

113年度生科處 學門發展規劃及成果報告

國家科學及技術委員會
生命科學研究發展處

中華民國 114 年 1 月

目錄

1. 生農環境與多樣性學門.....	5
2. 農產資源科學學門.....	20
3. 生物科學學門.....	39
4. 形態及生理醫學學門.....	52
5. 生化及藥理醫學學門.....	64
6. 微免及檢驗醫學學門.....	77
7. 藥學及中醫藥學學門.....	90
8. 食品與營養保健學門.....	113
9. 公共衛生與社會醫學學門.....	129
10. 工程醫學學門.....	140
11. 消化醫學學門.....	169
12. 心臟醫學學門.....	185
13. 胸腔醫學學門.....	201
14. 神經醫學學門.....	213
15. 婦幼醫學學門.....	225
16. 血液、腫瘤、免疫及感染醫學學門.....	236
17. 腎臟、泌尿及內分泌醫學學門.....	250
18. 感官系統醫學學門.....	268

生農環境與多樣性學門 發展規劃及成果報告

召集人：江昭皚 共同召集人：江友中

一、前言

生農環境與多樣性學門的主要研究領域涵蓋「植物保護、土壤及環保領域」、「森林水保及生工生機領域」和「生物多樣性領域」，包括水土資源、農業設施工程、生物產業機電、水土保持與防災、土壤污染與復育、森林學、自然資源保育、生物材料利用、生態學、演化學、分類學、植物醫學與病理、安全農業與病蟲害防治等多元研究主題。今年度，生農環境與多樣性學門專題計畫總數為 249 件，經審查通過者為 101 件，通過率達 40.6%。各子學科中，「植物保護、土壤及環保」領域有 82 件計畫，通過 33 件，通過率 40.2%；其中包含一般申請 70 件，通過 27 件，以及新進申請 12 件，通過 6 件。「森林水保及生工生機」領域有 66 件計畫，通過 28 件，通過率為 42.4%；其中 55 件為一般申請，通過 22 件，11 件為新進申請，通過 6 件。「生物多樣性及長期生態」領域有 101 件計畫，通過 40 件，通過率 40%；其中 88 件為一般申請，通過 34 件，13 件為新進申請，通過 6 件。生農環境與多樣性學門的主要目標與任務包括探索生物多樣性、野生動植物的保育研究，協助國家確保糧食安全、提升生態系統服務的韌性，並促進生物資源的永續利用。臺灣地理與生態環境獨特，森林總面積達 219.7 萬公頃，覆蓋率高達 60.71%，是全球平均值 30.3% 的兩倍，其中受保護森林比例更達在世界各國中排名第 19 位，居亞洲前列，且臺灣的海拔範圍，更塑造出不同的氣候與棲地類型，蘊育了豐富的生態多樣性。森林不僅是國土保持的重要支柱，還通過穩定水循環和土壤養分提升水土保持功能，並在碳循環中扮演重要角色。為實現聯合國永續發展目標(SDGs)，達成人類發展與生態環境平衡，更要面臨全球 2050 年淨零碳排放挑戰，本學門的研究在應對環境變遷、提升農業生產力及生態保育方面顯得尤為重要，對國家在相關政策制定及國際合作中提供關鍵支持。

二、學門簡介

本學門涵蓋三大核心研究領域：「植物保護、土壤及環保領域」、「森林水保及生工生機領域」以及「生物多樣性領域」，專注於生物、農業與環境間的相互關係，結合基礎與應用研究，推動永續發展。學門以跨領域協作為基礎，致力於土壤保育、植物病蟲害防治、森林經

營與生物多樣性保育，提升生態系統的韌性，促進農業永續生產。

植物保護、土壤及環保領域專注於土壤健康維護與作物防禦能力提升，推動生態友好型農業。研究重點包括土壤保育與管理，透過防止土壤侵蝕與退化來維持土壤結構與肥力；加強重金屬及有機污染物的監控，降低環境與健康風險；並提升土壤碳匯儲存，減緩氣候變遷影響。同時，推行植物檢疫與生物防治策略，以減少農藥使用，促進生態平衡。

森林水保及生工生機領域專注於森林生態系統管理與技術應用，提升水土保持功能與生態系統服務。研究包括透過森林植被調節水源涵養、降低土壤侵蝕及洪水災害風險；推動生物複合材料與智能化農業機械發展，提升自動化設備效能並降低環境衝擊；並開發生物質能源，推動低碳經濟與再生能源永續利用。

生物多樣性領域聚焦於生物多樣性的組成與功能研究，透過長期生態監測追蹤環境變遷與生態系統動態。內容包括分析基因與物種多樣性、探討其對生態穩定性的貢獻；制定生態復育策略以保護瀕危物種與棲地，並促進生物資源永續利用。

基於臺灣獨特的生態環境，學門結合跨領域創新研究，回應全球永續發展目標（SDGs），為應對氣候變遷與生態挑戰提供科學支援，同時強化生態系統服務功能與生物資源管理，推動永續未來發展。

三、學門領域之研究現況及發展趨勢

（一）全球之發展現況及未來發展趨勢

探索未知的真理以及解決地球面臨的生存問題，創造美好、進步的生活環境一直是本學門注重的核心。隨著 2024 年的到來，環境變遷、糧食及能源短缺以及環境污染等挑戰變得更加嚴峻。「生農環境與多樣性」學門所關注的議題，已成為各國政府與科學家研究的重點。現世界各地的研究人員除了加強對氣候變遷對生態環境衝擊的學術研究與科技研發外，在基礎研究方面，重點在於預測動植物、自然與農業生態系對氣候變遷的反應及其影響機制。而在應用研究方面，則著重於如何經營農業與自然生態系統，以提升系統的韌性，從而減緩和降低氣候變遷的衝擊。技術方面，重點在於開發更高效、更節能減碳的生物機電系統與生物機械。2024 年，人工智慧的進步對科學研究產生了深遠影響。不斷更新的 AI 模型如 GPT-4o 和 AlphaFold 的應用，為預測和應對氣候變遷提供了強大的工具。此外，各國政府已意識到森林提供的生態系統服務對全人類福祉至關重要，聯合國於 2016 年正式啟動 2030 年永續發展目標（SDGs），訂立了 17 項主要目標與 169 項細項目標，為全球永續發展設定了未來 15 年的行動方針。此外，2010 年在《生物多樣性公約》（CBD）第 10 屆締約國大會上，制

定了愛知目標，該目標包含 5 大策略及 20 項具體目標，旨在推動全球生物多樣性的保育與永續利用。第 16 屆《生物多樣性公約》締約方大會（CBD COP16）重點在落實《昆明-蒙特婁全球生物多樣性綱要》的目標，包括 2030 年前保護 30% 的陸地和海洋以防止物種滅絕。第 29 屆《聯合國氣候變化綱要公約》締約方大會（COP29）聚焦提升國家自主貢獻（NDCs）與氣候融資，確保 1.5°C 升溫目標可及。

1. 植物保護、土壤及環保領域

近年來，維持高整體性土壤品質及其評估模式，並追求動植物與人類健康的土壤安全性（soil security），成為全球土壤環保與植物保護發展的新趨勢。植物病蟲害的預測與安全防治仍是各國持續投入的重點，而在環境變遷下，昆蟲與微生物對作物的影響也成為科學家關注的議題。地景尺度及跨領域的研究日益受到重視，衍生出整合性的農業環境保護策略。2024 年的重要趨勢包括土壤新興污染物的監控、土壤重金屬生物有效性的評估，以及應用拮抗微生物和總體基因體學（metagenomics）於植物病害的防治與管理。此外，入侵蟲害的綜合防治模式也受到廣泛關注。隨著科技的進步，新的技術和方法不斷湧現。例如，人工智慧和大數據分析在病蟲害預測和防治中的應用，顯著提高了預測的準確性和防治的效率。這些研究發展顯示，不僅在探索未知的真理方面已取得了進展，還在解決地球面臨的生存問題和創造美好生活環境方面發揮了重要作用。

2. 森林水保及生工生機領域

樹木依然是地球上最重要和最關鍵的生物之一。它們儲存了大量的碳，對養分循環、水和空氣質量以及無數人類服務至關重要。近年來，除了傳統的木材資源供應外，各國更加重視森林碳匯、水土保持以及生物多樣性保育等生態系統服務的功能。面對環境變遷加劇的挑戰，提升森林的韌性以強化耐旱防洪功能，防災減災成為當前重要的研究方向。森林研究從過去的單一目標轉向多功能目標，強調氣候調適與系統韌性的提升。2024 年，新的研究趨勢包括監控土壤新興污染物、評估土壤重金屬生物有效性，以及應用拮抗微生物和總體基因體學（metagenomics）於植物病害的防治與管理，此外，森林天然物活性成分作為醫療藥品及保健產品的研究也在增加，其他如作為生態旅遊與森林療癒場域的效益也愈益受到廣泛關注。生物電機與生物機械的發展朝向及時化、精緻化、自動化與智慧化，例如機器學習與深度學習技術的應

用，提高了農作物生長、產品與環境的品質，正如聯合國糧食及農業組織《2024年世界森林狀況》所提及：透過促進林業部門的創新，邁向可持續未來。新的發展顯示，科學研究不僅在探索未知的真理方面取得了進展，還在解決地球面臨的生存問題和創造美好生活環境方面發揮了重要作用。

3. 生物多樣性領域

生物多樣性資料庫的完整建構，以及瀕危與關鍵物種的保育研究，已成為全球生態保護與應對氣候變遷挑戰的核心議題。建立並公開分享涵蓋基因資料庫、物種資料庫及生態棲地資料庫的綜合生物多樣性資料庫，有助於最大化資料價值，推動科研進展，並支持保護策略的制定。2024年《生物多樣性公約》締約方大會（CBD COP16）將於10月21日至11月1日在哥倫比亞卡利舉行，本次會議的焦點是落實《昆明-蒙特婁全球生物多樣性綱要》，確保在2030年前保護全球30%的陸地與海洋，防止物種滅絕。另一方面，《聯合國氣候變化綱要公約》締約方大會（COP29）將於2024年11月11日至22日在亞塞拜然巴庫舉行，重點在於提升國家自主貢獻（NDCs）及加強氣候融資，以確保全球升溫限制在1.5°C以內。這兩場國際大會顯示各國在氣候行動和生物多樣性保護上的高度重視，並強調建立跨國合作以保護瀕危物種和關鍵棲地的重要性。透過加強生物多樣性資料庫的建構與國際合作，未來的保育工作將更具系統性和實效性，為全球生態系統的永續發展奠定堅實基礎。

（二）我國之發展現況、重點研究方向及未來發展趨勢

發展現況以今年度結案的學門專題計畫成果報告分析，以下僅為「植物保護、土壤及環保」、「森林水保及生工生機」和「生物多樣性」三大研究領域之發展現況。

1. 植物保護、土壤及環保領域

在永續發展的前題下，我們應該探索安全且可持續的方式來保護環境、植物及土壤，並致力於開發環境友好的農耕方法與生物防治策略。現行一些研究現況代表如：(1)提供尚未有有效治療方式的病害，除了以較高經費來進行預防並降低災情的思考方向：透過兩種雙生病兩種雙生病毒（霍香薊黃脈病毒，AYVV；番茄捲葉病毒，TLCV）的感染性選殖株，能在圓葉菸草上引發特定方向的捲葉病徵，將可用馬鈴薯X病毒載體在圓葉菸草中表現C4或Rep蛋白，可誘發相反方向的捲葉病徵調控病徵方向與嚴重度，或可以病毒誘發基因靜默技術抑制特定miRNA亦可調控捲葉病徵方向。(2)水稻栽

培為農業生態系統中重要的溫室氣體排放來源之一，稻稈返田(straw return, SR)被認為是一種對於環境友善的耕作方式，該操作不僅可以促進養分循環在利用，同時亦可增進土壤健康。然而，由於水稻兩期稻作之間的休耕期較短（通常小於30天），稻稈不易在第二期作開始之前完全分解，未分解完全的稻稈容易對於下一期作物產生不良的影響，譬如固定營養元素導致可利用性降低、有害有機酸的產生以及病蟲害的影響，也導致農民還是習慣使用對於環境較不友善的現地焚燒處理方式，可透過纖維素較少的脆性稻稈(brittle rice straw, BS)的水稻的品種分解速率較一般野生型(wild type)的非脆性稻稈(non-brittle straw NBS)來的快，因此可以加速農民採納傳統稻稈返田的使用措施，再透過乾濕交替(alternative wetting and drying, AWD)替代傳統連續沾水(continuous flooding, CF)的管理方式來降低水田中甲烷的排放。在兩種類型土壤(粗質地 vs. 細質地)下，不同類型稻稈的返田(NBS vs BS return)在不同的水分處理(CF vs. AWD)下，其分解過程中碳分布(carbon distribution)的影響，其中包含溫室氣體的排放、可溶性有機與無機碳的淋洗，以及土壤中碳的型態與變化。結果顯示 BS+AWD 執行的快速秸稈轉化現象，與 NBS 相比，顯著減少了約 81% 的二氧化碳排放 ($P=0.05$)。同時，稻稈返田處理顯著提高了可溶性有機碳、可溶性無機碳以及硝酸態氮的淋洗。此外，本研究結果也顯示稻稈返田可促進土壤團粒構造的生成，提升其平均重量直徑(mean weight diameter, MWD)約 20%。此領域如以上所示，推動安全且可持續的方式來保護環境、植物及土壤，並致力開發環境友好的農耕方法與生物防治策略相關研究正在不斷增加。

2. 森林水保及生工生機領域

森林不僅提供糧食和能源，還對氣候、水源、生物多樣性和氣候變遷產生深遠影響，並且擔負著重要的碳匯功能，這些都直接關係到人類的生存與健康。一些相關研究如：(1)山地雲霧森林(以下簡稱霧林)是臺灣最主要的森林類型之一，淨初級生產量(net primary production [NPP])是監測森林新陳代謝經常使用的指標，由於地面 NPP 的調查工作艱辛(特別是地下部細根 NPP 部分)，因此整合衛星植生指標的生態模式是最常被用來大尺度估測 NPP 的工具。結合 MODIS 衛星(Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer)最適化植生指標(EVI [Enhanced Vegetation Index])與光使用效能指標(PRI [Photochemical Reflectance Index]) (統稱

MODISEVIxPRI) 時間序列整合式植生指標在環境干擾下解析山地霧林細根 NPP 時空動態的潛力。在臺灣東北部的棲蘭山霧林帶於蒐集分析每月細根 NPP 資料，以及蒐集模擬細根 NPP 樣方的 MODISEVIxPRI(使用光譜冠層雙向反射分佈函數模式) 所需要的地面參數，透過大數據的收集及累積，可更加精準計算森林被低估的碳匯能力以及氣候變遷的證據。

(2) 微型塑膠廢棄物已廣泛分散於全球水域系統，且機會性人類病原菌綠膿桿菌能引起惡名昭彰並難以治療之嚴重急性與慢性感染，同時抗綠膿桿菌藥物環丙沙星被大量使用。根據目前持續不斷浮現之證據顯示，帶有抗藥性基因之綠膿桿菌已被檢測出棲息於具有吸附性之微型塑膠表面並形成塑料生物圈，同時伴隨環丙沙星高頻率地存在於水環境中，棲息於微型塑膠之抗環丙沙星綠膿桿菌極有可能形成不可忽視之公共健康議題。在水域尺度下，微型塑膠與抗生素共暴露所引起抗環丙沙星綠膿桿菌發展。藉由使用於推估微型塑膠表面環丙沙星濃縮之吸附等溫模式，與藥理動力/動態為基礎之微生物族動態模式進行結合，預測水域中吸附有環丙沙星之微型塑膠其表面綠膿桿菌發展。根據我們的評估結果顯示，在各個水域中抗藥性菌株平均而言占總族群約百分之五十，同時水中總生菌數涵蓋範圍廣泛(約 10^{-2} 至 10^4 cfu mL⁻¹)。水域中抗藥性菌株比例同時由環丙沙星污染程度、微型塑膠豐度、以及微型塑膠種類組成所共同決定。經此新型研究推斷各個水域中其特定微型塑膠極有可能為綠膿桿菌之增長提供介質。研究結果強調在微型塑膠—抗生素共污染之情境，同時為水域系統管理所進行之持續準備下，處理全球微型塑膠污染威脅時，需考慮抗藥性病原體增殖—新興環境介質互動之重要性。此領域相關研究現況大多如上所提研究，與學門推動目標相契合，持續往永續發展相關題議前進。

3. 生物多樣性領域

在當前全球面臨的環境挑戰中，生物多樣性喪失已成為亟需解決的重大議題。現階段逐步建立生物多樣性資料庫、推動基因、物種及生態棲地的基礎研究與資料共享，但在氣候變遷、棲地破壞和外來種入侵等多重威脅下，生物多樣性依然面臨嚴峻挑戰。未來的研究應強調跨國合作，結合基於自然解方(Nature-Based Solutions, NBS)，以減緩人類活動對生態系的影響。現基因階層研究，如：(1)以分子標誌聚焦印度至西太平洋地區水椰子的族群分化與親緣地理，顯示部分族群

在西太平洋區域內因地理障礙和海流影響，呈現遺傳結構差異，如在菲律賓群島及馬來半島分布族群觀察到區域性遺傳分化現象，顯示第四紀冰河期的氣候波動對水椰子的分布模式和遺傳多樣性具有影響，支持族群收縮與長距離傳播假說。(2)物種階層研究以特有種蝴蝶而言，其起源及特有性形成之分化時間約落在臺灣島形成的五百萬年內，支持島內種化假說，少部分特有種的分化時間則早於台灣島形成，顯示可能少數有在島外完成種化後，隨古氣候變遷遷入臺灣，演化歷史結果提供臺灣蝴蝶多樣性重要基礎資料。(3)生態系階層在恆風對臺灣森林植群的分類與功能多樣性影響，長期 30 年調查羅培山森林動態樣區，顯示四種木本植群的物種多樣性顯著下降，且植物個體數減少，尤其是迎風與背風坡植群組成顯著不同，引入數值分析框架計算出臺灣植物對風強度和雲霧頻度的「臺灣指數」，揭示恆風在塑造植群組成的關鍵角色。以上所提部份代表性計畫現況，皆學門持續支持基礎研究所得結果，未來的方向將更積極地探索如何透過基於自然解方，提升生態系的韌性，並促進生物多樣性保育與人類福祉的平衡發展。

(三) 學術面、臨床面及應用面之價值

本學門的研究成果一直是政府在農業生產環境保護、國土保安及生物資源永續發展政策的重要參考。學門的研究涵蓋跨國與跨洲的合作，透過農業與生態環境品質的維持與監測、土壤與生物資源的調查與永續利用，以及微生物資源的開發與應用，為全球科學界提供了寶貴的數據和見解。在病媒昆蟲、殺蟲劑殘毒及有用昆蟲的跨域研究方面，研究人員利用資訊交流和先進技術，如生物技術、基因體分析、分子生物學和雲端資訊，來應對氣候變遷後的病蟲害管理挑戰。大數據驅動的數位定址應用在土壤肥培與養分調控，以及污染土壤的最佳管理策略上，為智慧農業的發展提供了堅實的基礎。在森林水保研究方面，成果應用於森林產物的綠色生產、集水區水土災害防治、碳源與碳匯功能的發揮、生態復育上，其中也跨領域的應用到遙測與航測等空間資訊的科技應用。生工生機的研究成果則推動了農業自動化、無人操作產業機具的發展、生質能源的利用、環境控制、精準農業，以及加工與儲運技術的進步。生物多樣性研究長期為各類型保護區的設立及保育成效提供了評估依據，並為國家保育政策的優先次序提供了科學證據。這些研究不僅在學術上具有重要價值，還在實際應用與操作中展現了巨大的潛力，為全球農業和環境保護提供了強有力的支持。

(四) 國內現有研究人力、設備及資源分配之狀況與需求

目前，生農環境與多樣性學門的研究人員涵蓋全國大專院校的森林、水保、農化、生機、生工、植病、昆蟲、土環、生命科學、自然資源、環境工程、植物病蟲害、野生動物保護等相關系所，以及中研院、地調所、農試所、藥毒所、林試所、特有生物研究保育中心等學術機構。本學門的研究人力(PI)粗估約近 500 人，近年來參與計畫研提的 PI 人數在 220 至 250 人之間。雖然學門的研究設備能滿足先進研究的需求，但仍需持續投入資源以保持貴重儀器的營運。整體而言，研究人力短缺的問題日益嚴峻，在學門內各項研究領域人力現況不一，例如分子演化領域人才相對充沛，但物種物類相關人才卻出現顯著斷層，特別是涉及野外調查、形態學及解剖學方面，已直接面臨人才匱乏的困境。因此對人才持續的培育與招攬至關重要，例如於學習成長時期的碩士生及博士生階段，在基礎學科較難獲得科研經費支持，相對於應用類型學科甚至是與產業界或科技業等擁有市場利基，有較大吸引力及號召力相比下，顯得薄弱，削弱了優秀學生投入的意願。另外在各領域具國際觀與研究能量的人員應該長期重點培養。儘管學門強調應用研究，但應用研究是基於深厚的基礎知識所累積出來的，因此基礎研究也需長期投入，兩方類型的研究需取得平衡。重要的基礎研究應在專題研究計畫中獲得更多經費支持，而產學合作計畫可多加支援較應用型的計畫。

四、我國發展生農環境與多樣性學門領域研究之 SWOT 分析

(一) 優勢 (Strength)

1. 臺灣為全球科技強勢國家，研究導入前瞻科技及大數據技術有強大優勢。
2. 臺灣特有的地理環境與氣候蘊育了多樣與豐富的自然資源。
3. 政府部份在林業、保育與自然資源及農業相關部門，亦投注相當的經費、研究資源，並有實務上之研究需求可提供學術發展相關議題。
4. 累積之研究成果逐年提升，並擁有多位國際頂尖研究人才，受國際學者重視。
5. 研究主題多樣化，新興跨領域研究計畫逐年提升。

(二) 劣勢 (Weakness)

1. 研究人員出現斷層及不斷減少之現象，少子化以及研究領域非新進學者優先選擇對象，使得此現象更為明顯。
2. 研究計畫侷限於本土型計畫，跨國與具國際層面之研究計畫較少。
3. 缺乏整合型之大型計畫。

4. 與其它學門相比較，研提計畫數目較低。
5. 許多研究主題難受市場青睞，較少經濟市場力量推動成果導入產業，需較多政府資源以及長期推動來達成。
6. 高品質論文及研究成果較其他學門需更長時間累積以及更高強度的人力勞動。

(三) 機會 (Opportunity)

1. 氣候變遷危機使各國介入相關研究力道及政策不斷加大，臺灣與國際接軌，須更加借重本學門相關研究能量及成果。
2. 農業生態資源與環境科學可與現代的新農業上、中、下游產業結合，並創造新型產業市場。
3. 循環農業及生物性材料等可循環再利用資材皆是本學門重點研究項目。
4. 愈發受重視之永續發展相關研究，包含食安、環境、廢棄物等皆能從本學門相關研究延伸或直接應用。

(四) 威脅 (Threat)

1. 中國經濟的提昇，加上地大物博，對於受國際重視人士有磁吸效應。
2. 研究人員薪資仍較國外為低，頂尖人才留存不易。
3. 學門研究通過率逐年降低，中後段研究人才嘗試三年未獲補助後多不再申請，造成申請件數少，為學門發展的隱憂。
4. 投入跨領域整合研究者仍少，不利解決當前面臨非單一領域研究所能解決之生農環境及生物多樣性問題。
5. 臺灣經濟發展極端，許多有潛力人才轉往半導體相關科技產業從事，不利學界發展。

五、學門未來發展之規劃重點、推動策略及預期效益

(一) 短期

在短期內，生農環境與多樣性學門將透過學門說明交流會，促進各不同研究領域及主題相關學者交流，打破藩籬組成整合型團隊。透過邀請資深學者及研究成果卓越專家分享其研究方式及計畫構思脈絡，並由具指標性代表學者共同凝聚學門重點研究方向，提供國科會選擇研提主題方向之參考。學門將延續規劃之重點持續推動相關計畫，如重視環境變遷對生農環境及多樣性衝擊之研究，開發體學在昆蟲-病菌-作物間交互作用的探索與應用，從事基因工程研究，提高生物方法之殺蟲殺菌效力，開發生物製劑供生物防治並分析統計其效用。在生機生工領域，將加強智慧農業相關系統研發、土壤學相關領域將朝土壤安全性的一體化持續發展，特別是對於土壤品質標準之研發、建立土壤資訊系統、污染物對土壤環境之衝擊研究、污染土壤整治技術之開發等。森林生

態相關方面，將強化森林在淨零減排之功能與強化，以及國土綠網的建立與功效評估。這些短期目標的實現，將有助於統合生農環境與多樣性學門研究力量，同步國際發展趨勢，促進臺灣在國際科學研究中的地位和影響力，與各國共同往永續發展目標前行。

(二) 中期

中期發展將針對臺灣特色與國際關注的議題，如環境變遷下的生態問題、永續發展目標 (SDGs) 的推動與研究、土壤健康、智慧農業、農藥減量及淨零減碳等，透過整合跨國際的研究團隊，並結合生農環境及多樣性相關的上、中、下游研究人力與技術資源，來發展具產業潛力的本土生農生技產業。另外，持續提升生物多樣性研究的廣度與深度，加強分析和評估氣候變遷對生物多樣性的影響與衝擊，用以建議中、長期相關政策。最後一點要強化國際合作，推動跨領域、跨國際計畫，透過實際作為來加強國際交流與合作，並鼓勵年輕學者參與國際會議與學術組織，培養新一代的學術領導人。這些努力將有助於應對全球環境挑戰，促進學門持續成長發展，並提升臺灣在國際科學研究中的地位和影響力。

(三) 長期

應協調各校相關頂尖研究團隊，共同組織未來趨勢相關研究專門團隊，增加國際競爭力並提升學術研究國際化。以臺灣為中心，可邀請周邊國家組成太平洋西環氣候變遷生物多樣性與水土資源保育跨國團隊，藉由臺灣多樣性生態相關研究能量與經驗，成為西太平洋生農環境及多樣性之研究發展重鎮，進一步成為東南亞生農環境及多樣性研究的先驅，在特定重點領域積極投入成為國際上領導者。另外，善用生物資訊平台，建立完整生物多樣性資料庫，整合基因體、物種與生態系的研究，促進臺灣生物多樣性之永續研究，並擴大研究能量。同時積極推動土壤整治技術，建立土壤永續管理專家系統，建立土壤資訊和決策系統，整合人工智慧平台，以增進農業操作之精準性。此外，發掘有用之自然資源，以體學 (omics) 策略探索有用天然物並產業化，開發生物材料與生質能源 (含合成氣)，進行減碳與碳捕捉關鍵技術之研究，並持續研討碳權認證及交易平台等相關政策，以因應 2015 年「巴黎氣候協議 (Paris Agreement)」的要求，控制地球氣溫升高於攝氏 2 度以內，2030 年的碳排放必須減少 50%，2050 年達到零碳排的目標。未來還需強化國際合作交流，鼓勵年輕學者參與國際會議與學術組織，培養新一代的學術領導人。這些策略將有助於臺灣在國際科學研究中的地位和影響力，並促進全球環境保護與可持續發展。

(一) 總體性成果：

就客觀數據來看，本學門持續依聯合國 2030 年永續發展目標 (SDGs) 各項目標進行發展研究，現於全球永續發展相關議題上取得相當不錯之成績。各計畫主持人也積極與產業界合作，將目前遭遇氣候衝擊所遇到之實際問題，導入政府相關經費進行研究，並將相關成果簽定技術轉移，或輔導業者進入循環農業或資材再利用的良好互動。本學門研究成果對於國土保安與環境保護及社會永續發展有相當明顯的貢獻，支援政府對於政策的方向與制定與世界同步接軌扮演重大角色。

(二) 個別計畫代表性成果

1. 國立中山大學生物科學系江友中教授，其計畫名稱：印度-西太平洋地區水椰子 (*Nypa fruticans* Wurmb.) 族群分化與親緣地理 (計畫編號 NSTC 112-2621-B-110-001-MY3)

水椰子在熱帶紅樹林生態系中扮演關鍵角色，其族群遺傳結構受到地理隔離與長距離傳播的影響。過往推論為水椰子種子透過海流進行長距離傳播，以應對地理隔離事件。然而，目前對於季風、洋流變化以及地質歷史如何影響水椰子的遺傳多樣性仍知之甚少。本計畫旨在探討水椰子在印度-西太平洋地區的族群分化與親緣地理模式，並進一步了解不同地理區域間的遺傳結構差異。初步研究結果顯示，斯里蘭卡及東南亞地區的水椰子族群在遺傳結構上存在顯著分化 ($F_{ST} = 0.22131$)，尤其是馬六甲海峽在基因流動上扮演地理屏障的角色。分析指出，東南亞的季風及洋流季節性變化可能影響水椰子的長距離傳播，進而塑造其族群結構。具體而言，菲律賓群島周圍的水椰子族群較為遺傳均質，而斯里蘭卡族群與東南亞地區族群之間則存在顯著的遺傳隔離。進一步分析發現，菲律賓群島的族群遺傳多樣性高於其他區域，這可能與其較複雜的海流動態有關。海流的季節性逆轉可能促進菲律賓群島內部的基因流動，降低區域內的遺傳分化。同時，斯里蘭卡族群顯示出快速擴張的遺傳漂變痕跡，推測是冰河期後的快速適應結果。本研究結果揭示水椰子在不同地理區域中的遺傳結構變異，顯示出東南亞季風和海流對族群分化的影響。未來二年將進一步擴大採樣範圍，使用次世代定序技術，以解析水椰子的全基因組 SNP 數據，深入探討其族群動態及親緣地理學意涵，為保育策略及生物能源的應用提供科學依據。

2. 國立成功大學熱帶植物科學研究所黃兆立教授，其計畫名稱：含羞草屬植物葉枕基因的親緣基因體學解析及其觸發運動

機制與演化意涵 (計畫編號 NSTC 110-2621-B-006-002-MY3)

含羞草的葉枕運動在植物運動行為中扮演重要角色，有研究顯示其快速的葉片閉合運動是應對食草動物的防禦機制之一。含羞草的快速運動由葉枕細胞的體積變化驅動，主要透過離子通道調控細胞膨壓的變化。雖然此機制已知在某些物種中發揮重要作用，但目前對於這些運動相關基因如何在不同含羞草物種中演化、及其調控機制尚未有完整了解。本研究計畫的目標是針對不同含羞草物種進行葉枕表現基因的比較基因體學分析，進一步解析其基因調控與觸發運動的演化歷程。本計畫針對九個含羞草物種進行比較轉錄組分析，以探討不同物種的葉枕運動能力及其基因表現差異。至今的研究發現，具敏感葉的物種如含羞草(*Mimosa pudica*)，其葉枕基因表現有顯著的正向天擇痕跡，顯示某些離子通道基因如鈣離子通道 (CSC1) 在調控葉枕運動中扮演關鍵角色。此外，我們發現，葉枕中的基因表現模式與其所處微環境的離子濃度高度相關，顯示基因調控可能受環境因子如光照強度和水分供應影響。初步結果顯示，不同物種的葉枕基因表現存在顯著差異，尤其在快速運動物種中，正向天擇基因的比例顯著高於無觸發運動的物種。葉枕基因表現分析顯示，主要表現的基因多與離子調控和細胞壁重塑相關，這些基因在具敏感葉的物種中表現更為顯著。進一步分析表明，這些基因可能在演化過程中累積了較多的非同義突變，顯示其功能已在演化過程中優化，以提高運動效率。此外，含羞草葉枕的運動能力與其基因表現存在一定的正相關，而不同物種的葉枕運動能力可能受到基因複製及其調控網絡的影響。敏感葉物種如 *M. pudica*，其葉枕基因顯示出更高的基因表達水平，可能是其演化出快速運動能力的關鍵原因之一。然而，這些假設仍需進一步的基因功能驗證實驗來確定基因在運動機制中的具體角色。本計畫未來將持續進行更大規模的物種採樣與基因體分析，並結合功能性驗證實驗，以釐清基因表現與觸發運動之間的因果關係。我們預計，這些研究將有助於理解植物快速運動的分子機制及其演化意涵，並提供未來應用於植物育種和生物技術的理論基礎。

3. 國立臺灣大學昆蟲學系暨研究所楊恩誠教授，其計畫名稱：探究蜜蜂工蜂之分工機制-蜜蜂勤務分化與神經生理的相關脈絡 (計畫編號 NSTC NSTC 112-2313-B-002-001)
- 蜜蜂為真社會性昆蟲，工蜂勤務分化多樣，特別是內勤蜂的勤務種類繁多，其調控勤務轉換之機制難從單一層面釐清。

過去的研究指出，工蜂日齡是影響勤務轉換的主要依據，但勤務的執行亦會隨著環境因素，如勤務執行個體數、費洛蒙、食物量等改變而進行勤務調整與轉換。目前已知青春激素是調控內勤蜂與外勤蜂勤務轉換的重要激素，但相關研究僅限於內勤蜂與外勤蜂之差異，尚無全面性的剖析。除了青春激素外，亦觀察到內外勤蜂腦部葷狀體體積差異。據此，本計畫擬從內分泌學以及神經發育學層面，探討工蜂勤務分工的調控機制。我們將收集不同日齡的工蜂，進行 1. 不同日齡工蜂體內青春激素的含量之檢測，以及 2. 腦部結構探討，包括 a. 腦部立體結構建構與計量、b. 神經元分佈分析與計量、以及 c. 神經突觸結構分佈與數目計算，分析比較不同日齡工蜂神經分化的狀態，並且分析勤務與工蜂腦部結構改變的相關性，以及激素與日齡、勤務的連結。結果顯示，內勤蜂與外勤蜂之間在青春激素含量以及多個腦區體積皆有顯著差異。此外，在內勤蜂階段兩者皆在 9 至 12 日齡間有相對大的變化趨勢。

4. 國立中興大學土壤環境科學系林政賢助理教授，其計畫名稱：脆性稻稈返田在乾溼交替的灌溉管理之下的碳足跡與其對土壤健康的影響（計畫編號 NSTC 111-2313-B-005-005-MY3）
水稻栽培為農業生態系統中重要的溫室氣體排放來源之一，其中又以甲烷(CH₄)氧化亞氮(N₂O)以及二氧化碳(CO₂)等氣體為主。稻稈返田(straw return, SR)被認為是一種對於環境友善的耕作方式，該操作不僅可以促進養分循環在利用，同時亦可增進土壤健康。然而，由於水稻兩期稻作之間的休耕期較短（通常小於30天），稻稈不易在第二期作開始之前完全分解，未分解完全的稻稈容易對於下一期作物產生不良的影響，譬如固定營養元素導致可利用性降低、有害有機酸的產生以及病蟲害的影響，也導致農民還是習慣使用對於環境較不友善的現地焚燒處理方式。近年來，脆性稻稈(brittle rice straw, BS)的水稻的品種被開發出來，由於該脆性稻稈的纖維素成分較少，分解速率較一般野生型(wild type)的非脆性稻稈(non-brittle straw NBS)來的快，因此有很大的潛力可以加速農民採納傳統稻稈返田的使用措施。另外，乾濕交替(alternative wetting and drying, AWD)為另一個可以替代傳統連續沾水(continuous flooding, CF)的管理方式來降低水田中甲烷的排放，但卻鮮少研究整合該兩種環境友善的管理方式(BS return+AWD)以及該方式對於環境的影響。因此，本研究探討了在兩種類型土壤（粗質地 vs. 細質地）下，不同

類型稻稈的返田 (NBS vs BS return) 在不同的水分處理 (CF vs. AWD) 下，其分解過程中碳分布 (carbon distribution) 的影響，其中包含溫室氣體的排放、可溶性有機與無機碳的淋洗，以及土壤中碳的型態與變化。結果顯示，在兩種土壤中，在 NBS+CF 處理下由於稈稈分解期延長，此溫室氣體的排放更多。然而，BS+AWD 執行的快速稈稈轉化現象，與 NBS 相比，顯著減少了約 81% 的二氧化碳排放 ($P = 0.05$)。同時，稻稈返田處理顯著提高了可溶性有機碳、可溶性無機碳以及硝酸態氮的淋洗。此外，本研究結果也顯示稻稈返田可促進土壤團粒構造的生成，提升其平均重量直徑 (mean weight diameter, MWD) 約 20%。

5. 國立中興大學生物科技學研究所胡仲祺教授，其計畫名稱：雙生病毒 C4 蛋白調控寄主植物捲葉病徵方向性之機制研究 (計畫編號 NSTC 110-2313-B-005-021-MY3)

雙生病毒經常可導致被感染作物出現葉片捲曲、新葉皺縮畸形、生長停滯等嚴重病徵，而使農民蒙受重大的損失。然而目前對植物病毒病害管理大多依賴預防方式，對於已經顯現病毒感染病徵的作物，仍無有效的治療或緩解方法。此研究之目的即擬以雙生病毒所誘發的嚴重捲葉病徵為探討對象，研發可以“緩解”或“平復”捲葉病徵的病毒病害“治療”策略，使作物之產量與品質恢復正常。現已構築兩種不同的雙生病毒 (霍香薊黃脈病毒, *Ageratum yellow vein virus*, 簡稱 AYVV; 與番茄捲葉病毒, *Tomato leaf curl virus*, 簡稱 TLCV) 之感染性選殖株，分別可在圓葉菸草 (*Nicotiana benthamiana*) 上造成葉片向上與向下捲曲的特定方向捲葉病徵。現以上述感染性選殖株與各突變株為材料，探討雙生病毒調控寄主葉片捲曲病徵方向的分子機制，並測試其應用的可能性。目前已按照第預定進度完成：(1) 以馬鈴薯 X 病毒表現載體於圓葉菸草中生產雙生病毒 C4 蛋白或 Rep 蛋白，結果發現可調控其葉片捲曲病徵之方向或嚴重程度；(2) 構築暫時性載體以單獨表現病毒 C4 蛋白或 Rep 蛋白，經接種測試發現可造成與預期方向相反的捲葉病徵；(3) 完成以大腸桿菌大量表現不同病毒之 C4 蛋白與 Rep 蛋白；並測試單獨施用對於捲葉病徵的影響；(4) 以病毒誘發基因靜默技術抑制特定 miRNA 亦可調控捲葉病徵方向。此結果未來將可應用於研發新型病毒病害管理策略。

七、檢討與展望

生農環境與多樣性學門的主要研究領域包括「植物保護、土壤及環保」、「森林水保及生工生機」和「生物多樣性」。這些研究領域不僅致力於當前全球面臨的氣候變遷、環境污染和生態保育等重大挑戰，同時也關注農業生產的健康、生活環境品質的提升以及生物多樣性的保護，與現代農業發展趨勢相契合，形成了一個兼顧生產、生活和生態平衡的「生態農業」。

未來，本學門的研究目標將繼續提升國土保安、生態系統韌性和農業發展。儘管學門的研究成果更上層樓，但近年來基礎研究計畫的數量逐漸減少，特別是在生態學研究中，基礎的分類學研究方面人才培育需要更多關注。為此，計畫審查時應考慮此類研究主題的特性較難有亮眼及直接的成果，對於此類計畫申請需酌情鼓勵支持。

跨領域的合作是解決問題、在學術和技術上創新的關鍵。因此，建立分工與跨領域合作的機制是必要的。本學門內多樣化的研究團隊，如果能夠跨領域合作，甚至與其他學門專家合作應用，相信將有望產生更多不同的研究成果與火花。另外，學門應積極參與國際合作，臺灣擁有多樣化的生態環境和生物資源，從海平面到海拔 4000 公尺，各種生物的生育地都具有重要意義。透過與其他國家專家合作，以臺灣的資源為研究主題，有助於拓展本土學術研究的國際化。

為了確保學門的永續發展，除了多樣的研究團隊外，培育新一代研究人才也至關重要。有豐富研究經驗和成果的先進應該協助新進學者，在研究主題的選擇和計畫提案上進行經驗分享與傳承。由於研究主題與國家政策和生態環境的重要性密切相關，以及需要長期性的研究時程，持續保持經費的充足是確保學門能夠發揮研究能量並取得傑出成果的必要條件。

這些未來展望與檢討將有助於生農環境與多樣性學門在全球科學研究中的地位和影響力，並促進全球環境保護與可持續發展。

農產資源科學學門 發展規劃及成果報告

召集人：陳宗嶽 共同召集人：洪傳揚

一、前言

臺灣農業發展對國家經濟穩定發展扮演重要的角色，農業發展也由過去傳統的農家經營靠天吃飯的方式，逐漸在各領域學者專家的投入以及政府因應著不同階段國家發展改變的過程，而逐漸轉移到需要以相關科學化精神與科技元素的導入，使農業管理在最節省能力成本下，達到最大的效益。效益面除了要能供給本國人食用需求外，並需要配合國際趨勢的需要，打通國際市場的網絡，使得農民的收益得以提升。在這些目標之下，臺灣農業也面臨極大的挑戰。首先，是近幾年來，不斷有新病原於鄰國出現的環伺威脅，甚至有可能在意外中引入國內造成相關的重大損失；因此，疫病的相關監測、診斷與預防方法為重要的研究議題。再者，農業面對氣候的變遷所造成的極端氣候變化，一方面凸顯出相關抗逆境動植物物種研究的重要性外，由於氣候的變遷，進一步造成疫病或病蟲害的威脅增加，或是攜帶傳染性病原的病媒跨區域或是跨物種的寄生，造成農產資源必須銷毀的損失以及疫病隨之擴散，也為未來本學門需紮根努力克服困境的相關研究主軸。此外，高齡化社會下，農業人口的從業人數下降，使得農村人口老化的問題需加以重視，相關的人工智慧科技替代傳統人力的研究也需同步進行，以有效取代有限的傳統勞動人力。最終，在國際節能減碳邁向淨零碳排的目標下，相關的循環農業技術，在要符合高產值、低成本但又可有效控制疫病下，更需有長遠的研究規劃。因此，本學門應以以上的發展方向訂定相關研究主軸，訂定近、中、長程的相關目標，配合國家新農業發展下的「提升農民福利」、「建設提升農業基礎環境」與「增加產業競爭力」為主要方向，期望以突破傳統農業技術之尖端與應用性兼具之農業科技研究，引領臺灣因應現今困境與具前瞻性的農業發展，同時以臺灣有關農業領域防檢疫與健康一體之研究成果與國際共享，以具國際競爭力之研究促進為本學門長遠目標。

二、學門簡介

農產資源科學學門的學科領域涵蓋：(一)農藝、園藝及農化 (二)漁業及水產 (三)畜牧、獸醫及實驗動物。學門之規劃及推動重點為農學之前瞻及應用性研究，近年來基於健康一體概念亦同時著重於農業相關疾病病原的致病機轉研究與疫苗研發工作，使研究成果與產業應用

充分配合，並配合抗逆境動植物的相關研究與智慧農業技術之研發，讓因應氣候變遷及淨零排碳的永續生產落實，使臺灣農業研究成果與國際農業永續接軌。此外，近年來發展合適的動物試驗替代性評估模式需求增加，以符合國際動物福利與實驗動物 3R 要求之趨勢，亦為本學門重點。由於近年來全球受到氣候變遷的影響，未來於動植物及水產生物在有關飼養生產面的研究，應多考慮可解決因氣候變化而造成的相關衝擊研究，並須同時考量所研發之相關智慧技術在符合最大成本效益、與在面臨農業從業人口老化下，可符合最少人力成本的智慧農業管理方式。再者，由生物的相關機轉與多體學研究瞭解進行抗逆境生物的育種研究，與全面由飼料學、循環農業方法、畜禽舍的設計依生物安全管理進行改良與減少(或預防)病原引入所造成的衝擊結合為健康一體與淨零排碳的新永續農業相關研析，才可有效保護國內農業資產永續發展。因此，藉由本學門極具優勢之多領域與跨領域的研究規劃，使研究成果兼具學術研究價值外，亦具有銜接產業應用性來提高產值與永續發展的重要意義。

本學門 113 年一般計畫申請案件共計 244 件，其中農藝、園藝及農化領域申請 81 件，通過 30 件，通過率為 37.04%，申請件數較 112 年度稍有下降，而通過率微幅下降；漁業、水產、畜牧、獸醫及實驗動物領域申請 134 件，通過 50 件，通過率約為 37.30%，申請件數較 112 年度稍有增加，而通過率無顯著變動。

113 年新進研究人員申請案件中，農藝、園藝及農化領域 9 件，通過 5 件；漁業、水產、畜牧、獸醫及實驗動物，新進人員申請案件 20 件，通過 10 件。

整體而言，113 年度一般計畫通過率約為 37.21%，而新進教師及研究人員計畫通過率為 51.72%，相較於 112 年度一般型計畫通過率稍有下降(112 年度為 37.79%)，而新進教師及研究人員計畫通過率略為增加(112 年度為 51.43%)，主要原因仍是於有限經費下，雖來自漁業、水產、畜牧、獸醫及實驗動物領域之新進教師申請計畫件數較多，但實際通過件數也對新進教師維持較高通過比例，以對新進教師予以支持，維持學門永續發展潛能。

三、學門領域之研究現況及發展趨勢

(一) 全球之發展現況及未來發展趨勢

本領域之發展趨勢緊密扣合全球農業的發展趨勢及挑戰，全球農業發展面臨的問題包含氣候變遷對農業產生的影響越趨嚴峻、自然資源及生態系統服務下降以及農業生產系統智慧化的需求，此些都須具前瞻性的農學科學研究做為支持。面對全球氣候變遷的威脅，培育或開發對環境逆境調適性高的作物與動物品種，以及發展可因應氣候變化之栽培規劃及生產系統為全球積極投入之

研究項目。基因體研究及各項基因編輯及分子輔助選拔等技術均運用於作物與動物育種，各國亦積極投入開發高通量表型體分析系統，以進行高效能且非破壞性之作物生理研究並加速育種程序。維護農業生產之永續發展亦為全球農學研究及農業科技發展之重點，各種環境友善之農用生物製劑與益生菌開發研究正持續加速發展。

有關全球之發展現況及未來發展趨勢而言，可由兩方向進行研析。一方面可由國際間各重要國家/地區所規劃的未來相關科研主軸有所瞭解，以歐美與臺灣鄰近國家國際農業科研策略與議題而言，各國皆有因應其區域性及未來趨勢的發展有其不同的規劃主軸，茲將相關歐美與臺灣鄰近國家的發展主軸分析比較如下表：

國家/地區	科研主軸	內容
美國	1. 確保食品營養、食品安全與品質之研究面	<ul style="list-style-type: none"> ● 動植物來源之食品生產過程安全管控，減低病原或毒素汙染，研發有效之加工技術 ● 須以增進人類飲食健康與營養學為觀點 ● 如何有效進行農產品質提升與加值應用
	2. 於動物生產管理及減低疫病或病媒之研究面	<ul style="list-style-type: none"> ● 藉由多體學、飼料配方與精準管理發展符合永續且高產值之動物飼養生產體系 ● 針對動物疾病發展有效的監控、治療與防治方式 ● 有效的生物性製劑減低病媒性疾病與昆蟲危害 ● 水產養殖之永續發展技術
	3. 於作物或植物生產管理及減低疫病或蟲害之研究面	<ul style="list-style-type: none"> ● 建構植物遺傳資源及多體學資訊以利應用保護相關作物 ● 針對植物疾病發展有效的監控、治療與防治方式，以利永續植物蟲害管理、生物防治與農藥減量 ● 發展生物防治、航空載具應用與農藥減量之永續農業發展技術，健全作物生產系統

	4. 有效自然資源利用與永續農業發展技術之研究面	<ul style="list-style-type: none"> ● 大數據分析與考量具氣候韌性水資源利用及管理 ● 生物製劑應用與強化檢測方式研析以維護土壤資源 ● 建置由宿主、環境與管理方式兼具之永續農業系統
歐盟	1. 減低植物病害之研究面	<ul style="list-style-type: none"> ● 無人機之應用技術 ● 空拍機影像技術開發研究以利偵測植物病害 ● 廣效雙股 RNA 生物性植物保護製劑應用
	2. 符合減排固碳之技術應用與管理研究面	<ul style="list-style-type: none"> ● 牧場溫室氣體監測與生命週期評估 ● 糞便轉換緩效肥料降低溫室氣體逃逸 ● 研究飼料用苜蓿草皮之土壤固碳能力
	3. 發展有效之智慧農業技術研究面	<ul style="list-style-type: none"> ● 自動感測灌溉系統研發 ● 自動化供銷物流鏈研發 ● 發展人工智慧影像監測技術以利牧場監控動物行為 ● 有機安全肉品生產追溯監測系統建立
	4. 符合綠色農業精神之研究面	<ul style="list-style-type: none"> ● 環保包材開發 ● 開發動植物性廢棄物或副產品再利用技術
	5. 保障動物健康之研究面	<ul style="list-style-type: none"> ● 環境影響畜產動物體內菌叢健康與產值之研究 ● 畜牧場抗生素監測系統研發
	6. 以農業加值為出發點之研究面	<ul style="list-style-type: none"> ● 溫室剩餘空間發展昆蟲培育系統 ● 生物質(Biomass)用於封裝產品技術開發
日本	1. 符合永續且健康食物來源之研究面	<ul style="list-style-type: none"> ● 日式飲食促進健康的機轉研究 ● 人體腸內菌叢資料建立與應用 ● 提高高生產性作物的機能性研究 ● 符合低環境負荷之生產系統

	2. 碳中和技術研究面	<ul style="list-style-type: none"> ● 以藻類與生物碳之應用於固碳技術開發 ● 由智慧化之食物供應鏈與減低動物飼養之甲烷排放來減少溫室氣體排放 ● 動物飼養產生之廢水與排泄物作為資源循環利用 ● 以大數據及基因編輯技術進行快速育種機制之研究
	3. 兼具普及化之智慧農業研究面	<ul style="list-style-type: none"> ● 農業自動化應用於蟲害辨識與人力取代 ● 林業智慧化作業系統機具研發 ● 水產養殖智慧化系統研發 ● 農機漁船脫碳化之研究與應用
	4. 發展日本綠色糧食戰略之研究面	<ul style="list-style-type: none"> ● 有機農法應用抑制雜草 ● 減少化學肥料使用之作物輪作法 ● 搭配育種學與畜產動物消化道微生物叢的研析，減少飼養過程之溫室氣體排出 ● 建立病蟲害監測與即時資訊發送系統
韓國	1. 建立數位化農業系統之研究面	<ul style="list-style-type: none"> ● 建立專門數據中心 ● 以跨部會及公私部門合作方式共享數據平台 ● 考量農業整體產業鏈之決策建立與預測分析技術
	2. 符合減碳農業技術研究面	<ul style="list-style-type: none"> ● 應用低碳排栽培技術與作物品種 ● 植物肉、細胞培養肉之研發 ● 開發低碳飼料及減少畜產動物之溫室氣體排出與再利用 ● 發展高碳匯樹種與森林病蟲災害應對技術 ● 開發兼具廢棄物減量與節能之農產品流通技術
	3. 人工智能進行農業環境控制之研究面	<ul style="list-style-type: none"> ● 可有效測量作物生長狀況的感應與監測技術 ● 收穫、播種、種植、自走式與垂直結構工作自動化機器人開發 ● 應用人工智能與物聯網且適用於小型農戶之溫室綜合環境控制系統

4. 農業再生能源應用之研究面	<ul style="list-style-type: none"> ● 農業副產品與廢棄物作為生質能源之應用 ● 海藻應用於生質能源技術之研究 ● 利用太陽能技術與農村微電網建立於農業生產體系之應用
5. 動物疾病管理面	<ul style="list-style-type: none"> ● 動物疾病爆發預警系統之建立 ● 利用物聯網分析應用於動物疾病診斷之研究 ● 實驗動物安全管理與動物實驗替代模式研究
6. 植物疾病管理面	<ul style="list-style-type: none"> ● 影像學利用於植物病蟲害監測和診斷技術 ● 植物病蟲害數據收集與分析系統之建立 ● 抗疫病植物品種開發
7. 人工智慧技術應用於農業食品安全配送	<ul style="list-style-type: none"> ● 農畜產品流通平台建立 ● 農業食品數據安全技術 ● 農業食品溯源系統管理 ● 減少或回收農業食品價值鏈產生的廢物

由上表之綜合研析可知，國際間主要的發展方向也是以智慧農業技術之應用、對氣候變遷影響下之因應策略以及朝向配合全球淨零碳排與永續農業發展為主軸。

而另一方面，可由相關的國際面臨生態變化影響與農業永續發展面與挑戰所進行的研究，來進一步依現今全球的研究方向進行研析，結果如下：

1. 農藝、園藝及農化領域

發展現況難題：

- (1) 全球農業發展面臨的問題包含氣候變遷對農業產生的影響越趨嚴峻。
- (2) 自然資源及生態系統服務下降以及農業生產系統智慧化的需求。
- (3) 需尋求農業永續發展之有效方法與策略。

發展趨勢：

- (1) 面對全球氣候變遷的威脅，培育或開發對環境逆境調適性高的作物品種，以及發展可因應氣候變化之栽培規劃及生產系統為全球積極投入之研究項目。
- (2) 基因體研究及各項基因編輯及分子輔助選拔等技術均運

用於作物育種，各國亦積極投入開發高通量表型體分析系統，以進行高效能且非破壞性之作物生理研究並加速育種程序。

- (3) 維護農業生產之永續發展亦為全球農學研究及農業科技發展之重點，各種環境友善之農用生物製劑開發研究正持續加速發展。

2. 漁業及水產領域

發展現況難題：

- (1) 近年來人類對漁業水生動物蛋白質需求增加，需面對海洋水產動物大量捕撈及氣候變遷之衝擊，在這些人為與天然災害之影響下，全球的漁業水產資源分佈產生劇烈改變，進而影響漁業生態結構及水產資源的有效取得，遠洋漁業生態資源分佈之失衡，進一步需仰賴水產養殖業的發展來提供所需。
- (2) 過度而無配套措施之水產養殖環境規劃，容易造成疫病的傳播，並且飼養的環境由於需配合地區水資源有效的取得及利用，也容易受到地區性水資源環境污染之影響，以及氣候變遷下不預期天災之衝擊而造成損失。
- (3) 提供水產生物養殖過程中的相關飼料來源，若取自農業自然環境下之雜魚，進一步已見此資源瀕臨減少並顯著影響漁業生態環境之自然發展，或是無法在高成本的飼料供應下達成有效的收益。

發展趨勢：

- (1) 目前在研究發展上以如何由根源端瞭解或預測全球氣候變遷對漁業資源的分佈影響為方向，以提供永續經營面之捕撈分配。
- (2) 針對人工智慧技術之應用、新式養殖技術、逆境新品種、水生動物疫病病原之診斷、免疫作用及疫苗研發為主要發展。

3. 畜牧獸醫及實驗動物領域

發展現況難題：

- (1) 面對全球交通運輸便捷下，有利於疫病藉由禽畜產與水生動物及其相關產品的傳播，進而影響農業經濟的穩定發展。
- (2) 禽畜動物之疫病診斷及提供有效治療及防治策略，並衍生抗藥性及相關用藥殘留之問題，皆為國際研究發展上急需解決之重點。
- (3) 近年來，全球趨勢以人工智慧技術之相關應用研究為主

軸，以利解決在複雜且耗費人力的飼養環境下，提供系統及有效率動物飼養方式及疾病預警系統。

- (4) 在實驗動物面上，需研發合理且具科學評估之取代系統為國際發展方向。

發展趨勢：

- (1) 畜牧及獸醫應為互相配合之發展趨勢，畜牧業主要著重在飼養管理面之改進發展，以在選種及育種的相關研究支持下，提供最經濟及節省人力飼養方式，換取最佳飼料換肉率、產蛋量及產乳量等結果，提供人類動物性蛋白之所需。而獸醫部分除面對全球人口對犬貓等伴侶動物的仰賴增加，需提供先端醫療服務及新式治療。
- (2) 由於飼養稀有伴侶動物(exotic animals)之族群增加，此現象除增加獸醫臨床醫療之複雜度外，由於其可能面臨由生態地捕捉並加以飼養、潮流過後之棄養引起當地之生態失衡、以及其中所攜帶不知名之動物傳染病及人畜共通傳染病之威脅，需加以重視。
- (3) 面對全球交通運輸便捷下，有利於疫病藉由禽畜產與水生動物及其相關產品的傳播，需有足夠獸醫人力在經濟動物投入禽畜動物之疫病診斷及提供有效治療及防治策略研究。
- (4) 抗藥性菌株及相關用藥殘留之相關研究與診斷工具之研發。
- (5) 人工智慧技術之相關技術應用於農業的管理研究雖為主軸，但須符合成本效益。

(二) 我國之發展現況、重點研究方向及未來發展趨勢

此部分經評估與 112 年度評估之結果無重大改變。

1. 農藝、園藝及農化領域

發展現況難題：

- (1) 臺灣於農藝、園藝及農化領域之研發方向需與全球趨勢一致。
- (2) 著重臺灣之農業生產系統需求之學理及科技。
- (3) 極端氣候變化日趨明顯，耐逆境之生產系統及作物開發為持續努力的研發重點之一。

發展趨勢：

- (1) 耐逆境之生產系統及作物開發為持續努力的研發重點之一，例如耐旱、極端溫度等機制及其運用於作物改良之研究。
- (2) 作物抗病蟲害之研究及育種亦為重要項目。

- (3) 因應此些研究之基因體至表型體之研發與資訊應用，以及作物改良技術例如基因編輯等技術及策略的研發亦同步發展。
- (4) 農化領域，農產價值之加值研究為重點之一。
- (5) 生物性肥料及保護製劑等研發。
- (6) 運用微生物體學研究土壤微生物群相亦為近期蓬勃發展之項目。
- (7) 智慧農業的重點核心項目—專家系統，是為農園藝領域於作物生理及栽培系統的重要發展趨勢。
- (8) 植物有能力從大氣中固定二氧化碳，固碳效率、農業廢棄資材碳回收甚至碳匯問題可以探討。

2. 漁業水產領域

發展現況難題：

- (1) 過度捕撈的情況下，所造成漁業生態鏈的失衡，需有積極有效之管理方式及漁業生態資源分佈分析。
- (2) 臺灣地狹人稠下所面臨的問題，需改以更科學化及工廠化養殖方式取代傳統粗放養殖型態。
- (3) 海洋漁業資源受塑化產品及重金屬等汙染皆進一步影響人類食用安全，或甚而影響漁業水產動物之存活及生態分佈。
- (4) 水產養殖地若與禽畜產業之發展用地重疊，需注意如何有效進行環境衛生管理，以及避免病原、飼料或排泄物互相交叉汙染，造成養殖產業安全之衝擊影響。過度密集飼養的結果，也有利於疫病病原之傳播。

發展趨勢：

- (1) 為了解決遠洋漁業問題，需改以更科學化及工廠化養殖方式，以求在最符合經濟成本下大量提供生產消費所需，未來並需倚賴近海箱網養殖技術之研發。
- (2) 需以因應全球氣候變遷及人類環境汙染影響為主軸，針對這些因子對漁業資源場域之魚種結構分布之影響進行研究，並建立科學性預測模式，以擬定有效捕撈管理策略。相關環境與魚體中汙染物質之檢測工具研發也應為重點，以利海洋生產管理外，並兼顧人類食用來源安全。
- (3) 在養殖業面，強化疫病診斷技術以及科學性天然飼料配方研究，增加養殖成功率、疫病抗病力及疫苗研發為主軸，並進一步以耐逆境之魚種為研究發展方向。

3. 畜牧獸醫及實驗動物領域

發展現況難題：

- (1) 臺灣畜牧業現今面臨最大的挑戰即為全球動物疫病及人畜共通傳染病之威脅及傳播。
- (2) 在研究的發展上，需區分為有疫苗可防治之疫病及無疫苗可防治之疫病來分別著重進行研究發展。
- (3) 有關節肢動物傳播疾病，尤其是在血液傳染性疾病方面，過去於此領域之研究不論是致病機轉或是先端診斷與治療法之研究皆相當缺乏。
- (4) 獸醫臨床研究領域上，相較其他國家而言，臺灣在此部分發展較為保守且應鼓勵具新穎開創性具有臨床價值之研究。
- (5) 犬貓等伴侶動物之臨床面主要問題，主要為血液傳染性相關疫病，以及由於伴侶動物壽命延長後所引起老齡醫學問題，包括代謝性疾病、心臟血管疾病、腎病及癌症等，皆為未來獸醫臨床研究上需積極努力的方向。

發展趨勢：

- (1) 在有疫苗可防治的疫病上，除了以病原特性深入研究有助發展診斷技術外，另需配合現今多體學之研究，即時瞭解病原之分子流行病學及分子演化，才可隨時因應發展有效防治策略。
- (2) 應發展更具經濟成本效益之多價疫苗，並且由過去著重後天性的免疫研究，同時強化先天性免疫作用之相關研究，由根本面增加動物對疫病的抵抗力。
- (3) 為求疫病如何有效監測及管控，發展快速正確之野外株感染及疫苗施打動物之區辨診斷研究(即 DIVA 策略)更顯重要。
- (4) 在無疫苗可用之疫病上，除針對病原特性進行研究以發展環境面有效消滅病原之方式外，並需針對此類病原之免疫學及微生物學進行研究，以突破疫苗發展之困境。
- (5) 臺灣現今的高密度飼養不利生物安全及疫病管控，而嚴重衝擊到畜牧產業經營，因此也需針對飼養環境及經營結構之調整進行研析。
- (6) 未來應以同時促進人類相關疾病治療診斷的研究發展方向上並進，不單可大幅提升獸醫臨床研究重要性，並可同時提供人類臨床醫療之研究參考。

(三) 學術面、臨床面及應用面之價值

1. 農藝、園藝及農化領域

農園藝作物之基因體學由學術至應用之面向包含極廣，其涵蓋基因體定序策略及方法開發、巨量資訊分子育種之應用等，

近年研究成果除了發表於國際優良期刊外，更應用於新興育種技術，將學術研究轉譯並落實於產業應用。作物生理領域研究亦與資訊和機電領域跨域合作，將生理學研究轉譯為數位化自動栽培之核心專家系統。土壤微生物研究亦結合學術研究與產業需求，發揮產學合作之實質成效。農化方面亦朝應用合成研究，可於新興保健及優化現有產品方向發揮。碳循環永續機制的探討及碳匯規範皆是現階段及未來重要課題。

2. 漁業水產、畜牧獸醫及實驗動物領域

本領域中過去在相關病原的致病機轉研究、生物技術應用、以及疫苗的研發，皆於學術面與應用面具有相當實質的成果。由於近年來全球受到氣候變遷的影響，未來於動植物及水產生物在有關飼養生產面的研究，應多可考慮可解決因氣候變化而造成的相關衝擊研究，並須同時考量所研發之相關智慧技術在符合最大成本效益、與在面臨農業從業人口老化下可符合最少人力成本的智慧農業管理方式。再者，由生物的相關機轉與多體學研究，進行抗逆境生物的育種研究，與全面由飼料學、有機與循環農業方法、畜禽舍的設計管理與減少(或預防)病原引入所造成的衝擊進行相關研析。藉由本學門極具優勢之多領域與跨領域的研究規劃，使研究成果兼具學術研究價值外，亦具有銜接產業應用性來提高產值的重要意義，使相關成果於兼顧學術面與應用面之價值外，也對國內農業發展符合國際標準做出具體貢獻，有利於未來將我國的特色農產品進入國際市場(例如符合跨太平洋夥伴全面進步協定 CPTPP 之規範)。此外，獸醫所扮演的角色須積極思考與人類醫學研究進行平行發展，以比較醫學為觀點，進行具突破性與新穎性之臨床治療研究，可更使本學門擴大研發成果之應用性不僅止於農業獸醫領域應用，也可共同保障人類健康。

(四) 國內現有研究人力、設備及資源分配之狀況與需求

1. 農藝、園藝及農化領域

國內目前於農藝、園藝及農化領域的較多研究著重於功能性基因探勘、基因調控研究、基因體分析等項目，而於栽培系統研究的人力則尚需積極和農試改單位合作。雖然農學課題學術水準提升了，但計畫申請數下降，表示研究室的減少。整體而言，農藝、園藝及農化領域的研究人力尚需加強提升，特別是因應全球農業面向的快速轉變，尤其是可耕氣候的變化，我們需更加速作物科學領域未來人才之培育以維持研究

能量及與全球發展趨勢接軌，以解決農作場域中遭遇的問題，提出學術研究的關鍵課題。在農業資源面需要增加國家重要作物基因庫的收集及整合，及大型自動化快速紀錄作物對環境適應的設備，以加速了解抗逆境機制及碳回收並在育種上應用。可鼓勵性質不同的研究人才及單位合作，如中研院研究員、大學教授及農政單位研究員共組團隊，一起探究重要性高的問題。

2. 漁業水產、畜牧獸醫及實驗動物領域

國內設有與漁業、水產、畜牧、獸醫有關科系的大學有海洋大學、宜蘭大學、臺灣大學、文化大學、中興大學、東海大學、嘉義大學、高雄海洋科技大學及屏東科技大學，擁有很多優良的師資，每年培育眾多優秀的水產與畜產獸醫科技人才；此外又有中央研究院的生物多樣性中心與臨海工作研究站，及行政院農業委員會的農科院、水產試驗所、畜產試驗所的諸多研究人員，故研究人力不虞匱乏。現今最重要的工作應是有效整合國內教研單位之人力、物力與技術資源，並拓展國際合作，及早因應全球化的產業布局，使群體的力量得以充分發揮，加速研發具高經濟價值之新產品，才能因應國際發展的變化。

四、我國發展農產資源科學學門領域研究之 SWOT 分析

此部分經評估結果顯示短期中因國際與國內趨勢未有大變動，因此與 112 年度評估之結果無重大改變，但需特別注意因疫病多元化之引入風險與氣候變遷及淨零減碳衝擊所造成的影響。

(一) 農藝、園藝及農化領域

1. 優勢 (Strength)

- (1) 已奠基作物育種及農業生物科技良好之研究基礎。
- (2) 原生命科學基礎研究人才的投入，轉化農業問題成為農學研究。

2. 劣勢 (Weakness)

- (1) 較少關注氣候變遷及固碳的大方向。
- (2) 優良作物之品種及基因特性之研究需要整合。
- (3) 農企業連結較弱，只有少數研究經費來自民間。
- (4) 法規面的進步需關注。

3. 機會 (Opportunity)

- (1) 跨域合作深化農學研究的學術性，並擴大研究成果之應用性。
- (2) 生物性農用製劑之研發逐漸成熟，利於農業永續發展。
- (3) 各項新興作物改良技術及基因體科學研究加速作物新品

種之開發。

4. 威脅 (Threat)

- (1) 國際農學研究及農業科技之發展快速，我國需加強農學研究之競爭力。
- (2) 新研究領域如大規模表型及基因表現連結，及農作物基因體特性的出現，極需招募及培訓人才。
- (3) 碳回收及水利用率的提升需加強。

(二) 漁業水產、畜牧獸醫及實驗動物領域

1. 優勢 (Strength)

- (1) 人畜共通傳染病的重要性與日俱增，禽畜及水產動物來源面的相關研究可有助於疾病防治於國際之貢獻。
- (2) 臺灣雖受限於的地理環境，但具備生態多樣性，有助於發展獨特性研究，並且四面環海，漁場天然資源豐富。
- (3) 臺灣相關的科技技術與人才不虞匱乏，包括先端基因轉殖技術及分子育種領域皆有傑出表現，相關產業之經營、研究成果與應用皆可提供國際參考。
- (4) 以漁業水產、畜牧獸醫觀點與資源發展再生醫學研究與相關人類醫學應用已有豐厚之基礎。

2. 劣勢 (Weakness)

- (1) 研究成果離實際應用面無法順利銜接，例如疫苗相關研究發展雖不虞匱乏，但實際於市場上應用較不如預期。
- (2) 漁業水產、畜牧獸醫等飼養經營面成本不斷提升，飼養原料又大多仰賴進口，一旦受國際疫病等因子影響時，損失風險相當大，不利產業永續發展。
- (3) 畜牧與水產業者對新式飼養技術之研發成果其成本效益仍持觀望態度，且大多不願投注資本於飼養環境生物安全系統改善升級。
- (4) 疾病防疫技術與相關生物科技應用進展快速，飼養產業面之人員卻相對較為老齡人口，不利推展。
- (5) 相關飼養與養殖用地之過度開發，不利永續發展。

3. 機會 (Opportunity)

- (1) 與區域性鄰近國家相關研究與技術資源進行分享，並共同努力協助區域性疫病防治。
- (2) 相關產業的人口結構老化，由更有效率的科技與人工智慧設施應用，取代傳統經營模式，使產業環境改善。
- (3) 建立產業國家品牌，需有相關的研究與認證系統的配合以利行銷。
- (4) 臺灣在有限空間資源下發展漁業水產、畜牧獸醫更具獨

特性，相關產業之經營、成果與應用可提供國際參考。

- (5) 面對推動全球健康一體的觀念，發展相關的檢測與防治技術更顯重要。
- (6) 相關研發成果同時以促進人類相關疾病治療診斷的研究發展方向上並進，可大幅提升本領域研究重要性。

4. 威脅 (Threat)

- (1) 臺灣長久以來在獸醫臨床研究領域上，研究發展較為保守且較不具新穎開創性，需迎頭與國際接軌。
- (2) 全球動物疫病及人畜共通傳染病之威脅及傳播，臺灣四面環海，不利完全杜絕不當走私行為，容易引入疫病，且臺灣相關產業飼養密度高，易於疫病傳播。
- (3) 人民教育水準普遍提升與資訊取得容易，對此領域相關產業產品的安全要求也更為提高，然相關法規與檢測技術常無法獲得信任。
- (4) 面對國際產品開放進口之市場競爭與日俱增，相關研發成果需有臺灣本土獨特性。

五、學門未來發展之規劃重點、推動策略及預期效益

本學門之未來發展之規劃重點、推動策略及預期效益而言，除於 113 年 5 月 10 日召開複審專家委員會再次審視相關發展方向修正處。主要修正面向為：(1)面臨國際趨勢中，有關實驗動物的替代模式，須符合動物福利與 3R 精神(實驗動物取代、實驗動物減量、實驗動物飼養精緻化)下，盤點臺灣目前在使用實驗動物的相關研究領域包括：新藥研發、致病或致癌機轉研究、再生醫學、疫苗研發、藥物或環境毒理與致敏性測試，因此需要在這些不同研究面向上思考哪些方向以現今科技與技術下，所研究出的實驗動物替代模式的確是可以實際應用與受國際接受認可。也因此，若要往實驗動物替代相關研究推動策略上，建議疫苗生產面(例如：抗原生產)可考量以非實驗動物系統替代進行研析，但要考量實際成本效益，以及評估是否與使用實驗動物生產下同等含有有效免疫原性的疫苗。而在疫苗保護作用評估方面，需考量以現今科技仍不易找到合理的取代方式，若有方法取代實驗動物的評估，距離要實際在人類或動物免疫使用上仍會有相當多的疑慮，反而徒耗時間阻礙疫苗的研發與進入市場。在致病機轉的研究上，雖使用實驗動物仍會有跨物種差異的疑慮，但除了以流行病學自然觀察的研究之外，仍難完全避免使用實驗動物進行研究，但原則是要加強宣導選擇合適的實驗動物種別進行研究。因此，目前若同時考量實驗動物減量績效與替代評估模式而言，唯有考量藥物等之毒理作用評估及致敏性評估可較有機會，並應依各系統藥物(如神經用藥，心血管疾病用藥等)的優先急迫性與實驗動物使用量以臺灣現況進行相關統計評估，瞭解哪一

類的藥物應最先建立可取代動物模式評估系統的標準程序，以利逐步來做到兼具可行性與科學性的實驗動物替代方案與實驗動物減量。(2) 學門中所規劃各發展方向為服膺國際潮流趨勢，可仔細思考各面向與聯合國所訂定的永續發展目標(SDGs)之對應，以利與國際同步接軌一同努力。(3)除對本土病原或重大病原進行研究外，對於國際間的新興與再浮現病原也需加強相關科研計畫。(4)分子生物學與生物資訊學方法日新月異，因此未來應強化有關多體學於病原及育種學的相關研究。並於 113 年度本學門藉由複審專家委員由其專業領域經共同討論與確認出短期、中期與長期重點發展方向，稍微修正發展面向為：(5)基於從環境健康、動植物健康到人體健康是一個整體，因此世界動物衛生組織提出的健康一體(One Health)概念，可以做為未來農業技術發展重要方向，在基於考慮環境永續淨零排碳(環境健康)下，發展整合多體學應用於精準育種、精準營養(飼料或肥料)、精準防疫到智慧農業科技等前瞻農業技術提升動植物健康，進而運用農業產品提升人類健康，落實健康一體達到農業永續發展。農產資源科學學門的相關研究學者具有相當好的研究能力，且於論文表現與專利產出的表現傑出。在未來的發展策略上，建議也應逐步將所進行之研究計畫思考與技術完備等級(Technology Readiness Level；TRL)有所對應，如此也才會同步使相關基礎研究的成果逐步朝向達成可於農業之實際應用，以利提升臺灣的農業水準。

根據以上之說明，113 年度之學門未來發展之規劃重點、推動策略及預期效益方面。主要延續 112 年度短期、中期與長期的相關發展細項主軸規劃並進行必要之修正如下：

(一) 短期

主要為針對臺灣的優勢極具有獨特性之農業資源產業投注研發能量。

1. 農藝、園藝及農化領域

(1) 加速作物抗逆境機制及表型體相關研究。(SDG2、SDG3、SDG13)

(2) 研發環境親和之農用生物性製劑。(SDG14、SDG15)

(3) 合成生物學相關研究。(SDG7)

2. 漁業水產、畜牧獸醫及實驗動物領域

(1) 針對重大疫病進行病原學研究與研發相關防疫技術，包括以 AI 人工智慧技術應用開發疫病預警系統、符合成本效益且符合環保要求之環境中病原不活化技術、多價疫苗及新穎性疫苗開發、新藥開發與保健食品、以及多體學研究分析應用於疫病分子演化研究。(SDG2)

(2) 大數據資料分析研究，以其結果結合自動化人工智慧系

統建置，應用於畜禽場、海洋漁場、與水產養殖場管理。
(SDG1、SDG2、SDG12)

- (3) 農產生物資源的新用途開發(包括：中草藥或海洋等天然物)，應用於動物性飼料配方之研究，以期增加飼養經濟效益外，並可有效提升免疫力，減少藥物之使用，亦可由屬本學門農漁牧相關專長之學者研究成果，應用於人類健康促進。並配合抗藥性之機轉探討與分子流行病學研究，以期減低漁業水產、畜牧來源之抗藥性菌對人類健康之威脅。(SDG2、SDG3、SDG12、SDG15)
- (4) 配合國家發展政策，如淨零碳排放等目標，進行相關環境改變對漁業水產、畜牧獸醫資源之影響研究。(SDG12、SDG13)
- (5) 針對漁業水產、畜牧獸醫之相關生物資源循環再利用等研究，以利循環農業與永續農業發展。(SDG14、SDG15)
- (6) 針對動物層面微生物相的深入研究，探討與動物健康影響與養殖成效的關係。(SDG2)

(二) 中期

針對短期已有特色成果之方向，進行跨領域合作，並配合亞洲地區的發展以及國際的趨勢發展相關研究，以具有國際競爭力之農業發展為主要目標。

1. 農藝、園藝及農化領域

- (1) 跨域合作研發數位化作物生產系統，強化專家系統的功能。(SDG1、SDG2)
- (2) 因應氣候變遷對糧食生產的威脅，育成對未來生產環境具適應性之新品種作物。(SDG2、SDG13)
- (3) 優良種源資料庫的建立及應用。(SDG15)
- (4) 農企業的聯結及合作。(SDG12)

2. 漁業水產、畜牧獸醫及實驗動物領域

- (1) 以尖端生物科技技術，篩選具有抗疫病(或逆境)品系之禽畜與水生動物品種，以及應用多體學於相關育種與保種研究。(SDG13、SDG14、SDG15)
- (2) 結合生態學研究，瞭解生物多樣性、病媒生物學、與人畜共通傳染病之關係研究。(SDG3、SDG14、SDG15)
- (3) 鼓勵研究產業化，並研議相關輔導與配套措施，使研究除具基礎學術參考價值外，務實應用於臺灣農業發展。(SDG2)
- (4) 發展具有國際競爭力的實驗動物替代研究模式，以科學考量減少試驗動物用量，並同時兼顧本學門之特性，發展

有關影響人類健康之病原和疾病之比較醫學研究平台。

(SDG3)

- (5) 氣候變遷下所致環境微生物改變對動物健康之影響，並同步加強野生動物保育醫學之研究。(SDG3、SDG13)

(三) 長期

由臺灣農業永續發展研究出發，配合全球健康一體發展為目標。

1. 農藝、園藝及農化領域

- (1) 發展因應氣候變遷之韌性農業生產系統。(SDG13、SDG14、SDG15)

- (2) 推動轉譯農學，加強農學研究面與應用於農業生技及農產業之成效，並提升農產價值應用面之鏈結。(SDG2)

2. 漁業水產、畜牧獸醫及實驗動物領域

- (1) 藉由農業廢棄物、水產與禽畜產養殖廢棄物等之循環再利用研究成果，同時配合循環農業之整體性研究，以求臺灣農業永續發展。(SDG12、SDG14、SDG15)

- (2) 發展相關有害化學性物質、農藥、抗生素等殘留物新式檢測技術與毒理學研究，並且強化有關配合人類健康之食品安全研究，以利配合全球健康一體之目標發展。(SDG12、SDG14、SDG15)

六、113 年度學門推動成果

(一) 總體性成果：

本學門在相關領域的整體性成果表現，無論是以學術研究面或是產學合作應用而言，皆有很好的表現，除有重要研究成果發表於特定領域排名前 20% 及高影響力指數期刊外，並有相關研究成果獲國內外專利，以及關鍵技術之具體應用。未來仍有努力空間，除增加論文發表數量外，需積極參與國際合作以發表高引用次數論文。相關學者之具體研究成果，不論是應用於水產動物養殖以及獸醫畜牧業重大動物傳染病之疾病預防，皆對國家農業經濟的穩定發展及減少損失具有相當實質的社會貢獻。本學門雖於上年度 112 年 12 月 1 日假國立成功大學力行校區生物科技教學大樓大演講廳進行農產資源科學學門漁業水產、畜牧獸醫及實驗動物領域學門共識會議，使本學門中各不同領域之研究者有非常好的研究交流機會，經過共識會議討論凝聚出農產資源學門整體新發展方向：基於從環境健康、動植物健康到人體健康是一個整體，因此世界動物衛生組織提出的健康一體(One Health)概念，可以做為未來農業技術發展重要方向，在基於考慮環境永續淨零排碳(環境健康)下，發展精準育種、精準營養(飼料或肥料)、精準防疫到智慧農業科技等前瞻農業技術提升動植物健康，進而運用農業

產品提升人類健康，落實健康一體達到農業永續發展。但於 113 年 5 月 10 日複審委員會議由其專業領域經共同討論與滾動式修正出短期、中期與長期重點發展方向，微幅修正發展面向為：基於從環境健康、動植物健康到人體健康是一個整體，因此世界動物衛生組織提出的健康一體(One Health)概念，可以做為未來農業技術發展重要方向，在基於考慮環境永續淨零排碳(環境健康)下，發展整合多體學應用於精準育種、精準營養(飼料或肥料)、精準防疫到智慧農業科技等前瞻農業技術提升動植物健康，進而運用農業產品提升人類健康，落實健康一體達到農業永續發展。

(二) 個別計畫代表性成果

1. 國立成功大學熱帶植物與微生物科學研究所蔡文杰教授主持研究計畫(NSTC 110-2313-B-006-002-MY3): 鑑定蝴蝶蘭基因組中 AP2-RAV 基因及研究其蕊柱發育調控之功能

蔡文杰教授團隊比較分析二倍體菖蒲和四倍體菖蒲的基因組，發現二倍體菖蒲並不是四倍體菖蒲的可能祖先，並且四倍體菖蒲是一個異源四倍體，擁有兩個亞基因組，展現出不對稱的演化特性。同時單子葉植物的祖先展現出鑲嵌式的基因組特徵，這些特徵可能在單子葉植物早期演化中發揮重要作用，為單子葉植物的起源、演化和多樣化提供了重要的基本知識。研究成果發表於 *Nature Communication*, 14, 3661 (2023), IF=14.7, 在科學綜合領域排名 8/134。

2. 中央研究院農業生物科技研究中心林崇熙博士主持研究計畫(NSTC 110-2313-B-001-006-MY3): 利用原生質體再生技術建立番茄無外源 DNA 基因編輯系統(2)

林崇熙博士團隊建立了一個適用於丹參原生質體再生系統，利用體外組裝的 sgRNA-Cas9 核糖核蛋白複合物(RNP)或攜帶 CRISPR/Cas9 的質粒，成功建立丹參的多重位點基因編輯的原生質體再生系統，從原生質體轉染到獲得完整植株大約需要 6 個月。研究成果發表於 *Plant Biotechnology Journal*, 22, 1549 (2024), IF=11.2, 在植物科學領域排名 5/265。

3. 中央研究院植物暨微生物學研究所謝明勳博士主持研究計畫(NSTC 112-2313-B-001-009-MY3): 水稻麩醯胺酸誘導基因表現之調控機制

謝明勳研究員團隊探討將 Gln 作為唯一的氮源對阿拉伯芥的影響。結果發現生長於 Gln 基質上的幼苗與生長於 NH_4NO_3 基質上的相比，初生根長度相似，但側根更多，葉片更小，且氨基酸和蛋白質含量更高。結果也發現， NH_4NO_3 多促進生長相關基因，但 Gln 更傾向於誘導與壓力和防禦相

關的基因，結果顯示 Gln 可能部分通過與 SA 路徑相互作用來觸發植物的免疫反應。研究成果發表於 *Plant Physiology*, 195, 2289-2308 (2024), IF=6.6, 在植物科學領域排名 18/265。

4. 中央研究院細胞與個體生物學研究所黃鵬鵬博士主持研究計畫(NSTC 112-2313-B-001-007)：魚類滲透壓調節的新時代：重新檢視鰓離子細胞的鑑定和功能(1/3)

黃鵬鵬博士團隊運用 scRNA-seq 分析在淡水和海水中之廣鹽性模式魚種-青鱗魚的鰓，以全面描述 IC 類型及其基因特徵，再利用 scRNA-seq 資料用在分析不同鹽度下 IC 的組成變化，完成了對魚鰓的細胞類型進行鑑定和功能描述，以及對淡水和海水魚鰓的細胞群集進行分類和功能注解，確認調控離子運輸的細胞、分子及功能。研究成果發表於 *PNAS Nexus*, 2024, 3, pgae125 (2024), IF=3.0, 在科學綜合領域排名 31/134。

5. 國立臺灣海洋大學水產養殖學系張清風教授主持研究計畫(NSTC 112-2313-B-019-008)：怪方蟹與珊瑚生存於臺灣龜山島淺海熱泉極端環境的生理調適機制(1/3)

張清風教授團隊收集棲息於富含硫化氫的臺灣龜山島淺海高濃度硫化物熱泉噴口附近烏龜怪方蟹 *Xenograpsus testudinatus*，浸泡在各種硫化物濃度中的實驗，評估其高硫化物耐受性，研究結果顯示重複 *xtSQR* 基因的亞功能化，可能在烏龜怪方蟹的硫化物解毒以維持硫化物穩態中發揮重要作用，為其適應高硫化物熱泉噴口環境提供了生態生理學基礎。研究成果發表於 *Science of The Total Environment*, 890, 164257 (2023), IF=8.2, 在環境科學領域排名 31/358。

七、檢討與展望

本學門之發展應以科技研發為主要導向，但須配合實際國內農業政策發展與考量國際農業新興趨勢下，將相關產出做具體的應用。在這樣的理念下，方可以農業科技成果鞏固本土農業穩健發展外，並進行特色農業產品之應用研發。近年來的疫病在動植物皆增加，威脅農業的整體發展環境，本學門也有諸多學者進行許多相關的診斷學與防疫策略研究，但需審慎考量在疫病診斷及預防方式的研發層面，要符合實際應用時的成本效益問題，並能適時調整與產官學三方之發展方向契合。此外，面對全球環境與氣候變遷的威脅，要以永續發展、循環農業與全球健康一體為目標，積極發展智慧農業，以科學化經營提高農業產值，有效減低農業人力需求與環境污染，以達國際共同努力之淨零碳排目標。

生物科學學門

發展規劃及成果報告

召集人：蘇怡璇 共同召集人：冀宏源

一、前言

生物科學學門之主要任務，在於規劃並推動「基礎生物學」以及「生物化學及分子生物學」兩大領域之原創性、且對學術發展有重大影響及貢獻的基礎科學研究，以期獲得兼具新穎性與重要性、並能創造前瞻性與開創性附加價值、有機會應用於提升人類福祉的學術成果。本學門之計畫補助範疇涵蓋甚廣，舉凡以動物、植物、微生物、病毒為研究材料，從而進行分子生物、生化、生物物理、遺傳、細胞、器官、個體、族群及其與環境互動、仿生等面向之基礎或跨領域生物科學研究，皆可向本學門提出計畫申請。就執行層面而言，本學門的核心業務在於辦理各類研究申請案件之審查與經費核定。為確保審查品質，學門首要的工作即為邀請國內各學研機構表現傑出的學者擔任複審委員，並依計畫主題之屬性、由合適的複審委員推薦初審委員，對每件計畫進行實質且深入的審查，再於會議中就審查結果進行綜合討論、仔細檢視各計畫書之優缺點，力求整體排序與經費分配的合理性。我們深信唯有建立優質、公正、且透明客觀的審查制度，才能營造出健康而多元的研究環境，進而帶動國內學術界研究在質與量兩方面的提升。從科學史與科技發展的演進過程可知，許多劃時代的科技與醫療創新皆源自於基礎研究。有鑒於此，本學門除了協助推動國家科技政策提出之新興重點領域、亦當堅持並維護基礎研究最大的自由度，以培養優異的基礎生物科學研究環境與一流的研究人才為職志，期望促成生物技術、轉譯農學、與轉譯醫學等生技產業的革命。

二、學門簡介

生物科學學門補助之研究課題係以基礎生物學研究為主，再依研究方法學與研究主體二方面的差異性概分為「基礎生物」與「生物化學及分子生物」二個學科。研究的對象涵蓋所有生物體，小自病毒、細菌、古細菌、單細胞原生生物；大至複雜度不等的各種真菌、植物與動物。除了少數以定性描述與紀錄為主要的研究主題外，本學門尤其著重由分子層級出發、對各種生命現象進行機制探討的研究課題。本學門雖然立基於基礎研究，但具備轉譯醫學與轉譯農學應用性的計畫亦在本學門補助的考量之列。

113 年度本學門共受理 261 件個人型計畫申請案，與 112 年申請

件數(243 件)相比增加 18 件。在 113 年的計畫中有 137 件屬於生物化學及分子生物領域(一般 114 件、新進 23 件), 124 件為基礎生物領域(一般 112 件、新進 12 件)。一般計畫的通過率平均為 36.7%; 新進研究人員計畫的通過率平均為 54.3%; 多年期計畫核定件數比例達 43.4%。整體而言, 在一般型計畫及多年期計畫方面, 113 年度計畫通過率與 112 年度相近。若由計畫申請人屬性分佈來看, 113 年度的新進研究人員申請件數為 35 件, 較 112 年度 23 件相比增加了 12 件, 一般計畫的申請件數比去年增加了 6 件, 顯示生物科學學門發展穩定, 申請計畫件數小幅度增加。

三、學門領域之研究現況及發展趨勢

(一) 全球之發展現況及未來發展趨勢

近年來由於科研儀器之軟硬體技術以及巨量數據分析方法學上不斷的創新與突破, 加上整合性研究平台快速的發展與普及化, 生物科學領域的研究成果不但在論文總量上的成長十分顯著, 單篇論文呈現出的深度與廣度亦有極為驚人的變化。就技術層面而言, 如類胚胎與類器官相關研究、合成生物學(synthetic biology)、單細胞定序(single-cell sequencing)、空間轉錄體(spatial transcriptomes)、整合性高通量體學分析(high-throughput multi-omics)、多維度篩選技術(high-content screening)、多參數及超高解析度影像學(high-content and super-resolution bio-imaging)、結構生物學(structural biology)、計算生物與生物資訊學(computational biology and bioinformatics)、系統生物學(systems biology)、基因編輯(genome editing)、人工智慧(artificial intelligence)等研究工具的持續發展, 使傳統生物研究領域(如細胞生物學、遺傳學、生化學、生理學等等)之間橫向的連結更加容易也更為緊密。而這類具有高度整合性的研究模式往往可以破除以往縱向性研究所不易克服的盲點, 進而帶動了生物學基本概念上的突破與思維的躍進。這些新的研究成果不僅具有高度的學術前瞻性, 更可能開創全新的生醫與生技產業, 譬如美國、日本、歐盟等學術大國所掌握的核心技術便強勢的主導了幹細胞、細胞治療、免疫療法、疫苗開發、生技製藥、與基因轉殖動植物等相關產業的走向。這個趨勢對台灣等起步較慢、且整體研發經費較少的國家而言不啻為一大隱憂, 如何因應此新形態且高花費的研究潮流、以走出一條適合自己的道路, 實為我們應深思的問題。目前生物科學研究中最重要進展大致包含以下數項:

1. 類胚胎與類器官相關研究: 幹細胞研究近年來已應用於建構多種類器官平台, 並利用人類胚胎幹細胞組合成類似胚胎結構的“類胚胎”, 以避免使用人類胚胎從事研究。利用培養的

幹細胞，能大量的製作出類胚胎，以供了解真胚胎可能的發育過程。這些平台提供了基礎研究、臨床檢驗、毒理測試、藥物篩選的新模型。此研究領域對未來之精準醫學、個人化用藥、醫材產業有極高的應用潛力，並可減少動物實驗需求。

2. 單細胞定序、空間轉錄體與多維度暨高通量分析儀器的持續發展與應用：此種研究方式可在探討特定生物議題時，提供宏觀且全面的數據，以輔助假說與推論的建構，再以具體的實驗進行驗證。由大規模的篩選出發，將更有機會開拓更新更廣的研究方向。以最先進的基因體定序技術為例，目前資料庫中已有高達數十萬筆不同物種基因組序列。這些資料可應用於分析基因表現與否，亦可從中得知新穎的基因活性與調控方式。單細胞定序技術的普及，更讓我們得以了解個體特定部位細胞組成的異質性、及其於發育與疾病進程的意涵。此外，空間轉錄體提供了單細胞定序技術所缺乏的空間資訊，可對基因表現的分析提供更全面的了解。高通量的篩選設備與各式偵測分析平台的結合已成為生物研究的必備設施，在藥物篩選、抗體庫篩選、蛋白質結晶條件篩選等方面皆有其不可或缺的重要性。
3. 系統生物學研究法的應用：當今的生物學研究除了沿用傳統上以縱向邏輯性為本的實驗方法外，也能與跨領域技術平台結合，以獲取橫向連結的相關資訊以擴大研究的面向。如何設計實驗以求有效率的獲得大量可信的數據，並統整這些大量的資料，進而歸納出有意義的結論，即為系統生物學研究的重點。此新興領域係將生物與化學、物理、材料、光電、數學、資訊與統計等領域結合，以建構生物體內或細胞內所有大、小分子之間的互動網路。而個體與其共生微生物之間的互動網路亦可以系統生物學的方式進行分析。此研究方式的瓶頸在於如何藉由巨量數據的分析建立一個具有生物重要性並可以實驗驗證的模型，因此系統生物學尤其強調團隊成員間對生物議題的掌握度，相關人才的訓練與養成絕非一蹴可幾，宜盡早規劃之。
4. 細胞與分子影像技術的突破：材料科學與先進電子元件的發展、新的影像擷取策略、以及新的生物樣品製備與標定方法皆提升了許多影像分析儀器的性能。例如各式光學顯微鏡技術的改良讓影像的解析度和樣品的穿透深度皆更為優異，而以非侵入性的方式進行的活體影像分析也有日新月異的發展。在結構生物學的研究方法上過去幾年更可見到革命性的進展，除了繼續使用 X-射線晶體學解析蛋白質結構，隨著直

接式電子偵測器的順利量產，冷凍電子顯微鏡(cryo-EM)已躍居生物巨分子立體結構解析的主流工具。不但成功解析許多先前無法結晶的複雜樣品，亦可用於研究蛋白質之轉譯後修飾與動態結構等。國內首台高階機型已於數年前在中研院建構完成、並已有數篇重要成果發表，可望帶動台灣結構生物學邁向新的紀元。目前該設施在單分子影像重構(single-particle reconstruction)的技術服務已臻成熟，期待未來可以跨入低溫電子斷層掃描(cryo-electron tomography)的領域，提供巨分子複合體於細胞環境中的立體構型資訊。

5. 化學生物學與合成生物學於藥物開發、綠化學、與生技應用方面皆扮演重要的角色。舉例來說、化學生物學可針對小分子化合物庫進行高通量篩選，找出具有特定生物活性、可作為藥物發展起始物的先導化合物。合成生物學則可藉由全基因體合成與編輯技術，於細菌或真菌中修改或引入代謝途徑，以生產具有高附加價值的化合物，或使修改後的微生物對毒化物產生特別的抗性與代謝能力，協助解決地球環境日益惡化所衍生的議題。
6. 非模式物種或特殊性異種移植模式的建構與應用：過去對於生物體的研究大多於幾種模式生物中操作，如大腸桿菌、酵母菌、線蟲、果蠅、斑馬魚、大小鼠、靈長類或是植物界的阿拉伯芥、水稻等。這些基於模式生物的研究雖然操作便利且成果豐碩，但是亦有許多特殊的生命現象呈現高度的物種專一性，只出現在非模式物種中，因而研究的門檻較高。但隨著基因體定序以及合成生物學相關分子生物技術的進步，已讓生物研究不再侷限於模式生物，因此可預期未來的研究方向將可更為多元。而這些非模式物種的研究，除了讓我們挖掘新的生物學知識，許多相關知識也能被進一步應用於生物科技產業與醫學，對現今人類所面臨的挑戰提供可能的解方。
7. 轉譯醫學與轉譯農學的前瞻發展：此類型的研究由於應用性強且攸關國家競爭力，因此國際上在此二方向已蓄積了一定的研究能量，配合基因編輯與合成生物學技術的持續開發，加上各國對於基因治療、細胞治療、與基改生物的認定與法規的鬆綁，預期此二領域仍將蓬勃發展。

(二) 我國之發展現況、重點研究方向及未來發展趨勢

目前國內生物科學基礎研究的重點領域包括神經與腦科學、遺傳與發育生物學、基礎分子、生化及細胞生物學、蛋白質的結構與功能、生物資訊與系統生物學、動植物及微生物的體學研究、生

物與生物、生物與環境、病原或微生物與宿主的互動、免疫學等，這些研究方向大致符合國際發展趨勢。整體而言國內的研究成果具備適當的國際競爭力，也持續有研究論文發表於國際知名期刊。此外，台灣具有多元的地理環境，滋養出多樣性極高的各類生物，未來發展新模式生物的可能性值得持續關注。基於現有優勢，生物科學學門將持續鼓勵學門內研究人員在既有的基礎上進行個人型前瞻創新研究。除此之外，也將積極推動尖端計畫、跨領域整合型計畫及任務型導向計畫，以強化特定領域的競爭力，並舉辦學門研究成果發表會、座談會、跨領域交流會等，藉由腦力激盪尋求具國際競爭力的研究課題並促進團隊合作，檢討目前審查制度的盲點與缺失並提出相應的改善對策，以確保學門的永續經營與發展。

(三) 學術面、臨床面及應用面之價值

基礎生物科學研究是生物醫學、農業科學與生物技術等應用科學的根基。唯有深入瞭解基礎生命現象的運作方式與分子機轉，才可能提出具有可行性的創見，並將其轉化為能夠促進經濟發展與提升人類福祉的新科技。雖然基礎研究一般來說無法在短期內為國家經濟發展帶來即時效益，但唯有挹注充沛的資源於基礎研究，才能使人才的培育與科技的發展不致停頓，使我國在面對國際競爭與產業升級時能從容以對。

(四) 國內現有研究人力、設備及資源分配之狀況與需求

1. 人力與資源分配方面

國科會多年來對於基礎研究的支持一直不遺餘力，也培育了眾多研究人才，對於我國研發人才的儲備貢獻極大。然而隨著研究團隊數量的成長及近年來的通貨膨脹問題，研究經費並未隨之增加，一些有潛力或初步挑戰新領域的計畫，在激烈競爭下無法獲得國科會補助，造成研究工作被迫中斷，極為可惜。此現象對任職私立傳統名校的研究者影響尤其嚴重，近年來甚至許多研究型國立大學也面臨過半教師沒有研究計畫的窘境。研究經費短缺的現象也直接衝擊大學生以及研究生的培育，造成原本穩定之金字塔型人才供應網絡出現斷層，不但直接衝擊研究資源不足的單位，甚至位處金字塔頂層的研究機構(如中央研究院、國家衛生研究院等單位)也面臨人才供需失衡，有經費卻無才可用的嚴重問題。另外，各學研單位對研究人員的績效評比和升等制度大多偏重於量化式的指標，不易鼓勵研究人員進行深入性、長期性、有影響力的研究。為解決以上問題，僅在此提出以下建議方案：

(1) 鼓勵形成跨領域研究團隊：近年來，許多國際突破性研

究，皆是由跨領域研究團隊達成。由研究專長具互補性的研究室共組研究團隊，除增加執行計畫的穩定度、也可以擴大研究的深度與廣度，對重要課題作出有力道、有時效的貢獻。在制度面上，需搭配整合型計畫件數限制的放寬與經費的增加(如個別團隊經費高於一個個人型計畫經費)，使有整合能力的優秀學者有足夠動機與經費帶領研究團隊；在年輕同仁的升等或評鑑上，也需要有多元評估的機制，在敘明具體貢獻的前提下、將團隊合作的產出作為個人升等或敘獎時的指標，如此才能有效促進團隊合作。

- (2) 規劃探索型研究計畫補助：鑑於過去計畫審查時，初步研究成果的份量，常常是一個重要決定因子，也讓許多研究者不敢轉換既有的研究方向或嘗試更具挑戰性的題目。如果能成立探索型研究計畫，供給較低的計畫經費(如個人型計畫經費的一半或三分之一)，強調研究計畫本身的創意與邏輯完整性，但不須提供初步研究成果和併入計畫件數的計算。將可打破過去的窠臼，鼓勵更多研究者投入創新的研究。
- (3) 規劃研究生研究計畫補助或核心設施使用額度補助：對於未獲國科會一般型研究計畫補助者，可以開放研究生研究計畫的補助(但仍是依照優秀競爭原則申請)，如此一來可落實研究人才的培養，並以少量經費繼續維持研究室基本支出。此類經費補助也可規劃為核心設施使用經費，一方面健全核心設施的運作，一方面讓研究室可藉由專業核心設施的協助，持續累積成果，以銜接新計畫的申請。
- (4) 維持非任務導向之自發性研究計畫的比例與經費補助：由研究者主動發起之自發性研究計畫是創意的來源與培育多元化研究人力的最佳管道，縱使出現經費短缺的情況，亦不應將資源過度集中於主動規劃型的研究計畫，而降低自發性研究計畫的配額，以確保學術多元發展的價值與創新能量。
- (5) 增加政府與業界對基礎科學的投資：目前科研總經費雖佔 GDP 3%，但用於基礎科研卻低於總預算的 10%，甚至逐年減低中。基礎科學之重要性之前已反覆論述，固不在此贅述，期待政府與業界充分體認基礎研究的角色，並投入更多的資源，相信在良性循環下基礎研發工作必能為後續產業的發展奠定根基。

2. 儀器設備方面

具備高階、高效能與高通量內涵的生物學研究平台及分析技術是目前國際發展的潮流。伴隨此多體學研究世代的興起以及單細胞定序的普及，生物科學研究對高科技研究平台與核心研究設施、以及巨量資料儲存與分析的需求也與日俱增。以整合高通量研究法所產生的大量量化資料數據，並進一步利用數學模式來模擬系統等級的關連性與複雜性的研究方式已日益普遍。然而，鑑於高通量、高效能研究設備技術進步迅速，且儀器昂貴，通常需要專任助理或技師來維護與操作。生物科學學門未來在採構或設立核心設施時，該更審慎地評估服務效益。對目前存在核心設施與儀器，也該定時考評，作必要的淘汰與替換。期待此類核心設施可以發揮最大功能，讓研究人員可以更容易的跨越技術門檻，於研究中能夠適時引入最尖端的儀器設施與技術平台應用。

四、我國發展生物科學學門領域研究之 SWOT 分析

(一) 優勢 (Strength)

充沛的資源與頂尖的人才固然是支持科學研究進展的重要指標，然而對於當今的生物科學研究而言，實驗的複雜度與所需的專長分工日益精細，此與二十世紀中期分子生物學草創階段、少數先知型學者即可引領風潮的研究模式已不可同日而語，因此科學社群整體的大小是否達到所謂的“臨界質量”，藉由成員彼此間良性的互動與激盪、使創新思考與邏輯推論的過程更加周延；以及社群中研究專長是否擁有足夠的多樣性與互補性、使研究的深度與廣度能更為強化，往往也是可用於預測此科學社群整體表現的重要指標。若與鄰近之香港與新加坡相較，在人才水準、科學社群大小、與研究專長之多樣性與互補性等輔助性指標的綜合考量下，我國生物科學研究的未來性毫不遜於上述二者。在生科處的補助下，研究型大學與各研究機構研究能量與十年前比較皆有進步，每年都有相當數量的研究成果發表於頂尖國際期刊，受到國際學術界肯定的學者人數亦持續成長。

(二) 劣勢 (Weakness)

以下若干觀點雖在之前的學門規劃報告書中亦有所論述，但依現況觀之仍不失其新，故於此重複強調以為後續政策規劃之參考：

1. 我國各階層研究人員的薪資皆低於鄰近之其他亞洲國家(如日、韓、新加坡、香港、以及中國一、二線城市之大學與研究機構)，極不利於我國延攬或留任傑出人才。專任研究人員的薪資水準雖在近年已略有調整，並有新的獎助方案可供搭配，但限制仍偏多，宜持續檢討改進。

2. 和歐美等已開發國家、以及上述亞洲國家相較，我國投入生物科學發展的經費明顯偏低，此點務須盡速改善，以確保我國生科領域之國際競爭力。
3. 近年由於生科領域博士畢業生的就業前景變數較大，加上少子化等因素，以致就讀博士班的人數與人才素質起伏不定，此現象直接導致國內研究人力的下降與人才斷層，影響國家發展至鉅。可能的解決之道除了提供研究生更多的獎助學金外(如增加優秀博士生獎學金名額)、也應在制度面檢討，藉由建立合理的升遷與淘汰機制致力維護就業管道的暢通，並應提供研究支援性技術人員(如博士後研究員、研究助理、研究技師等)長期就業的保障，使更多的人才願意投入科學研究。
4. 國內生科領域博士畢業生一般說來找到第一份正式工作的平均年齡與其他電資理工領域相較普遍偏高，從事博士後研究超過五年以上者比比皆是，如何縮短就業前的養成期或增設研究技術人員的職位(如 Research scientist 等)以提振工作士氣亦是亟待解決的課題。
5. 本學門的研究水準極高，在各學門一致的計畫通過率之下，有許多優秀、值得支持的計畫卻成為遺珠之憾或無法獲得多年期經費支持。基於此學門競爭激烈，許多計畫可能流入其他學門，此現象對本學門的發展不利。

(三) 機會 (Opportunity)

1. 不可諱言台灣的生物科學研究環境的確存在若干待解決的棘手問題，但近年來許多正面的質變正逐漸發生，讓我們對未來發展仍能有所期待。由基礎研究設施的建構觀之，國家級研究核心設施的籌設已在這幾年間陸續完成，並持續進行人才招募並擴大服務範圍。這些核心設施不但讓許多學有專精的高階技術人力能在適當的職位上發揮所長，也讓學界與業界能共享研究資源，以最有效率的方式帶動國內研究的升級，為生技產業開創造新的機會，希望能吸引更多優秀的學生願意投身研究工作。
2. 國科會針對優秀新進人員所規劃的專案補助計畫(如 2030 跨世代年輕學者方案等)已開始收到成效。有潛力的研究新秀因為在起始經費上得到充分的支持，可以放手挑戰具備實質重要性與新穎性、但風險性較高的研究題目，一舉反轉常年以來先求有再求好的保守心態。
3. 中國與香港政局近期的改變、以及 COVID-19 造成的後續影響亦頗值得關注。近年台灣頂尖研究人才受聘赴中或赴港的新聞時有所聞，但台灣礙於薪資結構及起始經費的誘因不足，

現實上往往並非受聘者的第一考量，若能在此二方面有所改善，再搭配台灣對學術自由的高度尊重，以及在全球疫情肆虐下的傑出表現，或許有機會在人才招募上重新取得優勢。除了高端研究人員之外、有意願來台灣就學的香港青年、以及台灣學生回流的人數也持續攀升，這會是台灣重拾競爭力的契機。

4. 台灣位處亞熱帶，多樣的地形與氣候造就極高的生物歧異度，在全球類似緯度的國家中是少數具有豐沛尖端研究能量的國家。因此，發展多樣非模式物種的前瞻研究將是台灣在此領域嶄露頭角的機會。

(四) 威脅 (Threat)

1. 我國的科研與高教經費佔國家年度總預算的比例一向偏低，且研究人才總數占總人口的比例亦低於其他已開發國家，因此在規劃研究方面與執行策略時偏向保守，較少挑戰具開創性的題材，此積習甚不利於提高科研的國際競爭力。
2. 國內在評鑑研究人員表現時所使用的指標仍過度依賴期刊點數與排名，然而系列性、深入性的研究工作往往才是重大發現的基石，因此務須對評鑑指標的盲點有所體認，才不至於過度倚重評鑑結果而扭曲了科學的發展。
3. 中國近年來不但投入大量的科研經費，亦持續延攬台灣優秀科研人才，這些作為都極可能削弱我國的人才庫並降低我們的國際研究競爭力與能見度。
4. 近年來國人出國攻讀博士或從事博士後研究的比例降低，長此可能降低我國研究人才的國際視野、能見度、與學術競爭力，此效應的負面影響不容忽視。

五、學門未來發展之規劃重點、推動策略及預期效益

(一) 短期

1. 降低每位審查委員的案件，強化審查品質的控制(建議公布不適任名單給所有召集人)，藉由建立公正、透明且專業的審查機制對研究計畫進行最客觀的排序，以期提供對申請人之計畫撰寫與執行有所助益的審查意見。
2. 鼓勵研究人員提出多年期、深入的研究計畫，增加博士級研究員名額，透過長期耕耘，累積更完備、更高品質的研究成果，進一步提高我國科研的國際能見度。

(二) 中期

加強推動國際合作。針對目前已獲生科處補助之研究計畫主持人，鼓勵其在計畫執行中主動尋求與國外專家學者合作的機會，提出「加值國際合作研究」申請。若主持人發現有必要進行國際合作

研究，或須赴國外從事研究或採集樣本，且獲對方書面同意者，即可申請追加必要之國外差旅費。此方案對於在國內取得博士學位的研究人員尤為重要，可藉由參與實質的國際合作拓展國際聯繫網絡與視野，或可在審查時優先考量此類申請案。

(三) 長期

可藉由舉辦學門成果交流會議並主動邀請傑出的學者與會進行學術交流、經驗傳承與分享，並可藉由腦力激盪形塑新穎的整合性研究課題，以促進研究團隊的形成，期以團隊合作的方式追求研究品質的提升。亦可與生科處或自然處其他學門聯合舉行成果發表會或跨領域交流會議，分享各自的專業中高度重要但仍待突破的關鍵議題，以期激盪出合作研究的火花，推動跨領域合作團隊與計畫的形成。

六、113 年度學門推動成果

(一) 總體性成果：

1. 學術成就（科技基礎研究）

生科處長期鼓勵並支持以創新自由為前提的個人型研究計畫，也因此培育出許多能深入探討重要生物議題的優秀學者與研究團隊，並能持續將其重要的研究成果發表於頂尖國際期刊。本學門過去十年的整體表現可謂相當亮眼且持續進步中。這些重要的研究成果大部分來自中央研究院、研究型大學與各醫學中心的研究室。中央研究院擁有國內最佳的研究環境，如完備的核心設施、充裕的研究經費與較有彈性的人才聘任、考核與升遷制度，這些優勢也具體展現於其研究表現中。而研究型大學也在教育部五年五百億邁頂計畫以及高教深耕之特色研究中心計畫的經費挹注下進行研究環境的改善，並得以由玉山學者或傑出人才發展基金會之獎助招募頂尖的研究人力，這些改變除了反映在學術論文品質與數量上的提升，學門內研究人員擔任國際重要學術會議的籌備委員與講員、或是國際重要學會的委員或理監事的人數也快速增加中，顯示我國的研究實力已在國際間獲得一定程度的肯定。

2. 技術創新成就（科技整合創新）

目前生物科學學門所補助的研究計畫中，不少具有科技整合創新走向，例如：結合蛋白質結構解析與酵素工程法改良羧酸酯酶於生產高價值生物活性化合物之研究、利用冷凍電子顯微鏡解析噬菌體整體結構與其宿主間的交互作用、建立研究不對稱細胞分裂中相互拮抗存在原理之數學與實驗平台、結合知識為基及集成智慧學習模型之舊藥新用平台：以

hSGLT2i 為例。

3. 經濟效益（經濟產業促進）

生物科學學門所補助的研究計畫中，亦不乏具有高度應用性與潛在經濟價值的研究，例如應用結構生物學的分析工具，開發老藥新用的可能性，降低開發新藥成本；開發生物感應器，提高肥料的使用效率；瞭解與植物之生長、發育、抗病、與逆境反應（如高溫、高鹽、乾旱、淹水、重金屬污染等）之分子機制，開發轉譯農學之應用；酵素/蛋白質工程應用於生產高經濟價值之化合物或藥物前驅物；基於合成生物學之生質能源開發，癌症與重要疾病的轉譯醫學研究；微生物抗藥性機制與抗生素殘留對養殖業的影響、各種疾病模式動物系統的建立等。

4. 社會影響（社會福祉提升、環保安全）

許多接受本學門補助之研究計畫其內容皆與社會福祉與環保安全之提升密切相關。例如：電位依賴型鉀離子通道調整突觸傳遞在癲癇電路震盪與抗癲癇治療中之嶄新角色、由結構和生化分析探討在癌症中轉譯後修飾如何調控 Pyruvate Kinase Isoform M2 以利藥物開發、tRNA 修飾酵素 Thg1 突變誘發小腦萎縮症的研究、抗核酸抗體結構特徵研究應用於系統性紅斑狼瘡檢測；透過整合資料與深度學習模型以人工智慧加速新型抗生素之精準設計與驗證應用；從患者個體至單細胞之癌症聚焦網路應用於開發個人化生物標記及癌症治療；以電腦輔助的篩藥平台來開發抗病毒藥物；植物與非生物性環境因子之交互作用、對各種營養鹽的吸收與利用、以及抗病蟲害機制的研究不但與糧食安全有關，更可增進我們了解極端氣候對於作物的生長與產量的影響。此外，鑒於台灣社會正加速邁入高齡化，因此對老化、神經退化疾病與幹細胞再生科學的相關研究亦有其重要性。未來也將持續支持這些與攸關社會福祉的重要研究領域。

5. 其他效益（科技政策管理及其他）

除了上述較為偏重分子機制探討的研究主題外，本學門也不乏與生態、演化相關的研究課題，例如：偵測台灣漢人族群複雜性狀的多基因演化適應、觀賞金魚軀幹表型的進化與發育、Gdf11 訊息傳遞在鰭到肢演化中所扮演之角色、球背象鼻蟲“母親禮物”之功能性研究－生態與演化機制的探討、解析陸生植物演化中引導形態適應的訊息傳遞機制。這些課題皆在演化及環境與物種保育上持續作出貢獻。總結而言，本學門之計畫屬性大多為純基礎研究，最明顯的效益為新知識

的累積與培育高階研究人才，這些成果不但能促進生物科學的進展，更可望應用於轉譯醫學與農學發展，而高階人才的養成將可厚植我國生技產業國際競爭力。

(二) 個別計畫代表性成果

1. 中央研究院細胞與個體生物學研究所陳振輝副研究員，其計畫名稱『探討成年斑馬魚如何快速癒合傷口』(計畫編號為 NSTC 112-2628-B-001-015)。研究發現斑馬魚的魚鰭構造可以在受傷當下提供大量的表皮細胞，加速體表的傷口癒合。研究成果刊登於《當代生物學》(Current Biology)。
2. 中央研究院分子生物學研究所薛雁冰研究員，其計畫名稱『蠔菇毒殺線蟲缺失突變株的分子遺傳及基因體研究』(計畫編號為 NSTC 110-2311-B-001-047-MY3)。研究發現線蟲捕捉菌透過2個G蛋白偶聯受體家族感知 ascaroside，激活 cAMP-PKA 訊號傳遞途徑，產生陷阱構造。研究成果登上知名國際期刊《自然微生物學》(Nature Microbiology)。
3. 臺大生命科學系暨植物科學所林盈仲副教授，其計畫名稱『透過多體學平台建立四種被子木本植物的基因體註釋』(計畫編號為 NSTC 112-2311-B-002-023-MY3)。研究透過植物解剖學結合單細胞轉錄體資訊，以跨物種的角度解開植物界200多年以來對於木質部發育和演化的謎團。研究成果登上知名國際期刊《基因體生物學》(Genome Biology)。
4. 中央研究院分子生物學研究所陳昇宏副研究員，其計畫名稱『人體細胞中氧化還原調節分子的動態功能學』(計畫編號為 NSTC 112-2311-B-001-025-)。研究發現等位基因緩衝機制，透過電腦模擬，也發現這種緩衝機制對於穩健振盪器的演化生成非常重要。研究成果登上知名國際期刊《細胞系統》(Cell Systems)。
5. 中央研究院生物多樣性研究中心江殷儒研究員，其計畫名稱『追溯雌激素的起源—絕對厭氧產乙酸菌生合成雌激素的分子機制研究與親緣分析』(計畫編號為 NSTC 110-2311-B-001-033-MY3)。研究證明使用專一性較高的抗生素可有效移除腸道中的無害梭菌，進而提高血中黃體素濃度，恢復動情周期與濾泡的發育。研究成果登上知名國際期刊《腸道微生物》(Gut Microbes)。

七、 檢討與展望

基礎學理的探討是科技發展的原動力，唯有充分掌握各種生命現象運作的原理與機轉，才能帶動轉譯醫學、轉譯農學、及生物科技的

創新。本學門最重要的任務即是培植並提升我國於各類基礎生物學領域的研究能量，藉由一般型專題研究計畫、整合型計畫、跨領域計畫、及國際合作計畫等不同取向的計畫徵求，本學門已培養了眾多能執行開創性研究、且深受國際科學界肯定的學者與團隊。未來亦將立基於此，除了著重研究的自由度與深度，也將致力推動具備跨領域特性的整合性研究，以獲致突破性的成果。近年來由於電腦運算與模擬技術的進步，計算生物學、生物資訊學、巨量數據處理與系統生物學的方法學也被廣泛地應用在生物研究之中，包含大腦神經元的運作模式，複雜的生態交互作用，與基因體大數據分析等皆受惠於上述領域的進展。這些跨學門的尖端研究，都已逐步呈現於基礎生物的研究計畫成果中。而此新興的研究方式，未來應可逐漸地轉移至應用醫學與農學研究上，如精準個人醫療或高經濟價值農作物選殖等方向。由中央研究院與國科會聯合主導成立的冷凍電子顯微鏡核心設施成立至今亦有長足的進展，不但有具體的成果發表於重量級國際期刊，使用者的人數也大幅成長，可望與同步輻射中心的優異表現相輔相成、共同引領台灣結構生物學研究邁向新的高峰，期待未來能更上一層樓，從單分子結構重構跨足低溫電子斷層掃描，挑戰更複雜的生物學議題。隨著超解析度影像分析與單細胞核酸定序技術日新月異的進步，意味著單細胞生物學與細胞異質性的探討不再遙不可及，此發展趨勢亦值得我們持續關注。總結來說，台灣生物科學界具備了科研創新所不可或缺的多元化人才庫與臨界研究能量，在各種提攜年輕研究者的具體措施激勵之下，相信能吸引更多頂尖人才投入研究，展望未來持續朝向成為國際生物科學研究重鎮的目標前進。

形態及生理醫學學門 發展規劃及成果報告

召集人：連正章

一、前言

二十一世紀是一個充滿挑戰的時代，各種攸關人類健康的議題，如氣候暖化、環境污染、人口老化，以及傳染性疾病的爆發所帶來的健康與環境議題，尤其是自從 Covid-19 疫情後，可說是人類史上自從黑死病、天花、黃熱病、非洲牛瘟和瘟疫後，面臨最為嚴重和全面性的傳染性疾病，都不斷對生活在這地球村的各種生物產生新的威脅與挑戰，為解決這些攸關人類健康福祉與生態永續課題的關鍵，開發有效的治療方法，仰賴生物醫學的研究及發展。國科會生命科學研究發展處（生科處）各學門的主要規劃是推動我國生命科學的研究及發展，替我國基礎研究打下紮實的根基，並期與業界相結合，推動我國的生醫產業。學門召集人負責協助相關業務及規劃，包括各種研究計畫申請案的審查、研究獎勵審查、研究人員進修開會之補助及博士級研究人員出國進修之審查、延攬科技人才、兩岸交流申請、國際研究合作計畫等之審查。

二、學門簡介

本學門(形態及生理醫學學門)包括生理、細胞生物及解剖、病理及法醫等三個次學科，大體上屬於基礎醫學的領域。其中生理學科研究的對象包括神經、內分泌、心血管、腎臟、呼吸、消化(腸道菌)、生殖等系統的生理功能與疾病的機轉研究；細胞生物及解剖學科主要包括細胞生物在個體病、生理與組織結構上的研究；病理及法醫學科主要包括病理機制的探討，從基因到個體組織，以尋找疾病之生物標記、開發與應用新穎而高靈敏度的分子生物技術做檢體分析或法律層面等之應用。本學門是整合基礎醫學與臨床醫學之學科，因此大部分研究計畫是以疾病研究為導向，且多具備相對應的基礎機制探討，這是為本學門最大的特色。今年共有 221 件個別型計畫提出申請，其中 97 件屬於生理學領域，124 件屬於細胞生物、解剖和病理法醫學領域，總申請件數比去年略減(去年為 230 件)。今年新核定一般型研究計畫通過率為 37%，在新進人員研究計畫方面，本學門申請 31 件，為鼓勵支持年輕學者，通過率為 50.00%。而在整合型研究計畫方面，今年生理學科共有 3 件總計畫提出申請，通過 2 件(包含 9 件子計畫)，細胞生物解剖和法醫病理

學科則沒有申請，值得未來鼓勵推動。

本年度申請出國開會補助的研究生和專家學者人數已回升至疫情前(推薦補助 22 人)，此外推薦補助 41 位博士級研究人員的聘用，有助於促進國際交流及培養國內優秀研究人才。

三、學門領域之研究現況及發展趨勢

(一) 全球發展現況以及未來發展趨勢

跨領域合作已成為生命科學領域中常見的模式，不僅基礎與臨床研究的界線早已消失，物理化學、大數據統計分析、乃至於資訊和材料科學等醫工領域的合作更已被大量應用在形態、病理與生理醫學的研究當中，以期解開疾病的病生理機轉，尤其利用高靈敏的晶片和 AI 等生醫工程技術，配合大數據的多體學分析以改善疾病的預防以及精進治療的策略研究亦包含在內。其中，生物醫學研究的最終目的在於解決人類在健康福祉上所面臨的各項難題，近年來超高解析分子影像技術配合 AI 運用的快速發展，使得形態學與病理學的研究得以有全新的視野診視細胞結構與疾病的病灶。此外，表觀遺傳和基因的發展到目前，業已經廣泛的創造出各種基因改造動物品種，提供極為有用的疾病動物模式已供藥物測試和檢視臨床病變機制。結合醫工領域的科技對跨器官系統的病生理機轉探討與轉譯醫學，以及高解析活體神經結構影像、以光遺傳或化學遺傳學改變神經電生理活性並配對動物行為模式改變的技術突破，外加活體神經訊號更是神經生物學與臨床、認知科學學者等共同致力於解開大腦運作奧秘的主要趨勢，將原本以疾病為導向的研究發展思維擴大至心理生理領域，以及應用腸道菌研究所獲得的知識應用在各種器官上的功能性研究，甚或開發出相關保健產品。此一全球生醫未來發展趨勢，都以人體構造與功能為本，因此使得本學門所涵蓋的三大醫學學科領域重新成為學術舞台上的重點；此種發展趨勢，更加彰顯本學門以個體學為觀點的研究領域上其重要性與永續性。

(二) 我國之發展現況、重點研究方向及未來發展趨勢

目前國內生理、細胞生物、解剖與病理領域積極培育人才，學會的活動熱烈充實，包括學校、醫院和研究機構的老師、醫師或研究員，可藉由教研相長鞏固研究基礎，並多能包含分子醫學、生化分生及免疫領域相關之研究策略做橫向溝通，且有多位國內外培育的年輕學者和醫師科學家返國，帶入突破性的研究思維和新穎的研究技術來解決重要的生物醫學問題，這是本學門持續蓬勃發展的主因。與本學門相關之我國重點研究方向包括神經退化性

疾病、心血管與代謝疾症候群、消化道生理及腸道菌(並應用在不同系統病、生理關聯上)、癌症的機轉與分子標記及檢測平台研發等。再者，因應人口老化而衍生的轉譯醫學、新藥研發、與人工智慧輔具等領域，極具發展潛力。

(三) 學術面、臨床面及應用面之價值

傳統上學術面偏向於基礎研究，而臨床偏向醫療應用，轉譯醫學則是一門將生物醫學基礎研究的成果導入臨床應用的概念，如此結合可將學術面、臨床面及應用面之價值達到最佳化。近年來國內基礎與臨床研究的整合越來越密切，但仍有提升和開發產學合作的空間，雖然個別型計畫仍為主要的計畫申請，但在每個計畫內可看到多以共同主持或協同主持的方式互相支援技術與分工，致使我國生物醫學的發展近年來有蓬勃發展的趨勢。以目前成果而論，無論是學門計畫或導向型專案計畫，本學門在各研究領域均有具競爭力的研究團隊，持續藉由研究傑出且具領導力的總主持人帶領，結合基礎與臨床研究的人才進行譯醫學的發展。未來期盼此類跨領域及基礎與臨床研究的結合能更普遍，並能夠加速推向產業及商品化，提升我國的生醫產業。

(四) 國內現有研究人力、設備及資源分配之狀況與需求

學門內各學科的研究人力大部分屬於任職大學的教師、大型教學醫院的臨床醫師，及少數任職於研究機構如中研院及國衛院的研究人員，而這些教師、醫師及研究人員會引領大學部、碩、博士班研究生、(助理或副)研究員、研究助理及博士級研究人員努力從事科研工作，建立和深化研究體系。許多計畫主持人需要負擔繁重的教學和行政事務，仍投注心力親自教導研究生及大專生，是以研究學者給了學員紮實的基礎研究訓練。隨著生物科技實驗所需設備、研究平台的操作使用費與試劑的物價上漲，為了研究質量的提昇，也可能因此壓縮了計畫經費所能提供給研究生的獎助學金。但在專任研究助理彈性薪資實施後，較能留住助理，若能進一步建立優秀研究助理的評核制度，使優秀研究助理如同國外之資深研究技師轉換為正式職缺，有勞退之保障，這對國內科研水準的穩定可有重要助益。在博士級研究人員訓練方面，近年國科會已提高研究計畫延聘博士級研究人員之通過率，但是國內生醫產業雖蓬勃發展然尚無法形成聚落，企業也鮮少以經費贊助學研，以致影響博士級研究人員前往業界發展的機會，大多數在等待教職或醫院、中研院或國衛院等研究單位，間接影響到國內生醫產業的動能提升。

113 年度國科會持續推動「跨世代年輕學者方案」包含「新秀學者」、「優秀年輕學者」和「國際年輕傑出學者」，期盼能促使優秀博士級研究人員及年輕優秀學者，於研究職涯初期能專注於新興議題、或跨領域研究，並從嚴審查該計畫之獨立性，應能鼓勵博士生畢業後投身國內的實驗室完成博士後訓練，並加速進入科研產學機構之時程。國內現有研究設備及資源之分配並不均勻，公私立機構間、以及一般大學與研究機構如中研院及國衛院依然存在著一段差距，國家研究資源分配仍有很大的改善空間，應該以特定經費支持各校建立核心實驗室和研究平台，並促進地理位置相近的學研機構成立互補共享的核心設施整合聯盟，讓區域性的各校可以透過鄰近校院核心設施的協助，進行高科技的整體研究。此外，也宜鼓勵各校設立創新育成中心，並導入創投基金和主動媒合學校和業界，提供學校的研發設備與人力資源與生醫產業界緊密結合，開啟臺灣生醫產業的發展。

四、我國發展形態及生理學門領域研究之 SWOT 分析

(一) 優勢 (Strength)

形態與生理醫學學門的歷史悠久，學科發展健全和嚴謹，研究方向與技術係以個體及系統整合為基礎，是生物醫學研究中最為利用整體觀(systemic)來研討各器官協作的學門。在系統的生理與病理研究中，重視各器官與器官間的致病因子和訊號傳遞，研究者教研相長的學理思維和整體觀，是發掘嶄新病生理機轉及解決疾病問題優於其它學術領域的最大利基。此外，多位老師在國際上替臺灣爭取知名度，包括當選國際學會會士、擔任國際學會的理事長、理事，爭取在臺舉辦國際學術會議。本學門研究者在後基因體時代，強調轉譯醫學研究的此刻，會比起其他學門更有機會切入引領潮流的新研究課題當中。

(二) 劣勢 (Weakness)

本學門生理與解剖細生的計畫申請人多為醫學院系基礎醫學科教師，屬於打下基礎的解剖、細胞生物與生理的前段教學，其負荷量在各醫學院系統中相對來說是多的，對於新進或即將聘用學者易於造成極大的備課負擔，亦影響本學門相關學科的研究人才延攬。此外，由於少子化衝擊以及社會上樂於對新興學門追求所產生的影響，使有意願投入傳統學科做研究工作的年輕學子越來越少。法醫和病理計畫申請者則多屬臨床醫師，他們會有吃重的臨床醫療責任影響計畫的撰寫和競爭。

(三) 機會 (Opportunity)

疾病預防與治療之首要，均是先瞭解該疾病病灶的器官構造以及生理運作機轉，並與病理現象最對比，而這些基礎與臨床醫學要項皆匯聚於本學門。所以本學門最適合作為連結其他醫學研究的範疇和進行跨基礎與臨床的整合，發展轉譯醫學的根基。因此，讓資深與資淺研究人員進行跨領域的互相交流，形成基礎-臨床研究團隊，整合分子生物、細胞生物、生理、病理、型態解剖等學門之專門技術，如此才能使各方相得益彰，針對某一主題可進行深入且寬廣的研究，並推動轉譯醫學的發展，並期與生醫產業鏈結以加速我國生醫發展。

(四) 威脅 (Threat)

學門近年年輕研究學者的加入人數有限，計畫量不似臨床醫學學門申請數量增加，可能與少子化導致高教環境職缺減縮有關。而病理與鑑識法醫相關學門的研究者較少，偏向癌症組織分析，亦常被定位在組織(tissue bank)供應者。此外，傳統上的解剖、生理學門的教師基礎學科教學時數過重，造成研究成果不易提升。各計畫執行之研究人力缺少優秀且持續的專任助理和博士級研究人員，研究生人力因少子化衝擊而有逐年減少的現象，外籍生以東南亞和南亞地區學生為主但缺乏相關的英語課程(臺灣學校國際化程度較低)，且新進人員在職涯初期常因升等壓力而造成學術研究無法堅持深入而重量不重質等，這些均為研究發展的隱憂與威脅。

五、學門未來發展之規劃重點、推動策略及預期效益

(一) 短期

1. Top down 式的推動迫切性和時效性的病、生理機轉研究之個別與整合型計畫，並鼓勵以基礎病生理機轉研究成果應用於疾病分子診斷與預防之新技術與平台的研發，另擬推動與臨床、生醫工程、AI 及生物檢測相關學門之交流與合作。
2. Bottom up 式擬定特定研究主題，鼓勵跨學門的計畫整合推動，藉由資深教師引領新進教師進入團隊，利用最新知識與技術應用於傳統系統生理形態之研究，以培養新血。
3. 舉辦計畫審查心得分享工作坊和撰寫研究計畫及論文的座談，以提升申請計畫之水準；藉由計畫審查研習，提高學門委員計畫審查之能力和品質。
4. 鼓勵優秀之新進研究人員和博士級研究人員申請國科會經費至國外從事短期進修或實驗室交流，學習新穎的技術與知識。

5. 藉由生醫年會和學會活動增加學碩士級研究人才投入基礎生醫科研之誘因與媒合就業機會，強化學術界和生醫業界的交流。

(二) 中期

1. 持續推動跨領域之轉譯醫學研究計畫，使基礎與臨床研究的結合更普及，鼓勵本學門之研究者多參加整合型計畫的研究；另外藉由舉辦研討會和暑期研習營，鼓勵其他學者申請本學門的研究計畫，使研究領域有廣泛的人才和互動，並增加學門計畫的多樣性。
2. 促進不同學門間研究者之互動，與其他學門或基金會共同舉辦研習營，並進而組成跨領域之研究團隊(如國內神經領域的 TSN 聯合研討會)。
3. 增加與醫院醫研單位和生醫業界的互動，替年輕學者擴展生涯規劃與機會。
4. 增加優秀博士生或是博士級研究人員出國深造的機會，爭取雙邊人員交流計畫，提供獎助經費，使國內畢業的博士生藉此拓展國際視野。
5. 持續爭取相關領域學會在臺灣舉辦亞太或國際會議。

(三) 長期

1. 建立健全的生醫科技人才培養制度和人力資源網，研擬配套措施，鼓勵優秀學生投入基礎生醫領域之研讀，並保持國家高階人力之永續發展。
2. 健全博士級研究人員訓練，透過研究學者計畫，培養獨立研究的能力，使其能發揮承先啟後的作用，並豐沛此階級的研究人力。
3. 推動及建立各校的業師與產學制度，讓生醫學門領域的碩、博士生能夠順利的導入生醫產業，以加速推動我國生醫產業的發展。
4. 爭取提高國科會科研之預算，提請國家重視基礎生醫研究；產學研究或較應用型的專案計畫應由其他適宜的部會預算共同支助。
5. 針對研究表現優良者，予以特別的專案經費與人員支持，避免費時的計畫撰寫和得以有高品質的深入研究成果。

六、 113 年度學門推動成果

(一) 總體性成果：

1. 學術成就 (科技基礎研究)

(1) 生理學領域：

本年度生理學領域成果優異，發表論文達 89 篇。研究方向廣泛，有癌細胞、腫瘤、心血管、及各種疾病模式等研究，微觀而言，則包括神經細胞、神經膠細胞、粒線體、離子通道及各種訊息傳遞路徑。成果可概略分成下面兩類：

a. 疾病與可能治療方法之機制探討，如：

臺北醫學大學徐宗溢副教授團隊發現，透過聯合使用黃體酮與阿比特龍可以有效調節並提升膠質母細胞瘤的治療策略。高雄榮民總醫院陳信宏博士團隊發現在腎心症候群的動物模型中，抑制糖皮質激素誘導激酶 1 改善部分腎心症候群所造成的心肌肥厚與胰島素敏感。國立成功大學蔡曜聲教授團隊發現粒腺體中的粒線體鈣攝取蛋白 1 對於腎臟調節水分平衡扮演至關重要的角色，並有望成為治療腎原性尿崩症的新穎策略。中央研究院楊世斌副研究員團隊在新生兒糖尿病動物模式中發現，僅剔除胰臟的 ATP 敏感型鉀離子通道即足以影響葡萄糖代謝。國立陽明交通大學連正章特聘教授研究團隊與奧地利的研究團隊合作發現了體抑素表現型神經元上的第五型代謝型麩胺酸受體(mGluR5)對負面情緒的表現有重要影響，mGluR5 缺失會導致小鼠的情感表現失衡。此外，與丹麥研究團隊合作發現小鼠在形成恐懼記憶時的腦內新機制，恐懼的經驗會活化小鼠腦中杏仁核的一小群抑制性神經細胞，避免對恐懼記憶過度反應，而抑制這些標記的神經細胞，小鼠反而會表現得更恐懼。研究結果有助於進一步了解形成恐懼記憶的神經基礎，且有助於未來減少恐懼的負面影響，並有望為創傷後壓力症候群提供新的治療方法。

b. 細胞訊號路徑中的關鍵分子對生理的影響，如：

馬偕學校謝明君助理教授團隊發現，第一線化療藥物紫杉醇會影響背根神經節中的轉錄因子表現以誘發神經病理性疼痛。國立成功大學蔡曜聲教授團隊發現粒腺體中的粒線體鈣攝取蛋白 1 與脂肪組織褐化-米化反應相關，並給予代謝疾病的治療提供新的

概念。

(2) 細胞生物及解剖領域：

本年度細胞生物及解剖領域成果優異，發表論文達35篇。本領域研究致力於發現不同疾病治療策略的分子調控機制。例如中山醫學大學朱培銘副教授團隊發現癌幹細胞會透過外泌體傳遞 SOX2-OT 並誘導癌細分化並表現出幹性。國立陽明交通大學孫維欣教授團隊發現在慢性神經性疼痛動物模型中，抑制卵巢癌 G 蛋白耦合受體 1 會減少顆粒性細胞與衛星膠細胞的數量，增加 M2 巨噬細胞的數量，顯示 M2 巨噬細胞與衛星膠細胞亦與慢性疼痛的維持相關。中國醫藥大學王韋然助理教授團隊發現，抑制肺癌細胞中的肽基精氨酸去亞胺酶 4(PAD4)可防止非小細胞肺癌的 cGAS 降解，從而增強抗腫瘤免疫。

(3) 病理及法醫領域：

本年度病理及法醫領域成果優異，發表論文達44篇。本子領域的研究多偏向於了解疾病的病理機制。例如義守大學徐中濟助理教授團隊研究在闡明 ASPM 蛋白亞型一的分子特徵並闡明其對於小細胞肺癌幹原性信號通路的新方向，這可能未來會是針對小細胞肺癌的治療新策略。臺北醫學大學鎮朝文教授團隊發現活化纖維細胞生長因子九號的藥理應用可能成為治療急性腎臟損傷所導致後續慢性腎臟病的潛在方案。

2. 技術創新成就（科技整合創新）

國立臺灣大學陳政彰助理教授團隊建立了胞器電生理技術，不同於傳統電生理技術，此項技術將研究解析度增加到胞器層面，對於相關疾病與藥物的研究提供更精準的研究方法。中國醫藥大學翁鳳如助理教授團隊設計了一種新的神經元追蹤技術，相較過去的追蹤技術會標定過多神經元，此種方法綜合了光遺傳學，雙光子顯微鏡攝影，活耀神經元標定，加上組織透明化及層光顯微掃描技術等，能達到在一棵透明化的鼠腦中獨立標記單一活化神經元，進而得到其軸突投射之追蹤圖譜，可以更加有效地進行連結組相關的研究。中央警察大學謝幸媚教授團隊利用 CRISPR 結合側流層析法建立快速之體液鑑定系統，以應用於刑案現場可疑體液或其斑跡之鑑定。

3. 經濟效益（經濟產業促進）

長庚大學黃士強醫師團隊對於尤文肉瘤設計一種聚合螢光原位雜交(FISH)檢測方式以替代原本常使用的次世代測序(NGS)檢測方式，兩種檢測方式雖已普遍使用中，但檢測成本相差甚大，若能普遍使用 FISH 方式檢測可以省下大量成本並提升病患檢測意願。

4. 社會影響（社會福祉提升、環保安全）

本學門研究的題目大部分在探討疾病模型相關，這些研究的願景在於發現各種可能的疾病治療途徑、優化現有的疾病治療策略，以提升社會的醫療健康福祉。

5. 其他效益（科技政策管理及其他）

在全球資訊互聯互通的時代，成為未來的醫療保健體系領導者需要有國際的視野與人脈聯繫，而具有國際健康發展趨勢的認知至關重要。學門內研究學者執行 2 年期「以解剖學為基礎之國際合作交流計畫」，包含 11 個國家的 14 個大學解剖學科系教師共同參與，進行基礎科學訓練與醫學教育的國際合作，提升臺灣各大學醫學院學生在參與的國外各大學進行學術交換生的學習機會，除對國際能見度有所助益，亦達到向下扎根的人才培育。

(二) 個別計畫代表性成果

1. 臺北醫學大學徐宗溢副教授團隊以多種面向研究膠質母細胞瘤的治療機制，成果豐碩，發表於國際期刊：Cancer Letter, Journal of Experimental & Clinical Cancer Research, ACS Applied Materials & Interfaces。(計畫編號：NSTC 112-2320-B-038-045-)
2. 國立臺灣大學陳政彰助理教授團隊研究探討瞬態感受器電位陽離子通道黏脂質類第二型(TRPML2)的細胞內腔室特異性活動碼，其研究成果發表於國際期刊：Nature Communications。(計畫編號：NSTC 110-2320-B-002 -022-MY3)
3. 國立陽明交通大學連正章特聘教授研究團隊與丹麥和奧地利的研究團隊合作，研究發現小鼠在形成恐懼記憶時的腦內新機制，恐懼的經驗會活化小鼠腦中杏仁核的一小群抑制性神經細胞，避免對恐懼記憶過度反應，而抑制這些標記的神經細胞，小鼠反而會表現得更恐懼，該研究結果發表於國際期刊：Cell Reports。此外，研究團隊也發現，體抑素表現型神經元上的第五型代謝型麩胺酸受體(mGluR5)對負面情緒的表現有重要影響，相關結果發表於國際期刊 Molecular

Psychiatry。(計畫編號：NSTC 111-2320- B-A49-009-MY3)

4. 臺北榮民總醫院杭仁鈺醫師團隊研究探討甲狀腺癌與治療相關之致癌基因突變和轉位之分子機轉，其成果發表於國際期刊：Annals of Surgical Oncology, Endocrine Pathology。(計畫編號：NSTC 110-2320-B-075 -003-MY3)
5. 國立臺灣大學許書豪助理教授團隊研究以膽汁平衡和腸道上皮屏障觀點探討 miRNA-194 和 miR-192 如何調控肝腸軸線，其研究成果發表在國際期刊：Journal of Biomedical Science。(計畫編號：NSTC 111-2320 -B-002-021-MY3)

七、 檢討與展望

本學門研究學者今年的表現相當亮眼，年度計畫主持人論文發表豐碩，許多刊登於高影響力期刊，包含神經科學、心血管、癌症、免疫、呼吸系統、胃腸道等領域，此外隨著疫情趨緩，專家學者及研究生參加國內外實體會議開始變多，學門學者和學生恢復積極的參與國內外學術活動，提升我國生醫研究的國際知名度，整體學術研究表現不致受到疫情的影響研究成果發表，在有限的經費下，學者們仍發表許多相當重要的成果於高影響係數的國際期刊，和產出許多具有臨床應用性分析結果。本學門為了落實學術經驗傳承和提升研究與教學能力，鼓勵學生口頭和壁報論文發表，例如今年由中華民國解剖學會主辦的第 38 屆生物醫學聯合學術年會，將他們的研究成果與大家分享，與會學者和學生踴躍發言並提出問題討論，同感獲益良多。

為促進學門內經驗及研究成果分享，於 1 月 20-21 日舉辦寒假生理醫學研習會暨國科會研究成果發表會，以及於 9 月 7、13 及 27 日分別假國立陽明交通大學、中山醫學大學及國立成功大學舉辦北中南 3 場學術研究經驗交流分享座談會，邀請領域專家，分享研究成果，引發熱烈討論，由此學門與學會一起合作推動交流、合作以及人才培育的活動，期望促成跨領域合作團隊之形成，以及從計畫審查者的角度出發，給予申請者們經驗分享，以期提升研究計畫的申請成功率，達到向上提升的功效。

附錄 (學門活動)

(一) 112 年度寒假生理醫學研習會暨國科會研究成果發表會 (時間：113/1/20 -113/1/21)，附圖為大會手冊封面、議程及活動照片。

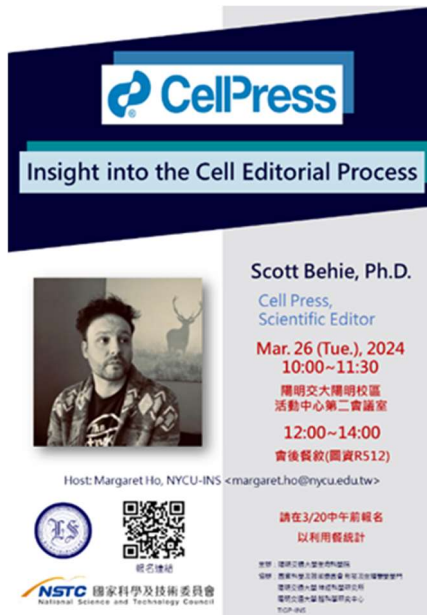


1/20 (六)	
11:00-12:00	報到
12:00-13:00	午餐
13:00-13:10	開幕致詞
13:10-14:40	形婚及生理醫學門業務報告 主持人：盧上智 副主委 盧上智 主席人：李國忠 李國忠 副主席：李國忠 李國忠 秘書長：李國忠 李國忠 副秘書長：李國忠 李國忠
主題演講 I	
國家生物醫學發展規劃 主持人：盧上智 副主委 盧上智 主席人：李國忠 李國忠 副主席：李國忠 李國忠 秘書長：李國忠 李國忠 副秘書長：李國忠 李國忠	
14:40-14:50 綜合討論	
14:50-15:20 中場休息(含餐)	
15:20-16:20 主題演講 II Rules to pick up high-value journals - personal experience sharing 主持人：李國忠 李國忠 主席人：李國忠 李國忠 副主席：李國忠 李國忠 秘書長：李國忠 李國忠 副秘書長：李國忠 李國忠	
16:20-16:40 綜合討論	
16:40-17:40 主題演講 III A Journey to Build Up A Fully Integrated Global Biopharmaceutical Company in Taiwan 主持人：李國忠 李國忠 主席人：李國忠 李國忠 副主席：李國忠 李國忠 秘書長：李國忠 李國忠 副秘書長：李國忠 李國忠	
17:40-17:50 綜合討論	
17:50-19:00 晚宴交流	
19:00-20:00 生理學研習會教學座談(四)： 教職申請流程說明 主持人：盧上智 副主委 盧上智 主席人：李國忠 李國忠 副主席：李國忠 李國忠 秘書長：李國忠 李國忠 副秘書長：李國忠 李國忠	

1/21 (日)	
20:00-21:00	生理學研習會教學座談(四)： 博士後研究申請的經驗分享 主持人：盧上智 副主委 盧上智 主席人：李國忠 李國忠 副主席：李國忠 李國忠 秘書長：李國忠 李國忠 副秘書長：李國忠 李國忠
21:00	Happy Hour 夜後 雅羅林場
07:00-08:30 早餐	
08:30-10:30 主講演講 議題A-大眾原周邊 議題B-松山山步 議題C-多能幹細胞與人類心臟發育和 疾病模型 主持人：李國忠 李國忠 主席人：李國忠 李國忠 副主席：李國忠 李國忠 秘書長：李國忠 李國忠 副秘書長：李國忠 李國忠	
09:00-10:30 主講演講 IV 組織在神經行為學研究的貢獻 主持人：李國忠 李國忠 主席人：李國忠 李國忠 副主席：李國忠 李國忠 秘書長：李國忠 李國忠 副秘書長：李國忠 李國忠	
10:30-10:40 中場休息	
10:40-11:50 主講演講 V 應用基因編輯技術探討管線小RNA 的生成和調控 主持人：李國忠 李國忠 主席人：李國忠 李國忠 副主席：李國忠 李國忠 秘書長：李國忠 李國忠 副秘書長：李國忠 李國忠	
11:50-12:00 開幕致詞	
12:00-13:30 午餐	
13:30 報到	



(二) Cell 編輯 (Scott William Behie) 演講及會後座談，與教師 1 對 1 交流，及與學生分享職涯規劃 (時間：113/3/26-3/27)，附圖為活動海報。



CellPress
 Insight into the Cell Editorial Process

Scott Behie, Ph.D.
 Cell Press,
 Scientific Editor

Mar. 26 (Tue.), 2024
 10:00~11:30
 陽明交大陽明校區
 活動中心第二會議室

12:00~14:00
 會後餐敘(團費R512)

Host: Margaret Ho, NYCU-INS <margaret.ho@nycu.edu.tw>

請在3/20中午前報名
 以利用餐統計

NSC 國家科學及技術委員會
 National Science and Technology Council

生化及藥理醫學學門 發展規劃及成果報告

召集人：鄭子豪

一、前言

根據衛生福利部最新公布的 112 年國人十大死因統計資料，惡性腫瘤（癌症）持續蟬聯首位，死亡人數達 53,126 人，占總死亡數的 25.8%，每十萬人口的死亡率為 227.6 人，較 111 年增加 2.2%。此外，心臟疾病、肺炎、腦血管疾病及糖尿病等慢性與急性疾病，以及新興傳染病如 COVID-19，亦對國人健康構成重大威脅。這些數據凸顯疾病研究的重要性，生化與藥理醫學學門的研究重點多集中於癌症、神經退化性疾病、腦血管病變、代謝性疾病及新興感染症，透過深入探索細胞及分子病理機制，期望找出創新預防與治療方法，進一步改善國人健康。

近年來，基因體學、蛋白質體學、代謝體學與人工智慧技術的蓬勃發展，為疾病機制研究帶來革命性突破。基因表現調控、蛋白質修飾及代謝功能變異的因果關係逐步被揭示，單細胞定序技術更提供豐富的細胞互動數據。同時，在遺傳性及免疫相關疾病的病理機制研究上亦取得顯著進展，為診斷技術與治療策略的開發奠定了堅實基礎。特別是癌症自體免疫細胞治療，已成為全球生物醫學界的研究熱點。此外，結合大數據與人工智慧運算的分析方法，能快速且精確地解決複雜的生命科學問題。

生化與藥理醫學學門聚焦於疾病致病機制的基礎研究，透過學理機制的深入了解，致力於研發創新治療策略與預防方法，以解決國人健康挑戰，並促進國內生技產業的長足發展。

二、學門簡介

生化及藥理醫學學門涵蓋「藥理及毒理」與「醫學生化及分子生物」兩大領域，研究範疇涉及生物化學、分子生物學、細胞生物學、藥理學及毒理學等學術領域。學門以多樣化的生物模型探討人類疾病的機制、預防、診斷及治療，研究主題涵蓋基因調控、細胞結構與功能、DNA 損傷修復、細胞凋亡與老化、生物力學與訊息

傳遞、神經退化性疾病、蛋白質降解與自噬系統、蛋白質結構與功能、生長與發育調控、外泌體研究、免疫細胞治療、抗體與蛋白質藥物開發等關鍵議題，從基礎研究到臨床應用皆有所著墨。

本年度大批個別型專題計畫申請件數共 269 件，其中「藥理及毒理」學科，一般人員申請件數 64 件，通過 24 件；新進人員申請件數 7 件，通過 4 件；「醫學生化及分子生物」學科一般人員申請件數 173 件，通過 64 件；新進人員申請件數 25 件，通過 13 件。新聘任人員隨到隨審計畫計有 9 件研究計畫提出申請，通過率達 88.9%。

為提升國內研究生的國際競爭力，學門積極鼓勵學生參加國際學術會議並發表研究成果，藉此拓展國際視野與強化外語表達能力；此外，學門支持國內專家學者參與國際會議，並邀請國際學者進行短期訪問，以促進跨國合作並提升台灣學術研究的國際能見度。

學門整體研究表現卓越，不僅為生物醫學研究提供了堅實的理論與實驗基礎，亦提出有效的策略來解決疾病診斷、治療與預防的難題，對改善國人健康及培育基礎與轉譯研究人才貢獻良多，並為國內生技醫藥產業的發展奠定基石。未來，學門將持續推動前瞻性、創新性與關鍵性研究，促進跨領域整合，優化研究資源配置，加強國際合作，並培育高階研究人才，以進一步提升台灣在生物醫學領域的國際地位與影響力。

三、學門領域之研究現況及發展趨勢

(一) 全球之發展現況及未來趨勢

1. 精準醫學

精準醫學以個人化醫療為基礎，根據患者的體質差異與疾病異質性，量身制定疾病診斷、預防及治療策略。自人類基因組計畫 (Human Genome Project) 完成後，DNA 序列的解碼大幅增進了對疾病與基因關係的理解，相關領域如基因體學 (Genomics)、蛋白質體學 (Proteomics)、代謝體學 (Metabolomics) 及生物資訊學 (Bioinformatics) 等迅速發展。此外，次世代定序技術 (Next-Generation Sequencing, NGS)、基因編輯技術 CRISPR/Cas9，以及人工智慧 (Artificial Intelligence, AI) 的應用正在改變醫學研究的格局，促進疾病機制的解析，並大幅提升診斷與治

療的精準性。

2. 免疫療法

自體免疫細胞治療是一種新穎且具有突破性的癌症治療方式，透過患者自身的免疫系統來對抗腫瘤細胞。此技術包括抽取患者單核細胞(如自然殺手細胞, NK cells)，進行體外誘導與活化後，回輸患者體內以殺死癌細胞。自2018年以來，我國開放了6項細胞治療技術，適用於癌症、缺血性腦中風、退化性關節炎及脊髓損傷等疾病。此外，免疫檢查點抑制劑(Immune Checkpoint Inhibitors)的研究與應用亦蓬勃發展，成為提升腫瘤免疫療效的重要方向，並展現了極大的臨床應用潛力。

3. 多體學

多體學是一門整合基因、蛋白質、代謝物等多層次數據的跨領域學科，為揭示生理與病理機制提供了全新視角。技術進展如單細胞定序 (Single-Cell Sequencing) 與宏基因體學 (Metagenomics)，讓研究人員能更全面地分析細胞層級的動態變化。多體學分支包括代謝體學 (Metabolomics)、微生物體 (Microbiome)、轉錄體學 (Transcriptomics)、藥物毒理基因體學 (Pharmacogenomics and Toxicogenomics) 等，研究成果不僅對生物醫學理解深具影響，也為新藥開發提供了重要基礎。

4. 蛋白質結構與新藥開發

隨著低溫電子顯微鏡 (Cryo-EM) 技術的成熟，科學家能以分子層級解析蛋白質的3D結構，進一步了解其功能與作用機制。藉助結構生物學與生物資訊工具，研究人員可以預測藥物與蛋白質結合的位點與作用模式，顯著縮短新藥開發的時間與成本，為精準醫學提供了強有力的支持。

5. 再生醫學

再生醫學是21世紀醫學的重要發展方向，幹細胞技術在其中扮演關鍵角色。幹細胞具有自我更新與多向分化的潛力，可應用於修復受損組織或替代功能喪失的細胞。結合基因工程與精準醫療，幹細胞研究在神經退化疾病、

肌肉再生與組織工程等領域展現了巨大的臨床與產業潛力。

6. 核糖核酸編輯與非編碼 RNA

RNA 編輯是調控基因表達的重要機制，不需改變 DNA 序列即可產生多樣的轉錄異構物，提升基因表現的靈活性。非編碼 RNA（如 miRNA、lncRNA）則被證明在癌症、神經退化疾病及心血管疾病的病理機制中扮演關鍵角色。這些領域的研究挑戰性高，但亦提供了前所未有的治療新契機。

7. 醣醫學

醣醫學研究細胞表面醣分子的結構與功能，這些分子在細胞間通訊、免疫應答及疾病進展中具有重要作用。近年來，醣生物學與醫學在癌症、感染疾病與免疫治療中的應用逐漸受到關注，成為新藥開發與診斷技術的焦點之一。台灣在醣醫學研究領域具有領先地位，未來將持續為生物醫學與新藥開發做出貢獻。

(二) 我國之發展現況、重點研究方向及未來發展趨勢

我國在生物醫藥基礎研究方面擁有堅實的根基，並積極推動轉譯醫學相關研究。然而，在全球激烈競爭及有限經費下，如何提高學術影響力與產業應用價值，為當前發展的重要課題，具體建議如下：

1. 落實跨領域與整合型研究計畫

跨領域研究是推動創新的關鍵動力。生物化學、分子生物學、藥理學及毒理學等領域的研究，常需結合醫學工程、資訊工程、數學、化學等不同學科的技术與思維，從分子到細胞層次探索生醫系統中複雜的物理與化學現象，以及藥物作用機制。隨著生物資訊學在理論評估與驗證方面的重要性日益提升，未來應積極推動跨領域研究團隊的組建，並提供充足的研究經費支持，特別是提高整合型群體計畫的總經費，以增進研究人員跨領域合作的動機與機會。

2. 鼓勵跨機構的實質合作

國內研究人員主要分佈於各公私立研究型大學與學術研究機構，各單位發展特色不同，優勢與弱點各異。透過

計畫補助來驅動跨學研單位的實質合作，可整合各方資源與專長，構築實力堅強的台灣研究團隊，提升國內整體研究能量與國際競爭力。

3. 培育研究人才

受少子化影響，國內高等教育發展面臨嚴峻挑戰。由於就業考量，許多年輕學子選擇電子產業相關領域，導致生醫相關研究所報考率逐年下滑，出現人才排擠效應。如何吸引年輕人才投入生技醫藥領域，培育高階研發人力，厚植國家實力，已成為刻不容緩的議題。建議加強生技醫藥產業的就業誘因，提供完善的培育計畫與職涯發展機會，吸引優秀學子加入。

4. 促進產學合作與推廣

目前國內生物化學、分子生物學、藥理學及毒理學仍以基礎研究為主流。經過多年經費支持與政策引導，轉譯醫學與產學合作已有初步成果。為進一步將基礎研究成果擴展至產業應用，需要加強學術界與產業界的交流，增進彼此了解，促進科研成果的加值與商業化。建議建立更完善的產學合作平台，鼓勵企業參與科研計畫，共同推動技術轉移與創新應用。

5. 發展自我優勢

我國在醣醫學、高齡醫學、新興感染症、腦科學等領域具有國際競爭力。為深化學術影響力與提升產業應用性，可針對特定主題組成精銳團隊進行深入研究，並與生技醫藥產業聯手，開發適合華人疾病的治療方法，為國人健康提供實質貢獻。

近年來，國科會積極推動多項創新方案，包括補助優秀年輕學者、促進產學合作、推動跨領域整合型計畫、創新創業激勵計畫等，期望針對上述問題，提供多元管道的解決方案，進一步提升我國生物醫學研究的國際地位與影響力。

(三) 學術面、臨床面及應用面之價值

生化及藥理醫學學門致力於生醫藥領域的基礎研究，旨在揭示生物醫學的奧秘，探索生理功能及疾病的分子病理機制。這些研究成果不僅有助於疾病的臨床診斷、治療與預防，也為新藥開發提供了堅實的理論基礎。學門研究強調結合臨床

病理資料，透過細胞與動物模式實證致病機轉，進而發展出創新的醫療應用策略與技術。

近年來，學門積極推動學術與臨床單位的合作，力求將基礎研究成果轉化為實際臨床應用，解決國內重大疾病醫藥問題，並促進生技醫藥產業的發展。

(四) 國內現有研究人力、設備及資源分配之狀況與需求

近年來，國內各大專院校雖培育出不少生技醫藥領域的研究生，但學界的學術要求與產業界的實務導向存有落差。為改善現況，提出以下建議：

1. 發展自我特色與跨領域合作

鼓勵各大專院校專注於發展具自我特色的研究領域，並推動跨領域結盟，執行具前瞻性的大型研究計畫，藉此培養跨領域人才，提升其合作經驗，進一步應用於生技醫藥產業。

2. 強化產業參與課程設計

邀請生技醫藥產業研發人員參與學校課程設計及授課，提供實務經驗，培育更符合業界需求的人才。

3. 鼓勵產學合作

推動高階研究人員與博士後研究員參與產學合作，深入瞭解產業需求，培養具實務經驗的生技專業人才。

4. 獎勵國際研究訓練

獎勵優秀博士生及博士後研究員前往頂尖研究機構進行研究與訓練，為國內儲備未來生技醫藥研發的核心人才。

此外，為提升研究資源的使用效能，建議學術單位積極推動實質合作，建立資源共享制度，並以研究成效作為資源分配的衡量依據，最大化整體資源效益，進一步引領台灣生技醫藥學術領域的發展。

四、我國發展生化及藥理醫學學門領域研究之 SWOT 分析

(一) 優勢 (Strength)

1. 研究面向多元，成果卓越，部分領域具國際領先地位與影響力。
2. 核心設施完備，為研究人員提供高效執行實驗的便利條件。
3. 生化、藥理及毒理學相關系所持續吸引國內外優秀人才，

確保研究動能延續。

4. AI 科技日益成熟，台灣具備相關人才與算力，為生技醫藥領域提供新的突破點。

(二) 劣勢 (Weakness)

1. 物價與人事費用上漲，研究經費卻未同步增加，造成資源不足。
2. 跨領域整合性研究仍有強空間。
3. 學界對產業需求了解不足，導致基礎研究成果難以有效轉化為臨床應用。
4. 國內生技醫藥業界以中小型企業為主，資金投入有限，無法快速形成成熟的生技聚落。

(三) 機會 (Opportunity)

1. 年輕學者研究素養高，逐步與國際接軌，產出高質量期刊論文。
2. 健保資料庫、人體生物資料庫及核心設施的完備，有助於亞洲或台灣特有研究主題的開展。
3. 台灣卓越的半導體晶片技術與資訊科技可結合生化、藥理及毒理學研究，協助分析巨量生物資訊數據，推動新穎的臨床診斷與治療策略發展。
4. 國內對 CDMO、再生醫療及免疫療法的投資逐年增加，政府亦設立南港生技園區對接國內外醫藥廠商，顯著提升高階生技醫藥人才的需求與發展機會。

(四) 威脅 (Threat)

1. 少子化影響導致研究人力短缺，未來可能出現高階人才斷層危機。
2. 鄰近國家及歐美政府大力支持研究經費並吸引全球人才，國內優秀研究人員外流且難以吸引國外專業人才來台。
3. 研究人員對高風險研究課題的嘗試意願不足，可能錯失重大突破的機會。
4. 政府資源多集中於晶片科技，生醫領域的突破性進展相對受到限制。

五、學門未來發展之規劃重點、推動策略及預期效益

(一) 短期

1. 鼓勵參與專案重點推動之主題計畫

面對全球生物醫學科技的迅速發展，學門將積極推動研究人員參與生科處所推行的一系列專案重點計畫，這些計畫緊扣國家生技醫藥發展的核心需求。透過鼓勵專家學者申請相關計畫，發揮專業所長，以提高整體研究動能與效益。

2. 獎勵優秀學者來台短期參訪

為增強台灣的國際學術能見度，學門將持續補助國內學研單位邀請國際知名學者與意見領袖來台交流。這些訪問活動不僅提升研究能量，還能促進國際合作並為研究人員提供重要的學術啟發。

3. 增加出國研習經費補助

為鼓勵國內學者及研究生參與國際會議或赴頂尖研究機構進行研習，學門將積極爭取更多經費支持，幫助研究人員掌握全球最新趨勢，拓展國際視野並提升學術競爭力。

4. 協助國內學術發表正規化發展

為因應 Mega Journal 與 Predatory Journal (掠奪性期刊) 對國內學術環境造成的影響，學門將建立推薦優質期刊清單，指導研究人員選擇正規發表管道，確保科研成果獲得應有的學術影響力。

(二) 中期

1. 爭取跨領域與整合型計畫

學門將積極推動跨領域合作與整合型計畫的發展，結合基礎與臨床研究，形成更具競爭力的研究團隊，並提升研究資源的使用效率。學門將舉辦學術交流與成果分享活動，促進不同學科研究人員的合作，探索具前瞻性與創新性的研究課題，進一步推動具影響力的研究成果。

2. 推動學研界與產業界的合作

學門將加強產學合作機制，促進產官學之間的交流與溝通，減少學術界與產業界間的認知落差。透過技術移轉與政策支持，將基礎研究成果更快速有效地轉化為產業應用，為國內生技醫藥產業注入創新動能。

(三) 長期

1. 建立完善的研究人才培育制度

面對少子化與全球化帶來的人才挑戰，學門將積極與政府單位合作，研擬具吸引力的就業誘因及人才培育措施，以吸引優秀學生投入生化、藥理及毒理學領域，為學門領域的長期發展奠定堅實基礎。

2. 提高國科會經費預算

學門將致力於爭取更多的科研經費，以建構完善的研究環境，支持高質量研究計畫的執行。同時，提升醫學生化、藥理及毒理學研究的資源配置與基礎建設，確保台灣在全球生物醫學科技競爭中持續保持優勢。

透過短期、中期及長期目標的逐步實現，學門將全面提升研究能量與資源效益，強化學術界與產業界的合作，推動台灣在國際生技醫藥領域的影響力。此外，這些規劃將促進人才培育與資源整合，使基礎研究與臨床應用的銜接更加緊密，最終為提升國人健康與國內生技醫藥產業的全球競爭力作出貢獻。

六、113 年度學門推動成果

(一) 總體性成果：

1. 學術成就（科技基礎研究）

113 年度生化及藥理醫學學門取得了卓越的學術成果，主持人及其研究團隊在國際知名期刊如 Nature Communications、Nucleic Acids Research、Cell Death & Differentiation、Autophagy、PNAS、Hepatology 以及 Aging Cell 等發表了多篇具突破性的重要論文。這些研究涵蓋了生物化學與分子生物學、腫瘤學、細胞生物學、老化科學及生物力學等領域，充分彰顯了台灣學者在前沿科學上的傑出貢獻。其中，助理教授及副教授的貢獻尤為亮眼，顯示年輕一代在接續研究動能和融入國際學術舞台方面的成功。這種學術傳承與創新，不僅推動了學術期刊發表的正常化，更為台灣的基礎科研打下堅實的基礎。

此外，本學門的學術成就不僅體現在文章的數量與質量，更在於其對基礎科學問題的深入探索和解決，帶動了相關研究領域的新方向。例如，針對腫瘤代謝調控機制的研究，揭示了腫瘤細胞在不同代謝狀態下的適應策略；

而在老化與退化性疾病研究中，本學門的研究團隊提出了基因與環境交互作用的新模型，這些發現對於疾病的早期診斷與干預策略有著深遠影響。

2. 技術創新成就（科技整合創新）

113 年度本學門的技術創新成就尤為突出，尤其是在跨領域合作方面。隨著國際期刊對研究論文的科學新穎性與技術先進性要求日益提高，跨單位、跨專業的合作已成為科研工作的常態。例如，在 DNA 與 RNA 定序方面，本學門與生物資訊專家的合作成效顯著，通過次世代基因組學技術解析調控機制，為多項研究提供了強大的數據支持。同時，隨著國內健保開始支付癌症患者 NGS（次世代定序）的費用，基因組技術的臨床應用也將進一步推動研究與產業的整合。

值得一提的是，台灣在低溫電子顯微鏡技術上的成熟應用，結合人工智慧和藥物化學，為新藥開發帶來了顛覆性的創新。這些技術可以精準預測藥物與蛋白質的結合位點和作用模式，顯著縮短藥物開發週期並降低成本，成為國際新藥開發的主流方向。本學門在相關技術上的領先地位，為台灣生技產業注入了新的活力。

3. 經濟效益（經濟產業促進）

生化及藥理醫學學門的研究重點集中於致病機轉的深入了解，為疾病控制與預防策略提供了重要的科學基礎，同時促進了新藥及技術的研發。例如，本學門支持的研究計畫不僅培養了眾多具專業素養的碩士與博士學生，這些人才畢業後進一步投身於國內生技產業，成為推動經濟成長的重要力量。

更重要的是，學門的研究成果促進了產學合作的深化，特別是在生物製藥和醫療器材開發方面的應用。例如，基於特定靶點的小分子藥物篩選技術，已經引導了數項創新藥物的臨床前試驗。這些技術不僅提升了台灣在生物醫學領域的國際競爭力，也為產業創造了高附加值的經濟效益。

4. 社會影響（社會福祉提升、環保安全）

新冠疫情後，國人對生技醫藥技術的重視程度顯著提升，

加之高齡化社會的來臨，癌症、老化與遺傳性疾病等議題成為國人關注的焦點。今年，賴清德總統提出的「健康台灣」政策，進一步強調了疾病診斷與治療的科技需求。本學門的研究計畫針對上述重點議題進行資源整合，並提供了基礎科學研究支持。例如，在老化相關疾病的研究中，本學門揭示了細胞自噬與老化的關鍵分子機制，為健康老化策略提供了新的方向。

5. 其他效益（科技政策管理及其他）

近年來，本學門傑出的科研成果充分展現了台灣在生化及藥理領域的科研實力。這些成果不僅提升了我國在國際學術界的影響力，也對科技政策的制定與執行提供了重要參考。

總體而言，本學門的多方成就無論是在學術研究、技術創新、經濟發展還是社會影響上，都充分體現了其對提升台灣生技與醫藥領域國際地位的重要貢獻。

(二) 個別計畫代表性成果

1. 財團法人國家衛生研究院細胞及系統醫學研究所裘正健特聘研究員，其計畫名稱血管內皮代謝物乙醯左式肉鹼在擾流促進動脈粥狀硬化發展中的作用(計畫編號為 NSTC 112-2320-B-400-009-MY3)，研究成果發表於 *Biomaterials* 309:122600 和 *PNAS* 121:e2318718121。
2. 國立成功大學生物化學科暨生物化學暨分子生物學研究所陳昌熙教授，其計畫名稱功能性分析一個細菌膜穿孔毒素所誘導的新穎 HLH-30/TFEB 後轉譯修飾 (計畫編號為 110-2320-B-006-037-MY3)，研究成果發表於 *Autophagy* 20(6):1335-1358。
3. 中國醫藥大學轉譯醫學暨新藥開發研究所許凱文助理教授，其計畫名稱探討 METTL25 甲基轉移酶介導 RNA 之 Am 甲基化修飾 (2'-O-methyladenosine, Am)於表觀遺傳調控及於缺氧誘發腫瘤惡性轉化的角色及分子機制(計畫編號為 NSTC 111-2628-B-039-007-MY3)，研究成果發表於 *Nucleic Acids Research* 52, 154-165。
4. 國立臺灣大學醫學院生理學科暨研究所詹智強副教授，其計畫名稱 rab27 於神經系統調節壽命之研究: 探討神

經細胞內調控機制及尋找神經分泌之壽命調節因子 (計畫編號為 NSTC 111-2320-B-002-049-MY3)，研究成果發表於 EMBO Molecular Medicine 16:1091-1114。

5. 國立臺灣大學醫學院藥理學科暨研究所吳青錫助理教授，其計畫名稱 RNA 解旋酶 DHX9 於 R-loops、RNA 加工與基因體穩定性的角色(計畫編號為 NSTC 112-2628-B-002-009)，研究成果發表於 Nature Communications 15: 6009 和 Nucleic Acids Research 52:204-222。

七、檢討與展望

生化及藥理醫學學門在生物化學與分子生物學、腫瘤學、神經科學、細胞生物學、藥理學、免疫學及生物醫學等多個領域均展現了卓越的研究成果，論文的數量與質量均達到國際先進水準，顯示出高度的國際競爭力。這些成果不僅鞏固了本學門在基礎科研領域的核心地位，也為解決複雜疾病機轉提供了深層次的學理支撐。

隨著生物科技的快速演進，本學門將重點聚焦於以下幾個方面，以迎接未來挑戰：

- (一) 提升研究品質與量能：持續優化在醫學生化、藥理及毒理學研究中的技術應用與資源整合，促進精準醫學、高齡醫學及前瞻技術的深入研究。
- (二) 推動跨領域與跨國合作：透過國際化合作，結合生物資訊、人工智慧及基因編輯等技術，加速突破性科研成果的誕生，並將基礎研究與應用研究相結合，推動轉譯醫學的發展。
- (三) 培育優秀研究人才：設立專業的培訓計畫，培育具備創新思維及國際視野的高階科研人才，縮短基礎醫學與生技產業間的差距，促進學研與產業界的無縫接軌。

展望未來，本學門將重點發展前瞻性與創新性研究，尤其關注重大疾病診斷、治療及預防策略。例如，在癌症與神經退行性疾病方面，通過對致病機轉的深入探討，尋找療效顯著的標的分子，發展全新診斷方法及藥物治療策略。此外，學門產出的豐富基礎研究數據也將成為國內生技產業創新的重要資源，進一步鞏固產業發展基礎。

未來的努力方向還包括強化國際與區域性科研合作，推動多學科交叉研究，形成研究與應用的良性循環，提升台灣在生技醫藥領域

的國際地位。我們相信，這些努力將不僅有助於解決國民健康相關的重大問題，亦能為提升台灣的國際學術影響力和生技產業競爭力帶來長遠的效益。

微免及檢驗醫學學門 發展規劃及成果報告

召集人：徐立中

一、前言

隨著全球化迅速發展與人口密度日益增加，新興傳染病的頻繁爆發成為全球健康面臨的重大挑戰，例如新型冠狀病毒（SARS-CoV-2）疫情的肆虐、近年多種病毒的同時流行以及抗藥性微生物的快速增加。在此背景下，國內生物技術與轉譯醫學領域展現出強大的應變能力，多支研究團隊充分利用現有實驗平台，迅速識別出新分子標的，並將其應用於疫苗、藥物和檢測試劑的開發，對臨床診斷與治療產生了深遠影響。本學門以創新生物技術為核心，專注於微生物學、免疫學和檢驗醫學領域，取得了許多具前瞻性與實用價值的研究成果，深化了對微生物致病機轉的理解，並推動新療法的研發。此外，透過專案計畫及跨國合作計畫，學門致力於促進國際交流，並培育卓越的研究團隊及新一代科研人才。人體微生物相研究亦是本學門重點推動的方向之一，通過整合國內專家的跨領域合作，研究成果已在國際期刊上發表，並在臨床測試中展現潛力，為疾病預防與精準醫療奠定了堅實基礎，也提升了國際競爭力。

二、學門簡介

微免及檢驗醫學學門涵蓋微生物學、免疫學與醫學檢驗等相關科學領域。微生物學專注於研究病毒、細菌、真菌和寄生蟲等病原體的致病機制與特性，目的是開發新的治療方法，並提供疾病預防與控制的策略。免疫學則涉及免疫系統的基礎運作機制，從宿主對病原體感染的防禦反應、過敏反應、自體免疫疾病的機制，到疫苗的設計與開發，其研究與應用範圍極為廣泛。近年來，免疫調節機制、免疫細胞治療（如嵌合抗原受體 T 細胞療法，CAR-T）以及癌症疫苗在癌症治療中的應用，成為熱門研究領域，也是基礎與臨床實驗室積極發展的方向。醫學檢驗學涵蓋臨床檢驗技術的原理與試劑開發，包括生化、血清免疫、微生物、癌症、代謝疾病及血液等範疇。隨著多體學研究的迅速發展，從這些研究中提取資訊以發現疾病的標記或治療目標，已成為檢驗學發展的關鍵趨勢。本學門以基礎研究與臨床應用的緊密結合，聚焦於國人健康品質的提升，涵蓋從感染性疾病、免疫疾病、癌症與代謝性疾病到預防醫學的研發。最終目標是通過深入了解疾病成因，研發更靈敏、準確的檢驗技術與治療策略，實現後基因體時代基因治

療與個人化精準醫療的願景。

三、學門領域之研究現況及發展趨勢

(一) 全球之發展現況及未來發展趨勢

1. 隨著大數據分析和人工智慧技術的快速發展與廣泛應用，基因體學、蛋白質體學、代謝體學、微生物群相分析以及影像分析等技術所生成的大量數據，得以藉由這些先進方法進行更有意義的解析。此外，單細胞轉錄組、細胞組學、表觀基因組與蛋白質組的整合研究，全面揭示了免疫細胞中複雜的動態變化。從微觀層面探索基因與細胞功能，到宏觀層面分析疾病表徵和致病機制，技術的突破使科學家得以更深入地理解這些複雜的運作原理，進而開發出更靈敏且精確的檢驗方法與治療策略。
2. 隨著分子檢驗和定序技術的迅速進步，各國相繼開發並推出多種可供臨床應用的新穎分子檢驗項目，包括利用次世代基因定序分析病人癌症相關基因變化、檢測與抗癌藥物相關的基因變異，以及透過 multiplex PCR 技術進行精準的症狀診斷等。這些檢驗方法的核心目標在於提供更準確的檢查結果，以作為臨床治療和用藥的參考，進一步推動基因體時代基因治療與個人化醫療的實現。同時，也致力於將創新技術有效應用於縮短檢驗時程，確保能在病人治療的黃金時期提供最優化的支援。
3. 人體微生物相是指分布於人體各部位（如腸道或皮膚）中的數兆種多樣細菌。研究顯示，人體微生物的基因數量遠超過 10 億兆個，遠高於人體已知的約 2 萬個蛋白質編碼基因和 2 萬個非編碼基因。由於個體的基因體、免疫系統、生活環境及飲食習慣等因素的差異，人體微生物相與健康狀況及多種疾病的發生有著密切的聯繫，因此被譽為人體的「第二套基因組」。近年來，世界各國政府陸續投入資金支持大型微生物相研究計畫，同時，一些大型藥廠已設立專門的微生物相研究部門，並且以微生物相為核心的新創生物科技公司也相繼成立。這些微生物種類及菌株的基因信息被認為在未來的疾病研究、治療及益生菌開發中，具有極大的應用潛力，為健康科學的發展提供了新的研究方向與突破契機。
4. 細胞免疫療法是近年來快速發展的研究與應用領域，從早期著重在腫瘤治療到最近延伸到其他疾病，其涵蓋 CAR-T 細胞治療、NKT 細胞治療，以及抗 CTLA-4、抗 PD-1 和抗 PD-L1 抗體等免疫檢查點抑制療法。CAR-T 細胞療法在細胞治療領域取得了顯著突破，其核心技術在於對 T 細胞進行基因

改造，植入嵌合抗原受體（chimeric antigen receptor, CAR）基因，使 T 細胞能精準辨識並攻擊癌細胞。近年來，CAR-T 療法的應用範圍逐漸擴大，甚至被探索於自體免疫疾病及中樞神經發炎疾病的治療，例如紅斑性狼瘡。同時，新型免疫檢查點和腫瘤新抗原的發現，以及基於這些新知識設計 mRNA 技術的治療型腫瘤疫苗，也是當前熱門研究方向。抗體免疫療法不僅在抗癌治療中展現潛力，亦在慢性和急性病毒感染（如 COVID-19）以及細菌感染的治療中受到廣泛關注。雖然抗體治療相較於小分子藥物具有更高的技術門檻與成本，但疫情的推動加速了相關技術創新，預計將促進開發成本更低的製造方法，為蛋白質藥物的普及和發展帶來突破性進展。

（二）我國之發展現況、重點研究方向及未來發展趨勢

過去，臺灣在微生物學的發展中取得了許多卓越成就，尤其在肝炎病毒、登革病毒及腸病毒等研究領域，發表了多篇具有國際影響力的研究論文，並培育了眾多國際知名的學者。近年來，隨著新一代年輕學者的加入，這個領域產出了更多優秀的研究成果。在免疫學方面，臺灣的研究同樣表現出色，尤其是一些聚焦於微生物與宿主相互作用的研究團隊，他們的研究在新冠疫情的應對中發揮了關鍵作用。全球新型冠狀病毒的傳播促使我們深入反思多項挑戰。儘管臺灣在疫情控制方面展現了卓越的表現，但在未來藥物和疫苗的研發中，我們能夠扮演多大的角色？是否具備足夠的能力應對未來可能出現的其他新興傳染病疫情？這些都是值得深思的重要議題。基於此，我們擬定以下發展重點：

1. 強化免疫學與微生物學科的跨領域整合是推動疾病研究與治療進步的關鍵。臺灣聚集了來自免疫學、微生物學、腫瘤學、代謝學及生物資訊學等領域的優秀學者，具備跨學科合作的卓越優勢。然而，真正有效的整合需要系統性地深入探討致病機轉和生理現象，以提供合理且全面的疾病預防和治療策略。例如，新型冠狀病毒的研究指出，感染後期的免疫調控可能比單純抑制病毒更具治療效果。因此，在推動專案與整合型計畫時，我們將積極促進免疫學家的參與，幫助其他領域學者深入理解免疫反應的重要性，特別是在腫瘤學、代謝學及感染學等領域。這種協同合作能增強學科間的理解，深化對生物系統運作的全面認識，進一步推動多元研究整合與創新，實現疾病診治的重大突破。
2. 提升醫學檢驗的正確性與時效性至關重要：分子醫學檢驗在應對新冠疫情、癌症治療及遺傳疾病鑑定上發揮了重要的作

用。對於未來新興傳染性疾病，如何發展更迅速、更準確的診斷試劑，以及進行臨床和生物預測因子的分析，對於疫情的控制和治療至關重要。在分子標的和癌症之間的關聯性方面，需要基礎檢驗醫學和臨床端的緊密合作、評估和驗證。因此，我們期望藉由與臨床醫學的合作來推動檢驗醫學的發展，提高檢驗標的之正確性和時效性，以實質幫助預測、預後和治療疾病的進程。此外，由於微生物相在疾病治療和益生菌研發中扮演著關鍵角色，如何運用精準的檢驗來確認腸道菌叢移植（糞便移植）以及移植後病人的腸道菌相也是檢驗醫學可以發揮作用的地方。

3. 為了迎頭趕上國際趨勢並整合國內微生物相研究，本學門經由多次廣泛及跨領域的討論，結合基礎、臨床及產業界之意見，繼 109 年推動 4 年期「人體微生物相專案研究計畫」之後，113 年起規劃推行「微生物相在精準健康之研發及應用」計畫，透過連結基礎研究與轉譯醫學，使微生物相科研力量轉化為產業創新能量，以助益我國企業發展微生物相之相關服務與治療產品之研發速度，推升臺灣國際競爭優勢。計畫內容主要聚焦於以下兩方面：(1)疾病相關新穎微生物相標記之開發。(2)微生物相及衍生物相關之疾病治療產品開發與應用。
4. 隨著全球化進展，感染症的迅速擴散及抗生素濫用導致抗藥性微生物激增，敗血症患者與相關死亡率逐年攀升，預測至 2050 年敗血症將成為亞太地區主要死因之一，對醫療系統構成重大挑戰。為有效應對，本學門致力於推動新型抗藥性微生物治療藥物的開發，並深入研究微生物致病機轉。同時，我們積極促進國際合作，整合多方資源，培育新一代科研人才，以因應抗藥性微生物帶來的公共衛生挑戰。透過加強基礎與臨床研究的連結，期望加速轉化研究成果，為未來的感染症防治提供更有效的解決方案，全面提升醫療應對能力和患者治癒率。

(三) 學術面、臨床面及應用面之價值

本學門的目標研究領域涵蓋微生物學、免疫學與檢驗醫學。因此，本學門的一項重要任務是持續推動基礎研究與臨床應用之間的橋接。這樣的連結不僅可以使基礎研究的成果可成為未來在臨床應用的基石，還有更好的機會被發表在國際知名期刊上。在推動連接基礎與臨床應用的過程中，同時有助於促進生技產業的發展，例如本次新型冠狀病毒檢驗試劑的開發和治療性單株抗體的研究。更重要的是，這些計畫將培育出許多研究生及博士後研究員，

他們的專業知識能夠順利與產業界接軌。

(四) 國內現有研究人力、設備及資源分配之狀況與需求

微免及檢驗醫學的研究人才主要分佈於：1.大學（公、私立大學院校）微免所、醫學檢驗及生物技術學系；2.學術研究單位（中研院、國家衛生研究院）；3.醫院（臨床病理科、檢驗醫學科等醫事單位）；4.臺灣衛生福利部疾病管制署(CDC)及其它生技研究單位。一般的研究設備分佈均勻，大型儀器或貴重儀器，例如次世代定序儀(NGS)、質譜分析儀、質譜流式細胞儀(CyTOF)、低溫電子顯微鏡(cryo-EM)等，集中在特定的單位。一般來說，研究單位及公立大學的資源較私立大學好，因此如何推動跨校、跨區之合作，使各地區的研究人員都能有效地使用資源集中地區的核心設備資源，是我們應努力之目標。人員的培訓部分，國內的硬體儀器設備雖為世界級水平，但專業技術員因薪資結構的限制，在一般學校單位比較難留住優秀的人才。此外，大數據分析及人工智慧等技術產生出來的資料，沒有足夠專業背景的生物資訊人才可協助有效地分析、整理，這點是比較可惜的地方。最後，如何藉由國科會現在正推動的專案計畫，推動國際合作，定期或不定期舉辦研討會及檢驗相關工作坊，以協助相關國際人才的培育並進行交流，亦為臺灣目前應持續努力的方向。

四、我國發展微免及檢驗醫學學門領域研究之 SWOT 分析

(一) 優勢 (Strength)

1. 部分具特色之研究，例如肝炎病毒、登革病毒、腸病毒、流感病毒、以及特定免疫疾病的研究，在國際上享有相當高的能見度和聲譽。
2. 臺灣擁有先進的醫療與追蹤平台、健保研究資料庫以及醫學中心。若能善用這些資源，整合微生物相資料庫的分析，或許可以診斷或預測疾病的發生，為治療和預防提供更精確的參考，進而實現精準醫療的目標。

(二) 劣勢 (Weakness)

1. 由於臺灣的研究經費相對國外仍較為有限，建立一個合理且高效的計畫審查系統，確保有潛力的計畫能夠取得足夠的經費來進行研究，是一個重要的挑戰。
2. 在國外同性質的研究中心競爭方面，以新興感染症為例，歐美日本等國在東南亞國家建立了設備和人力完善的研究中心，直接在當地進行取樣和研發。然而，臺灣面臨的困難在於研究經費和人力資源，使得直接前往疫區進行實驗變得困難。

(三) 機會 (Opportunity)

1. 近年來，國家在生醫領域的研究經費持續增加，同時積極推動雙邊國合計畫，加上策略和導向型專案計畫的推動，有助於整合資源，促進跨領域研究團隊的形成，提升國際競爭力。
2. 國科會的重點投入補助計畫以解決國家重大議題或發展重點產業技術領域為導向。同時，教育部特色領域研究中心計畫在不同面向上發展，兩者相輔相成，有望在不同層面對研究及產業做出重大貢獻。
3. 國科會最近推出的一些針對年輕及優秀研究學者的計畫或獎勵措施，有助於吸引優秀的國際及年輕學者回國，並能快速提升其相關研究的水平，同時也提供每年 400 名豐厚博士生獎學金鼓勵學生攻讀博士學位，對於培育新世代人才及強化國內科學技術研發能量有相當助益。

(四) 威脅 (Threat)

1. 周遭國家如新加坡及中國大陸的年輕或中生代的研究人員可擁有較臺灣地區同一年齡層人員較高的薪資待遇，以及較佳的研究經費和資源，及充沛研究人力，因此人才外流仍為本學門的一大威脅。
2. 沒有足夠且持續性的經費支持一些重要的研究議題。另因近年學術文化、評鑑制度及教育體系等稍嫌功利與僵化的氛圍，造成許多研究人員不敢大膽嘗試比較挑戰或冷門但是重要的創新研究議題，因此喪失有重大發現或突破的機會。

五、學門未來發展之規劃重點、推動策略及預期效益

微免及檢驗醫學學門仍以微生物學及免疫學為方法之基礎，希望能推廣其到臨床科學的研究，其涵蓋的跨領域研究包括感染與免疫相關疾病之分子免疫調控、過敏、發炎、和防禦機制，疾病致病與抗藥性機轉，疾病診斷與治療，藥物設計與篩選，抗體與疫苗開發等。包括以下重點：

1. 從基礎研究到臨床科學：近年來，各式新穎技術如次世代基因定序、蛋白質體學、代謝質體學、微生物群相分析、影像分析、大數據應用及人工智慧技術，已被廣泛應用於本學門的研究。這些技術的進步促使許多分子標的和分析技術展現出極高的潛力，能夠進一步開發為檢驗項目。本學門將積極鼓勵基礎與臨床的合作，推動驗證型研究計畫，期望這些正在研發中的生物標誌和檢驗技術，能夠實現臨床檢驗的實際應用，並為疾病的早期診斷與治療提供全新方向與契機。
2. 從臨床到基礎研究：近期，新穎的流式細胞儀技術結合單細胞 RNA 定序的應用，讓我們得以識別不同免疫細胞群在多種疾病的發病機制或個體保護中的作用。在本學門中，我們

將積極推動基礎與臨床的合作，收集各種臨床檢體（如癌症和自體免疫疾病樣本），並運用系統性的多組學（multi-omics）或單細胞 RNA 定序（single-cell RNA-sequencing）進行分析。此類研究不僅能探索新型的致病或保護性免疫細胞群與致病基因，還能進一步深入揭示疾病的致病機制，為未來的診斷與治療提供新的視角和策略。

3. 針對臺灣重要及新興感染性疾病及免疫學的全方位研究：臺灣在微生物學與免疫學領域擁有眾多傑出人才，在新型冠狀病毒疫情期間也孕育了一些卓越的合作團隊。本學門致力於鼓勵這些團隊透過緊密互動與合作，以系統性方式深入研究各種新興病原體與宿主間的交互作用。藉此，提出創新的研究方向，建立適切的動物模型，進而加速治療標的的發現，並促進後續藥物測試與致病機制的深入探討。
4. 積極推動國際合作並協助新進人員快速建立研發能量：隨著國科會政策吸引眾多國外優秀的年輕學者回台，本學門致力於加強跨國團隊的形成，建立長期互助的合作關係，進一步提升國家研發的國際能見度。此外，我們將規劃並鼓勵具前瞻性的研究主題，促進基礎與臨床人員間的緊密合作，組建跨領域研究團隊。同時，這些措施也旨在協助新進教師快速確立研究方向與提升研發能力，拓展學術視野，從而增強個人與團隊的國際競爭力。

各階段的規劃目標如下：

（一）短期

1. 持續推動專案計畫並積極鼓勵整合型計畫的申請，目標是發表高能見度的期刊論文，提升研究影響力。
2. 繼續積極促進跨院校、跨領域研究團隊的組建與合作，推動學術交流與整合研究。
3. 加強運用系統生物學、大數據分析與人工智慧技術，全面性研究免疫、傳染性疾病及發炎相關疾病之間的相互關聯性。
4. 推動對新穎生物標誌與臨床疾病之間關聯性的驗證研究，致力於提供疾病診斷和治療的新途徑。

（二）中期

1. 積極將免疫學、微生物學及檢驗醫學的研究優勢與其他學門領域建立合作聯盟，吸引更多跨領域的傑出人才投入免疫與感染症相關研究，旨在激發具前瞻性及創新性的研究主題。
2. 促進基礎研究與臨床人員組建研究團隊，凝聚團隊共識，並探索與產業銜接的可行性，涵蓋驗證新型生物標誌以及多元化發展創新的檢驗技術。

(三) 長期

1. 持續推動實質互信互惠的國際合作計畫，強化跨國研究團隊的組建，建立長遠且穩固的合作機制，進一步提升國家在國際研發領域的能見度。
2. 持續培養優秀的年輕研究人才，鼓勵其參與跨領域及跨國合作研究，拓展國際視野，促進創新性研究的發展。
3. 積極推動我國自主研發的檢驗試劑及治療藥物進行臨床應用，促進創新成果轉化為臨床實踐，提升國內醫療技術的競爭力。
4. 通過推動轉譯醫學和精準醫學，深化基礎研究與臨床應用之間的銜接，進一步提升我國生物醫療科技產業的創新能力和國際競爭力。

六、113 年度學門推動成果

(一) 總體性成果：

1. 學術成就（科技基礎研究）

本學門以微生物學、免疫學及檢驗醫學為基礎，著重於各式致病機轉的深入了解，以期研發新的治療方式，或對疾病預防及控制的策略。重要的研究成果列舉如下述：

(1) 免疫機制調控的基礎研究方面

中央研究院的劉扶東院士、中央研究院基因體中心的謝世良研究員和林國儀研究員、國衛院司徒惠康院士都有突破性的研究成果。劉扶東院士團隊發現 Galectin-12 在皮脂腺中調控皮膚免疫反應。他們的研究顯示 IL-4 可通過激活 PPAR γ 上調 CCL26 的表達，而缺乏 Galectin-12 的小鼠在 IL-4 刺激下的 CCL26 表達顯著減少，揭示了 Galectin-12 和 PPAR γ 在皮膚發炎中的重要角色。謝世良研究員的團隊針對新冠病毒引起的血栓深入探討其機制，發現 CLEC2 是該病毒的受體之一，與病毒棘蛋白(spike protein)結合後可活化血小板並加強中性粒細胞胞外陷阱(neutrophil extracellular traps; NETs)的形成。透過使用重組 CLEC2.Fc 融合蛋白，可抑制病毒誘導的血栓發炎反應，並減少小鼠模型中的發炎和血栓形成，顯示其具潛力作為新冠病毒引起血栓發炎的治療工具。林國儀研究員團隊主要探討了一種具有廣效中和新冠病毒能力的單株抗體 O5C2 的功能和結構特性。他們發現，O5C2 不僅對多種新冠病毒變異株具有中和作用，還能透過抗體依賴性細胞介導的細胞毒性增強免疫防禦。此外，結構分析顯示，該抗體與病毒棘蛋白受體結合區域的結合方式

獨特，覆蓋較大的表位，從而提供更強的保護作用。此研究結果為開發廣效型抗體以應對新冠病毒的進一步變異提供了重要參考，並顯示其在治療嚴重 COVID-19 患者中的潛力。司徒惠康院士的團隊探討了高鹽飲食如何透過 Ste20 相關的 Proline/Alanine-Rich Kinase (SPAK) 調控 CD4+ T 細胞，促進以 IL-21 主導的自體免疫性糖尿病病程。他們的研究顯示，高鹽環境可促進 SPAK 活化，改變免疫系統的平衡，特別是增加致病性 IL-21 的表現，導致自身免疫反應的加劇。這提供了高鹽飲食在促進自體免疫性疾病中的潛在分子機制，也為改善相關疾病的干預策略提供了新方向。

(2) 微生物學研究方面

中央研究院生物醫學研究所蔡松智助理研究員及臺灣大學張書蓉助理教授都有不錯成果發表。蔡松智助理研究員團隊發現，B 型肝炎病毒 (HBV) RNA 的細胞轉錄後修飾，特別是胞嘧啶甲基化，對病毒逆轉錄及顆粒生成至關重要。此修飾影響 RNA 的穩定性及轉譯效率，進一步揭示了 HBV 複製過程中的重要機制，為抗病毒療法提供了潛在的新靶點。張書蓉助理教授發現腸道沙門氏菌的毒素 (Typhoid toxin) 可進入細胞內的能量工廠-粒線體，進而損害粒線體 DNA，導致粒線體功能失衡，這些受損的粒線體 DNA 游離到細胞質中，進而觸發宿主細胞的免疫哨兵 cGAS-STING 活化，引發免疫反應與整合性壓力反應 (Integrated stress response)。這些反應驅使了免疫細胞的老化 (Senescence) 與相關衰老分泌型表型的調控 (Senescence-associated secretory phenotype)，最終造成免疫細胞老化死亡。此研究首次證明了細菌毒素可直接標的粒線體 DNA，調控宿主免疫反應，並為未來臨床治療上提供的新方向。

(3) 微生物及醫學檢驗方面

臺灣大學醫技系邱浩傑教授評估使用 Bruker Biotyper MALDI-TOF 質譜儀在辨識綠色鏈球菌群 (viridans group streptococci)。由於這些細菌的表現型相似性使其難以準確鑑定，該研究強調該系統能在物種層級上提供精準且可靠的鑑定，對於這類細菌引起的感染診斷與治療選擇具有關鍵意義。這一方法提升了診斷效率，對患者護理和感染管理策略帶來顯著影響。成功大學許觀達副教授開發了一種基於磁性條碼珠的螢光檢測技術，用於高通

量分析針對多種 SARS-CoV-2 變異株的體液免疫反應。該方法可以有效地評估抗體對不同病毒變異株的反應，提供快速且準確的數據，有助於疫苗有效性研究及公共健康策略的制定。

2. 技術創新成就（科技整合創新）

本學門的研究目標之一是開發創新的檢驗技術與治療策略，以增進臨床對疾病的理解，並提升診斷和治療的效能。在這方面，中央研究院生物醫學研究所羅傳倫和陶秘華研究員及國家衛生研究院洪文俊研究員和余佳益副研究員都有突破性研究成果。中央研究院生物醫學研究所羅傳倫研究員團隊開發了穩定且低免疫原性的免疫酶，以用於癌症治療中原位生成前藥的策略。該研究專注於修改 α -葡萄糖醛酸酶，能在腫瘤微環境中選擇性地活化化療前藥(如 SN-38G 與 CPT-11)，從而提升治療效果並減少對正常組織的毒性。陶秘華研究員開發了利用腺相關病毒（AAV）載體傳遞的廣效中和抗體，針對人類 angiotensin-converting enzyme 2 (ACE2) 的 SARS-CoV-2 抗體，能有效對抗多種病毒變異株。此策略透過穩定表達抗體，顯著增強了在動物模型中的保護效果，為抗新冠病毒的長期防護及治療提供了潛在解決方案。國家衛生研究院洪文俊研究員的研究發現 RNF43（E3 泛素連接酶）的失活會增強 B-RAF/MEK 訊號，促進腫瘤增生，特別是在胰臟癌細胞中。RNF43 通常通過促進 B-RAF 的降解來抑制其訊號活性，但 RNF43 突變會導致 MEK 活性增加，從而使這些細胞對 MEK 抑制劑更敏感。此外，該研究提出了一種新的治療策略，將 MEK 抑制劑與 WNT 通路抑制劑結合使用，在體外和體內試驗中對 RNF4 突變的癌細胞增生具有協同抑制作用。余佳益副研究員團隊開發了一種作用於 RNA 的自連接酶核酶，可在體外生成環狀 RNA，並利用其表達異位蛋白質功能。這種核酶能高效且自主地將線性 RNA 轉化為環狀 RNA，並穩定蛋白質的翻譯過程，對 RNA 技術和治療策略的發展具有潛在應用價值，尤其是在異位表達蛋白質和基因修飾研究中。

3. 經濟效益（經濟產業促進）

本學門積極開發新型檢驗標的並應用創新技術，這些技術不僅限於臨床醫學檢驗，還可擴展應用至其他相關產業。例如，在新型冠狀病毒檢測試劑及方法的開發經驗中所累積的技術和檢驗方式，同樣可以應用於農漁畜業的病原體檢測，展現跨產業應用潛力。醫療領域的經濟效益尤為顯著，包括對

感染性疾病、免疫性疾病、癌症、代謝疾病等進行早期診斷，以及癌症免疫療法、預防醫學和精準醫學檢測與治療，皆具備龐大市場需求。此外，隨著全球人口老齡化加劇，本學門的研究成果所衍生的檢驗技術和治療方案，能夠有效改善中老年人生活品質，增進其健康福祉。這些研究成果不僅具備臨床應用潛力，還對生物技術相關產業的發展具有高度的可行性，能帶動新興產業發展，創造更多就業機會並促進經濟增長。

4. 社會影響（社會福祉提升、環保安全）

本學門的研究主題直接關係到國人健康，包括感染性疾病、免疫與發炎性疾病、癌症、代謝性疾病以及預防醫學等領域，這些研究有助於促進全民健康並提升生活品質。此外，本學門在應對新興病原體的快速鑑定、疫情控制、減少社會恐慌及穩定經濟發展方面，扮演著關鍵且不可或缺的角色。例如，針對登革熱進行快速篩檢、新冠病毒和流感病毒的迅速且準確診斷，以及腸病毒的即時鑑定，這些技術有助於有效控制疫情並協助政府制定及時且適當的醫療應對策略。此外，本學門積極投入新穎疫苗與藥物的研發，並針對抗藥性細菌開發抑制性藥物，這些努力對於改善社會的醫療健康福祉具有深遠且長期的影響。本學門的研究也有助於加強環保安全，通過生物技術和檢測技術的應用，監測環境污染源，保護自然生態系統，推動可持續發展的環保政策，進一步增進社會福祉，創造安全且健康的生活環境。

5. 其他效益（科技政策管理及其他）

推動轉譯醫學和精準醫學的發展，有助於提升臨床醫學在診斷與治療方面的水準，並進一步促進生物科技相關產業的蓬勃發展。隨著傳染性疾病影響已跨越國界，本學門積極參與多項國際合作，成功組建跨國研究團隊。這些國際合作不僅提升了臺灣在國際學術界的能見度，還為本學門培育出具有廣泛國際經驗和視野的年輕科學家。這些新生代科學家紮根於臺灣，致力於探討與人類健康密切相關的全球性重要研究議題，推動科學進步並促進國際間的合作交流。此外，這些跨國合作與轉譯醫學的成果，有助於科技政策的制定和管理，提升國家的醫療研究與生物科技發展能力，並為相關政策提供科學依據，強化政策推動效能，進一步優化醫療健康體系及科技產業的整體發展。

（二）個別計畫代表性成果

1. 中央研究院的蔡松智助理研究員及其團隊研究指出 RNA 表

觀轉錄修飾對病毒 RNA 的命運和功能具有重要調控作用，他們研究發現 B 型肝炎病毒 (HBV) RNA 富含 5-methylcytidine (m5C) 修飾，且 m5C 修飾主要集中於 HBV RNA 的 ϵ hairpin (此結構對 RNA 包被和反轉錄至關重要)，且該修飾由細胞甲基轉移酶 NSUN2 催化。去除 m5C 修飾，導致病毒核心蛋白 (HBc) 產量部分下降，並顯著抑制 HBV 複製。因此針對 m5C 甲基化過程可作為抗病毒策略。其論文發表於 *Proc Natl Acad Sci USA* 2024;121:e2400378121 (計畫編號為 NSTC 112-2320-B-001-023-MY3)。

2. 國家衛生研究院余佳益副研究員團隊利用內源性自催化 RNA 連接酶 (RzL)，成功在體外生成環狀 RNA (circRNA)，作為異位蛋白功能的新策略，且 circRNA 可用於抗病毒應用，當與導向 RNA 結合時，表達 Cas13 核酸酶展現了針對 RNA 病毒的潛力。這項研究為治療性 RNA 的應用提供了新方向，並顯示 circRNA 在生物醫學上的廣泛應用可能性。其論文發表於 *Nature Communications* 2024;15:6607 (計畫編號為 NSTC 112-2628-B-400-001-)。
3. 國家衛生研究院洪文俊研究員團隊研究了 E3 泛素連接酶 RNF43 突變對癌細胞 B-RAF/MEK 訊號通路的影響，發現 RNF43 的失活會增加 B-RAF/MEK 活性，促進腫瘤生長，特別是在胰臟癌細胞中。RNF43 通常通過促進 B-RAF 的泛素化降解來抑制其訊號強度，但 RNF43 突變削弱了這種抑制，導致 MEK 活性增強。研究顯示，將 MEK 抑制劑與 WNT 通路抑制劑結合使用，對 RNF43 突變型癌細胞表現出協同抑制效果，為開發針對 RNF43 突變癌症的組合療法提供了新策略。其論文發表於 *Advanced Science* 2024;11:e2304820 (計畫編號為 NSTC 111-2320-B-400-020-MY2)。
4. 中央研究院陶秘華研究員及其團隊開發了一種基於腺相關病毒 (AAV) 傳遞的廣效中和抗體，專門針對人類 angiotensin-converting enzyme 2 (ACE2) 並能有效中和多種 SARS-CoV-2 變異株。該抗體透過阻斷病毒與宿主細胞的 ACE2 結合，展現出對 Omicron 等多種變異株的顯著防護效果。動物實驗表明，AAV 傳遞系統可提供長期穩定的抗體表達，並對 SARS-CoV-2 感染具有強大的預防和治療潛力，為應對病毒快速變異提供了一種新穎且具應用前景的策略。其論文發表於 *Molecular Therapy* 2023;31:3322-3336 (計畫編號為 NSTC 111-2320-B-001-024-MY3)。
5. 中央研究院羅傳倫研究員及其團隊開發了一種穩定且低免

疫原性的免疫酶，用於透過體內產生前藥來進行癌症治療。研究設計出改良的免疫酶，不僅在體內穩定性提高，還顯著降低免疫反應風險。該免疫酶可在腫瘤微環境中觸發前藥轉化為活性藥物，從而增強治療效果並減少全身性副作用。這項研究提供了一種創新策略，有望應用於精準的腫瘤免疫療法。其論文發表於 *Journal of Controlled Release* 2024;369:179-198 (計畫編號為 NSTC 112-2320-B-001-003-)。

七、 檢討與展望

微免及檢驗醫學學門在基礎與臨床科學領域展現卓越成果，多個特定研究領域如肝炎病毒、流感病毒、過敏與自體免疫等已建立世界級團隊，具有國際影響力。學門積極推動基礎與臨床研究的整合，將研究成果轉化為臨床應用，並加強學術界、臨床醫師及生技產業的合作，以促進產學研究發展。隨著全球化進展，感染症的迅速擴散與抗生素濫用導致抗藥性微生物激增，使敗血症患者及相關死亡率大幅增加，並成為未來醫療系統的重要挑戰。為有效預防與治療感染症，亟需強化國際合作，組建卓越研究團隊，培育新一代科學家。我們將著力推動跨國合作，開發快速檢測技術、新型抗藥性微生物治療藥物及致病機轉研究。同時，微生物群相分析正成為探討微生物、宿主及免疫系統交互作用的關鍵研究工具。「微生物相在精準健康之研發及應用」計畫旨在凝聚學術共識並探索與產業接軌的可能性，加速具產業潛力議題的識別，推進臺灣在微生物相及精準醫學領域的發展。此外，細胞及免疫療法在癌症與自體免疫疾病治療中的應用備受關注，尤其是免疫調節機制及 CAR-T 療法的創新突破。本學門致力於將基礎研究成果轉化至臨床應用，研究主題涵蓋感染症、免疫疾病、癌症、代謝疾病及預防醫藥開發，藉由深度解析疾病成因，研發更精準有效的診斷與治療策略，實現基因治療與個人化醫療的目標。

藥學及中醫藥學學門 發展規劃及成果報告

召集人：張偉嶠 共同召集人：顏宏融

一、前言

新藥開發是國家生技產業發展中的經濟核心，藥物的製造產能也是推動國家健康科技政策的關鍵。藥學與中醫藥學領域負責促進學術研究與製藥產業的合作，將研究成果轉化為臨床應用與經濟發展，肩負臺灣推動新藥研發與培育藥物研發人才的使命。COVID-19 疫情期間，全球藥品短缺，本土製藥能力更顯得重要，藥學及中醫藥學學門在加速研發與產學合作中發揮橋樑作用，最終保障民眾的醫療需求。藥學及中醫藥學領域專注於將基礎研究成果轉化為臨床與產業應用，並強調跨領域人才的培養。學門積極推動國際學術交流，今年學門籌組新興醫療科技之醫院藥學發展小組及新興醫療科技之工業藥學發展小組，一共召開四次會議，分別從國家政策、臨床與產業實務及科學教育著手，思考目前藥學界的困難與機會，鼓勵年輕藥學學者出國深造或投入製藥研發，學習全球先進生物科技，以提升國內科研實力，促進國家製藥產業發展。這樣的努力不僅提升藥學的學術水平，也為未來的製藥產業創新奠定基礎。同時，根據世界衛生組織（WHO）發布的《2014-2023 傳統醫學戰略》(WHO traditional medicine strategy: 2014-2023)，WHO 呼籲各國應根據自身國情推動傳統醫藥的發展，並將其納入國家的健康照護體系。2023 年 8 月，WHO 首次舉辦傳統醫學高峰會，進一步倡導以傳統實證、輔助及整合醫學的理念，實現 2030 年全民健康覆蓋與永續發展目標，促進人類與地球的福祉。國科會藥學及中醫藥學學門持續推動中醫藥的現代化與實證研究，結合現代科技提升其療效與市場價值，中醫藥的科學化不僅有助於傳承與保存傳統醫學智慧，更能通過跨領域科技研究開創新局面，進一步增強國際競爭力。藥學與中醫藥學的協同發展，助力臺灣醫藥領域的提升。總體而言，藥學及中醫藥學學門推動的學術研究與產業創新，不僅提升國內生技醫藥產業，也強化臺灣在全球市場的影響力，為未來發展奠定堅實基礎。

二、學門簡介

藥學及中醫藥學門 113 年度專題計畫申請件數共 294 件，通過 114 件，通過率 39.0% (111 年度專題計畫申請件數共 303 件，通過 115 件，通過率 38.0%；112 年度專題計畫申請件數共 282 件，通過 108 件，通

過率 38.3%)。113 年在藥學學科領域中，一般人員申請件數為 102 件，通過 39 件，通過率 38.2%；新進人員申請件數為 18 件，通過 9 件，通過率 50%，整體藥學學科通過率為 40.0%。113 年在中醫藥學科領域中，一般人員申請件數為 162 件，通過 60 件，通過率 37.0%；新進人員申請件數為 12 件，通過 6 件，通過率 50%，整體中醫藥學科通過率為 37.9%。為鼓勵新進研究人員，培育優秀年輕研究人才，強化學門領域的創新發展，113 年在隨到隨審專題計畫方面，共有 17 件研究計畫提出申請，通過 15 件，通過率 88.2%；在延攬博士後研究部分，申請件數共 80 件，通過 59 件，通過率 73.8%。整體而言，113 年藥學及中醫藥學門專題計畫申請件數略微減少，研究方向則更為多元，研究成果更具有前瞻性及創新性，這些優秀學術表現與商業產品擴展了我國在藥學及中醫藥學的學術研究和臨床轉譯用的實力和國際影響力。

三、學門領域之研究現況及發展趨勢

(一) 全球之發展現況及未來發展趨勢

新冠疫情爆發期間，國際製藥供應鏈出現斷鏈，突顯製藥產業的關鍵作用。特別是製藥科技的創新，如 mRNA 疫苗的快速研發，大幅減少疫情的傳播，顯示製藥產能在國家安全和公共衛生防疫中的重要性。隨著基因定序技術、大數據分析技術的進步，製藥工藝不斷革新，帶來了更多新穎藥品與治療方式，如精準醫療、伴隨是診斷藥物、生物製劑、核酸藥物、細胞藥物和基因製劑等。同時，從傳統中醫藥尋找解方，也在新冠肺炎疫情期間提供新的思維。新冠肺炎疫情期間，中藥在新冠肺炎期間中展現了獨特的價值與潛力。在面對全球公共衛生危機時，中醫以其「辨證論治」的傳統理論，結合超過兩千年的臨床經驗，為疾病的預防、緩解與復原提供了有效的輔助治療手段。此外，中藥的多靶點作用特性能夠提升整體免疫調節能力，與減少了部分併發症的風險。特別是臺灣在此次抗疫中，傳統中醫與現代西醫攜手合作，展現了醫學無分中西的未來發展趨勢。這些進展不僅提升了藥物的療效和安全性，對於公共衛生政策、經濟發展和藥物健保體系產生了深遠影響。未來的製藥行業將在精準醫療、綠能製程和數位健康領域將持續突破，並與國家安全、傳染病防疫、生技產業發展及藥物健保政策緊密結合，推動精準醫學與預防醫學的發展。治療疾病的核心目標是解決患者的健康問題，而非受限於中西醫學的框架。傳統中醫藥作為人類智慧的重要結晶，其強調整體觀與個體化治療的特點，為現代醫學提供了寶貴的靈感。同時，現代醫學以科學為基礎的精確診斷與技術創新，為疾病治療開闢了新的可能性。在此基礎上，秉持「醫學無分中西」的理念，打破學科藩籬，將傳統中醫藥與現代醫學優勢互補，透過國科會在藥

學及中醫藥學學門的支持，積極探索多元化的診療模式，為患者提供更加全面、精準、有效的治療方案，開創醫學合作與科技創新的新篇章。

製藥業不僅是公共衛生的支柱，還是國家安全的一部分。新冠疫情顯示了製藥行業的應急反應能力和生產效率對國家安全的關鍵影響。臺灣必須擁有穩定且創新的製藥產業，未來才可以在疫情爆發時迅速提供有效的藥物，為國家和全球做出一份貢獻。因此，製藥行業不僅在國家公共衛生發揮關鍵作用，也是生技產業發展的重要力量。從國際製藥科學與中醫藥的現況及發展趨勢大致可以包含以下幾個領域：

精準醫療：以藥物基因體學與生物資訊學為依據，根據病人的基因型與生活習慣等因素，選擇最適合的藥物與劑量，讓藥物更安全更有效且副作用更低。而在中醫藥的領域，此一發展趨勢也切合中醫強調個人化治療的「辨證論治」觀點，將傳統中醫診斷透過精準醫療的結合，將有助於精準醫療發展。

細胞藥物與基因製劑：隨著蛋白質工程與基因編輯技術的進步，生物製劑、核酸藥物、細胞藥物與基因製劑逐漸成為主流，這類新穎藥物可以有效治療罕見疾病與難治型癌症。相關藥物包括基因藥物 Zolgensma、CAR-T、TCR-T 細胞療法與外泌體等。

人工智慧(AI)開發藥物：大數據應用加速藥物研發，運用機器學習、深度學習、自然語言處理等技術，分析醫療資料庫、中醫典籍與基因大數據來預測藥物結構、設計藥物靶點、甚至以老藥新用的方式，加速藥物開發的時間與降低藥物開發的成本。

環保的原料藥物製程：以減少能源消耗、減少化學品與有害物質排放，以更清潔、更高效的方式進行藥物的生產，透過綠色環保製程，達到現代製藥產業的永續發展與社會責任。

學名藥產業與健保藥價政策：為降低醫療經濟負擔，鼓勵學名藥的生產與上市為各國常常採取的健保措施。學名藥政策旨在提高醫療可及性、降低醫療成本，並促進醫藥市場的競爭。

中醫藥科學化：將中醫藥的理論與治療方法，結合人工智慧、大數據分析、機器學習、分子生物學與基因體學等領域，進行系統性與科學性的探索與驗證，將中醫治療與中藥開發融入精準醫療。

中醫診斷數位化：將中醫診斷「望聞問切」透過醫學工程感測器與數位化資訊收集，建置中醫臨床診斷數據庫，結合人工智慧(AI)自動化判讀，將中醫診斷與科技結合，促進中醫診斷精準與數位發展。

針灸混合實境定位：透過「混合實境」(MR、VR、AR)的科技應用，將真實環境的人體穴位和虛擬實境的結合，提供臨床訓練

與精準經絡穴位定位，作為進一步開發自動化針灸或穴位按摩機器人的基礎。

(二) 我國之發展現況、重點研究方向及未來發展趨勢

學門申請案多來自學校藥學或中醫藥相關院校系所與醫療院所，學者投入科學研究之餘，亦從事高等教育，同時肩負起培育尖端藥學及中醫科研人才的使命。從藥學及中醫藥學門的大專生計畫申請案進行分析，近三年申請數大約 58 件~75 件之間，以 113 年為例：申請數最多的學校為中國醫藥大學、臺北醫學大學、高雄醫學大學、國防醫學院、臺灣大學，核定數最多的學校以中國醫藥大學最多、其次為臺北醫學大學、高雄醫學大學、臺灣大學、國防醫學院。中醫藥學門的大專生計畫，申請數最多的學校為中國醫藥大學、高雄醫學大學、臺北醫學大學，核定數最多的學校以中國醫藥大學最多、其次為高雄醫學大學、臺北醫學大學。藥學學門的大專生計畫，申請數最多的學校為臺北醫學大學、國防醫學院、中國醫藥大學，核定數最多的學校以臺北醫學大學最多、其次為臺灣大學、中國醫藥大學。

臺灣的藥學研究主要集中於新藥開發，特別是在藥物化學合成及天然藥物萃取等領域，但在新劑型研發、藥物動力學、大分子抗體藥物、核酸藥物與細胞藥物的人才明顯缺乏。由於國科會政策鼓勵跨領域整合型計畫、鼓勵國際學術交流與年輕博士後學者出國政策，這些措施不僅促進了國際間的知識共享與合作，也大幅提升臺灣研究人員提升研發能力，加速科研成果的發表與轉譯。平心而論，本學門的學術論文不論在質的方面或是在量的部分均有顯著的增加。然而，COVID-19 疫情造成各國對於醫療服務的需求大幅增加，疫情造成了產業斷鏈，使得生技製藥成為具有戰略價值的關鍵產業。2025 年美國川普總統上台，貫徹「美國優先」政策下，美國將大幅提高本土製藥業的生產能力，以減少對於外國藥品的依賴。當貿易保守主義興起，美中貿易戰再起，製藥供應鏈的自主性和安全性將成為各國生技製藥的考量重點，舉例來說：國際製藥公司開始尋找替代的製造基地，將生產轉移至更多元的他國家，尋求更加靈活且多元化的生產來源。對於臺灣而言，這一變局提供了臺灣振興製藥國產化的契機。因此，臺灣需加速優化製藥製程與技術研發，並積極與國際藥品審查法規接軌，同時加大對智慧醫療與精準醫療的投入，特別是再生醫療與基因醫療等具有高經濟價值的領域。這樣一來，臺灣的醫藥產業不僅能在國際舞台上嶄露頭角，還能建立起自給自足的製藥體系，確保國民能夠獲得高品質、安全的藥品。

我國政府於 108 年 12 月 31 日總統公布實施「中醫藥發展法」，

依據該法第 7 條第 1 項及第 2 項規定：「中央主管機關應就下列事項，給予適當之獎勵或補助：一、中醫藥研究及發展。二、中藥製劑創新及開發。」，第 22 條：「政府應加強培育中醫藥科技研究人才，提升中醫藥發展。」我國政府將生技醫藥列為「五十二產業創新研發計畫」及「6 大核心戰略產業」之一，並將推動精準健康與生醫創新作為重要政策方向。我國中西醫醫療體系並行，且醫療水準均位居世界前列。若能將精準健康與生醫創新技術應用於中醫藥與新藥開發，將有望創造兆元產業價值。中西醫結合，不僅對急重難症有所助益，對於慢性疾病的截長補短與整合互補，更能促進全民健康。中醫藥以簡便、有效的特點著稱，未來應規劃針對國人常見的急難重症與慢性疾病投入資源，強化中醫藥與新藥開發的實證研究能力。同時，注重學術研究、臨床應用與產業開發的全面連結，提升中醫藥的現代化與國際競爭力。

（三）學術面、臨床面及應用面之價值

學門積極推動創新藥學與中醫藥科學化的相關研究，並藉由舉辦研究成果發表會、學術座談會、審查機制說明會以及審查委員交流會等各類學術活動，鼓勵學者參與藥物研發與中醫藥科學化的跨領域整合型計畫。這些活動不僅為學術界提供了良好的交流平台，也促進了不同領域的合作與同行的共識，進一步推動學術界的正向發展。此外，學門充分利用國科會的計畫補助，積極培養年輕學者並鼓勵其出國進行學術交流與研修。這些交流活動不僅讓學者能夠吸收最新的國際研究成果，也有助於增強臺灣在全球藥學及中醫藥領域的競爭力。這樣的舉措為臺灣新藥開發與中醫藥科學化帶來了新的生命力，並加速了創新研究的進展。總體而言，國內的製藥科學與中醫藥研究成果不僅在國際學術界取得了顯著成就，並且逐年發表於高影響力的國際知名期刊，這在在展現臺灣在生技製藥領域的科研實力。學門年輕學者的研究領域具高度多樣性，並且積極參與國際合作與產學合作，不僅提升了臺灣的學術地位，也對臺灣教育、醫療及生技產業做出重要貢獻。隨著學術合作的深化與國際交流的擴展，臺灣有望在全球藥學及中醫藥科學化的舞台上佔有一席之地，並且持續為國家帶來長遠的影響力。

政府對新藥開發與中醫藥科學化的投入，不僅對學術、臨床和應用層面具有深遠的價值，還能強化國家安全戰略、提高用藥可近性，並促進產業發展，尤其在全球醫療環境快速變動的背景下，這些努力具有重要的意義。舉例說明如下：

學術面：在學術層面，藥學研究可以包含臨床藥學與藥物科學，政府投入藥學研究能後推動基礎科學與臨床研究的深入發展，促

進藥物開發或藥物製程、與基因體學、分子生物學、人工智慧、大數據分析等相關學科的跨領域合作與創新。生物科技的日行千里，例如基因編輯技術、機器學習與再生醫療技術的應用，臺灣學界在這相關領域的積極投入，不僅提高了藥物的研發效率，也大幅提升臺灣在全球藥學研究領域的地位。另一方面，中醫藥的科學化進程，將中醫藥理論與現代分子生物技術、醫學工程、醫療資訊與人工智慧結合，進一步豐富中醫藥學科的學術內涵，讓臺灣在國際中醫藥學術領域持續保持領先地位。

臨床面：臨床層面的影響尤為顯著。新藥開發與中醫藥科學化進程能直接提高臨床治療的質量與可選擇性，特別是對於罕見病、癌症等急重難症領域，能為患者提供更多創新且具療效的治療方案。藥物的創新能改善疾病治療效果，縮短療程，減少副作用，進而提高患者的生活質量。而中醫藥科學化的臨床應用，則讓中醫的療法可以更準確地評估其療效，並與現代醫學結合，開發出適應不同病理機制的綜合治療方法。這種跨學科的合作能促使臨床醫學的整體水平提升，並為患者提供更為精確、個人化的治療方式。從減緩健保藥價負擔的角度來看，深化本土製藥產業，投入醫療與藥物的創新，未來所能帶來的臨床效益是直接且重要的。

應用面：政府的支持將加速臺灣在新藥開發與中醫藥領域的應用創新，推動中醫藥科學化與製藥技術國際化，促進藥品生產的自主化。這除了有助於提升臺灣製藥產業的國際競爭力，確保國內藥品的供應穩定，減少對外國藥品的依賴之外。隨著全球醫療供應鏈的不穩定，確保國民在面對突發事件（如疫情）時的藥品供應安全。這種自給自足的製藥體系將有助於提升臺灣的醫療安全，也有助於提升臺灣在國際市場中的競爭力。此外，隨著精準醫療和智慧醫療的發展，藥物的安全性和有效性將得以大幅提升，尤其是生物製藥和再生醫療等高昂藥品，藉由臺灣生產的自主化，我們將能夠更快速、便捷地將藥品提供給國內患者，並且由於本土化生產，藥品的價格得以保持競爭力，進一步提高用藥可近性，實現更具經濟效益的醫療服務。

(四) 國內現有研究人力、設備及資源分配之狀況與需求

藥學及中醫藥學門專題研究計畫申請件數，111-113 年度分別為 303 件、282 件及 294 件。113 年藥學有三組整合型計畫，分別為「研發新穎性標的 RNA splicing 抑制劑用於治療消化道癌症之智慧型藥物設計與轉譯研究」、「藥源性珊瑚及其活性代謝物至海洋藥物之研究與開發」及「新一代癌症免疫治療策略：新穎造血祖細胞激酶 1 (HPK1) 抑制劑的開發與研究」。

隨著製藥科技及中醫藥科學化逐漸受到重視，政府、學校、研究

機構和產業公司都在加強人力與設備資源的投入。然而，國內藥物研發主要依賴大學和政府機構，且生技製藥產業普遍缺乏研發核心能力。中醫藥研究方面，專職研究人員多來自公立機構，但面臨人力老化問題，且高階研究設備以學術機構為主。儘管政府推動中醫藥產業政策，產學合作仍需加強，未來需要具備中西醫結合、產業視野及相關專業技能的人才。為促進中醫藥研究發展，應加強產學合作，並優化資源配置。

四、我國發展藥學及中醫藥學學門領域研究之 SWOT 分析

(一) 優勢 (Strength)

1. **生技醫療設備充沛**：臺灣擁有優質的中醫與藥學高等教育、醫院和研究機構，為中醫藥與製藥研發提供堅實支持。臨床研究環境與法規成熟，執行新藥臨床試驗的水準佳。
2. **專業人才素質佳**：臺灣擁有豐富的中西醫結合、生醫與資訊人才，支持生技製藥行業發展。
3. **政策支持**：政府積極支持中醫藥發展與生技科技島，推動相關政策及法規優化，提供資金與環境支持。
4. **成熟的 GMP 製藥能力**：臺灣具備成熟且高品質的中西藥品生產設施與開發新穎藥物製程能力。
5. **電子醫材的開發能力**：臺灣在電子醫材開發方面也具備強大的科技實力，透過大數據、半導體晶片、人工智慧等技術推動精準治療的發展。
6. **臺灣健保資料庫及臺灣 Biobank 基因資料庫**：獨特的健保資料庫和基因資料庫，與臨床資料結合分析後，可以支持真實世界數據分析與實證研究發展。
7. **多樣性的自然生態資源**：豐富的本土陸地和海洋動植物、蕨類、真菌和微生物，為藥物開發提供了獨特的資源。
8. **兼具中醫與西醫專長的臨床醫師**：臺灣培育了大量兼具中醫與西醫專長的臨床醫師，有助於中醫藥研究的科學化與現代化。

(二) 劣勢 (Weakness)

1. **市場規模小**：臺灣工業藥學領域的藥品種類多樣，但目前的市場規模相對較小，國際競爭力不足。隨著生技製藥產業的快速發展，工業藥學專才需求持續增長，尤其是在新興製劑技術與生物製劑的研發和生產方面。隨著全球對生物製藥和個性化醫療需求的增加，臺灣在這些領域有一定的追隨者角色，但再生醫療則提供了超越國際的機會。
2. **中西藥領域的技術**：中藥的科學濃縮製劑面臨法規與市場支持不足的問題，尤其是在健保給付額偏低的情況下，業界對

新創中藥製劑開發缺乏動力。至於西藥開發與製造技術方面，儘管在化學藥品領域技術成熟，但在生物藥品、細胞藥物、核酸藥物、疫苗藥物等新型藥物及製劑技術方面仍有提升空間。

3. **國際市場競爭**：臺灣製藥公司在國際市場中面臨來自大型國際製藥企業的激烈競爭。為了維持競爭優勢，臺灣的製藥公司必須在技術、資本、人才、法規、環境及全球銷售等方面，與國際標準和市場動態緊密對接。
4. **少子化衝擊與人才流失**：少子化已成為全球各國面臨的普遍問題，臺灣的情況尤為嚴峻，尤其在高階研發人才和基礎藥學研究領域尤為明顯，對製藥產業造成了極大的影響。該產業迫切需要大量高度專業的人才，例如科學家、臨床研究人員，以及熟悉藥物政策和市場的專業人士。臺灣的少子化問題嚴重，藥學系轉為六年制後，有意從事基礎藥學和藥理學研究的博士生大幅減少，新藥研發所需的高階研發人力短缺。由於藥學領域的專業要求極高，高階人才的培養尤為艱難，這將直接影響臺灣製藥產業的競爭力，中醫藥研究也面臨類似挑戰。
5. **教育與實務脫節**：學校教育偏重理論與學術發表，無法滿足業界對實務技能的需求。大多數學生選擇工作輕鬆且穩定的社區藥局，進一步加劇工業藥學人才短缺。

(三) 機會 (Opportunity)

1. **新興製藥科技的應用**：微球技術、連續製程和熱熔擠出等新興製程技術正在逐步融入全球製藥產業。AI 應用於工業藥學和產業製程中，能顯著提升產品品質、降低生產成本，從而使製藥產品能夠更廣泛地惠及大眾。
2. **生物藥品成為主流**：生物藥品、細胞藥物、核酸藥物和疫苗等新型產品在市場的占比率逐年提升，反映了全球市場需求的轉變。
3. **COVID-19 的影響**：疫情後，全球藥品供應鏈經歷了前所未有的挑戰，對製藥行業影響尤其顯著。以下是其中的關鍵議題與其衍生的挑戰：
A. 原料藥及中間產物供應受限：對於主要依靠進口原料藥的國家而言，疫情期間的供應鏈中斷凸顯了這一結構性弱點。原料藥不足可能導致製藥過程無法順利進行，進而影響藥品生產及市場供應。
B. 自主供應的重要性：疫情促使各國重新審視藥品供應鏈，強化國內原料藥的生產能力成為共識。這種策略不僅旨在保障國家醫療安全，也能減少對國際供應的過度依賴。然而，對於臺灣而言，如何平

衡有限資源與高度依賴進口原料藥的現況仍是一大挑戰與機會。

4. **工業 4.0 和智慧製造**：隨著物聯網 (IoT)、人工智慧 (AI) 和大數據分析的發展，製藥行業向智能製造轉型，實現更高的精確度和效率。智慧製造系統可以即時監控和調整生產過程，這已成為全球製藥業的主要發展。
5. **國際潮流的製藥產業升級**：製藥產業將逐漸從傳統化學藥物轉向高附加值的生物製藥、細胞治療及核酸藥物，這將推動整體產業的升級。舉例來說：再生醫療作為新興產業，有潛力成為臺灣超越國際的機會，但需建立完善的法規架構和執行管理措施，以確保技術應用與製劑發展的規範化。
6. **對傳統醫藥的重新重視**：世界衛生組織宣佈自 2022 年開始實施第 11 版國際疾病分類編碼，並將傳統醫學辨證納入臨床診斷，有助於中西醫整合發展。而傳統中醫藥累積的臨床經驗，有別於傳統西藥新藥製藥的研發，而在疫情危機期間，發揮關鍵角色。全臺灣超過 200 萬民眾接受公費補助的「臺灣清冠一號」中藥治療，還有許多染疫確診民眾接受各醫療院所的中醫輔助治療，讓更多民眾認識中醫藥不可或缺的角色，對於傳統醫藥的重新重視，亦是中醫藥的機會。

(四) 威脅 (Threat)

1. **少子化的人才危機**：製藥及中醫藥產業目前面臨的最重大威脅之一就是少子化問題，臺灣的少子化現象日益嚴重，人口老化加速，年輕勞動力逐漸減少，導致製藥產業急需的人才面臨嚴重的斷層問題。尤其在製藥領域，此外，藥學系轉型為六年制後，博士班報考人數顯著下降，藥學系畢業生的就業市場佳，各大專院校的藥學系碩士班與博士班反而面臨招生困難。這不僅造成未來的藥學高階人才缺口，還影響了臺灣在全球製藥市場中的競爭力。其中的關鍵問題如下：1. 不論是工業藥學端？或是醫院藥學端？如何培養具備未來藥界所需技能的人才？2. 如何解決當前人才短缺的問題？3. 如何使學術界的藥學研究於工業藥學及臨床醫療場域落實？4. 如何提升醫院臨床藥師投入研究的意願？同樣的，中醫藥產業同樣面臨類似的挑戰。中醫藥的研究需要專業且具臨床經驗的人才，但少子化使得有意從事中醫藥學研究的年輕學者數量逐年減少。這不僅影響到中醫藥的創新和發展，也讓現有的專業人才面臨老化問題。中醫藥產業的發展亟需依賴一代又一代的高素質人才，但少子化趨勢使得這一目標愈發難以實現。
2. **傳統醫藥研發的國際競爭**：中國在「一帶一路」倡議下，將

傳統醫藥的發展提升為國家戰略，透過政策支持與資金投入，積極推動傳統醫藥的國際化與現代化。中國政府透過政策支持與全球布局，制定了系列政策，如《中醫藥發展戰略規劃綱要》，並將中醫藥納入「一帶一路」合作框架，推動中醫藥文化輸出與技術交流，涵蓋數十個「一帶一路」沿線國家，並成立多個國際中醫藥中心，加強中醫藥在國際市場的影響力。同時中國在國際標準化進程上，積極參與傳統醫藥的國際標準制定，通過與世界衛生組織（WHO）及其他國際機構合作，推動中醫藥進入主流醫學體系，進一步提升其國際競爭力。相比之下，臺灣雖擁有豐富的中醫藥文化與技術實力，但在政策支持與資金投入上相對有限，導致創新發展面臨挑戰，與全球市場的連結也相對薄弱。

五、學門未來發展之規劃重點、推動策略及預期效益

藥學與中醫藥學領域除了持續在小分子化學藥物、天然藥物、中醫、中藥、針灸經絡與中醫診斷學等研究進行努力之外，還要投入抗體藥物、生物製劑、疫苗、核酸藥物及中醫科學化的技術升級。隨著全球醫療環境逐漸進入精準醫療時代，如何運用國際生物資訊資料庫、人工智慧、機器學習、健康大數據來推動藥物的研發，並優化中醫藥的現代化與藥物的治療效果，這已成為未來發展的關鍵領域。此外，利用真實世界數據來評估合理的健保藥品政策，提高中西醫藥的醫療資源配置效率，也將是學術界和政策制定者面對的重要課題。未來學門發展之規劃重點如下：

- (1) **以人工智慧(AI)進行藥物開發**：透過基因體數據、蛋白質體數據、臨床診斷資料及化學結構模擬，來篩選出具有潛力的分子標靶和藥物候選物，加速大分子與小分子新藥的發展過程。
- (2) **發展精準醫學與精準用藥**：精準醫學與精準用藥的邏輯在於根據每位病人的基因資訊與用藥情形來進行診斷並擬定治療方式，幫助提高藥物的安全性與有效性。分析疾病。
- (3) **環保藥物製程的優化方面**：通過優化反應條件和催化劑的使用，從而提高生產效率、降低成本並提升產品質量。特別是在原料藥、科學中藥及學名藥的生產過程中，節能減碳的綠色環保製程尤為重要。
- (4) **真實世界數據與健保藥價政策**：透過分析真實世界數據可以更清楚且更客觀地理解藥物的臨床效果、安全性和經濟價值，並進行價格調整。以科學來輔助判定藥物的實際效益，做出更科學的健保藥價決策，減緩健保證的財政負擔。
- (5) **投入新興製藥技術與高產值的製藥項目**：核酸藥物（如 mRNA 疫苗、RNA 干擾(RNAi)）或再生醫療製劑(如免疫細胞與基因製劑)，可以治療許多傳統藥物無法治療的疾病，對全球健康醫療將帶來革

命性影響，臺灣應該及早投入新興製藥領域。

- (6) **中醫診斷數位化**：運用醫學工程感測器與數位化技術，將中醫「望聞問切」診斷過程轉化為可收集的數據，構建中醫臨床診斷數據庫。結合人工智慧 (AI) 進行自動化判讀，實現中醫診斷的精準化與數位化，推動中醫診斷技術與現代科技的深度融合。
- (7) **針灸混合實境定位**：運用混合實境技術 (MR、VR、AR)，將人體穴位與虛擬實境結合，實現經絡穴位的精準定位與臨床訓練。這一技術為自動化針灸和穴位按摩機器人的開發奠定了重要基礎。
- (8) **中藥數據圖譜與 AI 賦能**：中藥擁有豐富的歷史文獻和臨床數據，除了傳統質量管控，運用化學圖譜結合 DNA 圖譜，結合人工智慧 (AI) 透過機器視覺與深度學習技術，自動識別中藥材的真偽與品質差異，以自然語言處理 (NLP) 技術對文獻進行系統化整理，挖掘中藥方劑、功效與適應症之間的關聯，構建中藥知識圖譜，為中藥的機理研究與新藥開發提供指引。並將 AI 技術結合分子建模與大數據分析，可加速中藥成分篩選與藥效評估，縮短中藥新藥開發的週期。
- (9) **推動中醫及中西醫整合臨床實證研究**：推動常見疾病的中醫及中西醫整合臨床實證研究，追蹤病患的臨床結果、比較治療前後生活品質的差異，並建立標準診療指引，提供醫療專業人員明確的治療方針，提升病患的整體治療效果。
- (10) **推動中醫藥健康照護創新療法研發**：鼓勵中醫藥科技發展與產業結合，推動新療效、新劑型、新複方中醫藥療法，並發展創新性中醫醫療器材及智慧化診療系統，提升中醫創新治療的效率和精準。

(一) 短期推動策略：

1. **建立公正透明的審查機制**：初審與複審委員會涵蓋藥學與中醫藥學各領域的研究，確保審查委員具備相應專業領域知識，減少每位委員的審查案件數量，同時提醒審查委員務必提出具建設性的意見，並提升審查效率和品質。
2. **鼓勵跨領域與整合型研究計畫**：加強對多年期、跨領域整合型研究計畫及大專生計畫的資助，增加博士後研究人員的名額，鼓勵國際交流與出國進修，提升臺灣在國際科研舞台上的能見度。
3. **舉辦學術成果發表會與審查說明會**：每年均會辦理學術成果發表會與審查說明會，邀請專家學者指導如何撰寫計畫書與分享審查心得，鼓勵年輕學者參與計畫審查工作，必透過學術成果發表會來促進學術交流，鼓勵跨領域研究。
4. **宣導學術倫理**：持續進行學術倫理的宣導，強調避免投稿掠奪性期刊、抄襲或不當引用等問題，確保研究成果的信譽。

5. **推廣新興醫療科技與工業藥學**：由國科會搭配相關政府單位向國中高中學生推廣新興醫療科技與工業藥學知識，舉辦專題競賽與實務工作坊，培養學生的興趣，提升他們的學習興趣與投入意願，為未來的人才培育奠定基礎。
6. **學術研究與產學合作的深化**：透過與辦交流活動來創造更多實習機會與合作專案，讓研究生能夠在業界中實習，提升其實務能力，並更好地適應未來的職場需求。這過程中也讓教師再次檢視學術成果，往臨床轉譯與經濟應用的方向前進。
7. **國科會政策的引導**：國科會補助政策對國內藥學教育院所屬教師的研究方向有深遠影響，工業藥學相關研究的推動為國家藥學產業人力資源的基礎。歷年來，國科會整合型計畫在中醫藥領域的補助較少，未來從整合型計畫補助中醫藥的跨領域整合，有助於中醫藥的科學化。

(二) 中期推動策略：

隨著少子化問題的加劇、藥學六年制的設立及藥師短缺且社區藥局待遇優渥，攻讀藥學領域博士班的學生大幅減少，中醫學系亦有相同狀況，大多中醫系畢業生選擇開業行醫而不願投入研究工作。因此，學門必須凝聚藥學及中醫藥學者的共識，積極思考並建立相關機制和措施。例如，應更加重視藥學及中醫藥的高等教育，並設立人才培育獎勵計劃，鼓勵優秀人才進入該領域。同時，為學者提供更廣闊的國際合作與學術交流平台，避免製藥與中醫藥人才的短缺與斷層的問題。未來可考慮的作法如下：

1. 盤點全臺灣對中醫師及藥師服務的需求，規劃長遠的高階製藥或臨床藥學藥、中醫中藥人才培育。
2. 國科會在獎學金申請資格中納入在職藥師及在職中醫師，這將有助於提升職業人士進修的意願，同時也能減輕其經濟壓力。
3. 比照主治醫師滿兩年後，醫師即可申請國科會計畫，應該研擬讓6年制藥學畢業生在工作一段時間後也能有申請國科會計畫的資格申請，而不需額外取得碩士學位。
4. 透過國科會整合型專案計畫鼓勵醫院藥劑部與藥學院建立更緊密的合作關係，共同申請計畫的方式來提高藥師的科研參與度，也將促進更多高質量的臨床研究，進而造福整個醫療體系。
5. 現行正式教授聘任的審查標準制度主要以SCI期刊發表及其影響因子（impact factor）為主，對於具豐富實務經驗的中醫與藥學業界人士而言，兼任教授職位的判定標準缺乏足夠的靈活性，難以充分發揮業界專家的專業價值與教育影響力。

對於中醫與藥學業界人士投入大學教育或參與學術研究的資格應再審視研議，兼顧靈活性與合理性。

6. 大專學生專題研究計畫是培育藥學與中醫藥學術與研究人才的第一步，通過專題研究讓學生提早接觸相關的科學研究方法，培養批判性思維與問題解決能力。
7. 為有志於臨床與研究的優秀學生提供藥師-藥學碩士或中醫師-醫學碩士的雙軌培育機制，在此模式下，學生在接受臨床培訓的同時，參與碩士層級的研究訓練，深入探索藥學與中醫藥機理、臨床應用及新技術開發，結合臨床經驗與科學研究，培養既能勝任臨床技能，又具備研究能力的複合型人才。

(三) 長期推動策略：

1. 2024 年臺灣成功爭取亞洲藥學會(FAPA)在臺灣舉辦，臺灣也舉辦第 13 屆全球傳統醫藥大學聯盟(GUNTM)年會以及 2024 雙十年會：亞洲傳統醫學國際研究學會(IASTAM)與亞洲醫學史學會(ASHM)，未來仍持續爭取在臺灣舉辦亞太或國際之藥學及中醫藥學學術會議。
2. 隨著細胞治療、基因治療、再生醫療的國際潮流發展，培育高階製藥人才在這些新興領域變得越來越重要。不論是大專院校地的藥學系教師或是醫院端臨床藥師，在新興醫療的專業貢獻缺乏足夠的了解與支持，藥師的潛力與專業未能充分發揮。
3. 醫院的人力結構規劃不完善，特別是在藥師配置上，導致藥師人數不足以應對實際需求。這種情況不僅影響工作效率，也加重了現有藥師的工作負擔，進一步削弱醫院藥師參與國科會計畫的機會，也限制了他們在專業領域的進修和科研投入。
4. 臨床藥師的專業服務在現行的醫療支付體系中尚未得到充分認可與給付，專業價值被嚴重低估。缺乏經濟激勵，也影響了藥師對於參與臨床研究的積極性。
5. 在補助專題研究計畫高度競爭機制下，臨床藥學相關主題、藥物法規科學，製程分析技術(PAT)的優化等，此類研究範疇不易獲得資源分配，未來恐需要策略性支持。
6. 以政策強化工業藥學的重要性，鼓勵產學合作，設立專業培訓計劃，提升本國製藥研發人才的質量和數量。如研發補助與稅務優惠，激勵企業投資於高等藥學人才的培養和創新研發。
7. 設立高等工業藥學領域專才班，聘請產官學研專家學者授課，提供實習機會以接觸實際工業製藥過程。調整考試和培育制

度來鼓勵業界員工進修，並投入國科會產學研究計畫。

8. 培育中醫師科學家是推動中醫藥現代化與國際化的重要基石。這類人才應具備紮實的中醫理論基礎和現代科學素養，能將中醫的「辨證論治」理念與科學研究方法有機結合，深入開展中醫藥的機理探究與臨床實證。通過 MD-PhD 雙軌培訓計畫，可系統化提升其在生物醫學、人工智慧與數據分析等領域的跨學科能力，加速中醫藥的創新研究與臨床轉化，從而為中醫藥的全球化與現代化提供強有力的支持。

預期效益：

面對藥學與中醫藥領域的發展挑戰，學門必須建立公正透明的審查機制，確保審查品質。學門持續鼓勵跨領域整合型研究計畫的推動，以提升臺灣在國際科研舞台的能見度。同時，學門以舉辦學術交流會與成果發表會來宣導學術倫理，避免學術不端行為，並加強新興醫療科技與工業藥學的普及與教育，從而培養未來的科研人才。

在應對少子化問題及藥學系六年制的推行，學門需要凝聚藥學與中醫藥學者的共識，設立有效的人才培育計畫，培育中醫師科學家，從基礎培訓到高階研究全程支持，鼓勵中醫師參與科學研究，結合臨床經驗與實驗室技術，推動中醫藥的實證化與科學化，並建立留才機制來避免製藥與中醫藥人才短缺。中期策略強調擴展中醫藥學與藥學教育，並提供更多國際合作機會，加強國際交流與合作，參與全球健康問題的研究與解決，提升臺灣藥學及中醫藥學的國際影響力。此外，應積極推動與醫院藥劑部的合作，鼓勵中醫藥跨領域整合，共同申請整合型計畫來促進臨床研究，並調整現行教授聘任標準，鼓勵業界專家參與大學教育與轉譯研究，提高其貢獻。

長期策略則包括積極爭取國際中醫藥學與藥學會議的舉辦，提升藥學與中醫藥領域的學術水準，並著力培養細胞治療、基因治療、再生醫療等新興領域的專業人才。同時，要解決藥師配置不足的問題，進行結構調整，提升藥師在臨床研究中的參與度，並通過政策支持工業藥學的發展，強化產學合作，進一步提升臺灣的製藥研發能力。積極培育中醫師科學家，使其具備中醫理論基礎與現代科學素養，能將中醫的「辨證論治」與科學方法相結合，提升生物醫學、人工智慧及數據分析等方面的能力，進行中醫藥的基礎研究與臨床實證，從而為臺灣中醫藥的全球化與產業發展提供有力支撐。

隨著製藥科技與診斷醫療技術的迅速發展，生技製藥產業正面臨前所未有的轉型挑戰。要提升臺灣生技製藥及中醫藥產業的全球競爭力，並實現經濟價值與提高民眾健康品質，必須進行跨領域科技融合，並確保臨床試驗環境與技術製程符合國際法規。除了傳統的製藥觀念與中醫理論外，還需運用尖端科技策略，如人工智慧、大數據分析及

mRNA 技術，提升醫藥產品與醫療技術的品質，加速新治療方法的開發，並促進科學化與商業化。

國際合作是推動製藥與中醫藥產業全球化的關鍵。與國際大藥廠及知名學術機構的合作，不僅有助於資源、知識與技術的共享，還能擴大市場規模，吸引國際投資與人才，進一步提升整體競爭力。中醫藥作為臺灣的特色醫療，無論在學術還是產業方面，都在全球中占有重要地位。未來，臺灣應加強製藥與醫療產業鏈的各環節，從植物栽培、天然藥物萃取到科學化製造，建立系統性的發展，讓中醫藥產業不僅實現經濟效益，還能帶動相關醫療行業的發展。

最終，提升臺灣醫藥水準並守護民眾健康是製藥與中醫藥產業的社會責任。學門應積極推動中醫藥科學化與製藥技術升級，透過科技整合、國際合作、人才培養與跨領域合作，提升臺灣製藥能力，減少醫療成本，並提升民眾福祉與臺灣醫藥產業在國際上的地位。

六、113 年度學門推動成果

(一) 總體性成果：

1. 學術成就（科技基礎研究）

- (1) 成功大學藥學系賴嘉鎮教授研究團隊透過國際學術研究組織-神經和心理健康全球流行病學網(Neurological and mental health Global Epidemiology Network, NeuroGEN)，運用包含臺灣在內 7 個國家的資料庫，以跨國真實世界數據進行分析，並結合嚴謹的因果推論方法，推翻過去研究對於妊娠糖尿病導致子女罹患注意力不足過動症(attention-deficit/hyperactivity disorder, ADHD)風險升高的認知。研究成果發表於《Nature Medicine》期刊。
- (2) 中研院農業生物科技研究中心楊玉良副研究員研究聚焦於細菌來源的共軛多炔化合物，展現出細菌作為天然產物新資源的重要性。文章解析多炔化合物的生物合成基因簇(BGCs)及其酶促反應機制，並揭示了其在抗真菌、抗細菌、抗癌等方面的顯著生物活性。成果刊登《Natural Product Reports》期刊封面。
- (3) 臺大臨床藥學研究所蕭斐元老師的跨國研究成果，涵蓋挪威和台灣之族群研究顯示父親在精子發育期間服用 metformin 與子女先天性畸形無顯著關聯，metformin 可繼續作為計劃生育男性第二型糖尿病的首選口服降糖藥物。此研究為生育年齡男性使用 metformin 的安全性提供實證依據，有助於臨床醫師為計劃生育的糖尿病男性患者做出用藥決策《British Medical Journal》。
- (4) 中央研究院林于鈴研究團隊發現昭和草植物半乳糖脂可

促發抗腫瘤體液免疫，提升抗體依賴性細胞毒性，有效治療大腸癌。本研究以植物半乳糖脂突破內生性抗腫瘤抗體無法有效抑制腫瘤生長之限制，提供 B 細胞免疫可成為腫瘤免疫治療的新策略《Journal of Experimental & Clinical Cancer Research》。

- (5) 臺大臨床藥學研究所蕭斐元老師研究探討孕婦在懷孕第一孕期同時使用 antidepressants 和 benzodiazepines 藥物與先天性畸形風險的關聯，這是首個專門研究這兩類藥物併用對胎兒影響的大規模研究。研究結論同時使用這兩類藥物與大多數先天性畸形風險無顯著關聯，但仍需謹慎評估用藥的整體風險與效益，需要進一步研究特定藥物組合的安全性《The Lancet Psychiatry》。

2. 技術創新成就（科技整合創新）

- (1) 長庚大學中醫學系方嘉佑教授，「多功能藥物奈米載體經由 retinol-binding protein 4 傳輸至腎臟以治療抗藥性菌血症誘發之腎損傷」(NSTC 110-2320-B-182-011-MY3)，研究在開發聯合抗甲氧西林金黃色葡萄球菌(MRSA)和負載 ciprofloxacin 和 rolipram 的抗發炎奈米結構脂質載體(NLC)。透過高剪切均質化和超音波處理製備 NLC，並採用嗜中性白血球細胞作為平台來估計抗發炎作用《International Journal of Biological Macromolecules》。
- (2) 國立陽明交通大學林東毅教授研究團隊發現特殊靈芝多醣體成分 WSG 會抑制癌細胞之 TGF β 受體調節之轉錄因子 Snail 和 Twist 的表現量，有效抑制黑色素瘤增長，更透過一項全新的微針系統技術將 WSG 包覆於微針中用於作為藥物緩慢釋放之載體，研究成果發表於《Carbohydrate Polymers》並獲得美國 AII「達文西發明展」金牌。
- (3) 中國醫藥大學中醫學院中國藥學暨中藥資源學系趙嶸副教授與中醫學系顏宏融教授團隊，探討臺灣本土藥用植物馬蘭製成中藥青黛的一系列的基礎研究，包含天然物化學、藥理學與分子機轉，青黛炮製的本草考察、臺灣青黛的田野調查、植物代謝體及無機物分析平台的建立等，達到青黛全部製程皆可在臺灣進行—從種植、生產、研發到精製化過程皆在臺灣完成，是臺灣本土中藥開發的實例。已開發的「青黛品質精製化方法」技術技轉至中國醫藥大學衍生公司，提升臺灣民間本土中藥的農業應用價值，並取得衛生福利部中藥原料藥許可證，並獲得 2024

年第 23 屆國際民族藥理學會 Prof. Peter Houghton Innovation Award (NSTC 112-2320-B-039-037-MY3)。

- (4) 長庚科技大學黃聰龍教授聚焦於過度活化的嗜中性球與氧化壓力對急性呼吸窘迫症候群 (ARDS) 發病機制的關鍵影響，探討臨床抗癌藥物 ribociclib (CDK4/6 抑制劑) 在治療嗜中性球相關 ARDS 中的潛力與機制。首度證明 ribociclib 可作為創新 PDE4 抑制劑，用於治療嗜中性球炎症與 ARDS，展現其作為肺部損傷與其他發炎性疾病治療的潛在應用價值《Journal of Advanced Research》。
- (5) 成大藥學系歐鳳姿教授運用真實世界數據，搭配進階統計方法，探討第二型鈉-葡萄糖轉運通道抑制劑於第二型糖尿病患者，長期的心血管保護效果。研究結果建議糖尿病患者，尤其具高風險心血管族群，長期使用此藥物，以減少整體心血管風險《JAMA Netw Open》。

3. 經濟效益 (經濟產業促進)

- (1) 臺灣大學藥學系林君榮教授和中研院生醫所陳儀莊特聘研究員共同開發用於治療阿茲海默症及神經退化疾病之新藥獲美國 FDA 核准進行第一期臨床試驗。研究團隊所開發的新藥 (J4) 是一種新的核苷轉運蛋白 (ENT1) 抑制劑，能改善腦部能量平衡，並在小鼠實驗中顯示出優異效果，期望能為阿茲海默症患者帶來更好的治療選擇，改善病情與生活品質。
- (2) 臺北醫學大學藥學系謝尚逸教授利用自主開發的多醣合成生物平台，成功快速鑑定多種細菌的多醣合成酶，並首次合成 *Clostridium ventriculi* 特有的(1,3; 1,4)- β -D-葡聚醣結構。這項發現為新型抗生素與疫苗的開發帶來了重要突破。《Carbohydrate Polymers》。
- (3) 中國醫藥大學中醫學院國際整合健康碩士學位學程陳易宏教授研究團隊先前在動物實驗，發現四肢浸泡 8-16% 薄荷醇，可以改善缺血性中風後的運動及感覺功能，減少梗塞體積，此項發現並獲得臺灣專利，美國，日本，歐盟中國申請中，並獲得 2023 年國科會科創萌芽計畫，成功開發了化妝品級含薄荷醇 8% 手足膜，並執行了一項 60 位缺血性中風的受試者規模的學術性臨床試驗，試驗結果發現薄荷醇手足膜使用 1 個月後，薄荷醇手足膜增強病患自理能力和肌力，改善殘疾情況 (NSTC 107-2320-B-039-031-MY3, NSTC 112-2823-8-039-001)。
- (4) 國立陽明交通大學傳醫所林東毅教授與許中華教授合作

研發「淨冠方」，技轉國內廠商，並以「傳統草藥複方淨冠方展示預防 SARS-CoV-2 感染和減緩發炎的雙重功效」榮獲第 15 屆國家創新發明競賽金牌獎、第 20 屆烏克蘭國際發明展金牌獎。

- (5) 臺灣大學藥學系程吉安助理教授將上游的胞外體純化與下游的胞外體高靈敏免疫分析法結合，創建高靈敏胞外體蛋白整合式分析平台 (eSimoa)。這個兼具新穎性與實用性的平台不僅顯著提升胞外體蛋白分析技術的靈敏度 (優於 ELISA 千倍)，能夠精準定量分析腫瘤胞外體的蛋白標記，同時還提供高空間解析度的胞外體蛋白訊息，未來可應用於特定胞外體子群的蛋白分析。此項研究成果於今年 1 月發表在跨領域高影響力頂尖期刊《Advanced Science》，並榮獲為期刊正封面故事。

4. 社會影響 (社會福祉提升、環保安全)

- (1) 中國醫藥大學中醫學院暨附設醫院中醫部以「小扁鵲初體驗：中醫望聞問切」為主題，在 2024 年臺灣醫療科技參展，以深入淺出的方式認識臺灣中醫藥基礎與臨床治療結合之優勢。
- (2) 臺北醫學大學潘秀玲、許凱程、皇甫維君、宋亭儀等之「智慧型臨床前新藥研發平台」，榮獲 2024 未來科技獎。
- (3) 臺灣大學藥學系凌偉研究團隊 (參賽隊名：舒藤新藥)，榮獲國科會 2024 年第二梯次創新創業激勵計畫 (FITI) 競賽之「創業傑出獎：創新領航獎」。
- (4) 臺北醫學大學藥學系張偉嶠教授致力於免疫基因定序技術開發與藥物基因體研究，榮獲於韓國首爾舉辦的亞洲藥學會科學領域「石館獎」(FAPA Ishidate Award)及第三十四屆「王民寧獎(藥學類)」。
- (5) 中國醫藥大學中醫學系顏宏融教授帶領團隊結合科技應用開發發展永續發展微學分課程、健康知能培力工作坊、開發 VR 遊戲、Podcast 有聲書、互動式繪本等中西醫整合衛教教材，深入社區、機構與學校，攜手推動永續公益活動，建立永續學習平台和健康守護網，獲得 2024 年亞太永續行動獎 (TSAA) 銅獎 (SDG4 類別)。

(二) 個別計畫代表性成果

1. 高雄醫學大學藥學系林英琦副教授團隊以回溯性巢式病例對照研究探討影響遊離皮瓣重建手術後皮瓣壞死、血栓及血腫之累積危險因子，從 548 位頭頸癌後遊離皮瓣重建手術病人的病歷資料結論出術前抗凝血藥品預防性給藥的必要性，

並提出多次手術後皮瓣及靜脈選擇對於皮瓣存活之影響《International Journal of Surgery》。

2. 臺北醫學大學藥學系陳香吟教授利用類別型特徵提升 (categorical boosting, CatBoost) 機器學習演算法，使用臺北醫學大學臨床研究資料庫，建立使用 colistin 治療多重抗藥性革蘭氏陰性菌感染的病人發生腎毒性之預測模型。能以病人之用藥劑量、治療天數、併用藥物及生化等數據，提早預測腎毒性，而調整用藥以避免藥物引起的腎毒性《International Journal of Antimicrobial Agent》。
3. 國家衛生研究院生藥所郭靜娟研究團隊闡明多標靶激酶抑制劑在大腸癌的抗癌機制與競爭優勢，特別是在治療大腸癌效果上顯著優於臨床標準用藥 regorafenib，充分展現其作為新一代大腸癌治療藥物的潛力《Pharmacological Research》。
4. 臺北醫學大學藥學系張偉嶠教授以基因定序數據結合 GWAS 資料建立屬於臺灣族群的 HLA 基因插補參考模板，並利用 HLA imputation 完成近 6 萬名臺灣人 HLA 基因型資料，全面性地分析 HLA 多樣性與各種表型的關聯性 (PheWAS)，並定義在臺灣族群中與藥物不良反應副作用相關的 HLA 頻率《Biomarker Research》。
5. 國立陽明交通大學生藥所黃奇英教授李利教授研究團隊與台北榮總、基隆長庚醫院等臨床專家合作，發現 GPC1 mRNA 與 GPC1 膜蛋白質在胞外體與微小囊泡中的表現，可作為胰臟癌早期診斷及化療後預後的雙重生物標誌物。研究團隊開發的新型生物晶片平台，成功驗證其在多家醫院臨床樣本中的應用潛力，性能優於傳統血液標誌物 CA-19-9。此研究為跨國合作，並與美國 Spot Biosystems LLC 及多家學術機構合作進行商品化開發。研究成果解決了 GPC1 作為胰臟癌液體活檢標誌物的爭論，展現高臨床應用價值，已發表於《Advanced Science》。

七、檢討與展望

隨著全球醫療科技的進步與醫療需求的迫切，加上國家生技製藥政策與國際藥物研發潮流的推波助瀾之下，藥學及中醫藥學領域的科學發展也有著顯著的進步。這些領域的進步不僅體現在研究申請數量的逐年增加，也體現在學術研究質量、新藥技轉的比例及的頂尖學術論文數量上。然而，臺灣在製藥科學領域仍然面臨多重挑戰。首先，市場規模較小，國際競爭力不足，儘管生技製藥產業快速發展，專才需求增長，尤其是在新興製藥技術如：與生物製劑、細胞藥物與核酸藥物

的研發方面，高階製藥人才明顯不足。其次，中西藥領域中，中藥的科學濃縮製劑遭遇法規與市場的支持不夠，而西藥在生物藥品、細胞藥物等新型藥物開發技術方面仍有提升空間。在國際市場上，面對國際製藥大廠的激烈競爭，台灣在製藥法規上必須快速地與國際標準接軌。

再者，少子化問題及藥學學制的改變，學生就讀碩博士班的意願下降，大多選擇穩定的社區藥局工作，這對製藥產業造成了高階研發人才短缺，這些因素綜合影響臺灣製藥的國際競爭力，亟需解決人才與技術提升的問題。在中醫藥領域，儘管其國際地位逐步提升，也是仍面臨著人力不足的挑戰。未來，學界將特別專注於中醫藥的科學化與實證研究，並積極推動中西醫結合，進一步整合中西醫資源，提升醫療服務的品質及其在全球醫療保健市場的競爭力。

在大數據與精準醫療的浪潮下，如今的製藥思維與傳統製藥流程的最大差異在於，更積極地應用基因數據或是真實數據來提升藥物的療效，減少不良反應與副作用，增強病人的服藥順從性，並使藥物製程更為簡捷高效。為達成這些目標，AI 人工智慧、基因編輯、單細胞基因體定序已經大幅地進入藥物研發過程，這不僅加速藥物的研發效率，對於精準醫療的實踐及提升整體醫療服務水準具有重要意義。

疫情後，全球藥品供應鏈面臨重大挑戰，嚴重缺藥問題對製藥行業影響深遠。原料藥的供應受限暴露出依賴進口的結構性弱點，影響藥品生產與市場供應的國安危機，也因此生技製藥被視為具有戰略價值的關鍵產業。2025 年美國川普總統於上台，其「美國優先」政策將大幅提高美國製藥業的生產能力，減少對外國藥品依賴。貿易保守主義興起與美中貿易戰再起，使得製藥供應鏈的自主性與安全性成為各國關注焦點，國際製藥公司紛紛尋求多元化的生產基地。對臺灣而言，如何在有限資源下平衡自主生產與進口原料藥的依賴，仍是未來的挑戰與機會。

藥學及中醫藥學領域未來將持續向著精準醫療、高度科技化與國際化的方向發展。強化學術界對於製藥領域的科研投入，能推動新藥研發和技術創新，更有效結合學術研究與實際應用，加速科研成果的商品化轉譯。此外，高階藥學及中醫人才的培育是最重要的，唯有更積極地培育高階生技醫藥人才，才可以確保未來製藥產業的穩定發展與國際競爭力，這也是台灣面臨國際生技藥廠競爭的唯一解藥。

附錄 (學門活動)

(一) 辦理藥學及中醫藥學門推動座談會

今年度辦理藥學及中醫藥學門推動座談會共計 10 場，分別於：高雄醫學大學基因藥理學暨藥物開發研討會 (2024 年 3 月 15 日)、臺灣藥物化學研討會 (2024 年 4 月 21 日~23 日)、中草藥與植物

新藥產業論壇 (於臺北醫學大學; 2024 年 4 月 26 日)、第八次全國中醫醫學校院會議(於義守大學; 2024 年 6 月 17 日)、第 13 屆全球傳統醫藥大學聯盟年會暨 2024 年 ICD-11 傳統醫學國際會議(於中國醫藥大學; 2024 年 8 月 24 日~25 日)、臺北醫學大學藥學院 (2024 年 9 月 2 日)、前沿轉譯與應用—第 39 屆天然藥物研討會暨第 24 屆臺灣自由基學會學術研討會聯合會(長庚科技大學; 2024 年 10 月 4 日)、第六屆臺灣藥學聯合學術研討會 (於中國醫藥大學; 2024 年 11 月 16 日~17 日)、中國醫藥大學研究知能講座(於中國醫藥大學; 2024 年 12 月 12 日)、臺灣藥物基因體學會年度學術研討會(於臺北醫學大學; 2024 年 12 月 14 日)。





(二) 辦理「血液、腫瘤、免疫及感染醫學學門」與「藥學及中醫藥學學門」聯合成果發表會 (林口長庚醫院; 2024 年 11 月 23 日)

國科會「血液、腫瘤、免疫及感染醫學」與「藥學及中醫藥學」學門 2024年 成果發表醫學研討會			
時間: 11/23(六) AM 9:20-PM 15:30 (報到時間: 09:00-09:20) 地點: 林口長庚醫院 永慶尖端研究大樓一樓 國際會議廳			
時間	主題	演講者	主持人
09:20-09:30	Opening	羅文宏 教授 (林口長庚醫院皮膚免疫科) 張傳讓 教授 (北醫藥學系)	許榮華 教授 (醫大醫院免疫血液科)
09:30-10:00	血液、腫瘤、免疫及感染醫學學門成果分享	張傳讓 教授 (醫大醫院免疫血液科)	羅文宏 教授 (林口長庚醫院皮膚免疫科)
10:00-10:30	血液、腫瘤、免疫及感染醫學學門成果分享	張傳讓 教授 (醫大醫院免疫血液科)	羅文宏 教授 (林口長庚醫院皮膚免疫科)
10:30-11:00	藥學及中醫藥學學門成果分享	羅文宏 教授 (林口長庚醫院皮膚免疫科)	張傳讓 教授 (北醫藥學系)
11:00-11:20	Coffee Break		
11:20-11:50	藥學及中醫藥學學門成果分享	羅文宏 教授 (林口長庚醫院皮膚免疫科)	張傳讓 教授 (北醫藥學系)
11:50-12:20	Lunch Time		
12:20-13:20	午餐		
13:20-13:50	藥學及中醫藥學學門成果分享	羅文宏 教授 (林口長庚醫院皮膚免疫科)	張傳讓 教授 (北醫藥學系)
13:50-14:10	藥學及中醫藥學學門成果分享	羅文宏 教授 (林口長庚醫院皮膚免疫科)	張傳讓 教授 (北醫藥學系)
14:10-14:40	血液、腫瘤、免疫及感染醫學學門成果分享	羅文宏 教授 (林口長庚醫院皮膚免疫科)	張傳讓 教授 (北醫藥學系)
14:40-15:10	血液、腫瘤、免疫及感染醫學學門成果分享	羅文宏 教授 (林口長庚醫院皮膚免疫科)	張傳讓 教授 (北醫藥學系)
15:10-16:00	禮儀委員會致謝	羅文宏 教授 (林口長庚醫院皮膚免疫科)	張傳讓 教授 (北醫藥學系)

(三) 辦理「藥學及中醫藥學學門」成果發表會 (長庚科技大學; 2024 年 10 月 4 日)



- (四) 參加第六屆唐獎頒獎典禮 (2024 年 9 月 27 日)
- (五) 參加臺灣藥學會舉辦之學名藥暨藥價政策論壇 (2024 年 10 月 25 日)
- (六) 參加韓國舉辦之亞洲藥學會年度學術研討會，並發表演講(2024 年 10 月 30 日)



致謝:

新興醫療科技及工業藥學產業發展小組：

李志恒教授 (主持人)、林君榮院長、林滿玉委員、胡德民委員、楊世群委員、陳炯東委員、侯鈺琪教授、王鴻展教授、陳惠芳教授、鄒攻君教授、葉嘉新組長、黃偉展教授、蘇慕寰委員、徐莞曾副教授、程吉安助理教授

新興醫療科技及醫院藥學發展小組：

黃織芬所長 (主持人)、黃耀斌院長 (共同主持人)、王四切院長、李宜勳教務處處長、張豫立理事長、郭莉娜主任、張惠華教授、陳惠芳教授、林淑文副教授、蘇慧真部長、林英琦副教授

食品與營養保健學門 發展規劃及成果報告

召集人：許瑞芬

一、前言

自從解碼人類基因體的新紀元開始，應用食品營養多體學於精準營養飲食與慢性疾病預防及協同治療之學術新知與轉譯研究日新月異。當代食品與營養保健研究，更受到多元種族支系所產生的基因組型多樣化，族群之體位、生活與飲食型態變遷，影響對慢性疾病的敏感度；多元社會經濟發展及全球動盪之糧農政策影響食物可獲性、流通性與安全性，重重挑戰個人對必須營養素攝取與選擇功能性食品的保健需要量，與面臨老化相關慢性疾病的威脅。立基於基因體解碼與創新生物科技建立，以分析基因體，基因轉錄表現體，與後基因體、蛋白質體、代謝質體與微生物質體的平台，全方位篩選食品營養與老化相關慢性疾病之膳食分子標靶，透視保健食品，膳食營養攝取/病理分子標靶/疾病進程的互動機制，建立精準營養醫學診斷，規劃介入預防及協同治療疾病的營養飲食醫學處方，包括精準營養醫學評估診斷、必須營養素攝取參考保健量，佐以功能性食物智慧選擇，並監測病程發展與改善癒後。同時結合大數據分析之生物資訊人工智慧平台，帶動食品營養保健應用於精準臨床營養醫學研究進入新紀元，拓展精準食品營養醫學應用於智慧化保健飲食之未來發展重要趨勢。

全球糧食生產量更受到氣候危機的衝擊與挑戰。2019年底嚴重特殊傳染性肺炎大流行(COVID-19 pandemic)延續、農糧生產區域的戰爭以及地緣政治的緊張，更加劇糧食生產量與運輸的劇烈震盪，也凸顯出全球食物供應鏈的脆弱與必須依靠知識與科技尋求糧食生產新模式的迫切性。同時生產供應鏈中食品安全管理與生產追溯性與透明度的要求也日益提高，及時性的食品品質管理與監視已成必然趨勢。確保供應安全營養的食物以滿足國民保健的需求，為全球各國政府規劃重要公共衛生食品營養保健政策責無旁貸之任務。食物生產的型態也隨著科技的導入發生了明顯的變化。臺灣與全球高齡化人口的營養與食品質地調整需求急切，吻合精準健康管理的食品品質與營養素指標系統也急需要建立，這些需求成為傳統食品供應系統改變的動力與壓力，導入新科技與觀念是因應食品生產系統創新與改變的為未來研究發展趨勢。

二、學門簡介

食品與營養保健學門規劃之研究重點與範圍係有關食品與其原料之基礎與應用研究，涵蓋化學成分、物理結構、加工處理、劣變原因、安全監控及功能提升等之科學與技術，並整合改善人體健康之基礎與應用研究，涵蓋飲食、消化、代謝及營養保健方面（非藥物）等之學科。本學門的研究以改善人體健康為目標，藉由化學、物理、工程、分子生物、細胞、動物或人體等實驗進行系統性的研發工作，以農產品或其衍生物為原料，探討傳統與新穎性食品加工與處理技術發展、成分與風味變化、微生物與安全性監控、分析與檢驗技術開發、食物攝食後消化、吸收、代謝與生理反應、國民營養與健康關係以及飲食文化等相關議題。本（113）年度專題研究計畫申請案件，食品科學學科領域 94 件，通過 35 件，通過率為 37.2%，其中多年期計畫 15 件；營養保健學科領域申請 121 件，通過 45 件，通過率為 37.2%，其中多年期計畫 19 件。學門新進人員計畫申請食品科學 11 件，通過 6 件，通過率為 54.2%，多年期計畫 2 件；營養保健 10 件，通過 5 件；通過率為 50.0%，多年期計畫 2 件。113 本學門一般型計畫申請總件數(215)與 112 年相當；新進人員計畫總件數今年(21 件)比去年(18)略增。總體通過率與往年相似。

三、學門領域之研究現況及發展趨勢

（一）全球之發展現況及未來發展趨勢

綜觀 2024 年在全球舉辦食品營養保健相關領域之國際學術研討會，專家學者聚焦討論主軸定位於”應用新數位科技推動精準食品營養醫學與健康促進”。2024 年 12 月 5-7 日在印尼所舉辦第五屆亞太營養基因體協會暨第 14 屆亞太臨床營養學會聯合學術研討會中，專家學者討論亞太區域發展食營保健研究趨勢，重點放在如何轉譯基礎研究至臨床應用，推動飲食多樣化及個人化食品營養保健。如何統合營養基因體暨遺傳體學(包括轉錄質體學、蛋白質體學、代謝質體學、腸道微菌叢生物技術)於慢性疾病預防及偕同治療。研究亞太不同族群的基因多重性與飲食多樣化，以建構精準食品營養介入之有效公共衛生健康策略，以消弭飢餓與營養不均等之落差。同時探討如何精進數位化飲食評估工具以強化個人食品營養飲食規劃之精準度。人工數位科技於精準營養醫學之應用。研究微量元素，分子食品，及飲食型態之保護 DNA 之生物效能。結合以上科研成果於國家食品營養衛生政策，研擬食品補強或強化營養素之健康促進策略。

2024 年 6 月 29-7 月 2 日在美國芝加哥舉辦之美國營養學會學術研討會，更彰顯結合新數位科技應用精準食品營養醫學之跨域研究。自從基因體解碼新紀元開始，歐美研究團隊即合作聯盟建立數位化健康醫藥之大型生物資訊資料庫。相當多學者利用大數據

資料庫，進行 GWAS 分析，以數位化統計分析模擬運算篩選出預防疾病之生物標靶(基因、蛋白質、代謝質)後，替代動物實驗，實踐 3R 精神，直接進行臨床人體試驗以驗證預測疾病風險與偕同治療的有效食品營養保健生物標靶。

2024 年 3 月在臺灣舉辦之保健食品學術研討會，邀請日本學者分享以數位科技建立食品機能成分標籤的大數據資料，再以人工智慧運算慢性疾病風險預測。2024 年 11 月 29 日舉辦食科學會年會邀請 OSU 學者，分享如何智慧化臺灣食品產業之原料暨食材之加工製程暨食品保供應鏈。綠能化健康食品，加值健康食品經濟產業功效。以上研究趨勢銜接全球綠能化機能食品營養醫學研究主軸，研發國際化與在地化之保健營養補充品，保健食品，醫用性食品(Medicinal Food)與機能營養飲食處方。將食品營養多體學日新月異之技術與大數據分析的生物資訊平台之運作，轉譯基礎研究為臨床與社會實務應用之智慧知識；以及應用食品營養多體學創新研究，篩選因應膳食營養食品攝取量及反應疾病病理進展之創新膳食生物標靶，應用於精準醫學的早期診斷預防疾病，智慧化食品營養處方介入偕同治療病變以最佳化病人癒後狀況，轉譯基礎食品營養科學於個人化精準臨床醫學應用，為全球食品與營養保健未來重要的科學研究議題。

(二) 我國之發展現況、重點研究方向及未來發展趨勢

近二十年來，臺灣從農業社會轉型為工業社會，進入已開發國家之經濟體。國人飲食習慣與生活型態急遽變遷，西化飲食伴隨體位異常包括肥胖盛行率年年攀升。全球老化人口結構改變，臺灣於 2025 年即將邁向超高齡社會，老化相關之慢性疾病不僅威脅長者健康，同時疾病年輕化趨勢彰顯全齡的營養失衡問題。2017-2020 年國民營養健康調查結果指出國人必須營養素邊緣性營養缺乏之盛行率偏高。營養不良(不足與過剩)相關慢性疾病如惡性腫瘤、心血管疾病、肺疾病、糖尿病、腎臟病與阿茲海默症型失智症等躍升為國人前十大死亡原因。國人體位與能量攝取改變，肥胖比率逐年增加。國健署研修第九版國人膳食營養素參考攝取值(2022-2025)之期末報告也指出，與慢性疾病風險(惡性腫瘤、阿茲海默症、代謝症後群等)相關之必須營養素如維生素 D、維生素 E、維生素 B2、膽鹼、鈣質與膳食纖維攝取不足率仍偏高。與高血壓及高血脂症相關之鈉鹽及飽和脂肪攝取量仍屬過量。國人飲食攝取不均衡現況相對應國人癌症與糖尿病有年輕化趨勢，慢性疾病風險如惡性腫瘤、阿茲海默症、代謝症後群等盛行率逐年攀升。如何改善國人全齡營養不良問題，以營養專業進行慢性疾病預防與偕同治療，協助長者健康老化與長期營養照護，為國家

公共衛生促進全民健康永續全民福祉重要政策。隨著經濟的發展、社會結構的改變、疾病型態的變化、人口老化的加速、社會安全的保障及長照服務需求的提升，2024 年更通過營養及健康促進法，推動健康促進活動與擴增社區營養師人力編制，反映國家社會對於營養保健研究推廣人才的急切需求。2018 年 3 月後臺灣成為「高齡國家」(老化人口比例已逾 14%)的改變，臺灣老化人口比例預期於 2025 年前會超越 20%，達到「超高齡國家」的定義標準。食品科學營養保健研究，從智慧化臺灣食品產業之原料暨食材之加工製程暨食品保供應鏈，綠能化健康食品，加值健康食品經濟產業功效。研發國際化與在地化之保健營養補充品、保健食品、醫用性食品(Medicinal Food)與機能營養飲食處方。探索營養與疾病交互作用之分子標靶，解析最低化疾病風險的最佳化營養保健攝取量及生物利用性，以預防及協同治療老化相關慢性疾病，更是未來發展個人化精準食品營養醫學於健康促進之重要研究議題。

傳統之食品營養保健研究，包括機能食材保健功能性評估檢測，與研發致病分子標靶及食品營養攝取劑量，多倚賴動物體為實驗模式。因應聯合國永續綠能 SDG 發展目標：防止飢餓，促進健康，永續綠能環境與研究；配合臺灣目前國科會推動之科學研究重點，開發減量、精緻化或取代動物的前臨床實驗研究模式，例如器官晶片、3D-幹細胞、生物反應器等，推動食品營養保健與工程醫學、細胞生物學、系統生物學等領域之跨域研究，以轉型及建立更符合綠能之前臨床試驗研究模式，並精進人體臨床實驗研究模式應用於精準營養醫學研究，實為未來本學門發展趨勢。同時，24 世紀進入 AI 與數位科技新紀元，結合新數位科技開發臺灣在地特有食材與營養保健成分之健康標記徽章；以新數位科技智慧化臺灣食品產業之原料暨食材之加工製程暨食品保供應鏈。綠能化健康食品，加值健康食品經濟產業功效。應用新興多體學技術平台與人工智慧新數位科技，篩選創新營養食品機能成份，研發保健營養食品暨老化相關慢性疾病之診斷與藥物偕同治療的有效作用分子標靶。結合系統生物學暨臨床醫學研究，探索降低慢性疾病風險之全齡食品營養保健需要量。應用人工智慧科技統合臺灣營養食品新數位資訊以建立臺灣健康智庫，開發臺灣特殊前瞻性食品營養保健與臨床精準醫學之全齡食品營養品，預防慢性疾病暨協同治療的新穎處方，健康飲食策略暨研擬公共衛生健康政策，以促進全齡健康福祉。以上乃為本學門重點研究方向。

(三) 學術面、臨床面及應用面之價值

食品科技與營養保健屬應用科學的一環，基礎研究可延伸其應用價值和產業發展，與國民健康息息相關。食品產業與營養保健應用需朝三大方向發展，其一是強化全球資源整合能力，有效運用合理成本的資源，生產高品質的產品，以滿足國民飲食需要並行銷國際；其二是按照本土區域資源特色，發展具有本土特色而不易受到外來產品競爭且符合消費者需求的產品；其三是發展跨域整合策略，將上述發展區域資源特色與全球資源整合經驗，轉變為可以複製的策略模組，用以克服臺灣資源有限且市場規模小的限制，讓臺灣食品與營養保健研發的經驗可以跨區域或國境轉移，但臺灣研發團隊仍可掌握核心技術與知識，讓臺灣的學術研究與產學合作的運作，能以全球資源為思維，以世界市場需求為著眼點。

過去臺灣在發酵食品、植物肉與保健素材開發已具有上述三大方向的雛型，不僅透過食品技術的發揮、新觀念與新科技的應用來突破產品發展瓶頸，也提供營養師於代謝症候群控制與疾病預後的臨床應用。目前全球面臨食品安全、社會高齡化及心血管疾病等現代文明病的問題影響，消費者更加重視影響身體健康或預防疾病發生的飲食攝取，因此結合營養知識，發展個人化飲食產品的世代已然來臨，食品與營養保健領域的研究與跨領域的建構探討，具有很高的學術與應用價值。

傳統生物食品與營養保健醫學研究方法，侷限於單一或數個分子標靶之分析平台與生物科技，無法統合生物系統受到不良營養調節之所有變異分子標靶，勾勒系統性疾病進展的脈絡與趨勢，因而無法早期診斷與精準規劃預防及預後的食品營養分子標靶。應用營養多體學於精準醫學研究發展，不僅在治療及預防慢性疾病如心血管疾病、肥胖、第二型糖尿病與癌症之精準營養規劃具有顯著貢獻、更進一步影響醫療保健與健康照護政策的研擬。應用食品營養多體學於研發健康飲食攝取評估與診斷生物標靶，規劃精準營養飲食設計，最佳化保健營養素建議攝取值，智慧化選擇功能性食品及開發新型保健營養飲食配方、醫用食品等，具有臨床醫學高度應用價值。

(四) 國內現有研究人力、設備及資源分配之狀況與需求

食品與營養保健學門之研究重點與範圍係有關食品與其原料之基礎與應用研究，並整合改善人體健康之基礎與應用研究。本學門的工作以維持國民營養需求與健康促進為主要推動目標，包括傳統食品加工技術之創新、創新食品科學與新穎性加工技術與應用、即時食品品質監控智能技術、食品供應鏈追溯智能系統、食品真實性與食品防禦技術、食品潔淨標章技術、食品中毒與污染

預防之創新技術、飲食或營養素與腸道菌相之關聯性、營養素與食品功能性因子評估技術與應用、營養素或食品功能性因子間之交互作用、生命期營養以及健康飲食模式等研究項目。但由於近二十年「保健食品」的市場發展蓬勃，許多原屬食品或營養領域之研究者紛紛投入食品保健機能之研究，與食品加工技術專業或基礎營養理論與社區營養方向有關之研究計畫則有非常明顯萎縮的現象，十分值得注意。食因性疾病之基礎機制與食品化學成分之鑑定與檢測研究，數量變少，對於食品病源與食品安全之監控能力日漸薄弱，與接軌國際間研發與檢測技術的快速發展落差將會擴大，宜多加推廣和鼓勵。

面臨全球與國內少子化與人口老化結構變遷，選讀食品與營養保健科系的碩、博士生銳減。特別是私立大學研究所招生面臨相當大挑戰，無足夠研究人力支持教師進行研究。COVID-19 疫情時代改變學生學習型態與思考模式，線上遠距學習不利同儕互動腦力激盪之研究問題探索，研究所研究人才養成困難。多數學校各單位的貴重與共同儀器與設備研究平台資源，尚待整合以發揮效益。本學門的研究發展，仍面臨許多挑戰需要克服。

四、我國發展食品與營養保健學門領域研究之 SWOT 分析

(一) 優勢 (Strength)

1. 國內學者具有優良的學術研究訓練且積極投入研究，食品科技與營養保健的論文質量表現不斷提升。
2. 研究單位與食品業者互動關係良好；亦有異業結合，有效地運用資源。
3. 食品產業較鄰近國家具技術領先之優勢，尤其商品及行銷創新能力強。
4. 具專業領域之團隊，可建立整合性核心技術，亦可結合現代化加工製程技術，開發具明確功效之產品。
5. 製藥研發機構及業者積極投入開發保健食品，在研發、製造、製劑技術與功能試驗上能力強。

(二) 劣勢 (Weakness)

1. 產業升級緩慢，加上少子化問題，學生就讀博士班的人數降低，將嚴重影響研究人力。
2. 大學院校中支持性專業研究人力短缺，研究人員所負擔之教學與輔導學生負擔重。
3. 食品與生技企業多屬中小規模，資金、人才相對缺乏，國外技術來源取得不易，法規限制多。
4. 受法規限制，缺乏開發中草藥為食品配料之契機；原料效能研發不足，關鍵機能性配料之鑑定及活性評估能力尚待加強。

5. 需建立具有規模人體試驗之規劃及累積團隊運作之實務經驗。

(三) 機會 (Opportunity)

1. 代謝症候群等相關疾病與高齡人口之比例逐年增加，相關之保健食品市場需求大。
2. 消費者要求保健產品之功效需具有明確驗證科學證據。
3. 市售保健產品兼具食品型態、美味與機能性者數量仍少。
4. 國內豆穀類年產值高，極具開發高附加價值產品之潛力；中草藥保健產品研發空間亦大。
5. 國科會於 112-113 年推動相關領域之單一整合型國家專案研究計畫，促成跨領域研究團隊及研究成效的整合。

(四) 威脅 (Threat)

1. 國外研發之保健食品進入臺灣，臺灣管理法規與國際接軌仍有落差。
2. 國內業者大量採用進口機能配料開發產品，而東南亞、大陸與非洲機能性配料產品價格低廉。
3. 日本在豆類發酵及中草藥的研發具相當的基礎；歐洲國家開發草藥產品經驗豐富，並有科學證據支持其產品功效。歐美積極發展減重用保健食品，對肥胖及減重已建立完整評估作業體系。
4. 國外積極研發食品型態之保健產品以及替代食物新來源，並鬆綁法規限制。
5. 與國外相較，我國於食品科技與營養科學研究的預算偏低，使得推動大型研究計畫相對困難。

五、學門未來發展之規劃重點、推動策略及預期效益

學門未來發展之推動策略及預期成效:

- (1) 本學門於 112 年召開兩次推動學門重點研究之交流討論會，凝聚本學門複審委員與三任學門召集人之共識，研擬未來發展之規劃重點。
- (2) 本學門進而於 11 月 2 日舉辦國科會 113 年度食品與營養保健學門跨域研究論壇暨成果發表會，分別邀請國內各大學及研究機構之國科會補助計畫案之專家學者及研究人員團隊，進行 5 場口頭論文報告與將近 40 篇之期刊論文壁報展，分享本學門近年三大研究成果亮點:(1)應用食品科學尖端科技，探討食品與其原料之機能成分，研發最佳化加工策略以提升機能成分，加值食品營養機能性與食品安全性;(2)應用新數位科技，解析食品及其機能營養成分之人體生物利用性，生理與生化代謝機轉與作用分子標靶;(3)應用先端科技，研發早期診斷與預防慢性疾病的食品營養保健功能性指標，轉譯為精準健康醫學應用。藉由科學研發成果交流，引領年輕世代學者提

升創新能力與國際視野。

- (3) 舉辦推動食品科學與營養保健跨域整合研究規劃圓桌座談會議，由現任學門召集人與前幾任學門召集人主持，與當日受邀的專家學者針對生科處提案構想議題，討論本學門未來發展之規劃重點。
- (4) 圓桌座談會議專家學者凝聚共識之一，期待未來能組成整合型研究團隊，推動本學門跨域合作生科處與國家專案研究計畫，促成跨領域研究團隊及研究成效的整合。建立跨領域、跨學門與跨國際之研究團隊，共同深耕永續全齡健康福祉與蓬勃社會糧農經濟發展的食品營養保健科學研究。

學門未來發展之規劃研究重點方案：

整合型計畫重點：

- (1) 推動開發臨床精準醫學智慧應用之健康臺灣—應用新數位科技建立臺灣在地糧農食材之保健圖鑑。
- (2) 新數位科技開發臺灣在地特有食材與營養保健成分之健康標記徽章：以多體學數位科技(genomics, transcriptomics, epigenomics, proteomics, metabolomics and microbiomics)。開發臺灣在地特有食材與營養保健成分之功能性腸菌體指標；代謝質體指標；營養基因體指標；營養蛋白質體指標為健康標記徽章。
- (3) 應用新興多體學技術平台與人工智慧新數位科技，篩選創新營養食品機能成份，研發保健營養食品暨老化相關慢性疾病之診斷與藥物偕同治療的有效作用分子標靶。結合系統生物學暨臨床醫學研究，探索降低慢性疾病風險之全齡食品營養保健需要量。
- (4) 應用人工智慧科技統合臺灣營養食品新數位資訊以建立臺灣健康智庫：應用新數位科技與人工智能之海量數據分析策略，統合並串聯食品與營養成份資料庫(衛福部食藥署)，國民營養調查食品營養攝取資料庫(國健署)，臺灣特殊食材資料庫(農委會)與疾病標靶之多體學資料庫(基因體/代謝質體/蛋白質體等資料庫)等國家級智庫(國科會)，鏈結世界級大數據資料庫，提供應用 AI and machine learning 精準數據資料庫，建立臺灣健康智庫。以建立臺灣健康智庫，開發臺灣特殊前瞻性食品營養保健與臨床精準醫學之全齡食品營養品，預防慢性疾病暨協同治療的新穎處方，健康飲食策略暨研擬公共衛生健康政策。以促進全齡健康福祉。
- (5) 以新數位科技(AI and machine learning)智慧化臺灣食品產業之原料暨食材之加工製程暨食品保供應鏈。綠能化健康食品，加值健康食品經濟產業功效。

個人型計畫重點：

- (1) 開發臺灣在地特有食材與全球綠能食材與營養素於創新食品科學與新穎加工製程技術應用。

- (2) 建立創新科技與智能系統平台，以監測食品與營養安全品質暨供應鏈追溯。
- (3) 進行食品與營養防禦，潔淨標章，中毒與污染預防。
- (4) 推展精準食品營養保健科學基礎研究。
- (5) 研發新穎食品保健營養成份分析技術。
- (6) 應用新興多體學技術平台，以篩選創新食品機能成份與營養素，探索其降低慢性疾病風險之保健需要量。
- (7) 解析其生化、生理、細胞分子生物之作用機轉並研發早期診斷與預防慢性疾病的功能性指標，作為機能食品營養狀態評估與偵測之參考基準。
- (8) 應用生物資訊與人工智能之海量數據分析策略，統合食品與營養成份資料庫，國民營養調查食品營養攝取資料庫，與疾病標靶之多體學資料庫(基因體/代謝質體/蛋白質體等 資料庫)等世界級暨國家級智庫，發掘前瞻性食品營養保健研究主題。

中長程發展之推動策略行動方案及預期效益:

(一) 短期

目前國內研究所招收博士班研究人力應採精英化，建置配套措施鼓勵博士班學生出國進修或出國從事博士後研究工作，以提升國際競爭力。此外，鼓勵海外優秀學者返台之人才延攬計畫，以及國內各大專院校逐步推動之彈性薪資審查，都有助於吸引海外優秀臺灣學者返國服務，而達提升學門研究人力之質與量的目的。年輕學者可塑性高且有機會透過新的學習方式接觸發展中研究方法的技術核心，但剛進入學術領域前期尚無機會呈現潛力，較難爭取到足夠之資源以發展其專業領域，目前國科會已建立對年輕學者較友善之審查制度，並爭取特別預算以補助年輕學者。另外，本學門也會利用相關學會活動中規劃研究職涯發展的分享活動，藉由與資深研究學者的互動，傳承經驗。此外，亦鼓勵資深研究人員藉由整合型計畫之申請與執行，提供其研究經驗，整合不同領域背景、年齡層之研究專家，除協助年輕學者持續發展其專長外，亦厚植學門相關領域之研究能量。

(二) 中期

由於公共衛生與醫療體系的改善，人類年齡大幅延長，但高齡化人口結構的轉變，增加了社會醫療、社會保險與健康福利的支出。高齡者因為老化的關係而產生身體機能衰退，例如咀嚼能力、胃口、消化能力下降，使其體力、體重均下降，導致疾病更易發生。因此本學門自 106-109 年度推動「高齡營養食品科技研究專案計畫」之執行，該計畫係透過公開徵求國內跨領域傑出研究團隊，引入食品科技、新陳代謝、營養及牙科等進行跨領域結合，提出

跨領域單一整合型研究計畫。此整合高齡長者族群之食品營養議題將會延續，從食物選擇製備、飲食攝取、營養吸收、營養相關身心功能等構面出發，強化跨領域團隊合作及加速成果產出，建構具實證基礎之高齡營養政策。期待透過改善老年人的飲食，促進其營養的吸收，增強體力與活動力，來減少銀髮族的患病與臥床，進一步減少老年人口的健保支出。鑒於營養為促進高齡長者健康之重要基石，需透過科技研究，瞭解我國老年人營養狀況與各種老人症候群、非傳染病之關聯，研發改善老年營養之有效介入，以做為未來研擬推動老人健康飲食政策之參考，並結合產、官、學、民間團體各界，發展高齡營養健康產業。

另外，本學門於 106-108 年度推動跨部會旗艦計畫「建構安全的食品體系研究計畫-新穎科技於食品之應用專案計畫」的執行，該計畫係透過公開徵求國內跨領域傑出研究團隊，結合不同領域專長的人員，提出單一整合型研究計畫，以前瞻性、創新性、卓越性、跨領域交流及國際競爭力作為研究計畫審查準則，希望更多頂尖優秀人才投入進行深度、創新及具長遠規劃之建構安全的食品體系領域研究。配合國際食品安全新紀元的發展趨勢，將持續規劃如何以新科技開發履歷驗證的新方法、建立預測產品保存期限的新模式、用即時食品品質監控方案取代固定保存期限的標示。此外，如何利用物理或酵素加工方法減少使用添加物的加工技術，使產品趨向 clean label 的需求；以及透過新加工方法或現有加工方法的改進或應用，來減少加工污染物的加工技術，也是本學門將會延續的推動方向。透過本學門的推展，期能建立履歷的檢測方法，預防性地避免摻偽，同時為提升產製技術，將建立保存期的預測模式、利用加工方法減少添加物的使用或可能的污染物，使產品更健康、安全。研究成果將能彙整成為助益於社會的動能，重建我國的食品供應體系之安全性及消費者信任，邁向國際舞台。

(三) 長期

個人化營養概念已被提出多年，但缺乏有效累積數據與實施的方式，隨著精準醫療與健康方案透過質體學研究法、新演算法、雲端運算、物聯網與個人行動載具的發展逐漸成熟並商業化的契機，個人化營養將有機會透過食品設計方式實現。過去研究因受限於研究工具與方法學的極限，只能理解營養素或活性物質對人體健康的直接與巨觀的影響，雖已有許多證據顯示多重因子的間接影響有明顯的貢獻，但由於研究法的限制，一直難以突破。隨著基因體學、蛋白質體學、脂質體學脂質、醣質體學、代謝質體學與微生物群菌相學的發展，幫助研究者逐漸瞭解食物因子透過腸道微生物菌相的轉換與代謝；也就是由益生菌(probiotics)代謝

瞭解到益生元(或稱益菌生，prebiotics)轉換到後生元(postbiotics)的機制，在以三者共同作用於人類(或動物)宿主的影響，累積的數據再以關聯性分析與個人飲食因子產生聯結，回饋到食品組合設計運算，產生於區域食物選擇可以取得的個人飲食建議。當然新型態的食品供應與安全系統，也會隨著食物選擇變化而成長，食物素材的多元化與接近消費端的組合(即食物最後一哩路)的個人營養概念將可以被實現。

六、 113 年度學門推動成果

(一) 總體性成果：

本學門涵蓋食品與營養保健兩大領域，無論在基礎研究或產學應用開發上皆有豐碩之研究成果，113 年度整體學門之論文發表質與量持續提升，亦見專利申請或技轉績效。然而針對全球國家在食品及營養與保健領域之論文量及全球論文平均被引用數國家排序，仍有提升的空間。

1. 學術成就（科技基礎研究）

推動應用代謝體學與系統生物學方法，系統化的理解對健康產生不利影響的分子機制，並強化相關保健產業之發展，解析食品營養保健與慢性疾病之生物標靶，以最佳化營養攝取量暨最低化疾病風險。

2. 技術創新成就（科技整合創新）

擬持續推動高齡食品整合型研究計畫，促進營養、醫學及食品加工技術跨領域專業研究人員的整合，提升跨領域研究之成效。

3. 經濟效益（經濟產業促進）

擬推動保健食品研發、高齡營養與新穎科技於食品之應用於精準營養醫學專案整合型研究計畫與個人計畫之成果，除基礎研究外，也著重協助業者提升技術、開發新產品及增進產品的競爭力，將有助於進用人員與加強投資意願，促進經濟與產業的發展。

4. 社會影響（社會福祉提升、環保安全）

高齡營養食品科技計畫呼應高齡化社會於營養促進的殷切需求，增加老年人口健康年齡，利於發展高齡營養健康產業；新穎科技於食品之應用計畫成果可減少加工污染物與使用添加物的加工技術之使用，提供消費者更安全的食品，促進社會的安定，並降低加工過程對環境之衝擊與影響。

5. 其他效益（科技政策管理及其他）

預測產品保存期限的模式與產品保存期限標示相關，利於生產者與衛生管理單位依循科學性證據，確立保存期限，除提

升食品安全性外，亦可避免資源浪費；產銷履歷檢驗方法的開發，能確保產品原產地，減少魚目混珠的標示，利於生產者與衛生管理單位之經營與管理，亦可促進消費者之權益。

(二) 個別計畫代表性成果

1. 國立臺灣大學農業化學系暨研究所：蘇南維教授

計畫名稱：酚類植化素磷酸酯衍生物生產策略之研究

計畫編號：110-2320-B-002-033-MY3

酚類植化素具有多種生理活性，常作為植物膳食補充劑的原料，但因水溶性差而應用受限。本三年期計畫重點研究成果如下：(1) 評估多酚類磷酸酯合成酶 (*Bacillus subtilis* polyphenol phosphate synthetase, BsPPS) 催化不同多酚類基質的能力，發現其可催化高達三十餘種多酚類基質，生成其水溶性磷酸酯衍生物。透過微生物生物轉換篩選合適的磷酸化策略，對微生物具有毒性或難以進入細胞的基質：木犀草素、水飛薊素、白藜蘆醇以體外酵素轉化，對弈降解的槲皮素則建構剔除 *qdoI* 基因剔除菌株進行生產。(2) 建構 BsPPS 及第三型聚磷酸鹽激酶 2 (PPK2-III) 雙酵素耦合系統，以 ErPPK (PPK2-III from unclassified *Erysipelotrichaceae* bacterium) 協助 ATP 再生，在減少一半 ATP 用量下成功轉換生成木犀草素、水飛薊素、白藜蘆醇等磷酸酯產物，兩小時內達 94.0% 以上轉換率。經系統性優化反應條件，僅需添加 0.5 mM ATP 便可生成高達 20 mM 木犀草素磷酸酯。(3) 利用 CRISPR/Cas9 技術剔除 *qdoI* 基因，成功建構 *B. subtilis* Δ *qdoI*，並用於生產槲皮素磷酸酯。於 37°C 與 500 μ g/mL 槲皮素共培養 24 h，磷酸化轉換率達 54%，但基質已完全消耗，代表可能存在其他未知槲皮素代謝途徑。本研究系統性探討 BsPPS 可催化基質範疇，並優化多酚類磷酸酯的生產系統，為新穎多酚類磷酸酯衍生物的應用開拓新的研究與應用方向。

2. 中國醫藥大學營養學系：蔡佳文教授

計畫名稱：鼠尾草酸在雙酚 A 造成的神經退化和代謝干擾之保護角色

計畫編號：110-2320-B-039-050-MY3

雙酚 A (bisphenol A, BPA) 是一種內分泌干擾化學物質，廣泛用於聚碳酸酯的塑膠製品，並與記憶障礙有關。鼠尾草酸 (carnosic acid, CA) 是一種迷迭香二萜類，具有抗肥胖作用，並且能影響 BPA 誘導的記憶缺陷。本研究以 C57BL/6J 雄性小鼠管餵 CA 模式探討其在 BPA 處理下對記憶損傷與脂質

合成之影響。結果以開闊場測驗 (open-field test, OFT)、新奇物體辨識測驗(novel objective recognition test, NOR)及 Y 迷宮測驗(Y-maze test)等行為測試發現 CA 與 RE 可改善 BPA 造成運動、識別以及空間記憶的損傷。CA 與 RE 亦可改善 BPA 所誘導 tau 磷酸化以及降低突觸蛋白 post-synaptic density 95 (PSD-95)、突觸蛋白 1a (synapsin1a)和 pro-brain-derived neurotrophic factor (pro-BDNF)蛋白表現。此外，餵食 BPA 小鼠相較於控制組顯著增加其體重與副睪脂肪組織重，而 CA 組則顯著改善 BPA 所增加的附睪脂肪組織重。另外，CA 與迷迭香萃取物 (rosemary extract, RE)可改善 BPA 小鼠的血脂異常。進一步實驗發現，CA 與 RE 藉由增加脂解基因 adipose triglyceride lipase (ATGL)蛋白、降低脂肪合成基因 fatty acid synthase (FAS)和 adipocyte protein 2 (aP2)蛋白，顯示在 BPA 小鼠肝臟組織中發揮抗脂質合成作用。另外，CA 亦可以透過活化 IRS-1/Akt 途徑來逆轉胰島素訊號路徑，進而改善 BPA 所誘導的胰島素阻抗。上述結果顯示，CA 可減少 BPA 引起的磷酸化 tau 蛋白表現與記憶障礙。此外，CA 與 RE 可以透過調節脂肪細胞的分化、脂質生成以及脂肪分解來逆轉 BPA 誘導的脂質堆積。

3. 臺灣大學公共衛生學院食品安全與健康研究所：魏嘉徵助理教授

計畫名稱：長期暴露玉米赤黴烯酮對跨世代生殖、代謝以及免疫之毒性效應：以自噬作用與表觀遺傳調控做探討

計畫編號：110-2320-B-002-077-MY3

本研究計畫利用秀麗隱桿線蟲 (*Caenorhabditis elegans*) 作為模式生物，對於長期暴露玉米赤黴烯酮於生物體內是否會誘導肥胖、生殖、免疫或跨世代等 毒性效應進行探討，並利用線蟲之優勢，進一步分析其分子層級之毒理機制。研究結果顯示，長期暴露 1.25 及 50 μM 玉米赤黴烯酮會顯著提高線蟲之脂肪累積量與三酸甘油酯含量，並會顯著降低線蟲子宮內含卵數與產卵之速率，表示玉米赤黴烯酮會造成生物體的肥胖以及生殖毒性。此外還發現玉米赤黴烯酮會影響生物體內脂質代謝、卵黃素生成、生殖、粒線體分裂及細胞凋亡等分子調控機制，並可能同時影響自噬作用。親代長期暴露 10 及 50 μM 玉米赤黴烯酮會顯著降低親代與未暴露子代線蟲之運動行為表現、子宮內卵數及總子代數，表示玉米赤黴烯酮會在生物體內誘導跨世代運動行為和生殖毒性；而多世代暴露 0.1 及 1 μM 玉米赤黴烯酮則會使上述效應隨暴露代數

增加愈發顯著，即使親代不受影響，持續暴露下仍可在後代誘導毒性。此外，長期暴露玉米赤黴烯酮會顯著影響表觀遺傳機制中組蛋白甲基化相關基因表達，並且 MES-4 可能是其毒性跨世代傳遞的主要媒介。長期暴露 50 μ M 玉米赤黴烯酮 會顯著影響代謝、免疫與溶酶體途徑，並顯著降低線蟲在 *Bacillus thuringiensis* 感染下的存活率，此效應可能和線蟲抵禦病原菌所需之先天免疫系統的過度活化與氧化壓力的調控相關，如在長期暴露玉米赤黴烯酮後接著暴露 *B. thuringiensis* 下，其免疫相關基因的表達過度上調或下調，以及活性氧物質水平與過氧化氫酶之 mRNA 及蛋白質活性皆顯著增加。本研究結果提供長期暴露玉米赤黴烯酮對生物體誘導生殖、代謝、跨世代、多世代與免疫毒性等相關毒理資料，可供後續防護等研究之參考，與相關機關在管理考量上之依據，進而確保食品衛生安全，維護國人健康以及降低黴菌毒素污染所造成之健康風險。

4. 國立臺灣大學食品科技研究所：謝淑貞教授

計畫名稱：利用熱蛋白質體學分析中國橄欖乙酸乙酯層萃取物促使大腸癌細胞凋亡之標的蛋白

計畫編號：110-2320-B-002-034-MY3

中國橄欖(*Canarium album* L.)過去被用作傳統中藥材，本實驗室先前研究顯示中國橄欖果實水萃物殘渣甲醇萃取乙酸乙酯區分層 (Chinese olive extract, COE)對大腸直腸癌細胞具有抗增生與促進細胞凋亡的功效。相較於正常腸上皮細胞 IEC-6, COE 對結腸癌細胞株 HCT116 有較低的半致死劑量。差異蛋白質體學的結果也顯示 COE 處理後，除了影響 HCT116 細胞週期與細胞凋亡途徑外，代謝相關途徑(如：醱解作用)也有顯著差異。進一步利用細胞熱轉變分析 (cellular thermal shift assay, CETSA)結合蛋白質體學分析配體結合作用標的時所引發的熱穩定性變化，結果發現 6-phosphofructokinase (PFK1)熱穩定性受 COE 影響，並以 intact cell 與 cell lysate 的條件下進行 CETSA 證明溶解曲線改變，推論 COE 含有 PFK1 的配體。酵素活性分析發現在 in vitro 與 cell lysate 實驗中 PFK1 的活性受到 COE 抑制。PFK1 活性下降導致 ATP 濃度降低與 ADP/ATP 比例上升，進而活化 AMPK 促進 p53 相關細胞凋亡基因表現量提高。接著，以分子對接模擬(molecular docking)尋找 COE 中可能抑制 PFK1 的功效性成分，發現 COE 內的 amentoflavone 相較於 PFK1 的受質有更高的親和力，最後在細胞試驗中也發現對

HCT116 細胞具有毒殺性與 PFK 的抑制效果。本研究分析蛋白熱穩定性變化證實 COE 與 PFK1 的直接交互作用，導致細胞產生能量壓力，進而促進 AMPK 與 p53 路徑活化，最終導致細胞凋亡。

5. 國立臺灣大學食品科技研究所：張榮素教授

計畫名稱：鐵過量與 n-3 多元不飽和脂肪酸交互作用的探索性研究:以中年肥胖之認知功能缺損為例

計畫編號：NSTC 111-2320-B-038-030-MY3

鐵及二十二碳六烯酸(DHA)為大腦必需營養素，但肥胖或失智患者常有鐵過量但 n-3 多元不飽和脂肪酸 (n3-PUFA) 下降趨勢。本研究以高脂飲食誘發中年肥胖大鼠合併補充檸檬酸鐵(Ferric citrate)試驗，探討不同血鐵狀態如何影響大腦 n-3 PUFAs 代謝機制。將 Sprague-Dawley (SD) 大鼠分為 5 組，包括標準飲食的對照組和以 50% 高脂飲食(HFD)誘導的肥胖大鼠補充檸檬酸鐵 (0.25g、1g、2g ferric iron /kg 飲食)，或不補充鐵劑。飲食餵養持續 13 周，犧牲時將大鼠不同腦區取出儲存。採用脂質組學分析海馬迴 (hippocampus) 的脂肪酸 (FA) 圖譜，通過西方點墨法檢測海馬迴 n 3 PUFAs 轉化酶、PUFAs 運輸通道及轉化酶、Land's cycle 機制及鐵代謝挑控機制之表現。行為測試(MWM, OFT, NORT)用於評估大鼠認知功能。脂質體學分析顯示: 和控制組相比較，餵食 1g 或 2g 鐵/kg 飲食 的肥胖大鼠的海馬迴 n-3 和 n-6 PUFAs s 濃度均顯著下降 (all $p < 0.05$)。西方點墨分析顯示，餵食 $\geq 1g/kg$ 鐵劑的肥胖大鼠海馬迴中 PUFAs 運輸蛋白(MFSD2A、CD36、FATP1)及 Land's cycle 傳遞號機制(ACSL1、ACSL6、LPCAT3、LPCAT4)均顯著降低 (all $p < 0.05$)。高劑量鐵補充 ($\geq 1g/kg$ 鐵飲食)也損害了海馬迴鐵代謝調控機制:促進 hepcidin 表現，但抑制鐵通道 DMT1 和鐵蛋白轉運蛋白 1 (FPN1) 表現 (all $p < 0.05$)。行為測量顯示，單獨高脂飲食顯著降低了開放場測試 (OFT)、新物體識別測試 (NORT) 的識別指數和莫里斯水迷宮 (MWM) 的長期空間記憶，但添加檸檬酸鐵卻改善行為測量指標 ($p < 0.05$)。斯皮爾曼分析顯示: 鐵指標與海馬迴 PUFAs 代謝指標呈顯著關係 (均 $p < 0.05$)，但大腦 n-3 PUFAs 濃度與行為測試無顯著相關性。結論：高劑量檸檬酸鐵($\geq 1g/kg$ Ferric Fe/Kg diet)顯著降低中年肥胖大鼠海馬迴的 n-3 PUFAs 濃度及代謝機制，但短期的 n-3 PUFAs 缺乏對大腦認知功能沒有影響。

七、檢討與展望

本學門整體研發質量逐漸提升，與鄰近國家相比，仍具有相當技術優勢。為持續強化臺灣食品與營養保健科學之國際競爭力，本學門仍須加強技術創新能力的提昇以及研發能量的整合，鼓勵跨國合作的研究，推動具前瞻性之專案計畫。未來學門之發展，除加強補助並鼓勵年輕學者，提升學門內研究人力之質與量，為學門累積未來發展之能量。此外，亦鼓勵學者執行多年期及整合型研究計畫，並推動國際交流合作，深化學術研究能量。本學門也將持續推動專案型研究計畫，協助學門內之學者組成研究團隊，針對臺灣目前重大之食品與營養保健議題進行整合型研究計畫，以落實產官學合作，並強調研究成果之產業實用價值。

整合型計畫重點規劃議題:例如推動開發臨床精準醫學智慧應用之健康臺灣—應用新數位科技建立臺灣在地糧農食材之保健圖鑑。以新數位科技開發臺灣在地特有食材與營養保健成分之健康標記徽章：以新數位科技智慧化臺灣食品產業之原料暨食材之加工製程暨食品保供應鏈。綠能化健康食品，加值健康食品經濟產業功效。以多體學數位科技(genomics, transcriptomics, epigenomics, proteomics, metabolomics and microbiomics)，開發臺灣在地特有食材與營養保健成分之功能性腸菌體指標；代謝質體指標；營養基因體指標；營養蛋白質體指標為健康標記徽章。應用新興多體學技術平台與人工智慧新數位科技，篩選創新營養食品機能成份，研發保健營養食品暨老化相關慢性疾病之診斷與藥物偕同治療的有效作用分子標靶。結合系統生物學暨臨床醫學研究，探索降低慢性疾病風險之全齡食品營養保健需要量。應用新數位科技與人工智能之海量數據分析策略，統合並串聯食品與營養成份資料庫(衛福部食藥署)，國民營養調查食品營養攝取資料庫(衛福部國健署)，臺灣特殊食材資料庫(農業部)與疾病標靶之多體學資料庫(基因體/代謝質體/蛋白質體等資料庫)等國家級智庫，鏈結世界級大數據資料庫，提供應用精準數據資料庫，建立臺灣健康智庫。以建立臺灣健康智庫，開發臺灣特殊前瞻性食品營養保健與臨床精準醫學之全齡食品營養品，預防慢性疾病暨協同治療的新穎處方，健康飲食策略暨研擬公共衛生健康政策。以促進全齡健康福祉。以新數位科技(AI and machine learning)智慧化臺灣食品產業之原料暨食材之加工製程暨食品保供應鏈。綠能化健康食品，加值健康食品經濟產業功效。

藉由本學門推動目標與規劃，鼓勵學者經由科學研究，深化國內於食品與營養保健方面之研究能量，滿足提供國人符合衛生安全與營養之食品所需之知識與技術，並呼應社會發展預防保健策略之需求，增進國人健康。

公共衛生與社會醫學學門 發展規劃及成果報告

召集人：邱瀚模 共同召集人：陳柏熹、簡莉盈

一、前言

本學門 113 年度，截至 113 年 10 月止，一般型研究計畫申請 497 件，通過 202 件(40.6%)，其中多年期計畫有 85 件(42.1%)。在一般型計畫中，公衛及環境醫學共申請 176 件，通過 74 件，通過率為 42.0%，其中多年期計畫 33 件；精神醫學、老人醫學及家庭醫學申請 153 件，通過 61 件，通過率為 39.9%，多年期計畫 24 件；護理領域申請 155 件，通過 62 件，通過率為 40.0%，多年期計畫 26 件；食品安全領域申請 13 件，通過 5 件，通過率為 38.5%，多年期計畫 2 件。在新進人員計畫中，公衛及環境醫學申請 18 件，通過 9 件，通過率為 50.0%，多年期計畫 4 件；精神醫學、老人醫學及家庭醫學申請 12 件，通過 6 件，通過率為 50.0%，多年期計畫 2 件；護理領域申請 15 件，通過 8 件，通過率為 53.3%，多年期計畫 3 件；食品安全領域申請 2 件，通過 1 件，通過率為 50.0%，無多年期計畫。執行計畫之機關包含國內各大學院校、醫院、中央研究院、國家衛生研究院等，與前一年度相比今年申請件數微降，通過率則相若，國內專家學者研究之質量相當穩定。

二、學門簡介

公共衛生與社會醫學學門涵蓋四大學科（公共衛生及環境醫學、精神醫學、老人醫學及家庭醫學、護理學科及食品安全），以及六個學術次領域，全面聚焦國人健康的各重要面向。

本學門的規劃重點與範疇包括針對以群體為視角的各種致病因子進行深入探討，從環境有害物質、社會與家庭互動，到社會網絡及個人慢性與精神疾病等領域，皆以流行病學設計、環境暴露監測、遺傳標記分析、社會關係與共病分析，結合創新統計模式，解析致病因子並提出解決方案，如行為介入模式等，進而轉化為具體衛生政策。透過公共衛生、精神與老人醫學、護理及食品安全等專業領域或跨學科議題的創新研究，旨在解決國人健康問題。以下為各學門領域的研究範疇與特色：

（一）公共衛生及環境醫學：

本領域涵蓋流行病學與生物統計（如流行病學方法、疾病風險評估、健康風險評估、慢性與傳染病流行病學、遺傳與分子流行病學、生物統計與長期追蹤研究等）、環境醫學（如環境衛生、職

業醫學、環境毒理、生物偵測、環境職業生殖危害等)及健康政策與管理(如醫務管理、醫療品質、長期照護、健康保險、醫療經濟與健康促進等)。

(二) 精神醫學、老人醫學及家庭醫學：

精神醫學領域涵蓋精神疾病流行病學、生物精神醫學、神經影像學、睡眠醫學、精神病理學、成癮科學及心理治療等。老人醫學則聚焦老年健康、緩和醫療、長期照護及老化疾病等問題，並探討跌倒、自殺與生活品質相關議題。家庭醫學則涵蓋流行病學、代謝疾病、行為科學、預防醫學及醫學倫理等多元主題。

(三) 護理學科：

護理學科涵蓋急重症護理、感染與免疫護理、腫瘤護理、精神與心理健康護理、老人護理、長期照護、慢性病護理及婦女與兒童健康等範疇，並關注基於分子流行病學及遺傳護理的新興研究方向。

(四) 食品安全：

食品安全學科涵蓋食品衛生與安全、食品科學、食品微生物學、食品風險分析及食品法規與管理，著眼於食品品質與風險的整體把控。

以上規劃旨在以多面向與跨領域的整合研究，全面提升國人健康水準並促進學術發展。

三、學門領域之研究現況及發展趨勢

(一) 全球之發展現況及未來發展趨勢

健康的人民是健康社會和穩定經濟的基石。如果大多數人無法獲得負擔得起的基本衛生服務，不僅個人健康會受損，社區和社會的穩定性也可能因此受到威脅。因此，推動公共衛生的投資與優質衛生保健服務的提供尤為重要。世界衛生組織(WHO)今年特別呼籲全球各國加大對「健康一體化(One Health)」方法的投資，這是一種跨部門合作的政策制定方式，旨在改善人類、動物和環境健康，同時應對食品安全、抗生素抗藥性感染以及環境污染等挑戰。

雖然自本世紀初以來，衛生服務覆蓋率已有所改善，但近年來的進展已趨於停滯，特別是在非傳染性疾病(Non-communicable disease, NCD)及生殖、孕產婦、新生兒和兒童衛生領域。根據2021年的數據，全球仍有超過45億人無法獲得足夠的基本衛生服務，這一挑戰需要各國更加努力。

非傳染性疾病(如心血管疾病、癌症、慢性呼吸道疾病和糖尿病)是全球主要死亡原因，每年造成約4,100萬人死亡，其中大部分發生在低收入和中等收入國家。這些疾病與不健康的生活方式密

切相關，例如不良飲食習慣、缺乏運動、吸煙、飲酒和空氣污染等。減少這些風險因素是控制慢性病的關鍵方法。政府及相關利害關係人可採用低成本的策略來減少可改變的風險因素，同時應加強對慢性病及其風險的監測，以指導政策制定和資源分配。而有效應對慢性病影響需要全面性的策略，包括跨部門合作（如衛生、教育、交通、農業等），以減少風險並推動有效的干預措施。這種整合性方法不僅可以減輕慢性病對個人及社會的影響，也有助於促進公平與效率。此外，新興科技的快速發展，特別是人工智慧（artificial intelligence, AI）、大數據分析(big data analytics)和精準醫療(precision medicine)，為公共衛生帶來了前所未有的機遇。人工智慧在疾病風險評估、早期預測和個性化健康管理方面的潛力顯著，例如透過機器學習模型分析環境與健康數據，快速辨識傳染病爆發的趨勢，或利用影像識別技術進行早期癌症診斷。同時，大數據可以整合多來源的健康信息，幫助政策制定者精準鎖定資源配置的重點區域，優化干預策略。此外，數位健康工具如遠距醫療與健康應用程式，正逐漸改變醫療服務的傳遞方式，縮小地理與經濟差距，讓更多人享有基本健康服務。

未來，我們可以期待人工智慧在公共衛生政策制定中的更廣泛應用，例如即時監測傳染病爆發、分析非傳染性疾病的長期趨勢，甚至優化資源分配與行為干預策略。透過與科技結合，公共衛生研究不僅能更有效地解決現有挑戰，也能為全球健康的未來創造更大的可能性。此外，經歷了疫情的衝擊與洗禮，我們更加認識到公平與正義對公共衛生政策的重要性。未來的公共衛生研究與政策評估需注重跨專業、跨領域和跨部門的整合合作，並利用新興科技的潛力，加速研究成果的轉譯與應用，確保能更有效地支援公共衛生決策的制定與實施。這是公共衛生領域未來努力的重點方向，也是全球健康進步的重要推動力。

（二）我國之發展現況、重點研究方向及未來發展趨勢

新冠肺炎驗證了全球化快速發展所帶來的挑戰，包括人口流動、動物貿易與生物多樣性喪失對健康、社會及經濟的影響。三年多的疫情不僅威脅民眾健康，也深刻改變了日常生活，迫使各國重整醫療體系並加強社會安全與長照服務。

在此背景下，許多公共衛生議題受到更大關注，對政府的期待與資源需求也隨之增加。為應對這些挑戰，生科處公共衛生與社會醫學學門以公共衛生及環境醫學、精神醫學、老人醫學及家庭醫學、護理及食品安全為核心，涵蓋國人健康各重要面向。研究方向運用流行病學、環境暴露與毒物偵測、遺傳標記分析、社會行為科學與創新統計模型等方法，探索環境危害、心理社會因子與

社區互動等影響，提出疾病防治與健康促進方案，並評估其可行性與成效。

未來，隨著健康大數據與人工智慧技術的發展，學門將加強跨學科整合，推動資料科學創新，為群體與個人健康議題提供更有效的解決方案，並加速研究成果轉譯為政策實踐。

(三) 學術面、臨床面及應用面之價值

本學門的研究成果廣泛發表於國際頂尖期刊，展現出高度的學術影響力，並獲得國際專家的肯定。為進一步提升研究能量，學門積極整合資源，建立完善的鼓勵機制，推動新進教師的培育與審查委員的專業訓練，同時規劃跨國及雙邊合作計畫，並支持博士生及博士後研究人才的培養，成為國家公共衛生與社會科學研究的重要推手。

學門以有限資源高效助力國內學者開展具有國際競爭力的研究，規劃前瞻性與開創性的研究主題，鼓勵優秀青年人才投入研究工作，對國內生命科學研究環境的進步、社會與經濟發展，以及學術影響力的提升具有深遠意義。研究涵蓋廣泛的臨床與公共衛生領域，包括緊急醫療照護、腫瘤、婦幼健康、心血管疾病、腎臟疾病、腦與神經病變、糖尿病、皮膚疾病、B型肝炎、傳染病防治、傷害與自殺預防，以及環境毒物等重大公共健康議題，並積極推動成果轉化為實務應用，造福社會。

面對快速變化的國際學術環境與科技進展，學門多年來在六大研究領域中密切合作，秉持實證醫學原則，制定具科學基礎的政策與決策。同時，結合數位科技與醫療照護產業，將數據科學導入健康照護體系，以提升醫療品質與系統韌性，促進全民健康與公共衛生服務的全面進步。

(四) 國內現有研究人力、設備及資源分配之狀況與需求

新興傳染病對醫療體系的衝擊，不僅暴露出公共衛生人力和資源分配的不足，也凸顯出現行衛福部門相關法規未能與時俱進對新興科技應用的限制，進一步影響了相關研究的推進和實際應用。疫情期間廣泛使用的數位健康與遠距診斷技術，展示了其在公共衛生領域的潛力。然而，疫情之後，許多疫情期間展現出的高效率與積極嘗試的創新精神未能延續，部分公共衛生體系和相關政策快速回退至疫情前的運作模式，錯失了進一步深化改革和技術應用的契機。如果缺乏相應的法規調適與支持，這些技術難以有效融入衛生政策，或推廣至資源較為有限的地區，對國際公共衛生改善的貢獻也將受限。

同時，我國疫情中的治理經驗，包括設立指揮中心協調資源、利用科技進行邊境管制與社區監測、以及資訊公開的機制，提供了

整合治理能力的範例。然而，這些成功經驗也反映出台灣公共衛生體系在法規設計上仍需更大彈性，以因應快速變化的科技發展和健康挑戰。疫情期間的創新做法，如快速反應、跨部門合作以及科技應用，應成為常態化運作的一部分，而非僅限於危機情境中短期的策略調整。若未能將這些經驗持續下去，公共衛生體系將難以在未來挑戰中保持競爭力。

為此，建立完善的「公共衛生安全防護網」機制尤為重要。這不僅需要強化公共衛生核心專業能力，更需藉由系統性的調查、分析與評估，迅速發現問題，並配合法令、政策與計畫的調整，確保科技創新能夠有效應用於實際公共衛生需求中。未來應加速推動相關法規的更新與調整，為新興科技與公共衛生的結合提供更大空間，全面提升我國在健康治理與國際公共衛生合作中的示範作用。

四、我國發展公共衛生與社會醫學學門領域研究之 SWOT 分析

(一) 優勢 (Strength)

1. 強大的數位醫療基礎: 台灣擁有豐富的健保大數據資源，結合人工智慧 (AI)、雲端運算、5G 通訊等技術，以及強大的電子資訊研發與製造能力，為數位醫療和精準醫療的發展提供了堅實基礎。
2. 政府政策支持: 政府積極推行「友善研發環境」、「提升國際學術聲望」和「參與國際研究組織」等政策，促進研究人才的培育和留任，為學術發展創造良好條件。
3. 精準醫療的國際競爭力: 健全的醫療體系和完整的電子病歷系統，使台灣在基因與疾病關聯研究方面具有優勢，有助於降低藥物不良反應風險，並強化疾病的預防與健康促進。
4. 學術研究實力: 國內學者經過良好的研究訓練，積極投入學術工作，且學術論文的質量與影響力持續提升，逐漸與國際接軌。

(二) 劣勢 (Weakness)

1. 產官學協作不足: 政府、學界與產業間的功能與角色尚未充分整合，學術成果往往缺乏應用價值或未能滿足政策需求，導致研究與實務脫節。
2. 人才流失問題: 由於國內薪資水平難以與鄰近國家競爭，難以吸引國際名校畢業的優秀學者返台，也造成優秀人才外流至其他國家發展。
3. 研究資金受限: 近年來研究經費增長有限，申請門檻提高，加上人事成本上升，影響研究推動與計畫執行效益，對國內學術發展形成壓力。

4. 法規進展緩慢：資料應用科學相關法規尚未完善，缺乏共識，導致健保與人口數據等珍貴資源無法有效運用，限制了精準健康和生活品質提升的研究發展。

（三）機會（Opportunity）

1. 台灣擁有吸引國際人才回流的潛力，加上學術單位積極引進新血，促進跨領域合作，增加研究機會，進一步提升優秀人才留在本地深耕發展的意願。同時，醫藥衛生相關產業的投資意向也隨之更加積極，為創新研究提供更多資源與支持。
2. 國內具備建置大型世代資料庫的能力，結合健保資料庫與政府疾病登錄系統，為大數據分析與精準醫學研究提供了強大的基礎，增強台灣在國際學術發展中的競爭優勢。
3. 健康科技在台灣蓬勃發展，加上對實證醫學的重視，讓科學研究與醫療技術能有效應用於各種衛生議題，提供具有科學依據的政策與策略建議，提升公共健康的解決能力。

（四）威脅（Threat）

1. 社群媒體的普及為資訊傳播提供了便利，但同時也使錯誤訊息更容易傳播，對社會大眾情緒造成負面影響，甚至引發偏差與恐慌。因此，政府應採取嚴謹且一致的危機溝通方式，以科學為基礎，確保訊息的透明與準確，幫助民眾建立穩定的信任基礎。相反，若決策缺乏科學依據或朝令夕改，則容易讓民眾受到社交媒體虛假訊息的影響，加劇對公共政策的不信任感。
2. 與中國等鄰近國家相比，台灣在研究資源與環境方面存在競爭劣勢。這些國家投入大量經費，提供優渥待遇與完善的研究條件，吸引全球頂尖人才，導致國內優秀人才大量流失。此外，國內國科會研究助理的薪資水平也無法與產業界競爭，造成學術單位難以吸引年輕人才協助計畫推行，進一步削弱了研究執行的效率與成果。
3. 衛福部門的守舊與老大心態也對公共衛生研究的進展形成阻礙。科研成果往往因缺乏驗證與應用的管道而無法落地，導致研究價值難以真正轉化為政策或實際效益。這不僅限制了公共衛生領域的創新發展，也削弱了學術與政策之間的連結，亟需改變現行制度，促進更開放與合作的態度。

五、學門未來發展之規劃重點、推動策略及預期效益

（一）短期

1. 推動全球衛生教育與國際接軌：在全球衛生教育方面，應聘用具備國際預防疾病實務經驗的師資，例如荷蘭的 Erasmus University 與瑞典的 Karolinska Institute 的專家。這些具備國

際視野的教學資源不僅能帶來前沿知識，也能協助學生深入了解國內社區的公共衛生問題，進一步提升解決能力。此外，可設計教育計畫，讓師生有機會前往發展中國家的社區，將台灣在公共衛生領域的成功經驗應用於當地，實現教學與實務結合的教育理念，促進學生的國際觀與實際操作能力，強化台灣在全球衛生教育中的影響力。

2. 建立資料科學的法規基礎與社會共識：隨著大數據與人工智慧技術在公共衛生與醫學研究中的應用日益廣泛，建立健全的資料科學法規環境已刻不容緩。法規應以保護個人隱私為基礎，同時提供明確的框架以支持數據的合法流通與應用。此外，推動社會對數據科學的共識教育也是關鍵，透過公開討論與專業交流，增強公眾對數據應用的信任，為數據驅動的研究與政策創新奠定基石。
3. 提升研究與審查能力：為了提高研究計畫的申請成功率與學術質量，可定期舉辦撰寫研究計畫與學術論文的研習營，提供參與者撰寫結構與內容的實務指導。同時，建立計畫審查心得分享工作坊，讓研究者能互相學習，了解成功案例的特點與申請策略。此外，可針對學門教師舉辦計畫審查專業培訓，提升審查過程的公平性與準確性，進一步提高研究計畫的整體水準與執行效果。
4. 推動跨領域主題研究計畫：公共衛生與社會醫學領域的議題多元且複雜，亟需跨學科的協作來解決。例如，針對全球健康、老年化社會、精神健康、食品安全等重要議題，應設立跨領域主題研究計畫，邀請公共衛生、社會科學、生物醫學及資料科學等不同領域的專家共同合作。這種多學科整合的模式不僅能提供更全面的解決方案，也能促進創新研究成果的產出，增強台灣在國際學術界的影響力。

以上這些策略將從教育、法規、研究能力與多學科合作四個面向，全方位強化台灣在公共衛生與社會醫學領域的競爭力與國際地位。

（二）中期

1. 規劃長期健康防護策略：隨著疫情逐漸趨緩，我們應著眼於未來，規劃持續且可行的健康防護策略。為應對潛在的病原變異和新興健康威脅，需投入適當資源，確保醫療體系的韌性與可負擔性。同時，透過創新且可行的公共衛生政策，打造安全健康的生活環境，以支持國家穩定發展和經濟成長。
2. 創立國際衛生司，吸引年輕公共衛生專業人才：應推動跨部門協作，設立國際衛生司，以因應全球健康議題的挑戰。同

時開放機會給公共衛生師，吸引具有實踐經驗與優秀表現的專業人才，特別是具潛力的年輕一代。這將為公共衛生領域注入新的活力，並提供更大空間讓他們在政策制定和實務操作中發揮所長，促進國家健康戰略的創新與實現。

3. 打造國際競爭力研究團隊: 整合國內外頂尖研究人才，促進跨學科合作，成立具有全球競爭力的研究團隊。此舉不僅能加強台灣在公共衛生與社會醫學領域的學術影響力，也能推動學術成果的實際應用，為國家健康政策提供科學依據，提升台灣在國際公共衛生領域的地位與貢獻。
4. 擴大博士生與博士後研究員的國際深造機會: 提供更多優秀博士生與博士後研究員出國深造的機會，並提高留學獎助經費的吸引力。透過支持他們參與國際頂尖學術環境的研究與交流，提升專業素養與國際視野，使國內研究人力更具全球競爭力，為台灣學術與公共衛生的未來發展奠定基石。

這些措施旨在強化健康戰略規劃、吸引專業人才、促進學術創新，以及提升國際競爭力，為台灣在全球公共衛生領域建立穩固的領導地位。

(三) 長期

1. 推動跨國合作，解決全球健康挑戰: 衛福部、國家衛生研究院以及國科會等研究資助單位應積極推動針對全球重大健康議題的跨國合作研究。台灣在B型肝炎、登革熱等疾病防治上積累了豐富經驗，結合健保資料庫、大數據分析與人工智慧等專業技術，可以共同開發創新模型，提升全球健康問題的解決能力。透過這種合作，不僅能吸引更多專業人才留在台灣，也能促進跨領域的思維與創新實踐，為全球衛生領域帶來深遠影響。
2. 促進學術交流與整合性研究: 定期舉辦學門成果交流會，邀請國內外傑出學者參與，進行經驗分享與學術交流。同時，透過工作坊與腦力激盪，促使學者形塑新穎的整合性研究議題，提升研究的前瞻性與創新性，為台灣的學術研究注入更多活力與國際競爭力。
3. 強化未來傳染病防控體系: 在後疫情時代，必須重新審視資源分配、人力調度與制度設計，建立更具韌性的傳染病防控體系。應建構健全且即時的人畜共通疫情監測系統，包含精準的監測指標、跨部門系統的高效聯動與資料整合，以及提升實驗室檢測量能的科技應用。這些措施將確保台灣能迅速應對未來可能的大規模社區傳染，降低健康與社會風險。
4. 加強國際合作，培育專業人才: 政府應與國際知名組織、基

金會以及具影響力的傳染病研究機構建立合作夥伴關係，簽署合作協議，共同推動專業人才培育計畫。透過與全球領先機構的合作，台灣將能引進最新的技術與知識，培養新興傳染病領域的高端專業人才，進一步提升國家在國際公共衛生領域的話語權與影響力。

上述這些策略旨在整合台灣的科研優勢、推動跨國協作、加強人才培育與技術提升，以應對未來健康挑戰，並在全球衛生領域中發揮更大的領導作用。

六、113 年度學門推動成果

(一) 總體性成果：

1. 學術成就（基礎科學研究）

本學門長期鼓勵專家學者在各領域深入探索與研究，計畫主持人於基礎科學研究方面表現卓越，產出多項具突破性的成果，並持續在國際知名期刊發表高質量論文，顯示出學門在全球學術界的影響力。

2. 技術創新成就（科技整合與應用）

本學門致力於推動基礎研究向臨床應用的轉化，以提升國內醫療品質。隨著醫療資訊與技術快速進步，創新型計畫逐年增加，並在技術研發與醫療產品開發方面取得多項專利，展現了科技整合應用的卓越成效。

3. 經濟效益（促進經濟與產業發展）

本學門研究與技術創新對國內醫療產業的發展具有直接促進作用，助力產業升級並增加市場競爭力，進一步創造經濟效益，為國家經濟發展注入動能。

4. 社會影響（改善公共福祉與環境安全）

面對不斷湧現的公共衛生新興議題，本學門積極研究癌症、空氣污染、食品安全、精神健康、氣候變遷及藥物安全等影響國人健康的核心問題。這些研究不僅回應了民眾的關注與憂慮，更為政策制定與實踐提供了科學基礎，促進社會福祉與環境安全。

5. 其他效益（政策規劃與科技管理）

本學門的研究成果不僅支持科學進步與技術發展，亦為科技政策的規劃與管理提供了實證依據，推動國家政策更加精準與高效地應對當前公共健康與科技挑戰。

(二) 個別計畫代表性成果

1. 國立臺灣大學醫學院急診醫學科江文莒教授，其計畫名稱“社區心跳停止病人接受單獨腎上腺素治療對照合併腎上腺素、血管加壓素與類固醇治療之預後研究：隨機臨床試驗（猝

死再生試驗)”(計畫編號為 NSTC 111-2314-B-002-086-MY3) “Intraosseous versus intravenous vascular access in upper extremity among adults with out-of-hospital cardiac arrest: cluster randomised clinical trial (VICTOR trial) BMJ. 2024 Jul 23;386:e079878.”(IF=93.7): 這項 VICTOR 試驗是一項集群隨機對照試驗，旨在比較骨內 (intraosseous, IO) 與靜脈內 (intravenous, IV) 血管通路對非創傷性院外心搏停止 (OHCA) 成人患者的治療效果。研究於台北市四支高級救護隊進行，共納入 1,732 名年齡介於 20 至 80 歲的患者進行分析。主要結局為出院存活率，次要結局包括自發循環恢復 (ROSC)、持續性 ROSC (≥ 2 小時) 及具有良好神經功能的存活率。結果顯示，IO 通路與 IV 通路在所有結局指標上無顯著差異，IO 組與 IV 組的出院存活率分別為 10.7% 與 10.3% ($P=0.81$)。結論指出，對於非創傷性 OHCA 患者，骨內通路與靜脈內通路在治療效果上無明顯差異。

2. 國立陽明交通大學醫學系吳貞宜教授，其計畫名稱”探討空氣污染與氣象因子對皮膚相關疾病的影響”(計畫編號為 NSTC 111-2314-B-A49A-508-MY3) ”Association of air quality index (AQI) with incidence of atopic dermatitis in Taiwan: A nationwide population-based cohort study” J Am Acad Dermatol. 2024 Jun;90(6):1218-1225. (IF=13.8): 本研究利用台灣健保資料庫 (NHIRD) 探討空氣品質指數 (AQI) 與異位性皮膚炎 (AD) 發生率之關聯，納入 21,278,938 名 2008 年前未診斷 AD 的參與者，結合台灣空氣品質監測網絡的長期平均 AQI 數據。結果顯示，2008 年至 2018 年間共確認 199,205 例 AD 新病例，且 AD 風險隨 AQI 升高顯著增加，最高 AQI 分組 (Q4) 的調整後風險比 (aHR) 為 13.20 (95% CI: 10.86-16.60)。此外，AQI 每增加 1 單位，AD 風險增加 7% (aHR: 1.07, 95% CI: 1.07-1.08)。研究結果顯示，AQI 與 AD 發生率具有顯著正相關，並呈現劑量反應關係，但因個體資料有限，仍需進一步研究驗證。本研究利用台灣健保資料庫 (NHIRD) 探討空氣品質指數 (AQI) 與異位性皮膚炎 (AD) 發生率的關聯，分析超過 2,100 萬名參與者的數據，顯示 AQI 與 AD 風險存在顯著正相關，且呈現劑量反應關係，高 AQI 分組的 AD 風險明顯升高。研究結果為空氣污染對 AD 的影響提供了有力證據，並為公共衛生政策的制定和環境治理提供了重要參考。然而，由於缺乏個體層面數據及污染物組成的細分，因果關係仍需進一步驗證。本研究具有重要的公共衛生意義，突顯

空氣污染對健康的潛在危害。

3. 國立臺灣大學公共衛生學院流行病學與預防醫學研究所李文宗教授，其計畫名稱以年齡-年代-世代克里金建構疾病率的時空動態圖(計畫編號為 NSTC 111-2314-B-002-089-MY3)” Interacting trends of colorectal cancer incidence: the combined effects of screening and birth cohort” Int J Epidemiol. 2024 Aug 14;53(5):dyae123. : 本研究利用創新「年齡-時期-世代-篩檢」(APCS)模型分析台灣 2000 至 2019 年間大腸癌發生率趨勢。結果顯示，2010 年大腸癌發生率顯著上升後，隨篩檢計畫推行，每年分別下降 3.4%(男性)和 3.1%(女性)，至 2019 年較無篩檢情境下預測發生率降低 12.4% (男性)及 11.6% (女性)。世代效應從 1920 至 1980 年顯著增加，但 1980 年後趨於穩定，女性甚至呈現下降趨勢。結論指出台灣透過篩檢成功降低大腸癌發生率 10%，APCS 模型為研究篩檢計畫效益提供了有力的分析工具，並強調持續監測的重要性。

七、 檢討與展望

未來公共衛生學門將透過整合多元研究方法，包括流行病學、環境暴露與毒物偵測、遺傳標記分析、社會行為科學研究及創新統計模型等，從基礎、臨床、環境、社會及政策等不同層面深入探討。研究主軸聚焦於環境危害暴露、心理社會家庭因素、社區環境影響以及人際網絡與社會互動等，分析其對健康的多層次影響，以疾病防治為核心，同時推動健康促進。學門將提出創新的健康行為改變模式，並對健康預防介入方案進行可行性與有效性的評估，進一步將實證研究成果轉化為衛生與福利政策的規劃與實施。

面對健康大數據與人工智慧時代的來臨，學門將加強資料科學的應用，優化研究方法並完善相關法制基礎，確保資料應用的安全性與公平性，特別關注不平等及弱勢群體的健康權益。未來將以促進公衛及環境醫學、精神醫學、老人醫學與家庭醫學、護理與食品安全等領域的協作研究為重點，全面提升群體與個人的健康生活水平，實現公共衛生學術發展與實務應用的雙贏局面。

工程醫學學門 發展規劃及成果報告

召集人：林頌然 共同召集人：陳震宇

工程醫學學門透過跨領域整合了生物、醫學、工程和基礎科學的研究，致力解決醫學與臨床應用中的問題。這個學門的研究範疇廣泛，包括生醫材料、生物力學、生醫電子、工程醫學、醫學影像、醫學物理、輻射生物學、癌症放射治療、核子醫學、骨科、牙科、組織工程、幹細胞、再生醫學及復健醫學、物理治療、職能治療等多個領域。

【壹、醫工、骨科、幹細胞學科】

一、前言

醫學工程是將工程原理與技術、基礎科學和臨床醫學相結合，應用於醫療診斷、臨床治療、傷害防治、人體工學設計等多個科學領域的跨學科領域。骨科注重於人體骨骼、肌肉、神經系統及軀體運動功能的研究與應用；再生醫學的核心概念是以細胞為基礎，透過補充與替換受損組織的細胞，或透過控制細胞分化成為所需的組織，進而修復受損的組織或器官，最終達到恢復生物體健康的目的。

二、學門簡介

醫學工程的廣泛領域可以簡單分為以下幾個主要方向：(1) 醫用電子與生醫儀器，(2) 生物力學及輔具，(3) 生醫材料、藥物釋放與組織工程，(4) 醫學資訊與影像、病灶檢測。在骨科方面，按功能可分為一般骨科、運動醫學、脊椎骨科、手足骨科、創傷骨科、小兒骨科等六大領域。在幹細胞研究方面，除了幹細胞的分離純化和分化能力的研究；神經幹細胞的培養以及其在周邊神經損傷和中樞神經疾患中的應用；胚胎幹細胞及各種組織前驅細胞的研究；細胞外基質和組織支架對於幹細胞或前驅細胞的研究，以及細胞治療之應用研究。

三、學門領域之研究現況及發展趨勢

(一) 全球之發展現況及未來發展趨勢

醫學工程領域日益受益於多個科學和技術領域的緊密整合，包括生物學、工程學、資訊技術、材料科學等。這種跨領域合作推動了眾多創新技術和應用的發展。近年來，隨著半導體製程創新和人工智慧的蓬勃發展，醫學影像與大數據分析的速度不斷加快，

有助於開發更快速且精確的疾病診斷程式或分析軟體。各大國際藥廠也積極開發數位設備與應用程式，數位設備的應用包括各種便攜式智能裝置而數位應用程式在醫學診斷、監測和治療方面也有著巨大的潛力，不僅滿足了現代人對醫療服務更便利的需求，同時也為藥廠帶來了更廣泛的市場和商機。因此，數位設備與應用程式將持續是未來醫學工程領域發展的重要方向之一。在生醫材料方面，除了致力於開發更先進、耐用、生物相容的材料外，納米技術的應用更使得在細胞和分子層次上能夠進行更精細的操作，對於生物體內的特定疾病治療或診斷具有潛在的重要意義。遠端醫療的發展被視為解決全球偏遠地區醫療挑戰的重要途徑，有助於提升該地區居民的醫療保健水平。這一領域的發展不僅可以改善偏遠地區醫療資源的分配，同時也提供更方便、快速和有效的醫療服務，促使醫療資源更加平等地分佈到不同地區。外泌體被認為是新穎的生物標誌物，有助於疾病的早期診斷和監測。外泌體具有傳遞訊息、調節免疫反應等功能，因此被廣泛探討用於治療性應用。隨著對外泌體應用的不斷擴大，外泌體的工業化生產將成為一個重要的研究方向。全球外泌體相關應用市場估計到 2026 年可達 5.13 億美元，2030 年之後產值有機會達到超過 30 億美元。類器官(organoid)的市場規模亦迅速擴大，將從 2023 年的 14.2 億美元擴大到 2024 年的 17.8 億美元。這段時期的擴張是由於生物醫學研究的進步、藥物研發發現研發需求的不斷變化、疾病建模的需求、個人化醫療的日益普及以及支持性的法規環境。

(二) 我國之發展現況、重點研究方向及未來發展趨勢

我國通過特定醫療技術檢查檢驗醫療儀器施行或使用管理辦法（特管辦法），正式開放六項適用對象，包括自體免疫細胞治療用於標準治療無效的癌症病人與實體癌末期病人；自體軟骨細胞移植用於膝關節軟骨缺損；以及自體脂肪幹細胞移植用於大面積燒傷及困難癒合傷口等。細胞治療的涵蓋範圍包含細胞純化、細胞培養、細胞分化和細胞移植。過程中生產品質穩定的細胞需要醫學工程專家的協助與發展。此外，我國近年積極推廣核酸藥物開發，但由於核酸藥物在人體內容易被分解的特性，使其在特定疾病部位難以累積足夠的量。提升脂質奈米微粒（lipid nanoparticles, LNP）的製備品質，或是著手開發新穎的核酸載體，以提高核酸藥物的穩定性和轉譯調控能力。這項發展具有極大的潛力，有望在核酸治療領域中扮演關鍵角色，同時推動新一代藥物的研發和應用。目前已經有許多公司和研究機構投入到外泌體的生產技術研究中，進而希望能夠實現外泌體的大規模生產，從而推動其在臨床應用中的進一步發展和應用。此外，國科會也因

應減少動物使用量，提出實驗動物 3R 策略之推升計畫，協助研究團隊優化重整現階段無可替代之動物實驗，並加速離體測試和類器官平台之發展。

(三) 學術面、臨床面及應用面之價值

總體而言，醫學工程學科的研究成果在國際上表現出色，特別是在 111 年度計畫中，主持人的論文發表質量優異，多篇論文刊登於重要頂尖的學術期刊。隨著我國通過特管辦法，許多計畫主持人將成功製備高品質細胞治療的經驗與各大醫院進行合作，不久即可這些研究成果應用於人體。除了細胞治療，有計畫主持人透過結合生物材料成功操控幹細胞分化成類器官組織，類器官的研究，不僅可以鏈結生醫材料團隊優化各種類器官的發育過程，更可以加速臨床藥物篩選以及奈米標靶藥物遞送開發。這不僅有望減少小鼠實驗使用量，符合 3R 原則，以學術面探討幹細胞機轉，還有機會在未來臨床面與應用面直接應對器官捐贈不足問題，為等待器官移植的患者提供更多希望。醫學工程的計畫具有技轉潛力，不僅專注於學術研究，更積極參與實際產業合作，透過專利申請並提升技轉價值，促使研究成果更迅速地轉化為實用產品或服務，實現理論與實務的有機結合。外泌體的應用範疇不斷擴展，涵蓋了神經修復和骨損缺等領域。除了學術研究，未來也希望能將其應用延伸至專利申請和技術轉移。

(四) 國內現有研究人力、設備及資源分配之狀況與需求

由於涉及工程與醫學兩大領域，近年來越來越多的研究團隊傾向以跨領域的方式合作進行研究。然而，能夠同時執行工程和醫學計畫的單一專業團隊相對較少。國內各大專院校培育出眾多擁有醫學工程背景的研究生，且有越來越多臨床醫師投身於醫學工程領域，因此目前的研究人力尚許充足。但因業界積極吸引跨領域人才，未來可能面臨醫學工程人才短缺的挑戰。這種趨勢可能需要更多的協作和整合，以確保醫學工程領域持續發展，滿足日益增長的需求。各大研究和學術單位在基本設備方面都能滿足需求，然而，大型高階儀器如冷凍顯微鏡和高階質譜儀等，僅集中在特定的單位。因此，如何推動跨校、跨區之合作與整合或是添購，使各地區的研究人員都能有效地使用資源集中地區的核心設備資源，是我們應努力之目標。在人員培訓方面，國內的硬體儀器設備雖然世界級水平，但技術門檻高，一般學校單位卻因薪資結構的限制，較難留住優秀的專業技術員。最後，藉由國科會目前正在推動的專案計畫，可以積極推動國際合作，舉辦更多研討會及工作坊，同時加強專業人員薪資水平，以提供更具吸引力和穩定的工作環境。透過這樣的舉措，我們能夠協助培育並吸引更多

的國際人才，促進學術交流，亦為臺灣目前應持續努力的方向。

四、我國發展醫工、骨科、幹細胞領域研究之 SWOT 分析

(一) 優勢 (Strength)

1. 臺灣在半導體技術、精密模具和關鍵零組件技術方面遙遙領先全球，並已形成強大的產業群聚效應。這種協同效應使得我們能夠快速、大量地生產高品質的產品，展現出極高的全球競爭實力。
2. 臺灣擁有高水準的醫師隊伍、優越的醫療技術，以及龐大的健保資料庫大數據資源。這些優勢使得臺灣的醫師擁有豐富的臨床經驗，能夠深刻理解醫療器材開發的重要性，並且熟知如何將研究成果轉化為具有臨床價值的產品。
3. 臺灣在傳統的紡織及高分子加工產業擁有相當扎實的基礎，這些相關技術可被應用於拓展高階高分子醫材類和奈米科技產品。
4. 通過特管辦法的實施，未來幾年內可望見到細胞治療在臨床面的成效顯著提升。
5. 透過研究單位和公司合作，共同推動外泌體和類器官的工業化生產。

(二) 劣勢 (Weakness)

1. 各大國際藥廠近來紛紛積極佈局與數位設備及應用程式相關的專利，這顯示了對於數位醫療領域的高度重視與投入。若不加速專利佈局，未來將難以在競爭激烈的環境中取得成功。
2. 目前非侵入式量測技術的設備和試劑主要由國際大廠提供，這些公司在專利方面佈局完善。相對而言，國內相關廠商主要以中小企業為主，面臨著經費不足的困境。在這樣的環境下，若要取得專利進步，就需要引進新穎技術並增加相應的研究資金。
3. 細胞治療的成功仰賴生產高品質的細胞，相關的耗材必須嚴格符合人體規範，這不僅提高了生產成本，還需要投入更多資金用於研發和生產過程中的技術改進，以確保治療的安全性和效果。這一情況使得國內企業面臨資金不足的問題，並需要積極尋求資助和投資來支持其持續發展。
4. 外泌體研究單位與企業之間缺乏共同目標，建議定期舉辦學術界與業界的互相溝通和交流活動，以促進跨領域的合作與創新。
5. 由於類器官的培養條件尚未標準化，各單位採用不同的流程建立模型，導致比對受到限制，且難以達成一致性。

(三) 機會 (Opportunity)

1. 核酸藥物未來藥物發展的新趨勢，而基於生醫材料穩健的基礎，我們可以鏈結基礎研究以提升核酸藥物傳遞系統與核酸藥物的穩定度和效果的重要機會。
2. 隨著生活水準提高，高齡社會趨勢日益顯著，科技輔具與健康器材勢必成為未來醫療發展的重要推動力，應適應社會需求並展現出優越的潛力。
3. 個人化健康照護的需求不斷增加，特別是在居家照護方面。原本屬於傳統醫療範疇的產品，正在轉型成為消費性的醫療電子產品。這種趨勢將為臺灣的產業發展提供重要的契機，不僅可掌握新興領域的優勢，還有助於提升長期照顧服務的品質與效能。
4. 醫工領域的專家學者具有驗證外泌體功效的能力，憑藉豐富的專業知識和技術，他們能夠設計並執行各種實驗，評估外泌體在疾病治療和再生醫學中的應用潛力。
5. 未來可以透過整合全國類器官平台，建立一個全面且標準化的類器官培養系統，提升不同研究單位之間的協作效率。這不僅能有效促進器官培養技術的優化，還能加速藥物開發的進程，為個人化醫療、疾病研究及臨床應用提供更可靠的模型和數據支持，從而推動生物醫學領域的整體進步。

(四) 威脅 (Threat)

1. 薪資過低和工作環境的不穩定是造成研究人才流失的主要原因之一。這使得難以留住和招募那些既具有臨床經驗又擁有研究能力的專業人才。
2. 在全球化的趨勢下，國外廠商透過行銷和品牌的優勢，相對容易主導並佔領整體國際醫療儀器市場。

五、學門未來發展之規劃重點、推動策略及預期效益

隨著全球人口高齡化趨勢日益明顯，導致醫療看護品質和臨床醫療行為的要求提升，現代醫療觀念已由早期的治療演變為預防與長期照護。因此未來發展規劃的重點包含：(1)先進醫學影像與 3D 影像技術協助醫療診斷與治療，(2)新穎微創及機械人手術創新技術與器械，(3)前瞻醫療器材研發，(4)生醫感測篩檢試劑與新興生技醫藥產品研發，(5)細胞治療，(6)奈米科技，(7)外泌體開發，(8)類器官等。本會所推動之計畫對於協助國內醫療生技相關產業升級發展及技術生根有很重要的責任，並下方詳細列出不同時期之規劃重點、推動策略及預期效益。

(一) 短期

鼓勵國內專業研究人才參與國際研討會，以提升其國際研究能力並吸收其他國家的研發經驗，擴大學術研究視野並促成未來合作

研究計畫。透過跨國、跨領域學程與培訓計畫，達到培育人才、提升人才素質與促成高階生技及跨領域人才培育成效，並厚實我國研發能量，提升研發成果。

(二) 中期

積極推動並建立各大學的產學合作機制，同時加強業界與學術界之間的緊密連結，是促進科技創新與經濟發展的重要途徑。這種合作模式不僅有助於縮短學術界與業界之間的理解與溝通差距，還能加速學術研究成果向實際產品的轉化過程。透過建立長期穩定的合作關係，學校可以更深入了解市場與產業需求，調整研究方向與人才培養策略；而業界則能藉助學術界的先進技術與知識，提升創新能力與競爭優勢。最終，這樣的雙向互動與資源共享，將實現學術與產業雙贏的局面，推動社會與經濟的全面進步。

(三) 長期

長期目標的建立在中期成功的基礎上，主要旨在實現研究成果的實用化和產業化，並密切結合生技產業和業界。這涵蓋以專利技轉和產學合作為主要策略，促進產學交流。透過系統性的臨床試驗，確保研究成果的可行性。最終目標是實際應用於臨床，為社會帶來實質利益。

六、113 年度學門推動成果

(一) 總體性成果：

整體而言，本年度於幹細胞操控工程、複合療法、藥物傳輸系統、重編表觀基因等相關研究，有諸多突破性之研究發現。亦有部分研究成果刊載於學門領域屬性相關之優質指標期刊，如：Advanced Materials、Biomaterials、Small structures 等。

1. 學術成就（科技基礎研究）

- (1) 生醫材料: 自我聚合核酸水膠；電荷可調性之伏剋藻奈米藥物；光固化型肺去細胞化細胞外基質水膠；用於臨床精準治療的高度模擬體外肺癌球體生理模型；樹枝狀奈米金載體；加載磁電有機金屬框架粒子。
- (2) 骨科: 關節鏡與電腦斷層掃描下脛腓聯結之解剖特徵；含鋰複合生物陶瓷支架；原位信息核糖核酸傳遞平台研發與幹細胞軟骨分化；免疫抑制微環境在人工關節感染診斷治療所扮演的角色。
- (3) 幹細胞: 脂肪幹細胞釋放的細胞外囊泡減緩關節軟骨細胞老化發炎；胎盤間葉幹細胞經培養為 3D 立體球狀延緩骨質疏鬆症；光遺傳學工程產生之鈣離子振盪波所介導的 DRP1 活化於促進粒線體分裂和細胞死亡之探究；利用誘導式多能幹細胞所建立之三維神經肌肉類器官體。

- (4) 人工智慧：透過網際網路之機器學習應用以預測人工關節感染手術後的死亡率；以人工智慧預測退化性關節炎之發展；開發深度學習磁共振頻譜分析方法。
2. 技術創新成就（科技整合創新）
目前工程醫學學門所補助的研究計畫中，不少具有科技整合創新走向，例如：兒童髖關節疾病的超音波創新應用研究；可長效緩釋藥物於血管內膜之鑲嵌式微針球囊應用於動脈粥狀硬化之治療；以 3D 生物技術列印絲膠立體組織載送脂肪幹細胞外泌體研究傷口癒合及組織修復 MicroRNA 分子影響；利用 HfO₂ 奈米顆粒進行穿戴式腫瘤監測和聲音動力療法以推進癌症治療；以甲殼素奈米複合物傳遞抗纖維化小分子核糖核酸做為口腔黏膜下纖維化之療法。
3. 經濟效益（經濟產業促進）
工程醫學學門所補助的研究計畫中，亦不乏具有高度應用性與潛在經濟價值的研究，包含：磁性誘導促進視網膜節細胞軸突再生；碳化多酚奈米膠增強免疫反應於敗血症治療；以甲殼素奈米複合物傳遞抗纖維化小分子核糖核酸做為口腔黏膜下纖維化之療法；標靶 Human Leukocyte Antigen-G 之可異體移植免疫細胞治療多重抗藥性之頭頸癌的可行性研究；探討 XV 型肝醣貯積病中人類蛋白引物 GYG 的角色及其潛在治療藥物之開發；特定強化的人類間質幹細胞作為抗衰老和退化性疾病修復及再生治療策略研究。
4. 社會影響（社會福祉提升、環保安全）
許多接受本學科補助之研究計畫其內容皆與社會福祉與環保安全之提升密切相關。例如新型外排縫線錨釘的生物力學研究與臨床運用；ALDH2 基因家族突變與骨質疏鬆及肌少症之相關性：體外、體內及資料庫研究；應用干擾盤基蛋白接受體 1(DDR1) 訊息傳遞於退化性關節炎的治療及機制探討；活化神經幹細胞以探究緩解神經退化之方法；巨噬細胞搭車的口服 β -葡聚糖功能化奈米粒子作為『精準引導的隱身飛彈』，用於靶向胰臟癌療法；探討代謝重組參與 EZH2 調控間質幹細胞分化之研究。
5. 其他效益（科技政策管理及其他）
本學科 113 年有三個團隊獲得國家新創獎，包含國立陽明交通大學林峻立教授團隊、財團法人國家衛生研究院陳景欣研究團隊和國立臺灣大學駱遠研究團隊。

(二) 個別計畫代表性成果

1. 國立清華大學材料科學工程學系王子威教授，發表具有礦化

- 梯度的界面聚電解質絡合纖維的組裝，用於生理啟發的韌帶再生的研究，相關成果刊登於 *Advanced Materials* (IF: 27.4)。
2. 國立成功大學生物醫學工程學系楊閔蔚教授，發表 *Lab-on-the-Needles*：基於微針貼片的 *SenBox* 作為行動醫療單元，用於高靈敏度的離體和體內蛋白質生物標記檢測，相關成果刊登於 *ACS Nano* (IF:15.8)。
 3. 國立清華大學生醫工程與環境科學系朱麗安教授和國立臺灣大學醫學工程學系林頌然教授，共同發表膠原蛋白豐富的厚組織的超解析度成像，其相關成果發表於 *Small structures* (IF: 13.9)。
 4. 臺北醫學大學生化學科糜福龍，發表雙靶向 EGCG/NO 供應蛋白組裝奈米顆粒，具有抗動脈粥樣硬化的多重協同作用，相關成果刊登於 *Chemical Engineering Journal* (IF:13.3)。
 5. 國立清華大學生醫工程與環境科學系胡尚秀教授，發表肺轉移利用原位黏附多孔有機奈米海綿介導的抗原捕獲用於自級聯滯留樹突細胞和 T 細胞浸潤，相關成果刊登於 *Biomaterials* (IF:12.5)。

七、檢討與展望

本學科學研在過去已經累積了相當的研發實力，然而，未來的發展仍需要不斷提升卓越的學術研究水準，並創造更多的學術研究價值。持續培植年輕優秀的學者是實現這一目標的重要一環，透過提供良好的學術環境、資源支持以及學術交流平台，使這些年輕學者的學術成果得以蓬勃發展。這不僅有助於推動學科的前沿研究，更能夠讓學科的成果登上國際學術舞台，提高學科在國際上的影響力，進而實現學科的長期發展目標。因此，持續致力於培養並支持優秀的學術人才，是學科未來發展的重要使命之一。此外，在這個快速變化的時代，科學研究領域的競爭日益激烈，學科的發展需要不斷地開拓新的研究方向和採用創新的方法。透過產學合作，學術界可以更靈活地適應產業的變化趨勢，確保研究方向與市場需求保持高度契合。同時，這種合作也能促進多學科之間的交叉融合，催生出更多具有突破性的技術與成果，進一步提升國家在全球科技競爭中的地位與影響力。

【貳、復健學科】

一、前言

復健領域的研究成果不僅在醫材開發、科技輔具應用以及新醫療

技術置入等方面具有應用價值，尤其在長照及失能等相關問題上，其必要性更是突顯。因此，這些研究成果在相關產業推動上具有相當的可行性和應用面。除了致力於罹病後的照護，該領域還注重預防醫學的概念，透過健康促進及早期預防性的介入，避免後續疾病的產生，進而降低相關的人、物、力與經濟照護成本。若這些研究成果能進一步與健康照護產業界合作，將不僅造福相關病患族群，同時對國內相關產業的發展也將帶來極大的助益。

二、學門簡介

復健學科以功能為導向，強調治療的不僅是單純的疾病，更著眼於提升患者的功能和生活品質。這是一個跨足多專業領域的醫學學門，包括復健醫學、物理治療、職能治療、語言治療、呼吸治療、運動治療、義肢裝具，以及科技輔具等。復健學科常與其他醫學領域合作，同時也需要與臨床心理、護理和社工等領域密切合作。復健醫學的核心任務在於探討病患在疾病發生後，其功能障礙和社會參與的變化，以及可能導致身心障礙的各種因素。透過治療，復健醫學致力於使病患功能最佳化，減低失能狀態，使其順利回歸家庭社會，甚至能夠重返工作崗位，進而降低社會整體照顧的成本。近年來，預防性的觀念也逐漸納入復健學科，探討如何在疾病發生前對高危險族群進行洞悉性的策略，以避免疾病和損害的產生。同時，在疾病早期針對尚未發生的併發症或不良後果進行及早的介入，以預防或減緩其惡化。這種全方位的照護理念使得復健學科在現代醫學體系中扮演著不可或缺的重要角色。

三、學門領域之研究現況及發展趨勢

(一) 全球之發展現況及未來發展趨勢

國外的重要研究領域包括神經科學與復健，其中包括針對腦中風、腦傷、巴金森氏症、脊髓損傷、自閉症類群以及腦性麻痺兒童等的研究；此外，還包括關節炎及肌肉骨骼疾病、老化相關研究、癌症復健、科技醫材與輔具，以及個人化精準復健介入等領域。在基礎研究方面，幹細胞、再生醫學與基因研究等領域也逐漸成為復健領域中新興的研究課題。這些研究透過深入了解與改善各類神經、骨骼和肌肉疾病，推動科技醫材的創新應用，並提升復健介入的精確性和個體化水平。人工智慧在復健領域發揮著重要作用，能夠根據個人特徵提供個性化的治療方案。虛擬現實和增強現實技術結合人工智慧用於訓練，能夠模擬真實情境提供更有效的復健。智能輔具的開發也成為人工智慧在復健中的亮點，如智能義肢和康復設備，能夠幫助殘障人士恢復功能。生物列印和3D生物列印技術的應用正在迅速擴展，特別是在製作個性化植入物和義肢方面，為複雜損傷的治療提供了創新的解決方案。這

項技術還可以利用細胞、基質材料和生物活性分子來構建三維結構，能夠提升個性化植入物穩定度和延長使用期限。

(二) 我國之發展現況、重點研究方向及未來發展趨勢

1. 新治療工具與方法學研究：包括經顱腦刺激術、神經調控電刺激、震波治療、超音波治療、組織再生療法、腦中風局限誘發療法、注意力策略動作學習法、機器人復健療法、虛擬實境療法等。這些研究尋求創新治療方法，以提高患者的復健效果。
2. 腦性麻痺孩童體感上肢復健遊戲之開發與應用：結合現代任務導向治療的核心概念和虛擬實境的優勢，設計一款腦性麻痺孩童體感復健遊戲，提升孩童的動機，使復健變得更有意思。
3. 復健機器人的研究：針對中樞神經損傷患者，如中風或脊椎損傷，致力於開發機器人輔助或替代受損神經系統，以促進患者功能的恢復或肢體功能的訓練。這些技術不僅能夠提供物理性的支持和運動訓練，更逐漸與人工智慧相結合，以建立更智能化、個性化的復健方案，有望為患者帶來更有效的康復效果。
4. 復健治療預後與療效評估：致力於發展客觀、有效、且精確的量測工具，用於評估損傷、失能、社會與功能限制。利用超音波彈性影像進行肌肉骨骼疾病的診斷，並借助人工智慧進行神經肌肉疾病的療效評估。此外，透過經顱直流電刺激改善神經疾患的行走表現、提升中風患者復健療效，以及開發居家用功能評估工具等。
5. 生物列印和 3D 生物列印技術在復健醫學中的未來發展趨勢將主要集中在提升個性化治療的精確度和效率上。隨著這些技術的進步，未來的義肢、植入物甚至人體組織都能夠根據患者的具體需求進行定制，從而提高治療的成功率並縮短康復時間。此外，3D 列印有望在神經損傷、骨骼重建及再生醫學中發揮更大作用，支持更複雜的結構修復與功能重建。隨著技術的不斷創新，這些發展將使得復健醫學向更高效、個性化的方向邁進，並開啟更多治療的可能性。
6. 平板電腦書寫評估系統之開發與應用：研發精準且快速的書寫評估系統，協助治療師與教師了解孩童的書寫表現，並提供個人化的書寫介入方案，改善孩童的書寫障礙。

(三) 學術面、臨床面及應用面之價值

復健研究與神經科學有助於深入瞭解大腦認知、神經調控及再塑性、神經與動作控制以及動作學習等功能。新開發的評估與診斷工具，例如腦電圖訊號網路連結分析法，以及創新的生物標記、

科技輔具等，都對臨床產生實質助益。這些工具有助於降低病患罹病或併發症的機率、促進功能改善、簡化診斷流程、代償病患失能、改善生活品質，並減少照顧者以及後續社會醫療資源的負擔。展望未來，建議結合我國半導體產業上的優勢，配合政府積極推動的人工智慧醫療，透過智慧化技術和生物列印/3D 生物列印技術的應用，實現精準預測預後與個人化照護需求。同時，進一步開發更多具創新性的照護技術與醫材，以解決我國目前長照人力不足及偏遠復健醫療資源分配不均的挑戰。透過這些措施，期望能夠更有效地應對長照需求，提升病患及照顧者的生活品質。

(四) 國內現有研究人力、設備及資源分配之狀況與需求

臺灣擁有相對充足的復健學科研究人才，但有些專業領域可能較為狹窄，特定的高階專業研究人才可能較難招募。鼓勵復健學科與其他相關領域如生物醫學、工程學等進行跨領域合作，以拓展研究視野並解決複雜的復健問題。隨著人工智慧科技的快速發展，對於超高速運算的電腦設備及資源需求逐漸增加，並廣泛應用在虛擬實境設備、生物醫學影像技術等，以支持更先進的研究和治療方法。建立更具現代感的臨床環境和模擬設施，以進行更真實、有效的實驗和臨床試驗，提升復健研究的可信度。加強對復健學科研究的資金投入，以支持基礎研究、臨床試驗及創新研發，推動學科發展。針對復健學科專業人才，提供更多的研究方法、科技應用等相關培訓資源，以提高整體研究水平。總體而言，臺灣在復健學科研究方面已有相當的基礎，但透過增加跨領域合作、更新設備及強化資源分配，可以更好地因應現代社會復健需求，提升學科的整體水準。

四、我國發展復健領域研究之 SWOT 分析

(一) 優勢 (Strength)

1. 在亞洲國家中，國內復健領域專業起步較早，其在國際期刊上發表的論文質與量皆備受肯定。跨領域人才來源充足，致力於與不同臨床相關科系合作，進行跨領域研究。
2. 國際化方面，各醫學中心的復健部門以及物理治療、職能治療、語言治療等復健相關學系積極參與國際學會，並在其上發表高水準的論文。此外，與其他國家的醫療機構和學術單位也有密切的交流與互訪。
3. 由於健保制度的實施，國內在執行復健相關實驗的研究個案來源相對穩定，為研究提供了有力的支持。
4. 近年來，學生與臨床人員積極參與在職教育，這有助於增進實證醫學的觀念，促進醫療專業水準的提升。
5. 我國可透過結合半導體產業與醫療之優勢，建立完善的資料

庫，以及利用人工智慧技術開發新穎智慧型輔具。

6. 台灣在醫療設備的創新和個性化治療方面快速發展，生物列印技術可以根據每位患者的具體需求，定制義肢、植入物或矯形器，這對於復健患者尤其重要，因為每位患者的康復需求和身體條件都不同。台灣的醫療機構和研發單位能夠利用3D生物列印進行精確的個性化設計，提升治療的效果與患者的生活質量。

(二) 劣勢 (Weakness)

1. 在復健學科的各領域中，針對常見疾患的物理、病理、生化、分生等基礎研究相對稀少，這導致相關論文在 impact factor 上的平均值較低。
2. 病患在診斷、各專業人員種類以及同一診斷之病患失能狀況存在較大的差異，使得病患資料的收集與整合變得複雜。
3. 由於國內各醫院體制和合作模式的不同，跨醫院之間難以建立起有效的合作，因此相對缺乏像國外那樣跨中心執行大型計畫及成果發表具有較佳影響力的機制。

(三) 機會 (Opportunity)

1. 隨著資訊網路、體感互動和3D列印技術的不斷成熟，科技發展進一步增加了目前研究的多樣性。
2. 政府積極推動長期照護及急性後期照護計畫，擴大了復健學科在老人領域的發展舞台。
3. 國內電資、ICT及醫工領域的研發實力豐富，可以整合這些技術與復健領域實務，創造出新的醫療概念或設備。
4. 鼓勵推展國際學術合作，尤其針對優勢領域，以提升國際競爭力。
5. 強調以人為本的智慧型行動輔具開發，融入現代科技輔助，改善輔具機構設計及演算法，以強化復能效果。
6. 建構人工智慧平台，透過正常動作評估各類動作障礙，分析可能原因，為精準復健治療提供基礎。同時結合科技發展，探索創新治療或照護模式，例如：應用神經調控技術於中風、巴金森氏症和失智症患者。
7. 透過再生醫學將活性組織或細胞放置於生物列印的個人化植入物，未來或許能實現對受損神經、肌肉或骨骼的修復，這對於許多複雜的復健病症提供了新的治療選擇。

(四) 威脅 (Threat)

1. 近年來，中國大陸及東南亞國家在復健領域的發展逐漸增長，它們投入的資源和經費相當可觀，積極地招募或挖角歐美、香港，甚至臺灣等擁有完整復健領域人才的國家。

2. 臺灣在臨床復健治療方面仍然缺乏強而有力的實證醫學 (evidence-based practice) 的概念，主要還是著重於傳統的治療方式和個別經驗，這種情況對於復健界朝向醫學主流發展可能構成一定的威脅。

五、學門未來發展之規劃重點、推動策略及預期效益

(一) 短期

鼓勵跨領域研究結合不同研究領域的新工具、觀念與方法，融入復健之研究，以找出具臨床意義的評估與預後預測工具，供未來臨床上應用，且呈現治療進展，鼓勵跨基礎與臨床之轉譯醫學研究，以發展新的治療方式，例如：再生醫學研究用於腦中風脊髓損傷病患之研究，或是肌、骨、腱、皮等組織再生與分化機轉之研究、新醫工技術運用於患者的功能促進、藥物發展對於復健治療促進的運用等。為了因應未來身心障礙或基因導致的相關疾病逐漸增多的趨勢，我們也持續鼓勵語言和聽力復健的相關研究。未來幾年內，將有更強的推動以生物列印技術和 3D 列印的應用於義肢與植入物的定制製作，這將極大提升復健過程中的個性化治療方案。

(二) 中期

鼓勵進行與老化及失能族群相關之議題研究，強調以健康促進延緩老化，以與 ICT 及 AI 技術之結合發展出更有效率的失能照護設備和個人化復健模式，達到智慧化與人性化並具優質照護目的。

(三) 長期

由於偏鄉醫療較不足，遠距醫療及復健 (telerehabilitation) 受到特別重視。這提供了醫院或社區的病患或居民另一種評估、諮詢或治療輔助的方式，並結合大數據雲技術，可應用於復健、物理、職能、語言和運動治療等範疇。

六、113 年度學門推動成果

(一) 總體性成果：

整體而言，本學科於兒童心智理論能力電腦適性測驗之建構、發展人工智慧輔助之電腦化注意力測驗應用於社區老人、探討運動介入對於免疫治療引起心臟副作用之影響，有諸多突破性的成果，現階段之研究有助於衍生未來後端臨床之契機。

1. 學術成就 (科技基礎研究)

- (1) 人工智慧：人工智慧賦予低成本動作擷取系統進行手部動作定量分析之可行性；便攜式智能手部動作擷取系統的建構、驗證和臨床應用性探討；以發展人工智慧手機應用軟體以移除老年人居家跌倒環境危險因子。

- (2) 老人復健：發展互動拳擊腳踏車及探討不同訓練模式對衰弱老人的衰弱程度、體能表現、認知功能、步態表現與腦部活化之效果；方塊踏步運動與腦部活化、認知功能、動作功能之關聯性-以衰弱合併輕微認知受損老人為探討。
 - (3) 疾病復健：肌少症高齡者從智慧評估到新穎復健的整合照護策略；探討運動員輕度腦傷(腦震盪)之前庭功能生物標記與復健模式。
2. 技術創新成就(科技整合創新)
目前復健學科所補助的研究計畫中，不少具有科技整合創新走向，例如：探討對於髖活動度受限之慢性下背痛患者施予額外的髖部徒手治療之附加療效；發展居家型聲療與光療整合治療裝具治療憂鬱症：從整合、驗證到創新；應用頭戴式眼動追蹤儀比較輕、中、重度動作發展遲緩幼兒自主移行時之注視、手部探索和社交互動；隨機對照試驗；利用低能量超音波促進鼻腔藥物遞送，探索腦內淋巴循環與相關應用。
 3. 經濟效益(經濟產業促進)
復健學科學科所補助的研究計畫中，亦不乏具有高度應用性與潛在經濟價值的研究，包含：上臀神經之精準定位與超音波導引注射治療上臀神經擠壓症之療效驗證；開發人工智慧運動障礙辨識系統以早期診斷兒童之神經發展異常；智慧化離心運動訓練對慢性阻塞性肺疾病患者之淋巴細胞免疫功能與紅血球流變特性的影響。
 4. 社會影響(社會福祉提升、環保安全)
許多接受本學科補助之研究計畫其內容皆與社會福祉與環保安全之提升密切相關。例如：探討老人肌少症與人體計測、身軀肌力及體型之相關性；發展適用於思覺失調症患者之情感型心智理論電腦適性測驗；功能性運動介入對肌少症老人之實證療效；以應用於社區為目標之混合型研究；結合動作與認知訓練對改善衰弱前期老人的體適能及腦適能之效果；小分子核糖核酸在有氧運動調控中風病患體適能所扮演的角色。
 5. 其他效益(科技政策管理及其他)
復健學科在提高個體和社會整體經濟效益上扮演著重要的角色，有助於促進健康、降低醫療成本、提高生活品質，同時推動相關產業的發展。

(二) 個別計畫代表性成果

1. 國立臺灣大學醫學院復健科陳文翔教授，發表極低強度超音

波透過調節 TRPV4-AQP4 路徑促進類淋巴液流入和清除，其相關刊登發表於: *Advanced Science* (IF: 14.3)。

2. 長庚大學物理治療學系謝宗勳教授，發表單獨經顱直流電刺激和合併復健治療對帕金森氏症患者步態和平衡的影響：系統性回顧和統合分析，其相關成果刊登於: *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation* (IF: 5.2)。
3. 長庚大學醫學系許智欽教授，發表高強度間歇訓練透過介導射血分數降低和中等範圍的心臟衰竭患者的左心室重建與改善 10 年存活率相關，其相關成果刊登於: *Journal of the American Heart Association* (IF: 5.0)。
4. 臺北醫學大學奈米醫學工程研究所康峻宏教授，發表基於 AO/OTA 分類的用於檢測兒童前臂遠端骨折的多類深度學習模型，其相關刊登發表於: *Journal of Imaging Informatics in Medicine* (IF: 4.4)。
5. 國立臺灣大學醫學院職能治療學系暨研究所林克忠教授，發表嬰兒早期和晚期的睡眠問題：對多個領域的兒童發展軌跡的不同影響，其相關刊登發表於: *Sleep Medicine* (IF: 3.8)。

七、檢討與展望

未來臺灣的復健學科展望相當廣泛，其中包括整合跨領域資源，強調科技應用，加強臨床實證醫學，並推動健康促進與預防。透過科技如虛擬現實、人工智慧和遠距醫療，語言和聽力復健有望得到顯著提升。虛擬現實技術提供身臨其境的治療體驗，而人工智慧和生物列印則能提供個性化的治療方案。遠距醫療使得患者可以在家中接受專業指導和治療服務，同時也擴大了服務範疇。這些技術的結合有助於提升治療效果，並為神經、語言和聽力復健帶來更加全面和有效的解決方案。同時，培育專業人才、推動研究和創新、加強國際合作，皆是未來發展的重要方向。這樣的綜合性策略有助於提高治療效果、加強專業培育、促進健康社會的建立，進而使復健學科在臺灣發揮更為全面和深遠的影響。

【參、放射核醫學科】

一、前言

工程醫學學門是一門結合生物、醫學、工程與基礎科學的跨領域研究科學，涵蓋多元領域。其中，醫學影像、醫學物理、輻射生物學、

癌症放射治療與核子醫學等，均屬於放射核醫學科的範疇。該領域運用物理、工程技術與人工智慧，致力於解決醫學與臨床應用中的各類挑戰，推動相關科學與技術的進步。

二、學門簡介

放射核醫學科的主要研究範疇與特性為

1. 醫學影像技術：包括MRI、PET、CT、SPECT等先進影像技術的開發與應用；強調影像品質提升、優化臨床診斷與疾病的介入與預後預測。
2. 醫學物理學：包括輻射劑量學、放射治療計畫設計、輻射防護技術與設備開發等；強調利用物理技術來提升輻射治療與影像診斷的安全性與有效性。
3. 輻射生物學：研究輻射對生物系統(如細胞、組織、器官)的影響，探索輻射致癌、抗癌及輻射防護機制；研究方向包括劑量效應關係、生物標記與基因反應等。
4. 癌症放射治療：開發精準放療技術，如IMRT、IGRT、質子治療與碳離子治療等；探索個人化放射治療策略以提升治療效果並減少副作用。
5. 核子醫學：涉及放射性同位素在診斷與治療中的應用，如核醫影像劑的開發及放射性治療劑的臨床應用；研究新型分子影像技術與放射性藥物的合成及生物相容性評估。

三、學門領域之研究現況及發展趨勢

(一) 全球之發展現況及未來發展趨勢

1. 發展現況：

(1) 醫學影像技術：

- a. 發展聚焦於人工智慧與大數據在醫學影像分析的應用，協助臨床自動診斷輔助、決策、與個人化治療規劃。
- b. 影像引導手術、自動標示日益成熟。

(2) 放射腫瘤：

- a. 精準放射治療技術(如IGRT、質子與碳離子治療)成為焦點，特別是在降低正常組織損傷方面表現突出。
- b. 發展免疫放療結合免疫療法，提升癌症治療效果。

(3) 核子醫學：

- a. 新型放射性藥物與核醫分子影像技術迅速發展，例如靶向治療性放射性同位素(如Lu-177和Ac-225)。
- b. 結合多模態影像(PET/MRI、PET/CT)實現更高診斷準確性。

2. 未來發展趨勢：

- (1) 智慧化與數位化：整合生成式AI與機器學習技術，用於影像重建、輻射治療優化及劑量管理。
- (2) 個人化醫療：發展基因組學結合影像學技術，提供個人化診斷與治療策略。

(3) 低劑量與環保技術：開發低輻射劑量的診斷技術與更高效的放射性同位素，以降低環境負荷。

(二) 我國之發展現況、重點研究方向及未來發展趨勢

1. 發展現況：

(1) 我國在影像診斷、放射治療和核子醫學領域的基礎設備與國際水準相當，臨床經驗豐富，並有多所醫療機構具備先進的放射粒子治療設備。

(2) 相關學術研究和臨床應用逐年增多，AI 醫療影像發展活躍，產學合作與新創逐步增加，並與國際接軌。

2. 重點研究方向：

(1) 精準醫療和個人化放射治療的研究。

(2) 新型放射性藥物及其在治療不同類型癌症中的應用。

(3) 影像學與生物標誌物整合的研究。

(4) AI 輔助診斷系統的開發。

3. 未來發展趨勢：

(1) 持續增強與國際研究機構的合作，促進知識與技術的交流。

(2) 加強對放射治療和核子醫學的專業人才培養，以應對不斷增長的需求。

(3) 強化跨領域整合研究，如生醫檢測，資訊工程、物理學領域，研發新型的診斷技術，提升放射影像在臨床中的應用價值。

(三) 學術面、臨床面及應用面之價值

1. 學術面：提升基礎科學研究能力，促進基礎與臨床研究的結合，推動影像、治療與生物學的跨領域整合，開發新的診斷和治療方法。

2. 臨床面：提高癌症與其他重大疾病的診斷準確性及治療成效，實現個性化治療。提升診斷準確度，優化醫療流程。

3. 應用面：促進技術商品化及臨床普及，降低醫療成本並提升國民健康。

(四) 國內現有研究人力、設備及資源分配之狀況與需求

1. 研究人力：高階專業人才不足，尤其是跨領域整合型人才仍需培育。

2. 設備現況：高階影像設備及質子治療設備逐步增加，但分布不均，偏鄉地區仍較缺乏。

3. 資源分配：經費多集中於大型醫療中心與學術機構，需提升中小型醫院的研究資源。鼓勵公私合作，提升研究經費的投入，支持創新研究。

總而言之，醫學影像、放腫及核醫領域的研究與發展正朝著個人化、精準和智慧化的方向邁進，未來的潛力巨大，需持續關注並加強相關資源的投入與合作。

四、我國發展放射核醫領域研究之 SWOT 分析

(一) 優勢 (Strength)

1. 技術實力與專業人才：我國在醫學影像技術和放射治療技術上具備世界級水準，擁有一流的臨床醫療中心和學術機構。放射醫學領域專業人才培育機制完善，包括國內頂尖的大學和研究機構。
2. 設備與基礎建設：多數醫院配備先進的影像診斷儀器及高精度放射治療設備。
3. 健康產業生態系統：健全的醫療體系與多元的產業鏈結，方便醫療影像與核醫技術推廣至臨床與商業應用。
4. 國際合作與影響力：與國際學術單位和醫療機構維持良好合作，能參與全球醫療科技發展。

(二) 劣勢 (Weakness)

1. 研究資源有限：研究經費與長期投入不足，可能限制在前瞻技術（如人工智慧與精準醫療）上的進展。
2. 法規與產業化速度：醫療器材與新技術的審批流程相對冗長，導致技術應用與商業化速度落後於國際。
3. 跨領域整合挑戰：在醫學、物理、資訊、工程等跨領域合作方面，資源與人員配合尚有不足。
4. 人才外流問題：國內學術和醫療環境的薪酬與職涯發展限制，可能導致人才外流至國外。

(三) 機會 (Opportunity)

1. 數位醫療與 AI 應用：醫療影像診斷與 AI 技術結合是全球趨勢，我國有潛力在此領域取得技術領先地位。
2. 健康老化與癌症治療需求：老年人口增加與癌症發生率上升，推動對影像分子（核醫）診斷、放射治療等技術需求快速增長。
3. 政府政策支持：政府推動健康產業與精準醫療計畫，提供穩定的研究與產業發展資金支持。
4. 亞太市場擴展：臨近快速成長的亞太市場，提供放射醫學技術輸出的廣大潛力。

(四) 威脅 (Threat)

1. 國際競爭加劇：全球化帶來的競爭，歐美國家和亞洲其他國家（如日本、南韓）在放射醫學領域已有領先優勢，在技術和資金上可能優於台灣，我國可能面臨市場和資源分配的競

爭壓力。

2. 產業變動與技術淘汰：技術更新快速，傳統影像診斷與治療技術可能迅速被新技術取代。
3. 法規與隱私議題：數位醫療技術涉及數據隱私和法規風險，可能延遲應用推廣。
4. 公共健康事件影響：疫情或其他公共健康危機可能分散資源，延緩相關研究和臨床應用。

五、學門未來發展之規劃重點、推動策略及預期效益

(一) 短期

1. 強化基礎與臨床應用研究：提供研究經費支持，推動 AI 在影像診斷中的應用，特別是癌症早期篩檢與精準診斷技術。
2. 提升臨床服務能力：更新醫療影像與放射治療設備與優化操作流程，提升診斷與治療效率。
3. 建立人才培育機制：增設放射醫學相關課程與訓練計畫，加強醫師與工程師的跨領域能力，促進學術、臨床與產業的緊密連結。

(二) 中期

1. 發展產學合作平台：促進醫療產業鏈（影像診斷、核醫藥物、生物標誌物等）整合，推動技術商業化，增強技術輸出與專利授權收入，提升國際競爭力。
2. 加速法規審批與技術轉譯：優化醫療設備與藥品審批流程，縮短技術從研究到臨床應用的時間，改善癌症等重大疾病的診斷與治療成效，造福國民健康。
3. 國際合作與市場拓展：主動參與國際醫學影像相關會議與標準制定，提升臺灣技術的能見度與可信度，獲得國際市場份額，推動臺灣成為亞太區域的醫療技術樞紐。

(三) 長期

1. 投入重大技術突破：加強量子技術、生物感測與放射性藥物的基礎研究，推動核醫藥物在多種疾病上的應用，創建全球領先的精準醫療與核子醫學技術生態系統。
2. 數據整合與分析：建立國家級醫療影像數據庫，促進 AI 與大數據分析在醫療上的應用，建構數據驅動的醫療生態系統，改善國民健康與壽命，降低重大疾病負擔。
3. 長效資源投入機制：建立完整的醫療產業鏈，提升國家經濟競爭力與科技形象，吸引國際投資與跨國企業合作，確保研究與技術應用的持續發展。

六、113 年度學門推動成果

(一) 總體性成果：

1. 學術成就（科技基礎研究）
 - (1) 研究粒線體蛋白 DRP1 在腫瘤微環境中的作用，發現其與免疫抑制及放療效益的關聯，並提出靶向 DRP1 的治療策略。
 - (2) 探討 CCL2-CCR2 訊息傳導對腫瘤相關巨噬細胞(TAMs) 功能的調控及其在腫瘤轉移中的角色，為放射治療與免疫療法的機制研究提供依據。
 - (3) 分析頭頸部鱗狀細胞癌中 M2 型 TAMs 對耐藥性的影響，探討 CSF1/DKK1 訊號在腫瘤代謝和免疫微環境中的重要性，提出未來治療方向。
 - (4) 聚焦微膠細胞活化對帕金森氏症的影響，深入研究不同藥物對神經保護的作用，提出潛在治療策略。
2. 技術創新成就（科技整合創新）
 - (1) 開發基於人血清白蛋白的高生物相容性奈米藥物載體，結合放射治療和免疫療法，提升腫瘤治療效果並實現臨床應用潛力。
 - (2) 開發高性能腦內微出血檢測與分類模型，並建立 AI 影像平台，將研究成果整合至臨床診斷系統，提升診療效率。
 - (3) 研究幹細胞外泌體對阿茲海默症和骨質疏鬆的治療效果，結合追蹤技術，展現臨床應用價值。
 - (4) 研究顱外頸動脈支架對於膠狀淋巴系統動力與局部腦實質通透性影響，驗證血流與腦膠狀淋巴的關聯。
 - (5) 利用 fMRI 檢測與相干性測量開發預測持續性腦震盪症狀的早期生物標誌，並技轉新創公司，申請專利，具備商業化潛力。
3. 經濟效益（經濟產業促進）
 - (1) 推動醫療產業升級：奈米藥物載體及新型肝栓塞劑有望推動抗癌藥物與設備產業化，創造高附加價值產品。腦震盪檢測技術技轉，能催生智慧醫療相關新創企業並拓展國際市場。
 - (2) 降低醫療成本與提升資源效率：在神經退化疾病(如阿茲海默症與帕金森氏症)上的研究可降低長期照護與醫療成本，改善勞動力效率。
 - (3) 擴展國際市場與專利收益：腦震盪檢測技術成果已申請專利，能透過技術輸出或授權獲得國際收入，強化臺灣在智慧醫療的國際競爭力。
4. 社會影響（社會福祉提升、環保安全）
 - (1) 改善公共健康與延長壽命：腫瘤治療新機制，提供更精準

的治療策略，降低腫瘤死亡率，提升病患生活品質。研究能減緩神經退化疾病進展，幫助患者恢復部分功能，減輕家庭與社會的照護負擔。

(2) 減少醫療副作用與提升安全性：奈米藥物與栓塞劑技術降低化療與放療毒性，提升患者治療安全性，減少併發症發生率。

(3) 環境友善性：生物可降解高分子水溶液栓塞劑具有環保潛力，可取代傳統化學製劑，減少環境污染。

5. 其他效益（科技政策管理及其他）

(1) 促進科技政策：這些研究項目為政府制定醫療科技與生技產業政策提供實證支持，如加強 AI 醫療、腫瘤治療與神經退化疾病領域的資源投入。

(2) 鼓勵跨領域整合與技術轉移：部分成果展示科技整合創新的重要性，激勵更多醫工、AI 與生技領域的協作，促進科技應用效率提升。

(二) 個別計畫代表性成果

1. 國立臺灣大學醫學院(附設醫院)腫瘤醫學部陳苓諭醫師，其計畫名稱開發抗原捕獲型奈米藥物載體以促進肺癌放射治療局部毒殺及免疫抑癌效應(計畫編號為 NSTC 110-2314-B-002-138-MY3)。開發以人血清白蛋白(HAS)為基底的高生物相容性奈米藥物載體，應用於原位與轉移性肺癌治療。此載體結合放射增敏化療藥物，提升腫瘤靶向性及血液後半衰期，同時表面還原奈米金團簇(Au)以加強局部放射治療效果，並透過物理劑量增強有效殺死腫瘤細胞並釋放腫瘤抗原。載體正電性可捕捉帶負電的腫瘤抗原，呈現給抗原呈遞細胞以活化 T 細胞，增強全身抗腫瘤免疫反應。研究成果顯示，此載體能降低化療毒性，增強放療誘發的免疫細胞浸潤，並在非照射區產生顯著的抗腫瘤免疫反應(abscopal effect)，展現抑制腫瘤生長及提升免疫治療效果的潛力。
2. 臺北醫學大學附屬醫院陳彥廷助理教授，其計畫名稱建立腦小血管影像標記的人工智慧平台：腦內微出血的偵測與定量(計畫編號為 NSTC 112-2314-B-038-120)。已功開發高性能腦內微出血檢測與分類模型，檢測靈敏度達 95.9%(在每例偽陽病灶數僅 2.99 下)，並經跨醫院與跨機器驗證，已建立人工智慧影像平台，能執行模型並自動生成符合國際標準的腦內微出血報告。計劃預計發表、申請專利，並將成果整合至 AI 影像平台與臨床系統，協助醫師快速精確解讀影像。
3. 行政院原子能委員會核能研究所王美惠研究員，其計畫名稱

以分子影像技術評析外泌體於阿茲海默氏症治療之藥動分布與有效性(計畫編號為 NSTC 112-2622-B-042A-001)。探討華通氏膠間質幹細胞外泌體對阿茲海默症(AD)5xFAD 小鼠的治療效果。外泌體通過尾靜脈注射，每週劑量 2×10^9 顆粒，持續四週。正子電腦斷層掃描(PET-CT)顯示，外泌體可減少小鼠腦中 β -澱粉樣蛋白的積累，並改善空間記憶能力 ($p < 0.05, n=6$)。此外，成功開發高效率(97%)外泌體標誌技術，用於追蹤分布，發現其主要集中於肝臟和脾臟，而阿茲海默症鼠的大腦和骨骼吸收率高於正常鼠，提示可能與骨質疏鬆共病有關。研究顯示華通氏膠間質幹細胞外泌體不僅具改善 AD 症狀的潛力，還可能對骨質疏鬆有效，值得進一步研究。

4. 國立臺灣大學醫學院(附設醫院)腫瘤醫學部江韻醫師，其計畫名稱：探索 CCL2 和巨噬細胞在放射線照射後的膀胱腫瘤微環境中極化增減療效的機轉(計畫編號為 NSTC 110-2314-B-002-147-MY3)。過去十年，免疫療法在治療局部侵犯和轉移性膀胱癌方面展現巨大潛力，尤其是免疫抑制劑顯著提升了患者無病存活率。放射治療具有免疫調節功能，與免疫療法結合可產生協同效果。第一年研究驗證放射線治療誘導的 CCL2-CCR2 訊息傳導，促使腫瘤相關巨噬細胞(TAMs)從 M1 向 M2 轉化，增強腫瘤浸潤能力。第二年結果顯示，放射治療削弱 M1 型 TAMs 的抗腫瘤作用，同時增強 M2 型 TAMs 的促轉移功能。第三年研究發現第型 TAMs 與調節性 T 細胞的互動，增加轉移風險。此計畫說明了 CCL2-CCR2 訊息傳導在腫瘤微環境和免疫調節中的作用，為放射治療的機制研究和臨床應用提供重要參考。其研究成果發表於國際期刊 *European Journal of Cancer*，IF=7.6。
5. 臺北榮民總醫院放射線部吳嘉紘助理教授，其計畫名稱：顱外頸動脈支架對於膠狀淋巴系統動力與局部腦實質通透性影響之綜合評估(計畫編號為 NSTC 111-2314-B-075-025-MY3)。研究顯示，頸動脈支架置入術後可改善神經認知功能及細胞間隙液體流動效率。術後 2 個月，MMSE 評分顯著上升 ($p < 0.001$)，同時 DTI-ALPS 指數在術後 24 小時內明顯提高，反映膠狀淋巴系統在術後超早期的改善，可能促進數月後的神經認知功能進步。研究假說初步得到驗證，前兩年度的數據與預期一致。後續將進一步收集更多數據，排除年齡及性別影響，深入分析 MMSE 與 DTI-ALPS 的相關性，驗證假說的準確性。本計畫成果顯著，已發表 16 篇原著論文，其中 2 篇發表於 5-year IF = 10.0066 的高分期刊 *Annals of*

Neurology，顯示其學術價值與潛在臨床應用的重要性。

七、 檢討與展望

儘管人工智慧輔助診斷技術運用已經萌芽，實驗室驗證可達到高靈敏度，但在臨床系統的全面落地應用仍需提升。部分高效模型在跨機構驗證後尚未能整合進實際工作流程（workflow），影響了醫師使用的意願。應加快 AI 影像平台與臨床系統的深度整合，推動模型在實際診療中的應用，並結合其他疾病定量分析技術，實現多病種的診斷效能提升。

腫瘤微環境研究在放射治療引發的腫瘤微環境改變發現有進一步的成果，但針對性策略，如新型標靶藥物研發或聯合治療設計，在臨床試驗中的應用仍處於初步階段。跨領域合作不足，重點發展結合免疫療法的放射腫瘤治療方案，如靶向腫瘤微環境的聯合治療策略，加速相關臨床試驗推進。放射腫瘤治療尚未充分結合免疫療法與奈米技術，導致綜合治療模式的推廣速度不如預期。應強化奈米藥物載體在腫瘤放射治療中的應用，實現更高效的局部放射增敏效果與全身免疫調節反應。

核子醫學在阿茲海默症與癌症診斷有極大的精準醫療運用的潛力，但放射性藥物的製備及供應鏈問題仍限制了其臨床應用範圍。應優化放射性藥物的生產和分配機制，縮短研發到臨床應用的週期，提升治療可進性。在非腫瘤性疾病（如神經退行性疾病）中的診斷與治療策略尚未成熟，跨領域研究需加強。

總體而言，未來應加強跨領域合作，推動技術創新與臨床應用的結合，提升疾病診斷與治療的準確度與效率。

【肆、牙醫學科】

一、 前言

牙醫學科領域涵蓋整個口腔顏面區域正常生理功能的研究探討，與異常疾病或癌症的治療與重建，研究主題範圍包括口腔軟組織、硬組織、唾液腺、牙齒、牙齒周邊之牙周韌帶、齒槽骨、神經、肌肉及黏膜組織等之正常發育與生理功能，以及異常、病態、老化或癌症之形成機制以及相關創新治療方式/材料探討，當然亦涵蓋對於各種口腔生物醫學材料(牙科植體、口腔醫材)之臨床應用之突破、咀嚼吞嚥失能之重建、數位牙醫流程之優化、數位 CAD/CAM 的突破與臨床應用、3D 生物列印、口腔癌之個人精準治療、口腔幹細胞與衍生物再生醫學之臨床驗證以及 AI 人工智慧之開發落地亦為未來幾年研發之重點。

二、 學門簡介

牙醫學科包含口腔顏面、牙齒及周邊軟硬組織之基礎研發以及臨床導向為導向，故整體規劃涵蓋全方面之研究主題，包括：基礎口腔細胞分子生物學，口腔微生物免疫學、口腔組織解剖學、口腔疾病之機制探討(牙周病、齲齒、牙科植體周圍炎、唾液腺退化、咀嚼吞嚥退化)與口腔癌之轉譯研究為其中發展主軸之一。再者為組織工程、再生醫學、牙科生物材料學及其相關臨床導向應用領域之研發，同時近年來 Digital 數位化以及 AI 人工智慧化的變革突破下，讓牙醫學的研究涵蓋的範圍更加廣泛也更加受到重視，而這些上述研究中，基礎科學與臨床導向應用跨領域之研發整合尤為重要指標。

三、學門領域之研究現況及發展趨勢

(一) 全球之發展現況及未來發展趨勢

1. 各種口腔癌及口腔疾病之轉譯研究及客製精準牙醫學蓬勃發展。
2. 牙科生物醫學材料開發、生物組織工程以及口腔牙齒組織再生(幹細胞與其衍生物產品)日益發展。
3. Digital 數位牙醫及 AI 人工智慧進步迅速，預測之精準度與影響範圍逐年提升。
4. 臨床導向性研究主題以及解決未來臨床問題之議題需求逐年增加與受到重視。

(二) 我國之發展現況、重點研究方向及未來發展趨勢

1. 口腔癌及口腔癌前病變之相關的轉譯研究有堅實之基礎。
2. 口腔疾病轉譯研究：時值全基因定序、微生物體學以及蛋白質體學蓬勃發展之年代，國內牙醫界對齲齒、牙周病、唾液腺退化與老化等之探討及生物防治之進展緩慢，與世界之連接須加快。
3. 口腔生醫材料研發與組織工程醫學發展極為蓬勃，與世界接軌密切。
4. 口腔間葉幹細胞及其衍生產物(外泌體)治療或產品亦為未來細胞或非細胞治療之主流，宜大力推動。
5. 結合人工智慧疾病影像辨識技術與高解析成像技術，為目前診斷口腔醫學之趨勢。
6. 生物材料與口腔間葉幹細胞及其衍生產物(外泌體)之互動或是釋放機轉之研究，為臨床應用之重要參考依據，更應深入探討與組織間長期的交互作用。
7. 口腔醫學大數據之整合分析，鏈結全身性疾病或相關數據，建立國人之口腔健康資料庫為重要議題。

(三) 學術面、臨床面及應用面之價值

1. 學術方面：帶動跨學科與跨領域的整合，有效應用資源，提

升牙醫學之學術競爭力、國際合作與國際影響力。

2. 臨床方面：提供重要實質證據推動臨床應用，解決臨床問題，以更精準診斷與更有效率醫療，提昇整體治癒率、改善口腔功能與增進病患福祉。

(四) 國內現有研究人力、設備及資源分配之狀況與需求

牙醫學的研究人力、資源及空間不足是根本制度之問題。解決的方法建議為：增加口腔基礎醫學專職研究員職缺、提早介入培育牙醫師學習與投入臨床研究、重點扶植口腔科學特色研究中心與建立基礎研究/臨床導向應用研究合作平台。

四、我國發展牙醫領域研究之 SWOT 分析

(一) 優勢 (Strength)

1. 全國八大口腔醫學院開設課程領域多元紮實、教育內容豐富，整體師生素質優異，為國內志願之首選科目。
2. 全國多所醫院牙科部之臨床醫師訓練計畫與課程完整而嚴謹，優秀臨床牙醫人資充沛。
3. 牙醫 11 個次專科已經納入衛生福利部認定之專科，各專科學會趨近完善，有系統培育並維持人員之水準，有優越臨床素質及豐富之病例，並且逐漸拓展國際視野風氣。

(二) 劣勢 (Weakness)

1. 高齡化及少子化趨勢下，願意繼續深造碩博士生的學生日益減緩，現有研發人才與臨床師資嚴重老化，斷層明顯。
2. 臨床醫師參與研究進行與發展的誘因不多，願意投入基礎研究臨床醫師少。
3. 醫院主治醫師研究風氣不夠盛行，臨床主治醫師基礎研究能力需培育。
4. 研究經費絕大部份來源為國科會計畫，大多數計畫亦屬於經費較少之小型、短期研究計畫。
5. 教學研究資源不足，專任教師輔導及服務業務繁重，排擠研究的時間與空間。
6. 診所開業環境良好，吸引多數學生投入，留住優秀學生深造不易。

(三) 機會 (Opportunity)

1. 口腔生醫產學之臨床試驗逐漸受到產業界重視，人工智慧、數位牙科、細胞治療與生醫產品需求日益增加。
2. 以技轉及專利為媒介，結合大學與產業界進行技術轉移與輔導，運用產學合作，促進研究成果之流動與活用。
3. 結合我國既有數位科技及製造強項，提升國內牙科材料產業。
4. 藉由拓展國際學術交流，提升相關研究人員的學術研究動能。

與風氣。

5. 整合我國臨床牙科技術優異之單位，成立教育與臨床試驗輸出平台。

(四) 威脅 (Threat)

1. 新進研究人員招募與基礎研究訓練不易，訓練期程太長，與開業醫相比較，專任教師薪資差距過多，優質研究人才之招募與維持不易。
2. 有高比例研究之創新性不足，專任師資、主治醫師與碩博士生之國際研究合作與國際論文共同發表需精進。
3. 國內各校系間之體制差異與競爭模式，缺少有高質量之跨領域與跨中心研究成果。

五、學門未來發展之規劃重點、推動策略及預期效益

(一) 短期

1. 培養研究風氣，鼓勵參與大專生研究計畫，積極培育新進研究人才。
2. 鼓勵教師出國短期進修拓展國際視野，激勵研究士氣與創意。
3. 延攬國際重量級學者作短、中或長期的講學交流，國際研究合作，產出高分論文。

(二) 中期

1. 提升研究成果的質量：應有具體措施重視及獎勵高引用數論文。
2. 規劃適合口腔醫學研究之大型核心共同研究室：整合設備資源與人才資源作最有效之應用，提升研究之動能，加快研究突破。
3. 加強口腔生醫材料的研發：從事跨界、跨領域之牙科生醫材料的研發。

(三) 長期

1. 發展產學合作以創造知識經濟與牙醫產業創新。
2. 積極培養臨床醫師論文撰寫與發表之能力，提高臺灣牙醫研究之國際學術知名度。
3. 加強國際化，鼓勵進修吸取國際優勢外，也積極參與國際學術事務。

六、113 年度學門推動成果

(一) 總體性成果：

1. 學術成就(科技基礎研究):在各子領域皆有相當突出之研究進展，例證如下。
 - (1) 台大王詩凱教授，研究利用全外顯子體或全基因體定序 (whole-exome/genome sequencing)之技術，確認 15 個家

族之致病突變。統計結果證實 WNT10A 之基因突變是導致台灣地區牙齒缺失先天性缺牙(FTA)案例之最主要原因，且案例多為雙套突變所造成之嚴重牙齒缺失。在兩個疑似 Axenfeld-Rieger syndrome 的個案中，研究證實 PITX2 的截斷式突變與一個在染色體 4q25-q26 區域包含 PITX2 的大片段刪除突變(deletion)。

- (2) 陽明交通大學張國威教授，研究探討口腔癌五年存活率在近數十年並未顯著改善之機制，證口腔癌幹細胞外泌體與口腔癌外泌體皆帶有 CD81 之蛋白標誌，將間質細胞處理口腔癌外泌體後 fibronectin 及 α SMA 表現調升，且小型 RNA 定序發現 miR-342-3p 在口腔癌幹細胞外泌體表現較高，口腔癌組織內之細胞可分為 11 群，在活化纖維母細胞族群，有較高的 ACTA2、CXCL12 及較新穎之 TAGLN 基因表現，而演算分析顯示 TAGLN 對癌微環境、幹細胞化及免疫之調控潛力極重要。
 - (3) 臺北醫學大學馮聖偉教授，研究證實特定間葉幹細胞衍生外泌體(Exo)的萃取方式優化會影響後續研究結果與生物反應，甚至是臨床應用，超速離心有效促進間葉幹細胞遷移與生長，而粒徑篩析法得到的外泌體質量均較佳，而且能夠增進間葉幹細胞成骨分化作用。
 - (4) 中山醫學大學余承佳教授，研究證實順鉑處理會誘發口腔癌細胞的癌幹性特徵，進一步發現，調升 MuRF1 可促進口腔癌細胞癌幹性與化療抵抗因子的表現量，長鏈非編碼核糖核酸 SNHG7 在順鉑誘發口腔癌幹細胞之外泌體和此外泌體共同培養的 C2C12 肌母細胞中皆高度表現，降低 SNHG7 表達之順鉑治療口腔癌幹細胞的外泌體減少其誘導肌肉萎縮的能力。
 - (5) 國防醫學院喻大有教授，研究證實 DEL-1(第一位點發育性內皮蛋白)為穩定微發炎反應中的重要性，並且有潛力作為牙周緩解的生理指標，低能量雷射可有效促進中年牙齦基質細胞內生性 DEL-1 並促進牙周緩解期的骨再生，臨床試驗中患者的牙齦溝液中 DEL-1 表達提升，表明此方法對未來牙周炎臨床治療計畫具有潛力和應用前景。
2. 技術創新成就(科技整合創新):在各子領域醫療技術開發與治療器材研發甚有進展，例證如下。
- (1) 陽明交通大學黃何雄教授，開發新型牙科數位加工用多層二氧化鋯瓷塊，成功製備多層二氧化鋯瓷塊，並建立試驗用牙冠樣品製備流程，老化及/或疲勞處理會提升斷裂

負荷韋伯常數 m 值，即提升顏色漸層(CG) 及透度漸層(TG)的可信賴度及均質性。

- (2) 臺北醫學大學彭子祐助理教授，研製均質 PEEK 塗層之生醫應用，透過將 PEEK 塗覆於氧化鋯或鈦合金牙科植體支柱上，手持式常溫電漿系統(HPS)能促使底劑均勻塗佈於試片上，透過底劑塗佈的聚合層，使牙科用黏合劑牢固聚合在表面，獲得最佳鍵合強度及耐久性。
- (3) 臺灣大學陳漪紋教授，成功建立鼻腔給藥動物模型探討牙周病細菌影響阿茲海默症之分子致病機轉，牙周致病菌 *P. gingivalis* 外膜囊泡 (Pg-OMVs) 可以活化微膠細胞 JNK 和 PI3K-AKT 訊息傳導途徑，並且發現 Pg-OMVs 注射進入小鼠鼻腔之後，雖然發現腦部的星狀細胞和微膠細胞可以被活化。
- (4) 高雄醫學大學杜哲光教授，發展具空間維持功能之膠原蛋白/陶瓷複合再生膜，應用於誘導骨再生，證實優化 TTCP/DCPD/nanoHA 陶瓷粉末與膠原蛋白比例，製備成陶瓷/膠原蛋白複合再生膜，能夠具備良好的機械性質、生物相容性以及體內骨缺損之骨生長誘導性。
- (5) 臺北榮民總醫院賴玉玲教授，開發使用機器學習輔助牙科放射線片判讀牙周骨內缺損，深度學習模型使用以 XceptionNet101 作為骨幹，包含特徵金字塔網絡 (Feature Pyramid Network, FPN) 的 Mask R-CNN，以 COCO 資料集進行預訓練後，對實驗的根尖片影像進行解剖圖像分割，發現對牙齒、牙釉質、牙周骨、牙周骨內缺損的平均精準度為 80.200%、44.839%、71.089%、2.765%。

3. 經濟效益 (經濟產業促進)

部分計畫成果有技轉價值，促進產業經濟效應。部分計畫成果有專利產出及技轉價值，可促進產業經濟效應。

4. 社會影響 (社會福祉提升、環保安全)

研究成果有助於了解疾病機轉及治療效益，提升國民福祉。

5. 其他效益 (科技政策管理及其他)

無。

(二) 個別計畫代表性成果

1. 國立陽明交通大學牙醫學系林嘉澍教授，其計畫名稱：探討咀嚼功能適應與學習的腦神經機制及老年醫學的轉譯應用 (計畫編號：NSTC 110-2314-B-A49A-518-MY3)，成果為在國際上，首次提出可客觀量化咀嚼干擾與適應的標準化測試，

年齡與咀嚼適應經驗有顯著之關聯性，以及人腦結構特徵可能對認知障礙病患的咀嚼適應能力，扮演重要的角色，相關成果刊登在國際期刊 *Ageing Research Reviews* (IF: 12.5)、*Journal of Oral Rehabilitation* (IF: 3.1)。

2. 國立臺灣大學牙醫專業學院牙醫學系姜昱至教授，其計畫名稱：建立含硬化牙本質之人工齶齒模型及模擬咀嚼疲勞測試後之黏著強度與機制探討(計畫編號：NSTC 110-2314-B-002-108-MY3)，成功研擬出最佳標準化體外人工齶齒模型，應用於受齶齒影響牙本質微拉伸黏著測試與相關界面分析，並且進行咀嚼模擬機進行模擬咀嚼功能後之老化黏著測試。相關成果刊登在國際期刊 *Advanced Functional Materials* (IF: 18.5) 與 *Dental materials* (5-Year Impact Factor: 5.5)。
3. 中山醫學大學醫學研究所楊順發教授，其計畫名稱：RNA 甲基轉移酶 NSUN2 調控 AURKA mRNA 穩定性及其相關 miRNA 的表現與口腔癌轉移之機制探討(計畫編號：NSTC 112-2314-B-040-006-MY3)，研究證實 Aurora kinase A (AURKA) 可能參與在 NOP2/Sun RNA Methyltransferase 2 (NSUN2) 所調控的口腔癌轉移過程，且 NSUN2 及 AURKA 或許可以應用在未來口腔癌的轉移的治療上，相關成果刊登在多篇國際知名期刊 *Cancer Letters* (IF: 9.1)、*International Journal of Biological Sciences* (IF: 8.2)。
4. 國立成功大學口腔醫學科暨研究所謝達斌教授，其計畫名稱：新穎標靶式活性成分包覆活性成分奈米藥物於協同調控頭頸癌及其微環境分子訊息傳導之開發 (計畫編號 NSTC 110-2314-B-006-117-MY3)，研究證實創新的 API@API 奈米配方策略，結合多種活性藥物成分(API)，在體內和體外的抗腫瘤效果評估，顯示其有效抑制腫瘤增長、調節免疫反應並降低癌細胞遷移。相關成果刊登在多篇國際知名期刊 *Ultrasonics Sonochemistry* (IF: 8.7)、*Dental Materials* (5-Year Impact Factor: 5.5)。
5. 高雄醫學大學牙醫學系王彥雄教授，其計畫名稱：研發高骨誘導與抗菌之羥基磷灰石聚氨酯多孔型泡棉骨材(計畫編號為 112-2314-B-037-114-MY3)，發展新型混和羥基磷灰石的聚氨酯(PU-HAp)多孔型泡棉骨材合併降血脂藥物 Simvastatin，建立釋放藥物(SIM 和 gentamicin)的分析方式，進一步解決，解決骨缺損與齒槽骨/上顎竇增高術的臨床需求。相關成果刊登在國際期刊 *Materials & Design* (IF: 7.6)。

消化醫學學門

發展規劃及成果報告

召集人：劉志銘

一、前言

消化醫學學門包括消化內科、外科以及相關的基礎研究領域，涵蓋肝臟、膽道、胰臟及消化管等器官的研究，涉及這些器官疾病的致病機轉及其內外科治療方法。本學門的研究範疇涵蓋許多常見疾病，如病毒性肝炎、幽門桿菌感染、肥胖、代謝症候群、糖尿病與胃腸疾病的關係，以及肝硬化、門脈高壓、酒精性肝炎、膽結石、消化性潰瘍、胃食道逆流、功能性消化不良和大腸激燥症等疾病。考慮到國人十大癌症中有五種屬於此學門，且其發生率和死亡率依然居高不下，研究重點也包括消化系癌症，如食道癌、胃癌、大腸癌、胰臟癌和肝癌等惡性腫瘤，聚焦於肝炎病毒基因型及病毒突變對治療的影響、新治療方法、消化道癌症的生物標誌、基因變化與疾病發生的關聯、影像學診斷、代謝性肝病、幽門桿菌研究以及內視鏡治療胃腸道黏膜下腫瘤及早期胃癌等議題。隨著人工智慧技術的進步，利用深度學習提升內視鏡影像分析、優化影像學檢測與診斷、建構疾病預測模型以及整合基因、微生物組與臨床數據進行精準醫療，為疾病風險評估、治療策略優化及健康監控帶來嶄新契機，同時提升手術治療根治率、代謝手術成功率並減少併發症及復發率，成為重要的研究方向。

二、學門簡介

消化醫學學門的研究範疇和特性如下

依器官分類：消化醫學研究的器官範疇包括消化道（口腔、食道、胃、十二指腸、小腸、大腸及肛門）、肝臟、膽道（膽囊及膽管）以及胰臟。

依疾病屬性分類：研究根據疾病的屬性分為良性（如大腸息肉、膽息肉、肝血管瘤、囊腫）和惡性腫瘤（胃癌、食道癌、胰臟癌、大腸癌、肝癌）、感染性疾病、血管性疾病、自體免疫疾病、發炎性大腸疾病以及其他消化道疾病。

病毒性肝炎和肝癌：B型肝炎和C型肝炎，以及它們導致的肝硬化和肝癌，對健康構成嚴重負擔。目前，除了B型肝炎疫苗外，B型和C型肝炎的抗病毒藥物使用有了重大進展。

消化系統癌症：消化系統癌症，如肝癌、胃癌、大腸癌、食道癌、胰臟癌，是國人罹患的常見癌症之一。

胃幽門桿菌感染：在台灣仍然是重要且常見的疾病，與胃潰瘍、十二

指腸潰瘍以及癌前病變相關。

新治療方法與微生物研究：晚期肝癌的治療雖有新療法，但效果有限。近年來，胃腸微生物叢在健康和疾病中的角色成為研究方向，並且肥胖、代謝性脂肪肝病逐漸增加，代謝性手術成為重要治療手段。

人工智慧技術應用：人工智慧（AI）成為提升研究效能的新工具，廣泛應用於內視鏡影像分析、影像學診斷與疾病風險評估。AI協助整合基因、微生物組及臨床數據，建立疾病預測模型，解析疾病機制，並優化個體化治療方案。特別是在晚期癌症治療及術後預後分析中，AI技術提供了精準的決策支持。此外，AI也能助力新藥研發、臨床試驗優化及健康監控，為提升治療效果、降低併發症及復發率提供重要助力。

外泌體研究：外泌體（Exosome）在消化系統疾病中扮演重要角色，已成為癌症診斷和治療的潛力工具。透過分析外泌體中的RNA、蛋白質及脂質，可探索其在腫瘤發生、疾病進展及治療反應中的生物學機制，為精準醫療提供新方法。

三、學門領域之研究現況及發展趨勢

(一)全球與我國之發展現況、重點研究方向及未來發展趨勢

項目	全球之發展現況及未來發展趨勢	我國之發展現況、重點研究方向及未來發展趨勢
1.	癌症早期篩檢與預防，開發癌症早期診斷之生物標誌。	國內目前有多個團隊建立胃及食道癌前病變、大腸息肉及腺瘤之縱向長期追蹤研究世代，開發癌症早期診斷之生物標誌以及預防策略。建立了國內大腸癌篩檢資料庫，並有多篇頂尖期刊之論文發表，提供國際制定癌症預防策略的依據。
2.	幽門桿菌之致病機轉探討，抗藥性及治療方法與胃癌預防之研究。	國內目前有多個團隊，執行幽門桿菌之致病機轉探討，抗藥性及治療方法與胃癌預防之研究，並取得多項重要研究成果，也參與國際幽門桿菌治療準則的制定。
3.	病毒性肝炎的致病機轉及治療，治癒後之自然病史。	國內目前有多個團隊建立慢性肝炎、肝硬化之縱向長期追蹤研究世代，開發癌症早期診斷之生物標誌以及預防策略，並有多篇頂尖期刊之論文發表，提供國際慢性肝炎治療準則制定的重要依據。對於提高慢性肝炎和肝硬化患者的治療效果，以及預防這些患者發展為肝癌，都具有重要的臨床和公共健康價值。
4.	新型非侵襲性肝臟醫學檢查如纖維檢查儀、超音波對比劑等研究。	國內目前有多個團隊建立慢性肝炎非侵襲性肝臟醫學檢查如纖維檢查儀之縱向長期追蹤研究世代，有機會成為慢性肝炎的診斷、監測

		和治療提供更精確的工具和指南。同時，也有助於深入了解慢性肝炎的複雜性質，從而改善對患者的治療。
5.	影像診斷的應用研究及智慧醫療產品開發。	胃腸道內視鏡及其它影像診斷包括肝纖維化、門脈高壓血流動力學及藥理學、動物學的應用研究及智慧醫療產品開發。是未來我國及全球醫學科學的發展趨勢，值得持續投入資源。
6.	抗癌藥物如免疫療法之研發與臨床應用。	國內在肝癌及消化系統癌症免疫療法研究領域取得了顯著進展。免疫療法作為一種新興的治療方式，通過激活患者自身的免疫系統，以對抗癌細胞，已經在多種癌症治療中顯示出潛在的效果。
7.	基因體、蛋白體、轉錄體和蛋白體等技術 (polyomics) 在疾病機制、高通量診斷技術和治療藥物開發的應用。	多體學 (multimodal) 結合多種不同的生物醫學數據源，如基因組學、轉錄組學、蛋白質組學、代謝組學等，以全面了解生物系統的狀態和功能。在臨床醫學中，多體學的應用可以提供更精準的診斷、治療和預測，它能夠綜合考慮個體的遺傳信息、分子水平的變化和生理學的特徵。然而，實現這一目標需要整合不同領域的專業知識，開發先進的技術和工具，同時也需要處理大量的數據，確保隱私和倫理的考慮。因此，持續投入資源並促進資源整合是實現多體學在臨床中最大效益的關鍵。
8.	再生醫學及肝臟移植包括幹細胞的相關研究為目前的重點及未來發展趨勢。	再生醫學及肝臟移植包括幹細胞的相關研究為目前的重點及未來發展趨勢，值得持續投入資源。
9.	腸道微菌叢在胃腸疾病的角色與臨床應用。	目前國內有多個團隊建立腸道微菌叢之縱向長期追蹤研究世代，並有多篇頂尖期刊之論文發表，這些研究有望為我國及全球醫學科學提供更深層次的理解，並為開發個體化治療、預防策略和促進整體健康提供新的洞察。縱向長期追蹤腸道微菌叢 (gut microbiota) 的研究對於理解微生態系統對健康的影響至關重要，是未來我國及全球醫學科學的發展趨勢，值得持續投入資源。
10.	機器人及內視鏡(含腹腔鏡)手術治療相關疾	機器人手臂手術和內視鏡手術在現代手術中都扮演著重要的角色，各自具有優勢和限制。

	病。	國內有多家醫學中心執行及比較機器人手臂與內視鏡(含腹腔鏡)手術治療的安全性與療效之研究，值得持續投入資源進行這些研究，有助於醫學專業人員和患者在選擇手術方法時能夠做出更明智的決策，推動手術技術的進步，提升患者的治療效果。
11.	代謝手術治療肥胖及脂肪性肝炎與糖尿病應用及機制。	肥胖及代謝疾病在國內的盛行率逐年上升，藥物、內視鏡及手術治療在這些疾病的安全性與療效及機轉值得研究研究。
12.	數據與 AI 人工智慧於消化醫學之應用。	國內目前有多個團隊，將數據與 AI 人工智慧應用於消化疾病的診斷與治療，此類應用研究是未來我國及全球醫學科學的發展趨勢，值得持續投入資源。
13.	外泌體在癌症診斷、液體活檢及藥物傳遞方面應用廣泛，未來將聚焦技術標準化、高通量分析及與人工智慧結合，提升精準醫療能力。	台灣研究聚焦癌症液體活檢、藥物傳遞及腸道微生物互動，未來將強化技術標準化、成果轉化與國際合作，推動臨床應用及競爭力提升。

(二)學術面、臨床面及應用面之價值

1. 在肝臟醫學領域，特別是肝炎研究方面，國內取得的卓越成就。
 B 型肝炎相關研究：國內在全面 B 型肝炎疫苗接種和慢性 B 型及 C 型肝炎藥物療法方面取得了巨大的進展。人數眾多且擁有充足的研究人才，使得從基礎到臨床的研究都得以實現。
 病毒性肝病研究：國內在病毒性肝病的研究方向上處於世界領先地位。這包括了基礎研究到臨床應用，研究結果對於治療臨床照顧病人，尤其是肝炎病毒和肝癌治療方面，具有重要的學術貢獻。
 其他肝臟領域：國內的研究還延伸到其他肝臟領域，如代謝性脂肪肝病、肝臟纖維化、肝細胞再生以及肝癌的細胞免疫等。這些研究成果有助於深入了解疾病的發生機轉和自然病程，並應用在臨床治療上。
2. 胃幽門桿菌治療：國內在胃幽門桿菌治療處方的開發上取得了卓越成就，尤其是在根除幽門桿菌方面，對於減少潰瘍和胃癌的發生已成為國際學術界的典範，甚至受到 WHO 的重視。
3. 消化道影像學新技術：國內在消化道影像學方面的新技術已達

到國際水準，這有助於更精確的診斷和治療。

4. 未來發展：未來的發展需考慮與歐美國家同等重視人才的調整，以及先進內視鏡治療技術的進一步開發與效果分析。此外，對於胰臟癌的增加、胃食道逆流性疾病的普遍性以及腸道微菌叢在疾病中的角色和治療應用，也是未來需要重視的研究方向。

(三)國內現有研究人力、設備及資源分配之狀況與需求

現今國內研究團隊主要分佈在胃腸醫學及肝臟醫學，這兩大研究領域，占有總體研究經費之大部分。此領域將有待加強資源分佈與人才分配之調整以應對未來發展趨勢。未來發展趨勢和需要加強的方向如下：

1. 資源分配與人才調整：鑑於研究經費的主要分布在胃腸醫學及肝臟醫學領域，未來可以考慮更均衡地分配資源，以應對其他醫學領域的發展需求。同時，也應該關注人才的培養和調整，以確保有足夠的專業人才參與不同領域的研究。
2. 內科研究與臨床試驗：研究模式由基礎病理機轉轉向藥物治療臨床試驗，可以進一步推動新藥物及治療方法的發現與應用。
3. 產官學合作：積極推展產官學合作是確保研究成果轉化為實際應用的重要手段。可以促進新技術、新治療方法的快速推廣，同時有助於資源的有效運用。
4. 肝臟醫學研究方向：在肝臟醫學領域，強調預防與治療肝纖維化、門脈高壓的致病機轉、慢性病毒性肝炎治療的臨床試驗等是非常關鍵的。國際合作能夠推動跨國試驗和新藥研發，增強研究的可靠性和影響力。
5. 胃腸微菌叢研究：發展胃腸微菌叢的研究對於理解其在不同疾病中的角色至關重要，這包括在消化道疾病、代謝疾病、肝病和惡性腫瘤的作用。此外，早期篩檢和生物標誌對於癌症風險評估和治療效益的評估也是十分重要的研究方向。
6. 整合型計畫與大數據分析：跨域結合、整合型計畫的推廣，以及大數據分析和人工智慧在醫學中的應用，都是未來發展的關鍵方向。這有助於更全面地理解複雜的生物學系統，提高研究的效率和深度。

總結來說，這些建議有助於促進醫學科學的整體發展，確保研究資源的有效運用，並推動更多的轉譯醫學應用。

四、我國發展消化醫學學門領域研究之 SWOT 分析

(一)優勢 (Strength) 與劣勢 (Weakness)

優勢 (Strength)	劣勢 (Weakness)
1.台灣肝病及消化道疾病患者眾多，	1.基礎與臨床，內科與外科之合作風

研究資料的收集正確且完整，臨床醫療水準高，治療成效佳。	氣略嫌不足，研究成果尚未能有效整合，互相提升。
2.台灣肝病之基礎根臨床研究，已受國際學界肯定。	2.研究經費整體大不如歐美先進國家，研究資源相對匱乏，不易網羅特殊人才。
3.幽門桿菌研究及胃癌研究團隊整齊，有相當基礎。特別是在治療、預防和抗藥性已有重大突破成就。	
4.台灣肝癌及消化道癌症疾病患者眾多，治療研發機會高，主要治療者研究經驗充足且研究經驗訓練佳。	3.國內研究較缺乏大規模、前瞻性、跨單位與國際性之整合型計畫。
5.國內消化內外科醫師的訓練相當紮實，與國外知名研究機構也有相當程度的研究合作與交流。	4.基層研究人力相對缺乏，且偏向各自進行，無法集中於大型的研究方向。
6.健保資料庫之開放使用，提供長期且大量之追蹤數據，使低成本之大數據成為可行之臨床研究，有不少成果產出。	5.研究大部分以發表論文為目標，較忽略專利跟技轉，欠缺產學合作成果，研究成果市場化不易。
7.研究傳承佳，消化醫療技術純熟。	6.國際化不足，缺乏與國外知名學術機構交流及人員訓練，出國進修風氣略缺乏。
8.引進 AI 人工智慧醫療之可行性極高。	7.國內法令制度相對較為保守，較無法鼓勵創新及醫療單位與產業界的產學合作。

(二)機會 (Opportunity) 與威脅 (Threat)

機會 (Opportunity)	威脅 (Threat)
1.台灣因消化疾病盛行，若能有效運用研究資源與人力，可大幅提升本學門之國際競爭力，藉由學術界的合作關係及策略聯盟，也可提高彼此人力及設備資源之共享。	1.目前在亞洲地區包括的日本、韓國、香港、新加坡與中國在基礎與臨床研究方面都有相當長足的進展，華人區域的另外三地高薪挖角是一大威脅，國際競爭日益激烈。
2.國內消化醫學專科訓練均有基本學術研究之要求，有助年輕醫師日後進入臨床研究，師資及領導資源豐沛。	2.研究資源與人力無法與歐美先進國家或日本相提並論，若再不急起直追，本領域的研究優勢必落後。
3.目前年輕研究者不少，發掘專科醫師人才並給予嚴格訓練培養與待遇保障之鼓勵，可提升將來整體性、突破性的研究水準。	3.出國留學風氣日漸缺乏，國際關係及國際化預期將降低，科學研究人才培養將出現瓶頸。若不能有效鼓勵優秀人才培育，提供研究設備與先進國家的交流機

	會，將不利本學門相關的與學術水準提升，人才培養將出現瓶頸與斷層。
4.本學門研究者發起之臨床試驗有增加趨勢，加上基礎醫學轉譯研究之醫師科學家訓練，人才培育日漸成熟。	4.熱門研究題目應要求有跨院校之整合，否則會導致人力經費的重複浪費，須鼓勵整合幾個主要的大型研究方向。至於冷門研究子題可鼓勵提供各自發展機會。
5.國內生技產業蓬勃發展，有助於提供額外資金，引導基礎與臨床研究整合策略，並將研究成果市場化，以利臨床應用。	5.國內研究者不以專利技轉與產學合作為優先，其研究成果難以創新與臨床應用，研究題目應著重國際共通需求並優先考慮區域性之應用可能。
6.胃腸道微菌叢及幹細胞等再生醫學發展，有相當大的研究空間，可帶來極大的潛在資金收入。	
7.國內健保資料庫之開放使用提供長期大量之臨床追蹤數據，有利於對國內腸胃疾病等臨床大數據研究，對各種藥物治療或醫療技術施行之臨床效益及成本分析尤其重要。	
8.電子資訊(ICT)領域人才優秀，有助於AI人工智慧在消化醫學領域發展。	

五、學門未來發展之規劃重點、推動策略及預期效益

短期	中期	長期
1.提供較多研究經費鼓勵大型整合計畫，專利技轉與產學合作。	1.規劃建立數個重點研究方向推展整合型計畫充分之資金補助。	1.建立共同大型研究中心，在既有基礎上，充實先進的高通量研究之研究設備及儀器，克服研究單位及實驗室資源不足之困境。
2.朝向增加消化醫學研究人才培育，提供足夠之經費，鼓勵研究能力之傳承。	2.維持尖端技術交流，建立研究人員有最新的技術，補助人才積極赴國外高科技單位之持續交流及拜訪學習。	2.提升台灣之研究及治療水準，建立高級實驗室以發展專利技轉與產學為中心任務，接受各國高科技產品之訂單或者是接受各種尖端科技之細胞純化治療之案件。

3.對於已具規模及研究成果優異之研究團隊，協助其維持或發展，趕上全世界之卓越研究團隊。	3.整合臨床醫師、基礎研究者以及各個層面之專才，達成跨科系、跨院所、跨臨床及基礎單位合作，以提昇國際競爭力。	3.鼓勵更多的優秀醫師及研究人員投入改善疾病之診斷、治療、預防、及追蹤醫療技術之研究領域。
4.鼓勵及培育人才投入基礎醫學研究。	4.鼓勵創新，改變就有已發表論文為研究目的之文化與制度，從內外科領域的研究議題，選擇重點項目，增加跨領域的研究。	4.鼓勵更多的優秀醫師及研究人員投入改善疾病之診斷、治療、預防、及追蹤醫療技術之研究領域。
5.再生醫學如幹細胞及胃腸道微菌叢的研究進步迅速，應朝跨領域整合，執行規劃研究重點方向，移植並學習最先進之技術入國內。	6.建立具有專才之醫師科學家研究制度，使其不受臨床壓力，可有獨立的時間、空間與資源參與整合計畫的一部分，並鼓勵參與尖端研究單位如中央研究院或國家衛生研究院等之研究學習。	5.考慮國家級研究中心或整合研究小組，以國內專家合作達到一定水準之成就(如臨床試驗聯盟)，積極參與國際合作。
6.鼓勵跨領域合作，提供創新創型之研究經費。		

六、113 年度學門推動成果

(一)總體性成果

113 年度學門研究涵蓋了 B 型肝炎病毒(HBV)、肝細胞癌(HCC)、胃癌、大腸直腸癌、胰腺癌與腸道微生態等多個領域，致力於創新診斷、治療與預防策略的開發。在 HBV 研究中，重點包括利用非切割 CRISPR 技術治療 HBV 感染與 HCC 的可行性，探索 HBV Pre-S2 突變及基因組整合對癌症的影響，並研究 HBV 專一性免疫反應中的 HLA*A11:01 限制性抗原，以及 HBx 突變與偽基因在肝癌發展中的角色。此外，還開發血清生物標誌物以評估 HBV 功能性痊癒與停藥後復發風險。

在肝癌領域，研究聚焦於腫瘤微環境的調控，分析胞外囊泡、免疫細胞（如 CD38+ HLA-DR+ CD8+ T 細胞）和 HOXA9-IGFBP2 軸對癌症進展及免疫逃逸的作用。另有研究探討了免疫檢查點抑制劑

對晚期 HCC 的療效及新型分子標靶的抗癌機制。胃癌與大腸直腸癌研究則揭示了 PLOD3 及 Twist1 在腫瘤進展中的角色，開發了 circZNF800 RNA 作為潛在的腸癌生物標誌，並分析腸道菌群和代謝物與腸癌的關聯性。

胰腺癌與癌症惡病質研究深入探討脂肪流失對疾病進展的分子機制，並研究腸道菌群在癌症誘發的惡病質中所扮演的角色。腸道微生物生態相關研究則強調腸-肝-心軸的交互作用，分析腸道菌群與代謝相關脂肪肝(MAFLD/NAFLD)以及非酒精性脂肪性肝炎(NASH)中的功能紊亂。同時，部分研究利用人工智慧與多組學分析，進一步提升胃癌風險預測和肝癌治療效果的精準性，為基礎與臨床醫學提供了創新模式。這些研究不僅揭示了疾病發展的關鍵機制，還探索了新型治療方法，為未來精準醫療和個人化治療奠定了堅實基礎。113 年度消化醫學學門各領域均有不錯的研究表現，許多研究者已完成良好的研究設計與成果。

1. 學術成就（科技基礎研究）

(1) 國立成功大學臨床醫學研究所沈廷盛，計畫「探討癌症惡病質之脂肪流失在胰腺癌發展中的角色」，計畫編號為 NSTC 111-2314-B-006-049-MY3。研究發現胰腺癌可透過介白素 8 誘導脂肪分解，促使脂肪細胞釋放脂質。臨床研究進一步指出，惡病質患者中檢測到較大的極低密度脂蛋白，證實胰腺癌對肝臟脂肪代謝的影響。未來研究將著重探討極低密度脂蛋白攜帶的物質及其被胰腺癌細胞攝取的過程，進而了解其對癌症惡化及惡病質發展的影響。此計畫成果將揭示脂肪代謝在胰腺癌進展中的關鍵機制，為胰腺癌治療策略的改進提供重要依據。

(2) 高雄醫學大學附設醫院食道癌研究團隊（吳宜珍醫師）發現，透過自律神經功能監測，較高的靜止心率與皮膚交感神經活動顯著增加食道癌患者接受化學放射治療後的死亡率（計畫編號 NSTC 110-2314-B-037-043）。另以三維共軛焦成像技術分析食道癌組織，揭示分泌型蛋白 elafin 於腫瘤微環境中的分布及其影響食道癌侵襲性的分子機制（計畫編號 NSTC 111-2314-B-037-004、112-2314-B-037-084-MY3）。關於食道癌的篩檢對象和效益，也利用台灣健保資料庫，對發生同時性食道癌風險最低的口腔癌患者，分析並證實胃鏡檢查能夠早期發現食道病灶、影響口腔癌病患預後並有良好的成本效益，這些研究成果提供了國家篩檢政策新的診療依據及腫瘤微環境的深入見解。(NSTC 111-2314-B-037-004, 112-2314-B-037-084-MY3)

- (3) 長庚醫療財團法人胃腸肝膽科謝森永團隊完成全基因組篩選，鑑定出 58 個候選致癌基因，並命名為「肝炎相關致癌基因 (HAO)」。
- (4) 長庚醫療財團法人胃腸肝膽科鄭文睿教授探討有限期核苷(酸)類治療 (Nuc therapy) 對 HBeAg 陰性 B 型肝炎相關肝硬化 (HBV-LC) 患者的影響，結果顯示，有限期治療組比持續治療組具有更低的肝細胞癌 (HCC) 發生率 (10 年：15.7% vs. 26.8%， $p < 0.0001$)、更高的 HBsAg 清除率 (10 年：22.7% vs. 3%， $p < 0.0001$)，並顯著降低肝病相關死亡或肝移植風險及整體死亡率。多變量分析表明，有限期治療是 HBsAg 清除的獨立促進因素，同時能保護患者免於 HCC 及相關死亡。研究結果顯示，有限期治療可能通過增強免疫作用，促進 HBsAg 下降及清除，從而減少肝癌發生並提高患者生存率。發表於《Hepatology》2024 年 3 月。
- (5) 高雄醫學大學醫學系內科余明隆，其計畫名稱為「探討 C 型肝炎成功治療後，statin 及 metformin 對長期肝癌及肝相關併發症之影響」，計畫編號 NSTC 111-2314-B-037-069-MY2，追蹤台灣慢性 C 型肝炎患者接受 C 肝抗病毒藥物後，觀察 statin 與 metformin 對肝癌發病率的影響。結果顯示，治療成功的患者中，metformin 能降低肝細胞癌發生率，論文已刊登於 J Hepatol. 2023 Feb;78(2):281-292。
- (6) 高雄醫學大學醫學系內科吳登強，其計畫名稱為「探討腫瘤微環境中 HOXA9-IGFBP2 axis 通過增加胃癌細胞激素受體、增強癌細胞對間質幹細胞分泌細胞激素的敏感性來促進癌症的進展」，計畫編號 NSTC 112-2314-B-037-081-MY3，研究初步結果顯示腫瘤微環境中癌細胞與周邊細胞之間的相互作用是癌惡化進展的重要推手；而細胞激素受體更是傳達細胞們之間訊息的關鍵中介因子。活化的 HOXA9-IGFBP2 Axis 可能透過調節胃癌細胞激素受體的表達，進而增強胃癌細胞對間質幹細胞分泌細胞激素的敏感性，進而促進胃癌惡化的進展。

2. 技術創新成就 (科技整合創新)

- (1) 國立臺灣大學醫學院陳培哲教授團隊探討 B 型肝炎病毒

(HBV) 主要剪接變異體 SP1 的功能及其所編碼的新型核心蛋白 (HBcSP1) 在感染中的重要角色。研究發現，缺乏 SP1 的 HBV 剪接缺陷突變體 (A487C) 在感染人類肝細胞嵌合小鼠 (hu-FRG mice) 和 HepG2-NTCP 細胞中感染力顯著下降，且病毒進入速度明顯變慢。補充 SP1 編碼的 HBcSP1 蛋白能成功恢復該突變體的感染力，證實 HBcSP1 在病毒感染中的關鍵作用。此外，冷凍電子顯微鏡顯示 A487C 突變體的衣殼形成了不利於病毒進入的鎖定構型，與野生型 HBV 的衣殼形成對比。這項研究揭示了 SP1 編碼的 HBcSP1 蛋白在 HBV 感染過程中的功能，並進一步完善了 HBV 顆粒的現有模型。研究成果刊登於**《Journal of Hepatology》2024

- (2) 國立臺灣大學醫學院臨床醫學研究所高嘉宏，其計畫名稱為「研究不同慢性 B 型肝炎病程中之肝細胞內外 B 型肝炎病毒庫類種」，計畫編號 NSTC 111-2314-B-002-144-MY3，已成功從慢性 B 型肝炎患者的肝檢體中提取 cccDNA，並優化實驗方法以增加 cccDNA 產量。這項計畫旨在研究 cccDNA 的 DNA 甲基化，以深入了解其對 HBV 複製的表觀遺傳調控機轉。研究將進一步探討在慢性 B 型肝炎不同疾病階段中，病毒類種和調節機制對病毒突變和演化的影響，以制定更有效治療 B 型肝炎的策略。
- (3) 高雄醫學大學的許世賢教授研究肝癌代謝失衡，使用 ISX 基因轉殖動物模式建立高熱量飲食誘發的肝癌模型。透過單細胞 RNA 定序和多質體學分析獲取數據，結果將進行分子生物學驗證，並涵蓋 TNM 分類中 Type I 肝癌患者的臨床驗證，提高研究的可靠性和應用價值。
- (4) 國立臺灣大學醫學院微生物學科暨研究所楊宏志，計畫編號：NSTC 110-2314-B-002-044-MY3，探討 CRISPR 非切割基因編輯技術在治療 B 型肝炎病毒 (HBV) 感染及相關肝癌中的可行性，生成了 ScCas9-BE 並篩選出 3 個有效保守 gRNA，可用於失活 HBV 基因組。研究顯示，慢性 B 型肝炎患者的 HBV 變異程度及核心相關抗原與停藥後復發風險顯著相關。此研究為 B 型肝炎提供了新的基因編輯治療方案，並提出了評估抗病毒藥物停藥後復發風險的方法。
- (5) 國立臺灣大學醫學院內科邱瀚模教授與許文峰醫師探討新型人工智慧盲腸辨識系統 (AI-CRS) 對結腸鏡篩檢中腺瘤偵測指標的影響，發現該系統在後期驗證盲腸插管成功後，顯著提升腺瘤偵測率 (ADR) 及進階腺瘤偵測率，特別是

在近端結腸的進階腺瘤偵測率改善最為顯著。研究結果顯示，AI-CRS 的實施與更高的腺瘤（調整勝算比 1.35）及進階腺瘤（調整勝算比 1.23）偵測可能性相關，顯示該技術對提升結腸鏡篩檢品質具有重要意義。本研究結果發表在國際頂尖期刊《Gastrointestinal Endoscopy 2024》

3. 經濟效益（經濟產業促進）

- (1) 高醫陳立宗教授研究團隊，成功開發了擬人化 CXCR2 抗體 (NICR2-5)，對表達 CXCR2 的人類癌細胞具有高結合親和力，同時在動物研究中顯示其抑制胰腺癌和血癌的生長，並改善腫瘤微環境。該抗體具有高度專一性，不結合正常組織，並已申請美國及台灣的專利。「開發人源化 CXCR2 抗體治療實體癌並改善免疫微環境」獲得第 21 屆國家新創獎-學研新創獎。
- (2) 成大林錫璋醫師研究團隊研發了新的內視鏡粉末噴灑技術，透過胃鏡將止血藥物傳明酸以粉末形式精確噴灑在潰瘍傷口上，以預防潰瘍出血復發。經過 2022-2023 年的臨床試驗，結果顯示這種噴灑技術結合現有的內視鏡止血技術，能有效降低早期內視鏡止血失敗率。研究結果發表在國際頂尖內視鏡期刊 *Gastrointestinal Endoscopy* 2023; 98: 755-764.

4. 社會影響（社會福祉提升、環保安全）

- (1) 國立臺灣大學醫學院內科李宜家，計畫編號：NSTC 111-2314-B-002-136-MY3，使用內視鏡影像與相應病理組織切片建立深度學習模型，經過訓練、驗證、與測試，模型達高度準確度，馬祖實地測試成功。其深度學習系統可透過雲端運算，即時準確預測胃病情，提供便捷的遠距醫療服務，特別適用於偏鄉離島地區，充分發揮有限的醫療資源。
- (2) 國立臺灣大學醫學院內科邱瀚模教授分析台灣 40-54 歲平均風險族群的結腸直腸進階病變 (AN) 趨勢，發現 AN 的盛行率在 2003 至 2019 年間顯著增加，特別是 40-44 歲 (0.99% 增至 3.22%) 與 45-49 歲 (2.50% 增至 4.19%) 族群。45-49 歲的 AN 盛行率與 50-54 歲相近，顯示年輕族群罹病風險上升及晚出生世代的較高盛行率。研究建議應將大腸癌篩檢年齡從 50 歲提前至 45 歲，以因應早發性結腸直腸癌的增加趨勢。研究結果發表在國際頂尖期刊 (*Clin Gastroenterol Hepatol.* 2024)

5. 其他效益（科技政策管理及其他）

- (1) 國立成功大學臨床醫學研究所沈延盛發現在鐘擺化療中，

與發炎反應相關的蛋白 A20（又稱腫瘤壞死因子 α -誘導蛋白 3）被上調控。同時，研究也觀察到增加 A20 的表現量會提高胃癌對順鉑、5-氟尿嘧啶和紫杉醇等藥物的抗性，深入了解 A20 如何調控鐘擺化療法中胃癌產生抗藥性的分子機轉。

- (2) 高雄醫學大學醫學系陳立宗講座教擔任泛亞洲版歐洲腫瘤內科醫學會晚期膽道癌臨床治療指引的專家群召集人 (ESMO Open, 2024)，膽道癌〔biliary tract cancer〕在精準醫療的年代，相較於其他胃腸到癌症與肝細胞癌有相對較多的標靶藥物可供應用，然其藥物核准除 IDH1 突變蛋白抑制劑與核准用於 FGFR2 基因融合或重組的新藥研發的 FGFR2 抑制劑外，多數標靶治療藥物均經由不定形癌症適應症之核准使用於膽道癌。昂貴的次世代基因定序與標靶藥物將必然影響臨床治療指引標定標準治療之可近性及可遵循性。

(二) 個別計畫代表性成果

1. 國立臺灣大學醫學院內科李宜家教授評估幽門螺旋桿菌 (H. pylori) 篩檢對降低胃癌發生率和死亡率的影響，納入台灣 50 至 69 歲居民，分為 HPSA + FIT 組與僅 FIT 組。結果顯示，HPSA + FIT 組的胃癌發生率顯著低於 FIT 組 (相對風險 0.79, 95% CI 0.63-0.98)，但對死亡率無顯著影響 (相對風險 1.02, 95% CI 0.73-1.40)。該研究表明，HPSA + FIT 篩檢可能有助於降低胃癌發生率，對公共健康具潛在影響，可促進早期發現和預防胃癌。研究成果於**《JAMA》2024 年 11 月**發表。
2. 國立臺灣大學醫學院內科吳明賢、劉志銘的研究顯示過去 30 年來全球成人幽門桿菌感染率顯著下降，但兒童及青少年的感染率並未有明顯改變，並指出這種變化在不同地區呈現顯著差異。研究還發現幽門桿菌感染率的下降與胃癌發生率的全球性降低密切相關，進一步支持將降低感染率作為減少胃癌風險的策略。最後，研究提出需透過大規模臨床試驗驗證此策略的有效性，為未來公共衛生干預措施提供依據。成果刊登於 Gastroenterology 2024.
3. 國立成功大學醫學院內科鄭修琦教授比較 10 天與 14 天鉍劑四合一療法在幽門螺旋桿菌一線治療中的效果，發現 10 天療法的除菌率 (ITT 分析 92.4%，PP 分析 97.9%) 與 14 天療法相當，達到非劣效性標準。兩組在整體不良反應發生率上相似 (約 54%-57%)，但 10 天療法的頭暈 (18.5% 對 34.0%) 及嘔吐 (4.5% 對 12.8%) 發生率顯著較低。結果表明，10 天療法在療效與安

全性上均具優勢，為幽門螺旋桿菌感染的一線治療提供了更短時長的有效選擇。本研究對於優化幽門螺旋桿菌治療策略及減少患者負擔具有重要意義。本研究結果發表在國際頂尖期刊 (EClinicalMedicine. 2024 Mar 11;70:102529)。

4. 義大醫院許耀峻教授發現 tenofovir disoproxil fumarate (TDF) 對慢性 B 型肝炎 (CHB) 患者肝內病毒負荷和免疫微環境的多重影響，特別是其能顯著降低整合型與非整合型 HBV DNA 及 HBV 核心抗原陽性細胞，但對 HBsAg 陽性細胞無顯著影響。此外，研究還指出 TDF 能減少 T 細胞與 B 細胞密度，並廣泛下調免疫相關基因的表達，揭示 HBV 核心抗原與 HBsAg 細胞之間的差異性 T 細胞毒殺機制。這些發現為 HBV 治療策略，尤其是治癒方案的設計，提供了新的科學基礎。成果刊登於 GUT 2024.
5. 台北榮總李發耀教授團隊比較內視鏡靜脈曲張結紮術 (EVL) 與 propranolol (PPL) 在預防肝細胞癌 (HCC) 患者首次食道靜脈曲張出血 (EVB) 的效果。研究結果顯示，EVL 顯著降低 EVB 累積發生率 ($p=0.009$)，特別是在巴塞隆納肝癌分期 (BCLC) A/B 患者中，EVL 在減少 EVB ($p<0.001$) 和提升總生存率 (OS, $p=0.003$) 方面優於 PPL，而在 BCLC C/D 患者中則無顯著差異。綜合而言，EVL 在預防 HCC 患者首次 EVB 方面表現卓越，其優勢主要集中於 BCLC A/B 期患者。成果刊登於 GUT 2024.
6. 國立臺灣大學醫學院高嘉宏教授團隊探討代謝功能異常相關脂肪性肝病 (MASLD) 患者在透過直接作用抗病毒藥物 (DAAs) 治療達到第 12 週持續病毒學應答 (SVR12) 後罹患新發肝細胞癌 (HCC) 的風險。研究發現，MASLD 患者罹患 HCC 的風險比非 MASLD 患者高約兩倍 (調整後風險比 2.07, $p<0.001$)，且 MASLD 顯著中介了心血管代謝風險因子 (CMRFs) 對 HCC 的影響。MASLD 患者的 HCC 累積發病率顯著高於非 MASLD 患者，HCC 的整體發生率為每 100 人-年 1.44 例。此研究成果刊登於**《Journal of Hepatology》**，強調 MASLD 患者需接受嚴密的 HCC 監測，並透過藥物干預與生活方式調整來控制 CMRFs，以改善 HCV 清除後的預後。
7. 台北榮總黃怡翔教授團隊探討免疫檢查點抑制劑 (ICIs) 對癌症或肝細胞癌 (HCC) 患者實現慢性 B 型肝炎 (CHB) 功能性治癒的潛力。研究發現，接受 ICIs 治療且基線 HBsAg 濃度低於 100 IU/ml 的患者，其 HBsAg 清除率顯著高於未接受 ICIs 治療的對照組 (累積清除率 12 個月為 13%，24 個月為 38.4%，

p=0.0267)。此外，幾乎所有實現 HBsAg 清除或顯著下降的患者均接受核苷(酸)類治療，平均達成清除的時間為 16.5 個月，揭示了 ICIs 可能加速 HBsAg 清除的能力，為未來設計以功能性治癒 CHB 為目標的 ICIs 臨床試驗提供了重要資訊。此研究成果刊登於《Journal of Hepatology》2024。

8. 國立臺灣大學醫學院內科吳明賢、劉志銘、洪子瞻與亞太多國學者組成的 Asian Pacific Alliance on Helicobacter and Microbiota 研究發現，1990 年至 2022 年間亞太地區幽門螺旋桿菌的主要抗生素抗藥性在不同國家與時期間有顯著變化。克拉霉素、甲硝唑和左氧氟沙星的抗藥性比率上升，但阿莫西林和四環黴素的抗藥性則保持穩定。研究建議，各國應根據幽門螺旋桿菌根除治療中的抗生素抗藥性變化調整治療指南。此研究成果發表於**《Lancet Gastroenterology & Hepatology》2024** (NSTC 109-2314-B-002-096; NSTC 111-2314-B-002-012)。
9. 國立成功大學醫學院附設醫院鄭斌男教授的研究顯示慢性 B 型肝炎治療藥物，tenofovir disoproxil fumarate (TDF) 有降血脂作用，然而病人轉換成使用 tenofovir alafenamide (TAF) 後，會增加胰島素抗性，增加體重，惡化血脂代謝，成果刊登於國際頂尖期刊 Alimentary Pharmacology & Therapeutics。

七、檢討與展望

113 年度消化醫學學門研究涵蓋 B 型肝炎病毒 (HBV)、肝細胞癌 (HCC)、胃癌、大腸直腸癌、胰腺癌及腸道微生態等領域，展現高度創新性與臨床應用價值。HBV 研究揭示了非切割 CRISPR 技術在降低病毒基因組活性及預測停藥後復發風險的潛力，同時指出有限期核苷酸治療能有效降低 HCC 風險並促進 HBsAg 清除率。HCC 研究探索腫瘤微環境與代謝風險對腫瘤進展的影響，並強調免疫檢查點抑制劑 (ICIs) 對 HBV 相關 HCC 患者的治療成效及其促進 HBsAg 清除的潛力。此外，胃癌與大腸癌研究發現幽門螺旋桿菌 (*H. pylori*) 篩檢能有效降低胃癌發生率 (HPSA + FIT 組相對風險 0.79)，並指出全球 *H. pylori* 感染率下降與胃癌發生率降低之間的密切相關性；此成果同時強調調整抗生素抗藥性治療策略的重要性。胰腺癌與腸道微生態研究則聚焦於腸-肝-心軸及腫瘤代謝變化，為代謝失調相關疾病的整體管理提供新思路。

多項重要成就為領域帶來深遠影響。例如，研究揭示 TDF 對 CHB 患者肝內病毒負荷及免疫微環境的多重影響，為 HBV 治療策略提供新基礎；另一項研究證實內視鏡靜脈曲張結紮術 (EVL) 對 HCC 患者首次食道靜脈曲張出血 (EVB) 的卓越預防效果；另有研究指出 MASLD

患者在 HCV 清除後罹患 HCC 的風險顯著升高，強調對其心血管代謝風險因子的管理。人工智慧（AI）技術在消化疾病中的應用，如腸道微生態分析、腺瘤偵測與 *H. pylori* 篩檢風險預測，亦顯著提升了診療效率。同時，外泌體（exosome）及多組學（multiomics）研究進一步揭示腫瘤微環境、免疫調控及疾病分子機制，為精準醫療及早期診斷提供關鍵線索。

這些研究成果充分展現台灣學者在基礎與臨床研究的全球影響力，不僅深化對疾病機制的理解，還為公共衛生與精準醫療策略提供科學依據。在此基礎上，未來應進一步結合外泌體（exosome）研究，以探討其在腫瘤微環境、免疫調控及疾病診斷中的關鍵作用，並強化多組學（multiomics）技術應用，整合基因、蛋白質、代謝物及腸道菌群等多層次數據，發掘疾病風險及治療反應的精準生物標誌。此外，人工智慧在臨床應用中的潛力應持續擴展，特別是在影像分析、自動化診斷及預測模型的建立方面，以進一步提升診療效率。精準醫療策略的發展應結合上述創新技術，針對個體化疾病特徵提供定制化的治療方案，並推動跨學科研究與國際合作，助力建立全球領先的研究平台。通過資源整合與人才培育，這些新興領域將為重大疾病的防治帶來更深遠的影響，最終實現提升公共健康及患者福祉的目標。

心臟醫學學門 發展規劃及成果報告

召集人：張世霖

一、前言

心臟醫學學門專注於研究心血管系統相關疾病，涵蓋心肌梗塞、心律不整、心臟衰竭、高血壓、動脈硬化以及靜脈相關問題等，範圍廣泛且涉及多層次的科學探索。此學門整合基礎研究與臨床應用，深入探討疾病的生物循環機制，並以解決現今醫學難題為目標。學門研究方向多元，包括病理機制解析、疾病診斷技術的開發、新型治療策略的研發，以及疾病預防模式的建立，同時藉助流行病學、大數據分析與人工智慧等現代技術，全面提升研究的深度與效率。

此外，學門注重學科交叉與知識融合，從生理、解剖到分子與細胞層面，涵蓋從基因調控到整體功能表現的多層次研究。透過推動基礎與臨床的轉譯研究，學門期望將理論成果實際應用於臨床診療，提供患者更為有效的診療方案。我國相關研究成果已於部分領域達到國際水準，並持續朝更高目標邁進。透過推動跨學科協作與國際合作，此學門致力於打造整合型研究平台，以促進學術進步並推動心血管醫學的整體發展。

二、學門簡介

心臟醫學學門聚焦於心血管系統相關疾病的研究，範圍涵蓋心臟內外科以及動靜脈血管循環系統的醫學與生物科學。研究範疇從基礎機制到臨床應用，包括心臟病理學、血管生物學、心臟影像學、電生理學及新型醫療器材開發等，涵蓋疾病診斷、治療與預防策略。慢性疾病如高血壓性心臟病、冠狀動脈疾病和瓣膜病變，是研究的重要方向，目標在於早期偵測與風險管理。而急重症則著眼於快速救治與生存率提升，範例包括急性心肌梗塞、主動脈剝離和急性肺栓塞等。

為應對人口老化與疾病年輕化的挑戰，學門結合精準醫療與跨領域合作，強調創新技術的應用。例如基因體學用於尋找疾病相關基因，生物標記評估風險與疾病進程，並推動幹細胞研究以修復嚴重心血管損傷。隨著心血管疾病仍為台灣主要死因之一，心臟醫學學門在疾病預防、急救處理與長期照護的整合中發揮關鍵作用。透過結合臨床實務與前沿科技，該學門為未來的心血管醫學奠定基石，並提升整體醫療效益。

三、學門領域之研究現況及發展趨勢

(一) 全球之發展現況及未來發展趨勢

1. 心血管影像診斷與血流動力學研究

心血管影像診斷技術的發展，包括磁共振成像(MRI)和高解析度的超聲波影像技術，已經成為心血管疾病診斷的標準工具。這些影像技術的提升不僅使診斷更加精確，也有助於治療過程中對患者病情的實時監控。

2. 分子化診斷與生物標誌物建立

以精準醫學為概念，心血管疾病的分子化診斷和生物標誌物的發展已經進入了深入的研究階段。這些研究不僅為疾病的早期檢測提供了新的方向，還有助於制定更加有效的治療策略。尤其在心血管疾病中，分子標誌物的發現對於疾病的預測、診斷以及個性化治療至關重要。

3. 複合醫療器材和新藥的研發

近年來，複合性醫療器材和新藥的研發逐漸受到重視，尤其是結合組織工程和血管支架的創新產品正在走向市場。這類新型醫療器材能夠更精確地治療心血管疾病，並提高患者的生活質量。這也體現了全球在結合醫材與藥物方面研發的多样化趨勢。

4. 大型臨床研究與觀察型研究

全球心血管領域的大型多中心臨床研究已經成為確立治療方案的重要途徑。這類研究幫助醫學界更加準確地了解不同心血管疾病的發展過程、預後指標以及不同治療方法的效果。觀察型研究的推進也使得疾病預防、早期診斷和個性化治療的模式日益清晰。

5. 精準醫學與基因體醫學

精準醫學(療)作為未來醫學的發展方向，特別在蛋白質體和基因體領域，已成為全球研究的核心。藥物基因體學的發展使得藥物的療效和副作用可以根據每個病人的基因組成進行個性化設計。此外，個人化治療的推廣有望大幅提高治療效果並降低不必要的副作用，這也是目前心血管疾病研究的重點之一。

6. 3D 列印在心血管領域的應用

3D 列印技術在個性化醫療方面顯示出巨大的潛力，特別是在心血管疾病中，3D 列印技術可以用於製作個人化的心血管組織和器官模型，為醫生提供更精準的診療方案，並有助於臨床手術的成功率提升。

7. 幹細胞及細胞治療的發展

隨著幹細胞研究的進展，全球許多國家已將幹細胞和細胞治

療作為心血管疾病治療的前沿方向。幹細胞在心臟病變、心臟衰竭等方面的應用，已經開始進入臨床實驗階段。這類治療方法能夠為重度心血管疾病患者提供新的治療選項，未來有望在改善心臟功能、修復心臟組織等方面發揮重要作用。

8. 大數據與疾病預後研究

隨著信息技術的發展，大數據在心血管疾病研究中的應用逐漸增多。利用大數據分析，不僅可以進行疾病預測，還能對治療效果進行量化評估，從而幫助醫療機構制定更加科學的治療計劃。

9. 遠距醫療的發展

遠距醫療在心血管領域的應用，尤其是在心臟衰竭和高危心肌梗塞患者的監測和治療方面，已經得到廣泛應用。遠距醫療技術的發展，使得偏遠地區的患者能夠享受到與大城市同等水平的醫療服務，並有效降低了急診和住院率。

(二) 我國之發展現況、重點研究方向及未來發展趨勢

1. 心律不整診治研究

心律不整是我國心血管疾病研究的強項之一。除了臨床研究，蛋白質體和基因體研究的引入，為未來的新藥研發和治療方法提供了更多的研究方向。未來，心律不整的治療將更加個性化，基於患者的基因背景來設計治療方案。

2. 動脈硬化的基因體學與生物標誌物研究

動脈硬化的研究在我國心血管領域中一直占據主導地位，研究重點已經轉向基因體學和生物標誌物的開發。這些研究將有助於尋找動脈硬化的早期預警信號，並推動個性化治療的發展。

3. 心衰竭的研究與臨床應用

由於心衰竭的臨床重要性及其對醫療資源的消耗，這一領域已經引起了廣泛關注。尤其是與右心衰竭相關的研究，在我國有進一步推動的潛力。隨著國際新藥的上市及新醫療器材的應用，心衰竭的治療手段不斷創新，預示著未來治療效果的提升。

4. 幹細胞研究及細胞治療

我國在心血管幹細胞研究方面也處於領先地位。幹細胞治療在心血管疾病中的應用前景廣闊，尤其是在心肌修復及功能恢復方面的應用，有望成為未來治療的突破點。然而，目前的法規和資金限制仍然是推進該領域發展的障礙。

5. 中醫藥的應用研究

中醫藥在心血管疾病的應用仍是我國的研究重點之一。儘管

臨床試驗進展緩慢，但未來通過加強產學合作，這一領域的研究有望突破現有困境，為心血管疾病提供更多的治療選項。

6. 心血管外科手術及醫療器材的研發

心血管外科手術的研發在我國已經走向多樣化，特別是與新型醫療器材的結合，如心臟細胞貼片和血管內裝置，成為近年來的研究熱點。這些創新技術將極大改善患者的治療效果，並提高手術的成功率。

7. 急重症診治與葉克膜使用

急重症診治，尤其是葉克膜的應用，在我國醫療資源分配中佔據重要位置。低温療法及即時診斷技術的進步，也使得這些技術逐漸進入臨床應用，未來有望進一步提升治療效率。

8. 遠距醫療與人工智慧

隨著人工智慧技術的發展，遠距醫療已經成為心血管疾病治療的重要趨勢。通過遠程監控和數據分析，可以實現對高風險患者的長期監護，並及時調整治療方案。

(三) 學術面、臨床面及應用面之價值

國內心血管研究在心律不整的臨床研究上居於國際領先地位，學術與應用表現亮眼。在基礎研究方面，動脈硬化及幹細胞研究佔有重要位置，雖然臨床研究尚屬起步階段，但已逐漸取得進展。心肌病變及肺高壓等疾病的研究在增長中，然而與實際應用的距離仍需縮短。急重症診治則因其高臨床價值，應獲得更多支持以鼓勵研究投入。

為響應精準醫學的趨勢，國內應集中資源於心內外科疾病的應用研究，並積極促進從臨床前研究到臨床試驗的轉化過程。具體而言，整合研究標的與評估指標的研究計畫應成為未來資助的重點。

(四) 國內現有研究人力、設備及資源分配之狀況與需求

目前國內心血管研究資源集中於心律不整、動脈硬化、幹細胞及中草藥四大領域，其中以心律不整的研究經費最高，產出也最為顯著。然而，幹細胞及基因體學研究往往受限於高額設備需求及繁複法規，使得研究進展受到阻礙。動脈硬化與中草藥研究雖已普及，但由於資源不足，學術及臨床應用的深度仍待提升。

基因體及藥物基因體研究的重要性日益顯現，但國內僅少數團隊能參與相關計畫，顯示出人才培育的急迫性。同時，介入性治療與影像研究的規模與深度尚有增強空間，高血壓及心衰竭的研究投入亦亟需提高。臨床試驗作為應用研究的關鍵，需國家與產業界的共同支持，才能將豐富的基礎研究成果推向臨床應用。

四、我國發展心臟醫學學門領域研究之 SWOT 分析

(一) 優勢 (Strength)

1. 健保資料庫的全面性和可持續更新性，提供心血管疾病大數據分析的獨特優勢。
2. 台灣在心臟節律管理與介入性心導管治療技術方面已達國際先進水準。
3. 多中心聯合研究的運行模式成熟，研究成果具備高可信度和重現性。
4. 與國際學術機構的合作基礎穩固，有助於推動國際級臨床試驗。
5. 血管幹細胞研究領域的技術日漸成熟，初步臨床研究成果令人期待。
6. 台灣心血管疾病患者族群龐大，為臨床試驗提供足夠樣本來源。
7. 急重症醫療體系完整，臨床研究過程中患者可獲得高品質照護。
8. 心血管相關研究團隊的基礎科學與臨床研究表現均獲國際期刊認可。

(二) 劣勢 (Weakness)

1. 基礎研究與臨床應用之間的聯繫不夠緊密，轉譯醫學推動進展緩慢。
2. 相較於其他國家，研究經費嚴重不足，限制了高階儀器和國際人才的引進。
3. 心血管疾病研究中的特定領域（如心衰竭基因治療）仍屬發展初期，需更多投資與支持。
4. 臨床試驗流程法規較為繁瑣，對新藥與新療法測試進程形成障礙。
5. 研究人力不足且年齡層偏高，年輕世代醫師參與研究的動力與機會有限。
6. 生物檢體庫尚未完善，對特定心血管疾病的轉譯研究構成限制。
7. 台灣心血管研究國際化程度偏低，影響全球學術競爭力的提升。
8. 資源分配未集中，熱門研究重複投入，冷門研究缺乏支援。

(三) 機會 (Opportunity)

1. 心臟再生醫學和細胞治療的發展為未來治療帶來新方向，尤其是對心肌梗塞後的修復。
2. 隨著 AI 與機器學習技術進步，應用於心血管疾病風險預測及個人化治療的可能性大增。
3. 國際合作逐漸增強，有助於獲取更高階的臨床研究技術與資

金支持。

4. 生技產業蓬勃發展，可將研究成果商品化，推動產學合作模式的創新。
5. 台灣已成為國際會議與臨床試驗的熱點之一，為提升學術聲望提供良機。
6. 政府逐步放寬醫療法規，提供資源與政策支持，有助於新療法的推廣與應用。
7. 健保系統數據進一步整合，促進長期健康管理研究的實現，尤其在慢性心血管疾病領域。
8. 心臟移植及機械性循環支持技術日趨成熟，可進一步推動生物檢體庫的系統性建立。

(四) 威脅 (Threat)

1. 高薪挖角持續加劇，對本地研究團隊的人才留任構成嚴峻挑戰。
2. 受限於國內市場規模，研究成果商品化後的經濟效益難以大幅提升。
3. 周邊國家（如中國、日本、韓國）對心血管研究的投資大幅增加，形成強烈競爭壓力。
4. 新興技術的競爭（如基因編輯和 mRNA 技術）可能導致資源分流和競爭加劇。
5. 生物資料收集法規不夠友善，限制研究者取得高品質檢體。
6. 人才培育機制不足，研究醫師因工作壓力而選擇臨床工作，減少參與研究的意願。
7. 國際局勢變動（如貿易戰和地緣政治）可能影響跨國合作的穩定性與效率。

五、學門未來發展之規劃重點、推動策略及預期效益

心血管疾病是全球與國內主要死因之一，其急慢性病的高發病率與多樣化的臨床表現，顯示心血管相關研究對醫療科技發展的重要性。未來學門發展需聚焦於解決臨床急需問題，結合跨領域資源，強化基礎研究到臨床應用的轉譯效率，並整合國內外產業資源與人才，提升研究成果的實用價值與國際競爭力。

(一) 短期

1. 聚焦臨床急迫議題

各次領域應優先針對現階段臨床亟待解決的問題，例如心衰竭、心律不整與動脈硬化的治療策略，進行深入探索，形成具應用價值的研究方向。

2. 跨領域專家聯合協作

集結國內心血管相關領域的專家學者，盤點目前的研究成果，

討論並制定臨床處置共識，推動具標準化且科學依據的處理流程。

3. 專注少數核心研究主題

將資源集中於少數具潛力的研究方向，如幹細胞治療在心肌修復中的應用，並透過成立國家級研究中心整合分散資源，建立從基礎研究到臨床試驗的全面性發展路徑。

4. 動物實驗室的基礎設施強化

建立國際認證的大型動物實驗平台，為臨床前研究提供測試場域，加速研究成果轉化為臨床試驗與市場應用。

5. 腫瘤心臟學登錄計畫

開展心毒性監測登錄計畫，追蹤腫瘤治療患者的心臟功能變化，為改善病患生活品質與存活率提供研究基礎。

6. 心血管生物樣本庫的建置

系統性收集病變心臟及手術過程中的合法檢體，支援轉譯醫學研究，加速新診斷技術與治療方法的發展。

7. 新醫療器材臨床試驗的政策優化

推動對未經歐美認證但具潛力的新醫材進行國內試驗的審核流程改進，提升台灣在醫材開發上的全球競爭力。

(二) 中期

1. 完整的主題式研究框架

建立針對心血管疾病的主題式研究制度，促進產學合作，並結合法規及應用層面的討論，提升研究成果的實用性。

2. 資源整合與效率提升

減少對個人型計畫的支持，集中經費於跨領域、多年的整合型研究計畫，避免重複浪費並加速技術突破。

3. 臨床醫師專才研究室支持

遴選有潛力的臨床醫師，提供獨立研究空間與足夠資源，讓其專注於具臨床應用價值的課題研究。

4. 國際技術交流平台

透過整合型計畫，與國際高科技單位建立長期合作關係，推動國內研究人員前往學習先進技術，持續提升本地研究能力。

5. 新藥物與器材發展支持

融合產業界力量，優先投資於心血管疾病領域的新藥物及診斷器材開發，促成基礎與臨床研究之間的順暢連接。

(三) 長期

1. 推動大型國家級臨床研究中心

以心血管疾病次領域為單位，成立多個國家級研究中心，提升研究設備的規模與先進性，並促進臨床研究與產業合作。

2. 國際合作與學術卓越

建立國際領先地位，吸引跨國合作，將台灣打造為亞太地區的心血管研究樞紐。

3. 成果應用於臨床與市場

結合健保系統與產業界，推動研究成果進一步轉化為實際的臨床技術與產品，促進健康照護的全面升級。

4. 文化與制度的變革

持續檢討研究文化與運行機制，減少非學術因素對研究的干擾，營造創新友好的研究環境。

5. 整合型團隊長期投入

持續支持多學科合作的研究團隊，提升在動脈硬化、心衰竭及高血壓等領域的診斷、治療與預防技術。

(四) 推動策略

1. 建構資源共享機制

建立全國性數據庫及設備共享平台，提升研究效率並降低重複性資源投資。

2. 政策與法規改革

推動適應當前需求的研究審查與臨床應用政策，吸引更多國際合作與投資。

3. 鼓勵跨領域研究計畫

以整合性計畫為主軸，促進醫學、工程、生物技術等多學科交叉合作。

4. 提高研究經費比例

擴充對高價值研究的經費支持，吸引國內外優秀人才參與相關領域。

(五) 預期效益

1. 國際聲譽提升

預計在3至5年內，使多個研究團隊躋身國際一流水準，提升台灣在全球心血管醫學領域的學術地位。

2. 臨床技術進步

新技術與療法的開發將使急慢性心血管疾病的診斷與治療效率提升，有效改善患者的預後。

3. 產業鏈的成長

透過與生技產業的密切合作，帶動相關製造業與服務業的發展，促進經濟效益。

4. 公眾健康改善

為心血管疾病患者提供更優質的醫療選項，減輕國民健康負擔，實現全民健康的最終目標。

六、113 年度學門推動成果

(一) 總體性成果：

1. 學術成就（科技基礎研究）

- (1) 臺北榮民總醫院胡瑜峰教授研究團隊聚焦於竇房結疾病的病理機制，對於病竇症候群的治療與預防具有重要的學術意義。糖解途徑在竇房結細胞功能中具有關鍵作用，並首次發現在竇房結中特有的糖代謝酶。該酶可能是調控心臟節律功能的重要因子，為研究提供了嶄新的方向。進一步研究顯示，纖維母細胞與節律細胞的交互作用會影響 Aldoc 的表達，進而改變細胞的代謝與電生理活動。這些發現為未來開發心臟疾病模型及制定創新治療策略提供了堅實的科學依據。截至 2024 年，研究團隊已在《Circulation Research》《Canadian Journal of Cardiology》《JACC Asia》《Acta Cardiologica Sinica》《Circulation: Cardiovascular Quality and Outcomes》《European Journal of Pharmacology》《Journal of Biomedical Science》《International Journal of Cardiology》《Heart Rhythm》等國際頂尖期刊發表了 10 篇高影響力論文，充分展現了其研究的前沿性與學術價值。
- (2) 長庚大學賴盈如老師研究團隊在心臟醫學領域取得了多項突破性的創新成果，特別是在肺動脈高壓（PAH）和心房顫動（AF）的機制研究，透過與台大醫院及長庚醫院的臨床合作，研究團隊收集病人檢體並分離細胞進行培養，結合細胞分子機制探討與疾病動物實驗模型，成功揭示了新型治療靶點的作用機制。
- (3) 中國醫藥大學醫學系張坤正教授團隊深入研究急性心肌梗塞（STEMI）併發原發性室性快速心律不整猝死的致病機轉與風險，發現因性別不同產生的風險差異，可歸因於鈉離子通道轉運功能受損，此機制可能與低密度脂蛋白電陰性增加有關，研究結果有助於進一步了解 STEMI 併發 VT/VF 的致病機轉與風險，發展有效預防與治療策略來維護國人健康。研究成果發表於 2023 年歐洲心臟醫學年會，Invited ePoster Presentation：LDL electronegativity and male predominance in early ventricular tachyarrhythmias following ST-elevation myocardial infarction: evidence of sexual dimorphism associated reduction of sodium currents。正式論文發表於 2024 Front. Cardiovasc. Med.

2. 技術創新成就（科技整合創新）

- (1) 長庚大學賴盈如老師研究團隊展現了心臟醫學領域中分子機制研究與創新治療開發的緊密結合。其中，肺動脈高壓研究與台大醫院胸腔外科徐紹勛教授合作 ACS Pharmacol. Transl. Sci. 2024 Aug 1. doi: 10.1021/acsptsci.4c00127，心房顫動引發的心內膜纖維化研究則與長庚醫院心臟內科葉勇信教授和陳偉踐教授合作完成(J. Cell. Physiol. 2024 Mar; doi: 10.1002/jcp.31248)。綜合這兩項研究成果，Empa 和 Naringin 分別針對 PAH 和 AF 提供了精準且具突破性的治療策略，彰顯了藥物重新定位與傳統植物化學成分結合的巨大潛力。這些發現不僅有助於深化我們對心血管疾病的病理生理理解，還為未來的臨床轉化應用奠定了堅實的基礎。期望透過發表這些重要成果，能促進學術界在心臟醫學領域的廣泛交流與合作，進一步推動基礎研究向臨床應用的轉化。同時，亦期待未來能與更多國內外團隊共同合作，探索更多創新治療方案，為患者帶來更好的治療效果和生活品質。
- (2) 中國醫藥大學醫學系張坤正教授領導中醫大附醫心臟團隊所研發：「以術前 3D 電腦斷層影像精準選擇封堵器，並導引手術之創新術式」，已取得台灣專利(發明第 I843542 號)，在 22 例的回溯性研究中取得較傳統食道超音波及術中血管攝影更好的最終裝置大小，評估精準性及更良好的壓縮比。運用這項技術，能夠讓手術醫師更精確的選擇適當的封堵器尺寸，減少可能發生的左心耳破裂或裝置滑脫等併發症，讓手術的完成更為安全而有效，這項成果已於 2023 年國際心律學會年會發表，並投稿至國際醫學期刊，為心律不整的介入性治療樹立新標準。
- (3) 長庚大學醫學系王兆弘教授研究團隊聚焦於苯丙氨酸這一必需氨基酸，其代謝失衡與心血管疾病惡化，尤其是在心臟衰竭與重症患者中的影響。研究證實，壓力性高苯丙氨酸血症可作為心臟加護病房患者預後的重要指標，其形成與四氫生物蝶呤(BH4)生成不足及氧化壓力過高密切相關。為應對這一挑戰，研究團隊創新開發基因變異活化的生物標記，作為快速辨識 BH4 缺乏的工具，有效突破傳統測量技術繁瑣且昂貴的局限，提升臨床應用的可行性。同時，設計了無苯丙氨酸飲食作為壓力性高

苯丙氨酸血症的介入手段，初步成果顯示該飲食可有效降低苯丙氨酸濃度、減輕炎症反應與氧化壓力，但其對 ICU 患者死亡率的影響尚需進一步驗證。本計畫不僅深化了代謝紊亂與氧化壓力交互機制的科學認知，亦為重症患者提供創新的非藥物治療選擇，降低住院時間與死亡率，減輕醫療系統負擔，並為診斷試劑與特殊飲食產品的商業化帶來廣闊市場潛力，其研究成果先後發表於《JACC》和《Critical Care Medicine》這兩大高影響力期刊，充分體現了其學術研究的創新高度與重要價值，展現出在領域中的卓越貢獻與前瞻視野。

該研究成果將於 2024 年在阿姆斯特丹舉辦的 The International Vascular Biology Meeting 2024 中以海報形式發表，進一步展示這項研究的創新與影響力。

3. 經濟效益（經濟產業促進）

- (1) 國立陽明交通大學張世霖教授於 2024 年 8 月高齡展和 12 月醫療科技展上展示藥安鏡 2.0 與智慧穿戴裝置，應用於心血管疾病與亞健康管理。藥安鏡 2.0 提供生理數據自動上傳、疾病風險預測、藥品查詢、雙向照護溝通與數據預警機制，並可串接健康存摺(SDK)查看完整就醫與用藥紀錄。系統彙整健康數據、剩餘藥品數量與用藥不適症狀，提升診療精準度與效率，穩定疾病控制，實現「健康台灣」的目標。智慧穿戴裝置，提供心率、血氧、睡眠與心電圖等健康數據，能持續偵測生理數據並及時發現異常，亦可評估是否有睡眠呼吸中止症之風險，對長者與心血管疾病患者特別重要。此外，還能透過手機鏡頭以非接觸方式檢測生理數據，以上多項智慧科技都可以即時掌握自身健康數據，利用多模態 AI 技術預測心房顫動與心衰竭風險，早期發現健康問題，提升生活品質並減輕醫療負擔，幫助使用者主導自身健康管理。



(2) 高雄醫學大學醫學系外科羅傳堯教授研究團隊聚焦於腫瘤內皮標誌 1 (TEM1) 在腹主動脈瘤 (AAA) 發展中的關鍵作用，深入探討其在 Angiotensin II 和 PDGF 誘導信號傳遞中的功能機制。研究顯示，TEM1 在 AAA 患者及 Angiotensin II 誘導的小鼠模型的主動脈中層和外層表現顯著上升。基因剔除實驗進一步證實，TEM1 的缺失導致血管平滑肌細胞 (VSMC) 的 MAP 激酶信號下降，抑制了細胞分化與基質積聚，揭示 TEM1 在血管重塑過程中的核心角色。此外，研究還發現 TEM1 與 PDGFR 的協同作用構成了 PDGF 信號傳遞的重要組成部分，為深入理解動脈瘤相關細胞行為提供了新視角。本研究不僅拓展了動脈瘤分子病理的認知，還為動脈瘤的診斷和治療提供了全新的分子靶點，具有重要的學術與臨床應用價值。技術創新層面，研究團隊應用基因剔除技術，精確解析 TEM1 在動脈瘤發展中的功能，實現了心血管疾病機制研究的重大突破。經濟效益方面，基於 TEM1 的診斷試劑、靶向藥物及相關治療策略的開發，不僅有助於降低動脈瘤死亡率與醫療成本，還能推動生技產業發展，實現醫學與經濟效益的雙贏。

4. 社會影響 (社會福祉提升、環保安全)

心臟醫學學門對社會的影響不僅限於醫療層面，還涵蓋了整體社會福祉的提升和環境安全的推動。該學門的研究和應用大幅減少了疾病對患者家庭和社會的壓力，特別是在改善患者生活品質、減輕心理負擔方面成果顯著。透過全人照護模式，結合心理支持和健康教育，心血管患者的焦慮與憂鬱情緒得到有效紓解，進一步促進了他們的社會功能恢復，減少了疾病對個人及社會生產力的負面影響。同時，隨著早期篩檢技術的普及與高危人群的精準識別，許多潛在疾病得以及早介入，避免了晚期治療的高額成本與社會資源的過度消耗，間接減輕了公共醫療系統的負擔。

此外，心臟醫學學門在推動環境安全方面也發揮了重要作用。例如，研究表明環境污染與心血管疾病密切相關，特別是空氣中細懸浮微粒 (PM2.5) 對心臟健康的損害日益引起關注。該學門通過數據分析和流行病學研究，提出了相關政策建議，促使政府和企業在環境治理上投入更多資源，改善空氣質量，從而減少因污染導致的心血管疾病發病率。同時，醫療器材與技術的創新也融入了可持續發展的理念，例如更環保的手

術材料、更高效的醫療設備，以及能耗較低的診斷技術，都在一定程度上降低了醫療過程中的碳排放。

心臟醫學學門的綜合影響體現在改善個人健康的同時，推動社會公平和生態平衡，實現了公共健康、經濟效益與環境可持續發展的多贏局面，進一步促進了國民福祉與整體社會的長遠穩定發展。

5. 其他效益（科技政策管理及其他）

高雄醫學大學醫學系李香君教授團隊自 2014 年起專注研究極低密度脂蛋白（VLDL）對心血管代謝疾病的影響，其成果不僅拓展了心臟醫學學門的基礎與臨床研究，還帶來多方面的效益。在科技政策方面，研究為代謝疾病與心律不整的預防與診治策略提供了科學依據，推動精準醫療與早期篩檢的發展；在生技產業，揭示毒性脂質機制為新藥開發及診斷工具商業化提供了方向；在臨床應用上，改善了治療決策與醫療資源配置效率。這些成果展現了心臟醫學研究對科技政策、產業創新與醫療體系优化的多重價值。

（二）個別計畫代表性成果

1. 國立臺灣大學醫學院內科王宗道教授，其計畫名稱：結合穿戴裝置及訊號人工智慧分析之精準血壓數位療法模式開發（計畫編號為 112-2314-B-002-237-MY3）

科學突破性：利用穿戴裝置和人工智慧的技術結合，實現個性化血壓管理，具有跨領域創新價值。

實用價值：可直接應用於高血壓患者，實現全天候監測和數據驅動的治療策略。

2. 臺北榮民總醫院內科部心臟內科余文鍾教授，其計畫名稱：心臟超音波影像組學之心臟腫塊鑑別（計畫編號為 112-2314-B-075-052-）

科學突破性：透過影像組學（Radiomics）和人工智慧，探索心臟腫塊診斷的精準化，突破傳統超音波影像分析的局限。

實用價值：提升心臟腫瘤的早期診斷準確性，減少侵入性檢查的必要性。

3. 國立成功大學醫學系外科甘宗旦教授，其計畫名稱：開發紡錘形卟啉基底奈米酶靶向血管壁進而自動產生氧氣並釋放攜帶的一氧化氮來逆轉肺動脈高壓（計畫編號為 112-2314-B-006-097-）

科學突破性：運用奈米技術和藥物載體靶向治療的前沿研究，突破肺動脈高壓治療的現有瓶頸。

實用價值：有望成為非侵入性、高效且具有創新機制的肺動

脈高壓治療新策略

4. 國立臺灣大學醫學院醫學教育暨生醫倫理學科暨研究所吳造中教授，其計畫名稱:藉由巨噬細胞代謝重編程來促進心臟缺氧損傷後的組織再生(1/3) (計畫編號為 112-2314-B-002-278-)

科學突破性：聚焦於代謝重編程和細胞療法，探索再生醫學在心肌缺氧修復中的應用。

實用價值：可能提供創新治療方法，改善心肌梗塞後患者的預後。

5. 國立臺灣大學醫學院內科蔡佳醞教授，其計畫名稱:以人工智慧及次世代全基因組定序尋找心房顫動基因及轉譯研究(計畫編號為 110-2314-B-002-198-MY3)

科學突破性：結合人工智慧和基因組技術，尋找心房顫動的致病基因，揭示病理機制的全新視角。

實用價值：有助於基因驅動的個人化醫療，為心房顫動治療提供新靶點。

這些研究不僅代表當前心血管醫學領域的重要方向，也具有潛在的轉化應用價值，能夠推動臨床和基礎研究的進步。

6. 國立陽明交通大學醫學系內科學科張世霖教授，其計畫名稱:脈衝射頻脊髓刺激抑制心室心律不整之機制(計畫編號為 111-2314-B-A49-007-MY3)

科學突破性：本研究揭示脊髓刺激能顯著改善心臟衰竭模型中的電生理紊亂和心臟纖維化，並降低心室心律不整的發生率，為神經調節治療心律失常提供了新的機制性證據。

實用價值：脊髓刺激通過調控自主神經系統，有潛力成為降低心臟衰竭患者心律失常風險的非侵入性治療方法，具有臨床轉譯應用的前景。

七、 檢討與展望

本年度心臟醫學學門總共舉辦了 2 次學門會議，分述如下：

- (一) 與中華醫學會聯合舉辦「國科會心臟學門優秀計畫成果發表」學術研討會，在此研討會中，彙集了國內心律不整與心血管疾病相關的學者專家，展示了最前沿的研究成果與臨床應用。學習到最新的心血管治療策略，包括精準醫療和新穎技術的應用，並深刻了解跨領域合作在提升研究影響力中的重要性。
- (二) 與財團法人心臟醫學研究發展基金會合辦「心血管智慧醫療研討會」，在此研討會中，學習到遠距藥事服務如何結合數位化技術，提升患者用藥安全與依從性。同時，智慧穿戴式裝置的遠距服務

展示了即時監測與數據分析在疾病管理中的應用，為心血管疾病患者提供更便捷且個性化的照護模式。

本年度心臟醫學學門總共舉辦了 2 次跨領域會議，分述如下：

- (一) 臺北榮民總醫院心臟內科張世霖教授帶領團隊與睡眠醫學會周昆達理事長共同舉辦跨領域合作會議。會議聚焦於呼吸終止症（OSA）對心血管健康的影響，並探索兩者之間的相互關聯及臨床管理的最佳實踐。專家們將分享最新的研究成果與治療進展，探討 OSA 在心血管疾病中的作用，並提出針對患者的綜合評估與治療方案，以促進跨領域協作，提升臨床診療效果，並加強患者健康管理。
- (二) 臺北榮民總醫院心臟內科張世霖教授帶領團隊與中央大學醫學工程學系主任羅孟宗教授共同舉辦跨領域合作會議，聚焦於單導程-心電圖原始資料結合 AI 技術的應用。會議探討透過穿戴或居家裝置量測血壓與心電圖，運用多模態 AI 預測心房顫動與心衰竭風險，並利用串聯健康存摺(SDK)計算中風風險，提醒民眾及早就醫。專家強調跨領域合作在提升診療精準度、優化治療效果及降低重症風險的重要性，並透過早期偵測與即時用藥管理，推動智慧醫療與個人化醫療發展，實現全民健康與健保永續的目標。

心臟醫學學門在推動國內醫療與研究發展中扮演了重要角色，涵蓋基礎科學、臨床應用及跨領域合作，特別在基因體學、蛋白質體學及代謝體學等領域取得了顯著成果，為心血管疾病篩檢、生物標記開發及治療策略提供了科學基礎。然而，相較國際先進水準，學門在原創性成果與學術影響力上仍有進步空間，尤其是高影響力期刊發表及國際合作的廣度與深度。此外，多數計畫申請者為臨床醫師，繁重的醫療工作使其難以投入足夠精力於長期研究，年輕研究者在撰寫創新性計畫及申請大型資助時亦面臨挑戰，影響學術產出的穩定性。

臨床研究的重要性逐步受到重視，但現行法律對個資的嚴格保護限制了研究的靈活性，影響效率及國際競爭力。雖然多中心臨床研究的登錄計畫逐漸普及，資料整合與平台應用的效益尚未完全發揮，未來應強化數據互通性並制定標準化指引，以提升實際應用價值。在產業鏈結方面，學門技術雖促進醫療產品研發，但產學合作緊密度仍有待提升，部分學術成果難以有效轉化為實際應用，阻礙了對產業的直接貢獻。未來應推動創新加速機制並整合人工智慧與大數據技術，提升疾病診斷、風險預測及治療監測的精準性，進一步強化應用導向研究。

人才培育是學門發展的另一關鍵，部分年輕臨床醫師缺乏研究經驗及長期計畫撰寫能力，應設立專業訓練課程並提供穩定資源支持，特別是在多年度計畫的規劃與執行方面，這對學術水平的提升具有深遠影

響。資源配置上應更加注重高創新性及高應用價值項目，以最大化研究的社會效益。同時，推動國際合作將有助於引進先進技術並拓展新興研究方向，例如氣候變遷對心血管健康的影響，有助於鞏固台灣在全球心臟醫學領域的競爭力。

未來，心臟醫學學門需全面檢討現存挑戰，透過優化法規、深化產學鏈結、推動人工智慧應用及培育新一代研究者等多方面努力，逐步提升學術水平與國際影響力。並實現更多創新性成果轉化，促進醫療進步與產業發展，為提升全民健康福祉做出更大貢獻。

胸腔醫學學門

發展規劃及成果報告

召集人：王振源 共同召集人：陳晉興

一、前言

胸腔醫學學門研究領域包括胸腔內科與胸腔外科，範疇涵蓋食道、肺臟、呼吸道、肺血管、胸腺、胸廓、縱膈腔及橫膈膜等臟器，並涵蓋呼吸系統相關疾病之基礎與臨床研究。研究內容包括呼吸道疾病、肺感染及免疫疾病、肋膜疾病、睡眠及呼吸調控、敗血症、呼吸衰竭、肺原發或轉移性腫瘤、食道及縱膈腔腫瘤，以及其他系統疾病所造成的胸腔併發症與肺病臨終照護等，深入探討其病理機轉、診斷、治療與預防。同時，重視肺功能與呼吸生理、介入型支氣管鏡術、肺移植、呼吸治療、肺復原治療的臨床應用等科學領域。

本學門已建立良好的基礎研究與臨床研究根基，並持續強化已有研究成果。此外，學門將規劃具有前瞻性、開創性的研究主題，在智慧醫療發展的趨勢下，透過整合建立更完善的大數據資料庫、跨平台統整基因檢測與智能醫療技術，進一步推動個人化精準醫學，提供優化的治療方式與人性化的追蹤治療模式，期許實現即時、完善的疾病治療與控制策略。

此外，本學門亦推動國內生命科學與各領域間的合作，透過不斷的溝通、創新與分享，促進學術研究環境的提升、推動生技與醫療產業的發展，奠定國內生技產業研究基礎，進一步提升學術研究的質與量，符合國內臨床需求與國際學術潮流，並追求卓越國際影響力。

二、學門簡介

胸腔醫學學門在基於胸腔內、外科各領域的研究良好基底，發展強化本學門已有的基礎與臨床研究，更將積極規劃具有前瞻性、開創性的研究主題。面對國際學術環境劇烈而快速的變化，學門的整合成為迫切需求。學門規劃分為六項範疇：(一)胸腔腫瘤醫學，(二)間質性肺病，(三)肺部感染及免疫學，(四)微創介入性治療學，(五)慢性呼吸道疾病，(六)呼吸中止睡眠障礙，並同時推動腫瘤免疫學、空氣污染對呼吸道疾病之影響的相關研究。

隨著人口老化與病原菌抗藥性問題日益嚴峻，肺部感染症對人類健康的威脅逐漸增加，包括非結核分枝桿菌肺部感染症、慢性麴菌感染及潛伏結核感染的治療，已成為國內公共衛生的重大挑戰。學門將整合國內外專家學者的力量，研究這些感染症的病程、危險因子及預

後，並提出有效的預防與治療策略。同時，肺癌發生率的持續增加及其高比例的表皮生長因子受體（EGFR）突變，也成為研究重點。針對晚期非小細胞肺癌（NSCLC），免疫檢查點抑制劑（ICIs）已成為針對PD-L1的尖端治療方式，但部分病人因不利的腫瘤微環境（TME）及抗體型ICIs的穿透性不足，療效仍不理想。未來將以腫瘤微環境及免疫細胞對腫瘤成長與抗藥性的影響為核心，推動免疫治療，並以此作為癌症治療的新里程碑。

此外，間質性肺病的研究越發受到重視，其發生機制仍未明確，需投入更多資源支持學者深入探索。同樣，空氣污染對呼吸道及肺部健康的影響也日益受到關注，學門將持續推動空污與呼吸道疾病、肺感染及肺腫瘤相關性的基礎與臨床研究。為因應多專科整合研究的需求，學門致力於推廣多專科團隊合作，以深化研究資源共享與整合。

未來，胸腔醫學學門將透過推廣教育與研究整合研討會，培育更多優秀的研究人才，提升研究能力與團隊整合效益。學門期待集中資源，發展成為具有國際影響力的卓越研究團隊，符合國內臨床需求及國際學術潮流，推動國內生命科學的卓越發展。

三、學門領域之研究現況及發展趨勢

（一）全球之發展現況及未來發展趨勢

1. 大數據資料庫和人工智慧的開發、整合與應用蓬勃發展，精準醫學及個人化醫療建立更成為全球醫療前瞻性發展方向。
2. 次世代定序與單細胞定序技術的進步，結合臨床數據，促進基因變異與疾病相關性的研究，為風險預測與治療提供重要資訊。
3. 空氣污染及環境因子的影響成為國際關注重點，相關疾病研究持續深化。
4. 肺癌的發生及抗藥是國際研究的核心，致力於侵襲與轉移機制的研究，並開發抑制抗藥性的治療策略。
5. 肺部感染症的精準診斷與治療成為重要議題，藉由篩檢與治療技術的創新，結合基因組學與大數據模型，達到更精準的治療與預防策略。
6. 疾病免疫療法的發展聚焦於提高臨床應用的療效，解決現有藥物效益不足的問題。
7. 肺纖維化的致病機轉與精準診斷用藥時機的研究不斷推進。
8. 面對人口老化加劇，遠距與長照醫療資源網路建設需求迫切。
9. 幹細胞相關研究及細胞治療成為重要發展方向。
10. 醫療產業的跨領域整合進一步提升資源利用效率與創新能力。

（二）我國之發展現況、重點研究方向及未來發展趨勢

1. 發展現況與重點研究方向

- (1) **智慧醫療與健康大數據應用**：透過「健康大數據永續平台」的推動，結合基因定序（NGS）與疾病條件分析，精準健康大數據的建立正支撐台灣智慧醫療網絡的發展。這些資料不僅有助於發現致病基因與相對變化，更能提升疾病風險評估與治療追蹤的能力。
- (2) **肺癌的多元研究**：肺癌作為台灣首位致死癌症，侵襲與轉移機制的探索成為核心研究方向。同時，針對標靶治療抗藥性的研究聚焦於腫瘤微環境與免疫細胞的影響，期望藉由免疫療法改善患者存活率並降低復發率。
- (3) **肺部感染症的預防與處置**：肺部感染症，特別是結核病（TB）及非結核分枝桿菌（NTM）肺病，對公共健康構成重大挑戰。在預防層面，強調早期篩檢、診斷；在治療方面，急迫需要建構方便有效且低毒性的處方。
- (4) **空氣污染與環境因子**：空氣污染及環境因子對呼吸系統的影響日益受到關注，相關研究涵蓋致病機制、危險因子與治療指標，旨在解決當前缺乏有效治療方針的困境。
- (5) **睡眠呼吸中止症與慢性疾病管理**：睡眠呼吸中止症作為重要研究議題，結合人工智慧與長期追蹤技術，完善對患者的管理，並通過衛教提高社會對該疾病的重視程度。同時，慢性阻塞性肺病（COPD）及其他呼吸道疾病的管理聚焦於減少發作與改善生活品質。
- (6) **間質性肺病與肺纖維化**：間質性肺病（ILD）的致病機轉與肺纖維化的疾病演變是臨床研究的熱點，新型抗纖維化藥物的開發成為探索方向，未來在臨床應用上具有潛力。
- (7) **微創與智慧手術**：介入性支氣管鏡與微創胸腔手術在台灣各大醫療中心快速發展，機器人輔助手術技術亦日趨成熟，提升了手術精準度與安全性，並在國際上樹立新的臨床標準。
- (8) **遠距醫療與長照應用**：針對高齡化社會的需求，結合遠距醫療與跨領域資源整合，創造更完善的長照環境，支撐患者的持續照護與醫療資源優化。

2. 未來趨勢

- (1) **精準與個人化醫療**：結合基因組學與表觀基因學，實現針對患者特徵的個人化診療方案，特別是在肺癌、潛伏結核感染、與罕見肺部疾病中。
- (2) **免疫療法與細胞治療創新**：新型免疫檢查點抑制劑（如PD-1/PD-L1）及小分子藥物的發現，結合細胞治療技術（如CAR-T細胞），將在腫瘤治療領域帶來新的突破。

- (3) **智慧醫療與可穿戴裝置**：開發可監測患者肺功能與治療效果的穿戴設備，並運用人工智慧進行早期篩檢與數據分析，支持更精確的醫療干預。
- (4) **全球化合作與多專業整合**：加強與國際學術團隊的合作，推動跨領域的研究與創新，實現國內外資源共享，為疾病診療和研究帶來更廣闊的前景。

(三) 學術面、臨床面及應用面之價值

胸腔學門聚焦於臨床應用與成果轉化，致力於開發準確、高效的治療方法，將學術研究融入實際醫療。臨床面重點推動介入性支氣管鏡術、微創胸腔手術及肺移植等技術，為肺癌、間質性肺病及肺部感染症提供多元治療方案。同時，利用基因定序、大數據及人工智慧技術，提升疾病診斷、治療決策與長期追蹤能力。應用方面，學門支持跨領域合作，將基礎研究轉化為診斷與治療工具，並結合遠距醫療與長照服務應對高齡化需求。這些努力不僅提升臺灣醫療水準，亦奠定了國際醫療應用的堅實基礎。

(四) 國內現有研究人力、設備及資源分配之狀況與需求

胸腔學門在國際權威期刊中持續發表具高度競爭力的研究成果，顯示臺灣的學術實力。由於近年來呼吸道傳染病盛行，醫療照護體系面臨人力與資源緊缺的挑戰，胸腔內外科臨床醫師投入的時間與精力大增，導致科研投入比例減少。同時，基礎實驗人才的流失進一步削弱學門的研究能力。

此外，大數據分析與人工智慧等醫療科技相關專業人才的匱乏，成為推動智慧醫療與精準醫療的瓶頸。在科研設備與資源方面，許多具有應用潛力的研究因經費限制而未能深入發展，進一步加劇學術成果與臨床應用之間的斷層。

為應對這些挑戰，應建立專業的人才培育機制，著重培訓大數據與 AI 專才，並整合多方資源支持具前瞻性的研究計畫。同時，需增加國家及業界經費投入，促進研究團隊集中資源，推動臨床與學術研究接軌國際潮流。透過這些努力，將有效提升胸腔學門的研究能量，改善學術環境，並為社會與經濟帶來更多積極效益。

四、我國發展胸腔醫學學門領域研究之 SWOT 分析

(一) 優勢 (Strength)

1. **高素質研究與臨床人才**：國內胸腔內外科醫療團隊經驗豐富，醫師訓練紮實，且研究學者具備優良的學術背景，與國內外知名研究機構的合作關係良好，研究成果備受國際肯定。
2. **健全的醫療基礎設施**：健保資料庫、電子病歷及人體生物資料等長期追蹤系統的建立，為流行病學研究與精準醫療實施提供堅實基礎。

3. **完善的公共衛生體制**：國內具備高效的公共衛生體制，疾病通報與監測系統運作完善，可迅速掌握流行病學變化並採取應對措施，為胸腔疾病（如肺部感染症）的早期預防與快速處置提供保障。
4. **肺癌與重症醫學研究表現突出**：臺灣在肺癌基因突變分析、標靶治療及免疫治療等領域的研究具有高度國際競爭力，COVID-19 等感染病學的全領域研究亦快速發展。
5. **完善的臨床研究架構**：胸腔學門多中心聯合研究團隊與計畫運作順利，支持重大疾病的臨床研究及標準化治療流程發展。
6. **患者基數大且數據完整**：國內胸腔疾病患者比例較高，臨床收集數據完整，為全國性跨領域研究提供了豐富的實驗數據。
7. **生技產業創新能力強**：臺灣生技產業擁有專業技術團隊，核心技術創新能力突出，支持新型治療與診斷技術的開發。

(二) 劣勢 (Weakness)

1. **研究資源不足**：國內研究經費、空間與人力資源相對匱乏，限制了大型、前瞻性研究及國際合作的推進。
2. **人才流失與研究斷層**：臨床與基礎研究人才不足，且基礎實驗人員流失嚴重，對學門長期研究能力造成威脅。
3. **市場規模小且國際化不足**：臺灣內需市場有限，國際化研究合作案缺乏，降低了國際學術競爭力與研究成果市場化的可能性。
4. **系統整合能力欠缺**：基礎研究與臨床資料整合不足，缺乏系統性規劃，導致研究效率低下。
5. **檢體獲取困難**：人體檢體取得受限，尤其影響轉譯研究和臨床應用。

(三) 機會 (Opportunity)

1. **全球精準醫療潮流**：利用基因定序、大數據及智慧醫療技術，實現個人化醫療及肺癌、間質性肺病等疾病的早期診斷與治療。
2. **長期流行病學研究優勢**：健全的臨床數據庫與空污檢測數據，可支援空氣污染與呼吸疾病相關性的深入研究。
3. **免疫治療與新技術發展**：肺癌免疫治療及腫瘤微環境調控技術正快速發展，為國內研究提供突破性機遇。
4. **智慧醫療與遠距醫療**：高齡化社會的需求增加，遠距醫療技術與長照服務為國內胸腔學門提供了新興應用場景。
5. **生物組織庫建設**：合法檢體的集中管理與應用，有助於促進生物醫學研究及轉譯應用。

(四) 威脅 (Threat)

1. **國際競爭壓力**：面對歐美等國資金雄厚且技術先進的研究競爭，臺灣在國際研究合作中的角色仍較為弱勢。

2. **研究資源分散與低效率**：資源分散及熱門研究議題整合不力，導致學術研究重複與合作成效有限。
3. **市場開發挑戰**：臺灣市場小且跨國公司投入稀少，國內研究成果市場化的難度較高。
4. **臨床與基礎研究人才培養困難**：臨床研究與基礎研究人才的長期培養週期長，且因資源限制導致人員流失。
5. **政策與法規障礙**：醫療法規限制及倫理考量，對基因檢測、新藥開發等研究造成一定阻礙，影響研究進度。

五、學門未來發展之規劃重點、推動策略及預期效益

(一) 短期 (1-3 年)

1. 規劃重點：

- (1) **解決臨床緊迫問題**：針對肺癌、肺部感染症、間質性肺病等高發疾病，制定標準化的診斷與治療流程，解決臨床急需。
- (2) **建設數據基礎設施**：完善健保資料庫、電子病歷與人體生物數據的整合，建立支援臨床研究與精準醫療的數據基礎。
- (3) **促進技術應用與轉化**：推動人工智慧 (AI) 技術在疾病篩檢與診斷中的應用，加速臨床需求與基礎研究的結合。

2. 推動策略：

- (1) **組建多中心研究團隊**，推動國家級研究計畫，促進基礎與臨床研究的跨領域協作。
- (2) **推動研究資源共享機制**，建立國家級數據平台，支援跨醫療機構的合作。
- (3) **加強國際合作**，舉辦研討會與學術交流，吸取國際前沿研究經驗。

3. 預期效應：

- (1) **提升胸腔疾病診斷與治療效率**，減少病友等待時間，改善預後。
- (2) **建立大數據分析能力**，支援更精準的臨床決策與疾病預測。
- (3) **建立全國性研究網絡**，提升臺灣胸腔學門的學術地位。

(二) 中期 (3-5 年)

1. 規劃重點：

- (1) **推進精準醫療與轉譯研究**：利用基因定序與分子診斷技術，深化個人化治療策略，特別是在肺癌免疫治療與靶向治療中的應用。
- (2) **環境與健康的多層次研究**：結合空污數據與健康資料，探索空氣污染與呼吸道疾病的長期關聯性，提出預防與

干預策略。

(3) 培養新進研究人才：制定完善的研究人才培育計畫，吸引臨床醫師與基礎研究人員投身核心研究項目。

2. 推動策略：

(1) 建立跨學科研究計畫，促進醫學、生物技術與數據科學的深度融合。

(2) 提供臨床研究獎勵與津貼制度，鼓勵臨床醫師參與高水平研究。

(3) 增強與國際權威機構的合作，參與大型國際臨床試驗，提升研究水平。

3. 預期效應：

(1) 精準醫療在胸腔疾病中的應用逐步普及，為患者提供個性化治療方案。

(2) 環境與健康的研究成果為呼吸道疾病預防與治理提供科學依據。

(3) 培育一批高水平的研究人才，增強國內研究團隊的競爭力。

(三) 長期 (5-10 年)

1. 規劃重點：

(1) 建設智慧醫療生態系統：利用人工智慧和大數據，實現胸腔疾病的智能化管理，包括風險評估、診療優化與長期追蹤。

(2) 推動產學合作與技術轉化：促進研究成果產業化，與生技企業合作，開發新型診斷工具與治療技術，建立專利技轉與市場化機制。

(3) 全球化與卓越研究中心：建立國家級胸腔研究中心，吸引國際資源與人才，成為全球胸腔醫學研究的領導者。

2. 推動策略：

(1) 整合國內研究資源與能量，建設共享研究設施與先進儀器平台。

(2) 強化產學合作模式，推進研究成果快速進入臨床應用與市場。

(3) 強調學術文化與政策支持，培育國際化研究團隊，參與全球標準制定。

3. 預期效應：

(1) 建立智慧化、國際化的胸腔醫學研究生態系統，成為全球研究領域的標杆。

(2) 提升新型治療技術的開發效率，大幅改善患者存活率與

生活品質。

- (3) 形成強大的產學合作與創新能力，提升臺灣在全球生技與醫療產業中的競爭地位。

六、113 年度學門推動成果

(一) 總體性成果：

1. 學術成就（科技基礎研究）

- (1) 國立臺灣大學醫學院內科學系及中央研究院生物醫學科學研究所的楊泮池（通訊作者）團隊探索小分子藥物 PIK-93 在增強免疫檢查點抑制劑 (ICI) 治療非小細胞肺癌 (NSCLC) 中的應用。ICI 針對 PD-L1 的免疫療法是治療晚期 NSCLC 的先進方法，但部分患者因腫瘤微環境不利和抗體類 ICI 滲透性差，治療反應不佳。研究人員利用細胞基因篩選系統發現，PIK-93 可促進 PD-L1 蛋白的泛素化，降低 M1 巨噬細胞表面的 PD-L1 水平，進而增強其抗腫瘤活性。在同時使用 PIK-93 和抗 PD-L1 抗體的治療中，T 細胞活性顯著提高，腫瘤生長受到抑制，腫瘤浸潤淋巴細胞的數量亦增加。這些結果表明，PIK-93 能通過調節腫瘤微環境，增強 PD-1/PD-L1 阻斷的癌症免疫療法效果，為非小細胞肺癌的治療提供了新的研究方向和治療潛力。
- (2) 長庚大學醫學生物技術暨檢驗學系舒竹青副教授與臺大醫學院內科臨床樹金忠副教授共同發表的研究，探討腸道菌群失衡與非結核分枝桿菌 (NTM) 肺部疾病易感性之關聯。NTM 廣泛存在於環境中，感染率在全球範圍內逐漸上升，特別是在免疫功能正常的患者中。研究人員發現，NTM 肺部疾病病友的腸道菌群多樣性顯著降低，特定有益菌群（如 *Prevotella*）減少，而潛在致病菌（如 *Bacteroides*）增加。這種菌群失衡可能導致宿主免疫反應的改變，增加對 NTM 感染的易感性。此外，研究指出，腸道菌群的組成變化可能影響肺部免疫環境，透過「腸-肺軸」機制，影響肺部健康。這項研究強調了維持腸道菌群平衡對預防和治療 NTM 肺部疾病的重要性，並為未來開發基於腸道菌群調控的治療策略提供了新思路。
- (3) 中國醫藥大學醫學院的杭良文教授團隊主導了一項研究，旨在探討亞洲患者中仰臥位阻塞性睡眠呼吸中止症 (OSA) 的內表型特徵，並比較仰臥位與側臥位之間的差異。研究團隊前瞻性地招募了 689 名 OSA 患者，分析其多導睡眠圖數據，以評估喚醒閾值、上氣道塌陷性、環

路增益和上氣道肌肉補償等內表型特徵。結果顯示，仰臥位與側臥位相比，病友的上氣道塌陷性增加，喚醒閾值降低，環路增益升高，而上氣道肌肉補償能力減弱。這些發現表明，仰臥位可能加重 OSA 的病理生理特徵，強調了睡姿在 OSA 管理中的重要性。

- (4) 國立臺灣大學醫學院內科的余忠仁教授團隊發表了一項研究，探討肺泡上皮細胞如何通過調節線粒體脂肪酸氧化(FAO)來減輕肺損傷中的中性粒細胞炎症。研究發現，肺泡上皮細胞中的 FAO 活性對維持細胞能量平衡和功能至關重要。當 FAO 活性受損時，會導致細胞內脂質累積，觸發 oxidative stress 和炎症反應，進而加重肺部中性粒細胞的浸潤和炎症。通過基因操作或藥物干預恢復 FAO 活性，可減少脂質累積，降低炎症反應，改善肺損傷。這項研究強調了肺泡上皮細胞代謝在調控肺部炎症中的關鍵作用，為急性肺損傷和急性呼吸窘迫綜合徵的治療提供了新的思路。
- (5) 臺大醫學院內科王振源教授主導了一個多中心的隨機對照試驗，比較了為期一個月的每天服用 Rifapentine 及 Isoniazid (1HP) 與為期三個月的每週一次相同藥物療法 (3HP) 在非 HIV 感染人群中治療潛伏性結核感染的完成率和安全性。研究納入了非 HIV 感染且年滿 20 歲的潛伏性結核感染者，隨機分配至 1HP 或 3HP 組。主要結果是治療完成率，定義為在規定時間內完成所有劑量。次要結果包括不良事件的發生率和嚴重程度。結果顯示，1HP 組的治療完成率為 87.5%，3HP 組為 85.3%，兩組之間無顯著差異。不良事件的總發生率在兩組中相似，但 1HP 組的藥物相關不良事件略高於 3HP 組。然而，嚴重不良事件在兩組中均罕見，且無治療相關的死亡病例。研究結論指出，1HP 和 3HP 在治療潛伏性結核感染的完成率和安全性方面相當，為非 HIV 感染者提供了靈活的治療選擇。

2. 技術創新成就 (科技整合創新)

- (1) 臺大醫學院外科楊順賢助理教授與臺大新竹分院胸腔內科張凌愷醫師所發展的創新治療 (<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37926741/>)，在混合手術室 (hybrid operating room) 當中，應用錐狀束電腦斷層 (cone-beam computed tomography) 引導的經皮微波消融 (microwave ablation) 技術治療肺結節。結果顯示，30 位

病人的 36 顆肺結節均成功完成手術，且過程中並未發生重大併發症，如大出血或嚴重的氣胸。術後輕微氣胸為常見併發症，但均可透過觀察或輔助處理得到控制。術後 3 個月的影像隨訪發現，完全消融率達 94.4%，顯示該方法在局部腫瘤控制方面具備高度有效性。該研究結論表明，CBCT 引導的經皮 MWA 是一項安全且有效的微創技術，尤其適用於無法手術切除或高風險患者的肺結節治療，並建議未來可進一步探索更大規模的多中心研究，以驗證其長期效果與應用範圍。

- (2) 國立陽明大學醫學院陽光耀教授與馮嘉毅教授在一個研究中評估了在重症加護病房 (ICU) 中，使用霧化 Colistin 作為替代策略治療由 carbapenem-resistant Gram-negative bacteria (CR-GNB) 引起的院內肺炎的臨床效果 (<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36609725/>)。研究結果顯示，接受霧化 Colistin 治療的病人，在第 7 天、第 14 天、和第 28 天的臨床治療失敗率顯著降低。多總結而言，對於 ICU 中由 CR-GNB 引起的院內肺炎患者，單獨使用霧化黏菌素與較佳的臨床結果相關，且未增加腎毒性風險。

3. 社會影響 (社會福祉提升、環保安全)

由國科會、衛福部、經濟部合力推動的跨部會合作計畫「健康大數據永續平臺計畫」，旨在整合臺灣的醫療資訊資源，建立主題式資料庫，並推動癌症等重大疾病的精準醫療發展。該計畫的主要目標包括：

- (1) 整合醫療資訊：彙整健保、癌症登記、死因統計及臨床研究等多元醫療數據，形成高價值的資料庫資源。
- (2) 發展主題式資料庫：針對特定疾病 (如肺癌) 建立專屬資料庫，提供研究與應用的平台，支持醫療決策與政策制定。
- (3) 推動精準醫療：利用次世代基因定序技術 (如 Cancer Panel)，結合臨床治療數據，建構標準化流程與基因圖譜，助力個人化醫療策略的實現。

此計畫不僅促進臺灣醫療數據的整合與利用，還支持國內醫療機構與研究機構的合作，為精準醫療的發展奠定基礎，提升國民健康福祉。

(二) 個別計畫代表性成果

1. 臺大醫學院內科吳尚俊臨床助理教授的研究計畫中 (SPINT1-AS1 調節肺癌腫瘤免疫微環境及免疫逃脫; NSTC

112-2628-B-002-016-MY3) 發現，在臺灣醫療體系中，對初治的晚期非小細胞肺癌患者進行液態活檢次世代定序 (NGS) 能夠快速且有效地檢測出驅動基因突變，縮短了從診斷到治療的時間，並提高了患者接受個體化治療的比例。此外，液態活檢 NGS 在臨床實踐中具有可行性，為患者提供了非侵入性的基因檢測方法，並有助於改善治療結果 (<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37722270/>)。

2. 高雄醫學大學醫學系黃虹綾副教授的研究計畫中 (整合腸道微生物總體基因體學和單細胞轉錄體定序研究糖尿病對老年人結核感染易感受性和潛伏結核治療相關免疫反應的影響並探索各種結核病狀態的代表性生物標誌; NSTC 112-2314-B-037-073-MY3) 發現，特定的痰液細菌微生物組特徵可作為疾病進展的替代指標，為臨床提供了一種非侵入性的方法來預測 NTM 肺病的進展。這一發現可能有助於改善 NTM 肺病患者的管理和治療策略 (<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38740280/>)。
3. 國立陽明交通大學醫學院馮嘉毅教授的研究計畫中 (NSTC 109-2314-B-010-051-MY3, 111-2314-B-075-058), 探討重症監護病房中使用霧化黏菌素替代治療住院期間由抗藥性革蘭氏陰性菌 (CR-GNB) 引起的肺炎的效果。結果顯示，霧化黏菌素作為替代治療策略，能有效對抗 CR-GNB 引起的院內肺炎，且未顯著增加腎毒性風險。這表明霧化黏菌素可作為重症監護病房中 CR-GNB 肺炎患者的潛在治療選擇 (<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36609725/>)。
4. 臺灣大學醫學院內科施金元教授的研究計畫中 (NSTC 107-2314-B-002-250-MY3, NSTC 110-2314-B-002-266-MY3), 探討長鏈非編碼 RNA SLCO4A1-AS1 在肺癌中的作用。研究發現，SLCO4A1-AS1 的表達在肺癌組織中顯著降低，且其低表達與較差的預後相關。功能實驗顯示，過度表達 SLCO4A1-AS1 可抑制肺癌細胞的增殖、遷移和侵襲能力。機制研究表明，SLCO4A1-AS1 通過與 TOX4 蛋白結合，阻止 TOX4 與 NTSR1 基因啟動子的結合，從而下調 NTSR1 的表達，最終抑制肺癌的進展。這些結果表明，SLCO4A1-AS1 通過調控 TOX4-NTSR1 信號軸發揮抑制肺癌的作用，可能成為肺癌治療的新靶點 (<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10507979/>)。

七、檢討與展望

近年來，人工智慧與仿生科技的快速發展促進了胸腔醫學領域的創新與突破。許多醫師與研究學者積極投入其中，結合醫療機構豐富的數據資源，並與工程、人工智慧及先進科技密切合作，推動跨領域的協作，發展新穎技術，取得了卓越成果與顯著貢獻。113 年度，胸腔醫學學門的研究重點聚焦於肺癌相關的致病機制、轉移與抗藥性問題。研究揭示了多項新穎基因與小分子訊息傳導路徑，並尋找潛在的新藥開發標靶與預後分子標誌。此外，對免疫細胞在疾病中的角色進行了深入探討，期望在國際舞台上展現更強的競爭力。

在潛伏結核感染的治療上，胸腔醫學研究團隊也有驚人的突破，為短程治療處方，突破了使用上的限制。日後在處方上的選擇，將更具彈性。期待不久的將來，潛伏結核感染的治療，可以根據個人的體質進行客製化，有效的避免藥物不良反應的發生，讓治療的完成率更高、更安全，如此，也才能夠全面落實公共衛生防治政策。

胸腔醫學的研究範疇不僅限於此，還涵蓋其他與肺部相關的疾病，如慢性呼吸道疾病、肺損傷、氣喘、肺纖維化、及睡眠呼吸中止症等，研究應該更加多元化的齊頭並進。同時，隨著人口的老化，各種共病可能同時出現、互相影響，研究的範圍應該由單一疾病，擴展多種疾病之間、宿主與病原菌和環境之間的交互作用，深入剖析其調控機制，進一步推進對肺部健康的全方位理解。特別是透過結合次世代基因定序、人工智慧解析、大數據分析及智慧醫療等技術，顯著提升了研究的精準性與水平。

2025 年，胸腔醫學學門計劃於 3 月與臺灣結核暨肺部疾病醫學會、中華民國防癆協會、以及疾病管制署共同舉辦「終結結核與肺部疾病研討會」。將討論如何了解、善用各種尖端新穎的研究工具，匯集胸腔內外科與基礎科學研究領域的優秀學者專家進行深入交流。未來將邀請更多專家學者參與，進一步促進學術合作與研究創新。

神經醫學學門 發展規劃及成果報告

召集人：林靜嫻

一、前言

隨著人類醫療整體的發展與進步，壽命顯著延長，人口老化已成為許多先進國家普遍且持續的重要議題。隨著年齡增長，神經系統的功能逐漸退化，這使得老年人更容易罹患神經系統相關的疾病與傷害。因此，神經醫學在現代文明社會中的重要性日益突顯。根據預測，到2050年，全球60歲及以上的人口將佔總人口的比例將達到20%以上。這一趨勢對神經疾病的影響不容忽視，因為神經系統疾病，尤其是與年齡相關的神經退化性疾病，通常在老年人中發病率更高。目前，全球每六人中就有一人罹患神經系統疾病，這些疾病已成為造成失能和殘障的主要原因。包含腦中鋒、偏頭痛、神經退化性疾病如阿茲海默失智症、巴金森氏症等等，已成為普遍的健康問題。此外，神經系統疾病也是世界範圍內第二大死亡原因。這些疾病不僅嚴重影響患者的生活質量，也給家庭與社會帶來沉重的負擔。

隨著神經科學的進步，許多先進的診斷技術和治療手段，如功能性影像學、基因療法和深腦刺激等，已經顯示出其在改善患者病情和延緩疾病進程方面的潛力。因此，神經醫學不僅是治療神經系統疾病的關鍵領域，也是提升公共健康水平、減少疾病負擔的核心領域。隨著人口結構的變化，未來對神經醫學的需求將會進一步增加，這要求醫學界不斷創新和發展，為應對這一挑戰做好準備。

神經醫學學門為臨床醫學學門之一，是生科處在民國104年度推動學門重整時，整合了神經內科、神經外科、及麻醉三個學科後所建立的新學門。期待經由神經醫學學門的努力，可以凝結上述跨領域的整合以提升神經醫學的研究能量，促進相關研究與學術發展，並進而提升國內神經醫學研究與臨床服務的水準，以增加台灣於國際神經科學研究領域的能見度。

二、學門簡介

神經醫學學門包含神經內科、神經外科、及麻醉三個學科。神經醫學學門的規畫重點為針對神經系統以基礎、轉譯、臨床、生物資訊或流行病學為方法從事神經系統之結構與生理、腦科學、健康與疾病之神經功能探討。所研究的神經系統範疇並不僅限於大腦，同時也包含小腦、腦幹、脊髓、周邊神經、神經肌肉接合處及肌肉等處。這些相關

主題的研究常需要同時整合臨床神經醫學與基礎神經科學的知識與技術，並借鏡運用其他新興重要醫學發展領域的成果，如基因醫學、核酸治療、細胞治療、電刺激與超音波醫學、影像醫學、分子生物學、疾病的動物模式、免疫醫學、大數據整合與人工智慧等。經由神經醫學學門的努力，可以凝結上述跨領域的整合以提升神經醫學的研究能量，致力於基礎神經與臨床神經學的整合轉譯研究，深究探討疾病的機轉，開發以致病機轉為導向的治療與可以反映病程的生物標記，並加速落地化，以實質改善神經疾病的治療瓶頸。

三、學門領域之研究現況及發展趨勢

(一) 全球之發展現況及未來發展趨勢

神經醫學是專門研究神經系統疾病的醫學領域，涵蓋從大腦、脊髓到外圍神經的各種疾病的診斷、治療和預防。隨著全球醫療科技的發展，神經醫學已取得顯著的進展，然而，隨著人口老化與神經系統疾病的日益增加，神經醫學仍面臨許多挑戰。在此背景下，神經醫學的發展現況和未來趨勢對於提升全球公共衛生具有重要意義。神經醫學的發展突飛猛進，許多國家已建立了專門的神經科學研究機構，整合基礎與臨床，並且在基因診斷、腦影像技術、藥物開發等領域取得突破。例如，功能性磁共振影像與神經核醫影像技術使得研究者能夠更精確地了解大腦功能的運作；基因組學的進展也有助於揭示神經退化性疾病的基因基礎，這些研究成果促進了新藥物的研發和治療方案的改善。神經醫學的全球發展現況涵蓋以下重點趨勢：

1. 基因編輯技術如 CRISPR-Cas9 技術在神經醫學中的應用：隨著科技的進步，神經醫學領域也在不斷引入新技術。例如，基因編輯技術如 CRISPR-Cas9 已開始進行神經退化性或視神經遺傳性疾病的基因治療研究；合併人工智慧和機器學習的引入，正在加速疾病診斷和治療的創新。
2. 神經影像技術的突破：神經醫學的診斷手段也在不斷進展。從傳統的核磁共振影像（MRI）、正子掃描（PET）、腦波圖（EEG）等，診斷技術的革新使得許多神經系統疾病可以在早期被發現，結合大數據影像資料庫與機器學習，將可針對不同神經疾病作有效率的診斷分類，提高鑑別診斷率。
3. 基因療法和細胞治療：基因療法和細胞治療的發展對於神經退化性疾病的治療具有革命性意義。例如，基因編輯技術（如 CRISPR-Cas9）在治療遺傳性神經疾病中顯示出巨大的潛力；幹細胞治療則被認為能夠促進神經修復，並有望為巴金森氏症、阿茲海默症等疾病提供新的治療選擇。未來，這些技術可能會成為神經醫學領域的重要治療手段。

4. 神經調節術：由於電子醫工器材和非侵入式腦功能檢測工具的發展，使得各式各樣的神經調節術(Neuromodulation)的治療器材或輔具也迎來另一波的研究和開發潮。現代神經電流調節術的特徵是使用微小電量、精準控制和日趨複雜的刺激波型。另外除了電流之外，研究發現光和超音波也能調節神經功能。將對未來臨床治療產生一定的影響。
5. 精準醫學：隨著基因組學、蛋白質組學、代謝組學等領域的快速發展，未來神經醫學將進一步朝向個人化醫療和精準醫學發展。通過對患者的基因型、表現型和環境因素進行全面分析，能夠為每位患者制定更具針對性的診斷和治療方案，從而提高治療效果，降低副作用。
6. 人工智慧和大數據的應用：隨著人工智慧和大數據技術的發展，神經醫學領域的診斷和治療將更加高效。AI 可用於分析海量醫學數據，協助臨床醫生進行更準確的疾病預測、診斷和治療。大數據則可以幫助研究者揭示神經疾病的病理機制，為新藥物的開發提供數據支持。

(二) 我國之發展現況、重點研究方向及未來發展趨勢

目前我國神經醫學的研究主要集中於神經系統疾病的臨床研究，研究者主要來自各大醫療機構的神經內科、神經外科、麻醉科、小兒神經科及研究部門，另有許多來自大專院校與研究機構的專家，研究主題多與常見神經疾病相關。未來我國的發展趨勢應多與基礎學科等跨領域合作，與全球相似，包括基因工程在疾病診斷與遺傳病治療的應用、神經調節技術的發展與疾病應用拓展、標靶藥物治療、幹細胞在退化性神經疾病及腦血管疾病中的治療，及神經疾病的系統化治療流程。人工智慧也將在神經疾病領域找到多項應用。

(三) 學術面、臨床面及應用面之價值

神經醫學的學術價值體現在其對神經系統結構與功能的深入探索，以及對神經疾病病理機制的理解。隨著神經科學的快速發展，神經醫學不僅促進了我們對大腦、脊髓及外周神經系統的知識增長，也推動了分子生物學、基因組學及神經影像學等跨領域的進步。在 113 年度中，神經醫學學門在學術研究中發現許多重要疾病，例如頭痛、遺傳性下肢痙攣性無力症與肌張力不全症的致病基因，並深入剖析基因型與表現型的相關性，同時，也藉由光遺傳學技術發現小腦-橄欖核迴路對於原發性顫抖症頻率的調控，同時，藉由腦影像技術的進步，以擴散張量成像分析來評估腦脊液排除系統功能，並使用動態對比增強磁共振成像揭示了慢性偏頭痛患者，特別是藥物過度使用性頭痛患者，存在顯著的腦脊液

排除系統及腦膜淋巴管功能異常，並且這些異常與臨床症狀（如偏頭痛嚴重度和睡眠質量）密切相關，這些結果可能對偏頭痛的慢性化機制提供新的見解。

相關腦影像資料庫研究亦可藉由利用人工智慧神經網路法，建構出大腦腦區，建立針對高齡長者，提供大腦健康輔助診斷系統。相關研究亦獲選 2024 年國家新創獎，未來有望技轉落地化，以提高神經退化性疾病如失智症之初期診斷率。

（四）國內現有研究人力、設備及資源分配之狀況與需求

目前，國內的神經醫學研究主要集中於醫學中心、大專院校及研究機構（如中研院、國衛院），研究主持人大多為臨床醫師，也有部分基礎醫學老師或研究員。研究計畫經費主要來自國科會的獎助，且南北分布差距明顯，這與大多數大學坐落於北部有關。台灣神經醫學研究能量不足的另一原因是實驗室人力不足且素質下降，主要依賴學生、研究助理及博士後研究員，但少子化與生醫產業發展不足使得生科系畢業生的職業出路有限，進一步影響實驗室的運作。儘管改變當前環境不易，未來應關注如何為有潛力的神經醫學研究者提供充足的時間、資源和支持，這是台灣在臨床神經醫學研究中需要重視的議題。

四、我國發展神經醫學學門領域研究之 SWOT 分析

（一）優勢（Strength）

國內已有許多神經醫學研究團隊的成立，同時研究品質已達國際水準，並建立了多個長期追蹤病患資料庫，提供完整的流行病學資料。對常見神經系統疾病的臨床研究尤其重要。這些資料合併基因體與長期追蹤的血液檢體，可以有新的生物標記可以做為早期診斷與追蹤疾病病程的客觀標記。國內神經內外科及麻醉科醫師的臨床訓練優良，且健保制度確保病人能獲得標準醫療照顧，進而產生豐富的醫療資訊作為研究基礎。近年來，國內醫學中心承接多項國際臨床試驗，並建立完善的流程與設備，積累了豐富的臨床試驗經驗。此外，國科會推動的神經科學專案計畫培養了多個跨領域研究團隊，並促成國際間跨領域的合作機會。

（二）劣勢（Weakness）

台灣的研究經費遠低於歐美、日本和中國，且研究資源、人力相對匱乏，導致研究團隊規模較小，較難進行冒險創新研究。此外，由於台灣人口少、醫療市場較小，許多神經疾病的臨床病例數較少，加上健保對醫療成本的嚴格管控，國際藥廠在台進行新藥試驗的機會減少，進而影響臨床研究的發展。臨床醫師負擔繁重，研究時間有限，儘管醫療人員素質高，卻無法充分發揮研究潛力，這使得年輕醫師和研究人員的研究意願和出國留學意願下降，進

而影響國際視野與學術發展。目前的研究多以快速發表為目標，缺乏能實際應用或具有深遠學術意涵的成果。

(三) 機會 (Opportunity)

台灣的生技產業包含半導體產業吸引了大量資金投資，其中老化與失智症成為熱門議題。神經醫學與老化及神經退化性疾病有密切關聯，目前已有相關跨領域的研究合作，若能產出可應用的研究成果，申請專利與技轉，預期將可吸引更多生技產業提供資金與策略支持。台灣教育普及，擁有優秀的人力資源，許多基礎醫學和其他學科的學者對神經醫學充滿興趣，且學術機構與醫學中心距離近，有利於臨床與基礎研究的合作，與銜接落地化應用。

(四) 威脅 (Threat)

台灣的神經醫學規模小於歐美和日本等先進國家，市場規模有限，跨國生技公司少，健保對新藥價格管控嚴格，導致大型臨床試驗引進台灣的機會減少。國內生技產業資金有限，研究成果難以商業化，成功的產學合作較少。雖然各國積極推動大規模腦科學計畫並鼓勵跨領域創新，但是產業界的銜接有一落差，導致台灣的相關計畫結果常常僅只與發表論文階段，無法實質化落地應用，生技廠商與跨國藥廠亦缺乏長期支持的機制。

五、學門未來發展之規劃重點、推動策略及預期效益

(一) 短期

1. 規劃重點：

鼓勵跨領域研究學者的交流，促進跨領域研究合作。神經醫學涵蓋許多重要主題，包括神經發展與行為學、神經退化、腦中風、神經系統腫瘤、神經影像、神經生理、神經系統外傷、神經遺傳疾病、藥物濫用、麻醉與神經藥理等之科學。這些相關主題的研究常需要同時整合臨床神經醫學與基礎神經科學的知識與技術，並借鏡運用其他新興重要醫學發展領域的成果，如基因醫學、核酸治療、細胞治療、電刺激與超音波醫學、影像醫學、分子生物學、疾病的動物模式、免疫醫學、大數據整合與人工智慧等。期待經由神經醫學學門的努力，可以凝結上述跨領域的整合以提升神經醫學的研究能量，促進相關研究與學術發展，並進而提升國內神經醫學研究與臨床服務的水準，以增加台灣於國際神經科學研究領域的能見度。

2. 推動策略：

(1) 促進年輕神經醫學研究人員之培育，提供較充裕而長期之經費，鼓勵研究能力之傳承。

(2) 舉辦跨學門和跨領域，甚至於產業具之座談會和研討會，

討論跨學門和跨領域合作的可能性。

(3) 舉辦特定議題之跨學界與產業界的學術研討會，作為中期推動研究領域的開端。

3. 預期效益：

(1) 擴展神經醫學研究之深度和廣度。

(2) 增加與生技產業界的鏈結以加速對社會之實質貢獻。

(二) 中期

1. 規劃重點：

為了進一步推動跨領域研究，台灣應該在鼓勵學者交流的基礎上，著力於建立持續發展的跨領域研究團隊。除了國科會推出的「腦科技創新研發及應用」計畫，培養出頂尖的神經科學研究團隊外，神經醫學領域亦可進一步與規劃設立數個以臨床神經醫學為核心的研究方向。例如語代謝體學跨領域合作等，透過整合型計畫的推動，不僅能促進多學科間的協作，還能為新興的跨領域團隊創造更多研究機會，進一步加速神經醫學領域的創新發展。

2. 推動策略：

(1) 培植具潛力的新生代神經醫學家，選擇性地鼓勵優秀且具有良好研究實績與發展潛力的團隊，提供適當的研究環境，給予較足夠的長期經費，並鼓勵跨領域及跨國合作，使其能在不受臨床服務與經濟壓力下，深入發展研究，但須定期接受評核。

(2) 舉辦資深與年輕神經醫學家團隊座談，分享成功經驗，加速經驗傳承。

(3) 舉辦產學研三方座談會，分享跨領域結合與落地化經驗。

3. 預期效益：

(1) 扶植具潛力之神經科學研究團隊。

(2) 加速跨領域結合與落地化，以始由 bench to bed 的時間期程縮短。

(三) 長期

1. 規劃重點：

(1) 鼓勵跨領域與跨國團隊的長期性研究。

(2) 協助鏈結產業界，例如生醫科技與半導體產業，加速研究結果落地化而運用於臨床實務。

(3) 協助研究者專利與 IP 等申請，對於成果落地化有助益。

2. 推動策略：

(1) 對於績優之研究團隊給予更長期的研究計畫。

(2) 鼓勵創新與實用的研究同時，可結合生技產業界，以產

學合作的方式，獲得更充裕的資源，將研究產出的新治療技術或藥物，有系統的經由臨床試驗應用於實際的臨床醫療上。

(3) 將一些臨床例行檢查和紀錄標準化，便利跨院之合作和全國性資料庫之建立，並與人工智慧領域合作。

3. 預期效益：

(1) 深植研究量能，培養國際級研究團隊。

(2) 研究實用化，造福社會。

六、113 年度學門推動成果

(一) 總體性成果：

1. 學術成就（科技基礎研究）

本年度學術成就豐碩，包含偏頭痛團隊藉由使用擴散張量成像分析來評估腦脊液排除系統功能，研究首次揭示了慢性偏頭痛患者，特別是藥物過度使用性頭痛患者，存在顯著的腦脊液排除系統及腦膜淋巴管功能異常，並且這些異常與臨床症狀（如偏頭痛嚴重度和睡眠質量）密切相關，這些結果可能對偏頭痛的慢性化機制提供新的見解。原發性顫抖症（essential tremor）的頻率編碼機制，利用活體電生理學、光遺傳學和運動追蹤等技術，藉由探究 Grid2dupE3 小鼠模型中的神經活動，發現原發性顫抖症頻率是由小腦橄欖體內的神經元群體放電的時間一致性所編碼的，本研究結果闡明小腦-橄欖體神經活動對於原發性顫抖症的動態基礎機制，對於未來的治療提供一個新的方向。此外，對於腦部小血管疾病的基因探討，本年度亦有研究團隊發現 NOTCH2NLC 基因中 GGC 重複擴展與腦小血管病的關聯性，並驗證其對血管性白質病變的貢獻。除此之外，本研究探討了 NDUFAF5 基因突變與 Leigh 症候群導致的肌張力不全症的臨床特徵與功能表現，藉由本國多中心的整合研究發現，特別是 p.Met279Arg 是台灣人特有突變熱點，對病程與發病年齡與預後均有顯著影響。影像學上，雙側基底節壞死是常見特徵，早發型患者則更常見腦幹和脊髓受累。基因修飾分析顯示，早發型患者的突變負擔較重，並且皮膚纖維母細胞的線粒體功能損傷較晚發型患者更為明顯，對於未來病患的照顧提供以基因為導向作為治療與預後反應的標誌。

2. 技術創新成就（科技整合創新）

科技的整合創新對於深入研究神經疾病及其傷害機制、改進診斷與治療方法具有至關重要的作用。卓越的技術創新不僅能促進單一疾病的發展，還能在多種疾病的研究、診斷及治

療上產生深遠影響。這類具有代表性的計畫之一是探討癲癇發作如何影響人類意識的機制，這不僅有助於理解癲癇的病理過程，也為相關的診斷和治療方法提供了新的方向。透過這些創新技術，我們能更精確地識別疾病的根本原因，並開發出更有效的診療方案，最終改善患者的生活品質。本年度計畫中與技術創新相關的有：麻醉科團隊利用腦電相位振幅耦合（Phase-Amplitude Coupling, PAC）是一種反映腦波不同頻段間相互作用的神經生理現象，已被用來研究神經活動的同步性和功能性聯繫。團隊研究針對全身麻醉病人中腦電相位振幅耦合的驗證、應用及其藥效學反應曲面模型（pharmacodynamic response surface model, PD-RSM）進行了深入探討。這項研究的主要目的是理解麻醉藥物如何影響不同腦區的電活動，並探索 PAC 如何作為麻醉深度和藥效反應的指標。隨著麻醉劑量增加，PAC 的強度在不同頻段之間呈現明顯變化，提供了麻醉深度的生理指標。這一研究不僅有助於提升麻醉過程的安全性，還可為未來麻醉劑量的精確控制和監測提供理論依據。此外，神經內科團隊利用同步腦電圖（EEG）與功能磁共振造影（fMRI）來評估迷走神經刺激（Vagus Nerve Stimulation, VNS）對癲癇中樞自主系統影響的研究，可以深入了解迷走神經刺激如何調節癲癇患者的大腦功能，特別是其中樞自主神經系統的作用。迷走神經刺激作為一種神經調節技術，已被應用於控制難治性癲癇，在這項研究中，研究人員會將迷走神經刺激應用於癲癇患者，並使用同步 EEG 與 fMRI 來觀察癲癇發作前後以及刺激過程中大腦活動的變化。通過這些數據，研究可以揭示迷走神經刺激如何影響癲癇患者的中樞自主神經系統，包括心率變化、呼吸節律調控等自律神經反應的調節。研究結果可能顯示，VNS 能夠調節某些特定的大腦區域，減少癲癇發作的頻率或強度，同時對中樞自主神經系統產生有益的作用，如改善心血管穩定性和減少神經功能紊亂。研究結果不僅有助於揭示迷走神經刺激對癲癇的治療機制，還能進一步了解其在神經調節、腦血流和自主神經系統控制中的作用，為癲癇的治療提供更為精確和個體化的治療方針。神經外科團隊亦開發可攜帶化療藥物和核酸藥物的靶向性外泌體，用於治療抗藥性膠質母細胞瘤（GBM），是一項前瞻的研究領域。膠質母細胞瘤是一種高度侵襲性和抗藥性的腦部腫瘤，傳統的治療方法，如手術切除、放療和化療，對於大多數患者的治療效果有限，尤其是在腫瘤復發後，常常出現抗藥性，導致治療困

難。因此，開發新的治療策略，特別是靶向性藥物傳遞系統，已成為癌症治療領域中的一大挑戰。外泌體（Exosomes）是由細胞分泌的納米尺度囊泡，含有脂質、蛋白質、RNA 等分子，並能夠在不同細胞間傳遞信息。由於外泌體的天然生物相容性和穿透性，它們已被提議作為藥物傳遞載體，特別是在治療抗藥性腫瘤時具有潛力。這些外泌體可以載入化療藥物（如順鉑或多西他賽）或核酸藥物，並能夠靶向癌細胞，特別是抗藥性膠質母細胞瘤細胞。這一策略的優勢在於，外泌體作為天然的生物納米載體，具有良好的生物相容性和較低的免疫原性，能夠有效穿越血腦屏障並靶向腫瘤細胞。結合化療藥物或核酸藥物的靶向治療，可能會顯著提高治療抗藥性膠質母細胞瘤的效果，同時減少傳統治療方法所帶來的副作用，以可以提高病患的治療反應，提升病患的存活率。

3. 經濟效益（經濟產業促進）

神經醫學研究不僅著眼於揭示神經系統疾病與損傷的機制與現象，還致力於開發整合性的新技術，以改善相關的研究、診斷及治療方法。此外，這些研究成果可轉化為臨床醫療或研究中具商業價值的技術和產品，從而為生技醫療產業帶來經濟效益。這類代表性計畫有：對抗心肌梗塞誘發的心肝和心腎傷害的新藥開發；開發可植入式脊髓局部冷卻裝置以治療神經病變性疼痛；神經內外科跨領域的探討陣發性依核深部腦刺激在治療巴金森失智症後所形成的神經可塑性及其機轉；從 GWAS 到老藥新用：精神科藥物用於膠質母細胞瘤的轉譯研究；探索可適性深部腦刺激治療帕金森之療效：以視丘下核 β 以及 θ 神經活性為回饋控制等等。這些計畫橫跨老藥新用的新適應症開發，與身腦電刺激術的新的應用，對於相關生技產業與生醫光電刺激產業將有助於產業的經濟促進。

4. 社會影響（社會福祉提升、環保安全）

醫學研究除了深入探討疾病與損傷的機制、開發創新技術以改進診斷與治療方法、並促進生技醫療產業的經濟發展外，還致力於提升社會福祉，為大眾健康作出貢獻。今年，神經醫學領域在這方面的主要貢獻集中於常見重大疾病的初期預防和再發防治。代表性的研究計畫包含：探討情緒是否為預期影響人類痛覺之原因；應用多模神經影像學和電生理方法解析迷走神經刺激術在偏頭痛治療之機轉；探索漢語使用者在早期阿茲海默症之語音與書寫數位表現型；臨床前期 NOTCH3 R544C 突變攜帶者臨床症狀、白質病變和膠狀淋巴

系統功能之間的關聯性；運動復健對於反復腦創傷後繼發性視網膜神經節細胞逆行跨突觸變性的防治潛力；腦源性神經滋養因子與其受體訊息軸在腦-眼連結中之作用；結合多體學（基因體、轉錄體、蛋白質體）與影像體學（大腦連結體）分析平台探討致癲癇與非致癲癇瀰漫性膠質瘤分子及功能網路特徵；脊髓損傷模式中人類臍帶間質幹細胞外泌體的治療機制-聚焦神經膠質細胞極化、血管新生和疼痛相關蛋白；以多中心腦中風動脈血栓移除術登錄研發出之精準預後決策工具；整合步態分析和人工智慧之縱向性研究以建構巴金森氏病患者跌倒預測模型與發展雲端居家步態偵測系統之精準醫療以及驗證客製化的遠距運動遊戲復健訓練的效益等。

整合步態分析與人工智慧的縱向性研究，旨在建立巴金森氏病患者的跌倒預測模型，並發展雲端居家步態偵測系統，為精準醫療提供支持。此外，這些研究還包括驗證客製化的遠距運動遊戲復健訓練的效果，為患者提供個性化的復健方案，並有助於提高運動訓練的效果和患者的生活品質。這些創新研究不僅能提升巴金森氏病患者的生活自理能力，降低跌倒風險，還能減少醫療資源的過度消耗，促進居家照護的可行性與便利性，對於社會而言，具有深遠的影響，能夠改善公共衛生，降低醫療成本，並促進老年人群體的健康福祉。

5. 其他效益（科技政策管理及其他）

本年度基因與個人精準化醫療的發展對於社會和科技政策管理層面具有深遠的影響。在社會層面，精準醫療能根據每個人的基因特徵和健康狀況提供量身定製的治療方案，從而提高治療效果，減少不必要的副作用，並實現更高效的資源利用。這不僅有助於改善患者的生活質量，也能在全社會層面提升公共健康水平，減少因疾病或慢性病導致的經濟負擔。然而，這樣的發展也帶來了對科技政策管理的挑戰。在個人化醫療的推廣中，如何有效保護患者的基因數據和健康隱私成為關鍵問題。政府和相關機構需要制定更為完善的法規，確保數據的安全性，並避免不當使用或洩漏。同時，基因檢測與個人化治療的普及，可能需要更高的醫療資源投入和技術支援，這也對政策層面的資金分配、醫療體系建設及人才培育提出了更高要求。此外，基因技術的發展還可能帶來醫療資源分配問題，如何確保精準醫療技術能夠公平地惠及所有人，成為政策制定者需要重視的議題。綜合來看，基因與個人精準化醫療的進步不僅是醫學領域的革命，也為社會和

科技政策的制定提出了新的挑戰與機會。

(二) 個別計畫代表性成果

1. 國立臺灣大學醫學院腦與心智科學研究所黃憲松副教授：抑制性神經元的RBFOX3對癲癇的致病機轉 (111-2314-B-002-256-MY2)，此計畫的相關研究成果已發表了數篇文章，包括優良期刊 (Neuronal splicing regulator RBFOX3 mediates seizures via regulating Vamp1 expression preferentially in NPY-expressing GABAergic neurons. Proc Natl Acad Sci U S A. 2022 Aug 16;119(33):e2203632119; Mir125b-2 imprinted in human but not mouse brain regulates hippocampal function and circuit in mice. Commun Biol. 2023 Mar 14;6(1):267. Light activates Ube3a, an Angelman syndrome-associated gene, by mediating the chromatin structures during postnatal development of mouse retina. J Neurochem. 2023 Dec;167(6):766-777.)
2. 國立臺灣大學醫學院神經科林靜嫻教授：建構高效率基因編輯技術結合聚焦超音波無創式腦部基因遞送以治療巴金森氏症：由動物模式至臨床之整合性研究 (110-2314-B-002-153-MY3) 此計畫的相關研究成果已發表了數篇文章，包括 Whole genomic analysis reveals atypical non-homologous off-target large structural variants induced by CRISPR-Cas9-mediated genome editing. Nat Commun. 2023 Aug 25;14(1):5183. In vitro genome editing rescues parkinsonism phenotypes in induced pluripotent stem cells-derived dopaminergic neurons carrying LRRK2 p.G2019S mutation. Stem Cell Res Ther. 2021 Sep 22;12(1):508.
3. 臺北榮民總醫院神經醫學中心周邊神經科李宜中教授：運用 PacBio 三代定序技術尋找新穎致病基因並深度探索致病性三或六核苷酸重複序列擴增 (112-2314-B-075-034-MY3) 此計畫的相關研究成果已發表了數篇文章，包括 Cerebral microbleeds in Taiwanese patients with neuronal intranuclear inclusion disease Brain. 2024 Oct 12:awae326; THAP11 CAG Repeat Expansion Is Rare or Absent in the Taiwanese Cohort with Cerebellar Ataxia. Mov Disord. 2024 May;39(5):924-925.

七、檢討與展望

近年來，神經醫學領域逐漸成為熱門領域，專題研究計畫的競爭變得相當激烈。一方面，這反映出更多醫師和研究者對神經醫學和神經科學的興趣，另一方面，醫院評鑑制度也要求醫學中心具備一定數

量的研究計畫，因此醫院經營者會要求醫師申請計畫。雖然這有助於推動研究，但由於醫師的主要職責是臨床工作，若不減輕其臨床負擔，卻要求他們參與研究，會使本就忙碌的醫師更加疲憊，這樣反而可能對神經醫學的發展帶來負面影響。因此，如何有效引導醫學中心的醫師從事跨領域與跨團隊的研究，是一項需要長期規劃的重要任務。

此外，隨著多體學技術與分析的進步，神經科學領域已獲得大量實驗數據。神經醫學與基因體學、蛋白質體學等多體學領域的跨領域合作，為神經疾病的研究與治療提供了嶄新的視角與機會。隨著科技的進步，這些領域的融合不僅有助於更深入理解神經系統的基本運作，還能為診斷、預防與治療神經疾病提供更具精準度的策略。此外，代謝體學和微生物體學的進展，進一步擴大了多體學在神經醫學中的應用。例如，研究發現，腸道微生物群的變化與多種神經系統疾病的發展有關，這揭示了腸-腦軸在神經醫學中的潛在價值。這些領域的發現可能引領新的治療策略，從而為神經醫學帶來突破性進展。

婦幼醫學學門

發展規劃及成果報告

召集人：賴鴻政 共同召集人：邱政洵

一、前言

婦幼醫學學門以保障婦女（包括孕婦）及兒童健康為核心，這不僅是個人福祉的基礎，更是全民健康及社會永續發展的重要支柱。研究顯示，成年人的健康狀況取決於胚胎、胎兒及兒童時期的發展基礎，因此，婦幼健康的關注範疇涵蓋了從胎兒發育到兒童早期經驗，並將這些影響延展至未來的教育、經濟參與及健康發展。特別是在新生兒和兒童的快速成長階段，神經及免疫系統的發育需求高度專業的醫療照護，以預防和治療如早產、先天性疾病及傳染病等常見挑戰。

本學門的研究計畫範疇廣泛，涵蓋臨床及基礎研究，針對台灣婦女與嬰幼兒的常見疾病，致力於開發創新診斷及治療策略，並強調母嬰一體化的連續照護，包括從產前護理、分娩條件到產後及兒科服務的整合。透過技術進步（如新生兒加護病房[NICU]、遠距醫療及人工智慧驅動工具）、個人化醫療及疫苗接種等策略，婦幼醫學學門不斷推動研究與實踐的結合，以回應新生兒及兒童健康的多重挑戰。

這些研究不僅能改善婦幼健康，也為國家繁榮與社會復原力奠定了堅實基礎，體現了對社會中最年輕及最脆弱成員的深切承諾。

二、學門簡介

婦幼醫學學門涵蓋婦產學科與小兒醫學，研究範疇廣泛且多元。婦產學科專注於婦產科疾病（如腫瘤、不孕症、更年期問題）、產前與週產期健康（胎兒監測、妊娠併發症）、孕期與分娩照護及各年齡層女性的生理與心理健康。小兒醫學則聚焦新生兒與兒童健康（早產兒及低出生體重照護）、兒童成長與發展，以及涵蓋次專科疾病（如罕見疾病、免疫疾病與兒童癌症）的研究。

學門研究還包括生物醫學研究，探討母嬰交互作用、微生物組在健康中的角色，以及應用精準醫學和多體學解析疾病機制；公共衛生與流行病學，分析孕產婦及新生兒健康趨勢、健康決定因素及社區干預措施的影響；技術與創新則著重人工智慧疾病預測模型與數位健康平台的開發。

學術特性方面，婦幼醫學具有跨學科性，結合遺傳學、內分泌學、兒科及公共衛生；具全球相關性，致力於實現聯合國永續發展目標（SDG 3）；技術發展迅速，應用人工智慧、基因組學與遠距醫療等技

術推進研究；並強調轉譯醫學研究，加速成果應用於臨床。

婦幼醫學學門致力於推動婦女、兒童及胎兒的健康發展，協助應對不斷變化的健康挑戰，為全民健康與社會未來奠定堅實基礎。

三、學門領域之研究現況及發展趨勢

(一) 全球之發展現況及未來發展趨勢

1. 發展現況

- (1) 人口寒冬的挑戰：全球面臨少子化與出生率下降的趨勢，包括中國、美國、印度和日本等人口大國相繼創下最低出生率紀錄，突顯婦女與兒童健康的重要性。
- (2) 疾病防治與健康促進：a.預防與治療並重：現代醫學著重於疾病早期檢測、基因遺傳醫學與生殖科技，顯著降低遺傳性疾病、不孕症與孕期併發症的風險。b.兒童健康重視：透過改善營養、心理支持及疾病防治，培育健康的兒童以建設未來健康社會。
- (3) 科技創新驅動進步：a.人類基因體解譯、疫苗技術和生物療法持續推進傳染病防治。b.精準醫療、人工智慧驅動的疾病診斷和穿戴式健康設備已應用於婦幼醫學。

2. 未來發展趨勢

- (1) 重點領域：a.降低孕產婦與新生兒死亡率：加深產前護理研究並推廣非侵入性檢測技術。b.早產問題與生育治療：探索新型干預方法及生殖技術以改善生育率。c.母嬰交互作用：研究遺傳、表基因遺傳及微生物體學在健康中的作用。
- (2) 技術創新：a.基因體學與精準醫療：針對癌症、罕病及免疫性疾病進行多體學研究。b.人工智慧與數位健康：建立健康數據整合平台，推動遠距醫療與個人化健康管理。
- (3) 政策支持與國際合作：a.聯合國永續發展目標 (SDG 3)：加強孕產婦與兒童健康的國際合作和資金支援，應對健康挑戰。b.應對新興問題：關注氣候變遷、污染及新興傳染病（如新冠病毒與茲卡病毒）對健康的影響。

(二) 我國之發展現況、重點研究方向及未來發展趨勢

1. 發展現況

- (1) 健全的醫療保健系統：a.台灣擁有完善的健保制度與醫療設施，孕產婦和新生兒的健康照護具備良好的基礎條件。b.新生兒重症監護的研究與臨床技術在國際上具有競爭力。
- (2) 挑戰與問題：a.新生兒與嬰兒死亡率近年有所升高，2022年新生兒死亡率為千分之 2.8，創下近 15 年新高，顯示

健康指標有待進一步改善。b.醫師人力短缺以及婦幼醫學專業人才的招聘挑戰，使醫療體系承受壓力。

- (3) 基因體醫學進展：「基因體醫學國家型計畫」已建立台灣人基因資料庫為精準醫學奠定基礎，推動個人化基因診療發展。

2. 重點研究方向

- (1) 基因相關疾病與罕見疾病：a.推動兒童癌症、遺傳性疾病與罕見疾病的基因篩檢與治療方法。b.發展胚胎前基因診斷技術以篩選健康胚胎，提升成功受孕率並減少基因異常胎兒。
- (2) 孕產婦與兒童健康：a.探討早產的成因，研究環境與生活方式因素對孕產婦與兒童健康的影響。b.改善產前照護技術，降低懷孕併發症及不孕症發生率。
- (3) 人工智慧與數位健康：用 AI 技術開發輔助臨床疾病檢測與診斷工具，提升診斷效率與準確性，緩解婦幼醫師短缺問題。

3. 未來發展趨勢

- (1) 跨領域整合與精準醫學：以多體學（基因體學、表基因體學、代謝體學等）方法推動精準醫學，結合跨領域合作探討疾病機轉與健康改善策略。
- (2) 基因大數據與本土化醫療：建立高品質的基因大數據與完整的台灣人臨床基因資料庫，發展適合本土族群的個人化醫療。
- (3) 國際合作與技術應用：a.推動國際學術合作，參與全球婦幼醫學研究，提升台灣學術水準與國際知名度。b.應用人工智慧與全基因體定序技術，發展快速且準確的診斷工具與疾病預防策略。

（三）學術面、臨床面及應用面之價值

1. 學術價值

- (1) 對病理生理學的貢獻：a.深入研究孕產婦、新生兒及兒童疾病的致病機制，特別是在基因與環境交互作用、分子與細胞層面的研究上。b.探索罕見疾病的基因與病理生理特徵，並發表創新療法與公共衛生策略的研究成果。
- (2) 多學科合作：a.整合遺傳學、內分泌學、分子生物學、公共衛生與流行病學等多學科的研究資源，共同探討婦幼健康相關問題。b.推動跨領域合作，包括基因體學、蛋白質體學、代謝體學及表基因遺傳學等領域，為基礎研究與應用奠定基礎。

(3) 全球學術影響力：a.在國際期刊上發表高影響力的研究成果，提升台灣婦幼醫學的國際學術地位。b.貢獻於罕見疾病診斷與治療的理論基礎，協助全球範圍內公共衛生政策的制定。

2. 臨床價值

(1) 提升診斷與治療技術：a.開發基於基因體學和分子生物學的非侵入性產前檢測(NIPT)，提升胎兒健康評估的準確性。b.創新子宮內手術技術，改善胎兒結構異常及高風險妊娠的治療效果。

(2) 改善孕產婦與新生兒結局：a.提升高風險妊娠及新生兒重症監護的管理策略，制定實證導向的臨床護理與診療指引。b.針對早產、先天異常、遺傳性疾病等問題提供個人化的治療與照護方案。

(3) 精準醫療的臨床應用：a.結合基因篩檢與蛋白體學技術，開發針對孕產婦及新生兒疾病的個人化治療方法。b.應用全基因體定序與AI技術優化疾病診斷、監測與預防。

3. 應用價值

(1) 轉化研究：a.將基礎研究成果與臨床應用相結合，開發新型診斷工具、治療方法及藥物。b.利用基因工程、奈米科技及人工智慧技術實現快速、準確的疾病檢測與治療方案。

(2) 公共衛生與流行病學研究：a.運用大數據分析工具研究孕產婦及兒童健康相關的公共衛生議題，制定有效的流行病預防策略。b.深化對環境、生活方式與疾病之間關係的理解，提供社區健康改善的實際建議。

(3) 促進生物醫療產業發展：a.基於基礎研究的學術成果，推動精準醫療產品的商品化應用，支撐生物醫療產業的技術創新與市場拓展。b.與國內外醫療技術公司合作，發展以婦幼健康為中心的產品與服務，增強國際競爭力。

(四) 國內現有研究人力、設備及資源分配之狀況與需求

台灣醫療人力高素質且擁有先進的兒童醫療照護與基因研究設施，婦產科與兒科的跨領域合作逐漸增加。然而，偏鄉地區資源分配不足，城鄉差距明顯，研究重點仍偏向臨床應用，基礎醫學與跨領域研究參與有限。此外，孕產婦及新生兒健康關鍵指標尚需改進。

1. 現況分析：

(1) 科學人力：具國際水準的婦產科與基因研究專家，但部分高階人才流失，基礎醫學參與比例需提升。

- (2) 設備資源：高通量基因測序、高解析成像等技術集中於都會區，偏鄉缺乏先進設備與技術支持。
- (3) 協作與數據：產學合作逐漸增強，區域性數據庫逐步建立，但全國性整合資料庫仍不足。

2. 主要需求:

- (1) 跨學科研究與創新：增加資助，推進 AI 輔助診斷、基因編輯等創新技術應用。
- (2) 資源公平分配：縮小城鄉差距，增設偏遠地區醫療與研究設施，加強數位化支持。
- (3) 全國性資料庫：統整孕產婦與新生兒健康數據，提升研究效率，支持公共衛生與精準醫療發展。

四、我國發展婦幼醫學學門領域研究之 SWOT 分析

(一) 優勢 (Strength)

1. 高階醫療人力與研究人才：台灣擁有全球公認的高效醫療系統與專業團隊，在產前診斷、新生兒篩檢等領域表現出色，部分技術全球領先。
2. 先進醫療設施與技術：配備新生兒加護病房、高解析度產前診斷設備等先進設施，並整合人工智慧及遠距醫療技術，提升診療效率與精準度。
3. 政府支持：國家政策重視人口健康，提供婦幼醫學研究的資金支持，將其列為優先發展項目。
4. 快速整合與接受新觀念：研究與臨床團隊整合迅速，對國際新技術接受度高，能快速實現應用轉化。

(二) 劣勢 (Weakness)

1. 出生率下降：少子化現象導致婦幼醫學研究人才短缺，相關學科吸引力降低，特別是偏遠地區醫療資源不足。
2. 跨學科合作不足：臨床醫學與基礎醫學、產業界之間的研究整合有限，難以形成大規模協作。
3. 研究資源分配不均：城鄉差距顯著，偏鄉醫療設施與專業人才供應不足。
4. 短期成果導向：學術評估制度偏重短期成效，限制深度研究與長期追蹤計畫的發展。

(三) 機會 (Opportunity)

1. 精準醫療發展：推廣全基因定序技術以進行新生兒篩檢、婚前健康檢查及婦癌研究，建立基因健康數據庫以支持精準醫療。
2. 智慧醫療與人工智慧技術：透過穿戴式設備、大數據分析與智慧醫療平台，加強疾病預測與個人化治療。

3. 國際合作：與國際機構建立夥伴關係，共享研究資源與知識，加速研究成果轉化。
4. 政策支持：強調婦幼健康在國家人口政策中的關鍵角色，吸引更多資金投入婦幼醫學領域。

(四) 威脅 (Threat)

1. 人口結構變遷：少子化問題削弱對婦幼醫學的重視，資源可能被轉移至老年醫學等領域。
2. 國際競爭：鄰近國家憑藉人口優勢獲得更多研究資源與數據，對台灣形成壓力。
3. 環境威脅：氣候變遷與污染對婦幼健康的潛在影響逐漸加劇，增加醫療負擔。
4. 流行病衝擊：COVID-19 等流行病限制研究資源與人力投入，對婦幼健康研究形成威脅。

五、學門未來發展之規劃重點、推動策略及預期效益

(一) 短期

1. 規劃重點：
 - (1) 推動兒科、婦產科臨床醫師與基礎研究學者的交流活動，促進雙方對彼此研究領域的了解。
 - (2) 支援跨科跨領域研究計畫的申請，鼓勵小規模試點合作項目。
 - (3) 擴大婦幼醫療相關共識會議的舉辦頻率，增加參與學者與臨床醫師的人數。
2. 推動策略：
 - (1) 組織定期的跨科學術座談會，邀請臨床醫師和基礎研究人員分享最新研究成果和實際需求。
 - (2) 提供專項經費，支持跨科合作計畫的初期實施，例如針對高風險妊娠或癌症的臨床與基礎研究結合。
 - (3) 建立線上交流平台，提供實時溝通和研究進展分享，增強合作效率。
3. 預期效益：
 - (1) 增強婦產科與兒科學者之間的互動，促進更多跨科計畫的產生。
 - (2) 建立雙向溝通的良好基礎，為未來更大規模的合作奠定條件。
 - (3) 提高婦幼健康研究的整體質量，快速應對當前臨床挑戰。

(二) 中期

1. 規劃重點：
 - (1) 推動婦產科與小兒科的跨科整合研究，特別是高風險妊

娠和早產的預防與治療。

(2) 建立全國性婦科癌症或新興治療資料庫，支援大型研究與政策制定。

(3) 成立區域性卓越中心，著重於孕產婦和新生兒的整合照護。

2. 推動策略：

(1) 增加跨學科研究計畫的經費支持，鼓勵合作申請長期研究項目。

(2) 與國際機構合作，吸引外部資金，用於升級研究設施和人才培訓。

(3) 制定區域健康指標，監控卓越中心的運營成果與服務品質。

3. 預期效益：

(1) 制定針對高風險妊娠與新生兒照護的具體政策與實證指南。

(2) 促進臨床研究與基礎研究的融合，提升精準醫療的應用範疇。

(3) 建立標準化的婦幼健康數據共享平台，為後續研究奠定基礎。

(三) 長期

1. 規劃重點：

(1) 成為亞洲婦幼醫學研究與創新中心，領先推動精準醫療與再生醫學的應用。

(2) 建立以預防醫學為核心的永續婦幼健康系統。

(3) 深入研究環境因子與遺傳學對婦幼健康的長期影響，發展個人化健康監測模型。

2. 推動策略：

(1) 成立國家級婦幼醫學研究所，集中資源進行重大創新研究。

(2) 推動基因醫學、微生物組學與多體學研究，開發創新診斷與治療工具。

(3) 整合全國醫療與政策資源，將婦幼健康與人口政策目標結合，應對人口老化挑戰。

3. 預期效益：

(1) 顯著降低孕產婦與新生兒的發病率與死亡率，提升整體健康水平。

(2) 在國際舞台上強化台灣在婦幼醫學領域的地位，吸引更多研究合作與投資。

- (3) 建立永續發展的婦幼健康體系，為未來的公共衛生挑戰做好準備。

六、113 年度學門推動成果

(一) 總體性成果：

1. 學術成就（科技基礎研究）

鼓勵本學門計畫以多體學研究（multiomics）是將基因組學（genomics）、轉錄組學（transcriptomics）、蛋白質組學（proteomics）、代謝組學（metabolomics）和微生物組學（microbiome）等多層次生物數據結合起來進行婦幼醫學研究。在科技領域，推動多體學研究，在生物醫學、環境科學和生物技術等領域都具有重大的潛力，其推動能引領科技創新，為人類社會帶來深遠的影響。

2. 技術創新成就（科技整合創新）

- (1) 促進精準醫療發展：多體學能夠全面了解疾病的分子機制，通過分析基因、蛋白質及代謝物之間的交互作用，為患者提供個人化診斷和治療策略，有助於實現精準醫療的目標。例如，對癌症的多體學研究可以了解致癌因子的多層次訊息網絡，從而開發更有效的標靶療法。

- (2) 加速新藥研發：通過多體學整合分析，可以更精準地鑑定藥物標的，預測藥物的療效及副作用。這種方法縮短了傳統藥物研發過程，從而加速新藥的發展。

- (3) 解決複雜健康與環境問題：多體學研究能分析人類健康與環境變化的關係，例如腸道菌群與代謝疾病的聯繫，或環境污染對生物體的影響。這種系統性分析方法有助於制定更有效的健康管理及環境保護策略。

- (4) 啟動人工智慧與大數據技術的應用：多體學數據量龐大且複雜，需要依賴人工智慧（AI）和大數據技術進行處理和分析。推動多體學研究的同時，也促進了這些技術的發展，為科技進步提供雙向驅動力。

3. 經濟效益（經濟產業促進）

- (1) 推動生物醫療產業發展：多體學在精準醫療和藥物研發中的應用有助於降低醫療成本，提高治療效率。例如，通過多體學技術進行個人化用藥設計，可以減少不必要的治療，降低患者的經濟負擔，同時提升醫療機構的運營效率。

- (2) 加速新藥研發進程：傳統藥物開發成本高昂且耗時，而多體學研究可以快速篩選出有效的藥物標的，大幅降低失敗率並縮短研發週期，節省研發經費的投入。同時，也

創造了更多高附加值的藥物產品，增加商業利潤。

(3) 支持本土生物科技產業：在生命科學領域上推動多體學技術，為生物技術、基因編輯、人工智慧等新興產業發展提供了基礎支撐力量。這些產業的發展能創造更多就業機會，帶動上下游產業鏈，形成新的經濟增長點。

4. 社會影響（社會福祉提升、環保安全）

(1) 提升民眾健康：多體學技術的發展使兒童及婦女疾病診斷更早期、更準確，治療方案更加個人化，能有效控制慢性病和重大疾病的發病率，從而提升全社會的健康指數。

(2) 應對全球環境挑戰：多體學可以研究生物體對環境壓力（如污染、氣候變化）的適應機制，從而制定可持續的生態管理策略，特別是在婦幼醫學來看更顯得其重要性。

(3) 促進教育與研究進步：多體學是一個跨學科的研究領域，它的發展促進了生命科學、數據科學和計算機科學的融合，推動了研究的創新。同時，它吸引更多研究人才投入，為研究創新開闢新的康莊大道。

(4) 縮小健康與資源不平等：通過降低疾病治療成本，普及精準醫療技術，本學門研究可以幫助資源匱乏地區獲得更有效的醫療解決方案，從而縮小健康與經濟的不平等。

5. 其他效益（科技政策管理及其他）

在國際科技競爭日益激烈的背景下，推動跨學科、多體學在婦幼醫學研究有助於國家在生物科技領域占據領先地位，提升科技實力與國際影響力。

（二）個別計畫代表性成果

1. 長庚醫療財團法人小兒科田祐霖教授/主治醫師，其計畫名稱：針對腸道菌叢代謝物探討硫化氫作為慢性腎臟病和高血壓的反轉程序化治療方法(計畫編號為NSTC 110-2314-B-182A-159-MY3)。本研究計畫探討硫化氫在慢性腎病疾病發生過程中所扮演的角色，以及腸道菌如何調控體內硫化氫濃度，研究顯示 Garlic oil 在動物模式裡能夠增加血清中硫化氫濃度，來達到腎臟保護效果，並且由動物模式來驗證此論點，相關論文發表在 2023 年 Metabolites 及 2022 年 Nutrients 期刊。
2. 臺北榮民總醫院兒童醫學部牛道明教授/主治醫師，其計畫名稱：利用擬人化小鼠模型開發國人常見之心臟型法布瑞氏症適用的鹼基編輯基因療法(計畫編號為 NSTC 110-2314-B-075-018-MY3)。本計畫發現將心臟型法布瑞氏症患者纖維母細胞透過鹼基編輯技術處理，可有效改善疾病纖維母細胞模型的 GLA 表現和酵素活性，在法布瑞氏症基因治療研究取

得重要進展，相關成果獲得中華民國發明專利。

3. 佛教慈濟醫療財團法人花蓮慈濟醫院婦產部朱堂元教授/主治醫師，其計畫名稱：高級別漿液性卵巢癌癌化的第一擊：排卵誘發 AID 導致 TP53 基因突變之機制研究與化學預防探討(計畫編號為 NSTC 112-2314-B-303-002)。朱教授研究團隊深入探討高漿液性卵巢癌 (HGSC) 的致病機制，特別著重於卵巢上皮癌的主要病因之一——持續性排卵過程中的致癌因子影響。研究發現，排卵濾泡液 (FF) 中的 IGF2 與 HGF 對 HGSC 及其前驅病變——輸卵管上皮內漿液性癌 (STIC) 的惡性性徵有顯著促進作用。利用小鼠異體移植模型，證實 FF 中的 IGF2 與 HGF 可共同促進 STIC 細胞的腫瘤形成，且兩者協同作用效果優於單獨存在。IGF 信號主要負責克隆形成能力，而 HGF 信號則促進細胞遷移和侵襲能力；兩者均對無基質依賴性生長的惡性表型至關重要。HGF 的下游信號通路涉及 cMET/MAPK 和 cMET/AKT，而 IGF2 則透過 IGF-1R/AKT/mTOR 和 IGF-1R/AKT/NANOG 路徑活化幹細胞特性。FF 中的炎症因子和活性氧 (ROS) 可透過活化 AID，促進輸卵管傘細胞的 TP53 基因突變，導致 C>T 鹼基替換和其他基因突變，形成「p53 簽名」，並經多次暴露和驅動性突變累積演變為 STIC 及 HGSC。此項研究進一步擴展 HGSC 致癌分子機制的了解，為疾病預防及目標治療提供了重要的基石。
4. 財團法人國家衛生研究院國家環境醫學研究所黃柏菁副研究員，其計畫名稱：新持久型氟氯烴化物多重暴露經氧化、發炎及內分泌作用對復發性流產影響之中介效應研究(計畫編號為 NSTC 112-2628-B-400-002-MY3)。黃副研究員針對反覆性流產 (RPL) 與氧化壓力生物標誌物 (OSBs) 及全氟和多氟烷基物質 (PFAS) 暴露的關聯性進行了深入研究，探討其在 RPL 中的潛在致病機制。利用「台灣反覆性流產與環境研究」(TREPLES) 資料庫，分析 514 位生育年齡女性的尿液與血液樣本，發現 RPL 患者的尿液中 8-NO₂Gua 和 HNE-MA 量顯著高於對照組，並且其高表現與 RPL 風險增加呈顯著相關。同時，血清分析顯示 RPL 患者中多種 PFAS 濃度顯著升高，尤其是 PFOA、PFBS 和 5-PFOS，初步結果證實 PFAS 可能透過誘發氧化壓力影響內分泌與生殖系統機制，增加 RPL 風險。這些結果強調，降低 OSBs 和 PFAS 暴露可能減少 RPL 風險，並指出未來需進一步研究其暴露來源及不良預後機制，以發展有效的預防措施並改善台灣女性的生殖健康。研究成

果已發表於 Redox Biol. (IF=11.4)國際期刊。

七、檢討與展望

(一) 檢討

本年度婦幼醫學學門在學術推廣及跨領域合作方面表現出色，常規事務如複審委員共識說明會議及複審會議均順利進行，維持高水準的運作。同時，年度研討會的成功舉辦是本年度的重要亮點，現場討論氣氛熱烈，臨床醫師與基礎研究學者透過面對面的交流，激盪出許多創新想法，為學門未來研究方向提供了寶貴靈感。然而，仍有部分領域需進一步優化，例如跨科合作的計畫數量與規模尚有提升空間，尤其是對年輕學者的支持力度需再加強，以確保學門的可持續發展。

(二) 展望

未來，學門將聚焦以下三個重點方向：

1. 強化跨領域合作：鼓勵婦產科與小兒科之間的長期合作計畫，提升基礎與臨床研究的融合深度，推動智慧醫療和精準醫學的應用。
2. 培育新生代研究人才：透過專項經費支持與專業培訓，增加年輕學者的參與度，確保婦幼醫學研究的持續性與創新力。
3. 擴大國際影響力：辦理更多高水平的學門成果發表會，廣邀國內外專家參與，提升台灣在婦幼醫學領域的能見度，吸引國際資金與合作機會。

婦幼醫學學門將在穩固現有基礎的同時，持續精進，期望未來能成為亞太地區婦幼醫學研究的領航者，為全球婦幼健康的進步作出更多貢獻。

血液、腫瘤、免疫及感染醫學學門 發展規劃及成果報告

召集人：鐘文宏 共同召集人：周文堅

一、前言

113 年度一般型研究計畫申請 248 件，通過 99 件(40%)；其中多年期計畫 43 件(36.4%)，包括 2 年期 7 件，3 年期 36 件。新進人員計畫申請 32 件，通過 16 件(50.0%)；其中多年期計畫 6 件(50%)，包括 2 年期 4 件，3 年期 2 件。計畫執行機關涵蓋國內各大學院校、醫學中心、醫院、研究機構等。針對血液、腫瘤、風濕免疫及感染醫學領域，就於我國重要或特有疾病於臨床醫學所發現的問題，以科學的研究方法進行問題探討，尋找新穎的診斷治療方式或解決方法，研究涵蓋致病機轉及調控機制、免疫及發炎反應、組織微環境與標的細胞或病原菌之交互作用、抗藥機轉等。為推動跨領域研究，結合國內先期基礎研究與動物疾病模式，促進轉譯醫學的發展。同時致力於培養醫師科學家與高階生技跨領域專業人才，以提升我國研究水準與疾病診斷治療量能，並實現於醫療場域。其成果與成效可透過轉譯醫學進展、產業合作、臨床應用（例如建立或指導疾病處置指引）以及學術論文發表來展現。透過基礎研究結合臨床試驗成果，在國際上領導相關疾病治療的指引，特別是在感染症醫學有其不可預測性及本土獨特性，尤其是在 COVID-19 疫情爆發之後，更是顯現長期持續栽培研究人才及耕耘臨床醫學研究之重要。

二、學門簡介

本學門涵蓋血液、腫瘤、風濕免疫及感染，為一跨領域之整合學門，是生科處學門中與全民健康最直接相關的學門之一，跨及臨床、基礎或轉譯科學，研究疾病之流行病學、臨床特性、致病機轉、診斷、治療(含抗藥性流行病學、抗藥性機轉、新穎藥物之篩選研發及疫苗開發)、與疾病防治等研究。

血液與腫瘤醫學著重疾病的致病機轉(包括基因突變、表觀基因的修飾，如抑癌基因與組織蛋白甲基化、微型 RNA(microRNA)以及其他長鏈非編碼 RNA(long non-coding RNA)的表現，腫瘤血管與淋巴管新生，癌症分子訊息傳遞途徑，腫瘤免疫學，腫瘤幹細胞研究、腫瘤微環境、腫瘤間質細胞之代謝重設、藥物代謝基因多形性、新抗癌藥物(特別是標靶治療)及腫瘤免疫療法如腫瘤免疫細胞療法，腫瘤疫苗與免疫檢查點(immune checkpoint) 抑制劑的研發與應用、尋找新的生物標記

(特別是腫瘤免疫療法，循環腫瘤細胞及幹細胞之偵測與應用)。

風濕免疫醫學著重自體免疫疾病之相關研究，包括紅斑性狼瘡及各類關節炎包括痛風與類風溼性關節炎的致病機轉與治療，探討調節 T 細胞(Treg)以及 Th17 細胞在免疫疾病所扮演的角色，細胞激素以及 T 細胞的調控在自體免疫疾病上的重要性。尋找各疾病的特殊標記與免疫生物製劑療法及中草藥的篩選與研究。

感染症流行病學須關注國際情勢，更需要參考本土資料，以訂定衛生政策及建立治療指引。感染症醫學聚焦重要病原菌(包括病毒、細菌、黴菌、分枝桿菌、寄生蟲等)及新興感染症。研究疾病之流行病學、臨床特性、致病機轉、診斷、治療(含抗藥性流行病學、抗藥性機轉、新藥物之篩選研發、及疫苗開發)、與疾病防治等。其中著重本土流行病學、臨床及微生物的特異性；微生物的特性譬如基因體變異、抗藥性等。病毒引起的重要感染症包括愛滋病、流感、腸病毒、登革熱等。重要細菌包括金黃葡萄球菌、克雷白氏桿菌、困難梭菌等。重要黴菌包括念珠菌、隱球菌、麴菌等。重要分枝桿菌包括結核菌等。感染症醫學近年也關注病原菌與宿主交互作用，包括免疫發炎反應、致癌、疫苗免疫、免疫調節治療世代的風險評估等研究。

三、學門領域之研究現況及發展趨勢

(一) 全球之發展現況及未來發展趨勢

有鑑於前幾年 COVID-19 疫情衝擊全球，新興傳染病的致病機轉及免疫反應研究展現其重要性，使得疫苗的研發與抗體與免疫反應的研究備受重視，同時也連帶帶動各疾病治療領域在 COVID-19 時的臨床治療衝擊與對疫苗反應的影響。而 mRNA 疫苗得開發也帶動以 mRNA 作為治療藥物的新策略途徑。另外，因 2018 年癌症免疫療法獲得諾貝爾醫學獎，掀起癌症治療的新變革，帶動癌症免疫學的研究與探討。也引領進行大規模癌症病人分析，探討腫瘤免疫學發生機制、檢測及治療方針。由於高通量技術的快速發展(包括基因體、蛋白質體與系統性生物學(例如：基因/蛋白質交互作用、代謝或訊息傳遞路徑與網絡研究)，並藉由生物/醫療資料庫等大數據的分析整合，快速了解致病機轉，將精準醫療由第一線的診療擴大至疾病的診斷與各次世代藥物及合併治療，同時進行疾病預防及檢測。此外，美國在疫苗研發與藥物開發上提出許多因應措施，包括臨床試驗的新指引文件，新藥/新療法核准上市使用讓患者及時受惠，但仍需持續追蹤收集資料以監控其使用狀況。在治療藥物開發上，現今國際藥廠研發中的癌症新藥一半以上為抗體藥物。本學門癌症免疫療法或自體免疫疾病，人源抗體、標靶治療、生物製劑等免疫治療製劑是重要趨勢。從研發的角度，包括抗體來源取得技術，抗體與藥物的選擇與結合、

藥物的穩定性、藥物劑量與釋放方式、可否準確地被目標細胞吸收等都是尚需克服的難題。其次，隨著免疫療法用於治療許多病症（包括癌症、發炎性關節炎與其它發炎病症與神經病症等，其副作用逐漸浮現，包括癌症免疫藥物的 T 細胞過度活化所造成之免疫相關副作用，細胞素釋出症候群，伺機性感染症、與結核再活動，其新興副作用也逐漸被發現。

（二）我國之發展現況、重點研究方向及未來發展趨勢

我國血液醫學近年的研究方向主要為血液惡性疾病之致病機轉研究，包括基因突變、基因甲基化、血癌幹細胞及訊息傳遞途徑與 DNA 修復蛋白的異常，並發展偵測血液惡性病治療後微量殘存疾病的偵測方法以及臨床意義，造血幹細胞移植及間質幹細胞在造血幹細胞移植之角色，淋巴瘤分類改變原因之探討及機轉，近年更針對骨髓微環境，血液腫瘤免疫學以及細胞治療進行深入研究。未來將持續基於這些研究優勢基礎，與世界相關研究進行接軌。

腫瘤醫學的研究方向則包括癌症發生，惡化與轉移之分子機轉探討，以及癌症免疫療法。此外，腫瘤幹細胞、循環癌細胞、腫瘤抗藥性及開發腫瘤生物標記或治療藥物來早期診斷或預測治療效果等都被積極研究進行中。除了針對癌細胞本身的研究，近年來的研究也聚焦腫瘤微環境對癌症發展的重要性，由此衍生發展出來的免疫治療研究也有重要進展。

風濕免疫醫學的研究方向以紅斑性狼瘡與各種原因不明之發炎性關節炎如類風濕性關節炎、僵直性脊椎炎的免疫-發炎致病機轉、免疫遺傳學、病毒與風濕/自體免疫疾病間的因果關係、各種自體抗體的免疫活性、以及先天性免疫系統與後天適應性免疫系統之間的對話等課題為重點。近幾年由於免疫生物製劑的開發及臨床應用，以及免疫致病機轉的研究推進，使得發炎性關節炎如類風濕性關節炎、僵直性脊椎炎的治疗上有突破性的進展。免疫疾病的生物指標，基因的調控，與新的免疫生物製劑治療也成為風濕免疫醫學的重要研究方向。exosome 以及微小 RNA 與表觀基因學(epigenetics)在各種免疫及風濕疾病所扮演角色及治療潛力亦為熱門研究課題。

感染症醫學近年來的較突出的研究方向，主要包含肺炎克雷伯氏桿菌致病力的研究、鮑氏不動桿菌和其他抗藥性的葛蘭氏陰性細菌的臨床和分子流行病學與抗藥性趨勢與機轉的調查與研究、造成醫院/社區感染之金黃色葡萄球菌等抗藥性、流行病學與預防研究等。疫病無疆界，因應全球暖化及交通往來頻繁，近年我國登革熱、小兒腸病毒、流感病毒等疫情延燒或再流行，新興傳染

病(如茲卡病、M 痘)隨時有輸入散播之風險。此外，感染症醫學有其地方獨特性及不可預測性，因此在栽培研究人才以及時即早發現本土問題及解決本土問題是很重要的科研奠基。透過長期儲備研究人才，有效整合資源並建立交流平台，面對新興傳染病來臨時，得以快速整合動員相關的研究團隊，配合政策導向重點研究計畫，迅速發現並解決國民健康的重要議題，有其必要性。應進一步強化基礎研究、臨床試驗與轉譯醫學研究之銜接，包括如何轉譯實證於醫療實務(evidence-based practice)或疾病防治政策，如何建立以實證為依據的精準醫學(evidence-based precision medicine)，使這些知識及研究的發展能真正有利於促進人類健康。

(三) 學術面、臨床面及應用面之價值

以衛福部公布之 112 年國人死因統計結果顯示，癌症連續 42 年蟬聯首位，罹患癌症人數更是逐年攀升。根據世界衛生組織指出，菸、酒、不健康飲食或不健康生活型態(缺乏身體活動及肥胖等危險因子)，佔癌症死因的 30%。另外，傳染病及環境的污染亦是癌症發生的重要原因之一。血液及免疫相關疾病中，白血病與環境及遺傳(基因變異、染色體異常)有著密切的關聯，本學門內多為急性骨髓性白血病之研究；免疫疾病如紅斑性狼瘡、類風濕關節炎亦與遺傳有著密切的關係。上述這些疾病對國人健康的危害是系統性的，並且造成家庭、社會的沉重負擔。若能釐清致病原因、機轉，並依據基因學的个人化精準治療選擇，將更有助於減少副作用與增加治療成效。

有鑑於前幾年 COVID-19 疫情衝擊全球，新興傳染病的致病機轉及免疫反應研究，以及疫苗的研究開發已成為重點。近年來新興傳染病、人畜共通傳染病、再浮現傳染病及抗藥菌等，透過往來頻繁的交通、國際貿易及國際醫療而快速全球蔓延。本學門感染症醫學研究以宏觀角度探討醫療院所病人、社區民眾、與本土環境之相互關聯及影響，以及與國際之相關性，呼應防疫與疫苗與抗病毒藥物治療之重要性及急迫性。

因此，血液、腫瘤、風濕免疫及感染醫學學門涵蓋了國人常見的內科系醫學各種疾病，研究內容銜接基礎研究、流行病學、臨床試驗與轉譯醫學研究。如何以實證醫學研究作為提供政府進行政策研議及推動防治之基礎，以至實質嘉惠國人健康，為本學門致力的目標。在學術層面上，研究成果可提高我國在國際學術地位；在臨床上及應用面，將有助於對疾病機轉的了解，繼而發展出更有效的治療及預防方式，大幅降低醫療支出並改善病患生活品質及提高存活率，從而提昇國民健康與國家競爭力；而在產業面上則是促進我國生醫產業經濟發展效益。

(四) 國內現有研究人力、設備及資源分配之狀況與需求

國內現階段生物醫學願意長期持續在研究領域上貢獻的人才及人力，預期逐年下降。除了少子化衝擊，主要是生物醫學科技研究成本攀高而資源有限，臨床醫師侷於醫療制度及臨床負荷，有意願在主動發掘問題後長期持續投入於以解決問題為導向之深度研究之年輕醫師科學家逐年下降。未來如何避免人才斷層，政府相關政策部門如何培育具有前瞻性、國際觀、研發力高、創造力強等相關尖端醫學研究及轉譯關鍵技術人才，是刻正需要積極注入關鍵性及影響性教育資源規劃的議題。此外配套的留才機制應是要一併考慮。在資源有限的前提之下，要面對國際競爭環境，應朝向有效整合國內研究資源及設備，進行跨領域、跨單位、跨部會整合研究，以促進本學門之轉譯醫學研究發展。

四、我國發展血液免疫醫學學門領域研究之 SWOT 分析

(一) 優勢 (Strength)

1. 我國教育、醫療院所普及，學術研究自由；並具備高水準的醫療學研機構與優秀的生醫相關的專業人才，有利於本學門研究業務之推展，並促進我國生技產業發展。有利於建構臺灣成為亞洲重要的臨床試驗中心或轉譯醫學研究重鎮。
2. 我國全民健保資料庫提供完整的國人就醫資訊，並可串連癌症登記、出生通報、戶籍資料等其他政府之次級資料庫，有利於我國本土相關疾病之研究並享有國際競爭之優勢。
3. 臺灣在防疫表現突出。再由於有過去 SARS 的防疫經驗與先前研究基礎，對新興傳染病之防疫與疫苗研發有經驗與研究基礎。有利加速疾病發生機轉、快速檢測及治療探討。
4. 「臺灣人體生物資料庫」的建構，針對本土常見疾病進行大規模的世代研究與病例對照研究，並結合大數據的運用，為我國生物醫學研究提供了一個龐大的資源。我國受邀加入美國所提出之「癌症登月計畫」，與加拿大、中國、德國、瑞士、日本、南韓等國家合作，運用蛋白基因體學進行大規模癌症病人分析，探討疾病發生機制、檢測及治療線索。除了提高我國學術研究的能見度外，更能加速癌症之解密，往精準醫療邁進，造福人類健康福祉。我國近年大力推動生物產業發展，除了是臺灣未來的關鍵產業外，對於促進人類健康、環境及國家永續發展密不可分。而精準醫學時代的來臨，考量基因檢測、各指標成分檢查(如尿液、血液)及造影檢查等的伴同式診斷之個人化醫療；以及相關免疫療法發展，除能有效節省醫療費用並改善病患品質，有其重要的醫療價值外，亦是我國在生技領域發展的契機。發展上述研究除了基因體、

蛋白質體與組織系統學等資訊及技術外，如何在相關人才的養成，合理法規與友善研究環境的設計與配合有關。

(二) 劣勢 (Weakness)

1. 醫學研究非一蹴可幾，對於影響國人健康的重要疾病，有可能因此而影響社會安定及我國國際競爭力。然而研究經費成長有限，研究無法延續，難以做出具前瞻性的頂尖研究。
2. 臺灣全民健保資料庫和其他政府之次級資料庫之廣泛應用，使部分學者濫用於論文之“大量”產出，不僅扭曲研究資源之分配與升等之公平性，導致臨床醫師之研究轉向資料庫分析而缺乏真正前瞻性研究之主導意願。
3. 醫學研究中心各自為政，缺乏合作精神及合作機制(因為研究資源極為有限，各學研單位為顧及發展；研究人員為了職涯升等因素，多處於競爭關係)，影響整體的研究深度及前瞻性。

(三) 機會 (Opportunity)

1. 「臺灣人體生物資料庫」結合基因與其他醫學資訊，針對本土常見疾病進行大規模的世代研究與病例對照研究。將有助於國人常見疾病之致病因子與機轉的釐清，亦可避免過去研究探討基因與環境交互作用之限制，也為我國生物醫學研究提供了一個龐大的資源。
2. 臺灣全民健保資料庫和其他政府之次級資料庫之可廣泛應用，若能以臨床之觀察與科學學理為基礎所進行之分析，並以進一步前瞻性臨床試驗或基礎轉譯研究加以驗證，則將有效提高相關研究學術價值及臨床之可應用性。
3. 本學門相關醫學研究可結合我國卓越的光電技術與資訊科技，對於提升臨床診斷或治療之技術開發將有極大之優勢，並可協助對大型生物資訊的分析，滿足未來全球生醫研究的需求。
4. 臺灣在對新興傳染病之防疫與疫苗研發有過去經驗與研究基礎。有利加速疾病致病機轉、快速檢測及治療探討。以臺灣創新研發的能量，可藉此與其他國家交流躋身國際，提升國家競爭力。

(四) 威脅 (Threat)

1. 人才外流問題

挑戰：鄰近國家（如中國、新加坡及馬來西亞）以優厚薪資與研究環境吸引人才，導致台灣優秀研究人才流失。

建議：提升國內研究薪酬結構，加強科研基礎建設，提供國際化研究資源與平台，吸引並留住頂尖人才。

2. 全民健保及次級資料庫濫用

挑戰：大量使用次級資料庫進行學術研究，可能導致論文產出數量優先於品質，破壞學術倫理與資源分配公平性。

建議：制定學術倫理規範，強調研究品質優先於數量，並設立獨立審查機制確保資料使用的正當性與研究的真實價值。

3. 短期成果導向的影響

挑戰：產業與政府期望學術研究快速產出，導致創新構思及長期研究受限。

建議：設立長期科研計畫基金，鼓勵基礎研究與前瞻性創新，並建立多元評估指標平衡短期及長期研究成果的價值。

4. 科研資源挹注不足

挑戰：鄰近國家（如日本、韓國、中國及新加坡）在科研資金投入上持續提升，而台灣受制於財政限制，影響國際投資信心。

建議：政府應優化科研預算分配，爭取國際合作與資金支持，同時吸引產業界參與共同投資，提升國際競爭力。

這些挑戰的解決需要政府、學術界及產業界共同合作，並從制度面、資源面及文化面進行全面性調整，以確保台灣在生技醫學領域的長期競爭力。

五、學門未來發展之規劃重點、推動策略及預期效益

本學門聚焦我國特有之疾病研究並發展優勢之轉譯醫學研究計畫。未來將培養有潛力之優秀醫師科學家；結合國內優秀的基礎研究人才、資訊科學人才共同努力，提升學門之研究水準及臨床治療之發展。整合國內先期有潛力之基礎轉譯醫學、動物疾病模式以促進轉譯醫學發展，落實於臨床應用及推動醫療產業發展。未來學門之短、中、長期的發展重點規劃及預期效益略述如下：

（一）短期

1. 整合國家研究資源，譬如縱向整合國科會、衛福部與經濟部，以一條龍模式促進生醫領域之轉譯醫學及產業發展。橫向整合國科會、衛福部、農政、國安、航太及外交等單位，以呼應國際 One Health 之呼籲；結合教育部等單位，培育、引導、整合優秀人才。
2. 建立客觀的決策機制，以決定學門之發展重點，並定期評估。並發現落差，以引導鼓勵相關研究。譬如研究挑戰高，研究人才缺乏，或因應疫病無疆界，癌症免疫治療新紀元，以及我國將於 2025 年邁入「超高齡社會」等所帶來的衝擊，應該規劃並推動跨部會及跨領域合作，針對相關議題進行研究預防，規劃並推動新興及特殊疾病研究計畫。

（二）中期

如何將學術研究單位或研究人員國內彼此競爭轉化為合作進行多中心或跨領域整合型計畫，共同提升國際競爭力。國科會生科處已經規劃並推動跨部會及跨領域合作，針對相關議題進行研究預防，規劃並推動新興及特殊疾病研究計畫。

(三) 長期

1. 協助爭取政府長期、穩定支持研究並提高研究預算。
2. 支持基礎研究為主之計畫。

六、 113 年度學門推動成果

(一) 總體性成果：

1. 學術成就（科技基礎研究）

本學門各領域包括基礎、臨床及轉譯研究都有豐富的成果，且進步迅速。此外本學門傑出學者近年陸續在國際知名期刊上發表在臺灣完成的研究成果論文，不僅展現國內的研究實力，也提升了臺灣在國際上之學術地位。許多疾病或議題已建立研究模式及合作網絡平台，特別著重於對疾病機轉的探討，抗藥性的研究，建立動物研究模式，尋找致病之危險因子、及有助於診斷與追蹤微量殘存疾病的生物標記；這些研究成果不但可提高我學術地位，更進一步發展出更有效的治療方式，從而提昇國民健康與國家競爭力。

這些基礎的研究除了皆有不錯的進展外，對於釐清癌症發生、晚期或復發之癌症治療提供了很好的立論基礎。此外也針對癌症與免疫系統的關係探討。譬如台北醫學大學臨床醫學研究所蔡坤志教授，「拯救化學治療誘發之癌症成纖維細胞表基因變化為進展性胰臟腺癌新穎治療手段」(NSTC 111-2314-B-038-075-MY3)，胰臟癌是致死率最高的癌症，傳統化學治療僅有有限效益。團隊發現化學治療會誘發胰臟癌基質中成纖維細胞中特定組蛋白去乙酰酶的蛋白分解，促使其釋放眾多促腫瘤細胞激素。若避免此治療有發之腫瘤基質變化可以明顯增進胰臟癌的治療效果。此研究提供新穎的”基質拯救”胰臟癌治療新途徑，可與臨床試驗接軌，具高度學術與應用價值。

臺北榮民總醫院內科部過敏免疫風濕科陳明翰醫師研究團隊「Deltex1 在紅斑性狼瘡患者的 T 細胞亞群的角色探討」(NSTC 112-2314-B-075-051-)，此計畫的目的在探討 Deltex1 在人類 T 細胞亞群的影響，以及其在全身性紅斑性狼瘡的可能角色，將釐清 Deltex1 是否會影響 T 細胞亞群的分化，是否會調節調節性 T 細胞的功能，並調查病人調節性 T 細胞的 Deltex1 表現量和疾病活性是否有相關性，以及接受免疫抑制

治療後 Deltex1 表現量是否有變化，以期了解 Deltex1 是否能成為生物標記或是潛在的治療目標，希望可以為國內生技產業提供另一個治療的標的。

國立成功大學臨床醫學研究所蘇文彬教授其計畫結合奈米科技與腫瘤治療:奈米不僅是載體!攜帶 Sitravatinib 的奈米如何改造腫瘤微環境，以增強肺癌的治療效果 (NSTC 112-2341-B-006-053-)。此計畫中，蘇教授團隊合成 Au@PSMA-Sit 新型奈米藥物並攜帶 Sit (sitravatinib) 泛激酶抑制劑，具有高度水溶性，能穿透腫瘤細胞，再釋放 Sit (sitravatinib) 達到毒殺腫瘤的目的。更進一步，他們發現連腫瘤微環境與免疫細胞都會受到改變，達到免疫與標靶雙重作用。

2. 技術創新成就 (科技整合創新)

我國近年來致力於轉譯醫學研究及新藥開發。整體研究與生技醫藥產業環境與及相關法規雖尚未完備及健全，但對於智慧財產權的保護和相關概念的宣導已有長足的進步，有利於促成更多創新的研究技術發展。

譬如高雄醫學大學臨床醫學研究所顏正賢教授，研究「類風濕性關節炎 FOS、AFF3、KLF13 和 MX1 基因甲基化之功能性研究」(NSTC 112-2314-B-037-103-)，本研究結果將本研究將利用 RA 病人之 CD4+ T-cell、CD8+ T-cell 和 B-cell 做 validation，探討 FOS、AFF3、KLF13 和 MX1 等基因之 methylation 和 mRNA expression 情形。並用 Luciferase reporter assay 探討這些 CpG site methylation 對於 mRNA expression 之影響，也將利用 ChIP assay 探討這些 CpG site methylation 是否影響 transcription factor 和 promoter 之結合。期盼本研究結果能有助於以 DNA methylation 為標的藥物的開發。

長庚醫療財團法人風濕免疫科陳基益醫師，「T 細胞失調分轉化及基因轉錄差異功能分析預測紅斑性狼瘡器官損傷及活動性:紅斑性腎炎為典範」(NSTC 112-2314-B-182-057-)，透過細胞整體 RNA 定序/單細胞 RNA 定序建立紅斑性狼瘡臨床免疫 T 細胞分化的相關基因表達特徵與細胞標記，多功能性流式細胞儀了解致病性 T 細胞表達分子，進而可以發展免疫或是基因調控的治療方法，提升紅斑性狼瘡病人的治療或是預防疾病嚴重度的效用，可為紅斑性狼瘡者的未來治療應用帶來新的思維。

3. 經濟效益 (經濟產業促進)

著眼於全球生技醫藥的蓬勃發展，本學門人才濟濟，緊密結合國內各專科醫師、基礎研究學者與專家；及各大學、研究

單位、醫學中心與醫院之研究能量，進行跨院際、跨領域之創新研究。將成果匯集轉譯為疾病預防、診斷、治療等新穎技術、治療藥物，不但能提升我國學術研究，更能迅速應用研究成果於臨床上以嘉惠患者，提供國家重要癌症與疾病防治政策之實證研究基礎，並帶動國內生技產業發展，提昇我國國際競爭力。譬如長庚醫療財團法人感染科黃景泰醫師等長庚醫院研究團隊，「流感病毒和細菌致病原的方向性交互作用影響流感重症的致病機轉和臨床預後：利用一個流感抗原專一性的小鼠模型研究功能型和調節型的免疫反應」(NSTC 112-2314-B-182A-041-MY3)，使用流感血凝素(HA)抗原特異性轉基因小鼠模型研究嚴重流感的抗原特異性免疫。製作了五種針對PPIL-5的單株克隆抗體，目前，正在使用小鼠實驗系統，測試這些抗PPIL5的單株克隆抗體，在嚴重流感中調節免疫反應的能力。

國防醫學院風濕免疫科陳相成教授其研究團隊，「分析microRNA 基因譜在間質幹細胞/基質細胞衍生的小細胞外囊泡中治療類風濕性關節炎之效果與分子機轉」(NSTC 112-2314-B-016-042-MY3)，類風濕性關節炎屬於自體免疫疾病，惟用藥後個體反應差異大，預期以精準醫療解決此問題。鑑於細胞外囊泡包裹多種生物訊號，本研究將利用間質幹細胞之胞泌體，探討調控RA 免疫疾病發展之可能性。惟透過MSC-EV 治療RA 疾病的病理機轉尚未明朗，本研究旨在發掘其可行性及綜效。預期可提供有關RA 模型在接受MSC-EV 治療後的生物訊息，以為RA 精準醫療提供基礎。

國立成功大學臨床醫學研究所蘇文彬教授，其計畫結合奈米科技與腫瘤治療:奈米不僅是載體!攜帶Sitravatinib 的奈米如何改造腫瘤微環境，以增強肺癌的治療效果 (NSTC 112-2341-B-006-053-)。這個計畫結合工程、醫療、與免疫，具有高度之轉譯意義。微來可望進行臨床試驗，如果成功，將帶來重大商機，具有高度經濟效益的潛力。

4. 社會影響（社會福祉提升、環保安全）

近年來新興傳染病、人畜共通傳染病、再浮現傳染病及抗藥菌透過往來頻繁的交通、國際貿易及國際醫療而快速全球蔓延。本學門感染症醫學研究以宏觀角度探討醫療院所病人、社區民眾、與本土環境之相互關聯及影響，以及與國際之相關性，呼應 One Health 之重要性及急迫性。國立臺灣大學醫學院免疫學研究所黃冠穎教授研究團隊，「新型冠狀病毒突刺蛋白之抗原決定位與人類抗體互動剖析」(NSTC 112-2628-

B-002-033-)，計畫將促進了解人類抗新型冠狀病毒抗體免疫在血清與抗體株譜層次的內容，評估抗體免疫與病毒抗原性演變的互動，以及確立臨床前抗體藥物的組合與優化方向。預期這些結果對未來抗病毒藥物發展、疫苗反應評估、與疫苗抗原優化亦有相當重要性。

國立臺灣大學醫學院內科侯信安教授研究團隊「ARNT 基因表現在骨髓化生不良症候群的致病機轉及其臨床角色」(NSTC 112-2314-B-002-053-)，這項研究的成果將有助於了解 ARNT 表現在骨髓化生不良症候群的發生及進展中扮演的角色及 ARNT 表現與炎性體物質或其他基因變異的關連及其臨床重要性。轉殖基因斑馬魚活體模式將有助於瞭解 ARNT 基因在造血功能細胞的作用及骨髓化生不良症候群癌化過程的病理生理角色，也將有助於制定有效的治療方法，做為個人化醫療重要的基石。這項研究獲得的結果不但對於基礎研究有新突破，對於臨床診斷亦有幫助。

5. 其他效益（科技政策管理及其他）

加速轉譯醫學的推動，可以提升臨床醫學的診斷及治療的水準，亦可帶動生物科技相關產業的蓬勃發展。

(二) 個別計畫代表性成果

1. 臺北醫學大學臨床醫學研究所蔡坤志教授，其計畫名稱「拯救化學治療誘發之癌症成纖維細胞表基因變化為進展性胰臟腺癌新穎治療手段」(NSTC 111-2314-B-038-075-MY3)。

胰臟癌是致死率最高的癌症，傳統化學治療僅有有限效益。團隊發現化學治療會誘發胰臟癌基質中成纖維細胞中特定組蛋白去乙酰酶的蛋白分解，促使其釋放眾多促腫瘤細胞激素。若避免此治療有發之腫瘤基質變化可以明顯增進胰臟癌的治療效果。此研究提供新穎的”基質拯救”胰臟癌治療新途徑，可與臨床試驗接軌，具高度學術與應用價值。

2. 國立陽明交通大學醫學系陳志丞教授，其計畫名稱「探究基因體變異與細胞微環境對骨髓增生性腫瘤患者衍生其他腫瘤的影響」(NSTC 111-2314-B-A49-092-MY3)

費城染色體陰性之骨髓增生性腫瘤(MPN)是造血幹細胞異質性衍生之克隆疾病，其特徵是分化的骨髓細胞過度增生。除了眾周知的白血病轉化傾向外，MPN 患者還容易衍生源自不同胚層的第二種癌症(SC)，嚴重影響患者的生活品質。於此計畫，將透過全外顯子定序，鑑別患有 SC 的 MPN 患者是否存在特定基因組變異，並且探究發炎相關之訊息路徑的變化。計畫期望能闡明基因組變異及發炎訊號是否成為 MPN 衍

生其他腫瘤的橋樑。研究成果將有助於說明 MPN 衍生 SC 的潛在分子發病機制，同時為如何實施新的治療策略以中斷這種不良聯結提供重要的見解。

3. 長庚醫療財團法人感染科黃景泰醫師，其計畫名稱「流感病毒和細菌致病原的方向性交互作用影響流感重症的致病機轉和臨床預後：利用一個流感抗原專一性的小鼠模型研究功能型和調節型的免疫反應」(NSTC 112-2314-B-182A-041-MY3)。

流感合併細菌繼發感染是流感重症是重要的臨床挑戰。在流感合併細菌感染的動物實驗模型中解析宿主免疫以及病毒和細菌因子的角色，將有助於對於這個重要問題的進一步瞭解。未來將擴大實驗系統，病毒納入呼吸道融合病毒，細菌納入金黃色葡萄球菌和肺炎支原體。研究效應性和調節性免疫反應的衍生及和動力學變化，還有病毒和細菌受體的演變。也將在病毒細菌的定向相互作用中進行介入，嘗試免疫操作和受體阻斷或增強，研究改變預後的可能性。本研究將從基礎醫學的角度來對於這個重要的臨床問題提出可能的解決方案。

4. 臺北榮民總醫院內科部過敏免疫風濕科陳明翰醫師，其計畫名稱「Deltex1 對於紅斑性狼瘡患者中 CD4+輔助 T 細胞、調節性 T 細胞和免疫老化的調控影響」(NSTC 112-2314-B-075-051-)

在 Deltex1 knockout 老鼠實驗發現 T cell 因失能失常而導致其活化增加，且血清中檢驗出 anti-DNA antibody。降低 Deltex1 的基因表現也會增加的 T cell IFN- γ 的分泌，而 IFN- γ 與全身性紅斑性狼瘡(SLE)的發病有關。團隊近期報導了 SLE 周邊血單核細胞中的 Deltex1 mRNA level 比健康人低，且和疾病活性指標有顯著負相關。在狼瘡腎炎的病人中，高活性的比低活性組的有著更低的 Deltex1 表現。這些發現都指向 Deltex1 涉及 SLE 的致病機轉。這些發現暗示 Deltex1 具有調節 Tregs 功能的作用，將繼續探討 Deltex1 是否會影響 Tregcytokine 的分泌(IL-10, TGF- β)，細胞表面分子的表現，及抑制增殖的功能。將分析 Treg 的 Deltex1 的基因表現量是否與 SLE 的疾病嚴重程度有相關。查明免疫抑制治療是否會影響 Treg 的 Deltex1 表現量，以評估 Deltex1 是否能成為 SLE 的生物標記或是潛在的治療目標。

5. 國立成功大學臨床醫學研究所蘇文彬教授，其計畫「奈米不僅是載體! 攜帶 Sitravatinib 的奈米如何改造腫瘤微環境，以

增強肺癌的治療效果」(NSTC 112-2314-B-006-053-)。

肺癌目前仍為全球癌症類別死因之首，透過團隊的奈米平台技術，不只有影像追蹤，還可以加強臨床藥物之治療效果。計畫開發之 Sitravatinib 奈米於單獨治療下就能有顯著的肺癌抑制效果 (臨床試驗需要合併 anti-PD1 免疫治療才有效)，故後續將深入探討 Sitravatinib 奈米如何改造腫瘤微環境，並利用單細胞技術分析潛在調控路徑，並賦予其額外生物功能，如：免疫活化、代謝調控，提供臨床運用的理論基礎，符合轉譯醫學研究之終旨。更重要地，此 Au@PSMA 奈米製備過程不繁瑣，FDA 同意使用在人體上，並符合成本效應，未來能透過產學合作將其商品化並進行臨床試驗，以提供 KRAS 突變肺癌病患新治療選項。

6. 國立臺灣大學醫學院內科周文堅教授，探討「探討 Lgals7 在 Phf6 缺失相關之血癌中的致病角色」(NSTC 112-2314-B-002-095-MY3)。在臨床觀察到 PHF6 突變和 RUNX1 突變高度同時出現在一部份白血病患者身上。

血癌患者多較為年長，白血球數目及 LDH 讀數皆高，屬於疾病較嚴重的一群人。近年研究顯示，PHF6 突變和 RUNX1 突變都會影響到造血幹細胞之功能，且和惡性血液腫的發生也有密切的關聯。預期本研究結果將可為藥物開發提供篩選的平台，且有助於解釋此二基因突變之交互作用機制，進而為白血病患者提供新的治療方向，幫助患者痊癒，將有助於社會穩定，減少經濟損失，同時有助於學術研究進步。

七、檢討與展望

「知識創新」是驅動國家發展的引擎，科研投資是「知識創新」的重要基石。科研需長期持續深耕孕育後才發揮其重大效益，因此科研國家政策及經費首重穩健方有成長。此外，醫學研究牽涉人體健康及安全、人權及個資，其倫理及法規層面之把關及限制嚴格。本學門在諸多疾病或領域經多年栽培孕育，成果斐然。然而面對需求更多元而資源相對有限，應積極整合國家研究資源，譬如縱向整合國科會、衛福部與經濟部，以一條龍系統模式促進生醫領域之轉譯醫學及產業發展；橫向整合國科會、衛福部、農政、國安、航太及外交等單位，以呼應國際 One Health 之呼籲，前瞻趨勢促進國內生醫相關領域之轉譯醫學研究發展。

此外，結合教育部等單位，培育、引導、整合優秀人才，追求卓越精進，透過長期儲備研究人才，國科會掌握研究人才資源及網絡，有效整合資源，建立交流平台，必要時機，譬如新興傳染病崛起時，能夠

快速整合動員相關的研究團隊，配合政策導向重點研究計畫，迅速發現、並進一步解決國民健康的重要議題，或化解危機。

強化基礎研究、臨床試驗與轉譯醫學研究之銜接，包括如何轉譯實證於醫療實務或疾病防治政策，如何建立以實證為依據的精準醫學，使這些知識及研究的發展能真正有利於促進人類健康。在治療藥物開發上免疫治療製劑是重要趨勢，從研發、副作用及限制皆是關注重點。

血液、腫瘤、感染、免疫與風濕，整合不同類型研究領域在同一學門，每年計畫規劃、審查、資源與經費分配挑戰度最高，須兼顧各領域之均衡。獨特點及優點是，也是近年持續努力的方向，藉由學門內不同領域專家整合鼓勵成跨領域研究團隊，申請國科會跨領域整合型計畫，以發揮科技發展加乘的量能。

因學門發展非單純同一疾病別或臨床醫師科別決定申請案歸屬，本學門申請計畫案件持續成長，已超過 200 件。除了臨床研究人員努力以研究探討或解決醫學未解決的議題，更持續吸引基礎研究人員或轉譯醫學研究人員投入本學門申請計畫，競爭本學門有限的經費。以腫瘤研究為例，譬如肺癌可申請胸腔學門或本學門，胃腸道腫瘤可申請胃腸學門或本學門。腫瘤轉譯醫學研究申請案共同在本學門進行審核，優點是由腫瘤研究學者同儕共同審查，審查基準點一致，並可規劃凝聚癌症研究重大方向及共識，對國家科技研究長遠發展有相當助益。而應朝向學門主動媒合研究重點發展，研究員包括基礎研究教授或臨床老師提出研究計畫，以達計畫經費效益之最大化。此外媒合鼓勵成為跨領域研究團隊申請國科會跨領域整合型計畫，舉例來說，肺癌研究應從肺癌發生危險因子、診斷正確性(AI 人工智慧判讀)、治療整合(標靶治療、免疫治療相關研究)，思考所作之科學研究有益提升全民健康福祉。肝癌研究從病毒危險因子預防機制探討、早期肝癌診斷研究計畫到標靶治療、免疫治療分子標記探討，皆有助於腫瘤轉譯醫學研究之突破。此外，跨領域整合型研究主題如：腫瘤免疫治療引起之自體免疫反應相關研究，或腫瘤治療引起之特殊感染性疾病主題研究等。

因此，申請計畫案及經費在不同學門之間或不同處之間如何適當合理分配值得國科會整體檢視。

腎臟、泌尿及內分泌醫學學門 發展規劃及成果報告

召集人：查岱龍 共同召集人：林俊良

一、前言

國科會生科處『腎臟、泌尿及內分泌醫學學門』涵蓋 (1)腎臟科次學門(2)泌尿科次學門及(3)內分泌科次學門，為一跨領域之整合學門，是生科處學門中與人類健康最直接相關的學門之一。本學門 113 年度之研究計畫申請案件共計有 255 件，總通過數為 104 件(多年期計畫佔 48 件)，總通過率為 40.8%。依各次學門之研究計畫申請件數，其中：腎臟科有 122 件，通過 46 件，通過率為 37.7%；泌尿科有 75 件，通過 38 件，通過率為 50.7%；內分泌科有 58 件，通過 20 件，通過率 34.5%。本學門之研究計畫執行機關包括國內各學術研究單位、醫學院系、醫學中心及區域級教學醫院。學門內的研究計畫涵蓋了國人常見的腎臟、泌尿及內分泌糖尿病等各種疾病，研究內容銜接基礎研究、臨床試驗與轉譯醫學研究，對於未來在相關疾病之診斷及治療上，奠定了相當重要的學理基礎。

二、學門簡介

腎臟、泌尿及內分泌醫學雖各自獨立，但又彼此息息相關，如泌尿道疾病與糖尿病都會導致腎臟功能異常，因此將此三門醫學整合為一學門確有實質之幫助。因此本學門研究領域除涵蓋了包括腎臟科、泌尿科、新陳代謝及內分泌科次學門，也可有跨此三學科之研究課題。

(一) **腎臟科的研究**傳統上集中於腎絲球腎炎、間質性腎炎及慢性腎病的病理機轉與治療方法。這些疾病的研究不僅關注病理生理機制的深入探討，還包括針對臨床治療的實用策略。然而，隨著分子生物學技術及疾病動物模型的迅速發展，研究的焦點逐漸擴展至急性腎臟損傷的生物標記物、診斷方法及治療手段。此外，對電解質紊亂和酸鹼失衡的診斷與管理也成為重要的研究課題，因為這些因素在腎臟疾病中往往起著關鍵作用。近年來，建立腎臟疾病的動物模型成為研究的重要基礎，這些模型有助於理解病理過程並評估新的治療策略。同時，研究人員也對血液透析和腹膜透析患者的併發症進行了深入探討，旨在揭示其發生的根本原因，以改善臨床結果。隨著單細胞 RNA 定序技術的進步，研究者得以揭示以往多細胞分析中未能察覺的細胞次群體的資訊。這一技術的應用使得研究者能夠更細緻地了解腎臟疾病的細胞組成及

其功能異常，從而開啟新的研究視野。此外，人工智慧技術和穿戴式裝置的迅速發展，為腎臟疾病的研究提供了新的視角和工具。這些技術的結合促進了精準醫學的發展，使得研究人員能夠針對腎臟疾病進行更為精確的風險評估和預測，甚至促使相關新產品的問世。在基因治療方面，利用 CRISPR 技術進行基因編輯以及幹細胞治療的研究也展現出良好的前景，未來幾年內這些技術可能會被應用於遺傳性腎臟疾病和後天性腎病的治療上，預計將能有效改善目前臨床治療的瓶頸問題，為患者帶來新的希望和選擇。這些研究不僅對腎臟科的學術發展具有重要意義，也對臨床實踐的轉變和患者預後的改善起著關鍵作用。

- (二) **新陳代謝及內分泌醫學的研究方向** 主要聚焦於甲狀腺疾病、肥胖症及糖尿病，特別是代謝症候群的遺傳基礎。研究人員致力於探索該症候群的全基因組資料、甲基化組 (methylome) 以及微小 RNA 和蛋白質體的分析，並推進新藥的研發，其中包括中草藥的應用。通過關聯性研究，科學家們旨在鑑定與這些疾病相關的基因，揭示其潛在的病理機制。與腎臟科的研究相似，近年來糖尿病的治療方法也向著智能穿戴裝置的方向發展。特別是胰島素幫浦的技術進步，顯著改善了患者的血糖控制，提升了生活質量。更令人振奮的是，細胞治療的快速發展使得全自動植入型人工胰臟的研發成為可能，這一創新技術有潛力徹底改變糖尿病患者的治療方式，提供更持久且精準的血糖管理解決方案。在這些研究中，探索代謝症候群的基因及其環境交互作用將有助於理解其發病機制，並開發個性化的治療策略。同時，隨著對微小 RNA 和蛋白質體的深入分析，科學界逐漸認識到這些分子在調控新陳代謝及內分泌功能中的重要作用，這為未來的臨床應用奠定了堅實的基礎。總體而言，這一領域的研究不僅涵蓋基因和生物標誌物的識別，還涉及新型治療手段的創新，展示了新陳代謝及內分泌醫學的多樣性和深度。
- (三) **泌尿科的研究方向** 主要集中在泌尿系統相關癌症的機轉進展及其治療預後方面。研究者探討這些癌症中基因表現的變化及其調控機制，特別關注腫瘤轉移和侵襲的路徑，癌症幹細胞的角色，以及免疫系統在癌症進展中的重要性。此外，癌細胞對化學療法的抗藥性以及其轉移過程中的分子機制也是重要的研究課題。近年來，新研發的靶向藥物、荷爾蒙治療及免疫療法在腎臟癌、膀胱癌和前列腺癌等疾病的治療中取得了顯著進展。基因和精準醫療的應用速度也在迅速提高，為患者提供了更多個性化的治療選擇。在泌尿科其他領域的研究中，泌尿道結石的形成機制及其處理方式也是一個重要話題。同時，研究者也在探討 Ketamine 引

起的間質性膀胱炎的病理機轉及其治療方案，並深入分析該疾病的組織微環境。此外，低能量震波輔以脂肪幹細胞注射對於逼尿肌功能低下或膀胱無力症候群的影響也是研究熱點之一。男性性功能障礙，包括低睪酮症和精索靜脈曲張，亦是泌尿科的關鍵研究方向之一。最後，抗動脈粥樣硬化藥物對於高草酸尿症患者腎臟內草酸鈣結晶結石的影響，正日益受到重視，顯示出泌尿科在病理機制和治療方法上的多樣性與深度。

三、學門領域之研究現況及發展趨勢

(一) 全球之發展現況及未來發展趨勢

現代生物醫學已進入高度精準化階段，2024 年多項先進技術如空間轉錄組學、新世代 CRISPR 基因編輯及 AI 輔助診斷系統等已達到普及化程度。在腎臟醫學領域，新型生物標記物的發現與驗證、AI 輔助腎臟病理判讀系統的臨床應用，以及微生物組學在腎臟疾病中的應用研究都取得重大進展；治療方面，新型選擇性 SGLT2 抑制劑、細胞治療技術，以及個人化透析方案優化系統的開發顯著提升了治療效果。泌尿科領域則在診斷技術上實現多模態影像融合、微創手術導航系統精確度提升，並在泌尿系統腫瘤液體活檢技術上取得突破；治療方面，機器人輔助手術系統的應用範圍持續擴大，同時免疫治療新型標靶藥物研發和前列腺癌精準放療技術也獲得顯著進展。在內分泌學研究方面，連續血糖監測系統與胰島素泵的整合、人工智能預測代謝異常風險系統的應用，以及新型 GLP-1 受體激動劑的開發已成為重要突破。未來發展趨勢主要體現在五個方面：首先是精準醫療的深化，包括基因組學導向的個人化治療方案設計和多組學數據整合分析平台的建立；其次是智慧醫療的擴展，涵蓋大規模醫療數據分析與 AI 輔助診療系統的普及化；第三是創新療法的發展，著重於幹細胞治療標準化和基因編輯技術的臨床轉化；第四是預防醫學的強化，通過建立疾病風險預測系統和優化早期篩查技術；最後是跨領域整合的加強，建立多專科協作平台並加速轉化醫學研究。這些發展將透過跨學科合作與技術創新，持續推動腎臟、泌尿與內分泌醫學領域的進步，為患者提供更精準、更有效的診療方案。隨著科技的不斷進步，這些領域的診療水平和患者預後都將獲得顯著改善，最終實現更個性化、更精準的醫療服務目標。

(二) 我國之發展現況、重點研究方向及未來發展趨勢

我國在全球透析發生率排名持續位居前列，這與國人代謝症候群的高發生率以及特殊的用藥文化息息相關。根據 2024 年最新統計，透析病患數量呈現持續上升趨勢，從 2020 年的年度新增病例約 12,500 人，攀升至 2023 年的約 13,800 人。性別分布方面，

男性患者比例略高於女性，約佔 55%。年齡分布數據顯示，65 歲以上族群已占新進透析病患的 65% 以上，反映人口老化對腎臟醫療的顯著影響。值得注意的是，40 歲以下年輕族群的發病率雖相對穩定，但 40-64 歲的工作年齡層仍是重要的患者群體。透析模式的選擇上，腹膜透析的使用比例持續下降，從 2020 年的 12% 降至 2023 年的約 9%，顯示血液透析仍是主要治療方式。在預防性照護方面，參與 Pre-ESRD 計畫的比率已從 2020 年的 65% 提升至 2023 年的 72%，顯示早期介入的觀念逐漸普及。然而，腎臟移植領域仍面臨重大挑戰：等待移植的透析患者比例已升至 11%，但可移植比率卻降至 3.5%，凸顯器官捐贈短缺的嚴峻問題。屍體腎臟移植在 2023 年的比率約為每百萬人口 8.3 人，活體移植率則維持在較低水平。在疾病成因方面，糖尿病仍是主要原因，佔新進透析病患的 48.5%，其次是高血壓和慢性腎絲球腎炎。值得關注的是，仍有約 25% 的案例病因不明，這凸顯了對腎毒性藥物、環境因子和感染性疾病研究的重要性。在重點研究方向上，我國目前積極發展精準醫療技術，包括運用 AI 技術建立本土化的腎臟病預測模型、開發新型生物標記物，以及探討中西藥物交互作用對腎功能的影響。在泌尿系統癌症研究方面，台灣的發生率仍高於周邊國家，特別是泌尿上皮癌和前列腺癌的發生率持續上升。因此，重點研究已擴展至腫瘤微環境、免疫治療反應預測，以及新型標靶藥物的開發。內分泌代謝疾病研究則著重於精準醫療的應用，包括利用基因體學技術進行個人化治療方案設計，以及開發新型糖尿病治療策略。展望未來，我國將加強發展智慧醫療系統、推動器官捐贈意識，並致力於建立更完善的慢性病預防體系，以因應高齡化社會的醫療需求。

(三) 學術面、臨床面及應用面之價值

依據衛生福利部 2024 年初公布的 112 年國人死因統計分析，惡性腫瘤持續位居首位，其次為心臟疾病，而 COVID-19 已降至第五位，顯示疫情對國人健康的直接衝擊已明顯減緩。然而，值得關注的是，腎炎、腎病症候群及腎病變已上升至第八位，年齡標準化死亡率較前一年增加 3.2%，反映腎臟疾病防治仍待加強。特別是與腎臟病高度相關的糖尿病(第六位)及高血壓性疾病(第七位)的死亡率仍呈現上升趨勢，分別較 111 年增加 5.8% 及 6.2%。從醫療資源耗用的角度來看，末期腎病患者的透析治療支出持續位居健保給付前列，2023 年的年度支出已突破新台幣 500 億元。在治療模式創新方面，智慧化居家血液透析系統的推廣取得顯著進展，截至 2023 年底，已有超過 15% 的透析患者採用此模式，相關研究顯示，此類治療不僅能提升患者生活品質，還可降低心

血管併發症發生率達 25%。基因體醫學的進展為個人化治療帶來重大突破，2023 年發表的台灣本土研究顯示，透過全基因體關聯分析（GWAS）建立的藥物反應預測模型，可將腎臟病患者的用藥副作用發生率降低 30%，治療有效率提升 20%。多重器官併發症的防治也有重要進展，透過 AI 輔助的整合性照護系統，已能有效預測並及早介入糖尿病患者的心、腦、腎等併發症，初步數據顯示可降低重大併發症發生率 15-20%。在轉譯醫學方面，本土研究團隊在腎臟纖維化機制、尿毒症心肌病變以及代謝症候群的病理機轉等領域都有重要發現，多項研究成果已進入臨床試驗階段。特別是在微生物體學領域，發現腸道菌相組成與慢性腎臟病進展的關聯，為治療策略開創新方向。泌尿系統癌症的精準治療也有重大進展，透過液體活檢技術結合 AI 分析，可在早期即預測治療反應，並及時調整治療方案。這些研究成果不僅提升了台灣在國際醫學界的學術地位，更重要的是為臨床實務帶來實質改善。透過產學研合作，多項創新治療方案已進入臨床應用階段，預期將為國人帶來更優質的醫療照護，同時也為生醫產業發展注入新動能，進一步提升國家競爭力。展望未來，隨著人口老化加速，慢性病防治的重要性將持續提升，透過跨領域整合研究，開發更有效的預防及治療策略，將是提升國民健康的關鍵。

（四）國內現有研究人力、設備及資源分配之狀況與需求

根據 2024 年初統計資料顯示，國內生物醫學領域雖然整體研究人力達到歷史新高，但面臨結構性挑戰：中高階研究人才的流失率在過去三年持續攀升，年均流失率達 8.5%，其中 45 歲以下的資深研究員流失情況尤其嚴重。這種人才流失現象與研究環境的結構性問題密切相關，包括計畫導向的短期考核機制、缺乏明確的職涯發展路徑，以及研究經費分配不均等因素。特別是在競爭型計畫的趨勢下，研究人員為了維持經費來源，往往被迫在不同研究主題間頻繁轉換，導致難以在特定領域形成長期且深入的研究成果。2023 年的調查顯示，超過 65% 的研究計畫執行期限不超過三年，這種短期導向的研究模式嚴重影響了基礎研究向臨床應用的轉化效率。臨床研究人才方面的情況更為嚴峻，在醫療體系工作負荷持續增加的背景下，具備臨床經驗的醫師科學家（physician scientist）數量呈現加速下降趨勢，2023 年新進醫師中選擇投入研究工作的比例已降至歷史低點 4.2%。設備資源方面，雖然國內頂尖研究機構的核心設施水準與國際接軌，但區域性的資源分配不均問題日益突出。根據最新統計，超過 75% 的高端研究設備集中在北部地區的少數研究中心，造成研究資源的使用效率偏低。為因應這些挑戰，相關部門已開始推動新的人才培

育與留才策略，包括建立彈性的研究人員升遷制度、提供長期穩定的研究經費支持，以及設立青年研究者專屬的創新研究基金。在研究環境改善方面，2024年起實施的「生醫研究人才培育精進計畫」，透過建立mentor制度、提供國際交流機會，以及強化產學合作機制等方式，致力培養具備跨領域視野的新世代研究人才。同時，為提升研究資源的使用效率，已啟動全國性的研究設備共享平台，結合數位化管理系統，實現設備資源的最佳配置。此外，針對臨床醫師投入研究的困境，新修訂的醫學中心評鑑制度將研究能量納入重要指標，並提供彈性的臨床工時安排，以創造更有利於臨床研究的環境。未來的發展重點將著重於建立長期且穩定的研究生態系統，強化跨領域整合研究能力，並透過數位轉型提升研究效率，以確保我國在國際生醫研究領域的競爭力。

四、我國發展腎臟、泌尿及內分泌醫學學門領域研究之SWOT分析

(一) 優勢 (Strength)

1. 數位化醫療基礎設施完善

- (1) 台灣擁有全球領先的數位健康照護系統，全民健保資料庫與電子病歷系統高度整合
- (2) 2024年已實現全國醫療院所AI影像判讀系統的普及化，提升診斷精確度
- (3) 醫療資訊雲端化達成率超過95%，有效促進跨院所數據共享

2. 研究生態系統成熟

- (1) 擁有完整的產學研鏈結體系，從基礎研究到臨床應用形成良性循環
- (2) 2023年台灣在相關領域的SCI論文發表量較前年成長15%
- (3) 醫學中心與生技園區緊密結合，加速研發成果商業化

3. 精準醫療技術領先

- (1) 已建立亞洲規模最大的腎臟病基因資料庫
- (2) 本土化AI診斷模型準確率達到國際標準
- (3) 個人化治療方案制定系統已在主要醫學中心實施

(二) 劣勢 (Weakness)

1. 研究資源分配失衡

- (1) 研究經費年增幅度低於通膨率
- (2) 各研究中心設備重複投資，資源使用效率待提升
- (3) 人力資源集中在都會區，造成區域發展不均

2. 行政負擔過重

- (1) 研究人員平均40%時間耗費在行政作業

- (2) 跨部門協調機制效率不足
- (3) 法規審查流程複雜，影響研究進度
- 3. 人才培育體系待優化
 - (1) 臨床醫師投入研究的誘因不足
 - (2) 跨領域人才培育機制不完善
 - (3) 年輕研究者職涯發展路徑不明確

4. 轉譯醫學的挑戰

從基礎研究轉化至臨床應用有著挑戰性，需要克服許多技術和管理障礙。科研投資過於講求績效化且不允許失敗，變相鼓勵研究人員挑選容易而具相關性之研究，甚至炒短線，抄捷徑，影響整體的研究深度及前瞻性。

(三) 機會 (Opportunity)

1. 數位轉型加速

- (1) AI 輔助診斷系統普及化
- (2) 遠距醫療技術成熟，可擴大醫療服務範圍
- (3) 大數據分析技術突破，提升研究效率

2. 國際合作擴展

- (1) 亞太區域醫療研究中心地位確立
- (2) 跨國研究合作項目增加
- (3) 國際臨床試驗基地優勢提升

3. 新興技術整合

- (1) 基因編輯技術應用成熟
- (2) 生物標記物研發突破
- (3) 智慧醫療設備本土化研發能力提升

(四) 威脅 (Threat)

1. 國際競爭加劇

- (1) 鄰近國家研發投資快速成長
- (2) 人才爭奪戰白熱化
- (3) 研究成果商業化速度較慢

2. 研究永續性挑戰

- (1) 長期研究計畫經費不穩定
- (2) 產學合作模式待創新
- (3) 研究主題延續性不足

3. 統性風險

- (1) 醫療資源分配不均問題加劇
- (2) 研究倫理審查要求提高
- (3) 數據安全與隱私保護壓力增加

(一) 短期

1. 促進跨學科整合：建立多元領域交流平台，強化創新研究與知識互通。生科處因應全球學術發展趨勢，積極推動領域間的對話交流（興利），突破傳統學科界限，創造嶄新思維（除弊），自 102 年起著手進行學門架構的全面革新。歷經超過一年的深入規劃、討論、意見交換及部門協調，終於在 103 年底確立新學門體系。新制度整合了相關學科領域，著重跨領域研究發展，並針對各學門研究範疇(scope)提供詳實說明，作為研究人員提案的重要依據。由於本學門下轄學科具有相近性質與研究方向，更能確保計畫審查過程的公平性與客觀性。
2. 資助卓越研究提案：提供充足經費挹注，支持具突破性的研究計畫，尤其著重於轉譯醫學領域的發展。持續完善學門審查委員資料庫建置工作，並規劃定期舉辦學門共識討論會，以強化本學門審查委員間的評審標準一致性，確保以公平、客觀及嚴謹的態度執行各項研究計畫的初審、複審機制。此外，針對審查委員的評審品質評估機制、評分標準的合理分布區間及評審參考指標的制定等面向，仍需進行更深入的分析與探討。
3. 深化合作創新與人才培育：推動跨領域研究交流以激發創新思維與解決方案。著重培養新世代研究人才，確保領域人才持續更迭與儲備。積極推展本學門菁英學者延攬計畫，並支持人才出國深造及專業進修。積極鼓勵優秀年輕醫師赴海外擔任訪問學者，以提升其國際研究實力，學習先進國家研發經驗，同時深化雙邊研究人員交流培訓，期能開拓學術研究視野並促成後續合作研究。透過建立國際性、跨領域的教育與培訓體系，實現人才培育目標，提升整體研究素質，推動高階生技及跨領域人才養成，同時強化國家研發能量，創造卓越研究成果。
4. 推動創新研究資助與研究生態系統：提供充足經費支援，推動創新研究計畫，特別聚焦於轉譯醫學領域發展。建構完整合作網絡與交流平台，深化學術研究互動。擴大生醫研究團隊與人工智慧（AI）及精準醫療產業之協作範疇。AI 突破了傳統依循既定規則的資料分析模式，透過先進的運算演算法，能從正反面經驗中自主學習並建立模型，結合機器學習、深度學習與認知運算（Cognitive Computing）技術，有效處理海量數據分析、影像識別及語音辨識等任務。因此，醫療大數據經由 AI 技術加值後，將顯著提升臨床預測準確度、診斷

判斷力及決策分析品質，而 AI 技術與基因體定序的結合更將加速推進精準醫療的發展進程。

(二) 中長期

1. 強化跨域整合與科技創新：擴大跨學科研究範疇，連結多元領域資源，提升研究綜效。積極推動跨領域整合型研究計畫：本學門涵蓋腎臟醫學、泌尿醫學、內分泌醫學等專業領域，研究重點聚焦於國人重大疾病之預防、診斷及治療相關議題，如：慢性腎臟病、糖尿病、泌尿系統腫瘤等。未來將致力促進各研究機構人員組建研究團隊，共同規劃關鍵議題之整合型計畫，支持學者針對重要研究主題進行長期深入探索，以建立具影響力的完整研究成果，為國家社會提供解決重大問題的學術基礎與政策建議。同時推展新興技術應用，包括基因編輯、精準醫學等創新方法，為疾病治療開創更多可能性。並期望透過資深研究者的指導與資源共享，協助新進研究人員快速融入研究領域，實現研究傳承的理念與目標。
2. 拓展國際網絡與人才永續：推進國際學術合作以提升研究水準與全球影響力。持續培育與延攬優秀研究人才，建構領域永續發展基礎。積極鼓勵學門研究人員投入國際學術交流活動。生科處轄下各學門研究主題與國人健康福祉密切相關，而生技產業更已成為當今各國政府重點投資發展的戰略產業。未來將持續深化研究人員參與國際學術交流的力度，強化國際科技雙邊合作與人才交流機制，藉此拓展全球視野並汲取國際前瞻研發經驗。

六、 113 年度學門推動成果

(一) 總體性成果：

1. 學術成就（科技基礎研究）

本學門各領域不論是基礎或臨床研究都有非常豐富的内容；成果的進步都非常迅速。許多研究者均已建立非常好的研究模式及實驗室，特別著重於對疾病機轉的探討，建立動物研究模式，尋找致病之危險因子、及有助於診斷生物標記；這些研究成果能將疾病做更適當的分類，繼而發展出更有效的治療方式，從而提昇國民健康與國家競爭力。例如，探討脂質載運蛋白-2 與其受體(SLC22A17)之調控及相互串聯機制於人類前列腺癌細胞 NSTC 109-2314-B-002-191-MY3。該計畫是臺北醫學大學醫學系泌尿科崔克宏醫師的研究。該資料顯示，關於脂質載運蛋白-2(LCN2)及其受體(LCN2R)在前列腺癌中作用的研究展現出重要的科學價值和臨床應用前景。研究團隊通過系統性的實驗設計，揭示了 LCN2/LCN2R 信

號通路在前列腺癌發展中的複雜調控網絡，特別是發現了 LCN2 可以調控多個重要基因的表達，包括 MALT1、MIEM1、CXCL5 和 IL-6，同時闡明了 IL-6 對 LCN2 和 LCN2R 表達的差異性調控作用，這些發現為理解前列腺癌的發病機制提供了新的視角。研究的創新性體現在多個層面：首先，通過剷滅 LCN2 實驗證實其在腫瘤生長和轉移中的關鍵作用，並發現其與化療藥物敏感性的關聯；其次，發現了包括 p53、IL-6、NFκB 和低氧等多個因素在 LCN2 表達調控中的作用；更重要的是，首次揭示了鐵、鐵螯合劑和雄性素對 LCN2/LCN2R 表達的相對性調控作用。研究設計非常完整，從組織表達分析到分子機制探討，再到功能驗證，形成了完整的研究證據鏈。特別值得注意的是，研究計劃使用組織距陣技術來評估 LCN2 與 LCN2R 表達與前列腺癌進展的關係，這將為臨床診斷提供重要的參考依據。此外，研究對 LCN2 與 LCN2R 的串聯機制的深入探討，不僅有助於理解前列腺癌的發病機制，也為開發新的治療策略提供了理論基礎。這項研究的結果預期將為前列腺癌的診斷和治療帶來重要突破，特別是在藥物篩選和個體化治療方面具有重要的實際應用價值。總的來說，這是一項極具前景的研究，其發現不僅推進了對前列腺癌分子機制的認識，也為開發新型治療策略提供了重要的科學依據。

2. 技術創新成就（科技整合創新）

高雄醫學大學腎臟照護學系黃尚志教授組成的研究團隊，利用腸道微生物相與相關代謝產物偵測糖尿病早期腎臟病變與其臨床應用：這項研究巧妙地連結了第 2 型糖尿病、腸道微生物相與腎臟病變三者之間的關係，展現了極高的學術價值與臨床意義。研究的重要性首先體現在其對全球性健康議題的關注 - 第 2 型糖尿病預計在 2045 年將影響超過 6.2 億人口，每年造成 400 萬人死亡，且 40% 的患者可能發展為末期腎臟病，這些數據凸顯了研究的迫切性。研究方法上採用了大規模樣本分析（493 位患者）並進行長期追蹤（4 年），展現了研究的科學嚴謹性。通過分析糞便微生物相及其代謝路徑，研究成功識別出多個關鍵菌種（如 *Eubacterium* sp.、*Parabacteroides* sp. 等）與特定代謝途徑的關聯，特別是在白蛋白尿 ≥ 30 mg/g 的患者中發現的微生物組變化，為理解疾病機制提供了新視角。研究的創新之處在於發現了血清 TMAO 濃度與腎臟預後的明確關聯 - TMAO 濃度越高，患者的腎臟預後越差，更易發展為末期腎臟病或出現血清肌酸酐顯著上

升。這一發現不僅具有重要的診斷價值，也為未來治療策略的制定提供了新思路。特別值得注意的是研究發現某些菌種（如 genus *Adlercreutzia* 和 *Desulfovibrio*）與 TMAO 呈現正相關，這為解釋腸道微生物相如何通過代謝產物影響腎功能提供了重要線索。計劃中的第二年研究將進一步探索這些機制，並運用多體學分析方法深入研究血清及糞便中微生物相與代謝物質的相互作用，這將有助於更全面地理解糖尿病腎臟病變的發病機制。這項研究的意義在於：首先，它為理解第 2 型糖尿病腎臟併發症的發病機制提供了新的視角；其次，研究結果可能導向新的治療方案的開發，特別是針對腸道微生物相的干預策略；最後，這些發現可能有助於開發新的預測性生物標記物，對疾病的早期診斷和預防具有重要意義。總體而言，這是一項極具前瞻性的研究，其結果不僅推進了對疾病機制的理解，也為臨床治療提供了新的可能方向。未來研究若能進一步闡明具體的分子機制，並開發出相應的治療策略，將對糖尿病腎臟病變的防治產生重大影響。

3. 經濟效益（經濟產業促進）

鑑於全球生技醫藥領域蓬勃發展，本學門聚集了眾多專科醫師、基礎研究學者及專家，並與各大學、研究機構、醫學中心和醫院合作，展開跨院際、跨領域的創新研究。這些研究成果被轉化為新型技術、治療藥物及生醫材料，不僅提升國內學術水平，更能快速應用於臨床實踐，造福患者。此外，這些成果也為國家重要癌症防治政策提供實證研究基礎，並帶動了國內生技產業的發展，提升了我國的國際競爭力。佛教慈濟醫療財團法人花蓮慈濟醫院腎臟科洪思群教授研究團隊宿主與腸道微生物色胺酸代謝途徑之鑑別及其對慢性腎臟病領域之影響，觀察到硫酸吲哚酚（IS）與心血管疾病的發病機轉有關。IS 是由吲哚（膳食色胺酸的代謝產物）經由腸道微生物色胺酸酶的作用，由兩種肝臟酵素 CYP2E1 和 SULT1A1 轉化而來。我們假設色胺酸攝取量對 IS 產生的影響可能因人而異。我們招募了 72 位健康人（ 33 ± 7 歲；54.2% 女性）進行口服色胺酸(2,000 mg)激發試驗 (OTCT)，在試驗後 0、4、8、12、24、36 和 48 小時採集 7 份血液樣本。以高效液相層析法對 IS 濃度進行定量。以 TaqMan 測定對 CYP2E1 和 SULT1A1 的單核苷酸多態性 (SNP) 進行基因分型。以全基因組定序評估腸道微生物組。我們觀察到，在對 OTCT 的反應中，IS 產生存在很大的個體差異。IS 曲線下區域最低三分位數的 24 名受試

者被定義為低 IS 生產者，而最高三分位數的 24 名受試者被定義為高 IS 生產者。兩種 IS 產生表型之間的基線特徵或 CYP2E1 和 SULT1A1 SNP 基因分型分佈沒有顯著差異。然而，腸道微生物組成有明顯差異。此外，高 IS 生產者的色胺酸酶豐度顯著高於低 IS 生產者 ($P=0.01$)。OTCT 可作為個人化飲食指導高 IS 生產者罹患心血管疾病的風險更大，並且可能從食用色胺含量低的食物中受益。OTCT 在精準營養的潛在臨床應用值得進一步研究，未來的方向將對這些益生菌及代謝產物進行深入的研究分析，期待可以開發出新穎的療法，用來改善慢性腎臟疾病相伴的神經病變。

4. 社會影響（社會福祉提升、環保安全）

10-20%的孕婦會罹患妊娠糖尿病(GDM)，並因此增加周產期併發症與未來發生糖尿病的風險。所以，了解 GDM 的致病機轉，進而發展預防與治療的方法，是很重要的問題。最依據國立臺灣大學醫學院內科李弘元教授團隊，關於妊娠糖尿病(GDM)與 ANGPTL4 關係的研究代表了重要的科學突破，其價值體現在研究視角的創新性和發現的臨床應用潛力。研究從肥胖作為 GDM 危險因子的角度切入，探索了一個此前未被充分研究的機制：ANGPTL4 這種可分泌醣蛋白在 GDM 發病過程中的角色。過往研究雖已確立 human placental lactogen (hPL)與 growth hormone variant (GH-V)與孕期胰島素阻抗的關聯，但結果不一致的現象提示存在其他重要機制。研究通過多層面的實驗設計取得了幾項關鍵發現：在臨床層面，研究發現肥胖孕婦的胎盤 ANGPTL4 表現量明顯高於正常體重孕婦，且血中 ANGPTL4 濃度呈現隨孕期上升、產後下降的規律性變化。特別重要的是，懷孕初期血中 ANGPTL4 濃度與多個關鍵指標（血糖、三酸甘油脂、GH-V 濃度、胰島素敏感性）的關聯性被確立，使其成為預測 GDM 的潛在早期生物標記。在分子機制層面，研究通過細胞實驗揭示了幾個重要發現：棕櫚酸能以劑量依賴方式促進滋養層細胞表現 ANGPTL4；ANGPTL4 過度表現導致內質網壓力增加並促進 GH-V 表現；soluble ANGPTL4 通過 EGFR/ERK 1/2 信號通路抑制胰島素調控的葡萄糖吸收。這些發現不僅闡明了 ANGPTL4 影響 GDM 發生的分子路徑，也為潛在治療策略指明了方向。研究的重要性還體現在其臨床應用前景：首先，ANGPTL4 作為早期預測標記物的發現，為高危人群的早期識別提供了新工具；其次，對分子機制的闡明為開發針對性治療策略奠定了基礎；最後，研究結果強化了孕期體重管理

的重要性，為臨床實踐提供了科學依據。這項為期三年的研究成功建立了從臨床觀察到分子機制的完整證據鏈，證實了肥胖通過誘發胎盤 ANGPTL4 表現，進而通過內質網壓力和 GH-V 分泌影響胰島素敏感性的致病途徑。研究不僅填補了學術空白，也為 GDM 的預防和治療提供了新的思路和可能性，其成果對降低 GDM 發病率和改善孕產婦健康具有重要的現實意義。

5. 其他效益（科技政策管理及其他）

(1) 轉譯醫學的推動，可以提升臨床醫學的診斷及治療的水準，亦可帶動生物科技相關產業的發展。此外本學門傑出學者近年在學門與國內醫學中心合辦國際研討會中發表在台灣完成的研究成果論文(如傑出學者演講、跨越學術研究發展成果(智慧醫療)學等領域)，不僅展現國內學研團隊的研究實力，也提升了台灣在國際上之學術地位。(如下圖表)。

welcome
嘉義長庚·成功大學
研究合作成果發表會
11/16(六) 8:50~12:20
地點：嘉義長庚 綜合大樓 B1 第二國際會議廳
主辦單位：嘉義長庚醫研部
協辦單位：國科會「腎臟、泌尿及內分泌醫學專門規劃研究推動計畫」、成功大學資訊工程學系、成功大學醫學資訊所、數位生技醫療創新研究中心

時間	主題	演講者	主持人
08:50-09:00	報到		
09:00-09:10	Opening Remark	嘉義長庚 楊仁宗 院長 成功大學 吳士豪 電機資訊學系教授	
09:10-09:15	主席致詞	嘉義長庚 林俊良 副院長	
09:15-09:20	大合照		
09:20-09:40	數位健康：資訊科技與醫學照護的攜手共進	成功大學 梁勝富 教授 嘉義資訊與系統研究所所長	嘉義長庚 醫研部 謝清川 主任
09:40-09:55	利用邊緣運算建立膝關節病患輔助診斷系統之研究	嘉義長庚 邱維輝 醫師 成功大學 謝清川 主任	成功大學 陳震杰 教授 電機資訊學院副院長
09:55-10:10	空手道選手精準運動心腎評估成效：以南投黏土光高中空手道隊為例	嘉義長庚 駱仲祥 醫師 王定中 醫師	成功大學 蕭嘉仁 特聘教授
10:10-10:30	中場休息		
10:30-10:45	於腦動脈狹窄及阻塞模式中以音聲即時監測之效益	嘉義長庚 吳政利 醫師 何東傑 醫師	成功大學 王士豪 教授 資訊系主任
10:45-11:00	混合式人工智慧模型的自動腦波背景分析及報告生成	成功大學 楊中平 教授 醫學資訊研究所所長	嘉義長庚 楊耀廷 醫師 健康資訊暨流行病學研究室主任
11:00-11:15	採用非侵入式耳迷走神經刺激術之軀-身體活動調控	成功大學 黃紹基 教授 盧慧伶 助理教授	嘉義長庚 林裕謙 醫師 醫研部副主任
11:15-12:10	綜合討論	嘉義長庚 謝清川 院長 成功大學 王士豪 教授	
12:10-12:20	Closing Remark	嘉義長庚 成功大學	

聯絡窗口：嘉義長庚 05-3621000 醫研部 黃麗學課長(3095)、醫研部行政管理組(3095)、醫研部行政事務員(3172)


嘉義長庚紀念醫院

2024 ACADEMIC PARADIGM LECTURE 學術典範講座

Bridging Bench and Bedside: A Passionate 50-Year Voyage in Gene Expression

主持人 林口長庚
程文俊 主任委員

講者
Jean-Marc EGLY
• 法國國家科學院院士



2024
11.18 星期 一 | 16:30 - 17:30
林口長庚 醫學大樓 | 1F 第二會議廳

QR Code: 視訊連結

主辦單位 林口長庚 醫學研究發展部
協辦單位 國科會「腎臟、泌尿及內分泌醫學學門統籌研究推動計畫」

2024 ACADEMIC PARADIGM LECTURE 學術典範講座

全球暖化與人類的未來

主持人 林口長庚
程文俊 主任委員

講者
李遠哲 院士

- 諾貝爾化學獎
- 中央研究院院士
- 中央研究院院長
- 中華民國總統府資政
- 中國醫藥大學蔡長海諾貝爾講座教授



2024
09.02 星期 一 | 16:30 - 17:30
林口長庚 醫學大樓 | 1F 第二會議廳

QR Code: 視訊連結

主辦單位 林口長庚 醫學研究發展部 協辦單位 國科會跨醫學學門規劃研究推動計畫

(2) 擔任學門召集人任內共辦理三場「腎臟、泌尿及內分泌醫學學門研究跨領域的學術研討會議」與傑出研究學者座談，推動跨領域學術交流(如下圖表)。獲得與會專家及學者非常好的迴響，也激勵了更多的年輕科學家！



Session: Special Forum 4

New Frontiers in GU 2024

腎-泌尿 跨領域學門對談

日期：2024/08/17 (六) 15:30-17:30

地點：林口長庚紀念醫院 國際會議中心 2F 討論室 D

座長：Ji Youl Lee, Byong Chang Jeong, Norio Nonomura, 蒲永孝

Code	Time	Topic	Speaker
SF4-1	15:30-15:45	Epigenetics in diabetic kidney disease	林俊良
SF4-2	15:45-16:00	Ideal use of PARP inhibitor with or without ARTA in mCRPC	Jae Young Joung
SF4-3	16:00-16:15	Antibiotic prophylaxis for prostate biopsy	Seungil Jung
SF4-4	16:15-16:30	Experiences of robotic PN for endophytic renal mass near the renal sinus	Seongil Seo
SF4-5	16:30-16:45	Korea university medicine data platform	Hong Seok Park
SF4-6	16:45-17:00	Role of ecDNA in solid tumor	Wu Kou-Juey
SF4-7	17:00-17:15	Androgen receptor roles in bladder cancer and prostate cancer	Chang ChawnShang
SF4-8	17:15-17:30	Application of AI in urology	Kan Hung-Cheng

Time	Topic	Speaker	Moderator
15:20-15:25	OPENING		Hung-Yuan Li (李弘元)
SD3-1 15:25-15:55	ANTIOSTEOPOROSIS MEDICATIONS AND CARDIOVASCULAR DISEASE: A POPULATION-BASED NATIONWIDE NESTED CASE-CONTROL STUDY	Wen-Hsuan Tsai (蔡文瑄)	Yi-Jen Hung (洪乙仁)
SD3-2 15:55-16:25	CROSS-TALK BETWEEN ADIPOSE TISSUE AND LIVER	Hung-Tsung Wu (吳泓璉)	Hornng-Yih Ou (歐弘毅)
SD3-3 16:25-16:55	ORCHESTRATING EPIGENETIC-BASED PRECISION MEDICINE FOR DIABETIC KIDNEY DISEASE: NEW PROSPECTIVE FROM CHIAYI	Chun-Liang Lin (林俊良)	Tai-Lung Cha (查岱龍)
16:55-17:00	PANEL DISCUSSION	All	Hung-Yuan Li (李弘元)

(二) 個別計畫代表性成果

1. 國立臺灣大學醫學院內科王治元教授執行尿外泌體蛋白質生物指標與甲狀腺濾泡腫瘤病理表現的相關性：濾泡性甲狀腺癌的早期和術前診斷 NSTC 111-2314-B-002-227-MY3 計畫。這項研究展現了極高的創新性和臨床價值，針對當前甲狀腺濾泡癌診斷的重大挑戰提供了全新的研究思路。研究的主要優勢體現在以下幾個方面：首先，研究選擇以尿液外泌體作為研究對象是非常明智的，因為尿液採集具有無創、便捷、可重複的特點，這對於臨床應用具有極大的實踐價值。特別是研究團隊已經在這方面累積了豐富的技術經驗，這為研究的順利進行提供了重要保障。其次，研究的設計非常完整，從細胞株研究到臨床樣本分析，形成了完整的研究鏈條。特別是將手術前後的尿液樣本與病理結果進行對照，這種研究方法設計嚴謹，有助於確保研究結果的可靠性。更重要的是，這項研究的目標直指當前內分泌腫瘤學領域的一個關鍵問題。如果能夠成功開發出可靠的術前診斷方法，將大大改善當前必須依賴手術病理才能確診的困境，這對於減少不必要的手術干預、降低醫療成本具有重要意義。建議未來研究可以考慮：擴大樣本量進行驗證，探討這些生物標記物在不同病程階段的動態變化，研究外泌體蛋白標記物與預後的關

係，開發標準化的檢測方法。總的來說，這是一項極具潛力的研究，如果成功，將為甲狀腺濾泡癌的診斷帶來重大突破，具有重要的臨床轉化價值。相關研究已發表於 *International Journal of Nanomedicine* 2024。

2. 臺北榮民總醫院內科部曾偉誠教授主持的缺氧間葉幹細胞外泌體於腎臟纖維化中調控上皮生長因子路徑與微小核糖核酸之治療機制：從基礎到臨床之研究(專題計畫編號 NSTC 110-2314-B-075-023-MY3)。這項研究展現了極高的學術價值與臨床應用潛力，成功地將基礎研究與臨床應用緊密結合，形成一個完整的轉譯醫學研究。研究團隊透過系統性的實驗設計，成功闡明了腎纖維化的關鍵分子機制，特別是發現了 HBEGF/Smad/mTOR 的促纖維化訊息路徑，這為腎纖維化的治療提供了新的思路與方向。研究中運用缺氧培養間葉幹細胞外泌體作為治療方案的創新嘗試，不僅證實了其治療效果，還揭示了微小核糖核酸 379 作為調控因子的重要作用，這些發現為開發新型治療策略提供了堅實的理論基礎。更為重要的是，研究團隊發現尿液中 HBEGF 的表達水平與腎功能惡化密切相關，這一發現具有重要的臨床診斷價值，可作為預測腎功能惡化的新型生物指標，有望開發成為臨床實踐中簡便且準確的診斷工具。從研究的完整性來看，團隊採用了多層次的研究方法，包括動物實驗、細胞模型以及臨床樣本分析，通過 CRISPR/Cas9 等先進技術進行驗證，使研究結果具有高度可信度。這項研究不僅在科學理論層面取得了突破性進展，更重要的是為慢性腎臟病患者提供了新的治療希望。未來，基於這些研究發現，可望開發出更有效的治療方案，並實現個人化醫療的目標。然而，要將研究成果轉化為實際臨床應用，仍需要進行更多的臨床驗證工作，包括確定外泌體治療的最佳方案、評估長期療效與安全性等。整體而言，這是一項具有深遠影響的研究，為腎纖維化的治療開闢了新的途徑，也為慢性腎臟病的診療提供了新的思路和方法。
3. 臺北榮民總醫院內科部黎思源教授主持專題計畫「m6A(N6-methyladenosine)表觀遺傳機制對腎臟病發生和病程進展之相關性」，計畫編號 NSTC 110-2314-B-075-028-MY3。這是一項具有重大突破性的研究成果，在表觀遺傳學和腎臟病學領域都具有深遠影響。研究團隊通過系統性的實驗設計，成功揭示了 m6A 甲基化修飾在腎臟病發展中的關鍵作用，特別是發現其與免疫發炎反應的密切關聯。研究的創新性主要體現在三個方面：首先，通過 MeRIP-seq 分析明確定位了 m6A

修飾在 mRNA 上的具體位置，為理解其調控機制提供了重要線索；其次，發現了 cGAS-STING 路徑在此過程中的重要性，為靶向治療提供了新思路；最後，成功驗證了通過調控 METTL3 來改善腎病的可行性，為臨床治療開闢了新途徑。這項研究不僅在實驗設計上非常完整，從基礎研究到潛在治療應用都有深入探討，而且其發現為精準醫療的發展提供了重要依據。特別值得注意的是，研究結果發表在美國腎臟學會期刊上，充分說明了其科學價值和臨床意義。然而，要將這些發現轉化為臨床應用，還需要進一步研究，包括探討治療的安全性、有效性，以及開發更精確的干預策略。總的來說，這項研究不僅推進了人們對腎臟病發病機制的認識，也為未來開發新型治療方案提供了重要的科學依據。本研究成果於 2024 年發表於美國腎臟學會期刊 (Journal of the American Society of Nephrology)。

4. 高雄醫學大學醫學系泌尿科吳文正教授主持專題探討水通道蛋白在尿路上皮癌的腫瘤進展、炎性微環境以及治療標靶的角色計畫編號 NSTC 110-2314-B-037-069-MY3。這項關於水通道蛋白與尿路上皮癌的研究展現出卓越的科學價值和臨床應用潛力。研究通過系統性的實驗設計，成功揭示了水通道蛋白在尿路上皮癌發展中的關鍵作用，特別是發現水通道蛋白 4、9、11 在癌組織中的高表達特徵，以及其與 PD-L1 表達之間的密切關聯，為免疫治療機制的理解提供了新的視角。研究方法學嚴謹完備，從細胞實驗、動物模型到臨床樣本分析，形成了完整的研究證據鏈。特別值得注意的是，研究發現水通道蛋白的下調可以通過多個機制抑制癌症進展，包括減少 ECM 降解、降低癌細胞遷移侵襲能力、抑制側群特徵以及降低 EMT 和癌幹性標誌物的表達。更重要的是，研究結果顯示 Atezolizumab 和 Pembrolizumab 等免疫檢查點抑制劑可以影響水通道蛋白的表達，這一發現為免疫治療提供了新的作用機制解釋，也為開發聯合治療策略提供了重要理論基礎。在 124 個臨床樣本中進行的驗證進一步增強了研究發現的可信度和臨床相關性。這項研究不僅在科學理論層面取得了突破性進展，更為當前尿路上皮癌的治療提供了新的思路和方向。通過闡明水通道蛋白在腫瘤發展中的作用機制，研究為開發新的診斷標記物和治療靶點奠定了基礎。然而，要將這些研究成果轉化為臨床應用，仍需要進行更大規模的臨床驗證，並進一步探索水通道蛋白抑制劑與免疫檢查點抑制劑的最佳聯合使用策略。總的來說，這項研究不僅

推進了人們對尿路上皮癌發病機制的認識，也為未來個體化治療方案的制定提供了重要的科學依據，具有重要的轉化醫學價值。

七、 檢討與展望

因應全球科技發展趨勢並規劃國家科技發展藍圖，行政院推動科技部組織轉型。科技部正式調整為國家科學及技術委員會，由政務委員擔任主任委員，並於民國 111 年 7 月 27 日正式運作。新國科會主要職責涵蓋國家科學發展、技術研究與應用政策的整合、規劃、協調、審議及資源配置。為健全評鑑機制，促進多元背景研究人員的合作交流，引導台灣生命科學研究的創新發展。面對國際科技潮流並制定國家未來科技發展戰略，實為重大挑戰。隨著科技快速演進，全球科技生態系統持續變革，科技創新與轉化的步伐不斷加快。因此，審視國際科技趨勢並規劃未來科技發展方向已成為當務之急。掌握國際科技趨勢是了解全球科技進程的關鍵。我們必須觀測並剖析全球科技發展軌跡，掌握各國在科學、技術、工程及數學等領域的創新突破，並深入評估其對未來社會經濟的衝擊。此外，透過研究國際科技合作與競爭態勢，可發掘潛在合作契機與競爭挑戰，有助提升我國在全球科技版圖的競爭優勢。規劃未來科技發展戰略，需奠基於對國際科技趨勢的全面掌握與分析。通過制定國家科技發展策略，建立明確的發展願景與實施路徑，強化科技創新動能，推動產業升級轉型，並克服重大科技挑戰。同時，重視基礎研究投資與支持，培養優秀科研人才，積極推動產學研合作，加速科技成果商業化應用，乃是未來科技發展的重要方向。整體而言，掌握國際科技趨勢並規劃未來科技發展戰略，是國家科技進步的根基。透過深入理解國際科技環境，以及清晰的發展策略，我們得以從容應對變革、提升競爭實力，在全球科技舞台持續領先。

感官系統醫學學門 發展規劃及成果報告

召集人：林慧茹 共同召集人：楊宗霖

一、前言

感官系統醫學學門涵蓋五大臨床醫學學科，包括眼科、耳鼻喉科、皮膚科、整形外科及乳房外科，計畫類型分為一般研究、新進人員研究、優秀年輕學者研究及整合型研究等。執行機構涵蓋國內各大學院校、醫學中心、醫院、中研院等研究機構，專注於感官相關疾病的基礎、臨床與轉譯研究。113 年度，本學門共收到一般專題研究申請 246 件及新進研究申請 25 件，合計 271 件，經審查後推薦補助 111 件；此外，隨到隨審計畫共申請 10 案，審查後全數推薦補助。研究重點集中於感官組織與器官的功能、疾病病理機制機轉，早期篩檢診斷技術、創新治療與預防方式，公衛及 AI 相關等。推動重要學理基礎與臨床應用的研發。

二、學門簡介

透過結合不斷創新研究技術，包括細胞生分子物學、轉錄體學、蛋白質體學、代謝體學、分子生物學、基因遺傳學及多體學等多元方法，並整合組織工程、基因編輯轉植與生物光電應用及 AI 技術等領域，深入探討各類疾病的機轉及遺傳和藥物相關、創新診斷技術、治療策略、藥物開發、臨床試驗、疾病模型及致病機制。此外，針對組織與器官的發育、生理功能及再生過程，提供全新的機制研究，期望在感官類疾病的診斷、治療與預防上，建立更加完善的學理基礎，並推動轉譯醫學成果的臨床應用。透過積極的國際交流與合作，不僅能提升我國在國際學術界的地位，同時促進產學合作，將研究成果轉化為創新的醫療產品與臨床服務，進一步增強我國醫藥產業的國際競爭力。

三、學門領域之研究現況及發展趨勢

(一) 全球之發展現況及未來發展趨勢

隨著人類壽命的延長，科技的進步生命科學將是未來的核心產業之一已經是共識。本學科聚焦於研究生科相關生理現象、致病機轉，以推動技術與學理的進步，並已將成果廣泛應用於食品、藥品、醫學與農業等產業。感官學門醫學研究在此領域中發揮重要角色，已採用多種新興研究方法與技術，特別是在多體學（基因體、轉錄體、蛋白質體、代謝體及表觀基因體等）整合研究中取得重要突破。這些方法包括單細胞分析技術的發展、幹細胞研究

與基因編輯技術的應用，以及癌症免疫機制的研究與治療創新。在組織發育與器官功能調控方面，感官醫學研究已對致病機制、早期篩檢與診斷技術，以及新藥研發帶來顯著進展。同時，細胞與環境交互作用的研究，特別是微菌體與器官系統之間的互動，為疾病成因、病理機制、治療方式與預防策略提供了更深入的理解。這些整合多體學的研究及快速發展的研究方法，驅動學術界在短期內實現突破，卻也帶來研究資源分配與管理上的挑戰。在後疫情時代，多數學術活動及研究計畫逐漸恢復，各項產業星星蓬勃發展，AI 及分生等科技的進步，更把科學研究推向更高層次，也更多挑戰。展望未來，隨著生命科學研究的不斷推進，全球學術界需持續探索創新策略，以應對資源分配挑戰，並推動科學研究向更高階的發展。

(二) 我國之發展現況、重點研究方向及未來發展趨勢

我國在生命科學及感官醫學研究領域取得顯著進步，研究資源涵蓋基礎科學、臨床醫學與轉譯醫學等多層面。國內各大學、醫學重點研究方向，包含多體學整合與創新技術應用，聚焦於多體學的整合研究，強化基因體、表觀基因體、轉錄體及蛋白質體的應用，推動疾病診斷與治療的精準化；細胞與基因治療，加速幹細胞與基因編輯技術的臨床應用，特別是在眼科、皮膚科及癌症治療等領域；感官系統疾病的機制研究，深入探索組織與器官的發育、功能調控及疾病病理機轉，包括微菌體與宿主器官交互作用的研究；疾病早期診斷與新藥研發：開發創新診斷技術，結合人工智慧與生物大數據進行疾病風險預測及精準醫療藥物的研發；應對新興傳染病的研究：建立快速反應系統，針對病毒監測、疫苗研發及抗病毒藥物開發提供支援。

展望未來，將以加強跨領域合作與資源整合為核心，進一步推動生命科學研究的創新與應用，透過參與全球學術網絡，深化與國際研究機構及產業的合作，提升研究成果的全球影響力。加速轉譯應用，結合產學合作，加快研究成果向臨床應用與市場轉化，推動新醫療產品及技術的商業化。發展人工智慧與大數據分析，利用 AI 技術加速多體學數據分析，實現精準醫療與個人化健康管理。提供更多資源與機會，支持青年學者在前沿領域進行創新性研究，特別是在人工智慧、基因編輯及感官醫學中的新技術探索。應對全球健康挑戰，針對氣候變遷、老齡化社會與新興疾病，發展創新解決方案，以提升國民健康水準並增強國際競爭力。透過這些方向與策略的持續推進，我國在生命科學及感官醫學領域將保持領先地位，並為全球醫學進步作出重要貢獻。

1. 眼科研究方向：視網膜基礎研究，包含細胞與基因療法，研

究視網膜退行性疾病的細胞生物學機制，特別關注光感受器細胞和視網膜色素上皮細胞的功能與生存。科學家利用基因編輯技術（如 CRISPR-Cas9）修復與視網膜疾病相關的基因突變，並研究基因表達的調控機制。視網膜組織工程，開發視網膜類器官（organoids）模型，用於模擬發育過程和疾病機制，進一步理解視網膜的功能結構關係。神經傳導機制，研究視網膜神經元與中樞神經系統的信號傳遞，揭示視覺信息處理的基本生理機制，為未來的神經修復治療提供基礎。近視研究，包含遺傳與分子機制，通過大規模基因組關聯研究（GWAS）尋找近視相關基因，探討遺傳因素如何影響眼球生長及屈光度調控。視覺刺激與眼球生長，研究不同光譜、強度的視覺刺激對眼球生長的影響，揭示環境因素與近視發展的交互作用。眼球結構改變，聚焦於鞏膜重塑和玻璃體液動力學，了解眼軸延長的生理和病理機制，為近視干預提供理論支持。角膜研究，包含角膜發育與再生，探討角膜細胞分化及組織工程模型中幹細胞在角膜修復中的作用，並研究基質結構與功能之間的關係。免疫與感染反應，研究角膜在感染、免疫排斥及炎症中的生理機制，揭示感染性角膜炎和移植排斥反應的病理過程。生物材料與人工角膜，基於納米材料與水凝膠技術，開發可模仿天然角膜結構的生物材料，用於替代或修復受損角膜。青光眼研究，包含視神經損傷機制，深入研究視神經軸突退化的分子機制，包括細胞自噬、自我修復及突觸功能障礙，並探索可能的神經保護靶點。房水動力學與眼壓調控，研究房水生成、排出及相關結構（如小梁網）的生理機制，並探索小梁細胞對藥物刺激的反應。早期生物標誌物發現，利用蛋白質體學和代謝體學技術，尋找青光眼早期發生的分子變化，建立疾病早期篩查的理論基礎。基因與環境交互作用，分析青光眼高危基因與環境因素如何共同影響眼壓及視神經損傷的進展。這些基礎研究不僅為理解眼科疾病的機制提供了重要支持，也為未來的臨床轉譯和新療法開發奠定了堅實的科學基礎。

2. 耳鼻喉科研究方向：耳鼻喉科再生醫學的一些發展，這涉及使用幹細胞和其他再生技術來修復或替換，包含內耳再生，探索再生受損內耳結構的方法，恢復聽力。再生醫學方法旨在刺激唾液腺組織的再生，從而潛在地改善唾液分泌和口腔健康。再生受損聲帶或喉部組織的技術的發展對於患有嗓音障礙或接受過影響聲帶手術的人來說可能是有益的。
3. 皮膚科研究方向：皮膚微生物組研究及皮膚微生物的組成與

多樣性：通過高通量基因測序和代謝分析技術，研究皮膚健康狀態下的微生物平衡以及異常情況下的菌群變化，例如在濕疹、牛皮癬和痤瘡中的作用。微生物與免疫系統的交互作用：探索微生物如何通過影響皮膚屏障和免疫反應參與疾病的發生發展，為微生物療法（如益生菌和微生物移植）的應用提供基礎。皮膚屏障功能與疾病及角質細胞功能與皮膚屏障：深入研究角質細胞分化、脂質代謝及細胞間連接的分子機制，了解皮膚屏障損傷如何導致疾病如特應性皮炎和魚鱗病。屏障修復機制：探討皮膚屏障在創傷後的修復過程，並開發新型外用藥物或材料以加速屏障恢復。皮膚免疫機制及先天免疫與適應性免疫的相互作用：研究皮膚中的免疫細胞（如樹突狀細胞、T 細胞、肥大細胞）如何協調應對外界刺激，並調節炎症性皮膚病如牛皮癬、紅斑狼瘡等的病程。自體免疫性皮膚病的分子機制：揭示自身免疫疾病（如天疱瘡、類天疱瘡）的抗體產生與目標分子作用機制，為精準治療提供潛在靶點。皮膚癌及腫瘤發生的基因和分子調控：研究皮膚癌的致癌基因突變（如 BRAF、NRAS）和信號通路（如 MAPK 通路、PI3K-AKT 通路），以探索治療干預的可能性。腫瘤微環境：調查黑色素瘤及基底細胞癌中的免疫逃逸機制，研究腫瘤細胞與免疫細胞的相互作用，開發免疫療法如 PD-1/PD-L1 抑制劑的新應用。皮膚再生與修復及組織工程與幹細胞療法：研究間充質幹細胞、誘導多能幹細胞（iPSCs）在皮膚創傷、燒傷和疤痕形成中的作用，並開發皮膚類器官模型以模擬病理過程。基因與分子技術的應用：利用 CRISPR-Cas9 技術研究遺傳性皮膚病（如表皮鬆解性大疱症）的基因修復機制，推動個性化基因療法的開發。老化與皮膚健康：研究表皮細胞的衰老及線粒體功能障礙，了解皮膚老化與皺紋形成的關鍵因素。抗老化干預：開發針對皮膚抗老化的藥物及護理產品，包括抗氧化劑、膠原蛋白促進劑及基因修復技術。

4. 整形外科：一些潛在發展包含脂肪移植與幹細胞，透過使用脂肪幹細胞來增強脂肪移植物的有效性，改善移植物的存活和整合。特別是對於傷口癒合、疤痕修復和燒傷重建等手術。組織工程和再生醫學的進步開發人造皮膚替代品或增強人體皮膚再生的自然能力。3D 生物列印領域創建用於移植的複雜組織結構提供了潛力。在整形外科中，該技術可用於創建根據患者特定解剖結構量身定制的客製化植入物，整形外科再生醫學領域正在迅速發展，某些進展可能仍處於早期階

段。

5. 乳房外科：乳癌的乳房手術不斷取得進展。趨勢是採用微創手術方法來治療。前哨淋巴結活檢和腫瘤整形手術等技術旨在最大限度地減少對乳房外觀的影響，同時確保有效切除癌症。新輔助化療或荷爾蒙治療通常在手術前進行，以縮小腫瘤。這種方法在某些情況下允許進行更保守的手術，並且可能會增加乳房保留手術而不是乳房切除術的可能性。分子分析和基因組測試的進步帶來了更個人化的治療計畫。包括識別腫瘤的特定分子特徵以指導手術和輔助治療的決策。

本學門著重於多學科技術的整合運用，包括基因體學、表觀遺傳學、基因篩選技術、蛋白質體學、分子與細胞生物學以及臨床世代研究，致力於推動轉譯醫學的創新與應用。透過結合組織工程及光電技術等跨領域方法，深入研究各類臨床疾病的致病機制，並開發全新的診斷工具與治療方法，同時探索疾病預防的新策略。這些研究不僅旨在為精準醫療提供有力支持，也有助於推動生技產業的轉型升級，將研究成果轉化為實際應用，為未來的疾病診斷、治療與預防建立堅實的科學基礎，並進一步提升醫療技術的全球競爭力。深入了解感官組織、器官的正常發育、生理作用及調控機制，深入各種感官疾病致病機轉，並藉由跨領域整合研究包含基礎、臨床及轉譯醫學，以對疾病研發出創新生物標記，有助早期疾病診斷。後續應用例如致病基因的編輯、幹細胞與細胞治療運用技術、醫學工程、光電科技、生物資訊、人工智慧及醫療大數據等結合，將可促進國內產業發展生物科技與促進醫學相關生技產業的升級以及發展。

(三) 學術面、臨床面及應用面之價值

深入探討感官系統及其各組織、器官的正常發育過程、生理功能及其調控機制，是理解感官健康與疾病的關鍵。對各種感官疾病的病理機制進行全面分析，並結合基礎研究、臨床應用及轉譯醫學，將有助於發現創新的生物標記，從而提升早期診斷能力。未來的應用領域，諸如致病基因的精準編輯技術、幹細胞與細胞治療方案、醫學工程、光電技術、生物信息學、人工智慧以及醫療大數據的綜合運用，將有力推動國內生物科技產業的發展與升級，並促進醫學相關生技領域的突破與創新。這些技術的融合不僅能改善疾病診治，也將引領未來醫療科技的前沿，為全球健康事業作出積極貢獻。

(四) 國內現有研究人力、設備及資源分配之狀況與需求

國內的研究人力、設備及資源分配在多體學、基因篩檢、蛋白質體學相關技術的快速發展背景下，既有亮點也面臨挑戰。目前，

臺灣擁有一批高水準的科學家及研究團隊，擅長應用創新技術解決科學問題。然而，新興學科的快速發展對於人力及資源提出更高要求。在研究人力方面，國內擁有廣泛的研究人才基礎，但近年來生醫領域碩士及博士研究生的數量有所減少，更多畢業生選擇進入生技產業，對基礎醫學研究造成衝擊。此外，博士後研究人才的短缺進一步影響了實驗室的研究能量。年輕研究員對於使用先進技術的興趣旺盛，但受限於訓練背景和資源分配，對跨領域技術整合及深入探索的參與度有限。設備方面，國內主要研究機構和醫學中心雖擁有國際級的儀器設備，但由於新技術（如單細胞分析、多體學整合等）對儀器的要求愈加精密，設備更新與維護的成本壓力逐年增加。單一研究計畫的資金規模往往無法同時支持新技術的應用和深入研究。資源分配則是另一挑戰。當前的研究資源多集中於熱門領域或大型計畫，對中小型團隊及初期探索性研究的支持相對不足，削弱了多樣性研究的可能性。跨領域的合作和資源共享雖被廣泛提倡，但執行層面仍需加強整合，避免資源重疊或分散影響效率。面對上述挑戰，未來的重點應包括：增強人才培養與留任機制，透過提升薪酬待遇與職涯支持，吸引更多年輕人才進入研究領域，並加強博士後研究員的支持計畫。擴大基礎研究資源，增加對創新性、高風險基礎研究的資金支持，以保持研究方向的多樣性，並為轉譯研究提供更多可能性。促進跨領域合作，建立有效的資源整合機制，支持不同學科背景的研究者進行深度合作，開發更多具有轉化潛力的研究標的。強化設備共享與更新，推動設備共享平臺的建設，降低重複投資，同時確保儀器設備的及時更新與運行效率。提升研究國際競爭力，針對優秀學者提供更充裕的資源支持，促進高影響力的成果產出，並加強國際合作，提升臺灣的科研地位。在有限資源下，如何以有效策略支持多樣性研究，培養具創新能力的學術人才，將是臺灣在全球研究競爭中保持優勢的關鍵。

臨床醫師能敏銳地發現臨床治療中的瓶頸與限制，這些挑戰正是驅動醫療進步的重要動力。臺灣擁有高素質的臨床醫師和醫師科學家，具備解決實際臨床問題的能力。然而，感官學門相關專科的年輕醫師在接受臨床訓練後，選擇留在醫學中心投入研究的比例逐年下降，更多人專注於臨床服務。即便有意願從事研究的醫師，也更傾向進行醫療大數據或健保資料庫的分析研究，而較少參與實驗室的基礎研究，導致基礎研究能量不足。

跨領域的合作以及多元背景的專業訓練是推動創新研究的關鍵，但如何培養醫師科學家具備跨領域的視野與合作能力，仍是未來需要克服的重大挑戰。同時，近年來研究技術的迅速發展，例如

多體學、單細胞技術等，對資源的需求日益增加。然而，目前研究計畫的經費限制使得單一計畫難以全面採用最新技術來深入探討複雜問題，這對研究質量造成一定影響。

此外，生醫相關領域的碩士和博士研究生人數在近年有所減少，多數畢業生選擇進入生技產業，而非投身醫學研究，進一步削弱基礎研究的能量。這種趨勢也導致博士後研究人才的短缺，對醫療研究發展產生深遠影響。在國際科研競爭加劇和國內研究資源有限的情況下，如何有效整合國內的研究人才、資源與設備，成為一項重要課題。未來應適當擴大基礎研究的資源，保持研究的多樣性，才能為轉譯醫學研究提供更多潛在標的。同時，對於優秀學者應提供更充裕的研究支持，以深化研究成果並提升國際競爭力。唯有如此，才能在資源受限的情況下持續推動醫學研究的創新，並在國際舞台上保有一席之地。

四、我國發展感官系統醫學學門領域研究之 SWOT 分析

(一) 優勢 (Strength)

臺灣在感官系統醫學領域具備多項競爭優勢，特別是臨床醫學方面。首先，臺灣擁有高素質且專業的醫療團隊，其豐富的臨床經驗得益於健全的醫療系統與相對可負擔的診療費用，這使得醫師能快速有效地進行臨床資料的整理與分析。此外，臺灣的醫療技術處於國際領先水平，結合龐大的健保資料庫，更為研究人員提供了獨一無二的資源，有助於加速臨床研究的進展並提升研究成果的質量。在生物醫學產業方面，臺灣將生醫產業列為重點發展領域之一，特別是在細胞治療、疫苗開發、新藥研發以及人工智慧醫療應用等高科技領域持續投入資源。這些產業的蓬勃發展，吸引了大量人才加入生醫相關科系，並激發創新性研究的動力，形成了良性循環。同時，臺灣在臨床研究與醫藥生技應用上具備深厚基礎，從醫療產品的研發到產業化過程均表現出高度的整合能力。結合國內生技產業的政策支持與資金投入，未來有潛力成為國際生醫研究的領先國家。這樣的發展優勢不僅提升了臺灣在國際上的科研影響力，也為創造新型醫療產品和技術提供了重要的推動力，使臺灣逐步成為全球生物醫學與產業創新的中心。

(二) 劣勢 (Weakness)

近年來，新一代感官學門相關專科的年輕醫師在完成臨床專科訓練後，投入醫學研究的比例顯著下降，反而更多地專注於臨床服務。這種趨勢不僅減少了從事科研的醫師人數，也使得醫學研究的多樣性受到影響。即便部分年輕醫師仍有意願從事研究，他們往往選擇使用醫療大數據或健保資料庫進行分析研究，而不再積極投入需要長時間實驗室工作的基礎研究。這樣的轉變導致基礎

研究力量削弱，進一步影響了從基礎到臨床轉譯研究的連續性。此外，隨著多體學研究、單細胞分析技術等新興研究方法的快速發展，研究者面臨高資源需求的壓力。由於目前研究計畫的經費受到預算額度的限制，單一研究計畫在採用這些先進技術時往往面臨經費不足的挑戰，難以深入解決臨床中的關鍵轉譯問題。這對於需要跨學科合作和高資源支持的研究構成了重大障礙。同時，國內生醫相關碩士和博士研究生的人數在過去幾年持續減少，畢業生更多地選擇進入生技產業，而非留在學術界或醫學研究領域。這種趨勢對醫療研究的人才供應形成了排擠效應，特別是博士後研究人力資源的短缺問題日益顯著。博士後研究員數量的減少進一步削弱了基礎研究的產出，使得研究的面向變得狹窄，能夠支持臨床轉譯的潛在研究項目大幅減少，長遠來看，可能對整體醫學研究的發展造成不利影響。這些問題反映出人才結構、資源分配與研究模式之間的不平衡，需要通過政策支持、資源投入及跨領域協作來逐步改善，以確保基礎研究與臨床應用之間的良性循環得以維持。

（三）機會（Opportunity）

臺灣具備多方面的優勢，可為感官醫學領域的研究帶來豐富的發展機會。整合國內高水準的臨床醫療體系、健全的全民健保資料庫以及完整的癌症資料庫，能夠大力支持臨床研究的深入與延續。這些優質資源，加上國內基礎醫學研究的堅實實力，為培養具有持久性及國際競爭力的臨床研究團隊提供了良好的條件，有助於推動後基因體時代應用研究的發展，實現基礎與臨床醫學的無縫銜接。

同時，臺灣特有的疾病流行病學特徵為國內研究提供了獨特的機遇。透過國人常見疾病的基因生物資料庫與組織樣本庫，研究人員可以深入探討與西方國家顯著不同的疾病特性，例如流行病學模式、病理機制及環境影響等。這些特徵為針對國人重要疾病的流行病學與病理學研究奠定了基礎，並可進一步開展整合性的多領域研究，包括基因體分析、環境因子調查及臨床治療策略優化等，最終提升對這些疾病的全面理解和有效應對能力。

此外，透過與國際研究團隊的合作，臺灣的研究成果有望與全球醫學進展接軌，促進研究方法和資源的共享，進一步拓展臺灣在感官醫學研究上的國際影響力。這種獨特的國內外結合模式，不僅能促進臺灣在疾病研究上的突破，也有助於研發針對國人特性的精準醫療技術與創新療法，推動醫學研究與健康照護水平的全面提升。

（四）威脅（Threat）

亞洲鄰國如新加坡與香港在生醫研究國際化方面具備顯著優勢，對臺灣的感官醫學及生醫領域構成挑戰。新加坡和香港得益於普遍的英語環境，不僅吸引了大批國際生醫人才，還投入巨額資金支持生醫研究與發展。此外，這些地區積極派遣醫師及研究人員出國進修，掌握最新的國際技術與知識，並成功吸引大量國際學生與學者加入其研究團隊，進一步鞏固其全球科研競爭力。

許多國家過去十多年來，也迅速崛起為生醫研究的強國。大量曾赴海外深造的基礎醫學研究人才選擇回國發展，並憑藉其龐大人口基數與臨床病例數據的優勢，迅速建立起具國際影響力的研究基礎。各國政府通過集中資源和巨額投資，不僅在基礎醫學領域展現成果，還在新藥開發、基因研究和疫苗研製等方面快速突破，使其研究成果在國際舞台上佔據重要地位。這種規模化的研究投入與龐大的臨床資料庫支撐，讓國家的生醫研究團隊能夠快速累積成果並展現實力，對區域內其他國家的生醫發展構成了明顯壓力。

相較之下，臺灣在生醫研究的國際化和產業合作方面相對欠缺主動性與積極性，尤其在吸引國際學者與學生加入本地研究團隊方面處於劣勢。此外，臺灣的研究資源和經費規模無法與上述地區相比，對於高潛力的研究領域往往無法提供足夠支持，導致研究能見度和國際影響力相對受限。

隨著生物醫學領域的國際競爭日益激烈，臺灣在吸引人才、加強國際合作及推動科研成果產業化方面亟需加強。若無法迅速應對這些挑戰，可能進一步削弱臺灣在全球生醫研究領域的地位與影響力，並對未來感官醫學的發展產生負面影響。應積極採取措施，包括增加資源投入、強化國際合作機制、提升科研成果的轉化效率，以及營造更具吸引力的研究環境，以應對區域內外的激烈競爭。

五、學門未來發展之規劃重點、推動策略及預期效益

(一) 短期

1. 眼科：視網膜：研究聚焦於基因療法與細胞療法，用於治療視網、退行性疾病（如視網膜色素變性）。人工視網膜植入技術也快速發展，為失明患者帶來新希望。此外，神經保護和再生研究正深入探索視網膜細胞的修復與再生機制。近視：重點在於理解遺傳與環境因素對眼軸生長的影响，以控制近視進展。研究近視相關基因表達的分子機制。角膜：角膜內皮細胞移植、生物工程角膜的研究快速進展，為解決角膜捐贈短缺問題提供解決方案。基因編輯技術正用於修復與角膜疾病相關的基因缺陷。此外，角膜感染與免疫排斥反應的分子機制研究也有重大

突破。青光眼：研究重點包括發現早期生物標誌物，用於青光眼的早期診斷；開發神經保護療法，減緩視神經損傷；這些研究方向正在推動眼科領域技術與療法的創新，為患者帶來更多治療選擇和更好的生活質量。

2. 耳鼻喉科：頭頸癌、喉音聲生理、發聲吞嚥障礙、遺傳性聽力損失、電子耳、內耳生理、鼻粘膜及嗅覺相關病理及阻塞性睡眠呼吸中止症、再生醫學和細胞治療。
3. 皮膚科：研究皮膚微生物群落與疾病的互動關係，探索益生菌及微生物移植作為治療新策略的潛力。免疫機制，聚焦皮膚免疫細胞（如樹突狀細胞、T細胞）的功能，深入解析自體免疫疾病和慢性炎症性疾病的病理機制。皮膚癌，研究腫瘤基因突變（如 BRAF、NRAS）與微環境互動，開發黑色素瘤免疫療法和靶向治療藥物，並探索早期診斷的分子標誌物。再生與修復，在組織工程與幹細胞療法領域，開發皮膚創傷修復的新材料和方法，推動慢性傷口癒合及燒傷重建的臨床應用。基因與分子技術，利用 CRISPR 基因編輯技術修復遺傳性皮膚病的基因缺陷，並通過單細胞分析深入理解皮膚細胞的功能與行為，助力個性化治療方案的開發。這些前沿研究正推動皮膚科疾病診斷、治療與再生醫學的快速進步，為臨床應用開拓新的可能性。
4. 整形外科/乳房外科：乳房腫瘤診斷與治療、組織再造工程、顯微手術、顱顏重建、自異體移植、幹細胞治療、燒傷病生理。

（二）中期目標：推動跨學科與跨領域整合的深入研究

基於多學科與多領域研究的趨勢與需求，中期目標著重於推動以下跨學科整合的研究方向，旨在提升疾病診斷、治療及再生醫學的水平，促進基礎與臨床轉譯應用的無縫連結，頭頸癌的基礎與轉譯研究，深化對頭頸癌病理機制的基礎研究，結合臨床轉譯醫學，探索個性化治療策略，特別針對腫瘤異質性與抗藥性以及癌症轉移的關鍵機制。頭頸癌手術與重建，通過頭頸癌與整形外科的合作，發展創新手術技術及術後組織重建方案，實現功能與外觀的同步修復，提升患者的生活品質。組織修復與再生研究，結合整形外科與皮膚科的專業，專注於幹細胞技術在組織修復與再生中的應用，推動慢性傷口治療及組織工程技術的臨床轉化。乳癌診斷與術後重建，整形外科與乳房外科合作，發展乳癌的早期診斷技術，推廣微創手術方法，並提升術後乳房重建技術的效果與患者滿意度。角膜醫學，專注於角膜傷口癒合、神經再生及內皮細胞損傷的修復機制，結合基因、分子與細胞生物學技術，開發促進角膜修復與再生的及內皮細胞移植新方法。近視的治療

新機轉及方法。跨領域研究資源的整合應用，研究資源整合，促進基礎醫學與臨床醫學的緊密結合，探索器官生理調控與疾病機轉，進一步發展疾病的預防與治療策略。轉譯醫學與實證應用，將上述研究成果進一步轉化為臨床應用，實現疾病診斷與治療的實證支持，並開發新型療法與醫療產品，以推動醫學研究的進階應用和產業化發展。這些中期目標的實現將有助於多領域間的深度融合，推動創新醫學研究，促進臨床應用的多樣化與精準化，進一步提升國內外醫學研究的競爭力與影響力。

- (三) 長期目標：建立跨學科整合研究與全球領先的醫療創新生態系統基於中期目標的實現，皮膚科與相關領域的長期目標旨在深化跨學科整合，推動全球領先的醫學研究與臨床應用，實現可持續的創新醫療生態系統，構建國際級跨學科研究，建立具全球競爭力的跨學科整合研究中心，專注於頭頸癌、皮膚再生、乳癌、角膜修復等領域，並成為國際合作的核心樞紐。吸引國內外頂尖學者與研究機構合作，打造國際化的研究平台。個性化與精準醫療 將基因體學、蛋白質體學、單細胞技術與人工智慧深度結合，實現重大疾病的個性化診斷與治療。針對癌症、組織再生及免疫相關疾病，開發精準醫療方案，提升診療效率與患者治療效果。推動創新療法與醫療產品產業化，促進基礎研究向臨床與產業的高效轉化，開發新型生物材料、基因療法、細胞療法及免疫調控療法，並進一步支持這些創新技術的商業化應用，提升國際市場競爭力。建立國際標準與資源共享，針對頭頸癌、乳癌、皮膚再生與角膜醫學等領域，制定國際公認的診斷、治療及術後管理標準。同時，構建國際資源共享平台，包括基因數據庫、生物資料庫及臨床案例庫，以支持全球範圍內的合作研究。全面提升臨床與基礎研究的融合度，深化基礎與臨床醫學的相互促進作用，持續探討器官生理與病理調控的深層機制，實現從基礎研究到臨床應用的無縫轉譯，為新型診斷工具與治療技術提供堅實理論基礎。發展全球化醫療教育與人才培養，構建跨學科的醫療教育體系，針對醫師與研究人員開展多領域背景的培訓課程，提升其跨界合作與創新能力。同時，吸引國際優秀學生與學者加入，打造一支具全球視野的醫療科研隊伍。推動公共健康與預防醫學的升級，利用流行病學、基因體學與大數據分析，開發針對國人特有疾病特徵的公共健康策略與預防方法，實現重大疾病的早期篩查與全面防控，進一步改善國民健康水準。創建永續發展的醫學研究模式，確保研究資源的可持續供應，優化研究經費的分配機制，支持創新性、高風險研究項目，並提升研究成果的社會影響力，實現醫學研究的永續發展。通過這些長期目標的推進，臺灣將在跨學科醫學研

究、創新醫療技術開發及全球醫療市場中占據領先地位，實現從區域性研究中心向國際醫療創新樞紐的轉變，為全球醫學進步作出卓越貢獻。

六、113 年度學門推動成果

(一) 總體性成果：

1. 學術成就（科技基礎研究）

- (1) **中國醫藥大學林慧茹教授研究團隊**發現 CD55 能通過抑制補體活化和減少炎症來抑制近視發展，為近視治療提供了潛在的新靶點，尤其是針對炎症相關的近視病理機制。CD55 水平的降低與近視嚴重程度相關，可作為近視進展的生物標誌物，用於早期診斷和進展監測。另抗炎藥物能提升 CD55 表達，針對眼部炎症的治療可能在近視控制中具有潛在價值，幫助臨床制定個性化的治療方案。CD55-Fc 局部應用能有效抑制軸長延長和屈光改變，提供了一種創新的治療策略，有望發展成為安全有效的近視干預手段。研究揭示了補體系統和炎症因子在近視發展中的作用，為近視病因研究提供了新方向，促進相關療法的進一步開發。本研究為近視的診斷、治療和預防提供了重要參考，具有潛在的臨床應用價值。
- (2) **成功大學楊朝鈞教授研究團隊**發現 POSTN+纖維母細胞和 SPP1+髓系細胞的特定表達與疾病活動密切相關。未來可透過組織活檢、空間轉錄組學或免疫螢光染色檢測這些標誌物，作為疾病診斷和分期的輔助工具。Corticosteroid（皮質類固醇）已證實能有效降低 SPP1 和 POSTN 的基因表達，改善疾病活動。這對於病灶明顯的患者，皮損內注射皮質類固醇是一種有效的治療選擇，且具有精準性。另透過調控 SPP1 軸的訊息傳遞，尤其是在早期疾病階段，能減少炎症引發的纖維化與瘢痕形成，降低病情惡化及復發風險。針對 SPP1 軸相關的細胞通訊機制（POSTN+纖維母細胞與 SPP1+髓系細胞），未來可開發更專一的抗纖維化或免疫調節藥物，作為替代或輔助治療。臨床醫師可根據上述機制解釋疾病進展的原因，幫助患者理解治療的重要性，並提升對定期注射療程的依從性，最終改善治療預後。這項研究為痤瘡性瘢痕（Acne keloidalis）的病理機制提供了新的認識，特別是 POSTN+纖維母細胞和 SPP1+髓系細胞的角色。臨床上可應用這些發現，實現更精準的診斷與治療，並為未來的藥物開發奠定基礎。

- (3) **臺灣大學鄭乃禎教授團隊**利用體外細胞培養與體內動物模式證實，TXNDC5 是皮膚中成纖維細胞活化及 ECM 生成的主要驅動因子。TXNDC5 在皮膚纖維化中具有關鍵作用，是一個極具潛力的治療靶點。由於皮膚組織易於接觸給藥，針對 TXNDC5 的局部治療有望成為減少疤痕相關疾病的有效治療策略，降低這些慢性且難治疾病的影響。闡明內質網蛋白(TXNDC5)在皮膚纖維化中的關鍵作用。
- (4) **高雄醫學大學潘美仁研究團隊**利用雙重標靶蛋白激酶和表觀遺傳酶做為乳癌合成致死性的抗癌策略。癌細胞轉移是造成乳癌患者不良預後和死亡的主要原因。證據顯示 Anoikis 抗性的產生是造成轉移性細胞脫離細胞外基質免於凋亡的重要機制之一。潘美仁研究團隊探討 BRD4 表現對於 Anoikis 抗性的影響，並分析其表現與乳癌細胞造成肺轉移的能力影響及評估 BRD4 如何調控脂肪酸代謝相關基因，且探討 BRD4 如何調控 Anoikis 及皮間質轉換的分子機轉，及調控的機轉以及現有臨床用藥對其表現的影響。究成果可提供更多有關 Anoikis 抗性相關機制，以助於發展針對轉移性乳癌細胞用藥選擇。

2. 技術創新成就（科技整合創新）

- (1) **長庚醫療財團法人蕭靜熹醫師團隊**了解健康結膜和眼部感染中的 MRSE 分離株之間的分子和表型特徵差異，有助於識別具有更高致病性或耐藥性的菌株，如 ST59，從而進行早期的風險評估與干預。研究發現 ST59 菌株對氟喹諾酮類藥物的敏感性較低，並表現出更高的多重耐藥性，這為臨床醫生在選擇抗生素治療時提供了重要的參考，避免使用效果不佳的藥物。研究中健康結膜與眼部感染分離株的相似性提示可能存在菌株在院內或患者之間的傳播，這可促使醫療機構加強對 MRSE 的傳播監控，制定更有效的感染預防策略。ST59 菌株的特性（如高 aap 和 bhp 基因表達）表明其在形成生物膜方面具有優勢，為開發針對生物膜的治療方法（如抗生物膜藥物或相關器械消毒技術）提供了線索。
- (2) **振興醫療財團法人振興醫院力博宏醫師跨領域研發團隊**開發以深度學習技術提升人工電子耳使用者聆聽音樂效益。電子耳透過電極將聽覺訊息傳遞給大腦，是目前幫助聽損患者重新聽見的重要科技，有效提升語音理解能力。但在聆聽音樂時，此技術仍有進步空間。透過客製化

模組之建置，此系統讓使用者得以介面及模擬，幫助人工電子耳使用者在聆聽音樂及接受術後聽語復健時，有更好的聆聽效益與音樂復健成效，已透過產學合作，逐步落實臨床應用。

- (3) **臺北市立聯合醫院王智弘醫師研究團隊**針對超音波結合微氣泡對比劑的技術來進行內耳藥物輸送，逐步擴展其臨床應用範疇，更針對臨床試驗的實務需求與安全性做了試驗，提升奈米金粒子結合超音波微氣泡技術在內耳藥物輸送與基因轉殖的應用。小鼠耳蝸器官外植體中，經超音波處理的實驗組比未經超音波聲化處理的控制組有著更強大的效果，特別是與超音波結合作用時，更可以加強轉染與基因靜默的成效。將微氣泡結合超音波的應用能提供耳科疾病更安全且兼具效率的治療。

3. 經濟效益（經濟產業促進）

- (1) **臺灣大學胡芳蓉教授及朱筱桑醫師研究團隊**發現在乙型肝炎高流行地區，允許來自 HBsAg(+)或 anti-HBc(+)供體的角膜分配給合適的受體，有助於最大化角膜資源的使用，緩解角膜供應短缺的問題。供體的 anti-HBc 檢測具有高敏感性和高陰性預測值，建議將其與 HBsAg 檢測常規化，以精準識別角膜是否攜帶 HBV DNA，進一步提高移植安全性。隨訪結果顯示，接受 HBV DNA 陽性角膜的患者未發展為肝炎，表明在符合分配指南的前提下，移植自乙型肝炎供體的角膜是安全的，減少受體出現併發症的風險。本研究支持在移植角膜時，根據受體的 HBsAg 或抗-HBs 狀態分配供體角膜，確保移植過程的安全性和有效性，為其他類似流行病區域的角膜分配政策提供了參考。另可用於指導臨床決策和移植實踐，促進在乙型肝炎流行地區的角膜移植技術與管理的標準化。
- (2) **臺灣大學蔡呈芳教授研究團隊**發現由於 Dupilumab 的常見不良反應（如面頸部皮炎、乾癬、關節痛等）可能出現在治療後 1 天至 2.5 年內，臨床醫師應密切關注患者的皮膚、關節及眼部變化，及早辨識潛在不良事件(AEIs)，以避免病情惡化。對於發生 AEI 的患者，可選擇停藥或添加輔助治療來緩解症狀。例如，針對嚴重乾癬或關節痛的患者，可引入其他抗炎或免疫調節療法。因 Dupilumab 引發的不良反應可能與患者的免疫平衡失調有關（如 Th1/Th2 或 Th2/Th17 的失衡），临床上可針對患者的免疫狀態調整治療方案，實現精準醫療。在治療

前，醫師應向患者充分說明可能的不良反應及其潛在風險，包括面頸部皮炎、嚴重眼部疾病或罕見的 T 細胞淋巴瘤等，幫助患者進行知情選擇。為避免嚴重 AEI，建議對接受 Dupilumab 的患者進行定期隨訪，特別是針對有潛在免疫失調或過敏反應風險的個體，確保安全性與療效。

- (3) **臺灣大學吳振吉教授研究團隊**透過三代定序平台，優化聽損之基因診斷與應用新穎高分子材料進行分子治療，已完成 100 例臺灣聽損世代聽損案例之長讀子上機定序，於 11 例中找到 STRC 雙套確診位點，診斷率為 11%。先前無法使用次世代全基因組定序完成診斷的三個多病例家族，目前也已完成進行 PacBio 長讀子全基因組定序，完成初步分析。在組織工程支架方面，我們已研發了 Parylene 電極的原型，建立以天竺鼠為模型的顯微外科手術技術平台，並驗證了 Parylene 電極的生物安全性和藥物傳遞效能。本計畫成功展示了長讀子定序技術 LRS 在提升遺傳性聽損診斷率方面的效用，並為使用 Parylene 技術的新型人工電子耳藥物傳輸系統奠定了基礎。這些進展未來可望增進聽損的診斷和治療。
- (4) **臺北市立聯合醫院王智弘醫師研究團隊**針對超音波結合微氣泡對比劑的技術來進行內耳藥物輸送，逐步擴展其臨床應用範疇，更針對臨床試驗的實務需求與安全性做了試驗，提升奈米金粒子結合超音波微氣泡技術在內耳藥物輸送與基因轉殖的應用。小鼠耳蝸器官外植體中，經超音波處理的實驗組比未經超音波聲化處理的控制組有著更強大的效果，特別是與超音波結合作用時，更可以加強轉染與基因靜默的成效。將微氣泡結合超音波的應用能提供耳科疾病更安全且兼具效率的治療。

4. 社會影響（社會福祉提升、環保安全）

- (1) **台大王一中教授及中國醫藥大學林慧茹教授**對近視的研究，拓展近視病理機制認識，研究揭示了補體系統和炎症因子在近視發展中的作用，為近視病因研究提供了新方向，促進相關療法的進一步開發。對光線在近視進展中的了解，有助於國家教育政策的規劃及學童安全的政策訂定。
- (2) **長庚醫療財團法人蕭靜熹醫師團隊**了解健康結膜和眼部感染中的 MRSE 分離株之間的分子和表型特徵差異，有助於感染控制與預防措施，研究中健康結膜與眼部感染

分離株的相似性提示可能存在菌株在院內或患者之間的傳播，這可促使醫療機構加強對 MRSE 的傳播監控，制定更有效的感染預防策略。

- (3) **臺灣大學胡芙蓉教授及朱筱桑醫師研究團隊**支持在移植角膜時，根據受體的 HBsAg 或抗-HBs 狀態分配供體角膜，確保移植過程的安全性和有效性，為其他類似流行病區域的角膜分配政策提供了參考。
- (4) **臺灣大學蔡呈芳教授研究團隊**的研究有助於推展個性化治療方案，因 Dupilumab 引發的不良反應可能與患者的免疫平衡失調有關（如 Th1/Th2 或 Th2/Th17 的失衡），臨床上可針對患者的免疫狀態調整治療方案，實現精準醫療。並對安全性教育與知情同意有助益，在治療前，醫師應向患者充分說明可能的不良反應及其潛在風險，包括面頸部皮炎、嚴重眼部疾病或罕見的 T 細胞淋巴瘤等，幫助患者進行知情選擇。
- (5) **臺北醫學院沈陳石銘研究團隊**促進三陰性乳癌轉移進程的分子機轉及它在精準癌症醫學上的應用。三陰性乳癌屬於預後最差的乳癌，化療抗性和癌症轉移是主要的因素。然而，產生化療抗性和轉移的機轉，至今仍不清楚。因此，鑑定預測藥物治療效果的分子機制是目前迫切需要。本計畫的成果證明 GRK6 的活化和表現增加與轉移和免疫抑制的能力呈正相關，無論是抑制 GRK6 的活化或基因表現都能有效地抑制 TNBC 的轉移和免疫抑制的能力，所以我們認為 GRK6 在未來的臨床應用，除了可以當作有用的生物標誌 biomarker，預測 TNBC 病人的預後 prognosis，研究的結果對於 TNBC 病人的精準治療是有重要助益。
- (6) **長庚大學黃祥富教授團隊**研究年輕型頭頸癌患者基因體變異。環境中暴露於致癌物質會導致上呼吸道黏膜損傷，並可能導致癌症。為了確定頭頸癌的易感基因，在計畫中，招募了早發性疾病患者並透過全基因組關聯研究進行分析。分析了 54 例 OSCC 病例中 664,994 個常染色體 SNP 的等位基因頻率，發現 HLA-DQB1*05:02 會增加個體患 OSCC 的風險，與環境暴露無關，特別是在早發性 OSCC 的情況下。該研究為 OSCC 的個人化預防提供了遺傳基礎和疾病標記。

5. 其他效益（科技政策管理及其他）

- (1) **成大許聖民醫師團隊**研究 TIMP3/Wnt 軸調控 Müller 膠

質細胞的膠質化，在視網膜損傷後，TIMP3 表達顯著下調，同時伴隨 Müller 膠質細胞膠質化標誌物 GFAP 的上調。剷除 TIMP3 加劇膠質化，而 TIMP3 過表達則減弱膠質化。而且 TIMP3 是透過抑制 Wnt 信號抑制膠質化，TIMP3 的下調伴隨 Wnt 信號通路的激活（如 β -catenin 積累和下游靶基因上調）。使用 Wnt 抑制劑（如 IWR-1）可以逆轉因 TIMP3 缺失引起的膠質化。此外他們有雙向調控作用，過度激活 Wnt 信號（如過表達 β -catenin）導致膠質化，即使 TIMP3 表達正常。這表明 TIMP3 和 Wnt 信號之間的動態平衡對 Müller 膠質細胞的狀態至關重要。TIMP3/Wnt 軸是調控 Müller 膠質細胞膠質化的重要路徑。TIMP3 通過抑制 Wnt 信號通路限制膠質化反應，這可能對視網膜損傷後的組織修復具有保護作用。在臨床運用上，可作為潛在治療靶點，通過調控 TIMP3 或 Wnt 信號，可能為視網膜退化性疾病（如黃斑變性、視網膜病變等）提供新的治療策略。

- (2) 台大王一中教授團隊研究光特性對眼部發育與近視形成的影響。研究發現，強光暴露（如陽光）能減緩眼球的過度生長，降低近視風險。這可能是因為高光強度促進了多巴胺的釋放，而多巴胺在調控眼球發育中起抑制作用。藍光被認為與視網膜健康和節律調控相關。一些研究表明，短波長光（藍光）可能抑制眼軸的過度生長，從而降低近視風險。長波長光（紅光）可能促進眼軸延長，增加近視風險。曝露於自然光（包括全光譜）對眼部健康最為有利，平衡了短波長和長波長光的效應。日間光暴露有助於調節晝夜節律和眼球的正常發育。夜間高亮度光暴露可能干擾褪黑激素的分泌，影響眼部發育並增加近視風險。閃爍光可能影響視網膜對光刺激的適應，進而改變眼部生長模式。視網膜中對短波長光敏感的細胞（如 S-錐細胞）和對長波長光敏感的細胞（如 L-錐細胞）對不同光波長產生不同反應，這可能影響眼球的生長方向。在學校和家庭環境中，優化光線設計（如使用模擬自然光的燈光）可能幫助控制近視的發展。基於個體光敏感性的光療技術（如選擇性短波長光暴露）有望成為新的近視干預策略。鼓勵兒童增加戶外活動時間，以獲取足夠的高強度自然光。
- (3) 三總呂大文醫師團隊研究青光眼是一種導致不可逆視力喪失的主要疾病，其核心病理特徵包括視網膜神經節細

胞(RGC)的死亡和視神經的損傷。儘管降低眼內壓(IOP)是目前唯一被證實可以降低青光眼風險的治療方法，研究表明，即使在 IOP 成功控制的情況下，視神經損傷仍可能持續進行。因此，針對視神經和 RGC 的神經保護策略正成為青光眼治療的新興領域。神經保護治療的作用機制及減少缺血性損傷：在青光眼患者，常因眼內壓升高導致視神經缺血，減少局部缺血性損傷是神經保護的重要目標。改善視網膜血流和氧氣供應有助於降低缺血引起的細胞死亡。抗氧化作用：氧化應激被認為是青光眼神經退化的關鍵驅動因素之一。抗氧化劑可清除自由基，減少細胞損傷和炎症反應，從而保護 RGC。隨著對青光眼病理生理學的深入理解，治療策略正向整合眼壓降低、神經保護和細胞韌性的綜合方法發展。同時，基於分子和基因層面的精準醫療正在成為現實。未來的青光眼管理將更加全面、個性化和高效，為患者帶來更好的視力保護和生活質量提升。

(二) 個別計畫代表性成果

1. **長庚大學眼科學系陳宏吉教授研究團隊**，研究開發出誘導型人角膜內皮祖細胞 (iHCEPLCs) 具有重要的潛力。由於其具備增殖能力與特定細胞譜系限制特性，iHCEPLCs 可用於角膜內皮功能障礙的治療，為患者提供足夠的治療細胞來源。研究證明，iHCEPLCs 能在動物模型中成功修復受損的角膜內皮，並且具有長期穩定的療效。由於角膜的免疫豁免特性，iHCEPLCs 在自體移植和異體移植中均顯示出良好的治療可行性，為角膜內皮移植供應不足提供了一種有效的替代方案，有望成為未來臨床治療的新選擇。(計畫編號 NSTC 112-2314-B-182A-145-)(本案為整合型計畫成果)
2. **臺灣大學婁培人教授研究團隊** 證實剔除頭頸癌細胞中 β 1,3-半乳糖轉移酶(C1GALT1)媒介之氧型糖化能夠抑制同源小鼠身上頭頸癌細胞的生長。剔除頭頸癌細胞之 C1GALT1 會促進巨噬細胞朝向 M1 細胞極化，提升 T 細胞的細胞毒殺能力，以及減少分泌體中介白質-6 (IL-6) 的量。IL-6 的降解是被其蛋白分子胜肽鍊中 166 位置之蘇胺酸的氧型糖體所控制。抑制腫瘤細胞的 IL-6/IL-6 受體以及剔除氧型糖化均能引起巨噬細胞朝向 M1 細胞極化，提升 T 細胞的細胞毒殺能力。合併氧型糖化抑制劑 itraconazole 與抗 PD-1 抗體治療能夠有效地抑制小鼠身上腫瘤的生長。另研究顯示腫瘤細胞能夠藉由調控其氧型糖化來與腫瘤微環境中的巨噬細胞與毒殺型 T 細胞互

動，因此，調控腫瘤細胞的氧型糖化能夠有效地調控腫瘤微環境進而大幅提升免疫治療的療效。(計畫編號 110-2314-B-002-183-MY3)

3. **臺灣大學劉殿楨教授研究團隊**確認了 CDH13 基因與台灣族群中老年性聽損的關聯性，更進一步發現可能造成老年性聽損易感性的新候選基因 DMRT1、ZNF367 和 KNTC1 等。這些發現擴展了我們對老年性聽損遺傳基礎的認識，也為未來的功能性研究奠定了基礎，有助於深入探討這些基因在聽覺生理學中的作用，並開發新的預防和治療策略。吾人未來研究將聚焦於利用細胞模型和動物模型，驗證這些候選基因的功能，並進一步探討其與老年性聽損發展的關聯，以期最終能改善老年性聽損患者的生活品質。(計畫編號 110-2314-B-002-187-MY3)
4. **陽明交通大學陳理維教授團隊**發現糖尿病或是肥胖會引發脂肪巨嗜細胞的 M1 極化進而造成基質細胞的 PPAR γ 及 Treg 減少，而使用經由非糖尿病小鼠血漿，或是 IL-10 處理過的基質血管層部分(SVFs)打入糖尿病小鼠脂肪組織中可以經由增加糖尿病小鼠脂肪組織基質血管層部分中脂肪巨嗜細胞 M2 的表現進而減少脂肪組織中 IL-33 增加 IL-10 以及 Treg 進而逆轉第二型糖尿病造成的胰島素抵抗和全身性炎症。此一實驗可以做為臨床治療糖尿病方法研發的一個參考。(計畫編號 110-2314-B-A49A-540-MY3)
5. **長庚醫療財團法人王燕玲副研究員**團隊建立坐骨神經橫斷模型和五趾擴散分析，用於檢查周圍神經功能恢復。證明 Blimp-1 過表達的 T 細胞可以調節對神經損傷部位的局部影響，包括 Th1 細胞募集的下調和促炎細胞因子的抑制以及 Treg 發育的上調，導致兩者之間的平衡在受損神經中進行促炎和抗炎調節，加速神經再生。Blimp-1 Tg(+)小鼠在坐骨神經中 FOXP3+ T 細胞浸潤增加、CD4+ T 細胞減少，形成有利於神經修復的抗炎環境。此外遠端神經的髓鞘和軸突再生增強。NGS 分析顯示不同組織中基因表達變化，尤其在神經中與代謝和結構增強相關的基因上調，PCA 進一步證實 Blimp-1 對神經基因表達的局部影響，對未來神經再生醫學提供新的治療策略能有所助益。(計畫編號 110-2314-B-182A-137-MY3)

七、檢討與展望

近年來，研究方法和技術的快速進步，如多體學和單細胞技術的發展，極大地推動了醫學研究的精準性與深度，但也顯著加劇了對資

源和人才的需求。然而，研究資源的增長速度未能跟上技術更新的步伐，這使得研究環境面臨嚴峻挑戰。特別是，許多年輕的感官學科醫師在完成臨床專業訓練後，更多地專注於臨床服務，而選擇投入基礎醫學研究的比例逐年下降，導致研究人才的供給減少。隨著報考碩、博士班學生人數的下滑，博士後研究人才短缺問題逐漸凸顯，這對國內基礎研究的可持續發展構成重大挑戰。

生技產業的快速發展對人才的需求進一步加劇了研究人力的競爭，使醫院和研究機構在吸引與留住優秀研究人員方面面臨困難。同時，其他國家通過大規模的科研投資和國際化人才引進計劃，快速提升自身的科研實力，對國內醫療研究生態造成了外部壓力與競爭。若缺乏系統性應對措施，基礎研究的廣度與未來發展潛力將持續受限。

感官學門的研究與發展策略

為應對上述挑戰，感官學門研究計畫致力於整合國內基礎、臨床與轉譯研究的人才與資源，透過跨機構協作，強化整體研究能量。計畫目標包括引進生物技術產業的資源，促進學術界與產業界的深度合作，並吸引國內外頂尖人才參與創新研究。藉由優化資源配置與多方位合作，維持基礎研究的多樣性，專注於具有高潛力的利基領域，深化研究內容，增強國際競爭力，進一步支持國內生醫產業的發展。

研究計畫涵蓋多個關鍵方向，包括基礎醫學、臨床醫學、轉譯醫學與臨床試驗，聚焦於感官疾病的致病機制探索、早期診斷技術開發、精準治療方案設計、細胞治療及幹細胞再生醫學等領域。這些研究不僅促進學科間的跨領域整合，還有助於充分發揮感官學門的優勢。

推動產學合作與實用應用，研究計畫成果將積極推動產學合作，實現學術成果的實用化。例如：藥物過敏基因檢測技術，降低藥物過敏反應的發生率，改善患者安全性。癌症標誌蛋白開發，用於癌症的早期檢測、治療策略設計及標靶藥物的開發。生物醫材與幹細胞療法，促進創新療法的轉化，提升組織修復與再生能力。人工智慧在感官疾病診斷中的應用，提高診斷準確性與效率，助力精準醫療發展。

通過上述努力，感官學門研究計畫將有助於提升國內醫學研究的深度與廣度，為增進國民健康、提升醫療品質及促進生技產業發展奠定基石。同時，這一策略將增強臺灣在國際醫學研究與產業競爭中的地位，為未來的科學與醫療創新提供強大支持。