

104 年度政府科技發展計畫 績效報告

計畫名稱：纖維酒精產業推廣平台及增值化生質精煉
技術之研發(2/5)

主管機關：行政院原子能委員會

執行單位：核能研究所

中華民國 105 年 3 月 25 日

【104 年度政府科技發展計畫績效評核意見表】

計畫名稱：纖維酒精產業推廣平台及加值化生質精煉技術之研發

績效審查委員：楊○行、吳○銘、謝○隆

序號	審查意見	回復說明
壹、執行之內容與原計畫目標符合程度(評等：8) 9-10：超越計畫原訂目標。 8：達成計畫原訂目標。 7：大致與原計畫目標相符。 1-6：未達原訂目標。		
1-1	整體而言，計畫執行內容與計畫目標相符。	謝謝委員
1-2	電漿碳化技術及產品應用性可再補充說明。	謝謝委員意見，本年度計畫中電漿碳化之產品因拉伸強度仍有精進空間，故現階段可視為具補強效果之補強材，可添加入熱可塑性塑膠中進行混煉，製備塑膠複合材料，藉以提昇熱可塑性塑膠之抗拉強度、剛性等機械特性，待後續再進一步提升拉伸強度後，應能再擴大其應用性。
1-3	計畫中規模放大是很重要一項，基本資料表 D003 卻是 100%環境科技？應包含工程科技。	謝謝委員意見，由於計畫在規模放大的工作重點係偏重於設備放大後的設計(例如攪拌葉片的配置或形狀)及其驗證測試，故定位為環境科技領域之技術開發工作項目，若是屬於設備放大後的施工方法或建造工法的研發項目，方會歸類於工程科技。
1-4	p.9-p.13 預期目標與實際達成情形皆 100%無差異，但查綱要	謝謝委員意見，計畫團隊係依據規定之作業程序，於綱要計畫書及細

	計畫書，預期目標（查核點）與上述有所不同？例如綱要計畫書並未見查核點，成果效益報告卻有，如此當然 100%無差異。	部計畫書完成審查後，方會在作業計畫書中，依據年度預期目標進一步提出於每季的查核點，將相關資訊上傳至「行政院政府計畫管理資訊網」備查，並據此作為計畫執行的管考依據，敬請委員理解。
1-5	與新茂木業公司之生質精煉技術授權，為專屬授權嗎？	謝謝委員意見，與新茂木業公司簽署之技術授權為非專屬授權。
1-6	本計畫以不與人爭糧之木質纖維生質物為料源，推動纖維酒精及生質精煉技術朝產業化發展，值得肯定。唯下列各點如能進一步說明更能顯現其實用性。 1.建立日進料 300 噸以上商轉廠，能源產出及投入比 >2.5。是否可提供其連續進料多久？一週或一個月？ 2.木片料源種類是否會有差異，是否可用混合料源？ 3.料源種類不同，木質素副產物是否相同？ 4.料源種類不同，乳酸產量是否相同？	謝謝委員意見，茲回覆說明如下： 1.計畫係以日進料 300 噸商轉廠設廠規模為目標進行概念設計，其所需相關設計資訊則仍須藉由日進料 1 噸的測試廠的運轉驗證方能取得，其中測試廠已可連續進料一週以上，且維持穩定的操作效能。 2.木片料源之特性確實與稻稈、蔗渣等草本料源略有差異，但藉由部分操作參數調整，仍可以相同設備進行操作；目前已發現性質相近之料源確實可以混合進料，例如稻稈與蔗渣經測試後已發現可混合進料，而不同樹種之木片亦可同時混合進料。 3.隨著料源種類的不同，其木質素組成結構亦會有所差異，目前發現無論料源種類為何，木質素皆可用於燃燒產生電力為副產品，但何種料源的木質素適合用於製備附加價值更高的副產品，現階段則仍在研發起步階段，仍需進一步評估

		4.由於隨著料源種類不同，其纖維素及半纖維素含量會有所差異，因此相對而言乳酸產量亦會略有不同。
貳、計畫經費及人力運用之妥適度(評等：8) 9-10：與原規劃一致。 7-8：與原規劃大致相符，差異處經機關說明後可以接受。 1-6：與原規劃不盡相符，且計畫經費、人力與工作無法匹配。		
2-1	經費實際支用符合原規劃預定執行目標。	謝謝委員。
2-2	計畫經費及人力僅列大綱，並陳明無差異，是否應列較詳細之細目？例如副研究員，助理研究員姓名？	謝謝委員，有關計畫人力之職稱與姓名皆已詳列於細部計畫書中，然而在成果報告的制式格式中，則僅要求說明人力及經費運用之差異，因而未提供更詳細之名目。
2-3	103-107 每年度經費約 3000 萬元，5%之委外約 150 萬元，除可多委託學術單位研究之外，法令面可否爭取至 10%？跨團隊合作以強化整廠輸出之達成。	謝謝委員建議，目前規範委外研究之經費比例確實會對計畫擴大與學術單位團隊合作有所限制，因此後續會再繼續爭取是否可提高上述委外研究經費之比例上限，期能據此強化計畫執行成果。
2-4	綱要計畫書誤植： p.2 政策依據 3.第 3 行『技術（二）新及』。 p.9 倒數第 4 行是否為纖維誘導？	謝謝委員意見，計畫已據此完成確認與修訂。
參、已獲得之主要成果(重大突破)與成果滿意度(評等：8) 9-10：達成原訂 KPI，且獲得成果績效超越原計畫預期。 8：達成原訂 KPI，且獲得成果績效與原計畫預期相符。 7：大致達成計畫原訂 KPI 與預期效益。 1-6：未達成計畫原訂 KPI 與預期效益。		

3-1	碩士培育/訓人數原訂目標 2 位，實際為 1 位，請補充說明原因或是替代方案。	謝謝委員意見，實際達成情形應該是 2 位，後續已將該誤植的內容修訂。
3-2	技術服務金額原訂目標為 1300 千元，實際為 967 千元，請補充說明原因或是替代方案。	謝謝委員意見，原規劃於第三季與一家生技公司簽訂為期一年的跨年度技術服務案，規劃利用噸級廠之發酵槽，提供該公司進行產品發酵規模放大之測試，據此應可符合原技術服務金額之目標，但因當時發酵槽部分管線與控溫系統在預期之外發生故障，需要另行辦理購案委外進行檢修，因而無法如期提供技術服務，延遲至 105 年第一季才完成該技術服務案之簽署作業，此即為實際技服金額與原訂技服目標金額有落差之原因。
3-3	建立日進料 300 噸以上商轉廠之整廠配置及製程設備概念設計，能源產出及投入比 >2.5 ，考量料源之製程生產成本 25-30 元/公升。此應為重大成就，故需陳明已 100% 實質完成日進料 300 噸以上商轉廠之整廠配置，亦或是有些小細節仍無法做到？如為後者，請明列該無法完成之項目	謝謝委員意見，計畫係完成日進料 300 噸之商轉廠整廠概念設計，其實質完成之設計內容包括參數測試及製程訂定、質/能平衡計算 (Aspen Plus)、關鍵設備模擬及設計 (CFD)、系統程序流程圖 (PFD)、系統設計說明書 (SDD) 及設備成本初估等項目，據此待技轉廠商有建廠需求時，即可提供為工程顧問公司之依據，續完成建廠所需之整廠基本設計及細目設計，此亦為目前計畫團隊與工程顧問公司於整廠設計之分工與定位。
3-4	推動業界建置纖維酒精（生質精煉）驗證廠或商轉廠以及推動木質素資源化技術技轉廠商	謝謝委員肯定。

	皆已達成，難能可貴，期勉繼續努力。	
3-5	已獲美國專利 US 8921082 B2，非常難得；取得美國專利是技術指標，然本案似乎以東南亞市場為主，未來需審慎評估專利國家之申請。	謝謝委員意見，目前計畫除了已取得中華民國及美國專利為指標外，因應東南亞地區可為技術授權之潛力推廣及實施區域，目前亦已審慎提出 8 件東南亞國家之專利申請案，據以展開專利區域布局。
3-6	部分成果可在國內研討會發表，使國人瞭解纖維酒精發展現況。	謝謝委員意見，計畫團隊持續會於國內研討會公開發表相關成果，使國人瞭解目前纖維酒精發展現況。
3-7	可舉例列出減少二氧化碳排放量可提供大眾參考以及對環境之貢獻。	謝謝委員建議，計畫已於成果報告中舉例國內每年若使用 50 萬公秉生質酒精為例，預估每年二氧化碳減量效益約 133 萬噸，相當於 3600 座大安森林公園，期據此能強化生質酒精實施於環境效益的論述。
肆、評估主要成就及成果之價值與貢獻度(評等：9) 9-10：超越原計畫預期效益。 8：與原計畫預期效益相符。 7：大致與原計畫預期效益相符。 1-6：未達成原計畫預期效益。		
4-1	本計畫 104 年度共申請 6 件國外發明專利，並分別有 1 件國外(美國)發明專利及 2 件國內(中華民國)發明專利獲證，成果傑出。	謝謝委員肯定。
4-2	改善 L 型纖維乳酸發酵製程成本，整體而言改善後可降低總發酵操作成本 49%，但以無機氮/鉀源取代原有氮源為何可降	謝謝委員意見，由於在不降低發酵效率的前提下，測試結果發現添加無機氮/鉀源的成本，會較原使用之有機氮源為低，因而以無機氮/

	低成本，需再補充說明。	鉀源取代原有機氮源可降低成本。
4-3	發展木質素經氣化產製合成氣、一步法產製二甲醚及二甲醚脫水產製芳香烴等三階段轉換製程的淨能源效益可再進一步評估。	謝謝委員意見，誠如委員所言，木質素產製芳香烴之轉換製程的淨能源效益確實需要進一步評估，將會列為後續進行相關測試實驗的規劃方向。
4-4	木質素資源化技術推動進行熱裂解產製生質燃油之合作案可再進一步說明國內市場發展潛力。	謝謝委員意見，因應國內開始實施溫室氣體減量及管理法與減少細懸浮微粒(PM _{2.5})排放的需求，有關熱裂解產製生質燃油之應用，於國內市場確實有發展潛力，惟因國內生質料源相對集運成本較高，後續相關技術若要持續推動，建議應導入生質精練的營運模式，藉由增加及整合副產品製程的方式，據以降低生質燃油生產成本，方能擴大於市場之應用。
4-5	以本計畫之屬性，個人覺得學術論文相較不重要，但是本計畫已投稿且刊登國際知名期刊，提升影響力，非常優秀。	謝謝委員肯定。
4-6	本計畫獲得重要專利指標，非常優秀。	謝謝委員肯定。
伍、跨部會協調或與相關計畫之配合程度(評等：8) 10：認同機關所提計畫執行無須跨部會協調，且不須與其他計畫配合。 9-10：跨部會協調或與相關計畫之配合情形良好。 7-8：跨部會協調或與相關計畫之配合情形尚屬良好。 1-6：跨部會協調或與相關計畫之配合情形仍待加強。		
5-1	針對擬提供中油公司進行E3酒精汽油之摻配應用，可再進一步合作及評估比E3更高摻配比	謝謝委員建議，計畫團隊已提出相關方案，供執行單位能源局作為後續進一步擴大酒精汽油試辦活動

	推動可行性。	的參酌依據。
5-2	成功與工研院綠能所執行「永續生質燃料關鍵技術研發」之研發團隊達成合作共識，工研院綠能所將提供其自行開發之離子溶劑解聚技術所產生的纖維糖液給核研所，核研所將以計畫開發之共發酵菌測試其纖維糖液的可發酵性，提供其離子溶劑解聚技術研發的規劃，是很好的跨部會協調	謝謝委員肯定，相關合作於 105 年將會繼續執行，計畫已規劃於 105 年第三季提供噸級廠發酵設施，協助工研院綠能所進行離子溶劑解聚技術產生之纖維糖液的發酵放大測試研究。
5-3	於酵素生產技術精進方面，配合科技部產學合作計畫-高密度培養生產基因轉殖纖維分解酵素及其經濟效益評估(MOST 104-2622-E-036-004-CC2) 進行共同合作測試，其中計畫團隊除提供噸級酵素生產發酵設施給大同大學進行酵素 β -glucosidase 生產發酵工程放大測試外，亦已於第二季提供生產製程精進後之纖維水解酵素液，給大同大學進行核研所纖維水解酵素與其自產之 β -glucosidase 之最適混摻比的測試研究，期據此建立具有高水解效能的本土 cocktail 水解酵素，是很好的跨部會協調	謝謝委員肯定。
5-4	應多爭取與學界合作之機會，可加強與國內大學合作	謝謝委員意見，後續計畫團隊將會持續多爭取與學界合作之機會。
陸、後續工作構想及重點之妥適度(評等：8) 9-10：後續工作構想良好；屆期計畫成果之後續推廣措施良好。		

7-8：後續工作構想尚屬良好；屆期計畫之後續推廣措施尚屬良好。		
1-6：後續工作構想有待加強；未規劃適當之屆期計畫後續推廣措施。		
6-1	後續工作構想及重點執行及預估推動期程較少著墨，可再進一步補充。	謝謝委員意見，由於後續工作在推動期程上仍會因外在因素有所變動，故計畫團隊僅針對工作構想及重點提出扼要說明。未來在撰寫後續工作構想時，將會盡量強化推動期程之說明。
6-2	技轉案生質能源的 CDM 案件生質減碳效益，亦可考量納入績效估算。	謝謝委員建議，後續將會評估如何納入績效估算。
6-3	繼續纖維酒精技術整廠之輸出，或是生質塑膠之開發，或是兩者並重，未來應明訂方向，目前看來較模擬兩可。	謝謝委員意見，由於計畫團隊已將纖維酒精相關核心技術，延伸拓展於纖維生質塑膠單體生產技術研發，並已有具體的成果，故基於生質酒精與生質塑膠同樣具有降低化石能源依賴及減少溫室氣體排放之共同特徵，因此未來將會以兩者並重的方式進行產業化推廣，並逐步朝能資源產品多元發展的「生質精煉」方向發展，期後續能配合國家及產業需求，提供因地制宜的生質精煉製程設計，以擴大纖維原料的應用範疇及效益展現。
柒、總體績效評量暨綜合意見 (評等：9) (10:極優 9:優 8:良 7:可 6:尚可 5:普通 4:略差 3:差 2:極差 1:劣)		
7-1	總體績效成果優良，可協助開啟生物精煉產業於國內推動策略參考及後續國內外生質市場之先驅。	謝謝委員肯定。
7-2	計畫已成功開發出高效率及高	謝謝委員鼓勵。

	光學純度的乳酸生產菌株及其純化技術，並獲 104 年國際發明暨交易展競賽金牌獎肯定，成果傑出，而預計簽訂新的技術授權案亦值得期待。	
7-3	產品產量生產效率持續提升及市場成本的合理化仍有賴連續化生產製程之推動及國內生質綠能後續法規的整體搭配，後續可持續推動。	謝謝委員建議，計畫於後續工作重點中仍規劃持續進行相關技術精進，以進一步降低生產成本，並積極提供相關推動方案給主辦單位參酌，同時亦正在推動生質綠能列為 105 年全國科技會議之討論題綱，期藉由多方管道推動國內生質能源之發展。
7-4	先前環境較重學術而輕技術，貴所能完成整廠輸出，是非常好的貢獻，期勉繼續努力，以獲利為目標（指研發產出投入比>1）。	謝謝委員肯定，計畫團隊亦將據此目標持續努力，以展現計畫執行之成效。

目 錄

【104 年度政府科技發展計畫績效報告基本資料表(D003)】	14
---------------------------------------	----

第一部分(系統填寫)

壹、 目的、架構與主要內容	1-15
一、 目的與預期成效	1-16
(一) 目的	1-16
(二) 預期成效	1-17
(三) 實際達成與原預期差異說明	1-19
二、 架構(含樹狀圖).....	1-23
三、 主要內容	1-24
(一) 內容	1-24
(二) 實際執行與原規劃差異說明	1-25
貳、 經費與人力執行情形	1-26
一、 經費執行情形	1-26
(一) 經資門經費表(E005).....	1-26
(二) 經費實際支用與原規劃差異說明	1-27
二、 計畫人力運用情形	1-28
(一) 計畫人力結構(E004).....	1-28
(二) 人力實際進用與原規劃差異說明	1-29
參、 已獲得之主要成果與重大突破 (含量化 output)(E003)	1-30

第二部分(自行上傳)

壹、 主要成就及成果之價值與貢獻度 (outcome).....	2-45
一、 學術成就(科技基礎研究).....	2-46
二、 技術創新(科技技術創新).....	2-47
三、 經濟效益(經濟產業促進).....	2-51
四、 社會影響(社會福祉提升、環境保護安全)	2-51
五、 其他效益(科技政策管理、人才培育、法規制度、國際合作、推動輔導等).....	2-52
貳、 跨部會協調或與相關計畫之配合	2-53

參、 檢討與展望.....	2-53
---------------	------

【104 年度政府科技發展計畫績效報告基本資料表(D003)】

審議編號	104-2001-02-癸-06				
計畫名稱	能源國家型科技計畫－ 纖維酒精產業推廣平台及加值化生質精煉技術之研發(2/5)				
主管機關	行政院原子能委員會				
執行單位	行政院原子能委員會核能研究所				
計畫主持人	姓名	黃○松	職稱	研究員兼組長	
	服務機關	行政院原子能委員會核能研究所			
	電話		電子郵件		
計畫類別	能源國家型科技計畫				
計畫群組及比重	生命科技 % 環境科技 100 % 資通電子 % 工程科技 % 科技服務 % 科技政策 % 資通訊建設 %				
執行期間	104 年 01 月 01 日至 104 年 12 月 31 日				
全程期間	103 年 01 月 01 日至 107 年 12 月 31 日				
全程計畫 資源投入 (104 年度以前 請填決算數)	年度	經費(千元)		人力(人/年)	
	103	33,226		27	
	104	30,391		30	
	105	31,236		15	
	106	31,525		18	
	107	38,678		18	
	合計	165,056		108	
當年度 經費投入 明細 (請填決算數)	104 年度	人事費		土地建築	
		材料費	1,301	儀器設備	13,191
		其他經常支出	11,099	其他資本支出	4,800
		經常門小計	12,400	資本門小計	17,991
		經費小計(千元)		30,391	
計畫連絡人	姓名	朱○騰	職稱	技術員	
	服務機關	行政院原子能委員會核能研究所			
	電話		電子郵件		

第一部分(系統填寫)

壹、目的、架構與主要內容

一、目的與預期成效

(一)目的

本計畫之定位與功能係配合國家生質能源及綠能產業政策推動，以不與人爭糧之木質纖維生質物為料源，在逐步降低對石油之依賴、降低二氧化碳排放及打造新興低碳產業等目標下，推動纖維酒精及生質精煉技術朝產業化發展。

有關本計畫之相關政策方面，2009 年全國能源會議結論中建議推動汽車合理使用國內廢棄物或第二代非糧食作物生產之生質燃料，並研究規劃於 2020 年達到 E10 目標之可行性。於其子議題能源安全體系建置項中明確指出：1.發展自主性高之再生能源，有效運用再生能源開發潛力，推動再生能源設置；2.促進能源多元化，從 2011 年起逐年降低能源供應種類集中度及化石能源依存度；3.強化低碳能源科技研發及建置，對前瞻性新能源研發展開佈局。據此，台北市與高雄市已分別於 2007 年 9 月及 2009 年 7 月起試辦 E3 酒精汽油，目前北高都會區共 14 家供應 E3 酒精汽油，每公升優惠提升到 2 元；2009 年通過「再生能源發展條例」，同意利用休耕地或其他閒置土地栽種能源作物，給予獎勵補助，相關辦法正在研議中；2012 年能源局亦召開適合台灣栽培之建議能源作物討論會議，會議中達成共識，國內最適宜種植之能源作物為可用於生產生質醇類的甘蔗，並委由農委會推動示範種植及應用計畫；目前國內全面纖維醇類推動計畫正積極研議中；2012 年生質能(產業)發展策略與措施研商會議亦規劃 2030 年生質燃料占運輸用燃料 10%、年使用量約 150 萬公秉為目標。另一方面，2011 年之產業技術白皮書將生質材料列為產業篇之先進綠能材料領域與民生化工科技領域之重要發展項目。同年在我國石化產業高值化之發展方向結論中歸納出：發展主導性新興／高科技產業之高值化產品系列或項目，達成以六大新興產業所需關鍵材料、我國尚未充分利用之原料（如：C5、C9 及衍生材料）、新材料（如：生質材料、高性能工程橡膠、塑膠及其原料）、進口取代或本土化商品（包含 LCD 及運動休閒兩大系列）等四大類為建議優先發展項目的共同意見。另外，2011 年

能源產業技術發展綱要計畫之低碳化產業技術之研發策略中，亦規劃低化石碳之生物基工業材料為工業節能之發展項目。

鑒於纖維酒精技術為深具前瞻性及挑戰性的新興生質能源轉換技術，其核心技術並可延伸至生質材料及生質化學品之生產應用，符合能源國家型科技計畫生質能子項的範疇。因此在產業化的過程中，有必要建置測試廠規模之大型研究平台，進行量產製程運轉之驗證，以消除技術商轉應用之風險性，故核研所除已於 2009 年底首先完成日進料 1 噸之纖維酒精測試廠之建立，並自 2010 年起開始進行連續四年的測試運轉，據此亦已建立具驗證廠應用潛力之纖維酒精量產技術，因此期藉由本計畫之執行，進一步運用工程放大技術及加值化副產品之整合，建立具有經濟競爭力之商轉規模纖維酒精製程及整廠設計，協助國內產業於亞洲地區建立具指標性的纖維酒精廠或生質精煉廠，以農、林業剩餘資材為原料，生產纖維酒精或具有低碳特徵之生質產品，據此達到促進低碳產業發展、能源多元化及二氧化碳減量之效果。

(二)預期成效

本計畫規劃自 2014 年起開始進行連續四年的纖維酒精製程精進及產業化推動，其主要策略包括 1.提升量產可行性-以先前纖維酒精整廠運轉測試之成果建立商轉廠的整廠基本設計，作為協助產業建置纖維酒精商轉廠之依據；2.提升經濟競爭力-發展纖維酒精廠之副產品技術或擴大纖維轉化酒精核心技術之應用面，提升纖維酒精競爭力及其核心技術產業化的機會。其中，製程設備工程放大、結合木質素熱化學轉化技術及增加副產物分離純化平台應為推動纖維酒精產業化的重點研發項目，生化製程研發生之核心技術則可應用於副產品製程之開發及協助國內其他學研單位建立高碳數生質燃料(例如生質丁醇)之生產製程。

1.本計畫全程目標與年度目標：

本計畫之定位與功能係配合國家生質能源及綠能產業政策推動，以不與人爭糧之木質纖維生質物為料源，在逐步降低對石油之依賴、降低二氧化碳排放及打造新興低碳產業等目標下，推動纖維酒精及生質精煉技術朝產業化發展。

基於以上全程目標，104 年度目標如下：

- (1)建立日進料 300 噸以上商轉廠之整廠配置及製程設備概念設計，能源產出及投入比 >2.5 ，考量料源之製程生產成本 25-30 元/公升。

- (2)推動 1~2 家業界建置纖維酒精（生質精煉）驗證廠或商轉廠。
- (3)推動木質素資源化技術技轉 2~3 家廠商。
- (4)建立纖維酒精廠之木質素副產物製程，提昇整廠經濟競爭力。
- (5)開發纖維原料糖化技術應用於非糧高值化生質化學品(材料)或化石能源替代衍生產品，協助產業以纖維原料取代糧食原料。

2.各年度主要工作項目

本計畫全程規劃藍圖如下圖所示，其各年度主要工作項目分別為：

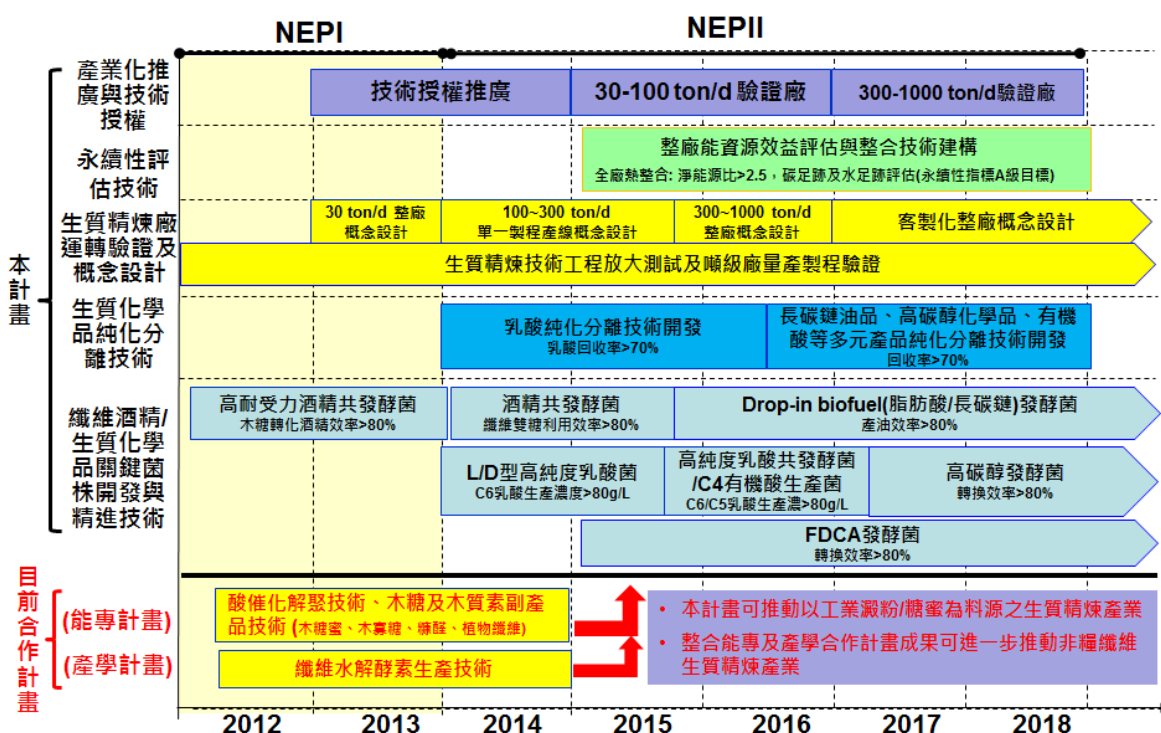


圖 1、計畫全程規劃藍圖

3.本 104 年度各季預期成果

1-3 月份目標

- (1)纖維乳酸量產製程驗證
- (2)D 型乳酸菌株開發及公斤級發酵製程參數建立
- (3)建立二甲醚脫水產製芳香烴之產物分析技術

4-6 月份目標

- (1)纖維酒精共發酵製程精進之驗證。
- (2)L 型纖維乳酸噸級廠製程精進。
- (3)不同陽離子取代及不同矽鋁比之沸石對芳香烴選擇率的影響。

7-9 月份目標

- (1)酵素水解槽之工程放大設計。
- (2)纖維酒精共發酵噸級製程精進。
- (3)木質素轉製芳香烴製程整合。

10-12 月份目標

- (1)纖維生質精煉廠整場概念設計。
- (2)纖維乳酸公斤級酯化蒸餾純化設備平台建立與測試運轉。
- (3)電漿碳化及優化二甲醚脫水產製芳香烴之實驗參數。

(三)實際達成與原預期差異說明

本計畫執行結果，皆能達成年度預期目標：

預期目標	實際達成情形	差異分析
建立日進料 300 噸以上商轉廠之整廠配置及製程設備概念設計，能源產出及投入比>2.5，考量料源之製程生產成本 25-30 元/公升	依據現有木片料源特性與噸級規模測試分析結果，已在能源產出及投入比>2.5、製程生產成本 25-30 元/公升的基準下，建立最適化之木片轉化酒精的纖維解聚前處理、酵素水解、酒精發酵等關鍵程序；另完成主要設備配置設計，以及前處理、酵素水解、酒精發酵、蒸餾脫水與酵素生產等系統程序流程圖(PFD)與系統設計說明書(SDD) 達成年度預定目標。	完成年度預定目標 100% 無差異
推動 1~2 家業界建置纖維酒精驗證廠或商轉廠。	已於 104 年 3 月 1 日與馬來西亞台商新茂木業公司簽訂生質精煉技術授權案，並於 104 年 5 月 14 日舉辦技術授權記者會中宣布，全程授權金約 6000 萬元，涵蓋 6 項可交易之纖維酒精核心技術及 5 件專利應用。(圖 2) 已達成年度預定目標。	完成年度預定目標 100% 無差異
推動木質素資源化技術技轉 2~3 家廠商	1. 104 年 1 月與潔鼎公司先期參與開發新穎生質燃油觸媒案，執行期程 6 個月，金額 52 萬元。另上述與馬來西亞木業公司簽訂之生質精煉技術授權案中的維誘導酵素生產技術項目亦為木質素資源化技術，故已完成預定目標。 2. 潔鼎公司熱裂解產製生質燃油之 SBIR	完成年度預定目標 100% 無差異

	合作案已完成合作意願書簽署(104.02)，預估執行期程 2 年，每年 100 萬元技服金。 3. 達成年度預定目標。	
建立纖維酒精廠之木質素副產物製程，提昇整廠經濟競爭力。	建立 AspenPlus 之木質素轉製芳香烴製程整合模擬平台(化石能源比達 2.0)，經參數選擇及調整，化石能源比可達 2.8，達預期目標。 達成年度預定目標。	完成年度預定目標 100% 無差異
開發纖維原料糖化技術應用於非糧高值化生質化學品(材料)或化石能源替代衍生產品，協助產業以纖維原料取代糧食原料。	(1)已篩選出 3 株具高旋光度和高轉化效率特色之潛力菌株，分別為 L 型、D 型和 L 型共發酵菌株。(圖 3) (2)已完成噸級廠 L 型乳酸量產製程驗證，乳酸光學純度(L 型)高達 99.9%，發酵後乳酸濃度 80g/L 和每噸纖維料源乾重產出 220~250 kg 乳酸，皆具商轉應用潛力，目前亦為亞洲首創纖維乳酸量產製程。 (3)達成年度預定目標，成功將纖維原料糖化技術應用於生質塑膠原料-乳酸生產之應用	完成年度預定目標 100% 無差異

另研發成果亦皆已符合查核點之預定目標。

預期目標(查核點)	實際達成情形	差異分析
纖維乳酸量產製程驗證：建立噸級廠纖維乳酸製程最適化操作，乳酸於發酵液中濃度達 70~90g/L。(I)	以木片作為噸級廠纖維乳酸製程最適化操作之使用料源，建立具穩定性之 L 型乳酸生產製程，推估每噸木片原料可產生 230kg L 型乳酸，已符合商業應用水準，且隨著製程中纖維固體含量的變動，L 型乳酸濃度皆可維持在 75~98g/L，與預期目標相符，且轉化乳酸效率與旋光度皆可維持在 90%以上及 98%，此顯示噸級廠纖維乳酸製程應已具穩定性。(圖 4、圖 5)	完成年度 3 月份查核點預定目標 100% 無差異
D 型乳酸菌株開發及公斤級發酵製程參數建立：建立公斤級 D 型纖維乳酸穩	以木片作為料源，進行公斤級 100L 發酵槽規模之 D 型纖維乳酸發酵製程之測試，D 型乳酸濃度可達 80g/L，光學純度可達	完成年度 3 月份查核點預定目標

定發酵生產製程，D 型纖維乳酸於發酵液中濃度達 80g/L(II)	98%，轉化效率達 95%，皆已達預定目標，且無醋酸副產物生成，據此未來將進一步於噸級廠進行 D 型纖維乳酸生產製程之驗證。(圖 6)	100% 無差異
建立二甲醚脫水產製芳香烴之產物分析技術：利用 GC-FID 配合 GC-MS 建立產物成分相對濃度估算方法(III)	完成利用 ECN (Effective Carbon Number) 估算 GC-FID 圖譜各物種間相對濃度之方法，可在缺乏標準品之情況下估計 DME to Aromatics 各別產物之相對濃度。(圖 7)	完成年度 3 月份查核點 預定目標 100% 無差異
纖維酒精共發酵製程精進之驗證：以噸級廠進行精進後之纖維酒精共發酵量產製程的驗證，酒精濃度大於 40g/L(I)	目前共發酵製程之酒精產出濃度已可大於 40g/L，尤其木片經酵素水解後，產生具抑制性的醋酸濃度高達 12g/L，較草本料源水解的醋酸濃度 5g/L 為高，但利用發酵製程之連續饋料策略後，共發酵菌株可耐受 12g/L 醋酸，發酵效率可達 75%，木糖代謝效率達 95%，皆與預期效能相符。	完成年度 6 月份查核點 預定目標 100% 無差異
L 型纖維乳酸噸級廠製程精進：改善 L 型纖維乳酸製程之種菌配方、營養氮源添加、酵素添加及液鹼之替代，降低整體操作成本降低 45%(II)	原發酵操作成本之項目成本配比為酵素(10%)、種菌(60%)、氮源(20%)、鹼液(10%)，為改善 L 型纖維乳酸製程操作成本，分別從酵素、種菌及氮源等三方面尋求降低成本的方法，其中，透過添加酵素媒合劑降低酵素劑量及利用水洗製程增進水解效率，已可降低 30%的酵素成本；以無機氮/鉀源取代原有氮源，並建立菌體回收方法降低發酵所需種菌批數，約可節省 60%的種菌成本；又尋找替代氮源取代，並馴養菌株以修改發酵配方，降低氮源整體使用量，約降低氮源成本 50%，整體而言改善後可降低總發酵操作成本 49%，達預期目標。(圖 8)	完成年度 6 月份查核點 預定目標 100% 無差異
不同陽離子取代及不同矽鋁比之沸石對芳香烴選擇率的影響：完成陽離子與矽鋁比之實驗設計及對芳香烴選擇率之影響的實驗，篩選出最佳陽離子/	完成三種金屬陽離子交換之沸石觸媒製備並進行二甲醚脫水產製芳香烴實驗，產品經輕油組成分析以確認芳香烴分布。另不同陽離子改質對二甲醚脫水產製芳香烴的影響顯示：酸度高芳香烴選擇率亦高。(圖 9)	完成年度 6 月份查核點 預定目標 100% 無差異

矽鋁比組合(III)		
酵素水解槽之工程放大設計：完成容積規模 100 噸以上之水解槽攪拌設計(I)	依序收集酵素水解程序實驗參數，據此建立酵素水解流體計算模型，再以等同實驗室相同攪拌葉尖端速度與單位容積之消耗功率等兩指標做為工程放大設計之模擬分析依據，據此完成容積規模 300 噸之水解槽攪拌設計	完成年度 9 月份查核點 預定目標 100% 無差異
纖維酒精共發酵噸級製程精進：纖維酒精共發酵程序操作成本降低 40%(II)	藉由水解及酒精發酵新程序(HSSCF)開發、發酵菌株回收再利用技術導入(圖 10)、菌株突變馴化提升水解液抑制物耐受能力等程序及菌株之精進，目前已成功降低酵素成本 33%、電力成本 25%、種菌用量 66%，及液鹼用量 50%，推估將可降低水解及共發酵程序操作成本 40%。	完成年度 9 月份查核點 預定目標 100% 無差異
木質素轉製芳香烴製程整合：建立 AspenPlus 之木質素轉製芳香烴製程整合模擬平台(III)	建立 AspenPlus 之木質素轉製芳香烴製程整合模擬平台，據此進行製程模擬熱能整合研究，並以最小趨近溫度去進行熱整合可得化學能源比 2.8，以達化石能源比大於 2.0 之預期目標。	完成年度 9 月份查核點 預定目標 100% 無差異
纖維生質精煉廠整場概念設計：建立 100-300 噸/日建廠規模之概念設計(I)	在能源產出及投入比>2.5、考量料源之製程生產成本 25-30 元/公升的量產製程技術指標下，已建立 300 噸/日纖維酒精廠之概念設計，除以木片為料源訂定纖維酒精之解聚前處理、酵素生產、水解與發酵等關鍵程序，並依據初步質量流量估算，進行設備配置規劃與程序流程圖(PFD)繪製，同時亦應用 CFD 進行室溫混酸槽、高溫高壓反應槽、酵素水解槽等關鍵設備放大設計之模擬評估，據此已完成概念設計所需之系統設計說明書(SDD)	完成年度 12 月份查核點 預定目標 100% 無差異
纖維乳酸公斤級酯化蒸餾純化設備平台建立與測試運轉：完成發酵液日處理量 100 L 公斤級之酯化蒸餾純化設備平台之操作參數最佳化，成品純度達	已根據實驗規模測試結果完成發酵液日處理量 100 L 公斤級之酯化蒸餾純化設備平台之建置，並完成操作參數最佳化及成品純度達 80%之市售標準。	完成年度 12 月份查核點 預定目標 100% 無差異

80%之市售標準(II)		
1.優化二甲醚脫水產製芳香煙之實驗參數：液相產物之芳香煙選擇率大於80%，觸媒單程壽命大於100小時 2.電漿碳化：木質素纖維碳化後之含碳量大於95% (III)	1.已建立木質素經氣化產製合成氣、一步法產製二甲醚及二甲醚脫水產製芳香煙等三階段轉換製程，並以不同 Zn 含量之 Zn-ZSM-5 觸媒進行測試，發現在優化操作下觸媒壽命已可達100小時，芳香族生成率由 ECN 方式計算可達80%以上。(圖11) 2.測試聚丙烯腈摻配不同比例之木質素纖維的含碳量與拉伸效果，發現纖維經穩定化後含碳量已達70%，碳化後可達95%，已達預期目標。	完成年度 12 月份查核點 預定目標 100% 無差異

二、架構

纖維酒精產業推廣平台及加值化生質精煉技術研發計畫架構圖

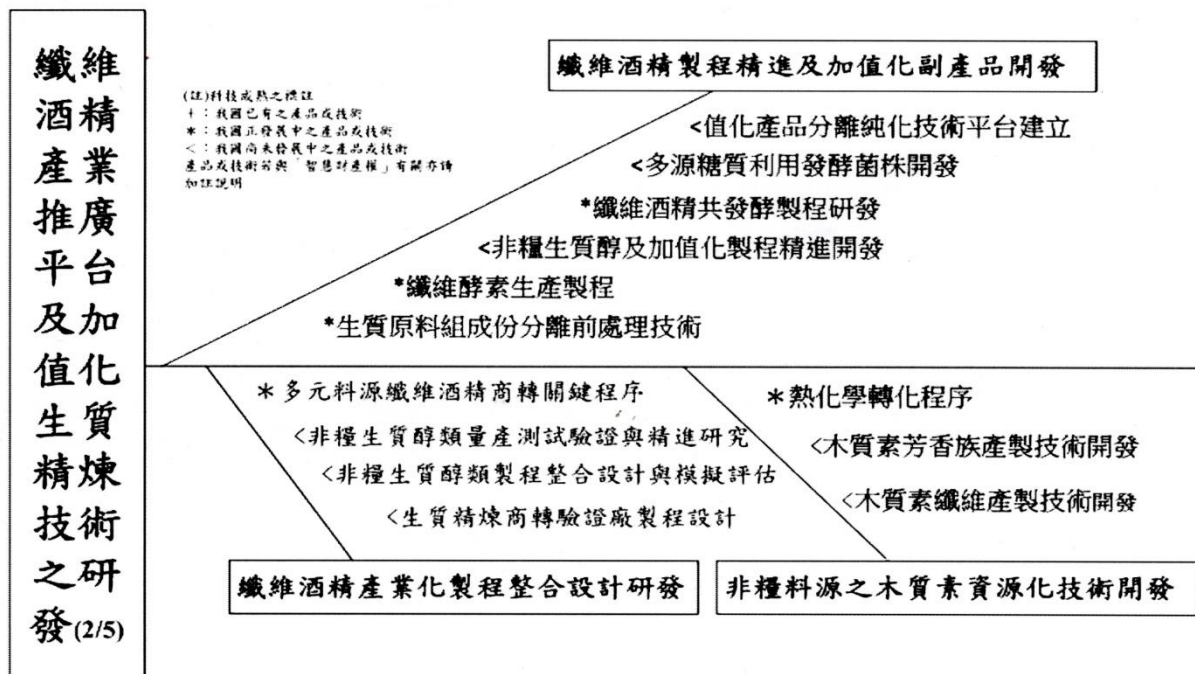


圖 2 重要科技關聯圖例

細部計畫		子項計畫(本所填分項計畫)		主持 人	共同 主持 人	執行機關	說明
名稱	預算數/ (初編決算數) (千元)	名稱	預算數/ (初編決算數) (千元)				
纖維酒精 產業推廣 平台及加 值化生質 精煉技術 之研發	30,391 (30,267)					核能研究所	
		纖維酒精 產業化製 程整合設 計研 發 (I)	13,653 (13,653)			核能研究所	
		纖維酒精 製程精進 及加值化 副產品開 發(II)	13,284 (13,163)			核能研究所	
		非糧料源 之木質素 資源化技 術 開 發 (III)	3,454 (3,451)			核能研究所	

註：初編決算數=實支數+保留數=執行數

三、主要內容

(一)內容

計畫規劃於 2014-2018 年推動纖維酒精及生質精煉技術朝產業化發展，其主要策略包括(1)推動纖維酒精產業化之發展：以合理化取得料源及展現經濟效益為基礎，依據纖維酒精整廠運轉測試之成果建立整廠概念設計，協助產業建置驗證廠或商轉廠。(2)提升產業經濟競爭力：整合整廠能源效益評估、多元料源之纖維糖化平台技術、加值化副產品製程研發、及提高生質精煉廠之經濟效益，推動非糧料源生質精煉廠之發展。主要工作分成三個分項分述如下：

1. 纖維酒精產業化製程整合設計研發

本分項計畫重點係精進噸級測試廠之運轉效能外，推廣此測試廠為纖維酒精產業化測試平台，並建立商轉廠建置所需之工程放大技術及整廠概念設計協助及推動非糧生質醇類燃料產業化發展：

1.1 非糧生質醇類量產測試驗證與精進研究

1.2 非糧生質醇類製程整合設計與模擬評估

2. 纖維酒精製程精進及加值化副產品開發

本分項計畫重點係以纖維酒精製程結合副產品生產的理念，提升纖維酒精製程之競爭力，並拓展纖維酒精核心技術之應用範疇，發展生質高值化產品及製程技術：

2.1 非糧生質醇及加值化製程精進開發

2.2 多源糖質利用發酵菌株開發

2.3 加值化產品分離純化技術平台建立

3. 非糧料源之木質素資源化技術開發

本分項計畫係整合纖維酒精或生質精煉廠之製程，開發木質素分離純化技術，並據此開發其資源化及加值化之碳纖維產品，如碳纖維與生質材料等高價值產品，擴大非糧料源之應用潛力及纖維酒精廠之經濟效益。

3.1 木質素芳香族產製技術開發

3.2 木質素纖維產製技術開發

(二)實際執行與原規劃差異說明

完成年度預定目標 100%。實際執行結果與原規劃無差異。

貳、經費與人力執行情形

一、經費執行情形

(一)經資門經費表 (E005)

單位：千元；%

	104 年度					105 年度 預算數	106 年度 申請數	備註
	預算數 (a)	初編決算數			執行率 (d/a)			
		實支數 (b)	保留數 (c)	合計 (d=b+c)				
總計	30,391	30,267		30,267	99.59	31,236	31,525	
一、經常門小計	12,400	12,276		12,276	99.00			
(1)人事費								
(2)材料費	1,301	1,301	0	1,301	100	1,427	1,300	
(3)其他經常支出	11,099	10,975	0	10,975	98.88	11,536	15,000	
二、資本門小計	17,991	17,991	0	17,991	100	18,273	15,225	
(1)土地建築								
(2)儀器設備								
(3)其他資本支出								

(二)經費支用說明

符合年度預定執行。

(三)經費實際支用與原規劃差異說明

符合年度預定執行目標。

二、計畫人力運用情形

(一)計畫人力結構 (E004)

計畫名稱	執行情形	104 年度							105 年度 總人力 (預算數)	106 年度 總人力 (申請數)
		研究員 級	副研究 員級	助理研究員 級	助理級	技術 人員	其他	總人力 (人年)		
纖維酒精產業 推廣平台及加 值化生質精煉 技術之研發	原訂	0.3	5.2	16	1.0	7.1	0.4	30	15 (31,236)	18 (31,525)
	實際	0.3	5.2	16	1.0	7.1	0.4	30	—	—
	差異	0	0	0	0	0	0	0	—	—
纖維酒精產 業化製程整 合設計研發 (I)	原訂	0.1	1.6	6.5	0.6	2.1	0	10.9		
	實際	0.1	1.6	6.5	0.6	2.1	0	10.9	—	—
	差異	0	0	0	0	0	0	0	—	—
纖維酒精製 程精進及加 值化副產品 開發(II)	原訂	0.2	1.7	5.6	0.4	3.0	0.4	11.3		
	實際	0.2	1.7	5.6	0.4	3.0	0.4	11.3		
	差異	0	0	0	0	0	0	0		

非糧料源之 木質素資源 化技術開發 (Ⅲ)	原訂	0	1.9	3.9	0	2.0	0	7.8		
	實際	0	1.9	3.9	0	2.0	0	7.8		
	差異	0	0	0	0	0	0	0		

- 研究員級：研究員、教授、主治醫師、簡任技正等，若非以上職稱則相當於博士滿 3 年、或碩士滿 6 年、或學士滿 9 年以上之研究經驗者。
- 副研究員級：副研究員、副教授、助理教授、總醫師、薦任技正，若非以上職稱則相當於博士、或碩士滿 3 年、或學士滿 6 年以上之研究經驗者。
- 助理研究員：助理研究員、講師、住院醫師、技士，若非以上職稱則相當於碩士、或學士滿 3 年以上之研究經驗者。
- 助理級：研究助理、助教、實習醫師，若非以上職稱則相當於學士、或專科滿 3 年以上之研究經驗者。
- 技術人員：指目前在研究人員之監督下從事與研究發展有關之技術性工作。
- 其他：指在研究發展執行部門參與研究發展有關之事務性及雜項工作者，如人事、會計、秘書、事務人員及維修、機電人員等。

(二)人力實際進用與原規劃差異說明

年度人力實際運用與原規劃無差異。

參、已獲得之主要成果與重大突破(含量化 output) (E003) (系統填寫)

屬性	績效指標類別	績效指標項目		104 年度		105 年度目標值	106 年度目標值	效益說明 (每項以 500 字為限)	重大突破
				原訂目標值	實際達成值				
學術成就 (科技基礎研究)	A. 論文	期刊論文	國內(篇)	4	5			已投稿及發表有關碳纖維衍生研究、木糖利用及乳酸菌開發等研究的國際期刊論文 4 篇，據此增加國際能見度及建立應用研究之基礎	由於過去以纖維水解液為碳源進行乳酸菌研發的研究甚少，因此計畫發表之乳酸菌開發論文在學術成就上具有指標意義
			國外(篇)		4				
		研討會論文	國內(篇)						
			國外(篇)						
		專書論文	國內(篇)						
			國外(篇)						
	B. 合作團隊 (計畫)養成	機構內跨領域合作團隊(計畫)數						本年度分別與清大化工系及台灣經濟研究院建立研發團隊，以	
		跨機構合作團隊(計畫)數		2	2				

屬性	績效指標類別	績效指標項目	104 年度		105 年度目標值	106 年度目標值	效益說明 (每項以 500 字為限)	重大突破
			原訂目標值	實際達成值				
學術成就 (科技基礎研究)		跨國合作團隊(計畫)數					分工方式執行高碳醇基因重組發酵菌之建構及五碳糖副產品應用評估等研究工作，分別有助拓展計畫成果應用範疇及提高建廠營運效益等工作之推展。	
		簽訂合作協議數						
		形成研究中心數						
		形成實驗室數						
	C.培育及延攬人才	博士培育/訓人數		1			透過委託計畫培訓具有代謝工程研發能力之博碩士班生各 1 位，厚植國內於生化專業研發能量	
		碩士培育/訓人數	2	1				
		學士培育/訓人數						
		學程或課程培訓人數						
		延攬科研人才數						
		國際學生/學者交換人數						
		培育/訓後取得證照人數						
	D1.研究報告	研究報告篇數	10	18			針對實驗工作進行記錄並提供研究人員經驗傳承	
	D2.臨床試驗	新藥臨床試驗件數					。	
		醫療器材臨床試驗件數						
	E.辦理學術活	國內學術會議、研討會、論壇次數	1	1			計畫團隊於 11 月 18 日與台灣生	

屬性	績效指標類別	績效指標項目			104 年度		105 年度目標值	106 年度目標值	效益說明 (每項以 500 字為限)	重大突破
					原訂目標值	實際達成值				
	動	國際學術會議、研討會、論壇次數							質能源產業協會共同主辦「生質精煉產業之發展」研討會，主要因生質能源近年來朝向多元化的生質精煉方向發展，逐漸受國際市場關注，故舉辦此會議與國內業者掌握生質精煉產業發展先機，協助國內生質能產業開創新的發展契機，加速提升我國生質能源產業的競爭力	
		雙邊學術會議、研討會、論壇次數								
		出版論文集數量								
	F.形成課程/教材/手冊/軟體	形成課程件數								
		製作教材件數								
		製作手冊件數								
		自由軟體授權釋出教材件數								
	其他									
技術創	G.智慧財產	申請中	國內	發明專利(件)	6				申請專利題目主要包括高木質素纖維原料之乳酸發酵技術及	
				新型/新式樣(件)		6				
				商標(件)						

屬性	績效指標類別	績效指標項目		104 年度		105 年度目標值	106 年度目標值	效益說明 (每項以 500 字為限)	重大突破
				原訂目標值	實際達成值				
新 (科技技術創新)		國外	品種(件)				特色乳酸菌，除後續可公告為可交易技術外，並據此同步申請馬來西亞、印尼等東南亞國家專利，進行東南亞地區之專利區域佈局，強化技術輸出之競爭力。		
			發明專利(件)						
			新型/新式樣(件)						
			商標(件)						
			品種(件)						
	已獲准	國內	發明專利(件)		2				
			新型/新式樣(件)						
			商標(件)						
			品種(件)						
		國外	發明專利(件)		1				
			新型/新式樣(件)						
			商標(件)						
			品種(件)						
	著作/出版品	國內(件)							
		國外(件)							

屬性	績效指標類別	績效指標項目	104 年度		105 年度目標值	106 年度目標值	效益說明 (每項以 500 字為限)	重大突破
			原訂目標值	實際達成值				
		與其他機構或廠商合作智財件數						
技術創新 (科技技術創新)	H.技術報告及檢驗方法	新技術開發或技術升級開發之技術報告篇數	10	10			提供後續參與人員的研習參考及未來技轉用之參考依據	
		新檢驗方法數						
	I1.辦理技術活動	辦理技術研討會場次						
		辦理技術說明會或推廣活動場次						
		辦理競賽活動場次						
	I2.參與技術活動	發表於國內外技術活動(包含技術研討會、技術說明會、競賽活動等)場次	4	4			參與國內知名生質能產業協會、生質材料產業化聯誼會等法人組織或公司、機構等所舉辦之研討會及發明競賽，除於研討會中討論生質能技術現況與高值化應用，促進技術提昇及建立合作管道外，在發明競賽方面並獲得國際發明暨交易展競賽金牌獎及國家新創獎	

屬性	績效指標類別	績效指標項目		104 年度		105 年度目標值	106 年度目標值	效益說明 (每項以 500 字為限)	重大突破
				原訂目標值	實際達成值				
	J1. 技 轉 與 智財授權	技轉(含先期技術) <u>國內</u> 廠商或機構	件數					促成本年度與馬來西亞木業公司簽訂 4 項可交易技術之授權，簽約金額約 4000 萬元，並據此於本年度完成第一件技術移轉案 50 萬元	成功落實技術產業化目標，使我國成為生質能源技術輸出國，期後續可樹立亞洲纖維生質精煉廠建置之範型
			金額(千元)						
		技轉(含先期技術) <u>國外</u> 廠商或機構	件數						
			金額(千元)						
		專利授權 <u>國內</u> 廠商或機構	件數						
			金額(千元)						
		專利授權 <u>國外</u> 廠商或機構	件數	1	1				
			金額(千元)	500	500				
		自由軟體授權件數							
		其他(不含專利)授權	件數						
			金額(千元)						
技術創新	J2.技術輸入	引進技術件數							
		引進技術經費(千元)							
	S1. 技術服務	技術服務件數		1	3			與一家民間能源科技公司簽訂	

屬性	績效指標類別	績效指標項目	104 年度		105 年度目標值	106 年度目標值	效益說明 (每項以 500 字為限)	重大突破
			原訂目標值	實際達成值				
(科技技術創新)	(含委託案及工業服務)	技術服務家數	1	3			52 萬元先期合作計畫，開發裂解油生產用之觸媒，推動木質素資源化技術，奠定後續落實計畫成果產業化之基礎。另與大同大學合作之酵素生產驗證技術服務案，目前正辦理結案作業，預期將可增加技術服務收入 24.7 萬元；又與工研院材化所簽訂技術服務案 20 萬元，協助進行「能源與化學材料方面之產業訊息與研究規劃收集與分析」，期借重計畫團隊於木質纖維生質精煉之研發基礎與產業化推動經驗，協助其進行生物經濟產業之工業領域中有關生質能源及生質材料產業發展的規劃並提出相關建議。	
		技術服務金額(千元)	1300	967				
	S2. 科研設施	設施建置項數						

屬性	績效指標類別	績效指標項目	104 年度		105 年度目標值	106 年度目標值	效益說明 (每項以 500 字為限)	重大突破
			原訂目標值	實際達成值				
	建置及服務	設施運轉穩定度(%)						
		設施運轉運轉效率(%)						
		設施服務項目數						
		設施使用人次						
		設施服務件數						
		設施服務時數						
		設施服務收入						
	其他							
經濟效	L.促成投資	促成廠商投資件數		1			促成廠商分別為新茂木業公司及一家能源科技公司。	
		促成生產投資金額(千元)		40,000				
		促成研發投資金額(千元)		520				

屬性 (經濟產業促進)	績效指標類別	績效指標項目	104 年度		105 年度目標值	106 年度目標值	效益說明 (每項以 500 字為限)	重大突破
			原訂目標值	實際達成值				
		促成新創事業投資金額(千元)						
		促成產值提升或新創事業所推出新產品產值(千元)						
	M. 創新產業或模式建立	成立營運總部數						
		衍生公司家數						
		建立產業發展環境、體系或營運模式件數						
		參與產業發展環境、體系或營運模式之產業團體數						
		促成企業聯盟家數						
		創新模式衍生新產品上市項數						
		促成產值提升或創新模式衍生新產品產值(千元)						
	N. 協助提升我國產業全球地	建立國際品牌或排名提升						
		相關產業產品產值世界排名提升						

屬性	績效指標類別	績效指標項目		104 年度		105 年度目標值	106 年度目標值	效益說明 (每項以 500 字為限)	重大突破
				原訂目標值	實際達成值				
	位	促成國際互惠合作件數							
		促進國際廠商在台採購(千元)							
經濟效益 (經濟產業促進)	O. 共通/檢測技術服務及輔導	輔導廠商或產業團體技術或品質提升、技術標準認證、實驗室認證、申請與執行主導性新產品及關鍵性零組件等	件數						
			廠商家數						
			廠商配合款(千元)						
		技術、作業準則等教育訓練人次							
		提供國家級校正服務件數							
	P.創業育成	新公司或衍生公司家數							
	T.促成與學界或產業團體合作研究	媒合與推廣活動辦理次數						與清大化工系合作開發高碳醇重組發酵菌株之建構，拓展纖維轉換核心技術之應用範疇	
		促成合作研究件數		1	1				
		廠商研究配合款金額(千元)							
		合作研究產品上市項數							
	U.促成智財權	輔導診斷家數							

屬性	績效指標類別		績效指標項目	104 年度		105 年度目標值	106 年度目標值	效益說明 (每項以 500 字為限)	重大突破
				原訂目標值	實際達成值				
	資金融通		案源媒合家數						
			協助廠商取得融資家數						
			協助廠商取得融資金額(千元)						
	AC.減少災害損失		開發災害防治技術與產品數						
			建立示範區域或環境觀測平台數						
			建築或橋梁補強數						
			輔導廠商建立安全相關生產或驗證機制之件數						
			預估降低環境危害風險或成本(千元)						
	其他								
社會影響	社會	AB. 科技知識	科普知識推廣與宣導次數					本計畫運用示範廠設施推廣生質能源,於 1-12 月執行期間迄今	
			科普知識推廣與宣導觸達人數		~400				

屬性	績效指標類別		績效指標項目	104 年度		105 年度目標值	106 年度目標值	效益說明 (每項以 500 字為限)	重大突破
				原訂目標值	實際達成值				
響	福社提升	普及	新聞刊登或媒體宣傳數量					共計已有 400 餘人來訪及參觀纖維酒精噸級測試廠及附屬設施，延續前期計畫中，核研所纖維酒精測試廠開放參訪，據此展現推廣再生能源之社會效益及教育功能	
	Q. 資訊服務		設立網站數						
			提供客服件數						
			知識或資訊擴散(觸達)人次						
			開放資料(Open Data)項數						
			提供共用服務或應用服務項目數						
			線上申辦服務數						
			服務使用提升率						

屬性	績效指標類別	績效指標項目	104 年度		105 年度目標值	106 年度目標值	效益說明 (每項以 500 字為限)	重大突破
			原訂目標值	實際達成值				
	R. 增加就業	廠商增聘人數	2	2			提供就業機會，使不同專長之替代役人員投入計畫工作，以落實計畫目標	
社會影響	W. 提升公共服務	旅行時間節省(換算為貨幣價值，千元)						
		運輸耗能節省金額(千元)						
		減少二氧化碳排放量(公噸)						
	X. 提高人民或業者收入	受益人數						
		增加收入(千元)						
	XY. 人權及性別平等促進	人權、弱勢族群或性別平等促進活動場次						
		活動參與人數						
	其他							
	環境	V. 提高能源利	技術或產品之能源效率提升百分比(%)					

屬性	績效指標類別		績效指標項目	104 年度		105 年度目標值	106 年度目標值	效益說明 (每項以 500 字為限)	重大突破
				原訂目標值	實際達成值				
	安全永續	用 率 及 綠 能 開 發	技術/產品達成綠色設計件數						
			減少二氧化碳排放量(公噸)						
			提升新能源及再生能源產出量						
	Z. 調 查 成果		調查筆數						
			調查圖幅數						
			調查面積						
			影像資料筆數						
			調查物種數						
	其他								
其他 效益 (科技政)	K. 規 範 / 標 準 或 政 策 / 法 規 草案制訂		參與制訂政府或產業技術規範/標準件數						
			參與制訂之政策或法規草案件數						
			草案被採納或認可通過件數						
			草案公告實施或發表件數						
	Y. 資 訊 平 台 與 資料庫		新建資訊平台或資料庫數						
			更新資訊平台功能項目						

屬性 策 管 理 及 其 他 ()	績效指標 類別	績效指標 項目	104 年度		105 年度 目標值	106 年度 目標值	效益說明 (每項以 500 字為限)	重大突破
			原訂 目標值	實際 達成值				
		更新或新增資料庫資料筆數						
		資訊平台或資料庫使用人次						
	AA.決策依據	新建或整合流程數						
		提供政策建議或重大統計訊息數						
		政策建議被採納數						
		決策支援系統及其反應加速時間 (%)						
	其他							

104 年度計畫績效指標實際達成與原訂目標差異說明：

年度計畫學術成就等績效指標均超過原訂目標值；成果運用獲得之總收入共計1,467千元(含表內大同大學合作之「酵素生產驗證」與工研院之「能源與化學材料方面之產業訊息與研究規劃收集與分析」技術服務案)。另有「100L纖維素水解酵素生產測試」技術服務案約87.8千元正辦理簽約中，若能如期年底完成，預期年度成果應用總收入為1,554.8千元，總收益率約5.11%。

第二部分(自行上傳)

壹、主要成就及成果之價值與貢獻度(outcome)

一、學術成就(科技基礎研究)

(一)論文發表

本計畫至 104 年度計發表國際會議 3 篇及投稿 3 篇期刊，另有 1 篇會議論文轉收錄於國際期刊，各論文摘要如下：

1. 期刊論文 “Production of optically pure L-lactic acid from wood lignocellulose hydrolysate by using a newly isolated and D-lactate dehydrogenase gene-deficient *Lactobacillus parecasei* strain”，已刊登於國際知名期刊 *Bioresource Technology* (vol.198, p.651-657, 2015)，Impact factor=4.494。本文所述係成功運用代謝工程技術，建構一株可生產高純度 L 型乳酸，並兼具纖維水解液耐受力的乳酸菌株，由於過去以纖維水解液為碳源進行乳酸菌研發的研究甚少，因此本項研究在學術成就上具有指標意義，在工業應用上亦非常具有潛力，未來待相關測試更為完整後，應有機會列為可交易技術。
2. 期刊論文 “The addition of hydrolyzed rice straw in xylose fermentation by *Pichia stipitis* to increase bioethanol production at the pilot-scale”，投稿至 *Biomass and Bioenergy*，Impact factor=3.394，目前已依照審查意見修訂，目前正進行二次審查)。本文係開發一種提升木糖發酵效能的技術，將纖維原料經適當的處理後，搭配特定的發酵策略添加於發酵槽中，即可有效提升木糖轉換酒精的產率。由於木糖發酵的產率及速率不佳，一直為纖維轉換技術中生化發酵技術的瓶頸，因此本文所述之技術可視為一種新的突破方法，對未來木糖發酵技術應能具有重要啟發意義，且因研究規模已至測試廠規模，亦顯示此技術具有工業應用價值。
3. 研討會論文 “Development and commercialization of lignocellulose-based biorefinery technology in Taiwan” 及 “Reduction and Re-utilization of food and yard wastes by PURIFY technology”，發表於 International Bioenergy Exhibition and Asian Bioenergy Conference 2015。由於此研討會係歐盟旗下附屬單位首次於大陸舉辦之國際研討會，其目的旨在建構歐亞生質能源技術之合作交流管道，故可視為國際合作及產業化推廣的新興管道，因此遂以計畫所開發之纖維酒精技術及廚餘酒精技術

為主題，於此次研討會議口頭發表，對行銷計畫開發之生質能源技術已能展現具體的效益，例如間接促成全球市佔率第一之丹麥酵素公司 Novozymes 於本年度 11 月份即派員來訪討論雙方合作推廣之策略及可行性。

(二)舉辦研討會議

1. 計畫團隊於 11 月 18 日與台灣生質能源產業協會共同主辦「生質精煉產業之發展」研討會，主要因生質能源近年來朝向多元化的生質精煉方向發展，逐漸受國際市場關注，故舉辦此會議與國內業者掌握生質精煉產業發展先機，協助國內有關生質精煉之產官學研單位建構交流的平台，據此開創新的發展契機，加速提升我國生質能源產業的競爭力。(圖 12)

二、技術創新(科技技術創新)

本計畫 104 年度共申請 6 件國外發明專利，並分別有 1 件國外(美國)發明專利及 2 件國內(中華民國)發明專利獲證(圖 17-19)；另有 1 件技術移轉，技轉金額為 50 萬元，並有 3 件技術服務(其中 1 件屬先期參與性質之技術服務)，技服金額為 96.8 萬元。重要技術創新效益說明如下：

(一)重大技術突破：

1. 建立亞洲唯一具商轉潛力之纖維乳酸量產製程：L 型乳酸為合成聚乳酸 (PLA) 塑膠的主要原料，由於目前乳酸生產皆以玉米、樹薯等澱粉料源，雖然這些澱粉料源多標榜非食用生質物，但仍有與糧爭地之虞，因此例如中國大陸即已明令禁止新設立之生質酒精廠將不能以玉米為生產料源，國際上相關產業亦已開始考量利用纖維原料生產乳酸之潛力。有鑒於此，本計畫運用既有纖維原料轉換之相關核心技術的特色與經驗，並透過學研合作迅速篩選出具高旋光度和高轉化效率特色之乳酸發酵菌株，成功轉進纖維乳酸生產至成研發，目前已完成噸級廠 L 型乳酸量產製程驗證，乳酸光學純度(L 型)高達 99.9%，發酵後乳酸濃度 80g/L 和每噸纖維料源乾重產出 220~250 kg 乳酸，皆已達商轉應用的技術指標。另外，纖維乳酸技術亦較第一代玉米乳酸及替代之 PS、PET 等傳統化石塑膠具更低能耗與低碳足跡，生產成本依原料不同約可維持在 60~65NTD/kg 以下，具市場競爭力，其產業應用可涵蓋聚乳酸包材、生質添加劑、醫材、3D 列印材料及食品乳酸等多元範疇，目前亦已整合為一套裝式纖維乳酸可交易技術。上述纖維乳酸技術之主要突破點包括：

- (1) 改善 L 型纖維乳酸發酵製程成本：原發酵操作成本之項目成本配比為酵素(10%)、種菌(60%)、氮源(20%)、鹼液(10%)，為改善 L 型纖維乳酸製程操作成本，分別從酵素、種菌及氮源等三方面尋求降低成本的方法，其中，透過添加酵素媒合劑降低酵素劑量及利用水洗製程增進水解效率，已可降低 30%的酵素成本；以無機氮/鉀源取代原有氮源，並建立菌體回收方法降低發酵所需種菌批數，約可節省 60%的種菌成本；又尋找替代氮源取代，並馴養菌株以修改發酵配方，降低氮源整體使用量，約降低氮源成本 50%，整體而言改善後可降低總發酵操作成本 49%，達預期目標。
 - (2) 完成自產纖維水解酵素與乳酸製程整合：以自產酵素水解產出之木片水解糖液進行乳酸發酵實驗，測試菌株對於水解糖液中累積之殘餘纖維雙糖的代謝能力，實驗結果發現，雙糖利用率皆可達 90%以上，乳酸轉化率達 85%，因此將自產纖維水解酵素與乳酸菌進行搭配，可達製程整合可行性。另外雙糖轉換乳酸時間較葡萄糖長，增加整體發酵時間，後續提升纖維雙糖轉換乳酸速率(圖 13)。
 - (3) 完成首創纖維乳酸分離純化程序研發：由非糧生質物產出纖維乳酸發酵液有別於澱粉與糖質作物源料之乳酸，纖維乳酸發酵液含有大量雜質與色度，因此在分離純化技術上深具挑戰性，本計畫開發一種專用於纖維乳酸發酵液的新穎分離純化方法，可有效去除發酵液中的雜質與不純物，再結合酯化反應與蒸餾程序進行脫水純化，目前已完成纖維乳酸發酵液 30L 處理量之分離純化離形系統，分離純化後之纖維乳酸含量達 88%，不純物亦符合市場乳酸規範，已達商業應用門檻，且與傳統沉澱法純化技術相較，亦有不產生硫酸鈣廢棄污泥的特點。後續將依據測試參數、操作條件與規範等進行設備放大，以符合商轉廠需求。
2. 特色乳酸菌之開發：儘管目前計畫已建立亞洲唯一具商轉潛力之纖維乳酸量產製程，但為了進一步提升其國際競爭力，爭取取得纖維乳酸市場先機的時間，亦同時開發具有特色的乳酸發酵菌，以力求後續在產業化推廣尚可建立技術差異性與特色，其主要突破有：
- (1) 發展獨步亞洲之 D 型纖維乳酸生產技術：由於 D 型乳酸雖無法直接合成聚乳酸塑膠，但在聚乳酸 (L 型) 合成過程中若能摻配適當比例的 D 型乳酸，將能大幅聚乳酸(L 型)塑膠的耐熱性、工作強度等物化性質，因此 D 型乳酸生產技術一直為國外廠商所壟

斷，國內聚乳酸包材製造廠商亦無法取得 D 型乳酸，提高其聚乳酸包材產品的附加價值。有鑒於此，由於自然界並無天然菌株可直接生產高純度的 D 型乳酸，因此計畫遂透過學研合作，完成基因重組之 D 型乳酸發酵菌株開發，並於第二季完成公斤級之 100L 發酵槽規模的 D 型纖維乳酸穩定發酵生產製程，D 型乳酸產出濃度可達 80g/L，光學純度可達 98%，轉化效率達 95%，皆已達預定目標，且無醋酸副產物生成，據此後續將於噸級廠進行 D 型纖維乳酸生產製程之驗證，未來國內廠商若進一步將此製程商轉化，此無疑將提升國內聚乳酸包材產業的競爭優勢。

- (2) 耐高溫纖維乳酸菌之開發：因應纖維乳酸技術可能有機會授權給不同地區之產業，為力求技術差異性，遂持續篩選可生產高純度乳酸之菌株為開發重點，並著重在於可生產高 L 型乳酸光學純度 (>98%) 和可達到高葡萄糖轉乳酸之轉化率為目標。目前計畫已開發出一乳酸菌株(代號 SI)，具高 L 型乳酸光學純度 99% 和高轉化率 0.92g/g 的工業應用特徵，其主要特色係可操作於高溫環境 40~45°C 和 pH7~8 之特色，與一般操作環境雜菌生長環境有所區隔(30-38°C 和 pH6-7)，此特性將可提升在量產設施中操作成功率，另外操作差異度可達 5°C，可節省量產設施中有關溫控的建置成本和操作彈性。

3. 纖維酒精製程技術再精進：儘管計畫已於 102 年建立具應產業應用潛力的纖維酒精量產技術，但為了維持計畫開發之纖維酒精技術的競爭力，計畫團隊仍持續致力於纖維酒精製程技術的再精進，至本年度的重要突破為：

- (1) 完成噸級廠進行精進後之纖維酒精共發酵量產製程的驗證：目前共發酵製程之酒精產出濃度已可大於 40g/L，尤其木片經酵素水解後，產生具抑制性的醋酸濃度高達 12g/L，較草本料源水解的醋酸濃度 5g/L 為高，但利用發酵製程之連續饋料策略後，共發酵菌株可耐受 12g/L 醋酸，發酵效率可達 75%，木糖代謝效率達 95%，皆與預期效能相符(圖 14)。
- (2) 續降低纖維酒精共發酵程序操作成本：藉由水解及酒精發酵新程序(HSSCF)開發、發酵菌株回收再利用技術導入、菌株突變馴化提升水解液抑制物耐受能力等程序及菌株之精進，目前已成功降低酵素成本 33%、電力成本 25%、種菌用量 66%，及液鹼用量 50%，推估將可降低水解及共發酵程序操作成本 40% (表 1)。

4. 建立木質素轉換芳香族之雛型產製技術：計畫團隊首次於本年度著手木質素資源化利用的研究，並以轉換芳香族為目標，以擴大木質素於工業應用的範圍，此亦為亞洲地區少見之木質素熱化學轉換技術的研究，因此本年度所建立之雛型產製技術應具有指標意義，其主要效益有：

- (1)開發新穎木質素資源化利用之關鍵分析技術並完成高芳香烴選擇率之觸媒篩選：除了利用 ECN (Effective Carbon Number) 估算 GC-FID 圖譜個物種間相對濃度之方法，可在缺乏標準品之情況下估計 DME to Aromatics 各別產物之相對濃度，實驗結果亦顯示鋅離子取代之沸石觸媒芳香烴選擇性可達 75 wt%，後續將進行反應參數調整使選擇率可達 80 wt% 以上。

- (2)建立木質素轉換芳香族之雛型產製技術：發展木質素經氣化產製合成氣、一步法產製二甲醚及二甲醚脫水產製芳香烴等三階段轉換製程，並以不同 Zn 含量之 Zn-ZSM-5 觸媒進行測試，發現觸媒壽命已可達 100 小時，芳香族生成率由 ECN 方式計算可達 80% 以上。

(二)技術服務

- 1.配合大同公司/大同大學/中研院合作執行之科技部產學合作案，簽訂噸級酵素生產槽運轉測試之技術服務案 24.7 萬元，並於十月起開始協助大同大學進行生產 β -glucosidase 酵素之噸級規模測試，據此建立發酵最適化與生產成本效益分析，並同時參與大同大學申請 105-107 之產學合作計畫-以原生性特殊酵素應用於纖維廢棄物再資源化之產業開發；此技術服務案對國內未來是否有機會建立本土性的水解酵素產業，將扮演重要角色。
- 2.與工研院材化所簽訂技術服務案 20 萬元，協助進行「能源與化學材料方面之產業訊息與研究規劃收集與分析」，期借重計畫團隊於木質纖維生質精煉之研發基礎與產業化推動經驗，協助其進行生物經濟產業之工業領域中有關生質能源及生質材料產業發展的規劃並提出相關建議。

(三) 參與發明競賽展現計畫研發成果之新穎性與產業應用價值

- 1.本年度 10 月 1~3 日計畫團隊以開發之乳酸發酵技術「一種利用高木質素纖維料源生產乳酸的方法」參加「2015 年台北國際發明暨技術交易展」發明競賽，榮獲發明競賽金牌獎(圖 15)。

- 2.本計畫開發之共發酵菌研發成果「環境友善之纖維酒精特用菌株 FRIEND」亦已於 11 月通知榮獲第十二屆國家新創獎，並於 12 月 24 日頒獎(圖 16)。

三、經濟效益(經濟產業促進)

本年度經濟效益主要在於促進產業投資及簽訂技術授權案，據此帶動生質能源技術朝產業化發展，落實技術產業化之目標，其主要成果包括：

- 1.成功完成與馬來西亞台商新茂木業公司「木質纖維素生質物精煉製程技術」技術授權案，該技術授權案的全程授權金約 6000 萬元 (其中約 4000 萬歸屬本計畫之成果應用)，成功地使我國成為生質能源技術的輸出國，不僅能藉由技術輸出的方式增加經濟產值，未來若能帶動國內投資使此一新創低碳產業商轉化，除了能使台灣具備自主生產替代燃料的能力，也同時能夠帶動後續衍生的經濟和社會效益。
- 2.完成木質素資源化技術技推動與一家公司先期合作，目前已與潔鼎科技公司簽訂 52 萬元先期合作計畫 (2015 年 1 月 1 日至 6 月 30 日)，該公司將進行廢塑膠/生質物等原料經熱裂解產製燃料油/炭黑/燃氣等產品之投資。與該公司進行裂解油觸媒之開發計畫已完成合作同意書之簽署 (3 月 2 日完成雙方用印)，預計針對觸媒性能及廢觸媒再利用進行研發。另與潔鼎公司進行熱裂解產製生質燃油之 SBIR 合作案，已完成合作意願書簽署 (2015.02)，預估執行期程 2 年，每年 100 萬元技服金。

四、社會影響(社會福祉提升、環境保護安全)

- 1.運用示範廠設施推廣生質能源：本計畫於 1-12 月執行期間迄今共計已有 400 餘人來訪及參觀纖維酒精噸級測試廠及附屬設施，延續前期程計畫中，核研所纖維酒精測試廠開放參訪，據此展現推廣再生能源之社會效益及教育功能。
- 2.具體成果已獲媒體重視：本年度第一季中央通訊社、中國時報及聯合晚報記者已至本所進行採訪，採訪本所生質精煉技術展現況、產品應用及產業推廣現況，並進行整體有關生質精煉技術發展訪談，並於 104 年 2 月 21 日刊出報導，此將有助國人瞭解國內生質精煉技術發展現況。另 9 月 25 日大愛電視台新聞部中部新聞中心亦到所採訪纖維乳

酸生產流程，並配合受訪與協助其拍攝稻稈等農業廢棄物及家庭廚餘提取糖再經發酵、純化生產乳酸等製程，該專訪影片並已於 12 月播出。

3. 生質酒精對於社會影響最顯著之處即為促進農村發展及就業機會，預期未來國內若年使用 50 萬公秉生質酒精，推估新增農業就業 1.08 萬人，總體就業 1.44 萬人，同時 CO₂ 年減量效益約 133 萬噸，相當於 3600 座大安森林公園（參考資料：第一與第二代纖維酒精之推動策略與總體效益影響評估）

五、其他效益(科技政策管理、人才培育、法規制度、國際合作、推動輔導等)

本年度其他效益主要在以纖維酒精核心技術之經驗與成果，推動生質精煉產業之發展，其主要參與推動之成果有：

1. 行政院已於 104 年 8 月召開行政院生技產業策略諮議委員會議 (BTC)，提出台灣生物經濟發展方案，其中計畫團隊成員受邀參加有關工業領域的幕僚規畫作業，經多次評估及召開專家會議取得共識後，以化學材料與能源為主的白色生技，規劃將納入生物經濟發展方案的工業領域範疇，據此纖維酒精技術將有機會延伸應用於生質精煉技術及 drop-in biofuel 技術發展，擴大技術產業化之管道，並能提供明確之研發計畫推動的政策依據。
2. 計畫團隊於本年度 6 月 3 日應邀參加科技部工程技術研究發展司因應工程領域新興技術發展規劃與推動機制研究計畫舉辦之「非糧食生質資源高值化技術發展規劃論壇」，與會者初步認為以非糧生質原料發展生質精煉技術非常具有意義，可做為未來石化產業轉型之方向，建議科技部後續可考量推動相關研發計畫。
3. 計畫團隊與塑膠中心新材料開發組合作開發乳酸聚合及加值化產品市場應用，本計畫將建立乳酸衍生之低分子量生質化學品製備技術及完成其市場應用評估，將可與目前技術授權廠商之產品下游端應用做一銜接，提供技術授權廠商之產品後續市場開發與技術評估。其有助於國內提升乳酸化學品應用及作為後續產業化推廣以發展生質精煉產業之依據。

貳、跨部會協調或與相關計畫之配合

- 1.本年度計畫團隊已於 5 月 27 日與工研院綠能所執行「永續生質燃料關鍵技術研發」之研發團隊進行交流討論，並達成合作共識，工研院綠能所將提供其自行開發之離子溶劑解聚技術所產生的纖維糖液給核研所，核研所將以計畫開發之共發酵菌測試其纖維糖液的可發酵性，提供其離子溶劑解聚技術研發的規劃參考，後續並將以共發酵技術協助工研院綠能所以離子溶劑解聚技術產出之糖液生產酒精，屆時產出之纖維酒精亦可供中油公司進行 E3 酒精汽油之摻配應用。
- 2.目前計畫團隊於酵素生產技術精進方面，係配合科技部產學合作計畫-高密度培養生產基因轉殖纖維分解酵素及其經濟效益評估 (MOST 104-2622-E-036-004-CC2)進行共同合作測試，其中計畫團隊除提供噸級酵素生產發酵設施給大同大學進行酵素 β -glucosidase 生產發酵工程放大測試外，亦已於第二季提供生產製程精進後之纖維水解酵素液，給大同大學進行核研所纖維水解酵素與其自產之 β -glucosidase 之最適混摻比的測試研究，期據此建立具有高水解效能的本土 cocktail 水解酵素。

參、檢討與展望

- 1.國內生質燃料產業之發展策略建議建立共識與建構營運模式由於國內生質原料集運較高，且有利產業發展環境亦尚未完成建構，因此建議生質燃料產業化策略建議採取技術深耕國內，但全球佈局不拘泥國內優先生產，主要因(1)國內料源及市場有限，技術往國外推廣為必然之趨勢；(2)國內大多數能源供應仍須仰賴進口，因此將技術技轉至週遭生質原料低廉之國家設置生質燃料廠，未來國內若有進口生質燃料需求，亦具能源多元化及分散供應風險之利基；(3)只要持續投入研發，則技轉至國外的技術將不是最新的技術，但國內可持續掌握最具競爭力的新穎技術。另針對集運成本較高之料源，則可務實規劃營運模式以創造最大效益，例如採取與既有產業共構建置纖維酒精廠，並

利用其廠內廢棄物為料源降低原料成本；抑或是運用生質精煉 (Biorefinery) 概念整合高價副產品製程於纖維酒精廠，降低生產成本。

2. 生質燃料之能源效益長期被忽略：現階段適逢低油價的情勢，因此完全從經濟性的觀點來看生質燃料相較下確實不具競爭力，但就能源貢獻的觀點而言，則纖維酒精技術仍有發展之必要性與價值，主要考量包括(1)能源安全：在原油、天然氣等進口管道被壟斷、阻隔等相似的特殊情況發生時，擁有自主的生質能源生產及技術能力，即絕對具有重要性及必要性；(2)促進能源多元化及分散能源供給風險：生質燃料為唯一以降低化石運輸燃料使用為目標之再生能源，因此生質燃料對於能源多元化的貢獻具特殊性及不可取代性；(3)降低化石資源依賴度：因化石資源僅分佈於少數國家，因此 21 世紀國際上已將生質物資源視為可替代化石資源的戰略物資，取代化石資源的應用，而生質資源為國內少數可自主掌握的天然資源；(4)以生質能源替代化石能源無論如何皆具有減碳效益，且 104 年全國能源會議的共同結論中已宣稱將加強再生能源的發展，故生質能源之推動亦符合國家再生能源的發展目標。
3. 在低油價時代可運用纖維酒精核心技術推動非糧生質化學品之發展：參酌美國 DOE 與歐盟的生質能的發展規劃，目前將同樣具有減碳、降低石油依賴的生質化學品，已視為廣義的生質能源，據此延伸及開拓纖維酒精核心技術的應用範疇，轉進產品售價較高之非糧生質化學品的生產，應為增加技術產業化應用的機會與管道。目前計畫已成功開發出高效率及高光學純度的乳酸生產菌株及其純化技術，並獲 104 年國際發明暨交易展競賽金牌獎肯定，未來可用於生產低碳的聚乳酸生質塑膠，據此應有機會於未來簽訂另一新的技術授權案。
4. 核研所將積極落實纖維酒精核心技術之產業化應用：目前核研所已開始將技術移轉給馬來西亞台商，成功地使我國成為生質能源技術的輸出國，並於 5 月 14 日與授權廠商馬來西亞台商木業公司於科技部舉辦「核研所技轉生質酒精技術」簽訂技術授權合約記者會(圖 2)，彰顯計畫研發成果，因此期望後續能藉此進一步吸引產業與本計畫團隊洽談產研合作，藉此擴大計畫成果之展現，以便達成使國內成為亞太地區掌握生質能源技術優勢的示範重鎮，並落實生質能源新創產業在地化的願景。



圖 2 核研所與新茂木業公司簽訂技術授權記者會之簽約儀式、現場展示品及合約書封面

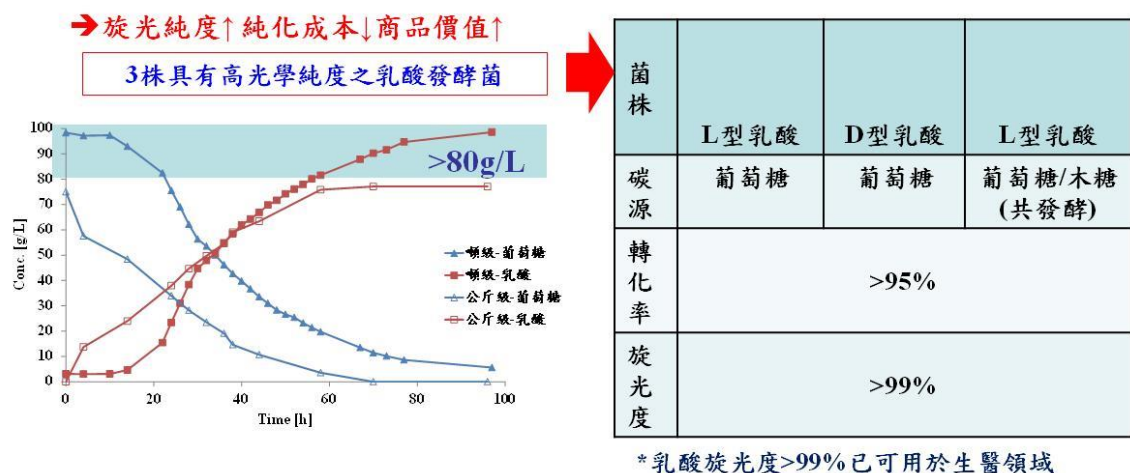


圖 3 公斤級和噸級廠纖維乳酸發酵生產製程之測試結果及目前篩選之乳酸菌

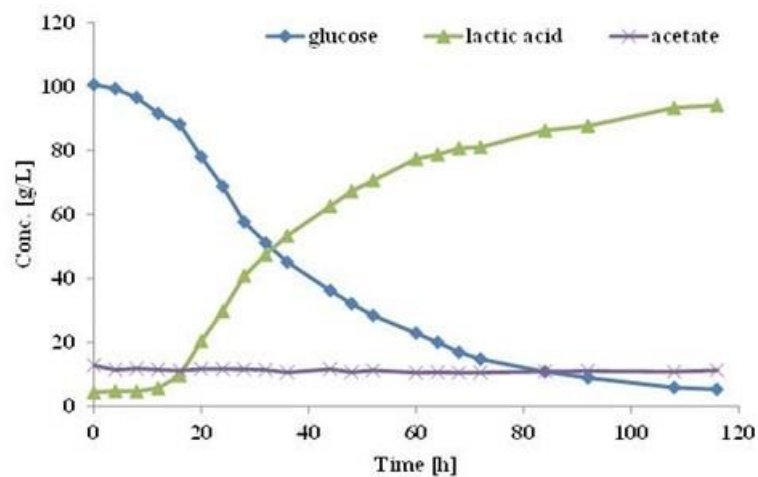


圖 4 噸級廠以木片為原料之乳酸生成情形

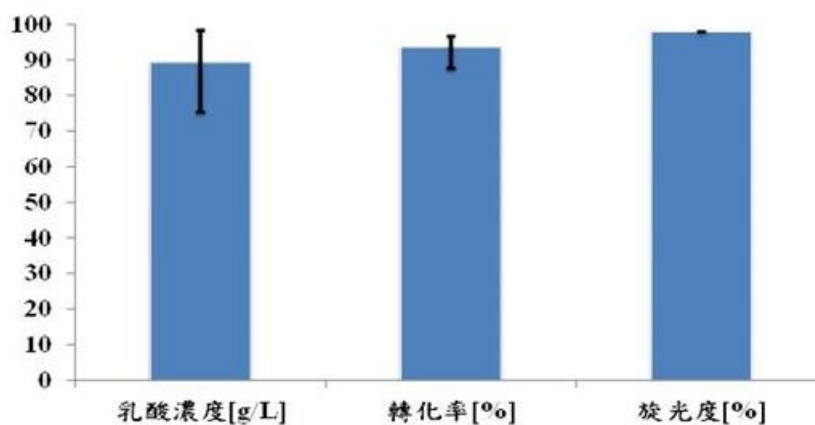


圖 5 噸級廠木片乳酸製程之乳酸濃度、轉化率及乳酸旋光度的變動情形

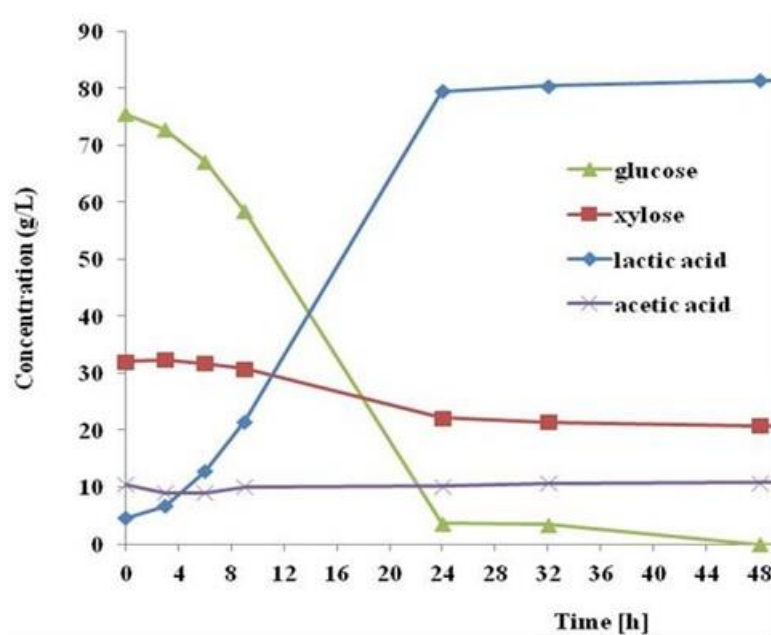


圖 6 100L 發酵槽規模之 D 型纖維乳酸生成情形

編號	標準品成分	Mass(%)	area	莫耳濃度(%)	Area/mole	ECN	ECN/5	Area mole: 7721.645	平均誤差(%)
1	n-Pentane	1.1	117.72	0.0152	7721.654	5	1	1	0
2	2,3-Dimethylbutane	1.1	350.36	0.0127	27445.874	6	1.2	3.55	198.06
3	1-Hexene	1.45	164.14	0.0172	9526.784	6	1.2	1.23	3.76
4	n-Hexane	2.05	228.35	0.0237	9598.491	6	1.2	1.24	4.64
5	Benzene	2.2	268.90	0.0281	9547.133	6	1.2	1.24	4.23
6	Cyclohexane	2.05	234.12	0.0243	9611.654	6	1.2	1.24	4.98
7	4-Methyl-1-Hexene	1.6	179.00	0.0162	10985.236	7	1.4	1.42	2.93
8	2,2,4-Trimethylpentane	5	561.97	0.0437	12835.484	8	1.6	1.66	5.25
9	n-Heptane	3.5	391.94	0.0406	9708.282	7	1.4	1.26	-8.96
10	Methylcyclohexane	4.15	471.96	0.0422	11166.755	7	1.4	1.44	4.70
11	Toluene	2.2	267.38	0.0238	11198.634	7	1.4	1.45	5.03
12	1,2-Dimethylcyclohexene	15	74.12	0.1336	554.476	8	1.6	0.07	-95.45
13	n-Octane	5	564.03	0.0437	12885.728	8	1.6	1.66	5.38
14	1,2-Dimethylcyclohexene	5	490.12	0.0445	10999.366	8	1.6	1.42	-10.14
15	Ethylbenzene	4.5	541.58	0.0423	12776.565	8	1.6	1.65	4.33
16	1,2,4-Trimethylcyclohexane	4.15	323.11	0.0328	9828.842	9	1.8	1.27	-27.29
17	p-Xylene	4.15	525.01	0.0390	13430.243	8	1.6	1.74	8.11
18	n-Nonane	4.5	505.84	0.0350	14422.238	9	1.8	1.86	4.26
19	n-propylbenzene	5	592.16	0.0416	14234.488	9	1.8	1.84	2.77
20	1,2,4-Trimethylbenzene	4.5	527.42	0.0374	14086.855	9	1.8	1.82	1.22
21	1,2,3-Trimethylbenzene	5	998.93	0.0416	24012.408	9	1.8	3.10	72.56
22	1-Decahydronaphthalene	4.25	469.08	0.0307	15259.115	10	2	1.97	-1.60
23	1,2,4,5-Tetramethylbenzene	4.95	937.85	0.0368	25427.966	10	2	3.29	63.15
24	n-Dodecane	3.3	339.11	0.0193	17508.538	12	2.4	2.26	-6.76
25	Pentamethylbenzene	4.95	513.17	0.0333	15369.165	11	2.2	1.99	-11.68
26	n-Tetradecane	4.5	432.15	0.0226	19051.844	14	2.8	2.46	-14.27

圖 7 利用 ECN (Effective Carbon Number) 估算 GC-FID 圖譜各物種間相對濃度之方法

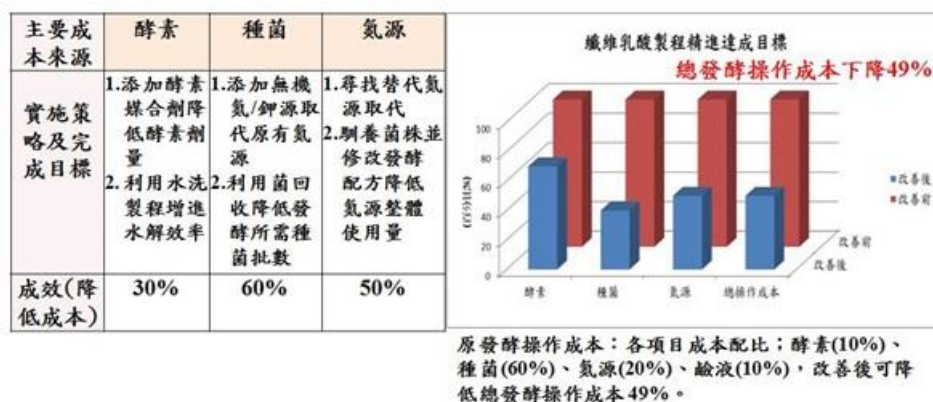


圖 8 降低 L 型乳酸發酵製程操作成本之策略與成果

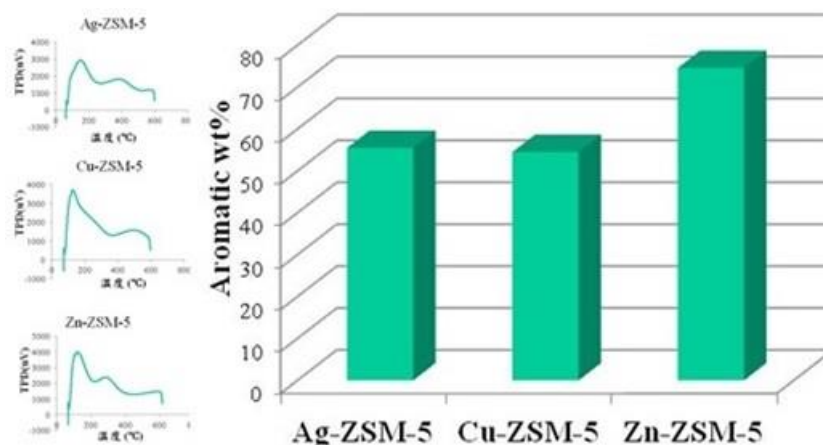


圖 9 不同陽離子改質對二甲醚脫水產製芳香烴之選擇性比較

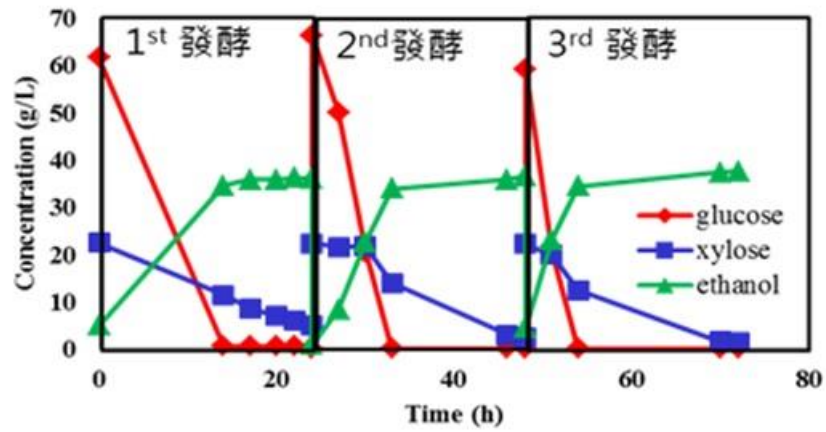


圖 10 共發酵程序菌株回收利用測試結果

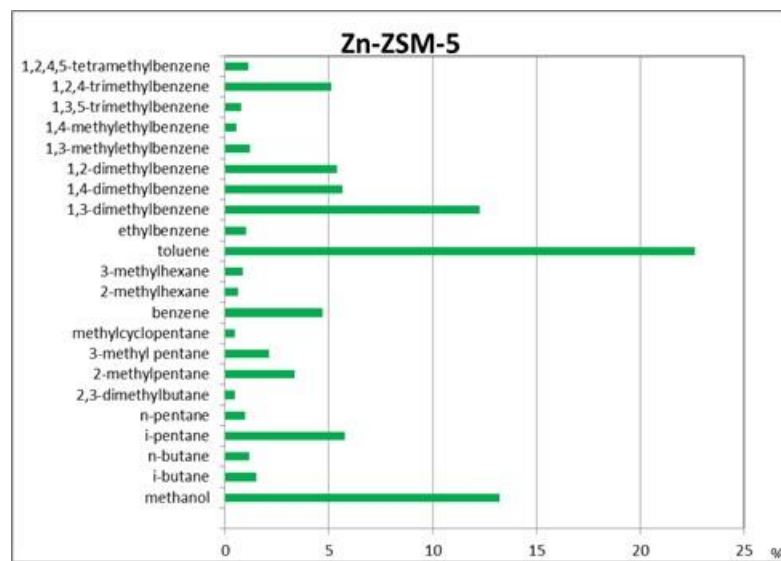


圖 11 Zn-ZSM-5 觸媒測試木質素轉換為芳香族之分布結果

「生質精煉產業之發展」研討會議程

時間	演講議題
13:30~13:50	報到
13:50~14:00	主席致詞 台灣生質能源產業協會 左峻德 理事長
	貴賓致詞 核能研究所 林金福 副所長
14:00~14:30	從石化業者的角度思考生質材料與石化產業的整合方向與機會 台聚集團企劃部 龔偉隆 經理
14:30~15:00	生質材料發展現況與趨勢 財團法人塑膠工業技術發展中心 陳忠吾 副理
15:00~15:30	木業生質精煉之發展與營運模式 馬來西亞新茂木業公司 林凱宣 董事
15:30~15:40	茶 歇
15:40~16:40	Q&A 座談交流 主持:台灣生質能源產業協會 左峻德 理事長 核能研究所 林金福 副所長 黃文松 組長

圖 12 生質精煉產業之發展研討會 會議議程

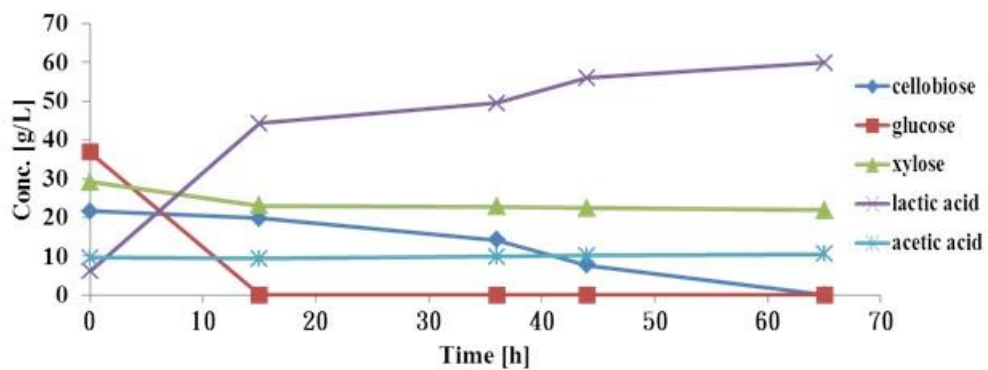


圖 13 自產纖維水解酵素之水解糖液的乳酸發酵情形

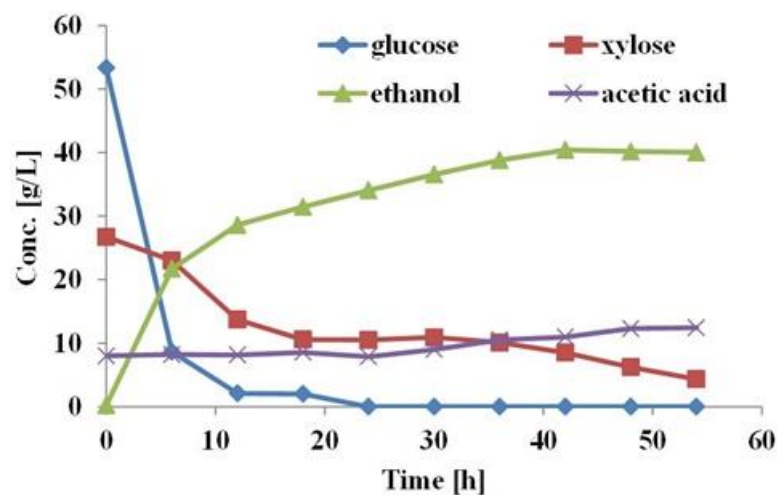


圖 14 噸級廠進行精進後之纖維酒精共發酵量產製程的驗證結果



圖 15 「2015 年台北國際發明暨技術交易展」發明競賽金牌獎



圖 16 第十二屆國家新創獎(環境友善之纖維酒精特用菌株 FRIEND)與計畫團隊於 2015 年國家新創獎頒獎典禮之合影

專利證書

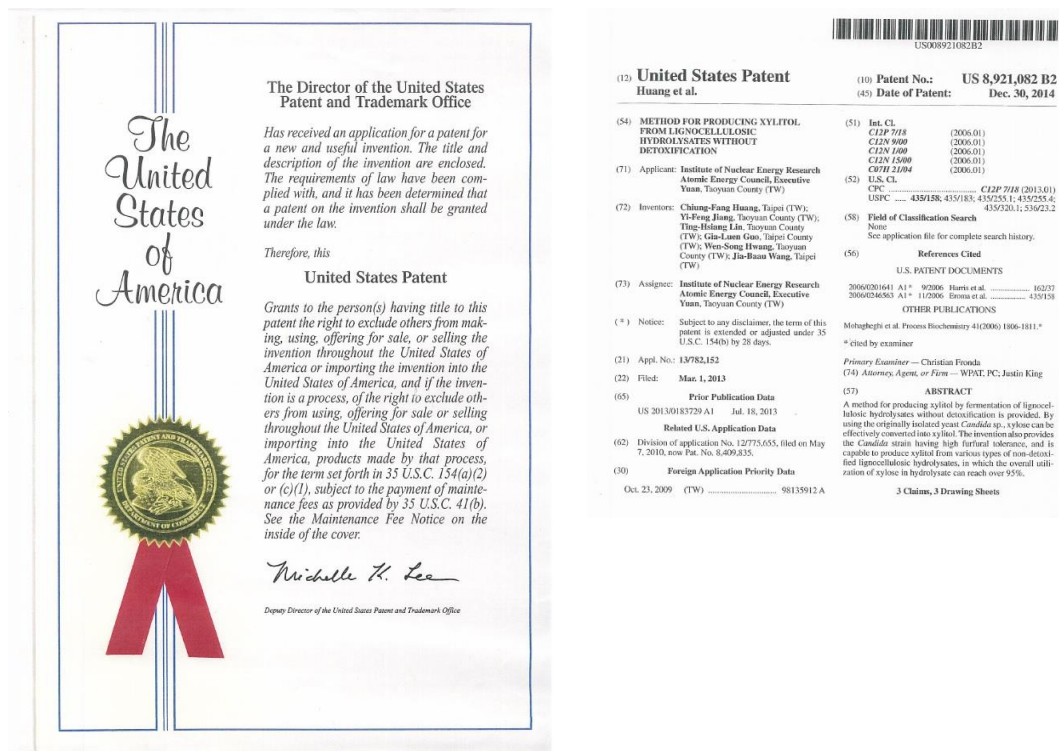


圖 17 Method for producing xylitol from lignocellulosic hydrolysates without detoxification - 美國

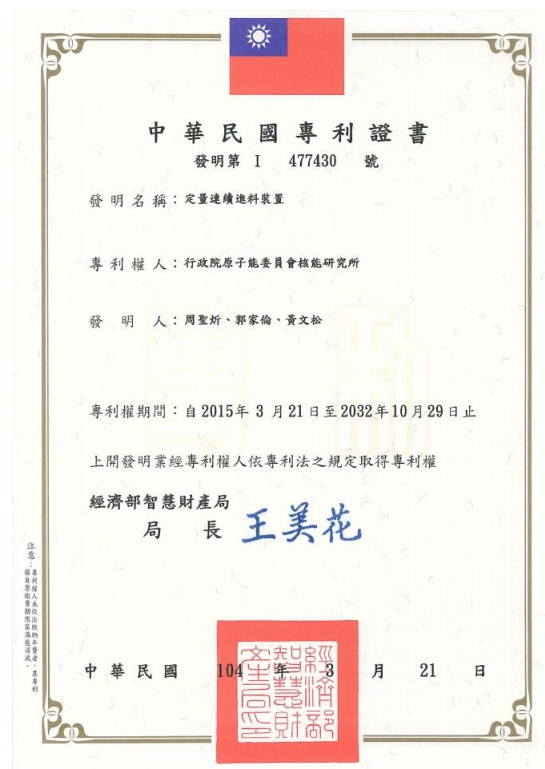


圖 18 定量連續進料裝置-中華民國

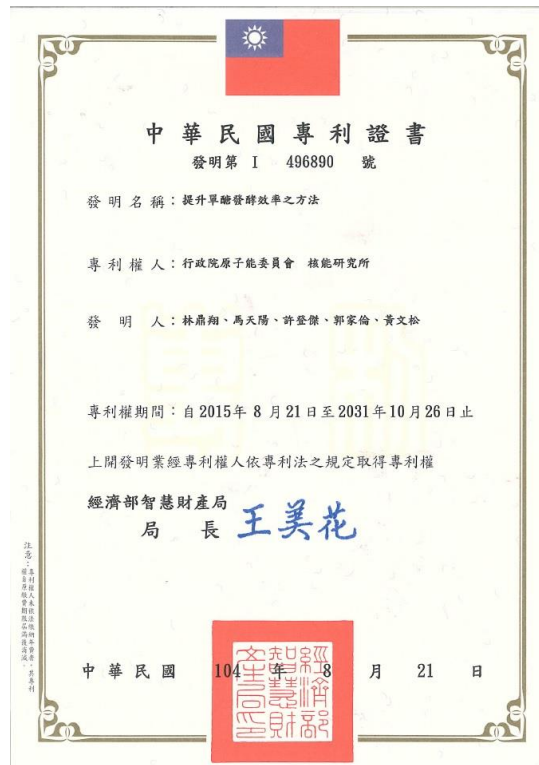


圖 19 提升單糖發酵效率之方法-中華民國

表 1 纖維酒精水解及共發酵製程精進之說明

主要成本來源	酵素 (49%)	電 (31%)	種菌 (15%)	液鹼 (5%)
降低成本目標	酵素用量減少33%	操作時間減少25%	種菌用量減少66%	液鹼用量減少50%
	整體操作成本降低約40%			
實施策略	開發HSSCF製程 (降低酵素用量, 測試不同水解及發酵時間)	添加無機氮/鉀源 (篩選及測試不同營養源及用量評估)	增加菌株耐受性 (突變, 馴化), 開發連續批次發酵製程	增加菌株耐受性 (突變, 馴化)
訂立目標依據	提升酵素水解溫度 (由SSCF30-35°C 提升至50°C, 預期酵素用量可減少約1/3)。	額外添加氮源增加菌株抑制物抗性 (已有瓶杯實驗證明可提升木糖代謝速率1-2倍, 預期發酵時間可減少1/4)。	菌株耐受性增加或以連續批次培養重複利用減少種菌用量與培養次數, 預期可連續發酵至少三次以上, 種菌用量可降低2/3。	菌株耐受性增加, 水解液不需過鹼去毒化, 預期可降低液鹼用量1/2。
執行狀況說明	利用兩階段之水解發酵程序(1 st 階段: 50°C預水解; 2 nd 階段: 35°C SSCEF)有效降低酵素用量33% (酵素劑量由15FPU降至10FPU)。並已完成噸級廠測試, 酒精濃度可達40g/L以上。	已篩選出低價營養氮源 (如Urea), 其添加能有效提升木糖代謝速率, 發酵時間可由原本48hr縮短至36hr, 若再配合發酵菌體回收, 可將時間再縮短至24hr。	加入發酵菌體回收再利用程序有效降低種菌成本66%。目前測試結果可連續發酵未去毒纖維水解液三次以上, 同時因回收菌體使得發酵起始菌量提升, 可將發酵時間由原本48hr縮短至24hr。	已利用馴化及化學突變方式提升菌株抑制物耐受能力; 菌株可利用未去毒之高醋酸 (~12g/L) 纖維水解液進行發酵, 酒精濃度可達40g/L以上。
執行進度	100%	100%	100%	100%