

**台灣智慧製造關鍵能力調查**

# 目錄

序言	1
台灣製造業數位轉型概況	2
台灣製造業數位轉型策略與導入藍圖	11
啟動台灣製造業數位轉型之實務建議	15
製造業數位轉型應考量重點	18
參考文獻	20
特別致謝	22
聯絡我們	24

# 序言

2011 年工業 4.0 的產業革命開始，全球製造業的數位轉型發展已迫在眉睫，加上貿易戰和後疫情區域政治經濟政策的不確定性漸增，當前智慧製造在各個領域的實務應用與其帶來的相關效應正在加速擴散，製造業者無不求解來升級現有製造系統以搶占市場先機。

台灣製造產業受美中貿易戰波及，及 COVID-19 疫情，更加速這波轉型的需要。由於台灣製造產業在中國及美國市場都有相當深的連結，面對供應鏈的風險，即使在美國大選之後，台灣製造業供應鏈轉移效應仍為新常態。受惠於供應鏈移轉及智慧工廠的建置，製造業對於機械設備的需求增加，5G 垂直應用快速發展及遠距商機的強勁需求，訂單持續成長。面對 2021 年，台灣製造業者呈現相對樂觀的態度。

面對新變局下重構的供應鏈，企業是否能有效分散風險，以及數位能力可否即時反應生產調度狀況都是企業在危機時刻展現韌性的關鍵。現行企業普遍面臨著資源有限的課題，該如何打造最佳智慧製造策略儼然成為一項嚴峻挑戰。台灣在機械、自動化與系統整合、資訊與通訊軟硬體產業厚實基礎之上，逐漸凝聚形成涵蓋產、官、學各界的大小生態系。製造商若是有意建置整合系統，即需具備連線能力，並邁向整合的數

位化轉型歷程，包含為「製程最佳化、製造流程和品質、新的商業模式」三種境界。

為瞭解台灣製造業數位轉型的現況與關鍵能力，勤業眾信與科技部人工智慧製造系統研究中心共同發起研究調查，回收樣本共 139 份，樣本涵蓋各重要產業。根據問卷分析與企業訪談結果，看得出產業整體均有持續推動數位供應鏈平台網絡的意識，對於數位轉型的期望則回到營運效益的根本目標。其中不乏已經享受到數位轉型成果的標竿型領先企業，當然也有不少業者面臨到上述包括投資項目選擇、企業發展供需媒合、人才培育、製造服務的進化等等挑戰，本報告亦提出參考的策略藍圖和推動方向。

整體而言，隨著市場上技術及營運相關解決方案的創新，企業若能在文化中注入數位 DNA，持續維持開放正面的態度，並尋求內外部多方資源，將成為企業轉型旅程中走得長遠的最大關鍵。我們期盼，台灣製造業依據自身資源與產業特性，選擇啟動最適切的策略路徑來發展數位轉型模式。針對即將啟動數位轉型的製造業者，本研究提出四項實務建議，並提出製造業數位轉型時的導入藍圖，供各位業界先進參考，懇請雅鑑。

科技部  
人工智慧製造系統研究中心  
主任

簡頌高

勤業眾信  
能源、資源與工業產品  
產業負責人

歐曉雲

勤業眾信  
智慧製造團隊  
資深執行副總經理

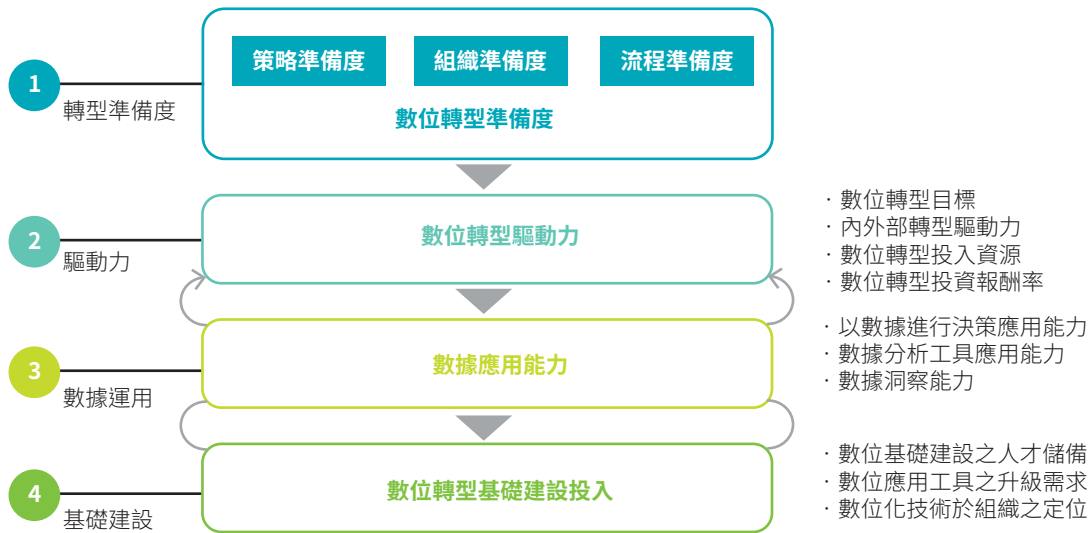
盧紹珩

# 台灣製造業數位轉型概況

當高度不確定性成為常態，製造業為主體的台灣產業該如何進行數位轉型？為了了解台灣企業現狀，勤業眾信與科技部人工智慧製造系統研究中心於 2020 年二到四月之間對台灣製造業發起問卷調查，回收樣本共 139 份，聚焦五大主要產業類別：電子、半導體、金屬製品、機械設備、化學製品等。並在 2020 年六到八月進行企業深度訪談，彙整台灣製造業的數位轉型個案經驗。

為了分析台灣製造業數位轉型的關鍵能力，參考《工業 4.0 新戰略與發展路徑》報告中提及的企業數位轉型發展路徑，勤業眾信提出台灣智慧製造數位轉型關鍵能力評估架構，共包含四個層面（見圖一），包括：轉型準備度、驅動力、數據應用以及基礎建設。

圖一、台灣智慧製造數位轉型關鍵能力評估架構



資料來源：勤業眾信《台灣智慧製造關鍵能力調查》

## 轉型準備度

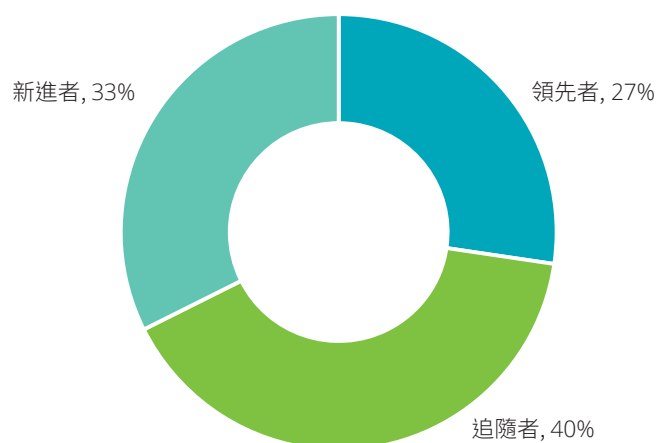
在轉型準備度方面，本次研究從策略、組織與流程三個層面評估台灣製造業在數位轉型的準備程度，依據這三項指標評估結果，將企業分為新進者（3指標皆低分）、追隨者（1-2指標高分）與領先者（3指標高分）三類型，並進一步分析三個族群的特性。在本次回收的139份問卷中，三個族群分布相當平均（見圖二）。

領先者產業類別約有64%來自電子及半導體業，營運型態以自有品牌為最大宗（約佔45%），且領先者族群的資本額偏高，約有42%的受訪企業規模達新台幣100億元以上。此外，追隨者族群中OEM/ODM製造商相當多（約佔41%），而且化學產業因外部競爭不若其他產業激烈，故有71%屬追隨者。新進者族群中，則以金屬、汽車、機械業佔多數（佔52%），另有44%為材料及零組件供應商。

若從製造業的子產業來看數位轉型進程（見下頁圖三），半導體製造業、電腦電子與光學製品製造業中領先者廠商的比例較高，分別是33%與32%。金屬製造業與機械設備製造業受訪企業中約有50%的廠商為新進者，廠商雖有意願推動數位轉型，但既有廠房機台設施與既有企業文化都不易改變。此外，化學製品製造業中因競爭者/客戶壓力等外部驅動力較弱，產業內的領先者廠商比例最低，僅有14%。

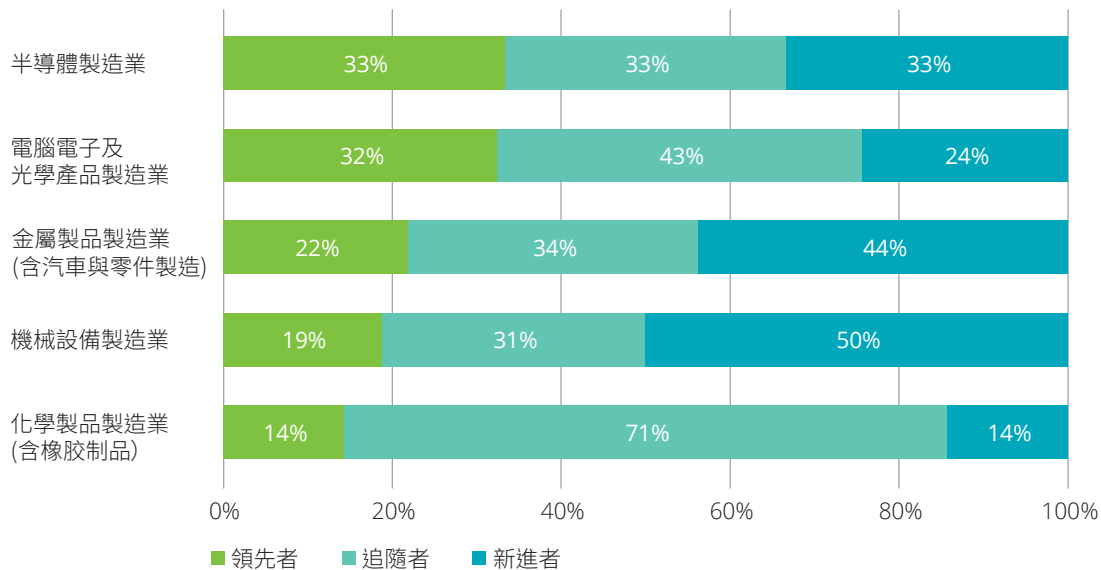
製造業各子產業的數位轉型準備度落差大，半導體業領先者比例最高

圖二、受訪企業轉型準備度分類（按進程）



資料來源：勤業眾信《台灣智慧製造關鍵能力調查》

圖三、製造業各產業數位轉型進程分布



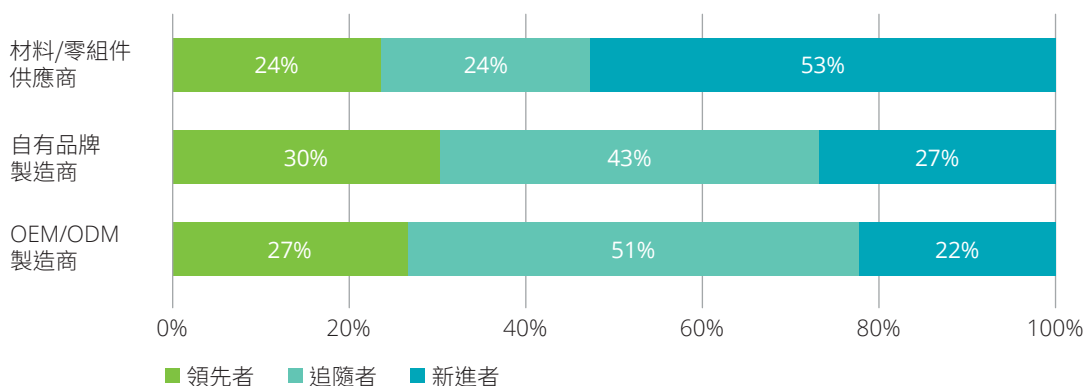
資料來源：勤業眾信《台灣智慧製造關鍵能力調查》

若從企業的營運類型來看(見圖四)，相較於自有品牌或 ODM 及 OEM 製造商，材料 / 零組件廠商由於其生產特性，對於數位轉型與智慧製造的迫切性相對較低。

多數材料 / 零組件供應商屬於新進者的主要因素包含：

- 材料 / 零組件產品單價相對不高
- 生產流程相對較短而不複雜，經常是零工式生產流程 (job shop) 而非流水線生產流程
- 廠商在評估是否要推動數位轉型與智慧製造時迫切性相對較低

圖四、各類營運類型業者數位轉型進程分布



資料來源：勤業眾信《台灣智慧製造關鍵能力調查》

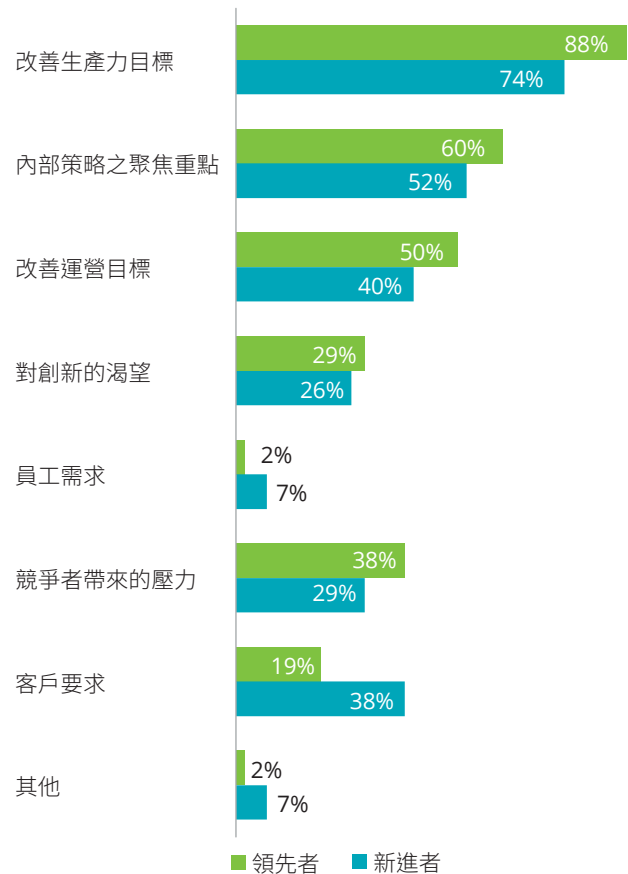
## 驅動力

若考慮台灣製造業發展數位轉型的驅動力，透過調查發現，當企業內部追求改善生產力的同時，外部也面臨到客戶要求與競爭者壓力(見圖五)。數位轉型領先者多已超越客戶要求水平，競爭者壓力更甚於客戶要求壓力。事實上，根據 Deloitte 以色列的研究，約有半數的工業4.0 案例是運用在製程最佳化與成本削減方面。台灣製造業進行數位轉型的驅動力，有相當大比例來自於對生產力提升的追求。

### 數位轉型領先者多已超越客戶要求水平，競爭者壓力更甚於客戶要求壓力。

另一層面，因應 COVID-19 帶來的供應鏈斷鏈影響，以及中美貿易戰的延伸，台灣製造業，特別是高科技產業，也開始啟動供應鏈智慧化的相關投資。這波投資不僅滿足供應鏈風險分攤的目的，同時也因應永續供應鏈的趨勢，透過資訊的串連及分析，滿足營運及決策需求。

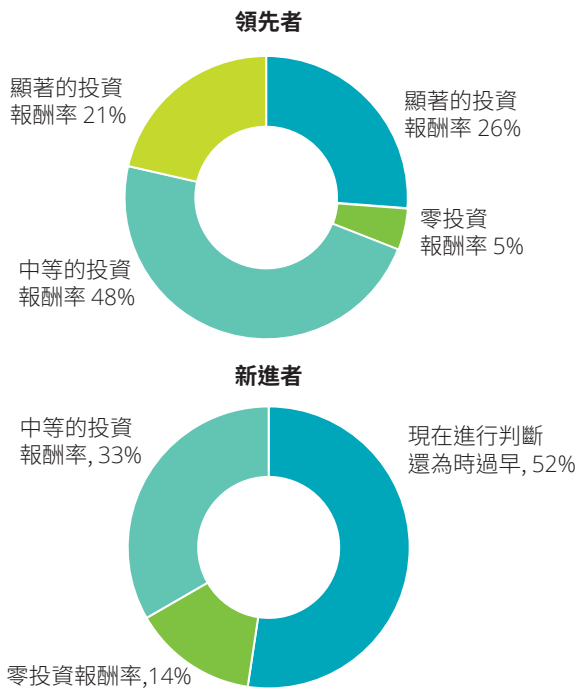
圖五、業者之數位轉型驅動力



資料來源：勤業眾信《台灣智慧製造關鍵能力調查》

本次研究也特別了解台灣製造業對於數位轉型的投資報酬率的看法(見圖六)，結果表示新進者中僅有 33% 認為數位轉型投資有中等報酬率，顯示數位轉型需要長期投資才會看到顯著報酬。領先者則因累積了較多的數位轉型成功經驗，對數位轉型相關投資較為樂觀且願意投注資金，之後又會累積更多的成功經驗，是正向加強的循環。

圖六、製造業者對數位轉型投資報酬率的看法



資料來源：勤業眾信《台灣智慧製造關鍵能力調查》

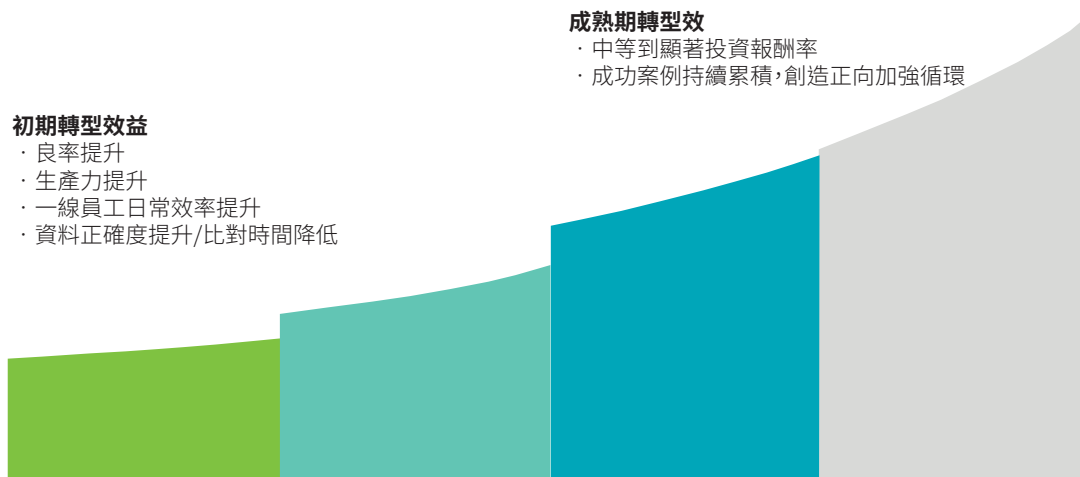
約七成的領先者認為數位轉型投資報酬率是正向樂觀。越早投資享受越高投資報酬率，數位轉型驅動力越強。

台灣製造業者對於數位轉型的投資亦同步考慮智慧型機台的設置成本。由於供應鏈數位化也意味著機台必須要具備參數蒐集的功能，若業者的機台未能汰換或不具備蒐集參數的功能，則較難有足夠的數據進行決策分析。然而機台汰換成本也所費不貲，甚至有些外部資料的取得需額外的成本，對台灣以中小企業為主的製造業也是一筆的負擔。因此在投資面上，也會因不同產業特性及企業需求，而有多樣的數位轉型需求及模式。

因此在製造業的數位轉型初期，企業可將目標放在良率及生產率的提升，增加生產線效能，並累積好的數據資料。待企業對於數位化的接受度提升並累積成功經驗，數位轉型效益會大幅提升，並呈現正向循環，對報酬率的有感度也會更加顯著(見下頁圖七)。



圖七、轉型初期與成熟期的轉型效益比較



資料來源：勤業眾信《台灣智慧製造關鍵能力調查》

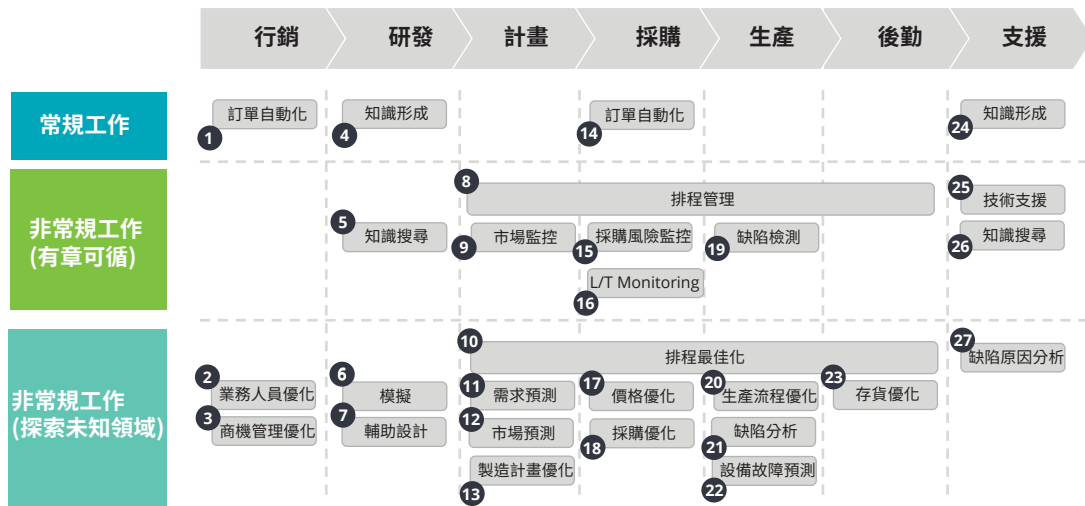
## 數據應用能力

台灣中小企業普遍面臨一個共同現象：老員工的比重高，對數字敏感度低，即便做了現場資訊數位化，仍會因為員工基礎知識不足，導致人機協作導入的困難。此外老師傅的決策主要依憑過去經驗的累積，缺乏數位化的分析及邏輯性的解釋，不同師傅的經驗落差導致對同樣製程的標準不一致，除了難以有效驗證，依賴經驗進行試誤的過程也會耗費額外的時間及有形成本。推行知識管理 (Knowledge Management; KM) 也許是個可行解，但中小企業在推動基礎知識的外顯化 (externalize) 與編碼化 (codify) 同樣有一定的難度。

隨著製造業企業陸續推動數位轉型計畫，企業數據資產建置與管理成為核心議題。在過去，許多台廠引進機器人和自動化系統等硬體設備來改造生產線，希望能提升生產力。不過經過數年的嘗試與發展，台灣的製造業者漸漸發現，要建立智慧製造系統，最重要的不是軟硬體設備，而是發展大數據分析與彈性決策的能力 (見下頁圖八)。

因為包含工廠內機器的聯網互通、流程整合與自動化、供應鏈資訊透明與水平整合等工作，都牽涉到大量資訊的流通、分析、管理。因此，企業的數據應用能力，成為製造業的關鍵議題。

圖八、資料分析於製造業價值鏈中各階段之應用

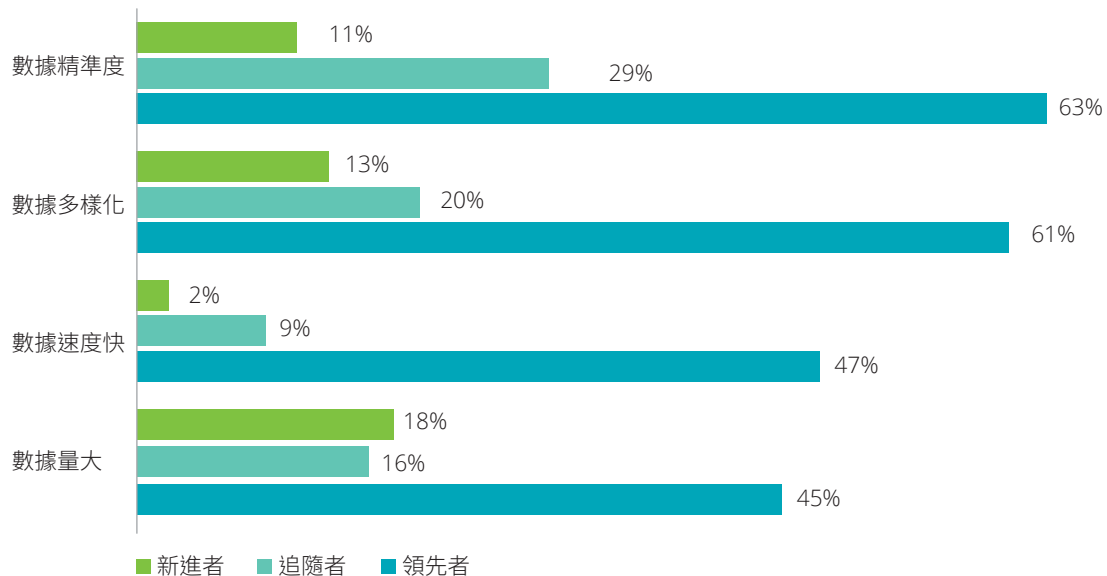


資料來源：勤業眾信《台灣智慧製造關鍵能力調查》

藉由蒐集數據並加以分析，企業可以在行銷、研發、計畫、採購、生產、後勤、支援等不同流程中，找到既有做法中的缺漏與缺陷，並進行優化。蒐集數據的最終目的，乃是分析數據並產生洞見，以此為基礎做出正確決策。為達成該目標，建置足量且高品質的數據資產是必要條件。本次調查根據巨量數據的四個特色評估受訪企業的數據資產品質，分別為數據量大 (volume)、數據速度快 (velocity)、數據多樣化 (variety)、與數據精準度 (veracity)。

調查結果顯示，領先者中有較高比例的廠商擁有高品質的數據資產，而新進者中擁有高品質數據資產的比例則偏低(見下頁圖九)，尤其在「數據速度」指標，新進者甚至僅有 2% 的企業達標。「數據精準度」也是新進廠商需要提升的部分，因為沒有正確可靠的數據便無法產生有效可信的分析結果，而目前新進者中只有 11% 的企業在該指標達標。

圖九、受訪製造業者數據資產品質比較



資料來源：勤業眾信《台灣智慧製造關鍵能力調查》

## 數位轉型基礎建設投入

除了數據資產之外，調查發現企業針對數位轉型基礎建設的投入，是轉型能否成功的關鍵之一。所謂的數位轉型基礎建設，包含人才儲備與培養、數位轉型部門於組織中之定位、底層軟硬體系統建置、資訊安全等數個構面。企業針對這些構面的投資或許無法立即回收，但是對於數位轉型的成功有至關重要的影響，因其為支持企業各項核心數位能力之基礎。

本研究發現，調查的八個功能別中，以資訊技術、運營、工程三個功能別的數位工作成熟度最高，反之，數位工作成熟度最低的三個功能別為行銷業務、人力資源管理、供應鏈管理(見下頁圖十)。

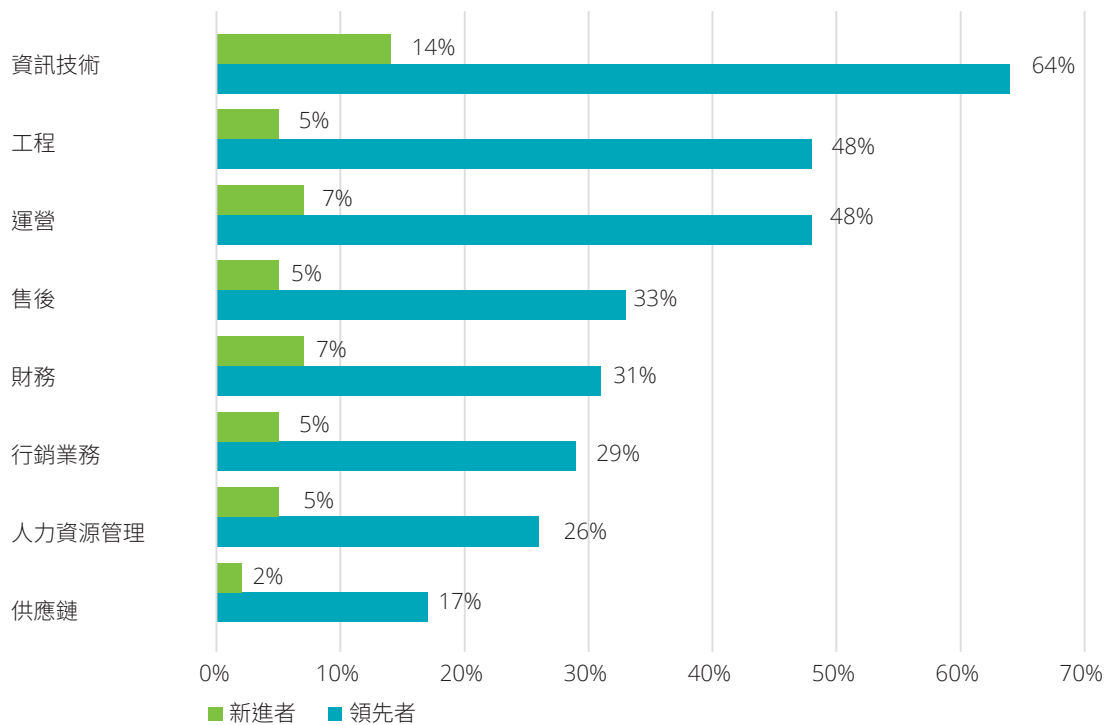
企業對數位轉型基礎建設的投入，包含人才儲備與培養、數位轉型部門於組織中之定位、底層軟硬體系統建置、資訊安全等，是轉型能否成功的關鍵之一。

綜觀產業領先者於數位轉型過程中之作為，可以發現產業領先者不只關注數位科技於生產製造端的應用，而是將數位轉型推及至整體營運，設計全新的工作流程以獲得最佳營運效率與營收成長。此外，領先者也致力培養數位化人才，使組織內大部分員工都具備掌握和應用數據的能力。

將領先者在組織內各功能別的數位轉型工作成熟度與新進者做比較，可以發現領先者在各個功能別幾乎都

具備顯著領先。以資訊技術功能為例，領先者中高達64%的廠商已有成功數位轉型經驗且能穩定運作，而新進者中僅有14%的廠商有成功數位轉型經驗。此外，許多領先者在數據不易自動化且數位化收集的功能別，例如行銷業務、人力、供應鏈，也有成功的數位轉型經驗。以人力資源管理功能為例，領先者中有26%的廠商已有成功數位轉型經驗並能穩定運作，而新進者中僅有5%的廠商有成功數位轉型經驗。

圖十、受訪製造業者數位工作成熟度－依功能別區分



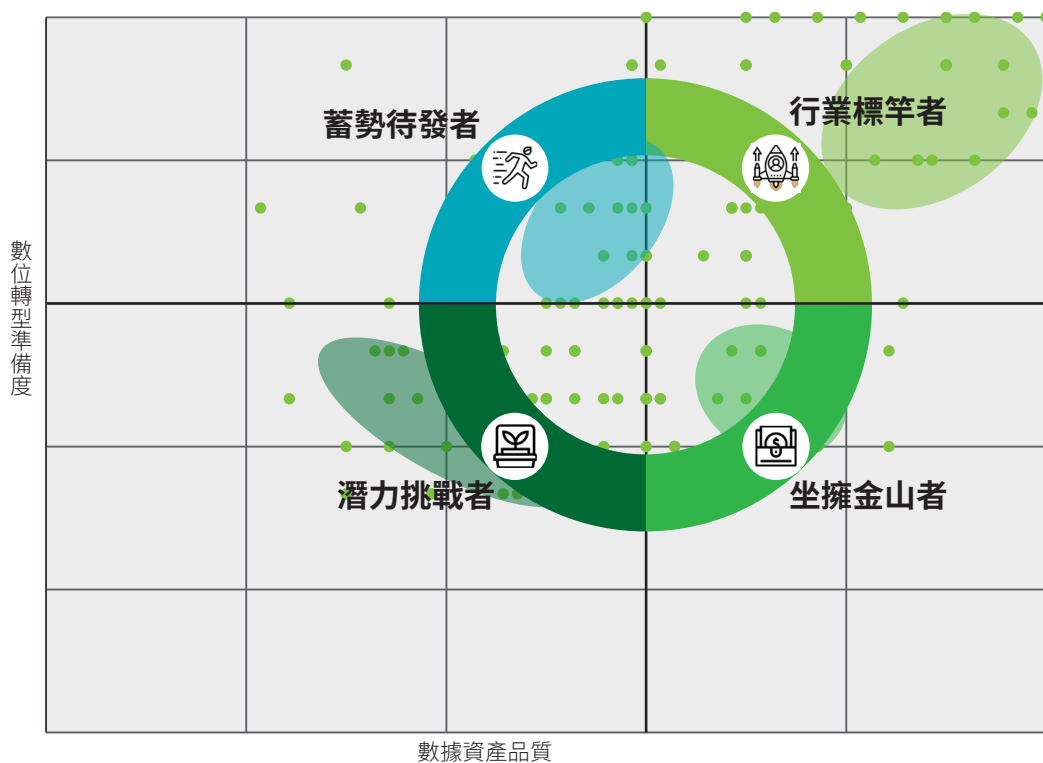
資料來源：勤業眾信《台灣智慧製造關鍵能力調查》

# 台灣製造業數位轉型策略 與導入藍圖

除了數位轉型準備度外，企業也需要累積既有的數據資產並加以運用，才能真正往智慧製造邁進。為完整呈現台灣製造業廠商在智慧製造上的發展情況，本研究將「數位轉型準備度」與「數據資產品質」分別放在縱軸與橫軸，再依據受訪台灣製造業廠商在此二向度的發展程度將它們放置於相對的位置。

本研究將受訪廠商區分為四個類型，有行業標竿者（轉型準備度高且數據資產品質高）、坐擁金山者（數據資產品質高）、蓄勢待發者（數位轉型準備度高）與潛力挑戰者，其對應關係如下圖十一所示。

圖十一、台灣製造業者數位轉型矩陣分析



資料來源：勤業眾信《台灣智慧製造關鍵能力調查》

## 起跑在先、紮穩馬步的行業標竿者

### 組織數位轉型準備度高、數據資產品質高

行業標竿者不僅數位轉型準備度高，數據資產品質也較佳，是台灣製造業最接近工業4.0的廠商。在進一步的訪談中，也可發覺行業標竿者的「數據導向文化」均已深植組織DNA，並與公司全面性、常態性的營運優化有深度的結合。

行業標竿者的挑戰是如何將世界級的智慧製造技術納入企業營運並真正落地。建議在製造上已經充分智慧化的行業標竿者，可進一步發展數位供應網絡，將數位化的範圍擴展到製造活動以外的部分。

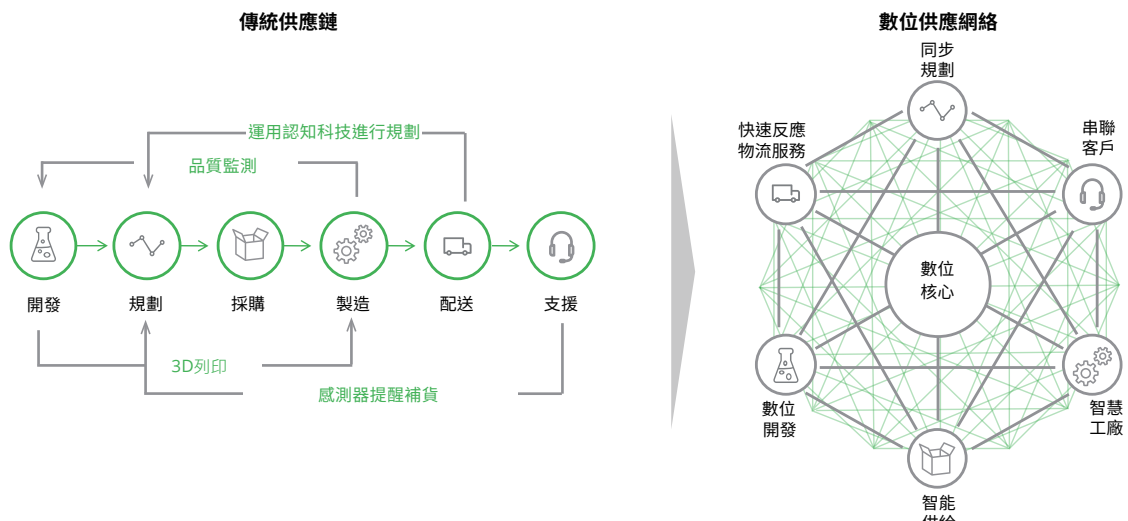
從下圖可以看到，製造業過去的供應鏈依賴線性的資訊傳遞，每一個環節都與前一個環節環環相扣，營運活動以高度線性、結構化的方式相互串接，從開發、

規劃、採購、製造、配送到支援(請見圖十二左)。若某個環節的效率很低，則可能拖累後續環節，且相關人員往往無法深入探查其他環節進行的狀況，無法及時調整並做出反應。

然而，除生產製造端外，也將數位轉型推及至整體營運時，各個環節將更具數位能力且能即時緊密連結，數位供應網絡就隨之成形。數位供應網絡(見圖十二右)可活用即時數據做為決策的考量，讓作業步驟更為透明，促進整體供應網絡的合作，從而克服傳統線性流程的反應延遲。

以身為行業標竿者的半導體製造商為例，除了生產製造端，他們更針對供應鏈建立「需求供給預測模型」，可預測某客戶未來需求下降，即時預警，開發其他客戶的需求來填補剩餘產能，以求產能利用(utilization)最大化。

圖十二、數位供應網絡



資料來源：勤業眾信《數位供應鏈的崛起》

## 熱身完畢、摩拳擦掌的蓄勢待發者

### 組織數位轉型準備度高、數據資產品質低

蓄勢待發者已具備數位轉型的認知，但尚未建立有價值的數據資產。受訪廠商表示，推動數位轉型最主要的障礙在於數據不易取得或是缺乏具有成本效益的解決方案。例如機台設備本身沒有感應器或記錄器，或是機台設備原廠不願意將資料讀取功能開放使用，廠商經常只能透過第三方資訊廠商協助取得資料。然而，資訊廠商提供的現成方案通常報價高昂、功能過度繁複不符合中小企業實際需求，中小型製造廠商經常只能以內部土法煉鋼的方式克服。

數據資產不足另一原因則是企業缺乏數據導向的決策文化，因此低估數據彙整與數據正確度的重要性。建議企業可以透過梳理流程、盤點相關資料、串連資訊孤島來翻轉數據資產缺乏的現況。首先建議挑選最核心的業務流程，透過梳理流程尋找作業痛點，開始針對關鍵流程收集資料，並將資料串連以利分析並協助決策。

以生產製造流程為例，應將機台訊號電子化，亦即數碼化(digitization)、再進入「數位化」(digitalization)階段，將數碼化的資訊整合進流程，建構解決方案模型並與現有系統整合，解決痛點問題，搭配內部執行數位轉型專案，逐步翻轉企業內部的慣性，啟動數位轉型。

此外，某高科技製造公司早期推動轉型聚焦在工程開發。該公司的產品開發過程版本繁多，成為研發工程師開發新產品時的痛點。透過流程梳理、資料盤點、開發系統確保資料同源這些工作將版本控制數位化，產品開發工程師很快感受到資料同源的好處，版本控制的人力負擔降低，人為錯誤造成資訊不一致也大幅改善，產品開發工程師對數位化的參與度自然提高。這些日常效率提升對於員工是很有感的，是可以大幅促進員工支持度的短期戰果，然而要準確計算出ROI卻有一定難度。

## 坐擁數據金礦的坐擁金山者

### 組織數位轉型準備度低、數據資產品質高

坐擁金山者的廠商的共通點是製程複雜，例如半導體製造、化學製造，因此製程參數設定自然地產生大量數據。然而，這些數據可能欠缺串聯而無法形成綜效，或是數據僅以最原始的型式儲存於資料庫中，並未進行有效分析或加值成為有助於決策的數據資產。此階段建議著重於數據的有效應用，使組織對數位轉型有感。

能有效利用數據之前，企業多停留在「將訊號轉化為數據」階段，坐擁金山者應將目光放在「擷取數據並分析」，以求達到「以數據驅動營運」。挖掘可以應用數據金礦的大數據分析/人工智慧技術專業人才是轉型關鍵，並透過內部執行數位轉型專案，重新審視組織內商業模式、營運流程、作業流程等面向，盤點相關資料、串連資訊孤島，進而建構解決方案模型並與現有系統整合，解決痛點問題。並藉由數位轉型的過程，使數據導向文化深植企業DNA，讓數據應用成為

企業定期檢視營運優化方案的必要內容。以某高科技公司為例，內部的持續改善提案競賽要求改善提案都需要數據支持，組織透過數據的掌握與應用，確實解決業務痛點，逐漸形成數據導向的文化。

為提升數位轉型的員工參與度，建議企業可以透過組織設計增加協作。某高科技製造業過去曾經將工程資料分析部門歸為資訊技術中心之內，執行後發現離現場太遠，無法解決工廠的真實痛點。後來將該部門歸為營運處之內，每個數據專案都需與工廠營運績效改善直接相關，由工廠主管定期檢討數據專案的成效。這樣的組織設計讓製造端的電機、機械專家能夠與資訊、數據分析專家頻繁的互動，增加雙方的理解與信賴。

## 躍躍欲試的潛力挑戰者

### 組織數位轉型準備度低、數據資產品質低

本研究中超過四成的廠商落於潛力挑戰者。在個別廠商訪談中可觀察到廠商想要急起直追卻受限於現況諸多挑戰的焦慮。進度落後而剛開始做數位轉型的廠商通常希望一步到位，尋求全面流程改善最佳化、全面數位化的解決方案。實務經驗建議的作法為「能摘的果子先摘」，建議同時進行「數位文化建立」與「數位轉型小型短期專案」試行，選擇關鍵流程取得具體成效再推及其他業務流程。

某精密機業高層提出「道場」的概念，在既有廠區內部建立一條獨立產線，在該產線推動數位轉型並實驗不同的數位製造想法。由於該產線獨立於其他產線，因此進行轉型變革並不會影響其他第一線作業員工，然而，「道場」的數位轉型成效卻可以被同時其他員工觀察，進而提升組織員工的接受度與參與度。

此外某精密工業也採取單點作戰的策略，以舊廠房為例，移動搬遷使用四十多年的廠房與機台，重新校準穩定品質耗時較久，因該機械設備製造商只在最後一個工作站進行檢測，便決定從這個關鍵流程小規模試行，原本需三名人力檢測改為自動光學檢測，且由於局部性改變對其他產線單位影響較低、成效容易被認可，反而對提升組織對數位轉型的認同與投入較有幫助。



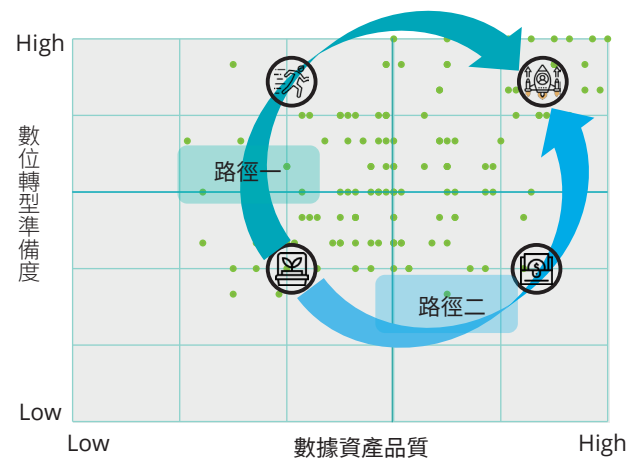
# 啟動台灣製造業數位轉型之實務建議

企業應考量企業規模、營運型態、現有資源與數位基礎建設，發展最適切本身的數位轉型，不須追求最高度的智慧製造與數位轉型，而是根據企業自身狀態與產業特性，選擇啟動數位轉型的路徑（見圖十三）。

若沒有好的策略藍圖而只是導入軟硬體系統，很多時候是徒勞無功的。工業 3.5 的策略建議先將老師傅透過經驗累積的管理知識，以人工智慧強化的決策模組來學習，逐步提升系統化程度。企業在數據資產品質不佳的時候可以採取路徑一的方式，先站在既有的基礎之上，盤點自身擁有的資源和長短處，建立專屬自己的數位轉型策略和智慧製造技術藍圖。也就是說，先從小範圍啟動數位專案，能摘的果子先摘，在短期內獲得具體成效，進而擴大組織內的參與度，改變組織內人員的心態，逐步將數據導向 DNA 融入企業文化。

若新進者處於數位化程度原本就比較高，也就是擁有一定程度的數據品質，根據工業 3.5 的架構則建議採路徑二的方式，先以既有軟硬體設備為基礎，垂直整合其上的大數據分析和智慧製造決策能力，透過系統整合商協助串連硬體設備，串聯現有的資料，分析所蒐集到的數據，結合學界領域專家的經驗知識，來發展更深入、更專屬的決策模型，挖掘資料的價值，以及藉著承接決策系統與進一步優化的經驗，將資料轉

圖十三、台灣製造業者數位轉型策略路徑



資料來源：勤業眾信《台灣智慧製造轉型關鍵能力調查》

換成數據資產，逐步累積數位轉型的動能，培養更多企業內部智慧製造的人才，朝向領先者集團邁進。

本研究根據問卷分析與企業訪談結果，給予即將啟動數位轉型企業的實務建議如下：(1) 短期先建立有感戰果；(2) 流程合理化先於數位化與系統化；(3) 聚焦單一製造策略推動數位轉型；(4) 設計協作方式擴大組織內的參與程度。

## 短期先建立有感戰果

起步專案的範圍、對象、成果要精心挑選，明確可執行是第一優先。建議根據企業的製造策略目標建立轉型專案的績效評估指標，而非僅採用財務績效指標，數位轉型應採小規模的概念驗證(Proof-of-Concept;PoC)試驗，由數位化成熟度與投資成本相對較低的解決方案開始實施，取得組織有感成效後，再跟著長期計劃逐漸擴大規模(見圖十四)。

圖十四、啟動數位轉型的三要素



資料來源：勤業眾信《智慧製造大解讀》

概念驗證(PoC)必須有轉型的願景目標，以低投資高報酬為選擇基準，聚焦策略，測試某樣產品或流程改善是否可行，以最有效率的方式執行，以驗證該產品或流程改善是否有效。本研究訪談對象某精密機業在獨立產線實驗數位製造的概念，即是一例。獨立產線使概念驗證專案能快速起案，同時不影響一線員工，並快速驗證數位轉型的成效。

## 流程合理化先於數位化與系統化

數位化三階段為流程梳理、資料盤點、系統建置。良好的流程管理是數位轉型的關鍵基礎工作，比資料數位化更需先行推動，而資料數位化後可以反饋進行流程改善，讓流程更加優化。

國際局勢的不確定性漸增，國內也面臨製造業人才供給的失衡，企業針對營運痛點進行轉型與升級無疑為必要措施。但若作業流程未經過通盤檢討就進行數位化，不僅提高數位轉型推行的困難度也可能增加潛在的有形與無形成本。尤其在智慧製造各領域實務經驗與技術發展未臻成熟之際，如未能看清問題真正的根因，企業很容易掉入假性需求的泥沼之中，

某受訪的鋼鐵廠指出，目前現場的真實工時與名目標準工時落差很大，致使產能估算不精確。估算標準僅考慮機器加工時間，而站與站之間人工搬運及等待時間礙於沒有數據可以蒐集，便沒有列入計算。此時若直接針對蒐集不到數據的痛點，建置相關自動化設備與系統整合工具，很可能就是一項治標不治本的資源投入。探究現場更深一層的問題，該鋼鐵廠舊廠的新機台經常是有空間就擺放，影響作業現場動線規劃，搬運動線不固定，前站完工的在製品要運送到下一站加工的時間點沒有規範，而進行搬運的是前站或是下一站人員負責也沒有規範。檢視重整這些步驟並進行標準化，即能縮減真實與名目工時的落差，此時原本被認定的痛點已經顯著改善，資源可以放在更能顯現效益的地方。

企業在導入智慧製造相關解決方案之前若能針對目標流程進行梳理與盤點，對於評估轉型路徑應為單點、流程、體系、價值鏈甚至是整體營運模式的變革有舉足輕重的影響。

## 聚焦單一製造策略推動數位轉型

數位轉型成功的受訪公司卻都有一個特別聚焦的製造策略目標來推動組織內部的數位轉型，且該聚焦策略與公司在產業內的定位直接連結，例如提升品質、附加價值、縮短生產週期等等；若無法取捨聚焦，推動數位轉型的正面能量反而會形成阻力。事實上，生產週期、產程、品質等製造目標雖不盡然相同但彼此連動，並不是互斥的關係，單一目標的提升必然會連帶提升其他指標。

某半導體業者副總透露公司最主要的生產指標是品質良率的提升，而不是生產力，因為現況是整體發展態勢無法與產業龍頭競爭，從經濟規模的角度評估，就算產能有所提升，反應在生產效益上的提升也十分有限。在有限資源的前提下，必須反向思考如何最大化其綜效，並在競爭力上做出差異。內部研究過後，將整體的生產策略設定在將品質提升到對手跟不上的程度，雖然是標準化的產品，但若能做到像精品一樣，就不需要削價競爭。單一明確的策略讓公司的良率水準已由百萬分率 (PPM) 提升到十億分率 (PPB)，仍在持續努力提升。

半導體屬於高階製造產業，產線的複雜度與影響的變因甚多，明確單一的策略設定相對更為重要，不論是生產力、生產效率、成本下降或是良率提升，都需要長時間的累積，才能看到相關的成效，這也是研究單位後來發現，近期應用AI跟大數據相關技術的廠商，多聚焦在單一站點的改善。

品質的提升直接增加的是客戶的信任感，間接也增加了選擇合作夥伴與合作模式的空間，將數據的應用鎖定在建立供給/需求預測的模型，持續推動下一個階段的數位轉型，若能預知不同客戶之間的需求可能有所變動時，就有機會提前因應降低產能浪費的風險，同樣是對營運指標有直接的助益。

## 設計協作方式擴大組織內的參與程度

成立專責單位以推動數位轉型是有效的方式，卻非唯一方式。獨立於業務單位之外的專責單位若無法同理業務單位的真實痛點，反而形成兩方的對立。數位轉型成功的受訪廠商經驗顯示兩種實務做法，一是在業務單位內納入資訊與數據分析的人力，以業務單位常態績效目標驅動數位專案，二是建立跨功能團隊，改善專案之成效當責屬於業務單位，改善專案的推行經驗累積則在專責單位。

若要從頭設計協作方式，建議短期先成立數位轉型小組，小組內分別有聚焦策略、開發與創新的專責人員。策略小組須規劃各需求單位的數位轉型目標與藍圖，並在專案過程擔任業務單位與開發單位的溝通橋樑，有效傳達業務端的數位需求。開發小組則主責專案的系統開發與測試，快速實踐業務端的數位轉型需求。創新小組則以更為綜觀的角度，持續蒐集、處理、分析數據，以此檢視整體專案成效。

中長期規劃成立數位轉型辦公室，目標是建立「以數據驅動營運」的營運模式，負責整體數位轉型計畫的推動、持續提供進度追蹤、報告與監督機制，並決定不同數位轉型專案的資源投入程度。

# 製造業數位轉型應考量重點

除上述數位轉型實務推動策略與建議外，製造業數位轉型應考量以下人才、資訊安全、創新驅動轉型及數據治理議題。

## 人才培育 (Talent First)

任何產業提升競爭力都需專注於人才的發展，根據數位轉型成功的受訪廠商經驗，成功的數位轉型有兩種實務做法：第一、在生產與業務單位內納入資訊與數據分析的人力，以業務單位常態績效目標驅動數位轉型專案；第二、建立跨功能團隊：改善專案之成效當責屬於業務單位，改善專案的推行經驗累積則在專責單位。製造產業應專注於將內部優秀的理工 (STEM) 人才，與其他專業部門的產業經驗整合，並以不同角度協助決策者擬定發展策略。整合跨部門經驗便可將人才專業及經驗留於公司內部，解決製造產業持續面臨之專業人才斷層問題。

## 資訊風險無所不在 (Cyber Everywhere)

過去企業面對資訊安全風險大多聚焦在內部IT環境，很多資安相關標準和機制形成一道無形的牆，將企業的內部與外部隔離起來。然而，數位轉型打破了這道隱形牆，智慧製造可藉由新式機台、感測器與物聯網設備即時取得資訊與應用，並串聯供應鏈資訊平台化，經由機器學習或資料建模分析工具，提供即時而完整的決策分析資訊。不管是雲端、機器學習或物聯網應用，都需要串接外部資訊，而且內部各個部門如製造、採購、生產等，也要整合在一起，可想而知，

越來越多風險不在傳統範圍內，資安風險變得難以掌控，面對常見資訊安全風險，企業須及早進行因應，可參酌以下強化重點。

### 遵循相關國際資安標準

越來越多的資訊安全標準提出相對應的控管要求，主要涵蓋人員、流程和技術面向，如ISO/IEC 62443:NIST Cybersecurity Framework，企業可經由參考國際最佳安全準則、標準或藍圖，建置與實施內部數位安全韌性框架。

### 加強風險管理意識

網路安全工作團隊需要跨領域，以消除風險認知的鴻溝。但是，如何使技能、文化和觀點不同的人員有效地合作，針對IT和OT單位進行有效溝通，使得管理階層與技術階層理念趨向一致，對於定義跨領域團隊中的角色和職責則十分重要。

### 掌握最新資安威脅情資

能將傳統資安防禦能力，提升為主動威脅情資的運用。外部威脅情資管理基於主動偵測、蒐集、分析、處理及報告，搜索公開/非公開網路上是否存在敏感資訊外洩及最新型態攻擊手法，掌握重點資安趨勢脈絡，進一步制定防禦政策及風險評估。

### 加強資安應變

面對目前萬物皆可駭的時代，無論是企業或一般使用者，都應及早做好準備。建議應明確定義於不同資安事件發生時之職責分工，透過事先擬定資安應變標準程序，針對網路威脅及危機採取全面及有效的應對措施。

## 創造鼓勵創新的環境 (Innovation & Reinvention)

在數位時代中，企業數位轉型不僅為了提升內部人員的作業效率以及工作體驗、協助專業經理人提升管理與決策的精準度，而外部提供客戶服務與產品訴求亦需面臨轉型，企業考慮數位轉型時應以這些面向作為主要考量點，並以精進商業模式、改善作業流程以及提升員工辦公體驗三個面向作為企業三大數位轉型創新驅動力。

### 精進商業模式

首先專注於資產、能力及價值鏈上的配置，以便使用不同的方式服務顧客和創造獲利。如某半導體製造藉由數位轉型，並藉由數據分析優化內部數據治理，進而成立數據顧問公司服務其他客戶或同行，創造新興商業模式並開闢新收入來源。

### 改善作業流程

把焦點放在技術或商品的重新發明、重新結合，或是找尋新的關聯，藉此為客戶創造新的價值。如某輪胎製造廠，收購車輛資料與管理科技公司，為下一步輔助自動駕駛系統的事業奠基。

### 提升員工辦公體驗

以獨特的方式連結員工、服務員工與吸引員工，改變他們和公司及商品的互動。增加員工的工作效能，包括AR的訓練課程，以及透過員工電子看板Employee Portal的導入，增加員工跨部門的溝通與合作。

## 系統整合與數據治理 (Data Governance)

智慧製造是創新的供應鏈網絡與產線升級過程，對製造業而言，是與過往經驗截然不同的新型態。傳統OT與IT交集較少，在智慧製造中，IT與OT兩端系統須做有效整合，以創造與傳統價值鏈不同的延伸創新應用。

數據驅動數位轉型是許多企業追求的目標，然而，IT x OT數據整合下所衍生出的相關數據管理問題，例如：如何讓數據發揮效用價值？數據標準不一致，產生數據孤島無法共享？缺乏制度性的技術管理架構等，往往成為業者轉型過程中的痛點，在面對不斷擴增的資料及不安定的資料聯盟的大數據環境下，如何讓數據架構與應用服務創新，發揮資料價值？是製造業在數位轉型時極需關注的議題。

數據是流動的資產，亦是企業數位轉型的重要基礎，企業須建立跨系統／跨業務端到端的數據治理，將數據生命週期做完整的規劃與管理，依資料架構、資料保存與歸檔、資料品質、主資料及參考資料管理、資料標準、詮釋資料管理、資料隱私與安全、資料所有權、報告與指標、法規遵循等，形成完整的數據治理制度，藉由管理制度與流程、技術架構與治理組織，確保數據能夠正確、一致且有效率地在企業內外部應用，讓數據的價值變現(Data Monetization)，以滿足業務需求和策略目標。

# 參考文獻

1. 溫紹群 (2020), 《台灣智慧製造與數位轉型關鍵能力調查》演講簡報, 勤業眾信聯合會計師事務所。
2. 勤業眾信聯合會計師事務所 (2019), 《工業 4.0 新戰略與發展路徑》。
3. 勤業眾信聯合會計師事務所 (2018), 《智慧製造大解讀》。
4. 簡禎富 (2014), 「從台積電案例, 談大數據分析如何提升製造智慧」, 《哈佛教你精通大數據》, 哈佛商業評論出版社, 台北。
5. 簡禎富 (2014), 《決策分析與管理: 紫式決策分析以全面提升決策品質》(第二版), 雙葉書廊, 台北。
6. 簡禎富 (2017), 「如何先打造出『工業 3.5』的能力」, 《哈佛商業評論》全球繁體中文版, 2017 年 4 月號, 46-54。
7. 簡禎富 (2019), 《工業 3.5: 台灣企業邁向智慧製造與數位決策的戰略》, 天下雜誌出版社, 台北。
8. 簡禎富 (2019), 「企業新五四運動」, 《哈佛商業評論》全球繁體中文版, 2019 年 2 月號, 32。
9. 簡禎富 (2019), 「德先生是公司治理和決策」, 《哈佛商業評論》全球繁體中文版, 2019 年 5 月號, 32。
10. 簡禎富 (2019), 「賽先生是科學管理和分析」, 《哈佛商業評論》全球繁體中文版, 2019 年 8 月號, 22。
11. 簡禎富 (2019), 「數位轉型是企業維新」, 《哈佛商業評論》全球繁體中文版, 2019 年 11 月號, 30。
12. 簡禎富、許嘉裕 (2018), 《大數據分析與資料挖礦》(第二版), 前程文化, 新北市。
13. 簡禎富、王宏鏞、傅文翰 (2018), 「工業 3.5 之先進智慧製造系統架構: 半導體智慧製造為例」, 《管理評論》, 37(3), 15-34。

## 研究方法

勤業眾信聯合會計師事務所與國立清華大學智慧製造中心共同合作於 2020 年 2 月至 4 月期間，針對台灣製造業導入智慧製造以及推動數位轉型的現況調查，本調查對象為台灣製造業，填答對象為中高階主管，最終回收樣本共 139 份，其中 49 份為高階主管 (CEO、CIO、副總) 填答，62 份為處長經理級主管填答。

產業別包含五大類：電子電腦產品與光學製品製造業計 37 份、半導體製造業計 27 份、金屬製品製造業 (包含汽車及零組件製造) 計 32 份、機械設備製造業計 16 份、化學品製造業 (包含橡膠製品) 計 11 份、與其他產業計 16 份。

受訪企業實收資本額小於新台幣 (下同) 1 億元計 4 家，1 億至 5 億元規模計 22 家，5 億至 10 億元規模計 20 家，10 億至 50 億元規模計 49 家，50 億元以上規模計 13 家。

## 關於作者

### 溫紹群 資深執行副總經理 Rick Wen

風險諮詢服務

rickswen@deloitte.com.tw

### 許梅君 協理 Mavis Hsu

風險諮詢服務

mavismhsu@deloitte.com.tw

### 楊之奇 經理 Gary Yang

風險諮詢服務

garycyang@deloitte.com.tw

### 鄭如珍 副理 Vivian J Cheng

風險諮詢服務

vivcheng@deloitte.com.tw

### 高碩圻 資深顧問 Camaron Kao

風險諮詢服務

camkao@deloitte.com.tw

### 林彥良 資深執行副總經理 Max Lin

風險諮詢服務

maxylin@deloitte.com.tw

### 陳威棋 副總經理 Ike W Chen

風險諮詢服務

ikewchen@deloitte.com.tw

### 蔡旻純 副理 Celeste M. Tsai

風險諮詢服務

celtsai@deloitte.com.tw

### 陳冠仲 副理 Luke Chen

風險諮詢服務

lukchen@deloitte.com.tw

# 特別致謝

本次特別感謝科技部人工智慧製造系統研究中心研究團隊：簡禎富主任、吳佳虹教授、周哲維執行長、林煥襄博士、洪子晏博士、徐凱軒研究助理、吳尚衡研究助理、鍾馨慧研究助理參與研究規劃與執行。



## 中心任務

1. 配合科技部政策，在清華大學成立人工智慧製造系統研究中心(國立清華大學智慧製造與循環經濟研究中心)，推動轄下計畫整合與合作，促進跨領域創新的綜效，整合人工智慧技術、統計、製造、管理、科技法律和社會科學等領域專家，協助台灣製造為主的產業結構升級和數位轉型。
2. 研發台灣製造的 AI 解決方案，使台灣製造軟實力 AI 化，促成 AI 產業化與產業 AI 化，以輸出新興 / 新南向國家。
3. 以台灣製造優勢為基礎，推動與世界頂尖研究中心和跨國企業的合作，邀集國內外專家來台交流、分享及傳承，主辦重要國際會議，提升台灣智慧製造國際影響力。
4. 衍生可吸引投資的新創事業，媒合國內外資源加速新創團隊。並與產業協會和法人單位策略聯盟以跨界合作，整合大學行政資源等，媒合產學合作促進創新創業。
5. 創設「智慧製造跨院高階主管碩士在職學位學程」(AIMS Fellows)、跨院國際博士班 iPhD「智慧製造與數位決策組」，舉辦 AI 智慧製造和實做的競賽和訓練以培養智慧製造人才，提高產業獲利和競爭力，創造高薪的優質新工作機會。



## AIMS 計畫團隊：

主持人	機構	計畫名稱及研究領域
林沛群	臺灣大學機械工程學系	以AI探索複雜系統的動態運動生成與控制機制
李慶鴻	交通大學電機工程學系	AI 於智慧機台系統開發
賴尚宏	清華大學資訊工程學系	深度學習應用於機器人視覺之最佳化
楊秋忠	中興大學土壤環境科學系	智慧農業循環經濟: 開發「無人有機廢棄物的人工智慧快速處理廠」之設計及建構
劉庭祿	中央研究院資訊科學研究所	深度學習與新興電腦視覺應用
鄭志鈞	中正大學機械工程學系	應用人工智慧於機聯網工具機之控制、預防維護與加工技術之研發
鍾文仁	中原大學機械工程學系	應用於模具製造之整合式智慧規劃與排程系統
陳添福	交通大學資訊工程學系	實現深度學習於產業服務之邊端智慧系統架構與其設計流程
簡禎富	清華大學工業工程與工程管理系	工業 3.5 的智慧製造與大數據分析解決方案
廖崇碩	清華大學工業工程與工程管理系	應用於先進製程之大數據智慧分析與決策系統學
李怡俐	清華大學科技法律研究所	競爭或合作?人工智慧在人文社會的應用與影響探究

AIMS中心網址：<https://www.aims.org.tw/>

AIMS聯絡資訊：[aims@ie.nthu.edu.tw](mailto:aims@ie.nthu.edu.tw)/03-5742932

# 聯絡我們

## 勤業眾信能源、資源與工業產業服務團隊

### 顏曉芳 資深會計師 Karen Yen

能源、資源與工業產業負責人  
karenyen@deloitte.com.tw

### 龍小平 資深執行副總經理 Wilson Lung

電力與公用事業產業負責人  
wlung@deloitte.com.tw

### 舒世明 副總經理 Morgan Shu

石油、燃氣與化學產業負責人  
morgansshu@deloitte.com.tw

### 許瑞軒 會計師 Stephen Hsu

礦業與金屬產業負責人  
stehsu@deloitte.com.tw

### 朝中瑾 副總經理 Jessie Chao

管理顧問服務  
jessiecchao@deloitte.com.tw

### 袁金蘭 資深會計師 Glendy Yuan

稅務服務  
glendyyuan@deloitte.com.tw

### 朱孝甫 副總經理 Sam Chu

財務諮詢服務  
samhchu@deloitte.com.tw

## 專案聯絡

### 黃詩芳 Shevon Huang

副理  
shhuang@deloitte.com.tw

### 張竣庭 Joseph Jang

能源、資源與工業產業專案專員  
josjang@deloitte.com.tw

### 吳家瑄 Tiffany Wu

能源、資源與工業產業專案專員  
tiffwu@deloitte.com.tw



隨著工業 4.0 的潮流席捲全世界，新型態的企業紛紛出現，挑戰既有商業模式。為了讓台灣企業在衝擊之下保有競爭力並提升應變彈性，政府將智慧機械列入五加二重點產業，極力推廣智慧製造轉型。勤業眾信相信工業 4.0 將持續為全球製造業帶來變革，為此我們成立了智慧製造服務團隊，以多元而深入的實務經驗為利基，以及高品質和高效率的專業，協助客戶處理企業內部最關鍵的課題，協助有意願轉型的台灣企業達成目標





#### About Deloitte

Deloitte 泛指 Deloitte Touche Tohmatsu Limited ( 簡稱 "DTTL" ), 以及其一家或多家會員所。每一個會員所均為具有獨立法律地位之法律實體。Deloitte("DTTL") 並不向客戶提供服務。請參閱 [www.deloitte.com/about](http://www.deloitte.com/about) 了解更多。

Deloitte 穩居業界領導者，為各行各業的上市及非上市提供審計、稅務、風險諮詢、財務顧問、管理顧問及其他相關服務。Fortune Global 500 大中，超過 80% 的企業皆由 Deloitte 遍及全球逾 150 個國家的會員所，以世界級優質專業服務，為客戶提供因應複雜商業挑戰中所需的卓越見解。如欲進一步了解 Deloitte 約 286,000 名專業人士如何致力於“ 因我不同，惟有更好” 的卓越典範，請參閱 [www.deloitte.com](http://www.deloitte.com) 了解更多。

#### About Deloitte Taiwan

勤業眾信 (Deloitte&Touche) 係指 Deloitte Touche Tohmatsu Limited(“DTTL”) 之會員，其成員包括勤業眾信聯合會計師事務所、勤業眾信管理顧問股份有限公司、勤業眾信財稅顧問股份有限公司、勤業眾信風險管理諮詢股份有限公司、德勤財務顧問股份有限公司、德勤不動產顧問股份有限公司、及德勤商務法律事務所。

勤業眾信以卓越的客戶服務、優秀的人才、完善的訓練及嚴謹的查核於業界享有良好聲譽。透過 Deloitte 資源整合，提供客戶全球化的服務，包括赴海外上市或籌集資金、海外企業回台掛牌、中國大陸及東協投資等。

本出版物係依一般性資訊編寫而成，僅供讀者參考之用。Deloitte 及其會員所與關聯機構 ( 統稱 “Deloitte 聯盟” ) 不因本出版物而被視為對任何人提供專業意見或服務。在做成任何決定或採取任何有可能影響企業財務或企業本身的行動前，請先諮詢專業顧問。對信賴本出版物而導致損失之任何人，Deloitte 聯盟之任一個體均不對其損失負任何責任。