

出國報告（出國類別：業務洽談）

赴德國漢諾威工具機展暨招商活動

服務機關：國家科學及技術委員會中部科學園區管理局

姓名職稱：施文芳 副局長

林承勳 科員

陳奕儒 聘用翻譯員

派赴國家：德國、比利時及荷蘭

出國期間：112.09.16-112.09.24

報告日期：112.12.12

摘要

中科管理局施文芳副局長於 112 年 9 月 16 至 24 日率領投資組同仁前往歐洲參加德國漢諾威國際工具機展(EMO Hannover)及招商宣傳，瞭解全球工具機產業最新科技脈動與未來發展趨勢，亦拜訪潛在投資廠商，積極推廣與行銷中科，期能吸引優質廠商來台投資設廠。

另為加速推動中科企業淨零轉型與科學園區永續發展，促進循環經濟產業鏈成形，此行也特別安排拜訪歐洲淨零科技與循環能源技術領導廠商—PYREG GmbH 及 TorrCoal Production Center BvBa。經由廠商詳盡介紹碳移除(CDR)核心技術原理、歐盟政策法規最新趨勢，並且實地走入廠區觀摩先進熱裂解相關製程設備，雙方進行深度交流，期望台廠能與歐盟淨零科技領導廠商建立緊密技術合作關係，為淨零永續科學園區開展新契機。

行程最後走訪荷蘭阿姆斯特丹北區 Buiksloterham 水岸再生地及 NDSM 碼頭創意園區，學習國外循環城市優良典範，以及如何從傳統碼頭造船工業區成功轉型為創意經濟文化聚落與文創產業孵化器之寶貴經驗，對於中科發展創新生態系園區頗具啟發意義。

目次

一、 行程概要	4
二、 漢諾威工具機展(EMO Hannover)	5
(一) 展會簡介	5
(二) 拜訪參展廠商	5
三、 參訪 DMG MORI (德馬吉森精機) Bielefeld 生產基地	19
(一) 公司簡介	19
(二) 交流重點摘錄	19
四、 拜訪自然碳匯負碳技術先進製程廠商 PYREG GmbH	21
(一) 公司簡介	21
(二) 交流重點摘錄	22
五、 拜訪永續循環能源核心技術廠商 TorrCoal Production Center BvBa	27
(一) 公司簡介	27
(二) 交流重點摘錄	27
六、 參訪 Buiksloterham 水岸再生地及 NDSM 碼頭創意園區	29
(一) Buiksloterham 水岸再生地簡介	29
(二) NDSM 碼頭創意園區簡介	30
(三) 參訪重點摘錄	31
七、 心得與建議	35

一、行程概要

日期	地點	行程規劃
9/16 (六)	桃園→阿姆斯特丹	啟程
9/17 (日)	荷蘭→德國	路程
9/18 (一)	德國-漢諾威	參加漢諾威工具機展及拜訪參展廠商
9/19 (二)	德國-漢諾威	參加漢諾威工具機展及拜訪參展廠商
9/20 (三)	德國-畢勒費爾德	參訪國際工具機大廠德馬吉森精機 DMG MORI
9/21 (四)	德國-德爾特	拜訪自然碳匯負碳技術先進製程廠商 PYREG GmbH
9/22 (五)	比利時- 迪爾森·斯托克姆	拜訪歐盟「Torero 永續循環能源計畫」核心技術廠商 TorrCoal Production Center BvBa
9/23 (六)	荷蘭-阿姆斯特丹	參訪 Buiksloterham 水岸再生地及 NDSM 碼頭創意園區 / 啟程返台
9/24 (日)	阿姆斯特丹→桃園	抵台

二、漢諾威工具機展(EMO Hannover)

(一) 展會簡介

1. 歐洲國際工具機展EMO與美國IMTS及日本JIMTOF並列世界三大工具機展，三大展覽皆每兩年一屆。今(2023)年EMO展於德國漢諾威舉辦，為疫後首度復辦，盛況空前，吸引全球42個國家逾1,960家廠商參展，台灣有多達144家廠商參展，排名第四。
2. 台灣工具機產業出口值於全球名列前茅，近年更朝向智慧製造發展，結合資通訊產業的優勢，爭取歐盟國家甚至全世界的商機自然具備強大優勢。EMO工具機展涵蓋全球市場90%以上的產品與系統，故台灣業者可藉由參與此展會充分展現優秀技術能力，帶動國際市場商機。
3. 本次展會聚焦於工具機產業的「智能化、永續化及價值鏈提升」，包含切割與成型機床、製造系統、精密工具、自動化材料處理、計算機技術、工業電子與配件等各項先進產品技術領域，中科廠商參展踴躍，如程泰機械、亞崴機電、崴立機電、和大工業、高鋒工業、友嘉實業、台灣麗偉、達佛羅、高明精機、豪力輝及台灣開天傳動等廠商均有參展。

(二) 拜訪參展廠商：

1. 友嘉集團(Fair Friend Group, FFG)

(1) 簡介：

- A. 創立於1979年，涵蓋工具機、產業設備及綠能等3個事業群，並以工具機事業群為主體，佔集團整體營收60%以上。目前友嘉集團於全球總共有94家公司，包含52個品牌、79個營運生產基地。
- B. 工具機事業部(友嘉實業)成立於1985年，為集團工具機之發源母廠，初期以生產傳統的帶鋸床及磨床為主，因洞察未來工具機產業將朝向高度自動化、無人化趨勢發展，遂於同年投入先進的CNC系列產品開發工作，以自

創的FEELER品牌行銷海內外，主要產品為數值控制車床、立式綜合加工中心機、臥式綜合加工中心機及五軸立式加工機等。

(2) 交流重點：

- A. 友嘉集團為全球第三大工具機製造集團，僅次於日德合資的德馬吉森(DMG MORI)及日本山崎(MAZAK)，旗下「台灣麗偉電腦機械股份有限公司」及「友嘉實業股份有限公司中科分公司」已進駐中科后里園區營運。
- B. 集團總裁朱志洋百忙中撥冗接待中科訪團，分享該集團全球布局及事業版圖拓展概況，放眼全球工具機產業景氣逐漸復甦好轉，本次把握疫後新商機，以「創新製造(Innovative Manufacturing)」為主題，帶來豐富齊全的產品線，也展示各項產品於不同領域的實際應用，提供機械工程、數位化和電動交通工具等多元創新解決方案，致力打造環保高效的製造業生態。
- C. 施副局長表示，中科精密機械聚落從上游零組件、中游組裝測試到下游應用端均相當完整，期待友嘉集團及上、下游供應鏈廠商，如有廠房或土地需求，皆可向科管局洽詢入區投資事宜。



友嘉集團朱志洋總裁(右 2)與黃威翌董事長(左 2)親自接待中科訪團

2. 羅德斯(RÖDERS TEC)

(1) 簡介：

- A. 羅德斯(Röders)德國總部位於漢堡(Hamburg)及漢諾威(Hannover)之間一個名叫索爾陶(Soltau)的城鎮，創始於1789年，以製造錫銅合金器皿起家。1980年代前後將CAD/CAM導入模具的設計與製造，開始自行開發高速加工機，以對應模具生產需要，並於1990年代中期成立第三事業部—高速銑床製造廠。
- B. 30多年來，羅德斯致力於開發用於銑削和磨削的高速切削技術，其高速加工機除了速度快之外，工件光潔度及精度都是世界頂尖水準，屢獲國際高速加工大賽冠軍。透過持續不斷的研發與創新，該公司奠定了在高速加工領域的領導地位。

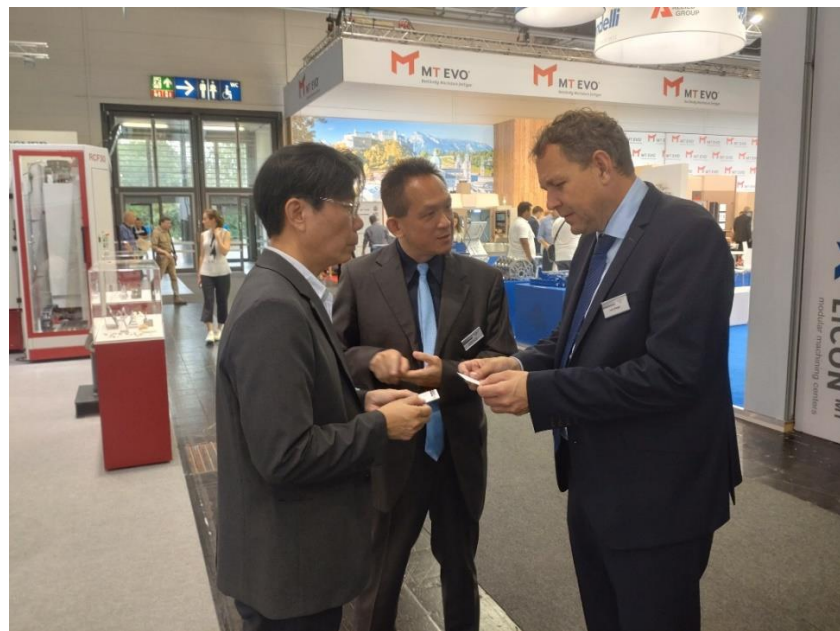
(2) 交流重點：

- A. 德國羅德斯為全球高速加工機的翹楚，今(2023)年2月甫於台灣成立羅德斯台灣有限公司。該公司林昇平總經理及南區業務代表魏福助於展會現場接待中科訪團，就現場展示機台詳細解說公司產品具高速、精確等關鍵技術優勢，亦介紹德國羅德斯公司產品銷售經理Lars Rogge讓中科訪團認識。
- B. 該公司產品之典型應用範圍甚廣，包含注塑成型、壓鑄、鍛造等模具生產、高精度零件生產(如精密齒輪)、玻璃和陶瓷加工等醫療應用、硬質合金加工、高精度磨削加工無斷面刀具、光學元件、航空零件(如Blings、渦輪葉片、渦輪泵)及鑄幣技術等領域。
- C. 雙方交流熱絡，施副局長也向該公司積極宣傳中科產業聚落與投資環境特色。台灣中部地區向為精密機械產業重鎮，中科園區已引進80餘家精密機械廠商，產業聚落相當完整，更匯集產、官、學、研能量，具備高級技術研發、發展超精密加工設備及奈米機械等高階工具機之優勢條件，未來該公

司如有布設產線或成立研發中心之需求，可優先考慮於中科園區投資設廠。



施副局長向林昇平總經理(右 2)及魏福助業務代表(右 3)介紹中科投資環境及產業特色



與德國羅德斯產品銷售經理 Lars Rogge 交流

3. 達佛羅(Buffalo Machinery)

(1) 簡介：

- A. 成立於1979年，是台灣工具機產業機電整合應用技術的先驅，其自行研發設計並取得美國及臺灣專利的「智慧型加工技術」(SMT-Smart Machining

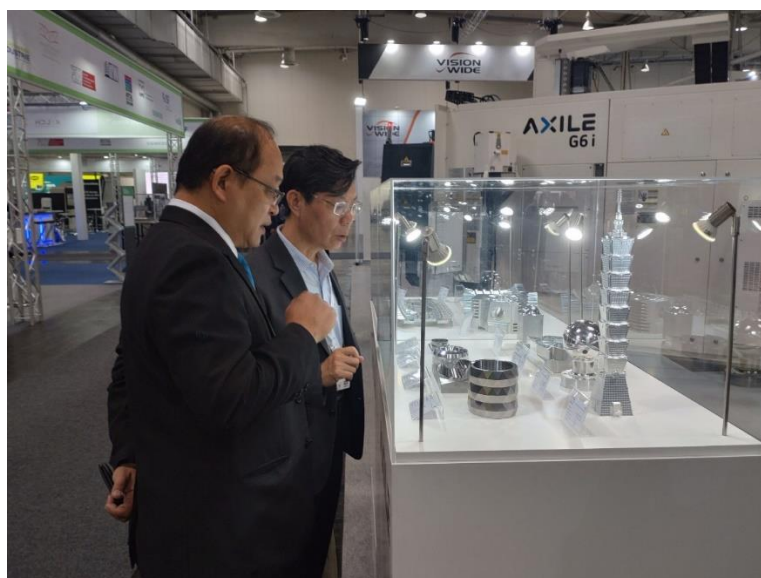
Technology)，使用監測和補償技術提高產品精度和生產率。同時為因應工業4.0所開發的「可靠度工程技術」(AXILE Reliability Technology, ART)，強化機械可靠度與即時監控機械狀態，確保機器24小時運作達到能源控管及高生產率。

B. 達佛羅的銷售市場分布於全球五大洲，主要市場為歐洲和北美，目前正擴大在俄羅斯、南美洲和亞洲的銷售。為提供更優質的服務予主要市場的客戶，於2015年成立歐洲發貨倉庫及服務中心(MICROCUT Europe)，達到縮短交貨時間及在地化服務的目標。

(2) 交流重點：

A. 達佛羅公司已獲准進駐中科投資設廠，並已向科管局承租台中園區最後一塊寶地(約3,000多坪)建廠中，新廠預計113年底完工，產品線除包含五軸加工機、臥式搪床、立式加工機、精密磨床、龍門加工機等市場最熱門工具機，滿足客製化訂單需求，亦可作為持續發展高階智能五軸同動加工機的強力後盾，爭取全球供應鏈核心地位。

B. 張忠益工程師就AXILE工具機之高精度工藝解說詳盡，訪團瞭解公司核心技術的同時，也關心於中科建廠之進度，及是否仍有需科管局協助之處。



達佛羅公司張忠益工程師向施副局長解說加工成品之高精密度

4. 程泰集團(GOODWAY、AWEA)

(1) 簡介：

- A. 程泰機械成立於1975年，為台灣最具規模的CNC車床製造商之一，營運中心遍佈台中工業區、中部科學園區、嘉義大埔美、美國及中國蘇州吳江等，行銷網絡涵蓋45個國家及地區，並擁有52個專業代理商。始終專注於CNC車床的研發與生產，產品線涵蓋多軸、立式、臥式、走心式等各式車銑複合機。近年來，隨著高精密外圓磨床加入產品陣容，全方位的車、銑、磨加工對策，讓航太、汽車、能源、電子、通訊等各個專業製造領域，都能見到程泰工具機協助產製的蹤跡。
- B. 亞崴機電成立於1986年，產品線涵蓋五軸、五面、立式、臥式等各式加工機，尤其大型龍門機更廣受國際市場肯定，享有「龍門世家」美譽。始終堅持「創新研發、追求卓越」的經營理念，在美國、德國、義大利、土耳其、西班牙、韓國與中國大陸皆享有卓越品牌知名度。近年來更積極思考如何善盡企業社會責任(CSR)，期盼致力於營收成長之外，亦能為環保、節能、教育與社會公益等層面貢獻己力。

(2) 交流重點：

- A. 董事長楊德華指出，受全球疫情及不景氣影響，今年展出攤位規模較上屆約減少一半，不過開展第一天來客優於預期，加上代理商紛紛開始補進庫存，集團有信心本屆展會可爭取亮眼的訂單。
- B. 中科台中園區為程泰集團重要營運據點，具備完整的工具機產業聚落。疫情後的新世界，面對航太、新能源、電動車、軍工、5G通訊、智慧製造、雲端醫療等產業的革新趨勢，程泰並不缺席，將持續進化車銑複合機等產品陣容，全力推升產品性能(品質、精度、效率等)，並積極投入產學合作與研發，培育產業所需人才。



施副局長與程泰集團楊德華董事長於公司展位前合影

5. 奧奔麥(OPEN MIND Technologies)

(1) 簡介：

- A. 總部位於德國，是全球領先的CAD/CAM解決方案開發商之一。開發hyperMILL®模組化軟體，提供工具機及後處理器更為優化且彈性的自動化控制編程，有效縮短加工時間及提高穩定性，以達到最高的流程可靠性、成本效益和品質。
- B. 適用於2.5D、3D和5軸銑削及車銑切削，以及高速切削(HSC)和高效能切削(HPC)等加工操作，並可將所有功能整合在單一介面。對於銑削葉輪、葉盤、渦輪葉片、彎管和輪胎模具的特殊應用，使hyperMILL®符合模具與零配件製造、汽車、航太、賽車運動、醫療工程和渦輪加工產業的需求，有效提升客戶產品競爭力。

(2) 交流重點：

- A. 總裁Volker Nesenhöner表示，目前全球面臨缺工問題，因此CAM軟體必須更聰明、更簡單，讓初階程度的使用者也可以更好上手。此外，高效能的

解決方案也是市場關注的重點之一，讓CAM軟體連結至機器設備的NC碼可以更快產出，縮短投資回報時間。

- B. 台灣奧奔麥總經理陳明均指出，台灣奧奔麥是台灣CAM市場中唯一由德國公司直接持有，因此可更迅速的接收國外加工應用的最新技術，若客戶遇到加工上的問題，也能透過全球各分公司即時溝通處理，這種全球性的解決方案也是客戶肯定奧奔麥的優良服務之一。目前台灣加工市場正往智慧製造、自動化的方向發展，而台灣奧奔麥將持續致力為客戶帶來更先進、更有效率的解決方案，以滿足市場需求。
- C. 中科訪團輔以自製文宣，積極向OPEN MIND公司招商。中科精密機械聚落及上下游產業供應鏈完整，且具備豐富的產學合作資源，OPEN MIND公司以開發及提供工具機產業所需之CAD/CAM模組化軟體服務為主，適合於中科進行高階軟體研發，未來若有廠辦空間需求，歡迎隨時向科管局洽詢進駐事宜。



與OPEN MIND總裁Volker Nesenhöner(右2)及陳明均總經理(中)交流

6. 開天傳動(KTR)

(1) 簡介：

- A. 德國聯軸器專家KTR Systems GmbH成立於1959年，總部位於德國Rheine，主要生產精密聯軸器、扭力限制器、扭力測試儀、煞車系統及液壓元件等工業傳動產品，全球布局24家公司，客戶群包含工具機、車輛、半導體、石化工業、鋼鐵廠等各大領導廠家。台灣子公司成立於2008年，並於2017年成為KTR全球生產據點之一，同時加入「Made by KTR」計畫，由總公司授權將德國技術結合台灣的製造精度，大幅提升亞洲市場的產品競爭力。
- B. 初期著重生產ROTEX GS系列，後續將增加同為無背隙系列的高扭力鋼片式聯軸器，藉此強化台灣機械零組件的出口競爭優勢，為客戶創造全方位的服務方案。為服務國內客戶技術需求，更於2018年建置「TAF傳動元件扭力實驗室」，並通過台灣ISO 9001認證，提升品質與技術能力，強化產品公信力。

(2) 交流重點：

- A. KTR產品應用於九大產業領域，包括工具機、風力發電、工程機械與農業機械、泵浦與空壓機、物料移送機械、液壓、傳動技術、船舶與海事工程、發電機等，具有正反轉時無背隙產生且能吸收振動的優點，尤其對於高動態的伺服傳動應用，其無背隙、吸收振動和具有足夠的剛性等優點，可充分符合上述目標產業之需求。
- B. 台灣開天傳動科技有限公司已於2022年獲准進駐中科投資，目前申請台中園區標準廠房候配中。中科訪團除關心該公司營運概況及進駐需求，替該公司展會期間產品拓銷業務加油打氣，也提及中科二林園區未來擬規劃發展風電維運產業專區，與該公司產品應用領域有所契合，因此未來公司亦可考慮進駐二林園區投資設廠，就近服務潛在客戶。



與台灣開天傳動周淑惠業務副理(左3)及林宜瑩應用工程師(右2)等合影

7. 易格斯(igus)

(1) 簡介：

- A. 總部位於德國科隆，全球多達31家子公司、50家經銷商及4,600名員工，年銷售額約11.15億歐元。
- B. igus是一家高性能工程塑膠產品製造商，自1964年以來持續致力於研發和生產適用於動態應用的免潤滑運動塑膠零件，旗下包括拖鏈、電纜、滑動軸承、螺桿技術、機器人和智慧感測器等產品，目的在幫助客戶精進技術並降低成本。由於該公司大部分產品為塑膠射出製造，公司名稱igus由此而來(德文Industriespritzguss，即工業射出成型)。

(2) 交流重點：

- A. 台灣易格斯有限公司刻與中科管理局洽談投資事宜，未來有機會將亞洲營運總部及研發中心遷入中科園區，進行電子暨半導體生產及檢測設備、精密機械、自行車、汽機車、運動器材、食品、製藥、包裝設備等產業客製化應用解決方案之研究開發。

B. 中科中興園區位於南投中興新村南核心區，環境優美宜人。中興新村素有「花園城市」美譽，加以國發會進行整體活化工作、中興大學設立南投分部(南核心大學城)等利多，極富創新文化及學術資源，適合新興科技產業從事高級技術研發。期待未來igus能進駐中興園區，導入運動工程塑膠、智慧機器人系統、智慧製造應用技術等研發中心及實驗室，提升中興園區研發量能；至於耐磨運動工程塑膠機械、電氣零組件組裝、再生塑料與環保自行車等產品之量產，則可優先考慮於二林園區投資設廠。



施副局長體驗VR頭盔及結合環保自行車等虛擬實境感測裝置



台灣易格斯工具機事業部資深產品經理王昱勳(右1)向中科訪團說明展出內容

8. 台灣工具機暨零組件工業同業公會(TMBA)

(1) 簡介：

- A. 台灣工具機產業的發展始於1950年代二次世界大戰後的復原期。工具機大廠大都設廠於台中，協力體系則遍布中部四縣市，完整產業鏈在中台灣隨著產業發展逐步成形，成為世界獨一無二的工具機產業聚落。進入二十一世紀，台灣工具機製造邁入高速化之中高階工具機，晉升全球前5大出口國及前7大生產國。
- B. 2007年，時任中華民國精密機械發展協會理事長楊德華董事長為了凝聚產業的力量，以提升整體產業競爭力，號召籌備成立專屬於工具機產業的公會。在籌備會成員的大力奔走下，結合全國數百家廠商力量的「台灣工具機暨零組件工業同業公會」(Taiwan Machine Tool & Accessory Builders' Association)得以在2007年10月正式在台中成立。
- C. TMBA的成立象徵了國內工具機暨零組件產業的團結一致。公會扮演政府與民間的溝通者，希望能透過公會將各種資源做最充分的整合與發揮，讓產業立足台灣，接軌全球，整體產業共同邁向另一個新紀元。

(2) 交流重點：

- A. 公會表示，因應全球淨零減碳趨勢，各國工具機暨零組件廠商所展示的產品、技術聚焦於數位轉型(DX)、綠色轉型(GX)等新興應用。本屆展會受全球景氣復甦緩慢影響，雖略有縮減展出規模，但台灣仍有多達144家廠商參展，其中包含永進機械、東台精機、慶鴻機電、百德機械、台中精機、程泰機械、亞崴機電、友嘉實業、台灣引興、高鋒工業、榮田精機、亞太菁英、上銀科技、達佛羅、哈伯精密、東培工業、台灣麗偉、鍵和機械、大立機器等公會會員廠商，各廠精銳盡出，力求爭取疫後新商機。

- B. 中科訪團向在場公會幹部宣傳中科投資環境及產業聚落特色，期望深化彼此合作關係，公私協力帶動中部地區工具機及精密機械產業升級轉型及永續發展。



向工具機公會幹部宣傳中科投資環境

9. 福森綠能(AIR-O-FILTER，AOF)

(1) 簡介：

- A. 創立於2015年，為空氣清淨機油霧回收空氣淨化機的製造、裝配及測試商，擁有經驗豐富的技術團隊及設計人員，秉持「愛護地球、節能減碳、綠色環境」的經營理念，追求企業永續經營成長。
- B. AOF運用先進的空氣淨化技術，成功研發出高性能油霧回收空氣淨化機，可過濾油霧、霾、氣膠、煙等。過濾設計取自歐洲標準，並擁有多項創新設計(如錐形過濾器設計專利等)，具有大風量、低阻抗、耐溫、耐酸鹼等特色，提供最佳油霧過濾及回收效果，過濾效率高達99.97%~99.99%。AOF油霧回收空氣淨化機特別適用於工具機工廠，可有效去除濕式金屬加工產生之油霧。

(2) 交流重點：

- A. 福森綠能王慶隆董事長表示，機械零件加工產生的廢氣、油煙霧、粉塵等，對環境、工安、人體造成相當大的危害。隨著環保意識抬頭，加裝油霧回收空氣淨化機能有效且快速的吸收油霧，經過濾回收再利用，創造清潔、安全、友善工作環境，提升工作效率並節約能源，降低生產成本，不僅安裝方便，亦能符合環保單位檢驗標準。
- B. 王董事長也介紹其歐洲市場代理經銷商-荷蘭商Dormatec Environment Systems之銷售總監Manuel Schippers予中科訪團認識，雙方就工廠環境安全議題討論熱烈。如未來該公司有廠辦空間需求，可向科管局洽詢入區申請事宜。



施副局長與王慶隆董事長(中)及Dormatec Environment Systems銷售總監 Manuel Schippers(左1)互動熱絡

三、參訪 DMG MORI (德馬吉森精機) Bielefeld 生產基地

(一)公司簡介

1. 由日本「株式會社森精機製作所MORI SEIKI CO., LTD.」和德國「DMG股份公司」合資而成的日商企業，總部位於日本名古屋，是全球領先的工具機製造商，擁有廣泛的研發、製造和銷售網絡，為全球客戶提供高品質的工具機解決方案。
2. 產品技術優勢：提供綜合的自動化解決方案，包括自動化加工單元、智能工廠系統和數字化製造解決方案，有效提升生產效率、降低成本並提升產品品質。DMG MORI工具機具有卓越的加工精度和穩定性，採用先進的機械結構設計和控制技術，確保產品的高精度加工能力，以其技術創新、綜合解決方案、高精度加工、數字化製造和全球服務網絡等多面向的優勢，為客戶提供高品質的工具機及自動化解決方案，滿足不斷變化的市場需求。

(二)交流重點摘錄

1. DMG MORI在全球有16個生產工廠，113個銷售和服務據點，超過12,000名員工，業務範圍遍及88個國家，為超過100,000個客戶提供立式、臥式、三軸、四軸、五軸、車銑複合、超音波/雷射、積層製造等加工中心工具機及自動化解決方案服務，可應用於模具、汽車、船舶、航太、醫療、半導體等57種產業類別領域，並已建立良好的信譽和口碑。
2. 本次透過德馬吉森精機股份有限公司協助安排，與台灣工具機暨零組件工業同業公會海外考察團共同參訪DMG MORI位於德國畢勒費爾德(Bielefeld)的生產基地。此基地包含DMG MORI AG、GILDEMEISTER Drehmaschinen GmbH 及 DMG MORI Additive GmbH，另有人才培訓機構DMG MORI Academy等，廠區占地約18公頃，員工數約1,000人，裝配約1,000台機床。
3. 德馬吉森精機股份有限公司產品經理徐慶文於現場接待工具機公會及中科訪團，與德國同事共同簡報介紹DMG MORI公司發展史、核心技術優勢及產品

應用領域等，並帶領訪團實際走入廠區，進行生產線參觀導覽，就通用車削之CTX系列、車/銑複合加工之CLX TC系列與CTX TC系列、臥式生產型車削之CTX 4A系列及積層製造(Additive Manufacturing，即3D列印)之LASERTEC SLM粉床系列等詳盡解說其製程及核心技術。

4. 台灣中部地區為工具機產業重鎮，中科歷經20年發展，已具備成熟的精密機械產業聚落及供應鏈體系。本次參訪有助進一步瞭解高階工具機及自動化生產之先端科技，並藉此向在場DMG MORI公司幹部及同行的公會考察團成員行銷中科，提升中科國際能見度及促進潛在投資。



中科訪團與工具機公會考察團共同聆聽DMG MORI公司簡報



中科訪團於DMG MORI產品展示大廳合影

四、拜訪自然碳匯負碳技術先進製程廠商 PYREG GmbH

(一)公司簡介

1. PYREG GmbH是領先業界的有機碳化熱解設備製造商，將有機廢棄物(生物質、污水污泥等)轉化為與二氧化碳結合的生物炭(Biochar)，同時產生再生能源。PYREG成立於2009年，是從TH Bingen應用科學大學衍生出來的公司，也是二氧化碳去除(CDR)領域的先驅。PYREG在全球投入營運的50多家生物炭工廠，每年總計封存了約30,000噸二氧化碳，並產出約8,800噸生物炭及75 GWh電能。
2. PYREG將殘餘材料碳化成無污染、高孔隙率的生物炭。與腐爛或焚燒不同，該過程不會以二氧化碳的形式釋放殘餘材料中所含的碳，而是將其穩定地結合在生物炭中，從而去除大氣中的二氧化碳，這使得生物炭的生產成為氣候保護急需的負排放技術(NET)之一。長遠來看，當這種生物炭永久地融入所謂的碳匯(Carbon Sink，如土壤、建築材料、瀝青)時，二氧化碳的永續儲存是成功的。
3. 生物炭品質及應用領域取決於輸入材料。高品質生物炭具有多種特性與功效，它就像海綿一樣，可以保留水分和營養；而低品質生物炭則可作為生產過程中的填充材料或瀝青混凝土中的建築材料添加劑。無論何種方式，剩餘物都可以持續再次被利用，形成封閉循環，展現真正的循環經濟。
因此，生物炭可廣泛應用於：
 - (1) 天然土壤改良劑 (促進養分和水分含量以及腐植質的累積)
 - (2) 天然飼料添加劑 (以飼料碳的形式改善動物健康)
 - (3) 沼氣製程中的添加劑 (提高氣體產量)
 - (4) 天然穩定的墊料 (改善及穩定氣候並降低材料成本)
 - (5) 天然堆肥添加劑 (保存養分並減少溫室氣體)
 - (6) 生產過程中的充填材料添加劑

(7) 建築材料添加劑 (例如瀝青及混凝土)

4. 綜上，PYREG為全球提供以下解決方案：

(1) 污水污泥回收及資源化

(2) 剩餘資材物料之回收再利用，促進二氧化碳平衡

(3) 工業污泥處置

(4) 促進高品質土壤之生產

(5) 城市樹木的永續栽植

(6) 綠色能源的生產，形成地區供熱網絡

5. 另外，將二氧化碳封存於生物炭中可進行碳權認證和交易。PYREG工廠每噸生物炭可封存多達3噸二氧化碳，如果將這種生物炭作為土壤改良劑或填料放入永久性碳匯中，回收商將可獲得碳抵消信用(即碳權)，並可在公開市場上進行交易，及實現企業社會責任(CSR)目標。

(二)交流重點摘錄

1. 為依循台灣2050淨零排放路徑及策略，加速推動中科企業淨零轉型與園區永續發展，本次安排拜訪自然碳匯負碳技術合作廠商PYREG德國總部，進行深度交流與參訪。
2. 中科訪團除聽取廠商詳盡簡報，充分瞭解碳移除(CDR)相關技術原理及認識歐盟碳中和、淨零排放等政策法規趨勢，並實地走入廠區觀摩先進熱解設備之組裝、運轉及生物炭循環能源製程，汲取寶貴新知，有利複製國外成功經驗，協助中科企業淨零發展，依循我國政府擬定之減碳目標與路徑，朝向2050淨零碳排願景邁進。
3. PYREG工廠通過了EBC(歐洲生物炭證書)認證，這是歐洲一項自發性產業標準，旨在實現並確保持續性的、保護氣候的生物炭生產，並作為歐盟飼料、肥料等環境立法之依據，是提供認證生物炭碳匯潛力方法的一套系統。

4. PYREG碳化系統具高度成熟技術，採用模組化設計，能夠在短時間內進行交付和安裝，系統可獨立單元安裝，亦可多單元組合安裝，具可擴充性。模組化設計便於在廢物流源頭就近建立PYREG系統，將產生有機殘留物的生產場域轉變為創造價值的淨零場域，且無需運輸成本，大幅減少碳足跡。
5. 作為生物炭先驅，PYREG以其專利技術，10多年來為去碳化和循環永續建立了標準。PYREG生產PX系列熱解碳化設備，其技術優勢如下：
 - (1)多材料適用性：PYREG製程適用於多種碳質原料，例如消化物、糞肥、乾糞肥、穀物廢棄物、清理物、穀殼、青貯飼料廢棄物、屠宰場廢棄物、乾草、稻草、木片、SRC木材、綠色廢棄物、果核、堅果殼、堆肥篩分、果渣、廢渣橡膠、廢輪胎、磨損部件、織物/棉花、紙張、紙板、油漆殘留物等等。
 - (2)碳化可控性：PYREG製程能精確地控制碳化參數，因此，可以生產不同品質等級的碳產品，確保磷等原料可以溫和回收。同時，有機污染物(例如溶劑和微塑膠)幾乎完全被消除，礦物污染物在燃燒室中高達1,000°C的溫度下被過濾掉，符合高效率、氣候友善且無有害副產品產生。
 - (3)連續且安全的製程：
 - A. 最先進的自動化與控制技術
 - B. 面向未來的數據採集與處理
 - C. 由於特殊的製程氣體過濾器，廢氣中的細小粉塵消除率>99%
 - D. 符合歐盟排放限制
 - (4)熱量輸送系統的可變性
 - A. 熱提取的最大變化：熱水、蒸氣、導熱油
 - B. 每年高達4.8GWh的可用再生熱能
6. PYREG PX系統建立了品質和技術的國際標準，並且獲得美國環保署(EPA)的認可。從PX 500、PX 1500到PX 6000，PYREG持續開發高性能、高規格的機型，以滿足與日俱增的生物質及污水污泥回收需求。

7. PYREG實現了聯合國永續發展目標中的8項卓越目標：

目標2：Zero Hunger(消除飢餓)。生物炭可提升土壤特性和肥力，有助於永續農業。

目標6：Clean Water and Sanitation(水資源衛生)。由於接觸面積廣大，生物炭具有極好的在土壤中儲存養分和水分及淨化水源的能力。

目標7：Affordable and Clean Energy(可負擔的乾淨能源)。PYREG碳化產生再生能源，可在現場使用或饋入當地供熱網絡。

目標9：Industry, Innovation and Infrastructure(產業、創新、基礎設施)。透過將有機廢棄物轉化為寶貴資源，形成封閉碳循環，為產業「綠色轉型」開闢途徑。

目標11：Sustainable Cities and Communities(永續城市與社區)。生物炭可以從城市的有機廢棄物中提取，並作為遭受氣候變遷衝擊城市綠地空間的水庫。

目標12：Responsible Consumption and Production(永續消費與生產模式)。透過永續的方式回收含碳廢棄物，形成封閉碳循環，降低二氧化碳足跡，同時產生再生能源。

目標13：Climate Action(採取緊急行動對應氣候變遷及其衝擊)。生物炭被列入IPCC特別報告，作為一種有前景的負排放技術(NET)，可緩解氣候變遷。

目標15：Life on Land(保育和永續利用陸域生態系統，維持生物多樣性)。由於其每公克200-500平方米的巨大表面積和高孔隙率，生物炭可以保留溶解在其中的水分和養分，從而對抗沙漠化和避免生物多樣性喪失。

8. 因應國際間相關淨零碳排推動措施，中科也積極配合國家政策推動相關減碳路徑整合作業，多管齊下致力發展循環、數位化、對的經濟，例如於台

中園區環二用地推動首座資源循環零廢中心，提升區內循環再利用量能，協助園區事業淨零轉型，鼓勵園區事業導入綠色製程、使用綠色能源及落實資源再生循環利用，進而實踐SBTi、RE100等國際倡議，並逐步邁向精緻多元、優生活、節能永續的科學園區。

9. 本國企業光泰環能公司與PYREG技術合作，規劃將歐盟先進負碳製程技術引進台灣，並於中科園區投資建置示範場域及量產基地，有助推動中科企業淨零轉型，並建立在地友善環境，強化與地方之連結，促進園區與地方共享共榮。期待有朝一日相關先進負碳製程設備及技術研發亦能國產化，進一步將設備交付安裝之碳里程減至最低，並且加速本國企業落實資源循環利用及參與碳權交易。



PYREG技術銷售主管Marcel Rensmann解說模組設備自動化遠端操控技術



PYREG永續長Robert Kovach解說生物炭特性及自然碳匯之應用



光泰環能總經理彭俊明(右3)、中科施文芳副局長及PYREG團隊於PX500模組前合影



參觀原材料試驗分析設備－PYREG的起源實驗室

五、拜訪永續循環能源核心技術廠商 TorrCoal Production Center BvBa

(一)公司簡介

1. TorrCoal自2005年以來持續不斷的開發其烘烤技術，最初專注於木材和固體回收燃料。從那時起，在生產技術、效率、一致性、可靠性以及環境足跡等方面不斷的改進和優化。迄今，TorrCoal是世界上為數不多在商業規模上具備高質量生物殘留物烘烤工藝的公司之一。
2. TorrCoal工廠位於比利時迪爾森-斯托克姆(Dilsen-Stokkem)，距離荷蘭愛因荷芬機場不到1小時車程，靠近荷蘭和德國邊境，廠區面積為2,500m²。工廠設備全天候輪班運行，由3個單元組成：預處理、烘烤和後處理。預處理用於準備烘烤的原料，包括分級、乾燥及由機器人起重機操作的1,600噸原料存儲，預處理裝置可以將不同種類的原料混合在一起進行烘焙。烘焙裝置本身的設計能力為每年30,000噸生物炭產量，它擁有控制和電氣室、滾筒、熱量產生和回收、空氣淨化和產品冷卻等功能，全部集中在一座12米高的建築內，大約相當於兩個籃球場的大小。後處理是生物炭冷卻後的所有過程，而TorrCoal擁有可以粉碎、研磨或緻密化生物炭的設備。為了儲存產品，也具備顆粒和粉末筒倉，能夠裝載於筒倉卡車。

(二)交流重點摘錄

1. 本次拜會歐盟「Torero永續循環能源計畫」核心技術廠商TorrCoal，聽取公司簡報、參觀廠區製程設備及深度交流。
2. 烘焙(Torrefaction)是生物質在無氧環境中的熱化學轉化，產生能量密度和碳含量較高的固體材料。TorrCoal的技術(C-Vertr)是利用旋轉滾筒(rotary drum)進行烘焙，將原料加熱至270°C至350°C之間的溫度(溫和熱解)。所獲得的產品是一種永續的固態物質(生物炭)，具有與化石碳(fossil carbon)相似的特性。烘焙過程中產生的氣體被燃燒，所生成的能量用於加熱旋轉滾筒，因此，該系統可自行維持循環運轉。

3. 生物炭可以作為一種即用材料，用於製造相關再生產品。生物炭改善了產品性能，同時保留了碳原子(碳匯)。已知的應用例如建築中的複合材料、農業中的土壤改良劑和(生物)塑膠工業的填料和纖維。



於Torrc coal會議室聽取簡報，並就中科園區廢棄物屬性是否適宜作為烘培原料等交流討論



Torrc coal製程總監Lode Smeets進行廠區導覽，詳細解說設備運轉情形及生物炭產出流程

六、參訪 Buiksloterham 水岸再生地及 NDSM 碼頭創意園區

(一) Buiksloterham 水岸再生地簡介

1. 隨著人口及建設的快速成長，大型都會區的內城區往往面臨宜居性和永續發展的壓力，而注重有效利用及多樣性，壓力將可能獲得釋放。確保城市中心宜居和永續發展的方法之一即是透過城市系統的循環性，而循環城市正是荷蘭於2050年以前欲實現完全循環經濟的宏偉目標的一項重要指標。循環經濟旨在有意識地利用資源、電力和水，並透過智能技術的運用來支持並實踐這項目標。
2. 從2017年開始，阿姆斯特丹市政府持續將Buiksloterham工業區開發為居住與工作區，作為循環城區的實驗。Buiksloterham在阿姆斯特丹北區，位於NDSM碼頭和Overhoeks區域之間，曾經被認為是阿姆斯特丹污染最嚴重的棕地地區，現在它搖身一變成為荷蘭最具創新性的地區之一。雖然總體分區規劃包括城市工作區和生活區，但市政府針對能源、完全材料循環、生物多樣性、生活質量和流動性等主題制定了具體目標。
3. 這項願景主要針對可再生能源、資源及材料之回收再利用、修復、進一步回收，甚至根據材料的可用性進行新的開發與調整。此外，透過投資生物多樣性以及街道和建築物的吸引力美學，對宜居性給予了特別關注。該開發項目還試圖實現多樣化的工作及生活氛圍，其中文化被視為循環發展的一個組成分子。新商業模式的建立以及居民的參與同樣被認為是重要的組成分子，畢竟，當在地居民的確切需求得到滿足時，再利用行為才能達到最佳化，促進居民和企業間的聚會，並提供展示空間和建立網絡的機會。
4. 具體而言，Buiksloterham水岸再生地計畫制定了以下目標：
 - (1) 能源自給自足，以可再生能源為基礎。
 - (2) 建立一個「零浪費」社區，擁有盡可能封閉的資源(物料)流。
 - (3) 具有儲水及防患功能，並可從廢水中提取營養物質。

- (4)生態系統得到再生，自然資源能夠自我更新。
 - (5)基礎設施得到最大程度的利用，實現「零排放」交通。
 - (6)建立一個多元化、宜居、包容的住宅區。
 - (7)為當地經濟做出貢獻並刺激創業精神。
 - (8)讓居民和企業參與當地投資和價值開發。
 - (9)建立一個健康、安全、有吸引力的環境，提供充足的娛樂和休閒。
5. Buiksloterham地區的開發揭示了確保資源循環的最佳方法，前景光明。循環城市的實踐不僅適用於Buiksloterham，還可在荷蘭的其他幾個城市(例如海牙、烏特勒支、鹿特丹等)以及阿珀爾多倫(Apeldoorn)或多德雷赫特(Dordrecht)等較小的城市或地區看到，且項目的多樣性突顯了發展循環城市的各種可能性。

(二) NDSM碼頭創意園區簡介

1. NDSM是荷蘭造船與碼頭公司的縮寫，位於阿姆斯特丹市中心的西北邊，緊鄰IJ河畔，佔地8.6公頃(約10個足球場大)，從阿姆斯特丹中央車站搭程渡輪約15分鐘可到達，遠離了市中心的喧囂。1980年代起，隨著造船工業開始衰退，在造船公司破產後，整個碼頭區域全面閒置，留下大量的工廠、倉庫、辦公樓房與空地，並為遊民與藝術家所佔據；另一方面，政府想善加利用難得釋出的土地資產，塑造形如曼哈頓般的水岸金融商業中心。不久後，隨著市中心房價高漲，讓身處其中的藝術家、創意工作者難以負擔，紛紛尋找其他棲身之處。
2. 此時包含社會住宅協會、工業廠房再利用協會、藝術家等數個NGO組織共同提出與商業成長取向迥異的城市發展模式，改以由下而上、草根與永續發展的模式為主。他們認為永續的城市發展是以在空間內發生的營利活動為主，而非將空間作為商品租售。易言之，永續的都市發展其獲利方式應將空間作為容納都市文化生活的容器，透過空間利用創造更多附加價值，以維持經濟

成長與發展。此經營模式雖比BOT或直接租售空間來的困難，卻能照顧到不同產業的發展，放慢步調以促成永續的循環經濟。

3. 1990年代經歷了一連串的佔領、驅除、社會抗議運動後，阿姆斯特丹市政府終於釋出善意，以「任何文化都不能缺少好的次文化」的態度回應大批藝術家、滑板運動者提出的需求，並舉辦規劃競圖，首獎得主Kinetisch Noord基金會獲得25年的使用租約，擁有船廠再利用計畫的主導權。
4. 2002年Kinetisch Noord基金會開始與70位藝術家合作，在船廠巨大的建築內，打造合適尺寸的「房中房」，邀集不同的公民與藝術家共同投資、設計並親手打造六大主題空間，包含滑板公園、藝術家工作室、劇團與NGO辦公室、文創咖啡店、餐廳等。此外，阿姆斯特丹大學也利用閒置的空地興建暫時的貨櫃屋宿舍，每年夏天都有許多文化活動與藝術節在此舉辦。NDSM碼頭逐漸成為重要的次文化基地，超過250個藝術家與小型文化創意工作室註冊於此，儼然是城市中最大的創意經濟聚落與新創文化產業孵育器。即便沒有成為IJ河畔的曼哈頓，藝術家與公民以藝術與創意的力量喚醒沉睡的NDSM碼頭，創意文化帶來的能量仍是國際媒體爭相報導的典範。
5. 然而數年之後，即便如此蓬勃的自給自足經濟與次文化，仍未獲得政府傾力支持，基金會原先提出的10個空間再造計畫僅執行6個，政府便因此喊出暫停，甚至將極受歡迎的滑板公園拆除。在NDSM碼頭成為文化熱點後，當局更趁勢打算在周邊引入更多商業發展導向的辦公大樓、水岸住宅與旅館，並責怪原有組織不夠努力發展經濟，顯示永續的循環經濟與商業成長導向的資本經濟，終究是一場難以停止的角力。

(參考資料：不是金雞母又怎樣－阿姆斯特丹NDSM碼頭，punkelephant，2016/01/08)

(三) 參訪重點摘錄

1. 根據Buiksloterham營運團隊Metabolic所提供的發展願景，預計到2034年，Buiksloterham將成為阿姆斯特丹一個完全復興的新城區：
 - (1)未來，水將在Buiksloterham的城市景觀中發揮更重要的作用，無論是作為娛樂還是交通功能。
 - (2)開發完成後，Buiksloterham居住人口約6,500，並有約8,000人將在這裡工作。Buiksloterham的30%預計專門用於社會住宅。
 - (3)零售和商業設施將規劃於Klaprozenweg周圍。
 - (4)計劃建立一個由主街和小街組成的廣泛網格，增加可及性和分散交通。
 - (5)透過拓寬公共道路，可為自行車創造更多空間，以滿足自行車存放空間的需求。計劃平均每25m²住宅至少設立一個自行車停車場。
 - (6)市政府計劃讓該地區更容易藉由水路到達，以達到娛樂休閒和交通目的。
 - (7)促進不同交通方式的轉換(從公共交通到自行車、電動自行車和電動車等個人永續交通)
 - (8)Buiksloterham擁有與Klaprozenscheg和阿姆斯特丹北部其他地區之間持續建立綠色連結的機會。
2. 根據阿姆斯特丹市政府委託LOLA景觀設計團隊針對NDSM區域所執行的研究規劃，提出以下策略建議：
 - (1)保持並提高現有品質：對於NDSM碼頭這樣獨特的場域來說，保留所有現有的品質至關重要。這些特質包括歷史建築、大樹和文化活動，需盡可能的保留並提升品質，持續強化該區域的獨特性及對阿姆斯特丹市的象徵意義，這是NDSM碼頭進一步發展的基礎。
 - (2)打造堅實的自然基礎：定義生態和體育的空間框架。在空間框架內，自然界可以蓬勃生長，運動可以自發性的進行。堅實的天然基地不會一下子就種植建置起來，它本身是一個逐漸改造的歷程，唯一需要做的就是為轉型創造合

適的條件。例如，不刻意種植任何新的植物或樹木，而是透過清除硬鋪面和污染，以利新植物可以自然生長。

(3)整合各種倡議：熱鬧的藝術活動使NDSM碼頭具特殊性且富有意義。在增加生態和體育空間的同時，仍然允許藝術家、創意企業家、居民和其他阿姆斯特丹民眾進行各種倡議和行動。完善的基本設施甚至讓組織表演、市集和節慶活動變得更加容易。

3. 本次參訪位於荷蘭阿姆斯特丹北區的Buiksloterham水岸再生地及NDSM碼頭創意園區，可汲取國外規劃建構循環永續城市，以及如何從傳統碼頭及沒落的造船工業區成功轉型為蓬勃的創意經濟文化聚落與新創產業孵化器等寶貴經驗，對於中科發展創新生態系園區多所啟發與助益。



Buiksloterham水岸再生地的生活區、工作區、休閒區等



NDSM碼頭區利用舊倉庫/廠房改造的小型文化創意及藝術家工作室

七、心得與建議

(一)心得

1. 德國漢諾威工具機展為全球最盛大的工具機展會，今年為疫後首度復辦，聚焦於工具機產業的「智能化、永續化及價值鏈提升」，吸引全球42個國家逾1,960家廠商參展，台灣有多達144家廠商參展，名列第四。參加德國漢諾威國際工具機展可進一步瞭解全球工具機產業最新科技研發趨勢，同時拜會參展廠商進行招商宣傳，期能吸引國際精密機械相關產業供應鏈廠商進駐中科。
2. 此行亦拜訪歐洲淨零科技與循環能源等核心技術先驅廠商，瞭解碳移除(CDR)相關技術原理、生物炭(Biochar)的多元應用及認識歐盟對於碳中和、淨零排放等目標制訂相關政策法規，有利學習並複製國外成功經驗，協助中科企業淨零發展，逐步依循我國政府擬定之減碳目標與路徑，朝向2050淨零碳排願景邁進。
3. 另亦走訪荷蘭阿姆斯特丹北區的Buiksloterham水岸再生地及NDSM碼頭創意園區，深入體驗當地環境文化特色，學習國外建構循環城市的成功典範，以及如何從傳統碼頭造船工業區轉型為創意經濟文化聚落與新(青)創產業孵化器之寶貴經驗，對於中科朝向創生態系園區發展，實現「精緻多元、優生活、節能永續」的願景多所啟發與助益。

(二)建議

1. 聚焦智慧製造及軟硬整合，邁向精密機械產業新紀元
 - (1) 台灣中部地區向為精密機械產業重鎮，目前中科園區已引進80餘家精密機械廠商，產業聚落相當完整，更匯集產、官、學、研能量，具備高級技術研發、發展超精密加工設備、奈米機械等高階工具機及軟、硬體整合之優勢條件。
 - (2) 疫情導致世界各國都有自建在地供應鏈的危機意識，對於低碳排、高效能的設備產生更多需求，機械設備商機應運而生，而逐步導入智慧製造的工業4.0

模式也為機械業帶來一波可觀商機。另隨著物聯網的不斷進展，搭配感測器及人工智慧的應用，軟、硬體整合勢必成為未來精密機械產業的主要出路。

2. 導入歐盟先進負碳技術，推動中科企業淨零轉型

- (1) 因應國際淨零碳排趨勢，積極辦理相關減碳路徑整合作業，多管齊下致力發展循環、數位化、對的經濟，例如台中園區環二用地建置國內首座資源循環零廢中心，提升區內循環再利用量能，協助園區事業淨零轉型，鼓勵園區事業導入綠色製程、使用綠色能源及落實資源再生循環利用，進而實踐SBTi、RE100等國際倡議，逐步邁向精緻多元、優生活、節能永續的科學園區。
- (2) 導入歐盟負碳技術先進製程，於中科建置示範場域及量產基地，鼓勵企業淨零轉型，同時建立在地友善環境，強化園區與地方之連結，彼此共享共榮。

3. 公私協力，建構循環永續的創新生態系園區

參考荷蘭阿姆斯特丹北區Buiksloterham水岸再生地及NDSM碼頭創意園區的轉型經驗，加強引進私部門資源，力行創新研發所需的產官學三螺旋共創機制，拓展園區創新生態系與產業加速對接，以5G、AI、物聯網、資料交換平台等技術，串連智慧醫療、未來運輸、減碳綠能、循環經濟等應用領域，發展前瞻科技創新及實驗場域測試，攜手共建循環永續的創新生態系園區。