政府科技計畫績效評估報告

計畫名稱：核能安全管理技術發展研究(2/4)

執行期間：自 101 年 1 月 至 104 年 12 月

執行單位：行政院原子能委員會核能管制處

執行經費：250,536,000 元

(環境科技群組)(原子能領域)

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：鄧治東、洪祖全、王曉剛、易 俗

主管機關：行政院原子能委員會

中華民國 103 年 2 月 28 日

目錄

壹、執行之內容與原計畫目標符合程度 (20%)	2
貳、已獲得之主要成就(重大突破)與成果滿意度 (30%)	2
參、評估主要成就及成果之價值與貢獻度 (30%)	3
一、學術成就之評述(科技基礎研究).....	3
二、技術創新成就之評述(科技整合創新).....	3
三、經濟效益之評述(產業經濟發展).....	4
四、社會影響之評述(民生社會發展、環境安全永續).....	4
五、非研究類成就(人才培育、法規制度、國際合作、推動輔導)	5
六、其它效益之評述(科技政策管理及其它).....	5
肆、與相關計畫之配合程度 (5%)	5
伍、計畫經費及人力運用的適善性 (10%)	6
陸、後續工作構想及重點之妥適度 (5%)	6
柒、產業發展及跨部會協調指標	6
捌、綜合意見.....	7
玖、總體績效評量	9

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.與相關計畫之配合程度 (5%)
- 5.計畫經費及人力運用的適善性(10%)
- 6.後續工作構想及重點之妥適度(5%)

壹、執行之內容與原計畫目標符合程度 (20%) 18

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？

- 本計畫之執行符合原計畫目標。

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)

貳、已獲得之主要成就(重大突破)與成果滿意度(30%)

27

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探計？

- 計畫執行後與原列之 KPI 與成果績效預期成效係屬一致。

評等：10 9 8 7 6 5 4 3 2 1(高者為優)

參、評估主要成就及成果之價值與貢獻度 (30%) 26

請依計畫成果效益報告中該計畫各項成就之權重做下述之評量，如報告中未列權重，請委員建議評量之權重，並加以評述

一、學術成就之評述(科技基礎研究)(權重 20%)

量化成果評述：

- 量化方面研究所產生之論文、技術報告等，已達量化成果。
- 在核電廠數位儀控系統管制技術研究方面，102 年度共完成 SCI 期刊論文 2 篇，國際研討會論文 3 篇，國內研討會論文 2 篇，研究報告 4 篇，成效良好。
- 產生 SCI 論文數較少。

質化成果評述：

- 本計畫研究成果實際用於協助原能會對核電廠數位儀控系統進行審查/管制工作，有助於增進核電廠儀控系統安全表現。
- 本計畫所達成之學術成就符合預期結果。
- 品質可以再提升。

評等：10 9 8 7 6 5 4 3 2 1(高者為優)

二、技術創新成就之評述(科技整合創新) (權重 30%)

量化成果評述：

- 研究數位儀控系統軟體發展與測試相關法規，完成 18 項設計特徵與人因管制議題資料。

質化成果評述：

- 與美國核能管制委員會進行資訊交流合作，協助核能工業相關單位正確遵循法規，增進核電廠安全。
- 研究學術成果及論文報告，與本計畫之細項相關性宜加強敘述。
- 本計畫於 (1).探討核二廠與核四廠反應爐支撐裙板錨定螺栓設計尺寸與設計負荷，(2).彙集與研議國外核安資訊並維護更新核安資訊資料庫，建立相管制審查所需技術，以提昇我國核安管制品質，(3).用過核燃料乾儲貯存桶設置受空氣中高含量氫離子之侵蝕而影響貯存桶，對未來用過核燃料乾儲貯廠設置之壽限評估，(4).材料環境效應劣化與診斷技術開發之研究項目，對核電廠老化及殘餘壽限之評估，(5).鑄造不銹鋼組件經長時間熱時效與中子照射，導致

鑄件材料性質變化之研究項目，對管制單位管制電廠運轉安全，(6). 日本福島一廠事故發生後，引進國際諸多國家標準與經驗以全面執行核能電廠壓力測試，以釐清電廠的安全度，尤其全面評估超過設計基準 (Beyond Design Basis) 外在事故對電廠的威脅，積極進行核電廠壓力測試及斷然處置措施等項工作，檢討核能電廠的安全度，此 6 項目皆具實質貢獻。

- 本計畫所達成之技術創新成就符合預期結果。

評等：10 9 8 7 6 5 4 3 2 1(高者為優)

三、經濟效益之評述(產業經濟發展) (權重 10%)

量化成果評述：

- 研究核電廠數位儀控系統設計及實作技術，有助於本土能力建立，並朝向自主化發展，減少對國外廠商之依賴。

質化成果評述：

- 經濟效應部分可參考使用者(台電)使用後之反應。
- 研究成果有助於增進核電廠儀控系統安全表現，降低核能電廠營運損失。

評等：10 9 8 7 6 5 4 3 2 1(高者為優)

四、社會影響之評述(民生社會發展、環境安全永續) (權重 25%)

量化成果評述：

- 研究成果有助於提升非核能電廠(例如化工業)運轉員在控制室運轉能力，提升工業安全。

質化成果評述：

- 研究核電廠資通安全設計基準威脅，相關技術有助於工業主領域防範惡意電腦病毒攻擊，避免重大損失。
- 本計畫於針對諸多核能電廠運轉、安全、管制及相關分析技術之引進與精進等方面，皆具實質貢獻；對社會於各項負面核能議題之說明與澄清上應具貢獻。
- 對於預期增進民眾對核能應用之信心部分，此研究報告似乎著墨不多。

評等：10 9 8 7 6 5 4 3 2 1(高者為優)

五、非研究類成就(人才培育、法規制度、國際合作、推動輔導)(權重 10%)

量化成果評述：

- 以本計畫之規模，能產生 4 位博士及 4 位碩士，當可期待。

質化成果評述：

- 與美國核能管制委員會、歐盟等國際核能機構進行數位儀控軟體可靠度、人因工程、資訊安全等議題國際合作研究，績效良好。
- 本計畫於非研究類成就(人才培育、法規制度、國際合作、推動輔導)方面，應具實質貢獻。
- 本計畫培育材料與核工專長碩、博士生，可加入核能界之相關研發工作。
- 指導教授只限於少數教授，1 名教授產生 6 名學生，其素質值得懷疑。

評等：10 9 8 7 6 5 4 3 2 1(高者為優)

六、其它效益之評述(科技政策管理及其它)(權重 5%)

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。

量化成果評述：

- 達成既定成果效益。

質化成果評述：

- 本計畫於推動國家核能(或廢核)政策與核能管制等方面，應具實質貢獻。

評等：10 9 8 7 6 5 4 3 2 1(高者為優)

肆、與相關計畫之配合程度 (5%) 4.13

- 無法評估。

評等：10 9 8 7 6 5 4 3 2 1(高者為優)

伍、計畫經費及人力運用的適善性 (10%) 8.75

(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？

- 計畫經費及人力運用與原計畫之規劃一致、合理。
- 本計畫多為參考國外經驗，使用軟體模擬等方法進行，故對於設備費之編制與使用是否有改進之處？

評等：10 9 8 7 6 5 4 3 2 1(高者為優)

陸、後續工作構想及重點之妥適度 (5%) 4.63

本計畫之執行時間是否合適？或太早？太晚？如何改進？

- 本計畫之執行時間係屬合適。

評等：10 9 8 7 6 5 4 3 2 1(高者為優)

柒、產業發展及跨部會協調指標

本計劃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。

- 本計畫對核能產業發展及跨部會協調雖未直接涉及，但對核能電廠運轉、安全、管制及相關分析技術之引進與精進等方面，皆具實質貢獻；對社會於各項負面核能議題之說明與澄清上亦應具貢獻。
- 對於經濟部涉入核能龍門電廠的測試等議題上，就其適宜性應有其他的計畫案加以說明或澄清，以免造成“多頭馬車現象”。

捌、綜合意見

- 整體計畫執行順利，成果妥適。
- 目前核四廠數位儀控系統安全性為社會大眾所高度重視，本計畫所執行之「興建中機組管制。強化現代儀控系統應用於電廠之管制能力研究」子計畫，其執行成果應有助於化解民眾疑慮，提升核電廠運轉安全。
- 本計畫研發績效已達成部份成果，但仍有進步空間。據瞭解近 1、2 年歐美核電廠之數位儀控系統(芬蘭 Olkiluoto，美國 Areva EPR 等)在審照過程仍持續出現爭議/挫折之情況，基於當前全球資訊快速流通，核四廠也有可能會面對這些電廠所遭遇之問題，本計畫可蒐集這些電廠數位儀控系統計畫所曾面對爭議之相關資訊，作為擬定後續計畫工作項目之參考。
- 目前核四廠正執行各項試運轉測試，完成測試後隨即展開裝填燃料棒。唯據瞭解核四廠執行本項試運轉測試工作所遵循之法規為 1978 年所制定的 RG 1.68 Rev 2，此法規公佈至今已逾 35 年。35 年前所定法規內容是否適用核四廠之全數位化儀控系統，恐會引起外界疑慮，建議考慮將此議題納入本計畫之後續工作項目，予以探討澄清。
- 以下建議：
 - 計畫執行內容應設法落實核能人才培育，避免斷層。
 - 既有核能公務體系人員能力之管考請落實，以便具備充實的管制能力，以及制訂規範與法規等工作。
 - 請提升管制人員的核能知識能力，避免管制者實力落後於被管制端。
 - 國內反核氣氛造成核能界士氣的打擊，如何克服管制人才的流失以及電廠營運的績效補救？
- 本效益報告似稍嫌雜亂，技術部分報告似稍嫌簡略，例如“電廠現場管制與審查技術”之計畫目標之一為“建立電廠建廠期間現場重要安全系統之管制技術”，是何技術？宜略加解釋。
- p.3 藉 TRAC/RELAP 進行福島事故之分析研究，所得結果宜與台電委託清華大學藉 RELAP5 3D 所得結果相比較，以探討其異同點。
- p.4 引進 SQUIG GIP 評估法則以協助原能會執行核一廠設備耐震基準自 0.3 g 提升至 0.4 g 之評估，此項目與國際先進技術同步，值得進行。而此項技術是否需要延伸至其他核電廠，宜說明之。
- 以下各項工作項目，值得肯定：
 - p.5：計畫案探討核二廠與核四廠反應爐支撐裙板錨定螺栓設計尺寸與設計負荷，並依 ASME 設計，此項目協助核二廠處理其反應爐支撐裙板錨定螺栓問題，對該廠之恢復安全運轉有實質

貢獻，且得以延伸至核四廠。

- p.5：彙集與研議國外核安資訊並維護更新核安資訊資料庫，建立相關管制審查所需技術，提昇我國核安管制品質
- p.5 用過核燃料乾儲貯存桶設置受空氣中高含量氯離子之侵蝕而影響貯存桶，對未來用過核燃料乾儲貯廠設置之壽限評估，將具實質貢獻。
- p.5 材料環境效應劣化與診斷技術開發之研究項目，對核電廠老化及殘餘壽限之評估，應具實質貢獻。
- pp. 5-6 鑄造不銹鋼組件經長時間熱時效與中子照射，導致鑄件材料性質變化之研究項目，對管制單位管制電廠運轉安全上，應具實質貢獻。
- p.16 於日本福島一廠事故發生後，引進國際諸多國家標準與經驗以全面執行核能電廠壓力測試，以釐清電廠的安全度，尤其全面評估超過設計基準（Beyond Design Basis）外在事故對電廠的威脅，積極進行核電廠壓力測試及斷然處置措施等項工作，檢討核能電廠的安全度。
- p.6 Thermal Aging 翻譯為熱時效，是否翻譯為“因熱而引起之老化效應”較為妥當？
- p.7 對用過核燃料乾儲貯存桶相關之研究，除材料議題外，是否於其他研究項目中也包括乾儲廠中貯存桶之配置、排列、散熱及貯存桶受強震影響可能導致的負面作用等議題，以便評估對用過核燃料乾儲設廠之整體效應。
- p.14、p.18 於 102 年度之工作項目中提及“建立核二廠之 TRACE 熱水流安全分析整廠模式”，對台灣其他核電廠是否亦有類似工作項目，宜說明之。
- p.16 “引進由美國核管會發展的整合型嚴重事故分析程式 MELCOR 最新版本，提昇我國在分析核能電廠發生嚴重事故現象的能力，並持續加入國際嚴重事故研究計畫（CSARP），提昇我國管制分析嚴重事故處理技術能力”。此工作項目對本土化之分析核能電廠發生嚴重事故現象的能力建立至為重要，但最近幾年並未見到原能會相關人員參加 NRC 主導之 CSARP 及 MCAP 會議，未來宜編列預算積極參與。
- p.20 於“風險告知視察工具開發與地震危害度分析標準研究”之工作項目中提及各項斷層，此項工作是否涉及提高核能電廠耐震之設計標準，宜說明之。

- p.21 於“取得 MELCOR 2.1 版及 WINMACCS 程式，並完成安裝與檢視”之達成情形項目，因引進並使用最新版本之 MELCOR 2.1 已是國際核能先進國家的趨勢，原能會(包括核研所)人員在此項目相關的工作上，除完成安裝與檢視外，似乎還有改善的空間。
- p.26 於“完成核一廠 MELCOR 全黑案例輸入檔建立，並完成與其他程式運算結果比較。”之達成情形項目，對台灣其他核電廠是否亦有類似項目，宜說明之。
- p.30 於“核電廠系統安全分析應用程式 TRACE 之模式建立與驗證：完成核二廠 TRACE 模式建立（預定 6/30 達成）”之年度預期目標（查核點）項目，對台灣其他核電廠是否亦有類似項目，宜說明之。
- p.31 於“新輻射源項分析技術發展與應用：建立運算輸入檔（預定 6/30 達成）。建立核二廠 MELCOR 輸入檔”之年度預期目標(查核點)及達成情形項目，對台灣其他核電廠是否亦有類似項目，宜說明之。
- p.32 於“新輻射源項分析技術發展與應用：比較結果並修正問題（預定 9/30 達成）-(2)確認斷然處置程序關鍵措施的執行與 MAAP5 程式分析結果一致。並執行 RCIC 失效時間與最低住水流量靈敏度分析”之年度預期目標（查核點）及達成情形項目，因斷然處置程序係確保反應爐爐心於複合式災變情況下不致過熱，亦不致有輻射源項問題，為何將此兩項議題合併探討，宜說明之。
- p.48 於“學術成就（科技基礎研究）”之項目中提及“5.新輻射源項分析技術建立與應用-完成核一廠斷然處置程序(URG)研究與分析報告”。因斷然處置程序係確保反應爐爐心於複合式災變情況下不致過熱，亦不致有輻射源項問題，為何將此兩項議題合併敘述，請說明之。
- 綜而言之，本計畫針對諸多核能電廠運轉、安全、管制及相關分析技術之引進與精進等方面，皆具實質貢獻；對社會於各項負面核能議題之說明與澄清上應具貢獻；對計畫執行單位之用心及其所獲之成果，應予以肯定。

玖、總體績效評量(高者為優)：

評等：10 9 8 7 6 5 4 3 2 1