

機械 / 能源 / 環境科技

SCIENCE AND TECHNOLOGY

Mechanical Engineering / Energy / Environmental Technology

敦品勵學、為國育才

Integrity, Diligence, Fidelity, Compassion, and Inspiring global talents.

Science and Technology

Mechanical Engineering / Energy / Environmental Technology

陳亮嘉 先生

Liang-Chia Chen · 59 歲 (1963 年 9 月)

學歷

南澳大利亞大學 先進製造與機械工程 博士
國立臺灣大學 機械研究所 碩士

現任

國際量測聯邦, IMEKO, 國際工程學術組織 (ISO) 臺灣地區代表
國際量測技術委員會 臺灣地區代表
亞洲精密工程學會 臺灣地區代表
國際期刊 編輯
自動光學檢測設備聯盟 (AOIEA) 執行委員及兼任副會長

曾任

國立臺灣大學自動化研究中心 主任
國立臺北科技大學 特聘教授
國立臺北科技大學 專任教師
CLIPSAL Pty.Ltd. Australia Research Engineer
原委會核能研究所 助理研究員

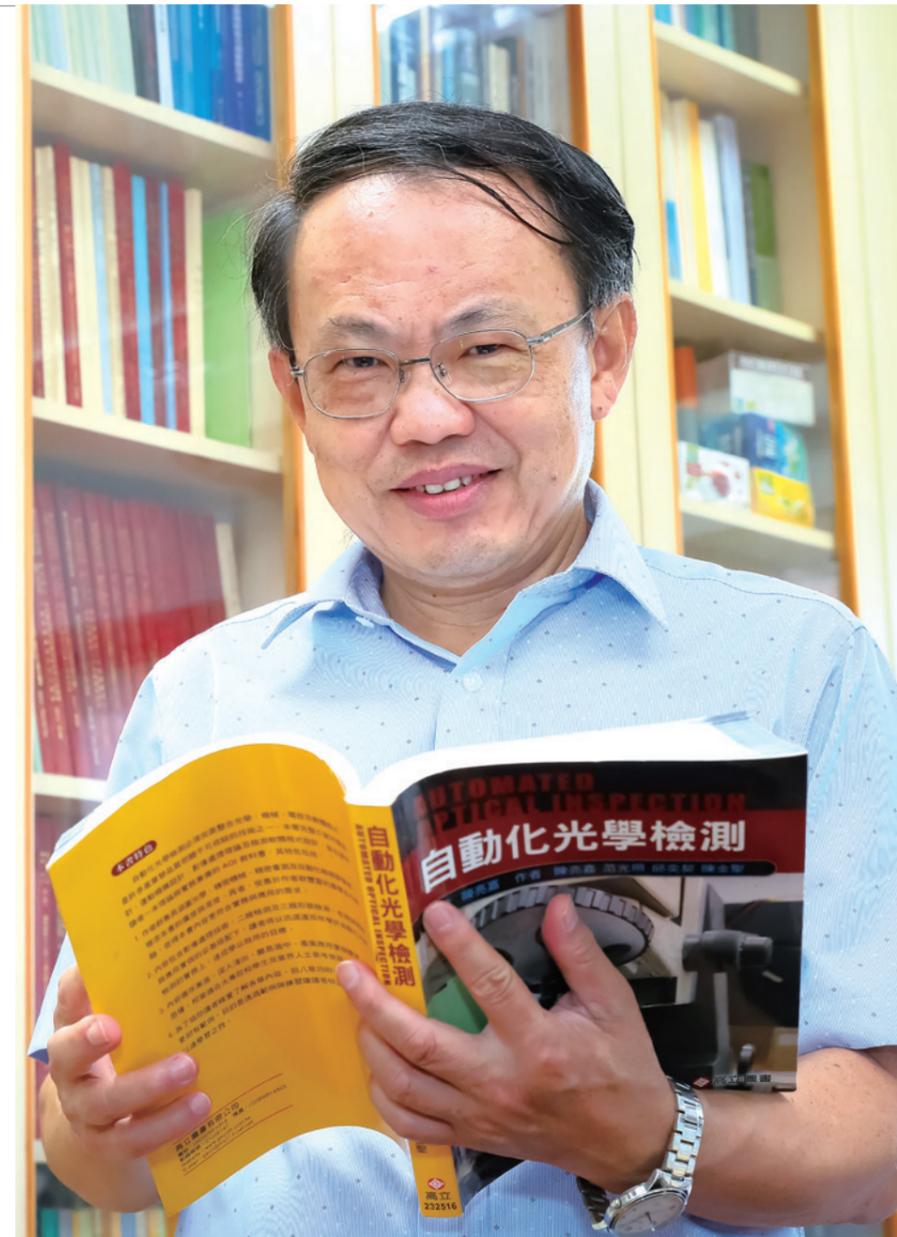
評審評語

深耕光學檢測技術研發，協助我國廠商在國際上展現卓越的技術競爭力。長期經營研發聯盟，引領產業共同發展創新產品技術，對我國的精密製造與自動化，有卓越貢獻。

Professor Chen is fully committed to R&D in precision optical metrology and has continuously assisted domestic equipment makers in creating global leading technologies. In his professional career, he has established the AOI Equipment R&D Coalition (AOIEC) to generate novel AOI technologies and systems for the manufacturing process, thus optimizing and sharpening the global competitiveness of Taiwanese manufacturers. He has made significant contributions to the precision manufacturing and automation industry.

得獎感言

特別衷心感謝此次評審團對本人的肯定與推薦，也要誠摯的感謝內人品嫻與家人給我無限的愛與支持，更要感謝恩師范光照教授對我的提攜與鼓勵，同時也對過去與我一起打拼的學生們，特別表達我的誠摯謝意，沒有你們的努力與支持，今天確實不易獲得此殊榮，非常感恩大家！
本人在進入教職前已歷經在臺灣與澳洲近十年的工程師生涯，有機會學習到不少寶貴的產業自動化經驗。2001年學成歸國時，本人已年近四十，當時的臺灣正處於工業自動化與產業轉型的時代，有鑑於我國在先進光學檢測技術與設備長期仰賴國外進口的瓶頸必須突破，才能有效地解決關鍵技術受制他人的窘況。因此本人於過去二十年教職工作中，持續深耕於自動化光學檢測技術與設備研發，近期更著重於產學合作、深耕於半導體製程方面，冀望能開發出符合產業需求的次世代光學量測技術。我們在戰略上希望透過與國內廠商緊密的產學合作與技術轉移，發展出具備關鍵創新性的產品與解決方案。同時，個人也深切期望能夠透過臺大自動化光學檢測設備研發聯盟 (NTU AOIEC) 在國內外的合縱連橫、群策群力，可促進國內廠商獲得在產業國際競爭力的躍昇，期望未來臺灣可成為世界的自動化設備大國，同時也持續為國培育未來人才，克盡個人對國家社會的責任。



組建臺灣 AOI 產學聯盟助攻精密科技產業

採訪撰稿 / 吳珉慧



「在臺灣 AOI 產業，沒人不認識陳亮嘉教授。」這是財團法人工業技術研究院資深副總經理暨協理胡竹生在第 29 屆「東元獎」總評審會議上的推薦說明。

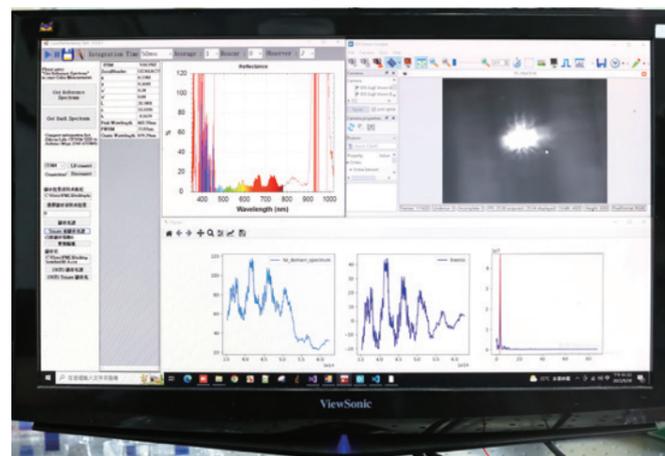
現任臺灣大學機械系特聘教授陳亮嘉，在「自動化光學量測與檢測」(Automated Optical Inspection, AOI) 領域深耕三十載，近來積極發展兼具速度、精度與多維度的量測方法，以期成為半導體製程供應鏈不可或缺的一環，此外，他還匯集產學界成立「先進自動化光學檢測設備研發聯盟」，帶領國內 AOI 產業共同發展創新技術，出產具備實戰能力的光學量測技術與設備，搶攻國際精密科技產業市場。

產學研發聯盟，助攻臺廠轉型升級有成

臺灣正朝高科技、精密產業轉型發展，所有產品最後都要面對良率的檢測關卡，舉凡飛機機翼等大型物件，小到半導體晶片，檢測範圍涵蓋廣泛。工研院胡竹生協理指出，「臺灣製造業很多產品外銷，東西品質越做越高，任何一個瑕疵都要檢測出來，因此，精密量測的設備和技術開發，對臺灣來說是非常重要的。」

不只國內有需求，臺灣 AOI 設備廠也著眼世界，搶灘精密設備產業經濟。2017 年，陳亮嘉藉由科技部「產學小聯盟計畫」成立「先進自動化光學檢測設備研發聯盟」，結合學界實驗室 (Labs)、AOI 設備製造商 (Makers) 和設備使用者 (Users)。

陳亮嘉舉例說：當設備使用廠商 (Users) 提出技術問題



或設備需求，聯盟就能當後盾，導入相關專長的師生 (Labs) 和設備製造商 (Makers)，成立一個任務編組共同解決問題，「這樣才能產生實質的戰鬥力，以最具成本效益的做法，滿足使用者的需求。」

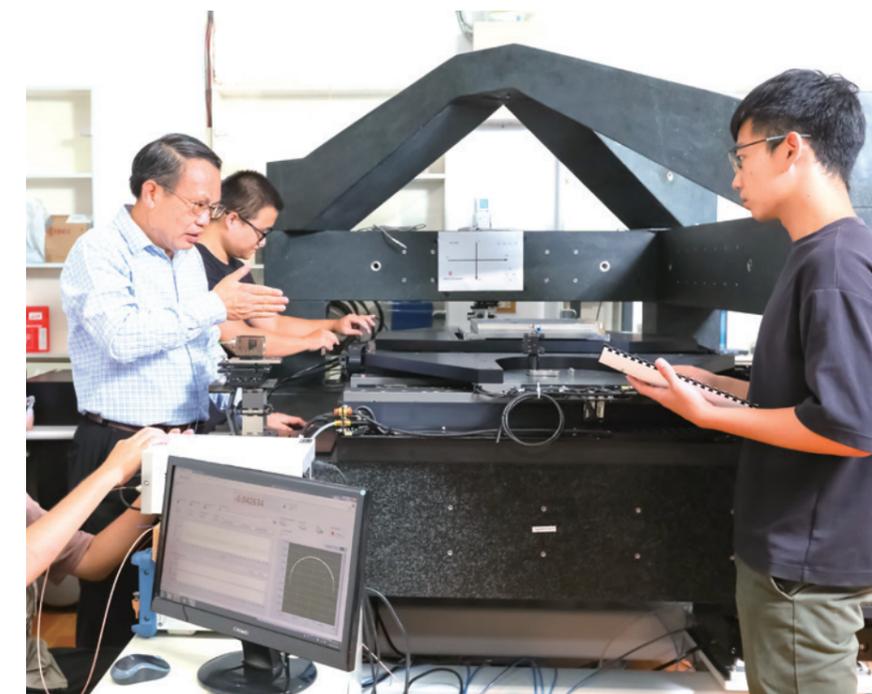
「臺灣想擺脫代工模式進入精密設備的研發，就需要這樣的 pattern，這種設備少而精、毛利率都在 5、6 成以上，才是臺灣未來打天下的方式。我們躬逢其盛，在臺灣轉型的時間點進入這個領域。」聯盟現有 48 家會員，涵蓋國內 AOI 產業上中下游廠商，擁有 AOI 相關技術之國內外發明專利共 50 多項，授權技術轉移的專利 22 項，實際應用在國內 AOI 檢測製程，研發成果也貼合半導體、平面顯示器與 PCB 封裝製程的檢測需求上。不少會員從原本只是代工的小型企業，蛻變成具有自行研發設備能力的上市櫃公司。

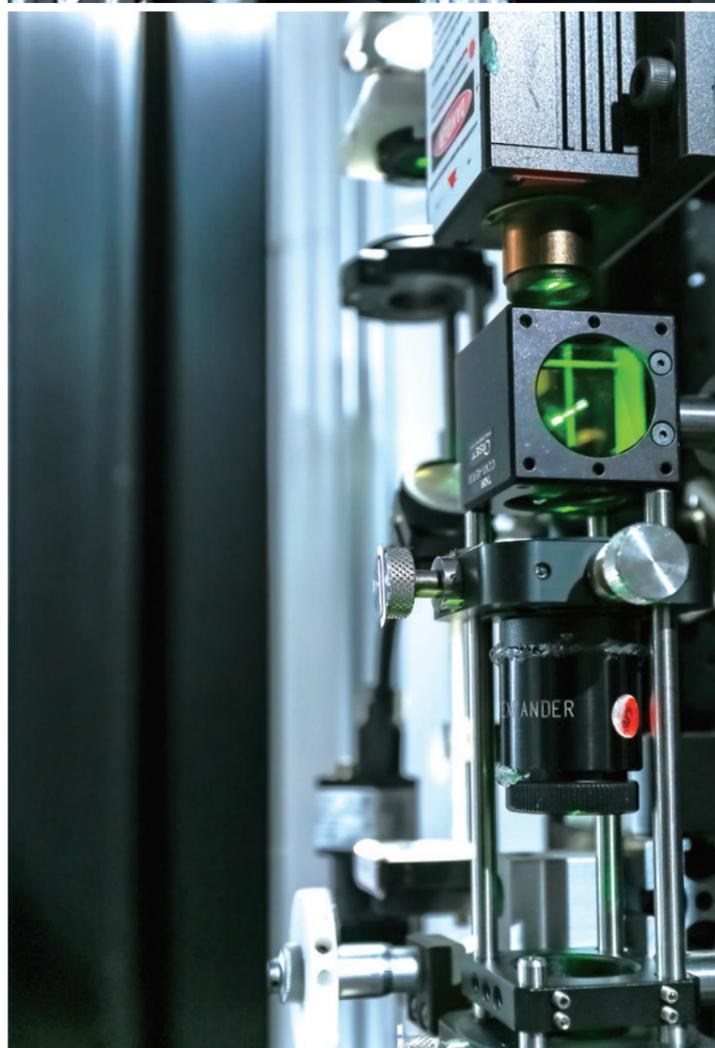
以德律科技公司為例：德律研發的 PCBA AOI 設備銷售

今年躍居世界第一，累積銷售量超過 400 臺，而之所以能擊敗韓國 Koh Young Tech 及馬來西亞大廠 Vitrox 等國際勁敵的關鍵，陳亮嘉研究團隊在提升 3D X-ray 檢測設備的關鍵技術問題上作出貢獻。

從農業機械的發展，看到自動化設備的未來趨勢

身為實驗室學者投入產學合作，不僅要研發技術，還要與實戰經驗豐富的業界磨合，這需要強大膽識；藉由貼近業界了解實際需求，並為學生打造接軌業界的機會，是作育英





才的強大信念。這股勇於接受挑戰、不畏挫折的心理質素，背後都與陳亮嘉的人生經驗有關。雖然求學歷程不全然順遂，陳亮嘉憑藉勤奮、務實和拼搏的精神，成功扭轉自己的命運。

陳亮嘉 1963 年出生南投竹山，父執輩靠務農維生，每年種植水稻兩期，冬天停耕改撒油菜籽、橄欖或高麗菜，家族很多小孩在課餘之際，也要幫忙農務、牧牛，縱使一年四季耕作不懈，看天吃飯的農家收入不夠一家人溫飽，生活清苦。

當時，臺灣農村慢慢出現半自動化的農業機械設備，「看到鄰居用耕耘機一下子就把田犁好了，身為佃農的老家，就僅能靠一條老牛得花上好幾天，時間、成本都差很多」，親身經歷農村生產方式的巨大轉變，在兒時陳亮嘉的心裡，默默種下了對「機械」產生的特殊情感，進而構築出未來想從事與機械相關工作的夢想。

日後，因為父母做起小生意，家中也採購機械設備，讓陳亮嘉有了實際操作機器的機會，「機械是很具體、實際的東西，比起化學或電力，我對機械更有興趣，想做出效率更好的設備。」即使家庭經濟不甚理想，陳亮嘉依然朝自己的夢想前進，勤奮向學，苦讀與機械相關的五大力學、自動控制、流體力學、材料發展等專業知識，打下扎實的基礎，在考取臺大機械工程研究所之後，經臺大教授范光照的指導下，讓他眼界更上層樓，除了學習如何獨立思考、解決問題等研究的基本方法，范教授專長於「精密量測」也成為他日後發展的主要方向，並對其中「光學精密量測」的興趣最為濃厚。

臺大研究所畢業，陳亮嘉進入行政院原子能委員會核能研究所核燃料組擔任助理研究員（1991.10-1994.7），專注在自動化非破壞檢測技術的研發，爾後，前往澳洲南澳大利亞大學「先進製造與機械工程研究所」博士班深造，專研自動化工程的光學非接觸量測技術領域。



2009 與恩師范光照教授赴聖彼得堡參加國際會議

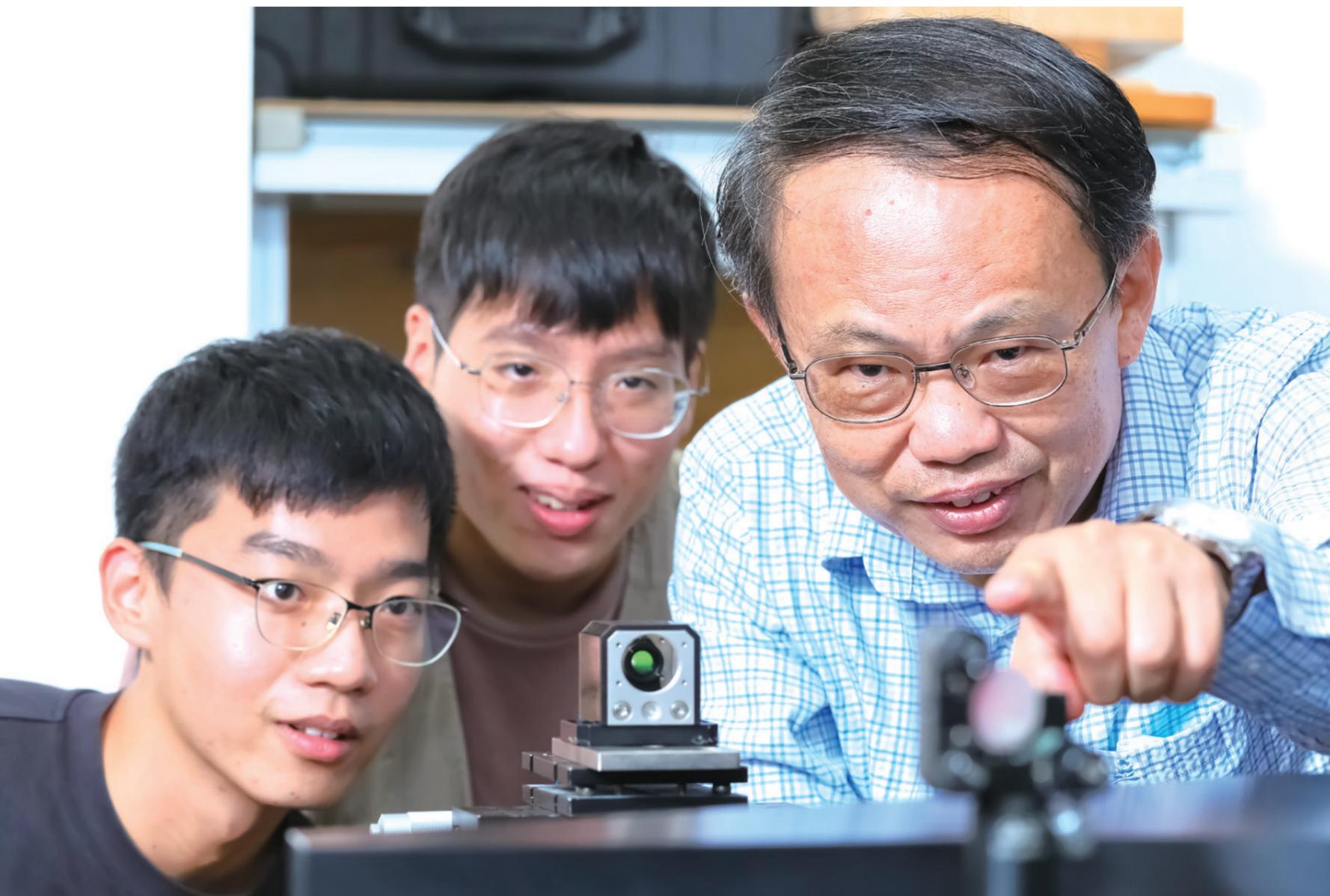
在澳洲公司當專任工程師，累積業界實務經驗

陳亮嘉在臺大碩士班期間，認識了在同校就讀植物病理系的太太余品嫻，在眾多追求者中贏得芳心。出國前，兩人結婚且育有一子。想到在臺灣的家人，陳亮嘉在澳洲的實驗室加倍努力做研究，兩年內發表十幾篇國際學術論文，進度超前。他把一切安頓好之後，將妻小接到澳洲團聚，二子、三子都在澳洲出生。

為了養家，陳亮嘉開始找工作，當時澳洲失業率超過 10%，陳亮嘉投了四、五十份工作履歷都石沉大海，直到澳洲公司 Gerald Industries Ptd. 通知他，與 30 多名面試者激烈競爭下，最後脫穎而出，進入這家在當地已有三、四十年歷史的電子公司工作。Gerald Industries Ptd. 總部在阿德雷德（Adelaide），該公司旗下以「CLIPSAL」品牌著稱，曾是 2000 年雪梨奧運指定廠商之一。陳亮嘉作夢也沒想到，自己能進入這家擁有 3000 名員工的外國公司擔任專任研發工程師（1996-2001），也是工程團隊數十多位裡唯一的亞裔人士，同事若非澳洲人，就是來自北歐、德國、奧地利等歐洲移民。

陳亮嘉的主要任務是幫公司規劃「工廠自動化」（Factory Automation）以及單元製造（Cellular manufacturing）：把工廠內的人工操作線改成自動化設備，也就是做「產線自動化」的規劃、設計、執行和營運。公司有七、八個工廠分布在南澳省不同地區，「產線自動化」計畫花了三年多才執行完畢，陳亮嘉是計畫的主辦工程師，和直屬長官、製造部門經





理 David Kubank 先生兩人肩負計畫全責，工作吃緊，責任重大。「我的長官雖然是專科畢業，卻是做模具的高手。我第一天報到，他馬不停蹄地帶我看了三個工廠，我都快要虛脫了，他卻還是精神奕奕，並跟我說，這些工廠以後都是我的『領地』。看到自己要負責那麼大的範圍，第一天就被震撼到了。」

回憶起在澳洲公司的工作歷程，陳亮嘉直言是「殘酷又奇妙的異國職場考驗」：考驗他的專業能力，以及處理複雜人際關係的智慧。歷經一番調適，他以勤奮、圓融的工作態度和專業能力的展現，為自己贏得澳洲同事的認同，在當地擁有一個以公司社群為核心的社交圈，也由於對公司「產線自動化」提升的貢獻，陳亮嘉曾獲總裁頒發「年度傑出員工獎」榮耀。在那裡，陳亮嘉也見識到澳洲企業文化當中可供學習的優點，例如：公司相當重視員工的家庭生活（family-oriented），家庭是員工最重要的精神支柱，因此，每年定期舉辦員工家庭日活動。

這段經歷也開啟陳亮嘉在學界之外的產業面視野，「因為曾在業界工作，如果做出來的東西能對企業或工業有幫助，就算遇到瓶頸，也會很賣力克服。」

從業界走向學界，「務實、精實、嚴格」作育英才

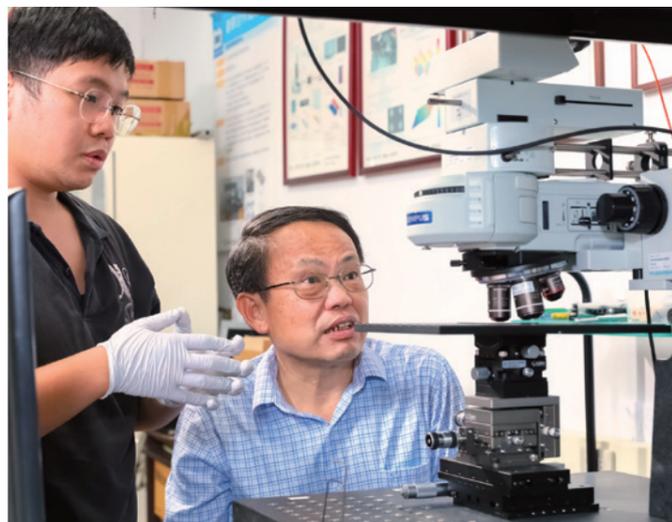
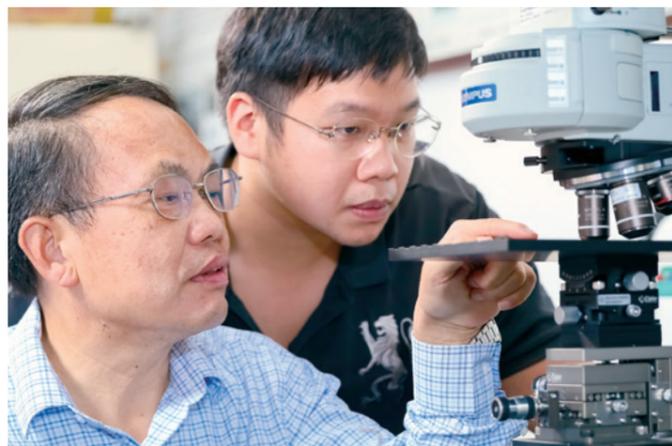
為了照顧家中年邁的長輩，陳亮嘉 2001 年舉家返臺，獲取國立臺北科技大學「自動化科技研究所」專任助理教授一職，完美銜接澳洲所學的自動化產學經驗，並持續從事 AOI 技術與設備的研發工作，研究領域從一般工業轉向半導體產業。此時正值臺灣工業自動化與產業轉型的時刻，由於先進光學檢測技術與設備長期仰賴進口，為了解決關鍵技術長期面臨受制他人的窘況，陳亮嘉因而希望藉由產學合作和技術轉移，實質而具體地協助國內廠商技術升級及設備製作。2008 年，陳亮嘉通過教授升等，因表現優異，翌年校方敦聘為「特聘教授」。

2011 年八月，陳亮嘉轉任臺大機械系，帶領「精密量測實驗室」十幾名碩博士生組成「小而專注」的研究團隊，持續深耕技術研發與升級，以「共軛焦顯微術」為例，陳亮嘉從北科大任教期間展開研究至今超過十年，期間幫助多家廠商做技術轉移且持續深化，光是「共軛焦顯微術」就協助了七、八家國內廠商做技術轉移。「我們會根據業界需求和技術問題，去產生下一世代的 solution，現在著手的技術研發都是針對『次世代』或『未來』的業界需求所做。」



「在一般製程，光學檢測是用來做檢查，廣義也可運用在生醫、監控上，現在又加入 AI 技術，可發展性更高，可以把機器學理非線性參數最佳化融合到系統裡，讓系統變得更具彈性，對複雜問題的適應性更強。」

當實驗遇到卡關「也要一直努力下去，不可能一蹴可幾」，陳亮嘉告訴學生，很多科技的研發都像螺旋狀一般慢慢扶搖而上，轉了一圈好像回到原地，其實是往上進步了一些，以這樣的循環方式逼近終點。



陳亮嘉秉持「務實、精實、嚴格」的精神作育英才，學生投入產業者不計其數，為產業注入新血，也提升國內 AOI 產業的研發動能。此外，陳亮嘉也培育不少來自越南、印尼和印度的機械人才，這些外籍碩博士或回到母國貢獻所長，或留在臺灣奉獻心力，表現都是有口皆碑。

陳亮嘉欣慰地說：「得天下英才而教之是深感幸運之事」，尤其是和學生一起共度研究難關、解決難題的當下最有成就感，「我自認是很有教學熱忱的老師，我想學生都能感受到我的熱忱。」當廠商回饋學生表現很好時，是他身為人師最自豪的時刻，「我們跟工廠有合作，學生有『產線自動化』的實務經驗；也跟上市上櫃公司合作，學生不僅學會創新的技術發展，也經過業界的洗禮，到業界工作可以無縫接軌、直接發揮戰力。現在，學生還沒畢業就被廠商預約光了。」連過去臺灣業界鮮少聘用的「精密機械博士」，現因產業升級，加上博士也能和業界接軌而變得炙手可熱。為了讓臺灣學生儘早接觸國際化，實驗室招收外籍生，讓學生置身在英文環境中；此外，也送學生到德國、日本的實驗室交流一年半載，培養獨立性，建立面對國際專業人士的膽識與挑戰。

陳亮嘉觀察到近年來有一股趨勢，就是選填臺大機械系的女性人數大幅增加，他樂見這樣的轉變，「我認為有更多女性加入，會讓機械產業的發展更有未來性。機械需要畫圖做設計，女生的思考新穎細膩，也比較謹慎，可以帶來不同的觀點。」

「愛在其中、樂在其中」是陳亮嘉對於投注畢生心力的研究工作，以及家庭經營的自我期勉，「工作和家庭豐富了我的人生。」雖然研究的是分毫不差的精密檢測，他以機械的專業用語感性比喻人生：「現實是有『公差』的，不能太過追求完美，要堅守原則，也要保持彈性，我是比較務實主義的人。」

對「東元獎」的期望

「東元獎」在國內外已建立極高聲譽，對國內科技之創新與激勵有目共睹，資深研究學者多將「東元獎」視為「終身成就獎」，彰顯「東元獎」喚起社會賢達更加重視科技創新之於社會國家發展的重要性。有鑑於此，敝人期待「東元獎」能更進一步激發國內科技創新的原動力，將過去社會以勞力密集之代工產業型態，真正成功轉型到以精密設備產業之高附加價值經濟新模式，此將可福國利民，積極展現「東元獎」在調和科技、發揮創意及造福社會之創立宗旨。

以敝人近年來積極推動的先進自動化光學檢測設備研發聯盟為例，它是一個由學界實驗室 (Labs)、AOI 設備製造商 (Makers) 以及設備使用者 (Users) 三合一的 AOI 設備創新研發聯盟。目前聯盟參與的 AOI 國內設備廠商有 48 家，幾乎涵蓋國內主要的 AOI 設備大廠，其中包含已進入世界前十大供應商的德律科技與由田新技公司。

尤其難能可貴的是，許多聯盟會員由過去小型企業已逐漸成功蛻變為年營業總額達新臺幣數十億元的上市櫃公司，且其自行研發設備的毛利率一般均可達五成以上。此與過去國內一般製造代工業毛三到四之微利情況相比，確能有效促進產業積極升級之具體效益。因此，東元獎在科技創新的創設宗旨下，將可實質提升我國的產業競爭力，為全球永續發展持續發功。



成就歷程

本人從小生長於南投竹山的一個農家，家鄉當時剛處於臺灣農機自動化啟動的早期，年幼的心靈逐漸對未來工程科學的發展產生憧憬，在研究所就讀階段更發展出對光學精密量測的濃厚興趣，也因此到澳洲攻讀博士學位階段專研於自動化工程的光學非接觸量測技術領域的探索。值得一提的是，出國留學前服務於核能研究所(1991.10~1994.7)，專注於自動化超音波非破壞檢測技術之研發，澳洲求學期間任職於澳洲 CLIPSAL 電子公司，擔任專職研究工程師(1997~2001)，



1994年就讀比利時魯文大學

專責於製程自動化與光學檢測系統的研發，長達十年以上時間在製程自動化相關的工業實務的實戰研發經驗，對於本人進入大學擔任教職後的學術研究工作有著莫大助益與深遠影響。

在學術領域，服務於國立臺北科技大學自動化科技研究所十年，主要從事自動化光學量測相關之研究與教學工作，之後因緣際會於民國 100 年 8 月轉服務於國立臺灣大學機械系，持續專攻於自動化光學量測。

具體貢獻事蹟

縱觀本人近年之研究成果，具體貢獻事蹟及研發效益說明如下：

(一) 至今已執行完成 50 件產學研究計畫，成果具有顯著產業效益與亮點：產學合作合計金額達新臺幣 6000 萬元，產學合作計畫與本人在科技部所執行的研究案緊密聯結，能將所開發的新技术與新產品有效地衍生許多具有產業實戰能力的產學合作案，使國內 AOI 產業進行關鍵性技術解決與研發能量得以積極提升，並且針對產業技術困難所遇到的關鍵點，提出有效解決方法與突破。近期多家合作企業已順利研發出多項具市場競爭力的產品，新技术與新產品之重要亮點包括：半導體高速彩色線掃描光學共焦量測模組、創新光學式半導體製程機器手臂位移與姿態監控與量測系統、半導體封裝三維微結構關鍵尺寸(CD)光學量測系統等，其中也順利產出多項光學量測關鍵發明專利及成功培育眾多優秀的研發人才。

(二) 提升國內 AOI 產業之具體產值(技轉成效與產品化成果顯著)：研發成果對 AOI 產業之設備產值發揮了具體技術轉移的成效，尤其對於精密製程之檢測設備提供高值化的助力，為國內 AOI 技術的提升與產業發展作出貢獻。研發成果已對多家「先進自動化光學檢測設備研發聯盟」廠商會員順利完成 26 次技轉，其中已授權技轉的相關發明專利 22 項，技轉



金額達新臺幣 2968 萬元，未來衍生利益金預計將可超過新臺幣 5,000 萬元，此為在產學合作成果上另一重要亮點。由此可以看出，本人在產學方面的成果對於 AOI 產業之技術擴散性極佳，所研發之成果藉由廣泛的技術轉移，具體協助國內 AOI 相關廠商成功研發出多型 AOI 線上檢測系統設備，並實際應用於國內半導體、PCB、智慧手機、新進顯示器等先進製程之線上檢測上。

(三) 深耕於量測學理與技術的突破與智財權群組的建立：本人之學術發表成果聚焦於自動化光學量測學理與技術方面，共有國際期刊論文 110 篇與會議論文 221 篇之發表，其中有多篇論文屬於工程、光學或儀器設備領域排名前 20% 以內之傑出級或優良級 SCI 期刊，同時也申請獲得超過 50 項與光學精密量測相關的發明專利，可形成良好之專利佈局，論文之發表與技轉的技術內容相符，技術之發展成果屬於基礎型之創新性，可為該技術領域建立有效之專利障礙以及具攻擊效力的智財權。

研究展望

臺灣半導體產業結構完整，以其緊密延伸的晶片製造合作模式，在過去數年間已建立起完整的半導體製程供應鏈，並持續朝向高附加價值的高階製程發展。而 AOI 技術在半導體製程供應鏈中極其重要、不可或缺，這也是近年來本人研究的重點。

本人希望透過跨團隊的合作，能整合彼此研發能量，結合自動光學檢測、深度學習、智慧製造、數位孿生、虛擬量測與私有雲端等技術，並投入大量的精密機械、工業工程、資訊工程等領域背景的碩博士研究生，產研界的研發人才菁英，共同創造屬於世界 first tier、前瞻性的核心檢測關鍵技術，使臺灣能於國際半導體先進封裝設備競賽中獲得領先的地位。





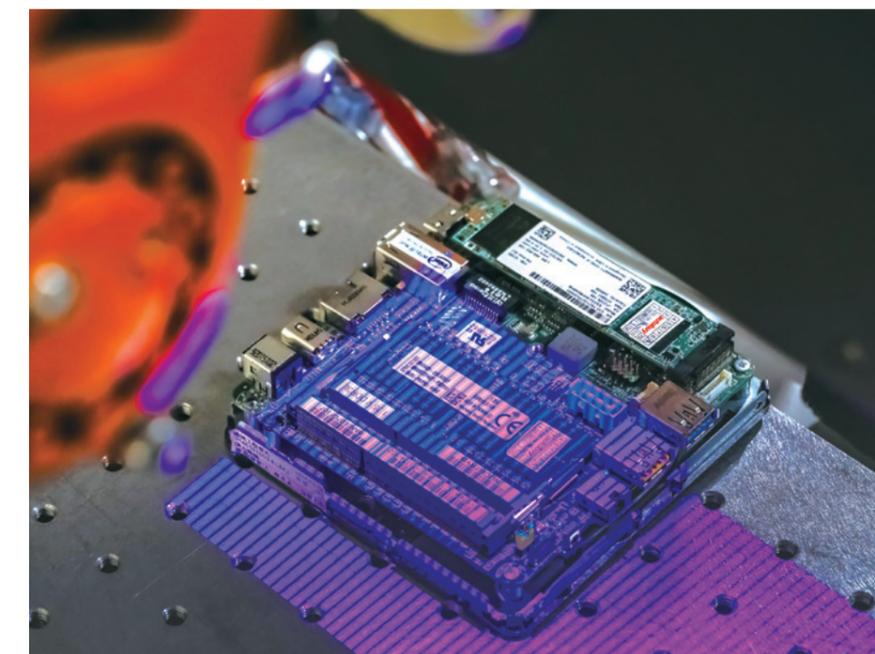
Prospective of "TECO Award"

The TECO Foundation & Award have established a high reputation domestically and abroad, making outstanding contributions toward all domestic science and technology innovations. Research scholars often regard the "TECO Award" as a lifetime achievement award, attracting many talents to work towards technological innovation and significantly promoting national development. Because of this, we would expect the TECO Award further promote the driving force of domestic technological innovation and transform Taiwan into a new high-value-added economic model based on precision engineering. No doubt that the TECO Award has contributed considerably to developing novel technologies, inspiring creativity, and benefiting the whole society.

Take NTU's AOIEC as an example of being beneficial by the TECO Award. It is a three-in-one AOI equipment innovation organization, forming academic laboratories (Labs), AOI equipment manufacturers (Makers), and equipment users (Users) into a seamless alliance. More than 40 AOI equipment manufacturers are participating in the AOIEC, almost covering the major domestic AOI equipment manufacturers, including famous the worlding leading Taiwanese companies, such as TRI Innovation and Utechzone Co., Ltd, which are among the world's top 15 suppliers.

What is especially commendable is that many AOIEC members have been gradually transformed from small local enterprises into important international players with an annual turnover of over several billion NT dollars. The gross profit rate

of these makers can generally reach more than 50%. This is significant if they are compared with the general profit achievable by the major OEM industries. Therefore, for scientific and technological innovation, the TECO Foundation has substantially enhanced the country's industrial competitiveness and continues contributing to the world's sustainable development.



History of Achievements

Before my academic career in Taiwan, I worked as a full-time research engineer in Gerard Industries of Australia (Clipsal) between 1997-2001 and at the Institute of nuclear energy research (INER) of Taiwan between (1991.10-1994.7). Before joining NTU, I worked as a professor at the National Taipei University of Technology between 2001-2011 in Taipei.

My major research fields are precision metrology and manufacturing, automated optical inspection (AOI), Opto-mechatronics instrumentation, and 3-D machine vision and algorithms for automation.

Technical Contributions

(1) Fifty industry-university research projects have been completed:

The results have significant industrial benefits and highlights. The total amount of the industry-university cooperation reached NT\$60 million, which can effectively generate many industry-university cooperation projects with industrial actual combat capabilities from the developed new technologies and new products so that the domestic AOI industry can actively improve the key technology solutions and R&D energy and solve the problems encountered by industrial technical difficulties. Key points put forward effective solutions and breakthroughs. Recently, several cooperative enterprises have successfully developed some products with market competitiveness. Important highlights of new technologies and products include high-speed Linear scanning chromatic confocal measuring systems for semiconductors, Advanced Intelligent Optical precise measuring modules and system integration with 6-axis robots, semiconductor packaging 3D microstructure critical dimension (CD) optical measurement systems, etc. Among these key inventions patents for optical measurement have been successfully produced, and many outstanding R&D talents have been successfully cultivated.

(2) Improve the specific output value of the domestic AOI industry

(remarkable results of technological transfer and productization): The research and development results have played a role in the particular technology transfer of the equipment output value of the AOI industry, especially for the precision process testing equipment to provide high-value assistance for domestic contribute to the improvement of AOI technology and industrial development. The R&D achievements have completed 26 technology transfers for several manufacturers of the NTU AOIEC, among which 22 patents for related inventions have been authorized, and the technology transfer amount has reached NT\$29.68 million. The profit is expected to exceed NT\$50 million, another important highlight of the industry-university cooperation. From this, it can be seen that my achievements in industry and academia have excellent technology diffusion for the AOI industry. The research and development results, through extensive technology transfer, specifically assist domestic AOI-related manufacturers in successfully developing multi-type AOI online detection system equipment and are applied to the online testing of advanced processes such as domestic semiconductors and PCBs, smartphones, and monitors.

(3) Focus on breakthroughs in measurement theory and technology and the establishment of intellectual property rights groups:

The applicant's academic publication achievements focus on the theory and technology of automated optical measurement. A total of 110 international journal papers and 221 conference papers have been published. Many articles are in the top 20% of outstanding or excellent SCI journals in engineering, optics, and precision instruments. And have also applied for more than 50 patents

related to optical precision measurement, which can form a good patent layout. The paper's publication is consistent with the technical content of the technology transfer, and the development results of the technology belong to the basic innovation, which can establish effective patent barriers and intellectual property rights in this technical field.

Future Prospects of Research

Taiwan's semiconductor industry has a complete structure. With its closely extended chip manufacturing cooperation model, an entire semiconductor process supply chain has been established in the past few years. It has continued to develop toward high-value-added & high-end processes. AOI technology has become critical and indispensable in the semiconductor process supply chain, which is also the main focus of my research in recent years.

I hope that through cross-team cooperation, we can integrate R&D energy and combine technologies such as automatic optical inspection, deep learning, manufacturing, digital twin, virtual measurement, and cloud technologies. Master and doctoral students with a background in precision machinery, industrial engineering, and information engineering have heavily devoted themselves to R&D activities in the industry and research fields. All these efforts have jointly created the world's first-tier, forward-looking core testing technologies so that Taiwan can obtain a leading position in the globally competitive marketplace.

