工業技術研究院
Industrial Technology Research Institute

智慧機電創未來

I2S一起發

Intelligent System Smart Sustainable Society

Intelligent MMSL
Enabling an Innovative Future
I2S ITRI GO

2024年報/簡介

2024 ANNUAL REPORT / MMSL OVERVIEW

機械與機電系統研究所

MECHANICAL AND MECHATRONICS SYSTEMS RESEARCH LABORATORIES, MMSL.

所長的話

各位公司、學術界先進們，大家好！

歡迎大家打開這本認識機械所的技術手冊，2024 龍躍新程，我以工研院機械所所長的身份，誠摯邀請您了解這一年來機械所的豐碩成果，同時也請給予我們機械團隊鼓勵與指教！

機械所今年以新的 Slogan：「**智慧機電創未來 I24S 一起發**」作為研發主軸，「**I2**」代表機械 2 大領域：智慧製造 (Intelligent Manufacturing)、智慧載具 (Intelligent Mobility)，而「**4S**」則是呼應工研院 2035 技術策略藍圖方向：

- **系統整合** (System integration)：現所說的「機械」不僅僅是單一機台設備還加上系統整合的部份，包括智慧工廠等等，都是把設備整合變成產線的概念。
- **永續環境** (Sustainable environment)：近幾十年來全球淨零減碳浪潮蔓延，我們在追求科技發展的同時，也積極兼顧與大自然共存共榮，材料的運用更需要朝綠色科技發展。
- **智慧生活** (Smart living)：隨著智慧科技、GAI、機器人發展日漸成熟，我們更要將科技融入生活中，以更快速、便利、智慧化的能力協助滿足生活需求。
- **韌性社會** (resilient Society)：我們致力發展國家自有強韌技術，以因應突發天災風險、環境壓力等，被環境衝擊時可以馬上恢復，研發的目的是協助國家將危機轉為商機。

以上述的核心理念作為內部研發基礎，對外我們持續與產、官、學、研保持良好互動及合作，掌握時代趨勢脈動，秉持創新的精神，與各界攜手開拓產業新局面。

半導體、AI 機械、智慧車輛、淨零永續是當前熱門的研究議題，我們在一年來也獲得卓越的成果，例如：機械所 2018 年新創公司「起而行綠能」，去年攜手國內具指標性的企業：士林電機、和泰汽車及和潤企業，再度新創子公司「充壩 (Gochabar)」，成為院內首家「新創成功再次新創」的典範企業；在智慧車輛領域，去年與桃園機場合作，將我們的自駕技術導入員工接駁運行，讓桃機成為全球唯二的機場自駕運行場域；而在目前最夯的半導體產業，我們推出了「高效雙模態原子層鍍膜系統」以滿足精密鍍膜需求，也多合一整合前段鍍膜製程步驟，減少晶片因重複轉換造成的污染，這些全球獨創技術，深獲國際舞台肯定，一舉榮獲 2023 年美國百大科技研發獎 (2023R&D100)，更證明機械所技術在台灣半導體產業的領導地位。

工研院機械所立志要走在機械產業最前端，希望這本寶典能讓您在面對研發困境時及時找到解決方案，期待未來能與您有更多合作機會，我們與您併肩前行！

工業技術研究院機械與機電系統研究所 所長

饒達仁 Da-Jeng Yao

經營理念

有 55 年歷史的工研院機械所，自 1969 年創立以來，深耕研究精密機械、自動控制、智慧車輛、半導體製程設備、綠色科技、軟硬體系統整合等技術，並持續將研發成果擴散至產業界，至今累積近 3,000 項專利，成功孵化超過 25 家新創公司，持續為產業帶來創新前進的動力。

隨著世代演進，我們將機械領域之研發方向聚焦 2 個「I」：智慧製造 (Intelligent Manufacturing)、智慧載具 (Intelligent Mobility)，同時以 4 個「S」：系統整合 (System integration)、永續環境 (Sustainable environment)、智慧生活 (Smart living)、韌性社會 (resilient Society) 深化我們的技術能量，同時透過產、官、學、研及國際合作跟上時代趨勢脈動，在世界舞台深獲肯定。我們將秉持「智慧機電創未來 I24S 一起發」的精神，為產業開拓新局面。

I2 智慧製造 Intelligent Manufacturing / 智慧載具 Intelligent Mobility

智慧製造 Intelligent Manufacturing

當今製造業正面臨著智慧轉型的重要機會與挑戰。我們以熱忱的服務精神，協助企業實現數位轉型，致力於打造智慧化的產品、流程、設備及能源管理系統。從設計階段開始，透過優化製造流程、提高檢測品質與效率，最終提供卓越的服務，讓機械領域整體生態系，能穩健成長及進步。

智慧載具 Intelligent Mobility

我們致力於開發陸空領域智慧載具，如：無人機、智慧車輛等。此類載具不僅擁有先進感知能力、自主決策智慧，及精確的執行功能，並多與 AI、大數據技術結合，創建強韌的軟硬體整合系統。我們的研發目標著重於商業、防災、救援和節約人力等產業應用，以促進社會的安全和持續發展。

4S 系統整合 System integration / 永續環境 Sustainable environment/ 智慧生活 Smart living / 韌性社會 resilient Society

系統整合 System integration

機電整合在現代製造及工程領域扮演重要的角色，融合了機械、電子、控制及資訊等技術，實現當前所需的運作及功能。我們的系統整合從馬達到機器手臂，從監控到智慧工廠，為機械產業帶來更精確及更創新的效益。

永續環境 Sustainable environment

近年全球對於淨零排放、低碳製造的追求與日俱增，我們除了在科技發展的道路上不斷前進，同時也強調與大自然和諧共存。在機械領域我們持續努力研發出綠色科技，無論是節能、環境保護、再生能源系統，皆已有傲人的成就，為實現地球永續的目標盡一份心力。

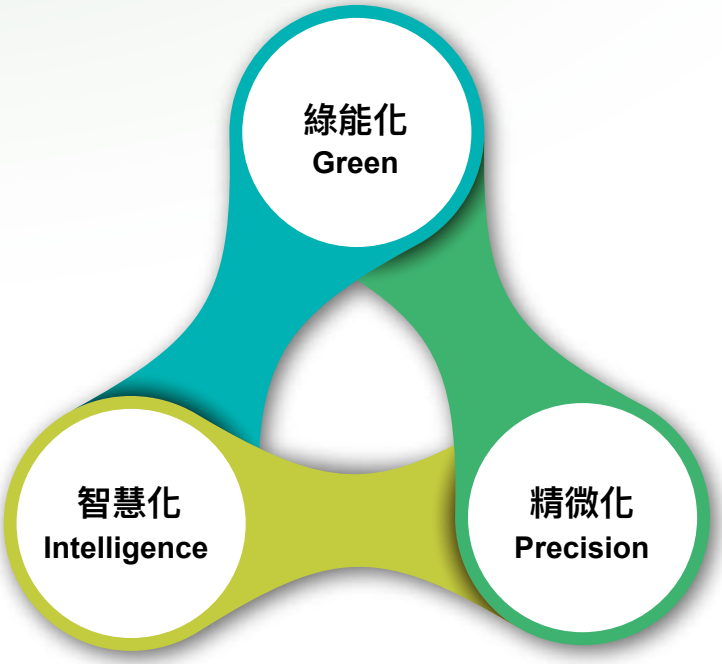
智慧生活 Smart living

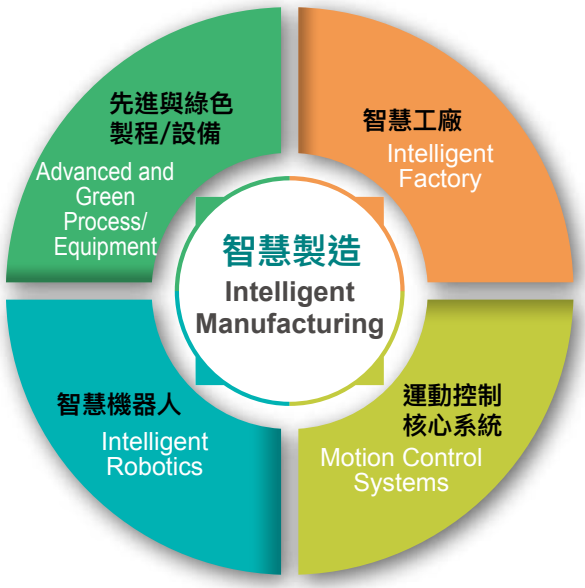
在未來的萬物聯網時代，科技的發展將與我們的生活緊密相連。為因應不斷變化的挑戰，我們致力於將科技融入生活的各個層面。目前，我們已研發多款輔助型機器人、家事機器人以及生活應用機器人，利用科技的力量，實現更美好的生活，並在這個充滿潛力的時代中不斷創造價值。

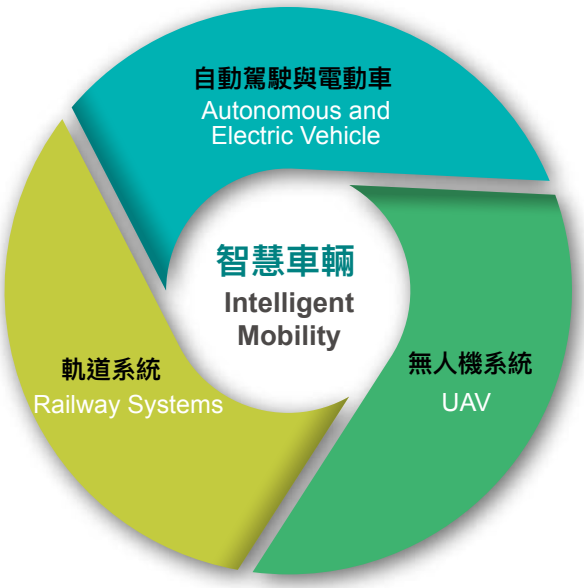
韌性社會 resilient Society

我們也一直致力發展我國獨有的強韌技術，以因應各種突發風險與環境壓力。我們專注於「交通建設」和「救災防禦」領域的自主性研發，彰顯我們在韌性社會領域的實力和決心。透過這些努力，確保國家在面對挑戰時能順利克服逆境，進而追求穩健的發展。

組織定位


綠能化
Green
智慧化
Intelligence
精微化
Precision


先進與綠色
製程/設備
Advanced and
Green
Process/
Equipment
智慧工廠
Intelligent
Factory
智慧製造
Intelligent
Manufacturing
智慧機器人
Intelligent
Robotics
運動控制
核心系統
Motion Control
Systems


自動駕駛與電動車
Autonomous and
Electric Vehicle
智慧車輛
Intelligent
Mobility
軌道系統
Railway Systems
無人機系統
UAV

2023 年大事紀

01.13

機器人防疫助攻 與中國附醫共同打造頂尖 醫院機器人服務

具備高智慧、高自動、高防疫功能，提供物流、清潔等服務。

02.14

工研院首家新創公司 再新創子公司

本所新創公司起而行綠能，攜手和泰集團、士林電機等，新創充壩(Gochabar)。

03.06

「加工機智慧監控預兆診斷系統」，守護機台健康

如同工具機機台的專屬家庭醫生，可準確偵測出機台多項問題。

03.30

空氣品質守門員 從個人到工廠全方位滿足

從個人、家庭到工廠，全方位滿足智慧永續城市自主碳排放管理需求。

04.12

MIT自駕能量跨國導入 澳洲35噸聯結車

與澳洲最大公路營運企業Transurban合作，成為澳洲首例高速公路自駕測試案。

05.24

國門之光 桃機成為全球 第二個自駕接駁機場

自駕技術導入一二航廈員工接駁車，讓桃機成為台灣第一個在開放場域以中高速自駕測試運行案。

08.24

機械手臂化身樂高積木 只需一機就能變出多款型態

採用獨家微型化、可變形組裝及控制技術，可滿足台灣中小企業少量多樣生產模式。

09.06

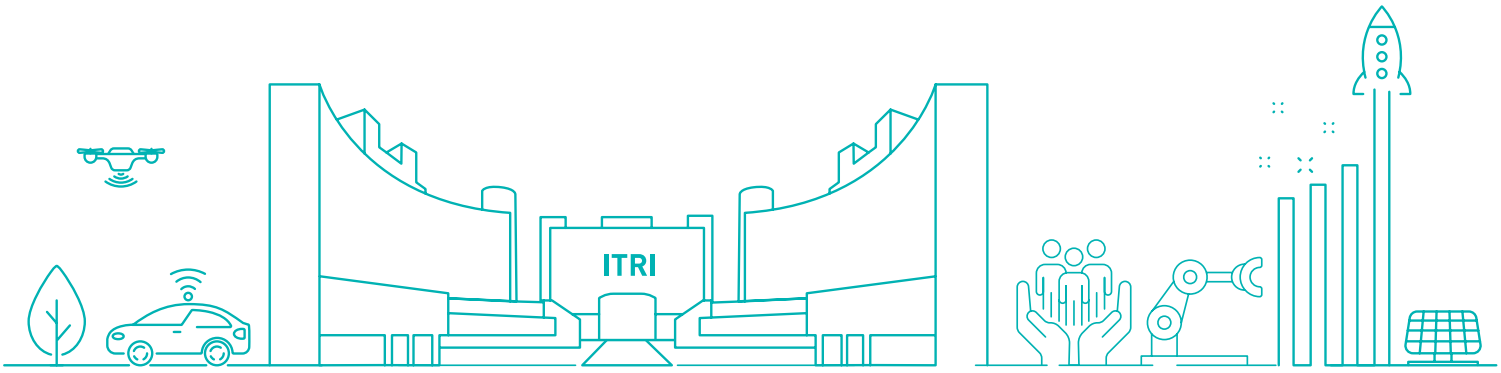
奪獎！ 「高效雙模態原子層鍍膜系統」 榮獲2023百大科技研發獎

突破國外大廠專利屏障，滿足半導體3D高深寬鍍膜需求，此技術已技轉旭宇騰精密科技，協助導入半導體廠商。

12.05

台灣首創「電動大客車」 智慧充電服務

提供全方位的能源管理、智慧充電服務與營運管理解決方案。



歷年國際獎項

aePLASMA

2012

2013

FluxMerge™ Motor

Tactile-film System for Wearable Orthosis

2015

Exoskeleton Robot

2016

CyberEpi

2017

CINmat Microwave Annealing Technology

2019

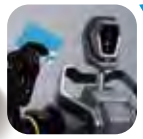
UAV

2020

UAV

2021

Software-defined Augmented Robot Joint (SARJ)



Dual Arm Robot System (DARS)

2023

Head-Matrix-ALD

2023 榮耀

05.25 智慧製造關鍵技術及應用服務
榮獲工研院2023年「產業化貢獻獎」銀牌獎

07.05 半導體複合式原子層鍍膜系統
榮獲工研院2023年「傑出研究獎」銀牌獎

09.06 高效雙模態原子層鍍膜系統
榮獲2023 R&D 100 Awards Winner

新創公司

2015	創星淨聯科技 Purus tek. Co., Ltd.	PM2.5可攜式空氣清淨機 Portable Air Purifier	
2016	福寶科技 FREE BIONICS TAIWAN INC.	外骨骼行動輔助機器人 Wearable Walking Assistive Exoskeleton Robot	2016 R&D 100 Awards
2017	黑木 KUROKI INDUSTRIAL Co., Ltd	全加成印刷電子產品 Additive Process for Printing Circuit	
2017	起而行綠能 eTreego Co., Ltd	互動式充電管理系統 Interactive Charging Management System and Method Thereof	
2018	漢朋科技 HEN PENG TECHNOLOGY Co., Ltd.	流體機械能源服務 The Construction Technology of Fan Energy Test System	
2018	原見精機 Touché Solutions	安全觸覺機器人 Higher Sensitivity Tactile-film System for Wearable Orthosis	2015 R&D 100 Awards
2019	盟英科技 Main Drive Co., Ltd.	諧波減速機 Harmonic Reducer	
2021	智連工控 Adirtek Co., Ltd.	SECS/GEM 通訊協定/介面 SECS/GEM Solution	
2022	科飛數位 KopherBit Co., Ltd.	整車控制平台 Drive-by-Wire Vehicle Platform	

先進與綠色製程/設備

電漿量測技術

電漿製程是一種利用電漿進行材料加工和表面處理的技術，目前電漿製程通常缺乏即時的量測技術，導致製程掌控度低，工程人員無法即時了解是什麼因素影響良率，進而阻礙了製程優化和新技術開發的可能性。

技術優勢及特色

蘭牟爾探針量測模組

- 透過電子測試設備上的多個探針，完整量測電漿的重要參數：電漿密度、電子溫度、電漿電位、電子能量分佈函數等。
- 電漿密度量測範圍：10^{9}~10^{12} cm^{-3}

非侵入式射頻離子診斷模組

- 透過模組能即時分析晶圓表面離子能量與通量大小。
- 更新頻率：5次/秒。

蝕刻終點檢測模組

- 準確辨識蝕刻終點(包含：低蝕刻暴露面積、複雜操作條件組合條件下)，辨識率>90%(一般辨識率低於70%)。

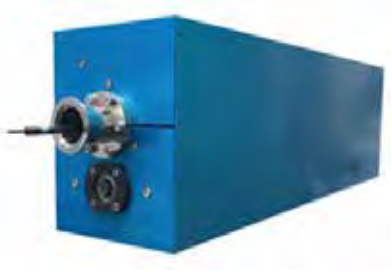
產業效益及商機

- **可應用產業：**

  電漿製程設備產業(如：電漿蝕刻、鍍膜、清潔等設備開發)、光電半導體製造產業(如：製程監控及參數優化)。

- **應用實例：**

  已導入國內光電半導體設備產業，共同進行新產品開發驗證，同時也提供給大專院校使用(如：清華大學)，作為電漿技術基礎研究工具。



蘭牟爾探針量測模組

非侵入式射頻離子診斷模組

蝕刻終點檢測模組

聯絡人 劉志宏 業務副組長 TEL: +886-3-5917796 E-mail: stanliu@itri.org.tw

薄膜製程優化模擬器技術

薄膜沉積(緻密鍍膜)是在材料表面上披覆薄膜的一種製程，而在複雜的奈米元件之薄膜鍍膜製程中，缺乏輔助製程的模擬分析工具(如：溫度、氣流、壓力和電磁場等物理因子交互作用之分析)，導致無法快速找到最佳化參數，進而影響產品開發時程及經費耗損。

技術優勢及特色

可視化耦合技術

- 獨特「表面化學反應路徑決策技術」，精簡化學反應式後，再以真實數據回饋修正。
- 結合氣流場可視化及參數診斷驗證工具。

縮短設備開發時程

- 耦合出的模型結合巨量資料庫後，獲得建議最佳參數(原需1週，縮短為2小時)。
- 參數預測準確度超過90%，縮短新產品上市時程(原需3個月，縮短為1個月)。

提高產能與品質

- 提高機台產能。
- 提升鍍膜均勻性。

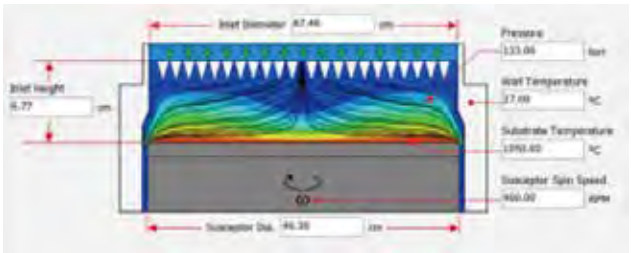
產業效益及商機

- **可應用產業：**

  光電半導體產業(如：LED、半導體、太陽能、無線通信等元件)，應用於鍍膜製程設備上(如：MOCVD、PECVD、PVD)。

- **應用實例：**

  與國內半導體設備產業ODM大廠合作，持續進行技術研發，以促進鍍膜設備品質完善，並期望三年內成功打入國際市場，成為國際供應體系的一環。



薄膜沉積系統使用者介面

鍍膜設備關鍵模組

工研院傑出研究獎(2021年)

聯絡人 梁沐旺 專案經理 TEL: +886-3-5916567 E-mail: MWLiang@itri.org.tw

高深寬比玻璃基板填孔技術

高階載板採用玻璃基板取代目前高分子材料(如：ABF、BT)，細線化與高深寬比是未來趨勢。玻璃基板具有導熱性佳、穩定性高、抗蝕性等優異特性，然而玻璃基板填充高深寬比之孔洞時，易產生孔隙與鍍膜層不均勻問題，影響產品品質。

技術優勢及特色

高接合力附著層技術

- 合成低黏滯性複合金屬氧化物溶液，形成奈米微孔結構。
- 接合力強度≧ 5 牛頓/公分。

低孔隙率H型高深寬比填銅

- 首創H型電鍍架橋填孔。
- 可填充深寬比>15 。
- 電鍍缺陷<5%。
- 可應用至不同孔型，如：直孔、X孔與漏斗孔。

低鍍膜厚度高均勻性

- 低表面膜厚(表面銅厚度<1/3孔洞直徑)。
- 高均勻性(均勻度達90%)。
- 適用於8至12吋TGV玻璃基板。

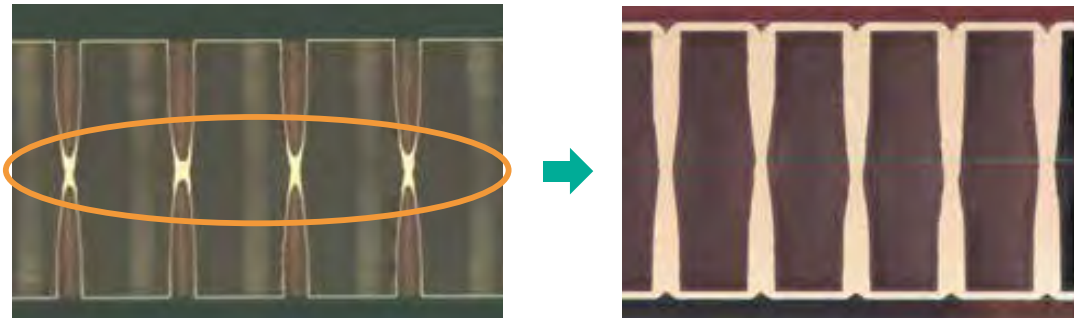
產業效益及商機

- **可應用產業：**

  PCB產業、先進半導體封裝產業、顯示設備產業。

- **應用實例：**

  能縮短20%製程時間，完成高深寬比>15之填孔產品，並為國內外高階載板廠指定合作廠商，成功打入國際供應鏈。



H型電鍍架橋　　高深寬比電鍍填銅

聯絡人　周敏傑 經理　TEL: +886-3-5918661　E-mail: MichaelChou@itri.org.tw

硬脆材料研拋技術

硬脆材料，尤其是碳化矽(SiC)，在下一代半導體產業中扮演著重要角色。由於SiC硬度極高，加工技術門檻也隨之提高，加工時間比以往多10倍以上。為因應此挑戰，本技術開發特用製程和設備，提升產出效率及品質。

技術優勢及特色

超音波技術輔助輪磨

- 透過超音波的振動頻率，讓刀具表面微細結晶結構重新排列，維持鋒利度。
- 搭配特殊高精度砂輪(#8000)，SiC的研磨速度較以往提升至2倍。
- 表面粗糙度符合產業<5 nm需求。

大氣電漿輔助拋光

- 透過大氣電漿輔助拋光，讓SiC表面氧化進而軟化。
- 拋光速率提升5倍。
- 適用4–8吋晶圓處理。

複合式量測高解析度呈現

- 單機多參數複合量測，包含：SiC晶圓的彎曲、翹曲、厚度和粗糙度等特性 (一般需2台機器)。
- 符合業界需求形貌/厚度解析度可達0.1 μm。
- 符合業界需求粗度量測解析度<10 nm。
- 適用6–12吋晶圓處理。

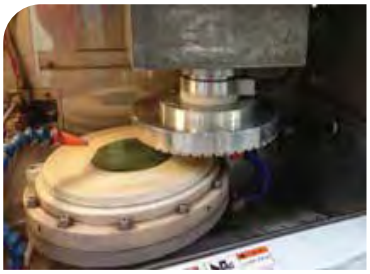
產業效益及商機

- **可應用產業：**

  半導體產業(晶圓前段加工製程，如：藍寶石、碳化矽等)。

- **應用實例：**

  已應用至國內工具機廠以及SiC加工產業，包含：矽○、博○、東○、松○欣、創○、穩○、中○等，協助企業提升生產效率，增加產業競爭力。



透過超音波技術維持切削性能

以大氣電漿技術進行拋光

複合式量測機台

聯絡人 翁志強 經理 TEL: +886–3–5918795 E–mail: PeterWeng@itri.org.tw

石墨烯儲能超級電容

超級電容器為一種相對鋰電池安全、壽命長、可快速充放電的儲能元件，一般的超級電容器通常都是低電壓(僅2.7V)，本所研發之超級電容器使用「電漿合成石墨烯」，可獲得較高之電壓(4V)，進而具備較高的能量密度，並可減少模組體積達50%以上。

技術優勢及特色

高電壓超級電容器

- 以電漿合成之石墨烯，內部化學性質穩定(表面無官能基)，打造成高電壓(4V)超級電容模組。

高能量密度

- 電漿合成石墨烯，搭配自主研發之鋰離子電解液，彼此親和力佳，電荷交換快，反應率快，故同樣體積下能儲存較多的能量(高能量密度)。

減少模組體積

- 能量密度及功率密度高，模組體積減少(50%)，亦大幅縮短充電時間(5C→100C)，再者安全無虞，提升商業應用價值。

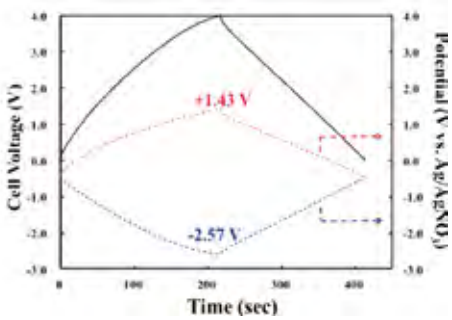
產業效益及商機

- **可應用產業：**

  儲能產業、電動車產業、電子產業。

- **應用實例：**

  以電漿合成之石墨烯，搭配自主研發之鋰離子電解液，組建的超級電容模組，具備超快速充放電之特性，適合應用於高扭力、高負載電動車，已成功於西螺蔬果運輸車及高雄輕軌電車進行示範，取代傳統鉛酸電或鋰電池，並縮短充電時間(20秒)，解決傳統車輛造成的空氣污染及噪音問題。



高電壓(4V)石墨烯超級電容器

西螺蔬果運輸車示範應用實例

高雄輕軌電車示範應用實例

聯絡人 黃昆平 研發經理 TEL: +886-3-5919062 E-mail: kphuang@itri.org.tw

高效率微波加熱技術

針對溫度控制需求較高的精密加熱，多數採用電熱或燃燒間接加熱，導致較高的汙染、過高的加熱溫度需求，並使得加熱及降溫時間變長。現行採用微波加熱技術，其波長可對物質直接穿透加熱，局部升溫速度快、半導體工件退火製程工作溫度較低，局部達到升溫目標的時間縮短，但在熱度均勻性的精密調控上，仍待製程控制上進一步突破。

技術優勢及特色

多重模態數

- 透過調控微波電場、訊號等空間幾何排列方式，讓模態數增加4倍，多數據將有助於分析結果更具客觀性。

低溫節能

- 與傳統加熱退火(RTA)或雷射退火，微波退火為低溫製程(工件退火工作溫度比上述兩者低一半)，節能至少50%。

提升均勻性

- 產品均勻性>99%，符合半導體產業要求之標準(約99%)。

產業效益及商機

- **可應用產業：**

  食品產業乾燥等製程、化工產業材料加熱製程、半導體產業晶片退火製程等。

- **應用實例：**

  應用於食品業烘烤製程，電力節能30%，加熱時間減少50%以上。並已於半導體廠驗證低溫微波退火技術，協助節能與提升均勻性的目標，成功降低因退火製程產生之相關成本約50%。

2017 R&D 100 WINNER

微波加熱機台

聯絡人 黃昆平 研發經理 TEL: +886-3-5919062 E-mail: kphuang@itri.org.tw

馬達及動力機械節能雲端管理系統

現有廠房對於產能與電力規劃未臻完善，離峰或低負載時，馬達及動力機械可能全功率運轉，造成大量能源浪費。馬達以及動力機械如泵浦、風機、壓縮機等作為工廠內製程設備的主要動力源，在長時間運轉下有極大的調控優化與節電空間。

技術優勢及特色

機械能耗雲端管理

- 以非侵入式量測方法(安裝獨立外加感測器)，無需停機，不影響生產製程，整體評估廠房耗能。
- 開放式雲端管理系統，提供檢測結果，監控更新1次/5秒，以確保最佳效能。

客製化服務

- 依據企業特性，客製化選擇適用規格設備。
- 支援常用通訊資料庫(如：ISO、IEC、NEMA、OPCUA等)，可相容於客戶既有系統。

節電率高

- 可給予精確的節電建議，臨場診斷服務案件已超過300案。
- 協助客戶節電，節電率可達15~35%。

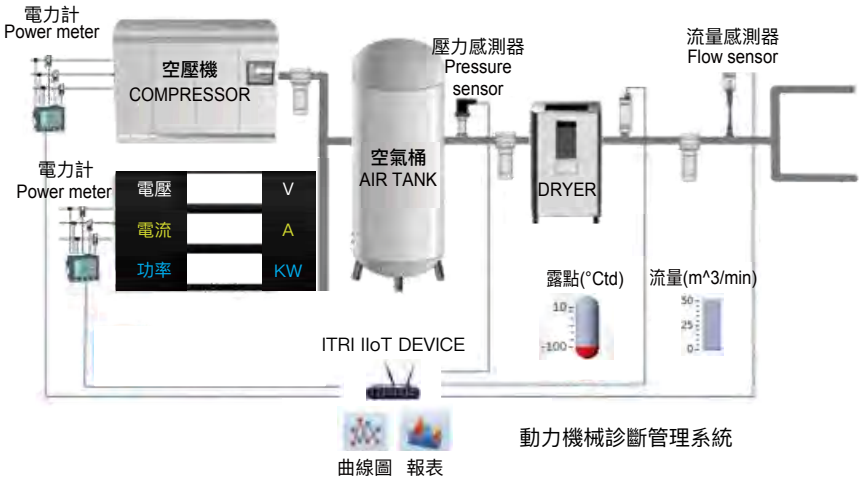
產業效益及商機

- **可應用產業：**

  鋼鐵業、食品業、紡織業、電子業等具備高耗能動力設備(如：馬達、空壓機、泵浦等)之產業。

- **應用實例：**

  現已輔導超過100家廠房，如電子廠空壓系統、紡織廠、石化廠泵浦系統等，並已建立106家高效率馬達技術應用示範工廠，節電率皆達15%以上。



聯絡人 楊竣翔 經理 TEL: +886-3-5919258 E-mail: itri990548@itri.org.tw

主動式智慧電池儲能管理系統

再生能源發電具備間歇性及分散式等特性，需要搭配儲能系統以進行電力分配與使用優化，本技術採用主動式智慧電能管理技術，包括智慧預測電池能力，主動配比各顆電池的電能平衡，並進行需求端與供應端的優化策略，使得再生能源電力發揮最高綜效。

技術優勢及特色

優化電池管理

- 堆疊式電池監控測量，準確度可達±1mV(一般為±10mV)。
- 主動式電池平衡，確保各單元間的電壓保持相同水平，電流可高達10A(一般約100mA)。

能源管理系統提升儲能量

- 透過再生能源儲能管理系統緩衝電力，減少對電網衝擊。
- 提升再生能源有效儲存量達17%以上。

電力負載管理

- 白天(尖峰)/夜間(離峰)電力能獲得有效儲存與運用(削峰填谷)。
- 即時反應電力需求和時間分佈。

  為企業節省10%以上電費。

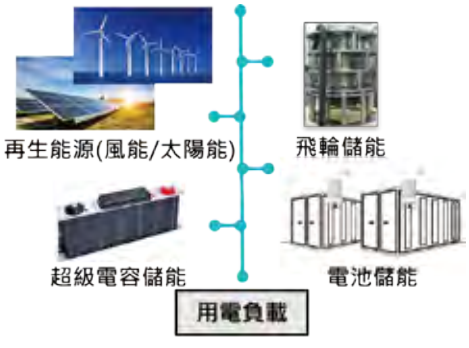
產業效益及商機

- **可應用產業：**

  儲能產業、綠能產業。

- **應用實例：**

  已廣泛應用於儲能、綠能產業，現與台灣儲能系統整合商共同進行廠房綠電等整合工作，協助企業節電達20%，降低10%電力成本，提升再生能源有效儲存量達17%以上，預計創造綠能產業效益數十億台幣。



再生能源儲能電網系統示意

聯絡人 彭明燦 經理 TEL: +886-3-5919152 E-mail: MTPeng@itri.org.tw

精密彈性材料生產協作設計技術開發

精密彈性材料是同時具備高精密度及高彈性的零件或部件(如：彈簧、密封圈)，其廣泛應用於橡塑膠業、紡織業等生產製程，由於材料的彈性使得自動化生產難以精確調控，進而影響產品品質，本技術可開發彈性材料之協作自動化製程。

技術優勢及特色

智慧化夾治具

- 智慧化的夾持裝置，可隨工件型態自動調整，縮小定位誤差，讓工件可穩定保持在目標位置及方位上。

全自動整合

- 依不同彈性材料特性，分析出物件運動軌跡，7秒內自動化完成移動、貼合、定位等功能。

智慧影像分析

- 提供影像姿態分析，可幫助對位精度提升。
- 5秒內自動對位及找出生產設計最佳方案。

產業效益及商機

- **可應用產業：**

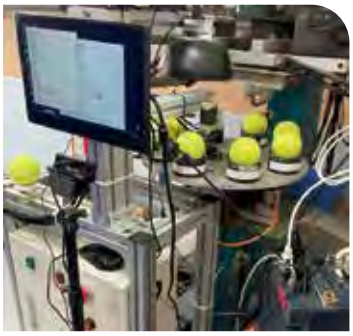
  橡塑膠業、食品包裝業、紡織業等。

- **應用實例：**

  本技術已導入國內大型運動用品製造商，協助廠房自動化，廠商導入後提高50%生產效率，也成功協助廠商打入國際市場、建立產業供應鏈等。

精密循跡協作設備

彈性材料移載/貼合/定位
全自動整合設備



精密對位驅控模組

聯絡人 洪紹穎 經理 TEL: +886-3-5916381 E-mail: syhong@itri.org.tw

自動駕駛與電動車

RV減速機

RV減速機的零件結構非常複雜，需靠設計、製造、裝配三環節完整搭配才能確保精度，目前國內RV減速機製造廠只能將精度與背隙大多落在2至4弧分。

技術優勢及特色

高精度

- 傳動精度達1弧分以內(業界平均精度2至4弧分)。

設計/生產輔導

- 本技術自2015研發至今，累積4案客戶技轉與輔導案例，提供產業完整解決方案。

RV減速機性能測試驗證

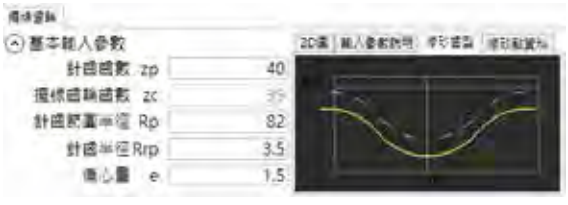
- 建立RV減速機性能測試實驗室，提供業界檢測服務。

產業效益及商機

- **可應用產業：**

  船舶產業、風力發電產業、自動化機器人產業(如：無人搬運車)。

- **應用實例：**
  - 已技轉如陽科技、僑星齒輪與永豐齒輪，協助其設計RV減速機與建立製程。如陽科技現已將技術應用於無人車上，並成功進駐中科二林園區。
  - 與傳仕精機合作，協助該公司找出生產RV減速機的最佳方法，也提供產品驗證服務，使其減速機後續成功販售至國外廠商，成功打入國際市場。



RV減速機關鍵零組件設計

RV減速機性能測試機台

RV減速機內部構型與實體

聯絡人 曹 嘉 經理 TEL: +886-3-5918075 E-mail: John.Tsao@itri.org.tw

高精密元件輪廓研磨技術

近年來，精密機械產業對於零件輪廓或外型的精度要求越來越高，而產品研發過程常有少量但多樣的零件需求。此技術能協助廠商承接需要內外徑高精度研磨的產品，並可提供客製化與彈性生產。

技術優勢及特色

特殊孔/軸件研磨服務

- 可研磨偏心軸孔、非圓主軸、特殊軸承曲面。

研磨能力

- 採用瑞士STUDER公司生產的多功能磨床，適用於高精密元件的研磨與製造。
- 加工內徑最小可達30mm，外徑3mm至200mm之間，長度為800mm。
- 加工能力可達到0.002mm。

客製化少量服務

- 特殊軸孔件研磨製程開發。
- 可執行主軸維修服務。
- 可提供客製化製程及少量多樣服務。

產業效益及商機

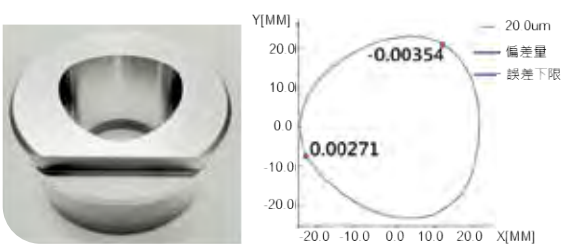
- **可應用產業：**

  機械工業產業高精度零組件(如：撓性軸承、HD與RV減速機傳動軸、高端車銑複合主軸、凸輪軸與快速定位模組等先進製程開發與研發零件技術服務)。

- **應用實例：**
  - 與瑞士自行車製造商(BMC)共同合作開發，進行中空座桿研磨，鋁製橢圓座桿厚度僅1mm，長度約400mm，研磨精度可保持在0.03mm以內，平均表面粗度0.15。
  - 開發國機國造軍用無人機軸承零組件異形內徑研磨製程，幾何精度0.01mm以內，平均表面粗度0.1以內。
  - 開發RV減速機、HD減速機元件及CAPTO主軸研磨製程，整體精度可達0.004mm以內。

鋁製橢圓坐桿研磨

RV、HD異形傳動元件研磨



CAPTO主軸內孔研磨技術與量測結果

聯絡人 曹 嘉 經理 TEL: +886-3-5918075 E-mail: John.Tsao@itri.org.tw

高精度內嵌式智能減速機

減速機是一種機械裝置，將高速旋轉動力轉為低速但高扭力的輸出。現今減速機維護作業是以定期、人工方式檢修，且通常以外掛感測器來蒐集數據，以了解減速機健康狀態，但外掛方式會增加大量的傳輸線材，若機台空間有限無法佈線，將影響訊號蒐集。

技術優勢及特色

高精度高效率

- 減速機傳動時，齒輪間的空隙將導致精度降低，本技術降低齒輪間隙(從8下降到4arcmin，讓精度提升50%。
- 自主設計出轉數3100，扭力81之高效率齒輪箱，效率為98.4%，優於業界97%。

內嵌式感測元件

- 將感測元件(如：3軸加速規、溫度、Wifi傳輸等)內嵌至減速機中，縮小體積約40%。

高精度驗證平台

- 以高精度驗證平台測試：效率、齒輪間隙、扭轉剛性、傳動精度，誤差小於5arcsec。

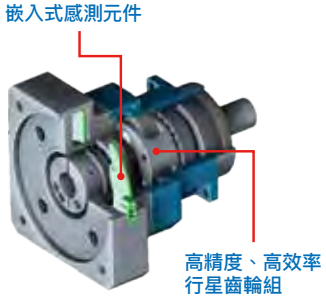
產業效益及商機

- **可應用產業：**

  齒輪箱產業、面板產業(如：運輸面板設備廠商)。

- **應用實例：**

  已在國內前三大面板廠商進行驗證，協助廠商解決設備走線過多、安裝空間受限等問題。另外也改善了人工檢查和分析的時間，提升人力效率>20%，走向智慧製造工廠。



智能減速機內部構造

智能減速機內嵌感測元件

高精度驗證平台

聯絡人 曹 嘉 經理 TEL: +886-3-5918075 E-mail: John.Tsao@itri.org.tw

電動車傳動設計分析技術

電動車傳動系統設計相當複雜，需根據目標車型、車輛底盤架構和使用情境，來設計機構及佈局相關功能元件，包括：齒輪齒數、齒形以及檔位需求等，以確保達到客戶要求的產品壽命、體積尺寸和NVH(噪音/振動/舒適度)，表現最佳化。過程繁瑣，需花費大量時間與成本。

技術優勢及特色

精準計算齒輪箱壽命

- 以多體動力學模型(考量各元件的相互影響關係)以及設計資料庫，依據需求設計產品里程壽命(一般壽命為20~40萬公里)。

專利兩速齒輪箱

- 專利兩速齒輪箱機構設計(一般電動車為單速齒輪箱)，更符合實際道路需求(低速/高速)，換檔時間<0.4秒。
- 可依客戶對車型/性能需求，客製化開發符合要求的齒輪比與機構方案。

優化齒輪設計

- 齒輪接觸面承受壓力，最多可下降20%，提升齒輪壽命。
- 降低傳動誤差，最多達30%。
- 齒輪箱噪音下降10分貝(依轉速低到高一般為50~90分貝)。

產業效益及商機

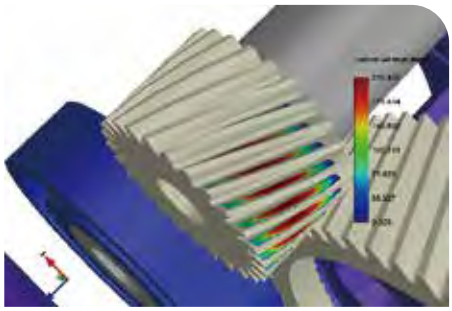
- **可應用產業：**

  電動車載具產業。

- **應用實例：**

  已技轉至本土公司、成大精機，另也協助捷能動力、睿能、台優等公司成為國內外電動車、電動機車、電動助力腳踏車之動力模組及零組件供應商(如：TESLA、中華汽車、GOGORO、BROMPTON)。

兩速傳動模組實體



齒型修整模擬分析圖

聯絡人 曹 嘉 經理 TEL: +886-3-5918075 E-mail: John.Tsao@itri.org.tw

電動車數位通訊一致性測試技術

在電動車充電過程中，車輛和直流供電設備需持續進行訊息交換，以確保充電安全。然而，由於市場上存在不同電動車和直流供電設備廠商，需藉由此技術進行數位整合，以確保充電過程安全無虞。

技術優勢及特色

可測大功率直流電

- 可提供大功率/電壓/電流的直流電測試服務，最大可達500kW/1000VDC/1200A(一般為400kW/1000)VDC/500A)，可測試大型電動巴士。

支援常用通訊規格

- 支援常用的通信協議、充電型式及充電介面。

經國家標準檢驗局認可

- 經國家標準檢驗局認可，為充電通訊測試指定實驗室。
- 依據國際測試標準，市場上100%車種皆可於本實驗室測試。

產業效益及商機

- **可應用產業：**

  電動車輛產業、電動車輛供電設備產業。

- **應用實例：**

  本技術已技轉國內眾多廠商，協助具備「新產品開發驗證」和「認證測試服務」之能力。包括電動車供電設備廠商：起而行綠能、台達電、亞力電機、車王電子、昊德創新；以及電動巴士製造商：敦峰汽車工業，成運汽車製造、創奕能源科技、總盈汽車。

電動巴士

數位通信一致性自動化測試系統

直流充電設備

聯絡人 朱高弘 專案經理 TEL: +886-3-5914969 E-mail: KevinChu@itri.org.tw

自動駕駛技術

近年來，物流與客運產業面臨職業駕駛短缺、高工時、夜間運行風險等問題，自駕系統可以幫助產業實現自動化升級及轉型，以滿足不斷攀升的需求，同時提升道路安全性。

技術優勢及特色

自駕全速域適用多車型

- 全速域功能適用多種車型(轎車/貨車/巴士/聯結車等)。
- 適用不同動力源車輛(柴油/純電/油電混合)。
- 適用市區及高速公路。

快速產製高精地圖

- 設備裝拆簡便，適合各車型應用。
- 只需業界10%的硬體成本，即可產製符合內政部相對精度規範的地圖。
- 公分等級定位，不受隧道/橋樑遮蔽影響。

導入國際標準虛實整合驗證

- 導入國際安全標準(IEEE 2846、ISO 21448)，確保自駕決策安全。
- 客製化高擬真交通情境，整合實際車流數據。
- 以虛實整合驗證，確保開放場域的實車測試安全性。

產業效益及商機

- **可應用產業：**

  物流產業、客運產業。

- **應用實例：**
  - 與澳洲龍頭公路營運公司Transurban合作，於墨爾本M1高速公路進行夜間自駕聯結車拖櫃運行試驗，為澳洲首例高速公路自駕測試案，也是台灣首例於開放道路自駕的國際輸出案。
  - 與桃園國際機場合作，於機場一二航廈間導入自駕車，進行員工接駁服務，為全台最高速自駕車運行，且是除Waymo於鳳凰城天港機場外，全球唯二於機場開放場域服務的案例。
  - 與新竹物流公司合作，共同執行新竹市市區自駕物流服務實驗計畫，於固定營業所及客戶端導入自駕配送服務，為全台首例自駕物流應用。

澳洲Transurban 35噸聯結拖櫃車

桃園機場 自駕接駁服務

新竹物流 5噸自駕物流車

聯絡人 胡家睿 經理 TEL: +886-3-5913495 E-mail: ChiaJuiHu@itri.org.tw

數位孿生技術與高擬真車輛模型

對整車廠車型開發之車輛開發初期，過去多以實車驗證，需要投入大量測試資源且耗時，導致產品開發週期過長，數位孿生與高擬真模型技術可準確預測性能和操控性，提升開發效率。

技術優勢及特色

高擬真車輛模型

- 使用多體動力學建構模型，操控模擬準確度超過90%。
- 電池用電量百分比(SOC)，預估準確度高達97%。

整車系統模擬分析

- 基於模型開發並採用功能性模擬單元(FMU)，確保模型共享與互通性。
- 由3D降階為1D模型模型仍保有80%準確度，並實現即時模擬運算。

電動載具資料庫

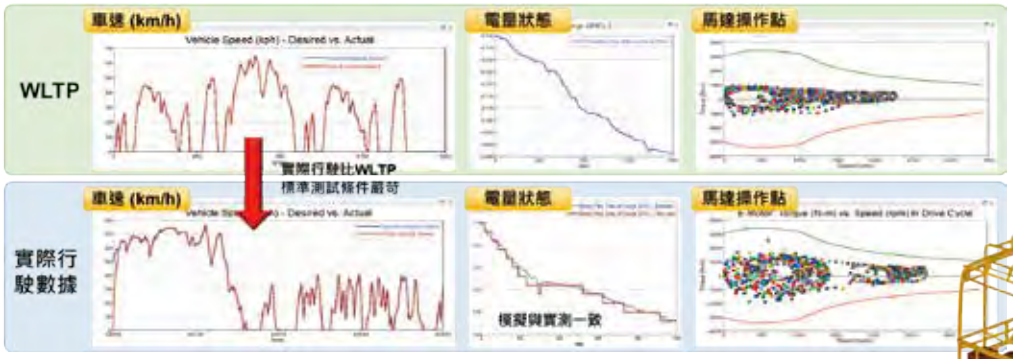
- 適用電動載具。
- 車輛/動力系統模型客製。
- 7米～12米巴士。
- 3.5噸～26噸貨卡車型。

產業效益及商機

- **可應用產業：**

  電動/氫能巴士與貨卡(商用車)。

- **應用實例：**
  - 技術轉移電動巴士廠商：協助創奕能源成為第一個通過車道維持輔助系統LKAS認證的公司，提升車輛安全性。
  - 針對電動巴士於特定路線行駛條件進行整車模擬，電池狀態模擬與實測結果高度吻合。



能耗模擬

以車輛動力學為基礎建構模型

聯絡人 何政翰 經理 TEL: +886-3-5917206 E-mail: ChandlerHo@itri.org.tw

車輛馬達驅控器技術

現階段大部份電動車採用交流馬達作為驅動核心，但電池供應的是直流電，因此需要透過馬達驅控器，將直流電轉換為交流電，轉換過程存在功率損耗，馬達驅控器技術可降低功率耗損。

技術優勢及特色

全台首創 SiC馬達驅控器

- 具低切換損耗特性，可降低50%功率損耗。
- 具變頻特性，體積小效率高，功率密度達60kW/L(國內業者現況為26kW/L)。

集成式 散熱系統

- 同時進行功率模組、電容之關鍵元件散熱，讓馬達額定功率(持續輸出的功率)提升10%。
- 集成式設計，縮小水道體積，也降低散熱系統成本50%。

多核高效 處理器

- 建立多核心高效處理器平台，可處理高頻、高轉速應用情境。
- 因應市場需求組建多合一動力系統(如：整合電機、變速箱、驅控器…等)。

產業效益及商機

- **可應用產業：**

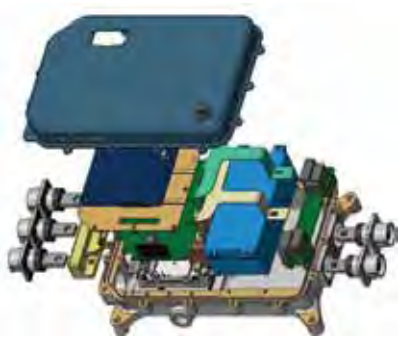
  電動移動載具產業(如：電動車、船、無人機)。

- **應用實例：**

  本技術技轉台灣主要動力馬達廠，包含士電、大同、東元及朋程，成功加速關鍵模組國產自主化，市面中華菱利E300即採用本技術核心。此外，技轉台灣前5大ICT電子廠商，協助國內資通訊產業跨足電動車產業鏈。

技轉東元、大同及士電
IGBT馬達驅控器技術

衍生技術促成中華汽車
發表全新改款電動菱利E300



技轉ICT大廠建立
≧200kW SiC馬達驅控器技術

聯絡人 高天和 經理 TEL: +886-3-5918681 E-mail: gth@itri.org.tw

機械與機電系統研究所

MECHANICAL AND MECHATRONICS SYSTEMS RESEARCH LABORATORIES, MMSL.

智慧工廠

金屬製品外觀品質AI鑑別與回饋模組

傳統視覺檢測技術容易受金屬表面反光及光源不均勻影響，導致誤判問題，特別是在檢測外形不規則的3D金屬零件時，檢測率偏低，效果不穩定且應用場合受限，難以達成智慧檢測的目標。利用AI檢測克服金屬表面反光及光源不均勻，螺旋切齒陰影相互干擾影響檢測之問題。

技術優勢及特色

AI深度學習影像辨識

- 本模組使用AI深度學習進行影像訓練，可學習複雜、抽象瑕疵特徵，如：隨機木紋、螺旋切齒，適應於各環境和產線。
- 檢測產品更廣泛，如：食品檢測、紡織檢測。

動態最適光源佈局取像

- 結合影像濾波轉換與特徵模糊度分析做光影偵測，可克服物體反光及動態取像光源不均之問題。
- 依光影區塊偵測結果動態調整最適光源佈局及檢測視角，可有效降低多視角取像時之反光影響。

3D螺旋齒輪檢測

- 3D螺旋齒輪專用檢測模型，可檢出瑕疵率達98%(業界平均80%)。
- 突破技術瓶頸，可自動檢測出難以辨識之瑕疵，如：齒面黑皮、齒頂撞傷與崩齒瑕疵，可檢測瑕疵尺寸 ≥ 0.1 mm。

產業效益及商機

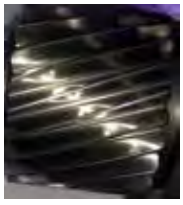
- **可應用產業：**

  金屬製品加工產業(如：水五金、齒輪製造、粉末冶金等)。

- **應用實例：**

  本技術整合於齒輪專用檢測設備上，已成功導入本土公司，該廠商將此設備應用至電動車齒輪生產，降低50%檢測時間，提升每日產能 3 倍、降低每年品管成本約50%。

AI深度學習影像辨識



一般取像架構易產生反光

反光表面取像最適光源佈局

3D螺旋齒輪檢測模組

聯絡人 李韋辰 經理 TEL: +886-3-5916670 E-mail: jeecool@itri.org.tw

射出成型全檢與製程參數優化技術

傳統射出成型業通常依賴人員判定生產品質，易導致品質不穩定，整體生產效率下降；人員根據生產經驗調整參數，傳承培訓困難、生產參數無法最佳化等問題。將射出產品瑕疵包含短射與變形等，利用AI建立與製程參數關聯，達成智慧化品質控管。

技術優勢及特色

大數據AI深度學習分析與回饋

- 大數據蒐集產品設計參數、製程參數、品管檢測數據。
- 依AI深度學習分析模型輸出即時回饋製程狀況，並預測即將發生的問題。
- 無須人工檢測成品，估計可節省90%人力檢測成本。

關鍵特徵資訊可視化

- 可視化顯示介面，可顯示機台與模具內關鍵特徵資訊，如：模內壓力、壓力積分、壓力曲線斜率等。
- 可即時查看及管控，並可設定機台合格驗收標準，確保達成目標品質。

監測&模擬之品質預測

- 透過監測機器狀態，可分析及檢測成品的平面幾何特徵。
- 在實際生產前，透過模擬機台狀態及參數，便可預測工件品質，正確率高達96%(業界多為人工抽檢)。

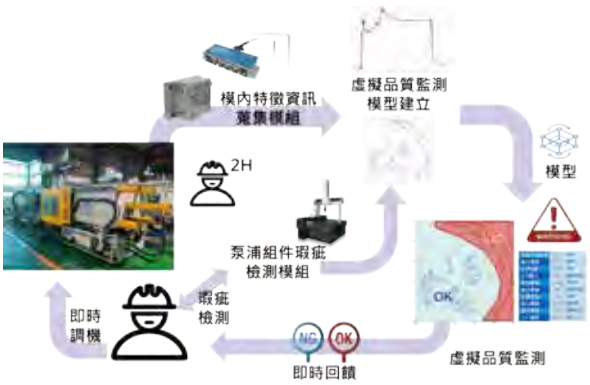
產業效益及商機

- **可應用產業：**

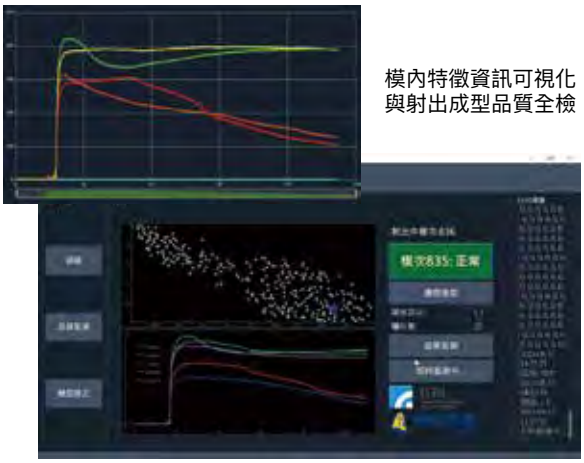
  電子零組件產業(塑膠外殼)、運輸工具(汽車保險桿、內裝飾板)等塑膠製品。

- **應用實例：**

  本軟體模組已應用至國內指標性泵浦製造大廠，協助泵浦塑膠殼體射出智慧化，並建立品質監測系統，該公司成功提高約12%良率(84%→96%)，每年減碳25.33噸。



製程參數分析與回饋系統



模內特徵資訊可視化
與射出成型品質全檢

聯絡人 李韋辰 經理 TEL: +886-3-5916670 E-mail: jeecool@itri.org.tw

導磁材料AI智慧檢測模組

鋼鐵製造後檢查表面裂痕與次表面內裂為關鍵製程品質指標，一般是透過螢光磁檢技術(MT)進行螢光顯影，螢光磁粉液表面殘留與流動分布不均易被誤判為工件瑕疵，人員誤判率>20%，且人眼與皮膚易受黑光(UV)照射產生病變，如白內障。螢光磁粉液在待測物表面殘留與分布不均，影像上難以定義，需靠AI才能判別。

技術優勢及特色

AI瑕疵檢測模組

- 透過AI深度顯著分割瑕疵檢測技術，可有效判別真/假瑕疵，正確率可達 ≥ 90% (人工檢出80%)。
- 降低人員依賴，增加設備競爭力。

螢光顯影與多軸同動取像系統

- 螢光顯影凸顯淺層內裂瑕疵特徵。
- 多組同動移動式取像模組，可於相同解析度條件下擴大取像範圍，原0.2 m取像範圍可提升至 12m。
- 較人工檢測時間縮短 55%。

瑕疵分佈可視化&即時回饋

- 以可視化介面呈現瑕疵分佈情形(含：瑕疵尺寸、位置...)。
- 依瑕疵分佈資訊回饋至研磨製程，即時進行後處理。

產業效益及商機

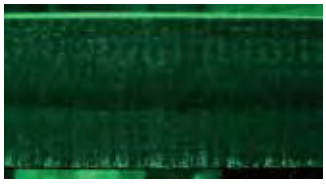
- **可應用產業：**

  金屬加工(鑄造、鍛造、鋼棒)、鋼鐵(鋼胚、H型鋼) 等產業。

- **應用實例：**

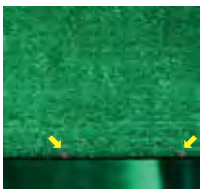
  本技術模組已導入國內領頭鋼鐵廠，建置全國第一條表面缺陷檢測及去除設備產線，成功縮短50%檢測時間，正確率也提升10%(從80%到90%)。

螢光磁檢顯影模組



螢光磁粉液殘留

原始影像



AI檢測結果

克服磁粉殘留誤判之螢光磁粉AI檢測

可視化瑕疵狀態即時回饋

聯絡人 李韋辰 經理 TEL: +886-3-5916670 E-mail: jeecool@itri.org.tw

複材不對稱3D編織系統

因應節能減碳需求，零組件要求維持結構強度下亦需減少重量。傳統的複材編織疊層工法需訂製開模，仰賴人工貼合成型，針對管狀結構、不規則結構，製作上相當不易，且材料使用率僅達60%–70%。本技術開發160股徑向複材編織設備，將外層纖維材料透過編織與軸向擴充機能，可緊密貼合在內核基材表面，透過雙手臂推進可快速進行各種複雜造型的立體零件製作，並同時提昇材料利用率。

技術優勢及特色

徑向複材編織

- 國內首台徑向複材編織設備，具160個環狀運動線軸。
- 纖維利用率較傳統設備提高至80%(傳統僅60%–70%)。

雙手臂推進架構

- 結合雙臂同步控制，穩定度高。
- 可應用於3M長度之細長工件製作。

軸向擴充機能

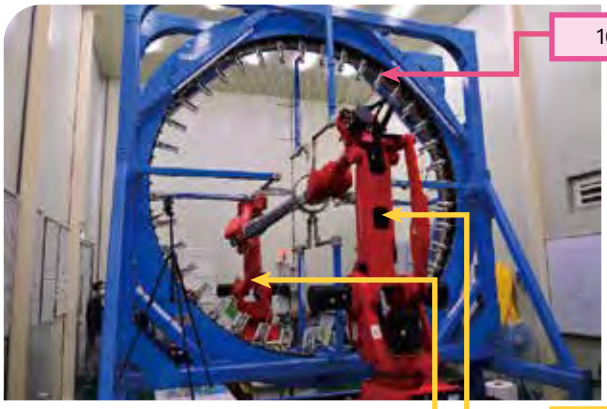
- 可擴充40股軸向線軸，有效提高產品抗拉與抗彎強度，從而擴展產品的應用範圍。

產業效益及商機

- **可應用產業：**

  航太產業、運具產業、綠能產業。

- **應用實例：**
  - 成立國內首創「複材零件驗證試產實驗室」，開發輕量化之複材零組件，引領台灣廠商打進國際複材零組件市場。
  - 在航太產業中，開發碳纖維發動機葉片編織技術，目前進行少量生產測試中。
  - 在國防產業中，則開發輕量化個人防護件，以提供國軍輕型但強度高之保護裝置。



徑向複材編織設備

不規則結構、細長複材編織成品

聯絡人 謝伯璜 經理 TEL: +886–3–5918076 E–mail: TabShieh@itri.org.tw

設備預兆診斷技術

傳統製造業多以週期性作業方式巡檢及保養設備，但經常在檢測空窗期遭遇異常甚至停機，可能需費時由專家或設備原廠介入分析問題所在，導致影響產能。此外，不合理的保養週期安排，也會導致成本增加。設備預兆診斷技術透過AI來學習專家分析手法，可將大量且複雜的感測資料轉換為精簡且直觀的設備狀態資訊，如同多了一位24小時的AI監控工程師，可精準預測機台狀態、診斷異常項目並即時給予回饋。

技術優勢及特色

可客製化之設備健康狀態監測

- 根據ISO振動標準(如：空壓機振動、機械振動等)，來掌握設備健康狀態。
- 可客製化專用健康指標，精準預估設備壽命。

設備健康趨勢預測&最佳維護排程

- 可預測設備健康衰退趨勢或設備餘命，預測誤差在10%以內(業界水準約達20%)。
- 提供最佳化維護排程建議，實績案例讓設備壽命提升至少50%。

旋轉機械自動故障診斷

- 可針對17項旋轉機械常見故障(如：軸承損傷、齒輪損傷等)，進行自動診斷。
- 判斷故障問題診斷正確率達85%以上。
  實績案例減少最多30%檢修作業時間。

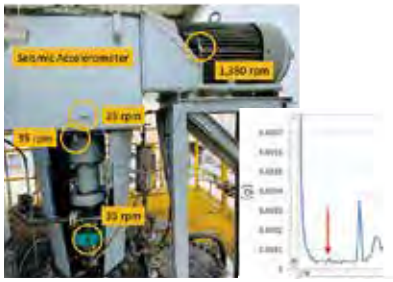
產業效益及商機

- **可應用產業：**

  電子產業、半導體產業、金屬產業、石化產業、自動化產業、資訊服務產業等，只要可透過振動訊號蒐集、AI分析的產業皆可適用。

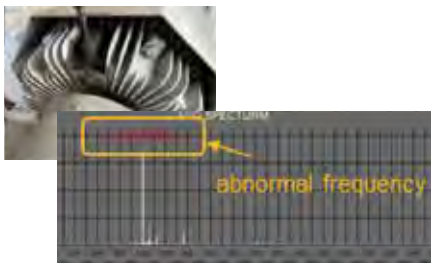
- **應用實例：**

  本技術已應用於500台以上機械設備，合作伙伴包含國內指標性半導體真空設備領導廠商，協助企業讓設備使用壽命提升50%；與國內龍頭大型機械加工廠合作鑽孔加工，讓刀具壽命提升10%；綠能產業部份與國營企業合作，提前1個月診斷出風力發電機齒輪箱異常等，有效發揮預測維護之效益。



不間斷、高訊號品質的狀態監測

有效掌握趨勢的狀態預測



快速且準確的故障診斷

聯絡人 吳鴻材 經理 TEL: +886-3-5918660 E-mail: HungTsaiWu@itri.org.tw

OPC UA建構通用模型技術

工業4.0採用OPC UA為統一的通訊架構，為促進台灣產業接軌國際，進行數據整合，將建置OPC UA伺服器從各種不同的裝置和系統中擷取數據，以統一格式提供給客戶端應用。但設備資訊模型建置工作繁雜，包括：需安裝相對應軟體、定義模型數據、設置安全權限等，讓企業徒增許多開發、編程、時間及人力成本。本技術讓用戶可依設備需求及環境選擇連網通訊方式，直接將 I/O 通道的數值交由雲端系統或現場端控制系統呈現、分析或決策。

技術優勢及特色

Flexi-Modeler 自動生成 輕鬆建模

- 支援20種以上產業標準，如：泵浦、EUROMAP等，並持續擴增中。
- 自動生成模型中的階層和相互關係(繼承關係模型建構)，編程更輕鬆快速。
- 減少使用者開發時間達80%以上。

具產業知識之建模人機介面

- 具產業知識之建模人機介面，無須具備軟體專業知識，使用者即可快速上手建置。
- 新推出3大工業自動化設定介面：自動參數調教(Method)、異常警報(Event)、資訊交換(PubSub)。

跨平台 低代碼中控模組

- 符合國際通訊協議(IEC 62541)，讓不同廠設備可依相互溝通。
- 使用者不需寫複雜程式碼，僅需定義配置，即可完成OPC UA server中控模組自動建置。
- 跨平台支援(Windows與Linux Ubuntu系列)。

產業效益及商機

- **可應用產業：**

  塑橡膠產業(如：射出機、熱澆道控制器等產品)、工具機產業、自動化產業(如：泵浦、馬達、感測器等關鍵零組件產品)。

- **應用實例：**

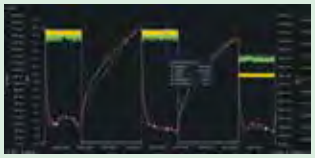
  本技術軟體已應用於國內知名射出機控制器、智能泵浦，幫助廠商快速建立符合國際規範的資訊模型，並建構OPC UA 伺服器，提升2倍生產報告效率、縮短開發工時達30%。

Flexi-Modeler 輕鬆建模

導入

跨平台、低代碼中控模組

應用



泵浦數據整合分析

泵浦場域驗證

聯絡人 仲維德 經理 TEL: +886-3-5915925 E-mail: weider@itri.org.tw

SECS/GEM 半導體通訊技術

電子設備控制器常用於廠房的數據採集、設備監控與生產控制工作。然而，控制器廠牌及型號眾多，所提供的通訊技術並未統一，改善整合不易，需耗費更多人力與時間成本解決此類問題。透過簡易設定和高度自動化的無縫整合，用戶可迅速將SECS/GEM標準導入設備，解決製程繁複、底層設備繁多及資訊整合不易等問題。

技術優勢及特色

國際通訊標準規範

- SECS/GEM通訊為國際半導體協會制訂規範，為半導體產業唯一選擇之設備通訊標準。
- 整廠設備以國際規範製程資料傳輸技術(SECS/GEM)進行溝通。

高效驅動核心完整串接整廠資訊

- 高效驅動核心架構，且產品範圍廣，設備到工廠都有相對應的應用技術。
- 改善整廠串接、提高自動化效率，減少人力成本。

一條龍式專業顧問服務

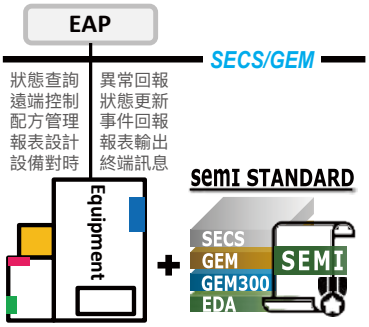
- 累積>20年產業輔導經驗，促成上萬件User與Maker技術合作的專業推手。
- 優於業界的一條龍式服務。可偕同訪廠、規格洽談、驗證。
- 通訊元件年銷售>800套，累積超過 20家終端用戶與 150家設備供應商。

產業效益及商機

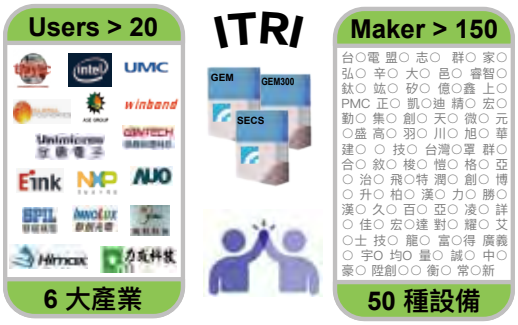
- **可應用產業：**

  半導體業(晶圓代工廠、封測廠)、PCB印刷電路版、面板廠、太陽能產業等。

- **應用實例：**
  - 協助國內第一大光罩盒製造公司導入廠區(採用SECS/GEM通訊標準)，同時協助該公司光罩清洗設備販賣至美國半導體產業大廠，創造額外產值超過3,000萬台幣。
  - 輔導國內晶粒挑檢設備製造大廠整合設備通訊系統，完成LED晶粒分類機具半導體高階通訊能力，成功銷售日本東芝公司與德國歐司朗公司，獲得客戶高度評價。



使設備具國際標準SECS/GEM通訊能力



完善通訊工具協助高效導入

全方位專業技術服務

聯絡人 蔡承佐 專案經理 TEL: +886-3-5918618 E-mail: C.T.Tsai@itri.org.tw

智慧機器人

快拆式關節機器人

對於少量多樣的自動化產線而言，通常需要使用多種不同型態的機械手臂。但目前市面上的機器手臂，出廠時就已固定型態，無法自行變換姿態，維修時也是整機送回，這不僅耗時費力，也可能導致產線停擺，耽誤交貨時程。

技術優勢及特色

模組化彈性設計

- 客戶可以快速更換故障關節，降低工廠產線停擺時間2日→0.2日。
- 可調整機械手臂自由度和臂長，無須再受限於機器人原本出廠型態。

快速組裝拆換

- 類似樂高積木設計，企業可依據成本、需求組建客製化的機器手臂。
- 5分鐘內完成組裝；10分鐘內可以完成設定。

高性能表現

- 本模組整合了智慧化元件(如：減速機/馬達/編碼器/驅動器)，可隨插即用，無須額外設定。
- 體積減少15%，兼具高紐力重量比，提升30%。

產業效益及商機

- **可應用產業：**

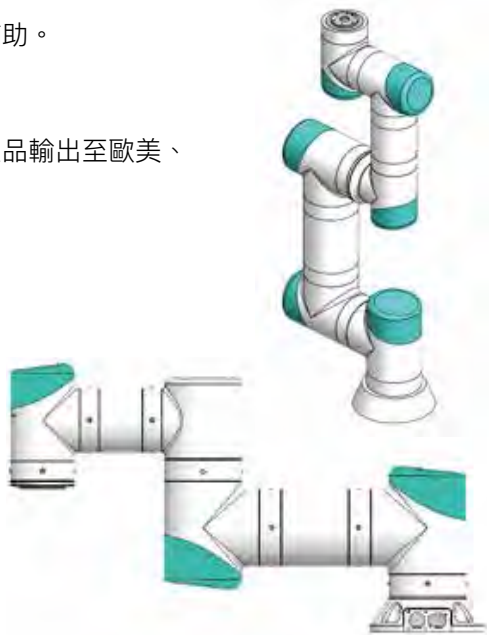
  輕加工業、半導體、醫療產業等，應用於零件組裝、物料檢測、手術輔助。

- **應用實例：**

  與國內第一大關節模組製造商共同生產製作，並透過與海外通路商將產品輸出至歐美、印度與東南亞市場供應協作型與DIY需求。

取放應用情境

快拆關節模組



任意組裝不同型態機器人

聯絡人 吳建佑 技術副組長 TEL: +886-3-5914354 E-mail: chienyuwu@itri.org.tw

自主移動機器人與智慧車隊管理系統

自主移動機器人(AMR)可自主進行貨物運送、環境清潔等多種任務，不需人工干預，大大提升工廠效率，同時解決產業面臨的缺工問題。但常規使用上，因各廠通訊系統不一致，使得AMR無法相互溝通，導致生產任務難以跨場域安排，且通常也無法與周邊設備(如：電梯/貨架等)串聯，使用與擴充上受到限制。

技術優勢及特色

跨域溝通無障礙

- 滿足自主移動機器人聯盟(AMRA)標準通訊規格。
- 已整合國內各廠牌AMR。
- 可整合不同移動載具，如：自動導引車(AGV)、無人搬運車(AMR)、空中走行式無人搬運車(OHT)等。

智慧交通雙模排程

- 具備智能交通管理與多路徑規劃演算法，能彈性編排任務。
- 可以雙模並用(同時運行直達車與繞行任務)。
- 具備智慧充電與停車管理，可以實現24/7不間斷搬運。

支援廠務通訊協定

- 工廠周邊設備(如：倉儲/電子貨架/電梯/自動門等)，可以相互溝通。
- 支援通用通訊協定(如：Modbus/AMQP/REST API/-SECS等，與企業相容性高。

產業效益及商機

- **可應用產業：**

  半導體產業、製造產業、醫療與服務業。

- **應用實例：**
  - 已應用於半導體封測廠矽品精密。透過智慧車隊管理系統，指揮調度多台自主移動機器人，在無塵室內進行晶圓傳輸盒(FOUP與Magazine)物料搬運，實現彈性調度。這項技術成功地協助企業減少人力15%、提升產能50%、產線稼動率達95%。
  - 已應用於螺絲模具廠三星科技。透過「智能任務編排」完成工站之間繞行與直送搬運雙模運作；「車隊管理系統」可與周邊自動門/電梯模組通訊，使AMR具備跨樓層與跨棟搬運之能力。導入後每場區協助節省3名人力。

ITRI AGV (磁/SLAM)

三星科技應用實例

聯絡人 蔡宗廷 經理 TEL: +886-3-5916704 E-mail: HenryTsai@itri.org.tw

RoboTwin: 虛實整合機器人控制單元

虛實整合在工廠產線應用還不是很普遍，主要問題在於缺乏足夠的資料庫，以及無可靠的驗證平台，這不僅能提高產品實際導入的失敗風險，並在生產線上需花費較長的時間成本。

技術優勢及特色

工廠超前部署

- 以2D靜態影像渲染出3D場景，免電腦輔助設計(CAD)模型。
- 可同時3台進行遠距沈浸式互動，克服跨廠區限制。
- 一週內提供模擬動態驗證，提高導入信心。

機器人加上智慧眼睛

- 透過AI視覺資料庫自動化工具，全自動生成資料庫。
- 3天內完成視覺辨識系統，一般約10天調機。
- 透過視覺可導引機器人上下料及進行加工作業。

虛實整合學習力強

- 生成式AI機器人(GAI)具學習能力及決策能力。
- 非工程人員也可輕鬆上手。
- 1天內訓練最佳化配置與路徑調節。

產業效益及商機

- **可應用產業：**

  製造產業(如：電機廠、鋼鐵產業、粉末冶金與金屬加工業)、其他上下料加工產業。

- **應用實例：**
  - 成功跨入歐盟 Horizon Europe 研究計畫，合作夥伴包括西班牙 (Fundacion TEKNIKER)、德國 (DFKI)、荷蘭 (Philips Consumer Lifestyle) 等。
  - 導入台灣前10大手工具廠，進行高難度組裝(棘輪板手)，解決高接觸性(High contact rich)議題，提高30%產能。

Horizon Europe研究計畫

國際電機大廠實例 — 虛擬戰情室 ／ 虛實串連 ／ 遠距維運 — 人機協作 ／ 自動化 ／ AI智能

高擬真雙向串連

產線AI資料庫

聯絡人 蔡承翰 經理 TEL: +886-3-5919325 E-mail: LanceTSAI@itri.org.tw

RobotSmith：機器人金屬加工技術

以往金屬零組件製造流程多仰賴大量人力及經驗，從研磨、品檢，到瑕疵判斷、補磨等，容易產生品質不穩定等的問題。工廠環境通常存在噪音、異味等不良因素，檢測過程也可能帶來職業傷害，綜結以上因素衍生出缺工問題。

技術優勢及特色

全國第一套虛實軟體

- 自創品牌「RobotSmith」。
- 可支援10家以上國際機器人品牌(如：ABB、KUKA、等)。
- 導入ChatGPT，讓產線以AI助理進行故障排除指引。

免編程高加工精度

- 免編程，透過自然語言可5秒內佈署產線製造流程。
- 自動產生加工程式，縮短95%作業時程。
- 支援多種感測器(溫度/壓力/位置等)，可即時掌握製程變異狀況，加工精度在0.1mm以內，優於業界精度0.5mm。

零時差呈現具預測能力

- 模擬與實際誤差在0.5mm內，零時差呈現。
- 可預測砂帶磨耗時間，正確度達到95%以上。
- 視覺瑕疵辨識率95%以上。

應用與功能規格

- **可導入應用：**

  金屬加工產業(目前已應用於水五金、廚具、精品刀具、自行車、人工關節醫材等拋光研磨)。

- **應用實例：**
  - 已成功導入於國內的衛浴龍頭大廠–和成衛浴(HCG)，將水龍頭研磨時間從6分鐘縮短至3分半鐘，效率提升41%。同時降低20%產品成本，創造超過5,000萬台幣的產業效益，成功協助台灣水五金產線升級，增強國際競爭力。
  - 全國首創Robotsmith研磨拋光機器人，已經與國內醫材大廠合作，可精準研磨硬度最高、曲面複雜、須客製化的鈦金屬人工關節，讓表面更細緻均勻，提高生物相容性，植入人體可延長使用至30年。

人工關節研磨

拋光研磨實際產線

自行車架研磨模擬畫面

SmithAI產線助理

ROBOTSMITH + ChatGPT

聯絡人 施志軒 經理 TEL: +886-3-5913656 E-mail: itriA20303@itri.org.tw

無人機

冗餘的飛行控制器技術

現今的無人機幾乎都是採用單一控制器的飛行控制硬體架構，飛行過程中若飛控電腦發生故障將直接影響飛航安全。本所已開發冗餘 (架構) 飛行控制器，以確保飛行任務的可靠度。

技術優勢及特色

冗餘控制即時切換

- 具備冗餘機制的並列式飛行控制器，可即時切換到備援模組。
- 內建三冗餘的感測系統，透過3組以上的感測數據比對運算回授給核心飛控，提高飛機姿態與位置狀態的系統可靠度。

高相容易開發

- 基於開放原始碼之硬體系統(Pixhawk)，進行資安優化，可相容常用的飛行控制器軟體(PX4及Ardupilot) 。
- 可支援機器人操作系統(ROS/ROS2)，進行智慧化酬載與整合應用開發。

裝配介面防水防塵

- All-in-one軍規級連接器，可於5分鐘內快速裝配，並有效防止線束脫落。
- 封閉式機殼設計，防水防塵等級達IP65以上。

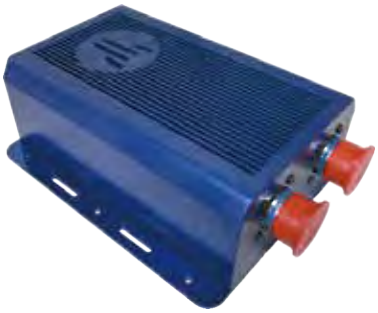
產業效益及商機

- **可應用產業：**

  無人載具產業(如：無人機、無人船、無人車)。

- **應用實例：**

  本技術飛控模組已整合至本所自製大型八軸無人機，該無人機可應用於清洗系統，如：礙子清洗、電塔清洗及大樓外牆清洗，目前於台灣場域驗證中。



冗餘飛行控制器

冗餘飛行控制器應用於礙子清洗

聯絡人 陳正大 產品經理 TEL: +886-3-5918694 E-mail: eden_chen@itri.org.tw

礙子清洗無人機

電力傳輸線路系統中，高壓電塔的絕緣礙子需要清潔維護，降低電弧或燒蝕的風險，確保供電系統穩定性。不論是透過人力攀爬或用直升機搭載水槍清洗都是高風險與高成本的作業方式，無人機的礙子清洗作業系統，可大幅降低人員暴露的風險，提供更具備競爭力的輸電網維運作業模式。

技術優勢及特色

整機開發

- 具備自主飛行的作業模式。
- 單趟酬載水量最高可達38公升。
- 前方自主避障功能。
- 電塔近迫點穩定懸停清洗作業模式。

水瞄子功能酬載

- 水壓20MPa，有效清洗距離3公尺。
- 雲台伺服控制水瞄子，滿足礙子串多段路徑清洗標準作業程序。
- 可遠端即時監控清洗情形。

追瞄控制

- 機上AI影像自動辨識礙子串類型與距離，自動運算水瞄子雲台控制修正量。
- 抗水霧干擾影像處理演算法。

產業效益及商機

- **可應用產業：**

  電力基礎設施維運、有高空清洗作業需求產業(如：礙子清洗、大樓清洗等)。

- **應用實例：**

  已取得高壓電塔場域第一階段試飛證，進行場域實際清洗驗證中。衍生應用在大型果樹的水平噴灑上，顯示大型樹冠叢的良好穿透性。

無人機礙子清洗作業

聯絡人 林正軒 經理 TEL: +886-3-5916691 E-mail: CH.Lin@itri.org.tw

無人機高效馬達與智慧電子變速器客製化技術

無論是軍用、商用無人機，馬達與電子變速器直接牽涉飛行的動態性能，需要依照整機的起飛重量及動力配置設計來專案開發，並與槳葉出力設定來匹配，才能優化整機的續航力與可控制性。本技術滿足國內缺乏的中大型無人機機種之高拉力電推槳模組，加速整機動力系統的開發並提升飛行的可靠度。

技術優勢及特色

自主高效能馬達

- 具備5kw以下系列品項開發實例以及試量產能量。
- 客製化設計，在地供應鏈。
- 殼體優化氣冷流道設計，滿足持續高輸出。

自主電子變速

- 優化的無感測控制技術，提升中高拉力輸出的效能。
- 可具備CAN/PWM雙重輸入命令的功能。
- 具備馬達運轉狀態的即時監測記錄功能。
- 優化殼體散熱設計，滿足持續高電流輸出。

安規認證

- 取得TAF與IP55 、IECQ等認證(防塵、防水、低溫、振動)。
- 可協助通過EMI/EMC認證。
- 可協助通過MIL–STD相關認證。

產業效益及商機

- **可應用產業：**

  無人載具相關應用，包括無人機、無人船及無人車等。

- **應用實例：**

  本技術之無人機馬達及電子變速器，適用於中大型多旋翼無人機。目前已依廠商需求調整規格，技轉國內2家廠商，其將建置生產線，成為無人機供應鏈。

聯絡人 林正軒 經理 TEL: +886–3–5916691 E–mail: CH.Lin@itri.org.tw

機械與機電系統研究所

MECHANICAL AND MECHATRONICS SYSTEMS RESEARCH LABORATORIES, MMSL.

運動控制核心系統

全數位運動控制平台

現今機器人、工具機以及半導體設備趨向多樣化，具有更複雜的機電整合系統，業者在運動控制提出包括：設備機台要求更多軸數、更高的精度控制、需多軸同步控制等需求。但高產值設備的機電系統開發，仰賴專業技術人員的經驗累積、配線複雜且需考慮獨立應用製程等個別設計差異，是國內業者需積極克服的課題。

技術優勢及特色

跨平台函式庫

- 提供多種運動控制函式資料庫，包括：直線/圓弧/圓/點對點運動。
- 支援通用網路通訊協議(EtherCAT)、輸入/輸出模組(I/O)。

多軸同動控制客製化服務

- 供128軸多軸控制(一般僅提供32軸)。
- 提供客製化運動軌跡規劃。

高速同步即時更新

- 即時性精密運動控制，周期更新最快250微秒/次(一般為1,000微秒/次)。

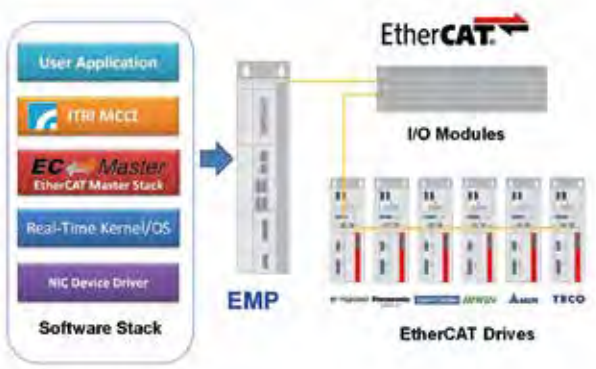
產業效益及商機

- **可應用產業：**

  機器人產業、工具機產業、半導體設備業。

- **應用實例：**

  協助全球最大EMS廠商–F公司，全面升級全數位多軸運動控制平台，成功開發各類型機器人，如拋光、打磨、取放、焊接、裝配、噴塗等，超過1,000套全數位運動控制平台導入24小時生產線，提升約20%產能利用率，並實現控制器國產自主化之目標。



全數位運動控制平台架構(EMP)

豐富的運動控制函式庫(MCCL)

聯絡人 李桂銘 經理 TEL: +886-3-5917942 E-mail: kmlee@itri.org.tw

低稀土馬達開發技術

高性能工業控制馬達與車用永磁馬達對國外稀土磁石依賴性高，尤其是重稀土(如：鏑、鈥)通常更是馬達耐溫與高磁能積的必要手段。「降低稀土磁石用量的馬達設計」已成為一項關鍵技術。

技術優勢及特色

先進材料

- 選用高飽和磁通(>1.8T)、高性能矽鋼材料(具低鐵損耗、自黏性和高強度等特點)，搭配複合磁石，降低10%以上的馬達鐵損，同時降低5%的磁石成本。

創新設計 提高效能

- 透過低稀土電磁及高電壓設計，拉高馬達轉速(每分鐘>20,000轉)，利用多層磁阻結構，提升5%的馬達輸出扭力，並確保轉子的機械強度與剛性。

強化散熱

- 使用外循環主動式散熱(如：定子內或定子外的液體冷卻流道設計)，以確保馬達在適宜工作溫度內，保持效率、安全、穩定性。
- 進行工作流體流場優化，降低工作流體循環功耗與降溫效果。

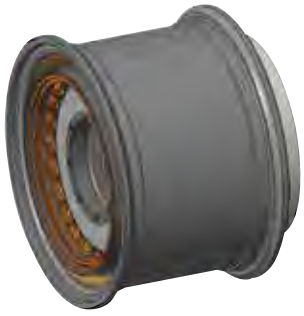
產業效益及商機

- **可應用產業：**

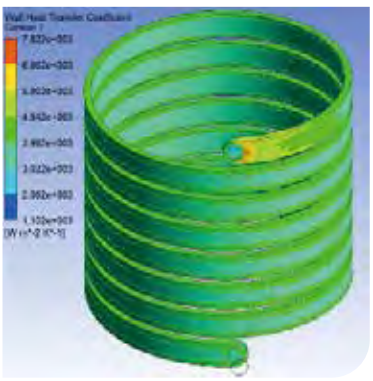
  移動載具設備產業、車用馬達製造產業。

- **應用實例：**

  本技術目前已與國內指標性電動車廠商合作，共同將低稀土馬達開發技術應用於智慧移動載具、電動車，攜手產業共同進軍國際電動車相關產業。



使用先進材料打造輕薄高效率馬達



水套流場優化散熱設計

聯絡人 張正敏 經理 TEL: +886-3-5918643 E-mail: cm_chang@itri.org.tw

位置資訊

- 58 Bldg. 自動駕駛與電動車
- 22 Bldg. 先進與綠能製程設備 / 智慧機器人
- 53 Bldg. 軌道系統
- 11 Bldg. 智慧工廠 / 運動控制核心系統 / 無人機系統

MMSL Youtube

MMSL Web

聯絡窗口

Add：310401新竹縣竹東鎮中興路四段195號
195, Sec. 4, Chung Hsing Rd,. Chutung, Hsinchu 310401, Taiwan
Tel：+886-3-5912727 王毓琪經理 (Sherry Wang, Manager)
Email：sherry_wang@itri.org.tw