

SCIENCE AND TECHNOLOGY

Mechanical Engineering / Energy
Environmental Technology

滿足產業需求，率先士卒、樂於承擔

Meet the needs of the industry, Take the lead as a pioneer,
and Be willing to take on the challenges.



Science and Technology

Mechanical Engineering / Energy / Environmental Technology

覺文郁 先生

Chueh, Wen-Yuh · 59 歲 (1962 年 9 月)

學歷

英國曼徹斯特大學機械製造 博士

英國曼徹斯特大學機械製造 碩士

台北工專機械工程科

現任

國立台灣大學機械工程系 終身特聘教授

曾任

國立虎尾科技大學 校長

國立虎尾科技大學 自動化工程系講座教授

國立虎尾科技大學 工程學院院長

國立虎尾科技大學 精密機械技術研發中心主任

國立虎尾科技大學 研究發展處研發長

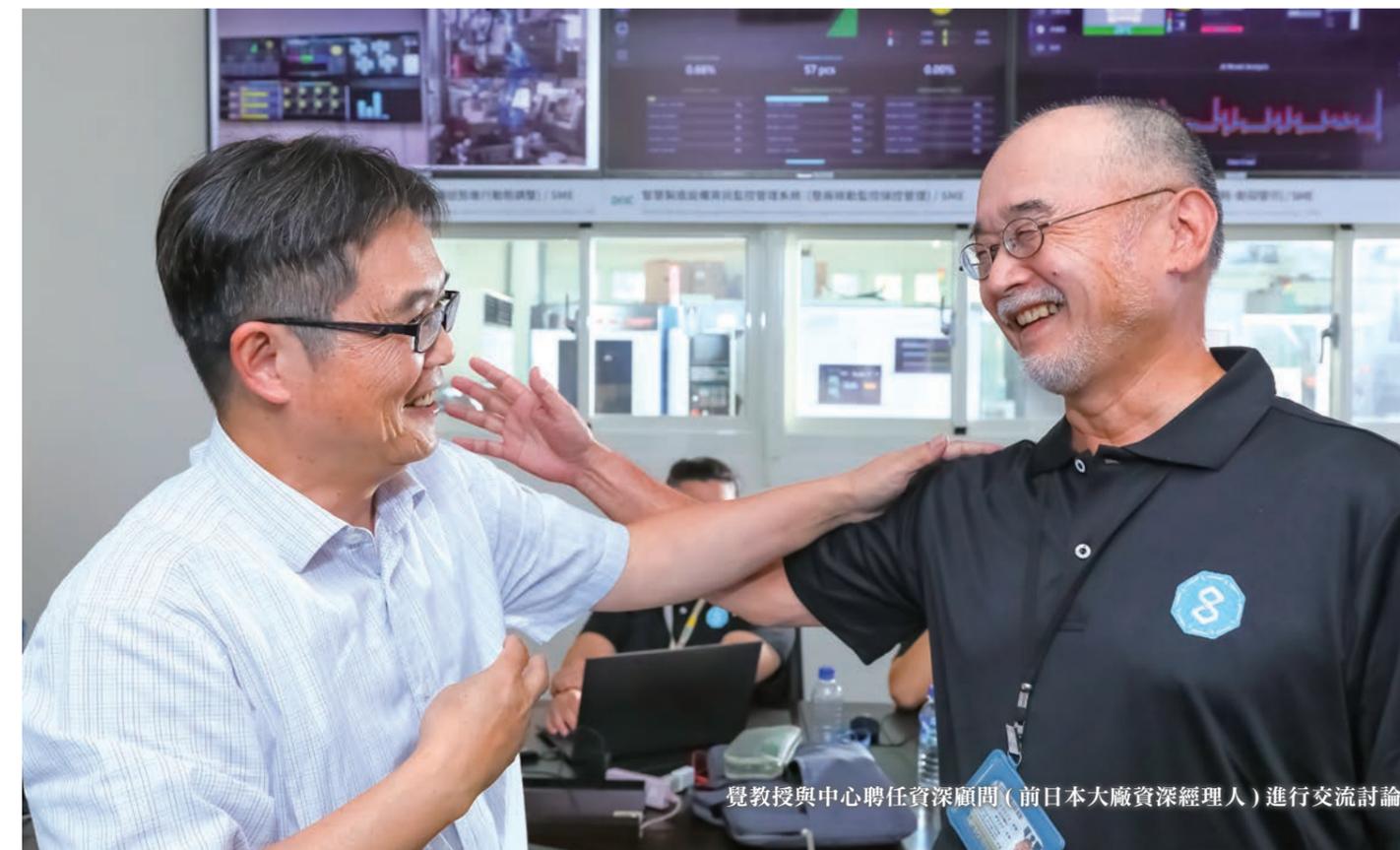
評審評語

深耕於工具機與精密量測領域的研究，整合並帶領產學研的跨領域團隊，以卓越的研發成果與技術人才培育，促進產業轉型升級，對我國機械與製造業發展，貢獻卓著。

Deeply cultivating research in the field of machine tools and precision measurement, integrating and leading a cross-field team of industry, academia and research with outstanding R&D results and technical talent cultivation, promoting industrial transformation and upgrading, and making outstanding contributions to the development of Taiwan's machinery and manufacturing industry.

得獎感言

感謝東元科技文教基金會【東元獎】評審委員的肯定，本人長期深耕於國內工具機與精密機械產業，積極開發各項產業界所迫切需求之技術，此次獲獎同時也表示與團隊共同努力的成果獲得認可，相信此舉將鼓勵更多研究學者投入相關產業所需技術研究與開發。未來本人更將持續努力扮演自己的角色，與產業共進，讓自己有更多能力去承擔更多社會責任，成為快樂的東元精神推手。



覺教授與中心聘任資深顧問(前日本大廠資深經理人)進行交流討論

拚搏病毒逆轉勝 文武雙全 精準挑戰產學雙峰

採訪撰稿 / 李宗祐

三十歲，卻要面臨人生倒數計時，那種感覺若未親身遭遇，難以筆墨。臺灣大學機械工程學系特聘教授覺文郁腦海瞬間浮現的是「完蛋了！」正當他在三十年前背負著家族光耀門楣的期待，從英國拿到博士學位返臺，意氣風發準備到國立雲林工業專科學校任教時，卻被診斷出罹患當時無藥可醫的C型肝炎，鋪天蓋地襲捲而來的感覺，就是簡單的三個字，卻無比的殘酷。他開始計算自己還有多少時間可以為家人打拚，卻又不甘就此向命運低頭，不但轉念正面迎戰病毒，更專注鑽研精密機械研究，精彩逆轉黑白人生。

庄腳团仔常被改名換姓 讀書拚出頭天

「根據族譜記載，我的祖先本姓『陳』，是福建省南安人，明末清初因為反清復明遭到追殺，就搭船越過黑水溝逃到臺灣，落腳在雲林縣口湖鄉，隱姓埋名改姓『覺』，我是第六代...」每每跟訪客初次見面，看到大家總是很好奇他的姓氏由來，覺文郁就像錄音機般的自動播放，最後還不忘打趣說，可能祖先認為不能再搞革命，應該要「覺」醒了吧！

祖籍是福建，但覺文郁總說自己是道地的臺灣庄腳团仔，「口湖是偏鄉中的偏鄉，最廣為人知的便是《汪洋中的破船》作者鄭豐喜。」談到祖先逃難到臺灣開枝散葉的過程，學者的特質更展現無遺，「覺姓家族傳到第四代，有族人講臺語登記戶籍，『覺』跟一角兩角的『角』同音，就被誤植『角』，從此一分为二，『覺』是大覺，『角』是小覺。大覺主要分布在口湖，小覺在臺西東勢厝等。」

因為姓氏相當罕見，高中聯考放榜那年，覺文郁在榜單

遍尋不著自己的名字，心情當場盪到谷底。他就是不死心，仔細翻找看到眼睛快「脫窗」，終於看到自己的准考證號碼，但姓名被倒寫成「郁文覺」，讓他飽受虛驚。經常被誤植姓名的覺文郁，即便後來當到國立大學校長，橫式書寫公文還

是常常被改名換姓為「郁文覺」，頻繁到讓他見怪不怪。

「家族跟我同輩有出脫（臺語）的相對不多，大部分是做工的人！」覺文郁深深體會庄腳所在，讀書是唯一翻身的機會。國小畢業拿到縣長獎後，從事教職的父親便寄予厚望，



把他送到當時以升學聞名的臺南縣私立鳳和中學就讀。從小是乖乖牌的他，不負眾望名列前茅，國中畢業同時錄取臺南一中、臺北師專（現改制為國立臺北教育大學）與臺北工專（現改制為臺北科技大學），「那時候滿分是七百分，我師專考六百七十分，應該是接近榜首。」

陰錯陽差棄文從武 出國留學光宗耀祖

考取跟臺北建國中學齊名的臺南一中，為何「棄文從武」選擇臺北工專？覺文郁笑稱，「因為庄腳囡仔傻乎乎！」原來當時五專比高中還早報到，舅舅提醒他要不要先登記五專看看？殊不知登記就要繳交國中畢業證書，就這麼陰錯陽差

讀了臺北工專機械工程科。覺文郁發現每班學期成績前三名能夠減免學雜費，就發揮「鳳和精神」K書，順利拿到第一名，平均成績超過九十八分。

二年級看到班上同學跳舞玩樂很開心，跟著「耳濡目染」的結果，成績滑落到八十分。直到專四猛然發現，當年鳳和同學們個個都在讀大學，臺大醫學院、法律系和會計系比比皆是，「他們在鳳和的成績都跟我接近，自己竟然在臺北工專虛度光陰，就覺得這樣好像不太對！」受到昔日同窗刺激，覺文郁似夢驚醒，主動告訴父親要出國留學，否則日後鐵定無法跟同儕競爭。在五專的最後兩年發憤圖強，以前三名優異成績畢業。



2019 台北國際工具機展參展

決定出國同時，也開始加強外語。當預官還帶著英語字典入伍，每天撕一、兩頁塞在彈夾，背完就丟掉，當兵兩年剛好背完整本字典，順利申請到英國曼徹斯特大學機械製造研究所。「很多學長都是英國曼徹斯特校友，個個表現亮眼，幾乎都是第一名畢業。」覺文郁透露，「學長認為五專畢業比大學少兩年，英國唸碩士只要一年，博士班再唸快點的話，拿到學位回國，同輩唸大學的剛當完兵，我們就能搶得就業先機。我想想也對，就追隨學長腳步到英國唸書。」

但背負光宗耀祖的重擔，覺文郁給自己很大的壓力，「到英國就是要拿個博士學位，讓全家以我為榮。我告訴自己，沒有畢業，就不要回來！」儘管家裡頻頻勸說寒暑假返鄉探親，但從碩士班到完成博士班畢業，覺文郁僅回臺灣一次，「我這個人就是這樣，目標被我鎖定以後，沒有達到就不會放棄。所以我在英國跟老師互動、做研究，幾乎是無所不用其極。」

課堂初體驗鴨子聽雷 憨膽撞出自我價值

覺文郁記得在嘗試開發放電加工器系統時，碰到困難問老師還是不懂，就大膽寫信回臺灣問相關產業的老闆，「啊...我這個問題怎樣、怎樣，請問要怎麼解決？沒想到他根本不認識我，還親自給我回信，我滿開心的。這個老闆就是現在的慶鴻機電工業公司董事長王武雄。」首次感覺到自己做的研究有人重視，也為日後積極投入產學合作研究預埋伏筆。

回憶負笈英國的點點滴滴，雖然學校提供課程可選不多，「同學選課都是挑自己想考的內容，但我盡量把每一門課都修好修滿。」覺文郁笑說自己是個宅男，留學那段歲月就是埋首苦讀，剛開始語言溝通就有問題，「英文讀跟寫還好，講的也還可以，聽的完全不行，滿可憐的。」當時有門課 metal forming（金屬型成），沒想到第一堂課完全聽不懂，



忍不住心慌意亂，「慘了，爸爸花這麼多錢送我到這裡，完全聽不懂，怎麼辦？」

「我就纏著老師不放！」覺文郁還記得那個教授滿頭白髮，下課就快閃回研究室，「我就追到那邊去，比手畫腳說我都聽不懂。教授實在受不了，第二堂課下課，就帶著我殺到圖書館，抓了五、六本書，告訴我下次要講那個部分，叫我先讀。」覺文郁就這樣靠著每次上課前事先預習，從此不再鴨子聽雷，那門課幾乎拿到全班最高分，「臺灣人就是這樣，肯拚就會有收穫。」

獨在異鄉為異客，碰到病痛更難熬。覺文郁從臺北工專四年級開始有胃潰瘍毛病，到英國就學期間因壓力更加嚴重，胃乳喝到噁心。胃潰瘍要飲食正常少量多餐，對經常要熬夜寫程式的覺文郁，卻是苛求。尤其是在冰天雪地的冬季半夜



參觀日本 Jimtof 國際工具機展覽
- 合作廠商展示研究成果

鬧胃痛，因燒開水緩不濟急，只好含口冰水，在嘴裡回溫後，再配口奶粉，克難安撫那個躁動不安的胃。到中國城吃叉燒飯算是難得的奢侈，「有時候心情好或是老師給我鼓勵幾句，我就自己放個假到中國城犒賞自己，就這樣撐到博士畢業。」

研以致用目標明確 產學大師榮耀加身

學成歸國為了就近照顧父母，覺文郁選擇留在家鄉，到國立雲林工專（現改制為虎尾科技大學）自動化工程科任教，平步青雲從副教授、教授、科主任、系主任當到工程學院院長。1999年不到四十歲就出任主任秘書，2013年更成為虎尾科技大學首位經由校內選舉產生的校長。長期鑽研工具機與精密量測研究的他，更把在英國留學期間跟著指導教授，到處為業界把脈解決各種疑難雜症的經驗，從無到有把虎尾科大發展成為臺灣精密機械與工具機量測系統產學合作重鎮。

「在曼徹斯特四年半，前面三年其實懵懵懂懂的。我知道自己做的東西很有用，但是怎麼用，用到那裡，卻不是很明確。直到最後一、兩年，指導教授把我研發的系統賣到臺灣，才開始發覺自己做的東西，真的像老師說的很有商業價值，從此改變我對研究價值的認知，明確知道自己的發展，跟著老師到蘇格蘭和荷蘭等地，幫業界解決問題。」覺文郁從指導教授的身教體認到做研究必須有明確的目標，「換句話講就是客戶在那裡，獲得客戶認同，才有存在的價值。」

縱使接任校長，也沒放棄原有的產學研究，更積極培養跨領域研發團隊，開發產業界迫切需求的技術，比照公司制度建立營運模式，取之於產業，用之於產業。「業界對我們而言，不僅是提供研發經費的金主，更是我們培育畢業生就業的市場，學校跟業者雙贏。」覺文郁強調，這個平臺透過「客製化」研發產業界需要的技術，同時培養符合產業需求的人才，我們是跨校與跨機構合作的開放平台，用最到位的服務保證讓業界滿意，整合產學界組成國家隊，跟世界的巨

人（國際大廠）打仗。」

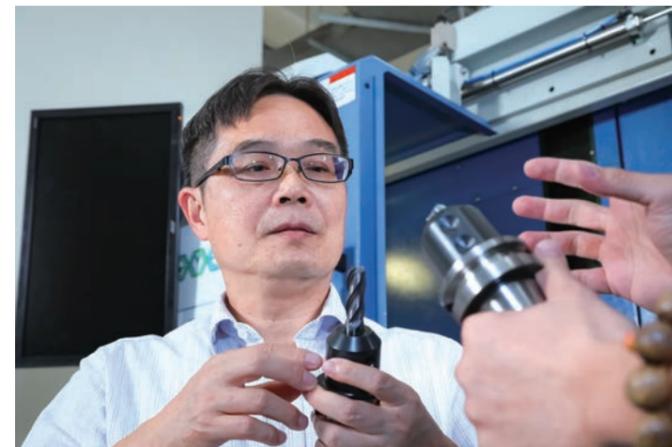
覺文郁帶領團隊研發的五軸光學式精度量測系統，是全球目前唯一非接觸式的工具機精度檢測儀器，使用廠商已超過百家；在英國留學研發的 Ball Bar 機床量測系統，更成功賣到全世界，因此榮膺教育部第三屆國家產學大師獎。

偏鄉宿命罹患 C 肝 挺身試藥對抗病毒

別看覺文郁現在學術界表現亮眼，怎知正當他在 1992 年欣喜回鄉，應聘到雲林工專，準備開展身手之際，人生卻出現天翻地覆的變化，配合學校健康檢查發現罹患 C 型肝炎，妻子也驗出 B 型肝炎，當時 C 肝還沒有根治藥物，彷彿晴天霹靂。「我就說完蛋了，從此我們兩個生活變得戰戰兢兢，就是在倒數 C 肝還有幾年，所以我人生策略的目標就是積極表現。因為我有兩個孩子要養，就開始算要賺多少錢才能夠讓他們衣食無虞。」

「C 肝是慢性疾病，到最後都會變成肝癌。我們家周邊每隔一段時間就聽說有人走了，庄腳都說得到癌症，其實都是 C 肝作祟。」臺灣 C 肝盛行率最高的地區，就是雲林沿海的口湖和四湖一帶。「以前鄉下生病都是找赤腳醫生打針，普遍共用針頭，很多人因此感染 C 肝，我們家族多人都有 C 肝！」但覺文郁並未因此屈服命運，反而更積極面對，「只要有臨床試驗的藥，我就自願去當白老鼠試藥。」

回憶對抗病毒近三十年的歷程，「干擾素副作用很強很傷身，每次打下去，完全就癱在那裡！」為避免影響日常教學，覺文郁後來就專挑在週五接受治療，「星期五打，週末假日就躺平。星期一還稍微病懨懨，二、三、四就是我的精華期可以工作。」每個療程吃藥打針就要一年，打到沒有地方可以打。每次打完，因為白血球和紅血球都下降、血小板也偏低，就全身癱軟，嘔吐，甚至呼吸急促，「我記得好幾次到臺北開會，幾乎下不了捷運。」





早年 C 肝雖無法治癒，但從肝硬化發展到肝癌進程卻已能預期掌握，覺文郁每十年做一次療程，「那一年是修復期，延緩肝硬化速度。我就在腦袋裡計算自己還有多少天可以活，好好利用每天的時間。不然哪天肝硬化就走了，我就告訴自己要積極面對未來！」每次接受治療就像化療會嚴重掉髮，尤其是當校長的第一年，頭髮掉光只好戴假髮，讓他吃盡苦頭，但覺文郁還是滿心期待能夠恢復健康。

然而老天爺卻很愛作弄他，前兩次療程結束初期經追蹤發現病毒不見了，當自己歡喜以為徹底擺脫 C 肝糾纏，沒想到半年後追蹤檢查，狡猾病毒再度現蹤，兩度讓覺文郁跌落絕望谷底。看到參加臨床試驗病友三分之一沒能撐完療程就撒手人寰，覺文郁坦言，常常忍不住會有「不如歸去」的慨嘆。但還是不甘就此跟命運低頭，硬撐著接受第三次臨床試驗，為保持體能完成療程，前前後後花一百五十萬補充血小板、白血球與紅血球增生劑等。

戰勝病毒人生重開機 前輩提攜研究步坦途

五年前完成第三次療程，終於徹底根治，C 肝治療藥物隔年正式問世，「我大哥吃一個月的藥就完全康復，而且還有健保給付。」覺文郁笑說：「呵呵，其實我對 C 肝新藥研發也有貢獻啦。」經過二十幾年長期抗戰，原本滿頭白髮在治療期間全部掉光後，重新長出竟全是黑髮，「就像重新開機一樣，我很珍惜人生重新開始，更積極把握每分每秒接受各種挑戰，更戰戰兢兢爭取所有可能的機會。」

兩個兒子看到覺文郁堅毅對抗病魔，自然而然更加成熟懂事。「他們全程陪著我，有著革命感情。」擔心肝癌遲早報到，覺文郁總是跟兒子耳提面命，「哪天爸爸真的離開了，你們要自求多福，好好用功、好好活下去！」或許是憂患意識，兄弟倆學業成績都很優異，「他們出國唸書沒花我半毛錢。老大是英國曼徹斯特大學機械工程博士；小兒子在美國



西雅圖華盛頓大學攻讀資訊工程碩士，兩個都是拿全額獎學金，每個月還有零用金。」言談之間溢滿有子萬事足的幸福。

面對 C 肝凌遲卻奮戰不懈，展現覺文郁不輕易向命運與環境屈服的本性。初任教職後明顯感受到，雲林工專實務重於研究，很難爭取到政府科研計畫與經費補助，「我發現自己想做研究，包括升等可能都會有問題，我就發出求救訊號。我真的很感謝成功大學機械工程學系國家講座教授陳朝光跟臺灣大學機械工程學系教授范光照給我很多幫助。」



覺文郁鼓勵雲林工專學生畢業後，繼續攻讀二技或報考研究所，爭取跟陳朝光合作指導研究生，「我拚命找業界爭取經費做產學合作，也申請國科會（現為科技部）計畫，主動跟陳老師提出業界有興趣的題目，共同指導學生做研究。這是我對自己的要求，這樣慢慢起步做研究。」其實覺文郁跟陳朝光僅在英國有過一面之緣，「我當時根本不知道他是這麼有名的教授。」

「陳老師知道我回國後碰到瓶頸，就馬上伸出援手，能夠跟他合作研究是我的榮幸。」覺文郁感佩說：「我生病的時候，陳老師還四處幫忙打聽醫生。」范光照則是覺文郁在曼徹斯特的學長，兩人不但出自同間實驗室，指導教授也是同一個人，「他經常跟我說：『小老弟，你一定要拿到東元獎。』這次得獎，他比我還高興！真的感謝他！」

拒絕安逸 軟硬兼施挑戰更高峰

勇於接受挑戰的覺文郁，今年 7 月 31 日卸任虎尾科技大學校長，立即被臺灣大學聘為機械系特聘教授，橫跨高教與技職體系「文武雙全」。然而被學界視為虎尾科大「看板人物」，為何在卸任後無縫接軌跳槽？「其實卸任校長之後，我也可以在虎尾科大養尊處優，不需要再到臺大打拚。但這麼做會很寂寞，我總認為人生，不能停下腳步，上天給予的生命，就要珍惜。我要求自己要做，就要努力，要盡力。」

「我們這幾年在虎尾把精密量測系統技術做得還算不錯，也是我們的強項。但做的都是產業 OT 端（操作）的硬體設備，面對全球激烈競爭，我們必須邁向跨領域整合，把 AI 及 ICT（資訊與通訊科技）拉進來，而這方面正是臺大的強項。」覺文郁語重心長的說：「如果 OT 是產業最基礎且堅實的地端，AI 及 ICT 就是攸關未來發展願景的雲端，我們希望從地端延伸到雲端讓兩邊產生交集，帶領臺灣精密機械產業攀登另一座高峰。」

對「東元獎」的期望

東元集團以【培育科技人才，提倡前瞻思想，促進社會進步】為宗旨，成立東元科技文教基金會並設置【東元獎】，該獎項主要希望獎勵對科技創新與人文發展具有特殊貢獻的人士，喚起社會各界對相關科技與人文議題的重視，如此重要之涵義，也是一位科技人應該追求之目標。【東元獎】至今已進入第二十八屆，歷屆得獎人都是各領域值得效法的著英楷模，得獎人相關成果更讓臺灣在國際上發光發熱，期許未來本獎項能持續鼓勵各領域傑出人士，發揮其社會影響力，成為臺灣科文共裕、服務社會人群精神延伸的搖籃。

成就歷程

覺文郁教授出生於雲林縣口湖鄉，深受身為國小教師的父親影響，自小對念書就有一種自發性的執著，做事也是條理分明，並培養了獨立的性格。國中畢業後即踏入國立台北工專開始與機械為伍，爾後更隻身前往英國深造。迄今主要成就歷程可以分為三階段：

1. 國外求學期間 (1987-1992) 就讀於英國曼徹斯特大學 (UMIST) 機械製造所，主要專長為精密量測系統技術開發。學成歸國後，隨即全力投入精密機械方面研究，而當時在求學期間即因應產業需求，開發完成工具機球桿量測系統 (Ball Bar System)，目前已行銷於全世界。
2. 任教初期 (1992-2002) 主要以精密量測基礎研究為研究方向，針對工具機與精密機械產業進行相關量具開發及誤差評估。而後積極建立研究團隊，並陸續與產業界進行合作；於期間發表多篇國際期刊論文及專利，為日後研究奠定重要基石。
3. 產業接軌階段 (2002- 迄今) 主要以產業需求為導向，藉由整合研究團隊能量進行關鍵技術開發。期間透過執行多項政府指標性計畫，開發機聯網平台、多軸機具校正、零組



件物聯網、生產履歷、奈米平台等多項工具機與精密機械產業迫切需求模組，技術影響逐步遍及國內外產業。

具體貢獻事蹟

覺文郁教授長期深耕於國內工具機與精密機械產業，積極開發各項產業界所迫切需求之技術。近年來因應全球製造業發展趨勢透過執行多項政府指標性計畫，致力於工具機產業鏈智慧製造落實應用技術開發三項代表性研究成果開發，包含：

1. 智慧機械引擎管理平台系統 (Smart Machine Engine, SME)：用於解決產線資訊透明化需求問題，透過建立管理應用服務，提升效率與良率。
2. 工具機零組件物聯網技術 (i-Node)：用於解決零組件產品資訊蒐集問題，搭載智能化模組增加新產品附加價值。
3. 智能化多軸工具機檢測裝置 (Laser R-Test, LRT)：用於解決廠商無共通性檢測儀器問題，協助廠商達成 ISO 出機標準。透過實體端以 Bottom-Up 方式積極協助國內工具機產業與精密機械產業朝智慧機械 (智機產業化) 與智慧製造 (產業

智機化) 轉型。期間代表性研究成果受委託、技術移轉及應用廠商至少 50 家廠商及法人單位，並成功獲得國內各大廠肯定，相關技術影響遍及國內外工具機與精密機械產業。

研究展望

臺灣近年各部會積極投入智慧機械與智慧製造發展，已補足了臺灣工具機與精密機械產業機聯網能力，並且推出了許多智慧機械功能如：稼動率管理、參數自動補償、智慧切削等功能，但由於售服維修有經驗的專業技師日漸凋零、異

地維修或國外出差等因素，侵蝕大部分智慧功能利潤，限制智慧設備機械的普及化與推廣性。目前全球先進製造國家與工具機大廠已率先積極運用 5G 三大特性（大連結、低延遲、高頻寬）進行新世代產業布局，目前歐、美、日與大陸等製造大國主要布局應用範圍在於擴增實境 / 虛擬實境售服維修、工業物聯網技術打造新世代的智慧化設備、遠距操作、產線影像辨識等。因應全球產業競爭趨勢，未來研究當以協助臺灣工具機與精密機械產業應用 5G 技術特性，補足產業技術缺口、發展差異化特色為研究重點。



Prospective of "TECO Award"

With the purpose of cultivating scientific and technological talents, advocating forward-thinking, and promoting social progress, TECO Group established the TECO Technology Foundation and set up the TECO Award. This award mainly hopes to reward people who have made special contributions to technological innovation and humanistic development, and to arouse the attention of all sectors of society in related technological and humanistic issues, which is also an important goal that a scientific and technological person should pursue. The past winners are all elites who are worthy of emulation in various fields. The relevant achievements of the winners have made Taiwan shine in the international community. I hope that this award will continue to encourage outstanding people in various fields, who exert their social influence, extend the spirit of Taiwan's science and culture, and serve the community.

History of Achievements

Professor Wen-Yuh Jywe was born in Kouhu Township, Yunlin County, and was deeply influenced by his father who was an elementary school teacher. He has a spontaneous persistence with studying since childhood, and is also organized in his work, which has cultivated an independent character. After graduating from junior high school, he entered the National Taipei University of Technology (former Provincial Taipei Institute of Technology) and began to work with machinery, and then went to the UK to receive his further studies. The main achievements so far can be divided into three stages:

1. While studying abroad (1987-1992), he studied at the Mechanical Manufacturing Institute of the University of Manchester (former UMIST) in the United Kingdom. His main expertise was the development of precision measurement system technology. After returning from the U.K., he immediately devoted himself to the research of precision mechanics. During his studies, he developed the Ball Bar System for machine tools in response to the needs of the industry. It has been sold all over the world.



2. In the early stage of teaching (1992-2002), he focused on basic research on precision measurement, and carried out related measurement tool development and error evaluation for the machine tool and precision machinery industry. Afterwards, he actively established a research team and continued to cooperate with the industry; during the period, he published a number of international journal papers and patents, laying an important foundation for future research.
3. The industrial integration stage (2002-present) is mainly oriented by industrial demand, and the development of key technologies is carried out by integrating the energy of the research team. During the period, through the implementation of a number of government indicator projects, includes the development of machine networking platforms, multi-axis machine tool calibration system, component Internet of things, production history, nano-platforms and many other urgently needed modules in the machine tool and precision machinery industries, the technological impact gradually spreads both at domestic and abroad industry.

Technical Contributions

Professor Wen-Yuh Jywe has been deeply involved in the domestic machine tool and precision machinery industry for a long time, and actively develops technologies that are urgently needed by various industries. In recent years, in response to the development trend of the global manufacturing industry and through the implementation of a number of government indicator plans, we are committed to the development of three

representative research results for the implementation of the machine tool industry chain's application technology development of intelligent manufacturing, including:

1. Smart Machine Engine Management Platform System (SME): Use to solve the problem of transparency demand for production line information, and improve efficiency and yield through the establishment of management application services
2. Internet of Things Technology (i-Node) for Machine Tool Components: Use to solve the problem of collecting information on components and products, equip with intelligent modules to increase the added value of new products
3. Intelligent multi-axis machine tool calibration device (Laser R-Test, LRT): use to solve the problem of manufacturers' no commonality detecting instruments and assist manufacturers to reach ISO standards

Through the physical end's bottom-Up method, the domestic machine tool industry and precision machinery industry are actively assisted to transform into smart machinery (smart



machine industrialization) and intelligent manufacturing (industrial smart machine). During the period, representative research results were commissioned, technology transfer, and application applied to manufacturers were at least 50 manufacturers and legal entities, and were successfully affirmed by major domestic manufacturers. The relevant technology influences all over the machine tool and precision machinery industries at domestic and abroad.

Future Prospects of Research

In recent years, various departments in Taiwan will actively invest in the development of smart machinery and smart manufacturing, which has supplemented the networking capabilities of Taiwan's machine tools and precision machinery industry, and has introduced many smart machine functions such as utilization rate management, automatic parameter compensation, smart cutting and other functions, however, due to the decline of experienced professional technicians in after-sales service and maintenance, remote maintenance or overseas

business trips, etc., most of the profits of smart functions are declined, and the popularization and promotion of smart equipment and machinery are restricted. At present, the world's advanced manufacturing countries and major machine tool manufacturers have taken the lead in actively using the three major characteristics of 5G (more connectivity, low latency, and big bandwidth) for the new-generation industrial layout. Currently, the main layout and application scope of major manufacturing countries such as Europe, the United States, Japan and the Mainland China are to expand augmented reality/virtual reality to do after-sales service and maintenance, and to use industrial Internet of Things technology to create a new generation of intelligent equipment, remote operation, and production line image recognition, etc. In response to global industry competition trends, future research will focus on assisting Taiwan's machine tool and precision machinery industries in applying 5G technical features, complementing the industry's technology imports, and developing differentiated features.