



2020

109年年報

行政院原子能委員會
核能研究所

Institute of Nuclear Energy Research
Atomic Energy Council, Executive Yuan





行政院原子能委員會 核能研究所

Institute of Nuclear Energy Research
Atomic Energy Council, Executive Yuan



目錄 Contents

一、序言	4
二、組織架構與經營現況	6
三、研發與創新	8
3-1 核安與核後端	9
3-1-1 提高控制室包封內漏率接受標準增加安全餘裕- 以替代輻射源項分析技術執行核電廠設計基準事故劑量評估	10
3-1-2 超前佈署 降低風險-液化天然氣接收站量化風險評估	12
3-1-3 高放射性廢液處理之利器-放射性核種無機吸附技術開發	14
3-1-4 協助核設施除役與清理作業，增加工作人員輻射防護與作業安全： 遙控蛇形機器手臂開發	16
3-1-5 解決我國較高輻射劑量率的低放射性廢棄物盛裝窘境： INER-LRW-C2低放射性廢棄物盛裝容器開發	18

3-2 綠能與系統整合	20
3-2-1節能環保乾燥技術在大蒜農產品乾燥的應用	22
3-2-2可提升鋰電池安全特性之低成本膠固態電解質技術研發	24
3-2-3全國產化液流電池技術打造在地儲能產業聚落	26
3-2-4環境友善的生質塑膠技術-聚乳酸(PLA)	28
3-2-5內外皆宜之軟性有機太陽電池模組	30
3-2-6氫與氧的奇妙旅程-固態氧化物燃料電池發電技術	32
3-2-7具視覺化配電網路管理與應用系統	34
3-2-8浮動式縮尺實海域風機系統之建置	36
3-3 民生輻射應用	38
3-3-1肝病精準醫療新利器：核研多蕾克鎳造影劑榮獲經濟部國家發明創作銀牌獎	40
3-3-2缺氧性大腸癌的終結者 多功能核醫診療劑	42
3-3-3核研所低劑量三維造影儀應用於脊椎壓迫性骨折診斷臨床成果	44
3-3-4以深度學習三維影像模型分辨阿茲海默症	46
3-3-5應用AI優化製程合成瑞德西韋，成為國家的堅強防疫後盾	48
3-3-6光學式壓力感測技術應用於腿部復健裝置	50
四、附錄	52
4-1 109年大事紀	53
4-2 109年取得之專利清單	55

備註：核能研究所歷年出版年報均可至官網內資訊公開—年報
項下(<https://www.iner.gov.tw>)瀏覽參考(亦可放大閱讀。)

一、序言

致力於成為全國最值得信賴的 原子能研發機構

行政院原子能委員會核能研究所（以下簡稱核研所）自民國57年成立以來，歷經半世紀的蛻變與成長，不僅成為國內在原子能研究領域最完整的國家實驗室，且為國內唯一兼具核安與核後端技術、民生輻射應用及綠能科技之專業研發機構，除致力於前瞻創新的研究外，亦積極推廣研發成果於民生及產業應用。

在核安與核後端技術方面，核研所除了在核電廠安全防護已累積豐碩研發成果外，並加強核電廠除役及放射性廢棄物處理與處置等核後端技術研發，期使核設施之運轉、除役、廢棄物管理等均獲得最適合之執行結果；尤其核研所針對國內核子反應器除役先驅-台灣研究用核子反應器（TRR）執行除役計畫已10餘年，所開發之關鍵技術可應用在核能電廠除役本土化技術的建立。

在民生輻射應用方面，核研所因應109年新冠疫情期間國內進口核醫藥物短缺問題，緊急投入生產「氯化亞鉈（鉈-201）注射劑」及「檸檬酸鎂（鎂-67）注射劑」等心臟疾病或惡性腫瘤造影診斷核醫藥物，於109年4月20日至12月31日間合計生產約68,152毫居里，提供25,700人次病患造影使用，補足國外核醫藥物輸入缺口。並於109年6月創新應用最新的人工智慧，利用逆合成方式，以精簡的八個步驟成功合成出瑞德西韋藥物，展現核研所在藥物合成的技術及運用人工智慧的創新能力。

在綠能科技方面，核研所自民國91年起即投入相關項目的研發工作，在創能、儲能、節





能及系統整合方面均獲得豐碩之研發成果，更積極將成果推廣至產業應用。其中執行科技部「區域(配)電網強韌性研究與技術發展」及「抗颱風浮動風機關鍵技術開發與實海域驗證計畫」，均獲得109年度綠能科技聯合研發計畫之亮點計畫。

為了推廣及展現研發成果，核研所積極參與國際性的專利發明展及國內外大型參獎活動。109年9月舉辦之台灣創新技術博覽會(TIE)，核研所計有2項專利技術獲得代表最高榮譽之鉑金獎，另獲得3項金牌、1面銀牌及2面銅牌的肯定。此外，核研所研發之全球第一個肝標靶醣胜肽肝功能檢驗藥劑—「六聚乳糖NOTA衍生物、六聚乳糖正子肝受體造影劑的Ga-68放射標誌方法及六聚乳糖正子肝受體造影劑」，榮獲109年國家發明創作獎發明獎銀牌；其他尚有3項專利技術獲得第17屆國家新創獎年度續獎。

為提升核研所研發向心力，並產出良好的研發成果，核研所自109年開始參採各大企業成功經營管理方式，將目標與關鍵成果(OKR)積極導入核研所，致力創造新的組織文化，希望透過OKR專注、契合、追蹤及激發潛能的4大超能力，在有限資源下，專心致志投入優先要務，在契合核研所的願景和使命下，持續進行研發創新，以期獲得突破性成就。

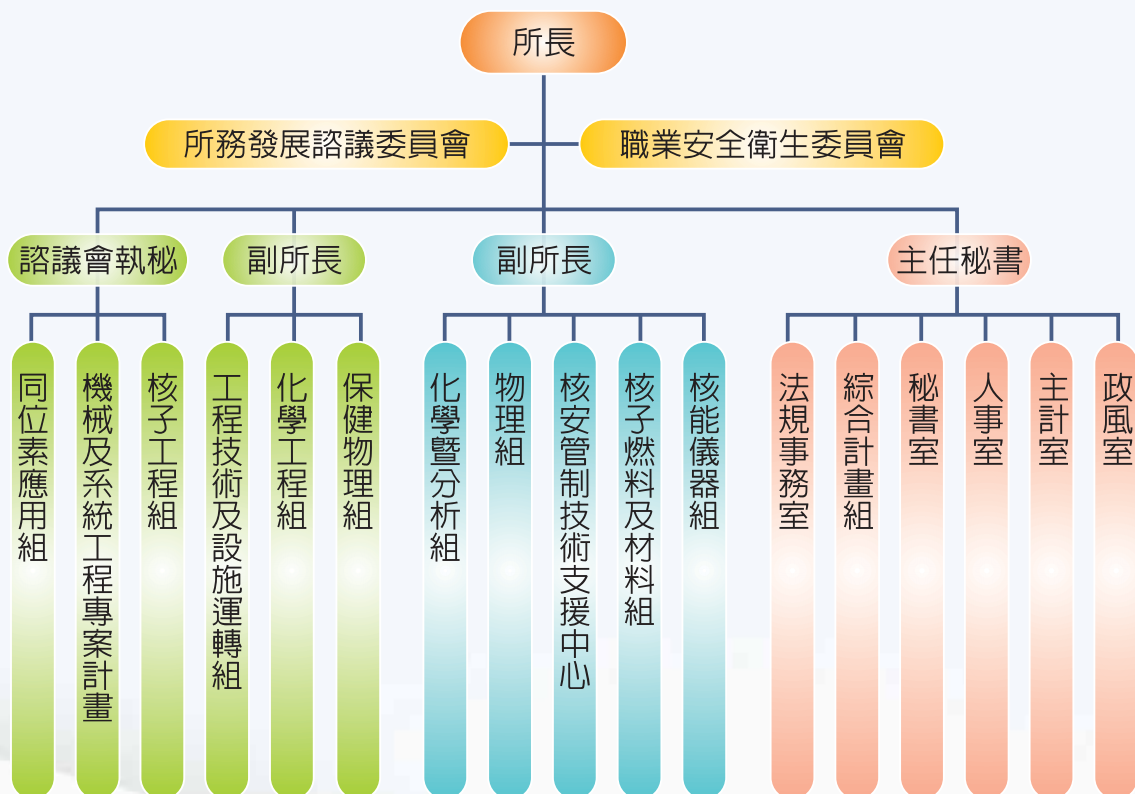
未來，配合行政院組織改造，核研所將轉型為行政法人「國家龍潭原子能科技研究院」，期許藉由制度鬆綁發揮組織效能，法人化後核研所仍將肩負國家研究院的使命，以核電廠除役、核廢料處理處置、核醫製藥與民生輻射應用、新能源與跨領域系統整合等為發展主軸，實現低碳社會及增進民生福祉。同時依據國家政策、科技與產業之發展主軸，使核研所成為全國最值得信賴的原子能研發機構。

所長



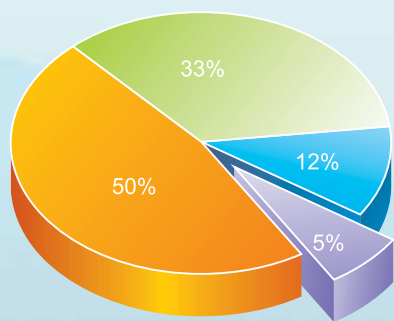
二、組織架構與經營現況

核能研究所組織架構圖



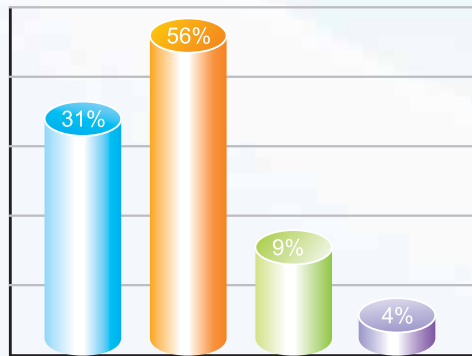
核能研究所109年人力與經費 (資料時間：109年12月)

109年度核研所編制人力分配



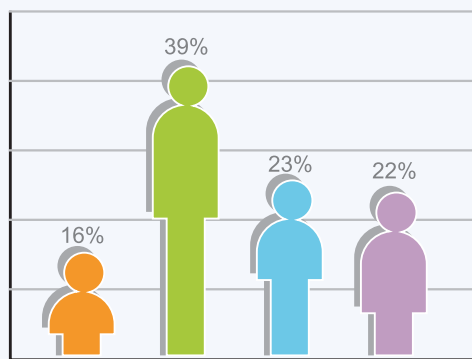
研究人員	390人 (50%)
技術員	259人 (33%)
行政人員	94人 (12%)
技工工友	34人 (5%)
全所編制內人員	777人

109年度研究人員學歷統計



博士	121人 (31%)
碩士	217人 (56%)
學士	37人 (9%)
專科	15人 (4%)
研究人員	390人

109年度研究人員職稱分類統計



研究員	62人 (16%)
副研究員	154人 (39%)
助理研究員	90人 (23%)
研究助理	84人 (22%)
研究人員	390人

109年度經費支用概況

單位：千元

項次	決算數	百分比
一般行政	1,151,358	67.03%
科技計畫管考、設施運轉維護及安全	113,118	6.59%
科技研發計畫	328,632	19.13%
推廣技術應用	124,540	7.25%
合計	1,717,648	100.00%



三、研發與創新



3-1**核能安全及核後端技術研發與應用**

配合國家能源轉型與非核家園政策，我國核電廠規劃將陸續於40年運轉執照屆滿後如期除役，其中核一廠兩部機組已分別於107年12月5日及108年7月15日正式停機，核二廠兩部機組將分別於110年12月及112年3月屆滿，核三廠兩部機組則將分別於113年7月及114年5月屆滿。核研所早年因配合國家政策執行核能技術發展任務，所建置使用之研究用反應器等核設施，亦依法規正執行除役與清理任務。因此，目前核研所在核能領域之研發主軸主要包括運轉中核電廠安全分析技術應用、除役中核能機組長期停機狀態下用過核子燃料的安全評估技術、核設施除役清理及放射性廢棄物處理技術發展，同時推廣應用核能安全技術於其他跨領域系統安全評估亦展現亮麗的成果。本(109)年度核安與核後端技術領域之重要研發成果摘錄如下：

- (一) 建立替代輻射源項(Alternative Source Terms, AST)分析技術，應用於提升核電廠控制室包封(Control Room Envelope, CRE)內漏率接受標準，增加安全餘裕，符合控制室適居性要求並確保核能安全。
- (二) 運用量化風險評估(Quantitative Risk Assessment, QRA)技術於中油公司液化天然氣接收站興建之風險評估，符合法規要求並獲職安署審查同意，展現核能安全技術跨領域應用之成果。
- (三) 採用無機離子交換技術法取代傳統有機離子交換樹脂技術法，開發應用於高放射性廢液處理之放射性核種無機吸附技術，經運轉驗證其成本與處理效能皆優於國外產製之商用吸附劑。
- (四) 自主研發適用於核設施除役與清理作業之遙控多關節式機械臂，並於核研所高活度放射性廢棄物地下貯存庫進行輻射源夾取與分類功能測試，可協助工作人員安全地清除受污染的組件與設施，提升輻射作業安全性。
- (五) 開發適用於較高輻射劑量率之低放射性廢棄物盛裝容器(INER-LRW-C2)，經驗證測試符合法規要求，解決我國先前沒有適當容器可有效地盛裝該類型廢棄物的窘境，增進相關放射性廢棄物的盛裝安全性及效率。

3-1-1

提高控制室包封內漏率接受標準增加安全餘裕— 以替代輻射源項分析技術執行核電廠設計基準事故劑量評估

核電廠無論在機組正常運轉期間或意外事故期間，運轉員都必須在控制室包封 (Control Room Envelope, CRE) 內執行機組的安全運轉控制，因此確保未經過濾內漏 (Unfiltered In-leakage) 至 CRE 之氣體不會超過運轉技術規範所訂定的內漏率接受標準，使運轉員可以處在安全無虞的 CRE 內執行機組控制，對核電廠運轉安全相當重要。然而以現行的持照基準為基礎的 CRE 內漏率接受標準顯示，我國核電廠的內漏率允許值過於嚴苛，電廠進行示蹤氣體內漏率測試後發現，實際內漏率量測值與接受標準間之安全餘裕不大。因此參考美國核電廠經驗，核研所建立替代輻射源項 (Alternative Source Terms, AST) 分析技術，協助核電廠提升 CRE 內漏率接受標準，增加安全餘裕，也確保核電廠之運轉不會因 CRE 內漏率接受標準議題而受到影響。



圖1. AST輻射劑量分析流程圖

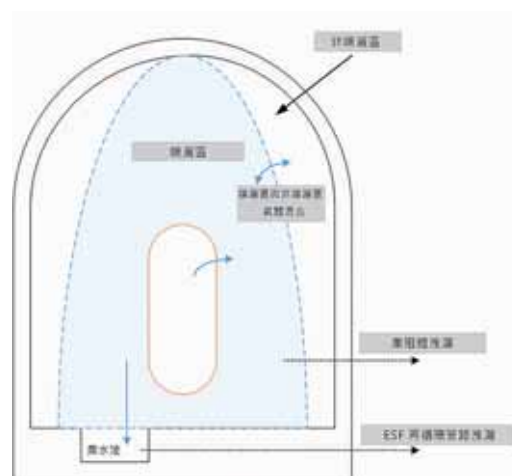


圖2. 圍阻體內放射性核種移除與洩漏模式示意圖
(核三廠案例)

透過與控制室適居性有關的設計基準事故 (Design Basis Accident, DBA) 輻射劑量分析，確認各電廠 CRE 內漏率符合法規之接受標準。AST 分析方法是以前美國法規指引 (Regulatory Guide, RG) 1.183 為基礎，累積過往許多嚴重事故的研究成果及先進程式詳細的模擬計算，有別於過往以技術文件 TID-14844 (Technical Information Document, TID-14844) 為基礎的分析方法，AST 分析方法較為符合實際狀況且完整考慮各種途徑可能造成的輻射劑量。圖1為AST輻射劑量分析流程圖，圖2顯示AST分析模式中圍阻體內放射性核種移除機制與洩漏途徑，圖3說明分析模式中各種造成 CRE 內人員輻射劑量之可能途徑。

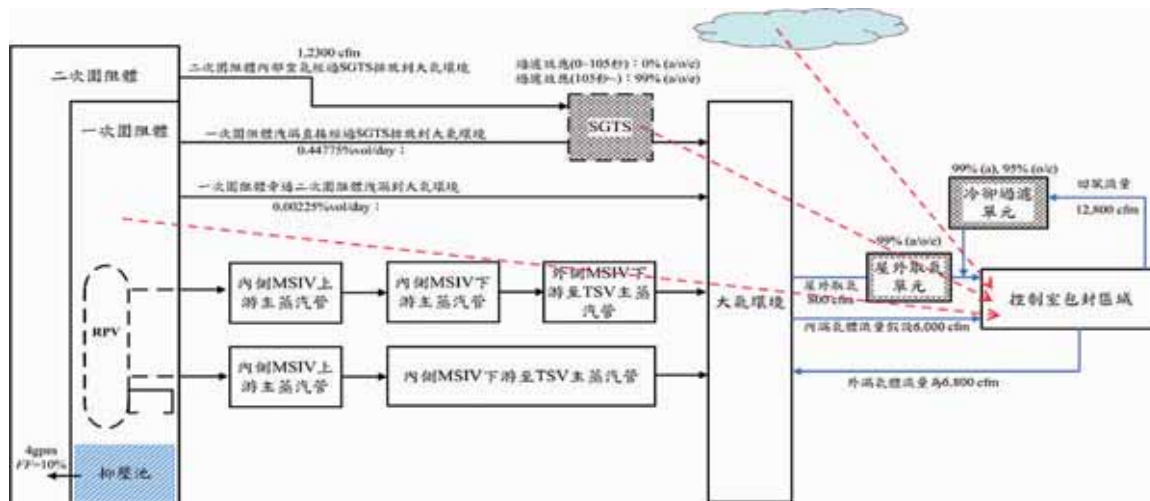


圖3. 各種造成CRE人員輻射劑量之途徑示意圖(核二廠案例)

美國核電廠利用AST分析方法提升事故劑量分析之安全餘裕，並運用於提昇電廠營運績效或因應核管單位劑量相關議題及要求，如功率提昇、控制室適居性及主蒸氣隔離閥洩漏率限值放宽等，均獲美國管制單位審查核准，不僅增加核電廠的安全餘裕，同時也使得電廠營運績效大幅提昇。在國內，核研所建立自主化AST分析技術，執行核電廠CRE內漏率接受標準分析，提升CRE內漏率允許值，增加安全餘裕，也確保核電廠控制室內人員在事故時仍可在安全的環境進行機組運轉操作，進而保護大眾之健康與安全。表1顯示CRE未經過濾內漏率接受標準分析結果及電廠實際測量值，可以清楚看出採用AST分析方法能使內漏率接受標準與實際量測值之間的餘裕大幅增加。

表1. 我國運轉中核電廠之CRE內漏率測試接受標準與實際量測值

分析方法	輻射劑量分析之CRE未經過濾內漏率接受標準(cfm) ²	
	核二廠	核三廠
TID-14844(目前持照基準)	450	107
AST	5100	467
CRE內漏率實際量測值 ¹	208±9	56±23

¹取所有實測案例中最大者

²cfm: cubic feet per minute, 體積流率單位

因應國內核電廠CRE適居性輻射劑量分析之需求，AST分析技術目前主要應用於控制室輻射劑量分析，然而廠外劑量計算與控制室劑量計算之輻射源項決定、圍阻體內活度傳輸與移除、活度洩漏等內容皆是相同的，且核電廠廠外劑量計算之AST分析模式皆已建立完成，故未來無論是廠內或廠外有設計基準事故輻射劑量分析之應用需求，如禁制區與低密度人口區評估、緊急應變計畫區評估之DBA輻射源項計算等，AST分析技術可做為解決相關議題之最佳工具。

3-1-2

超前佈署 降低風險-液化天然氣接收站量化風險評估

生活中我們會倚仗過去的經驗趨吉避凶，買手機不忘買手機保護殼，買電器要加購延長保固，出國旅行要買旅遊平安險；在進行重大工程的時候，當然更要儘可能降低風險，量化風險評估 (Quantitative Risk Assessment, QRA) 即是一種合適的科學方法，透過詢問與分析，抽絲剝繭找出問題的癥節點以降低風險。

中油液化天然氣地上儲槽



資料來源：中油線上電子書 2016.01

液化天然氣 (Liquefied Natural Gas, LNG) 接收站之興建，依據「危險性機械及設備安全檢查規則」法規要求須進行QRA，核研所執行QRA相關工作已有四十多年經驗，以往多應用於核能電廠安全評估，於108年受業主委託針對台灣中油公司新建之液化天然氣接收站進行分析，界定LNG接收站的風險範圍，以確認符合法規要求，並定義重要風險因子貢獻來源，提供業主作為營運參考。

液化天然氣接收站之QRA以事故情節為基礎，從安全與風險的觀點，考慮可能發生的危害類型，以及導致危害發生或造成危害加劇的因素，在分析結構上，包括導致事故情節發生的肇始事件、設施反應模式和後果模式，如圖1所示。

肇始事件 (Initiating Events, IE)

對天然氣儲存設施這類型的化工製程廠而言，廠內有大量天然氣，洩漏可能造成火災和爆炸等危害，因此喪失包封導致物質洩漏為本分析之主要肇始事件。洩漏來源可能來自LNG儲槽破裂或其附屬設施(如管線、閥體或組件)出現破口，因此設定之肇始事件包括：(1) 進料管線與閥體出現破口、(2) 出料管線與閥體出現破口、(3) 蒸發氣管線與閥體出現破口、(4) 儲槽不鏽鋼板破裂。前三項由失效模式與效應分析 (Failure Mode and Effects Analysis, FMEA) 計算肇始事件發生頻率，第(4)項由儲槽結構模擬分析破裂發生頻率。

肇始事件的發生為設施反應模式的起點，設施反應模式本身詳細條列並評估每一個事故可能發展的情節，設施反應模式的終端就是事故情節的最終狀態，也是後果分析模式的起點。



圖1. 液化天然氣接收站量化風險評估流程圖

設施反應模式 (Facility Response Model)

設施反應模式以事件樹推演所有可能發生的洩漏情節，納入各種影響最後可能結果的狀況及救援行動作為事件樹節點，本分析納入的節點包括：是否立即起火、或是延遲起火、消防滅火系統是否成功起動、緊急停機/隔離系統是否運作成功等。事件樹節點之失效機率採用本所自行研發之故障樹分析軟體INERFT進行分析，可以準確計算系統內組件失效組合，事故情節之發生比例更符合實際的情況。

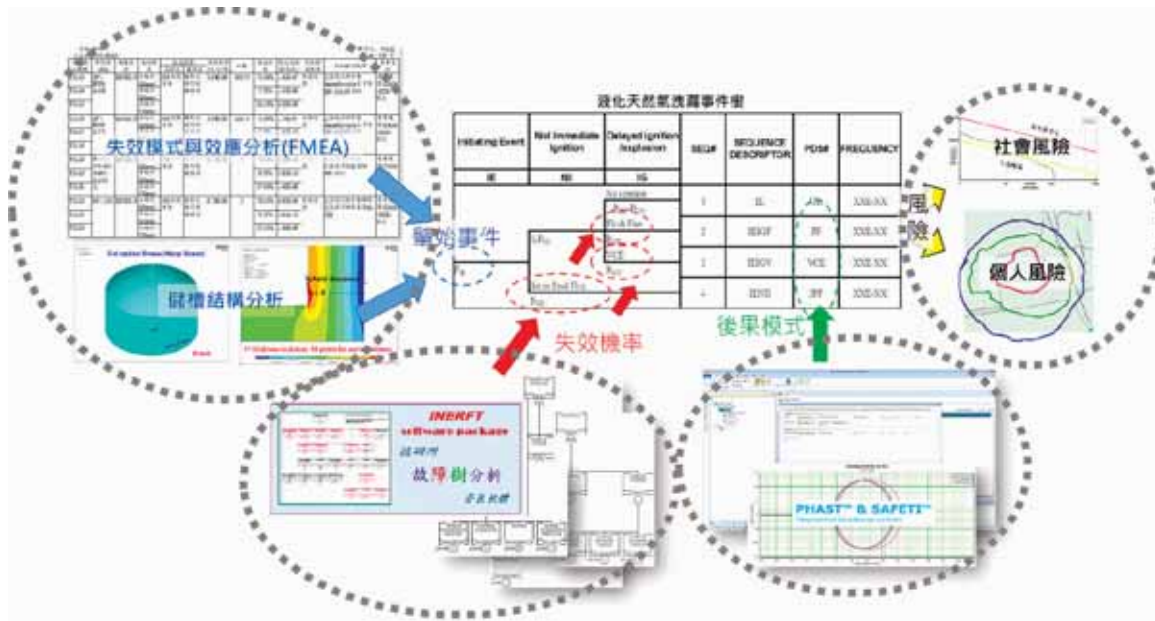


圖2. 量化作業資料關聯說明

後果模式 (Consequence Model)

檢視LNG之化學特性、洩漏地點、破口大小、外界環境等不同參數，配合設施反應模式分析天然氣洩漏造成的危害，進行下列火災及爆炸模擬：閃燃 (Flash Fire)、池火 (Pool Fire)、噴焰 (Jet Fire) 和氣雲爆炸 (Vapor Cloud Explosion, VCE)。以DNV GL公司所發展之SAFETI軟體進行後果模擬，計算出各事故情節的洩漏速率、氣雲擴散距離及後果影響範圍。

設施反應模式計算事故情節發生頻率，後果模式分析情節可能發生的嚴重性，頻率與後果之乘積即為風險。QRA結果顯示各肇始事件之風險貢獻以「出料管線與閥體出現破口」佔比最高，遠大於儲槽不鏽鋼板破裂，表示風險主要來自管線與閥體，已建請業主加強出料管線之運維操作，僅增加少量營運成本即可有效提昇營運安全。本案風險評估結果已符合法規要求，並獲職安署審查同意，故業主得以進行後續儲槽興建相關工作。

3-1-3

高放射性廢液處理之利器-放射性核種無機吸附技術開發

核研所執行開發處理放射性廢棄物為主軸之相關技術，研發高放射性廢液處理技術之目的是將高放射性廢液處理為中低放射性廢液，並將其固化後進行後續的淺地質處置，力求把放射性廢棄物對環境的危害降至最小。鋇-90與銫-137為高放射性廢液中半衰期較長與佔比成分較高之核分裂反應產物，因此要將高放廢液轉變為低放廢液，移除鋇-90與銫-137為主要之關鍵技術。核研所採用無機離子交換技術法取代傳統有機離子交換樹脂技術法，主要優勢包括耐酸性、可用於高放射性條件下之吸附分離、耐高溫性、良好之選擇性、操作簡便且天然無機離子交換材料較便宜，因此無機離子交換法是放射性廢棄物處理較為經濟和適宜之技術。



圖1. 無機吸附劑之吸附機制

核研所開發之放射性核種吸附技術主要採用天然無機離子交換材料進行顆粒化，已研製多種高選擇性無機吸附劑，可克服傳統高溫燒結以致吸附能力失活之缺點，具有99%以上之放射性核種去除效果，平均吸附容量達150mg/g以上，可適用不同pH值範圍之廢水處理、機械強度佳且耐輻射照射，符合最終處置之需求。研製產品經長時間實廠連續運轉（大於1,440小時）測試，仍穩定維持其原有效能及物化特性。

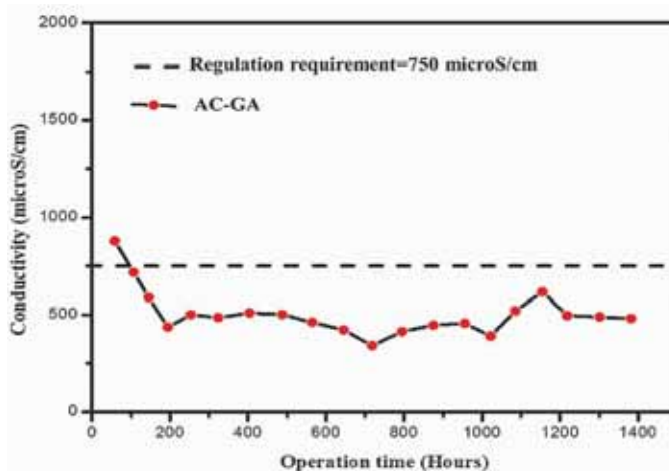


圖2. 處理後放流水電導度穩定性測試



圖3. 適用放射性水體來源

核研所低放射性廢液處理實廠將顆粒化無機離子交換吸附劑填充於直徑為26公分與高為100公分管柱中，廢液滯留時間於管柱中為12分鐘，每小時處理量約為26L，長時間連續運轉處理廢液體積為41,335L後，量測Gross β/γ 、銻-90與銻-137放射性活度皆達到法規標準，處理期間顆粒化無機離子交換吸附劑形狀完整，可承受較大管柱壓降，其機械強度佳，成本與處理效能皆優於國外產製之同效能商用吸附劑。

表1. 實廠長時間運轉數據

體積流率 (Lh ⁻¹)	監測項目	處理前 (BqL ⁻¹)	處理後 (BqL ⁻¹)	法規標準 (BqL ⁻¹)	Kd (10 ³ Lkg ⁻¹)	累積處理量 (L)
262	Gross β/γ	613	26.7	--	20.2	41,335
	Sr-90	279	24.5	32.6	9.6	
	Cs-137	178	<1.8	70.2	180	

核研所研製顆粒化無機吸附劑主要為矽鋁酸鹽與無機聚合物等多種成分進行常溫下成形，可應用範圍為核能工業產生之放射性廢液處理、一般石化業或鋼鐵業之廢液處理與學術研究及醫院產生之廢液處理。核研所將以目前研究成果技術為基礎持續開發與改良配方，以提高產品之應用性及使用端之廣泛性，並藉由核研所實際運作經驗測試平台，推廣或技轉至產業界，落實至民生應用，日後更可嘉惠國內外具放射性核種去除需求之產業。

相關專利佈局5案，其中4案已獲得，1案申請中：

1. Method for preparing granulated inorganic adsorbent for radionuclides, US14/527,941
2. 放射性核種用の粒狀無機吸著剤の調製方法，特許第6059306號
3. 放射性核種顆粒化之無機吸附劑的製備方法，發明第I510286號
4. 矽鋁氧複合物作為放射性磷酸除污廢液的固化劑的用途以及放射性磷酸除污廢液之處理方法，申請中
5. 吸附劑之造粒方法及該方法所製得之吸附劑顆粒，發明第I457173號



3-1-4

協助核設施除役與清理作業，增加工作人員輻射防護與作業安全：遙控蛇形機器手臂開發

在2025年非核家園之政府能源政策目標下，台電公司核一廠已進入除役階段，其核二廠、核三廠也將陸續展開除役，核研所台灣研究用反應器也規劃於110年開始進行爐體拆除作業。在核設施除役期間，可使用機器人或遙控機械手臂來協助工作人員安全地清除核環境中受污染的組件與設施，從而降低工作人員遭受放射性曝露，增進輻防安全。核研所為維護除役作業的安全性，率先投入核設施除役與清理作業之遙控蛇形機械手臂開發，並於核研所015D館高活度廢棄物地下貯存庫完成冷試車功能測試。

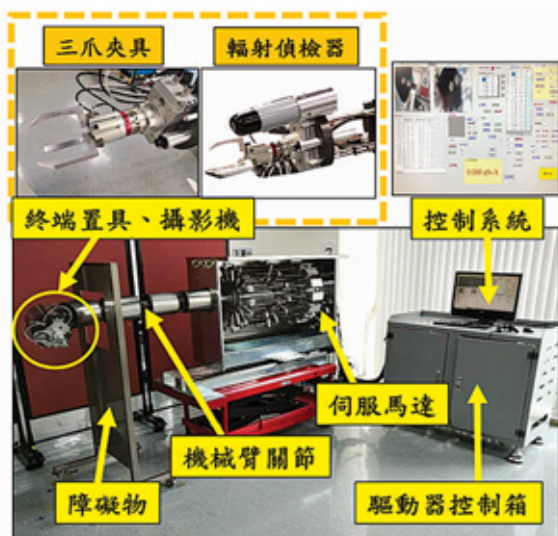


圖1. 6節遙控蛇形機器手臂

機械手臂運動控制

蛇形機器手臂的每節蛇身包含有基座(及支座)、延長之蛇身及頂點(及支座)，透過找出最後各點的所在座標，反推各馬達的轉動角度，即可順利控制位置。在機械手臂運動控制部分，是利用15顆馬達同步控制5個關節作動，每一段各有3個馬達利用鋼索控制平移及轉動，1顆馬達控制整體機構的水平移動。採用正向運動學及時間同步演算法計算每節蛇身正確位置，讓蛇身能夠平順移動，不會發生蛇身在同步運動時各關節發生彼此干涉問題。

機械設計與配置

因應核設施除役與清理作業之需求，核研所開發遙控蛇形機器手臂，其具備防水、多自由度、騰空、及最大5公斤驅動力量遙控機械臂功能，並具有6節管身設計及其相應之運動控制軟體。傳統機械臂大多只有2節管身機構，每節僅有2個自由度，本蛇形機器手臂具有15個自由度，因此可於部分狹窄空間中準確定位及靈活操作。蛇形機械臂採中空腔體設計，電源與信號線路可從蛇型機械臂內部通過，到達前端夾具。前端夾具配合高解析度攝影機之視覺回授及自動換頭模組，可自由選擇所需的夾具、刀具、雷射切割頭等工具，如此便可進行遠端高活度廢棄物夾取、分類或管路切割等多樣性工作。

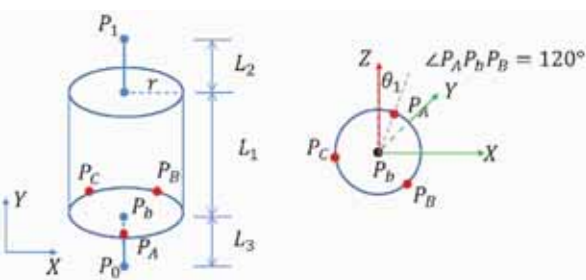


圖2. 蛇形機器手臂座標系統

運動模擬分析

機械臂基點位置設置為 (0,0,0)，蛇臂圓柱長度 (L1) 為22公分，關節連接柱長度 (L2) 為4公分，關節數共6節。當蛇臂各關節 ϕ 維持 0° ， θ 轉動至 -30° 時，終端點位置座標為 (112, 26, 0)；當蛇臂各關節 ϕ 維持 0° ， θ 轉動至 $+30^\circ$ 時，終端點位置座標為 (-112, 26, 0)；當蛇臂各關節 θ 維持 0° ， ϕ 轉動至 -30° 時，終端點位置座標為 (0, 26, -112)；當蛇臂各關節 θ 維持 0° ， ϕ 轉動至 $+30^\circ$ 時，終端點位置座標為 (0, 26, 112)。其模擬結果證明蛇臂可在空間中做垂直方向與水平方向之自由擺動，擺動角度可達 180° 。

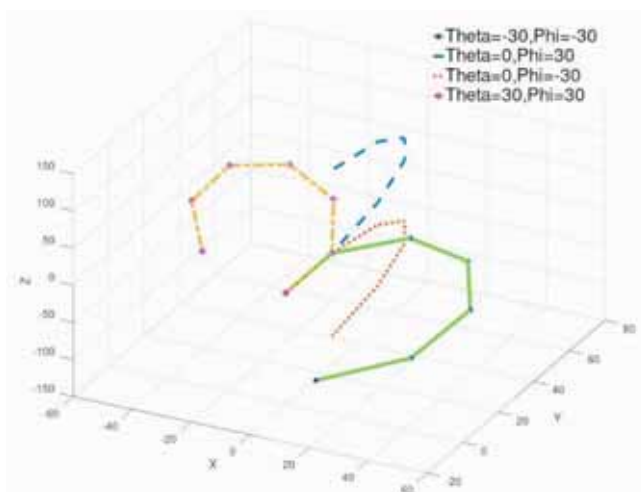


圖3. 運動模擬分析結果

終端夾持器夾取物件試驗

為實現蛇形機械臂利用終端夾持器夾取物件，核研所完成手動遙控機械臂以穿越、騰空、轉彎等方式避開障礙物，並利用終端夾持器成功夾取物件，確保機具未來可於狹窄空間中準確定位及靈活操作，以進行遠端高活度廢棄物夾取、分類或管路切割等多樣性工作。



圖4. 機器臂直線穿越障礙物



圖5. 機器臂騰空避開障礙物



圖6. 機器臂轉彎避開障礙物

015D廢棄物清理測試

高活度廢棄物地下貯存庫 (015D) 係用以貯存核研所 TRR 及其他實驗室運轉產生之高輻射劑量率固體放射性廢棄物，因應015D清理除役作業之輻射源夾取分類，以及工作人員輻射防護與作業安全需求，核研所利用蛇形機械手臂完成015D廢棄物清理測試計畫，建立多關節式機械手臂自主研發能力，進而有效執行核設施除役與清理等作業。



圖7. 需處理之廢棄物



圖8. 人員遠端遙控機械臂



圖9. 015D廢棄物清理測試

3-1-5

解決我國較高輻射劑量率的低放射性廢棄物盛裝窘境： INER-LRW-C2低放射性廢棄物盛裝容器開發

非核家園是我國既定的能源政策目標，在此目標下，台灣電力公司核能一廠已進入除役階段，此外，核研所台灣研究用反應器也規劃於110年開始進行爐體拆除作業。核設施的除役與拆除過程會產生相當數量的較高輻射劑量率之低放射性廢棄物，有效地盛裝該類型廢棄物，除能維護除役相關作業的安全性，並可節省大量的經費，有助於除役工作的執行。核研所為確保未來除役工作的順利執行，解決先前我國沒有適當容器可有效地盛裝該類型廢棄物之窘境，開發出一款適合用於盛裝該類型廢棄物之容器（INER-LRW-C2低放射性廢棄物盛裝容器），期能改善我國未來較高輻射劑量率之低放射性廢棄物的盛裝安全性與效率。該容器的使用許可申請書，主管機關物管局已於109年11月13日同意核備。

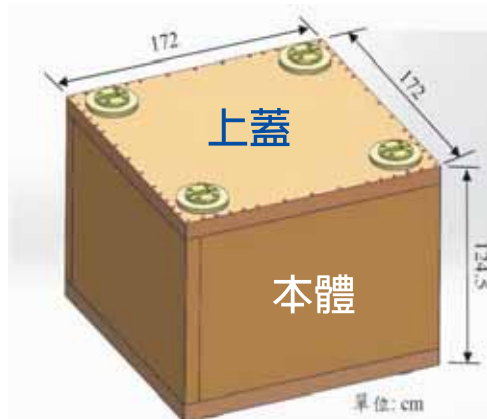


圖1. 容器外型尺寸

基本設計規格

核研所開發的INER-LRW-C2低放射性廢棄物盛裝容器，適用於盛裝較高輻射劑量率的低放射性廢棄物，具有75年以上的設計貯存壽命，並符合第二型工業包件的運輸設計要求，為一款具有貯存與運輸功能的低放射性廢棄物盛裝容器。該容器設計總重為21,600 kg，主要由厚度為10公分的ASTM A36鋼板所構成，此外，容器金屬表面鍍有厚度在200 μ m以上的熱浸鍍鋅層，熱浸鍍鋅層表面另塗敷一層厚度在125 μ m以上的環氧樹脂漆。容器的上蓋與本體間利用56支M20螺栓連接，上蓋與本體間另設置有兩只EPDM密封環，確保上蓋與本體間的密封性。

結構分析結果

完成INER-LRW-C2低放射性廢棄物盛裝容器設計後，核研所依據法規要求，分析該容器在不同情境下的結構強度與完整性，分析的情境包括：吊卸分析、堆積分析、與自由墜落分析。核研所利用ANSYS數值模擬軟體，分析該容器在上述情境下的結構強度與完整性，分析結果顯示：該容器結構設計強度與完整性符合法規要求。

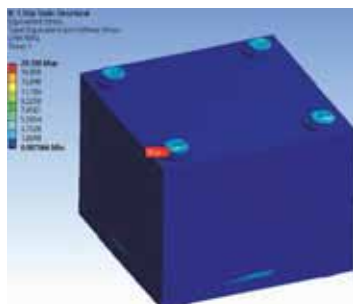


圖2. 吊掛分析

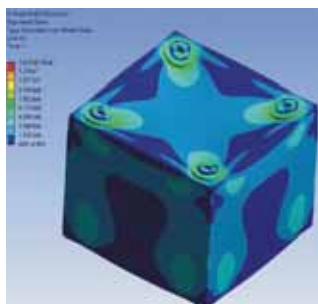


圖3. 堆積分析

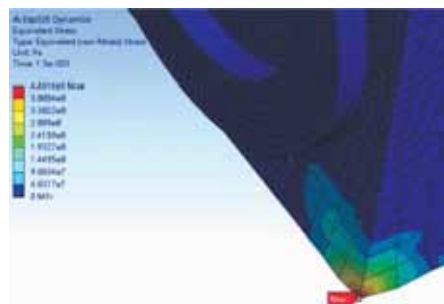


圖4. 自由墜落分析

容器製造

完成設計分析後，核研所委託國內廠商對 INER-LRW-C2 低放射性廢棄物盛裝容器進行試製工作。該容器的製作主要由鋼板銲接、熱浸鍍鋅、及油漆塗敷所組成。經試製後，確認該容器的製作具有經濟性與量產性，滿足未來核設施除役與拆除工作產生的大量較高輻射劑量率之低放射性廢棄物盛裝需求。



圖5. 容器完成熱浸



圖6. 容器完成

容器試驗

為滿足我國法規對低放射性廢棄物盛裝容器與第二型工業包件使用許可申請要求，核研所委託國內廠商，對該容器執行噴灑試驗、振動試驗、吊掛試驗、貫穿試驗、堆積試驗、與自由墜落試驗，其中自由墜落試驗包含了正向墜落試驗與傾角墜落試驗。經上述試驗後，確認 INER-LRW-C2 低放射性廢棄物盛裝容器滿足法規的試驗要求，確保該容器在貯存與運輸低放射性廢棄物時的安全性。



圖7. 容器銲接



圖8. 噴灑試驗



圖9. 振動試驗



圖10. 吊掛試驗

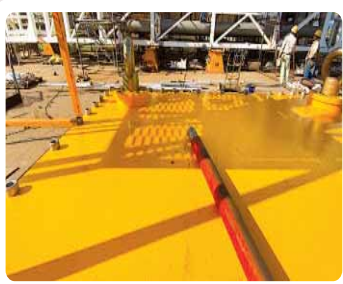


圖11. 貫穿試驗



圖12. 堆積試驗



圖13. 正向墜落試驗



圖14. 傾角墜落試驗

核研所開發的 INER-LRW-C2 低放射性廢棄物盛裝容器，滿足我國法規對低放射性廢棄物盛裝容器與第二型工業包件的設計分析與測試要求，該容器的使用許可申請書，主管機關管局已於 109 年 11 月 13 日同意核備。該容器未來主要用於貯存與運輸我國核設施除役產生的較高輻射劑量率之低放射性廢棄物，解決我國先前沒有適當容器可有效地盛裝該類型廢棄物的窘境，增進相關廢棄物的盛裝安全性及效率，確保未來我國核設施除役工作的順利執行。

3-2

綠能與系統整合

總統在109年5月20日就職演說時，宣示推動「六大核心戰略產業」；冀望值基於過去推動5+2產業創新的基礎，讓臺灣成為未來全球經濟的關鍵力量。其中，在綠能及再生能源產業、民生及戰備產業等方面，其推動策略方向扣合「能源轉型」政策，將有助於落實選定的目標。行政院原子能委員會核能研究所（以下簡稱：核研所）基於國家實驗室之定位，以開發多元化能源技術、推廣技術產業化為任務，並冀望帶動綠能產業發展以及提升競爭力。

核研所配合國家政策，多年來積極投入環境與能源科技領域之研究與發展，本（109）年度重點研發成果依五大面向摘要說明如下：

（一）節能：針對工業與民生必備的基礎製程需求，高能源效率、低環境衝擊之節能環保乾燥技術創造節能與經濟雙贏局面。

核研所建立「環保除濕輪和熱泵整合乾燥技術」，應用於農產品（以大蒜為例）乾燥場域測試；減少乾燥成本支出，提高作業環境品質。該自主核心技術藉由產業授權、技術服務、促進投資等實績，促成節能產業升級。展望未來，核研所將繼續開發高效率節能乾燥系統整合和綠色循環除濕輪吸附材料；並逐步推廣產業應用，開創多元化發展。

（二）儲能：儲能單元已大量應用於行動載具、綠色能源系統等領域，高容量、低成本、高安全性與供電可靠性等特性為未來儲能系統重要選項。

1. 膠固態鋰電池技術：傳統鋰離子電池技術應用上仍有安全性疑慮，為解決目前困境，核研所開發膠固態電解質及其成膜技術，並最佳化元件性能；目前已取得多項專利，並與廠商進行元件及組裝特性驗證。電容量測試結果顯示，目前重量密度/體積密度之指標與商用產品相當。核研所未來將進行相關安規及材料特性檢測，加速技術移轉至國內鋰電池產業。
2. 鈦液流電池（VRFB）技術：因應再生能源佔比大增，儲能系統有助於提升電網系統穩定性。核研所研發國產化儲能系統技術，開發液流電池關鍵材料及組件，獲得多項專利；目前已建置完整測試環境及技術，提供國內廠商技術支援，並評估未來量產技術及成品可用性。核研所建立國內自主關鍵技術能力，整合具有技術能量之廠商，形成供應鏈進而發展成新興綠能產業。

（三）潔淨能源：再生能源具有低碳足跡之特色，而固態氧化物燃料電池為潔淨且高效率之能源選擇，有助於減緩氣候變遷之衝擊與達成永續發展目標。

1. 有機太陽能電池模組：有機太陽能電池具有輕薄、可撓曲、可透光與在弱光環境效率佳等優勢，具有應用之獨特利基。核研所發展空氣環境下捲軸式連續塗佈軟性高分子太陽電池，所製備之模組具有高光電轉換效率。展望未來，核研所將扮演國內有機太陽電池中游之關鍵角色，整合上、下游以建立自主化核心技術，冀望在未來的國際市場搶得先機與競爭優勢。
2. 固態氧化物燃料電池（Solid Oxide Fuel Cell, SOFC）：核研所自製電漿噴塗金屬支撐電池單元（MSC），設計製作新型連接板用於組裝電池堆，完成5 kW發電系統之建

置；並完成自動化組裝平台，成功通過實測。另外，低溫型MSC電池片與陽極支撐型電池片(ASC)分別在550°C、800°C測試，結果顯示具有極佳的發電性能；後續目標為製程標準化，以利實務電池堆組裝與系統應用。核研所藉由技轉與合作，積極協助廠商建構SOFC自主技術，促進國內建立完整產業鏈。

3. 風能技術：風力發電是再生能源中最具潛力及實用價值之選項，而離岸風電為「六大核心戰略產業」的重點項目之一。本研究選用5 kW商用風機作為NREL 5 MW參考風機的縮尺模型，另從機構設計及控制系統建立規劃配置。核研所建置之浮動式縮尺風機系統具備葉片旋角及轉向主動控制系統，可作為模型進行未來抗颱風浮動風機關鍵技術開發與實海域驗證。

(四) 智慧系統整合：發展配電網路管理視覺化功能，可強化配電轉供決策及圖資整合應用，進而有效提升再生能源併入電網的滲透率。

隨著環境永續議題漸受關注，未來將有大量再生能源併入配電饋線；因此，開發輔助決策系統加速停電事故復電時間，將可提升系統使用之便利性。核研所以商用開放式圖台整合配電監控(SCADA)與地理圖資系統(GIS)、及配電調度應用程式，建構具視覺化配電網路管理與應用系統。該成果專利獲得2020 TIE台灣創新技術博覽會鉑金獎殊榮，並移轉予國內廠商；希望藉由核研所技術突破，促成本土產業之加值應用，提升產業技術及創新應用。

(五) 循環經濟：循環經濟新模式透過能資源的再利用，以期達到永續發展及環境共生的願景，而生質物、廢棄物潛能之應用將有利於強化自主能力的建構。

1. 生質塑膠技術：生質塑膠聚乳酸(PLA)採用低碳、無毒的發酵、合成過程，是一種低碳足跡的生產方法；而在特定環境中生物可分解性的特點，使PLA回收再利用具有更多選項。核研所發展一種PLA高溫解聚技術，再生物可再聚合為全新的PLA；而將廢棄PLA進行適當的預處理，也可視為生質能源。展望未來，核研所持續推動環境友善PLA技術之產業化應用，以及兼具環境永續發展之新興生質精煉產業。
2. 廢棄物再利用：前述「環保除濕輪」之原料是氫氧化鋁，來源為天然鋁礬土，提煉過程耗能增加二氧化碳排放。核研所為此發展一種綠色製程，將煉鋁爐渣純化分離提取環保再生吸附材料，製成多孔高吸濕能力的綠色環保除濕輪。其次，核研所研發鈳液流電池儲能技術，係利用四種不同氧化態的鈳離子存在於電解溶液中來儲存化學勢能，達成可充、放電的循環。鈳電解液可從含鈳事業廢棄物中製備：包含廢觸媒到五氧化二鈳前處理、製作電解液、建廠生產等。核研所建構國內資源的再利用自主技術，兼顧產業發展與環境保護雙贏之政策目標。

總結言之，核研所深耕於新再生能源技術研發多年，多項領域已達到國際化的技術水準。展望未來，核研所將持續配合國家永續發展政策的推動，掌握自主性關鍵技術；冀望達成潔淨低碳之政策目標，並加速綠能推廣及產業化。

3-2-1

節能環保乾燥技術在大蒜農產品乾燥的應用

除濕與乾燥是工業與民生必備的基礎設備，其用電量(包含空調除濕與熱風乾燥)約占全國耗電的17% (約417億度電)。透過蒐集市售吸附乾燥設備資料，分析結果發現市售乾燥設備在耗電及成本兩項指標尚有可改善空間。耗電部分：市售機台多採電熱方式加熱再生空氣，能源效率較低。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，導致設備成本增加。此外，台灣大蒜採收後多以柴油燃燒機熱風乾燥調理，使含水率下降量達20%~30%再進行貯藏。柴油燃燒熱風機設備便宜，但有以下缺點：耗時且耗能，產生噪音和空氣污染物。核研所針對耗電大及成本高兩問題進行研發，建立「除濕輪」乾燥設備之自主核心技術，打破國際壟斷降低成本，並且開發「環保除濕輪和熱泵整合乾燥技術」，具有安靜、節能、無空氣污染等優點，非常適合農產品(以大蒜為例)乾燥，創造節能與經濟雙贏局面。

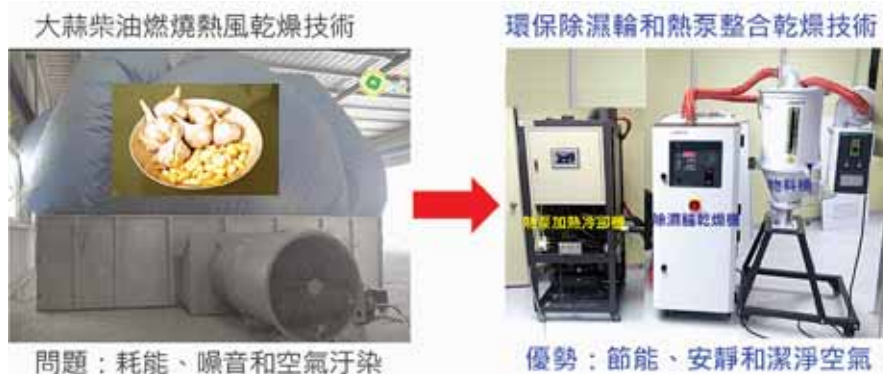
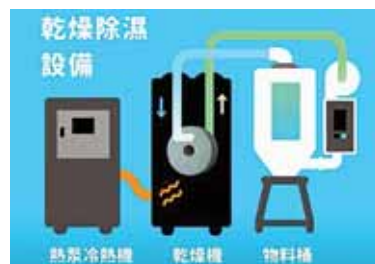


圖1. 傳統大蒜乾燥的問題和節能環保乾燥技術的優勢

除濕輪的原料是氫氧化鋁，來源為天然鋁礬土，提煉過程需要投入大量能源和增加二氧化碳排放。由於國內無礦場，主要原物料依賴進口，實有必要發展解決環境汙染與原料匱乏之技術。核研所為此發展一種綠色環保除濕輪製作方法，將煉鋁爐渣純化分離提取環保再生氫氧化鋁及氧化鋁吸附材料，添加至3D網狀結構泡棉載體中，經由燒結程序，製作成為開孔型多孔三維網狀骨架結構的多孔陶瓷輪體，再附加活性氧化鋁吸附單體，經高溫燒結使表面堅硬，成為高吸濕能力的綠色環保除濕輪。並且因為除濕輪在吸附除濕過程需要預先降溫，在脫附再生過程需要加熱，故以熱泵進行熱能整合，提高能源效率。最後將環保除濕輪與熱泵整合成為節能環保乾燥系統，可應用於食品、塑膠和半導體產業。

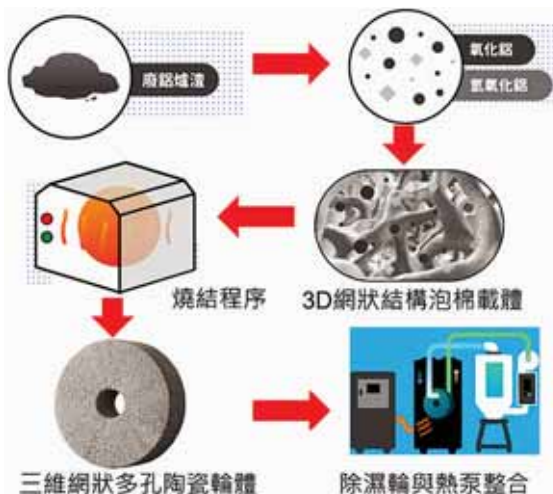


圖2. 節能環保乾燥技術的流程圖



圖3. 澤西歌公司投資的多孔陶瓷生產製程設備

109年促成翔英耐火公司『電漿輔助材料精煉及多孔陶瓷技術』技術授權，授權金60萬元，定額權利金40萬元，合計新台幣100萬元，提升該廠商多孔陶瓷製作技術。其次，接受磁技興業公司委託『廢輪胎電漿熱裂解回收碳作為遠紅外線材料及除濕輪原料可行性評估』，金額40萬元，協助廠商擴增除濕輪原料來源。另外，接受竣丞國際公司委託『輔助鍋爐排氣降溫及節能改善的規劃設計和監造』，金額20萬元，協助廠商提升能源效率。促進翔英耐火公司和澤西歌公司投資生產共1,200萬元。

109年於雲林縣大蒜農舍完成540 kg大蒜乾燥場域測試，結合除濕輪乾燥設備和熱泵，放大5倍乾燥處理風量，從40m³/h(108年)提升至200m³/h(109年)。測試期間熱泵完全取代電熱器成為除濕輪再生的熱源，運轉正常沒有故障。大蒜乾燥移除水量>30%，乾燥能源因數值超過目標0.6 kg/kWh，將大蒜傳統柴油熱風乾燥時間從25日縮短為12日，減少乾燥成本支出。尤其重要者，乾燥過程完全不使用柴油，不會產生衍生性空氣污染物排放；且噪音量由原92 dB降至55 dB，提高作業環境品質。

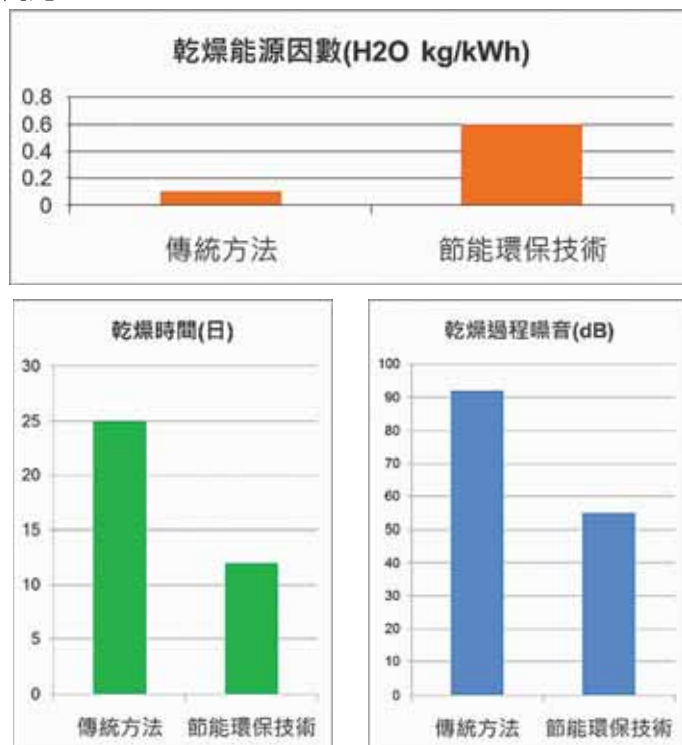


圖4. 傳統大蒜乾燥方法和節能環保技術比較

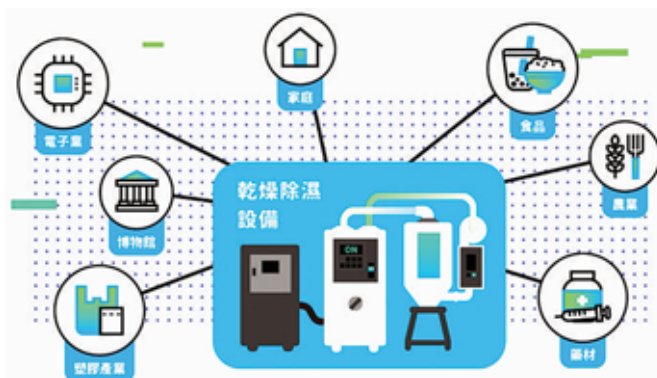


圖5. 節能環保技術的未來應用方向

110年將繼續朝向節能乾燥系統整合和綠色循環除濕輪吸附材料開發等方向發展，進階回收除濕輪再生廢熱與減少熱能損失，以提升乾燥能源因數至0.8 kg/kWh，將解決除濕輪製程問題及添加劑量最佳化，提升良率至90%，提升大蒜乾燥場域測試規模至1,000公斤，並邀請乾燥設備產業參與和促成技術轉移，逐步推廣應用於相關產業如食品業、塑膠業、半導體、造紙業、陶瓷業等，開創多元化發展。

3-2-2

可提升鋰電池安全特性之低成本膠固態電解質技術研發

鋰離子二次電池已大量應用於日常生活，提供消費型電子產品、穿戴式產品、電動車以及綠色能源儲能等應用。然而，傳統鋰電池技術使用液態電解質作為離子傳輸材料，導致不時出現燃燒及爆炸等操



作上的安全性疑慮。因此，基於安全性以及追求高電容量的考量下，膠固態電解質或全固態電解質技術將逐步取代現有鋰電池所應用之液態電解質的技術。相關技術比較如表1所示。而國外知名研調單位的報告更進一步指出，應用於鋰電池之固態電解質產業將於2030年超過70億美金的市場規模。其中，應用膠固態電解質技術的鋰離子電池在安全特性上展現出高度的應用潛力。此外，膠固態鋰離子電池的整體製造成本亦被認定將與現有商用之液態鋰電池技術相近。雖然膠固態鋰離子電池技術已經研發近40年，且特性上具有安全性、高電容量以及產品應用靈活性等多項優點，然而，於室溫環境下，整體膠固態電解質薄膜的離子電導值偏低仍是目前技術應用上急待解決的主要議題之一。因此，核研所開發膠固態電解質及其成膜技術，以進一步解決目前液態電解質所遇到的困境，並以能同時達成高電容量、低成本與高安全性的最佳化鋰電池元件為主要目標。

表1. 鋰電池技術比較表

技術分類/特性	液態鋰電池技術 (市場現有技術)	類固態鋰電池技術 (膠固態技術)	全固態鋰電池技術
安全性	安全性低 (有機溶液)	安全性高 (高分子有機材料+阻燃劑)	安全性最佳 (無有機材料及溶液)
量產技術	成熟量產技術	隨著技術發展可與現有液態電池技術整合。	採用半導體級製造技術鍍率極慢，需要技術突破。
電池電容量	高 (幾百mAh以上)	略低於液態電池結構 (幾百mAh)	遠低於液態電池結構 ($\mu\text{Ah}\sim\text{mAh}$)
製程成本	最低 (平均\$USD 137/kWh)	隨著技術發展可接近現有製造成本。 (接近\$USD 137/kWh)	半導體級製造技術，鍍膜鍍率慢，成本高，需技術突破。 (約\$USD 1,500/kWh)
主要應用領域	儲能及穿戴式裝置 (中高容量應用)	儲能及穿戴式裝置 (中高容量應用)	IOT感測模組 (小電容量應用)
差異性	電池正負極極板分別製作於不同基材上，電池結構(幾百 μm)為兩個基材堆疊組合。	電池正負極極板分別製作於不同基材上，電池結構(幾百 μm)為兩個基材堆疊組合。	單一基材上以鍍膜完成電池正負極電池結構(< 1 μm)，為單一個基材。

資料來源：Steve LeVine, “Batteries Are Advancing According to Their Own Little-Known Moore’s Law,” The Mobilist. 擷取自<https://themobilist.medium.com/batteries-are-advancing-according-to-their-own-little-known-moores-law-5a17c1d141d5>

目前核研所開發之膠固態電解質技術於室溫環境下，其整體薄膜的離子電導值可大於 10^{-4} S/cm，優於應用在鋰電池之現有技術。近期，並藉由與電池及電芯廠的合作，加速該技術的產業化進程，完成連續式捲軸印刷成膜製程技術試量產驗證程序，製成幅寬15cm之膠固態電解質膜產品如圖1所示。該技術主要優勢在於從原料配置階段至產品成膜階段皆可於大氣環境下進行操作，無特殊操作環境之限制。此外，膠固態電解質之前驅物配製完成後於常溫時呈現固態，加熱時則呈現液態，並可於液態時藉由塗佈技術製成不同厚度與形狀之膠固態電解質薄膜。進一步將此膠固態電解質薄膜與目前市售之鋰電池正、負極電極片貼合成三明治結構，即可完成鋰電池製作，製作過程簡單、快速。相關膠固態電解質膜技術規格如圖2所示。



圖1. 卷對卷膠固態電解質膜樣品

膠固態電解質膜規格	
電解質厚度	50 μ m~150 μ m
離子導電度(常溫)	$\sim 10^{-4}$ S/cm
機械特性	可彎曲
材料特性	阻燃性

圖2. 膠固態電解質膜規格

截至109年底，核研所已取得鋰電池相關專利共計14項，並與國內廠商進行電解質薄膜技術驗證及電池組裝特性驗證；例如，使用商用鋰鎳鈷錳正極片、石墨負極電極片所組裝之面積960cm²的鋁塑膜封裝鋰電池，整體電容量達1800mAh以上，如圖3所示。該數據若換算成重量電容量密度/體積電容量密度，其數值與目前液態鋰電池商用產品的規格相當。

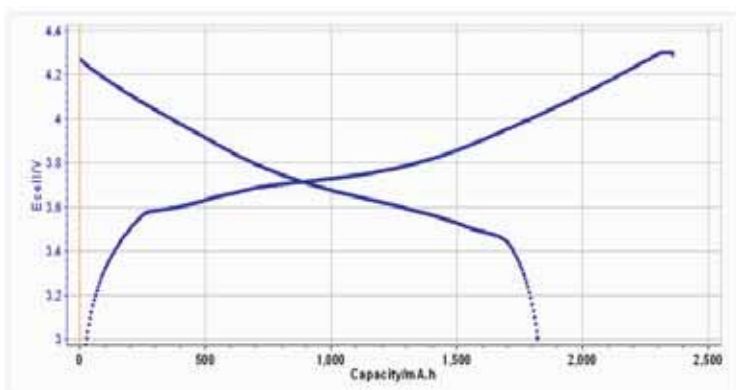


圖3. 左圖：鋁塑膜封裝之膠固態鋰電池充放電曲線，右圖：膠固態鋰電池樣品照片

目前可提升鋰電池安全特性之低成本膠固態電解質技術已完成數公斤級的小規模電解質成膜測試，並經由商用鋰電池正負極材料的組裝達成電容量大於1.8 Ah的膠固態鋰電池初步評估驗證。未來將持續與國內廠商持續合作進行小規模的試量產與大電容量電池的製作驗證，並同步進行鋰電池相關安規及材料特性檢測，進一步加速低成本膠固態電解質技術移轉至鋰電池產業之速度。

3-2-3

全國產化液流電池技術打造在地儲能產業聚落

為達成2025年綠能目標，因應再生能源占比20%的政策，提升電網系統穩定性，政府規劃2025年前設置590MW儲能系統；因此，對儲能電能安全的重視程度與解決安全性問題的急迫性高，同時也積極尋求新的電池技術，液流電池為新選項之一。液流電池具有本質安全性高、壽命長、儲電功率與能量可分別彈性設計、材料容易回收處理、其水性電解質不可燃等特點，具有大型化儲能系統發展潛力。

我國積極推動各類新及再生能源發電設置。再生能源大量導入後，藉由儲能增進再生能源之可調控性及發揮最大發電效益，協助達成政府推展綠能政策目標。建置自主綠能電網液流電池儲能運維技術甚為關鍵，除達成再生能源設置極大化之政策目標外，將建置示範系統，驗證未來儲能應用情境技術可行性。



圖1. 國產隔離膜技轉案

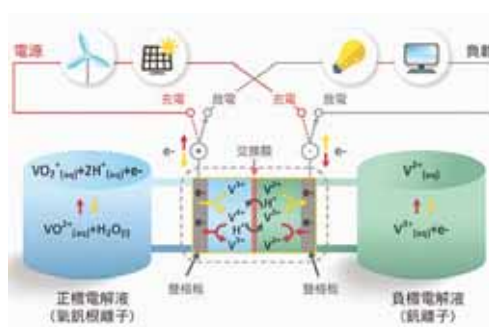


圖2. 液流電池儲能系統示意圖



可擴充式

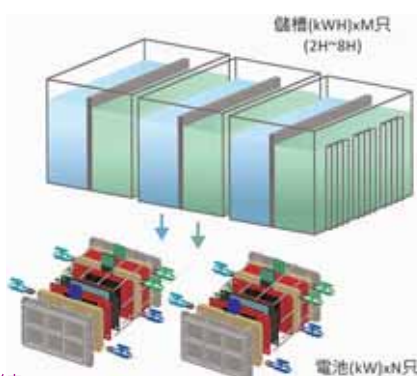


圖3. 國產自製液流電池儲能系統

液流電池主要關鍵材料及組件包含電解液、電極材料、隔離膜及雙極板等，各有其作用機制及改善方案。關鍵材料間由於相互作用影響，造成效能、壽命及成本間關聯性複雜，需要進行不同材料組合測試，並搭配最適化操作條件，評估最佳效能及作為改善依據，進一步釐清材料及組件可提升極限，以提高液流電池可靠性與穩定性、提高儲能系統性價比、實現液流電池實用化和產業化的基礎。

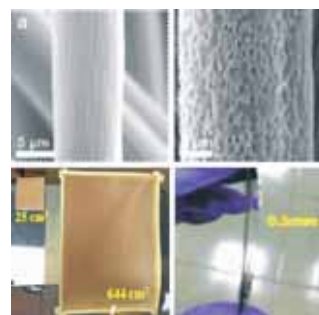


圖4. 國產自製液流電池關鍵材料

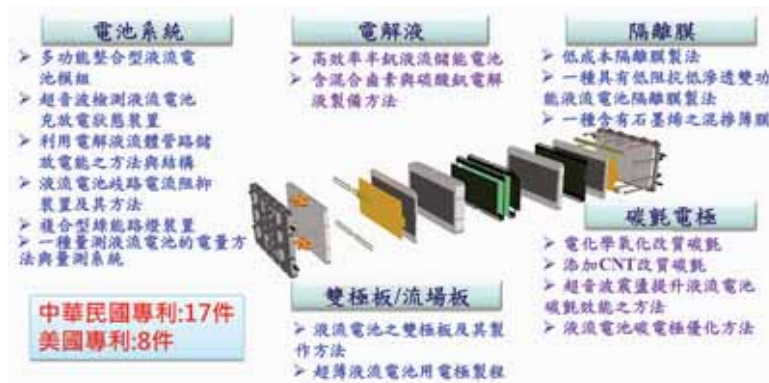


圖5. 核研所液流電池專利佈局

雙極板及隔離膜等有效降低系統成本，且具有產業合作機會之專利為申請重點。目前已獲得電池系統 (9件) (109年技服1件)、碳氈電極 (7件)、雙極板/流場板 (4件)、隔離膜 (3件) (109年技轉1件)、及電解液 (2件)。

核研所已完成實驗室級 (3-6 W) 單電池、~kW級電池堆測試與儲能系統現地測試等完整測試環境及技術，除可進行研發及測試隔離膜、電極材料、雙極板及電解液等材料之效能、元件特性外，尚能應用與再生能源等介面整合及電能管理等，提供完整儲能技術發展技術支援。

國內廠商委託核研所執行「雙極板與電極組合效能測試」技術服務案，執行該公司研發之雙極板與電極組合之能量效率及電容量衰減率等效能測試，為評估未來量產技術及成品可用性。

核研所之國產自製液流電池模組結構採用雙極板及邊框一體化成型設計，減少組裝接點、提高加工之方便性。該模組採用鑄模熱壓成型技術取代過去採用CNC加工模式，降低未來大量生產時所需成本；並使用可撓式複合雙極板取代傳統硬質純石墨板，一體化製程簡易度大幅提升，降低成本20%以上。

核研所建立國內自主關鍵技術能力，整合具有技術能量之材料或組件廠商，形成供應鏈進而發展成新興綠能產業。建立全鈦液流電池模組化系統設計能力及運維技術，提升系統運轉壽命；藉由關鍵材料製程研究及提高電池堆系統效能，增進技術競爭性及經濟性。



自主組裝電池模組技術

國產自製電池模組

圖7. 核研所國產自製液流電池模組

核研所積極進行專利佈局，突破國際大廠專利包圍網，扶植國產企業催生液流電池國產品牌。計畫初期佈局電極、電池組等提升效能關鍵技術；近年以增進系統長期運維穩定性之電解液調控、復原方法、廢棄物製備電解液、超薄

3-2-4

環境友善的生質塑膠技術-聚乳酸 (PLA)

低碳 無毒 多元回收利用方法

聽過PLA嗎？只要大家仔細觀看透明雞蛋盒的底部，應可經常發現有打印PLA的字樣，這表示該雞蛋盒正是由PLA這種材料所製備而成的。PLA其實就是聚乳酸 (Polylactic acid) 的英文縮寫，是目前市場上非常普遍的一種生質塑膠，廣泛應用在餐具、吸管、食品包材、農地膜、3D列印線材及生醫材料等多樣化的領域，因此早已存在你我的日常生活中。顧名思義，聚乳酸就是以常見的乳酸為原料，用人工合成的技術所生產的生質塑膠，而乳酸則可用澱粉、蔗糖、纖維原料等各種生質物 (Biomass) 中的糖成分為進料，以生物發酵的方法生產獲得；因此，聚乳酸可說是用植物取代石油，所生產的一種替代塑膠。目前市場上所見到的聚乳酸，幾乎都是由玉米澱粉及蔗糖所生產的產品，國際上尚未有用纖維原料生產聚乳酸的商轉廠。



低碳、無毒的PLA生產技術

與石化塑膠的生產製程相較，PLA生產技術可說是一種低碳、無毒的塑膠生產方法；以核研所開發的PLA生產技術為例，其生產乳酸的發酵溫度約37°C，可說是相當溫和的操作溫度。因此，其生產時所需要投入的化石燃料會較少，相對上也使得溫室氣體排放量會較低，可說是一種低碳足跡的生產方法。至於乳酸合成聚乳酸的過程，雖屬於中高溫的化工製程，但過程中並不會有毒性或致癌性的物質排放，且操作溫度與壓力也仍較石化塑膠的合成製程為低。

表1. PLA生產技術之低碳無毒特性

項目	PLA生產技術
原料	玉米、蔗糖、纖維原料，皆為天然物，無毒性
乳酸生產	採用微生物發酵技術，反應溫度約在30~40°C之間，相對耗能及需要石化能源較少，碳足跡較低
中間產品	為發酵產出之乳酸溶液，無毒性 (例如養樂多組成即是以乳酸為主)
乳酸合成聚乳酸	中等範圍操作溫度(150~200°C)，無毒性物質散逸
製程操作壓力	低(常壓)，耗能較少
製程風險	低 (原料或中間產物無毒性，不易產生逸散，對環境較友善)

聚乳酸酯粒



PLA生物可分解性的價值在於展現多元的再利用路徑

PLA一般在50–60°C、高濕度及有細菌的環境中可完全分解，分解時間則隨PLA產品的厚薄及分子量而有所不同，但於海水中則幾乎無法自行分解。事實上，絕大部分的塑膠在海水環境中皆無法分解，但無論是何種塑膠，本來就不應丟棄至海洋中，解決海洋污染的關鍵，仍取決於人類的作為；而PLA生物可分解性的特點，就是讓PLA回收再利用有更多的選項的關鍵。由於PLA反覆再利用後，會因其物性劣化而需要最終處置，因此核研所近期即發展一種PLA高溫解聚技術，可在不添加化學藥劑下將PLA分解為乳酸，這些再生的乳酸遂可再聚合為全新的PLA。另外，目前歐盟堆肥標準(EN13432)已將PLA視為有機廢棄物，並建議可採用堆肥及生產沼氣作為最終處置。故核研所將廢棄PLA進行適當的預處理，與稻稈混合生產沼氣，發現可較稻稈單獨處理增加70%的沼氣產量。又PLA若以焚化發電處理，也可視為生質能源。



圖2. 聚乳酸具多元再利用路徑

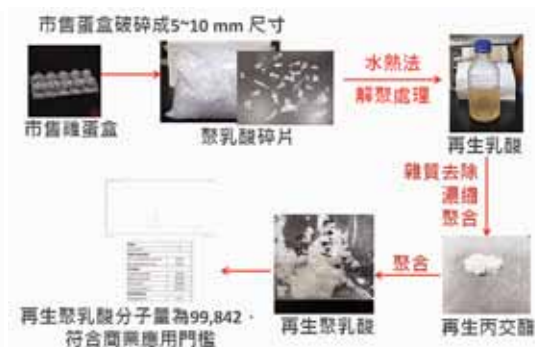


圖3. 製備再生乳酸及合成聚乳酸之流程

核研所PLA技術即將開枝散葉

以非糧、多樣化的生質物為料源是核研所PLA技術的特點，除以傳統的澱粉及蔗糖生產外，更可利用技術複雜度更高的纖維原料為原料，生產高純度的L型乳酸及D型乳酸，並進一步聚合為PLA。近期核研所已與國內外多家公司合作，推動PLA生產技術之產業化應用，例如目前即與紐西蘭廠商合作，規劃整合當地人工造林業、合板廠，運用合板廠剩餘的廢木片生產PLA，據此發展木材生質精煉產業鏈。

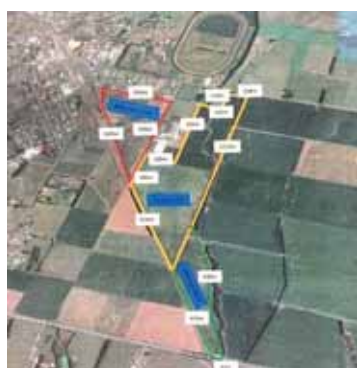


圖4. 紐西蘭PLA生產廠預定建廠地點

化應用，例如目前即與紐西蘭廠商合作，規劃整合當地人工造林業、合板廠，運用合板廠剩餘的廢木片生產PLA，據此發展木材生質精煉產業鏈。

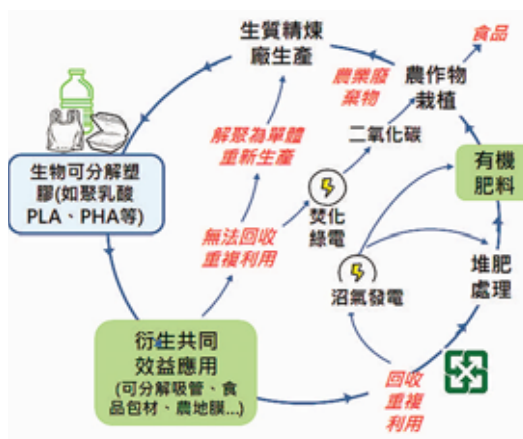


圖5. PLA生產與再利用整合示意圖

點亮PLA生質塑膠技術的前景

展望未來，核研所不僅將持續推動環境友善PLA技術之產業化應用，也將進一步開發海洋可分解塑膠PHAs的生產技術。屆時可與PLA生產技術相輔相成，協助國內開創生質塑膠上游端供應產業，使生質塑膠產品製造廠商有更多元的PLA進口管道。另外，核研所也將會適時評估回收PLA生產沼氣及轉換為再生乳酸的相關技術，以進一步展現PLA生產的效益與價值。

3-2-5

內外皆宜之軟性有機太陽電池模組

目前居市場主流之傳統矽晶太陽能電池在戶外陽光充足環境下，確實有不錯及穩定的發電效率，適用於屋頂型或地面型之太陽光電系統。但是矽晶太陽能電池之缺點如下：偏厚、易碎、不具可撓性且不透光、加工困難、在陰天或室內弱光下發電效率大幅下降等，使得在室內及戶外一些場域之應用幾乎毫無用武之地。



有別於須使用高溫及真空製程之矽晶太陽能電池，有機太陽能電池可在空氣環境下以溶液方式塗佈印刷製備，因具有輕薄、可撓曲、可透光與在弱光環境下效率大幅提升等獨特優勢，使其兼具戶外(如農業溫室、隔熱窗及建築整合等)及室內(物聯網感測器、智慧卡與智慧醫療電子產品等)應用之獨特利基。核研所已建立國內唯一之軟性有機太陽能電池模組大面積卷對卷量產製程技術服務平台，且正與廠商合作開發室內及戶外等各種應用產品及其場域測試，並尋求國內企業建立先導型量產線技術，希冀建立國產化有機太陽電池產業鏈。



圖1. 核研所之卷對卷有機太陽電池製程設備及其製備之軟性有機太陽電池模組

核研所發展空氣環境下捲軸式連續塗佈軟性高分子太陽電池，以狹縫塗佈技術結合捲軸式軟性連續塗佈製程，成功開發快速且通用性製程技術，可將多種材料塗佈於軟性基板上。其所製備之大面積(面積 100cm^2)軟性有機太陽電池模組具有高光電轉換效率。在室內應用方面，於 500 lux 之TL84光源環境下，模組發電功率超過 $27\text{ }\mu\text{W}/\text{cm}^2$ ，相當於轉換效率16%以上；其預測壽命超過四年，已相當貼近未來商業化應用之規格。該模組可與超級電容機電整合成為自主性電源，並應用至低功耗電子產品，如IoT感測設備等。在戶外應用方面，核研所開發之可透光大面積軟性太陽能電池模組效率可達5.6%，透光度超過20%，可完全貼合於透明塑膠材質之農業溫室，達成農電共生之願景。另外，亦可應用於建築整合及隔熱窗，兼具發電及隔熱膜功能，達到節能減碳的目的。



圖2. 核研所開發之可透光軟性有機太陽電池模組



圖3. 核研所軟性可透光有機太陽能電池模組技術榮獲「2020年台灣創新技術博覽會展覽與競賽」發明競賽金牌獎

參加「2020年台灣創新技術博覽會展覽與競賽」發明競賽，獲得金牌獎之殊榮。目前正利用產學合作計畫，在農委會農業試驗所進行實地場域測試，以利未來落實於農業溫室應用，達成農業與綠能雙贏之政策目標。

具備軟性且可透光的特性為有機太陽能電池模組最大賣點，然其因製程困難導致目前學術界較少研究。然而核研所在相關製程開發上已有所突破，目前大面積軟性可透光有機太陽能電池模組其轉換效率分別可達5.6%與3.6%，其對應之可見光穿透度約為20%與30%，其成果已與目前已發表之文獻相當。

軟性有機太陽電池模組商業化的條件，除了效率外，穩定度為最關鍵之因素。而改善穩定度的關鍵則在於封裝技術。核研所開發之應用於軟性大面積有機太陽能電池模組封裝技術，強化了軟性模組抵抗外界環境中水氣及氧氣的侵入，進而改進濕熱加速測試之行為，在65°C / RH65%的 T_{80} 壽命加速測試可以超過1000小時。此成果已於110年發表於國際SCI期刊(Solar Energy (2021), Vol. 213, pp. 136-144)。

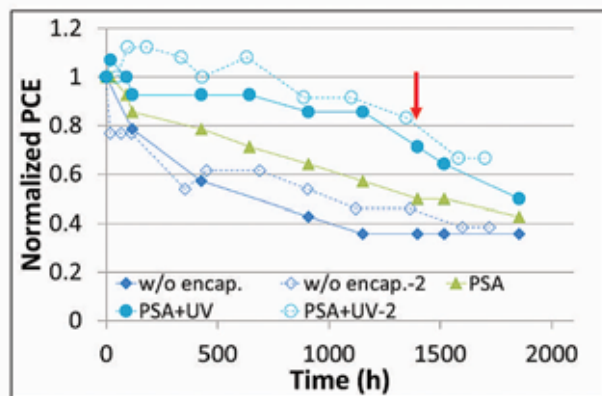


圖4. 大面積軟性有機太陽能電池模組於65°C / 65% RH 下其 T_{80} 壽命超過1400小時



圖5. 為本土化產業奠基：產學研一條龍脈絡

核研所是國內唯一具卷對卷軟性有機太陽能電池模組量產製技術、專利、實驗室級量產設備機台與模組面積放大(upscale)經驗之機關。展望未來，核研所將扮演國內有機太陽能電池中游地位之關鍵角色，整合上游學術界/材料商與下游產業廠商成一條龍發展，以建立本土化核心關鍵技術專利與具國際市場競爭優勢，使我國軟性有機太陽能電池產業在未來的國際市場搶得先機與競爭優勢。

3-2-6

氫與氧的奇妙旅程-固態氧化物燃料電池發電技術

核研所從事固態氧化物燃料電池 (SOFC) 技術之開發，與國內連接板及保護層披覆業者合作，設計製作新型電池堆連接板，用於組裝金屬支撐型電池堆。目前已完成5 kW發電系統之建置，以四組10片裝金屬支撐型電池堆做性能測試；並完成電池堆自動化組裝平台之建置，成功通過短電池堆組裝實測。另外，完成四組國內全自製kW級金屬支撐型電池堆組裝及測試，顯示已掌握電池堆關鍵技術。在電池片製作專利授權合約框架下，積極協助業者進行量產陽極基板刮帶與商業化電池片製作及後續之效能驗證評估，促進國內建立完整產業鏈。

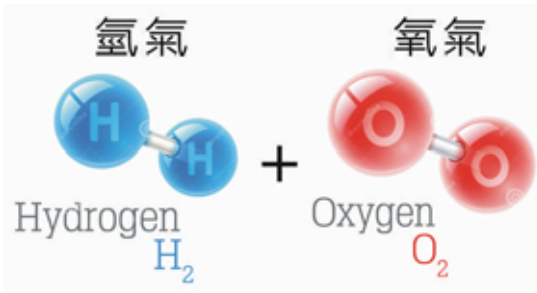


圖1. 核研所自製MSC電池堆

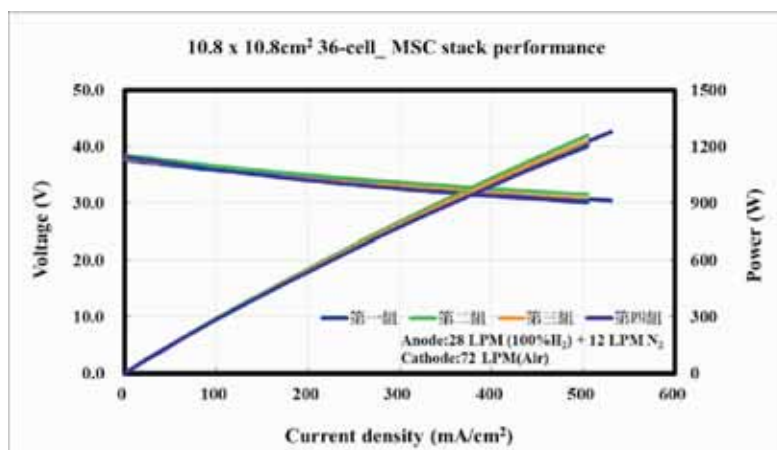


圖2. 電池堆效能特性曲線

Kw級新型電池堆

核研所利用自製電漿噴塗金屬支撐電池單元 (MSC)，進行四組新型設計36片裝電池堆之組裝與測試。轉氫程序完成後進行拉電測試，其中一組電池堆電流輸出為40 A時，此時達最高輸出功率1.23 kW，平均每片電池片功率輸出為34.2 W；四組電池堆性能表現接近，確認組裝程序具再現性。

低溫型電漿噴塗金屬支撐固態氧化物燃料電池

精進金屬支撐型固態氧化物燃料電池片於低溫應用之發電功率，單電池片 ($10 \times 10 \text{ cm}^2$) 在 0.7 V 以及 550°C 下，功率輸出可達 28.8 W (功率密度 356 mW/cm^2)，結果顯示該類型電池片具有極佳的低溫發電性能。

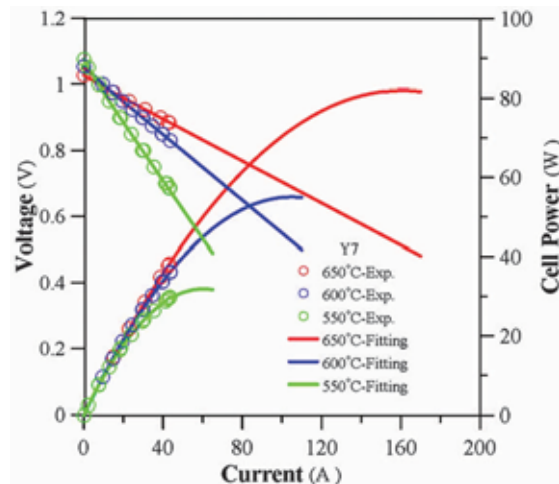


圖3. 低溫型電漿噴塗金屬支撐電池片之測試結果

陶瓷基板陽極支撐型固態氧化物燃料電池

進行陽極支撐型固態氧化物燃料電池 (厚度約 $430 \mu\text{m}$) 效能提升研究與穩定小量產製，藉由導入陽極梯度組成與基板孔隙改良，以YSZ為電解質之電池產品於 800°C 測試，開路電位達 1.13 V ， 0.7 V 時發電功率約達 30 W (功率密度 370 mW/cm^2)；後續目標為製程標準化及降低產品效能變異係數 (coefficient of variation)，以利實務電池堆組裝與系統應用。

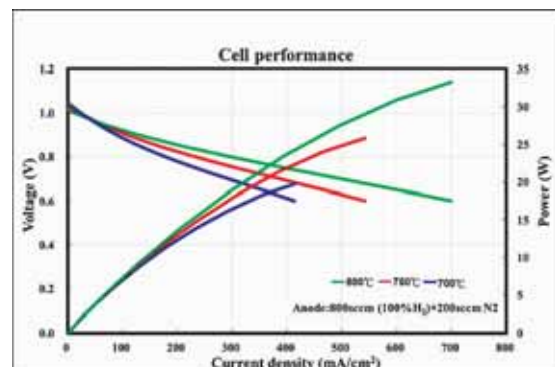
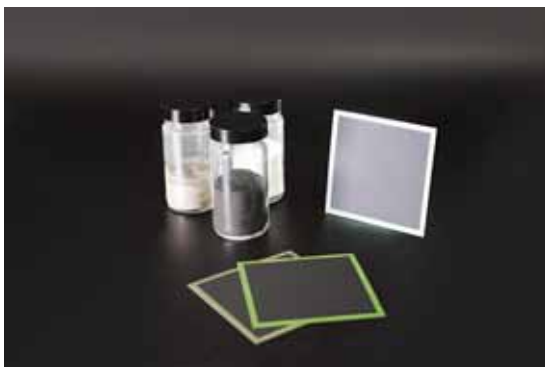


圖4. 陶瓷基板陽極支撐型固態氧化物燃料電池商化製程與效能提昇

燃料重組蜂巢式觸媒

新型蜂巢式觸媒於燃料重組反應中具有較高活性，表現出抗碳沉積能力，使用壽命更長。

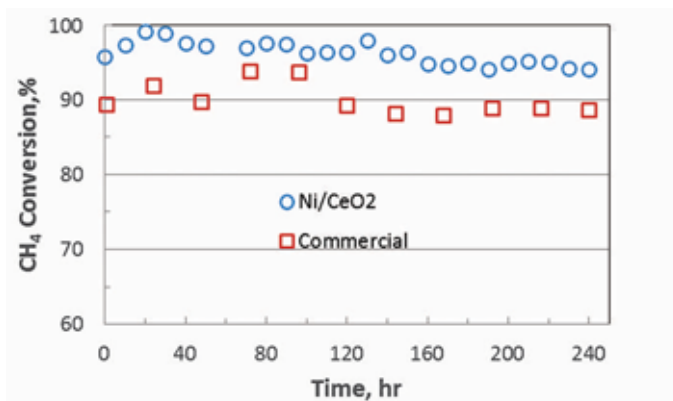


圖5. 燃料重組蜂巢觸媒使用壽命更長

獲獎

【電漿噴塗金屬支撐型固態氧化物燃料電池片製備技術】榮獲2020年第17屆國家新創獎年度續獎

3-2-7

具視覺化配電網路管理與應用系統

近年來隨著環境永續議題受到高度關注，綠能產業也隨之蓬勃發展，未來將有大量再生能源併入配電饋線。在配電饋線調度實務上，主要以配電監控(SCADA)掌握饋線即時運轉狀態，其著重單線圖呈現饋線拓撲架構。於饋線停電事故時，調度員須以人工方式查找停限電運轉圖資管理系統確認故障區間，恐影響復電操作時間。基此，核研所開發具視覺化配電網路管理與應用系統，整合配電監控與地理圖資系統(GIS)及配電調度應用程式，以地理圖面資訊輔助決策；研發成果參加2020 TIE台灣創新技術博覽會，獲得白金獎殊榮(如圖1)。



圖1. 2020 TIE台灣創新技術博覽會領獎合照

本研究透過配電監控運轉資訊與地理圖資系統整合，開發配電網路運轉狀態視覺化功能，地理圖資系統可透過配電網路上設備運轉狀態(如：開關啓/閉情形)及設備連結關係，呈現饋線上各區段供電來源及停電範圍。因此，當饋線事故發生，進行故障偵測、隔離及復電(FDIR)時，調度人員可於地理圖資系統快速掌握事故饋線之停、復電及轉供範圍(如圖2)。另外，於地理圖資系統開發供電電流方向視覺化功能，供電電流方向可隨開關啓/閉作變化(如圖3)，於再生能源發電量上升造成電力逆向輸送時，亦可呈現相反供電方向，使調度人員能識別饋線上各區段之供電來源及掌握再生能源發電，提升系統使用之便利性。



圖2. SCADA(左)完成轉供復電之情境於GIS(右)以不同顏色呈現饋線上各區段運轉狀態

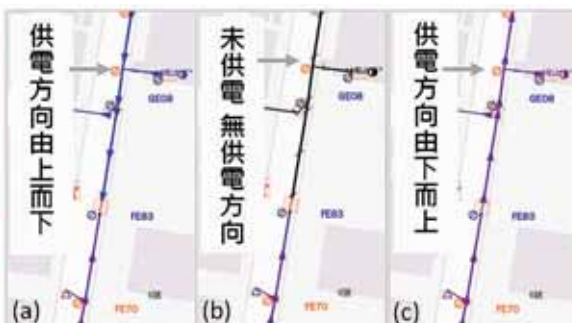


圖3. GIS動態呈現饋線供/停電及轉供區域與供電電流方向(a)正常供電；(b)停電；(c)轉供復電。

前述地理圖資系統係以開放原始碼之 GeoServer 為基礎進行開發，為了研究配電圖資於商用開放式圖台之可行性及效能表現，因此以商用開放式圖台進行配電圖資發布與饋線運轉狀態視覺化功能開發，其系統如圖4。經應用功能開發及測試，商用地理圖資系統能完整呈現饋線地理空間資訊，亦能與配電監控系統整合，達成饋線運轉狀態視覺化之目標。相較於開放原始碼之GeoServer，商用地理圖資系統能提供更豐富之線條、色彩樣式、及更細緻之操作介面，系統整體視覺效果更為美觀。商用地理圖資系統另一優勢為完善之3D立體化功能，可應用於配電饋線立體化呈現，如：地下配電線路之剖面(如圖5)，能提供調度、設計乃至於巡檢人員更豐富完整之決策資訊。

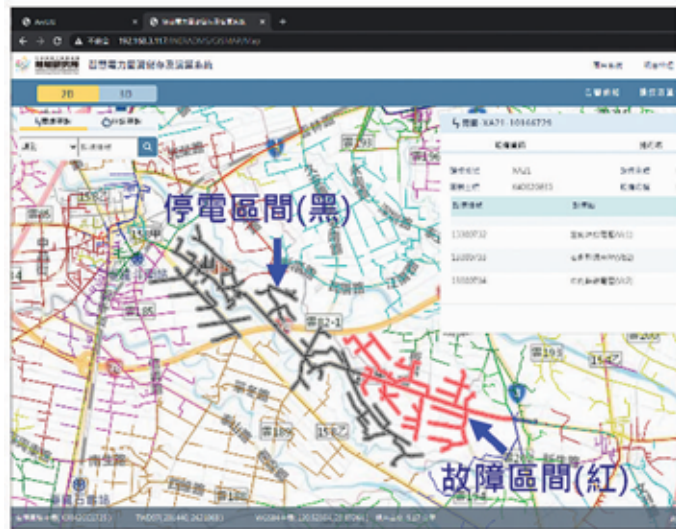


圖4. 以商用開放式圖台進行配電圖資發布與饋線運轉狀態視覺化功能開發

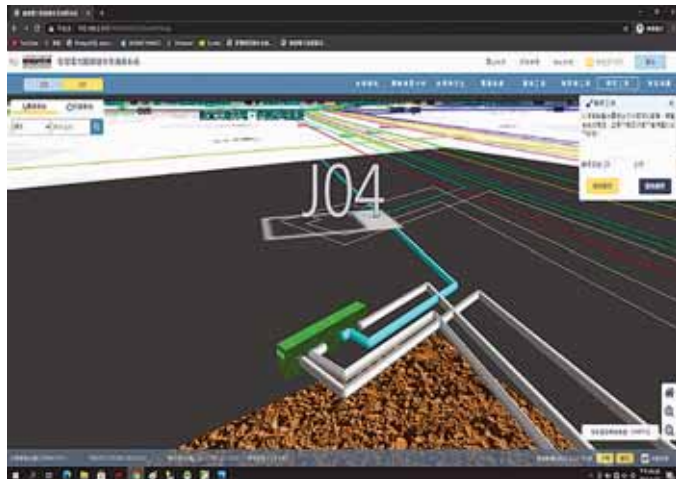


圖5. 商用開放圖台3D呈現地下配電線路剖面

本技術研發成果已獲得中華民國專利，題目為「含綠能之配電饋線轉供方法」(圖6)；同時，已與國內廠商簽署技術授權合約，並就本項技術進行技術移轉。希冀藉以扶植國內系統整合廠商，強化其配電轉供決策及配電圖資整合應用技術基礎；俾利未來推廣至國內外相關場域，帶動配電系統與再生能源相關產業發展。

因應未來大量再生能源併入配電饋線系統之情境，核研所將持續開發含再生能源之饋線最佳化配置、配電網路狀態估測、配電圖面檢核等應用功能。希望藉由核研所技術突破，進而促成本土產業之加值應用，發揮跨業產業互惠之槓桿效應；除有利於電力公司未來之運維外，並進而提升產業技術及創新應用。



圖6. 中華民國專利證書

3-2-8

浮動式縮尺風機系統之建置-實海域測試

本研究選用5 kW商用風機作為NREL 5 MW參考風機的縮尺模型。因5 kW商用風機不具備主動葉片旋角(Pitch)及轉向(Yaw)控制，故需針對5 kW商用風機進行重新設計，增加主動葉片旋角及轉向控制系統。

本研究從機構設計及控制系統兩大部分來介紹風機之建置，機構設計部分主要包括葉片旋角、轉向系統、塔架及組裝架等；控制系統部分則主要建立風機整體控制系統邏輯，同時進行電源箱、控制箱、線路等規劃配置。本研究所建置之實海域測試浮動式縮尺風機是5 kW小型風機，但其跟大型離岸風機一樣具備主動葉片旋角及轉向控制系統，可作為浮動式風機縮尺模型進行未來實海域相關測試研究工作。

表1. 5 kW商用風機規格及縮尺風機重新設計項目

5 kW商用風機規格	
額定功率	5 kW
額定風速	10 m/s
額定轉速	270 rpm
最大設計轉速	540 rpm
葉片數量	3
葉輪直徑	5 m
掃掠面積	20.7 m ²
葉輪型式	水平軸向・ 上風式
旋角系統	無
偏航系統	尾翼彎折
傳動型式	直驅式
發電機型式	永磁式發電機
縮尺風機重新設計項目規格	
測試環境最大 風速	10 m/s
實驗轉速	200 rpm以下
葉輪直徑	5.34 m
掃掠面積	22.4 m ²
旋角系統	主動式旋角控制
偏航系統	主動式轉向控制

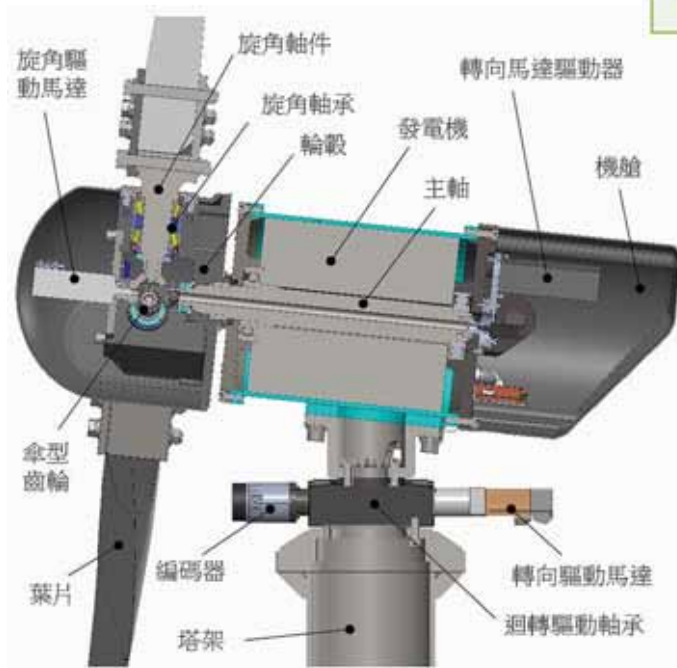


圖1. 縮尺風機機構剖面圖

縮尺風機機構設計包括主動式旋角機構設計及轉向機構設計。

旋角機構設計包含：旋角驅動馬達、傘型齒輪、旋角軸承、旋角軸件及輪轂等，如圖1所示。三支葉片旋角是利用伺服馬達搭配傘型齒輪的方式，達到同步驅動的功能需求。

轉向機構設計包含：轉向驅動馬達、迴轉驅動軸承、編碼器、轉向馬達驅動器等，如圖1所示。轉向驅動馬達與機艙端(迴轉驅動軸承上半部)為旋轉端且同動，可避免轉向驅動馬達突出部位在轉向時與葉片發生碰撞的可能。

風機控制系統透過 LabVIEW 進行監控量測系統撰寫，系統整合馬達、感測器、控制器與監控硬體設備，建立在線式系統。考量整體實驗為室外環境，因此將整合雙頻室外型高功率無線AP，進行相關實驗數據傳輸收集，以利連續監測整體浮動式風機運轉狀態。

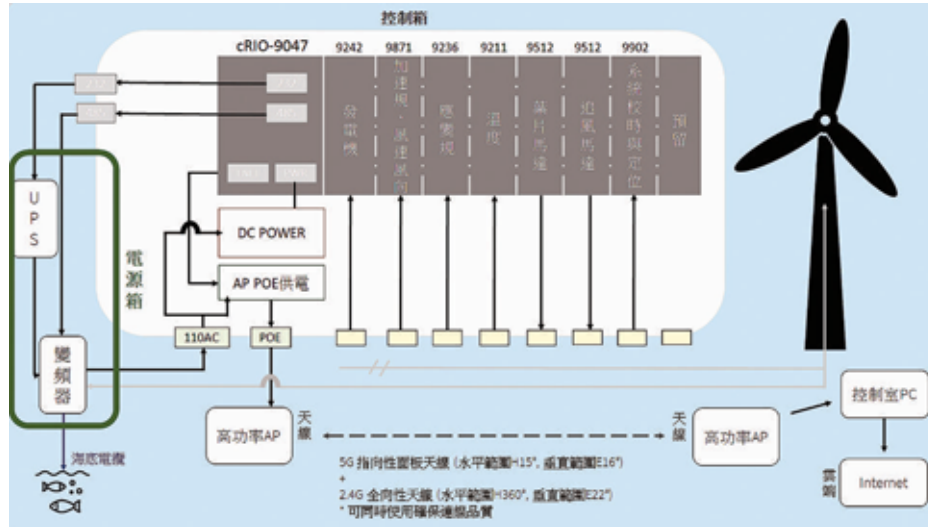


圖2. 浮動式風機控制系統整體規劃

實海域測試浮動式縮尺風機實際運轉之發電特性如圖3所示，在相同風速下，旋角越小其發電效率越好。

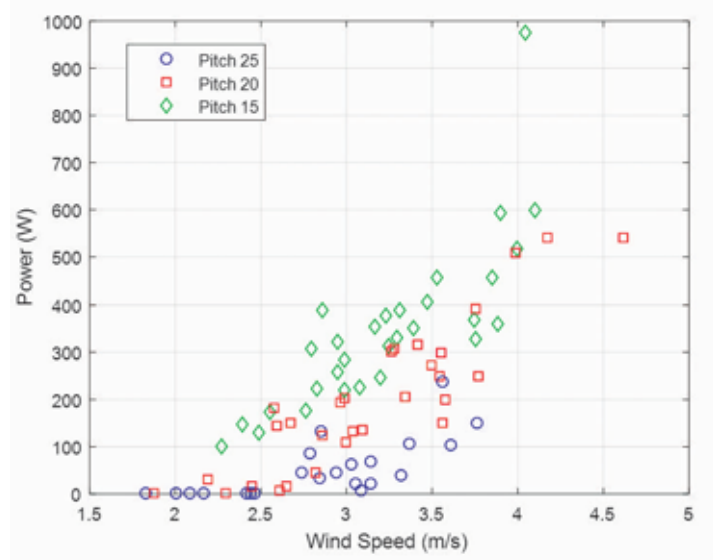


圖3. 風機發電特性



圖4. 浮動式縮尺風機實海域測試

風力發電是再生能源開發中最具潛力及實用價值之選項。核研所積極投入離岸風力發電機系統的研發，建置實海域測試浮動式縮尺風機，以進行抗颱風浮動風機關鍵技術開發與實海域驗證。針對5 kW商用風機進行重新設計，增加主動葉片旋角及轉向控制系統。建置之浮動式風機實體，其機構設計及控制系統已測試完成；經地面測試可正常運轉，亦完成風機水槽動力測試實驗。如圖4所示，浮動式縮尺風機可用於進行實海域測試實驗，以作為抗颱風浮動風機關鍵技術開發與實海域驗證研究之用。

3-3

民生輻射應用

原子能技術與現代科學進行跨域整合，具體發展成各項創新技術與高品質產品，本年度輻射民生應用的重要成果將介紹人工智慧應用在原料藥合成、智能復健與腦神經影像醫學等領域；在醫材與核醫藥物應用研究方面，低劑量三維X光造影儀「Taiwan TomoDR」經臨床驗證其高解析度，「核研多蕾克鎂肝功能造影劑」獲得國家發明獎銀牌殊榮，雙標靶腫瘤缺氧治療劑經由大腸癌動物模式顯現其療效。

（一）應用人工智慧新科技 推動原子能民生應用

核研所推動人工智慧（AI）技術於放射影像醫材之研發，利用人工智慧深度學習技術，建立核醫三維影像空間資訊的卷積神經網路模型，經訓練與測試，已具有分辨正常人和阿茲海默症患者之腦部。未來將進一步與臨床Tc-99m-ECD單光子斷層影像技術融合，以提昇核醫影像判斷阿茲海默症的準確率，達到早期確診，對症治療之優活老年目標。

核研所從事核醫藥物研發多年，近年投入以AI人工智慧應用於藥物合成的研究。新冠肺炎COVID-19爆發以來，全球急需治療用藥瑞德西韋（Remdesivir），但因原物料缺貨，核研所研究團隊透過AI化學逆合成追溯拆解，以簡單可取得起始物僅八個步驟就成功合成出瑞德西韋，較原製程簡單且獲得較高的總產率。研發期間，也建立各步驟之最佳反應條件，並制定標準作業程序，以利於擴量生產，為國家防疫工作做出貢獻。

因應未來老年人口增加及勞動力下降之趨勢，核研所運用光電領域衍生技術，結合光學壓力感測技術與人工智能判斷，開發「智能復健裝置」，具備優異的拉伸與可撓特性，並俱有施力感測及關節角度感測及數據智能分析功能，本項技術可以結合現有復健裝置，提昇復健成效。

（二）推動創新醫材與核醫藥物應用研究 提供疾病診療新利器

核研所已成功研發低劑量三維X光造影儀(Taiwan TomoDR)，與教學醫院合作探討銀髮族常見之脊椎壓迫性骨折影像以驗證其性能。結果顯示，TomoDR造影性能表現大幅優於平面二維X光機，在有限角度、低劑量造影條件下，可清楚顯示脊椎解剖結構，極具潛力發展成為輔助壓迫性骨折診斷、手術評估及追蹤癒後的利器。

核研所積極投入肝疾病放射診療藥物開發與臨床應用研究，應用多醣醣標靶技術開發「核研多蓄克鎂肝功能造影劑」，經第一期臨床試驗驗證其安全性及肝標靶特性，規劃於110-111年將執行第二期臨床試驗，探討本藥應用於手術前殘餘肝功能評估之準確度及可靠性。由於持續推動臨床研究驗證其對殘餘肝貯存量診斷之準確度，本項研究在109年榮獲「國家發明創作獎」銀牌獎及「新創精進獎」等肯定。

在創新研發新藥方面，針對腫瘤缺氧組織俱有高表現量的第九型碳酸酐酶(簡稱CA9)設計標的胜肽，並鍵結磺胺類衍生物AAZ形成雙標靶探針DOTA-CA9-AAZ，細胞實驗顯示雙標靶較單標靶藥物對腫瘤細胞有明顯親和力。當結合放射性同位素鎳-177形成腫瘤缺氧治療劑¹⁷⁷Lu-DOTA-CA9-AAZ，以大腸癌腫瘤缺氧動物模式測試其療效，結果顯示腫瘤明顯縮小且動物存活期延長，顯示此藥俱有臨床應用潛力。



3-3-1

肝病精準醫療新利器：核研多蕾克鎂造影劑 榮獲經濟部國家發明創作銀牌獎

研發成果之重要貢獻，所解決之問題

維持足夠肝功能，是肝病患者存活的決勝關鍵。由於肝臟實質細胞細胞膜表面的去唾液酸醣蛋白受體數量，在正常肝臟和肝病肝臟有很顯著的差異(圖1)，因此透過去唾液酸醣蛋白受體造影術，可靈敏看出正常肝臟與肝病肝臟的造影差別(圖2)。「核研多蕾克鎂肝功能造影劑」作為肝臟機能診斷用藥(Evaluation of Liver Reserve)，已獲美國與台灣食藥署核准，並順利於台大醫院完成12例健康受試者(7位男性，5位女性)的臨床一期試驗，包括生物體分布、輻射劑量評估與安全藥理試驗，試驗結果證實「核研多蕾克鎂肝功能造影劑」具有絕佳的肝標靶特性，且安全藥理試驗亦佐證其為高安全性之核醫造影藥物。此外，「核研多蕾克鎂肝功能造影劑」並已於109年完成美國第二期臨床試驗申請，將進一步以切肝族群為受試者，與傳統的電腦斷層掃描體積測量及靛靛綠滯留測試進行比較，評估以鎂68-多蕾克鎂正子造影作為術前殘餘肝功能評估之準確度及可靠性。

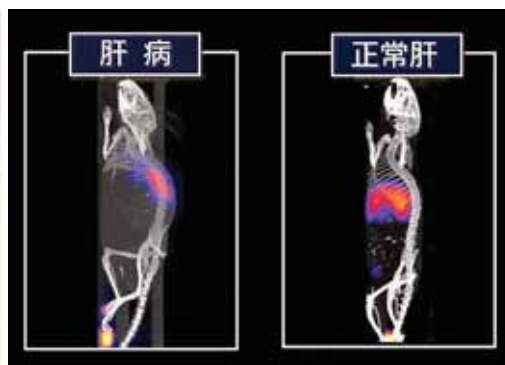
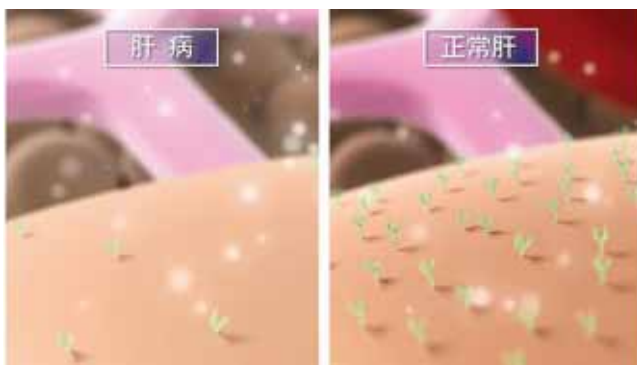


圖1. 肝臟實質細胞細胞膜表面的去唾液酸醣蛋白受體數量，在正常肝臟和肝病肝臟有差異。
圖2. 透過去唾液酸醣蛋白受體造影術，可靈敏看出正常肝與肝病的造影差別。

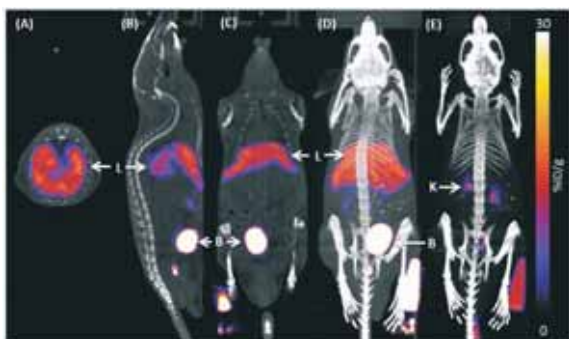


圖3. 肝功能造影劑動物正子斷層造影圖。A-C為各切面之斷層影像；D為3D立體呈現之影像；E為事先注射25mg/kg六聚乳糖阻隔肝臟去唾液酸醣蛋白受體吸收。影像證實肝受體與六聚乳糖分子結合具專一性。(Applied Radiation and Isotopes 2020; 162: 109-199.)
藥物設計概念與造影專一性

藥物設計概念與造影專一性

去唾液酸醣蛋白受體(Asialoglycoprotein receptor, ASGPR)，是肝細胞膜的表面受體，具有吸收、代謝與排除等功能，生理功能為排除血液老化的醣蛋白。核研所開發的多蕾克鎂肝功能造影劑，以六聚乳糖胜肽為主成分。因為自然界與ASGPR結合的蛋白都是末端帶有半乳糖，因此核研所發展的六聚乳糖胜肽經由放射標記技術，可作為被正子儀器測量的造影劑。「核研多蕾克鎂肝功能造影劑」是以鎂-68標記六聚乳糖，對去唾液酸醣蛋白受體具有高度專一性。標靶特性主要來自六聚乳糖，放射性元素已可變換成其他核種。圖3是鎂-68標記六聚乳糖胜肽的動物造影圖，其造影結果再次獲得高專一性佐證。

凍晶設計具全球市場銷售優勢

「核研多薈克鎂肝功能造影劑」是台灣獨步全球的自我創新發明，目前已是GMP商品(商品名Dolacga)，可穩定供應學研界用於臨床研究。「核研多薈克鎂肝功能造影劑」採取凍晶製劑正子造影方式，具有方便(凍晶即溶)、快速(15分鐘)、半衰期短(環保)、穩定性佳(可全球銷售)等市場銷售優勢，專利佈局廣度涵蓋台灣、美國、日本、英國、法國和德國，有利未來市場銷售推廣，造福廣泛的肝病患者。



圖4. 核研多薈克鎂肝功能造影劑產品圖

核研肝功能造影劑榮獲新創精進獎、多國專利證書與國家發明創作銀牌獎

核研肝功能造影劑於102年榮獲第10屆國家新創獎，由於持續精進創新並有具體研發進程，相繼於108年、109年榮獲「新創精進獎」，並於108-110年以「六聚乳糖NOTA衍生物、六聚乳糖正子肝受體造影劑的Ga-68放射標誌方法及六聚乳糖正子肝受體造影劑」獲得中華民國、日本、美國等多國專利。同時，核研所該項專利技術榮獲經濟部「109年國家發明創作獎」銀牌獎，該獎項得獎率僅7.4%，為歷年最低，經濟部規劃於110年4月起陸續舉辦頒獎典禮及展示等相關活動，獲獎作品並於「2021年台灣創新技術博覽會-傑出發明館」展出。



圖5. 新創精進獎與專利證書

未來之規劃、發展、期望

據統計，全世界有十分之一人口罹患慢性肝炎，是肝硬化及肝癌的高危險群；在美國和台灣的死亡人數更是逐年增加。雖然肝病奪走很多人的性命，但也有人因為正確診斷後採取適切治療而獲得良好重生的機會，因此如何正確診斷殘餘肝功能是非常地重要，正確診斷並進行適切治療是防治肝病的決勝關鍵。目前評估殘餘肝功能與肝貯存量的檢測工具均有其限制性，尚無任何一種檢查方法能夠全面準確地評估肝臟貯備功能，「核研多薈克鎂肝功能造影劑」預期於110-111年間以切肝族群為受試者，與傳統的電腦斷層掃描體積測量及靛氫綠滯留測試進行比較，評估以鎂68-多薈克鎂正子造影作為術前殘餘肝功能評估之準確度及可靠性。據調查，2015年全球有854,000人罹患肝癌，據統計其中約有10~30%的肝癌病患其殘餘肝功能可適合以手術切除方式治療。若30%的病患術前以肝受體造影精確評估肝功能貯存量，以利進行安全的切肝手術，則預估每年約有2.5~7.7萬人需進行核研多薈克鎂肝受體造影。

3-3-2

缺氧性大腸癌的終結者—多功能核醫診療劑

研發成果之重要貢獻，所解決之問題

全球大腸癌的發生數及死亡數逐年上升，預測2035年會增加現今的13-15%（圖1）。這些被診斷罹患大腸癌之患者，有25%是末期，剩餘50%之人最終會發生遠端器官轉移。即使治療技術不斷進步，死亡率仍沒有趨緩。目前大腸癌末期患者，以手術搭配化學療法或放射療法來輔助治療。因腫瘤具有缺氧的特性（圖2），使得化學療法或放射療法效果有限，導致術後預後效果不佳，五年存活率約10%。因此，發展新的治療藥物，以輔助手術治療，而達到延長末期大腸癌患者壽命及生活品質之目標。傳統放射療法具侵入性，只能應用在直腸部位，對於結腸區域的腫瘤難以執行，且治療過程患者多有不舒服。因此，核研所創新開發雙標靶腫瘤缺氧治療劑，不僅能透過靜脈注射使藥物快速、精準到達大腸癌腫瘤缺氧部位進行治療，亦能呈現核醫影像數據，提供醫師做療效評估。



圖1. 全球大腸癌發生數及死亡數統計

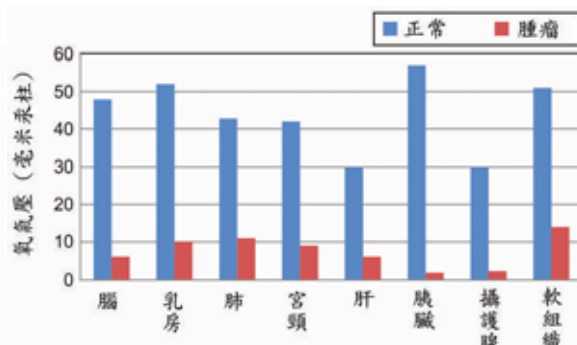


圖2. 腫瘤組織與正常組織含氧量比較

研發成果之特色、功能

標靶藥物大多以抗體、胜肽片段或小分子抑制劑作為探針，將藥物攜帶至腫瘤部位進行治療。本研究藥物屬於胜肽片段，具有血液清除速率比抗體快，能有效降低副作用的特性。文獻指出，碳酸酐酶IX (carbonic anhydrase IX, CA9) 在大腸癌腫瘤缺氧部位會大量表現，被認為是腫瘤缺氧的最佳生物標誌。因此，核研所研發團隊創新設計CA9靶向之雙標靶探針，由一端為CA9標的胜肽及另一端為acetazolamide (AAZ) 所組成。AAZ是一種CA9抑制劑，與CA9有高度親和力，目前臨床上已作為高山症或青光眼治療用藥。最後將此雙標靶探針標誌放射性同位素（鐳-177），成為腫瘤缺氧治療劑（ ^{177}Lu -DOTA-CA9-AAZ）（圖3）。這種多靶向的藥物比單靶向更能提高對標的位置（如：缺氧位置）的親和性（圖4）。

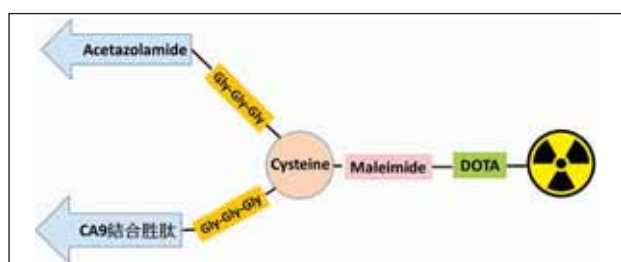


圖3. 雙標靶腫瘤缺氧治療劑構形示意圖

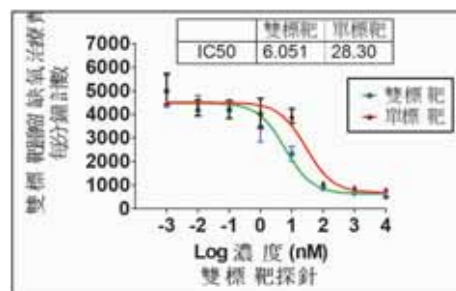


圖4. 雙標靶與單標靶藥物之腫瘤細胞親和力

性能、數據、改善、與外界研發成果之比較

研究結果顯示，雙標靶腫瘤缺氧治療劑 (^{177}Lu -DOTA-CA9-AAZ) 在血清中具有高度穩定性，經過144小時仍有90%以上的放射化學純度 (圖5)。在腫瘤缺氧動物模式下，以對照組 (^{177}Lu -DOTA) 及實驗組 (^{177}Lu -DOTA-CA9-AAZ) 進行比較之結果顯示， ^{177}Lu -DOTA-CA9-AAZ能到達腫瘤部位，並持續72小時以上 (圖6)。經過單一劑量藥物治療後，動物的腫瘤生長明顯被抑制 (圖7)，且壽命延長約2倍 (圖8)，以及動物體重無明顯變化 (圖9)。上述結果說明此藥物毒性低，不僅提升療效亦改善藥物副作用的問題。

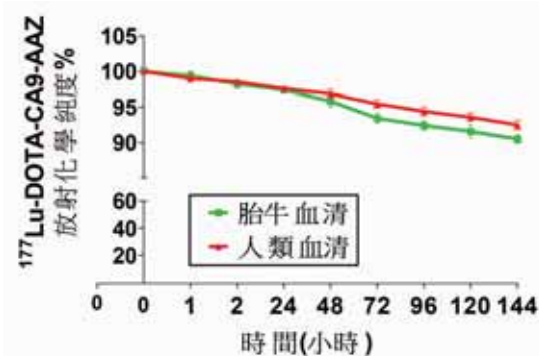


圖5. 藥物血清穩定性試驗

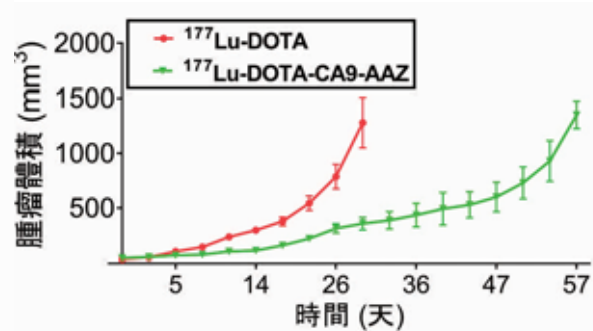


圖7. 藥物治療大腸癌腫瘤試驗

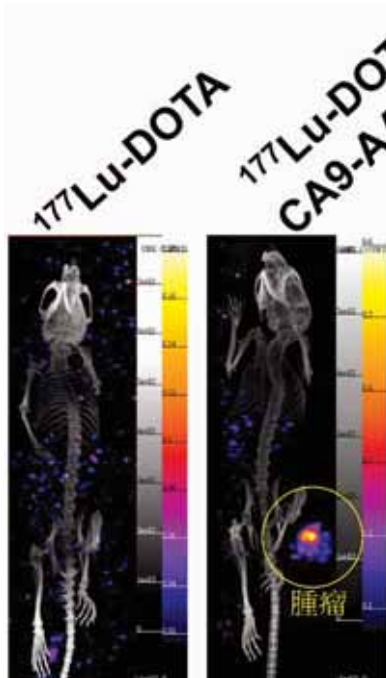


圖6. 藥物活體核醫造影分析

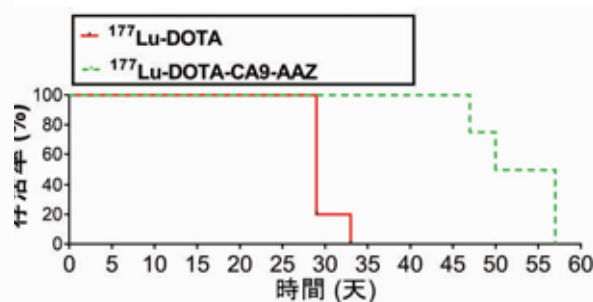


圖8. 藥物治療之動物存活率

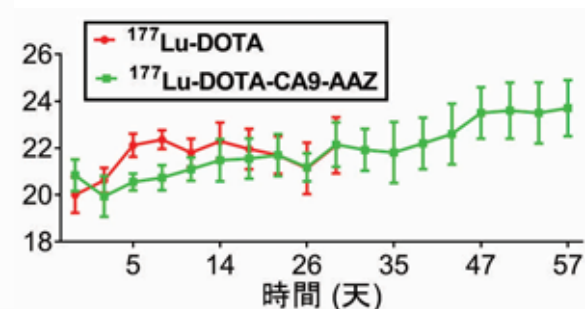


圖9. 藥物治療之體重變化

未來之規劃、發展、期望

由上述結果證實，核研所研發團隊所開發的新穎雙標靶腫瘤缺氧治療劑，除了大腸癌，亦可應用於各種腫瘤缺氧部位之治療，具有臨床應用的發展潛力。未來將進行藥物的臨床前試驗，包括藥物動力學試驗及動物毒性試驗等，去驗證藥物安全性，以利於申請人體臨床試驗。期望此藥物在配合手術治療後，能使末期大腸癌完全根治。

3-3-3

核研所低劑量三維造影儀應用於脊椎壓迫性骨折診斷臨床成果

核研所以放射性科技為研發基礎，投入民生福祉應用，守護國人健康照護，已成功研發低劑量三維 (Three Dimension, 3D) X光造影儀 (Taiwan TomoDR，如圖1)，以數位斷層合成 (Digital Tomosynthesis, DT) 造影有效解決傳統X光數位放射攝影二維 (Two-Dimension, 2D) 影像組織器官重疊問題，可在有限角度、低劑量造影條件下，產生不同深度之斷層影像資訊，提供高解析度之影像品質。

為能彰顯TomoDR之功能，核研所與教學醫院合作，申請學術臨床試驗，經與專業臨床醫師討論，以銀髮族常見之脊椎壓迫性骨折，作為學術臨床試驗之收案對象。臨床試驗結果顯示 TomoDR造影性能表現大幅優於平面二維X光機，詳細地顯示了脊椎解剖結構，極具潛力發展成為輔助壓迫性骨折診斷、手術評估及追蹤癒後的利器。

TomoDR創新技術：數位斷層合成造影為目前國際放射醫學造影之重要發展技術之一，Taiwan TomoDR應用此技術再加入研究團隊自行研發之專利技術 (如圖2)，重點包含 (1) 多向掃描-可由各種不同方向進行掃描，如頭腳向、左右向等掃描方向；(2) 可退縮式床台設計-除躺姿造影模式外，亦可實現站姿造影掃描模式；(3) 多項創新3D快速影像重建技術，提供最佳放射診斷影像品質，同時降低病患所接受之輻射劑量，與縮短整體造影流程時間，約分別為電腦斷層掃描之1/5與1/6。TomoDR並以「低劑量三維X光造影儀開發」為題，榮獲第16屆「學研新創組」國家新創獎 (如圖3)。

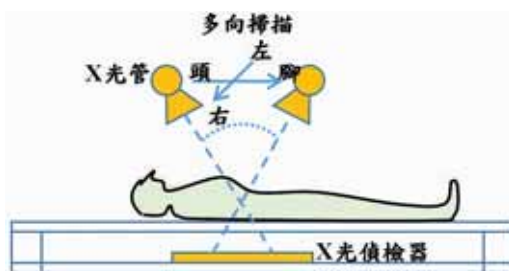
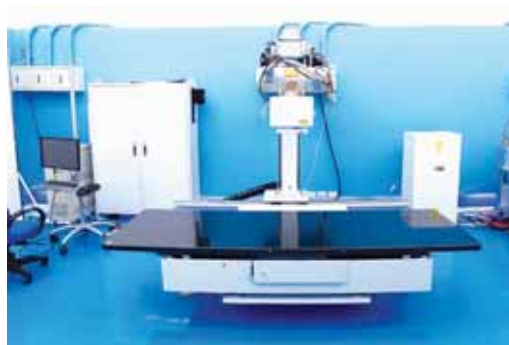


圖1. 低劑量三維X光機 – Taiwan TomoDR



圖2. Taiwan TomoDR創新技術獲國內外多項專利



圖3. TomoDR榮獲第16屆國家新創獎

學術臨床案例分析：核研所與台大醫院新竹分院合作進行學術臨床試驗，臨床試驗造影結果顯示，在骨鬆患者影像中，TomoDR影像能給予較多資訊，大幅降低胸椎受到周遭其他軟組織影響產生模糊的現象，使胸椎邊緣清晰可辨(如圖 4左圖)。在脊椎立體結構較複雜的結構如：椎弓根(Pedicle)與小面關節(Facet joint)，平面X光影像容易受到周遭組織交疊影響的結構，TomoDR影像亦可藉由切換至不同切面而清楚呈現。此外，在橫膈膜位置之胸腰椎壓迫性骨折，TomoDR也能清楚看到(如圖 4右圖)。



圖4. Taiwan TomoDR與平面X光放射造影之脊椎影像品質比較

TomoDR影像品質量化分析：為了量化影像品質，採用視覺分級特徵分析法比較平面X光與TomoDR斷層合成脊椎影像。將TomoDR學術臨床試驗的受試者影像與同一受試者之平面X光影像，請三位醫師進行評分後，繪製Visual Grading Characteristics (VGC)曲線與計算曲線下的面積(AUC_{VGC})，作為兩種模態或裝置之間圖像品質差異的度量， AUC_{VGC} 等於0.5，代表兩種裝置有著相同的品質。若 AUC_{VGC} 大於0.5，代表TomoDR優於平面X光，值越接近1代表差異越大。分析結果顯示，脊椎各部位之 AUC_{VGC} 值皆遠大於0.5(如圖5)。因此，由Visual Grading Characteristics Analysis(VGA)分析結果，TomoDR之影像品質大幅優於平面X光。

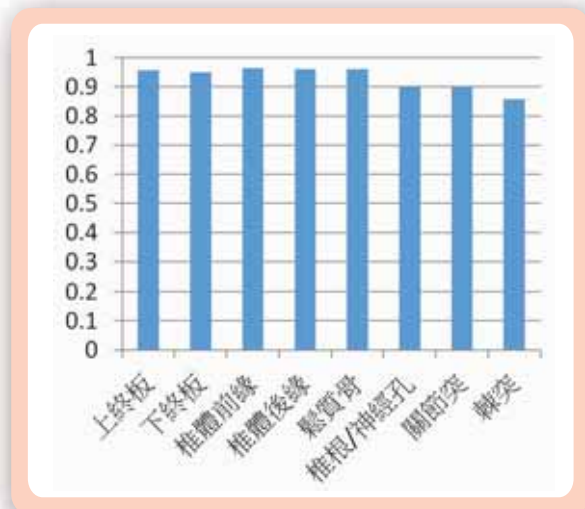


圖5. 脊椎各部位之AUCVGC值

總結：藉由本次臨床案例分析成果，TomoDR影像可看到平面X光影像所看不到之骨裂情形，且對於骨質疏鬆患者，胸椎在平面X光照起來不清楚的部份，在TomoDR影像上變得很清楚。在量化分析部份，以視覺分級特徵分析法進行統計分析，TomoDR之影像與醫院使用中之平面X光機之影像進行比較，TomoDR之影像品質大幅優於平面X光，驗證了TomoDR輔助骨科醫師診斷壓迫性骨折之成效，造福受脊椎壓迫性骨折所苦之社會大眾，提升脊椎骨折病人之診斷與治療評估效果，同時以學術臨床研究成果做為有力佐證，加強臨床醫師對於國產醫療器材品質信心，有助推廣醫療器材臨床應用成效，持續強化台灣高值利基醫材研發能量。

3-3-4

以深度學習三維影像模型分辨阿茲海默症

我國即將步入超高齡社會，失智症人口顯著增加，而失智症是導致高齡者失能及生活無法獨立的主要原因，亦是重要社會議題。根據統計台灣65歲以上的失智症人口約占8%，80歲以上的人口每5位約有1位罹患失智症，如圖1所示，其中阿茲海默症是占比最高的類型，在臨床神經影像學檢查上磁共振造影及腦血流單光子電腦斷層造影為其診斷之利器。



*資料來源: 台灣失智症協會資料109年4月更新



圖1. 失智症人口統計與臨床占比

核研所致力於核醫藥物與影像處理技術的開發，已建立腦血流異常顯示分析軟體，如圖2所示，協助醫界Tc-99m-ECD單光子電腦斷層影像之判讀。本研究更進一步利用人工智慧的深度學習技術，提供疾病分類的推論結果，提昇醫療影像輔助軟體判讀的效能，進一步識別病變與發展情形等量化數據。

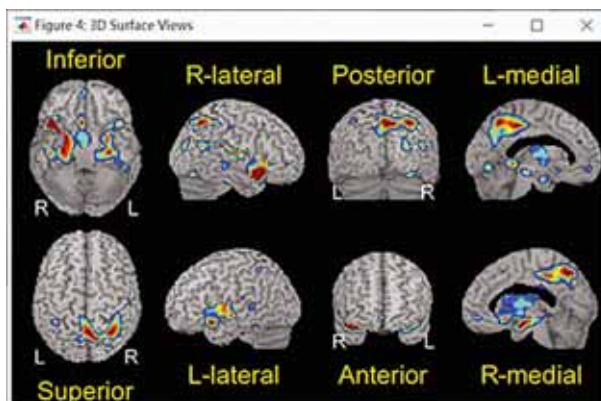


圖2. 腦血流異常顯示分析軟體示意圖

深度學習模型在有足夠數據的情況是非常強大的工具，可直接從數據中學習影像特徵與紋理，並且能借重外部資料庫建立預訓練模型，再利用遷移學習將影像紋理經驗轉移至Tc-99m-ECD單光子電腦斷層影像等各式核醫應用。

核研所利用美國阿茲海默氏症腦神經影像公開資料庫ADNI (Alzheimer's Disease Neuroimaging Initiative)，以2,000筆核醫腦功能¹⁸F-FDG PET影像數據，建立適用於核醫影像之三維卷積神經網路模型演算法，以標準訓練流程(如圖3所示)完成模型訓練與驗證。

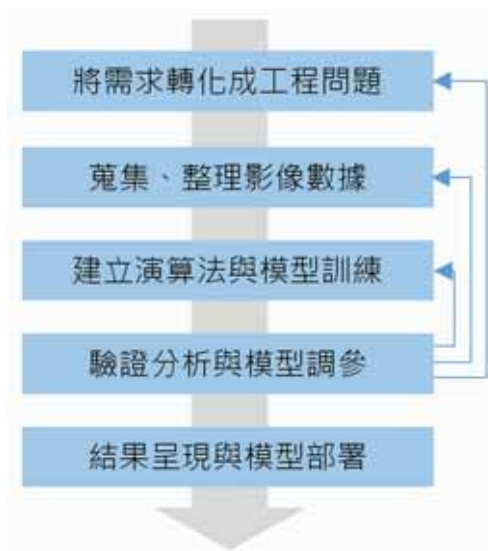


圖3. 深度學習模型訓練流程

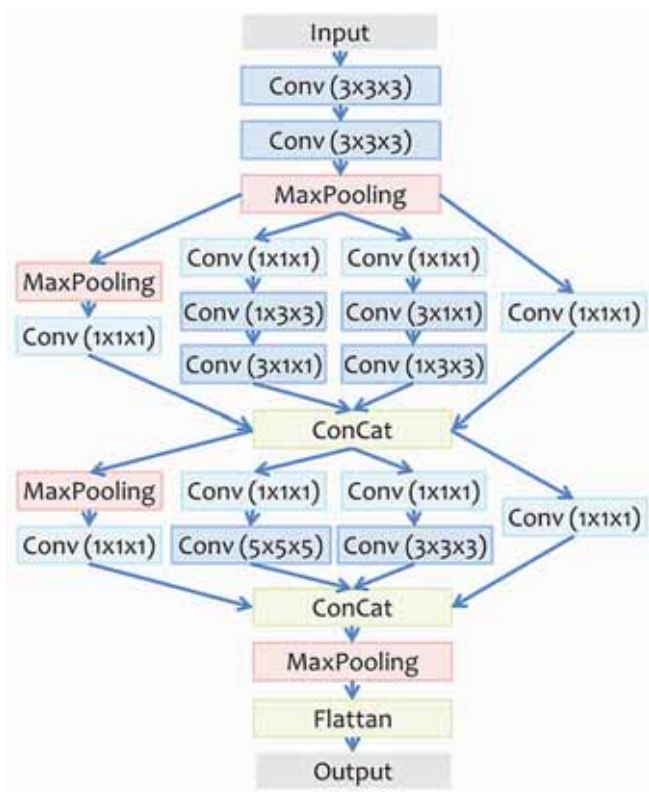


圖4. 三維卷積神經網路模型設計圖

深度學習三維卷積神經網路訓練結果以ROC曲線進行評估，如圖5所示，以¹⁸F-FDG PET驗證用數據集繪製分辨正常(class 0)、阿茲海默症(class 1)和輕度知能障礙(class 2)之ROC曲線。分辨阿茲海默症之靈敏度為80.3%、特異性為93.3%、正確性為85.5%、準確性為89%、F1分數為82.8%，在分辨正常和阿茲海默症已取得不錯的成效。

有鑒於失智症照顧服務的需求與成本相對一般失能者高昂，強化失智症初級預防，需研發新科技協助即時準確診斷。核研所建立的三維影像深度學習模型，後續能遷移學習至臨床Tc-99m-ECD單光子斷層影像檢查，期望能提昇台灣核醫影像判斷阿茲海默症的準確率，達到國內早期確診，儘早對症緩和治療、規劃照護與改變生活方式之優活老年的目標。

本研究設計的卷積神經網路模型如圖4所示，第一個區塊採用傳統三維迴旋積的設計，負責低階特徵的萃取，第二個區塊和第三個區塊對應中階特徵和高階特徵，每個分流均搭配 $1 \times 1 \times 1$ 的三維迴旋積作通道上的降維。

考量核醫儀器Z軸方向的數學特性和X-Y軸不同，在中階特徵分別使用 $1 \times 3 \times 3$ 和 $3 \times 1 \times 1$ 以兩種不同順序作分離迴旋積的設計，高階特徵仍以 $5 \times 5 \times 5$ 的迴旋積較宏觀的看整個視野。

以上專屬設計有別於傳統卷積神經網路選擇不同切面作二維計算，能完整考量三維影像空間資訊並因應核醫特性作特徵萃取，在影像較少的情況下，仍可穩定訓練。

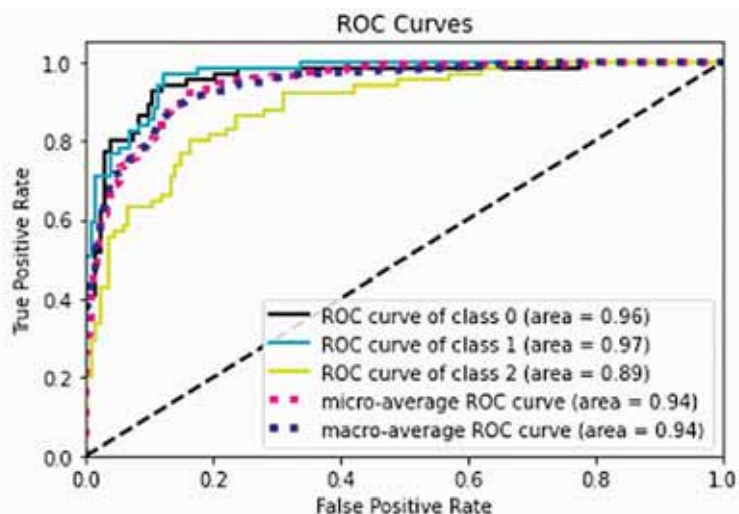


圖5. ROC曲線分析結果: 正常-class 0、阿茲海默症-class 1、輕度知能障礙-class 2

3-3-5

應用AI加速優化瑞德西韋合成製程， 成為國家的堅強防疫後盾

COVID-19(新冠肺炎)是由嚴重急性呼吸系統症候群冠狀病毒2型(SARS-CoV-2)引發而來；截至西元2020年底，全球已有191個國家和地區，累計超過6,825萬名確診個案，及約155萬名患者死亡。瑞德西韋(Remdesivir)是由美國吉利德藥廠開發的一種新型實驗性抗病毒藥物，至今被認為是對新冠肺炎重症患者最理想的治療藥物。

核研所從事核醫藥物研發多年，歷年來已開發並獲得診斷或治療用核醫藥物藥品許可證17張，近年投入以AI人工智慧應用於藥物合成的研究。由於瑞德西韋原物料缺貨，無法取得常用起始物，研究團隊透過AI化學逆合成追溯拆解，以建議之合成步驟及簡單可取得起始物，經研究團隊以長期藥物合成經驗進行篩選判斷，擬定合成步驟並完成驗證，由D-核糖(D-Ribose)原料開始，以優化的選擇性保護基及去保護策略，僅八個步驟就成功合成出瑞德西韋。不僅較原製程減少了二個步驟，總產率亦較高。

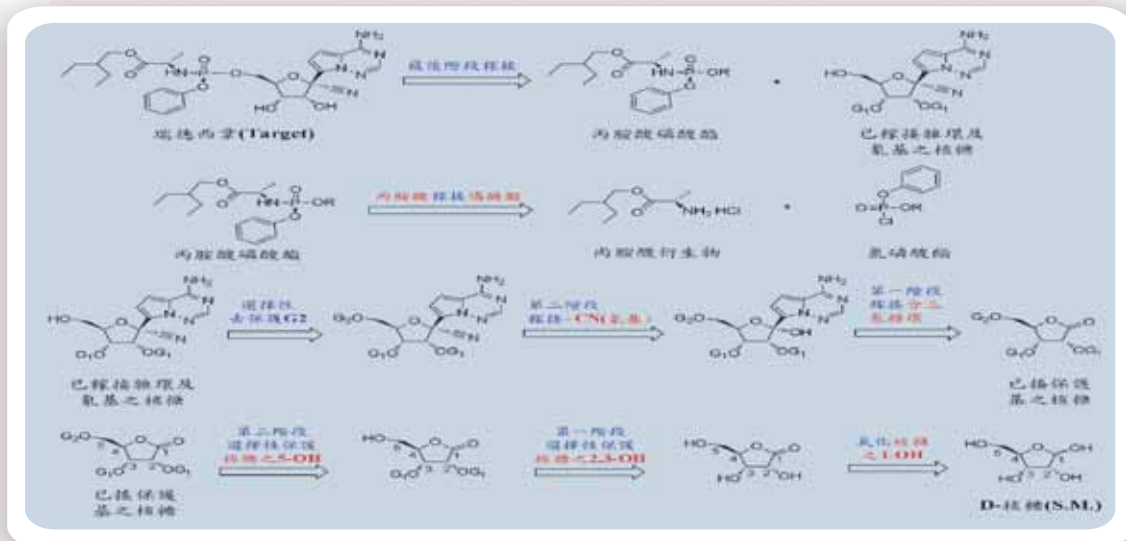


圖1. AI應用於瑞德西韋之化學逆合成規劃

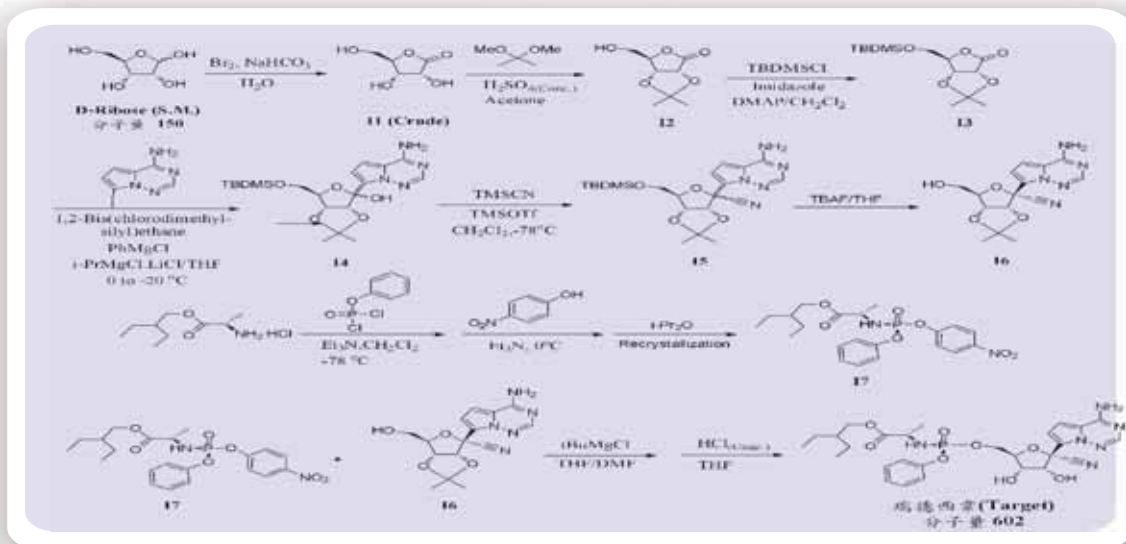


圖2. 瑞德西韋核研所製程(共八步驟)

在開發核研所創新製程中，研究團隊努力建立各合成步驟之最佳反應條件，以利於擴量生產，制定標準作業程序(SOP)，且每個合成步驟的中間產物及最終產物，皆進行各項分子結構鑑定，例如以核磁共振光譜儀(NMR)鑑定產物分子之周圍及骨架結構，傅立葉轉換紅外線光譜儀(FTIR)解析產物的極性官能基，質譜儀(MS)確認分子量，確保每一項中間產物及最終藥品的正確性，並能符合藥品研發之化學製造管制(Chemistry, Manufacturing and Controls, CMC)精神，落實醫藥商品化之可能性。

歷經兩個月的研發期程，成功合成出兩批次瑞德西韋，經過 ^1H 、 ^{13}C -核磁共振光譜儀、傅立葉轉換紅外光譜儀及質譜儀全圖譜等佐證數據，與文獻圖譜數據比對，兩者完全吻合，展現研究團隊以AI應用於藥物合成之能力。

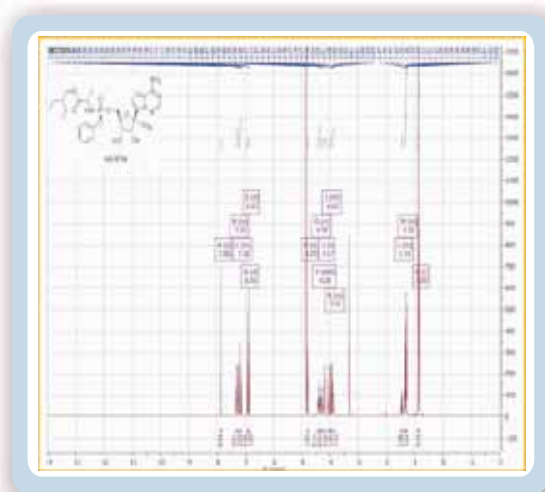


圖3. 瑞德西韋文獻報載(上)及核研所合成(下)之 ^1H -NMR圖譜，二者吻合

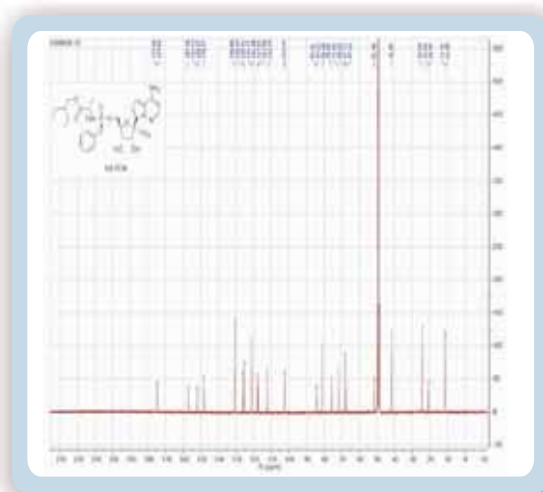


圖4. 瑞德西韋文獻報載(上)及核研所合成(下)之 ^{13}C -NMR圖譜，二者吻合

核研所創新製程與原文獻製程不同，反應步驟更為精簡，後續將會提出製程專利，因應國際間第二波疫情升溫，未來可與原廠之藥物專利進行相互授權，便於協助技轉國內藥廠生產，為國家防疫工作做出貢獻，甚至可以在其他藥物開發上展開創新研究。

3-3-6

光學式壓力感測技術應用於腿部復健裝置

因應未來老年人口增加及勞動力下降之趨勢，運用光電領域衍生技術，結合光學壓力感測技術與人工智能判斷，開發「智能復健裝置」，協助復健人員工作，解決因人口零成長衍生之復健人力不足問題，同時提昇復健成效。

光學式觸覺感測器之開發，可拓展於醫療科技領域，核研所由觸覺感測機能出發，以加值 (add on) 之方式在既有復健裝置增加施力感測及關節角度感測等功能，透過數據蒐集分析，建立裝置智能判斷能力，另可記錄患者生理數據提供給醫療人員，提升醫療服務品質。

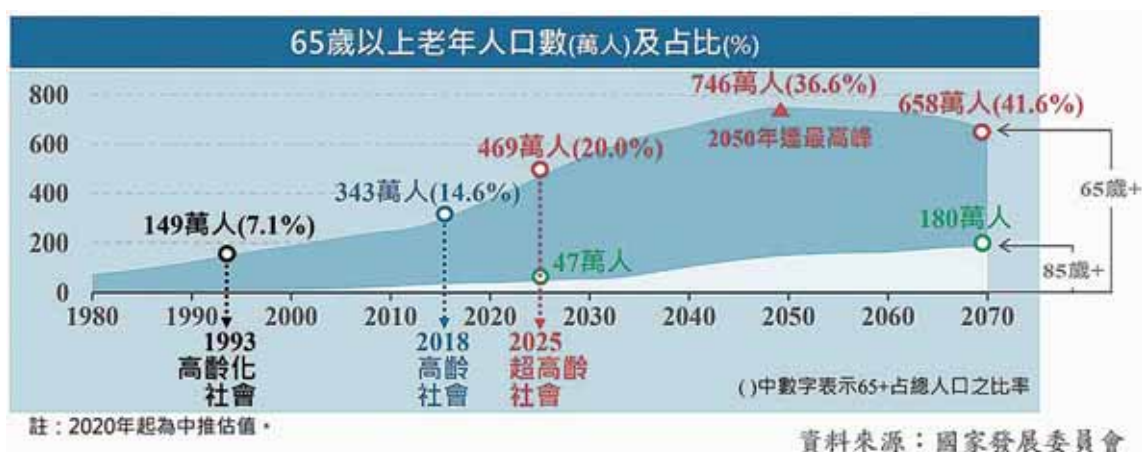


圖1. 國內老年人口占比趨勢圖

光學式壓力感測器

核研所以光學矽膠波導為主體開發光學式壓力感測器，當波導受力被擠壓時，波導截面積變小使傳導至光敏電阻之光能量減少，進而使電阻值上升，經實驗測試，此彈性光學波導壓力感測器訊號(電阻值)與外加壓力之線性相關係數達0.95，證實此彈性波導具備良好之壓力感測特性。

相較於電子式壓力感測器，彈性波導具備優異之拉伸性與可撓性，較適用於貼近人體之感測，本技術已提出相關專利申請。



圖2. 整合式彈性波導製程示意圖與實體圖。(a)波導製程示意圖；(b)整合式彈性波導實體；(c)紅光經波導傳遞照射至光敏電阻表面。



圖3. 整合彈性波導之護肘實體圖

關節角度量測技術

將彈性波導與市售護肘商品整合，因關節彎曲時會造成光波導長度產生變化，再由光敏電阻量測波導輸出光能量變化以推估關節角度彎曲之程度。測試數據顯示波導輸出能量與手肘彎曲角度呈線性相關，相關係數達0.97。此技術亦可應用至膝關節彎曲程度之評估，提供量化數據以供醫護人員參考。

腿部復健及壓力量測平台

目前市售復健設備及體適能運動設備缺乏感知能力，核研所開發腿部復健測試平台除具有復健及體適能功能外，進一步加值感知功能，可將感測資料量化以及智能化，使患者在復健時可以即時得知腿部的感測值，增強復健信心，而分析後的資料可作為復健成效評估之參考。此平台重要功能如下：

- 提供肌力、肌肉張力等生理資訊的量測及數據分析。
- 提供復健裝置功能測試與分析方法驗證。
- 可即時感測腿部的壓力以及可改變腳踏的阻力，經由分析，提供腿部復健成效評估資訊。



圖4. 腿部復健及壓力平台



圖5. 平台顯示畫面

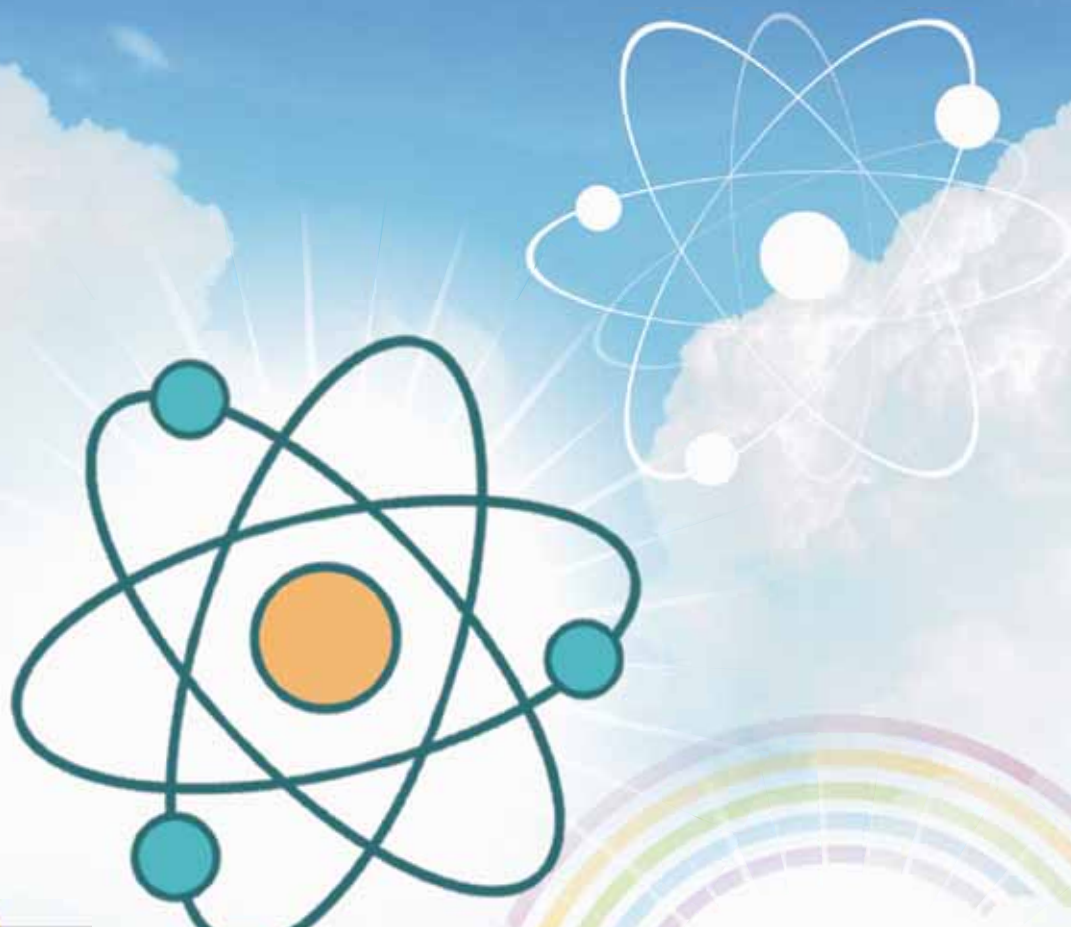
結語與展望

本年度開發整合式彈性波導壓力感測技術及腿部復健及壓力量測平台，並將波導壓力感測器整合應用至足底壓力分佈與關節角度分析及人因工程相關分析。未來將建立布拉格光柵製程技術，以提升光學式壓力感測器之空間解析能力，建立壓力感測器數據、肌力及肌肉張力關聯性模型，並與醫療器材公司合作開發加值型智能復健裝置原型。



來源：仁人醫療器材有限公司

圖6. 樂活健康促進中心



四、附錄



4-1**109年年報大事記**

1. 2020.03.26 核研所配合原能會防疫工作進行第一批次纖維酒精生產，產製約200公升75%防疫酒精。

2. 2020.04.13 核研所配合原能會防疫工作進行第二批次纖維酒精生產，產製約500公升75%防疫酒精。

3. 2020.04.18-06.14 核研所因應疫情間國內進口核醫藥物短缺問題，緊急投入生產「氯化亞鉈（鉈-201）注射劑」及「檸檬酸鎂（鎂-67）注射劑」核醫藥物，累計共生產出貨520瓶，約可供應5,449人次病患造影使用。

4. 2020.06.04-06.05 核研所舉辦輻射應變技術隊年度訓練課程，計有原能會、偵測中心、核研所等單位約40人參加。

5. 2020.06.12 核研所以創新應用最新的人工智慧，利用逆合成方式優化合成步驟，成功合成出瑞德西韋藥物。

6. 2020.07.02 國際原子能總署 (IAEA) 2名檢察員至核研所微功率反應器進行設計資料查證，以確認微功率反應器處於封閉狀態，查證結果一切正常。

7. 2020.08.01-08.02 核研所協助原能會於新竹遠東巨城購物中心舉辦科普巡迴展活動 (Fun 科學2.0 原子能科學移動城堡) 新竹場，2天的展期共吸引14,917人次參觀。

8. 2020.08.06 核研所執行科技部「區域(配)電網強韌性研究與技術發展」，榮獲科技部109年度亮點計畫，核研所電網計畫團隊接受天下雜誌採訪。

9. 2020.08.19 年代電視台蒞所採訪核研所微電網及本土化配電管理系統研發成果，除採訪所長外並拍攝微電網現場實體研發成果。

10. 2020.08.22-08.23 核研所協助原能會於彰化縣立和美高中舉辦科普巡迴展活動 (Fun 科學2.0 原子能科學移動城堡) 彰化場，2天的展期共吸引1831人次參觀。

11.2020.09.01 捷克國家輻射防護研究所 (NRPI) Marek Ruščák組長隨捷克參議長訪問團至核研所進行原子能相關合作交流事宜。

12.2020.09.03 核研所與成功大學共同執行之抗颱風浮動風機關鍵技術開發與實海域驗證計畫，榮獲科技部109年度亮點計畫，核研所風機團隊接受天下雜誌採訪。

13.2020.09.11 核研所參加「109年核安第26號演習北部輻射監測中心實兵演練」，順利完成任務。

14.2020.09.24-.09.26 2020年台灣創新技術博覽會 (TIE) 核研所除參加3大主題館之展示外，也提出15項技術參加競賽區比賽，經評選後共獲獎8項 (鉑金*2、金牌*3、銀牌*1、銅牌*2)，為近4年來之最佳成績。

15.2020.10.04 年代電視much 38台「發現新台灣節目」播出核研所「微電網及本土化配電管理系统」研發成果專題報導。

16.2020.10.06-10.08, 10.12-10.14 國際原子能總署 (IAEA) 檢察員至核研所，針對核研所TRR二號護箱核燃料進行查驗，查驗過程順利。

17.2020.10.09-10.12 核研所協助原能會於「華山1914文化創意產業園區」中4A館舉辦2020「i上原子能 綠能e世界」原子能科技科普展，共吸引10,106人次參觀。

18.2020.10.20-10.22 核研所派員參加奧地利健康與食品安全署 (AGES) 主辦之歐洲天然放射性物質協會 (ENA) 2020年研討會 (ENA Workshop)

19.2020.11.02 核研所專利項目－「六聚乳糖NOTA衍生物、六聚乳糖正子肝受體造影劑的Ga-68放射標誌方法及六聚乳糖正子肝受體造影劑」榮獲經濟部主辦之「109年國家發明創作獎」發明獎銀牌

20.2020.12.01 財團法人生技醫療科技政策研究中心主辦之第17屆國家新創獎，核研所榮獲3項「2020年度續獎」，主辦單位於台北南港展覽館舉行頒獎典禮。

4-2

109年取得專利清單

編號	創作人	專利中文名稱	國別	專利類型	證書日	證書號	專利起始日	屆滿日
1	謝和諱 曾聖彬 黃宣雅	造影掃描系統	美國	發明	20200107	US10,524,750B2	20171003	20380303
2	詹美齡 曾聖彬 張家豪	用於數位X光機的自動曝露控制系統與其方法	美國	發明	20200107	US10,524,758B2	20170516	20380427
3	詹美齡 曾聖彬	一種三維造影掃描系統	歐盟	發明	20200108	EP2865335A3	20141024	20341024
4	黃崇豪 李崙暉 何前程 賴祖浩	以步態偵測方法進行慣性定位的導航系統	美國	發明	20200114	US10,533,874B2	20160906	20380821
5	王美惠 胡家宇 翁茂琦 陳俊宏 楊浚泓 于鴻文	含有放射性同位素氟的異煙酸類造影劑、其製備方法及其用途	美國	發明	20200121	US10,538,486B2	20171027	20370217
6	黃振興 蔡俊煌 張鈞量 吳明修 黃德榮 楊昇府 傅正允	可攜式火焰發電裝置、金屬支撐型固態氧化物燃料電池及製作方法	美國	發明	20200128	US10,547,079B2	20170623	20380110
7	余慶聰 鄭涵文 陳建宏	含銅層狀碳酸鹽一氧化碳吸附劑及製造方法	中華民國	發明	20200211	發明第I684481號	20200211	20380729
8	黃君平 陳欣妤	陰陽離子交換樹脂分離方法	中華民國	發明	20200211	發明第I684484號	20200211	20381003
9	詹德均 郭東昊 羅傑	一種鋰錫氧硫化化合物、其製造方法與作為鋰離子電池電解質材料的用途、以及一種鋰錫氧硫混成電解質	中華民國	發明	20200211	發明第I684570號	20200211	20381008
10	陳文華 駱安亞 張家嘉 王蔚 陳信宏	以離子液體雜多酸觸媒奈米化纖維素之生產方法	中華民國	發明	20200211	發明第I684693號	20200211	20380607
11	許崇誠 紀毓駿 馬志傑	時前能源排程方法及時前能源排程系統	中華民國	發明	20200211	發明第I685168號	20200211	20381011
12	楊昇府 王多美 徐啓振 李恆毅	綠色環保除溼輪製作方法	美國	取得	20200225	US10,570,065B1	20181008	20381008

編號	創作人	專利中文名稱	國別	專利類型	證書日	證書號	專利起始日	屆滿日
13	黃振興 蔡俊煌 張鈞量 莊謝宗揚 楊昇府 黃德榮 程世偉	用於固態氧化物燃料電池之高透氣多孔基板及其製作方法	美國	發明	20200225	US10,573,898B2	20170620	20380301
14	謝錦隆	複合型綠能路燈裝置	中華民國	發明	20200301	發明第I686564號	20200301	20370626
15	林佑儒	單探頭式非線性超音波檢測裝置及其方法	中華民國	發明	20200301	發明第I686618號	20200301	20381122
16	施川豪 張家瑞 楊凱翔 洪慧芬	紫外線發光二極體元件之封裝結構	中華民國	發明	20200301	發明第I686966號	20200301	20360605
17	王敏全 葉有麟 黎禹辰 蔡丁貴 詹德均	電化學元件、其製作方法以及作為電池部件的用途、以及包含此電化學元件的電化學裝置	中華民國	發明	20200301	發明第I686975號	20200301	20390212
18	邱耀平 陳柏壯 吳耿東 簡瑞興	具共用結構之化學迴路反應器	美國	發明	20200303	US10,576,442B1	20190905	20390905
19	謝奇文 林怡君 黃增德 袁明程 朱健豪 紀毓駁	游離輻射計讀儀與微小電流量測裝置	美國	發明	20200303	US10,578,655B2	20170214	20370214
20	張家豪 張淑君 曾繁斌 倪于晴	造影系統與造影方法	美國	發明	20200310	US10,582,898B2	20180319	20380319
21	黃瓊芳 馬天陽 梁克明 沈若樸 郭家倫	生產高產量2,3-丁二醇之方法	中華民國	發明	20200411	發明第I690593號	20200411	20380321
22	黃君平 吳佳穎 王渝賢	可移動定位並結合面式放射性沈積活度量測之裝置	中華民國	發明	20200411	發明第I690721號	20200411	20391015
23	姜政綸 李奕德 王慎思	具低電壓穿越與孤島模式切換之儲能電力轉換裝置與控制方法	中華民國	發明	20200411	發明第I691138號	20200411	20390222
24	蔡佳豪 姜政綸 李奕德 劉力源 何元祥	含綠能之配電饋線轉供方法	中華民國	發明	20200411	發明第I691144號	20200411	20391004
25	倪于晴 梁鑫宗	腦用單光子放射電腦斷層掃描探頭裝置	中華民國	新型	20200411	新型第M593548號	20200411	20291028
26	陳文華 蔡培元 羅慶瑞 黃建憲 陳盛豐 徐勇演	連續處理纖維原料之裝置	泰國	發明	20200505	75897	20130926	20330925

編號	創作人	專利中文名稱	國別	專利類型	證書日	證書號	專利起始日	屆滿日
27	林彥廷	葉片保護構件及應用其之風機葉片與風機	中華民國	發明	20200511	發明第I693342號	20200511	20390521
28	詹德均 羅仕守 蔡宛軒	氧化鋅奈米膠囊及其製作方法	美國	發明	20200526	US10,662,073B2	20180112	20380811
29	郭賢章 梁國超 黃靜瑩	循環量可控式流體化床反應器及循環量可控式雙流體化床反應系統	中華民國	發明	20200601	發明第I694863號	20200601	20390422
30	楊昇府 王多美 徐啓振 李恆毅	除濕輪吸脫附動力量化裝置	中華民國	發明	20200611	發明第I695959號	20200611	20390704
31	詹德均 羅仕守 王承濤	奈米結構複合材料及其製作方法	美國	發明	20200707	US10,707,076B2	20180125	20380528
32	陳孝輝 李灝銘	用於電漿火炬電極之高效整合型熱管散熱方法	美國	發明	20200707	US10,709,005B2	20180503	20380503
33	曾繁斌 倪于晴 林文彬	腦功能影像數據擴增方法	中華民國	發明	20200715	發明第I698887號	20200711	20390530
34	林玉楚 林彥廷 蘇煒年 黃金城	風力發電機葉片通用型夾具	美國	發明	20200714	US10,710,203B2	20180411	20380411
35	黃裕清 顏嘉德 余政霖 胡哲誠 陳政佑 查厚錦 鍾翠芸 宋運明 李敬郁 曹正熙	大面積有機光電二極體之製造方法	中華民國	發明	20200721	發明第I699922號	20200721	20371022
36	張義國 謝賢德	放射性有機廢液處理方法以及放射性有機廢液處理系統	中華民國	發明	20200721	發明第I699784號	20200721	20391028
37	謝和諱 倪于晴	核醫影像處理方法	中華民國	發明	20200811	發明第I701679號	20200811	20390402
38	葉偉增 陳鵬宇	具可快速固定並卸除功能之遠端圓周切割裝置及其使用方法	中華民國	發明	20200901	發明第I703024號	20200901	20391024
39	許寧逸 謝錦隆 林建宏 鄒函文 胡譚心 莊鈺德 蔡昀珊 陳巧雅	分散式液流電池儲能模組	中華民國	發明	20200901	發明第I703759號	20200901	20390904
40	郭賢章 郭任淵 陳茂維 黃靜瑩	油氣分離系統及其用途	中華民國	發明	20200911	發明第I704009號	20200911	20391021

編號	創作人	專利中文名稱	國別	專利類型	證書日	證書號	專利起始日	屆滿日
41	林武智 王美惠 于鴻文 林昆諒 江彥鋒 陳瑞宇	六聚乳糖NOTA衍生物、六聚乳糖正子肝受體造影劑的Ga-68放射標誌方法及六聚乳糖正子肝受體造影劑	日本	發明	20200915	特許第6764460號	20181203	20381203
42	李學源 陳鵬宇	切割圓筒型反應器爐體之水下圓盤鋸機	中華民國	發明	20200921	發明第I704970號	20200921	20391015
43	李恆毅 郭柏修 黃財富 陳昱任 李灝銘 楊昇府	結合發泡式孔洞吸附輪與蒸氣壓縮冷凍迴路之乾燥機	中華民國	發明	20200921	發明第I705223號	20200921	20381021
44	詹德均 郭東昊 羅傑	一種鋰錫氧硫化化合物、其製造方法與作為鋰離子電池電解質材料的用途、以及一種鋰錫氧硫混成電解質	美國	發明	20200922	US10,784,533B2	20181025	20381215
45	黃崇豪 洪毓翔 張政元 黃瓊緯	移動機器人地圖創建系統和方法	美國	發明	20200929	US10,786,903B2	20180220	20380220
46	歐宗茂 郭家倫 趙裕 黃文松 馬天陽	釀酒酵母菌、其用途及以其生產木糖醇之方法	中華民國	發明	20201001	發明第I706037號	20201001	20380815
47	陳俊亦 李岳穆 洪慧芬	太陽能電池模組之檢測方法及其檢測裝置之結構	中華民國	發明	20201001	發明第I706145號	20201001	20391003
48	王美惠 胡家宇 楊浚泓	一種高產率核醣核酸與二乙烯三胺五乙酸之快速鍵結方法	歐盟	發明	20201007	EP3184123B1	20160706	20360706
49	王美惠 胡家宇 翁茂琦 陳俊宏 楊浚泓 于鴻文	含有放射性同位素氟的異脛酸類造影劑、其製備方法及其用途	歐盟	發明	20201007	EP3470090B1	20171027	20371027
50	邱耀平 陳柏壯 吳耿東 簡瑞興	具共用結構之氯化反應器	中華民國	發明	20201011	發明第I707031號	20201011	20381211
51	張家豪 曾聖彬 倪于晴 曾繁斌	用於雙軸數位斷層合成造影系統的幾何校正方法及其系統	中華民國	發明	20201021	發明第I708217號	20201021	20391029
52	李銘忻 鄭凱鴻 羅世偉	結合生理偵檢裝置監測心血管及腦部功能之系統和方法	中華民國	發明	20201101	發明第I708589號	20201101	20390810
53	周聖忻 郭家倫	生產聚羧基鏈烷酸酯類之方法	中華民國	發明	20201101	發明第I708844號	20201101	20390529
54	陳晉奇 袁明程	調壓型大面積無窗氣流式比例計數器	中華民國	發明	20201101	發明第I708927號	20201101	20391022

編號	創作人	專利中文名稱	國別	專利類型	證書日	證書號	專利起始日	屆滿日
55	林靖凱 徐瑋鴻 韓受坊 鍾增光 林弘翔 吳思翰 程永能 李瑞益	固態氧化物電解電池測試及產氫裝置	中華民國	發明	20201101	發明第I708955號	20201101	20381018
56	林泰男 吳思翰 吳宜靜 韓受坊 高維欣 郭弘毅 葉俊修 程永能 李瑞益	玻璃陶瓷密封薄帶製作與應用方法	中華民國	發明	20201101	發明第I708747號	20201101	20391027
57	張慧良 許寧逸 徐耀昇 張榕修	液流電池歧路電流阻抑裝置及其方法	美國	發明	20201103	US10,826,101B2	20190118	20390118
58	劉玉章 鍾人傑 曾育貞 莊禮璟	溶凝膠金屬氧化物高效率複合光電極製備方法	中華民國	發明	20201111	發明第I709666號	20201111	20390916
59	施圳豪 黃厚穎 陳俊亦 李岳穆 楊凱翔	太陽能電池效能偵測之方法	中華民國	發明	20201111	發明第I709758號	20201111	20390926
60	洪毓翔 黃崇豪 陳湘鳳 蔡博州	圓柱狀和圓餅狀數位模型之模擬切割方法	美國	發明	20201117	US10,839,516B2	20190315	20390315
61	柯典馥 張振德 陳柏聞 游鑫福 何國川 徐聖權 吳錦裕 蔡文發 洪慧芬	電致變色裝置及其製備方法	中華民國	發明	20201121	發明第I710841號	20201121	20390923
62	林聰得 郭弘仁 鍾正邦 許怡儒 李耀民 林祐詳	可用於移動載具以偵測安全或危險區域之系統與方法	中華民國	發明	20201121	發明第I711014號	20201121	20390828
63	黃憶雅 陳俊亦 洪慧芬	雙層結構之聚光元件	美國	設計	20201124	USD903,075S	20201124	20351124



MEMO

Date . . .

A large, blank, lined area for writing, resembling a memo pad. The lines are horizontal and evenly spaced. The area is framed by a thin orange border.

MEMO

Date . . .

MEMO

Date _____

MEMO

Date . . .



書 名：行政院原子能委員會核能研究所109年年報

編 著 者：行政院原子能委員會核能研究所

出版機關：行政院原子能委員會核能研究所

電 話：(02) 8231-7717 (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.iner.gov.tw/>

出版年月：中華民國110年7月

創刊年月：中華民國82年6月

定 價：NT\$ 760元

G P N：2008200098

I S S N：1812-3295 (平裝)

刊期頻率：年報

展售門市：● 國家書店松江門市 10485 台北市中山區松江路209號1樓

TEL: 02-25180207

● 五 南 文 化 廣 場 40642 台中市北屯區軍福七路600號

TEL: 04-24378010

◎ 本書同時登載於核能研究所網站之「出版品\年報」，網址為：<http://www.iner.gov.tw/>

◎ 本書保留所有權利。欲利用本書全部或部分內容者，須徵求著作財產人行政院原子能委員會核能研究所同意或書面授權。請洽行政院原子能委員會核能研究所，電話：03-4711400分機：3029。



行政院原子能委員會
核能研究所

地址：桃園市龍潭區佳安里文化路1000號

電話：(02)8231-7717 · (03)471-1400

傳真：(03)471-1064

網址：<http://www.iner.gov.tw>

E-mail：iner@iner.gov.tw

ISSN 1812-329-5



GPN:2008200098

定價：NT\$ 760元