

出國報告（出國類別：進修）

105 年選送技專校院教師赴國外實習方案 德國實務研習課程心得

服務機關：國立虎尾科技大學

姓名職稱：謝振榆教授、吳文忠副教授、陳國益助理教授

派赴國家：德國

出國期間：2016 年 09 月 12 日至 09 月 30 日

報告日期：2016 年 11 月 03 日

摘要

為因應製造業未來所面臨之挑戰，德國政府於 2012 年提出「工業 4.0」，為推動一項製造領域研究開發案，以網實製造系統為核心建構「智慧工廠」，物聯網(Internet of Things; IoT)和網路服務(Internet of Service; IoS)為範疇，發展製造網路之網實系統(Cyber-Physical System;CPS)技術，來增加效率、縮短產品上市時間與改進生產彈性，強化國家製造業競爭力，以維持德國在全球製造領域的領先優勢。

順應世界之潮流，為培育智慧機械產業之相關人才與師資，以因應國家未來發展與人才培育的策略，教育部積極選送教師接受培訓研習，以利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。本校教師此次參與由國立台灣科技大學與德國阿亨工業大學(RWTH AACHEN UNIVERSITY)聯合主辦之教育計畫工業 4.0，為期三週短期課程(Education Program »Industry 4.0) 從 9/12 至 9/30 共三週在德國阿亨舉行，實際瞭解德國學界與產業界在工業 4.0 趨勢下，所採取的產學策略與合作模式，以協助國內產業了解智慧型產業之未來發展，因應工業 4.0 所面臨之挑戰，積極培養智慧型產業人才，調整教育方針與組織結構，適應智慧型產業帶來的衝擊，發展智慧型創新產業，以期在這一波產業衝擊與商業模式下，協助國內產業轉型與達成智慧型產業。

目錄

一、目的.....	1
二、過程.....	2
1.工業 4.0 之定義與概念.....	3
2.智慧型產品(smart product)與智慧服務(Smart service)之創新模式	5
3.智慧產品之主要生產三步驟.....	5
4.智慧解決方案與技術(Smart solutions and Technology)	6
5.企業資源規劃 ERP(Enterprise Resource Planning)	7
6.資訊物理系統(Cyber-Physical System)	8
7.商業模式(business model)	9
8.參觀當地企業.....	10
三、心得及建議事項.....	13

一、目的

為因應製造業未來所面臨之挑戰，如個人化產品需求增加、產品生命大幅縮短、社會結構改變不利勞力生產、永續發展、資源有效利用等議題，德國政府於 2012 年提出「工業 4.0」，為推動一項製造領域研究開發案，以網實製造系統為核心建構「智慧工廠」，物聯網(Internet of Things; IoT)和網路服務(Internet of Service; IoS)為範疇，發展製造網路之網實系統(Cyber-Physical System;CPS)技術，來增加效率、縮短產品上市時間與改進生產彈性，強化國家製造業競爭力，以維持德國在全球製造領域的領先優勢。

而各國陸續針對內部產業需求亦提出推動名稱與策略，有 2011 年美國前瞻製程技術、2012 年德國工業 4.0、2013 年日本產業重振計畫、2014 年韓國製造業創新 3.0 策略、2015 年中國製造 2025 等，各有各的目標與推動策略，且積極提出振興產業對策與方針，來提升產業競爭力與創造經濟動力，我國則擬定「智慧機械產業推動方案」，政府觀察到全球競爭逐漸朝向智慧製造科技發展，其中，有兩個重要的趨勢，一個是全球競爭逐漸朝向智慧科技發展趨勢的拉力；另一個是就業人口遞減現實的推力。而如何促進國內產業創新轉型、掌握關鍵技術自主能力、維持國際競爭力等則是我國產業發展之重要課題。

為培育智慧機械產業之相關人才與師資，以因應國家未來發展與人才培育的策略，教育部積極選送教師接受培訓研習，以利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。本校教師此次參與由國立台灣科技大學與德國阿亨工業大學(RWTH AACHEN UNIVERSITY)聯合主辦之教育計畫工業 4.0，為期三週短期課程(Education Program »Industry 4.0) 從 9/12 至 9/30 共三週在德國阿亨舉行，實際瞭解德國學界與產業界在工業 4.0 趨勢下，所採取的產學策略與合作模式，以協助國內產業了解智慧型產業之未來發展，因應工業 4.0 所面臨之挑戰，積極培養智慧型產業人才，調整教育方針與組織結構，適應智慧型產業帶來的衝擊，發展智慧型創新產業，以期在這一波產業衝擊與商業模式下，協助國內產業轉型與達成智慧型產業。

二、過程

105 年教育部選送技專校院教師赴德國實務研習課程，係由教育部主辦並委由國立台灣科技大學執行，參與計畫之成員由十六所典範科技大學共 20 位教師所組成之，實務研習期間為 9/12-9/30，地點德國阿亨工業大學，分為三星期完成，為配合教育部作業之時程應於本(105)年 6 月 17 日(星期五)前完成校內推薦程序，本校係於甄選會議前公開徵求有意參與國外研習培訓之教師，另於 6 月 13 日(星期一)由 9 位審查委員簽准奉核成立甄選小組委員會，6 月 15 日(星期三)完成校內教師推薦甄選會議，7 月 6 日(星期三)完成甄選，隨後送件至國立台灣科技大學進行複審程序，並於 8 月 29 日接獲錄取名單公文，如表一所示。

表一、105 年選送技專校院教師赴德國研習錄取名單

編號	服務單位	姓名	專長領域
1	弘光科技大學/資訊管理系	林俊榮	資管
2	正修科技大學/機械工程系	龔皇光	機械、機電
3	南臺科技大學/機械系	莊承鑫	機械
4	國立虎尾科技大學/飛機工程系	吳文忠	機械
5	國立虎尾科技大學/資訊工程系	陳國益	資工、電機
6	國立虎尾科技大學/光電系	謝振榆	光電
7	國立高雄第一科技大學/資訊管理系	周棟祥	資工、資管、電子
8	國立高雄第一科技大學/機械與自動化工程系	林栢村	機械
9	國立高雄應用科技大學/機械工程系	賴榮哲	自動化控制
10	國立高雄應用科技大學/機械工程系	許光城	機械
11	國立雲林科技大學/電機系	洪崇文	電機
12	國立雲林科技大學/機械系	張祥傑	機械
13	國立勤益科技大學/電機工程系	宋文財	自動化控制、電機
14	國立臺北科技大學/工業工程與管理系	陳凱瀛	工業管理
15	國立臺灣科技大學/工業管理系	王孔政	工業管理
16	國立臺灣科技大學/資訊工程系	鄧惟中	資工
17	國立臺灣科技大學/機械工程系	鍾俊輝	機械
18	崑山科技大學/資訊工程系	曾建勳	資工
19	遠東科技大學/資訊工程系	徐英哲	資工、資管
20	龍華科技大學/機械工程系	潘亞東	自動化控制

阿亨工業大學是歐洲地區在機械工程領域排名前頭之學校，因此，本次提供之課程內容相當廣泛(如圖一)，涵蓋許多跨領域的嶄新課程，從基礎定義至進階應用，令人耳目一新，如：工業 4.0 之定義與概念、智能產品(smart product)、智能過程(smart process)、智能服務(smart

service)、智慧機器人(smart robot)、網路通訊(communication)、商業模式(business model)、敏捷開發(agile development)、物聯網(Internet of Things; IOT)、資訊物理系統(Cyber-Physical System)技術、..等課程，並實地至當地參訪相關企業，如：工業 4.0 示範工廠、Fraunhofer Institute Production Technology(IPT)、Fraunhofer Institute Laser Technology(ILT)工廠、歐寶(OPEL)汽車公司、Beyer GmbH、Brehmer GmbH and Picavi GmbH，扎實之訓練令本校研習教師受益良多。在案例分析與研究後，讓整個課程與案例能夠連貫，有助於了解課程的主軸。工業 4.0 是以傳統的自動化製造引進資訊科技，藉由物聯網技術與智慧型資料進行分析，了解客戶端的需求，它是一個自我組織之系統 (Self-organizing systems, Industry 4.0)，藉由人與人、人與物、物與物之智慧型工廠，透過協同合作來完成。以製造系統為核心建構「智慧工廠」和網路服務(Internet of Service)為範疇，發展以顧客為中心的消費與生產模式。經由創新的管理方式，生產者可以了解產品的壽命期限與供應鏈及時情形，達成產品客製化與多樣化的要求。

Education Program “Industry 4.0”: Program schedule

Program schedule							
Week I – CW 37	Day (Host) →	Monday (KEX)	Tuesday (KEX)	Wednesday (KEX)	Thursday (KEX)	Friday (KEX)	
		Location	INC Room, Campus-Boulevard 55	INC Room	INC Room	INC Room	INC Room
	09:00 - 10:30	Welcoming & Introduction Industry 4.0 – facing the smart future	Applying the job to be done method	Introduction into smart production	Case: Designing a smart production concept	Case: Layout of a technological smart product & production concept	
	11:00 - 12:30		Successful patterns of smart products & services	Successful patterns of smart production			
	13:30 - 15:00	Understanding the job to be done method	Case: Designing a smart product and service	Industry 4.0 Demonstrators at Demo-Factory DFA	Smart functions & technologies to implement Industry 4.0 solutions (smart i/o, analytics, data management & networks)	Agile Development	
	15:30 - 17:00	Case: Getting to know the practical case e-quad		Industry 4.0 Demonstrators at Fraunhofer IPT			Rap-up, outlook & discussion
		City Tour & Dinner					
Week II – CW 38	Day (Host) →	Monday (FIR)	Tuesday (Academy, Beyers, Opel)	Wednesday (Academy)	Thursday (WZL)	Friday (KEX, Academy)	
		Location	CWD Room, Campus-Boulevard 61	Company Visit	Company Visit	CWD Room	CWD Room
		09:00 - 10:30	Overview of Business Applications	9:30 Company visit: Helmut Beyers GmbH, Monchengladbach	Two company visits still to be confirmed	Introduction of Cyber-Physical-Systems	Future of flexible, collaborative Production – Enabling Technology Additive Manufacturing
		11:00 - 12:30	ERP/MES (Project Management, Future Developments, Labour)			Smart Production Management	
		13:30 - 15:00		15:30 Company Visit: Opel, Rüsselsheim		Learning game: Cyber-physical production control	RWTH Campus tour
	15:30 - 17:00	SAP Case / Beer Game		Interactive case: Smart Analytics of production control with WoPS			
Week III – CW 39	Day (Host) →	Monday (IPT, Oculavis)	Tuesday (KEX)	Wednesday (IPT, WZL)	Thursday (IPT, WZL)	Friday (KEX)	
		Location	Fraunhofer ILT, Steinbachstr.15	Fraunhofer ILT	Pullman Aachen Quellenhof, Monheimsallee 52, 52062 Aachen	Fraunhofer ILT	
		09:00 - 10:30	Use of smart glasses in logistics, quality assurance & maintenance	Successful patterns of new business models	10 th Aachen Technology and Innovation Management Conference “Smart Innovation: Speed requires Lightness”		W/rap-up
		11:00 - 12:30	Considerations on the use of smart glasses				
		13:30 - 15:00	Hands-on training with smart glasses	Case: Generate and apply smart business model patterns			Closing lunch & Certificate ceremony
		15:30 - 17:00	Methods for a smart wearable potential check	Industry 4.0 business transformation approach			
		Course content (Theory & practice)	Excursions & Networking	Social & Cultural Program			

INTERNATIONAL ACADEMY | RWTH AACHEN UNIVERSITY

圖一 赴德國阿亨工業大學實務研習課程內容

1. 工業 4.0 之定義與概念

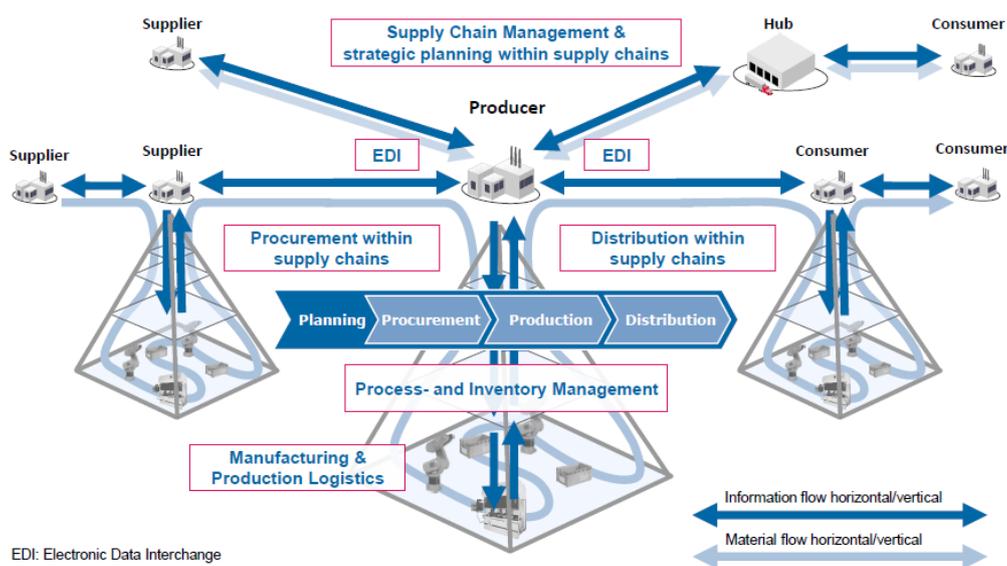
本課程當中，介紹工業 4.0 之定義與概念，其為代表第四次工業革命，代表產品生命週期價值鏈層次的組織與控制變革，增加客戶端的需求，其代表所有物件的及時訊息之有用性，藉由人與人、人與物、物與物之智慧型工廠，透過協同合作來完成。工業 4.0 是一個自我組織之系統 (Self-organizing systems, Industry 4.0)，有別於傳統技術生產所不同的革命。依據工業發展可以分為以下幾個階段：工業 1.0 Power machines (1861)，是以機械取代勞工勞動的革命，

以手工業為基礎轉型到機械製造帶動經濟發展的型態，工業 2.0 Taylorism (1930)，大量生產機器之階段 Grass mower assembly in the agricultural machinery plant，工業 3.0 Automation (1989) 生產製造過程高度自動化，工業 4.0, Industry 4.0, 是網路資訊與物聯網之時代，機器與人之協同作業的時代(Collaboration) (2012/2013) 透過感測器之監控達到智能製造。

工業 4.0 之管理與技術層次之展望可以分為以下幾個層次，藉由智慧型創新、智慧型網路、得到智慧方案以完成智慧產品，經由技術層次分成感測與作動系統、資訊連結與資料雲之安全、資料管理與大數據分析、人機協同與擴增實境(Augment Reality) 來完成感測系統、網路、資料與人機協同之可能，最後在數位式的商業模式中銷售，達成智慧產業所需的核心價值。

因此，在課程中學到，工業 4.0 核心概念尤其著重在生產過程的管理，不論是在材料訂購、庫存管理、生產排程、瓶頸偵測、產線作業等環節，工業 4.0 都提出了相對應的改善之道。跟之前所想像的不同，工業 4.0 並非著重在生產器具的改善，而是運用資訊連線與感測器，讓管理者能做出更加的排程改善。

這一點在實作課程中的『Beer game、啤酒蓋遊戲』中，有深刻的體會，在傳統不透明多層級供應鏈下，無法做到每一層級的材料存量適當的管理，只依經驗來做上下層供應鏈的訂貨，無法因應終端客戶的需求而做適當的改變，在訂單數量升降的過程與時間差中，就會造成上下游供應鏈的可觀損失(囤貨或是缺貨)，如何適當的管理供應鏈中的每一層級的各種材料存量，便是一個巨大的問題，在這個遊戲中分成四組，分別代表消費者、零售商、經銷商、供應商，由此形成一個簡單的供應鏈，如圖二。遊戲中要求：任何上、下游企業之間不能交換任何商業資訊，只允許下游企業向上游企業傳遞訂單，消費者只能將訂單下給零售商。實驗結果顯示供應商囤積很多的庫純量，由於供應鍊中各節點企業之間資訊的不對稱，以及為了追求自身利益的最大化，造成需求資訊在供應鍊內部傳遞時失真了。啤酒遊戲暴露了供應鍊中信息傳遞中的問題，也就是供應鍊訊息不透明、不準確，造成庫存、備料、管理問題，不對稱的信息往往會扭曲供應鍊內部的需求信息，而且不同階段對需求狀況有著截然不同的估計，如果不能及時詳細掌握供應鍊的供求狀況，其結果便是導致供應鍊失調。



圖二 供應鍊各層級之關連

因應此一問題，透過大量採用感測元件，藉由各層級不同感測器、共用的通訊協定與資料格式與資料庫協同處理，將供應鏈中各個單元盡可能的透明化。在工業 4.0 就是要克服此種情形，資訊透明與物品量的準確，將是 4.0 成功的關鍵。

也因此，台灣的工業生產更應儘速納入國際相關的生產通訊協定與資料規格，才能與國際的供應鏈互相接軌，在早年 B2B 時期，確實有討論過以 Web Service 實作出廠商與廠商之間的下單能力，但在工業 4.0 時代，現代生產廠商應具備的，是能讓供應鏈上每個廠商的物料需求達到自動化、透明化、精確化等。若能往此一方向邁進，不但可大幅減少庫存、備料、管理等問題，在與國際生產廠商的接軌上也將更佳容易。

2. 智慧型產品(smart product)與智慧服務(Smart service)之創新模式

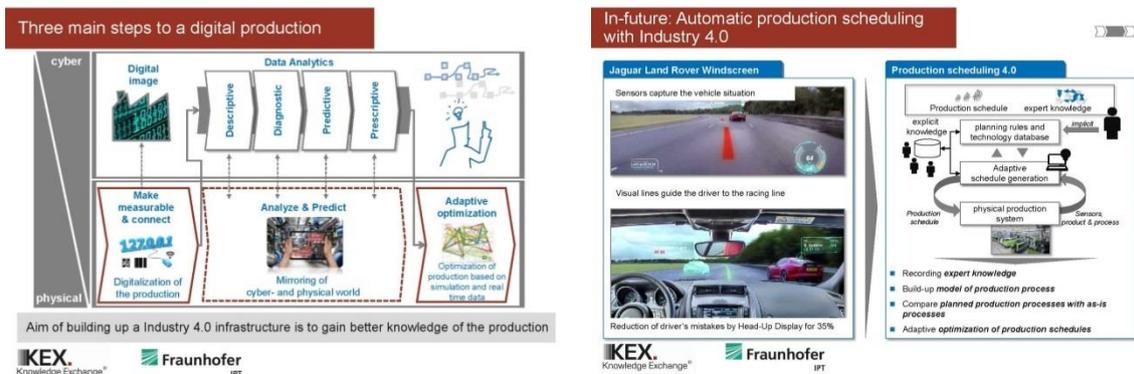
課程中提到智慧型產品(smart product)與智慧服務模式(Smart service)，智慧型產品(smart product)之創新模式應該包括四大部分：(1)透明(transparency)；(2)預測(prediction)；(3)連結(connection)；(4)執行(action)。在透明方面包括有機器使用情況之監測、操作者之使用情形、確認製造執行系統 MES(manufacturing executive system)執行過程狀態、感知環境、接受一致性之資訊與資源之局部化。在預測方面包括預測產品品質、狀態、條件、資源需求、外部影響、過程指示、維修、分析過程資訊與確認型態。



圖三 創新模式四要素與流程示意圖

3. 智慧產品之主要生產三步驟

課程中提到如何達成智慧產品的生產三步驟，包括數位影像產生的連接，進而進資料分析，以便進行預測，採取適應性的最佳化方法。



圖四 三個主要步驟發展數位製造

4.智慧解決方案與技術(Smart solutions and Technology)

欲達成智慧產品所採用的解決方案與技術(Smart solutions and Technology)，可以分成以下幾個方面完成：

- (1)感測與輸入(Sensor/input)：透過力量、位置、幾何形狀、材料性質、表面等等之資料輸入。
- (2)連接與協定(Connect and protocols) 開放式系統互聯通訊參考模型 (Open System Interconnection Reference Model，縮寫為 OSI)，簡稱為 OSI 模型。如下表二

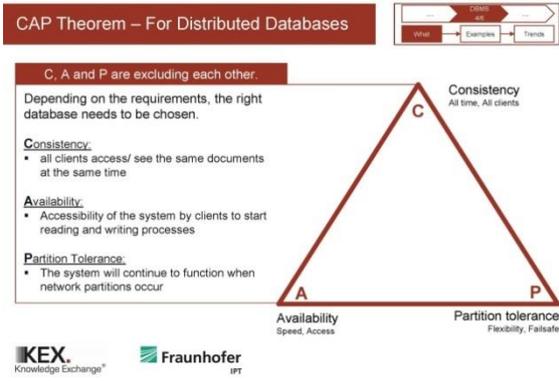
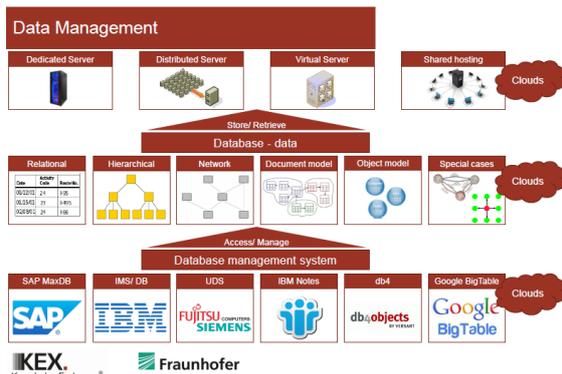
表二 OSI 模型

	資料單元	層級	功能
主機層	Data (資料)	7.應用層	網路行程到應用程式。針對特定應用規定各層協定、時序、表示等，進行封裝。在端系統中用軟體來實作，如 HTTP 等
		6.表現層	資料表示形式，加密和解密，把機器相關的資料轉換成獨立於機器的資料。規定資料的格式化表示，資料格式的轉換等
		5.會議層	主機間通訊，管理應用程式之間的會話。規定通訊時序；資料交換的定界、同步，建立檢查點等
	Segments (資料段)	4.傳輸層	在網路的各個節點之間可靠地分發封包。所有傳輸遺留問題；復用；流量；可靠
媒介層	網路封包/ 資料包	3.網路層	在網路的各個節點之間進行位址分配、路由和（不一定可靠的）分發報文。路由（IP 尋址）；擁塞控制。
	Bit/Frame (資料訊框)	2.資料連結層	一個可靠的對等資料直鏈。檢錯與糾錯（CRC 碼）；多路存取；尋址
	Bit(位元)	1.實體層	一個（不一定可靠的）對等資料鏈。定義機械特性；電氣特性；功能特性；規程特性

(3)運輸與傳遞(Transport and Transfer)：透過 WiFi、網路 或是 ZigBee，ZigBee 是一種低速短距離傳輸的無線網路協定，主要特色有低速、低耗電、低成本、支援大量網路節點、支援多種網路拓撲、低複雜度、快速、可靠、安全。WiFi 是 Wi-Fi 聯盟製造商的商標做為產品的品牌認證，是一個建立於 IEEE 802.11 標準的無線局域網技術。為達成智慧型工廠，未來資料傳遞應發展 5G 才能達成。

(4)資料管理(Data Management)：以 CAP 理論為基礎，CAP 定理指出對於一個資料系統而言，不可能同時符合以下三項：a.一致性(Consistence)所有資料都是同一份最新的數據的複製本)，b.可用性(Availability)資料更新具備高度的可用性，c.網絡分區的容許性(Partition tolerance)，這個資料如果不能在時限內達成數據一致性，就代表發生了分區的情況，就比需在 C 和 A 之間做出決定或是選擇。資料庫管理系統 (Database Management System，DBMS) 是為管理資料庫而設計的電腦軟體系統，一般具有儲存、擷取、安全保障、備份等基礎功能。非關係型資料庫(NoSQL)、大數據之分析與雲計算資料庫[SAP, MaxDB, IBM/DB, UDS, IBM

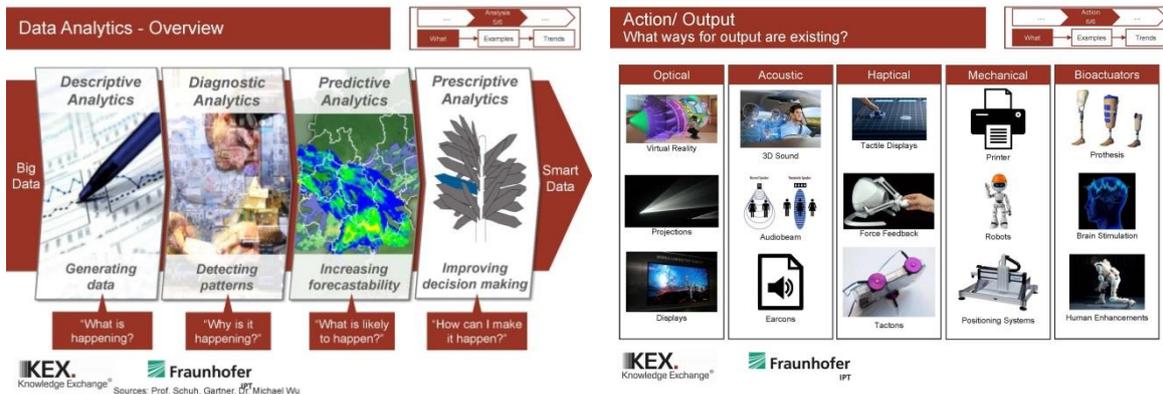
Notes, db4, Google Big Table]



圖五 資料庫管理與智慧解決模式

(5)資料分析(Data Analytics)：資料分析在工業 4.0 中是非常重要的議題，通常可以當成大數據 Bigdata，在大數據中如何將之變成智慧數據，可分成四個部分來討論：

- 描述性分析 (Descriptive analytical)由發生的資料或是由線圖、管理圖表、內容找出問題。
- 診斷性分析 (Diagnostic analytical)：深入檢查顧客的銷售情形。
- 預測性分析 (Predictive analytical)：預測維修與可能發生的問題。
- 規定性的分析 (Prescriptive analytical)：執行圖形分析、模擬或類神經網路分析。這些技術方案都可以使用 ERP (enterprise resource planning)、MES(manufacturing executive system)、MRP、PPC 來解決企業問題。



圖六 資料分析示意圖

(6)執行與輸出(Action/Output)：如智慧型眼鏡、自主化的機器系統與人機協同。

5.企業資源規劃 ERP(Enterprise Resource Planning)

對企業管理而言 ERP 是非常實用的系統，其系統是以會計導向作為設計的資訊系統，系統可以接受製造、運送和客戶訂單等等訊息，做為企業資源的確認和規劃，ERP 會依據企業

之業務與運作情形，進行設計企業本身的 ERP 系統，依據企業屬性完成財務、會計、生產管理、人力、配送等模組，各個模組可以獨立並整合作業，因此 ERP 可以針對企業的人力、物力、財力等等資源進行自動化，並整合企業的作業流程，提供正確的資訊，縮短市場反應之需求時間，完成企業的資源規劃與自動化管理。ERP 是原本是製造資源計劃 MRP(Manufacturing Resource Planning)系統的延伸，MRP 著重在製造生產資源規劃，也就是供應鏈的生產管理，而 ERP 則把製造的 供應鏈資源擴展到企業資源規劃，並運用 IT 讓企業整體更加優質有效率。而 SAP 則是企業 ERP 最受歡迎使用的軟體，世界五百強中有超過 80%的公司使用 SAP。

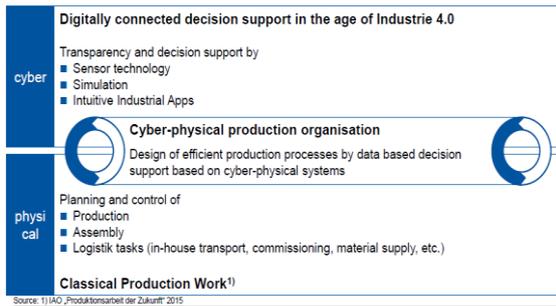
此外，工廠製作流程之管制是非常重要的，課程中也設計了 Shopfloor management，根據訂購單以及成品庫存，去發現每一個排程所面臨製造作所產生的問題或是不足，根據 KPI Tracking Round 1 去設計並改善問題。在練習的成員中，分成 4 個執行站，每一個操作者，試著根據指示完成規定動作並計時，並統計一個程序步驟所完成的時間。再依據 Round 1 之缺失提出改善對策，執行 Round 2 時再改善操作者製作的排程，Round 2 則依據每站等待成員的多寡，進行調整分配每站所需成員，達到時間最佳化，在此次實驗中證實，物件訊息的透明化與工作流程之安排，是提升生產速率的重要因素。



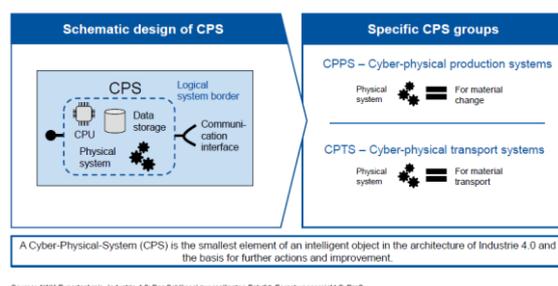
圖七 工廠流程管制圖

6. 資訊物理系統(Cyber-Physical System)

為了提升資訊的透明與準確性，需要資訊物理系統(Cyber-Physical System)技術來完成此虛擬與實務之間訊息的連結，透過資訊物理系統 CPS 將物理設備連接到互聯網上，將生產製造設備、過程與各種元件，建立一組數位影像(Digital twin)，A digital twin is a virtual representation of a product. It can be used in product design, simulation, monitoring, optimization and servicing and is an important concept in the industrial Internet of Things. 匯入資訊物理系統，呈現設備、各種元件之參數，將以往製造模式的計算、控制與通訊能力，提升到計算、控制、內容、客製化、社群網路與通訊的網路協同製造的智能工廠，實現設備、產品、人機協調，終極實現無所不在的連接，實現人、物、設備、機器之協同互聯達成智慧製造。



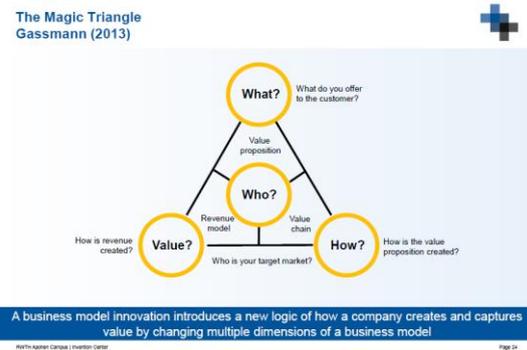
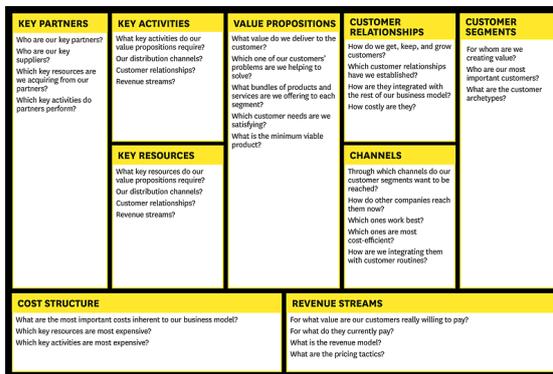
Schematic design of Cyber-Physical-Systems



圖八 以資訊物理系統技術達成虛實整合示意圖

7. 商業模式(business model)

在商業模式(business model)下，課程當中讓我們了解企業如何組織與應用商業模式圖(canvas)，一個成功的商業模式應包含以下九個元素：目標客戶(customer segments)、顧客關係(customer relationships)、價值主張(value propositions)、通路(channels)、關鍵活動(key activities)、關鍵資源(key resources)、關鍵合作夥伴(key partners)、成本結構(cost structure)與收益流向(revenue streams) 以上九個基本元素將可以協助企業進行開發、設計、討論與運作的商業模式，如下圖九所示。



圖九 商業模式具備之元素

目標客戶(customer segments)：以希望那些客戶可以創造價值，這涵蓋不同的客戶族群。價值主張(value propositions)：必須結合產品與服務項目，為顧客創造價值。通路(channels)：描述組織與客戶之間互動與傳遞價值的方式。顧客關係(customer relationships)：包括建立客戶關係類型。收益流向(revenue streams)：則是屬於企業如何定價以獲取利潤。關鍵活動(key activities)：展示並確保商業模式運作良好，所必須做的項目。關鍵資源(key resources)：提供創造、傳遞與獲取利潤的基礎建設，以展示商業模式運轉所需要的元素。關鍵合作夥伴(key partners)：指示誰是影響商業模式有效運作的關鍵人物。在核心資源完成後就可以展開更多的關鍵活動，當企業清楚所有商業模式之基礎設施後，同時也必須了解企業財務的成本結構(cost structure)，再依據企業的商業模式強化體質。

8. 參觀當地企業

(1) 工業 4.0 示範工廠 Industry 4.0 Demonstrators

課程中安排參觀工業 4.0 示範工廠 Industry 4.0 Demonstrators at Demo-Factory DFA，此工廠生產 Car Equd 車輛(如上圖所示)大量使用無線射頻辨識 RFID (Radio Frequency Identification)，此 RFID 是一種無線通訊技術，可以通過無線電訊號識別特定目標並讀寫相關數據，自動辨識與追蹤該物品，所有工廠中的零組件皆有 RFID 標籤，元件進出可以透過 RFID 紀錄，透過 RFID 顯示零件之基本資料。此外在生產車子的工廠中也使用秤重元件，記錄每盒螺絲的數量，在螺絲數量遞減時，可以即時通知伺服器(server)，伺服器則可以預計螺絲數量的可用日期，及時補充螺絲數量，不至於影響組裝時間。在工廠內配合使用定位系統，監測每輛車子的位置與組裝進度，掌握車子組裝進程，以期達到智慧型工廠。



圖十 參訪與實體 4 輪車試騎

(2) Fraunhofer Institute Production Technology (IPT) 工廠

Fraunhofer 協會在阿亨工業大學設立了幾個技術工廠，致力於發展發動機葉片、雷射加工、複合材料技術，其中參觀 Fraunhofer Institute Production Technology(IPT)，該工廠發展 CAD 與 CAM 之技術，該發動機葉片技術在國內已經有能力製作，其生產葉片零件與漢翔發動機工廠非常接近，該工廠以發展發動機扇形葉片的製造技術，雖然葉片只有初步洗切成果，但是整合工業界的整合技術，加上阿亨工業大學教授合作研究，未來會有又不錯之成果，此外此工廠也做高精密的玻璃成形，是一個複雜的過程，允許生產高精度的光學元件從玻璃未經研磨和拋光，使用有限元素法(FEM)模擬與製模設計，預計產出高品質之光學元件。



圖十一 Institute Production Technology (IPT) 工廠

(3) Fraunhofer Institute Laser Technology (ILT)工廠

參觀 Fraunhofer Institute Laser Technology (ILT)工廠，此工廠以雷射加工方式，大約有幾種加工方式，雷射為加工系統、渦輪葉片融合技術、複合材料發展技術、雷射微奈米結構技術、雷射融合技術與加工過程技術..等等，其中渦輪葉片融合技術，應用於飛機發動機葉片上面，以雷射附著式的方式大量噴塗金屬於母材上，當發動機葉片磨損後，經由雷射噴塗加上一層金屬塗層，再由雷射金屬加工方式達到表面的精度，達成葉片修補的功能。



圖十二 Fraunhofer Institute Laser Technology (ILT)工廠

(4) 歐寶(Opel)汽車公司、Beyer GmbH、Brehmer GmbH and Picavi GmbH

在課程期間，安排參觀歐寶汽車公司、Beyer 公司、Brehmer and Picavi 四家公司

- a 歐寶汽車公司：屬於自動化的製造工廠，位於呂塞爾斯海姆(Russelsheim)，包含 ADAM Opel Haus, Classic Workshop, Press shop, Body shop and Final assembly 等工廠參觀，從汽車鍛造的金屬成型工廠、引擎零組件組裝工廠、車輛車門板與儀表組裝、到生產線之內部組裝，透過人機協和式的生產。歐寶汽車公司有 2600 萬平方公尺之面積，相當於 350 個足球場大小。其中 80 萬平方公尺用於生產製造，約有 12500 個員工。
- b Beyer GmbH 公司：是一家資訊硬體製造公司，屬於中小企業與台灣中小企業非常相近，接受客戶的訂製，依據客戶的要求從設計、製造、組裝到測試。該公司具備表面貼焊技術 SMT 製程，這些 SMT 生產線通常結合以 MES 製造執行系統管理(Manufacturing Executive System)來完成。



圖十三 Bayer GmbH 公司

- c Brehmer GmbH 公司：一家中小企業公司，以電瓶與電源管理、人機介面、無線鍊條感測器、雨刷控制對聲音之干擾、重機車或車輛設計感測零件等等，開發電容開關 (Capacitive switch) 取代機械開關，成功的開發控制器在公車上，同步操控 4 個控制器，在感測器與控制器方面有很高的研究能量，使用 CATIA 電腦軟體作為設計工具。
- d Picavi 公司：主要產品為智慧型眼鏡，將 Google 智慧眼鏡 (smart glass) 成功的使用於倉儲物流管理業上，在物流管理業或是電子產品之存貨，一般都使用手持式的設備或是掃描器，對 barcode 進行辨識或是記錄，這種方式將限制手部的使用，為了不讓雙手受到限制，這家以發展智慧型眼鏡取代手持式的設備，增加手部靈活度之使用，如此，倉儲人員可以提高取貨物的頻率，也可達到正確的數量。



圖十四 Picavi 公司

三、心得及建議事項

本校參與研習之三位教師心得如下：

光電工程系/謝振榆老師：

本次很榮幸代表虎尾科大參與工業 4.0 教育計畫，在教書多年之後參與此項計畫獲益良多。同時對於 21 天的密集訓練與各校代表部背景不同之腦力激盪，有很大的收穫，對日後教學有新的動力產生。德國的技職訓練是很扎實的原因是他們的計畫組成與目標管理非常有效，且有針對計畫目標之達成有效管理。

弗勞恩霍夫協會(Fraunhofer IPT)與阿亨工業大學之組成合作關係，加入許多公司去達成一個計畫，利用 Networking 及 Collaboration 是使計畫成功的一個要素。基本上是一個整合型計畫去解決問題，重要的是跨領域整合而不是一個領域或系、院之整合，是以產品導向或是利益導向的整合去完成一個產品。配合各種領域形成計畫加入去克服產品開發所面臨的各種實際問題。德國這裡的計畫通常是去解決實際問題，不是理論問題為主，而教授可以去創業，有很大的誘因及動力去投入產品利益開發，大量的研究生及博士班學生論文都在解決問題。同時解決公司面臨問題。阿亨工業大學的成功是可以給國內的研究機構很大的參考與學習。

最後感謝教育部與典範科大的經費支持使的本計畫能順利成行，及虎尾科技大學之行政支援，能順利完成此次工業 4.0 之學習。

飛機工程系/吳文忠老師：

產業智慧化是未來發展的新趨勢，具備創新與轉型也是必備的，智能產品的產生與智能技術之革新，人工智慧、新型傳感器與信息技術不斷的創新，將導致生產模式的創新，智能工廠與智能製造將引領製造業之變革，如此的變革，將促使業務型態的創新，催生出新的產業與新的經濟模式，創新的商業模式與行銷，電子商務與物聯網將建構新的產業鏈，引領企業管理與組織的變革，以符合智能製造之組織管理，加速企業之組織再造。工業 4.0 將從大規模製造走向客製化的生產，改變傳統生產模式，走向智能生產，因此工業 4.0 是智能生產與產品，集合數據、產品、製造、技術、服務、創新、CPS 訊息的總成，其不只是企業的行為，更牽動著國家的產業與未來，我們應該重視它未來之變化與發展。

本次課程內容非常充實，涵蓋許多跨領域嶄新的課程，商業模式、資訊物理系統、企業資源規劃 ERP 與智慧數據等等，是平常未接觸的領域，藉此次研習的機會了解這些領域的架構與意涵，有助於對智慧型產業的了解，未來將智慧產業之觀念融入課程當中，帶領學生全面了解智慧型產業的方向，以因應產業的發展與變化。

資訊工程系/陳國益老師：

在本次的課程與參訪中，我們發現大多數德國公司仍使用條碼與條碼讀取器來處理生產過程的管理，例如是在材料訂購、庫存管理、生產排程等問題。條碼雖沿用已久，但仍不失為一種很好的 CPS 連結解決方案。而在在工業 4.0 架構中，大數據的使用是非常重要的環，透過大數據，業主可得到最迅速，最即時的使用者反應，透過資料分析工具的分析，可以透過取得的資料，找到新的商業模式 (business model)。

在新的時代中，透過各種大數據分析，應能找到新的商業模式，藉以解答以下的問題：為什麼客戶會持續付錢、而不會離開？(給出某種優惠?)，如何獲得客戶、如何保持客戶不走等

等經典的問題。

許多商業模式在這幾年已經有了巨大的改變、RedBox vs. Netflix、CD vs. itune 等不同產業的更新與取代。關鍵是我們其實無法直接從客戶身上知道，客戶要做些什麼？因此在建立新的商業模式時，必須能夠在既有的商業模式，找到新穎的模式，尤其再將客戶所要的東西（無形的服務或是有形的產品）如何交付給客戶也是很重要的關鍵。