

政府科技計畫績效評估報告

計畫名稱：高溫燃料電池發電技術與系統發展及應用

執行期間：自 102 年 1 月 至 102 年 12 月

執行單位：行政院原子能委員會核能研究所

執行經費：64,696 仟元

環境科技分項(群組)/子項(領域)

性質：

☒ 研究型

☐ 非研究型(人才培育、國際合作、法規訂定、產業輔導及推動)

評估委員：潘欽、顏溪成、劉志放、李瀛生

主管機關：行政院原子能委員會

中華民國 103 年 3 月 ____ 日

政府科技計畫績效評估報告

第一部份：科技計畫成果績效評估報告

請依下列重點與比重評量：

- 1.執行之內容與原計畫目標符合程度 (20%)
- 2.已獲得之主要成就與成果(outputs) 滿意度 (30%)
3. 評 估 主 要 成 就 及 成 果 之 價 值 與 貢 獻 度
(outcomes/impacts)(30%)
4. 計畫經費及人力運用的適善性(15%)
5. 後續工作構想及重點之妥適度(5%)
6. 與相關計畫之配合程度 (10%)(參考用，不納入總評分計算)

壹、執行之內容與原計畫目標符合程度 (20%)

請問本計畫之執行是否符合原計畫之目標？程度為何？若有差異，其重點為何？

評等：☐10 ☒9 ☐8 ☐7 ☐6 ☐5 ☐4 ☐3 ☐2 ☐1(高者為優)

註： (10:極優 9:優 8:良 7:可 6:尚可 5:普通 4:略差 3:差 2:極差 1:劣)

本計畫自 99 年 1 月即開始執行，102 年度計畫共包含 4 個分項計畫，每個分項計畫均列有詳細的技術指標，由成果效益報告所呈現之成果內容，各技術指標均能達成，符合原計畫目標。

貳、已獲得之主要成就(重大突破)與成果滿意度(30%)

計畫執行後其達成之重要成果為何？與原列之 KPI 與成果績效預期成效是否一致？若有差異，有無說明？其說明是否合理並予採計？

評等：☐10 ☐9 ☒8 ☐7 ☐6 ☐5 ☐4 ☐3 ☐2 ☐1(高者為優)

1. kW 級 SOFC 發電系統運送至中鋼公司進行系統之組裝、測漏及完成以啞電池堆之系統升溫測試及重組器之性能測試，測試結果皆符合系統需求。
2. 全尺寸單元電池(YSZ 電解質，尺寸為 10x10 cm²)經過 11,500 小時耐久性測試結果，其 degradation rate 小於 0.5%/khr，最大功率密度大量提升且耐久度優良，已達計畫總目標。
3. 完成供應 SOFC 發電系統組裝使用之 18 片金屬支撐型固態氧化物燃料電池片之製備，於 MEA 的結構中增加陰極隔離層，電池片的發電功率(570 mW/cm²@750°C)，長時穩定性能之改善有待後續測試證明。
4. 燃料重組器轉化率達 95%以上，觸媒於高溫 800°C 以下操作具有抗積碳、不粉化及耐久性等特質，符合目標。
5. 學術成就(發表論文)及技術創新(專利申請與獲得)均超過目標。
6. 完成 kW 級 SOFC 發電系統授權中國鋼鐵公司，權利金收入 1,029 萬。

參、評估主要成就及成果之價值與貢獻度 (30%)

請依計畫成果效益報告(第二部分)中該計畫所具之各項成就有權重做評述量，如報告中未列權重者，請委員考量是否應建議權重，並加以評述

重要成就與重大突破項目	權重(%)		評等 (1~10)
	原計畫 設定	委員建議 設定	
一、學術成就(科技基礎研究)	30%		9
二、技術創新(科技整合創新)	30%		9
三、經濟效益(產業經濟發展)	20%		8
四、社會影響(民生社會發展、環境安全永續)	10%		8
五、其它效益(科技政策管理及其它)	10%		8
總計	100%		

綜合評等：☐10 ☐9 ☒8 ☐7 ☐6 ☐5 ☐4 ☐3 ☐2 ☐1(高者為優)

一、學術成就之評述(科技基礎研究)

評等：☐10 ☒9 ☐8 ☐7 ☐6 ☐5 ☐4 ☐3 ☐2 ☐1(高者為優)

1. 量化成果評述：

(1)共發表 37 篇論文，含國內期刊 2 篇；國外期刊發表 9 篇；會議論文：國內 18 篇、國外 8 篇。超過預期目標。

(2)研究報告 24 篇與技術報告 6 篇，符合成預期成果。

2. 質化成果評述：

國外期刊論文大多發表於國際知名期刊，包括 Nano Letters、SCI、EI 等刊物，提高國際能見度，代表研究品質佳。會議論文亦皆為國內外重要會議，與該領域專家作學術交流，促進學術與技術水準之提昇。

二、技術創新成就之評述(科技整合創新)

評等：☐10 ☒9 ☐8 ☐7 ☐6 ☐5 ☐4 ☐3 ☐2 ☐1(高者為優)

1. 量化成果評述：

專利獲得本國 14 件、國外 15 件，申請中本國 3 件、國外 6 件，共 38 件，超過目標值。與國內 3 所學界簽訂合作研究計畫 3 件。技術報告 6 篇，記載研發的歷程及標準作業程序(SOP)。

2. 質化成果評述：

- (1)專利已有部分成果實現，藉由與中鋼公司合作之 kW 級 SOFC 發電系統，達成持續運轉 500 hrs，運轉過程中，功率輸出約 730 W，各熱工組件性能正常，重組器之 N.G. 重組效率達 98%以上。由技術移轉與技術服務上之內容，可看出計畫已有部分成效。
- (2)專利申請為年度內計畫執行技術創新之成果，專利獲得為歷年技術創新成果在本年度之呈現，建議在預期產出時兩者可分開
- (3)技術創新共列出 31 項，多為計畫執行情形，建議可將年度內技術指標優於國外者列出並作比較，較能突出技術創新之成果。

三、經濟效益之評述(產業經濟發展)

評等：☐10 ☐9 ☒8 ☐7 ☐6 ☐5 ☐4 ☐3 ☐2 ☐1(高者為優)

1. 量化成果評述：

- (1)促成與學界或產業團體合作研究，與國內 3 所學界簽訂合作研究計畫 3 件，研究金額 1,900 千元。
- (2)業界合作案 3 件，其中 2 件列有金額，包括中鋼公司技術授權 1,029 萬元，另一民間業者 105 萬元。固態氧化物燃料電池之電池單元製作技轉業界；並與業界進行「電漿噴塗連接板保護膜研究」合作開發工作，啟動 SOFC-MEA 之技轉程序；完成 kW 級 SOFC 發電系統技術授權中國鋼鐵公司，並協助於該公司廠區建置國內第一套 kW 級 SOFC 發電系統測試運轉，使用天然氣為燃料，並完成 500 小時連續運轉驗證。

2. 質化成果評述：

- (1)固態氧化物燃料電池雖已發展多年，但仍於高溫材料及成本因素，因而經濟效益，不足以致發展一直遲滯不前，本計畫執行亦已多年，在技術研發方面有不少成就，但對未來 SOFC 具市場競爭力之規格及價格應作深入探討與分析。
- (2)業界廠商投資研發與計畫之技術移轉內容相關，顯見計畫已初具成效，惟所能產出之具體經濟效益及對國內產業貢獻，尚待努力。
- (3)完成 kW 級 SOFC 發電系統技術授權中鋼公司。

四、社會影響之評述(民生社會發展、環境安全永續)

評等：☐10 ☐9 ☒8 ☐7 ☐6 ☐5 ☐4 ☐3 ☐2 ☐1(高者為優)

1. 量化成果評述：

創造就業機會達 31 人，有助於民生社會發展。

2. 質化成果評述：

- (1) 發展固態氧化物燃料電池技術，可利用清潔能源，提升能源效率，減少碳排且降低環境污染。
- (2) 與中鋼公司簽署 kW 級 SOFC 發電系統之技術推廣合作，經系統實地驗證工作，達成預期目標。
- (3) 積極與國內業者洽商電池片製程和測試、電池堆組裝自動化等技術合作及技轉相關事宜，加速國內 SOFC 產業鏈之建構。
- (4) 惟社會影響尚未顯著。

五、其它效益之評述(科技政策管理及其它)

計畫執行後除既定之成果效益外，有無非直接之其它成果？若有請重點摘錄。

評等：☐10 ☐9 ☒8 ☐7 ☐6 ☐5 ☐4 ☐3 ☐2 ☐1(高者為優)

1. 量化成果評述：

- (1) 積極協助推動 SOFC 產業聯盟的成立，研討 a. 國燃料電池政策與推廣補助措施及行銷策略，及 b. 台灣 SOFC 技術產業化發展策略，期盼能為我國建立新興綠能產業。
- (2) 參與國內外舉辦之能源相關展覽。

2. 質化成果評述：

- (1) 本計畫執行期間，研究團隊成員曾多次在研討會發表專題演講，對 SOFC 之介紹不遺餘力，另外亦開放實驗室提供學校參觀，對技術之擴散極有助益。
- (2) 藉由 SOFC 委託計畫培養在校博碩士班學生，畢業後進入核研所或國內其他研究單位，如工研院、中鋼公司、中油公司繼續進行相關研究。積極協助推廣 SOFC 技術，有助於創造新興產業，增加就業人口。

肆、計畫經費及人力運用的適善性 (15%)

(評估計畫資源使用之合理性)

本計畫執行之經費、人力與工作匹配，與原計畫之規劃是否一致，若有差異，其重點為何？其說明是否能予接受？

評等：☐10 ☒9 ☐8 ☐7 ☐6 ☐5 ☐4 ☐3 ☐2 ☐1(高者為優)

計畫預算經費 64,696 千元，實際執行節餘 689,800 元，係統一依據行政院主計總處 102.9.5 院授主會公字第 1020500631 號函要求辦理控留。若控留款不納入計算，則年累計支用比為 100%。計畫原訂人力 2840 人月，實際執行人力 2463 人月，差異-197 人月（退休或離職所致）。

伍、後續工作構想及重點之妥適度(5%)

本計畫之執行時間是否合適？或太早？太晚？如何改進？

評等：☐10 ☐9 ☒8 ☐7 ☐6 ☐5 ☐4 ☐3 ☐2 ☐1(高者為優)

1. 本計畫之執行時間合適，但應有電熱整合系統發展。
2. 本計畫的目標在建構及厚植我國 SOFC 產業長期競爭力，目前計畫於 SOFC 之技術發展已擬定中長期發展的技術藍圖。在計畫執行上，相關的技術能量必須持續的精進，以維持創新性、進步性及競爭力，建議後續 SOFC 產業建構為計畫施行的評核重點。

陸、與相關計畫之配合程度 (10%)(參考用,不納入總評分計算)

- 1.本計畫所列之計畫配合，實質為本計畫之學界分包計畫，另主要配合計畫則為該所之另項行政院科發計畫，配合情形尚佳。
- 2.後續應加強與產業業及主管政府機關之配合，推動示範驗證與補助計畫。

柒、產業發展及跨部會協調指標

本計畫有無產業發展及跨部會協調相關指標？並對有該指標且有差異或尚未考量該指標者提供建議或加以評述。

產業發展及跨部會協調，可推動 SOFC 示範驗證與補助計畫。

捌、本計畫之智財產生可能性評估

本計畫有無產出專利或著技術移轉之潛力？該項技術為何？是否有其他計畫產出之技術可與本計畫技術搭配整合？

本計畫歷年申請及獲得之專利件數頗豐，多項亦具技轉潛力，部分已技術授權，建議應作專利盤點，並積極與國內廠商合作，加強技術移轉。

玖、綜合意見

1. 本計畫已執行多年，至今已建立相當的技術能量，研究團隊的努力，值得肯定。
2. 年度內 KPI 產出良好，尤其在論文發表及專利申請與獲得方面，產出均遠超出預期。
3. SOFC 研發上雖有不少成果，但欲產業化則可靠性、性能及成本等因素須一併考量，其中 3~5kW SOFC 發電效率宜提升，而餘熱應用是否能發揮綜合效率大於 80%是必須正視之問題。
4. 本計畫在業界合作及技術移轉等方面，在後續工作宜加強。
5. 發展各項創新技術，與中鋼公司合作 kW 級 SOFC 發電系統，並推動技轉產業界，成效良好。未來應積極採用自製之 MEA，組裝 SOFC 系統；早日建立 kW 級 CHP 示範產品及其定位，並評估其性能；應積極對外參展，宣導計畫成果。
6. 本計畫之學術成就與技術創新俱佳，但經濟效益(雖有權利金收入)仍有待提昇，期許下一期的計畫能有更具體的成果。
8. 建議做較大型之電熱整合之系統發展(SOFC+Turbine 發電)，如此才較具技術里程碑。
9. 建議加強電池堆熱傳與熱回收發電之利用。
10. 所發展之材料與電池技術具擴散效用，可應用於其他領域，建議多找找其可能之應用。

拾、總體績效評量(高者為優)：

評估項目	百分比 (%)	評分
壹、執行之內容與原計畫目標符合程度	20	17
貳、已獲得之主要成就(重大突破)與成果滿意度	30	24
參、評估主要成就及成果之價值與貢獻度	30	25
肆、計畫經費及人力運用的適善性	15	12
伍、後續工作構想及重點之妥適度	5	4
總計	100	82
陸、與相關計畫之配合程度(Bonus)	10	

總體績效評等

評等：☐10 ☐9 ☒8 ☐7 ☐6 ☐5 ☐4 ☐3 ☐2 ☐1

註：(10:極優 9:優 8:良 7:可 6:尚可 5:普通 4:略差 3:差 2:極差 1:劣)

計畫評估委員：潘欽、顏溪成、劉志放、李瀛生