

國立臺灣大學生物資源暨農學院農業經濟學系

碩士論文



Department of Agricultural Economics
College of Bioresources and Agriculture

National Taiwan University

Master Thesis

利用雞糞生質能發電之投資可行性分析

- 以彰化縣為例

Feasibility Analysis on Poultry Manure as a Bio-Fuel
Feedstock for Electricity Power Plant Investment - A Case
Study of Chunghua County

蕭為澤

Wei-Tse Hsiao

指導教授：張靜貞 博士；蘇忠楨 博士

Advisor: Ching-Cheng Chang, Ph.D. ; Jung-Jeng Su, Ph.D.

中華民國 103 年 7 月

July , 2014

國立臺灣大學碩士學位論文

口試委員會審定書

利用雞糞生質能發電之投資可行性分析-以彰化
縣為例

Feasibility Analysis on Poultry Manure as a
Bio-Fuel Feedstock for Electricity Power Plant
Investment - A Case Study of Chunghua County

本論文係蕭為澤君（學號 R01627017）在國立臺灣大學
農業經濟學所完成之碩士學位論文，於民國 103 年 6 月 23
日承下列考試委員審查通過及口試及格，特此證明

口試委員：

張靜貞

(簽名)

(指導教授)

蘇忠模

(共同指導教授)

徐世勳

李子敏

系主任、所長

吳榮志 (簽名)

中文摘要



近年來世界上之先進國家皆逐漸加強對於使用再生能源的重視性，而台灣地區之能源使用因絕大多數需仰賴進口，故政府近年亦積極投入於加強我國之能源自主性與再生能源之發展。使用雞糞廢棄物做為生質能燃燒發電之原料，除可提供國人多一種再生能源選項外，亦可解決目前農民過度施用雞糞造成之土壤氮肥汙染以及地下水汙染問題，故值得針對其發展之可行性進行評估。

本研究首先透過問卷調查來了解台灣地區養雞戶飼養之雞隻排泄物處理的特性，並找出養雞戶是否願意提供雞糞原料予燃燒發電廠使用之主要影響因素；接著選出彰化縣內最適合設立燃燒發電廠的鄉鎮，並求得供料之組成之鄉鎮；最後，對雞糞燃燒發電廠之成本及收益項作成本效益分析，以判斷是否具有投資可行性，並探討可能之補助方式以及提供政府於法令政策上可行之建議。

由問卷分析結果可知，台灣地區養雞戶之蛋雞糞通常清出後會先置於空地上曝曬後方予運送售出，而肉雞糞則是從場中清出後便直接運送售出，因此不同雞種之糞便清除頻率亦有所差異。於雞糞供給意願方面，大多數之養雞戶是同意於提供雞糞予燃燒發電廠再利用，但對於提供雞糞予燃燒發電場之意願，則以出售方式的不同有顯著差異性存在，目前無償給出雞糞之雞農提供雞糞予燃燒發電廠之同意程度較目前有償售出雞糞之雞農來得小。設廠鄉鎮選擇方面，於設定之背景條件限制式之下，經由線性規劃方法以總運輸成本最小化為目標，結果顯示以彰化縣當中之芳苑鄉為最適合的雞糞燃燒發電廠設立鄉鎮，且所需要之雞糞原料供給範圍由芳苑鄉及二林鎮兩鄉鎮所組成即已足夠。

雞糞燃燒發電廠之投資於無政府單位法令政策補助或現金補貼之下，三種供料情境假設(情境 1：有償取得原料、情境 2：條件交換取得原料、情境 3：無償取得原料)皆不具備投資可行性，而若對於初始設備或售電價格進行補貼，於情境 2 及情境 3 之下具有其投資可行性，此外亦可知售電價格為兩者之中具有較高敏感度之變數，故政府單位若欲推動雞糞燃燒發電方案，則於搭配情境 2 或情境 3 當中之相關法令政策及適度補貼下，是具有其發展空間的。

關鍵詞：生質能燃燒發電、問卷分析、線性規劃、投資可行性、補貼

Abstract

The source of energy in Taiwan mostly comes from import. According to the Taiwan Energy Policy Whitepaper (2006), in order to achieve sustainable development targets in the future, the future development strategies of energy in Taiwan include the promotion and utilisation of non-carbon renewable energy. Using chicken manure as the raw material for power plants not only provides an alternative source for energy but also solves the land and water pollution problems from high nitrate concentration of animal wastes.

The main purpose of this research is to evaluate the feasibility of using chicken manure as the feedstock of the electricity power plant in Taiwan. First, we conduct a questionnaire survey to find out how chicken owners deal with chickens' manure and what factor influences the willingness of manure supply. Then we build a linear programming model to choose the township as the target to set up the power plant in Changhua, and know which townships can become the suppliers of the manure. Finally, we use the cost-benefit analysis to evaluate the feasibility of the power plant investment, and find possible ways for the government to provide the proper incentive mechanism.

According to the questionnaire analysis, the layers' manure are usually disposed after sun-dried but the broilers' manure are disposed directly after cleaning in Taiwan. The owners mostly agree to provide chicken manure for burning power but there are significant differences about the willingness to supply manure. Owners who sell manure agree to provide chicken manure for the power plant, but owners who provide manure for free don't agree to provide manure for the power plant. The linear programming results show that Fangyuan township is the place for setting the power plant due to its low transport costs. The raw material supply come from Fangyuan and Erlin townships.

The power plant using chicken manure does not have the investment feasibility under all three scenarios without any government subsidy. If the government subsidizes the equipments or electric selling prices, then the investment will be feasible under two scenarios. The subsidization based on electricity price is found to be more sensitive than subsidizing the equipment. Thus, with proper policy intervention based on scenarios 2 and 3, there will be opportunity for the power plant to become sustainable.

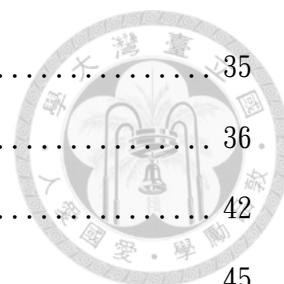
Keywords: biomass burning power, questionnaire analysis, linear programming, investment feasibility, subsidy.

目錄



目錄	
中文摘要	i
Abstract	ii
目錄	iii
表目錄	v
圖目錄	vi
第一章 緒論	1
第一節 研究動機	1
第二節 研究目的	5
第三節 研究方法與架構	5
第二章 文獻回顧	8
第一節 國外雞糞再利用相關研究	8
第二節 國內再生能源研究	12
第三節 國外雞糞燃燒發電廠簡介	14
第三章 問卷設計與分析	16
第一節 問卷蒐集與架構說明	16
第二節 樣本基本統計量	17
第三節 養雞戶雞糞處理特性	19
第四節 供糞意願影響因素分析	19
第四章 發電廠設立鄉鎮選擇	23
第一節 模型函數建立	23
第二節 背景條件及資料處理	24
第三節 選擇結果分析	29
第五章 發電廠投資成本效益分析	34

第一節	情境假設	35
第二節	成本效益分析	36
第三節	敏感度分析	42
第六章	結論與未來研究建議	45
參考文獻	47
附錄	51



表目錄



表 1 101 年台閩地區養雞飼養數量排名表.....	4
表 2 基本變項統計表.....	17
表 3 意願統計表.....	18
表 4 信度分析表.....	19
表 5 Hosmer 和 Lemeshow 配適度檢定表.....	20
表 6 自變數相關性矩陣表.....	20
表 7 迴歸結果表.....	21
表 8 目前出售方式與雞糞供給意願交叉表.....	22
表 9 彰化縣 101 年雞隻飼養場數及在養隻數表.....	25
表 10 彰化縣 101 年各鄉鎮市雞隻飼養場數及在養隻數表.....	25
表 11 彰化縣 101 年待選擇鄉鎮之各雞種飼養數量表.....	28
表 12 彰化縣 101 年待選擇鄉鎮之雞隻排泄物產量表.....	28
表 13 待選擇鄉鎮間之平均距離表.....	29
表 14 各鄉鎮設立燃燒發電廠之總運輸成本表.....	30
表 15 各鄉鎮雞糞運送量結表(芳苑鄉設廠).....	31
表 16 各鄉鎮雞糞運送量結表(二林鎮設廠).....	32
表 17 各鄉鎮雞糞運送量結表(大城鄉設廠).....	32
表 18 各鄉鎮雞糞運送量結表(竹塘鄉設廠).....	33
表 19 各鄉鎮雞糞運送量結表(埤頭鄉設廠).....	33
表 20 燃燒發電廠各成本花費表.....	37
表 21 情境 1 現金流量表.....	39
表 22 情境 1 現金流量表.....	40
表 23 情境 1 現金流量表.....	41
表 24 各情境成本效益分析結果表.....	42
表 25 初始設備補助敏感度分析表.....	43
表 26 售電價格補貼敏感度分析表.....	44

圖目錄



圖1 台灣地區雞隻分佈長條圖.....	3
圖2 研究流程示意圖.....	6
圖3 章節關係圖.....	7
圖4 問卷架構圖.....	16
圖5 燃燒發電廠之待選擇鄉鎮圖.....	27

第一章 緒論

第一節 研究動機

隨著科技進步與人口的成長，人們對於能源之需求可說是與日俱增，工商業社會快速發展以及社會經濟頻繁活動的背後，是人類過度且快速的資源開發，也因而消耗了大量的化石燃料，但無奈地是，化石燃料之存量是有限的，其累積所需之形成時間遠趕不上人類地使用速度，若持續坐以待斃將可能於未來產生能源耗盡的危機。各國近年來均有意識地重視能源安全問題，在缺乏能源多樣性以及全球暖化等議題上進行評估，藉以了解各種再生能源地發展對於自身國家之可行性(經濟部能源局^a，2013)。

台灣地區因土地面積狹小且自然資源豐富性不足，以致於環境承载力有限，因此在能源的使用上絕大部分須仰賴進口，並且能源之供給類別仍以煤、石油及天然氣為主要發電來源，再生能源目前於台灣之使用占比仍然偏低(經濟部能源局^b，2013)。但隨著近年來國際上均有意識地加強對於環境保護以及能源永續利用的重視性，紛紛投入了大量的資源在增加自身國家能源多樣性之發展上。

有鑑於此，台灣政府也極力推廣能源永續發展政策。近年來，台灣的進口能源比重逐漸在降低，自產能源比重漸漸地上升，如台灣民國100年的進口能源佔能源供給比重較99年減少了3.10%、自產能源比重則是增加了2.33%，由此可知，發展新的永續能源種類是近年來欲推廣之趨勢(經濟部能源局^c，2012)。

在經濟部能源局^d 97年通過之「永續能源政策綱領」主要目標有三：(一)提高能源效率、(二)發展潔淨能源及(三)確保能源供給穩定等，而其中發展潔淨能源之目標提到，全國二氧化碳排放減量，於2016年至2020年間回到2008年排放量，於2025年回到2000年排放量；發電系統中低碳能源占比由40%增加至2025年的55%以上，推動能源結構改造與效率提升，積極發展無碳再生能源，有效運用再生能源開發潛力，於2025年佔發電系統的8%以上，以上都代表了我國對發展再生能源的積極程度。

再生能源之種類很多，台灣地區目前的發展研究又以探討風力及太陽能發電居多，但因上述之再生能源種類會有季節性原料供應缺乏之空洞期問題，如特定

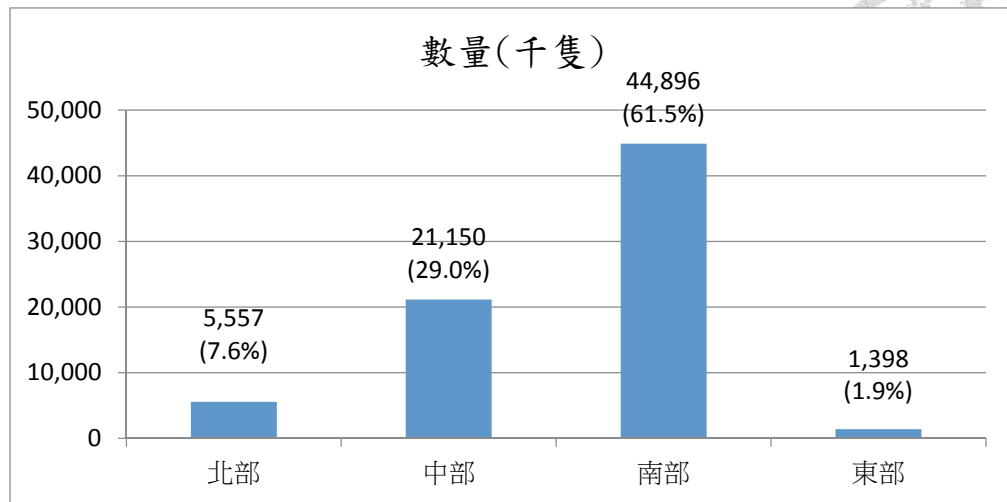
季節或陰雨天時太陽光能的供給量就會產生不足、風力發電廠因缺乏強勁風能而不運轉的例子更是時有所聞，以雞糞生質能為發電之原料相對來講具有料源不至於特定季節無糞便產生的相對優點存在。

關於用來燃燒之原料方面，已有研究以芒草類植物、農業稻桿廢棄物等種類為對象來作為燃料之分析，因其作為土地利用之價值並不大(魏國棟，2004；Hu et al.,2011)。而本研究選擇以雞糞為燃燒原料之原因除了台灣尚缺乏此類相關文獻之外，以雞糞作為土地利用容易導致地力養份過剩的問題，進而污染至地下水源之利用。

雞糞最主要面臨之問題在於：若未先經適當之前處理，使用未腐熟之生雞糞直接做為肥料來土地利用，會造成鄰近難聞氣味、環境衛生以及地力不均衡等問題，目前台灣地區雞糞的處理方式雖多以土地利用為大宗，但因雞隻的區域集中飼養特性，以致於鄰近地區之土地施肥利用多已達飽和狀態，由其當土地氮肥過量時，得花很長的時間才能恢復原適當狀態，故為當前急需重視及改善之主要重點。

目前台灣雞糞之再利用方式多以土地施肥為主，雞糞廢棄物若以堆肥方式先行處理，則飼養規模較大之養雞戶雖可以自行興建堆肥場來處置，但於陳得財(1997)之研究中可發現，以國內一家飼養六萬隻蛋雞之壕溝式翻堆處理堆肥場為例，僅飼養規模較大之養雞戶具有自設堆肥場以處理雞糞之經濟上的可行性，而飼養規模較小之養雞戶若欲建立自身之堆肥場來處理雞糞排泄物則於經濟上較不可行。

台灣目前雞隻飼養主要集中於南部地區，其次為中部地區，由圖 1 可發現，中南部地區就佔了台灣雞隻飼養約百分之九十的絕大多數比重，由於台灣土地面積並不廣大，因此雞隻的飼養算是十分具有區域集中特性，但也正因如此之特性以致於附近土地施肥會過度涵養，故土地氮肥養分過量之汙染問題便因而產生，因此，若能於作為生質能源利用之同時亦一併解決農業廢棄物棄置對於環境氣味、土地的汙染問題，在原料收集上又能降低運輸所需花費之成本，是一舉數得的方法。



資料來源：農委會 101 年底各類畜禽飼養場數及在養量表
(<http://agrstat.coa.gov.tw/sdweb/public/book/Book.aspx>)

圖 1 台灣地區雞隻分佈圖

全國雞隻飼養數量之前三名縣市分別為：彰化縣、屏東縣以及台南市，其中彰化縣所佔的規模有全國之 26.14%、屏東縣佔有的規模為 16.47%、台南市佔有的規模則為 12.82%(表 1)。由於原料的來源豐沛可降低取得難度，因此本研究將針對雞隻飼養數量為全國最多之彰化地區，來做為燃燒發電廠之設立選擇區域。

表 1 101 年台閩地區養雞飼養數量排名表

排名	縣市別	在養數	百分比(%)
-	臺閩地區	91,597,585	100.00
1	彰化縣	23,947,241	26.14
2	屏東縣	15,083,391	16.47
3	臺南市	11,744,312	12.82
4	雲林縣	10,081,647	11.01
5	嘉義縣	8,438,218	9.21
6	高雄市	5,731,537	6.26
7	南投縣	4,543,160	4.96
8	臺中市	2,636,571	2.88
9	苗栗縣	2,270,470	2.48
10	桃園縣	2,267,503	2.48
11	宜蘭縣	1,762,186	1.92
12	新竹縣	1,591,610	1.74
13	臺東縣	705,632	0.77
14	花蓮縣	419,473	0.46
15	新北市	146,393	0.16
16	金門縣	116,327	0.13
17	嘉義市	40,974	0.04
18	新竹市	36,709	0.04
19	澎湖縣	27,457	0.03
20	連江縣	3,200	0.00
21	基隆市	1,951	0.00
22	臺北市	1,623	0.00

資料來源：農委會 101 年底主要畜禽飼養規模排名表
(<http://agrstat.coa.gov.tw/sdweb/public/book/Book.aspx>)



第二節 研究目的

本研究主要目的是評估使用雞糞作為生質能發電原料的可行性，為達到此目的，首先必須了解台灣地區養雞戶飼養之雞隻排泄物處理的特性，故將會透過問卷調查來達到此目的，並找出養雞戶是否願意提供雞糞原料予燃燒發電廠使用之主要影響因素。

其次，本文將以運輸成本最小化為目標，依此建立選址模型，選出彰化縣內最適合設立燃燒發電廠的鄉鎮，並在特定需求量之下，求得各鄉鎮需運送之雞糞數量以及所組成之鄉鎮。

最後，本文將對雞糞燃燒發電廠之成本及收益項作成本效益分析，以判斷是否具有投資可行性，並對於取得原料之可能情形做模擬，最後計算若在不同政策補助方式下，哪些因子可使燃燒發電廠具有潛在投資可行性，並可知政府於各情境下至少所需之適當補助幅度，藉以提供政府於法令政策上可行之建議。

第三節 研究方法與架構

首先，本研究透過彰化縣舉行之區域畜禽廢棄物衛生講習會議，實地訪問民間養雞戶人家，了解目前養雞場雞糞處理的方式與相關處理特性；並利用統計方法，先對基本變項之問題以及意願調查做基礎分析，再以二元羅吉特迴歸來尋找會影響養雞戶提供雞糞意願之顯著因素。

接著，本研究利用線性規劃方法為工具進行模型之建置，以運輸成本最小化為目標函數，搭配設定之燃燒發電廠原料需求量以及待選擇鄉鎮可提供之雞糞數量為限制式，進而求得最適合設立燃燒發電廠的鄉鎮、運輸所需花費之總成本以及各鄉鎮需要運送的雞糞數量組成。

最後，本研究對雞糞原料供給的可能狀況作情境假設，於各情境下進行成本效益分析，以淨現值法作為判斷是否具有投資可行性之依據，再對政府可著手之補貼項目上進行敏感度分析，藉以得知政府於各情境之下分別需補助的幅度大小，提供政府做為政策配合之參考。

研究分析之主要架構及步驟如圖 2 所示：

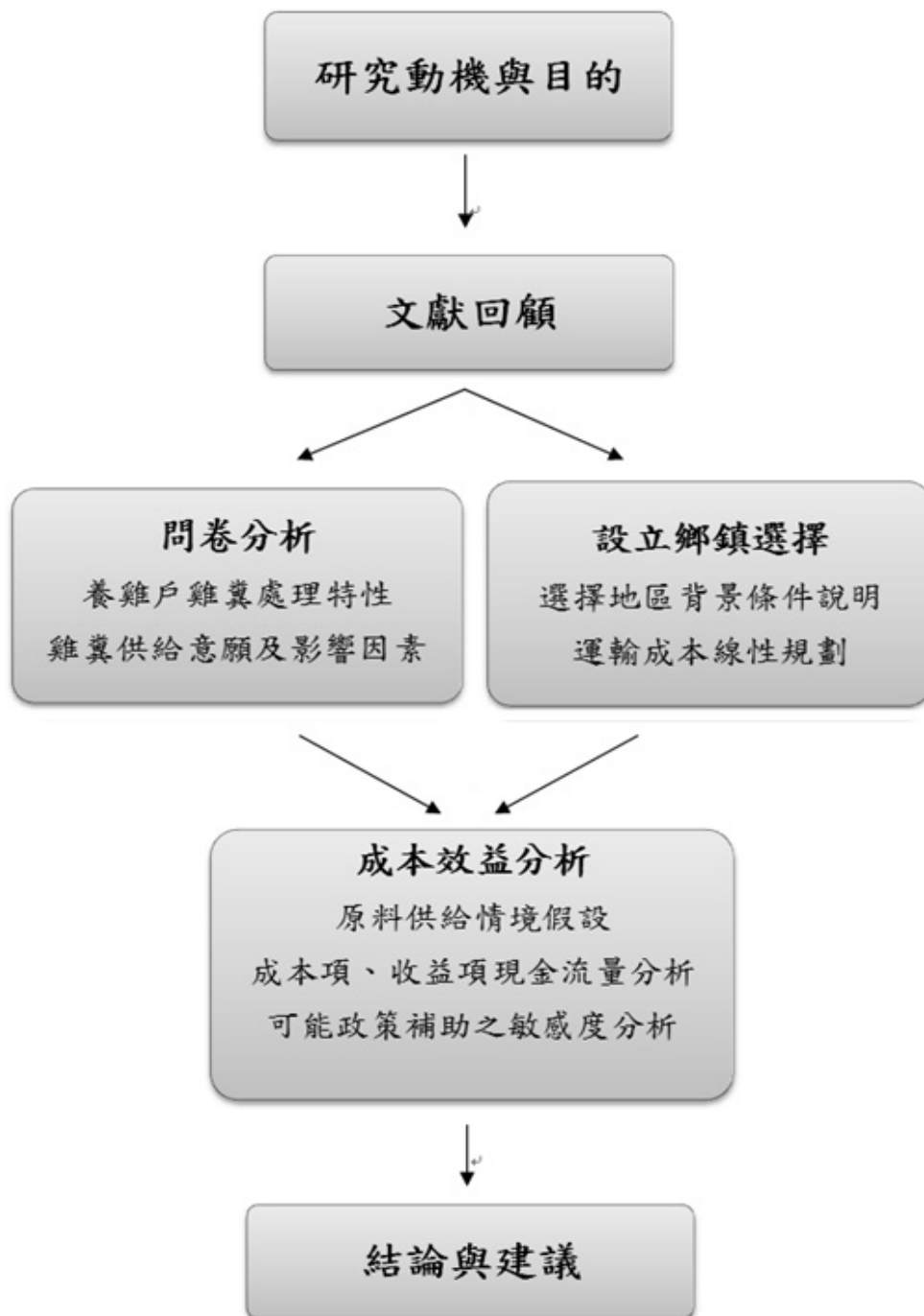


圖 2 研究流程示意圖

此外，本研究較先進行之章節分析所得到之結果，亦可作為後續章節估算數值時之使用來源，如於第三章之問卷調查結果中，取得養雞戶之糞便販售市價、第四章設立鄉鎮選擇結果中，求得之原料運輸成本等，皆可使用於第五章之成本效益分析中，相對關係如圖 3 所示：

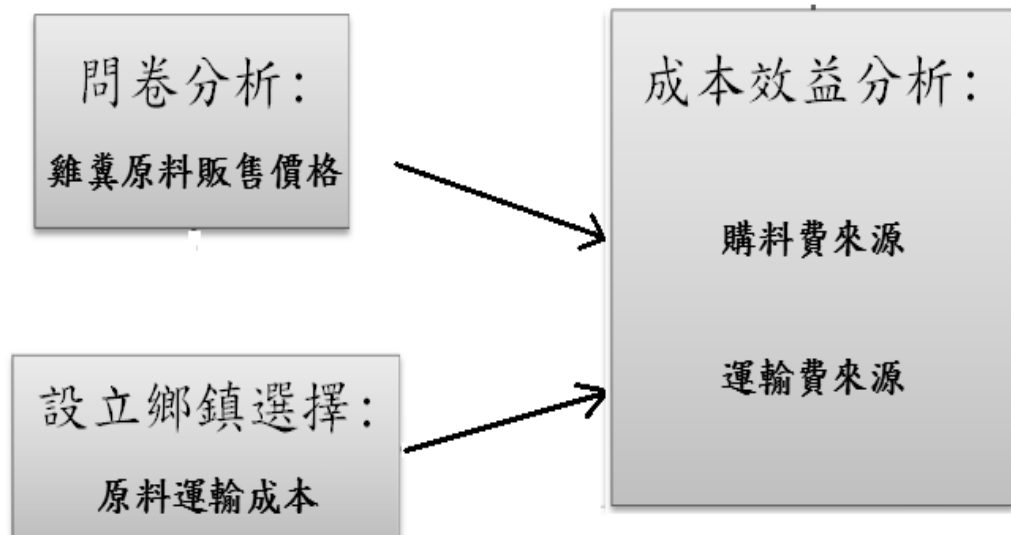


圖 3 章節關係圖

第二章 文獻回顧

此章先針對於過去已完成之雞糞再利用相關文獻作回顧及比較，從較大範圍之各種雞糞再利用方法之介紹、比較逐漸縮小範圍到以燃燒方式處理之規模及成本面，如：區位選擇、原料供給意願、雞糞組成元素等等作探討，藉此引導出本研究與過去相關文獻不同之處及參考對象。接著再對目前國內較多探討的再生能源研究類型做進一步了解，最後則對國外已經實際運作之雞糞燃燒發電廠做相關成果介紹。

第一節 國外雞糞再利用相關研究

有關於雞糞生質能再利用之文獻研究在台灣尚屬缺乏，而國外因對於資源永續觀念有較早的認知及推廣，因此已有關於雞隻排泄物再利用的相關文獻研究，首先探討關於雞糞再利用的可能技術方式。

Perera等人(2010)之研究指出，美國為世界最大之雞隻生產國，同時也是世界第二大雞蛋及雞肉出口國，且其飼養類別主要以肉雞及火雞為大宗，然而導因於狂牛病的發生，故政府禁止了雞糞使用於牛飼料的來源，連帶使土地利用亦受到許多相關限制，因此在欲降低雞糞對人類健康之威脅及環境保護的前提下，其研究主要目的在於對雞糞之各種可能的轉換能源方式做出介紹，以及探討可能面臨到的環境及社會議題。其中一種再利用方式為厭氧消化，即經由水解將糞便液化為水溶性有機物，接著由細菌分解產生乙酸，最後轉換有機酸為沼氣以供發電之用，但此種利用方式對於原料的濕度有一定程度之要求，而雞隻糞便則因相對較為乾燥，故不適合以此種方式直接利用(Martin,2006)。

直接燃燒為使雞糞在有過量氧氣的狀況下燃燒，產生之熱煙蒸氣經由輸送管來促使渦輪發電機轉動以產生電力，直接燃燒是以現有可取得之雞糞生物質中最簡單以及技術發展最完善的生物質能產生方式，其於大規模之情況下具有經濟上潛在可行性(Flora and Riahi-Nezhad,2006)。而共燃燒則是以生物質或木質廢棄物等輔助燃料，混合於煤等化石燃料中共同燃燒，其可算是已具備基礎設施及相關技術當中最低成本且最可行之應用方式，然而共燃燒因煤炭亦為使用原料之一，故於燃燒時將會產生大量的一氧化碳以及氮氧化物釋放於空氣中(Li et al.,2008)。

最後一種方式為氣化，其可算是經由熱而產生之化學改變，如熱解或乾餾，使用熱、蒸氣及壓力來轉換有機質成為一氧化碳和氫，故可被用來產生不同的燃料及化學物質，但其組成以及熱值需要仰賴特定的使用程序及碳源特性才得以控制微粒大小和溼度(Martin,2006)。而最後該研究亦針對使用雞糞來產生能源所可能形成之環境及社會議題作探討，如公眾對於焚化爐設立之反應、空氣汙染控制裝置、設立位置之成本問題、共燃燒的空氣汙染問題等等，但總而言之，雞隻糞便之能源化處理將會是未來環境發展的趨勢。

其研究雖對於雞糞再利用之各種可能方式做出介紹，但並未對於採用各種技術做為再利用方式之可能經濟價值做進一步評估分析；而關於各種再利用技術之經濟價值評估面，Lichtenberg、Parker與Lynch(2002)之研究就對於各種雞糞再利用方式之經濟價值做了比較。

Lichtenberg、Parker與Lynch(2002)之文章表示，導因於美國馬里蘭州之德爾馬瓦半島於1997年爆發之有毒甲藻事件，故有關單位開始制定廢棄物排放量限制以降低動物生物質之任意排放所造成養份過剩問題，並且該地區雞糞之處理問題亦受到了相關土地應用規定的限制，因此欲以探討雞糞各種可能利用方式之經濟價值為研究目的，找出對於該半島最具有經濟價值之雞糞利用方式。

此研究以六種雞糞之可能用途為分析對象，分別為農地施肥應用、堆肥、製粒、電能生產、汽電共生以及森林施肥。結果顯示以附近之農地利用擁有最高的經濟價值，且農地利用可消耗掉該半島每年雞糞生產量之百分之八十以上，此外在符合規定之土地含磷量之內，該半島亦有足夠之農地數來消耗附近的雞糞生產量，因此不會有需要遠距離運送之額外增加成本負擔問題。

其次具有經濟價值之利用方式為森林施肥，雖然此種方式亦為可行的辦法，但受限於森林面積相關問題，故僅能處理該半島每年百分之二至三的雞糞產量；而各方法中經濟價值最低之處理方式為電力之生產，研究指出除非可再向養雞戶收取糞便處理費用，否則不具備經濟上之可行性，但相對於其他利用方式來說，收取處理費之機會目前仍然偏低。

除了上述結果外，作者也提出了農地施肥應用雖為研究中最具經濟價值之利用方式，卻也可能會受到雞糞價格安排以及農民欲逃避規則監管之行為而產生影響，故可於未來多考慮雞糞收購價格或制度等因素的影響。

而若欲對雞糞再利用可能採取之各種規模程度做可行性探討、可能之設備成本花費等有進一步地了解，Flora與Riahi-Nezhad(2006)之研究即對於雞糞再利用之可能規模及成本價值做出了相關探討。

Flora與Riahi-Nezhad(2006)之研究主要目的是針對美國南卡羅來納州內各區域之雞糞可取得量以及各種雞糞能源化再生方式的潛在規模做可能性評估；調查結果發現該州內之雞場有合格糞便處理設備之比例非常高，因此推估有充足的雞糞可供取得，且各區域可分成不同之規模產量以供比較，而養雞場雞糞之處理方式目前可概分為兩種：分別是自身雞場附近土地施肥利用以及交由中間雞糞商處置；在關於電能生產設備評估方面，研究將燃燒發電之規模區分成了小規模、社區規模以及區域性規模等三種程度，在概估各資本設備支出、營運維持成本、清掃運輸成本等成本面可能花費後，發現比起以厭氧消化及燃燒處理等方式，是以氣化處理當中的小規模及社區性規模最具有潛在可行性，而雞糞以燃燒方式處理主要不具潛在可行性之原因為其極高的操作營運成本及維持成本。

該研究最後指出，於雞糞土地利用不被允許之情況時，燃燒處理可能成為日後可行之方法，且燃燒處理方式當中以社區性規模甚至是區域性規模較具有潛在的可行性，但其並未對於燃燒發電廠設立地點之選擇做進一步探討。

若撇開對雞糞可能的再利用方式做技術面及經濟價值探討，而是縮小範圍僅針對設立發電廠之可能地點做研究分析，Whittington(2007)即對於會影響運輸花費之區位選擇做了假設及分析。

Whittington(2007)之研究專門對於能源廠的設立地點做了分析，其文章主要目的為找尋美國密西西比州之中，在九個郡的區域範圍內選擇最適合之雞糞能源/酒精轉換廠設立地點；研究指出目前世界之能源成本逐漸攀升，各國陸續找尋可替代化石燃料之可用能源，而生物質能即為其中一種可行方式，其中植物生質能由於纖維之單位產熱能較低，故需要較大量使用量以達到同化石燃料之能源產量，而生物質當中的動物質能(例如禽類排泄物)則可成為另一潛在來源，並由於雞隻飼養具有區域集中特性，故可以享有降低原料運輸成本之優勢，因此研究以雞隻飼養的大戶密西西比州為對象，選定中部之九個郡為探討區域，經由估算出之雞糞產量以及座標化各郡彼此間之地理位置關係來作分析條件，再以運輸成本最小為其目標式，搭配上所需原料總量以及相關距離成本等限制式設定，結果發現最適合

之能源廠設立地點大約是位在Scott郡之中南部地區。但研究於最後也提到，其並未針對設廠之成本面及能源生產之收益面做出實際設廠投資可行性的評估分析。

另外有別於以往僅針對可能產生的各種花費做成本面探討，Jensen 等人(2010)之研究則是以找出影響雞隻飼養者願意販賣糞便予能源轉換合作社之用的因素傾向、投資意願以及所要求提供的價格為主要目的。

其研究指出，雞糞轉換能源利用為解決土地過度施肥而造成土壤、水源汙染問題之另一種糞便使用途徑，但文章不針對畜禽類排泄物之組成物質作堆肥應用之研究，亦不針對雞隻排泄物作能源轉換可行性分析，而是對於農民提供糞便原料予能源轉換用途之意願、價格甚至是投資意願來做分析；作者以郵件方式於美國田納西州發放問卷來做調查，結果發現擁有較大雞糞產量之養雞戶、擁有自己農場之裝載機械者、已經有在販售雞糞之生產者等等越願意提供雞糞原料予能源轉換利用，而農民飼養規模越大以及已經有在販售雞糞者等等亦越有意願投資於能源轉換合作社，但自己另外擁有越多農田者以及獨自經營之個體戶則較不願意參與投資，可能原因為其有自身之糞便運用方式以及沒有共同分攤風險之夥伴，因此對於自己做決策感到擔憂。最後關於願售價格方面，擁有較大雞糞產量之養雞戶、雞糞直接棄置或給出者、用雞糞於牧草施肥之使用者等等越願意以較低價格售出，而自己另外擁有越多農田者則越要求較高之雞糞出售價格。

此外，文章最後表示其研究調查為針對單一州之雞隻飼養者所做成，未來之研究可擴展分析地點去探討其他地區飼養戶可能的特性。

最後由於前人對於雞糞再利之可能方式、可能地點選擇以及各種成本費用等問題已分別做過探討，故Chastain、Valle與Moore(2012)之研究即針對雞隻糞便中所含有可用於施肥之元素組成比例做分析，也探討將雞糞做為生質燃料時之可能熱值及燃燒後灰燼所含元素成份；其結果顯示，雞隻糞便由於含水量並不高，故僅需經簡易放置乾燥後即可燃燒，然而糞便於燃燒後其中可用於製成肥料養份之氮元素將因而消失，但於其燃燒灰燼中仍含有磷及鉀等肥料所需之元素成份，故可送至加工廠加以調配處理，以成為符合規定之肥料。

有鑑於上述各文獻之貢獻以及不足之處，本研究將調查地區以台灣為例(Jensen et al.,2010)。並僅針對較具有經濟上潛在可行性之區域性規模，專注於雞糞

以最簡單及技術發展最完善之直接燃燒方式做發電可行性探討(Flora & Riahi-Nezhad,2006；Perera et al.,2010)。首先參考 Jensen 等人(2010)之研究方向，先經由問卷分析以了解台灣養雞戶之雞糞處理特性以及對於原料供給意願之影響因素等。接著再對於設立雞糞發電廠之可能鄉鎮選擇來做分析(Whittington,2007)。最後參考 Lichtenberg、Parker 與 Lynch(2002)文章提出之建議，就可能之雞糞原料收購價格設定不同情境來做探討。並對於詳細之設備及營運費用等成本面、燃燒發電量及售灰等收益面做評估(Flora & Riahi-Nezhad,2006；Chastain、Valle & Moore,2012)。作一篇同時考慮多面向之投資可行性分析。

第二節 國內再生能源研究

台灣目前對於再生能源研究之文獻主要多在於太陽能光電、風力發電以及植物生質能源等，而對於雞糞之動物生質能做能源再利用評估分析之研究目前則尚缺乏。

首先在於風力發電方面，余政達等人(2006)之研究欲評估臺灣西南七股地區的再生能源發展潛能，其透過技術、經濟、環境及政策等面向作分析，建立一開發地方再生能源之評估模型。結果指出，於國際間目前再生能源的應用發展上，風力發電因為技術成熟且成本較低，最具市場成熟度(Brown et al.,2002)。風力發電的生產成本已經接近傳統能源，故建議不以設備補助方式獎勵，而是以優惠的收購價來獎勵投資，但以目前政策所提供之誘因，投資再生能源的回收期普遍較折舊年限長，不利於吸引投資，故提高收購價格才能有效提升再生能源之市場需求。

而關於太陽能光電方面，施華(2010)之研究欲評估台灣最適合裝設太陽能發電裝置以供發電之地區，故以台北、台中、高雄、花蓮、台東等五個地區為對象，在已建置太陽能發電系統的住宅或機構所蒐集之2008年、2004-2008年平均氣象資料，由此推算各地區太陽能發電系統之模擬發電量、發電成本效益、成本回收時程等，而其研究結果顯示，以台東地區擁有最高之發電量與最短之成本回收時程為各地區中的最佳選擇。

本研究參考上述台灣再生能源文獻之探討進行方向，選擇以所需利用之原料最豐沛的地區為待評估範圍，並且將未來可能之政策補助方式一併列入討論的範

疇，以便於後續相關建議之提出。

另於生質能源方面，台灣地區因休耕地多，氣候及地形適合生長期短的草本能源植物，故目前台灣地區的生質能文獻研究尚以植物生質能的探討較多(石林鐘，2006)。

Hu 等人(2011)之研究欲建立共燃燒發電模型來模擬生質能源作物(switchgrass 和 miscanthus)於共燃燒發電下之成本、土地要求、二氧化碳、二氧化硫排放量之比較，且提到以生質能共燃燒發電相較於傳統發電有減少溫室氣體排放之優點，而生質能發電為迎合時代之需求，是世界對於環境保護的新發展趨勢，並說明其選擇分析此兩種芒草類植物適合台灣之原因為氣候及可取得性，最後結論列出了各種情境設定下兩種作物之相關數據來作比較，指出於台灣之電力市場上，在相同程度之生產成本及土地要求下以共燃燒產生生質能源方面，miscanthus 是比起 switchgrass 更具有經濟可行性的。

而關於農業廢棄物有效利用之研究，魏國棟(2004)亦針對國內對於土地地力幫助不大，但卻具有相當穩定熱值之廢稻桿作固態衍生燃料之產銷分析，其研究於相關訪查後指出台灣多數縣市之廢稻桿年產量遠多於固態衍生燃料製造廠的原料需求，若僅收取 30%之廢稻桿量即可設置十七座固態衍生燃料製造廠，並且以平均成本定價法為基礎估算出建議燃料售價為每公噸六千元，指出價格雖稍嫌偏高但仍有可下降之議價空間，而關於固態衍生燃料製造廠之設廠地點亦在假設設廠規模一致、地租成本一致、廢稻桿原料品質一致、運輸區域為直線型態以及無外部性成本之情境下，透過 Hotelling 區位競爭模型，規劃出每一座燃料製造廠之設廠地點與廢稻桿取用縣市。

近期也有關於熱解的能源生產及生物炭採用之經濟分析，研究表示熱解是一種潛在再生能源產生以及減少溫室氣體之方式，研究目的欲調查台灣楊柳類植物之生物炭產生電力及改善土壤品質的適合經濟程度，結果顯示，其獲利能力隨著電力之販售收益結構差異而不同且快速熱解較慢速熱解為佳，但於目前之電力價格下皆不具獲利性，不過兩種熱解方式皆可減少一定程度之二氧化碳排放量，對於環境保護及溫室效應有所助益(Kung et al.,2013)。

由上述文獻可發現，對於看似無額外用途但卻擁有固定生產量之農業廢棄物，若能拋開固有處理方式的思考框架，隨著時代與技術的演進，其實具有對環境更

友善、更有效率且能提供更多能源多樣性之再利用方式，故本研究對於台灣動物類農業廢棄物亦嘗試做一可能之再利用評估。

此外，雖然上述各類文獻所評估之再生能源方式均有其經濟上之發展潛力及可行性，然無論太陽能、風能或是植物生質能皆會受到季節、氣候等因素十分顯著的影響，容易在特定時期或季節產無原料提供之空洞期，而本研究欲探討以雞糞轉換為生質能源，相對來講則無特定季節無法供應原料之問題存在，且其受氣候因素影響十分小，故相對來說有其獨特之優點。

第三節 國外雞糞燃燒發電廠簡介

本研究回顧日本及美國兩個國家生質能發電廠的模式。首先，日本的模式以位於宮崎縣的生質能發電廠為例。宮崎縣為日本知名畜產縣，處理畜禽糞便為其首要面對之課題，而最常見也行之有年的方式為堆肥與碳化處理，堆肥雖可使畜禽糞便再次得到利用，但每塊土地有其適用量之上限，在土地獲得其所需之養分後，多餘的堆肥便成為土地及水源污染的來源，以及該國於法律上對於畜禽糞管理、禁止堆積掩埋等規定，也因此可進行以雞糞為燃料之生物質能發電事業。

宮崎縣生質能發電廠(MBR)是由宮崎縣境內之養雞戶、肉雞公司及電力公司共同出資成立，從 2005 年 5 月開始供電，為日本最大之以雞糞為燃料的生物質能發電廠，除了販售電力外也販售燃燒後所產生之焚化灰渣作為肥料原料之用；發電廠仰賴穩定的雞糞供應，廠內所使用的雞糞每天約為 440 噸，一年約 13 萬 2 千噸，燃燒雞糞可創造 1 萬 1350 千瓦的電力，又在燃燒發電之過程中，每年約會產生 1 萬 3 千噸左右的焚化灰渣，可當肥料原料對外販售，宮崎電廠所提供之發電量可滿足每年 1 萬 7 千~1 萬 8 千戶家庭之用電，且因其不使用煤等石化燃料，而是使用具碳中和性質之生物質燃料，因此還能減少二氧化碳、增加環保價值。

根據宮崎電廠所提供之資料，雞糞發電可降低造成地球暖化的二氧化碳排放量每年約 6 萬 5 千噸~7 萬噸，是令人讚賞的優點；但以雞糞發電需要很高的設置成本，宮崎縣設置日本最大之雞糞發電事業，其資本額為 1 億日圓，總投資額則高達 48.5 億日圓，並有政府資金的補助，由於日本政府對於畜禽產業及電力產業施行新的法律體制，而造成雞糞發電事業之興起，且宮崎生質能再生電廠讓畜產

業及電力公司兩種不同業種共同合作、互利共生。此外，其商業模式之出資者不局限於過去的慣例，而是採用兼容並蓄的獨特創意，讓同為競爭對手的肉雞生產者對於雞糞的處理問題產生共識，使其放下彼此的利害關係結合同盟，如此的各司其職共同投資一項新產業，創造了嶄新的環保綠能源(藤間，2010)。

第二則是總部位於英國的 Fibrowatt 公司，此公司為燃燒家禽廢棄物產生電能的先驅，2007 年時，此公司在明尼蘇達州設立美國第一家以家禽廢棄物作為燃料的能源工廠 Fibrominn；此工廠每年使用超過 500,000 噸的家禽廢棄物和其他生物質作為燃燒原料，大部分燃料是由明尼蘇達火雞養殖業者供應，少部分則由肉雞場所提供。

美國雞糞燃燒發電廠之鍋爐每天可以燃燒約 2,100 公噸之雞糞，總發電量為 62 百萬瓦，其中約 9%作為廠內運轉所需，故此發電廠可產生約 55 百萬瓦的供電量，足夠供應約四萬戶家庭之用電量，且該發電廠每週運作 7 天、每天 24 小時不停歇，但一年約會停機 10 日左右進行定期維修檢查。

該雞糞燃燒發電廠每年可出售 450,000 千度電，約占了 90%之總產電量比重，電力之出售價格為新台幣 2,670 元/千度，即約新台幣每度電 2.67 元左右，而一般零售電價約等於每度 3 元。

於此發電廠燃燒後之雞糞灰燼含水率約為 15%左右，故僅需經由細篩篩選後即可直接做為肥料來販售，其平均售價約為每公噸新台幣 2,100 元，而目前該發電廠是以新台幣每公噸 300 元之價格向養雞戶簽定長期收購契約以收購雞糞原料，確保整年皆能有穩定的料源供應；經由肥料之販賣再加上販售電能給國家電廠等來源做為收益，該電廠可維持營運之基本財務平衡(Fibrowatt,2010)。

比較日美的案例可知，兩國主要差異在於日本之雞糞發電廠設立是與化製廠共同合作之汽電共生形式，而於美國明尼蘇達州之雞糞燃燒發電廠形式則為直接建置一座獨立的燃燒發電廠而非與化製廠合作，根據中興工程顧問公司(2013)之報告表示，因我國國內之化製場所需蒸氣量較少、位置分散且多無額外空間再做另利用，故較不適合以日本之汽電共生設廠模式建置，而選擇美國之獨立雞糞燒發電廠之建置方法做為參考模式，於本國應較有進一步探討之潛在可行性。

第三章 問卷設計與分析



第一節 問卷蒐集與架構說明

本研究之問卷訪查對象為彰化縣之養雞戶，調查期間為民國 102 年 7、8 月之間，以親自前往方式進行，選於該地方養雞協會招開區域性環境衛生說明會議時對前來參與會議之養雞戶隨機發放問卷，共完成 50 份成功樣本。

由於欲得知養雞戶之實際雞糞處理特性、供給雞糞予燃燒發電用途之意願以及影響其供給意願之主要因素，故問卷設計之架構主要可概分為三大類。第一大類問題為養雞戶基本變項資料，先了解養雞戶之雞隻飼養種類、經營方式、飼養場地規模以及目前出售方式等，作為後續找尋影響雞糞供給意願之變項種類。第二大類為養雞戶雞糞處理之相關問題，包括了目前雞糞處理方式、雞糞清除頻率、曝曬時間及市售價格等問題之探討，如此可以了解實際之雞糞處理情況以及雞糞特性等相關資訊，亦可幫助後續章節之數值估算。最後第三大類問題則是養雞戶意願調查，詢問其對於提供雞糞予燃燒發電廠同意與否之意願；進而從分析結果中推想可能的政策建議。問卷架構如圖 4 所示：

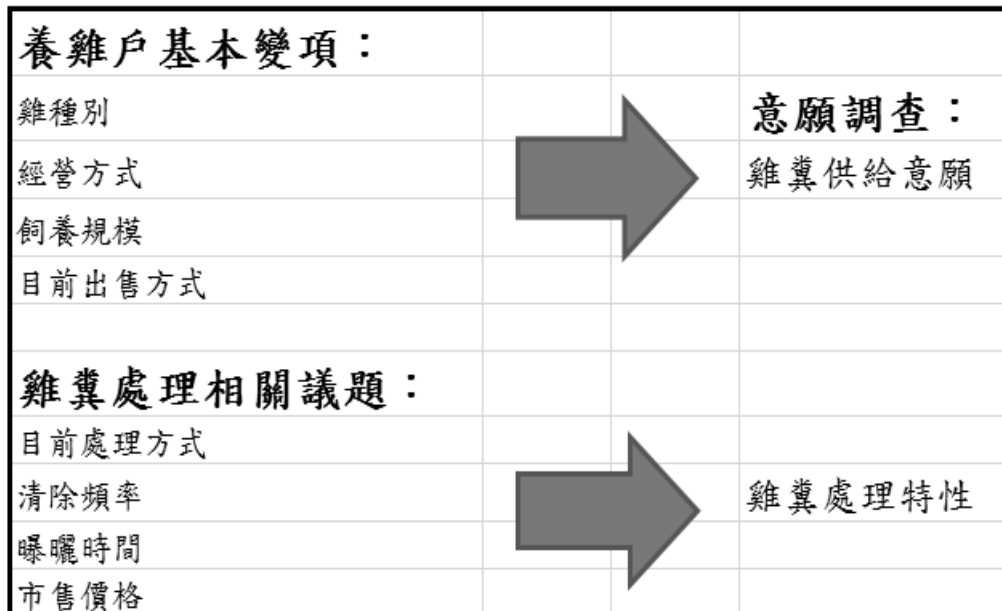


圖 4 問卷架構圖

第二節 樣本基本統計量

首先對各基本變項問題及樣本資料統計情形作次數分配分析：包含飼養雞種別、經營方式、飼養規模以及目前出售方式。

於雞種別方面，全體受訪者當中飼養肉雞者占了約三成的有效比率，而飼養蛋雞者則是占了約七成左右的有效比率，有效填答率為 100%；在經營方式上，全體受訪者當中以場主自營者人數較多，占了約八成五的有效比例，租場經營者則是占約一成五左右，有效填答率為 96%；於飼養規模方面，全體受訪者當中以飼養數量為 10,000~24,999 隻的有效比例最多，占了約四成六的比重，而其次為飼養 25,000~39,999 隻，占約二成七的比例，有效填答率為 94%；在目前出售方式上，全體受訪者當中以目前雞糞為有償出售者有效占比較高，約有八成三左右，而目前為無償給出者約占一成七，有效填答率為 96%(表 2)。

表 2 基本變項統計表

變項名稱	問項形式	填答次數	百分比	有效百分比
雞種別	肉雞	15	30.0%	30.0%
	蛋雞	35	70.0%	70.0%
	未填答	0	0.0%	-
經營方式	場主自營	41	82.0%	85.4%
	租場經營	7	14.0%	14.6%
	未填答	2	4.0%	-
飼養規模	9,999 隻以下	2	4.0%	4.3%
	10,000~24,999	22	44.0%	46.6%
	25,000~39,999	13	26.0%	27.7%
	40,000 隻以上	10	20.0%	21.3%
	未填答	3	6.0%	-
出售方式	有償出售	40	80.0%	83.30%
	無償給出	8	16.0%	16.70%
	未填答	2	4.0%	-

資料來源：本研究整理



於提供雞糞予燃燒發電用途之意願方面，將供給意願分為了同意與不同意兩個選項，可得願意提供雞糞原料之有效比例約占了快到九成左右，可知養雞戶大多是願意提供雞糞來做為燃燒發電之用的，而在願意提供雞糞之養雞戶當中，可發現須有償才願意提供之養雞戶約占了有效比例八成七左右，願意無償給出之養雞戶則占約一成三左右，可知大部分的養雞戶是較不願意免費把自家的雞糞給提供出去(表 3)。

表 3 意願統計表

供給意願	同意		不同意	未填答
填答次數	41		5	4
百分比	82%		10%	8%
有效百分比	89.10%		10.90%	-
售價意願	需有償提供	願無償提供	未填答	
填答次數	34	5	2	
百分比	82.90%	12.20%	4.90%	
有效百分比	87.20%	12.80%	-	

資料來源：本研究整理

最後對於問卷之信度做分析。Cronbach's α 係數評價的是量表中各題項得分間的一致性，屬於內在一致性係數，即填答者對於同一構面之問題間所填答選項是否具有一致性，以判斷填答之可信賴程度，一般以 Cronbach's α 值大於 0.7 以上即具足夠之信度；此處以雞種別、雞糞處理方式、清除頻率等三變項來作為填答是否具內在一致性之分析指標，因同一雞種之雞糞處理方式及清除頻率是有同樣特性的，而結果顯示 Cronbach's α 值為 0.850 大於 0.7，即該問卷具有足夠之信度(表 4)。

表 4 信度分析表

可靠性統計量	
Cronbach's Alpha 值	項目的個數
0.850	3

資料來源：本研究整理

第三節 養雞戶雞糞處理特性

此節說明經由問卷所歸納出之關於養雞戶雞糞處理方式及特性：於雞糞之處理方式上，蛋雞場所產生之蛋雞糞通常在將雞糞由場中清出後會先置於空地上曝曬、翻攪，待雞糞狀態為較乾硬後方由卡車運送走售予雞糞商；而肉雞糞則是從場中清出後便直接由卡運送走售予雞糞商，不需經過曝曬、翻攪的程序。在關於雞糞清除的頻率方面，蛋雞糞由於需經過曝曬、翻攪的步驟，因此需視養雞戶其空地大小分批依次清出而非整場一次清除，大部份約為 1~2 個月左右清除一次；肉雞糞則是待雞隻長成後再將糞便整場一次清出，因此大部分約為 6~12 周左右清除一次。此外關於雞糞之市售價格方面，蛋雞糞售價約為每袋 55~75 元左右(一袋約 30~50 公斤不等)；而肉雞糞之計算方式則是以每隻雞來計價，可得每隻雞約為 0.8~1.2 元左右。

第四節 供糞意願影響因素分析

此節探討影響養雞戶雞糞供給意願之因素，將使用二元羅吉特(Binary Logistic)迴歸模型來做為分析方式，因為當依變數為二元反應變數時(即是或否、同意或不同意等等)，可藉由羅吉特迴歸方式來處理此依變項為類別變數之情形，以幫助尋找有顯著影響力之基本變項(王濟川與郭志剛，2010)。

二元羅吉特迴歸模型之假設：

1. 依變數 y_i 是二元變數，此變數只能取值為 0 或 1；
2. 迴歸中依變數與各自變數之關係是非線性的；
3. 變異數不必假設為同質變異(homogeneity)；
4. logistic 迴歸沒有關於自變數分佈的假設條件；



5.自變數間不存在高度共線性問題。

此處即以提供雞糞予燃燒發電廠意願(同意或不同意)為依變數，進行二元羅吉特迴歸，如下式所示：

$$\text{logit}(p_1) = \beta_0 + \beta_1 \text{雞種別} + \beta_2 \text{經營方式} + \beta_3 \text{飼養規模} + \beta_4 \text{目前出售方式} \quad (3-1)$$

其中，雞種別為類別變數：0為蛋雞、1為肉雞；經營方式為類別變數：0為租場經營、1為場主自營；飼養規模為連續變數；出售方式亦為類別變數：0為目前有償售出、1為目前無償給出。

首先，將迴歸進行Hosmer 和 Lemeshow 配適度檢定，檢定值為5.519， $p\text{-value}=0.701 > 0.05$ 未達顯著水準，表示整體迴規模型配適度良好(表5)；而再經由相關矩陣亦可知自變數之間相關係數($|r_{12}|$)皆 < 0.8 ，即無高度共線性問題存在(表6)。

表5 Hosmer 和 Lemeshow 配適度檢定表

步驟	卡方	df	顯著性
1	5.519	8	0.701

資料來源：本研究整理

表 6 自變數相關性矩陣表

	Constant	雞種別(1)	經營方式(1)	飼養規模	出售方式(1)
Constant	1	0.000	-1.000	0.000	0.000
雞種別(1)	0.000	1	0.000	-0.548	-0.676
經營方式(1)	-1.000	0.000	1	0.000	0.000
飼養規模	0.000	-0.548	0.000	1	0.476
出售方式(1)	0.000	-0.676	0.000	0.476	1

資料來源：本研究整理

經由二元羅吉特迴歸分析後之結果可發現，各變項對於提供雞糞予燃燒發電廠之意願當中以出售方式的不同具有顯著差異性存在，且可知提供雞糞予燃燒發電廠之同意程度與目前無償給出雞糞之雞農呈負相關，即目前無償給出雞糞之雞

農提供雞糞予燃燒發電廠之同意程度較目前有償售出雞糞之雞農來得小。

此外，二元羅吉特迴歸分析亦可探討勝算比(Odds Ratio)，即一件事情會發生之或然率除以不會發生之或然率，利用此迴歸模型便可進行類別預測，而 $\text{odds ratio} = \exp(\text{係數值})$ ；結果可得目前出售雞糞方式是無償給出之雞農，其對於提供雞糞予燃燒發電廠的勝算比(同意機率/不同意機率)為目前出售雞糞方式為有償售出之雞農的0.042倍(表7)。

表 7 迴歸結果表

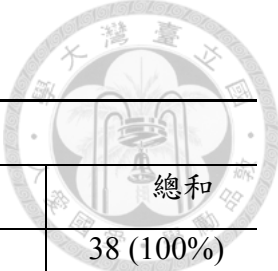
變項	β 估計值	S.E.	Wald	df	顯著性	Exp(β)
雞種別(1)	1.634	1.601	1.041	1	0.307	5.125
經營方式(1)	-18.764	15181.262	0.000	1	0.999	0.000
飼養規模	-0.011	0.014	0.657	1	0.418	0.989
出售方式(1)	-3.164	1.504	4.426	1	0.035**	0.042
常數	21.423	15181.262	0.000	1	0.99	2.013E9

資料來源：本研究整理

註：**表顯著水準小於 5%

得知顯著影響供給意願之變項為目前出售方式後，再針對目前出售方式與雞糞供給意願作交叉表來進一步觀看各選項之間的交叉比例關係(經濟部再生能源政策-民意調查報告書，2009)，可知目前有償出售雞糞之養雞戶願意提供雞糞原料的比率為 94.7%，顯著高於目前無償給出雞糞之養雞戶比例 57.1%，而目前無償給出雞糞之養雞戶不願意提供雞糞原料的比率為 42.9%，顯著高於目前有償出售雞糞之養雞戶比例 5.7%(表 8)。

表 8 目前出售方式與雞糞供給意願交叉表



		供給意願		總和
		同意	不同意	
出售方式	有償出售	36 (94.7%)	2 (5.7%)	38 (100%)
	無償給出	4 (57.1%)	3(42.9%)	7 (100%)
	合計	40 (88.9%)	5(11.1%)	45 (100%)

資料來源：本研究整理

最後試著探討其可能之原因，可能是因為無償給出雞糞之養雞戶另有自己耕種之農地或給予鄰近友好之農民以供農地施肥之用，故不願再將其有限之雞糞提供給燃燒發電廠使用。因此我們可以得知，若該雞糞燃燒發電方式於原料供給量有所不足時，則改善之方法可以是藉由法令規定禁止直接使用生雞糞於農地，故雞糞的處理對於養雞戶來講，將反而會造成其多一步驟之處理困擾，而提供予燃燒發電之用又可避免造成土地及地下水源之汙染問題，如此方為對於不同意提供雞糞者最具有顯著影響力之關鍵點所在。

第四章 發電廠設立鄉鎮選擇



本章之研究分析將使用線性規劃(Linear Programming)方法來選擇燃燒發電廠設立之最適鄉鎮，通常於探討位置場址選擇的方法中，以線性規劃及Hotelling競爭模型較常被使用到，而Hotelling模型需做之理想化條件假設通常較為繁多，如假設整個運輸區域為直線型態等，故對於實際情形常有較多落差存在，線性規劃則是可考慮使用者觀點訂定適當之目標函數與限制式，且限制式條件可為等式或不等式之情形，並將考慮之因素予以量化，再利用各參數間之關係以數學式表示，以適當方式求取目標函數極值之最優化解，此外亦可同時進行多變數之考量，相對來說較符合現實情形，故本研究將採用線性規劃方法進行後續分析(McCarl & Spreen, 2002；魏國棟，2004)。

第一節 模型函數建立

運輸模型的基本架構為：假定需求的空間分佈為已知，且兩個以上之設施地點為固定，為各設施分配適當之服務來滿足要求條件，藉以求得一特定目標之最適化解(李德威，2006)。魏國棟(2004)之研究曾對於以稻桿廢棄物作為固態衍生燃料製造廠之設廠地點，透過對原料及區域的理想情境假設，以區位競爭模型規劃設立地點；Whittington(2007)之研究以運送成本作為能源轉換廠設置區位選擇問題之考量因素，在供給條件及距離之限制下選擇適當的設廠地點。在McCarl與Spreen(2002)一運輸模型範例中，模型設定之概念為：在擁有若干原料供給地及需求地之情況下，如何在彼此距離互異的條件下進行運送量分配，以滿足各需求點之消費量要求以及各供給點的供應量限制，藉以獲得最小之運送花費結果。

參考上述 McCarl 與 Spreen 運輸模型範例之概念，應用於本研究之模型假設如下：假設目標式為各鄉鎮之單位運輸價格乘上運輸距離再乘上運送量之運輸成本加總函數，在追求總運輸成本極小化的情況下，受到各鄉鎮雞糞供給量有限的資源限制，以及燃燒發電廠每日固定需燃燒量之限制，可用下列數學式表示之：

目標函數概念為，假設待選擇設立燃燒發電廠之鄉鎮有 J 個，即以 $j(=1,2,...J)$ 個鄉鎮分別當作燃燒發電廠之設立地點時，供料之各鄉鎮($i=1,2,...I$)所會分配到之運輸成本(運送數量 TA_{ij} 乘與運送距離 D_{ij} 再乘與單位運輸價格 P)之和會最小。



Min 目標函數： $\sum_i \sum_j P * D_{ij} * TA_{ij}$

(4-1)

其中：

P 為單位運輸價格；

D_{ij} 為在第 j 的鄉鎮為設廠地點時，第 i 個供料鄉鎮到設廠地之運輸距離；

TA_{ij} 為在第 j 的鄉鎮為設廠地點時，第 i 個供料鄉鎮所提供之運送量；

而本研究在實際操作時是分別固定 j，即以各鄉鎮(j=1,2...J)分別假定其為燃燒發電廠之設立地點時來跑線性規劃模型 J 次，故最後從所得之 J 個總運輸成本中選擇數值最小者，即可得知最適合的燃燒發電廠設立鄉鎮，後續再進行各鄉鎮分配到之運送量、花費成本、影子價格等探討。

此外在原料運輸時亦有所受到之限制條件：

限制式 1 即為要求各鄉鎮(i=1,2...I)所分配到之運送量必須小於等於其可取得量；

限制式 2 則是要求各鄉鎮(i=1,2...I)所分配到之運送量之和必須等於每日燃燒量；

限制式 3 要求運送量為非負值。

故模型會如下方所示(以固定為 j=1 時為例)：

$$\left\{ \begin{array}{ll} \text{Min 目標函數：} \sum_i P * D_{i1} * TA_{i1} & (4-2) \\ \text{限制式 1：} TA_{i1} \leq AA_i & (4-3) \\ \text{限制式 2：} \sum_i TA_{i1} = BA & (4-4) \\ \text{限制式 3：} TA_{i1} \geq 0 & (4-5) \end{array} \right.$$

其中：

AA_i 為第 i 個供料鄉鎮之可取得量；

BA 為每日燃燒量。

第二節 背景條件及資料處理

本節首先敘述在台灣之雞糞燃燒發電廠設立地區選定背景條件，以各區域之雞糞產量及彼此間相對位置為選擇依據，台灣目前雞隻飼養主要集中於中南部地區，因此雞隻的飼養十分具有區域集中性，而其中又以彰化地區為全國飼養量之最，在原料的收集上也可降低運輸所需花費之成本。

依據農委會統計彙整之畜牧類農情調查統計結果(101)，台閩地區養雞場共計 5,777 處，而雞隻飼養數量約 9,160 萬隻；如就雞隻之種類區分，可再區分為蛋雞(包括蛋雞及蛋種雞)及肉雞(包括肉種雞、白肉雞、紅羽土雞、黑羽土雞、烏骨雞、珍珠雞、鬥雞及閩雞)兩種，其中蛋雞之養雞場共計 1,703 處，蛋雞飼養數量約 3,700 萬隻，肉雞之養雞場則共計 4,113 處，肉雞飼養數量約 5,460 萬隻。

而於第一章中提及過全國雞隻飼養數量最高的彰化縣所佔有之規模為全國的 26.14%，其中蛋雞及肉雞之分配比例約為七比三，蛋雞之在養隻數就約佔了全國的百分之四十五、肉雞在養隻數則是佔了約全國之百分之十三左右(表 9)。

表 9 彰化縣 101 年雞隻飼養場數及在養隻數表

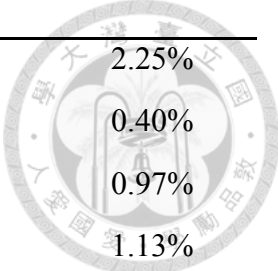
雞種別	飼養場數(所佔全國百分比)	在養隻數(所佔全國百分比)
蛋雞	802 (47.09%)	16,809,929 (45.47%)
肉雞	444 (10.8%)	7,137,312 (13.06%)

資料來源：農委會 101 年底各類畜禽飼養場數及在養量表
(<http://agrstat.coa.gov.tw/sdweb/public/book/Book.aspx>)

雞糞燃燒發電廠設置地區之選擇就以上述彰化縣當中，挑選出其中位置相互鄰近並且雞隻飼養數量較多的鄉鎮(表 10、圖 5)，分別為二林鎮(在養隻數佔 16.08%)、埤頭鄉(在養隻數佔 6.15%)、芳苑鄉(在養隻數佔 36.61%)、大城鄉(在養隻數佔 10.80%)以及竹塘鄉(在養隻數佔 9.64%)等五個鄉鎮，再透過線性規劃方法，以運輸成本最小化為目標式以及適當之限制式，挑選出運輸成本最低之合適燃燒發電廠設立鄉鎮以及得知各鄉鎮分配到的運送量。

表 10 彰化縣 101 年各鄉鎮市雞隻飼養場數及在養隻數表

鄉鎮市別	總在養雞隻數		總飼養場數	
	數量	比例	數量	比例
彰化市	235,050	0.98%	20	1.61%
鹿港鎮	343,800	1.44%	27	2.17%
和美鎮	58,640	0.24%	11	0.89%



線西鄉	222,800	0.93%	28	2.25%
伸港鄉	95,800	0.40%	5	0.40%
福興鄉	420,850	1.76%	12	0.97%
秀水鄉	260,300	1.09%	14	1.13%
花壇鄉	11,105	0.05%	9	0.72%
芬園鄉	194,000	0.81%	18	1.45%
員林鎮	42,386	0.18%	10	0.81%
溪湖鎮	103,525	0.43%	9	0.72%
田中鎮	99,990	0.42%	8	0.64%
大村鄉	381	0.00%	7	0.56%
埔鹽鄉	846,350	3.53%	44	3.54%
埔心鄉	25,640	0.11%	5	0.40%
永靖鄉	155,800	0.65%	11	0.89%
社頭鄉	99,400	0.42%	11	0.89%
二水鄉	1,000	0.00%	1	0.08%
北斗鎮	898,154	3.75%	33	2.66%
二林鎮	3,851,342	16.08%	148	11.92%
田尾鄉	225,600	0.94%	23	1.85%
埤頭鄉	1,473,400	6.15%	81	6.52%
芳苑鄉	8,767,000	36.61%	386	31.08%
大城鄉	2,586,428	10.80%	173	13.93%
竹塘鄉	2,307,800	9.64%	119	9.58%
溪州鄉	620,700	2.59%	29	2.33%
合計	23,947,241	100.00%	1,242	100.00%

資料來源：農委會 101 年底各類畜禽飼養場數及在養量表
(<http://agrstat.coa.gov.tw/sdweb/public/book/Book.aspx>)



資料來源：本研究整理

圖 5 燃燒發電廠之待選擇鄉鎮圖

由第三章內之養雞戶雞糞處理特性可知，蛋雞與肉雞之飼養在糞便處理上有其不同方式，如：蛋雞糞清出後雞農會置於空地曝曬過後再予以賣出，但肉雞糞清出後是直接經由卡車立即清運出場，故本研究蛋雞糞之運輸重量會以乾重來作計算而肉雞糞之運輸重量則以濕重來作計算。

由彰化地區欲選擇之鄉鎮所擁有之雞隻數量，乘以彰化縣政府農業處畜產科(2013)提供之平均每日之排泄物產量資料：蛋雞平均每日排泄物量(乾)22 克以及肉雞平均每日排泄物量(濕)130 克，可估算出平均每日雞糞量的總供應量。

雖然以每日雞隻排泄物量為依據換算成各地區雞糞的產量會與實際情況有誤差可能存在，但過往文獻以及參考農委會估算畜禽類農業廢棄物年產量時，皆是

以在養隻數乘上每日排泄量再乘上一年天數作為估計方式，故本研究於此亦尚且依照此方式來計算。

由所求得之各鄉鎮排泄物產量可知，芳苑鄉雞糞總量約為每日 314,212.0 公斤、二林鎮約為每日 259,121.7 公斤、大城鄉約為每日 147,872.8 公斤、竹塘鄉約為每日 79,110.8 公斤、而埤頭鄉則約為每日 81,241.6 公斤(表 11、表 12)。

表 11 彰化縣 101 年待選擇鄉鎮之各雞種飼養數量表

彰化縣	蛋雞隻數(隻)	肉雞隻數(隻)	總雞隻數(隻)
芳苑鄉	7,643,500	1,123,500	8,767,000
二林鎮	2,236,600	1,614,742	3,851,342
大城鄉	1,744,100	842,328	2,586,428
竹塘鄉	2,045,400	262,400	2,307,800
埤頭鄉	1,021,300	452,100	1,473,400

資料來源：農委會 101 年底各類畜禽飼養場數及在養量表
(<http://agrstat.coa.gov.tw/sdweb/public/book/Book.aspx>)

表 12 彰化縣 101 年待選擇鄉鎮之雞隻排泄物產量表

彰化縣	蛋雞糞量(公斤/日)	肉雞糞量(公斤/日)	總雞糞量(公斤/日)
芳苑鄉	168,157.0	146,055.0	314,212.0
二林鎮	49,205.2	209,916.5	259,121.7
大城鄉	38,370.2	109,502.6	147,872.8
竹塘鄉	44,998.8	34,112.0	79,110.8
埤頭鄉	22,468.6	58,773.0	81,241.6

資料來源：本研究整理

除此之外，本研究亦作一安全之假設：即並非所有區域內之雞糞都能夠順利取得，雞農之供給意願也需保守的一併考量，一部分之糞便可能被拿去作為土地

利用或送至堆肥場處理等等可能之不確定因素，因此，此處主要會假設潛在可取得雞糞量為生產量之百分之六十的保守估計情形，而依文獻回顧章節所提到之結果，燃燒發電廠需於區域性規模下方具有潛在可行性，因此設定雞糞燃燒發電場所需之雞糞原料量為每日燃燒 300 公噸。

運輸成本則關係到彼此運送之距離(表 13)以及每噸每公里之單位運輸價格，於此，依照目前實務上廢棄物之運輸單價 3 元為計算，因此前述之各鄉鎮雞糞產量於下將會換算為公噸，以方便後續數值直觀上之解釋。

表 13 待選擇鄉鎮間之平均距離表

(單位：公里)

	芳苑鄉	二林鎮	大城鄉	竹塘鄉	埤頭鄉
芳苑鄉	5	9.9	14.4	15.6	18.5
二林鎮	-	5.5	13.2	11.5	11.3
大城鄉	-	-	4.5	13.6	18.7
竹塘鄉	-	-	-	4	7
埤頭鄉	-	-	-	-	4

資料來源：本研究整理

第三節 選擇結果分析

依照前兩節之背景條件及模型設定下進行線性規劃，結果可發現：在以芳苑鄉做為雞糞燃燒發電廠之設立地點時具有最小之總運輸成本，約為每日之雞糞運送花費 6,138.6502 元，故將會選擇以芳苑鄉為最適之燃燒發電廠設立鄉鎮(表 14)。

表 14 各鄉鎮設立為燃燒發電廠時之總運輸成本表

鄉鎮別	總運輸成本(元/每日)
芳苑鄉	6,138.6502
二林鎮	6,857.7564
大城鄉	9,651.2837
竹塘鄉	8,928.3339
埤頭鄉	9,533.7815

資料來源：本研究整理

而除了得知以芳苑鄉為燃燒發電廠設立鄉鎮之外，亦可知芳苑鄉本地分配到之雞糞運送量為 188.5272 公噸/日、二林鎮分配之運送量為 111.4728 公噸/日；且由芳苑鄉本地供料之運輸花費成本為 2,827.9080 元/日、由二林鎮供料之運輸花費成本為 3,310.7422 元/日、總運輸成本為 6,138.6502 元/日；最後，還可估算出影子價格，其定義為其他條件不變下，資源稟賦每增加一單位，則對目標式所造成之價值變動，於此處解釋為：原料供應地之可取得量每增加一單位時，則目標式(總運輸成本)之變動價值，即芳苑鄉之雞糞可取得量若增加一單位時，則目標式會減少 14.7 單位(表 15)。

因此可知，在設定之發電廠燃燒量(每日 300 公噸)、待選擇區域、各鄉鎮可提供產量等等背景條件之下，會以彰化縣當中之芳苑鄉為最適合之雞糞燃燒發電廠設立鄉鎮，其運輸費用總成本將為每日運送三百公噸之雞糞花費約 6,138.6502 元，且其所需要之雞糞原料供給範圍由芳苑鄉及二林鎮兩鄉鎮所組成即已足夠。

表 15 各鄉鎮雞糞運送量結果表(芳苑鄉設廠)

鄉鎮別	雞糞產量(ton)	可取得量(ton)	運送量(ton)	影子價格	花費成本 (元/每日)
芳苑鄉	314.2120	188.5272	188.5272	-14.7	2,827.9080
二林鎮	259.1217	155.4730	111.4728	-	3,310.7422
大城鄉	147.8728	88.7237	-	-	-
竹塘鄉	79.1108	47.4665	-	-	-
埤頭鄉	81.2416	48.7450	-	-	-
總和	881.5589	528.9353	300.0000	-	6,138.6502

資料來源：本研究整理

而此處亦將其餘鄉鎮假設為燃燒發電廠設立地點時之各運送結果表列出，可多觀察到其餘鄉鎮假定為發電廠設立地點時之各個影子價格情形。於假設二林鎮為發電廠設立鄉鎮時，由影子價格可知，其他條件不變下，若二林鎮之雞糞可取得量增加一單位時，則目標式(總運輸成本)會減少 13.2 單位。於假設大城鄉為發電廠設立鄉鎮時，由影子價格可知，其他條件不變下，若二林鎮之雞糞可取得量增加一單位時，則目標式(總運輸成本)會減少 3.6 單位；其他條件不變下，若大城鄉之雞糞可取得量增加一單位時，則目標式會減少 29.7 單位；其他條件不變下，若竹塘鄉之雞糞可取得量增加一單位時，則目標式會減少 2.4 單位。於假設竹塘鄉為發電廠設立鄉鎮時，由影子價格可知，其他條件不變下，若二林鎮之雞糞可取得量增加一單位時，則目標式(總運輸成本)會減少 6.3 單位；其他條件不變下，若竹塘鄉之雞糞可取得量增加一單位時，則目標式會減少 28.8 單位；其他條件不變下，若埤頭鄉之雞糞可取得量增加一單位時，則目標式會減少 19.8 單位。於假設埤頭鄉為發電廠設立鄉鎮時，由影子價格可知，其他條件不變下，若二林鎮之雞糞可取得量增加一單位時，則目標式(總運輸成本)會減少 21.6 單位；其他條件不變下，若竹塘鄉之雞糞可取得量增加一單位時，則目標式會減少 34.5 單位；其他條件不變下，若埤頭鄉之雞糞可取得量增加一單位時，則目標式會減少 43.5 單位(表 16~表 19)。

故我們可以發現到，當原料供給地距離發電廠設立鄉鎮有距離上之優勢(較近)時，於其他條件不變下，供料地之原料可取得量若有所增加，則對於可降低總運輸成本的效果將幫助越大。



表 16 各鄉鎮雞糞運送量結果表(二林鎮設廠)

鄉鎮別	雞糞產量(ton)	可取得量(ton)	運送量(ton)	影子價格	花費成本 (元/每日)
芳苑鄉	314.2120	188.5272	144.5270	-	4,292.4519
二林鎮	259.1217	155.4730	155.4730	-13.2	2,565.3045
大城鄉	147.8728	88.7237	-	-	-
竹塘鄉	79.1108	47.4665	-	-	-
埤頭鄉	81.2416	48.7450	-	-	-
總和	881.5589	528.9353	300.0000	-	6,857.7564

資料來源：本研究整理

表 17 各鄉鎮雞糞運送量結果表(大城鄉設廠)

鄉鎮別	雞糞產量(ton)	可取得量(ton)	運送量(ton)	影子價格	花費成本 (元/每日)
芳苑鄉	314.2120	188.5272	8.3368	-	360.1498
二林鎮	259.1217	155.4730	155.4730	-3.6	6,156.7308
大城鄉	147.8728	88.7237	88.7237	-29.7	1,197.7700
竹塘鄉	79.1108	47.4665	47.4665	-2.4	1,936.6332
埤頭鄉	81.2416	48.7450	-	-	-
總和	881.5589	528.9353	300.0000	-	9,651.2838

資料來源：本研究整理

表 18 各鄉鎮雞糞運送量結果表(竹塘鄉設廠)

鄉鎮別	雞糞產量(ton)	可取得量(ton)	運送量(ton)	影子價格	花費成本 (元/每日)
芳苑鄉	314.2120	188.5272	-	-	-
二林鎮	259.1217	155.4730	155.4730	-6.3	5,363.8185
大城鄉	147.8728	88.7237	48.3155	-	1,971.2724
竹塘鄉	79.1108	47.4665	47.4665	-28.8	569.5980
埤頭鄉	81.2416	48.7450	48.7450	-19.8	1,023.6450
總和	881.5589	528.9353	300.0000	-	8,928.3339

資料來源：本研究整理

表 19 各鄉鎮雞糞運送量結果表(埤頭鄉設廠)

鄉鎮別	雞糞產量(ton)	可取得量(ton)	運送量(ton)	影子價格	花費成本 (元/每日)
芳苑鄉	314.2120	188.5272	48.3155	-	2,681.5103
二林鎮	259.1217	155.4730	155.4730	-21.6	5,270.5347
大城鄉	147.8728	88.7237	-	-	-
竹塘鄉	79.1108	47.4665	47.4665	-34.5	996.7965
埤頭鄉	81.2416	48.7450	48.7450	-43.5	584.9400
總和	881.5589	528.9353	300.0000	-	9,533.7815

資料來源：本研究整理

第五章 發電廠投資成本效益分析



首先對於成本效益分析(Cost Benefit Analysis)方法做簡易說明，成本效益分析是利用數量分析方法評估公共計劃所可能發生的成本與效益之淨效益，以供決策者了解計劃之可行性；本研究將以常用於財務方面相關(如：股票、債券、基金等等)的投資報酬分析表及方法，如：現金流量表(statement of cash flows)、淨現值(net present value, NPV)、內部報酬率(internal rate of return, IRR)、折現還本期間(discount payback period, DPP)等，應用於評估此項再生能源投資可行性的依據(施敏，2011)。

現金流量表可知一個企業在特定期間之營業、投資和融資活動，以呈現不同經濟活動項目之流動性、財務彈性、獲利能力和風險，能評估企業投資一項專案之未來淨現金流入能力，將每一期所可能發生的所有成本及收益一一列出，以觀察出現金在各期的流入、流出情形。

淨現值是一種用來表達各方案的整體淨效益之方式，定義為：將每一期所發生之現金流動以適當之折現率折為現值，以各期收益項(R)之折現和減掉各期成本項(C)之折現和，若大於零則代表此方案具有投資可行性。

$$\sum_{t=0}^n R_t / (1+i)^t - \sum_{t=0}^n C_t / (1+i)^t \quad (5-1)$$

內部報酬率定義為：可令各期收益(R)折現和減各期成本(C)折現和為零之利率，即為內部報酬率，若此求出之報酬率大於該方案預設之適當折現值，則表示該方案具有投資的可行性。

$$\sum_{t=0}^n R_t / (1+i^*)^t - \sum_{t=0}^n C_t / (1+i^*)^t = 0 \rightarrow i^* \quad (5-2)$$

折現還本期間為將各期發生之收益與支出項全部折回以現值表達，再計算收益可抵消成本時所需耗費之時程，從而得知該投資方案得花多少時間方得以還本，可作為投資決策的參考依據。

$$C_0 / \left[\left(\sum_{t=0}^n R - C / (1+i)^t \right) / n \right] \quad (5-3)$$

經營方案評估時須考量時間之機會成本，將不同時間點的貨幣值轉換為現值，

貨幣價值同時也可以計算使用資源的機會成本；折現率考慮貨幣的時間價值，反映社會的時間偏好率，因此如何選擇適當的折現率很重要(李偉嘉，2009)。本研究之折現率設定將以經濟部能源局^c(2009)之「再生能源電能躉購費率審定會議」為依據，以其中所提及之生質能與廢棄物類別折現率 5%為假設來進行後續計算。但成本效益分析常見的缺失是無法計算不確定性及風險，故可藉由情境設定及敏感度分析找出影響方案結果的重要變數，後續之相關政策建議即可以此變數為法令及補助的重要項目，在假設完成後需加以計算並詳盡列出每一方案之結果，適當的方案評估需知道所涵蓋之投入與產出的量化資料，因此影響效果須盡可能的量化處理(呂涵靜，2008；Zerbe Jr & Bellas，2006)。

第一節 情境假設

欲於未來發展雞糞燃燒之生質能發電方式，勢必得就其可能之成本效益做分析探討，而一項商業模式之規劃要能夠順利運行，必須要具備投資獲利性才有實行的可能，因此，本章首先對於未來設立雞糞燃燒發電廠之可能原料供給狀況做情境假設，以便繼續下節成本效益分析之進行。

情境 1：直接向養雞戶購買原料(雞糞)做為燃燒發電之用，故須付出購料費以取得雞糞原料；

情境 2：因環境衛生意識日益高漲，養雞戶清理出之雞糞氣味問題常招致附近居民不滿而向環保單位投訴而招致開罰，因此有不在少數之養雞戶願意以燃燒發電廠幫忙清理雞舍交換為提供原料之代價，即有條件交換以取得雞糞原料；

情境 3：若相關法令之下達(如：禁止直接使用乾燥後之生雞糞於農地、加強對雞糞施肥造成之氣味汙染開罰...等)將使雞糞無法直接土地施用，則雞糞對於養雞戶而言反而是有處理上之困擾，如此可無償取得以幫助養雞戶處理，即無須支付購料費用來取得雞糞原料。

第二節 成本效益分析

欲設置一座符合文獻所建議區域性規模較有可行性之雞糞燃燒發電廠於主要養雞地區，經由第四章區位選擇之分析結果可知，設立鄉鎮選擇於彰化縣之芳苑鄉最為合適。

此處將參照中興工程(2013)所估算之燃燒發電廠各項花費金額：鍋爐產出之過熱蒸汽經扣除廠內自用量(以 20%計算)，其餘均經由蒸汽渦輪發電機發電，則所得之蒸汽渦輪發電機出力為每小時 5,260 度 (kwh/h)；參考國內外雞糞等廢棄物燃燒發電設施之興建費用，假定機電設備及土建設施分別佔 80%及 20%比例計算，且其設備使用年限預估為 20 年，則設置 1 座 300 公噸/日之雞糞燃燒發電示範廠約需新台幣 6.75 億元，至於設廠用地方面，因土地不計折舊且假設初次推行以雞糞燃燒發電示範場方式進行之土地由政府所提供，故於此暫不計入；而維護費用方面經參考焚化廠實際廠房之經驗，機電設備及土建設施之維護費分別以建設費之 3.0%及 0.5%計算，故合計維護費以每年 16,875,000 元計算；管理人員則以 10 人、操作維護人員以 40 人(分 4 班次操作)計算，兩者薪資分別為每人每月 45,000 元以及每人每月 35,000 元，且以每年 14.5 個月及每年 13 個月敘薪，則人事費用為每年 24,725,000 元；空氣污染防制設備之化學藥劑費以質能平衡求得之使用量，可知為每年約 17,057,232 元，而雞糞燃燒發電廠之用水包括製程用水、清洗用水及生活用水三部分，用水費合計為每年 416,065 元；另因雞糞燃燒發電廠正常運轉時，其需用電力(約僅佔總發電量之 20%)可由廠內發電量支應，多餘電力則透過輸配線路輸送至台電公司，故僅於每年停機維修期間須外購電力，其用電費概估約每年 30 萬元；而其餘雜費則包括保險費、管理費以及利稅等，合計起來約為每年 8,935,682 元；考慮養雞場清糞頻率之模式，故需要設置雞糞儲存空間，此外亦慮及可能增加之額外另租儲倉暫存支出，故概估儲存費用約為每年 8,910,000 元。

於收益方面，雞糞燃燒發電廠之收入來自再生能源利用，包括售電收入及售灰(肥料)收入，其中於售電收入方面，經由質能平衡試算出之發電量扣除廠內自用電量(以 20%計)，並且目前僅能以一般垃圾直接燃燒之售電價格每度 2 元計算，求得售電收入約為每年 66,655,371 元；售灰(肥料)收入方面，因雞糞內殘留養份頗高，故雞糞經燃燒後之灰燼除有機物組成破壞分解外，其餘無機物元素組成多仍殘留

著，由國外相關文獻顯示應得以作為化學肥料之無機性調配原料再利用之，而亦由質能平衡試算後之灰爐以單位售價每公噸 2,500 元計算，可得售灰(肥料)收入為每年 42,694,140 元，而前述各花費數值統整如表 20 所示：



表 20 燃燒發電廠各成本花費表

	建設費	機電設備	540,000,000 元
		土建設施	135,000,000 元
操作維護費	維護費	機電維護	16,200,000 元/年
		土建維護	675,000 元/年
		小計	16,875,000 元/年
	人事費	管理人員	6,525,000 元/年
		4 班次操作維護人員	18,200,000 元/年
		小計	24,725,000 元/年
	化學藥劑費	CO(NH ₂) ₂	1,406,403 元/年
		Ca(OH) ₂	12,159,567 元/年
		PAC	491,262 元/年
		其他	3,000,000 元/年
		小計	17,057,232 元/年
	用水費	製程用水	194,415 元/年
		清洗用水	181,500 元/年
		生活用水	40,150 元/年
		小計	416,065 元/年
	用電費(停機維修期間外購電力)		300,000 元/年
	以上合計		59,373,296 元/年
			600 元/公噸
	保險費		29,687 元/年
	管理費		5,937,330 元/年
	利稅		2,968,665 元/年
	總計		68,308,978 元/年
			690 元/公噸
購料費	購料費用(含收集)		59,400,000 元/年
	運輸費用		5,940,000 元/年
	儲存費用		8,910,000 元/年
	合計		74,250,000 元/年
			750 元/公噸
收入	售電收入		66,655,371 元/年
			673 元/公噸
	售灰(肥料)收入		42,694,140 元/年
			431 元/公噸

資料來源：中興工程



而本研究於雞糞原料購買費用則會依照問卷調查所得之結果來估算，蛋雞糞以每公斤 1.625 元、肉雞糞以每隻雞 1 元來估計，再依照燃燒需求數量做計算後可得每年之購料費約為 108,900,000 元，若於情境 2 情況之清理雞舍費用則依據問卷訪查時雞農所告知的資訊，再以平均每場 25,000 隻雞、平均 1.5 個月清除一次、每次費用平均 10,000 元的假設來計算，可得燃燒發電廠所付幫助雞舍清理費約為每年 8,679,452 元；運輸費用則會以第四章線性規劃分析所獲得之結果，換算為每年費用後可得約為 2,025,755 元。

接著各項費用數值將經由本章一開始所敘述之投資報酬分析法，做出可表現一投資專案於每一期所發生之成本、收益流動情形之現金流量表為依據(表 21~表 23)，再將每一期所發生之現金流動以適當之折現率折算回當期來看，然後以各期折現之收益和減掉各期折現之成本和，求得淨現值；令各期收益折現和減掉各期成本折現和為零之利率，求得內部報酬率，再與方案預設之折現率做比較；最後計算淨收益可抵消期初投資成本時所需耗費之時間，求得折現還本期間。

表 21 情境 1 現金流量表

單位：元	第 0 年	第 1 年	第 2 年	第 3 年	...	第 19 年	第 20 年
現金流出							
初設投資費用	675,000,000	-	-	-		-	-
維護費	-	16,875,000	16,875,000	16,875,000	...	16,875,000	16,875,000
人事費	-	24,725,000	24,725,000	24,725,000	...	24,725,000	24,725,000
藥劑及水費	-	17,473,297	17,473,297	17,473,297	...	17,473,297	17,473,297
用電費(維修外購電力)	-	300,000	300,000	300,000	...	300,000	300,000
其餘雜費	-	8,935,682	8,935,682	8,935,682	...	8,935,682	8,935,682
購料費	-	108,900,000	108,900,000	108,900,000	...	108,900,000	108,900,000
運輸費	-	2,025,755	2,025,755	2,025,755	...	2,025,755	2,025,755
儲存費	-	8,910,000	8,910,000	8,910,000	...	8,910,000	8,910,000
成本面合計	675,000,000	188,144,734	188,144,734	188,144,734	...	188,144,734	188,144,734
成本面現值	675,000,000	179,185,461	170,652,820	162,526,495	...	74,455,260	70,909,772
現金流入							
售電收入	-	66,655,371	66,655,371	66,655,371	...	66,655,371	66,655,371
售灰(肥料)收入	-	42,694,140	42,694,140	42,694,140	...	42,694,140	42,694,140
收入面合計	-	109,349,511	109,349,511	109,349,511	...	109,349,511	109,349,511
收入面現值	-	104,142,391	99,183,230	94,460,219	...	43,273,315	41,212,681
淨利潤	-675,000,000	-78,795,223	-78,795,223	-78,795,223	...	-78,795,223	-78,795,223
淨現值	-675,000,000	-75,043,070	-71,469,590	-68,066,276	...	-31,181,945	-29,697,091

資料來源：本研究整理

表 22 情境 2 現金流量表

單位：元	第 0 年	第 1 年	第 2 年	第 3 年	...	第 19 年	第 20 年
現金流出							
初設投資費用	675,000,000	-	-	-		-	-
維護費	-	16,875,000	16,875,000	16,875,000	...	16,875,000	16,875,000
人事費	-	24,725,000	24,725,000	24,725,000	...	24,725,000	24,725,000
藥劑及水費	-	17,473,297	17,473,297	17,473,297	...	17,473,297	17,473,297
用電費(維修外購電力)	-	300,000	300,000	300,000	...	300,000	300,000
其餘雜費	-	8,935,682	8,935,682	8,935,682	...	8,935,682	8,935,682
清理雜舍費	-	8,679,452	8,679,452	8,679,452	...	8,679,452	8,679,452
運輸費	-	2,025,755	2,025,755	2,025,755	...	2,025,755	2,025,755
儲存費	-	8,910,000	8,910,000	8,910,000	...	8,910,000	8,910,000
成本面合計	675,000,000	87,924,186	87,924,186	87,924,186	...	87,924,186	87,924,186
成本面現值	675,000,000	83,737,320	79,749,829	75,952,218	...	34,794,586	33,137,701
現金流入							
售電收入	-	66,655,371	66,655,371	66,655,371	...	66,655,371	66,655,371
售灰(肥料)收入	-	42,694,140	42,694,140	42,694,140	...	42,694,140	42,694,140
收入面合計	-	109,349,511	109,349,511	109,349,511	...	109,349,511	109,349,511
收入面現值	-	104,142,391	99,183,230	94,460,219	...	43,273,315	41,212,681
淨利潤	-675,000,000	21,425,325	21,425,325	21,425,325	...	21,425,325	21,425,325
淨現值	-675,000,000	20,405,071	19,433,401	18,508,001	...	8,478,729	8,074,980

資料來源：本研究整理

表 23 情境 3 現金流量表

單位：元	第 0 年	第 1 年	第 2 年	第 3 年	...	第 19 年	第 20 年
現金流出							
初設投資費用	675,000,000	-	-	-	...	-	-
維護費	-	16,875,000	16,875,000	16,875,000	...	16,875,000	16,875,000
人事費	-	24,725,000	24,725,000	24,725,000	...	24,725,000	24,725,000
藥劑及水費	-	17,473,297	17,473,297	17,473,297	...	17,473,297	17,473,297
用電費(維修外購電力)	-	300,000	300,000	300,000	...	300,000	300,000
其餘雜費	-	8,935,682	8,935,682	8,935,682	...	8,935,682	8,935,682
購料費	-	0	0	0	...	0	0
運輸費	-	2,025,755	2,025,755	2,025,755	...	2,025,755	2,025,755
儲存費	-	8,910,000	8,910,000	8,910,000	...	8,910,000	8,910,000
成本面合計	675,000,000	79,244,734	79,244,734	79,244,734	...	79,244,734	79,244,734
成本面現值	675,000,000	75,471,175	71,877,310	68,454,581	...	31,359,832	29,866,507
現金流入							
售電收入	-	66,655,371	66,655,371	66,655,371	...	66,655,371	66,655,371
售灰(肥料)收入	-	42,694,140	42,694,140	42,694,140	...	42,694,140	42,694,140
收入面合計	-	109,349,511	109,349,511	109,349,511	...	109,349,511	109,349,511
收入面現值	-	104,142,391	99,183,230	94,460,219	...	43,273,315	41,212,681
淨利潤	-675,000,000	30,104,777	30,104,777	30,104,777	...	30,104,777	30,104,777
淨現值	-675,000,000	28,671,216	27,305,920	26,005,638	...	11,913,483	11,346,174

資料來源：本研究整理

依據前述各投資報酬分析法以及現金流量表為計算基礎，並由經濟部能源局(2009)之「再生能源電能躉購費率審定會議」中所提及之生質能與廢棄物類別折現率 5%為假設來計算，以各期成本(C_t)及各期收入(R_t)帶入公式計算後，結果可發現於情境 1 之淨現值(NPV)為 $-1,656,962,643 < 0$ ，IRR 為負無限(因每期利潤皆為負值) $<$ 方案設定報酬門檻 5%，折現還本期間為無窮；情境 2 之淨現值(NPV)為 $-407,993,094 < 0$ ，IRR 為 $-3.99\% <$ 方案設定報酬門檻 5%，折現還本期間大於 50 年；而情境 3 之淨現值(NPV)為 $-299,827,937 < 0$ ，IRR 為 $-1.06\% <$ 方案設定報酬門檻 5%，折現還本期間亦大於 50 年(表 24)，由分析結果可知，雞糞燃燒發電廠於尚無政府單位任何法令政策輔助及現金補貼之下，各情境皆不具備投資可行性，故下節將進行可能之補助政策的敏感度分析。

表 24 各情境成本效益分析結果表

情境別	淨現值(NPV)	內部報酬率(IRR)	折現還本期間(DPP)
情境 1	-1,656,962,643	-	-
情境 2	-407,993,094	-3.99%	大於 50 年
情境 3	-299,827,937	-1.06%	大於 50 年

資料來源：本研究整理

第三節 敏感度分析

由前節之結果可知，雞糞燃燒發電廠於無政府單位任何法令政策輔助及現金補貼之下，各情境皆不具備投資可行性，故此節將對於政府可能之相關補助方式進行敏感度分析以提供政府於政策上可行之建議。

於此會以淨現值為敏感度分析所觀看之變動幅度指標，因內部報酬率法有其評估之盲點存在，兩規模一樣但現金流量時間期間差異大之投資計劃，內部報酬率法會傾向選擇較早回收之計劃，但卻不一定帶來最大之淨效益；此外兩個方法對於再投資報酬率的假設不同，再投資報酬率為某方案所獲取之現金流量再投資時所能獲取之報酬率，而內部報酬率法假設在投資率為該方案之內部報酬率，但淨現值法假設再投資率為該方案之資金成本(折現率)，可知淨現值法的假設較為合

理。

首先於各情境下對初始設備補助進行敏感度分析，分別以補助 20%、40%以及 60%為變動幅度可發現：在情境 1 之下，即使對於燃燒發電廠初始設備進行補助亦可由淨現值皆為負值而發現其並不具有投資的潛在可行性；在情境 2 之下，對於燃燒發電廠初始設備補助幅度於大於 60%(critical point)時即會開始具有投資的潛在可行性；而在情境 3 之下，對於燃燒發電廠初始設備補助幅度則是於大於 44%(critical point)時即會開始具有投資的潛在可行性，若是設備補助幅度為 60%時，則會有正的淨現值 105,172,063 產生(表 25)。

表 25 初始設備補助敏感度分析表

初始設備	補助幅度(%)	淨現值(元)	損益平衡臨界值
情境 1	20%	-1,521,962,643	無
	40%	-1,386,962,643	
	60%	-1,251,962,643	
情境 2	20%	-272,993,094	補助 > 60%時
	40%	-137,993,094	
	60%	-2,993,094	
情境 3	20%	-164,827,937	補助 > 44%時
	40%	-29,827,937	
	60%	105,172,063	

資料來源：本研究整理

而於各情境下對售電價格補貼進行敏感度分析可發現：在情境 1 之下，對於燃燒發電廠售電價格之補貼幅度須超過 100%時才会有潛在的投資可行性；在情境 2 之下，對於燃燒發電廠售電價格之補貼於大於 49%(critical point)時即開始具有潛在的投資可行性，若是售電價格補貼幅度為 60%時，則會有正的淨現值 90,410,864 產生；而在情境 3 之下，對於燃燒發電廠售電價格之補貼則是於大於 36%(critical point)時即開始具有投資的潛在可行性，若是售電價格補貼幅度為 40%時，會有正的淨現值 32,441,360 產生，售電價格補貼幅度若達 60%時，則會有正的淨現值

198,576,021 產生(表 26)。



表 26 售電價格補貼敏感度分析表

售電價格	補貼幅度(%)	每度價格(元)	淨現值(元)	損益平衡臨界值
情境 1	20%	2.4	-1,490,827,995	無
	40%	2.8	-1,324,693,346	
	60%	3.2	-1,158,558,686	
情境 2	20%	2.4	-241,858,445	補貼 > 49%時
	40%	2.8	-75,723,797	
	60%	3.2	90,410,864	
情境 3	20%	2.4	-133,693,288	補貼 > 36%時
	40%	2.8	32,441,360	
	60%	3.2	198,576,021	

資料來源：本研究整理

最後，由上述兩表亦可發現：對於售電價格進行補貼對淨現值之變動幅度會大於對初始設備進行補助之淨現值變動幅度，即售電價格為對於雞糞燃燒發電廠之投資具有較高敏感度之變數，因此政府單位若欲推動雞糞燃燒發電方案，則售電價格是可以優先考量之補貼項目，且由於台灣目前再生能源發電之各種類型電價補貼政策中，尚無雞糞燃燒發電之生質能種類，而前述售電價格之估算僅是以目前一般垃圾直接燃燒之售電價格每度 2 元為計算方式，故此種尚待本國發展之雞糞生質能燃燒發電類型於售電價格補貼政策上仍十分具有發展的可行空間。

而由於情境 1 之直接有償原料購得狀況下不具有投資可行性，故政府單位可於情境 2 之清理雞舍條件交換及情境 3 之無償取得等狀況下斟酌補貼幅度之考量，即若欲降低財政負擔之額度，建議可搭配如加強雞糞農地施肥之氣味汙染開罰或禁止直接使用乾燥後之生雞糞於農地等政策，方可達成情境 2 或情境 3，使設立雞糞燃燒發電廠具有投資的可行性。

另於情境 3 之免購料費狀況亦可於養雞戶本身加入投資燃燒發電廠時達成，即如同國外之雞糞發電廠在政府適度補助下，由養雞戶、雞肉業者甚至於能源公司等可能之關係事業共同投資來組成。

第六章 結論與未來研究建議



世界上較先進之國家近年來紛紛加強對於使用再生能源的重視性，投入研究適合自身國家加以發展之再生能源類別，而台灣地區因地狹人稠，故能源的利用絕大多數需仰賴進口以供應其使用量，為跟上世界趨勢，政府單位近年亦積極投入於加強我國之能源自主性與再生能源之發展。

而關於飼養禽類所產生之糞便廢棄物，若未經適當之前處理使其腐熟，直接做為肥料來使用極易造成環境惡臭氣味以及土地氮肥過量等汙染問題，是當前急需重視及改善之議題。

於台灣養雞戶糞便處理特性方面，蛋雞糞通常清出後會先置於空地上曝曬、翻攪後方由卡車運送走售予雞糞商，而肉雞糞則是從場中清出後便直接由卡運送走售予雞糞商；雞糞清除的頻率方面，蛋雞糞因須先經曝曬之關係，故大部份約為 1~2 個月左右清除一次，而肉雞糞則是待雞隻長成後再將糞便整場一次清出，故約為 6~12 周左右會清除一次；此外關於雞糞之出售價格方面，目前蛋雞糞售價約為每袋 55~75 元左右(一袋約 30~50 公斤不等)，而肉雞糞之計算方式則是以每隻雞來計價，約為每隻雞 0.8~1.2 元左右；在雞糞之供給意願方面，大多數之養雞戶是同意於提供雞糞予燃燒發電廠再利用的，但對於影響其提供雞糞意願之顯著因素，以出售方式之不同對其有顯著差異性存在，即目前有償出售雞糞之養雞戶願意提供雞糞原料的比率為 94.7%，顯著高於目前無償給出雞糞之養雞戶比例 57.1%，而目前無償給出雞糞之養雞戶不願意提供雞糞原料的比率為 42.9%，顯著高於目前有償出售雞糞之養雞戶比例 5.7%；而目前出售雞糞方式為無償給出之雞農，其對於提供雞糞予燃燒發電廠之勝算比(同意機率/不同意機率)是目前出售雞糞方式為有償售出之雞農的 0.042 倍，故若是該雞糞燃燒發電方式於原料供給量有所不足時，則可藉由法令規定禁止直接使用生雞糞於農地，如此一來雞糞對於養雞戶反而是多一步驟的處理困擾，如此方為對於不同意提供雞糞者最具有顯著影響力之關鍵點所在。

於設廠鄉鎮選擇方面，在所設定之發電廠燃燒量、待選擇區域、各鄉鎮可提供產量等背景條件限制式之下，經由線性規劃方法以運輸成本最小化為目標，結果以彰化縣當中之芳苑鄉為最適合之雞糞燃燒發電廠設立鄉鎮，其運輸費用總成

本為每日運送三百公噸之雞糞花費約 6,138.6502 元，且其所需要之雞糞原料供給範圍由芳苑鄉及二林鎮兩鄉鎮所組成即已足夠。

於投資成本效益方面，雞糞燃燒發電廠於無政府單位任何法令政策補助或現金補貼之狀況下，情境 1~情境 3 皆不具備投資可行性，而若對於初始設備進行補助，情境 1 亦不具投資可行性、情境 2 則是於補助幅度大於 60%時、情境 3 於補助幅度大於 44%時會開始具有投資可行性；若是對於售電價格進行補貼，情境 1 亦不具投資可行性、情境 2 則是於補貼幅度大於 49%時、情境 3 於補貼幅度大於 36%時會開始具有投資可行性；此外，對於售電價格進行補貼之淨現值變動幅度會大於對初始設備進行補助時之變動幅度，故可知售電價格為對於雞糞燃燒發電廠有較高敏感度之變數，因此政府單位若欲推動雞糞燃燒發電方案，則售電價格是可以優先考量之補貼項目，且台灣目前尚未對於此種雞糞生質能發電算入再生能源補貼類型中，故是具有發展空間的；若欲降低政府財政負擔之額度，建議可搭配如加強雞糞農地施肥之氣味汙染開罰或禁止直接使用乾燥後之生雞糞於農地等政策，方可達成如情境 2 及情境 3 等具有投資可行性之情況，可知此種尚待發展之雞糞生質能燃燒發電是具有其發展可行空間的。

另於情境 3 之免購料費狀況亦可於養雞戶本身加入投資燃燒發電廠時達成，即如同國外之雞糞發電廠在政府適度補助下，由養雞戶、雞肉業者甚至於能源公司等可能之關係事業共同投資來組成。而本研究僅係針對燃燒發電廠之成本、收益項目做貨幣面的經濟投資可行性評估，對未來之研究方向建議亦可對於投資可能對象做相關意願之調查，於有此篇設廠相關之成本效益分析後，再訪問可能的投資者，方具有可讓其參考之依據及回答意願，甚至對於將部分電力回饋給投資者或公眾對設立雞糞發電廠反應之外部性議題亦是未來研究可探討的面向。

參考文獻



中興工程顧問股份有限公司，2013。『雞糞資源化結案報告』。台北：中興。
王濟川、郭志剛，2010。『Logistic 回歸模型－方法及應用』。台北：五南。
石林鎧，2006。「台灣未來生質能源發展初步評估」，『全球變遷通訊雜誌』。

50 期，1-6。

行政院農業委員會，2013。『農委會統計及出版品-畜禽統計調查結果』。台北：行政院農業委員會。

(<http://agrstat.coa.gov.tw/sdweb/public/book/Book.aspx>)(2013/12/20).

行政院經濟部能源局^d，2008。『永續能源政策綱領』。台北：經濟部能源局。

(https://web2.moeaboe.gov.tw/cgi-bin/search/query.cgi?tmpl=moeaboe_web&db=moeaboe_web&descps=moeaboe_web&fdate=&fsize=&sortby=score&direction=down&n=10&enc=utf8&newquery=1&uilang=&syno=0&homo=0&q=%E6%B0%B8%E7%BA%8C%E8%83%BD%E6%BA%90%E6%94%BF%E7%AD%96%E7%B6%B1%E9%A0%98)(2013/7/6).

行政院經濟部能源局^e，2009。『再生能源電能躉購費率審定會 98 年度第 2 次會議討論議案』。台北：經濟部能源局。

(http://web3.moeaboe.gov.tw/ECW/renewable/content/ContentLink.aspx?menu_id=778)(2013/4/17).

行政院經濟部能源局^c，2012。『100 年能源局年報』。台北：經濟部能源局。

(http://web3.moeaboe.gov.tw/ECW/populace/content/ContentLink.aspx?menu_id=137)(2013/11/27).

行政院經濟部能源局^a，2013。『101 年能源局年報』。台北：經濟部能源局。

(http://web3.moeaboe.gov.tw/ECW/populace/content/ContentLink.aspx?menu_id=137)(2014/3/18).

行政院經濟部能源局^b，2013。『能源供給表』。台北：經濟部能源局。

(https://web2.moeaboe.gov.tw/cgi-bin/search/query.cgi?tmpl=moeaboe_web&db=moeaboe_web&descps=moeaboe_web&fdate=&fsize=&sortby=score&direction=down&n=10&enc=utf8&newquery=1&uilang=&syno=0&homo=0&q=%E8%83%BD%E6%BA%90%E4%BE%9B%E7%B5%A6%E8%A1%A8) (2013/7/22).

行政院經濟部，2009。『再生能源政策-民意調查報告書』。台北：行政院經濟部。

(http://web3.moeaboe.gov.tw/ECW/renewable/content/ContentLink.aspx?menu_id=779)(2014/2/10).

呂涵靜，2008。「台灣疏伐木生產酒精和電力之成本效益分析」。碩士論文，台灣大學森林環境暨資源學系。

余政達、楊明浩、李英裕、蔡宏達，2006。「地方再生能源之潛力與經濟評估」，『中華民國環境保護學會學刊』。29 卷，1 期，11-28。

李偉嘉，2009。「台灣利用短輪伐期木質作物生產生質酒精之成本效益分析」。碩士論文，台灣大學森林環境暨資源學系。

李德威，2006。「建築廢棄物收容處理場所設置最佳區位評選之研究」。碩士論文，中央大學營建管理研究所。

施敏，2011。『財政學(概要)』。台北：高點。

施華，2010。「社區發展太陽能發電系統之成本效益評估」，『工業安全衛生月刊』。247 期，42-60。

陳得財，1997。「不同雞糞堆肥化模式之堆肥品質及成本效益之研究」。碩士論文，台灣大學畜產學研究所。

彰化縣政府農業處，2013。『雞糞對禽流感的評估及風險』。彰化：彰化縣政府。

魏國棟，2004。「農業廢棄物有效利用之研究：固態衍生燃料產銷分析」，發表於台灣農業與資源經濟學會學術研討會。台北：台北大學。

藤間雅幸，2010。「日本宮崎縣互利共生的肉雞產業與雞糞發電介紹」，『畜產專論』，8 月號，13-19。日本農畜產業振興機構。

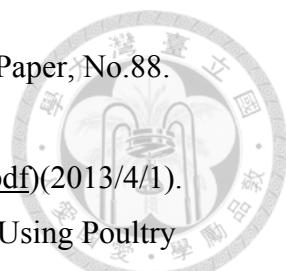
Brown, L.R., J. Larsen, and B. Fischlowitz-Roberts, 2002. The Earth Policy Reader. New York: Norton. 引用於余政達、楊明浩、李英裕、蔡宏達，2006。

「地方再生能源之潛力與經濟評估」，『中華民國環境保護學會學刊』。29 卷，1 期，11-28。

Chastain, J.P., A.C. Valle, and K.P. Moore, 2012. "Using Broiler Litter as an Energy Source: Energy Content and Ash Composition," Applied Engineering in Agriculture. 28(4): 513-522.

Fibrowatt, 2010. Fibrowatt LLC Home Page.

- (<http://www1.e.btwebworld.com/fibrowatt/US-Corporate/index.html>)(2013/7/7).
- Flora, J.R.V., and C. Riahi-Nezhad, 2006. "Availability of Poultry Manure as a Potential Bio-fuel Feedstock for Energy Production," Final Report. University of South Carolina: Department of Civil and Environmental Engineering. (<http://www.energy.sc.gov/publications/Poultry%20Litter%20Final%20Report.pdf>) (2013/4/8).
- Hu, M.C., C.H. Lin, C.A. Chou, S.Y. Hsu, and T.H. Wen, 2011. "Analysis of Biomass Co-Firing Systems in Taiwan Power Markets Using Linear Complementarity Models," *Energy Policy*. 39: 4594-4600.
- Jensen, K.L., R.K. Roberts, E. Bazen, R.J. Menard, and B.C. English, 2010. "Farmer Willingness to Supply Poultry Litter for Energy Conversion and to Invest in an Energy Conversion Cooperative," *Journal of Agricultural and Applied Economics*. 42(1): 105-119.
- Kung, C.C., B.A. McCarl, and X. Cao, 2013. "Economics of Pyrolysis-Based Energy Production and Biochar Utilization: A Case Study in Taiwan," *Energy Policy*. 60 : 317-323.
- Lichtenberg, E., D. Parker, and L. Lynch, 2002. "Economic Value of Poultry Litter Supplies In Alternative Uses," Policy Analysis Report, No. 02-02. Maryland: Center for Agricultural and Natural Resource Policy. (<http://www.naturalresources.umd.edu/Publications/PDFs/Other/PoultryLitter.pdf>) (2013/4/1).
- Li, S., A. Wu, S. Deng, and W. Pan. 2008. Effect of Co-Combustion of Chicken Litter and Coal on Emissions in a Laboratory-Scale Fluidized Bed Combustor, *Fuel Processing Technology*, Vol. 7 (12). 引用於 Perera, P., R.P. Vlosky, R. Perera, and P. Darby, 2010. "Potential of Using Poultry Litter as a Feedstock for Energy Production," Working Paper, No.88. Louisiana: Forest Products Development Center. (http://www.lfpdc.lsu.edu/publications/working_papers/wp88.pdf)(2013/4/1).
- McCarl, B.A., and T.H. Spreen, 2002. Linear Programming Modeling. (<http://agecon2.tamu.edu/people/faculty/mccarl-bruce/books.htm>)(2014/2/4).
- Martin, J.H. 2006. Options for Using Poultry Litter as a Source of Energy. 引用於 Perera, P., R.P. Vlosky, R. Perera, and P. Darby, 2010. "Potential of Using

- 
- Poultry Litter as a Feedstock for Energy Production,” Working Paper, No.88. Louisiana: Forest Products Development Center.
(http://www.lfpdc.lsu.edu/publications/working_papers/wp88.pdf)(2013/4/1).
- Perera, P., R.P. Vlosky , R. Perera, and P. Darby, 2010.“Potential of Using Poultry Litter as a Feedstock for Energy Production,” Working Paper, No.88. Louisiana: Forest Products Development Center.
(http://www.lfpdc.lsu.edu/publications/working_papers/wp88.pdf)(2013/4/1).
- Whittington, A., 2007. “Availability of Poultry Litter as an Alternative Energy Feedstock: The Case of Mississippi,”Selected Paper Session, Mississippi State University: Southern Agricultural Economics Association.
(<http://ageconsearch.umn.edu/bitstream/34840/1/sp07wh01.pdf>)(2013/4/30).
- Zerbe Jr, R.O., and A.S. Bellas, 2006.A Primer for Benefit-Cost Analysis. Edwad Eldar.引用於呂涵靜，2008。「台灣疏伐木生產酒精和電力之成本效益分析」。
碩士論文，台灣大學森林環境暨資源學系。

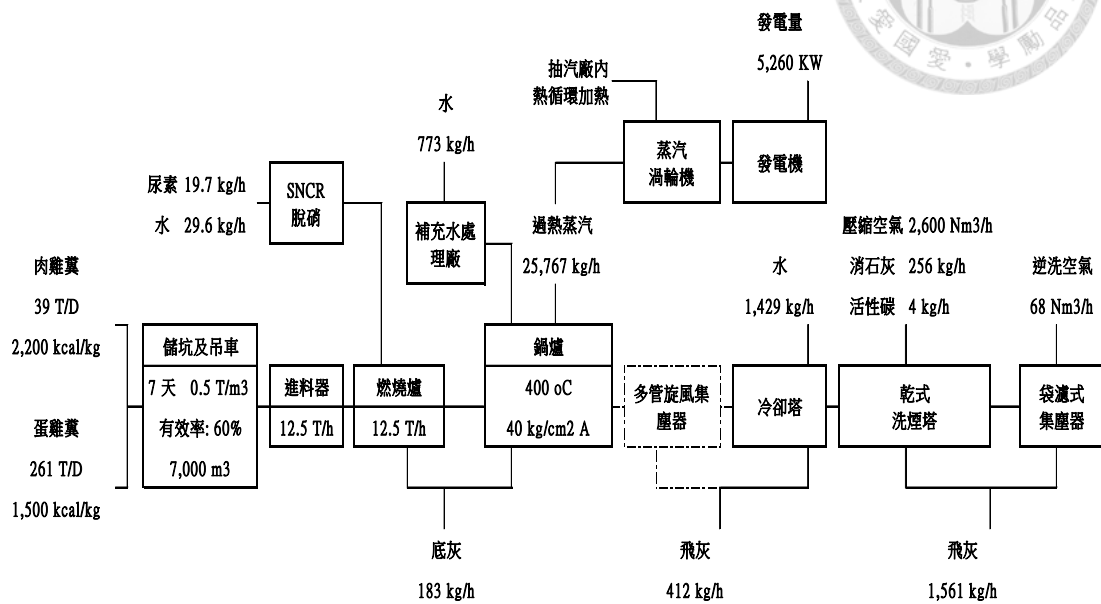
附錄

附錄 1 經濟部公告 102 年再生能源(太陽光電除外)發電設備躉購費率表

再生能源類別	分類	裝置容量級距	躉購費率(元/度)
風力	陸域	1 瓩以上不及 10 瓩	7.3562
		10 瓩以上*	2.6258
	離岸	無區分	5.5626
川流式水力	無區分	無區分	2.4652
地熱能	無區分	無區分	4.8039
生質能	無厭氧消化設備	無區分	2.4652
	有厭氧消化設備		2.8014
廢棄物	無區分	無區分	2.8240
其他	無區分	無區分	2.4652
*：未加裝低電壓持續運轉能力(LVRT)者，躉購費率為 2.5924 元/度。			

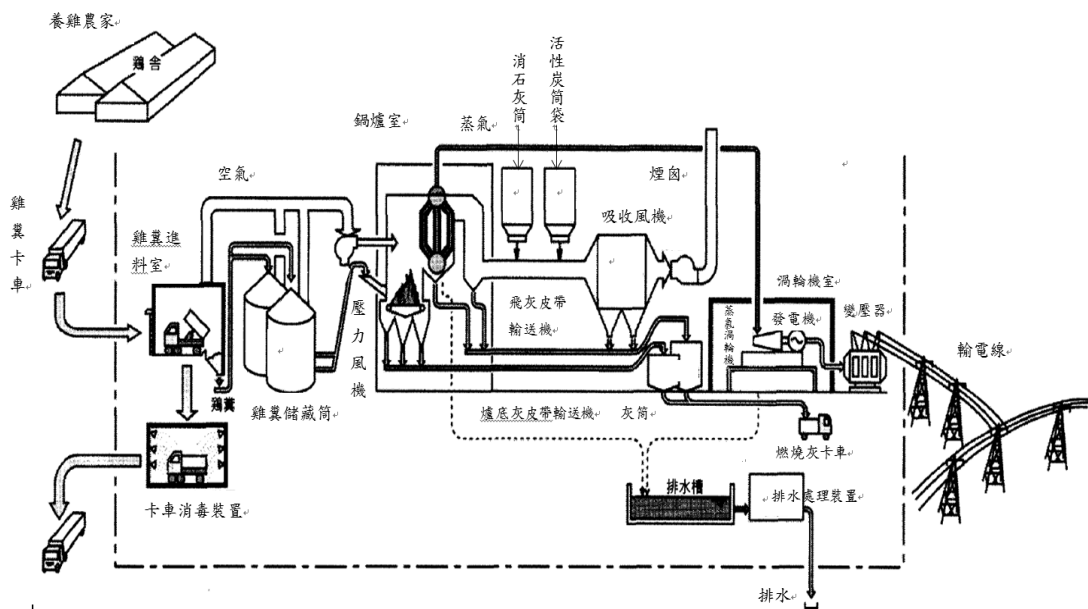
資料來源：經濟部能源局

附錄2 彰化縣芳苑鄉雞糞焚化發電示範廠(300TPD)處理流程暨主要功能參數



資料來源：中興工程

附錄3 發電廠設備流程圖



資料來源：中興工程

附錄 4 問卷設計



「國內養雞業者參與區域性雞糞燃燒發電之意願調查」

本問卷調查，主要是希望能協助農委會了解養雞業者參與區域性禽糞燃燒發電的意願，所收集的調查資料僅用於研究分析，個人資料絕對保密，敬請安心填答，謝謝您！

國立台灣大學農業經濟學系、動物科學技術學系

教授：徐世勳、蘇忠楨

研究助理：許聖民、蕭為澤

敬啟

問卷編號：_____

本計劃將規劃並評估在養雞場較密集的地區設立區域性集中雞糞燃燒發電，區域性集中雞糞燃燒發電廠規劃之條件如下：

1. 規劃地區：彰化地區
2. 雞糞種類：蛋雞糞、肉雞糞
3. 雞糞總收集量：每日處理 300 公噸雞糞(約 11 萬噸/年)
4. 收集方式：雞糞以集運卡車載運
5. 雞糞提供條件：無償提供或有償收購
6. 處理方式：雞糞燃燒
7. 資源回收：發電販售
8. 效益分析：售電收益
9. 成本分析：報酬率、還本年限

敬請耐心填答相關資料，謝謝！

背景說明

禽畜糞朝向資源化處理就是將禽畜糞轉變成可以再回收利用的資源，例如雞糞燃燒發電等；以畜禽糞廢棄物來作再生能源的轉換是目前的國際新趨勢。如果農政單位在養雞場密集區設置雞糞燃燒發電廠，雞糞可以每日處理，不會造成臭氣及環境污染，並可以售電(或販售無機肥料)維持發電廠之營運，應該是另一種雞糞處理的選擇。

一、養雞戶飼養資料：

1.場址所在地：(請勾選)

☐彰化縣 一

☐彰化市 ☐鹿港鎮 ☐和美鎮 ☐線西鄉 ☐伸港鄉 ☐福興鄉

☐秀水鄉 ☐花壇鄉 ☐芬園鄉 ☐員林鎮 ☐溪湖鎮 ☐田中鎮

☐大村鄉 ☐埔鹽鄉 ☐埔心鄉 ☐永靖鄉 ☐社頭鄉 ☐二水鄉

☐北港鎮 ☐二林鎮 ☐田尾鄉 ☐埤頭鄉 ☐芳苑鄉 ☐大城鄉

☐竹塘鄉 ☐溪州鄉

2.養雞場類別：(請勾選)

☐蛋雞場 ☐肉雞場 ☐其他：_____

3.經營方式：(請勾選)

☐場主自營 ☐租場經營 ☐其他：_____

4.場地飼養雞隻數：_____隻

5.年飼養批數：_____批

6.雞糞出售方式：(請勾選)

☐有償售出 ☐無償給出



二、養雞戶雞糞相關議題：

1. 目前處理雞糞方式：(請勾選)

☐直接清運出場

(☐無償給下游雞糞商 ☐有償出售給下游雞糞商

☐無償給下游堆肥場 ☐有償出售給下游堆肥場)

☐先簡易堆置翻攪、曝曬乾燥

(☐自行零售 ☐無償現場自取 ☐無償給下游雞糞商

☐有償出售給下游雞糞商☐集中出售給下游堆肥場

☐無償給下游堆肥場)

☐有自設之堆肥場(舍)處理

(☐堆肥品自行零售☐堆肥品無償現場自取

☐堆肥品集中販售予下游經銷商)

☐其它：_____

2. 每批雞糞產量：_____袋(每袋：_____公斤)

或 每批雞糞產量：_____噸

3. 雞糞(或堆肥品)有償出售價格(現場提貨，僅有償出售者填此題)：

每袋_____元(一袋：_____公斤) 或 每公斤_____元

或 每隻雞_____元

4. 雞糞之雞舍現場清除：

(1)頻率(多久清一次)：_____

(2)清除雞糞方式：(請勾選) ☐人工清除 ☐機械清除

(3)雞舍現場清除雞糞成本(含人工、機具用、油料等)：

(☐每公斤 ☐每袋)_____元 或 每批_____元

或其他計算方式：_____



5.清除出雞糞之現場前處理及儲存：(請勾選)

☐馬上清運出場

☐先現場前處理及儲存

(1) 集中曝曬，曝曬日數：_____天

(2) 定期翻攪(☐無 ☐有，頻率：_____/____天/次)

三、意願調查：

1.對於雞糞燃燒發電廠，您是否會願意供應雞糞：(請勾選)

☐同意 ☐不同意

2.若您同意供給雞糞燃燒發電方案，雞糞願售方式建議為：(請勾選)

☐同意無償提供(0 元)

☐需有償提供(到場提貨)：

3.其他寶貴意見：

資料來源：本研究整理