

B i M E

機械系統

Mechanical Systems

生物程序

Biological
Process

機電控制

Mechatronics and Control

人工智慧

Artificial Intelligence

2023

生機年報

Annual Report of
Department of
Biomechatronics Engineering
National Taiwan University

國立臺灣大學 生物資源暨農學院

生物機電工程學系年報

2023 (112 年度)

目 錄

壹、系所範疇與特色	2
一、簡介	2
二、沿革	4
三、硬體設施概況	7
四、人力資源概況	8
五、教學與學術研究目標	9
六、建築物興建或擴充更新	10
貳、教職員名錄及專長	11
參、經費及研究計畫	17
肆、新購儀器設備	22
伍、教學	22
一、大學部課程	22
二、研究所課程(碩士班及博士班).....	27
陸、研究成果	33
一、教師研究成果摘要	33
二、研究生論文題目及摘要	33
柒、學術活動	115
一、教師參與國際學術會議及國際考察	115
二、學生參與國際學術會議及活動	117
三、國際學者專家來訪	121
四、學術專題演講	126
五、研討會	129
六、校外教學參觀活動	130
七、農業推廣成果	130
捌、著作發表	133
玖、服務與獎授	148
一、服務	148
二、學術及教學獎授	152
三、教師指導學生獲重要獎項	153
拾、學生活動	155
一、學生名單	155
二、系學會	157
三、各項活動剪影	159

國立臺灣大學 生物資源暨農學院
生物機電工程學系暨研究所年報
(2023.01 ~ 2023.12)

壹、系所範疇與特色

一、簡介

臺大生物機電工程學系是以機電整合科技為核心、多元工程知識為周邊、與生物產業為應用藍海的理工科系，畢業生授予工學士學位。本系隸屬於臺大生農學院，有悠久的歷史與豐富的生物應用研發教育經驗。從農業機械化、生物產業自動化到新興生物工程技術開創，一路走來本系秉持著「將工程導入生命科學，讓生命科學啟發工程」的教育思維孕育生物工程跨界人才，為臺灣的生物產業、高科技產業與新興產業注入活力並深耕永續，歡迎二類組與三類組對工程科技有濃厚興趣的優秀學生加入本系。這個臺灣最高學府裡受自然和生命啟發的工程跨領域學系，將以多元且堅強的師資陣容帶給學生紮實的機電工程教育以及「機械系統」、「機電控制」、「人工智慧」、與「生物程序」等四大領域應用知識，賦予學生獨特的整合與開創能力。



「生物機電工程」乃是將機械、資訊、電機與化工等有關的基本工程知識與技術加以融合，以應用於生物產業的整合科技，是現代產業走向自動化，提昇產業競爭力的重要動力。本系的發展目標是以機電工程為本，促進生物產業的自動化與現代化為主軸，同時扮演生物和工程技術整合的重要角色。由於生技產業為國家重點發展目標產業之一，而且發展迅速，但生物技術若要能落實於產業之發展，不能僅止於基礎研究，亟需積極進行量產工程之研究及培育

量產工程專業人才，才能確保產業之穩定發展，並保持國家之競爭力。

1. 教育目標

大學部

秉持全人教育之理念，培養生物機電工程領域之專業人才，以增進人類福祉。

研究所

【碩士班】

秉持全人教育之理念，培養生物機電工程領域創新研發人才，以增進人類福祉。

【博士班】

秉持全人教育之理念，培養生物機電工程領域獨立創新研發與領導管理人才，以增進人類福祉。

2. 學生核心能力

學士班	碩士班	博士班
<ul style="list-style-type: none"> • 工程與科學基礎知識的運用能力 • 機械系統的分析與設計能力 • 感測與控制系統的分析與設計能力 • 生物機電系統的實作能力 • 跨領域整合、應用與創新能力 • 獨立思考及處理問題的能力 • 溝通、團隊合作與敬業樂群的能力 • 全球視野與終身學習的能力 	<ul style="list-style-type: none"> • 專精生物機電工程領域專業知識的能力 • 執行跨領域的能力 • 發掘問題、創新思考及解決問題的能力 • 策劃及執行專題研究的能力 • 撰寫專業論文的能力 • 具備管理及規劃的能力 • 重視專業倫理及社會責任 • 具備產業概念、全球視野與終身學習的能力 	<ul style="list-style-type: none"> • 專精生物機電工程領域專業知識的能力 • 專精跨領域與產學結合的能力 • 獨立解決問題的能力 • 獨立研究與教學的能力 • 參與國際學術活動的能力 • 領導、管理及規劃的能力 • 重視專業倫理及社會責任 • 培養產業概念、全球視野與終身學習的能力

二、沿革

本系源於 1928 年臺北帝國大學理農學部「農業工學教室」之創設，經歷臺灣大學農業工程學系機械組(1945~1981)、農業機械工程學系(AME:1981~2000)(Agricultural Machinery Engineering, AME)、生物產業機電工程學系(BIME:2000~2019)(Bio-Industrial Mechatronics Engineering, BIME)與今生物機電工程學系(BME:2019~迄今)(Biomechatronic Engineering, BME)四個時期。臺大成立之初，全校雖僅高坂知武先生一位農業機械教授與數名主修學生，然憑藉著早期師生對農機教育研究的熱誠與承擔開拓先河的勇氣，師生努力積極參與 1953 年政府推動農業機械化、1970 年加速推行農業機械化方案、1979 年農業機械化基金促進農業全面機械化等重要國家建設、人才培育與國際合作。此期間，全國農業機械領域師生規模大幅擴增，農業機械工程學系也於 1981 年於本校獨立成系。農機系設立後，隨著推進我國農業自動化發展，機電整合與電腦資訊開始導入農業機械教育，復以農業與機械跨域特色讓師生與畢業系友有多元發展機會，因此農機系系友傑出人才輩出，多位系友擔任各行各業高階領導管理工作或創業者，貢獻社會良多。90 年代後期因全球農業轉型與生物科技崛起促成新興生物產業發展，又因機電整合特色之機械工程教育亦於本系扎根，學系遂於 2000 年更名為生物產業機電工程學系。更名後本系除吸引更多優秀理工學生就讀，也讓系上師資更加多元豐富、研究發展更跨域更有競爭力，學系逐步擴增迄今擁有 23 位跨領域專長教師、197 位大學部學生、121 位碩士生與 41 位博士生及三棟系館(農機館、知武館、生機館)之中型工程學系規模。最新進程為新系名「生物機電工程學系」經校務會議與教育部核定通過已於 108 學年度正式啟用，學系跟隨全球工業 4.0 發展推動具有人工智慧特色之第四代生機工程教育，肩負推進我國智慧農業發展與當代跨域生物機電工程人才培育之任務與使命。以下簡表綜整摘要本學系近 40 年教育內涵之演進。

	農業機械工程(2.0) (AME：1981～2000)	生物產業機電工程(3.0) (BIME：2000～2019)	生物機電工程(4.0) (BME：2019～迄今)
學系定位	農業導向 機械工程學系	整合機械、電子、資訊、控制、化工、系統等工程知識，應用於生物產業之學門，提升生物產業之競爭力及自動化水準	以機電整合為核心、融合工程學知識與生物學概念以促進人類福祉與永續發展之跨領域工程學系
學系形象	農業機械化/農業自動化	機電為體、生物為用	生機4.0、AI跨域
工程元素	工業2.0(程序化) 工業1.0(機械化)	工業3.0(自動化)	工業4.0(智能化)
農業元素	農業動力與機械 農產加工與乾燥 農業廢棄物資源化	農業採收自動化 農業資訊化 農產品非破壞性檢測	植物工廠 智慧農業 精準農業
課程領域	動力與機械、加工與貯運、生物與環境 (三學門)	機械與系統、量測與控制、材料與程序	機械系統、機電控制、人工智慧、生物程序
研究領域		生物生產與處理 生醫生技、智慧機電	農業、生醫 機電、能源

因此在近一世紀跨領域農業與生物工程教育發展上，本系係從初期以農業工學(Agricultural Engineering)為核心的教學設計、逐步經歷整合機械工程與農業生產應用的農業機械工程(Agricultural Machinery Engineering)課程、至以「機電為體、生物為用」兼具自動化與產業化特色的生物產業機電工程(Bio-industrial Mechatronics Engineering)學系教育，然後發展至今涵蓋工業 4.0 與智慧農業元素之第四代生物機電工程學(Biomechatronics Engineering)教育。第四代生機教育發展係基於生物產業機電工程學系時期深厚課程基礎及本系近年在精準農業(如植物工廠、無線網路監控)、智慧機電(如仿生機器人)與新興生醫工程(如生物晶片、生物資訊)應用領域的研發經驗與成果，同時整合感測、AI 與 IoT 技術及本系參與推動智慧農業計畫(農業 4.0)發展經歷。此一發展，係本系沿著過去 90 年從農業工程化(1.0)、農業機械化(2.0)到生物產業自動化(3.0)的教育軌跡順勢渠成。本系於 108 學年啟用新系名後，已正式推動整合「機械系統」

「機電控制」、「人工智慧」與「生物程序」之生物機電系統智能化(生機 4.0)教育，對應之研究所課程與大學部課程分別於 109 學年度和 110 學年度開始施行，培育智慧機械、物聯網、新農業、生物醫學、綠能科技與循環經濟等新產業發展所需研發領導人才。



本系歷任主任與學系發展重要里程：

張漢聖教授(1981年8月~1985年7月)

1981年農業機械工程學系成立

蕭介宗教授(1985年8月~1991年7月)

1988年農機系研究所碩士班成立

馮丁樹教授(1991年8月~1997年7月)

1992年農機系研究所博士班成立

盧福明教授(1997年8月~2000年7月)

張森富教授(2000年8月~2003年7月)

2000年更名生物產業機電工程學系

陳世銘教授(2003年8月~2006年7月)

林達德教授(2006年8月~2009年7月)

周瑞仁教授(2009年8月~2012年7月)
方 煒教授(2012年8月~2015年7月)
鄭宗記教授(2015年8月~2018年7月)
陳林祈教授(2018年8月~2021年7月)
2019年更名生物機電工程學系
廖國基副教授(2021年8月~迄今)

三、硬體設施概況



知武館



生機館



農機館

本系教學研究空間包括三棟大樓位於臺大校總區東側，即知武館、農機館和生機館，總使用面積 4177 m² (約 1264 坪)。

四層樓的知武館，一樓為實習工廠，二樓為教室、原創工作坊與化學實驗室，三樓及四樓分別設有電子電機實驗室、研究實驗室、高坂知武教授紀念室與大會議室。農機館為三層樓建築，一樓為實驗室與無塵室，二、三樓為教授研究室、系辦公室和會議室等。生機館一樓為學思空間及 50 坪的大會議室，二、三、四、五樓主要為實驗室及教室。

隨著 2018 年生機館落成啟用後，本系原先的空間不足現象已獲得緩解，每位教師的研究室與實驗室空間均獲得較合理分配。部分教師實驗室已由農機館或知武館搬遷至生機館。農機館一樓東側實驗室亦已進行大幅度整建。原轉置於系外的智慧農業中心亦遷回生機館五樓。配合學校進行原農機具陳列鐵皮屋拆除作業，並完成知

武館西側實驗室整建。

本系各項教學與研究設備齊全，基本教學輔助設備包括電腦單槍投影機、錄放影設備、實物投影機、幻燈機和電子黑板等各種多媒體設備。教學數位設備則包括機電整合教學設備、微處理機控制教學設備、油氣壓教學設備、自動控制教學設備、電子電機實驗設備、生物感測實驗設備、微奈米機電實驗設備、電腦繪圖設備等。

在教學儀器使用上，如電子電路、機電整合、電工實習等皆為2~3人一組，機工及焊工實習為1~2人使用一單元，快速原型機(RP)、3D印表機、雷射切割機及CNC等設備則5人共用一部機器。其他較為貴重的機械及動力實習設施則為多人使用一套設備或設施，例如「機器人動力與控制」實習使用的機械手臂。目前的安排與配置能夠滿足教學上的基本需求。

本系於111年揭幕之實習工廠，學生可利用新進之工具機設備，學習各種先進工具機使用與操作、累積實作能力，日後結合工程材料中介紹之材料特性、選擇使用，成為完整之機械工程人才。

在網路方面。臺大建置高速、高品質的校園光纖網路骨幹，連接每一棟建築物，並透過台灣高品質學術研究網路(TWAREN)與國外學術研究單位進行合作，同時亦提供無線網路的使用環境，有多重上網選擇。系上建置遠距教學設施，與國內外學術機構進行教學合作及視訊會議。

四、人力資源概況

本系共有專任教師23位，其中15位教授，6位副教授，2位助理教授，全部具有博士學位。另有7位職員工協助教學、研究及行政工作。每一教授平均指導9位大學生、6位碩士生、2位博士生。

導師生制度大學部每位導師各年級分配2~3位導生，研究所碩士班及博士班學生則由其指導教授擔任導師，在生活與課面談、諮詢。期中考後若察覺學生考試成績不佳者，提列為關注名單，安排

導師另外關注學生之學習狀況。每學期期中考業上給與學生協助，而每位導師每週也安排兩個以上的時段，供學生前來開導師座談會，由全系導師共同參加交換意見，針對成績不理想需要關注的同學，由其導師進行面談輔導。每位教師均有專屬的實驗室及研究領域，學生選擇投入各老師之實驗室，藉著各項專題研究及學士論文的課程，從中學習治學方法。

五、教學與學術研究目標

本系在課程發展上，從光復初期以農業工學為核心的教學設計、逐步經歷整合機械工程與農業生產應用的農業機械工程課程發展階段到現今以機電整合學為核心、工程科學為周邊知識與生物系統為應用的跨領域生機工程教育。

學士班的教學目標在於培育兼具機電工程知識和生物應用能力之人才，課程則提供學生機電工程和生物應用領域的知識，並強調實作能力和經驗的培養，工程知識及應用能力的紮根與磨練是本系的教學理念，讓同學們具備充實的學識基礎與能力，才能接受新時代的挑戰。

研究所的教學目標在於培育具有獨立思考、分析創造，且具跨領域整合應用能力之人才，課程則分為「機械系統」、「機電控制」、「人工智慧」及「生物程序」四大領域，每位碩士班與博士班研究生均應選擇其主修領域攻讀，而各主修領域有其特定之核心課程與選修課程，以配合將來研究的方向。

六、建築物興建或擴充更新

近年本系除生機館新建工程外，系上空間亦持續整理，空間整建所需財務除部分獲得校/院補助外，亦取得多位系友的財務捐贈。

館舍	空間	
農機館	屋簷	漏水整修
	實驗室	實驗室漏水整修工程
知武館	2F	201原化學實驗室整理完成
	頂樓	水塔整修
	頂樓	頂樓房間整修

貳、教職員名錄及專長

系主任



廖國基

美國密西根大學博士

專長：精密製造、塑性力學、疲勞分析、數值模擬

名譽教授



張漢聖

美國北卡羅萊納州立大學博士
專長：農業熱力環境、能源工程



陳貽倫

美國德州農工大學博士
專長：農業動力、農用曳引機力



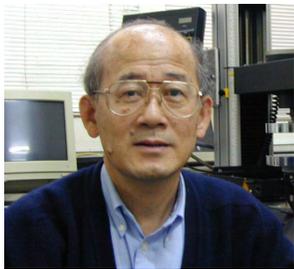
蕭介宗

加拿大沙士卡其溫大學博士
專長：農產品儲運、熱環境工程、非破壞性品質偵測



馮丁樹

美國愛俄華州立大學博士
專長：生物產業機械、乾燥模擬、機動學



盧福明

美國加州大學博士

專長：稻米乾燥、加工與儲運、精準農業、超音波與透地雷達之應用



陳世銘

美國加州大學博士

專長：農業自動化、智慧與精準農業、生物材料非破壞性檢測、電腦模擬與控制

專任教授



林達德

美國康乃爾大學博士

專長：影像處理及機器視覺、生物系統模擬與分析、農業機械化及自動化、機電整合



朱元南

美國德州農工大學博士

專長：機械設計、機電整合、水產養殖工程、智慧農業、輔具設計



周瑞仁

美國加州大學洛杉磯分校博士

專長：機電整合、生物產業自動化工程、機器人學、工程教育



方煒

美國羅格斯大學博士

專長：生物環境控制工程、系統工程、能源工程、植物量產工程



江昭暄

國立臺灣大學博士

專長: 物聯網技術、農業資訊、太陽能光
電工、機電整合、智慧電網、生醫工程



陳力騏

日本九州大學博士

專長: 生物感測器、電生理、生化工程
監控



鄭宗記

國立成功大學博士

專長: 生物與化學感測器、生物醫學量
測與儀器(生物醫學工程)、健康照護技
術管理/臨床工程、醫療器材法規與標準



陳倩瑜

國立臺灣大學博士

專長: 生物資訊、資料探勘、機器學習



陳林祈

國立臺灣大學博士

專長: 生物感測、DNA適體、光電化學
元件、奈米材料



盧彥文

美國加州大學洛杉磯分校博士

專長: 生物微機電、微奈米科技、微流
體系統、機電整合、仿生機械人



黃振康

美國加州大學柏克萊分校博士
專長：熱流與能源工程、空調與空氣清淨、計算流體力學



郭彥甫

美國普渡大學博士
專長：深度學習、機器學習、機器視覺、機電整合



周呈堯

美國萊斯大學博士
專長：醫療影像AI技術開發、X光相位對比成像、電腦斷層掃描影像重建、人工智慧之農業應用、快篩檢測試劑研發



顏炳郎

英國倫敦帝國學院博士
專長：醫療機器人、農業機器人、機電整合與自動控制

副教授



周楚洋

美國佛羅里達大學博士
專長：廢棄物處理、生質能源、生物程序工程



葉仲基

德國柏林工業大學博士
專長：智慧機械、車輛工程、液氣壓控制、振動噪音量測、人因工程、精準農業、生物產業機械



陳洵毅

美國密西根大學博士

專長: 機器學習於能源應用、能源工程、能源材料、熱流模擬、電池開發與回收、電化學應用



謝博全

國立臺灣大學博士

專長: 食品衛生安全檢驗分析、光動力化學與藥物輸送、酵素燃料電池、健康生命科學



侯詠德

日本九州大學博士

專長: 生醫材料、肝組織工程、肝臟晶片、3D生物列印、奈米材料



陳世芳

美國伊利諾大學香檳分校博士

專長: 田間影像分析、光譜分析與化學計量學、機器學習於感官風味應用

助理教授



吳筱梅

美國布朗大學博士

專長: 光機電整合、生物微機電、螢光壽命週期偵測系統、光學干涉儀系統



丁健芳

國立臺灣大學博士

專長: 先進雷射光製程技術、感測元件製作與開發、兆赫茲光譜建立與分析

行政團隊



王友俊 技正



陳武森 技工



林益源 技佐



邱美瑜 組員



林宗儒 技佐



劉珊杉 助理技師

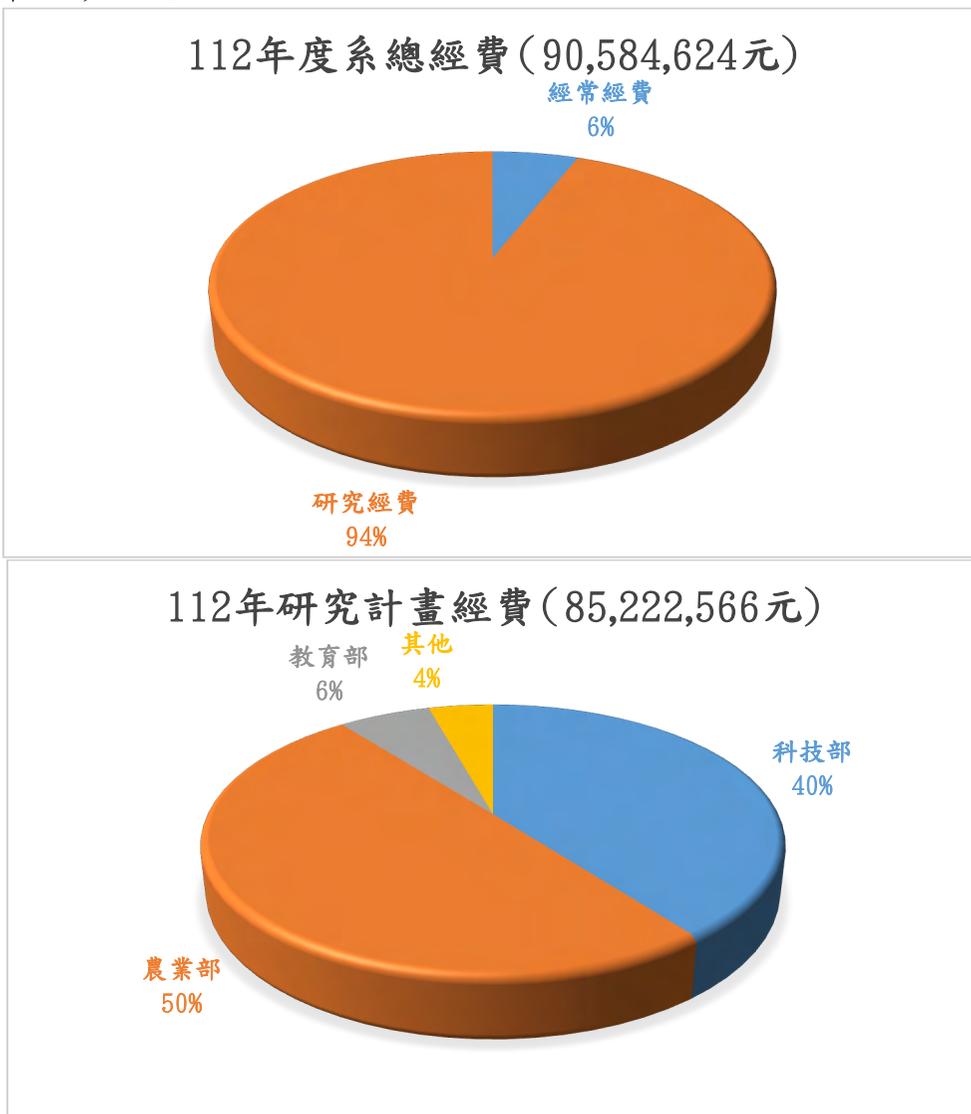


林岱君 行政助理

參、經費及研究計畫

本系112年度經費總計90,584,624元，包括經常經費5,362,058元(占6%)及研究經費85,222,566元(占94%)。

經常費用主要由教育部及校方補助，包括一般教學研究及結餘款再運用1,201,175元、補助杜鵑花節經費30,000元、研究生獎勵金2,985,1145元、圖書儀器設備費1,145,769元及高等教育深耕計畫項目共計500,000元。



本系所接受科技部、科技部新竹科學園區管理局、農委會、農委會動植物防疫檢疫局、農委會農試所、農糧署、臺中區農業改良場、農業部苗栗區農業改良場、農業部漁業署、教育部、國家環境研究院、蜜蜂工坊生物科技股份有限公司、樸農生技股份有限公司、財團法人工業技術研究院、培凱有限公司、尚杰科技有限公司、天亮醫療器材股份有限公司園區分公司等單位所委託研究計畫經費，112年度共有55項研究計畫，總研究經費為85,222,566元，平均每一計畫為154.9餘萬元，相當於每位教授平均可運用405萬餘元計畫經費，平均每位教授執行2.6個計畫。各項研究計畫的名稱和補助機關如下各表所示：

1. 科技部補助計畫項目(21項，共 33,850,000，佔 40%)

計畫名稱	計畫編號	主持人	計畫經費
數位微流體於液態切片生物標記的檢測：以糖尿病腎病變為例	110-2221-E-002-105-MY3	盧彥文	1027000
開發肌鈣蛋白I與D-二元體之雙適體電化學感測晶片於心血管疾病之生物標記輔助診斷	111-2221-E-002-017-MY2	陳林祈	1150000
基於多重感測器融合之智慧蜂箱健康監測系統	111-2313-B-002-048-MY3	林達德	1347000
番茄葉片病蟲害與生理障礙自動辨識系統之開發	111-2313-B-002-051-MY3	郭彥甫	1273000
建立台灣人泛參考基因組提升短序列回貼正確性並應用於免疫反應預測	111-2221-E-002-166-MY3	陳倩瑜	966000
鉛酸液流電池模組化及併網研究(II)	111-2628-E-002-004-MY2	陳洵毅	1398000
應用於洋蔥與玉米田之空中無人機與地面機器人影像融合病蟲害與疾病偵測管理系統開發	112-2923-E-002-006-MY3	顏炳郎	550000
以頻率域葉綠素螢光生命期影像監測牛番茄水分與溫度逆境之系統開發	112-2313-B-002-008-MY2	吳筱梅	1000000
2023 年臺灣-愛沙尼亞 (NSTC-ETAg) 研究人員互訪計畫(出國)	112-2927-I-002-529	陳洵毅	71000
2023 年臺灣-愛沙尼亞 (NSTC-ETAg) 研究人員互訪計畫(來臺)	112-2927-I-002-528	陳洵毅	85000
電容式核酸適體感測平台之開發並應用於小麥麩質過敏原檢測	112-2314-B-002-072-	謝博全	900000
適應性多模態人機協同之手術機器人開發(3/4)	112-2218-E-002-039-	顏炳郎	3058000

光譜電腦斷層掃描材質分析之深度學習算法開發	112-2221-E-002-050-	周呈霖	1287000
雷射誘發材料轉移程應用於可撓性汗液偵測元件之開發	112-2221-E-002-218-	丁健芳	950000
以單細胞雙體學定序資料為基礎開發評估非編碼變異影響力之模擬方法	112-2221-E-002-184-MY3	陳倩瑜	993000
以多參數分析建立哨兵蜂箱應用於蜂場智慧管理與溯源系統建置(3/3)	112-2622-B-002-004-	江昭皚	900000
開發臨床即時檢測與預後系統於慢性腎臟病的精準診斷與治療(2/3)	112-2218-E-002-055-	盧彥文	6800000
探究蜜蜂工蜂之分工機制-利用影像辨識與機器學習技術探討不同日齡工蜂之巢內行為模式與勤務轉換機制(3/3)	112-2313-B-002-002-	江昭皚	1200000
科研創業計畫：智慧化個體乳牛飲食健康管理平台個案	112-2823-8-002-002-	林達德	6620000
以氫氧產生器結合脈搏血氧濃度監測應用於 COPD 動物型及人體臨床效能評估驗證計畫 (2/2)		侯詠德	510000
醫用高分子濾材創新綠色改質製程開發	112AO08A	盧彥文	1720000

2. 農業部補助計畫項目(16 項，共 42,495,000，佔 50%)

計畫名稱	計畫編號	主持人	計畫經費
有色肉雞屠體瑕疵影像辨識之發展與應用	112前瞻-17.1.2-牧-U2	郭彥甫	3500000
農作物離子感測數位服務平台之建置	112農科-13.1.4-科-a3	陳林祈	1800000
天敵昆蟲智慧生產排程與配送最佳化系統之建立	112農科-1.6.1-科-a8	江昭皚	1666000
蘆筍智慧生長監測暨藥肥精準施作系統	112農科-13.1.4-科-a2(1)	陳世芳	2500000

設施蘆筍智慧栽培數位服務平台之建置	112農科-13.1.4-科-a2(2)	周呈霖	3000000
開發具智慧影像功能之滑軌式巡場載具用於商業雞舍之自動監測	112前瞻-17.1.2-牧-U1(2)	郭彥甫	2500000
外銷核可蘭園有害生物系統性管理資料資訊化及智慧害蟲辨識技術應用與精進	112農科-13.3.1-檢-B1	林達德	800000
利用自動化監測建立果實蠅非疫生產點	112前瞻-17.1.1-檢-B1	江昭皚	1048000
介殼蟲判釋及計數系統擴充模組	案號：1122068	郭彥甫	570000
輔導農機使用及管理計畫	112農再-2.4.1-1.1-糧-015	林達德	2407000
農機安全操作與維護保養訓練暨訓練模式創新-臺灣大學	112農再-2.4.1-1.1-糧-007(4)	林達德	5138000
農業機械性能測定場域建置	112農再-2.4.1-1.1-糧-021	丁健芳	7650000
建置農用曳引機考驗場與農業機械教育訓練暨考驗中心-國立臺灣大學	112農再-2.4.1-1.1-糧-018(1)	廖國基	6136000
葡萄病蟲害影像辨識模型雛型之建立	合約編號：112a30	江昭皚	800000
112年度蜂群音頻預警系統開發	契約編號：112i02	江昭皚	980000
聚乳酸替代聚苯乙烯發泡包材之技術開發與實地驗證	112農科-6.3.2-漁-F3	江昭皚	2000000

3. 教育部補助計畫項目(11項，共 5,243,860 元，佔 6%)

計畫名稱	計畫編號	主持人	計畫經費
國立臺灣大學學術研究生涯發展計畫-桂冠型研究計畫【鉛酸液流電池模組化及併網研究(II)】	112L7727	陳洵毅	198186
高等教育深耕計畫－核心研究群計畫【智能水膠之肝臟組織工程】	112L890806	侯詠德	800000
高等教育深耕計畫－核心研究群計畫【高經濟作物設施栽培之授粉效率評估】	112L892603	周呈霖	1000000
高等教育深耕計畫－核心研究群計畫【應用於無蜂王授粉蜂箱之智慧生產排程與調度規劃平台建立】	112L892604	江昭皚	900000
高等教育深耕計畫－核心研究群計畫【開發為解析TCR/BCR序列之單細胞轉錄定序資料分析平台】	112L895203	陳倩瑜	700000
國立臺灣大學學術研究生涯發展計畫-桂冠型研究計畫【鉛酸液流電池模組化及併網研究II】	112L7727-1	陳洵毅	142128

高等教育深耕計畫－跨領域種子計畫【智能化物聯網投餵系統與不同環境光源減緩殘食行為於石斑漁業永續經營之研究】	112L8401	江昭皚	100000
高等教育深耕計畫－跨領域種子計畫【以植物萃取之單寧酸為基底應用於高通量微型代謝工廠檢測平台】	112L8406	侯詠德	500000
生農學院-深耕與國際教育推動計畫-生機系	112L3512	廖國基	300000
生農學院-深耕與國際教育推動計畫-生機系	112L6512	廖國基	200000
拾玉研究計畫【結合機器學習方法與氣相層析質譜於精品咖啡香氣預測及其模型之可解釋性探索】	112L7246	陳世芳	403546

4. 國家環境研究院、建教合作及其他計畫項目(7項，共3,678,706元，佔4%)

計畫名稱	計畫編號	主持人	計畫經費
應回收廢棄物回收處理創新及研究發展計畫-台灣鎳氫電池回收方法研究與衍生溫室氣體排放減量評估		陳洵毅	1150000
以多參數分析建立哨兵蜂箱應用於蜂場智慧管理與溯源系統建置(3/3)	112-2622-B-002-004-配合款	江昭皚	600000
天敵昆蟲智慧生產排程與配送最佳化系統之建立	112農科-1.6.1-科-a8-配合款	江昭皚	294000
人工智慧新興應用資料分析模型研究		陳世芳	500000
應用數值模擬於旋轉式鐵氟龍密封件機械性質檢視(三)		廖國基	564706
車體結構數值模擬與材料試驗分析		丁健芳	70000
電極陣列試片單元製作與測試研究計畫		陳林祈	500000

肆、新購儀器設備

112年1月至12月新添購之儀器設備共29項，總金額計806,895元各項設備如下：

設備名稱	金額(元)	設備名稱	金額(元)
教室用音響擴大機	13,999	會議室冷氣	56,932
教學用無線麥克風	10,620	知武館冷氣	73,491
系上開會用會議桌	11,200	電電實驗室-數位儲存示波器	123,000
主任辦公室接待外賓、師長洽談、學生交誼-沙發組	45,500	光固化3D列印機	40,745
電電實驗室教室新增5台桌上型個人電腦	149,950	實驗工廠-觸碰螢幕	77,000
農用曳引機動力分導測功儀	1,720,000	伺服器	74660
農用曳引機廢氣排放測定裝置	920,000	網路伺服器	11000
雷射噴霧粒徑分析儀	3,800,000	個人電腦	19000
鋁塑膜成型機	98,000	FLIR A50 熱像儀	362,000
筆記型電腦	48,900	Nvidia RTX A6000 顯示卡	150,000
電子天秤 (OHAUS PX523)	26,500	Kyocera ECOSYS M5525cdn 印表機	12,500
電子負載 PEL-3041	80,000	APC Smart-UPS SRT3000XLTW	70,000
HP Reverb G2 Omnicept Edition 【3A7X9AA】VR 頭戴式裝置	67,898		

伍、教學

一、大學部課程

大學部修業期間為四年，110學年度(含)起入學之學生，至少須修畢131學分始得畢業(106~109學年度入學之學生至少須修畢129學分)，並授予工學士學位。畢業應修最低學分總數131學分，其中，國文與外文共同必修科目12學分(其中大學國文3學分可與通識A1~A4領域任一領域相互充抵)、系訂必修75學分、專業選修12

學分、一般選修 6 學分、自由選修 14 學分與通識課程 15 學分。

1. 必修課程

必修課程包含共同必修(國文領域及外文領域)12學分及本系定必修75學分，共87學分。

共同必修(12學分)

【國文領域】

本校學生至少須修習其中一門，以滿足必修國文3學分之基本要求。若修習6學分大學國文課程，可充抵通識課程A1~A4 領域任一領域，至多3學分。

課程識別碼	科目	學分	開課學期	備註
101 80110	大學國文：文學鑑賞與寫作(一)	3	上	
101 80120	大學國文：文化思想與寫作(一)	3	上	
101 80130	大學國文：閱讀與寫作(一)	3	上	
101 80210	大學國文：文學鑑賞與寫作(二)	3	下	
101 80220	大學國文：文化思想與寫作(二)	3	下	
101 80230	大學國文：閱讀與寫作(二)	3	下	

【外文領域】

不限定修習英文，上下學期必須修習同一語言，須修滿6學分，符合大一英文免修條件之大一新生，得申請免修。

系定必修(75學分)

【一年級】

課程識別碼	科目	學分	開課學期	備註
002 50010	健康體適能	0	上	專項體育需另外修滿3學分，不計入畢業學分
611 001A0	服務學習甲	0	上(學號單號) 下(學號雙號)	服務學習應修滿2門，服務學習乙每學年下學期開
201 49810 201 49820	微積分12	4	上	
201 49830 201 49840	微積分34	4	下	
202 101A1	普通物理學甲上	3	上	

202 101A2	普通物理學甲下	3	下	
202 10501	普通物理學實驗上	1	上	
202 10502	普通物理學實驗下	1	下	
611 10800	生物產業機電工程概論	1	上	
611 18300	計算機程式語言	3	上	
611 19100	工程用化學	3	上	
611 14100	工程圖學與電腦製圖	1	上	
611 19200	工程用生物學	3	下	
611 22401	應用力學上	2	下	
611 17100	微控制器原理與應用	3	下	

【二年級】

課程識別碼	科目	學分	開課學期	備註
611 22210	熱力學一	3	上	
611 36440	電工學與實習	3	上	
611 20100	機率與統計	3	上	
611 22402	應用力學下	2	上	
611 21210	工程數學一	3	上	
611 21220	工程數學二	3	下	
611 22500	材料力學	3	下	
611 29700	物理化學	3	下	
611 36480	電子學與實習	3	下	

【三年級】

課程識別碼	科目	學分	開課學期	備註
611 32600	流體力學	3	上	
611 38100	自動控制	3	上	
611 39000	人工智慧概論	3	上	
611 30100	生機整合設計專題討論	1	下	
611 34800	機械設計	3	下	

【四年級】

課程識別碼	科目	學分	開課學期	備註
611 49210	學士專題一	1	上	
611 42100	機電整合與系統設計	3	上	

2. 選修課程

共計 32 學分限制其中專業選修 12 學分與一般選修 6 學分必須是本系開設的選修課程另外自由選修 14 學分則不予限制。

專業選修(12學分)

專業選修課程劃分為四大領域，分別為「機械系統」領域、「機電控制」領域、「人工智慧」領域以及「生物程序」領域

【機械系統】

課程識別碼	科 目	學分	備 註
631 U0620	機械工作法特論	3	
611 22700	工程材料	3	
631 U5400	生物產業機械	3	
631 U5500	動力機械	3	

【機電控制】

課程識別碼	科 目	學分	備 註
631 U1550	機器人動力與控制	3	
631 U1540	智慧型控制	3	
611 37300	感測原理與應用	3	
611 37400	致動器原理與應用	3	

【人工智慧】

課程識別碼	科 目	學分	備 註
631 U1260	資料結構與演算法	3	
631 M3110	探索式多變量資料分析	3	
631 U1370	資料科學概論	3	

【生物程序】

課程識別碼	科 目	學分	備 註
631 U7750	生物化學概論	3	
631 U7330	生物程序工程	3	
631 U9510	電化學與生醫應用	3	
631 U9500	生醫儀器分析	3	

領域專長

領域專長課程劃分為四大領域，分別為「機械系統」領域、「機電控制」領域、「人工智慧」領域以及「生物程序」領域，將個別領域之科目修習完成，可領取該領域台大領域專長證書。

【機械系統】

課程識別碼	科目	學分	備註
631 U0620	機械工作法特論	3	
611 22800	工程材料	3	
611 22100	熱力學	3	
631 U5500	動力機械	3	

【機電控制】

課程識別碼	科目	學分	備註
631 17100	微控制器原理與應用	3	
611 37400	致動器原理與應用	3	
611 38100	自動控制	3	
611 U1550	機器人動力與控制	3	

【人工智慧】

課程識別碼	科目	學分	備註
631 U1260	資料結構與演算法	3	
611 20100	機率與統計	3	
631 U1540	智慧型控制	3	
611 20100	人工智慧概論	3	

【生物程序】

課程識別碼	科目	學分	備註
611 29700	物理化學	3	
631 U7750	生物化學概論	3	
631 U7330	生物程序工程	3	
631 U9500	生醫儀器分析學	3	

一般選修(6學分)

須修習系上除必修課程外之選修課程達6學分

自由選修(14學分)

不限科系，可修習非本科系所開授之選修課程，須修滿14學分

3. 通識

須修滿15學分，修習院系指定領域3個，每個各1門課，其餘開放自由修習，不受指定領域限制。大學國文可與通識A1~A5中的任一領域相互充抵，至多3學分。可修習「基本能力課程」以充抵通識學分，至多6學分。

A1	文學與藝術	} 本系指定學生應修 習通識課程領域
A2	歷史思維	
A3	世界文明	
A4	哲學與道德思考	
A5	公民意識與社會分析	
A6	量化分析與數學素養	
A7	物質科學	
A8	生命科學	

二、研究所課程(碩士班及博士班)

研究所碩士班修業年限為一至四年。碩士班研究生至少應修滿32學分以上(不含論文)，包括必修科目13學分與選修科目至少19學分。成績優異之碩士班研究生，若符合規定，得申請碩士班肄業研究生逕行修讀博士學位。

博士班修業年限為二至七年。博士班研究生至少應修滿36學分以上(不含論文)，包括必修科目14學分與選修科目至少22學分。

若已於前一個學位時期修畢本所開授之核心或領域課程，且成績達70分以上者，得抵修規定之課程。

1. 必修課程

碩士班(13 學分)

課程編號	科目	學分	開課學期	備註
631 M0010	碩士論文		-	在學最後一學期必修，不計入額定之 32 學分內。
631 M0030	專題討論	1	上、下	必修三學期。
631 M0040	專題研究	2	上、下	在學期間每學期必修，但僅計 8 學分。
631 M5200	生機特論	1	上	碩一必修。
631 M0500	科學研究與寫作	1	下	碩一必修。

博士班(14 學分)

課程編號	科目	學分	開課學期	備註
631 D0010	博士論文		-	在學最後一學期必修，不計入額定之 36 學分內。
631 D0030	專題討論	1	上、下	必修四學期，但僅計 4 學分。
631 D0040	專題研究	2	上、下	在學期間每學期必修，但僅計 8 學分。
631 M5200	生機特論	1	上	博一必修。
631 M0500	科學研究與寫作	1	下	博一必修。

2. 選修課程

碩士班(19 學分)

選修 19 學分中應修本所課程 9 學分，其中至少含核心課程 3 學分。

【核心課程】

課程識別碼	科 目	學分	備 註
631 M1950	有限元素法	3	機械系統
631 M1300	系統工程	3	機械系統
631 M1500	自動化系統設計	3	機電控制
631 M7800	生物材料學	3	生物程序
631 M8210	影像處理原理及應用	3	人工智慧
631 M1580	機器學習應用概論	3	人工智慧

【機械系統】

課程識別碼	科 目	學分	備 註
631 U5720	生物微機電技術與實務 (密集課程)	1	
631 U0510	車輛工程	3	
631 U9400	電化學系統工程	3	
631 U1810	計算熱流工程	3	
631 M1580	機器學習應用概論	3	
631 U1590	機器人專題	3	
631 U5400	生物產業機械	3	
631 U5500	動力機械	3	
631 U7330	生物程序工程	3	
631 U7230	生物材料物性分析	3	
631 U4610	機械製造	3	
631 U4760	工程疲勞分析	3	
631 M9470	微奈米系統設計	3	
631 M9000	養殖工程	3	
631 M7920	數值熱傳學	3	
631 M7930	計算流體力學	3	
631 D2800	太陽能發電系統與工程特論	3	
631EU7980	能源工程概論	3	
631EU0630	雷射加工導論	2	

631 M0510	生物微機電工程之外國文獻 導讀一	1	
631 M9300	生物實驗室晶片之外國文獻 導讀	1	

【機電控制】

課程識別碼	科目	學分	備註
631 U0510	車輛工程	3	
631 U8300	環控農業工程學	3	
631 U5400	生物產業機械	3	
631 U5500	動力機械	3	
631 U1540	智慧型控制	3	
631 U3320	生物分子感測元件	3	
631 U3330	生物系統量測	3	
631 U3340	生物分子感測原理與應用	3	
631 U1530	數位控制系統	3	
631 U1550	機器人動力與控制	3	
631 U1820	數學方法	3	
631 M1500	自動化系統設計	3	
631 M3130	信號處理	3	
631 M3140	隨機訊號分析	3	
631 M3310	無線感測器網路技術導論	3	
631 D3310	無線感測器網路技術特論	3	
631 D2800	太陽能發電系統與工程特論	3	
631 M8210	影像處理原理及應用	3	
631 M1570	機電工程特論	3	
631 EU0400	生物系統工程之外國文獻導 讀	2	

【人工智慧】

課程識別碼	科目	學分	備註
631 U1260	資料結構與演算法實務	3	
631 M1580	機器學習應用概論	3	
631 U1540	智慧型控制	3	
631 U9470	生醫資料探勘	3	
631 M1570	機電工程特論	3	
631 M3140	隨機訊號分析	3	
631 M8210	影像處理原理及應用	3	
631 M3110	探索式多變量資料分析	3	
631 U1370	資料科學概論	3	

631 U3190	生物資訊演算法	3	
631 U1270	次世代定序資料分析特論	3	

【 生物程序 】

課程識別碼	科 目	學分	備 註
631 U3320	生物分子感測元件	3	
631 U9490	電化學與生醫應用	2	
631 U3340	生物分子感測原理與應用	3	
631 U1770	廢棄物處理工程	3	
631 U1760	生物廢水工程	3	
631 U7230	生物材料物性分析	3	
631 U7330	生物程序工程	3	
631 U7780	厭氧程序及實務	3	
631 U7990	再生能源及生物資源循環利用技術	3	
631 U9610	動物細胞培養與實習	3	
631 U7800	食品工程與食品安全	3	
631 U3160	生化儀器分析（一）： 生物分子分析原理與實務 (密集課程)	1	
631 M9440	生物技術概論與應用	3	
631 U8300	環控農業工程學	3	
631 U1780	水體汙染與毒物學	3	
631 M7660	生物產業單元操作	3	
631 M7800	生物材料學	3	
631 M9410	生醫感測與分析特論一	3	
631 M9450	奈米電化學	3	
631 M9470	奈米製劑與組織工程	2	
631 M9480	高等電化學	3	
631 U2040	生物光學顯微術原理與應用	3	

【 共同選修 】

課程編號	科 目	學分	備 註
631 U7860	生物系統模擬與分析	3	
631 U9440	醫療器材設計概念	3	
631 U3350	分子生物實驗方法導論 (密集課程)	1	

631 U3150	生化反應工程學導論 (密集課程)	1	
631 U4460	MATLAB 之工程應用	3	
631 U1850	數值法	3	
631 U7980	能源工程概論	3	
631 U0400	生物系統工程之外國文獻導讀	2	
631 U7750	生物化學概論	3	
631 U1280	次世代定序資料分析(一)	2	
631 U9500	生醫儀器分析學	3	
631 U4470	電腦輔助手術導論	1	
631 U1290	次世代定序資料分析(二)	2	
631 U0700	未來農業	3	
631 U9620	三維生物列印與器官晶片實務 (密集課程)	1	
631 M1300	系統工程	3	
631 M3100	試驗設計之工程應用	3	
631 D5300	農業機械法規與標準特論	3	
631 D9510	醫療器材法規與標準特論	3	

博士班(22 學分)

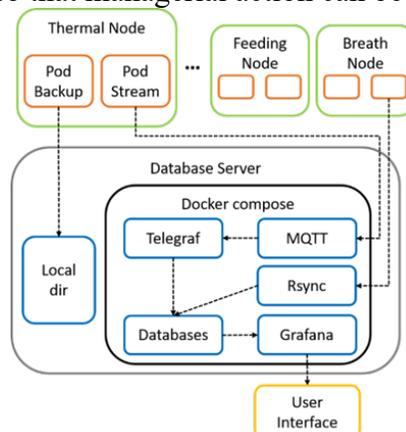
選修 22 學分中應修本所課程 15 學分，其中至少含核心課程 6 學分。博士班核心課程與各領域選修參照碩士班課程表。

陸、研究成果

一、教師研究成果摘要

Dairy Cow Health Status Evaluation Based on Multi-sensor Data Fusion and Machine Learning (林達德)

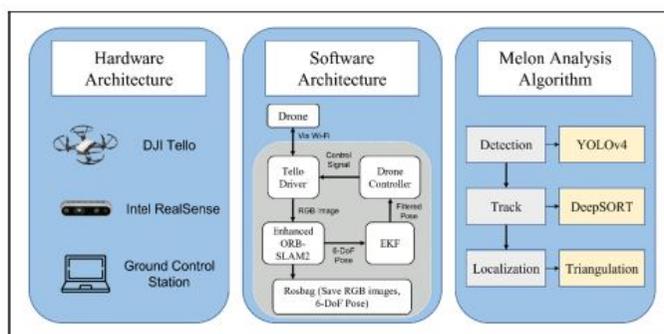
In sub-tropical regions, dairy cows often run into three major problems due to high temperature and humidity: feeding status, heat stress problem, and estrus situation. These problems contribute to decreased feed intake, rumination time, drink intake, and milk production of dairy cows. To improve animal welfare and increase milk production, this study established health indicators for three major issues based on four types of sensory information: a radar device for detecting the respiration rate, an embedding system monitoring the feeding time, a thermal imaging system to measure the temperature of cow eyes, and IMU collecting daily activity of dairy cows. An IoT system architecture was built to manage and process multiple sensors and working modules. Multi-sensor data fusion and machine learning approaches were applied for data analysis and model building. The developed system was able to automatically collect multiple sensing information, which is the basis for establishing health indicators. Individual differences in feeding duration are significant. Using a dynamic balance method, the sensing data were compared with the average value in the previous days to determine whether the feeding situation was abnormal. The heat stress health indicator included multiple sensing information, and the K-means machine learning model was used for data fusion to classify the impact of heat stress on dairy cows. An algorithm was established to detect the estrus behavior of cows through the information on rumination and walking time and to remind the dairy farmer to take timely measures. Compared with single sensor information, this health status evaluation framework can more accurately reflect the health status of dairy cows. Furthermore, the system is helpful to dairy farmers in alerting abnormal conditions of dairy cows so that managerial action can be taken in advance.



Workflow of multi-Sensor System

Application of a Visual-based Autonomous Drone System for Greenhouse Muskmelon Phenotyping (林達德)

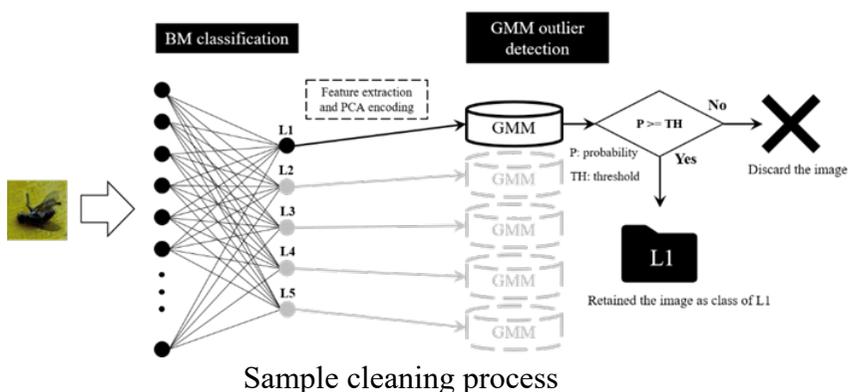
Compared to traditional methods of monitoring crop growth or assessing health status using stationary sensors, drone systems offer the advantages of faster data collection and increased precision due to their flexible maneuverability. This study specifically focuses on developing a visual-based autonomous drone navigation system designed for localizing greenhouse melons. To enhance the stability of the drone navigation system and improve the accuracy of the melon localization algorithm, we made two key improvements. Firstly, we utilized ArUco markers as anchor points and integrated their detection into Enhanced ORB-SLAM2, a modified version of ORB-SLAM2 developed by us. This addition allows the system to detect and track ArUco markers, which serve as visual reference points within the greenhouse environment. Secondly, we calibrated the pre-built point cloud map to ensure its accuracy and alignment with the actual environment. By combining these enhancements, we achieved a more stable and precise drone navigation system for localizing greenhouse melons. The drone sends live RGB images to the ground control station, which runs ROS Melodic on the Ubuntu 18.04 operating system. The Enhanced ORB-SLAM2 algorithm uses the drone's images and a pre-built point cloud map to determine the drone's location within the greenhouse. Furthermore, in the greenhouse, the drone maintains a root mean square error of below 30 centimeters for three types of flight missions: straight line, closed-loop without turning, and closed-loop with turning. The melon tracking algorithm was built using the YOLOv4 object detection model and DeepSORT object tracking algorithm. To reduce ID switching, a three-step data cleaning method was applied to the tracking results, which proved to be significantly effective. Triangulation is utilized to calculate the positions of individual muskmelon fruits within the greenhouse. Through the implementation of two calibration methods, the melon position error has been effectively reduced to 0.223 meters. Finally, our system can analyze the quantity and positions of melons using the images recorded by the drone navigation. The experimental results confirm the viability of the system, and the proposed approach offers an efficient method for accurately locating melons within the greenhouse.



System Architecture

An Automated Online Learning Framework for Insect Pest Image Classification Model Enhancement (林達德)

To effectively manage insect pests during crop growth, it is important to have accurate data on the types and numbers of insect pests present in the field. The prime way to ascertain this information is to use the image-based deep-learning recognition model for insect detection and recognition. Making a deep learning model generalizable, typically requires a large amount of manually labelled data, which can be both time-consuming and labor-intensive. Thus, this research proposed an automated online learning framework for insect pests image classification for two main purposes: (1) To automate the collection of training dataset without the need for manual labelling in order to reduce the time and effort required for data preparation, (2) To maintain or improve the model performance over time by continuously tuning the pre-existing model by incorporating new data. The AIoT imaging devices developed by our previous research were used to automatically and periodically collect images of sticky paper traps. The new training samples were selected by using the Gaussian Mixture Model (GMM) trained on the features of the insect images, extracted by the CNN model, and setting the threshold by calculating the percentile value of the log-probability of the training dataset. After the new samples were collected, the fine-tuning method was used to update the previous reference model to continuously maintain or improve the model performance without human effort. In this study, the dataset was collected by our system for five years and the performance of supervised learning and the proposed automated online learning method were compared. The results showed that the proposed method gradually improved the F1-score from 0.898 to 0.956, which was comparable to the F1-score of 0.958 achieved by supervised learning. The GMM sample cleaning process ensures that the collected samples have certain feature similarities with the correct samples. Therefore, even if noisy or incorrect samples are collected, they will not cause the model to crash during the retraining process. This result indicates that the proposed method effectively enhances model performance while reducing human labor, making it a promising and resource-efficient approach for improving model performance.



An IMU Based Dairy Cow Behavior Recognition System for Health Monitoring Using Machine Learning (林達德)

The health care of dairy cows is essential for dairy farms to ensure milk yield. Therefore, building up a health monitoring system can significantly lower the maintenance cost and workload. With cow behavior recognition, the health status of dairy cows can be monitored. In this research, we developed a dairy cow behavior recognition system to monitor dairy cows' health status. Six main behaviors were classified: lying, standing, walking, drinking, feeding and ruminating. For data collection, a 9-axis inertial measurement unit (IMU) was equipped on each cow to continuously collect raw motion data. Our IMU device would then send the raw data through the internet to our backend computer for further analysis. To label the IMU data for dairy cow behavior recognition, four cameras with different angles were set up in the experimental dairy farm to simultaneously record videos of different cows. All behavior types were then labeled manually into the IMU data by watching the recorded video. These IMU data were then processed and used to build the behavior recognition model. Four data processing steps were included in this research: selecting different window sizes, feature extraction, features selection, and normalization. Various model structures including SVM, Random Forest and XGBoost were also tested to yield the best model for recognizing cow behaviors. The behavior recognition results could be further analyzed for health status monitoring, such as low ruminating time or long lying time that could be utilized for estrus detection or calving.



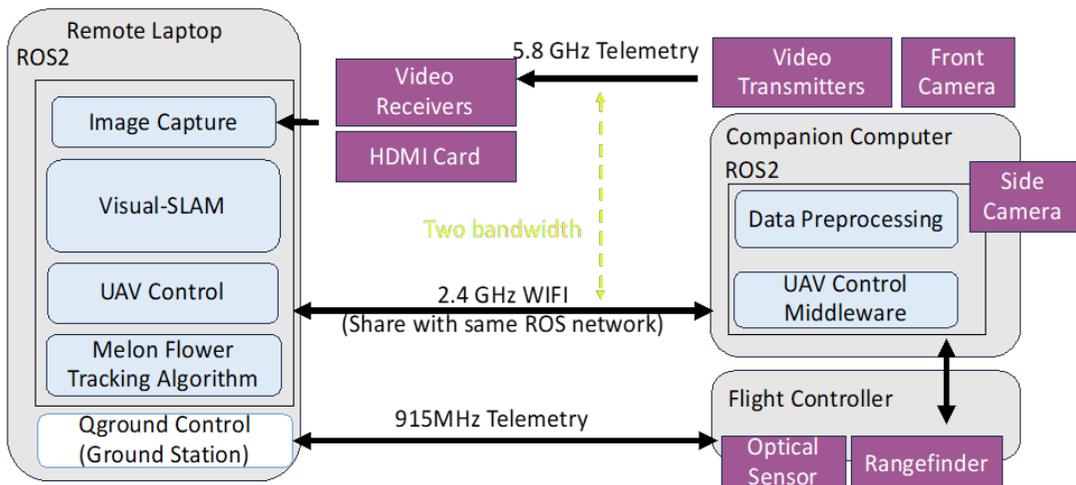
(a)

(b)

(a) The actual picture of the experimental dairy farm of National Taiwan University,
(b) Equipped position of the IMU device

Using visual-SLAM Based UAV Systems for Greenhouse Melon Flower Count Monitoring (林達德)

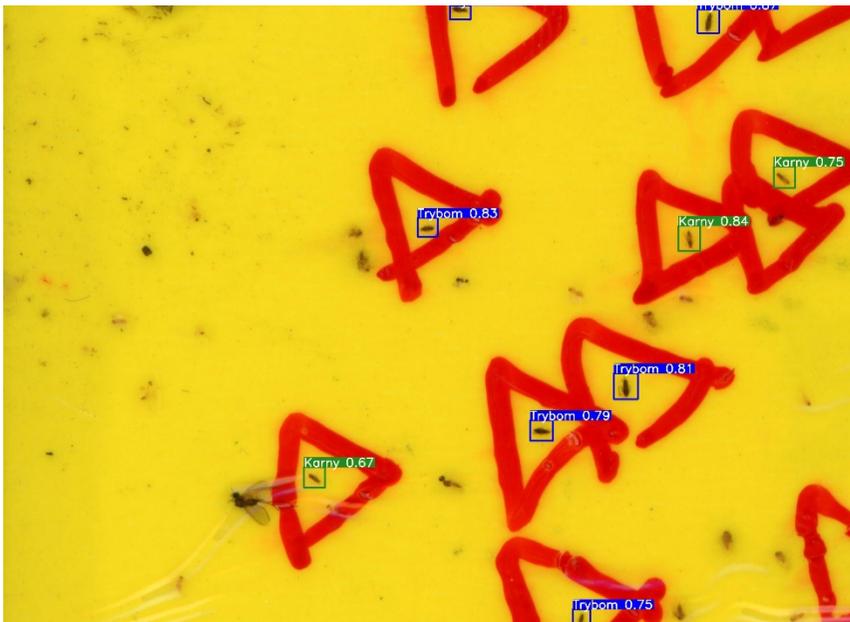
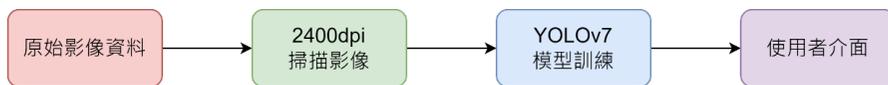
Melon flower monitoring is an essential aspect of melon cultivation, as it directly impacts the yield and quality of the fruit. The number of flowers and their characteristics are important indicators of the plant's health and productivity. However, one of the main challenges in monitoring melon flowers in greenhouses is the GPS-denied environment, making it difficult for unmanned vehicles to navigate accurately. In this work, a remote unmanned aerial vehicle (UAV) system utilizing visual simultaneous localization and mapping (V-SLAM) is presented for melon flowers monitoring within the greenhouse environment. The UAV has dimensions of 35cm x 30cm and weighs 890 grams. It comes with a 2200mAh lipo-battery and includes a dual-channel video transmit setup for data collection and a low-cost embedding companion computer for flight control. A cruise control pipeline integrated with V-SLAM through a Robot Operating System (ROS) node was also developed to provide smooth and stable flight while collecting data. For melon flower detection, an image preprocessing method was implemented, and a YOLO object detection model was trained and optimized. An algorithm for melon flower counting was also developed and implemented to accurately monitor the number of flowers in the greenhouse. The system was tested and evaluated in a greenhouse experiment, where the results demonstrated its ability to perform accurate and efficient melon flower monitoring. Overall, the proposed techniques can be applied in various monitoring scenarios and incorporated with pest and disease detection, utilizing the advantages of UAVs such as mobility and flexibility.



System diagram of dual-camera V-SLAM UAV

應用深度學習方法於高解析度蘭園微型害蟲辨識系統 (林達德)

蘭花在我國的外銷花卉產業中擁有重要地位，為遵守檢疫規定，農業部門積極與貿易國協商，並委派檢查外銷蘭園。然而，目前的檢查工作仍以紙本方式進行，不僅效率低下，也無法快速進行統計分析。本研究提出一套基於深度學習技術的自動化高解析度蘭園微型害蟲辨識系統，透過對黏蟲紙進行掃描，取得2400dpi高解析度的影像資料。將每張掃描影像分割成32張小型影像，以加速模型訓練速度。使用YOLO-v7深度學習技術，使模型能夠提取微型害蟲的特徵。該模型能夠辨識三種薊馬類害蟲，分別為臺灣花薊馬、小黃薊馬和南黃薊馬。訓練後的分類模型整體F1-score達到0.877，而在臺灣花薊馬的分類中，F1-score更達到0.947。我們通過使用者介面提供模型辨識結果給蘭園業者和定期檢查單位，達到節省人力成本和即時回傳辨識結果的目標，同時降低害蟲造成之經濟損失。



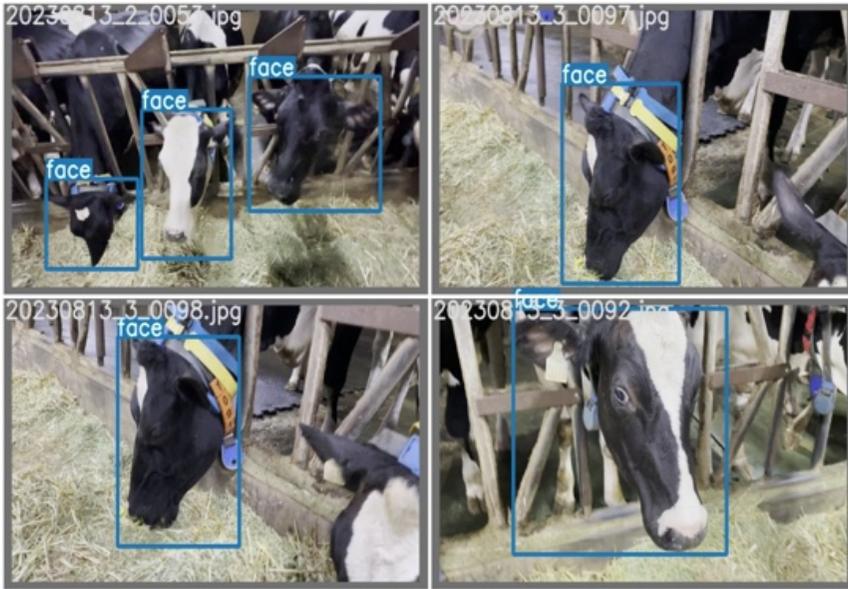
高解析度蘭園微型害蟲辨識系統架構與結果圖

基於牛臉辨識與熱影像技術之自動化乳牛體溫監測系統 (林達德)

我國酪農所飼養乳牛品種以荷蘭牛為最大宗，荷蘭牛容易因我國炎熱的氣候衍生出各種生理問題導致泌乳量下降，透過預先觀察到體溫異常變化而提早進行預防措施將可有效改善這些問題。

為進行乳牛體溫的自動化監測，本研究開發一套基於深度學習之熱影像體溫監測系統。在所有非接觸式體溫量測方法中以牛眼溫度與環境溫度相關係數最低，相較於其他體溫監測方法，監測牛眼溫度變化可排除環境干擾，明確地掌握牛隻核心溫度是否出現異常。

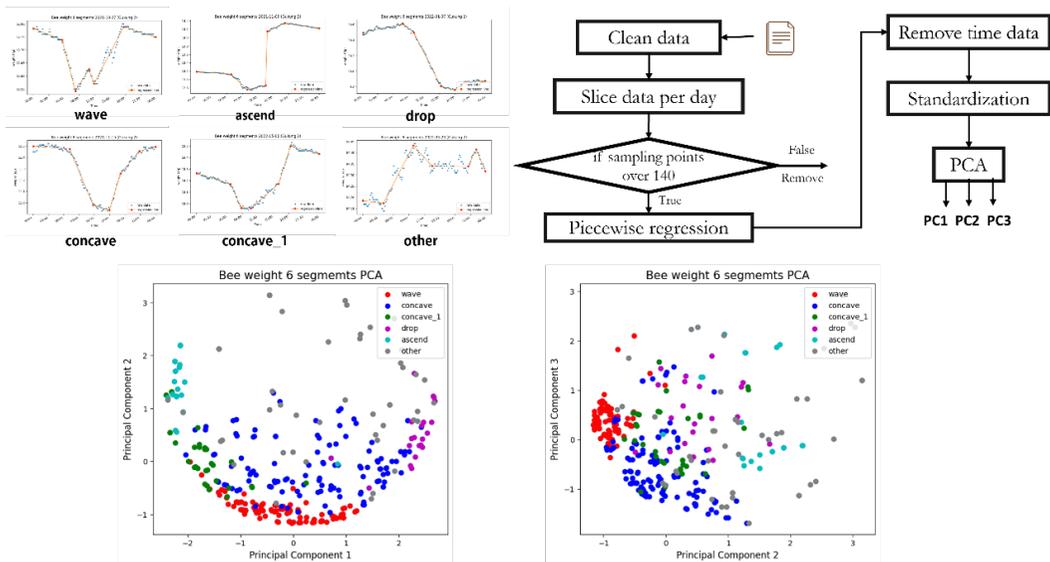
我們使用熱成像攝影機取得熱影像，運用即時物件偵測模型YOLOv7進行牛眼偵測並量取溫度，牛眼偵測準確度可達96.3%。該攝影鏡頭置於泌乳牛隻每日擠乳必經通道，每次擠乳皆可收到各牛隻牛眼溫度數據。透過長期紀錄我們可以建立體溫評定標準，分析牛隻當前體溫是否異常，若發生異常，牧場管理者得以即時進行更近一步之觀察與照護。



牛臉偵測模型展示，圖中可觀察到該模型在面對多個角度的牛臉影像皆可成功辨識

智慧蜂箱監測系統之蜂箱重量資料分析與模型建立 (林達德)

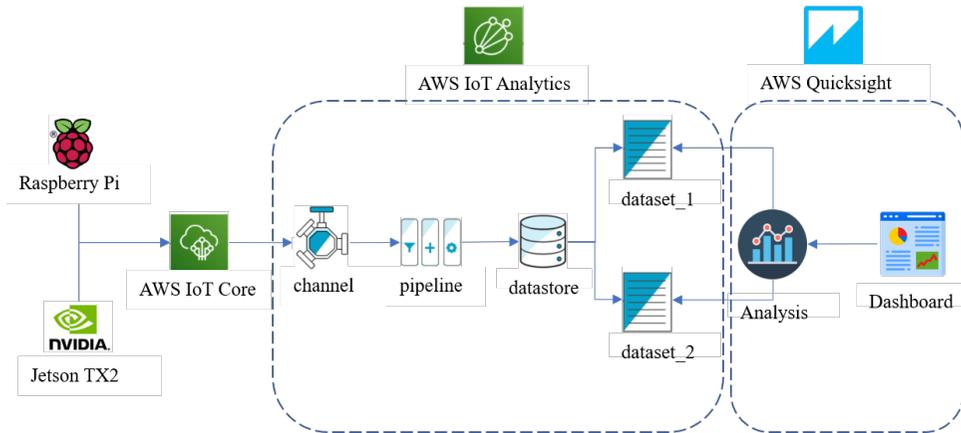
蜂群數量的穩定與健康狀態在全球農作物產量中扮演關鍵角色，全世界約有三分之一的農作物依賴蜜蜂授粉。然而近年來因氣候變遷、棲地破壞、農藥使用等因素，導致蜂群數量急速下降與消失的現象，這種現象被稱為蜂群崩壞症候群(Colony Collapse Disorder)。為了取得蜂巢內部的完整資訊，本研究開發一套多重感測器融合之智慧蜂箱健康監測系統，該系統能即時取得蜜蜂進出量、重量、溫溼度、音訊等資訊並即時上傳至雲端呈現數據給當地蜂農及研究人員監看。目前這套系統已成功佈署在雲林古坑與南投台大實驗林收集蜂巢數據。在數據中發現每日蜂箱重量變化在不同時期有幾種不同的趨勢，因此提取每日重量資料透過分段線性回歸建立蜂箱資料模型，再運用PCA分析所有蜂箱重量模型發現這些重量變化資料主要存在三種特徵，能大致區分成五種樣態。本研究同時利用蜂農紀錄、蜜蜂進出量及氣象資料分析討論造成五種重量樣態的原因並探討各種樣態與蜂群健康狀態的關聯性。



各種樣態的重量趨勢

智慧蜂箱健康狀態資料視覺化平台之建置 (林達德)

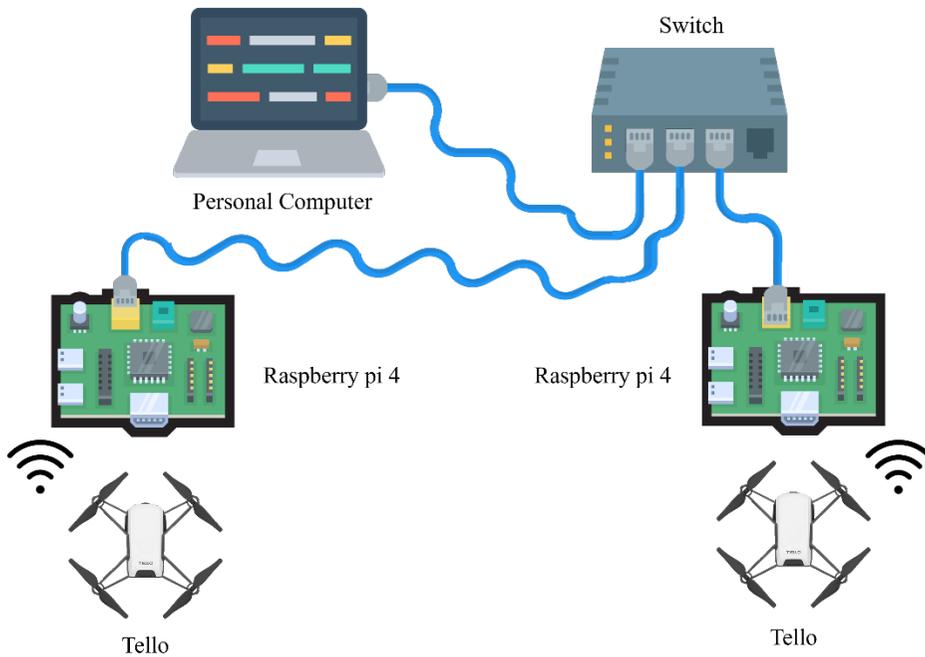
根據2016年行政院農業委員會的統計數據，臺灣養蜂產業在蜂蜜、蜂王漿、花粉等相關產品的年產值約達新台幣27-30億元，蜂蜜的年出口量更高達1000-2000公噸。此外，約有三分之一的作物仰賴蜜蜂授粉，近年來蜂群的大量死亡，對於糧食與經濟方面影響巨大。因此蜂巢健康狀態的監測變得至關重要。然而，目前的養蜂技術主要依賴傳統的人工方式，通過開箱檢查巢片以確定女王蜂的健康。近年來，智慧蜂箱的應用可有效減少養蜂場的人力與時間成本，但仍缺乏視覺化的數據供蜂農快速獲得有用的管理資訊。若能建構一自動化監測平台，即時提取蜂巢資訊製成圖表，這將有助於蜂巢的管理，使蜂農能更有效的監控蜂群的健康。本研究利用智慧蜂箱結合AWS雲端服務，將蜂箱內檢測到的溫濕度、重量、音訊及蜜蜂進出量等資料透過MQTT即時上傳至雲端進行資料清理，並透過AWS Quicksight設計使用者介面顯示各數據的趨勢圖，讓養蜂農及研究人員可以即時利用網頁、手機等行動裝置快速與清楚了解蜂巢之健康狀態，進而進行有效的管理。



資料視覺化平台建置架構圖

基於視覺導航之無人機雙機協調系統研究 (林達德)

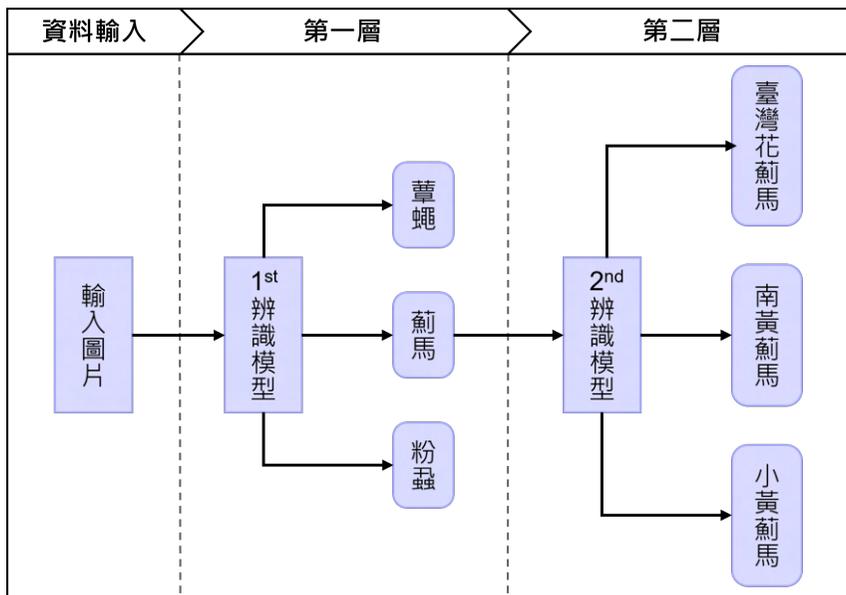
無人機在農業領域的應用日益漸增，如土壤澆灌、農藥噴灑、病蟲害分析與農作物監測等。然而，當場域面積較大時，單一無人機需花費大量時間，可作業範圍將受限於電池續航力，為了解決此問題，雙機或多機無人機系統透過無人機之間的通信和協調實現協同工作，在擴大覆蓋範圍時，可有效降低時間成本，提升工作效率。本研究在雙機控制系統中使用無人機連接樹莓派 (Raspberry Pi)，透過樹莓派連接網路交換器，將網路交換器作為地面站連接無人機的橋樑，使地面站能連接無人機以同時透過搖桿操控兩台無人機飛行，並用純視覺之ORB SLAM2 作為無人機之基礎定位演算法，透過此系統可以擴大無人機之作業範圍並提升工作效率，解決無人機可飛行場域大小受限於電池續航力的問題。未來更可延伸應用於多機飛行，使無人機的應用更具彈性。



無人機雙機協調系統研究架構圖

溫室作物常見微型害蟲影像辨識模型之研究 (林達德)

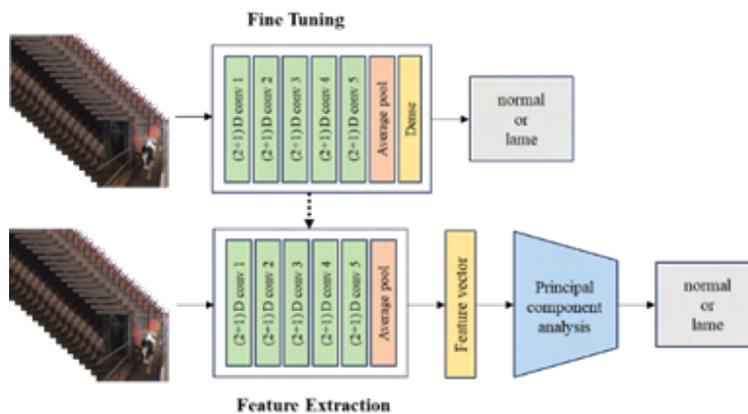
設施栽培農業是一種現代農業生產方法，作物種植在受控環境中，以創造最適合的生長條件。然而，設施內部環境相對封閉的特性，易於病蟲害傳播和繁殖。若無法及時採取控制措施，導致作物產量和品質下降，影響農民的經濟收益。因此，作物病蟲害的自動監測和精準辨識在設施栽培中具有極高的實用價值。近年來，深度學習和影像辨識技術已廣泛應用於農業病蟲害檢測。然而，在辨識微型害蟲的效率和精準度仍有限。為解決微型物件辨識的問題，本研究以深度卷積神經網絡模型為基礎，採用 YOLOv7 建立辨識模型，用於溫室內微型害蟲檢測，例如薊馬類、蕈蠅類和粉蝨等。研究採用平板掃描器擷取黏蟲紙高解析度影像，並將樣本分成訓練集、驗證集和測試集進行模型訓練與評估。使用網格搜索法對模型進行超參數調校，以離散化的搜索方式尋找最佳超參數組合。此辨識模型的建立助於快速鑑定溫室微型害蟲的數量與種類，進而建立自動化的辨識分析系統，改善目前需要大量人力進行人工計數分析的瓶頸。



雙層式辨識模型架構

應用深度學習於自動化乳牛跛行偵測之初步研究 (林達德)

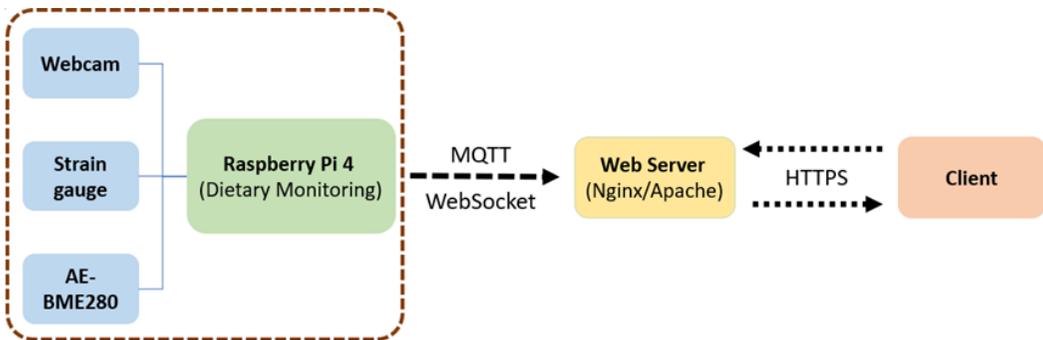
乳牛跛行 (lameness) 是當代密集養殖型牧場的重要議題之一。跛行會負面影響牛隻產乳量、生產力以及生產年限，造成經濟損失。目前跛行偵測以人工評分方式進行，施測者間信度低且缺乏效率。在這個背景下，本研究提出一種應用深度學習於自動化乳牛跛行偵測的方法。首先將攝影機拍攝乳牛行走穿越通道之影片進行處理，接著微調預訓練之時空深度神經網路模型，再透過微調後的模型從影片中擷取特徵，最後以機器學習演算法區分跛行和非跛行牛隻。研究結果顯示使用支援向量機進行分類，F1-Score最高可達到0.93。本研究亦觀察到從低層卷積層開始微調預訓練模型，可以得到較好的分類結果。此初步研究結果可以作為未來更進一步研究的基礎，並可作為開發攝影機乳牛跛行偵測系統之參考。



研究方法流程圖

基於深度學習模型之犢牛飲食行為監測系統 (林達德)

牛隻的飲食行為與其健康狀況有著密切的關聯，而牛隻的健康狀態亦直接影響其產乳量與酪農業者的成本。雖然近年來已有許多研究以成年乳牛為對象進行飲食狀況監測，然而，尚未有研究針對犢牛之飲食狀況進行監測。由於犢牛正處於成長重要階段，因此本研究希望以犢牛作為研究對象，使用YOLOv8模型辨識小牛隻頭部與位置，據以判別是否進行飲食，再透過演算法紀錄犢牛之飲食時間，進而推算出實際的飲食量。YOLOv8物件偵測模型搭配嵌入式系統構成邊緣監測系統，具有低成本、輕量化、實時偵測、高精確度等優勢，因此本研究選用此模型，並藉由比較不同的參數設定與訓練方式，訓練出最佳化之模型，達到實時辨識之能力，使得酪農業者能得知犢牛的飲食狀況，方便管理犢牛，並能發現異常狀況，提供犢牛即時之照護或治療。



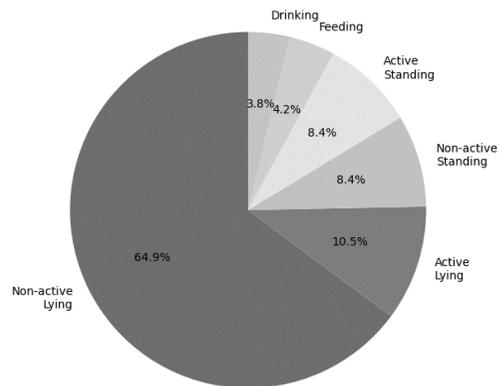
監測系統架構圖

應用時空卷積神經網路於犢牛行為辨識與分析 (林達德)

全球人口的攀升加劇了對資源的需求，這使得建立有效且可持續的牧場管理策略變得至關重要。由於乳牛的行為可作為評估生理狀況及動物福利的指標，傳統上採取肉眼觀察的方式為主。有些研究嘗試裝設慣性測量單元(IMU)或全球定位系統(GPS)於牛隻頸部或腳踝以監測它們的行為，然而裝置本身具有一定重量，並不適用剛出生的幼年牛隻。然而，考慮到新生幼牛處關鍵發育階段且尚未完全發育，實時監測以確保其健康成長尤其必要。有鑑於此，本研究運用影像及深度學習演算法建立犢牛行為監測系統，以連續幀作為輸入影像，訓練基於影片之時空卷積神經網路模型，達成對犢牛行為的準確辨識。透過定時的系統取樣方法，本研究進一步量化各類行為的時間總和、頻率、持續時長等數據，以增進對犢牛行為模式的理解，並延伸至犢牛健康狀態的監測。本研究將建立相關的評估指標，以協助優化牧場管理策略，確保犢牛的健康和福祉得到有效的照顧。

	Non-active Lying	Active Lying	Non-active Standing	Active Standing	Feeding	Drinking
Non-active Lying	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Active Lying	7.69	92.31	0.00	0.00	0.00	0.00
Non-active Standing	0.00	0.00	98.31	0.00	0.00	1.69
Active Standing	0.00	1.45	0.00	91.30	0.00	7.25
Feeding	0.00	0.00	6.32	0.00	93.68	0.00
Drinking	0.00	0.00	4.05	9.46	0.00	86.49

(a)

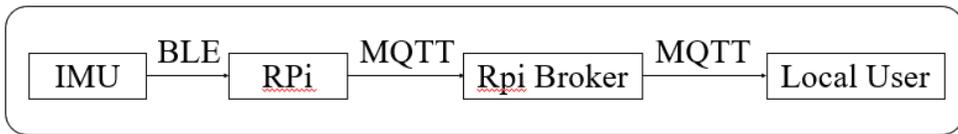


(b)

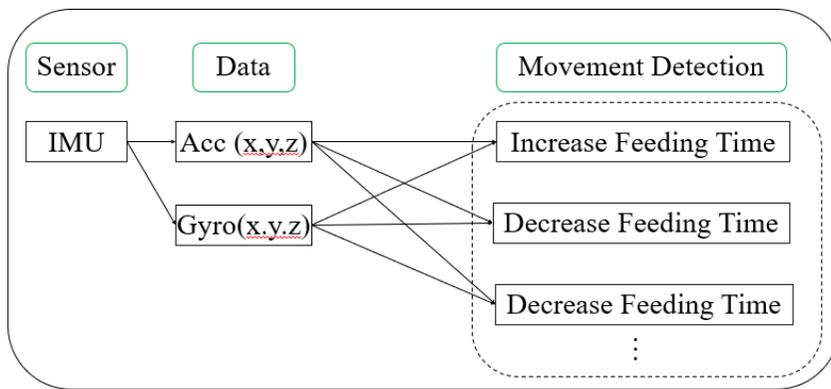
犢牛行為辨識與分析結果。(a)辨識模型之混淆矩陣，(b)各類行為總時長比例

基於IMU感測器之犢牛動態行為監測系統 (林達德)

新生犢牛在其免疫系統健全之前，下痢、呼吸道感染或是腸道感染等都是常見的疾病，若沒有及時醫治容易造成個體死亡。本研究希望透過監測犢牛的健康狀況，以降低其幼年時期的死亡率。由於犢牛健康有狀況時，運動行為會跟平時有極大的不同，因此選用佩掛於犢牛之慣性測量單元裝置來進行長時間的運動行為紀錄與監測。本研究旨在通過使用IMU裝置(Inertial Measurement Unit)來觀察犢牛的健康狀況，因其具備輕巧性、低功耗、可實時監測與低成本等優勢使其成為理想的選擇。研究目標為利用3D列印技術包裝IMU感測器並配戴於犢牛的頸部，用以建立監測犢牛運動的IoT系統，即時得到犢牛運動狀態，並據以評估其健康狀況。此裝置可將犢牛的動態變化轉化為數位信號，可以通過分析數據動態變化來了解犢牛的行為。數位訊號包括加速度及陀螺儀數據，經由MQTT通訊協議回傳數據給後端嵌入式系統進行記錄與分析。透過此系統，我們可以更精確的了解特殊行為模式的發生情況，並可以在犢牛行為異常時快速通知牧場管理人員，以即時進行適當的照護。



IoT系統架構圖



資料收集示意圖

基於物聯網之乳牛甲烷排放監測與分析 (林達德)

畜牧業是溫室氣體排放的重要來源，其中反芻動物（如乳牛）釋放的腸道甲烷 (CH₄) 尤為顯著。傳統用於測量乳牛甲烷排放的方法雖然精確，但通常因為其昂貴的成本與專業的操作技術而難以廣泛應用。隨著全球暖化的議題日益增長，需要更經濟簡便的甲烷監測方式。本研究基於物聯網技術開發乳牛甲烷排放監測系統，結合樹莓派 (Raspberry Pi)、MQ4氣體感測器與溫濕度感測器在牧場榨乳室中進行甲烷與溫濕度數據的長時間紀錄，再透過Docker微服務的技術與MQTT通訊協定傳送感測器資料至遠端伺服器，並提供一個即時監控感測器數據的介面。本研究發現當乳牛進入榨乳室時，甲烷濃度會有明顯的上升，藉由進一步的資料處理與分析我們能自動識別榨乳時段與榨乳模式，以及甲烷濃度的變化情形。此研究提出的物聯網系統有低成本與操作簡單的優勢，能夠使乳牛排放的甲烷獲得更有效的監測，有助於將來進行畜牧業減少甲烷排放的相關研究與資料分析。

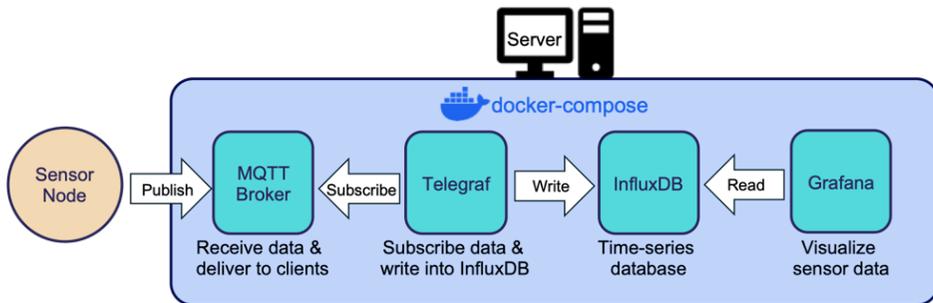


圖1 感測器資料傳輸與監測之物聯網架構

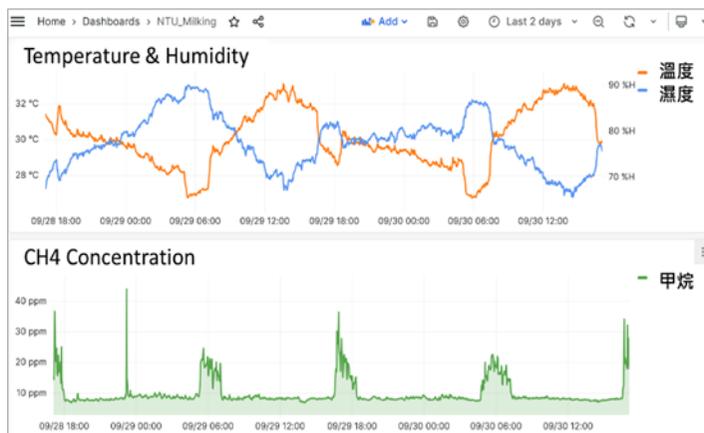


圖2 甲烷濃度與溫濕度之即時監控介面

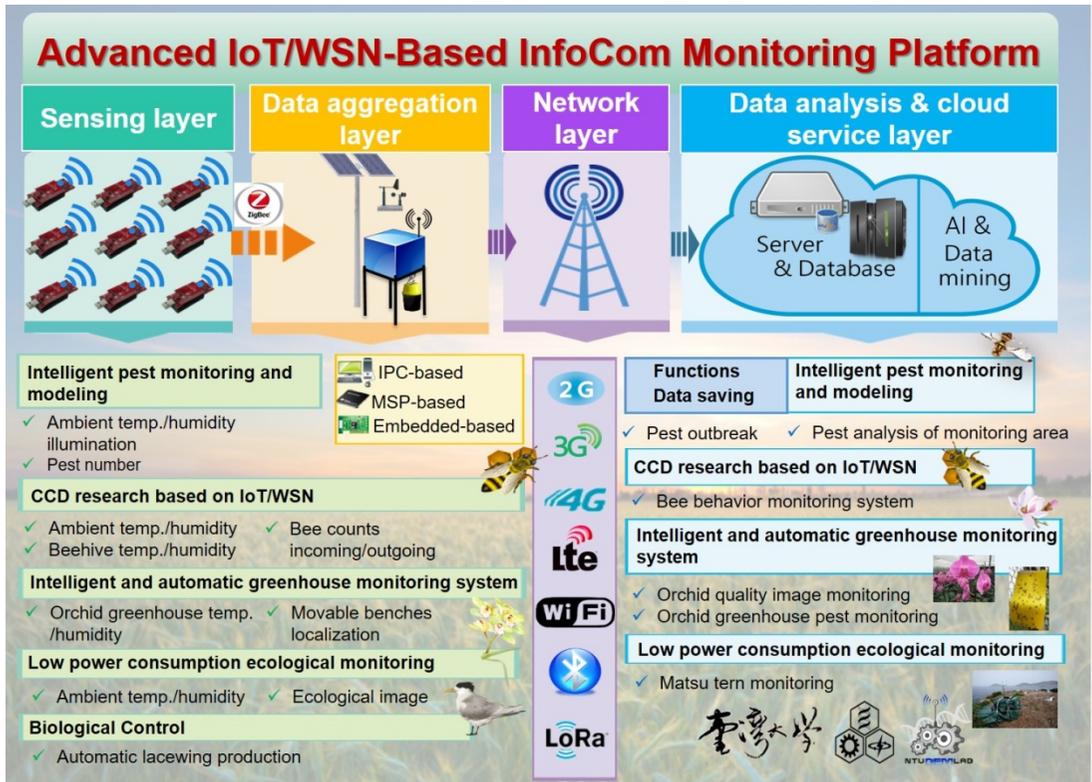
核心技術發展與創新系統設計 開發泛用型「前瞻IoT/WSN資通訊監控平臺」(江昭皚)

利用機電整合技術將前瞻的資通訊/無線感測器網路技術(Wireless Sensor Network, WSN)與物聯網(Internet of Things, IoT)技術進行結合，以技術積木方塊之創新模組化設計為核心技術發展模式，從事遠距無線智慧化監控系統的創新設計，開發出泛用型「前瞻IoT/WSN資通訊監控平臺」。此監控平臺係由「感知層」、「資料匯集層」、「網路層」與「資料分析層」等不同面向之技術所整合而成，適用於不同場域之各類監控應用，例如：智慧電網、智慧農業科技、綠能科技、與生物產業工程等跨領域之研究。此項泛用型前瞻監控平臺的前端感知層係由無線感測器網路所組成，依監測項目之需求可組合不同的感測器模組並搭載無線通訊晶片，能夠即時且大量地感測田間原始資料。同時，依照農業害蟲的獨特性，多項專屬感測器也已經開發完成。

目前，監測平臺已可搭載東方果實蠅、斜紋夜蛾、穀蠹、各類農作物的小型害蟲等重要農業害蟲的專屬感測器，這些害蟲感測器可以精準地偵測田間與鄰近地區之害蟲數量。再者，前瞻監控平臺的資料匯集層負責讓各感測器有秩序且快速地回傳其感測資料。在硬體方面，監控平臺可整合不同類型的閘道器系統，包括工業電腦、單晶片系統、以及嵌入式系統等，進而可開發出適用於各種場域環境限制之不同類型的資料匯集技術與硬體系統。關鍵的資料彙集處理與運算技術，如避免封包碰撞、有效分配路由、與延長網路壽命等演算法皆已開發完成並取得嚴謹的專利布局。此外，前瞻資通訊監控平臺的網路層擔任將前端感測區域之感測資料回傳至資料分析層之間的媒介，目前已可依照不同傳輸距離並整合市面上常見之通訊協定(4G/5G、Lte、GSM、LoRa、Wi-Fi、ZigBee、Bluetooth等)來進行資料傳輸。最後，前瞻監測平臺的資料分析層已利用多種資料型態的儲存與礦掘技術，利用人工智慧與機器學習技術從不同類型之感測資料擷取可用之資訊，建立資料分析模型並可提供巨量感測數據智能分析與智慧服務，於不同應用領域實際落地擴展運用，促進產業技術發展與創新。

由於監控平臺係採用模組化設計，所以可以適用於不同的研究面向以及實務應用面向之監控需求，已經廣泛地運用至智慧電網、智慧農業與智慧綠能不同的研究與應用領域。整體泛用型「前瞻IoT/WSN資通訊監控平臺」係以模組化概念進行設計，不僅開發出適用於各種應用場域的無線通訊架構與最適用的路由演算法，江昭皚教授所帶領的團隊亦專注於特殊工程或產業用途之專屬感測設備之研發。因此，本平台亦能容易地擴展應用於各種智慧工程領域，諸如：智慧電網所需之超高壓輸電安全監控與廣域智慧PV綠能監控系統等研究。同時，「前瞻IoT/WSN資通訊監控平臺」除了運用於農業害蟲智慧化自動監測之外，亦廣泛地運用至智慧農業的許多研究課題，例如：生物防治—全自動化天敵生

產系統、蜂群行為智慧型監控系統、穀倉智慧環控與管理系統、高經濟農作物生長環境監測與智慧化栽植管理、產銷履歷智慧化便利登載系統、及設施蘆筍自動化省工機具與智能作物生產決策系統等，為我國農業科技打造出「智慧農業」之基礎框架。



「 前瞻 IoT/WSN資通訊監控平臺 」架構圖

用於偵測生物標記物之電容式生物感測器開發 (鄭宗記)

生物感測器一直以來透過靈敏度和高特异性快速地針對待測分子進行的檢測，在各個領域具有高度的應用價值。近年來，醫療檢驗體系中為了落實照護點的概念，儘管有許多高精度的技術和設備結合了半導體製程或是微奈米加工技術將檢測機構微小化帶來了便利性，卻帶來許多挑戰難以成為市售的產品，也因此提高了相對簡易且成本較低的檢測機構開發需求。本文將以低成本且可攜帶的電容生物感測器的開發為主旨，以研究電化學感測器為基礎探討常見的界面分子結合策略以及利用阻抗頻譜分析和電阻、電容、電感零件分析測試儀 (LCR 錶) 分析自組裝單層 (SAM) 絕緣度和蛋白修飾後的電容尺度，再以類比轉數位模組結合網印碳電極組成電子式的生物感測器透過電容變化實現分子感測之目的。本文以自製金電極取代市售柱狀金電極，提高分析效率，在製備好自組裝單層後將蛋白透過交聯劑固定在金電極，由阻抗量測確效，研究過程中電化學量測工具有不同分析的適性及絕緣性，阻抗過大會造成分析上的不準確性。最後選用實驗室開發的類比轉數位模組結合拋棄式網印碳膠電極，以聚丙烯酸樹脂作為感測界面絕緣層，再以硝化纖維素薄膜作為吸附層，將10 mg/ml為蛋白(抗原)固定化在感測界面進行抗體結合。目前在結果部分可以在電容值變化上確認生物辨識元件之步驟，透過雷射顯微鏡分析感測介面上的絕緣層與吸附層物理性狀，了解生辨識元件之製程效果，以電容值變化分析抗原固定以及抗體結合之成果，同時，利用雙辛可寧酸測定法 (Bicinchoninic acid assay, BCA) 和增強型化學發光試劑 (Enhanced chemiluminescence, ECL) 光呈色分別對抗原以及抗體進行吸附與結合效果的確效與電容變化結果比對，在不同濃度抗原吸附在感測界面後整體電容訊號變化倍率提升了約5倍 ($\Delta\text{Capacitance}/\text{fold}$ 值從0.01%提升至0.05%)，最後在抗原抗體結合後可以看到電容下降的現象，在抗體濃度為0-25 $\mu\text{g}/\text{ml}$ 具有分辨性，達到檢測之目的，日後若能調整訊大小或優化電極與或是感測界面的材料，進而將感測的敏感度提高、訊號放大，相信必能在分子檢測上提供另種選擇。

披覆醋酸纖維薄膜之電容式感測系統應用於土壤碳源酵素活性之檢測 (鄭宗記)

電容式感測器是電化學感測的方法之一，基於電極與液面之間的界面形成電容性質。電容式感測器具有成本低廉、反應快速、非侵入式、靈活性高的優點，但「絕緣性」極重要，若反應介面的絕緣不佳，將導致離子通透使感測系統短路或不穩定。網版印刷碳膠電極經常使用在電化學生物感測器系統中，其電路設計上彈性高，優點為成本低、製程簡單、一次性。現行土壤綜合能力檢測之研究利用綿狀條織物、木材、混合纖維、天然纖維等可降解材料，埋入土壤中進行長期性的降解試驗，透過機械應力的拉伸強度以及重量損失等，定義土壤的總體微生物量。為了簡化檢測土壤總體微生物量之量測方法，並且產生更有效率的量測模式，可以應用在各式理想實驗室條件下調配之溶液中，我們使用了電容式感測器並且結合網版印刷碳膠電極，藉由披覆醋酸纖維薄膜在量測點上作為降解材料，透過化學、酵素、化學加酵素的溶液中降解，並且實際在不同菌量的土壤中降解，得到電容響應和時間的關係，研究化學條件、碳循環酵素降解醋酸纖維薄膜的趨勢、速率等，研究薄膜降解後之電容響應與土壤碳源酵素的關聯性。我們提出了成熟的單層披覆薄膜製程，能夠維持一定的絕緣度，證實薄膜厚度 $53\pm 2.23\ \mu\text{m}$ 在Cap-sensor電容量測系統量測有效範圍內，且研究披覆薄膜的製程，藉由薄膜品質管理驗證披覆薄膜的穩定度高，經長期浸泡中性緩衝液中，薄膜在第35天電容值變化量 $0.04\pm 0.03\%$ 。後續在單純化學條件、化學加上酵素條件，將披覆醋酸纖維薄膜的網版印刷碳膠電極浸泡在溶液中，依時間間隔量測其電容響應。使用全反射傅立葉紅外光譜分析醋酸纖維薄膜經過時間的降解，C=O與C-O化性變化以及薄膜粗略性之厚度變化與電容響應的關係。最終展示在實際土壤中，先使用成熟的土壤微生物含量測定方法（二乙酸螢光素方法）驗證，且將披覆薄膜的網版印刷碳膠電極埋入不同菌量的土壤中，該電容式生物感測器測得的電容響應反應曲線有顯著差異，定義土壤總微生物量指標。本研究提出利用電容式感測器檢測土壤總微生物量，深入研究碳源酵素降解醋酸纖維薄膜的效力，相比於傳統有機質分解的檢測手法：使用拉伸應力、重量損失等方法測定分解袋、棉織物或木材，電容式感測器結合網版印刷碳膠電極披覆薄膜整合人機介面操作，使用者可以透過特定應用場景，切換適當的量測模組，並且即時讀取資料和匯出整理。因而達成即時、有效、快速且操作容易之感測器架構，對於土壤品質的評估和其他生物學方面具有研究潛力，不論是農業、環境監測或是生醫應用後續都是此項技術可以切入的場域

用於測定食物中黃麴毒素的樣品檢液製備之自動化預處理機性能優化 (鄭宗記)

台灣溫暖濕熱的環境，容易使得黃麴毒素於花生、穀類、豆類等農產品中孳生。其中，黃麴毒素B1有強烈的肝毒性與致癌性，且其耐高熱性也導致完全消除毒素有一定的困難。因此，事先預防受汙染的農產品進入市場，為保障消費者健康的唯一方法。本研究旨在完成開發一項針對固體樣品(以花生為例)的自動化前處理機，並優化其性能，以符合法規對於製備黃麴毒素B1檢液的步驟要求，從而確保後續檢驗結果之有效性。該前處理機主要由重量感測、研磨萃取以及流道系統組成，以實現樣品的磨碎、均質、過濾步驟。透過修改研磨機構設計以及參考過往文獻中提及的濕研磨方法，將磨碎效能由過篩率(孔徑：1 mm) 30%提升至99%。隔離流道系統中感測器之訊號干擾，將350 ml下的流量誤差百分比控制於1%，以確保萃取效率的一致性。重量感測系統則透過更換合適感測器以及實施自動校正程序，將重量感測誤差百分比由0.2%降低至0.02%。進樣機構與進樣管道的設計確保了量測完畢之樣品可掉落至研磨機構內。注水口位置的設計充分清除前處理過程中，噴濺於進樣管道內的樣品。探討清洗程序內的各項參數，包括清洗時間、清潔溶液體積、清洗次數，並驗證了系統在重複使用的情況下，經過清洗程序後仍能將殘留樣品的含量清洗至0.1%以下。本研究使用甲烯藍代替黃麴毒素B1塗抹在樣品上，並進行樣品前處理。對前處理後的檢液進行量測，結果顯示回收率為78%，表明了本系統能夠處理固體樣品，並有效萃取出目標物。本研究以原系統設計之基礎進行性能上的優化，且結果均滿足法規對於樣品前處理之要求。此外，自動化可行性的驗證確保了優化後的系統能夠重複處理固體樣品且不影響後續檢液之有效性。

跨族群多基因模型用於預測低密度脂蛋白 (LDL) 血液水平：使用英國人體生物資料庫和臺灣人體生物資料庫進行分析 (陳倩瑜)

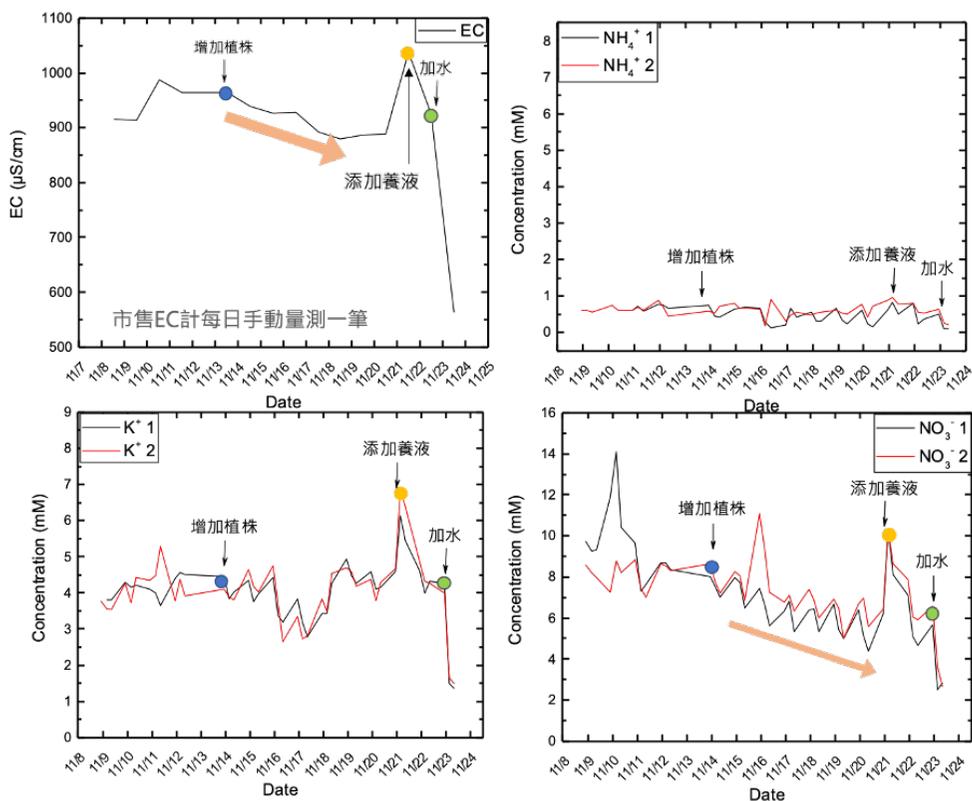
多基因風險分數 (PRS) 的預測常會觀察到因全基因組關聯研究中大量使用歐洲血統所造成的偏差。本研究旨在評估祖源特定PRS的性能差異，並測試多祖源PRS的實作，以增強在東亞人口中對低密度脂蛋白 (LDL) 膽固醇預測的普適性。在此研究中，我們使用全球脂質協會的數據計算了英國人體生物資料庫數據集 ($n=423,596$) 和臺灣人體生物資料庫數據集 (TWB, $n=68,978$) 的祖源特定和多祖源LDL的PRS，同時考慮了使用PRS-CSx方法校正族群特定的連鎖不平衡模式。族群特定的PRS在目標人群內的確更精準地預測了LDL水平，但多祖源PRS更具普適性。在TWB數據集中，校正協變數的R²值分別為祖源特定PRS的9.3%，多祖源PRS的6.7%，歐洲特定PRS的4.5%。在較小的英國人體生物資料庫東亞人口中 ($n=1,480$)，也觀察到類似的趨勢 (8.6%，7.8%，6.2%)。與R²值一致，對東亞人 (TWB) 的PRS分層有效地擷取在PRS分層中LDL血膽固醇水平的異質變異。東亞特定PRS (EAS_PRS) 最低和最高十分位之間的LDL水平平均差異為0.82，而歐洲特定PRS (EUR_PRS) 和多祖源PRS分別為0.59和0.76。值得注意的是，多祖源PRS最高十分位的平均LDL值與EAS_PRS相當 (3.543 vs. 3.541, $P=0.86$)。我們對LDL膽固醇的PRS預測模型的分析進一步支持了PRS在不同族群中的普適性問題。我們對東亞 (EAS) 人口的有針對性分析顯示，在基於歐洲的GWAS數據之外整合非歐洲的基因分型數據可以增強LDL PRS的普適性。

物聯網多離子自動監測系統應用於水耕養液管理 (陳林祈)

室內農業為減緩全球碳排放和實現淨零排放提供了一種有前途的方法。在室內農業中，營養液是作物的主要營養來源。但現有營養液監控依賴植物特性、pH值和電導率(EC值)來管理營養溶液。然而，這些參數無法全面了解水耕中巨量離子的濃度與比例，使精準施肥難以達成。為解決此問題，以固態式離子選擇電極為基礎開發為多離子感測試片，結合多通道電位感測模組和物聯網系統，達成即時遠端自動多離子濃度監控 (Wu et al. 2023)。自動多離子感測系統可在水耕農場(如溫室和工廠植物)內同時實時測量八種離子濃度，包括硝酸鹽、鉍、鉀、鈣、鈉、氯、鎂離子和pH值。至目前為止，該系統完成了三場實場驗證，以芝麻菜作為目標作物進行驗證。實驗數據驗證了系統具有以下能力：適用於全/半人工控制環境、感測養液離子濃度變化符合EC和pH值變化、可以感測不同配方的養液離子濃度變化、測量誤差小於1 mM且具有高單日測量重複性、可以分析不同配方下作物體內的離子差異，以及可以分析菜汁中鉀硝濃度與鮮重之間的關聯。長期的離子監測數據可作為基於肥料補充和環境控制的知情決策的重要參考，最終促進可持續和高效的農業實踐。



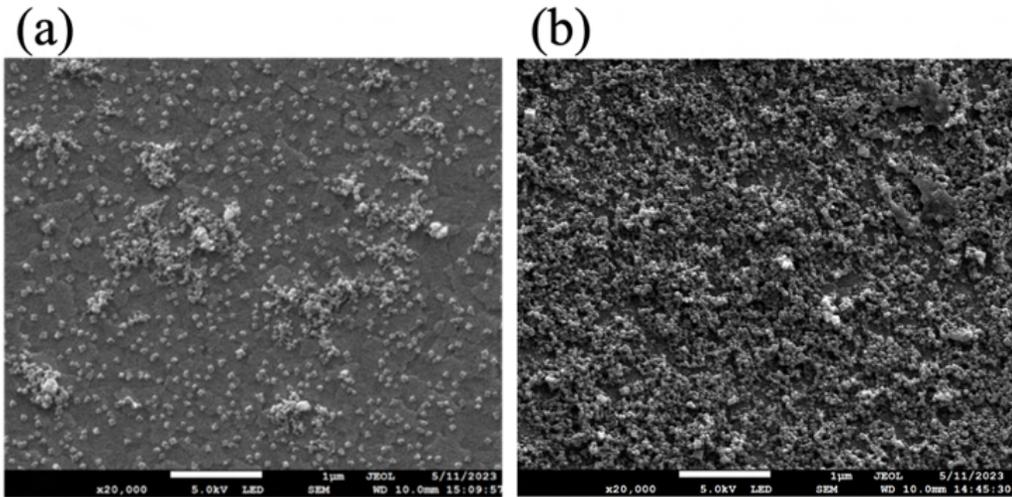
圖一、(a) 系統養液自動監測系統於溫室內架設圖。(b) 即時遠程監控使用者介面。



圖二、實場實驗中各離子濃度變化。日期：2022年11/7~11/8；地點：國立屏東科技大學水耕溫網室；以芝麻菜為標的並使用山崎養液作為水耕配方。鉀、硝、銨皆量測二重複。

改善亞鐵氰化銅的電鍍程序並應用於癒創木酚之感測 (陳林祈)

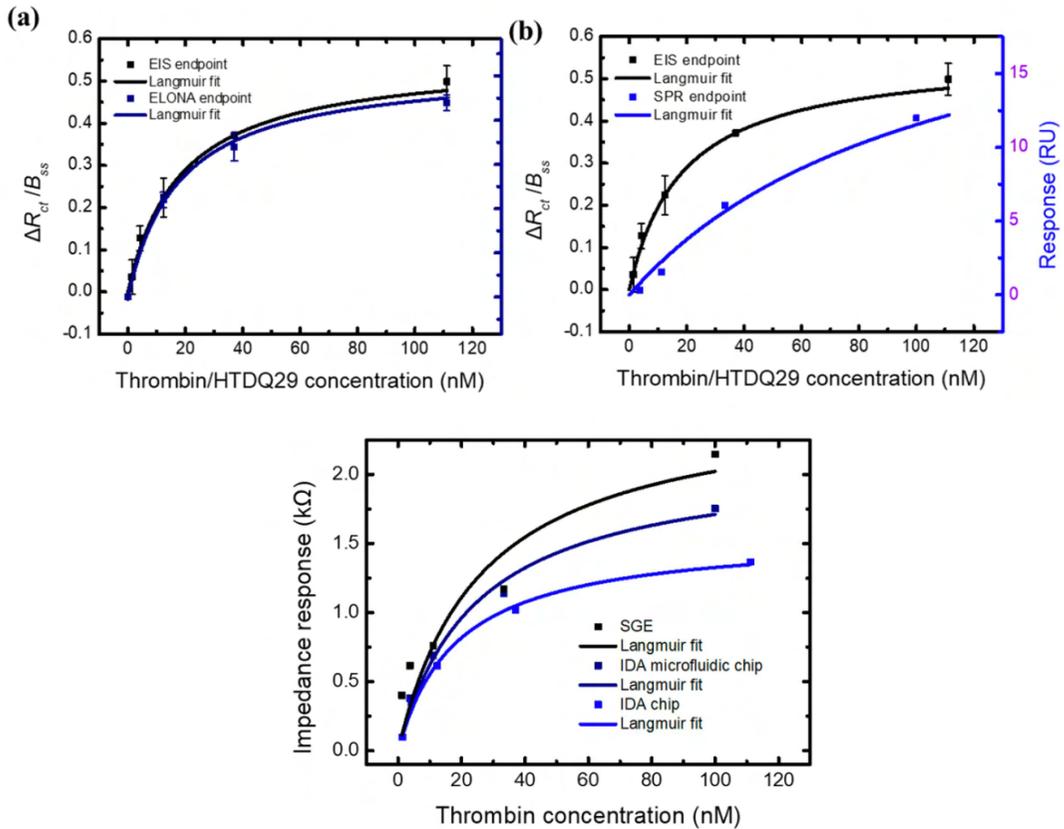
亞鐵氰化銅是一種普魯士藍類似物(Prussian Blue analogues)，其特殊的結構造就了其對於多種分子的電氧化活性。然而，普魯士藍類似物的電鍍修飾一直都是一大難題。我們發現能使亞鐵氰化銅電鍍溶液更加穩定的方式：不加入氯化鉀並將pH調整為3。如圖所示，相較於pH=1的電鍍溶液，pH=3的電鍍溶液所電鍍出的亞鐵氰化銅更加的緻密。在此條件下，我們將修飾有亞鐵氰化銅之電極應用於癒創木酚（咖啡等飲料中一種具有焦香味的分子）之伏安式感測。其中電流峰值大約在0.75 V vs. Ag/AgCl，線性感測區間為0.2 ~ 3 mM，且靈敏度約為62.4 $\mu\text{A}/\text{cm}^2/\text{mM}$ 。除了癒創木酚之外，亞鐵氰化銅也對於咖啡酸、氯原酸、香草精等在飲料和食品中可見到的成分或添加物具有電氧化活性。因此亞鐵氰化銅可望發展為多功能的味覺感測材料。



圖一、在無氯化鉀的鍍液中於(a) pH = 1 (b) pH = 3電鍍的亞鐵氰化銅薄膜表面形貌

基於流動式適體感測平台的適體親合力分析研究 (陳林祈)

本研究開發基於微流體系統之適體感測平台，採指叉狀電極並結合電化學阻抗方法即時監測目標物與適體之結合並進行定量分析，藉此估算出適體之動力學參數。二級式平面指叉狀電極因易於微型化、製造和修改等特點，擴大了電化學傳感器的適用範圍。另外，與微流體系統之結合一方面促近了氧化還原之反應速率，放大感測所欲量測之氧化還原循環信號，另一方面也使得此平台得以即時量測樣品中待測物濃度。透過此平台，適體的結合速率常數(k_{on})和解離速率常數(k_{off})可被求解得出，並與傳統生化分析方法進行比較。故此，新的和力測量策略可被驗證了，生物傳感器的實際應用潛力亦被證實。



利用微流道裝置於核酸檢測與在病毒檢測、動物育種的應用(盧彥文)

本研究結果將基因育種、科學化管理導入傳統養豬業者，透過便利，高效，且符合經濟成本之服務，提升臺灣養豬產業競爭力。該相關育種技術已成立一家新創公司(台灣)。研究成果累計有五篇國際期刊(四篇為優良期刊)、多次國際重要會議論文(e.g. μ TAS 2017, 2018, 2019, 2021)發表，一項美國專利、一項臺灣發明專利。研究成果包含了下述三方面的技術：

- A. 經濟性狀之遺傳標記開發 (e.g. 母豬、種公豬在肉質、繁殖性狀的分子標記)
- B. 可攜帶式育種基因檢驗晶片，達到簡化流程、即時偵測。
- C. 數位化管理豬群性能表現，進行系統化管理畜群。

細胞分離、血液工程技術 (盧彥文)

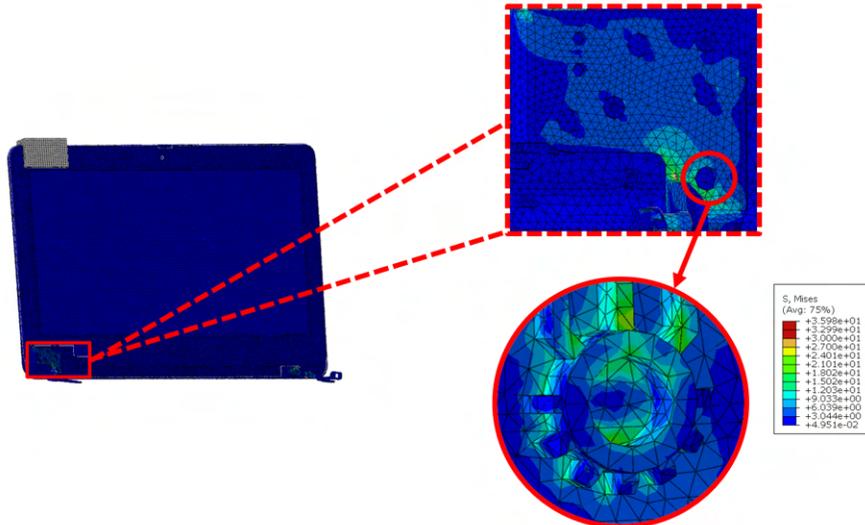
與民間業者進行產學合作，並結合臺灣大學醫學院生理所、法醫學研究所共同研究開發血液工程技術

(A) 微流道技術來進行血球及細胞分離，針對血球與細胞的尺寸大小、物理特性來進行分類與篩選，改善目前相關技術需要複雜流程、人工操作反覆的缺點，初步結果已經對(1)與血球尺寸類似的微珠、(2)循環腫瘤細胞 (Circulating Tumor Cells)、(3)帶核的紅血球(Nucleated Red Blood Cells)、(4)精細胞與上皮細胞等成功的分類並具有良好的純度。該計畫有優良期刊發表、兩篇國際會議論文發表。同時進行產學合作及技術轉移。

(B) 高通量的血液分離與血品製備系統。該系統可以製備血小板濃縮液、減白液等。研究成果斐然，主要的 benchmark 為國際相關血液工程大廠 (e.g. Haemonetics)。目前研究成果應用於產品開發，與紡織綜合研究所進行合作，並且獲得科技部產學司的優良獎項表揚。該計畫有兩篇優良期刊論文、四篇會議論文發表。

應用臨界平面法於紫外光照下筆記型電腦承受開闔條件之高分子零件疲勞壽命估算與驗證 (廖國基)

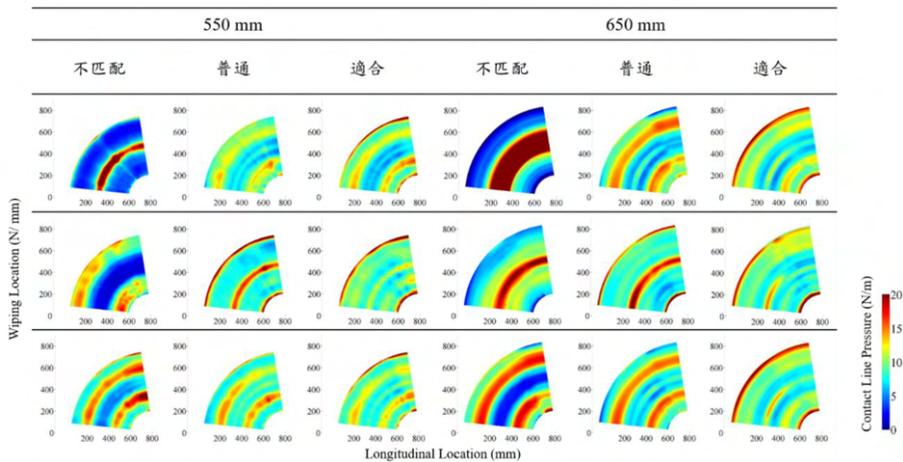
筆記型電腦經常以合膠作為製作機殼之材料，然工程塑膠/合膠經長期光照後，內部分子鏈可能發生變化，進而造成材料機械強度下降、變色、抑或脆化等老化現象。依據老化程度不同，產品之使用壽命亦會承受影響。本研究係檢視PC/ABS製成之機殼上蓋與轉軸相接之螺栓處，承受光照老化對其疲勞壽命之影響。為快速獲致老化後之材料，本研究係採用塑膠拉伸性能規範ASTM D638-14中之啞鈴型試片，參考塑膠-實驗室光源暴露規範ISO-4892-3進行紫外光照加速老化試驗。接續以單軸拉伸試驗取得相關機械性質，並進行單軸循環疲勞試驗，獲致試片於不同負載振幅下發生斷裂失效時之疲勞壽命。隨後導入臨界平面法搜索材料中具備最大疲勞損傷之平面，計算該平面於循環負載下之損傷累積，進而評估材料之疲勞壽命。將所得之疲勞壽命預測模型應用於筆記型電腦上蓋開闔模型，針對特定螺栓處進行疲勞分析，評估潛在失效風險。結果顯示未光照條件下，雖預測結果與試驗開闔週期數有些差異，然皆介於兩倍範圍內，仍可作為疲勞分析評估依據。經過光照老化504小時之機殼上蓋所得之開闔週期數，並未如預測結果呈現下降情形，推論於外側面之老化效果無法對於內側螺栓造成顯著影響。



筆電機殼於上蓋開闔模擬之疲勞分析位置

應用神經網路於無骨雨刷之金屬彈片幾何最佳化 (廖國基)

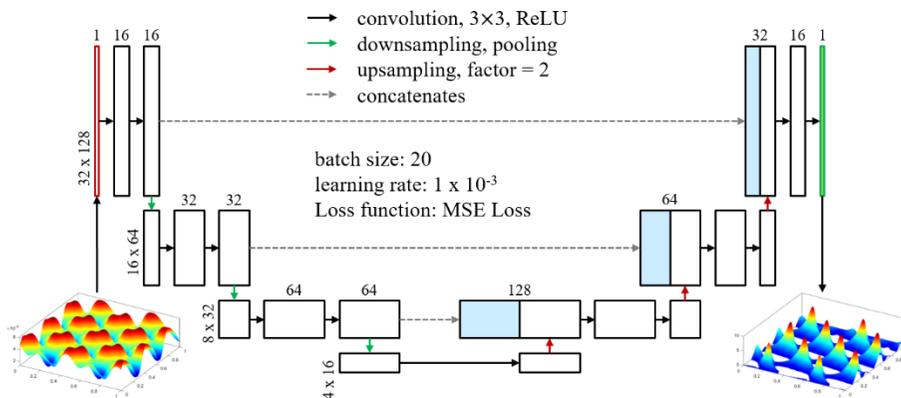
飛行器與車輛通常配置雨刷系統，用於清除附著於擋風玻璃之水滴與落塵，確保駕駛人之視野清晰。本研究經由數值模型快速取得多種無骨雨刷金屬彈片下壓於玻璃曲面之接觸壓力分佈，建立包含幾何資訊及模擬結果之資料庫，應用於訓練類神經網路預測不同彈片幾何條件下之接觸壓力分佈。使用主成分分析降低玻璃曲面之特徵維度，第一主成分之可釋方差達97%，故可做為玻璃曲面之形狀編碼。透過輸入之彈片幾何與玻璃曲面形狀編碼，快速提供彈片幾何於擋風玻璃多處之接觸壓力分佈。隨後應用卷積神經網路，針對刮刷壓力分佈進行分類自動識別具備優良刮刷表現之無骨雨刷彈片幾何。為建立客觀之雨刷刮刷表現判定系統，採用LeNet-5 (Lecun等人, 1998)分析無骨雨刷彈片幾何與擋風玻璃之適配度，於判別適合之類別時準確率為74%，且召回率值達82%，顯示模型提供之建議具備良好可信度。進而將數支建議之彈片幾何基於有限元素分析進行刮刷模擬，與類神經網路預測結果進行相似性比對，並透過實驗觀察驗證其刮刷表現。透過上述神經網路建立之最佳化流程，協助相關業者快速提供具備良好刮刷品質之彈片幾何。



基於卷積神經網路刮刷壓力分佈判定彈片幾何適配度示意

發展基於彈性流體力學之磨耗分析程序於評估旋轉式密封件工作性能 (廖國基)

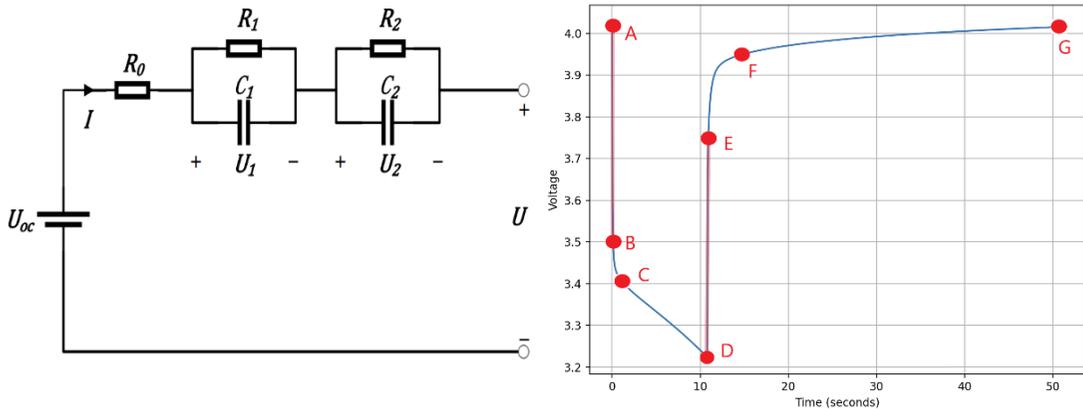
聚四氟乙烯製旋轉式密封件為常見於工業系統及車輛中之重要元件，其經歷軸心之高週期運轉後將面臨嚴重磨耗問題，導致其與軸心之間接觸壓力降低並進而引發潛在之洩漏失效。於油潤條件下，密封件與軸心接觸面之間將形成一層油膜，其流體力學壓力分布與其回刮性能密切相關。於本研究中開發基於彈性流體力學之分析程序，透過有限差分法迭代求解雷諾方程式，藉此求得流體力學壓力分布，並依此估測相對應之洩漏率。進一步導入基於卷積神經網路之機器學習工具於預測油膜之流體動力壓力分布，透過U-net之形式以維持輸入層與輸出層之間相同維度。其中輸入層為油膜厚度，輸出層為流體力學壓力。該模型以8000筆訓練資料與2000筆測試資料進行訓練，可於極短之計算時間成本內準確預測流體力學壓力分布。此外亦設計相對應之磨耗及洩漏試驗平台，藉此驗證前述分析程序之合宜性。前述理論經實驗觀察佐證，經歷144小時工作週期之密封件仍可維持良好密封性能，然經歷192小時工作週期者則引發顯著洩漏。



U-net卷積神經網路之模型架構

電池健康度(SOH)的快速檢測方法 (黃振康)

對於常見於農機用電池組的18650型鋰電池，本研究以二階戴維寧等效電路模型評估數顆不同健康度的電池，並與容量、內阻值、脈衝放電等數據交互比對，藉此做出更為全面的電池健康度分析。本研究使用的18650電池分別為7顆LG的M26型鋰離子電池和11顆Sanyo的UR18650ZY型電池，額定容量皆為2600mAh。兩種電池先以1kHz交流訊號估算內阻值，其中M26型電池之內阻值約在42 mOhm 到52 mOhm 之間，UR18650ZY型電池約在44 mOhm 到94 mOhm之間，再來則是以1C電流放電做容量測試，並在放電過程中監測其溫度變化，最後進行2C脈衝放電測試，求得等效電路模型。本研究之二階等效電路模型參數包含 R_0 、 R_1 、 R_2 、 C_1 、 C_2 ，其中 R_0 為代入歐姆定律計算而得， R_1 、 R_2 、 C_1 、 C_2 則是以脈衝測試後的鬆弛電壓曲線進行估算，結果顯示 R_0 值可作為電池健康度的初步判斷， R_1 、 R_2 、 C_1 、 C_2 的值則可用於電池非線性特性的分析。結果顯示內阻無法完整判斷電池的健康情形，低內阻、高 C_1 的電池方有較佳的健康度。



電池之二階等效電路與脈衝放電曲線

電池芯內阻與容量對於串聯、並聯成為電池組的性能影響 (黃振康)

本研究選用四個不同內阻之軟包電池，分別為1號(5.118mΩ)、2號(11.119mΩ)、3號(1.802mΩ)、4號(6.678mΩ)。首先將每顆電池用固緯電子PSW 80-27可程式交換直流電源供應器充電到3.65V，以確保它們處於相同的起始電壓，再將內阻差距大(2號與3號)和內阻相近(1號與4號)之電池並聯以比較不同內阻之間並聯對充放電量的影響；使用固緯電子PSW 80-27可程式交換直流電源供應器和PEL-3041 單通道可編程直流電子負載，每次以不同的電流進行放電並記錄電壓，分別進行三次放電，分別使用10A、15A和20A的電流，將電池放電至2.75V。最後利用GDM-8342數位桌上型電錶系統紀錄每次的放電電流和時間計算出總電量，再比較這些並聯電池之電量與並聯前電池的電量，計算出並聯後對電量之影響。用10A放電時，有最高的電量增益；用15A放電時電量增益都為負值；用20A放電時，內阻相近之組合電量增益為正值，內阻相差大之組合為負值。其中電量增益最大是內阻相近之組合在10A下放電，值為2.12%，而其他情形下之增益比例都在±1%之間；在三種電流下放電，內阻相近電池並聯的增益比例都大於內阻相差大的，然而由於差異比例甚小，評估這些微小的電量的變化是因為實驗時設備及人為誤差造成，軟包電池並聯的內阻差異對電量的影響非常有限。

將並聯改成串聯在進行一次實驗，同樣使用 1C 充放電，得到內阻差異較大的軟包電池串聯後會減少 9.17% 的電量，內阻接近的軟包電池串聯後則減少 5.94% 的電量，因此內阻差異較大的電池串聯也比內阻接近的電池串聯減少更多的電量。

此外，實驗還觀察到每次充電後，軟包電池的內阻都會上升，而放電後內阻可能會上升或下降。這顯示內阻在電池充飽電後才達到穩定狀態，因此測量荷電狀態的內阻更具參考價值。其原因為內阻在電池充飽電後才是穩態，測量出來的結果較準確。因此在電池的測量過程中，以荷電狀態的內阻作為測量標準。



可程式電源供應器與電子負載

含脫細胞肝臟間質之自癒合水膠應用於肝纖維化之恢復 (侯詠德)

肝臟是以代謝功能為主的器官，主要有去除體內毒素、肝醣儲存、碳水化合物代謝、脂質代謝及蛋白質合成等重要功能。然而肝臟受損發炎後病變所致的慢性肝病及肝硬化成為人類常見死因之一，這些發炎症狀刺激肝臟分泌細胞外間質 (Extracellular matrix, ECM) 並積累形成疤痕組織 (Scar tissue) 降低肝功能，此過程即為肝纖維化 (Liver fibrosis)。本研究承接實驗室過往研究，使用 CPDP 自癒合水膠 [由 Chitosan-pheol (CP), Difunctionalized PEG (DP) 所合成之具自癒合特性之材料] 作為仿生微型肝組織之載體。雖然本實驗室既往的研究中已經證實了 CPDP 自癒合水膠有以下的特性：(1) 優良的自癒合能力及可注射性；(2) 大約 0.5 kPa 且與肝臟相仿的力學強度；(3) 長達兩週以上的穩定降解時間。然而若是將 CPDP 自癒合水膠與肝細胞一同植入體內時，反而會引發免疫反應，使受損組織對外來細胞產生排斥等不良反應。因此，本研究的第一部分擬將 CPDP 自癒合水膠結合脫細胞化肝臟間質 (Decellularized Liver Matrix, DLM) 來改善載體之微環境。這是因為 DLM 是被廣泛運用且具與肝臟高度生物相容性的自體性物質，因此我們擬進行 DLM 成分及濃度最佳化的檢測，以利後續將其與 CPDP 自癒合水膠混合使用。本研究的第二部分我們擬改善過往研究中肝細胞球 (Hepatocyte spheroids) 的製備方式，並結合人類臍靜脈內皮細胞 (Human umbilical vein endothelial cells, HUVECs) 形成包覆 HUVECs 的肝細胞球 (HUVECs-covered hepatocyte spheroids) 以製備出微型仿生肝臟組織。最後，將以四氯化碳 (Carbon Tetrachloride, CCl₄) 作為誘導毒化物以建立體外肝纖維化模型，並結合 CPDP 水膠、DLM、肝細胞球及 HUVECs-covered 肝細胞球，形成 CPDP-Spheroids (CS), CPDP/DLM-Spheroids (CDS), CPDP/DLM-Spheroids and HUVECs (CDSH) 等組別之微型仿生肝臟組織，並檢測其應用於肝纖維化的恢復。期許 CPDP 自癒合水膠於肝臟組織工程中的應用能有進一步的發展、且能為肝病治療給予新的方法與展望。

可注射式 Glt-HPA-DLM 應用於肝纖維化模型之毒化恢復 (侯詠德)

肝臟在人體的消化系統中扮演重要的角色，主要負責代謝物質及蛋白質合成、排除毒物等重要功能。然而人們生活及飲食習慣改變、長期暴露於有害物質之環境等原因，都導致肝纖維化甚至肝硬化之疾病成為人類常見死因之一。過往研究提出，脫細胞化肝臟間質 (Decellularized liver matrix; DLM) 具備肝細胞微環境之架構，且其內含之成分對於肝細胞機能有提升之效果。但是如何在脫細胞化的製備過程中仍能維持 DLM 之蛋白質結構、完整地移除 DNA 等遺傳物質、並將此材料實際應用於肝病的臨床研究中，仍是尚待開發的領域。本研究將承接本實驗室過往的研究，開發一套以 DLM 為基底的肝毒化回復性材料，並著重將其應用於體內肝纖維化之毒化恢復。本研究第一部分主要著重開發可注射性生物材料，目標將此生物材料注射至實驗動物體內，使材料能夠透過血管網絡遍布肝臟，以達到全面性修補受損肝臟、進而提升肝臟機能之效果。為達到此目標，我們以 DLM 為基底，混合 Gelatin 交聯而形成具有提升肝細胞活性、具有足夠機械強度且高生物相容性之新型水膠 Glt-HPA-DLM (Gelatin-Hydroxyphenylpropionic acid-Decellularized liver matrix)，並於體外實驗中分析其材料特性以及成分確認。本研究第二部分則致力於大鼠肝纖維化模型的建立及毒化治療，利用四氯化碳 (Carbon tetracholoride; CCl₄) 誘導出肝纖維化模型，並結合前述開發而成的 Glt-HPA-DLM 進行毒化治療，以進一步檢測 Glt-HPA-DLM 對於體內肝纖維化回復之影響。本研究期許 Glt-HPA-DLM 未來能實際應用於臨床治療，並為慢性肝臟疾病之治療提供新的方法與視野。

虛擬植物醫生 – 瓜類病蟲害智慧識別 (陳世芳)

本實驗室開發瓜類葉面複合病蟲害辨識模型，對胡瓜及網紋洋香瓜葉面影像進行辨識。該模型以更快速區域卷積神經網路(Faster region-based convolutional neural network, Faster RCNN)為主架構，搭配ResNeXt-101為基礎骨架，進行影像中病斑的辨識與定位，其可辨識健康、七種瓜類常見單一異常病害(炭疽、褐斑、露菌、白粉、病毒、葉蟎，及營養缺乏)，及十種複合病害(主要由前五項單一異常病害複合產生)。於如此複雜的任務下，模型效能可取得F1-score 為0.846，平均精確度均值(mean average precision, mAP)為0.758，且在實際場域中測試亦有相當優異之表現。此模型目前結合應用情境有二：一為實時監控溫室中病蟲害發生之情況，配合場域中進行田間生長狀態蒐集之機器手臂及攝影機，拍攝及上傳葉面影像至雲端伺服器。應用Django架構串接瓜類葉面複合病蟲害辨識模型及MongoDB資料庫，進行實時辨識後回傳影像及辨識結果至監測儀表板提供警示訊息。二則為便利農友於田間使用手機即可進行瓜類病蟲害識別，亦開發LineBot模式的虛擬植物醫生服務。以Linebot為溝通平台，採取Flask為Web 應用框架，串接Line介面及後端深度學習模型。可供使用者上傳病蟲害影像，即可獲取預測之罹病類別及信心水準，並可連結至植物保護系統提供相應防治方法。此系統之導入可以即時提供使用者植株健康狀態之識別，提早採取相對因應措施、降低損失，以保障產量與品質。



健康



炭疽病



露菌病



褐斑病



白粉病



病毒病



葉蟎



營養缺乏

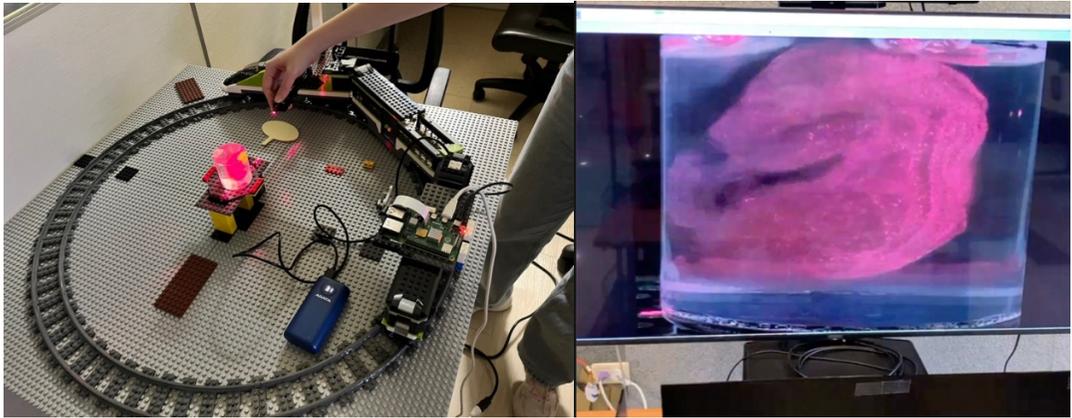
瓜類健康與異常狀態之葉表特徵



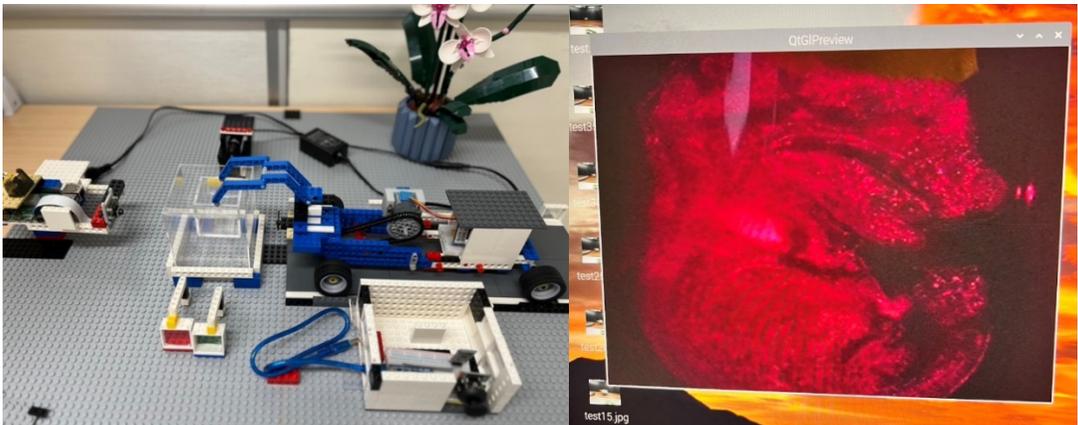
線上虛擬植物醫師LineBot服務示意

樂高膨脹層光顯微鏡 (吳筱梅)

層光顯微鏡(Light-Sheet Microscopy)發展於1903年，近年來層光顯微鏡系統中加入可製造出貝索光束(Bessel Beam)屏蔽膜後，使得光學顯微鏡得以突破光學繞射極限，並於2014年榮獲諾貝爾化學獎，奈何此光學技術的成本較高，因此普及性大受限制。生物光機電實驗室與中央研究院應用科學中心陳壁彰副研究員合作，共同開發以樂高零件，搭配生物樣本透化與十倍放大的技術，成功地以低成本的方式建造兩台「樂高膨脹層光顯微鏡」，並於2023年中央研究院Open House進行展示。此兩台顯微鏡，使用最新的Raspberry Pi Camera Modulus V3，搭配藍牙遠端遙控技術，成功地實踐遠端控制顯微鏡的功效。後續本實驗室將繼續開發影像重建分析系統，以及剪除剛體運動(Rigid Body Motion)雜訊的模組開發。



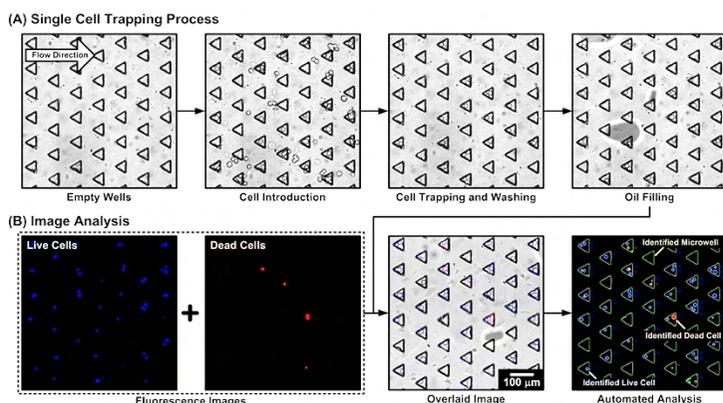
環繞型樂高層光顯微鏡與其影像



一維樂高層光顯微鏡與其影像

Efficient Single-Cell Oxygen Consumption Rate Characterization Based on Frequency Domain Fluorescence Lifetime Imaging Microscopy Measurement and Microfluidic Platform (吳筱梅)

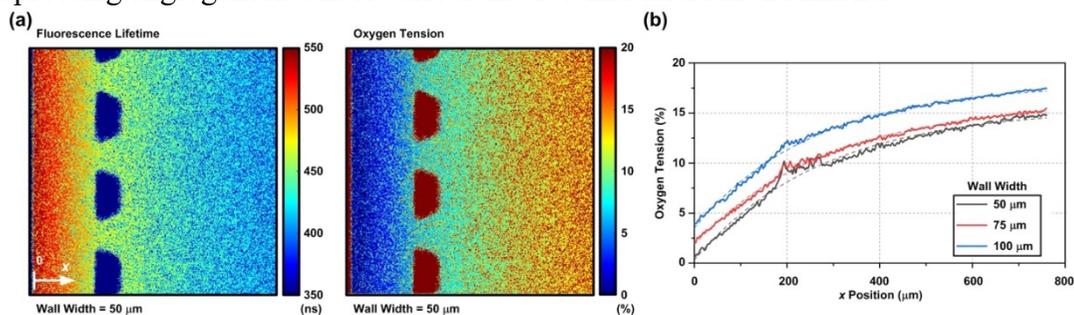
Cell metabolism is critical in regulating normal cell functions to maintain energy homeostasis. Energy dysfunction been identified as important factors causing various diseases. In order to monitor cell metabolism, the oxygen consumption rate (OCR) of cells has been characterized as an important factor to understand cell metabolism. OCR of cells largely influences cellular functions leading to various important biological responses. In conventional cell analysis, the cells are characterized in bulk due to technical limitations. However, the heterogeneity between the cells cannot be identified in such characterization. As a result, single-cell analysis has been proposed to reveal cellular functions and their heterogeneity. In this research, an approach integrating microfluidic devices and widefield frequency domain fluorescence imaging lifetime microscopy (FD-FLIM) for single-cell OCR characterization in an efficient and high-throughput manner is developed. The microfluidic device provides an efficient platform to trap and isolate single cells in microwells with the buffer saline containing an oxygen sensitive fluorescence dye. The oxygen tension variation within the microwells can be efficiently estimated by measuring the fluorescence lifetime change using the FD-FLIM during the experimental period, and the OCR values of the single cells can then be calculated. In the experiments, breast cancer (MCF-7) cells are exploited for the OCR measurement. The results demonstrate the functionality of the developed approach, and show the heterogeneity among the cells. The developed approach possesses great potential to advance cellular metabolism study related to various physiological and pathological conditions with single-cell resolution.



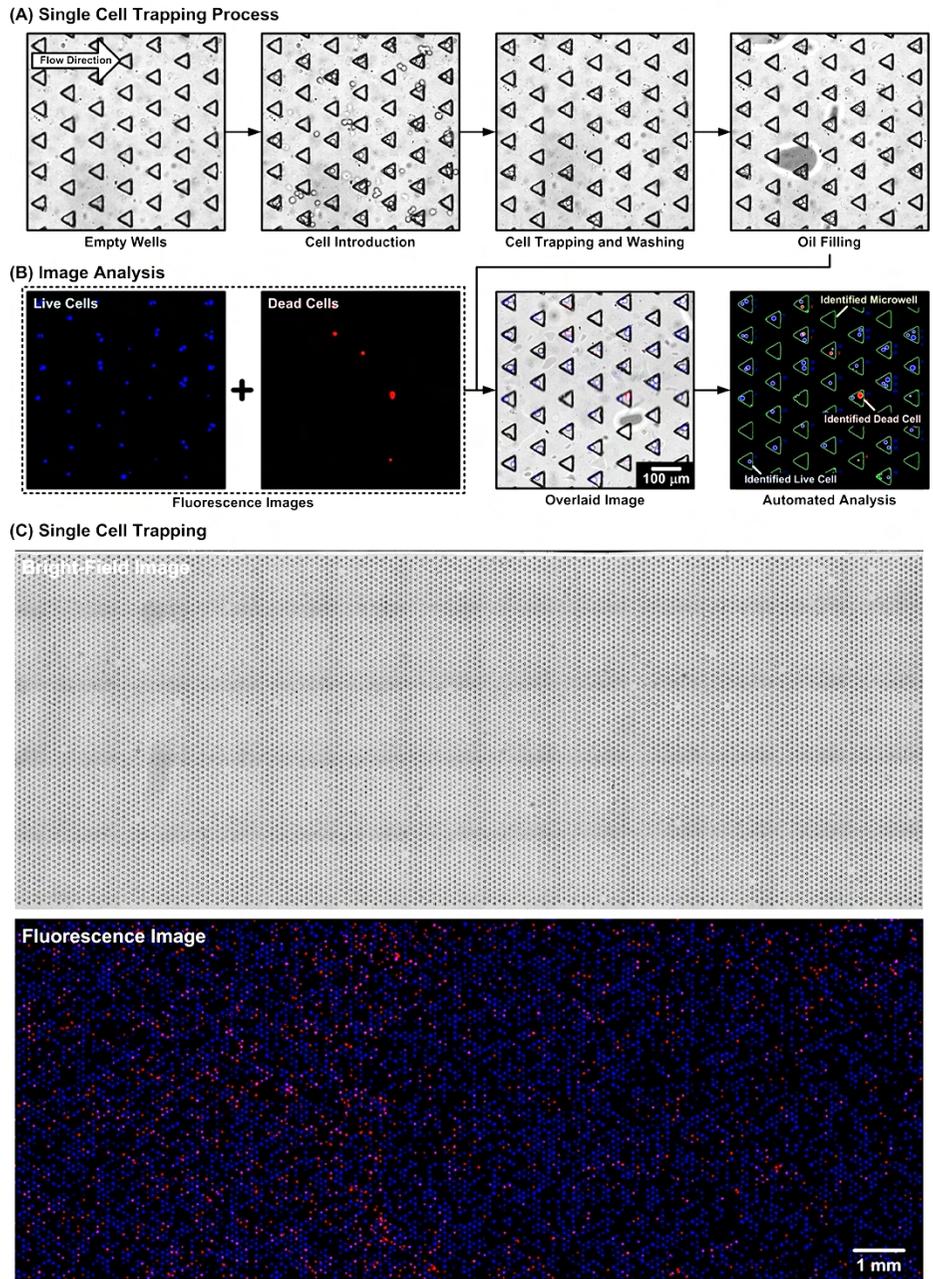
(A) Brightfield images of the cell trapping process from the empty microwells to single cell isolation in the microwells. (B) Fluorescence images of the cells stained with nuclei (blue) and dead cells (red) isolated in the microwells in the device.

Study Sprouting Angiogenesis under Combinations of Oxygen Gradients and Co-Culture of Fibroblasts Using Microfluidic Cell Culture Model (吳筱梅)

Sprouting angiogenesis is an essential process for expanding the vascular systems under various physiological and pathological conditions. In this paper, a microfluidic device capable of integrating a hydrogel matrix for cell culture and generating stable oxygen gradients is developed to study the sprouting angiogenesis of endothelial cells under combinations of oxygen gradients and co-culture of fibroblast cells. The endothelial cells can be cultured as a monolayer endothelium inside the device to mimic an existing blood vessel, and the hydrogel without or with fibroblast cells cultured in it provides a matrix next to the formed endothelium for three-dimensional sprouting of the endothelial cells. Oxygen gradients can be established inside the device for cell culture using the spatially-confined chemical reaction method. Using the device, the sprouting angiogenesis under combinations of oxygen gradients and co-culture of fibroblast cells is systematically studied. The results show that the oxygen gradient and the co-culture of fibroblast cells in the hydrogel can promote the sprouting of endothelial cells into the hydrogel matrix by varying the cytokines in the culture microenvironment and the physical properties of the hydrogel. The developed device provides a powerful *in vitro* model to investigate sprouting angiogenesis under various *in vivo*-like microenvironments.



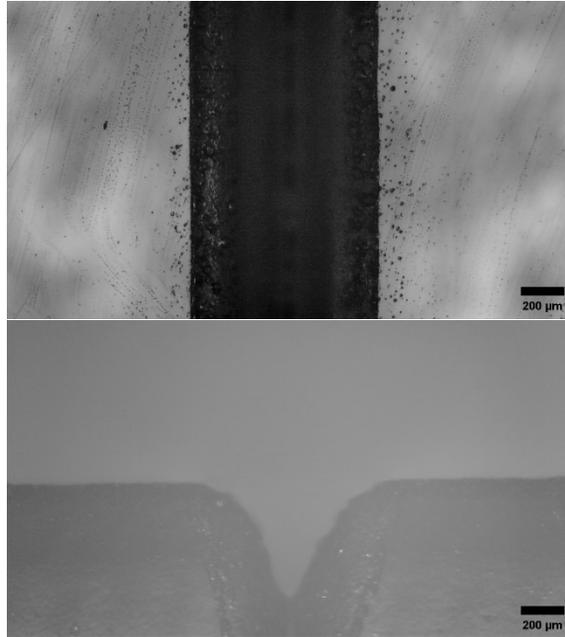
(a) The measured fluorescence lifetime and the calculated oxygen gradient profile within a microfluidic device with a 50 μm -wide wall between the oxygen scavenging channel and the hydrogel channel in the experiment. (b) The measured average oxygen tension profiles within the microfluidic devices with three different wall widths.



(A) Brightfield images of the cell trapping process from the empty microwells to single cell isolation in the microwells. (B) Fluorescence images of the cells stained with nuclei (blue) and dead cells (red) isolated in the microwells in the device.

CO₂雷射微加工於PMMA基板微流道之應用與優化 (丁健芳)

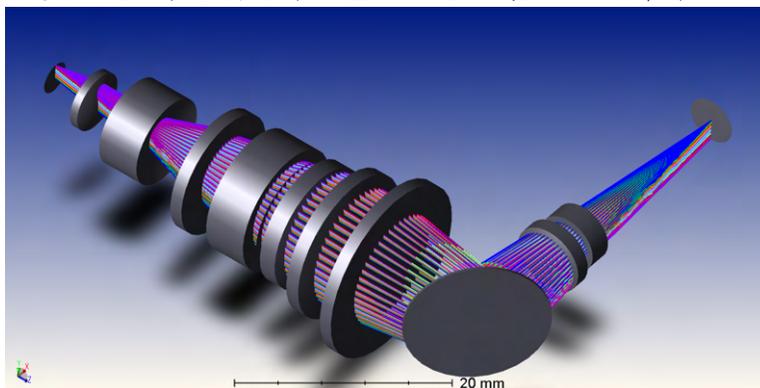
探討完不同雷射參數對微流道之寬度和深度影響，後續將製作出橫截面為U型及矩形的微流道，並針對雷射表面改質之親疏水性影響作討論後製作微流道並進行流體實驗，測量不同的橫截面形狀、親疏水性會對流道之表現的影響。



圖：功率24W、掃描速度60 mm/s。微流道之上視圖(左圖)與側視圖(右圖)

晶圓級測試探針卡之光學系統開發與性能評估 (丁健芳)

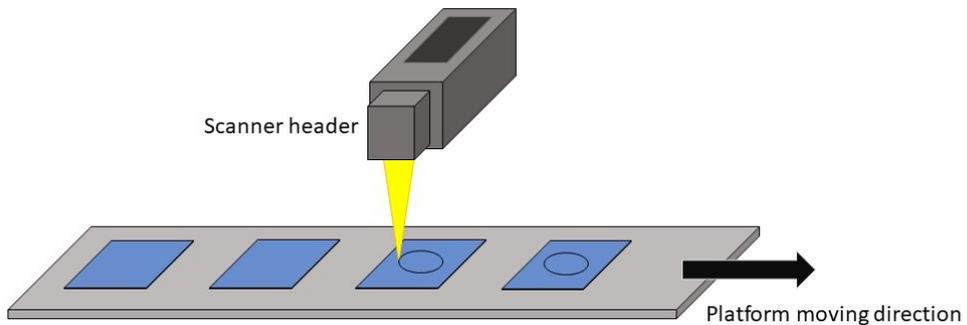
本研究以設計一款具有工作距離4.12 mm、1.5倍放大倍率以及總長不超過60 mm的鏡頭，搭配1/3" CMOS相機和紅光光源為例。首先，借鑒了Rudolf Kingslake在Lens Design Fundamentals一書中描述以數學設計的Cooke透鏡作為設計的基礎。在計算CCD的極限空間頻率為140 lp/mm後，使用ZEMAX軟體進行系統的光學模擬。優化目標是在140 lp/mm空間頻率下，調制傳遞函數 (Modulation Transfer Function, MTF)值大於0.3，並在70 lp/mm下，MTF值大於0.5。過程涉及多次優化，調整透鏡的參數和配置，以滿足性能要求。為了評估設計的鏡頭的品質，本研究使用了Ray Fan，此函數允許評估鏡頭系統的像差、散焦等性能特徵，並確保光學系統符合所需的標準。在完成理想透鏡系統的模擬後，本研究將此一理想系統轉換為市售通用規格的透鏡，並持續觀察替換過程中Ray Fan的性能變化，並對鏡頭進行調整，以確保最終的設計符合性能要求。



圖：光學系統配置圖。

應用同步運動控制於八到十二吋晶圓之雷射飛行加工 (丁健芳)

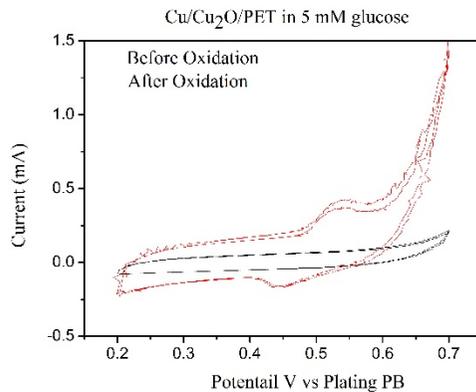
本研究首先使用波長532奈米之Nd:YAG綠光雷射，測試連續長時間的幾何圓形圖案打標，藉由測量其真圓度評估加工品質。雷射參數如能量密度(J/cm^2)、掃描速度(mm/s)、鏡頭工件間距(mm)等皆會顯著影響加工效果。初期測試使用500 mm/s之掃描速度，連續掃描直徑為100.0 mm之幾何圓圖案，其真圓度為 0.040 ± 0.002 mm，加工精度可達 $50\ \mu m$ 以內，然而在測試掃描直徑僅為1.0 mm之幾何圓圖案時，其真圓度為 0.113 ± 0.015 mm，圖案變形明顯，在微細化加工的品質方面有待改善。本研究將探討通過調整加工參數實現加工效率最佳化，並在加工圖形之複雜化後進行連續測試以評估加工品質，並透過建立誤差模型進行控制模型之優化。



圖：雷射飛行打標示意圖

雷射誘發材料轉移與雷射誘發氧化於非酶式氧化銅葡萄糖感測元件製作 (丁健芳)

本研究首先利用雷射將固定在玻璃上之銅薄膜(1000 nm)轉移圖案於聚對苯二甲酸乙二酯(PET)基板上。其雷射參數如能量密度(J/cm^2)、供體受體間距(μm)、掃描速度(mm/s)及轉印環境皆會大幅影響印刷品質。故考量轉移後的形貌、導電性及附著力後在不損害基板的情形下轉移尺寸 $5\text{ mm} \times 20\text{ mm}$ 圖案於基板上，並透過掃描速度 1500 mm/s ，脈衝重複頻率 50 kHz 以離焦加工方式於下方 $5\text{ mm} \times 10\text{ mm}$ 長方形，探討 0.75 W 至 5 W 能否誘發銅薄膜氧化為氧化銅及氧化亞銅。氧化前後皆使用數位電表(34401A, Keysight) 兩點探針量測其薄膜電阻，根據結果可發現 3 W 以上對銅誘發氧化後其電阻值大幅提升，由於氧化銅及氧化亞銅為高阻抗之金屬氧化物，推測應是其大幅產生於薄膜表面導致。為了進一步驗證氧化銅及氧化亞銅的產生，將使用X射線繞射儀(XRD)進行分析，同時並搭配商用的參考電極氯化銀($Ag/AgCl$)及輔助電極鉑(Pt)，測試此 CuO/Cu_2O 工作電極在氧化前後於不同葡萄糖濃度下之靈敏度、檢測限、參雜其他混和物(乳酸、尿素等)對葡萄糖的選擇性及長期穩定性。這些測試有助於了解該工作電極特性並為葡萄糖檢測領域的應用提供有力支持。



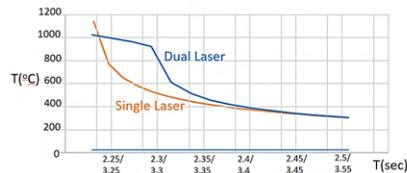
圖：誘發氧化後(紅線)相較氧化前(黑線)期循環伏安圖具有較大的氧化峰展現其對於葡萄糖之感測能力

利用單/雙雷射進行異質金屬焊接有限元素模型之分析 (丁健芳)

，本研究得到四個具體的結論：第一、利用有限元素分析建立瞬態熱傳模型，對於完全沒有加工數據的新的實驗深具參考價值。第二、在單雷射光焊接中用的能量密度為 300 W/mm^2 ，而雙雷射用 230 W/mm^2 即可達到相同的焊接效果，可望降低設備需求的門檻。第三、雙雷射焊接在振鏡雷射開始加工之初溫度已經有 526°C ，而單雷射在相同時間點的初始溫度為 438°C ，能達到明顯的預熱效果。第四、由圖6的兩種雷射技術熱模擬之溫度時間變化比較，當振鏡雷射加工完成後，單雷射的溫度驟降到 772.21°C ，而雙雷射降到 965.19°C ，在振鏡雷射加工完成後0.5秒內溫度變化雙雷射加工的溫度降低為緩降，而單雷射加工為陡降，快速的冷卻將使結晶細小而偏硬脆，不利鋰電池焊點承受震動與衝擊的負荷模式。



圖：根據模擬結果實際焊接試片



圖：兩種雷射加工振鏡加工完成後熱模擬之溫度時間變化比較

二、研究生論文題目及摘要

本年度博士班畢業生 1 名，碩士班畢業生 51 名。

1. 博士班(研究生及指導教授)

應用高光譜影像檢測番茄水潛勢之研究(童國枝、 陳世銘、顏炳郎)



高光譜影像技術屬於非破壞性檢測技術，已被廣泛使用在各產業領域，農業上之應用包括精準農業、作物栽培管理、農產品品質檢測等。番茄在每個生長期對水分的需求是不同的，供水過多或不足都會影響番茄植株的生長和產量。因此，在種植過程中必須進行精確的灌溉，以提高作物產量與品質。傳統上，土壤水分含量或葉片水潛勢被用來觀察植物水分狀況的指標。然而，這些方法準確性有限且耗時長，而且土壤水分屬於間接量測，現行葉片水潛勢屬於破壞性量測，難以在番茄生產中實施。因此有必要開發非破壞性且直接對植株本體的感測技術，本研究自行開發的移動式台車線上型高光譜影像檢測系統，使用了銦鎵砷 (InGaAs) 材質的高光譜影像相機，檢測波段範圍為900-1700 nm，並利用LabVIEW與MATLAB兩套程式進行系統軟硬體整合。系統應用了波長、平場、空間等校正技術進行校準，確保系統穩定運作。利用線性判別分析，自動快速提取葉片圖像，識別準確率達到94.68%。標準常態變量 (SNV) 散射校正的數學處理用於消除散射失焦圖像引起的光譜變異。系統放置於台車上，在番茄作物的實際栽培場域，以線上水平方向移動並擷取光譜及影像的資訊，進行葉片本體水潛勢的檢測。水潛勢的量測實驗，採用露點微伏水潛勢測定儀 (HR-33T)，並使用了10個樣本室進行分時檢測，以NaCl標準檢測液建立0 ~ -2.971 MPa 範圍的水潛勢標準檢量線，作為樣本檢測計算葉片水潛勢的標準依據。兩批番茄葉片各169個及199個樣本進行水潛勢量測，其結果介於 -0.446 ~ -1.911 MPa，標準差為0.284 MPa，均落在標準檢量線可檢測的範圍內。葉片水潛勢的預測模型採用修正部分最小平方迴歸法 (MPLSR) 來建立，其分析結果分別為：169個樣本校正組標準誤差SEC = 0.129、校正組決定係數 $rc2 = 0.779$ 、交叉驗證組標準誤差SECV = 0.171、交叉驗證組決定係數 $rcv2 = 0.610$ ；199個樣本校正組標準誤差SEC = 0.201、校正組決定係數RSQ = 0.814、交叉驗證標準誤差SECV = 0.230、交叉驗證組決定係數 $1-VR = 0.755$ ，這兩批樣本模型證實了非常好的預測能力結果。本研究亦經由所建立的MPLSR葉片水潛勢預測模型，計算出所拍攝的葉片影像各像素點上的水潛勢值，以假彩色方式呈現葉片的水潛勢分布圖，透過清晰易懂的可視化方式提供葉片水潛勢分布的直觀判別。本研究建立快速、簡易、非破壞性的葉片水潛勢量測系統及技術，

有助於將智慧農業技術具體應用於農業生產技術之提升。

2. 碩士班(研究生及指導教授)

整合多重感測訊號於蜂巢健康狀態之監測與預測 (何宜臻、林達德)



蜜蜂是重要的昆蟲授粉媒介，除協助提高經濟作物產量外，同時在維持生態系穩定上扮演重要角色。監測蜜蜂行為和蜂箱健康狀況不僅對了解蜜蜂生物學至關重要，也有利於協助養蜂人進行蜂箱健康管理。基於以上理由，我們建立智慧蜂箱監測系統，目標提升蜂箱管理品質並降低蜂箱損失的風險。我們使用多感測器組建智慧蜂箱健康狀態監測系統，以監測多項蜂箱特徵，包括巢內溫濕度、重量、蜜蜂交通量和聲音信號。本研究收集了南投水里與雲林古坑兩地共四蜂箱的長期數據集，自多重感測器與當地氣象站所蒐集的資料中，導出 27 項蜂巢特徵，以研究蜂巢特徵用於健康狀態偵測的可能性。重量特徵方面，我們自每日重量變化曲線中，以分段迴歸之方式提取蜜蜂白日出巢與夜間歸巢之時間點以觀察蜜蜂生理活動週期，並對照蜜蜂活動量特徵與聲音特徵之日夜週期，驗證各觀測值之間的關連與正確性。聲音訊號方面，我們使用聲景指數 (soundscape indices) 中的聲音複雜度指數 (Acoustic complexity index, ACI)、聲音多樣性指數 (Acoustic diversity index, ADI)、聲音均勻度指數 (Acoustic evenness index, AEI)、頻譜熵 (Spectral entropy)、與方均根能量 (RMS Energy) 等五種來量化巢內錄音訊號，並細部檢視一日內各指數的變化情形。我們善用智慧蜂箱多角度觀測的優勢，結合環境溫濕度、雨量、巢重變化與蜜蜂進出量資訊，綜合檢視在降雨、低溫、收穫等三種狀態下聲景指數的變化，細部且直觀的分析環境變化、晝夜變化與蜂巢蜂鳴改變間的連動關係。基於對以上蜂巢特徵的了解，我們以隨機森林模型 (Random Forest) 對資料集進行訓練，得聲音特徵群為二分類蜂巢健康狀態預測命題下之最佳分類特徵群，準確度達 0.80。若以各巢單獨訓練模型，準確度能進一步達 0.84。多重感測智慧蜂箱監控系統能自動收集長期數據，監測蜂箱狀態，幫助了解蜜蜂生理活動與長期變化規律，並能提出蜂巢衰敗警示，進一步幫助養蜂人以數據導向的方式管理蜂箱，對養蜂業之智慧化做出推動與貢獻，協助蜂農良好管理蜂巢崩解之風險。

智慧型害蟲監測系統之多元感測模組設計與數據分析(吳乙澤、林達德)

人口快速增長，人們對糧食作物的需求急劇增加。為提升糧食作物的產量與品質，時時監測作物的生長環境是必要的，以便透過客觀的監測資料，實行科學化的栽培管理。在先前研究中，我們透過一種智慧型害蟲監測系統，監測農園的害蟲狀況。但是，農田內還有許多需要值得觀察的數據，單單一種監測系統無法囊括到所有數據。為此，本研究提出一種基於無線感測網路的嵌入式系統，命名為多元感測模組。模組可以根據使用場景，連接場景需要的感測器，並透過藍牙通訊協議，將感測數據傳送到智慧型害蟲監測系統中，害蟲監測系統再將之上傳到伺服器上。如此一來，便能以無線的方式，簡易地擴充害蟲監測系統的感測能力，而不需更動害蟲監測系統上的硬體架構。



為增加多元感測模組實用性，本研究實施多次最佳化，增加模組的使用時間和通訊距離。最後，模組達到理論上 10 個月的使用時間以及 30 公尺的通訊距離。使用時間的優化上，透過耗電 0.04 毫安的外部定時電路，控制平均耗電 55.37 毫安通訊電路的開啟和關閉，以節少能耗；通訊距離的優化上，改變 Wi-Fi 的頻段，使得藍牙訊號不受干擾，讓原本只有 10 公尺的通訊距離，增長到 30 公尺。

模組完成後，將之放置在嘉義和彰化兩處商業化溫室，進行兩個月的實驗。實驗目的主要有兩項：第一是確認模組在實際場域中的穩定性；第二是利用資料探勘技術，分析模組蒐集到的資料，以冀能獲得提升作物品質或產量的見解。舉例來說，本研究從每日固定下降的土壤含水率線段中，發現含水率下降速率與環境溫度至少為中相關；也從不同栽培區域的含水率分布，評估灌溉的均勻性。另外，透過農藥噴灑實驗和場域有機揮發物的數據分析，發現有機揮發物的數值，與農藥噴灑及溫度兩項因子呈正相關。最後，透過土壤感測器含水率校正實驗，使感測器能在不同土壤介質中，測得正確的體積含水率。以上監測資料與分析結果，皆會透過 AWS 提供給農民，幫助農民提升作物產量與品質。

自主巡航無人機系統應用於溫室洋香瓜之定位及量測(汪軍諺、林達德)

目前全世界存在大量規模龐大的溫室，而溫室的作物生長狀況監測為溫室管理的一大焦點。傳統的人工巡查監測方式耗時且需要投入大量人力資源，使種植者無法快速、即時地了解溫室當前的整體情況。然而，自動化的無人機導航監控系統能夠解決此難題，基



於純視覺定位的無人機不需安裝昂貴的傳感器，僅需搭載 RGB 相機即可執行導航任務。視覺定位無人機自主導航系統成為低成本的溫室自動監測之核心，從技術上改變了智慧農業的樣貌。本研究的無人機自主巡航系統，使用了加入 ArUco Marker 的 ORB-SLAM2，將其稱為 Enhanced ORB-SLAM2，實驗驗證了 Enhanced ORB-SLAM2 在環境存在陰影特徵的定位結果優於原始的 ORB-SLAM2。此無人機導航系統可於溫室中自動執行直線、倒退繞圈、轉彎繞圈等飛行任務，且飛行軌跡均方根誤差範圍在 30 公分以下。此外，地圖校正使用仿射轉換算法，可以使地圖的 MapAruco 與人工量測的 ArUco Marker 位置完全貼合。果實偵測使用 YOLOv4 深度學習模型訓練，偵測模型之 mAP 達到 0.96，DeepSORT 基於此偵測運行果實追蹤任務。將 DeepSORT 的追蹤結果經過三步驟的資料清理後，使假果實實驗中的 ID switch 數量由平均 5.83 顆，下降至 0 顆，達到準確追蹤之目標。溫室果實定位算法基於清理後的果實追蹤結果，並使用三角測量算法計算果實位置，計算求得之果實位置再分別使用地圖校正以及迭代 ArUco Marker 的校正常數做位置校正，校正後假果實位置的均方根誤差由 2.758 公尺下降至 0.223 公尺，此果實追蹤與定位算法也已驗證可應用於真實果實之追蹤與定位。

溫室微型害蟲辨識系統之優化與線上自主學習架構之研究(陳璟寬、林達德)

在作物生長期間，蟲害被認為是對農業生產的最大威脅之一。它們危害農作物的生長，降低產量，對農業經濟收益造成嚴重損失。因此，有效管理蟲害的發生，對於農業從業者至關重要。若想要達到有效管理的目標，需要透過即時且準確的害蟲種類和數量數據，擬定正確的管理對策。本研究室先前已開發出一套基於物聯網技術的智慧型蟲害管理系統(intelligent integrated pest and disease management, I²PDM)，使用相機拍攝黏蟲紙，並利用深度學習辨識害蟲種類與數量。本研究目的為優化 I²PDM 系統中所使用的害蟲辨識模型，使其提供更準確的蟲害資訊，我們使用 SRGAN 影像增強模型，用於強化害蟲影像的視覺特徵。同時，將害蟲的尺寸納入分類模型中提供額外的資訊，以提高辨識的準確性。以影像增強、尺寸特徵與兩者結合的方法，提出三種新的模型架構，相比於原始的架構，經過優化後的模型分別能提升約 2.7%、2.3%與 4.4%的 F₁-score。此外，我們提出一套自動化線上自主學習架構，利用 I²PDM 系統數據流的優勢，持續收集更多的害蟲影像擴增訓練集，再利用新影像對基礎模型進行優化訓練，用以解決傳統資料收集與訓練模型所需的大量人力與時間。並且透過樣本清理演算法，搭配高斯混合模型對新進樣本進行篩選，確保新收集之樣本正確性，以及與正確樣本之間的特徵相似性，實現自動化樣本收集和模型再訓練的流程。測試結果顯示，在使用三年資料與四種不同基礎模型的情境下，其最終模型都能有效提升約 2.6% 到



5.8%的水準。後續利用 MQTT、ZMQ 與 TCP 等網路傳輸協議，將線上自主學習架構實際部署到 I²PDM 系統中。經使用五個月的資料進行測試比較，與基礎模型相比可達 2.7%的效能提升。除軟體優化外，本研究亦進行硬體升級，以使用 Arducam 64MP 替換原有的 Raspberry pi camera v2 相機模組，最終得到約 2 倍 DPI 的影像，取得更細微的害蟲特徵，測試結果顯示，使用新相機所訓練的分類模型相比使用原始相機，約有 4.4%的 F₁-score 提升。

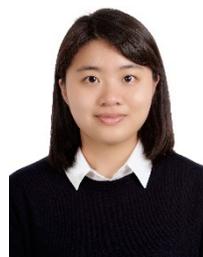
基於多元感測與機器學習之乳牛泌乳相關健康與行為監測系統之開發(黃少政、林達德)



本研究的目標是開發一套乳牛健康監測系統，架設多項感測器並利用資料融合與機器學習技術，以實現智慧農業管理的目的。利用小樣本學習演算法於深度學習模型，建立牛臉特徵向量提取模型，監測個體牛隻採食時長。同時，結合牛臉辨識演算法和熱成像監測系統，建立個體乳牛眼睛溫度監測工作模組，並使用輕量化模型進行邊緣運算。開發模型更新自動化演算法，以解決牛隻頻繁更換和淘汰的問題，也降低了訓練模型所需的人力及時間成本。牛眼溫度監測系統採用串流時機選擇演算法，實現自動化監測牛眼溫度，將儲存空間的佔用量減少原本的 80 百分比。此外，本研究建立了 Docker 環境，建置多項服務，以收集和整合感測器資訊，架設工作模組之間的通訊管道，使整個系統可以快速重建、管理及更新。在本研究中，整合了計算採食時長的影像監測系統、測量牛眼溫度的熱成像工作模組、監測乳牛呼吸頻率的雷達系統、收集運動行為特徵的慣性測量單元，以及測量環境因素的溫濕度感測器。利用這些感測器收集乳牛在生理現象、運動行為和活動環境等方面的資訊。透過將多重感測器的資訊進行整合，本研究建立乳牛綜合健康指標和熱緊迫診斷平台。這套系統能夠根據不同的指標，對乳牛的健康狀況進行監測和評估。利用移動平均方法減少每日採食時長的雜訊，解決乳牛個體間的差異性，分析其採食狀況是否異常。後續進行多項相關性分析，發現個體牛隻的採食時長與溫濕度指數呈負相關，整體相關係數為 0.37，群體牛隻的呼吸頻率則與溫濕度指數呈正相關，相關係數為 0.57。除此之外，我們利用非監督式機器學習模型將多重感測資訊進行分類，得到最佳轉折點於 THI 值 70.7 及 78.0，進一步診斷乳牛的熱緊迫現象的嚴重程度。我們開發了乳牛發情期偵測演算法，建立相關規則並進行實驗優化參數，其 F₁-score 為 0.833。最後，將所有資訊呈現於使用者介面上，提供牧場人員快速判讀牧場乳牛的健康狀況。

多旋翼無人機地面風險之評估(王妤凌、周瑞仁)

本研究透過無人機墜機可能性推論模型評估地面風險。相對於有人機，由於無人機的取得容易和操作門檻較低，使其快速普及並廣泛應用；加上無人機可在低空飛行且數量急遽增加，這使得地面風險大幅提高。過去的研究著重於某些因素對地面風險的影響，本研究根據前人研究成果進行全面且系統化地評估。地面風險綜合考量墜機發生率、機體衝擊與動態人口密度。其中墜機發生原因包括人為操作、無人機本身的抗風能力和風況、飛航中的能量損失、衛星導航問題以及電磁干擾引起的通訊失效。利用文獻研究、數據、公式以及機器學習工具分別建立人為操作、抗風、能量損失、衛星通訊以及電磁干擾五項墜機推論子模型。研究中比較隨機森林和深度神經網路之差異，並選擇適用的機器學習方法。綜合考慮動態人口密度和機體衝擊所致之傷亡率，計算每平方公里無人機造成的地面風險值。結果顯示使用深度神經網路可以建立一個不斷更新且更接近實際情況的預測模型。未來無人機飛航管理系統若成功地建置，即可收集大量的真實數據，建立一個數據驅動之地面風險評估系統，如此可以提供監管決策、飛航路徑規劃、地面風險地圖建置之參考依據。



無人機系統飛航監管之避撞策略與模擬(王嘉輝、周瑞仁)

本研究發展一套無人機之避撞策略及模擬驗證平臺。隨著無人機的普及，且操作門檻不高，加上缺乏完善的飛航監管機制下，無人機事故頻繁發生，使得民眾對其產生安全疑慮。為此開發無人機飛航監管系統之避撞策略，並參考無人機飛航監管相關規範及避撞相關研究。由於人為飛航監管成本高，且易發生誤判，因此本研究採用自主且即時的監管方式。研究中設有四種監管機制：機體追蹤、進場順序確認與更新、數量管控、飛航避撞及指示。飛航避撞為運算核心，利用當前接收到的飛航數據，以及建築物、空域圖資，並建置作為避撞緩衝的機體防護長方體、建築物及空域防護體。採用網格模型與查表法，快速地找出具飛航風險之目標，目標包含無人機、建築物及空域，並即時給予操作人適當的避撞指示。本研究利用 AirSim 模擬軟體建置模擬驗證平臺。模擬結果顯示能有效地協調多臺無人機的飛航與避撞，成功地避免飛安風險之發生。最大運算時間可於 1 秒之取樣時間內完成，此成果可作為未來無人機飛航監管系統建置之參考。後續可引入深度學習及分散式監管架構等技術，建置出具備持續更新、高效能及低系統容錯率的飛航監管之避撞策略。



無人機風險地圖之建置與視距內操作之規劃(閻憲廷、周瑞仁)



本研究旨在協助無人機操作人避免飛航場域風險，提供參考路徑及視距內的操作或觀察點。近年來，無人機使用量急速增加，但也帶來了一些負面影響，如噪音、隱私和人身安全疑慮。現行法規已針對無人機飛航制定規範，但操作人往往難以預判失去視線接觸或進入風險區域。本研究建置了一套系統由操作人輸入飛航任務需求與可接受之風險程度後，系統產出完整任務所需之參考資料，如路徑、操作點、目視觀察點等，操作人可在符合法規下完成任務。除了由系統建議之路徑、操作點、目視觀察點等飛航計畫參數外，操作人也能輸入參數由系統判斷操作人規畫是否在風險可承受範圍內及是否全程維持視線接觸。整體來說本研究主要分為三大部分，包含風險地圖之建置、路徑搜尋、及人機視線分析。風險地圖係以U-Net深度學習建置而成。以Python程式爬取便利商店的人潮資料，取得動態人流密度，結合禁限航區、建物等環境資訊套入前述風險地圖中。根據操作人設定之條件，系統之路徑搜尋演算法自動生成避開風險之參考路徑，人機視線分析輔助操作團隊找到能與無人機保持視線接觸之操作人或目視觀察員之位置與視野。分析生成結果證明，建置之風險地圖反映了實際場域中的風險資訊。系統能夠有效生成飛航路徑避開高風險及非法操作區域。同時本系統建議之飛航任務能夠在操作團隊與無人機保持直接目視接觸下完成。

應用機器視覺技術建立自動化甜菜夜蛾核多角體病毒生產系統(闕振祐、江昭皚)



甜菜夜蛾 (*Spodoptera exigua*) 幼蟲為臺灣蔬果產區的重點害蟲，寄主範圍相當廣泛，如青蔥、瓜果、十字花科作物等。為了降低甜菜夜蛾幼蟲對農作物之危害，現行方式多半依靠噴灑化學農藥以達到蟲害防治的效果。近年來，食品安全與環保意識逐漸受到關注，加上政府將農藥減半政策視為重點項目的情況下，替代性方案之生物農藥為主要的永續農業發展目標。過去農委會藥物及毒物試驗所利用甜菜夜蛾核多角體病毒 (*Spodoptera exigua* Nuclear Polyhedrosis Virus, SeNPV) 對甜菜夜蛾幼蟲進行防治。試驗結果顯示效果良好且對人類與其他益蟲皆無危害性。然而，此病毒於生產過程中由於製成方式尚未成熟，養殖過程需仰賴相當多人力資源，導致無法有效提升生產量與精準控管產出之病毒量。本研究為了提升病毒量產之效能，開發一套智慧化SeNPV量產系統，藉由機器視覺精準定位幼蟲之接種位置，接著利用三軸機台搭配末端效應器之控制，於移動分居的同時將病毒液注射至幼蟲體內，以達到病毒量產之目的。本研究建立之智慧化病毒生產系統達成以下三個目標：建立視覺決策系統選定適合接種之幼蟲齡期並精準定位注射位置；

建立具備微量注射以及移動分居之三軸移動平台；比較並評估自動化病毒生產系統製程與現有製程之差異。結果顯示以自行建置之YOLOv8-CBAM架構作為視覺決策的分類平均準確度指標達92.7%。自行設計之三軸移動平台搭配末端效應器的定位平均誤差為0.116 mm，標準差為0.081 mm，定位成功率達100.0%。自動化量產實驗結果顯示，病毒量增加倍率大於現有製程約32倍。後續可利用此自動化病毒生產系統，將最消耗工時的移居與注射流程系統化以精準控制病毒產量，使SeNPV產能得以有效提升。

計算流體力學應用於植物工廠草莓自動授粉與半結球萵苣葉燒防止之探討(王博煜、方煒)

本研究透過計算流體力學 (Computational Fluid Dynamics, CFD) 軟體模擬草莓 (*Fragaria × ananassa* Duch.) 與奶油萵苣 (*Lactuca sativa* var. *capitata*) 栽培空間的流場與溫度場分布，旨在為草莓自動授粉與半結球奶油萵苣葉燒 (Tip-burn) 問題提供對策。草莓栽培採用由CFD模擬得出的較佳給風方式，比較人工授粉與自動授粉之果實授粉率；奶油萵苣栽培採用三個不同流場設計進行試驗，探討透過栽培探討模擬結果對於葉燒程度之影響。



草莓流場模擬以風管中心軸相對於層架長邊水平軸旋轉30度，搭配層架左側軸流扇之流場具有最佳的風速分布，風速大於 $0.5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ 的占比為85.85%。依此流場設計進行栽培，層架內單層有五株作物，每株採收22~24顆果實，果實之授粉程度達80%以上。

半結球萵苣流場模擬結果顯示以兩支風管 (管內風速 $11 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$) 可有最大占比 (45.24%) 的適當葉冠層風速 ($0.3 \sim 1 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$)，溫度場模擬結果顯示平均溫度為 293.9 K (20.8°C)，略低於模擬之初的環境溫度 (294 K)，栽培後植株地上部鮮重為 $123 \text{ g}\cdot\text{plant}^{-1}$ 且均無葉燒發生。垂直流場 (風管處理組) 可有效降低葉燒程度，優於側向流場 (軸流風扇處理組)。高風速可促進蒸散發生，利於散熱，但過高的風速則會使地上部鮮重降低。以較低的風速 ($4.5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$) 進行栽培且改採間歇方式送風，地上部鮮重 ($143.6 \text{ g}\cdot\text{plant}^{-1}$) 可提高，但葉燒程度也略為增加 (0.2)。

本研究以CFD模擬探討層架內氣流與溫度的分布情形，藉此找出合適的流場設計，採用風管及軸流扇的給風方式進行草莓自動授粉與奶油萵苣之栽培，前者提供一個可行的方案，作為室內草莓授粉之選項；後者可降低葉燒程度，提高其生產效能並提升其賣相。

植物工廠內水耕栽培機能性小松菜之研究(許展華、方煒)

本研究於完全人工光型植物工廠中以光譜與光量可調式LED燈管進行小松菜 (*Brassica rapa* var. *perviridis*, komatsuna) 的栽培，旨在建立量產機能性小松菜的光配方與養液配方。光配方透過調整不同光譜並適時補充遠紅光來達成，養液配方以修正的山崎或修正的Hoagland 配方為基礎，增加降鉀、加鈣、加鐵等作法來達成。量測參數包括鮮重、硝酸鹽、維生素 C 及鈣離子濃度等並以電力產能、光子產能及單位面積年產量做為指標，評估各不同處理組間的效益與差異。



本研究建立了高產能、高維生素 C、高鈣、低硝酸鹽、高電力產能 (EY) 與高光子產能 (PY) 等單一 (如高維生素 C)、兩種 (如高產且低硝) 至多種組合 (高產、低硝且高維生素 C) 的小松菜商品定位的栽培指引，業者可選擇不同定位做為主推的商品。不同的產品定位賦予小松菜更高的產品價值及競爭力，可提供產業界量產與學、研界機能性十字花科蔬菜栽培之參考。

植物工廠內香波綠萵苣光配方之研究(黃靖博、方煒)

本研究旨在探討階段性調整光質與光強 (光配方) 對香波綠萵苣生長與電能消耗之影響，使用AgroONE表型體設備及其燈管 (明谷生技，台灣) 為光源，於全人工光型植物工廠進行栽培，嘗試找出最適合香波綠萵苣生長之光配方，並以電力產能 (EY)、光子產能 (PY)、地上部鮮重與作物外觀及型態作為生產效能之量化指標及評斷標準。



試驗設計分為三部分：1. 不改變光譜只調整晝白光強度 (Natural White, NW)。2. 隨著株高的增加調降光強，並於栽培中同步增加遠紅光 (Far Red, FR)。3. 探討遠紅光的最適當給予週數與光強度。

在不添加FR只使用NW光的情況下，根據株高調降光強度處理組之電力產能 (EY為 $84.2 \text{ g}\cdot\text{kWh}^{-1}$) 得以超越未調光之對照組 (EY為 $80.3 \text{ g}\cdot\text{kWh}^{-1}$)。添加FR後鮮重與株高皆明顯提升，不過添加兩週之FR導致莖部徒長。於第四週補充 $23 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 的FR，單株地上部鮮重與EY 均優於第三或第五週添加之處理組，整體賣相也較佳。24小時給予FR並縮短NW的光期證明於第四週每日添加24小時FR是可行的，且在第五週只補上 $10 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 之FR，香波綠萵苣得以在不過度莖部徒長下，得到良好之地上部鮮重及EY，分別為 $181.9 \text{ g}\cdot\text{plant}^{-1}$ 及 $98.1 \text{ g}\cdot\text{kWh}^{-1}$ ，優於不調光對照組的 $125.6 \text{ g}\cdot\text{plant}^{-1}$ 及 $80.3 \text{ g}\cdot\text{kWh}^{-1}$ 。

本研究針對香波綠萵苣嘗試多種光配方，並延伸探討不同處理組之結果，找出較高生產效能 (產能與節電) 的栽培模式。

黃麴毒素B1的磁化適體增幅螢光檢測(董明儒、陳力騏)

黃麴毒素B1 (Aflatoxin B1, AFB1) 是由黃麴菌 (Aspergillus) 屬真菌產生的毒性化合物，對人類具有強烈的肝毒性以及致癌風險。在潮濕和溫暖的氣候下，AFB1常被發現於各種食品和飼料中，並且在高溫下穩定，不易被烹飪或加工過程中的高溫破壞。目前大多使用耗時費力的高效液相層析 (High-performance liquid chromatography, HPLC) 做為檢測方式，所以越來越多簡易的AFB1檢測法被開發。本研究將胺基磁性微米粒子利用戊二醛做為架橋劑連接末端修飾胺基之AFB1核酸適體 (Aptamer)，該磁性適體與已知濃度的AFB1結合30分鐘後，由於適體結合／解離速度較慢，迅速地利用5%甲醇去除未吸附與非特异性吸附AFB1，再以50%甲醇使Aptamer失活而溶出結合的AFB1，最後利用AFB1固有之螢光性質 (激發波長：360nm、螢光波長：440nm) 來檢測。結果顯示在AFB1濃度10~10000ppb中具有良好的濃度趨勢，並且在大約AFB1濃度5000ppb時達到飽和。以一一親和性結合模型，將所測得之AFB1濃度-螢光強度值關係圖之半飽和訊號的濃度視為解離常數則為742.94nM，並且描繪出其Scatchard Plot。此Scatchard Plot大幅偏離直線，顯示其特別在低濃度區間具有剝離現象之增幅效果，使其檢測極限達到32nM。



黃麴毒素B1的磁化適體增幅螢光檢測(賴胤皓、陳力騏)

水中氨氮對水生動物具有高度毒性，傳統檢測方法卻耗費人力、反應時間長，且反應試劑昂貴又含有酚或汞離子等毒物。本研究開發一高敏感性且具選擇性之螢光檢測方法，選用價格低且對環境友善的鄰苯二甲醛(OPA)與N-乙醯半胱氨酸(NAC)作為反應試劑，配合自動化軟體控制之序列注射系統與流動式螢光檢測儀搭配停流方法建立此快速且敏感的螢光檢測方法。



螢光檢測系統中，裝有5 mL注射筒的序列注射系統用於抽取水樣品或標準溶液，並與試劑混和，試劑為0.0160 M鄰苯二甲醛和0.0079M N-乙醯半胱氨酸分別溶於pH 6.8之0.1 M磷酸緩衝溶液，混和液由序列注射系統注入浸於63°C水浴槽之不鏽鋼反應管(內徑0.8 mm，長400 cm)，再進入流動式螢光檢測儀，以激發光/吸收光波長410/470 nm或380/470 nm檢測螢光訊號。本研究亦開發停流檢測方法，混和液流入反應管中即停止流動，等待加熱一分鐘後再檢測反應完成的衍生物來提高螢光強度。本螢光檢測系統中控制作動與螢光數據監測收集等功能皆於LabVIEW軟體開發之使用者介面上完成。

為了用於檢測水中氨氮濃度，在激發光/吸收光波長為410/470 nm下繪製了範圍為0.1至2.0 ppm的檢量線，相關係數達0.9987，相對標準偏差 (n=3) 小於5%，最小檢測極限至0.04 ppm，且試樣處理通量高於每小時15個。由於氨氮和一級胺的衍生物螢光光譜明顯不同，採用雙激發光波長檢測方法(激發光波長為410

和380nm)可排除雜訊。以甘胺酸作為一級胺代表，氫氮和一級胺的計算結果誤差均小於10%。與現有檢測方法相比，本研究開發了快速、敏感性高且具選擇性的檢測方法，往後配合開發微型閘上檢測系統即可執行此安全、環保又便宜的螢光反應，有望應用於水產養殖產業、污水和畜禽養殖廢水等領域的水質檢測。

披覆醋酸纖維薄膜之電容式感測系統應用於土壤碳源 酵素活性之檢測(吳鈺琳、鄭宗記、侯詠德)



電容式感測器是電化學感測的方法之一，基於電極與液面之間的界面形成電容性質。電容式感測器具有成本低廉、反應快速、非侵入式、靈活性高的優點，但「絕緣性」極重要，若反應介面的絕緣不佳，將導致離子通透使感測系統短路或不穩定。網版印刷碳膠電極經常使用在電化學生物感測器系統中，其電路設計上彈性高，優點為成本低、製程簡單、一次性。現行土壤綜合能力檢測之研究利用綿狀條織物、木材、混合纖維、天然纖維等可降解材料，埋入土壤中進行長期性的降解試驗，透過機械應力的拉伸強度以及重量損失等，定義土壤的總體微生物量。為了簡化檢測土壤總體微生物量之量測方法，並且產生更有效率的量測模式，可以應用在各式理想實驗室條件下調配之溶液中，我們使用了電容式感測器並且結合網版印刷碳膠電極，藉由披覆醋酸纖維薄膜在量測點上作為降解材料，透過化學、酵素、化學加酵素的溶液中降解，並且實際在不同菌量的土壤中降解，得到電容響應和時間的關係，研究化學條件、碳循環酵素降解醋酸纖維薄膜的趨勢、速率等，研究薄膜降解後之電容響應與土壤碳源酵素的關聯性。我們提出了成熟的單層披覆薄膜製程，能夠維持一定的絕緣度，證實薄膜厚度 $53 \pm 2.23 \mu\text{m}$ 在Cap-sensor電容量測系統量測有效範圍內，且研究披覆薄膜的製程，藉由薄膜品質管理驗證披覆薄膜的穩定度高，經長期浸泡中性緩衝液中，薄膜在第35天電容值變化量 $0.04 \pm 0.03\%$ 。後續在單純化學條件、化學加上酵素條件，將披覆醋酸纖維薄膜的網版印刷碳膠電極浸泡在溶液中，依時間間隔量測其電容響應。使用全反射傅立葉紅外光譜分析醋酸纖維薄膜經過時間的降解，C=O與C-O化性變化以及薄膜粗略性之厚度變化與電容響應的關係。最終展示在實際土壤中，先使用成熟的土壤微生物含量測定方法(二乙酸螢光素方法)驗證，且將披覆薄膜的網版印刷碳膠電極埋入不同菌量的土壤中，該電容式生物感測器測得的電容響應反應曲線有顯著差異，定義土壤總微生物量指標。本研究提出利用電容式感測器檢測土壤總微生物量，深入研究碳源酵素降解醋酸纖維薄膜的效力，相比於傳統有機質分解的檢測手法：使用拉伸應力、重量損失等方法測定分解袋、棉織物或木材，電容式感測器結合網版印刷碳膠電極披覆薄膜整合人機介面操作，使用者可以透過特定應用場景，切換適當的量測模組，並且即時讀取資料和匯出整理。因而達成即時、有效、快速且操作容易之感測器架構，對於土壤品質的評估和其他生物學方面具有研究潛力，不論是農業、環

境監測或是生醫應用後續都是此項技術可以切入的場域。

用於測定食物中黃麴毒素的樣品檢液製備之自動化預處理機性能優化(林哲寬、鄭宗記)

台灣溫暖濕熱的環境，容易使得黃麴毒素於花生、穀類、豆類等農產品中孳生。其中，黃麴毒素B1有強烈的肝毒性與致癌性，且其耐高溫性也導致完全消除毒素有一定的困難。因此，事先預防受汙染的農產品進入市場，為保障消費者健康的唯一方法。本研究旨在完成開發一項針對固體樣品(以花生為例)的自動化前處理機，並優化其性能，以符合法規對於製備黃麴毒素B1檢液的步驟要求，從而確保後續檢驗結果之有效性。該前處理機主要由重量感測、研磨萃取以及流道系統組成，以實現樣品的磨碎、均質、過濾步驟。透過修改研磨機構設計以及參考過往文獻中提及的濕研磨方法，將磨碎效能由過篩率(孔徑:1 mm) 30%提升至99%。隔離流道系統中感測器之訊號干擾，將350 ml下的流量誤差百分比控制於1%，以確保萃取效率的一致性。重量感測系統則透過更換合適感測器以及實施自動校正程序，將重量感測誤差百分比由0.2%降低至0.02%。進樣機構與進樣管道的設計確保了量測完畢之樣品可掉落至研磨機構內。注水口位置的設計充分清除前處理過程中，噴濺於進樣管道內的樣品。探討清洗程序內的各項參數，包括清洗時間、清潔溶液體積、清洗次數，並驗證了系統在重複使用的情況下，經過清洗程序後仍能將殘留樣品的含量清洗至0.1%以下。本研究使用甲烯藍代替黃麴毒素B1塗抹在樣品上，並進行樣品前處理。對前處理後的檢液進行量測，結果顯示回收率為78%，表明了本系統能夠處理固體樣品，並有效萃取出目標物。本研究以原系統設計之基礎進行性能上的優化，且結果均滿足法規對於樣品前處理之要求。此外，自動化可行性的驗證確保了優化後的系統能夠重複處理固體樣品且不影响後續檢液之有效性。



用於偵測生物標記物之電容式生物感測器開發(蔡佩珈、鄭宗記)

生物感測器一直以來透過靈敏度和高特异性快速地針對待測分子進行的檢測，在各個領域具有高度的應用價值。近年來，醫療檢驗體系中為了落實照護點的概念，儘管有許多高精度的技術和設備結合了半導體製程或是微奈米加工技術將檢測機構微小化帶來了便利性，卻帶來許多挑戰難以成為市售的產品，也因此提高了相對簡易且成本較低的檢測機構開發需求。本文將以低成本且可攜帶的電容生物感測器的開發為主旨，以研究電化學感測器為基礎探討常見的界面分子結合策略以及利用阻抗頻譜分析和電阻、電容、電感零件分析測試儀(LCR 錶)分析自組裝單層(SAM)絕緣度和蛋白修飾後的電容尺度，再以類比轉數位模組結



合網印碳電極組成電子式的生物感測器透過電容變化實現分子感測之目的。本文以自製金電極取代市售柱狀金電極，提高分析效率，在製備好自組裝單層後將蛋白透過交聯劑固定在金電極，由阻抗量測確效，研究過程中電化學量測工具有不同分析的適性及絕緣性，阻抗過大會造成分析上的不準確性。最後選用實驗室開發的類比轉數位模組結合拋棄式網印碳膠電極，以聚丙烯酸樹脂作為感測界面絕緣層，再以硝化纖維素薄膜作為吸附層，將10 mg/ml為蛋白(抗原)固定化在感測界面進行抗體結合。目前在結果部分可以在電容值變化上確認生物辨識元件之步驟，透過雷射顯微鏡分析感測介面上的絕緣層與吸附層物理性狀，了解生辨識元件之製程效果，以電容值變化分析抗原固定以及抗體結合之成果，同時，利用雙辛可寧酸測定法 (Bicinchoninic acid assay, BCA) 和增強型化學發光試劑 (Enhanced chemiluminescence, ECL) 光呈色分別對抗原以及抗體進行吸附與結合效果的確效與電容變化結果比對，在不同濃度抗原吸附在感測界面後整體電容訊號變化倍率提升了約5倍 ($\Delta\text{Capacitance}/\text{fold}$ 值從0.01%提升至0.05%)，最後在抗原抗體結合後可以看到電容下降的現象，在抗體濃度為0-25 g/ml具有分辨性，達到檢測之目的，日後若能調整訊大小或優化電極與或是感測界面的材料，進而將感測的敏感度提高、訊號放大，相信必能在分子檢測上提供另種選擇。

結合機器學習與臨床指引之急性骨髓性白血病風險分層集成模型(張名翔、陳倩瑜)

急性骨髓性白血病 (Acute myeloid leukemia, AML) 是一種致命的血液疾病，由異常白細胞引起並在骨髓中發展。它會導致血小板減少，增加出血和感染的可能性。本論文開發了一個機器學習集成 (ensemble) 模型，使用國立台灣大學附設醫院 1213 名 AML 患者的數據集，對AML風險進行分層，本研究提出的方法結合機器學習集成模型預測的結果和2017年歐洲白血病網 (European LeukemiaNet 2017, ELN 2017) 預測的結果，進一步合成最終的集成模型Ensemble (ML+ELN)，提出了初步的臨床風險分層建議。與ELN 2017臨床診斷建議相比，本研究的風險分層建議提供了最佳區分各種風險的能力，c-index 由0.64提升至0.66。特別在區分不利風險和中等風險上，相較於2017 ELN的p值 (p-value) 平均0.13，本研究的風險分層建議達到p值平均0.001的表現。



利用深度學習對急性骨髓性白血病之全玻片影像進行染色體變異分析(許伯豪、陳倩瑜)

近年來計算病理學 (computational pathology, CPATH) 因為全玻片影像 (Whole Slide Image, WSI) 大量的數位化而有飛躍式的成長，特別是應用在判斷癌症的有無或者針對病患進行亞型判讀。



不過由於全玻片影像具有高達上億的解析度，對深度學習架構來說，資料的壓縮或者篩選是一大挑戰；另外，在臨床收集病患的全玻片影像時，並無法確保每種疾病、每種亞型都會有一定的數量，因此在資料的收集上很容易會發生資料不平衡的現象，因此，解決資料不平衡的問題也在這個領域成為逐漸受到重視的研究議題。本研究提出一個新的深度學習流程，運用了深度多示例模型（Multiple Instance Learning, MIL），針對急性骨髓性白血病病患的全玻片影像進行端對端（end-to-end）的亞型判讀，本研究所提出的方法首先在前處理透過資料增量解決資料不平衡的問題，並在模型架構下，將數量級高達百萬的數據運用資料平行化（Data parallel），將模型部屬在數張運算節點上同步運算以避免發生運算節點記憶體不足的情況，同時加速訓練的過程；本研究在實驗結果中觀察到採用資料增量後的資料能對模型訓練產生可觀察到的模型性能提升，並在不同的亞型上驗證結果。最後，本研究證實在以深度多示例模型下的影像判斷任務，資料增量對於模型的預測結果上，在預設閾值（0.5）的情況下所呈現的F1-score有相等到0.18 的提升，並討論本方法在特殊亞型上之侷限。

應用深度學習於 SNP 微陣列資料預測 HLA 對偶基因型(蔡毓璉、陳倩瑜)



人類白血球抗原（human leukocyte antigen，簡稱 HLA）位於人體第六條染色體的主要組織相容性複合物（major histocompatibility complex，簡稱 MHC）上，具有高度複雜性且與傳染性、免疫性以及癌症疾病相關聯，並且 HLA 也與許多免疫藥物有相互作用。目前 HLA 的分型方法對於疾病研究或是免疫相關分析來說，仍需要耗費大量時間和資源，而且價格不斐，這限制了其在臨床診斷和研究中的應用。因此利用單核苷酸多態性（Single Nucleotide Polymorphism，簡稱 SNP）搭配額外處理例如插補以及單倍體分型來預測 HLA 對偶基因型的方法是優秀的另一種途徑。使用 SNP 微陣列（Microarray）資料預測 HLA 分型的預測工具對於大部分的基因座有著不低的一致性以及準確度，但對於某些特殊的基因座，像是 HLA-B，較難以準確預測。基於上述提到 HLA 與人類健康和疾病的研究高度相關，為了優化整體的訓練效果，本論文開發一個能夠快速且準確預測 HLA 對偶基因型的深度學習模型。本研究使用了 Taiwan Biobank 2.0 的資料並搭配自然語言處理技術中的變換器（Transformer）模型作為核心訓練模型，並對其進行了調整和優化，以便更好地適應 HLA 序列的特徵，並建立了一個根據台灣人特有的 SNP 點位預測 HLA 基因型的模型 TW2HLA（Transformer With TaiWan HLA data）。TW2HLA 優於傳統的 HLA 預測模型，其準確性有了顯著提升。TW2HLA 還針對稀少的 HLA 基因型的預測準確性進行了優化。由於低頻 HLA 基因型較為罕見，現有的模型在預測這些基因型時往往表現不佳。而 TW2HLA 對罕見 HLA 基因型的預測方面也是表現非常良好。此外本研究與插補模型 SNP2HLA、預測模型

HIBAG 以及機器學習模型 DEEPHLA 進行比較，以準確度與靈敏度作為分析的基準，並關注低頻率 HLA 基因型的訓練成效，同時也對於模型訓練資料集的擴展寬度進行討論與比較。總結來說，本論文開發了一個基於變換器模型的 HLA 預測模型，其在預測 HLA 對偶基因型表現優於現存方法，預期可以在大規模 HLA 檢測中發揮重要作用。TW2HLA 將有助於提高臨床診斷和研究的效率，也有望成為未來 HLA 相關研究的基礎。

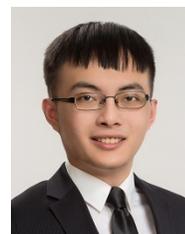
亞鐵氰化銅修飾電極於伏安式愈創木酚感測之研究 (吳秉軒、陳林祈)

本研究旨在開發一基於亞鐵氰化銅之伏安式咖啡風味分子感測器。亞鐵氰化銅為一普魯士藍類似物，能以電化學氧化還原躍遷的方式催化許多分子進行氧化反應，因此被用於本研究所開發之感測器。然而，此材料由於水相溶液中之 K_{sp} 較低以及較差的黏著性而不利於電鍍修飾。因此，本研究針對鍍液進行KCl, HCl含量進行調控，並比較各電位下電鍍之電極穩定度。於製程優化後，於掃描式電子顯微影像將呈現一均勻薄膜之表面微結構。並且可以電化學循環伏安法中檢驗達 0.93 mC/cm^2 之電量與70%之電鍍庫倫效率，以及於電化學阻抗頻譜中呈現 4.89Ω 之電荷轉移阻抗 (R_{ct})。以此電極用於伏安式分子感測器可對不同分子具有不同峰值電位響應，分別為 0.52 V 之咖啡酸、 0.53 V 之綠原酸、 0.71 V 之愈創木酚以及 0.82 V 之香草醛。各風味分子中，愈創木酚具有燃木焦香味，對於咖啡為之風味影響甚大，因此本研究便以此分子為例，進行感測應用與反應機制探討。本研究首先以電化學循環伏安法探討其反應機制。以亞鐵氰化銅催化愈創木酚之氧化反應為牽涉兩電子轉移之 ErCi 反應，其速率決定步驟為愈創木酚分子於水溶液中之質量傳遞並符合Randles-Ševčík公式。於感測應用中，此感測器於低濃度下具有對愈創木酚 $109.5 \mu\text{A/cm}^2 \text{ mM}$ 之靈敏度，並可達 $7.09 \mu\text{M}$ 之理論偵測下限。此感測器於長時間、多圈數使用或於較高濃度環境下則容易被毒化。此毒化現象經循環伏安法與電化學阻抗頻譜分析推論係由愈創木分之氧化物所造成。然而由於此感測器足夠低之偵測下限，依舊可於稀釋之咖啡樣品中完成感測。



應用即時指叉狀電極阻抗分析於適體-肌鈣蛋白I結合動力學之研究(易昌旻、陳林祈)

指叉狀電極 (interdigitated array electrode ; IDA electrode) 是一種電極呈交叉叉狀設計的共平面電極，其可藉由微機電技術中的光微影製程 (photolithography) 進行開發。輔以電化學阻抗頻譜 (electrochemical impedance spectroscopy ; EIS) 的量測方法，基於指叉狀電極的電化學阻抗式生物感測裝置已多被應用於生物標的物檢測上。在



本研究中，基於指叉狀電極晶片之二極式電化學量測系統被使用於評估肌鈣蛋白I與其DNA核酸適體間的結合反應動力學，欲分析適體選用Jo等人的研究團隊於2015年所篩選之對肌鈣蛋白I具有高親和性的Tro4適體（解離常數 $K_D = 270$ pM）做為適體感測平台的辨識元件。首先，基於Jo等人研究團隊所篩選之Tro4和Tro6適體進行酶聯寡核苷酸試驗（enzyme-linked oligo-nucleotide assay；ELONA），驗證適體對於肌鈣蛋白I之親和性（affinity）與特異性（specificity）。接著為探討肌鈣蛋白I與Tro4適體於穩態和即時態（real-time）的結合反應，由指叉狀電極晶片組成之靜態式和流動式系統被建構以量測結合反應穩態與即時態的阻抗響應。藉由靜態式量測系統決定2.5 nM至40 nM肌鈣蛋白I在穩態的校正電荷轉移阻抗響應（normalized ΔR_{ct} ），以Langmuir的吸附方程式作為數學模型，其所求得之結合響應最大值 $B_{max} = 1.33$ ， $K_D = 1.40$ nM，其調整後迴歸係數平方值（adjusted R^2 ）為0.725。在流動式量測系統中，電荷轉移阻抗（ R_{ct} ）和即時阻抗響應（Z-t）被作為評估流動式結合反應穩態和即時態阻抗響應之方法：在穩態阻抗響應分析中，normalized ΔR_{ct} 同樣以Langmuir模型進行回歸，其 $B_{max} = 2.53$ ， $K_D = 360$ nM，其adjusted R^2 為0.957，而 $\Delta|Z|$ 則對肌鈣蛋白I濃度進行一次方線性迴歸，其方程式為 $\Delta|Z| = 8.40 \times 10^{-3} + 1.06 \times 10^{-4} C_{cTnl}$ ， R^2 為0.987，由結果顯示 ΔR_{ct} 和 $\Delta|Z|$ （交流頻率100Hz）的穩態響應對於肌鈣蛋白I濃度具有劑量效應（dose dependence），且由其相對於人類血清蛋白（human serum albumin；HSA）的阻抗響應差異驗證出Tro4適體對於肌鈣蛋白I在流動式感測之專一性。而在結合反應動力學上，本研究針對在0.2 μ L/s流率下，流動300 nM的肌鈣蛋白I與固定於指叉狀電極之1 μ M Tro4適體的結合反應進行探討，由類比於表面電漿共振（surface plasmon resonance；SPR）基於質量作用原理（law of mass action）之即時動力學響應方程式，即時阻抗響應被應用於回歸計算反應速率常數，其計算之結合反應速率常數為 2.31×10^9 ($M^{-1}s^{-1}$)，解離反應速率常數為 7.18×10^{-4} (s^{-1})，而 $R^2 = 0.959$ ，展現快速結合和緩慢解離的動力學特徵。綜上所述，本研究應用指叉狀電極阻抗分析於肌鈣蛋白I和Tro4適體靜態式和流動式結合反應動力學之探討，展現藉由此裝置發展肌鈣蛋白I阻抗式適體感測器之可行性，亦顯示指叉狀電極與阻抗響應計算用於不同分子反應動力學分析之可能性，此將有利於電化學式生物檢測裝置與方法學發展，更有潛力用於定點照護相關產品的開發上。

數位濾波處理於水耕栽培即時離子感測之研究(施柏佑、陳林祈)

水耕種植中，植物生長所需營養素皆由水耕養液中獲得，但現今缺乏可即時量測離子濃度之儀器，導致植物可能在過多或缺乏某種離子下生長。實驗室先前透過平面固態式離子選擇電極與微控制整合，開發為即時離子量測系統，但量測濃度精準度受到雜訊干擾嚴重。



因此本研究嘗試透過數位濾波器解決雜訊干擾問題，使用數位濾波器包含移動平均濾波器 (moving average filter, MAF)、卡爾曼濾波器 (Kalman filter, KF) 和中位數濾波器 (median filter, MF)。在植物工廠中以鉀、鈣和鎂離子選擇電極進行量測，並透過快速傅立葉轉換(fast Fourier transform, FFT)和實驗結果進行分析，探討數位濾波器對離子選擇電極量測系統影響和雜訊主要來源和頻率。

根據FFT分析發現系統所受主要雜訊頻率為60Hz，與台電公司所提供交流電頻率符合，且該雜訊對硬體和電極皆會造成干擾。透過鉀、鈣和鎂離子選擇電極實驗結果可證明，數位濾波器可提高電位訊號穩定性，以鉀離子選擇電極為例，電位訊號標準差可由13 mV降為1 mV以下，且並不影響電位與濃度線性迴歸。濃度精準度方面，透過一價鉀和二價鈣離子選擇電極比較可證明，精準度提高並不受價數影響，兩離子電極平均絕對誤差 (Mean absolute error, MAE) 皆可降為0.2 mM以下。而二價鎂離子選擇電極原始數據MAE為1.07 mM，但經過數位濾波器後MAE僅降低為0.73mM，與鈣離子選擇電極比較可證明，數位濾波器並無法改善靈敏度低所造成誤差。考量卡爾曼濾波器可以降低離群值影響，選擇卡爾曼濾波器作為數位濾波器應用，最後也在商業型水耕場域中進行實驗，量測鉀和鈣離子濃度與離子層析儀相比僅有2 mM誤差。

綜合以上，本研究證明數位濾波器可以提高離子選擇電極系統濃度精準度，且考量離群值對數位濾波器影響，選擇卡爾曼濾波器作為數位濾波器應用。未來可透過即時離子量測系統快速得到離子濃度資訊，並將養液中離子濃度維持在特定範圍內，即可針對植物生長時最佳離子濃度範圍進行研究。

多波長紫外光光電系統結合機器學習應用於線上監測血液透析療程(王耀德、盧彥文)

背景：精準醫療的觀念，近年來已經逐漸成為醫學發展的重要趨勢。藉由產生大量的醫療和疾病相關知識，考慮個體的差異，用於改善醫療品質與預防策略。這樣的醫學發展將具有“個人化、預測性、預防性”。而其中關鍵的技術之一，便是結合人工智能(Artificial Intelligent)與感測技術，即時且精確地監測患者生理訊息。在目前血液透析(hemodialysis, or HD)治療中，醫生缺乏一種有效的方法來即時評估HD的充分性和預測併發症。

方法：導入精準醫療的觀念於HD的治療中，本研究提出了一種結合多波長光電系統與人工智能技術的精準醫療的方法，用於HD治療期間的線上監測。該光電系統由紫外線(UV)發光二極體(LEDs)、流通池、光電二極體和電子器件組成。它能在HD治療過程中立即評估透析廢液中尿毒症毒素的吸收度變化。配合使用機器學習(ML)中的支持向量回歸(SVR)算法，將測得的吸收度量測結果與病患的個人化特徵相結合，預測病患中血液的尿毒症毒素濃度，包括血清尿素氮(BUN)、肌酸酐、尿酸、 β 2-微球蛋白、磷和鉀。



結果：在臨床上，該光電系統應用於 9 名末期腎臟病(ESRD)患者、30 個 HD 療程中，評估其性能。我們的精準醫療整合系統對於預測病患血液的尿毒症毒素濃度與實際濃度有著相當好的決定係數(R²)：BUN 的 R²=0.953，肌酸酐的 R²=0.952，尿酸的 R²=0.959， β 2-微球蛋白的 R²=0.822，磷的 R²=0.853，以及鉀的 R²=0.621。

結論：使用多波長即時光電感測系統與個人化特徵結合，配合使用機器學習，可提高同時預測多種(六種)尿毒症毒素濃度的準確性，提供醫師對於 HD 充分性和潛在併發症的即時指標。該方法有可能取代複雜的血液測試過程，讓精準醫療在 HD 治療中的應用方面邁出了重要一步。

內部具有特殊結構之毫特斯拉磁化軟性薄膜機器人 應用於小物運輸(林益正、盧彥文)

此篇論文成功製作出內部具有氧化鐵鏈狀結構之磁粉-PDMS 聚合材料，且其被用於製造十字形狀之四腳薄膜磁控機器人。這種特殊之磁性聚合物是由分段固化的方式製作出來，並且可以在材料中行程及編排磁性粒子之鏈狀結構，而這些鏈狀結構同時也可以提供聚合物產生磁化(磁性)的方向。藉由這些鏈狀結構產生之磁性，聚合物在均勻的磁場下操作時會產生不平衡之磁力矩，也可以提供由聚合物產生之十字型機器人相對應之磁力矩。而在本篇中均勻磁場是由亥姆霍茲線圈系統所產生的(磁場最大為 16mT)。因此，我們的機器人可以達到以下的功能：(i) 在機器人的四角間形成球型的空洞區域 (ii) 爬上 90 度之階梯 (iii) 運送比自身重 6 倍之 67.9mg 小物，顯示出我們機器人之優良的機動性、高適應性及載重能力，並且機器人可以在水性環境下進行操作。此外，利用在聚合物中編排不同材料之磁粉而達成(磁粉之順磁性或是鐵磁性)也可以達到在同個磁場下群組控制許多機器人的方法。藉由控制有無磁極性之鏈狀結構，有著異質性之機器人動作是成功達到且可以被控制的，為異質性群組遠端控制機器人提供一種新的方式，並在未來可以用於多組機器人合作。



使用圓盤式奈米摩擦發電器之數位微流體(楊達人、盧彥文)

近年來，生物化學分析的領域上，數位微流體裝置 (digital microfluidics, DMF) 已成為最受歡迎的樣品準備的平台之一。數位微流體裝置是利用通過電濕潤原理來操作控制流體的移動，在傳統上，數位微流體裝置往往需要外部電源來提供驅動電壓，這限制了它的便攜性和在定點照護檢驗 (point-of-care, POCT) 環境中的應用。在本論文中，我們開發一個利用摩擦奈米發電機 (Triboelectric Nanogenerator, TENG) 提供驅動電壓的數位微流體裝置。摩擦奈米發電機具有許多獨特的特性，而其



與數位微流體裝置的結合非常具有吸引力。摩擦奈米發電機不僅具有簡單的配置和低成本的製造，可以提高數位微流體裝置整體的便攜性，並且提供了高電壓、低電流的輸出特性，符合電濕潤的驅動要求。本論文首次示範使用圓盤型的摩擦奈米發電機來驅動數位微流體裝置，並且演示了基本的液滴操作，包括運輸、分裂、合併、分配，甚至拉伸液體以遵循字母形狀的電極。最後，我們也展示了使用這樣的整合裝置，將含有樣品和試劑的液滴在晶片的進行運輸和混合，同時進行化學反應，包括核酸放大和酚紅試驗。成功地展示_摩擦奈米發電機可以作為數位微流體裝置在定點照護檢驗應用中的動力源。

基於氣泡聲流體過濾裝置的高效率精子分離：應用於法醫模擬樣本的STR分析(萬庭佑、盧彥文)

在法醫基因學上，對於微量雙人比率懸殊混合體液，進行人別鑑定，是極具挑戰的議題。能夠在辨識細胞來源（如性侵害案件的精子細胞）下，同時檢測DNA型別，對於釐清案情將會有重大助益。為了加強法醫混合檢體中微量者精子細胞檢出率（純度與回收率）及DNA型別判讀的效能，必須將大量被害人的上皮細胞以及其他體液排除，讓精子細胞從比率懸殊的混合檢體中分離出來。雖然目前有許多新型的微流道裝置，可以進行快速和自動化的樣品預處理過程，但是卻鮮少提及橫向流過濾中（Crossflow Filtration, CFF）比例懸殊造成的塞管問題。在本研究中，我們開發了氣泡聲流過濾（Bubble-based Acoustofluidic Filtration, or BAF）的微流體裝置，能高效地分離細胞並解決過濾時的堵塞問題。該裝置利用聲波振盪氣泡產生聲流，提供額外的流體動力，側向沖洗有效地清除堵塞，可以在0.5秒內完成此步驟，並且達到91.72~97.78%的精子檢出回收率和74.58~89.26%的純度。我們接著利用分離出的產物，進行染色體短縱列重複序列（Short tandem repeat, STR）分析，可以得到具決定性的微量者定序。這種微型裝置成本低廉，具有容易製作且無標記（label free）的優勢，在分析性侵犯證據的過程中以及其他需要細胞分選的領域中提供了巨大的潛力。



在數位微流體晶片上同時產生複數液珠(鄭宇翔、盧彥文)

數位微流體已廣泛用於複雜、多步驟的生物應用。然而因為現有的三電極式分裂方法無法快速地產生液珠，一些需要大量液珠的檢測如分子的並行多重檢測或者數位核酸放大檢測對於數位微流體設備仍然是很大的挑戰。為了解決這項問題，在基於電濕潤的數位微流體晶片上，我們提出了一種使用鋸齒狀電極的新穎的液珠分裂方式。它需要兩步驟控制：首先液體將被拉伸填滿列電極，然後再由電極陣列切斷液體，便能同時產生多個液珠。鋸齒狀電極產生了彎月形液體填充的現象，與傳統的



電極手指設計相比，液體與電極有著更大的初始重疊面積，進而穩定了產生的液珠體積。實驗在不同角度的1公分鋸齒狀電極同時產生20個奈升等級液滴(6~8nL)，若排除在列兩端的液滴，液滴的體積變異係數(CV)僅有1.26%。此外，液珠的數量取決於列電極的長度及列數，且不會影響CV值。這方法展示了在數位微流體晶片上進行並行多重檢測及數位核酸放大測試的巨大潛力。

應用神經網路於無骨雨刷之金屬彈片幾何最佳化(朱翊慈、廖國基)

無骨雨刷之結構因較傳統雨刷簡單且美觀，近年來對於無骨雨刷之需求已大幅提升。金屬彈片為無骨雨刷之重要零件，其幾何設計與雨刷之刮刷表現具有強烈關聯。透過分析彈片幾何與擋風玻璃之接觸壓力分佈，可據以評估其設計之優劣。過往研究提出基於三維有限元素分析之彈片幾何最佳化流程，然此流程所需計算成本較高，有限時間內僅能分析少量彈片幾何與特定擋風玻璃之適配度。為快速獲致彈片幾何之接觸壓力分佈，採用文克爾模型(Winkler model)取代有限元素分析，視彈片為歐拉-伯努力樑(Euler Bernoulli beam)，並以有限差分法求解其各處變形量，計算相對應之接觸壓力分佈。利用文克爾模型快速建立包含諸多彈片幾何與玻璃曲面與相關模擬結果之資料庫，用於訓練類神經網路(artificial neural network)模型。此模型輸入之彈片幾何特徵為其節點座標，結合經由主成分分析(principal component analysis, PCA)計算特定位置之玻璃曲面形狀編碼，接觸壓力分佈則為輸出。採用前述模型模擬彈片幾何於擋風玻璃各處之接觸壓力分佈，輸入至另一類神經網路模型，檢視其接觸情形及刮刷壓力分佈之關聯性。卷積神經網路(convolutional neural network, CNN)模型可利用類神經網路預測之刮刷壓力分佈，評估該無骨雨刷之彈片幾何對於特定玻璃之適配程度，並透過與有限元素分析比對評估預測之準確度。將建議之彈片幾何實際打樣，於實驗機台進行測試，結果顯示其刮刷表現良好，驗證本流程之合宜性。



應用臨界平面法於紫外光照下筆記型電腦承受開闔條件之高分子零件疲勞壽命估算與驗證(潘資閔、廖國基)

工程塑膠/合膠係電子產品廣泛採用之高分子材料，倘若長時間暴露於陽光下易導致材料發生老化，進而影響產品之使用壽命及損壞率。本研究為評估筆記型電腦內高分子材料所製成之機殼上蓋，經光照老化後使用壽命是否大幅下降，因此針對所採用之PC/ABS材料，以射出成形製程獲致試片進行紫外光照加速老化試驗。接續以單軸拉伸試驗及單軸循環疲勞試驗，評估PC/ABS於老化後之機械性能及疲勞壽命。為預測材料於多軸負載條件下之疲勞壽命，針對試片進行數值模擬並搭配臨界平面法計算流程，獲致對應負載規格下之損傷參數，並導入光照老化時長參數建立主曲線，



提出相異光照老化時長之疲勞壽命預測模型。進一步針對筆記型電腦進行上蓋開闔模擬，計算機殼上蓋中易斷裂及破損之特定螺栓處之損傷參數，並透過前述建立之疲勞壽命預測模型，預測相對應之疲勞壽命。將預測結果與相對應試驗量測所得之疲勞壽命進行比對，藉以驗證數值分析手法之合宜性。本研究提供一套多軸疲勞分析程序，估算經紫外光照後筆記型電腦於開闔條件下，高分子零件之疲勞壽命，可協助相關產業於電子產品設計及製造方面進行快速評估。

雷射表面改質與應用Mask R-CNN於沸騰熱傳之影響 (周劭穎、黃振康)

近年來，隨著5G、機器學習和區塊鏈等技術快速發展，數據中心在有限的空間下對運算能力的要求越發嚴苛，使得所需之熱設計功耗大幅提升，導致大量的熱無法被有效的散去。因此，引入具有更高對流熱傳係數的兩相浸沒式冷卻技術被視為是一種具有前景的先進散熱策略。



本研究設計了四種雷射表面紋理化 (Laser Surface Texturing, LST) 的路徑分別為線狀、交叉線狀、孔洞I與孔洞II，用於純銅與鋁6061兩種金屬進行表面改質，並將純銅雷射改質進一步做熱氧化 (TO)，進行池沸騰實驗。另外，高速攝影機蒐集得到的汽泡影像用以訓練神經網路模型Mask R-NN以進行汽泡分析。

應用LST技術之雷射加工結果顯示，交叉線狀路徑LST技術應用表面改質，若雷射能量充足，會在交點處會形成規則緻密的孔洞。孔洞I及孔洞II路徑則會在接近圓心處因為雷射光斑的重疊而產生深入的孔洞。

池沸騰實驗結果顯示，線狀路徑於純銅的表面改質，核沸騰起始點降低了 $4.2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，對流熱傳係數為原本之112%；於鋁6061的表面改質，核沸騰起始點無顯著變化，而對流熱傳係數為原本之149%。交叉線狀路徑於純銅的表面改質，核沸騰起始點降低了 $4.3\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，對流熱傳係數為原本之161%；於鋁6061的表面改質，核沸騰起始點降低了 $6.8\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，對流熱傳係數為原本之158%。孔洞I路徑於純銅的表面改質，核沸騰起始點降低了 $4.8\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，對流熱傳係數為原本之124%；於鋁6061的表面改質，核沸騰起始點降低了 $6.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，對流熱傳係數為原本之111%。孔洞II路徑於純銅的表面改質，核沸騰起始點降低了 $3.2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，對流熱傳係數為原本之158%；於鋁6061的表面改質，核沸騰起始點降低了 $6.1\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，對流熱傳係數為原本之130%。對四種不同雷射路徑於純銅的表面改質進一步做熱氧化 (TO) 長出奈米線結構進行沸騰實驗後發現，對流熱傳係數相比沒做TO都有所下降，這是由於奈米線的斷裂導致與方向不一致導致汽泡纏結，從而降低對流熱傳係數。另外，Mask R-CNN模型成功讀取汽泡影像並對汽泡個數進行量化。在低熱通量時，可以用來判斷成核點的多寡；當汽泡數大幅下降時，可以用來判斷汽

泡劇烈合併時的熱通量。

應用流場模擬與外掛式殺菌風箱設計於室內空氣品質之改善(徐令航、黃振康)

為達到改善室內空氣品質，本研究初期藉由探討全熱交換器的效能來判斷通風換氣率對於懸浮微粒與CO₂所造成的影響。在全熱交換器開啟的情況下，放置在中央處的感測器顯示二氧化碳濃度提早100分鐘達到標準值以下，最低達到420 ppm，而PM_{2.5}濃度維持在6-10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 之間；實驗區與辦公區的監測中，得知當裝置開啟時整體流場會達到分布均勻的狀態，有利於整體環境的品質改善；此外利用SolidWorks Flow Simulation對實驗環境風場進行模擬，針對流場不均勻處與短循環問題進行改善，以外接風管的方式將實驗區前段無流動的問題解決後，同時以空氣盒子再次進行監測確認不均勻處之CO₂濃度下降至最低525 ppm。

由於通風換氣的設備以及安裝大多成本昂貴且耗費時間、人力，本研究亦希望透過設計與上層殺菌系統概念類似的外掛式殺菌風箱，安裝在室內空調外側來達到殺菌效果。初期經由SolidWorks Flow Simulation 進行設計模擬，找出風箱內隔板最佳的傾斜角度，經由出風口分布表現、滯留時間與結構設計最後選擇使用25度作為傾斜角度，後續進行製作與安裝。

外掛式殺菌風箱建置完成後，以出風口不同風速(低、中、高段速)、開啟不同燈管數量(2組、4組)、殺菌時間(30分鐘、60分鐘)進行總共12個分組進行殺菌率採樣計算，從中可得知最佳組別為低段速、開啟2組燈管、殺菌60分鐘的殺菌率87.4%。

進行夜間殺菌時長的計算，以設備殺菌率70%的旋風筒空氣清淨裝置、87.4%的外掛式殺菌風箱及93.2%的全熱交換器搭配外掛式殺菌風箱比較，分別需要6、4、3小時達到整體環境99.9%滅菌。

藉由相同的設計理念，為提高風箱中的滯留時間與設計因應分離式空調的結構，提出了外掛式殺菌風箱第二版與室內機專用殺菌風箱的設計。外掛式殺菌風箱第二版可提高至2.3秒、殺菌率為97.1%、夜間殺菌至99.9%需2小時；室內機專用風箱為0.6秒、殺菌率為86.0%、夜間殺菌至99.9%需4小時。經由此設計得知能以較低價的紫外線燈管搭配外掛式風箱的設計提供達97.1%的殺菌效果。

快速電池健康度估測應用於18650鋰離子電池(張育國、黃振康)

隨著各方重視淨零碳排，農機電動化為重要的發展方向。其中電池與能源的管理相當重要，必須了解電池之壽命以及使用狀況，延長使用壽命。本研究旨在開發電池管理系統之評估電池健康狀態(State of Health, SOH)快速估算方法以及可用電量估測。



在獲取電池充放電實驗之完整電壓、電流及溫度，使用Arduino Nano控制板，搭配電壓、電流以及溫度感測器製作監控裝置，同時將數據記錄於記憶卡中，完成資料收集。快速估算法藉由大電流放電，觀察電壓下降幅度，以快速估算法與等效電路模型計算電池之內電阻，不需要額外量測儀器，可在短時間得知電池之SOH。以快速估算法得知，大部分廠牌電池SOH為0%時，其電池容量約為原始容量之60%。使用快速估算法與儀器量測之內電阻計算SOH，其均方根誤差 (Root Mean Square Error, RMSE) 為3.0%；使用等效電路模型計算出內阻與儀器量測之內電阻計算SOH，其RMSE為3.8%。利用完整公開之電池資料集，經由訓練模型預測電池容量，預測結果之RMSE為178 mAh。在老舊電池之容量浮動約200 mAh的狀況，預測結果會較接近真實容量。真實容量和預測容量計算SOH，RMSE為5.7%。因有完整的循環狀況，此方法適合用於估測老化情形較嚴重之電池的容量，進而估算電池之SOH。本研究對於開發電池管理系統之電池內電阻以及SOH之估算，希望對於未來電動農機或者田間充電站之充放電管理系統的發展，可以提供一些實驗經驗以及數據，並產生更多討論和研究想法。

兩種除濕溶液的新式還原方法(蔡凱任、黃振康)

濕度對人類以及工業是非常重要的，故目標是研究液體除濕系統且方程化乾燥劑的數據。研究主軸為探討液體除濕系統的新式還原方法。而乾燥劑使用氯化鈣與氯化鋰來調配實驗的液體除濕液。



實驗製作除濕液的P-T-X (蒸氣壓-溫度-濃度)數據，接著結合Antoine方程、理想氣體方程式與Raoult定律推測出P-T-X模型並利用曲面擬和以及參數估計的量數來估計其最佳模型。

採用了氣泡塔反應器的概念來設計還原實驗，通入乾燥的空氣來還原液體除濕劑，操縱變因為不同乾燥劑與不同孔徑的分佈器。使用影像處理、由陰影還原形狀 (SFS)概念與雙鏡頭來估計氣泡的表面積與速度等物理量，且將得知的深度標記為基礎深度 (Ground-Truth-Depth)再利用法線貼圖 (Normal Mapping)模擬出3D氣泡。

探討還原實驗其中量化數據與結果，就量化數據來看孔徑1-3 mm，分佈器的孔徑每大1 mm，氣泡平均速度會快約4%，氣泡平均表面積會減少約24%，氣泡平均體積會減少約39%。就還原結果，氯化鈣與氯化鋰皆在孔徑1 mm時，還原效果最佳。在還原溫度達70 °C、液體除濕劑濃度為10 wt%、環境溫度為25 °C、環境相對濕度為56%的情況下，則氯化鈣的還原水量最高可達0.26 g/min，而氯化鋰的還原水量最高可達0.40 g/min。

利用卷積神經網路建立雞隻張嘴行為、散佈程度與活動力之預警系統(陳柏霖、郭彥甫)

雞肉在全球蛋白質供應鏈中佔有重要地位，隨著市場需求不斷增長，採取集約化飼養方式，將大量雞隻放置於同一環境中已經成為常態。在這種情況下，對於雞群生長狀態的持續監控成為確保產量穩定的關鍵要素。傳統上，雞隻的張嘴行為、散佈程度和活動力都是由人工監控，然而這種方式不僅耗時且耗力，並且難以實現即時異常偵測。為解決上述問題，本研究提出了預警系統，藉由量化雞隻的張嘴行為、散佈程度與活動力，進行監測。預警系統由多台嵌入式設備、Wi-Fi 網狀網路、雞隻張嘴偵測模型和雞隻追蹤模型組成。嵌入式系統包含鏡頭分別安裝在雞舍的支柱和橫樑上，從側視和俯視角度捕捉雞隻的影像，再透過 Wi-Fi 網狀網路傳送到雲端伺服器儲存。雞隻張嘴偵測模型用於偵測側視影像中的雞隻頭部，並將其分為兩類：張嘴與未張嘴。透過雞隻張嘴偵測模型偵測結果，可計算張嘴雞隻佔所有偵測到的雞隻比例。雞隻偵測與追蹤模型用於偵測俯視影像中的雞隻位置，並利用最近臨演算法與 Bytetrack 演算法，分別計算雞隻的散佈程度與活動力。經過量化完成之張嘴雞隻比例、散佈程度與活動力，分別使用平均值與標準差、自回歸整合移動平均 (ARIMA) 的 95% 信賴區間、以及季節性自回歸整合移動平均模型含有外生變數 (SARIMAX) 的 95% 信賴區間來確定其安全區間。當數值超出該安全區間的數值即被認為是警告。在結果方面，雞隻張嘴偵測模型在雞隻頭部的分類與偵測上，整體平均精度達到 91.3%。雞隻偵測與追蹤模型在雞隻偵測上，平均精度達到 95.8%，再多目標追蹤準確率達到 89.5%。此外，在自回歸整合移動平均模型的平均絕對百分比誤差達到 3.44%，而季節性自回歸整合移動平均模型含有外生變數的平均絕對百分比誤差達到 13.76%。本研究提供了一個完整且全自動化的預警系統，旨在為雞場管理員提供實時且有效的數據支援，以便他們能更有效地管理雞場。



利用卷積神經網路偵測有色肉雞屠體之瑕疵(賴品丞、郭彥甫)

雞肉被廣泛認為是最常見的肉類之一，同時也在經濟上扮演著重要角色。為了提供消費者高品質的雞肉，必須在雞隻屠宰過程中挑選出有瑕疵之屠體。台灣有色肉雞屬於國內特有品種，相較於白肉雞，有色肉雞品種多樣性高，在外觀顏色與尺寸上都有相當大的差異，由於這些差異，目前市面上用於白肉雞之自動屠體瑕疵檢測系統並不適用於台灣有色肉雞。現行方法採用人力方式來挑選台灣有色肉雞屠體中的瑕疵部分，然而這種方法耗時且效率低下。因此，本研究旨在使用卷積神經網路來實現對瑕疵屠體的自動辨識。為此，我們開發了一套影像模組，該模組安裝在屠宰產



線上，用於收集屠體影像；並提出了兩階段的檢測方法來自動檢測有瑕疵之屠體。在第一階段，使用身體部位分割模型（BSM）來偵測雞隻屠體影像中的翅膀、胸部、背部和腳等部位。隨後，在第二階段，使用了瑕疵分類模型（DCM），分類出具有瑕疵之身體部位。在實驗結果中，BSM 在辨識雞隻屠體部位達到了 98.9% 的平均精確度，整體 F1-score 為 97.4%；DCM 在分類瑕疵之身體部位達到了 96.9% 的準確率。本研究所提出之方法期望能夠提高台灣有色肉雞屠宰產線在瑕疵檢測上之效率與準確性。

應用深度學習方法於地理圖資系統水稻田坵塊航照圖之辨識與分期(周易昕、周呈雲)



水稻作為台灣最重要的糧食作物之一，在農產預估及災損評估上時常有大範圍辨識的需求，然而台灣現階段對於水稻田的監測與管控作業，主要仰賴農試所專家們透過實地訪查、比對地籍圖資料，以及藉由衛星或航照影像輔助，再以人工的方式逐一辨別水稻的種植分佈，過程中除了要進行水稻田資料標記作業，還要定期更新、維護資料的正確性，使得整體作業流程曠日廢時，因此面對即時且大範圍的辨識需求往往欠缺效率。本研究以 ArcGIS Pro 軟體作為開發深度學習模型的工具，開發 Mask RCNN 實例分割模型辨識和分割航照影像中的水稻田。使用了 2018 年至 2019 年收集的航空影像，涵蓋彰化、雲林、嘉義和台南的水稻種植密集區。模型標記檔創建了四個類別，包括水稻生長、黃熟、收割階段和其他作物。另外研究在影像前處理階段對原始航照影像的波段資訊進行修改，利用不同的植生指標（NDVI、CMFI、DVI、RVI、GRVI）創建不同的訓練資料集，測試不同植生指標對於水稻分期辨識的表現。結果發現，以 ResNet-50 為特徵提取骨架的模型在 mAP 方面的表現整體優於 ResNet-101，其中 RGB + DVI、RGB + NIR 和 RGB + GRVI 影像資料集表現最好，mAP 分別為 74.01%、73.81% 和分別為 73.72%。而在水稻田分期辨識和分割的問題上，水稻生長階段建議使用 RGB + CMFI 影像訓練的模型，水稻黃熟階段建議使用 RGB + NIR 影像訓練的模型，水稻收割階段則建議使用 RGB + GRVI 影像訓練的模型，dice coefficient 分別為 79.59%、89.71% 和 87.94%。模型分期辨識和分割結果可以提供水稻生長狀態的資訊，從而提升水稻生產管理的效率和準確性。該方法也可用於任何農作物的大規模檢測，減輕研究人員的負擔，提高土地利用調查的效率。

AIoT技術在設施栽培中精密監控小型害蟲與優化蜜蜂授粉之應用(張善程、周呈霖)

在臺灣，為提高作物單位面積產量，通常採用易於管理的溫室種植方法。然而即便作物採用溫室種植，仍無法完全避免蟲害爆發。另一方面，蜜蜂不太適應於密閉空間內飛行，進而導致作物授粉效率不太穩定。因此，在蟲害防治方面，基於過去研究，本研究利用物聯網系統搭配Faster R-CNN、YOLO系列以及Transformer系列物件偵測模型進行大數據分析，我們提出更加輕量化且客製化的方法，以提供溫室害蟲防治之有效參考指標；另外授粉效率評估方面，過去研究多利用蜜蜂進出巢數量評估作物授粉效率，此法無法得知蜜蜂攜帶花粉粒大小，進而無法精確掌握與授粉效率節節相關的花粉量，因此本研究提出利用Mask R-CNN、YOLACT以及Transformer系列等實例分割模型的方法，針對花粉粒面積進行辨識以及計算，並進一步與實際花粉粒重量進行相關性分析，以優化蜜蜂授粉。基於以上研究成果，將對溫室中種植作物之蟲害防治以及蜜蜂授粉優化提供一個較智能的解決方案，進而提昇作物產量。



開發天車與無人地面載具表型平台於溫室葉菜作物株高及葉面積估測(孫意珺、顏炳郎)

目前現有的表型平台大多應用於糧食及蔬果作物為主，然而在蔬菜類作物中，較少應用於葉菜類作物，葉菜類作物生長通常相對容易且生長週期短，提供快速的農作物供應。若能夠建立針對葉菜類作物之表型平台，針對作物生長和表現的全面監測與評估，便能提高葉菜類作物的生產效率和品質。本研究開發天車與無人地面載具作物表型平台用於量測葉菜類作物之株高及葉面積，其架構主要分為三個部分，天車與無人地面載具表型平台、深度校正與株高及葉面積估測演算法。天車與無人地面載具表型平台使用RGB-D相機收集RGB及深度影像，然而所收集之深度影像，會因為環境亮度等原因導致誤差，因此本研究預先建立深度校正查找表，對相機量測到之深度進行校正。株高及葉面積估測演算法，以AR marker作為參考基準，首先，透過影像處理技術將AR marker及植株進行分割，再透過演算法將株高及葉面積估算出來。本研究分別使用天車及無人地面載具對小白菜及青江菜之株高及葉面積進行調查，天車之株高RMSE為0.99 cm，葉面積RMSE為5.532cm²；無人地面載具之株高RMSE為1.365 cm，葉面積RMSE分別為6.969cm²。結果顯示，本研究天車及無人地面載具表型平台可以針對株高及葉面積進行估測。



應用於經皮手術之多層軟組織穿刺模組開發(董明洋、顏炳郎)

本研究開發超音波與力量感測經皮穿刺模組，用於本實驗室開發之機器人輔助腎臟腫瘤消融經皮穿刺手術。為克服多層軟組織經皮穿刺手術中，穿刺針穿過組織邊界薄膜時軟組織變形所造成的穿刺路徑偏移問題，結合超音波與力量感測偵測不同軟組織之間的邊界薄膜，並由融合穿刺力量與筋膜組織變形量，辨別穿刺針擠壓筋膜組織的物理關係，提供醫師穿刺過程中穿刺針擠壓筋膜組織的資訊，使其執行相對應的穿刺策略以提升穿刺準確度。首先針對本實驗室開發之穿刺模組進行改良，提升機構效率並設計安裝方法，方便使用。另外設計超音波探頭安裝方法，提供二自由度的微調機構，克服超音波影像平面與穿刺針共面的問題。組織邊界辨識部分結合低敏感的超音波影像與高敏感力量感測功能，實現組織邊界薄膜辨識。最後，應用本研究所開發之穿刺模組於有組織邊界薄膜的多層軟組織仿體，並且由實驗驗證穿刺狀態辨別功能，說明穿刺針擠壓組織邊界薄膜時的筋膜組織變形問題。



氣調櫃內裝箱水果環境監測模組之研製(侯守擎、葉仲基、黃振康)

臺灣是以外貿為主的經濟體系，每年出口貨物都為臺灣帶來巨大的財富。自106年後，水果以生鮮冷藏的方式出口比例越來越高，但是因水果其生理及生化作用導致水果劣變。近年來氣調貯藏技術的進步，可以控制氣體比例、溫度及濕度來達到減緩水果老化與腐敗。氣調貯藏依靠感測器及其排氣系統來進行主動控制貨櫃環境。但是箱內每個水果都會持續消耗氧氣以及產生二氧化碳，無法準確得知箱內水果所接觸氣體之成分是否與設定環境參數相同。

本研究研製一環境監測裝置，裝置需配有氧氣、二氧化碳、乙烯以及溫溼度對水果老化及腐敗有重大影響之因素，將裝置放入箱中紀錄水果箱內氣體與氣調櫃內的氣體和溫溼度數值是否有符合所設定的數值。

海運實驗為臺灣送往澳洲，其中可以發現氣調櫃內所設定值與水果箱內數值有所差距，導致水果出現發霉、果心產生局部黑斑等情況。



羽球姿勢專家輔助系統之開發(陳玠宏、葉仲基、黃振康)

隨著科技日新月異，視覺辨識技術已被廣泛應用於運動產業中，若是想學羽球的初學者可能會需求專業教練的指導，依目前市場上羽球學費的行情，以台北為例，一對一教學的學費每小時400至上千元不等，場地費另計並且由學生負擔，對於初學者是很大的



負擔及阻力，此外羽球揮拍的教學方式通常是教練一邊示範一邊口述講解，學生再模仿教練的動作來揮拍，教練在場邊適時指導及糾正動作，學生才能精準地完成揮拍動作，但僅僅透過課堂的訓練並不充足，課後也必須不斷的自主練習，因此，此研究研發一套羽球姿勢輔助教學系統給初學者使用，並給予羽球初學者以下的揮拍動作建議：1.持拍手手腕、手肘、肩膀之適當夾角。2.預備擊球時引拍手與持拍手之角度保持平衡之角度。3.揮拍時持拍手同側膝蓋需適當的彎曲之角度。4.揮拍次數計數功能。1至3項透過角度計算判斷預備擊球時引拍動作是否正確，以助於學習並且降低錯誤姿勢造成的運動傷害；第4項則是提供揮拍次數的資訊，資料部分收集共625張影像並進行Mediapipe座標軸分析，分析後的資料透過Logistic Regression、Random Forest Classifier、Support Vector Machine機器學習模型訓練並評比Accuracy、Recall rate，發現Random Forest Classifier 的Accuracy為97.0%，Recall rate則為97.3%表現最好，因此作為此系統計數模型。角度指標部分則是在欲計算夾角的揮拍前影像座標軸資料與相鄰兩點進行Atan2函式取得弧度，將弧度相減後取絕對值並轉換角度單位以計算手肘、肩膀、持拍手膝蓋彎曲夾角，再來透過紅綠燈角度指標系統整合各教練影像之揮拍角度資訊。最後透過Flask以及Bootstrap撰寫響應式全端網頁，並將模型以及紅綠燈角度系統整合，在台大體育館進行實測。實測人數5位並且皆無參加羽球社團或學球等經驗，結果部分顯示5位受試者平均擊長遠球之長度增加9.6%，擊球穩定度增加26.3%。總結以上，初學者在練習揮拍時將可以透過各尺寸聯網裝置使用此套系統，並有即時且正確的指引，不僅降低學球成本，對於提升球質亦十分有幫助，並同時降低受傷風險。

應用於綠牆之修剪機械的設計及研究(劉承峰、葉仲基、黃振康)



綠牆是一種將植物栽種於牆面的栽種方式，其垂直栽種的特性能夠在都市中利用相對較少的面積來達到綠化及降溫的效果。隨著全球都市化的程度增加，大型都市所引起的熱島效應將越來越嚴重，對於綠牆的需求量將會隨著提高。

作業人員必須在高空中移動以對綠牆進行維護，大面積的綠牆會使維護工作變得相當費時及危險。本研究目的為設計及製作能夠應用於綠牆的修剪機械，將綠牆的修剪自動化以提升高空作業的便利性及安全性。

本研究以SolidWorks電腦輔助設計軟體(CAD)進行設計，並用3D列印進行兩款原型機的製作。修剪機械的設計目標為將過長的枝葉剪斷，因此本研究以有效切割率為主要指標。原型機使用蘇格蘭軛機構來製作雙動刀往復式切割，其刀片結構參數為：刀片寬度15mm、刀刃高度20mm、前橋寬度0.44mm、滑切角 20° 。

本研究將雙動刀往復式切割的刀刃軌跡方程式推導出，並利用Desmos繪圖

計算機對原型機製作切割圖，計算其有效切割率。其在固定結構參數以及切割進程為刀片高度的1.1及1.2倍時達到其最高有效切割率77.3%。在將切割行程減短至 15mm後，整體的有效切割率降低，但以降低漏割區面積的方式提升切割率。

鳳梨苗修整機進出料裝置之電腦輔助設計(莊麒田、葉仲基)

鳳梨是台灣很重要的經濟作物，近年來成為水果出口的最大宗。但近年來農業從業人口越來越少，鳳梨的產量越來越多導致缺工日益嚴重。而種植鳳梨最耗費時間的為採收與修剪鳳梨苗。在修剪鳳梨苗的部分已經有其專門修剪的機構，在修剪過程中刀具的快速運轉有一定的危險性，修剪完後需要將鳳梨苗打包儲存。為了能夠讓修剪流程更加順利及安全，本文將應用人機介面與可程式邏輯控制器，提升作業安全與效率。

本文透過人機介面與可程式邏輯控制器作為架構，再分別使用其提供軟體 GX Works2 和 EU-editor 設計出符合此流水線的一套系統。搭配感測器設計一具備計算鳳梨苗、警報提醒以及數值規零之功能。本文共測試了四種感測器分別為紅外線感測器、振動感測器、壓力感測器以及超音波感測器，比較這四種感測器在計數方面何者有最佳的準確度。在這四個感測器當中以紅外線感測器的準確度最高為最適合此系統讓整個作業流程減少人力也更加安全。



以聚乙烯對苯二甲酸酯作為功能化絕緣層開發電容式生物感測器之可行性研究(許雅婷、謝博全)

電容式生物感測器相較其他發展較為成熟的電化學分析方式具有免標定、快速響應等優勢，然而目前製造方式多是利用價格較為高昂的半導體製程，高成本可能阻礙實務應用的發展速度與未來普及率。本研究以聚乙烯對苯二甲酸酯 (Polyethylene Terephthalate, PET) 作為絕緣層將其貼附於電極藉此開發電容式感測器。絕緣層於55 °C環境中進行二十分鐘的胺解反應之後再以濃度5 %的戊二醛進行化學修飾使其表面功能化，具備和表面帶胺基分子接合的能力。將修飾完畢的絕緣層以雙面膠貼附於蝕刻成鐘擺形的印刷電路板表面作為工作電極使用，將其和輔助電極平行放置於自製電容量測裝置內再加入0.1 M磷酸鹽緩衝溶液 (pH=7)，使用LCR測試儀 (1 kHz, 1 V) 進行電容量測。加入直徑為5-10 nm 的10 mg/mL牛血清蛋白 (Bovine Serum Albumin, BSA) (N=3) 實驗組受到絕緣層缺陷影響，其電容上升變化和僅加入0.1 M磷酸鹽緩衝溶液 (pH=7) 的對照組 (N=3) 相比P-value = 0.6089，兩者並無顯著差異，而加入直徑為1 μm的胺基乳膠珠後，



其與對照組相比P-value = 0.0323，具顯著電容下降趨勢，其電容平均值下降0.5697 pF (N = 3)。另一電容量測架構以單面貼膜的方式製成三明治架構的面對面電容感測器，其對照組電容變化皆小於0.03 pF (N = 3)，以0.1 mg/mL-100 mg/mL BSA作為感測對象進行檢測 (N = 3)，電容變化均大於0.03 pF，且各濃度間均具有顯著變化P-value < 0.05。

注射式明膠-3-(4-羥基苯基)丙酸-脫細胞化肝臟間質 應用於肝臟損傷恢復(殷維容、侯詠德)

肝臟在人體的消化系統中扮演重要的角色，主要負責代謝物質及蛋白質合成、排除毒物等重要功能。然而人們生活及飲食習慣改變、長期暴露於有害物質之環境等原因，都導致肝纖維化甚至肝硬化之疾病成為人類常見死因之一。過往研究提出，脫細胞化肝臟間質 (Decellularized liver matrix; DLM) 具備肝細胞微環境之架構，且其內含之成分對於肝細胞機能有提升之效果。但是如何在脫細胞化的製備過程中仍能維持 DLM 之蛋白質結構、完整地移除 DNA 等遺傳物質、並將此材料實際應用於肝病的臨床研究中，仍是尚待開發的領域。本研究將承接本實驗室過往的研究，開發一套以 DLM 為基底的肝毒化回復性材料，並著重將其應用於體內肝纖維化之毒化恢復。



本研究第一部分主要著重開發可注射性生物材料，目標將此生物材料注射至實驗動物體內，使材料能夠透過血管網絡遍布肝臟，以達到全面性修補受損肝臟、進而提升肝臟機能之效果。為達到此目標，我們以 DLM 為基底，混合 Gelatin 交聯而形成具有提升肝細胞活性、具有足夠機械強度且高生物相容性之新型水膠 Glt-HPA-DLM (Gelatin-Hydroxyphenylpropionic acid-Decellularized liver matrix)，並於體外實驗中分析其材料特性以及成分確認。

本研究第二部分則致力於大鼠肝纖維化模型的建立及毒化治療，利用四氯化碳 (Carbon tetracholoride; CCl4) 誘導出肝纖維化模型，並結合前述開發而成的 Glt-HPA-DLM 進行毒化治療，以進一步檢測 Glt-HPA-DLM 對於體內肝纖維化回復之影響。本研究期許 Glt-HPA-DLM 未來能實際應用於臨床治療，並為慢性肝臟疾病之治療提供新的方法與視野。

應用深度學習方法於茶菁影像識別及分級系統之開發(王鼎慈、陳世芳)

臺灣茶聞名世界，優良的品質與豐富的香氣受到廣大茶飲愛好者的喜愛。優良的成茶品質，除受製造過程影響外，原料端鮮採茶菁的狀態更是影響品質的關鍵因素，因此製茶廠會對原料端之茶菁予以品質分級，建立以質制價標準，並依茶菁之適製



性調整後續製茶之目標品項。然而，現今茶廠的茶菁分級方式高度仰賴人力主觀地依其經驗，以肉眼判別分級，難以自動化執行分級制價。且因各有其主觀立場，容易產生產購雙方，即茶農及製茶廠間的採購制價糾紛。因此，若能建立一套智慧茶菁分級系統，此系統可依明確且客觀的方式，自動且快速的執行茶菁分級，將有助於緩解產購糾紛。

為達成智慧分級的目的，本研究應用深度學習方法建立此一茶菁影像分級系統，本系統主要由兩部分組成，包含硬體端的茶菁取像模組，及軟體端的茶菁分級模型。整體系統運作方式如下：首先，取像模組拍攝待分級之茶菁影像，將其上傳至雲端系統，接續由茶菁分級模型辨識影像中每株茶菁的等級。茶菁分級模型由茶菁提取模型、部位識別模型與茶菁分級標準三部分組成，茶菁提取模型偵測影像中的單株茶菁，而部位識別模型辨識單株茶菁之茶芽、嫩葉、熟葉、老葉、莖、魚葉及紅梗等七類，根據部位辨識結果，茶菁分級標準可將每株茶菁分為A(優良)、B(尚可)、C(欠佳)三個等級。本研究茶菁影像蒐集自桃園、新竹、苗栗及南投等地茶廠，包含‘臺茶1號’、‘臺茶12號’、‘臺茶17號’與‘青心大有’等四茶樹品種，蒐集之825張批次茶菁影像用於建立茶菁提取模型，亦蒐集1337張單株茶菁影像用於建立部位識別模型。茶菁提取模型與部位識別模型採用Mask2Former (Masked-attention Mask Transformer) 深度學習方法。

茶菁分級系統在單株茶菁提取的平均準確度均值 (mean Average Precision, mAP) 達0.88；而在物件辨識上，對於嫩葉、熟葉及老葉等大物件的辨識率，分別為0.60、0.71及0.53，對於莖、茶芽、紅梗及魚葉等小物件的辨識率，分別在AP50時得相應表現為0.86、0.51、0.48及0.65，整體茶菁分級準確率達0.87。為使茶菁分級模型可迎合使用者便利性與紀錄查詢之功能，故建置資料庫與服務網頁於茶菁分級系統。服務網頁為應用NodeJS進行開發，使用者可登入網頁觀察茶菁影像、分級資訊與部位辨識結果，並根據產季、茶樹品種或採購策略彈性調整茶菁分級標準。應用本茶菁分級系統，鮮採茶菁可依明確且客觀的方式進行品質分級，期望緩解茶農及製茶廠間的茶菁採購制價糾紛。

應用於設施蘆筍生長監測之自動導航監測載具車開發 (李世鈺、陳世芳)

蘆筍為我國重要經濟作物，近年來由於市場需求量供不應求，批發價亦逐年攀升，佔有可觀之經濟產值。於亞熱帶之氣候條件下，為使蘆筍仍可適應炎熱之天氣並增加產量，過往研究發現以留母莖栽培法(mother stalk method)進行蘆筍栽培，可增加光合作用效率並延長採收期。然此方法需大量人力管理場域內母、嫩莖生長狀態，故於農業缺工的現今，難以負荷其勞力需求。本研究以紓解此一困境為出發點，設計自導載具車進行田間植株生長狀態資訊蒐集，以提供省工、省力的智慧工具選項。此一技術整合軟硬體功能，以影像及二維光達(2D LiDAR)進行感測器



融合，開發載具自主導航功能並搭配即時定位系統(real-time locating system)建立載具車行走策略，達成場域巡園之效。以影像為導航參考資訓時，採用ENet為模型主架構，於取得之前視影像中辨別車道及田畦二類別，車道識別結果與真實區域相比之平均交疊率(mean intersection over union, mIoU)達88.14%。識別結果再進行霍夫轉換(Hough transform)，取得前視影像之導航參考線。以LiDAR為導航參考資訓時，使用2D LiDAR取得載具車周圍蘆筍分布狀況，並採用基於密度的聚類演算法(density-based spatial clustering of applications with noise, DBSCAN)對載具車周遭植株分群為左右畦道之植株。以線性迴歸(linear regression)得出左右畦道之植株分布迴歸線，用於建立另一導航參考線。導航參考線為提供載具車方向及速度調整的重要參照，由其計算出目前載具所在位置之行徑偏向角和平移位置誤差，經卡爾曼濾波器(Kalman filter)及PID (proportional-integral derivative, PID) 控制器，進一步計算馬達應調整之轉速以修正航向。導航正確性以均方根誤差(root-mean-square error, RMSE)評估，計算車道中心位置及載具車實際行走路徑之誤差，最終取得之平均誤差值為3.25 cm。即時定位系統方面，採用超寬頻(ultra-wideband, UWB)設備以雙向測距(two-way ranging, TWR)進行測距定位計算載具車實際座標，亦以RMSE評估定位點及載具車實際停止座標之誤差值，最終定位試驗平均誤差為17.73 cm。除上述之導航及定位系統之開發外，本研究亦對前人所建立蘆筍生長識別模型進行優化。藉由新增由載具車取得之影像擴充約500張，較原資料集增加約30%。最終辨識模型母莖、嫩莖兩類別平均準確率(mean average precision, mAP)亦達79.09%，較原模式提升約5.6%。本研究所開發之自動導航蘆筍生長監測載具車系統已具自動導控、無線定位及作物生長狀態之初階功能，應用此系統將可協助農民以省工、省力的方式掌握場域內作物生長狀態，提升田間管理效率。

應用 Transformer 神經網路於植物寄生性線蟲辨識模型之建立(林彥成、陳世芳)

植物寄生性線蟲(Plant-parasitic nematodes, PPN)乃作物折損主因之一，嚴重影響全球經濟與糧食生產。在台灣，已至少有28屬及62種的線蟲被發現，常見其寄生於作物的芽、葉、莖與根部，導致作物黃化、矮化與死亡。為避免線蟲危害擴散，檢疫明定馬鈴薯腐敗線蟲(*Ditylenchus destructor*)與穿孔線蟲(*Radopholus similis*)等物種分屬為有條件與禁止輸入項目。對於線蟲防治與檢疫工作，需先判別正確之物種類別，始可提供精確的防治策略。判別方面，目前廣泛採用之作法為仰賴線蟲專家對其顯微影像之形態特徵進行物種判讀，然線蟲專業人力十分稀缺，難以即時滿足實務上龐大的判讀需求。

為解決上述專業人力困境，本研究之目標為開發一植物性寄生線蟲之影像辨識系統，提供自動、快速的線蟲物種判讀工具。此一系統涵蓋15種線



蟲，其中包含四屬10種本土植物寄生性線蟲，以及兩種不存在於我國，於檢疫端有辨識需求之類別。此外，納入一種食菌性、兩種蟲生線蟲，作為不同食性品種的對照組別。整體線蟲資料庫共收集10518張線蟲圖像，包含頭部(head)、尾部(tail)與全身(whole-body)三種區域拍攝類型，共計有19922個框選(bounding box)標記。此一辨識系統以Transformer模型為主架構，搭配Faster Region-based的結構，建立Faster Region-based Transformer Neural Network (Faster R-Transformer)模型。後續並對模型進行三階段優化：首先利用裁減(cropping)避免輸入模型圖像之解析度壓縮；再利用加權投票機制(weighted voting mechanism)使同一辨識目標於頭、尾、全身三類別之預測可輸出一致結果；最後針對容易在屬內不同種之間較易產生混淆誤判的根瘤線蟲屬(Meloidogyne sp.)與根腐線蟲屬(Pratylenchus sp.)，加入子模型(sub-model)串接，強化其分辨能力。

主模型於 15 個線蟲物種的預測表現達 0.8732 的平均精確度均值(mean Average Precision, mAP)、0.7738 的準確率(accuracy)，以及 0.8725 的 F1-score。經由三階段的優化後，該辨識系統最終可達 0.9501 的準確率，以及 0.9744 的 F1-score。此外，採用 Gradient-weighted Class Activation Mapping (Grad-CAM)與 SmoothGrad 可視化模型識別時的推論過程，並利用遮擋敏感度(occlusion sensitivity)方法探索關鍵辨識部位。總體而言，本研究結果成功利用 Transformer-based 模型，導入一系列架構調整手段，完成植物寄生性線蟲辨識系統之建立。此系統可望協助檢疫單位與農林場域進行快速的線蟲識別，以紓解實務上之龐大需求。

應用高光譜影像於茶葉蟲害類別及程度之識別(林昱宏、陳世芳)

茶為全球最受歡迎的飲料之一，其品質受鮮採茶菁影響甚鉅。鮮採茶菁的品質受諸多因素影響，如：蟲害、茶葉老嫩程度、生長期間的藥肥管理等。其中，蟲害影響會大幅降低茶菁品質與產量，嚴重時甚至造成25至50%的茶菁收成損失。若能了解蟲害對整體茶菁的影響，進而及時偵測和防治將對保障茶菁生產有很大的幫助。然而使用一般可見光影像觀察，僅能於葉面出現顯著病徵時達成偵測效果，而無法偵測肉眼看似正常的部位是否已開始受到影響。利用高光譜影像分析方法，不僅可判別明顯具病徵的部位，更可偵測樣本非顯著病徵的潛在差異，可做為早期識別的判別工具。

本研究使用高光譜影像系統搭配機器學習與深度學習方法，建立兩種蟲害於不同危害程度下的識別模型。試驗樣本蒐集期間為2022至2023年，茶種為臺茶十二號，兩種目標病害為茶角盲椿象與小黃薊馬。除健康葉片外，各病害之危害程度均分為三級，模型中共計有七種類別進行結果預測。建模方法部分，



應用三種機器學習方法，包括：K-最鄰近演算法 (K-Nearest Neighbors Algorithm)、極限學習機 (Extreme Learning Machine)，與隨機森林 (Random Forest, RF)；一種深度學習方法，即一維卷積神經網絡 (One-Dimensional Convolutional Neural Network, 1D-CNN)，建立蟲害類別與程度預測模型。

於模型結果表現上，機器學習方法中，以RF模型表現最佳，準確率達71%。深度學習方法1D-CNN模型較機器學習模型表現更優，可達84%之準確率，對於明顯病徵和無顯著病徵之類別，皆能良好地完成分類。進一步觀察兩類模型於二蟲害類別及各危害程度下的預測結果，顯示RF模型於無明顯病徵區域較易產生誤判，而1D-CNN模型於此部分則仍能提供有效地判別，準確率均提升15%以上。此外，為探討可用於判斷病徵與危害程度差異的關鍵波段，採用波段篩選方法選取相應之特徵波段。此處以RF模型搭配變量重要性投影 (Variable Importance in Projection) 方法進行特徵波段之篩選。測試結果顯示，在僅使用六分之一及三分之一的波段數時，即可達成全波段模型之89%及99%的辨識效能。本研究之初步研究成果已成功應用高光譜影像結合1D-CNN模型開發可用於識別茶葉蟲害及危害程度之預測模型，此模型可識別罹病葉片上尚無明顯病徵之部位，有望作為後續開發早期識別的基礎研究。

基於實驗、理論和有限元素法增加雷射誘導前向轉移於金屬積層製造之附著力與電特性(Ankit Das、丁健芳)

近年來，雷射誘導前向轉移 (Laser-induced forward transfer, LIFT) 已成為一種廣泛使用的製造技術。這種先進的一步式、非接觸式、省時且經濟高效的方法已在各種電子、生物和化學應用的各種感測器的製造中得到普及。基於LIFT的製程技術具有高分辨率和靈活性等優點，因此，使用LIFT在積層製造上之各種應用中有著巨大的潛力。LIFT幾乎有能力轉移任何材料，可利用這種技術可以製作出各種具有複雜細節的結構。本論文聚焦在使用LIFT對金屬進行積層製造以展示未來的應用，因此，利用LIFT來轉移銅 (Cu)、銀 (Ag) 和鉑 (Pt)等金屬。

先期實驗顯示，沉積金屬材料和接收基板之間有低的附著力；沉積結構中的不連續性降低了導電率，再者，Ag和Pt薄膜的脆性和不同材料特性的差異使得通過LIFT進行的積層製造極具挑戰性。因此，在本論文中作出了許多實驗來提高轉移質量。例如，使用雷射表面紋理化 (Laser surface texturing, LST) 和光聚合固化技術將表面粗糙度引入接收基板。此外，探討了在低壓和大氣環境中進行LIFT實驗。最後，LIFT轉移過程是根據實驗和相關表徵來進行優化，包括SEM、EDS、XRD和電阻測試，以了解沉積材料作為軟性感測元件電極的可行性。此外，本論文也使用有限元素法 (Finite element method, FEM)來分析



LIFT 轉移過程，以有效地將實驗參數優化。最後，使用已建立的理論和FEM結果進行了能量研究，以實現影響 LIFT 過程的主要物理現象。

柒、學術活動

一、教師參與國際學術會議及國際考察

日期	會議及活動名稱	地點	參與教授	補助單位
7/9 - 7/12	2023 Annual International Meeting - ASABE	奧瑪哈，美國	林達德	國科會、校務基金自籌經費
2/23 - 2/25	2023 Drone Show and Conference in Korea	韓國釜山	周瑞仁	周瑞仁教授結餘款
6/6 - 6/9	2023 International Conference on Unmanned Aircraft Systems, ICUAS 23	波蘭華沙	周瑞仁	國科會
6/26 - 6/28	International Conference or Exposition on UAV	日本東京千葉	周瑞仁	周瑞仁教授結餘款
7/12 - 7/18	移地研究：新加坡南洋理工大學與新加坡國立大學	新加坡	周瑞仁	國科會
9/4 - 9/7	Commercial UAV Expo & Conference	美國拉斯維加斯	周瑞仁	周瑞仁教授結餘款
6/25 - 6/29	Transducers 2023	日本京都	盧彥文	國科會
6/30 - 7/1	2023 Sixth International Symposium on Computer, Consumer and Control (IS3C)	台灣台中	黃振康	農業委員會
8/16 - 8/30	日本農研機構、筑波大學、京都大學、九州大學、信州大學參訪	日本筑波、京都、福岡、長野	郭彥甫	自籌

9/26 - 9/30	2023筑波會議	日本筑波	郭彥甫	自籌
4/16 - 4/20	24th International Conference on Wear of Materials	Banff, Alberta, Canada	廖國基	國科會 生農學院
8/2 - 8/5	Materials Today Conference 2023	新加坡	陳洵毅	國科會
9/3 - 9/8	ICCNTSD-2023 (International Conference on Carbon Neutral Technology for Sustainable Development)	印度新德里	陳洵毅	國科會
8/24 - 8/26	日本食品科學工學會第70回大會	日本京都	謝博全	國科會
10/16-10/19	2023 Termis-AP conference	中國香港	侯詠德	台灣大學
7/8-7/12	ASABE 2023 Annual International Meeting	Omaha, Nebraska, USA	陳世芳	科技部
7/16-7/19	2023 IFT FIRST: Annual Event and Expo	Chicago, Illinois, USA	陳世芳	自籌
9/26-9/27	International Plant Phenotyping Symposium – PhenoVeg 2023	臺灣台南	陳世芳	自籌
7/18-7/20	International Conference on Multi-scale Science and Engineering (ICMSE 2023)	日本沖繩	吳筱梅	國科會

12/5-12/8	2023 IEEE 16th International Conference on Nano/Molecular Medicine & Engineering (NANOMED)	日本沖繩	吳筱梅	國科會
6/21-6/23	The 3rd Asia – Pacific International Conference on Additive Manufacturing (APICAM)	澳洲雪梨	丁健芳	國科會

二、學生參與國際學術會議及活動

日期	會議及活動名稱	地點	學生姓名	指導教授或帶隊教授	補助單位
7/9 - 7/12	2023 Annual International Meeting - ASABE	美國奧瑪哈	陳璟寬	林達德	國科會
7/9 - 7/12	2023 Annual International Meeting - ASABE	美國奧瑪哈	黃少政	林達德	國科會
7/9 - 7/12	2023 Annual International Meeting - ASABE	美國奧瑪哈	汪軍諺	林達德	國科會
7/9 - 7/12	2023 Annual International Meeting - ASABE	美國奧瑪哈	林敬恆	林達德	國科會
7/9 - 7/12	2023 Annual International Meeting - ASABE	美國奧瑪哈	梁化達	林達德	校務基金自籌經費
5/18 - 5/19	2023 University Consortium Graduate Forum	泰國清邁	葉紹翔	江昭皚	自籌
7/8 - 7/12	ASABE (2023 Annual International Meeting)	美國奧瑪哈	蕭家泓	江昭皚	自籌

7/8 - 7/12	ASABE (2023 Annual International Meeting)	美國 奧瑪哈	簡嘉俊	江昭皚	自籌
6/30 - 7/2	台灣基因體暨遺傳學會：本沖繩-台日學術研討會暨論文競賽活動	日本沖繩	張名翔	陳倩瑜	國科會
6/30-7/2	台灣基因體暨遺傳學會：本沖繩-台日學術研討會暨論文競賽活動	日本沖繩	蔡毓璉	陳倩瑜	國科會
6/30-7/2	台灣基因體暨遺傳學會：本沖繩-台日學術研討會暨論文競賽活動	日本沖繩	許伯豪	陳倩瑜	國科會
6/30-7/2	台灣基因體暨遺傳學會：本沖繩-台日學術研討會暨論文競賽活動	日本沖繩	賴鴻昇	陳倩瑜	國科會
6/30-7/2	台灣基因體暨遺傳學會：本沖繩-台日學術研討會暨論文競賽活動	日本沖繩	魏渤翰	陳倩瑜	國科會
6/5-6/8	33rd Anniversary World Congress on Biosensors	南韓釜山	邱舒郁	陳林祈	科技部
6/5-6/8	33rd Anniversary World Congress on Biosensors	南韓釜山	何亭萱	陳林祈	科技部

6/19-6/20	2023 International Conference on Smart Sensors	台灣台南	史唯里	陳林祈	台大
6/19-6/20	2023 International Conference on Smart Sensors	台灣台南	吳秉軒	陳林祈	台大
6/19-6/20	2023 International Conference on Smart Sensors	台灣台南	楊臻	陳林祈	科技部
6/19-6/20	2023 International Conference on Smart Sensors	台灣台南	施柏佑	陳林祈	農委會
6/19-6/20	2023 International Conference on Smart Sensors	台灣台南	莊帝捷	陳林祈	農委會
10/26-10/28	The 2023 International Conference on Green Electrochemical Technologies	台灣台北	史唯里	陳林祈	台大
10/26-10/28	The 2023 International Conference on Green Electrochemical Technologies	台灣台北	吳伊敏	陳林祈	農委會
6/25-6/29	Transducers 2023	日本京都	王耀德	盧彥文	國科會

6/25-6/29	Transducers 2023	日本京都	萬庭佑	盧彥文	國科會
7/8-7/12	2023 American Society of Agricultural and Biological Engineers Annual International Meeting	Omaha, Nebraska, USA	賴品丞	郭彥甫	國家科學及技術委員會
7/8 - 7/12	2023 American Society of Agricultural and Biological Engineers Annual International Meeting	Omaha, Nebraska, USA	陳柏霖	郭彥甫	自籌
4/16 - 4/20	24th International Conference on Wear of Materials	Banff, Alberta, Canada	黃鼎筌	廖國基	國科會 自籌
8/2 - 8/5	Materials Today Conference 2023	新加坡	黎仔岑	陳洵毅	國科會
8/24 - 8/26	日本食品科學工學會第70回大會	日本京都	郭博瑤	謝博全	自籌
10/16-10/19	2023 Termis-AP conference	中國香港	林泳亨	侯詠德	台灣大學
10/16 - 10/19	2023 Termis-AP conference	中國香港	吳亭怡	侯詠德	台灣大學
7/8 - 7/12	ASABE 2023 Annual International Meeting	Omaha, Nebraska, USA	林昱宏	陳世芳	科技部
7/16 - 7/19	2023 IFT FIRST: Annual Event and Expo	Chicago, Illinois, USA	蔡知芸	陳世芳	自籌

9/26 - 9/27	International Plant Phenotyping Symposium – PhenoVeg 2023	臺灣台南	梁凱鈞	陳世芳	自籌
9/26 - 9/27	International Plant Phenotyping Symposium – PhenoVeg 2023	臺灣台南	白騏瑞	陳世芳	自籌

三、國際學者專家來訪

來訪期間	來訪學者姓名	原屬機構與背景	學術活動內容與成果	主辦與協辦單位
2/28 - 3/4	Prof. Kin Huat Low	新加坡南洋理工大學	邀請計畫合作夥伴來訪、演講、撰寫論文、前往嘉義亞洲無人機AI創新應用研發中心參訪 (周瑞仁教授計畫)	生機系
12/11	Prof. Yutaka Kitamura	筑波大學生命環境系	蒞臨本中心訪問	生物能源研究中心
05/12	HUA-ZHONG "HOGAN" YU	Professor Department of Chemistry, Simon Fraser University	交流適體感測器與電化學感測學術成果	生機系
6/13	Prof. Sulin Zhang	美國賓州州立大學 (Penn State Univ.)	公開演講、學術討論	台灣大學 盧彥文教授實驗室
11/24	Dr. Xiaopeng Li	UNSW Sydney	蒞臨本系訪問	生機系

來訪期間	來訪學者姓名	原屬機構與背景	學術活動內容 與成果	主辦 與 協辦單位
11/7	Prof. Tomas Norton	比利時魯汶大學	第十六屆農畜產品品質非破壞性檢測技術國際學術研討會	國立臺灣大學生物機電工程學系、財團法人農業機械化研究發展中心、中華農業機械學會臺灣生物機電學會、國立臺灣大學智慧農業教學與研究發展中心、國立臺灣大學生物能源研究中心

來訪期間	來訪學者姓名	原屬機構與背景	學術活動內容 與成果	主辦 與 協辦單位
11/7	Prof. Byoung-Kwan Cho	韓國忠南大學	第十六屆農畜產品品質非破壞性檢測技術國際學術研討會	國立臺灣大學生物機電工程學系、財團法人農業機械化研究發展中心、中華農業機械學會臺灣生物機電學會、國立臺灣大學智慧農業教學與研究發展中心、國立臺灣大學生物能源研究中心

來訪期間	來訪學者姓名	原屬機構與背景	學術活動內容 與成果	主辦 與 協辦單位
11/7	Prof. Dana Choi	美國佛羅里達大學	第十六屆農畜產品品質非破壞性檢測技術國際學術研討會	國立臺灣大學生物機電工程學系、財團法人農業機械化研究發展中心、中華農業機械學會臺灣生物機電學會、國立臺灣大學智慧農業教學與研究發展中心、國立臺灣大學生物能源研究中心

來訪期間	來訪學者姓名	原屬機構與背景	學術活動內容 與成果	主辦 與 協辦單位
11/7	Prof. Tofael Ahamed	日本筑波大學	第十六屆農畜產品品質非破壞性檢測技術國際學術研討會	國立臺灣大學生物機電工程學系、財團法人農業機械化研究發展中心、中華農業機械學會臺灣生物機電學會、國立臺灣大學智慧農業教學與研究發展中心、國立臺灣大學生物能源研究中心

來訪期間	來訪學者姓名	原屬機構與背景	學術活動內容與成果	主辦與協辦單位
11/7	Prof. K. C. Ting	美國伊利諾大學香檳分校	第十六屆農畜產品品質非破壞性檢測技術國際學術研討會	國立臺灣大學生物機電工程學系、財團法人農業機械化研究發展中心、中華農業機械學會臺灣生物機電學會、國立臺灣大學智慧農業教學與研究發展中心、國立臺灣大學生物能源研究中心
10/24	Prof. Hiroyuki Ijima	日本九州大學	蒞臨本系訪問	台灣大學生物機電系生醫材料暨組織工程實驗室
12/13 - 12/14	Prof. Kenji Osafune	日本京都大學	蒞臨本系訪問	台灣大學生物機電系

四、學術專題演講

學期中不定期舉辦學術專題演講會，時間地點為星期二下午兩點到四點及星期四上午十時到十二時於知武館四樓演講廳舉辦

111 學年度下學期專題演講題目及主講人資料

講次	日期	講 題
1	2/21	『以人為本的台灣人工智慧發展趨勢』 台灣人工智慧實驗室－林雅萍執行秘書長
2	3/07	『走入虛擬世界，從模擬的角度討論未來趨勢』 安矽思科技－張學哲工程師
3	3/14	『Be part of progress. Making Chips faster, smaller and greener』 艾司摩爾 Reuse Manufacturing Group Leader－劉人豪先生
4	3/21	『3D 列印在個人化精準醫療產業推動趨勢及法規管理』 成功大學前瞻醫療器材科技中心副研究員兼任行政組組長－翁振勳博士
5	3/28	『找一個需要你的地方，做一件你會開心的事』 鮮果多－黃崇閔執行長
6	4/18	『台灣農業機械現況與未來趨勢』 新台灣久保田－劉宇祥先生&宏州農機行負責人－謝博賢先生
7	4/25	『一個值得認識的產業及公司~台積電公司簡介及相關學生方案』 台積電人才開發暨招募處校園專案經理－楊宗銘博士
8	5/02	『車用面板產業介紹』 Visteon－徐國書主任

112 學年度上學期專題演講題目及主講人資料

講次	日期	講題
1	9/14	『台灣血液透析產業鏈的發展』 BenQ Dialysis 明基透析－林樹淳處長
2	9/21	『應用於生物感測與細胞培養的微流體裝置之發展』 中央研究院應科中心－鄭鄧言教授
3	10/12	『國家資安威脅與關鍵設施防護－以俄烏戰爭為例』 國家安全會議諮詢委員－李漢銘教授
4	11/02	『電動車產業與技術應用(法規與消費者、產業動態、技術發展、學用機會)』 鴻華先進動力系統部－許書銘經理
5	11/09	『工研院機械所研發能量及未來發展』 工研院機械所－饒達仁所長
6	11/16	『實驗室到市場有多遠?-以豬產業為例』 國立屏東科技大學－黃晁瑋教授
7	11/23	『AI,Sensors and disease model』 國家實驗動物中心－秦咸靜主任
8	12/07	『細胞受機械刺激之模擬與研究』 國立中興大學－戴芝軒教授
9	12/14	『iPSC technology-based regenerative therapy and drug discovery for kidney diseases』 京都大學－長船健二教授

五、研討會

日期	研討會	主辦單位	地點
11/7	第十六屆農畜產品品質非破壞性檢測技術國際學術研討會	國立台灣大學 生物機電工程 學系、財團法 人農業機械化 研究發展中心	國立臺灣大學 總圖書館B1國 際會議廳
10/24	台大九大Joint-symbolism-workshop	台灣大學生物 機電系	高坂知武紀念 室
12 /13	台大京大Joint-symbolism-workshop	台灣大學生物 機電系	高坂知武紀念 室

六、校外教學參觀活動

日期	參觀活動地點	參觀項目	領隊教授
5/11	鴻華先進科技	電動車研發中心	盧彥文、黃振康
11/17	富基精準農技股份有限公司	參觀圖形化介面控制系統研發設施等	郭彥甫
6/1	台灣中油	參觀台灣中油油品行銷事業部	侯詠德
11/15	Rewood 木酢達人+新竹縣橫山鄉大肚國小	食農教育—農業剩餘資材的認識與校園循環利用	陳世芳
4/21	研華股份有限公司	物聯網、智慧製造、工業4.0	丁健芳
5/5	臺北市立南港高級工業職業學校	鑄造工藝	丁健芳

七、農業推廣成果

日期	活動內容	地點	參加教授
6/5 - 6/7	農機維護保養實務與新趨勢研習班 第一梯次	台大雲林分校	林達德
9/6 - 9/8	農機維護保養實務與新趨勢研習班 第二梯次	台大雲林分校	林達德
6/26-6/28	農業機械與智慧農業新技術研習班 第一梯次	台大雲林分校	林達德
9/19-9/21	農業機械與智慧農業新技術研習班 第二梯次	台大校總區生機系	林達德
7/7-7/9	設施農業環控基礎與植物生理研習班 第一梯次	台大校總區生機系	林達德

10/13-10/15	設施農業環控基礎與植物生理研習班 第二梯次	台大雲林分校	林達德
7/17-7/19	農機電工與農機安全推廣研習班 第一梯次	台大雲林分校 北港農工	林達德
8/21-8/23	農機電工與農機安全推廣研習班 第二梯次	台大雲林分校 北港農工	林達德
3/13	農委會邀請於臺中區農業改良場進行專題演講，講題：『物聯網與人工智慧技術於智慧農業的應用』	臺中農業改良場	江昭皚
8/16	戴爾電腦台灣分公司邀請，分享關於「智慧農業」之專題講座，講題：『Towards a new era of smart agricultur — Case studies in Taiwan』	臺北，大安區	江昭皚
3/9	電動農機工作坊	正翰生技	黃振康
6/7	農機維護保養與新趨勢研習班	台大雲林校區	黃振康
7/4	智慧畜禽飼養與管理系統	宜蘭大學	黃振康
8/11	電動農機安全使用保養與檢修班	嘉義大學	黃振康
9/8	農機維護保養與新趨勢研習班	台大雲林校區	黃振康
9/25	智慧澆灌系統介紹與示範教學	七星農業推廣中心	黃振康
11/10	農機電動化暨淨零排放發展趨勢共識營	台中兆品酒店	黃振康
10/31-11/1	2023年智慧農業成果展	臺大醫院國際會議中心	陳林祈

11/9	「農作物離子感測數位服務平台」示範觀摩會	台中大肚沙拉農場	陳林祈
11/30	「農作物離子感測數位服務平台」示範觀摩會	雲林斗南三欣園藝	陳林祈
10/20	應邀於「農業物聯網資料格式標準化與應用發展」農業資通訊應用座談會分享主題「智慧感測共通資訊平台與應用案例」	行政院農業委員會1011會議室	陳世芳
10/20	應邀於2023 咖啡與茶感官分析新趨勢研討會分享主題「AI模型於咖啡與茶之智慧化應用」。	實踐大學臺北校區國際會議廳	陳世芳
9/6	獲邀於嘉義大學農機研發與訓練中心擔任「智慧農業技術發展與應用班課程」講師，進行『智慧農業發展與應用』簡報	國立嘉義大學	吳筱梅
11/25	獲邀由台灣生物機電學會舉辦之「農機共識營」擔任講師，進行『日本農機上路法規彙整』簡報	屏東墾丁福容飯店	吳筱梅
10/2	臺大通識課-臺灣農業概論同學參訪生機系工廠	知武館101、102工廠	丁健芳

捌、著作發表

林達德

【期刊論文】

1. Rustia, D.J.A., W.C. Lee, C.Y. Lu, Y.F. Wu, P.Y. Shih, S.K. Chen, J.Y. Chung, **T.T. Lin**. 2023. Edge-based wireless imaging system for continuous monitoring of insect pests in a remote outdoor mango orchard. *Computers and Electronics in Agriculture* 211: 108019.
2. Rustia, D.J.A., L.Y. Chiu, C.Y. Lu, Y.F. Wu, S.K. Chen, J.Y. Chung, J.C. Hsu, **T.T. Lin**. 2022. Towards intelligent and integrated pest management through an AIoT-based monitoring system. *Pest Management Science* 78: 4288-4302.
3. Shiao C., P.F. Tang, Y.C. Wei, W.Y.I. Tseng, **T.T. Lin**. 2022. Brain white matter correlates of learning ankle tracking using a wearable device: importance of the superior longitudinal fasciculus II. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation* 19: 64.
4. Tuan, S.A., D.J.A. Rustia, J.T. Hsu, **T.T. Lin**. 2022. Frequency modulated continuous wave radar-based system for monitoring dairy cow respiration rate. *Computers and Electronics in Agriculture* 196: 106913.

【研討會論文】

1. Huang, S.Z., Chen, Y.S., Hsu, J.T., **Lin, T.T.** 2023. Dairy cow health status evaluation based on multi-sensor data fusion and machine learning. 2023 ASABE Annual International Meeting. Omaha, U.S.A. <https://doi.org/10.13031/aim.202300293> (Paper Number: 2300293)
2. Wang, J.Y., **Lin, T.T.** 2023. Application of a visual-based autonomous drone system for greenhouse muskmelon phenotyping. 2023 ASABE Annual International Meeting. Omaha, U.S.A. <https://doi.org/10.13031/aim.2300294> (Paper Number: 2300294)
3. Chen, C.K., **Lin, T.T.** 2023. An automated online learning framework for insect pest image classification model enhancement. 2023 ASABE Annual International Meeting. Omaha, U.S.A. <https://doi.org/10.13031/aim.202300292> (Paper Number: 2300292)
4. Liang, H.T., Hsu, S.W., Hsu, J.T., Tu, C.J., Chang, Y.C., Chua T.J., **Lin, T.T.** 2023. An IMU based dairy cow behavior recognition system for health monitoring using machine learning. 2023 ASABE Annual International Meeting. Omaha, U.S.A. <https://doi.org/10.13031/aim.202300400> (Paper Number: 202300400)
5. Lin, J.H., **Lin, T.T.** 2023. Using visual-SLAM based UAV systems for greenhouse melon flower count monitoring. 2023 ASABE Annual International Meeting. Omaha, U.S.A.
6. 鄧喬尹、**林達德**。2023。應用深度學習方法於高解析度蘭園微型害蟲辨識系

- 統。2023 生機與農機學術研討會論文全集。宜蘭市，臺灣，10 月 19-20 日。
7. 廖晨宇、林達德。2023。基於牛臉辨識與熱影像技術之自動化乳牛體溫監測系統。2023 生機與農機學術研討會論文全集。宜蘭市，臺灣，10 月 19-20 日。
 8. 劉易霖、林達德。2023。智慧蜂箱監測系統之蜂箱重量資料分析與模型建立。2023 生機與農機學術研討會論文全集。宜蘭市，臺灣，10 月 19-20 日。
 9. 程柏勳、林達德。2023。智慧蜂箱健康狀態資料視覺化平台之建置。2023 生機與農機學術研討會論文全集。宜蘭市，臺灣，10 月 19-20 日。
 10. 徐滋、林達德。2023。基於視覺導航之無人機雙機協調系統研究。2023 生機與農機學術研討會論文全集。宜蘭市，臺灣，10 月 19-20 日。
 11. 陳珮瑜、林達德。2023。溫室作物常見微型害蟲影像辨識模型之研究。2023 生機與農機學術研討會論文全集。宜蘭市，臺灣，10 月 19-20 日。
 12. 林冠辰、林達德。2023。應用深度學習於自動化乳牛跛行偵測之初步研究。2023 生機與農機學術研討會論文全集。宜蘭市，臺灣，10 月 19-20 日。
 13. 張凱鈞、林達德。2023。基於深度學習模型之犢牛飲食行為監測系統。2023 生機與農機學術研討會論文全集。宜蘭市，臺灣，10 月 19-20 日。
 14. 陳柏霖、林達德。2023。應用時空卷積神經網路於犢牛行為辨識與分析。2023 生機與農機學術研討會論文全集。宜蘭市，臺灣，10 月 19-20 日。
 15. 郭庭瑄、林達德。2023。基於 IMU 感測器之犢牛行為監測系統。2023 生機與農機學術研討會論文全集。宜蘭市，臺灣，10 月 19-20 日。
 16. 陳浩平、林達德。2023。基於物聯網之乳牛甲烷排放監測與分析。2023 生機與農機學術研討會論文全集。宜蘭市，臺灣，10 月 20-21 日。

周瑞仁

【專利】

1. 周瑞仁。無人機干擾裝置。發明專利申請中，申請案號第 111146388 號，經濟部智慧財產局，中華民國 112 年 06 月 01 日。Rustia, D.J.A., L.Y. Chiu, C.Y.
2. 周瑞仁。無人機干擾裝置。新型專利，M641743 號，經濟部智慧財產局，中華民國 112 年 06 月 01 日至 121 年 12 月 01 日止。

【專書】

1. 周瑞仁、郭彥甫，2023，"第四章 漫談自動控制"，生物機電工程概論。滄海書局，ISBN 978-986-363-148-4，2023 年 2 月出版，pp. 4-1~4-25。
2. 周瑞仁，2023，"「跨領域研究計畫之前置規畫案」執行經驗分享、反思與建議—「無人機系統發展對社會之影響與對策」"，人文與社會科學簡訊。

國科會人文及社會科學研究發展處，2023年9月出版，第16頁至20頁，第二十四卷，第四期。

3. 張斐章、周瑞仁、胡明哲、鍾智昕，“大專校院AI教學案例分享”，中技社，排版中。

江昭皚

【期刊論文】

1. Cheng-Ying Chou, Shan-Cheng Chang, Zi-Ping Zhong, Ming-Chi Guo, Ming-Hsien Hsieh, Jui-Chu Peng, Ling-Chieh Tai, Ping-Liang Chung, Jen-Cheng Wang, **Joe-Air Jiang**, “Development of AIoT system for facility asparagus cultivation,” *Computers and Electronics in Agriculture*, accepted: Jan. 4, 2023. Volume 206, March 2023, 107665 pp.1–13 (SCI)
2. Chien-Hsing Lee, Xin-Jie Wang, Kuei-You Lin, **Joe-Air Jiang**, “Experiment-Based Determination of the Optimized Current Level to Achieve Multiple Constant Current Charging for Lithium-Ion Batteries,” *IEEE Transactions on Aerospace and Electronic Systems*, Accepted: 2022/10/22 ; on-line early access: 10/28/2022. (10 pages) accepted: Jan. 4, 2023. Volume 59, March 2023, 107665 pp.1 – 13 (SCI)

【研討會論文】

1. Shao-Hsiang Yeh, Yung-Chun Chuang, Hung-Jen Lin, An-Chi Liu, **Joe-Air Jiang***, Ming-Yi Chou, “Implementing a Pest-Free Fruit Fly Production Sites Certification Tool via Automated Monitoring Systems,” 8th UC Graduate Forum: 2023 University Consortium Graduate Forum, 18-19 May (2023), Maejo University, Chiang Mai, Thailand, p.p. 4
2. Chia-Hong Hsiao, Chia-Chun Chien, Jen-Cheng Wang, Ming-Chi Guo, An-Chi Liu, Jui-Chu Peng, Ming-Hsien Hsieh, Cheng-Ying Chou, **Joe-Air Jiang**, " A Novel Automated Labor-saving Machine for Cutting off and Crushing of Old Stem in Asparagus Cultivation," ASABE 2023 Annual International Meeting, Omaha, Nebraska, July 8-12 (2023)
3. Chia-Chun Chien, Cheng-Yu Chueh, An-Chi Liu, Cheng-Chun Lee, Po-Shao Chen, Shan-Cheng Chang, Han-Bin Chang, **Joe-Air Jiang**, Jen-Cheng Wang, Ming-Hsien Hsieh, Jui-Chu Peng, Ming-Chi Guo, Cheng-Ying Chou, " The electric mobile carrier platform for asparagus fields and on-site assessments - Presented," ASABE 2023 Annual International Meeting, Omaha, Nebraska, July 8-12 (2023)
4. 陳博炤、**江昭皚**、王人正、謝明憲、彭瑞菊、郭明池、周呈霽，『整合深度學習與邊緣運算之精準蘆筍採收辨識』，2023生機與農機學術研討會，國立宜蘭大學，宜蘭，2023年10月19-20日，論文編號：PI21。

5. 周廷勳、林弘人、江昭皚、王人正，『應用物聯網蜂箱監測系統於外勤工蜂行為分析』，2023 生機與農機學術研討會，國立宜蘭大學，宜蘭，2023 年 10 月 19-20 日，論文編號：PI19。
6. 陳禹濤、林弘人、江昭皚，『結合圖像分割與 Yolov8 模型開發龜紋瓢蟲雌雄辨識模式』，2023 生機與農機學術研討會，國立宜蘭大學，宜蘭，2023 年 10 月 19-20 日，論文編號：PI15。
7. 簡嘉俊、蕭家泓、劉安琪、楊恩誠、江昭皚，『StrongSORT 與 ByteTrack 追蹤模型結合 YOLOv8 模型於西方蜜蜂軌跡追蹤之效能分析與評比』，2023 生機與農機學術研討會，國立宜蘭大學，宜蘭，2023 年 10 月 19-20 日，論文編號：PI14。
8. 莊智吏、陳奕醜、蕭家泓、簡嘉俊、林弘人、江昭皚，『應用蜂群音頻自動監測系統於觀測中華大虎頭蜂對蜂群之危害』，2023 生機與農機學術研討會，國立宜蘭大學，宜蘭，2023 年 10 月 19-20 日，論文編號：PI13。
9. 陳奕醜、簡嘉俊、蕭家泓、江昭皚，『An Application of the Spectral Subtraction Method for the Preprocessing of Bee Sound Classification in Two Situations』，2023 生機與農機學術研討會，國立宜蘭大學，宜蘭，2023 年 10 月 19-20 日，論文編號：PI12。
10. 賴胤皓、劉安琪、蘇豐傑、江昭皚，『聚乳酸發泡材料的環保可行性評估-不同前處理方法對其堆肥降解速度之影響』，2023 生機與農機學術研討會，國立宜蘭大學，宜蘭，2023 年 10 月 19-20 日，論文編號：PH06。
11. 張翰斌、謝祥文、劉安琪、楊恩誠、江昭皚、周呈雲，『應用深度學習結合追蹤演算法監測蜜蜂進出巢與覓食活動聚乳酸發泡材料的環保可行性評估-不同前處理方法對其堆肥降解速度之影響』，2023 生機與農機學術研討會，國立宜蘭大學，宜蘭，2023 年 10 月 19-20 日，論文編號：OI07。

【專書】

1. Roehlano M. Briones and Joe-Air Jiang (依姓氏順序), (Editors) "Smart Agricultural Transformation in Asian Countries," Asia Production Organization (APO), published in Jun 2023. 240 pages.
2. Mu-Hwa Lee, Pei-Yi Lo, Chih-Kai Yang, and Joe-Air Jiang* "MAINSTREAMING SAT: EXPERIENCE OF ROC," in SMART AGRICULTURAL TRANSFORMATION IN ASIAN COUNTRIES, Jun 2023, APO, pp.171-217. (專章(註：江教授受邀擔任 Asian Productivity Organization (APO)所主辦的「智慧農業轉型(SAT)」計畫，擔任計畫之首席專家並領導各會員國學者，共同撰寫「Smart Agricultural Transformation in Asian Countries」專書一冊(擔任本書之主編，並同時撰寫專章一篇)

【技術報告】

1. 江昭皚，『天敵昆蟲智慧生產排程與配送最佳化系統之建立』，計畫編號：112 農科-1.6.1-科-a8，行政院農業部。臺北。2023。

2. **江昭皚**，『利用自動化監測建立果實蠅非疫生產點』，計畫編號：112 前瞻-17.1.1-檢-B1，行政院農業部。臺北。2023。
3. **江昭皚**，『聚乳酸替代聚苯乙烯發泡包材之技術開發與實地驗證』，計畫編號：112 農科-6.3.2-漁-F3，行政院農業部。臺北。2023。
4. **江昭皚**，『以多參數分析建立哨兵蜂箱應用於蜂場智慧管理與溯源系統建置(3/3)』，計畫編號：112-2622-B-002-004-，行政院國科會。臺北。2023。
5. **江昭皚**，『蜂群音頻預警系統開發』，計畫編號：農業部苗栗區農業改良場 112i02，行政院農業部。臺北。2023。
6. **江昭皚**，『探究蜜蜂工蜂之分工機制-利用影像辨識與機器學習技術探討不同日齡工蜂之巢內行為模式與勤務轉換機制(3/3)』，計畫編號：112-2313-B-002-002-，行政院國科會。臺北。2023。
7. **江昭皚**，『葡萄病蟲害影像辨識模型雛型之建立』，計畫編號：臺中區農業改良場合約編號 112a30，行政院農業部。臺北。2023。

鄭宗記

【期刊論文】

1. Chang-KH, Tsai-PC, Kung-Y, Cheng-CT, Chen-RLC, Hsiao-HY, **Cheng-TJ***. Real-time monitoring of the dissolution of pH-responsive polymer coatings by capacitive sensing with signal protection mechanism. *Sensors & Actuators: B. Chemical*. 2023, 394, 134481.
2. Chen-HY, Chen-RLC, Hsieh-BC, **Cheng-TJ***. Determination of o-phthalaldehyde for dose verification of the clinical disinfectant by fluorescent sequential injection analysis. *Analytical Sciences*. 2023.
3. 龔毅、張光華、陳柏中、**鄭宗記***。日韓中農業機械化促進法之比較。台灣農學會報。2023, 23, 66-82。
4. **Cheng-TJ***, Hsiao-HY, Tsai-PC, Chen-RLC. Redoxless electrochemical capacitance spectroscopy for investigating surfactant adsorption on screen-printed carbon electrodes. *Chemosensors*. 2023, 11, 343.
5. Chen-RLC, Hsieh-BC, Lin-JS, **Cheng-TJ***. An electrochemical o-phthalaldehyde sensor using a modified disposable screen-printed electrode with polyacrylate hydrogel for concentration verification of clinical disinfectant. *Biosensors*. 2023, 13, 485.

陳倩瑜

【期刊論文】

1. Yung-Te Hou, Chia-Chun Wu, Wen-Ting Wang, Wen-Tse Yang, Ying-Hsiu Liao, and **Chien-Yu Chen***, Monitoring Cultured Rat Hepatocytes Using RNA-Seq In Vitro, *Int J Mol Sci.*, 24(8): 7534, 2023.
2. Emadeldin Hassanin#, Ko-Han Lee# (#: equal contribution), Tzung-Chien Hsieh, Rana Aldisi, Yi-Lun Lee, Dheeraj Bobbili, Peter Krawitz, Patrick May, **Chien-Yu Chen***, Carlo Maj*, Trans-ancestry polygenic models for the prediction of LDL blood levels: An analysis of the UK Biobank and Taiwan Biobank, *Frontiers in Genetics*, accepted, 2023.

【研討會論文】

1. Ming-Siang Chang, Xavier Cheng-Hong Tsai, and **Chien-Yu Chen***, The comprehensive machine learning model of predicting acute myeloid leukemia risk stratification, Poster of Taiwan Genomics and Genetics Society "Taiwan-Japan Joint Conference 2023", Okinawa, June 30 - July 2, 2023.
2. Yu-Tsung Tsai, Jacob Shujui Hsu, Chia-Lang Hsu, Ya-Chien Yang, Pei-Lung Chen, and **Chien-Yu Chen***, Using deep learning with SNP to predict HLA alleles, Poster of Taiwan Genomics and Genetics Society "Taiwan-Japan Joint Conference 2023", Okinawa, June 30 - July 2, 2023. (Best Poster Award)
3. Po-Hao Hsu, Cheng-Hong Tsai, and **Chien-Yu Chen***, Applying Deep Learning on Whole Slide Images of Acute Myeloid Leukemia (AML) for Chromosomal Variation Analysis, Taiwan Genomics and Genetics Society "Taiwan-Japan Joint Conference 2023", Okinawa, June 30 - July 2, 2023.
4. Bo-Han Wei, Xavier Cheng-Hong Tsai, and **Chien-Yu Chen***, Predicting acute myeloid leukemia gene expression signature by applying labeling-free whole-slide image training approach, Poster of Taiwan Genomics and Genetics Society "Taiwan-Japan Joint Conference 2023", Okinawa, June 30 - July 2, 2023.
5. Hong-Sheng Lai and **Chien-Yu Chen***, Exploring structural changes in pathogenic nonsynonymous single nucleotide variants using protein structure prediction tools, Poster of Taiwan Genomics and Genetics Society "Taiwan-Japan Joint Conference 2023", Okinawa, June 30 - July 2, 2023.

陳林祈

【期刊論文】

1. Yi-Min Wu, Shao-Yuan Liu, Bo-You Shi, Jui-Yu Peng, Zhi-Wei Kao, Yi-Yi Chen, Ting-Yu Hsieh, Hsing-Ying Chung, Chi-Yi Lin, Wei Fang, **Lin-Chi Chen***. IoT-interfaced solid-contact ion-selective electrodes for cyber-monitoring of element-

specific nutrient information in hydroponics. *Computers and Electronics in Agriculture*. 2023/11/1

【研討會論文】

1. Shu-Yu Chiu, Ting-Syuan He, Chang-Min Yi and **Lin-Chi Chen*** A Single-site Duplex Sensing System for The Detection of D-dimer And Cardiac Troponin I. 33rd Anniversary World Congress on Biosensors.2023/6/05-08
2. Ting-Syuan He, Chang-Min Yi, Shu-Yu Chiu, **Lin-Chi Chen*** A miniaturized real-time impedance platform for rapid kinetics and affinity analysis on cardiovascular disease biomarker. 33rd Anniversary World Congress on Biosensors.2023/6/05-08
3. Ping-Hsuan Wu and **Lin-Chi Chen***. Development of a Voltammetric Guaiacol Sensor based on a Copper Hexacyanoferrate Modified Indium Tin Oxide Electrode. 2023 International Conference on Smart Sensors, 28th Symposium of Association of Chemical Sensors in Taiwan, 26th Nano Engineering and Microsystem Technology Conference. 2023/6/19~6/20
4. Zhen Yang and **Lin-Chi Chen****. Study of ORR electrocatalysis based on Nafion® permeation membrane. 2023 International Conference on Smart Sensors, 28th Symposium of Association of Chemical Sensors in Taiwan, 26th Nano Engineering and Microsystem Technology Conference. 2023 6/19~6/20
5. Bo-You Shi, Yi-Min Wu and **Lin-Chi Chen***. Accuracy enhancement of real-time ion monitoring Device with Ca²⁺ solid- contact ion-selective electrodes through digital filters. 2023 International Conference on Smart Sensors, 28th Symposium of Association of Chemical Sensors in Taiwan, 26th Nano Engineering and Microsystem Technology Conference. 2023/6/19~6/20
6. Ti-Chieh Chuang and **Lin-Chi Chen***. Characterization of carbonic acid dissociation using solid-state pH and bicarbonate-selective electrodes. 2023 International Conference on Smart Sensors, 28th Symposium of Association of Chemical Sensors in Taiwan, 26th Nano Engineering and Microsystem Technology Conference. 2023/6/19~6/20
7. Wei-Li Shih and **Lin-Chi Chen***. On the Electro-oxidation of Chlorogenic Acid with PEDOT-modified Electrodes for Sensing Application. 2023 International Conference on Smart Sensors, 28th Symposium of Association of Chemical Sensors in Taiwan, 26th Nano Engineering and Microsystem Technology Conference.2023/6/19~6/20
8. 施柏佑、**陳林祈***。透過數位濾波器提高固態式即時離子感測裝置之鉀離子濃度精準度應用於水耕養液監控。2023 生機與農機學術研討會。2023/10/19~10/20
9. 吳伊敏、劉紹淵、施柏佑、彭睿宇、高志瑋、鐘興穎、林其誼、方煒、**陳林祈***。物聯網多離子監測系統應用於水耕作物營養素管理。2023 生機與農機學術研討會。2023/10/19~10/20

10. Wei-Li Shih, **Lin-Chi Chen***. Effect of electrodeposition solvent on morphology and electrocatalytic properties of PEDOT. The 2023 International Conference on Green Electrochemical Technologies. 2023/10/26-28
11. Yi-Min Wu and **Lin-Chi Chen***. Study of potentiometric and galvanostatic control on PEDOT-based ion-selective electrodes through in situ optoelectrochemical analysis. The 2023 International Conference on Green Electrochemical Technologies. 2023/10/26-28
12. Ti-Chieh Chuang and **Lin-Chi Chen***. Tuning the Sensitivity of Solid-Contact Ion-Selective Electrodes by Signal Amplification Strategy. 台灣化學工程學會 70 週年年會暨國科會化學工程學門成果發表會/國際分子與生醫工程研討會. 2023/12/09~12/10
13. Zhen Yang, Ping-Hsuan Wu, and **Lin-Chi Chen***. Development of a Selective Vanillin Sensor Based on Copper Hexacyanoferrate. 台灣化學工程學會 70 週年年會暨國科會化學工程學門成果發表會/國際分子與生醫工程研討會. 2023/12/09~12/10

盧彥文

【期刊論文】

1. Y.-H. Cheng, T.-J. Yang, and **Y.-W. Lu**, “Simultaneous Multiple-Droplet Generation with Meniscus Filling on Digital Microfluidics Chip”, *Sensors and Actuators B: Chemical*, 133989, (2023)
2. T.-J. Yang, Z.-H. Lin, **Y.-W. Lu** “Self-powered digital microfluidics driven by rotational triboelectric nanogenerator”, *Nano Energy*, 108376, (2023)
3. R. S. Karmakar, C.-P. Chu, C.-L. Li, C.-H. Hsueh, Y.-C. Liao, **Y.-W. Lu***, “Skin-Inspired Tactile Sensor on Cellulose Fiber Substrates with Interfacial Microstructure for Health Monitoring and Guitar Posture Feedback”, *Biosensors*, 13, 174, (2023)

【研討會論文】

1. R. S. Karmakar, C.-P. Chu, J.-F. Huang, J.-I. Chao, Y.-C. Liao and **Y.-W. Lu** Origami-Inspired Tactile Sensor with Enhanced Sensitivity in Posture and Bruxism Detection, The International Conference on Miniaturized Systems for Chemistry and Life Sciences, (μ TAS 2023), Best Poster Awards Finalist
2. Y.-T. Wang, Y.-T. Chen, F.-S. Huang, S.-L. Lin, Y.-H. Chou, C.-C. Hsu, and **Y.-W. Lu**, “Multi-wavelength optoelectronic system with machine learning for online hemodialysis monitoring, Transducers 2023
3. T.-Y. Wan, T.-T. Lee, H.-L. Hwa and **Y.-W. Lu**, “Sperm enrichment and fouling mitigation in bubble-based acoustofluidic filtration microdevice”, Transducers 2023

廖國基

【期刊論文】

1. Chu, Y.-T., Huang, T.-C., **Liao, K.-C.**, Applications of Neural Networks to Metallic Flexor Geometry Optimization of Flat Wipers, *International Journal of Passenger Vehicle Systems*, vol. 17, 2024
2. Huang, T.-C., Lin, C.-Y., **Liao, K.-C.**, Experimental and Numerical Investigations of the Wear Behavior and Sealing Performance of PTFE Rotary Lip Seals Based on the Elasto hydrodynamic Analysis with Considerations of the Asperity Contact, *Tribology International*, vol. 187, 108747, 2023
3. Huang, T.-C., **Liao, K.-C.**, Experimental and Numerical Investigations of Intermittence for Electronic Connectors Subjected to Mechanical Shocks, *Journal of Electronic Packaging*, vol. 145, 011206, 2023

【研討會論文】

1. 張文緯，盧柏任，**廖國基**，基於影像辨識與自動化監控之輪蟲智慧養殖系統，2023 生機與農機學術研討會，宜蘭，台灣，十月十九日-二十日，2023
2. 潘資閔，黃鼎筌，**廖國基**，應用臨界平面法於紫外光照下筆記型電腦承受開闔條件之高分子零件疲勞壽命估算與驗證，2023 生機與農機學術研討會，宜蘭，台灣，十月十九日-二十日，2023
3. Huang, T.-C., Lin, Chan-Yu, and **Liao, K.-C.**, Experimental and Numerical Investigations of the Wear Behavior and Sealing Performance of PTFE Rotary Lip Seals Based on the Elasto-hydrodynamic Analysis with Considerations of the Asperity Contact, *24th International Conference on Wear of Materials*, Banff, Alberta, Canada, April 16-20, 2023

黃振康

【研討會論文】

1. Yu-Kuo Chang; Kao-Chin Lee; **Chen-Kang Huang**, Quick SOH and SOC estimation for commercial 18650 Li-Ion Batteries, 2023 Sixth International Symposium on Computer, Consumer and Control (IS3C), Taichung, Taiwan, June 30- July 1, 2023
2. 張品嫻，林家慶，**黃振康**，內阻對軟包電池造成之容量變化，2023 生機與農機學術研討會，宜蘭，台灣，十月十九-二十日，2023
3. 周秉毅，林淑怡，**黃振康**，經濟型土壤濕度感測與澆灌控制系統之開發，2023 生機與農機學術研討會，宜蘭，台灣，十月十九-二十日，2023
4. 李誥晉，**黃振康**，以二階等效電路模型探討 18650 鋰電池健康度，2023 生機與農機學術研討會，宜蘭，台灣，十月十九-二十日，2023
5. 涂少齊，王敬憲，蔡定甫，**黃振康**，以 CFD 探討電動農機之電池對流，

- 2023 生機與農機學術研討會，宜蘭，台灣，十月十九-二十日，2023
6. 王富安，林恪群，**黃振康**，以計算流體力學模擬探討乾燥機之風機機構設計，2023 生機與農機學術研討會，宜蘭，台灣，十月十九-二十日，2023
 7. **黃振康**，賴柏綸，蔡定甫，影像辨識導入萊氏實驗之自動化，2023 中華民國力學學會第四十七屆全國力學會議，雲林，台灣，十一月十七-十八日，2023
 8. 蔡定甫，**黃振康**，Fe₃O₄ 奈米粒子對單相液體冷卻熱傳之影響，2023 中國機械工程學會第四十屆全國學術研討會，彰化，臺灣，十二月一-二日，2023

郭彥甫

【期刊論文】

1. Chen, B. L., Cheng, T. H., Huang, Y. C., Hsieh, Y. L., Hsu, H. C., Lu, C. Y., ... & **Kuo, Y. F.** (2023). Developing an automatic warning system for anomalous chicken dispersion and movement using deep learning and machine learning. Poultry Science, 103040.

【研討會論文】

1. Bo-Lin Chen, **Yan-Fu Kuo**, Early Warning System for Open-mouth Ratio, Movement and Dispersion of Chicken Using Convolutional Neural Networks, American Society of Agricultural and Biological Engineers Annual International Meeting, Omaha, Nebraska, USA, July 9-12, 2023
2. Pin-Cheng Lai, **Yan-Fu Kuo**, Detecting Carcass Defects of Native Chickens Using Convolutional Neural Networks, American Society of Agricultural and Biological Engineers Annual International Meeting, Omaha, Nebraska, USA, July 9-12, 2023
3. 謝宇倫，鄭婷卉，**郭彥甫**，應用光流法與深度學習監控雞隻活動力與散布活動，2023 生機與農機學術研討會，宜蘭，台灣，十月十九-二十日，2023
4. 謝方智，林恩仲，**郭彥甫**，利用深度學習辨識商業豬舍中的分娩行為，2023 生機與農機學術研討會，宜蘭，台灣，十月十九-二十日，2023
5. 江承恩，林恩仲，**郭彥甫**，應用深度學習於豬隻行走影片自動辨識豬隻跛足，2023 生機與農機學術研討會，宜蘭，台灣，十月十九-二十日，2023
6. 朱王文亮，賴品丞，**郭彥甫**，利用卷積神經網路自動偵測瑕疵土雞屠體，2023 生機與農機學術研討會，宜蘭，台灣，十月十九-二十日，2023
7. 賴聖傑，**郭彥甫**，利用卷積神經網路辨識台灣常見針葉樹種，2023 生機與農機學術研討會，宜蘭，台灣，十月十九-二十日，2023
8. 謝博丞，**郭彥甫**，利用深度學習自動辨識豬隻一般行為，2023 生機與農機學術研討會，宜蘭，台灣，十月十九-二十日，2023
9. 蔡子恩，馬琮翔，蕭仁傑，張以杰，**郭彥甫**，應用深度學習之變換器於鮭魚耳石影像自動判讀鮭魚年齡，2023 生機與農機學術研討會，宜蘭，台灣，

十月十九－二十日，2023

10. 林宥廷，吳竑毅，賴巧娟，鍾珮哲，郭彥甫，利用深度學習和聊天機器人辨識草莓葉片病害，2023 生機與農機學術研討會，宜蘭，台灣，十月十九－二十日，2023
11. 張乃恩，許皓鈞，鍾國芳，郭彥甫，應用深度學習與影像處理於量化葉片影像之葉脈表型，2023 生機與農機學術研討會，宜蘭，台灣，十月十九－二十日，2023
12. 楊佩錡，李金梅，郭彥甫，利用深度學習辨識台灣木材物種，2023 生機與農機學術研討會，宜蘭，台灣，十月十九－二十日，2023
13. 林雲，戴裕綸，林筑蘋，黃晉興，郭彥甫，田間番茄葉片病蟲害與生理障礙辨識系統，2023 生機與農機學術研討會，宜蘭，台灣，十月十九－二十日，2023
14. 李居展，朱元南，郭彥甫，利用深度學習評估白蝦食慾，2023 生機與農機學術研討會，宜蘭，台灣，十月十九－二十日，2023

陳洵毅

【期刊論文】

1. Lai, Y.H., Rusly, C. and Chen, H.Y., 2023. Regulating solid electrolyte interphase with amide-rich carbon nanotube interlayer for high power lithium-sulfur battery. *Surfaces and Interfaces*, 36, p.102578. (SCI)
2. Sarigamala, K.K., Lin, Y.H., Pan, K.R. and Chen, H.Y., 2023. Life span enhancement of low cost soluble-lead-redox-flow battery using high performance meso-graphite spherules/AC anode. *Journal of Energy Storage*, 70, p.107957. (SCI)
3. Chen, H.Y., Hsueh, Y.T., Hu, Z.K. and Huang, H.H., 2023. Fabrication of unibody multifunctional energy storage composites from recycled carbon fiber-an atmospheric activation process. *Journal of Energy Storage*, 72, p.108223. (SCI)
4. Huang, M.C., SARIGAMALA, K.K. and Chen, H.Y., 2023. Simulation Guided Design of a Hybrid Battery-Type Supercapacitor: A Case Study on MnO₂@RVC//AC. *Journal of The Electrochemical Society*. (SCI)

【研討會論文】

1. Cindy Rusly、Hsun-Yi Chen*. “Evaluation of carbon emission reduction potential of the anaerobic digestion process for swine manure in Taiwan”, 中國

機械工程學會第四十屆全國學術研討會論文集. 化彰市. 中華民國一百一十二年十二月一、二日. E9-016

2. 王贊棠、**陳洵毅***. “以機器學習模型預測鎳氫電池的健康狀態”, 中國機械工程學會第四十屆全國學術研討會論文集. 化彰市. 中華民國一百一十二年十二月一、二日. E11-022
3. 林育秀、**陳洵毅***. “以紊流增益器提升模組化鉛酸液流電池效能”, 中國機械工程學會第四十屆全國學術研討會論文集. 化彰市. 中華民國一百一十二年十二月一、二日. A13-025

謝博全

【期刊論文】

1. Chang, K.-Y., Hong, C.-Y., Yang, K.-C., **Hsieh, B.-C.***. A comparative study for evaluating the binding affinity of MARAS-selected aptamer and a patented aptamer towards aflatoxin B1 by electrochemical impedimetric aptasensing. *International Journal of Electrochemical Science*. 2023, 18, 100307.

【研討會論文】

1. Kuo, P.-J., **Hsieh, B.-C.***. (2023, Aug). Aptamer selection for aflatoxin b1 by the aid of an alternating magnetic field. The 70th Conference on The Japanese Society For Food Science and Technology, Kyoyo, Japan.

侯詠德

【期刊論文】

1. Y. C. Chiu, K. W. Huang, Y. H. Lin, W. R. Yin, and **Y. T. Hou***, Development of a decellularized liver matrix-based nanocarrier for liver regeneration after partial hepatectomy, *Journal of Materials Science: Materials in Medicine*, 58 (2023): 15162-15180.
2. **Y. T. Hou**, C. C. Wu, W. T. Wang, W. T. Yang, Y. H. Liao, and C. Y. Chen, Monitoring cultured rat hepatocytes using RNA-Seq in vitro, *International Journal of Molecular Sciences*, 24(8) (2023): 7534.
3. P. Y. Chen, Y. H. Liao, W. T. Huang, Y. C. Lin and **Y. T. Hou***, Effects of tannic acid on liver function in a small hepatocyte-based detachable microfluidic platform, *Biochemical Engineering Journal*, 190 (2023): 108757.

【研討會論文】

1. Ting-Yi Wu, Yi-Cheng Hsieh, **Yung-Te Hou**. Liver patch for liver regeneration after CCl₄ poisoning. 2023 Termis-AP conference。中國香港。(2023 1016-1019).
2. Yong-Heng Lin, Yu-Chuan Chiu, **Yung-Te Hou**. Development of a decellularized liver matrix-based nanocarrier for liver regeneration after partial hepatectomy. 2023 Termis-AP conference。中國香港。(2023 1016-1019).

陳世芳

【研討會論文】

1. Yu-Hung Lin, Xiu-Rui Lin, **Shih-Fang Chen** (2023, Jul). Application of Hyperspectral Imaging for Identification of Types and Levels of Pest Damage on Tea Leaves. 2023 ASABE Annual International Meeting, Omaha, Nebraska, USA. Paper No. 2300398.
2. 黃廷睿、白騏瑞、謝明憲、彭瑞菊、郭明池、**陳世芳** (2023 年 10 月)。精準蘆筍影像監測系統之建立：即時定位與植株密度識別。2023 農機與生機學術研討會，宜蘭，台灣。P145-147。
3. 林煒翔、**陳世芳** (2023 年 10 月)。應用深度學習於茶芽識別及預測茶樹生長關鍵期。2023 農機與生機學術研討會，宜蘭，台灣。P213-215。
4. 許喬淇、王鼎慈、林秀榮、蔡憲宗、**陳世芳** (2023 年 10 月)。應用深度學習於茶芽識別及預測茶樹生長關鍵期，宜蘭，台灣。P219-221。
5. 梁凱鈞、鄭鏞杰、林裕彬、**陳世芳** (2023 年 10 月)。應用機器視覺於阿羅斯網紋洋香瓜之雄雌花及花期識別，宜蘭，台灣。P294-296。
6. 林昱宏、陳品瑋、林秀榮、**陳世芳** (2023 年 10 月)。應用高光譜影像於茶角盲椿象與小黃薊馬危害程度之判別，宜蘭，台灣。P297-299。
7. 白騏瑞、黃廷睿、陳盈丞、李世鈺、謝明憲、郭明池、彭瑞菊、**陳世芳** (2023 年 10 月)。精準蘆筍影像監測系統之建立：自主導控策略開發，宜蘭，台灣。P447-449。
8. 林彥成、陳思齊、楊爵因、**陳世芳** (2023 年 10 月)。Transformer-based 植物寄生性線蟲模型之可解釋性探討，宜蘭，台灣。P508-510。
9. 蔡知芸、邱鈺欣、洪淑萍、盧俊銘、彭家洪、**陳世芳** (2023 年 10 月)。結合機器學習方法與紅外光譜資訊於啡風味類別預測及其特徵之探討，宜蘭，台灣。P539-541。

【專利】

1. 中華民國專利案：『茶菁等級鑑別方法及其裝置』發明人：**陳世芳**、謝依芳、林秀榮、蔡憲宗、王鼎慈。核准證書號：中華民國發明專利第 I808845 號，公告日期：2023/7/11，專利權有效日期：2042 年 7 月。
2. 中華民國專利案：『茶菁等級鑑別方法及其裝置』發明人：**陳世芳**、熊顯鋒、李世鈺、王人正、江昭皚、謝明憲、郭明池、彭瑞菊、劉力魚。核准證書號：

中華民國發明專利第 I808845 號，公告日期：2023/10/11，專利權有效日期：2042 年 10 月。

吳筱梅

【期刊論文】

1. H.-H. Hsu, P.-L. Ko, C.-C Peng, Y.-J. Cheng, **H.-M. Wu**, and Y.-C. Tung*, “Studying Sprouting Angiogenesis Under Combination of Oxygen Gradients and Co-Culture of Fibroblasts Using Microfluidic Cell Culture Model,” *Materials Today Bio*, vol. 21, p. 100703, 2023.
2. S. Kannan, P.-L. Ko, **H.-M. Wu**, and Y.-C. Tung*, “Efficient Single-Cell Oxygen Consumption Rate Characterization Based on Frequency Domain Fluorescence Lifetime Imaging Microscopy Measurement and Microfluidic Platform,” *Biomicrofluidics*, vol. 17, P. 054105, 2023.

【期刊論文】

1. S. **H.-M. Wu**, W.-J. Chang, T.-A. Lee, and Y.-C. Tung*, “Real-Time Intracellular Oxygen Monitoring within Microfluidic Devices Using Widefield Frequency Domain Fluorescence Lifetime Imaging Microscopy (FD-FLIM),” 2023 IEEE 16th International Conference on Nano/Molecular Medicine & Engineering (NANOMED), Okinawa, Japan, December 5-8, 2023.
2. **H.-M. Wu**, and Y.-C. Tung*, “Monitoring Live Cell Oxygen Microenvironments Using Microfluidic Devices and Frequency Domain Fluorescence Lifetime Imaging Microscopy (FD-FLIM),” International Conference on Multi-scale Science and Engineering (ICMSE 2023), Okinawa, Japan, July 18-20, 2023.
3. K.-H. Chiang, W.-J. Chang, **H.-M. Wu**, and Y.-C. Tung, “Angiogenic Blood Vessels Reconfigure/Attenuate Hypoxic Tumor Microenvironments in A Quantitative In Vitro Model,” the American Heart Association's Vascular Discovery: From Genes to Medicine 2023 Scientific Sessions, Boston, USA, May 11-12, 2023.

丁健芳

【研討會論文】

1. 吳典鴻，**丁健芳**，CO2 雷射微加工於 PMMA 基板微流道之應用與優化，中國機械工程學會第四十屆全國學術研討會論文集，彰化，臺灣，十二月一、二日，2023
2. 黃弘霖，**丁健芳**，晶圓級測試探針卡之光學系統開發與性能評估，中國機械工程學會第四十屆全國學術研討會論文集，彰化，臺灣，十二月一、二日，2023
3. 黃評堅，**丁健芳**，應用同步運動控制於八到十二吋晶圓之雷射飛行加工，中國機械工程學會第四十屆全國學術研討會論文集，彰化，臺灣，十二月

一、二日，2023

4. 劉邦彬，丁健芳，雷射誘發材料轉移與雷射誘發氧化於非酶式氧化銅葡萄糖感測元件製作，中國機械工程學會第四十屆全國學術研討會論文集，彰化，臺灣，十二月一、二日，2023
5. 陳崇文，丁健芳，利用單雙雷射進行異質金屬焊接有限元素模型之分析，中國機械工程學會第四十屆全國學術研討會論文集，彰化，臺灣，十二月一、二日，2023

玖、服務與獎授

一、服務

本系同仁參與教學外的服務工作甚多，謹將參與校內及校外服務工作的組織名稱及參與人員及職責歸類如下：

1. 校內

冷飲調酒研究社-社團指導老師	林達德
國立臺灣大學系統年輕學者創新性合作計畫審查委員	周瑞仁
國立臺灣大學無人載具研發與設計中心工作小組成員	周瑞仁
國立臺灣大學技術轉移審查委員	周瑞仁
國立臺灣大學生物機電工程學系務發展委員會委員	周瑞仁
臺大教務處副教務長（2021.8-迄今）	陳林祈
臺大教務處招生辦公室主任（2021.8-迄今）	陳林祈
臺大共教中心主任（2023.8-迄今）	陳林祈
膳食協調委員會委員	郭彥甫
農業試驗場生物機電組組長	廖國基
農業推廣委員會委員	廖國基
智慧農業教學與研究發展中心，擔任教學組組長	謝博全
國立臺灣大學大學招生專業化發展種子教師	謝博全
生物能源研究中心儀器設備服務組組長	陳世芳
智慧農業教學與研究發展中心研究組組長	陳世芳
2023年台大新師營小隊輔	吳筱梅

2. 系內

臺大生機系所主任	廖國基
研究發展委員會	廖國基(召集人)、鄭宗記、陳林祈、陳倩瑜、黃振康、郭彥甫、周呈雲
課程委員會	陳倩瑜(召集人)、廖國基、朱元南、鄭宗記、陳林祈、黃振康
國際事務委員會	陳洵毅(召集人)、廖國基、盧彥文、陳林祈、陳力騏、顏炳郎
研究生事務委員會	陳世芳(召集人)、廖國基、黃振康、郭彥甫、侯詠德

學生事務委員會	郭彥甫(召集人)、廖國基、陳力騏、葉仲基、陳世芳
導生工作委員會	郭彥甫(召集人)、廖國基、陳力騏、葉仲基、陳世芳
空間委員會	侯詠德(召集人)、廖國基、陳倩瑜、謝博全、郭彥甫、朱元南、方煒、鄭宗記、顏炳郎
環安衛委員會	謝博全(召集人)、廖國基、顏炳郎、陳洵毅、侯詠德
招生委員會	周呈雲(召集人)、廖國基、林達德、陳洵毅、謝博全、侯詠德、陳世芳
網路管理委員會	陳林祈(召集人)、廖國基、陳倩瑜、黃振康、周呈雲
系友大會籌備會	黃振康(召集人)、廖國基、方煒、江昭皚、郭彥甫、謝博全、侯詠德

3. 校外

財團法人林本源文教基金會-董事	林達德
財團法人農業機械化研究發展中心-董事	林達德
台灣農業資訊科技發展協會-常務理事	林達德
宜蘭大學自我評鑑指導委員會委員	林達德
經濟部標準檢驗局國家標準技術委員會委員	林達德
社團法人臺灣農學會監事	林達德
開南大學校務顧問	林達德
財團法人高等教育評鑑中心第三週期大學校院評鑑委員	周瑞仁

財團法人高等教育評鑑中心大專校院自辦品保「結果審查」工作小組委員	周瑞仁
財團法人高等教育評鑑中心自主性系所品保實施計畫規劃諮詢委員	周瑞仁
考試院典試委員、命題委員、閱卷委員	周瑞仁
教育部學術倫理審查委員	周瑞仁
教育部第二期「新工程教育方法實驗與建構計畫」複審委員兼A類召集人/訪視委員	周瑞仁
教育部「優化技職校院實作環境計畫」審查/訪視委員	周瑞仁
教育部教學實踐研究計畫複審委員	周瑞仁
教育部大學社會責任 (USR)計畫審查委員/訪視委員	周瑞仁
經濟部標準檢驗局國家標準技術委員會委員	周瑞仁
經濟部標準檢驗局補助案審查委員	周瑞仁
台灣生物機電學會顧問	周瑞仁
台灣生物機電學會會務發展委員會委員	周瑞仁
中華農業機械學會顧問	周瑞仁
國立金門大學評鑑訪視委員	周瑞仁
國防醫學院評鑑訪視委員	周瑞仁
國立中興大學ENABLE Center計畫審查委員	周瑞仁

台北市立大學教學發展中心諮詢委員會諮詢委員	周瑞仁
國立宜蘭大學自我評鑑指導委員	周瑞仁
國立宜蘭大學高等教育深耕計畫推動委員會	周瑞仁
宜蘭縣無人機推動工作小組委員	周瑞仁
國立師範大學教學發展中心審查委員	周瑞仁
Reviewer, IEEE Access	周瑞仁
Reviewer, IEEE Transactions on Mechatronics	周瑞仁
Reviewer, Journal of Computers and Electronics in Agriculture	周瑞仁
Reviewer, Journal of International Advanced Robotic System	周瑞仁
經濟部標準檢驗局 –標準委員&技術委員(醫材&通用)	鄭宗記
司法院智財及商業法院 – 智慧財產調解委員	鄭宗記
Guest Editor, Processes- Special Issue: Mass/ Energy Transfer and MATLAB Applications in Process Engineering	黃振康
Journal of ASABE 副編輯	郭彥甫
中華農業機械學會常務理事	廖國基
中華民國臺灣大學生機農機系友會理事	廖國基
台灣生物機電學會顧問	廖國基

ICCNTSD-2023 (International Conference on Carbon Neutral Technology for Sustainable Development)研討會會議主持人	陳洵毅
ICCNTSD-2023 (International Conference on Carbon Neutral Technology for Sustainable Development)研討會海報競賽評審委員	陳洵毅
SCI期刊Food Science and Technology Research，擔任編輯委員	謝博全
2023 年グローバルサイエンティストアワード夢の翼 審査員	侯詠德
台灣生物機電學會監事	陳世芳
社團法人台灣農業資訊科技發展協會理事	陳世芳
Guest Editor of special issue "Biosensors in Monitoring and Diagnosis for Medical and Agricultural Applications" in Journal <i>Micromachines</i>	吳筱梅
Reviewing Associate Editor of Journal <i>Engineering in Agriculture, Environment and Food</i>	吳筱梅
2023年生機與農機學術研討會壁報評審委員	吳筱梅
2023中國機械工程學會(CSME)工程論壇主席(D16場次)	丁健芳
農業部農試所農機性能測定暫行基準研討小組校外委員	丁健芳

二、學術及教學獎授

1. 校內

獎項	得獎人
國立台灣大學教學優良獎	陳倩瑜
臺灣大學生農學院 111 學年度校優良教學教師	侯詠德

2. 校外

頒獎單位	受獎人	獎項名稱
美國農業與生物工程師學會 American Society of Agricultural and Biological Engineers (ASABE)	林達德	ITSC Select Paper Award, 2023 ASABE Annual Meeting, 2023
正瀚生技股份有限公司	陳世芳	第四屆正瀚生技創新獎-應用創新組新銳潛力獎指導獎

三、教師指導學生獲重要獎項(官網)

頒獎單位	獎項名稱	受獎人	指導教授
美國農業與生物工程師學會 American Society of Agricultural and Biological Engineers (ASABE)	ITSC Select Paper Award, 2023 ASABE Annual Meeting, 2023	陳璟寬	林達德
台灣基因體暨遺傳學會	最佳海報獎	蔡毓璉	陳倩瑜
2023 International Conference on Smart Sensors	Excellent paper award	史唯里	陳林祈
2023 International Conference on Smart Sensors	Best poster award	吳秉軒	陳林祈
2023 International Conference on Smart Sensors	Excellent poster award	莊帝捷	陳林祈
2023 生機與農機學術研討會	海報競賽第一名	施柏佑	陳林祈
第六屆臺灣磨潤科技研討會	最佳海報獎	黃鼎筌	廖國基
Materials Today Conference 2023	Best Oral Presentation – in the topic of “Energy & Sustainability”	黎仔岑	陳洵毅
2023 Termis-AP conference	Best Poster Presentation Award (General)	林泳亨	侯詠德

正瀚生技股份有限公司	第四屆正瀚生技創新獎-應用創新組新銳潛力獎	王鼎慈	陳世芳
中央研究院應用科學中心	暑期研究計畫競賽金獎	彭子嫣	吳筱梅
三久公司	三久公司獎學金	陳冠維	吳筱梅
國立臺灣大學生物機電工程學系	高坂知武教授獎學金	陳冠維	吳筱梅

拾、學生活動

本系大學部學生人數共197人。112學年度大一入學新生，指定科目考試入學方式共錄取29人，申請入學共錄取19人，繁星5人和運動資優生、僑生等共60人。

碩士班學生人數共121人，博士班學生人數共41人。112學年度碩士班入學52人，博士班入學5人。

一、學生名單

112年入學 (共60人)

張鈞淋、邱忠磊、張家郡、莊芷昕、陳佑融、陳迦勒、謝淳安、李立庠、李宇浩、吳尚弘、張瑀潔、許安彤、林伊彥、李業揚、梁敏真、陳力瑒、彭耀霆、高開宇、蔡大川、林芑陞、歐庭安、陳廷建、曾敬凱、戴子寓、許睿霖、陳貝嘉、林鑫廷、林惠怡、鄂佩慈、許原禎、楊子賢、陳宇哲、林繼鵬、陳子宣、相田建、黃景霞、王大謙、王東硯、王柏歲、左紫妍、吳翊廷、吳耀宇、李予軒、李欣庭、沈新倫、卓育玄、林陞、林巧琳、孫紫瑩、張博瑋、張懷文、莊宜蓁、程柏瀚、黃之蓉、蔡愷恒、蕭鎮緯、駱威任、龍光宇、謝和義、清高翔宇

111年入學 (共48人)

王宥姍、陳昶育、葉蕎語、高銘陽、蔡永奕、陳邑恩、黃雅苑、張宥翔、王榆睿、張基珩、張鈞淋、陳子員、李若綺、張曉芹、沈誦頤、林志偉、夏國龍、王志暉、王泓惟、王政喆、江哲立、李文婷、李岳穎、李傳漢、李瀚元、杜怡萱、周昱翔、林騰森、胡耕歷、張哲維、陳小餘、陳柏仁、陳偉德、陳梓平、陳燕則、陳品勳、黃亮諭、黃浩軒、楊庭維、劉岳霖、劉奕宏、劉庭好、鄧杰修、盧翊安、蔡智安、林好宸、洪瑞甫、盧慈蓉

110年入學 (共54人)

鍾秉宸、詹育晟、陳震遠、鍾承達、彭睿霆、施羿君、謝孟廷、楊婕伶、
胡淨中、廖瑞元、張祐瑋、彭煥瑄、康 莉、陸品好、曾靖軒、邱鈺欣、
魏家瑋、劉厚謙、蕭宗毅、林睦哲、張瀚升、王翊丞、李星穎、董巧若、
李冠儀、謝旻諺、施詠婷、黃菊花、房輝元、石賢真、柯姿妤、徐安昌、
李成宰、王凱弘、江彥辰、江晨歲、余佳融、呂天翊、林哲宇、邵睿庠、
高郁傑、張鈞量、郭格均、陳彥安、陳昱嘉、陳祐瑋、陳從樸、彭仁柏、
黃柏翰、黃教恩、詹閔逸、賴韋綸、王虹翔、陳柏宇

109年入學 (共35人)

陳冠維、謝宇倫、黃好芊、賴紫葳、江承恩、林家慶、陳柏霖、陳品瑋、
楊明儒、鄧世群、林嘉安、林家慧、應嘉倪、詹皇璽、張凱鈞、鄭有勛、
黃怡宸、晏文芳、賴聖傑、陳冠佑、楊承翰、林智敏、傅義凱、方凱皓、
林泓佑、姜奕廷、張乃恩、張荃鈞、陳冠霖、靖宇誠、劉耀文、蔡予恩、
蘇蓁葳、林雨鈹、陳建宏

碩士班一年級 (共52人)

許喬淇、許又文、張文譯、陳奕醜、羅予廷、林劭霖、劉祿展、謝欣妤、
李翊華、連震宇、鄭朝鴻、蔡知芸、易峻葦、林海若、林佑樺、陳珮瑜、
郭緯綸、周芯妤、黃宇賢、白騏瑞、謝方智、楊佩錡、郭博瑢、程柏勳、
張愷容、徐 滋、陳靖濼、廖聲宇、莊詠森、陳思齊、楊 翼、盧順彥、
莊智吏、張謙暘、張晉薰、黃亮禎、涂少齊、張 宇、曾立瑜、王敬憲、
蕭琬蓉、梁 桓、陳奕瑾、林東甫、劉昕恩、張品嫻、黃天河、趙威竹、
游家溱、鍾昇恩、SEAN ALDRICH NAVARRETTE REBUYAS、朱王文亮

碩士班二年級（含）以上（共69人）

黃婉婷、邵長威、柯筆翔、何亭萱、鄭凱尹、詹翔宇、劉宇捷、陳晟偉、林永隆、葉紹翔、蔡駿寧、王贊棠、施柏佑、董明儒、易昌旻、李佳宜、張文緯、張晉維、龔杭彥、邱顯鈞、鄧喬尹、蕭家泓、鍾承晏、邱舒郁、林彥錦、張翰斌、林雲、簡嘉俊、陳則學、謝博丞、林煒翔、程小榆、黃弘霖、吳松濤、梁凱鈞、黃評堅、周秉毅、趙子棋、麥明瀚、廖晨宇、黃廷睿、吳亭怡、劉易霖、林泳亨、韋之皓、王亭堅、劉邦彬、廖俊凱、李居展、盧柏任、楊書愷、陳禹濤、陳軾羽、陳博炤、廖佑華、李承諺、王興平、李誥晉、程偉軒、楊臻、莊帝捷、吳沁璘、吳典鴻、吳冠穎、陳泓碩、劉冠廷、蔡定甫、馬士凱、何佳鴻

本年度畢業取得碩士學位者(共51人)

王妤凌、王博煜、王鼎慈、王嘉輝、王耀德、朱翊慈、何宜臻、吳乙澤、吳秉軒、吳鈺琳、李世鈺、汪軍諺、周劭穎、周易昕、易昌旻、林彥成、林昱宏、林哲寬、林益正、侯守擎、施柏佑、孫意珺、徐令航、殷維容、張名翔、張育國、張善程、莊麒田、許伯豪、許展華、許雅婷、陳玠宏、陳柏霖、陳璟寬、黃少政、黃靖博、Ankit Das、楊達人、萬庭佑、董明洋、董明儒、劉承峰、潘資閔、蔡佩珈、蔡凱任、蔡毓璵、鄭宇翔、賴品丞、賴胤皓、閻憲廷、闕振祐

博士班（共41人）

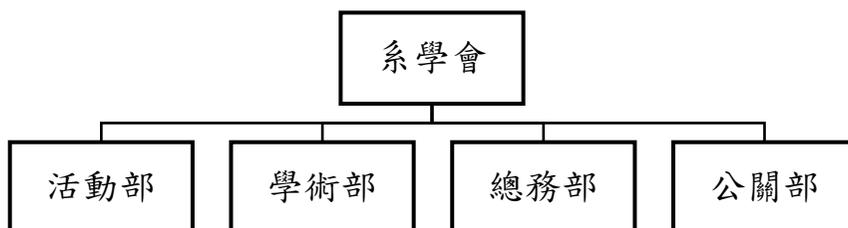
魏志豪、邱麟雅、邱碩皞、楊文策、楊育誠、張寧、吳伊敏、劉承峰、陳啟輝、陳奕辰、張晏瑋、黃鼎筌、史唯里、劉紹淵、馬欽祥、劉昕和、林智偉、林弘人、史鉉升、林閔洲、陳欣正、李明軒、謝嘉娟、方耀華、林田湖、黎芋岑、謝云綺、林敬恆、李政緯、曾秋旺、梁振盛、詹弘彥、賴胤皓、林育秀、吳家棋、SHAGHAYEGH AFSHARI、林正浩、張光華、陳文安、陳森森、陳品堯、

本年度畢業取得博士學位者(共1人)

童國枝

二、系學會

1. 系學會組織與職務內容



2. 各組主要職務內容

系學會

會長：李星穎

副會長：江晨歲

對上和系主任、教授們溝通，對內領導系學會，監督各部的進度。

【活動部】

部長：賴韋綸、陳彥安

負責籌畫系上整年度的活動，如宿營、生機之夜、杜鵑花節等。

【學術部】

部長：詹閱逸、邵睿庠

負責跟課業有關的活動，代訂原文書，實驗室介紹，企業參訪等。

【總務部】

總務長：郭格均、呂天翊

管理系學會費，務必公正公開，製作各式領據，讓申請經費補助或著各項支出更加透明化，定期公佈收支明細

【公關部】

部長：邱鈺欣

管理系上粉絲專業，發布活動宣傳及照片。

三、各項活動剪影

1. 2023 台大生機系共識營+天母水管古道健走+歲末聚餐 (2023/1/6)



2. 葉仲基教授與楊青燕資深專員榮退會(2023/1/9)



3. 台大杜鵑花節(2023/3/11-3/12)



4. 小夜燈工作坊(2023/3/16)



5. 知武館未來教室 203 全新登場(2023/3/16)



6. UIUC 丁冠中教授演講「在學言學 - 學術生涯經驗分享」(2023/5/25)



7. 111 學年度生機系撥穗典禮(2023/5/27)



8. 2023 研究生獎學金，躍學獎，及服務獎頒獎典禮 (2023/6/8)



9. 台大生機營 (2023/7/28~2023/8/01)



10. 台大新生茶會 (2023/9/8)



11. 野餐&制服趴(與圖資系合辦) (2023/09/10)



12. 台大生機系至中研院應科中心參訪 (2023/10/25)

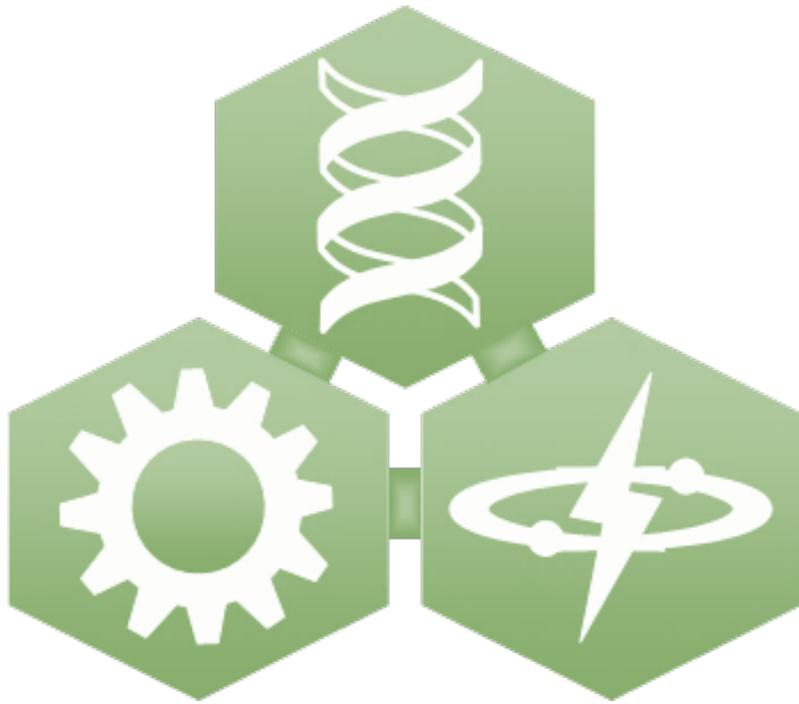


13. 2023 非破壞檢測邀請講者至生機系參訪 (2023/11/07)



14. 2023 非破壞檢測國際研討會 (2023/11/07)

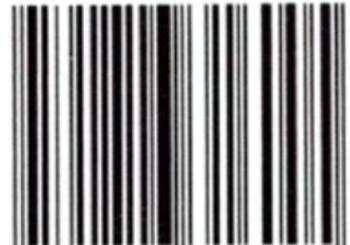




出版：國立臺灣大學生物機電工程學系
主編：廖國基
編輯：劉祿展、白騏瑞
地址：台北市 106 羅斯福路四段一號
電話：(02) 2392-9769
傳真：(02) 2362-7620
網址：<http://www.bime.ntu.edu.tw>
出版日期：中華民國 112 年 12 月



ISSN 1816-3165



9 771816 316005

GPN : 1009403828



國立臺灣大學
生物機電工程學系

Nation Taiwan University
Department of Biomechatronics Engineering