



# 工業4.0 來自德國的報告

翻譯/蔡淑芬 大阪機械服務中心

## 1. 工業4.0來自德國的報告 綜合各種觀點、研究



德國亞琛工業大學 Sabina Jeschke 教授

Jeschke 教授於2009年6月起擔任德國亞琛工業大學機械工程學系控制學研究團隊 (Cybernetic cluster)(IMA/ZLW&IFU) 的代表。這個團隊由三個研究所共同組成並進行研究，包括「機械工程資訊管理研究所」(IMA)、「學習/知識管理中心」(ZLW)、及「管理控制學研

究所」(IfU)。集合25個專業領域、大約60位研究員，超過200位的員工。

工業4.0指的就是我們現在所稱的第4次工業革命。2011年由德國政府所提出來的概念。在第4次工業革命時期中所帶來的破壞性創新，綜合各式各樣的能力、觀點和研究方法就顯得十分重要。人類、技術、組織、環境等缺一不可。未來研究領域將著重在人工智慧、機器人、運輸及移動等創新的綜合研究。

### 【人工智慧輔助】

NRW 州亞琛工業大學機械工程學系 Cybernetic cluster 控制學研究團隊正在進行「人工智慧革命」輔助的研究。不只在生產現場，在其他的領域中，研究重點不是單純對機械下指令，而是讓機械可以「獨立意識作決定」。此外，發展智慧城市中採用自動運轉等自動化技術、運輸的改革、及物流4.0也是研究的對象。最近也加入了「健康照護」及「法律」為重要領域研究。



### 【實現協同作業】

研究團隊中的三個研究所是協同機器人團隊「Cobots」，彼此間相互合作、共同解決複雜的課題。例如在生產現場的機器人不只是事前給予指令，也要依據觀察、技巧的評估，調整機器人的動作。將來可以實現機器人與人的協同作業，屆時只要設定好機器人的目標，讓機器人自己根據情況採取行動即可。

另外，計畫中「I 議題」主要研究人類與機械之間的溝通交流的「情感」。實際在展覽會場上所使用的「奧斯卡」機器人系列，就是在作人機溝通機制的實驗。

### 【就業狀況】

管理控制學研究所(IIfU)與Daimler戴姆勒汽車業者共同研究數位汽車產業的就業狀況。研究中以2035年的工作條件、及工業4.0來分析影響勞動力的因素，調查中利用了大數據資料作為分析依據。

擁有超過200人以上的控制學研究團隊，每一天以科學的方法實際應用在各種機能的評估與驗證。因此也是汽車產業、物流業等多家企業不可或缺的合作夥伴。

## 2.工業4.0來自德國的報告，工作與生活環境的大變化

### 【中小企業的挑戰】

談到德國的大企業，一般的印象就是戴姆勒、BMW、西門子等公司。但實際上德國是也有中小企業的國家。德國中小企業占有三分之一的總營業額，在勞動市場上同樣擔負有很大的責任。

第4次工業革命對中小企業而言有特別挑戰的意涵。其中一個原因為革命中所需要的數

位化及人工智慧等IT技術，中小企業並沒有足夠的IT技術可發展。具有IT技術的人員也多在跨國性企業工作，中小企業很難找到這樣的人才。再者，中小企業文化也較為保守，加上大多以大量生產為主的設備、反覆作業等為主要掌握的技術。

工業4.0是以符合客戶需求，有彈性地生產產品，批次產量為1個的客製化生產為目標。今後不止在製造過程，在管理上漸漸也被要求要有靈活性(組織的靈活性)。

### 【柔軟、迅速的行動】

目前對於支援中小企業實現各個4.0顯得十分重要。到目前為止所給予的「推動拉提」的重要支援，在中小企業中開始起了重要的變化。首先，中小企業一旦開始意識到即將發生變化的重要性後，特別是小規模的企業一旦作出變化的決定後，比起大企業，能夠迅速且柔軟地展開行動。

現在這個大變革所缺少的不只是技術革新力、技術轉移、IT安全性，機器取代人力、大數據分析等，社會性因素也很重要。

假使我們要轉換為數位化社會，首先對於人工智慧必須要敞開心胸。在不久的將來，具有學習能力的機器將可能更容易從事人類的工作。與此同時，工作環境也將以驚人的速度發生變化。我們目前的日常生活也因為互聯網「IoT (Internet of Things)」的普及，技術零件、家電製品的結合十分強烈。因此在之後透過網路的連結，我們的工作及生活環境也都起了很大的變化。

### 【必要的準備】

NRW州亞琛工業大學機械工程學系控制學研究團隊，正進行「未來產業的勞動



(ARIZ)」研究，試著了解目前的工作及生活環境是起了如何的變化。德國聯邦教育研究省的研究計畫「明日的生產、服務、勞動之創新」的新增研究項目中，研究目的是開發智慧工作環境、善用人工智慧且掌握周圍環境的各種狀況的機器人，以及可描繪出虛擬代理(virtual agent)的情境(Scenario)。也就是說，未來不再是人工智慧，人與人之間的溝通、連繫等，感覺上也直接採取這樣的方式吧！不管是哪一種方式，確定的是，現今的工作環境將直接面臨巨大的轉變，準備是必要的。

### 3.技術轉移、中小企業具體解決課題



It's OWL 集團管理代表 Günter Korder 先生

Günter Korder 先生自德國施韋因富特(Schweinfurt)科技大學取得應用工學碩士學位。經歷是Siemens 及Nixdorf Computer的高階管理人。

#### 【日本企業也加入】

「it's OWL集團」是德國NRW州北部地區的企業團體之一。有超過180個企業、研究機關、及業界相關團體等會員共同合作組成。機械製造的會員有日本的DMG森精機、農業機械的CLAAS、電機領域有MIELE、Diebold Nixdorf、汽車領域有Bentley、Hella等，大多

都是活躍各市場的佼佼者。另外在電子連接器技術領域有Beckhoff Automation、Harting、Lenze、Phoenix Contact也名列其中。現在有47個產學合作案進行中，企業及研究單位共同合作開發高智慧產品及生產過程的具體解決方案。

#### 【開發領域廣範】

目前開發的問題解決方案十分廣範。自動化、驅動、機械、車輛、機器，乃至「相關生產設備」等。重點領域是工業4.0為主的具體問題解決方案的開發。例如Phoenix Contact已經成功減少30%的機械設備調整、設備更換的時間。另外Lenze也開發了有效率的驅動模組系統，可以在生產現場的運籌管理所必要的能量、資源使用上節省35%。

另外Beckhoff Automation的自動化技術結合了新的功能，可以減少不良品，成功地提高機具的使用壽命。工具機製造廠商DMG森精機，則以優化製造過程和利用過程的虛擬仿真技術，大大提高生產效率。減少了不必要的時間，產生問題時也可以快速地解決。

#### 【獨自概念】

我們還有一個最大的特色就是中小企業的技術轉移計畫。中小企業與研究單位合作的同時，也活用了新的技術，及找到解決工業4.0具體方法。在應用層面上，包括人工智慧控制方法、直覺的客戶界面、機器的網絡連結等、以及跨越多領域的產品開發(系統工學)。

這樣的推動計畫在產業界得到非常高的評估。到目前為止，已經實施了170個技術轉移計畫、其中已經成功地完成73個。為實現工業4.0，目前的技術轉移計畫是非常有效果的方法。我們的概念沒有其他的先例，在德國、歐洲也引起了很大的注意。





## 4. 創造新的就業機會、同時改善工作條件

### 【再次價值鏈分析】

一般相信工業4.0可以創造新的就業機會、同時改善工作條件。但是為了得到這個效果需要再次喚回德國的價值鏈。透過價值鏈全體發展工業4.0的可能性是非常重要的。

然而，在以往的經驗中，顯示我們目前走的路並沒有錯。所以我們在實施「工作4.0—數位時代的工作」計畫的同時，為了能夠讓企業更積極參與工作市場的變革，我們也正在研擬以實踐經驗為基礎的企業相關建言。

五個企業相關建言中，以商業模式的項目先開始。包括企業經營領導階層、生產管理部門、人事部門、員工、員工代表委員會、以及工會等，共同討論有關「輔助系統」、「互動式機器人工程」、「技術驗收」等主題項目。

### 【綜合成果】

那麼在工業4.0中可以有怎麼樣的商業潛力呢？因為團隊內的協助下，產生了商業構想、柔軟性高的生產成果也因應而生。

舉例來說，位於帕德博恩市(Paderborn)的verlinked(公司名稱有「連接」的意思)已成功提出機械、機器網路用的規格設置軟體問題解決方案及雲端的開發。透過這些開發，可以維護及提高公司服務的效率及生產力。Verlinked因為業績的提高，也因此雇用7名員工。

另外一個實例KrauseDiMaTec公司。多層材料生產技術的領域中，已經開發出涵蓋所有機械裝置相關產業的生產鏈之問題解決方案。從技術的選擇、企劃、設計及規格化，可以提供最優化的方案。此外也生產了組裝用的零件。因為有機形狀的零件切割過程複雜，新的開發過程也取得專利。

### 【擴大創業支援】

「it's OWL集團」對於Ostwestfalen-Lippe地區的附加價值及創造的就業機會，有著重要的貢獻。在2012團隊合作開始的同時，在同一地區企業中維持了8萬人的雇用規模，進一步更創造了7,200人的就業機會。

有25家新創公司成立，24個商業概念開發。另外6個研究單位及大學中創設了23個新課程講座。這樣的創業支援正進一步地擴大當中。

## 5. 公司分析「數位能力」的重要性



德國杜伊斯堡－埃森大學Duisburg-Essen University, Volker Grün教授

Volker Grün教授是IT服務提供商adesso大公司的創始人和審計長。公司員工現有來自德國、瑞士、奧地利及土耳其，約有2,000名。Grün教授同時也擔任NRW州CPS. HUB「軟體」專門團隊的專家負責人。

### 【社會性的影響大】

不只是工業4.0，也為數位革命以及社會全體帶來了各種的影響。數位革命所帶起的現象是複雜的、影響是綜合性的。儘管是正在進行數位革命的人，對於這樣複雜的議題，要下一個合適的結論也不是那麼容易。對於企業的



決策者而言，透過密切的產學合作，不是要產出新的構想，而是希望應該有更好的成果出現。

### 【密切的產學合作】

這樣的產學合作是否合適，在德國NRW州的大學做了這樣的整合，也產生了很多密切的產學合作的諸多可能性。其中一個是Interaction room (IR)。這個是由德國杜伊斯堡—埃森大學軟體技術規則研究所(Duisburg-Essen University的「paluno」)開發的軟體工具。在paluno中有8位教授和超過100名的研究員，進行軟體工程相關主題的研究。德國的IT服務提供商Adesso公司藉由這個軟體工具，提供公司相關的諮詢業務，同時也支持該公司進行的數位革命。

### 【主題堆積如山】

企業為了推動數位革命，所以應該就不缺相關的主題吧！這是完全相反的。對於企業的決策者來說，從新顧客的要求、新的技術、乃至於新的競爭對手相關的課題應該是會堆積如山的。不要忽視任何的重點，另外找尋有未來性的主題，都是很重要的經營課題。因此，管理者就必須要能夠分析公司「數位能力」。也就是能夠明確地找出在何處？在何時？進行投資，可以為自家公司有系統性地找出數位革命的潛力。

首先是產品、銷售通路，以及顧客的重要要求項目等都一定要先了解。接著怎麼樣的技術使用可以避免採購訊息、處理過程的中斷，也必須要鍛鍊如何將真實世界的事件與公司的企業流程直接串連在一起。

為了能夠了解自家公司數位化潛力，paluno開發了「數位化戰略發展之Interaction room (IR)」。因此，IT服務提供商adesso大公

司也實際採用了這套工具，並擴大支援到各項業務當中。

## 6.利用IR來促進數位革命

### 【一目瞭然】

「IR：digital(數位)」開發的基礎，在於互動室(Interaction Room IR)的構造。所謂IR是指橫向研究的專案小組定期聚集在一起，一邊使用如白板等傳統的溝通工具，一邊從事活動的一個真實的空間。而這間房間的牆壁扮演著重要的角色，套用IR的專有名詞，這牆壁可稱為「地圖(Map)」或者「Canvas」。而專案小組的成員可以在這些牆壁上用一目瞭然的架構來描繪商業模式、未決策的事項與課題、或者是專案的進度。

IR由於所有成員的參與，大家對於專案產生共同理解。在這裡的每位都必須描述意見。而促成這個模式成立的是互動室的教練。由於聚焦在本質上，讓小組可以更瞄準目標，進行更有效率的討論。具體來說，就是小組成員將課題或風險利用文字或符號明確表示在房間的牆壁上，經過小組的內部討論後，最後做成文書。

這次就是利用這些IR的基本手法，重新組合數位革命特有的要點，因而開發了「IR：數位」。而這些所謂數位化專案的對象大都是沒有實績的概念或科技。從這些層面來考量的話，發現「IR：數位」使用了幾個特殊地圖。

### 【特殊地圖】

其中之一就是所謂的「夥伴(Partner)」地圖。這地圖上會顯示企業，與這些企業往來的客戶或投資家等，以及與什麼業種的「夥伴」進行資訊交換？然後專案成員再精簡出10個最重要的夥伴。首先企業必須要將對自己而言重



要的生意過程記錄在Canvas上。接著確認這些過程是透過怎樣的介面跟外部連接。最後透過這些介面來特定企業究竟提供了怎樣的數據、產品，還有什麼服務給了外部，相反地從又外部接受了什麼？

另外一個是叫做「觸點(Touchpoint) Canvas」的地圖。使用這地圖，專案小組首先可以明確掌握到顧客、夥伴以及使用者是怎樣的順序與途徑與公司取得聯繫？藉由逐一分析這些觸點，專案小組可以對於最重要的目標群描繪出公司的全貌。

接下來使用第三個地圖，叫做「Physical Object Canvas」，分析怎樣的Object可以將自己的狀態相關數據傳送出來，或者也可以將資料叫出來？

### 【目標在於共同理解】

IR作業的目標，跟各自的專業領域或知識沒有關係，主要在於專案小組的每個都可以得到共通的理解。如此一來，可以盡早特定到公司內部數位化的潛能。這個早期特定不僅是因為數位革命複雜，對公司決策者而言，這也是一個重要的課題。

## 7. EtherCAT(乙太網控制自動化技術)，在日本大受好評

Hans Beckhoff社長，1954年出生於德國的弗赫爾(Vöhl)，大學就讀於柏林工科學院以及明斯特大學，專攻原子核物理學，並於1980年取得專業文憑，同年就成立了Beckhoff Automation GmbH公司。成立以來，公司的新自動化技術帶來了多項的創新，並秉持著領導工廠自動化業界龍頭的態度，積極持續開發。



Beckhoff Automation GmbH公司的  
Hans Beckhoff社長

### 【努力已超過30年】

以德國北萊茵—西發利亞邦為據點的Beckhoff公司專精自動化技術，已經從30幾年前就開始注意到工廠自動化(FA)以及統合IT的利點。

1986年Beckhoff引領業界的先驅，將自家公司創新的控制技術應用在PC(電腦)控制器上並產品化，成功地提供了IT系統的新介面。以目前的「工業4.0」以及IoT(物聯網)的動向來看，可以重新感受到Beckhoff一直都廣受業界的支持，這可說是最大的附加價值。

但是可以讓這個著眼點變得有效是靠最先端的團隊「its OWL」(Intelligent Technical Systems OstWestfalenLippe)，由於他們參與這個研究計劃，總算做出開花結果的成效。

北萊茵—西發利亞(NRW)邦從很早以前就開始確立了他們在工業4.0中心地的地位。在這邊特別有貢獻的是一個技術團隊「its OWL」。「its OWL」是在2012年由德國聯邦教育與研究部(BMBF)所選出最先端的團隊，他們執行了一連串德國最初有關工業4.0的大規模計劃案。





### 【引領的角色】

從初期開始Beckhoff就以領導者的身份來參與，特別對「Scientific Automation」以及「XFC technology (eXtreme Fast Control Technology)」這兩個研究計畫特別積極。在這兩個計畫當中，將工程科學(Engineering Science)的成果與製造業中標準的自動化概念統合，例如有效活用多核心處理器(Multi-Core Processor)，將控制技術高效能化。透過Beckhoff日本法人，日本智慧工廠的架構或者機械製造商等的使用者們也可以善用到「its OWL」研究成果，以及使用到Beckhoff所提供廣範圍的IoT與工業4.0相關產品的機會將會持續增加。

### 【獲得豐田的採用】

以PC為基礎的控制技術，或者由Beckhoff的EtherCAT Technology Group所開發的乙太網路規格「EtherCAT(乙太網控制自動化技術)」目前在日本也是廣受好評。

而豐田汽車選擇乙太網控制自動化技術，這不僅向世界的新工廠表示今後將活用產業用的乙太網路規格，這也表示豐田汽車認為應該朝向引進可以新統合的IoT概念。

## 8.善用產業界累積下來的控制技術

### 【以世界標準為基準】

以德國NRW邦為據點的Beckhoff Automation的控制技術，為了可以成為公開的IT世界標準的基準，因此可以適用於所有「工業4.0」的應用程式。

以Beckhoff的PC(電腦)為基礎的控制技術，透過各階層的網路可連到最上面的層級。有自信可以成為工業4.0應用程式的理想平台。

頂尖團隊「its OWL」已經開發多項的研究成果、Beckhoff已經將工業4.0或IoT(物聯網)納進琳琅滿目的產品目錄(Portfolio)中。

已經進化到只要按個按鈕的簡單動作，就可實現工業4.0的理論。利用Beckhoff的新產品，工業4.0或IoT的概念很容易在目前的現場規格中執行。

### 【高度互融性】

此外，據說以本公司PC為基礎的控制技術與工業4.0的互融性很高。實際上，因為本公司所有控制技術調節器OS(基本軟體)採用Windows，所以可以配合NETWORK以及WEB的基本功能。

而對於Beckhoff的使用者而言，目前已經將控制調節器統合到生產的網路上，也可以配合數據傳輸，還可以藉由網路來進行遠距離維修，如果需要的話要從雲端叫出服務也不是問題。

### 【水平・垂直統合型】

說到要架構出一個可以活在製造業自動化，而且是具有效率的IoT系統，如果是活用本公司一路培育而成的產業用控制技術的經驗，應該是沒問題。

自動化可以提升生產性能，而自動化也將帶動工業4.0的速度。

例如，Beckhoff創新的技術，已經獲得廚具製造商Nobilis等傢具產業的青睞，目前已經成為可以實現工業4.0的「水平・垂直統合型」的生產系統的強力基礎。

## 9.中堅、中小企業的普及化是課題

永野博從2016年開始就擔任美國科學振興協會(AAAS)的院士研究員以及現職。畢業於



日本工學院(The Engineering Academy of Japan)永野博 專務理事

日本慶應大學的工學系及法學系，2001年擔任日本鹿島建設工學本部的次長、2002年出任日本文部科學省(相當於我國教育部)國際統括官、2006年則是擔任科學技術振興機構理事一職。著有《培育可以跟世界競爭的下個世代的領袖》、《跟德國學習科學技術政策》等書籍。

### 【產學合作之地】

位於德國北萊茵—西發利亞(NRW)邦的西部，有個叫亞琛(Aachen)的城鎮，我們2月有機會拜訪這裡的「中堅企業4.0活化中心」(KompetenzzentrumMittelstand 4.0)。在這個城鎮上有座八世紀的時候由法蘭克王國的查理大帝所建造的大教堂。這座大教堂曾經是許多位神聖的羅馬皇帝在此舉辦戴冠儀式之地，因此在西洋史上也留下這個地名，而現在則是成為德國工科學最高學府的亞琛工科學的所在地而聞名。

在工具機研究所設置中堅企業活化中心可說是這所大學的核心。工具機研究所設於亞琛工科學的新校區Melaten地區內。這個校區與鎮中心校區相距約10分鐘左右車程之

處，在這片廣大的校地上接連蓋了許多新的設施。其概念就是要將企業與夫朗和斐應用研究促進協會(Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e. V.)等的設施拉在附近，藉由地緣關係打造一個可以產學合作集聚在一起的校園，讓人感受到亞琛工科學的威力。其中工具機研究所這棟新的建築物也會於4月正式完工，我們這次在拜訪的時候，正值內部工程正在施工中。據說要對於中堅、中小企業進行示範的示範中心，也由企業相關人士正在進行當中。

### 【複雜性等課題】

工業4.0對大企業而言是理所當然，但據說如何讓製造業的數位化可以普及到中堅、中小企業，在德國也是個大課題。德國中小企的活躍程度在國際間也是頗有名氣。例如中小企業占出口的比例，在日本的話不到10%，但是德國的話將近30%。

在德國的比重佔得如此重的中小企業，如果問到他們對於以工業4.0來推動數位化的熱心程度，德國政府也不是很有自信。根據某調查指出，中小企業中已經參與工業4.0相關計畫的企業佔了25%，另一方面略有耳聞的企業佔40%，毫無關聯的企業佔了6%。列舉了阻礙這些企業投入的原因，包括了複雜性、費用、安全性等等。

### 【對於必須的變化，需要必要的應對】

然而佔德國中堅、中小企業一半程度的汽車相關產業的企業，今後，將從原本的內燃機轉換成電池或馬達，由驅動機所帶動的改變等確實將會在短期內看到革命性的變化。德國方面也正憂心該如何將這件事傳達給中堅、中小企業。





### 10.努力定位未來的立足點

#### 【活化中心】

德國聯邦經濟能源部為了讓中堅、中小企業製造業數位化能夠普及，到目前為止已經在以亞琛為首的地方成立了總共11所的中堅企業4.0活化中心。其中有三所的中心設立於NRW邦。在NRW邦甚至將這個事業命名為「NRW數位」，除了在西部的亞琛之外，還包括了東部的帕德博恩(Paderborn)、中部的多特蒙德(Dortmund)，從這三地出發來展開事業。

帕德博恩地區在德國也算是屈指可數的製造業的集散地，世界級的幾家中堅企業也積極活動著。在這裡的活化中心與當地的綜合大學、科技大學、夫朗和斐應用研究所合作，主要處理自動化技術。而中部的多特蒙德位於魯爾區的中心位置，與大規模集群的管理公司或與夫朗和斐應用研究所合作，而中部的的主力放在物流技術上。另外，我所拜訪的亞琛地區主要以亞琛工科學院的工具機研究所為中心，負責生產技術、服務管理、資訊管理等領域。

#### 【舉辦研討會】

中堅企業活化中心不僅是提供資訊而已，也負責舉辦研討會等活動、在示範中心的應對、派遣人員至企業接受相談，還負責企業內安裝案例發展的各種活動。在NRW邦內三個中心的整體3年計劃，擬定了一連串具體數字的目標計劃，包括提供300件相關資訊的活動、舉辦100場雙向交流的專題研討會，以及完成25家企業實際安裝用的案例。安裝用的對象企業包括了已經架構網路進行中的木製家具製造公司、特殊模具製造公司、木材銷售商等6個實驗性的先鋒計劃，此外，到今年6月底為止，也接受新申請。

#### 【不能不急】

即使是德國，雖然大企業也有想法要藉由工業4.0將製造業與數位化統合，但是盡可能可以早日將這樣的想法滲透至支撐著德國經濟的中堅、中小企業，從一開始就是個大課題。要將不感興趣的企業引出來，原本就不是件容易的事，當然不感興趣有許多理由，但是其中一個原因就是目前德國的經濟不差，有些企業就認為沒有特別的迫切性要想到未來。但是我們在訪問中也感受到即使在這樣的局勢當中，還是為了將來的德國每天持續努力的「中堅企業4.0活化中心」。

### 11.數位化及對企業具體的支援



1984年、德國NRW州伍珀塔爾大學(Wuppertal University)德國語言學/文學、及社會教育科學修業完成。CPS・HUB NRW是以伍珀塔爾大學(Wuppertal University)為首，共同和杜伊斯堡-埃森大學(Duisburg-Essen University)、多特蒙德工業大學(Dortmund University of Technology)、及帕德博恩大學(Paderborn University)組成的聯盟。主要以虛實整合系統CPS (cyber-physical system)為基礎作相關技術的創新。



### 【絕佳機會】

一般認為目前德國NRW州的經濟成長及創造就業的機會已經到來！特別是將傳統產業數位化的這股趨勢正在增加。當中富有遠見的企業以「工業4.0(第4次工業革命)」為主要概念，也有了很好的成績。

最先發起的是「it's OWL」集團，結合了著名企業、研究單位，開始了網路技術開發。NRW州的目標很明確，也就是不僅要保持地方原有的特色，更要進一步地擴大並利用數位革命的優勢。在這次任務中，虛實整合系統CPS (cyber-physical system)的「CPS • HUB NRW」平台已成為一個重要的驅動因素。NRW州的產業界、學界專家等的目標是「數位化州第一」，共同技術合作，以求達到這個目標。

### 【趨勢分析】

分析NRW州今後的市場及技術趨勢的重點，以及能夠達到各個研究開發的目的，我們發現到網路技術化是數位化革命成功的重要關鍵。

這是因為最初必要技術能力在系統中被證實是有效的，此外創新加速過程、自動駕駛、智慧型電網(smart grid，新世代電網)等，與工業4.0相關的新商業領域也被開發出來。多領域的專家團隊、產業界的專業人士等組成技術中心，共同研擬數位革命的開發戰略、摸索技術課題的解決策略。

2012年設立了「CPS • HUB NRW」。此虛實整合系統CPS (cyber-physical system)的技術中心並沒有一個實體的特定場所，而是以虛擬空間活動。會員人數已經增加至850人，由各領域專家領導，共組成12個專家團隊，分別處理

並解決各種不同問題。此形式的網路策略的具體活動展開，是由伍珀塔爾大學(Wuppertal University)的SiKOM研究所所主導及組成的各主題領域的專家團隊。

### 【發展的同時】

專家團隊目前討論的是數位化的發展是不是要停留在理論階段。試行的模式一旦開發，各種實際線上生產過程就需要加以整合，面對數位化的生產變革，企業需要有具體的支援才能達到。

由目前最好的發展實例中可以明確知道，數位化革命可以到哪裡、怎麼樣的機能、以及在哪些階段又將會面臨怎麼樣的障礙。

## 12.不是終點，是過程

### 【會員850人公司】

虛實整合系統CPS (cyber-physical system)的「CPS • HUB NRW」平台是擁有850名會員的公司，同時也是個有功能的網路組織。組織中存在多數的會員，具有相同的目的，但使用不同的方法及手段，共同發展數位革命。

例如組織中有中小企業的技術中心「數位NRW」、有先端技術的「it's OWL」集團及各種產業團體。組織的會員一般都相信只有密切整合資訊通訊技術及應用，才能使數位化技術可以成功。

### 【新聞共享】

每天在“cps-hub-nrw.de”的溝通平台上，提供了最新的數位世界趨勢和共享科技新聞，同時也介紹了相關有趣的節目和活動。

此外，研究機構和企業為合作夥伴，積極扮演著推動自己的數字化革命中的重要角色。為能產生新的協同效應，需要大量和對數位化



革命有興趣的會員接觸。德國的NRW州在構造上的改革成功地取得相關的經驗。只是要達成「工業4.0(第4次工業革命)」，仍需要有適當的環境才能成功。例如數位化革命的成功，需要建構高性能、高速大容量的通訊基礎設施，甚至是需要5G(第5代無線通訊系統)等新技術的開發與實施。

### 【安全標準修訂】

此外，在新的改革展開的同時，也必須要重新檢視及修訂相關的安全標準。也就是必須要建立新的解決方案和建構安定可靠的IT安全環境，且需要持續性地進行。

另外現在人工智慧也受到高度的關注。就連「CPS • HUB NRW」的專家們也感受到這股創新的趨勢。綜合言之，不只要達到工業4.0為終極目標，未來我們應該考慮的是多元開發創新過程的可能性。

## 13.新次元 產量1個也收益



Fraunhofer協會物流研究所董事  
Michael Henke先生

德國慕尼黑工業大學(Technische Universität München)經濟學博士。2007~2013年擔任EBS經濟法學大學「採購與供應管理課程」講座教授，同時也帶領供應鏈管理(Supply Chain Management)研究所。兼任多特蒙德工業大學(Technische Universität Dortmund)機械工程學系企業物流講座教授。

### 【物理領域】

提到工業4.0，討論的焦點不外乎放在工業生產的數位化。這當中物資管理及物流扮演著相當重要的角色。這是因為當討論到工業4.0、或物聯網(Internet of Things)時，考慮到底該由誰擔任物理領域的網絡流通時，通常還是以傳統的物流為主。這裡提到的物流是「物流4.0」，以促進技術發展及其相關應用為原動力。因此物流也順理成章地成為工業4.0的中心主題。

### 【透明化的重要性】

企業要將供應鏈數位化，會面臨許多的課題。過程中供應鏈的高度透明化是十分重要的。在過程中產生的大量數據可以提供重要的資訊，並藉以評價成果，所以要不透明化幾乎是不可能的。另外也必須建構出可以涵蓋整個價值鏈(value chain)所需要的高機能的安全結構(security architecture)。

因此，如果可以適當地設計網路中買方/賣方的關係，那麼企業的從業人員也必須要在心態上調整。此外，由於在工業4.0的時代，資訊交換是即時的，因此資訊交換的開放性也必須跟著提高才行。另外企業內舊的組織、階層(hierarchy)等也要跟著驗證才行。





### 【多重好處】

目前在德國NRW州雖然是剛剛起步，但是已經帶來了多重好處。首先是供應鏈全過程的加速化及效率提高。另外的一個好處是可以更有效地符合個別顧客的需求。到目前為止，在生產現場特別針對「生產節拍(takt time)」、「生產線」等項目加速化及提高效率。例如透過「即時化生產技術(just in time)」的概念，多少都會有達成完美的想法。但是，在供應鏈數位化中，生產量減少到1個的少量生產下，也要能確保其收益，這可能是一個全新的境界。

## 14. 中小企業專屬的積極利用

### 【組織型態的變化】

供應鏈數位化後，企業、傳統產業等的發展，將不再變得過時。取而代之的是逐漸因價值鏈(value chain)的關係，而有不同的組織型態產生。將來在企業價值鏈網絡(value chain network)集結下，也就是透過虛擬平台可以達到即時需求對應(on-demand)、即時資料取得。但是企業並不是簡單地按下開關宣布：「我們從今天開始成為工業4.0」就能達到。這是因為要達到工業4.0若沒有適當的轉移策略、加以實現，就無法與現有的技術連接。若沒有適當的組織發展過程，技術開發也會停留在某個範圍內也無法發展。

### 【靈活的適應性】

現在雖然聽起來一切似乎都很模糊，但是在不久的將來，從發展過程中所產生經濟效益，是從全過程的各個角度評價、合作、應用得來的，因此形成的過程就變得愈來愈重要。

對大企業而言，將生產活動及供應鏈做網路優化是不會停止的，對於中型企業則是應該積極面對的問題。

這是因為對中型企業而言，是一個很大的機會。中型企業在許多的情況下，是比大企業可以更靈活地適應變化、組織內可以迅速地進行改革。另外少數生產等的問題，在中型企業也是常常會面臨到的課題。另一方面，對中型企業而言，也可以成為生產活動、供應鏈的網路優化的發起者(Initiator)。那麼，若可達成全過程數位化的企業，對於年輕人或專業人士來說，會是具有吸引力的企業，也就是說，這樣的企業也就較能爭取到年輕的專業人才。

### 【無法消除的顧慮】

但是對於中小企業而言，數位化仍有許多的顧慮。可能是因為大部分的中小企業認為工業4.0的相關技術需要較高的成本，也認為只有大企業才能夠做得到，除非是有在大企業得到了驗證，要不然可能無法接受新的技術。

然而，工業4.0不單只是機器人的引進、企業組織全體的大幅改編。事實上，許多小步驟的成功才是關鍵。收集企業數位化的相關資料後，便能開始加以活用。

例如，使用目前較廉價、節能的觸控螢幕作為簡單的人機界面(human-machine interface)操作，即是最適合的數位化的過程之一。目前在德國NRW州所進行的數位化項目，已實施在平板(Tablet)、或是其他智慧型裝置(Smart device)上、另外重要資料提供、工作人員的支援、及過程的改良也已經實現了。

資料來源：日刊工業新聞。