

出國報告(出國類別:訪問)

教育部訪問德國與丹麥推動 產學實務應用研發及專業技術人才培育 機制計畫出國報告

服務機關：教育部技術及職業教育司

姓名職稱：楊司長玉惠等 17 人

派赴國家：德國、丹麥

出國期間：108.9.2-108.9.11

報告日期：108.11.26

目錄

壹、 摘要-----	P.3
貳、 訪問目的-----	P.5
參、 訪問地點-----	P.5
肆、 訪問重點-----	P.5
伍、 訪問時間與成員-----	P.6
陸、 訪問過程、心得及建議-----	P.7
一、 訪問單位：會見駐德科技組、教育組及虎科大德國實習生-----	P.7
二、 訪問單位：德國弗勞恩霍夫協會 IPT 中心及阿亨工業大學-----	P.9
三、 訪問單位：丹麥達爾姆農學院(Odense 校區)-----	P.14
四、 訪問單位：丹麥達爾姆農學院(Korinth 校區)-----	P.17
五、 訪問單位：德國伊爾梅瑙技術大學-----	P.19
柒、 附錄：行程手冊	

訪問德國與丹麥推動產學實務應用研發及 專業技術人才培育機制計畫

壹、摘要

為促進我國高等技職教育培育具備國際視野及頂尖技術之專業人才，及因應產業發展走向國際化，企業對於專業技術人才需求急切，目前積極推動國際技術人才培育學院。希望引進世界各國於相關實務技術領域著名之學校人才培育模式，共同設立專業領域之國際技術人才培育學院，培養學生成為具備國際移動力之頂尖技術人才。

德國專業人才之培育模式是學生於畢業前都需要進行實際業界/海外實習，合作單位提供真正之實習環境，使實習學生可以提早接觸就業環境，即早適應就業市場需求。若有合適之學生，可以在畢業後直接進入該單位服務，縮短新進員工之訓練時間，達到產學(學用)無縫銜接軌人才培育之真正目的。

與我國土地面積相仿之養豬先進國家丹麥而言，該國豬隻的繁殖效率及產值均為我國的 2 倍、生長效率為我國的 1.37 倍、育成率高出我國 10%，整體養豬產業之效能是我國之 3 倍，其中，達爾姆農業學院(Dalum Academy of Agricultural Business)致力於丹麥學生農業教育，更配置推廣海外業務的教職人員，將丹麥養殖技術輸出到世界各國。依 2017 年農業年報所示，我國畜牧產業之年產值有 1,600 億，佔總農業產值約 5000 億之 1/3，而養豬產業之年產值有 700 億則佔總畜產業之 43%，總農業產值之 14%，顯示養豬產業可謂我國農業產值中最大宗之單一產業，此也說明養豬產業之提升，對我國整體農業發展的重要性。因此安排於 108 年 9 月 2 日至 9 月 11 日共計 10 天，參訪德國與丹麥專業研發人才培育大學及產學實務研發中心，得以深入了解其合作推動人才培育機制。

綜合參訪機構之特色制度、作為與相關經驗作為我國未來推動產學實務應用研發專與業技術人才培育之參考：

一、德國亞琛工業大學(RWTH Aachen)與 Fraunhofer IPT 的合作模式可以使得學校與業界的合作與聯繫更為緊密。各校所設特色研究中心可考量扮演學校與業界的中介角色。

二、丹麥養豬技術、教育，甚至產業已經標準化且不斷的改進，臺灣若能引進其

標準化的教材、課程與設施並因應環境進行調整成為新的標準，未來有機會在亞熱帶養豬產業成為教育重鎮。

三、TU Ilmenau 基礎教育非常扎實，雖然位在德國中部的小城，惟學生就業情況非常良好。且該校近年來爭取到的經費與設備貴儀突飛猛進，各實驗室設備不遜於業界，研究成果也能夠移轉到業界。校長也非常有意願與到訪的各校合開雙聯學位。此次到訪的學校可考慮共組聯盟與該校進行多方的合作。

四、此次參訪的各單位與學校雖僅與目前的合作學校單一合作，惟保持開放態度願意將合作關係擴展到其他學校。因此此次參訪學校可檢視本身適合的項目，透過目前合作學校進行聯繫。

貳、訪問目的

- 一、認識德國與丹麥推動頂尖人才培育相關機制。
- 二、了解德國與丹麥教育與產學合作實務合作模式。
- 三、觀摩德國與丹麥技職教育與產業接軌策略。

參、訪問地點

- 一、德國亞琛工業大學(RWTH Aachen) 與德國弗勞恩霍夫協會 IPT (Fraunhofer-Gesellschaft, Institute of Production Technology)
- 二、德國伊爾梅瑙技術大學(TU Ilmenau, Technische Universität Ilmenau)
- 三、丹麥達爾姆農業學院(Dalum Academy of Agricultural Business)

肆、訪問重點

一、德國：

1. 亞琛工業大學(RWTH Aachen)--最負盛名的理工科大學之一。該大學的機械工程學院在規模以及研究成效上領先其他德國的大學。亞琛工業大學於大三或大四時將學生送至法人單位 Fraunhofer IPT 進行實習實做能力操練，直接面對實際產業界目前的需求，達到學以致用產學研合作的目標，使他們的學生畢業後就有即戰力，可以馬上為業界貢獻所學。這種學校與法人合作，以法人機構作為橋接業界與大學的平台來培育人才的模式，可有效的縮小學用落差，很值得學習。
2. 弗勞恩霍夫協會(Fraunhofer-Gesellschaft) IPT (Institute of Production Technology) -- Fraunhofer 成立於 1949 年 3 月 26 日，為德國最大的應用科學研究機構，同時也是整個歐洲最大的應用科學研究機構。Fraunhofer IPT 設在位於德國阿亨的世界知名 RWTH Aachen University 旁邊，Fraunhofer IPT 的所長為 Prof. Christian Brecher，他同時也是阿亨工業大學的 Laboratory for Machine Tools and Production Engineering (WZL) 中心主任，兩機構緊密結合。
3. 伊爾梅瑙技術大學(TU Ilmenau, Technische Universität Ilmenau)--為目前世界精密量測與奈米工程研究領域的翹楚，參訪該校精密量測領域實驗室與所衍生之公

司，瞭解當地精密量測領域之發展現況與未來發展趨勢。

二、丹麥：

達爾姆農業學院(Dalum Academy of Agricultural Business) --丹麥最大且歷史最悠久(since 1886)農業學院，位於丹麥的歐登斯(Odense)，距離首都哥本哈根約 250 公里，不僅致力於丹麥學生農業教育，更配置推廣海外業務的教職人員，將丹麥養殖技術輸出到世界各國，所有配套措施非常完善。

伍、訪問時間與成員

108 年 9 月 2 日至 108 年 9 月 11 日共 17 位成員

序號	學校	姓名	職稱
1	教育部	楊玉惠	司長
2		陳玉君	科長
3	國立臺灣科技大學	江維華	副校長
4	國立臺北科技大學	任貽均	副校長
5		蘇昭瑾	研發長
6	國立屏東科技大學	戴昌賢	校長
7		葉桂君	主任秘書
8	國立雲林科技大學	楊能舒	校長
9	國立高雄科技大學	楊慶煜	校長
10		蔡匡忠	產學長
11	國立虎尾科技大學	覺文郁	校長
12		沈金鐘	副校長
13		胡智熊	主任秘書
14		康世昊	校長特助
15		洪柏傑	助理
16		蘇炎坤	講座教授
17	崑山科技大學	侯順雄	研發長

陸、訪問過程、心得及建議

一、會見駐德科技組、教育組及虎科大德國實習生

記錄學校：國立虎尾科技大學

(一) 訪問過程

參訪團於 9 月 2 日晚間由桃園機場出發前往德國法蘭克福。9 月 3 日早上到達德國法蘭克福機場，立即驅車前往 Bonn (波恩)。到達波恩後，由台科大借調的駐德科技組戴龔組長了解當地的各項相關科技合作事宜。目前德國科技部仍在此地，因此駐德科技組仍然留在 Bonn，其他單位都已遷往柏林。在參觀 Bonn University 之後趕往 Aachen。

到達 Aachen 旅館時，駐德教育組翁勤瑛組長跟虎尾科技大學在德國實習的學生已在等待我們。翁組長特地從柏林來到 Aachen 參與我們的活動，除與學生座談外，隔日並一起拜訪阿亨工大與 Fraunhofer IPT。

虎科大的五位學生是經由國際技術人才培育學院計畫選送到德國。他們以阿亨工業大學交換生名義再送至 Fraunhofer IPT 進行實習。其中過程是由 Fraunhofer IPT 提供實習職缺領域的要求，其中包含下列四個領域: Automated assembly of optical systems, Research and development for zero defect manufacturing, Research in data analytics in the production, automation of cyber-physical systems in production machines。虎科大對學生公開招募並做第一階段篩選選出 10 位，之後再進行短期英文培訓，最後由 Fraunhofer IPT 對 8 位學生面試後選出其中 5 位。

9 月 3 日晚間與這五位學生進行座談，他們目前是由各自的導師指定題目進行解題與研究，過程中多與機構內的同儕學習與討論。因為學生已具有專業背景，所以在工作上並沒有太大的困難。學生們很高興有這樣的機會來到德國頂尖的研究機構進行實習，在設備、題目與同儕跟在台灣是完全不一樣的體驗。虎科大表示將與 IPT 討論未來的學生能夠一起參與 IPT 執行的研究計畫，以學習德國研究機構在執行計畫方面的規劃與進行方式。

（二）參訪心得與建議

- 1.因為這是第一次進行，故先以半年為期，虎科大計畫未來能實習延長為9個月到一年，較能有一個完整的學習。
- 2.未來可將阿亨工業大學及 Fraunhofer IPT 合作訓練模式導入我國，並了解該校課程設計及相關培訓機制，提供作為我國作為參考。

（三）參訪照片



圖 1. 台科大江副校長與科技組戴組長



圖 2. 楊司長、覺校長和翁組長與虎科赴德實習生團體照



圖 3. Bonn University

二、德國弗勞恩霍夫協會（Fraunhofer-Gesellschaft）生產技術中心（Institute of Production Technology）及阿亨工業大學（RWTH Aachen University）



記錄學校：國立虎尾科技大學

（一）訪問過程

上午前往阿亨大學校區，由於覺文郁校長的研究中心團隊到訪多次，安排參訪 Fraunhofer 協會（Fraunhofer-Gesellschaft）的生產科技中心（Institute of Production Technology）。首先由處長 Daniel Zoltan 接待，並以 15 分鐘介紹 Fraunhofer 與 IPT 的由來和架構。

Fraunhofer 協會的命名由來，並不是因為該協會是由德國著名物理學家、發明家和企業家 Joseph von Fraunhofer 所創立，而是研究協會創立之時，認同他所提出及實踐的理念，也就是三種身份的結合：研究者、發明者以及企業家。協會的宗旨就是在這樣原則下成立。總部設於慕尼黑，並在德國以及世界多國設有分部。協會認同的原則亦成就了獨樹一格的經費來源，首先是來自政府部門的基本研究經費，再者就是申請各式研究案經費，包含歐盟研究案或是地方政府的研究案，第三個就是經費來自企業的雙邊合作投資，這部分佔了所有經費的 1/3。因此，能確保對產業需求的敏感度，所進行的研究案不會脫離企業的實際應用太遠，自然的企業就願意提供資金進行雙邊合作。依此建立起一個技術中心、大學以及企業三方的協作模式。在德國的許多城市，甚至美洲、亞洲皆有設立這樣的技術中心，但設立前都會先確認是否具備與當地大學、企業合作的基礎。目前共有 23,000 僱員，2.5 billion 可動用資金，是個規模很大的公司。德國弗勞恩霍夫協會(Fraunhofer-Gesellschaft) 成立於 1949 年，為全歐洲最大的應用科學研究機構。目前底下設置超過 80 個研究所，研究經費每年超過 10 億歐元；其中 2/3 來自企業和公助科研委託項目，另外 1/3 來自聯邦和各州政府，用於前瞻性的研發工作，確保其科研水平處於領先地位。

德國弗勞恩霍夫協會底下所設置之生產技術研究所(Fraunhofer Institute for Production Technology, Fraunhofer IPT)與阿亨工業大學長期配合致力於工具機與精密機械領域相關技術開發與人才培訓，為德國工業 4.0 與智慧製造發展之重要聚落。

阿亨工業大學(RWTH Aachen University)成立於 1870 年，為德國最大的理工大學，學生人數超過 4.5 萬名，專業學程數超過 140 個，被評選為德國 11 所精英大學之一，

該校與眾多應用科學研究機構皆保持密切合作關係。Fraunhofer 協會在阿亨有三個中心，分別是生產科技(production technology)，也就是本次訪問的 IPT、雷射科技研究中心、以及生物及應用中心。IPT 擁有大量的企業提供研究資金，擁有 3000 萬歐元的可動用資金，並有 128 位研究人員，他們在中心工作並同時從事自己的博士學程。另有 64 位實驗室技術人員，其特殊之處又有 200 多位大學部學生亦參加 IPT 進行的各類研究計畫。中心主要聚焦在生產技術、生產機具、品質管控技術幾個領域，與阿亨工大的不同系所有所連結。中心亦設有企業部門負責中心研發成果的市場開發和行銷，但更重要是提供客戶技術支援和問題處理。

在雙方的研究與學術合作上，弗勞恩霍夫協會 IPT 的主任同時具有阿亨大學的教授職位，所以可以同時兼顧雙方的需求及進度。在他個人 20 分鐘的簡報裡，Christian Brecher 所長向參訪團說明該中心目前主要的推動方向和工作項目。Brecher 所長在兩年前曾到訪台灣參與一項計畫的建議，對台灣並不陌生。與參訪團的討論主題圍繞在 Internet of Production，特別是他對未來 10 年期，此以領域的進展。他以我們日常應用的 Google Traffic 技術為例，提出將這項資訊技術應用在生產技術、品質與速度控制上的專業開發。首先要處理的是資料的傳輸處理介面各有不同，而生產機台已有各式各樣規格，而被客戶購買使用的設備機具又各有其企業所需，目前對於這些開發成果的後續資料回饋都依賴在產品保證期的時限內。而目前該中心主要關注在如何將資料搜集延伸整合為從研發到使用的整體產品周期，以及如何在技術問題處理決策時能夠及時，而不是等待較長的一段時間去完成反應。以德國為例，如果反映在目前的科技進展上，Brecher 所長特別強調，所謂的德國工業 4.0 的階段任務其實尚未落實。

在座談中德方提出兩個根本概念，就是 Systematic Learning 的資料有效性、全面性以及 Real Time Acting 的支援，才能構造下個世代概念的生產設備，而關鍵就是避免資料的流失。目前有幾個相關計畫諸如 Cluster of Excellence 2023、整合 Google Map 與生產利益、Digital Shadows for Smart Use of Machine Tools 等項目。其他包括雲端技術，如何讓企業對技術的應用，可以讓企業將其生產的資料傳送到中心所提供的技術載具上，利用 5G 的設備便利性，達成前述的概念技術推進與應用，於是嶄新的概念提出：整個世界連結成一個實驗室。總結：過去四十年的自動化技術典型結構是由研究計畫系統、製造執行系統和控制器去提供機器與機器人運作，未來的技術進展模式，將雲端應用與工具機械的結合，透過未來網路的延伸性，將技術往上提升，

該項產品稱為 X-BOX，其進展值得我們拭目以待。

Brecher 所長還特別提到虎科目前在該中心學習實習的學生也參與在該中心，見證該中心在未來 7 年內各項計劃的推動理念與發展資訊。在簡報與討論結束後，楊玉惠司長代表教育部和參訪團，贈與該中心紀念品，各校也與 IPT 交換禮物，再由該中心的兩位研究員帶領參觀 IPT 的現場設備。再前往阿亨大學的研究機構參訪。

(二)參訪過程問與答

問題 1: 雲科大楊能舒校長提問：Fraunhofer 模式結合三方，但大學端是否提供中心運作項目協助，與台灣工研院模式的比較差別？

回答 1: 因為我們兼顧大學與研究中心兩邊，研究中心與業界結合較多，而大學端可以提供基礎研究的訓練，所以在計畫上我們來進行結合。但與工研院模式不同，因為工研院沒有自己的學生，與大學也沒有直接接合。

問題 2: 屏科大戴昌賢校長提問，該中心如何能有效地將動機與鞭策機制運用，以提升學者進行跨領域產學合作研發的動機。

回答 2: 我們自 2006 年以來，就因為生產技術的跨領域交流介面的討論，因此已經有較長的經驗。其次，我們提供許多微型訓練，讓人們從不同領域可以交流，甚至社會科學、經濟學，讓人們體驗到的確可以更好地解決問題，有更好的產出。

問題 3: 虎科大覺文郁校長提出兩個問題，一個 5G 的應用在技術中心是如何運作。另一個是參與的 PhD 助理是否有出版研究論文的要求。

回答 3: 中心因有與 Ericsson 合作，他們設置設備在這裡，所以他們可以利用這個來協助搜集 shopfloor 的資料。至於在中心這裡的博士生，我們對他們提出要求，如何針對研究計劃提出貢獻，每年應有兩篇論文，為期五年。

問題 4: 沈金鐘副校長提出，該中心的研究生必須自行找到經費來源，這是如何要求的？

回答 4: 在這裡有為數眾多的研究人員，提出各式各樣的研究主題，我們會進行審視，是否主任工程師應該知道研發上的錯誤在哪裡，並回報給負責人。以此作為對年輕研究參與者的訓練。

問題 5: 與會校長們也關心少子化下如何吸引優秀人才？

回答 5: 中心目前的學生有約 600 人，其中 20% 為國際學生，主要來自中國、印度以及巴西。

(三)參訪心得與建議

虎尾科大沈金鐘副校長率領國際產學聯盟、智能機械與智慧製造研究中心同仁於 2018 年前往德國簽署三方合作意願書，啟動了本次參訪團的先行準備。當時德國簽署代表包括弗勞恩霍夫協會研究發展處組長 Marianne Bösl 與法律顧問 Anna Schneider-Manzell；阿亨工業大學校長 Prof. Dr.-Ing. E. Schmachtenberg、國際處主任 Henriette Finsterbusch, Ph.D 以及工具機與生產工程中心主任 Prof. Dr.-Ing. C. Brecher 等人。已奠定未來台德雙邊將未來將共同聚焦於工業 4.0、智慧製造、精密工程、工廠數位化等議題之合作。透過交換成員(教授、學生、研究同仁)、技術開發合作、成果交流、參與雙邊產學研究活動與共同執行研究計畫等方式，達到人員交流、技術開發合作之效益。

國立虎尾科技大學在執行教育部深耕特色中心或是國際技術人才培育學院計畫，將以此合作平台拓展相關屬性業務，藉由雙方多元廣泛的合作方式，持續協助國內工具機與精密機械產業朝智能機械與智慧製造領域發展。在 5G 智慧製造方面由特色中心與 IPT 進行技術交流與研發方向的討論。在人才養成方面則藉由老師與學生在 IPT 的交換合作與實習中學習如何培育高階技術人才，例如研究生最終需自尋財源就是培養學生成為計畫主持人與團隊領導者的一種很好的方式。另外如跨領域交流介面的建立，IPT 會跨足到社會科學、經濟學領域，而台灣跨領域還是比較侷限在不同主修的工程領域。

(四)參訪照片



圖 1. Dr. Zoltan 簡報



圖 2. Dr. Brecher 簡報



圖 3. 校長間的討論



圖 4. Fraunhofer IPT



圖 5. 阿亨工大



6. 阿亨工大場域

圖

三、Dalum landbrugsskole - Odense



記錄學校：國立屏東科技大學

(一)參訪過程

本次參訪之單位為位於丹麥的達爾姆農學院（Dalum Academy of Agricultural Business），該校為丹麥最大，歷史最悠久的農業學院，目前已發展成為一所現代化的國際農業教育學院。達爾姆農業學院將教育與豬產業緊密結合，其合作之企業包含營養、飼料、飼料添加劑、育種與飼養設備、疾病診斷等。與牧場合作，透過大量之實習，使學生將知識與實作結合，達到學習最大化之效果。除教育當地與國際學生外，該校亦提供養豬專業技術開發、養豬專業技術諮詢輔導、國際合作與技術輸出。

參訪團由達爾姆歐登斯（Odense）校區之國際講師 Ms. Maria Frøsig Graff 與 Mr. Carsten Friis Poulsen 接待並進行簡報與討論。丹麥土地面積為 43,000 平方公里，62% 的土地用於農業生產，生產大麥、小麥與西洋油菜。丹麥面積僅為全歐盟 0.4%，然而出口了歐盟 38% 的農產品，其 80% 所生產之農產品均用於外銷。丹麥亦為養豬大國，約有 3,000 家養豬戶，其中之 60% 養豬戶之飼養頭數達 8000 頭以上，台灣則約有 7000 場，規模以 1000 頭以下為主。丹麥工資極為高昂，時薪約 20 美金，因此迫使其農業具有高度之生產效率，此外，於管理與生物安全上亦十分嚴格，使得丹麥平均年產離乳豬隻數可達 34 頭，台灣則僅約 16 頭。

在養豬人才培育方面，主要是對丹麥本國學生進行專業課程訓練，招收之對象係主要來自已完成丹麥義務教育之高中職學生或豬場現場工作人員、部門負責人、養豬專業經理人、牧場業者，依不同程度及需求設計 0.5~2 年的學制課程，所有學程之總合更達 5 年之久，期使學生經由不同程度的訓練後可擔任具有養豬專業之飼養工作者或農場專業管理經理人等；且於人才培育過程，學員均需親赴鏈結之合作廠商或養豬農場進行實務訓練，測驗合格者始授予結業證書。丹麥教育強調與學生有溝通與互動，而非傳統單方面之教授，透過發問與答辯，使學生思考更為獨立與靈活，且學生與教師，甚至是員工與主管間並無上與下之關係，彼此溝通能更為順暢且有效率，共同為目標努力前進。

參訪過程中發現有一團台灣養豬業者正在此地受訓。他們都是由國內某產業相關集團安排到此學習先進的養豬技術。

(二)參訪過程問與答

問題 1：丹麥的教育體系中，技職與高中之比例為何？

回答 1：目前各約為 50%，但仍需積極招生，鼓勵更多學生加入技職體系。

問題 2：每個階段需要考試嗎？若沒通過測驗該如何處理？

回答 2：每批學生通過率約為 6-7 成，未通過之學生會給予補考之機會。

問題 3：達爾姆學院的專業技術與知識均完全透明化地授予學生或輸出至其他國家，不怕技術被學走而豎立更多競爭者嗎？

回答 3：達爾姆學院的技術仍在持續進步中，且透明化的技術與知識也可激發更多良性的競爭。透過技術的輸出，可獲取相對之報酬。

(三)參訪心得與建議

該校為歷史悠久且具有實績之農業學院，在教育、產業合作及創新方面均有傑出表現，其中以教育為核心，透過教育方式引導農民走向正確的方向，進而提升整體產業。目前屏東科技大學已與達爾姆學院合作，每年將派送教師與學生至達爾姆學院受訓，達爾姆學院亦派送教師至該校授課，期能藉以培育具備全方位能力之養豬技術專業人才，提供台灣產業人才短缺所需，亦協助我國養豬業界生產效能之提升。

達爾姆學院有整套完整的養豬教學課程，其中包含教材與標準設施。全世界，包含台灣與東南亞，都派員到丹麥學習。但是因為丹麥的氣候與亞熱帶或熱帶國家完全不同，因此在教材與設施上也要有所調整。達爾姆學院希望與國立屏東科技大學，就是期待屏東科技大學能夠在他們的基礎上進行改善與調整，以符合不同地區的養豬環境。

丹麥養豬產業歐洲第一，是軟硬體、技術、制度與管理充分整合發揮之結果：

1. Dalum 學院與丹麥農業研究單位與 7 間養豬產業形成產、研、教鐵三角，研究單位提供技術提升之研發、產業提供實務運用，Dalum 學院作為傳授研發成果與實務訓練之平台。並且，這種產、研、教結合體系持續支援學員於畢業後養豬技術之精進。例如 Dalum 學院所培育之學員組成養豬戶群組，討論與交流，Dalum 學院將最新養豬資訊提供給養豬戶群組，養豬戶群組也將問題回饋，讓產學研三方能即時了解及尋求解決。所以即使是不同養豬場養豬 SOP 都能維持一致。這是丹麥維持高水準養豬產業的水準之關鍵。所以 Dalum 學院的訓練課程非常多元，授課課程不只是養豬技術，還包含經濟學、財務管理、甚至溝通表達能力。

2.課程採課堂講授與農場實習交替的訓練模式。農場實習中，學員除了學習養豬，也包含學開曳引機、農業機械維修等，可謂全方位訓練。此點與台灣領域區分很細、強調單一專精非常不同。

3.丹麥面積小，卻能將養豬產業造成之環境衝擊降至最低，主要是落實循環經濟，將養豬廢水作為農場作物的肥料，生產作物又成為養豬之飼料。Dalum 教導學員重視環保之方式不僅是以道德勸說來說服養豬農民，而是以經濟成本為出發點，讓養豬農民了解循環經濟可以減少的支出，以實際金額來激勵農民落實。

屏東科技大學目前已遴選6位教師赴丹麥進行養豬專業飼養管理實務訓練課程。

14 位學生教師赴 Dalum 丹麥進行養豬專業飼養管理實務訓練課程。第一年師生學習丹麥養豬場的管理優點，未來希望能學習養豬關鍵技術，例如公母種畜基因選種，商業豬種耐熱性生物指標值篩選，高效能飼料製造技術，豬隻福利生產系統，豬隻智慧化飼養系統，標準作業流程輔導，進行業界種公豬精液冷凍保存技術推廣及精液品質即時監控輔導等，才能與管理相輔相成。

(四)參訪照片



圖 1. 於雙方國旗前合影



圖 2. 聽取達爾姆校方簡報



圖 3. 教育部致贈禮品



圖 4. 巧遇台灣受訓業者

四、Dalum landbrugsskole - Korinth



記錄學校：國立屏東科技大學

(一)參訪過程

於 Odense 校區結束參訪後，前往車程約 30 分鐘的 Korinth 南部校區，Dalum landbrugsskole 在 2003 與 Korinth Landbrugsskole 合併，Korinth 校區主要培訓年輕學生。

到達校區後由講師 Henrik Jensen 進行接待，該校區為初級學生進行實作與上課之場域，校區內包含少許動物飼養（牛、雞、羊與馬）、馬術訓練、農機具操作與保養等等。Henrik 鼓勵學生在犯錯中學習，且透過實際的操作，可對於課程內容更為了解。此校區擁有數台大型拖曳機，用於耕作田地，且校方正於此校區內開發自動化農田耕作設備。並參觀過程，robot 的自動化拖曳機進行耕作。

(二)參訪過程問與答

問題 1：為何畜牧業需要學習田地耕作？

回答 1：丹麥畜牧業講求循環經濟，透過畜牧肥料進行施灌後並種植作物，可減少氮、磷之排放量。

問題 2：開發自動化耕作設備之原因？

回答 2：丹麥人力高昂且將面臨未來農業人力不足之問題，故開發自動化設備為未來之趨勢。

(三)參訪心得與建議

現今台灣畜牧業也同樣面臨農業人口短缺少與勞力老化問題，或可借鏡丹麥經驗並進行自動化設備之開發。

經查也發現 Odense 也是丹麥發展機器人企業的重鎮，只可惜沒有機會安排到機器人產業進行參訪。

(四)參訪照片



圖 1. 大型拖曳機說明



圖 2. 牛舍參訪



圖 3. 雨中聽取說明



圖 4. 自動耕作機器人

五、德國伊爾梅瑙技術大學(TU Ilmenau, Technische Universität, Ilmenau)



記錄學校：國立台北科技大學

(一)參訪過程

歐洲技職訪問團最後一個行程是參訪德國伊爾梅瑙技術大學(TU Ilmenau, Technische Universität)的特色實驗室。

伊爾梅瑙技術大學校長 Professor Peter Scharff 與 Professor Eberhard Manske 曾於去年拜訪過國立虎尾科技大學，並商討合作機會。雖然校長即將於 9 月 9 日出國，熱情的他還是堅持在 9 月 8 日晚上出席晚宴接待我們(圖 1)。晚宴中不僅談及與各校共建雙聯學位，Professor Eberhard Manske 還用二胡拉出了「雨夜花」(圖 2)，讓全場驚艷，賓主盡歡。

TU Ilmenau 是伊爾梅瑙市的一個重要學術機構，也是圖林根州的第二大大學。伊爾梅瑙市的經濟重點是玻璃製造工業、採礦業（銀，銅，錳）、陶瓷工業和機械製造。因此 TU Ilmenau 也重視化學與化工材料，Scharff 校長本身也在無機化學的領域多有著墨，在催化劑及奈米材料的研究上更是不遺餘力。除了校長外，負責接待我們的包含 TU Ilmenau 電機學院精密量測學系的系主任 Professor Eberhard Manske (Ph.D., EE) 及研究副校長 Professor Kai-Uwe Sattler (Ph.D., CS)。同行接待的還有 TU Ilmenau 機械工程學院(Fakultät für Maschinenbau)的 Professor Stefan Sinzinger (Ph.D., ME)及在材料電子工程及元件(Group for Materials for Electrical Engineering and Electronics, Institute of Materials Engineering, Institute of Micro- and Nanotechnologies)擔任博士後研究學者的 Dr. Anni Wang (Ph.D., Materials)及機械工程系精密量測與感測器技術學院(Dept. for Mechanical Engineering, Institute for Process Measurement and Sensor Technology)的博士班學生 Johannes Belkner (M. Sc., ME)。Dr. Anni Wang 是在臺灣清華大學博士畢業後至 TU Ilmenau 從事與電子元件應用所需奈米方面材料研究。Johannes 曾經是臺灣大學的交換生，在臺灣期間學得一口流暢通順的好中文，在協助導覽的過程中給予很大的協助。TU Ilmenau 安排上述領域特色實驗室的參訪及討論，並且參訪該校研究室，了解他們的研究進展還有學生們的生活環境。

9 月 9 日上午九點我們準時來到 TU Ilmenau 行政大樓會議室。首先研究副校長 Professor Kai-Uwe Sattler 致歡迎詞，並且利用約 30 分鐘的時間跟我們整體介紹的校務經營概況、理念及研究重點項目。TU Ilmenau 是圖林根州唯一的技術大學。校區座落

在德國中心區，地理位置吸引人，圖林根州首都愛爾福特以南約 40 公里處，與鐵路和公路 A71 相連，城市所在居民人數大約 37,000 人。TU Ilmenau 擁有國際知名的學術設施，學校的中心目標是發展數學和自然科學，經濟學和媒體等領域最高水平的教學和研究。學校積極策畫創新跟跨領域的教學模式並遵循洪堡理念 (Humboldt's ideals) 的高等教育方針。所謂 Humboldt's ideals 是 19 世紀初出現的學術教育概念，其核心思想是研究與研究的整體結合。有時簡稱為 Humboldtian model，將藝術、科學與研究相結合，實現全面性含文化知識的學習，同時強調追求國際化校園家庭的願景。TU Ilmenau 於 1894 年建校，建校校名為 Thüringisches Technikum Ilmenau。在當時是第一個訓練工程領域學生的私立學校，1926 年更名為 Ingenieurschule Ilmenau，是一個「工程學校(Engineering School)」，強調電機、機械及廣播等三個領域。在 1953 年又改為 Hochschule für Elektrotechnik，每年培育 268 名研究生工程師，1963 年更名為 Technische Hochschule Ilmenau，並增加了訊息技術跟生物醫學等新的學科。1992 年正式改名為 TU Ilmenau 一直到現在。

TU Ilmenau 對電機及訊息技術、計算機跟自動化、機械工程、數學與自然科學、還有經濟科學跟媒體等五個專業科系實施跨領域教學及研究的人才培育模式。目前學生人數已超過 5,600 位，包括 1,400 多位的國際生來自超過 100 個不同的國家。共有 95 位教授跟 770 位學術人員，其中 317 位的經費來源由第三方資助。2018 年就有 88 位博士畢業生。TU Ilmenau 也很重視學校老師跟研究人員研發成果的展現，2018 年有 27 個專利提出申請，其中有 15 個專利通過獲證，17 個專利是屬於實用型專利，還有 565 篇經過審查通過的文章發表。TU Ilmenau 強調廣泛的跨學科教育和「做中學 (Learning by Doing)」的學習文化，主要的探討領域為工程、數學與自然科學、經濟科學跟媒體三項。目前有 19 個學士學位學程(工程科學佔 11 個；數學與自然科學佔 4 個；商業和社會科學 4 個)，25 個碩士學位學程(工程科學佔 18 個；數學與自然科學佔 7 個)，兩個文憑證書學程跟 11 個雙主修學程。還有一個國際雙主修/雙聯學位學程。包括跟中國大陸上海同濟大學的 Biomedical Engineering and Business Engineering 大學部雙聯學制，跟馬來西亞馬來亞大學的 Biomedical Engineering 碩士班雙聯學制。跟俄國、秘魯、羅馬尼亞、法國等也都有在訊息、商務與市場管理、數理、機械、機電、微機電、技術計算機模擬與系統理論等領域碩士班雙聯學制的合作。

為了紮根基礎技術，TU Ilmenau 有一個特殊的「基礎工程學院(Basic Engineering School)」，目的是讓新生對工程教育有更好的興趣。基礎工程學院通過更多的面向

對象的項目和整合的實習機會，為學生學習和職業能力的發展提供更多的實際策略及意義，同時也提供個別教練的做法，讓學生能夠依照個別的特性去做適性發展。在 TU Ilmenau 提供學習的優勢包括：（1）提供深入研究的環境；（2）提供個別學生的資源及輔導；（3）在實際的相關性，學校從一開始就提供整合研究專題所需要的教育策略；（4）有很好的職業前景，學生的就業力及就業率也很好；（5）所在地生活費不是很高，大部分學生都負擔的起。環境也很單純不會給學生像在都市大學一樣帶來很多誘惑，因此學生可以很專心的在這裡學習。

根據 10,000 名學生及 9,000 名教授的評估，TU Ilmenau 成為德國著名報紙 DIE ZEIT 所公布德國最大大學排名系統 CHE 的首位。又以計算機科學跟商業信息學 (Computer Science & Businesses Informatics) 分數最高。TU Ilmenau 的學程獲得 2019 年德國商業雜誌 WirtschaftsWoche 透過超過 650 名領導者的評價中名列前 10 名。至於學生們自己的評估，在德國學生自己的一個對大學評估的獨立網址裡面獲得 88% 的推薦。學生說：TU Ilmenau 通過個人教育的模式提供了很好的工作機會。此外，豐富多采的國際學生生活也可以讓我們可以輕鬆的找到來自世界各地所有學習領域的朋友。(圖 3)

TU Ilmenau 的校園被列為在德國具吸引力的大學，他也擁有圖林根州最大的技術圖書館(Technical Library in Thuringia)，跟德國最受關注的專利中心 PATIN。高性能的 IT 中心也正在建設中。TU Ilmenau 注重學生的活動、文化素養和體育。舉例來說，他們辦學生星際爭霸戰(Team Starcraft)，學生競賽的不僅僅只是速度，而是來自世界各地不同團隊在架構、績效、以及財務和銷售計劃的競爭。高中學生廣播(Hsf Student Radio)也給他們學生在實務經驗的機會跟補充他們學習實力的一個做法。當然最熱門的啦啦隊(IlmaAngels Cheerleading)在 TU Ilmenau 校園裡也是不會缺席的。TU Ilmenau 重視跨領域研究，從第三方資助所獲得的研究經費是在百萬歐元的等級，來源包括：聯邦政府，德國研究基金(German Research Foundation, DFG)，與工業界產學合作，歐洲聯盟，跟少數其他收入。每一年每一位教授平均可以獲得 380,000 歐元的研究經費。政府也提供各種競爭型經費讓各大學去爭取。研究策略定在下面三個目標項目：功能性材料(Functional Materials)、智慧感測器(Intelligent Sensor Technology)及複雜系統(Complex System)。對這些被識別出來的特殊領域的基礎跟應用研究有很深的承諾。這些領域在德國和世界國際上都有產生很出色及高水準的研究成果。TU Ilmenau 對跨學科領域和跨科系在研究和教學的合作也給予很大的支持。這樣子的方式特別吸

引年輕的學者。TU Ilmenau 成立「跨科系學院(Inter-departmental Institutes)」，結合了不同學科領域的工作者一起來進行研究計劃，包括，Mobility Research，Energy Power Train and Environmental Systems Technologies，Life Sciences Technologies-LisTec，Media and Mobile Communications，Micro and Nano Technologies，及 Material Engineering。TU Ilmenau 也有一些技術中心（Technological Centers），提供設備跟服務，包括經費、人事還有空間的支援。比較有名的中心包括：

Center for Micro and Nano Technologies (ZMN)，Center for Mobility Research (ThIMo)，及 Center for Energy Technology (ZET)。整個應用跟技術研究領域的分布如下圖(圖 4)。

TU Ilmenau 研究副校長 Prof. K.-U. Sattler 也特別介紹研究策略所定的三個目標項目。(1)功能性材料技術(Functional Materials and Technologies)項目工作是基於功能材料和微奈米材料的開發和應用領域的跨學科研究，以及針對性的特殊結構設計還有微奈米程序，具有多方廣面的自下而上(Bottom-up)和自上而下(Top-down)的方法，用於生產和結構化以及全面的分析。成果可應用在：感測器技術、電子技術、能源技術、通訊技術、及生物系統技術等。(2)智慧感測器技術及精密量測技術事實上是在一起的(Intelligent Sensor Technology and Precision Metrology)，整體的工作項目包括奈米定位和奈米計量，奈米製造，智能過程測量技術，圖像處理，洛倫茲力測速等。感測器技術與感測器網絡的研究與應用則函蓋汽車領域，機電一體化和生物機電一體化，生產技術和工廠自動化等。(3)複雜系統(Complex Systems and Data-intensive Engineering)的工作項目則包括全面開發，生產和使用複雜技術系統的方法和技術，分析其在經濟和社會中的傳播及影響，大型數據庫的數據密集型踏查方法及其評估，例如在測量技術，傳感器技術，醫療技術，流體工程，社交媒體通信領域等。副校長也強調其跨領域的研究能力及所需是很明顯的，而這也是他們對教育現代大學生的重點方向。(圖 5)

TU Ilmenau 對提升年輕學者加入科學領域的研究及女性科學家有特殊的作法。例如讓他們在早期的時候就開始進行獨立的研究，並且提供優秀而可靠的學術輔導措施。TU Ilmenau 有各類型的博士學程跟博士後研究機會，並提供經費支持。TU Ilmenau 對女性科學家有 Femtec，這是對於在 STEM 領域學習的女性來說的一個機會。針對女性博士生也有多個的特殊符合資格的課程。TU Ilmenau 建立女科學家數據庫(Femconsult) 用來提高其在招聘科學人員時女科學家的能見度。同時也提供女性科學家參加研討會的費用及生活軟實力(Life Soft Skill)的訓練。(圖 6)

TU Ilmenau 還有一個重要的任務就是在知識跟技術的轉移，因此他們有他們的智慧財產部門負責專利研究跟分析，諮商還有智財人員的培訓。TU Ilmenau 的專利中心由政府支援經費，但是除了對 TU Ilmenau 校內進行專利服務外也必須對外校進行服務。技術轉移跟創新創業部門則負責技轉相關訊息還有知識的移轉，人員調動，合作，財產權管理，跟新創服務。有關研究方面的服務則是提供科學家當他們想要進行研發成果的應用或者是進行研究專案時的需求為主的支援(Needs-based Support)。也會支援策略性智商跟研究經費的建議服務。

TU Ilmenau 設法建立很好的國際夥伴關係，例如在最高的國家和國際水平上建立網絡；與德國國內和國外的合作機構進行深入對話；及學生，科學家和其他人員的國際交換或交流。目前和超過 160 個大學及研究中心，包括 University of Cambridge，California Institute Technology，Technische Universitat Monchen 等及超過 600 個工業界伙伴，包括 SIEMENS，VBOSCHV BMW，SAP 等有合作。

接下來的參觀路線我們被分成兩組，參觀微奈米技術研究所和中心(Institute and Centre for Micro- and Nanotechnologies，ZMN/IMN MacroNano®)(圖 7)，由 Director, Prof. Dr. Stefan Sinzinger 全程介紹(圖 8)。ZMN/IMN MacroNano®成立於 2002 年 3 月 27 日，原本只叫 ZMN，2005 年整合 2+1 RG 新聚焦研究領域在 Life Science, Peripherics。2002 年獲 IMN MacroNano®大力資助成為他們的操作單元中心(Central Operating Unit)。2009 年發展聯合策略，整合 39 個 IMN MacroNano®的會員。2011 年是 Phase 2 ZIK MacroNano®，建立 NWG 3D 奈米結構化研究，並獲得額外的無塵室空間。2013 年成為 DFG 整合微奈米所需的核心設備，提高內部結構的廣泛使用，項目融資的可能性。2013 年跟 FSU 及 TUIL 合作成立 InQuoSens 成為量子光學及感測器的創新研究中心。ZMN/IMN MacroNano®目前有來自校內四個不同學科系所所組成的共 39 科學組織(資深及和年輕的研究小組)，分別是 Mathematics and Natural Sciences，Electrical Engineering，Mechanical Engineering 及 Computer Science and Automation。無塵室(class 5-7)佔地 1,200 平方公尺，有電力控制實驗室共 800 平方公尺，包括生物實驗室、分析實驗室、雷射及超高精密製程實驗室跟電路版製程及電化學實驗室。

ZMN/IMN MacroNano®目前的研究領域分成三個：Materials of Micro- und Nanotechnologies，Micro-Nano-Integration，及 3D Biosystems 分別應用在 Life Sciences，Energy Efficiency，及 Photonics。ZMN/IMN MacroNano®的技術產線(Technology Lines)有八條，從 Si-MEMS 6 寸晶圓無塵室製程產線、Polymer Electronics (元件及太陽能電

池)製程產線、LTCC- technology (低溫陶磁)製程產線、III-V 族半導體材料(MOCVD 金屬有機化學氣相沈積及 MBE 分子磊晶)製程產線、Nanostructures (FIB 聚焦離子束 and E-beam 電子束 technology)製程產線、Laser-technology for 各式各樣材料的切割及修整製程產線、SMD- technology 表面黏著及 PCB 印刷電路版製程產線、跟應用實驗室進行複雜性的生物感測器測試。ZMN/IMN MacroNano®也坐擁令人稱羨的尖端貴儀來配合以上製程產線的成品分析，其解析度甚至可高達原子級(atomic resolution)。包括電性量測儀(Electrical Characterization)、表面形態、結構、元素成分定性及定量分析，像塊材特性、薄膜特性及綜深分析、表面分析等。貴重儀器有穿透式電子顯微儀(TEM)、表面輪廓儀、核磁共振光譜儀(NMR)、電子自旋共振儀(ESR)、X-光繞射儀(XRD)、掃描式電子顯微鏡(SEM)、X-射線能譜儀(EDX)、光學顯微鏡(OM)、低能量光電子顯微鏡(PEEM)、X-光光電子能譜儀(XPS)、紫外光光電子能譜儀(UPS)、歐傑電子能譜儀(AES)、反射式高能電子衍射儀(RHEED)、掃描式電子穿隧電流顯微鏡(STM)、原子力顯微鏡等(AFM)、雷射干涉儀(SIOS)。(圖 9)

MacroNano®微奈米技術研究所和中心也有成品展示區讓大家可以見到真正的一級產品(圖 10)。Dr. Anni Wang 協助我們的參訪(圖 11)。我們透過實驗室的玻璃床可以很清楚的看到裡面每一個製程跟機臺運作的狀況。分析檢測的貴重儀器都是大家共用的，而具備有污染性製程的設備也會依照不同的材料類別來做分享共用。這樣子的設備集中管理及分享的方式也讓這個研究中心的效率大幅提升。一方面考慮到研究人員在貴重設備採購上的負擔，一方面也考慮到整體的管理及維護。因此研究人員可以在毫無後顧之憂的情況之下盡情地去進行他們的研究，並實現他們的想法驗證。在場所有的參觀者都非常的羨慕。

其次參觀 Professor Eberhard Manske 的實驗室(圖 12、13)。Professor Manske 是精密量測學系的系主任，他努力發展的光學技術可以製造一個 atomic clock 作為超精密的頻率量測及校正。正如他口述的飛秒雷射(Femtosecond Laser)頻率在 10^{-5} 秒是非常重要的議題。Professor Manske 說激光頻率梳技術在內的以激光為主的精密光譜學的發展做出的貢獻已在 2005 年獲得諾貝爾獎，但仍需更多的努力才能持續提高精密量測的精密度。Professor Manske 也設置(Home Made)一個精密量測裝置，利用一個平移台旁邊有反射鏡配合一個六軸定位器，可以在上方量到，上下移動和角度的傾斜在側邊可以量測到旋轉。Professor Manske 在精密量測上的技術發展可用在很多微奈米元件的製程及分析上，因此也獲得了高額の技轉。他說他只想把這一件事情做好，在

這個純樸的小鎮的優點是可以專心的把一個單純的研究做好，這也呼應了研發副校長早先提到不鼓勵大學生到大都會大學的理念！

離開 ZMN/IMN MacroNano 時也在外面全體合照留影(圖 14)。接著直接前往 Center for Mobility Research (ThIMo)(圖 15)。ThIMo 朝向持續交通發展的工業變革所需之技術研究的發展。與移動行業合作夥伴的聯合研究項目，開發或協同研究與服務提供科學專業知識和基礎設施。在 ThIMo 的科學家在其關鍵技術及能力範圍內，與 TU Ilmenau 及其他機構的合作夥伴一起設計了與實際應用高度相關的解決方案。尤其是在無線和信息技術等領域。像是用於地面和衛星通訊，傳感器技術，衛星導航和定位的汽車天線和無線電系統；聯網汽車，汽車到 X，ITS-G5，移動通信 5G；針對不同無線電訊服務的無線傳播信道的測量和測試，建模以及實際仿真。此外，ThIMo 也發展虛擬無線電環境中的汽車無線電系統的無線端到端測試和評估和人體在電磁場中的暴露：車輛內部和外部無線電服務的暴露測量和評估。可以看到 ThIMo 對單一主題的全面性作為。在參訪的過程我們看到學生的方程式賽車成品，測試設備有很完整的基礎設施，包括動力測試、引擎、馬達、電力等等。在車輛研發方面也有虛擬道路模擬和測試區域，結合無線電和汽車技術測量的方法，模擬環境和操作條件及其相互作用，為此，他們也搭建了一個很特殊的屏蔽室(Shielded Chamber)，盡量來隔絕外界的干擾，電磁波、噪音等等。其機台測試都是在與實際工廠面接軌的規格，如此的概念已經考慮到未來學生至企業就業的最後一哩。研發成果也將較容易直接轉移給業界，而無須考慮實驗室與業界成效性的差異。這也是為何 TU Ilmenau 可以成功技轉或將成果成立衍生企業的原因。

TU Ilmenau 非常強調老師作的研究是業界要的研究，因此也特別成立技術及企業孵化器單位來協助老師將研發成果商品化並鼓勵衍生企業落實校園。(圖 16)

(二)參訪過程問與答

問題 1：TU Ilmenau 與亞洲國家雙聯合作情形如何？

問答 1：有國際雙主修/雙聯學位學程。跟中國大陸上海同濟大學的是 Biomedical Engineering and Business Engineering 大學部雙聯學制，跟馬來西亞馬來亞大學的則是 Biomedical Engineering 碩士班雙聯學制。

問題 2：與 TU Ilmenau 進行雙聯合作的學分規定？

回答 2：必需至少要在 TU Ilmenau 一學期並修得 30 credits。

問題 3：Basic Engineering School 是 optional 的嗎？制度如何？

回答 3：Basic Engineering School 是一個 special teaching program，由德國教育部給經費支持。主要目的是要 motivate students to stay longer not leave in 1 year! 這是因為同學的留校率考量所準備的一個特殊課程，老師有特別的 teaching room，給學生 more intense 的課程(more time in one week)，設法由 students from different area work together 的方式來激發學生在工程方面的興趣，並持續就學。Basic Engineering School 是 optional 的，學生從第一年進來時就可以申請，但 only selected students can enter the program。

問題 4：TU Ilmenau 吸引學生的因素?他們不想去大都市嗎?

回答 4：TU Ilmenau 的學生通常在畢業前就可以獲得不錯的工作。在校時的 living fee 也較便宜。

問題 5：TU Ilmenau 教授一年的研究經費有多少?

回答 5：平均大約 38 萬歐元。

問題 6：TU Ilmenau 如何協助老師進行研究?

回答 6：服務專利研究分析。教授可有專利申請再由校方負責跟業界 negotiation。

問題 7：在 TU Ilmenau 為何老師熱中進行研究?

回答 7：TU Ilmenau 的老師喜歡具備挑戰性的工作，他們也會主動去鼓勵老師作跨領域的學習。

問題 8：TU Ilmenau 的畢業率如何?

回答 8：4 years graduation rate 50%。學士加碩士可以五年完成。

(三)參訪心得與建議

- 1.歐洲大學對與業界接軌的產業研發有很好的掌握，尤其是技術為主的大學。業界或產業研究機構直接進駐大學校園大學與大學教授間有更貼近的合作及經驗交流。對「基礎性」研究的強調及執著。他們對大學的產業實務研究的定義必須以研究為基礎，透過研究可以進行更多實務研究的開發及驗證。且認為唯有靠著不斷地研究才能夠有持續的創新及發明。
- 2.學校也非常強調「跨領域」及「做中學」的學習模式，也制定了特別的制度來協助學生作跨領域的學習。學校也有開放式治校經營的理念，吸引許多業界公司的進駐。主要的研發課題不外乎和材料、能源、感測、通訊等的新興科技相關，還未完全成熟的領域也能勇於嘗試。工廠型的研發中心也在歐洲落實中。讓參與研究的老師學生與業界有更直接的參與及感覺。

- 3.藉由此參訪活動，可以更了解不同國家大學或學術單位在經營校園與企業接軌的創新研發氛圍之營運概況、智權運作與歷程以及未來發展趨勢。希望透過不同角度的觀察，未來能對於創新研究及商業實務應用之結合作為教學方向之參考，並提供學生未來的創業規劃，收穫實在相當豐碩。

(四)建議合作領域

- 1.以高教深耕專業相關研究與參訪地區產業所需科技之技術，簽署合作備忘錄進行未來跨國研究能量。
- 2.瞭解德國、丹麥產業需求，配合本校研發能量，進行後續雙邊合作項目評估。
- 3.與本次參訪學校建立姐妹校關係，評估雙聯學位，雙聯研究，以及師生交換計畫之可行性。
- 4.與本次參訪學校聯合進行產業出資出題為主(Project-based)的問題導向學習(Problem Based Learning-PBL)。
- 5.與歐洲諸國與學校成立學術聯盟之可行性評估。
- 6.擴展北歐地區海外實習機會。

(五)參訪照片



圖 1. 9 月 8 日 TU Ilmenau 校長歡迎活動



圖 2. Prof. Manske 的二胡表演



圖 3. 德國學術排名媒體

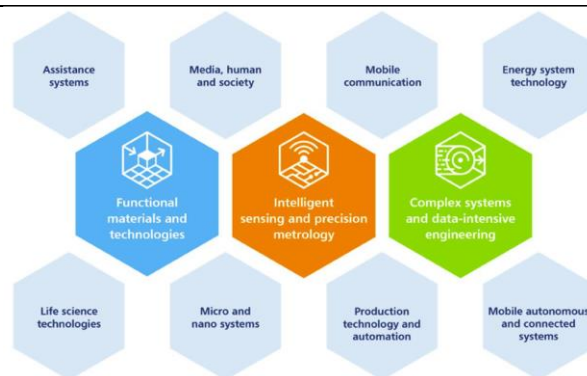
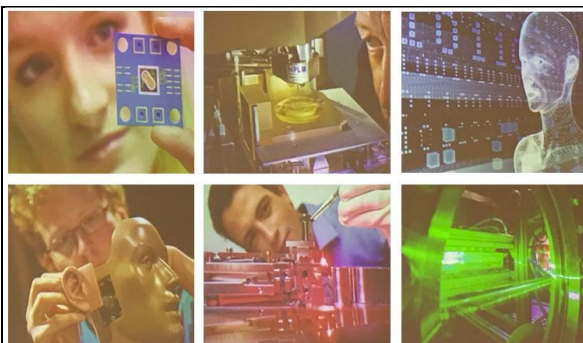


圖 4. 跨科系學院的應用與技術研究領域分布圖



功能性材料 智慧感測器 複雜系統
圖 5. 研究策略訂定三個目標項目



圖 6. 女性科學家



圖 7. 微奈米技術研究所和中心



圖 8. Director, Prof. Dr. Stefan Sinzinger

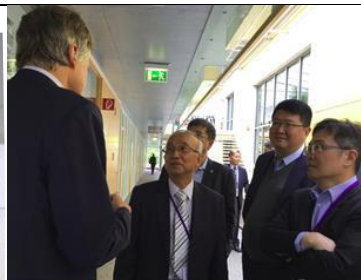


圖 9. 參觀微奈米技術研究所和中心(左:貴儀配置圖；右下:無塵室工作情形)

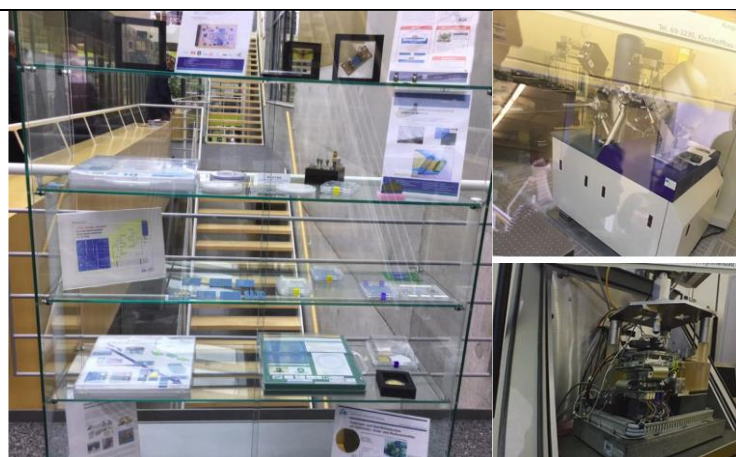


圖 10. 參觀微奈米技術研究所和中心尖端貴儀及成品展



圖 11. Dr. Anni Wang 協助參訪製程產線



圖 12. Professor Manske 熱情介紹 (右)他的實驗室及光頻率合成器(左)

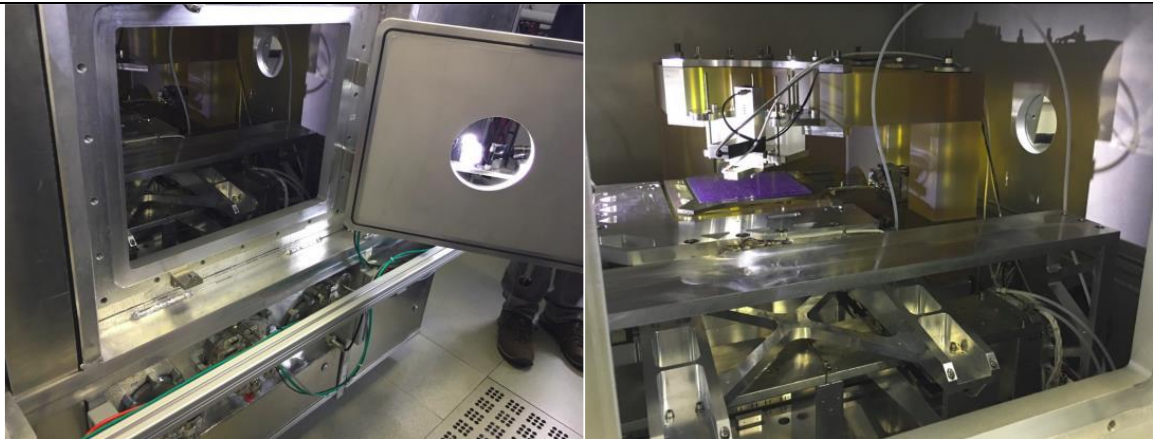


圖 13. Professor Manske 研發的精密量測裝置



圖 14. ZMN/IMN MacroNano 外面全體合影留念

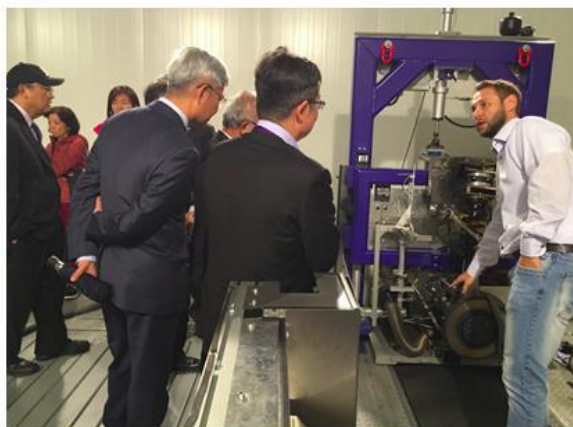


圖 15. 參觀 Center for Mobility Research (ThIMo)



圖 16. TU Ilmenau 技術展示及企業孵化器成果



圖 17. 副校長 Professor Kai-Uwe Sattler 簡報