

九十四年度一千萬元以上政府科技計畫績效 評估報告書

計畫名稱：核能技術在奈米科技之發展與應用

(原子能領域)

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

科技計畫成果效益報告

(94 年度科技計畫經費一千萬元以上)

(請由計畫主持人、執行人填寫)

壹、基本資料：

計畫名稱：核能技術在奈米科技之發展與應用

主 持 人：林金福

審議編號：94-2001-14-辛-00-00-00-45

計畫期間(全程)：92.01.01-97.12.31

年度經費：70,951 千元 全程經費規劃：449,799 千元

執行單位：行政院原子能委員會核能研究所

貳、計畫目的、計畫架構與主要內容

計畫目的：配合政府『綠色矽島』之施政理念，為增進全民生活品質，促進國家永續發展，政院原子能委員會核能研究所(以下簡稱本所)將既有之核能技術推廣於奈米科技應用，並轉用於燃料電池及太陽電池之研發，其總目標係在五年內完成：
(1)發展平板型固態氧化物燃料電池(SOFC)單元之開發設計，及電池堆之組裝測試技術；(2) 開發儲氫材料研製，改質及提昇其儲氫能力之技術，並建立儲氫材料儲氫能力驗證之國家級量測中心；(3)建立直接甲醇燃料電池(DMFC)膜電極組(MEA) 之製程技術，電池堆(Stack)之設計組裝測試技術，及 3C 電子產品用 DMFC 之產品設計試製與測試；(4)開發高效率 III-V 族太陽電池（能量轉換效率>35 % ），建立聚光型太陽電池模組製作技術（輸出功率 50W-100W）。

計畫架構：

本計畫 94 年度規劃四分項工作，分項工作架構如下：

一、SOFC 奈米級粉料及其效能研究

- (一) 共沉法奈米級粉料及其 SOFC 元件研製
- (二) SOFC 元件電漿噴塗技術研究
- (三) SOFC 效能測試評估能力建立
- (四) SOFC 電池單元及全系統設計

二、奈米儲氫碳材及其吸氫特性研究

(一) 奈米碳材製作

(二) 吸氫行為及吸氫量之量測

三、直接甲醇燃料電池之研究發展

(一) 質子交換膜(PEM)及其膜極組合(MEA)之研究

(二) 催化電極之開發與效率精進研究

(三) 燃料電池設計組裝測試及製程之研究

(四) 燃料電池理論分析技術之建立

四、III-V 族奈米薄膜在太陽電池之應用

(一) 太陽電池磊晶結構之設計與製作

(二) 高效率太陽電池模組製作

(三) 太陽電池元件特性量測

主要內容：

94 年度各項工作之主要內容及預期目標包括：

(一) SOFC 奈米級粉料及其效能研究(51%)

奈米級粉料平均粒度 $<50\text{ nm}$ ，及公斤級製程；建立 $10\times 10\text{ cm}^2$ 平板型元件製作技術；完成元件流道設計製作能力之建立；完成 4 層元件之電池堆組裝；引進系統效能測試設備；建立最佳化設計之系統整合能力；1 kW 測試系統設計。

(二) 奈米儲氫碳材及其吸氫特性研究(14%)

建立儲氫材料儲氫能力量測之標準程序，並精進儲氫材料吸氫特性製備，及提昇其吸氫特性(奈米碳材產量 5 克/日；碳材儲氫量 5 wt%)。

(三) DMFC 奈米觸媒及其效能研究(20%)

進行層阻法、緊緻法等各類甲醇阻抑膜(功能加強)之研製；完成 DMFC 之電極微小化改良，MEA 之製程及規格以提昇輸出電功率；建構 DMFC 各組件之組裝測試與製造程序，包括高分子電解質、觸媒、擴散層、聯接板(interconnect)、燃料供應與導流系統；完成流道分析模式之校驗，評估適當 DMFC 燃料動態電池電化學反應之理論與分析模式。

(四) III-V 族奈米薄膜在太陽電池之應用 (15%)

結合 InGaP/GaAs 雙接面太陽電池與窄能隙太陽電池進行多接面堆疊式太陽電池之研製，使能量轉換效率達 27.5% 以上；開發聚光（100 倍）及散熱（>6 W）技術，並建立太陽光定位處理技術；完成散熱裝置設計，並分析太陽電池之溫昇效應。

參、計畫經費與人力

計畫經費：

單位：千元

計畫名稱	預算數		實際支用數		執行率
	經常門	資本門	經常門	資本門	
1.SOFC 奈米級粉料及其效能研究	10,615 (流出 1,721)	25,509 (流入 1,721)	10,615	25,009	98.62%
2.奈米儲氫碳材及其吸氫特性研究	3,432	6,310	3,432	4,550	81.93%
3. DMFC 奈米觸媒及其效能研究	6,807 (流出 8)	7,290 (流入 8)	6,807	7,290	100%
4. III-V 族奈米薄膜在太陽電池之應用	5,288	5,700	5,288	5,700	100%
合計	26,142 (流出 1,729)	44,809 (流入 1,729)	26,142	42,549	96.81%
核能技術在奈米科技之發展與應用	70,951		68,691		96.81%

人力：(以計畫之人年、專長、學歷與年資評估)

預定投入計畫人力	實際投入計畫人力	差異分析
研究人員 人數：29 人 人月：309.40 人月 技術人員 人數：30 人 人月：202.20 人月 支援人員 人數：0 人 人月：0 人月	研究人員 人數：29 人 人月：305.40 人月 技術人員 人數：30 人 人月：202.20 人月 支援人員 人數：__ 人 人月：__ 人月	原因： 本計畫研究人員黃芬遠先生退休，人力短少 4 人月，但在同仁相互支援、共同努力下，計畫目標仍圓滿達成。 對計畫達成度影響： 人力雖有少量調動，但在其他同仁共同支援努力下，仍將工作須利完成。

研究人員學歷分布		
預定投入計畫人力	實際投入計畫人力	差異分析
博士 人數：16 人 人月：169.40 人月 碩士 人數：8 人 人月：90 人月 學士 人數：5 人 人月：50 人月 其他 人數：30 人 人月：202.2 人月	博士 人數：16 人 人月：169.40 人月 碩士 人數：8 人 人月：86 人月 學士 人數：5 人 人月：50 人月 其他 人數：30 人 人月：202.2 人月	原因： 本計畫研究人員黃芬遠先生退休，人力短少 4 人月，但在同仁相互支援、共同努力下，計畫目標仍圓滿達成。 對計畫達成度影響： 黃先生參與 SOFC 研製之研發工作，其去職後工作由其他成員銜接，對計畫達成度影響甚微。

研究人員級職分布		
預定投入計畫人力	實際投入計畫人力	差異分析
研究員 人數：5 人 人月：40 人月 副研究員 人數：19 人 人月：129.40 人月 助理研究員 人數：8 人 人月：90 人月 研究助理 人數：5 人 人月：50 人月	研究員 人數：5 人 人月：40 人月 副研究員 人數：19 人 人月：125.4 人月 助理研究員 人數：8 人 人月：90 人月 研究助理 人數：5 人 人月：50 人月	原因： 本計畫研究人員黃芬遠先生退休，人力短少 4 人月，但在同仁相互支援、共同努力下，計畫目標仍圓滿達成。

研究人員專長領域	未來人力運用規劃
本計畫所投入研究人員之專長領域涵蓋：材料、機械、物理、化工、化學(分析化學及電化學)、電子工程、電機工程、及力學分析等。	配合計畫之推行，本計畫以跨功能組之方法，投入研究人員之專長領域涵蓋：材料、機械、物理、化工、化學(分析化學及電化學)、電子工程、電機工程、及力學分析等。除學理智能外，更具備關鍵工作經驗如電

	漿鍍膜製程及元件設計之技術、整體系統之雙相流熱傳及流力理論分析、半導體磊晶、元件製程及元件設計之技術經驗、燃料電池模擬分析與數值分析等，足以勝任計畫工作推動之需。
--	---

肆、計畫已獲得之主要成就與成果量化(output)(如論文篇數、技術移轉經費/項數、技術創新項數、技術服務項數、專利項數、著作權項數等)---詳如表(二)；請先勾選表(一)再依所勾選於表(二)中說明

(一)期刊論文

本年度共完成相關論文共 44 篇，包括 SCI 接受 8 篇，國外期刊論文 14 篇，國內期刊論文 2 篇，國內會議論文 21 篇，及國外會議論文 7 篇。

(二)研究團隊養成

建立 SOFC 元件研製及系統整合模擬測試實驗室，與 DMFC 系統整合測試實驗室。

(三)博碩士培育

博士生 2 人，碩士生 2 人。

(四)研究報告

本年度共完成 32 篇研究報告，其中包括奈米儲氫碳材 3 篇，DMFC 8 篇，SOFC 相關者 15 篇，III-V 族 6 篇，相關成果可作為本計畫後續研發工作之參考。

(五)專利

本計畫於 94 年度執行至今，提出 27 件專利申請，另獲得 10 項專利，詳述如下：

本計畫於 94 年度相繼完成「平板型固態氧化物燃料電池連接板之流道結構改良」(中華民國、美國、歐盟)、「平板型固態氧化物燃料電池連接板流體之流速均勻性改善」(中華民國、美國、歐盟)、「具奈米網狀結構之白金及其合金觸媒之製備方法」(中華民國、美國、歐盟、日本)、「燃料電池極板之通道結構」(中華民國、美國、歐盟、日本)、「燃料電池之燃料濃度偵測及控制裝置」(中華民國、美國、歐盟、日本)、「電化學燃料濃度偵測器」(中華民國、美國)、「燃料電池廢熱回收系統」(中華民國)、「具引出導線之細管型薄膜電極組合單元及其製作方法」(美國)、「奈米碳管承載之白金合金電化學觸媒製備方法」(中華民國)、「太陽能收集器及其陣列」燃料電池熱工模擬裝置(中華民國、日本)、燃料電池熱工模擬裝置(中華民國)等專利申請。

計畫執行所申請之專利中已獲得專利授予者共 10 項如下，「平板型固態氧化物燃料電池連接板流體之流速均勻性改善」、「一種半導體元件及其製備方法」、「平板型固態氧化物燃料電池連接板之流道結構改良」、「以印刷製程製作燃料電池膜電極組體之製造方法」、「具引出導線之細管型薄膜電極組合單元及其製作方法」、「以奈米碳管當載體之白金觸媒」、「化合物半導體基板及其製備方法」及「化合物半導體磊晶片」獲得中華民國經濟部智慧財產局專利核准，而「太陽能空調系統」已獲美國專利，「化合物半導體磊晶片」也獲日本專利。在 SOFC 及 DMFC 皆有申請，其中 SOFC 在流道改進，DMFC 在觸媒，薄膜及甲醇偵測技術方面皆有突破。

(六)技術活動

協助辦理 2005 台北國際『環保暨能源展』、及 2005 台灣奈米科技展等 4 件技術活動，另主辦 SOFC、CNT 相關國際會議 2 件。

(七)技術服務

協助 SOFC 元件及 III-V 族太陽電池元件廠家進行特性量測分析工作。

(八)增加就業

94 年度至目前為止引進 2 名專家人才，4 名國防役，6 名專業支援人力，增加就業機會。

伍、評估主要成就及成果之價值與貢獻度 (outcome)

(請以學術或技術成就、經濟效益、社會效益以及其它效益等項目詳述)

(一) 學術成就

1. 執行工作項目中針對所開發材料之奈米結構與特性，組件設計精進之模擬分析等，其成果皆具學術價值，可供未來效能提昇參考之理論依據。除發表於國際與國內期刊外，亦在包括國際重要學術研討會中發表(詳見佐證資料)，有關的補充說明如下：

- (1) 有關 SOFC 電池堆設計之熱機分析結果，發表 SCI 期刊專業論文 2 篇，其中一篇發表於高排名之 J. of Power Sources, Impact Factor 2.513, ranked top 4.9% (3/61) in Energy & Fuels Category，另 1 篇已獲得 J. of Electrochemical Society (Impact Factor 2.356)審查委員之 Positive review，待修訂後應可刊出。

- (2) 電漿噴塗 SOFC 元件研究之成果於 Journal of Advanced Oxidation Technology 發表，其已入下列 Index:

JAOTs is Abstracted/ Indexed in the following publications

- ISI (<http://www.ISInet.com>) database and products including:
 - › Science Citation Index-Expanded (SCIN)
 - › Chemistry Citation Index (CCI)
 - › Research Alert
- American Society for Information Science" (ASIS)
<http://www.chemistry.org/portal/Chemistry>

The Journal is also abstracted in the Chemical Abstracts Service (CAS) <http://www.cas.org> publications, the CODEN is **JAOTFT**, the URL for the DDS title search page <http://www.cas.org/cgi-bin/ddssearch.pl>

- (3) 於國外「J. Crystal Growth」期刊發表「Epitaxial Growth of High Quality GaN on Appropriately Nitridated Si Substrate by Metal Organic Vapor Phase Deposition」論文一篇，該期刊之 SCI 衝擊指數(Impact Factor)為 1.375。

2. 技術創新

- (1) 以電漿噴塗法製作具奈米結構 SOFC 陶瓷膜在國外不多見，在國內屬首創。本年度以自行研製的電漿噴塗系統，製作出具奈米結構之三層 SOFC 元件，未來可推廣至 SOFC 元件製造廠家。此外，具奈米結構之陶瓷膜有許多優點除了可應用於 SOFC 外，由電漿噴塗法做出之具奈米結構 YSZ 膜，國際上也有應用於高溫高效率引擎內缸膜之研究。
- (2) 本年度精進可以快速量測 SOFC 商業元件試片電化學性能之技術，其能力並經國外產品供應商認可，此技術可回饋國內生產 SOFC 陶瓷元件廠商，協助其精進產品之效能以臻國際之水準。
- (3) 本年度精進 DMFC stack 組裝技術，有效減少成品之體積，提昇單位體積之效能功率。同時也建立 33 W 18-cell DMFC pack，所建立之系統整合技術，未來可推廣至 3C 產業及其他電源供應產業。
- (4) 本計畫開發完成之「化合物半導體磊晶片」新型專利

已獲智慧財產局審查通過，專利編號為中華民國專利新型第 M260000 號，生效日期為 94 年 3 月 21 日。另獲得日本新型專利審查通過，專利編號為 3107646 號，生效日期為 94 年 7 月 30 日。另開發完成之「化合物半導體基板及其製備方法」發明專利已於 94 年 7 月獲智慧財產局審查通過，專利編號為中華民國專利發明第 I235417 號。此等創新技術係一種改善砷化鎵在矽基板上磊晶膜品質之方法，可被應用於太陽電池、發光二極體與半導體雷射等元件的研製。

（二）經濟效益

在 SOFC 研發方面，已與國內之陶瓷基板廠家合作積極開發高效能，中低溫平板型元件，因應我國政府提昇清潔能源之政策，未來之經濟效益可以預期。

DMFC 產品預估之主要應用範圍在於 3C 行動資訊市場及攜帶型發電機市場，主要廠商涵蓋電源供應器、發電機業者、手機製造業者、個人數位助理(PDA)及筆記型電腦製造業者。手機使用近年來甚為普及，加以中國大陸的經濟發展市場快速成長，目前世界上手機銷售量已達到將近 5 億支之規模，而國內大廠如明基、大霸等，出貨量逐年增加，市場佔有率已有約 10% 之水準。而國產筆記型電腦，其產量已達全球佔有率 60% 以上，全年出貨量超過 2,000 萬台；機電業如大同、士林、東方電機等公司，亦有每年 20 億元以上之產值。以全球 DMFC 發展之速度，預期 2006~2007 年可開始推廣應用，我國相關產業若能參與，預估 2020 年產值超過新台幣 5,000 億元。

本計畫目前開發完成之 InGaP/GaAs/Ge 三接面太陽電池在聚光強度為 11 suns 時，能量轉換效率可達 27.72%。此等技術未來將應用於與國內業界合作建立產業化能力上，為我國多接面太陽電池技術發展提供實質助益。

（三）社會效益

燃料電池(Fuel Cell)為高效率、潔淨、多元化之能源使用系統，可應用於車輛動力、分散式發電、3C 資訊產品電源等商業產品。由於能源與環境保護的雙重影響，「燃料電池」新型態能源技術的開發與應用，已經受到各國政府的重視與支持。從政經、能源、環保、社會、科技產業發展，及生活品質提昇等角度考量，燃料電池科技是值得國內產、官、學界長期投入發展的新興科技領域。其多元化研發領域及應用產品，將提供部份

產業轉型成為知識密集、永續環保的綠色科技產業。

另為配合國內非核家園的共識，行政院通過「非核家園具體行動方案」草案，逐步落實建構非核家園相關推動機制，政府每年將編列三十億元經費，推動能源及再生能源產業發展。藉由本計畫的執行及與業界的合作，開發國內缺乏的燃料電池產製技術、及高效率太陽電池產製技術，除可順應國家政策之發展目標，並可為國內潔淨能源產業及再生能源產業的發展提供積極助益。此外，國內再生能源領域技術人才極為匱乏，本計畫將持續培訓國內研究生參與高效率太陽電池的研發工作，因此，本計畫的執行將可對國內再生能源領域技術人才的培育產生積極貢獻。

(四) 其他效益

1. 計畫目標與執行內容是否符合

計畫依年度規劃之工作項目及進度執行，年度內除建立關鍵的研製與分析之技術外，對於影響 SOFC 粉體，元件；CNT 之吸氫量；DMFC 觸媒，質子膜與 stack；及 III-V 族太陽電池特性之各項參數進行研究，其成果除 CNT 之儲氫量難有突破外，其餘皆與預定目標一致。

2. 計畫已獲得之主要成就與成果

- (1) 在 SOFC 元件方面，經由電漿噴塗技術之提昇，已開發具奈米結構之 SOFC 元件，並首次發出電力。另 SOFC 元件特性量測技術之提昇，對於後續高效能元件開發與電池堆研製，都有實質性的助益。
- (2) 完成國內首次商業產品元件組成 SOFC 電池堆，為我國 SOFC 研究重要里程碑。
- (3) 在 CNT 合成製作方面，以奈米鎳顆粒為觸媒，建立每爐次可生產超過 5 克奈米碳材之製程技術。
- (4) 進行以奈米碳管當載體之奈米級觸媒製程開發，並進行奈米網狀觸媒之研製，此項成果可大幅提昇催化效能。
- (5) 完成建立 DMFC MEA 製程技術，Power Density 可達 $25\text{mW}/\text{cm}^2$ @ 30°C & $50\text{mW}/\text{cm}^2$ @ 50°C ，研發完成一個 18-cell 之電池疊堆組，最大輸出功率~33 W @ 70°C ，並展示應用於 DVD 之 Power Pack 輸出功率為 15W，使用 100% 甲醇燃料及 Methanol Sensorless 控制技術。

- (6) 完成高效率堆疊式太陽電池製作技術建立，並完成多接面太陽電池設計製作，製作完成之太陽電池在 11suns 時，能量轉換效率可達到 27.72%。

3.計畫主要成就及成果之價值與貢獻度

- (1) 自製之 SOFC 元件因具備奈米結構，除了氧離子傳達速率因晶粒數目之增加而變大外，由於實際主控電化學反應之三相界面長度增加 3 至 4 個級數，顯著提昇 SOFC 元件放電效能。
- (2) 快速測試 SOFC 元件特性之技術，除了可輕易拆卸試片，亦改善試片與量測電極之接觸性，故可即時將結果回饋廠商，據以改進製程並精進產品之品質。
- (3) 所開發之 DMFC 奈米網狀觸媒技術，由於觸媒分佈均勻，因此使用之貴金屬用量可有效減少(至約商品用之 1/20)。
- (4) 改進 DMFC stack 組裝技術，將單位體積之能量密度由 60 WL-1 提昇至 100 WL-1，有助於產品之小型與輕便化。
- (5) 配合太陽電池模組之研發，所製作之散熱裝置具較原來設計者更優良之散熱效率，同時重量由 250 克減為 150 克。

陸、與相關計畫之配合

本計畫 94 年度規劃工作參與 2005 年奈米國家計畫，皆按時提報各項管考報告(季報，半年報，年報)等，並在規劃之初報告執行成果與長程架構說明，配合良好。

柒、後續工作構想之重點

依 95 計畫審查之意見與立法院之決議，95 年工作規劃之內容與重點將予以調整，95 年將減少對儲氫研究之投入，僅進行可行性之探討，另暫緩 III-V 族太陽電池之研發，集中人力物力於 SOFC 及 DMFC 相關研究，以建立我國之奈米能源重要核心技術。95 年 SOFC 工作，將以電漿噴塗技術研製具奈米結構之 SOFC 元件，儲氫材料方面則僅探討新型奈米材料(如 MOFs)儲氫之可行性，DMFC 之研究將持續改進質子膜、觸媒、及系統整合之技術，以求人力之最妥適規劃。

捌、檢討與展望

- 一、SOFC 發電系統是未來潔淨能源的重要選項，此主流趨勢已為舉世所公認而無庸置疑。世界各國亦積極投入相關之研發活動，但尚有些許技術、經濟、政策等層面之障礙待克服，雖然許多原型系統皆經

過長期測試但尚未商品化；故國內參與此研發領域之時機尚不算晚，但時機稍縱即逝，必須把握機會積極投入，才有成功之希望。建議國內相關單位應積極整合各類研發及推廣資源，強化國內研究之實力，同時透過國際合作，加速相關產業之競爭力即早為國內開創新興能源產業。

二、台灣 3C 資訊產業已於國際上佔有重要之市場，若燃料電池能應用於 3C 產品供應電源，將使燃料電池成為繼半導體、光電產業後之新能源產業。本計畫已開始系統整合測試之工作，未來將加強引進具有機電整合之電子與電機等專業人才，進行 DMFC 系統電控研究，以提升本所與國際 3C 大廠競爭之能力。

三、我國具有充足的 III-V 族化合物半導體產業基礎，目前 III-V 族高效率太陽電池已是日本、美國及德國等工業先進國家太陽能產業技術的重點發展項目之一，尤其是全世界最大的太陽電池製造商日本 SHARP 公司亦正大力開發相關技術。因此本計畫適時投入高效率 III-V 族太陽電池的開發，將有助於國內建立新興的太陽光電能研製技術，並且透過與業界的合作，將可共同為我國再生能源產業創立發展基礎。

原子能委員會科技計畫成果績效評估報告

(94 年度科技計畫經費一千萬元以上)

(由部會署聘請五位以上專家委員評估彙總)

計畫名稱：核能技術在奈米科技之發展與應用

主 持 人：林 金 福

審議編號(檔號)：94-2001-14-辛-00-00-00-45

執行單位：行政院原子能委員會核能研究所

壹、本計畫主要成就貢獻(評述計畫研發成果與執行績效)

本計畫於 94 年度共提出 27 件專利申請，另獲得 10 項專利；此外，本年度共完成相關論文報告共 76 篇，其中包括 SCI 接受 8 篇，國外期刊論文 14 篇，國外會議論文 7 篇。在執行績效上主要成就包括：

- 一、在 SOFC 元件方面，經由電漿噴塗技術之提昇，自製之 SOFC 元件因具備奈米結構，除了氧離子傳達速率因晶粒數目之增加而變大外，由於實際主控電化學反應之三相界面長度增加 3 至 4 個級數，顯著提昇 SOFC 元件放電效能，所開發之元件並首次發出電力。
- 二、完成國內首次商業產品元件組成三片裝 SOFC 電池堆，為我國 SOFC 研究重要里程碑。
- 三、在 CNT 合成製作方面，以奈米鎳顆粒為觸媒，建立每爐次可生產超過 5 克奈米碳材之製程技術。
- 四、進行以奈米碳管當載體之奈米級觸媒製程開發，並進行奈米網狀觸媒之研製，此項成果可大幅提昇催化效能。同時，所開發之 DMFC 奈米網狀觸媒技術，由於觸媒分佈均勻，因此使用之貴金屬用量可有效減少(至約商品用之 1/20)。
- 五、完成建立 DMFC MEA 製程技術，Power Density 可達 $25\text{mW}/\text{cm}^2$ @ 30°C & $50\text{mW}/\text{cm}^2$ @ 50°C ，研發完成一個 18-cell 之電池疊堆組，最大輸出功率~33 W @ 70°C ，並展示應用於 DVD 之 Power Pack 輸出功率為 15W，使用 100% 甲醇燃料及 Methanol Sensorless 控制技術。此外，改進 DMFC stack 組裝技術，將單位體積之能量密度由 60 WL-1 提昇至 100 WL-1，有助於產品之小型與輕便化。

六、完成高效率堆疊式太陽電池製作技術建立，並完成多接面太陽電池設計製作，製作完成之太陽電池在 11suns 時，能量轉換效率可達到 27.72%。而配合太陽電池模組之研發，所製作之散熱裝置具較原來設計者更優良之散熱效率，同時重量由 250 克減為 150 克。

貳、計畫經費與人力運用(評估計畫資源使用之效益性)

計畫經費：(以計畫分項內容分述資本門與經常門金額運用評估)

計畫名稱	預算數		實際支用數		執行率
	經常門	資本門	經常門	資本門	
1.SOFC 奈米級粉料及其效能研究	10,615 (流出 1,721)	25,509 (流入 1,721)	10,615	25,009	98.62%
2.奈米儲氫碳材及其吸氫特性研究	3,432	6,310	3,432	4,550	81.93%
3. DMFC 奈米觸媒及其效能研究	6,807 (流出 8)	7,290 (流入 8)	6,807	7,290	100%
4. III-V 族奈米薄膜在太陽電池之應用	5,288	5,700	5,288	5,700	100%
合計	26,142 (流出 1,729)	44,809 (流入 1,729)	26,142	42,549	96.81%
核能技術在奈米科技之發展與應用	70,951		68,691		96.81%

人力：(以計畫之人年、專長、學歷與年資評估)

預定投入計畫人力	實際投入計畫人力	差異分析
研究人員 人數：29 人 人月：309.40 人月 技術人員 人數：30 人 人月：202.20 人月	研究人員 人數：29 人 人月：305.40 人月 技術人員 人數：30 人 人月：202.20 人月	原因： 本計畫研究人員黃芬遠先生退休，人力短少 4 人月，但在同仁相互支援、共同努力下，計畫目標仍圓滿達成。 對計畫達成度影響：

<u>支援人員</u> 人數： <u>0</u> 人 人月： <u>0</u> 人月	<u>支援人員</u> 人數： <u> </u> 人 人月： <u> </u> 人月	人力雖有少量調動，但在其他同仁共同支援努力下，仍將工作須利完成。
--	--	----------------------------------

研究人員學歷分布		
預定投入計畫人力	實際投入計畫人力	差異分析
<u>博士</u> 人數： <u>16</u> 人 人月： <u>169.40</u> 人月	<u>博士</u> 人數： <u>16</u> 人 人月： <u>169.40</u> 人月	<u>原因：</u> 本計畫研究人員黃芬遠先生退休，人力短少 4 人月，但在同仁相互支援、共同努力下，計畫目標仍圓滿達成。 <u>對計畫達成度影響：</u> 黃先生參與 SOFC 研製之研發工作，其去職後工作由其他成員銜接，對計畫達成度影響甚微。
<u>碩士</u> 人數： <u>8</u> 人 人月： <u>90</u> 人月	<u>碩士</u> 人數： <u>8</u> 人 人月： <u>86</u> 人月	
<u>學士</u> 人數： <u>5</u> 人 人月： <u>50</u> 人月	<u>學士</u> 人數： <u>5</u> 人 人月： <u>50</u> 人月	
<u>其他</u> 人數： <u>30</u> 人 人月： <u>202.2</u> 人月	<u>其他</u> 人數： <u>30</u> 人 人月： <u>202.2</u> 人月	

研究人員級職分布		
預定投入計畫人力	實際投入計畫人力	差異分析
<u>研究員</u> 人數： <u>5</u> 人 人月： <u>40</u> 人月	<u>研究員</u> 人數： <u>5</u> 人 人月： <u>40</u> 人月	<u>原因：</u> 本計畫研究人員黃芬遠先生退休，人力短少 4 人月，但在同仁相互支援、共同努力下，計畫目標仍圓滿達成。
<u>副研究員</u> 人數： <u>19</u> 人 人月： <u>129.40</u> 人月	<u>副研究員</u> 人數： <u>19</u> 人 人月： <u>125.4</u> 人月	
<u>助理研究員</u> 人數： <u>8</u> 人 人月： <u>90</u> 人月	<u>助理研究員</u> 人數： <u>8</u> 人 人月： <u>90</u> 人月	
<u>研究助理</u> 人數： <u>5</u> 人 人月： <u>50</u> 人月	<u>研究助理</u> 人數： <u>5</u> 人 人月： <u>50</u> 人月	

研究人員專長領域	未來人力運用規劃
本計畫所投入研究人員之專長領域涵蓋：材料、機械、物理、化工、化學(分析化學及電化學)、電子工程、電機工程、及力學分析等。	配合計畫之推行，本計畫以跨功能組之方法，投入研究人員之專長領域涵蓋：材料、機械、物理、化工、化學(分析化學及電化學)、電子工程、電機工程、及力學分析等。除學理智能外，更具備關鍵工作經驗如電漿鍍膜製程及元件設計之技術、整體系統之雙相流熱傳及流力理論分析、半導體磊晶、元件製程及元件設計之技術經驗、燃料電池模擬分析與數值分析等，足以勝任計畫工作推動之需。

參、計畫主要成就與成果之績效 (outcome)

(評估主要成就及成果之價值與貢獻度)

(分就學術及技術成就、經濟效益、社會效益、及其他效益；並以五等第評量 5 為優 4 為良 3 為可 2 為稍差 1 為劣)

5學術或技術成就；**4**經濟效益；**5**社會效益；**4**其它效益

1. 學術或技術成就之評述：

依核研所自評報告書中學術或技術成就敘述，並經評審小組實地查證及討論結果，本項績效「優」。

2. 經濟效益之評述：

依核研所自評報告書中經濟效益敘述，並經評審小組實地查證及討論結果，本項績效「良」。

3. 社會效益之評述：

依核研所自評報告書中社會效益敘述，並經評審小組實地查證及討論結果，本項績效「優」。

4. 其它效益之評述：

依核研所自評報告書中其它效益敘述，並經評審小組實地查證及討論結果，本項績效「良」。

肆、 綜合意見

- 一、DMFC 研究上 Pt-Ru 催化材雖具良好抗毒化效果，但其經濟性與實用性一直受到質疑，計畫中 Pt-Ru/NCT 的組合，在學術研究上是絕無問題，但在實際應用上是否具有足夠數據分析，可證明其必要性與應用性。
- 二、期末報告具有相當的量化指標，研究成果充實，但由於研究項目眾多，可能導致研究能量分散，7 千萬的計畫規模共 4 個分項計畫，平均不到 60 萬美金，作為先導性研究是沒問題，但對於真正應用研究而言，並不足以支付工程系統研究開發的費用支出，未來研究上，建議合併尚未可成熟量產的技術開發研究項目。
- 三、SOFC cell 測試應加強長久使用穩定性及熱衝擊性相關性質之檢測。
- 四、建議將所得的技術成果，推動技術移轉業界科專與量產的工作。
- 五、本計畫現階段以在燃料電池之相關技術開發為主，可成為我國新能源科技之一環，由於我國在燃料電池之產業尚在萌芽階段，在未來也可考慮加強在太陽能電池材料之力度。
- 六、未來計畫宜考量未來走向，是要偏重系統組合技術或原料技術，以便集中研發能力，作 key component 技術的突破。

伍、 績效評量： ☐優☒良☐可☐差☐劣

評估委員：蔡春進、江誠榮、唐宏怡、朱瑾、周棟樑、吳乃力、
連雙喜、萬其超、洪銘輝、李清山

評估時間： 95 年 2 月 16 日