



2 序

3 核能研究所簡介

4 各功能組研究動態與展望

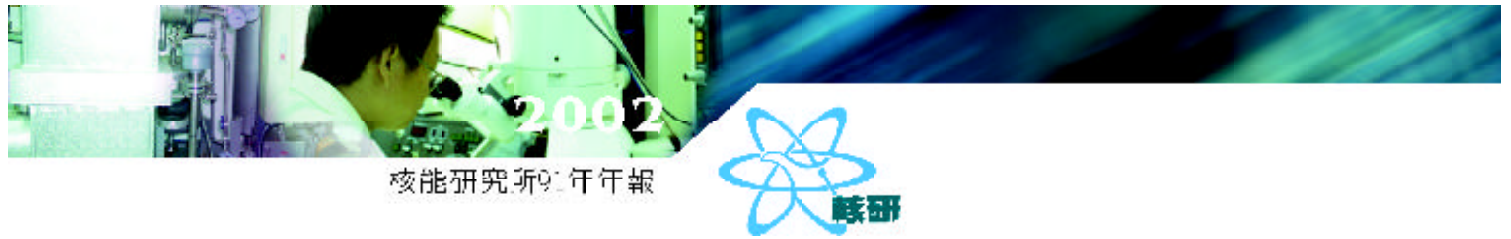
12 核能安全科技

46 環境與能源科技

62 輻射應用科技

78 專案計畫

82 附錄



序

核能研究所成立於民國五十七年，是我國從事原子能科技研發的專責機構，隸屬於行政院原子能委員會，三十多年來，本所已擁有核工、物理、化學、電機、電子、材料、化工、地質及藥理等多重學門領域的專業人才，在核能安全管制、輻射防護與偵測、醫用同位素生產、核醫藥物研製、輻射生物醫學應用、放射性廢棄物處理、環境保護與清潔製程等研發方面，建立了相關的核心設施、技術與能力。

為落實核能科技的民生應用，同時也希望將本所的研發能力更予聚焦整合，九十一年特別成立了三個科技中心及一個技術推廣中心，三中心分別為核能安全科技中心、環境與能源科技中心及輻射應用科技中心。三科技中心及技術推廣中心與現有的十一個功能組採矩陣管理運作。

核能研究所九十一年年報摘錄了九十九項研究成果，這些成果主要彙整自年度研究計畫，及本所接受原能會、經濟部、台電與其它國內外公民營機構等之委託專案研究計畫。年度的主要成果，至少包括有：(1)利用焊道檢驗與分析技術，協助原能會維護核四建廠品質，(2)利用輻射偵測與防護技術，協助原能會執行密封射源之普查及可疑建築物之輻射偵測，(3)將PWR廢料固化技術首度技轉到先進國家—日本日立公司，(4)自力研製的核醫藥物已服務全國病患逾15萬人次/年。

做為一個原子能科技研發之專責機構，核研所的任務應是建立先進研發能力，並將技術成果廣泛的應用到本土產業，以造福社會、國家及民生。未來本所將繼續追求卓越，將技術能力提升到世界級國家實驗室之水準。



核能研究所所長

楊昭義

核能研究所簡介

核能研究所(以下簡稱本所)座落於桃園縣龍潭鄉，鄰近石門水庫，佔地約一百二十英畝。本所正式成立於民國五十七年七月，民國七十七年十月一日歸建原子能委員會，目前組織編制在所長、副所長下設十一個功能組、二個委員會(核能安全委員會及諮議委員會)以及四個業務支援單位。九十一年本所為廣泛地拓展民生應用，同時也能聚焦整合相關研究計畫特成立了核能安全、環境與能源、輻射應用等三個科技研究中心以及一個技術推廣中心。四中心與十一個功能組均採矩陣式管理運作。

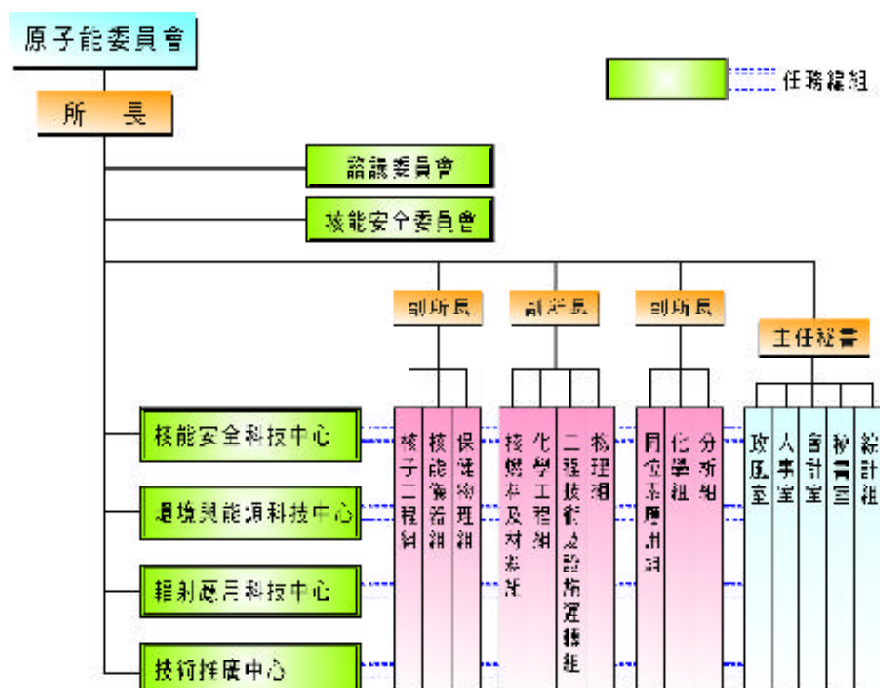
本所編制人員九十一年度約有一千餘人，其中研究人員佔45%、技術員佔45%、行政人員10%，研究人員中具博士、碩士學位的佔四分之三，研究經費的分配依三科技中心來看，核能安全佔20%、環境與能源佔50%、輻

射應用佔30%。

核能安全科技中心以從事輻射偵測與防護、核能安全與管制技術為研發重點；環境與能源科技中心則以環境保育技術、核設施除役與放射性廢棄物管理技術等為重點；輻射應用科技中心則以同位素與輻射科技在生物醫學應用為重點；技術推廣中心則以拓展科技研究成果之應用為目標。

本所過去在核能安全及輻射防護等的貢獻應已為國人所熟知，近年來，本所則積極拓展原子能科技之民生應用，無論在電漿、加速器之清潔製程應用，以及核醫藥物之診斷與治療應用等，國內媒體均有報導；未來則將配合知識經濟時代的潮流，冀使原子能科技能建立本國特色外，其研究應用也能更進一步提升國內產業之競爭力。

核能研究所組織架構圖



各功能組研究動態與展望

- 技術推廣中心
- 核子工程組
- 同位素應用組
- 核子燃料及材料組
- 物理組
- 化學組
- 核能儀器組
- 化學工程組
- 工程技術及設施運轉組
- 保健物理組
- 分析組



技術推廣中心

技術推廣中心(以下簡稱本中心)係於91年7月1日奉准成立，主要任務為：(一)蒐集產業資訊並進行市場調查，以研擬本所優良研發成果推廣應用策略，(二)整合各功能組所外委託計畫之協商洽談及技轉相關業務，(三)辦理所外委託合作之技術服務及本所之技術移轉業務，包括公、民營機構專業研究委託計畫之洽談、審查、發文、議價、簽約、結案等，及技術移轉與合作開發案之管理，(四)培訓市場行銷人才，(五)執行其他技術推廣相關業務。根據本中心的任務，擬定「建立企業化市場行銷能力」及「提供全方位技術推廣服務」兩大中心願景，並規劃具體工作目標如下：(一)提升本所技轉技服收入(每年成長10%)，(二)提升本所技轉技服成本效益，(三)提升技轉技服顧客之收益，(四)提升本所技術推廣能力。而為求順利達成上述工作目標，本中心特研擬

下列策略以供同仁參照執行相關工作：(一)對內放下身段，提昇服務品質，爭取同仁支持，(二)對外以客為尊，拓展應用市場，追求本所名利，(三)健全研發成果管理與評鑑制度，促進成果收益回饋運用，(四)研析國內外技轉技服法規制度，規劃最佳市場行銷方案。

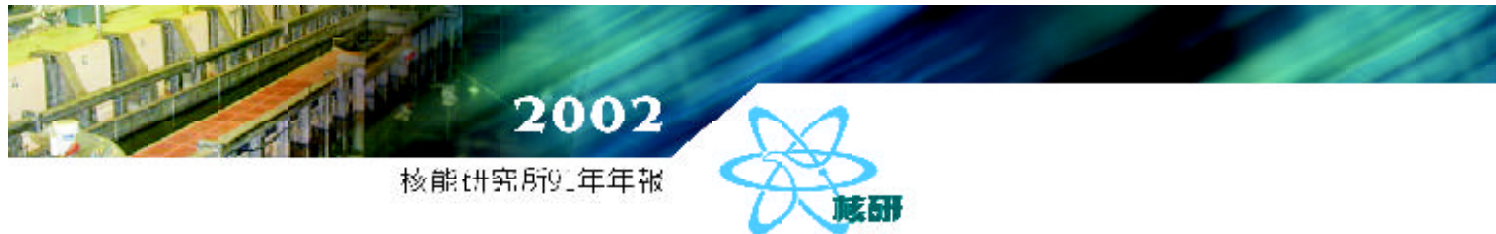
經統計過去半年本中心的重要工作成果包括：(1)協助完成議價16件，簽約27件，簽約金達新台幣1億8千萬元，(2)完成制(修)訂各項技轉技服作業要點計5項，研發成本計價收費審定計6件及涉外契約之研議計26件，(3)完成6件國際合作及技轉案協議書之簽訂，包括本所固化減容技術專利授權日本日立公司，(4)舉辦研發成果展示會及智慧財產權專題演講共3場，(5)通過經濟部科技專案智慧財產管理制度評鑑等。

核子工程組

核工組主要任務為從事核子反應器及相關科技之研究工作，並致力於提昇國內核能電廠之運轉安全與績效。本組共有七個工作分組：爐心營運分組、熱流分析分組、熱流實驗分組、安全評估分組、事故分析分組、資訊分組以及電廠工作室。研究領域包括：核反應器物理分析與應用、核能電廠熱流分析與實驗、核能電廠可靠度與安全度評估與應用、嚴重事故分析、核能電廠系統模擬與控制、核能電廠營運相關軟體系統之開發與應用等。

核工組於九十一年度共參與了四個中央計畫、二十九個委託計畫以及九個國際合作計畫。這些計畫總經費超過一億一千萬新台幣。另外發表了十篇論文於學術期刊上、十七篇論

文於學術會議上，並完成了四十五份所內報告以及三十六篇委託計畫報告。在上述的各項研究領域均獲得豐碩的成果。展望未來，本組工作重點包含有：(一) 遵循ISO 9001制度與精神，確實控管人力、經費、及計畫作業，並落實技術傳承，(二) 建立認證級爐心營運相關中子物理分析能力，及成熟之核設施臨界安全計算與爐心設計技術，(三) 建立完整之認證級安全分析技術，及跨越核能領域之熱流相關分析技術，(四) 協助核能電廠提昇運轉與維護安全，精進肇因分析、組件壽限評估、及維修策略研議等技術能力，(五) 開發各種合適軟體工具，協助核能電廠提昇工作效率，減少人為失誤的機會，(六) 建立核能電廠早期大量外釋頻



率分析能力及風險告知應用技術，(七) 推廣風險評估技術於非核能工業領域，(八) 協助核能電廠建立嚴重核子事故之處理指引，並精進

緊急計畫劇本之編撰能力，(九) 配合市場需求，建立本土化之模擬器相關維護與更新技術。

同位素應用組

同位素應用組本年度之重要成果包括有：(一) 醫用同位素與核醫藥物產品：繼續例行生產供應腫瘤造影劑 DMS kit、腦造影劑 HMPAO kit、骨骼造影劑 MDP kit、腎功能造影劑 MAG3、心臟造影劑 Tl-201、淋巴癌造影劑 Ga-67、碳-13 驗菌劑、氟-18 去氧葡萄糖等核醫藥物，提供國內各大醫院臨床應用；配合第二階段 cGMP 進度，完成腫瘤造影劑 DMS kit、腦造影劑 HMPAO kit、骨骼造影劑 MDP kit、腎功能造影劑 MAG3、心臟造影劑 Tl-201、淋巴癌造影劑 Ga-67、氟-18 去氧葡萄糖等核醫藥物之製程確效、分析確效及全廠之支援系統確效工作，並主動向衛生署提出查核申請；鈷-60 輻射照射廠對外照射服務，包括醫學、農業、工業及研究；另外，九十一年亦通

過 ISO-9001：2002 國際品質認證；按 GLP 品保體系，建立放射藥理實驗室第一期建設。(二) 研發成果：核醫藥物臨床前設施之建立及技術有效整合、貝他同位素研製並應用於血管再狹症之療效評估、內分泌系統特異性腫瘤造影劑 (In-111-DTPA-Octreotide) 研製、執行腦中樞神經多巴胺轉運體造影劑 (Tc-99m-TRODAT-1) 多中心臨床試驗及體抑素 peptide 化合物 (Octreotide) 製程技術，本技術並獲得美國與紐西蘭專利。

未來同位素應用組將依專業分工與計畫整合，加強製藥品質與技術精進，並完成 cGMP 第三階段確效要求，以能真正落實原子能民生應用，造福全民福祉。

核子燃料及材料組

核子燃料及材料組主要從事核燃料、核材料及非破壞檢測三方面之研究，同時也支援原子能委員會在上述三種領域的核安審查與管制工作。此外，亦與台電公司合作進行多項研究計畫，使研究成果能落實在核電廠的實際應用，支援國內一般產業以及民生工業。

在燃料方面持續開發用過燃料檢測評估技術，其中氧化膜量測系統已成功應用於核三廠新型燃料監測檢驗與評估。同時執行核二廠兩束異常燃料受損肇因之檢驗分析，具體提昇核燃料運轉的可靠度與安全性。國際合作方

面，繼續執行 NFIR-IV 研究子計畫「鋳合金析出物方位重排及其對機械特性之影響」，參與護套韌性之驗證計畫，提昇本所之國際研究地位。配合核二廠壓力槽監測計畫，考量未來該廠測試樣品之充足性，台電公司亦委託本所執行照射過樣品及測試罐檢驗後之重組，與回填至反應器壓力槽之工作。驗證國內自行研發技術與物件回填反應爐之能力，強化了國內對核電廠檢驗與維修之自主能量。在非破壞檢測方面，已成功地將透地雷達及敲擊回波技術應用於機場跑道滑道之檢測；亦完成電廠監查

作業人員培訓、監查作業程序書及品質手冊，並向原能會申請，獲審查通過成為國內第一家「核能電廠建造期間之授權監查機構」。並已開始執行核四廠之監查工作。

奠基於核燃料、核材料及非破壞檢驗之關鍵技術，本組今年更積極擴展在環保及奈米

科技領域的應用研究，未來之研究重點將包括：(一) 核燃料及控制棒安全研究與應用 (二) 重要核能組件之完整性研究 (三) 非破壞檢測及監查技術開發與應用 (四) 放射性廢料處置及安全分析技術之研發與應用 (五) 燃料電池與碳奈米管之研究發展。

物理組

在電漿熔融方面，成立了專案計畫，結合本所專業人力專注於熔爐之運轉與其技術推廣。低溫電漿廢氣處理正往VOC方向發展，去年完成之氟碳化合物處理設備已成功授權廠商推廣至半導體廠。高溫電漿在廢氫氣處理與氯化亞鐵轉化上亦非常有效，商業化應用可能性高。而參與本所奈米相關工作之先期研究，如電漿噴塗與奈米粉材製作為電漿處理開啟另一扇應用的大門。在核成像方面，高解析度技術之關鍵如X光源、CCD像機、大視野偵檢器等次第完成，朝向雙功能剖層邁進。已建立之技術正用於國內第一台micro PET系統之建立與對外服務以及第二代旋轉式研究用PET研發之對外技術合作

案。新建立之質子佈植實驗室已展開對外照射服務。電漿表面改質方面，注重傳統產業如電鍍業、塑膠噴塗業、機械加工業等之產業升級，對外提供多項服務，預期將有多項技術合作案成立，來推動取代鎢、鉻等，性能更高，取代噴漆等，成本降低之綠色環保清潔生產。另外微鑽頭之鍍膜極具挑戰性，均勻大氣電漿源之發展極具革命性，將允許連續大量之生產，降低成本，如功能性紡織物之處理等，亦允許其他新奇課題：如電漿推進、電漿隱形等之創新研究。

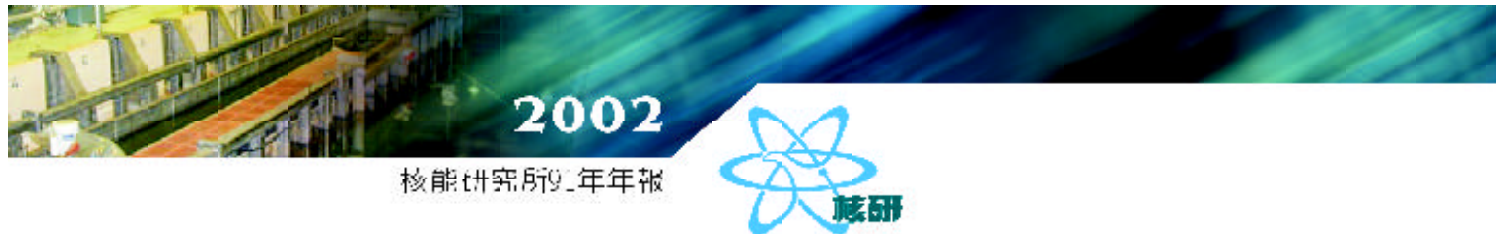
未來物理組將朝向已顯現成果之方向，集中力量，掌握契機，以因應快速變動之環境。

化學組

化學組依其職掌與任務，配合原能會政策方針及核研所研發方向擬定研發計畫，從具備之專長性質可區分為核能設施水化學、環境化學、合成化學、放射化學與接受台電公司委託，提供技術支援服務之化學相關研究等。

核能設施水化學之研究方面，積極參與國內核電廠核能技術發展之相關工作，著重於水質改進、輻射場控制、防止材質腐蝕等之研究與偵測技術之發展並將是項技術提供原能會

作為運轉維護之管制依據與標準。合成化學研究則以設計發展核醫藥劑及核磁共振造影對比劑用之有機配位子，探討其構造與藥劑藥效之相關性並期能推廣應用為目標。放射化學研究主要針對迴旋加速器製備放射性同位素及核種發生器，並製備密封射源提供應用研究，研製正子造影劑合成盒自動控制系統，拓展同位素在核醫應用之領域。另外，在環境保育方面則積極建立除役廢棄物減量技術，為國內環境保



護貢獻心力。

化學組將加強所內外專業分工與計畫整合，充分發揮已建立之核心技術，持續以各項

化學專長參與游離輻射、核能安全及環境保育等相關研究，積極提升個人生產力與顯現研發成果。

核能儀器組

營造互相激勵成長之學習型工作環境，五年內建立關懷社會且具市場競爭力之儀控研發創新團隊”是核儀組的願景，除了“提昇績效”，同時重視“強化體質”，希望(一)立足核儀，放眼儀控相關產業；(二)來自業界委託計畫經費逐年成長，並擴大與業界之聯繫。九十一年度核儀組下設一個作業管制室和四個技術分組，分別為：(一)偵檢器分組，(二)量測檢證分組，(三)儀控發展分組及(四)系統發展分組，用於推展下列關鍵技術：(一)核能零組件檢證與驗證技術，(二)半導體製程與感測元件技術，(三)輻射防護組件與系統技術，(四)核電廠數位儀控與軟體硬體整合技術。九十一年度共投入八十四人年，計畫之年度執行經費約八千萬(不含人事費)。顯著績效如下：

(一)各式各樣數位輻射偵測硬體軟體推廣應用訂單較以往大幅增加，(二)本組建立之數位儀控系統整合技術，已廣泛應用於原能會、本

所、龍門電廠數位儀控系統建置及核一、二、三廠儀控昇級改善工作之執行，(三)協助台電核一、二、三、四廠安全相關儀控系統之建置，提送多項電磁相容規範與作業準則制定建議書，(四)完成核能零組件環境驗證技術建立，以備向原能會申請擴充檢證服務認可範圍。(五)配合本所規劃轉型，積極進行高效率太陽電池研製、質子佈植技術運用，並參與SOC技術開發等前瞻性研究，斐然有成。(六)與往年比較，來自中央預算之經費縮減，而外界委託經費增加，與願景相符。

在強化體質方面，本組將不斷改進ISO-9001，持續推動E化，在E化創新中簡化流程，並提昇工作的品質與價值。未來本組亦將結合知識管理，以定期專業小組討論及不定期邀請專家指導之方式進行專業訓練，期能建立學習型組織；並將繼續努力提昇領導與管理品質，使組織更健全，以備組織再造之嚴峻挑戰。

化學工程組

化學工程組隸屬環境保育科技中心，該中心的研發領域為環境保育技術與核設施除役及放射性廢棄物管理技術。化工組在這兩項技術研究上，將秉持既有之專業技術能力扮演重要角色。配合本所轉型組織再造，原有之電漿技術分組及固化技術分組均分別另成立專案計畫運作。核研所職掌中之放射性待處理物料處理技術之研究發展、核能相關環境科學與技術

之研究發展與化工組之工作相關，依此將人力編成八個技術分組：減廢技術分組、除污技術分組、廢棄物處理分組、電漿技術分組、固化技術分組、處置技術分組、鈾物料管理分組及維修工安分組。其中電漿及固化在同仁努力下已累積相當之技術經驗；電漿技術在環保之應用、清潔製程及污染防治技術之發展與應用、環境復育、核設施除役與放射性廢棄物減量/

減容技術之發展及應用、放射性廢棄物貯存與最終處置技術之發展及應用等研發重點都是化工組當前的研發重點與未來精進的目標。

化工組今後的研究發展方向，將配合我國原子能科技發展計畫與本所轉型改造成立環境保育科技中心所規劃之次領域，環境保育技術及核設施除役與放射性廢棄物管理技術相關之研發重點進行研發工作。化工組來年即將投入之主要研究計畫包括：(一) 放射性廢棄物處理場應用運轉與維護，(二) 核物料 UF_6/UO_x 之貯存設施安全改善與管理及處理，(三) 利用滲透蒸發技術處理產業含低濃度有機溶劑廢水之程序開發研究，(四) 電漿重組產氫氣及潔淨動力系統雛型之建立，(五) 固態氧化物燃料電池之研究發展，(六) 除役廢棄物減量技術研究及除

污設施建立，(七) 較高活度低放射性廢棄物處理與貯存技術發展及設施建立，(八) 用過核燃料最終處置概念及系統功能評估審查技術之建立，(九) 我國用過核燃料長程處置潛在母岩特性調查與評估階段—發展初步功能/安全評估技術，(十) 頻譜分析研究地下水含水層水力擴散係數，(十一) 金門地區九十一年度地下水觀測計畫。

未來，除了以上所提的計畫外，前瞻性的基本研究，光觸媒環保上的應用，工業有機廢水處理技術的開發等均將積極投入，對放射性廢棄物處理技術提昇，化工組將投入專業知識及技術能力，以確保我國放射性廢棄物營運之安全。

工程技術及設施運轉組

工程技術及設施運轉組主要任務為從事核能相關之工程技術研究發展、核能組件設計製作、及全所工程履約管理與核能設施運轉維護等工作。本年度執行中央計畫，本組主導項目包括除役及組件拆除安全評估與模擬技術研發、反應爐內部組件檢測與管路安全評估研究、TRR 用過燃料池處理之研究(第一期)、TRR II 專案計畫之拆除工程、執行工程支援與機械加工運轉維護、營繕及水電設施維修工程、ZPRI 及 012 館 WSB 核設施改善工程等計畫；參與中央計畫項目包括核子醫療技術設備發展與應用、應用液體貝他射源於血管再狹症治療之劑量評估技術開發、較高活度低放射性廢料處理與貯存技術發展及設施建立、壓力槽鋼材環境效應疲勞劣化行為分析研究、電漿火炬及熔融程序之技術精進與應用、低溫電漿廢氣處理技術發展等計畫；而接受委託計畫方面，則有農田水利工程結構物電腦繪圖參數化

之應用、用過核燃料中期貯存設施之結構安全獨立驗算模式、用過核燃料中期貯存設施之結構安全獨立驗算模式、核三廠冷凝器管束流沖振動與支撐評估、核能三廠蒸汽產生器管束功能完整性精進等；另亦接受外界單位之委託工作，如台電核能三廠、中央氣象局地震中心、中華電信研究所等之設備耐震分析及驗證工作。

未來工程組工作重點包括建立核設施除役技術，統籌 TRR 除役相關工作。發展系統工程及機械工程相關技術，並以長期累積之工程經驗及能力，提供工程服務於設施運轉維護，工程設計、機械加工、機構分析、功能驗證等整合服務。

保健物理組

保健物理組的任務除了負責本所及支援原能會之輻射安全業務外，也提供所內外與輻射防護相關之技術服務，包括人員劑量佩章、輻射偵測儀器校正、環境樣品計測分析、全身計測、空氣濾器檢測、染色體變異分析等。而在研究方面，本年度的研發成果為：在建立輻射防護評估與偵測技術方面，主要建立的關鍵技術包括體外中子輻射照射之防護量評估技術、 ^{188}Re 貝他射源在血管中之劑量量測與評估技術、FISH 生物劑量計技術、指環劑量計認證能力試驗技術，以及研究輻射防護法及其相關子法，並完成本所之輻射防護計畫。在建立國家游離輻射標準方面，主要建立之關鍵技術包括亞太地區中能量 X 射線之關鍵比對、

第五次人員劑量計的能力試驗、國內 19 家醫用加速器水吸收劑量的量測比對、核子醫用藥物 ^{201}Tl 放射源原級標準之量測技術、建立 ^{137}Cs 空氣克馬率的校正標準，以及參加亞太計量組織放射活度比對之 ^{58}Co 核種，其量測結果已被國際度量衡局接受，且正式放入該局之關鍵比對資料庫中。

展望未來將配合游離輻射防護法，提供輻射防護及放射診療方面所需之量測技術與品質保證標準，以確保國內之輻射安全，同時在國家量測標準發展上，積極尋求國際合作，研擬更具創新性的研發工作，以發揮其更大之績效。

分析組

分析組之主要任務為結合基於多年建立之核心分析技術能力及現有儀器設備，執行放射性物質分析、活化分析、超微量元素分析、樣品前處理及分析、粉體樣品特性鑑定、委託分析與檢驗之例行服務及其他有關分析研究與技術應用發展之工作；本組為從事相關工作，按專業技術職掌區分為五個專業小組及相關實驗室設施，針對職掌工作目標，本組已朝向分析方法開發、分析技術落實及分析系統認證三方面積極推展工作；具體工作事項包括年度計畫工作、所內外委託分析工作、原能會交辦事項、支援台電相關工作及核能分析技術在民生應用推廣之範疇。

九十一年度年報摘列了十四項主要工作，包括年度執行中央預算研發計畫共九項，分別屬於設施運轉維護與安全改善、同位素與

輻射在生物醫學應用、核設施除役與放射性廢棄物管理技術、輻射安全應用與防護等相關研究發展之次領域，以及本組接受原子能委員會、台灣電力公司及國內公民營研發機構等各界委託分析工作，其中主辦計畫有七項及所內協辦計畫有一項；總計全年度執行計畫共有十七項，計畫總經費較去年增加 34.7%，並由於過去同仁之努力耕耘，使得本年度所外委託計畫案呈現大幅成長。

展望未來，本組除加強拓展所外各單位委託計畫，積極爭取與所內各功能組計畫合作，期望再拓展新的研發領域，並顯現計畫工作之研發成果。

研究領域



核能安全科技

環境與能源科技

輻射應用科技

專案計畫

核能安全科技

- 冷卻水流失事故認證分析技術研究與發展
- 核三廠飼水加熱器熱交換管破裂與殼側管壁薄化研究
- 核能三廠蒸汽產生器管束功能完整性精進
- 核三廠降載模擬分析及燃料使用彈性之研究
- 91、92 年度爐心營運程式系統維護與運用
- 核三廠 ZIRLO 燃料氧化膜厚度測量
- 幾何不對稱之核燃料上繫板應力分析
- 核電廠組件之耐震安全評估
- 大亞灣核電站安全度評估審查
- 進步型沸水式反應器暫態分析平行驗證計畫
- RELAP5-3D 模擬 IIST 冷管小破口冷卻水流失事故採取自發式安全注水之實驗
- LAP5-3DK/INER 對 IIST 2% 冷管小破口冷卻水流失事故實驗之整體效應評估
- IIST 自發式安全注水系統救援蒸汽產生器破管實驗
- 核三廠冷凝器管束流沖振動與支撐評估
- 核能儀控軟體安全分析技術建立及應用
- 核能儀控軟體審照技術建立及應用
- 核設施儀控系統安全性能提昇技術之研究
- 核電廠儀控系統整合設計技術研究
- 核二廠模擬器操控盤面電腦化研究
- 核三廠模擬器飼水控制系統數位化更新研究
- 高強度低合金鋼 A572 Gr65 之焊接裂縫檢驗
- 蒸汽產生器管裂縫深度評估技術改進
- 溫度對 304 不銹鋼疲勞裂紋成長速率的影響
- 爐心側板焊道檢測
- 壓水式反應器替代胺添加劑最適化探討
- 核能電廠飼水系統文氏管表面結垢研究
- 加氫水化學 ECP 偵測環路之建立

- TT Inconel 600 管件在蒸汽產生器模擬隙縫水質下的應力腐蝕裂縫成長率之量測
- 市售電纜電性劣化測試及評估
- 寬頻地震觀測站之設置與應用
- 協力執行游離輻射領域中低強度核種分析
- 建立 ^{201}Tl 放射源活度的原級標準量測技術
- 體外中子照射防護量評估
- Harshaw 人員劑量計之角度依持及光子入射角度之判斷方法
- 執行第五次人員劑量計能力試驗
- 應用液體貝他射源於血管再狹症治療之劑量評估技術開發
- EARM-LD/ERM-BGS 環境區域輻射監測儀
- 輻射偵測中心環境加馬輻射自動監測更新系統
- 建立污染偵檢器及指環劑量計之認證校正技術
- 應用個人數位助理在環境輻射偵測之研究
- 放射化學分析實驗室量測品保計畫
- 螢光原位雜交技術(FISH)觀察易位染色體評估生物劑量之研究
- 嚴重事故處理指引審查導則
- 核一、二、三廠早期輻射大量外釋頻率 (LERF) 分析能力建立
- 我國自來水淨化產生污泥之天然放射性物質含量調查
- 核一廠二號及核二廠三號廢料庫 CICS 工程建置
- 中正機場跑 / 滑道舖面基礎狀況透地雷達檢測
- 合成尿樣銻、鉍、鈾、鋇同位素連續分析法之研究



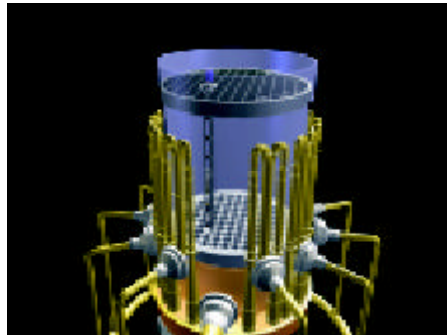
2002

核能研究91年年報



核能安全科技

核能安全科技研究，旨在提供一流之核安與輻安服務、應用發展、以及國家政策支援技術，建立核電安全管制與營運所需核心技術及設施，以確保安全，並建構全國輻安家園環境與所需技術，以提昇生活品質，相關之研究重點包括：



一、核設施安全評估與審查、稽查技術之發展與應用

1. 爐心燃料營運與安全分析技術
2. 安全度評估技術
3. 核電廠數位儀控技術

二、核設施運轉安全與檢測技術之發展與應用

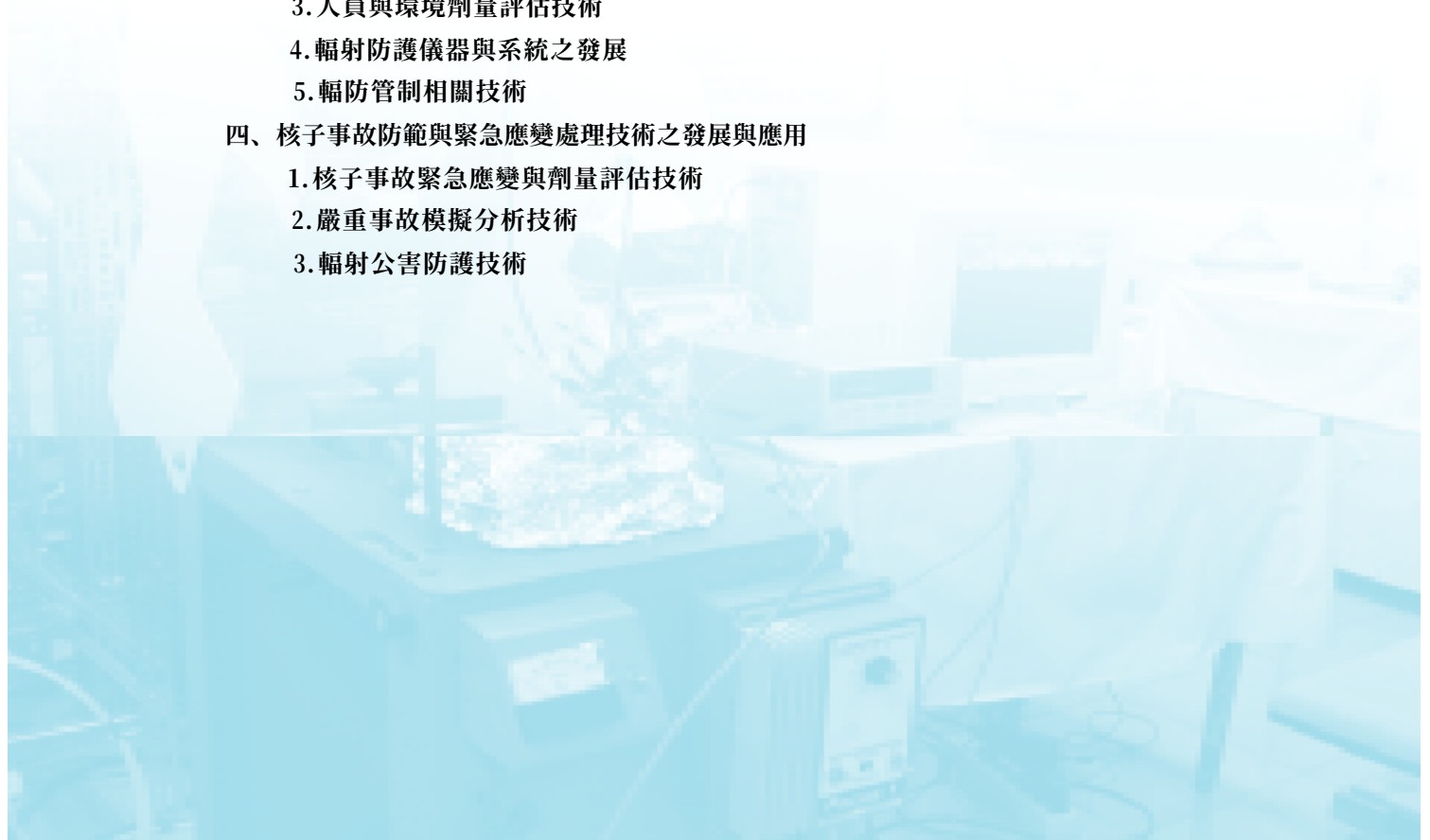
1. 核電廠運轉維護之技術支援
(模擬器維護更新、燃料檢驗、營運安全支援分析)
2. 核設施組件老化管理技術
(材料、破壞與非破壞檢測、水化學、結構安全、安全度評估)
3. 核能零組件檢證與驗證

三、輻射防護與劑量評估偵測技術之發展與應用

1. 輻射安全防護技術之服務應用
2. 國家游離輻射標準之建置
3. 人員與環境劑量評估技術
4. 輻射防護儀器與系統之發展
5. 輻防管制相關技術

四、核子事故防範與緊急應變處理技術之發展與應用

1. 核子事故緊急應變與劑量評估技術
2. 嚴重事故模擬分析技術
3. 輻射公害防護技術



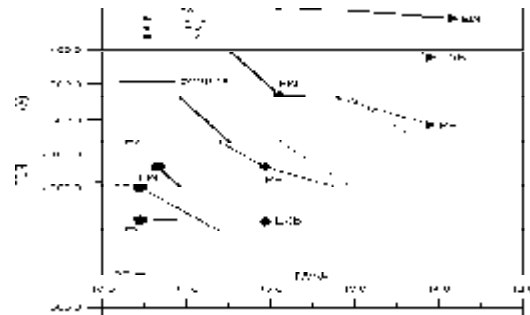
冷卻水流失事故認證分析技術研究與發展

本計畫執行之目的，是為填補國內壓水式電廠 LOCA 認證分析技術的缺失，同時亦配合國內電廠老化及功率昇級等相關需求，研發完成符合法規要求之壓水式電廠冷卻水流失事故認證分析技術；同時與使用單位台電公司合作，增加沸水式電廠事故分析技術發展，共同建立國內三座核能電廠之失水事故保守分析模式，進行實用性之分析，以期進一步提高電廠營運績效及確保核能安全品質。

測試名稱	系統配置	分析工具	斷裂位置	斷裂類型	測試結果
LOFT	LOFT	LSU/ODN	200%	Cold Leg	NOFT/Pass
LOFT	LOFT	LSU/ODN	200%	Cold Leg	ROP/Pass
LOFT	LOFT	LSU/ODN	100%	Cold Leg	LOFT/Pass
LOFT	LOFT	LSU/ODN	20%	Cold Leg	NOFT/Pass
LOFT-1	LOFT-1	LSU/ODN	5%	Cold Leg	NOFT/Pass
LOFT-2	LOFT-2	LSU/ODN	200%	Cold Leg	NOFT/Pass
Test 1	Test 1	LSU/ODN	20%	Cold Leg	NOFT/Pass
LOFT-3	LOFT-3	LSU/ODN	200%	Cold Leg	NOFT/Pass

■保守分析模式整體效應校驗比較之測試名稱

從分析結果發現：使用整合後程式的分析結果與測試數據比較，顯示合理的保守性，說明程式整體保守度符合事故分析工具之法規要求。在與國際間使用最佳估算加不準度的分析方法比較中，顯示本技術發展工具所呈現的保守度，其幅度合理地涵蓋最佳估算加不準度，呈現分析技術發展的成功。

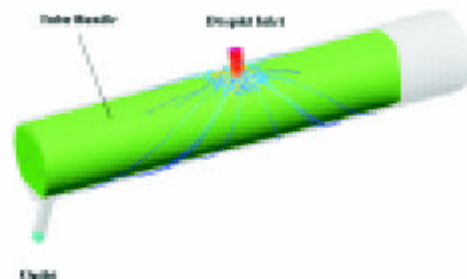


■不同測試保守分析技術所得護套表面尖峰溫度與測試及最佳估算結果之比較

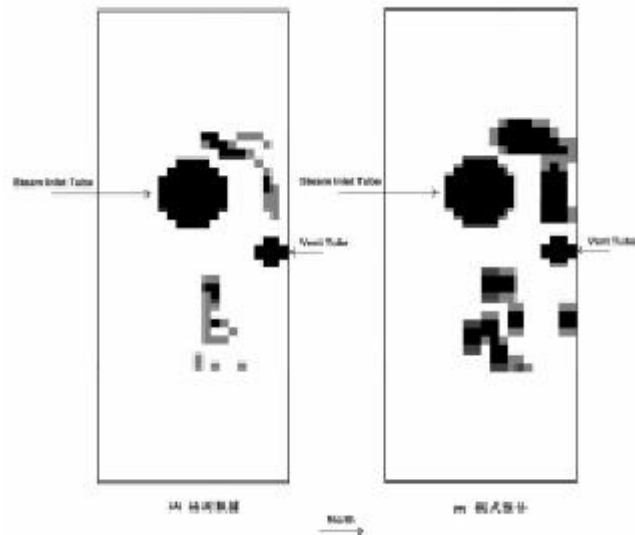
核三廠飼水加熱器熱交換管破裂與殼側管壁薄化研究

本計畫擬以計算流體力學 (Computational Fluid Dynamics, CFD) 程式 CFX 4 為工具，開發模擬飼水加熱器內雙相、紊流及熱傳流場之計算模式，以期能瞭解飼水加熱器內局部熱水流現象，包括雙相流場分布、液滴流內液滴碰撞分布、壓力分布、溫度場分布及水位分布等特性。藉著飼水加熱器內部熱水流現象的瞭解，提出飼水加熱器交換管破管之可能原因以及管壁薄化之可能範圍。此外，本計畫亦會平行驗證飼水加熱器製造廠家提出熱交換管劣化現象改善建議之有效性，並協助核三廠建構一套飼水加熱器壁厚檢測計畫，以事先防範殼側破裂事件於未然。已完成核三廠飼水加熱器壁

厚檢測計畫之建構、液滴型蒸汽撞擊入口衝擊板後彈跳行為之模擬以及飼水加熱器殼壁薄化可能範圍預估模式之建立與校驗。



■液滴型蒸汽撞擊入口衝擊板後彈跳之行為特性

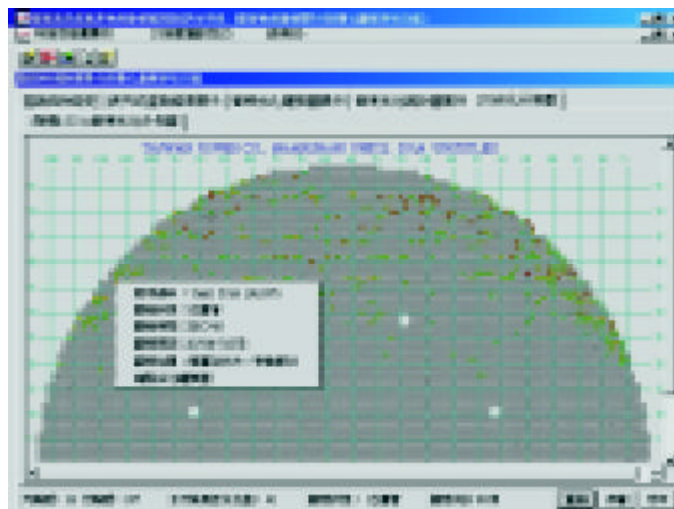


■鍋水加熱器殼壁薄化可能範圍預估模式之建立與校驗

核能三廠蒸汽產生器管束功能完整性精進

本計畫是“核三廠蒸汽產生器管束完整性安全評估”的後續計畫，經由前期三年計畫的研發結果，已建立對核三廠SG自有熱水流特性、管束劣化機制、塞管趨勢與其安全餘裕等基本之認識。本計畫擬在此了解的基礎上，延續並更深入地研究核三廠SG管束相關問題，以精進其功能的完整性。今年度本計畫

已完成SG塞管趨勢之初步評估、SG管束局部磨損之三維破壞分析、建立並程式化濃度擴散與遷移模式之建立、管束破口範圍評估模式以及主/從式網路版SG管束壁厚與淤泥高度檢測數據資料庫管理與處理系統之建立等。



■SG管束壁厚與淤泥高度檢測數據資料庫管理與處理系統

核三廠降載模擬分析及燃料使用彈性之研究

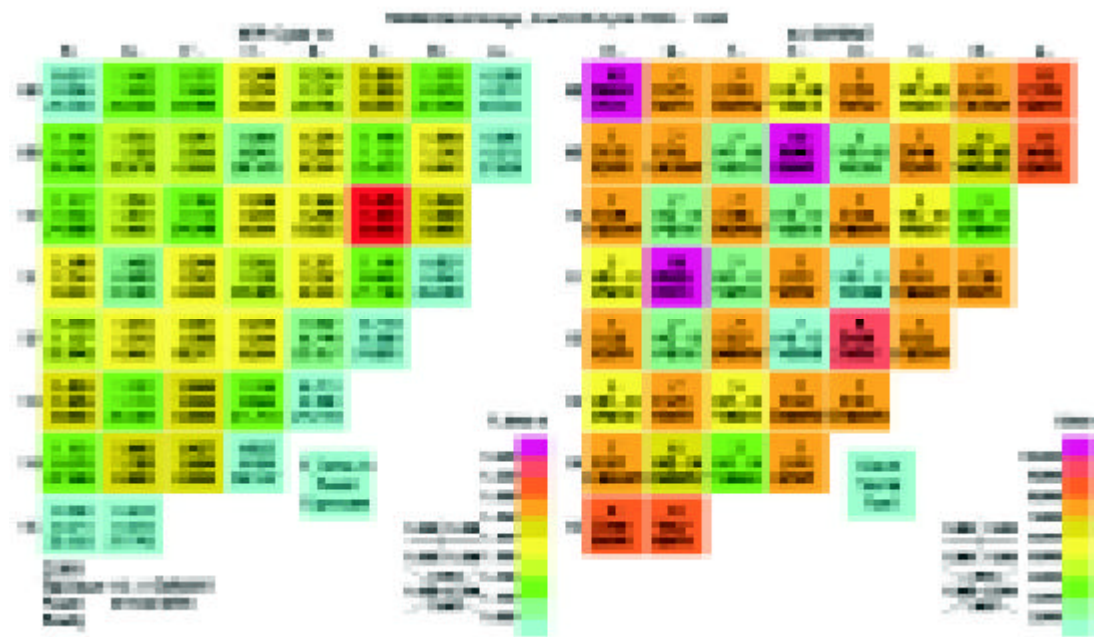
本計畫目標在協助台電核三廠解決現有運轉上所遭遇之困難及總處在燃料使用彈性上之研究，已達成之具體績效如下：(1) 研擬可能之降載 AFD 控制策略，改善核三廠降載後無法立即升載之困擾。(2) 根據核三廠 Vantage+ 燃料之使用彈性研究之結果，針對必須增購之備用燃料及毒物棒之型態及其數量提出具體建

議。(3) 開發應用於核三廠啟爐程序之支援軟體，有效簡化相關程序之複雜性，使啟爐程序更加便利，以因應核三廠 18-month 週期設計 MTC 餘裕較小之爐心特性。(4) 完成核三廠停機後啟爐臨界棒位預測研究，改善核三廠停機後啟爐臨界棒位預測之方法。

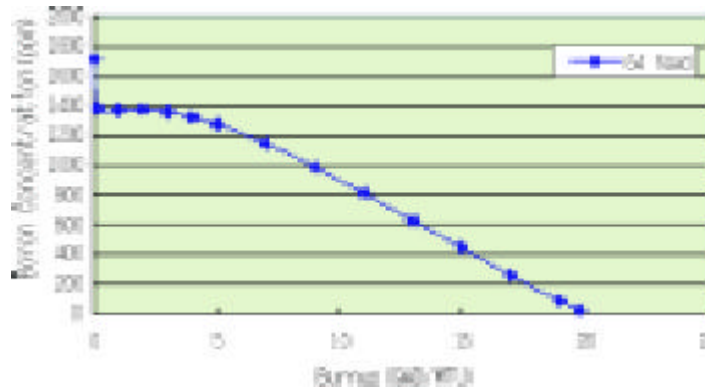
91、92 年度爐心營運程式系統維護與運用

本計畫目標是建立我國完整的獨立自主之爐心營運及安全分析技術。本年度達成下列績效：(1) 維護更新爐心營運系統電腦軟體程式集及相關之自行開發程式系統。(2) 維護並安裝安全計算相關熱限值關係式程式以及數據資料庫。(3) 完成與燃料廠家之間燃料束

設計的驗證計算。(4) 建立核一、二、三廠新型燃料爐心物理分析模式。(5) 在緊急事件發生時，即時提供電廠營運所需支援。(6) 提供台電公司對於電廠爐心追隨驗證計算和審查廠家新的週期設計所需之協助。(7) 核三廠爐心燃料佈局平行設計及驗證。



爐心燃料佈局搜尋系統



■使用64根新燃料佈局之硼濃度下降曲線

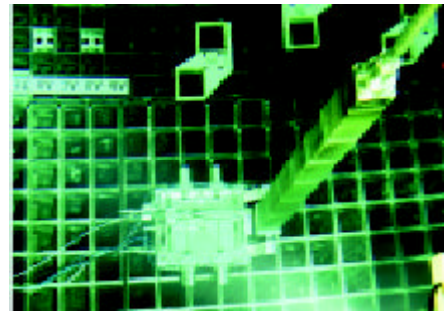
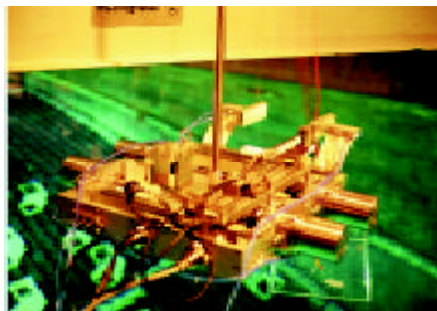
核三廠 ZIRLO 燃料氧化膜厚度測量

隨著核燃料燃耗度的提昇，傳統之鉛-4 合金護套之氧化層厚度往往超過 100 μm ，幾乎已達其設計極限。燃料廠商推出新護套材料，其中以西屋公司的 ZIRLO、法馬通公司的 M5 及前 ABB 公司與西門子公司開發之 DUPLEX 最為市場所接受。

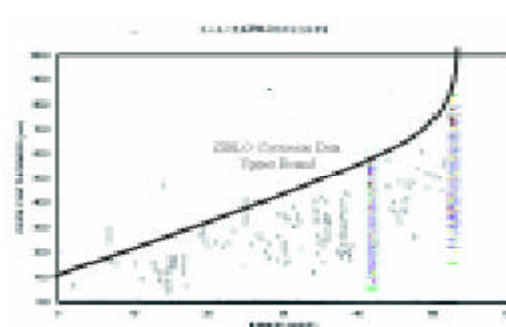
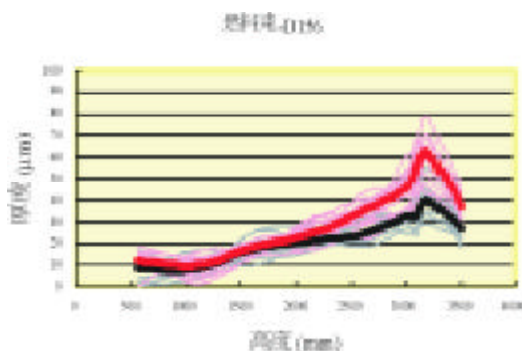
本項工作係利用核能研究所自行設計製

作之 INEROD 系統(INTERior Rod Oxide thickness Detection system)進行檢測，檢測系統包括：檢測平台、檢測探頭、MIZ-40 渦電流檢測儀具及控制電腦及檢測分析系統。

測量結果顯示：ZIRLO 護套較鉛-4 合金抗腐蝕能力大幅提升，燃料腐蝕速率大幅下降，更符合核能運轉安全。



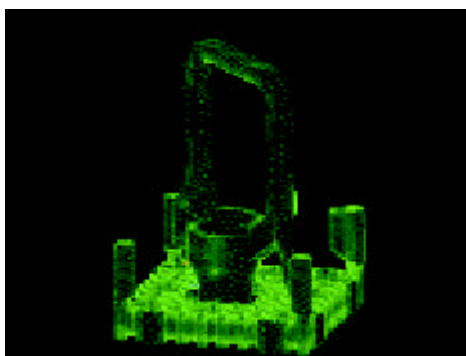
■燃料氧化膜厚度量測系統



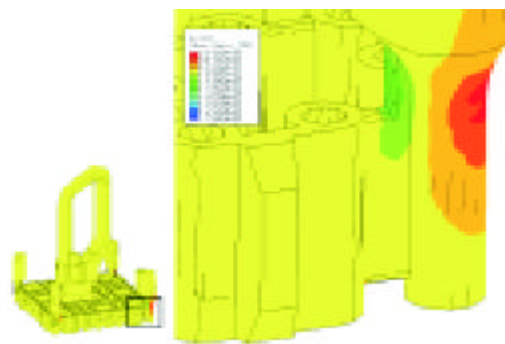
■核三廠 ZIRLO 燃料氧化膜量測結果

幾何不對稱之核燃料上繫板應力分析

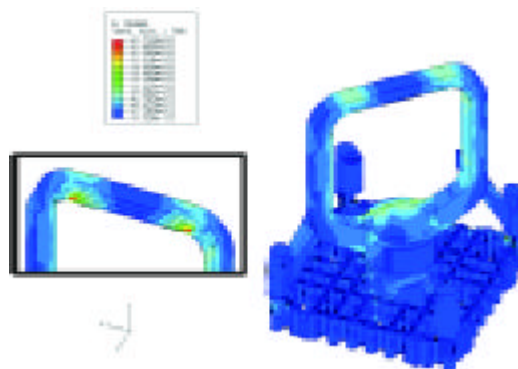
本所以 I-DEAS 與 ABAQUS 有限元素套裝軟體，建立核燃料上繫板的三維應力分析模式；分析燃料在吊裝時之上繫板應力狀態與操作時造成上繫板螺栓基座受力彎曲變形的狀況。計算結果顯示，在 2.5G 的重力負載時，上繫板無塑性變形之虞；另外，因設計的螺栓基座過於突出，造成基座容易遭受外力撞擊而變形。由於三維分析模式的建立，使得幾何不對稱上繫板的應力分佈得以顯現，便於觀察整體元件的各部受力情況。研究中更提供實際燃料操作經驗中的幾何不對稱上繫板的螺栓基座變形分析，可作為夾具與作業程序之設計參考。



■I-DEAS的有限元素網格分割



■上繫板初步降伏時的拉應力狀態

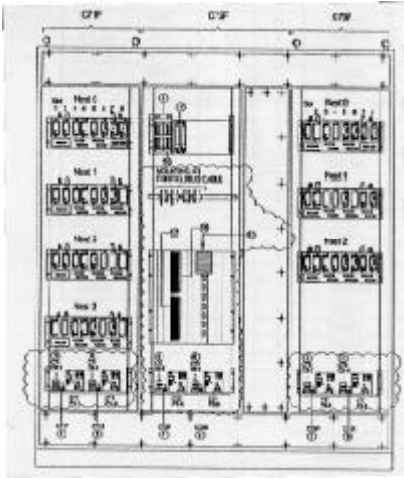


■重力負載2.5G時的von Mises應力分佈，左圖為提把內側應力分佈

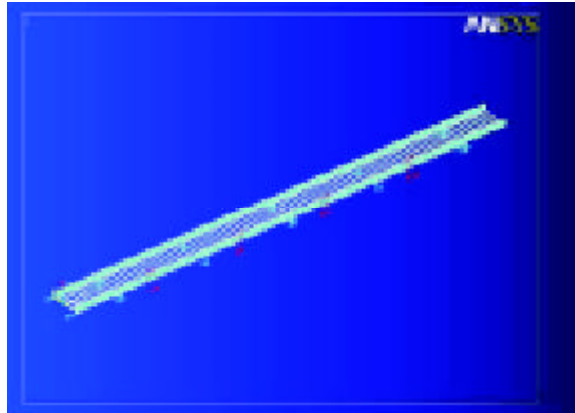
核電廠組件之耐震安全評估

核三廠控制室背盤有關 NSSS 的儀控系統因廠方 DCR 改善成為數位化系統，將其系統所屬之 C5 C8 的 4 個控制盤內儀控配備作數位化更新，由美商 Invensys 負責提供更新配備，預期在進行大修期間完成此一更新。按照此更新案之技術規範要求，需對此新的數位化設備及其對上述所屬的控制盤之錨定支撐 (anchorage) 進行耐震分析及評估，以確保其耐震安全。

以 ANSYS 商用有限元素分析軟體進行三維 (Three Dimensional) 的線架應力分析。分析中分別考慮三型不同的線架及每型各 3 種尺寸的線架進行地震反應譜之動力分析，務使在規範所訂之最大支撐間隔及各種設計載重組合狀況下，所得之應力值在允許值之內，以符合規範之耐震要求。



■數位盤面設計



■於ANSYS分析軟體中建構出之電纜線架模型

大亞灣核電站安全度評估審查

香港核電投資公司與財團法人核能科技協進會（簡稱核協會）於91年6月簽訂合約，由香港核電投資公司委託核協會審查大亞灣核電站之概率風險分析（又稱安全度評估）結果，核協會再於91年7月委託本所提供技術人力之支援，預期於8個月內針對大亞灣核電站概率風險分析報告1999年版之肇始事件、事件樹與故障樹及其量化結果、數據、人因可靠度分析、外部事件分析及PRA模型完善、以及大修計畫及在線維修計畫的風險評估等項目進行審查，審查工作主要在國內進行，在計畫執行期間將在國外進行三次面對面之審查結果討論會，並要提出階段性報告及總結報告共六

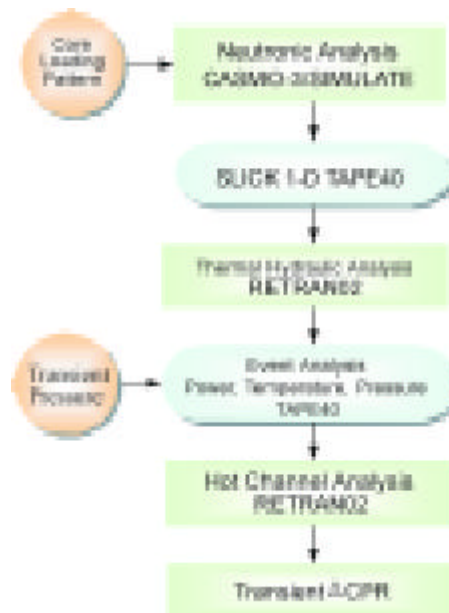
份。廣東大亞灣核電站目前共有兩座984百萬瓦之壓水式核能機組（與我國核三廠類似），於1995年開始進行電廠概率風險分析工作，至1997年完成第一份報告，隨後則繼續加以精進。核能電廠概率風險分析結果之良窳取決於分析程序之適當性、分析模式之正確性、採用數據之合理性及改善方案之效益等重要因素，本所專家將針對前述因素進行審查。在審查過程中，可深入瞭解大亞灣核電站之設計、運轉及維修等資料，而若發現缺失並建議其改善，則可增進該電站之安全性，減少我國因該電站萬一發生意外事故而承受之風險。

進步型沸水式反應器暫態分析平行驗證計畫

本研發計畫將應用國內台電公司／核研所多年來所發展建立獨立於廠家外核反應器熱水流安全分析程式RETRAN02作為分析工具，以品保程序規範建立龍門電廠特有熱水流安全分析模式，進行其FSAR第十五章熱水流相關之事故暫態分析，用以平行驗證龍門電廠設計廠家奇異公司之分析結果。熱水流安全分

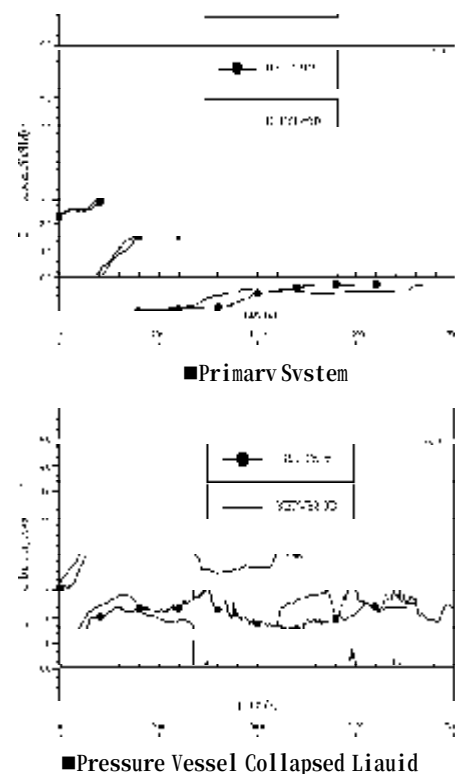
析模式所須之中子資料庫也將應用國內自行發展之CASMO/SIMULATE/SLICK分析工具依據核四龍門電廠初始爐心燃料佈局計算產生（如圖）。現階段已順利完成核四龍門電廠中子與熱水流基本分析模式及各個介面工具，初步驗證計畫研究方法之可行性。本計畫亦已利用現階段所發展之RETRAN02分析

模式完成各類事故暫態最佳估算之模擬計算以提供核四龍門電廠模擬器驗收之參考依據。



RELAP5-3D 模擬 IIST 冷管小破口冷卻水流失事故採取自發式安全注水之實驗

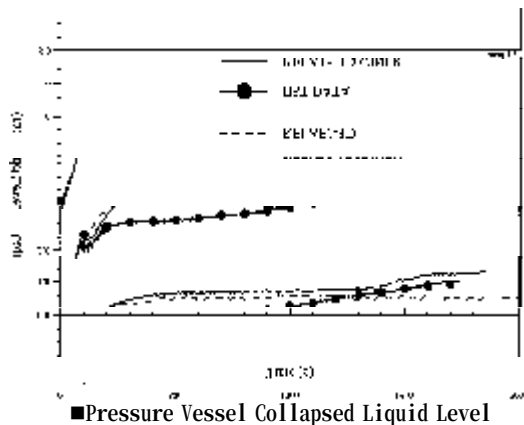
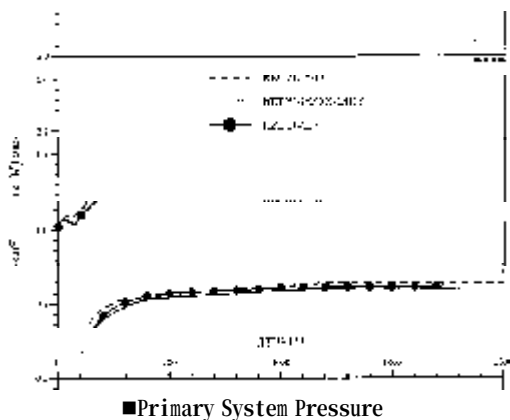
本研究係以熱流安全分析程式 RELAP5-3D，模擬本所「壓水式反應器比例縮小安全測試設施 (IIST)」所從事過 0.5% 冷管小破口冷卻水流失事故 (SBLOCA) 採取自發式安全注水實驗。程式模擬分析包含系統壓力、環路流率、環路與爐心補水槽 (CMT) 之溫度，調壓槽 (PZR) 水位，蓄壓槽 (ACC) 及爐心補水槽水位，自發式餘熱移除 (PRHR) 系統的流率以及其他爐心熱流反應。分析結果證實 (a) 程式可以正確預估系統壓力，CMT-1 上部溫度與環路熱管流體溫度 (b) 對於環路流量與 CMT-1 下部溫度有低估現象 (c) 程式高估 PZR 與 CMT 之水位與 PRHR 系統環路之流率。



LAP5-3DK/INER 對 IIST 2% 冷管小破口冷卻水流失事故實驗之整體效應評估

以本所「壓水式反應器比例縮小安全測試設施 (IIST)」所從事過之 2 % 冷管小破口冷卻水流失事故 (SBLOCA) 實驗，來驗證熱流安全分析程式 RELAP5-3DK/INER (縮寫為 RELAP5-3DK) 及 RELAP5-3D。實驗是在假設高壓注水系統失效之下進行。程式模擬分析包含系統壓力、環路流率、破口流率以及爐心熱流反應。分析結果證實 (a) 程式可以正確預估系統壓力與冷熱管流體溫度 (b)

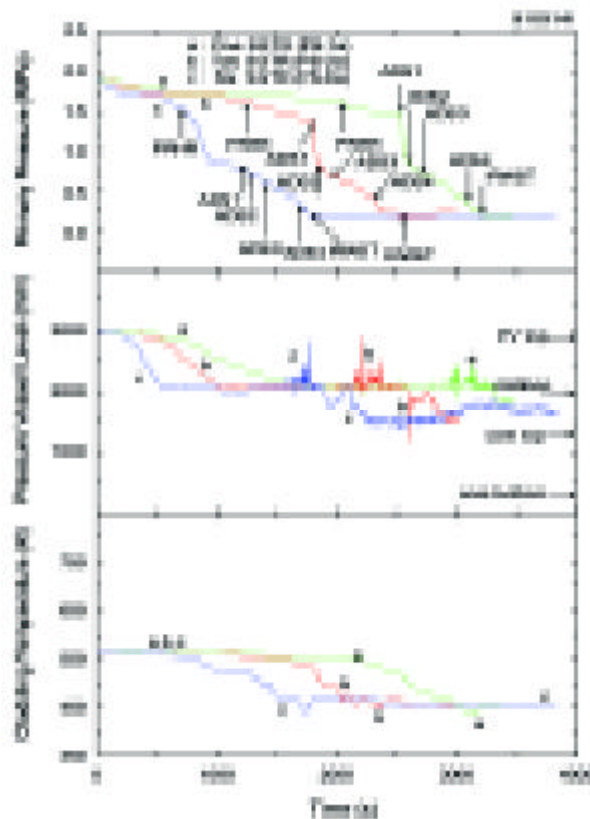
對於爐心水位有低估現象 (c) 程式高估環路於單相與雙相自然循環時之流率 (d) 電熱棒表面溫度熱起時間略為延後。程式並作靈敏度分析，內容包括下列參數：破口端排放係數、爐心組件使用垂直層模式與否、最大時間間隔與破口處組件之格點數目，結果顯示上述四個項目各別之變動對於系統主要參數沒有明顯之影響。



IIST 自發式安全注水系統救援蒸汽產生器破管實驗

核研所現有的一套「壓水式反應器比例縮小安全測試 (IIST) 設施」，具有完整的自發式爐心冷卻系統 (PCCS) 一包括爐心補水槽 (CMT)、自動泄壓系統 (ADS)、自發式餘熱移除系統 (PRHR) 及圍阻體內更換燃料水儲存槽 (IRWST)。本研究主要探討假設蒸汽產生器發生破管事故 (SGTR)，研究 PCCS 之執行對於整體系統暫態之影響及救援事故之成效。在 IIST 設施執行四項不同根數的 SGTR 採取自發式安全注水系統救援之實驗。其中一組實驗為 2 根 SGTR 係完全依照 PCCS 之操作程序；而另外三組實驗則為 1 根、2 根及 6 根 SGTR，以手

動控制 ADS 之操作。研究結果除了顯示整體系統之反應外，也觀察到 CMT、PRHR、IRWST 及蓄壓槽 ACC 之間相互作用對於爐心移熱之影響，並且証實使用自發式安全系統救援 SGTR 事故，爐心可獲得適當的冷卻。

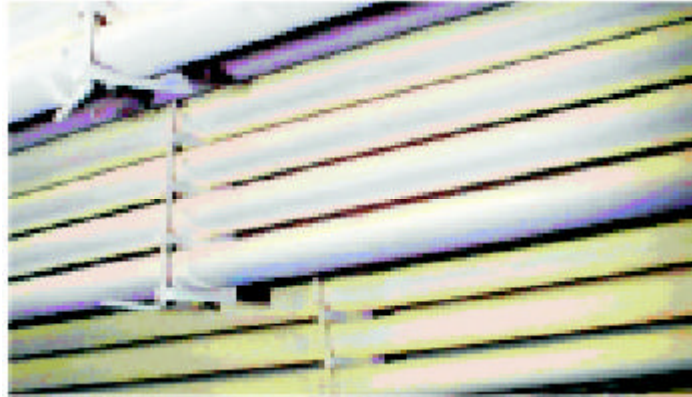


■SGTR採取自發式安全注水系統救援之實驗結果

核三廠冷凝器管束流沖振動與支撐評估

本工作由台電綜合研究所委託本所執行，主要針對核三廠冷凝器進行流沖振動及支撐的相關評估，內容包括殼側局部流場模擬及管束流沖振動分析，以據以研判熱交換管束跨距的設計要求及評估加裝抑制振動夾之需求。此外，並針對核三的冷凝器管束探討 Technos/EDF 發展的反振動條(Anti-vibration Lath)對於冷凝水之相關水化學影響。藉由本項工作針對冷凝器管束進行流沖振動分析及有關支撐的評估，從定性及定量的探討，認為熱交換管束跨距目前加裝的抑制振動夾應有其必要性，而如改換為 Technos 之反振動條(Anti-Vibration Lath)當可以獲致較佳的機械改善。此外，為了核三

冷凝器管束爾後維護及檢測的效率性，本項工作亦整理冷凝器管束過去檢測資料及塞管記錄，並據以開發成檢測數據資料查詢軟體程式。本計畫相關研究成果將提供冷凝器管束將來在維修保養方面的參考。



■核三廠冷凝器管束裝設抑制振動夾

核能儀控軟體安全分析技術建立及應用

執行安全分析可以確認核能電廠系統設計是否符合法規要求，因此安全分析技術在核能安全管制作業中擔負甚為重要之任務。隨著儀控系統設計廣泛應用軟體的趨勢，對軟體安全分析技術的需求也日益迫切，但目前通用之安全分析技術並不完全適用於分析軟體之安全。本所為發展有效之軟體安全分析技術，藉以採用較嚴謹的方式確認儀控系統設計是否符合法規安全要求。本年度進行之工作項目包括：

(1)國內外核能電廠數位儀控系統軟體相關故障事件報告蒐集整理分析，(2)軟體危險因子分析技術發展與應用，(3)軟體故障樹分析技術發展與應用，(4)軟體事件樹分析技術發展與應用，(5)軟體風險特性分析技術發展與應用。所發展之各項技術已有初步成果，並應用於核三廠飼水控制系統軟體安全分析工作。

核能儀控軟體審照技術建立及應用

核能電廠數位儀控系統之功能主要由軟體驅動，因此軟體品質之良窳對核能電廠運轉安全表現具關鍵特性之影響。核能法規也對數位儀控軟體的品質有具體明確的規定，審查人員則須依照法規評估送審之軟體是否具備法規所要求之特性，作為核發運轉執照的基礎。由於軟體具有高度抽象複雜的性質，使得軟體審照過程對電廠及主管當局而言，都成為一困難而棘手的工作。核研所近年因參與核四廠儀控軟體發展及審照工作，因此積極發展軟體審照

技術，以提升軟體審照工作之品質及效率。軟體審照技術包括下列五項分項技術：(1)儀控軟體法規邏輯結構分析技術，(2)儀控軟體功能分析技術，(3)儀控軟體品質分析技術，(4)儀控軟體安全分析技術，(5)軟體審照程序管理技術。

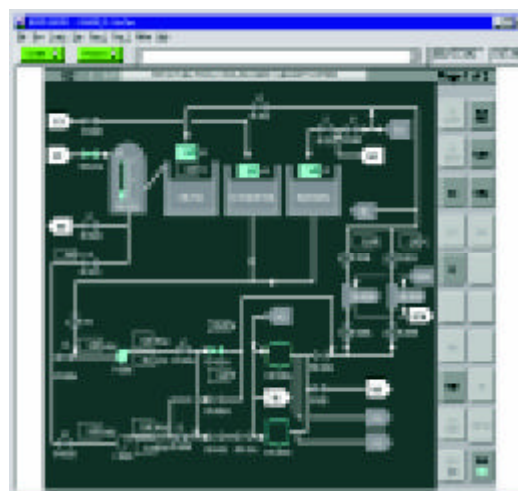
本所已針對此五項技術發展對應之分析方法及輔助工具，並應用於核四廠數位儀控軟體審照作業。

核設施儀控系統安全性能提昇技術之研究

國內目前營運中的核能電廠之安全儀控系統漸趨老舊，系統維護成本增加，有必要進行更新。本計畫目標藉由核設施安全儀控系統應用軟體測試平台，建立國內大型安全儀控系統昇級改善之設計審查與風險評估技術，應用於提昇核設施運轉效能，並著手規劃 PLC 數控系統檢證技術應用架構。

今年度完成 FSIM Plus 工作站建立以及龍門電廠燃料池冷卻系統控制邏輯測試驗證展示，並建立數位儀控更新設計審查技術與風險分析技術，實際運用於國內核能電廠儀控系統更新設計審查與安全評估工作。另外，針對 PLC 數控系統檢證技術也完成核能級 PLC 設計概述與軟硬體規格書撰寫。九十一年度九月份也曾邀請美國核能管制單位(NRC)與橡樹嶺國家實驗室(ORNL)數位儀控相關法規負責人

來所舉辦「數位儀控技術研討會」，討論數位儀控相關法規增修與經驗回饋相關議題。於九十一年八月底藉台電林口訓練所舉辦「儀控系統數位化更新技術研討班」，將相關技術推廣於台電核能儀控相關負責人。



■龍門電廠燃料池冷卻系統控制邏輯測試驗證展示

核電廠儀控系統整合設計技術研究

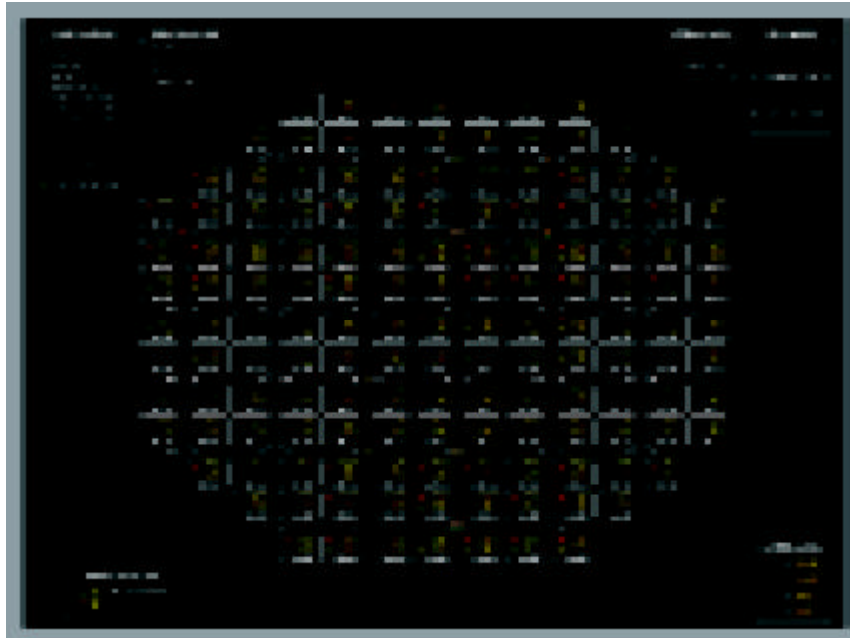
本計畫可提昇本所執行核能電廠數位儀控系統之工程能力以及安全審查與管制能力，相關成果記錄在各年度報告中，包括：(1) 完成儀控整合測試實驗室之建置。(2) 完成 Foxboro I/A 分散式控制系統(DCS)應用技術建立。(3) 完成龍門電廠主控制室靜態及動態模型建置。(4) 完成軟體驗證與確認(V&V)、品保(QA)程序書與工作指導書發展。(5) 完成數

位儀控系統整合技術之研究。(6) 完成數位保護系統及三重控制器(TMR)儀控系統技術研究。(7) 參與龍門電廠儀控系統設計審查工作。(8) 完成多場儀控系統專題研討及技術訓練課程。(9) 執行儀控系統技術本土化之推廣。

核二廠模擬器操控盤面電腦化研究

本計畫係本所自行研發多年之個人電腦動態圖形控制技術及網路通訊技術，進行核二廠模擬器操控盤面電腦化研究。年度內已依進度完成了核二廠模擬器虛擬盤面製作之標準程序，並開發了核二廠 RCIS（反應器爐心控制棒的棒位資訊系統）棒位顯示器虛擬盤面系

統。本系統製作採用物件導向 Delphi 程式語言及電腦圖形控制相關軟體，自行研發各式操控盤面物件。本計畫所建立相關技術，將擴充應用於核二廠模擬器其餘之操控盤面，未來尚可推廣至各核能電廠以製作教室用之訓練模擬器。

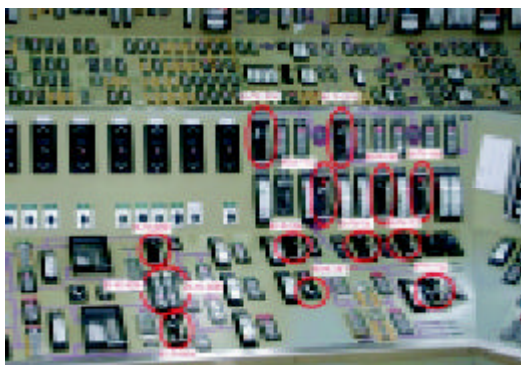


■核二廠模擬器操控盤面

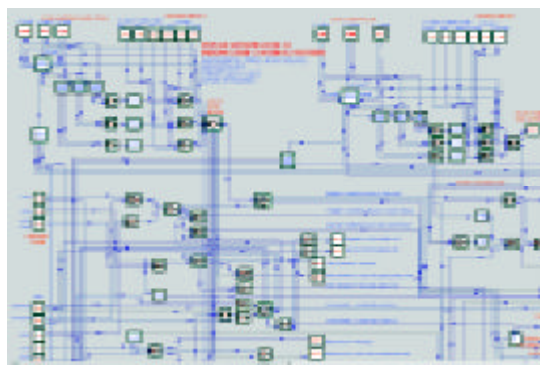
核三廠模擬器飼水控制系統數位化更新研究

核三廠自商業運轉迄今已有十餘載，隨著運轉時間的增長，設備組件漸趨老化且其功能已不符合需要，運轉維修面臨組件備品老舊落伍不生產問題。又基於壓水式核電廠蒸汽產生器在低功率時，因水位的收縮與膨脹現象，使水位與飼水控制變得非常困難，常而造成跳機事件。目前核三廠已決定將現有 7300 系列類比式儀控設備更新為數位式設備，俾使控制性能更趨穩定，避免因設備老舊造成不必要的

跳機，以提昇電廠運轉效能、增進維護及安全品質。本計畫目標即在整合更新之數控設備於現有模擬器軟硬體中，達成電廠運轉操作預先演練與人員訓練之要求。本年度主要工作有下列三項：（1）核三廠模擬器飼水及其他 NSSS 控制系統數位化更新規劃；（2）模擬器數位式飼水及其他 NSSS 控制系統之發展與測試；（3）訓練用模擬器飼水及其他 NSSS 控制系統更新之執行與整合測試。



■模擬器盤面控制器修改(01盤)部份實景照片

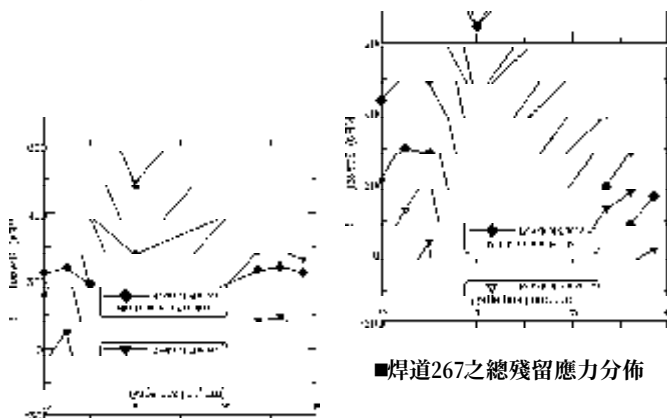


■使用G_Control+軟體發展完成之飼水控制系統模式圖

高強度低合金鋼 A572 Gr65 之焊接裂縫檢驗

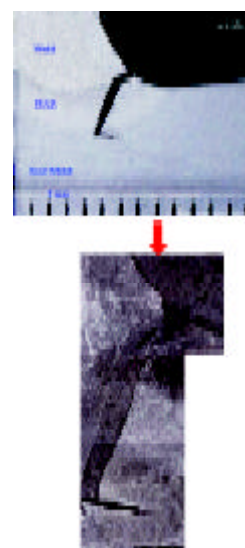
核四廠一號機反應爐第一層基座結構體 RS11，材質為高強度低合金鋼 A572 Gr65，在輔助板與內層板之焊道，編號 WN267 處發現外表面裂縫，為探究裂縫發生機制，因此進行焊道裂縫檢驗，包括焊道附近微組織、裂縫型態與分佈以及斷面特徵等項目之觀察，且以黏貼應變規方式量測焊接後殘留應力。另進行模擬樣品(mockup)之檢驗工作，作為比較之用。結果顯示裂縫在表面焊道趾部幾何形狀不連續應力集中位置起始，向內部延伸，穿過熱影響區進入母材區，深度約 1.5mm~3.0mm，同時裂口呈撐開擴大，以及裂縫斷面形態主要為延性特

徵。模擬樣品未發現有裂縫或其他缺陷產生，呈現一般焊接常態微組織，未有異常之處。殘留應力量測結果則顯示焊道 267 與模擬樣品皆具有高殘留應力，最高值已超過降伏應力，同時焊道 267 與模擬樣品兩者之殘留應力值相當，且由結構所產生之束縛力佔總體殘留應力相當高的比例。由各項檢驗結果分析研判焊道 267 之裂縫產生主要是由於過大應力所致。



■焊道267之結構束縛應力分佈

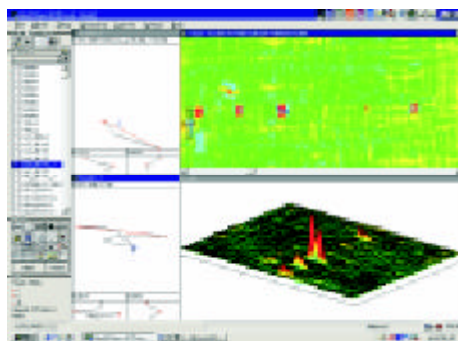
■焊道267之總殘留應力分佈



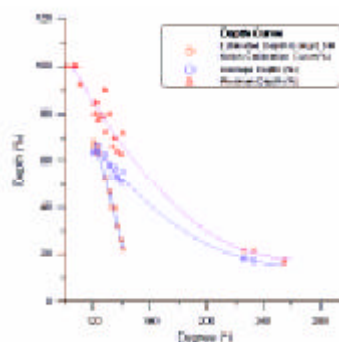
■裂縫由焊接趾端處開始向內部熱影響區前進並深入基底區，裂縫深度約1.5mm~3.5mm

蒸汽產生器管裂縫深度評估技術改進

核電廠對於蒸汽產生器管束一般採用渦電流檢測(Eddy Current Testing)其完整性，但該方法對於應力腐蝕龜裂之檢出能力較差。本所以核三廠之蒸汽產生器管為例，提出藉由實驗室製作人工近似天然應力腐蝕龜裂的試件，再以破壞性的金相試驗驗證裂縫實際深度，建立評估裂縫的深度對角度之校準曲線，藉此改善評估應力腐蝕裂縫深度的精確性。針對軸向及圓周向不同長度的應力腐蝕裂縫，在實驗室中評估與製作校準曲線之裂縫型態相似的裂縫，其誤差可降至5%左右，且檢出門檻亦已降低。



■採用Plus Point MRPC探頭之渦電流C-scan圖



■軸向SCC裂縫深度與ECT相位角之校正曲線

溫度對 304 不銹鋼疲勞裂紋成長速率的影響

由於不銹鋼具備優異的機械性能、抗腐蝕能力與易於加工等特性，因而被大量使用於工廠與日常生活中，以強化衛生條件或改進安全品質。對於強調安全第一的核能設施而言，設備與組件所採用不銹鋼的比率更高。對於在中、高溫度的核能環境中使用的核能設施，其工作溫度對於裂紋的疲勞成長速率的影響更是十分顯著；因次，如果設備、組件出現裂紋，其完整性與壽命的評估就須考慮溫度的效應。

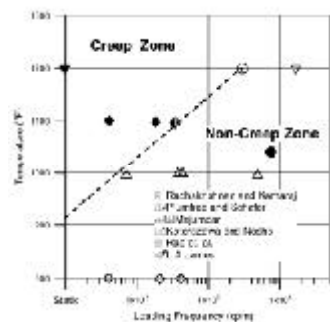
過去雖已探討溫度對不同材料之裂紋疲勞成長速率的影響，也應用熱活化的程序、CTOD 準則或 Speidel 的理論，建立了一些分析模式。然而據 L.A. James 的實驗研究，上述理論並不適用於奧斯田系列的不銹鋼。因此，本

研究是以含溫度變化的材料機械性能參數，建立一個含溫度為變數的 304 不銹鋼疲勞裂紋成長模式。透過各種溫度進行不銹鋼的疲勞實驗而得之數據，及材料性質的回歸分析獲得一個含溫度參數的疲勞成長公式

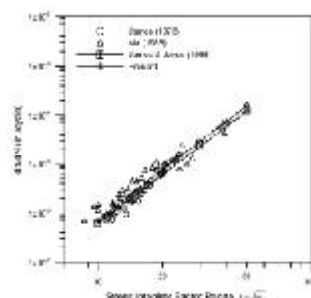
$$\frac{da}{dN} = \frac{C_s(1-R)^m \Delta K^n (\Delta K - \Delta K_{th})^n}{[(1-R)K_c - \Delta K]^q [\bar{E}(T) \bar{\sigma}_y(T)]^2}$$

將研究所得之評估公式與不銹鋼實驗數據及美國機械工程師學會採行的數值分析公式(L.A. James 提供)比較，可證明本研究所建立

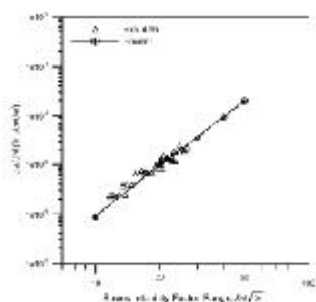
具有力學概念的分析模式的合適性。本項成果將可直接應用於含裂紋核能設施使用壽命的評估。



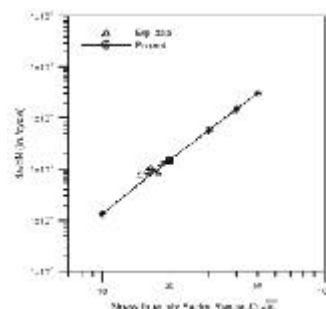
■溫度與負載頻率對304不銹鋼發生潛變的影響



■40cpm, 800°F、304不銹鋼疲勞裂紋成長速率比較



■40cpm, 1000°F、304不銹鋼疲勞裂紋成長速率比較



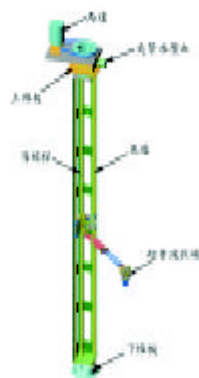
■40cpm, 1200°F、304不銹鋼疲勞裂紋成長速率比較

爐心側板焊道檢測

反應爐壓力槽內部組件劣化龜裂問題，不但影響電廠運轉可靠性及壽命，並衝擊核能電廠運轉安全。本所執行「反應爐壓力槽內部組件劣化安全分析研究」計畫，發展超音波遙控檢測技術，建立焊道檢測掃描系統，用

於量測爐心側板裂縫深度與長度。

目前本套設備已完成原型機製作，將進行各項功能測試。開發此一設備可提升水下設備之設計能力，並滿足國內沸水式反應器爐心側板焊道檢測之需求。



■水下爐心側板焊道掃描機



■爐心側板焊道檢測

壓水式反應器替代胺添加劑最適化探討

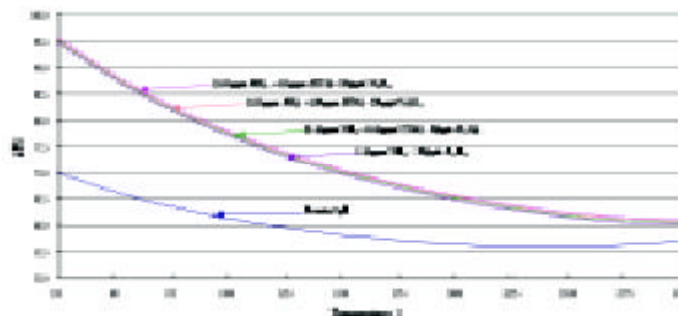
早期之壓水式反應器二次系統全揮發處理技術大都採用氨-聯胺之控制方式，維持系統之穩定運轉，近年來由於此種控制方法在高壓管線部份之沖蝕腐蝕問題較為嚴重，因此各核能電廠開始嘗試替代胺之 pH 控制研究，以找尋適合自己電廠調整水質控制之最佳胺類及最適條件，期能減少材質之腐蝕問題。

針對運轉中之氨-聯胺控制方式及以乙醇胺再加入之(氨+乙醇胺)-聯胺等全揮發處理

作功率運轉之水質控制比較外，並將生成之鐵氧化物特性，包括鐵氧化物型態、粒徑等逐一作探討，同時亦以核三廠近年來的乙醇胺測試結果，配合本所之 MULTEQ 模式計算研判及綜合鐵氧化物特性找出乙醇胺添加劑之最適化濃度。

項目	單位	測試前	測試中	測試後	測試前	測試中	測試後
1	pH	10.0-10.5	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
2	氨氮濃度	2.0-2.5	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
3	聯胺濃度	2.0-2.5	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
4	總氨氮	4.0-5.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
5	氨氮濃度	2.0-2.5	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
6	聯胺濃度	2.0-2.5	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
7	總氨氮	4.0-5.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
8	氨氮濃度	2.0-2.5	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
9	聯胺濃度	2.0-2.5	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
10	總氨氮	4.0-5.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
11	氨氮濃度	2.0-2.5	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
12	聯胺濃度	2.0-2.5	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
13	總氨氮	4.0-5.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0

■核三廠2二次系統功率運轉乙醇胺測試水質變化



■pH_T與(NH₃+ETA)-N₂H₄濃度變化關係

核能電廠飼水系統文氏管表面結垢研究

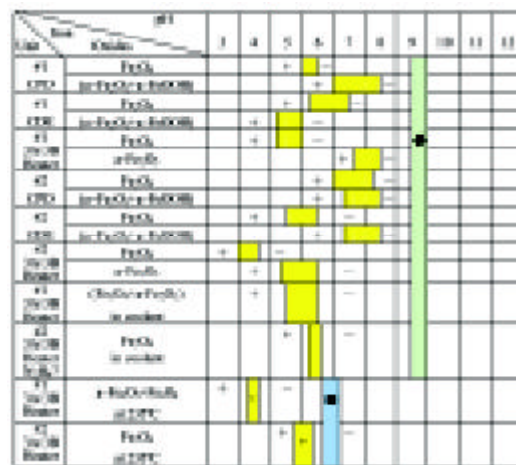
壓水式反應器二次系統鐵氧化物腐蝕產物可能引起一系列熱功率計算誤差問題，主要起因於鐵氧化物在飼水文氏管流量元件表面之沈積，其中比較具影響的即是造成文氏管差壓上升，運轉上顯現錯誤的高功率訊息。由核三廠近幾年來的運轉經驗顯示，運轉期間若功率下降時，短期使用除礦器將影響文氏管流量量測，造成反應器功率呈現上升現象。

本研究說明核三廠二個機組在不同全揮發處理條件下，一般鐵氧化物組成、型態、粒

徑分佈及 Zeta 電位之差異性，再以 Zeta 電位之變化解釋功率上升現象。為了減少鐵氧化物在文氏管表面之沉積問題，提出多項可行的水質控制與管理改進建議，作為控制鐵氧化物抑制功率下降的參考。

檢取位置 (廠區)	取樣位置	平均 粒徑(μm)	報告檢測時間(week)			
			0~3	3~6	6~10	20~30
90.03.16 (100%)	11 除磷器進口	5.10±0.89	3.94±0.49	3.45±0.37	0.78±0.17	
	12 除磷器出口	4.29±0.58	4.50±0.70	3.72±0.53	0.19±0.15	
	13 加熱器進水槽	4.48±0.29	4.12±0.96	4.39±0.03	0.79±0.19	
90.09.26 (25%)	11 除磷器進口	5.38±0.28	0.79±0.15	—	—	
	12 13A/3B 銅水加熱器出口 (未使用除磷器)	4.64±0.59	0.34±0.15	—	—	
	11 除磷器進口	0.71±0.14	0.74±0.16	0.71±0.34	—	
91.03.06 (100%)	12 13A/3B 銅水加熱器出口 (未使用除磷器)	6.70±0.66	0.73±0.15	0.71±0.14	—	
	13 13A/3B 銅水加熱器出口 (未使用除磷器)	0.78±0.18	—	—	—	
	14 加熱器進水槽	0.34±0.15	0.73±0.15	0.72±0.14	—	
91.03.26 (COST data)	11 除磷器進口	—	3.32±0.34	0.78±0.17	—	
	12 13A/3B 銅水加熱器出口 (未使用除磷器)	4.43±0.68	—	3.25±0.32	0.73±0.15	

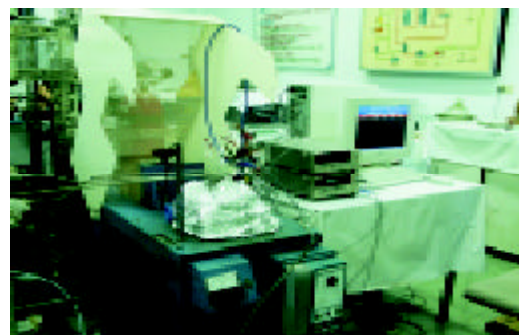
■核三廠#2二次系統冷卻水鐵氧化物粒徑分佈



■鐵氧化物之Zeta電位及零電位區

加氫水化學 ECP 偵測環路之建立

電化學腐蝕電位(ECP)偵測為目前核能界廣泛用來做為評估 BWR 主系統組件劣化的指標，美國核能管制委員會報告指出，爐心內部主要材料 SS304 不鏽鋼系列，當電化學腐蝕電位(ECP)在 -0.23VSHE 以下時，幾乎無 IGSCC 發生。本研究模擬 BWR 電廠建立一套 ECP 偵測環路，在加氫水化學條件下針對敏化 304 不鏽鋼系列及貴重金屬覆膜(含 Pd、Pt、Rh)試片，進行不同注氫濃度使水中溶氧值達到所需條件，並量測記錄覆膜試片 ECP 值，以探討 BWR 爐心內部組件表面覆以不同貴重金屬膜對防治與減緩發生 IGSCC 的實際效益，相關數據資料提供台電評估加氫水化學之貴重金屬添加運用上的重要依據。

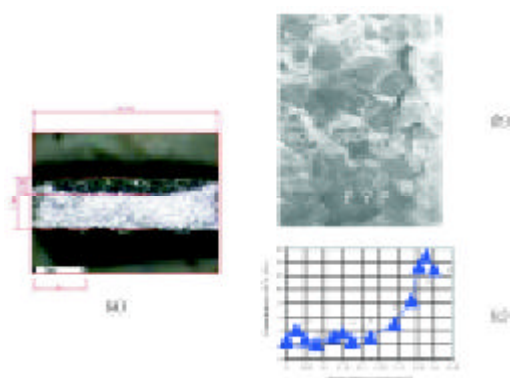


■高壓釜與ECP偵測系統

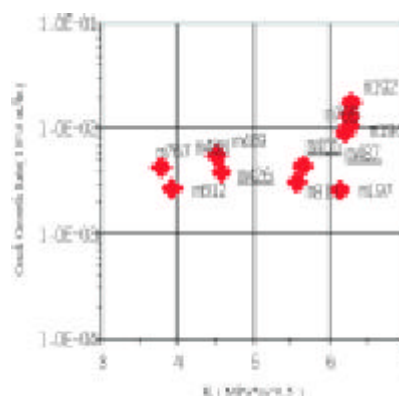
TT Inconel 600 管件在蒸汽產生器模擬隙縫水質下的應力腐蝕裂縫成長率之量測

熱析出處理英高鎳 600(TT Inconel 600)材料因沿著晶界析出較多碳化物之顯微結構改變，因此，較之工廠熱處理英高鎳 600(MA Inconel 600)材料更耐應力腐蝕劣化之破壞。但近年來還是在有些電廠的蒸汽產生器(SG)，發現 TT Inconel 600 管材遭受應力腐蝕龜裂的現象。此意外事件顯示了 TT Inconel 600 發生應力腐蝕龜裂的破損，絕非普遍的現象而是特定的案例，畢竟到目前為止，只有少數一、二個廠發生此種意外。對於應用 TT Inconel 600 材料作

為 SG 管材的電廠，它們特定的水化學條件或濃縮因子將對它們所使用的管材是否產生應力腐蝕龜裂的破損，扮演了相當重要的角色；各個電廠不同的操作條件，深深影響 TT Inconel 600 管材的表現。因此，一個運轉中的核電廠，為了建立老化維修的策略或是評估已劣化管束之續用壽命，則探討在特定水質條件下，有關應力強度因子和裂縫成長速率之關係是相當有必要的。



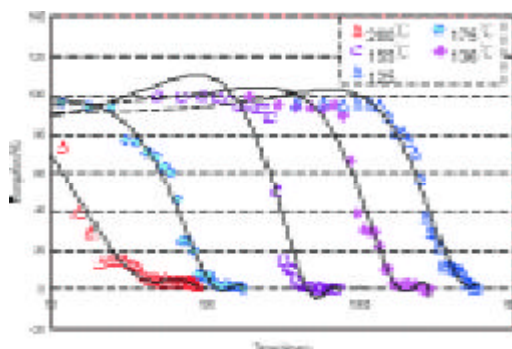
■(a) 破裂表面型態，(b) 破裂表面之AES分析，
(c) 裂縫成長區之Cr分佈



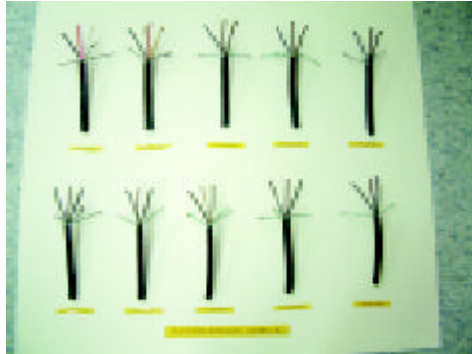
■劣縫尖端之應力強度因子對SCC裂縫生長速率之影響

市售電纜電性劣化測試及評估

本所依據阿氏模型理論，利用人工老化方式進行電纜模擬老化，再量測電纜機械特性與電氣特性的變化，以探討國產市售 EPR 電纜電性劣化與其絕緣材料老化特性。在不同老化溫度下之拉伸測試，對電纜老化及壽命評估，提供非常有用的資訊。同時，藉由量測電纜老化後的電氣特性，結合目視檢查，探討電纜電性劣化及其絕緣材料老化之關係，可作為日後建立電纜劣化現場偵測評估技術之參考。



■電纜絕緣材料在不同老化溫度下之伸長率變化



■目視檢查電纜10-100年壽命模擬老化之外觀變化

寬頻地震觀測站之設置與應用

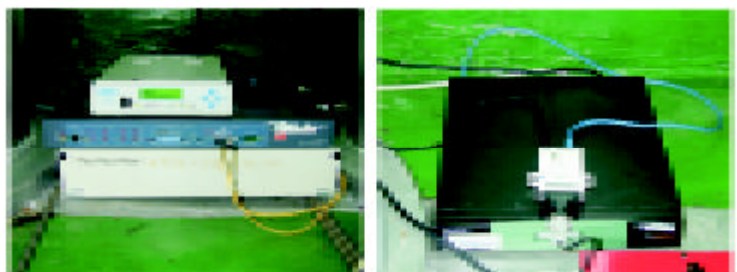
地震觀測為研究地震特性的首要步驟，本所承中央氣象局地震中心的協助支援下，在工程組地震平台測試實驗室隔離式反力基礎地板上安置了一台寬頻地震觀測站，作為開始建置台灣地區寬頻地震網之一環。收錄之資料則是透過光纖電纜即時傳輸至中央氣象局的地震測報中心，由於此地震儀係寬頻（可測頻率為 60 Hz ~ 50 Hz）又具高靈敏度（3,000 Volt/m/s），因此與已設置之 TCU147 強震站有互補之功用。



■寬頻地震觀測配備之地震感測器



■寬頻地震觀測配備之地震資料處理器



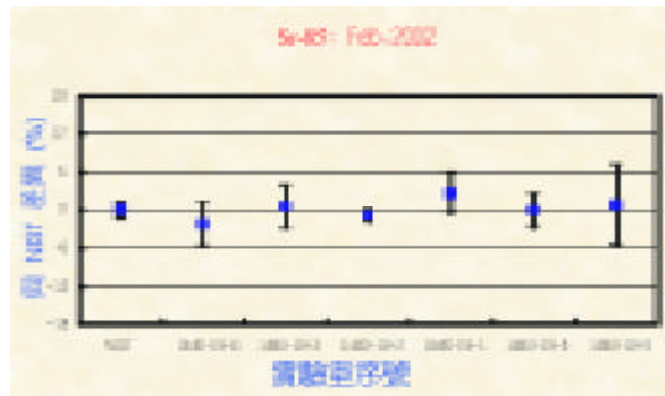
■寬頻地震觀測配備之數據傳送裝置

協力執行游離輻射領域中低強度核種分析

本項計畫工作係配合中華民國實驗室認證體系(CNLA)運作，藉以測試國內實驗室之放射性核種量測及分析能力，並提出「追溯限值」來檢視此次測試結果，提供各參加實驗室參考。

本所對各核種包含難測核種量測，除與 NIST 的相對偏差符合標準外，更滿足 ANSI

N142.22 規範要求，證實本所量測結果可追溯至 NIST 國際標準，並獲得 NIST 頒發之固體混合加馬核種量測追溯證書。由此證明本所已能正確提供高準確度與精密度的分析數據，更能提高民眾對分析數據的公信力。



■實驗室能力試驗比較圖 (Sr-85)

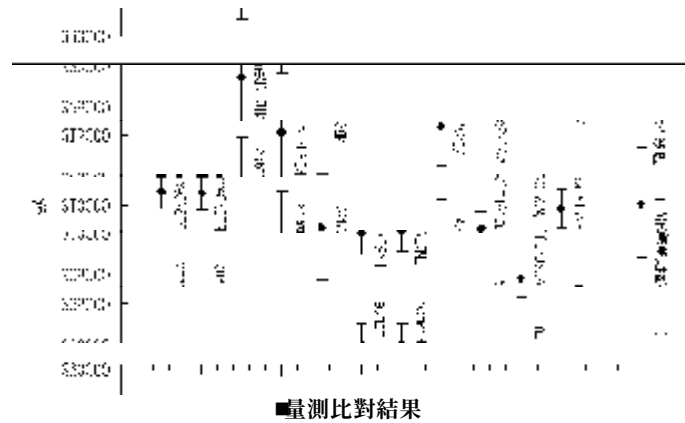


■協力執行混合加馬核種能力試驗測試樣品

建立 ^{201}Tl 放射源活度的原級標準量測技術

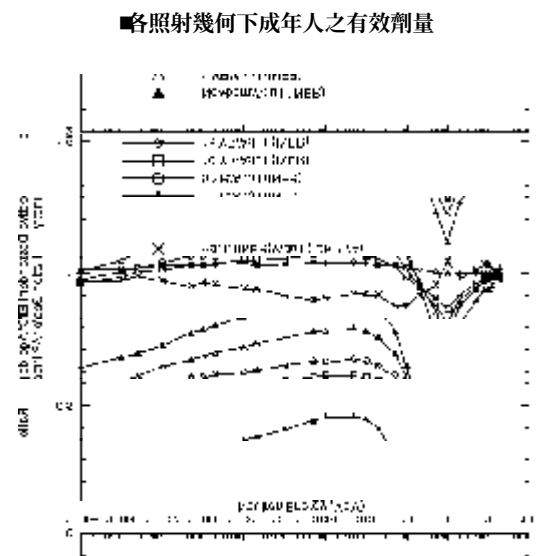
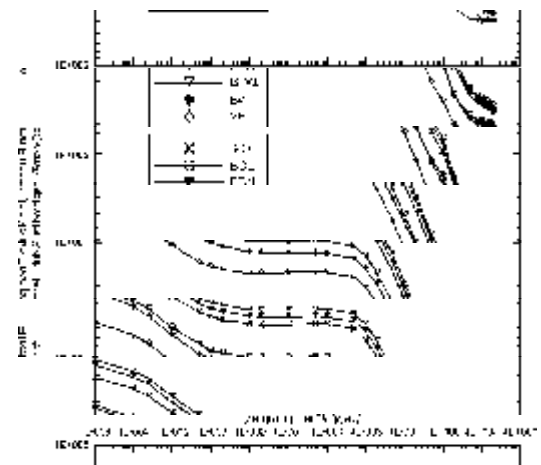
^{201}Tl 放射核種之核醫藥劑，配合單光子電腦斷層掃描技術，已廣泛用於心臟血管等病灶的診斷，本所已商業化生產 ^{201}Tl 核醫藥劑，提供國內各大醫院核子醫學部門使用。為能準確量測 ^{201}Tl 放射源的活度，確保病患可獲得正確的藥物劑量，國家游離輻射標準實驗室利用 4pβ-γ 符合計測技術，建立了 ^{201}Tl 放射

源活度量測的原級標準，經由比對游離腔的校正因子，透過國際放射核種活度參考系統 (SIR/BIPM) 的歷史資料，本實驗室的量測結果可與其他國家實驗室的結果進行比較，結果顯示，各實驗室的量測結果相當一致。目前此項標準已傳遞至本實驗室的 4pγ 游離腔計測系統加以維持，並可隨時提供校正服務。



體外中子照射防護量評估

本研究為討論體外中子照射時，如何評估國際放射防護委員會（ICRP）所定義的防護量（等價劑量、有效劑量）。本研究採用蒙地卡羅計算機程式，MCNP，與一系列年齡依存之雙性人數學假體（共6個年齡層，包括初生兒、1歲、5歲、10歲、15歲及成年人），中子射束為寬平行射束，其能量範圍由 1×10^{-9} MeV至20 MeV，針對AP、PA、RLAT、LLAT、ROT與ISO六種照射幾何，進行不同年齡層之間等價劑量與有效劑量之劑量轉換係數的計算。其中成年人劑量轉換係數的計算結果與ICRP 74號報告比較，除少部分器官之等價劑量因計算模型的不同而有較大的差異之外，其餘的等價劑量與有效劑量皆相當吻合。

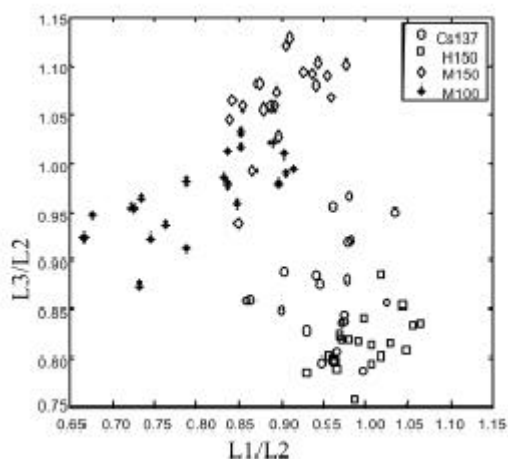


Harshaw 人員劑量計之角度依持及光子入射角度之判斷方法

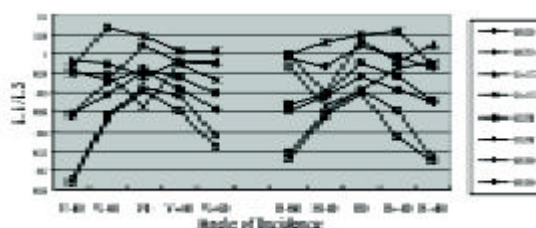
中華民國實驗室認證體系於 2001 年採用美國 1993 年 ANSI N13.11 標準，以替代原採用之 1983 年標準。1993 年版的標準增加非垂直入射角度之測試，為因應此變化，核研所乃研究 Harshaw 人員劑量計對光子之角度依持。本研究發展出二種判斷輻射入射角度與射質的方法。Harshaw 人員劑量計包含四個熱發光劑量計及佩章盒，利用美國 Bicron 公司發展的

DOELAP 及 NVLAP 軟體程式，可評估人員之深部與淺部劑量。

人員劑量評估實驗室可利用 L3/L2 或 L1/L2 比值鑑別入射光子之射質，參考圖 1 之 L3/L2 或 L1/L2 兩個參數即能成功鑑別光子射質。如果入射光子為 M100 或 M150，可計算 L1/L2 及參考圖 2 判別入射角度，但是 H150 及 ^{137}Cs 兩種光子之入射角度則無法以此參數判別。



■L3/L2、L1/L2 比值與射束及入射角度之關係

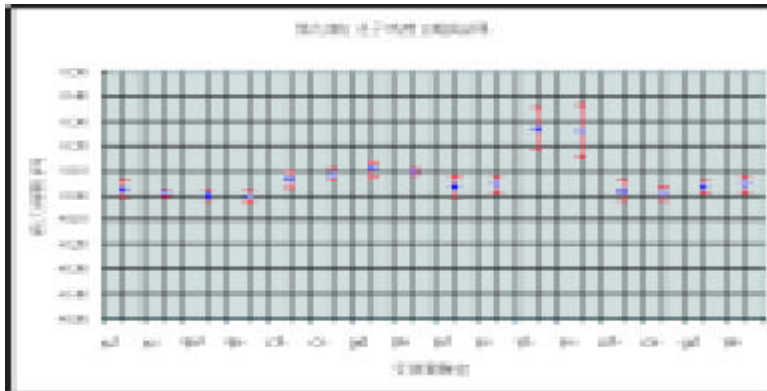


■Chip1、Chip2 熱發光量與輻射射束之關係圖

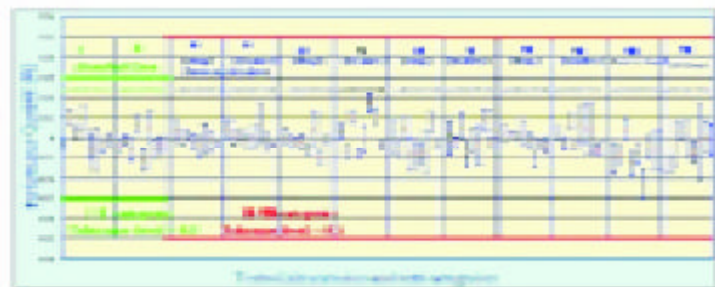
執行第五次人員劑量計能力試驗

人員體外劑量評估的能力試驗始於八十年，由核研所國家游離輻射標準實驗室 (NRSI) 執行，至今已執行五次（八十年、八十二年、八十四年、八十六年、九十年）。前四次能力試驗採用之測試標準為美國國家標準 ANSI N13.11 (1983)，此標準含事故級與防護級共八大項目的測試，而第五次能力試驗採用 HPS N13.11 (1993) 的測試標準，兩者最大差別為後者增加人員劑量計的角度測試。本次試驗於九十年十二月開始，歷

時半年，共八個實驗室參加，測試結果顯示，八個實驗室皆通過角度及八大項目的測試，且角度測試的能力商數在 30 % 之內，八大項目測試，事故級與防護級的能力商數在 20 % 之內。



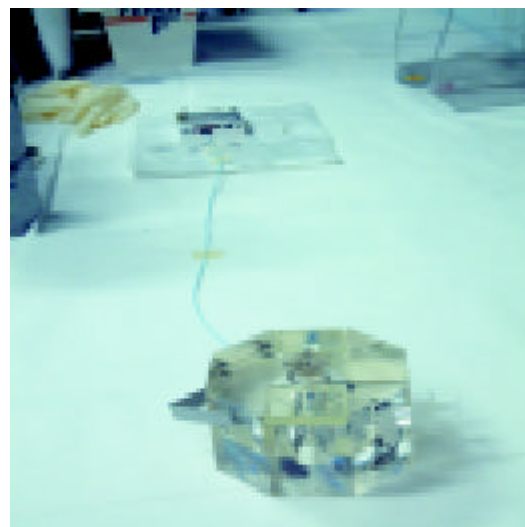
■第五次人員劑量計能力試驗光子角度測試結果



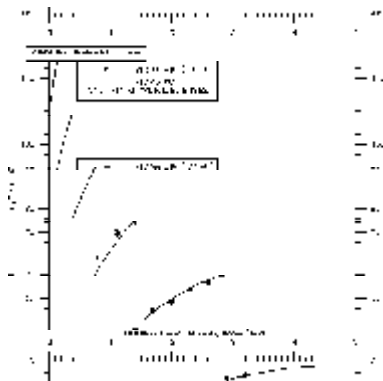
■第五次人員劑量計能力試驗測試結果

應用液體貝他射源於血管再狹症治療之劑量評估技術開發

本研究為針對國內人體試驗需求，進行 Re188 液體貝他射源於血管再狹症治療的劑量評估與量測技術研究，已完成二組 6 mm 管徑、一組 4 mm 管徑、與一組 3 mm 管徑血管假體的理論評估與實驗量測結果之比較。理論評估使用蒙地卡羅法 MCNP4C 程式，而實驗量測則使用 MD-55 GafChromic 膠片，研究結果顯示，實驗量測與理論評估的平均差異介於 3.7 % ~ 6.1 % 之間，在不確定度範圍內，證明兩種研究方法結果的一致性。



■短距離貝他射線劑量量測



■實驗與理論計算結果之比較



■人體試驗時之劑量評估

EARM-LD/ERM-BGS 環境區域輻射監測儀

本年度完成兩款新發明之低成本超寬範圍環境區域輻射監測儀，預備向標檢局申請發明專利，並進入量產供應之實用階段。

此二型環境區域輻射監測儀之特色為使用小體積、低成本之蓋革管偵檢頭，經戶外長期試驗，證明可透過專利技術達成傳統高壓游離腔 HPIC 所具備之精準度與反應速率性能，並具有更優越之可靠度與遠為寬廣之測量範圍。



■環境區域輻射監測儀

輻射偵測中心環境加馬輻射自動監測更新系統

輻射偵測中心(TRMC)環境輻射監測網(RMN)係由國人於民國八十年設計開發。RMN 系統在各核電廠周圍及主要都會區設置共有 21 個輻射監測站，具有二十四小時自動監測功能，其偵測數據透過電信局數據線路傳送至偵測中心。今年本所接受委託以最新分散式資料庫架構與 TCP/IP 網路通路，建立新一代的環境加馬輻射自動監測系統。

為有效掌握全省各地的環境加馬監測站，本計畫採用可靠且經濟的非對稱數位用戶

線路取代原有的數據機做為通訊主幹，再加上新一代的開發工具，建構成操作方便與高效率之環境輻射監測系統。



■環境加馬輻射全省監測站



■環境加馬輻射自動監測雛型系統

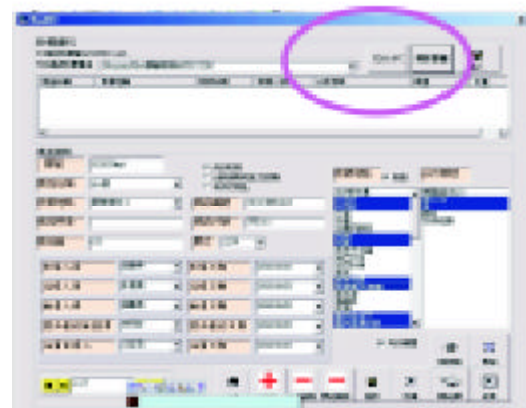
建立污染偵檢器及指環劑量計之認證校正技術

輻射度量儀器校正實驗室於九十年度完成實驗室污染偵檢器校正射源之追溯及對應 ISO-17025 之所有認證品保文件，並依據 HPS N13.32(1995)規範，完成指環劑量計校正假體研製、認證技術規範草案之校正與劑量評估技術。九十一年度則通過污染偵檢器之 CNLA 認

證，並舉辦兩次指環劑量計認證技術規範草案之說明會。另外，本研究也已完成指環劑量計能力試驗試運轉。各項研究成果除了可提昇國內污染偵檢器校正之公信力外，亦提供 CNLA 作為執行指環劑量計認證之基礎。

應用個人數位助理在環境輻射偵測之研究

核研所為確信環境中的輻射安全無虞，對於周遭 5 公里範圍內的環境，執行例行性的環境輻射偵測，偵測的環境試樣包括：草樣、農產品、指標植物、環境水樣、排放水、表土、溝底泥、溪底泥、落塵、直接輻射等，由於種類多且分析項目、頻率各有不同，所以整個取樣工作非常繁重，因此需要現代化資訊科技之協助，以提升整體環境取樣工作的效能與品質。本研究整合個人數位助理（Personal Digital Assistant, PDA）與全球地理定位系統（Global Positioning System, GPS），建立了一套「取樣數位助理」，可協助取樣人員減輕負擔，並且提升環境取樣工作的品質。

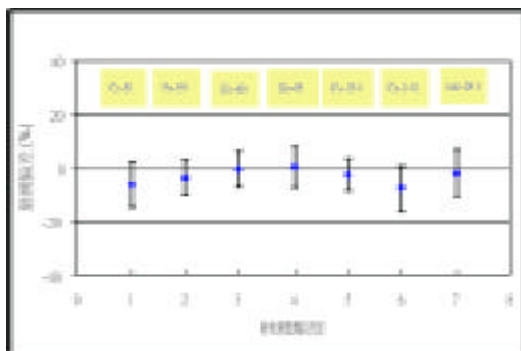


■PDA與個人電腦連結畫面

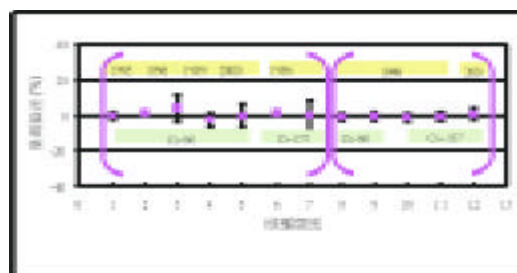
放射化學分析實驗室量測品保計畫

本所放射化學分析實驗室通過中華民國實驗室認證體系(CNLA)五項認可項目，並持續參加美國核能協會(NEI)與美國國家標準技術所(NIST)舉辦之量測品保計畫，藉由世界級認可機構之第三者檢驗實驗室技術能力，即可客觀的得知自己所屬實驗室之相對績效，近年來所測樣品之誤差率均在正常範圍內。由2002年混合加馬核種試驗，對於Cr-51、Fe-

59、Co-60、Zn-65、Cs-134、Ce-141、Am-241等不同特性能量核種活度定量，本實驗室與NIST確認值間差異最大不超過8%，其量測不確定度在95%信賴區間最大為9%，依據ANSI N142.22規範規定，皆屬通過量測品保計畫之試驗，顯示本實驗室之管理品質、例行性品保及分析技術能力皆已達世界水平。



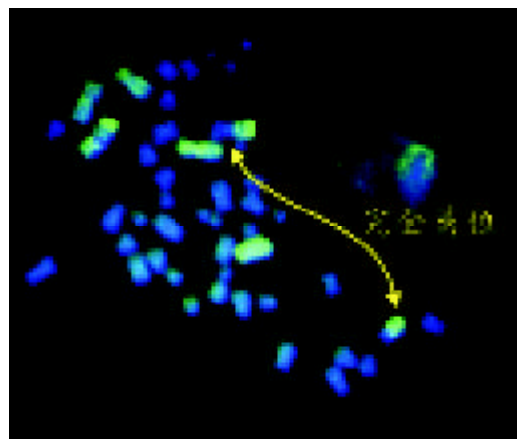
■2002年放化分析實驗室加馬核種CNLA量測結果



■1995-2002年放化分析實驗室加馬核種NIST/MAP/CNLA量測結果

螢光原位雜交技術(FISH)觀察易位染色體評估生物劑量之研究

核研所輻射生物劑量實驗室為了評估人員受到早期或慢性輻射曝露之劑量，正積極建立螢光原位雜交技術，觀察易位染色體來決定人員所接受的劑量。本研究目前已完成：(1)螢光原位雜交技術。(2)易位染色體變異的觀察技術。(3)利用FISH法觀察易位染色體變異率的背景值為0.0014。(4) ^{60}Co 加馬射線體外曝露0.94 Gy、1.88 Gy劑量的易位變異率分別為0.027及0.083。

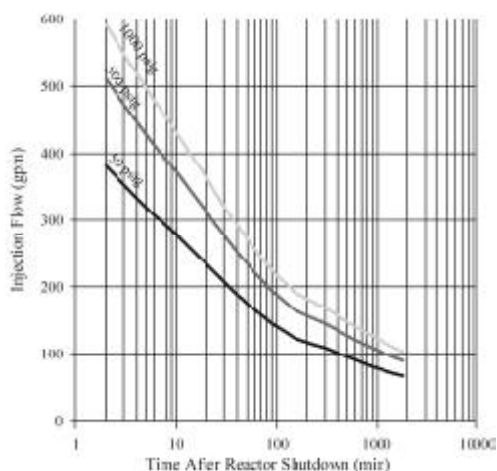


■FISH技術顯示一個完全易位的染色體

嚴重事故處理指引審查導則

本計畫之目的在於發展審查電廠嚴重事故處理指引之導則。該審查導則已發展完成，提供管制單位參考，其中詳列重要之審查項目。MELCOR 嚴重事故分析程式用作驗證之工具，核一、二、三廠 MELCOR 程式之輸入

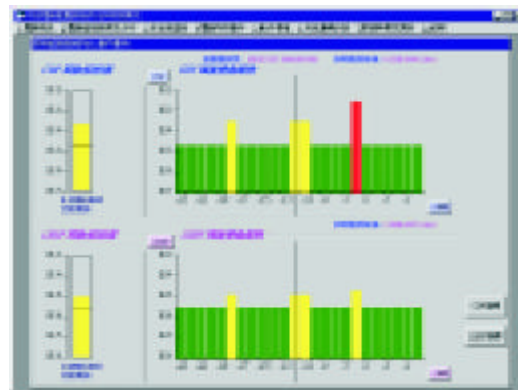
資料檔已發展完成，重要救援措施之效用亦加以分析。SCDAP/RELAP5 程式當作備用之程式，PWR 與 BWR 計算輔助圖之建立工具亦已發展完成。



■核一廠最低熔渣保留注水流量

核一、二、三廠早期輻射大量外釋頻率（LERF）分析能力建立

台電核安處與核能研究所共同合作完成“建立核能電廠整體風險評估與管理模式（簡稱TIRM）”計畫。國內三座核能電廠功率運轉期之第一、第二階段安全度評估模式已大致完成；大修停機期也完成了廠內事件第一階段之安全度評估，並進而建立了TIRM作業系統，可顯示電廠各種組態下之風險指標及風險趨勢，已具有風險告知決策應用之基礎。美國核管會於1998年發行了相關法規指引RG 1.174，說明使用PRA於個廠持照基礎更動風險告知決策之做法，其中風險告知管制應用時有兩項重要指標，一為已在TIRM計畫完成之爐心熔損頻率（CDF），另一風險指標為“早期大量輻射外釋頻率（LERF）”及其相關之變化量之分析。



■運轉中核能電廠即時風險趨勢圖

我國自來水淨化產生污泥之天然放射性物質含量調查

本研究調查台灣地區自來水處理流程及處置方式，並以加馬能譜及阿伐能譜分析法，完成台灣地區自來水廠污泥中鈾系 (^{232}Th 、 ^{228}Ra (^{228}Ac)、 ^{228}Th)，鈾系 (^{235}U) 及鈾系 (^{238}U 、 ^{234}U 、 ^{230}Th 、 ^{226}Ra (^{214}Bi)) 等天然放射性核種的含量分析，及表面輻射劑量率的調查，據以評估污泥中天然放射性物質對於環境輻射影響，以確保民眾之輻射安全。

分析結果顯示，我國各淨水場污泥的表面輻射劑量率介於 $0.04 \sim 0.20 \mu\text{Sv/h}$ ，其鈾系、鈾系與鈾系天然放射性核種 ^{238}U 、 ^{235}U 、 ^{234}U 、 ^{232}Th 、 ^{230}Th 、 ^{228}Th 、 ^{228}Ra 、 ^{226}Ra 含量分別為 1.8、23、0.012、0.16、1.8、24、0.09、1.1、0.09、1.2、0.09、1.1、9.3、102、8.1、66 Bq/kg，這些含量均低於我國天然放射性廢棄物豁免管制值。另外，本研究建立的天然放射性核種含量分析技術，亦可應用於其他類似樣品（例如電廠的煤灰）之分析。



■污泥輻射劑量率偵檢



■污泥取樣

核一廠二號及核二廠三號廢料庫 CICS 工程建置

台灣電力公司核一廠二號、核二廠三號低放射性廢料儲存庫，2001 年委託本所建置該設施之電腦化廢料儲存控制系統 (Computerized Inventory Control System, CICS)，目的在於確定廢料桶之桶號、重量、表面污染、表面劑量率、核種及活度後，將資料透過介面貯存於 CICS，以達到廢料桶貯存、管理等功能。

在整個廢料儲存庫的建置中，CICS 扮演整合性角色。藉由本案除能增進倉儲管理技術及經驗外，在 Ethernet 層級的各網路通訊 (OPC、Winsock、RS-232 轉 TCP/IP) 上亦能建立可貴的經驗。



■CICS與Crane通訊測試現場

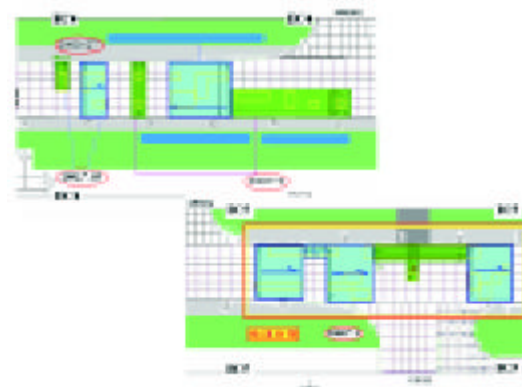
中正機場跑 / 滑道鋪面基礎狀況透地雷達檢測

透地雷達檢測(Ground Penetrating Radar, GPR), 其應用原理與航空雷達偵測飛機位置類似, 係利用入射電磁脈波遇到不同介質物體反射回來的物理現象, 以探測地下結構物性質與位置之檢測技術, 其特有之非破壞性及高施作效率等優點, 近年來倍受各界重視。

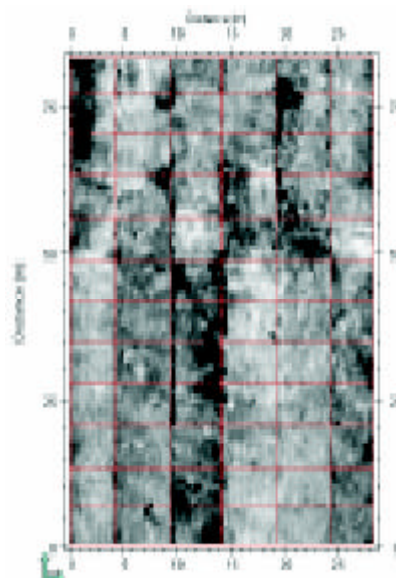
本所非破壞檢測實驗室承攬「中正機場 EC 跑 / 滑道透地雷達檢測工程」, 採用「斷層式透地雷達檢測技術」, 完成多個區域之斷層圖面, 藉以了解鋪面下方之基礎涵水、級配疏散及管線狀況, 設備則使用 RAMAC 透地雷達系統及 250MHz/800MHz 雷達天線。本案作業採夜間進行, 以不影響航機通過為原則, 作業迅速, 對機場運轉影響最少。所得檢測結果可提供機場鋪面修繕及維護工程上極需之基礎涵水或疏散相關位置資訊, 且機場維修單位可直接辨識, 方便簡單。本案之成果受到中正機場及國內其他航空站相關單位重視, 對國內航空設施安全管理之提昇, 有極大幫助。



■跑/滑道檢測



■監測區域示意圖



■水之透地雷達(GPR)圖譜

合成尿樣銻、鉈、鈾、鋇同位素連續分析法之研究

緊急事故和例行輻射偵測中通常分析尿液、蔬菜和水樣中的 ^{238}Pu 、 $^{239/240}\text{Pu}$ 、 ^{241}Am 、 ^{238}U 及 ^{90}Sr 等放射性核種含量，以估算人體中放射性物質的含量，並用以評估對輻射工作人員和一般民眾所造成的輻射劑量。因此本研究發展一種分析方法，用以連續分析尿液中的 ^{238}Pu 、 $^{239/240}\text{Pu}$ 、 ^{241}Am 、 ^{238}U 及 ^{90}Sr 活度。

此一連續分析方法乃是於尿液中加入

^{242}Pu 、 ^{243}Am 、 ^{232}U 示蹤劑(tracer)及穩定鋇載體(carrier)，用以監測化學回收率，最後利用液體閃爍計數器(Liquid Scintillation Counter)及阿伐能譜分析儀(Alpha-Particle Spectrometer)，度量 ^{90}Sr 及超鈾核種(actinides)的放射性活度。最後依據美國 ANSI N42.22 規範對於分析量測結果的追溯限值(Traceability Limit)定義， ^{241}Am 、 ^{238}Pu 、 ^{238}U 及 ^{90}Sr 的分析結果皆符合 ANSI N42.22 的追溯標準。

環境與能源科技

- 都市垃圾焚化爐反應物飛灰資源化與減量化處理技術之開發研究
 - 電漿氮化技術研發
 - 利用濕式氧化法處理半導體業有機廢水之研究
 - 含高沸點有機溶劑廢水處理系統之研究開發
 - 環境污染物之監測與分析應用
 - 都市下水污泥生物處理研究
 - 直接式甲醇燃料電池(DMFC)研究發展
 - 甲醇燃料電池之催化電極製作與測試應用
 - 碳奈米管之製備與儲氫行為
 - 中子轉化摻雜之技術開發
 - TRR 爐體遷移工程
 - 低放射性金屬廢料除污減廢
 - 清洗核設施除役污染金屬廢棄物之除污程序
 - 膠狀除污劑試性研究
 - TRR 用過燃料池處理
 - 除役污染組件核種及活度評估技術研發
 - 微量放射性固體廢料取樣及核種分析方法之建立
 - 建立低放射性廢料核種資料庫及分類
 - 雷射導引無人運搬車 (LGV) 系統
 - 用過核燃料中期貯存設施結構安全分析
 - 我國用過核燃料長程處置潛在母岩特性調查與評估階段 - 發展初步
- 功能 / 安全評估技術
- 機率式評估模式技術－應用於用過核燃料最終處置 全系統功能/安全分析
 - 沸水式反應爐十字型控制棒鋸切機
 - 農田水利工程結構物電腦繪圖參數化程式

環境與能源科技

為了拓展核研所研發的新領域，並且精進過去在核廢棄物處理上的技術，以應用在國內最迫切需要的環境保護與能源發展上，在91年6月成立環境與能源科技中心，來整合人力及資源。環境與能源領域的整體規劃發展方向為：(1)發展核設施除役與放射性廢棄物處理及處置技術，落實非核家園政策；(2)開拓原子能科技於環保科技、清潔製程、及新能源應用途徑，落實知識經濟及永續發展政策。

在91年的研發成果中，可分為下列四大方向：(1)環境保護技術發展，(2)能源技術發展，(3)核設施拆除及廢棄物處理技術發展及(4)核廢棄物貯存與處置技術發展。在第(1)項環境保護技術中，最重要的成果為電漿熔融爐成功地完成連續200小時運轉，驗證本所在電漿熔融的技術能力，未來將應用在都市垃圾焚化後之飛灰處理及醫療廢棄物處理上。此外電漿表面改質也成功地應用在金屬表面硬化(氮化作用)處理上，可完全取代過去污染環境的化學程序；而成功的濕式氧化程序及下水道污泥處理程序，則都是過去核研所化工程序成功應用在廢棄物環保處理的例子。至於第(2)項的能源技術發展，對核研所而言則是全新的嚐試，將過去在材料、化學、物理、工程、儀器專長整合起來開發燃料電池及儲氫材料。這些都是未來清潔能源的主流，由於核研所過去發展核能所建立的整合能力，使得這些研發工作在實際計畫開始(92年度)前一年的準備工作中，已有可觀的成果展現。

由於核研所研發方向的轉變，其中運轉二、三十年的設施已有多數面臨除役的狀況。第(3)項工作是中心投資最大的項目，其中最重要的是TRR的除役，91年本所已將TRR爐心切除移至另一廠房貯存，等待進一步分解，而

原廠房將建立除污中心，以配合TRR系統拆除。第(3)項的成果也包含成功地建立了金屬除污技術，92年將在TRR大廳內建立相關設施。此外，TRR用過燃料池中鈾射源的移除代表處理高活度射源的成功，未來將陸續處理燃料池中剩餘的燃料棒、護套管及池中設備。當然，在核廢棄物處理中，如何將廢棄物分類是降低成本、增加安全性不可或缺的工作，分析組成功地通過了ISO 17025品質系統及CNLA認證體系，確立游離輻射中低強度核種分析五項許可，建立了難測核種之最小可測值，以及可量測至清潔標準值1/10的量測能力，此外並實際進行蘭嶼核廢料量測工作，使廢棄物分類技術向前邁進一大步。在第(4)項的貯存及處置方面，較高活度核廢棄物貯存庫的土木工程完成了，並且安裝測試完成雷射導引搬運車，本所的這個現代化廢棄物貯存庫得以正式開始運作。此外，在協助原能會審查台電公司用過燃料中期貯存設施的過程中，也建立了本所中期貯存設施的安全分析能力。在核廢棄物最終處置方面，91年建立了處置場初步安全分析模式，包含近、遠場、生物圈及機率式評估模式，並已有初步的分析結果，未來將進行國內在可能母岩內的處置場評估，逐步配合國內相關機構的地質探勘結果，分析在國內進行核廢棄物最終處置的可行性。

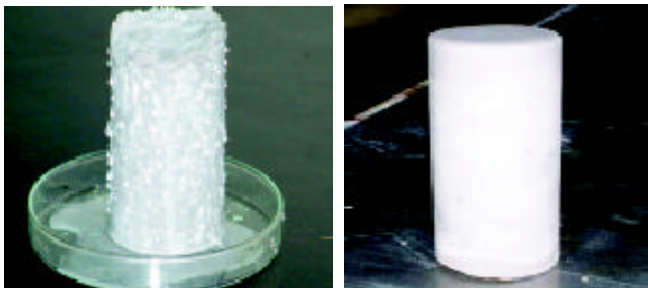


都市垃圾焚化爐反應物飛灰資源化與減量化處理技術之開發研究

都市垃圾焚化爐反應物飛灰若採水泥固化方法，其固化體有易潮解溶出高濃度之重金屬鉛及鹽類等缺點。

目前本所開發之處理技術係藉由水洗脫除反應物飛灰中鹽類、氯化鈣及重金屬，最後再將水洗後之灰予以固化，改善重金屬鉛及鹽

類潮解溶出之缺點，使需固化處理之反應物飛灰減量，並使反應物飛灰固化體品質提昇，掩埋處置時重金屬不易溶出，能有效改善一般水泥固化之缺點，並可達成都市垃圾焚化爐反應物飛灰資源化。



■反應物飛灰固化，左圖未經處理之固化體，右圖經處理之固化體

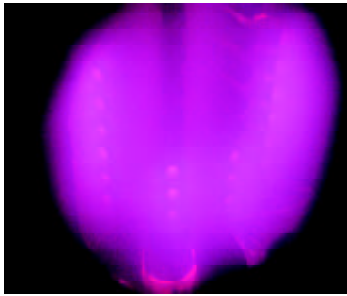


■建構在036X館反應物飛灰水洗處理設備

電漿氮化技術研發

傳統氮化技術是表面熱處理技術之一環，包括氣體氮化、鹽浴氮化等，所處理的工件受限，氮化層不緻密，應用範圍不大。本所研發之電漿氮化技術之優點為氮化速度快、氮化層組織可選擇、省能源、省氣體、膜層緻密、無公害、環保製程、可氮化不鏽鋼及鈦合金等等，而且可有效提高工件使用壽命，節省應用成本，因此其應用範圍較廣。尤其再以脈衝高電壓直流電源取代傳統直流電源，效率提高，不損壞工件，效益更高。本所電漿氮化系統包括粗真空抽氣系統及爐體，(1~100 kHz)脈衝高電壓直流電源，工件夾具，氮氣與氫氣源，控溫裝置等。氮化用電漿實景及不鏽鋼片

氮化成品如圖 1 所示。氮化條件為溫度 450 ~ 550 °C、氮化時間 15 ~ 20 hrs。電漿氮化表面之氮含量隨深度越深遞減，硬度也隨之遞減，氮化深度 ~ 0.5 mm，氮化表面硬度則可達 700~1300 HV，比原材料高四倍以上。氮化表面粗度從 0.01 μ m(未氮化)上升至 0.14 μ m。

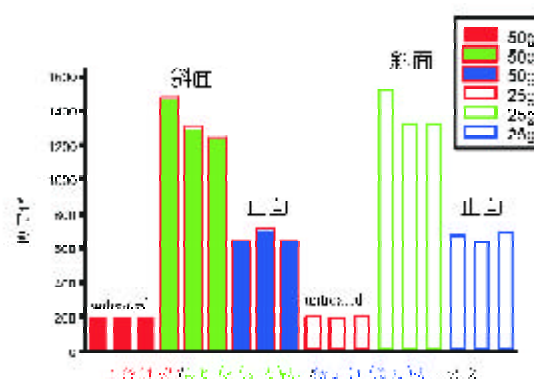


(a)



(b)

■電漿氮化 (a)實景 (b)不鏽鋼片氮化成品



■氮化與未氮化不鏽鋼硬度比較

利用濕式氧化法處理半導體業有機廢水之研究

針對半導體工業製程廢氣處理程序中吸附劑再生所產生的有機廢水，本計畫利用濕式氧化技術，分解破壞廢水中的有機成份，使其符合法規標準而排放之。

本研究選擇半導體廠實際廢水進行測試，探討反應溫度、氧化劑濃度、溶液酸度及催化劑濃度等因素對廢水中有機成份分解破壞效果之影響，實驗結果顯示結合濕式氧化及分離技術可有效降低此類廢水中之 TOC 濃度，分解破壞效率大於 99.6%，可達放流水排放標準。



■有機廢水濕式處理實驗設施

含高沸點有機溶劑廢水處理系統之研究開發

以半導體廠去光阻劑製程中揮發性有機化合物(VOCs)廢氣處理系統冷凝及沸石吸附劑再生所產生之廢水為例，該類廢水主要含有DMSO(dimethyl sulfoxide)、NMP(N-methyl-2-pyrrolidone)、MEA (monoethanolamine)等高沸點有機溶劑，總有機碳(TOC)濃度約 8000~16000 mg/L，因其含水量極高(>90%)，以直接焚化

方式處理並不經濟。本所以半導體業界某實廠廢水為探討對象，已成功研發出經濟有效之處理程序，可將該類廢水處理至 TOC 濃度低於 10 mg/L，且化學需氧量(COD)、生化需氧量(BOD)、懸浮固體(SS)等各項水質指標均能符合環保法規要求標準，目前頗具市場發展潛力。



■半導體有機廢水處理實驗裝置

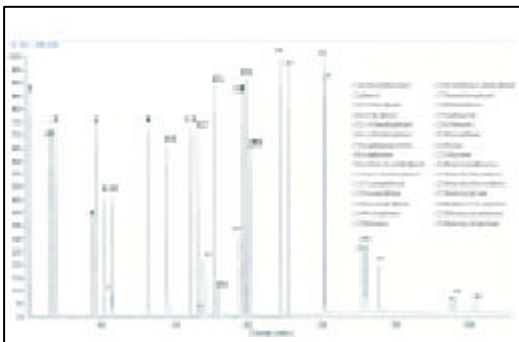


■半導體有機廢水處理測試裝置

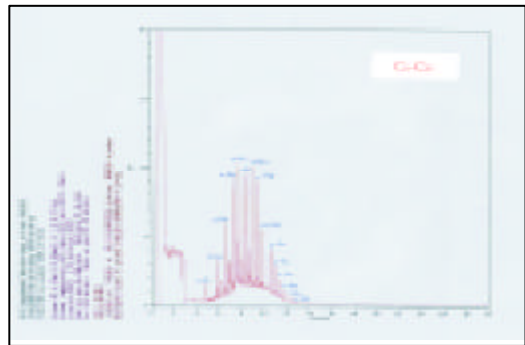
環境污染物之監測與分析應用

本所執行放射性廢料焚化處理相關之科技發展計畫，鑑於焚化進行過程中，若操作條件不適當，極有可能產生多環芳香烴(PAHs)與氯酚等環境污染物，進而導致生成具有極毒性、致癌性和突變性的戴奧辛，造成環境污染重大的威脅和損害；本研究計畫工作主要為針對焚化爐所產生的飛灰與焚化灰渣，進行戴奧

辛前驅物如多環芳香烴與氯酚等有機污染物之分析研究，實驗方法為利用索式萃取法將飛灰與焚化灰渣中多環芳香烴與氯酚等半揮發性有機物萃取出來，再經過矽膠淨化管柱去除干擾物，最後以氣相層析質譜儀與氣相層析儀加以定性定量分析。



■飛灰、灰渣中30種多環芳香烴及氯酚之索氏萃取-氣相層析圖



■土壤中柴油污染物成份之超音波萃取--氣相層析圖-2000 g/mL

都市下水污泥生物處理研究

都市污水淨化處理程序中，會產生污泥餅。本研究即針對該污泥餅之高養份特性，分別以好氧、厭氧等生物發酵方式進行生物分解處理研究，使之達成穩定化、安全化並可提供為酸性、貧瘠土壤改良之用，回歸大地資源化再利用。本年度之研究工作重點，係設計一套具有 1,000 公斤級可調控溫度及控制供給氣量

的發酵反應槽。該反應槽配備量測 NH_3 、 CO_2 、 O_2 等溢出氣體的量測系統，並以台北市下水道的生活污泥為試驗樣品，進行好氧菌生物發酵試驗，目前已分別完成調控定溫在 $55^\circ\text{C}\sim 65^\circ\text{C}$ 及不控制反應溫度等二種模式下之好氧發酵實驗。



■100公升級可保溫絕熱式生物發酵反應槽



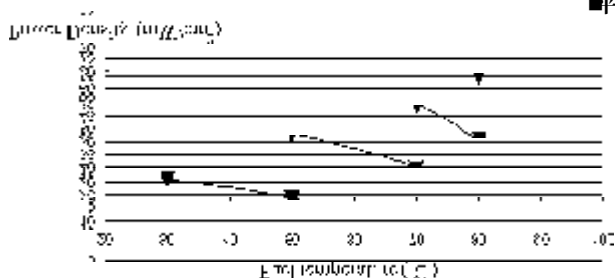
■1000公升級可調控定溫、給氧生物發酵反應槽

直接式甲醇燃料電池(DMFC)研究發展

直接式甲醇燃料電池(DMFC)是高效率、低污染、多元化能源的新發電科技，不但比傳統石化燃料有潔淨、高效率的好處，更可應用於交通運輸動力及攜帶式電子產品。本計畫重點為研究發展微型 DMFC 所需之重要零組件，並建立設計組裝測試製程及系統整合等關鍵技術，以期開發並研製適用於 3C 可攜式電子產品之微型 DMFC。目前已展示自製功率密度為 $14\sim 15\text{ mW}/\text{cm}^2$ (室溫)之 DMFC，並逐步提昇功率至 $30\text{ mW}/\text{cm}^2$ 。



■平面直接甲醇電池系統



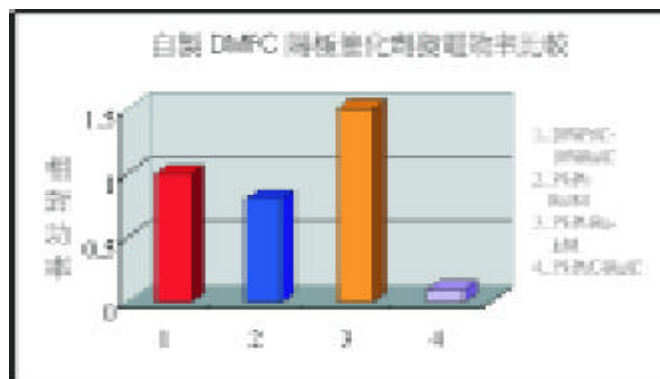
■自製DMFC之功率與溫度關係

甲醇燃料電池之催化電極製作與測試應用

甲醇燃料電池所使用之催化電極，應以提高放電功率（包括輸出電壓和電流之提昇）及降低製作成本為主要標的。

目前建立甲醇燃料電池使用電極膜組之製作技術，並已建立電極催化效率(電壓 - 電流 - 時間關係)之電化學研究驗證方法，主要

是循環伏安法(CV)，初步實驗證實 Pt-Ru-Ir 之催化效果較 Pt-Ru 為佳；而 Pt-Ru 亦經證實可披覆在石墨以外之載體上，貴重金屬之用量可予以相當程度降低且催化效果不亞於 Pt-Ru/C，目前發電功率約可達 12 mW / cm²。

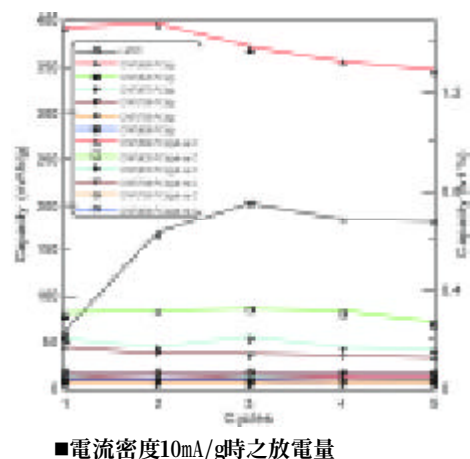


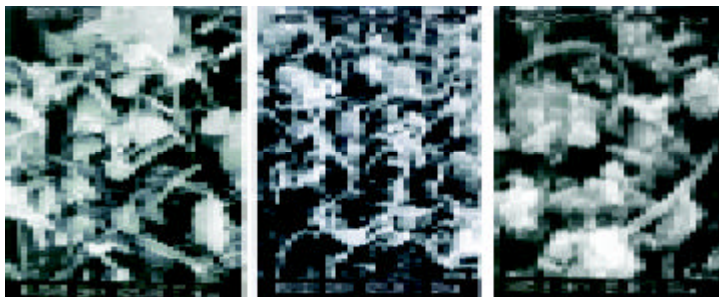
碳奈米管之製備與儲氫行為

石化能源之大量開發、應用以及排放，因而造成之空氣污染，都促使人類必須找尋代替的乾淨能源。氫氣具有高燃燒效率以及幾乎沒有排放的顧慮，是未來最有潛力之能源選擇。然而在現階段由於儲氫方式尚有體積大、質量重和充放氣損失等諸多缺失；也就是說，尚缺少方便又便宜的儲氫系統，無法大規模普及化的應用，因此，新的儲氫物質之研發是近幾年最引發興趣的議題。

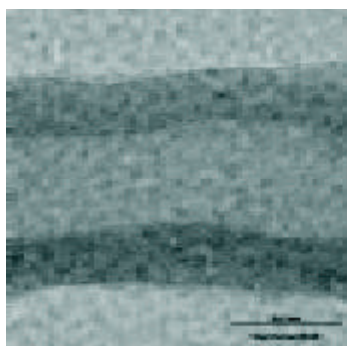
碳奈米管是由圓筒狀的石墨層所組成，其直徑由幾個奈米長至數十個奈米長，是在 1991 年時被日本的 Iijima 博士所發現。由於它獨特的形狀和新奇的特性深深吸引科學家的注意和興趣，展開了許多的研究活動，加上其多孔空間之造型，應具有吸附氣體之特性，而被認為未來可應用於儲氫的用途。

在我們的研究中，藉由 LaNi₅ 作為觸媒並以甲烷(CH₄)作為碳源，在 550~900℃反應溫度條件下，採用觸媒裂解法製備一系列之碳奈米管等含碳物質。其型態特性等則藉由高解析之穿透式電子顯微鏡(HRTEM)、掃描式電子顯微鏡(SEM)以及拉曼散射法(Raman Scattering)確認。

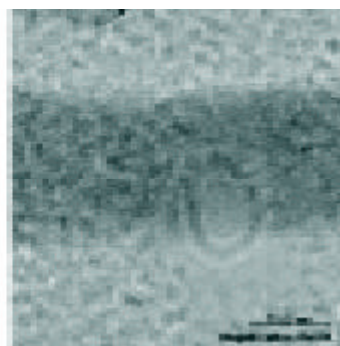




■於不同溫度(550°C, 670°C, 800°C)反應之產品，其型態顯微圖



■多層碳奈米管之解析顯微影像



■石墨奈米纖維(GNF)之解析顯微影像

中子轉化摻雜之技術開發

中子轉化摻雜技術係利用熱中子照射使材料中的部份同位素原子轉化為非放射性的雜質，此一技術常被用於半導體製程中，以得到較均勻且較精確的摻雜效果。由於半導體功率元件的生產要使用非常均勻的高電阻係數矽晶片，因此，目前中子轉化摻雜技術被廣泛應用於中子摻雜矽晶片的製作。

故本計畫的目的為建立中子轉化摻雜技術以提昇我國的工業技術能力。目前已完成模擬測試設施測試工作，並證明該模擬測試設施符合原始設計需求。此外，亦完成中子摻雜矽晶片之製作與檢驗技術建立，由此獲得之矽晶片具有良好的摻雜均勻度。



■中子轉化摻雜模擬測試設施

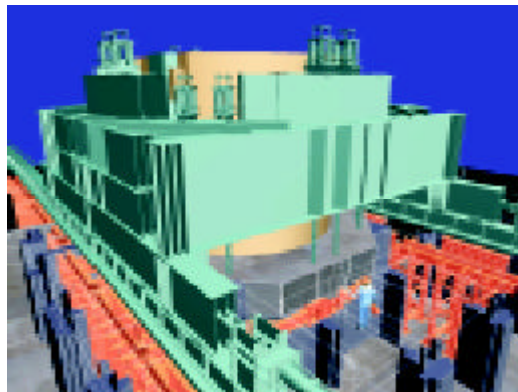
TRR 爐體遷移工程

TRR 爐體遷移工程之標的物重達約 3,000 噸，體積約有 1,100 立方米之圓柱體，其屬大型核設施除役，其重量及體積均屬首例。爐體遷移工程為本所 TRR 設施除役及改善利用中的關鍵里程碑，亦是 TRR 舊系統拆除與留用系統設施改善的銜接點。整個工程從評估、概念設計開始至爐體遷移完成，共花費 45 個月的時間達成，其中遷移工程完成發包至工程完成之工期約為兩年，工程完成後，TRR 爐體南移至新建的拆裝廠房內暫時安全封存，並將原有廠房清理復原。

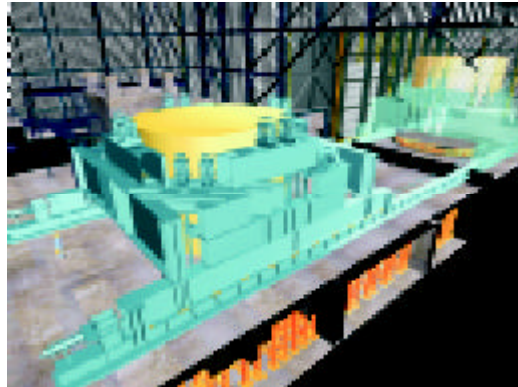


■TRR移爐工程

本工程工法係將爐體與底座切割分離，以鋼纜油壓起重吊運、並配合鐵軌傳送方式，從 TRR 廠房傳送至南方約 35 公尺處新建之拆裝廠房內做安全之暫時貯存，以待後續細部切割除役。



■TRR移爐程序模擬



■TRR移爐吊升及平移機具

低放射性金屬廢料除污減廢

為降低本所積存之金屬廢料庫存壓力，及朝向資源回收再利用之環保政策，將現庫存之 750 桶 $5 \mu\text{sv/hr}$ 以下的金屬廢料，分成三批次運用高壓水槍清洗及電解等除污方式，期能達到放射性金屬廢料之減容及解決廢料貯存空間不足之壓力。186 桶廢料經除污後合乎清潔標準而改裝於再生桶，除污減容效率為 94%。



■除污後廢金屬

清洗核設施除役污染金屬廢棄物之除污程序

為處理核研所台灣研究用反應器改善拆除及其他停用設施除役產生之金屬廢棄物。可經由除污改變為可忽略微量廢棄物，化學除污程序所用之技術為核研所自行發展之成果，除污劑將利用選擇性離子沉澱法再生數次，以減少二次廢棄物。最終廢棄除污劑配合核研所專利性高效率固化法予以安定化，固化體積很小。所有之二次廢棄物量約為原廢棄物重量之 0.1-0.3 百分比，屬於經濟有效之除污程序。



■除役金屬廢棄物除污減廢程序

膠狀除污劑試性研究

膠狀除污劑針對大面積容器壁及牆壁之現場除污，無論其為金屬面或水泥面，其主要配方包括油脂、界面活性劑、水及除污劑(可含氧化劑或還原劑)等。

除污劑如使用氧化劑可考量硫酸銻、高錳酸鉀、重鉻酸鈉等。使用之膠體須考量於除污作用後，易以水柱由金屬表面清除，並且廢水經調理後能排放至液體場處理。



■核研所試製膠體除污劑

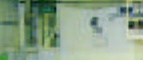
TRR 用過燃料池處理

TRR 用過燃料池清理工作之目標，包括處理 TRR 貯放於燃料池內之用過燃料，鈷六十廢射源，活化燃料外套管，及廢樹脂等廢棄材料。並建立池水局部過濾及淨化系統，將池中及房內設施拆除並除污，供日後使用。

本年度完成鈷六十取出工作：包括鈷六十鉛罐之購置、研製遙距操作工具如夾具、水中檢查錄影之閉路電視、氣動閘門啟閉操作器、量測廢射源活度之輻射度量裝置等；模擬池測試和燃料池實際測試，結果正常適用，據

此編寫操作程序書和輻防計畫書，經核安會審查，已陳報原能會核備，並完成鈷六十廢射源 859 枚之處理移出作業。本項鈷六十廢射源裝罐經實際測試後，由原規劃約 30 罐，縮減為 9 罐，大量減少容器和儲存空間。由於設備工具準備齊全，裝罐數減少，時間縮減，以及池面背景下降至約 0.04 mSv/hr，合理抑低個人劑量可望由 10mSv 降至 6mSv 以下，集體劑量約 50mSv。

貯放於燃料池內之活化燃料外套管等材

[illegible]

■TRR用過燃料池

涵蓋放射性污泥、水泥塊、泥土、金屬類、燃料池池水、去污廢水等檢測項目。

■TRR除役之試樣分析服務統計表

序号	资产名称	账面价值	评估价值
1	流动资产	1,000.00	1,000.00
2	非流动资产	9,000.00	9,000.00
3	总资产	10,000.00	10,000.00
4	流动负债	2,000.00	2,000.00
5	非流动负债	3,000.00	3,000.00
6	总负债	5,000.00	5,000.00
7	净资产	5,000.00	5,000.00

微量放射性固體廢料取樣及核種分析方法之建立

對可忽略微量放射性固體廢料，應發展其標準取樣及核種分析鑑別技術，目前已建立各種可忽略廢料試樣中難測阿伐核種(Pu-239、Th-232、U-238、Am-241…等)之分析方法，及建立核設施產生可忽略微量廢料中 H-

3、C-14、Fe-55、Ni-63、Sr-89、Sr-90、Tc-99、I-129 等難測貝他核種分析技術，並參加美國 NEI/NIST 量測保證計畫(MAP)比試，分析結果可追溯至國際標準。

■難測阿伐核種測定MDA值之探討

核種	MDA (Bq/g)	MDA (dpm/g)	MDA (Bq/g)	MDA (dpm/g)
Pu-239	0.001	0.1	0.001	0.1
Am-241	0.001	0.1	0.001	0.1
Th-232	0.001	0.1	0.001	0.1
U-238	0.001	0.1	0.001	0.1
Am-241	0.001	0.1	0.001	0.1
Th-232	0.001	0.1	0.001	0.1
U-238	0.001	0.1	0.001	0.1

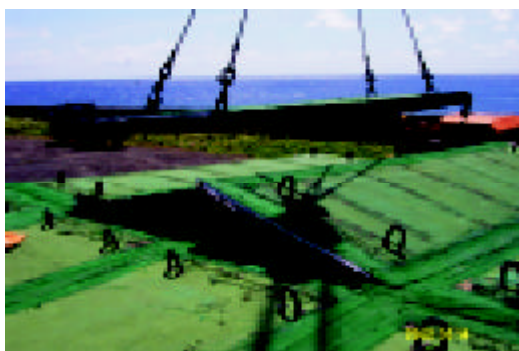
■難測貝他核種測定MDA值之探討

核種	MDA (Bq/g)	MDA (dpm/g)	MDA (Bq/g)	MDA (dpm/g)
H-3	0.001	0.1	0.001	0.1
C-14	0.001	0.1	0.001	0.1
Fe-55	0.001	0.1	0.001	0.1
Ni-63	0.001	0.1	0.001	0.1
Sr-89	0.001	0.1	0.001	0.1
Sr-90	0.001	0.1	0.001	0.1
Tc-99	0.001	0.1	0.001	0.1
I-129	0.001	0.1	0.001	0.1

建立低放射性廢料核種資料庫及分類

本計畫的目的係針對暫存蘭嶼貯存場內約 10 萬桶低放射性廢料桶，先依其機組、年代及廢料源完成分類，目前已完成廢料源分類及合併工作並開啟 21 個壕溝、65 個壕溝蓋板，鑽桶取得 157 個代表桶之分析樣品，完成 207 桶廢料桶之整桶計測，整合先前取得之樣

品，可建立蘭嶼貯存場內超過 95 %以上廢料桶之比例因數。此外樣品難測核種放化分析，已完成四批次 24 個樣品之分析工作並試算 78 84 年比例因數，並探討影響分類的核種。



■貯存場壕溝開蓋



■計測/取樣

雷射導引無人運搬車（LGV）系統

雷射導引無人搬運車（簡稱雷射搬運車）之主要目的係作為運搬 55 加侖桶之載具。本雷射搬運車係以德國 E & K 公司生產之 EGB 系列搬運車體為母體，再佐以瑞典雷射導引車（LGV）控制系統架構 NDC 公司之雷射導引設備及控制器設計而成。本車車體總重量（含電瓶）為 3.905 噸，最大荷重能力為 3 噸。雷射導引車（LGV）的控制系統架構，包含 LGV 主電腦、路徑顯示電腦、行車電腦、雷射掃描器、反光片等。

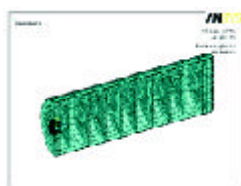


■雷射導引車

用過核燃料中期貯存設施結構安全分析

本計畫是以 NUHOM 用過核燃料乾式貯存設施的標準化設計為目標，建立用過核燃料中期貯存設施之結構安全獨立驗算模式，以提供中期貯存設施審查時結構安全分析驗證之參考。

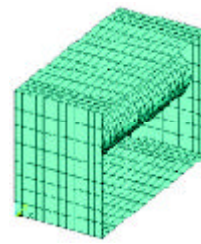
計畫中對標準化之 NUHOM 中期貯存設施的主要貯存結構 - 水平貯存模組與乾式屏蔽罐，進行各項設計與運轉條件之結構負載安全分析。分析工作的執行除參考 NUHOM 的設計資料外，各項分析的要求，亦同時需要符合 10CFR72 與 ANSI 57.9 的各項規定。



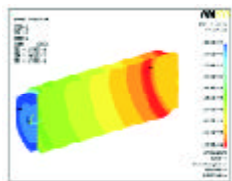
■乾式屏蔽罐(DSC)有限元素分析模型



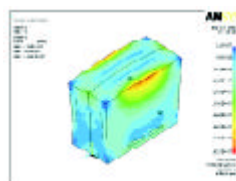
■水平貯存模組(HSM)有限元素分析模型



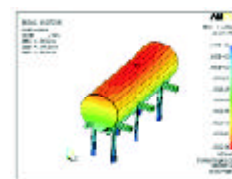
■DSC、HSM和DSC支撐結構有限元素地震分析模型



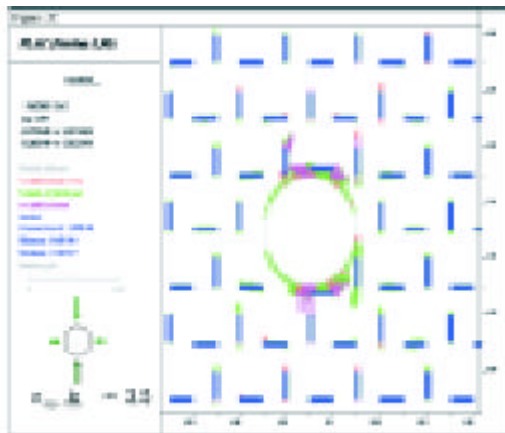
■DSC內壓分析應力分佈圖



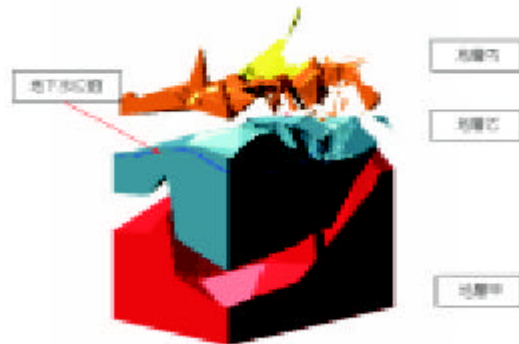
■HSM正常熱力條件分析－應力分佈圖(單位：Pa)



■DSC地震分析－變形分佈圖(單位：m)



■岩體處置孔開挖擾動帶分佈

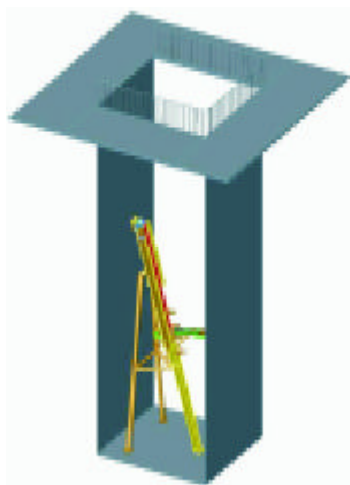


■新建立之三維地質水文圖

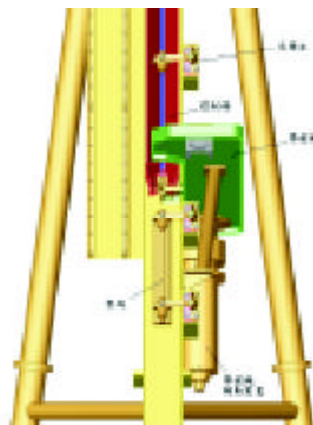
沸水式反應爐十字型控制棒鋸切機

台電公司核電一、二廠現有用過燃料控制棒，貯存於用過燃料貯存池內。經運轉二十多年，累積的用過燃料棒及控制棒的數量，將造成水池貯存空間不足的壓力。由於控制呈十字型的(片狀構成)形狀很佔空間，台電公司有意將控制棒切成單純的片狀可貼合貯存，以減少所佔的貯存空間，紓解貯存空間即將不足的壓力。本裝置利用帶鋸，將已切除緩速體之控

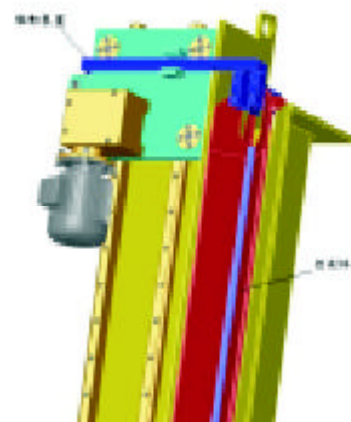
制棒，長約 4 公尺，沿其軸向分三次切割成四片長條形，因控制棒形狀特殊，要求的鋸切位置須準確，沿軸心之直線路徑切割，需要精確的導正鋸切方向，不可因方向偏差而鋸切到的控制棒葉片板部份（內含控制藥劑），致使輻射性氣體洩漏。本機設備全部由核研所規畫設計，現已安裝完成，進行鋸切功能的測試。



■控制棒鋸切機安裝示意圖



■控制棒鋸切機部份視圖



■控制棒鋸切機驅動裝置

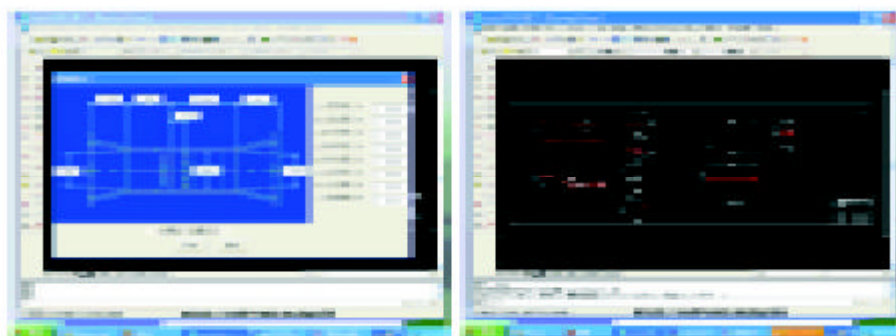
農田水利工程結構物電腦繪圖參數化程式

桃園農田水利基金會委託本所建立參數化電腦繪圖系統，以提昇其數量龐大之水利渠道設計及繪圖工作效率。計畫目標為建立參數化設計系統及交談式圖形輸入系統，供農田水利渠道設計及繪圖使用。

電腦輔助繪圖使用普遍，對一些常用結構物在繪製時，雖可用複製之功能增加繪圖效率，但大部分之結構，雖然大致形象相似，但並非各部分均是一定比例，此時就有必要以參數化之設計，才能達到加速繪圖之功能，農田水利工程結構物就符合此一情況。



■渠道參數批次輸入及自動產生縱斷面圖



■水利構造物之參數輸入及繪圖結果

輻射應用科技

- 以微正子電腦斷層掃描儀及全身自動放射顯影術觀察纖維肉芽瘤小鼠模式對氟 -18 去氧葡萄糖之動態吸收
- 液態銻 -188 應用於汽球擴張術血管再狹窄之預防研究－TRIPPER-2
- 氟 -18 生產用第二套液體靶站之建立
- 新肝癌治療用藥 Re-188-ECD-Lipiodol 之製備研究
- 核研 In-111-DTPA-Octreotide 之臨床診斷評估
- 血清黃麴毒素檢驗試劑之發展與應用可行性評估
- 鎝 -99m-TRODAT-1 標幟用凍晶注射劑之生產製程確效
- 鎝 -99m-TRODAT-1 查驗登記用臨床試驗
- 體抑素胜肽及其衍生物之製備程序
- 滋養劑、消脂減肥茶及生化湯等中藥之輻射滅菌研究
- 輻射在園藝作物改良及稻米殺蟲之研究與推廣
- 電子束之工業應用與劑量計測
- 血清素傳送體造影劑標幟前驅物 SnADAM 合成方法之改進研究
- 雙官能基有機配位子 S-Hynic 之合成與鑑定
- 「核研佳多喜安造影注射液」之配方設計與製造方法
- [碳 -11]醋酸鈉自動合成系統之研製
- 鈷 -57 平面密封射源之製作方法
- 動物用正子剖層造影儀 ASR-PET 之研究發展
- 微型正子放射剖層造影儀之建置
- 第二代高解析度定位塊型加馬偵檢器之發展
- 環境檢驗室新增檢測類許可證及參與環保署九十一年度盲樣測試成果
- 參與美國 APG 公司能力試驗計畫之指標報告

輻射應用科技

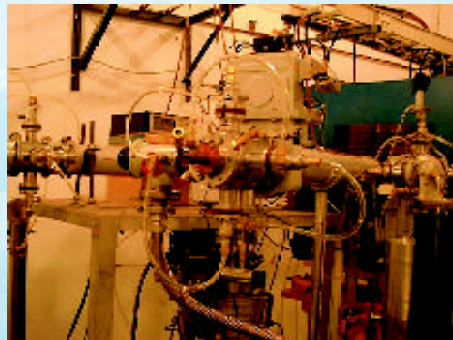
輻射應用科技中心為核能研究所三大科技研究中心之一，主要執行核研所核能安全、環境與能源以外之輻射應用相關研究。中心主要人力資源為同位素應用組，部份人力來自化學組、分析組及物理組，依據矩陣管理模式執行各項研發計畫。經費資源大部份來自中央政府預算，每年並接受學界、產業界委託合作，執行放射性同位素及其核醫藥物之供應與輻射照射等技術服務。同時申請經濟部科技專案研究計畫，相關之研發成果陸續進行技術移轉，提升效益、落實本土產業及創造知識經濟價值。

九十一年度研發計畫可歸納為三類：

(一)醫用同位素生產技術之發展與應用推廣；
(二)核醫藥物研製技術之發展與應用推廣；
(三)輻射生物醫學科技之發展與應用。第(一)類研發計畫主要工作成果包括：(1)氟-18研製第二套液體靶站的建立；(2) ^{18}F -FDG核醫藥物生產現況；(3)銻-188應用於血管再狹窄預防研究臨床試驗；(4) ^{11}C -Acetate自動合成系統研製；(5)鈷-57平面密封射源之製作方法。第(二)類研發計畫主要工作成果包括：(1)血清素轉運體標幟前驅物SnADAM之合成改進研究；(2)雙官能基有機配位子S-Hynic合成與鑑定；(3)Gd-DTPA-BMA對比劑配方設計與製造方法；(4) ^{18}F -FDG microPET動物模式之探討；(5)肝癌治療用 ^{188}Re -ECD/Lipiodol 製備研究；(6) ^{111}In -DTPA-

Octreotide臨床診斷評估；(7) $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -TRODAT-1凍晶製劑生產製程確效及臨床試驗；(8)體抑素提升研發效益製程研究；(9)血清黃麴毒素檢驗試劑之發展與應用可行性探討。第(三)類研發計畫主要工作成果包括：(1)動物用ASR-PET之研究發展及microPET建置；(2)第二代高解析度定位塊型加馬偵檢系統之開發；(3)中藥輻射滅菌研究；(4)輻射照射在園藝作物改良及稻米殺蟲之研究；(5)電子束的工業應用與劑量計測。其他與研發業務有關之重要工作成效尚有：(1)利用不同機型液相層析質譜儀對穩定同位素豐度分析之探討；(2)環境試驗室新增檢測項目許可証申請及盲樣測試成果；(3)參與美國APG公司分析能力試驗之指標報告。

本中心係依據各功能組的人員專長、核心技术與核心設施，執行專業分工與計畫整合，旨在精進迴旋加速器運轉與維修技術，加強同位素產能及核醫藥物製造品質，提升合成化學與放射化學分析能力，並推廣輻射照射技術服務與相關研發成果之應用，以落實原子能和平用途，造福社會民生，並對國內輻射生物醫學科技作出貢獻。

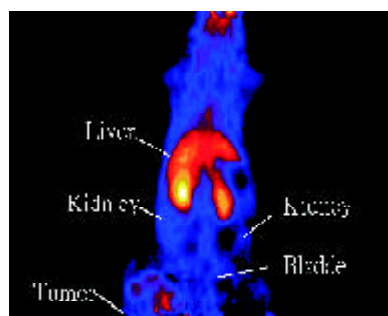


以微正子電腦斷層掃描儀及全身自動放射顯影術觀察纖維肉芽瘤小鼠模式對氟-18 去氧葡萄糖之動態吸收

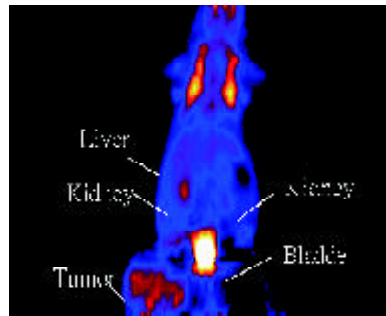
氟-18 去氧葡萄糖(Fluorine-18-2-deoxy-D-glucose, [^{18}F]-FDG)已普遍應用於許多腫瘤之臨床診斷，然而 [^{18}F]-FDG 的相關研究與其他應用仍不斷進行。本研究是利用 [^{18}F]-FDG 在老鼠纖維肉芽瘤(Fibrosarcoma)之動物模式中，以微正子電腦斷層掃描儀(microPET)及全身自動放射顯影術(Whole-Body Autoradiography, WBA)追蹤其腫瘤之生長。將 NG4TL4 細胞株種植於 4~6 週週齡之小鼠，一週後利用 microPET 可以明顯看出腫瘤之生長，然後進行 [^{18}F]-FDG-microPET 動態造影 4 小時之研究，並圈選腫瘤、肝、腎之興趣範圍(Regions of Interest, ROI)，繪製時間-活度曲線(Time-Activity Curve)。在進行 microPET 造影後，小鼠立即進行全身自動放射顯影，以印證上述實驗之結果。在小鼠注入 [^{18}F]-FDG

後，於 3 個時間點進行生物分佈實驗。結果由 microPET 影像得知，老鼠在種植 NG4TL4 細胞株一週後，[^{18}F]-FDG 可有效攝入纖維肉芽瘤內。動態造影結果顯示，[^{18}F]-FDG 注入小鼠 1 小時後，腫瘤的吸收達到最高點，肝與腎之吸收則在注入數分鐘後，即由最高點下降。在腫瘤細胞植入小鼠十一天後，由 microPET 及 WBA 可看出腫瘤細胞壞死之現象，三週後壞死則非常明顯，以上結果亦符合生物分佈實驗之數據。

結論：利用 microPET 動態造影得知 [^{18}F]-FDG 可應用在纖維肉芽瘤之診斷造影，追蹤其腫瘤生長之現象顯示和生物分佈之數據相符。未來在腫瘤細胞進行治療後，[^{18}F]-FDG 可作為療效評估之示蹤劑藥物。



(A)



(B)

■ NG4TL4 纖維肉芽瘤小鼠注入氟-18 去氧葡萄糖之動態吸收造影
(A) 10 分鐘後影像及 (B) 1 小時後影像。

液態銻-188 應用於汽球擴張術血管再狹窄之預防研究—TRIPPER-2

經皮冠狀動脈氣球血管形成術(Percutaneous Transluminal Coronary Angioplasty; PTCA)為一種有效治療冠狀動脈阻塞的方法，然最大的難題為通常六個月內會有 30 至 50% 再狹窄發生率。以加馬射線在冠狀動脈內

照射證明可減少內膜之增生及減少血管狹窄之機率，惟因加馬同位素射源的穿透力強及輻射防護困難，使用上有所限制。在輻射安全考量上，貝它射線被認為是一種較安全之取代方法，臨床實驗使用固體的貝他射線證明能減少

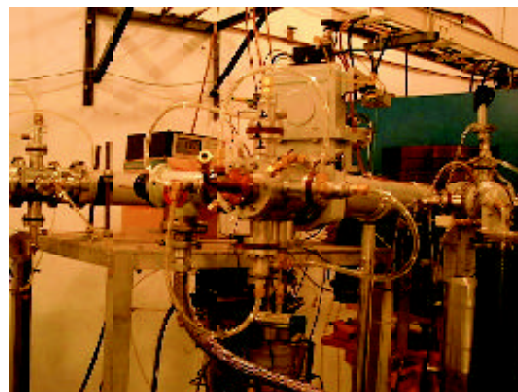
冠狀動脈再狹窄之機率。然而，使用固態貝它射線作為血管放射治療的缺點，是因射源在導管的中心位置不對稱，致使劑量分佈不均勻。因此，使用貝它放射性同位素銻-188 的液態配方裝入經皮冠狀動脈管形成術（PTCA）之氣球照射血管壁，可達成均勻劑量的分佈。臨床研究係對病患先做安慰劑對照組研究，以驗證接受冠狀動脈造形術於使用貝它放射同位素銻-188 治療時，一年的安全性與及經六個月後血管的再狹窄發生率。在追蹤過程中，需要評估病患主要臨床症狀包括復發性心肌缺血、目標血管導致的心肌梗塞、同一病灶是否需要再做冠狀動脈治療以及病患死亡等可能發生之情況。研究結果顯示：(1) 銻-188 組和控制

組的病患在 30 天的安全性沒有統計上的差別；(2) 40 位銻-188 組中已追蹤的 39 位病患接受 14 格雷 0.5 厘深的管壁組織，單一照射劑量，六個月後的造影血管再狹窄率為 49%，而 30 位控制組的病患再狹窄率為 53%；(3) 15 位銻-188 組的病患接受 20 格雷的照射劑量，已追蹤的 14 位中只有 3 位 (21%) 有再狹窄症。根據完成 85 名研究組病患結果統計，使用低劑量的放射線照射之患者其血管再狹窄率較對照組沒有明顯減少，但使用較高劑量的放射線照射之患者，六個月的追蹤發現，其再狹窄率較對照組降低百分之五十，此 85 名研究組病患在經過一年以上的追蹤，並無發生任何副作用。

氟-18 生產用第二套液體靶站之建立

氟-18 研製第二套液體靶站之建立，主要目的在於：(1) 增加 ^{18}F -FDG 產能；(2) 提升 ^{18}F -FDG 生產可靠度。此液體靶站之規格與第一套大致相同，包括靶腔裝置、傳水系統和控制系統三部份，照射靶站安裝於迴旋加速器 154 室 2B3 射束線上，靶腔氧-18 水容量約 1.3 cc，具有冷卻功能，冷卻水溫度和流量分別控制 18°C 和 5 l/m，靶腔靜態測試耐壓達 1000 PSI。氧-18 水的傳送是利用高壓氮氣在傳送管內推動，照射前先注入氧-18 水至靶腔，注滿後加壓以提高水的沸點。溢流瓶可接收多餘的水，回收後下次使用。照射時間視需求而定，目前為 1-1.5 小時，由於 ^{18}F 半衰期為 109 分鐘，每一批照射最多不超過 2 小時。照射後，將水送至 ^{18}F -FDG 合成盒，由於傳送管路較第一套長許多，因此設計兩段氮氣送水過程，可有效將水送至合成盒內。傳送過程皆由電腦操作控制，必要時亦可改為手動。 ^{18}F 之生產目前照射條件設定為質子束能量 17 MeV，射束電流

17 μA ，生產結果 ^{18}F 平均產率為 53 mCi / μAh ， ^{18}F -FDG 合成率平均為 56%。當需求量大時，則利用迴旋加速器雙射束同時照射兩個 ^{18}F 液體靶站，可增加一倍產量，平時兩個 ^{18}F 液體靶站則交替使用互相支援，不僅提升生產可靠度，且可減少維修人員接受輻射劑量。



■ 氟-18 生產用第二套液體靶站系統

新肝癌治療用藥 Re-188-ECD-Lipiodol 之製備研究

銻-188 主要來自 $^{188}\text{W}/^{188}\text{Re}$ 核種發生器，為生體內部放射治療之理想同位素，核研所近年來研發之 Re-188-ECD-Lipiodol 係一種肝癌治療用核醫藥物，ECD 為目前临床上使用之腦血流灌注造影劑。本研究旨在探討 Re-188-ECD 之標幟效率及 Lipiodol 製劑之研製，並配合進行生體分佈試驗，以評估是否具有肝癌治療之潛力。

Re-188-ECD-Lipiodol 成品之放射化學純度分析顯示可達 90%，提供台中榮總進行之生體分佈試驗結果，顯示經由肝動脈注射後 1 小

時，腫瘤部位之分佈很高，其 Target/non-Target(T/N) 比值高達 13.89，第 24 小時 T/N 值降至 9.40，48 小時後 T/N 值為 6.57。探討其原因可能為部份 ECD 在體內水解或代謝成水溶性，故隨時間而被血液沖流。雖然其生體分佈數據顯示 24 小時內仍有不錯之分佈，但第 48 小時時已較不符合理想之治療用藥。經由本試驗之結果，未來若能合成 ECD 之其他衍生物以提高體內之穩定性，增加肝動脈內滯留時間，則必能找到理想之肝癌治療用核醫藥物。

核研 In-111-DTPA-Octreotide 之臨床診斷評估

體抑素(Somatostatin)係一種由人體自行合成之 Peptide，由 14 個氨基酸所組成，具有抗生長及抑制性調節敏感性組織之作用。In-111-Pentetreotide 為一種利用 Octreotide 接上一個雙官能螯合劑 DTPA 後，再以放射性同位素 In-111 標幟而成之核醫藥物，可應用於神經內分泌腫瘤診斷。此核醫藥物對 Somatostatin receptor 具有高專一性，因此在含有 Somatostatin receptor 之原發性或轉移性腫瘤細胞皆能迅速定位。本研究之目的，主要是利用核能研究所自行研製之 In-111-DTPA-Octreotide 進行 Phase II 人體臨床試驗，評估此核醫藥物臨床診斷之有效性，作為未來申請查驗登記之依據。

本研究在病患的選擇及執行 In-111-DTPA-Octreotide 造影檢查係採開放式，由臨床醫師挑選含有 Somatostatin receptor 之腫瘤患者，經徵求同意後，施行 In-111-DTPA-Octreotide 造影檢查。檢查結果之分析採行單盲方式，由專業醫師在不知病患臨床診斷資料之前提下，就掃描影像加以判讀分析，最後再作整合分析與統

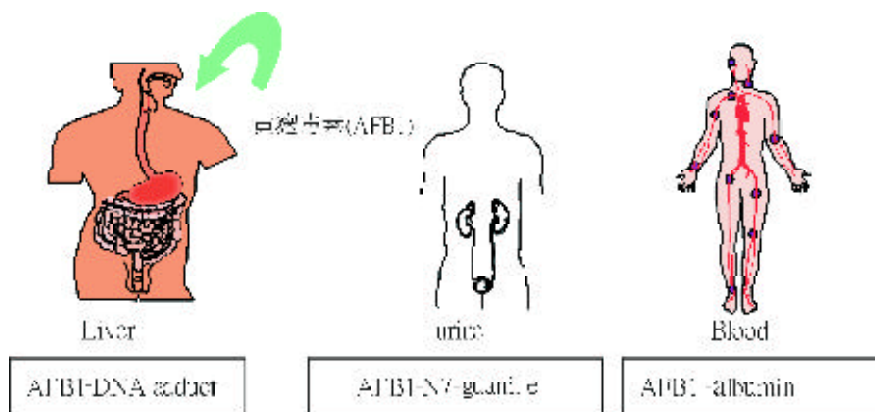
計。本研究至今共完成 21 例人體臨床試驗，其中 Adrenal tumor 五例，Ectopic Cushing's syndrome 二例，Carcinoid 二例，Gastrinoma 三例，Pituitary gland disease 一例，MEN 1 (Pituitary, Parathyroid、Pancreas) 四例，Thyrotoxicosis (Graves disease) 一例，Medullary thyroid cancer 二例，Other disease 一例。由於研究至今仍未達 Protocol 之預定病患數量，故仍未進行敏感度 (Sensitivity) 與專一性 (Specificity) 之最後統計。人體臨床試驗之研究成果，將可提供核能研究所自行研製之 In-111-DTPA-Octreotide 造影劑向衛生署申請查驗登記之重要資料。

血清黃麴毒素檢驗試劑之發展與應用可行性評估

由流行病學文獻回顧得知，黃麴毒素攝入體內可於肝細胞癌中發現黃麴毒素 DNA 衍生物，亦可於血清中發現黃麴毒素白蛋白衍生物，且黃麴毒素攝入量越多，血清黃麴毒素白蛋白衍生物值就越高，兩者成正比關係。國人因缺乏 GSTM1 T1 基因容易累積黃麴毒素，尤以 B 型肝炎帶原者體內含黃麴毒素時，發生肝癌的危險度為一般人 60 倍。由於過去 B 肝帶原區與黃麴毒素污染區分布一致，故不易察覺黃麴毒素之重要影響性，雖然全面注射肝炎疫苗已成功降低肝癌之發生率，但临床上已有人開始注意黃麴毒素之污染與癌病之關聯性。

為定量體內黃麴毒素攝入值，需先有慢性曝露之定量方法與檢驗試劑問世。從回顧文

獻顯示血清黃麴毒素的定量非常繁複，諸如血清需經一連串分離、濃縮、乾燥、溶解等前處理步驟，在臨床上使用非常不便。目前市面上只有用於食品相關試劑，尚無用於血清之檢驗試劑；一般檢驗試劑在上市前 90 天需向 FDA 報備，且經至少 600 例足以佐證其有效性之臨床試驗才能合法使用，上市後仍需持續監視，以累積臨床數據。截至目前為止，本所已初步完成不需經前處理之血清黃麴毒素的定量方法檢驗試劑的試產，預計提供國內醫院進行相關臨床試驗，未來以取得查驗登記合法上市使用為目標。



■黃麴毒素曝露相關生物標記(Biomarker)：黃麴毒素經由口攝入，可在肝中發現AFB1-DNA衍生物，於尿中發現AFB1-N7-guanine，於血清中發現AFB1-albuminadducts；而衍生物的含量與黃麴毒素攝入量有正比關係，此三個衍生物可作為黃麴毒素曝露之生物標記。

銻-99m-TRODAT-1 標幟用凍晶注射劑之生產製程確效

銻-99m-TRODAT-1 已證實為第一個可用於人類中樞神經系統多巴胺轉運體核醫單光子放射電腦斷層造影的新核醫藥物。由於銻-99m 同位素及單光子放射電腦斷層造影設備 (SPECT) 的使用普遍，有利於銻-99m-

TRODAT-1 臨床應用於多巴胺神經系統退化疾病如巴金森氏症之診斷與療效追蹤。核能研究所已發展出此種新標幟用藥物凍晶配方，注射劑生產製程之主要工作包括：(1) 溶解：以氮氣流量、時間及氮氣無菌試驗為參數；(2) 混

合：以氮氣流量、時間及總鈉含量均一度 RSD% 檢測為參數；(3) 過濾：以濾膜完整性試驗為參數；(4) 充填：以充填量 RSD% 為參數；(5) 凍結真空乾燥：以壓力洩漏試驗及再溶解時間為參數。

本研究針對此凍晶配方製劑經連續三批次生產製程對所有關鍵項目逐一進行確效試

驗，使用於試驗之檢測儀器與分析方法，皆事先完成儀器安裝、操作與性能驗證及分析方法確效，期能符合藥品優良製造確效作業基準。此外，所有設備與製程皆證實能持續穩定達到預期之效果，作為日後該項產品向衛生署申請新藥查驗登記之文件依據，期能儘早上市落實民生應用。

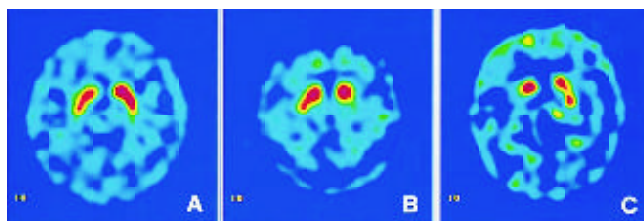
銻 -99m-TRODAT-1 查驗登記用臨床試驗

多巴胺(Dopamine)為腦組織神經系統中之神經傳導物質 (Neurotransmitter)，參與運動功能之調節控制。一旦多巴胺神經傳遞訊息受損，負責協調控制運動之機制即會喪失，因而產生巴金森氏症疾病(Parkinson's disease)。銻 -99m-TRODAT-1 為一種古柯鹼衍生物之核醫藥物，能與多巴胺節前神經之多巴胺轉運體有高選擇性結合，係第一個經證實可用於人類腦部紋狀體多巴胺轉運體之單光子放射電腦斷層造影 (Single Photon Emission Computed Tomography, SPECT) 的核醫藥物。文獻報導顯示多瓶製備法配製銻 -99m-TRODAT-1 需要七個步驟，製程過於繁複，無法滿足例行臨床檢查需要。核能研究所已發展出單一小瓶即用套組，為證實此套組所製備之銻 -99m-TRODAT-1 用於診斷巴金森氏症的功效與安全，我們依循衛生署公告的「藥品優良臨床試驗規範」完成第三階段查驗登記用臨床試驗，試驗設計以開放及健康自願者對照的方式在醫學中心進行。

本試驗挑選臨床上已確認診斷出巴金森氏症病人與無腦部病史的志願者，比較其腦部

紋狀體(Striatum)之銻 -99m-TRODAT-1 吸收值。合格受試者安排接受銻 -99m-TRODAT-1 注射後四小時進行 SPECT 造影。本試驗總共招募 111 位受試者(84 位巴金森氏症病人與 27 位志願者)，並將其中 110 位受試者的資料進行功效分析(83 位巴金森氏症病人與 27 位志願者)。

受試者用藥之耐受度評估係利用 Visual Analogue Scale (VAS)。在受試者接受銻 -99m-TRODAT-1 注射後，志願者與巴金森氏症患者評估的 VAS 值呈現顯著之差異($p=0.014$)，此差異性可能由於巴金森氏症患者在試驗時曾停止服用治療藥物導致不適所致。從試驗主持人評估受試者之耐受度，顯示接受銻 -99m-TRODAT-1 注射是可忍受的。在 111 位受試者中，共提出 19 件不良反應，但所有不良反應程度皆很輕微，其中 11 件(61.2%)之判斷與銻 -99m-TRODAT-1 的施用無關。依據此次臨床試驗結果，證實銻 -99m-TRODAT-1 為一種安全有效的巴金森氏症診斷用核醫造影劑。

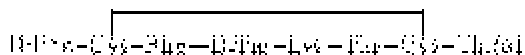


■銻 -99m-TRODAT-1 SPECT 腦部造影圖。A. 健康志願者；B. 巴金森氏症患者，HYS Stage 1；C. 巴金森氏症患者，HYS Stage 2。巴金森氏症患者兩側紋狀體之吸收呈現不對稱現象。

體抑素胜及其衍生物之製備程序

體抑素胜 (Octreotide) 為一種 Somatostatin 類似物，可與腫瘤表面的體抑素受體結合，達到抑制腫瘤的生長。體抑素胜與 Somatostatin 受體具有相當高之親合力，當標幟適當之放射性同位素可作為神經內分泌腫瘤造影診斷之用，例如 ^{111}In -DTPA-Octreotide (OctreoScan®) 已成功的運用在具有 Somatostatin 受體表現之腫瘤診斷造影。

體抑素胜分別由二個硫脲胺基酸、二個滋利胺酸、二個苯胺基丙酸、一個離胺酸及一個引朵胺丙酸等共八個胺基酸所構成之環狀胜化合物，在第 2 個與第 7 個位置硫脲胺基酸上形成雙硫鍵為一環形胜化合物，另外第 8 個滋利胺酸係醇基型式，其結構式如下：



體抑素胜及其衍生物之合成，可藉由兩種方式完成，第一種方式是液相胜合成，在液相中逐一將胺基酸殘基或胜片斷進行耦

合反應，主要程序包括：(1) 胜上胺基酸保護基之移除，(2) 胜片斷間醯胺鍵之形成，(3) C 端滋利胺酸官能基轉換為醇基型式，(4) 直鏈型胜之雙硫鍵環化。液相胜合成程序不僅操作步驟多，分離純化困難，且反應時間很長。故利用此法開發體抑素胜新製程技術係一種很大的挑戰工作。

另一種方法是固相胜合成法，其中體抑素胜之雙硫鍵環化可在固相胜一樹脂或直鏈型胜時進行反應。本研究開發體抑素胜及其衍生物之新穎合成方法，係以 Thr(ol)(tBu)-2-chlorotrityl-樹脂為起始物，合成直鏈型胜-樹脂 D-Phe-Cys(Trt)-Phe-D-Trp(Boc)-Lys(Boc)-Thr(tBu)-Cys(Trt)-Thr(ol)(tBu)-2-chlorotrityl-樹脂，使用強酸裂解胜一樹脂取得直鏈型胜。經由活性碳催化雙硫鍵環化反應，胜粗產物再經由層析方法純化。此種體抑素胜及其衍生物之新穎合成方法具有大幅節省時間、產率高 (80%) 及容易純化之優點。

滋養劑、消脂減肥茶及生化湯等中藥之輻射滅菌研究

本研究旨在利用核能研究所鈷六十照射廠現有設備、人力及經驗，順應國際研發潮流及國內需求，對中草藥進行輻射滅菌技術之開發及推廣，目前除了和衛生署中醫藥委員會合作外，同時亦和藥廠、中醫院等共同開發相關計畫，以達到產官學研合作，解決上、中、下游等問題，完成推廣與落實產業之目的。主要針對高雄市立中醫醫院處方藥滋養劑、消脂減肥茶及生化湯等中藥進行輻射滅菌之探討，分別完成了葡萄球菌、大腸桿菌、沙門氏菌之檢測及照射後中藥材外表顏色變化之觀察。在中草藥研究方面，發現未照射者皆含有病原菌，

不適宜直接口服，但經由十千葛雷劑量照射下，大部分中草藥皆已檢測不到病原菌之存在，可知十千葛雷劑量可達到照射滅菌之目的。另外，在外表顏色變化方面，不管是滋養劑、消脂減肥茶、生化湯等，經由照射至三十千葛雷劑量發現並沒有顯著的顏色變化，可知照射不會改變其外表品質。

在化學成分上，發現滋養劑、消脂減肥茶及生化湯等，經由輻射照射從五至三十千葛雷不同照射劑量後，使用紅外線光譜儀 (FTIR) 鑑定其化學結構，發現並沒有任何功能性化學鍵之改變。從本研究的結果可知，

滋養劑、消脂減肥茶及生化湯等中藥材皆適宜作輻射滅菌，相關技術將提供鈷-60 照射廠參

考，並協助廠商輻射滅菌工作以落實技術本土化。

輻射在園藝作物改良及稻米殺蟲之研究與推廣

核能研究所與桃園區農業改良場合作研發之聖誕紅誘變育種，在今年度已完成區域比較試驗，總共記錄十個參試優良品系園藝特性。此十個品系經母株繁殖後育成幼苗，已供大區域試驗及命名之用。本所與台灣香蕉研究所合作研發之香蕉誘變育種，在今年則完成抗香蕉黃葉病品系特性之鑑定工作，在病圃調查中自九十個抗病品系篩選出九個不感病品系，供來年初級產量比較試驗之用。

在誘變育種推廣方面，完成國內各農研單位誘變育種之照射工作，參與單位包括：中

興大學、台灣糖研究所、桃園區農業改良場、高雄區農業改良場及花蓮區農業改良場。誘變作物包括菊花、非洲菊、聖誕紅、文心蘭、仙人掌、野牡丹藤、蝴蝶蘭、拖鞋蘭、及觀賞鳳梨。此外，並完成稻米儲物害蟲及玉米象的輻射反應測試。玉米象成蟲 50% 不育照射劑量為 7.2Gy，99.9968% 不育照射劑量為 62.0Gy；玉米象幼蟲 50% 致死照射劑量及機率值 -9 分別為 21.0Gy 及 40.4Gy，玉米象卵期 50% 致死劑量及機率值 -9 則為 11.2Gy 及 29.1Gy。

電子束之工業應用與劑量計測

近年來利用電子加速器之電子束輻射照射的工業應用，已普遍受到先進國家高度的重視。電子束輻射照射產品之工業製程，為一項清潔安全、無環境污染、無需添加任何化學觸媒或防腐劑，最符合環保要求之綠色工業。全世界目前已商業化之輻射照射設備，鈷六十照射廠約有二百座，電子加速器設備則達一千座以上。電子束輻射照射加工製程，在國外已廣泛運用於高分子、生醫、紡織、染整、環保及電子材料等製造工業。

電子束輻射照射之劑量計測與評估技術，係研發各種功能材料輻射聚合、交聯、接枝、固化、降解及滅菌等工業應用之主要關鍵技術。為因應國內電子加速器輻射照射加工與應用之需求，本所使用一種具有可追溯性之輻染膠片劑量計，以檢驗電子加速器輸出之電子束特性，包括使用之電子束能量(MeV)、線密度(mA/cm)、有效材料深度(g/cm³)、吸收劑量

(Gy)及深度劑量曲線(Depth-Dose Curves)，目前已完成電子束能量、吸收劑量及劑量分佈之量測與評估技術的建立。

核研所正積極與國內產業界合作從事技術創新研發，以建立照射處理生醫、電子、高分子材料及紡織布料所需劑量計測、品控與最佳照射參數之設定。相關產業界可應用此項技術在量化生產，以達到控制品質、產業升級與創造經濟利益之目的。

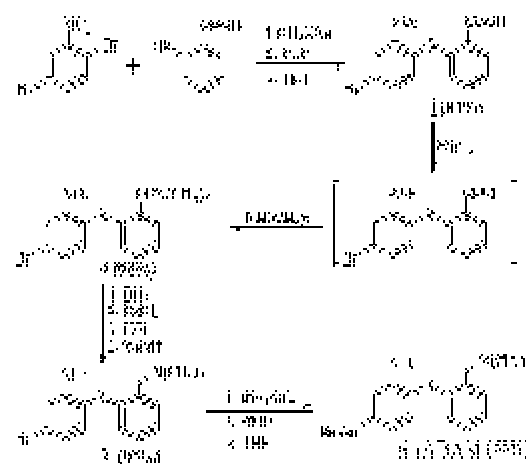


■電子束輻射劑量計測儀器(FWT100)

血清素傳送體造影劑標幟前驅物 SnADAM 合成方法之改進研究

本研究旨在探討血清素傳送體造影劑[2-((2-amino-4-iodophenyl)thio) benzyl]dimethylamine (ADAM) 標幟前驅物[2-((2-amino-4-tri-n-butyltinphenyl)thio)benzyl]dimethylamine (SnADAM)之改進合成方法。起始反應物 2, 5 - dibromonitrobenzene 與 thiosalicylic acid 在鹼性溶液中, 以氯化亞銅為催化劑進行偶合反應生成 2-[(4-bromo-2-nitrophenyl)thio]benzoic acid (1)。化合物 1 經由 thionyl chloride 活化後與 dimethylamine 進行醯胺化反應生成 N,N-dimethyl 2-[(4-bromo-2-nitrophenyl)thio]benzamide (2), 使用氯化亞鈷為催化劑, 化合物 2 中的硝基及醯基可同時被 borane-tetrahydrofuran complex 還原為胺類, 獲得[2-((2-amino-4-bromophenyl)thio)benzyl]dimethylamine (3)。化合物 3 在 tetrakis (triphenylphosphine)palladium(0) 催

化下與 bis(tri-n-butyltin) 進行取代反應, 生成終產物 SnADAM。前述所有化合物均經由紅外線光譜、核磁共振光譜及質譜之分析數據確認其化學構造。

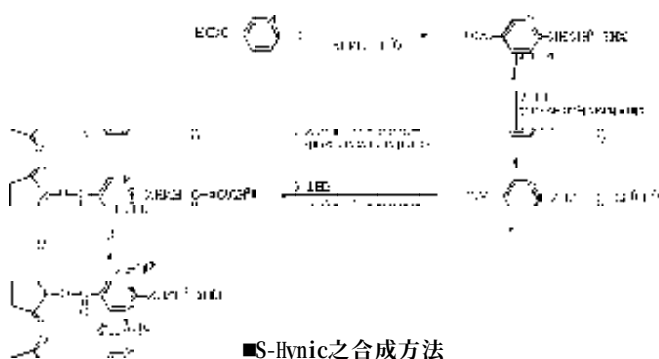


■SnADAM之改進合成方法

雙官能基有機配位子 S-Hynic 之合成與鑑定

本研究在探討雙官能基有機配位子 succinimidyl 6-hydrazino- nicotinate hydrochloride (S-Hynic) 之合成與鑑定方法。將起始反應物 6-chloronicotinic acid 與 hydrazine hydrate 在 100°C 共熱 4 小時, 經分離純化後, 獲得 6 - hydrazinonicotinic acid hydrochloride (1)。為保護 hydrazino 官能基, 將化合物 1 與 di-tert-butyl dicarbonate 在四氫呋中反應生成 6-tert-butoxycarbonylhydrazinonicotinic acid (2)。將化合物 2 與 N-hydroxysuccinimide 及 1,3-dicyclohexylcarbodiimide 共置於四氫呋中, 則化合物 2 中有機酸被活化生成 succinimidyl 6-tert-butoxycarbonylhydrazinonicotinate (3)。將化合物 3 溶於含有飽和氯化氫的四氫呋溶液中攪拌 4 小時, 終產物 S-Hynic 可自溶液中析出, 經由過濾、洗淨與

烘乾後即可備用。S-Hynic 為光敏感化合物, 須置於乾燥且不見光之環境才能久藏。在合成過程中所有化合物均經由紅外線光譜, 核磁共振光譜及質譜之分析數據確認其化學構造。



■S-Hynic之合成方法



2002

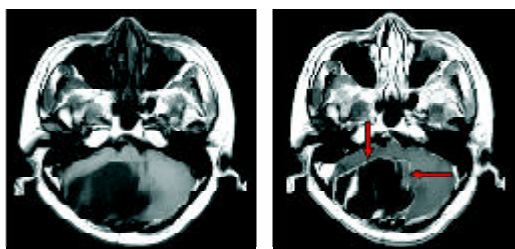
核能研究所91年年報



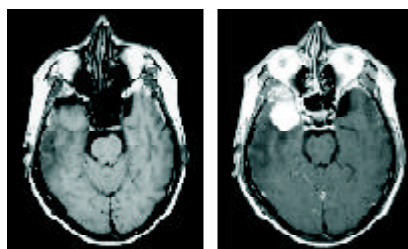
「核研佳多喜安造影注射液」之配方設計與製造方法

磁共振造影術(Magnetic Resonance Imaging, MRI)係目前臨床上用於診斷中樞神經系統疾病的最佳造影工具之一。此外，用於腹部、心血管及其他器官組織之造影亦日益普及。「核研佳多喜安造影注射液 (INER Gadodiamide Injection)」係由二伸乙三胺五醋酸的雙甲醯胺鈣錯合物所構成之非離子性磁共振造影對比劑，此注射液每毫升含有 287 毫克二伸乙三胺五醋酸的雙甲醯胺鈣錯合物 Gd-DTPA-BMA (Gadodiamide)、12 毫克二伸乙三

胺五醋酸的雙甲醯胺鈣鈉鹽 NaCa-DTPA-BMA (Caldiamide sodium)與注射用水(Sterile water for injection)，其酸鹼值經由添加氫氧化鈉調整至 6.0 ~ 7.0，且不含任何防腐劑。此注射液經殺菌後呈現澄清無色或微黃色水溶液，係用於靜脈注射。針對國內 101 位受試者之臨床試驗結果顯示，「核研佳多喜安造影注射液」用於中樞神經系統病灶之磁共振造影，如同市售磁共振造影對比劑「美格維斯造影注射液 (Magnevist)」一樣安全有效。



■病例一：小腦惡性星狀細胞瘤
(A)：未施打注射液，(B)：施打注射液



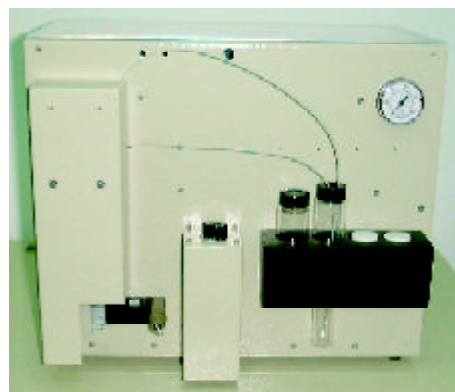
■病例二：復發性硬腦膜瘤
(A)：未施打注射液，(B)：施打注射液

■使用Gd-DTPA-BMA注射液於磁共振造影臨床診斷研究

[碳-11]醋酸鈉自動合成系統之研製

[碳-11]醋酸鈉製程主要步驟包括：(1) [碳-11]二氧化碳收集；(2) 利用 Grignard 試劑還原反應；(3) 水解與蒸發；(4) 中和；(5) 分離；及(6) 收集等。本裝置之優點為：(1) 全程序係在密閉系統中操作，並裝置液態氮捕集器將系統排出之輻射物質及有機溶劑氣體冷凝以降低環境輻射背景；(2) 模組製作體積精巧；(3) 全程序以自動控制執行生產作業，反應時間可減至 20 分鐘內完成；(4) 產品純度大於 99.9%，產率獲得約 70%，足以符合核醫應用之規格需求；(5) 可連續生產六批次；(6) 軟體程式設計可用來精確掌控程序每個反應步驟，按指令執行；(7) 隨時監測與記錄反應溫度、

壓力及輻射強度變化，即時反應當時狀況；(8) 合成過程符合 GLP/GMP 規定，相關紀錄資料可永久保存。

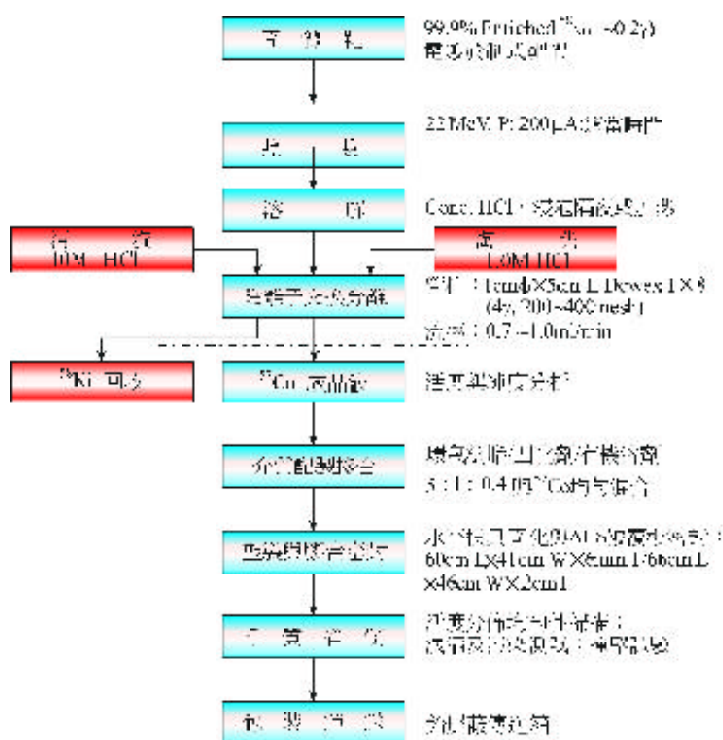


■[碳-11]醋酸鈉自動合成系統

鈷 -57 平面密封射源之製作方法

本研究係針對一種可應用於核子醫學診斷儀器—單光子放射電腦斷層掃描儀活度偵檢系統例行校正用之鈷-57 平面密封射源的新穎製作方法。相關製作程序簡述如下：將製備妥之毫居里級鈷-57 成品溶液與適當組成配方之環氧樹脂(Araldite M)/ 固化劑(HY956)/ 有機溶劑(PEG-200)等介質攪拌均勻混合後，倒入表

面包覆一層 Teflon 之長方形水平固化模具內，使其固化塑製成射源平板，下模後再放置於 ABS 塑膠被覆板套內，予以密封，製作程序簡單，操作方便容易。從品管測試結果顯示，鈷 -57 平面密封射源具有良好的密閉性、活度分佈均勻、無虞放射性洩漏污染，介質材料具有高的抗輻射性質。



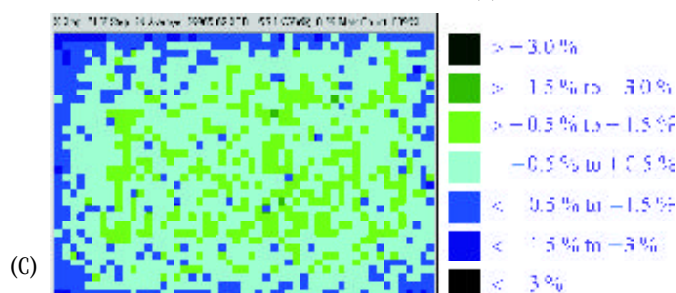
■鈷-57平面密封射源製作流程



(A)



(B)

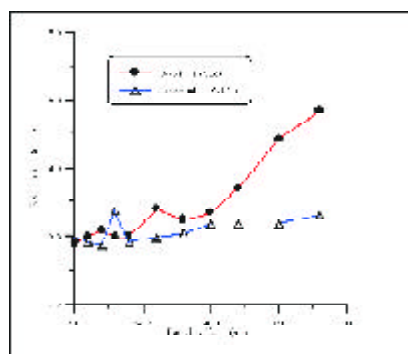


■鈷-57平面密封射源實體(A)，傳送箱(B)，與活度分佈均勻性掃描(C)

動物用正子剖層造影儀 ASR-PET 之研究發展

ASR-PET 為本所物理組核成像實驗室自行開發之動物用靜環式正子剖層造影儀，儀器由前端偵檢環、前端電子線路至後端數據擷取、分析與重建軟體皆由本實驗室獨立設計研發。ASR-PET 之偵檢環直徑為 28 公分，有效視野為直徑 16.5 公分(橫軸向)乘以 2 公分厚(軸向)，掃描環所用之定位偵檢器由 $2.6 \times 2.6 \times 25\text{mm}^3$ 之 BGO 晶體陣列與位敏光電管(PSPMT)所組成。前端電子線路負責處理從偵檢器得來之大量信號，並將所含的時間、位置及能量資

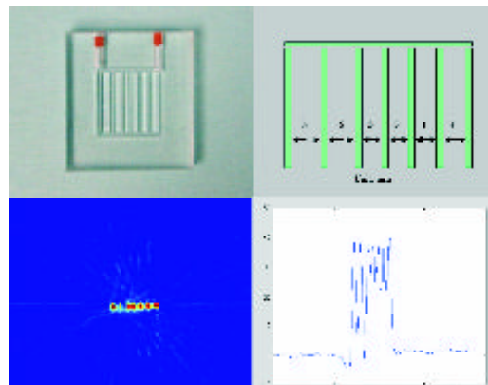
訊分離出來，在進行時間耦合比對後經由 CAMAC 系統累計記憶體模組擷取存入 PC。ASR-PET 原型系統以框架模式儲存的 3D 資料包含瞬時／延遲配對與主要／散射能階等資訊，經存入 PC 後進一步以軟體處理。後端處理軟體包括系統控制操作、數據擷取分析、影像重建計算與影像展示等，皆在 WindowsNT 系統上完成。經量測與分析，顯示系統視野中心之解析度可達 2.78 mm。



■解析度量測結果



■ASR-PET系統

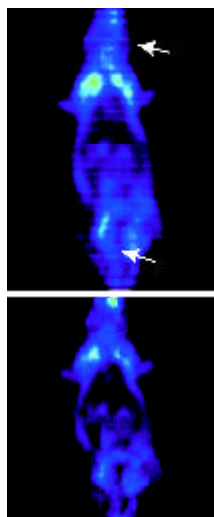


■假體測試結果

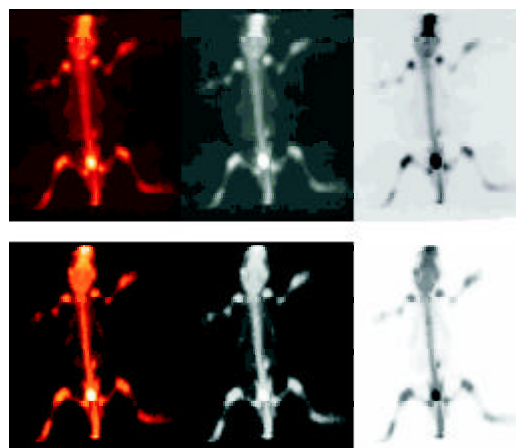
微型正子放射剖層造影儀之建置

核能研究所與國家衛生院共同合資於民國九十一年八月購置了全國第一台微型正子放射剖層造影儀，設置於該所放射藥理實驗室內。此微型正子放射剖層造影儀係採用 $2\text{mm} \times 2\text{mm} \times 10\text{mm}$ 大小 LSO 晶體，空間解析度可分辨到三維空間 8 微升(μl)體積(即每邊 2mm)，橫軸向視野為直徑 10 公分，軸向視野

為 8 公分，適合小型動物臨床前試驗研究。物理組核成像實驗室在短期內完成安裝、驗收、性能測試、系統校正及影像分析處理等工作，並於同年十一月七日與國家衛生院共同舉行啟用記者會，正式開放予全國各學術研究機構及製藥產業單位之研究需求，配合該所新核醫藥物之研究發展，已提供小型動物造影服務。



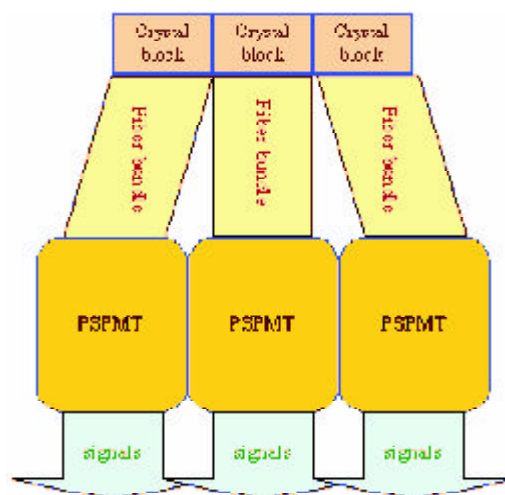
(上)未經規一化處理(影像中有不均勻橫紋)
(下)經規一化處理(影像中無不均勻橫紋)
■系統偵檢器經規一化處理及未經規一化處理之動物實驗造影



(上)FBP法影像重建處理(Ramp, 0.5 cutoff)
(下)2D OSEM法影像重建處理(8 iteration, 16 subsets)
■比較不同影像重建處理法之動物實驗造影

第二代高解析度定位塊型加馬偵檢器之發展

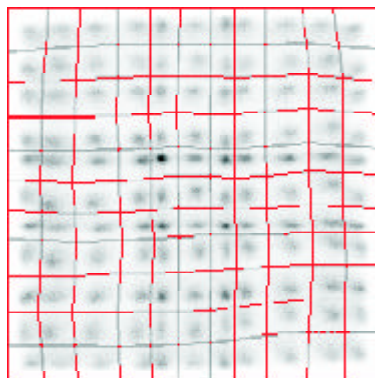
核能研究所物理組核成像實驗室致力於研究(動物用)核醫分子影像儀器的開發，目前已成功的研製完成一部旋轉式(ARO-PET)及一部靜環式(ASR-PET)正子剖層造影儀，且累積了相當豐富之發展經驗與技術基礎，為開發新一代核醫分子影像儀器系統，需要解析度更高且偵檢面積更大之定位用塊型加馬偵檢器，作為前端偵測互毀(Annihilation)或衰變(Decayed)加馬射線之信號來源。為此，目前已購得新的閃爍晶體LYSO及新型位敏式光電倍增管R8520-C12，並嘗試使用光纖束為導光介質，用以克服位敏光電管無感區域之問題，方能完成大面積定位偵檢器之設計與製作。經過測試系統中軟硬體之變更與修改，新研發材料經逐項測試驗證、反覆校調與修正各項參數，終於成功地研發出 11×11 晶體陣列並以光纖束為導光媒介之定位塊型偵檢器。單顆閃爍晶體之晶粒截面尺寸為1.5毫米見方，偵檢器之純空間解析度約為1.7毫米。



■大面積偵檢器之設計概念



■定位塊型偵檢器原型



■原型偵檢器之測試結果

環境檢驗室新增檢測類許可證及參與環保署九十一年度盲樣測試成果

為擴大水質分析項目之範疇及提升環境微生物檢驗結果之公信力，核能研究所環境檢驗室向環保署環檢所提出飲用水中大腸桿菌群、總菌落數及取樣等項目之認證申請；環檢所指派評審專家至本實驗室，執行實驗室系統績效評鑑及飲用水檢測類別之環境微生物術科考試及現場評鑑，經環保署公告通過，獲得重新頒發「飲用水檢測類」之『環境檢驗測定機構許可證』，其許可類別由原有之 21 項增加為 24 項。

環境檢驗室從取得環保署水質水量及飲用水檢測類之認證許可後，依規定需每年執行環保署之盲樣測試，以驗證環境檢驗室之分析檢驗數據品質。盲樣測試未通過時，將就其未通過之項目執行複測，如複測再未通過，該項目將被禁止執行檢測業務，直到改善並經審查通過為止。本年度環保署之盲樣測試項目，計有飲用水檢測類 14 項及水質水量檢測類 16 項，環境檢驗室之檢測結果皆全數通過。

■實驗室名稱：行政院原子能委員會核能研究所環境檢驗室
91/08/06績效評鑑樣品統計結果

檢驗項目	盲樣號碼	檢測結果	目標範圍	合格與否
硝酸鹽氮	345488	0.34 mg/L	0.3771 - 0.375 mg/L	合格
磷酸氮	345488	2.07 mg/L	1.6653 - 2.2464 mg/L	合格
亞硝酸鹽氮	328610	0.05 mg/L	0.040 - 0.066 mg/L	合格
砷	248419	0.0029 mg/L	0.0017 - 0.0017 µg/L	合格
鉍	248419	0.3434 mg/L	0.159 - 0.509 mg/L	合格
鉍	248419	1.07 mg/L	0.908 - 1.362 mg/L	合格
銅	248419	0.55 mg/L	0.42 - 0.63 mg/L	合格
鉍	248419	0.44 mg/L	0.373 - 0.520 mg/L	合格
鎘	248419	0.79 mg/L	0.58 - 0.87 mg/L	合格
鎘	248419	0.86 mg/L	0.728 - 0.992 mg/L	合格
鉍	248419	0.17 mg/L	0.129 - 0.215 mg/L	合格
鎘	248419	0.065 mg/L	0.02 - 0.3 mg/L	合格
鉍	248419	0.62 mg/L	0.520 - 0.804 mg/L	合格
鉍	121145	0.09 mg/L	0.068 - 0.102 mg/L	合格

■檢測類別：水質水量檢測類

檢測項目	編號/標準	檢測結果	可接受範圍	合格與否
硝酸鹽氮	222477	8.69 mg/L	7.14425 - 10.5254 mg/L	合格
硝酸鹽	232477	10.4 mg/L	6.7054 - 14.7792 mg/L	合格
二-硝基甲烷	216841	0.56 mg/L	0.4471 - 0.699 mg/L	合格
亞	731757	0.382 mg/L	0.322 - 0.4344 mg/L	合格
鉍	231257	0.76 mg/L	0.6344 - 0.9516 mg/L	合格
銅	231237	0.68 mg/L	0.5696 - 0.8544 mg/L	合格
砷	231257	1.90 mg/L	1.4256 - 2.3384 mg/L	合格
錳	231237	0.84 mg/L	0.6616 - 0.9424 mg/L	合格
鎘	231257	0.20 mg/L	0.1654 - 0.2346 mg/L	合格
鉍	231257	0.82 mg/L	0.6344 - 0.9516 mg/L	合格
鉍	231237	1.51 mg/L	1.2208 - 1.8312 mg/L	合格
汞	231257	0.0274 mg/L	0.0207 - 0.0361 mg/L	合格
鈷	231257	0.2768 mg/L	0.2296 - 0.4044 mg/L	合格
鉍	241210	0.31 mg/L	0.242 - 0.33 mg/L	合格
鉍離子與鉍離子	62800	0.29 mg/L	0.184 - 0.401 mg/L	合格
鉍鉍	136116	0.18 mg/L	0.1611 - 0.2569 mg/L	合格

參與美國 APG 公司能力試驗計畫之指標報告

核能研究所環境檢驗室為提昇環境水質樣品之檢測技術水準及增進在職人員之分析能力，使分析品質與檢測結果更具公信力，歷年來均定期參與美國 APG 公司 (Analytical Products Group, INC.) 的能力試驗計畫「Proficiency Environmental Testing (P.E.T.) Program」。

APG 公司能力試驗計畫係經美國環保署認可，國內外皆有各領域重量級實驗室參與 P.E.T. Program，其分佈狀況在美、加地區佔 85%、歐洲地區佔 10%，亞洲地區僅佔 5%；藉由這些素質優良及數量龐大的實驗室群進行能力比試 (Interlaboratory testing)，可以客觀的

得知自己所屬實驗室的相對績效。APG 公司並於 2002 年全面實施新方案，即在年度 P.E.T. 盲測活動中，對百分值之加權績效排名 (Weighted Rank on Average Percentile Data) 在所有參加測試實驗室總數前 10% 者訂為卓越實驗室 (Laboratory of Excellence)，可獲頒傑出績效獎 (Outstanding Performance Award)。本所環境實驗室歷年來接受試驗的結果均相當優異，附表為 2000~2002 年度參與 P.E.T. 盲測活動之實驗室指標報告 (Laboratory Benchmark Report)，結果顯示百分值的加權績效排名已大幅躍前至參加測試實驗室總數前 10%。

■參與美國 APG 公司能力試驗計畫之實驗室指標報告

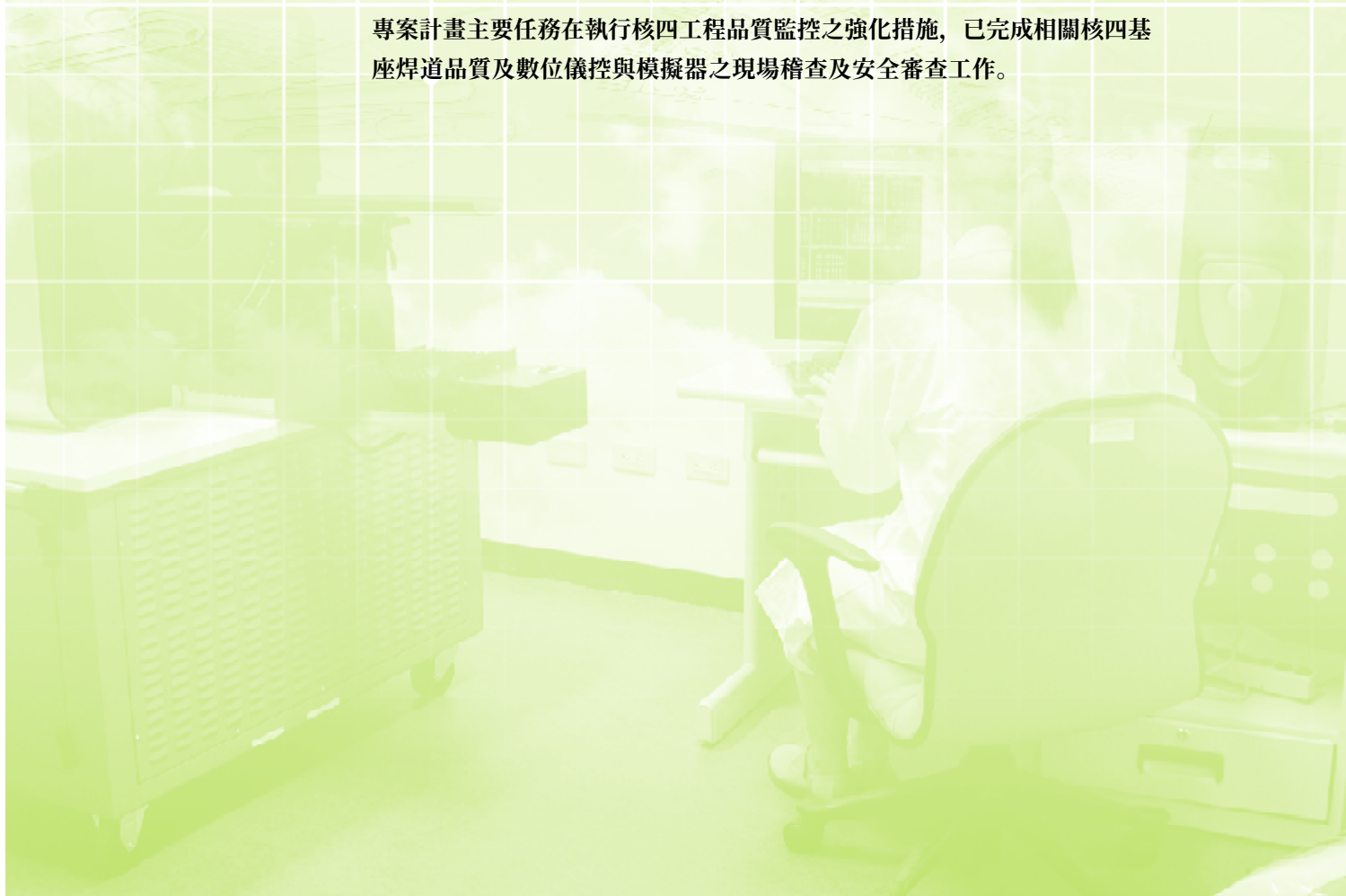
2000 T	2001 T	2002 T
157	187	163
2000 T	2001 T	2002 T
254	147	143
2000 T	2001 T	2002 T
161	257	113

專案計畫

- 電漿焚化熔融技術之精進與應用
- 核四建廠安全管制支援專案計畫
- 核二廠採用核研所 BWR 濕式廢料高效率固化技術
- 有機廢液及高活度廢樹脂之濕式氧化處理研究
- 核一、二廠回收廢水之總有機碳降低與監測技術研究

本所為因應特殊任務需要及提升研發績效，依性質成立任務型與績優型之專案計畫。九十一年成立的專案計畫包括：(1)廢料處理指標技術研發專案計畫，(2)電漿熔融應用之技術開發與推展專案計畫，(3)電漿表面改質技術開發與推廣專案計畫，(4)核四建廠安全管理支援專案計畫等四項。

廢料處理指標專案計畫成功研發BWR濕式廢料高效率固化技術，除申請國內外專利外，並獲得台電核二廠廢料處理系統建造之委託，及執行核一、二廠回收廢水之總有機碳降低與監測技術研究。電漿熔融專案計畫順利完成設備之安裝及測試，主火炬運轉操作累計約260小時，並熔融測試25桶非活性廢料，成效良好。電漿表面改質專案計畫進行電漿氮化技術之研發，並與廠商合作進行塑膠射出成型機有關鋼棒氮化改質延壽之研發工作。核四建管專案計畫主要任務在執行核四工程品質監控之強化措施，已完成相關核四基座焊道品質及數位儀控與模擬器之現場稽查及安全審查工作。

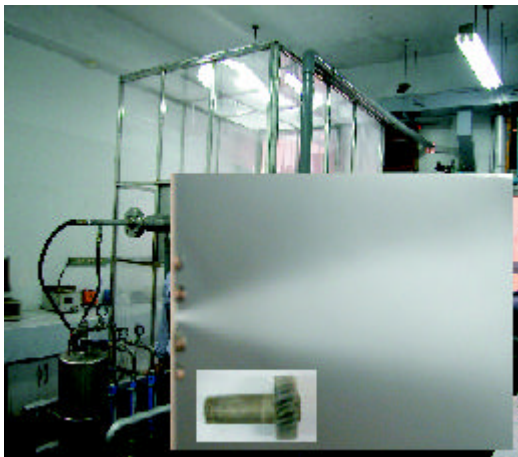


電漿焚化熔融技術之精進與應用

電漿焚化熔融技術之精進與應用，其重點計畫為(1)電漿火炬及熔融程序之技術精進與應用；(2)電漿技術應用於有害廢棄物處理之研究發展；(3)電漿焚化熔融廠之試運轉。計畫之總目標在於繼續精進電漿火炬效能、精進爐體坩堝耐蝕能力、精進處理效率、擴大各類廢棄物處理能力。非但要確保電漿爐廠的順利運轉及提升運轉效率，維持技術與人力，更進而開發廢棄物處理程序，推廣應用於有害廢棄物處理與資源回收再利用。

本年度已完成之成果摘述如下：(1)電漿火炬與電極材料交互作用之測試系統之建立，可進行電流、電壓、溫度、流量對電極材料消耗量測之基礎研究。(2)探討熔漿與耐火材料之交互作用，進行水泥等熔融後之熔漿對四種耐火材之熔蝕試驗。熔蝕測試結果顯示，熔融硼酸鈉固化體對所選耐火材料熔蝕嚴重，且造

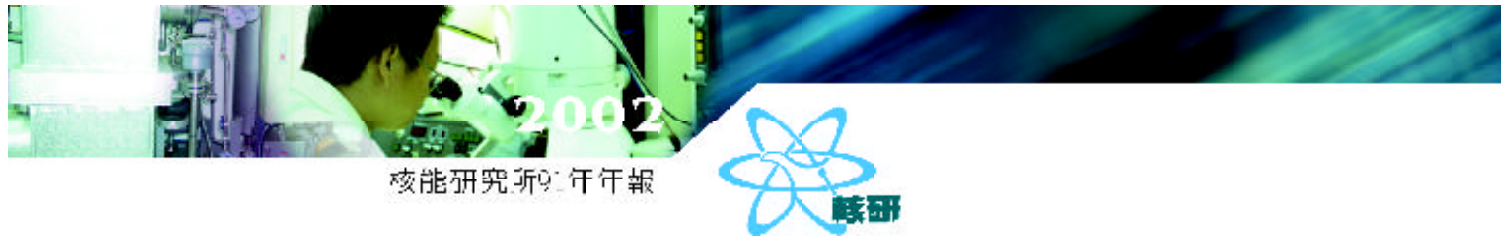
成坩鍋龜裂。(3)完成焚化爐飛灰壓結試驗，壓結密度可達 1.9 g/cm^3 ，確立焚化爐飛灰電漿熔融的進料方式。(4)完成醫療廢棄物之組成及熱值分析，進行醫療廢棄物電漿熔融程序與廢氣處理系統之設計規劃。(5)建立模擬霧化設施，開發廢液噴嘴及液霧與空氣混合器，並進行霧化性能測試，廢液流量可達40公升/時，水霧微細不下沈，水霧噴出範圍在一公尺以內。(6)完成廢液中有機污染物之氣相層析分析之鑑定測試，建立標準的化學分析校正系統。(7)電漿熔融爐試運轉，主火炬運轉操作累計約260小時，熔融測試25桶非活性廢料。卸漿操作共15桶次。電漿火炬連續使用已達到100小時以上，同一支電漿火炬之操作累計達134小時。配合核研所轉型組織再造，電漿分組已成立專案計畫運作。



■噴霧測試(背景為霧化測試間)



■運轉中之電漿熔融情形



核四建廠安全管制支援專案計畫

本專案計畫遵照九十一年六月二十六日原能會業務會報主委裁示「核四工程品質監控之強化措施」，自九十一年七月一日起正式成立運作。本專案計畫執行內容依據原能會規劃，計畫內容及執行成果如下：（1）人員訓練：完成駐廠人員 ABWR 系統、視察技術、品保、品管等管制相關訓練。各項訓練獲得主辦單位授與訓練合格證明 29 人次。（2）支援駐廠：共投入 180 人日協助原能會執行核四駐廠作業。駐廠期間，發現台電與包商多項工程品質缺失，均要求台電相關單位改善，增進建廠品質與安全。（3）現場稽查：規劃及配合核管處執行主題視察、廠家視察及專案視察等

管制稽查作業共五項。（4）安全審查：協調各項專長人力，參加核四送審文件安全審查。例如：協助執行耐震一級設備設計審查及規劃核四廠燃料及相關分析方法論之審查作業及數位儀控審查作業等。（5）管制會議：主辦或參與 18 次管制會議及技術討論會，提供專業建議與結論。（6）其他重要事項：(a). 核四基座案：完成基座第一層及第二至五層焊道成份分析，規劃焊道品質非破壞檢測，完成基座品質報告審查。(b). 數位儀控及模擬器：辦理數位儀控管制及模擬器製作管制技術研討會，規劃數位儀控安全審查作業及執行。

核二廠採用核研所 BWR 濕式廢料高效率固化技術

本所研發成功之 BWR 濕式廢料高效率固化技術已經獲得中、美及歐洲之發明專利，並經建立先導示範設施，成功完成其效能驗證與商用運轉技術的建立。

在經與台電公司充分洽談後，終於獲得台電公司核二廠同意採用該項技術，雙方並於十二月廿三日簽署契約書，本所即日起為核二廠開始設計興建濕式廢料高效率固化處理系統，並預定在 2005 年完成，屆時可將核二廠

現行固化廢料年產量由約 690 桶（55 加侖桶）減為約 230 桶。該興建計畫是繼核研所於 1998 年完成 PWR 廢料高效率固化技術在核三廠的成功應用後，另一使臺灣核廢料大幅減容的具體計畫。PWR 廢料高效率固化技術在核三廠的實施，已經使該廠原年產量 400 至 500 桶（55 加侖桶）之固化廢料被減量至近年之年平均產量 25 桶。

有機廢液及高活度廢樹脂之濕式氧化處理研究

本所對外接收全國同位素應用產生之有機廢液，貯放多年，至今尚無合適之方法加以處理；另所內 TRR 運轉及未來除役產生之高活度廢樹脂也將面臨貯放空間與安全貯存之壓力，為達成上述廢棄物的減容及安全貯存，免除核安顧慮，特成立本計畫，研究應用本所開

發之濕式氧化技術進行減容處理。本所開發完成之濕式氧化技術，已經建立完成先導系統，經以核電廠之粒狀廢離子交換樹脂進行試車運轉，顯示操控十分平穩，本技術因氧化反應均在水溶液中進行，放射性核種不會逸出，也不產生毒性氣體，乃為一種清潔製程。此外，其

減容效果高，經處理後廢樹脂將減容為約 1/20，對貯存空間之減少，助益極大。

本年度為計畫執行之第一年，主要工作項目包括：（1）完成本所高活度廢樹脂與有機廢液貯量與特性調查。（2）有機廢液與模擬廢樹脂濕式氧化實驗設施之建立。（3）進行有機廢液與模擬廢樹脂之濕式氧化實驗。經

初步調查，本所高活度廢樹脂產量預計將達 20 立方米，表面劑量大部分介於 2000 至 3000 R/hr 之間，其技術困難度不遜於高放射性廢料的處理，故本計畫擬在今年度先評估其處理效益與可行性，俾做為後續執行決策之依據。

核一、二廠回收廢水之總有機碳降低與監測技術研究

台電公司為確保核一、二廠反應爐爐水品質，提昇化學績效指標，特別委託本所進行「核一、二廠回收廢水總有機碳(TOC)降低與監測技術研究」計畫。本計畫研究內容包括：(1) 研究有效降低回收廢水 TOC 之方法，並以達成 TOC 降低至 150 ppb 為目標；(2) 回收廢水 TOC 與陰離子監測技術之研究，有效監測追蹤回收廢水 TOC 與陰離子以確保水質。核研所將利用已開發完成的 TOC 降解方法，在實驗室先經過充分的實驗證明其降解效果外，同時針對核一、二廠的現場情況建立程序模擬系統，據以進行降低 TOC 之現場效能初驗，然後再進行電廠之現場複驗，根據驗證結

果將研提具體的改善工程方案，俾落實研發成果之應用。總有機碳與陰離子監測研究方面，將建立 U.V.照射分解系統及水質監測技術，並與水質改善措施配合，發揮監測與預警效果，有效增加水質提昇的處理效率，降低處理成本，確保水質及其穩定性。

附錄

- 中央施政計畫
- 核能研究所九十一年度委辦研究計畫
- 接辦計畫
- 國外機構合作研究計畫
- 台電委託計畫
- 論著發表
 - 專利
 - 發表於學術期刊之論文
 - 發表於學術會議之論文
 - 所內報告

國家游離輻射標準實驗室

1. 中央施政計畫

計畫名稱	期 程
民生福祉科技應用	
核子生物醫學科技之發展與應用	90.01-93.12
核醫藥物臨床前設施與技術之建立及發展	90.01-94.12
貝他同位素於血管再狹症之研究與應用	90.01-93.12
核子醫療技術與設備之發展與應用	86.07-91.12
研究用X光與正子放射雙功能剖層造影系統之研究	91.01-93.12
放射性同位素 ¹⁰³ Pd、 ⁵⁷ Co、 ⁶⁸ Ge密封射源之研製	90.01-95.12
正子造影劑自動合成系統之研製	90.01-93.12
醫用同位素與核醫藥物技術之發展與應用推廣	86.07-91.12
利用迴旋加速器研製診斷與研究用核種技術之建立	88.01-92.12
放射性元素標幟前驅物之合成研究	90.01-95.12
銨-99m及碘-123診斷用核醫藥物之應用研究	90.01-94.12
同位素原料藥分析技術與規範建立	90.01-93.12
血清黃麴毒素檢驗試劑之研製	91.01-93.12
碳-13胃排空檢驗劑之研製及其應用研究	91.01-94.12
研究用反應器產製核醫用放射性同位素之先期研究	90.01-91.12
核子技術在產業應用之發展與推廣	86.07-91.12
電漿離子工程應用研究發展	88.01-91.12
高中子通率反應器中子活化分析實驗室建立與應用	91.01-94.12
氮化鎵系列相關光電元件之開發	88.07-91.12
中子轉化摻雜之技術開發	90.01-91.12
輻射照射技術之發展與應用推廣	86.07-91.12
中藥等原料藥之輻射滅菌研究及推廣	90.01-93.12
輻射在園藝作物改良及稻米殺蟲之研究及推廣	90.01-94.12
輻射照射應用於高性能紡織材料之研究	91.01-94.12
能源與環保科技研發	
能源與環境技術之發展及應用	91.01-95.12
有害廢棄物處理技術之研究與應用	91.01-93.12
環境污染物之監測與分析應用	91.01-93.12
輻射安全與除役技術研究	
核子設施除污技術之發展及應用	86.07-91.12
TRR用過燃料池處理之研究(第一期)	90.01-94.12
大宗物件除污技術及設施建立	91.01-94.12



核子設施除役技術之發展及應用	91.01-94.12
除役污染組件核種及活度評估技術研發	91.01-94.12
除役取樣機具研發及應用	91.01-94.12
除役及組件拆除安全評估與模擬技術研發	91.01-94.12
除役用電漿切割之污水淨化技術研發	91.01-91.12
加強輻射劑量研究	86.07-91.12
數值化人體模型及其內外輻射劑量評估模式研究	88.07-93.12
應用液體其他射源於血管再狹症治療之劑量評估技術開發	90.01-92.12
穩定型染色體變異評估生物劑量研究	91.01-93.12
診斷型X光機劑量普遍性稽查制度之研究	91.01-93.12
改進輻射防護評估及偵測技術	86.07-91.12
數位式輻射偵測儀器之研發	86.07-91.12
建立污染偵檢器及指環劑量計之認證校正技術	90.01-92.12
電子加速器輻射劑量計測之研究與比對	91.01-93.12
可忽略微量金屬放射性廢料再利用作業研究	90.01-92.12
粒子遷移角分格點計算法用於人員劑量評估技術上之精進	90.01-92.12
環境輻射監測資訊管理系統之建立	89.01-93.12
核能安全與管制技術研究	
核子反應器設施安全管制技術精進與最適化研究	86.07-91.12
大破口爐水流失事故保守模式分析技術建立	87.07-91.12
核反應器設施暫態分析不準度評估與熱限值分析方法論精進	91.01-93.12
核子反應器設施運轉規範測試週期合理化研究	88.01-91.12
嚴重事故分析與處理研究	88.07-91.12
核設施運轉安全管制技術提昇研究	86.07-91.12
核燃料延長燃耗行為分析與安全評估技術	88.07-91.12
反應爐內部組件檢測與管路安全評估研究	90.01-94.12
壓力槽鋼材環境效應疲勞劣化行為	91.01-94.12
蒸汽產生器管束劣化分析與壽限評估技術	86.07-91.12
大型核能安全等級管件修補技術與安全研究	87.07-91.12
核設施水化學行為分析與水質評估技術	91.01-94.12
核設施混凝土結構體安全管制評估技術	91.01-94.12
核設施儀控系統安全性能提昇技術研究	91.01-91.12
核設施異常事件經驗回饋與資料庫擴充及更新	91.01-93.12
核設施維修可靠度及零組件驗證技術建立	91.01-92.12
研究用反應器儀控系統設計建置技術研究	91.01-91.12

研究用反應器控制棒驅動系統整體測試能力建立

91.01-95.12

核廢料管理與最終處置技術研究

放射性廢料貯存與最終處置技術之發展及應用	88.07-93.12
較高活度低放射性廢料處理與貯存技術發展及設施建立	89.01-93.12
用過核燃料最終處置場全系統安全評估模式發展	90.01-92.12
小產源低放射性廢料核種及相關資料庫建立及分類	91.01-93.12
用過核燃料在乾式貯存環境下之性質行為研究	91.01-95.12
放射性廢料減量技術之發展及應用	90.01-94.12
電漿火炬及熔融程序之技術精進與應用	91.01-95.12
低溫電漿廢氣處理技術發展	89.01-93.12

2. 核能研究所九十一年度委辦研究計畫

計畫名稱	合作機構	期 限
碘標幟MIBG臨床前及臨床研究	台中榮總	91.01-91.12
核醫藥物 ¹⁸ F-Fluoroethyl-L-Tyrosine研製及其應用研究	國立陽明大學	91.01-91.12
鎇-99m HL91 於腦缺血的研究(II)	台中榮總	91.01-91.12
Re-188-Lipiodol臨床研究	台中榮總	91.01-91.12
氟-18 去氧葡萄糖新適應症研究-利用[F-18]FDG正子斷層掃描		
評估復發性子宮頸癌分期之研究	長庚紀念醫院	91.01-91.12
聖誕紅利用放射線誘變育種之應用研究(4/4)	桃園區農業改良場	91.01-91.12
香蕉放射線誘變育種之應用研究(3/3)	台灣香蕉研究所	91.01-91.12
除役中火災事故之模擬與火災防護計畫之評估 (1/2)	龍華科技大學	91.01-91.12
放射診療劑量分佈實驗及評估(2/4)	和信治癌中心	91.01-91.12
三維粒子遷移DOORS程式系統之研究(1/2)	國立清華大學	91.01-91.12
對稱平板及橢圓端板之對接焊道超音波行為研究	大葉大學	91.01-91.12
雷射光學量測數據時序、景深等參數分析與處理技術建立(1/1)	國立中央大學	91.01-91.12
核能電廠冷卻水流失事故保守分析模式評估與驗證(4/4)	私立中原大學	91.01-91.12
核能相關材料之切削特性研究(1/2)	國立台灣大學	91.01-91.12
Cs及Am等類似核種多孔性介質遷移模式發展(1/2)	財團法人中華民國輻射防護協會	91.03-91.12
大型核能安全等級管路之覆銲應力分析研究(2/2)	國立台灣大學	91.01-91.12
軟體可靠度量化技術發展及應用(2/3)	私立東海大學	91.01-91.12
放射性廢料處置緩衝材料回脹及熱傳導特性研究(2/2)	國立中央大學	91.01-91.12
放射性廢料於破裂岩層之污染物傳輸行為及力學行為研究(2/3)	財團法人成大研究發展基金會	91.01-.91.12
放射性廢料處置場含水層地下水水流與核種遷移模式模擬之不確定性分析(1/2)	國立台灣大學	91.01-.91.12
用過燃料護套劣化模式之建立(1/3)	台灣科技大學	91.01-.91.12

3.接辦計畫

計畫名稱	委託單位	期 程
高尖峰功率砷化鎵雷射陣列研製	中科院	89.08-91.03
透明導電膜(ITO)製程及生產裝置評估諮詢服務	超紐公司	90.05-91.05
電漿焚化熔融處理醫療廢棄物之技術諮詢	東大福公司	90.10-91.06
半導體製程廢氣高壓放電處理反應器委託設計製作	華懋公司	90.11-91.05
頻譜分析反求解地下水非受壓水層水力擴散係數之不確定性研究	國科會	90.08-91.07
八吋晶圓液態氮冷卻系統研發顧問服務	台灣積體電路公司	91.05-91.09
電子化學材料氟溴化合物之研究	台灣苯乙烯	90.07-91.03
第二代收稅率調查器合作開發	加德公司	90.08-92.08
燃料電池關鍵技術發展總計畫	國科會	90.11-91.10
燃料電池之高比膜面積薄膜電極組研製	國科會	90.11-91.10
燃料電池之催化電極製作與測試應用	國科會	90.11-91.10
碳奈米管之製備及儲氫能力研究	國科會	90.11-91.10
巨佑機電公司鋼鐵廠灰渣電漿熔融	巨佑機電股份有限公司	91.05-91.09
輻射照射應用於功能性紡織布料之研究	良澹公司	90.03-91.12
半導體製程廢氣電漿處理系統工程合作開發技術授權	華懋公司	90.07-91.07
協力執行游離輻射領域中低強度核種分析(混合加馬濾紙)	工研院	90.11-91.12
游離輻射國家標準之建立(第三期)九十一年度	標準局	91.01-91.12
九十一年度核安演習近廠指揮協調中心人員訓練計畫	全委會	91.04-91.08
九十一年核能電廠緊急應變劑量評估系統例行運轉維護	全委會	91.04-91.12
二次離子質譜儀委託分析	工研院	91.01-91.12
輻射工程技術研究高性能微孔徑材料開發合作計畫	良澹公司	91.05-91.12
質子佈植在共振腔型發光二極體之製程應用	全磊微機電公司	91.07-91.12
核研氯化亞鈾(鈾-201)及核研檸檬酸鎂(鎂-67)注射劑委託銷售	台灣欣科公司	89.02-91.12
馬格鎂腎造影劑銷售	台中榮總等	90.04-92.04
保健物理技術服務	各公、民營公司 及醫療院所	91.01-91.12
鈾射源處理服務	各公、民營公司 及醫療院所	91.01-91.12
輻射照射服務	各公、民營公司 及醫療院所	91.01-91.12
核研宏寶鎂等核醫藥物服務	各公、民營醫療院所	91.01-91.12
穩定同位素技術服務	各公、民營醫療院所	91.01-91.12

放射性廢料接收處理服務	各公、民營公司及醫療院所	91.01-91.12
委託分析服務	各公、民營公司及醫療院所	91.01-91.12
核能安全等級零組件檢證	各公、民營公司	91.01-91.12
非破壞性檢測服務	各公、民營公司	91.01-91.12
輻射儀器及組件製作與維護	歐橋公司等	91.01-91.12
中子束照相檢測服務	漢翔公司等	91.01-91.12
防護面具與空氣濾器檢測服務	各公、民營公司	91.01-91.12
銻-68校正用密封射源委託製作服務	各公、民營醫療院所	91.01-91.12
氧化鐵電漿生產製程之可行性評估	中懋公司	91.02-91.07
核研去氧葡萄糖(氙-18)注射劑銷售服務	各公、民營醫療院所	91.01-91.12
振動測試相關技術服務	經濟部技術處	91.01-91.12
巴金森氏症造影劑技術發展(科專計畫)	經濟部技術處	91.01-91.12
磁振造影對比劑技術發展(科專計畫)	經濟部技術處	91.01-91.12
體抑素勝汰新製程技術發展(科專計畫)	經濟部技術處	91.01-91.12
監測站偵測器連線收集通訊軟體及監測中心監控軟體等更新工程	偵測中心	91.06-93.11
核研碳十三驗菌劑藥品委託製造與銷售	培力藥品工業公司	89.01-99.06
以雷射光譜快速遙測土壤中油料污染之研究	國科會 (中油公司)	89.10-91.11
核二廠用過燃料池貯存容量第二次擴充案核臨界分析服務	泰興工程公司	90.07-93.3
農田水利工程構造物電腦繪圖參數化之應用	桃園農田水利研究發展基金會	90.07-91.11
半導體製程廢液處理系統工程委託設計製作	華懋公司	90.11-91.02
核一廠二號低放射性廢料貯存庫電腦化廢料儲存控制系統 (CICS)建置工程	詹記公司	90.11-94.07
核二廠三號低放射廢料貯存庫電腦化廢料儲存控制系統 (CICS)建置工程	詹記公司	90.11-94.04
核一廠第二號廢料貯存庫、核二廠第三號廢料貯存庫、 核一廠熱處理設備設施廠房、核一新燃料倉庫 Area Radiation Monitor及Radiation Monitor System 之Remote Control Station工程	詹記公司	90.11-94.07
五金零組件電漿離子被覆表面改質處理合作開發暨技術授權	橋樑公司	90.11-91.11
高流量半導體製程有機廢氣低溫電漿處理系統委託設計製作	華懋公司	90.01-92.06
蘭嶼貯存場安全評估技術服務	益鼎公司	91.01-91.09
金門地區九十一年度地下水觀測計畫	金門縣政府	91.04-92.03
核三廠飼水控制系統數位化更新系統評估運轉暫態模擬與 分析計畫	台灣英維思公司	91.04-93.07
放射性藥物As ₂ O ₃ 之應用研究	台灣東洋製藥有限公司	91.05-91.12



核電廠數位儀控系統升級改善技術應用	台灣英維思股份有限公司	91.05-93.04
塑膠表面金屬化鍍膜製程試驗與評估	良盟塑膠股份有限公司	91.07-92.03
透明導電塑膠薄膜製程及生產裝置評估諮詢服務	卓韋光電股份有限公司	91.07-92.06
旋轉式研究用正子放射剖層造影儀合作開發暨技術授權	岳豐科技股份有限公司	91.07-93.01
頻譜分析研究地下水含水層水力擴散係數	國科會	91.08-92.07
大亞灣核電站安全度評估審查工作	核能科技協進會	91.07-92.02.
衛浴零組件鉛鍍金被覆系統工程合作開發及技術授權(第二套)	滿益金公司	91.01-92.10
PCB微鑽頭耐磨被覆技術可行性評估	高橋自動化科技股份有限公司	91.09-92.08
五金零組件電漿離子被覆表面改質處理合作開發暨技術授權(第二案)	橋樑公司	91.10-92.10
熱電堆溫度感測元件(Thermopile)合作開發暨技術授權	騏通科技公司	91.10-92.07
VCSEL質子佈植實驗室之建立	國科會	91.09-93.03
質子照射電流提昇對晶圓佈植之效應研究顧問服務	台灣積體電路公司	91.10-91.12
奈米中藥材之吸收、分佈及排除試驗	生物技術開發中心	91.11-92.02
用過核燃料中期貯存設施之結構安全獨立驗算模式	物管局	91.03-91.11

4. 國外機構合作研究計畫

計畫名稱	委託公司	期 程
核四廠設計審查計畫	美商亞洲石威公司	87.09-91.09
核一、二廠控制棒破壞性檢驗	美商奇異公司	91.01-91.12
龍門電廠全尺寸模擬器儀控系統建置工程技術服務	台灣英維思股份有限公司	90.10-93.06
鉛合金護套氫化鉛析出物分析與機械特性評估	美電研所	89.09-92.06
台電飼水加氫核燃料監測檢驗計畫	美商法瑪通公司	90.09-98.08

5. 台電委託計畫

計畫名稱	期 程
建立低放射性廢料核種資料庫及分類方法之評估	88.04-91.02
核一廠反應爐試片重組及試片樣品罐包封測試	87.11-91.02
89-90年度爐心營運程式系統維護與運用	88.12-91.06
整體發電效率監測與重要組件診斷分析系統開發	89.07-91.06
核三廠一、二號機週期十四控制棒中子累積劑量分析服務工作	90.10-91.06
核三廠安全相關感應器反應時間分析系統更新	90.05-91.09
核一廠主蒸汽安全釋放閥(SRV)測試設備儀控部份更新改善工程	88.06-91.08
高減容固化系統擴大固化廢料項目之研究	89.07-91.06
核一廠一號機GE12先導燃料監測檢驗作業	87.02-91.11

進步型沸水式反應器圍阻體事故分析模式建立	89.01-91.12
核三廠冷凝器管束流沖振動與支撐評估	89.06-91.12
核一、二、三廠大修停機期安全度評估模式同行審查	90.05-91.08
核能電廠飼水系統文氏管表面結垢物研究發展計畫	90.06-91.12
我國用過核燃料長程處置潛在母岩特性調查與評估階段-發展初步功能安全評估模式	90.06-91.06
核能電廠大修及專業人員支援	91.01-91.12
核電廠儀控系統整合設計技術研究	86.11-92.06
核一廠一號機爐心噴灑管路部份更新工程安全評估	87.03-92.12
核電廠儀控系統智慧型感測器之研究與核電廠電子卡片預知維護技術建立	87.03-92.05
核二廠一號機ATRIUM-10先導燃料監測檢驗作業	87.08-92.09
核三廠二號機ZIRLO燃料監測檢驗作業技術服務	87.10-91.06
核三廠蒸氣產生器二次側應力腐蝕劣化(ODSCC)探討	87.11-91.12
核一二廠三維暫態熱水流分析技術提升及應用	88.10-93.04
龍門計畫數位儀控系統軟體設計文件審查	88.08-93.06
非動力安全系統壓水式反應器之安全特性研究	89.05-92.04
核能電廠失水事故分析技術之法制化研究	89.05-94.10
核二廠一號機與二號機反應爐內試片測試分析技術服務	89.04-92.01
核電廠儀控設備之電磁相容技術研究(核一部分)	89.04-92.04
核三廠儀控系統數位化更新技術研究	89.06-92.12
中子輻射對核能設施環境劑量分析模式之研究	89.09-91.12
核一、二、三廠嚴重事故處理指引建立計畫	89.12-92.12
核一、二、三廠早期輻射大量外釋頻率(LERF)分析能力建立	89.12-92.06
風險告知應用於核一廠火災分析與防火包覆評估	89.12-92.12
核三廠三維暫態中子熱水流安全分析技術提昇與應用計畫	90.03-94.03
核一廠加氫水化學條件下Condemin移除鏽垢效率之研究	90.03-92.12
核三廠管路檢測篩選與數據評估審查系統研究	90.05-94.12
核三廠反應器金屬鬆動元件監測系統(DMIMS)更新	90.05-95.05
核二廠兩束破損燃料肇因檢驗分析作業	90.06-92.06
核三廠新型核燃料VANTAGE+的池邊檢驗作業	90.06-95.06
爐心水化學對核燃料及相關組件之影響研究	90.07-93.06
核三廠飼水加熱器熱交換管破裂與殼測管壁薄化研究	90.07-92.02
評估核電廠通風排放系統符合Reg.Guide所引用之ASME N510情況	90.06-92.12
核二廠污染廢金屬減容處理工程	90.06-93.06
INPO/WANO網路資訊處理及檔案管理	90.08-92.12



2002

核能研究91年年報



核三廠降載模擬分析及燃料使用彈性之研究	90.09-92.08
核能四廠建造期間授權核能監查作業	90.07-95.12
核能電廠模擬器維護與更新技術本土化	90.10-93.12
核能三廠蒸汽產生器管束功能完整性精進	90.09-93.09
核一廠再循環水系管路焊道覆焊後收縮應力分析	90.11-92.12
粒狀廢離子交換樹脂濕式氧化先導系統之建立研究	90.12-92.12
核二廠一、二號機反應爐試片重組及試片樣品罐包封測試技術服務	91.01-93.03
核能電廠營運期間檢測及測試之監查作業	91.01-91.12
九十一年度核能事故後取樣、傳送與分析演練	91.01-91.12
建立低放射性廢料核種資料庫及分類	91.01-93.07
核三廠一號機反應器控制棒導管固定螺絲斷裂肇因分析技術服務	91.02-92.03
九十一、九十二年度爐心營運程式系統維護與應用	91.03-94.03
數位輻射監測系統(DRMS)後續維修工作	91.04-92.09
核能電廠大修管理資料庫開發需求規劃	91.05-92.01
進步型沸水式反應器暫態分析平行驗證計畫	91.07-94.06
核一廠爐水硼監測分析與研判作業技術服務工作	91.08-93.01
我國用過核燃料長程處置潛在母岩特性調查與評估階段-發展初步功能/安全評估模式	91.09-92.12
數位儀控本土化之應用	91.07-97.06
核二廠整體熱效率監測與診斷分析系統開發	91.10-92.10
核三廠硼酸儲存槽水中二氧化矽移除之研究	91.11-92.10
核一廠低放射性污染廢金屬減容處理工程	91.11-94.12
風險告知應用於營運期間檢測之先導性研究	91.11-92.12
核電廠管路覆焊技術多媒體影片製作	91.12-92.06
飼水加熱器性能分析及其維修換管評估能力建立	91.12-94.11
核能營運資訊網站之建立與運用	91.12-92.12
風險告知應用於核二、三廠火災分析與防火包覆評估	91.12-94.12
再循環管路焊道安全評估技術服務	90.08-91.06

專利及論著發表

專利

- 李茂傳、楊玉堂、黃芬遠、陳裕亮，“Automatic Sampling Method and Facility for Heterogeneous Materials”，獲日本(出願番號特許年 11-347762 號) 2002.03.12 實質審查，歐盟(23 國) (European Patent Application No. 99810834) 2001.03.21 公告中。
- 林正憲、陳浩然、林次郎、徐成芳，“製備血清素傳送體造影劑 ADAM 之標幟前驅物之新穎方法”，中華民國專利申請中，民國 91 年 11 月。
- 謝柏滄、邱進立、謝俊雄、林萬鈺、王世楨、丁幹，“銻-188- 疏膠質之新穎製備方法”，中華民國專利發明第 138428 號，90.08.01~104.12.29。
- 饒雲、鄭武隆、林金陣、許志道、丁澤錚、王明星，“鈷-57 平面密封射源之製作方法”，中華民國專利，民國 91 年 11 月審查通過，公告中。

發表於學術期刊之論文

- Chang CJ, Lee CH, Hong WT, Wang LC, “Experimental Study on the Performance of the Passive Safety Injection for Pressure Balance Line Break and Direct Vessel Injection Line Break,” Nuclear Technology (Accepted), 2002.
- Kawai T., Yoshino H., Kawabata Y., Hino M., Lee CH, Chan YK, “Self-regulating Characteristics of a Cold Neutron Source with A Cylindrical-annulus Moderator Cell,” PHYSICA B:

Condensed Matter, 311(1-2), 164-172, 2002.

- Lee CH, Kawai T., Chan YK, Hong WT, Lee DJ, Guung TC, Lan KC, “Simulation and Mockup Tests for Developing TRR-II CNS,” PHYSICA B: Condensed Matter, 311(1-2), 138-147, 2002.
- Liang KS, Chang CJ, Hung HJ, “Development and Assessment of the Appendix K Version of RELAP5-3D for LOCA Licensing Analysis,” Nuclear Technology, 139, 233-252, 2002.
- Liang KS, Chang CJ, Hung HJ, “Development of LOCA Licensing Calculation Capability with RELAP5-3D in According with APP. K of 10CFR50.46,” Nuclear Engineering and Design, 211, 69-84, 2002.
- Liang KS, et al., “Development of LOCA Licensing Calculation Capability with RELAP5-3D in Accordance with Appendix K of 10 CFR 50,” Nuclear Engineering and Design, 211, 69-84, 2002.
- Liu TJ, “An Effective Signal Processing Method for Resistivity Probe Measurements in a Two - phase Bubbly Flow,” Measurement Science and Technology, 13(2), 206-217, 2002.
- Liu TJ, “IIST and BETHSY Counterpart Tests on PWR Total Loss-of-Feedwater Transient with Two Different Bleed-and-Feed Scenarios,” Nuclear Technology, 137, 10-27, 2002.
- Liu TJ, Lee CH, “Adequacy of Power-to-Mass Scaling Philosophy to Simulate Incident Transient Between Full-Height Full-Pressure and Reduced-Height Reduced-Pressure Integral System Test Facilities,” Nuclear Science and Engineering (Accepted), 2002.

- Shih CF, Lin GF, “Spectral Analysis of Water Level Fluctuations in Aquifers”, *Stochastic Environmental Research and Risk Assessment*, 374-398, (16)2002.
- Shih CF, Ling GF, and Wang IS, “Contaminant Transport in Fractured Media: Analytical Solution and Sensitivity Study Considering Pulse, Dirac Delta and Sinusoid Input Sources”, *HYDROLOGICAL PROCESSES*, 16, 3265-3278, 2002.
- 朱信忠, “深層地質處置工程障壁外釋不確定性研究”, *地球科學期刊*, 民國91年04月。
- 朱信忠, “深層地質處置工程障壁外釋之參數敏感度分析”, 發表於台電核能月刊, 235期, 23~33頁, 民國91年9月。
- 朱信忠、張瑟稀、莊文壽, “緩衝層區塊數對INPAG-N程式計算結果之影響”, *台電工程月刊*, 649期, 61~67, 民國91年9月。
- 朱信忠、張福麟、莊文壽, “緩衝層區塊數INPAG-N程式計算結果的影響”, *環境工程期刊*, 民國91年5月。
- 朱信忠、張福麟、莊文壽、張瑟稀, “裂隙INPAG-F程式計算結果的影響”, *台電工程月刊*, 民國91年10月。
- 朱信忠、莊文壽、張瑟稀, “Sampling Bounded Parameters in Gamma Distribution”, *Computer and Chemical Engineering 期刊*, 民國91年7月。
- 朱信忠、莊文壽、張瑟稀, “Sampling Bounded Parameters in Gamma Distribution”, *中國化學工程學會會誌*, 民國91年8月。
- 余慶聰、金筑庸、王宗源, “低放射性水泥固化體廢料整桶計測校正技術”, *科儀新知*, 24卷1期, 90~98頁, 民國91年8月, INER-2192。
- 余慶聰、張澤民、王宗源, “新型可攜式純銻偵檢系統加馬核種計測技術”, *科儀新知*, 24卷2期, 93~99頁, 民國91年9月, INER-2216。
- 吳杰、張淑君、張柏菁、陳英鑒, “體內劑量評估技術在核子醫學之應用”, *中華放射技術學雜誌*, 第26卷第2期, 民國91年10月25日。
- 吳禮浩、莊文壽、張瑟稀, “KBS-3處置概念的緩衝與回填材料”, *工業污染防治季刊*, 民國91年8月。
- 周冬寶、王正寧、陳英鑒、張柏菁, “Age-Dependent Protection Quantities For External Neutron Irradiation”, *Radiation Protection Dosimetry*, 民國91年8月2日。
- 周冬寶、王正寧、陳英鑒、張柏菁, “體外中子照射防護量評估”, *台電工程月刊*, 第648期, 民國91年8月。
- 俞君俠, “直管圓周向表面製縫J積分值計算”, *台電核能月刊*, 民國91年11月。
- 施清芳, “Uncertainty Analysis for Corrosion Depth Nuclear Spent Fuel Canister”, *Science Citation Index*, 民國91年2月。
- 施清芳、張福麟, “達西流速對I-129於處置場近場功能評估之不確定性與參數敏感度分析”, *核研季刊*, 42期, 32~37, 民國91年1月。

- 施清芳、莊文壽, “Contaminant Transport in One-Dimensional Single Fractured Media: Semi-Analytical Solution for Three-Member Decay Chain with Pulse”, SCI 期刊, 民國 91 年 7 月。
- 施清芳、莊文壽, “Uncertainty and Sensitivity Analysis: Darcy Velocity for the Near-Field of Total System Performance Assessment of Geological Disposal of Nuclear Spent Fuel”, Science Citation Index, 民國 91 年 3 月。
- 施清芳、駱國良、林賢一、曾水營, “微水試驗分析金門非固結岩層地下水觀測井回水水力特性”, 核研季刊, 民國 91 年 1 月。
- 紀立民、洪錦雄、莊文壽、張瑟稀, “用過核燃料深層地質處置概念之研究與發展”, 工業污染防治季刊, 民國 91 年 7 月。
- 胡燦、陳家杰、彭武康, “加馬射線對米象(Sitophilus Oryzae(L.))(Coleoptera: Curculionidae)之致死效應”, 台灣昆蟲, 第 22 卷, 229~236 頁, 民國 91 年 6 月。
- 范國賢、孫英玲、徐維荃、李德偉、丁幹, “PET 核醫藥物簡介”, 核醫會訊, 第 8 卷第 3 期, 15~16 頁, 民國 91 年 3 月。
- 孫英玲、詹美齡、高潘福、范國賢、張文震、李德偉、丁幹, “以核研所動物用旋轉式正子斷層造影系統及微觀自體射線攝影術觀察人類甲狀腺腫瘤裸鼠模式對氟-18 去氧葡萄糖之動態吸收與分布”, 核子醫學雜誌, 第 15 卷第 1 期, 21~26 頁, 民國 91 年 3 月。
- 康龍全、俞君俠、洪賢豪, “直管圓周向表面製縫 J 積分值計算”, 台電核能月刊, 民國 91 年 5 月。
- 張瑟稀、紀立民、朱信忠、莊文壽、林春雲、黃慶村、洪錦雄、郭明朝, “執行我國用過核燃料長程處置在母岩特性調查與評估階段—發展初步功能/安全評估模式第一年計畫綜合報告”, 台電工程月刊, 民國 91 年 11 月。
- 梁仲賢, “核能電廠中鏽垢之 X 射線繞射標準定量方法”, 超純水雜誌, 第 19 卷第 2 期, 38-42 頁, 民國 91 年 2 月。
- 梁仲賢、蔡振鐸、劉茂堂、王獻章、鄭丁進、丁宇、孫景凱, “核一廠加氫水化學前之冷凝水除礦器移除銹垢效率之研究”, 台電工程月刊, 第 649 期, 68-78 頁, 民國 91 年 9 月。
- 莊文壽, “情節發展與分析技術之初步探討”, 台電核能月刊, 229 期, 69~79, 民國 91 年 1 月。
- 莊文壽, “鹽分地下水對 KBS-3 型處置場的影響”, 台電核能月刊, 231 期, 22~28, 民國 91 年 4 月。
- 陳靖良, “復育新技術, 淨土有妙方”, 核研季刊, 42 期, 10~11, 民國 91 年 1 月。
- 郭鴻達, “再循環水管路覆焊修理技術開發”, 台電工程月刊, 民國 91 年 6 月。
- 童武雄、胡中興, “核一廠控制棒掉棒假設事故之三維爐心動態分析”, 台電工程月刊, 第 647 期, 57-65 頁, 民國 91 年 7 月。
- 黃金城, “Seismic analysis and fracture evaluation of stabilized core shroud”, Nuclear Engineering and Design, 民國 90 年 12 月。

- 溫冬珍、陳蜀瓊、陳孟仁、陳仁德、江明昆，“核三廠飼水文氏管表面結垢效應探討”，台電工程月刊，第649期，1~15頁，民國91年9月。
- 詹美齡、梁鑫京、黃世文、唐繼善、裴呈志、葉慶凱，“核研所動物研究用旋轉式正子放射電腦斷層造影系統的研製”，核子醫學雜誌，第15卷，13-20頁，民國91年。
- 潘本立，“廢料特性調查與放射特性量測設備”，核研季刊，42期，20~31，民國91年1月。
- 蕭謙麗、王駿智、林明聖，“地理資訊技術於活斷層研究中的應用-以新城斷層為例”，地質期刊，民國91年3月。
- 賴成銑、洪浩原、劉凌振，“單一廢料罐中用過核燃料衰變熱對處置場溫度影響之模擬”，台電核能月刊，民國91年9月。
- 謝俊雄，“Intravascular Brachytherapy Misadministration”，核安資訊，民國91年07月。
- 謝柏滄，“Medical use of Strontium-90 Eye Applicators: New Requirements for Calibration and Decay Correction”，核安資訊，民國91年8月。
- 魏華洲、張瑞生、張澤民，“萃取層析樹脂於阿伐核種分析之應用”，台電核能月刊，民國91年9月(審查通過)。
- 魏聰揚、鍾人傑、謝榮春，“草酸化學除污劑處理放射性污染金屬廢料之程序開發”，核研季刊，42期，98~107，民國91年1月。
- 羅彩月，“Unauthorized Administration of Byproduct Material for Medical Use”，核安資

訊，民國91年10月。

發表於學術會議之論文

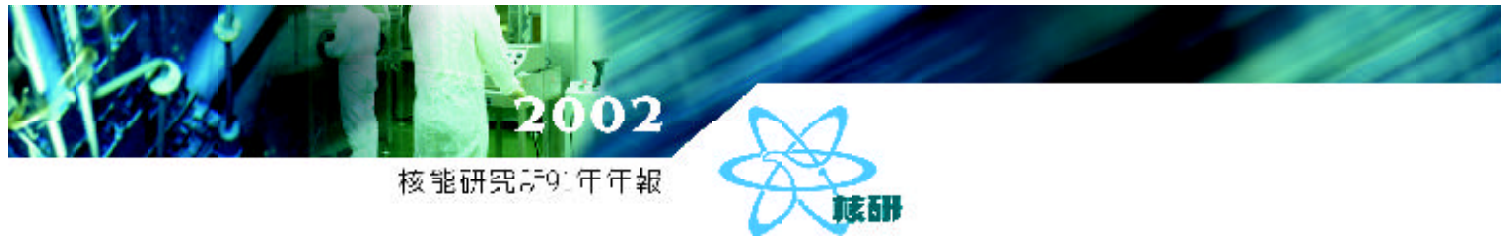
- Chang CJ, Lee CH, Hong WT, Wang LC, “Experimental Study on the Performance of IIST Passive Core Cooling Injection,” The Tenth International Conference on Nuclear Engineering, Arlington, Virginia, Apr. 2002.
- Chang CJ, Lee CH, Hong WT, Wang LC, “Experimental Study on the Performance of the Passive Safety Injection for Pressure Balance Line Break and Direct Vessel Injection Line Break,” Int. Congress on Advanced Nuclear Power Plants, ICAPP Meeting, Hollywood, Florida, Jun. 2002.
- Chang SS, Chi LM, Ju SJ, Chuang WS, Horng JS, and Kuo MC, “INER’s R&D Status in the Field of Performance/Safety Assessment for the Spent Nuclear Fuel Repository,” The 17th Sino-Japanese Seminar on Nuclear Safety, Taipei, Nov. 20-21, 2002.
- Chao CC, Wu CH, Lee SJ, Kao TM, “Benchmark Tests of The INERISKEN As an Engine for A New Generation of Risk Monitor,” The Sixth International Conference on Probabilistic Safety Assessment and Management, San Juan, Puerto Rico, Jun. 2002.
- Cheng TK, Chang HL, Lo PY, Wu JY, “Studies of Ion Implantation Method used for Catalyst Applications to Synthesize Carbon Nanotubes by ECR-CVD,” 8th International Conference on New Diamond Science and Technology in The University of Melbourne Australia, 21st-26th July 2002.

- Chu JP, and Tzeng CC, etc., “ Thermal Plasma Vitrification Treatment of Low-Level Radioactive Waste Surrogates ” 2002 International Conference on Incineration and Thermal Treatment Technologies (IT3), New Orleans, Louisiana, USA, May 13-17,2002.
- Hsieh BT, Hsu WS, Lee TW and Ting G, “ Preparation of High Concentration Re-188-Perrhenate Solution – The Study of Solid Phase Chromatography Technique, ” Cape Town, South Africa, March 10-14, 2002.
- Hsu PL, Lin TJ, Kao TM, Chen CR, Shiue SF, “ A Display System for Risk-Informed Fire Analysis, ” American Nuclear Society International Topical Meeting on Probabilistic Safety Assessment, Detroit, Michigan, Oct. 2002.
- Hung TM, Lee WC, Lee YS, and Kuo MC, “ The High Temperature Melting Techniques Applied to Treatment of Solid Low-level Radwaste in INER, ” The 13th Pacific Basin Nuclear Conference, Proceeding TS-7A, Sengzeng, Oct. 21-25, 2002.
- Hung TM, Lee WC, Yu MS, Lee YS, and Kuo MC, “ Using Melting Techniques to Treat Non-combustible Radwaste in INER ” The 17th Sino-Japanese Seminar on Nuclear Safety, Taipei, November 20-21, 2002.
- Kao TM, Chao CC, “ The Development and Application of the Second Generation of Taiwan's NPP Risk Monitor, ” The Seventeenth Meeting of China and Japan Nuclear Energy Safety, Taipei, Nov. 2002.
- Kao TM, Chao CC, Lo CK, Lin TJ, “ The development of the Second Generation of Taiwan's NPP Risk Monitor (TIRM-2), ” The Sixth International Conference on Probabilistic Safety Assessment and Management, San Juan, Puerto Rico, Jun. 2002.
- Lee CH, Hong WT, Chan YK, Lee DJ, Chang CJ, “ Thermal-hydraulic Mockup Tests with Two-phase Thermosiphon for Cold Neutron Source, ” ICAPP Meeting, Hollywood, Florida, Jun. 2002.
- Lee CH, Kawai T., Chan YK, Lee DJ, “ Hydrodynamic Study of Self-regulation of CNS with Cylindrical Annulus Moderator Cell for Developing TRR-II CNS, ” The Nineteenth International Cryogenic Engineering Conference and Industrial Exhibition, Grenoble, France, July. 2002.
- Lee CH, Lee DJ, Chan YK, Chang CJ, “ Experimental Simulation of Boiling Phenomena with a Cylindrical Annulus Moderator Cell, ” ICAPP Meeting, Hollywood, Florida, Jun. 2002.
- Liang KS, Chang CJ, Hung HJ, “ Development of LOCA Calculation Capability with RELAP5-3D in Accordance with the Evaluation Model Methodology, ” International RELAP5 Users Group Meeting, 2002.
- Liang KS, Chang CJ, Hung HJ, Wang L., “ Development and Assessment of the Appendix K Version of RELAP5-3D for LOCA Licensing Analysis, ” The Thirteenth PBNC Meeting, Shenzhen, China, Oct. 2002.
- Liang KS, Chang CJ, Hung HJ, Wang L., “ Development and Assessment of the Appendix K Version of RELAP5-3D for LOCA Licensing

- Analysis,” The Seventeenth Meeting of China and Japan Nuclear Energy Safety, Taipei, Nov. 2002.
- Lin JD, Lin TJ, Kao TM, “A Vulnerability Study for the TRR-II Safety Design Using PRA,” American Nuclear Society International Topical Meeting on Probabilistic Safety Assessment, Detroit, Michigan, Oct. 2002.
 - Shen LH, Huang HT and Ting G, “Isotope and Radiation Application in Taiwan,” 2002 13th PBNC Workshop, Russia, Aug. 16, 2002.
 - Shih CF, Chuang WS, Chang SS, Kuo MC and Lin GF, “Uncertainty Analysis for Corrosion Depth of Nuclear Spent Fuel Canister,” WM ’02 Conference, paper #23 Session 39B, Tucson, AZ, Feb. 24~28, 2002.
 - Tien YM, Wu PL, Chuang WS, and Wu LH, “Micromechanical Model for Compaction Characteristics of Bentonite-Sand Mixtures,” International Meeting.
 - Wang SJ, Chiang KS, “Analysis of Severe Accident Management of Maanshan Nuclear Power Plant Using MAAP4 Code,” The Thirteenth PBNC Meeting, Shenzhen, China, Oct. 2002.
 - Wang SJ, Huang IM, Su WN, Chien CS, “Simulation of BWR-6 SBO Accident with MELCOR and Comparison with MAAP4 Code,” MCAP Meeting, Albuquerque, New Mexico, May 2002.
 - Wey SP etc., “[^{99m}Tc] TRODAT-1 SPECT Imaging in Hemi-Parkinson's Disease-Implication of Preclinical Diagnosis,” the 49th Annual Meetings of the Society of Nuclear Medicine, Los Angeles, July 6, 2002.
 - Wey SP etc., “Aging Is Not A Major Cause of Idiopathic Parkinson's Disease Assessed by [^{99m}Tc]TRODAT-1 SPECT Imaging,” the 49th Annual Meetings of the Society of Nuclear Medicine, Los Angeles, July 6, 2002.
 - Wey SP etc., “Biodistribution Study of [¹²³I] ADAM in Mice Brain Using Quantitative Autoradiography,” 8th Congress of the World Federation of Nuclear Medicine & Biology, Chile, Santiago, Sept. 29, 2002.
 - Wey SP etc., “Biodistribution Study of [¹²³I] ADAM in Mice Using Both Conventional Tissue Dissection and Whole Body Autoradiography,” the 49th Annual Meetings of the Society of Nuclear Medicine, Los Angeles, July 6, 2002.
 - Wey SP etc., “Differential Diagnosis of Separate Subtypes of Multiple System Atrophy with [^{99m}Tc] TRODAT-1 Brain SPECT,” the 49th Annual Meetings of the Society of Nuclear Medicine, Los Angeles, July 6, 2002.
 - Wey SP etc., “Dopamine Transporter Density in Naïve Schizophrenia Assessed With [^{99m}Tc] TRODAT-1 SPECT,” the 49th Annual Meetings of the Society of Nuclear Medicine, Los Angeles, July 6, 2002.
 - Wey SP etc., “Nigral Damage in Wilson's Disease Studied with [^{99m}Tc] TRODAT-1 Imaging,” the 49th Annual Meetings of the Society of Nuclear Medicine, Los Angeles, July 6, 2002.
 - Wu CH, Lin TJ, Kao TM, “Study of a Station Blackout Event in the PWR Plant,” Proceedings

of 10th International Conference On Nuclear Engineering (ICONE-10), Arlington, Virginia, Apr. 2002.

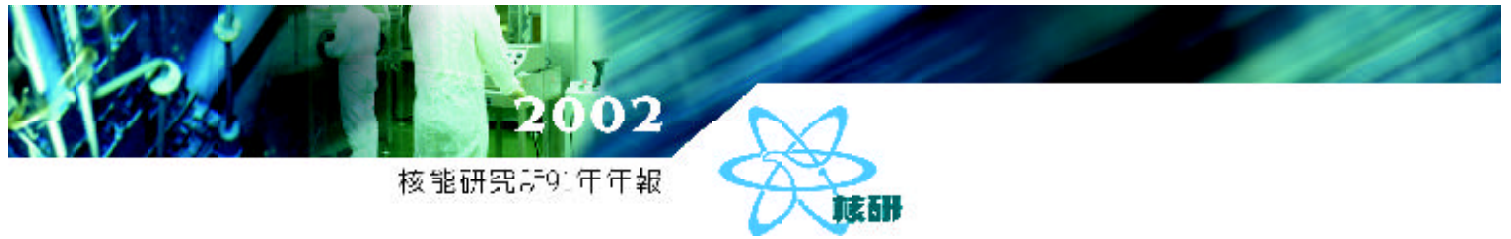
- Wu CH, Lin TJ, Kao TM, Lin JC, “ Risk-Informed Fire Analysis for the Evaluation of Electrical Raceway Fire Barrier Systems,” Proceedings of PSA02, Detroit, Michigan, Oct. 2002.
- Wu TH, Chen CC, etc.,” Study on the Application to the Preparation of Functional Textile by Radiation Techniques,” 2002 polymer symposium, Japan, 2002.
- 方新發, “ The Practices on Automatic Drain Water Radioactivity Monitoring in Institute of Nuclear Energy Research. ”, 47th Meeting Health Physics Society , 美國坦霸市, 民國 91 年 4 月 30 日。
- 方新發, “ 核能研究所排水放射性自動監測之實務經驗 ”, 第 47 屆美國保健物理年會, 美國坦霸市, 民國 91 年 6 月 17 日。
- 方新發、王正忠、汪子文、陳英鑒、邱志宏, “ 利用個人數位助理配合地理定位系統提昇環境取樣工作的品質 ”, 第七屆中華民國實驗室認證管理與認證論文發表會, 台北劍潭活動中心, 民國 91 年 12 月 13 日。
- 王正忠、方新發、汪子文, “ 參加美國國家標準與技術研究所(NIST)2001 年放射化學相互比對計畫(NRIP)合成尿樣銻、銻、鈾、鋇序列分析結果報告 ”, 2002 第七屆中華民國實驗室管理與認證論文發表會, 台北劍潭活動中心, 民國 91 年 12 月 13 日。
- 王正忠、汪子文, “ Sequential Isotopic Determination of Plutonium, Americium, Uranium, and Strontium in Synthetic Urine Sample. ”, 48th Annual Rsdioassay and Radiochemical Measurements Conference, 美國田納西州, 民國 91 年 8 月 27 日。
- 余慶聰、王宗源, “ 混合加馬濾紙量測不確定度評估案例分析 ”, 游離輻射國際單位制應用與量測不確定度評估研討會, 桃園縣, 民國 91 年 5 月 30 日。
- 余慶聰、王宗源、劉公典等, “ 短半衰期醫用同位素 Tl-201 加馬活度量測與不確定度評估 ”, 第七屆中華民國實驗室管理與認證論文發表會, 台北市, 民國 91 年 12 月 13 日。
- 吳元傑, “ 電纜托架耐震分析 ”, 2002 Taiwan ANSYS Users Conference, 民國 91 年 11 月 8 日。
- 李文成, “ 以粉末活性碳去除廢水中烷基苯磺酸鹽及酚之探討 ”, 2002 輸送現象及其應用研討會, 民國 91 年 10 月。
- 林武智、張茂雄、杜定賢, “ 核研所氟 -18 醫用同位素研製之發現 ”, 2002 核子醫學年會, 台北市, 民國 91 年 5 月 28 日。
- 范景南, “ 蒸汽產生器 U 型管於抗振棒磨耗塞管之統計分析 ”, 第七屆中國民國破壞科學研討會, 民國 91 年 1 月 4 日。
- 孫英玲等, “ The Evaluation of Dynamic [18F]FDG Accumulation in Nude mice With human Malignant Tumors and Turpentine-Induced Inflammatory Lesion: by INER Animal Rotating PET Scanner”, 2002 核子醫學年會, 台北市, 民國 91 年 5 月 28 日。



- 徐勇演, “以微胞輔助超過濾法去除水溶液中重金屬離子之探討”, 2002輸送現象及其應用研討會, 民國91年11月。
- 康龍全, “直管內表面圓周向裂縫J值分佈計算”, 第七屆ABAQUS Taiwan User's Conference, 民國91年10月18日。
- 康龍全等, “BINP國際管路完整性合作計畫介紹與LBB技術新應用”, 第七屆中國民國破壞科學研討會, 民國91年1月30日。
- 張慧良、張亨榮、鄭必信、謝國龍, “核設施除役電漿切割水質淨化技術之探討”, 九十一年度中國化學會年會, 台北市, 民國91年10月25~27日。
- 張慧良、鄭必信、張亨榮、謝國龍, “中空細管型薄膜電極組之初步研製”, 九十一年度中國化學會年會, 台北市, 民國91年10月25~27日。
- 梁仲賢, “從水質數據解析核能電廠組件腐蝕行為”, 中華民國防蝕工程學會91年論文發表會論文輯B-17, 台中市, 民國91年8月22~23日。
- 郭茂穗, “低放射性廢料焚化爐運轉模式之探討”, 低放射性廢棄物焚化爐經驗回饋交流研討會, 屏東, 民國91年3月。
- 陳建忠, “含負載頻率參數之304不銹鋼疲勞裂紋成長模式”, 第七屆中國民國破壞科學研討會, 民國91年3月11日。
- 陳紹舟、張瑞生“中低強度核種分析與能量不確定度”, 游離輻射國際單位制應用與量測不確定度評估研討會, 桃園縣, 民國90年11月30日。
- 陳章泉, “我國核子事故緊急應變計畫簡介”, 2002兩岸核能民生應用及安全管制研討會, 台北市, 民國91年11月8日。
- 陳靖良、詹瑞裕、朱明麟、徐勇演、周三榮、王嘉寶, “以薄膜分離程序處理低放射性廢水之研究”, 核電廠減廢技術經驗回饋研討會, 民國91年06月。
- 童永黔、何公亮、李文章、曾仁國, “台北市下水污泥堆肥廠之建廠評估”, 第八屆海峽兩岸環境保護研討會, 新竹市, 民國91年10月14~18日。
- 童永黔、何公亮、李文章、曾仁國, “槽式下水污泥堆肥廠之運轉最佳化研究”, 第八屆海峽兩岸環境保護研討會, 新竹市, 民國91年10月14~18日。
- 黃金城, “核三廠蒸汽產生器管子與管板擴管區殘留應力分析”, 第七屆中華民國破壞科學研討會, 民國91年1月4日。
- 溫鎮倉、洪聰民, “核能研究所低放射性廢棄物電漿焚化熔融廠”, 低放射性廢棄物焚化爐經驗回饋交流研討會, 屏東, 民國91年3月。
- 葉善宏、林美秀, “The Angular Dependence of Response for the Harshaw Personnel Dosimeters and the Methods for Judgment of the Photon Incident Angle.”, The First Asia and Oceanic Congress for Radiation Protection, 民國91年10月21日。
- 詹美齡、梁鑫京、黃世文、唐繼善、裴呈志、葉慶凱, “小動物造影用ASR-PET的研

製," IEEE Nuclear Science Symposium and Medical Imaging Conference, Norfolk, Virginia, Nov. 10-16, 2002.

- 劉公典、余慶聰、門立中，「短半衰期核醫藥物放射活度標定之研究」，核醫學學會九十一年年會，台北市，民國91年7月20日。
- 劉公典、余慶聰、門立中，「影響核醫藥物 Tl-201，Ga-67 與 In-111 活度標定及其不確定度之因素探討」，第七屆中華民國實驗室管理與認證論文發表會，台北市，民國91年12月13日。
- 劉公典、門立中，“Development for the Standardization of Radiopharmaceuticals Ga-67 and Tl-201 by Liquid Scintilla-
- 鄭武隆、李中新、丁澤錚、劉興隆，“利用迴旋加速器 nat.Ni(p, n)核反應製備銅-64之先期探討”，九十一年度中國化學會年會，台北市，民國91年10月25-27日。
- 鄭武隆、林金陣、丁澤錚、劉興隆、杜定賢、林武智、王明星，“正子放射斷層掃描儀校正射源-銻-68條形密封射源之製作及其品質控制”，九十一年度中華民國核醫學會年會，台北市，民國91年7月20日。
- 鄭武隆、饒雲、許志道、林金陣，“利用迴旋加速器 $^{125}\text{Te}(p, n)$ 核反應製備碘-125之可行性評估”，九十一年度中國化學會年會，台北市，民國91年10月25-27日。
- 謝柏滄，“Liquid-filled Rhenium-188 method to Prevent Restenosis following Pure Ballon Angioplasty. Results from the TRIPPER-1 Study”，2002 核子醫學年會，台北市，民國91年5月28日。
- 謝榮春，“核能研究所除污減廢技術之發展現況”，核能電廠減廢技術經驗回饋研討會，台電公司核發處，民國91年7月。
- 謝榮春、魏聰揚，“核能研究所除污減廢技術之發展現況”，核電廠減廢技術經驗回饋研討會，民國91年6月。
- 鍾人傑，“利用濕式氧化法處理半導體業有機廢液之研究”，2002 工業減廢暨永續發展研討會，民國91年7月。
- 鍾人傑、陳裕亮、石淑敏、吳明興，“利用濕式氧化處理半導體業有機廢液之研究”，2002 工業減廢暨永續發展研討會，民國91年10月。
- 藍振發，“高減容固化系統擴大固化廢料項目之研究”，90年台電/核研所委託合作研發成果研討會，民國91年10月7日。
- 魏孝萍等，“細胞凋亡造影用銻-99m-HYNIC-Annexin V 製備-耦合與標幟之最適化研究”，2002 核子醫學年會，台北市，民國91年5月28日。
- 魏孝萍等，“碘-123-ADAM 在大白鼠血中安定性與蛋白質結合研究”，2002核子醫學年會，台北市，民國91年5月28日。
- 魏華洲、陳紹舟，「放射性廢料核種分析不確定度評估案例報告」，游離輻射國際單位制應用與量測不確定度評估研討會，桃園縣，民國91年5月30日。
- 魏聰揚、甘金相、林國明，“鐵材在氟硼酸溶液中之溶解速率”，91年中華民國防蝕工程學會年會及論文發表會，民國91年8月。



- 魏聰揚、甘金相、林國明、鍾人傑、謝榮春，“核研所研究用反應器拆除熱交換器之化學清洗”，核電廠減廢技術經驗回饋研討會，民國91年6月。
- 羅靄人，“L-6-[^{18}F]Fluorodopa 自動合成裝置之研製”，九十一年度中華民國核醫學會年會，台北市，民國91年7月20日。
- 羅靄人，“正子造影劑[^{11}C]-醋酸鈉自動合成裝置之研製”，九十一年度中國化學會年會，台北市，民國91年10月25-27日。
- 饒雲、鄭武隆、林金陣、許志道、丁澤錚、王明星，“鈷-57平面密封射源研製及其品管測試”，九十一年度中華民國核醫學會年會，台北市，民國91年7月20日。
- Chang CJ, Young HJ, Liang KS, “Software Design and Implementation - Proposed a New CHF Model for RELAP5-3DK/INER,” INER-2163, Feb. 2002.
- Chun JR, Hung HJ, Liang KS, “Integral Effect Assessment in RELAP5-3DK/INER Against L8-2 Experiment,” INER-T2828, Jun. 2002.
- Dai LC, “Separate-Effective Assessment of Reflooding Rate Calculation – Calculation in RELAP5-3DK/INER against FLECHT-SEASET Experiment,” INER-T2829, Aug. 2002.
- Ko FK, Liang KS, “Software Design and Implementation - Proposed for A New Metal-Water Reaction,” INER-2173, Apr. 2002.
- Ko FK, Liang KS, “Software Design and Implementation - Proposed for 1971 ANS Fission Product Decay Model,” INER-2175, Apr. 2002.

所內報告

- Chang CJ, Liang KS, Young HJ, “Separate-Effect Assessment of the Post-CHF Heat Transfer Lockout Calculations in RELAP5-3DK/INER Against ORNL THTF Tests,” INER-2193, May 2002.
- Chang CJ, Young HJ, “Integral-Effect Assessment of RELAP5-3DK/INER against LP-LB-1 Experiment,” INER-2186, May 2002.
- Chang CJ, Young HJ, Liang KS, “Separate-Effect Assessment of the CHF Correlations in RELAP5-3DK/INER Against ORNL THTF Tests,” INER-2187, Apr. 2002.
- Chang CJ, Young HJ, Liang KS, “Software Design and Implementation - Proposed A New Post-CHF Model and Heat Transfer Lockout for RELAP5-3DK/INER,” INER-2174, Mar. 2002.
- Lee CH, Wang CH, Chan YK, Lee DJ, Guung TC, Lan KC, Shie RF, Kuo CC, Hong WT, “Basic Design for TRR-II Cold Neutron Source Facility,” INER-2150, Feb. 2002.
- Liang KS, Chun JR, “Integral Effect Assessment in RELAP5-3DK/INER Against LOFT L2-3 Experiment,” INER-T2826, Jun. 2002.
- Liang KS, Tsai YS, “Integral Effect Assessment in RELAP5-3DK/INER Against L2-5 Experiment,” INER-T2856, Jun. 2002.
- Liang KS, Tsai YS, “Integral Effect Assessment in RELAP5-3DK/INER Against Semiscale S-06-3 Experiment,” INER-T2855, Jun. 2002.
- Liang KS, Tsai YS, “Integral Effect Assessment

- in RELAP5-3DK/INER Against FLECHT SEASET Experiment,” INER-T2827, Jun. 2002.
- Liu TJ, “A Complete Scheme of Effective Digital Signal Processing Method for Resistivity Probe Measurements in A Two-Phase Bubbly Flow,” INER-2227, Sep. 2002.
- Liu TJ, Jiang JA, "TRR-II Core Flow Mockup Test (CFMT) Facility – Detail Design and Test Plan,” INER-2115, Jan. 2002.
- Young HJ, Chang CJ, “Integral-Effect Assessment of RELAP5-3DK/INER Against IIST 2% Cold Leg SBLOCA Experiment,” INER-2248, Oct. 2002.
- Young HJ, Chang CJ, “Simulation of the IIST 0.5% Cold Leg SBLOCA Experiment with Passive Safety Injection using the RELAP5-3D Code,” INER-T2874, Oct. 2002.
- 王中虛, “Basic Design for TRR-II cold Neutron Source Facility”, INER-T2150, 民國91年3月。
- 王正忠, “我國自來水淨化產生污泥之天然放射性物質含量調查委託計畫完成報告書”, INER-A0185, 民國91年12月1日。
- 王明星, ”植體密封射源之焊封設備及其週邊設施”, INER-T2880, 民國91年11月。
- 王美惠, “血清黃麴毒素檢驗試劑之發展與應用可行性探討”, INER-T2926, 民國91年12月。
- 仲金生、王士珍、王郁文、簡俊生、蘇煒年, “核二廠安全度評估結果之應用”, INER-A0153, 民國91年9月。
- 仲金生、王士珍、王德全、范勝淵, “核一廠安全度評估結果之應用”, INER-A0152, 民國91年9月。
- 仲金生、王士珍、張柏菁、廖俐毅, “美國新輻射源項的探討與應用及對禁建區與低密度人口區邊界事故劑量的影響評估”, INER-A0155, 民國91年9月。
- 仲金生、王士珍、黃一鳴、蔣光聲, “核三廠安全度評估結果之應用”, INER-A0154, 民國91年9月。
- 朱信忠, “放射性廢料深層地質處置全系統功能評估-參數取樣系統之設計”, INER-T2798, 民國91年5月。
- 朱信忠, “深層地質處置工程障壁外釋不確定性研究”, INER-2198, 民國91年04月。
- 朱健豪、葉俊賢、李振弘、林美秀、葉善宏、黃文松, “建立指環劑量計之校正技術”, INER-2194, 民國91年6月。
- 江東權、張淑惠、蔡瑞銘, “藥物臨床試驗案之注意事項”, INER-T2830, 民國91年08月。
- 余慶聰, “可攜式純銻偵檢儀加馬能譜分析作業規範”, INER-OM-0542, 民國91年5月。
- 余慶聰、金筑庸、門立中, “低放射性水泥固化體廢料分類評估”, INER-T2796, 民國91年5月。
- 吳元傑, “台電公司核能三廠緊急柴油發電機按鈕開關(Allen-Bradley, 800T-FXTQ10RA2)耐震評估報告”, 民國91年11月。
- 吳志浩、莊文淵, “核能研究所安全衛生

- 工作守則”，技術手冊，INER-OM-0547，民國91年10月。
- 吳景輝、李世珍、林子仁、高梓木，“新一代頂端邏輯模式的建立及其求解程式 INERISKEN”，核能研究所核子工程組，INER-2155，民國91年1月。
 - 吳景輝、李世珍、高梓木，“新一代頂端邏輯模式求解程式 INERISKEN 之測試與驗證”，核能研究所核子工程組，INER-2154，民國91年1月。
 - 吳景輝、林子仁、高梓木，“核能三廠圍阻體整體洩漏率測試週期合理化評估”，核能研究所核子工程組，INER-2181，民國91年5月。
 - 吳景輝、林子仁、高梓木，“核能電廠運轉規範定期測試週期合理化評估”，核能研究所核子工程組，INER-2183，民國91年5月。
 - 李中新，“放射性同位素照射設施之建立初期安全分析報告”，INER-T2860，民國91年9月。
 - 李中新、藍國琪，“放射性同位素照射設施之建立系統設計報告”，INER-T2882，民國91年11月。
 - 李文成，“結合粉末活性碳吸附及薄膜過濾去除 ABS 與酚之探討”，INER-T2834，民國91年9月。
 - 李世珍、吳景輝、林子仁、高梓木，“新一代頂端邏輯模式求解程式 INERISKEN 之使用說明”，核能研究所核子工程組，INER-2164，民國91年1月。
 - 李世珍、吳景輝、林子仁、高梓木，“新一代頂端邏輯模式求解程式 INERISKEN 程式設計方法論”，核能研究所核子工程組，INER-T2792，民國91年1月。
 - 李世珍、吳景輝、高梓木，“為故障樹分析套裝軟體 INERFT 的推廣應用之測試驗證”，INER-2211，民國91年8月。
 - 李世珍、吳景輝、高梓木，“關於核研所故障樹分析套裝軟體 INERFT 及其使用說明”，INER-2212，民國91年8月。
 - 李茂傳，“036A.K.U 館核子原(燃)料貯存設施使用許可申請書”，INER-OM-0533，民國91年1月。
 - 周鼎、高雍超，“光纖配線機架體耐震測試”，INER-A0156，民國91年10月。
 - 周冬寶、王正寧、陳英鑒、張柏菁、盧仲信、陳英鑒，“體外中子照射防護量評估”，INER-2184，民國91年7月11日。
 - 周瑞宗、晏子中、邱從甲，“雷射導引無人運搬車(LGV)系統技術規範”，INER-T2853，民國91年10月。
 - 林正憲、陳浩然、林次郎、徐成芳，“血清素傳送體造影劑標幟前驅物 SnADAM 合成方法之改進研究”，INER-T2871，民國91年10月。
 - 林正憲、陳浩然、林次郎、徐成芳，“雙官能基有機配位子 S-Hynic 之合成與鑑定”，INER-T2818，民國91年7月。
 - 林武智、陳振宗、杜定賢、唐松筠、蔡英敏、張淑惠、吳美智、蔡瑞銘、張茂雄、沈立漢，“核能研究所開發 F-18 FDG 總結

報告”， INER-2240，民國 91 年 11 月。

- 林春雲、紀立民，“高放射性廢料深層地質處置場安全準則之研究”， INER-T2779，民國 91 年 1 月。

- 林美秀、葉善宏、李振弘，“人員劑量計能力試驗標準 ANSI/HPSN13.11-1993 與 ANSI/HPSN13.11-2001 之研究比較”， INER-2209，民國 91 年 8 月。

- 俞君俠，“焊接參數對於直管對焊殘留應力之影響”， INER-2243，民國 91 年 11 月。

- 姚勳忠，“核三廠一號機週期十四控制棒中子累積劑量分析最終評估報告”， INER-A160，民國 91 年 3 月。

- 姚勳忠，“核三廠二號機週期十四控制棒中子累積劑量分析最終評估報告”， INER-A159，民國 91 年 5 月。

- 施清芳、駱國良、林賢一、曾水營，“微水試驗分析金門非固結岩層地下水觀測井回水水力特性”， INER-2144，民國 91 年 1 月。

- 洪煥仁、梁國興，“停機期間即時系統洩漏評估模式發展驗證與用”， INER-T2888，民國 91 年 10 月。

- 洪錦雄、紀立民、楊尊忠、莊文壽，“高放射性廢料深層地質處置安全評估中關鍵性核種篩選探討”， INER-T2901，民國 91 年 11 月。

- 范國豪、孫英玲、徐維荃、李德偉，“PET 核醫藥物簡介”， INER-2152，民國 91 年 1 月。

- 夏建忠、王信二、劉仁賢、魏孝萍、沈立漢，“The Biological Characterization of Hy-

poxia Imaging Agent ^{99m}Tc -HL91-Comparing with 18F-FMISO”， INER-2092，民國 91 年 12 月。

- 夏建忠、王信二、魏孝萍、沈立漢、林正憲，“缺氧造影劑 ^{99m}Tc -HL91 之研究”， INER-T2771，民國 91 年 02 月。

- 夏建忠、葉雲漢、魏孝萍、沈立漢，“腎功能造影劑 ^{99m}Tc -MAG3 放射化學純度分析之研究”， INER-T2861，民國 91 年 10 月。

- 孫英玲、張志賢、范國賢、徐維荃、莊珮君、陳振宗、李德偉、丁幹，“核研所動物用旋轉式正子剖層造影儀之動物測試”， INER-T2769，民國 91 年 2 月。

- 徐日豐，“用過核燃料中期貯存設施之水平貯存模組結構安全分析報告”， INER-T2857，民國 91 年 10 月。

- 徐日豐，“鋼架平台結構設計與分析”， INER-T2840，民國 91 年 7 月。

- 徐勇演，“利用微胞輔助超過濾法去除水溶液中之金屬離子”， INER-T2864，民國 91 年 10 月。

- 荊軍安、劉千田、高良書，“CORBA IHC/ INER-P 程式在核三廠爐心熱水流的應用與驗證分析”， INER-T2883，民國 91 年 11 月。

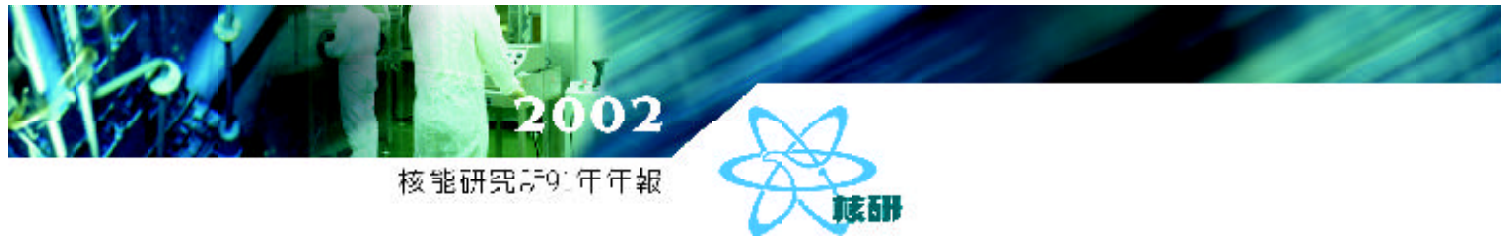
- 馬紹仕、簡弘銘，“核二廠一號機週期 16 燃料再裝填分析平行驗證分析”， INER-T2838，民國 91 年 1 月。

- 馬紹仕、簡弘銘，“核二廠雷傳四條蒸汽管落路模式建立與校驗分析”， INER-T2839，民國 91 年 1 月。

- 馬紹仕、簡弘銘，“核二廠雷傳熱通道模

- 式建立與校驗分析”， INER-T2822， 民國91年1月。
- 張添昌，“冷中子源系統緩速劑腔體原型試製測試評估”， INER-T2791， 民國91年4月。
 - 張瑟稀、林春雲、莊文淵，“放射性廢料最終處置區域特性資料之調查研究-建立核種遷移實驗室計畫總結報告”， INER-T2789， 民國91年4月。
 - 張福麟，“近場功能評估程式 INPAGN 之實例應用探討”， INER-T2815， 民國91年7月。
 - 張福麟、朱信忠、董家寶、莊文壽、張瑟稀，“最終處置場安全評估程式之初步發展”， INER-T2824， 民國91年8月。
 - 張澤民，“九十年度核能事故後之取樣傳送與分析演練年度報告”， INER-A0139。
 - 梁仲賢，“爐心水化學對核燃料積垢遷移之影響”， INER-T2835， 民國91年8月。
 - 梁鑫京，“第二代高解析度定位塊型加馬偵檢器研發”， INER T-2862， 民國91年9月。
 - 莊文淵，“發展初步功能安全評估模式(第一年計畫)品質計畫書”，技術手冊， INER-OM-0524， 民國91年11月。
 - 許文獅、謝俊雄、謝柏滄、羅彩月、沈立漢，“核研氯化鋇(鋇-89)注射劑之生產程序設計及裝置建立”， INER-T2777， 民國91年3月。
 - 連榮凱，“E-HD 機械手改裝細部設計”， INER-T2814， 民國91年7月。
 - 連榮凱，“熱室、傳送室及附屬設備工程細部設計”， INER-T2812， 民國91年7月。
 - 郭儉建，“Basic Design for TRR-II Cold Neutron Source Facility”， INER-2150， 民國91年3月。
 - 郭慶輝，“放射性廢料高溫處理產生廢氣之偵測與分析應用”， INER-T2797， 民國91年5月。
 - 陳志銘，“利用實驗計劃法討論水中切割技術於 TRR 爐心組件應使用之最適參數組合”， INER-T2865， 民國91年11月。
 - 陳枝萬等，“核研所化學組鈷-57 密封射源品質手冊”， INER-OM-0554,民國91年10月1.2版。
 - 陳振宗、林武智、王信二，“世紀分子與氟-18 藥物之合成研製”， INER-2230， 民國91年10月。
 - 陳振宗、楊安水、林武智、沈立漢、黃亨通，“PET 核醫藥物生產與應用之現況”， INER-2160， 民國91年01月。
 - 陳爽、彭昭明、金傳恆，“核三廠模擬器 ENCORE 電腦主機 MPX-32 作業系統連線測試報告”， INER-T2843， 民國91年8月。
 - 陳章泉，“我國核子事故緊急應變計畫簡介”， INER-2250， 民國91年11月。
 - 陳靖良、詹瑞裕、朱明麟、徐勇演、周三榮、王嘉寶，“以薄膜分離程序處理低放射性廢水之研究”，核電廠減廢技術經驗回饋研討會， INER-T2188， 民國91年6月。

- 陳鴻斌, “TRR 爐體遷移動態模擬程序研究”, INER-T2929, 民國 91 年 12 月。
- 曾仁國、何公亮、李文章、吳江纘、劉信堂、童永黔, “都市下水污泥堆肥之研究”, INER-T2881, 民國 91 年 10 月。
 - 湯簡如、馬紹仕、邱揚鏞、王政德、簡弘銘、鍾志忠, “核一、二廠爐心熱水流模式更新報告”, INER-T2831, 民國 91 年 4 月。
 - 馮玉明、謝仁雄, “計算流體力學程式模擬管束熱水流特性之分析模式研究”, INER-2171, 民國 91 年 3 月。
 - 馮玉明、謝仁雄、洪慶典, “飼水加熱器內雙向液滴流分析模擬之研究”, INER-2162, 民國 91 年 2 月。
 - 黃世琮, “振造影對比劑「核研佳多喜安造影注射液」之配方設計與製造方法”, INER-T2896, 民國 91 年 11 月。
 - 黃呈元、林彬、陳家杰, “核能研究所鈷六十照射廠滅菌照射產品標準箱劑量分布測試研究”, INER-2100, 民國 91 年 12 月。
 - 黃呈元、林彬、陳家杰, “核能研究所鈷六十照射廠滅菌照射產品標準箱劑量分布測試研究”, INER-ISO9001-GI-WI-1002, 民國 91 年 6 月。
 - 黃金城, “沸水式反應器爐心側板機率破裂力學分析”, INER-T2762, 民國 90 年 12 月。
 - 黃揮文, “核三廠模擬器熱交換器 Handler 程式 FORTRAN 語言改寫測試校驗報告”, INER-T2842, 民國 91 年 9 月。
 - 溫冬珍、陳蜀瓊, “壓水式反應器替代胺添加劑最適化探討”, INER-2228, 民國 91 年 10 月。
 - 溫冬珍、陳蜀瓊, “九十年度支援原能會核電廠停機大修反應器水化學視察報告”, INER-T2893, 民國 91 年 11 月。
 - 溫冬珍、陳蜀瓊, “核能電廠飼水文氏管礮接疵祖型驗收完成報告”, INER-A0149, 民國 91 年 5 月。
 - 葉俊賢、江錦鏗、武及蘭、袁明程、李振弘, “ α/β 活度偵檢器和監測器校正系統之性能評估”, INER-T2808, 民國 91 年 4 月。
 - 葉昭廷, “核三廠降載模擬分析與燃料使用彈性之研究期中報告”, INER-A0182, 民國 91 年 9 月。
 - 廖啟宏、金筑庸, “現場加馬計測系統操作程序說明”, INER-T2832, 民國 91 年 9 月。
 - 趙旋爾、邱鏗盛, “Characterization of Naturally Occurring Radioactive Material and Cobalt-60 Contaminated Ferrous Scraps from Steel Industries”, IAEA-TECDOC-1271, on Technological Enhanced Natural radiation (TENR II) IAEA, February 2002, INER-2167.
 - 熊惟甲、藍國琪, “TRR-II 水下中子照相設施之基本設計”, INER-T2766, 民國 91 年 1 月。
 - 樊修秀、江東權、徐文郁、李瑞成, “不同機型之液相層析質譜儀(LC/MS)於同位素豐度分析之探討”, INER-T2868, 民國 91 年 11 月。



- 蔡光福、黃昭輝、張峰榮、陳勝裕、邱煌盛，“鋼鐵業天然放射性物質污染廢鐵處理”，INER-T2806，民國91年6月。
- 蔡振鐸，“加氫水化學ECP偵測環路之建立”，INER-T2841，民國91年7月。
- 蕭謙麗、王駿智、林明聖，“地理資訊技術於活斷層研究中的應用-以新城斷層為例”，INER-T2158，民國91年3月。
- 謝俊雄，“Intravascular Brachytherapy Misadministraton”，INER-S0480，民國91年7月。
- 謝柏滄，“Medical use of Strontium-90 Eye Applicators: New Requirements for Calibration and Decay Correction”，INER-S0481，民國91年8月。
- 謝柏滄、劉清楨、許文獅，“高比濃度銻-188放射液之製備-固相層析技術之探討”，INER-T2804，民國91年5月。
- 謝榮春，“核設施除役金屬廢棄物之化學氧化還原除污技術研究”，INER-T2866，民國91年11月。
- 謝榮春、魏聰揚，“核能研究所除污減廢技術之發展現況”，INER-T2191，民國91年8月。
- 韓漢津、李晟弘、彭正球、喬凌寰、施德馨、徐金登，“TRR用過燃料乾式貯存裝卸載模擬操作測試報告”，INER-2875，民國91年11月。
- 藍國琪，“冷中子源系統氫環路緩速腔體及S型氫傳輸管之機械設計與試製”，INER-2866，民國91年11月。
- 藍國琪，“放射性同位素照射設施之建立系統設計報告”，INER-T2882，民國91年11月。
- 藍國琪、徐日豐，“Basic Design for TRR-II Cold Neutron Source Facility”，INER-2150，民國91年3月。
- 藍國琪、連榮凱，“矽晶植磷真空操作設備研製”，INER-T2772，民國91年2月。
- 藍國琪、連榮凱，“矽晶植磷模擬裝置研製”，INER-T2782，民國91年4月。
- 藍國琪、連榮凱，“矽晶植磷模擬裝置測試”，INER-T2863，民國91年10月。
- 魏華洲，“核設施除役廢料非破壞性量測技術簡介”，INER-T2858，民國91年10月。
- 魏華洲、吳皓禎、張澤民，“表面污染擦拭效率探討”，INER-T2790，民國91年4月。
- 魏華洲、陳紹舟，“可忽略微量放射性廢料分析探討”，INER-T2849，民國91年10月。
- 魏聰揚、甘金相、林國明，“鐵材在氟硼酸溶液中之溶解速率”，INER-T2195，民國91年8月。
- 魏聰揚、甘金相、林國明、謝榮春，“大宗物件除污設施概念設計:一、電化學及化學除污流程與設備”，INER-T2820，民國91年7月。
- 魏聰揚、鍾人傑，“核設施除役金屬廢棄物化學氧化還原除污技術研究”，INER-T2866，民國91年10月。
- 魏聰揚、鍾人傑、謝榮春，“草酸化學除污劑處理放射性污染金屬廢料之程序開發”



， INER-2116， 民國 91 年 1 月。

■ 羅彩月，“Unauthorized Administration of Byproduct Material for Medical Use”， INER-S0486， 民國 91 年 10 月。

■ 羅靄人、黃增忠、李映園，“[碳-11]醋酸鈉自動合成系統之研製”， INER-T2898， 民國 91 年 11 月。

■ 關德基， “Kuosheng Nuclear Power Station Unit 4 Vessel Surveillance Materials Testing and Fracture Toughness Analysis.”， INER-A0145， 民國 91 年 2 月。

■ 饒雲、鄭武隆、林金陣、許志道、丁澤錚、王明星，“鈷-57 平面密封射源製作手冊”， INER-OM-0543， 民國 91 年 8 月。



核能研究所九十一年年報

發行者：行政院原子能委員會 核能研究所

發行人：楊昭義

指導編輯：林立夫、蘇明峰、傅應凱

總編輯：陳勝朗

副總編輯：葉陶然

編輯委員：尹學禮、黃克尤、鄭武隆、楊清田、黃慶村、艾啟峰、游景熊、
周光暉、張欽然、陳健湘、繆延武、樊修秀、林清和、李瀛生、
江俊茂、陳小鳴、陳鴻斌、徐獻星、徐志江

編輯：黃揮文、鄭掌珠、嚴翔智、蘇淑霞、許芙嫻

地址：桃園縣龍潭鄉佳安村文化路1000號

電話：(02) 8231-7717、(03) 471-1400、0800-001-766

傳真：(03) 471-1064

網址：<http://www.iner.gov.tw>

設計：創藝社

出版年月：中華民國九十二年六月

工本費：NT\$ 190

GPN:2008200098

平裝