

南臺科技大學

**資訊管理系大數據分析碩士專班
碩士學位論文**

**農電共生太陽能光電案場關鍵成功因素
-以客戶端為例**

**The Critical Success Factors of
Agricultural Power Symbiosis Solar
Photovoltaic Project Field - Taking the
Client as an example**

研究 生：涂志剛

指導教授：楊棠堯

中華民國一一二年一月

南臺科技大學

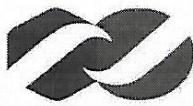
**資訊管理系大數據分析碩士專班
碩士學位論文**

**農電共生太陽能光電案場關鍵成功因素
-以客戶端為例**

**The Critical Success Factors of
Agricultural Power Symbiosis Solar
Photovoltaic Project Field - Taking the
Client as an example**

**研究 生：涂志剛
指導教授：楊棠堯**

中華民國一一二年一月



南臺科技大學 碩士論文

農電共生太陽能光電案場關鍵成功因素-以客戶端為
例

研究生：涂志剛

本論文業經審查及口試合格特此證明

論文考試委員

古東明 張宏昌 張宏昌

楊棠堯

指導教授 楊棠堯

所長 汪美香

中華民國一一年一月三十一日

摘要

有鑑於近年來環保意識抬頭，全球氣候暖化及空污方面是現代所不要面對的，而在台灣最大的空污來源，不外乎為仰賴燃煤、火力等大型發電廠，為降低其發電比例，世界各國家均致力提升再生能源發展，尤其太陽能的使用趨勢及技術面快速成長，不但設置成本逐年降低，加上政府提倡綠色能源，在這幾年大力的強化太陽能光電的技術發展，鼓勵民間及企業自建太陽能案場參與發電，各公家機關亦紛紛響應，其中包括以租賃場地方式，提供太陽能光電業者場地，架設太陽能光電系統，並以太陽能光電系統發電躉售所得，收取百分比的租賃金，或者可自行投資太陽能光發電案場架設費用及維護保養費，自行收取 100% 的躉售費用。

本次研究內容主要說明民眾參與太陽能光電中，如何創造穩定且有持續性的收益，並以農電共生案場為例，研究中，參考國內外文獻及利用專家訪談，設計了問卷，並實施信校度檢驗後，利用問卷調查，最後分析問卷，得出影響農電共生關鍵成功因素的 4 大構面及 12 項指標，期望本次的研究結果能提供未來農民投資太陽能光電案場及農業上轉進的參考。

關鍵字:再生能源發展、綠色能源、太陽能光電系統、問卷調查

Abstract

In recent years, environmental awareness has risen; global warming and air pollution are unwelcome in modern times. The biggest source of air pollution in Taiwan is coal-fired, thermal power and other large power plants. In order to reduce the proportion of its power generation, countries around the world are committed to promoting the development of renewable energy, especially in the rapid growth of solar energy usage trends and technologies. The installation cost of solar energy has not only been reduced year by year, but also the government has promoted green energy, which has strengthened the technological development of solar photovoltaic in recent years. Encourage the public and enterprises to build their own solar farms and participate in power generation. Various public agencies have also responded, including by leasing venues, providing solar photovoltaic industry venues, erecting solar photovoltaic systems, and collecting a percentage of the rent from the wholesale sales of solar photovoltaic systems. Or you can charge 100% of the wholesale cost on the erection cost and maintenance cost of investing in the solar photovoltaic power farm.

The content of this research is mainly to explain how the public can create stable and sustainable income in participating in solar photovoltaic, and take the symbiosis case of agricultural power and solar energy as an example. In the research, domestic and foreign literatures and interviews with experts were used to design the questionnaire. After carrying out the validity and reliability tests, and using the results of the questionnaire to analyze the questionnaire, the study result have four aggregate theoretical dimensions and 12 indicators about the key success factors affecting the symbiosis of agricultural power and solar energy. It is hoped that the results of this study can provide a reference for farmers to invest in solar photovoltaic projects and agriculture in the future.

Keywords: Renewable energy development, Green energy, Solar photovoltaic system, Questionnaire.

誌謝

終於來到研究所學程的最後一哩路了，論文的撰寫由於工作及生活上的繁忙，在研究路上一直跌跌撞撞、停停走走，回想起這2年多的學習歷程，工作上，不斷的受到同事及長官的鼓勵，終於定下心來，努力撰寫論文，過程中，當然是沒有想像中的順利，有幸找到非常好的指導教授楊老師，及工作上有撰寫論文經驗的學長分享論文研究的技巧，因此，學生在此，首先感謝，楊老師平時的教導，謝謝老師，另外謝謝學長百忙抽空的探訪，還有喬銘能源股份有限公司及盤軒股份有限公司的學長，提供了太陽能光電案場架設實績資料，使本次研究更加完善，以及謝謝業界前輩分享了論文寫作的技巧。

眼看著即將真的快畢業了，回想起上課的點滴，相信同學們是有緣份，上天才會安排相聚大家在一起當同學，也要謝謝各科別的專任教師，謝謝你們的用心授課，上課內容豐富、授課技巧超群，總是能將艱深的課程化繁為簡，老師們的專業學識、開闊的眼界讓課程更加有深度，也讓學生學到非常多新的知識，相信對未來的人生及工作上的助益是非常的大。最後，還是不免俗的要感謝一下家人，感謝家人非常支持我的學業，沒有給我其他的負擔，讓我有充餘的時間完成研究，謝謝你們。

謹誌於

南臺科技大學資訊管理所碩專班

學生 涂志剛

中華民國 112 年 1 月

目次

摘要	i
Abstract.....	ii
誌謝	iii
目次	iv
表目錄	vi
圖目錄	viii
第一章、緒論	1
1.1 研究背景.....	1
1.2 研究動機與目的.....	2
1.3 論文架構.....	3
第二章、文獻探討	5
2.1 政府推動綠能情況概述.....	5
2.2 太陽能光電案場相關文獻探討.....	7
2.3 農電共生案場實績.....	9
第三章、研究設計	19
3.1 專家組成.....	19
3.2 研究架構.....	22
3.3 構面及準則確立與問卷設計.....	23
第四章、研究分析結果	29
4.1 德非法問卷結果分析.....	29
4.2 層級分析法(AHP)問卷結果分析	31

第五章、結論與建議	38
參考文獻	41
附錄 A	44
附錄 B	47
附錄 C	50

表目錄

表 2.1 申請太陽能光電躉售所需文件	10
表 2.2 每月發電度數模擬表	14
表 2.3 設備保證收購金額計算表	16
表 2.4 保證發電收入計算表	17
表 2.5 110 年度太陽光電發電設備電能躉購費率	18
表 2.6 110 年度太陽光電發電設備電能躉購費率	18
表 3.1 專家人員基本資料	19
表 3.2 操作型定義表.....	24
表 3.3 操作型定義表(2)	25
表 3.4 第 1 回合問卷設計表	27
表 3.5 第 2 回合問卷設計表	27
表 3.6 AHP 層級分析法問卷表	28
表 4.1 德非法第一次問卷結果評選表	30
表 4.2 德非法第二次問卷結果評選表	31
表 4.3 農電共生太陽能光電關鍵成功因素各構面因素權重排名	31
表 4.4 農電共生太陽能光電關鍵成功因素各準則權重排名	32
表 4.5 農電共生太陽能光電關鍵成功因子四大構面原始矩陣表	33
表 4.6 農電共生太陽能光電關鍵成功因素四大構面層級內各因素之權重	33
表 4.7 政府政策構面原始矩陣表	34
表 4.8 政府政策構面層級內各因素之權重	34
表 4.9 案場條件構面原始矩陣	35

表 4.10 案場條件構面層級內各因素之權重	35
表 4.11 投資報酬率原始矩陣	35
表 4.12 投資報酬率構面層級內各因素權重	36
表 4.13 原物料成本原始矩陣	36
表 4.14 原物料成本構面層級內各因素之權重	37

圖目錄

圖 1.1 太陽能光電躉售申請程序圖	2
圖 1.2 文架構圖	3
圖 2.1 屋空拍圖	6
圖 2.2 查詢台電網站顯示介面	6
圖 2.3 電案場初步排列圖	11
圖 2.4 場設置機電圖	11
圖 2.5 模擬遮陰及日照圖	12
圖 2.6 農電共生 499KW 光電案場空拍圖	13
圖 2.7 2022 年 3 月每日發電情況表	14
圖 3.1 研究架構圖	22
圖 3.2 太陽能光電案場關鍵成功因素初步架構圖	26
圖 3.3 POWER CHOICE3.8V AHP 分析介面圖	28
圖 5.1 太陽能光電案場關鍵成功因素架構圖	38

第一章、緒論

本章節為論文的開端，主要是敘述本篇論文的研究背景、研究動機與目的，太陽能光電目前的發展方向及未來的趨勢，章節的最後為本章論文的架構。

1.1 研究背景

有鑑於近年來環保意識增強，空氣污染方面已成為是台灣人的生活日常之一，而在台灣最大的空污來源，不外乎為仰賴火力及燃煤等大型發電廠，為降低火力發電比例，世界各國都致力於推動再生能源發展，特別是太陽能使用趨勢及技術面快速發展，不但逐年降低設置成本，加上政府及世界各國正大力推動綠色能源，在這幾年大力的強化太陽能光電的技術發展，鼓勵民間及企業自建太陽能光電案場並參與發電，各公家機關亦紛紛響應，其中包括以租賃場地方式，提供太陽能光電業者場地，架設太陽能光電系統，並以太陽能光電系統發電躉售所得中的百分比作為租賃金，或者可自行投資太陽能光發電案場架設費用及案場的維護保養費，並全額售電予以台灣電力公司，自行收取 100% 的躉售費用。

考量台灣農民及大眾本身並非太陽能光電的專業，一般民眾有意響應政府政策加入綠色能源行業者，卻非常難以入門，必須藉由專業的太陽能光電安裝商與以講解，並規劃設計後，向業主提供投資報酬率試算(IRR)，讓業主考量是否符合自身的投資需求後，再來決定是否投資電廠或者是單純的出租屋頂，現階段申請太陽能光電躉售台電程序非常的繁雜，申請程序如圖 1.1 所示。

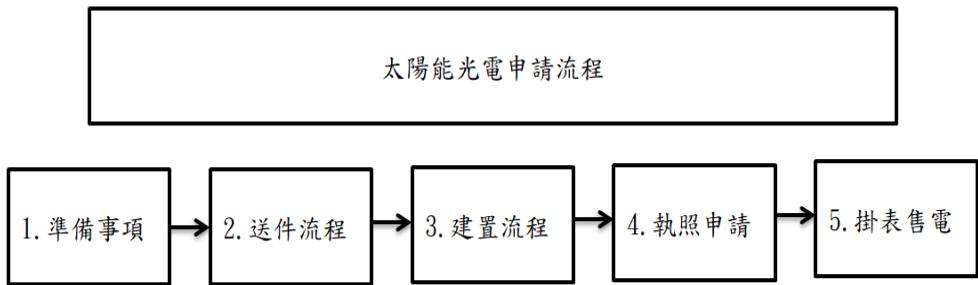


圖 1.1 太陽能光電躉售申請程序圖(資料來源:喬銘能源科技公司)

當然，每個人都希望自己的屋頂裝設太陽能光電後，達到收益最大化，太陽能發電案場會依每一案場的特性不同，案場建置成本及各地區的日照度會因案場條件不一，進而使投資效益不同，本研究以農電共生屋頂型太陽能投資方案 499KW 為例，逆變器採用 SOLAREDGE 以色列知名品牌，案場屋頂傾斜角以向南傾斜 9 度，以實際案例進行財務分析，透過本研究專家訪談找出影響投資太陽能系統之關鍵因素，探討太陽能投資決策可行性及評估屋頂型太陽能系統之投資效益及其相關投資的風險，發掘出影響太陽能光電案場的一些關鍵因素，以設計問卷方式，再利用修正式德菲法方式，提供民眾未來參與綠色家園政策，讓台灣早日達到非核家園之目標及改善整體用電結構，以農業結合綠能達到民眾、政府及企業三贏結果。

修正式德菲法，算起來是一種眾人利用集思廣益的方式來推斷未來現象的方法的一種方法，經過系統性的問卷調查並分析其結果，在每次新的問卷中連同舊的問卷再分送各專家，作為修正先前意見的一個參考，期望可利用修正式德菲法完成問卷的設計，並利用客觀的 AHP 分析問卷結果，進而得出影響太陽能案場發電的各構面及影響因素，使太陽能光電投資者可以有更明確的方向及參考。

1.2 研究動機與目的

太陽能電池的光轉換效率及生產成本是太陽能光電案場發電多寡的關鍵因素之一，也間接影響整體的太陽能光電發展的進程。目前太陽能光電模組的轉換效率約百分之二十一，非單晶及 CIGS 薄膜式太陽能光電模組約為十四到十七%，根據業界評估，倘若模組效率可以提升百分之一，廠商的生產成本將

以每年約有百分之五的速度下降，加上 COVID-19 疫情導致全球各政府實施貨幣量化寬鬆政策，間接使國際經濟通貨膨脹壓力變大，又受上游原料短缺及海、空貨運量暴增的影響，使得開發新型太陽能光電模組亦是影響整體太陽能光電案場的進度之一。

在台灣太陽能光電案場位置有區分為 1.屋頂型 2.水上型 3.地面型三大類別，其中，各類型太陽能光電案場的架設風險、台電躉售價格及考量的因素都不大一樣，一般民眾對於加入綠色能源或者是太陽能光電案場的建置行列，即使有興趣了解，也難以得其門而入，大多數的人僅能藉由民間的口耳相傳，或者自行上網爬文的方式取得相關的資訊，少數擁有大型廠房屋頂的工廠老闆，因廠房屋面積夠大，容易創造出售電利潤，市場上會有一些太陽能光電統包廠商或其業務主動尋覓並為其分析廠房安裝太陽能光電的投資效益評估，就上述原因，本論文研究乃對太陽能光電案場，並以客戶的角度進行研析，使得大眾可以更清楚了解影響太陽能光電案場經營的成功關鍵因素。

1.3 論文架構

本論文研究共分為五個章節，各章節的架構圖如圖 1.2 所示

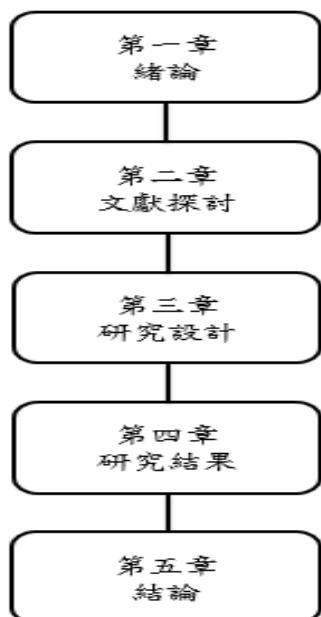


圖 1.2 文架構圖

第一章 緒論

本章節為論文的開端，主要是敘述本篇論文的研究動機與目的，太陽能光電目前的發展方向及未來的趨勢，章節的最後為本章論文的架構。

第二章 文獻探討

本章節主要為文獻探討，探討政府對太陽能光電的支持與未來綠色能源的趨勢發展，影響太陽能光電發電收益的關鍵因素及一般申請太陽能光電的程序說明。

第三章 研究設計

本章節主要闡述本次論文的研究方法及呈現問券設計內容，並實際對所請的業界專家進行問卷調查，專家的選拔及訪談後的重點歸納。

第四章 研究結果

本章節主要為本次論文問卷設計的信效度檢驗，問卷調查後的資料綜整，並以數據方式加以分析，進而得到 4 大構面與 12 項影響太陽能光電案場的關鍵成功因素及相關權重值。

第五章 結論

本章節為本論文研究的結論，主要係將研究結果作一個結論說明其內文重點如本篇論文最後的結論、預期貢獻及投資建議，並期望未來可以延伸出各種綠色能源投資方式或者是太陽能光電案場投資的注意事項。

第二章、文獻探討

本章節為台灣太陽能推動現況概述說明，以實際案場的分析研究，及本次研究中查閱國內外相關文獻，加上專家的訪談，綜整出太陽能光電案場的成功關鍵因素。

2.1 政府推動綠能情況概述

台灣地理位置屬北半球，近年來政府大力推動太陽能產業的開發與利用，年平均每平方公尺每日約有 3.3 度左右的日照量，109 年經濟部能源局統計全台平均日照表，有鑑於台灣面積為長條狀，南北距離較長，北部與南部的降雨量及有效日照差異甚大，因此，經濟部能源局於北部地區近年來給予躉售費率加成 15%，以彌補於北部地區架設太陽能光電案場的躉售差距，另外偏遠地區的光電案場亦有加成的補助。台灣於民國 98 年開始鼓勵民間參與太陽能光電發展，並制定再生能源發展條例及躉售合約標準，民間業者、系統商及投資商針對太陽能光電案場分類為以下 4 種，評估階段概述如下所述。

屋頂型：也就是在廠房或住家屋頂上設置太陽能光電系統，由光電模組經由日照產生直流電並經過變流器轉換成交流電，再經過電錶統計發電量，由台電每月或每 2 個月抄表，並寄送躉售電費單，案場業主確認後，逕送台電端收取電費；或者自發自用，另外屋頂型又分平鋪及棚架式 2 種主要型態。

(1)屋頂平鋪式

光電板平鋪於屋頂上的方式適用於鐵皮屋的結構，鐵皮屋空拍圖如圖 2.1 所示，一般由業主向系統商提出需求，由太陽能光電系統商對建築物實施空拍，接著，查詢綠能饋線，也就是查詢未來是否可以併聯發電躉售的先前規劃，饋線查詢頁面如圖 2.2 所示，如果頁面查詢所標示的位置圖顯示紅色表，表示已無饋線可以併聯，必須與台電協商饋線。



圖 2.1 屋空拍圖(資料來源：喬銘能源科技股份有限公司)

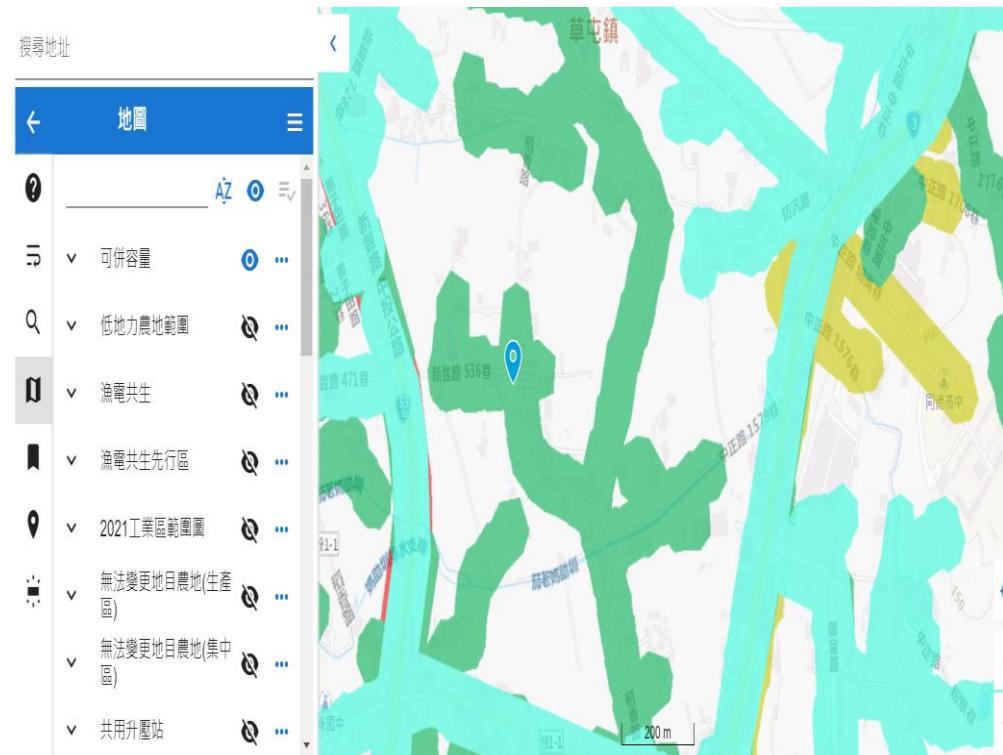


圖 2.2 查詢台電網站顯示介面(資料來源:台電官方網站)

平鋪型所注重的要點為支架的選用，支架的高度設計等問題，既有建築物的結構計算及日後是否有漏水疑慮等，平鋪式太陽能光電示意圖，如圖 2.3 所示。

(2) 屋頂棚架式

屋頂棚架式係指的是建物結構為 RC 建築，非鐵皮工廠，因此在建置太陽能光電時，考量結構及遮陰問題，在案場建置上，以鋼骨結構方式當作棚架，再者，將光電板鋪設於棚架之上，這種工法，因需大量的鋼構，建置成本較平鋪式昂貴。

建築整合型：又稱 BIPV，其定義為太陽能光電模組結合建築材料的一種設計，其缺點發電效率較低，目前依法規面來說，雖有交通部的一千萬補助款，但無法與台電簽訂躉售合約，僅能自發自用，除廣告效益及綠能政策推展考量外，通常不受投資人的青睞。

地面型：地面型也就是建置在地面上的太陽能光電案場，其躉售費率最低，通常要離升壓站或台電變電所距離越近越好，案場以接近圓形為最佳，這樣可以減少線路損耗，因投資金額較為龐大，動輒數十億元，通常需要由大型上市櫃公司或外資基金等擔任投資方。

2.2 太陽能光電案場相關文獻探討

李悅儀（2011）在研究中指出，專業的企業在投資太陽光電案場通常必須經歷八個階段：

1. 派遣業務員尋覓案場標的
2. 專業顧問執行光電投資案的風險評估及案場選擇

3.投資案的評估:評估又分為二個階段，公司內部的投資財務模型審查、外部統包業者的工程面向審查

4.提報公司內部董事投審會投票

5.投資協議階段

6.投資後活動階段

7.投資後管理

8.退出階段。

林明村(2012)及(2013)的研究中指出，過去許多太陽能計畫在投資效益上無法取得明顯的進展，系統建置維修成本對經濟效益以及業主對案場獲利模型及光電技術保持這戒慎心態，然而，影響發電效益的問題取決於屋頂既有條件之傾斜角及面向，還有遮陰問題，屋頂的老舊或新穎程度會間接影響施工成本，導致投資人給予租賃金的方式，經濟部能源局所制定的躉售費率條件亦影響投資意願。

陳聖儒(2017)研究中指出，除了光電案場投資報酬率(IRR)以外，所考量的風險依序為每 KW 的發電效率、整體案廠的建置成本、歷年業主所必須擔負的維運成本、銀行端對案場的保險費用評估、貸款利率、貸款成數、理賠方式、土地及屋頂的租賃金；投資報酬率的高低取決於投資案場的選址、躉購電價的高低、每 KW 可以發電的多寡、案場對天災的抵抗能力、太陽能光電模組的轉換效率等諸多因子。

Alexander(2002)在研究中定義了影響太陽能光電案場的五大指標，如經濟指標、能源指標、投資效益指標、環境指標及民情指標。

Alireza(2012)調查國際基金再生能源投資光電案場時所考慮的標準，通過文獻調查和投資者回應，考慮的標準包括了光電案場的施工技術，經濟效益，國家政策以及地理環境。

Beliz Ozorhon (2018)指出政策法規，資金可用性和投資成本等經濟標準被認為是再生能源投資決策最重要的因素。從文獻中分析出，再生能源產業的投資主要分為四種重要因素，包括了從文獻分析出目前在台灣社會中，以技術、經濟、環境和政治方面是太陽能發展的重要因素，在四個因素其中以經濟因素中的資金可用性和投資成本適是綠色能源投資決策過程中的重要因素。

從相關文獻整理出屋頂型太陽能系統需考量的因素如下：

在本研究中依上文獻內容，整合相同的影響太陽能案場投資的各個因素，預計從各因素中彙整出幾個構面，整合歸納後設計出第 1 次的問卷調查相關因素。

經濟部能源局為因應 COVID-19 疫情影響，為有效推動綠能發展，於特別情況下，在 108 及 109 年的下半年分別沿用上半年較高的躉售費率，甚至於 110 年年底外加每度電 0.22 元的躉售補助金，在考量太陽能發展環境及各項等要素，推動制定符合我國發展之躉購費率，最適當獲利條件，掌握我國太陽能光電發展目標，打造投資太陽能光電案場成為一種穩定、低風險、持續成長的長遠發展。

2.3 農電共生案場實績

本小節以南投縣鹿谷鄉 499.62KW 的一個農電共生太陽能光電案場為例子，說明太陽能光電案場從規劃建置到實際的效益，以及在建置過程中所必須考量的主要點。

2.3.1 案場實績規劃

1.送件申請，申請太陽能光電躉售時所需文件，如表 2.1 所示，如果為個人為申請設置者必須準備表 2.1 中的項次 1 身分證正反面影本~項次 11 地籍謄本，若以公司為設置者，必須依備註情況另外準備項次 12~項次 18。

表 2.1 申請太陽能光電躉售所需文件(資料來源:喬銘能源科技公司)

項次	文件	備註
1	身分正面影本	申請人及保證人需為不同自然人,各提供一份
2	最近一期電費單	
3	建物使用執照影本	
4	土地所有權狀	影本即可
5	建物所有權	影本即可
6	印章或代刻印章授權書	
7	銀行存摺影本	
8	第一類土地登記謄本	申請日期在三個月內
9	第一建物登記謄本	申請日期在三個月內
10	建物測量成果圖	申請日期在三個月內
11	地籍圖謄本	申請日期在三個月內
12	公寓大廈設置再生能源使用同意書	申請者為公寓時，須通過該社區住戶開會同意
13	公司 登記核准函	如公司行號為申請人時須提供
14	公司 401 報表	如公司行號為申請人時須提供
15	公司無欠稅證明	如公司行號為申請人時須提供
16	土地權使用權同意書	申請者與所有人不同時須提供(一式三份)
17	建築改良物使用同意書	申請者與所有人不同時須提供(一式三份)
18	門牌編整證明	門牌有進行變更時須提供

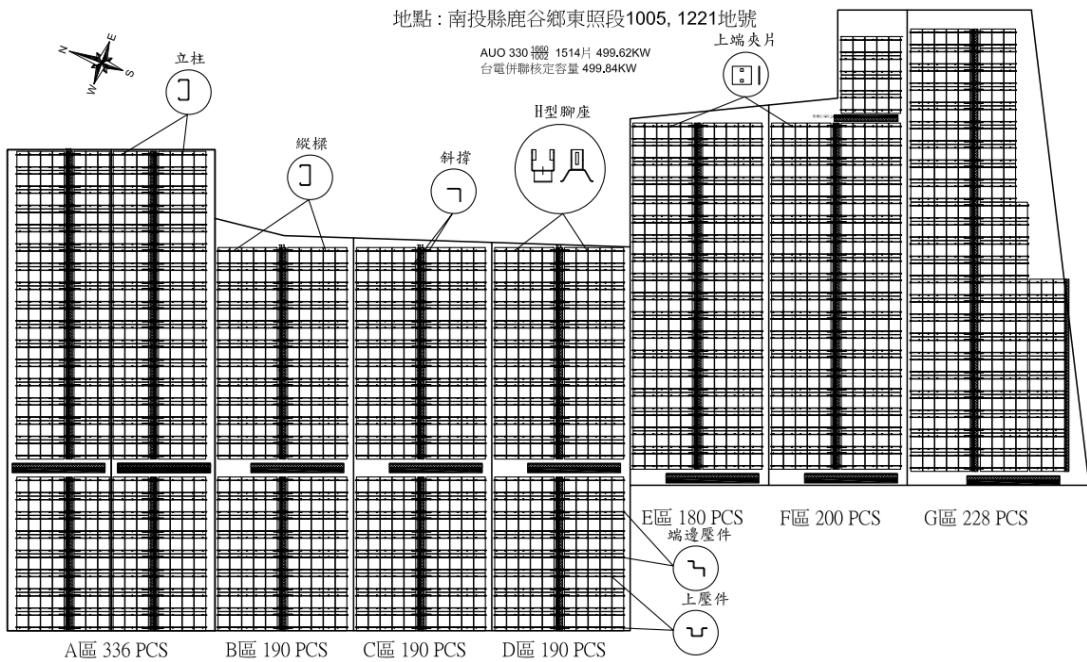


圖 2.3 電案場初步排列圖(資料來源:盤軒股份有限公司)

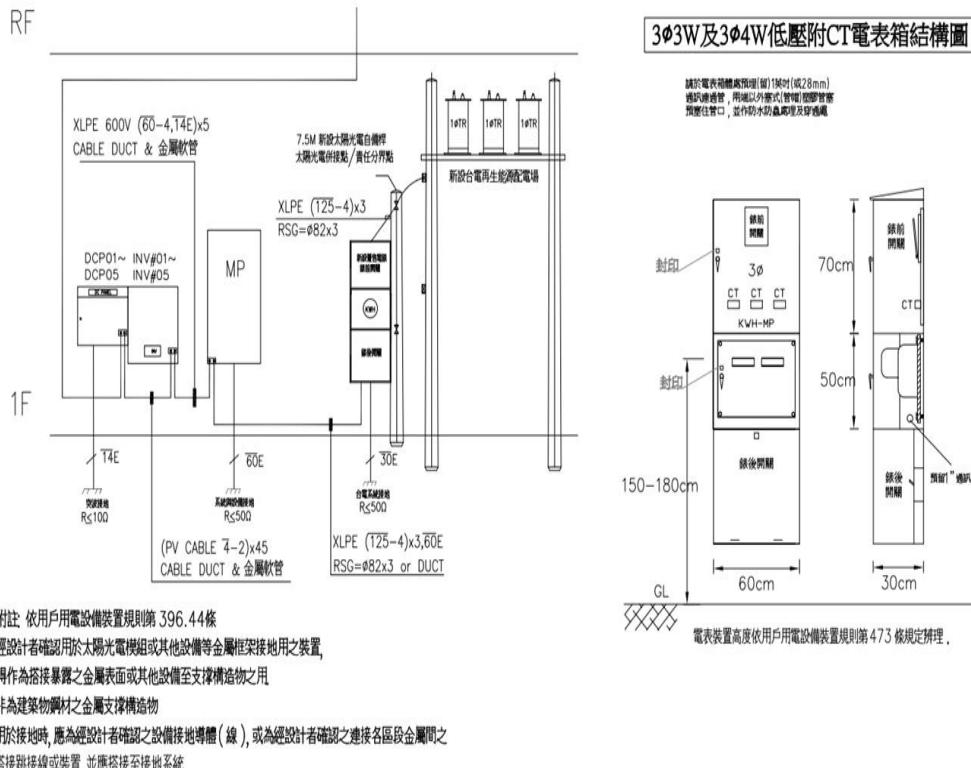


圖 2.4 場設置機電圖(資料來源:盤軒股份有限公司)

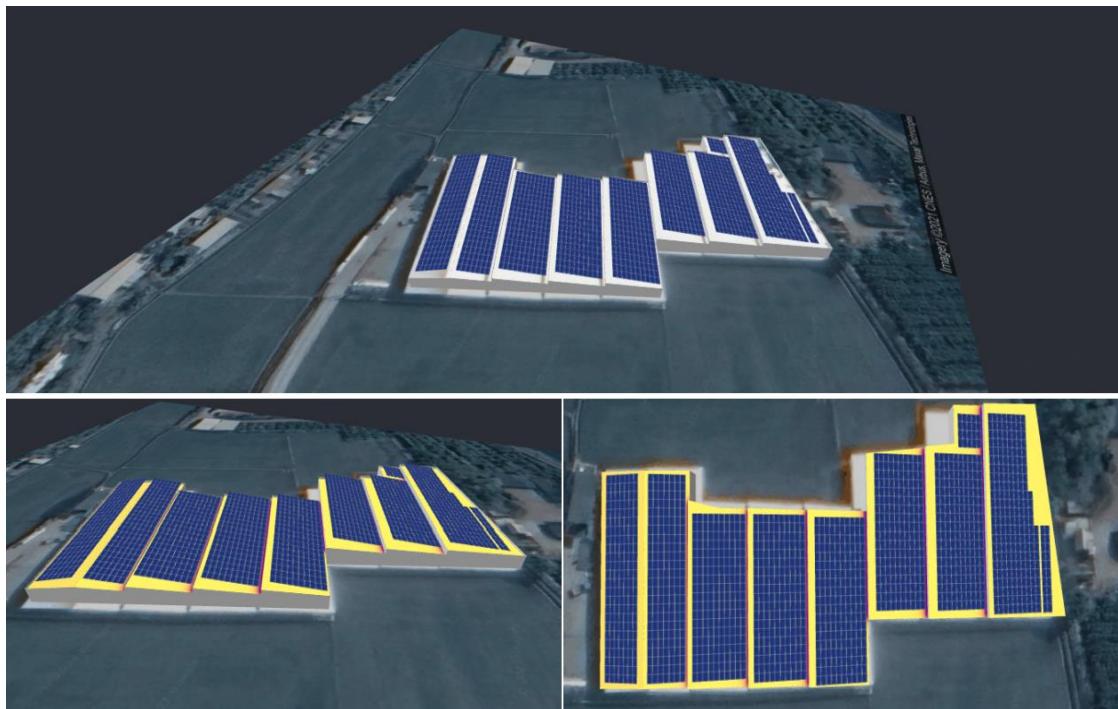


圖 2.5 模擬遮陰及日照圖(資料來源:盤軒股份有限公司)

如圖 2.3 所示，在光電業者評估案場時，會以光電模組的尺寸於欲設計的屋頂上實施模組排布，以了解初步可排布的光電容量，以及結構上的用料設計。接著，工程施工內容與設置者溝通無誤後，將另外請專業電機技師實施機電設計，其設計圖如圖 2.4 所示。

模擬日照如圖 2.5 所示，係以逆變器廠商所提供的全球各地區的發電量模擬，其中可以模擬模組的排列是否有遮陰的影響，線材的損耗、模組串並列的上的良窳、屋頂的傾斜角的影響、熱能的損失等多項模擬，非常適合業主在決定是否投資案場前的模擬。

2.3.2 農電共生案場 499.62KW 實績

南投縣鹿谷鄉 499.62KW 的一個農電共生太陽能光電案場，使用的太陽能光電支架為 K27 鎂鋁鋅材質，支架高度 40 公分，光電模組為單晶矽高效能友達模組，以中壓塊及側壓塊穩固模組，另採用 SOLAREDGE 的逆變器及優化器，案場共八分之七面積向南面，屋頂傾斜角度為 8 度，有提供水路及維護步道，以利後續案場的維護，一般有維修步道設計的光電案場在未來出售整個案場設備時，可訪到較高的價格，後續清洗太陽能光電模組時，亦可保障人員安全及避面工人踩踏，實際完工空拍圖如圖 2.6 所示，共計架設 330W 模組 1 千 5 百餘片，光電案場耗時 2 個月完工。



圖 2.6 農電共生 499KW 太陽能案場空拍圖(資料來源:盤軒股份有限公司)

如表 2.2 所示的 3 月份實際發電為 54.7MWH，躉售費率 4.6 元/(度)，換算躉售金額為 251,620 元，高於模擬計算金額 195,902 元，表 2.3 為每月發電度數模擬表，該案場躉售台電第一年估算為至少 270,000 元，配合農會太陽能光電貸款專案可以達 9 成，自備款 1 成，年利率約 1%，保守估計可以在 8 年內完成連本帶利還完款項，賺取後面 12 年以上的躉售金。

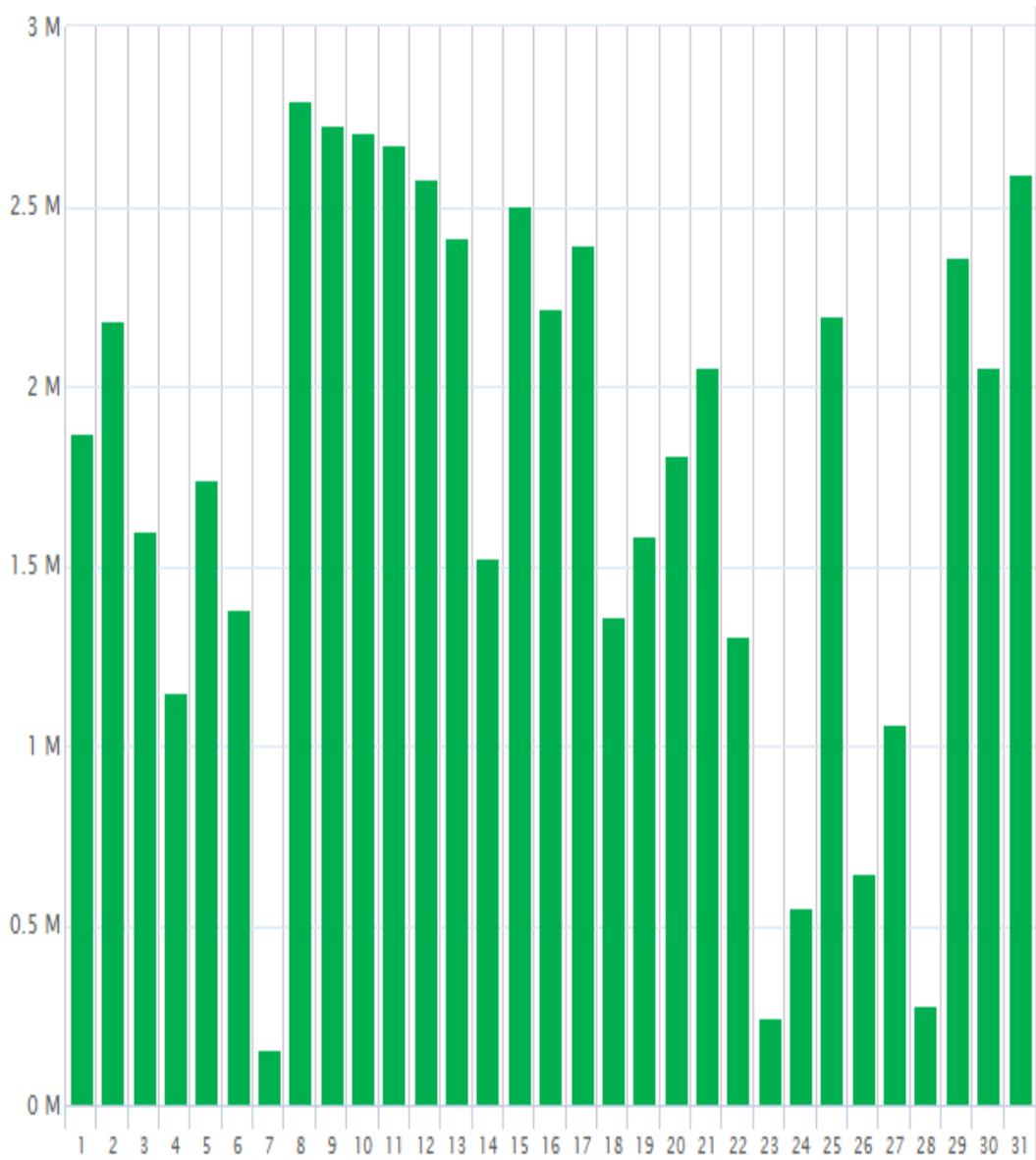


圖 2.7 2022 年 3 月每日發電情況表(資料來源:喬銘能源科技股份有限公司)

表 2.2 每月發電度數模擬表(資料來源:喬銘能源科技股份有限公司)

農電共生 499KW 太陽能光電案場每月發電度數模擬表			
月份	發電度數	保守每度電躉售+0.2 費率 4.4	加一地兩用加 0.2 費率 4.6
1	40,443	177949.2	186037.8
2	34,645	152438	159367
3	46,712	205532.8	214875.2
4	54,774	241005.6	251960.4
5	60,435	265914	278001

6	63,899	281155.6	293935.4
7	75,388	331707.2	346784.8
8	69,342	305104.8	318973.2
9	61,018	268479.2	280682.8
10	58,612	257892.8	269615.2
11	46,885	206294	215671
12	43,163	189917.2	198549.8
總發電	655,316	2883390	3014453.6

該案場，如從無到有，必須經歷下述幾個重大里程碑

1. 建物施工。
2. 申請建照及使用執照。
3. 辦理農業容許登記，取得農業許可。
4. 協請太陽能光電統包商評估。
5. 取得當地縣政府太陽能光電案場同意備案
6. 太陽能光電案場施工。
7. 台電掛表。
8. 能源局核發躉售函。
9. 正式售電。

2.3.3 農電共生 499.62KW 投資效益

一般而言，將以地區等效日照小時 \times 太陽能光電系統裝置容量 $\times 365$ 日 \times 謂售價格=年發電謂售價，謂售價格可參考表 2.5 及表 2.6 所示，獲利模型估算，以 499.62KW 太陽能光電案場參與保證發電為例，投資 499.62KW 案場所需費用，以 1KW 保守估計需台幣 40,000 元整以內。

1.500KW \times 40,000 元整=20,000,000 元整

2.設備殘餘價值如表 2.4 所示，以每年下降 5% 的殘餘價值。

3.保證發電為第一年 2,311,736 元整，每年下降 1%，如表 2.5 所示。

表 2.3 設備保證收購金額計算表(資料來源:喬銘能源科技公司)

設備保證收購金額計算表		
年數	設備殘值	回購金額
1	95%	18,519,012
2	90%	17,544,384
3	85%	16,569,796
4	80%	15,595,008
5	75%	14,620,320
6	70%	132,411,831
7	65%	123,177,193
8	60%	113,276,193
9	55%	10,721,114
10	50%	9,746,880
11	45%	8,772,792
12	40%	7,797,504
13	35%	6,822,816
14	30%	5,848,128
15	25%	4,873,440
16	20%	3,898,752
17	15%	2,924,064
18	10%	1,949,376
19	5%	974,688
20	0%	0

表 2.4 保證發電收入計算表(資料來源:喬銘能源科技公司)

保證收入計算表	
年數	電費
1	2,311,736
2	2,293,437
3	2,275,210
4	2,256,948
5	2,238,685
6	2,220,422
7	2,202,159
8	2,183,897
9	2,147,371
10	2,129,109
11	2,129,109
12	2,110,846
13	2,092,583
14	2,074,320
15	2,056,058
16	2,037,795
17	2,019,532
18	2,001,270
19	1,983,007
20	1,964,975

綜整上述 3 點，總結，參與太陽光電業者保證發電合約，以投資 2 千萬元整，20 年平均可獲利 2 千萬以上，年化報酬率約 10% 以上。

表 2.5 110 年度太陽光電發電設備電能躉購費率(資料來源:經濟部能源局)

再生能源的類別	分類標準	安裝級距	第一期	第二期
太陽能光電案場	屋頂型	1KW 以上不及 20KW	5.6707	5.6281
		20KW 以上不及 100KW	4.3304	4.2906
		100KW 以上不及 500KW	3.9975	3.9927
		500KW 以上	3.9449	3.9980
	地面型	1KW 以上	3.7994	3.7236
	水面型(浮力式)	1KW 以上	4.1957	4.1204

表 2.6 110 年度太陽光電發電設備電能躉購費率(資料來源:經濟部能源局)

分類	裝置容量 級距	模組回收費 (元/度)	併聯電業特高 壓供電網路費 (元/度)	VPC (%)	原住民族地區/偏 遠地區(元/度)
屋頂型	1KW 以上 不及 20KW	0.0656	***	6%	0.0563
	20KW 以 上不及 100KW		***		0.0049
	100KW 以 上不及 500KW		***		0.0392
	500KW 以 上		0.4742		0.0390
地面型	1KW 以上		0.4763		

第三章、研究設計

本章節為說明本次研究中所找尋的問卷調查對象，及利用文獻探討所產製出第1次問卷的內容向專家們實施問卷調查，其中包括各構面的確立及相關因素，也就是準則的探討。本研究為避免一般在問卷中所浪費的時間，以及提高問卷回收率，因此，將採用修正式德菲法作為本研究的研究方法，並在本章節內容中說明本專家成員資料、AHP 架構圖、李克特評量方式及問卷相關內容設計。

3.1 專家組成

在本研究中，關於專家人數選擇方面參考了學者林振春(1992)的相關研究，若採用德菲法作為研究的話，所找尋的專家人數至少要有 10 人，可信度最高，且影響誤差在可容許範圍內。綜合上述研究的人數參考，其專家人員採 15 人，專家人員基本資料如表 3.1 所示，其中以 10 員太陽能光電產業人員及 5 員太陽能光電案場持有人。

表 3.1 專家人員基本資料

編號	姓名	職稱	資歷
1	劉○祥	維運工程師	5 年
2	曾○銘	維運工程師	4 年
3	廖○義	電機技師	6 年
4	吳○和	理事長	9 年
5	吳○漢	總經理	4 年
6	陳○漢	副總經理	7 年
7	陳○量	董事長	8 年
8	黃○浩	業務	7 年
9	許○量	理事長	5 年
10	陳○東	工班組長	10 年
11	謝○昌	499KW 案主暨光電案場鐵工包	20 年(持有案場 3 個月)
12	曾○名	99KW 案主	持有案場 2 年

13	劉○成	9.27KW 案主	持有案場 2 年
14	陳○勳	300KW 案主	持有案場 2 年
15	劉○立	20MW 統包商暨案主	10 年(持有案場)

編號 1：如果要建光電應該要找專業且有經驗的統包商，現階段統包商經驗大多是 3~7 年居多，少部分是擁有 10 年以上經驗，及少於 2 年經驗的統包商，個人認為影響太陽能光電成功因素為案場是否面向南面，工程品質是否良好，模組安裝傾斜角度是否正確。

編號 2：如果在 RC 結構上建置太陽能光電模組可以相對性對光電案場的整體結構較有保障，同時新的鐵皮也是有相同的效果。

編號 3：一般來說銀行的貸款利率如果可以放大貸款成數或者降低太陽能光電案場的設備貸款年利率的話，相信會有更多的人想要參與其中。

編號 4：近年來物價飛漲，台電躉售電力必須要跟的上太陽能光電案場的建置成本，否則難以推動全民參與太陽能光電案場的投資。

編號 5：如果政府政策能持續推廣太陽能光電，相信民眾可以持續性的投資，當然也需要銀行端的支持。

編號 6：案場投資金額對一般老百姓來說是一筆為數不小的資金，如果在通膨的時代下，案場的建置成本、躉售費率及回收年限都是息息相關的，案場主要的構成為太陽能光電模組、逆變器、電表箱及五金線材等，近年來以上成本不斷的在攀升，台電躉售費率確調整的速度過慢，導致回收年限越晚，進而使投資意願大幅降低。

編號 7：政府政策應持續不間斷的推行綠能產業，首當其衝應先推行綠色憑證及放寬屋頂條件，才是太陽能光電案場是否能夠繼續推展的方向及完成非核家園的目標。

編號 8：目前遇到的客戶非常多的比例注重的還是案場的發電量，也就是在乎的是投資報酬率，另一種是傾向出租屋頂，不用出一毛錢的。

編號 9：目前國內有十家廠商已經獲得轉供及直供的執照，也就是獲得第三方國際上認同的綠色憑證，在大型案場上的經營不外乎注重是一開始的投資報酬率計算。

編號 10：如果在建築物尚未興建時，就有規劃太陽能光電案場建置的打算，應注意屋頂的面向及其結構，以獲得最佳的發電效率。

編號 11：業主屋頂的好壞會整個影響到施工品質，所以新的鐵皮是案場條件的主要因素，案場的傾斜角度設計也會影響到整體的發電效益。

編號 12：近年來原物料飛漲，當初的投資成本大約每 KW4 萬元，現在可能要 4 萬 5 千還不一定可以做到，所以如果要推行太陽能光電案場，我個人覺得模組的價格必須要調降才行。

編號 13：我認為光電案場要推行，政府應放寬補助和放寬屋頂施作的條件，才會有更多人想要投資。

編號 14：現在逆變器和箱體價格都比前 2 年貴 40%，躉售費率確只上升 5%，建置成本變化非常的大，回收年限接下來都會多好幾年，政府應正視這個問題，才能使整個產業繼續推行。

編號 15：本人自己持有案場多年，以多年來的經驗來說太陽能光電案場關鍵是在發電效率、政府政策、案場條件以及投資報酬率等因素，近年來模組價格飛漲還有五金材料，這也是影響光電案場建置主要因素之一。

3.2 研究架構

本研究架構如同圖 3.1 所示，在研究過程的一開始首先影響太陽能光電案場發電的原因，進而屋頂上閒置空間有效的利用，為提出有效的解決方案，將廣泛蒐集目前招待所的現況資料及各種研究方法，並選擇修正式德菲法作為研究方法，接著，經由探討所蒐集影響太陽能發電案場的相關文獻，如同本研究中的第貳章文獻探討所述。

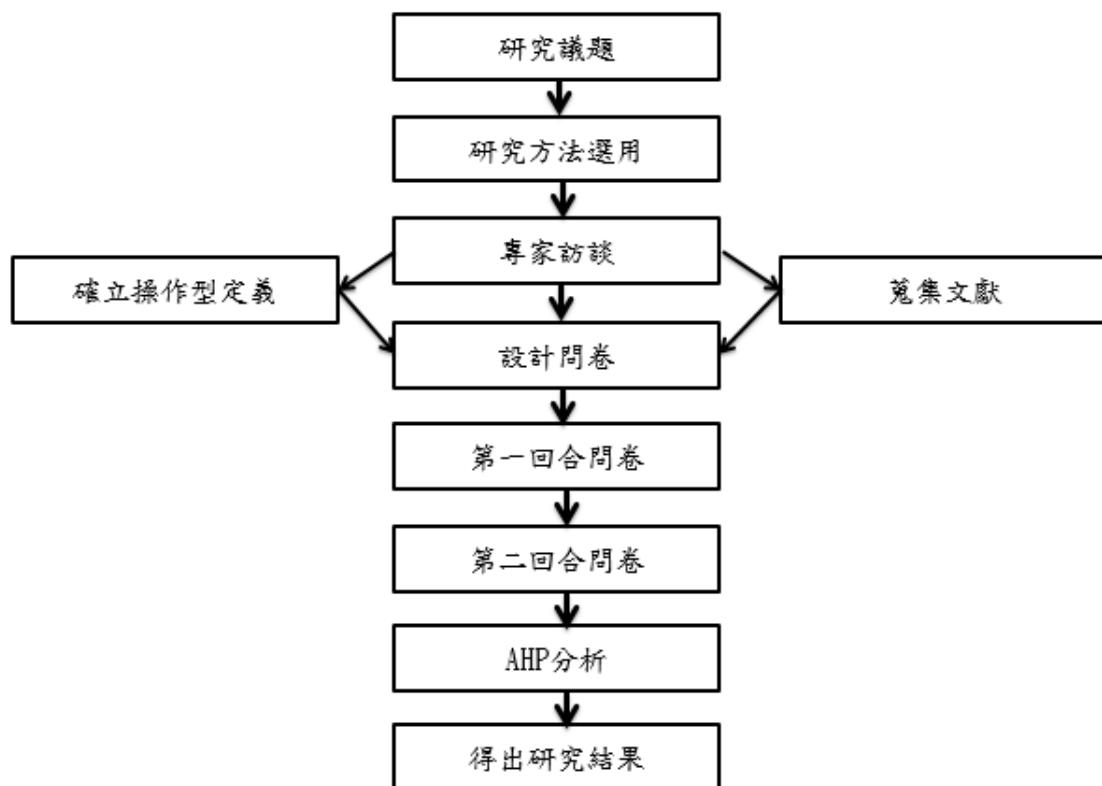


圖 3.1 研究架構圖

再者，找尋本次研究中的所探討的議題的相關專家，並藉由文獻探討所彙整出來的問卷向專家們實施第一回合的問卷調查，利用修正式德菲法新增或刪除第一次回合問卷中的構面或準則，進而產製出第二回合的問卷，接著再次經由 AHP 分析結果，刪除第二次回合問卷中的構面或準則，進而得出研究結果。

由於修正式德菲法是採用德菲法的優點及精隨，也就是將繁雜的問卷實施的

過程簡化，修正的內容通常有 2 種

(1)簡化原德菲法第 1 回合開放式徵詢的步驟，依據文獻中相關研究結果或研究者的經驗擬出各項目，不使用開放式問卷徵詢專家意見，再請專家依據擬定項目表達個人意見，修正式德非法可以減少因參與的專家難以回答開放式問卷而降低問卷回收率。

(2)合併原德菲法第 3 回合與第 4 回合，研究過程只有 3 個階段，也就是文獻探討中整理的問卷結果寄給所邀請的專家，然後進行第 2 回合問卷寄送給各專家，請其依照研究者分類項目進行等級及重要性的評量，以減少專家再次審視意見的機會，修正式德非法與層級分析法搭配的分析，不但可以減少問卷的實施次數，亦可獲得關鍵成功因子的權重。

3.3 構面及準則確立與問卷設計

本小節藉由本論文研究中的第二章文獻探討，及第三章的專家訪談彙整出，操作型定義如表 3.2 所示及太陽能光電案場關鍵成功因素，共計 4 大構面及 16 項準則。

表 3.2 操作型定義表

構面	準則	操作型定義
政府政策	案場建置補助	在政府綠能政策的推行之下，台南縣市補助每 KW 6 萬元的補助款，最高上限為 30 萬，也就是假設用戶每 KW 建置成本為 6 萬元新台幣，台南縣市政府的補助款，可以多讓用戶提升 5KW 的效益，其餘沒有補助的縣市如花蓮縣、南投縣等縣市。
政府政策	推動綠色憑證	綠電的身分證，由國家認可的第三方單位—經濟部標準檢驗局認證，目的讓綠電購買者能夠證明買到純綠電，以促進自願性使用再生能源，實現減碳目標。
政府政策	躉售費率調整	經濟部能源局於每季滾動式檢討半年度的躉售費率，一但躉售費率確定後將與台灣電力公司簽訂躉售合約，費率維持 20 年不變。
案場條件	RC 結構	RC 結構係指鋼筋水泥結構的屋頂，其優點為較為堅固，在案場建置上較無安全的疑慮，其缺點為其建築物可能有較多的遮陰處，必須以成本較高的棚架式的架設方式建置案場。
案場條件	新的鐵皮	由於案場持有人，大多是想持有案場 20 年以上，對於新的鐵皮對持有者有更多一分保障。
案場條件	案場面向	案場的面向以向南為最佳首選，向東西面次要，北面為發電量最弱的一個面向。
案場條件	傾斜角度	在世界各國太陽能光電案場多以該地區緯度來決定傾斜角度，以太陽光照度角度一年之中是以地區緯度太陽能光電模組當傾斜角度架設，可獲得最大的照度；但是以台灣地區業者經驗，因台灣地區地理位置位於緯度 22~25 度，

表 3.3 操作型定義表(2)

構面	準則	操作型定義
投資報酬率	發電效率	係為太陽能光電案場發電的能力，因影響發電效率的因子過多，如模組的選用、線材粗細、輸送線的長度、案場傾斜角、日照大小等諸多因素均會影響發電效率，進而影響躉售效益及投資效益。
投資報酬率	銀行貸款利率	太陽能光電案場投資金額大多相當的龐大少則數十萬，大則幾十億，其案場借貸的利率 1% 的影響將影響投資報酬率。
投資報酬率	投資報酬率 IRR	大型投資商在評估案場是否適宜投資前均要以保守的角度推估投資報酬率，以取得董事會或是投資方的青睞。
投資報酬率	回收年限	意指投入太陽能光電案場的投資金額，藉由發電所賺取的躉售金額，可以將實際投資金額回本的年限。
原物料成本	太陽能光電模組價格	太陽能光電案場最關鍵的一項材料，也是價格最貴的關鍵件之一，因通貨膨脹，物價於 2021 年至 2022 年物價波動相當的大，導致原物料成本增加。
原物料成本	逆變器價格	太陽能光電案場中扮演 DC 電力轉換交流電力的一種裝置，因通貨膨脹，物價於 2021 年至 2022 年物價波動相當的大，導致原物料成本增加。
原物料成本	線材價格	太陽能光電案場所需線材，線材其成分為銅及包覆線材表面的塑膠，因通貨膨脹，物價於 2021 年至 2022 年物價波動相當的大，導致原物料成本增加。
原物料成本	箱體價格	係指太陽能光電案場所需的 DC 箱體及 AC 箱體，因通貨膨脹，物價於 2021 年至 2022 年物價波動相當的大，導致原物料成本增加。

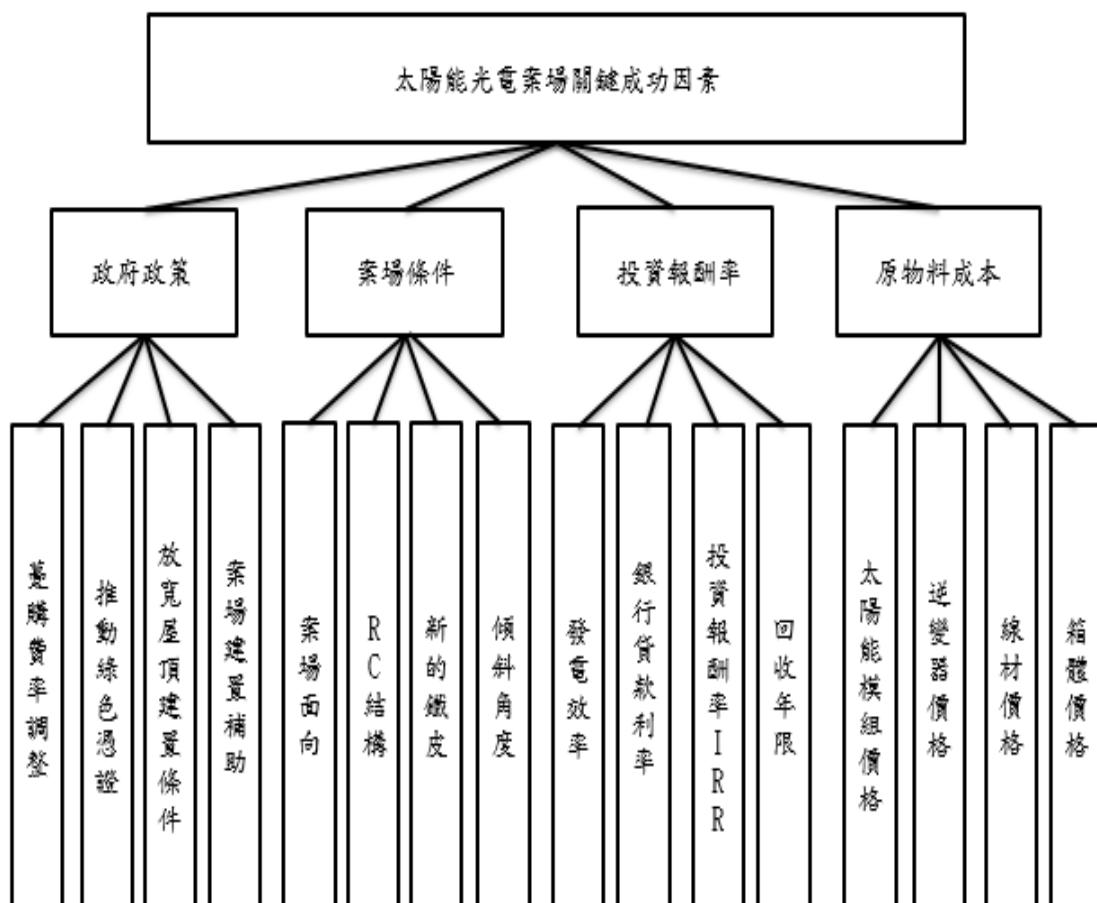


圖 3.2 太陽能光電案場關鍵成功因素初步架構圖

在問卷設計上，第一回合的問卷內容中，列出準則後，供填寫問卷人員在議題上勾選其中重要性，如表 3.3 所示，在第一二回合之中的問卷設計上差異性是，第一回合有新增議題的欄位，第二回合則沒有新增議題，第二回合問卷設計如表 3.4 所示，其設計目的乃希望議題被無限制的新增，進而陷入無限的循環。

表 3.4 第 1 回合問卷設計表

準則	非常 不 重 要	不 重 要	普通	重要	非常 重 要
1. 蓟售費率調整					
2. 推動綠色憑證					
3. 放寬屋頂建置條件					
4. 案場建置補助					
5. 其他準則					

表 3.5 第 2 回合問卷設計表

準則	非常 不 重 要	不 重 要	普通	重要	非常 重 要
1. 蓟售費率調整					
2. 推動綠色憑證					
3. 放寬屋頂建置條件					
4. 案場建置補助					

利用層級分析法設計如表 3.5 的問卷內容，利用兩兩比較方式，找出因素彼此之間的相對重要性。在九個不同程度的強度等級：絕對重要、極重要、重要、稍重要、同等重要、稍重要、重要、極重要、絕對重要，加上每二者之間強度值，共分為 1~9 不同權重的九個強度等級。每題左右兩邊各一個評估指標，若您認為左邊比右邊指標重要時，請在同等重要左邊的尺度中選擇一個適當位置打勾；反之，若填寫問卷者認為右邊指標比左邊指標重要時，請在同等重要右邊的尺度中選擇一個適當位置打勾，進行關鍵因素相對重要性勾選的工作。

表 3.6 AHP 層級分析法問卷表

構面因素	絕對重要	極重要	重要	稍重要	同等重要	稍重要	重要	極重要	絕對重要	構面因素								
評估指標	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	評估指標
AA						V												BB

議題的評估的優先順序，勾選對下列敘述重要程度。假設其中有兩項評估指標是「AA」與「BB」，若填寫問卷者認為「AA」比「BB」重要，且重要程度是 5，則請於左邊的重要欄位打「V」；另因本論文研究中採用 POWER CHOICE 軟體中，內建 AHP 重要等級分為 1 到 9 分，如圖 3.3 所示，因此本論文研究於附錄 C 中所述之 AHP 問卷內容重要等級採 1 到 9 分設計，以利問卷填寫後的資料分析。

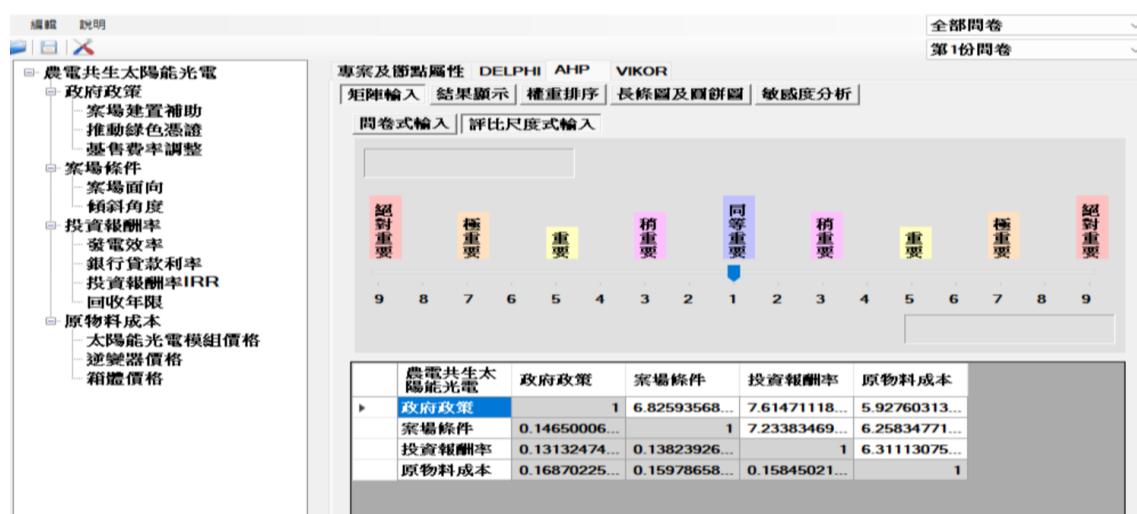


圖 3.3 POWER CHOICE3.8V AHP 分析介面圖

第四章、研究分析結果

本節為藉由針對專家小組 15 位成員實施 2 回合的出問卷調查結果，以客觀分析方法進行分析，在 2 回合的問卷下，增加或刪減影響各構面與因素，進而得到本研究所需要的結果。就研究中歸納出 4 大構面 16 項指標議題，經實施 2 回合問卷完畢後，最終得到 4 大構面 12 項指標的研究結果。

依據第 1 回合問卷結果及專家所給予的意見進行修正與新增之後，經整理後發放第 2 回修正式德菲法問卷，專家對象為一開始成立的 15 位專家小組成員，此第 2 回德菲法問卷回收率為 100%，回收時間為 14 天。

德菲法問卷是以李克特五點尺度量表的方式填答，不同的部分在於第 2 回問卷中，並無設計「其他」這個選項供專家填寫其意見。修正式德菲法問卷第 2 回合與第 1 回合的分析方式一樣，以李克特五點尺度量表來當作專家意見集中程度的判別法。以第二章的文獻探討中，節錄出研究成果共分為 4 個構面，各構面再細分為 16 個準則。

4.1 德非法問卷結果分析

本論文研究問卷設計上採 2 次德菲法問卷，其中評選標準設定平均數必須 >3 ，且變異係數 ≤ 0.5 ，問卷結果如表 4.1 所示，計有項目 6、項目 7 及項目 15 未達上述標準，表示專家意見不集中，將刪除其指標，並重新設計第 2 次問卷內容。

表 4.1 德菲法第一次問卷結果評選表

項目	評選因子名稱	平均數	變異係數	評選結果
1	案場建置補助	4.533333	0.113911	O
2	推動綠色憑證	3.866667	0.274163	O
3	躉售費率調整	3.466667	0.148961	O
4	放寬屋頂建置條件	3.133333	0.112298	O
5	案場面向	4.266667	0.107282	O
6	RC 結構	3	0.125988	X
7	新的鐵皮	3	0.178174	X
8	傾斜角度	3.4	0.186016	O
9	發電效率	4.8	0.086258	O
10	銀行貸款利率	4.466667	0.143270	O
11	投資報酬率 IRR	4.066667	0.196428	O
12	回收年限	3.733333	0.213967	O
13	太陽能光電模組價格	4.4	0.188200	O
14	逆變器價格	3.8	0.203841	O
15	線材價格	3	0.251976	X
16	箱體價格	3.4	0.289886	O

如表 4.1 所示，新的鐵皮、RC 結構及線材價格，在專家認同度上無法達到中高度以上的標準，顯見以上 3 點並非影響太陽能光電案場是否成功的關鍵因素。另外在第一次德非法問卷中雖有新增欄位，惟專家小組成員全數無填寫新增事項。如表 4.2 所示為第二次德非法問卷評選表 AHP，設定評選標準平均數 >3 ，且變異係數 ≤ 0.5 情況下，經由專家人數 15 人審慎填選問卷後，僅有項目 4 放寬屋頂建置條件平均數為達到 3，因此刪除該項目，在第二次的問卷中，並無新增項目可讓專家小組填寫，經實施 2 回合問卷完畢後，最終得到 4 大構面 12 項指標。

表 4.2 德菲法第二次問卷結果評選表

項目	評選因子名稱	平均數	變異係數	評選結果
1	案場建置補助	4.533333	0.113911	O
2	推動綠色憑證	3.733333	0.327536	O
3	躉售費率調整	3.4	0.186016	O
4	放寬屋頂建置條件	2.866667	0.180139	X
5	案場面向	4.2	0.133479	O
6	傾斜角度	3.533333	0.235984	O
7	發電效率	4.8	0.086258	O
8	銀行貸款利率	4.466667	0.143270	O
9	投資報酬率 IRR	4	0.188982	O
10	回收年限	3.733333	0.213967	O
11	太陽能光電模組價格	4.066667	0.253966	O
12	逆變器價格	3.533333	0.259097	O
13	箱體價格	3.066667	0.358625	O

4.2 層級分析法(AHP)問卷結果分析

本小節係對本論文研究中的第二次德菲法問卷結果導入 AHP 層級分析法進行分析，得出最終的研究結果，權重重新排列如表 4.3 及表 4.4 所示。

表 4.3 農電共生太陽能光電關鍵成功因素各構面因素權重排名

主議題	構面	局部權重	整體權重	排名
農電共生太陽能光電關鍵成功因素	政府政策	0.577817	0.577817	1
	案場條件	0.249318	0.249318	2
	投資報酬率	0.123492	0.123492	3
	原物料成本	0.04937	0.04937	4

表 4.4 農電共生太陽能光電關鍵成功因素各準則權重排名

構面	準則	局部權重	整體權重	排名
政府政策	案場建置補助	0.687387	0.397184	1
政府政策	推動綠色憑證	0.236784	0.136818	3
政府政策	躉售費率調整	0.075828	0.043814	5
案場條件	案場面向	0.868835	0.216617	2
案場條件	傾斜角度	0.131164	0.032701	11
投資報酬率	發電效率	0.5722	0.070662	4
投資報酬率	銀行貸款利率	0.251841	0.0311	7
投資報酬率	投資報酬率 IRR	0.128589	0.015879	8
投資報酬率	回收年限	0.047367	0.005849	10
原物料成本	太陽能光電模組價格	0.688068	0.03397	6
原物料成本	逆變器價格	0.22704	0.011209	9
原物料成本	箱體價格	0.08489	0.004191	12

由表 4.3 及表 4.4 分析內容得知四大構面之中，以政府政策排列構面第 1，次之為案場條件，再者為投資報酬率，最後為原物料成本，顯見政府政策為推動太陽光電案場是否成功的最關鍵因素。構面下的各準則其權重的排名依序為第一案場建置補助、第二為案場面向、第三為推動綠色憑證、第四為發電效率、第五躉售費率調整為、第六為太陽能光電模組價格、第七為銀行貸款利率、第八為投資報酬率 IRR、第九為逆變器價格、第十為回收年限、第十一為傾斜角度、第十二為箱體價格，顯見建置太陽能光電案場上，如有政府的補助措施，如提升貸款成數，減少貸款利率，補助建置太陽能光電案場費用等，將能提高民眾參與太陽能光電案場的建置及綠能政策推展成功的關鍵成功因素。

表 4.5 農電共生太陽能光電關鍵成功因子四大構面原始矩陣表

農電共生太陽能光電	政府政策	案場條件	投資報酬率	原物料成本
政府政策	1	6.825936	7.614711	5.927603
案場條件	0.1465	1	7.233835	6.258348
投資報酬率	0.131325	0.138239	1	6.311131
原物料成本	0.168702	0.159787	0.15845	1

表 4.6 農電共生太陽能光電關鍵成功因素四大構面層級內各因素之權重

構面	政府政策	案場條件	投資報酬率	原物料成本	權重(W)	排名
政府政策	0.691311	0.840223	0.475711	0.304025	0.577818	1
案場條件	0.101277	0.123093	0.451917	0.320989	0.249319	2
投資報酬率	0.090786	0.017016	0.062473	0.323696	0.123493	3
原物料成本	0.116626	0.019669	0.009899	0.05129	0.049371	4
一致性檢定						
$C.I. = 0.092951$						
$C.R. = 0.097724$						

依據表 4.5 及表 4.6 所示，在四大構面之中政府政策權重值為 0.577818，排列第 1，案場條件權重值為 0.249319，投資報酬率權重值為 0.123493，原物料成本 0.049371，各構面權重排列異動， $C.I. = 0.092951$ 、 $C.R. = 0.097724$ 均小於 0.1，通過一致性檢定。

表 4.7 政府政策構面原始矩陣表

政府政策構面	案場建置補助	推動綠色憑證	躉售費率調整
案場建置補助	1	6.419666	5.925843
推動綠色憑證	0.155771	1	5.922861
躉售費率調整	0.168752	0.168837	1

表 4.8 政府政策構面層級內各因素之權重

政府政策構面	案場建置補助	推動綠色憑證	躉售費率調整	權重(W)	排名
案場建置補助	0.754988	0.845973	0.461202	0.687388	1
推動綠色憑證	0.117606	0.131778	0.460969	0.236784	2
躉售費率調整	0.127406	0.022249	0.077829	0.075828	3
一致性檢定					
$C.I. = 0.091834$					
$C.R. = 0.095231$					

依據表 4.7 及表 4.8 的分析結果所示，在政府政策構面各準則之中，案場建置補助權重值為 0.687388，排列第 1，推動綠色憑證權重值為 0.236784，躉售費率調整權重值為 0.075828，各構面權重排列異動， $C.I. = 0.091834$ 、 $C.R. = 0.095231$ 均小於 0.1，通過一致性檢定，顯見在政府政策推廣綠能政策時，如能加大對案場的建置補助，可以加速推動綠能產業。

表 4.9 案場條件構面原始矩陣

案場條件	案場面向	傾斜角度
案場面向	1	6.624002
傾斜角度	0.150966	1

表 4.10 案場條件構面層級內各因素之權重

案場條件	案場面向	傾斜角度	權重(W)	排名
案場面向	0.868835	0.868835	0.868835	1
傾斜角度	0.131165	0.131165	0.131165	2
一致性檢定				
$C.I.=0$				
$C.R.=0$				

依據表 4.9 及表 4.10 所示，在案場條件構面各準則之中，案場面向權重值為 0.868835，排列第 1，傾斜角度權重值為 0.131165，準則權重排列異動， $C.I.=0$ 、 $C.R.=0$ 均小於 0.1，通過一致性檢定，顯見在案場面向在案場條件中仍為考量的重點。

表 4.11 投資報酬率原始矩陣

投資報酬率	發電效率	銀行貸款利率	投資報酬率 IRR	回收年限
發電效率	1	7.606721	6.489705	6.116446
銀行貸款利率	0.131463	1	7.016495	6.60961
投資報酬率 IRR	0.15409	0.142521	1	6.572375
回收年限	0.163494	0.151295	0.152152	1

表 4.12 投資報酬率構面層級內各因素權重

投資報酬率 構面	發電效率	銀行貸款利率	投資報酬率 IRR	回收年限	權重(W)	排名
發電效率	0.690109	0.854636	0.442731	0.301326	0.5722	1
銀行貸款利 率	0.090724	0.112353	0.478669	0.325622	0.251842	2
投資報酬率 IRR	0.106339	0.016013	0.06822	0.323787	0.12859	3
回收年限	0.112828	0.016998	0.01038	0.049265	0.047368	4
一致性檢定						
$C.I.=0.077952$						
$C.R. =0.094391$						

依據表 4.11 及表 4.12 的分析結果所示，在投資報酬率構面各準則之中，發電效率權重值為 0.5722，排列第 1，銀行貸款利率權重值為 0.090724，投資報酬率 IRR 權重值為 0.075828，回收年限權種植為 0.047368，各構面權重排列異動， $C.I.=0.071834$ 、 $C.R. =0.095231$ 均小於 0.1，通過一致性檢定，顯見在案場的發電效率，是專家們一致認定為投資報酬率構面之中最為重視的一個因素，也是案場是否成功的關鍵成功因素。

表 4.13 原物料成本原始矩陣

原物料成本	太陽能光電模組價 格	逆變器價格	箱體價格
太陽能光電模組價 格	1	6.243288	5.410307
逆變器價格	0.160172	1	4.79343
箱體價格	0.184832	0.208619	1

表 4.14 原物料成本構面層級內各因素之權重：

原物料成本 構面	太陽能光電模 組價格	逆變器價格	箱體價格	權重(W)	排名
太陽能光電模 組價格	0.743492	0.837811	0.482902	0.688068	1
逆變器價格	0.119087	0.134194	0.427842	0.227041	2
箱體價格	0.137421	0.027995	0.089256	0.084891	3
一致性檢定					
$C.I. = 0.076892$					
$C.R. = 0.084987$					

依據表 4.13 及表 4.14 的分析結果所示，在投資報酬率構面各準則之中，太陽能光電模組價格權重值為 0.688068，排列第 1，逆變器價格權重值為 0.227041，排列第 2，箱體價格權重值為 0.084891 排列第 3，各構面權重排列異動， $C.I. = 0.076892$ 、 $C.R. = 0.084987$ 均小於 0.1，通過一致性檢定，顯見在太陽能光電模組在原物料成本上是投資案場的關鍵，萬一模組單價因通貨膨脹因素導致案場建置成本提高。

第五章、結論與建議

台南，位於台灣西南方，就台灣地理位置而言，屬較適合太陽能光電發展的地區，就本研究過程中，在案場案件構面中的新的鐵皮及在第1回合的問卷分析過程，李克特平均數未超過3的計有RC結構及新的鐵皮，也就是專家意見集中程度不足，進而刪除RC結構及新的鐵皮等3個指標，另外在新增欄位中各專家並無寫新的議題，因此在第2回合的問卷中並無納入任何新的議題，於實施第2回合問卷後，線材價格在平均數未超過3，再度刪除指標，合計剩餘四大構面十二項指標通過德菲法(李克特)評量，再以層級分析法實施權重排名及一致性檢驗，研究結果為四大構面十二項指標全數通過一致性檢定，一致性檢定結果C.I./C.R.值均小於0.1，得出最終研究結果影響太陽能光電案場陽能光電案場關鍵成功因素四大構面十二項準則如圖5.1所示。

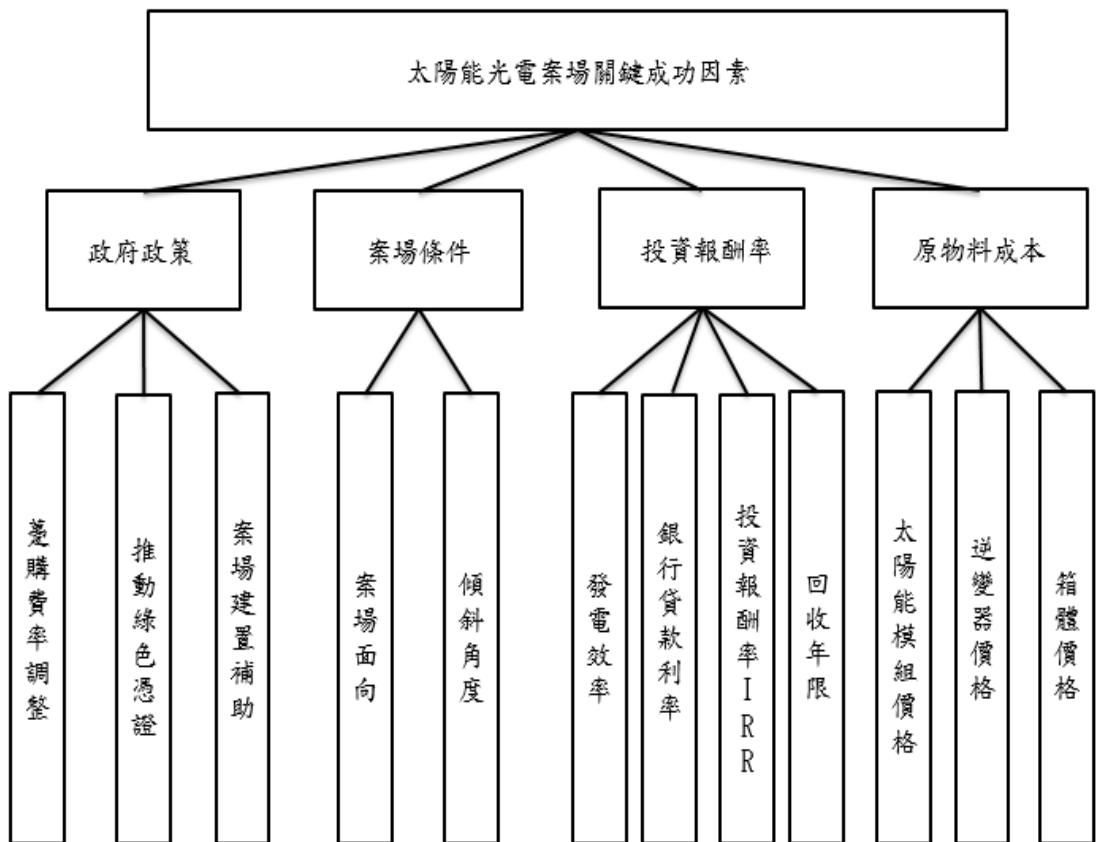


圖 5.1 太陽能光電案場關鍵成功因素架構圖

經本研究分析結果構面下的各準則其權重的排名依序為第一案場建置補助、第二為案場面向、第三為推動綠色憑證、第四為發電效率、第五躉售費率調整為、第六為太陽能光電模組價格、第七為銀行貸款利率、第八為投資報酬率 IRR、第九為逆變器價格、第十為回收年限、第十一為傾斜角度、第十二為箱體價格，顯見建置太陽能光電案場上，如有政府的補助措施，如提升貸款成數，減少貸款利率，補助建置太陽能光電案場費用等，將是綠能政策推展的關鍵成功因素。另太陽能光電系統確實可創造穩定且持續性資金收入，就土地及建築物審核方面，公家機關比民間企業主更有利於投資太陽能光電產業，如無相關預算，亦可採租賃屋頂及土地方式，以近乎無成本方式參與太陽能光電發電行列，為響應政府綠色能源政策，太陽能光電系統參與技術門檻較風力發電及水力發電低，且適合全民共同參與；業者與台電簽訂售電合約將以 20 年為一期，售電價格 20 年不變，在不考慮通貨膨脹之下，以及考慮維修成本後，年化報酬率達 10% 以上，的確是非常適合小農的參與，另外假設是以自身投資案場，以台電每 2 個月發放售電金額給予業主，業主亦可將利用其得到的售電金，在另外轉達投資，以創造更大的利潤。

本論文預期貢獻如下所述：

1. 於文獻探討中，分析出案場建置上，投資方、地主、光電業者所考量的面向及考慮是否投資案場的重點，可提供太陽能光電相關產業的參考。
2. 於知識背景中，以農電共生的太陽能光電案場實際案例解析太陽能光電案場在模組排布、結構的考量，以及投資報酬率的試算。
3. 利用專家訪談過程中，獲得太陽能光電業統包商、基層工程人員對太陽能光電案場的架設技術及擁有案場的看法，以提供有意參予太陽能光電的民眾有更深一層的認識太陽能光電案場如何建置，及考量點為何。
4. 利用德非法及層級分析法分析太陽能光電案場的關鍵成功因素，得出太

陽能光電案場關鍵成功構面及相關因子，以及各準則間的權重值，以提供民眾及台灣各企業老闆參與太陽能光電案場的參考，進而提升民眾參與綠色能源推動的意願。

本研究中成立專家小組，成員 15 員，採用修正式德菲法實施 2 回合的問卷調查，以客觀的 AHP 分析方法進行分析，當作專家意見集中程度，進而增加或刪減影響與其相關因素，歷經實施 2 回合問卷完畢後，最終得出 4 大構面 12 項指標的太陽能光電案場關鍵成功策因素，期望能以本研究成果為參考。研究結果顯示政府政策是否持續、原物料成本、案場條件及投資報酬率主要為影響民間參與電廠的主因，亦是太陽能光電案場成功關鍵因素，期望本論文的研究成果可以作為未來光電之參考，以及未來相關研究中有學術上的延伸與探討藉此未來可以提出一套專屬民間單位太陽能投資決策模型，以提供未來基金投入太陽能案場依據與參考，達到政策與經濟效益雙贏的局面。

參考文獻

1. 中華民國經濟部官方網站，取自：
https://www.moea.gov.tw/MNS/populace/news/News.aspx?kind=1&menu_id=40&news_id=92780
2. 王啟秀(2008)。全球能源產業趨勢研究—以台灣太陽能光電產業為例，中華管理評論經濟學報， Vol. 11, No. 3。
3. 永豐銀行官方網站，取自：<https://bank.sinopac.com/sinopacBT/about/news-center/news/content/701587168.html>
4. 全國法規資料庫，取自：
<https://law.moj.gov.tw/LawClass/LawAll.aspx?PCODE=F0110019>
5. 旭恩能源科技公司官方網站，取自：<https://www.share-en.com/news/71>
6. 呂筱湘(2014)。以動態能力理論探討創投業者對新興產業之投資評估準則，國立交通大學管理學院(經營管理學程)碩士班碩士論文。
7. 李仟萬（2017）。國際專案管理知識體系 3.0，第一版。台灣專案管理學會。
8. 李悅儀（2011）。創投業投資案篩選因素的研究-以資訊科技產業及生技產業為例，國立成功大學高階管理碩士碩士論文。
9. 李桂英（2011）。養水種電，發電模式之研究-以屏東地區養殖漁業為例，國立高雄應用科技大學企業管理系。高階經營管理研究所碩士論文。
10. 林明村（2013）。建置太陽光電發電系統結合銀行融資之投資效益研究，中華大學營建管理學系碩士班碩士論文。
11. 林明村、鄭紹材、余文德（2012）。運用銀行融資方法分析太陽能光電系統之財務可行性，營建管理季刊 101 年秋季號。
12. 林明德（2015）。結合 DEMATEL 與 AHP 探討疏濬工程決策評估因素之研究，國立中興大學環境工程學系在職專班碩士學位論文。
13. 洪郡伶(2017)。整合層次分析法及決策樹於設備投資決策之實證研究，國立清華大學工業工程與工程管理學系碩士在職專班碩士論文。
14. 張譯方（2017）。應用層級分析法(AHP)探討消費者選擇中華電信 MOD 方案的決策準則，企業管理學系碩士論文。
15. 陳聖儒（2017）。台灣地面型太陽能發電系統之投資效益分析，國立中興大學高階經理人碩士在職專班碩士學位論文。

- 16.減碳節能新趨勢屋頂太陽能種電（民 106 年 12 月 22 日）。住展雜誌。民 107 年 10 月 11 日。取自：<https://news.cnyes.com/news/id/3996973>
- 17.經濟部能源局官方網站，民 110 年 10 月 15 日。
- 18.褚志鵬（2009）。層級分析法（AHP）理論與實作。
- 19.劉靜達(2003)。投資生物科技產業評估準則之探討，國防大學國防管理學院資源管理研究所碩士學位論文。
- 20.鄧振源，曾國雄（1989）。層級分析法(AHP)的內涵特性與應用（上），中國統計學報，27 卷，6 期，頁 5-22。
- 21.鄧振源，曾國雄（1989）。層級分析法(AHP)的內涵特性與應用（下），中國統計學報，27 卷，7 期，頁 1-20。
- 22.鄭洵（2016）。既有集合住宅增置屋頂農場可行性評估準則之研究，國立臺北科技大學建築系建築與都市設計 碩士班碩士學位論文。
- 23.謝文益（2013）。太陽能光電系統投資成本效益之分析—以臺南市陽光電城為例，康寧大學資產管理與城市規劃學系碩士論文。
- 24.蘇煥格（2011）。太陽能板應用於公有建築之效益研究-以圖書館建築為例，國立臺灣大學工學院土木工程學系碩士論文
- 25.Alexander, R. K. & Kenichi, M. (2018). Investors' perspective on determinants of foreign direct investment in wind and solar energy in developing economies – Review and expert opinions. *Journal of Cleaner Production*, Vol 179, PP. 132-142.
- 26.Alireza, A., Marja, N. & Behnam, Z. (2012). The prime criteria for private sector participation in renewable energy investment in the Middle East (case study: Iran). *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Vol 16(4), PP. 1977-1987.
- 27.Beliz, O., Arda, B. & Semih, C. (2018). Generating a framework to facilitate decision making in renewable energy investments, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Vol 95, PP. 217-226.
- 28.Cheuk, W. & Lee, J.Z. (2014). Top down strategy for renewable energy investment: Conceptual framework and implementation, *Renewable Energy*, Vol 68, PP. 761-773.
- 29.Eleni, S. & Konstantinos, A. (2016). Decision making in renewable energy investments: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Vol 55, PP. 885-898.

- 30.Fausto, C. & Luigi, C. (2005). A multicriteria approach to evaluate wind energy plants on an Italian island. *Energy Policy*, Vol 33(2), PP. 235-244.
- 31.Haralambopoulos, D.A & Polatidis, H. (2003). Renewable energy projects: structuring a multi-criteria group decision making framework. *Renewable Energy*, Vol 28(6), PP. 961-973.
- 32.Hassan, Z.A. G. & Anjali, A. (2017). Solar PV power plant site selection using a GIS-AHP based approach with application in Saudi Arabia, *Applied Energy*, Vol 206, PP. 1225-1240.
- 33.Sonal, S., Vijay, N. & Sunil, L. (2017). Solar energy deployment for sustainable future of India: Hybrid SWOC-AHP analysis, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Vol 72, PP. 1138-1151.
- 34.Sonal, S., Vijay, N. & Sunil, L. (2017).Investigation of feasibility study of solar farms deployment using hybrid AHP analysis: Case study of India. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Vol 73, PP.496-511.

附錄 A

太陽能光電案場關鍵成功因素之研究調查問卷

各位先進、專家你們好：

感謝您百忙之中抽空填寫此份問卷，這是一份探討農電共生太陽能電案場成功因素-以客戶端為例的研究為主題之學術問卷，太陽能光電案場上的建議與參考。期望透過各位專家之意見，能完整建立本研究之研究準則，以利後續研究進行。煩勞您能撥冗填答，以您的經驗及專業提供本研究寶貴的資料。

您所填寫的資料，未來將用於學術分析使用，絕不會對外公布或挪為其他的用途，請您安心填答。非常感謝您提供寶貴的意見，以及填寫問卷。

敬祝

平安順心事業有成

南臺科技大學
研究生：涂志剛敬上

[第一部分基本資料表]

1.性別:

2.職業:

3.經歷:

4.行業別的年資

[第二部分問卷內容]

針對農電共生太陽能光電案場關鍵成功因素，本問卷將評估準則整理為下列 4 個構面：

1.政府政策構面 2.案場條件構面 3.投資報酬率構面 4.原物料成本構面

每個構面包含數項準則，請分別給予重要性評估（請在合適的□內打 V），並依您的看法增列其他準則，以補不足之處，謝謝！

續背面

請在合適的□內打 V，並依您的看法增列其他準則，謝謝！

第 1 回合問卷第 1 構面政府政策構面

準則	非常 不 重 要	不 重 要	普通	重 要	非常 重 要
1. 販售費率調整					
2. 推動綠色憑證					
3. 放寬屋頂建置條件					
4. 案場建置補助					
5. 其他準則					

第 1 回合問卷第 2 構面案場條件構面

準則	非常 不 重 要	不 重 要	普 通	重 要	非常 重 要
1. 案場面向					
2. RC 結構					
3. 新的鐵皮					
4. 傾斜角度					
5. 其他準則					

第 1 回合問卷第 3 構面投資報酬率構面

準則	非常 不 重 要	不 重 要	普 通	重 要	非 常 重 要
1.發電效率					
2.銀行貸款利率					
3.投資報酬率 IRR					
4.回收年限					
5.其他準則					

第 1 回合問卷第 4 構面原物料成本構面

準則	非常 不 重 要	不 重 要	普 通	重 要	非 常 重 要
1.太陽能模組價格					
2.逆變器價格					
3.線材價格					
4.箱體價格					
5.其他準則					

本問卷到此結束，感謝您的填答

附錄 B

太陽能光電案場關鍵成功因素之研究調查問卷

各位先進、專家你們好：

感謝您百忙之中抽空填寫此份問卷，這是一份探討探討農電共生太陽能電案場成功因素-以客戶端為例的研究為主題之學術問卷，太陽能光電案場上的建議與參考。期望透過各位專家之意見，能完整建立本研究之研究準則，以利後續研究進行。煩勞您能撥冗填答，以您的經驗及專業提供本研究寶貴的資料。

您所填寫的資料，未來將用於學術分析使用，絕不會對外公布或挪為其他的用途，請您安心填答。非常感謝您提供寶貴的意見，以及填寫問卷。

敬祝

平安順心事業有成

南臺科技大學
研究生：涂志剛敬上

[第一部分基本資料表]

1.性別:

2.職業:

3.經歷:

4.行業別的年資

[第二部分問卷內容]

針對農電共生太陽能光電案場關鍵成功因素，本問卷將評估準則整理為下列 4 個構面：

1.政府政策構面 2.案場條件構面 3.投資報酬率構面 4.原物料成本構面

每個構面包含數項準則，請分別給予重要性評估（請在合適的□內打 V），以補不足之處，謝謝！



續背面

請在合適的□內打 V，謝謝！

第 2 回合問卷第 1 構面政府政策構面

準則	非常 不 重要	不 重 要	普通	重 要	非常 重 要
1. 蓬售費率調整					
2. 推動綠色憑證					
3. 放寬屋頂建置條件					
4. 案場建置補助					

第 2 回合問卷第 2 構面案場條件構面

準則	非常 不 重要	不 重 要	普 通	重 要	非常 重 要
1. 案場面向					
2. 傾斜角度					

第 2 回合問卷第 3 構面投資報酬率構面

準則	非常 不 重要	不 重 要	普 通	重 要	非常 重 要
1. 發電效率					
2. 銀行貸款利率					

3.投資報酬率 IRR					
4.回收年限					

第 2 回合問卷第 4 構面原物料成本構面

準則	非常 不 重 要	不 重 要	普 通	重 要	非 常 重 要
1.太陽能模組價格					
2.逆變器價格					
3.線材價格					
4.箱體價格					

本問卷到此結束，感謝您的填答



附錄 C

親愛的受訪者您好：

非常感謝您願意撥空填寫此問卷，在此至上十二萬分謝意。

本問卷主要在於探討以層級分析法探討農電共生太陽能光電案場關鍵成功因素之研究。藉由您的參與問卷結果進行因素的優勢度分析與排序，作為研究的評估指標。

本問卷調查結果僅供學術研究，您的寶貴意見將讓本研究更具有參考價值與代表性，受訪者填寫內容與個資將嚴格保密。在此感謝您的支持。

敬祝 順心愉快

南臺科技大學
研究生：涂志剛敬上

【填寫問卷說明】

本問卷採用「層級分析法」，利用兩兩比較方式，找出因素彼此之間的相對重要性。

在九個不同程度的強度等級：絕對重要、極重要、重要、稍重要、同等重要、稍重要、重要、極重要、絕對重要，加上每二者之間強度值，共分為 1~9 不同權重的九個強度等級。

每題左右兩邊各一個評估指標，若您認為左邊比右邊指標重要時，請在同等重要左邊的尺度中選擇一個適當位置打勾；反之，若您認為右邊指標比左邊指標重要時，請在同等重要右邊的尺度中選擇一個適當位置打勾，進行關鍵因素相對重要性勾選的工作。

構面 因素	絕 對 重 要	極 重 要	重 要	稍 重 要	同 等 重 要	稍 重 要	重 要	極 重 要	絕 對 重 要	構面 因素								
評估 指標	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	評估 指標
AA					V													BB

【填寫範例】當您評估產品因素時，根據您對農電共生太陽能光電案場實際經驗或相關的看法，對於產品評估的優先順序，勾選對下列敘述重要程度。假設其中有兩項評估指標是「AA」與「BB」，若您認為「AA」比「BB」重要，且重要程度是 5，則請於左邊的重要欄位打「V」。

第一部分「主準則」重要性比較

影響 1.「以層級分析法探討農電共生太陽能光電案場關鍵成功因素-以客戶端為例之研究」之構面指標評估，請比較「政府政策構面」、「案場構面」、「投資報酬率構面」、「原物料構面」之重要性。

農電共生太 陽能光電案 場關鍵成功 因素目標	(←左邊愈重要強度比例右邊愈重要→)																		農電共生太 陽能光電案 場關鍵成功 因素目標
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
政府政策 構面	<input type="checkbox"/>	案場構面																	
	<input type="checkbox"/>	投資報酬率 構面																	
	<input type="checkbox"/>	原物料構面																	
案場構面	<input type="checkbox"/>	投資報酬率 構面																	
	<input type="checkbox"/>	原物料構面																	
投資報酬率 構面	<input type="checkbox"/>	原物料構面																	

2. 請比較「躉購費率調整」、「推動綠色憑證」、「放寬屋頂建置條件」、「放寬屋頂建置條件」之重要性。

政府政策 構面	(←左邊愈重要強度比例右邊愈重要→)																		政府政策 構面
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
躉購費率 調整	<input type="checkbox"/>	推動綠色 憑證																	
	<input type="checkbox"/>	放寬屋頂建 置條件																	
	<input type="checkbox"/>	案場建置補 助																	
推動綠色 憑證	<input type="checkbox"/>	放寬屋頂建 置條件																	
	<input type="checkbox"/>	案場建置補 助																	

2. 請比較「案場面向」、「傾斜角度」之重要性。

3. 請比較「發電效率」、「銀行貸款利率」、「投資報酬率」

「IRR」、「案場建置補助」之重要性。

4. 請比較「太陽能模組價格」、「逆變器價格」、「箱體價格」之

重要性。

逆變器價格 箱體價格

※本問卷到此結束，再次感謝各位專家願意於百忙之中抽空填寫本問卷，給予如此寶貴之意見，各位專家之專業意見必定會對本論文有著重大之幫助，請您確認有無遺漏之處，感謝您的協助。