

台灣精實智慧製造的實踐



劉仁傑
(Ren-Jye Liu)

日本神戶大學經營學博士，現任東海大學工業工程與經營資訊學系暨研究所教授、東海大學精實系統團隊核心成員。曾任日本大阪市立大學商學部客座教授、美國賓州大學華頓商學院訪問學者。中文及外文著作十分豐富，著書五度獲得經濟部金書獎，包括《日本企業的兩岸投資策略》（聯經）、《重建台灣產業競爭力》（遠流）、《企業改造》（中衛）、《共創》（主編，遠流）、《世界工廠大移轉》（共著，大寫）。長期致力於精實系統推動、台灣製造產業體系變革暨台日商策略聯盟研究，經常應邀到國內外大學、大型企業，講授追求物質文明與精神文明的製造管理理論與實務洞悉心得。

2017年12月一個知名企業集團邀請演講，在演講前特別聽取三家所屬企業的生產變革報告。其中，被認為集團中比較突出的A公司推動TPS已6年，宣稱最近3年聚焦於IT應用與智慧製造。然而，從消除浪費的精實變革觀點，儘管現場設有一些IT顯示板，現場流程改善卻裹足不前。

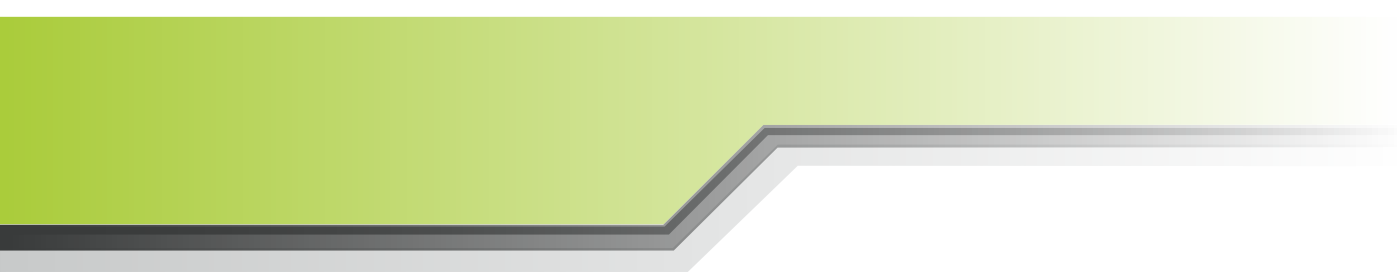
我在回應時首先提出：「使用很多IT工具這件事不能說好或不好，端看是否達成目的？」接著我引用現場實際看到的流程浪費，總結我的評論：「追逐流行，錯把手段當目的、未致力於解決問題。」

價值創造才是王道

在政府政策強烈推動下，部份企業IT主管說：「IT與智慧製造是趨勢，今天不做明天會後悔」。我要強調的是，改善或創新活動通常是因為例行的工作無法達到價值創造目標，因此必須是一種價值創造活動。

譬如，部份企業活用政府資源設立智慧加工線，很多法人與學校紛紛前往參觀，受到一定的啟發。但是，在對話過程，部門主管卻說出不符合投資效益的實際情況。換句話說，技術上做得到是一回事，能否為現場解決問題、創造價值，又是另外一回事。

我們主張以價值創造作為判斷基準，換句話說，將精實精神融入智慧製造，確保智慧製造的價值水準。被視為IoT應用代表的智慧製造，包括網宇系統(Cyber System)與實體系統(Physical System)。美國谷歌與亞馬遜、中國大陸阿里巴巴與騰訊，透過



活用IoT在空中(雲端)解析所取得的數據、創造非常廣泛的價值，成功轉型為平台領導廠商。這些亮麗的成績與過程，對製造企業的價值創造，少有啟發或關聯。精實智慧製造追求能夠消除浪費與創造價值的實體系統，是在地面(現場流程)的資料取得、傳送與分析，持續改善實體系統、提升顧客價值。我們特別關注精實智慧製造在實踐上具備的階段特質。

2011年德國國家科學院(ACATECH)啟用工業4.0名稱，在漢諾威工業展一舉成名。這個由德國政府提倡的工業4.0構想，本質上是一種製造業的數位化，試圖透過共同的標準化，連結企業、工廠、設備，形成以國家整體為單位的大規模智慧工廠。這個構想從國家的高度，鼓勵主力企業如SAP擔任雲端軟體發展、西門子擔任介面角色，以期達成有效連結企業群的目標。

然而，2017年底出爐的日本學術振興會科研計劃報告(信州大學光山博敏準教授主持)卻指出：6年來德國工業4.0構想不僅沒有進度，甚至已經開始在空中解體。報告詳細分析了這個構想沒有進展的根本原因，主要

包括：共同標準化推動困難、具備競爭優勢的中小企業群不買帳、工業4.0與德國工匠(Meister)傳統格格不入…等。這個研究成果似乎證明，工業4.0不是符合德國企業的一種價值創造活動。

工業4.0的泡沫化與台灣優勢

回顧1999-2000年的網路泡沫化，許多一窩蜂的投資血本無歸。但是，15年之後全球前十大市值公司卻全部被以網路做為平台的公司所獨佔，甚至還方興未艾，結合IoT帶動自動駕駛與系統型小家電產業的興盛。IoT與AI帶動物物相聯的質變，終將改變人類的生活型態。

從價值創造觀點，台灣製造追隨流行興起的工業4.0或IoT與AI風潮，終將泡沫化。但是，朝向這個方向發展的趨勢與本質，卻絲毫不受影響。IoT與AI代表IT技術應用已經從1980年代中葉以MRP為象徵的演算能力、經過2000年前後以ERP為代表的跨越企業藩籬，進入無遠弗屆的物聯網時代。IT的計算速度、記憶體容量、網路資訊傳送速度與AI的發展，在本質上已超越過去人類的想像範圍。問題在於如何結合台灣製造優勢？如何

創造全新價值？不能追逐流行、將手段當目的。

基於此，我們認為站在結合台灣產業或個別企業競爭優勢的角度，只要關注兩個重要課題，在本質上精實智慧製造仍然具備長期發展潛力。第一，IoT有能力即時掌握企業內外的變化，有效區別個別企業的核心能力與公共財的經營資源，個別企業才能迴避網路風險、享受開放創新環境。第二，解決問題的流程必須擁有顧客價值觀點，精實智慧製造就是在既有現場改善與製造服務化流程的基礎上結合智慧製造能力。

從這個角度，我們特別就團隊最近觀察，列舉具備精實智慧製造潛力的三個發展類型與案例。

第一類是產品技術應用。

從遠端服務為使用客戶創造價值，包括結合自主研發軟體與機床內感測系統。工業潤滑系統領導廠商彰化振榮油機，在潤滑系統加裝即時檢知功能避免故障損失。美商日紳提供工具機廠客戶，主軸上安裝振動、位移、溫度三種感測器的選項，幫助使用客戶收集數據，目前以溫度感測器的選項最多。

產品技術應用型企業的案例證明，加裝感測器或開發軟體都不困難，成本也不高，問

題在於大都無法轉成有魅力的售價。台灣製造產業群聚分工的最大優勢，在於支持硬體製造的競爭力。基於工具機整機廠對最終使用顧客的資料收集與轉換目的或需求，所知非常有限，不論整機廠或是為整機提供配套的協力廠，思考如何運用IoT技術創造價值，都言之過早。

先精實再智慧仍是主流

第二類是致力於標準化與流程改善，作好活用IoT的現場條件，也就是先精實再智慧的類型。在中台灣精實變革的學習熱潮之下，許多企業都開始意識到浪費充斥的流程，導入IoT的價值偏低。

最近幾年才搬遷到中科的矽品精密，認為在推動自動化或熄燈生產之前，應該先改善實體流程，目前正與東海大學精實系統實驗室合作，用TPS修課學生的客觀角度檢視浪費情形。工具機整機廠徠通科技、健溢機械與精呈科技、模組廠寶嘉誠、鈹金廠盛鎰、鑄造廠總鎰，甚至半導體設備廠商台灣艾司摩爾，都表達了類似的意見。他們的共同認知是，精實與智慧可以相輔相成，但是在實體流程「沒有精實、只有智慧」，本身就是一種浪費。這些廠商的加入，讓東海大學2018年的TPS課程合作企業家數，創下歷史新高。



第三類是活用IoT進行可視化與最佳化。

生產螺帽的盈錫，可能是工具機相關企業中應用IoT最豐富的企業。盈錫具備第一類提供產品技術應用能力，亦即成功研發了智慧螺帽，但因為曲高和寡而中止，目前只能耐心等待整機廠發展新價值的需求。在生產流程的機聯網方面，則交出了亮麗的成績單。

盈錫採用PMC的SkyMars，連結廠內包括FANUC、Mitsubishi、HEIDENHAIN、SIEMENS、MORI、DMG以及PC base等品牌控制器的150台工具機，掌握加工設備的實際加工時間、使用狀態，收集到資料庫，再產出設備的稼動率。透過自動化省人和機聯網稼動率提升，盈錫達成了工業4.0的第一階段目標。盈錫正計劃朝向透過即時監控與資料處理，解決機械加工廠最困難的自動排程精進、加工進度暨異常可視化、標準工時自動修正等第二階段邁進。

具備精實系統，是活用IoT進行可視化與最佳化的條件。自行車變速器大廠台灣速聯、印刷企業龍頭健豪，則是從知名精實企業邁向精實智慧企業的代表。

可持續發展的不變本質

2018年1月底，我們訪問了日本NEC、池

貝、小松、牧野(MAKINO)與發那科等5家知名企業。MAKINO等前四家企業的多樣少量、客製等產品特質，與發那科鎖定了機器人與NC控制器等可量產的製造設備核心或延伸單體，儘管型態迥異，高顧客價值帶動高獲利，卻有異曲同工之妙。

在製造現場的IoT應用，日本與台灣的製造企業十分接近，也就是都在摸索與思考如何創造價值的初始階段。好的流程必須擁有顧客價值觀點，IoT與精實系統都是達成顧客價值的手段。可靠度來自具備尋找問題與解決問題能力的職工，精實系統結合智慧製造提供顧客價值，有機會形成與職工共創的可持續發展環境。台日一流企業的製造現場，讓我們看到可持續發展的三個不變本質。

第一，數據支持改善。數位化與連結化不僅讓數據更豐富，工匠技能也能轉成排除異常的數據，可視化讓改善的基礎與效能大幅提升。

第二，落實顧客價值典範。讓職工從為後製程製造，進一步思考對最終顧客做出貢獻。

第三，樂在工作。好產品讓顧客感動、有價值的改善讓參與者感到充實，職工以本身工作為榮。MA