



## 第4次產業革命的三個概念

編譯/崔海川 大阪台灣機械服務中心 駐日代表

### 1. 面向2013年之路線圖

#### 在歐洲不斷推進的產業空洞化

進入21世紀後，和日本一樣，在歐洲也有關於產業空洞化的警告。以新興國家的廉價勞動力為基礎進行的低價格攻勢，以及性能・規格的快速超越，使先進國家的製造業逐漸處於劣勢。此外，勞動人口的減少和高齡化，以及熟練技術者的技術傳承也成為 持國力的重要問題。

在此背景下，在北美依靠頁岩氣革命和基於IT創新，製造業正在快速復興。日本在日圓升值的不利情形下，通過紮實地改善製造現場，提高生產效率，應對產業空洞化的挑戰。這麼做是有效果的，現在日圓貶值，很多日本企業實現了高收益。

另一方面，德國從2000年後期開始了產、官、學結合的國家資訊化戰略。由梅克爾總理帶領，結合機械、電氣電子、資訊通信3個工業，致力於跨行業的製造業創新。將IoT(物聯網)應用於製造過程，使其與網路相連接。

這些努力被稱為工業4.0。這個名稱始於以包括羅蘭貝格(Roland Berger)在內的諮詢公司的報告。這裡的「4.0」，就是第4次產業革命中的「4」。18世紀基於蒸汽機的機械化是「第1次」，20世紀前半期以電力為基礎的大規模生產是「第2次」，1970年左右基於計算機的自動化是「第3次」產業革命。那之後，2011年以德國科學院為中心，主張需在10~20年後實現製造過程的智慧化，確定了8個優先領域。此外，在同年德國漢諾威工



業博覽會，工業4.0概念被高調宣佈。現在，研究開發路線圖被制定，在政府資金的援助下，數百所大學和企業正在進行技術開發和標準制定。

### 成功的話將產生2,500億歐元的價值，失敗的話將損失6,000億歐元

通過這些努力，歐洲提出將製造業占歐洲總生產比率由2013年的16%提高到2020年的20%。另外，為了實現此目標，有一個不可缺少的要素，那就是構築歐洲境內標準化的數位化基礎。通過制定數位化網路的標準，使境內企業間、產業間協作變得容易。從而追求便於實現規模經濟的體制。

此外，有意見認為歐洲主導標準化進程，將提高歐洲以外企業的進入門檻，防止競爭的快速激烈化。但是，也有意見認為，進入壁壘不能長期維持，一旦崩潰，將難以避免白熱化的競爭。因此，如何利用壁壘期間，發現盡可能多的差異化要素，才是成功的關鍵。

估計工業4.0所創造的新價值，2025年在歐洲全境將達到2,500億歐元。另外，現在歐洲產業整體中數位化的比率是25%。今後，數位化將逐步擴大至產業全體。如果是這樣，毫無疑問，世界將迎來產業革命。

另一方面，數位化的失敗將給歐洲帶來6,000億歐元的價值損失。不誇張地說，工業4.0的成敗決定歐洲的浮沈。但是，實施數位化的企業並不焦慮和迷茫。很多企業很冷靜，向目標循序漸進，認為「現在只是第1階段的開始。朝著所描繪的未來紮實推進。今後10年，將實現生產率提高40~60%」。

## 2.三個概念=「連接」、「替代」、「創造」

### 連接

接下來，看一下工業4.0的活動內容。工業4.0是，以IoT(物聯網)為核心，包含「連接」、「替

代」、「創造」三個概念，以製造業的效率化和生產率的提高為目標的活動。各個概念，如後面所述，包含了一些不同特徵的應用。另外，這些應用相互聯繫，相互結合，作為整體提高生產效率。

首先，「連接」這個概念，明確定義了擁有各種功能的系統之間的連接，包含了提高整體性能和品質的同時，基於整體的簡化、削減成本的行動。

例如，材料供應、生產、品質管理、物流、售後服務等許多不同功能組成的整體供應鏈，通過在數位化空間相互連接，弄清楚返工和浪費的原因，然後排除這些因素以提高生產效率。此外，有些運用將產品整體的基本性能，通過其構成要素，也就是零件、模塊和系統的連接來表現，不僅能夠提高性能，還能夠顯著提高開發效率，這些被稱為「網路物理系統」。

另一方面，有些應用將真實世界中的產品和工廠整體在虛擬空間上高精度再現，進行性能實驗和能力確認。將產品的零件、模塊、系統，或者將工廠的各種裝置在數位空間上拼接，進行整體的仿真模擬。這是「連接」的另一種應用：「新質量可連通性(New Quality Connectivity)」。

### 替代

在「替代」中，有「智慧機器人和機器」應用，通過投入擁有智慧的多功能機器人、3D列印機、自動搬運車等，代替複雜和繁雜作業。這樣，人就能專注於創造產品和服務附加價值的工作上。另外，減少了人和機器作業需要的總體時間，從而，商品投放市場的時間也可以縮短。

另一方面，通過充分利用電動化、可再生能源，代替化石能源，大幅減少後者的消費，所謂的「能源效率和分散(energy efficiency and decentralization)」的應用也在興起。有將油壓驅動裝置電動化以提高效率的應用，也有提高可再生能源事業的收益率，推動其進一步普及的應用。

進一步，還有被稱為「虛擬產業化(virtual industrialization)」的應用。就是在建設工廠時，事先在虛擬空間，將工廠整體的各個角落進行仿真模擬，斟酌考量工廠的生產效率和便利性。據說可以消除工廠建設時候的返工和避免建設之後的缺陷。

### 創造

最後，「創造」這個概念的應用大部分集中在「大數據」的利用。工業4.0中，各種感知器的數據作為大數據集中到雲端。之後，對大數據進行實際分析，隨時應用於讓生產效率最大化的行動。

對應於準備生產的產品，自動進行生產線的重組，隨時發現瓶頸並立即解決。提前預知維護的時間，將工廠停工時間儘量縮減為零。同時，維護費用也會降低。在解析過去趨勢之上，借用數據科學的力量，預測顧客需求的應用也在發展。此外，還有將所收集的數據反饋給開發和生

產，提高商品服務附加價值的應用。

這些應用都具有，隨著數據的積累和經驗的增加，精度不斷提高的特徵。如果將所利用的數據進行重新組合，有可能產生新的價值。

### 與現行相比的主要差異

這些一個個運用本身並不一定是創新。它們和之前的供應鏈管理(SCM)、即時生產系統(JIT)、數位模擬等概念類似。

差別體現在三方面。第一方面是應用的規模，對象範圍的廣度。之前的對象只是產品和工廠的一部分，這裡所講的應用針對產品和工廠整體，甚至擴展到數個產品或工廠。另外，從封閉於部門的活動，擴大到本公司多數部門之間的協助，甚至是和公司外主體的合作。此外，成果驗證轉變為對未來的預測，並且預測的精度大幅度提高。

第二方面是應用的頻率。迄今為止是每週、每月、每季度，現在正快速提高到每天或者每小

概念	應用・提供價值	
連接	網路物理系統 (Cyber Physical System)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 構建系統連接。提高整體性能・品質</li> <li>▶ 增加系統連接、在保證性能的同時，使整體簡單化，從而降低成本</li> </ul>
	新質量可連通性 (New Quality Connectivity)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 通過連接真實和虛擬，大幅削減製造時間</li> <li>▶ 在虛擬空間忠實再現真實世界，提高性能・品質</li> </ul>
替代	智慧機器人和機器 (Smart Robot and Machine)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 通過加工手法的創新，提高加工自由度，減少材料浪費</li> <li>▶ 通過自動化，縮短生產時間</li> </ul>
	能源效率和分散(energy efficiency and decentralization)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 通過燃料的高效率利用和可再生能源的導入，提高環保性能</li> <li>▶ 通過減少燃料使用，降低成本</li> </ul>
	虛擬產業化 (virtual industrialization)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 通過導入虛擬建設，抑制建設時的追加費用</li> <li>▶ 通過在虛擬空間上及時發現問題，降低改善費用</li> </ul>
創造	大數據 (big data)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 通過對未來的高精度分析，削減投資費用</li> <li>▶ 通過及時・準確地分析需求，削減開發</li> </ul>





時。隨著數位化，應用所需成本大幅度下降，一發現問題就可以立即解決。其結果是，錯過低效率狀態，以及沒有任何對策的時間能夠迅速縮短。這將是由IT主導，轉眼間就可以提高現場效率的場景。

第三方面是長期路線圖和非競爭領域的存在。

事先設定各企業10~20年後的應有情形，然後制定實現它的路線圖。將增加廣度和頻率的一連串活動沿著時間軸排列，作為實現應有情形的步驟。可以說，這充分體現了德國人紮實並固執地朝著決定努力的氣質。

但是，這個路線圖的用處不止於此。它也被用於磨合產業內的認識。各公司將自己的路線圖向競爭對手公開，來識別沒有競爭的領域。決定大家使用什麼作為標準。世界演變的方向具有不確定性和多樣性，如果大家沿著同樣的道路前進，可以實現穩定的經營。

進一步，各企業不僅僅共享路線圖、統一步調，還將進行分工。由此，可以避免對同一問題的資源重複投入，從而將更多新的價值，以更早的時間提供給社會。

### 3.關於發揮「日本特徵」

#### 前進的速度不會停止

現在，工業4.0的成果以效率化和削減成本為中心。很多企業還沒有進行創造附加價值的活動。另外，從企業規模來看，成果主要產生在大企業。因為大企業之前就進行了數位化，所以在技術上略勝一籌。另外，推行標準化的一部分大企業，成功吸引了顧客，不斷獲得收益。另一方面，向包含中小企業的製造業整體的漣漪效應始終沒有顯現。數位化本身推進速度很遲緩。在此背景下，國家發揮領導力，將工業4.0快速擴展到製造業相關方面的努力有三個。

第一是完善商業基礎。在歐洲全境彙集數位化的各種應用，建立領導競爭力構築的組織，推進標準化，積累經驗。另外，如何統一從各種機器和產品所收集數據保護的相關法律，在構建商業平臺中如何應對公平交易法也是個大問題。數據保護仍舊是個複雜的問題，但是通過聯盟等形式進行討論，似乎正在形成解決之道。

第二是確保事業投資資金。現在，在歐洲向數位化的民間投資達35億歐元，只有美國的五分之一。今後，為了追趕美國，建立進一步的相對優勢，如何大幅度擴大民間投資是個緊迫問題。

為此，無論基於誘發民間投資的意圖，還是基於建設開放的社會基礎設施的意圖，當今政府正在制定投資介入計畫。雖然受到歐洲經濟形勢的影響，不久將開始更快速和更大規模的行動。

最後的要素是企業引入•數位基礎的開放。這一要素正在作為「歐洲版矽谷構想」進行討論。完善歐洲企業間、產業間資訊共享的虛擬平臺，促進相關組織 研究所等適當公開最新資訊。由此，各個企業的研究開發的方向性可以明確化。希望通過開放，能夠讓現在落後的中小企業通過資訊共享快速趕上，提高歐洲整體水平。工業4.0的趨勢是不會停止的。

#### 日本應該採取的措施

在瞬息萬變的國際競爭環境中，日本企業應該朝哪個方向努力呢？在歐洲，企業之間積極的劃定了非競爭領域，互相分工，朝著10年後的既定目標堅實地推進。這是秉承強烈的自給自足思想的日本公司所不擅長的作法。

另一方面，在日本，有世界公認先進的製造現場，也有為別人著想的文化，還有創新的要素技術，日本應該發揮這些優勢。充分利用數位化技術，將這些優勢昇華為真正的競爭力。日本的製造現場，以客戶為起點，追求不同的附加價值。認為可以產生有日本特色，也就是日本式工業4.0。