

出國報告（出國類別：進修）

105 年選送技專校院教師赴國外研習方案 英國實務研習課程心得

服務機關/姓名職稱：

國立虎尾科技大學(資工系江季翰副教授、自動化系陳俊仁助理教授、工管系李孟樺助理教授、飛機系鄒杰炯教授、資工系簡銘伸助理教授、機電輔系楊東昇教授、生科系葉怡玲副教授、設計系黃運琳教授、自動化系蔡榮鋒教授、飛機系李榮全教授)

正修科技大學(企管系蔣治平教授)

崑山科技大學(資工系李宗儒助理教授)

國立臺灣科技大學(自動化所徐勝均副教授)

國立高雄第一科技大學(電通系徐偉智教授、機械與自動化系吳宗亮助理教授)

國立臺北科技大學(機械系曾百由副教授)

國立勤益科技大學(工管系劉培熙副教授)

國立高雄應用科技大學(資工系羅孟彥副教授、工管系薛明憲助理教授、王來旺副教授)

南臺科技大學(行銷與流通管理系林志鴻教授、資工系鄧宗賢副教授)

國立雲林科技大學(資工系張傳育教授、陳士煜助理教授)

遠東科技大學(資管系鄭淑玲助理教授)

龍華科技大學(資訊網路工程系曹瑞和助理教授)

派赴國家：英國曼徹斯特大學

出國期間：2016 年 09 月 5 日至 09 月 23 日

報告日期：2016 年 11 月 21 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。

英國本身為第一次工業革命開創之處，雖然工業 4.0 由德國所提出，但英國仍有其不同於德國的優勢。英國本身對工業 4.0 的概念，強調是一種演化演進，不單單只有智慧機械的第四次工業革命，而是整個大環境與各領域間的互動和影響，這和我國政府提出的五加二產業方向有不謀而合之處。順應世界之潮流，人才培育亟需符合產業需要，學生面對未來社會快速變化及職場挑戰應該具備快速適應的能力，除需要專業技術、知識力及理解力，更需具備將知識及技術轉換運用於新情境或新工作的能力。

為落實具「工業 4.0」相關技術之人才，增進教師具備產業實務經驗，有效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，教育部特別規劃選送教師赴德國阿亨工業大學、英國曼徹斯特大學、荷蘭瓦罕寧恩大學及奧地利維也納應用科技大學進行國外實務培訓，以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。其中，本校負責規劃至英國曼徹斯特大學進行教師國際實務研習，時間共計三週，自 105 年 9 月 5 日至 9 月 23 日，課程包括工業 4.0 理論、技術應用及當地企業實地參訪等。

目錄

一、目的.....	1
二、過程.....	2
1.工業 4.0 緣由與簡介.....	3
2.英國政府與工業 4.0.....	3
3.加法製造.....	4
4.化學工廠參觀(Dr. James Methven)及石墨烯研發中心(Graphene center).....	4
5.智慧城市 Cityverve (Carmel Dickinson).....	5
6.醫療機械參數資訊整合(Blueacre Technology).....	5
7.參觀當地企業.....	5
8.工業 4.0 的社會責任.....	8
三、心得及建議事項.....	9
附件一 研習照片.....	10
附件二 研習課程介紹.....	11

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。我國先後推動「生產力 4.0 (Productivity 4.0)」與「智慧機械方案」，強調發展智慧型機器人感知（如感測器、傳感器等）、智動化（如減速機等）關鍵零件與模組自主供應能力，提高利基型機種使用國產控制器比例，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。

因應產業的快速發展與社會需求，人才培育亟需符合產業需要，學生面對未來社會快速變化及職場挑戰應該具備快速適應的能力，除需要專業技術、知識力及理解力，更需具備將知識及技術轉換運用於新情境或新工作的能力。為落實具「工業 4.0」相關技術之人才，增進教師具備產業實務經驗，有效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，教育部特別規劃選送教師赴德國阿亨工業大學、英國曼徹斯特大學、荷蘭瓦罕寧恩大學及奧地利維也納應用科技大學進行國外實務培訓，以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。其中，本校負責規劃至英國曼徹斯特大學進行教師國際實務研習，時間共計三週，自 105 年 9 月 5 日至 9 月 23 日，課程包括工業 4.0 理論、技術應用及當地企業實地參訪等。

二、過程

配合教育部作業之時程於本(105)年 6 月 17 日(星期五)前完成各校推薦程序，並授權由各薦送學校進行校內初審，初審通過後由承辦學校進行複審。複審係由承辦學校邀請評審委員，依參訓教師報名表件及檢附資料進行書面審查，以作評比及排序列表。

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)完成甄選其他學校複審會議，審查結果如下表。

報名學校	正取單位	正取教師	備取單位	備取教師
國立虎尾科技大學	資訊工程系	江季翰副教授	動力機械工程系	江卓培教授
	自動化工程系	陳俊仁助理教授	生物科技系	彭及忠副教授
	工業管理系	李孟樺助理教授	機械設計工程系	林明宗副教授
	飛機工程系	鄒杰炯教授	/	
	資訊工程系	簡銘伸副教授		
	機械與電腦輔助工程系	楊東昇教授		
	生物科技系	葉怡玲副教授		
	機械設計系	黃運琳教授		
	自動化工程系	蔡榮鋒教授		
飛機工程系	李榮全教授			
正修科技大學	企業管理系	蔣治平教授	資訊管理系	汪昭芬助理教授
崑山科技大學	資訊工程系	李宗儒助理教授	無備取	
國立臺灣科技大學	自動化及控制研究所	徐勝均副教授	無備取	
國立高雄第一科技大學	電腦與通訊工程系	徐偉智教授	無備取	
	機械與自動化工程系	吳宗亮助理教授		
國立臺北科技大學	機械工程系	曾百由副教授	無備取	
國立勤益科技大學	工業工程與管理系	劉培熙副教授	無備取	
國立高雄應用科技大學	資訊工程系	羅孟彥副教授	無備取	
	工業工程與管理系	薛明憲助理教授		
	工業工程與管理系	王來旺副教授		
南臺科技大學	行銷與流通管理系	林志鴻教授	無備取	
	資訊工程系	鄞宗賢副教授		

報名學校	正取單位	正取教師	備取單位	備取教師
國立雲林科技大學	資訊工程系	張傳育教授	無備取	
	資訊工程系	陳士煜助理教授		
遠東科技大學	資訊管理系	鄭淑玲助理教授	無備取	
龍華科技大學	資訊網路工程 系	曹瑞和助理教授	無備取	
合計		26 名		5 名

*依實際參與教師為核銷經費依據

1.工業 4.0 緣由與簡介

工業 4.0 是由德國率先提出的概念，目前已逐漸廣泛被其他國家接受為工業必然發展的方向，而競相發展相關技術。更重要的是，現代工業已由過去以生產為導向的商業模式，改變成消費者服務為導向的商務模式。商業不再是建立於物件生產的基礎上，數據的取得、分析與利用逐漸引導生產與商業行為。例如：airbnb、NETFLIX、uber 這些新創公司都不是生產實際物件的公司，(NETFLIX 最近開始製作影片)，他們都是利用資訊平台供使用者交換物件而賺取利潤，顯見資訊作為資產行銷已成為一個逐漸蓬勃的商業行為。

而傳統產業為因應消費者行為改變，也漸漸採取新的銷售行為，收集使用者資訊作為銷售工具，例如微軟(Microsoft)不再以銷售視窗系統或 Office 軟體為主要獲利，而改採贈送或租賃的方式。其背後隱藏著以服務為表面行為，但是藉由背後的資訊蒐集改變產品的生產行為。又如製作輪胎的米其林(Michelin)，除了傳統的銷售模式外，也提供輪胎的租賃，藉由收集消費者的駕駛行為資訊做為產品設計的依據；又如勞斯萊施(Rolls Royce)提供引擎租賃而非買斷，除了增加銷售誘因外，也可以收集飛航資訊做為產品使用的追蹤資料。這一類由資訊蒐集改變銷售行為，甚至消費者行為的方式，除了上述的例子，還有廣為人知的臉書、亞馬遜網站等等。更甚者如西門子，以往只提供自動化等產品的供應商，現今也提供雲端資料伺服器服務，除了提供顧客解決方案外，也可以看到產業方向的改變。

工業 4.0 強調以客戶為導向的量身訂做，主要概念由九大指標組合而成，其中包含自動化機械手臂、模擬系統、垂直與水平系統整合、工業物聯網、網路安全、雲端系統、加法製造、擴增實境、大數據與分析，產品製造過程從上游到下游所有過程皆有偵測系統能將訊息傳送至雲端，藉由雲端與雲端間的相互作用達到智慧製造的最大目的。

2.英國政府與工業 4.0

這部分的課程利用國會議員的質詢影片說明了英國政府對於工業 4.0 發展的態度與因應方案。由於正值脫離歐盟的事情發生，藉由質詢的內容了解到英國政府如何的希望藉由工業 4.0 的發展有效的重振英國的製造業。而課程中藉由說明英國政府對於建築法規的修訂，強制的將建築工業數據化。而藉由建築數據化的發展，改善建築的施工時間與使用品質；而也因為數據化的管理，可以有效的降低各種建築工業的成本與製造效率。也因為這樣子的改變，在近期英國建設高速鐵路的過程中，可以有效的縮短建築期程與經費預算；不但節省了大量的公帑，也

縮短了公共工程影響當地居民生活品質的衝擊時間。課程中也簡單的介紹曼徹斯特大學所參與的一個國際網路安全聯盟的發展計劃，希望發展一個有效的資訊安全測試平台，可以提供業界確保資訊安全的驗證機制。

3.加法製造

大自然的造物方式多是以加法製造完成的，例如植物的生長，動物的成長，都是由一點一滴的物質所增加而成。減法製造的出現是因為人類對於物件的外型、尺寸、功能有了特別的要求時，必須根據需求將物件的外型加以調整變更所衍生出的加工方法。

目前加法製造仍必須藉雷射、光能、化學反應等等的方式讓材料結合，但是現階段已經開始利用生物材料的增長去製造適合生物用途的物件，例如創傷用的人工敷材，就可以利用加法製造，不但可以客製化，甚至可以直接在傷口上製造敷材。這些都是拜現在高速運算的電腦與精確控制的伺服設備所賜。

如果是一般的金屬製品，設計者可以利用加法製造降低物料使用，完成更複雜形貌，以更輕更快的速度完成加工。一旦加工技術進化到所需的水準，因為設備、物料、時間成本的降低將會使加法製造更受到歡迎。即使在現階段加法製造的精度尚未達到要求，已有廠商推出加減法混合的工具機，在完成加法製造後，利用精密切削達到物件加工精度。顯見加法製造所產生的效益已漸漸被業界認同。在其他的工業應用中，加法製造業逐漸廣泛的應用在土木或者是建築業中，由於本身就是一個加法製造的傳統行業，加上自動化機械的配合，可以更快速更彈性的完成各式各樣的建築體設計。

目前曼徹斯特大學除了一般常見的加法製造設備外，較為特別的是自行設計的 Electro-Spinning 的加工方式。他是利用電場吸引材料從噴嘴以極細絲狀的方式生成並在極板上產生一個不規則分布的編織物。藉由控制原料的材質與組合就可以產生各式各樣的薄膜，例如生醫敷材或過濾薄膜。但是缺點是因為無法精確控制電場而無法生成一致性的均質材料。除此之外，曼徹斯特大學也正在進行直接在生物質體上面進行加法製造的醫學技術，希望可以直接在人體上面進行外科手術或者是皮膚、材料的填補。

4.化學工廠參觀(Dr. James Methven)及石墨烯研發中心(Graphene center)

石墨烯為重要的現代科技使用原料，具有極大的應用價值，石墨烯首款大量商用化的應用就是手機導熱材料，由於導熱係數是目前人類已知材料中最高的，所以逐漸被使用在導熱或散熱的領域；加上智慧手機愈做愈薄，原本傳統智慧手機散熱膜採用的塗料厚度是 24 微米，用石墨烯可能只有 5 微米；也就是說，未來智慧手機設計要更輕薄，關鍵非石墨烯莫屬。該中心規模大，設備皆放在無塵室中，外人很難一探究竟。不過令人印象深刻的是中心非常重視討論空間的安排和設計，有整面牆的書寫空間，也有採光相當良好的討論客廳，對於資訊的溝通傳遞扮演重要的角色。

而化工廠的設備也極為特殊，參訪時先介紹該校如何利用感測器、物聯網與遠端監控的設備進行化工設備現代化的解決方案。在曼徹斯特大學化工系有一套海上鑽油平台回收除鹽或者

除凍劑的試量產設備，與業者合作共同開發提高回收效率的生產技術。除此之外，還有一套與 Unilever 合作開發的洗潔劑調混設備測試平台。曼徹斯特大學希望以這兩套設備為標的，希望藉由增加即時遠端監控與大數據分析的能力，一方面可以學習並開發工業 4.0 的相關技術；另一方面則是希望可以提升研究開發的效率與準確性，所有由此處產生的參數未來可做為工廠實際運作所應用。

5. 智慧城市 Cityverve (Carmel Dickinson)

CityVerve 是曼徹斯特市受到英國政府補助的智慧城市專案計畫，期望在曼徹斯特市藉由各種智慧化設備的建置，探索人類在智慧城市居住中的各種生活變化、硬體需求、法規因應等問題的解決方案。此計畫有許多公司與曼大合作一起執行，其中系統開發項目包含 Fog Processing (IoT-ready network of sensor), Data platforms, Data Virtualisation, Data analytics 及 applications and services 所包含的應用方向包括在能源與環境、交通運輸及旅遊、文化及公共領域及健康照護等議題。雲端及 IoT 技術相當重要，相互的連結需要及多的人力物力。課後分享討論時發現，台北市的智慧城市工作非常的先進，相對應下來曼城還有許多待克服的目標。他們目前的城市 wifi 還不夠先進，常在城市街道上收不到清楚的訊號。不過台灣目前尚未有此大規模學界業界合作的智慧城市計畫，未來應該可以推動。

6. 醫療機械參數資訊整合(Blueacre Technology)

Blueacre 是一家以雷射進行金屬加工的醫學材料製造商，可以利用雷射加工進行心血管支架等醫療器材的精密加工。用他們的核心技術 laser, Optics, Machine Vision 及 Motion control 來服務客戶。此公司對於醫療儀器廠商有極大的助益，他們等於是廠商的開發智囊團，比較厲害的是該公司對於醫療精密儀器的智慧控制系統也很專精，對於資料收集以及分析利用的技術提供將有利於醫療器材廠商開發全自動醫療器材製備生產鏈。當然授課過程中有提到 3D 列印對於工業技術的革命性影響，這也呼應了追求工業 4.0 中的重點項目。

雖然公司尚未建置工業 4.0 的架構，但已經在考慮如何改善工廠的自動化系統，迎接工業 4.0 的挑戰。過去曾經嘗試以工業 4.0 的觀念改善心導管支架的生產系統，但是受限於受輔導工廠的資訊管理系統的限制，無法讓下游的生產資訊會受到上游的產品設計或者是生產系統的參數調整。

7. 參觀當地企業

(1) Jaguar LandRover factory 公司

Jaguar Land Rover 一向予人英倫貴族的形象，在豪華汽車領域上，Jaguar Land Rover 於 1951 年獲頒皇家認證 (Royal Warrants)，奠定品牌與英國皇室之間不可分割的關係。Jaguar 以製造完美跑車而聞名；Land Rover 則一直被公認為越野王者，而 Range Rover 更是英國皇室的

象徵。

這是一個以課程為主導的參觀行程，不在於參觀汽車組裝線需要特別的安排，如在德國 Munich 參觀 Porsche 的工廠也可以預約，此次的參觀難得在我們扮演的角色是各領域的專家，必須直接和廠內的職工面對面討論、建議和回饋。參觀的過程中，由已退休但在 Land Rover 工作超過 35 年的員工帶領我們介紹及即席問答，參觀的工廠主要為 body shop，包括板金 (pressprocess)、焊接 (welding)、組裝 (assembly)、熱機及試跑 (hotrunning)。在板金段多以自動換模系統的沖壓機和機器人取換搭配，人工約一條線只有一人，焊接段的人工零件擺放相當重要，每一個約 4 到 5 組機器人的焊接站，需要一個人工，其焊接的過程約需要 2-3 分鐘，但可以確保其焊點的精確及完整。但在組裝段，就和大部分的先進汽車工廠相似，已經採用混線生產的方式，前後的待組裝車架幾乎沒有完全相同車型、顏色和配備的，在線上可視的工單上，長長的工單除了選用的配備外，還標註了此車的運輸地，是以國家而非地區區分，因此可以判斷，每一國家應只有一個單一的 Land Rover 進口窗口。

(2) JCB factory 公司

JCB 公司成立於 1945 年，創始人是 JOSEPH CYRIL BAMFORD 即 JCB 先生-挖掘裝載機的發明創造者。JCB 公司建立迄今的 60 多年來，JCB 一直致力於對研究開發的投入，永遠處於技術革新的前列，從最初的一家小企業，發展到目前擁有 22 家工廠，2000 多個銷售網點和 300 多種型號的工程機械、農業機械、工業設備和園藝設備的大型全球化公司。在全世界的每個角落你都能看到 JCB 的機器，JCB 已經成為世界最為著名的工程機械製造商之一。

在參訪中間及其材料供應區域，JCB 的鋼材主要供應由德國或荷蘭鋼廠供應，從不考慮亞洲鋼廠，除了距離，他們認為穩定品質是重點，更何況他們獲利率仍然很高，和南部金屬工業有相關的部份只從西班牙來。

JCB 是一個極佳的例子映襯至台灣的中小企業，台灣的中小企業永遠滿載，但利潤只是可接受的範圍，由於資訊化程度普遍低，因此永遠有排程和延單的問題，試想，若公司生產 1,000 種產品項、有 20 種不同材料和 15 到製程，每換一個產品項需要調機的時間為 0.5 到 1 小時，但每次的訂單數量都低於 50 個，如何做有效率的排程規劃就是個問題；但是，到景氣循環的時候，訂單的低迷又讓排程變的不是問題了。JCB 的資訊應用合理，有完整的 ERP 系統和 MES 系統，MES 的回報由於採用傳統紙本工單，以單追料追零件，因此，估計回報時間是以天為單位，在產線組裝時，不需要混線生產，比 Land Rover 又單純一些，更重要的是，JCB 沒有滿載的壓力，雖然產量對單位人力成本高，但因座落於曼徹斯特城和非常接近利物浦的工業城中，應該可以因為地點偏遠的原因減少人力雇用的成本。

(3) Hermes 物流公司

總部設在德國的 Hermes 歐洲是一家跨國集團，屬於第三方物流公司，提供全方位的供應鏈解決方案，Hermes 同時也是其統一的業務品牌。在消費品類的採購、物流運輸、配送領域中，Hermes 的 10 家子公司被公認為是領先的服務提供者，在英國，Hermes 每年處理 2 億的

包裹。由於是物流配送業者，因此也相當容易掌握到物流、其他商家公司營運與出貨、消費者使用習性等巨量數據；透過歷年來的數據，可以很快地發現消費者消費習慣與習性的改變，自原本的商家購物、網路交易於商家取貨，已經完全改變成網路交易貨送到府，在英國，已經有兩家公司完全無需實體店面，在彼此互為競爭對手情況下，仍每年各有百萬英鎊的收益，而且透過物流，也可以歸納出目前流行方向、購物資訊，甚至可以發掘出社群中具有影響力的成員；而為了能在眾多物流業者中競爭並存活，Hermes 公司也開始著重巨量資料分析與趨勢預測，盡早規畫服務項目與服務方式，提高顧客滿意度。

(4) NR engineering 公司

NREngineering 公司，其為 JCB 公司供應鏈下游廠商，亦為英國典型中小型企業，這家公司最自動化的地方有刀片管理，而該公司另一特色為於各機台設備加裝 Wifi 傳輸器，以連結各機台間加工程式碼配送，以掌握目前工單運作情況。業主自述，曾經想要進行技術升級，將工廠進入工業 4.0 環境，但是遭到失敗，希望訪問團能夠觀察後，提出針貶與改善之道。整體工廠生產線，是以個別工具機作為單位進行生產，利用工具機不同的功能如車床、銑床等，依照訂單分配工作任務。整體廠房環境尚稱清潔，工廠安全也有基本要求，與台灣一般傳統家庭式工廠要來的優秀。但是品管方式，卻仍然以人工的檢測為主，產線上需要考慮的溫度、溼度等對於承軸軸心做切磨等動作需要考慮的外部因素，似乎並非由加工機透過電腦與程式控制，而是以操作人員經驗考量設定，部分專業的操作工作人員年齡已超過 60，卻仍然是生產線上的主力人員，由於經驗非常豐富，因此準確率可以到 99% 以上，甚至可以磨出 $\mu(10^{-6})$ 米等級的線形軸心。但是也由此可知，一旦這些工作人員退休或離職，將會面臨技術斷層、產品青黃不接的狀況。因此如何將資深工作人員、產線上員工的經驗轉化為生產線上的系統參數與判斷，便是重要的問題。除此之外，此公司之產線排程，是以訂單為主要考量，換言之，具有 1. 不確定產線生產時間期程是否符合需求，以及 2. 不能依循產線產能爭取對公司更有利潤的訂單，造成 3. 生產線效能發揮有限。也就是說，在生產線上，工作可能會因為訂單需求、時間要求，而過度集中於其中幾個工作機具，相反的，部分機具可能閒置。整體的產出雖然符合公司需求，實際上工作負載並不平衡，不僅效能並非完整發揮，還容易因為工具機台的狀況影響整個產線生產與產品品質。而業務單位也不容易知道目前產線上的容許工作量，將機具充分發揮功用而非閒置。

因此，就此部分，NR 公司需要針對訂單與生產線的工作排程進行最佳化(Job Shop Scheduling)，如何在有限的時間內，透過最佳化演算法，能夠動態的調整工作排程與機器，使公司可以保持高效率的運作，創造更大的利益。另外，公司要能夠進入工業 Industry 4.0，首重技術的提升，而連帶影響生產線上的工作人員。本次參觀時，多數員工專注於自己的工作，共同的休憩區不大，公司經營人員表示，公司定期會與員工做溝通，但是多半時間都是公司經營階層發言，基層員工似乎沒有反映意見。

人員的投入，將會影響工業 Industry 4.0 於一家公司的可行性與實現機會；當一家公司談及工業 Industry 4.0，多數員工會擔心自己的工作機會是否消失，進而出現排斥性，與公司的決策高層並不會有相通的看法與做法，事實上，如果是針對人員管理與技能提升，不如開放匿名

欄位提供員工撰寫意見，或是讓員工可以聊天(現階段經營階層嚴禁)，透過互相溝通，除了紓解工作壓力之外，更有可能透過互相建議，找出可行的生產線關鍵因素改善，使生產線具有改進的機會。

(5) Quarry Bank Mill 紡織工廠

此為一個有好幾百年的歷史且保存良好的紡織工廠，目前由英國國民信託組織(The National Trust)進行維護管理。該工廠位在曼徹斯特機場附近，目前主要以展示教育及觀光休閒為主要目的。工廠原先以水力來作為發電工具，目前展示區中還有保留功能完整的大水車，之後為了維持供電品質，工廠改由火力蒸氣發電方式來提供電力。工廠展示區有專人介紹棉花從一開始的梳理到最後纏繞成線，在一步一步藉由電力供應將棉線捲成網狀的過程。此過程中需要耗費的不只是電力及機器設備，有非常多的童工被送到此處工作。我們有參觀了學徒之家，其中對於這些貧窮家庭的兒童來此工作，其生活起居包含每天早上 5:30 起床，6:00 到紡織工廠工作一直到晚上 6:00，回家後還要上課覺得相當不可思議。但因當時外在環境相當不好，工廠也有提供宿舍(Mill community)來給工廠員工家庭住宿。對於當時英國紡織工業的進展留下了深刻的印象。

8.工業 4.0 的社會責任

課程的最後一個單元討論當企業邁入工業 4.0 的時候所必須面對的社會責任。由於工業 4.0 的核心在於大量數據的產生與利用，以及自動化智慧機械的生產行為，所以對於基層勞工的工作安全與社會大眾的個人隱私將會產生重大的影響。工業技術的進步將是無可避免的發展，而在此同時企業如何去平衡因為技術發展而產生的失業、資訊隱私、文化衝擊等等的社會責任也是不可避免的問題。如何循序漸進的發展新技術而不對社會產生過大的衝擊將會是政府與企業責無旁貸的問題。而這些問題的答案不但要從法規的角度，以要從教育與道德的層面去引導社會大眾建立正確的觀念，在謀求科技與生活品質的進步過程當中，也能夠持續的提供安全和穩定的社會條件才是工業 4.0 最大的挑戰。

三、心得及建議事項

工業 4.0 的重要性，已是當今世界各國的發展重點，包括德國、美國、中國、日本、英國、韓國、新加坡等，都有中長期的工業 4.0 推動與發展計畫，隨著資訊網路、物聯網、雲端的快速發展，資訊的大量產生與隱藏的背後意義，已成為產業、公司、傳統產業所要面對與引入的重要課題，如果沒有趁著這一波工業 4.0 的發展腳步，非常有可能在重要的產業發展與國家重大計劃上，落後領先的國家。

本次研習透過跨國課程，不同文化、經濟基礎與歷史背景，對於工業 Industry 4.0 所談到的智慧製造、智慧機械，著眼不同。德國具有長久的化學工業為基礎，因此要進入工業 Industry 4.0，德國在材料的基礎上引入智慧雲端運算與大數據分析，可在既有工業環境中建構出新一世代的產業；英國具有歷史悠久的學術研究環境，早期在皇家重點關注下，英國於學術理論的研究就已經相當扎實，現階段英國即便受到脫歐影響，大英國協體系成員國家的優秀研究人才仍然源源不絕的投入英國各大學院校，而部分的重工具機械、飛航引擎等的研究，著實需要長時間的資金、人才投入，因此就英國而言，工業 Industry 4.0 著重於研發與服務，同時也是佔據高利潤收益的兩大高峰位置。

研習過程中不只在英國曼徹斯特大學團隊所分享的課程內容，同時在參訪過程中有很多創新亮點，這些亮點將可有更多後續延伸性和合作機會，最大收穫在於工廠實際使用工業 4.0 智慧製造技術，研習團隊參觀了英國幾家知名的製造廠商，有汽車製造廠商的 Jaguar Land Rover、大型機具製造廠商 JCB、物流貨運公司 Hermes、金屬精密零件製造廠商 NA Engineering，皆具備先進智慧製造(Advanced Smart Manufacturing)技術，也看到大型製造機器人如何透過物聯網 IoT 將所有的製造資訊整合，並且有效率的提升製造的生產品質及效能，獲得相當大的啟發，爾後若有機會辦理此研習，相關建議陳述如下：

1. 目前世界工廠中，亞洲地區屬中國大陸為積極推展工業 4.0 最努力之地區，因此台灣製造業中，電腦組裝、電腦機殼、電池製造、印刷電路板、電聲元件等五種廠商收到中國製造產業升級影響最深且最嚴重，因此這五項產業必須在此情況下必須做出因應對策，否則無法面對中國製造業的挑戰。
2. 參與對象增加業界代表：工業 4.0 最重要的部份不僅人才培育與開發相關技術等，相關產業界皆應有相同共識，建議可提供台灣產業界名額，促成未來產學合作的機會。
3. 課程相當有意義，建議每年規劃相關研習課程，並安排各領域專家參與，詳列課程師資及提供課程大綱，提供老師進修機會，特別是缺乏國外經驗教師，可藉此增加許多寶貴經驗。
4. 本次課程許多學員投入相當多的時間與精力在針對工業 4.0 的開創與未來進行學習，因此期望國家未來能繼續透過本次這麼多學員的管道來進行培育，成為未來工業 4.0 的種子教師持續在學界與業界中發揮所長提升國家競爭力。
5. 參與學員應有定期分享及撰寫教材義務，甚至建立類似曼大這種三周的研習課程，由學員擔任課程講者以推廣及激盪相關知識的傳遞。
6. 行政流程改善，錄取通知可提早至少兩個月前通知，方便行程安排、訂購機票等相關手續進行。

附件一 研習照片



Jaguar Land Rover 參訪及研討活動



參訪曼大的小型儲能系統及監控畫面



參觀 Hermes UK Limited 英國物流貨運公司



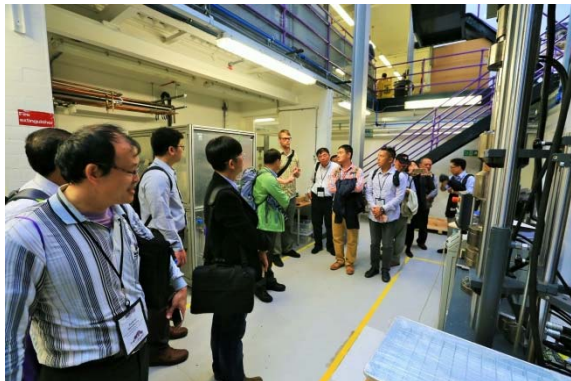
參觀 NR Engineering 公司後，進行分組討論



參訪曼大程序控制實驗室



介紹大數據與分組討論



參訪曼大實驗室



全體合照

附件二 研習課程介紹

CPD course on Industry 4.0

**Provided by the School of Mechanical, Aerospace and Civil Engineering
The University of Manchester**

Delivery Method

The course will be delivered over a three-week period in the School of MACE at The University of Manchester. There will be a mix of delivery methods including blended learning, group exercises, industry visits, hands on laboratory work and traditional lectures. There will be an opportunity to put in practice what is being delivered.

A number of industry visits will be organised during the course, where it will be possible to see Industry 4.0 in action. The industrial visits will also consist of exercises where the participants will evaluate what they have seen during the visit and suggest where industry 4.0 could be applied in the business to make improvements.

The style of delivery for the themes will be informal and interactive. Tutors will be involved in all sessions, giving an industrial and academic style of delivery.

Tutors

Academic

The CPD will be delivered by a mix of industrial and academic experts from the School of Mechanical, Aerospace and Civil Engineering (MACE), Manchester Business School, School of Chemical Engineering & Analytical Science and the Information Security Group.

Industrial Partners

Jaguar Landrover (confirmed)

Heinz (confirmed)

Arup (TBC)

Siemens (confirmed)

Renishaw (TBC)

Concept Laser (confirmed)

National Instruments (confirmed)

Rolls Royce (TBC)

British Standards Institute (confirmed)

NR Engineering

Date

It is expected that the first course would run in September 2016

Structure

Day 1

Morning

Reception with Head of School of MACE, and Vice-President for Internationalisation
Visit to University of Manchester Facilities (MACE, Manchester Institute of Biotechnology, National Graphene Institute, Turing Building, James Chadwick Building – Chemical Engineering)

Lunch at the Christie

Afternoon

Theme: Introduction to the CPD course – Dr. Carl Diver

- General introduction to the course
- Individual presentation and expectations from delegates
- Course structure
- Introduction the delivery team
- Overview of the companies involved

Day 2

Morning

Theme: Introduction to industry 4.0 – Dr. Carl Diver

- History and evolution of manufacturing from the 1st Industrial revolution to today
- Economic and industrial context
- The concept of industry 4.0 and related terminology e.g. Internet of Things, Industrial Internet of Things and digital manufacturing, smart factories
- Where Industry 4.0 can make a difference in the world including industrial case studies and major initiatives by country

Afternoon

Theme: Introduction to industry 4.0 – Dr. Carl Diver

- Road Map for Industry 4.0
- The main pillars of industry 4.0
- Group exercise on where the delegates have seen industry 4.0 in action and what were the pros and cons

Evening

Visit to Manchester Museum of Science and Technology (birthplace of the 1st Industrial Revolution 'Industry 1.0')

Guest speaker & Dinner

Day 3

Morning

Theme: Industry 4.0 Manufacturing – Dr. James Methven

- Introduction to the role of industry 4.0 in manufacturing;
- Predecessors – e-manufacturing;
- Connectivity hardware;
- Gateway to the cloud;
- Wearable technology.

Afternoon

Theme: Industry 4.0 Manufacturing Processes - Dr. James Methven

- The concept of smart" factory (interconnected sensors, machine self-diagnostics, RFID tags, etc.);
- Process maps or value added maps to model individual enterprises;
- Autonomous system optimisation;

Day 4

Full day – facilitated by Dr. Moray Kidd

Visit to Jaguar Landrover followed by Industry 4.0 group exercise related to the visit and findings presented to Jaguar Landrover

Day 5

Morning

Group exercise putting in action what has been learned during the week

Afternoon

Presentation by delegates of the work done in the morning session

Closing with a guest speaker

Evening

Visit & Dinner in Manchester's Chinatown (the largest in the UK)

Day 6

Weekend

Visit to Historical Industrial Revolution sites in Manchester

Day 7

Weekend

Trip along the world famous Manchester Ship Canal to Liverpool

Day 8

Morning

Theme: Industry 4.0 Manufacturing Supply Chains – Dr James Methven

- Ramifications of Industry 4.0 on the supply chain and in particular the mechanics of secure and autonomous financial transactions;
- Demonstration from Siemens.

Afternoon

Theme: Industry 4.0 and Autonomous Robots – Dr Andrew Weightman

- Robots in Industry
- Communication protocols
- Cobots
- Autonomous vehicles

Day 9

Morning

Theme: Industry 4.0 and Autonomous Robots in the lab– Dr Andrew Weightman

- session in the lab learning to program autonomous systems

Afternoon

Theme: Industry 4.0 and Autonomous Robots in the lab– Dr Andrew Weightman

- session in the lab learning programming and testing autonomous systems on a track

Day 10

Morning

Theme: Additive Manufacturing and Industry 4.0 – Prof Paulo Bartolo

- Introduction to additive manufacturing
- Information flow
- Summary of different commercially available technologies
- Customisation

Afternoon

Theme: Additive Manufacturing and Industry 4.0 – Prof Paulo Bartolo

- Examples of the use of Additive Manufacturing in different Industrial settings
- Industrial presentation on Additive Manufacturing and Industry 4.0 – Invited Guest speaker from the Additive Manufacturing community

Day 11

Full Day – facilitated by Dr. Moray Kidd

Visit to Heinz manufacturing facility in Manchester followed by a group exercise on how industry 4.0 could benefit the facility through presentation to senior staff

Day 12

Morning

Theme: Industry 4.0 Communication – Dr. Nikolay Mehandjiev

- Business communication challenges
- Communication infrastructures
- Real time data
- Connectivity in the supply chain
- Big Data

Afternoon

Theme: Industry 4.0 Big Data – Dr. Nikolay Mehandjiev

- Big Data challenges
- Real time data
- The cloud
- Accurate and relevant data
- Security

- Communication

Day 13

Saturday – excursion to Lake District

Day 14

Sunday – visit to the Lever Trust area

Day 15

Morning

Theme: Industry 4.0 Cybersecurity – Dr. Richard Kirkham/Dr. Dean Thomas

- unconnected closed systems – connected systems
- secure reliable communications
- sophisticated identity and access management solutions for machine and individuals
- SENAI project
- Invited Guest Speaker from Industry (TBC Amazon, Cisco, Sabiso)

Afternoon

Theme: Industry 4.0 Standardisation – Dr. Richard Kirkham

- The need for standardisation in Industry 4.0
- Standardisation by sector, protocols, communication
- Invited Guest speaker from British Standards Institute

Day 16

Morning

Theme: Industry 4.0 Construction – Dr. Richard Kirkham

- Large Infrastructure projects
- Invited Guest speaker from Arup

Afternoon

Theme: Industry 4.0 Medicine – Prof Paulo Bartolo & Dr James Methven

- The role of industry 4.0 in Healthcare
- Economic and social impact
- Communication models
- Case studies

Day 17

Morning

Theme: Industry 4.0 Medicine in action – Prof Paulo Bartolo & Dr James Methven

- Invited guest speakers from South University Manchester Hospital

Afternoon

Theme: Industry 4.0 Chemical Engineering – Dr. Peter Martin

- Industry 4.0 in the chemical processing plant sector

- Invited guest speaker from Unilever

Day 18

Full Day – facilitated by Dr. Moray Kidd

Visit to a manufacturing SME in Manchester (NR Engineering Ltd) and evaluation of their business

Group exercise and presentation of an Industry 4.0 implementation strategy for the SME, from the morning visit.

Day 19

Morning

Theme: Project management and Finance in Industry 4.0 – Dr. Paul Chan & Dr. Fiona Saunders

- Case study on the Impact of implementing IIOT technology in a large organisation and its effect on everyday routines within the organisation

- Challenges related to making organisational Finance ready for Industry 4.0

Afternoon

Theme: Recap of the Industry 4.0 CPD program & Interactive session on future collaborations – Dr. Carl Diver, Prof Andy Gibson, Prof Paulo Bartolo, Prof Andy Gale

Evening

Closing ceremony and presentation of certificates at Old Trafford

Guest speaker presenter: “How Industry 4.0 and the Internet of Things is influencing football through smart devices and wearable technology”

Joint presentation on the UK-Taiwan Research Centre on Industry 4.0

Dinner