



2024

113年年報

國家原子能科技研究院

National Atomic Research Institute



中華民國114年7月出版



2024

113年年報

國家原子能科技研究院

National Atomic Research Institute



國家原子能科技研究院 編印

中華民國114年7月出版



國家原子能科技研究院

National Atomic Research Institute

2024

113年年報

Annual Report

目錄 Contents

序言	4
董事長的話	5
院長的話	6
發展沿革	8
研發成果概述	10
核安與核後端	11
核醫製藥與民生輻射應用	13
新能源與跨領域系統整合	15
關鍵技術推廣與應用	18
核醫及輻射民生應用	
• 醫療與工業領域之X光成像與造影系統技術	18
• 全球首創胜肽型可定量肝功能造影劑-多蕾克鎂(Dolacga)	19
• 動脈粥狀硬化造影劑鎂-68-APD	20
新能源與跨領域系統整合	
• 成長於基板兩側的多接面太陽能電池結構及其製作方法	21
• 高效率電漿直接熔融技術於固體廢棄物處理之創新應用	22
• 農業及工業乾燥製程與住商除濕潔淨環境品質控制技術	23
• 提升鋰電池安全性之固態與膠固態技術	24
• 高效燃料產氫觸媒製備技術	25
• 煙道氣二氧化碳碳酸化循環再利用負碳技術	26
• 電力變壓器在線式預知診斷技術	27
• 電容量可回復之新型液流電池模組技術	28

研發與創新	30
核安與核後端	30
• 強化電廠運轉安全—加裝反應器冷卻水泵被動式停機軸封	30
• 用過核子燃料池受震下之流固耦合分析	31
• 核電廠除役廢棄物盤點模式與拆除工程規劃	32
• 除役工程管理系统(DEMS)開發-應用於核能電廠拆除與廢棄物追蹤	33
• 用過燃料污染廢樹脂安定化技術開發	34
• 放射性廢樹脂管理關鍵技術-減容、安定化	35
• 國內BWR高燃耗燃料特性程式分析技術	36
• 確保公眾健康及財產安全—以系統化評估方式界定核電廠緊急應變計畫區	37
• 先進放射性廢水處理系統(ALPS)關鍵技術	38
• 國原院「海水氣及生物氣試驗場」年度試驗結果	39
核醫及輻射民生應用	40
• 國原院質子照射測試技術	40
• 開發「長效型」攝護腺癌標靶放射治療藥物	41
• 生物氣實驗室間能力比對試驗	42
• 水文地質模擬與地質建模整合應用：砂岩與礫岩層場址案例研究	43
• 放射治療的新基石-直線加速器光子劑量校正系統	44
新能源與跨領域系統整合	45
• 纖維原料倍增沼氣之創新技術	45
• 低碳永續之聚羥基鏈烷酸酯生產技術	46
• 壓縮空氣儲能系統分析及驗證	47
• 低成本、高效能的快速溶液印刷電致變色製程技術	48
• 高溫固態氧化物電解水產氫技術	49
• 電驛波形自動辨識及事件即時推播技術	50
• 以MW級微電網提供電力輔助服務	51
經營現況	52
董監事名單	52
組織架構圖	52
人力資源	53
財務報表	54
113年大事紀	55

備註：國家原子能科技研究院歷年出版年報均可至官網資訊公開—
出版品項下(<https://www.nari.org.tw>)瀏覽參考(亦可放大閱讀。)



序言



董事長的話

113年是國家原子能科技研究院改制為行政法人後的第一個完整年度，回顧這一年，在董事及監事的審議及監督下，國原院已逐步掌握行政法人化的優勢，透過彈性的人才招聘與財務運用，吸引更多專業人才加入研究團隊，並建立機制，使各項業務能夠更有效率地推動，這樣的改變雖不免迎來新的挑戰，卻也讓國原院展現出轉型後的活力與潛力，為未來的發展奠定了更堅固的基礎。

在全體同仁的努力之下，國原院循序邁向穩健發展的新階段，不僅在既有核能安全及輻射防護核心領域持續精進深化研究，也積極拓展原子能與衍生科技的創新與研發，此外，也在核醫藥物研製、民生輻射應用及新能源與跨領域系統整合等方面取得了重要進展。同時亦持續強化國際合作與交流，與世界一流研究機構建立更緊密的夥伴關係，以確保國內原子能科技發展與國際趨勢接軌。

原子能科技的應用範圍廣闊，涵蓋能源、醫療、環境保護等諸多領域，隨著全球科技不斷的進步，其重要性只會與日俱增。為了因應這樣的趨勢，國原院持續整合內部資源，積極投入前瞻技術開發，並深化與產官學研各界合作，培養專業人才，力求讓國原院的研發能量成為國家相關科技發展的重要支柱。

展望未來，期許國原院能秉持追求卓越的精神，持續推動技術創新與突破，為原子能科技的未來發展開創更多可能性，並且能夠立足台灣、放眼世界，憑藉深厚的研究實力和發展潛力，建立相關技術的國際影響力，並實現永續發展的願景，成為帶動國內外科技進步的領航者，為社會創造更大的福祉。



董事長 張欣

院長的話

國家原子能科技研究院（國原院）自112年9月成立以來，承襲核研所55年深厚的技術基礎與資源，專注於核能安全與核後端技術、核醫製藥與輻射民生應用，以及新能源與系統整合三大核心領域。我們秉持專業、安全與創新的價值，持續深化研究實力，推動科技創新，並積極拓展國際合作，為國家發展與社會福祉貢獻力量。

在核安與核後端領域，國原院已累積逾50年豐富的經驗和技術，建立了國際核事故輻射影響安全評估系統，為核安緊急事故提供及時應變措施，確保核能安全。並持續關注國際新興核能科技的發展，如核融合技術、小型模組化反應器（Small Modular Reactor，SMR）等，與國際原子能科技的研發步伐同步前進。

在核醫製藥與輻射民生應用領域，國原院以放射性技術為基礎，成功開發核醫藥物與高階醫療器材，進入臨床與商業應用，為國人健康提供有力保障。113年核醫藥物銷售額突破1億元，創國原院新高，近四年累計服務病患超過36萬人次。此外，我們持續提升輻射分析與檢測能力，增進食品與環境安全。

在新能源與跨領域系統整合領域，國原院因應國家能源發展需求，積極參與綠能科技發展，推動微電網與智慧配電技術、創新電漿應用、固態氧化物燃料電池、CCUS（碳捕捉、再利用及封存）、環保除濕輪乾燥、儲能技術等多元技術，為能源轉型貢獻創新動能。

113年國原院在各個領域取得卓越成果，亦是改制後第一個完整的年度，以下是我們的關鍵成果。

● 研發突破與重大建設

國原院持續推動核醫創新，國內首座國家級70 MeV中型迴旋加速器館於113年7月正式動工，總預算將近22億元，預計115年如期如質完成建置，並於116年試運轉，將大幅提升核醫藥物生產能量，及擴展中子與質子技術於材料科學、衛星與半導體檢測領域的應用。

同時，國原院積極展開新核能科技之SMR技術研究，與美、日專家深化交流。此外，與國內頂尖大學及研究機構合作，執行國科會「磁約束高溫電漿研究」計畫，預計114年開始組裝國內首座小型球形托卡馬克研究裝置（Formosa Integrated Research Spherical Tokamak, FIRST），兩年內完成運轉測試，推動台灣邁進國際核融合研究領域。



● 技術推廣與產學合作

國原院致力於技術轉移與產學合作，與臺中榮民總醫院簽署MOU合作開發核醫藥物與AI影像技術，推動精準醫療。此外，攜手高雄長庚紀念醫院、衛福部雙和醫院及陽明交通大學，成立「腦部退化疾病精準健康智慧診療聯盟」，共同推動失智症診療技術發展。

為促進技術交流與應用，113年國原院舉辦多場專業研討會，包括「核醫藥物與分子影像發展應用研討會」、「液流電池儲能技術交流研討會」及「核後端論壇暨技術研討會」，廣邀產官學研界共同參與，推動技術應用落地。

● 國際合作與競爭力提升

國原院持續深化國際合作，113年8月與美國愛達荷國家實驗室（Idaho National Lab, INL）建立實質技術交流機制，除相互至對方機構參訪外，自113年11月起，每季舉辦線上技術會議，強化雙邊實質合作。同時，113年與加拿大Best公司簽署合作備忘錄（MOU），將授權其代理銷售國原院核醫藥物至印度、巴西等國。此外，國原院在「2024德國紐倫堡國際發明展」中榮獲銀牌獎及特殊貢獻榮譽獎，在「2024台灣創新技術博覽會」發明競賽中勇奪5金、1銀、4銅及1項企業特別獎，並在「第21屆國家新創獎」中獲得2項學研新創獎與1項國家新創精進獎，展現了卓越的創新實力與技術應用潛力。

● 邁向未來，開創新局

國原院自成立以來積極推動對外人才招聘工作，歷經113年第一個完整年度的努力，自112年年底至113年年底，已辦理4場人才招聘活動，成功聘用222位院聘人員，維持轉型法人之研發人力資源，確保高素質研發能量。針對轉型初期所規劃之關鍵計畫，爭取到包括「國家研究用核子設施除役及清理（114年先核定1.5億元）」、「老舊基礎設施整建暨汰換（114年核定6千萬元）」及「70 MeV中型迴旋加速器建置計畫（113年計畫經費請增核定2億元）」，關鍵計畫均獲得政府支持，為未來發展奠定了堅實基礎。

國原院將以宏觀視野和務實步伐，深化對外關係，強化國際合作與策略夥伴交流，並展現具體成果。我們將持續優化制度，強化專業人力培育與執行效能，深化產業連結，推動資訊公開與社會溝通，爭取大眾與各界的信任支持。並持續聚焦國家關鍵技術，爭取重大科研整合計畫，奠定原子能科技永續發展基礎，扮演前瞻國家科技的關鍵推手。

院長 高梓木

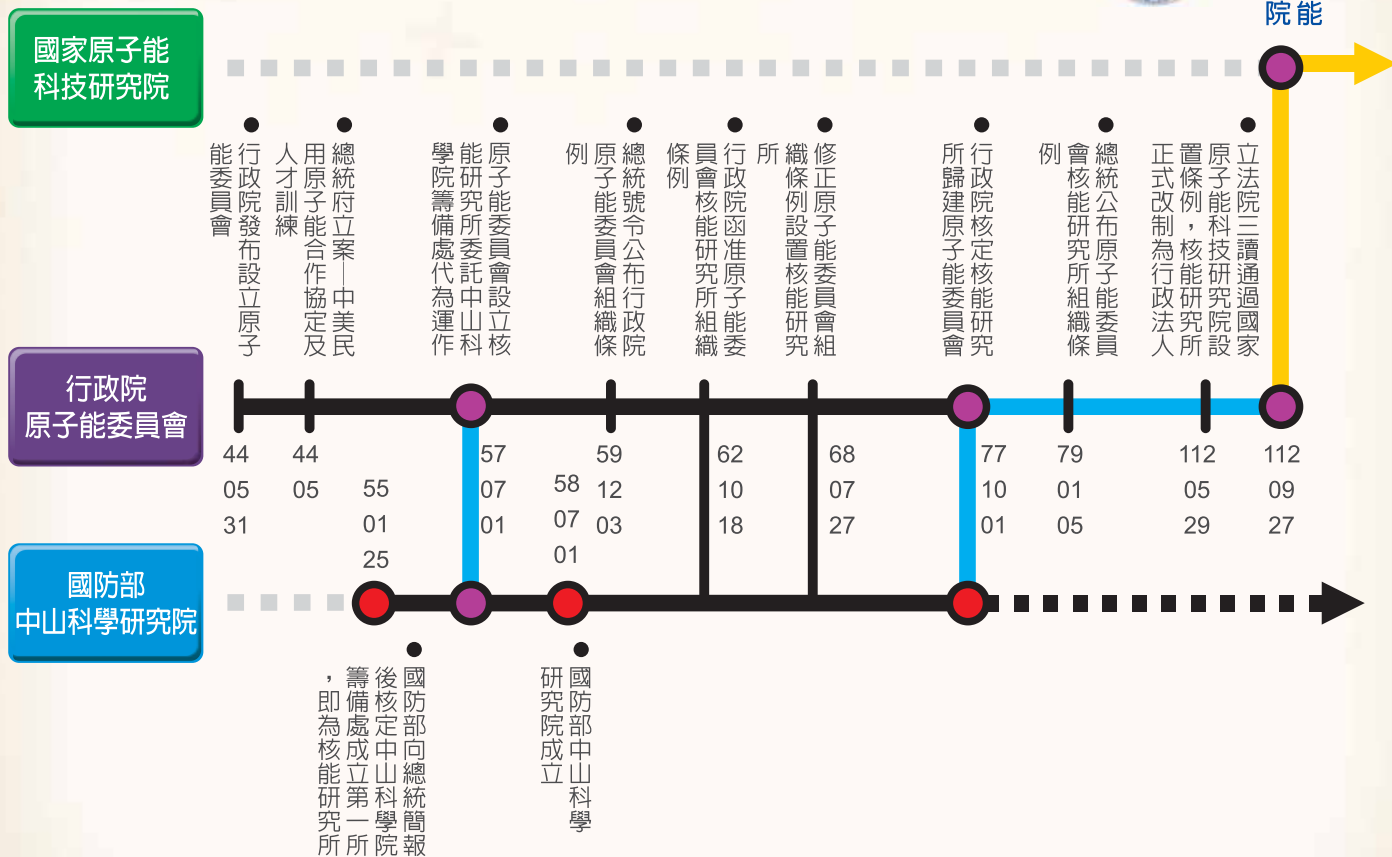


發展沿革

國家原子能科技研究院組織沿革



國家原子能
科技研究院
正式成立



國家原子能科技研究院成立

1. 國家原子能科技研究院前身為核能研究所，其成立籌備，是在民國55年1月25日由國防部向蔣總統簡報後，奉核定而展開規劃工作。
2. 民國57年5月9日總統令制定公布原子能法，該法第四條規定，原子能委員會（以下簡稱原能會）為推進原子能科學與技術之研究發展，開發原子能資源，擴大原子能在農業、工業、醫療上之應用，得設立研究機構。民國57年7月1日核能研究所正式成立，並委託中山科學研究院代為運作。
3. 民國62年7月6日原能會將核能研究所組織規程草案呈報行政院。8月29日行政院函覆原能會，准予核能研究所之組織規程修正備查。
4. 民國62年9月4日原能會公布核能研究所組織規程，並經原能會主任委員裁示以9月4日為所慶日。
5. 民國77年10月1日奉行政院核定，核能研究所歸建行政院原子能委員會。
6. 民國79年1月5日核能研究所組織條例奉總統公布實施。
7. 民國112年5月29日經立法院三讀，核能研究所改制為行政法人「國家原子能科技研究院」之設置條例獲得通過。
8. 民國112年6月21日本院條例奉總統公布實施。
9. 民國112年9月27日本院正式成立。



研發成果概述



核安與核後端

國原院由核研所轉型為行政法人後，積極執行國原院內原有核設施的除役拆除與放射性廢棄物處理工作，並針對國內核電廠安全營運與除役需求，於113年度開發多項技術，包括與核電廠運轉安全相關之冷卻水泵被動式停機軸封量化風險評估技術、燃料池流固耦合技術；以及與核設施及核電廠除役相關之除役盤點與拆除技術、DEMS系統、高放射性廢樹脂安定化技術、低高放射性廢樹脂管理技術、及高燃耗燃料特性研究；以及與核電廠事故評估及應變相關之緊急應變計畫區評估、先進放射性廢水處理關鍵技術、及漁產中海水氡之輻射累積試驗等方面。重要研發成果，摘要說明如下：

運行中核電廠核能安全相關技術：(1) 台電公司針對電廠全黑(SBO)可能導致RCP軸封喪失冷卻能力考量，而於核三廠加裝之反應器冷卻水泵被動式停機軸封(PSDS)，國原院在台電公司委託下，以量化風險評估技術，驗證其設計變更對提升電廠安全上的有效性，確認該被動式停機軸封可降低爐心熔損頻率約97.5%。(2) 國原院開發流固耦合(Fluid-Structure Interaction, FSI)數值分析技術，依據(SSHAC Level 3)程序產出之地震條件，進行燃料池的三維有限元素數值分析研究，可確保用過核子燃料池於超越設計基準地震下的結構完整性外，還可識別出受震時子燃料池結構的結構弱點。

核設施及核電廠除役相關技術：(1) 國原院已建置一套應用於核一廠廢棄物盤點與拆除的程序與工法，可優化資源利用及成本管理，以實現經濟高效的除役目標；(2) 搭配除役工作，國原院也開發除役工程管理系統(DEMS)，包括廢棄物盤點、拆解工程設計、廢棄物追蹤管理，以及工作包與工程資訊等子系統，可有效支援核電廠的除役工作與放廢資料的完整性與可追溯性；(3) 國原院另開發我國首創的超C類粒狀廢樹脂安定化處理技術，可將難以處理的高輻射強度之廢樹脂轉化為安定狀態，為國原院及台電核電廠的放射性廢棄物提供有效解決方案；(4) 除上述高輻射強度廢樹脂之安定化技術外，國原院也開發濕式氧化技術，可將核設施運轉時產生之低輻射強度廢樹脂，轉為液態的無機水溶液，並利用轉化/減容/固化技術將其轉化為安定的鹽類，形成穩定的固化體，如具固化效益外，經處理後也可減少1/3至2/3的放射性廢棄物體積；(5) 國原院先前經國外技轉已建立用過核子燃料的乾式貯存系統(INER-HPS)，接續先前並未完備的BWR高燃耗用過燃料之

乾貯評估，國原院再引進國際認可的用過核子燃料行為分析程式，以針對不同運轉模式下的燃料特性變化進行評估，確認國內BWR高燃耗燃料無須額外裝罐，可有效降低建置成本。

核電廠事故評估及應變方面：(1)針對台電公司必須定期檢討現行的緊急應變計畫區的規定，國原院整合燃料活度盤存量計算、嚴重事故分析、設計基準事故分析、及核子事故劑量評估等模型工具，於民國111年完成運算，可將核一、二、三廠緊急應變計畫區縮減至2.5公里，現況雖核安會因行政考量尚未放寬，但已展現國原院在核安領域之卓越分析與整合能力；(2)因應日本福島核電廠於事故後，開發ALPS (Advanced Liquid Processing System)系統，用以處理大量的放射性污染水，國原院也對應開發先進放射性廢液處理程序系統關鍵技術，厚植類似爐心或用過核燃料貯存意外事故之應對能力，對放射性污染水中重要的I-129除污因子可達755，銻-90除污因子可達1000；(3)在福島電廠表示將排放經ALPS處理後之含氚廢水至大海消息後，台灣漁業可能受到衝擊，因此國原院也進行海水氚及生物氚在國人常食用漁產之輻射累積試驗，至113年底已完成魚體組織內自由水氚(TFWT)與水中氚濃度之比值測定。

核醫及輻射民生應用

核醫及輻射技術已廣泛應用於現代醫學、工業及環境監測領域，從疾病診斷、癌症治療到非破壞性檢測，均展現卓越的應用價值。近年來，隨著影像技術、標靶藥物及智慧分析技術的突破，核醫及輻射技術不僅提升醫療診斷與治療精準度，也被應用於環境安全與科技產業，提升社會福祉與產業競爭力。

國原院長期投入核醫及輻射民生應用技術研發，持續精進核心技術，並與國內外學術機構及產業界合作，推動技術落地應用。本報告彙整113年度國原院在「核醫及輻射民生應用」領域的研發成果，涵蓋X光成像技術、創新造影劑、癌症治療藥物開發、輻射檢測技術等範疇，展現國原院在核醫及輻射技術的創新實力與未來發展潛力。

本報告的研發成果依其應用領域可區分為以下幾大類：

(1) 放射影像技術與診斷應用

X光成像與造影技術：國原院持續開發X光成像系統，涵蓋3D影像重建、光譜成像與智慧分析等技術，並取得39項專利。其中，「雙能量X光成像系統之有效原子序計算方法」突破低原子序材質辨識的限制，提升醫療與工業應用的辨識能力。

動脈粥狀硬化造影劑（鎂-68-APD）：透過AI技術開發的新型動脈粥狀硬化正子診斷藥物，可早期檢測心血管疾病，並與醫療機構合作進行臨床應用研究，未來可望成為心血管疾病診斷的重要工具。

(2) 創新放射性藥物與標靶治療

胜肽型肝功能造影劑（多蓄克鎂，Dolacga）：全球首創胜肽型可定量肝功能的正子造影劑，能精確評估肝功能，已通過台灣及美國II期臨床試驗，顯示其在肝癌診斷與治療中的潛力。



長效型攝護腺癌標靶放射治療藥物（Lu-177-NARI-PSMA）：針對「轉移性去勢抗性攝護腺癌」開發的新型放射治療藥物，與現有藥物相比，預期可有效降低治療次數及醫療成本，並展現更高的療效與安全性。

(3) 質子照射測試與生物氚檢測技術

質子照射測試技術：國原院建構國內較完整的質子照射測試環境，支援太空電子元件測試及抗輻射材料研發，提升國內太空與半導體產業的競爭力。

生物氚檢測能力比對試驗：針對福島核電廠含氚處理水排放對海洋生態的影響，國原院與國內實驗室合作完成能力比對試驗，以確保生物氚檢測技術的準確性與一致性，為生物氚檢測提供科學依據。

(4) 水文地質模擬與劑量校正精進

水文地質模擬與地質建模技術：透過高解析度地質建模技術，提升水文地質分析的精確度，可應用於地下水研究、碳封存、地熱探勘等領域，為環境永續與能源開發提供關鍵技術。

直線加速器光子劑量校正系統：建立高精度的光子劑量校正技術，提升放射治療設備的準確度，確保癌症患者獲得更精確的治療劑量，並為未來高能質子及重粒子治療技術發展奠定基礎。

國原院的輻射民生應用技術涵蓋醫療、產業及環境監測等多重領域，不僅提升國內放射醫學與輻射應用技術的研發水準，也為我國核醫與輻射技術的創新與產業化奠定堅實基礎，進而提升民生福祉。



新能源與跨領域系統整合

新能源與系統整合技術為國原院三大研發領域之一。在此領域，本院持續多元化的技術開發及產業化推廣應用，研發項目包括：太陽能、風力發電、智慧電網、電網韌性、氫能與燃料電池、液流電池、鋰電池、節能膜、生質沼氣、生質精煉、負碳技術及電漿技術在民生及廢棄物處理等等。為利於研發成果暨關鍵技術之推廣及應用，本院積極參與由11個部會主辦的「台灣創新技術博覽會」的技術展示及媒合會，及在地桃園市政府舉辦的「研發媒合暨專利技術推廣說明會」。在「2024台灣創新技術博覽會」中，本院榮獲發明金、銀、銅、企業特別獎及學研新創獎等多項佳績。

在2024年報中，以關鍵技術的特色、優勢及應用範圍，以及研發創新的要項，概分為「關鍵技術推廣與應用」及「研發與創新」兩大主軸，於年報文中簡要說明其進展及成效，項目名稱條列如下：

關鍵技術推廣與應用

- 成長於基板兩側的多接面太陽能電池結構及其製作方法
- 高效率電漿直接熔融技術於固體廢棄物處理之創新應用
- 農業及工業乾燥製程與住商除濕潔淨環境品質控制技術
- 提升鋰電池安全性之固態與膠固態技術
- 高效燃料產氫觸媒製備技術
- 煙道氣二氧化碳碳酸化循環再利用負碳技術
- 電力變壓器在線式預知診斷技術
- 電容量可回復之新型液流電池模組技術



研發與創新

- 纖維原料倍增沼氣之創新技術
- 低碳永續之聚羥基鏈烷酸酯技術
- 壓縮空氣儲能系統分析及驗證
- 低成本、高效能的快速溶液印刷電致變色製程技術
- 高溫固態氧化物電解水產氫技術
- 電驛波形自動辨識及事件即時推播技術
- 以MW級微電網提供電力輔助服務

綜言之，國原院深耕於新能源與跨領域系統整合技術研發，多項技術能力已普獲國內及國際肯定，並已有推廣至產業之實績。當前政府已宣示「淨零轉型五大策略」，所設定的主軸，包含：第二次能源轉型，加速再生能源的進展(如：地熱、氫能、生質能和海洋能)等等，以形塑淨零永續的綠生活；國原院配合國家政策，將持續投入環境與能源科技領域之研究與發展。

展望未來，配合國家永續發展政策的推動，國原院基於創新及精益求精的專業素養，將掌握自主性關鍵技術，與產官學研各界維繫緊密合作關係，以強化我國在新及再生能源領域的國際競爭力。具體而言，除持續精進既有之研發量能外，在接續的計畫中，本院已將觸角拓展至永續生質物資源化、次世代永續航空燃料技術開發與驗證、次世代低碳氫能技術與驗證、淨零智慧電網、再生應用整合碳捕捉利用技術等等，以循環經濟的概念，深耕能源技術的廣度及深度，落實潔淨低碳之能源政策，以利於國家繁榮、永續低碳社會目標之達成！



MEMO

Date



關鍵技術推廣與應用

核醫及輻射民生應用

醫療與工業領域之X光成像與造影系統技術

國原院輻防所放射成像團隊長年耕耘X光成像與造影系統技術開發，這些關鍵技術除了申請相關專利作為智財保護外，其應用場域涵蓋包含醫療、工業、學術。從技術面向略分為X光系統設計、3D影像重建、校正與品質提升、光譜成像與智慧分析等五類，共39件專利。

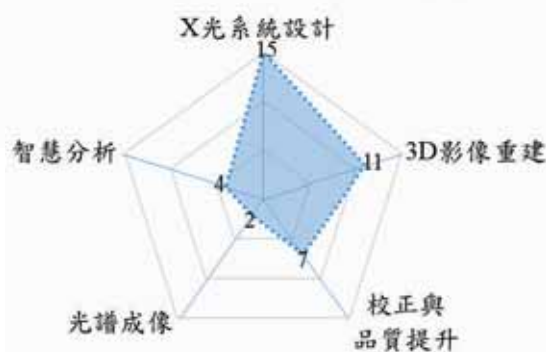
通常X光造影系統產品最容易涉及侵權的是系統掃描方式與機構設計；能使X光透視待測物內部且獲得3D斷層影像的關鍵則為3D影像重建演算技術，而這兩類為本院最擅長的部份，另外，近年也針對新穎的光譜成像及智慧分析技術進行研發並獲得相關專利，在光譜成像技術上已有初步成果。

技術優勢

「用於雙能量X光成像系統之有效原子序計算方法」專利。使用雙能量X光成像能獲得待測物材質解析的資訊，因此，能應用於醫療領域，例如：乳房攝影、骨質強度分析、多重對比劑電腦斷層攝影等，在工業領域可進行非破壞性檢測、異物檢測等。然而傳統技術在辨識低有效原子序材料時準確度較低，因此，國原院採用有理多項式近似法，在運算時間相當的情況下，更準確去擬合實驗數據，突破低原子序材質辨識的困難。

應用範圍

此專利(發明第I776443號)實證顯示可顯著提升雙能量 X 光造影的材質辨識能力，在多項低原子序物質中，最大相對誤差從16.07%降至8.33%，並於2024台灣創新技術博覽會專利發明競賽榮獲金牌獎。



X光成像依技術分為五類，國原院研發團隊所獲得的相關專利之雷達分析圖。

有理多項式近似法

$$R = \frac{c_1 Z_{eff}^2 + c_2 Z_{eff} + c_3}{1 + c_4 Z_{eff}}$$

專利技術演算法引入分數項，使低有效原子序材質與R值(高能及低能量影像比值)關係更為準確。



採用專利技術演算法安檢應用實測。



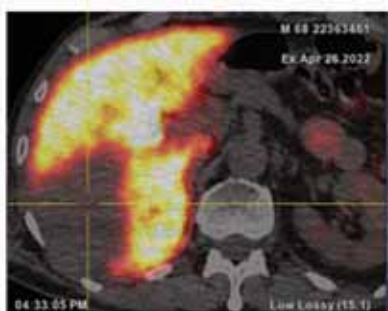
美國、中華民國專利證書與金牌獎座。

全球首創胜肽型可定量肝功能造影劑—多蕾克鎂(Dolacga)

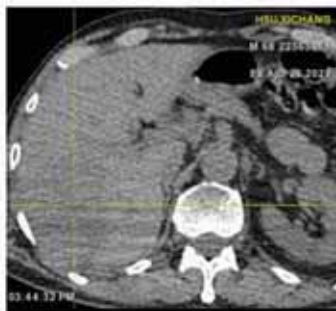
在肝臟手術中，術前評估殘餘肝功能對於預防術後肝衰竭至關重要。靛靛綠（ICG）滯留率和電腦斷層掃描術體積測量的結合雖已廣泛應用於術前肝功能評估，但上述方法並不適用於肝功能障礙患者，如肝硬化和阻塞性黃疸。去唾液糖蛋白受體（ASGPR）主要表現在肝細胞上，在肝外細胞上的表現極少，且可反應肝細胞的數量和功能。國原院Ga-68多蕾克鎂(Dolacga)造影劑能與ASGPR高選擇性結合，可通過測量ASGPR的密度來準確估算區域性肝功能。

Dolacga為凍晶配方，具有快速且易於製備的優勢，已在台灣、美國、歐洲和日本獲得專利，並已完成台灣和美國之I期和II期新藥臨床試驗。臨床試驗數據顯示，傳統的電腦斷層術和核磁共振術只能提供腫瘤位置，但無法提供肝臟殘餘功能，以Ga-68 Dolacga正子造影能夠一次性提供精準量化腫瘤大小的變化以及肝臟功能，並可精準評估肝癌治療反應，這種精準度將有助於制定更個人化的治療方案，以提高治療的成功率。

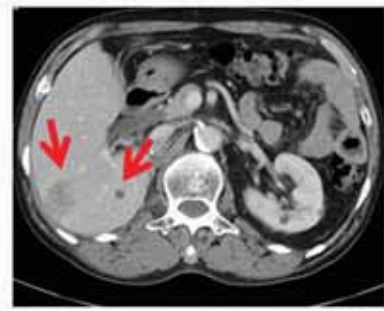
鎂-68多蕾克鎂
正子造影



電腦斷層造影
(不含對比劑)



電腦斷層造影
(含對比劑)



臨床試驗於林口長庚醫院執行(2021.6-2023.12)

技術優勢

Ga-68 Dolacga正子造影比傳統電腦斷層術與核磁共振術，能夠一次性提供精準量化腫瘤大小的變化以及肝臟功能，並可精準評估肝癌治療反應。

應用範圍

Ga-68 Dolacga造影劑可應用於肝臟疾病嚴重度診斷、肝癌治療前後肝功能與肝癌範圍評估，以及療效評估。

動脈粥狀硬化造影劑鎂-68-APD

代謝症候群(高血壓、高血糖、高血脂)，是引發動脈粥狀硬化的主因，經由血管慢性發炎所造成的血栓，導致造成缺血性心臟病(心肌梗塞)與中風，開發早期動脈粥狀硬化造影劑來進行心血管疾病早期診斷是全球所亟需。

國原院透過電腦AI技術所開發出來的全新動脈粥狀硬化正子診斷藥物鎂-68-APD，可於小鼠的動脈粥狀硬化病灶部位明顯聚集，造影效果優於鎂-68-Pentixafor(圖1)，並已獲得美國、日本與中華民國專利。

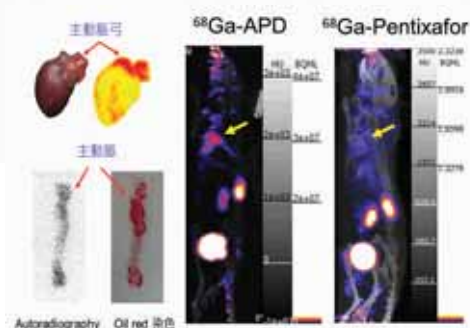


圖1. 以動脈粥狀硬化模式小鼠進行PET造影，鎂-68-APD可於病變部位產生藥物聚集，影像明顯優於鎂-68-Pentixafor



圖2. 3D&MR 及ADSS-診療模式功能介面設計

技術優勢

鎂-68-APD榮獲112年國家新創獎年度10大亮點技術，並於113年再度榮獲國家新創精進獎，已與所羅門公司等合作，共同開發病變定位與分級決策支持系統(ADSS)，未來將可透過人工智慧(AI)及3D混合實境(MR)技術導入醫療機構(圖2)，輔助醫療決策診斷，並與台北榮總、台中榮總、三軍總醫院、中國醫藥大學等合作進行臨床相關應用研究。

符合優良實驗室操作(GLP)藥毒理試驗將於114年6月完成，在完成電子通用技術文件(eCTD)文件撰寫與通過台中榮總人體試驗倫理委員會(IRB)及衛福部食藥署(TFDA)後，啟動執行全球首例人體臨床試驗。

應用範圍

心血管疾病占全球十大死因之首位，在疾病初期時並無任何症狀，但若出現胸部悶痛等症狀，即已達末期，鎂-68-APD結合ADSS將可針對全身的動脈粥狀硬化進行AI病變定位與分級，更可在疾病早期即進行診斷，期待能將鎂-68-APD盡早進入臨床應用，達到早期診斷，早期治療的目標，造福全球人類。

新能源與跨領域系統整合

成長於基板兩側的多接面太陽能電池結構及其製作方法

現今衛星用途太陽能電池之主流結構設計為三接面GaInP/ Ga(In)As/Ge，其中Ge底部子電池由於本身材料能隙值過低，僅能貢獻整體輸出功率的百分之十，效益不彰。為了替換Ge底部子電池，美國國家再生能源實驗室先前發表倒置晶變技術(圖1)，當時突破了傳統三接面太陽能電池的轉換效率，並榮獲全球百大科技研發獎。該技術優點為僅採用一次晶變緩衝層，可確保GaInP/Ga(In)As兩個子電池維持良好的磊晶品質，但其製作過程涉及原始磊晶基板之移除及薄膜結構轉移至承載體之議題，程序不僅複雜、費時，又容易產生薄膜應力、甚至出現薄膜破損，不易維持良好的製程良率。本技術團隊進行製作程序改善，開發另一種不涉及基板轉移，同時僅使用一次晶變緩衝層的創新技術。

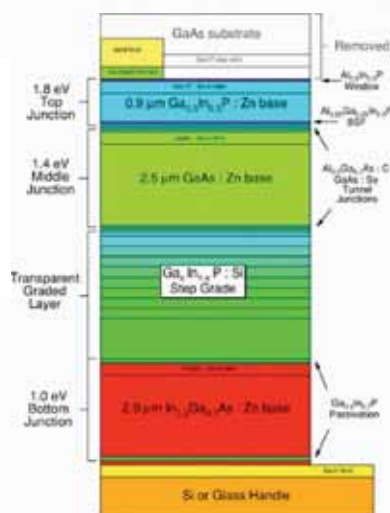


圖1. 美國國家再生能源實驗室先前發表的倒置晶變型三接面太陽能電池技術，該技術榮獲全球百大科技研發獎(圖片來源：
Appl. Phys. Lett. 91 (2007) 023502

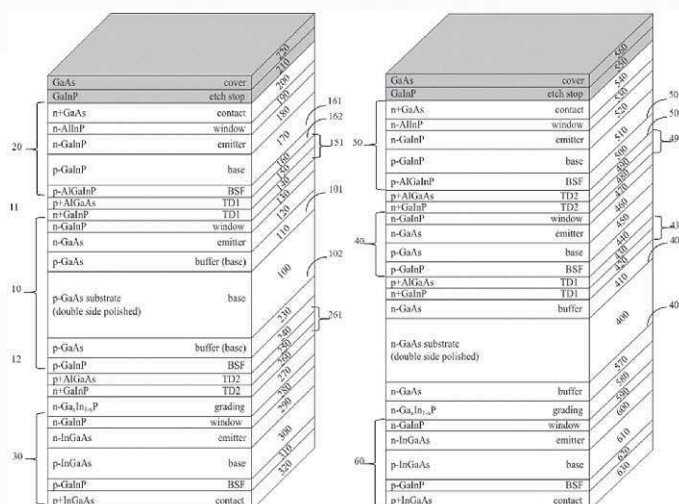


圖2. 國原院提出的基板雙面生長技術，可分別於P型或N型基板製作正向型三接面太陽能電池

技術優勢

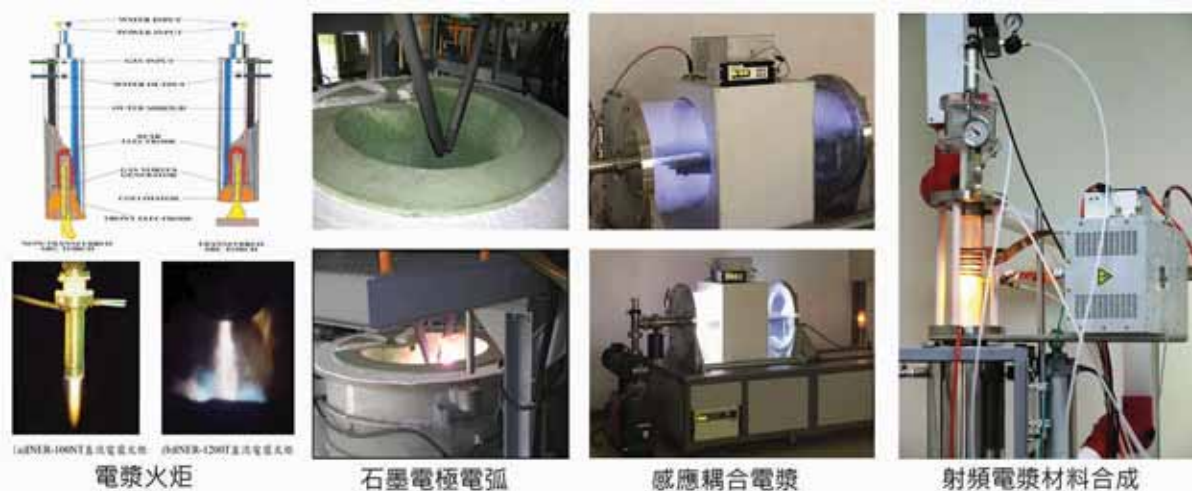
國原院提出了創新的基板雙面生長技術，解決上述所列問題，結構如圖2所示。在基板兩面依序完成頂部、中間及底部子電池，以製作正向型三接面太陽能電池。本專利優勢僅涉及一次晶變緩衝層，可確保各子電池擁有良好的磊晶品質；同時不涉及原始磊晶基板之移除及薄膜轉移，製程良率預期可優於國際之倒置晶變技術。

應用範圍

本項技術可應用於III-V族太陽能電池，尤其是具有利基市場的衛星用途電池，可提升電池轉換效率，同時維持良好製程良率。

高效率電漿直接熔融技術於固體廢棄物處理之創新應用

結合電漿物理與電漿系統工程整合技術能量優勢，開拓電漿技術於核後端處理及環境污染防治。善用固體廢棄物的特性及適當調質改為棒狀樣態進料直接熔融，與電漿高溫區域接觸提升熱處理效能。電漿不再是爐體加熱器，直接熔融待處理物，提升熱處理效能並延長電漿壽命，爐體設計微小化，熱量可有效利用，提升電漿技術應用之廣度。本技術可將重金屬封存於熔融固化體內，可有效處理危害廢棄物，達到資源穩定化/減容/循環再利用的效益。



技術優勢

1. 高效率多元解決方案：電漿直接處理及資源化技術，可處理各類氣態/液態和固態廢棄物，達到穩定化/減容/循環再生目的，協助國家及產業解決廢棄物處理的環保問題。
2. 國產化技術降低生產建置成本：結合產官學研本土化自主研究開發技術，國內系統整合製造，降低材料、元件、設備及系統，生產運輸建置成本。
3. 資源循環再生環境與經濟永續雙贏：電漿處理和綠色材料化技術，解決事業廢棄物處理難題，減少不當處置對環境衝擊，衍生產品、設備和系統販售，再創新商機。
4. 再生資源高值化建立永續發展生活環境：替代原物料，減少天然資源開採和二氧化碳排放，增加材料循環利用、降低對原物料進口依賴，創造產業更大效益。

應用範圍

1. 電漿熔融/新材料合成與綠色材料化技術
2. 電漿系統工程整合評估及診斷
3. 電漿系統整廠設計規劃建置
4. 目標客群(產業)：機械設備製造業、環保設備製造業、耐火材料製造業、資源循環再生產業。

農業及工業乾燥製程與住商除濕潔淨環境品質控制技術

台灣全年氣候普遍炎熱、潮濕，除濕與乾燥是工業與民生必備的基礎設備，據估算國內乾燥用電(含熱風乾燥/壓縮空氣乾燥/空調除濕)約占全國耗電19.7%。從市售吸附型乾燥設備資料，顯示在耗電及成本兩項指標仍有可改善空間。耗電部分：市售機台多採電熱方式加熱再生空氣，能源效率偏低。成本部分：目前國內廠商所使用的核心元件-蜂巢式除濕輪仰賴進口，設備成本居高不下。針對高耗電及高成本兩項議題，國原院開發及建立「除濕輪」乾燥設備之自主核心技術，降低設備成本，免於國際大廠壟斷。所開發的「環保除濕輪和熱泵整合乾燥技術」，具有節能、靜音、無空氣污染等優點，提升乾燥處理量，創造節能、環保與經濟三贏局面。



除濕輪乾燥設備



煉鋁產業廢棄物製作的環保除濕輪

技術優勢

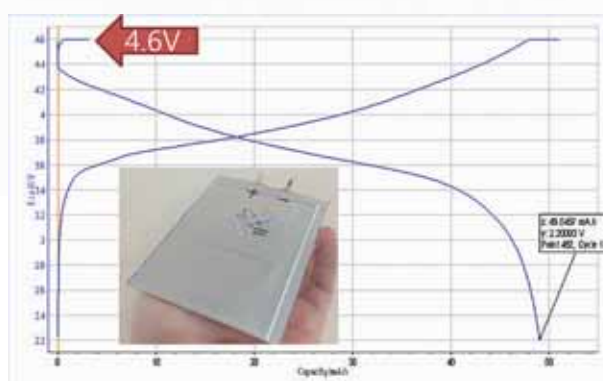
國原院環境品質控制技術的除濕輪原料來自煉鋁產業廢棄物，有效降低產品成本30%以上，估算每公斤再利用可減少二氧化碳排放量1.02公斤。乾燥設備應用在大蒜的乾燥程序，相較於傳統柴油燃燒熱風技術，可以減少能源消耗，縮短乾燥時間、降低噪音，並免於空氣汙染；應用於香草莢、牛樟芝、蘭花的乾燥程序，相較於傳統冷凝除濕技術，不但可以減少能源消耗和縮短乾燥時間，同時可保持香氣和色澤。未來應用於工業和住商空調系統，利用低耗能/低溫再生型固體吸附材料，分開處理潛熱(除濕)與顯熱(降溫)，冰水溫度將由5°C調高至12°C以上，同時結合熱泵系統、太陽能或廢熱來進行再生，降低空調全系統用電15~30%。

應用範圍

國原院環境品質控制技術在農業的應用包括大蒜、香草莢、牛樟芝、蘭花等高經濟價值農作物的乾燥製程。在住商應用方面，包括商辦和旅館大樓的除濕潔淨環境空調系統。未來將擴展至工業應用，包括生技和半導體產業的無塵室空調系統。

提升鋰電池安全性之固態與膠固態技術

目前鋰離子商用鋰電池多採用液態電解液提供離子傳導，但液態電解液的技術難以滿足安全性及未來高能量密度之應用需求。因此，國原院聚焦應用於鋰電池之膠固態/固態電解質技術，以進一步提升鋰電池之安全性。國原院開發之阻燃型膠固態電解質，具有高阻燃性、常溫下高離子導電度、大氣環境下操作組裝的特性，製造過程簡單、快速，具商品化及競爭力的優勢，可進一步提供未來高安全性鋰電池之應用。



技術優勢

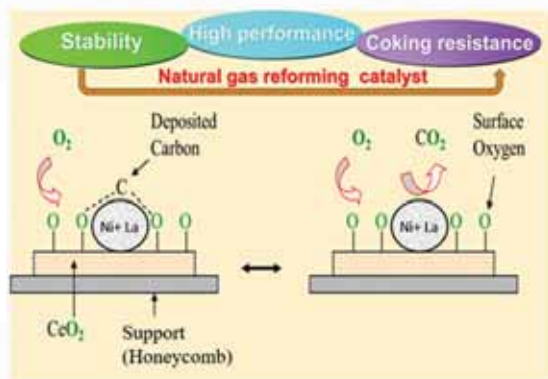
膠固態電解質技術可適用於卷對卷製程，並藉由高分子聚合物與塑化劑的導入，進一步降低高分子的玻璃轉換溫度，使電解質在室溫下達到 10^{-4} S/cm的離子電導值。相較於傳統無溶劑型固態電解質提升了數十倍的離子電導值，此技術不僅能提升電池的充電速度，並可進一步應用於4.6 V高電壓極片，進一步提高電池的能量密度。此外，膠固態電解質鋰電池在80°C高溫環境中依然可穩定運作，適用於車用市場的高溫需求。而膠固態電解質本身所具有的固態特性，可進一步有效抑制鋰枝晶的生長，降低鋰電池短路風險。目前，國原院已成功將該技術應用於3.8 Ah的大容量鋰電池電芯，驗證了在實際應用中的可行性，同時獲證多項國內外發明專利，並與國內廠商進行技術合作，加速產業化進程。

應用範圍

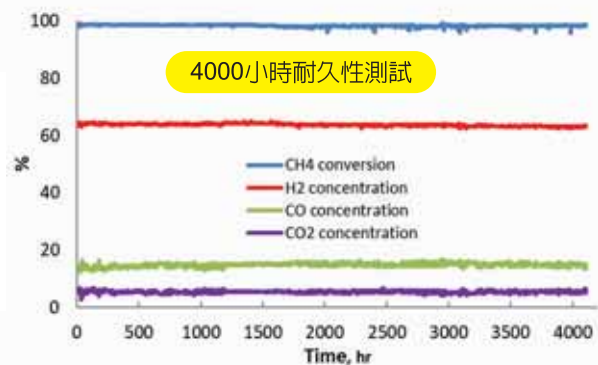
本項關鍵技術可提供未來高安全性鋰電池之應用，不僅能有效提升現有鋰電池的安全性，更能提高電池的能量密度和循環壽命，有助於推動電動車、儲能及AI等產業的發展。

高效燃料產氫觸媒製備技術

本技術為應用於固態氧化物燃料電池(Solid Oxide Fuel Cell, SOFC)發電系統重組的觸媒。燃料電池系統重組器觸媒目前以白金等貴金屬觸媒的抗積碳性能較優越，經長時間反應，仍維持高活性。但貴金屬觸媒的價格昂貴，鎳基觸媒易發生積碳、燒結，進而導致觸媒失活。本觸媒組成以高活性的鎳金屬輔以鐳和鈾氧化物為助劑，成功克服鎳觸媒易積碳和高溫燒結的缺點，使用蜂巢載體經酸洗後可增加載體表面粗糙度，觸媒再塗佈於蜂巢載體可增加載體的比表面積，有效提升甲烷轉化率，並可提高長期運轉的可靠度與耐久性，改善能源利用效率，提高燃料電池發電系統的效能。



Ni-La-Ce觸媒特色



SOFC系統用之 Ni-La-Ce 觸媒測試曲線

技術優勢

國原院研發之新穎鎳-鐳-鈾燃料重組觸媒具高穩定、高效能和抗積碳等競爭優勢。傳統甲烷重組轉化反應，甲烷易受高溫裂解產生碳原子，本技術以堇青石作為觸媒載體，具有機械強度佳、低管路壓降，適合高空間流速之氣體反應程序等優勢，於載體上塗佈一層鈾和鐳氧化物做為輔媒，於轉化反應時，鎳觸媒表面所產生沉積碳原子，可經由輔媒之釋氧/儲氧的特性和碳原子反應形成二氧化碳氣體脫附，因而具有不易積碳之特點。此外，相較於商用觸媒，本項技術更具成本大幅降低之優勢。

應用範圍

本觸媒可應用於化工程序及SOFC發電系統，高效進行甲烷重組反應。

煙道氣二氧化碳碳酸化循環再利用負碳技術

國原院所開發的「先導型二氧化碳捕捉與碳酸化轉化再利用程序與系統」，可將各類工廠煙道氣碳排放的二氧化碳進行捕捉及碳酸化轉化再利用。本項技術，將原要排放的煙道氣直接串接在反應系統上， CO_2 會被鹼性溶液吸收再反應轉化成具商業價值的碳酸(氫)鹽類。透過此一技術，可大幅降低 CO_2 回收成本及後續儲存的問題，並附加產生具經濟價值的碳酸(氫)鹽。將原排放的廢棄物轉化成再生資源，落實溫室氣體減量，朝碳源回收再利用、環境永續保護目標邁進。



二氧化碳捕捉與碳酸化轉化再利用系統

技術優勢

1. 轉化程序的自由能變化小於零，屬自發反應，可在常溫、常壓 (30°C 、 $1\text{--}1.5\text{ atm}$) 下進行，屬低能耗反應程序。
2. 可直接將已達排放標準的煙道氣串接到反應系統上，不需事先進行提濃純化程序即可進行反應。
3. 以產物碳酸氫鈉為例，生產每噸的碳酸氫鈉減碳效益約 $539\text{ kg CO}_2^{\circ}$ 。
4. 產物為碳酸(氫)鹽，屬廢棄物資源化循環再利用，具商業經濟價值；以碳酸氫鈉為例，市場端售價約 $330\text{--}500$ 美元/噸，屬低碳足跡產品，在國際市場上具競爭性。

應用範圍

本技術適用於各類有減碳需求的煙道氣排放廠，如：化工廠、鋼鐵業、製糖業、焚化爐業及含鍋爐燃燒設備的各式產業。碳酸(氫)鹽產物除可出售外，業者亦可將產物做為廠內酸氣處理或廢水中和所需的原料。

電力變壓器在線式預知診斷技術

在電力系統中，電力變壓器主要負責不同電壓等級間之電力轉換。由於長時間運轉操作及使用環境等因素，絕緣材料會逐年劣化，進而造成絕緣失效，導致故障或事故發生。本項研發旨在發展電力變壓器在線式預知診斷技術，包括：局部放電、冷卻系統、本體振動、接地電流、油/線溫度、有載分接頭切換器、及油中氣體分析等項目，減少因絕緣失效造成的非預期停電事件。本項技術，已實際應用於台電運轉中變電所，進行200 MVA電力變壓器運轉效能評估與智慧診斷，即時監測設備劣化狀態並於故障發生前及早進行預警。

技術優勢

1. 在線式先進預知診斷

以基線模型計算設備狀態之預期值，對電力變壓器進行在線狀態監測與動態警戒，儘早發現潛在故障，避免非預期事故停電。

2. 精準掌握設備狀態

應用人工智慧近鄰演算法，加入多維度空間距離倒數作為加權平均，提高油線溫度基線模型預測準確度。

3. 確保電壓切換正常

整合分頻能量密度統計、時頻圖譜辨識、倒頻譜分析等技術，進行有載分接頭切換裝置在線振動診斷，提高供電穩定性。

4. 突破性油氣分析創新

利用碳氧化合物比例變化，輔助傳統油中之氣體分析，精確判斷與掌握電力變壓器繞組碳化之程度。

應用範圍

電力變壓器、高壓設備



預知診斷平台使用介面



在線診斷之電力變壓器

電容量可回復之新型液流電池模組技術

本技術針對電池的結構設計與液流儲能的運維管理提出創新解決方案，透過真空吸附技術取代傳統螺栓鎖固方式，使電池組裝過程均勻且穩定地固定，並降低模組體積與重量。透過運維回復技術，無需繁瑣的分析與價數計算，藉由特定循環與置換機制恢復電容量達設計值，使儲能系統能夠長時間維持高效運行。此技術的核心在於創新的框體設計與智慧化運維方法，解決傳統液流電池因體積、重量、鎖固力不均與電解液劣化導致的性能下降問題，進一步提升電池壽命與能量密度。

電容量可回復之新型液流電池模組技術



技術優勢

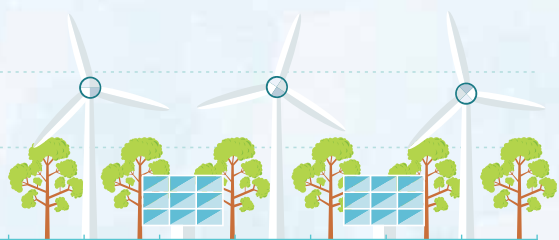
1. 結構輕量與模組化設計：真空吸附輔助技術取代螺栓固定，降低電池模組面積22%，電池單片框板厚變薄50%，材料節省30%，在同功率比較下體積功率密度提升1.6倍。
2. 提升模組效能：真空輔助組裝使接合界面可平均且穩定的固定電池框體，可控制電池碳氈壓縮率精準度在3%內，電池充放效能可全面性的改善，提高模組可靠性與耐久性。
3. 高效電容量回復機制：透過電解液循環混合與3.5V電解液置換技術，使電池電容量回復至初始最高容量的80%以上，無需額外設備或複雜的價數計算，簡化電池運維流程。
4. 延長電池壽命與降低成本：減少電解液內部不平衡與副產物累積，避免頻繁更換電解液，降低長期運行成本達USD 0.05/kWh/cycle，並提高經濟效益。

應用範圍

本技術適用於儲能電網、可再生能源整合及工業電力管理等多種儲能與電力管理領域，特別是需要長期穩定運行、高效維護且具備模組化設計的應用場景。包括：再生能源儲能系統，智慧電網與工業儲能，資料中心與關鍵電力不斷電系統，偏遠地區與離島供電，解決無法穩定接入電網的地區供電。

MEMO

Date . . .





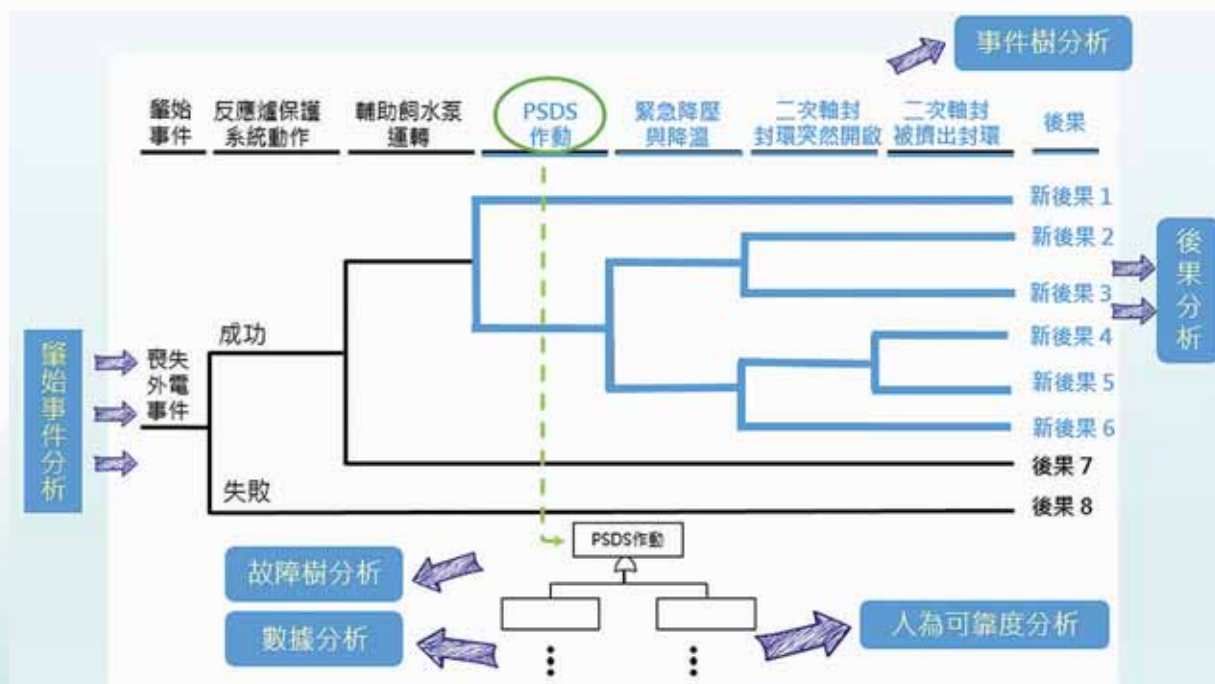
研發與創新

核安與核後端

強化電廠運轉安全— 加裝反應器冷卻水泵被動式停機軸封

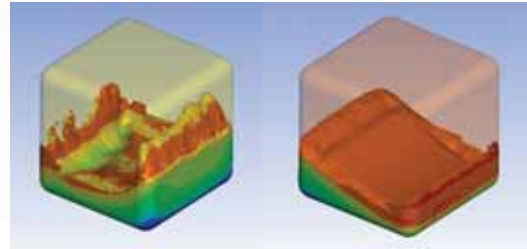
2011年日本福島第一核電廠因強震引發超越設計基準海嘯，造成電廠全黑 (Station Blackout, SBO) 事故並導致爐心燃料熔損，對壓水式反應器而言，發生電廠全黑事故可能會引致反應爐冷卻水泵 (Reactor Coolant Pump, RCP) 軸封喪失冷卻，衍生反應爐冷卻水由RCP軸封處洩漏並導致爐心燃料熔損。我國核安會以核能管制案件要求核三廠改善在發生全黑事故下，反應器冷卻水可能由RCP軸封處洩漏並導致爐心熔損的風險。核三廠在兩部機組之RCP中加裝被動式停機軸封 (Passive Shutdown Seal, PSDS)，大幅降低機組在發生電廠全黑事故下的冷卻水洩漏量，以強化電廠運轉安全，國原院依據核三廠設計變更現況，以量化風險評估技術驗證此設計變更在提升電廠安全上的有效性。

國原院依據PSDS的設計與運轉特性，定義在發生電廠全黑事故下RCP軸封可能的失效狀況，並估算對應的反應爐水洩漏量，據以重新發展事故序列的演進、計算運轉員可用於救援事故的時間及相關人為可靠度分析 (如下圖)。評估結果顯示，在喪失廠外電源肇始事件下，PSDS可降低爐心熔損頻率約 97.5%。本技術研發案所開發之量化風險評估模式可反映核三廠加裝RCP被動式停機軸封之現況，評估結果已協助台電公司通過核安會審查，相關的技術並擴展應用於核三廠廠內事件 (功率運轉、廠內水災) 與廠外事件 (地震、強風、海嘯) 等之量化風險評估模式精進與應用案中。



用過核子燃料池受震下之流固耦合分析

用過核子燃料池(如圖1)為核能電廠重要的安全相關結構，用於暫存用過核子燃料並以池水移除用過燃料中的衰變熱。多年來國際間針對核能電廠用過核子燃料池受震下之結構完整性進行多種研究，但早期燃料池結構完整性分析因受限於軟體分析技術與硬體工具限制，其結構完整性評估方式主要採用單一維度模型及簡化的經驗公式，進行力學分析與安全評估；在日本福島核子事故發生後，國際間針對核能電廠用過核子燃料池的受震分析，已趨向於利用三維有限元素數值分析模型，探討超越設計基準地震下用過燃料池結構的完整性；台灣位處地震帶，鑒於日本福島核子事故發生，超越設計基準地震下的結構完整性更是備受矚目。



流固耦合數值分析下流體振盪示意圖

因此，國原院開發流固耦合 (Fluid-Structure Interaction, FSI) 數值分析技術，依據地震危害分析資深委員會 (Senior Seismic Hazard Analysis Committee, SSHAC) 所訂定第3層級 (SSHAC Level 3) 程序產出之地震條件，進行燃料池的三維有限元素數值分析研究，以掌握受震時池水振盪現象 (Sloshing) (如圖2) 及地震力對用過燃料池結構的影響 (如圖3)，除可確保用過核子燃料池於超越設計基準地震下的結構完整性外，還可辨識出受震時用過核子燃料池結構的結構弱點，提供管制單位及台電公司參考，以增進公眾安全。

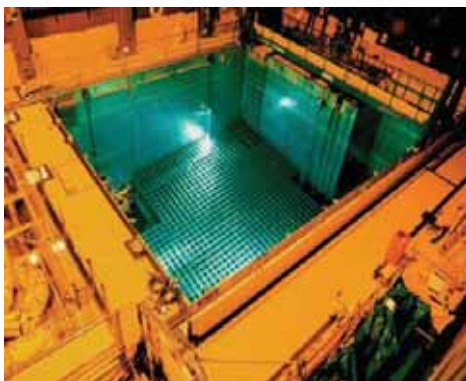


圖1. 用過核子燃料池示意圖
(圖片來源美國核管會)

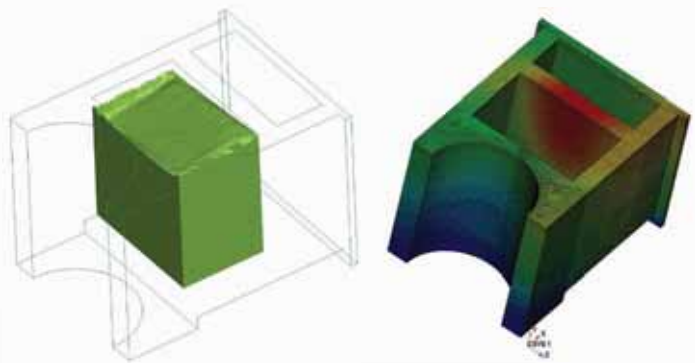


圖2. 用過核子燃料池池水振盪模擬 圖3. 用過核子燃料池FSI分析

核電廠除役廢棄物盤點模式與拆除工程規劃

核電廠除役是一項技術複雜且具挑戰性的任務，涉及工程技術、輻射安全以及管理等多方面需整體考量的問題。除役的首要步驟是對廢棄物進行全面盤點，這一過程直接影響處理與處置的精準性和安全性。廢棄物盤點需詳細記錄各項物品的重量、尺寸及放射性特徵，並進行有效分類，以符合輻射防護和環保標準，確保人員健康及環境安全。此外，拆除作業應優化資源利用及成本管理，以實現經濟高效的除役目標。有效執行這些步驟，不僅可以保障除役工作的順利進行，還能最大限度地減少對環境的影響，為永續發展奠定基礎。



國原院已建置一套應用於核一廠廢棄物盤點與拆除的程序與工法(如圖1、圖2)，包含需依廢棄物的分類、運輸、處理方式及成本估算等面向，以建立詳細的盤點資料。這些建立的資料係參照核電廠內機械、儀電設備及土木結構的相關內部資料，並結合現場實地調查以及與廠內人員訪談，以獲取包括重量、尺寸及放射性活度在內的詳細資訊。這些資訊是除役規劃的基礎，有助於準確評估廢棄物的處置需求，並確保各項拆除工作的安全性與效率。目前該方法已成功應用於核一廠(如圖3)，並適用於後續核電廠除役之需求。

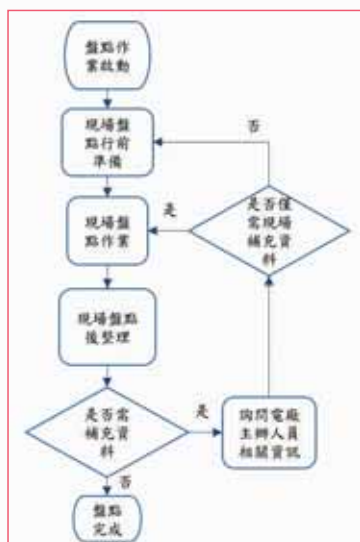


圖1. 核電廠除役廢棄物盤點作業程序

除役拆除工程規劃考量	拆除分區	拆除區
		暫存區
		動線安排
	支撐	拆除順序
		原有支撐
		臨時支撐
	拆除工法	固定式支撐
		活動式支撐
		斷電、排液
	裝箱考量	器具選擇
		切割
		拆卸
		污染防護
		廢棄物類別
		容器類別
		污染程度
		尺寸限制
		重量限制

圖2. 核電廠除役拆除工程規劃考量



圖3. 核一廠聯合廠房與汽機廠房，左側為1號機，右側為2號機

(圖片來源為台電公司網站)

除役工程管理系統(DEMS)開發— 應用於核能電廠拆除與廢棄物追蹤

核一廠目前已取得除役許可，但面臨需要「預估廢棄物處理量」、「規劃拆除順序」、「估算除役所需成本」、「追蹤紀錄廢棄物處理歷程」等難題。為了提升國內自主除役技術能力，核一廠與國原院工程所合作建立除役工程管理系統(Decommission Engineering Management System, DEMS)，以解決上述難題。此系統分為四個子系統，包含廢棄物盤點、拆解工程設計、廢棄物追蹤管理，以及工作包與工程資訊。DEMS系統可建立詳細的廢棄物盤點資料，做為評估拆解成本提供依據，並且全程記錄廢棄物的處理過程，最後將各式數據以統計圖表呈現，並與資料庫實時連結，提供管理者即時資訊，便於管理者能有效掌握工程進度與進行成本管控。

DEMS是國內自主首創的核設施除役工程管理系統，專為核電廠除役而設計。可有效支援核設施內組件、設備、儀器、管線的拆除規劃與設計，並管理廢棄物其處理流程，完整追蹤廢棄物履歷，即時呈現除役相關資訊及圖表，並建立永久性的數位除役資訊，確保除役資料的完整性及可追溯性，可作為後續作業的參考數據。

DEMS系統導入模組化設計技術，可自行客製化處理流程，此系統已實際應用於核一廠「69 KV 開關場」及「汽機主發電機」拆除作業，後續可推廣應用於核二、三廠，或各類重需要物流管理之工作。



廢棄物處理歷程查詢

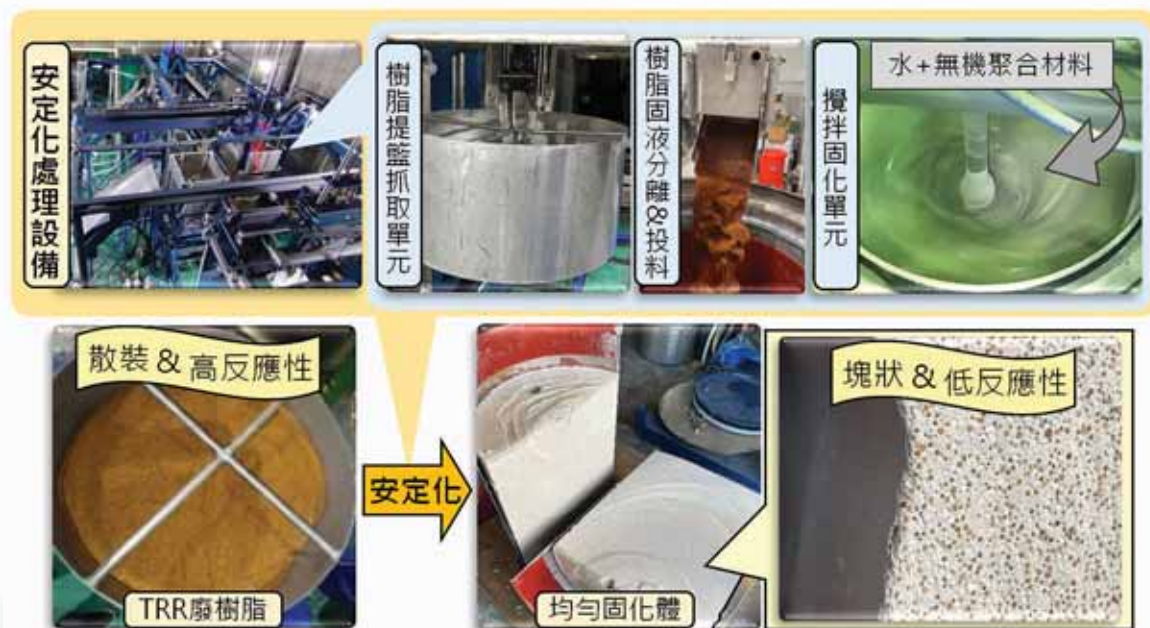
廢棄物處理現況圖表

用過燃料污染廢樹脂安定化技術開發

台灣研究用反應器 (TRR) 燃料池於長時間使用後，其內部淨化系統之粒狀樹脂於吸附用過核燃料分裂產物後，形成高活度與高輻射劑量之超C類TRR廢樹脂。依據國內「放射性廢棄物處理貯存及其設施安全管理規則」第十五條之一及TRR除設計畫書的要求，TRR廢樹脂需安定化處理，方能長期安全處置。目前我國對於放射性粒狀廢樹脂尚無安定化實績，而TRR廢樹脂屬粒狀型態，使其處理難度較高外，尚有輻射劑量率相當高之棘手問題。因此，國原院於多年前已對TRR廢樹脂開始一系列安定化技術發展。

國原院依TRR廢樹脂特性，研發出適合的安定化程序，包含：(1)樹脂分離降階前處理：可使約60%TRR廢樹脂降階為非超C類廢棄物，節省容器與處置費用；(2)無機聚合固化技術：具有超過水泥固化的安全係數，且品質更加穩定；(3)自主設計之安定化處理設備：依據作業場所需求，開發輻射屏蔽與遠端作業功能的處理設備，可大幅降低人員作業時所接受的輻射劑量。

此安定化程序是我國首創的超C類粒狀廢樹脂安定化處理技術。於113年國原院已在輻射作業場所完成安定化處理設備的建置，並完成設備個別單元功能驗證測試，現正進一步優化整體TRR廢樹脂安定化程序與設備功能，預計於114年進行整體功能測試。此技術可將難以處理的高輻射強度之廢樹脂轉化為安定狀態，為國原院及台電核電廠的放射性廢棄物提供有效解決方案。



TRR廢樹脂安定化程序

放射性廢樹脂管理關鍵技術－減容、安定化

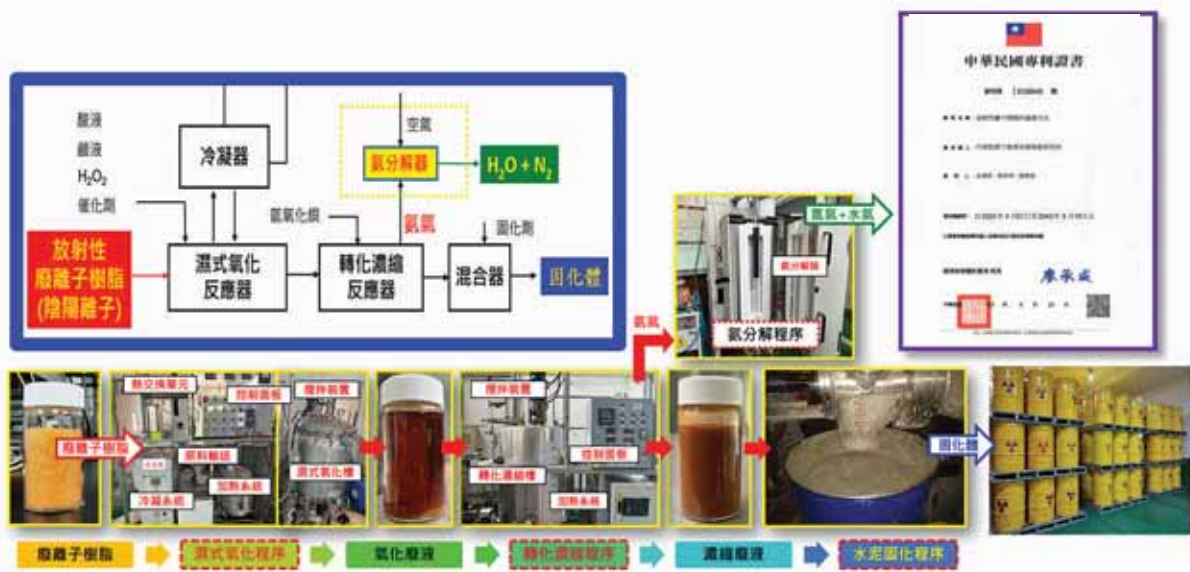
根據國際原子能總署 (International Atomic Energy Agency, IAEA) 自1976年起的技術報告揭示，放射性離子樹脂含有機聚合物結構，在長期輻射環境下可能造成分解及核種釋出，故無法直接以水泥固化，迄今以桶裝方式暫存於貯存庫，核電廠除役新建貯存庫容量有限且有環評承諾限制，因此亟待有效的減容及安定化技術，也是我國核電廠除役順利的關鍵之一。

研發成果

1. 本專利技術以濕式氧化技術將固態的廢樹脂，轉為液態的無機水溶液，並利用轉化/減容/固化技術將其轉化安定的鹽類，併與放射性核種濃縮減容，形成穩定固化體。
2. 廢樹脂經安定化後，可減少1/3至2/3的體積。
3. 利用銅基觸媒，在低於450°C條件下，可安全地使氨被氧化成氮氣及水。

研發效益

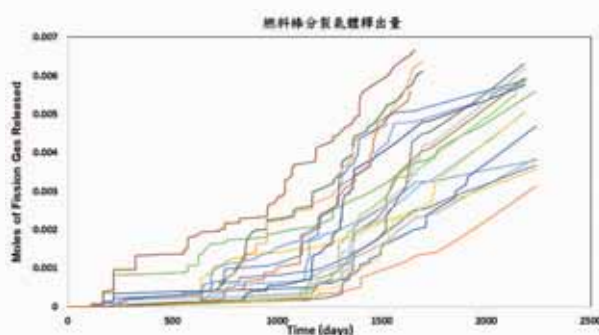
我國數十年來發展核能技術，包含本院及核電廠等核設施，已累積約2萬桶(55加侖桶)的放射性離子樹脂，暫存於貯存庫等待處理。若運用本技術約可將其減容為0.67萬桶固化體，預估將節省放射性廢棄物最終處置費用，包含貯存容器費用、貯存庫建造費、貯存管理、處置容器費用及處置費用等，可節省合計約20億台幣。



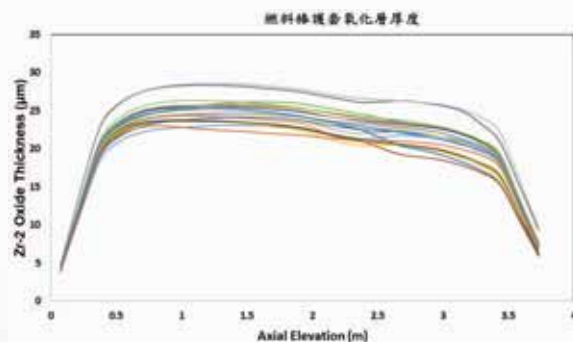
國內BWR高燃耗燃料特性程式分析技術

核燃料爐心行為分析程式是預測燃料運轉與貯存行為的核心工具，透過精確的數值模擬，可計算燃料在不同運轉情況與貯存條件下的關鍵參數，為燃料設計、爐心運轉安全評估與後端營運管理策略提供科學分析依據。隨著核能發電技術發展，全球核電廠的燃料運轉策略逐步轉向高燃耗，以提升燃料利用率並減少用過核子燃料的產生。然而，高燃耗燃料在運轉過程中會承受更高的輻射損傷，並產生護套氧化與氫化效應，進而影響長期安全貯存與最終處置的可靠性。因此，建立精確的燃料行為分析技術，並針對高燃耗燃料在不同貯存條件下的特性進行評估，對於提升燃料管理的安全性與效率至關重要。為確保國內高燃耗燃料在不同管理階段的完整性，並強化技術自主性，國內應建立自主燃料分析技術與專業團隊，以支援未來高燃耗燃料長期貯存及最終處置的評估需求。

國原院成功引進國際認可的用過核子燃料行為分析程式，並完成國內實際照射後BWR高燃耗燃料的模擬分析，針對不同運轉模式下的燃料特性變化進行評估，包括燃料中心溫度、燃料棒內壓、分裂氣體釋出率、護套應力、護套氧化層厚度及氫含量等關鍵參數，驗證其乾式貯存的安全性。分析結果顯示，國內BWR高燃耗燃料可直接貯存於乾式貯存系統，無須額外裝罐，有效降低建置成本並提升管理效率。國原院已建立燃料行為自主分析技術與專業團隊，可迅速確實完成國內電廠核子燃料運轉與貯存行為的評估作業，為國內用過核子燃料管理策略提供技術支援，確保燃料在各階段的完整性。這項技術未來可進一步應用於不同類型的燃料與貯存條件，並可支援高燃耗燃料的長期安全評估，強化我國在核燃料管理領域的技術自主性。



照射後BWR燃料棒分裂氣體釋出隨時間分布圖



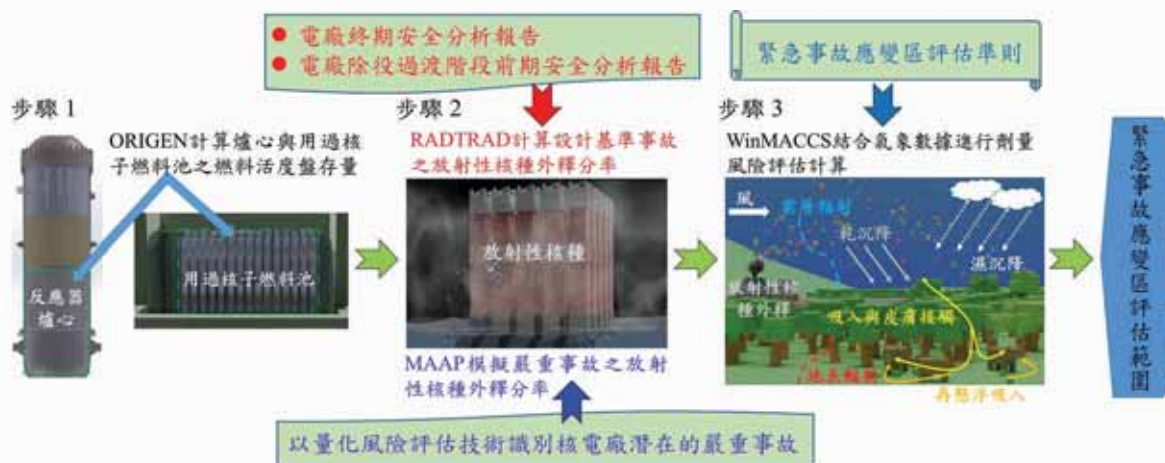
照射後BWR燃料棒護套氧化膜厚度軸向分布圖

國內實際照射後BWR高燃耗燃料棒程式分析結果(每條曲線代表一根分析燃料棒)

確保公眾健康及財產安全— 以系統化評估方式界定核電廠緊急應變計畫區

基於預防災害勝於應對災害的原則，政府制定緊急應變計畫區，平時預作災害應變的規劃與準備，確保公眾的安全與健康，政府同時制定「核子事故緊急應變法」，要求核子反應器設施經營者必須定期檢討修正現行之核子反應器設施周圍的緊急應變計畫區。基此，國原院建立一套創新的系統化分析技術，包含爐心與用過核子燃料池之燃料活度盤存量計算、嚴重事故分析、設計基準事故分析、及核子事故劑量評估等，結合上游至下游之分析工具 (ORIGIN、MAAP、RADTRAD及WinMACCS)，如下圖所示，此整合技術可融入各種分析工具之優勢，不僅可以確保分析的各階段都能得到充分考慮和精確計算，整合後的系統亦可提供直觀的圖形介面，能更迅速地解讀數據，有助於決策者做出精準的判斷，對制定緊急應變計畫區和確保公眾安全至關重要。

本技術於民國111年完成運算，核一、二、三廠緊急應變計畫區評估結果為2.5公里，惟目前政府仍公告為8.0公里，因此，若未來國內有放寬核電廠緊急應變計畫區之需求，將可活化核電廠周邊土地之利用，以符合國家最大之公共利益與最佳管制作為。在目前還未放寬核電廠緊急應變計畫區的政策下，核子反應器設施經營者透過定期檢討修正核一、二、三廠緊急應變計畫區，除有助於電廠發現潛在的風險進而保障公眾之健康與財產外，亦能提升公眾對於政府重視核電安全的良好形象，以及增加公眾對核電廠安全的信任。



緊急應變計畫區評估之系統化分析流程及工具整合技術

先進放射性廢水處理系統(ALPS)關鍵技術

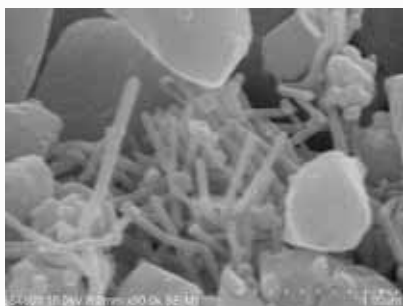
有鑑於日本福島核電廠核事故經驗，產生之待處理的放射性污染水，因混入海水與地下水使水質成份複雜，且水量龐大，所需建置的放射性廢液處理程序及系統規模，與核電廠及核設施例行廢水處理技術不同，且對於淨化程序所需要的材料需求亦非常大。國內汲取此事件處理經驗，掌握先進放射性廢液處理程序系統關鍵技術，厚植類似爐心或用過核燃料貯存意外事故之應對能力。

研發成果

1. 建立碳酸鹽化學共沉澱之前處理技術，最適化碳酸鹽添加量，可去除影響吸附效能之鈣、鎂離子。
2. 開發之奈米級銀活性碳複合材料，對碘-129除污因子達755，可有效降低碘-129活度濃度，以符合法規標準。
3. 完成去除廢水中銻-90之高性能吸附劑，吸附容量5.0 meq/g、除污因子大於1000，處理後水質可符合法規標準。已應用於本院放射性高導電度含氫廢水，處理後銻-90水質符合法規排放標準。

研發效益

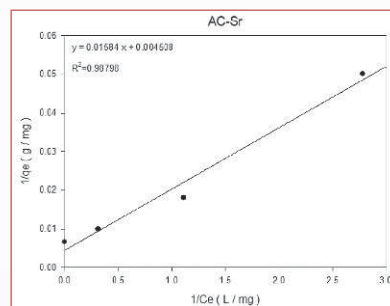
建立化學共沉澱串接吸附法之先進放射性廢水處理系統，與研發高性能吸附關鍵材料，可提升應對意外事故之處理量能，並應用於處理本院核設施之難處理廢水(如國原院高導電度含氫廢水)，以去除氫以外核種。



奈米級銀活性碳複合材料之去碘吸附劑



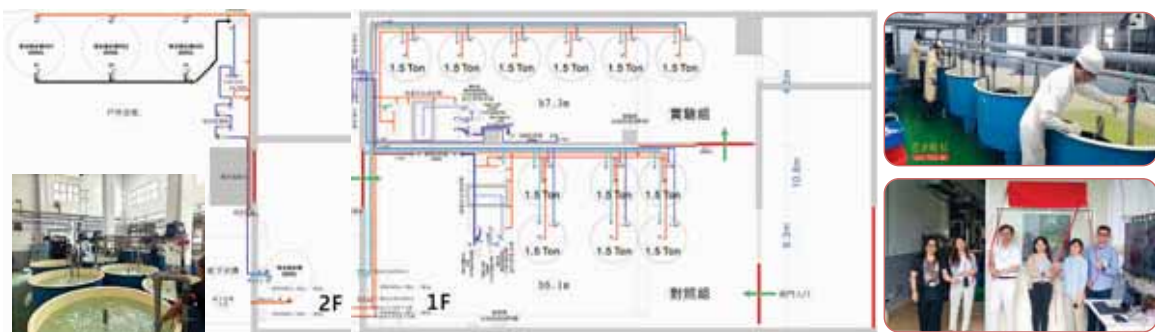
高性能粒狀去銻吸附劑



高性能去銻吸附劑等溫擬合曲線
(吸附容量5.0 meq/g)

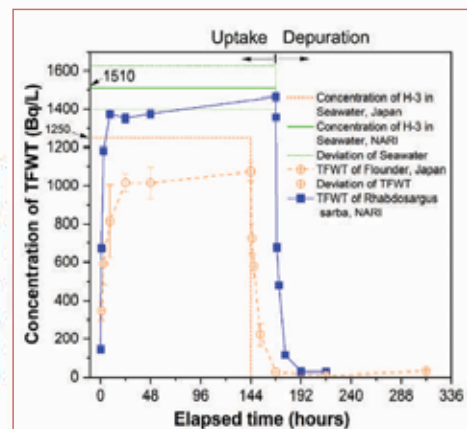
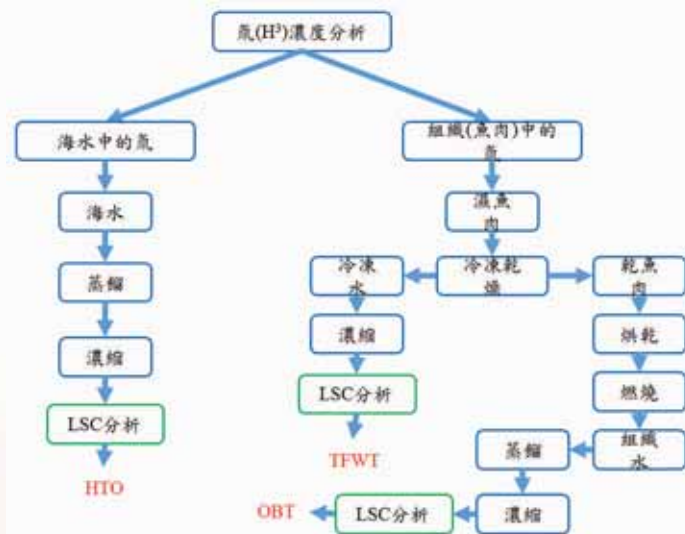
國原院「海水氚及生物氚試驗場」年度試驗結果

因應日本福島核電廠排放ALPS (Advanced Liquid Processing System) 含氚廢水，本計畫以含氚海水環境進行水產品養育試驗，於院區設立一套室內海水氚及生物氚試驗場，並於113年6月起以國人常食用之漁產，開始進行投氚生物試驗，以科學數據分析海水中無機氚含量與生物體內有機氚之關聯性，藉以建置代謝係數變化趨勢模型與氚核種對人體影響之健康風險評估，提供相關數據供政府部門採行相對應之管理措施，保障國人對漁產品之食用安全。



國原院「海水氚及生物氚試驗場」海水生物之含氚養殖，並進行代謝及累積試驗取樣，目前已完成初步試驗結果，總結下列重點：

1. 魚類體內TFWT約在24小時內將達成平衡，亦約在24小時內將體內之氚排出。
2. 魚體組織內自由水氚 (TFWT) 之氚濃度，與水中氚濃度比值約為0.9。
3. 氚會透過代謝排出體外，並不會在生物體內存留。



核醫及輻射民生應用

國原院質子照射測試技術

國原院質子照射測試技術由質子照射驗證分析實驗室主導，提供多種質子相關測試技術服務，如衛星元件篩選驗證與前瞻抗輻射材料的研發等。

國原院未來將擁有兩座迴旋加速器，分別提供15至30 MeV和28至70 MeV(116年運轉)的質子源(如圖1)，結合國內醫療院所的高能質子治療平台(70至200 MeV)，測試能量範圍廣達15至200 MeV，滿足不同應用需求。

實驗室已建置了電子元件單事件效應測試設備及質子照射平台，可進行太空電子元件質子照射測試(如圖2、圖3)。此外，實驗室並已配備齊全的質子量測設備，可測量質子束分佈、能量及通率，提供照射劑量評估服務。本院質子照射驗證分析實驗室未來可滿足更多元化的測試需求，提升衛星元件的可靠性與耐用性。

國原院質子照射測試技術填補了國內太空質子測試能量的空缺，建立更完整的太空輻射測試環境，支援國家太空計畫的發展，有助於我國太空科技、電子與半導體產業的成長，提升產品出口競爭力。實驗室不僅致力於尖端材料與組件的品質驗證，並將支援量子材料與元件的檢測及開發，為新興科技應用開拓更多領域，具有不可取代性和前瞻性。藉由逐步強化抗輻射驗證基礎設施，提供更完善的太空科學研究環境與產業技術服務，推動國家太空科技發展邁向新高度。

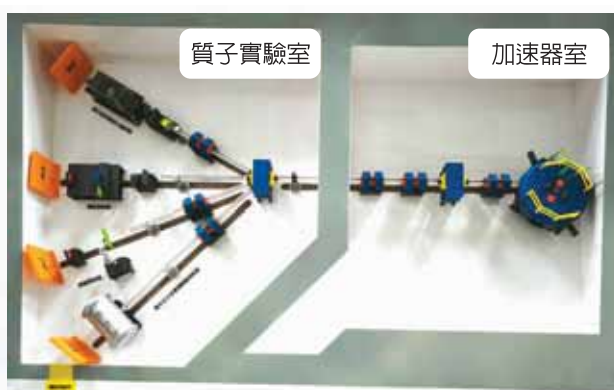


圖1. 質子照射驗證分析實驗室架構圖



圖2. 30 MeV現場測試架設

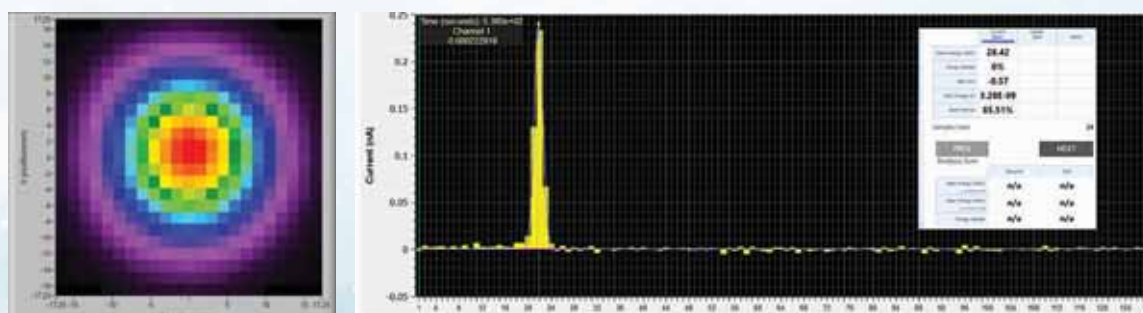


圖3. 質子源輪廓與能量量測

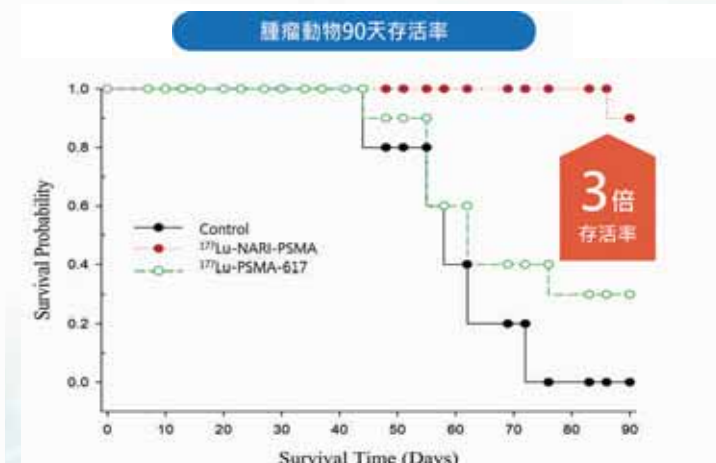
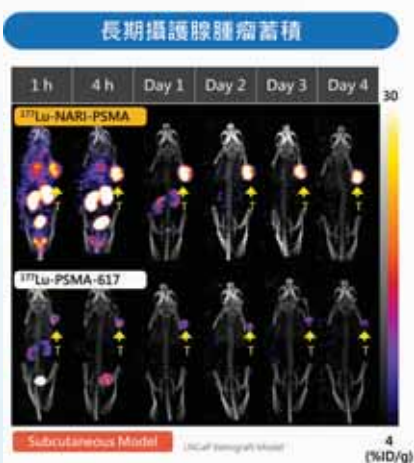
開發「長效型」攝護腺癌標靶放射治療藥物

攝護腺癌為台灣第五大癌症且人數有逐年上升之趨勢，好發於年長男性族群，其早期癌症狀不明顯，症狀與攝護腺肥大相似，容易錯過黃金治療期，前期可使用達文西手術或海福刀治療，中期的攝護腺癌使用荷爾蒙治療法，晚期只能搭配化療與放射性治療稍微延長病患壽命，尤其當荷爾蒙療法產生抗性時，導致病患的療效不如預期，故具強烈臨床需求，因此開發新的治療「轉移性去勢抗性攝護腺癌」藥物是重要的課題且具備有臨床需求。

國原院開發我國首件「長效型」攝護腺癌標靶放射治療藥物Lu-177-NARI-PSMA，藥物結構含有攝護腺特異細胞膜抗原(prostate-specific membrane antigen, PSMA)、螯合劑(chelator)、連接基(linker)及白蛋白結合基，結合放射性同位素Lu-177並放出 β 粒子，作為殺死癌細胞的武器，本藥物特性包含安全、長效、具標靶性、體內背景值低、合成步驟簡便、於腫瘤專一性高。

Lu-177-NARI-PSMA含有延長體內循環時間之結構，產生「長效型」特性，經動物試驗驗證，注射藥物後96小時腫瘤蓄積量為標竿藥物Lu-177-PSMA-617的6.4倍，給藥後第90天動物存活率更大幅提高為3倍，展現極具優勢的治療效果，此外本藥物以人體臨床使用劑量之1000倍，進行動物體內毒性試驗，結果顯示無明顯毒性，初步證實藥物的安全性。

預期未來Lu-177-NARI-PSMA臨床應用僅需標竿藥物50%放射活度，即能達到相同甚至更優於標竿藥物之療效，並注射1-2次即能完成療程，將能降低50%以上醫療成本，大幅減輕病患經濟負擔。



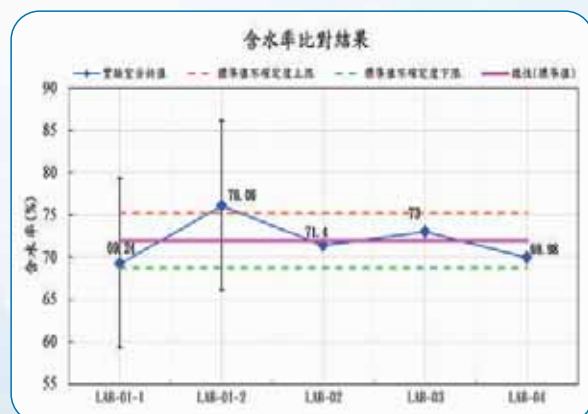
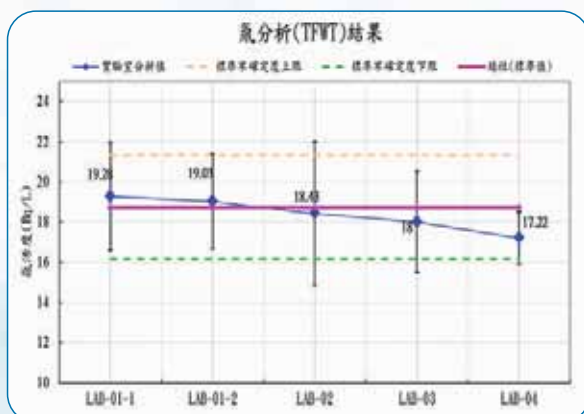
生物氚實驗室間能力比對試驗

因應日本長期以海洋排放方式排放福島核電廠含氚處理水，海洋中生物透過代謝吸收而累積於其體內之放射性核種氚，則有賴精確的檢測分析技術，以定量海生物中氚核種含量，作為評估長期排放作業對海洋生態環境及人員攝食輻射安全之重要參考資訊。目前國內放射性化學分析實驗室針對核設施例行運轉所建立氚核種分析技術，主要著重於環境水樣此類基質，惟針對日本排放含氚處理水事件，主要監測物種為海生物，各實驗開發建立海生物氚分析尚須透過一專業、公正且獨立之單位（如：財團法人認證基金會），使用科學方法執行實驗室生物氚分析技術能力驗證。

國原院邀集國內4間執行生物氚檢測實驗室，於113年4月25日召開實驗室間能力比對試驗說明會，說明能力比對試驗時程規劃、比對基質種類、添加氚核種活度範圍、可接受最小可測量值（AMDA）等相關資訊；並於113年5月28日完成能力比對試驗樣品配送、113年6月14日完成能力比對試驗結果回報及113年6月20日辦理比對試驗結果總結說明會，順利完成本次生物氚實驗室間能力比對試驗。

本次生物氚能力比對試驗係以檢測作業期間常見試樣型態，選定魚類做為比對試驗樣品基質。魚體經前處理取出可食用部位，利用冷凍真空乾燥技術移除魚體中組織水，再以氚水溶液進行復水，靜置隔夜移除過多氚水後，密封盛裝容器，以冷藏方式發送至參與比對實驗室；另提供各實驗1條重量約1.2至1.4公斤未經前處理鯉魚，進行該試樣含水率測試。各實驗室依據衛福部食藥署公開「食品中氚之檢驗方法」中第一階段組織自由水氚（TFWT）篩檢分析方法或自訂程序進行檢測，回報比對試驗中氚（TFWT）檢測活度及含水率。

113年生物氚實驗室間能力比對試驗結果，參與實驗室使用食藥署公開檢驗方法（冷凍乾燥）或實驗室自行開發方法（加熱蒸餾），魚體中氚（TFWT）活度比對結果相較標準值，相對偏差在-8.1%~2.9%範圍之間；另外魚體中含水率比對結果相較標準值，相對偏差在-3.8%~5.7%範圍之間。總結本年度4間參加比對試驗實驗室分析結果，其歸一化誤差（ $error\ normalized, E_n$ ）絕對值均小於1.0，通過主辦單位所定之要求（ $|E_n| \leq 1$ ）。



水文地質模擬與地質建模整合應用： 砂岩與礫岩層場址案例研究

受限於傳統地質調查之解析度，傳統上水文地質模擬多採用簡化模型進行計算，以增加模擬效率與完成計算收斂。而三維地質建模技術能藉由地質調查結果，建立高解析度的地質模型，以多元的視角解析地下地質概況，並能套疊許多領域之調查或模擬資訊，提供綜合性的資訊及客觀的判讀視角。

本研究以國原院為案例場址，藉由地表地質調查與鑽探資料進行三維地質建模，並結合地質建模與水文模擬結果，以三維視覺化呈現綜合資訊，研究三維地質建模給與簡化模型的水文模擬結果的回饋，並探討其應用效益、執行困境、及未來展望。

本研究使用SKUA-GOCAD進行三維地質建模，並以FracMan程式採用簡化模型計算的水文地質模擬結果，進行地質資訊綜合比對，並以高解析度的地質建模成果輔助解釋水文地質模擬成果，同時展現多元視角的觀察，增加地質判釋的客觀性。

地質建模技術的整合應用，讓複雜的地質調查與模擬資料能以視覺化的方式呈現，並結合多項領域之資訊，利於環境或地球科學綜合判釋，提供應用與決策端直觀與客觀的資訊依據，在工程地質、地下水研究、碳封存、地熱探勘、放射性廢棄物處置等領域都能有很好的應用價值。

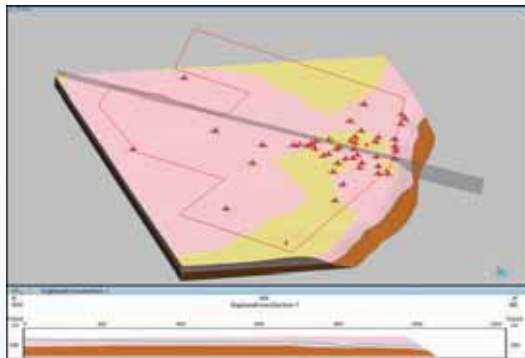


圖1. 三維地質模型與剖面

- 黃色、粉色、褐色分別代表不同岩層
- 紅色點為鑽探位置分布，表示地質資料來源
- 灰色方條為剖面位置，可藉由下圖剖面觀察地下岩層、構造、及地下水位面分布等資訊。

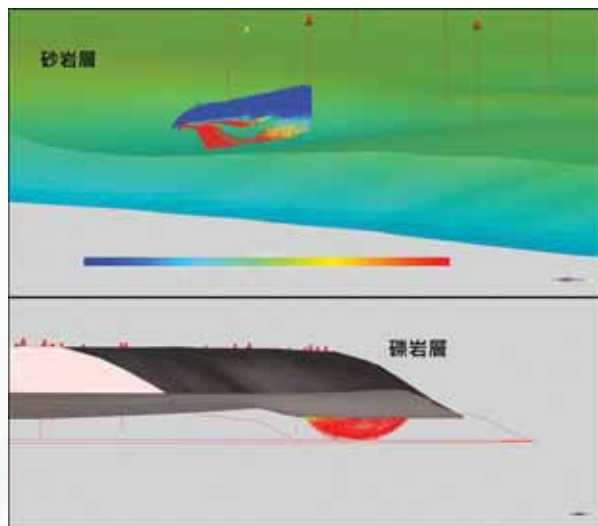


圖2. 高解析三維地質模型套疊水文地質模擬成果輔助判釋

放射治療的新基石- 直線加速器光子劑量校正系統

國原院國家游離輻射標準實驗室 (NRSL) 負責建置我國游離輻射各領域所需之最高量測標準，提供國內輻射度量與標準傳遞的服務，使國內游離輻射量測設備可獲得準確之校正與追溯。

游離輻射標準對於放射治療來說尤為重要，是病人接受到的治療劑量之源頭。一般來說，放射治療用設備例如直線加速器、電腦刀、螺旋刀、諾利刀等，目前其輸出劑量是藉由標準實驗室 Co-60 射束校正的游離腔進行測量及標定。但由於這些治療設備產生的多為高能量之光子射束，與校正用的 Co-60 射束能量不盡相同，因此醫院在量測標定過程中，需額外對此能量差異做轉換修正，才能得到真實的輸出劑量。

國原院國家游離輻射標準實驗室花費多年心力，建立適合臨床放射治療用設備使用的直線加速器光子劑量校正系統。其量測核心為直徑1.6公分、厚度3毫米、整體重量僅1公克左右之純石墨塊構成的石墨熱卡計。利用石墨塊接受直線加速器照射後產生的微小溫度變化，搭配精密之溫度控制系統及絕熱環境，可準確進行高能量光子射束的劑量量測。本系統並與台大醫院、長庚醫院等國內各大醫療院所合作完成相關驗證，期可提供放射治療設備精準度高、且不須經過轉換修正之劑量校正服務，以守護病患接受到的治療品質。

依此量測技術之建置為基礎，國原院不僅完成了直線加速器光子劑量校正系統，未來亦可朝向現正蓬勃發展的高能質子、重粒子等射束測量技術邁進，進一步支持國內相關生醫及太空產業的發展。

國原院國家游離輻射標準實驗室
自行研製之石墨熱卡計系統



國原院國家游離輻射標準實驗室
直線加速器光子劑量校正系統

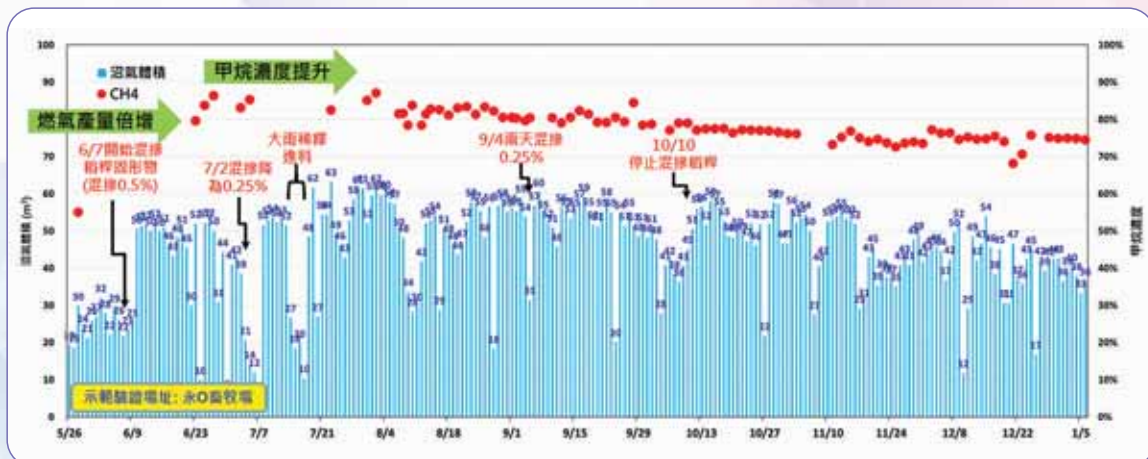
新能源與跨領域系統整合

纖維原料倍增沼氣之創新技術

近年於政府推動下陸續建置生質沼氣設備，利用養殖過程的糞便與尿液或廚餘、工業廢水污泥等進行厭氧發酵，並將產生沼氣轉化成電力，做為生質能使用，國內沼氣之行業別主要係以畜牧業為主，其進料來源包含豬、牛、雞等禽糞廢水，其中豬糞尿約占85%、牛糞尿6%、雞糞尿3%，其他料源包含廚餘及造紙廢水僅約6%。豬糞尿是現階段國內發展厭氧發酵的主要原料，但台灣大多是小型養豬戶，散布在雲林、台南、屏東等縣市，若收集不到足夠的數量，厭氧發酵難有效益。現階段較大型畜殖場所產生之廢水，已可進行初具規模經濟之生質沼氣應用，但僅利用畜牧廢水或廚餘等單一料源生產沼氣，其產氣量仍有限。將多種料源混合調配，以適合的碳氮比做厭氧發酵，可以增加生質沼氣的產量。應用經前處理過之農林剩餘資材或果皮等生質原料，進行共發酵以提升低碳生質燃氣為現階段值得開發之技術，是擴大國內生質沼氣裝置容量的可行方法。

本技術係建立一種創新的纖維原料生產沼氣技術，將生質沼氣生產原料從傳統的畜禽廢水擴充至纖維原料，將可擴大生質沼氣裝置容量，大幅提升生質沼氣經濟性，使生質沼氣營運模式展現革命性的改善，運用本技術處理後的纖維原料，與豬糞、牛糞及雞糞以重量比1:100比例混摻，進行厭氧共發酵，可經協同作用使沼氣產量分別增生2.8倍、2倍及1.4倍，大幅改善傳統畜禽廢水沼氣生產之經濟性。所開發的技術獨步國內，纖維原料運用本技術後，沼氣生產時間可由3個月縮短至14天內，在相同進料量下，單獨纖維原料沼氣產量可較傳統畜禽廢水提升百倍以上，又可產生木質素副產品，據此建立創新又兼具經濟性的創新生質沼氣營運模式。目前本技術已技術移轉於相關業者，並已合作建置實場規模之示範場域運轉驗證實績，預期將可彌補沼氣技術價值鏈的缺口，並引領新興的沼氣整合產業發展。

示範場域運轉驗證實績



- 沼氣產量顯著倍增: 混摻狼尾草渣料後之沼氣每日產量，沼氣產量倍增100%
- 沼氣甲烷濃度顯著提升: 沼氣甲烷濃度從55-60%提升約至70-95%(平均值為80%)

研發與創新

本技術利用馴化法開發出高醋酸耐受力菌株，醋酸耐受度增加4倍，另以突變法進行基因改造，建構高甲醇利用率菌株，並提升聚羥基鏈烷酸酯產量達1.5倍。研發成果透過國原院噸級示範廠，成功完成聚羥基鏈烷酸酯試生產及純化驗證；更進一步透過造粒及發泡技術製成鞋墊，為國內首次以單碳、雙碳化合物為原料，進行噸級規模發酵生產海洋可分解塑膠之案例。聚羥基鏈烷酸酯為少數具海洋可分解性的材料，且兼具生物可分解性、生物相容性、良好的氣體阻隔性及良好的熱加工特性，未來可應用於包裝、餐具、建材及生醫材料等各式產業。藉由生物轉換低碳製程特色，串聯國內石化產業二氧化碳轉換甲醇和醋酸量能，生產聚羥基鏈烷酸酯，除能延長固碳週期，還能大幅降低二氧化碳之排放。



壓縮空氣儲能系統分析及驗證

因應我國規劃大量再生能源之建置，需要能夠長時及低成本的儲能系統，以填補再生能源間歇性供電之短板。壓縮空氣儲能(Compressed Air Energy Storage, CAES)技術利用離峰電力，將空氣壓縮成高壓氣體後，密封在廢棄礦井、沉降的海底儲氣罐、鹽洞、廢棄油氣井或儲氣井中，於用電高峰期再釋放出壓縮空氣，並可與天然氣混合燃燒加熱後，經過渦輪機膨脹等過程來發電。發展壓縮空氣儲能技術，以搭配大量再生能源建置所需之能源及電力調度，將有助於穩定電源、提升電網安全，整體促進減碳目標之達成。

本項技術研發分成三個項目，包含系統效能分析，儲氣層多相流分析與整體財務評估。系統效能分析技術將依據所選定之場址特性進行地面機械元件之選定、操作參數之設計，並估算整體系統效能；儲氣層多相流分析，可確保儲氣層在安全的前提下提供足夠的出氣量以驅動渦輪機發電。依據設計條件，進行財務可行性評估及儲能均化成本(如圖1)與現金流及還本分析(如圖2)，顯示CAES具有成本下降的空間。目前正與產業界合作，進行「壓縮空氣儲能(2 MW)系統應用效益估算」技術服務案，協助國內業者建置相關之技術能力，朝向示範驗證發展，以擴大產業應用。

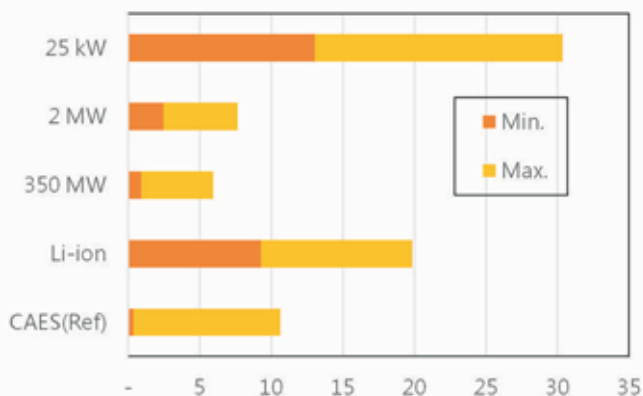


圖1. 均化成本比較圖

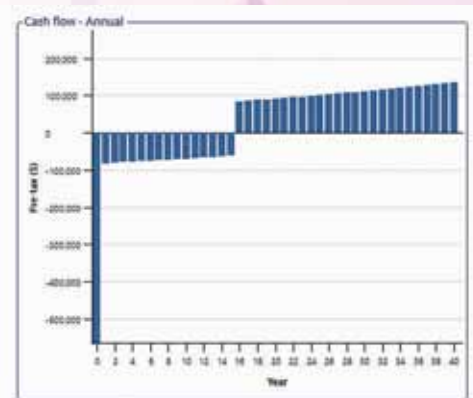


圖2. 2 MW 案例之稅前金流圖

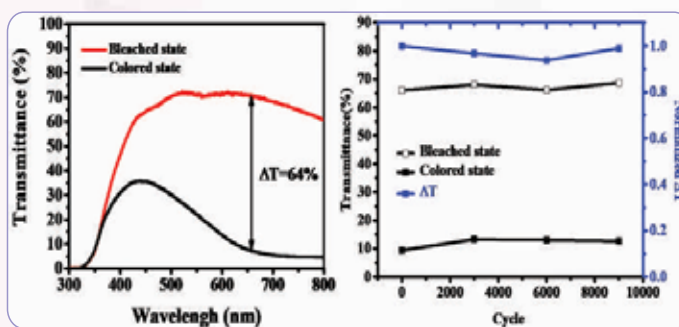
低成本、高效能的快速溶液印刷電致變色製程技術

電致變色玻璃是一種調光元件，其特點是在保持清晰視野的前提下任意調整光穿透度，應用電致變色玻璃的建築物可提高建築節能效益。由於這類產品主要採用玻璃基材和真空製程技術，導致其價格和成本居高不下，在一般建築市場中的大規模應用受到限制。此外，我國2050淨零碳排放規劃中要求業界全面引入低碳製程技術。開發低成本、快速、低能耗及低碳排放的製程技術，有助於我國在迅速增長的電致變色膜市場中取得競爭優勢。溶液印刷製程具備低碳排放、低能耗、快速生產、可在大氣環境下製程以及低設備建置成本等優點，被認為是新興技術之一。未來，這項技術的開發將可望成為業界低碳製程的新選擇。

國原院長期專注於創新技術的開發，致力於溶液印刷相關的新穎製程已超過十年，擁有豐富的製程設備與研發經驗。在2024年，國原院首次投入溶液印刷式電致變色技術開發，並取得顯著成果。溶液塗佈的膜層通常需要適當的退火才能具備良好的特性，其退火常需高溫數小時或低溫長時間方能優化膜層。然而，長時間的退火不適用於快速量產製程及軟性塑膠基板。國原院開發出快速近紅外光退火技術，可在1分鐘內完成退火，兼具優異的變色特性及壽命，可解決傳統高溫與長時間退火的缺點，並可應用於軟性基板上，從而降低製程的成本。本技術在2024年台灣創新技術博覽會(TIE)上備受認可，榮獲發明競賽金牌獎。



溶液印刷電致變色元件
(a)退色態與(b)上色態



上色與退色具備高對比度 ($\Delta T=64\%$)以及將近一萬次之壽命

高溫固態氧化物電解水產氫技術

因應國際2050淨零排放(Net Zero Emissions)趨勢，政府推動「淨零轉型五大策略」，包括啟動第二次能源轉型，加速開發地熱、氫能、生質能和海洋能等再生能源，推動數位與綠色的產業雙軸轉型。預期政府至2030年將投入9,000億經費推動減碳，其中再生能源及氫能占比24%。高溫固態氧化物電解電池產氫技術為淨零碳排及氫能應用關鍵技術之一，其中以氫能取代化石燃料，以及二氧化碳減量或再利用之負碳技術將為可預見未來之趨勢。

國原院研發固態氧化物燃料電池(Solid oxide fuel cell, SOFC)為氫能應用之高效率低排放發電技術；以及固態氧化物電解電池(Solid oxide electrolysis cell, SOEC)技術，結合可再生能源產生之電力進行電解水產氫及共電解水/二氧化碳產製合成氣，為產製綠氫及二氧化碳減量及再利用之關鍵技術。建置kW級雙工可以發電與產氫切換驗證測試平台，安裝自製金屬支撐型10片裝電池堆，於700°C發電功率達500 W，發電效率大於45%，產氫量達6 L/min。此外，自行組裝kW級電解堆進行電解水產氫，產氫量可達1.1 m³/h，產氫效率80.6%。相關測試裝置已申請中華民國及美國專利，可促進國內業者應用相關技術及為創新研發提供重要智財保護及國際競合力。



電驛波形自動辨識及事件即時推播技術

隨著引進多元的電力源，電力系統架構日益複雜，對電驛設備的監控與資料管理需求愈加迫切。設備運行的穩定性與安全性依賴即時監控與數據分析，如何精確處理電驛設備的異常事件成為當前電力領域的重要挑戰。本研究提出一套完整的電驛設備資料管理與事件處理系統，整合波形產製與推播、自動狀態資訊擷取及資料管理等功能，有效提升電網運行效率並加強處理電力事故的應對能力。

本系統亮點在於自動化事件波形資料處理與即時推播通知功能，能在異常事件發生時，迅速收集並處理資料，且以圖檔形式推送給管理員，顯著提高事故反應速度；自動擷取關鍵數據功能並可為後續分析提供準確依據。本系統兼容多廠牌型號設備，解決了傳統手動處理的時效性與準確性問題；後續可擴展至更多設施，進一步提升電網穩定性。



● 電驛自動辨識及波形推播

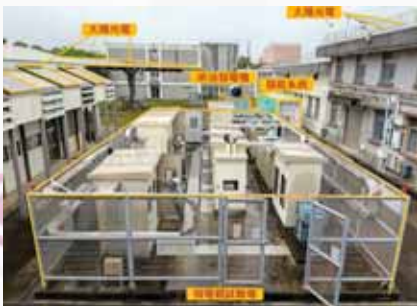


● 電驛分析管理平台已實際應用於台電場域

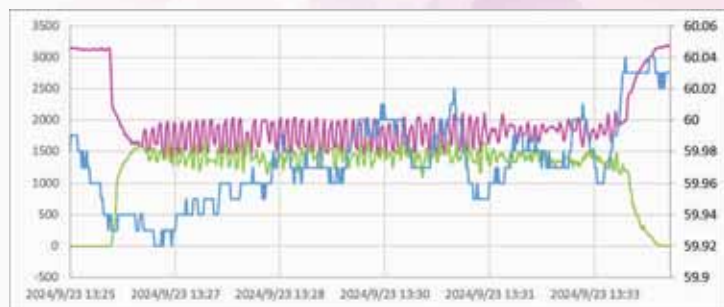
以MW級微電網提供電力輔助服務

因應未來大量再生能源併網，發電間歇特性將使電力調度面臨挑戰，進而影響電力系統供電可靠度。微電網可與配電網共同協作，提供電力輔助服務，協助配電系統達成用電之供需平衡，以維持電力系統穩定。國原院進行之微電網電力輔助服務策略研究，完成國內首座 MW級微電網系統建置，其分散式電源包含100 kW太陽能、三台65 kW微渦輪機、750 kW柴油機、750 kW儲能系統、及250 kW混合式實虛功率補償調節系統，據以建立微電網能源協調分配系統，提升微電網與再生能源之即時調度能力。

- 依據各種分散式能源反應與持續時間，開發能源協調分配技術，可於接收台電公司電力交易平台之調度命令後，1分鐘反應時間內組合分散式電源輸出1 MW以上功率，降低全院台電端用電達33%，且持續2小時以上。
- 開發發電機組故障緊急決策及負載動態調控策略，於微電網系統執行台電公司輔助服務期間，單一分散式電源發生異常時或負載變動下，可維持微電網輸出功率穩定，確保符合台電輔助服務執行率要求。
- 累計至114年2月18日，共執行8次台電公司即時、補充及調頻備轉輔助服務，確認技術之可行性。
- 促進國內電力產業提升分散式能源整合、調度技術之能力，協助產業跨入智慧電網領域，簽約金共574萬元。



MW級微電網系統



執行調頻備轉輔助服務之69 kV 端用電趨勢圖



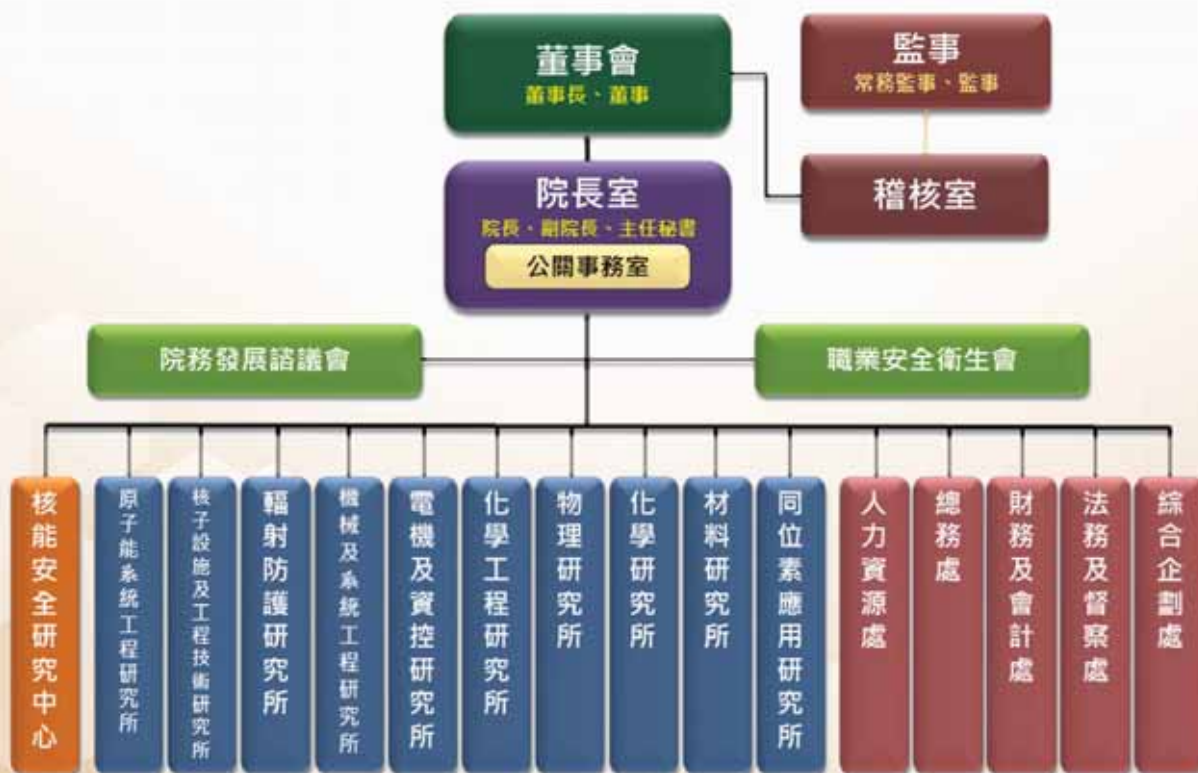
經營現況

董監事名單

(資料時間114/6/20)

董 事 長	張欣
董 事	游振偉、洪樂文、黃佑民、姜至剛、呂登元、黃淑玲 高淑芬、吳宗信、林法正、張似璵、洪慧芬、吳杰亮
常務監事	李佳航
監 事	何雲英、莊弘鈺

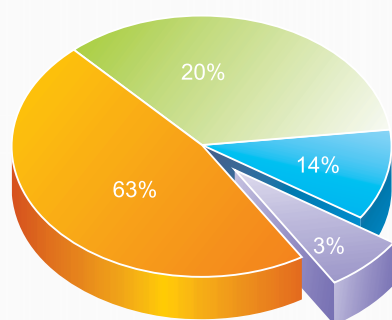
組織架構圖



人力資源

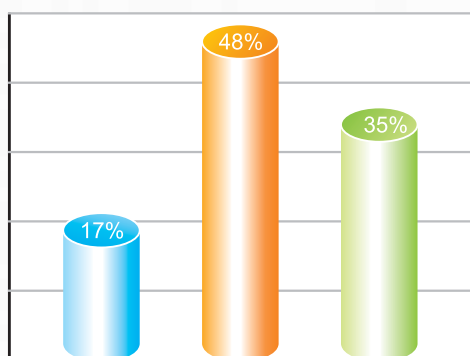
(資料時間：113年12月)

員工人數888人 / 平均年齡46歲



研究人員	557人 (63%)
技術員	179人 (20%)
行政人員	129人 (14%)
技工工友	23人 (3%)

學歷



博士	151人 (17%)
碩士	430人 (48%)
學士(含以下)	307人 (35%)

財務報表

收支營運表

(單位:NT)

科目	113年度 (2024)	112年度 (2023)
收入		
業務收入	2,768,372,888	783,834,868
業務外收入	8,204,340	475,384
收入合計	2,776,577,228	784,310,252
支出		
業務成本與費用	2,508,877,403	734,690,473
業務外費用	0	225,411
支出合計	2,508,877,403	734,915,884
稅前本期賸餘(短絀)	267,699,825	49,394,368
所得稅費用(利益)	53,539,964	9,923,956
本期賸餘(短絀)	214,159,861	39,470,412

平衡表

(單位:NT)

科目	113年度 (2024)	112年度 (2023)
資產		
流動資產	1,033,031,734	866,453,235
不動產、廠房及設備	941,148,207	1,076,284,089
無形資產	176,556,814	165,435,208
其他資產	2,140,807,990	1,760,979,645
資產合計	4,291,544,745	3,869,152,177
負債		
流動負債	721,807,834	595,619,927
其他負債	3,271,234,003	3,227,194,084
負債合計	3,993,041,837	3,822,814,011
淨值		
公積	44,647,224	6,642,343
累積餘絀	253,855,684	39,695,823
淨值合計	298,502,908	46,338,166
負債及淨值合計	4,291,544,745	3,869,152,177

113年大事紀

3/13 行政院人事行政總處蘇俊榮人事長率領人事行政總處相關單位主管，偕同主計總處、財政部、工程會等部會機關代表組成行政法人服務團，蒞臨國原院訪視指導。

3/19-22 國原院智慧配(微)電網技術，協力民間公司於澎湖縣望安鄉打造的微電網應用，獲得2024智慧城市展「智慧城市創新應用獎」。

3/25 國防大學遠朋國建班執行長鄭永熙上校偕同中南美洲地區友邦及友好國家官員、議員、媒體、企業及文職人員等計11國22位國外貴賓，蒞臨國原院參訪。

4/13 國原院與核安會主辦之「核安總動員 科技樂無限」科普展(雲林場)在雲林縣古坑鄉綠色隧道驛站登場，吸引12,209位師生、家長與民衆熱情參與。

5/24 監察院教育及文化委員會召集人范巽綠委員、李鴻鈞副院長偕8位監察委員，在核安會陳東陽主任委員、張欣副主任委員及國原院高梓木院長陪同下，進行國原院巡察。

5/27 國原院與高雄長庚紀念醫院、衛生福利部雙和醫院及陽明交通大學，共同合組「腦部退化疾病精準健康智慧診療聯盟」，舉辦聯盟成立簽約儀式暨研討座談會。

6/7 國原院舉辦「70 MeV中型迴旋加速器館新建工程」動土典禮，邀請核安會、桃園市政府、中科院、國家太空中心、政治大學科管智財所、中央及地方民意代表、清華大學原科院、中華核醫學會、核醫藥物公司等貴賓蒞臨共襄盛舉。

6/20 國原院舉辦「海水氘及生物氘試驗場」揭牌典禮，首度進行我國本土海水魚含氘養殖試驗，為國內漁食進行安全把關。

7/27 國原院與中華民國核醫學學會於集思台北國際會議中心，共同舉辦「2024核醫藥物與分子影像發展應用研討會」。

8/6 國原院與加拿大Best Theratronics LTD診療公司簽署合作備忘錄，拓展核醫藥物合作領域。

9/13 國原院舉辦「2024核後端論壇暨技術研討會」，邀請核安會、台電公司及相關產、學、研單位之專家學者與會。

9/26 國原院舉辦成立一周年院慶大會，除了邀請貴賓參與大會活動以外，還包括「一週年院慶研發成果暨業務創新競賽」及「國原院千人健走活動」。

10/5-6 國原院與核安會主辦「核安總動員 科技樂無限」科普展(新竹場)於新竹縣立體育館登場，吸引17,182位師生、家長與民衆熱情參與。

10/15 國原院與臺中榮民總醫院簽署合作備忘錄，聯手發展核醫精準醫療與AI智慧影像技術。

10/17 國原院於台北世貿一館舉辦113年「研發成果暨專利技術推廣商談媒合會」，挑選9項「關鍵技術」進行發表，吸引42家廠商共68位業者代表與會。

10.19 「2024台灣創新技術博覽會」發明競賽獎頒獎，國原院獲得5面金牌、1面銀牌、4面銅牌及1項企業特別獎的佳績。

10/22 國原院首次參與國科會「Kiss Science —科學開門，青春不悶」活動，帶領龍潭高中學子一同探索原子能知識。

11/4 美國愛達荷國家實驗室(Idaho National Lab, INL)科技領域Todd E. Combs副院長與國際處Marsha McDaniel處長，暨美國愛達荷州亞太區辦事處Cal Chen等3位貴賓蒞臨本院參訪，共同探討未來合作方向。

12/3-5 2024年「台美民用核能合作會議」在美國加州勞倫斯利佛摩國家實驗室(Lawrence Livermore National Laboratory)舉行。國原院發表一場專題簡報，主題為Overview of the Research Programs at NARI and Future Prospects)，並參與會議各分組討論。

12/27 財團法人生技醫療科技政策研究中心主辦之「第21屆國家新創獎」授獎典禮—國原院榮獲2項學研新創獎及1項國家新創精進獎。

MEMO

Date

MEMO

Date _____

MEMO

Date





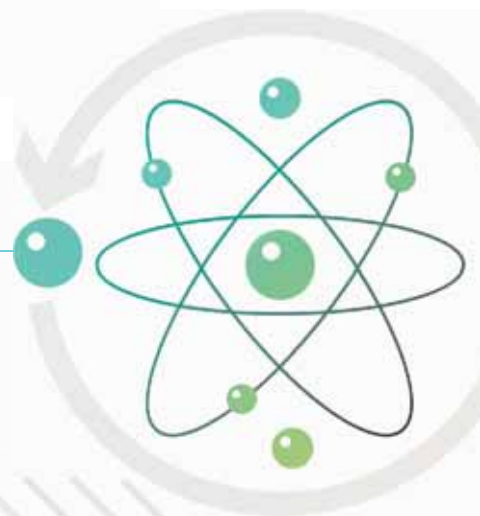
2024

113年年報

國家原子能科技研究院

National Atomic Research Institute

書名：國家原子能科技研究院113年年報
編著者：國家原子能科技研究院
出版機關：國家原子能科技研究院
電話：(03) 471-1400
地址：32546 桃園市龍潭區佳安里文化路1000號
傳真：(03) 471-1064
網址：<http://www.nari.org.tw>
I S S N：1812-3295
出版年月：中華民國114年7月
創刊年月：中華民國113年7月
刊期頻率：年報



◎ 本書同時登載於國家原子能科技研究院網站之「出版品\年報」，網址為：<http://www.nari.org.tw>
◎ 本書保留所有權利。欲利用本書全部或部分內容者，須徵求著作財產人同意或書面授權。
請洽電話：03-4711400分機：3029。



國家原子能科技研究院

National Atomic Research Institute

地址：桃園市龍潭區佳安里文化路1000號

電話：(03)471-1400

傳真：(03)471-1064

網址：<http://www.nari.org.tw>

E-mail：nari@nari.org.tw