降低台電的石化發電比例，惟因太陽光電板目前的轉換效率，最佳化的只有18%左右，所以若要有足夠可滿足光電發電經濟效益的發電量其發電面積必須很大，且其日照有效時間與晴天數必須夠多，台灣位於亞熱帶地區，夏季日照時長且日射量充足，同時滿足此兩因素的地區首推屏東地區。

屏東地區最早以務農為主，因有效灌溉面積不大又海岸線長，所以很早就發展養殖漁業多分布在沿海鄉鎮其養殖面積相當大。如前所述，莫拉克風災引起屏東地區沿海鄉鎮農漁業的嚴重損失，屏東縣政府提出「百項種電-莫拉克風災產業重創及嚴重地層下陷地區產業重建示範計畫」，透過政府與地方的合作，計畫打造屏東縣成為南台灣的光電示範重鎮，鼓勵養殖漁戶「養水種電」。屏東縣政府此舉可以達到三贏的局面，首先養殖漁戶可以充分利用其現有土地不會荒廢，太陽光電業者則可以取得較便宜的土地生產面積，降低營運成本，而政府則可以有時間逐步改善沿海地區地層下陷的問題，以維護國土安全。

故本文希望評估替代能源太陽能的發電方案，對養殖漁業轉型是不是一個利基，藉由分析養殖漁業裝設太陽能發電所帶來的經濟效益，是否有利於養殖漁業業者繼續生存的空間。

## 二、研究目的

本研究探討養殖漁業參與養水種電計畫的可行性，藉著訪談養殖漁業業者了解養殖漁業的實際營運狀況與獲利情形，以及政府單位推動養水種電，鼓勵使用替代能源之發想和目的，以評估養殖漁業裝置太陽能發電的經濟效益。

## 三、研究對象與範圍

林邊原本都是務農，在草蝦、鰻魚的時代，由於草蝦獲利很高，當大量開墾漁海水養殖造成土質鹼化，鹼化程度已經無法種植作物，只好改投身養殖，而水產養殖對整體環境最嚴重的影響就是養殖區的地層下陷；但八八水災重創南台灣，林邊漁業養殖榮景不再。

因經濟部能源局通過了再生能源發展條例，所以屏東縣政府便積極於太陽能光電產業，計畫將非持有養殖登記證之養殖戶及無力復耕之蓮霧農，轉型為太陽能發電產業，因此，本研究以屏東縣林邊養殖漁業生產區業者做為研究的對象。

## 貳、文獻探討

台灣水產養殖的發展，始於十七世紀明朝末年魚塢的虱目魚養殖，與淺海的牡蠣養殖。明朝時期，鄭成功亦提倡利用台南的海埔地修築魚塢養殖虱目魚，並對魚塢的經營課稅，同時期牡蠣養殖已達相當的規模，因此亦有蠔稅的課征。彼時虱目魚養殖的經營方式，概屬類似看天田般的淺坪式養殖，但其基本方法與原則，在廿一世紀的今天仍被台南地區部分的魚塢沿用。

台灣的養殖漁業歷經三、四百多年的演變、改進與發展，目前已發展至利用電腦輔助管理，與先進生物科技的室內自動化超高密度循環水養殖。於空間分布上，也由西南沿海地區向內陸發展，目前虹鱒、香魚等冷水性魚類養殖散布高冷山區，同時也由淺海的牡蠣、文蛤等貝類養殖逐漸向外海擴張為箱網養殖。其每年近三百億元的產值，具有繁榮漁村經濟與安定三萬養殖漁家生活之意義

### 一、台灣養殖漁業發展進程

台灣的養殖漁業在二次大戰以後，為配合政府經濟建設計畫的推動有著長足的進步，依據發展的型態與重點，大致可區分為基礎奠定期、快速成長期、轉型調整期等三期，此三期可謂已為廿一世紀第四期產業的永續發展期奠定深厚的基礎。至於各期的發展重點分述如下：

#### (一)基礎奠定期

此時以淺海母立即淺坪式虱目魚塢養殖為主。由於草魚、鯪魚、烏魚及草蝦等人工繁殖技術的開發，吳郭魚品種改良成功，以及集約式鰻魚養殖技術的建立，奠定產業發展的基礎。

#### (二)快速成長期

一九七〇至一九八〇年代由於單性吳郭魚養殖、蝦類集約式養殖、深水式虱目魚養殖、延繩式牡蠣養殖及箱網養殖等種類養殖管理技術的確立，人工飼料的開發，致養殖面積迅速的擴張。鰻魚、草蝦出口量、值屢創新高，除為國家賺取外匯，也為漁村經濟帶來無限的期待與希望，此時期可謂產業的快速成長期。

#### (三)轉型調整期

由於前期產業快速而盲目的成長，埋下產銷秩序失衡與生產環境惡化的問題，水資源的超限使用以及濫墾鹹水魚塢所導致的土壤鹽化等，成為社會所詬病的問題，因此一九九〇年代是為產業的轉型調整期，配合產業需求，政府積極於產業組織的再造、生產環境的改善，以及產業結構的調整。高技術密集與低資源依賴的水產種苗產業迅速蓬勃的發展，有七十種以上的魚、蝦、貝類種苗達到商業化生產規模，奠定台灣養殖漁業再發展的基礎，並為促進台灣成為亞太水產種苗供應中心的企圖栽下有力的保證。同時一九七〇年代末期在澎湖地區開始

萌芽的海上箱網養殖產業，在一九九〇年代亦迅速於以屏東為主的週邊海域擴張。至於超高密度的室內自動化養殖系統於進行本土化改良後，亦由鰻魚養殖拓展供為種苗生產與海水魚養殖，此外，立體化養殖技術的開發亦使九孔養殖由潮間帶向陸上魚塭迅速發展，並成為產值達第六位的單項養殖。

#### (四)永續發展期

經過一九九〇年代產業結構的調整與轉型的準備，產業邁入廿一新世紀的永續發展期，為建立養殖漁業在新世紀永續發展的指導方針，漁業署於西元兩千年召開全國養殖漁業會議，以「開創永續養殖漁業的新願景」為中心議題，獲致十五點結論，未來將依據該等結論作為藍圖進行規劃，以建構台灣廿一世紀科技化、優質化的養殖漁業經營環境。

#### (五)養殖漁業貿易現況

台灣總體經濟於一九六〇年代中期以前係以農業為主體，此時經濟政策為以農業培養工業，促使工業迅速的發展。一九六五年農產品286,498千美元的出口值仍佔國家449,682千美元出口總值的63.71%，但一九六六年已降為53.99%，迄一九九八年農業出口總值僅為國家出口總值的2.85%，同時農業進口值佔國家進口總值的比例亦由一九六五年的27.66%逐年降低至西元兩千年的5.42%。至於二〇〇一年水產品進出口值在整體農業進出口值所佔比例如附表、台灣歷年進出口貿易值，由其中數字可以看出台灣的漁業出口量值約佔整體農業出口量值的三分之一，而進口量值則僅佔整體農業進口量值的極小部分。又對整體漁業貿易而言，台灣在過去十年間進出口水產品的重量上可以說是入超，但如果以價值而言則屬於出超，其主要之差異在於台灣每年均進口數量龐大，但單價較低的魚粉作為畜產與水產飼料的原料，而出口則以高價供食用的活、鮮及冷凍水產品為主。

## 二、太陽能發電簡介

### (一)太陽能電池的原理

太陽能電池的發電能源來自太陽光，而太陽輻射的光譜主要是以可見光為中心，波長從 0.3 微米的紫外光到數微米的紅外光是主要的分布範圍。如果換算成光子的能量，則大約在 0.3 到 4 電子伏特之間，因此能穿透間隙大小在這個範圍內的材料，像矽材，會具有比較好的光電轉換效率。利用電位差發電，無電磁波產生。太陽能電池(solar cell)是以半導體製程的製作方式做成的，其發電原理是將太陽光照射在太陽能電池上，太陽光能量會使半導體材料內的正電荷與負電荷分離，產生電子(負極)及電洞(正極)，正電荷-電洞(Hole)與負電荷-電子(Electron)分別往正極(p-型)半導體及負極(n-型)半導體方向移動並且聚集，分離電子與電洞而形成電壓降，正、負極接上負載時，將有電流流出，可以對負載作功。太陽光電的發電原理，是利用太陽能電池吸收0.2 $\mu\text{m}$ ~0.4 $\mu\text{m}$  波長的太陽光，將光能直接轉變成電能輸出的一種發電方式，如圖1所示：

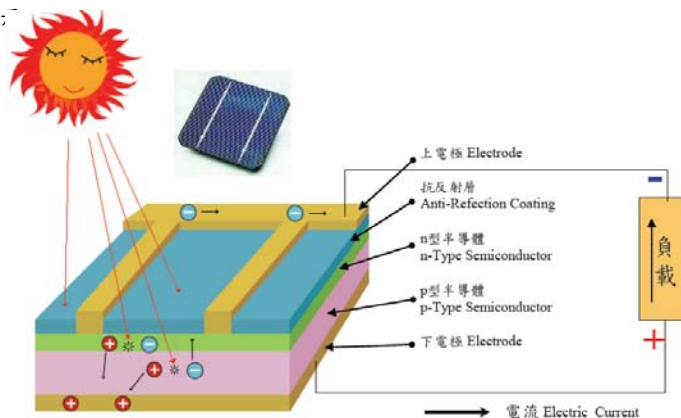


圖 1 太陽能電池可將光能轉換為電能

由於單一太陽能電池所輸出的電力有限，為提高其發電量，將許多太陽能電池經串並聯組合封裝程序後，做成模組，再將若干太陽能電池模組組合而成方陣或列陣 (array)。

太陽能電池模組列構成圖因太陽能電池產生的電是直流電，因此若需提供電力給家電用品或各式電

器則需加裝直/交流轉換器，將直流電轉換成交流電，才能供電至家庭用電或工業用電，其包含過充放電保護控制 (controller)、蓄電池以及轉換器 (inverter，直流轉變為交流) 合稱為太陽能電池發電系統。

## (二) 太陽能電池的種類與特性

表 3 太陽能電池種類表

太陽能電池種類		半導體材料	市場模組發電轉換效率
矽(硅)silicon 目前太陽光電系統 中應用最為廣泛	晶矽 Crystalline	單晶矽 Single Crystallin	12~20%
		多晶矽 Poly Crystallin	10~18%
	非晶矽 Amorphous	Si、SiC、SiGe、SiH、SiO	6~9%
多化合物 Compound 應用於太空及聚光 型太陽光電系統	單晶矽 Single Crystallin	GaAs、InP	18~30%
	多晶矽 Poly Crystallin	Cds、CdTe、Culnse	10~12%
奈米及有機 Nano & Organic 應用於有機太陽電 池，屬研發階段		TiO2	1%以下

## (三) 太陽能電池發電系統種類

太陽能電池發電系統主要是由太陽電池與 Power Conditioner (轉換器、系統聯繫設備等) 所構成 (如圖 2)。由於太陽電池輸出為直流電，無法直接與目前常用之 AC 室內電源共用，必須透過轉換器，將直流電轉換成交流電。

太陽能電池發電系統通成可分為以下幾種：

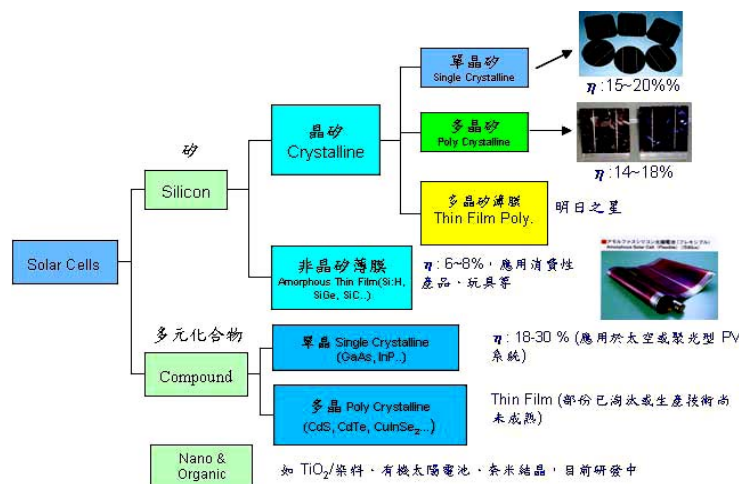


圖 2 太陽能電池的種類

### 1. 獨立型系統

- (1) 主要構件包括太陽電池、蓄電池、轉換器 (Inverter)。(如圖 3)
- (2) 運用於市電不易輸送之地區，如高山、離島、基地台...等市電無法到達處。
- (3) 當太陽電池工作時，白天 PV 發電提供所需之負載能量，若有多餘則儲 存於蓄電池中，以備於無日

照或日照量不足時使用，若有需要，可併聯其他發電設備，如柴油發電機。

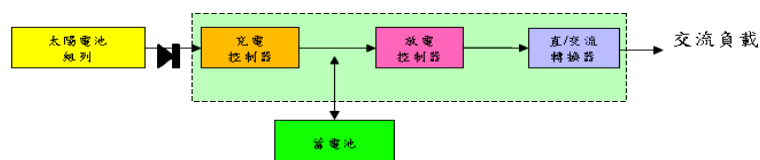


圖3 太陽能電池獨立型發電系

## 2. 市電併聯型系統

與市電併聯系統之定義為太陽能電池與市電系統二者的電力可互換使用，其特性如下：

- (1) 主要構件包括太陽能電池、轉換器 (Inverter)。(如圖4)
- (2) 運用於有市電輸送之地區，以市電作為輔助電源使用，其工作方式為 白天PV系統併聯發電、夜間由市電供電將市電電力系統當作一個無限大、無窮壽命的免費蓄電池。
- (3) 太陽能電池產生之電力大於負載時可回售於市電或儲存於蓄電池中，當無日照或日照量不足時由市電供電。

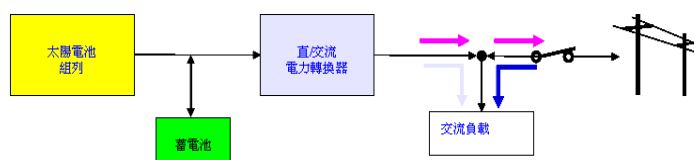


圖4 太陽能電池並聯型發電系統

## 3. 混合型太陽光電系統

混合型太陽光電系統是結合其它輔助發電系統像是風力發電機、汽(柴)油發電機整合為混合型系統。此系統較適合離島、偏遠地區、農業用等供電。主要由太陽光電陣列、其它輔助電力系統、充放電控制器、直交流轉換器以及蓄電池所組成。

## 4. 緊急防災型(獨立/併聯混合型)太陽光電系統

屬於緊急防災型太陽光電系統同時操作為併聯模式或獨立模式之太陽光電發電系統，需要有足夠的蓄電池以避免長時間停電時在日間時供電並充電，夜晚時則利用儲存於蓄電池的剩餘電力供電，作為救災用之電力來源。此系統較適合有防災需求(照明、汲水、通信等)之公共設施。主要由太陽光電陣列、充放電控制器、直交流轉換器以及蓄電池所組成。

## 三、各國設置太陽能電池系統之獎勵補助政策

地區	國家	政策內容與現況	目標
歐洲	德國	2000年通過可再生能源法案(EEG)，法案中明定針對不同再生能源保證固定20年買回行為，自2010年開始補助金額將逐年減少8~10%。	再生能源比重預估為30%，其中太陽能達5%。
歐洲	西班牙	屋頂太陽能補助政策，政策內容為單一安裝量不得大於2MW，其中大於20KW的每度電補助金額0.33歐元，而小於20KW的補助金額為0.31歐元。地面型(Ground Mounted)太陽能發電系統每度電補助金為0.30歐元。	
歐洲	義大利	太陽能補助案將保證施行保證20年，補助金額根據不同安裝量及系統，從每度電0.35~0.5歐元不等，其中補助金額較高為BIPV。	2016年目標為總安裝量達2,500MW。

歐洲	法國	2008年推出再生能源法案，針對屋頂與地上行每度電補助0.32歐元，BIPV則是每度電補助0.57歐元。在離島的部分，屋頂與地上行每度電補助0.42歐元，BIPV則是每度電補助0.57歐元。	預估2020年再生能源將佔全國發電量20%。
歐洲	希臘	政策補助內容安裝量小於100KW，每度電補助0.46歐元，安裝量大於100KW，每度電補助0.42歐元。在離保部分，安裝量小於100KW，每度電補助0.5歐元，安裝量大於100KW，每度電補助0.45歐元，每年補助金降幅約在1~2%。	
亞洲	日本	2009年日本政府宣布重啟太陽能補助計畫，補助金預算總額為90億日圓，補助金額7萬日圓/千瓦。	預估2020年全國有7成以上的新建房屋安裝太陽能發電系統。
亞洲	中國	可再生能源法於2006年1月1日生效後，對安裝太陽能系統的用戶，每瓦補助約0.25元人民幣的電價，2008下半年提供內蒙古自治區，以及上海市2個太陽能發電廠每瓦4元人民幣的補助，推動多座示範性電廠、西部偏僻地區之大型供電系統及BIPV建設。	
亞洲	韓國	2008年計畫要落實「10萬陽光住宅計畫」政策，每度電將依安裝量不同，補助473~650韓圓。	2011年再生能源使用比重達5%；2012年太陽能系統累計安裝量將達1.5GW

## 參、研究方法

### 一、次級資料分析

本文將收集有關養殖漁業、太陽能光電產業與政府相關綠色能源鼓勵方案等資料作整合性分析，有關養殖漁業資料將至屏東縣政府漁業局與行政院農委會漁業署等單位收集，收集重點在養殖漁業之種類、生產方式、漁作面積、生產成本估算與目前台灣的養殖漁業發展策略在中央與地方有何不同處等，本文希望透過這些資料的整理能分析出屏東縣養殖漁業用戶的發展傾向與他們配合養水種電政策的意願程度，並瞭解其配合意願程度之背景因素；太陽能光電產業資料則向經濟部能源局與國內有光電相關科系之研究機構收集，收集重點在於太陽能光電科技之發展與技術層面的成熟度，另也收集光電轉換場設置成本與損益分析方法，本希望透過這些資料的分析，可以得到太陽光電設置的成本效益並與養殖漁業改為養水種電後對養殖漁業用戶的實質效益為何？另在政府鼓勵相關能源政策資料方面主要收集單位為經濟部能源局與台電公司，因為目前光電轉換電能後之收購執行單位為台電公司，所以台電公司應該有對光電發電之購入成本銷售成本做過分析，本文希望透過此資料之分析，可以瞭解太陽能光電產業的鼓勵發展誘因為何？並了解中央政府在綠色能源發展之方向性。

### 二、專家訪談

本文收集之資料相當廣泛，其中不乏有需要相當專業知識的人才能釐清資料之內涵，所以本文的研究方法將在收集資料的同時順便訪談漁業局相關人員、太陽能光電產業業者、台電公司相關人員與國內研究機構曾主持此類研究之研究人員，本文希望能透過訪談了解養殖漁業之深層困境與可解決之方案，另也了解太陽能光電業者對政府養水種電之可行性評估內容。

### 三、投資效益分析

淨現值、內部報酬率是資本預算中最常被用來評估企業投資計畫的重要指標。給定投資計畫與投資計畫未來預期的現金流量，淨現值是將未來預期的現金折現加總並扣除計畫成本的淨額。內部報酬率是使未來預期的現金流量折現後等於投資成本的折現率。投資計畫淨現值大於0表示投資效益大於投資成本。執行淨現值大於0得投資計畫可增加企業價值。藉由內部報酬率與企業資金成本比較，即可得知投資計畫報酬率是否大於投資資金的機會成本而成為選擇投資計畫或比較不同投資計畫的依據。本研究探討養殖漁業安裝太陽能發電，因此可以透過資料的收集，與專家訪談了解投資資金與未來可能預期現金流量。

#### 四、決策分析

本文在經過上述研究分析後，希望能對養殖漁業用戶中有哪些養殖種類或養殖規模等屬性之用戶是否適合參與養水種電策略作一分析歸納，並從財務效益觀點上分析其估算的損益情況，與前述所做假設互相驗證，最後做成具體結論與決策說明適合參與及不適合參與養水種電的因素，以提供養殖漁業用戶參考。

### 肆、SWOT 分析

首先第一節先介紹屏東政府推動養水種電計畫的目的，第二節針對養殖漁業者與台電公司的內部員工的訪談，並參考蒐錄光電業者的建言，以了解現階段屏東地區推動養水種電的優缺點及機會和挑戰。

#### 一、地方政府政策

屏東縣政府在99-102年施政中程計畫中，「協助養殖業者設置太陽光電發電系統」是為施政的策略績效目標，並配合行政院農委會漁業署修訂太陽光電發電系統補助要點，輔導屏東縣養殖取得補助，開發綠色替代能源，減少養殖用電、降低生產成本、協助產業轉型是實施的主要內容。

其目的為解決地層下陷區及莫拉克風災受災土地利用及民眾生計的需求，推出太陽光電專案示範計畫，扮演投資廠商與農地地主間之媒合角色，讓農民權益被保障，並協助廠商排除行政障礙，期達成：

- (一)以小農的農地發展，讓農民有利可圖，且讓農地能填土養息，使農地利用符合經濟效益。並透過發電收入支付農漁民土地租金，讓農漁民穩定生計，並達到災區土地轉型使用，以利國土復育。
- (二)創造太陽能產業內需市場，活絡商機。
- (三)在暖化避災下的投資，太陽能發電設施採高架式或上下浮動式，以保護土地並為減災準備。

#### 二、專家訪談

本文訪談養殖漁業與台電公司員工，並蒐錄光電業者於99年度再生能源電能躉購費率審定會議所提建議，內容整理如下：

##### (一)養殖漁業者 A先生

A先生在林邊鄉擁有三甲地的養殖面積，他表示屏東地區適合養殖漁業，是因為先天上氣候佔了絕大的優勢，從雙源大橋到枋寮只有三個月的寒冬。A先生以養殖龍膽石斑、石斑為主，因養殖技術優，故存活率很高。而養殖時所使用的打氧機，在白天因日照正常、水質正常可以減少一台打氧機的運作，因此白天的用電量可少於夜晚。莊先生表示，若以養殖「石斑」為例：一年為一期，一分地放養密度最低6000尾(需一台打氧機、一台水車)；最高則可放養10000尾(二台打氧機)，估計成本大約60萬至100萬元之間。若是以一甲地來計算的話，則放養密度最低6000尾來計算，其估計成本需要600萬元(含材料費、電費)，獲利大約300萬左右(情況良好的話)。

##### (二)台電公司員工 B先生

隨著民眾環保意識的提高及綠色能源的需求趨勢，太陽光電在供電系統上將逐步增加其重要性，惟受限於其成本、效率、日照時間及容量，短時間其普及性尚低。但仍有其推廣之重要性，例如在夏季日照時間長及強度比較高的南部，可做為夜間街道及家庭照明使用，填補小部分電力需求。如欲替代較大容量之電源，則需有高效率與高容量之儲能設備及大範圍之光電廠，惟目前該類儲能設備之造價成本甚高，

短時間恐不符經濟效益。以電力調度而言，太陽光電屬不可控電源，一旦日照時間變動，系統需有足夠的備用電源來替代，以目前核能機組可能面臨停機，必須使用燃氣及燃油機組替代之情況下，已無充裕之備用電源可供使用，因此需以長期電源開發之觀點，重新審視太陽光電之發展及相關之配套方案，方能大量的增加太陽光電。

### (三)台電公司員工 C先生

#### 1.以地球面來說：

- (1)太陽能相關設備(如太陽能板)的製程耗能，與發電生產效益的相對評估對地球是否為正向，應有定量的研究才能決定是否應工業化生產。
- (2)太陽能相關設備(如蓄電池)造成的汙染，應比照二氧化碳分析比較，才能決定是否有生產效益。

#### 2.以國家面來說：

- (1)南臺灣的屏東縣(尤其是東港、林邊)的地層下陷是很嚴重的問題，養殖業面臨轉型是必要的。
- (2)太陽光電補助除對日後電費的效益影響外，國家對於建造階段的優惠補助，是否可能造成國家財政的困難；且產業技術必須根留台灣，否則只是造成補助金額外流。

#### 3.以台電面來說：

- (1)台電售電電價，平均約為 2.3 元，但太陽能業者賣給台電在 99 年前設置約為 12.8 元，100 年後設置約為 7.8 元，差異相當地大，且台電公司依規定必須保證收購 20 年，或許養殖漁業者可考慮養水種電在賣給台電也是不錯的獲利來源。
- (2)與風力相反，在夏季尖峰時，可以提供發電出力，對電力系統是正面效益。
- (3)分散的太陽能業者，對於電力合約較無約束性，若日後維護發生問題，導致無法預期出力，此變數對於電源開發決策會有一定的影響，較不易估計。
- (4)因為太陽能設備較不易故障，且出力不會突然變動，所以相對需要準備的輔助服務(如 AGC)可維持現況，較風力少。

### (四)台電公司員工 D先生

- 1.屏東地區部份太陽光電採浮動式建置於魚塢水面，魚塢仍有水可進行養殖，如此恐不符計畫原意，國土負擔將更為沉重。
- 2.太陽光電可能產生之負面影響不得不以長遠考量：
  - (1)大量太陽光電設置併聯本公司電網，對電力品質及政府財政造成嚴重衝擊。
  - (2)大面積設置排擠耕地，間接衝擊農業發展及引發糧食短缺問題。
  - (3)廢棄的太陽光電板皆為高污染源，若隨意棄置，將造成高污染問題比核廢料還嚴重。
- 3.台灣地小人稠，又無礦產，寸土寸金，國土規劃構思應更細膩，國家政策如果僅構築於財團利益上，後世子孫堪憂矣。

### (五)太陽能光電業者

#### 1.電能躉購費率及其計算公式意見

- (1)德國有關太陽光電費率，規模愈大費率愈低，另只有家庭用戶才有設備補貼，值得我國參考。(台北市電機技師公會)
- (2)是否考量依不同裝置規模設定允許之發展目標及比例。(台灣新能源產業促進協會)

#### 2.電能是購費率計算使用參考意見

- (1)期初投資成本不應僅以政府標案決標金額作為參採基礎，應考量民間業者實際投資案之資訊。(中華民國太陽光電發電系統商業關葉公會)、(台灣太陽光電產業協會)
- (2)太陽光電躉購期間與回收期間應有所差異，應適度縮短業者投資回收期限。(中華民國太陽光電發



電率統商業用業公會)、(台灣新能源產業促進協會)

(3)在躉購期間長達 20 年情況下，政府應提高太陽光電折現率。(台灣太陽光電產業協會)

(4)期初設置成本應考量納入保險費用、行政程序成本及系統評估、規畫、設計等投標前之前置作業成本。(台灣太陽光電產業協會)

(5)針對不同設置型態太陽光電，其年運轉維護費用有所差異應加以分別考量。(台灣太陽光電產業協會)

(6)躉購價格應依日照時間差異，依區域別 訂定不同之費率。(中華民國能源技術服務商業用業公會)

### 3.推動執行面意見

(1)目前在推動上主要問題為執行程序及效率，政府相關單位應有效整合、提昇效率。(中華民國太陽光電發電系統商業同業公會)、(台灣太陽光電產業協會)

(2)為避免大型太陽光電廠商壟斷再生能源、產業發展，政府可參考中國推廣再生能源電能躉購費率政策作法，依大型及小型設計費率。(台灣太陽光電產業協會)

小結：

一、從屏東縣政府的角度，認為養殖漁業轉型是勢在必行，尤以莫拉克風災嚴重地區，且每年抽取地下水造成地層下陷的問題越來越嚴重。台灣南部地區日照充足又強烈，時間長，或許可以發展太陽能發電的可能性。

二、從業者的角度，電能躉購費率及其計算依據是否視規模、規格予以分級、分類，各別訂定不同費率；在執行程序及效率，希望政府能有效整合、並提昇效率。

三、從台電的角度，台電除了肩負公用事業的社會責任外，對長期的電源開發、能源的有效使用、穩定的供電品質、節能減碳為要務等等的始命中，對產業的扶植和健全更有承先啟後的義務。雖有各種不同的意見，站在世界潮流趨勢及地球環境驟變的事實前，我們必需竭盡地球公民的一份責任且不能退讓。

表 2 屏東地區養水種電為例-發展太陽光電 SWOT 分析

優點(s)	缺點(w)
1.減少電力石化燃料成本、補償台電夏天電力備載的容量。 2.停電時可使用光電系統電力。 3.日照足時間長。 4.模組維護、擴充、更新簡便，施工容易。 5.沒有噪音與輻射污染的潔淨能源。 6.「養水種電計畫」有助國土復育。	1.光電轉換效、可靠度較差，成本高。 2.要廣大的土地面積 3.行政單位作業效率不佳。 4.光電廠市場規模小、競爭激烈。 5.氣候及晝夜的影響發電量無法掌握。 6.屬小規模經濟較不具經濟效益。
機會(O)	威脅(T)
1. 政府補助以太陽光電系統補助為最高。 2. 「養水種電計畫」帶動產業轉型。	1.漁獲價格高影響太陽光電發展。 2.其他替代能源的發展。 3.天然災害影響無法評估。 4.建廠經驗缺乏對產業及人才培養的環境不利。 5.若補助多為外國廠商獲益則威脅本土廠商生存機會。

資料來源：本研究自行整理

## 伍、經濟效益分析

本個案將利用傳統財務分析結果，依據經濟部公告99年及100年收購再生能源費率，假設二個方案，來了解林邊地區某A先生設置太陽能發電，到底可不可以投資。將以三種傳統的財務方法評估太陽能發電專案的可行性，而本研究使用此三種研究方法，則有二個基本假設下進行：

- 1.投資計畫與公司整體的平均風險相同
- 2.所有的現金流量(流出、流入)均為經過評估後得到的「預期」攸關現金流量，若無特別說明，則假設產生時點在投入成本後的每年年底。

### 一、 回收期間法(Payback Period method)

回收期間法指的是公司在投資計畫進行之初，預期可以回收成本額所需的年數，即當此計畫進行到特定時點的累積淨現金流入量等於期初投入成本時經歷的時間。故回收期間 T 如下式表示：

$$\sum_{t=1}^T CF_t - CF_0 = 0 \quad t = 1, 2, \dots, 10$$

此處  $CF_t$  為每年度現金流入金額， $CF_0$  為期初總投資金額。

其計算結果如下表3所示：

### 二、 淨現值法(Net Present Value method ; NPV)

NPV 法將所有現金流量以資金成本折現，使其產生的時間回到決策時點，並在相同基礎上比較各期淨現金流量與投入成本，作為判斷投資計畫可行性的依據，是財務上接受度最高的一種評估專案之決策方法。至於淨現值，是指各期淨現金流量之折現值總和減去期初現金支出後的剩餘值，而其更代表投資計畫對公司價值的直接貢獻。NPV 數學式如下：

$$\begin{aligned} NPV &= \frac{CF_1}{(1+K)} + \frac{CF_2}{(1+K)^2} + \dots + \frac{CF_n}{(1+K)^n} + CF_0 \\ &= \sum_{t=0}^n \frac{CF_t}{(1+K)^t} \quad t = 0, 1, 2, \dots, 10 \end{aligned}$$

表4為淨現值與內部報酬率實證結果表

方案一：A先生自行投資建置太陽能發電設備(每度電收購價為7.3元)

建置成本：500kwp\*112,000元/kw=約56,000,000元 (參考99年審定會預計造價為11.2萬元/kw)

引接費用：引接至大鵬E/S概估成本28,901元(578,034/20戶均攤)

總建置成本：56,028,901元

以100年度躉購價格每度電7.3元，保證收購20年來計算

裝置容量：500kwp

年平均發電量:500 kwp \*365天\*4.16=759,200度 (以高雄地區年平均全日照時數:4.16 h換算成)

年售電收益：759,200(度)\*7.3元/度=5,542,160元

每年維護費用約為年售電收益的1%，大約55,422元

因此，每年總收益為 5,486,738 元

折現率則從公開資訊觀測站選取 2000 年~2010 年政府公債票面利率平均值為 2.076%

表 3 太陽能光電之回收期間計算

年度	每年現金流入量	累積現金流量
100	\$(56,028,901)	\$(56,028,901)
101	5,486,738	(50,542,163)
102	5,486,738	(45,055,425)
103	5,486,738	(39,568,687)
104	5,486,738	(34,081,949)
105	5,486,738	(28,595,211)
106	5,486,738	(23,108,473)
107	5,486,738	(17,621,735)
108	5,486,738	(12,134,997)
109	5,486,738	(6,648,259)
110	5,486,738	(1,161,521)
111	5,486,738	4,325,217
112	5,486,738	9,811,955
113	5,486,738	15,298,693
114	5,486,738	20,785,431
115	5,486,738	26,272,169
116	5,486,738	31,758,907
117	5,486,738	37,245,645
118	5,486,738	42,732,383
119	5,486,738	48,219,121
120	5,486,738	53,705,859

表 4 太陽能光電淨現值與內部報酬率結果表

年度	每年現金流入量	利率(%)
100	\$(56,028,901)	2.076
101	5,486,738	2.076
102	5,486,738	2.076
103	5,486,738	2.076
104	5,486,738	2.076
105	5,486,738	2.076
106	5,486,738	2.076
107	5,486,738	2.076
108	5,486,738	2.076
109	5,486,738	2.076
110	5,486,738	2.076
111	5,486,738	2.076
112	5,486,738	2.076
113	5,486,738	2.076
114	5,486,738	2.076
115	5,486,738	2.076
116	5,486,738	2.076
117	5,486,738	2.076
118	5,486,738	2.076
119	5,486,738	2.076
120	5,486,738	2.076
IRR		7.478%
NPV		\$32,360,788

以每度電收購價格 7.3 元，本投資計畫於第 11 年可開始回收，淨現值為正，內部報酬率 IRR 為 7.478% 大於 2.076%，故本投資計畫是可行的。

方案二：A先生自行投資建置太陽能發電設備(每度電收購價為12.8元)

建置成本：500kwp\*112,000元/kw=約56,000,000元 (參考99年審定會預計造價為11.2萬元/kw)

引接費用：引接至大鵬E/S概估成本28,901元(578,034/20戶均攤)

總建置成本：56,028,901元

以100年度躉購價格每度電12.8元，保證收購20年來計算

裝置容量：500kwp

年平均發電量:500 kwp \*365天\*4.16=759,200度 (以高雄地區年平均全日照時數:4.16 h換算成)

年售電收益：759,200(度)\*12.8元/度=9,717,760元

每年維護費用約為年售電收益的1%，大約97,178元

因此，每年總收益為9,620,582元

折現率則從公開資訊觀測站選取2000年~2010年政府公債票面利率平均值為2.076%

表5 太陽能光電之回收期間計算

年度	每年現金流入量	累積現金流量
100	\$(56,028,901)	\$(56,028,901)
101	9,620,582	(46,408,319)
102	9,620,582	(36,787,737)
103	9,620,582	(27,167,155)
104	9,620,582	(17,546,573)
105	9,620,582	(7,925,991)
106	9,620,582	1,694,591
107	9,620,582	11,315,173
108	9,620,582	20,935,755
109	9,620,582	30,556,337
110	9,620,582	40,176,919
111	9,620,582	49,797,501
112	9,620,582	59,418,083
113	9,620,582	69,038,665
114	9,620,582	78,659,247
115	9,620,582	88,279,829
116	9,620,582	97,900,411
117	9,620,582	107,520,993
118	9,620,582	117,141,575
119	9,620,582	126,762,157
120	9,620,582	136,382,739

表6 太陽能光電淨現值與內部報酬率結果表

年度	每年現金流入量	利率(%)
100	\$(56,028,901)	2.076
101	9,620,582	2.076
102	9,620,582	2.076
103	9,620,582	2.076
104	9,620,582	2.076
105	9,620,582	2.076
106	9,620,582	2.076
107	9,620,582	2.076
108	9,620,582	2.076
109	9,620,582	2.076
110	9,620,582	2.076
111	9,620,582	2.076
112	9,620,582	2.076
113	9,620,582	2.076

114	9,620,582	2.076
115	9,620,582	2.076
116	9,620,582	2.076
117	9,620,582	2.076
118	9,620,582	2.076
119	9,620,582	2.076
120	9,620,582	2.076
IRR		16.338%
NPV		\$98,097,234

以每度電收購價格 12.8 元，本投資計畫於第 6 年可開始回收，淨現值為正值且內部報酬率 IRR 為 16.338% 大於 2.076，故本投資計畫是可行的。

小結：本文利用傳統的財務方法來分析，A 先生若是轉型投資太陽能發電的方案，其結果三種財務方法結果顯示，A 先生轉型投資太陽能發電是可行的，且太陽能發電是未來發展的趨勢，屏東地區有先天上的優勢，陽光強烈，且時間充足。養殖漁業未來前景的不確定性仍高，投資成本越來越高。但未來太陽能產業的價格一定會降低，包括建置成本、PV 成本等等，考慮經濟部能源局已逐年檢討下修躉購電能價格的前題下，若是養殖漁業考慮轉型，建議愈早加入太陽能發電，當然收益愈佳。

## 陸、結論與建議

太陽能發電為正急速發展之技術，近年來由於環境意識提昇及潔淨能源之需求，太陽能發電愈受歐美日等先進國家重視與推廣，其中又以日本及歐洲發展最盛，德日等國家大力推展太陽能利用，而成為太陽光電主要生產國。近年來太陽能發電每年皆以 25% 以上成長率成長，至今全球已近 5,000 千瓩。成長速度極快，已成為目前世界各國推動再生能源主要潮流。

本文首先利用養殖漁業者的訪談得知其成本與收益，再評估若是業者專型投資太陽能發電的可行性分析，利用三種傳統財務分析方法其結果顯示投資太陽能發電的方案是可行的，且近年來太陽能發電成長速度快，沿海養殖漁業者須思考未來的生存利基，可考慮轉型設置投資太陽能發電來獲利。本文研究限制如下：

1. 本文養殖業者只訪談一家(A 先生)，或許應該訪談多家養殖漁業者，再以平均數來替代整個養殖漁業的成本與收益，評估結果可信度將更高。
2. 本文訪談地區為屏東地區，因屏東地區有先天上環境的優勢，其分析結果是不可以投資太陽能發電。但並不代表整個台灣地區的養殖漁業者，因此，還是得分地區去評估，或許實證結果每個地區均不同。
3. 就目前的太陽能發電設置成本還是很高，或許過幾年後，技術越來越發達，可以使成本降低，但每年度能源局重新檢討再生能源的躉購費率，仍存在著不確定性。
4. 未來 20 年的利率是為估計得知，未來趨勢並不知道，或許有可能利率走勢突上突下，也許過幾年後再次重新評估會有不同的實證結果。

為了節能減碳，世界上許多國家紛紛都在再生能源這一塊投入相當的資源，也被視為是減碳最重要的手段之一；再生能源中的水力發電因台灣地形的陡峭水留不住，必需依靠水庫，台灣目前有 33 座重要水庫，其中 16 座淤積嚴重失去功能。另再生能源應用較廣，技術也較成熟的有風力、太陽能(光能、熱能)等，惟它們的特性皆屬於是間歇性、不穩定電源。

2011 年 311 日本大地震福島核電事件，引發世界各國對「核能政策」的重新檢討。不可否認的事實是，再多的「再生能源」也沒有足夠的規模可以取代核能的經濟效率(核一廠之發電燃料成本約為每度 0.1123 元，每部機組一天的發電量為 636,000kwh\*24h，合計 2 部機組一天的總發電量為 30,528,000kwh (度)；如核一廠停止運轉一天，假設以外購電力 IPP 天然氣替代每度電燃料成本 (3.4218 度/元) 估算，所增加之燃料替代成本約為新台幣 1 億元)。我國所需能源有 97% 以上，須仰賴進口，國內並無大型的油氣貯槽供電力使用。除了因應減

碳的課題外，能源的缺乏及燃料價格的高昂，預告了高電價的時代即將來臨(台灣的電費只有德、義、日等國家的 1/3)；不止是台灣將面臨「電力缺口」的問題，世界各國都將面對「電力缺口和能源危機」的嚴峻挑戰。

太陽能產業在研發和技術更新上是日益精熟，pv 效能也相對的一直在提昇，相對建置成本的降低及發電效率的提高，都有助於太陽光電發電廠的發展。不論未來能源政策對石化、油煤或「廢核」或「減碳」面有什麼重大改變；綠能將蔚為主流且是世界各國不變的選擇。

我國從再生能源電能躉購費率公佈之後，受到政府政策的鼓勵，尤其是日照充足的南部地區，太陽光電的設置申請案有急遽增加的情形；惟在世界各國逐年下修太陽能產業補助的同時，對我國太陽能產業會有何種影響？政府的財政計畫有何因應對策？我國能源政策的方向？核能政策定調後「電力缺口」是否帶來缺電的危機？對經濟、對民生的影響？電價結構的改變對產業競爭力的影響？等等，都是未來值得深入探研的重要課題。

## 柒、參考文獻

- [1] 太陽光電訊資訊網，<http://solarpv.itri.org.tw/memb/main.aspx>
- [2] 梁啟源(2008)，「台日改善能源效率之比較分析與策略研擬」，工業技術研究院分包學術機構研究計畫。
- [3] 梁啟源(2007)，「我國永續發展之能源價格政策」，中研院經濟所，台灣經濟預測與政策。
- [4] 何明錦(2007)，「建築物建置太陽能光電最佳化設計模型之研究」，內政部建築研究所協同研究報告。
- [5] 山口真實(2000)，「太陽能發電的技術及其應用之現況與發展」，太陽能學刊第五卷第一期69-91頁。
- [6] 王慧君(2006)，「太陽能光電產業與發展策略分析」，國立台灣大學國際企業管理研究所碩士論文。
- [7] 王清華(2007)，「專利權管理策略之研究-以台灣太陽能電池產業為例」，佛光大學經濟研究所碩士論文。
- [8] 邱清泉(2003)，「台灣地區推廣太陽能發電系統之研究」，大葉大學電機工程研究所碩士論文。
- [9] 周誌宸(2007)，「改善染料敏化太陽能電池二氧化鈦工作電極之研究」，國立東華大學化學研究所碩士論文。
- [10] 李彥斌(2005)，「台灣太陽能電池產業發展策略之研究」，國立交通大學科技管理研究所碩士論文。
- [11] 林青佩(2007)，「我國產業價值與股價關聯性之研究-以太陽能產業為例」，國立台北大學會計研究所碩士論文。
- [12] 吳銀泉(2006)，「太陽能電池產業發展模式與競爭策略-兩岸發展模式比較分析」，東海大學管理碩士學程在職進修專班碩士論文。
- [13] 吳聲庭(2007)，「研發人員職能之研究-以國內太陽能光電產業為例」，中華大學經營管理研究所碩士論文。
- [14] 吳貴淳(2006)，「太陽能電池的材料回收處理與再利用研究」，國立交通大學精密與自動化工程研究所碩士論文。
- [15] 吳春吉(2006)，「太陽能技術研究」，崑山科技大學電機工程研究所碩士論文。
- [16] 吳書華(2007)，「高油價時代對於產業股價的影響-以太陽能產業為例」，國立成功大學高階經營管理研究所碩士在職專班碩士論文。
- [17] 胡根地(2008)，「台灣太陽能光電產業之競爭優勢-以茂迪公司為例」，國立東華大學高階經營管理研究所碩士在職專班碩士論文。
- [18] 彭鈺欽(2006)，「台灣太陽能模組產業發展策略研究」，中華大學經營管理研究所碩士論文。
- [19] 鍾華(2005)，「台灣太陽能電池產業上市公司投資價值之研究」，國立政治大學企業管理研究所碩士論文。
- [20] 鄭吉峰(2006)，「新興產業與先進者優勢之個案研究：以GPS與太陽能電池產業為例」，國立台灣大學國際企業管理研究所碩士論文。
- [21] 賴建宇(2006)，「台灣太陽光電產業本土化核心競爭力之探討」，國立交通大學科技管理研究所碩士論文。
- [22] Argiriou, A., and Mirasgedis, S. (2003), "The solar thermal market in Greece-review and perspectives." *Renewable & Sustainable Energy Reviews*, 7, PP.397-418.

- [23] Edwin Cunow and Christophe Inglin(2004) , ”Professional large scale photovoltaic systems(LSPVS).” , Technical Digest of the International PVSEC-14 , Bangkok , Thailand.
- [24] Georgopoulou,E.,Lalas,D.,and Papagiannakis,L.(1997) , ”A multicriteria decision aid approach for energy planning problem : the case of renewable energy option.” European Journal of Operational Research , 103(9) , PP.38-54.