

行政院原子能委員會  
委託研究計畫研究報告

第一代及第二代酒精工廠共構生產效益評估計畫

**The Benefit Evaluation for Co-constructed and Co-Production by  
the First and Second Generation Ethanol Plants**

計畫編號：1002001INER091

受委託機關(構)：財團法人台灣經濟研究院

計畫主持人：左峻德 所長

聯絡電話：02-2586-5000 分機 906

E-mail address：d1948@tier.org.tw

核研所聯絡人員：張德明 博士

報告日期： 100 年 11 月 30 日

## 目 錄

中文摘要.....	I
ABSTRACT.....	II
壹、計畫緣起與目的.....	1
貳、研究方法與過程.....	4
一、本土生質酒精料源可供應性.....	5
二、國產酒精生產成本分析.....	5
三、發展生質酒精經濟效益分析.....	6
參、主要發現與結論.....	7
一、纖維料源集運模式分析.....	7
(一)國內纖維料源潛能評估.....	7
(二)國內設置生質酒精工廠之潛能區域評估.....	9
二、不同設置情境下之酒精生產成本分析.....	21
(一)情境一：第二代酒精工廠單獨建置生產成本分析.....	25
(二)情境二：第一代與第二代酒精工廠共構生產成本分析.....	26
(三)情境三：第二代酒精工廠與焚化爐共構生產成本效益分析.....	30
三、台灣發展生質酒精經濟效益分析.....	32
(一)台灣發展生質酒精之潛力評估.....	32
(二)台灣發展生質酒精經濟效益評估.....	34
四、結論.....	38
肆、參考文獻.....	41

## 中文摘要

本研究將由本土料源可供應性、料源生產和集運成本、酒精產製成本及設備成本等構面，完成國內第一代及第二代酒精工廠共構生產之效益評估。研究方法將先以本土生質酒精料源之產量與產地分佈進行調查，其次再盤點國內各縣市可利用之土地資源，從而推估各項料源轉換為生質酒精之潛量。之後再分為三種情境模式：第二代纖維酒精工廠單獨建置、第一代及第二代酒精工廠共構及第二代酒精工廠與焚化爐共構等情境模式，分別探討其潛力設置地點、最適經濟規模及產能潛量。其後，本研究將依上述情境模式，進行酒精廠建置之酒精生產成本分析，進而評估國內最適設廠情境。

**關鍵詞：**纖維酒精、一二代酒精工廠共構、經濟效益、廠址評估、成本分析

## **Abstract**

The objective of this project lies in the implementation of benefit evaluation for the co-constructed and co-production of the first and second generation ethanol plants in Taiwan area in accordance with dimensions of available local material sources, the production of materials and transportation costs, production costs of ethanol as well as equipment costs etc. As to the research methodology, this study firstly investigated the productions, locations and distribution quantities of local sources of bioethanol materials, and secondly, this study had checked the available land resources in each domestic counties and cities in order to estimate the material sources of each kind of material that could be convert into the potential volume of bioethanol materials thereof. And afterwards, this study survey the potential locations, optimum economical scale, and potential volume of production from the prospective of three contextual models respectively, which comprised: a). to construct the second-generation cellulosic ethanol plant separately, b). to co-construct the first and second generation ethanol plants, and c).to co-construct the second-generation ethanol plant together with incinerators etc. After that, this study would conduct the analysis of

production costs for the construction of ethanol plants according to above contextual models.

**Keywords:** cellulosic ethanol, co-construction of 1<sup>st</sup> and 2<sup>nd</sup> ethanol plant, economic benefit, plant location assessment, cost analysis

## 壹、計畫緣起與目的

國際上對於生質能的利用，目前包含用於車用替代燃料之生質燃料、生質燃燒供熱及生質能發電等層面。生質燃料依其使用原料及生產程序可分為第一代及第二代生質燃料，其產物亦有所差別，比較內容詳如表 1 所示。第一代生質燃料指利用植物的油、糖或澱粉，透過生物化學路徑生產生質柴油 (Bio-diesel) 或生質酒精 (Bio-ethanol)；第二代生質燃料則利用纖維素、半纖維素及生物廢棄物，以生物化學或熱化學路徑生產纖維酒精，或利用熱化學路徑生產生質轉化液體(biomass to liquid, BTL)燃料，其中 BTL 燃料類似目前化石燃料衍生的汽油或柴油組成之合成燃料，因而可使用既有的油品配銷系統與車輛標準引擎。

表 1 第一代及第二代生質燃料簡易分類表

	生質燃料			合成燃料
	第一代		第二代	
原料	植物油/脂	糖/澱粉作物	木質纖維生質物	木材、能源作物、生物廢棄物
程序	酯交換	發酵	酵素水解、發酵	氣化、Fischer-Tropsch 合成、產物純化
產物	生質柴油	生質酒精	纖維酒精	BTL

資料來源：Rudloff, 2007；蘇美惠(2009)

目前第一代生質酒精與生質柴油已商業化應用，但因所使用之料源與糧食作物重疊性過高，存在著與人爭糧之爭議。2009 年全球使用穀物作為燃料酒精料源已達全球穀物總消費量 7%，其中美國

2009 年使用玉米作為酒精料源比重更達 33%，因此纖維料源所扮演的角色日益重要。第二代生質燃料之技術雖尚未能成熟應用，但由於可利用糧食作物之農業殘留物作為料源，避免造成糧食作物價格波動、土地使用變動較低的優點，且可避免大量砍伐原始森林，其能源能量產出與二氧化碳減量效果皆較第一代生質燃料為佳，因此，已成為各國研發投入重點項目。

台灣長期以來能源對外依存度高達 99.4%，二氧化碳人均排放量高居全球第 17 位，因此，發展潔淨替代能源或再生能源更是刻不容緩。在各項再生能源中，大多屬於電能應用，其中車用替代燃料中目前以第一代生質酒精和生質柴油已廣泛商業化應用。2010 年全球生質酒精產量已達 8,710 萬公秉，佔全球生質燃料 80%，近期主要探討重點已偏向製程的整合及能源使用效率的改善。根據 Dias 等學者研究，第一代與第二代酒精工廠共構能夠共用部分基礎設備，減少建廠成本，並透過製程整合進而可降低酒精生產成本(Dias et al., 2009; Dias et al., 2011)。

台灣稻作面積高達 10 萬公頃，為國內單一作物種植量最高者。也因此，每年產生高達 130~150 萬公噸稻稈農業廢棄物，除了少部分已作為田間雜草防制、養菇或堆肥使用外，大部分農民仍採露天焚燒，產生的煙霧不但影響交通安全，更造成空氣污染；雖然政府

鼓勵農民採切碎掩埋，做為田間有機肥料，但也因為一、二期作時間過於接近，稻稈尚未腐爛即需行整地灌溉，造成稻稈堵塞灌溉溝渠現象。此外，國內雙期連休長期為耕種的土地面積高達 6 萬公頃，政府每年補貼新台幣 54 億元鼓勵農民休耕，在缺乏經濟活動下，農村逐漸老化凋零。因此，本研究將從農業廢棄物再利用與活化休耕地著眼，探討國內未來發展生質酒精，可利用料源之發展潛能、酒精工廠廠址選擇、以及酒精工廠不同營運模式下之成本效益比較分析。



## 貳、研究方法與過程

本研究將從國內可能發展的第一代及第二代生質酒精能源作物及纖維料源進行探討，包含甘蔗、玉米、甘藷、甜高粱、稻稈、蔗渣等，盤點國內可利用之土地資源，進而推估各項料源轉換為生質酒精之潛量，並評估適合發展生質酒精料源區與酒精工廠的腹地，分析料源生產與集運成本、酒精產製成本及設備成本，以完成國內第一代及第二代酒精工廠共構生產之效益評估。有關研究流程詳如圖 1 所示。

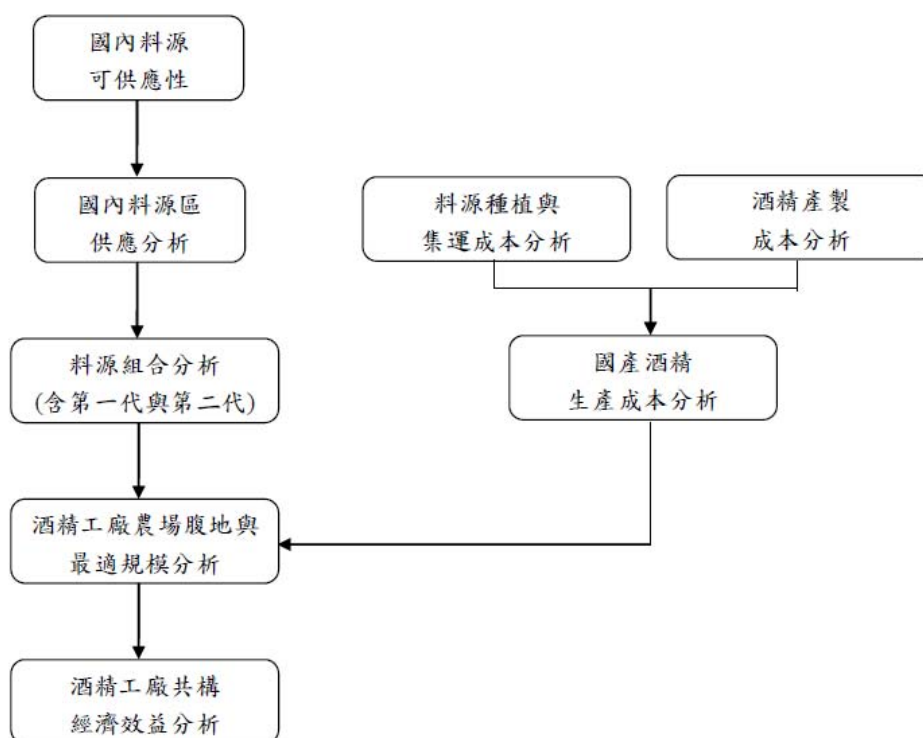


圖 1 研究流程圖

## 一、本土生質酒精料源可供應性

為瞭解本土生質酒精料源之發展潛力，本計畫將從國內可供利用之料源進行產量與產地分佈調查甘蔗、玉米、甘藷、甜高粱、稻稈與蔗渣等，盤點國內可利用之土地資源，以推估各項料源轉換為生質酒精之潛量，並評估適合發展生質酒精料源區與酒精工廠的腹地。

## 二、國產酒精生產成本分析

一般而言，生質燃料的生產成本主要包括料源成本、產製成本與固定成本三部分。料源成本包括原料種植、採收、乾燥及運輸成本，並扣除副產品例如 DDGS 之收益；產製成本則包括人力、藥劑、能源、設備維護等成本及其他經常性支出，並扣除副產品例如蔗渣發電貢獻之收益；固定成本主要為硬體投資成本，且需考量折舊費及利息償還等費用。第二代纖維酒精之料源係採用農業廢棄物或纖維作物，目前國內可利用之纖維料源包括蔗渣、稻稈、狼尾草、玉米稈、香蕉假莖和廢木材。其中稻稈為稻米採收後的農殘物，料源端成本為稻稈集運成本，而蔗渣為甘蔗運送至糖廠壓榨成糖漿後的剩餘物，因此並二者並無集運成本，皆僅需考慮纖維酒精的產製成本。

本研究藉由所搜集之田野調查資料，配合生質燃料生產試驗結果與參考國外文獻之成本分析結果，分別計算出國產生質燃料投入成本，並綜合考量第一代與第二代料源之生產成本，包含種植、採收、收集、搬運、倉儲、酒精產製與設備投資成本等，評估各項料源組合，分別對第二代酒精工廠單獨設置、第一代與第二代酒精工廠共構以及第二代酒精工廠與焚化爐共構三種建廠設置情境下對生質酒精生產成本之變化，以作為後續評估第一代及第二代酒精工廠共構生產效益評估之基礎。

### 三、發展生質酒精經濟效益分析

在評估國產酒精生產成本、酒精工廠可採行之第一代與第二代料源組合與農場腹地後，本研究將進行國內建置第二代酒精工廠建廠投資分析，以瞭解第一代及第二代酒精工廠共構生產效益評估。

本研究將透過蒐集國外文獻，分析國外現有第二代纖維酒精示範工廠之資本投資項目，包括設備資本投資、工廠運作人力需求、纖維酒精工廠運轉之蒸汽、電力及熱能等能源需求，進而評估國內於上述三種情境之下，建置第二代酒精工廠時需增建之項目及投資金額，進而評估所衍生之環境效益、就業機會、投資效果以及產業經濟效果。

## 參、主要發現與結論

### 一、纖維料源集運模式分析

#### (一)國內纖維料源潛能評估

國內可用來發展能源作物的土地資源包含休耕地、台糖自有農場(目前仍在種蔗)、及目前與台糖契作甘蔗之蔗田等(如表 2)；但為了避免影響目前農民耕作，本研究暫不考慮台糖自有農場但已出租農作土地；此外，由於單期休耕之農地，達地利恢復之效益，故本研究再分析能源作物發展潛能時，亦將單期休耕之農地排除在外。根據農糧署統計，台灣各縣市雙期連休之休耕地分布主要集中於台南及雲嘉地區(如圖 2 所示)，全國合計則約有 6.2 萬公頃。因此，若國內能善用雙期連休耕地，搭配台糖公司自營農場蔗田與契作農民蔗田發展能源作物，台灣在能源作物料源發展上已具備發展潛能。

表 2 國內可利用發展能源作物土地資源

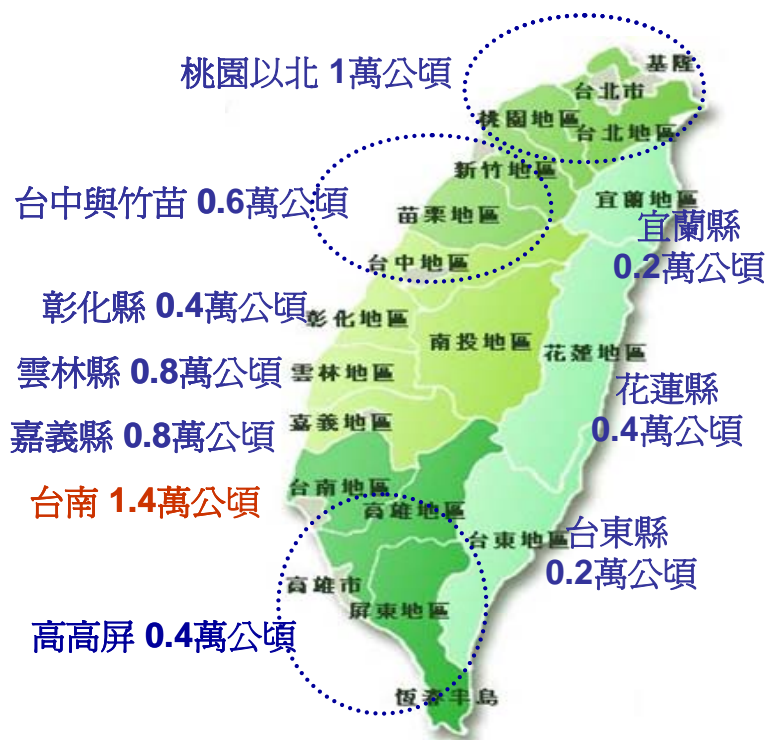
土地來源	面積(公頃)
雙期連休土地面積 <sup>1</sup>	61,546
只休一期作面積 <sup>1</sup>	97,598
只休二期作面積 <sup>1</sup>	125,114
台糖契作蔗田 <sup>2</sup>	1,095
台糖自有蔗田 <sup>2</sup>	12,121
台糖出租農作土地 <sup>2</sup>	1,080

資料來源：農糧署、台糖公司。

註：

1.休耕面積為 2007 年統計數據；

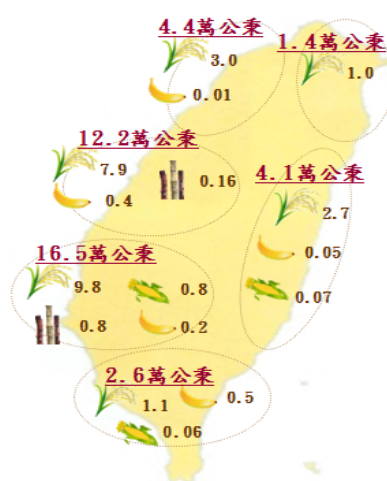
2.台糖相關土地利用為 99/100 年期數據。



資料來源：2009 年全年各縣市雙期連休耕面積，農糧署。

圖 2 台灣各縣市雙期連休耕地分布

以國內常見的農業殘留物或纖維作物而言，若以我國稻稈年產 136 萬公噸，可推估得稻稈酒精潛能約為 37 萬公秉，香蕉假莖 2 萬公秉，蔗渣酒精 0.6 萬公秉；此外，根據環保署統計，全國廢木材約有 5.6 萬公噸，約可產製 1.68 萬公秉纖維酒精；因此，若以目前國內農業殘留物產生量全數作為纖維酒精料源，推估約可產製 43 萬公秉纖維酒精。以農殘分佈區域觀之，如圖 3 所示，雲嘉南地區纖維酒精潛能最高，每年約可生產 16.5 萬公秉，其次為中彰投約 12.2 萬公秉，桃竹苗 4.4 萬，花東 4.1 萬，高高屏約 2.6 萬，大台北及宜蘭地區則僅約 1.4 萬公秉。



資料來源：本研究整理估算。

圖 3 主要農殘作物種植面積及酒精潛能

## (二)國內設置生質酒精工廠之潛能區域評估

本研究透過不同的情境假設，探討在不同世代酒精工廠組合模式下，國內酒精工廠潛在設置區域及可能家數。情境區分為年

產能 15 萬公秉之第二代酒精工廠單獨建置，及年產能 15 萬公秉之第一代與第二代酒精工廠共構以及年產能 15 萬公秉之第二代酒精工廠與焚化爐共構等三種情境，探討國內酒精工廠設立模式。為瞭解台灣設置生質酒精工廠潛能，包含第一代與第二代生質酒精工廠，本研究在料源選定部分，在第一代料源以國內最適合推廣之甘蔗能源作物(蘇美惠，2011)為主，至於第二代料源則以國內最大宗之農業廢棄物稻稈，以及第一代料源之廢棄物蔗渣進行分析。其次盤點國內可利用之土地資源，推估使用雙期連休休耕地推廣能源作物，搭配台糖自營農場蔗田及現有台糖契作蔗田之供應下，在不同酒精轉換率情況，各縣市可供應之第一代生質酒精之潛量。同時，並統計各縣市稻稈產量，以估算各縣市可提供屬於第二代之稻稈纖維酒精潛量。

在酒精生產效率方面，甘蔗酒精生產效率以每公噸甘蔗可產製 70 公升酒精計算；至於纖維酒精部分，依據核研所生產試驗目標，2012 年每公噸乾稻稈將產製 200 公升酒精，2013 年生產效率可提升至每公噸 220 公升酒精；因此本研究將依每公噸料源生產 220 公升酒精之生產效率進行估算。料源蒐集範圍從北至南，逐步累計收集至各縣市之料源潛能與可產製酒精潛量。當酒精潛量達可滿足年供應量 15 萬公秉，即可劃分成一個料源區；

料源區選定後，則進行運距的評估。本研究假設酒精工廠與農場腹地半徑距離，以 50 公里篩選出經濟性料源區，超過 50 公里運距在不具備運輸經濟性下，不予以考慮。有關酒精工廠與農場腹地之運距計算，本研究假設運距包含高速公路與平面道路，高速公路運輸距離以台灣三條高速公路，各縣市最北及最南端之交流道間之距離進行各縣市運距之計算，取最短運距作為代表，並假設平面道路為各交流道運輸距離的 10%。在上述前提下，本研究估算台灣各縣市運輸距離推估如下頁表 3。



表 3 高速公路運距表

單位：公里

	基隆市	臺北市	臺北縣	桃園縣	新竹縣	新竹市	苗栗縣	台中市	台中縣	彰化縣	雲林縣	南投縣	嘉義市	嘉義縣	台南市	台南縣	高雄市	高雄縣	屏東縣
基隆市	0																		
臺北市	13.2	0																	
臺北縣	22	14.3	0																
桃園縣	34.65	29.7	30.25	0															
新竹縣	49.5	41.8	46.75	19.8	0														
新竹市	51.15	43.45	50.6	24.75	6.05	0													
苗栗縣	81.95	74.25	78.65	51.7	36.85	29.15	0												
台中市	97.35	89.65	89.1	70.95	50.05	46.2	37.4	0											
台中縣	103.4	95.7	102.85	77	58.3	52.25	43.45	6.05	0										
彰化縣	107.25	112.2	102.85	75.9	66.55	53.35	47.3	22.55	25.85	0									
雲林縣	131.45	123.75	130.9	105.05	99.55	80.3	71.5	34.1	43.45	23.1	0								
南投縣	131.45	124.85	127.05	100.1	90.75	77.55	71.5	37.95	44	29.7	23.65	0							
嘉義市	144.65	136.95	144.1	118.25	99.55	93.5	84.7	47.3	56.65	36.3	18.7	34.1	0						
嘉義縣	147.95	140.25	147.4	121.55	102.85	96.8	88	50.6	59.95	39.6	22	44	3.3	0					
台南市	179.3	171.6	178.75	152.9	134.2	128.15	119.35	81.95	91.3	70.95	53.35	61.6	34.65	42.35	0				
台南縣	174.9	167.2	174.35	148.5	129.8	123.75	114.95	77.55	86.9	66.55	48.95	51.7	30.25	37.95	21.45	0			
高雄市	204.6	196.9	204.05	181.5	159.5	153.45	144.65	107.25	116.6	96.25	78.65	84.15	59.95	67.65	25.3	46.75	0		
高雄縣	194.7	187	194.15	168.3	149.6	143.55	134.75	97.35	106.7	86.35	68.75	96.25	50.05	57.75	15.4	36.85	19.25	0	
屏東縣	233.2	226.6	228.8	201.85	192.5	179.3	173.25	139.7	145.75	131.45	92.95	116.6	82.5	77	55	64.9	32.45	20.35	0

資料來源：本研究試算整理。

註：

1. 運距包含高速公路與平面道路運輸距離，假設平面道路為各交流道運輸距離的 10%；
2. 高速公路運輸距離以台灣三條高速公路，各縣市最北及最南端之交流道間之距離進行各縣市運距之計算，取最短運距作為代表。

## 1.情境一：第二代酒精工廠單獨建置潛能評估

為探討第二代酒精工廠單獨建置之可行廠址，本研究將分別探討在不同纖維酒精生產效率下，可行廠址之評估。在纖維酒精生產效率可達每公噸乾稻稈可產製 215 公升酒精以上時，依據本研究所劃分年供應量可達 15 萬公秉之料源區共有 6 個潛在腹地(如表 4 所示)，若將運距需小於 50 公里之因素納入評估，則有兩個料源區稻稈酒精潛量與運距符合設立纖維酒精工廠條件，分別為蒐集範圍含括台中縣市、彰化縣、雲林縣、南投縣、嘉義市之料源區(供應量約為 15 萬公秉)，與含括彰化縣、雲林縣、南投縣與嘉義縣市之料源區(供應量約為 15.3 萬公秉)。但由於兩個料源區大部分區域重疊，因此，若由運距經濟性進行考量，以後者所包括農場腹地運距僅 40 公里為最短，故最適合於此料源區設置稻稈酒精工廠；若以料源蒐集範圍中心位置為適合廠址，則建議在雲林縣設廠。在東部地區方面，由於宜蘭至台東稻稈酒精潛能預估僅約 3.5 萬公秉，且地形狹長，無高速公路運輸系統，運距長達 161 公里，尚不具備建廠之經濟可行性。

表 4 纖維酒精工廠設置潛能評估 (假設酒精轉換率：215 公升/公噸)

料源蒐集範圍	稻稈酒精 (萬公秉)	運距 (公里)	料源區 中心點
台北縣市、桃園縣、新竹縣市、苗栗縣、 台中縣市、彰化縣、雲林縣	17.48	124	苗栗縣
桃園縣、新竹縣市、苗栗縣、台中縣市、 彰化縣、雲林縣	17.41	105	台中市
新竹縣市、苗栗縣、台中縣市、彰化縣、 雲林縣	16.37	100	台中市
苗栗縣、台中縣市、彰化縣、雲林縣	15.49	72	台中市
台中縣市、彰化縣、雲林縣、南投縣、嘉 義市	15.02	47	彰化縣
<b>彰化縣、雲林縣、南投縣、嘉義縣市</b>	<b>15.25</b>	<b>40</b>	<b>雲林縣</b>
宜蘭縣、花蓮縣、台東縣	3.54	161	花蓮縣

資料來源：本研究試算整理。

註：

1. 運距為酒精工廠(料源區中心點)與料源蒐集範圍區域間距離。
2. 全國酒精潛能估算狀況詳見附件一。

但若假設纖維酒精生產效率可達每公噸乾稻稈可產製 270 公升酒精以上時，雖然年供應量達 15 萬公秉之潛在料源區腹地亦有 7 處(如表 5)，同樣以運距進行篩選，分別有蒐集範圍含括台中縣市、彰化縣、雲林縣之料源區(供應量約為 18 萬公秉)、含括彰化縣、雲林縣、南投縣與嘉義縣市之料源區(供應量約為 19.2 萬公秉)與含括雲林縣、南投縣、嘉義縣市、台南縣市之料源區(供應量約為 15.3 萬公秉)等三個料源區符合設立纖維酒精工廠條件。但由於三個料源區大部分之區域有所重疊，因此國內仍僅有一座酒精工廠潛能，以蒐集範圍含括台中

縣市、彰化縣與雲林縣之料源區運距僅 34 公里最短，建議在彰化縣設廠。至於東部地區包含宜蘭、花蓮與台東稻稈酒精潛能預估最高僅約 4.5 萬公秉，依省道台 9 線計算由北至南約長達 300 公里，尚不具備建廠之經濟可行性。

表 5 纖維酒精工廠設置潛能評估 (假設酒精轉換率：270 公升/公噸)

料源蒐集範圍	稻稈酒精 (萬公秉)	運距 (公里)	料源區 中心點
台北縣市、桃園縣、新竹縣市、苗栗縣、 台中縣市、彰化縣	15.20	112	苗栗縣
桃園縣、新竹縣市、苗栗縣、台中縣市、 彰化縣	15.12	76	苗栗縣
新竹縣市、苗栗縣、台中縣市、彰化縣、 雲林縣	20.55	100	台中市
苗栗縣、台中縣市、彰化縣、雲林縣	19.46	71.5	台中市
<b>台中縣市、彰化縣、雲林縣</b>	<b>17.96</b>	<b>34</b>	<b>彰化縣</b>
彰化縣、雲林縣、南投縣、嘉義縣市	19.16	40	雲林縣
雲林縣、南投縣、嘉義縣市、台南縣市	15.34	49	嘉義縣
宜蘭縣、花蓮縣、台東縣	4.45	161	花蓮縣

資料來源：本研究試算整理。

註：

1. 運距為酒精工廠(料源區中心點)與料源蒐集範圍區域間距離。
2. 全國酒精潛能估算狀況詳見附件二。

## 2. 情境二：第一代與第二代酒精工廠共構潛能評估

為探討第一代與第二代酒精工廠共構建置之可行廠址，本研究分別依雙期連休土地運用情形與纖維酒精生產效率條件，分為最大潛能與中性情境二種情況分別進行探討。其中第

一代料源採用甘蔗，第二代料源則包含蔗渣與稻稈；第一代與第二代酒精工廠共構之工廠年產能亦為 15 萬公秉。

### (1)最大潛能分析

假設台灣雙期連休之休耕地全數用來推廣種植甘蔗，並搭配區域內台糖自耕與契作蔗田，且纖維酒精生產效率每公噸乾料源(蔗渣或稻稈)可生產 270 公升以上的酒精。研究結果顯示，共有 6 個潛在料源區腹地同時滿足年產能 15 萬公秉與運距小於 50 公里(如表 6)。若依最短運距進行廠址選擇，則國內僅有二座酒精工廠潛能，分別為料源蒐集範圍在彰化縣至雲林縣(酒精潛能約 23.6 萬公秉)，及台南至高雄縣市(酒精潛能約 15.3 萬公秉)；但在此決策下，彰化以北以及雲林至台南地區之料源，約有高達 29 萬公秉的酒精潛能，將無法被有效利用。

因此，若以國家整體資源最有效利用的角度進行決策，國內可有三座第一代與第二代酒精工廠共構潛能，分別有蒐集範圍含括苗栗縣、台中、彰化縣之料源區(供應量約為 18.3 萬公秉)、含括雲林縣、南投縣、嘉義縣市之料源區(供應量約為 25.6 萬公秉)與含括台南縣市、高雄縣市之料源區(供應量約為 15.3 萬公秉)等三個料源區，建議可分別在台中縣、

嘉義縣與台南縣設廠，此時整體酒精潛能將可達約 59.1 萬公秉，較前述以最短運距進行廠址評估時之酒精潛能 38.8 萬公秉高出多達 20 萬公頃，顯見資源利用效率確有大幅度的提升。至於東部地區方面，由宜蘭至台東稻稈酒精潛能預估約僅 9.56 萬公秉，尚不具備建廠之經濟可行性。

表 6 一、二代酒精工廠共構最大潛能評估

料源蒐集範圍	台糖自約 耕甘蔗 (萬公噸)	休耕地 (公頃)	甘蔗酒精 (萬公秉)	稻稈+蔗 渣酒精 (萬公秉)	合計 (萬公秉)	運距 (公里)	料源區 中心點
台北縣市、桃園縣、新竹縣市、苗栗縣、台中縣市	-	15,375	8.61	9.33	17.94	103	苗栗縣
桃園縣、新竹縣市、苗栗縣、台中縣市	-	13,803	7.73	9.13	16.86	77	苗栗縣
新竹縣市、苗栗縣、台中縣市、彰化縣	6.26	10,204	6.15	14.65	20.80	67	苗栗縣
<b>苗栗縣、台中、彰化縣</b>	<b>6.26</b>	<b>7,964</b>	<b>4.90</b>	<b>13.38</b>	<b>18.28</b>	<b>47</b>	<b>台中縣</b>
台中縣市、彰化縣	6.26	5,347	3.43	11.69	15.12	26	彰化縣
彰化縣、雲林縣	26.50	12,019	8.58	14.99	23.57	23	雲林縣
<b>雲林縣、南投縣、嘉義縣市</b>	<b>40.22</b>	<b>16,078</b>	<b>11.82</b>	<b>13.73</b>	<b>25.55</b>	<b>24</b>	<b>嘉義縣</b>
南投縣、嘉義縣市、台南縣市	31.28	21,956	14.48	10.59	25.07	62	嘉義縣
嘉義縣市、台南縣市	31.28	21,520	14.24	9.85	24.09	42	台南縣
<b>台南縣市、高雄縣市</b>	<b>11.59</b>	<b>16,339</b>	<b>9.96</b>	<b>5.30</b>	<b>15.26</b>	<b>37</b>	<b>台南縣</b>
宜蘭、花蓮、台東	-	8,023	4.49	5.07	9.56	161	花蓮縣

資料來源：本研究試算整理。

註：

1. 運距為酒精工廠(料源區中心點)與料源蒐集範圍區域間距離。
2. 全國酒精潛能估算狀況詳見附件三。

## (2)中性情境分析

本項情境係假設國內雙期連休之休耕地在推廣種植能源作物時，有部分田地因地力和位置等條件已不適合用來種植，抑或農民可能無意願耕作或出租，因此假設僅用 70% 雙期連休之休耕地推廣種植甘蔗能源作物，並搭配區域內台糖自耕與契作蔗田；至於酒精轉換率則假設每公噸乾稻稈或蔗渣可產製 215 公升酒精。研究結果顯示，在此較為保守的評估條件下，同時滿足年產能 15 萬公秉與運距小於 50 公里之設廠條件者，共有 4 個潛在料源區腹地(如表 7)。依最短運距來考量，國內有兩座酒精工廠潛能，蒐集範圍含括彰化縣、雲林縣之料源區(供應量約為 18.3 萬公秉)、與含括嘉義縣市、台南縣市之料源區(供應量約為 18.1 萬公秉) 等兩個料源區，以料源區中心位置而言，最適設廠區域在彰化縣和台南縣。在東部地區方面，由於宜蘭至台東稻稈酒精潛能預估僅約 7.03 萬公秉，且運距高達 161 公里，尚不具備建廠之經濟可行性。



表 7 第一代與第二代酒精工廠共構中性情境設廠潛能評估

料源蒐集範圍	台糖自營 與約耕甘 蔗(萬公噸)	休耕地 (公頃)	甘蔗酒精 (萬公秉)	稻稈+蔗 渣酒精 (萬公秉)	合計 (萬公秉)	運距 (公里)	料源區 中心點
台北縣市、桃園縣、 新竹縣市、苗栗縣、 台中縣市、彰化縣	6.26	13,730	8.13	12.98	21.10	112	苗栗縣
桃園縣、新竹縣市、 苗栗縣、台中縣市、 彰化縣	6.26	12,629	7.51	12.85	20.36	76	苗栗縣
新竹縣市、苗栗縣、 台中縣市、彰化縣	6.26	7,142	4.44	11.47	15.91	67	苗栗縣
苗栗縣、台中縣市、 彰化縣、雲林縣	26.50	11,021	8.03	16.36	24.39	72	台中市
台中縣市、彰化縣、 雲林縣	26.50	9,189	7.00	15.06	22.06	43	彰化縣
<b>彰化縣、雲林縣</b>	<b>26.50</b>	<b>8,413</b>	<b>6.57</b>	<b>11.70</b>	<b>18.27</b>	<b>23</b>	<b>雲林縣</b>
雲林縣、南投縣、嘉 義縣市	40.22	11,255	9.12	10.66	19.78	24	嘉義縣
南投縣、嘉義縣市、 台南縣市	31.28	15,369	10.80	8.04	18.84	62	嘉義縣
<b>嘉義縣市、台南縣市</b>	<b>31.28</b>	<b>15,064</b>	<b>10.63</b>	<b>7.46</b>	<b>18.09</b>	<b>42</b>	<b>台南縣</b>
宜蘭、花蓮、台東	-	5,616	3.15	3.88	7.03	161	花蓮縣

資料來源：本研究試算整理。

註：

1. 運距為酒精工廠(料源區中心點)與料源蒐集範圍區域間距離。
2. 全國酒精潛能估算狀況詳見附件一。

### 3. 情境三：第二代酒精工廠與焚化爐共構設廠潛能評估

在第二代纖維酒精工廠與焚化爐共構下，此為依據情境一之結果選擇料源蒐集範圍內的焚化爐進行共構。同前假設，令一座與焚化爐共構之纖維酒精工廠年產能為 15 萬公秉，在酒

精轉換率為每公噸乾稻稈可產製 215 公升酒精以上時，纖維酒精工廠適合廠址為雲林縣，但因雲林縣境內尚無焚化廠，故選擇次短運距進行料源評估，則纖維酒精適合廠址為彰化縣，與溪州焚化爐進行共構，酒精潛能約 15 萬公秉，運距範圍為 45~50 公里。若假設酒精轉換率為每公噸乾稻稈可產製 270 公升酒精以上時，則最適合纖維酒精廠址為彰化縣，同樣與溪州焚化爐共構，酒精潛能約 18 萬公秉(詳如表 18)。

表 8 第二代纖維酒精工廠與焚化爐共構場址評估

料源蒐集範圍	酒精轉換率 (公升/公噸)	稻稈酒精 (萬公秉)	運距 (公里)	廠址
台中縣市、彰化縣、雲林縣	270	17.96	23~45	彰化縣 (溪州鄉)
台中縣市、彰化縣、雲林縣、南投縣、嘉義市	215	15.02	40~50	彰化縣 (溪州鄉)

資料來源：本研究試算整理。

註：運距為酒精工廠(料源區中心點)與料源蒐集範圍區域間距離。

## 二、不同設置情境下之酒精生產成本分析

關於國內生質能源的發展，在建置生質酒精工廠上，可待技術發展成熟後直接切入設置第二代酒精工廠，亦可先行建置已商業化量產之第一代生質酒精廠，未來因應技術臻至成熟時再擴充為第一代與第二代酒精工廠共構的模式。為探討該兩種投資模式之成本效益，本研究將分別從料源成本與產製程本，探討第二代

酒精工廠單獨設置、及第一代與第二代酒精工廠共構以及第二代酒精工廠與焚化爐共構等三種情境對生質酒精生產成本之變化。

料源成本為酒精工廠向農民購買甘蔗或收購稻稈之成本，產製端則分成操作成本、固定成本與是否有副產品可加值利用；其中固定成本中的折舊項目，因考量工廠採折舊年限攤提至每公升酒精之成本相當微小，計算時可予以忽略，故本研究暫不納入生產成本估算。因此，酒精生產成本在將酒精工廠利潤納入考量後，可用公式(1)進行分析。本研究假設工廠利潤為 5%，並依酒精工廠單獨建置、第一代與第二代酒精工廠共構以及第二代酒精工廠與焚化爐共構等三種情境進行探討。

酒精生產成本

$$= (\text{料源成本} + \text{產製成本}) \times (1 + \text{工廠利潤})$$

$$= (\text{料源成本} + \text{操作成本} + \text{固定成本}) \times (1 + \text{工廠利潤}) \quad (1)$$

料源成本方面，在甘蔗收購成本部分，依左峻德等人(2011)假設政府比照目前休耕地種植綠肥給予每公頃新台幣 4.5 萬元環境補貼進行推估，蔗農甘蔗收購價約為新台幣 1.32~1.53 元，本研究取平均值每公斤 1.43 元進行計算，至於蔗渣是甘蔗壓榨後於廠內之殘餘物，故蔗渣料源無需考量料源成本或集運成本；至於稻稈

部分，本研究訪談台灣最大規模之稻稈集草業者，以現行市場行情估算不同運距下之稻稈售價；根據訪談結果顯示，當運輸距離在 40 公里左右時，每公斤稻稈售價約為新台幣 4.3 元。

酒精產製操作成本部份，第一代甘蔗酒精產製操作成本參考台糖公司投資計畫，每公升約新台幣 3.6 元(包含剩餘蔗渣汽電共生副產品利用)；纖維酒精製程操作成本依核研所噸級纖維酒精工廠生產試驗數據，模擬推估每公升酒精約新台幣 13.26 元(如表 9)，在副產品部分，利用剩餘木質素作為汽電共生燃料，可產生電力作為製程所需能源，推估每公升酒精可扣抵 1.57 度電力，若每度電以新台幣 2 元計算，副產品之電力扣抵每公升達 3.14 元。

酒精工廠之固定成本係估算建廠投資設備成本。本研究參考 NREL(2011)評估美國利用玉米稈作為料源，在每日進料量 2,000(乾)公噸之規模下，其設備成本為 2.32 億美元(如表 10)；假設年工作日以 300 天計算，纖維酒精工廠年產能約 18 萬公秉，與本研究假設酒精工廠之年產量 15 萬公秉，產能規模相近。因此本研究在纖維酒精工廠固定成本評估上，將引用 NREL 纖維酒精廠設備成本數據。

表 9 纖維酒精操作成本分析

操作項目	成本 (台幣元/公升)
前處理	4.2
水解與發酵	2.8
酵素	7.7
蒸餾	1.5
副產品(電力折抵)	-3.14
其他	0.2
<b>產製成本</b>	<b>13.26</b>

資料來源:核研所提供。

註:副產品每公升酒精電力扣抵 1.57 度，每度電以 2 元計算。

表 10 美國纖維酒精工廠設備成本

設備項目	成本(百萬美元)	成本(新台幣萬元)
前處理	29.9	89,700
中和/調理	3.0	9,000
糖化與發酵	31.2	93,600
廠內酵素生產	18.3	54,900
蒸餾及固體物回收	22.3	66,900
廢水處理	49.4	148,200
貯存	5.0	15,000
汽電共生系統	66.0	198,000
公用設備	6.9	20,700
<b>總設備成本</b>	<b>232.0</b>	<b>696,000</b>

資料來源:NREL(2011)；本研究試算整理。

註：美元對台幣以 1:30 計算，尚未考慮折舊費用。

### (一)情境一：第二代酒精工廠單獨建置生產成本分析

在第二代酒精工廠單獨建置下，其採用之料源為稻稈；在運距 40 公里內目前稻稈市價每公斤約為新台幣 4.3 元，依每公噸乾稻稈可生產 220 公升酒精之轉換率計算，料源成本每公升約新台幣 19.55 元。稻稈纖維酒精產製操作成本每公升酒精約 13.26 元，固定成本參考美國玉米稈酒精工廠投資額約為新台幣 6.96 億元(NREL, 2011)，依年產量 15 萬公秉，假設酒精工廠設備使用年限為 20 年，估算每公升酒精固定成本約為新台幣 2.32 元。綜合估算料源成本、操作成本與固定成本下，第二代纖維酒精工廠單獨設置下，酒精生產成本每公升約為新台幣 36.88 元(如表 11)。

表 11 第二代酒精工廠單獨設置酒精生產成本

成本項目	生產成本
料源收購價(元/公斤)	4.30
料源成本(元/公升)	19.55
產製成本(元/公升)	15.58
副產品價值(元/公升)	殘渣發電收益已於操作成本中扣除
酒精工廠利潤(元/公升)	1.76
<b>總生產成本(元/公升)</b>	<b>36.88</b>

資料來源：本研究試算整理。

註：

1. 稻稈酒精轉換率以每公斤 0.22 公升計算。
2. 殘渣發電收益已於操作成本中扣除。
3. 酒精工廠利潤假設為 5%。

## (二)情境二：第一代與第二代酒精工廠共構生產成本分析

當第一代與第二代酒精工廠共構時，配合國內甘蔗採收期，甘蔗料源供應期間約 3~4 個月，其餘期間料源可利用稻稈與蔗渣進行補充，第一代與第二代料源生產排程將可錯開，使得大部分之生產設備可共用避免重複投資。依據進行酒精工廠廠址潛能之分析，第一代與第二代酒精工廠共構時，甘蔗酒精約佔總產能 1/3，蔗渣與稻稈纖維酒精約佔總產能 2/3；因此，本研究設定料源平均成本以公式(2)計算。至於操作成本估算方式亦考量第一代與第二代酒精產能分別佔總產能 1/3 與 2/3，故可得出酒精工廠共構後之操作成本如第(3)式。

第一代與第二代酒精工廠共構料源成本

$$= \text{甘蔗料源成本} \times 0.3 + \text{纖維料源成本} \times 0.7 \quad (2)$$

第一代與第二代酒精工廠共構操作成本

$$\begin{aligned} &= \text{第一代生質酒精產製操作成本} \times 0.3 \\ &+ \text{第二代纖維酒精產製操作成本} \times 0.7 \end{aligned} \quad (3)$$

由於第一代與第二代酒精廠共構，其原先的設備可保留共用，僅需再增加前處理設備與部分管線，因此本研究在估算共構

後的固定成本將以單獨設立纖維酒精廠之設備投資為基準，評估第一代與第二代酒精廠共構後各項設備成本變化。評估結果顯示(如表 12)，共構後由於酒精工廠規模為年產能 15 萬公秉，在使用纖維料源部分之產能僅 10 萬公秉，因此，包含酒精工廠前處理、中和/調理、廠內酵素生產、貯存與汽電共生系統等之設備成本均會縮小；而糖化與發酵、蒸餾及固體物回收、廢水處理與公用設備等五項共有設備成本項目，因共構後年產能不變之故，該些成本亦維持不變。有關第一代與第二代酒精廠共構後之設備成本，可利用美國玉米桿酒精設備投資規模(年產能 18 萬公秉)進行估算(以公式(4)表示)；由第(4)式估算第一代與第二代酒精工廠共構設備成本如表 13，總設備投資成本為新台幣 5.7 億元。

#### 共構設備成本

$$= \text{第二代酒精工廠單獨設置之設備成本} \times (10 \text{ 萬公秉} / 18 \text{ 萬公秉})^{(0.7)} \quad (4)$$

當甘蔗收購成本每公斤 1.43 元，稻稈收購成本每公斤為 4.3 元，蔗渣無收購與集運成本下，由(2)式搭配酒精轉換率，即可推估第一代與第二代酒精工廠共構料源成本約為新台幣 19.79 元/公升。在第一代生質酒精產製操作成本每公升約為 3.6 元，第二代纖維酒精操作成本每公升約 13.26 元下，由(3)式可得第一代與



第二代酒精工廠共構之操作成本約為每公升 10.36 元。在固定成本部分，由於總設備成本為新台幣 5.7 億元，依年產能 15 萬公秉、設備使用年限 20 年攤提後，產製酒精之固定成本每公升約 1.91 元。綜合料源成本、產製酒精操作與固定成本，估算第一代與第二代酒精工廠共構下酒精生產成本每公升約 33.66 元(詳如表 14)。

表 12 國內第一代與第二代酒精工廠共構設備成本變化評估

設備項目	共構後成本變化	原因
前處理	縮小	共構後纖維酒精年產能由 18 萬公秉降低至 10 萬公秉，規模縮小，因此前處理設備成本會降低
中和/調理	縮小	共構後纖維酒精年產能由 18 萬公秉降低至 10 萬公秉，規模縮小，因此設備成本會降低
糖化與發酵	不變	共有設備成本項目，共構後年產能不變，因此成本不變
廠內酵素生產	縮小	共構後纖維酒精年產能由 18 萬公秉降低至 10 萬公秉，規模縮小，因此酵素生產設備成本會降低
蒸餾及固體物回收	不變	共有設備成本項目，共構後年產能不變，因此成本不變
廢水處理	不變	共有設備成本項目，共構後年產能不變，因此成本不變
貯存	縮小	因不同料源生產排程錯開，甘蔗用完再使用稻稈與蔗渣，因稻稈儲存空間較甘蔗大，儲存空間以稻稈為基準，但共構後纖維酒精產能規模縮小，因此儲存成本降低

設備項目	共構後成本變化	原因
汽電共生系統	縮小	共構後纖維酒精年產能由 18 萬公秉降低至 10 萬公秉，規模縮小。第一代酒精廠雖也會有 boiler，但因蔗渣都給予第二代酒精廠使用，留下可用來發電之生質物量自然較少，因此，此項設備之容量考慮第二代之剩餘生質物即可
公用設備	不變	共有設備成本項目，共構後年產能不變，因此成本不變

資料來源：核研所委託一二代計畫

表 13 第一代與第二代酒精工廠共構設備成本分析

設備項目	成本(新台幣萬元)
前處理	59,443
中和/調理	5,964
糖化與發酵	93,600
廠內酵素生產	36,382
蒸餾及固體物回收	66,900
廢水處理	148,200
貯存	9,940
汽電共生系統	131,212
公用設備	20,700
<b>總設備成本(新台幣萬元)</b>	<b>572,341</b>
<b>總設備成本(新台幣元/公升)</b>	<b>1.91</b>

資料來源:NREL(2011)；本研究試算整理。

註：

1. 以 NREL(2011)纖維酒精廠設備成本為基準，前處理、中和/調理、廠內酵素生產、貯存、汽電共生系統之設備成本會縮小，其計算方式為原設備成本\*(10 萬公秉/18 萬公秉)<sup>(0.7)</sup>；尚未考慮折舊費用。
2. 本研究假設酒精工廠年產能 15 萬公秉，設備使用年限為 20 年。
3. 美元兌台幣以 1:30 計算。

表 14 第一代與第二代酒精工廠共構之酒精生產成本分析

成本項目	稻稈	蔗渣	甘蔗
料源收購價(元/公斤)	4.3	0	1.43
料源成本(元/公升)		19.79	
產製成本(元/公升)		12.27	
副產品價值(元/公升)	殘渣發電收益已於操作成本中扣除		
酒精工廠利潤(元/公升)		1.60	
<b>總生產成本(元/公升)</b>		<b>33.66</b>	

資料來源:本研究試算整理。

註：

1. 稻稈料源依據雲林大埤集草業者報價，稻稈收購價每公斤 4.3 元；甘蔗收購價為 1.32~1.53 元/公斤，採平均值 1.43 進行估算。
2. 甘蔗酒精轉換率為 0.07 公升/公斤；纖維酒精轉換率為 0.22 公升/公斤。
3. 產製成本包含操作成本與固定成本。
4. 殘渣發電收益已於操作成本中扣除。
5. 酒精工廠利潤率為 5%，即工廠酒精利潤=(料源成本+產製成本)\*0.05。

### (三)情境三：第二代酒精工廠與焚化爐共構生產成本效益分析

第二代酒精工廠與焚化爐共構後，操作成本與第二代酒精工廠單獨設置時相同，為每公升 13.26 元。在料源成本方面，最適廠址位於彰化縣溪洲焚化爐，因焚化爐不在料源蒐集中心，運距 21~58 不等，依集草業者售價稻稈每公斤約 4.3~4.5 元之間，經換算後料源成本皆為 19.55~20.45 元/公升。在估算第二代酒精工廠與焚化爐共構之設備成本時，除減少汽電共生系統設備成本外，亦會新增共構焚化爐之管線，但考量新增管線成本經攤提後相當微小，故予以省略不計。第二代酒精工廠單獨設置之總設備成本扣除汽電共生系統設備成本後，與焚化爐共構之第二代酒精

工廠總設備成本為 498,000 萬元，且設備使用年限亦為 20 年，因此總設備成本經攤提後，生產每公升酒精之固定成本為 1.66 元。

綜上所述，估算一座與焚化爐共構後第二代酒精工廠所生產之酒精成本，總生產成本為每公升 36.19~37.14 元(詳如表 15)。

表 15 第二代纖維酒精工廠與焚化爐共構生產成本分析

成本項目	生產成本
料源收購價(元/公斤)	4.50
料源成本(元/公升)	20.45
產製成本(元/公升)	14.92
副產品價值(元/公升)	殘渣發電收益已於操作成本中扣除
酒精工廠利潤(元/公升)	1.77
<b>總生產成本(元/公升)</b>	<b>37.14</b>

資料來源：本研究試算整理。

註：

1. 稻稈酒精轉換率以每公斤 0.22 公升計算。
2. 殘渣發電收益已於操作成本中扣除。
3. 酒精工廠利潤假設為 5%。

### 3.不同酒精工廠設廠模式之生產成本分析

比較屬於第二代之纖維酒精工廠單獨建置與第一代與第二代酒精工廠共構後以及第二代纖維酒精工廠與焚化爐共構之成本差異(表 16)，以第一代與第二代酒精工廠共構之成本每公

升 33.66 元為最低，較具優勢。進一步分析其成本結構，三種不同設廠模式下，若與單獨建廠相較，共構後在料源成本部分會略微增加 1%，但若採共構模式操作成本和固定成本分別可降低 22%與 18%，使得整體而言共構後成本可較單獨設立纖維酒精廠降低 8%。此外，若與第二代纖維酒精工廠與焚化爐共構之情形相較，則第一代與第二代酒精工廠共構除在固定成本略高外，其餘料源成本與操作成本均低於於與焚化爐共構，整體而言共構後成本與焚化爐共構時降低 9%。

表 16 不同酒精工廠設廠模式之生產成本比較

單位：元/公升

項目	纖維酒精工廠 單獨建置	第一代與第二代 酒精工廠共構	第二代纖維酒精工 廠與焚化爐共構
料源成本	19.55	19.79	20.45
產製成本	15.58	12.27	14.92
操作成本	13.26	10.36	13.26
固定成本	2.32	1.91	1.66
酒精工廠利潤	1.76	1.60	1.77
總成本	36.88	33.66	37.14

資料來源：本研究試算整理。

### 三、台灣發展生質酒精經濟效益分析

#### (一)台灣發展生質酒精之潛力評估

本研究依據前述調查國內可利用發展能源作物土地資源(表 2)評估國內生質酒精發展潛力，分析國內推廣生質酒精可行策

略，假設分別設定「影響最小」與「最易執行」方案等二種情境進行討論(如表 17)。其中「影響最小」情境即為利用表 2 中所分析之雙期連休土地約 6 萬公頃，在不影響農民現有一期休耕一期已有耕作之計畫，搭配台糖自營農場土地及與蔗農契作以種植甘蔗，推估第一代甘蔗酒精潛能約 42 萬公秉，一、二代酒精潛能共有 85 萬公秉。

「最易執行」情境主要著眼於料源區與工廠之最適運距，因此以中南部雙期連休土地及台糖自營與契作土地為推廣目標。此情境下推估甘蔗酒精潛能約 26 萬公秉，若未來纖維酒精技術一但成熟達商業化運轉規模，則可同時將甘蔗汁及蔗渣搭配稻稈做為料源，以「最易執行」情境而言，導入纖維酒精技術後，推估國內一、二代生質酒精潛能可達 69 萬公秉，已足夠供應國內推廣 E5 所需之使用量，然而卻可替代原油進口 0.28%，降低 184 萬公噸之 CO<sub>2</sub> 排放，僅需額外增加 9,900 萬元之政策負擔。

本研究建議國內發展生質酒精應從最易推動之方案優先進行，即在不影響農民農地利用之前提下，利用彰化以南中南部雙期連休之休耕地，搭配目前台糖契作蔗田與台糖自營農場，政府提供每期 4.5 萬元環境補貼種植甘蔗能源作物，以優先建置第一代生質酒精產業鏈為推動目標，未來跨入第二代纖維酒精生產時

僅需投資前處理設備，即可與纖維酒精技術接軌。依據國內酒精工廠最適設廠模式評估結果與推廣生質酒精最易執行方案，建議國內以推動 E5 為目標，建置二座第一代生質酒精工廠(每座工廠年產能 10 萬公秉)搭配二座一、二代酒精工廠共構(每座工廠年產能 15 萬公秉)即可供應推動 E5 所需之 50 萬公秉酒精。

表 17 台灣推廣生質酒精發展情境分析

情境		最大供應量	替代原油進口	CO <sub>2</sub> 減量	新增政策負擔
影響最小 (雙期連休土地、台糖契作與自營土地)	第一代酒精	42 萬公秉	0.46%	58 萬公噸	↑9,900 萬元
	一、二代酒精	85 萬公秉	0.49%	211 萬公噸	
最易執行 (中南部雙期連休土地、台糖契作與自營土地)	第一代酒精	26 萬公秉	0.29%	36 萬公噸	↑9,900 萬元
	一、二代酒精	69 萬公秉	0.76%	187 萬公噸	

資料來源：左峻德、蘇美惠、黃佳慧(2011)。

註：1. 第一代酒精係指甘蔗生質酒精；第二代生質酒精包含蔗渣纖維酒精及稻稈纖維酒精；

2. 最易執行方案是由中南部(彰雲嘉南高屏地區)雙期連休土地約 3.8 萬公頃，搭配台糖契作 1,095 公頃和自營土地約 1.2 萬公頃；

3. 國產甘蔗酒精溫室氣體減量以 1.22 公斤/公升計算，纖維酒精溫室氣體減量以 3.5 公斤/公升計算(Farrell et al., 2006)。

## (二)台灣發展生質酒精經濟效益評估

在國內推動生質酒精之總體效益部分，依據本研究評估國內從最易執行方案著手，將可供應國內推動 E5 所需之潛力，建議建置每座年產能 10 萬公秉酒精之第一代生質酒精工廠共二座，

搭配每座年產能 15 萬公秉酒精之一、二代酒精工廠共構共二座。本研究依此發展潛能假設使用 30 萬公秉甘蔗搭配 25 萬公秉纖維酒精評估國內發展生質酒精之環境、就業與總體經濟效益。

在環境效益部分，依左峻德等(2011) 分析使用蔗農甘蔗生產酒精替代汽油，每公秉甘蔗酒精約可減少 1.39 公噸二氧化碳與 Farrell et al.(2006)指出使用每公秉纖維酒精可減少 3.5 公噸二氧化碳排放，推估國內推動 E5，使用甘蔗酒精可使溫室氣體減量 41.68 萬公噸；使用稻稈和蔗渣纖維酒精，可使溫室氣體減量 70.01 萬公噸，因此國內推動 E5 其溫室氣體減量效益約 112 萬噸。

發展生質酒精興建酒精工廠除了能夠減緩台灣長久以來所面臨的能源安全壓力，亦能新增就業人口。在推動生質酒精產業所能帶動之新增就業人數上，本研究考慮農業新增就業人數，包含休耕地種蔗、稻稈集運，與酒精工廠所創造就業機會。在農業就業部分，根據左峻德等(2008)研究報告指出，每一千公頃甘蔗種植可新增直接農業就業約 179.3 人；而稻稈集運所創造就業人數，參考 Walsh 等(2000)研究，每噸料源可創造 0.2 人就業。本研究分析一座 10 萬公秉第一代生質酒精工廠約需利用休耕地轉種植甘蔗 1.7 萬公頃面積，可增加農業就業人數約 3,030 人，



而一座 15 萬公秉之一、二代酒精工廠共構約需 71 萬公噸甘蔗(約需種植甘蔗 8,463 公頃)與 45 萬公噸稻稈，在一年 300 個工作日的假設下，可得新增農業就業人數約 1,817 人；在工業就業人數部分，依台糖公司提供興建一座生質酒精工廠，約可增加 130 人就業，另外參考 NREL(2011)研究報告，每座年產能 18 萬公秉纖維酒精廠約需員工 60 人，因此假設一、二代共構可新增 60 個工業就業機會。由以上新增就業人數分析，國內發展 E5，建置二座第一代酒精工廠與二座一、二代共構可新增農業就業人數 9,694 人，新增工業就業人數 380 人。

依本研究分析酒精工廠共構設廠投資金額評估發展生質酒精產業可帶動之一次性投資效益，依台糖公司提供興建一座 10 萬公秉之生質酒精工廠設廠投資總額約 26 億元，而本研究估計一座 15 萬公秉一、二代共構之投資金額約為 57.2 億元，並依左峻德等(2011)評估相關配銷體系改裝調整約需 85 億元，故在建置二座第一代酒精工廠與二座一、二代共構下，評估國內發展 E5 將可帶動一次性投資總額約 251 億元。

發展國產生質酒精除了具有建廠設備的投資效益，亦可發展農業生質能產業、酒精工業以及生質能碳交易產業等新興產業，每年皆能為台灣經濟發展帶來貢獻如表 18。在農業產值部分，

可依據料源收購價以及使用料源量估算，甘蔗收購價以每公斤 1.43 元、稻稈收購價 4.3 元推估，一座第一代年產能 10 萬公秉之生質酒精廠可帶動農業產值約 20 億元，一座 15 萬公秉一、二代酒精工廠共構約需 71 萬公噸甘蔗與 45 萬公噸稻稈，約可帶動農業產值約 30 億元；在酒精工業產值部分，甘蔗酒精以國產酒精售價為市場參考價格，推估一座 10 萬公秉生質酒精廠可帶動 33.27 億，至於一座 15 萬公秉一、二代共構亦依國產酒精售價 33.27 元/公升為市場參考價格，推估可帶動 50 億酒精工業產值；在碳交易產值部分，因台灣碳交易市場尚未成熟，故碳交易產值係依據歐洲氣候交易所交易價格每公噸 30 歐元估算，且另假設歐元兌新台幣匯率為 1:41 下，一座生質酒精工廠約帶動 1.71 億新台幣碳交易產值，一座一、二代共構則約帶動 5.16 億元。

因此依本研究評估國內推動 E5 目標，在建置二座第一代酒精工廠與二座一、二代共構情形下，每年可帶動農業產值約 99 億，酒精工業產值 166 億與碳交易產值約 13.7 億元。

表 18 建置酒精工廠總體經濟效益評估

單位：億新台幣/座

項目	第一代生質酒精工廠 (年產能：10 萬公秉)	一、二代酒精工廠共構 (年產能：15 萬公秉)
農業產值	20.4	29.7
酒精工業產值	33.27	49.91
碳交易產值	1.71	5.16
總計	55.38	84.77

資料來源：本研究試算整理。

註：本表為「單一座」第一代生質酒精工廠及一、二代酒精工廠共構之估算數值

#### 四、結論

在全球皆面臨能源、環境以及經濟之衝擊下，發展潔淨的替代能源儼然成為各國競相角逐之產業。長期以來，台灣的能源對外依存度高達 99.4%，二氧化碳人均排放量高居全球第 17 位，因此，發展潔淨替代能源或再生能源更是刻不容緩。本研究針對第二代酒精廠單獨設置、第一代與第二代酒精工廠共構，第二代酒精工廠與焚化爐共構等三種情境，從本土料源可供應性、料源生產與集運成本、酒精產製成本及設備成本等構面，進行料源與合適廠址評估。並評估最具經濟效益模式，探討國內發展生質酒精之生產成本、投資效益、環境效益、就業效果以及總體經濟效益。

在酒精潛能評估方面，若獨立設置一座年產能為 15 萬公秉纖維酒精工廠，且料源蒐集範圍運距為 50 公里以內，國內約有一座

酒精工廠潛能。在第一代與第二代酒精工廠共構情境下，假設年產能為 15 萬公秉，利用 70% 雙期連休地種植甘蔗，並搭配台糖自耕與約耕甘蔗產量進行選址評估，在纖維酒精生產效率每公噸乾料源可生產 215 公升酒精時，台灣具備二座酒精工廠潛能。若評估最大潛能，即假設雙期連休土地皆用來種植甘蔗，且纖維酒精轉換率每公噸乾料源可生產 270 公升酒精時，台灣具備三座酒精工廠共構之潛能。在第二代纖維酒精工廠與焚化爐共構下，此為依據獨立設置二代纖維酒精廠之結果選擇料源蒐集範圍內之焚化爐進行共構。若酒精轉換率同為每公噸乾稻稈可產製 215 公升酒精以上，纖維酒精工廠適合廠址為雲林縣，惟雲林縣境內尚無焚化廠，故選擇次短運距進行料源評估，則適合廠址為彰化縣，與溪州焚化爐進行共構。

在分析在三種不同建廠情境下的酒精生產成本方面，假設保留酒精工廠利潤 5% 下，評估第二代酒精工廠單獨設置下所生產之酒精生產成本每公升約為 36.88 元，第一代與第二代酒精工廠共構之酒精生產成本每公升約為 33.66 元，第二代酒精工廠與焚化爐共構之酒精生產成本其成本每公升則約為 37.14 元，由此可見第一代與第二代酒精工廠共構時生產每公升酒精的成本最低，較具有競爭力。因此依據設廠潛能評估與酒精生產成本分析，顯示一、二

代酒精工廠共構之模式值得我國在發展生質酒精設廠時作為考量，本研究建議國內應從第一代生質酒精發展著手，優先進行第一代生質酒精產業鏈建置，待未來該產業之發展臻於成熟時，酒精工廠可直接擴充，與纖維酒精工廠共構。

本研究亦考量國內可利用之土地資源，建議國內發展生質酒精應由最易執行之方案優先進行，足以供應國內推動 E5 目標所需，以建置二座第一代年產能 10 萬公秉生質酒精工廠搭配二座一、二代年產能 15 萬公秉酒精工廠共構，約為 30 萬甘蔗酒精加上 20 萬稻稈與蔗渣纖維酒精。此外，此情況下在環境效益部分可減少溫室氣體排放約 112 萬噸，在就業效果上可新增農業就業人數近 1 萬人、新增工業就業人數 380 人，投資建廠可帶動一次性投資總額約 251 億元，並每年可帶動農業產值約 99 億，酒精工業產值 166 億與碳交易產值約 13.7 億元。

## 肆、參考文獻

左峻德、蘇美惠、方俊德，2008。「國產酒精料源生產力與能源及經濟性指標研析計畫」。農委會農糧署委託科技計畫。96 農科-4.2.1-糧-Z8。財團法人台灣經濟研究院。

左峻德、蘇美惠、方俊德，2009。「國產酒精料源生產力與能源及經濟性指標研析計畫(2)」。農委會農糧署委託科技計畫。97 農科-4.2.4-糧-Z1。財團法人台灣經濟研究院。

左峻德、蘇美惠、黃佳慧，2011。「我國農業生質能源發展策略評估」。農委會農糧署委託科技計畫。99 農科-1.1.8-糧-Z1。財團法人台灣經濟研究院。

左峻德、蘇美惠、黃佳慧，2011。「第一代及第二代酒精工廠共構生產效益評估計畫」。行政院原子能委員會核能研究所。1002001INER091。財團法人台灣經濟研究院。

行政院農業委員會，2009。『農業統計年報』。台北市:行政院農業委員會。

行政院農業委員會，2010。『農業統計年報』。台北市:行政院農業委員會。

蘇美惠，2009。「生質能產業」。2010 年台灣各產業景氣趨勢調查報告。財團法人台灣經濟研究院。

蘇美惠，2011。「從能源平衡與成本效益探討本土生質酒精之發展潛力」，台灣經濟研究月刊，第 33 卷第 5 期。

Dias, M.O.S., A.V. Ensinas, S.A. Nebra, R. Maciel Filho, C.E.V. Rossell and M.R.W. Maciel, 2009. “Production of bioethanol and other bio-based materials from sugarcane bagasse: integration to conventional bioethanol production process,” *Chemical Engineering Research and Design*. **87** : 1206–1216.

Dias, M.O.S., M.P. Cunha, C.D.F. Jesus, G.J.M. Rocha, J.G.C. Pradella, C.E.V. Rossel, R.M. Filho, A. Bonomi, 2011. “Second generation ethanol in Brazil: Can it compete with electricity production?,” *Bioresource Technology*. 102: 8964–8971.

Farrell, A. E., R. J. Plevin, B. T. Turner, A. D. Jones, M. O’Hare and D. M. Kammen (2006), “Ethanol Can Contribute to Energy and Environmental Goals,” *Science*, 311 : 5760, 506 – 508.

National Renewable Energy Laboratory (RENL), 2011. Process Design and Economics for Biochemical Conversion of Lignocellulosic Biomass to Ethanol, Dilute-Acid Pretreatment and Enzymatic Hydrolysis of Corn Stover. Accessed from <http://www.nrel.gov/docs/fy11osti/47764.pdf>.

Rudloff, M., 2007. "Advanced Biofuel for Transport- BTL-Technology,"  
paper presented at 6th International Colloquium Fuels. Stuttgart /  
Ostfildern, Germany, January 10-11.

Walsh, M.E., B.C. English, R. J. Menard, C. Brandt, R. Wooley, A.  
Turhollow, and D. de la Torre Ugarte., 2000. "Corn stover to  
ethanol: macroeconomic impacts resulting from industry  
establishment. CD-ROM," *In Proceedings of Bioenergy 2000.*  
Northeast Regional Biomass Program.



附件一、酒精潛能評估試算表 — 第二代酒精工廠單獨建置(酒精轉換率：215 公升/公噸)

單位：公秉

	臺北市	臺北縣	桃園縣	新竹縣	新竹市	苗栗縣	台中市	台中縣	彰化縣	雲林縣	南投縣	嘉義市	嘉義縣	台南市	台南縣	高雄市	高雄縣	屏東縣
基隆市																		
臺北市	429																	
臺北縣	644	215																
桃園縣	11,099	10,670	10,455															
新竹縣	18,592	18,163	17,948	7,493														
新竹市	19,818	19,389	19,175	8,719	1,227													
苗栗縣	31,740	31,311	31,096	20,641	13,148	11,922												
台中市	33,900	33,471	33,256	22,801	15,308	14,081	2,160											
台中縣	64,842	64,413	64,199	53,743	46,250	45,024	33,102	30,943										
彰化縣	121,021	120,592	120,377	109,922	102,429	101,202	89,281	87,121	56,179									
雲林縣	174,763	174,334	174,119	163,664	156,171	154,944	143,023	140,863	109,920	53,742								
南投縣	180,411	179,982	179,767	169,312	161,819	160,593	148,671	146,511	115,569	59,390	5,648							
嘉義市	181,988	181,559	181,344	170,889	163,396	162,169	150,248	148,088	117,145	60,967	7,225	1,577						
嘉義縣	217,380	216,950	216,736	206,280	198,788	197,561	185,640	183,480	152,537	96,359	42,617	36,969	35,392					
台南市	217,753	217,324	217,109	206,654	199,161	197,934	186,013	183,853	152,911	96,732	42,990	37,342	35,765	373				
台南縣	243,170	242,741	242,526	232,071	224,578	223,352	211,430	209,270	178,328	122,149	68,407	62,759	61,182	25,791	25,417			
高雄市	243,256	242,827	242,612	232,157	224,664	223,437	211,516	209,356	178,414	122,235	68,493	62,845	61,268	25,876	25,503	86		
高雄縣	248,663	248,234	248,020	237,564	230,071	228,845	216,923	214,764	183,821	127,642	73,901	68,252	66,676	31,284	30,910	5,493	5,407	
屏東縣	256,361	255,932	255,717	245,262	237,769	236,543	224,621	222,461	191,519	135,340	81,598	75,950	74,373	38,981	38,608	13,191	13,105	7,698
15萬公秉廠 運距(公里)	124	131	105	100	80	72	47	60	40									
廠址	苗栗縣	苗栗縣	台中市	台中市	台中市	台中市	彰化縣	雲林縣	雲林縣									

酒精潛能不足 15 萬公秉

資料來源：本研究試算整理

↑ 運距超過 50 公里

註：

1. 潛在腹地篩選標準為「累計酒精潛量大於 15 萬公秉」且「運距小於 50 公里」二者兼具者。
2. 運距為酒精工廠(料源區中心點)與料源蒐集範圍區域間距離。

附件二、酒精潛能評估試算表 — 第二代酒精工廠單獨建置(酒精轉換率：270 公升/公噸)

單位：公秉

	臺北市	臺北縣	桃園縣	新竹縣	新竹市	苗栗縣	台中市	台中縣	彰化縣	雲林縣	南投縣	嘉義市	嘉義縣	台南市	台南縣	高雄市	高雄縣	屏東縣
基隆市																		
臺北市	539																	
臺北縣	808	270																
桃園縣	13,938	13,400	13,130															
新竹縣	23,348	22,809	22,540	9,410														
新竹市	24,888	24,349	24,080	10,950	1,540													
苗栗縣	39,860	39,321	39,051	25,921	16,512	14,971												
台中市	42,572	42,033	41,763	28,633	19,224	17,683	2,712											
台中縣	81,430	80,891	80,621	67,492	58,082	56,542	41,570	38,858										
彰化縣	151,980	151,441	151,171	138,041	128,632	127,091	112,120	109,408	70,550									
雲林縣	219,469	218,931	218,661	205,531	196,121	194,581	179,610	176,898	138,040	67,490								
南投縣	226,563	226,024	225,754	212,624	203,215	201,674	186,703	183,991	145,133	74,583	7,093							
嘉義市	228,543	228,004	227,734	214,605	205,195	203,655	188,683	185,971	147,113	76,563	9,073	1,980						
嘉義縣	272,988	272,449	272,180	259,050	249,640	248,100	233,129	230,417	191,558	121,009	53,519	46,426	44,445					
台南市	273,457	272,918	272,649	259,519	250,109	248,569	233,598	230,886	192,027	121,477	53,988	46,895	44,914	469				
台南縣	305,376	304,838	304,568	291,438	282,028	280,488	265,517	262,805	223,946	153,397	85,907	78,814	76,833	32,388	31,919			
高雄市	305,484	304,945	304,676	291,546	282,136	280,596	265,625	262,913	224,054	153,504	86,015	78,922	76,941	32,496	32,027	108		
高雄縣	312,275	311,736	311,467	298,337	288,927	287,387	272,415	269,703	230,845	160,295	92,806	85,712	83,732	39,287	38,818	6,899	6,791	
屏東縣	321,942	321,403	321,133	308,003	298,594	297,053	282,082	279,370	240,512	169,962	102,472	95,379	93,399	48,953	48,485	16,565	16,458	9,667
15萬公秉廠 運距(公里)	112.20	102.85	75.90	99.55	80.30	71.50	34.10	43.45	39.60	48.95								
廠址	苗栗縣	苗栗縣	苗栗縣	台中市	台中市	台中市	彰化縣	彰化縣	雲林縣	嘉義縣								

←酒精潛能不足 15 萬公秉

酒精潛能不足 15 萬公秉

↑運距超過 50 公里

資料來源：本研究試算整理

註：

- 1.潛在腹地篩選標準為「累計酒精潛量大於 15 萬公秉」且「運距小於 50 公里」二者兼具者。
- 2.運距為酒精工廠(料源區中心點)與料源蒐集範圍區域間距離。

附件三、酒精潛能評估試算表 — 第一代與第二代酒精工廠共構(最大潛能)

單位：公秉

	臺北市	臺北縣	桃園縣	新竹縣	新竹市	苗栗縣	台中市	台中縣	彰化縣	雲林縣	南投縣	嘉義市	嘉義縣	台南市	台南縣	高雄市	高雄縣	屏東縣
基隆市																		
臺北市																		
臺北縣		10,826																
桃園縣		73,901	63,075															
新竹縣																		
新竹市					25,224													
苗栗縣						31,647												
台中市																		
台中縣								48,631										
彰化縣									102,545									
雲林縣										133,188								
南投縣											143,059							
嘉義市												9,871						
嘉義縣													112,434					
台南市																		
台南縣														128,423				
高雄市																		
高雄縣																24,214		
屏東縣																	43,389	19,174
15萬公秉廠 運距(公里)		102.9	77.0		66.6	47.3		25.9	23.1		23.7		42.4		36.9			
廠址		苗栗縣	苗栗縣		苗栗縣	台中縣		彰化縣	雲林縣		嘉義縣		嘉義縣		台南縣		台南縣	

酒精潛能不足 15 萬公秉

↑ 運距超過 50 公里

↑ 運距超過 50 公里

資料來源：本研究試算整理

註：

1. 潛在腹地篩選標準為「累計酒精潛量大於 15 萬公秉」且「運距小於 50 公里」二者兼具者。
2. 運距為酒精工廠(料源區中心點)與料源蒐集範圍區域間距離。

附件四、酒精潛能評估試算表 — 第一代與第二代酒精工廠共構(中性情境)

單位：公秉

	臺北市	臺北縣	桃園縣	新竹縣	新竹市	苗栗縣	台中市	台中縣	彰化縣	雲林縣	南投縣	嘉義市	嘉義縣	台南市	台南縣	高雄市	高雄縣	屏東縣
基隆市																		
臺北市																		
臺北縣	7,470																	
桃園縣	51,963	44,493																
新竹縣	70,410	62,939			18,447													
新竹市																		
苗栗縣	93,696	86,226			41,733	23,286												
台中市	131,610	124,140			79,647	61,200		37,914										
台中縣																		
彰化縣	211,049	203,578			159,086	140,639		117,353	79,439									
雲林縣	314,272	306,801			262,309	243,862		220,576	182,662	103,223								
南投縣	321,813	314,343			269,850	251,404		228,117	190,204	110,765	7,542							
嘉義市																		
嘉義縣	408,816	401,346			356,853	338,407		315,120	277,206	197,768	94,545	87,003						
台南市																		
台南縣	502,683	495,213			450,720	432,273		408,987	371,073	291,634	188,411	180,870		93,867				
高雄市																		
高雄縣	520,045	512,574			468,082	449,635		426,349	388,435	308,996	205,773	198,231		111,228		17,362		
屏東縣	534,221	526,751			482,259	463,812		440,526	402,612	323,173	219,950	212,408		125,405		31,538	14,177	
15萬公秉廠 運距(公里)	112.2	75.9			66.55	71.5		43.45	23.1	22	61.6	42.35						
廠址	苗栗縣	苗栗縣			苗栗縣	台中市		彰化縣	雲林縣	嘉義縣	嘉義縣	台南縣						

酒精潛能不足 15 萬公秉

↑ 運距超過 50 公里

↑ 運距超過 50 公里

資料來源：本研究試算整理

註：

1. 潛在腹地篩選標準為「累計酒精潛量大於 15 萬公秉」且「運距小於 50 公里」二者兼具者。
2. 運距為酒精工廠(料源區中心點)與料源蒐集範圍區域間距離。