

執行團隊，致力於解決方案相關連技術的開發、標準化推動、相關研究、法律整治與人才教育等。

第二，結合主流企業力量設置解決方案平台，致力於智慧工廠解決方案的開發和普及。譬如西門子開發的Mindspeer，就是一個代表性的產品。它是一個開放式解決方案平台，相互連結了全球實體系統的工廠、設施，可從那裡收集和分析工廠和顧客的數位資料，並且可以從這些大數據中尋找新的商業機會。個別企業可以透過該平台監控他們在世界各地的工廠和設施，並使用解決方案APP來達到預測、保全和優化工廠的營運。

最後，製造系統和個別解決方案產品，則是擁有工廠實體系統的個別企業開發自己所需要的解決方案，並透過展覽會的展出，普及到其他企業。這種構想衍生了三個具體案例。

(1) 福斯汽車公司開發了人類和機器人的「連結化」合作系統。該系統藉由無人搬送機（AGV）和機器人來協助作業人員工作，以提升作業現場的生產力和品質為目的。

(2) Bosch公司所開發了智慧輔助系統。

該系統配合作業員人員的技巧熟練度等個人資訊，在現場螢幕即時提供工作指示，是一個能夠根據作業人員的技巧熟練度數位化顯示工作訊息的智慧系統。

(3) Schmelz公司則開發了預知保全系統。該系統透過設備上安裝的感測器，取得該設備運作的狀態資料，並傳送給IT機器，達到能夠預知與防範生產設備故障的保全系統目的，是一種能將預知結果主動告知使用者的智慧系統。

德國工業4.0的全貌

前節分析顯示，德國提倡工業4.0具備政府主導、國家研究資源投入、產業界核心企業的解決方案平台開發與智慧機械設備開發、支援中小企業現場等特徵，構想全貌如圖1所示。

在德國政府的產業發展策略下，國家所屬研究機構與大學擔負智慧製造相關的基礎研究，積極支援產業界。機械暨汽車產業的核心企業，研究開發智慧機器設備、主流企業則開發解決方案平台，並將兩者的成果普及至全國中小企業群的製造現場。

檢視德國工業4.0的本質，並非實體系統的製造創新，或如同美國ICT基盤的網宇系統開發，也非依存於網路企業。雖然主張以解決方案平台為基礎的智慧工廠化，企圖實現製造服務化、商業模式之開發、客製化、高附加價值化的產業發展策略；但可能動搖中小企業差異化競爭力的疑慮一直存在。

最新實踐動向調查

上述分析顯示，德國工業4.0具備中央主導的政策性強烈意圖，甚至透過每年舉行的漢諾威工業展，影響擴及全球所有的工業國。然而，經過了5年歲月，除了上述官制構想與官製案例之外，是否已經反映在個別企業的策略意圖與生產現場？

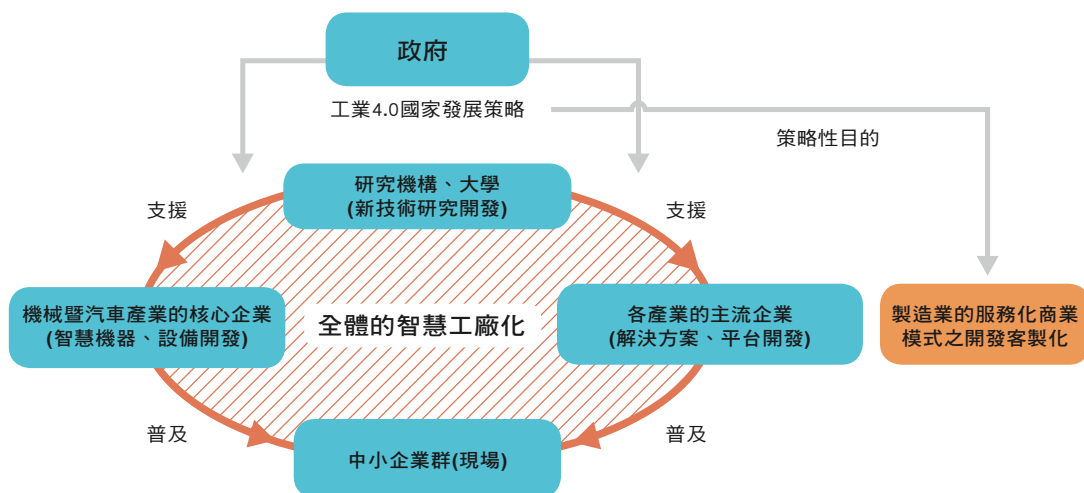
2017年底出爐的日本學術振興會科研計劃報告(參閱Mitsuyama H. & Nakazawa T., The Collapse and Beyond: Fantasies of Industry 4.0, Hitotsubashi Business Review, 2017 Winter)提供了第一線觀察，包括了讓人震撼的4個重點。

(1) 德國政府的工業4.0構想，仍然停留在構想階段；因為國家平台與解決方案平台都沒有明確的進度，嚴格說已經開始解體。

(2) 支援工業4.0構想，也就是活用IoT追求生產效率的智慧工廠，以及連結個別企業形成國家整體智慧工廠的基礎建設：連結介面「共同標準」的建立，仍在原地踏步。

(3) 主流企業表示解決方案大都停留在

圖1 德國工業4.0構想全貌





2014年之前，也就是國內外各界所週知的幾個方案。西門子、SAP、Bosch說沒有進一步的訊息可以提供。而福斯汽車最近因應景氣增加了1萬人的僱用，與先前發佈工業4.0的省人化效果呈現矛盾；從業員在受訪時大多數對工業4.0抱持著懷疑的態度。

(4) 訪談顯示幾乎沒有中小企業關心這個議題，事實上為這些中小企業開發的應用方案也尚未存在。做為德國製造業骨幹的中小企業約有330萬家，沒有應用工業4.0解決方案的需求，自然就無法拉動供給。

結論是個別企業與政府的策略意圖產生了強烈的反差，工業4.0不是符合德國企業的一種新價值創造活動。

官民反差的實踐意涵

德國產業，特別是機械產業，跨企業共同平台的建立，與既有產業生態系統、個別企業的差異化、以及被根植在實體系統的工匠制度，都發生相當程度的隔閡。也就是說，國家與產業界在策略意圖上有所相異，個別企業也對於投資ICT關聯技術所能獲得的經濟利益感到不安。這正是除了少數大型企業之外，實際上並沒有進展的原因。做為工業4.0發源地的德國，在實踐工業4.0過程所呈現的官民反差，至少具備三點重要意涵。

第一，手段上的矛盾。如果深入實體系統中的生產技術，包括切削加工、成形加工、板金、模具、熱處理、表面處理等，在本質上完全不同，不同產品的關鍵技術亦不相同，共同的應用方案是否存在本身可能就有討論空間。回想近20年來，ERP在不同企業普及的艱辛過程，或許可以理解共同方案的曲高和寡。

第二，釐清目的，才能落實到實體系統。透過ICT技術進行數位化與連結化，技術能力本身的高度化，舉世公認。但是，這項手段能否提升產品或製程的附加價值，才是關鍵。事實非常明顯，工業4.0帶動的新型價值創造模式，對於專精於差異化或高性能產品市場的傳統德國企業，短時間內還沒有魅力。

第三，網路企業主導跨企業的共有平台，開始動搖產業內個別企業實體系統的競爭基礎，德國企業擔心既有競爭優勢有可能因此消失。從這個角度，如何保有開放創新的環境？在網宇系統中建構策略性共創平台下各企業如何維持其差異化優勢？將是精進實體系統後的重要挑戰。¹⁴

由本欄作者執筆「面對未來的智造者：工業4.0泡沫化後的製造業再興」(大寫出版)預定於10月出版，敬請期待。