

出國報告（出國類別：其他/研習）

105 年選送技專校院教師赴國外實務研 習

服務機關：國立雲林科技大學 機械工程系/電機工程系

姓名職稱：張祥傑 助理教授、洪崇文 助理教授

派赴國家：德國

報告日期：2016/10/12

出國時間：2016/9/9-2016/10/2、2016/9/8-2016/10/2

摘要

近年來德國為持續製造業領先地位所提出的工業 4.0 發展願景引起了全世界的注意，各國政府紛紛推出相對應的產業發展政策，台灣政府也將發展政策聚焦在智慧機械上。教育部為增進技專校院教師具備產業實務經驗，並強化教師學習國際新知及實務教學能力，並掌握國外學界與產業界在工業 4.0 趨勢下因應未來發展所需人才培育策略，本年度預定選送教師至德國、英國、荷蘭及奧地利，分別由國立臺灣科技大學、國立虎尾科技大學、國立屏東科技大學及國立臺北科技大學主辦，由當地合作學校進行產業實務培訓課程及產業實務交流與研討，協助教師掌握國外產業在工業 4.0 趨勢下之未來發展需求，藉由了解國外學校及產業界因應工業 4.0 所需人才培育與關鍵技術開發，及實地參訪了解企業發展定位、規模及實務運作及發展策略，吸取相關推動經驗作為後續調整未來人才培育教學與實務研究方向。

目次

一、目的.....	1
二、過程.....	1
三、心得.....	6
四、建議事項.....	7
五、附錄.....	7

一、 目的

為增進技專校院教師具備產業實務經驗，並強化教師學習國際新知及實務教學能力，並掌握國外學界與產業界在工業 4.0 趨勢下因應未來發展所需人才培育策略，教育部於今年首次辦理選送技專校院教師赴國外實務研習，鼓勵技專校院積極選送教師赴國外大學與優良企業接受培訓研習，培養教師瞭解國外產業實務運作及發展趨勢，藉以調整未來學校人才培育教學及實務研究方向。有幸受到校內師長推薦參與本次赴德國阿亨工業大學實務研習，期望能整合與推動學校未來在生產力 4.0 計畫之發展方向。

二、 過程

第一週課程

第一週的上課地點在 RWTH AACHEN Melaten Nord 校區的 Logistics 大樓，研習課程由 KEX (Knowledge Exchange) 的兩位講師(Michel & Alex)主講，KEX 是一個由 RWTH spin off 的機構，顧名思義，機構宗旨為知識交換。

9 月 12 日

第一天課程開始前兩位講師先請學員們做簡單的自我介紹，並先寫下課程的期望，在間單介紹 RWTH AACHEN、KEX 與 Fraunhofer 三個單位之後，便由 Industry 4.0 的 overview 切入，Industry 4.0 最主要的目的是建構一個 self-organizing 的環境，將可幫助企業降低成本、節省時間、開拓新市場、擴展產品服務範圍、增加生產彈性…等，預估在 2020 年，歐洲企業每季將投入 140 billion 歐元的資金進行工業數位化的應用以適應 Industry 4.0 的到來。

Power machine 的發明促成了第一次工業革命，機械龐大的動力完成的很多人力或獸力無法完成的工作。Toylerism 的提出則促成了第二次工業革命，透過專業分工降低生產過程中的錯誤。自動化生產技術的發展則造就了第三次工業革命，解決了大量生產的問題。德國近年提出了工業 4.0 的概念，會不會演變成第四次工業革命還有待時間的驗證。Industry 4.0 的簡單定義如下：

“The Term Industry 4.0 stands for the fourth industrial revolution. Best understood as a new level of organization and control over the entire value chain of the life cycle of products, it is geared towards increasingly individualized customer requirements. (…)

The basis for the fourth industrial revolution is the availability of all relevant information in real

time by connecting all instances involved in the value chain. The ability to derive the optimal value-added flow at any time from the data is also vital. The connection of people, things and systems creates dynamic, self-organizing, real-time optimized value-added connections within and across companies.”

Industry 4.0 的目的在建構一個組織化的控制環境，使產品在生命週期（或服務）的過程中能提供即時資訊給需要的人（老闆、顧客、產線工人、供應鏈上下游...）。接下來的課程，將針對 Industry 4.0 在 smart product、smart service 及 smart production 中扮演的角色進行深入討論。

9月13日

本日課程著重於 smart product 與 smart service 的創意發想過程。不論是提供任何新的產品或服務，都要從最基本的使用者需求做為起點，而這裡的使用者需求特別強調使用者”未來”的需求，因此，思考使用者未來的需求時，必須從預測未來主要的趨勢著手。一個成功的創新產品或創新服務，通常都是在創新研發階段時就掌握了使用著未來的需求。然而，要預測使用者未來的需求其實並不容易，必須要對社會環境的發展及產品技術或服務的供應有相當的了解後才有機會做出較正確的預測，直接針對消費者做市調都還不一定能得到正確的結果。賈伯斯曾說過：消費者永遠不知道自己想要什麼，除非你把需求呈現在他們面前...”。但發展創新的產品或服務並非無脈絡可循，也可透過一系列有系統的思考方法來規劃產品或服務的商業模式，基本上可以從 Transparency, Connection, Prediction, Action 四個面向來思考。本日課程也以休閒電動車為主題，練習了 smart product 新功能的創意發想，預測使用者未來的需求並思考下一代產品的功能。

9月14日

本日課程著重於 smart production 的環境建構，課程主題即是台灣業界常提到的智慧製造及智慧機械領域。Smart production 最重的第一步驟為 digitalize，唯有將生產過程所有資訊都數位化，後續才能透過這些數位資料的傳遞及分析，整合 Cyber 與 Physical 達成生產作業環境最佳化的目的。建構一個 smart production 的環境主要分個三個步驟：Make measureable & connect, Analyze & Predict, and Adaptive optimization。建構一個 smart production 環境，重點在於資訊的透明化，目的在使生產過程中，讓使用者能夠隨時掌握即時且一致的資訊。對於生產線上的組裝工人來說，一個 smart production 的環境必須要能即時提供目前組裝作業的重要資訊（了解組裝工序及正確使用物料零件）。對於顧客來說，一個 smart production 的環境必須要能即時提供目前產品生產的進度（知道何時能夠收到產品）。對於上游

供應者來說，一個 smart production 的環境必須要能即時提供目前產品生產的物料使用狀況（知道何時需要提供原物料給下游廠商）。對於經營者來說，一個 smart production 的環境更必須要能即時提供工廠在生產與管銷各方面狀況的即時資訊，以便透過對產能利用率及訂單 & 進出貨的狀況的評估做出更有效率的生產及銷售規劃。本日下午也參觀的 RWTH 校園裡的 Industry 4.0 的 Demo Factory，令人意外的是工場內並沒有任何自動化設備，所有的生產組裝工序幾乎都由人工完成，但透過生產過程資料的數位化及透明化，清楚的展現了 smart production 的作業環境。

9月15日

本日上午的課程仍然以休閒電動車為主題，以下一代產品的功能的設計研發為起點，分組討論休閒電動車在生產規劃、後勤支援、進貨、產線組裝、出貨、品管、維修等各方面可能遭遇到的問題，並思考如何將各方面的需求轉換成生產過程中的 solution。下午課程主要介紹工業 4.0 中兩個最重要的技術：感測技術及傳輸技術。已商業化的感測技術包括：位置感測、力量感測、生理訊號感測、方位感測、溫度感測、生物識別感測…等等。已商業化的傳輸技術則包括：WiFi、3G、4G、Bluetooth、Zigbee、Cable…等等。講師在課堂上強調工業 4.0 的重點不在於發展新的技術，也不在發展花俏的技術，而是整合現有已商業化的成熟的技術應用在一個 smart product 或 smart production 之中，再搭配資安技術使資料傳遞的過程中更無疑慮。

9月16日

本日的課程有兩個重點，一個是介紹 smart solution 的 layout，另一個則在介紹 agile development。建構一個 smart solution 主要包括下列幾個主要步驟：sensor/input、connect、transport、data management、analysis、action/output。依照步驟逐一思考並選擇適當的技術，便可有系統的建構一個 smart solution。在 agile development 方面，則學到的透過分組 SCRUM 的手法，可以很快地將創新的 idea 實現在產品或製程之中。

第二週課程

第二週的上課地點在 RWTH AACHEN Melaten Nord 校區的 Center for Wind Power Drives 大樓，研習課程分別由 FIR、WZL 及 KEX 的兩位講師主講。本週課程也包括了兩天工廠參觀。

9月19日

本日課程著重於企業管理，在簡單介紹企業管理的系統架構後(包括：PDM、DMS、

MES、ERP、SCM 等), 便進行企業管理 SAP 的實際操作, 以 e-GO car 為例, 了解管理表單建構與 BOM 的產生過程。下午則透過分組小遊戲” Beer Game” 學到了 Bullwhip-effect 的含義, 也瞭解了從客戶、製造商到原物料商整個供應鏈上下游之間資訊透明化的重要性。

9 月 20 日

本日課程為校外工業參觀。上午至位於 Monchengladbach 一家名為 Helmut Beyers GmbH 的工廠參觀, 該廠主要產品為電子產品模組, 可依照客戶需求設計電路版及打件生產, 工廠中也利用簡單的條碼掃描技術進行生產管理及生產履歷的建置。下午至位於 Russelsheim 的著名汽車大廠 OPEL 汽車參觀, 由於僅是一般的遊客參觀, 所以並未看得太深入, 也為看到工業 4.0 相關的應用, 但課程講師表示 OPEL 廠內的確已對工業 4.0 投入了大量的人力物力, 尤其在智慧監控方面, 整廠大約有 300~400 台 robot, 透過感測器回傳的資料, 經過監控分析之後可以預測機器是否已經需要維修保養。

9 月 21 日

本日課程仍為校外工業參觀。上午至位於 Wiehl 一家名為 Brehmer 的車用電子零件廠參觀。該公司執行長 Tomas 表示機械、電機與資訊三方面技術的整合是工業 4.0 成功的關鍵, 該公司的三環 logo 正代表了機械、電機與資訊三項技術的密切關係, 執行長分享了許多公司內創新研發的專案, 包括: 車用電子 switch、鍊條獵能、震動獵能... 等, 也對福斯汽車日前對於柴油引擎廢氣排放的醜聞做了評論。下午至位於 Aachen 一家名為 Picavi 的新創公司參觀, 該公司利用 google glasses 來做撿貨的應用, 利用 smart glasses 內建的 digital camera 作為條碼的掃描器, 掃描貨架上的條碼以提升撿貨的效率並減少人為錯誤。

9 月 22 日

本日課程主要介紹 Cyber-physical system 在 production organization 方面的應用。Cyber-Physical-Systems 的定義如下: "Cyber-Physical-Systems (CPS) are systems with embedded software, integrated for example in : equipment, buildings, transportation means, medical processes, logistic processes or Production Systems (CPPS)."。Cyber-Physical-System 是工業 4.0 架構中最小也最基本的單元, 由 CPU、data storage 及 physical system 所構成。在一個智慧工廠中, 布置大大小小的 CPS, 透過資料蒐集及分析, 便可建構出工廠中每個程序的 digital shadow, 以增進工作效率及品質。下午也透過簡單的生產排程小遊戲, 透過

CPS 來監控每一個工作站的使用程度與排序時間，使一個同時生產少量多樣的生產線能夠找出最佳的生產排程規劃。

9月23日

本日課程在介紹 Additive Manufacturing，主要包括 SLM 與 DED 技術。根據市場預測，過去 20 年 Additive Manufacturing 製作的工件品質僅可以用來做 prototype，預計在未來的 20 年，Additive Manufacturing 製作的工件品質將可漸漸從 prototype 向產品等級邁進。阿亨工業大校園中的法人單位 IPT 中有一個實驗室已從事 Additive Manufacturing 相關研究多年，主要研究內容在製程及設備研發，目前已可利用 DED 修補技術對業界接單，進行一些高複雜度、高單價、少量且昂貴的工件修補。SLM 製成研究方面，正有研究計劃在研發表面 printing 技術，類似 coating 技術，但可在不同處 printing 不同材料比例，使物理性質不一樣（熱傳導、硬度），是個相當有趣的 smart material 相關研究方向。

第三週課程

第三週的上課地點在 RWTH AACHEN Melaten Nord 校區的 ILT 大樓，研習課程分別由 IPT 及 KEX 的兩幾位講師主講。本週課程也包括了兩天科技與創新管理研討會。

9月26日

本日課程從 wearable devices 發展歷史切入，介紹 smart glasses 硬體的發展過程及虛擬實境與擴增實境的發展過程。整合 smart glasses 的硬體技術及虛擬實境與擴增實境等軟體技術，可以在工廠中實現工業 4.0 資訊即時化及透明化的概念。實境軟體技術又分為 Virtual Reality、Assisted Reality、Mixed Reality 及 Augmented Reality 四種，每種技術搭配的 smart glasses 硬體種類也有所差異。在課堂上實際穿戴了數種不同的 smart glasses，體驗了多項工廠中的作業應用，但此類產品最大的問題還是在電池的續航力及長時間穿戴的舒適性上。

9月27日

本日課程重點學習如何建立一個新的 business model。在建立 business model 前必須先問 4 個問題最為起點：Who is your target market? What do you offer to the customer? How is the value proposition created? How is the revenue created? 課程中也以 e-GO Car 為例，練習從 55 個 Business Model Pattern 中系統化地找出適合的 business model。

9月28~29日

這兩日參加 10th Aachen Technology and Innovation Management Conference。研討會在 Aachen 市區著名的飯店 Pullman Aachen Quellenhof 舉辦，兩天研討會期間聽了許多場演講，印象較深刻的有兩場，一場是由 Prof. Dr. Gunther Schuh 主講的 Speed through Simplicity，內容主要在強調工業 4.0 對未來產業升級的重要性，逐步升級到工業 4.0 已是產業界趨勢，若不立即加入工業 4.0 的行列，未來一定會面臨到被淘汰的命運。另一場是由業界先進 Thomas Bayer 主講的 Case Study of the Wittenstein Galaxy Drive System，內容主要在強調創新思維對產業研發的重要性，並以該公司研發的線接觸齒輪系統為例，說明唯有跳脫現有的窠臼，才有可能創造出全新的事物。

9月30日

本日由 Michel & Alex 兩位講師回顧三週來的課程內容，並透過期末測驗來檢視自己的學習狀況，由於本團成員課後經常討論課程內容並交換學習心得，因此皆順利通過期末測驗並取得結業證書，在簡單的證書頒發儀式後，為這三週充實的研習課程劃下句點。

三、心得

藉由本屆工業 4.0 研習學習到德國在工業 4.0 領域最新研究的方向與進度，將有助於掌握國際相關研究領域之發展現況及研發趨勢，以作為研擬研究計畫及後續教學所需的輔助資料。在本次長達三週的研習課程中，學習到許多工業 4.0 相關的相關知識，工業 4.0 基本單元為 Cyber-Physical System，實際內涵為將感測與資通訊技術更進一步的整合在實體設備、環境及製造程序之中，使得實體世界也如數位世界般智慧學習與運作。由於工業 4.0 的實現需要高度且大量的技術整合，故工業 4.0 是一個非常廣泛的議題，包含網宇實體系統、物聯網、智慧工廠、雲端製造、大數據分析、預測性維修、數位製造...等。三週來學到許多工業 4.0 相關知識，也體會到德國人解決問題的思考邏輯與認真務實的態度，重點學習心得如下：

1. 工業 4.0 的實施不在發展新技術，而是整合現有技術去滿足未來可能出現的需求。
2. 解決問題不必使用最新或花俏的技術，強健且穩定才是最適用的。
3. 工業 4.0 的在智慧工廠中的重點在即時資訊的透明化，自動化生產並非必要。
4. 過去智慧化系統的研究僅著重於單一 Cyber-Physical System，未來研究方

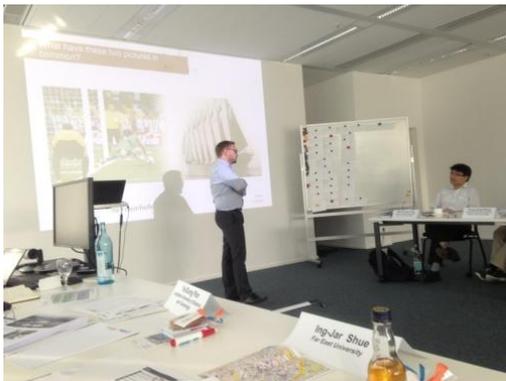
向將調整成多個 Cyber-Physical System 的整合。

5. 創新的起點應在 business model 建立，若沒有利潤會淪為為創新而創新。
6. 思考任何產品 solution 都必須同時考慮使用者未來的需求。

四、 建議事項

此次研習不僅在專業知識有許多收穫，在教育文化上也有深刻的體驗：阿亨工業大學校園中有需多進駐的法人單位，且數量多的驚人！每個法人單位各自有研究計畫開發產業界所需的技術，法人單位扮演的角色是學校與產業界的橋樑，使學校教授與學生可以直接以產業界的需求作為研究主題，在求學的過程直接研究並解決產業界碰到的問題，也難怪德國在應用科技上總是在國際上居於領先地位。這樣的工程教育模式很值得我們學習。

五、 附錄



第一週課程剪影



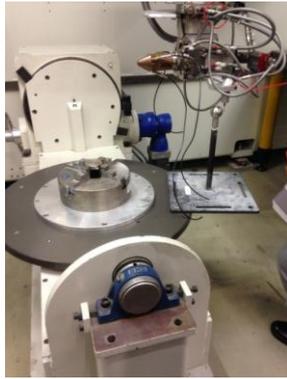
分組演練



4.0 展示工廠



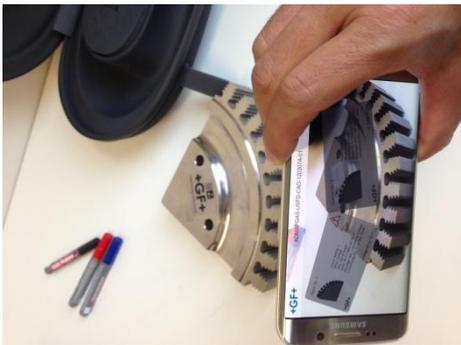
digital twin(cyber)



DED 設備



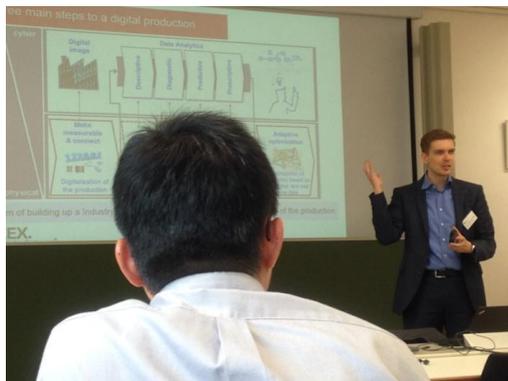
待修補工件



擴增實境應用



smart glasses



最後一天課程總複習



結業證書