

日本中小企業之 精實生產與IoT整合策略

雖說日本中小企業對物聯網(IoT)相關的智慧製造發展深感興趣，但由於資金及IT相關人力資源相比於大企業較為匱乏，在實務上並未積極導入。從《日本中小企業白皮書2019年版》可得知，主要原因為：導入後的商業模式並不明朗(51.1%)、缺乏操作相關技術的人力資源(39.3%)、導入及營運相關技術的成本問題(33.1%)，因而列舉出如智慧製造的成效、執行者、導入成本等亟待解決的問題。

另一方面，考量日本製造業的中小企業中每位員工的勞動生產力，只佔了大企業中的四成，約為535萬日圓；如以提高生產力作為目的，即使在沒有高額資金投資的情況下，導入智慧製造也能有所成效。筆者參與《面對未來的智造者：工業4.0的困惑與下一波製造業再興》(大寫出版)著書執筆，已經提出智慧製造的發展策略。因此，本文擬以日本中小企業發展導入IoT的具體案例，提出以製造現場為中心導入的IoT實踐策略。

精實生產與IoT的融合

豐田生產系統（精實生產），以消除浪費(Muda)、勉強(Muri)與不平準（Mura）作為主軸，建立在正常作業中出現異常時能夠加以檢視「可視化」機制，以利員工能在「徹底消除浪費」和「改進、提升」方面有所成效。雖然「可視化」使用「目視管理」和「安燈系統」等方法，但若能有效利用IoT技術，便能形成智慧製造的基礎。

特別是後疫情時代，中小企業使用IoT至少具備以下四點的優勢。首先，即使無法親臨現場，也能透過使用IoT技術讓工廠設備「可視化」。其次，通過IoT，可以將現場人員的知識，做進一步的「操作手冊化、知識可視化」。第三，只要有智慧型手機等資訊終端設備連接到網路，便可即時分享產線實況等。第四，



吳 銀 澤
(Oh, Eun-Teak)

韓國全南大學經營學系畢業，日本神戶大學經營學博士，現任日本園田学園女子大學経営学部教授，曾任台灣育達科技大學教授。專攻生產系統、技術與生產策略、國際合作。最近致力於日本、韓國、台灣與中國大陸汽車產業與工具機產業生產策略、日台商策略聯盟研究。論文多次刊登於日本最具代表性學術期刊日本經營學會誌。著《共創（共著）》（遠流，2008）《イノベーションマネジメント（共著）》（日科技連，2011）《面對未來製造者（共著）》（大寫，2018）等書。

除了從積累數據中即時追蹤運行狀態外，還有望因而獲取提高品質、客戶價值和服務的相關訊息。

持續改進的智慧製造：日本「旭鐵工」的IoT導入案例

旭鐵工公司是一家歷史悠久的零件製造商，為豐田汽車生產變速器零件，這個案例引述自《2021年中小企業白皮書》。由於工廠的生產設備老舊，如果僅依靠人力很難精準掌握生產稼動率。這樣一家一直以來沿用舊的生產方式的公司，導入IoT的契機是，自2013年起，一位長期在豐田公司致力於改善工作流程的人員就任公司負責人。此負責人上任後，一直在觀察和分析每個工作流程，並致力於改善工作；但與大公司不同，負責改善工作的人員也很少，因此為了降低對人力的需求，決定建立IoT工廠。因此，開發和引進了IoT系統，該系統通過簡單的感測器和發射器在工廠的機器和設備中獲取數據。數據儲存在雲端系統中，可以從智慧手機和電腦即時確認工廠的稼動狀態。該系統僅測量三個數據，分別是生產數量、製程週期時間和設備停止時間。因此，比一般是可以得到

各式各樣數據的複雜IoT系統，單純而實用。正因為只針對三個數據資料做導入的系統，其導入成本約可控制在一般市售系統的十分之一。

此外，獲得相關數據並非終點，還能將數據活用於現場，致力於降低浪費、勉強和不平準等，推廣相關改善活動。檢視導入成果，生產力大幅提昇，並在預定工作日都能達成交期，不需要增加工時。這個IoT系統的主要目標是與「改善」連結，致力於建立一個能持續「尋找問題」和「設法改善」的現場系統。這個系統已開始移轉國外，證實適用於與日本工廠存在類似問題的泰國日系工廠。因此，即使在遠方的日本母公司也能在遠端瞭解當地生產的運行情況，並尋求改善製程。經過驗證，目前旭鐵工開始將系統銷售給國內外相關領域的零組件公司。

對建構現場型IoT系統的建議

旭鐵工案例，是奠基自豐田生產方式的理念，進而導入IoT的「精實智慧製造」模式，從這實例來看，要有效實現導入IoT技術，筆者認為有以下四個階段（圖1）：

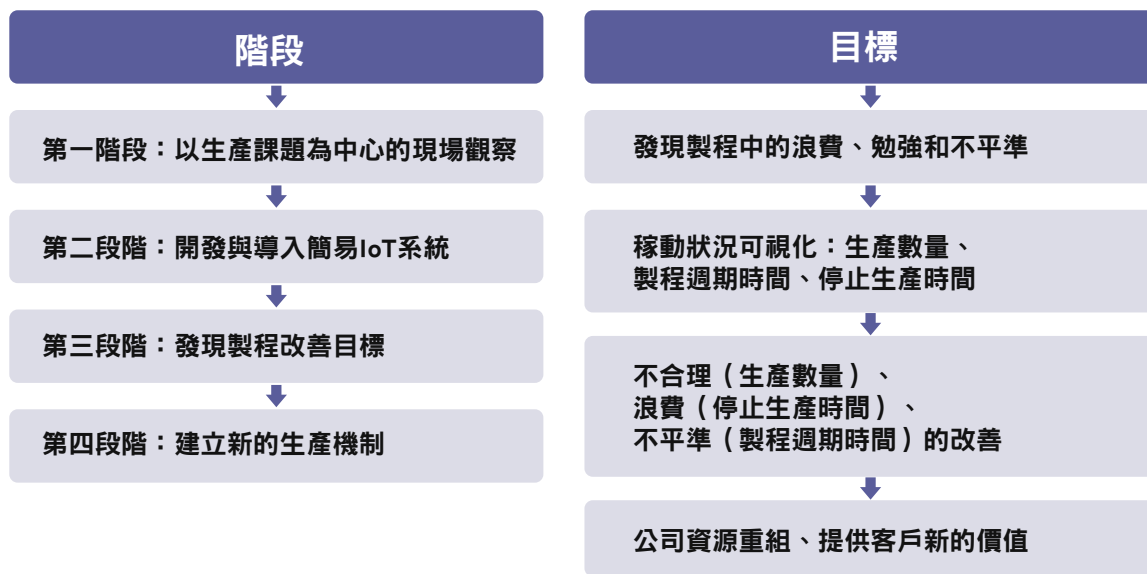


圖1、實現精實智慧製造的四個階段

第一階段，生產課題目的導向的現場觀察，是導入IoT的入口。第二階段是開發和導入簡單的IoT系統，如簡單的感測器、發射器和雲端系統，讓工廠運行狀態「可視化」。第三階段是發現改進目標步驟，以分析和改進工廠的勉強、浪費和不平準的製程。從「生產數量」中，分析並改進了超過製程負荷能力的「不合理」；透過分析「設備停止時間」，發現並改善了製程低於負荷能力的「時間浪費」；通過分析「製程週期時間」，發現並改善了存在偏差的「不平準」。第四階段則是重組內部資源，利用累積的資訊和知識，開發新的客戶價值模型，如IoT系統的開發和諮詢。

在IoT技術導入的初期階段，主要是以提高單一設備生產力為目標，但隨著組織內

部透過持續反饋及資訊收集的IT技術能力提高，逐步擴大IoT的使用範圍。例如《日本經濟新聞》就報導了豐田汽車主力一階協力廠JTEKT（2021年7月21日）和AISIN精機（2018年10月19日）的IoT活用。不僅在工廠管理，還活用在品質控制、生產設備的人工智慧異常檢測、維護預知、CBM（ConditionBasedMaintenance）等，進而實現高階保全及次世代維護，以及最大限度減少設備故障造成的停機時間。

這些日本公司案例結合了精實生產和IoT技術的活用，是一種「以現場為中心的精實智慧製造策略」。筆者認為，台灣中小企業與日本中小企業的性质類似，這個策略方向也同樣適用於臺灣中小企業，相信可以成為後疫情時代的新興智慧製造策略。^{M4}