

行政院原子能委員會
97 年度科技計畫期末報告

新能源技術之發展與應用

計畫編號：A-EE-02

執行單位：核能研究所

計畫主持人：林金福

報告日期：97 年 12 月 31 日

目 錄

壹、基本資料	1
貳、計畫目的、計畫架構與主要內容	1
一、計畫目的	1
二、計畫架構(含樹狀圖)	1
三、計畫主要內容	2
參、計畫經費與人力執行情形	3
一、計畫經費執行情形	3
(一)計畫結構與經費	3
(二)經資門經費表	3
二、計畫人力運用情形	4
(一)計畫人力(人年)	4
(二)主要人力投入情形	5
肆、計畫已獲得之主要成就與量化成果(output)	7
一、表一 科技計畫之績效指標	7
二、表二 請依上表勾選合適計畫評估之項目填寫初級產出、效益及重大突破	8
三、94~97 年度量化成果分年實際執行成效	14
四、全程目標及以前成果對照表	15
五、97 年成果	34
伍、評估主要成就及成果之價值與貢獻度 (outcome)	45
一、學術成就(科技基礎研究) (權重 30%)	45
二、技術創新(科技整合創新) (權重 30%)	53
三、經濟效益(產業經濟發展) (權重 20%)	55
四、社會影響(民生社會發展、環境安全永續) (權重 10%)	58
五、其它效益(科技政策管理及其它) (權重 10%)	59
陸、與相關計畫之配合	67
柒、計畫管理情形(包括計畫進度控管、或落後因應機制以及研究報告文件管理)	68
捌、重點詳述計畫發展之重點技術或措施與國際之比較(以圖表方式呈現) ..	69

玖、目前碰到困難以及因應對策.....	76
拾、已有重大突破及影響.....	78
拾壹、後續工作構想之重點.....	79
拾貳、檢討與展望.....	80
附錄：	
一、97 年度期中審查意見彙總表.....	83
二、97 年度期末報告審查意見及回覆表.....	92
三、佐證資料.....	101
四、佐證圖表.....	118

政府科技計畫成果效益報告

壹、基本資料

計畫名稱：新能源技術之發展與應用

主 持 人：林金福

審議編號：97-2001-03-0304

計畫期間(全程)：94 年 4 月 1 日至 98 年 12 月 31 日

年度經費：253,865千元 全程經費規劃：1,133,185千元

執行單位：核能研究所

貳、計畫目的、計畫架構與主要內容

一、計畫目的

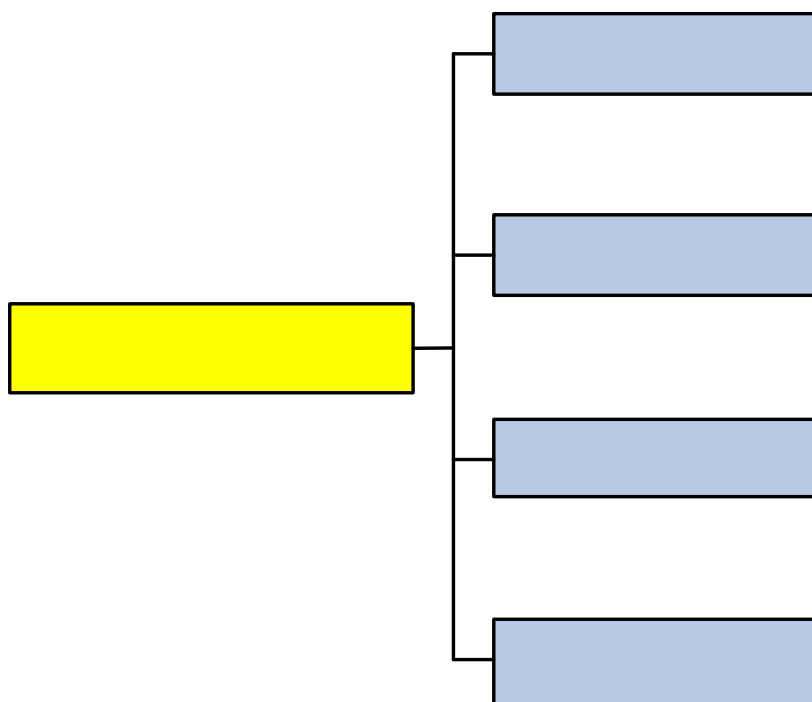
本所投入能源科技研發，致力於新能源技術研究之總目標係在建立燃料電池、太陽電池、及纖維素產製生質酒精等關鍵技術，包括：

- (一)磊晶矽太陽電池開發，開發磊晶矽/冶金級矽基板太陽電池，轉換效率10%以上，並建立太陽電池測試平台。
- (二)開發纖維酒精前處理與程序整合技術；及發展酒精觸媒重組器，提供kW級SOFC發電示範系統使用。
- (三)發展1 kW SOFC電池堆組裝技術，並建立2 kW SOFC示範發電系統，其衰減率小於0.5%/1,000小時。
- (四)開發新能源電力控制管理與環境建構技術，推動新能源穩定有效的電力應用。

以上計畫之推動，將有助於達成國家科學技術發展計畫之目標；創造產業競爭優勢，增進全民生活品質及促進國家永續發展之目標。並可落實溫室氣體減量、節約能源及推動能源新利用技術研發與應用之策略。

二、計畫架構(含樹狀圖)

本計畫涵括：磊晶矽太陽電池技術研發、生質能源轉換系統、燃料電池發電系統、電力控制管理技術與環境建構等四分項計畫。



三、計畫主要內容

97年度各分項計畫主要內容如下：

(一) 磊晶矽太陽電池技術研發

1. 磊晶矽材料與製程開發。
2. 建立太陽電池模組戶外測試與室內模擬測試比對分析方法。

(二) 生質能源轉換系統

1. 建立生質原料之水熱前處理技術，總糖轉化率達 60% 以上。
2. 建立 Bench-scale 之同步糖化及發酵程序，轉化率達 75% 以上。
3. 建立酒精產氫觸媒重組器系統產氣中一氧化碳抑低技術，使一氧化碳濃度低於 100 ppm 以下。

(三) 燃料電池發電系統

1. 建立設計建造 1~2 kW SOFC 發電系統技術能力。
2. 可行性評估設計建造 25~50 kW SOFC 系統之能力。
3. 組裝、建置 kW 級電池堆，功率密度 300 mW/cm² 以上。

(四) 電力控制管理技術與環境建構

1. 配合本所開發之各式新能源，開發整合式電力模組與電源管理技術，建立穩定可靠之分散式電力系統。
2. 配合新能源適用負載，建立所內新能源供電區，推動新能源電力應用。

新能

參、計畫經費與人力執行情形

一、計畫經費執行情形

(一)計畫結構與經費

(金額單位：千元)

細部計畫 (分支計畫)		研究計畫 (分項計畫)		主持人	執行機關	備註
名稱	經費	名稱	經費			
新能源技術之發展與應用	253,865			林金福	核能研究所	
		磊晶矽太陽電池技術研發	93,412	楊村農	核能研究所	
		生質能源轉換系統	56,121	黃文松	核能研究所	
		燃料電池發電系統	78,477	李堅雄	核能研究所	
		電力控制管理技術與環境建構	25,855	張欽然	核能研究所	

(二)經資門經費表

項目 會計科目		預算數(執行數)/元				備註
		主管機關預算	自籌款	合計		
				流用後預算數 (實際執行數)	占總經費% (占總執行數%)	
一、經常支出						
1 業務費		123,789,000		117,497,000 (117,488,987)	46.28% (46.28%)	流用 6,292,000 元至 設備費使用
小計		123,789,000		117,497,000 (117,488,987)	46.28% (46.28%)	
二、資本支出						
1.設備費		130,076,000		136,368,000 (135,056,255)	53.72% (53.20%)	由業務費流入 6,292,000 元使用
小計		130,076,000		136,368,000 (135,056,255)	53.72% (53.20%)	
合計	金額	253,865,000		253,865,000 (252,545,242)	100.00% (99.48%)	
	占總經費%： (執行數÷總預算)	100%		100.00% (99.48%)		

與原計畫規劃差異說明：無

二、計畫人力運用情形

(一)計畫人力(人年)

計畫名稱	執行情形	總人力	研究員級	副研究員級	助理研究員級	助理
分支計畫 新 能 源 技 術 之 發 展 與 應 用	原訂	66.83	4.17	6.50	11.91	44.25
	實際	54.51	3.58	6.50	8.55	35.88
	差異	-12.32	-0.59	0	-3.36	-8.37
分項計畫 磊 晶 矽 太 陽 電 池 技 術 研 發	原訂	15.58	2.00	1.08	1.33	11.17
	實際	9.25	1.42	1.00	1.00	5.83
	差異	-6.33	-0.58	-0.08	-0.33	-5.34
分項計畫 生 質 能 源 轉 換 系 統	原訂	17.83	0.50	1.50	1.50	14.33
	實際	9.82	0.33	1.08	0.58	7.83
	差異	-8.01	-0.17	-0.42	-0.92	-6.50
分項計畫 燃 料 電 池 發 電 系 統	原訂	28.50	1.67	3.00	7.25	16.58
	實際	28.84	1.83	3.42	2.17	21.42
	差異	0.34	0.16	0.42	-5.08	4.84
分項計畫 電 力 控 制 管 理 技 術 與 環 境 建 構	原訂	4.92	0	0.92	1.83	2.17
	實際	6.60	0	1.00	4.80	0.80
	差異	1.68	0	0.08	2.97	-1.37

說明：

研究員級：研究員、教授、主治醫師、簡任技正、若非以上職稱則相當於博士滿三年、或碩士滿六年、或學士滿九年之研究經驗者。

副研究員級：副研究員、副教授、總醫師、薦任技正、若非以上職稱則相當於博士、碩士滿三年、學士滿六年以上之研究經驗者。

助理研究員級：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、或學士滿三年以上之研究經驗者。

助 理：研究助理、助教、實習醫師、若非以上職稱則相當於學士、或專科滿三年以上之研究經驗者。

(二)主要人力投入情形

(副研究員級以上)

姓名	計畫職稱	投入人月數 及工作重點	學、經歷及專長	
林金福	主持人	8 人月/年 計畫管理	學 歷	博士
			經 歷	研究員
			專 長	材料科技
楊村農	協同 主持人	11 人月/年 磊晶矽太陽電池 研發	學 歷	博士
			經 歷	研究員
			專 長	加速器技術與應用、核能與光電材料
黃文松	協同 主持人	6 人月/年 生質能源轉換	學 歷	碩士
			經 歷	副研究員
			專 長	原子能工程
李堅雄	協同 主持人	10 人月/年 燃料電池 發電系統	學 歷	博士
			經 歷	研究員
			專 長	原子能工程
張欽然	協同 主持人	8 人月/年 電力控管技術	學 歷	博士
			經 歷	副研究員
			專 長	原子能工程
李瑞益	協同 主持人	10 人月/年 電池堆組裝技術	學 歷	博士
			經 歷	副研究員
			專 長	原子能工程
黃維屏	副研究員	12 人月/年 SOFC 發電系統	學 歷	碩士
			經 歷	副研究員
			專 長	機械工程
藍山明	研究員	6 人月/年 磊晶製程	學 歷	博士
			經 歷	研究員
			專 長	半導體物理

姓名	計畫職稱	投入人月數 及工作重點	學、經歷及專長	
謝宏明	副研究員	12 人月/年 量子點理論模擬	學 歷	博士
			經 歷	副研究員
			專 長	分子動力學、反應器物理
門立中	研究員	4 人月/年 計畫支援	學 歷	博士
			經 歷	研究員
			專 長	化學工程
逢筱芳	副研究員	7 人月/年 酵素純化	學 歷	碩士
			經 歷	副研究員
			專 長	原子能工程
程永能	副研究員	12 人月/年 電池堆組裝、 模擬、測試	學 歷	博士
			經 歷	副研究員
			專 長	機械工程
胥耀華	副研究員	1 人月/年 電池單元效能測試	學 歷	博士
			經 歷	副研究員
			專 長	非破壞檢測
熊惟甲	副研究員	7 人月/年 連接板特性分析	學 歷	博士
			經 歷	副研究員
			專 長	非破壞檢測
張永瑞	副研究員	3 人月/年 電力控管	學 歷	博士
			經 歷	副研究員
			專 長	電機、資訊、控制工程
徐獻星	副研究員	4 人月/年 電力規劃	學 歷	博士
			經 歷	副研究員
			專 長	控制，原子能

與原計畫規劃差異說明：

於磊晶矽太陽電池技術研發工作中，藍山明(編制科技)乙員於 97 年 7 月 1 日退休；另陳建文(國防訓儲)於 97 年 3 月 12 日新進，廖啟宏(專支人員)於 97 年 1 月 1 日新進。生質能源轉換系統計畫中，國防訓儲 1 人離職，2

人新進，1 人升等。而於電力控制管理技術與環境建構計畫中，投入人力 6.60 人年，研發電力電子電能管理技術、高效率柔性切換技術、市電併聯技術、DSP 數位脈波調變控制技術，已應用於本所研發之 SOFC、Wind power、HCPV 之電力調控系統，未來亦可延續相關研究，針對效能及容量部分進行擴充，以因應更高能量密度之新能源能量產出。綜述計畫中人力雖有異動，但經內部調整支援，使計畫如質如期達成目標。未來將持續規畫人力運用，以期發揮最大效益。

肆、計畫已獲得之主要成就與量化成果(output)

一、表一 科技計畫之績效指標

計畫類別 績效指標	1	2	3	4	5	6	7	8	9	99
	學術研究	創新前瞻	技術發展 (開發)	系統發展 (開發)	政策、法規、制度、規範、系統之規劃 (制訂)	研發環境建構 (改善)	人才培育 (訓練)	研究計畫管理	研究調查	其他
A 論文			✓							
B 研究團隊養成			✓							
C 博碩士培育			✓							
D 研究報告			✓							
E 辦理學術活動			✓							
F 形成教材			✓							
G 專利			✓							
H 技術報告			✓							
I 技術活動			✓							
J 技術移轉			✓							
S 技術服務			✓							
K 規範/標準制訂			✓							
T 促成與學界或產業團體合作研究			✓							

二、表二 請依上表勾選合適計畫評估之項目填寫初級產出、效益及重大突破

	績效指標	初級產出量化值	效益說明	重大突破
學術成就(科技基礎研究)	A 論文	論文 45 篇 (發表國外期刊 12 篇, 申請 14 篇、國內期刊 2 篇及國外會議論文 4 篇, 國內會議論文 13 篇)	磊晶矽太陽電池、生質能源、SOFC 及電力控管計畫將研發成果發表於國際知名期刊, 提高國際能見度。	1. 國際上首先探討芒草應用為纖維酒精生產之研究。 2. 完成 1 kW SOFC 發電驗證系統之設計及建置, 經由結合電池堆實體進行各項系統控制功能測試, 結果顯示系統符合需求, 發電功率初始 1,043 W, 經過 1,080 小時後, 降為 1,015 W, 衰減率 2.68%。
	B 研究團隊養成	2 件 1. 建立基因轉殖菌株之研發團隊。 2. 建立「SOFC 發電系統」研發團隊。	1. 核研所與學校建立基因轉殖菌株之研發團隊, 對後續研發新穎酒精生產菌株有很大效益。 2. SOFC 研發團隊藉由連接板鍍膜技術持續提昇電池堆之耐久性; 配合重組器、續燃器測試及自動化控制發展箱型化發電系統。	1. 使葡萄糖酵母菌兼具木糖發酵相關代謝基因。 2. 成功研發高效率高效率 SOFC 專用電源轉換系統, 其最高轉換效率達 97% 以上, 20%~100% 負載情況下, 轉換效率達 95% 以上。

	績效指標	初級產出量化值	效益說明	重大突破
	C 博碩士培育	博碩士培育 27 人 博士：14 人 碩士：13 人	培育國內生質燃料、基因轉殖、SOFC 及電池堆組件應力分析、流道設計、熱流與電化學數值模擬及能源電力電子人才。	
	D 研究報告	74 篇	完成矽量子點與磊晶矽材料、纖維酒精技術、SOFC 及電力控管等之技術研究報告，使研發成果可交流、傳承。	

	績效指標	初級產出量化值	效益說明	重大突破
	E 辦理學術活動	辦理學術研討會／專家座談會計 3 場次，含： 1. 5 月 30 日核研所與中央研究院合辦 2008 生質燃料研討會。 2. 1 月 29 日於本所召開「核研所 MARKAL-MACRO 模型能力之建立-我國 BAU 情景之能源分析及電力部門模型驗證分析」專家座談會議。 3. 6 月 25 日於本所安排國際電機電子工程協會院士(IEEE Fellow)暨美國德州大學阿靈頓分校李偉仁教授及成大電機系王醴教授舉行專家座談。	1. 本次研討會討論議題包括：纖維酒精發展與製程、微生物發酵與酵素生產、生質能經濟、其他生質燃料等。與會人員逾 120 人，核研所在會中發表 4 篇專題演講。會中對於相關議題有熱烈之討論，對於計畫推動提供寶貴之參考意見。 2. 計有國內主管單位、學界、業界等 10 位所外審查委員及本所計畫相關人員 19 位參加。對於分析之方法及資料來源等進行深入之討論。 3. 座談題目分別為「美國智慧型電網研發現況與再生能源微型電網建置規劃」及「再生能源監控系統於漁船風力發電及小水力發電之應用」。計有本所計畫相關人員 20 位參加。對計畫執行提供深具價值之建議。	

	績效指標	初級產出量化值	效益說明	重大突破
	F 形成教材	2 件	1. 已完成「SOFC 相關測試標準作業程序書」一套。 2. 本所之太陽光電、風能、固態氧化燃料電池(SOFC)、纖維酒精等，由國內電視台製作成再生能源介紹之影片，有助於新能源普及教育之推廣。	
技術創新(科技整合創新)	G 專利	專利申請 26 案 36 件，獲得 9 案 10 件	藉由專利之申請及取得，將計畫所建置的專業技術能力實質化，使智財權可有效維持，並利於後續技術移轉國內業界之作業。	木糖發酵酒精產率已具國際領先水準，「未去毒性纖維原料水解液之木糖發酵方法」的專利申請案，具降低木糖發酵生產成本之潛力。
	H 技術報告	4 份	記載研發歷程及標準作業程序，以利技術傳承。	國內首先建立具完整纖維酒精程序流程之技術報告。
	I 技術活動	1. 參加中華民國陶業研究學會 2008 年年會暨學術論文發表會(97.05.08 二人次)。 2. 參加 8th European SOFC Forum (97.06.30~97.07.04 一人次)。 3. 派員赴美國研習電力轉換技術(97.5.16~97.6.27，二人次)。	1. 與國內外研究機構進行學術交流及建立溝通管道、尋求合作機會。 2. 於國際 IEA 燃料電池會議說明國內 SOFC 研發的活動、進展與願景、新成果，獲得 IEA 成員的高度肯定。	1. 與國際 IEA 成員建立合作溝通管道，對於國際資訊交流及國內 SOFC 研發工作之推展，有相當大的裨益。

	績效指標	初級產出量化值	效益說明	重大突破
		4.派員赴美國喬治亞理工學院研習 SOFC 熱工元件整合、動態模擬控制。(97.10.20~97.12.16, 一人次)	3.強化本所之技術量能, 順利建置 5 kW SOFC 高效率電源轉換系統。 4.掌握動態模擬技術於電池堆模擬器之應用, 以利於計畫後續系統整合與運轉策略之制定。	2.建立與美國喬治亞理工學院及 NETL 國家能源科技實驗室之合作溝通管道。
	J 技術移轉	完成數位脈波調變控制技術移轉案 2 件。	應用於高效率再生能源電力轉換裝置與永磁同步機控制。	協助國內產業導入 TI DSP TMS320F2812 控制技術, 包含可應用於硬體及軟體建置之新型架構, 加速推動新能源電力電子系統開發。
	S 技術服務	提供台大及中央二校 SOFC 連接板材料及鍍膜面積比電阻量測服務。	藉由面積比電阻量測可驗證所開發之 SOFC 連接板材料及鍍膜是否適合於電池堆使用。	
	其他	建構「再生能源智慧型微電網展示」系統	展示再生能源應用於直流家電之示範, 可推廣於離島與偏遠地區。	為「再生能源智慧型微電網」先導研究之成果。

	績效指標	初級產出量化值	效益說明	重大突破
	T 促成與學界或產業團體合作研究	1. 與國內電控相關科技公司建立合作管道。 2. 與國內中正大學合作研究。 3. 與國內家電廠商合作開發。 4. 與美國 Virginia Poly Tech 大學合作研究。	1. 由長時間量測經驗可發展出新式鋰鐵磷電池應用技術。 2. 直流系統模型之建立、微型電網控制法則之設計，及直流雙向電能轉換器研製。 3. 合作開發直流家電負載，如電子式日光燈、直流變頻冷氣機及直流變頻冰箱。 4. 開發高效率再生能源電力調控器。	1. 建立鋰鐵磷電池高效率新能源儲能系統，並研發出鋰鐵磷電池系統保護系統。 2. 直流電力屋系統模擬之建立，智慧型控制法則之設計，及研製直流雙向電能轉換器。 3. 更改電子式日光燈與冷氣，使其直接使用新能源產出之直流電力，提高負載電氣效率。 4. 完成 5 kW SOFC 電力調控器效率可達 95%以上。
	其他	持續與國際知名酵素公司建立合作關係，並協助測試其新品酵素之糖化能力，展現國際合作研究之能力。		建立以稻稈為測試對象，研發適合稻稈之水解酵素組成。

	績效指標	初級產出量化值	效益說明	重大突破
其他效益 (科技政策管理及其它)	K 規範/標準制訂	建置太陽電池認證實驗室；參與國內汽油加酒精(E3)規範之制定；參與標準檢驗局「陶瓷材料」、「氫能」與「燃料電池」相關技術與安全規範之制定。	1.本所已建置室內太陽電池測試平台，可以不受外力天候影響進行相關測試，並積極辦理認證作業。 2.國內預定在 2009 ~ 2010 從北高兩市全面推廣 E3，2011 年則全面實施 E3。 3.減碳及能源產業為政府未來科技發展的重點之一，藉由技術與安全規範之擬定，有利於產業之發展。	

三、94~97 年度量化成果分年實際執行成效

項目名稱	分項指標	實際成效				小計
		94 年	95 年	96 年	97 年	
學術成就	期刊論文發表					
	國內期刊論文發表數	1	5	4	2	12
	國外期刊論文發表數		7(申請 16)	11(申請 17)	12	30
	研討會論文發表數	3	26	16	15	60
人才培訓	研究助理培訓人數		1		4	5
	碩士培訓人數	36	12	5	13	66
	博士培訓人數	10	11	5	14	40
技術產出	發明專利申請數	17	45	47	36	145
	新型、新式樣專利申請數		9			9
知識服務	研討會／說明會次數	9	2	1		12
	研究報告數	65	63	59	74	261
	技術轉移					
	技術轉移件數	7	1		2	10
	技術轉移廠商數					
	技術轉移權利金金額		300 萬~1 億元		500 千元	

四、全程目標及以前成果對照表

全程目標		
一、量子點太陽電池技術研發：(1) 量子敏化太陽電池開發，開發奈米結構TiO₂光電極材料，以染料敏化太陽電池作為TiO₂材料之性能驗證，能量轉換效率達9%以上；(2) 建立太陽電池測試平台，為國內太陽電池標準檢證實驗室；(3) 奈/微米矽晶太陽電池方面，開發薄膜(非晶+奈/微米)矽太陽電池，轉換效率達5%以上。 二、生質能源轉換系統：(1) 建立稻草、蔗渣、芒草等纖維素轉化酒精實驗系統(bench scale)，分開水解與發酵(SHF)程序之酒精產率70%。六碳糖併同水解與發酵(SSF程序)之酒精產率75以上%；(2) 2 kW級酒精重組器最佳化設計、建造及可靠度測試，系統連續運轉達1,000小時，產氫量達110 L/min。 三、燃料電池發電系統：(1) 發展1 kW SOFC電池堆組裝技術；(2) 建立5 kW SOFC示範發電系統，長期可靠度測試，其衰減率小於 0.5%/1000小時。 四、量子點發光元件之開發研究：開發創新的固態型量子點薄膜可見光光源，外部量子效率~1%。 五、電力控制管理技術與環境建構：(1) 開發新能源電力轉換技術，目標為可涵蓋一般家用負載功率；(2) 發展新能源「分散式電力系統」之電力管理控制技術，使其符合電力品質要求；(3) 藉由展示新能源之有效應用，包括直流負載(DC Load)與微電網(Micro Grid)等，以推廣新能源電力應用產業發展。		
94 年度成果		
(一)量子點太陽電池技術研發		
目標	執行成果	差異分析
1. 第三代太陽電池之材料與結構基礎研究		
(1) 二氧化鈦奈米漿料製備及其粒徑分析方法建立	利用溶膠凝膠法產製奈米顆粒漿料，粒徑可控制於15至60奈米之間，晶體為anatase 結晶型。合成之漿料使用醇水溶液為分散劑分析其顆粒分佈，結果與SEM之分析結果相近。	符合目標
(2) 奈米漿料塗佈技術開發	開發刮刀式(doctor blade)及旋轉分散式(spin coating)等塗佈方法，並建立相關設備。	符合目標
(3) 製造奈米結構多孔性薄膜	薄膜厚度單層可達4 μm，組成顆粒粒徑約30奈米；每克薄膜表面積經BET分析，已達40平方米，符合光電極製造需求。	符合目標
(4) 研製半導體敏化奈米薄膜	應用APCVD及PECVD成功製作InN、InP及Si奈米薄膜。	符合目標
(5) 建立敏化太陽電池電極製作、封裝及量測技術	成功建立敏化太陽電池電極製作、封裝及量測技術。	符合目標

(6) 量子敏化太陽電池元件製作，能量轉換效率達3%	應用建立完成之敏化太陽電池電極製作、封裝及量測技術，製作元件所需之各部組件，驗證染料量子敏化太陽電池之元件效率達3%。此一技術將應用於半導體量子敏化太陽電池之元件製作。	符合目標
2. 太陽光電能發電示範系統設計及測試平台建立		
(1) 完成聚光太陽電池組件 (assembly) 製程技術之開發	完成solar cell module組裝實驗室之建置，並且開發完成聚光太陽電池組件組裝製程技術的建立，執行solar cell組裝製程與模組檢測校正作業，總計完成12套模組之製作。	符合目標
(2) 完成聚光太陽電池專用Fresnel透鏡模擬與設計技術之建立	完成20 cm x 20 cm聚光型太陽電池模組專用Fresnel透鏡模擬設計與製作，並運用於kW級太陽光電能發電系統的建置，及完成特性改善前後之比較。	符合目標
(3) 完成聚光太陽電池散熱器之設計與實際驗證	完成聚光太陽電池散熱器之設計，經由簡化的散熱器達成減重的要求，並且滿足在幾何聚光比為100倍條件下的模組散熱需求。	符合目標
(4) 完成太陽電池模組戶外測試相關技術與設備之建立	模組幾何聚光比為100，在DNI=850 W/m ² 的條件下，模組最大輸出功率大於100 W，能量轉換效率達22%。	符合目標
(5) 協助國內相關產業進行高效率III - V族太陽電池晶片磊晶技術開發，未來將可使聚光型太陽光能發電技術更進一步本土化	透過與國內相關產業進行高效率III - V族太陽電池晶片磊晶技術開發，改進各個接面的磊晶技術與磊晶品質，所研製而成的太陽電池在120倍高聚光比的太陽光照射下仍然具有正常的電流電壓特性。與國內半導體廠簽訂保密協議書，並進行技轉與合作開發相關事宜。	符合目標
3. 建立kW級太陽光電能發電示範系統及性能驗證		
(1) 1.2kW太陽能電力組件及管理裝置製備，電力管理裝置之耗電量小於系統總發電量之15%	太陽追蹤器搭載太陽電池模組，進行追蹤太陽發電量測，於穩定日照等效之標準測試條件下，太陽追蹤器驅動所需電力消耗佔太陽量子點太陽電池技術研發產出電力之9%，達到預期目標。	符合目標
(2) 太陽光定位法追蹤裝置製作，追蹤精度可達0.5度	1. 太陽追蹤感測控制器採用Wattsun 公司產品，配合自行研發設計太陽追蹤器支架、基座，建立有限元素模型進行承載太陽電池模組，並考量風速20 m/s之效應，進行太陽追蹤器整體結構應力及變形量	符合目標

	分析。 2. 太陽追蹤器搭載太陽電池模組，進行追蹤太陽發電測試，於穩定太陽光源之標準測試條件下，追蹤精度可達0.5度，符合太陽電池模組發電所需追蹤精度目標。 3. 利用photodiode以及日照強度計，結合程式控制邏輯程式撰寫，已建立新型太陽感測控制器。	
(3) 1.2kW 太陽光電能發電示範系統建立	1. 根據有限元素分析結果，完成太陽追蹤器支架、基座製作實體。 2. 新型太陽追蹤器設計開發，重要零組件規格確認，委託民間機械公司製作，並建立3D電腦輔助設計模型。 3. 完成1.2 kW太陽光電能發電示範系統與建置。	符合目標
(4) 結合1.2kW 太陽光電能發電示範系統之混合式發電電力系統製作	1. 1.2 kWp太陽量子點太陽電池技術研發結合燃料電池之混合式發電電力系統，根據電力系統配置規劃，完成所需硬體設備建置，混合式電力發電監控系統架構。 2. 完成1.2 kW太陽光電能發電示範系統之混合式發電電力系統設計與建置。	符合目標
(二)生質能源轉換系統		
1.藻類培育之研究		
(1) 研究石蓴之培植生產，包括石蓴之選種及石蓴體細胞之種子化，以及檢討其附苗材料與附苗條件	完成石蓴綠藻的實驗室培育、附苗、保種等程序，為石蓴野外養殖奠立基礎。	符合目標
(2) 研究石蓴之實驗室與海域規模培養條件、藻體生質之收穫及生產效率等	完成石蓴小型(10 m ²)養殖池之培育，初步成果為每公尺綿繩可得石蓴濕重 20 克(乾重 2 克)。	符合目標

2. 纖維素轉化酒精技術研究發展 (1) 選取酵母菌並剔除有 氧代謝的必要基因， 並篩選快速醱酵的酵 母菌株。	1. 完成將三種纖維素分解酵素endoglucanase, exoglucanase, cellobiase選殖於適當之酵母菌載體，使酵母菌具備纖維素水解及醱酵糖質成酒精之功能。 2. 以西方點漬法檢測 endoglucanase, exoglucanase, cellobiase的蛋白質表現情形，以鑑定纖維素分解酵素基因再重組工程後其基因功能的表現狀況。	符合目標
(2) 連續式人工瘤胃醱酵槽運轉模式之建立與瘤胃微生物之篩選	1. 完成厭氧瘤胃海藻多醣分解微生物之篩選，在厭氧、39℃的環境下培養，已篩得十餘株具有潛力之菌株。 2. 已建立連續式人工瘤胃生物反應槽（中型5L系統），由預備槽、反應槽以及回收槽所組成，採用連續批式處理模式的設計。 3. 完成瘤胃微生物水解海藻生質作為生產乙醇原料之效益評估，海藻加瘤胃液有最佳分解效率，添加peptone與yeast extract對於水解效率並沒有明顯提升。	符合目標
3. 生質物產氫重組器及生質柴油應用 (1) 乙醇重組觸媒之研製與特性研究	1. 完成金屬及陶瓷之蜂巢式觸媒研製，並用於酒精重組器產氫系統，在乾基的條件下，氫氣比率30-40 %之間。 2. 完成1 kW 實驗室級酒精產氫觸媒重組器系統之建立，使用精密控制的反應系統來展示由乙醇產氫的能力，及選擇反應觸媒劑與決定系統操作條件。 3. 完成固態氧化物燃料電池(SOFC)用1 kW 酒精產氫觸媒重組器系統之研發，提供本所SOFC計畫使用，協助該計畫進行整體系統測試與技術發展。	符合目標

(2) 熱電漿重組器設計工具的開發	完成燃料分析與重組反應的化學平衡組成計算。	符合目標
(3) 1 kW 電漿重組器關鍵元件的設計、開發與製造	完成1 kW電漿重組器關鍵元件，熱電漿燃料重組器，儲槽、泵浦與噴霧系統，水油混合與加熱器，吸附脫硫器，緻密型熱交換器，溫度、壓力感測與控制系統的設計、製作與測試。	符合目標
(4) 1 kW 電漿重組器機組的整合、驗證與開發	完成1 kW熱電漿氫氣產生系統。包括所有組件與控制系統的組合、性能測試與結果分析，以及雛型產氫系統的展示。	符合目標
(5) 分析化學方法與現場實驗室的建立	完成現場實驗室的設計與施工，包括氣體儲存區、氫氣分析實驗室、一般分析與重組器實驗室、辦公室與會議室等五個部份。能夠現場檢測所有重組實驗的結果，以及進行重組氣體成份與含量的分析。	符合目標
(6) 國內生質柴油製造技術綜合評估	完成國內生質柴油製造技術的綜合性評估。從技術面、經濟面及應用推廣等方面評估分析，以開發生質柴油此一綠色環保型燃料之競爭力，同時擬定具體策略並提出政策規劃建議。	符合目標
4. 生質物電漿氣化技術研究		符合目標
(1) 完成 20 kW 水蒸氣電漿火炬系統之建立與基本特性量測	1. 完成電漿火炬本體設計製作及電漿火炬測試場電力配置。 2. 完成 60 kW 截波蒸氣電漿火炬直流電源供應器設計製作，並完成其長時間運轉之溫升測試與電氣特性測試。 3. 完成 100 kW 電漿火炬冷卻及供氣系統之建立。 4. 完成蒸氣電漿火炬全系統功能測試。	
(2) 開發新式雙葉片流動式顆粒床合成氣淨化系統，進行小型流動式顆粒床高溫合成氣淨化行為分析	1. 完成新式雙葉片流動式顆粒床淨化系統 2D 淨化系統模擬系統之建立與測試，並提出顆粒床內雙葉片配置之最佳設計方案。 2. 完成濾材流動特性研究。	符合目標

(三)燃料電池發電系統		
(1)中溫型固態氧化物燃料電池之膜電極組之研製 (A)研製 YSZ 電解質薄膜 (B)研製 SDC 之奈米級粉末作為電解質材料	1. 製備 YSZ 電解質層薄膜。 2. 完成 SDC 奈米粉體製備。	符合目標
(2)研究創新之 SOFC 材料結構設計 (A)研製以不銹鋼金屬材料封裝電池組件，創新設計 (B)輸出電壓 1.0 ~ 1.8V 輸出功率密度 0.1~0.2W/cm ²	1. 完成不銹鋼為主結構之 SOFC 雙電池之設計。 2. 單電池，於空氣與 10%氫氣進料下，在接觸阻抗改善後，700℃ 功率密度至 0.005 W/cm ² 。	SOFC 封裝洩漏及連接板氧化造成無法達成預期目標之效能
(3)固態氧化物燃料電池堆模擬與規格設計完成 SOFC 單室固態氧化物燃料電池細節流場、溫度場、濃度場、電流分佈等運算與性能分析	針對核研所開發之 SOFC 設計，完成單室固態氧化物燃料電池細節流場、溫度場、濃度場、電流分佈等運算與性能分析。	符合目標
(4)固態氧化物燃料電池雙電極板流道設計及微米級雷射光學量測技術研發 以雷射誘導螢光法(LIF)研究電池元件流道之流場動態，並使用粒子質點軌跡測速技術(PTV)、雷射都卜勒測速儀(LDV)和質點影像測速技術(PIV)等量測技術，探討影響 SOFC 內部電池元件流道設計之流力參數	1. 已完成 SOFC 測試流道之實驗平台，並提出改善流場均勻度之新設計。 2. 首次應用 PIV 於雙極板流場速度量測及建立雷射誘導酸鹼螢光變色技術(應用於液態流場)，以觀測內部模擬流場。 3. 建構平板式 SOFC 單電池之 2D 數值模擬，於流場雷諾數 200 以下具良好之流場均勻度，此結果與放大尺寸之雙極板模型流場觀察結果相符。 4. 驗證流體分析軟體 CFD 之準確性，以評估設計最佳化之氣體流道。	符合目標
(5)中溫 SOFC 材料及組件熱應力分析與耐久機	1. 固定支撐的邊界條件會導致 PEN 有較大的熱應力，但非固定式之支撐較接近實際	符合目標

械性質測試技術研發 發展最佳化之 SOFC 電池堆熱應力分析模 式	的情況。 2. 玻璃陶瓷在高溫下的軟化有利於熱應力的均勻分佈及釋放。 3. SOFC 電池堆升、降溫過程會造成組件顯著的應力，故其升降溫速率必須加以適當調控。 4. 完成分析不同邊界條件、玻璃陶瓷接合劑黏彈滯效應及週期效應的影響。	
(6)獨立運轉固態氧化物燃料電池／微渦輪混合發電系統之概念設計，完成 SOFC/GT BOP 之最佳化設計	1. 完成系統流程設計。 2. 完成 SOFC /GT BOP 之整體系統效率之分析。	完成初步設計，最佳化設計需繼續研究。
2. SOFC系統技術之發展與應用 (1)完成 1 kW SOFC 展示系統之設計，以 CFD 程式解析單片電池電化學、熱流及熱應力穩態分析	1. 完成 1 kW 固態氧化物燃料電池(SOFC)測試設施概念設計，據此建造 1 kW SOFC 展示系統及建立本所未來 SOFC 系統技術之發展與應用的基礎。 2. 完成以 Star-CD 及 es-SOFC 程式解析單片電池堆之電化學及熱流分析，及以 ABAQUS 分析熱應力，以瞭解電池堆內溫度、流場之分佈，並提供數據供電池堆應力分析。	符合目標
(2)設計本所 SOFC 系統之尾氣續燃器，以提高熱能使用效率	完成突張式與渦旋器混合型尾氣續燃器設計與製造。	符合目標
(3)完成 1 kW SOFC 展示系統包括空氣供應系統，酒精重組器、高溫熱交換器	完成 1 kW SOFC 展示系統之組裝與酒精重組器連線。	符合目標
(四)電力控制管理技術與環境建構		
1.計畫管理 (1)推動跨領域及上、中、下游之計畫整合與協調 (2)宏觀規劃前瞻性再生能源技術發展藍圖	1. 整合大學進行相關領域之前瞻性研究。 2. 結合相關研究單位推動技術研發。 3. 篩選下游製造廠商，並建立良好關係。 4. 建置計畫管理互動式網站及檔案伺服器。	符合目標

2.再生能源實驗室建置 (1) 建立再生能源基礎研究與系統特性測試實驗室 (2) 建立再生能源系統展示實驗室	1. 整建太陽能研究實驗室。 2. 整建燃料電池研究實驗室。 3. 完成燃料電池與太陽電池各項研發系統展示規劃。 4. 完成燃料電池與太陽電池研發長程規劃。 5. 完成研發成果多媒體展示影片製作。	符合目標
3.再生能源知識管理 (1) 再生能源產業專利佈局分析 (2) 推動再生能源設備認證之規範及評鑑機制 (3) 建立再生能源產業技術與市場資訊平台	1. 研究固態氧化物燃料電池、III-V 族半導體太陽電池、第三代半導體敏化太陽電池、低風速風力發電機、纖維素轉換生質酒精技術、生質柴油製備技術、電漿產氫重組器、電漿氣化技術之公告專利檢索與分析。 2. 召開二場與再生能源相關的國際性研討會，包括 2005 年台灣固態氧化物燃料電池(SOFC)研討會及 2005 年台灣高效率聚光型太陽電池研討會暨新能源產業論壇。	符合目標
(五)量子點發光元件之開發研究	95年方開始執行	

95 年度成果		
(一)量子點太陽電池技術研發		
目標	執行成果	差異分析
1. 半導體敏化太陽電池研究開發 (1) 完成半導體敏化太陽電池之製作，能量轉換效率達3%	1. 完成多層sol-gel TiO ₂ film製作及測試，顯示3層TiO ₂ film(incr)之敏化太陽電池光轉換效率可達6.18%。 2. 完成以四氯化鈦為起始物製作奈米漿料及其薄膜塗佈條件改善，可獲得Rutile結晶型針狀奈米顆粒，薄膜硬度可達6H鉛筆硬度。 3. 以自製sol-gel奈米漿料為添加物，改善由商業二氧化鈦奈米粉體製作電極薄膜附著度不佳之缺點，其中添加10 wt%光轉換效率由1.7%提高至5.5%。 4. 嘗試P25及中科院提供之粉末調製漿料、與本所化工組自製漿料等，應用不同來源的漿料製作TiO ₂ 。 5. 委託交大林明璋院士團隊建立第三代太陽電池之材料與結構基礎研究及理論分析技術：找出模擬InN/TiO ₂ 及相關材料之電子性質的最佳方法，並完成Rh/CeO ₂ 以及其他新系統，如：Rh/CeO ₂ -ZrO ₂ 等，催化轉換乙醇的模擬。在量子點方面完成了InN於TiO ₂ Rutile(110)表面的三層吸附模式的部份態密度分析與能隙評估。發表論文於國際期刊。 6. 在單層TiO ₂ 上成長InN量子點，光電轉換效率最高的是由交通大學製作的0.17%。其中TiO ₂ 的漿料由本所化工組提供，為水熱處理較高溫約為230℃顆粒較大之TiO ₂ 漿料，再加入適量之PEG(聚乙二醇)增加其孔隙度，塗抹於FTO玻璃上，以PECVD成長InN量子點前先通入雙氧水做表面處理後，成長完成後再使用化工組太陽能模擬器量測光電轉換效率。	符合目標
2. 聚光型太陽能發電驗證系統建立 (1) 完成多接面太陽電池之製作，能量轉換效率達30%	1. 完成InGaP/GaAs/Ge三接面太陽電池之製作，能量轉換效率達31%。 2. 開發完成4吋三接面太陽電池之製程，元件良率最高可達8成以上，所完成的三接面太陽電池已運用於5 kW聚光型光能發電系統的開發。	符合目標

	3. 完成與國內廠商穩懋半導體公司「聚光型 InGaP/GaAs/Ge 三接面太陽電池製程與量測」技術移轉授權合約簽訂，簽約金為新台幣 500 萬元整，授權年限為十年，合計十年權利金收入之低限為 300 萬元，高限為 1 億元整（含 500 萬元簽約金）。 4. 完成「聚光型 InGaP/GaAs/Ge 三接面太陽電池製程與量測」技轉授案第一階段工作目標，並完成聚光型 InGaP/GaAs/Ge 三接面太陽電池製程程式書、光罩計畫書與量測程式書。 5. 完成「聚光型 InGaP/GaAs/Ge 三接面太陽電池製程與量測」技轉案第二階段工作目標，並完成 10 片 4 吋 solar cell 磊晶片的製程，產品良率（光電轉換效率$\geq 25\%$）最高可達 8 成以上。	
(2) 完成聚光模組之開發製作，聚光倍率達 300 倍	1. 完成三套聚光模組之組裝，聚光倍率達 545 倍，此三套聚光模組使用之 concentration solar cell 與 Fresnel lens 為國內自製。 2. 精進非成像 Fresnel lens 之設計與製作，使光線更均勻，可以提高模組之效率。 3. 與國內相關廠商合作，完成 2×4 array 非成像 Fresnel lens 射出成型量產技術之開發。 4. 完成 concentrating solar cell package 技術之建立，該項技術有助於聚光模組量產技術之開發。 5. 完成聚光模組測試裝置之設計與製作，可用於聚光模組之進出貨檢測，由於具有專利價值，已提出國內、外專利申請。	符合目標
(3) 完成 5 kW 聚光型太陽能發電驗證系統建立	1. 完成 5 kW 聚光型太陽能發電驗證系統設計與發包製作，包括太陽電池模組、固定支架、支柱結構與地基等，整個驗證系統於 95 年底安裝於本所 013 館之展示場。 2. 完成主動式太陽光追蹤系統光感測器開發。 3. 完成低耗電微處理器為核心的數位式控制器電路板離型製作。 4. 完成聚光型太陽能發電展示系統架構、控制箱盤面及模組化線路之規劃。 5. 降低追蹤器之電力使用量，耗電量為系統總發電量之 5 %。 6. 完成模組電性量測、濕-熱、濕-冷、熱循環、淋水、機械負荷等測試設備建立。	符合目標

	7. 完成 IEC62108 規範中之電性量測、乾濕絕緣、熱循環、濕-熱、濕-冷、淋水、機械負荷測試程式建立。	
(二)生質能源轉換系統		
1.藻類培育及纖維素轉化酒精技術研究 (1)完成生質原料的實驗分析流程	1. 建立生質原料組成分析的分析方法和標準流程。完成蔗渣、稻草、芒草、玉米梗、甘藷葉等生質原料的成份分析。 2. 建立水解與發酵分開且五、六碳糖分開發酵(Separate Hydrolysis and Fermentation, SHF)之纖維轉化酒精程序。其木糖溶出率 > 75%(S/L = 10 %)、發酵率 70 %，纖維酵素水解效率為 80 %、葡萄糖發酵率為 90 %。 3. 運轉 SHF 實驗室級纖維轉化酒精系統，測試-17 批次，產製酒精 700 mL。 4. 建立稀酸前處理方法，並完成蒸氣爆裂 (steam explosion)設備研發與測試。 5. 與台大食科所合作，完成擠壓機 (extruder)應用於蔗渣前處理，蔗渣再經稀酸處理後，木糖溶出率可達 95 %，較未經擠壓機前處理之效率 75 %，可提升 20 %。 6. 與海洋大學合作，於台北縣貢寮水產種苗繁殖場，建立海邊陸上池之石蓴養殖技術，平均產量為每公尺每週 2~3 g 乾重。以此預估每公頃每年產量約 9.6 公噸，証明野外海邊大量養殖是可行的。	符合目標
(2)完成實驗菌種庫的開發	1. 與台灣大學合作，建立海藻多醣分解微生物菌種庫。目前已分離好氧及厭氧菌株各三株，並選其中兩菌株完成不同生質原料之初步水解測試研究，實驗結果菌株雖能水解纖維，但效率尚未達到滿意程度，水解活性介於 0.1 ~ 0.3 IU 間。 2. 探討 Sigma Amamo、Genencor 等纖維酵素應用於本所生質原料水解技術之研發，目前葡萄糖水解效率可達 80 %以上。 3. 完成 Spezyme CP、Viscozyme L、Celluclast 1.5L 及 cellubrix L 四種酵素 FPU 活性測定，結果各為 31、30、65 及 67 U/ml，後兩者酵素的活度較高。 4. 篩選全國菌株資料庫菌株，完成葡萄糖及木糖標準糖發酵最適化條件測試，酒精轉化率為 90 %及 70 %。 5. 與中央大學合作，完成纖維素水解基因	符合目標

	轉殖至酵母菌，研發三株各含有 endoglucanase、exoglucanase 及 cellobiase 基因工程之酵母菌，進行三種不同功能之纖維酵素初步活性分析。	
2. 生質物產氫重組器研究 (1) 1 kW SOFC 用移動式酒精產氫系統建立	1. 完成 007 館 108 室酒精產氫實驗室之整修。 2. 完成酒精產氫系統重組氣分析技術之建立。 3. 完成酒精產氫系統化學熱力學平衡計算。 4. 完成重組器與各單元組件之設計與製作。 5. 完成 SOFC 用 1 kW 移動式酒精產氫系統之建立；經測試結果 H_2：38-40%、CO：9-11%、CH_4：0-4%。 6. 與大葉大學合作，進行 1kW 熱電漿氫氣產生系統精進與 2kW 熱電漿氫氣產生系統中去硫器與電子控制系統設計製作： A. 完成 1 kW 熱電漿重組器噴霧蒸發器改良。 B. 完成 2 kW 熱電漿重組器電子控制系統設計與製作。 C. 完成 1 kW 熱電漿重組器管線與管線接頭改裝工程。 D. 進行 2 kW 脫硫器硬體設計與製作。 E. 完成初步大葉大學送至本所之 1 kW 熱電漿系統測試與改良新設計之系統管路，包括更新進料幫浦、更換噴霧蒸發器的加熱器，重新設計系統管路，測試結果氫氣量達 45 %，CH_4 達 15 %，CO 達 18 %。	符合目標
3. 生質物料電漿氣化技術研究 (1) 完成小型電漿氣化熔融爐系統建立(進料率 > 1 公斤/小時，最高操作溫度 1600 °C)	1. 小型電漿氣化爐系統已建立完成，並完成烘爐作業及全系統運轉測試。 2. 完成養殖海藻、漂流木及建築物廢木料等生質廢棄物之元素定量分析及氣化熱平衡理論計算分析，在 10 % 燃燒條件下合成氣熱值 > 9 MJ/Nm³。	符合目標

(2)完成木材、樹葉等生質物料電漿氣化程序開發，使氣化率>95%，合成氣熱值>6MJ/Nm ³ 。	1. 完成養殖海藻、漂流木及建築物廢木料等生質廢棄物之元素定量分析及氣化熱平衡理論計算分析，在 10 %燃燒條件下合成氣熱值>9 MJ/Nm ³ 。 2. 與中央大學合作，完成小型流動式顆粒床高溫合成氣淨化系統三維模型及設備之設計規劃與製造，與流場觀測實驗及冷性能測試的工作。	符合目標
(三)燃料電池發電系統		
1.開發噴塗製程與特性量測，以進行微米級厚度之電解質膜板之研製 (1)完成軸向餵料電漿噴塗系統之建立	配合本所整體規劃修正計畫內容：軸向餵料噴塗系統工作修正為自行研發提升現有徑向餵料大氣電漿噴塗硬體設施。完成機械手臂系統之建立，進行控制軟體之安裝及測試。	符合目標
2. kW級 SOFC測試系統 (1)完成1 kW SOFC測試系統	1. 完成建置 1 kW SOFC 發電示範系統，原預期瑞士 HTc 公司能於 12 月提供 1 kW SOFC 電池堆整合於系統之中，進行系統發電測試，因 HTc 公司於 12 月 21 日以 Email 告知因材料品質問題，須視品管測試結果，決定是否能於 96 年元月交貨，否則仍需順延。故本系統目前仍暫以 dummy stack 安裝於系統，進行測試。 2. 完成 1 kW SOFC 發電系統設計與 BOP 分析。 3. 完成天然氣重組器系統之建立及 350 小時運轉測試。 4. 完成資料擷取與控制系統硬、軟體整合建立。 5. 完成續燃器與前置加熱器之整合測試，確認進入電池堆之燃料與空氣溫度可達 700°C 之控制功能。	以dummy stack完成測試目標
(四)量子點發光元件之開發研究		
1.建立量子點實驗室，其乾淨度為Class 100,000 等級 (1)量子點實驗室之例行運轉	1. 完成原有無塵室之改善與 PECVD 系統之安裝、測試與驗收等工作。 2. 目前執行計畫工作，平均每日使用率為 4 小時/天。可獲得高均勻性 (< 3 %)、高緻密性之多種矽基薄膜材料製程，如氧化矽(SRO)、氮化矽(SRN)、碳化矽(SRC)、非晶矽 (a-Si) 等高品質薄膜，鍍膜速率為	符合目標

	10-100nm/min.，依賴不同的材料與實驗參數。 3. 可提供 III-V 族半導體製造過程中所需的階梯覆蓋及隙縫填補能力，包括保護層、隔離層和介電絕緣層沉積等製程應用。	
2. 獲得量子點可見光螢光材料 (1) 室溫與裸視條件下觀察	1. 利用 APCVD 方法，獲得 1-10 nm 尺寸大小之矽量子點嵌在氮化矽基材中。 2. 主要的實驗參數為合成溫度為 800 – 900 °C，原物料為 $\text{SiH}_2\text{Cl}_2 + \text{N}_2\text{O}$ 。 3. 在 325 nm 波長之 He: Cd 雷射光激發下，獲得一 400 – 750 nm 連續波長範圍之光譜，室溫與裸視條件下觀察結果，顯示一明亮之白光光源。	符合目標
(五) 電力控制管理技術與環境建構		
1. 計畫管理宏觀規劃技術發展藍圖，以推動上、中、下游之計畫整合與協調 (1) 舉辦國際研討會 2 場	完成 SOFC 及生質能研討會 1. 95 年 6 月 6 日~8 日舉辦 SOFC 國際研討會，邀請國內外學者與會，與會人數達 140 人。 2. 95 年 3 月 17 日~18 日，與台大生化科技學系共同舉辦「生質能源開發與利用」研討會，國內外與會人數約 150 人。	符合目標
(2) 完成委外計畫控管暨瀏覽系統	完成建置計畫進度控管審核網站 (http://192.192.21.19/renewable/95/)，以落實計畫管理作業，目前控管之計畫含奈米計畫及 Mutual Fund 共計 39 項，每月進行進度報告控管，並於 95 年 7 月 17 日~20 日完成本年度期中檢討會議。	符合目標
2. 建立新能源系統驗證測試暨展示實驗室 (1) 設備提升與 013 館展示環境維護	完成 013 館展示環境維護與展示內容，包括： 1. 再生能源監控中心建置與維護。 2. 動態之多媒體影音播放研發成果。 3. 靜態展現研發成果空間規劃。	符合目標

(2)完成SOFC測試輔助系統建構	完成實驗室系統建置，包含： 1. SOFC：①玻璃陶瓷粉料調製系統②燒結熱處理設施之配置③玻璃粉料均勻塗布設施建立④建立 SOFC 電池堆組裝實驗室。 2. 生質能：①建立生質能 400 g/batch 纖維轉化酒精實驗室級連續系統。②於 007 館 108 室建立酒精產氫實驗室，包括緊急排風系統、空調系統、電路系統、儀器分析系統、冷凝系統等，可提供觸媒重組系統及熱電漿重組器系統實驗。 3. 量子點：①電漿增強式化學氣相沉積設備②電子迴旋共振式化學氣相沉積設備③電子槍薄膜蒸鍍設備④建立量子點薄膜實驗室。	符合目標
-------------------	--	------

96 年度成果		
(一)量子點太陽電池技術研發		
預定目標與預期成果	預定目標與預期成果達成狀況	差異分析
1.建立第三代太陽電池之材料與結構基礎研究及理論分析技術。 (1)完成染料敏化太陽電池之製作，光轉換效率達 5%	1. 完成以不同比例之Nb_2O_5條件，進行TiO_2漿料改質實驗。其中以 doping 5 wt% Nb_2O_5最佳，製備成工作電極，單層效率為 3.13%；另製備雙層不同孔隙度大小的TiO_2複合膜及添加P25 之原膜以雙層不同孔隙度的P25 薄膜，塗佈於FTO的光電轉換效率約 4.50-5.20%，另用TiCl_4做表面修飾後其光電轉換效率提升至約 4.7-5.8%。 2. 完成各種不同導電玻璃經熱處理程序後之影響評估及染料敏化太陽電池封裝程序設計與電解液填充裝置等設備採購。另完成電解液開發，與商業化產品 R-150 比較，具有更佳的光轉換效果。 3. Pt 量子點敏化電池元件研製，進行電漿鍍膜法製作透明導電薄膜，其透光率可達 80%，電阻值約 7 歐姆，元件之填充因子由 13%上升至 34%，元件效率已由 0.006%大幅提升至 2.78%。 4. 組裝測試完成 10 nm 之 Pt 量子點敏化太陽能電池，元件效率由 0.3%上升至 1.6%。 5. 利用無極電鍍方法完成量子點敏化電池	達成度：100%

	元件試製，元件效率為 2.3%。 6. 量子點敏化電池之串聯電阻與並聯電阻之阻抗研究，對於改善填充因子，增加開路電壓，提升短路電流等，已建立相互對應關係。 7. 建立 Pt 薄膜轉換成 Pt 奈米粒子之電漿技術，藉由控制膜厚與溫度調整關係，獲得 10 nm~200 nm 粒徑大小之 Pt 奈米粒子。 8. 對於量子點密度分佈控制實驗，進行不同密度控制，可增加入射光比例與減少漏電流損耗，並結合量子點粒徑控制，得到量子點敏化太陽電池元件效率 4.2%。	
(2)非晶矽薄膜製程技術與實驗室型非晶矽薄膜太陽電池元件驗證	1. 利用PECVD製作矽薄膜，經拉曼光譜分析後可知經由調變H₂/SiH₄混合氣體流量比例可有效改變矽薄膜結構，目前已可成功製作非晶/微晶結構之矽薄膜，並利用FTIR進行矽薄膜含氫量分析。 2. 完成p-type及n-type非晶矽薄膜製作。其中p-type矽薄膜之摻雜濃度可調整至 10¹⁸ cm⁻³，由UV/Visible吸收光譜可推算其band gap約為 1.5 ~ 1.8 eV。n-type可至 10¹⁹ cm⁻³，其band gap約為 1.7~1.9 eV。 3. 利用金屬誘發式再結晶法(AIC)製作多晶矽薄膜，目前已可在矽基板及陶瓷基板上製作品粒尺寸達 1 μm、結晶面為 Si(111)之多晶矽薄膜，將進一步設計多晶矽薄膜太陽電池結構。 4. 調整 PECVD intrinsic layer 之厚度及 p-type layer 之製程參數，目前 p-i-n 結構非晶矽薄膜太陽電池之效率改善可達 3.7 %。 5. 利用網印法製作 Al 背電極及電子槍蒸鍍法製作 Ti/Pd/Ag 上電極，調整網印厚度及烘烤時間等參數以找出最佳歐姆接觸特性。	達成度：100%
(3)完成各種過渡金屬對乙醇脫氫反應速率影響	1. 完成以 Gaussian03 程式分析高分子太陽能電池材料的方法論。 2. 完成矽量子點吸附在二氧化鈦 anatase(101)表面上之幾何與電子結構特性之探討。 3. 建立模擬塊材之 XRD、RDF 等理論分析方法。 4. 完成 Si-cluster 在高溫下的暫態模擬，包括結構變化及表面分子蒸發。	達成度：100%
2.建立太陽電池可靠度		達成度：100%

評估技術與測試平台 (1)完成聚光太陽能電池模組模擬測試平台及測試程序之建立	1. 完成聚光型太陽能電池模組模擬器測試場所規劃整修，規劃空間為 8m x 9m x 3m (L x W x H)。 2. 將太陽能電池模組追蹤器、光感測器和一只用於 5 kW 之太陽能電池模組移往嘉義地區，以持續太陽能電池模組追蹤器和光感測器之功能驗證及模組相關測試。 3. 戶外太陽光與室內模擬器光譜量測，比對分析太陽光譜分佈狀況及能量強度。規劃設計可聚光型之室內太陽光光源模擬測試系統，完成建立室內外太陽能電池模組測試資料比對驗證。	
(2)完成冰雹測試程序之建立	完成冰雹測試程序書規劃及撰寫，冰雹測試設備已完成相關測試試驗。	達成度：100%
(二)生質能源轉換系統		
1. 評估蒸氣爆裂與氨水爆裂法之前處理效率及爆裂法對後續纖維酵素水解之影響，並進行六碳糖併同水解及發酵程序研發 (1)建立蒸氣爆裂及氨水爆裂系統之操作方法	完成 2 升至 6 升蒸氣爆裂系統之放大及 6 升蒸氣爆裂系統之標準操作方法，並完成 300 mL 小型反應器氨水爆裂反應系統之設計及設置，同時建立氨水爆裂前處理之操作方法。	達成度：100%
(2)稻稈及蔗渣等生質原料經前處理及酵素水解之木糖及葡萄糖總產率各達 70%及 85%以上	開發兩階段稀酸及蒸氣爆裂前處理技術，以 2 公分稻稈為進料，所得木糖產率達 60 %；同時降低發酵抑制物醋酸與呋喃甲醛濃度，其處理後殘渣之表面積增加約 10 倍；後續之纖維酵素水解效率達 78-93 %。稻稈經氨水爆裂 (62%氨水；90℃；60 min) 前處理後，其後續之酵素水解總糖效率(木糖與葡萄糖)可達 75 %。	達成度：100%
(3)建立 5 公升實驗室級之纖維素併同水解及發酵反應槽之操作方法	完成 10 公升纖維素酵素水解槽之建置、攪拌功能及操作方法測試，將應用於提升酵素水解之固液比研究。	達成度：100%
(4)纖維素併同水解及發酵之酒精轉化率達 70 %以上	馴化葡萄糖發酵溫度至 38℃，並建立水解酵素糖化效率與反應溫度之關係及了解水解酵素之抑菌性，目前同步糖化與發酵程序(SSF)之酒精產率於 48 小時內可達 70%。	達成度：100%

(5) 完成纖維素水解酵素基因併同轉殖於單一酵母菌並能表現水解及發酵能力	完成各纖維素水解酵素基因轉殖於單一種類酵母菌之研究方法與操作，目前正測試並精進其酵素表現能力，同時開始將已完成轉殖之酵母菌進行發酵可行性研究。	達成度：100%
2. 1 kW SOFC 用移動式酒精產氫系統耐久性測試 (1) 產氫率 40~50%	以溶液(酒精/水:2/1)流量 33 mL/min 完成 42 組不同配方貴重金屬蜂巢形酒精重組觸媒之篩選，重組之富氫氣體組成，H ₂ 38~43%、CO 8~13%、CH ₄ 5~10%。以反應物(含酒精及水)莫爾數為基準，重組反應之氫氣產率可達 60% 以上，產氣量足以供應 1 kW SOFC 發電需求。	達成度：100%
(2) 完成 720 小時實體測試	完成 3 次酒精重組系統連續一週運轉測試，項目包括系統穩定度、週邊設備是否符合長期運轉的需求及觸媒穩定性，並據以進行週邊設備改善。建立 1 kW SOFC 用之移動式酒精產氫精進系統，體積僅為原系統之一半。完成 960 小時耐久性測試，系統穩定性符合預期目標。	達成度：100%
(三) 燃料電池發電系統		
1. 發展 kW 級 SOFC 電池堆組裝技術	- 成功研製玻璃陶瓷密封材料 gc9-4，具備與電池片及連接板材料 Crofer22 匹配之熱膨脹係數，且與連接板具良好之接著效果。 - 量測鍍膜連接板材料 Crofer22 長期氧化面積比電阻變化，比較氧化 800 小時結果，鍍膜材料約為未鍍膜材料的 1/5。 - 完成三層電池堆熱應力、氣體濃度、速度及電流密度分佈模擬，及十層電池堆模擬分析。 - 完成 25 片裝電池堆概念設計報告及組裝測試系統，測試在 750℃，電池片平均電壓為 0.795 V 時，功率密度為 498 mW/cm²，功率 1008 W。	達成度：100%
2. 研發 2kW 級 SOFC 發電系統之最佳化設計	- 完成 1kW 系統燃料、空氣流量、空氣入口溫度改變對功率影響測試；完成在富氫氣體中加入不同氮氣量對功率影響測試。 - 完成尾氣續燃器功能測試。 - 完成 2 kW SOFC 系統概念設計報告，並導入重要組件組合密集化概念，已申請中華民國、日本、美國及歐盟專利。	達成度：100%

(四)量子點發光元件之開發研究		
1.建立研製量子點之高溫與低溫等製程技術 (1)電子迴旋式化學氣相沉積設備之建立(ECR-CVD)	1. 完成系統外加之進氣環、氣體輸送管線、石英隔板、真空壓力計、高真空閥門等配件之加裝、規格修改、更換等處理，系統真空度測試低於 1E-6 Torr，符合實驗操作需求。 2. 完成系統軟體程式修改及偵錯，可符合上述之硬體操作。 3. 進行非晶矽薄膜測試，目前薄膜沉積速率可達 100 Å/min，厚度可增加至 1.2 μm 以上，但薄膜厚度均勻性仍待改善。	達成度：100%
2.開發量子點可見光螢光薄膜材料，獲得新固態光源 (1)場效電子起始電壓 < 5 V/μm	1. 完成圓形及方形圖案之二極式電子發射源製作，碳管管徑約 30 nm，長度約 10~15 μm。中間支撐層厚度調整為 150 μm，其中圓形圖案電子發射源之場效起始電場可低於 3 V/μm，電流密度可達 10 mA/cm²。 2. 完成三極式電子發射源設計概念中之氧化層製作，目前已可自製 1-μm SiO₂ 氧化層，目標為 2 μm。 3. 完成直接於矽晶片上製作溝渠結構之製程細節，進行 ICP 加工後溝渠深度可達 10 μm 以上，並於此結構內製作垂直排列型奈米碳管。 4. 完成奈米碳管場發射特性之耐久性實驗，在施加 380 V 電壓下，經 10 小時連續操作，電流密度(0.73 mA/cm²)依然穩定。 5. 完成利用奈米碳管電子發射源激發低溫氮化矽量子點螢光薄膜之實驗，在 700 V 操作電壓下，初步可觀察到穩定發光現象。 6. 完成以常壓化學氣相沉積法(APCVD) 製作氮化矽量子點薄膜材料之高溫製程(800 °C 以上)。初步獲得一 1~10 nm 大小之矽量子點均勻分佈在氮化矽基材中，薄膜經 325 nm 波長光源激發下，能產生一明亮 400~700 nm 波長之白光光源。	達成度：100%

(五)電力控制管理技術與環境建構		
1. 整合本所開發之新能 源，開發新能源電能管理 技術，建構新能源應用與 展示平台，推動產業應用 (1) 完成新能源電力最大 功率追蹤系統及市電 併聯轉換器 (2) 完成多電源輸入之新 能源應用平台	(1) 完成 1 kW 級 Converter 以及 Inverter 設 計製作，並委由業界生產成品化模組， 增進模組可靠度。 (2) 建立高效能之鋰鐵磷(LiFeP)電池監控與 保護系統，可搭配再生能源間斷性電力 特性，穩定電力暫態。 (3) 更改由廠商提供之電子式日光燈與冷 氣，使能直接使用新能源產出之直流電 力，提高負載電氣效率。 (4) 設計「360 VDC 智慧型直流電力系統」， 並建置於 072 館，供作展示與測試平台。	達成度：100%
2. 以計畫知識管理，進行專 利佈局，推動新能源計畫 整合與協調	(1) 完成 013 館地下室新能源展示室更新。 (2) 完成本所發展之光能、風能、生質能、 燃料電池、以及電力控管五項技術之專 利搜索與發展規劃。 (3) 完成 SCI 期刊申請 3 篇，獲得 2 篇、會 議論文 1 篇、研究報告 12 篇。	達成度：100%

五、97 年成果

(一)磊晶矽太陽電池技術研發

1. 綜合說明

本年度工作重點主要為以下兩項：

(1) 磊晶矽材料與製程開發。

利用 APCVD 方法，於冶金級矽基材上成功獲得 15-20 μm 厚之太陽能級磊晶矽，並建立製作太陽電池元件必要的實驗製程，開發高效率低成本矽太陽電池。

(2) 建立太陽電池模組戶外測試與室內模擬測試比對分析方法。

建立室內太陽光模擬量測技術，與架設太陽電池特性量測系統。

2.年度預定目標及預期成果達成狀況

項目	衡量指標 (*科技計畫請參照 作業計畫書)	年度目標	達成情形
1	開發高效率低成本矽太陽電池，利用 APCVD 方法，於冶金級矽基材上成功獲得 15-20 μm 厚之太陽能級磊晶矽	磊晶速率 $> 0.5 \mu\text{m}/\text{min}$.	1. 獲得冶金矽塊材，並進行切割製作成面積 $40 \times 40 \text{ mm}^2$ 、厚度 $210 \mu\text{m}$ 之冶金級矽基板(圖 1-1)。 2. 利用 APCVD 系統進行矽磊晶層成長實驗，於 $40 \times 40 \text{ mm}^2$ 冶金級矽上製作 P 型磊晶矽層，片電阻約 $22 \sim 65 \Omega/\text{cm}^2$ 、摻雜濃度約為 $1.5 \sim 6 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ 。由 SEM 觀察發現磊晶矽層厚度約為 $20 \sim 30 \mu\text{m}$ ，沉積速率為 $0.67 \sim 1 \mu\text{m}/\text{min}$ (圖 1-2)。
2	建立製作太陽電池元件必要的工業製程，獲得 $25 \times 25 \text{ mm}^2$ 面積大小實驗室級磊晶矽太陽電池元件	V_{oc} : $0.4 \sim 0.5 \text{ V}$ I_{sc} : $15 \sim 20 \text{ mA}$ 面積: $25 \times 25 \text{ mm}^2$	1. 建立擴散層、抗反射層、接觸電極等技術基礎，並完成單晶矽、多晶矽、及冶金級矽太陽電池製程驗證，其效率分別可達 15.91%、14.87%、及 12.01% (圖 1-3)。 2. 磊晶矽/單晶矽太陽電池效率最佳結果為 12.26%；磊晶矽/非規格品(off-spec.)多晶矽太陽電池效率則為 5.08% (圖 1-4)。 3. 利用 $40 \times 40 \text{ mm}^2$ 之冶金級矽基板，進行磊晶矽/冶金級矽太陽電池製作。目前照光面積為 $10 \times 10 \text{ mm}^2$ 之太陽電池效率達 7.5 %， V_{oc} 、 I_{sc} 及 FF 等特性參數分別為 0.53 V、 $21.2 \text{ mA}/\text{cm}^2$ 及 67 % (圖 1-5)。
3	電腦模擬薄膜中矽量子點成核過程	電腦上觀察到矽量子點的生長	建立矽量子點理論計算的程式 DFTB+，於委託計畫中完成 SiN 分析的電子軌道資料庫，投稿一篇相關論文於 Int. J. Quantum Chem.。
4	建立室內太陽光模擬量測技術	建立太陽能電池模組效能驗證之室內平台	已建立太陽能電池模組模擬量測技術，並架設完成室內太陽電池模組自動化定位量測平台，可於室內配合量測人員進行半自動化之模組電性測試，目前已完成 2 千多組以上之 CPV 電池模組電性量測。

項目	衡量指標 (*科技計畫請參照 作業計畫書)	年度目標	達成情形
5	架設太陽電池特性量測系統	建立國內太陽電池模組校正追溯體系	派員前往德國太陽能系統研究室(ISE)研討太陽電池模組量測比對資料分析，以及利用二級校正光源系統校正光譜儀，且於核研所進行太陽光譜量測試驗。
6	研究報告產出	1. 國外期刊 8 篇 2. 研究報告 15 篇 3. 專利申請 17 篇	1. 完成國外期刊論文 10 篇(含申請 5 篇、獲得 5 篇)。 2. 完成研究報告 22 篇(含研究報告 17 篇、國內會議 3 篇、國外會議 1 篇、國內期刊 1 篇)。 3. 完成專利 18 篇(含申請 12 篇、獲得 6 篇)。

(二)生質能源轉換系統

1.綜合說明

生質能源轉換系統分項計畫之主要研究內容涵蓋研發纖維轉化酒精技術，及建立 2 kW SOFC 用移動式酒精產氫系統等兩大研究方向。彼此之關連性可分為上游為發酵菌株之研究、中游為纖維轉化酒精系統、產氫重組器系統、下游為合作廠商三部份說明。

(1)上游為發酵菌株之研究

委託逢甲大學研發共發酵菌株，以建立纖維酒精共發酵之程序，另委託海洋大學篩選高溫發酵菌，以開發纖維酒精 SSF 程序。

(2)中游為纖維轉化酒精系統及產氫重組器等程序研發

建立水熱前處理系統，提供纖維酒精製程不需酸、鹼劑，為未來發展趨勢。而建立六碳糖併同水解及發酵程序，此為酵素水解及發酵單元整合設計，可提升纖維酒精製程之競爭力。此外，研發移動式 2kW 重組系統，可供 SOFC 燃料電池所需。

(3)下游為合作廠商

本計畫目前之合作廠商主要協助製造硬體設備，所建立之技術已經透過設備放大至較大規模的程序中使用，例如完成每批次進料 10 公斤之纖維酒精單元程序研發設施，以及規劃日進料 1 噸之纖維酒精測試廠。

2.年度預定目標及預期成果達成狀況

項目	衡量指標 (*科技計畫請參照 作業計畫書)	年度目標	達成情形
1	建立生質原料之水熱前處理設備及技術	總糖轉化率達 60%以上	1.完成稻稈之批次水熱前處理溫度與時間之操作條件參數(log Ro)與木糖、木質素溶出率及後續酵素水解相關性研究，同時建立水熱前處理水解液分析之分析方法。實驗結果顯示於 200°C 與 2 min 操作條件下，總糖回收率可達 63.6%。(圖 2-1) 2.完成實驗室級 2 升貫流式水熱前處理反應系統之設計及建置與改良，同時建立標準操作程序。 3.完成稻稈經貫流式水熱前處理實驗測試，並與批式操作結果比較。除了可提高貫流式水熱前處理系統之木糖回收率與木質素溶出率外，實驗結果顯示於 200°C 與 10 min 操作條件下，總糖回收率可達 73%。(圖 2-2)
2	建立 Bench-scale 級之同步糖化及發酵程序(SSF)	纖維素轉化酒精之效率達 75%以上	1.完成 SSF 程序測試，當酵素量 15 FPU/g cellulose，發酵菌量 1% (v/v)，反應溫度 38 °C 時，稀酸法及水熱法前處理製備渣料之 SSF 酒精生成率分別可達到 75%(圖 2-3) 及 85%(圖 2-4)。 2.建立高分子聚合物提升 SSF 轉化速率之技術，當聚合物添加量維持在 0.05 g/g 固體渣料乾重以上，酵素水解反應速率約可提升 10%，此結果可用於後續高固液比 SSF 研究之操作。 3.建立木糖發酵最適操作參數，於含有發酵抑制物醋酸濃度介於 2-8 g/L 之稻稈水解液中，木糖轉化酒精效率

			可達 90%，有助於發展木糖發酵串接 SSF 之程序(圖 2-5)。
3	建立酒精產氫觸媒重組器系統產氣中一氧化碳抑低技術	產氣中一氧化碳濃度降低至 100 ppm 以下	1.建立一氧化碳抑低技術，包括完成水氣移轉(WGS)反應及 CO 選擇性氧化兩部分。分別完成觸媒製作、測試及兩種觸媒整合測試。 2.WGS 反應於溫度 400℃，可將產氣中 CO 濃度由 15%降低至 1.2%，再串連 CO 選擇性氧化反應，於溫度 140℃時，產氣中之 CO 濃度可降低至 47 ppm (表 2-1)。
4	2 kW 酒精重組產氫系統耐久性測試	完成 720 小時實體測試	1.進行觸媒效能精進，開發 Rh/Ce-Zr-Al 酒精重組觸媒。先以 1 kW 重組系統進行 26 天(624 小時)之耐久測試，產氣中之 H ₂ 濃度可達 41.5%，H ₂ 、CO、CH ₄ 等可燃氣體濃度可達 57%，酒精轉化率為 85%。 2.以相同之 Rh/Ce-Zr-Al 酒精重組觸媒完成 720 小時之 2 kW 酒精重組產氫系統耐久性測試(圖 2-5)，反應器及周邊系統運作正常，符合預期。並將各單元設備組裝完成移動式 2kW 重組系統。
5	研究報告產出	1.國外期刊 5 篇 2.研究報告 23 篇 3.專利申請 3 篇	1.完成國外期刊論文 4 篇(含申請 3 篇、獲得 1 篇)。 2.完成研究報告 26 篇(含研究報告 22 篇、國內會議 4 篇)。 3.完成專利申請 4 篇。

(三)燃料電池發電系統

1.綜合說明

本年度主要工作內容包括：(1) 精進電池堆組裝技術，使功率密度達 300 mW/cm² 以上；(2) 發電系統技術開發與應用，建置 2 kW 發電系統及評估設計建造 25~50 kW SOFC 系統之能力之目標已達成。其重要執行成效包括：

- (1) 完成 Crofer22/gc9 玻璃陶瓷高溫密封熱循環洩漏率量測以及高溫長時間洩漏率量測，其洩漏率均低於可容許上限值。
- (2) 完成 gc9 玻璃陶瓷與 PEN 板(InDEC ASC 1)接著之高溫耐久性驗證，gc9 玻璃陶瓷與 YSZ 接著界面於高溫長時間(1,000 hr)後仍維持穩定緊密接著，界面層元素擴散亦不顯著。
- (3) 完成 SS441/gc9 玻璃陶瓷高溫接著 1,000 小時熱處理試片之界面微結構及 EDS 量測分析，可作為連接板材料選擇替代性之參考。
- (4) 以 InDEC 電池片組裝之單片裝電池堆長期測試，操作溫度為 750 °C，於 0.7 V 定電壓模式輸出時，功率密度達 383 mW/cm²，定電流 300 mA/cm²，起始電壓為 0.82 V，經過 576 hrs 電壓降為 0.789 V，平均衰減率預估 6.56%/1,000 hr。
- (5) 以核研所研製之 ASC 及 MSC 單元電池，組裝小型電池堆，進行長期運轉測試，MSC 電池堆發電功率密度大於 300 mW/cm²。
- (6) 完成五層電池堆數值分析，結果與實驗量測比較誤差小於 10%。
- (7) 測試整合 HTc 公司電池堆之 1 kW 發電系統 1,080 小時，功率由起始之 1,043 W 下降至 1,015 W，衰減率 2.68%。
- (8) 2 kW SOFC 發電系統完成組裝，並使用啞電池堆進行系統功能測試，所獲得之經驗將可用於進步型 2 kW SOFC 發電系統之建立與運轉精進。

2. 年度預定目標及預期成果達成狀況

項目	衡量指標 (*科技計畫請參照 作業計畫書)	年度目標	達成情形
1	精進電池堆組裝技術，使功率密度達 300 mW/cm ² 以上	功率密度 300 mW/cm ² 以上	1. Crofer22 表面以電鍍鎳方式鍍約 10 μm 厚度之 Ni 層，於 800 °C 經 500 hrs 及 10 thermal cycles 後，由其橫截面成分分析結果顯示對 Cr 擴散之阻隔效果良好。(圖 3-1) 2. 於 Crofer22 APU 濺鍍 4.5 μm 厚之 LSM 膜，經 3 次熱循環及總計 1,344 小時持溫於 750 °C 後，量測其 ASR 值由 1.996 mΩ-cm² 增加為 2.606 mΩ-cm²，變化率 22.7%/1,000 hr (0.453 mΩ-cm²/1,000 hr)。

		3.完成 gc9 玻璃材料等溫及非等溫結晶動力學研究分析。溫度大於 800℃可形成六方結構之結晶相，其非等溫結晶相之活化能分別為 485 及 417 kJ/mol，當升溫速率≥ 10 °C/min 時，可形成 50%微細均勻分佈之陶瓷結晶相。 4.建立以 X-ray 檢測電池堆框架密封膠裂隙缺陷之非破壞性檢測技術，以利電池堆密封失效位置判定及檢測分析。 5.完成 Crofer22/gc9 玻璃陶瓷高溫密封熱循環洩漏率量測 (50 cycles, RT$\leftrightarrow$800 °C under 2psi He)，以及高溫長時洩漏率量測 (800 °C for 1,012 hrs under 2 psi He)，其洩漏率均低於可容許上限值，驗證 gc9 玻璃陶瓷與 Crofer22 連接板接著密封之高溫穩定性(stability)及耐久性(durability)。(圖 3-1) 6.完成 gc9 玻璃陶瓷與 PEN 板 (InDEC ASC 1)接著之高溫 (800℃) 耐久性(durability)驗證，gc9 玻璃陶瓷與 YSZ 接著界面於高溫長時間(1,000 hr)後仍維持穩定緊密接著，界面層元素擴散亦不顯著。(圖 3-2) 7.完成 ss441/gc9 玻璃陶瓷高溫 (800℃) 接著 (0~1,000 小時)熱處理試片之界面微結構及 EDS 量測分析。隨著持溫時間增加($t > 600$ h)，Cr 擴散至 gc9 玻璃陶瓷中明顯，進而改變 gc9 玻璃陶瓷之結構。 8.完成 Crofer22/gc9 高溫 (800 °C) 長時接著 (0~1,000 h) 界面微結構、成分隨熱處理時間變化之分析研究。 9.完成玻璃陶瓷密封材料一體
--	--	--

			成形製程建立。 $((T)3 \times (L1)50 \times (L2)80 \text{ mm}^3$、 $(W)8 \text{ mm}$框形平板玻璃，粗 糙度$< 0.3 \text{ mm}$)。 10.完成單元電池測試組件之 結構熱應力分析。 11.建立ASC及MSC電池片材 料機械強度量測程序。 12.進行5層電池堆數值分析 模型建立及電性分析。 13.建立所內自製ASC及MSC 單元電池數值分析模式。 14.完成6組短電池堆與1組 kW電池堆測試設施之建 立。(圖3-3) 15.進行多組InDEC電池堆組 裝，於0.7 V定電壓模式輸 出時，功率密度皆可達300 mW/cm^2以上。(圖3-4) 16.進行多組本所ASC電池堆 組裝，於0.5 V定電壓模式 輸出時，功率密度可達220 mW/cm^2。 17.進行多組本所MSC電池堆 組裝，於0.5 V定電壓模式 輸出時，功率密度可達300 mW/cm^2以上。 18.進行多組單片電池堆之耐 久性測試，其 degradation rate 降至10%/1,000hr 以下 (4.14%/688 hrs)。
--	--	--	--

2	發電系統技術開發與應用，建置 2 kW 發電系統及評估設計建造 25~50 kW SOFC 系統之能力	建立設計建造 1~2 kW SOFC 發電系統技術能力	1.完成高溫爐與啞電池之設計製造及與系統介面之洩漏測試。 2.完成 2 kW SOFC 發電系統箱型化之 3D 模擬。(圖 3-5) 3.完成 2 kW SOFC 發電系統 DAS 軟硬體架構。 4.完成續燃器測試平台之建置與改善，1 kW 續燃器對系統負載變化追隨之操控測試及 2 kW 續燃器操控之手動模擬。 5.完成重組器測試平台之設立，系統餘熱應用於天然氣重組器之設計、製造與溫度分佈測試。 6.完成以 PID 控制續燃器入口溫度之氣體分流熱交換系統及測試。 7.因應組件測試結果，完成系統 BOP 與系統流程之對應修正。 8.完成 2 kW SOFC 發電系統箱型化組裝，相關測試工作進行中。(圖 3-6)
		可行性評估設計建造 25~50 kW SOFC 系統之能力	撰寫可行性評估報告： (1)SOFC 技術發展現況及趨勢；(2)國際 SOFC 關鍵技術研發趨勢；(3)評估核研所 SOFC 關鍵技術能力。
3	研究報告產出	1.國外期刊 11 篇 2.研究報告 27 篇 3.專利申請 10 篇	1.完成國外期刊論文 8 篇(含申請 4 篇、獲得 4 篇)。 2.完成研究報告 27 篇(含研究報告 19 篇、國內會議 5 篇、國外會議 2 篇、國內期刊 1 篇)。 3.完成專利 22 篇(含申請 18 篇、獲得 4 篇)。

(四)電力控制管理技術與環境建構

1.綜合說明

配合本所開發之各式新能源(如風能、太陽能、燃料電池等)，開發整合式電力模組與電源管理技術，規劃建立穩定可靠之分散式電力系統並整合成一微型電網且配合新能源適用負載，建立所內新能源供電區，推動新能源電力應用。持續改善直流電力屋內的各種電器供電品質及效率。

2.年度預定目標及預期成果達成狀況

項目	衡量指標 (*科技計畫請參照 作業計畫書)	年度目標	達成情形
1	開發整合式電力模組與電源管理技術，建立穩定可靠之分散式電力系統	(1)電池容量監控，充電效率達 85%。	完成 30 kWh 鋰鐵磷電池監控與保護系統建置，功率效率達 90%以上，可搭配再生能源間斷性電力特性，降低電力暫態效應。(圖 4-1a、4-1b)
		(2)完成直流冷氣機及日光燈改裝及供電，電力節省 10%。	修改由廠商提供之電子式日光燈、冷氣與冰箱，使能直接應用新能源產出之直流電力，提高負載電氣效率，並進行直流/交流供電之省電比較，日光燈省電比較會隨時間改變，約為 7~10%；同樣，冷氣機於同一房間內，以同樣溫度設定運轉，兩機總耗電比較，約省電 4~8%。(圖 4-2a、4-2b)

		(3) 雙向電力轉換系統研製及電力控制技術精進	1. 完成 1 kW 雙向電力轉換器分買電、賣電、Idle 三種模式之轉態測試，驗證電力控制策略，並委由業界生產成品化模組，具 10 kW 轉換能力。(圖 4-3a、4-3b) 2. 完成 1 kW HCPV DC-DC Converter 設計製作、效率測試，並委由業界生產成品化模組，增進模組可靠度。(圖 4-4a、4-4b) 3. 完成高效能 5-kW SOFC DC/DC Converter 建置，效率最高可達 97.1%，在負載 20~100% 下仍可 >96%。(圖 4-5) 4. 完成高功率密集度之 5 kW SOFC DC/AC Inverter，效率最高可達 98.86%，在負載 20~100% 下仍可 >97%。(圖 4-6) 5. 完成 DSP TMS320F2812 電路設計及製作，應用於數位脈波調變控制並進行 2 家廠商技術移轉。(圖 4-7) 6. 完成三相市電併聯型 25 kW 前級主動式 Inverter，並具備最大功率追蹤(MPPT)功能。(圖 4-8) 7. 完成 300 W 小風機電力調控器電路設計及電路板製作。(圖 4-9)
		(4) 涵蓋多重輸入電源、電池、及負載之之家用直流電力展示。	完成 072 館「新能源智慧型直流電力屋」建置，涵蓋 10 kW HCPV、2 kW BIPV 光能及 1.5 kW 垂直式風機之電力輸入、具電力最大功率追蹤功能之 DC-DC 轉換器及具市電併聯功能之 DC-AC 雙向換流器設計製作、30 kWh 鋰鐵磷儲能裝置以及電子式日光燈與冷氣等直流負載之電力系統設計。(圖 4-10a、4-10b、4-10c)

2	建立核研所內新能源供電區，推動新能源電力應用	(1)所內微電網電力系統模擬，包含電力供應、儲能裝置、及家電暫態等。	1.進行 INER 4E-1 電網 110 V/220 V/380 V 電源迴路之夏月及非夏月用電負載量測。(圖 4-11a、4-11b) 2.進行鋰鐵磷電池開路電壓及暫態電路參數試驗，建構 072 館直流電力屋系統模型，包含太陽能板、MPPT 電路、鋰鐵磷電池、雙向 Inverter、電子式日光燈、直流無刷馬達等模型。
		(2)微電網電力系統保護及控制，包含保護協調、備用容量、及負載控制。	完成直流電力屋監控及保護系統研製，並實現直流電力屋監控系統即時走勢圖、歷史資料紀錄及遠端監測功能。(圖 4-12a、4-12b)
3	進行新能源計畫整合之能源模型研究	進行 3E 能源模型的建立	進行下列 3E 能源模型的建立 (1)建置完成新能源及新發電技術，以及重要初級及次級能源在內之動態 CGE 模型，並進行初步的新能源發展效益評估。 (2)初步完成 MARKAL-CGE 整合評估模型之建置與測試
4	研究報告產出	1.國外期刊 1 篇 2.研究報告 12 篇	1.完成國外期刊論文 4 篇(含申請 2 篇、獲得 2 篇)。 2.完成研究報告 16 篇(含研究報告 15 篇、國外會議 1 篇)。 3.完成專利申請 2 篇。

伍、評估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)(權重30%)

本計畫本年度(1-12 月)計完成期刊論文含申請及發表共 27 篇(發表 12 篇，申請 15 篇)，國內、外會議論文 17 篇，研究報告 74 篇。

(一)磊晶矽太陽電池技術研發

- 完成國外期刊論文 10 篇(含國外期刊申請 5 篇、國外期刊獲得 5 篇)。

- 完成研究報告 22 篇（含研究報告 17 篇、國內會議 3 篇、國外會議 1 篇、國內期刊 1 篇）。

- (1) 陳鴻欣、溫武義、古建德、藍山明、楊村農、李鎮宇、江金鎮，**【 Selective Growth of Well-aligned Carbon Nanotubes by APCVD】**，Well-aligned good-quality carbon nanotube (CNT) array was grown on silicon substrate by atmospheric pressure chemical vapor deposition (APCVD) through a patterned SiO₂ mask. First, the patterned substrate was pretreated with NH₃ and then CNT were synthesized at 800 °C using Ni as catalyst, acetylene (C₂H₂) as the reactant source material for carbon and N₂ was as the carrier gas. Effects of the NH₃-pretreatment time for the substrate, the flow ratio of [C₂H₂]/[NH₃] and the time duration for CNT growth on the qualities of CNT array were analyzed in detail. It was found that good-quality CNTs with an average length of around 15 μm could be grown by pretreating the Si substrate with NH₃ for 10 min and then conducting the CNT growth with a flow ratio of [C₂H₂]/[NH₃] = 30/100. Furthermore, the field emission property of CNT array was investigated by characterizing a diode structure of it. It was found that the turn-on electric field decreased with increasing CNT length. The turn-on electric field as low as about 2V/μm with an emission current density of 10μA/cm² was achieved for a CNT-array diode with the tube length near 18μm. For the same device, the emission current density could be elevated high to 10 mA/cm² with the applied voltage of 3.26V/μm. (*J. Mater. Sci. : Mater. Electron.* 20 (2009), p.S407-S411).
- (2) 陳輝龍、彭偉韜、何嘉仁、謝宏明，**【Density-functional calculation of the adsorption and reaction of CO and H₂O molecules over a 4Rh/CeO₂ (111) surface】**，We apply periodic density-functional theory (DFT) to investigate the water-gas-shift reaction, CO+H₂O→CO₂+H₂, on a 4Rh/CeO₂ (111) surface. Our calculated result shows that the 4Rh atoms gather together to form a cluster shape on the CeO₂(111) surface (designated as 4Rh/CeO₂ (Rh-cluster)) would possess the largest mean adsorption energy, while that locating separately on top of Ce's (designated as

4Rh/CeO₂ (Rh-Ce)) the least. The CO molecule with its C-terminus facing toward the Rh atom at “a” position (Rh_a) of the 4Rh/CeO₂ (Rh-cluster) surface (designated as OC-Rh_{a(a)}) is calculated to have the greatest adsorption energy, 67.44 kcal/mol. A similar adsorption conformation of greatest adsorption energy is found for the H₂O molecule, 24.2kcal/mol. Among the possible reaction paths the one via carboxyl intermediate is more favorable. The calculated maximum barrier in this path is 25.87 kcal/mol, which involves the detachment of an H atom and the release of an CO_{2(g)} from the adsorbed carboxyl intermediate HOOC-Rh_{a(a)}. (Chemical Physics 348(1-3) (2008), p.161-168).

- (3) 王宏文、林敬傑、卓倉進、陳映潔、邱垂煥，【Enhanced cyclic voltammetry using 1-D gold nanorods synthesized via AAO template electrochemical deposition】，Gold nanarods were successfully fabricated by using polycarbonate membranes and anodic aluminum oxide (AAO) membranes as growing templates under electrochemical deposition. The as-synthesized gold nanorods were polycrystalline with unidirectional direction along [111], having a uniform diameter around 100-200 nm and length of 5~6μm. These gold nanorods were deposited on the gold-coated working electrode of cyclic voltammetry, where an enhanced current-voltage voltammograms were obtained. The enhanced sensitivity is achieved with the large electrocatalytic signals at amplified surface area using nanorod-modified working electrodes. Current-voltage voltammograms using ordered gold nanorod arrays are enhanced more than those using disordered gold nanorods. The results strongly suggested that the 1-D nanorods facilitated the electrocatalytic reactions due to enhanced diffusion occurring around these nano-structures. (Desalination 233(1-3) (2008), p.113-119).
- (4) 阮維廷、邱垂煥、吳紀聖，【Photoreduction of CO₂ over Ruthenium dye-sensitized TiO₂-based catalysts under concentrated natural sunlight】，Metal doped TiO₂ catalyst sensitized with Ru^{II}(2, 2'-bipyridyl-4, 4' -dicarboxylate)₂-(NCS)₂ (N3 dye) is employed to photoreduce CO₂ with H₂O under

concentrated natural sunlight to fuels in an optical-fiber photoreactor. Production rate of methane of $0.617 \mu\text{mol/g-cat h}$ is measured on N3-dye-Cu(0.5 wt%)-Fe (0.5 wt%)/TiO₂ coated on optical fiber in April 12, 2007 in Taipei, Taiwan with the average concentrated solar light intensity of 20 mW/cm^2 . Full absorption of visible light of N3-dye along with efficient charge transfer in N3 dye-TiO₂ system give rise to the superior photoreduction of the resulting dye adsorbed catalyst. (Catalysis Communications 9 (2008), p.2073-2076).

- (5) 黃昱翔、李鎮宇、陳孟炬、古建德、陳盈汝、溫武義、林家宏、藍山明、楊村農、沈志霖,【The Luminescence mechanism of SiO_x films grown by atmospheric-pressure halide chemical vapor deposition】 , Strong red-light luminescence was exhibited by nonstoichiometric silicon oxide (SiO_x) films grown by atmospheric-pressure halide chemical vapor deposition. The temperature-dependent photoluminescence (PL) measurements and theoretical calculation of emission energy demonstrated that the PL of our samples originated from the energy level of the interface between Si quantum dots (Si-QDs) and a SiO₂ matrix. Moreover, the continuous-wave PL spectra showed that the PL intensity can be enhanced by thermal annealing in CO₂ environment. The radiative lifetime determined from the time-resolved PL measurement was increased by increasing CO₂ thermal annealing temperature. The high-resolution transmission electron microscopy showed single-crystalline Si-QDs embedded in the SiO_x films. According to the results obtained, the emission peak of the PL spectra of the SiO_x films was probably due to the energy level of the interface region transition, and the nonradiative centers (or dangling bond, defect center) can be passivated using subscript thermal annealing. (Jpn. J. Appl. Phys. 46 (2007), p.7542-7544).

(二)生質能源轉換系統

- 完成國外期刊論文 4 篇 (含國外期刊申請 3 篇、國外期刊獲得 1 篇)。
- 完成研究報告 25 篇 (含研究報告 22 篇、國內會議 3 篇)。

- (1) Gia-Luen Guo, Wei-His Chen, Wen-Heng Chen, Lee-Chung Men, Wen-Song Hwang*, 【Characterization of dilute acid pretreatment of silvergrass for ethanol production】 , Pretreatment with dilute sulfuric acid of silvergrass was compared with the pretreatment's effect on other commonly used lignocellulosic materials, namely rice straw and bagasse, in order to evaluate the potential of this feedstock for ethanol production. The highest yield of xylose from silvergrass was between 70% and 75%, which was similar to bagasse. However, silvergrass gave a higher level of fermentability than bagasse using the hydrolysate because less acetic acid was formed. The release of sugars resulted in an about 2.0-fold increase in specific surface area of the pretreated silvergrass. Increasing the specific surface area did not obviously enhance enzymatic digestibility. The hydrophilicity of the acid pretreated silvergrass was characterized using its Fourier transform infrared (FTIR) spectra. The increase in hydrophilicity may enhance enzymatic adsorption onto lignin and increase the accumulation of cellobiose for enzymatic hydrolysis as pretreatment severity increases. (Bioresource Technology , 99 (2008) 6046-6053)。

(三) 燃料電池發電系統

- 完成國外期刊論文 10 篇（含國外期刊申請 6 篇、國外期刊獲得 4 篇）。
 - 完成研究報告 30 篇（含研究報告 20 篇、國內會議 7 篇、國外會議 2 篇、國內期刊 1 篇）。
- (1) 李堅雄，【Hydrogen Production in a thermal plasma hydrogen】 , This paper presents both analytical thermodynamic analysis and experimental results of ethanol steam reforming in a thermal plasma reformer at various working conditions. Since our thermal plasma reformer can work well at atmospheric pressure, a thermodynamic equilibrium prediction is first performed at temperatures in the range from 500 to 1000°C and at mole flow ratios of ethanol to water from 1:1 to 1:6. And then the experiment for ethanol steam reforming of a fabricated thermal plasma reformer is performed and the reformat stream is

immediately analyzed using GC/MS, GC/FID/TCD, and pre-concentrator. Comparing predicted data with experimental data, an optimal working condition is determined at the temperature of 750°C and at mole flow ratio of ethanol to water of 1:3. In the future, an optimal temperature control system will be designed to maintain the thermal plasma reformer at the temperature of 750°C under the inlet mole flow ratio of ethanol to water of 1:3. (*Journal of the Chinese Institute of Engineers*, vol.31, no.3, 417-425 (2008)).

- (2) 李堅雄, 【On flow uniformity in various interconnects and its influence to SOFC】, This paper investigates flow uniformity in various interconnects and its influence to cell performance of a planar SOFC. A transparent hydraulic platform was used to measure flow uniformity in different ribchannel modules of interconnects. Several 3D numerical models implemented by CFD-RC packages were established to first simulate these hydraulic experiments and then used to evaluate the cell performance of a single-cell stack using different designs of interconnects with different flow uniformity over a wide range of a hydraulic Reynolds number (Re) based on a hydraulic diameter of rib-channels. Numerical flow data are found in good agreement with experimental results. It is proposed that a new design, using simple small guide vanes equally spaced around the feed header of the double-inlet/single-outlet module, can effectively improve the degree of flow uniformity in interconnects resulting in 11% increase of the peak power density (PPD) which can be further increased when applying a Ni-mesh on anode. Numerical analyses demonstrate a strong influence of Re on cell performance, of which appropriate ranges of Re in both anode and cathode sides are identified for achieving a reasonably good PPD while remaining an economic fuel utilization rate and having less temperature variations in the single-cell stack. (*Journal of power sources*, 183 (2008) 205-213).
- (3) 吳思翰, 【Study of assembly techniques for a solid oxide fuel cell stack】, Solid oxide fuel cell is an energy conversion device

operated at high temperatures with the merits of high efficiency and good fuel adaptability. In our study, appropriate borosilicate glass-ceramics has successfully developed at INER for planar SOFC. A one-cell stack is assembled to evaluate the effects of fuel/oxidant gas flow rates, fuel concentration, and temperatures. The results indicate the cell power density increases linearly with temperature in the range of 700°C~750°C. Power output is highest at 100% hydrogen concentration. The power density reaches to 340mW/cm² as the low rate of hydrogen at 1,200c.c./min. (*Journal of the Chinese Society of Mechanical Engineers*, vol.28, no.4, 453-457 (2007)).

- (4) 江烈光, 【Thermal stress analysis for a SOFC testing cell】, The aim of this study is, by using finite element analysis (FEA), to characterize the thermal stress distribution in a planar solid oxide fuel cell (SOFC) stack during various stages. The temperature profiles generated by an integrated thermo-electrochemical model were applied to calculate the thermal stress distributions in a multiple-cell SOFC stack by using a three-dimensional (3D) FEA model. The constructed 3D FEA model consists of the complete components used in a practical SOFC stack, including positive electrode–electrolyte–negative electrode (PEN) assembly, interconnect, nickel mesh, and gas-tight glass-ceramic seals. Incorporation of the glass-ceramic sealant, which was never considered in previous studies, into the 3D FEA model would produce more realistic results in thermal stress analysis and enhance the reliability of predicting potential failure locations in an SOFC stack. The effects of stack support condition, viscous behavior of the glass-ceramic sealant, temperature gradient, and thermal expansion mismatch between components were characterized. Modeling results indicated that a change in the support condition at the bottom frame of the SOFC stack would not cause significant changes in thermal stress distribution. Thermal stress distribution did not differ significantly in each unit cell of the multiple-cell stack due to a comparable in-plane temperature profile. By considering the viscous characteristics of

the glass-ceramic sealant at temperatures above the glass-transition temperature, relaxation of thermal stresses in the PEN was predicted. The thermal expansion behavior of the metallic interconnect/frame had a greater influence on the thermal stress distribution in the PEN than did that of the glass-ceramic sealant due to the domination of interconnect/frame in the volume of a planar SOFC assembly. (*Journal of the Chinese Society of Mechanical Engineers*, vol. 33, no.12, 2580-2588 (2008)).

(四)電力控制管理技術與環境建構

- 完成國外期刊論文 3 篇（含國外期刊申請 1 篇、國外期刊獲得 2 篇）。
- 完成研究報告 16 篇（含研究報告 15 篇、國外會議 1 篇）。

- (1) **R. J. Wai, C. Y. Lin, C. Y. Lin, R. Y. Duan, Y. R. Chang**, 【High-Efficiency Power Conversion System for Kilowatt-Level Stand-Alone Generation Unit With Low Input Voltage】, This study mainly focuses on the development of a high-efficiency power conversion system for kW-level stand-alone generation units with low output voltage, such as photovoltaic (PV) modules, fuel cells (FC), and small-scale wind generators, and it aims to have the same output ac voltage 110Vrms/60Hz as the utility power for the utilization of a stand-alone power supply. This high-efficiency power conversion system includes one high-efficiency, high step-up dc-dc converter and one soft-switching dc-ac current-source inverter. This dc-dc converter is capable of solving the voltage spike problem while the switch is turned off, and it can achieve the objectives of high efficiency and high voltage gain. Because the techniques of soft switching and voltage clamping are used in the dc-ac current-source inverter, the conversion efficiency could be greatly improved. The effectiveness of the designed circuits is verified by experimentations, and the maximum efficiency of the entire high-efficiency power conversion system is over 91% from the experimental measurements. (*IEEE Transaction on Industrial Electronics*, vol. 55, no. 10, pp. 3702-3714, Oct. 2008).

- (2) **Y. R. Chang**, 【High-efficiency Single-stage Bidirectional

Converter with Multi-input Power Sources】，In this study, a multiple-input, single-stage bidirectional converter is proposed. It takes a three-winding coupled inductor as the main component of energy transmission, and utilizes only two switches to accomplish the multi-input mechanism. Depending on the scheduled switching conditions, this circuit could be operated at discharge, charge and standalone states to simplify traditional multiple boost converters in the united power supply scheme. Moreover, this study manipulating the winding voltage in the high-voltage side of the coupled inductor to further increase the corresponding voltage gain is superior to that one in the conventional coupled-inductor strategy. This topology is useful for low power applications. In addition, all switches and diodes have favorable voltage-clamping effects so that the voltage spikes caused by the leakage-inductor energy can be alleviated effectively, and reverse-recovery currents within diodes can be reduced because the leakage inductor has the limited capability of current speedy changes. Furthermore, this strategy possesses a low-voltage-type charge circuit without increasing additional circuit elements to avoid power losses by the multistage conversion in traditional auxiliary power systems, and utilizes the synchronous rectification technique to further decrease conduction losses. Numerical simulations and experimental results via examples of a fuel cell power source and a traditional battery module are given to demonstrate the effectiveness of the proposed power conversion strategy. (IET Proceedings - Electric Power Applications, vol. 1, no. 5, pp. 763-777, (2008)).

二、技術創新(科技整合創新)(權重30%)

本年度 1-12 月計完成專利共 35 案 46 件(申請 26 案 36 件，獲得 9 案 10 件)，所開發之技術創新重點敘述如下：

(一)磊晶矽太陽電池技術研發

1. 利用 APCVD 法進行磊晶矽製程，開發新型磊晶矽/冶金級矽基板太陽能發電系統，該系統除了使用低成本之冶金矽基板外，同時具備了薄膜矽之低成本與結晶矽之高效率等優勢。配合創新的矽量子點螢光薄膜材料與其發光元件開發，建立

與形成計畫的專利地圖。

2. 利用工研院提供之冶金級矽塊材(~3-5N)，第一次獲得之轉換效率~1.5%，目前已提昇至~7.5%。基板中雜質是影響效率提昇之重要因素。
3. 室內聚光型太陽電池模組測試平台為整體式結構設計，在進行太陽電池模組電性量測搬運過程中，容易因模組碰撞到測試平台，而使內部導光鏡片組偏移，為改善此缺陷，在考量不變動舊有測試平台狀況下，設計『滑軌式電池模組置放架』的測試平台配置，以避免模組放置時的接觸碰撞，並進行模組實際量測測試，發現此滑動平台並不影響實測結果。利用加裝二次聚光器的單Cell測試模組，量測室內聚光型太陽電池模組測試平台測試截面光源均勻性，並調整標準模組(P1179) - I_{sc} 、 V_{oc} 及 P_{max} 等控制參數，進行太陽能電池模組模擬器量測分析，將標準模組測試穩定度控制在1%以內。

(二)生質能源轉換系統

1. 建立水熱前處理水解液分析之分析方法，並自行設計建置2L 級貫流式水熱反應系統，此系統可以提昇木糖及木質素溶出率並即時取得木寡糖水溶液，避免木寡糖再降解成其他物質。
2. 開發高分子聚合物提升酵素水解效率之技術：篩選不同種類及分子量之高分子聚合物，並測試不同高分子聚合物添加量對於SSF轉化速率的影響，發現所添加之高分子聚合物可能會與前處理渣料中之木質素發生吸附作用，避免水解酵素作用過程中被木質素結構所吸附，進而提高水解酵素有效反應量，此技術雖無法提升SSF最終之酒精生成率，但能夠有效提升酵素水解反應速率至10%。由於後續高固液比SSF程序之研發時，SSF所需反應時間可能會因固含量提高而延長，鑒於此技術可提升SSF之酒精生成速率，故對於高固液比SSF之操作亦會有所助益。
3. 建立高效率 *Pichia stipitis* 木糖發酵技術：雖然 *Pichia stipitis* 為自然界中少數能直接轉化木糖為酒精之發酵菌株，但由於水解液中醋酸及糠醛等酸催化前處理之水解產物，對於該菌株具有相當高的抑制性，相對地會大幅降低了木糖發酵之酒精生成率，減少其用於生產酒精之潛力。本研究透過演化工程技術，以稻稈酸催化前處理之水解液馴養 *Pichia stipitis*，

提高該菌株對於水解液抑制物之耐受力，並藉由曝氣量及酸鹼值之控制，建立最適之木糖發酵參數，目前於含有發酵抑制物醋酸濃度介於 2~8 g/L 之稻稈水解液中，其木糖轉化酒精效率可達 85% 以上，大幅提升木糖發酵應用於酒精生產之潛力，同時有助於發展木糖發酵串接 SSF 之新穎程序整合技術。

(三)燃料電池發電系統

1. gc9 玻璃陶瓷高溫密封熱循環洩漏率量測以及高溫長時洩漏率量測，其洩漏率均低於可容許上限值，驗證 gc9 玻璃陶瓷與 Crofer22 連接板接著密封之高溫穩定性(stability)及耐久性(durability)。
2. 小型電池堆之長期運轉時為防止鉻毒化效應，連接板濺鍍 LSM 保護層後，測試在定電流密度 300 mA/cm^2 下經 576 hr 電壓衰減率僅 3.78% (6.56%/1,000 hr)，已低於 10%/1,000 hr 之年度目標值。
3. 1 kW SOFC 發電系統與瑞士 HTc 公司 1 kW SOFC 電池堆順利整合，並於 11 月 7 日起穩定全功率運轉，顯示發電系統之整合與控制效果良好。HTc 公司負責歐盟 FlameSOFC 跨國計畫中電池堆之研發與供應，對本所在 SOFC 發電系統方面之發展能力來函肯定。

(四)電力控制管理技術與環境建構

1. 進行數位脈波調變控制技術之技術轉移案 2 件，提昇國內本土廠商高效率永磁同步馬達控制技術能力，符合節能減碳政策目標。
2. 進行市電併聯技術開發，為國內少數擁有再生能源併聯市電開發能力的單位，未來將持續技術轉移本土廠商，扶植本土產業力抗外商之能力。
3. 與能源電力電子領域具國際領先地位之美國維吉尼亞理工學院(Virginia Tech.)合作開發高效率太陽能、SOFC 等發電系統電力調控器，引進國際領先技術，期能提昇本土技術開發能力，創造新興產業。
4. 「新能源智慧型直流電力屋」之直流電力應用架構，結合太陽能最大功率追蹤技術、市電併聯技術，針對再生能源間斷性供電特性，建立高效能之儲能裝置，並由廠商免費提供直流家用負載，未來將可據以有效推廣新能源電力應用。

三、經濟效益(產業經濟發展)(權重20%)

(一)磊晶矽太陽電池技術研發

1. 建立磊晶矽太陽能電池各組件之製造技術，計畫完成後可技術輔導廠商進行市場開發，達成研發技術落實於產業界的目標，以建立國內下一代的矽太陽電池產業。
2. 太陽電池模組室內模擬測試平台可避免外在天候狀況影響下，進行模組電量特性研究與測試，可提昇太陽電池模組效率測試能力，縮短電池模組設計研發及測試時程，增進產業競爭力。
3. 依據日本 Sharp 公司評估報告顯示，2006 年太陽電池之裝置需求量為 2 GW，2010 年與 2020 年分別可達 9 GW 與 100 GW。以第一代矽質太陽電池(效率： $< 18\%$ ；成本：5~6 美元/Wp)而言，目前仍須政府補助。未來新一代太陽電池效率提昇、研製成本降預期低(效率： $>30\%$ ；成本： < 3 美元/Wp)，將極具發展潛力。依據美國 Emcore 公司資料顯示，於 2010 年，聚光型太陽能發電系統將會有 500 MW 之裝置需求，本計畫評估屆時我國相關產業將可創造百億以上的上、中、下游產業效益，並可增進半導體、光電、機械及電子等產業數百人之就業機會。
4. 由於國內尚未投入聚光太陽電池模組室內模擬測試平台，造成學術界及產業界因缺乏模擬測試平台，使得研發工作難以施行或不能順利推展，本計畫所建置的太陽電池模組模擬測試平台與室內、外比對分析方法，可促使太陽光電能於本土生根及吸引業界投入，創造更多就業機會。

(二)生質能源轉換系統

1. 利用生質纖維原料包括稻草、蔗渣、芒草等農作廢棄物含有大量木質纖維，可經前處理與水解程序轉化為葡萄糖與木糖並利用於發酵產製酒精供應汽車替代能源，可做為未來原油供應不足時之替代燃料，分散能源供給之風險。
2. 利用稻草、蔗渣、芒草等廢棄物轉化生質酒精，不僅解決廢棄物處理費用，增加生質酒精產品的收益，且可建立本土化生質能源技術、創造生質酒精產業及就業機會。
3. 研發 SSF 等前瞻性纖維酒精生產技術，將有助於縮短纖維酒精製程之反應時間及提升生產量，進而提高國內纖維酒精技術之競爭力。
4. 世界各國正積極投入大量人力與經費發展氫經濟。在氫經濟

推展過程中，固態氧化物燃料電池(SOFC)、質子交換膜燃料電池(PEMFC)、運輸工具與加氫站等皆須使用重組器來製造氫氣。所以酒精產氫重組器的研發，將為產業界與國家帶來甚大的經濟效益。

5. 氫能為未來重要之清潔能源選項之一，由於氫氣之儲存、運輸費用昂貴且缺乏完善之基礎設施，因此在氫經濟推展過程中，燃料電池、運輸工具與加氫站等皆須藉由重組器來製造氫氣。目前已完成 1~2 kW 酒精產氫重組系統之開發，配合未來燃料電池、氫能車輛之推廣，將為產業界與國家帶來甚大的經濟效益。

(三)燃料電池發電系統

1. 美國能源部預估 2011 年美國 SOFC 住商式發電系統(2~15 kW)，市場每年需要 152 萬座，發電 15.2 GW/yr，若以 400 美元/kW 估算，住商式發電系統每年的銷售產值為 60 億美元。美國能源部亦預估 2025 年 SOFC 發電 72 GW，節省燃料費 500 億美元。
2. 我國工業的優勢為高效率量產技術及價格降低技術，我國於 2012 年建立具有競爭力 SOFC 產業(含括：燃料供應、燃料電池/發電系統、熱能管理、商業應用、銷售維修等方面)，並與美國績優之 SOFC 產業團隊成為互補之合作夥伴，如能佔有美國 SOFC 住商式發電系統市場的 10%，即有超過 250 億台幣之產值，對國家經濟成長有正面之效益。
3. 根據 2007 年 5 月 Freedonia Group 之市場調查及預測報告，2006 年全球燃料電池市場需求值(包括產品及服務)為 4.2 億美元，其中 SOFC 佔 11.1% (約 4,700 萬美元)。預測在技術進步、成本降低、油源漸漸消耗及環保壓力提升的大趨勢下，2016 年之市場需求值將達 84.5 億美元，其中 SOFC 佔 14.7%(約 12.4 億美元)。

(四)電力控制管理技術與環境建構

1. “再生能源換流器專用之數位脈波調變控制”技術移轉已技轉利 X 電氣股份有限公司及協 X 電氣股份有限公司兩家總金額共 500 仟元：其內容為將高效率再生能源換流器專用之數位脈波調變控制技術應用於永磁同步馬達之控制，適用於電梯控制、變頻空調控制等高效率節能設備。
2. 「新能源智慧型直流電力屋」之直流電力應用：預估經濟效

益為 4,047 仟元，其內容為使新能源如太陽能、風能等產生之直流電力，有效結合直流家電應用如電子式日光燈、直流變頻冷氣、冰箱等，再配合國內廠家生產的鋰鐵磷電池儲能系統，未來在直流家電市場逐步擴大的效應下，可推廣結合新能源、再生能源與直流家電應用，使電力節省 7~10%，達到結合國內廠家進入新能源應用產業的效益。以裝置 100 個社區、100 kW/社區、運轉因子 0.3、電費 2.2 元/度估算，年度可節省 4,047,120 元。

四、社會影響(民生社會發展、環境安全永續)(權重10%)

(一)磊晶矽太陽電池技術研發

本計畫目的在研究開發低成本與高效率之新型太陽能發電系統，其研發結果與未來影響，將包括減緩地球環境的變遷，提昇國家能源安全與自產比例及永續綠色能源的需求等。

(二)生質能源轉換系統

1. 利用生質纖維原料包括稻草、蔗渣、芒草等農作廢棄物含有大量木質纖維，可經前處理與水解程序轉化為葡萄糖與木糖並利用於發酵產製酒精供應汽車替代能源，可做為未來原油供應不足時之替代燃料，分散能源供給之風險。
2. 纖維酒精做為替代燃料已證實具有降低二氧化碳排放量及提升能量產出之效益，有助於減輕化石燃料使用所造成之溫室效應，可提高環境安全度，並兼具環保教育意義。
3. 將農作廢棄物資源化，避免傳統燃燒處理之污染。鼓勵種植農作物並收集稻草、蔗渣可活絡農村經濟、增進休耕土地利用、引進年輕勞動人口留住農村、平衡城鄉差距等許多效益。
4. 利用基因工程技術或人工誘變技術開發高效率水解纖維菌株及發酵菌株，可培養優秀人才及發展新技術，並創造新產業及就業機會。
5. 燃料重組器可利用酒精、天然氣等碳氫化合物，經重組反應產生富氫氣體，可直接供應固態氧化物燃料電池(SOFC)使用，並可做為未來加氫站之氫氣來源。在氫經濟推展過程中，具有重要之地位，將為產業界帶來甚大的經濟效益。

(三)燃料電池發電系統

1. SOFC 使用碳氫化合物為燃料，藉由高溫電化學反應後，剩

餘燃料氣體經由後續燃器之燃燒，充分將燃料做更有效率的運用及回收熱源。SOFC 直接將化學能轉換成電能及產生高溫熱能，發電效率 40%~60%，熱電共生效率>90%，大幅提昇能源使用效率。

2. 在配合混合動力車之發展，SOFC 輔助電力系統(APU)可以提昇燃油之使用效率，並且減少汽車排放之環境污染。

(四)電力控制管理技術與環境建構

1. 開發新能源電能管理技術：建立相關能源電力電子與模擬控制能力，使在效率上能達到國際水準，並能實際運用於新能源展示廠址之規劃模擬與效能精進上。
2. 建構新能源應用與展示平台：建立新能源應用之小型分散式電力展示。將於核研所內，建置自主式分散式電力展示場，再擴充至市電併聯館舍應用。
3. 因應下一世代先進式發電系統之智慧型電網(Smart Grid)架構，積極於「新能源智慧型直流電力屋」上，建置電力系統之監測與控制功能，進行智慧型電力系統之設計與測試，可推廣至家用、農漁牧場、離島地區，採自給自足的方式運作，可節省長距離的輸配電費用與電力損耗的經濟效益。

五、其它效益(科技政策管理及其它)(權重10%)

(一)學術合作案件

本計畫本年度與學術界合作委託案共 14 件，摘要說明如下：

1. 磊晶矽太陽電池技術研發 3 件

編號	計畫名稱	研究單位	研發成果
1	太陽光能水分解產氫先導型裝置系統之材料開發(1,098 仟元，佔分項計畫經費 1.17%)	台灣大學	與日本 Anpo 教授合作，已將產氫反應器及產氫光電極製作技術引進台灣。產氫反應器已製作完成，目前正在測試階段。
2	多激子效應量子點高分子溶液太陽電池之研究 (1,980 仟元，佔分項計畫經費 2.11%)	台灣大學	(1) 完成美國及中華民國之專利申請 (案號 097140986；名稱：太陽能塗料及其形成方法)。 (2) 完成奈米量子點 CdSe on ZnO nanorod+p 型導電高分子混摻太陽電池之研製，目前測試中。

3	富矽氮化物中矽量子點晶體生長之電腦模擬 (1,250 仟元，佔分項計畫經費 1.33%)	交通大學	研發出分析富矽氮化物的電子軌道資料庫。
---	--	------	---------------------

2. 生質能源轉換系統 3 件

編號	計畫名稱	研究單位	研發成果
1	新穎性酒精發酵菌株篩選與研發(1,160 仟元，佔分項計畫經費 2.06%)	海洋大學	1.已證實所篩選之高溫厭氧菌 <i>Thermoanaerobacterium</i> sp. NTOU2 能夠以葡萄糖、木糖、阿拉伯糖及纖維雙糖等多種糖質為生長碳源，並轉化為酒精。 2.在生長溫度 70°C 及 pH=4.5-7.2 的環境下，葡萄糖轉化為酒精之產率為國際未基改之高溫厭氧菌的 1.2-2.3 倍。 3.以馴化技術將菌株之酒精耐受力提昇至 2%
2	纖維酒精生產菌株之生理生化特性研究 (1,198 仟元，佔分項計畫經費 2.13%)	逢甲大學	1.完成 <i>P.stipitis</i> XR (XYL1) 基因及 XDH(XYL2)基因之選殖和突變，並建立基因選殖及突變技術。 2.建構基因鑲嵌染色體質體，將上述待轉殖基因嵌入酵母菌 <i>S. cerevisiae</i> 染色體，提高基因工程共發酵菌株之木糖代謝基因穩定性。 3.完成葡萄糖及木糖之共發酵菌原型株，其功能測試結果將做為後續進一步基改之參考依據。
3	台灣推動燃料酒精 CDM 計畫之可行性與潛力之研究(1,135 仟元，佔分項計畫經費 2.02%)	清華大學	掌握規劃 CDM 方法學的最新發展，並評估台灣推動境內燃料酒精 P-CDM 的可行性與潛力，研擬推動策略，促進台灣生質酒精推動策略的多元化與彈性，提高政策有效性。

3. 燃料電池發電系統 3 件

編號	計畫名稱	研究單位	研發成果
1	最佳化固態氧化物燃料電池堆設計測試及模擬分析(871 仟元，佔分項計畫經費 1.1%)	中央大學	(1)完成高溫爐內部之實驗裝置，含單電池支撐架之加工以及氣體管線之配置。 (2)完成以染液及雷射誘導螢光法 (LIF)，量測 3-cell stack 模型內部之流場分佈。
2	SOFC 電池堆結構耐久	中央大學	(1)分析不同裝配負載對以雲母墊片做

	性研究與壽命評估(846 仟元，佔分項計畫經費 1.07%)		為封裝材料之 SOFC 電池堆熱應力分佈之影響，歸納出 0.6 MPa 壓應力為最佳裝配負載，可作為核研所組裝 SOFC 電池堆之參考。 (2)比較完全使用玻璃陶瓷封裝以及部分使用雲母封裝二種封裝模式對 SOFC 電池堆熱應力分佈的影響，發現二者的 PEN 板在高、低溫的最大應力值呈現相反趨勢，可作為核研所選定封裝模式之參考。 (3)量測核研所所開發之 Slip-41 及 Slip-48 陽極試片之高溫機械強度與楊氏模數，由於兩種試片孔隙率的差異，Slip-48 試片的機械強度明顯高於 Slip-41 試片。將所測得之 Slip-48 陽極材料機械性質帶入熱應力分析模型，判斷 Slip-48 材料在室溫時可承受其最大應力值，但在穩態工作時有破壞的可能性，此結果可作為核研所改善電極片及 PEN 板製程之參考。 (4)發表二篇論文於 The 8th European SOFC Forum 國際會議。
3	SOFC 電池堆配置熱流模擬分析(857 仟元，佔分項計畫經費 1.09%)	清華大學	完成考慮電池堆之熱損失時，同向流及逆向流電池堆陰/陽極雙極板之流場及溫度之分布，並完成同向流電池堆與逆向流電池堆之性能比較。逆向流雖然有較高的電功率的優點，但電池堆的溫度分佈較不均勻，尤其 PEN 板在軸向呈現不同方向的溫度梯度。同向流雖然功率密度不如逆向流高，然而其電池堆具有各組件均勻升溫的優點。

4. 電力控制管理技術與環境建構 5 件

編號	計畫名稱	研究單位	研發成果
1	百千瓦級風能發電之市網併聯技術(900 仟元，佔分項計畫經費 3.48%)	台灣科技大學	(1)提高 25 kW 的永磁式同步發電機之效率至 0.94。 (2)完成數位信號處理器的介面電路製作設計及電壓、電流回授電路製作。 (3)完成市電併聯之規劃及實測。 (4)完成風力最大功率追蹤控制及實測。 (5)完成 150 kW 風能發電系統規劃及

			模擬。 (6) 吻合規範測試之規劃。
2	具併網/獨立供電機制之 SOFC 智慧型混合式電源轉換控制系統(896 仟元, 佔分項計畫經費 3.46%)	元智大學	本計畫旨在於研製具併網/獨立供電機制之智慧型混合式電源轉換控制系統, 其分為電力調節及電源管理控制兩個子系統。完成 (1) 系統額定輸入功率 1,000 W, 包含燃料電池 500 W 及蓄電池 500 W。 (2) 系統具有蓄電池充放電雙向迴路功能。 (3) 直流匯流排電壓 200 V 及電壓漣波 $\leq 1\%$。 (4) 併網供電模式下, 功率因數 ≥ 0.98。 (5) 獨立供電模式下, 交流輸出電壓穩定度 110 Vrms ($\pm 1\%$)、頻率及穩定度 60 Hz (± 0.5 Hz)、電壓波形為正弦波及輸出電壓總諧波失真 $\leq 2\%$。 (6) 市電中斷時之獨立供電模式切換暫態時間 ≤ 0.5 秒。
3	整合型電力控制管理技術(899 仟元, 佔分項計畫經費 3.47%)	中正大學	(1) 微型電網系統之文獻及規範蒐集。 (2) 直流系統模型之建立。 (3) 微型電網控制法則之設計。 (4) 微型電網孤島效應之偵測與防範策略。 (5) 直流雙向電能轉換器研製。
4	我國能源、環境及經濟整合模型之建置與分析(3,000 仟元, 佔分項計畫經費 11.6%)	中原大學	(1) 重新檢視整合能源評估模型系統 Top-down CGE 模型之部門分類, 考量資料取得及委託單位需要, 調整部門分類, 納入更多能源技術部門。 (2) 針對模型理論架構及模型整合的理論與實務, 進行進一步的評估, 以使模型設定及整合的機制更趨完善。 (3) 針對 Top-down CGE 模型與 Bottom-up 能源工程技術模型軟連結之方式, 進行完整的評估與測試, 以確立連結之確定方式。 (4) 利用建置完成之模型及整合架構,

			進行相關議題之模擬分析，提供委託單位參考。
5	我國 3E 整合模型資料庫及分析系統之建置與分析(1,500 仟元，佔分項計畫經費 5.8%)	中原大學	(1)建置完成 CGE 模型生產要素間替代彈性推估模組與基準資料自動編製及轉換模組。 (2)將目前初步建置之 3E 模型資料庫內涵擴充，納入更多模型建置及分析有用之資料，以提供更有效之模型建置支援。

(二) 人才培訓

本計畫本年度在人才培訓方面，計培訓博士生 14 人，碩士生 13 人，研究助理 4 人，合計 31 人，摘要說明如下：

培訓類別	姓名及單位	工作月數	在本研究計畫內擔任之具體工作性質、項目
☐ 研究助理 ☐ 碩士生 ☒ 博士生	姓名：黃彥欽 就讀學校系所：中原大學電子所		題目：Silicon Thin Film Solar Cell p-layer epi & doping and its electrical & optical characteristics measurement. 內容：APCVD 結晶矽薄膜磊晶、摻雜技術研發與其光電特性研究。
☐ 研究助理 ☐ 碩士生 ☒ 博士生	姓名：趙建昌 就讀學校系所：中央大學光電所		題目：高效率多晶矽太陽能電池材料之研究 內容：PECVD 結晶矽薄膜材料研製與特性分析。
☒ 研究助理 ☐ 碩士生 ☐ 博士生	姓名：蔡仁勇 就讀學校系所：中興大學生物科技學研究所碩士	12	題目：木糖代謝基因之選殖與突變 內容：以分生技術選殖出 P.stipitis 之木糖代謝基因 XR 及 XDH，並根據實驗規劃點突變部分 DNA 序列，進行選殖基因之突變研究。
☒ 研究助理 ☐ 碩士生 ☐ 博士生	姓名：王佩璽 就讀學校系所：中山醫學大學生化所碩士	12	題目：開發基因鑲嵌染色體質體 內容：根據參考文獻及實驗規劃，設計 PCR 實驗操作之引子(primer)序列，並將待木糖代謝基因、啟動子、耐抗生素基因等依序嵌入設計之質體。
☐ 研究助理 ☒ 碩士生 ☐ 博士生	姓名：陳偉傑 就讀學校系所：海洋大學海洋生物研究所	12	題目：高溫厭氧酒精生成菌之生化特性研究 內容：測試該高溫厭氧菌於不同碳源及營養鹽等組合下之酒精生成能力，並建立該菌最適培養方法及相關分析技術。
☒ 研究助理 ☐ 碩士生 ☐ 博士生	姓名：王簾涵 就讀學校系所：台灣大學園藝研究所碩士	12	題目：高溫厭氧酒精生成菌應用於纖維原料水解液之發酵研究 內容：測試該高溫厭氧菌於不同酒精濃度、抑制物濃度及水解液含量等變數下之酒精生成能力，並進行酒精耐受力馴化研究。
☐ 研究助理 ☒ 碩士生 ☐ 博士生	姓名：陳柏瑞 就讀學校系所：台北大學自然資源與環境管理所	12	題目：生質能源發展對糧食安全與能源安全之影響評估 內容：評估台灣推動燃料酒精 P-CDM 計畫的可行性與收集相關資料，並協助研擬推動燃料酒精 P-CDM 之可行策略。

☒ 研究助理 ☐ 碩士生 ☐ 博士生	姓名：曾詠恩 就讀學校系所： 台北大學自然資源與環境管理所	5	題目：台灣發展纖維素酒精之減碳與經濟效益評估 內容：評估燃料酒精 P-CDM 計畫之經濟、環境、與社會效益，並建置最佳分析方法計算與量化指標。
☐ 研究助理 ☐ 碩士生 ☒ 博士生	姓名：黃家明 就讀學校系所： 中央大學機械所	12	題目：最佳化固態氧化物燃料電池堆設計測試及模擬分析 內容：建立平板式 SOFC 電池堆流場均勻度之實驗測試平台與實驗方法及非反應流場之 3D 數值模型。
☐ 研究助理 ☒ 碩士生 ☐ 博士生	姓名：黃令豪 就讀學校系所： 中央大學機械所	12	題目：不同封裝設計對固態氧化物燃料電池堆熱應力之影響 內容：建立有限元素模型分析不同封裝模式 SOFC 電池堆在不同運轉階段下之熱應力分佈，並實驗量測核研所所開發之陽極與 PEN 板材料之高溫機械性質。
☐ 研究助理 ☒ 碩士生 ☐ 博士生	姓名：黃耀德 就讀學校系所： 國立清華大學工程與系統科學系	6	題目：SOFC 電池堆配置熱流模擬分析 內容：文獻蒐集、理論模式推導及程式撰寫及分析。
☐ 研究助理 ☐ 碩士生 ☒ 博士生	姓名：何明析 就讀學校系所： 國立清華大學工程與系統科學系	6	題目：SOFC 電池堆配置熱流模擬分析 內容：文獻蒐集、理論模式推導及程式撰寫及分析。
☐ 研究助理 ☐ 碩士生 ☒ 博士生	姓名：林宗佑 就讀學校系所： 元智大學/電機工程學系	12	題目：具併網/獨立供電機制之智慧型混合式電源轉換控制系統(電源管理控制系統) 內容：電源管理控制系統設計、硬體製作及系統整合。
☐ 研究助理 ☒ 碩士生 ☐ 博士生	姓名：林俊佑 就讀學校系所： 元智大學/電機工程學系	12	題目：具併網/獨立供電機制之智慧型混合式電源轉換控制系統(電力調節系統) 內容：電力調節系統設計及硬體製作。
☐ 研究助理 ☐ 碩士生 ☒ 博士生	姓名：常雲 就讀學校系所： 國立中正大學電機所	12	題目：整合型電力控制管理技術 內容：直流微型電網控制與管理策略之研發。

☐ 研究助理 ☒ 碩士生 ☐ 博士生	姓名：林裕翔 就讀學校系所： 國立中正大學 電機所	12	題目：整合型電力控制管理技術 內容：孤島效應之評估與防範方式之推演。
☐ 研究助理 ☒ 碩士生 ☐ 博士生	姓名：李和興 就讀學校系所： 國立中正大學 電機所	12	題目：整合型電力控制管理技術 內容：雙向轉換器硬體製作。
☐ 研究助理 ☒ 碩士生 ☐ 博士生	姓名：謝佳達 就讀學校系所： 國立中正大學 電機所	12	題目：整合型電力控制管理技術 內容：雙向轉換器控制程式撰寫。
☐ 研究助理 ☐ 碩士生 ☒ 博士生	姓名：林晉勗 就讀學校系所： 國立政治大學 經研所	12	題目：3E 模型理論及實務 內容：可計算一般均衡模型建置以及模型程式 撰寫、資料庫建置及程式撰寫
☐ 研究助理 ☐ 碩士生 ☒ 博士生	姓名：張彩姿 就讀學校系所： 國立政治大學 經研所	12	題目：國際能源政策分析 內容：國際能源政策資料彙整分析
☐ 研究助理 ☐ 碩士生 ☒ 博士生	姓名：盧樂人 就讀學校系所： 國立中央大學 產經所	12	題目：3E 模型資料編製 內容：產業資料蒐集、分析與產業關連表編 製、資料庫建置與計量分析模組建置
☐ 研究助理 ☐ 碩士生 ☒ 博士生	姓名：馮君強 就讀學校系所： 國立中央大學 產經所	12	題目：能源安全分析 內容：能源安全分析指標建置與分析
☐ 研究助理 ☐ 碩士生 ☒ 博士生	姓名：溫珮伶 就讀學校系所： 中原大學管理 所	12	題目：能源與環境政策分析 內容：能源與環境政策會整與分析
☐ 研究助理 ☐ 碩士生 ☒ 博士生	姓名：李秀娟 就讀學校系所： 中原大學管理 所	12	題目：資源政策分析 內容：資源資料蒐集、彙整與分析
☐ 研究助理 ☒ 碩士生 ☐ 博士生	姓名：葉毓琪 就讀學校系所： 中原大學國貿 所	12	題目：物價與經濟變數之預測 內容：預測模型建置與分析預測
☐ 研究助理 ☒ 碩士生 ☐ 博士	姓名：吳怡甄 就讀學校系所： 中原大學國貿 所	12	題目：燃料價格分析 內容：國際燃料價格資料蒐集與分析

☐ 研究助理 ☒ 碩士生 ☐ 博士	姓名：吳靜宜 就讀學校系所： 中原大學國貿所	12	題目：總體計量模型分析 內容：總體計量模型建置與分析
☐ 研究助理 ☐ 碩士生 ☒ 博士生	姓名：苗延浩 就讀學校系所： 國立台灣科技大學電機系	12	題目：運用於風力發電之智慧型整流器 內容：利用追蹤風力發電動態特性，變動整流器 PWM 脈波工作寬度以達到轉換效率控制，避免孤島效應產生，提供最佳供電功能。
☐ 研究助理 ☐ 碩士生 ☒ 博士生	姓名：蕭鈞毓 就讀學校系所： 國立台灣科技大學電機系	12	題目：高性能永磁同步電機分析及設計 內容：分析及設計高性能永磁式同步發電機，探討如何降低鐵損及頓轉轉矩，並採用單齒直繞減少銅的使用量以提高效率。
☐ 研究助理 ☒ 碩士生 ☐ 博士	姓名：朱億樵 就讀學校系所： 國立台灣科技大學電機系	12	題目：交流-直流為三相全橋全控型交流-直流功率轉換器研製 內容：採用電流預測控制法得到較快的電流響應，利用轉速發電機來偵測角位置並使用擾動觀察法作為最大功率追蹤控制策略。
☐ 研究助理 ☒ 碩士生 ☐ 博士	姓名：陳冠名 就讀學校系所： 國立台灣科技大學電機系	12	題目：直流-交流功率轉換器及市電三相電源電壓零點偵測及擾動觀察法作最大功率追蹤控制策略 內容：市電併聯採用電壓電流閉迴路控制方法，並研究如何改善市電併聯穩定性之控制策略。

陸、與相關計畫之配合

一、磊晶矽太陽電池技術研發

本計畫所建置的太陽電池模組戶外測試與室內模擬測試比對分析方法，可應用在 MW HCPV 計畫中的太陽電池模組電性效率評估測試，縮短電池模組電性量測時程。

二、生質能源轉換系統

(一)本所目前正執行「纖維轉化酒精前瞻性量產技術發展」計畫，擬建置日進料 1 噸之測試廠，並針對國內外水解酵素之組成與糖化特性進行研究，其測試結果可作為本計畫執行 SSF 程序研究時之酵素選擇參考。另本計畫研發之 SSF 程序的反應溫度為

38°C，較單獨酵素水解之反應溫度 50°C 為低，故本計畫所得結果亦有助於瞭解溫度改變對於水解酵素反應活性之影響，可作為未來國內外酵索引進或生產之參考依據。

(二)開發生質物水熱前處理技術，但因不需加酸、鹼催化，除了反應器及管線等不需特殊材質外，同時也不需進行化學藥劑之後續回收及處理，也使得無需中和及解決發酵抑制處理等問題，可降低生產成本。若持續開發至放大規模，將可應用於纖維酒精測試示範廠。

(三)建立生質物水熱前處理設備與技術，除可作為搭配共發酵程序之前處理程序產生酒精外，其所產生之水解液可回收應用於食品及飼料等工業。

三、燃料電池發電系統

「燃料電池發電系統」與「核能技術在奈米科技之發展與應用計畫」之「SOFC 奈米級粉料及其效能研究」分項計畫密切配合，其所開發研製之電池片，除由本計畫協助進行測試，並利用已開發出 $10 \times 10 \text{ cm}^2$ 之電池片組裝電池堆並進行測試。

四、電力控制管理技術與環境建構

本所目前已建置及陸續將建置之新能源電力來源皆具有一定之規模包括 HCPV、SOFC 及中小型風機等，對未來新能源之電力控管技術及對分散式電力系統之影響，提供極佳之研究與發展場所。電力控管分項與中正大學及美國 Virginia PolyTech 大學等研究單位合作，進行高效率電力轉換模組，以及分散式電力系統之研究。本分項計畫亦配合所內高聚光太陽光電及風力技術發展計畫等進行電力轉換技術開發。

柒、計畫管理情形(包括計畫進度控管、或落後因應機制以及研究報告文件管理)

為便利督導單位之管制，本計畫均按月詳實填報各項工作執行進度表，並按年度管考作業規定撰寫期中報告、期末報告、計畫執行及檢討報告、且上網公告並接受上級單位實地查證，使計畫之實際執行狀況，能確實被督導單位掌握及瞭解。

捌、重點詳述計畫發展之重點技術或措施與國際之比較(以圖表方式呈現)

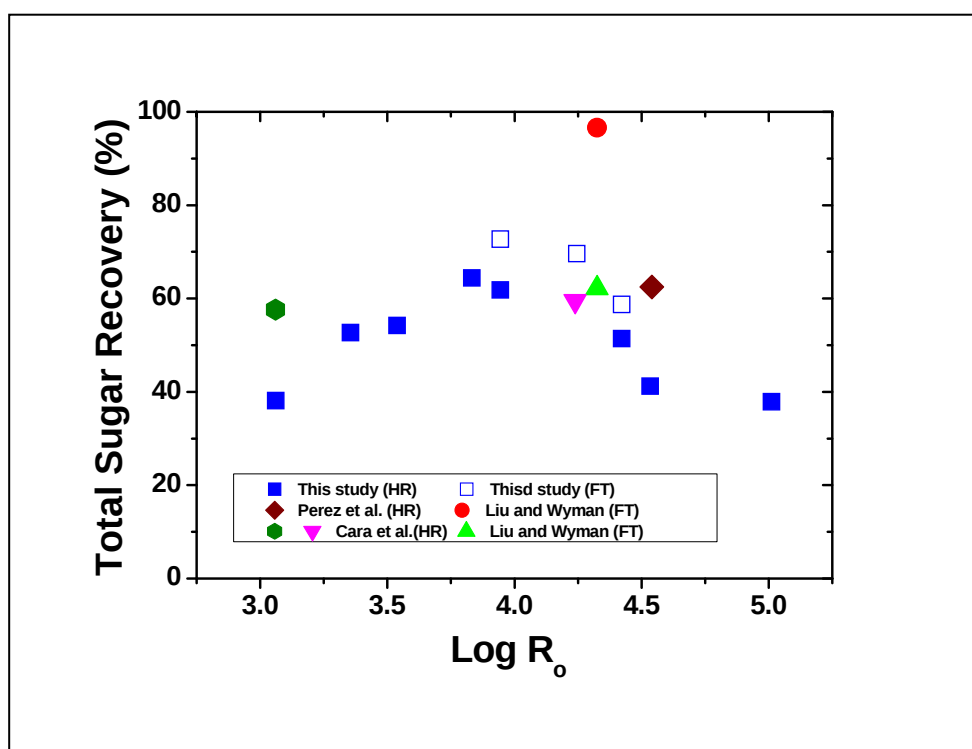
一、磊晶矽太陽電池技術研發

目前國內業界與研究機構主要在薄膜矽太陽電池以非晶矽(a-Si:H)與微晶矽($\mu\text{c-Si:H}$)作為太陽電池之光吸收材料。本所計畫開發高效率、低成本與高穩定性等多項優點之磊晶矽/冶金級矽基板系統太陽電池。有關薄膜磊晶矽太陽電池國內外研發現況，整理如下表所示。

國際發展現況	國內現況	核研所
• 2008 年比利時 IMEC 歐洲最大微電子研究中心，發表其實驗室 Epi-Si/Mono-Si 基板之轉換效率 $> 12\%$，而 Epi-Si/UMG-Si 基板之轉換效率 $\sim 12\%$。 • 2008 年 6 月美國 Blue Square Energy (BSE) 發表轉換效率為 14.6% 之 UMG-Si Solar Cell，其以 $> 4\text{N}$ 之高純度冶金級矽為基板。	• 工研院材料與化工所目前進行將純度 $\sim 98.5\%$ 之冶金矽，利用物理冶金法或電漿法，提煉或純化至純度 $> 4\text{N}$ 之高純度冶金矽材料的研究開發計畫。	• 核能研究所是國內目前唯一從事薄膜磊晶矽/冶金級矽基板太陽電池技術開發之研究單位。 • 目前 $10 \times 10 \text{ mm}^2$ 磊晶矽/冶金級矽基板太陽電池之效率可達 7.5%。
• 2008 年 11 月中國大陸江蘇常州天合光能(Trina Solar)公司，亦發表 $\sim 14\%$ 之 UMG-based Solar Cell 產品。		
• 2008 年 6 月加拿大 Canadian Solar，發表轉換效率 $\sim 13\%$ 或以上之 UMG-Si Solar Cell。		
• 2008 年 4 月美國 Calisolar，發表轉換效率 $> 13\%$ 之 UMG-Si wafer Solar Cell。		

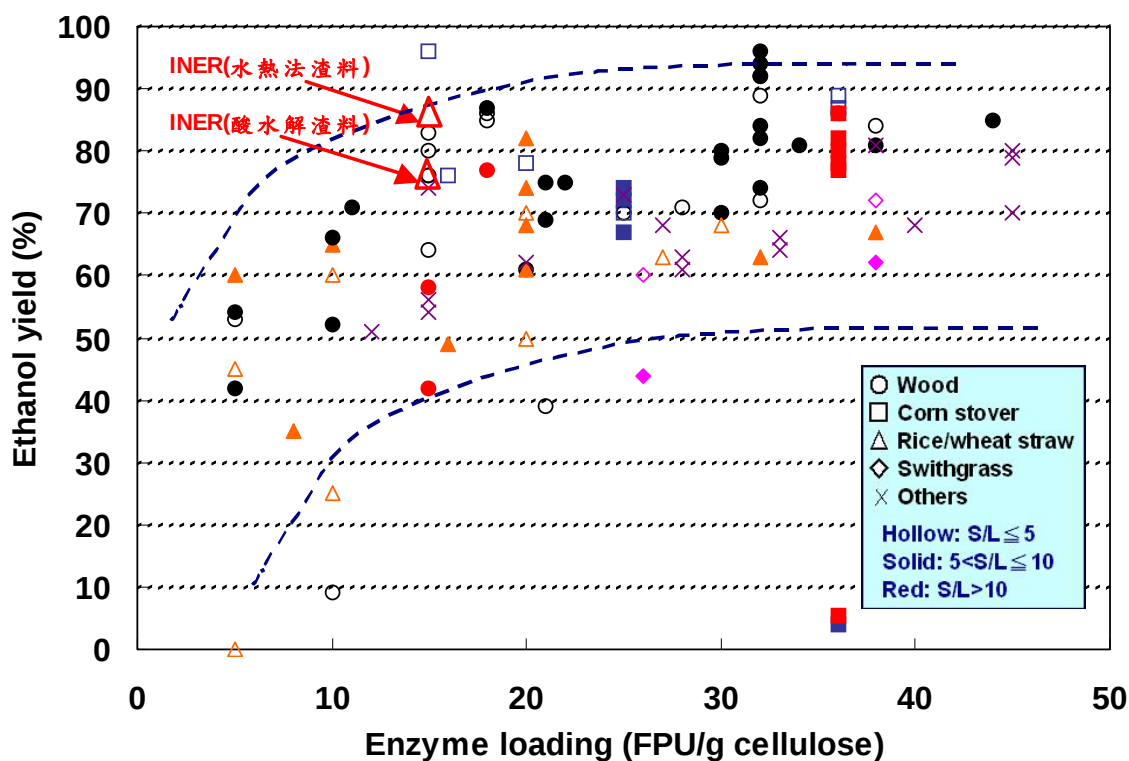
二、生質能源轉換系統

(一)建立生質原料之水熱前處理設備及技術：目前國際上幾乎仍在實驗室規模，僅丹麥以進料為 1 ton/h 進入試驗階段，預期於 2012 年擴大量產，不論是實驗室或試驗規模，皆僅利用纖維素生產酒精，本研究雖是實驗室規模，但以提高纖維原料中纖維素及半纖維素生產酒精之利用率為目標；目前批次所得半纖維素及木質素溶出率可達 96%及 77%，酵素水解效率可達 93%，與國際水準相當。而本研究也建立了 2 升貫流式水熱前處理系統，其進料量為 25-50g/batch 較國際發表文獻(進料量 0.5-6.5g/batch)為高，目前本研究水熱前處理所得之總糖回收率已可達 74%，也已與國際水準相當。



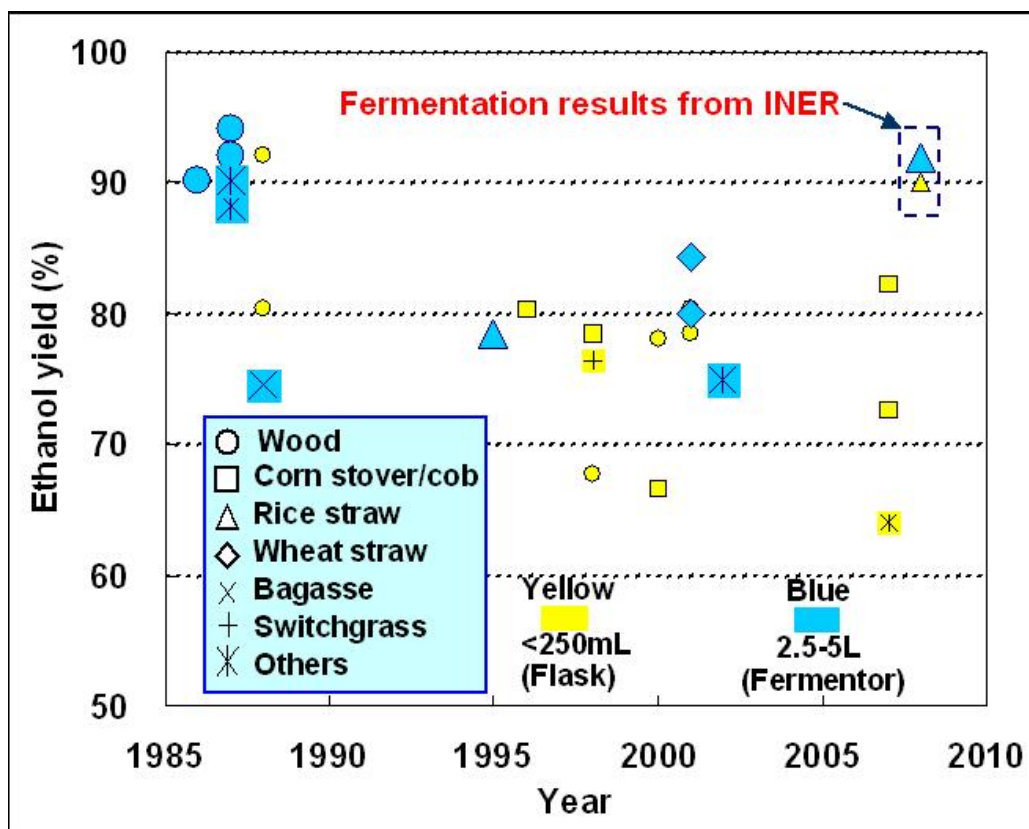
本研究水熱前處理於不同操作條件參數下總糖回收率與國際研究結果之比較

(二)建立同步糖化及發酵程序(SSF)之稻稈酒精生產技術：本研究已建立 Bench-scale SSF 之最適操作條件，當酵素量 15 FPU/g cellulose、發酵菌量 1% (v/v)及反應溫度 38℃時，稀酸法及水熱法前處理製備渣料的 SSF 酒精生成率分別可達到 75%及 85%。下圖為國際上不同纖維原料 SSF 程序研發之酒精生成率 (ethanol yield)的彙整結果，可發現 SSF 程序之酒精生成率大致上會隨著酵素添加量的增加而提高，但酵素添加量高於 30 FPU/g cellulose 時，其酒精生成率增加的幅度則較為有限；另外 SSF 之酒精生成亦會隨著纖維原料種類的不同而有所差異。由圖中可發現，在稻稈/麥稈之 SSF 研究中(以三角形符號表示)，核研所於酸水解稻稈渣料之 SSF 程序的酒精生成率已與國際達到相似的水準，若以水熱法製備之稻稈渣料為目標，則 SSF 酒精生成率已領先國際水準。

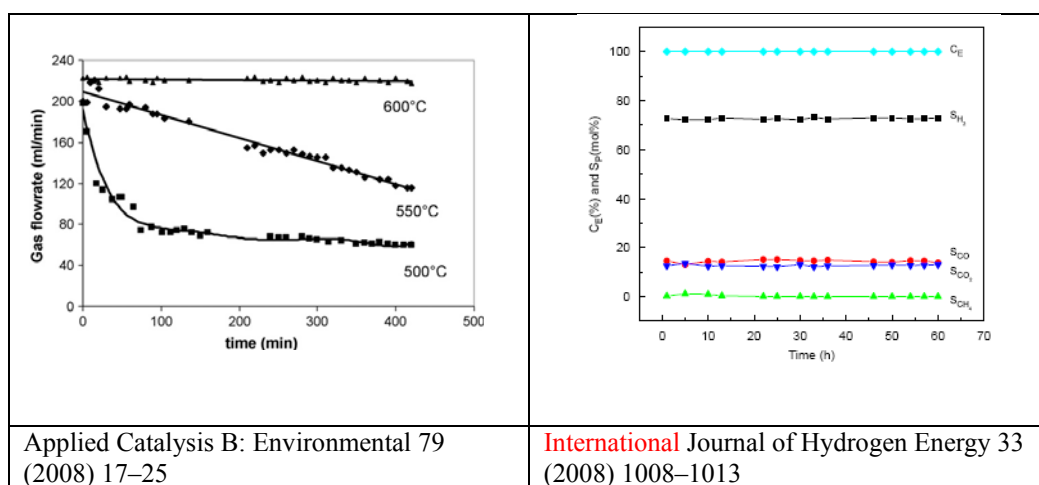


國際上 SSF 程序研發之酒精生成率彙整

(三)建立高效率木糖發酵之酒精生產技術：除了纖維素以 SSF 程序轉化為酒精外，針對纖維原料另一重要組成半纖維素，經酸水解分解為木糖後，本研究亦研發發酵技術將木糖轉化為酒精。目前透過演化工程技術，以稻稈酸催化前處理之水解液馴養木糖發酵菌 *Pichia stipitis*，並建立最適之木糖發酵參數，目前木糖轉化酒精效率可達 90%以上，將有助於發展木糖發酵串接 SSF 之新穎程序整合技術。下圖為國際上木糖發酵轉化酒精研發成果之彙整，可發現木糖發酵研究之酒精生成率與纖維原料種類並無顯著的關聯性，並以木材及玉米桿的木糖發酵有進行較多的研究。另外，由圖中可知大部分研究之酒精生成率約在 80%以下，此顯示目前核研所於木糖發酵轉化酒精之研發成果已領先國際水準。

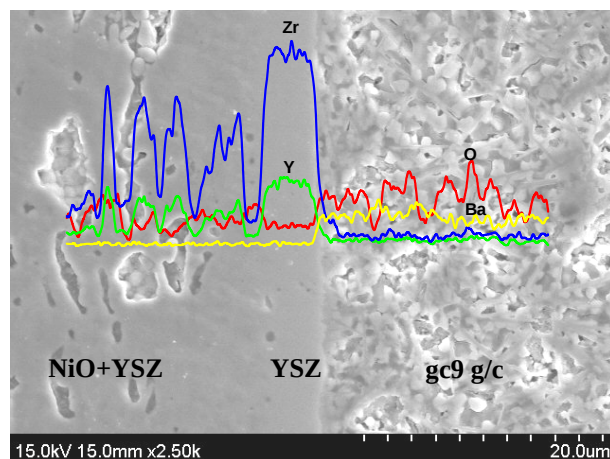


(四)乙醇重組之文獻主要仍以探討觸媒重組性能為主，反應系統設計則極為罕見。研究之觸媒，貴金屬如 Pt、Pd、Rh、Ru、及一般金屬如 Ni、Cu 及複合觸媒皆有，著重於觸媒結構及反應條件之探討，比較欠缺長期耐久性能測試(如下圖)。本計畫今年開發之觸媒，初期性能與國際期刊之結果相當，重組效果可維持約 16 天，之後有些許之下降。測試時間遠多於期刊測試數據，因此技術上與國際間不遑多讓。未來將持續研發更為穩定之觸媒。

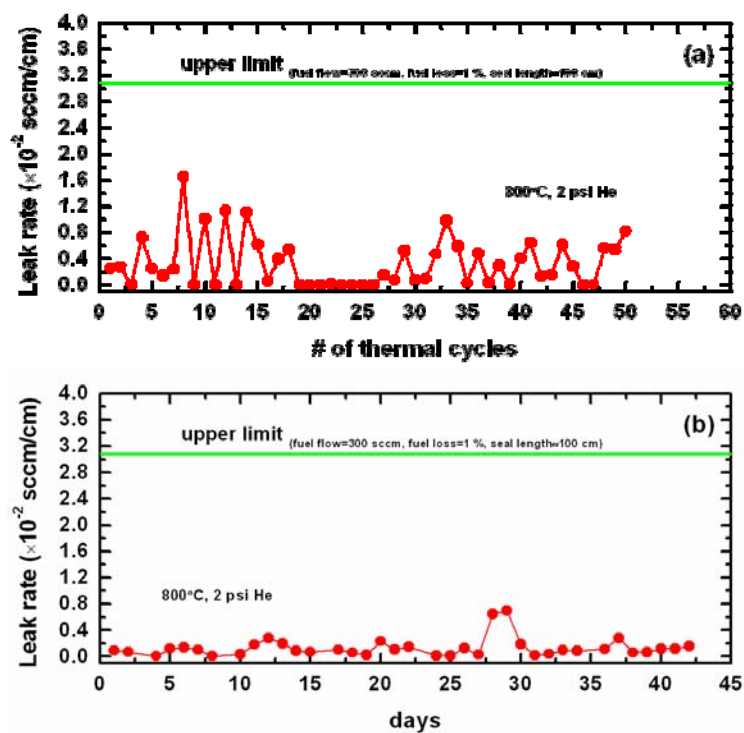


三、燃料電池發電系統

本計畫於SOFC密封材料之研發重點主要在於玻璃-陶瓷之研製。目前開發完成之gc9 玻璃陶瓷材料，其平均熱膨脹係數為 11 ppm/°C，與電池片及連接板材料之熱膨脹係數相匹配，其玻璃軟化點則為 750°C，則與SOFC操作溫度接近。gc9 玻璃密封材料已分別完成 800 °C、1,000 小時耐久性(durability)及 50 次熱循環(室溫↔800°C)穩定性(stability)之密封效能驗證，其與金屬連接板密封接著高溫長時之洩漏率約為 1.33×10^{-3} sccm/cm，此一洩漏率已達國際水準。其於高溫長時效之界面研究亦顯示，除與陶瓷電池片之界面接著良好及穩定之外，gc9 可使得自金屬連接板擴散之鉻不易於接著界面形成熱膨脹係數不匹配之氧化層，因此其接著特性及長期穩定性優於由美國PNNL所研發之G18 玻璃陶瓷密封材料。



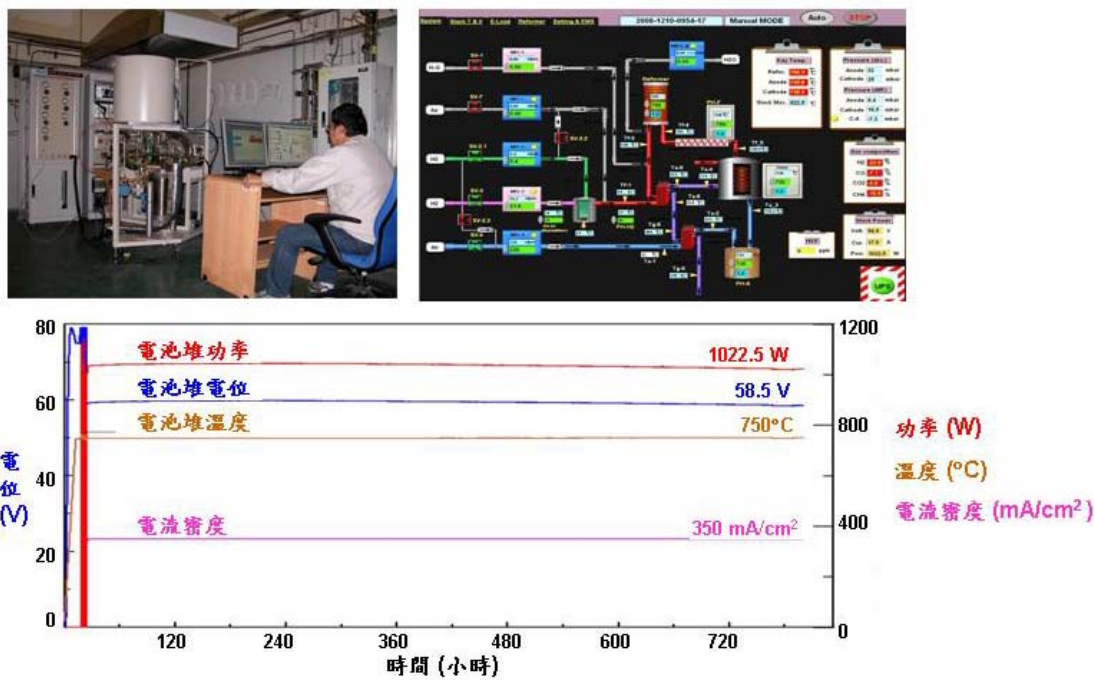
gc9 與 YSZ 界面於高溫(800°C)長時間(1,000 hr)後仍維持穩定緊密接著，界面層元素擴散亦不顯著。



封裝材料熱循環及長時間氣密測試

本計畫所組裝之電池堆目前平均衰減率 6.56%/1,000 hr，瑞士 HTc 公司 2008 年 4 月發表之資料為 1%/1,000 hr，德國 FZJ 於 2007 年之數據亦為 1%/1,000 hr。並於 2006 年開始研發 1 kW SOFC 發電驗證系統，其平板式電池堆是由瑞士 HTc 公司提供，於 2008 年(本年

度) 該系統完成在 750°C 溫度運轉，發電 $1,020\text{ W}$ 之 $1,000$ 小時長期測試平均衰減率為 $2\%/1,000\text{ hr}$ 。芬蘭 Wärtsilä 實驗室從 2000 年開始研發 SOFC 發電系統，其在電池堆技術研發合作伙伴為丹麥之 Topsoe Fuel Cell A/S，在基礎研究方面則與芬蘭 VTT 合作，於 2007 年 10 月發展出 20 kW 天然氣為燃料之 SOFC 平板式電池堆發電系統(WFC20)，WFC20 系統已運轉 $1,096$ 小時。日本關西電力公司 KEPCO 於 2007 研製 10 kW 運轉溫度 $600\sim 800^{\circ}\text{C}$ 之 SOFC 熱電共生驗證系統，已有 $3,000$ 小時長期測試結果。



1kW SOFC 發電系統效能測試

四、電力控制管理技術與環境建構

本所(INER)研發之燃料電池用 $5\text{ kW DC-DC Converter}$ 效率可達 97.18% ，而太陽能用 $5\text{ kW DC-AC Inverter}$ 效率可達 98% ，都可與世界其他廠商相比，效率都在其上(請參考以下兩表)。

燃料電池 DC-DC Converter 性能比較

Brand	Samlex American	Samlex American	Samlex American	IxRI	INER
Power(W)	120	600	1000	1300	5000
Input Voltage(DC)	11~15	10.5~28	10.5~28	25.8	48
Output voltage(DC)	24	24	24	48	400
Output current(A)	5	27	45	NA	13
Efficiency_p	90	90	90	94	97.18

太陽能 DC-AC Inverter 性能比較

Brand	Motech	Delta	Delta	Delta	INER
Power(W)	4600	2000	3600	5000	5000
Input Voltage(DC)	100~450	140~440	140~440	140~440	380~420
Output voltage(AC)	198~260	194~242	194~242	194~242	220
Output current	10	10	18	25	25
MTTP tracker	3	1	2	3	1
THD	<3%	<5%	<5%	<5%	<5%
Frequency	60	60	60	60	60
Efficiency_p	96	95	95	95	98

玖、目前碰到困難以及因應對策

一、磊晶矽太陽電池技術研發

無。

二、生質能源轉換系統

(一)水熱前處理已可藉由貫流式水熱前處理方法提高水解液木寡糖的回收率及木質素之溶出率，但若需製成酒精則需要進一步轉化成木糖，且對於水解液之木質素降解成份之分析及其對後續酵素水解之影響仍待了解。目前因應對策除建立水解液之木質素降解成份分析方法外，同時開發酸性木糖酵素以水解木寡糖為單糖。

(二)目前 Bench-scale 同步糖化及發酵程序(SSF)之稻稈酒精生產技術的酒精生成率已達預期目標 75%，若要進一步提升其實用價值，則必須提高其操作固液比。不過，初步測試發現，當固液比提高時，反應時的流體黏滯性會相對增加，容易造成渣料攪拌及酵素均勻分佈的困難，進而降低酵素水解的效率，又固含量提高時亦可能對葡萄糖發酵菌株的生長與生產酒精功能產生抑制性，影響葡萄糖轉化酒精的效率。對於以上的問題，目前的因應對策說明如下：

1. 本計畫於 96 年度已完成高固液比酵素水解槽之攪拌設計，因此為減輕高固液比對酵素水解的影響，除了會結合高固液比酵素水解之操作經驗，亦會嘗試借重酵素水解之分批饋料經驗，提高 SSF 的固液比。
2. 由於高固液比操作可能會影響酵母菌的發酵功能，因此未來提高 SSF 固液比時，規劃將以增加酵母菌添加量的方式，提高酵母菌發效功能的穩定性，同時將外添加營養鹽，以強化酵母菌於高固液比環境下的發酵功能。

(三)本計畫開發之酒精重組器主要係配合未來 SOFC 推廣使用，國際間 SOFC 耐用性要求有逐漸延長的趨勢，搜尋之資料顯示已達 4,000 小時以上。目前重組觸媒酒精轉化率 96%以上可以維持 18 天的穩定，之後緩慢下降並維持在約 85%，尚需改善。衰退原因主要為觸媒表面金屬因高溫燒結聚集，導致活性面積減少。因應對策為加入耐高溫金屬，製成複合金屬觸媒，以增加分散性及避免高溫燒結聚集現象。

三、燃料電池發電系統

- (一)電池堆效能劣化率仍高，應設法降低電池單元受鉻毒化程度，例如藉由連接板鍍膜。
- (二)為使發電系統運轉效率能真實呈現，須要建置性能合於要求之電池堆，需同時考量使用本所自製與已商品化之電池片建置電池堆，進行測試。
- (三)國內 SOFC 產業環境及產業鏈未及建立，應擴大業界參與，建構 SOFC 產業鏈。

四、電力控制管理技術與環境建構

- (一)配合新能源之發展趨勢，電力專業人力仍有不足之處，後續需再強化人才之培育，以回應未來需求。

- (二)分散式發電系統之認證標準尚在制訂中，國內人才缺乏對國際認證標準之知識，對搶奪產品市場佔有率之先機有待考驗。
- (三)我國的市場規模仍顯小，使得業者投資分散式電力或風機技術之意願仍然偏低。

因應對策：

- (一)加強與學界合作，培植電力電子專業人力。與業界合作推廣新能源電力組件，提昇競爭力。可以籌畫設立分散式電力系統測試機構，制訂適切之組件標準，確保電力品質。
- (二)發展分散式電力技術整合以及再生能源電能營運調配技術，以開發多樣化負載搭配能力之技術。
- (三)推動技術結盟，協助技轉給本地廠商，輔導其開拓國內與國外市場。

拾、已有重大突破及影響

一、磊晶矽太陽電池技術研發

- (一)目前照光面積為 $10 \times 10 \text{ mm}^2$ 之磊晶矽/冶金級矽基板太陽電池效率達 7.5%，超越年初預定目標(5%)。配合國家能源科技發展政策，開發低成本與高效率的太陽電池產品，以提昇國內能源科技水準與全球競爭力。
- (二)藉由太陽電池模組戶外測試與室內模擬測試比對分析技術建立，與聚光太陽光源模擬測試平台建置，可帶動國內太陽光源相關設備產業發展，且能提昇太陽電池研發及測試能力。

二、生質能源轉換系統

- (一)建立生質原料之水熱前處理設備及技術:自行設計及建置完成實驗室級 2 升貫流式水熱前處理反應系統，同時建立標準操作程序，成功提升了木糖回收率、木質素溶出率及總糖回收率。
- (二)建立同步糖化與發酵(Simultaneous saccharification and Fermentation, SSF)之稻稈生產酒精技術，其酒精生成率可達 75%以上，酵素水解及發酵之個別轉化率分別為 80%及 94%，已與分批水解及發酵程序(SHF)達到相同的水準，但所需反應時間可縮短 30%，使 SSF 程序之操作已具有工程放大研究(scale-up)之價值。
- (三)建立木糖發酵最適操作參數，大幅提升木糖轉化酒精效率至 90%，有效將酸水解產生之木糖轉化為酒精，此有助於提升木糖發酵技術應用於纖維酒精生產製程之潛力，未來亦可將木糖發酵與 SSF 程序串接，發展出提高最終酒精產出濃度之新穎程序整合技術。

- (四)完成 2 kW 酒精重組系統耐久性測試，各單元運轉穩定，並組裝為移動式系統。並可視後續應用設備以重組產氣廢熱或續燃器汽化酒精溶液及重組空氣，另以調整進料之 S/C 及 O/C 比，增加反應放熱，降低外加熱源之需求，大幅降低能源消耗，後續將以電功率計精確量測並計算能源效率。

三、燃料電池發電系統

- (一)開發出新型玻璃陶瓷密封材料，已成功運用於組裝電池堆。
(二)電池堆電性衰減率小於 10%/1,000 hr，已進入可接受門檻。
(三)1 kW 發電系統長期測試已獲驗證，為 2 kW 系統之建置奠定基礎。

四、電力控制管理技術與環境建構

- (一)完成「再生能源換流器之數位脈波調變控制技術」技術移轉案 2 件，推動國內再生能源高效能電力調控系統產業進軍國際市場。
(二)完成 072 館「360 VDC 智慧型直流電力屋」建置，涵蓋 10 kW HCPV 光能及 25 kW 風能之電力輸入、具電力最大功率追蹤功能之 DC-DC 轉換器(Converter)，以及具市電併聯功能之雙向 Inverter 電能轉換器設計製作、30 kWh 鋰鐵磷儲能裝置、及電子式日光燈與冷氣等之直流負載電力系統設計，可進行再生能源電力買電與賣電之電力控制管理，做為國內先導型直流電力應用之示範與展示。

拾壹、後續工作構想之重點

一、磊晶矽太陽電池技術研發

- (一)本計畫選擇低生產成本之冶金級矽為基板，及薄膜磊晶矽為吸光層，後續研發重點為提昇磊晶矽太陽電池之性能，及開發工業等級之薄膜磊晶矽太陽電池製程技術。未來進一步將結合矽量子點技術，將高能量光子轉換成低能量光子，低能量光子能有效被矽吸光層所吸收，進而產生有效的電子-電洞對，獲得高效率與低成本之矽太陽電池。
(二)應用現階段國內首座室內大型閃射式太陽電池模擬測試平台架構，可發展大照度範圍的連續式太陽光源模擬測試系統，後續將嘗試利用高功率短弧氙燈系統，搭配陣列式光源導引裝置，架設可聚光之太陽光源模擬系統，以進行太陽電池模組長時性效益監控與量測。

二、生質能源轉換系統

- (一)持續進行貫流式水熱前處理最適化操作條件研發，提升木寡糖的回收率與增進後續酵素水解效率，此外將進行木寡糖之酵素水解程序之研發，以提高水解液總糖回收與利用率，使總糖回收率達 80%。
- (二)持續進一步建立 Bench-scale 高固液比之同步糖化及發酵程序 (SSF)，使 SSF 程序操作固液維持在 15%以上，以提高最終產出之酒精濃度，同時維持 75%以上的酒精產率，進而增加工業應用之潛力。
- (三)開發複合金屬觸媒，藉由加入耐高溫金屬，增加活性金屬分散性及避免高溫燒結聚集現象，提高觸媒耐久壽命。並以儀器檢定觸媒結構及活性鍵結位置。藉由實驗與理論並行方式，開發高性能之耐久性觸媒。

三、燃料電池發電系統

- (一)提昇玻璃陶瓷膠之耐久性及可靠度達 1,000 小時或 50 次熱循環。
- (二)研究中溫型(650~800°C)電池堆組裝技術，及進行大尺寸(15×15 cm²)電池堆之最佳化設計。
- (三)進行 2 kW 發電系統之運轉測試，尋求系統參數之最佳化。

四、電力控制管理技術與環境建構

電力控制管理技術與環境建構分項計畫後續計畫之研發規劃將著重於增強電能轉換器效率，及新能源應用至數百 kW 容量之微電網 (Micro Grid)應用，並加入智慧型電網監控功能，其中並包含自主式微型電網系統動態模擬與負載分析、智慧型分散式感測與控制、高效率微型電網專用之電力電子設備研發、直流供電、備載與儲能系統控制、系統工程技術等。

拾貳、檢討與展望

一、磊晶矽太陽電池技術研發

- (一)磊晶矽/冶金級矽基板太陽電池具低成本與高效率等優點，是產業與研究等單位的終極目標。本計畫已初步建立磊晶矽太陽能電池各組件製造等相關技術，目前為止，磊晶矽/冶金級矽基板

太陽電池之效率可達 7.5%，未來在如何提昇磊晶品質及利用太陽光效率等方面仍有許多關鍵技術待突破，亦是我們未來努力的方向與目標。

- (二)室內太陽電池模擬測試平台可在不受戶外天候狀態影響下，進行模組電性分析與其發電效率評估，而如何更全面的提昇太陽電池模組戶外測試與室內模擬測試比對分析的準確性是重要的課題，現階段所使用的室內電池模組測試平台，已可滿足在電量特性與效率分析需求，而如何在室內進行聚光太陽電池模組長時效的光照性能測試，是太陽電池模組驗證測試的重要評估機制，為能提昇太陽電池模組耐久測試能力，將持續進行連續式可聚光之太陽光源模擬測試技術，以提升國內太陽能相關產業競爭效益。

二、生質能源轉換系統

- (一)本計畫過去發展之酸處理技術亦已實際應用於較大系統，也已作為規劃日進料 1 噸設施其前處理設備之基礎。雖然目前前處理技術以酸處理為較成熟，但無需加酸、鹼之水熱前處理亦為未來發展之趨勢，後續將以提升水熱前處理總糖回收率及其系統放大並具連續式操作為發展重點。
- (二)本研究所建立之 SSF 程序已獲具體的研究成果，未來擬進一步以國內自產水解酵素進行測試，建議本所除可另行進行酵素生產研究外，亦應持續與中研院相關專家聯繫，共同討論國內水解酵素之研發策略與合作研究項目，以擴大水解酵素之測試來源，藉以發展具有競爭力之纖維酒精生產技術。
- (三)本計畫在木糖發酵轉化酒精技術已獲致具體的研究成果，未來除可進一步進行工程放大之研究外，建立後續研究可利用基因工程技術進一步針對提升木糖發酵之酒精產率及對抑制物之耐受力進行探討，以發展符合工業生產需求之高穩健性木糖發酵菌。
- (四)以酒精為原料進行重組產氫，由於液體氣化所需之潛熱大，在能源效率上不易提升；而重組反應的高溫環境，對觸媒之耐久性為一嚴苛之考驗。本計畫今年度已有初步成果，以重組產氣廢熱氣化進料之酒精溶液已測試成功，觸媒之耐久性亦較去年度有明顯進步。明年度將依研究構想持續發展，並藉由量測儀器量化各項結果。

三、燃料電池發電系統

本(97)年度計畫重點目標為：(1)建立設計建造 1~2 kW SOFC發電系統技術能力；(2)組裝、建置kW級電池堆，功率密度 300 mW/cm²以上。目前 1 kW發電系統已成功獲得驗證，2 kW發電系統正進行重組器、續燃器測試及自動化程序控制設計，逐步朝箱型化、操作簡易方向發展系統。kW級電池堆之開發著重在其耐久性提昇，經由逐項分析造成劣化因素及尋求改善方法，劣化速率已由 30%/1,000 hr 降至 10%/1,000 hr 以下，並已達到功率密度 300 mW/cm²以上。未來將繼續致力於發電系統之耐久度提昇及提高電池堆之功率密度。

四、電力控制管理技術與環境建構

電力控制管理技術與環境建構計畫參與人員，除完成既定目標外，將更積極投入研發作業，以加深國內新能源電力技術之發展。

填表人：林金福 聯絡電話：03-4711400 轉 6600 傳真電話：4711409
E-mail：kflin@iner.gov.tw

*計畫主管機關審閱後 簽名：_____

附錄

九十七年度政府科技發展由院列管計畫
期中審查意見彙總表

計畫名稱	新能源技術之發展與應用		
主管機關	行政院原子能委員會	執行單位	核能研究所
審查意見		答覆說明	
一、審查意見(如人力運用情形、各項費用及初級產出量化值合理性及後續計畫執行建議)或需再補充事項：			
1.申請計畫五年期總經費 11 億多，本年度執行經費約 2.5 億，主要研發項目有四項：(1)磊晶矽太陽電池(2)纖維酒精(3)SOFC 電池組(4)電力控制環境建構。前述這四項研究已經進行到要進入第四年之階段，為何還要編列 1.3 億以上的設備費用，占年度預算的一半以上，是否有編列不實或是其他原因，需請申請單位說明清楚。		1.計畫執行過程中配合國際研究現況，對於計畫執行內容或有增修之情形，例如：磊晶矽太陽電池，97 年度為其第一年計畫，設備費需求的編列是必要的。 2.生質能設備費約 33,000 千元，主要用於(1)發展水熱前處理技術(設置反應器等約 11,000 千元)；(2)建立 SSF 同步水解發酵程序(設置發酵槽等約 15,000 千元)；(3)設置生質原料分析設備約 4,000 千元；(4)其他雜項設備約 3,000 千元，以上均為建立生質能技術所必須投資之設備。 3.國際間 SOFC 為一長程研發計畫，例如美國 SECA 計畫已規劃至 2020 年。本所 SOFC 研發亦規劃在國家能源計畫內，作中長程研究。因此本計畫第四年，配合計畫目標所規劃之研發經費皆屬必需。 4.電力為各能源選項輸出端所需技術，電力控管計畫支援各分項計畫設備支出，另本年度新增建置有關再生能源直流電力供應展示館之計畫目標，故設備費佔較高預算比例。	
2.本計畫是五年期計畫的第四年，建議執行單位就目前所執行的四項工作項目，就智財權、製程成本、國內競爭優勢，國內廠商承接技轉能力、市場等因素進行仔細評估，並列出此四項工作項目後續研發的優先順序。		1.磊晶矽太陽電池在製程技術與設備上，能完全與市場上結晶矽太陽電池相容，國內結晶矽太陽電池廠商在承接技轉能力上，毫無任何困難。磊晶矽太陽電池主要係結合低成本薄膜製程與低成本冶金矽基板，預期模組成本可達到 0.9-1.0\$/Wp 範圍(參考 2006 年比利時 IMEC 研究中心資料)，並具備未來替代結晶矽太陽電池之潛力，又冶金矽基板沒有缺料的問題，具有競爭優勢。 2.生質能計畫主要建立關鍵技術提供噸級測試廠建廠之用，並由此測試廠提供技轉供業界建立量產技術。相關建議之回覆如下：(1)智財權以纖維酒精前處理與製程為主；(2)纖維酒精製程成本待噸級測試廠運轉後，較有充分數據可評估；(3)目前纖維酒精計畫結合國	

	內酵素與菌種團隊，在核心技術之發展極具競爭力；(4)國內已有製酒技術之基礎，廠商有能力承接技轉技術；(5)目前國際上尚無纖維酒精量產廠，原因為生產成本尚難有競爭力(與甘蔗及玉米酒精比較)，未來國內纖維酒精之售價逐漸能與汽油售價競爭時，自然能拓展其市場普及率。 3.SOFC 技術仍在研究發展階段，其重點在成本之降價研究及性能之耐用性提昇。本計畫持續進行國內外專利申請，目的為國內未來 SOFC 產業化自主，作智財權佈局。本所建立之 SOFC 技術，評估認為國內廠商有能力承接技術移轉。 4.電力控管技術為各能源選項輸出端所需技術，國內具有健全之上、中、下游電子產業鏈，在材料供應與製作成本方面具有競爭優勢，惟對高效率再生能源專用之電力調控系統之設計能力缺乏，因應國際興起中之分散式發電產業，我國應積極投入研發，以現有電子產業基礎，盡速佔有一席之地。
3.缺乏與國內外類似技術或系統性能的比較，請補充並提出說明。	1.磊晶矽太陽電池在製程技術與設備上，能完全與市場上結晶矽太陽電池相容，只是增加一個磊晶製程。性能進展上，現階段國外實驗室結果顯示已接近結晶矽太陽電池之轉換效率，其優勢經評估每瓦發電成本約為結晶矽太陽電池之一半左右。 2.生質能計畫發展三項關鍵技術，(1)建立水熱法技術，目前國際上幾乎仍在實驗室規模，僅丹麥以進料為 1ton/h 進入試驗階段，預期於 2012 年擴大量產，不論是實驗室或試驗規模，皆僅利用纖維素生產酒精，本計畫雖是實驗室規模，但以提高纖維原料中纖維素及半纖維素生產酒精之利用率為目標；目前所得半纖維素及木質素溶出率可達 96%及 77%，酵素水解效率可達 93%，與國際水準相當。(2)建立 SSF 程序，目前本計畫實驗室規模於糖化與水解之綜合效率達 75%，與國際水準相當。(3)有關酒精重組器產氫系統，搜尋國內外相關技術，幾乎仍是在實驗室規模，研究方向主要在提昇觸媒性能及動力學模式建立；大型系統之資料相當少見且資訊不完整。目前 1kW 系統分別進行兩次 960 小時及 600 小時測試，系統運轉穩定。觸媒效能在前 16 天可維持酒精轉化率在 96%以上，與國際水準相當。

	3.國內進行 SOFC 相關研究之單位以學術機構為主，多偏重於粉末製程及材料特性之精進(包括清華大學、台灣科技大學、成功大學、及台灣大學等部分教授進行電解質、陽極、或陰極材料之開發)，對於元件製作，電池單元設計、組裝、乃至系統研製皆有待開發(義守大學、清華大學、成功大學、南亞技術學院、及台灣大學進行部分電池堆、系統設計及分析之研究)。與國外發展現況比較請參考附件一，目前仍有相當進步空間。 4.在電力控制方面，就本所發展中之 HCPV 與 SOFC，國際上仍處發展中階段，並無太多系統性能可供比較，以 5-kW HCPV 而言，德國 SMA 電力轉換系統效率 96.3%，本土系統為 96%。以 25-kW 風力發電系統而言，本所研製之電力調控系統最高效率為 93%。另本所研製之 5-kW SOFC 電力調控系統最高效率為 95%亦已達國際水準。
4.磊晶矽／冶金級矽晶板太陽能電池的技術開發，從圖 1-4(50 頁)可知效率僅為 1.54%，與單晶，多晶矽太陽能電池根本無法相比，若在技術上無法克服效率低的缺點，<u>是否應評估停止本工作項目</u>。	磊晶矽太陽能電池計畫於 97 年度為第一年期，期中報告所顯示的數據 1.54%效率，是計畫第一次實驗的結果。以此第一次實驗數據，與市場上單晶，多晶矽太陽能電池產品相比，是有改善之空間，目前國外實驗室現階段結果顯示，其效率已接近單晶，多晶矽太陽能電池。值得補述的是磊晶矽太陽能電池之開發重點在於有低成本之優勢，此為本計畫推動之主要考量。
5.對於電力控制管理技術與環境建構，缺乏具體的系統規格或量化技術指標。如與市電併聯的再生能源系統有那些？產生的功率為何？電能轉換效率為何？<u>請補充說明</u>。	本分項計畫目標涵蓋範圍非僅限於開發再生能源系統電力轉換與市電併聯技術，亦涵蓋新能源直流電力供應展示應用以及再生能源之環境建構。 若就市電併聯的再生能源系統而言，目前已有太陽光電 HCPV 100-kW、風力發電 25-kW 與市電(220/380 Vac)併聯發電。另就電能轉換效率而言，HCPV 之 5-kW 單相電力轉換器最高為 96%、風力發電之 25-kW 三相電力轉換器最高為 93%、另外開發中之 5-kW SOFC 電力轉換器(48Vdc→220Vac)最高效率約為 95%，詳細規格於期中報告第 15 頁及圖 4-2、4-3 說明。
6.本計畫已進入第四年，技術研發與推廣也應進入收網階段，但就初級產出績效指標來看，在經濟效益的部分仍闕如，應多加努力。	技術推廣應用及技轉國內廠家，為計畫持續努力的目標。計畫在執行過程中，均依不同工作屬性擬定開發重點，屬前瞻先期研發階段者，著眼於其潛在的未來性，故以期刊發表及專利佈局為主；技術已趨成熟者，經過程序放大及驗證階段後，可技轉國內業界。至於實際之市場應用仍有待相關政府之措施(法令與標準等)

	建立，及成本之抑低，皆為未來努力之方向。
7.應說明太陽電池模組經濟效益，其相關關鍵性技術宜功能及規格化，以利技術移轉。	磊晶矽太陽電池，目前國外仍處於實驗室研發階段，市場上尚無任何產品，經評估未來具有替代結晶矽太陽電池之潛力，且相關製程設備與技術皆能與結晶矽太陽電池產業相容，未來將致力於建立相關技術之規格，期有助於技術移轉。
8.宜加速 1~2 kW SOFC 發電系統技術開發，實際運轉時數及相關經驗宜建立，以利相關技術移轉。	經由 1kW SOFC 系統運轉測試經驗之累積，現正積極研發 2kW SOFC 箱型化發電系統，2kW 系統目前進行組件功能及系統整合測試，求取最佳化運轉條件。
9.無論是期中報告或是執行計畫書，未見全世界發展磊晶矽太陽電池現況分析，應說明磊晶矽太陽電池需要技術突破的地方及關鍵技術，以及如何達成轉換效率 10%以上的目標，提出成本分析並與其它技術比較。	全世界薄膜磊晶矽太陽電池主要研究開發之地區為歐洲國家，例如：比利時 IMEC 研究中心，挪威 ELKEM 公司及德國 ISE 研究所等。目前比利時 IMEC 研究中心開發的薄膜磊晶矽太陽電池，其轉換效率已能達 12~13%左右，其最後之目標為轉換效率達 15%以上。在成本分析上，磊晶矽太陽電池主要係結合低成本薄膜製程與低成本冶金矽基板，預期模組成本可達到 0.9-1.0\$/Wp 範圍(參考 2006 年比利時 IMEC 研究中心資料)。欲達成轉換效率 10%以上目標之關鍵技術在於如何提昇磊晶層品質與照射太陽光之陷入技術(light trapping)等。
10.磊晶太陽電池應本計畫預定 98 年 12 月結束，應說明纖維酒精重組器與 SOFC 結合情形。	酒精重組器於去年完成 1kW 重組系統連續運轉 960 小時耐久性測試，今年改善觸媒組成並於 8 月完成連續運轉 600 小時測試。由於 SOFC 基於未來市場推廣考量，擬優先採用天然氣重組器，因此配合以 1kW 天然氣重組器結合測試，目前測試時數已超過 800 小時。酒精重組器目前以單獨測試為主，未來則視市場需求再與 SOFC 結合測試。
11.計畫主要成就及成果價值與貢獻度方面，缺乏說明與國際相關技術的比較。學術成就部分，主要把發表論文摘要貼上去，無有系統整理出重要貢獻，對所發表系統的貢獻，技術創新專利部分亦有相同情形。	謝謝委員指正。有關計畫成果與國際相關技術的比較，請參見第 3 題之回覆，此外會在期末報告中再加以闡述、說明。
12.計畫經費執行明顯落後(33.65%)，期中報告書卻明文說“與原計劃規劃無差異”，請更正補充。	謝謝委員指正。原列之數值乃以全年度計畫經費為計算基準，由於造成閱者之誤解，今改以實際分配數(79,754 仟元)為分母，實際執行率(85,419 仟元)確達 107%，已訂正報表內容(如附件二)。
13.在初級產出績效指標 A 論文之重大突破項目有提到「國際上首先探討芒草應用為纖維酒精生產之研究」事實上，中研院周昌弘院士及其團隊畢生從事芒草及其應用於生質能源	本團隊除了已彙整國內外芒草應用研究外，亦於研究過程中曾多次向周昌弘院士請益有關芒草生態及其應用現況，得知芒草應用為纖維酒精生產之研究仍非常有限，因此開始針對芒

研究，其成果與經驗可借重，不要重覆進行投資。	草轉化酒精之前處理、水解及發酵等技術進行探討，期該研究經驗能作為後續芒草轉化酒精技術研發之參考。
14.報告書(P.24 起)成果部分與子計畫相關性低，如：(一)『磊晶矽太陽電池』部分成果有 (1)Density-functional calculation of the absorption and reaction of co and H2O...(2)『硒化氫流量...』(3)『氧化銻...』這些成果與計畫基本上無任何相關性，請說明。	成果(1)是去年的研究項目(協助提昇永續能源研究計畫中的太陽能源轉換和乙醇/氫氣轉換的效率)。本年度的績效會在年底或明年初刊出的論文顯現。
15.報告書(P.38 起)專利成果部分：(4)、(5)為薄膜太陽電池與本計畫之『磊晶矽』不相關，請更正。	磊晶矽太陽電池本身就是一種薄膜太陽電池技術，故利用開發的技術衍生其他相關的技術與應用，所衍生的效益與成果，亦應歸屬計畫整體的成果。
16.「生質酒精」子項目，新任農委會主委宣示停止擴大能源作物耕種面積，請提出計畫因應措施，對抗機會的喪失。	國際目前生質酒精之發展趨勢為使用纖維原料生產第二代酒精，農林剩餘物(如木材、稻稈)則為重要生產原料。國內發展纖維酒精主要以稻稈為進料，未來也將尋求其他非糧食之纖維原料，因此農委會的政策應不影響本計畫纖維酒精之發展。
17.論文發表以該單位為主要作者數偏低。	計畫之執行，每年度均設定研究報告、期刊發表及專利申請的年度目標；計畫在施行上，上半年度較著重於實驗設施之建置、驗證，下半年度論文發表及以本所為主要作者的數量預期會顯著的增加。
18.本計畫之內容應與纖維酒精計畫研發內容有所區隔，在開發纖維酒精整合技術及酒精重組器，提供 KW 級 SOFC 發電示範系統，此能源利用步驟在熱力學上的邏輯合理性，宜多加重新思考。	核研所目前與纖維酒精相關之計畫包括本計畫與纖維酒精噸級測試廠研發計畫，本計畫與噸級計畫之執行內容完全不同，但本計畫發展之技術必須經過程序放大，方能應用於建立噸級測試廠。酒精重組器由於酒精及水汽化所需之潛熱量大，在熱力學上單獨評估其效能是明顯不合能源效率。但是 SOFC 運轉溫度約為 800℃，利用其反應後所排出之氣體，經續燃器、熱交換器等回收熱能，可提供酒精及水汽化所需，提高能源效率，以克服熱力學上不利之處。
19.在報告中之圖表說明仍可改善，如圖 3-1，未列明電極面積；圖 3-2 未列明cell之串聯數目；圖 3-3 比較 600W與 1KW，應在平均每cell電壓對電流密度比較才有意義；圖 3-2 與 3-3 中電流密度單位見MA/cm ² ，不是MA，橫軸是current density或current宜釐清。	謝謝委員之指正，相關圖表資料已修正，如附件三。

附件一 SOFC 研發與國外發展現況比較表

說明		國外發展現況															國內現況	
區域		美國					加拿大	歐洲					日本	澳洲	核研所			
機構		Cummins	Delphi	GE	SPC	Acumentrics	FCE	VPS	Jülich	IKTS	InDEC	RISO	Sulzer	HTc	Mitsubishi	CFCL	APS	Tape
電池片	型式	ESC	ASC	ASR	CS	AST	ASC	ASC	ASC	ESC	ASC	ASC	ASC	ASC	ESC	ESC	ASC	ASC
	Shape	planar	planar	radial	delta	tubular	planar	planar	planar	planar	planar	planar	radial	planar	planar	planar	planar	planar
	尺寸(cm)	10*10	10*10	16Φ	1*13*70cm ³	NA	10*10	12*12	20*20	10*10	10*10	12*12		10*10	12Φ	12Φ	10*10	5*5
	操作溫度	750℃	750℃	800℃	950℃	800℃	750℃	700℃	720℃	850℃	800℃	800℃	770℃	800℃	760℃	850℃	800℃	800℃
	功率密度(mW/cm ²)	250	>500	900	220	>350	400	400	600	250	600	500	550	400	250	400	550	515
電池堆	功率 kW	3.2	2.2	5.4	1.2x 6	6.1	3.3	1	6	0.7	NA	2.4	1	0.5	1.1	1~2	1. 25 片裝電池堆 功率 1008W 最大功率密度 498mW/cm ² 。 2. 進行 25 片裝 電池堆耐久性 測試及提升可 靠度。	
	cells/stack	70	30*2	40*4	6*6	70	20*4	28	60	30	NA	75	70	36	46	28		
	功率密度(mW/cm ²)	180	450	300	175	350	280	300	280	250	NA	350	430	250	220	200		
	衰減率/1,000h	1.7%/500h	.84%/500h	1.3%	>0.1%	1%/ 500h	1.2%/500h	2.3%	NA	1%	~0 %	1%	3%	NA	0.25	NA		
	Reference	1-3							4	5,6	7	8	9	10		11		
系統	功率範圍 燃料型式	1. 美國 SECA 設定發展 3~10kW SOFC 系統，應用於分散式發電系統、運輸及軍事用途上，其目標為製造出精緻、高功率密度及高可靠度的 SOFC 電池系統， 2010 年成本目標 US\$ 400/kW。 2. 德國 Jülich SOFC 發展著重在 10 kW 以上的系統；歐洲設定 2010 年成本目標 EU 1000 /kW。 3. CFCL 長期發展 ASC 型式之 SOFC(25kW)；目前推出商品化之 kW 級 SOFC 為 ESC 型式者。 4. 日本 Mitsubishi 採 sealess 設計，為 kW 級 CHP SOFC 展示系統，使用除硫後之市用天然氣為燃料。 5. SOFC 具有燃料多元化的特性，唯現階段採用的氣體除測試使用氫氣外，大皆採用 natural gas 作為燃料；應用生質能於 SOFC 則方興未艾。															1. 1 kW SOFC 展示系統驗 證、測試。 2.最佳化設計 2 kW 級 SOFC 系 統。	

附件二

計畫經費執行情形：(金額單位：元)

項目 會計科目		預算數(執行數)			備註	
		主管機關預算 (委託、補助) (累計分配數)	自籌款	合計		
				金額(元) (執行數)		占總經費%
一、經常支出						
1.人事費						
2.業務費		123,789,000 (49,999,000)		123,789,000 (38,849,831)	48.76% (45.48%)	
3.差旅費						
4.管理費						
5.營業稅						
小計		123,789,000 (49,999,000)		123,789,000 (38,849,831)	48.76% (45.48%)	
二、資本支出						
1.設備費		130,076,000 (29,755,000)		130,076,000 (46,569,244)	51.24% (54.52%)	
小計		130,076,000 (29,755,000)		130,076,000 (46,569,244)	51.24% (54.52%)	
合計	金額	253,865,000 (79,754,000)		253,865,000 (85,419,075)	100% (100%)	執行數統計 截止日期至 97年6月30 日
	占總經費% (執行數/分配數)	31.42%		33.65% (107.10%)		

請將預算數及執行數並列，以括弧分別表示預算分配數/執行數/執行率。

與原計畫規劃差異說明：

無差異

附件三

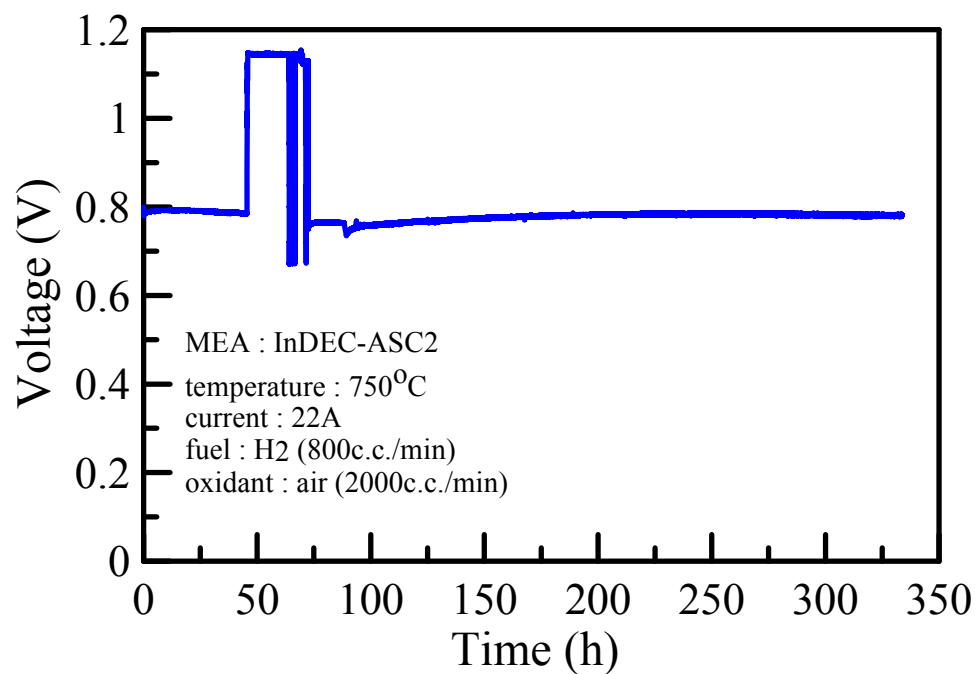
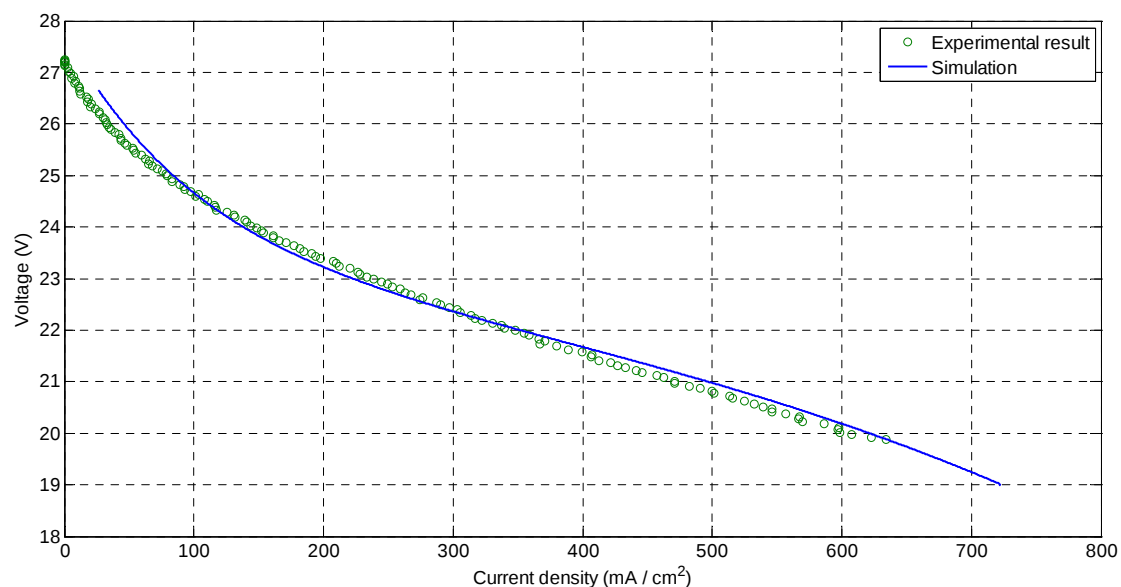
圖 3-1 InDEC 單片裝電池堆耐久性測試之結果，電池片面積 81cm²

圖 3-2 600W (25 片 Cell) 電池堆之實驗與模擬驗證

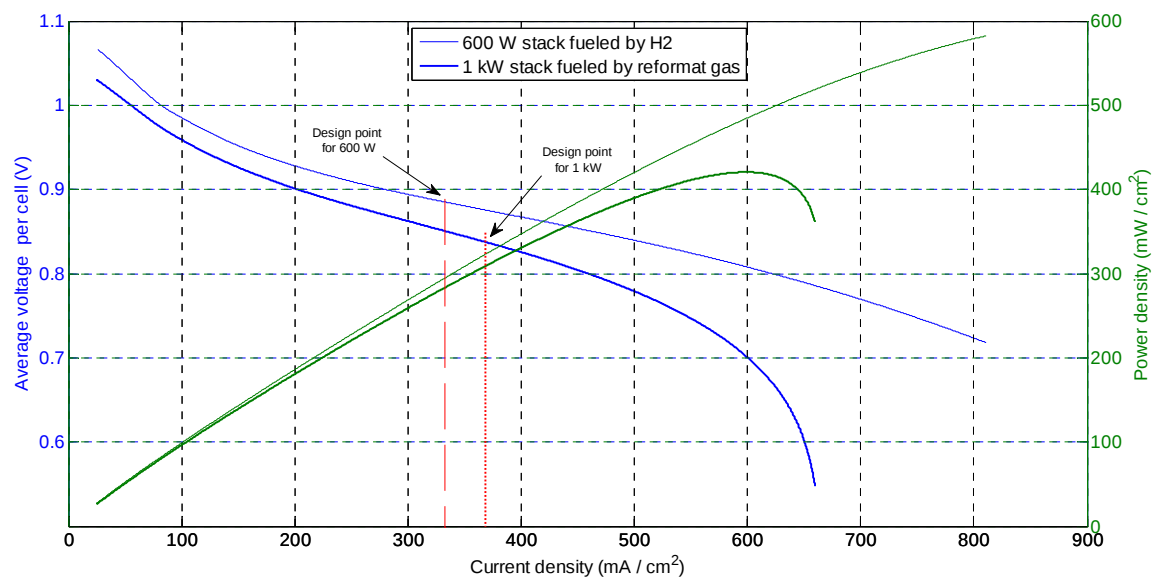


圖 3-3 600W 與 1kW stack 性能比較圖

核能研究所 97 年度科技計畫期末成果效益報告審查委員意見及回復表

計畫名稱：新能源技術之發展與應用	
審查單位：核能研究所	
審 查 委 員 意 見	回 復 說 明
1. p43~p51 學術成就部分，請列出國內外期刊之完整出處，包括作者名、期刊名稱、頁碼、卷數、年代等，並請以正式格式標明。	謝謝委員指正，已修正完成。
2. p46，字型不統一，請修正。	謝謝委員指正，已修正完成。
3. p55 技術創新“電力控制管理技術與環境建構”之撰寫格式，最好與其他部分相同，請參考。	謝謝委員指正，已修正完成。
4. p70 圖表等打字錯誤，Internal→International...等，請改正。	謝謝委員指正，已修正完成。

核能研究所 97 年度科技計畫期末查證書面審查意見答復表

計畫名稱：新能源技術之發展與應用	
審查單位：原子能委員會	
審 查 委 員 意 見	答 復 說 明
壹、執行之內容與原計畫目標符合程度 1、本計畫之 4 個分項計畫其技術指標及 KPI 值均符合原計畫，執行情形良好。 2、本計畫之執行符合原計畫之目標。 3、本計畫包含 4 個子題，包括磊晶矽太陽電池開發，開發纖維酒精前處理與程序整合技術，發展 1 kW SOFC 電池堆組裝技術及開發新能源電力控制管理與環境建構技術。符合原計畫目標。	謝謝委員肯定。 謝謝委員支持。 謝謝委員支持與肯定。
貳、已獲得之主要成就與成果滿意度 1、97 年度發表國內期刊論文 2 篇，國外期刊論文 12 篇，研討會論文 15 篇，專利申請 36 件，均遠超過計畫目標，但技轉估價 2 件，金額 50 萬元績效較不足。 2、在開發纖維酒精前處理與程序整合技術之生質能源轉換系統中，建立生質原料之水熱前處理設備及技術，在稻桿批次水熱前處理總糖回收率 63.6%。而以貫流式水熱前處理時，總糖回收率 73%，達成目標之 60%以上。 3、在 Bench-scale 之同步糖化及發酵程序，當酵素量 15 PFU/g cellulose 時，酒精生成率為 75%及 85%。於含 2-8 g/l 之醋酸時，其酒精轉化率為 90%，達成目標之 75%以上。 4、在抑低 CO 方面，在 WGS 反應中，CO 濃度為 1.2%，如串連 CO 選擇性氧化反應，CO 可降至 47 ppm，達成目標之 100 ppm 以下。 5、在產氫系統，完成 720 小時之耐久性測試。	謝謝委員肯定。技轉方面將再努力。 謝謝委員肯定。 謝謝委員肯定。 謝謝委員肯定。 謝謝委員肯定。

計畫名稱：新能源技術之發展與應用	
審查單位：原子能委員會	
審 查 委 員 意 見	答 復 說 明
6、所獲成果大致符合原設定目標，惟部份原定之 KPI 目標值未明示。	謝謝委員指導，部份績效項目(如電力控管)就技術彙整之角度著手，唯於年度目標中均有量化之數值。
參、評估主要成就及成果之價值與貢獻度 一、學術成就之評述 量化成果評述： 1、本計畫在發表論文數量方面極為努力，全年共發表國內外期刊論文 12 篇，送出申請 15 篇，另發表國內外會議論文 17 篇，研究報告 24 篇，成績卓著。 2、成果在期刊發表 1 篇，申請 3 篇，略比預期 4 篇低，研究報告則有 22 篇及國內會議 4 篇，略比預期 23 篇高。專利申請 4 件，比預期多 1 件。 3、SCI 論文發表多篇，具國際水準。 4、辦理學術研討會計 3 場次、形成教材 2 件。 質化成果評述： 1、本次所發表論文大多在國外著名期刊，且就論文摘要來看，具學術創新性，可見本計畫各研究分項皆具前瞻性。 2、除了論文發表外，可多參與國內外研討會及會議，將成果讓民眾了解。專利申請固然重要，國內產業之技術服務及技轉更應重視。	謝謝委員肯定。 謝謝委員指教，委員意見經查是針對本計畫項下『生質能源轉換系統』分項計畫之 KPI 產出所做出之審查結果。整體(分支)計畫年度目標：國內外期刊 18 篇【含國內期刊 2 篇、及國外期刊 16 篇（預計獲得 8 篇）】、國內外會議論文 7 篇、研究報告 47 篇。實際產出值為完成國外期刊 27 篇(含發表 12 篇、申請 15 篇)。國內外會議論文 17 篇。研究報告 74 篇。 謝謝委員肯定。 敬悉。 謝謝委員肯定。 謝謝委員的建議，將會多參與國內外研討會議，展現本計畫之研究成果，近期並已將本計畫執行成果撰寫論文摘要，投稿至國際知名生物燃料研討會議“31st Symposium on Biotechnology for Fuels and Chemicals”。
二、技術創新成就之評述	

計畫名稱：新能源技術之發展與應用	
審查單位：原子能委員會	
審 查 委 員 意 見	答 復 說 明
量化成果評述： 1、全年提出專利申請 26 案 38 件，並獲得專利 9 案 10 件，超出原計畫目標，專利申請 4 件甚多。 2、自行設計建置 2 L 級貫流式水熱反應系統，避免木寡糖再降解成其他物質，添加高分子聚合物避免水解作用時被木質素吸附。馴養 <i>Pichia stipitis</i> 提升抑制物耐受力，提升木糖轉化酒精效率至 85%以上，有利生質轉化系統。 3、專利申請與獲得以及技術報告之產出皆尚滿意。 質化成果評述： 1、專利申請案雖多，但因係前瞻性研究，配合之技轉或技術授權甚少，目前著重在專利佈局。 2、可考慮未來不同纖維素基質時，如何調整，以利生質轉換率之提升，和其技術上更可行。	謝謝委員肯定。 謝謝委員指導。 謝謝委員肯定。 謝謝委員指導。 謝謝委員的意見，目前本分項係以國內產量最多之農業廢棄物稻稈為料源進行技術開發，未來擬配合政府政策及產業需求，就不同之農業廢棄物或其他纖維原料，開發纖維酒精製程技術開發。
三、 經濟效益之評述 量化成果評述： 1、電力控制管理技術中換流器脈波調變控制有 2 家廠商之技轉，金額為 50 萬元。 2、完成數位脈波調度控制技術移轉案 2 件。 3、已考慮到農業廢棄物中除纖維素外，尚有半纖維素，木質素之轉換。此系統建立後可解決部分廢棄物處理問題，增加能源供給和創造就業機會。另外亦研發生產氫氣，對國家經濟有助益。	敬悉。 敬悉。 謝謝委員的支持。

計畫名稱：新能源技術之發展與應用	
審查單位：原子能委員會	
審 查 委 員 意 見	答 復 說 明
4、技術移轉 2 件，共 50 萬元，績效低於預期。 質化成果評述： 1、由於磊晶矽薄膜太陽電池，SOFC 及生質酒精均為前瞻性研究，國內尚無產業投入，雖評估未來有商機，但仍應評估性能及成本有無切入之可能。 2、宜建立不同農作物廢棄物，或工業有機廢棄物如何調整轉換條件，以利未來通盤利用，技轉業界，提升國家能源供給。	謝謝委員指導。技轉方面將再努力。 謝謝委員指導。 謝謝委員的意見，目前本分項係以國內產量最多之農業廢棄物稻稈為料源進行技術開發，未來擬配合政府政策及產業需求，就不同之農業廢棄物或其他纖維原料，開發纖維酒精製程技術開發。
四、 社會影響之評述 量化成果評述： 1、目前計畫仍在研發階段，對降低CO₂排放有多少效益仍屬未知。 2、建構「再生能源智慧型微電網展示」系統。 3、生質能源轉變，經前處理，發酵後變為能源，且可降低CO₂排放，緩和地球溫暖化。並且解決部分環境污染問題。如此計劃可以多層次考量，亦有助人才培育，及產業創新。 質化成果評述： 1、宜就不同料原，提升其調整部分，使社會大眾，樂以投入生產行列。並對大眾介紹其可行性，創造更大之經濟利用，對社會提供更大發展，環境更永續美好。 2、配合尋求新能源之世界趨勢，表達我國亦未落後之訊息，亦有助益。	敬悉。 敬悉。 謝謝委員肯定與指導。 謝謝委員的意見，目前本分項係以國內產量最多之農業廢棄物稻稈為料源進行技術開發，未來擬配合政府政策及產業需求，擴大不同料源之纖維酒精製程技術開發。 謝謝委員肯定與指導。
五、 其它效益之評述 量化成果評述： 1、年度內與國內學術合作案共 14 件，協助人才培育博士生 14 人，碩士生 13 人，研究	敬悉。

計畫名稱：新能源技術之發展與應用	
審查單位：原子能委員會	
審 查 委 員 意 見	答 復 說 明
助理 4 人。 2、建置太陽電池認證實驗室；參與標檢局技術與安全規範之制定。 3、本計劃促成三項學術界合作，開發新穎菌株，改良生產菌性質，及推動 CDM 生產，有利環境維護。 4、委託學術界合作案件不少，雖有助學術研究，但亦顯示研究團隊人才尚未足夠。 質化成果評述： 1、本計畫能透過學術合作，使國內大專院校能參與相關研究，作法值得肯定。 2、學術團隊之組成，可以進行跨領域及跨學校之團隊。由於材料之多樣性，如稻草、蔗渣、盤固草、狼尾草、海藻、有機工業廢棄物。如有跨校、跨領域，將可以創造更大之能源生產用材料，生產菌及生產方法。對我們國家及世界皆有貢獻。在人才培育方面，亦可朝多樣化，有學士、碩士、博士、博士後研究員。	敬悉。 謝謝委員的支持，將會繼續投入此三項合作研究。 謝謝委員肯定。研究團隊人才方面將改進。 謝謝委員肯定。 謝謝委員的建議，目前本分項係根據研究需求，尋求具相關專長之學術團體組成跨單位之研發團隊組成，除利用委託研究案的方式，提供博碩士生及學士級助理參與研究之管道，並會運用本所既有博碩士生參與本所研究之獎學金獎助制度，鼓勵學術團體之博碩士生投入與計畫相關之研究，以擴大人才培訓之機會。
肆、與相關計畫之配合程度 1、本計畫相關計畫包含「核能技術在奈米科技之發展與應用計畫」，「MW 級 HCPV 示範計畫」均有關聯性，亦有相當的橫向聯繫。 2、本計劃之執行，與核研所之纖維轉化酒精之研發有關，另與國內目前之多功能微生物篩選、選殖及建構皆相關。另外亦與許多酵素生產之業者有關。另外在純化工程、酒精脫水亦與食品工業和飼料工業息息相關，故有執行必要。但要隨時加以適當調適，方可在多樣化社會及科技中生存。	謝謝委員肯定。 謝謝委員的建議，將會視執行進度，檢討與調整研究內容。

計畫名稱：新能源技術之發展與應用	
審查單位：原子能委員會	
審 查 委 員 意 見	答 復 說 明
3、本案與核研所內部數項專案有所關聯，皆互有聯繫。	謝謝委員肯定。
伍、計畫經費及人力運用的適善性 1、計畫執行中投的人力減少 12.32 人年，佔原預計投的人力之 18%，變動雖大，但各項 KPI 指標仍能達成。 2、經費執行率 99.48%。 3、計畫中人力雖有異動，但經內部調整支援，使計畫如期達成目標。 4、人力之運用，宜提升每個參與研究人員之責任感與團隊精神，每個人宜以參加 1-2 個計劃為原則，相似之工作可以分組，如此組間有合作，亦有切磋之優點。每個人可以看到其投入所獲之果實。而非責任不是我之每個人皆有份之心理。針對有技術突破者宜有獎勵措施。領先國際水準者亦需獎勵。 5、經費執行 99.48%，甚佳。惟人力方面，高等人力實際比預定少二十人年以上。	謝謝委員肯定。 敬悉。 謝謝委員肯定。 謝謝委員的建議。 謝謝委員肯定。人力方面將改進。
陸、後續工作構想及重點之妥適度 1、本計畫為跨年度計畫，98 年尚有 1 年時間，磊晶矽太陽電池，生質能源及燃料電池所訂之技術指標尚可，電力控制管理技術中應有較明確之技術指標。 2、對總糖回收率及酒精產率宜訂出理論最大值，短、中、長期目標，參照國內外資料，訂出其目標。如此方為妥適，不是說希望達成多少%而已。	謝謝委員肯定，電力控制管理技術研發工作於 98 年已訂定明確之量化技術標。 就水熱前處理方面，參照國內外資料，目前總糖回收率介於 60-70%，本計畫期望能提高並有所突破，故訂定總糖回收率為 80%。在 SSF 程序研發方面，參照國內外資料目前酵素水解可達成最大轉化率約 80%以上，葡萄糖發酵最大酒精生成率約 95%，依此計算 SSF 程序之纖維素轉化酒精效

計畫名稱：新能源技術之發展與應用	
審查單位：原子能委員會	
審 查 委 員 意 見	答 復 說 明
3、後續研究目標應視國際間之進步情形加以修改，加快腳步。	率最大值應在 75%以上(80%×95%)，此即為本計畫 SSF 程序之酒精產率目標值的訂定依據，再根據此酒精產率目標值，規劃 98 年度提高 SSF 程序之操作固液比達 15%以上，期提高產出之酒精濃度。 謝謝委員指導。
柒、綜合意見 1、本計畫為前瞻性研究，就產出成果無論是期刊論文或專利申請而言，本計畫研究人員極為努力，且有良好成果。 2、本計畫之專利申請應有專利佈局之規劃，技術指標應具挑戰性，包含性能及成本，應有發展之 road map。 3、本計劃包括四部份，在生質能源轉換系統中，其進度符合預期成果佳，值得肯定。但是為永續經營宜考慮不同之料源，如何加以調整，包括前處理方式、發酵菌使用、發酵條件、產品之純化，以及相關廢棄物，廢水處理，提出 CDM 生產之可行方案。將使計畫永續經營。 4、本計畫已屆第四年，技術移轉僅有 2 件(共 50 萬元)，與投入資源相較實不成比例。應加強推廣業界技轉。 5、燃料電池之研發，由 1 kW 進而 2 kW。進度太慢，應加快速度，否則落後競爭各國，不具商業開發價值。	謝謝委員肯定。 謝謝委員指導，本計畫所訂之技術指標皆參考國際現勢，並以本所既有之技術為基礎，故在質與量方面皆具挑戰性，亦持續朝性能提昇及成本抑低之方向努力發展。 本計畫以稻稈為測試原料發展纖維酒精製程技術，未來可根據所建立之研究經驗，配合政府政策及產業需求，針對不同料源之特性，建立其生產纖維酒精之操作方法。另本計畫所研發之各項製程技術未來將進一步推展至噸級測試廠進行工程放大及驗證研究，屆時將建議就其技術永續性進行探討。 謝謝委員指導。 1. 歐盟 FLAME-SOFC 計畫，期程 2005 年 10 月～2009 年 10 月，共有 8 個工業團體、4 個國家研究機構及 8 個大學共同參與，其經費 12.3 百萬歐元(約五億台幣)，研發之 SOFC 熱電共生

計畫名稱：新能源技術之發展與應用	
審查單位：原子能委員會	
審 查 委 員 意 見	答 復 說 明
	系統之發電功率為 2 kW。 2. 本所研發箱型之 2 kW SOFC 熱電共生系統是與國際同步。
6、P.78 磊晶矽/冶金級矽基板太陽電池效率達 7.5%，宣稱已超越年初預定目標（5%），查 P.1 之計畫目的，轉換效率則列為 10% 以上。目前 7.5% 雖然尚可，似仍未達此目標，離國際現況之 12 至 14% 亦尚有一段距離。請說明未來的做法，如何努力迎頭趕上，甚至超越。（按本計畫 98 年為最後一年，後續構想如何？）	1. 97 年度為本計畫執行的第一年，97 年度計畫書中並未訂定任何電池效率目標。5% 效率目標是計畫自我的期許與要求下，所訂定的。 2. 10% 轉換效率是計畫總目標值(97-98 年度)。 3. 1980 年代起，歐洲等國家就已進行相關之研究與開發。97 年度為本計畫執行的第一年，第一年工作重點在於製程技術與設備之建立。第二年工作重點在將效率提昇至 10% 或以上，期能短期內縮短與國際間之差距。進一步，未來四年(99-102 年度)已規劃在能源國家型計畫中為一分項計畫，其主要的工作重點為提昇磊晶矽之品質及光的捕捉效率等技術，預期能提昇轉換效率達 15%，達到或超越國際水準。
7、期末報告 P.15 燃料電池發電系統全程目標 (2) 建立 5 KW SOFC 示範發電系統，與 P.1 計畫目的建立 2 KW SOFC 示範發電系統 (衰減率均小於 0.5%/1,000 小時)，其中 5 KW 與 2 KW 是否一致或有誤，請澄清。又，P.8 1 KW SOFC 系統測試之 1,080 小時衰減率為 2.68%，離目標值 0.5%/1,000 小時尚有一段距離，然而報告宣稱「結果顯示系統符合需求」，且列為「重大突破」，請說明。	p.15 之 5 kW 有誤，應為 2 kW，謝謝委員指正。2 kW SOFC 示範發電系統之衰減率小於 0.5%/1,000 小時係 5 年期(至 98 年底)計畫總目標，目前(97 年底)已達到 1 kW 系統之 1,080 小時衰減率為 2.68%，雖較總目標尚有一段距離，然電性表現已顯著提昇，故將其列為 97 年度「重大突破」項目。