編號：(109)012.0202

# 全球價值鏈重組趨勢下探討臺灣產業轉型策略與作法

「本研究報告內容僅供本會業務參考」

國家發展委員會

中華民國 109 年 06 月

編號：(109)012.0202

# 全球價值鏈重組趨勢下探討臺灣產業轉型策略與作法

委託單位：國家發展委員會

受託單位：中華經濟研究院

計畫主持人：陳信宏

協同主持人：劉孟俊

計畫期程：108 年 09 月至 109 年 06 月

國家發展委員會

中華民國 109 年 06 月

# 摘　要

美中貿易戰、科技衝突看似由美國對中國大陸的巨額貿易逆差所引起，但是就中長期的觀點來看，美國更關切中國大陸的國有企業與準國有企業的營業行為和政府補貼、中國大陸在一些領域科技優勢的崛起、及中國大陸的經濟體制改革等影響深遠的層面。

不過，經過多回合的交戰與協商，在 2020 年 1 月，美中簽署第一階段協議，重點內容包括：貿易平衡、市場准入、匯率穩定、強迫技術轉讓、智慧財產權、保障檢核機制、與撤銷加徵關稅等。美中的貿易戰緊張局勢獲得抒解。然而，之後由於新冠疫情由武漢擴大蔓延到全球許多國家，美國也成為新冠疫情受創最大的國家，導致一些國家出現「反中情結」，美國也因此間歇傳出一些擬對中國大陸採取部分新的貿易措施；在內容上比較偏向於針對性的科技戰措施（如華為、5G）。因此，整體來看，美中後續可能的貿易戰或科技戰比較偏向於局部性質，或美國政府內部仍有意見紛歧，態勢尚未明朗。

美中科技戰相當具有針對性，主要針對新興科技、特定企業。而且相對於貿易戰，美中科技戰可能是雙方間長期存在的議題，將會或暗或明地存在衝突。美中科技戰目前雙方爭議的焦點涉及到中國大陸影響力越來越大的領域之價值鏈中關鍵環節，例如，Android 作業系統之於智慧手機。美中間類似這種價值鏈的關鍵環節其實還有很多，包括博通和高通的高端晶片、半導體業的關鍵設備、IC 設計工具，乃至於 IC 設計所需的矽智財。整體而言，美國對中國大陸的新興大戰略已經浮現，其主要特徵為「擴展有選擇的脫鉤」，即在一些關鍵領域，盡其所能阻止中國大陸發展。

更重要的是，美中科技戰的博奕也可能不限於美中之間，目前的演變可能形成類似中國戰國時期的「合縱」、「連橫」的國

際複雜關係。因此，在美國收緊製造業跨境投資，高技術產品出口管制之際，相關業者要注意「合縱」或「連橫」的選擇，就美方可能產生的波及效果。對臺商的一個風險是：衝突雙方國內法（如美國的《商業管制清單》、《出口管理條例》、「未經核實」實體的危險名單）對臺商貿易（接單生產）與投資決策的影響與約束力。

同時，日韓間也出現貿易戰插曲。日本於 2019 年 7 月起對於出口至韓國之氟化氫、光阻劑、與氟化聚醯亞胺等三項產品實施出口管制措施、不再給予出口審查優惠，引發日韓兩國關係緊張，並可能影響半導體、OLED 面板等產品之全球價值鏈。日韓貿易管制的發展背景，或受到歷史、政治、貿易、軍事等近期事件影響。

美中科技戰、日韓科技產品的貿易管制意味著：衝突雙方的手段趨於多元，除既有的產業標準之爭、跨境貿易、投資限制之外，還包括材料、重要設備的出口核准或管制（日韓的「白名單」之爭）等。材料、重要設備向來為我國主要產業發展的弱點，即便半導體業也是如此。韓國政府對日本出口管制措施之因應及未來計畫相關措施包括：推動「加強材料、零件與設備產業競爭力之策略」、「企業合作建立材料、零件與設備產業生態系之計畫」，以及「材料、零件與設備競爭力委員會之營運細節」等。

本計畫另一個主軸是先進國家如何推動工業 4.0，之後並討論工業 4.0 對全球價值鏈的影響。基本上，製造業占比較低的先進國家，如美國和英國，比較強調「先進製造」（或「再工業化」），除了高階智慧製造之外，還特別強調發展新興產業與新材料，加上鼓勵製造業回流（美國），以期提高製造業的占比。相對地，製造業占比較高和製造業占比中段及以上的先進國家與中所得國家，比較強調與高階智慧製造相關的「工業 4.0」，以期推動製造業的數位轉型。「工業 4.0」較偏向於討論科技因素可能影

響供應鏈的長短，甚至於造成全球價值鏈的結構性重整。不過，主要先進國家的智慧製造解決方案仍然還會涉及材料、產品架構的研發。然而，我國在推動智慧製造或「工業 4.0」相形之下比較忽略材料、產品架構的研發。

較強調「先進製造」或「再工業化」的美、英等國，著重於建構新的產學合作體系或研究機構，因為涉及新興產業與新材料（如 3D 列印、輕量化材料等）所需的研發；而大學體系可以提供必要的先進知識。

比較強調與高階智慧製造相關的「工業 4.0」國家包括德國、日本，以及中國大陸。德國的工業 4.0 推動策略主要從「工廠設備」切入，針對工廠設備、機具及系統，提高智慧製造能力。德國工業 4.0 政策仍側重發展德國原有比較優勢，如機械自動化、智慧工廠和機器人等。科研計畫的具體目標大多重視從實際產業場域中，找到工業 4.0 的解決方案和導入可行性作法。

值得注意的是，雖然政策措施作法與重點領域各異其趣，但主要國家的相關政策都涵蓋多面向，包括：人才技術培訓、人力資本提升，藉此在新世代製造體系中競爭、掌握價值創造的關鍵議題。無論採用創新中心（英國、美國）、平台、示範/實驗場域（德國、日本）方式，政策重點都在於串連主要關鍵企業（提供需求）、學研機構（投入研究）。同時，強化國際合作、串連國際網絡，也是主要國家政策中的共同特徵，形成了以德國為核心的多個雙邊合作（德法、德美、德日、德中）；而中國大陸也在智慧製造方面加強與德國、日本、以色列合作。我國在推動智慧製造或「工業 4.0」相形之下比較少著墨於國際合作。

對中國大陸的發展動向而言，國際關注的焦點是「中國製造 2025」，其內容相當廣泛，主要聚焦新一代資訊技術、航太航空設備、高端船舶和海洋工程等十大領域，以「智慧製造」為主軸，

輔以製造業創新建設、綠色製造、高階設備創新等工程相互配合。

但是若以工業 4.0 的發展而言，中國大陸的核心政策應該是工業互聯網相關政策。2017 年中國國務院頒布《深化「互聯網+先進製造業」發展工業互聯網的指導意見》，確立中國大陸「工業互聯網」長期發展的戰略：提出「323」規劃，針對三大體系（網路、平臺、安全）、兩類應用（大型企業整合創新、中小企業普及應用）、三類支撐（產業、生態、國際化）進行建設。

我們初步認為中國大陸工業 4.0 的推動進展會受到幾個因素的影響，條列如下：

1. 產業原有的自動化基礎（偏流程/製程型產業）：這些產業在中國大陸往往是由國有企業所主導，政府也可指導國有企業在其所屬業務或供應鏈導入工業 4.0 的解決方案。
2. 產業原有的資訊化、數據化基礎：各國的普遍現象是資通訊產業原有的資訊化、數據化基礎較高，故往往是工業 4.0 的早期採用者。
3. 中國大陸本身對於供應鏈的掌握程度：工業 4.0 有不同程度，從個別工作、整廠智慧化到整個供應鏈的智慧化。中國大陸本身對於供應鏈的掌握度較高者，比較可能推動較高階的跨廠工業 4.0 解決方案。
4. 廠商或產業客製化的程度與策略：這與市場需求的區隔化、客製化有關。

由於美中貿易戰及科技戰的糾葛和新型冠狀病毒肺炎疫情的衝擊，對中國大陸經濟造成諸多負面影響，中國政府在 2020 年起強調要加快「新型基礎設施」的建設。新基建與以往的「舊基建」不同，而是以資通訊科技做為基礎建設的主要構成部分。短期上，新基建為中國政府實施「擴內需、穩投資、保成長」等

擴張財政政策的一環，以維繫經濟動能；長期而言，新基建旨在構築現代化資通訊基礎設施體系，以 2050 年建成中國大陸為「世界科技創新強國」為目標。

新基建的核心是數位轉型，以 5G、數據中心、人工智慧等為代表的「資訊基礎建設」，是新基建的最重要內容；2020 年 4 月之後，中國政府推動新基建對未來經濟社會發展的影響和效益，呈現更清晰的輪廓，亦即經由資訊技術和創新能力升級製造業，推動數位化、智慧化融合發展。

儘管中國大陸的經濟體制使得政府得以將「基礎建設」的範疇延伸到許多國有事業或計畫經濟所能及的範疇，這一般的市場經濟國家很難仿效，但是中國政府的新基建規劃主要著眼於經濟、產業、社會的數位轉型，並利用新基建布局強化上述數位轉型的基礎條件。這樣的視野可供我國推動「前瞻基礎建設」參考。

本計畫也進一步討論工業 4.0 與全球價值鏈的中長期議題。WTO（2019）的報告主張：未來工業 4.0 的發展與部署將使供應鏈重組（稱為供應鏈 4.0），會重塑並進一步改變全球價值鏈大體而言，不論是工業 4.0 或供應鏈 4.0 都在初始階段，其導入的程度會有尺度、模式的差異，再加上工業 4.0 或供應鏈 4.0 都可能改變營運模式及價值鏈的區位分布，故其對全球價值鏈的影響仍須進一步討論。不過本研究也提出了一些初步的分析，如後所述。

另外，我們也以特斯拉（Tesla）案例討論 Born-global Company 與其價值鏈的演變，藉此突顯我國鏈結 Born-global Company 及其價值鏈可能面對的問題。值得持續關注的是，隨著特斯拉已在中國大陸上海設廠，而且採用高階自動化的生產模式，這是否會使得特斯拉的供應鏈進一步出現變化，尤其是納入中國大陸的供應商？就新冠疫情發生前的報導來看，特斯拉在中國大陸上海設廠也伴隨著特斯拉電動車供應鏈本土化（中國化）的規

劃與承諾。就臺灣相關供應鏈廠商對於此趨勢之因應而言，一個可能的作法是以和特斯拉的供應鏈合作實績作為訴求，尋求打入其他電動車廠的供應鏈。

表 1 歸納我們所分析的美中貿易戰對全球價值鏈的影響，而且由於臺商深受影響，故我們也提出對臺商的影響或變數，以及政府對策芻議。

**表 1　美中貿易戰對全球價值鏈的影響**

| 影響因素 | **市場因素：中國大陸市場的重要性與影響力** |
|---|---|
| 可能演變的方向 | ◆ 總體趨勢：全球價值鏈可能會朝以大型市場(且之間具有政經衝突性)為中心的區域化發展<br>◆ 固然有些以美國為出口市場的臺商供應鏈可能會移出中國大陸，但仍會有服務中國大陸市場之價值鏈；且可能繼續在中國大陸營運(in China, for China)<br>◆ 一些廠商採取採用“China+1”的供應鏈戰略 |
| 對臺商的影響或變數 | ◆ 不能據此推論這些臺商將低階業務留在中國大陸，將高階業務移回臺灣<br>◆ 變數：中國大陸本土供應鏈崛起的衝擊，尤其是中國政府所重視的戰略產業部門，會面臨是否或能否為中國大陸產業鏈或創新生態系接納問題(間接效果)<br>◆ 有些中國大陸臺商採取「異地崛起模式」，與中國大陸的價值鏈或創新生態系緊密鑲嵌，他們未來的發展取決於中國大陸本身相對應產業的發展前景；也不容易移出 |
| 影響因素 | **市場因素：訂單或市場的集中度** |
| 可能演變的方向 | ◆ 寡占型態的全球價值鏈是目標明顯的標的(如伺服器)，較易受到美中貿易戰及科技戰的衝擊(直接效果)<br>◆ 訂單或市場的集中度較低的產業可能會在美中貿易戰中尋求市場轉向，爭取向美國以外的其他(如歐洲)市場出口(直接效果) |
| 對臺商的影響或變數 | ◆ 市場轉向可能對原本在臺灣生產的廠商產生新的價格競爭壓力，臺灣需要建立新的供應鏈關係連結，以促成臺灣出口商品結構與市場結構的轉型(間接效果) |
| 政府對策 | ◆ 補助和輔導廠商通過調整陣痛期和供應鏈認證體系(如由 AM 進入 OEM)，藉此掌握新訂單和建立市場新連結 |
| 影響因素 | **產品研發與軟體：「一個世界、兩套系統」** |
| 可能演變的方向 | ◆ 美國抵制(如華為)迫使中國大陸加強某些領域的本土化或「中國化」 |
| 對臺商的影響或變數 | ◆ 必須更加投資軟體方面的研發，且某些領域的軟體研 |

| | |
|---|---|
| | 發可能會涉及美中各自所設定的資安規範與認證要求(間接效果)<br>◆ 某些臺商在價值鏈上的軟體及韌體研發投資與軟體及韌體研發人才的需求會大幅增加(間接效果)<br>◆ 可能的情況：「一個世界、兩套系統」甚至要兩套研發系統(間接效果) |
| 政府對策 | ◆ 促成關鍵商品(critical goods)價值鏈串連，美臺政府可協助雙方產業建立「可信任的生產履歷」機制或資安認證體系 |

資料來源：本研究。

表 2 就領域別歸納我們所分析的美中科技戰對全球價值鏈的影響。美中科技戰的主戰場其實在美中之間，主要在半導體及 5G 領域有較複雜的多方關係。值得強調的是：一些廠商（含美商）的策略是 In China, for China；這是企業的策略選擇。但是，美國政府對台積電的要求是 For USA, in USA，因此台積電最近已宣布將到美國設立 5 奈米的 12 吋晶圓廠。但是，未來一個對臺灣較不利的情境是:中國政府也可能要求 For China, in China，這會使得一些臺商面臨選邊站難題。一種可能的情況是：有些臺商可能在兩岸間採取「兩個屋頂（營運體系）」的營運方式，透過減少對美國技術、設備、原料的依賴來服務中國大陸市場（間接效果）。

**表 2　美中科技戰對全球價值鏈的影響：領域別**

| 領域 | **中國大陸在一些既有複雜產品產業尋求突破或自主創新，如「大飛機夢」的 C919** |
|---|---|
| 可能演變的方向 | ◆ 中國大陸會尋求透過與第三方國家的合作,降低對美國的依賴 |
| 對臺商的影響或變數 | ◆ 在國際寡占的複雜產品系統,臺商的著力點相當有限 |
| 領域 | **AI 領域** |
| 可能演變的方向 | ◆ 華爾街日報：優勢在美國一邊，但美中間的差距在縮小<br>◆ Ernst：美國對中國大陸的技術封鎖正迫使中國大陸強化 AI 在基礎研究和應用研究的連結，這有助於中國大陸在核心基礎技術的迎頭趕上 |
| 對臺商的影響或變數 | ◆ 目前比較處於美中兩國相互較勁階段；不過 AI 晶片的發展也牽涉到半導體產業 |
| 領域 | **半導體領域：多方關係** |
| 可能演變的方向 | ◆ 華爾街日報：美國在半導體領域佔據優勢 |

| | |
|---|---|
| | ◆ 美國政府對台積電的要求是 For USA, in USA |
| 對臺商的影響或變數 | ◆ 變數：中國政府也可能要求 For China, in China，會使得一些臺商面臨選邊站難題。有些臺商可能在兩岸間採取「兩個屋頂(營運體系)」的營運方式，透過減少對美國技術、設備、原料的依賴來服務中國大陸市場(間接效果)<br>◆ 中國大陸「去美化」需比較長的時間，且初期可能不是「中國化」，而是拉攏韓國、臺灣等相關業者或人才等(直接效果)。由於半導體產業在美中科技戰中舉足輕重，臺灣等相關業者在中長期可能將面臨是否當地化問題(間接效果) |
| 領域 | **5G 相關領域：對「一個世界、兩套系統」的進一步思考** |
| 可能演變的方向 | ◆ 基礎網路層、中介軟體/服務平台層、終端設備層、和應用層反映出多種互補技術、產品及應用間的複雜關係，也顯示美中雙方各有所長<br>◆ 美中雙方未來在 5G 產業的發展不完全取決於單一的產業價值鏈 |
| 對臺商的影響或變數 | ◆ 業界普遍預期 5G 會出現白牌設備的商機，打破原本國際通訊系統設備壟斷的局面，臺商可以突破原有的 OEM/ODM 代工型態(直接效果) |

資料來源：本研究。

另一方面，中國大陸可能會擴大吸引我半導體企業投資與人才，以利長期建構在中國大陸的「全產業鏈」。短期內，中國大陸半導體產業發展戰略的重點是降低對美國的依賴。我們認為：這種「去美化」需要比較長的時間，而且初期可能不是「中國化」，而是拉攏韓國、臺灣等相關業者或人才等（直接效果）。但是，由於半導體產業在美中科技戰中舉足輕重，臺灣等相關業者在中長期可能將面臨是否當地化問題（間接效果）。

我們也初步探討工業 4.0 與新冠疫情對全球價值鏈的影響。先進國家推動工業 4.0 一個重要的目的是製造業回流，但是目前的觀點或證據尚不足以支撐這個看法。就高階自動化對全球價值鏈的影響，不能採取「技術決定論」的觀點，還需考慮眾多其他的因素，包括：市場的差異化、營運模式的改變、資本與勞動力平衡考量對技術採納的誘因等因素。我們的製鞋業案例分析也支持這種論點。

更重要的是，在這全球價值鏈變動的過程，我國的製鞋業供應鏈大廠也積極投入智慧製造及先進材料等方面的研發；而這也相當程度促使國際品牌大廠在調整智慧製造的發展路線時，回頭加強與臺灣價值鏈夥伴（如寶成、豐泰）的合作。所以工業 4.0 不只是牽涉到製造端和供應鏈上的智慧機械、智慧製造、智慧供應鏈等數位化解決方案，還牽涉產品架構的改變和先進材料等方面的研發創新。

一個值得注意的發展是：新興的數位化解決方案可能形成新型態（數位化）的「價值鏈上的服務」或製造服務化。新數位化科技有助於管理跨境和跨組織的全球價值鏈，因此透過數位化加值，供應鏈上的服務會有新的面貌，即便工廠在海外，可以遠端調校、處理；這種情況下或許比較容易形成以市場為主要考量的區域化供應鏈或是以市場為核心的短鏈。過程中，臺灣本地的廠商可以提供新數位化型態的製造服務，藉此有機會提高附加價值。一個參考案例與天下雜誌報導有關：在疫情衝擊之際，工程師無法出差，半導體業者該怎麼維修機台？怎麼安裝新設備？ASML 透過荷美台三國連線，運用混合實境（MR）幫台積電遠距裝設機台。

現有對全球價值鏈的討論或觀察是以已開發國家或其領頭羊廠商（尤其是美國的品牌大廠）的觀點為主，而且大多著重於探討現有產業之「供給面連結」變化趨勢。因此，若單純以全球價值鏈的角度來論述臺灣的產業發展或轉型會有盲點，所以我們的建議分為兩個部分：全球價值鏈相關部分與全球價值鏈觀點之外部分。

## 一、全球價值鏈相關部分

1.<u>加強智慧供應鏈之國際合作</u>：我國深度參與全球價值鏈的產業，在工業 4.0 發展趨勢中，其實面對智慧供應鏈之國際連

結與主導權問題。一般而論，在訂單非常集中的產業中，全球價值鏈的主導者大多為品牌客戶，供應鏈之智慧化可能為跨國、跨廠性質，也將取決於品牌客戶/領頭羊廠商。依此，我們建議：針對部分如紡織、鞋類或航太等具高度國際供應鏈鏈結、訂單相對集中等產業，政府可以推動智慧供應鏈國際合作計畫。

2.加強推動工業 4.0 的營運模式創新：一個值得注意且臺灣廠商較少著墨的發展是：廣義的智慧製造或數位轉型牽涉到營運模式創新，可能藉此改變國際供應鏈的樣態。一個與臺灣有關的案例是 Peloton 的軟體/服務思維創新對臺灣運動器材製造業的影響；在成為獨角獸之後，Peloton 還來臺併購了原本的供應商-臺南的飛輪大廠期美科技。另外，針對臺灣在地臺商，協助製造升級及智慧化發展，同時也要協助朝向平台化方式經營，以發展更多新型態（數位化）的「價值鏈上的服務」或製造服務化。

3.加強與 Born-global 領導業者的合作：一些領導廠商或快速成長新興中小企業在經營數位或智慧科技新興領域，其創新生態系具有「先天國際化」特色，這些廠商作為這些領域的重要平臺業者在創新生態系中可扮演領頭羊的角色，也在跨境、跨域尋求相關的業者一起加入和壯大其生態系；產生新型態的全球價值鏈。就此一個參考案例是 Tesla 和 Peloton。這意味著我國可以在一些新興領域（如電動車/智慧車、物聯網）成為集結中的創新生態系之策略聯盟夥伴。

4.協助建立新的供應鏈關係連結：在因美中貿易戰而產生市場轉向的產業或產品領域，臺灣需要建立新的供應鏈關係連結，以促成臺灣出口商品結構與市場結構的轉型。如臺灣汽車零組件產業傳統上著重於售後服務市場（AM），若要切入到整車廠或 Tier 1 的供應鏈體系，一方面面臨如何與整車廠或

Tier 1 建立聯繫關係，另一方面需要繁瑣冗長的產品和製程調整問題；而且後者並非政府一般性的研發補助計畫補助的重點。但是若能透過一些補助和輔導計畫協助廠商通過調整陣痛期，則臺灣相關業者將有機會建立新的訂單和市場連結機會。

5. 促成關鍵商品（critical goods）價值鏈串連：目前美臺之間類似一種「信任聯盟」（Trust-based Alliance），有其國際政經情境因素。但若從促成關鍵商品（critical goods）價值鏈串連的角度來看，美臺政府或許可以協助雙方產業建立「可信任的生產履歷」機制或資安認證體系。

6. 協助臺商分流：在第二場座談會，有公會代表提到：針對從中國大陸撤出但不適合在臺灣生產的臺商，希望政府能夠提出協助措施，如鼓勵大廠建立共創平台，透過大廠帶動供應鏈廠商到國外佈局，促進整體產業鏈的完整，並與被投資國形成完整產業生態系，雙方互惠。尤其是注意臺商應加強產業升級和提高供應鏈自主性；不能只有低階或半產品，需要加強產業供應及產業自主。

## 二、全球價值鏈觀點之外部分

1. 重視材料和產品架構的創新：美中科技戰、日韓科技產品的貿易管制顯示：衝突雙方的手段趨於多元，除既有的產業標準之爭、跨境貿易、投資限制之外，還包括材料、重要設備的出口核准或管制等。而且，材料、重要設備向來為我國主要產業發展的弱點，即便半導體業也是如此。因日韓的「白名單」之爭，韓國已開始加強重要材料、重要設備的國產化。

我們也就新冠疫情對全球價值鏈的影響提出一些與全球價值鏈較有關的看法，包括：對全球化的反思或全球化的內縮、供

應鏈韌性與經濟安全。其實，全球供應網絡的脆弱性早有前例，只是多僅限於特定地區、產業自主調控回應解決，不曾升級為國家層次的安全議題。但是新冠疫情時期卻促成了政府的介入，例如臺灣的「口罩國家隊」、川普總統動用《國防生產法》等。

2.針對未來類似疫情所涉及之經濟安全相關的物資，我們建議：（1）政府可建立緊急授權機制，如美國的《國防生產法》；（2）在雙邊或複邊架構下建立可能的備援體系。蔡總統在連任演說特別提出：「要建構足以確保關鍵物資供應的民生及戰備產業」，但我們認為發展民生及戰備產業需要有配套。生產經濟安全之相關物資其實涉及供應鏈韌性與成本效益的衡量。考慮我國市場規模有限，我們認為涉及經濟、社會安全或韌性的供應鏈布局需要在雙邊或複邊的架構處理比較合乎成本效益。參考紐澳兩國目前正在協商建立以安全旅遊為主之“Trans-Tasman Bubble”，我們建議政府研擬與一些友好國家去探討形成特定領域的「經濟互助圈」（如經濟安全或醫療安全互助協議）。

# Abstract

The study is commissioned by the National Development Council (NDC) to examine the impact of US-China trade war and technology war on the global value chain (GVC), which has had much to do with Taiwan's industrial development. Meanwhile, the study also touches on the issue of what COVID-19 means to the reconfiguration of GVC. Moreover, Industry 4.0 or advanced manufacturing initiatives promoted by advanced countries and a few catch-up countries arguably are changing the global industrial landscape of GVC. This project examines the above-mentioned issues in details. We then go further to discuss Taiwan's strategies and policy measures to Promote industrial transformation.

Since President Trump took office, the U.S. has waged comprehensive trade wars against a few trading partners, but nowadays the central focus is between the U.S. and China. Meanwhile, out of concerns over China's fast development in a few advanced technologies, such as 5G, AI, the US-China technology war tends to be more specific, targeting specifically a few Chinese state-owned enterprises and alike, Huawei in particular, and a few technological fields. The first round trade agreement between the U.S. and China was signed in January 2020, which did temporarily ease the tension between the sides. However, US-China technology war still goes on, with the Trump administration taking on China from time to time. In addition, the COVID-19 pandemic has gone further to level up the tension of U.S.-China economic decoupling. This may facilitate the development of "regionalized GVCs",

centering around individual major markets with political confrontation.

The issues of US-China trade war and technology war have drawn much attention from both inside and outside Taiwan. By taking advantage of the existing analyses and evaluations, we go further to explore their impacts on the Taiwanese firms and their GVCs involved, from a long-term perspective. In particular, the trend of U.S.-China economic decoupling has brought about a growing concern about the so-called “one world, two systems”. We explore what this means to the GVCs involved in details.

Another important aspect of the study is to examine the impact of Industry 4.0 on GVC. We have made a comprehensive review on the way in which a few leading countries promote industrial transformation via Industry 4.0 or advanced manufacturing; including the U.S., the U.K., Germany, Japan, and China. While "Made in China 2025", Beijing's signature industrial policy, was singled out as a symbol of the China's ambition to dominate the future, China’s major policy for Industry 4.0 has been centered around “Industrial Internet” and the so-called “New Infrastructure” initiative launched recently.

There is high expectation that Industry 4.0 and/or full-scale high level automation would lead to a dramatic change in the GVC, termed as “Supply Chain 4.0”, but the evidence gathered so far does not support such a straightforward view. On the one hand, one needs to take an evolutionary view towards Industry 4.0 and it takes time for the new stylish GVC, if any, to take shape. On the other hand, the impact of Industry 4.0 on GVC depends on a few other factors than just the technical one. We have conducted a case study on the

footwear industry by discussing how the Taiwanese ODM players have come to terms with the impact brought about by a couple of leading brand marketers' (Nike, Adidas) experiments of Industry 4.0. In the end, both of Nike' and Adidas' journey towards high level automation, though supported by their governments, did not live up to the high expectation. In addition, our case study on Tesla has looked into the opportunity for some of the Taiwanese players to grow with "Born-global" companies and their GVC.

The study has also conducted benchmark analyses on both South Korea and Singapore by examining the way in which both countries each stand up to challenges posed by the trend of GVC Reconfiguration. Finally, we go further to discuss Taiwan's strategies and policy measures to promote industrial transformation.

# 目　錄


**摘　要 ..... I**

**Abstract ..... XIII**

**目　錄 ..... XVII**

**表　次 ..... XXI**

**圖　次 ..... XXV**

**方　塊 ..... XXIX**

**第一章　緒論 ..... 1**

第一節　計畫背景與研究目的 ..... 1

第二節　計畫架構 ..... 3

第三節　研究方法 ..... 10

第四節　章節安排 ..... 12

**第二章　美中貿易暨科技戰進展與相關議題 ..... 17**

第一節　美中貿易戰與科技戰的進展 ..... 18

第二節　美中經貿談判進程與主要爭議 ..... 38

第三節　美中科技戰的議題分析 ..... 53

第四節　貿易戰插曲：日韓貿易管制發展概況 ..... 64

第五節　小結 ..... 77

**第三章　美中貿易戰對臺灣產業之影響：短期觀點 ... 81**

第一節　國內外智庫之既有分析 ..... 81

第二節　總體數據：海外訂單與出口之交叉分析 ..... 102

第三節　「資訊與通訊產品」產業案例分析 ..... 111

第四節　臺商回臺案例分析：與智慧製造相關者 ..... 118

第五節　質性影響分析：座談會成果 ..... 130

第六節　小結 ..... 135

**第四章　先進國家「再工業化」與工業 4.0 發展趨勢 ..... 141**

第一節　國際趨勢概觀.....141
第二節　美國：「美國製造」與「鼓勵製造業回流」.....145
第三節　德國、英國與日本之先進製造或工業 4.0.....166
第四節　中國大陸：「中國製造 2025」與工業互聯網.....211
第五節　小結.....245
**第五章　工業 4.0 與全球價值鏈的中長期議題：國際組織觀點標竿 ..... 253**
第一節　全球價值鏈發展前景.....254
第二節　「短鏈革命」及其發展趨勢.....258
第三節　工業 4.0、供應鏈 4.0 與全球價值鏈 .....277
第四節　製鞋業案例：工業 4.0 對全球價值鏈的 初步影響 .....282
第五節　特斯拉（Tesla）案例：Born-global Company 與其價值鏈的演變.....291
第六節　小結.....304
**第六章　轉變中的全球價值鏈：美中貿易戰與科技戰、工業 4.0 的影響 ..... 313**
第一節　全球價值鏈與臺灣產業發展：原有主要型態.....313
第二節　美中貿易戰對全球價值鏈的影響 .....326
第三節　美中科技戰對全球價值鏈的影響 .....334
第四節　初探工業 4.0 與新冠疫情對全球價值鏈的影響.....340
第五節　小結：轉變中的全球價值鏈.....353
**第七章　發展模式國家標竿：韓國與新加坡 ..... 359**
第一節　韓國.....361
第二節　新加坡.....384
第三節　小結.....408
**第八章　結論與建議 ..... 413**
第一節　結論.....413
第二節　建議.....423

參考文獻 ..... 429
附錄一　期初報告意見回復表 ..... 439
附錄二　期中報告意見回復表 ..... 443
附錄三　期末報告意見回復表 ..... 447
附錄四　第一場座談會記錄 ..... 451
附錄五　第二場座談會記錄 ..... 467

# 表　次

表 2-1-1　美國對中國大陸的貿易制裁(2018 年 7 月 6 日至 2019 年 12 月 31 日）.....19
表 2-1-2　中國大陸對美國的貿易反制(2018 年 7 月 6 日至 2019 年 12 月 31 日）.....20
表 2-1-3　FIRRMA 強化投資審查行業一覽 .....23
表 2-1-4　美國對中國大陸企業併購否決（截至 2020 年 1 月 31 日）.....24
表 2-1-5　中國大陸外商撤廠情況(2018 年 4 月至 2020 年 1 月）.....26
表 2-1-6　美國對中國大陸出口管制(截至 2019 年 10 月 31 日）.....30
表 2-1-7　美國 14 類關鍵技術出口管制清單.....32
表 2-1-8　美國對華為的管制（2018 年 4 月至 2020 年 6 月）35
表 2-1-9　各國對華為准入之態度 .....37
表 2-2-1　美中貿易談判內容（截至 2020 年 1 月 31 日）.....40
表 2-2-2　美中第一階段協議重點 .....51
表 2-3-1　美國對中國大陸商業間諜的起訴（2018 年 12 月至 2020 年 2 月）.....55
表 2-3-2　華爾街日報：從五大領域看美中兩國各自優勢 .....62
表 2-4-1　日本之貿易管理國家分組定義 .....68
表 3-1-1　中國科學院：2018 年和 2019 年 1-7 月中國大陸的出口情況 .....86
表 3-1-2　中國科學院：美國關稅清單中出現出口轉移目的地.....88
表 3-1-3　中國科學院：涉及第 1 及第 2 波清單的商品及其相關商品中出現出口轉移的目的地分析.....91
表 3-1-4　中國科學院：涉及第 3 波清單的商品及其相關商品中出現出口轉移的目的地分析.....92
表 3-1-5　中經院：美中貿易戰後的臺灣投資佈局調整模式 101

表 3-2-1　外銷訂單各地生產比率 .....105
表 3-2-2　國內廠商在中國大陸有生產線者考慮調整產線之時間與地點 .....107
表 3-3-1　中國大陸 2018 及 2019 年出口額分布（美國對中國大陸加徵的三波關稅清單項目） .....113
表 3-3-2　美國 2018 及 2019 年進口額分布（美國對中國大陸加徵的三波關稅清單項目） .....113
表 3-3-3　臺灣 2018 及 2019 年出口額分布（美國對中國大陸加徵的三波關稅清單項目） .....114
表 3-3-4　中國大陸 2018 及 2019 年出口額分布（美國對中國大陸加徵的第四波 3,000 億美元項目） .....116
表 3-3-5　美國 2018 及 2019 年進口額分布（美國對中國大陸加徵的第四波 3000 億美元項目） .....116
表 3-3-6　臺灣 2018 及 2019 年出口額分布（美國對中國大陸加徵的三波關稅清單項目） .....117
表 3-4-1　23 家案例臺商回流投資作為 .....119
表 3-4-2　回流案例臺商：兩岸工廠之技術發展規劃.....124
表 3-4-3　回流案例臺商投資動向：以資通訊產業為例.....127
表 3-5-1　兩次座談會成果摘錄 .....133
表 4-2-1　美國《先進製造業領導力戰略》的策略目標.....158
表 4-3-1　德國工業 4.0 之準備階段政策 .....166
表 4-3-2　德國工業 4.0 之推廣落實階段政策.....167
表 4-3-3　德國工業 4.0 之社會應用政策 .....169
表 4-3-4　德國聯邦政府部會就工業 4.0 的分工.....170
表 4-3-5　德國 BITKOM 數位協會在工業 4.0 平臺的角色....172
表 4-3-6　Platform Industry 4.0 的平臺功能和工作小組.....172
表 4-3-7　「英國積層製造委員會」轄下工作組討論之議題、障礙 .....187
表 4-3-8　「英國積層製造委員會」對發展積層製造提出之建議 .....188
表 4-3-9　日本 Connected Industries 政策之重點領域與推行做法

.....200
表 4-3-10　日本機器人系統整合商技能標準項目 .....207
表 4-3-11　FA 與機器人系統整合商協會轄下各分科會.....209
表 4-4-1　「中國製造 2025」的發展目標 .....211
表 4-4-2　「中國製造 2025」的核心內容 .....212
表 4-4-3　「中國製造 2025」重點工程與目標.....216
表 4-4-4　近年中國政府公告之工業互聯網相關政策.....223
表 4-4-5　中國工業互聯網「323」行動 .....225
表 4-4-6　《工業互聯網發展行動計畫（2018-2020 年）》之重點任務 .....228
表 4-4-7　中國大陸新基建範圍 .....234
表 4-5-1　主要國家工業 4.0 相關的施政措施.....251
表 5-1-1　OECD：全球價值鏈演變情境之 METRO 模型模擬結果 .....256
表 5-2-1　引發製造業回流的正、負面前 15 項因素 .....262
表 5-2-2　回流與直接投資美國的前 10 大產業分布 .....263
表 5-2-3　回流與直接投資美國的技術層次分布 .....264
表 5-2-4　回流與直接投資美國的前 10 大來源國分布.....265
表 5-3-1　數位轉型發展歷程 .....278
表 5-5-1　特斯拉早期與戴姆勒、豐田技術合作概況.....293
表 5-5-2　Tesla 早期與產官學於電動車之合作 .....293
表 5-5-3　Tesla 車輛技術與產地之變化 .....297
表 5-5-4　特斯拉核心零組件之我國長期供應商：不同車款 299
表 6-1-1　ICT 產業之「貿易、投資、服務、智財之緊密連結」：臺灣觀點 .....323
表 6-5-1　美中貿易戰對全球價值鏈的影響 .....353
表 6-5-2　美中科技戰對全球價值鏈的影響：領域別.....355
表 7-1-1　韓國再工業化政策比較：文政府（2017-2019）...362
表 7-1-2　I-Korea 4.0 產業發展目標（2018-2022 年）.....365

表 7-1-3　I-Korea 4.0 之產業發展目標與任務（創新成長引擎）.....366
表 7-1-4　I-Korea 4.0 關鍵任務 .....369
表 7-1-5　PC4iR 下創新次委員會的專業領域 .....370
表 7-1-6　韓國製造業復興願景戰略之產業成長目標.....380
表 7-1-7　韓國：後疫情時代的 8 大影響領域.....381
表 7-2-1　新加坡：製造業次產業附加價之表現 .....390
表 7-3-1　韓國與新加坡工業 4.0 相關的施政措施 .....411
表 8-1-1　美中貿易戰對全球價值鏈的影響 .....419
表 8-1-2　美中科技戰對全球價值鏈的影響：領域別.....420

# 圖　次

圖 1-1-1　計畫之研究架構..... 4
圖 2-4-1　日韓貿易管制發展進程 .....65
圖 3-1-1　Alessandro Nicita：美中貿易戰之出口轉移效果分析 .....90
圖 3-1-2　Chad P. Bown：美中第一階段協議的擴大貿易採購項目 .....94
圖 3-1-3　Chad P. Bown：美中兩國對彼此進口品平均課徵關稅稅率 .....95
圖 3-2-1　產業海外生產比重 .....103
圖 3-2-2　海外生產比率之趨勢：資通訊產品.....105
圖 3-2-3　「臺灣接單、大陸生產」中，直接輸美之比重 ....106
圖 3-2-4　各產業出口背離率之變化（2019 年） .....110
圖 3-3-1　「資訊與通訊產品」出口背離率之變化（歷年） 111
圖 4-1-1　先進國家再工業化影響的新興/跨產業技術 .....142
圖 4-1-2　全球再工業化綜覽.....143
圖 4-3-1　德國 Autonomik fur Industrie 4.0 計畫介紹.....171
圖 4-3-2　德國工業 4.0 標準-RAMI 4.0 .....174
圖 4-3-3　工業 4.0 線上地圖 Online Map 之產品應用案例....175
圖 4-3-4　德國 Labs Network Industrie 4.0 計畫 .....176
圖 4-3-5　德國 Plattform Industrie 4.0 計畫之國際交流成果 .177
圖 4-3-6　英國「工程暨物理科學研究委員會」資助之「創新 製造中心」分布 .....183
圖 4-3-7　英國「製造技術中心」地理位置 .....185
圖 4-3-8　「英國積層製造委員會」的推動計畫內容與預期目標 .....187
圖 4-3-9　英國「製造技術中心」會員種類與權利差異.....190
圖 4-3-10　英國「國家積層製造中心」在積層製造領域實施的全數位流程 .....192

圖 4-3-11 「航太數位重構積層製造設備」的參與者與研發目標 .....193
圖 4-3-12 當前日本再工業化產業發展政策架構圖 .....196
圖 4-3-13 日本經產省 CI：重點領域與跨領域課題 .....199
圖 4-4-1 WEF 與麥肯錫：全球「燈塔工廠」案例 .....241
圖 5-1-1 全球價值鏈貿易的演變趨勢 .....257
圖 5-5-1 特斯拉車輛創新生態（2009 年之前） .....295
圖 5-5-2 特斯拉車輛創新生態（2009 年之後） .....296
圖 5-5-3 特斯拉 Model 3 零組件供應商 .....298
圖 6-1-1 Baldwin（2020）：2017 年以德國、中國大陸、美國為中心之出口網絡關係（以 TiVA 計算） .....324
圖 6-3-1 對「一個世界、兩套系統」的進一步思考 .....339
圖 7-1-1 韓國再工業化重大政策比較：朴政府 vs.文政府 ...361
圖 7-1-2 I-Korea 4.0 策略重點 .....365
圖 7-1-3 I-Korea 4.0： ICT 研發創新戰略 .....375
圖 7-1-4 I-Korea 4.0：AI 研發戰略 .....376
圖 7-2-1 新加坡：整體製造業 GDP 及占比之趨勢 .....384
圖 7-2-2 新加坡：整體製造業歷年出口趨勢 .....385
圖 7-2-3 新加坡：整體製造業歷年外商投資表現 .....386
圖 7-2-4 新加坡：整體製造業歷年外商投資額表現（分次產業）.....386
圖 7-2-5 新加坡：整體製造業歷年勞動生產力趨勢 .....388
圖 7-2-6 新加坡：整體製造業附加價值及占全國之趨勢 ....388
圖 7-2-7 新加坡：促進先進製造技術應用之公私夥伴關係平台 .....393
圖 7-2-8 新加坡：示範工廠（Tech Labs）利益關係方互動關係 .....395
圖 7-2-9 新加坡：示範工廠 Tech Labs@SIMTech 概念圖及實際情況 .....396
圖 7-2-10 新加坡：Tech Labs@ARTC 的參與成員 .....397

圖 7-2-11　新加坡：Tech Labs@ARTC 之商業模式.....398
圖 7-2-12　新加坡：「增強數位能力」及「發展及落實產業轉型地圖」兩大主軸之關係.....400
圖 7-2-13　新加坡：電子產業轉型地圖行動方案.....402
圖 7-3-1　新加坡：工業 4.0 措施體系.....411

# 方　塊

方塊 4-4-1　WEF 與麥肯錫：五家位於中國大陸的「燈塔工廠」.....242
方塊 5-4-1　Nike 發展智慧製造的轉折.....283
方塊 5-4-2　Adidas 之「高速工廠」案例.....286
方塊 5-5-1　富田、和大及貿聯與特斯拉之供應鏈關係.....299
方塊 6-4-1　ASML 的遠距裝機、遠端修機.....343
方塊 6-4-2　Peloton 的營運模式.....344
方塊 7-2-1　新加坡裕廊島之石化產業聚落.....389

# 第一章　緒論

## 第一節　計畫背景與研究目的

自 2018 年 7 月美中相互提高加徵關稅稅率引發貿易戰以來，已使得在中國大陸的外企陸續將生產線撤離中國大陸，造成全球供應鏈產生移動。如根據 2019 年上半年臺灣採購經理人營運展望調查，製造業在中國大陸設廠或營運據點的臺商中有 18.9%評估回臺灣投資設點，考量遷廠東協的臺商比重則更高；另中國大陸美國商會與上海美國商會 2019 年 5 月的調查也顯示有 40.7%受訪者正考慮或已經將生產線遷出中國大陸。美國除持續祭出關稅手段，更對華為等中國大陸科技大廠進行非關稅貿易障礙管制，此舉將牽動全球產業供應鏈版圖重組，甚至可能出現供應鏈分流的狀況，均將對臺灣產業布局及相關產業鏈產生影響，後續對臺灣持續帶來的挑戰與機遇，值得觀察與研究。

全球供應鏈的重組也將使得全球價值鏈產生變化。根據 OECD、WTO、WB 等出版「Global Value Chain Development Report 2019」報告（WTO, 2019）指出，中國大陸已經成為一個新的樞紐，其在全球價值鏈中所發揮的作用越來越重要。而其在亞洲價值鏈中多處於末端，採用來自日本，韓國和臺灣的複雜零件，並將這些零件組裝成最終產品。此外，報告也指出未來發展“工業 4.0”的技術（如機器人，大數據、物聯網等新技術）將使供應鏈重組（稱為供應鏈 4.0），也會重塑並進一步改變全球價值鏈。

臺灣深度參與全球價值鏈（2015 年達 56.8%），受全球供應鏈重組的影響也較大，但臺灣在價值鏈的微笑曲線中多屬製造及組裝階段，以致出口的附加價值率不及美日，有待提升。爰此，面對美中經貿摩擦及工業 4.0 所帶來的全球價值鏈重組的新趨勢，

有必要針對全球價值鏈趨勢變化對我國廠商（含臺商）及產業發展與轉型之影響，進行深入研究，並提出政策建議。

根據上述，本計畫之目標為：

一、探討美中貿易、科技衝突（或稱科技戰）對全球供應鏈的可能影響，並研提我國企業（包括臺商）的因應做法及政府的對策。

二、針對美中貿易、科技衝突及未來工業 4.0 影響全球價值鏈重組的趨勢下，研提我國產業轉型的策略，以及臺商轉型的做法。

三、研析我國企業在全球價值鏈轉變過程中所面臨之風險與機會，並提出企業與政府之因應做法。

值得一提的是，美中貿易、科技衝突議題深受國內外各界關注，而且國內一些智庫團隊和中華經濟研究院其他團隊及本團隊也在其他部會署的委辦計畫中執行相關的研究；國發會內部對此議題也應有相當的掌握。因此，本計畫在設定研究重點與內容時，應在國內外現有的智庫研究基礎上，加強提供國發會進一步的分析觀點、見解與政策建議。就此而言，我們認為可以將美中貿易、科技衝突引發的變化與全球價值鏈重組樣貌進行系統性的整合分析，並藉此突顯我國產業轉型所面對的關鍵議題。

# 第二節　計畫架構

依照招標計畫書，本計畫之研究課題包括：

1.分析美中貿易衝突及衍伸至科技領域對全球供應鏈的可能影響，並探討我國企業（包括臺商）的因應做法及政府的對策。

2.針對美中貿易與科技衝突，及供應鏈 4.0 的影響下，前瞻全球價值鏈可能之轉變與發展動態。並研析臺商轉型的做法，以及如何強化與國內產業的連結。

3.在全球價值鏈重組趨勢下，參考國際研究及標竿國際經驗，分析我國總體產業進行產業轉型之關鍵議題與發展策略。

4.研析我國企業在全球價值鏈轉變過程中所面臨之風險與機遇，並提出企業與政府之建議策略與做法。

## 一、研究架構

根據計畫需求，本研究提出如圖 1-1-1 所示之研究架構。

招標計畫書共列出四個研究課題，其中前兩個與美中貿易與科技衝突的後續發展及對全球供應鏈的可能影響為探討重點；而第二項研究課題又涵蓋供應鏈 4.0 的相關影響。美中貿易、科技衝突相互糾葛，但本研究認為貿易戰和科技戰仍有本質上的差異。美國對外的貿易戰其實具有一定的普遍性。就對象而言，美國多方開戰（例如 2019 年 5 月美國發佈貨幣報告，將九個國家列為貨幣操縱國觀察名單，包括中國大陸、日本、南韓、新加坡、越南等；另外美國也與一些國家重談原有的 FTA 內容），但目前火力集中在美中之間；就戰爭標的而言，幾乎涵蓋所有貿易商品，藉此威嚇、逼和，以使中國大陸在美國關切的貿易逆差、體制議題有所讓步。另一方面，美中科技戰相當具有針對性，主要針對新興科技、特定企業。而且相對於貿易戰，美中科技戰可能是雙方間長期存在的議題，將會或暗或明地存在衝突。而工業 4.0 或

供應鏈 4.0 也是屬於長期性的議題，與全球價值鏈的變化共同演進。

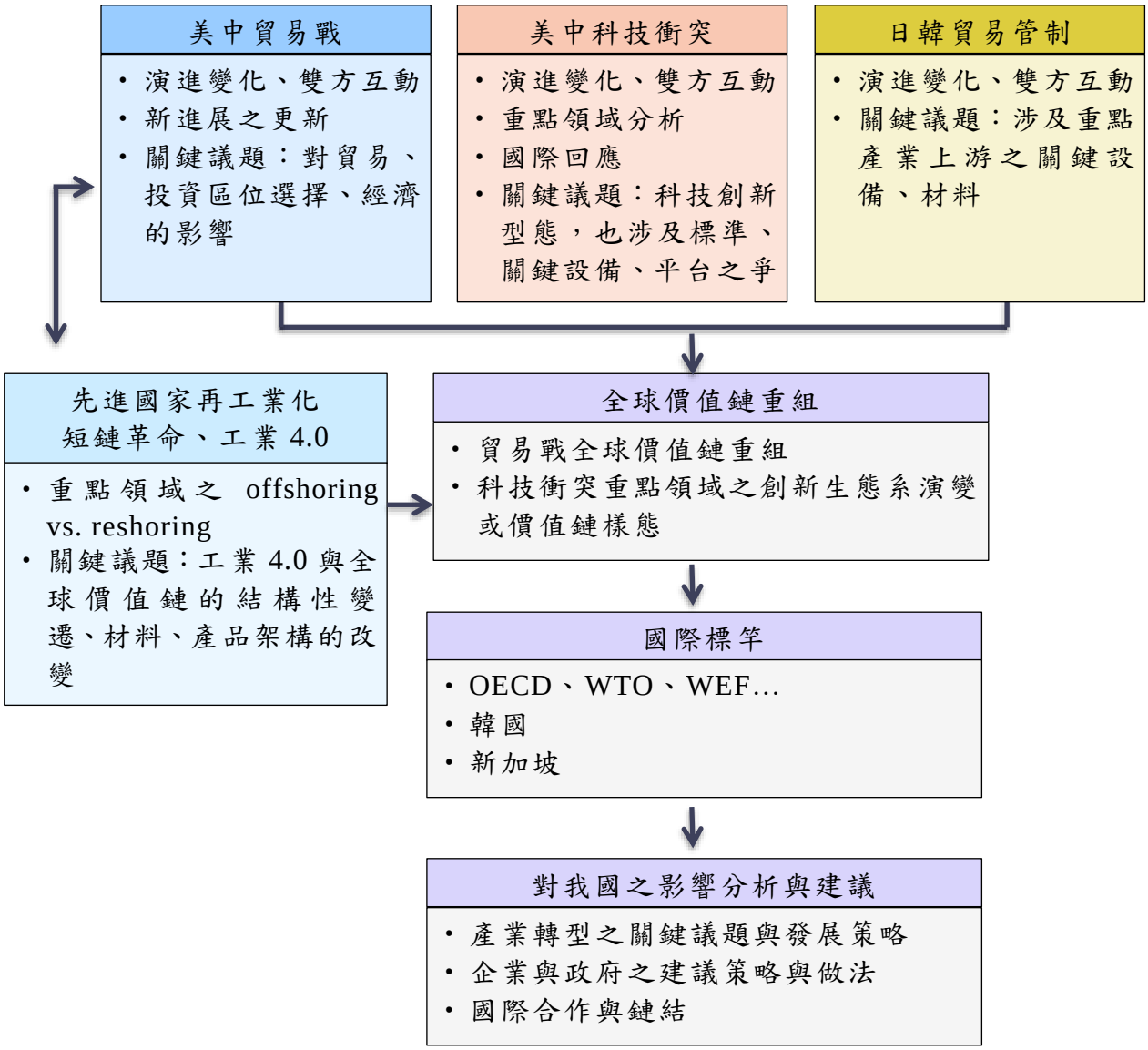



**圖 1-1-1　計畫之研究架構**

因此，就趨勢相關的研究重點，本研究擬討論「美中貿易戰」、「美中科技衝突」、「日韓貿易管制」、和「先進國家再工業化、短鏈革命、工業 4.0」四大趨勢。針對這四大趨勢我們將採取重點式的討論。

美中貿易戰：此議題目前各界都很關心，關注的焦點包括：演進變化、雙方互動、新進展之更新（如美中近日貿易衝突又升高）。我們建議就此討論的關鍵議題為：對貿易、投資區位選擇、

經濟的影響；尤其貿易、投資區位選擇已有相當多的討論，對經濟的影響也可能波及其他的產業，例如機械業因各國經濟前景不明，面臨無薪假的問題。

美中科技衝突：就此議題，我們也將討論其演進變化、雙方互動、針對重點領域加以分析，並追踪分析國際的回應。我們建議就此討論的關鍵議題為：科技創新型態，也涉及標準、關鍵設備、平臺之爭。例如，中國大陸雖然在 3G、4G 時代分別發展出來自主的 TD-SCDMA、TD-LTE 產業標準，但是當時並未意識到行動通訊服務架構中作業系統的重要性，以致於目前在智慧手機方面相當倚賴 Android 作業系統；形成美中科技戰中川普總統用來挾制華為的籌碼。另一方面，中國大陸目前出口大宗固然與跨國企業在當地生產布局及全球價值鏈有密切關係，但是我們認為中國大陸目前廣受國際矚目的產業創新其實與其內需息息相關，且不一定受制於美國。

日韓貿易管制：看似國際貿易戰爭的插曲，且引爆點是韓國最高法院對「徵用工賠償訴訟」之判決引發日韓衝突，但也受到兩國歷史、政治、貿易、軍事等近期事件影響而使得貿易管制衝突升高。從全球價值鏈的角度來看，日韓貿易管制之關鍵議題為：涉及重點產業上游之材料及關鍵設備。事實上，從現在美中科技戰、日韓科技產品的貿易管制過程來看，衝突雙方的手段趨於多元，除了既有的產業標準之爭、跨境貿易、投資限制之外，還包括材料、重要設備的出口核准或管制（如日本和韓國的「白名單」之爭）等。而材料、重要設備向來為我國主要產業發展的弱點，即便半導體業也有類似的問題。

先進國家再工業化、短鏈革命、工業 4.0：國內也相當重視這個議題，但一般比較傾向於討論相關國家及我國如何推動工業 4.0、智慧機械/智慧製造/智慧供應鏈。然而，這些議題不僅牽涉相關全球價值鏈在先進國家的回流議題，也會改變全球價值鏈的

面貌。因此，OECD（2017a）等國際組織和有一些文獻已經開始探討工業 4.0、供應鏈 4.0 對全球價值鏈的影響。另外值得注意的是，先進國家就再工業化、工業 4.0 的發展也相當重視材料發展及產品架構改變相關議題，而這在國內一般而言較少關注。因此，我們建議就此討論的關鍵議題為：工業 4.0 與全球價值鏈的結構性變遷、材料、產品架構的改變。

接著，本計畫將結合上述四大趨勢的分析成果，討論全球價值鏈重組議題。為簡化分析，我們規劃將討論重點放在兩大方面：貿易戰全球價值鏈重組、科技衝突重點領域之創新生態系演變或價值鏈樣態；但分析過程中也會結合「日韓貿易管制」、「先進國家再工業化、短鏈革命、工業 4.0」趨勢所呈現的重要線索。

就國際標竿而言，我們規劃標竿重要國際組織的研究分析，包括 OECD，如「The Future of Global Value Chain: Business as Usual or “a New Normal”」(OECD, 2017a)和「The Next Production Revolution: Implications for Governments and Business」（OECD, 2017b）、WTO，如「Global Value Chain Development Report 2019: Technological Innovation, Supply Chain Trade, and Workers in a Globalized World」等重要報告。

另外，歐盟相關單位也關心新興中小企業的全球化發展，出版了「Born Globals and Their Value Chains. Luxembourg: Eurofound」報告（Eurofound, 2018）。一些領導廠商或快速成長新興中小企業在經營數位或智慧科技新興領域，其創新生態系具有「先天國際化」特色（Born-global），因為數位經濟很容易突破國界的障礙，而且仍在演進和集結中。這些廠商作為這些領域的重要平臺業者在創新生態系中可扮演領頭羊的角色，也在跨境、跨域尋求相關的業者一起加入和壯大其生態系；產生新型態的全球價值鏈。就此一個參考案例是 Tesla。Tesla 為電動車廣受矚目的新興業者，其開發電動車的原始夥伴就包括我國的富田、致茂

等機電廠商。而且 2013 年 Tesla Model S 的供應鏈裡國內廠商仍能持續供應以下重要零件：馬達（富田）、減速齒輪箱（和大）、車用充電電源（康舒）、車用面板（群創）等；儘管 Tesla 與我國供應商間的關係仍在演變（中華經濟研究院，2017 年）。這種環繞著具「先天國際化」特色新興業者的全球價值鏈型態明顯不同於既有產業的全球價值鏈樣貌。但這意味著我國可以在一些新興領域（如電動車/智慧車、物聯網）成為集結中的創新生態系之策略聯盟夥伴。

就國家的標竿而言，我們選擇以韓國和新加坡作為標竿。其實各國在全球價值鏈的參與程度和參與型態差異很大，而且主要國家也都在因應情勢或探索轉型方向，不見得有立即可以參照的標竿國家。儘管韓國產業與全球價值鏈的關係和臺灣差異很大，但是日韓的貿易管制突顯韓國在全球價值鏈中所面對的原材料與關鍵設備瓶頸；而這對臺灣具有參考價值。Duke University 的 Gary Gereffi（2017）就有一份簡報討論韓國面對工業 4.0 的全球價值鏈升級策略（「Global Value Chains, Industry 4.0, and Korean Industrial Transformation」）。Gereffi 認為從全球價值鏈的觀點來看，韓國的經濟成就與四種策略密切相關：1.本土廠商驅動之產業升級（Upgrading driven by indigenous firms）；而非透過外人直接投資；2.有限的外包策略（Limited outsourcing）；3.製程和產品升級（Process & product upgrading）；4.在全球價值鏈的上游採取功能性的升級（Functional upgrading mainly occurred upstream in GVCs applied R&D, new product development）。但面臨工業 4.0 的發展趨勢，韓國產業發展需要有新的模式；更何況日韓的貿易管制也突顯了一些瓶頸。

另外，選擇新加坡作為標竿國則是希望在主流的全球價值鏈觀點之外看到新的經濟或產業轉型方向。主流的全球價值鏈觀點探討的是個別國家或廠商如何參與既有的全球價值鏈或在既有

的全球價值鏈上升級轉型。事實上，新加坡（以及香港）早已不是以商品為基礎之出口導向發展模式，而且他們的平均國民所得與臺、韓的差距越拉越大。就 2017 年來看，新加坡的平均國民所得為 54,530 美元，香港為 46,310 美元，而臺、韓則分別只有 28,380 美元和 24,000 美元。整體而言，廣義的內需，包括國內外人民與廠商在新加坡、香港當地的消費與投資，已成為新加坡、香港經濟成長的主要動力。澳門更是所有東西都靠進口（投資、消費力、人才），造就繁榮的當地經濟與財政盈餘。換言之，他們的一大成長模式是將國外的觀光客、人才、投資、消費力內聚到當地，而且人進得來之後，也利用政策經營和釋放他們的消費力，並藉此拉抬在地人民的國民所得、投資力與消費力。因此，臺灣未來的發展也不能完全侷限於全球價值鏈觀點。即便是與全球價值鏈發展模式相關，新加坡也有其政策獨到之處。

新加坡透過興建裕廊島，發展成環保永續的石化生產聚落。新加坡缺乏能資源，卻利用其區域物流、交通與創新地位建立起亞洲石化王國的代表案例。新加坡以填海方式連結西南海域 7 個小島組成裕廊島，有專業碼頭。原定於 2030 年完成的填海工程，因為石化產業投資需求快速成長，提前 20 年於 2009 年完工。一般居民無法進入裕廊島，並且採用地面燃燒塔，降低居民對廢氣排放與環境影響的觀感。新加坡政府並為石化產業量身訂做，廠商進駐快速，只要通過定量風險評估及環境管理系統。新加坡政府近期也利用石化產業群聚，收集相關數據，將裕廊島做為促進石化能資源使用效率的試驗場域，也嚴格監控企業用水，輔以海水淡化研發，希望在 2050 年島上的水力資源能自給自足。

最後則是研析我國企業在全球價值鏈轉變過程中所面臨之風險與機遇，並提出企業與政府之建議策略與做法。目前國內智庫的分析或政策建議比較聚焦於廠商生產據點搬遷或供應鏈分

流所產生的問題，但是國發會應有較高的視野，觀察和檢視臺灣及臺商所面對的關鍵議題。

## 第三節　研究方法

基本上，我們認為國內外在美中貿易戰、科技戰已有相當多的即時性研究，很多也聚焦於廠商或產業轉型問題，本計畫在研究課題與研究成果上並非要再做同樣的研究。除美中科技戰外，當前有關智慧製造的科技發展衍生短鏈革命，產業鏈脫離傳統的生產據點，而更多接近市場端。因此，在論述美中爭端的影響，亦有必要考量科技發展的影響。整體來看，目前國內智庫的分析或政策建議比較聚焦於廠商生產據點搬遷或供應鏈分流所產生的問題，但是國發會應有較高的視野，觀察和檢視臺灣及臺商所面對的關鍵議題。即便討論短期的因應策略，本計畫也希望協助國發會發掘到新的議題或產生新的見解。

就對我國產業及廠商的影響分析而言，國內智庫的討論主要是短期取向，探討比較偏重於生產基地和供應鏈的移動；而這只是價值鏈的一部分。本計畫首先掌握國內其他智庫（包括中經院其他團隊、台經院、工研院 IEK 等）的相關分析，這將是本計畫後續進一步分析的參照基礎。本計畫規劃後續將參考台經院、工研院及資策會的個別產業研究，建構整體面的觀察架構，同時為強化論述及證據佐整，將適度透過企業年報的財稅資料，或公開資訊觀測站的重大公告資訊，作為產業供應鏈移動的引證。

此外，本計畫也將利用總體數據進行海外訂單與出口之交叉分析。本計畫後續將持續追蹤外銷訂單調查，透過外銷訂單來源及訂單海外生產比重的比對數據，掌握臺灣產業供應鏈重組之趨勢，此外也根據問卷調查所定義的產品海關品項，串連進出口資料，以便更具體描繪臺灣產業在全球之產業鏈布局之樣貌。其中，由於訂單海外生產比重只有一個總計的數據，僅能區分訂單商品是在海外生產還是在臺灣本地生產，故此，我們將嘗試進一步透過產業層次對比，串連經濟部「外銷訂單海外生產實況調查」資

料，以較大規模的樣本數據，結合現有每個月的外銷訂單調查，可容易掌握特定產業的全球供應鏈布局型態。

本計畫一個重點是：美中貿易戰、科技戰、先進國家製造回流、臺商回流等趨勢之演進變化、新進展之更新。這部分為研究方法說明的另一塊重點。

此外，本計畫將舉辦兩場座談會，藉此收斂研究成果和政策建議。我們規劃邀請與談的對象除了相關的製造業者之外，還可包括資服業者（如鼎新電腦），因為他們輔導廠商或承接專案的過程可以看到一些價值鏈跨國移動的型態或議題。

進一步而言，本計畫的研究成果希望協助國發會進一步看到一些關鍵的議題；尤其是中長期的觀點。

## 第四節　章節安排

本報告主要內容之章節安排如下：

第二章追蹤分析美中貿易暨科技戰進展與相關議題，以作為後續分析的基礎。第一節追蹤美中貿易戰與科技戰的進展，第二節討論美中經貿談判進程與主要爭議。第三節針對特定議題與領域進行美中科技戰的議題分析；尤其美中科技戰相當具有針對性，主要針對新興科技、特定企業。第四節針對貿易戰插曲：日韓貿易管制發展概況加以分析。事實上，美中科技戰、日韓科技產品的貿易管制顯示：衝突雙方的手段趨於多元，除既有的產業標準之爭、跨境貿易、投資限制之外，還包括材料、重要設備的出口核准或管制（日韓的「白名單」之爭）等。材料、重要設備向來為我國主要產業發展的弱點，即便半導體業也是如此。配合新局勢的發展，第二章在最後的小結也就新冠疫情的影響進行初步分析。

第三章主要從短期觀點探討美中貿易戰對臺灣產業之影響，主要的目的是掌握國內外其他智庫的相關分析，這將是本計畫後續進一步分析的參照基礎。因此，第一節綜合整理國內外智庫之既有分析。第二節則為計畫團隊利用總體數據所進行之海外訂單與出口之交叉分析。由於「資訊與通訊產品」是美中貿易戰一個焦點，第三節進行了「資訊與通訊產品」產業案例分析。第四節則針對臺商回臺進行案例分析；尤其是與智慧製造相關者。第五節歸納兩場座談會的成果。

第四章盤點先進國家「再工業化」與工業 4.0 發展趨勢。第一節首先提出國際趨勢概觀。基本上，製造業占比較低的先進國家，如美國和英國，比較強調「先進製造」（或「再工業化」），除了高階智慧製造之外，還特別強調發展新興產業與新材料，加上鼓勵製造業回流（美國），以期提高製造業的占比。相對地，

製造業占比較高和製造業占比中段的先進國家與中所得國家，比較強調與高階智慧製造相關的「工業 4.0」，以期推動製造業的數位轉型。之後各節則針對一些特定國家的相關政策進行分析。第二節針對美國：「美國製造」與「鼓勵製造業回流」；第三節同時討論德國、英國與日本之先進製造或工業 4.0；第四節針對中國大陸分析其「中國製造 2025」與工業互聯網相關政策。對中國大陸的發展動向而言，國際關注的焦點是「中國製造 2025」，其內容相當廣泛，但是若以工業 4.0 的發展而言，中國大陸的核心政策應該是工業互聯網相關政策；我們也就中國大陸最近所提出的「新型基礎設施」的建設規劃加以分析。

第五章進一步討論工業 4.0 與全球價值鏈的中長期議題，一個重點是國際組織觀點的標竿。第一節討論全球價值鏈發展前景，環繞著近年來以 OECD（2017a）為首的國際組織特別關切的全球價值鏈發展前景議題。第二節討論「短鏈革命」及其發展趨勢，主要參考回流倡議組織（2018）和 AT Kearney 的數據與觀點。第三節綜合討論工業 4.0、供應鏈 4.0 與全球價值鏈的關係。大體而言，不論是工業 4.0 或供應鏈 4.0 都在初始階段，其導入的程度會有尺度、模式的差異，再加上工業 4.0 或供應鏈 4.0 都可能改變營運模式及價值鏈的區位分布，故其對全球價值鏈的影響仍須進一步討論。在第四節我們以製鞋業案例分析，討論工業 4.0 對全球價值鏈的初步影響。選擇這個案例是因為這產業開始受到先進國家及其品牌大廠推動工業 4.0 而影響我國相關業者的布局。目前可以看到一些成果，但後續發展仍值得繼續觀察。第五節則以特斯拉（Tesla）案例，討論 Born-global Company 與其價值鏈的演變。特斯拉（Tesla）為電動車廣受矚目的新興業者，而且可視為 Born-global company。2013 年推出的 Tesla Model S 的供應鏈裡（以及目前）國內廠商仍能持續供應以下重要零件：馬達（富田）、減速齒輪箱（和大）、車用充電電源（康舒）、

車用面板（群創）等。之後，特斯拉獲得美國政府經費支持，將工廠移回美國，最近也在中國大陸設廠；特斯拉後續也與不同的企業、大學合作累積整車技術，故我國廠商原處於特斯拉供應鏈之位置，可能出現變化。

綜合上述各章的成果，我們在第六章以「轉變中的全球價值鏈」為標題，探討美中貿易戰與科技戰、工業 4.0 的影響。第一節利用文獻回顧，討論全球價值鏈與臺灣產業發展的關係，這相當程度反映出我國主要產業原本所對應的全球價值鏈之主要型態。第二節則推論美中貿易戰對全球價值鏈的影響。第三節針對一些特定領域，討論美中科技戰對全球價值鏈的影響。第四節則提出我們就工業 4.0 與新冠疫情對全球價值鏈的影響之初步看法。最後在第五節以小結的方式，描繪出轉變中的全球價值鏈。在第六章我們也特別針對國內相當關注「一個世界、兩套系統」概念做進一步的推論。

第七章的主題是發展模式國家標竿：以韓國與新加坡為標竿。韓國一直以追求製造強國作為國家發展的目標。現任總統文在寅並以「創新成長推動計畫」、「I-Korea 4.0」、「製造業復興願景戰略」（Manufacturing Ranaissance Vision）作為主要的推動政策。另外，在新冠疫情大流行後，韓國政府也快速召集各方專家，探討因應後疫情時代的技術應用展望，以此提出八大領域涉及 25 項重大技術創新項目。這可作為超前部署的參考案例。第二節以新加坡作為標竿。一般印象新加坡是以服務為主的經濟發展模式，但是在 2013 年左右新加坡的製造業呈現成長的趨勢，也反映在製造業出口和製造業占 GDP 比重上。「化工及其製造業」為新加坡製造業附加價值增加之三大來源之一，這與裕廊島之石化產業聚落密切相關；在缺乏能資源的情況下，利用其區域物流、交通與創新地位建立起亞洲石化王國及產業鏈的代表案例；可作

為我國石化專區的標竿。另外，新加坡也以系統性的政策組合推動製造業的數位轉型。

第八章則為本報告之結論與建議。

# 第二章　美中貿易暨科技戰進展與相關議題

美中貿易戰、科技衝突看似由美國對中國大陸的巨額貿易逆差所引起，但是就中長期的觀點來看，美國更關切中國大陸的國有企業與準國有企業的營業行為和政府補貼、中國大陸在一些領域科技優勢的崛起、及中國大陸的經濟體制改革等影響深遠的層面。其中，國有企業與準國有企業的營業行為和政府補貼也與中國大陸在一些領域科技優勢的崛起因素密切相關，因為中國大陸廣受矚目的科技領導廠商，如中興、華為、阿裡巴巴、騰訊、商湯科技等，大多是國有企業或可視為「準國有企業」。這些中長期因素在美國的政界及部分國家已引起廣泛的關注，故美中間的相關爭議，儘管或鬆或緊，但可能會中長期存在；而且美國兩個主要政黨也都關注。

放在歷史的脈絡，美國作為世界長期的霸權，對於快速崛起的新興強權或可與其抗衡的強權往往會採取應對之策，以抑制其崛起力道，包括冷戰時以軍備競賽拖垮蘇聯、以廣場協議壓迫日圓大幅升值。訴諸貿易戰固然是美國川普總統的選擇，但隨著中國大陸快速崛起的科技爭霸可能是美國各界會長期關注的議題。

這一章主要追蹤分析美中貿易暨科技戰進展與相關議題，以作為後續分析的基礎。第一節追蹤美中貿易戰與科技戰的進展，第二節討論美中經貿談判進程與主要爭議。第三節針對特定議題與領域進行美中科技戰的議題分析；尤其美中科技戰相當具有針對性，主要針對新興科技、特定企業。第四節針對貿易戰插曲：日韓貿易管制發展概況加以分析。事實上，美中科技戰、日韓科技產品的貿易管制：衝突雙方的手段趨於多元，除既有的產業標準之爭、跨境貿易、投資限制之外，還包括材料、重要設備的出

口核准或管制（日韓的「白名單」之爭）等。材料、重要設備向來為我國主要產業發展的弱點，即便半導體業也是如此。配合新局勢的發展，本章在最後的小結也就新冠疫情的影響進行初步分析。

## 第一節　美中貿易戰與科技戰的進展

自美國總統川普（Donald Trump）上任迄今，美中經貿關係日趨緊張。美國貿易代表署（United States Trade Representative, USTR, 2018）在《301 調查》（301 Report）中直指，中國大陸利用外人投資或國際併購（Merger and Acquisition, M&A）等審批程式，強迫外商移轉技術。中方更以行政手段，直接幹預國際技術授權的商業條件，甚至縱容網路駭客、商業間諜，或經政府主導投資與併購，攫取美國尖端技術[1]。

USTR 的調查報告表明，美中貿易戰已超越純粹的跨境貿易或價值鏈因素。美國對中國大陸不公平貿易行為的反制，從一開始的關稅與原產地規則等貿易相關措施，逐漸擴展到中資科技大廠—中興通訊與華為的技術封鎖，並收緊中國大陸製造業跨境投資。在此期間，高技術人才與產品出口管制也隨之展開。換言之，美中科技競爭方是觀察重點。

### 一、美中貿易戰

2018 年 7 月 6 日，USTR 依據《1974 年貿易法》（Trade Act of 1974）第 301 至 310 條（301 條款），正式對中國大陸強迫技術轉讓、侵犯智慧財產權，以及產業補貼等不公平競爭措施，實施第 1 輪貿易制裁—針對 818 項輸美產品課徵 25%的懲罰性關稅，牽涉金額為 340 億美元。2018 年 8 月 23 日，USTR 實施第 2 輪貿易制裁，對 160 億美元產品加徵 25%關稅。

[1] USTR (2018), 2018 Special 301 Report. Washington, DC United States Trade Representative.

2018 年 9 月 24 日，USTR 發動第 3 輪貿易制裁，對 2,000 億美元商品加徵 10%關稅。2019 年 5 月 10 日，USTR 將前述第 3 輪貿易制裁（2,000 億美元）的稅率上調到 25%。2019 年 9 月 1 日，USTR 祭出第 4 輪貿易制裁，對 1,120 億美元貨品加徵 15%關稅。截至 2019 年 10 月中旬，美國對中國大陸的貿易制裁，累計 3,620 億美元。

之後，川普還預計，將前 3 輪貿易制裁—2,500 億美元中國大陸輸美產品的懲罰性關稅，由現行的 25%再上調到 30%。同時，川普亦計劃實施第 5 輪貿易制裁，對餘下的 1,600 億美元中國大陸輸美商品，加徵 15%關稅。這兩項措施原定最快於 2019 年 12 月 15 日實施；屆時，美國的貿易制裁，將擴及所有中國大陸輸美商品，顯示美中貿易衝突恐持續加溫（參見表 2-1-1）。

**表 2-1-1　美國對中國大陸的貿易制裁（2018 年 7 月 6 日至 2019 年 12 月 31 日）**

| 項目類別 | 日期 | 金額<br>(億美元) | 貨品項目(個) | 稅率<br>(%) | 狀態 |
|---|---|---|---|---|---|
| 第 1 輪 | 2018/7/6 | 340 | 818 | 25 | 已實施 |
| 第 2 輪 | 2018/8/23 | 160 | 279 | 25 | 已實施 |
| 第 3 輪 | 2018/9/24 | 2,000 | 5,745 | 10 | 已實施 |
| 第 3 輪 | 2019/5/10 | 2,000 | 5,745 | 25 | 已實施 |
| 第 4 輪 | 2019/9/1 | 1,120 | 3,200 | 15 | 已實施 |
| 前 3 輪 | NIL | 2,500 | 6,843 | 30 | 計畫中 |
| 第 5 輪 | 2019/12/15 | 1,600 | NIL | 15 | 計畫中 |

說　　明：NIL 表示資料無法取得。
資料來源：本研究計畫自行整理。

面對美國淩厲的貿易攻勢，中國大陸亦予以反擊。2018 年 7 月 6 日，中國國務院祭出首輪貿易反制，對 340 億美元美國出口產品，課徵 25%關稅。2018 年 8 月 23 日，中國大陸實施第 2 輪反制，對 160 億美元商品課徵 25%關稅。2018 年 9 月 24 日，中國大陸進行第 3 輪反制，對 600 億美元貨品加徵 5-10%的關稅。2019 年 6 月 1 日，中國大陸將前述第 3 輪反制稅率，提高到 5-25%。

2019 年 8 月 23 日，中國國務院宣布第 4 輪貿易反制，對 750 億美元美國出口中國大陸的產品，課徵 5-10%關稅；其中，三分之一訂於 9 月 1 日實施，主要涉及農產品；三分之二則訂在 12 月 15 日；當日並恢復加徵汽車及零組件的 25%關稅。惟 8 月 26 日，國務院副總理劉鶴表示，願意以冷靜態度透過磋商解決問題，暫停報復美國全面調升 5%關稅（參見表 2-1-2）。

**表 2-1-2　中國大陸對美國的貿易反制（2018 年 7 月 6 日至 2019 年 12 月 31 日）**

| 項目類別 | 日期 | 金額<br>(億美元) | 貨品項目<br>(個) | 稅率<br>(%) | 狀態 |
|---|---|---|---|---|---|
| 第 1 輪 | 2018/7/6 | 340 | 545 | 25 | 已實施 |
| 第 2 輪 | 2018/8/23 | 160 | 114 | 25 | 已實施 |
| 第 3 輪 | 2018/9/24 | 600 | 5,207 | 5-10 | 已實施 |
| 第 3 輪 | 2019/5/10 | 600 | 5,207 | 5-25 | 已實施 |
| 第 4 輪 | 2019/9/1 | 250 | 1,692 | 5-10 | 已實施 |
| 第 5 輪 | 2019/12/15 | 500 | 3,386 | 5-10 | 計畫中 |

說　　明：第 4 輪與第五輪的貨品項目為初估值，兩輪貨品合計 5,078 項美國輸中國大陸產品；其中，第 4 輪課徵三分之一，第 5 輪再課徵餘下的三分之二。

資料來源：本研究計畫自行整理。

隨著美中經貿衝突的趨緩（後文進一步說明），2019 年 12 月 19 日，中國國務院關稅稅則委員會宣布，「第一批」對美國加徵關稅商品「第二次」排除清單。2020 年 2 月 6 日，中國大陸再發布，自 2 月 14 日下午 1 時起，下調對美國 750 億美元商品關稅，加徵稅率由 2019 年 9 月 1 日的 10%折半至 5%；原加徵稅率為 5%者，下調到 2.5%。

對此，美方亦釋出部分善意。2020 年 1 月 15 日，美國允諾將 1,162 億美元的加徵關稅比例，由 15%折半到 7.5%，並推遲餘下加徵關稅計畫。2020 年 1 月 31 日，USTR 再公告，針對 2,000 億美元加徵關稅的第三批排除清單，共計 119 項中國大陸輸美產品，主要包括印刷電路板、家具、非醫療級手套、部分化學製劑，以及農產品。

中國大陸政府再於2020年2月17批准進口美國活禽與禽肉產品，取消自 2015 年以來，因禽流感疫情，針對美國家禽產品的禁令。自 2013 年始，中國大陸即進口 3,870 萬美元活家禽，而禽肉產品的進口價值，則高達 5 億美元，占美國去年禽肉進口額度約 1/8。但武漢肺炎疫情爆發導致家禽產品價格下跌。

但在此之際，美國總統川普於 1 月 24 日發布，援引 1962 年《貿易擴張法》第 232 條，將自 2 月 8 日起對同時符合以下要件的輸美鋼鐵衍生產品（derivatives）加徵 25%關稅，以及對鋁衍生產品加徵 10%關稅：一是鋼或鋁占其整體原料成本達三分之二或以上；二是該產品 2018 年 6 月至 2019 年 5 月進口量，相較前兩年同期均分別增加者；三是自 2018 年 6 月起該衍生產品之進口增幅，超過同期美國貨品總進口量平均增幅 4%者。

特別是 2020 年 2 月 3 日，美國商務部又擬定一項新規則，將針對刻意貶值的國家課徵反補貼稅。值得一提的是，新規施行後，即使該國未列入匯率操縱國名單，美國商務部仍可課徵反補貼稅。惟適用對象僅限於經美國國際貿易委員會（International Trade Commission, ITC）認定對美國產業造成損害的商品。換言之，美國施加中國大陸的關稅制裁壓力並未明顯解除。

附帶一提的是，USTR 於 2020 年 2 月 10 日，大幅縮減美國反補貼稅法的開發中暨低度開發國家清單，降低美國針對他國不公平出口補貼調查門檻限制。依照 WTO 規範，若外國補貼符合微量原則—低於從價稅 1%，各國須終止反補貼稅調查，但此門檻針對開發中國家則降 2%。

## 二、美國對中資企業併購的否決

2018 年 5 月 22 日，美國參眾兩院提交《外國投資風險審查現代化法案》（Foreign Investment Risk Review Modernization Act, FIRRMA），試圖擴大外國投資委員會（Committee on Foreign Investment in the United States, CFIUS）的權限，避免外國企業利用併購美國企業，而逐漸攫取美國科技能力、削弱美國科技領先地位。該法案於 2018 年 8 月正式通過，且併入《2019 年財政年度國防授權法》（National Defense Authorization Act, NDAA）。

本次修正案大幅擴充 CFIUS 審核權限。首先是擴大主動申報範圍。CFIUS 的審查範圍擴及合資、聯盟、技術授權，以及風險投資基金，即對關鍵科技或設備公司並無控制權的股權投資。此外，購買或租賃鄰近美國政府敏感財產的不動產，也在審查之列。甚者，CFIUS 更得認定，某些國家對美國國家安全構成威脅，進而對屬於該國的投資案給予更嚴格的審查。

其次，加大監督處罰措施。CFIUS 得要求，投資併購交易方遵行特定行為（如利用空殼公司掩蓋所有權交易），防止科技外流，且得監督交易方切實履行，並對違反者施予重審。甚者，美國商務部每兩年應向國會及 CFIUS，提出中國大陸在美投資情形，包括實際受益的所有人、投資模式，以及資金來源；商務部並應分析中資企業赴美投資與「中國製造 2025」的關聯性。

僅管 FIRRMA 許多審查細則尚待 CFIUS 制定，但其先導措施已在 2018 年 11 月 10 日開始實施。如表 2-1-3 所示，CFIUS 對飛機、半導體、武器、導航、奈米與生物科技，以及核能與渦輪發電 27 大行業要求通報義務，甚至只要涉及該行業的任一生產環節，舉凡從生產、設計乃至於組裝及開發，均須在交易完成日前 45 日通報，可預期中國大陸赴美投資這些行業的難度將大幅提升。

**表 2-1-3　FIRRMA 強化投資審查行業一覽**

| NAICS 碼 | 項目名稱 |
|---|---|
| 336411 | 飛機製造 |
| 336412 | 飛機引擎和其零組件製造 |
| 331313 | 精煉鋁和純鋁製造 |
| 332991 | 滾珠軸承製造 |
| 334112 | 電腦儲存設備製造 |
| 334111 | 電子電腦製造 |
| 336414 | 導引飛彈和宇航器製造 |
| 336415 | 導引飛彈和宇航器動力單元和其零組件製造 |
| 336992 | 軍用裝甲車、戰車與戰車零組件製造 |
| 221113 | 核能發電機 |
| 333314 | 光學儀器和鏡頭製造 |
| 325180 | 其他無機化學物製造 |
| 336419 | 其他導引飛彈和宇航器零組件和輔助裝備製造 |
| 325110 | 石化工業 |
| 332117 | 粉末冶金組件製造 |
| 335311 | 電力、電力輸送與變壓器製造 |
| 335912 | 一次性電池製造 |
| 334220 | 廣播、電視播送與無線通訊設備製造 |
| 541713 | 奈米科技之研究與開發 |
| 541714 | 生物科技之研究與開發(不包含奈米科技) |
| 331314 | 二次鋁冶煉與合金化 |
| 334511 | 搜尋、偵測、導航、導引、航空與航海系統和設備製造 |
| 334413 | 半導體與相關設備製造 |
| 333242 | 半導體工具機製造 |
| 335911 | 蓄電池製造 |
| 334210 | 電話設備製造 |
| 333611 | 渦輪與渦輪發電單元製造 |

說　　明：依北美產業分類系統（North American Industry Classification System, NAICS）劃分。
資料來源：美國財政部、Wiley Rein LLP（2018）暨本研究整理。

如表 2-1-4 所示，從 2017 年 1 月到 2020 年 1 月 31 日，CFIUS 共否決 31 起中資企業併購案。其中，2017 年 9 月，川普更以總統令，阻止具有中資背景（國新科創基金）的 Canyon Bridge Capital 併購案。此外，2018 年 2 月，美國證券管理委員會（United States Securities and Exchange Commission）亦阻擋重慶財信集團併購芝加哥證券交易所；兩者合計，否決金額高達 1,406 億美元，顯見華府對中資企業併購美商公司的審查趨於嚴格。

**表 2-1-4　美國對中國大陸企業併購否決(截至 2020 年 1 月 31 日)**

| 時間 | 中資企業 | 目標企業 | 產業 | 金額(億美元) |
|---|---|---|---|---|
| 2017/1 | 阿裡巴巴 | Money Gram | 金融 | 18 |
| 2017/1 | 海航集團 | Sky Bridge Capital | 金融 | 2 |
| 2017/2 | 華潤集團與華創投資 | Fairchild | 科技 | 26 |
| 2017/2 | 國家開放銀行 | Stillwater Mining | 採礦 | 22 |
| 2017/3 | 萬達集團 | Dick Clark Productions | 娛樂 | 10 |
| 2017/3 | 華信能源 | Cowen | 金融 | 3 |
| 2017/4 | 樂視集團 | Vizio | 科技 | 20 |
| 2017/4 | 中國 IC 基金 | Xcerra | 科技 | 6 |
| 2017/5 | 海航集團 | Global Engle | 娛樂 | 4 |
| 2017/6 | TCL 集團 | Novatel Wireless | 科技 | 1 |
| 2017/7 | 海航集團 | Global Eagle | 娛樂 | 4 |
| 2017/9 | 四維圖新 | HERE Technologies | 出版 | 3 |
| 2017/9 | Canyon Bridge(國新科創基金) | Lattice Semiconductor | 科技 | 13 |
| 2017/9 | 藍色光標 | Fuse | 科技 | 4 |
| 2017/11 | 華信能源 | Cowen Group | 金融 | 3 |
| 2017/11 | 忠旺集團 | Aleris | 製造 | 23 |
| 2017/11 | 東方弘泰 | Applovin | 科技 | 14 |
| 2018/1 | 螞蟻金服 | Money Gram | 金融 | 12 |
| 2018/2 | 重慶財信集團 | 芝加哥證券交易所 | 金融 | 0 |
| 2018/2 | 湖北鑫炎 | Xcerra | 科技 | 6 |
| 2018/2 | 藍色光標 | Cogint | 科技 | 1 |
| 2018/3 | 大北農集團 | Waldo Farms | 農業 | 0 |
| 2018/3 | 博通 | Qualcomm | 科技 | 1,170 |
| 2018/4 | 泛海證券 | Genworth Financial | 金融 | 27 |
| 2018/4 | 海航集團 | Sky Bridge Capital | 金融 | 2 |
| 2018/5 | 中國重汽 | UQM | 能源 | 0 |
| 2018/5 | 深圳新綸科技 | Akron | 科技 | 1 |
| 2018/8 | 深圳能源 | Mojave, Cantua, Arabian | 能源 | 2 |
| 2018/10 | 廣田集團 | Permasteelisa | 建築 | 4 |
| 2018/12 | 中國東方資產管理 | Global IP | 科技 | 2 |
| 2019/3 | 北京崑崙萬維 | Grindr | 娛樂 | 2 |
| 2019/4 | 碳雲智能 | iCarbonX | 醫療 | 12 |

資料來源：AEI (2020)、本研究計畫自行整理。

值得一提的是，CFIUS 否決中資企業併購案數量由 2017 年的 17 件降至 2018 年的 13 件；2019 年前 10 個月，CFIUS 否決中資企業併購案，更僅有 2 件。這可能是因為中資企業擔憂美國國家安全審查，而主動放棄併購美商公司。例如：根據中國商務部（2019 年）的最新統計，2018 年中國大陸對美直接投資 75 億美元，相較 2016 年的峰值（170 億美元），衰退 55.9%，這顯示 CFIUS 的措施已發揮實質影響力[2]。

此外，榮鼎集團（Rhodium Group）調查顯示，因美國加強監管中資企業對敏感技術的投資，再加上中國大陸亦控制資本外流，導致 2018 年中國大陸對美直接投資銳減到 50 億美元，較 2017 年（290 億美元）大幅衰退 82.7%。特別是，中國大陸對美國的風險投資僅 40 億美元，更創 2014 年以來新低。對此，榮鼎集團認為，全球產業鏈脫鉤已經成為「局部事實」（Rhodium Group 2019; 2020）[3]。

另一方面，自美中經貿衝突加劇以來，本研究綜合多方資料顯示，已有 96 家跨國企業（multinational enterprises, MNEs），考慮或已撤出中國大陸。其中，美國企業共有 30 家，位居首位，其次是臺灣企業，計 28 家。第三是日本企業，計 26 家。第四是韓國企業，計 4 家。法國與瑞士企業並列第五，皆為 2 家。至於荷蘭、新加坡、英國，以及德國企業，則分別為 1 家（參見表 2-1-5）。

[2] 中國商務部（2019 年），《中國對外直接投資公報》。北京：中國統計出版社。

[3] Rhodium Group (2019), *China Investment Monitor*. New York: Rhodium Group.
Rhodium Group (2020), *U.S.-China Venture Capital in an Era of National Security Challenges*. New York: Rhodium Group.

## 表 2-1-5　中國大陸外商撤廠情況(2018 年 4 月至 2020 年 1 月)

| 時間 | 國籍 | 外資企業 | 產業 | 遷廠目的地 | 狀態 |
|---|---|---|---|---|---|
| 2018/10 | 日本 | Panasonic | 家電 | 越南 | 已遷廠 |
| 2018/10 | 日本 | Nidec | 家電 | NIL | 已遷廠 |
| 2018/10 | 美國 | Lennox | 空調 | NIL | 已遷廠 |
| 2018/10 | 美國 | Grainger | 維修 | NIL | 已遷廠 |
| 2018/10 | 美國 | Brooks Running | 跑鞋 | 越南 | 已遷廠 |
| 2018/10 | 荷蘭 | Royal Philips | 電子 | 印度、中南美洲 | 已遷廠 |
| 2018/10 | 瑞士 | Kuehne & Nagel | 物流 | NIL | 已遷廠 |
| 2018/10 | 臺灣 | 神達 | 電子 | 臺灣、越南 | 已遷廠 |
| 2018/4 | 韓國 | LG | 電子 | 韓國、越南 | 已遷廠 |
| 2018/5 | 日本 | Olympus | 光學 | NIL | 已遷廠 |
| 2018/5 | 日本 | Nikon | 光學 | NIL | 已遷廠 |
| 2018/5 | 韓國 | Samsung | 電子 | 印度、馬來西亞、越南 | 已遷廠 |
| 2018/6 | 日本 | Suzuki | 汽車 | NIL | 已遷廠 |
| 2018/6 | 臺灣 | 寶成 | 製鞋 | NIL | 已遷廠 |
| 2018/7 | 日本 | Omron | 電子 | NIL | 已遷廠 |
| 2018/7 | 美國 | Hasbro | 玩具 | NIL | 已遷廠 |
| 2018/7 | 臺灣 | 儒鴻 | 科技紡織 | 越南 | 已遷廠 |
| 2018/8 | 日本 | Asahi Kasei | 化學 | NIL | 已遷廠 |
| 2018/8 | 日本 | Komatsu | 化工 | NIL | 已遷廠 |
| 2018/8 | 日本 | Meiko Electronics | 電子 | 越南 | 已遷廠 |
| 2018/8 | 日本 | Iris Ohyama | 家電 | NIL | 已遷廠 |
| 2018/8 | 美國 | Maroon | 化學 | NIL | 已遷廠 |
| 2018/8 | 美國 | Capstone | 渦輪 | NIL | 已遷廠 |
| 2018/8 | 臺灣 | 瑞軒 | 電子 | NIL | 已遷廠 |
| 2018/9 | 日本 | Toshiba | 機械 | NIL | 已遷廠 |
| 2018/9 | 美國 | Steve Madden | 成衣 | NIL | 已遷廠 |
| 2018/9 | 臺灣 | 英業達 | 電子 | 臺灣、墨西哥、馬來西亞 | 已遷廠 |
| 2018/9 | 臺灣 | 偉創 | 電子 | 菲律賓、北美、捷克 | 已遷廠 |
| 2019/10 | 美國 | Fitbit | 電子 | NIL | 已遷廠 |
| 2019/2 | 臺灣 | 和碩 | 電子 | 印尼、越南 | 已遷廠 |
| 2019/3 | 日本 | Seiko Epson | 手錶 | NIL | 已遷廠 |
| 2019/3 | 日本 | Sony | 電子 | 泰國、越南 | 已遷廠 |
| 2019/3 | 臺灣 | 光寶 | 電子 | 越南 | 已遷廠 |
| 2019/3 | 臺灣 | 廣達 | 電子 | NIL | 已遷廠 |
| 2019/3 | 韓國 | Hyundai | 汽車 | 印尼 | 已遷廠 |
| 2019/4 | 臺灣 | 富士康 | 電子 | 越南、印度、捷克、墨西哥 | 已遷廠 |
| 2019/4 | 美國 | Eli Lilly | 醫藥 | NIL | 已遷廠 |
| 2019/5 | 日本 | 住友重工 | 機械 | NIL | 已遷廠 |

| 時間 | 國籍 | 外資企業 | 產業 | 遷廠目的地 | 狀態 |
|---|---|---|---|---|---|
| 2019/5 | 日本 | RICOH | 電子 | 泰國 | 已遷廠 |
| 2019/5 | 美國 | Amazon | 電商 | 越南 | 已遷廠 |
| 2019/5 | 美國 | Cisco | 電子 | NIL | 已遷廠 |
| 2019/5 | 臺灣 | 捷安特 | 體育 | 臺灣 | 已遷廠 |
| 2019/5 | 臺灣 | 豐泰 | 製鞋 | NIL | 已遷廠 |
| 2019/5 | 臺灣 | 超微 | 電子 | NIL | 已遷廠 |
| 2019/5 | 臺灣 | 台達電 | 電子 | 印度 | 已遷廠 |
| 2019/6 | 法國 | Carrefour | 百貨 | NIL | 已遷廠 |
| 2019/6 | 美國 | Apple | 電子 | 印度、越南、泰國 | 已遷廠 |
| 2019/6 | 美國 | Intel | 電子 | 越南 | 已遷廠 |
| 2019/6 | 美國 | Google | 電子 | 臺灣、馬來西亞 | 已遷廠 |
| 2019/6 | 韓國 | KIA | 汽車 | NIL | 已遷廠 |
| 2019/7 | 日本 | Kyocera | 電子 | 越南 | 已遷廠 |
| 2019/7 | 日本 | Takashimaya | 百貨 | NIL | 已遷廠 |
| 2019/7 | 日本 | Mitsutomo | 銅材 | 越南 | 已遷廠 |
| 2019/7 | 美國 | HP | 電子 | 臺灣、泰國 | 已遷廠 |
| 2019/7 | 美國 | Dell | 電子 | 越南、臺灣、菲律賓 | 已遷廠 |
| 2019/7 | 美國 | Microsoft | 電子 | 泰國、印尼 | 已遷廠 |
| 2019/7 | 美國 | Xcel Brands | 零售 | 越南、柬埔寨、孟加拉、加拿大 | 已遷廠 |
| 2019/7 | 美國 | Crocs | 鞋履 | NIL | 已遷廠 |
| 2019/7 | 美國 | iRobot | 掃地機器人 | 馬來西亞 | 已遷廠 |
| 2019/7 | 美國 | GoPro | 相機 | NIL | 已遷廠 |
| 2019/7 | 美國 | Lovesac | 傢俱 | 越南 | 已遷廠 |
| 2019/7 | 美國 | Cummins | 柴油發動機 | 印度 | 已遷廠 |
| 2019/7 | 美國 | VTech | 無線電話 | 馬來西亞 | 已遷廠 |
| 2019/7 | 臺灣 | 中鋼構 | 鋼鐵 | NIL | 已遷廠 |
| 2019/7 | 英國 | GSK | 醫藥 | NIL | 已遷廠 |
| 2019/8 | 法國 | Peugeot-Citroën | 汽車 | NIL | 已遷廠 |
| 2019/8 | 新加坡 | Flex International | 電子 | NIL | 已遷廠 |
| 2019/8 | 臺灣 | 佳世達 | 電子 | 臺灣 | 已遷廠 |
| 2019/9 | 日本 | Citizen Watch | 電子 | 泰國 | 已遷廠 |
| 2019/9 | 美國 | Home Depot | 傢俱 | 臺灣 | 已遷廠 |
| 2019/9 | 瑞士 | Novartis | 醫藥 | NIL | 已遷廠 |
| 2018/10 | 臺灣 | 廣達 | 電子 | 臺灣 | 考慮中 |
| 2018/10 | 臺灣 | 仁寶 | 電子 | 越南 | 考慮中 |
| 2018/4 | 日本 | Canon | 光學 | 越南 | 考慮中 |
| 2018/7 | 日本 | Fast Retailing | 成衣 | NIL | 考慮中 |
| 2018/7 | 日本 | Mitsubishi Electric | 電機 | NIL | 考慮中 |
| 2018/8 | 美國 | Premier Guard | 醫療 | NIL | 考慮中 |

| 時間 | 國籍 | 外資企業 | 產業 | 遷廠目的地 | 狀態 |
|---|---|---|---|---|---|
| 2018/8 | 美國 | At Home | 傢俱 | NIL | 考慮中 |
| 2019/1 | 日本 | Optex | 光電 | NIL | 考慮中 |
| 2019/3 | 德國 | Metro | 超市 | NIL | 考慮中 |
| 2019/5 | 日本 | 神戶製鋼所 | 鋼鐵 | NIL | 考慮中 |
| 2019/6 | 日本 | Nintendo | 電玩 | 越南 | 考慮中 |
| 2019/6 | 日本 | Sharp | 電子 | 越南、臺灣 | 考慮中 |
| 2019/6 | 臺灣 | 緯穎 | 電子 | NIL | 考慮中 |
| 2019/6 | 臺灣 | 美律 | 電子 | NIL | 考慮中 |
| 2019/7 | 美國 | Yeti | 製造 | NIL | 考慮中 |
| 2019/7 | 臺灣 | 宏碁 | 電子 | NIL | 考慮中 |
| 2019/7 | 臺灣 | 華碩 | 電子 | NIL | 考慮中 |
| 2019/7 | 臺灣 | 中鋼構 | 鋼鐵 | NIL | 已遷廠 |
| 2019/8 | 法國 | 寶獅雪鐵龍集團 | 汽車 | NIL | 已遷廠 |
| 2019/8 | 新加坡 | 偉創力 | 電子 | NIL | 已遷廠 |
| 2019/8 | 臺灣 | 佳世達 | 電子 | 臺灣 | 已遷廠 |
| 2019/8 | 臺灣 | 特力 | 家具 | NIL | 已遷廠 |
| 2019/9 | 日本 | Citizen Watch | 鐘錶 | 泰國 | 已遷廠 |
| 2019/9 | 美國 | Home Depot | 家具 | 臺灣 | 已遷廠 |
| 2019/9 | 瑞士 | Novartis | 醫藥 | NIL | 已遷廠 |
| 2019/10 | 美國 | Fitbit | 電子 | NIL | 已遷廠 |
| 2019/10 | 美國 | Zebra Technologies | 電子 | NIL | 已遷廠 |
| 2019/10 | 美國 | WeWork | 共享 | 美國、歐洲與日本 | 已遷廠 |
| 2019/10 | 臺灣 | 弘裕 | 紡織 | NIL | 已遷廠 |
| 2019/10 | 臺灣 | 華孚 | 機械 | NIL | 已遷廠 |
| 2019/10 | 臺灣 | 國產 | 水泥 | NIL | 已遷廠 |
| 2020/1 | 臺灣 | 麗清科技 | 光學 | 臺灣 | 已遷廠 |

說　　明：NIL 表示資料無法取得。
資料來源：本研究計畫自行整理。

中國美國商會（American Chamber of Commerce in China，AmCham China）調查 239 家在陸美商，結果顯示，22.7%欲完全撤出中國大陸；19.7%部分撤出；33.2%推遲或取消赴陸投資[4]。普華永道（Pricewaterhouse Coopers）的調查結果亦顯示，40%的臺商欲調整供應鏈與採購策略；39%轉向投資其他市場；29%將生產轉移到他國[5]。對此，Harris Bricken 律師事務所創辦人哈里

[4] AmCham China (2020), *2019 Business Climate Survey*. Beijing: American Chamber of Commerce in China.
[5] Pricewaterhouse Coopers (2020). *22nd Annual Global CEO Survey China Report*,

斯（Dan Harris）預期，即使美中經貿衝突趨緩，2020 年在陸外商撤離數量仍將持續攀升[6]。

另外，2019 年 9 月 24 日，白宮發布政策備忘錄，內容提及川普政府已計劃援引《國際緊急狀態經濟權力法》（International Emergency Economic Powers Act, IEEPA），迫使中資企業自美國證券交易所退市，並限制美國政府養老基金投資中國大陸股市，甚或要求在陸美商全面撤離中國大陸。該提案將於後續會議深入討論。

## 三、美國對中國大陸出口管制

美國《出口管理條例》（*Export Administration Regulation*, EAR），規範絕大多數原產於美國的商品、軟體與技術。其中，所有監控項目，都列舉於《商業管制清單》（*commerce control list*, CCL）。由美國商務部產業安全局（Bureau of Industry and Security, BIS）負責監管，包括出口許可證的審批、行政處罰，以及犯罪調查；司法部則負責刑事判決。特別是，所有參與管制項目的交易者—含括轉出口，皆須遵守 EAR。

2018 年 4 月 16 日，美國商務部援引 EAR，宣布七年內，禁止美國企業向中國大陸的電信設備製造商中興通訊公司，銷售零組件。8 月 1 日，商務部又鎖定 44 家中國大陸軍工科學研究單位。10 月 29 日，美國出口管制清單再新增福建晉華積體電路有限公司；其中，我國的聯華電子亦遭受牽連。

2018 年 8 月，美國更通過另一個重要法案《出口管制改革法案》（*Export Control Reform Act*，ECRA），要求商務部建立對美國國家安全至關重要之新興與基礎技術清單。根據該法案，

https://www.pwccn.com/en/research-and-insights/global-ceo-survey/22/china-report.pdf.

[6] *South China Morning Post* (2020), “China’s manufacturing exodus set to continue in 2020, despite prospect of trade war deal,” https://www.scmp.com/economy/china-economy/article/3045141/chinas-manufacturing-exodus-set-continue-2020-despite.

敏感商品及技術出口皆需經該部核准，該部需考慮相關技術的潛在最終用途，且有權對該技術出口、再出口或轉讓建立管制措施。

2019 年美國更頻於動用 EAR。5 月 14 日，EAR 新增 6 家中資企業。5 月 17 日，華為與 70 家附屬事業遭封殺；隨後（8 月 19 日），EAR 又增列華為之 46 間子公司。5 月 22 日，EAR 封鎖軍事應用超級電腦研發與製造商。8 月 13 日，EAR 擴及監控設備大廠。期間，商務部亦以違反伊朗、北韓禁令與迫害新疆人權，實施出口管制。扣除重複上榜企業，迄今 EAR 已涵蓋 192 家中資企業。

附帶一提的是，2019 年 4 月 11 日，美國商務部將 37 家中資企業與學校，列入「未經核實」實體的危險名單（Red Flag）。據此，美國供應商向中國大陸出口，用於修理先前出口產品的零部件時，必須申請新的貿易許可，故「未經核實」實體的危險名單，法律效力雖不及於 EAR，但增添供應商的實務操作困難，進而發揮等同禁運的實際效果（參見表 2-1-6）。

**表 2-1-6　美國對中國大陸出口管制（截至 2019 年 10 月 31 日）**

| 時間 | 家數 | 涉案中資企業 |
|---|---|---|
| 2018/4/16 | 1 | 中興通訊 |
| 2018/8/1 | 9 | 中國航太科工股份有限公司第二院以及下屬研究所、中國電子科技集團(中國電科)公司第 13 研究所以及關聯和下屬單位、中國電子科技集團公司第 14 研究所以及關聯和下屬單位、中國電子科技集團公司第 38 研究所以及關聯和下屬單位、中國電子科技集團公司第 55 研究所以及關聯和下屬單位、中國技術進出口集團有限公司、中國華騰工業有限公司、河北遠東通信 |
| 2018/10/29 | 1 | 福建晉華積體電路 |
| 2019/4/11 | 37 | 南通愛信汽車技術中心、洛陽微米光電、安徽華鍛機床製造、鋅鑫鈦合金製品、承德奧斯力特電子科技、長春國科精密光學、北京八億時空液晶科技、寧波谷德光電科技、湖北飛菱光纖材料、陝西宏遠航空鍛造、石家莊數英儀器、常州特爾瑪槍嘴、深圳翠博微系統、武漢逸飛鐳射設備、三安光電、西安彩晶光電科技、西安中科微精光子製造科技、浙江 |

| 時間 | 家數 | 涉案中資企業 |
|---|---|---|
| | | 西子航空工業、北京卓立漢光儀器、中國科學院長春應用化學研究所、廣東工業大學、中國人民大學、上海同濟大學、西安交通大學、西安交通大學電子與資訊工程學院、中國科學院北京納米能源與系統研究所、上海高壓科學研究中心、安徽計量科學研究院、中國科學院長春應用化學研究所、中國科學院上海應用物理研究所、中國科學院上海技術物理研究所、中國科學院雲南天文臺、Zhongshan Thincloud Optics、Wuxi Henging Technology、Wuxi Beetech、Sunder Tools(Changxing) Technology、Shanghai Zheyi Automation Engineering |
| 2019/5/14 | 6 | 艾文電子科技、宇力達科技、深圳天高科技、浙江台州中浮新材料科技、多瑪電子科技，以及浙江臨海屈龍奎 |
| 2019/5/17 | 71 | 華為及其 70 家附屬事業 |
| 2019/5/22 | 9 | 中科曙光、無錫江南計算技術研究所、成都海光集成電路、成都海光微電子技術、海光資訊技術公司，其旗下的海光資訊技術有線公司、天津海光 Thatic、天津海光先進技術投資公司、天津海光先進技術投資有限公司 |
| 2019/6/25 | 3 | 中國交通銀行、招商銀行、上海浦東發展銀行 |
| 2019/7/18 | 4 | 河南嘉源鋁業、福建三明市中伊歐進出口、蘇州埃文特種合金、蘇州中升磁業 |
| 2019/7/23 | 1 | 珠海振戎公司 |
| 2019/7/24 | 1 | 丹東鴻祥 |
| 2019/8/13 | 9 | 華為、中興通訊，海能達通信、海康威視數字技術，以及大華科技、中廣核集團、中國廣核集團有限公司、中廣核研究院、蘇州熱工研究院 |
| 2019/8/19 | 46 | 新增華為 46 間子公司 |
| 2019/8/29 | 2 | Pishtazan Kavosh Gostar Boshra、Seyed Hossein Shariat |
| 2019/9/25 | 6 | 中和石油、香港昆侖船務、崑崙控股、飛馬 88、大連中遠海運油品運輸、大連中遠海運油運船員船舶管理 |
| 2019/10/7 | 28 | 新疆維吾爾自治區公安廳及所屬的 19 個下屬單位、曠視科技、海康威視、大華科技、科大訊飛、美亞柏科資訊、依圖科技、頤信科技、商湯科技 |

說　　明：灰色網底表示「未經核實」實體的危險名單。
資料來源：本研究計畫自行整理。

值得一提的是，美國商務部工業安全局（Department of Commerce, Bureau of Industry and Security, BIS）於 2018 年 11 月提出針對關鍵技術和相關產品的出口管制法案預告（*Review of Controls for Certain Emerging Technologies*），列出 14 類可能會影響國家安全的新興與基礎技術並徵求公眾意見，包括生物技術、

人工智慧與機器學習、定位導航與定時（PNT）技術、微處理器技術、先進計算技術、資料分析技術、量子資訊與感測技術、物流技術、增材製造（Additive manufacturing）、機器人、腦機介面（Brain-computer interfaces）、高超音速技術（Hypersonics），以及先進材料（參見表 2-1-7）。

**表 2-1-7　美國 14 類關鍵技術出口管制清單**

| 類別 | 具體項目舉例 |
|---|---|
| 生物技術 | 奈米生物學、合成生物學、基因工程、神經科技 |
| 人工智慧和機器學習 | 神經網路和深度學習、電腦視覺、語音和音訊處理、自然語言處理、AI 雲端技術、AI 晶片 |
| 定位、導航和定時技術 | PNT 技術（在無全球定位系統 GPS 的環境下，仍能發揮定位、導航和定時功能） |
| 微處理器技術 | 系統單晶片（System on a Chip, SoC） |
| 先進計算技術 | 記憶體集中邏輯 |
| 資料分析技術 | 視覺化、自動分析演算法、語境感知計算 |
| 量子資訊和感測技術 | 量子計算、量子加密、量子感測 |
| 物流技術 | 行動電力系統、建模和模擬、全資產可見性（Total asset visibility）、基於配送的物流系統（Distribution-based Logistics Systems, DBLS） |
| 增材製造 | 3D 列印 |
| 機器人 | 微型無人機和微型機器人系統、叢集技術（Swarming technology）、自組裝機器人、分子機器人、機器人編譯器、智慧型微塵 |
| 腦機介面 | 神經控制介面 |
| 高超音速技術 | 飛行控制演算法、熱保護系統、專用材料 |
| 先進材料 | 自適應偽裝（光學迷彩）、功能性紡織品、生物材料 |
| 先進監控技術 | 面紋和聲紋辨識技術 |

資料來源：Federal Register (2018). “Review of Controls for Certain Emerging Technologies,” download from: https://www.federalregister.gov/documents/2018/11/19/2018-25221/review-of-controls-for-certain-emerging-technologies 暨本研究整理。

惟 2019 年 12 月 17 日，《路透社》（Reuters）透露，美國商務部僅就量子計算、3D 列印技術等高科技產品出口，擬定 5 條規則，管制程度低於前述預期[7]。此外，2020 年 1 月 5 日，美國商務部更新 EAR，將「用於自動分析地理空間圖像的軟體」

[7] Reuters (2019), “U.S. finalizing rules to limit sensitive tech exports to China, others,” https://www.reuters.com/article/us-usa-tech-china-exclusive/exclusive-us-finalizing-rules-to-limit-sensitive-tech-exports-to-china-others-idUSKBN1YL1B8.

列入管制範圍，智慧感測器、無人機、衛星與其他自動化設備的目標識別軟體（無論民用或軍用）都在限制範圍之內。

此外，2020 年 1 月 8 日，白宮發布全球第一份人工智慧（Artificial Intelligence, AI）的政府監管 10 大準則—《人工智慧應用監管指南》（*Guidance for Regulation of Artificial Intelligence Applications*），要求醫藥、交通運輸及其他產業應用 AI 技術時，必須考量公平、非歧視、開放、透明、安全、可靠等原則，對抗威權專制政府使用 AI 壓迫本國人民，劍指中國大陸的意涵明顯，這份 AI 準則將於 60 天公開評論期後實施。

對此，華府智庫戰略與國際研究中心（Center for Strategic and International Studies, CSIS）副總裁路易斯（James Lewis）表示，美國政府希望阻止美企幫中國大陸提升製造業的技術水準[8]。換言之，儘管 RER 的具體方案尚未成形，但可觀察到美國亟欲加強封鎖對外技術合作，鞏固本身在科技與製造領域的技術領導地位，故未來可能持續強化中國大陸相關出口技術管控。

另一個值得關注的議題是，2019 年 12 月，美國商務部原計劃緊縮美企供應華為晶片或其他關鍵零組件的出口管制，將最低門檻境外製造比率（即微量原則；De Minimis Rule），由現行的 75%拉高至 90%。同時，商務部亦擴大外國直接產品原則（Foreign Direct Product Rule）的涵蓋範圍。未來以美國科技或軟體為基礎的外國製產品，都須接受華府監督。

惟顧及商業利益，美國國防部與財政部極力反對前述修正。故一度傳出，商務部擬於 2020 年 1 月撤回該項提議。但川普將於 2 月 28 日再次開會討論，限制出口產品給華為。原則上，行政團隊不希望中國大陸掌握美國先進技術。屆時與會官員包括商

[8] James Lewis (2020), *Export Controls / Dual Use Technology and Technology Transfer Issues*, Washington, DC: Center for Strategic and International Studies.

務部長羅斯（Wilbur Ross）、國防部長艾思博（Mark Esper），以及國務卿龐培歐（Mike Pompeo）等高階官員。

美若升級對華為的出口禁令，華為所有基地臺與智慧型手機將無法出貨。原因有二：一是華為手機的主晶片 AP 技術來自美方技術含量超過 10%。二是基地臺的射頻晶片技術全部來自 Qorvo 與 Skyworks 等美廠。如果華為訂單全數歸零，臺灣半導體、光學鏡頭、PCB 與網通相關供應鏈將會受到衝擊。

美國或禁止奇異與法國 Safran 合資的 CFM 國際（CFM International）出口飛機引擎 CFM LEAP-1C 予中國大陸，防止中國大陸透過逆向工程，研發自製噴射客機 C919。惟川普質疑「利用國家安全的虛假概念，設定限制的措施」，擬終止該項提案；反映美國高階決策階層立場的差異。易言之，華府如何權衡商業利益與國家安全？仍是後續觀察重點。

由此衍生的關鍵議題是，美國積極遏制中國大陸第五代行動通訊技術（5th generation wireless systems, 5G）的發展。2018 年 5 月 3 日，川普禁止全球各地的美國軍事基地販售華為手機。8 月 13 日，管制範圍再擴及政府各部門。2019 年 7 月 17 日，國會更提出《捍衛美國 5G 未來法案》（*Defending America's 5G Future Act*），並撥款 10 億美元資助中小型電信商，封鎖華為的意圖明顯。

直至最近（2020 年 2 月 4 日），美國政府尚擬與美商戴爾（Dell）、微軟（Microsoft）、美國電話電報公司（AT&T），以及歐商諾基亞（Nokia）與愛立信（Ericsson）合作，建立 5G 的共通工程標準，讓軟體開發商可在任何的硬體設備上執行程式碼，以期降低對華為的依賴（參見表 2-1-8）。

**表 2-1-8　美國對華為的管制（2018 年 4 月至 2020 年 6 月）**

| 時間 | 事件 |
|---|---|
| 2018/1/30 | 根據美國《政府通信保護法》草案，要求聯邦通信委員會調查華為以及中國大陸政府的壓力。 |
| 2018/4/17 | 禁止接受聯邦政府補貼的通訊公司購買中資企業的電信設備。 |
| 2018/5/3 | 全球各地的美國軍事基地，停止販售華為手機。 |
| 2018/8/13 | 美國總統川普簽署《2019 財年國防授權法案》，禁止任何政府部門使用華為與中興兩家公司的產品。 |
| 2018/12/6 | 華為證實公司創始人任正非的長女，現任副董事長兼首席財務管理孟晚舟，在加拿大溫哥華轉機時，應美國政府要求被拘捕。 |
| 2019/1/28 | 美國司法部起訴華為首席財務管理孟晚舟及兩家分支機構，罪名包括欺詐、竊取商業機密、違反《國際緊急經濟權利法》(即美國對伊朗的制裁)、洗錢，以及妨礙司法等 23 條刑事控罪。 |
| 2019/5/17 | 禁止使用具國家安全風險的技術公司所製造之電信設備。同時，禁止出售技術與產品予華為及其 70 家附屬事業。 |
| 2019/5/20 | 美國技術禁止輸出華為的禁令，延後 90 天，藉此給予軟體更新，以及其它履行合約義務所需的時間。 |
| 2019/6/2 | 美國國務卿蓬佩奧(Pompeo)與六名前軍事首長，其中包括兩名美國太平洋司令部指揮官相繼警告，未來華府將不再分享訊息，給使用中國大陸技術網絡的國家。 |
| 2019/6/25 | 美國政府研擬，要求國內使用的5G設備在中國大陸境外製造。 |
| 2019/6/30 | 川普同意，在不危及美國國家安全的前提下，華為可購買美國產品。 |
| 2019/7/16 | 美國民主與共和兩黨參議員共同提出《捍衛美國 5G 未來法案》，將華為列入「實體清單」的行政命令升級成法令。未來，若無獲得國會許可，總統也不能將華為移出「實體清單」，且國會有權否決美國企業對華為的出口許可。 |
| 2019/8/13 | 禁止美國政府直接購買中資企業的電信、影視監控設備或服務，包括華為、中興通訊、海能達通信、海康威視數字技術，以及大華科技。 |
| 2019/8/19 | 華為「豁免令」再延長 90 天，惟管制清單新增華為 46 間子公司。 |
| 2019/9/26 | 美國眾議院提出一項法案，預計將撥款 10 億美元給美國鄉村地區的中小型電信商，用以更換華為及中興通信的電信設備。 |
| 2020/2/4 | 美國政府尚擬與歐美企業合作，建立 5G 的共通工程標準，讓軟體開發商可在任何的硬體設備上執行程式碼，以期降低對華為的依賴。 |
| 2020/5/5 | 以 Google、微軟、臉書為首的 31 家國際知名企業宣布成立「開放基地台無線接取網路政策聯盟」(Open RAN Policy Coalition)，呼籲美國政府能提供基地台無線接取網路(RAN) |

| 時間 | 事件 |
| --- | --- |
| | 研發資金、透過獎勵措施讓網路供應鏈多樣化，幫助更多創新業者進入市場，以打破全球僅 5 家 5G 設備供應商的局面。 |
| 2020/6/16 | 美國商務部修改出口禁令，開放美國企業與華為合作制訂 5G 標準。 |

資料來源：本研究計畫自行整理。

除禁止本國公司與華為合作，美國還不斷遊說其他國家採取類似措施，限制華為參與當地通訊業，尤其是 5G 產業發展，並警告使用華為設備恐威脅網路安全。如表 2-1-9 所示，至 2019 年 5 月為止，日澳等國已同意禁止華為。德法等國宣布不排除華為，但將強化相關審查。泰國、越南、印尼，以及馬來西亞等東南亞國家則不會禁止華為。

其中，英國對華為的動向最為關鍵。首相強森（Boris Johnson）於 2020 年 1 月 13 日公開表示，「現在如果有人反對該品牌，則詳細告知可選擇的替代方案。」顯然強森無意將華為排除在英國的 5G 網路建設與運營之外。惟多數的國會議員又強調，英國不允許「安置任何有損國家安全與五眼聯盟（Five Eyes）合作的基礎設施」。

歐盟（European Union）亦猶豫不決。2019 年 10 月，《歐盟 5G 網路安全統合風險評估》（*Report on the EU Coordinated Risk Assessment on Cybersecurity in Fifth Generation Networks*）強調，歐盟依賴非民主國家的供應商（如華為），將增加網路攻擊的頻率，歐洲應該保有「技術主權」。但 2020 年 1 月，歐盟內部市場與服務執委布萊頓（Thierry Breton）又表示，歐盟不會明確禁止華為或其他 5G 設備供應商[9]。之後，英國於 2020 年 1 月 28 日宣布允許華為等高風險供應商有條件參與該國的 5G 網路佈建，條件限制為僅限提供非核心網路技術與服務，對非核心 5G 業務的占比不得超過 35%。同時，歐盟也於 2020 年 1 月 29 日發

[9] Japan Times (2020), "EU announces strict 5G rules but no Huawei ban," https://www.japantimes.co.jp/news/2020/01/30/business/tech/eu-announces-strict-5g-rules-no-huawei-ban/#.Xkdq52gzaHs.

布 5G 安全指導方針，有條件放行華為參與網路布建；呼籲評估不同網路設備供應商所帶來的風險狀況，並要求限制高風險供應商參與基礎建設，尤其核心網路等關鍵部分[10]。不過，根據報載，最近英國首相已表態將禁止華為進入英國市場；但英國內部仍有不同意見。此議題值得持續觀察。

**表 2-1-9　各國對華為准入之態度**

| 狀態 | 國家 |
|---|---|
| 已宣布禁止華為進入之國家 | 澳洲、紐西蘭、波蘭、日本 |
| 不特別排除華為但強化審查的國家 | 法國、德國、捷克 |
| 已宣布不會禁止華為進入之國家 | 斯洛伐克、菲律賓、泰國、越南、印尼、馬來西亞、柬埔寨、韓國、西班牙 |
| 尚未表態是否准許華為進入之國家 | 匈牙利、加拿大、挪威、荷蘭、印度、 |
| 有條件放行華為參與網路布建 | 歐盟、英國* |

*：不過，根據報載，最近英國首相已表態將禁止華為進入英國市場；但英國內部仍有不同意見。
資料來源：本研究整理。

最新的進展是：在 2020 年 5 月 6 日，根據路透報導[11]，美國商務部正接近批准一套新規定，擬允許美商公司與華為共同制定 5G 網路標準。同時，以 Google、微軟、臉書為首的 31 家國際知名企業在 2020 年 5 月 5 日宣布成立「開放基地台無線接取網路政策聯盟」（Open RAN Policy Coalition），呼籲美國政府能提供基地台無線接取網路（RAN）研發資金、透過獎勵措施讓網路供應鏈多樣化，幫助更多創新業者進入市場，以打破全球僅 5 家 5G 設備供應商的局面[12]。這可能在未來擴大 5G 白牌設備的市場空間（詳見第六章第三節的討論）。另外，2020 年 6 月 16 日，美國商務部修改出口禁令，開放美國企業與華為合作制訂 5G 標準。

[10] https://technews.tw/2020/01/30/europe-moves-to-secure-5g-networks-but-will-not-ban-huawei/
[11] 經濟日報，https://money.udn.com/money/story/10511/4545190。
[12] 「看好 5G 發展！微軟等 31 家業者組聯盟 企圖擠掉華為」https://newtalk.tw/news/view/2020-05-06/402468。

# 第二節　美中經貿談判進程與主要爭議

## 一、美中經貿談判進程

2018 年 4 月 10 日，中國國家主席習近平於博鰲論壇發表關鍵談話，允諾大幅度放寬市場准入、加強智慧財產權保護、主動擴大進口，以及創造更有吸引力的投資環境，為美中經貿談判開啟曙光。5 月 3 日，美國財政部長穆努欽（Steven Mnuchin）率團赴北京，與中國國務院副總理劉鶴展開為期兩日的經貿磋商。然而，雙方沒有達成協議，也無召開聯合記者會。

但到了 5 月下旬，美中經貿關係出現戲劇性的轉折。20 日，兩國發表聯合聲明—同意不打貿易戰、停止互相加徵關稅。惟三日後情勢再度急轉直下。川普公開表示不滿意貿易談判的結果。6 月 2 日，美國商務部長羅斯（Wilbur Ross）率團抵北京，展開第 3 三輪的美中貿易談判；惟雙方仍無法達成共識。

因受到相互加徵關稅的影響，第 4 輪貿易談判的層級降至副部長級，由美國財政部次長馬爾帕斯（David Malpass）、中國商務部副部長王受文銜命磋商；此後，會談更一度擱置。直至川普與習近平，於 20 國集團峰會（G20）期間（2018 年 11 月 30 日），在阿根廷首都布宜諾斯艾利斯（Buenos Aires）舉行雙邊會談，再開啟繼續協商的契機。

自 2019 年伊始，1 月 7 日，美國副貿易代表葛瑞許（Jeffrey Gerrish）與財政部次長馬爾帕斯（David Malpass）赴北京，展開第 5 輪磋商。30 日，劉鶴再訪美，舉行第 6 輪會議。2 月 21 日，則移師華府，美國貿易代表萊特希澤（Robert Lighthizer）、白宮首席經濟顧問庫德洛（Larry Kudlow）、貿易顧問納瓦羅（Peter Navarro）、穆努欽，以及羅斯都參與第 8 輪磋商。

值得一提的是，趕在 3 月 1 日硬期限（hard deadline）之前，美中雙方開始起草 6 份諒解備忘錄（memorandum of understanding, MOU），包含強迫技術轉讓與網路竊密、服務業市場准入、智慧財產權保障、非關稅壁壘、匯率穩定，以及消弭貿易失衡；其中，詳細列舉 10 項貿易平衡措施。據此，3 月 6 日，美國宣布美中貿易「停戰期」無限期延長，以利後續磋商。

準此，於後續兩個月的期間，美中雙方密集展開三輪協商。惟就在外界預期談判達陣之際，川普於 5 月 3 日無預警表示，習近平要求徹底修改協議，含括智慧財產權、商業機密竊盜、強迫技術轉讓、競爭中立（competitive neutrality）、金融服務市場准入，以及匯率操縱。甚者，北京當局欲刪除協議草案中具法律約束力的辭令。在此氛圍下，5 月 9 日第 12 輪談判宣告破局。

然而，在日本大阪舉辦的 G20 峰會期間，川習二會，美方暫緩新一輪加徵關稅—調升 3,250 億美元產品稅率至 25%，並開放美國企業向華為販售部份零組件。習近平則允諾增加採購美國農產品，開啟第 13 輪美中經貿談判，惟中方代表團加入商務部部長鍾山、駐聯合國日內瓦辦事處大使俞建華等偏鷹派人士，且會議地點從北京改到上海，結果不到半日便提前結束。

惟美中經貿關係再度出現意外發展，2019 年 10 月 10 日，劉鶴赴美進行第 14 輪經貿談判。川普宣布雙邊達成「相當實質性的第一階段協議」，範圍含括農產品採購、金融市場准入、技術轉讓，以及人民幣匯率。2020 年 1 月 15 日，美國總統川普與中國大陸國務院副總理劉鶴於白宮簽署第一階段貿易協議。歷時兩年的美中貿易戰趨於緩和。

## 二、美國經貿訴求與中國大陸回應

美國的談判訴求有九：前兩項為零關稅與零非關稅壁壘，至少於2020年7月1日前，中國大陸的所有非重要產品關稅稅率，不應高於美國的現行水準（3.7%）。三是零補貼，即取消「中國製造 2025」對國有企業、戰略性產業的資助。四是停止侵犯智慧財產權，特別是由政府支持的網路入侵與竊取行為。五是停止強迫技術轉讓—以技術轉移換取市場進入。

六是允許美商成立獨資公司，即中國大陸須大幅開放市場准入，並給予美商企業國民待遇。同時，北京當局應修改《外人直接投資負面表列清單》，取消外資所有權與持股比例的限制；上述六項要求被稱之為「三零二停一允許」。

此外，中國大陸貨幣當局還要維持人民幣匯率的穩定，不可操縱貶值，抵銷加徵關稅的效果。八是審核履行進度，即中國大陸須提供「可核實、可執行、可衡量，以及可交付的成果」，且此後兩國每季召開檢討會議。其中，華府要求保留至少500億美元的關稅制裁，作為監督依據。

最後是縮減美中貿易逆差：達成協議後的一年內，中方減少1,000億美元的貿易順差；其中，直接採買美國商品的比例須達到75%；第二年再減1,000億美元的貿易順差，且50%的比例須直接採買美國商品。本研究將中國大陸政府對美方訴求的回應彙整於表2-2-1。

**表 2-2-1　美中貿易談判內容（截至 2020 年 1 月 31 日）**

| 項目類別 | 時間 | 中方回應 |
|---|---|---|
| 貿易平衡 | 2018/12/4 | • 中方允諾1.2兆美元的額外貿易採購。 |
| | 2018/12/1 | • 中方積極購買美國大豆。 |
| | 2019/1/9 | • 中方開放美國農產品與轉基因農作物的進口。 |
| | 2019/1/30 | • 中方允諾購買500萬噸美國黃豆。 |
| | 2019/2/5 | • 中方增加採購2,000億美元美製半導體。 |
| | 2019/2/22 | • 雙方研擬削減雙邊貿易失衡的10項措施。 |

| 項目類別 | 時間 | 中方回應 |
|---|---|---|
| | 2019/2/22 | • 雙方研擬農業採購的 MOU。 |
| | 2019/5/12 | • 中方表明，貿易採購應當符合中方實際能力。 |
| | 2019/9/24 | • 中方再度批准國有企業採購免徵報復性關稅的美國黃豆。 |
| | 2019/10/11 | • 中方承諾每年將購買 400 億至 500 億美元美國農產品。 |
| | 2019/10/11 | • 中方更正各種衛生與植物檢疫措施(農業結構問題)。 |
| | 2020/1/15 | • 中方擴大對美採購，包括 320 億美元的農產品、780 億美元的製造業產品，以及 520 億美元的能源產品，合計 2,000 億美元。 |
| 關稅壁壘 | 2018/5/22 | • 中方調降汽車及其零組件的進口關稅。 |
| | 2018/5/31 | • 中方調降日用消費品的進口關稅。 |
| | 2018/9/30 | • 中方調降機電設備、零組件及原材料的進口稅率。 |
| | 2018/12/13 | • 中方暫緩課徵美國汽車與零組件的加徵關稅。 |
| | 2018/12/24 | • 中方雜糧與部分藥品生產原料實施零關稅，並調降棉花等 700 項進口關稅。 |
| | 2019/2/22 | • 雙方研擬取消非關稅壁壘的 MOU。 |
| 市場准入 | 2018/6/28 | • 中方公布《最新外商投資准入特別管理措施(負面清單)》。 |
| | 2018/12/25 | • 中方發布《市場准入負面清單(2018 年版)》。 |
| | 2019/2/1 | • 中方頒布《鼓勵外商投資產業目錄(徵求意見稿)》。 |
| | 2019/2/22 | • 雙方研擬服務業准入的 MOU。 |
| | 2019/5/1 | • 中方公布 12 項金融業擴大開放舉措。 |
| | 2019/6/30 | • 中方更新《市場准入負面清單(負面清單)》。 |
| | 2019/7/2 | • 中方原定在 2021 年取消證券、期貨、壽險、外資控股限制提前到 2020 年。 |
| | 2019/10/11 | • 中方向美國金融服務公司開放市場，雙方就此幾乎達成完整協議。 |
| | 2019/10/16 | • 中方宣布擴大開放領域、深化資本帳改革，並重申不得強制外資轉讓技術。 |
| | 2020/1/15 | • 中方放寬，銀行、保險、安全與信貸服務的金融市場准入條件。 |
| 匯率穩定 | 2018/9/9 | • 中方已多次強調，不會操縱人民幣匯率，刻意貶值。 |
| | 2019/2/22 | • 雙方研擬人民幣匯率穩定的 MOU。 |
| | 2019/3/10 | • 中方依據 IMF 的資料透明度標準，揭露買賣外匯的相關數據。 |
| | 2019/10/11 | • 雙方達成貨幣操縱、外匯市場，及自由市場的透明度協議。 |
| | 2020/1/15 | • 中方承諾避免競爭性匯率貶值，且參照 USMCA，逐月公布國際法定準備金。 |

| 項目類別 | 時間 | 中方回應 |
|---|---|---|
| 競爭中立與強迫技術轉讓 | 2019/2/16 | • 中方所有政府補貼項目，都將遵循 WTO 的規定。 |
| | 2019/2/22 | • 雙方研擬禁止強制技術轉讓的 MOU。 |
| | 2019/3/28 | • 中方取消電動車補貼。 |
| | 2019/3/15 | • 中方審議通過《外商投資法》。 |
| | 2019/4/26 | • 中方清理廢除妨礙公平競爭、扭曲市場的不合理規定、補貼和做法。 |
| | 2019/10/16 | • 中方重申不得強制強制外資企業轉讓技術。 |
| | 2020/1/15 | • 中方允諾「禁止強制性技術轉讓」。 |
| 智慧財產權保障 | 2019/3/15 | • 中方審議通過《外商投資法》。 |
| | 2018/12/4 | • 中方發布《對知識產權領域嚴重失信主體開展聯合懲戒的合作備忘錄》。 |
| | 2018/12/25 | • 中方提高智慧財產權的賠償金額。 |
| | 2019/1/2 | • 中方成立「知識產權法庭」。 |
| | 2019/2/22 | • 雙方研擬保障智慧財產權的 MOU。 |
| | 2019/2/22 | • 雙方研擬禁止網路盜竊的 MOU。 |
| | 2019/3/15 | • 中方宣布將外商投資企業投訴工作機制。 |
| | 2019/10/11 | • 智慧財產權條款主要集中在加強「20 世紀」保障。 |
| | 2020/1/15 | • 中方允諾加大智慧財產權保障力度，含括商業秘密保護、藥品相關問題、專利有效期延長、地理標誌、電子商務平臺上的盜版與假冒、盜版與膺品的生產與出口、商標惡意註冊，以及司法執行與程序。 |
| 檢核機制與撤銷加徵關稅 | 2019/4/10 | • 雙方互設執行辦公室，雙向定期檢核承諾。 |
| | 2019/5/12 | • 中方表明，雙方應同步取消所有加徵關稅。 |
| | 2019/5/12 | • 中方表明，文本須兼顧中方民眾感受。 |
| | 2020/1/15 | • 中方允諾每季採購不得低於計畫的 10%，否則美方可依據快速撤回機制，將關稅恢復到原先水準。 |
| 芬太尼 | 2019/4/2 | • 中方允諾全面列管「芬太尼類物質」止痛藥。 |

資料來源：本研究計畫自行整理。

（一）貿易平衡

2018 年川習會後，習近平允諾增加 1.2 兆美元的額外採購，包括未來 6 年採購 2,000 億美元的美製半導體。12 月 28 日，海關總署准許美國稻米、糙米、精米，以及米碎的進口。2019 年 1 月 8 日，農業農村部再開放孟山都、先鋒國際良種、陶氏益農、巴斯夫種業，以及先正達農的耐除草劑油菜、玉米與大豆等五種轉基因農作物的進口；前三家企業都是美商。

2019 年 2 月 22 日，美中兩國一度達成《削減雙邊貿易失衡的 10 項措施》、《農業採購 MOU》兩項協議，惟因 5 月 3 日談判破局而告終。2019 年 10 年 11 日，美中兩國再度達成初步共識。美國貿易代表萊特希澤表示，中國大陸承諾每年將購買 400 億至 500 億美元的美國農產品。此外，雙方亦更正各種衛生、植物檢疫措施，以及生物技術等農業結構問題。

2020 年 1 月 15 日,在美中第一階段經貿協議中,中方允諾，擴大對美採購，包括 320 億美元的農產品、780 億美元的製造業產品，以及 520 億美元的能源產品，合計 2,000 億美元。

（二）關稅壁壘

2018 年 12 月 13 日，中國財政部暫緩課徵美國汽車與零組件的加徵關稅，為期三個月。此外，國務院關稅稅則委員會先後於 2018 年 5 月 22 日、5 月 31 日、9 月 30 日，以及 12 月 24 日四次調降汽車、日用消費品，以及機電設備等商品的進口稅率。2019 年 2 月 22 日，美中兩國更一度達成《取消非關稅壁壘 MOU》。

（三）市場准入

繼 2018 年 6 月 28 日《最新外商投資准入特別管理措施（負面清單）》的修訂，在不到半年的時間（12 月 25 日），中國國家發展和改革委員會又發布《市場准入負面清單(2018 年版)》，放寬金融、汽車、能源、資源、基礎設施、教育、醫療、文化、電信、交通運輸、商貿流通，以及專業服務業赴陸投資的持股比例限制。

甚者，就在川習二會的隔日（2019 年 6 月 30 日），中國國家發展和改革委員會與商務部，一口氣推出《鼓勵外商投資產業目錄（鼓勵目錄）》、《外商投資准入特別管理措施（全國負面

清單）》，以及《自由貿易試驗區外商投資准入特別管理措施（自貿區負面清單）》的修訂版。

2019 年版全國與中西部《鼓勵目錄》分別有 415 條與 693 條，合計 1,108 條，較 2017 年版多增加 121 條。《全國負面清單》條目由 2018 年版的 48 條縮減到 2019 年版的 40 條，共刪除 8 條。同時，《自貿區負面清單》亦由 2018 年版的 45 條，刪減到 2019 年版的 37 條，同樣減少 8 條。本次《負面清單》完全沒有新增限制。上述措施皆訂於 7 月 30 日開始實行。

中國大陸外資政策的調整重點如下：第一，超過八成的《鼓勵目錄》增修條文都集中在高端、智慧與綠色製造。電子資訊業增修 5G 核心元件、積體電路、晶片封裝設備，以及雲計算設備。裝備製造業增修工業機器人、新能源汽車，以及智慧汽車關鍵零部件。新材料業增修航太新材料、單晶矽與大矽片。現代醫藥產業增修細胞治療藥物關鍵原材料、大規模細胞培養產品。

第二，《鼓勵目錄》繼續加大生產性服務業的開放力度。例如，商務服務業增修工程諮詢、會計、稅務，以及檢驗檢測認證。此外，商貿流通領域增修冷鏈物流、電子商務，以及鐵路專用線。同時，技術服務領域尚增修人工智慧、清潔生產、碳捕捉，以及循環經濟。很顯然，中國大陸政府希望藉助外資帶動服務業的轉型升級。

第三，中國大陸政府亦希望中西部與東北地區能順利承接外資產業轉移。例如，雲南、內蒙古與湖南增修農產品加工、紡織服裝，以及傢俱製造。安徽、四川與陝西增修一般積體電路、平板電腦與通訊終端。河南與湖南增修物流倉儲設施與汽車加氣站。很顯然，中西部《鼓勵目錄》側重勞動密集型與先進適用技術產業。

第四，主要優惠措施有三：一是鼓勵類外商投資項目，在投資總額內進口自用設備免徵關稅。二是符合西部地區鼓勵類外商投資項目得減免15%的企業所得稅。最後，優先供應土地給集約用地的鼓勵類外商投資工業項目，即確定土地出讓底價時，可按不低於所在地土地等別相對應全國工業用地出讓最低價標準的70%執行。

第五，《負面清單》則側重服務業擴大對外開放。中國國家發展和改革委員會暨商務部一併取消電影院、演出經紀機構、國內船舶代理，以及 50 萬人口以上城市燃氣與熱力管網須由中方控股的限制。同時，中國大陸政府亦放寬市場准入，範圍包括增值電信、石油天然氣勘探、宣紙與墨錠生產、野生動植物資源開發，以及若干礦產的開採。

第六，《自貿區負面清單》亦發揮「試驗田」的作用。2018年版《自貿區負面清單》先開放演出經紀機構、石油天然氣勘探開發，再推向全中國大陸。本次《自貿區負面清單》亦率先取消部分水產品捕撈、出版物印刷兩項限制，估計短期內也將擴及全國。甚者，國務院總理李克強表示考慮在自貿區開展外國雲服務提供商擁有數據中心的試點。

同時，在《負面清單》中，證券公司的外資持股比例由 2018年版的「不超過 25%」調整為「不超過 51%」。甚者，5 月 1 日，中國銀行保險監督管理委員會郭樹清宣布，近期將推出 12 項金融業擴大開放舉措，包括，外資銀行業與保險業的總資產要求與持股上限，並允許外資銀行開業時即可承作人民幣業務。

2019 年 7 月 20 日，中國人民銀行再發布「金融業對外開放 11 條」；其中，取消證券、基金管理、期貨與壽險外資股比限制的時間點，由原定的 2021 年提前一年到 2020 年。甚者，外資保險公司准入的 30 年經營年限亦一併取消。期間（1 月 28 日），

人民銀行亦宣布，美國標準普爾全球（Standard and Poor Global）公司正式成立完全獨資公司，此舉迎合美方訴求的意圖明顯。

期間（2019 年 2 月 22 日），美中兩國更一度達成《服務業准入 MOU》。2019 年 10 月 16 日，美中第 14 輪經貿談判亦就金融服務取得高度共識。當日，中國國務院總理李克強更宣布擴大對外開放，包括新外資銀行、保險與汽車業准入，特別是新能源汽車享有同等待遇。同時，深化資本帳收入支付便利化改革試點範圍，促進投資便利化。

2020 年 1 月 15 日，在美中第一階段經貿協議中，中國大陸政府允諾放寬，銀行、保險、安全與信貸服務的金融市場准入條件。

（四）匯率穩定

中國國務院總理李克強多次表示中國大陸絕不會靠貶值，刺激出口。人民銀行行長易綱也表示中國大陸不會參與競爭性貶值，也不會以匯率作為應付貿易摩擦的工具；人民幣匯率將會大致維持穩定。2019 年 2 月 22 日，美中兩國一度達成《人民幣匯率穩定 MOU》，中方承諾依據國際貨幣基金（International Monetary Fund, IMF）的資料透明度標準，揭露買賣外匯的相關數據。

惟 2019 年 8 月 5 日，人民幣兌美元匯率開盤即跳空到 7.053，最終勉強拉回到 7.013。中國人民銀行宣稱人民幣暴跌是受到單邊主義、貿易保護主義措施，以及加徵關稅預期的影響。美國財政部長穆努欽則旋即宣布，將中國大陸列為匯率操縱國（currency manipulator）。10 月 11 日，美中再度達成外匯市場自由化與透明度協議，並就貨幣操縱取得高度共識。

2020 年 1 月 15 日，在美中第一階段經貿協議中，中國大陸政府允諾，避免競爭性匯率貶值，且參照《美國—墨西哥—加拿大協議》（*United States Mexico Canada Agreement*, USMCA），

逐月公布國際法定準備金。據此，於美中兩國簽署協議前夕，美國財政部發布《美國主要貿易夥伴的總體經濟與外匯政策報告》（*Report on Macroeconomic and Foreign Exchange Policies of Major Trading Partners of the United States*），將中國大陸「貨幣操縱國」，改列為觀察名單。

（五）競爭中立與強迫技術轉讓

於第 7 輪雙邊磋商的會議上，北京當局首次允諾，政府對國內產業的所有補貼項目都將遵循世界貿易組織（WTO）的規定。甚者，中國財政部宣布，自 2019 年 6 月起，中央政府的電動車最高補助將減少一半以上，金額從人民幣 6.6 萬降至 2.75 萬；地方政府的電動車補助亦同步縮減。

此外，2018 年 12 月 23 日，中國全國人民代表大會（人大）常務委員會（常委會）初審《外商投資法》。三日後，全國人大常委會公布徵求意見稿，並於 2019 年 1 月 28 日加開專門會議，完成二審。3 月 15 日，全國人大以高票（2,929 票）通過該法。在不到三個月的時間內，完成內容如此龐雜的立法，實屬罕見，此亦彰顯中國大陸政府高度重視《外商投資法》。

值得一提的是，《外商投資法》第 22 條第 1 項規定保護外國投資者的智慧財產權及相關權利人的合法權益。同時，中國政府將嚴格追究智慧財產權侵權行為的法律責任。《外商投資法》第 22 條第 2 項更明定，行政機關及其工作人員「不得利用行政手段強制轉讓技術」。此舉旨在回應美中經貿談判中的華府訴求。

此外，《外商投資法》第 39 條規定，行政機關不得洩漏外資商業秘密，違者將予以處分，並追究刑事責任。對此，最終版本更新增一條：「行政機關及其工作人員對於履行職責過程中知悉的外國投資者、外商投資企業的商業秘密，應當依法予以保密，

不得洩露或者非法向他人提供（第 23 條）」。這突顯中國大陸政府對於商業機密保護的關注。

2019 年 10 月 16 日，美中第 14 輪經貿談判亦論及強制技術轉讓。當日，中國國務院總理李克強於國務院常務會議上也重申，不得強制或變相強制外國投資者和外資企業轉讓技術。同時，政府採購不得限定供應商所有制形式、投資者國別、產品或服務品牌。此外，中國大陸依法保護商業機密，並完善電商平臺專利侵權訴訟程式。

（六）智慧財產權保障

2018 年 12 月 4 日，中國大陸發布《關於對知識產權（專利）領域嚴重失信主體開展聯合懲戒的合作備忘錄》。25 日，人民代表大會修法，提高智慧財產權的賠償金額，從 1 萬至 100 萬人民幣，修正為 10 萬到 500 萬人民幣。2019 年 1 月 2 日，最高人民法院再成立知識產權法庭。最後，《外商投資法》亦建立「外商投資企業投訴工作機制」。

2019 年 2 月 22 日，美中兩國一度達成《網路盜竊 MOU》、《禁止強制技術轉讓 MOU》和《保障智慧財產權 MOU》。10 月 16 日，美中第 14 輪經貿談判亦論及此議題，聚焦「20 世紀」（20th century）保護，包括版權、商標，以及盜版等問題。

2020 年 1 月 15 日，在美中第一階段經貿協議中，中國大陸政府允諾加大智慧財產權保障力度，含括商業秘密保護、藥品相關問題、專利有效期延長、地理標誌、電子商務平臺上的盜版與假冒、盜版與膺品的生產與出口、商標惡意註冊，以及司法執行與程序。最後，中方允諾「禁止強制性技術轉讓」。

（七）檢核機制

2018 年 11 月 14 日，中國大陸向美國提交 142 項的談判清單，這些項目分為三個類別：一是已著手處理的事項；二是願意

磋商；三是該議題超出談判範圍，該比例大約為 20%。在美中第 6 輪談判中，中方再允諾不可磋商的比例可以進一步削減。2019 年 4 月 10 日，中國大陸再讓步，同意美中雙邊互設執行辦公室，雙向定期檢核承諾。

2020 年 1 月 15 日，在美中第一階段經貿協議中，中國大陸政府允諾，每季採購不得低於計畫的 10%，否則美方可依據快速撤回機制（snapback），將關稅恢復到原先水準。

（八）芬太尼

中國國家禁毒委員會宣布自 5 月 1 日起芬太尼類相關藥品，列入「非藥用類麻醉藥品和精神藥品管製品種增補目錄」。這是習近平於 2018 年 12 月 1 日向川普做出的承諾。

## 三、美中經貿談判的主要爭議

目前美中經貿談判的主要爭議有五點：一是檢核機制。中國大陸仍不願意具體化經貿協議的承諾時間表。同時，北京當局亦不同意華府保留 500 億美元的加徵關稅貨品，作為履行承諾的要脅。例如，2019 年 10 月 16 日，《彭博社》（Bloomberg）披露，中方要求華府撤銷全部加徵關稅，否則拒絕在 2 年內購買 800 億美元至 1,000 億美元的美國農產品。

惟 2020 年 1 月 15 日，在美中第一階段經貿協議中，中國大陸政府允諾，每季採購不得低於計畫的 10%，否則美方可依據快速撤回機制（snapback），將關稅恢復到原先水準。但迄今未傳出，雙方展開檢核工作。據此，USTR 於 2020 年 2 月 14 日組建「雙邊評估與爭端解決辦公室」，監督第一階段貿易協議是否落實。此機構將由副貿易代表 Jeffrey Gerrish 主掌，而美中雙方依月、季與半年期定期會晤，其中季度會議由美方副貿易代表與中方副部級官員參與，至於半年期會議則提高層級，由美國貿易代

表與中方副總理級別官員與會，若磋商未果，投訴方可訴諸「反制措施。

二是 2019 年 5 月 12 日，中國國務院副總理劉鶴首次表明，中國大陸對於貿易談判的底線—貿易採購應當符合中方實際能力；這讓雙邊貿易平衡的磋商出現變數。例如，2019 年 10 月 16 日，《華爾街日報》（Wall Street Journal）報導，中方談判代表強調，採購必須以實際需求為基礎，並以公平的市場價格進行，顯示中方購買的具體數量與時程還有變數。

惟受新型冠狀病毒的衝擊，中國大陸擬援引美中第一階段貿易協議的「災難條款」，即若因自然災害或其他不可預見的事件，導致任何一方無法按時遵守協議，雙方將進行磋商，削減部分對美採購金額。

對此，美國農業部長普度（Sonny Perdue）表示，美國必須寬容以對中國大陸因 NCP 而降低採購美國農產品[13]。惟美國貿易代表萊特海澤則強調，華府尚未收到重新討論採購協議的要求[14]。而白宮國家經濟委員會主任庫德洛亦證實，中國大陸國家主席習近平告知川普，中國大陸將落實第一階段協議[15]。

三是關稅壁壘。中國大陸的平均關稅已由原先的 10.5%降至 7.8%以下，惟其與美國關稅水準（3.7%）仍有顯著差距。

四是智慧財產權保障。路透社（Reuters）揭露，2019 年 10 月 11 日的「相當實質性的第一階段協議」，雖論及智慧財產權保障，但更棘手的數據流、網路安全、產品標準審查，以及社會

[13] Reuters (2020), "U.S. must be 'understanding' if China virus impacts trade pledges: agriculture secretary," https://www.reuters.com/article/us-china-health-usa-trade/u-s-must-be-understanding-if-china-virus-impacts-trade-pledges-agriculture-secretary-idUSKBN20002E.

[14] Agri-Pulse (2020), "Lighthizer says he has not heard from Chinese on coronavirus concerns," https://www.agri-pulse.com/articles/13121-worries-heighten-for-coronavirus-impact-on-us-ag.

[15] Wall Street Journal (2020), "Xi Assured Trump China will meet obligations under deal, Kudlow says," https://www.wsj.com/articles/xi-assured-trump-china-will-meet-obligations-under-deal-kudlow-says-11581093587.

信用體系都刻意迴避[16]。此外，中國美國商會（American Chamber of Commerce in China）的 2019 年調查顯示，美商面臨的最大挑戰，仍是法律的不明確性執法不公平，顯示美商對中國大陸法治的高度不信任[17]。

最後是結構性改革。這主要涉及禁止轉讓技術、終止產業補貼與中國製造 2025 計畫，以及降低國有企業在市場經濟中的主導地位。惟此不僅涉及中國大陸政經體制的根本，更牴觸習近平的既定方針—加強對外資企業的「黨控」。一個例證是，2019 年 10 月 11 日的「相當實質性的第一階段協議」，刻意迴避競爭中立問題。美中第一階段協議重點彙整於表 2-2-2。

**表 2-2-2　美中第一階段協議重點**

| 項目類別 | 時間 | 中方回應 |
|---|---|---|
| 貿易平衡 | 2020/1/15 | • 中方擴大對美採購，包括 320 億美元的農產品、780 億美元的製造業產品，以及 520 億美元的能源產品，合計 2,000 億美元。 |
| 市場准入 | 2020/1/15 | • 中方放寬，銀行、保險、安全與信貸服務的金融市場准入條件。 |
| 匯率穩定 | 2020/1/15 | • 中方承諾避免競爭性匯率貶值，且參照 USMCA，逐月公布國際法定準備金。 |
| 強迫技術轉讓 | 2020/1/15 | • 中方允諾「禁止強制性技術轉讓」。 |
| 智慧財產權保障 | 2020/1/15 | • 中方允諾加大智慧財產權保障力度，含括商業秘密保護、藥品相關問題、專利有效期延長、地理標誌、電子商務平臺上的盜版與假冒、盜版與贋品的生產與出口、商標惡意註冊，以及司法執行與程序。 |
| 檢核機制與撤銷加徵關稅 | 2020/1/15 | • 中方允諾每季採購不得低於計畫的 10%，否則美方可依據快速撤回機制，將關稅恢復到原先水準。 |

資料來源：本研究計畫自行整理。

[16] Reuters (2019), "Factbox: Nearly all goods traded by U.S. and China will have tariffs by December 15," https://www.reuters.com/article/us-usa-trade-tariffs-factbox/factbox-nearly-all-goods-traded-by-u-s-and-china-will-have-tariffs-by-december-15-idUSKBN1WP0GV.

[17] AmCham China (2020), 2019 Business Climate Survey. Beijing: American Chamber of Commerce in China.

在美中達成第一階段協議之後，由於新冠疫情由武漢擴大蔓延到全球許多國家，美國也成為新冠疫情受創最大的國家，導致一些國家出現「反中情結」，美國也因此間歇傳出一些擬對中國大陸採取部分新的貿易措施。但是整體來看，美中後續可能的貿易戰比較偏向於局部性質，或美國政府內部仍有意見紛歧，態勢尚未明朗。

# 第三節　美中科技戰的議題分析

如前所述，美中貿易戰和科技戰有本質上的差異。美國對外的貿易戰其實具有一定的普遍性，但目前火力集中在美中之間。就戰爭標的而言，幾乎涵蓋所有貿易商品，藉此威嚇、逼和，以使中國大陸在美國關切的貿易逆差、體制議題有所讓步。

另一方面，美中科技戰相當具有針對性，主要針對新興科技、特定企業。而且相對於貿易戰，美中科技戰可能是雙方間長期存在的議題，將會或暗或明地存在衝突。

尤其，從中長期的觀點來看，美國更關切中國大陸的國有企業與準國有企業的營業行為和政府補貼、中國大陸在一些領域科技優勢的崛起、及中國大陸的經濟體制改革等影響深遠的層面。其中，國有企業與準國有企業的營業行為和政府補貼也與中國大陸在一些領域科技優勢的崛起因素密切相關。故美中間的相關爭議，儘管或鬆或緊，但可能會中長期存在；而且美國兩個主要政黨也都關注。

訴諸貿易戰固然是美國川普總統的選擇，但隨著中國大陸快速崛起的科技爭霸可能是美國各界會長期關注的議題。例如，2019 年 7 月 16 日，美國民主與共和兩黨參議員共同提出《捍衛美國 5G 未來法案》，將華為列入「實體清單」的行政命令升級成法令。未來，若無獲得國會許可，總統也不能將華為移出「實體清單」，且國會有權否決美國企業對華為的出口許可。

## 一、美國對中國大陸高科技人才的管制

除了貿易戰之外，美國亦高度關注在美中國大陸高科技人才。2018 年 6 月 11 日，美國國務院縮短陸籍學生赴美攻讀理工科的有效期限—特別是針對機器人、航太及高科技領域，簽證有效期限縮減為一年。11 月 23 日，美國駐北京大使館再取消陸籍研究

學者的 10 年期赴美簽證。2019 年 5 月 13 日，美國國務院更要求美簽申請人須提交社群媒體的帳號。

2018 年 11 月 1 日，美國司法部更啟動「中國專案計畫」（China Initiative），旨在打擊中國大陸間諜，防止竊取美國關鍵技術。對此，美國聯邦調查局（Federal Bureau of Investigation, FBI），陸續約談中國大陸「千人計畫」名單中學者，並相繼起訴 22 名研究學者與中資企業負責人，例如，華為副董事長兼財務長孟晚舟、福建晉華集成電路有限公司，以及中國國家安全部江蘇分部。

2020 年 1 月 28 日，美國哈佛大學化學系主任利伯（Charles Lieber）因參與千人計畫，且提供不實陳述，遭司法部逮捕。另 FBI 發布通緝令，通緝一名具有共軍身分的中國大陸籍研究員葉艷卿，原因係涉嫌竊取美方軍事重要機密。2 月 10 日，司法部再起訴，中國人民解放軍第 54 研究所的吳志勇、王謙、徐克與劉磊，因涉嫌侵入 Equifax 公司的安全網路，竊取 1.45 億美國民眾個資。

期間（2020 年 2 月 7 日），美國司法部長巴爾（William Barr）、FBI 局長瑞伊（Christopher Wray），以及和美國國家反間諜與安全中心主任伊凡尼納（William Evanina）舉辦反擊中國大陸對美國的間諜活動暨盜竊美國技術與科技機密活動的會議。瑞伊強調，中國大陸間諜盜竊的對象不僅是美國大企業與國防機構，尚擴及矽谷新創企業、政府、學術、農業與科技。

此外，瑞伊亦表明，中國大陸政府利用制度差異（國有企業），實現技術突破。中國大陸亦透過各種間接方式操控民營企業。諸如：《國家安全法》規定，所有企業和個人在必要的時候，都必須向政府提供所需要的信息。甚至私人企業設有黨組織，確保企業按照黨的意志行事。為此，FBI 已在 56 個地區工作站，展開

1,000 項對中國大陸竊取美國科技機密的調查行動[18]（參見表 2-3-1）。

**表 2-3-1　美國對中國大陸商業間諜的起訴(2018 年 12 月至 2020 年 2 月)**

| 時間 | 事件 |
|---|---|
| 2018/12/21 | 中國大陸駭客集團 APT10 朱華與張士龍，竊取企業最新關鍵技術。 |
| 2019/1/29 | 起訴華為副董事長兼財務長孟晚舟，涉嫌盜竊美電信 T-Mobile 公司商業機密等共 23 項罪名。 |
| 2019/4/24 | 起訴中國大陸國安官員徐延軍，偷竊美國 GE 航空(GE Aviation)的商業機密。 |
| 2019/5/9 | 起訴中國大陸駭客組織，入侵醫療保險公司偉彭(Anthem)等多間美國企業的電腦系統。 |
| 2019/7/12 | 起訴中國大陸籍姚旭東，涉嫌九項竊取商業機密罪。 |
| 2019/9/18 | 美國司法部逮捕一對美籍華裔夫婦，其涉嫌竊取科學商業秘密。此外，美國司法部起訴，曾任中國大陸官員的柳忠三。罪名為以欺詐手段幫其他中國大陸政府雇員獲取美國簽證。 |
| 2019/11/7 | 美國聯邦檢察官對紐約科技公司(Aventura Technologies)及 7 名職員提起刑事訴訟，原因是涉嫌非法出售中國大陸製監控安全設備給美軍。 |
| 2019/11/8 | 美國聯邦調查局局長 Christopher Wray 表示，中國大陸冒充大學生與研究人員，竊取美國關鍵知識。 |
| 2019/11/13 | 中國大陸科學家譚鴻進認罪，承認從他任職的美國石油公司(Phillips 66)竊取下一代電池技術，市值超過 10 億美元。 |
| 2019/11/22 | 中國大陸學者向海濤，因盜竊美國孟山都專利商業機密被起訴。 |
| 2019/11/5 | 美國聯邦調查局(FBI)和國立衛生研究院(NIH)正在展開一項大規模調查，涉及到 71 家美國研究機構，180 個可能涉及智慧財產權盜竊的個案，幾乎所有這些案件都和華裔有關。 |
| 2020/1/28 | 美國司法部宣布，哈佛大學化學暨化學生物學系主任李柏與兩名中國大陸籍人士協助中國大陸竊取美國技術。另 FBI 也發布通緝令，通緝一名具有共軍中尉身分的中國大陸籍研究員葉艷卿，原因係涉嫌竊取美方軍事重要機密。 |
| 2020/2/10 | 美國司法部長巴爾起訴，隸屬中國人民解放軍第 54 研究所的吳志勇、王謙、徐克與劉磊，因涉嫌侵入 Equifax 公司的安全網絡，並竊取 1.45 億美國民眾的敏感個資。 |

資料來源：本研究計畫自行整理。

[18] New York Times (2020), "China's Dominance of 5G Networks Puts U.S. Economic Future at Stake, Barr Warns," https://www.nytimes.com/2020/02/06/us/politics/barr-5g.html.

附帶一提的是，2019 年 10 月 16 日，美國證券交易委員會（Securities and Exchange Commission, SEC）以操縱國際市場為由，凍結 18 名交易員的資產，其中大多為中國籍人士。隔日，國務院亦發布新規定，要求即日起在美的中國大陸官員，若要參訪地方官員、大專院校，以及智庫機構，必須先行通報國務院。

面對美國的出口管制與人員監控，2019 年 5 月 31 日，中國大陸宣布，將創設「不可靠實體清單」制度。針對基於非商業目的，實施封鎖、斷供或其他歧視性措施，造成中資企業實質損害、構成中國大陸國家安全威脅的外國法人其他組織或個人。8 月 22 日，中國商務部新聞發言人高峰表示，不可靠實體清單將於近期發布，目前正在履行相關程式。

## 二、美中科技戰的焦點

美中科技戰目前雙方爭議的焦點涉及到中國大陸影響力越來越大的領域之價值鏈中關鍵環節，例如，Android 作業系統之於智慧手機。中國大陸在 2G 時代，山寨/白牌手機曾盛極一時，但是到了 3G 時代，中國大陸本土業者，如華為、中興、小米等，藉低價智慧手機興起，進占半壁江山，進而朝高價化方向轉進（Chen and Wen, 2015）。

另一方面，就服務架構與內涵來說，隨著產業之演進，其實有越來越多元且豐富的面貌，這牽涉到整個軟硬體的面貌，所衍生出的影響，也會波及到整個產業生態體系面貌的改變。

質言之，3G 以來電信終端設備與服務的發展變得越來越應用導向，這進一步在相關產業帶來「平臺式的發展與競爭」（platform-based development and competition）；其中又以行動作業系統平臺（如 Google 的 Android、Apple 的 iOS）和服務平臺（如 Apple 的 App Store）的影響力日益深遠。同時，在智慧型手機取代功能手機的過程中，手機產業的競爭力來源也從過去

以網路基礎建設層次（the infrastructure level）的「產品主架構設計」（architectural design）為主的型態轉變成以「仲介軟體」（middleware）和服務平臺為主的趨勢。這不僅改變了手機產業的世界版圖，而且更在中國大陸促成了本土品牌手機業者的興起（Chen and Wen, 2015）。

中國大陸雖然在 3G、4G 時代分別發展出來自主的 TD-SCDMA、TD-LTE 產業標準，但是當時並未意識到行動通訊服務架構中作業系統的重要性，以致於目前在智慧手機方面相當倚賴 Android 作業系統；形成美中科技戰中川普總統用來挾制華為的籌碼。直到最近中國大陸才開始力求填補空缺。美中間類似這種價值鏈的關鍵環節其實還有很多，包括博通和高通的高端晶片、半導體業的關鍵設備、IC 設計工具，乃至於 IC 設計所需的矽智財。

另一方面，中國大陸目前出口大宗固然與跨國企業在當地生產布局及全球價值鏈有密切關係，但是我們認為中國大陸目前廣受國際矚目的產業創新其實與其內需息息相關，且不一定受制於美國。例如，高鐵、風力發電、電子商務、行動支付，乃至於以軟體為基礎的人工智慧、辨識技術等。中國大陸在高鐵、電子商務的崛起在國際間固然曾受到技術剽竊、山寨模仿等指責，但是卻利用其龐大的內需，持續深化相關科技或應用。

另外，人工智慧和機器學習是美國 14 類關鍵技術出口管制清單中的一項，特別就以軟體為基礎的人工智慧、辨識技術來看，其發展相當仰賴可用以訓練的大數據和以學界為核心的演算法，再加上中國大陸獨特的政治社會環境（例如重視維安、不強調隱私權），這使得中國大陸在人工智慧、辨識技術可以快速崛起，並已有自主創新的堅實基礎。例如，在智慧虛擬人物領域，中國大陸最有名的是微軟小冰、小米小愛，為 AI 結合智慧虛擬人物，並已形成智慧音箱服務/應用的基礎。小米小愛亦步亦趨地追隨

微軟小冰的發展，多才多藝，會唱歌、跳舞甚至於寫詩。中國大陸並透過智慧科技綜藝節目展演，形成綜藝節目科普風。

另外，商湯科技為中國大陸在人臉辨識技術領域廣受矚目的獨角獸。該公司核心團隊源自於香港中文大學的湯曉鷗教授實驗室，是華人最早做深度學習的研究團隊。在 2014 年，商湯科技在 ImageNet 國際大規模視覺挑戰賽(ILSVRC)中，擊敗 Google，拔得頭籌後一戰成名。目前商湯科技的人臉辨識技術已應用多個垂直產業。不過，這些新興科技或領域大體上仍在中國大陸的原生生態系中發展或擴張中，尚未形成全球價值鏈的樣態。他們目前比較處於美中兩國相互較勁階段。

美中科技戰的博奕也可能不限於美中之間，目前的演變可能形成類似中國戰國時期的「合縱」、「連橫」的國際複雜關係。因此，在美國收緊製造業跨境投資，高技術產品出口管制之際，相關業者要注意「合縱」或「連橫」的選擇，就美方可能產生的波及效果。這輕則讓臺灣牽連成為被制裁對象，重則可能傷害臺美高科技間累積的互信與合作基礎。

另外，新加坡李顯龍總理在 2018 年 11 月中東協的高峰會議記者會中，回應對美中貿易戰的看法，他表示 ASEAN 擔心面臨選邊站問題[19]。2019 年 10 月 7 日李顯龍在接受 CNN 專訪時，針對在美中之間如何做選擇，表示：「小國不希望在美中兩國關係趨於緊張之際被迫選邊站，希望兩個大國不要向小國施加壓力。」另一方面，他也認為：「中國必須認識到，自己正處於一個自己的成功產生的一個全新的形勢。中國不能再期待別國以過去自己還很弱小時的同樣方式對待自己。」

[19] 英文原文為：Countries whose economies and strategic interests are deeply entwined with both powers would prefer not to have to decide, but the circumstances may come where ASEAN may have to choose one or the other. I hope it does not happen soon.

## 三、重要國際媒體與專家對美中科技戰的看法

以下進一步列出重要國際媒體與專家對美中科技戰的看法。《華盛頓郵報》（*Washington Post*）指出，美中兩國即便同意貿易休兵，卻正在走向經濟拆夥的道路。例如：前美國參議院情報委員會中國大陸研究員漢克（David Hanke）亦強調，美方正在對中國大陸採取「選擇性脫鉤」（selective decoupling）的政策[20]。

中國人民大學國際關係學院美國研究中心主任時殷弘表示，美國對中國大陸的新興大戰略已經浮現。其主要特徵為「擴展有選擇的脫鉤」，即在一些關鍵領域，盡其所能阻止中國大陸發展，維繫美國優勢地位。甚者，北京大學國際關係學院美國研究中心主任王勇更強調，美中經貿關係最嚴峻的情況是全面脫鉤[21]。

中國現代國際關係研究院世界經濟研究所所長張運成表示，即使美中達成第一階段貿易協議，雖有助緩和雙邊緊張關係，但無法改變美國對中國大陸的政策方向。此外，北京大學國際戰略研究院副院長于鐵軍亦指出，兩國對抗領域正全面擴散[22]。

日本副首相兼財務大臣麻生太郎（Aso Taro）表示，2019 年是美中新冷戰的起始年，即使川普無法連任，美中對立局勢也不會改變。此外，數位人民幣將用於「一帶一路」沿線國家，恐成為日本的重大挑戰[23]。

美奇金投資諮詢有限公司（J Capital Research）創辦人楊思安（Anne Stevenson-Yang）表示，美中間真正的緊張所在為技術

---

[20] Washington Post (2019), "Even as the U.S. and China agree to trade truce, they are edging toward partial economic divorce," https://www.washingtonpost.com/business/economy/trade-talks-between-us-china-mask-threat-of-a-divorce/2019/12/27/a4da3e72-2370-11ea-bed5-880264cc91a9_story.html.

[21] 中央社（2020），〈中美相爭 北京已做好中長期抗衡準備〉，https://www.cna.com.tw/news/acn/202001010096.aspx。

[22] 中央社（2020），〈中美相爭 北京已做好中長期抗衡準備〉，https://www.cna.com.tw/news/acn/202001010096.aspx。

[23] Nikkei (2020), "US and China on cusp of new cold war, Abe deputy says," https://asia.nikkei.com/Politics/International-relations/US-and-China-on-cusp-of-new-cold-war-Abe-deputy-says.

領域，含括華為、中興、智慧財產權等問題，亦即兩國還未進入主戰場[24]。

數字屏障（Digital Barriers）創始人多夫曼（Zak Doffman）預估，美中科技競爭將於 2020 年進入關鍵期。主要原因是中國大陸積極發展互聯網技術標準及應用程序，導致全球網際網路被一分為二，形成「分裂網」（splinternet）[25]。

軟實力（soft power）之父—哈佛大學教授暨前美國國防部助理部長奈伊（Joseph Nye）預期，在影響國家安全的敏感高科技領域，美國與中國大陸將出現某種程度的脫鉤，華府將排除華為於歐美 5G 電信網路之外，正如同中國大陸將 Google 與 Facebook 摒除在中國大陸境外的作法[26]。

另外，華爾街日報在 2020 年刊出一篇文章，名為：「美中科技較量誰是贏家？從五大領域看兩國各自優勢」;並授權由《華爾街日報》中文版出版。這五大領域包括：5G、AI、量子計算、半導體、和自動駕駛汽車，表 2-3-2 摘要華爾街日報就這五大領域對美中兩國各自優勢的評估結果重點。就總體評估而言，華爾街日報的報導顯示：

在 5G 領域，中國大陸佔優勢；不過華爾街日報也提到：「現在就宣布中國是 5G 競賽的贏家還為時過早」。

在 AI 領域，優勢在美國一邊，但美中之間的差距在縮小。「雖然中國在人臉識別等一些重要的 AI 細項（應用）領域處於領先地位，但中國大陸並未在所有 AI 領域領跑。」

---

[24] Voice of America (2019), “US-China Phase One Deal Suggests Cease-fire, Not Long-Term Truce: Analysts,” https://www.voanews.com/east-asia-pacific/us-china-phase-one-deal-suggests-cease-fire-not-long-term-truce-analysts.

[25] CNN (2020), “Here’s why Putin will be the nasty surprise in Trump’s war with Huawei,” https://www.ccn.com/heres-why-putin-will-be-the-nasty-surprise-in-trumps-war-with-huawei/.

[26] Financial Times (2020), “For the US and China, interdependence is a double-edged sword,” https://www.ft.com/content/b3f5e946-4441-11ea-9a2a-98980971c1ff.

在量子計算領域，美國在量子計算方面存在優勢，中國在量子通信方面存在優勢。其中，中國大陸在 2016 年發射了「墨子號」衛星，該衛星使用的是量子態光子束，可使傳輸不被攔截。

在半導體領域，美國在半導體領域佔據優勢。不過，在文章中，華爾街日報也引述美國智庫戰略與國際問題研究中心（Center for Strategic and International Studies）的高級副總裁 Jim Lewis 的看法：「如果你願意在幾十年內投入數以十億美元計的資金，最終你會實現目標。」

在自動駕駛汽車領域，該分析雖然大致認為美國處於領先地位，但採取較綜合性的評論：「鑑於各國政府對自動駕駛汽車測試和技術進行嚴格監管，自動駕駛汽車技術的競賽最有可能出現各自為政的結果，就像美國和中國正在其他硬體和軟體方面發展各自的生態系統」。「考慮到相關法規和消費者的看法，中美任何一方企業在沒有當地合作夥伴的情況下都更難在對方的領土上蓬勃發展」。

**表 2-3-2　華爾街日報：從五大領域看美中兩國各自優勢**

| 領域 | 美國 | 中國大陸 | 總體評估 |
|---|---|---|---|
| 5G | ◆美國昔日龍頭企業朗訊(Lucent)和摩托羅拉(Motorola)在押注失敗後，分別被芬蘭諾基亞和瑞典愛立信收購<br>◆美國也有一些5G參與者。思科(Cisco)是路由器和交換機的最大製造商。高通(Qualcomm)和 InterDigita(IDCC)是領先的知識產權公司，賺取蜂巢技術專利授權費 | ◆華為以其技術先進的蜂巢設備及快速生產的能力，幫助中國迅速推出了5G，把中國諸多地區變成了一個潛在實驗室，可供發展那些依賴 5G 的技術，如自動駕駛汽車 | ◆**在5G領域，中國佔優勢**<br>◆不過，現在就宣布中國是5G競賽的贏家還為時過早 |
| AI | ◆涉及到通用人工智能的研究，即具有更廣泛的、類似人類思維能力的AI研究，微軟(Microsoft)和谷歌(Google)等顯然處於領先地位 | ◆包括阿里巴巴集團和百度在內的科技巨頭已在AI研發方面投入鉅資，並在中國和矽谷建立了實驗室<br>◆中國擁有龐大的人口和監控基礎設施，而且人們在隱私權問題上態度較為寬鬆，這些條件綜合在一起產生了海量的數據，推動AI變得更加智能 | ◆**優勢在美國一邊，但美中之間的差距在縮小**<br>◆雖然中國在人臉識別等一些重要的 AI 細項領域處於領先地位，但中國並未在所有 AI 領域領跑 |
| 量子計算 | ◆在量子計算機的建造方面，美國無疑是全球領導者 | ◆中國科學家已建造了量子計算機，但分析人士稱中國落後美國很多年<br>◆量子技術超越了計算機，並擴展到利用量子特性來進行快速且安全的通信。這 | ◆**美國在量子計算方面存在優勢，中國在量子通信方面存在優勢** |

| 領域 | 美國 | 中國大陸 | 總體評估 |
| --- | --- | --- | --- |
| | | 是中國可能具有優勢的領域<br>◆ 中國在 2016 年發射了「墨子號」衛星，該衛星使用的是量子態光子束，可使傳輸不被攔截 | |
| 半導體 | ◆ 根據半導體產業協會的數據，2018 年對中國銷售的晶片中約有 47.5%來自美國 | ◆ 一些估計中國的晶片技術比美國和台灣落後五至七年，但中國可能需要花更長時間才能迎頭趕上，因為尖端晶片也在不斷變化<br>◆ 不過，中國國內許多企業的電子設備用國產晶片和非美國公司生產的晶片取代了美國晶片<br>◆ 短期內，中國半導體行業發展戰略的重點是降低對美國的依賴 | ◆ **美國在半導體領域佔據優勢** |
| 自動駕駛汽車 | ◆ 谷歌的 Waymo 和通用汽車(GM)的 Cruise 等在測試自動駕駛汽車技術方面起步較早，使美國企業在探測道路障礙物所需的攝像頭和雷達等傳感器硬體領域方面取得初步領先<br>◆ 美國在半導體業的主導地位使得美企在生產這類晶片方面佔據優勢 | ◆ 麥肯錫(McKinsey)在 2019 年的一份報告中指出，中國企業在研發自動駕駛汽車所需的重要能力方面落後國際競爭對手兩到三年 | ◆ 鑑於各國政府對自動駕駛汽車測試和技術進行嚴格監管，自動駕駛汽車技術的競賽最有可能出現各自為政的結果，就像美國和中國正在其他硬體和軟體方面發展各自的生態系統<br>◆ 考慮到相關法規和消費者的看法，中美任何一方企業在沒有當地合作夥伴的情況下都更難在對方的領土上蓬勃發展 |

資料來源：摘要和改寫自《華爾街日報》中文版（2020 年），「華爾街日報：美中科技較量誰是贏家？從五大領域看兩國各自優勢」，https://theinitium.com/article/20200416-notes-wsj-who-is-the-techno-winner/。

# 第四節　貿易戰插曲：日韓貿易管制發展概況

日本於 2019 年 7 月起對於出口至韓國之氟化氫、光阻劑、與氟化聚醯亞胺等三項產品實施出口管制措施、不再給予出口審查優惠，引發日韓兩國關係緊張，並可能影響半導體、OLED 面板等產品之全球價值鏈。以下將討論造成日本撤銷前述三項產品之出口審查優惠的背景因素、相關管制措施、以及可能造成之影響。

## 一、日韓貿易管制議題背景

日韓貿易管制的發展背景，或受到歷史、政治、貿易、軍事等近期事件影響，並在 2018 年韓國最高法院「徵用工賠償訴訟」之判決後引發。2018 年 10 月 30 日，韓國最高法院裁定日本新日鐵住金、三菱重工業公司應該對於二戰時期徵用工進行「個人賠償」，並且可以凍結或徵收前述企業在韓國的資產。日本方面認為此舉違反 1965 年《日韓請求權協定》，並可能損害前述兩家企業利益。

其他相關因素則包括：政治、貿易、與軍事。

1.政治因素：韓國對北韓政策的影響。

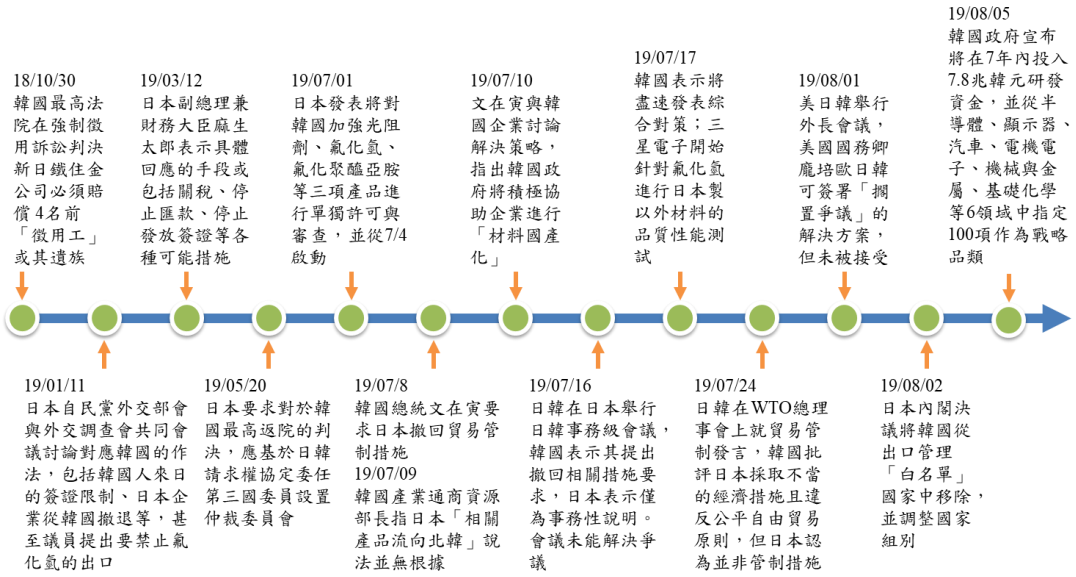
文在寅總統在上任後即積極促進南北韓之間的和解，並且積極推動兩韓之間的在經濟和商務上的合作；但卻引發日本對於「對北韓制裁」的持續與國家安全的疑慮。

2.貿易因素：WTO 裁定韓國對於日本福島縣等水產品的輸入禁制不違反規定。

韓國政府禁止日本福島等 8 縣的水產品進口至韓國，日本向 WTO 提出訴訟。雖然 2018 年 2 月韓國敗訴，但在提出上訴後，2019 年 4 月審議結果裁定韓國的作法並不違反規定，因此韓國仍可持續禁止福島等縣的水產品進口。

3.軍事因素：韓國驅逐艦以火控雷達照射日本海上自衛隊飛機事件。

2018 年 12 月日本指出其海上自衛隊反潛機在執行任務時發現韓國海軍「廣開土大王號」驅逐艦與海洋警察廳救難艦，在進行飛行監控的過程中遭到韓方火控雷達照射鎖定，但無法確認韓方意圖，引起日方的抗議指責。韓國則表示該國軍艦受到日本海上自衛隊飛機低空飛行的威脅，而且開啟雷達是為了搜尋而沒有任何希望造成危險的意圖，故同樣對日本提出抗議（參見圖 2-4-1）。




資料來源：本研究彙整。

**圖 2-4-1　日韓貿易管制發展進程**

## 二、日本相關管制措施

1.貿易管制前對可能採取措施的討論

2019 年 1 月 11 日，日本自民黨外交部會與外交調查會共同會議中，執政黨人士討論對應韓國的作法，包括韓國人來日的簽證限制、日本企業從韓國撤退等，甚至議員提出要禁止氟化氫的出口。2019 年 3 月 12 日，日本副總理兼財務大臣麻生太郎表示具體回應的手段或包括「提高關稅」、「停止匯款」、「停止發

放簽證」等各種可能措施。自 7 月起，日方決定針對特定項目進行貿易出口審查的管制措施。

2.第一階段

第一階段從 2019 年 7 月 4 日開始，經濟產業省基於「與韓國相關之產品在出口管理出現不適當的情況」之理由，針對氟化氫（在半導體製程中，用以去除晶圓上的氧化物或汙染物等）、光阻劑（在半導體的微影製程中轉移光照的圖形至晶片上）、氟化聚醯亞胺（OLED 面板相關）等，在日本「安全保障貿易管理」制度中，將韓國從管制最簡易的「い地區①」獨自劃出，改屬於「り地區」。一般認為，此一措施是對於出口至韓國的這三項商品再轉移至北韓，而有協助製造大規模毀滅性武器的疑慮。

在上述規定下，前述三項商品若要出口到韓國、或是移轉這些產品之相關技術，將不再獲得「い地區」可享有的「一般包括許可」及「特別一般包括許可」規定，必須經過單獨審查與許可；而獲得許可的時間約為 90 天左右（而這三項化學品有保存期限較短的問題），依企業和品項或有不同，但審查手續及審查所需文件皆較過往增加許多。窗口單位也從經產省經濟產業局與通商事務所轉移至「經產省安全保障貿易審查課」。

3.第二階段

第二階段為 8 月 2 日，日本決議從 8 月 28 日起將韓國從「Catch-All 管制」制度中的「白名單國家」中移除。「Catch-All 管制」制度是日本基於安全保障貿易管理而設置，當他國申請出口或技術提供的產品，可能屬於「與開發大規模破壞性武器或一般武器有關」的敏感產品時，就必須向經產省大臣提出申請，並獲得取可。有 27 國（在 8 月 28 日前包括韓國）因同時參與 4 個國際出口管理機制，日本因而提供最高等級的出口管理優惠措施，在申請措施上可以擁有較短時程、較簡便手續等優惠；而此 27

國在通俗上被稱為「白名單國家」。但自 8 月 28 日起，韓國將不再獲得最高出口管理優惠；經產省也重新調整優惠國家分組，將既有白名單國家該稱「Group A」國家/地區；韓國則改屬於「Group B」，即仍然參與國際出口管理機制，但必須接受部分出口管制措施的國家/地區；「Group D」則為聯合國武器禁運國或地區，其餘不在 Group A、B、D 的國家/地區則統稱為 Group C，包括臺灣、中國大陸、東南亞各國等。

在此做法下，未來韓國不只是前述三項半導體與 OLED 相關原物料，而是除了動植物相關產品與食品、皮革製品、木材相關製品、部分紡織製品（絹織品、獸毛製品、棉織品、植物性紡織用纖維織品、針織品；不包括人造纖維或特殊織品等）、衣帽雨傘、羽毛製品、部分雜物與美術品等以外，其他產品皆必須提出申請審查，將在 90 天內進行審查時間，獲得通過後仍可出口至韓國。

必須注意的是，Group A 至 D 國家並非法律上正式名稱，僅是經產省另外給予的稱呼；在《輸出貿易管理令》及相關行政命令中，仍是以「い、ろ、は、……り」地區指稱各國或地區所屬的類別（參見表 2-4-1）。

**表 2-4-1　日本之貿易管理國家分組定義**

| 分組 | 國家 | 規範品項 | 非規範品項 |
|---|---|---|---|
| **Group A**<br>輸出令別表 3 內規定國家與地區，參與 4 項國際出口管理建制**「白名單國家」** | 阿根廷、澳大利亞、奧地利、比利時、保加利亞、加拿大、捷克、丹麥、芬蘭、法國、德國、希臘、匈牙利、愛爾蘭、義大利、日本、盧森堡、荷蘭、紐西蘭、挪威、波蘭、葡萄牙、西班牙、瑞典、瑞士、英國、**美國** | **大部分品項為「總括許可」** | **免除申請審查手續** |
| **Group B**<br>有參加國際出口管理建制、並符合一定條件的國家與地區 | 立陶宛、拉脫維亞、愛沙尼亞、**韓國(自 8/28 起)……等** | **一定項目為「總括許可」，其餘為個別許可** | **可能作為大規模毀滅性武器或一般武器等用途時，必須取得個別許可** |
| **Group C**<br>非 Group A、C、D 之其他國家與地區 | 包括**臺灣、中國大陸、東南亞各國**在內 | 部分項目為「總括許可」，大部分為個別許可 | |
| **Group D**<br>輸出令別表 3 之 2 內規定國家與地區，屬於聯合國禁運地區 | 阿富汗、中非共和國、剛果民主共和國、伊拉克、黎巴嫩、利比亞、北韓、索馬利亞、蘇丹 | 個別許可 | |

註：必須注意的是，Group A～D 並非法律上正式名稱，僅是經產省另外給予的稱呼；在《輸出貿易管理令》及相關行政命令中，仍是以「い、ろ、は、……り」地區指稱各國或地區所屬的類別。

## 三、韓國方面回應

1.政府方面

自 7 月起韓國即已多次向日方提出強烈抗議，並在 WTO 總理事會、RCEP 會議等國際場合多次提出日本做法已違反公平自由貿易原則。針對可能受到影響的貨物，據韓方統計，在 1,120 種戰略性貨品中，有 857 種非敏感（規制名單）貨品，包括前述 3 項產品。在韓國被移出出口管理優惠白名單國家群後，這 857 種即必須進行申報。

為了因應日方措施，韓國政府預計提出反制，對企業從日本以外的國家進口戰略貨品和材料，提供減稅，推遲稅務調查和延

長繳納、提前返還附加稅等各種優惠，讓企業確保相關材料和零部件的穩定供給。

此外，8 月 5 日韓國產業通商資源部宣布，將在半導體、螢幕、汽車、電器電子、機械·金屬、基礎化學共 6 大領域選定 100 個核心項目，根據供需風險、國產化所需時間等因素，分為短期和中長期目標。短期內將以供需風險較大的 20 個項目為主，力爭在 1 年內實現進口來源多元化以及擴大生產。中長期則將在 7 年內對 80 個核心戰略貨品投入 7.8 兆韓元以上的研發費用，並在併購、引進海外技術、吸引外資等方面提供全方位支援（包括資金在內），爭取相關戰略貨品在 5 年內實現穩定供應。

不僅如此，在 2019 年 8 月 12 日，韓國更宣布將把日本從韓國的「貿易白名單」中提除，同樣要針對相關戰略物資對日本提出出口管制。根據韓聯社新聞指出，韓國將貿易夥伴分類從現行的甲、乙兩類改為甲 1、甲 2、乙三類，享受出口手續簡化待遇的甲類國家被分為待遇不變的甲 1 類和待遇下降的甲 2 類。日本將被列入新增的甲 2 類，是原先 29 個最高級別甲類國家中唯一被移至甲 2 類的國家。對甲 2 類國家的出口管制力度與乙類國家大致相當，不同之處是豁免個別申報所需部分材料和戰略物資的仲介貿易審查。由此，南韓企業向日本出口戰略物資時，申報和審批流程需要大約 15 天，遠超過現行的 5 天。同時，企業還必須單項逐一申請審批，每項需向政府遞交的證明材料也由原先的 3 份增至 5 份。

除此之外，韓國政府在 9 月 11 日決定就日本限制對韓出口一事向 WTO 提起申訴。韓國表示這是為了保護韓國利益，避免經貿為政治所用的情況再度發生，其認為日本的措施是因為勞工問題而直接報復韓國歧視性措施。韓國向日本政府和世貿組織秘書處正式提出磋商要求後，依照 WTO 的爭端解決機制，南韓需先向日本提出雙邊協商，日本要在 10 日內回覆是否接受，如果

接受則需在 30 天內舉行會議，並在 60 天內討論完成。若韓日雙方無法在 60 天的磋商期內達成一致，則其將要求世貿組織設立專家組就此展開調查並進行裁決，但裁決結果會花兩到三年的時間才會出現。

2.企業方面

產業界關切重點在於「申請審查後相關手續與流程的複雜性會提高」，以及「審查將依據日方主觀判斷是否與軍事用途有關」。7 月 5 日，韓國全國經濟人聯合會（Federation of Korean Industries, FKI）即向日本政府提出建議，希望考量全球價值鏈與對日本企業、經濟等影響，不要採取經濟管制措施，但未有成果。三星電子、SK 海力士等半導體企業積極從日本以外尋求材料替代供應商，並且測試是否能夠達到使用日本產品時的品質，包括韓國、中國大陸與臺灣。8 月起三星更開始研究從歐美國家生產的材料暫時取代日本製產品，估計需要時間約半年至一年以上。

但尋找替代來源的作法，可能受到兩項因素的影響：

1.替代來源之產品的品質，是否符合半導體與 OLED 面板製程的需求？

2.替代來源的原物料來源，是否受到日方在技術或產品的限制？例如技術來自日本企業、或是從日本企業進口相關產品後再製造，日方是否會對此種「轉運做法」提出限制？

10 月 15 日根據朝鮮日報的報導，面板大廠 LG Display 過去在生產製程中高度依賴日本進口的氟化氫原料，但是在日韓管制之後，已投入研發希望全數轉換為韓國國產製品。不過與半導體在製程上需達到奈米單位的情況不同，在面板製程中所使用的氟化氫純度不需太高。純度低的氟化氫原料，就可用在面板的蝕刻與洗淨製程。但是根據日經中文網 11 月 11 日的報導，LG Display 使用的蝕刻氣體是對不在出口管制之列的「低純度氟化氫」進行

加工之後得到的。此前一直從日本進口最終產品，但為了提高物流效率，改為從日本進口低純度的氟化氫作為原料，在韓國加工成蝕刻氣體，在日本加強出口管理之前就已經準備切換成這種方式。而三星、SK 海力士雖然也在積極展開日本材料的替換工作，不過這兩家的主力產品是半導體晶片，對日本製產品的依賴性比 LG 更高。在質量、價格、交期等考量下，目前韓國國產品的價格較高、交期也不容易配合，還沒有辦法完全取代日本製的產品。

## 四、日本方面回應

日本方面認為，日韓貿易管制只是強化管理措施，將韓國從既有優惠措施下僅須提出「統括許可」，改為要進行申請、經過謹慎審查、並且個別獲得日本政府許可後再出口。目前日本對於臺灣、中國大陸等亞洲國家，依據日本的出口管理法令輸出半導體材料時，都是採取這種作法，因此並非對韓國採取特別舉措，或是在政治或經濟上進行報復。不僅如此，即使強化了管理措施，但日本方面謹慎地進行審查，審查後如獲得批准即可出口。事實上自 8 月底起已經有氟化氫產品獲得批准從日本輸出至韓國，因此日本方面認為事實上並不會對韓國半導體產業產生太大影響。

就後續發展來看，已有首批許可出口至韓國的氟化氫產品。韓國政府在 8 月 30 日宣布，日本政府從 7 月開始加強對韓出口管制的 3 種半導體材料中，用於清洗半導體的「氟化氫」獲得了出口許可。原本在此之前光阻劑的對韓出口已獲得個別許可。此次獲得許可的氟化氫成為第 2 種材料，而這是日本加強對韓出口管制後首次獲得批准。獲得氟化氫出口許可的是 Stella Chemifa 公司向三星電子出口的產品。

## 五、韓國對日本出口管制措施之因應成果及未來計畫

根據韓國企劃財政部的新聞[27]，韓國副總理兼企劃財政部長洪楠基於 2019 年 10 月 11 日在首爾大韓商工會議所舉行「第 1 次材料、零件與設備競爭力委員會」，討論推動「加強材料、零件與設備產業競爭力之策略」、「企業合作建立材料、零件與設備產業生態系之計畫」、因應日本出口管制措施（7 月 4 日至 10 月 11 日起 100 日）之成效與未來計畫，以及「材料、零件與設備競爭力委員會之營運細節」等 4 大議題，主要內容如下：

（一）推動「以加強材料、零件與設備產業競爭力為重點之策略」：

1.落實 100+a（100 項以上）核心策略項目之供應穩定，訂定 100+a 項目與排列項目之優先順序，規劃客製化策略，修訂相關稅法，以及建構及擴大測試平台（Test-bed）。

2.競爭委員會之實務推動小組及大中小企業雙贏合作協議會發掘企業間雙贏之合作模式，積極支援客製化之配套計畫，俾利建立企業合作模式之強勢價值鏈。

3.設立特別財政系統，穩定財政支援，編制「加強材料、零件與設備產業競爭力特別會計」，每年投入 2 兆韓元積極支援策略之執行。

4.建置推動「加強材料、零件與設備競爭力對策」、「材料、零件與設備之研發投資策略及創新對策」及「以加強材料、零件與設備產業競爭力為重點之策略」3 大核心策略之體制，積極運作競爭力委員會，並於本年內修訂有關主要項目之特別法。

[27] 韓國政府舉行「第 1 次材料、零件與設備競爭力委員會」資料蒐集：韓國/駐韓國台北代表部經濟組文章分類：當地商情檢視日期：2019-10-15 新聞來源：韓國企劃財政部(2019 年 10 月 11 日)https://www.trade.gov.tw/World/Detail.aspx?nodeID=45&pid=682388。

（二）企業合作建立材料、零件與設備產業生態系之計畫：

1.建立供需企業間之垂直式合作模式（合作研發型、連結供應網型）與需求企業間之水平式（共同投資型、共同保障庫存型）合作模式，以及大中小企業間之分業雙贏合作關係，形成健全之產業生態系。

2.競爭委員會之實務推動小組與大中小企業雙贏合作協議會發掘企業間雙贏之合作模式，由競爭委員會審核預算、政策資金及規定特例，提供客製化之配套支援。

（三）檢視政府因應日本出口管制措施之成果及未來計畫，以及材料、零件與設備競爭力委員會之營運細節，公布相關法令與施行令以外之委員會運作相關詳細內容。

「材料、零件與設備競爭力委員會」係為促使韓國政府 2019 年 8 月 5 日公布之「加強材料、零件與設備競爭力對策」之執行可創造顯著效果所設立，以奠定未來材料、零件與設備領域之基礎、加強競爭力與形成健全之生態系為目標，具有審核及調整加強材料、零件與設備競爭力主要計畫之功能。

報導中提到：洪部長強調，材料、零件與設備產業為韓國製造業之主軸，競爭力之關鍵要素，對主要產業之影響大，技術及供應之穩定相當重要，雖然韓國政府曾於 1978 年推動進口管道多元化計畫，於 2001 年制訂「材料與零件特別法」，但因技術自主性低，以及長期對日本之逆差，結構上仍存在競爭力低與國家安全受威脅之弱點，本次面臨日本出口管制措施之危機成為韓國反省結構問題及確認材料、零件與設備產業重要性、改善韓國經濟體質之機會。另為加強材料、零件與設備產業之競爭力，建立供需企業間之合作生態系與架構合作模式、政府會持續執行支援對策與編列特別會計、修訂「材料與零件特別法」，成立「材料、零件與設備競爭力委員會」。

報導中也指出，韓國政府迅速及全面因應日本出口管制措施，已於 5 大領域展現相當之成效：

1.進口管道多元化：自中國大陸等其他國家進口，部分物量於當地生產。

2.國內生產：若國內企業最近完工之新工廠正常開工，預計生產量將可增加 2 倍以上。

3.企業間合作開發：迅速執行 2,732 億韓元之追加預算，促進大大企業與中小企業間合作，協助 200 餘家企業合作開發技術。

4.民間投資：企業擴大對主要材料與零件之投資，曉星企業投資生產碳纖維工廠、Hyundai Mobiles 投資新建生產環保汽車零件工廠及三星擬投資顯示器領域等，預計自明年起生產將可增加。

5.外國人投資：政府積極吸引外國人投資呈現顯著效果，陸續有外國人投資企業擬投資半導體、材料及零件等 3 個項目之主要計畫。

我國駐韓國代表部經濟組也進一步歸納韓國政府的相關措施[28]，如下：

1.利用追加預算，將以 25 個核心項目為中心推動供應企業與買主企業共同參與之技術研發（650 億韓元）、可靠度驗證（400 億韓元）及量產評估（320 億韓元）等計畫，協助韓國企業確保技術能力，並促進研發技術之商業化。

2.免除可行性評估，能使企業快速確保核心技術，並實施互補型及競爭型等創新性研發模式。

[28] 韓國對日本出口管制措施之因應成果及未來計畫，韓國/駐韓國台北代表部經濟組文章分類：當地商情檢視日期：2019-10-15，資料來源：韓國產業通商資源部（2019 年 10 月 11 日）https://www.trade.gov.tw/World/Detail.aspx?nodeID=45&pid=682379。

3.為使用技術移轉、共同研發新技術及併購（M&A）等方式引進海外技術，著手進行第 2 號 GIFT（Governmental Industrial Fund for Technology and Commercialization）基金之營運公司篩選程序，並即將正式推動籌措大規模投資基金（成長支援基金 2,000 億韓元及中小企業合作社出資 600 億韓元等）。

4.透過修法將申請化學物質使用設施許可之辦理期間由 70 天縮短至 30 天，並為協助相關企業允許特別加班( 12 家公司、815 名員工）。

5.為提供 2.5 兆韓元規模之海外併購（M&A）資金，已於 9 月 10 日設立「海外研發投資共同支援協議體」，且擁有材料、零件及設備技術之海外企業已決定或正在考慮在韓國設廠。

6.韓國政府自 7 月 22 日起透過「官民共同材料零件供應支援中心」解決韓國企業所面臨之材料零件供應問題，對 921 件之籌資問題提供 933 億韓元之緊急經營穩定資金以及 1 兆 1,891 億韓元之經營困難流動新供應資金。

其他因應措施之成果則包括：

1.韓國企業透過日本出口管制措施體會買主企業與供應企業間合作之重要性，尤其韓國大企業（買主企業）已認同需要以供應鏈安全性觀點重新調整大企業與中小企業及中堅企業間合作關係。

2.透過「加強材料、零件及設備競爭力計畫」整合政府各部會分散推動之政策，能使政府各部會緊密合作，集中政策執行力量。

3.為創新韓國製造業及未來產業發展，不管對外貿易環境變化，需要持續推動「加強材料、零件及設備競爭力計畫」。

4.為因應白名單剔除，將仔細觀察產業現場，並啟動隨時因應體制，以便未來發生問題時立即採取因應。

未來因應計畫

1.徹底執行「加強材料、零件及設備競爭力計畫」之 75 項課題；75 項課題中 23 項課題（31%）已完成執行，正在推動剩下 52 項課題（69%）。

2.為協助「材料、零件及設備競爭力委員會」之政策審議及調整業務，將在產業通商資源部內部設置「工作推動小組」。

3.將 2021 年落日之「材料、零件及設備特別法」改為沒有落日期限之永久性法，並與國會緊密合作迅速通過 9 月 30 日提議之「材料、零件及設備特別法修訂案」。

4.政府各部會將持續緊密合作，能使建立企業間合作模式、核心技術國產化及培育具有潛力之材料、零件及設備企業等主要計畫獲得實際成果。

5.為有效執行 2020 年度材料、零件及設備相關預算（2 兆 1,242 億韓元），將在 2019 年內完成媒合買主企業與供應企業相關計畫，並迅速執行相關預算。

## 第五節　小結

美中貿易戰、科技衝突看似由美國對中國大陸的巨額貿易逆差所引起，但是就中長期的觀點來看，美國更關切中國大陸的國有企業與準國有企業的營業行為和政府補貼、中國大陸在一些領域科技優勢的崛起、及中國大陸的經濟體制改革等影響深遠的層面。

2018 年 7 月 6 日，USTR 依據 301 條款，正式對中國大陸強迫技術轉讓、侵犯智慧財產權，以及產業補貼等不公平競爭措施，實施第 1 輪貿易制裁。截至 2019 年 10 月中旬，美國對中國大陸的貿易制裁，累計 3,620 億美元。面對美國淩厲的貿易攻勢，中國大陸亦予以反擊。2019 年 8 月 23 日，中國國務院宣布第 4 輪貿易反制，惟 8 月 26 日，國務院副總理劉鶴表示，願意以冷靜態度透過磋商解決問題，暫停報復美國全面調升 5%關稅。

2018 年 5 月 22 日，美國參眾兩院提交《外國投資風險審查現代化法案》（FIRRMA），試圖擴大外國投資委員會（CFIUS）的權限，避免外國企業利用併購美國企業，而逐漸攫取美國科技能力、削弱美國科技領先地位。該法案於 2018 年 8 月正式通過，且併入《2019 年財政年度國防授權法》（NDAA）。從 2017 年 1 月到 2020 年 1 月 31 日，CFIUS 共否決 31 起中資企業併購案。一般認為因美中貿易和科技戰全球產業鏈脫鉤已經成為「局部事實」。2018 年 8 月，美國更通過另一個重要法案《出口管制改革法案》（ECRA），要求商務部建立對美國國家安全至關重要之新興與基礎技術清單。根據該法案，敏感商品及技術出口皆需經該部核准，該部需考慮相關技術的潛在最終用途，且有權對該技術出口、再出口或轉讓建立管制措施。可觀察到美國欲加強封鎖對外技術合作，鞏固本身在科技與製造領域的技術領導地位，故未來可能持續強化中國大陸相關出口技術管控。由此衍生的關

鍵議題是，美國積極遏制中國大陸 5G 的發展。另一方面，自美中經貿衝突加劇以來，本研究綜合多方資料顯示，已有 96 家跨國企業考慮或已撤出中國大陸。其中，美國企業共有 30 家，位居首位，其次是臺灣企業，計 28 家。

不過，在 2020 年 1 月，美中簽署第一階段協議，重點內容包括：貿易平衡、市場准入、匯率穩定、強迫技術轉讓、智慧財產權、保障檢核機制、與撤銷加徵關稅等。美中的貿易戰緊張局勢獲得抒解。然而，之後由於新冠疫情由武漢擴大蔓延到全球許多國家，美國也成為新冠疫情受創最大的國家，導致一些國家出現「反中情結」，美國也因此間歇傳出一些擬對中國大陸採取部分新的貿易措施；在內容上比較偏向於針對性的科技戰措施。因此，整體來看，美中後續可能的貿易戰或科技戰比較偏向於局部性質，或美國政府內部仍有意見紛歧，態勢尚未明朗。

美中科技戰相當具有針對性，主要針對新興科技、特定企業。而且相對於貿易戰，美中科技戰可能是雙方間長期存在的議題，將會或暗或明地存在衝突。美國亦高度關注在美中國大陸高科技人才；尤其是牽涉「千人計畫」的人才。另外，美國也對中國大陸商業間諜進行起訴。

美中科技戰目前雙方爭議的焦點涉及到中國大陸影響力越來越大的領域之價值鏈中關鍵環節，例如，Android 作業系統之於智慧手機。美中間類似這種價值鏈的關鍵環節其實還有很多，包括博通和高通的高端晶片、半導體業的關鍵設備、IC 設計工具，乃至於 IC 設計所需的矽智財。整體而言，美國對中國大陸的新興大戰略已經浮現，其主要特徵為「選擇性脫鉤」，即在一些關鍵領域，盡其所能阻止中國大陸發展。

更重要的是，美中科技戰的博奕也可能不限於美中之間，目前的演變可能形成類似中國戰國時期的「合縱」、「連橫」的國際複雜關係。因此，在美國收緊製造業跨境投資，高技術產品出

口管制之際，相關業者要注意「合縱」或「連橫」的選擇，就美方可能產生的波及效果。這輕則讓臺灣牽連成為被制裁對象，重則可能傷害臺美高科技間累積的互信與合作基礎。

同時，日韓間也出現貿易戰插曲。日本於 2019 年 7 月起對於出口至韓國之氟化氫、光阻劑、與氟化聚醯亞胺等三項產品實施出口管制措施、不再給予出口審查優惠，引發日韓兩國關係緊張，並可能影響半導體、OLED 面板等產品之全球價值鏈。日韓貿易管制的發展背景，或受到歷史、政治、貿易、軍事等近期事件影響，並在 2018 年韓國最高法院「徵用工賠償訴訟」之判決後引發。其他相關因素則包括：政治、貿易、與軍事。

美中科技戰、日韓科技產品的貿易管制意味著：衝突雙方的手段趨於多元，除既有的產業標準之爭、跨境貿易、投資限制之外，還包括材料、重要設備的出口核准或管制（日韓的「白名單」之爭）等。材料、重要設備向來為我國主要產業發展的弱點，即便半導體業也是如此。

最後，我們參考我國駐韓國代表部經濟組的報告，摘述韓國政府對日本出口管制措施之因應成果及未來計畫相關措施。主要內容包括：推動「加強材料、零件與設備產業競爭力之策略」、「企業合作建立材料、零件與設備產業生態系之計畫」、因應日本出口管制措施（7 月 4 日至 10 月 11 日）之成效與未來計畫，以及「材料、零件與設備競爭力委員會之營運細節」等 4 大議題。

# 第三章　美中貿易戰對臺灣產業之影響：短期觀點

## 第一節　國內外智庫之既有分析

本計畫首先掌握國內外其他智庫的相關分析，這將是本計畫後續進一步分析的參照基礎。基於研究主題，這章的分析聚焦於美中貿易戰對全球經貿及產業鏈相關之影響。因此，第一節綜合整理國內外智庫之既有分析。第二節則為計畫團隊利用總體數據所進行之海外訂單與出口之交叉分析。由於「資訊與通訊產品」是美中貿易戰一個焦點，第三節進行了「資訊與通訊產品」產業案例分析。第四節則針對臺商回臺進行案例分析；尤其是與智慧製造相關者。第五節歸納兩場座談會的成果。

### 一、美中貿易戰對全球經貿及產業鏈之影響

（一）全球經貿

隨著美中貿易戰的持續擴大，全球經貿情勢都逐漸受到影響。在 2019 年下半年，主要國際智庫，如 IMF（世界經濟展望報告）[29]、World Bank（全球經濟展望報告）[30]、OECD（經濟展望報告）[31]、經濟學人[32]都開始下調 2019 年的經濟成長預測。例如，國際貨幣基金（IMF）世界經濟展望報告（2019/7）預估，2019 年全球經濟成長率為 3.2%，2020 年則回升到 3.5%。因貿易戰影響，全球技術供應鏈受到威脅，且經濟下行風險影響全球投資意願，導致經濟成長疲弱。反映在全球貿易上，尤其是投資財與消費財。

[29] IMF, 2019/7, World Economic Outlook Update., https://www.imf.org/en/Publications/WEO/Issues/2019/07/18/WEOupdateJuly2019.
[30] World bank, 2019/7,〈Global Economic Projects〉, https://www.worldbank.org/en/publication/global-economic-prospects.
[31] OECD, 2019/9, Interim Economic Outlook. http://www.oecd.org/economy/outlook/
[32] EIU, 2019/9, EIU global Forecast - Trade War Drags down Global Growth. http://country.eiu.com/article.aspx?articleid=258449409&Country=United%20States&topic=Economy&subtopic=Recent+developments#。

因此，IMF 預估 2019 年全球貿易量成長率為 2.5%，2020 年則上升到 3.7%。

與貿易有關的指標也首當其衝，即時反映。例如，WTO 公布的全球貿易晴雨表（Global Trade Barometer, GTB），2019 年 9 月 GTB 指標為 96.6，相較 6 月之指標為 95.7，低於代表進出口成長的 100 點，顯示 2019 年第 4 季度全球貨品貿易將持續疲軟；美中貿易戰為影響原因之一，貿易戰削弱企業信心與投資，進而也使得國際貿易大宗工廠設備投資明顯萎縮[33]。同樣受到波及的是，全球汽車業與其零件供應鏈業務的趨緩。儘管美中貿易談判進展順利，但經濟學家認為，國際貿易體系前景仍存在不確定性，預估進出口成長無法快速回升。

（二）全球產業鏈

另外，也有一些學者以貿易或投入產出表評估美中貿易戰的影響。

Itakura（2019）採用全球貿易分析模型，並納入全球價值鏈概念，評估美中貿易戰對全球帶來之影響。作者認為美中貿易戰持續，恐轉變為長期發展。在現有兩國持續關稅加徵，投資減少及生產力下降，研究報告模擬 2035 年結束課增關稅的情境下，將使中國大陸實質國內生產毛額（real GDP）減少 1.4%，金額為 4,270 億美元；美國同樣也減少 1.4%，金額則為 3,170 億美元。若以全球價值鏈計算結果，預估 2035 年對中國大陸與美國實質國內生產毛額（real GDP）則分別減少 1.1%（3,450 億美元）及 1.3%（3,100 億美元）[34]。

[33] 陳怡均（2019/11/10），「WTO：今年全球貿易成長 1.2% 10 年最低」，https://ctee.com.tw/news/global/176776.html。

[34] Itakura, Ken 2019. Evaluating the impact of the US‐China trade war. Asian Economic Policy Review, 00, 1-17.

Mao and Görg（2019）採用世界投入產出表，假設美中兩國貿易談判破裂，進行全面性關稅制裁時，可能對全球產業供應鏈之影響[35]。結果顯示在貿易戰下，除美中兩國外，間接關稅成本也會影響其他國家的經貿表現。

其分析顯示，中國大陸受影響最大的產業前三名分別是：「電腦、電子產品及光學製品製造業」、「化學及化學產品製造業」及「未分類的機械和設備的製造」，間接關稅成本增加比率分別是 5.96%、2.62%、2.01%。

就個別產業而言，美國對中國大陸課徵關稅，受到影響的產業，包括「電腦、電子產品和光學製品製造業」、「化學及化學產品製造業」、「汽車、拖車和和半拖車」，間接關稅成本增加比率分別是 5.72%、3.25%、2.28%。

進一步交叉比對分析，「電腦、電子產品及光學製品製造業」方面，受到影響之國家為加拿大、墨西哥、澳洲，間接關稅成本增加比率分別是 22.14%、17.36%、6.94%。「化學及化學產品製造業」及「汽車、拖車及半拖車」之產業受影響國家，同樣依序為加拿大、墨西哥、澳洲。就美國對中國大陸課徵關稅方面，除中國大陸外，間接影響的國家是美國主要的貿易夥伴，包括加拿大、墨西哥。惟美國與加拿大、墨西哥已重新簽署《美國－墨西哥－加拿大協議》（USMCA），是否能減緩衝擊對加拿大與墨西哥的衝擊，仍有待進一步評估。

反之，若假設中國大陸對美國的進口商品的關稅提高到同樣亦對全球與其他國家的產業增加額外的關稅成本。受到中國大陸提高關稅影響最大的國家除了美國，間接受影響最大的是中國大陸主要貿易夥伴，包括：日本、韓國及印尼，增加比率分別是 2.62%、2.09%、1.97%。

[35] Mao, Haiou and Görg, Holger 2019. Friends like this: The impact of the US-China trade war on global value chains. KCG Working Paper, No. 17.

就個別產業部分，以「化學及化學產品製造業」、「電腦、電子產品及光學製品製造業」及「農牧業」受到影響最大；間接關稅成本增加比率分別是稅成本增加比率分別是1.85%、1.59%、1.06%。相對美國對中國大陸提高關稅之情境比較，受影響各國所受到的衝擊相對較小。

（三）對中國大陸的影響

中國科學院數學與系統科學研究所（2019 年）[36]的研究則認為，接近 1 年 7 個月的美中貿易摩擦時間，尚未導致大規模產業移轉，但是仍有部分證據顯示美中貿易摩擦正驅動著部分產能調整布局，加速向生產成本更低但產業配套相對完善的東南亞進行移轉。在三波清單的商品及相關商品[37]出口數據變化趨勢來看，可歸納以下發現，如下分析（參見表 3-1-1）。

1.整體趨勢

加工貿易出口更容易受到貿易戰之影響而直接減少出口，同時也更不容易在短期內進行出口移轉。與加工貿易出口相比，一般貿易出口調整空間較高，出口轉移進行外需調整的空間更大。另外，存在部分商品及相關商品，即便是在貿易摩擦下，依然對美出口金額呈現成長趨勢。最後，在 2018 年啟動的清單比較，由於前二波清單的生效時間較長，而且稅率更高，課稅商品的一般貿易與加工貿易出現出口轉移之比重相對較大，換言之，廠商開始調整出口布局，尋找出口替代商品。

[36] 中國科學院數學與系統科學研究所（2019 年），「中美貿易摩擦下中國出口移轉初探」，出自「全球價值鏈與中國貿易增加值核算研究報告」，商務部委託計畫。

[37] 需要注意之處，這裡所用的名詞「商品及相關商品」，主要是因為跨國國際商品統一分類代碼（HS code）限制所做的假設，使得整體評估的清單出口項目範圍會比中美加徵關稅清單的品項範圍要再廣一些。美國發佈的加徵關稅商品清單是依據美國 8 位碼的 HS code，而中國海關統計的出口數據是採用中國 8 位碼的 HS code，由於不同經濟體系之間的 HS code 位碼各不相同，但 6 位碼 HS code 則是一致的，因此在分析出口移轉時，針對美國不同批次清單的研究中，不只包含了涉及該具體清單商品，含包括與與涉稅商品屬於相同 HS-6 分位編碼的其他商品。

2.貿易移轉效果

出口移轉定義為中國大陸對全球出口金額及比例增加，但是對美出口是下降的產品品項。在第 1 和第 2 波清單商品級相關商品情況，一般貿易出口中，共計 376 項商品出現出口轉移，出口總額達 695 億美元，同比上漲 19.9%，涉及總商品及相關商品一般貿易總額的 46.5%。對美出口額為 67 億美元，同比下降 15.2%，占總涉稅商品及相關商品一般貿易對美出口額的 38.7%。出口轉移量達 23 億元。在加工貿易部分，共有 117 項商品出現出口轉移，在 2019 年 1-7 月出口總額的 364 億美元；對美出口額為 25 億美元，同比下降 21.0%，占比達 31.2%，對美出口額為 25 億美元，同比下降 26.1%，占總涉稅商品及相關商品加工貿易對美出口額的 18.0%，出口轉移量為 14 億美元。

在第 3 波 2000 億元清單部分，在一般貿易方面，有 976 項商品出現出口轉移，在觀察期間（2019 年 1-7 月）的出口總額為 1,496 億美元，同比上漲 13.4%，占總稅商品及相關商品一般貿易出口額的 38.5%。對美出口金額為 209 億美元，同比下降 13.0%。出口轉移量為 58 億美元。在加工貿易出口部分，共有 229 項，整體出口額為 200 億美元，同比上漲 13.0%。對美出口額為 24 億美元，同比下降 23.3%，占總涉稅商品及相關商品加工貿易對美出口額的 7.9%；出口轉移量為 11 億美元。

## 表 3-1-1　中國科學院：2018 年和 2019 年 1-7 月中國大陸的出口情況

| | | | 第 1 和 2 波清單的商品及相關商品 | | | 第 3 波清單的商品及相關商品 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 全體 | 一般貿易 | 加工貿易 | 全體 | 一般貿易 | 加工貿易 |
| 總計 | 全球 | 金額(億美元) | 2,660 | 1,496 | 1,496 | 5,353 | 3,888 | 1,465 |
| | | 變化比例(%) | ↑4.3 | ↑10.5 | ↑4.3 | ↑0.01 | ↑3.5 | ↑8.2 |
| | 對美 | 金額(億美元) | 311 | 172 | 138 | 939 | 636 | 303 |
| | | 變化比例(%) | ↓16.4 | ↓6.7 | ↓26.0 | ↓14.6 | ↓10.3 | ↓22.5 |
| 全球出口↑<br>對美出口↓ | 全球 | 金額(億美元) | | 695 | 364 | | 1,496 | 200 |
| | | 變化比例(%) | | ↑19.9 | ↑21.0 | | ↑13.4 | ↑13.0 |
| | 對美 | 金額(億美元) | | 67 | 25 | | 209 | 24 |
| | | 變化比例(%) | | ↓15.2 | ↓26.1 | | ↓13.0 | ↓23.0 |
| | | **出口移轉額(億美元)** | | **23** | **14** | | **58** | **11** |
| 全球出口↑<br>對美出口↑ | 全球 | 金額(億美元) | | 429 | 205 | | 1,012 | 210 |
| | | 變化比例(%) | | ↑24.7 | ↑15.9 | | ↑23.0 | ↑18.4 |
| | 對美 | 金額(億美元) | | 66 | 30 | | 286 | 101 |
| | | 變化比例(%) | | ↑27.5 | ↑19.4 | | ↑22.8 | ↑25.4 |
| 全球出口↓<br>對美出口↓ | 全球 | 金額(億美元) | | 319 | 512 | | 1,210 | 904 |
| | | 變化比例(%) | | ↓13.8 | ↓17.5 | | ↓14.4 | ↓17.8 |
| | 對美 | 金額(億美元) | | 34 | 75 | | 195 | 163 |
| | | 變化比例(%) | | ↓31.5 | ↓38.4 | | ↓28.4 | ↓39.1 |
| 全球出口↓<br>對美出口↑ | 全球 | 金額(億美元) | | 51 | 84 | | 166 | 69 |
| | | 變化比例(%) | | ↓11.9 | ↓14.6 | | ↓16.3 | ↓16.4 |
| | 對美 | 金額(億美元) | | 6 | 8 | | 21 | 15 |
| | | 變化比例(%) | | ↑13.4 | ↑37.6 | | ↑11.8 | ↑26.5 |

註：表格進出口貿易數據是中國海關資料。出口移轉的定義是指中國大陸對美出口額下降而出口總額上升。出口移轉金額的估計方式為：2019 年 1-7 月與 2018 年對美出口占總出口的份額乘上 2019 年 1-7 月出口總額。

資料來源：本計畫整理自中國科學院數學與系統科學研究所（2019 年），「中美貿易摩擦下中國出口移轉初探」，出自「全球價值鏈與中國貿易增加值核算研究報告」，商務部委託計畫。

加工貿易發生出口轉移的主動動能性遠低於一般貿易。就階段性來看，在第 1 及第 2 波清單內，一般貿易出口轉移主要集中在電器產品、機械設備製造業等技術密集型部門，以及化學工業、石油精煉產品與金屬製品等資本密集型製造業。另外，在出口貿易部分，主要集中在電器產品、電子產品和機械設備製造業等技術密集部門，與美國啟動的徵稅產品集中在技術密集部門有關。另外，值得注意的是，化學工業、石油精煉產品與金屬製品等資本密集型產品的出口轉移量占中國大陸對應產品總出口的比重遠高於技術密集型產品，資本密集型產品相比技術密集型產品更容易推動出口轉移。

在 2000 億美元的第 3 波清單中，由於涉及商品更為廣泛，一般貿易出口轉移量主要分散之產業也較廣，包括：木製品、紡織服裝等勞動密集產品，也包括金屬及非金屬礦物製品等資本密集型產品，以及電器產品、通用設備等技術密集型產品。同樣地，勞動密集和資本密集型產品的出口轉移量對應產品總出口量的比重要高於技術密集型產品；相對而言，技術密集型產品較難以實現出口轉移。

3.出口移轉地分析

在第 1 及第 2 波清單部分，一般貿易出口轉移主要朝東南亞國家和歐盟，加工出口貿易轉移主要是在歐洲、東南亞國家、臺灣及韓國。在第 3 波清單部分，一般貿易和加工貿易的出口轉移均是往東南亞國家、歐盟為主要。另外，臺灣也是重要轉移地區，在一般貿易部分在第 6 順位，而在出口貿易部分，則是在第 4 順位（詳見表 3-1-2）。

**表 3-1-2　中國科學院：美國關稅清單中出現出口轉移目的地**

單位：億美元

| | 第 1 及第 2 波美國清單的商品及相關商品 | | | | 第 3 波美國清單的商品及相關商品 | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 轉移目的地 | 轉移金額 | 轉移目的地 | 轉移金額 | 轉移目的地 | 轉移金額 | 轉移目的地 | 轉移金額 |
| 排名 | | | | | | | | |
| 1 | 東協國家 | 10.0 | 歐盟 | 5.8 | 東協國家 | 18.7 | 其餘國家 | 2.8 |
| 2 | 歐盟 | 4.8 | 東協國家 | 2.5 | 其餘國家 | 16.2 | 歐盟 | 2.4 |
| 3 | 其餘國家 | 2.9 | 臺灣 | 1.8 | 歐盟 | 13.2 | 東協國家 | 2.1 |
| 4 | 印度 | 2.2 | 其餘國家 | 1.4 | 印度 | 3.2 | 臺灣 | 1.1 |
| 5 | 韓國 | 1.3 | 韓國 | 1.2 | 韓國 | 2.6 | 日本 | 1.1 |
| 6 | 日本 | 0.8 | 俄羅斯 | 0.5 | 臺灣 | 1.2 | 韓國 | 0.9 |
| 7 | 俄羅斯 | 0.6 | 印度 | 0.5 | 俄羅斯 | 0.9 | 俄羅斯 | 0.7 |
| 8 | 臺灣 | 0.1 | 日本 | 0.3 | 日本 | 0.7 | 印度 | 0.3 |
| 9 | 紐西蘭 | 0.1 | 澳洲 | 0.1 | 澳洲 | 0.7 | 澳洲 | 0.0 |
| 10 | 澳洲 | 0.0 | 紐西蘭 | 0.0 | 紐西蘭 | 0.2 | 紐西蘭 | 0.0 |
| | 總計 | 22.7 | 總計 | 14.1 | 總計 | 57.6 | 總計 | 11.5 |

資料來源：本計畫整理自中國科學院數學與系統科學研究所（2019 年），「中美貿易摩擦下中國出口移轉初探」，出自「全球價值鏈與中國貿易增加值核算研究報告」，商務部委託計畫。

## 二、美中貿易戰對臺灣經貿/產業情勢影響（數據評估）

### （一）總體層面

由於臺灣與中國大陸、美國之間的經貿連結關係密切。部分研究也進一步評估臺灣可能受到之影響。例如，德意志銀行的報告分析，一旦貿易戰全面開打的 18 個月內，美國與中國大陸的 GDP 成長率將各自跌掉 2 個百分點，亞洲整體 GDP 在 12 個月內可能減少 2 各個百分點。香港、臺灣經濟成長的折損最大，分別有 3.9%、3%的減少幅度，甚至逼入衰退」[38]。

林祖嘉指出美中貿易戰會衝擊美中雙方經濟成長，包括臺灣在內的四小龍，GDP 成長都會將跌破 2%，而和臺灣為貿易對手

[38] 引述自今周刊（2019 年），「中美貿易戰 台灣最慘？25%關稅對台影響全解析」，https://www.businesstoday.com.tw/article/category/80392/post/201905150037/%E4%B8%AD%E7%BE%8E%E8%B2%BF%E6%98%93%E6%88%B0%20%20%20%E5%8F%B0%E7%81%A3%E6%9C%80%E6%85%98%EF%BC%9F25%EF%BC%85%E9%97%9C%E7%A8%85%E5%B0%8D%E5%8F%B0%E5%BD%B1%E9%9F%BF%E5%85%A8%E8%A7%A3%E6%9E%90。

的韓國已在 2019 年第一季出現 GDP 負成長。顯然美中貿易大戰的負面效益已經出現[39]。

但是也有部分機構提出不同看法。台經院景氣預測中心孫明德主任指出，中國大陸臺商將高階產品回流臺灣生產，增加投資金額及工作機會，美國對臺灣進口量出現大幅成長，貿易戰對臺灣之影響，仍需持續觀望。因為他是從臺商回流驅動臺灣經濟動能增加之觀點出發，可能會逐年落實。

美國國家經濟研究（NBER）周鉅原教授的研究指出，若美國對中國大陸課徵 10%稅率，推估將使美國 GDP 下降 1.06%，中國大陸 GDP 下滑 1.05%;反而臺灣 GDP 則可逐勢成長 0.47%[40]。然而，值得注意的是，此篇文章之評估模型並未考慮到貿易戰對中國大陸地區臺商之影響，因為中國大陸出口至美國的前 20 外資企業中，就有 15 家為臺商企業，故衝擊中國大陸地區之臺商，當然也會影響中國臺商對臺灣子公司的進口。

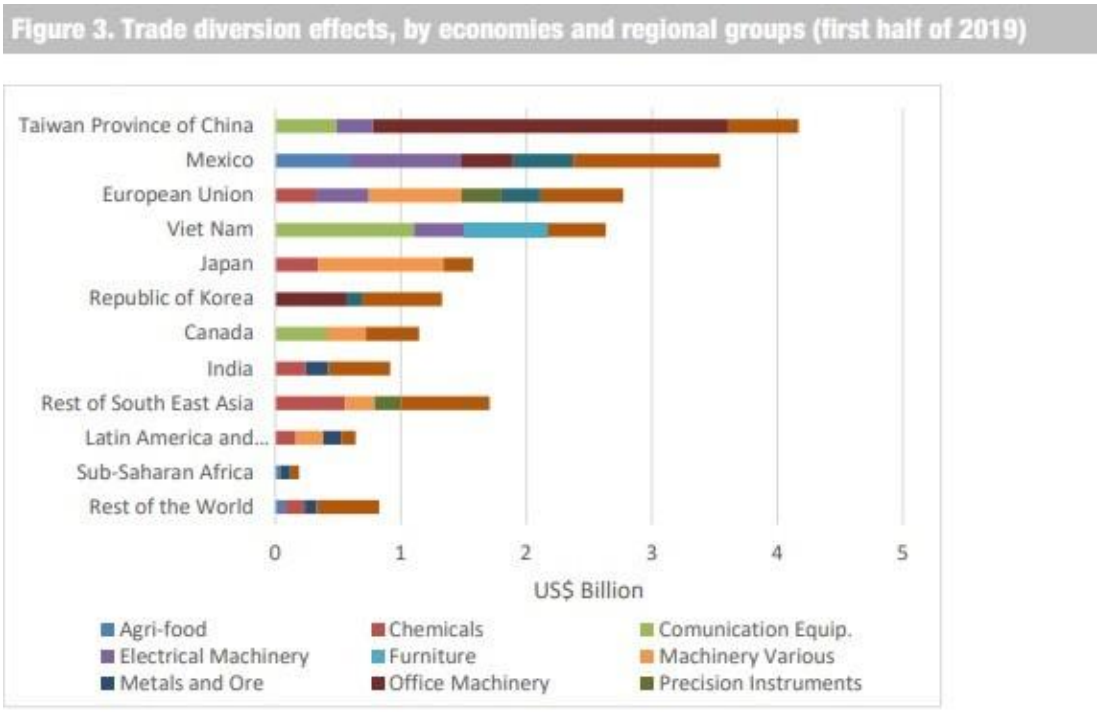
（二）產業/商品層面（數據評估）

聯合國貿易與發展組織的學者 Alessandro Nicita（2019）針對美中貿易戰影響評估之報告，其研究結果特別點名臺灣為貿易戰中的受益國；詳見圖 3-1-1。中國大陸受創最大的產業為辦公室機器與通訊設備，輸美金額下滑 150 億美元，隨著美國關稅不斷地提高，出口損失將越來越大。具體來說，在 2019 年上半年，臺灣輸美出口金額比去年同期增加 42 億美元，增加之產品，多為辦公室與通訊設備（金額分別達 28 億及 4.91 億美元）。臺灣對美第三大出口額為 2.87 億元的電機，而歐盟以 4.2 億美元的出

[39] 譚有勝（2019 年），「貿易戰延燒 林祖嘉：四小龍 GDP 成長恐低於 2%」，工商時報，https://ctee.com.tw/news/china/101282.html。

[40] 工商時報（2019 年），《工商社論》中美貿易戰對台灣經濟的利弊分析」，https://www.chinatimes.com/newspapers/20190623000164-260202?chdtv。

口額占居該產業第二順位。金屬與礦石是臺灣第四大出口商品，金額達 2.05 億美元[41]。




資料來源：Alessandro Nicita (2019). Trade and trade diversion effects of United States tariffs on China. UNCTAD Research Paper No. 37. https://unctad.org/en/PublicationsLibrary/ser-rp-2019d9_en.pdf。

**圖 3-1-1　Alessandro Nicita：美中貿易戰之出口轉移效果分析**

如前所述，中國科學院（2019 年）研究指出，臺灣也是潛在出口轉移的重要據點之一，特別是在加工貿易出口方面。相關數據佐證請見表 3-1-3 及 3-1-4。

在第 1 及第 2 波清單的商品及相關商品方面，一般貿易出口品部分，在 23 億美元的出口轉移中，臺灣的轉移金額為 0.1 美元，主要在「金屬製品」。加工貿易部分，在 14 億美元的出口轉移中，臺灣之金額達 1.8 億美元，占比達 12.85%，主要分布在「電器機械及器材」及「通信設備、計算機與其他電子設備」，轉移金額分別為 0.8 及 0.9 億美元。

[41] Nicita, Alessandro 2019. Trade and trade diversion effects of United States tariffs on China. UNCTAD Research Paper No. 37. https://unctad.org/en/PublicationsLibrary/ser-rp-2019d9_en.pdf。

**表 3-1-3　中國科學院：涉及第 1 及第 2 波清單的商品及其相關商品中出現出口轉移的目的地分析**

單位：億美元

| 排名 | 部門名稱 | 總轉移量 | 歐盟 | 東協 | 日本 | 韓國 | 臺灣 | 印度 | 澳洲 | 俄羅斯 | 紐西蘭 | 其餘國家 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 一般貿易 | | | | | | | | | | | | |
| | 總計 | 23 | 5 | 10 | 0.8 | 1.3 | **0.1** | 2.2 | 0.0 | 0.6 | 0.1 | 2.9 |
| 1 | 通用設備 | 4.2 | 1.0 | 2.8 | 0.0 | 0.1 | 0.0 | 0.2 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.2 |
| 2 | 電器機械及器材 | 3.8 | 2.6 | 1.1 | 0.0 | 0.2 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 3 | 專用設備 | 3.6 | 0.5 | 2.3 | 0.2 | 0.1 | 0.0 | 0.4 | 0.0 | 0.1 | 0.0 | 0.0 |
| 4 | 化學產品 | 2.7 | 0.1 | 1.9 | 0.0 | 0.1 | 0.0 | 0.4 | 0.0 | 0.1 | 0.0 | 0.0 |
| 5 | 石油、煉焦產品和核燃料加工 | 2.4 | 0.2 | 0.0 | 0.3 | 0.4 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.4 |
| 6 | 金屬製品 | 2.2 | 0.3 | 1.5 | 0.1 | 0.1 | **0.1** | 0.1 | 0.0 | 0.1 | 0.0 | 1.4 |
| 7 | 儀器儀表 | 2.0 | 0.0 | 0.3 | 0.0 | 0.1 | 0.0 | 0.2 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.4 |
| 加工貿易 | | | | | | | | | | | | |
| | 總計 | 14 | 5.8 | 2.5 | 0.3 | 1.2 | 1.8 | 0.5 | 0.1 | 0.5 | 0.0 | 1.4 |
| 1 | 電器機械及器材 | 4.0 | 1.6 | 0.9 | 0.0 | 0.2 | **0.8** | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 0.0 | 0.4 |
| 2 | 交通運輸設備 | 3.6 | 2.8 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | **0.1** | 0.0 | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.6 |
| 3 | 通信設備、計算機和其他電子設備 | 2.8 | 0.0 | 1.1 | 0.0 | 0.7 | **0.9** | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 4 | 通訊設備 | 2.4 | 1.0 | 0.3 | 0.2 | 0.3 | **0.1** | 0.0 | 0.0 | 0.3 | 0.0 | 0.2 |
| 5 | 專用設備 | 0.6 | 0.1 | 0.0 | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 0.0 | 0.1 |
| 6 | 化學產品 | 0.6 | 0.2 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.4 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 7 | 儀器儀表 | 0.2 | 0.1 | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |

資料來源：本計畫整理自中國科學院數學與系統科學研究所（2019 年），「中美貿易摩擦下中國出口移轉初探」，出自「全球價值鏈與中國貿易增加值核算研究報告」，商務部委託計畫。

在第三波清單的商品及相關商品部分，一般貿易出口方面，臺灣佔據之總轉移量為 1.2 億美元，達整體 58 億美元之 2.1%，主要是在「金屬製品」（0.4 億美元）、「木材加工和家具」（0.2 億美元）及「紡織服裝鞋帽皮革羽絨及其製品」（0.2 億美元）。

加工貿易方面，臺灣轉移之金額為 1.1 億美元，占整體 11 億美元之 10%。主要是在「電器機械及器材」（0.8 億美元）、「通信設備、計算機和其他電子設備」（0.2 億美元）及「通用設備」（0.1 億美元）。

**表 3-1-4　中國科學院：涉及第 3 波清單的商品及其相關商品中出現出口轉移的目的地分析**

單位：億美元

| 排名 | 部門名稱 | 總轉移量 | 歐盟 | 東協 | 日本 | 韓國 | 臺灣 | 印度 | 澳洲 | 俄羅斯 | 紐西蘭 | 其餘國家 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 一般貿易 | | | | | | | | | | | | |
| | 總計 | 58 | 13 | 19 | 0.7 | 2.6 | **1.2** | 32 | 0.8 | 0.9 | 0.1 | 16 |
| 1 | 電器機械及器材 | 9.5 | 1.9 | 2.0 | 0.0 | 0.7 | 0.0 | 0.4 | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 4.4 |
| 2 | 化學產品 | 7.3 | 0.0 | 1.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 2.0 | 0.6 | 0.1 | 0.0 | 3.6 |
| 3 | 木材加工品和家具 | 7.0 | 1.8 | 3.9 | 0.0 | 0.1 | 0.2 | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 0.0 | 0.9 |
| 4 | 非金屬礦物製品 | 6.0 | 3.4 | 2.3 | 0.0 | 0.1 | 0.0 | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.1 |
| 5 | 金屬製品 | 5.5 | 1.7 | 1.9 | 0.0 | 0.3 | 0.4 | 0.2 | 0.0 | 0.2 | 0.1 | 0.7 |
| 6 | 紡織服裝鞋帽皮革羽絨及其製品 | 4.5 | 1.1 | 1.0 | 0.1 | 0.0 | **0.2** | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 2.2 |
| 7 | 通用設備 | 3.0 | 0.9 | 1.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.3 | 0.0 | 0.4 | 0.0 | 0.2 |
| 加工貿易 | | | | | | | | | | | | |
| | 總計 | 11 | 2.4 | 2.1 | 1.1 | 0.9 | 1.1 | 0.3 | 0.0 | 0.7 | 0.0 | 2.8 |
| 1 | 電器機械及器材 | 3.7 | 0.9 | 0.8 | 0.0 | 0.3 | **0.8** | 0.0 | 0.0 | 0.2 | 0.0 | 0.8 |
| 2 | 化學產品 | | | | | | | | | | | |
| 3 | 通用設備 | 2.3 | 0.0 | 0.1 | 0.2 | 0.0 | **0.1** | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.7 |
| 4 | 交通運輸設備 | 1.1 | 0.0 | 0.2 | 0.3 | 0.3 | **0.0** | 0.1 | 0.0 | 0.2 | 0.0 | 0.0 |
| 5 | 造紙印刷和文教體育用品 | 0.8 | 0.3 | 0.0 | 0.4 | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 6 | 通信設備、計算機和其他電子設備 | 0.8 | 0.0 | 0.5 | 0.0 | 0.1 | 0.2 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 7 | 金屬冶煉和壓延加工品 | 0.3 | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |

資料來源：本計畫整理自中國科學院數學與系統科學研究所（2019 年），「中美貿易摩擦下中國出口移轉初探」，出自「全球價值鏈與中國貿易增加值核算研究報告」，商務部委託計畫。

除了美國發動的三波增加關稅之分析外，在 2020 年 1 月 15 日，美中第一階段經貿協議簽署，整體內容包括：前言、技術轉讓、食品與農產品貿易、金融服務、宏觀經濟政策和匯率問題及透明度、擴大貿易、雙邊評估和爭議解決和最終條款等。其中，在擴大貿易的章節，與現有討論到的三次增加關稅議題相對接近。美方在協議中要求中國大陸，在兩年內，以 2017 年的基礎上擴

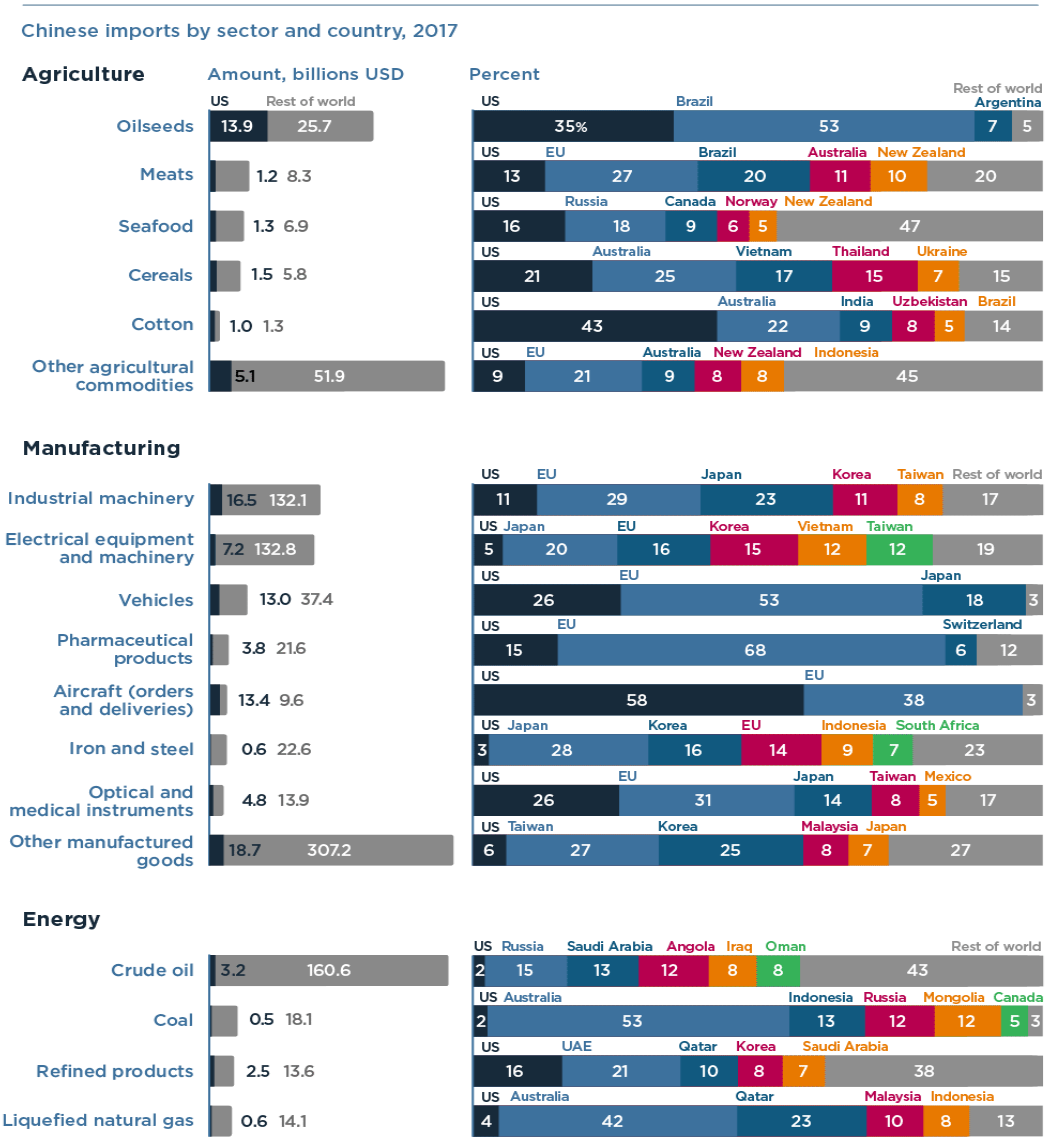
大採購美國進口製造商品、農產品、能源產品及服務不少於 2,000 億元，故此也將會加劇美國對中國大陸貨品與服務出口的加速。

在擴大採購清單中，2017 年美國對中國大陸出口商品價值達 1,858 億美元，到 2020 年增加到 2,625 億美元（增購金額達 767 億美元），到 2021 年增加到 3,091 億美元（增購金額達 1,233 億美元）

然而，美國智庫 Peterson Institute for International Economics 的學者 Chad P. Bown[42]（2020a）認為，這樣的擴大貿易採購要求，不一定擴大國際貿易，反而是產生進口轉移效果，影響國際供應鏈變化。換言之，若美中間擴大貿易要求真正落實，將可能會對過去兩年加徵關稅受惠的國家產生不利影響，因為中國大陸配合美方的擴大採購要求，可能會產生減少其他國家的進口金額。

若是如此，臺灣也可能因此變成潛在的受損國家之一。從圖 3-1-2 來看，以製造產品為例，2017 年中國大陸向美國進口的工業機械品項之金額達 165 億美元，約占整體出口的 11%。若擴大工業機械產品之採購，可能會導致減少對歐盟、日本、韓國及臺灣之採購；而在 2017 年，中國大陸向臺灣採購之金額達 80 億美元。類似之品項有電子設備及機械、光學和醫療儀器、其他製造業商品。

[42] Chad P. Bown 2020a. Unappreciated hazards of the US-China phase one deal. https://www.piie.com/blogs/trade-and-investment-policy-watch/unappreciated-hazards-us-china-phase-one-deal。



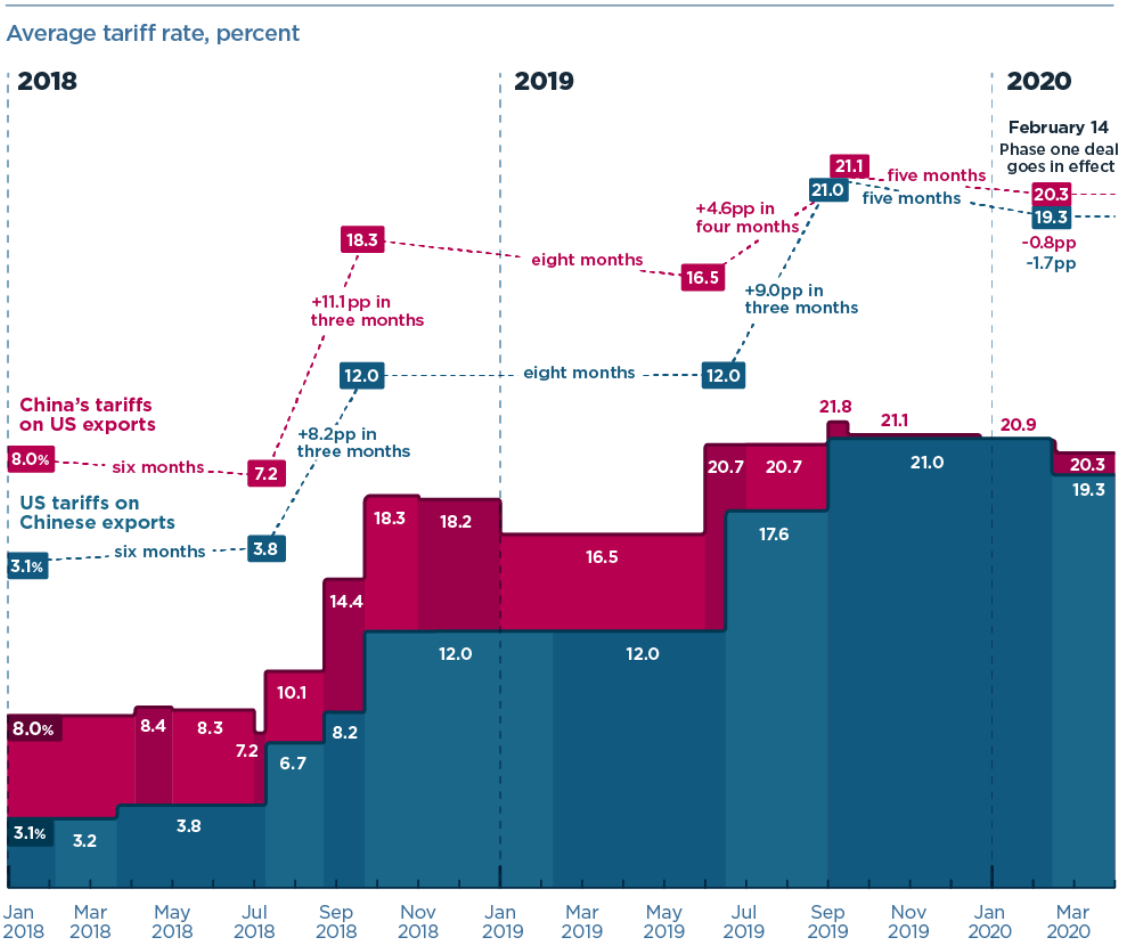

資料來源：Chad P. Bown (2020a). Unappreciated Hazards of the US-China Phase One Deal. https://www.piie.com/blogs/trade-and-investment-policy-watch/unappreciated-hazards-us-china-phase-one-deal。

**圖 3-1-2　Chad P. Bown：美中第一階段協議的擴大貿易採購項目**

後續，對於美中貿易戰可能引發之國際供應鏈移動，仍有兩大因素值得關注，包括：

一是過去兩年間所引發的高關稅率仍持續，因為在第一階段協議內容中只有解決美國對中國大陸出口不足的問題，並無暫停

過去兩年間所設定的高關稅。在 2019 年 12 月 13 達成第一階段貿易協議（但於 2020 年 1 月 15 日簽署），雙邊原定於 2019 年 12 月 15 日對彼此擴大加徵關稅措施將不實施；另外，2019 年 9 月 1 日起美國對中國第 3 波清單產品已加徵關稅稅率，將由 15%減半到 7.5%，但美國對中國前兩波合計約 2,500 億美元產品加徵 25%關稅的措施仍不變。根據美國 Peterson Institute for International Economics[43]估算，2018 年以來，美中兩國之間的加徵關稅措施，已使得兩國間的平均進口關稅大幅度提高至 20%以上，貿易障礙明顯上升（詳見圖 3-1-3）。




資料來源：Chad P. Bown (2020b). US-China Trade War Tariffs: An up-to-Date Chart. https://www.piie.com/research/piie-charts/us-china-trade-war-tariffs-date-chart。

**圖 3-1-3　Chad P. Bown：美中兩國對彼此進口品平均課徵關稅稅率**

[43] Chad P. Bown (2020b). US-China Trade War Tariffs: An up-to-Date Chart. https://www.piie.com/research/piie-charts/us-china-trade-war-tariffs-date-chart。

二是美中第一階段協議是否落實，Bown（2020b）文章中談到，可能存在很大的不確定性。文章提到，擴大貿易採購之目標過於不切實際，從過去歷史數據推估，要達到擴大貿易採購目標，意味著中國大陸對美國在 2017-21 年的出口年成長率須為 18%，對比中國大陸經濟在 2000-07 年以每年 10%速度成長，中國大陸對美國的出口平均每年僅增加 21%。換言之，先不論新型肺炎可能對中國大陸經濟產生的衝擊，以未來 5 年中國大陸的經濟成長動力是不足以支撐向美國購賣這麼龐大的出口商品。

（三）產業/商品層面（質化評估）

根據台經院（2019 年）之研究歸納美中貿易戰對臺灣個別產業之影響分析。紡織業比較屬於國際供應鏈移動趨勢，在美中貿易戰下，目前影響仍有限，同時會驅使供應鏈分流趨勢發展，在中國大陸的臺廠供內銷或亞洲市場，海外訂單生產基地則是在東南亞與美洲。故此，未出現大幅度的臺廠回流，反而是臺灣中游紗廠及布廠尋求東南亞生產基地布局的動機較為強烈，供應鏈管理在於回應客戶需求。

石化產業相對會受到美中貿易戰影響，因此也使得部分石油化工原料、塑膠及橡膠原料廠商回流。另外部分企業擴大東南亞的投資與生產。另外一個影響是國際市場的競爭壓力加劇，來源有二，一是在非美國地區，因為中企分散風險，而尋求其他市場切入，另一是美國地區，在地美國企業或回流美國企業成為新競爭對手。

金屬工業也是相對會受到美中貿易戰影響之產業。在美中市場中，可能有搶佔轉單市場的效益，但臺廠技術優勢不如日韓，仍待觀察轉單效應有多少。在非美國市場競爭加速，競爭對手為分散市場的中廠。生產基地布局朝向供應鏈分流管理，減少中國大陸產能。但驅動移動之因素不同，包括：（1）以中國大陸市場為主的臺廠，在零關稅（東協與中國大陸之協定）驅使下，部

分朝東南亞布局移動；（2）部分臺廠回流。整體市場策略是降低美中市場，拓展歐洲及東協市場，以促分散風險。長期而言，需要開發利基產品，強化競爭力。

半導體產業受到美中貿易戰之短期影響有限，但長期需觀察是否加徵清單，以及華為的技術制裁（非關稅貿易障礙）。臺廠具競爭優勢，生產與研發均以臺灣為據點，短期內東南亞供應鏈仍零散，不適合臺廠移動。美中貿易戰之未來發展潛力因素，一是可能會加速推動中國大陸國產化進程，另一則是市場規模下游，大型半導體廠商併購案可能受阻。

面板產業受到美中貿易戰之影響有正有負，短期內具轉單效益，但是長期而言，貿易戰影響終端市場需求以及全球經濟表現。臺廠競爭壓力加劇，力求產能調整及新市場開拓。

電腦製造業受到美中貿易戰影響大。在生產基地上，進行供應鏈分流管理，調整中國大陸產能，轉向第三地（如墨西哥、臺灣）供應。部分臺商回流，以生產高附加價值產品為主，須加強智慧及自動化導入。美中貿易戰持續時，不利全球市場景氣，可能會墊高臺商生產成本。

視聽電子產品短期內有轉單效益，貿易戰持續擴大，將引發供應鏈調整，須提高供應鏈分流管理，除往越南、泰國轉移外，也會部分移轉到美國，就近供應市場需求。

通訊傳播設備受到影響較大，在大陸設廠的臺企影響最劇。若貿易戰持續擴大，涉及蘋果供應鏈時，將加快供應鏈的調整。部分企業選擇擴增臺廠產能或回流投資擴廠，長期則是多元布局，如前往東南亞，降低負面影響。

電力設備業受影響程度有限，雖然美國加徵關稅會影響中國大陸產業發展，但中國大陸在中低階產品具主導優勢，反而因貿易戰可能加速推動中國大陸產業的發展進程。臺廠的影響有二，

大型企業有分散風險能力，加強供應鏈分流管理，增加供應彈性，在東南亞或墨西哥設廠，小廠仍固守中國大陸市場。

機械設備產業在短期內受惠，有轉單效益。但是另一方面，也會受到中企在非美國市場的競爭壓力，臺灣市場也可能會是重要戰場之一，大量傾銷臺灣。在生產基地的移轉，部分企業回流臺灣，但需相關配套措施的協助。但東南亞地區非企業移轉的首要考量。長期而言，臺廠需要建立產品差異性，降低中企之競爭壓力。

汽車及其零組件產業受到美中貿易戰影響，美方加徵關稅之影響反映在售後市場，而中方加徵關稅則反映在 OEM 訂單。中國大陸汽車市場發展將牽動臺廠布局，若自主品牌銷售可望爬升，臺廠可切入新能源汽車或搶佔售後市場。長期而言，需分散市場風險，加速新市場布局，以東南亞為主。同時也須加強導入智慧化和自動化生產。

總體歸納，台經院（2019 年）認為：未來可持續關注臺灣產業供應鏈變化之面向，包括：

- 部分以國際供應鏈為主的產業，如紡織品，雖會受到美中貿易戰之影響，但整體生產基地布局移動，仍是在回應客戶需求。生產基地轉移的驅動力仍來自於生產成本降低。
- 受到美中貿易戰之影響，短期內有轉單效益，但是長期而言，會需要企業加速啟動供應鏈分流管理，部分企業選擇回臺，或是東南亞布局，關鍵點在於在地供應鏈或配套辦法是否完善。
- 美中貿易戰下，中企在市場風險分散的動機下，開始尋求在非美國市場的切入，無疑導致臺廠競爭壓力加劇。可能出現的產業如石化產業、金屬工業、機械設備。

部分中國大陸已具競爭優勢的產業，在美中貿易戰下，可能加速推動國產化產業鏈的進程，如汽車及零組件、電力設備、半導體產業。

中經院研究區域中心[44]團隊聚焦於分析美中貿易戰驅動的臺商布局調整模式，以轉移地區來看（參見表 3-1-5），主要發現包括：

回臺投資：截至 2019 年 11 月 28 日，通過 156 家；又以在臺灣供應鏈完整且有相當規模產能之企業意願最高，如資通廠商（網路通訊設備、伺服器、電腦週邊產品）。

投資美國：主要考量於貼近市場、技術及人才，如鴻海、宏遠、研華等。南亞塑膠及義聯集團赴美投資之考量在於美國石化及能源成本優勢和政策優惠。再者，美國是尖端技術、新創人才及新興產業聚集地，也吸引加碼投資，如台積電。另外，緯創因應美國可能對墨西哥加徵關稅，也考慮移到美國本土生產。

投資墨西哥：基於成本因素、貼近市場及利用與美國 FTA 免關稅之考量，如仁寶、英業達、和碩等。

投資東南亞：多數考量因素在於生產條件、供應鏈完整性等，目前宣告調整之廠商多以擴廠之方式進行。換言之，考慮轉移到東南亞國家之廠商，原本多已經在該地區有所佈局。涉及之產業包括傢俱、成衣、製鞋、玩具、紙等。另外，也有少數廠商是因應美國客戶要求，如臺灣最大的開關廠圜達實業則將部分規格產品移到越南生產。

整體來看，從中經院研究區域中心團隊盤點出的臺商佈局調整模式，可歸納兩大型態，一是臺灣與東南亞地區的佈局，主要

[44] 中經院（2019 年），「美中貿易衝突下，大陸外商來臺投資之機會」，經濟部投資業務處委託計畫期末報告。

考量在供應鏈完善程度，二是美國和墨西哥地區，考量點多為貼近市場、技術與人才。

資策會研究團隊[45]當時則聚焦於資訊硬體領域，從美國政府公布的第 4 波關稅加徵清單分析，有 3 個海關稅則與臺灣產業關聯性較大，包括 851712（智慧型手機）、851718（影像電話與多線電話等產品）、851770（通訊零組件）。其中，智慧型手機產業影響最大，Apple iPhone 代工與相關供應鏈之衝擊影響最為直接與明顯。

對代工業者而言，鴻海、和碩與緯創是 Apple 手機的主要代工廠，將因分攤關稅及手機在加徵關稅後價格上調而導致銷售量下降，而受到如代工費收入減少，以及整機出貨為基礎之營收下降等負面影響。雖然 Apple 消費者群體產品價格敏感度較其他族群低，但仍會受到某種程度的影響。

對半導體業者而言，IC 製造業部分，主要的 3D 感測供應商與臺灣合作的垂直腔表面發射雷射相關業者，將在訂單量與代工毛利上受到可能影響。其次，在晶圓代工部份，Apple 手機的貢獻佔台積電整體營收的 17%。儘管台積電目前擁有包括 Qualcomm、Xilinx、NVidia、Hisilicon、Broadcom 等重要客戶，以及其他國際級大廠支撐營運，但在 Apple 手機銷量下降，也將連帶導致 Qualcomm 晶片需求同步反應，進而受到影響。其中，相關的 IC 封測業也會受到影響。

[45] 蘇偉綱、趙芊惠與徐子明（2019 年），「美中貿易戰最新發展下對台灣通訊產業之影響評析」。

## 表 3-1-5　中經院：美中貿易戰後的臺灣投資佈局調整模式

| 佈局模式 | 投資動機 | 代表性廠商 |
|---|---|---|
| 回臺投資 | • 在臺灣之供應鏈仍完整，保持相當規模之產能，在投資環境熟悉度及政策引導考量下，中國大陸臺商多會優先考慮回臺投資 | • 截至 2019 年 11 月 28 日，通過 156 家，投資額達 7,034 億新臺幣；以網路通訊、伺服器、電腦週邊產品等資通廠商最多 |
| 投資美國 | • 貼近市場、技術及人才等<br>• 因應美國對墨西哥加徵關稅的不確定風險 | • 縮短供應鏈貼近市場：鴻海(顯示器、威斯康辛州)、宏遠(北卡羅納州)、研華、台積電<br>• 美國成本優勢領域且政策引導(能源)：南亞塑膠、義聯集團<br>• 併購美企拓展新單及支援研發：商億<br>• 降低每對墨西哥加徵關稅不確定風險：緯創 |
| 投資墨西哥 | • 成本因素、貼近市場及利用與美國 FTA 免關稅出口 | • 欣科(工業電腦)，利用美加墨自由貿易協定回銷美國<br>• 貿聯<br>• 仁寶、英業達、和碩等電腦代工廠 |
| 投資東南亞 | • 生產成本較中國大陸低，且近年經濟表現良好，內需市場蓬勃發展 | • 威宏(精品袋包箱)，併購泰國 TWT 企業，並同步在柬埔寨設廠，調整產能<br>• 基勝、智易科技、建大、啟基等(傢具)<br>• 仁寶及緯創重啟越南及菲律賓產能、和碩投資印尼廠<br>• 群光(相機和電源供應器)於泰國設新廠<br>• 金寶於泰國及菲律賓擴廠<br>• 英業達(智慧穿戴)移至馬來西亞<br>• 園達實業(開關廠)應美客戶要求移至越南 |
| 多重佈局 | • 跨國企業分散風險提高 | • 鴻海、仁寶、英業達、緯創、廣達、和碩、中磊、貿聯等 |

資料來源：摘錄自中經院（2019 年），「美中貿易衝突下，大陸外商來臺投資之機會」，經濟部投資業務處委託計畫期末報告。

# 第二節　總體數據：海外訂單與出口之交叉分析

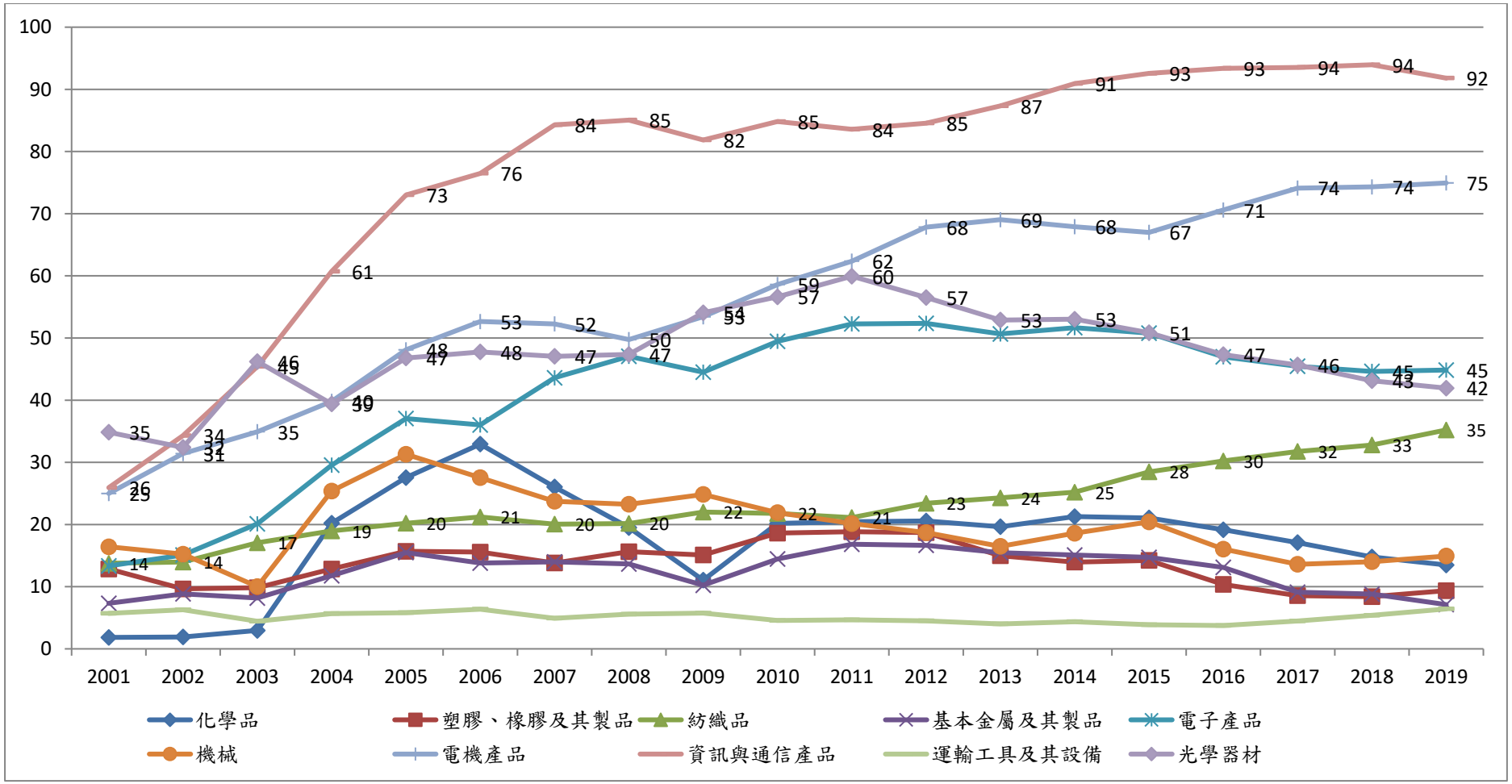
從產業供應鏈的關聯性來看，可從兩方面觀察臺灣產業在全球價值鏈中的可能變化，一是臺灣企業的出口表現變化，主要來自於美中兩國在加徵關稅後，可能產生的出口轉移效果。二是在中國大陸生產的臺商，可能因為美國加徵關稅而導致出口受阻，進而可能影響到廠商開始調整外銷訂單的海外生產據點布局。

## 一、海外訂單及生產布局分析

在臺灣產業既有的三角貿易模式（臺灣接單，海外生產），可能受到美中貿易戰影響的產業是在臺灣接單，且在中國大陸生產的臺商。從長期趨勢來看（請參見圖 3-2-1），各產業的海外生產比重變化具有差異；其中，「資訊與通訊產業」及「電機產品」是比重最大的兩個產業，前者則高達 9 成以上比重均在海外生產；其次「光學器材」及「電子產品」的海外生產比重居中，在 2011 年達到最高峰後，有開始降低海外生產比重之趨勢，特別是「光學器材」。另外，「紡織品」相對較特別的，從 2014 年開始後，加速海外生產比重。

在本計畫所關切的美中貿易戰期間(約 2018 年至 2019 年)，從海外生產比重之變化推測可能調整供應鏈之產業，有三種型態，包括：

- 「資訊與通訊產品」及「光學器材」的海外生產比重開始下降，是最大可能回流臺灣生產之領域；
- 「電子產品」呈現持平現象；
- 「紡織品」則持續往上攀升，可能跟紡織業的全球供應鏈移動有關。




資料來源：本計畫繪製，資料為歷年統計處外銷訂單調查。

**圖 3-2-1　產業海外生產比重**

進一步從比較短期的月度資料，觀察外銷訂單各地生產比率的變化觀察，掌握可能受到影響的產業領域，詳見表 3-2-1。

大體而言，可歸納三大特徵，第一類是仍以臺灣為主要的生產基地，占比仍達 8 成以上，並且多數產業領域均有小幅度降低中國大陸生產比率之現象，包括：「運輸工具及其設備」、「塑膠、橡膠及其製品」、「基本金屬及其製品」及「機械」及「化學品」。

第二類則是比較分散布局在全球的產業，在臺灣仍保持一段生產比重，占比約在 50-70%，包括：「紡織品」、「光學器材」及「電子產品」。其中，紡織品與其餘二者之布局有點差異，次要生產據點以東協國家為主，占比接近 20%，有持續調整增加之現象。

第三類則是大宗以中國大陸為主要生產據點，包括「電機產品」及「資通訊產品」。其中，又以「資通訊產業」之比重最高，外銷訂單生產占比接近 9 成。搭配 2019 年數據顯示，海外生產比率開始降低，有逐漸調整生產據點之現象。如圖 3-2-2 所示，相對於 2018 年，2019 年的每月度調查幾乎整體均呈現海外生產降低之現象。

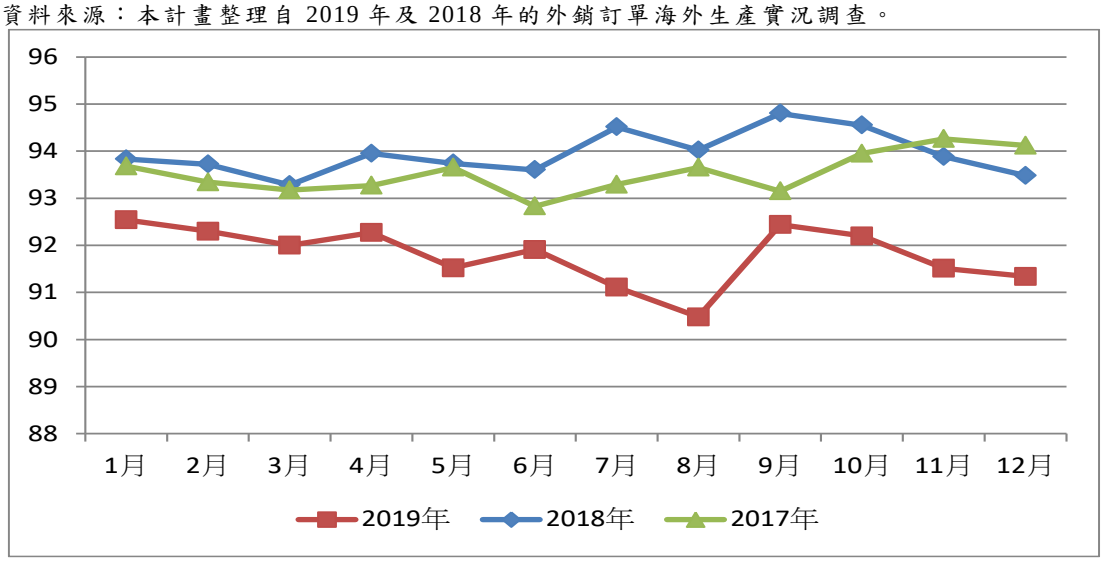
其中，也可與生產的最終產品市場流向有關。如圖 3-2-3 所示，「資通訊產品」在中國大陸生產，且直接輸美之比重達 3 成。類似現象在「電機產品」也可類似，但是至今數據顯示較少談到回流。

## 表 3-2-1　外銷訂單各地生產比率

| 國內 | | 中國大陸 | 東協 | 美國 |
|---|---|---|---|---|
| 2017/2018 | 2019 | 2017/2018 | 2017/2018 | 2017/2018 |
| 運輸工具及其設備(95.5➔94.6) | ↓ | 3.7➔4.3 | 0.0➔0.3 | 0.0➔0.0 |
| 塑膠、橡膠及其製品(91.4➔91.6) | ↑ | 7.0➔5.9 | 0.8➔1.5 | 0.0➔0.0 |
| 基本金屬及其製品(90.9➔91.2) | ↑ | 7.7➔6.9 | 1.1➔1.3 | 0.3➔0.3 |
| 機械(86.4➔86.0) | ↓ | 11.6➔10.3 | 1.1➔1.9 | 0.2➔0.1 |
| 化學品(82.9➔85.2) | ↑ | 7.3➔6.6 | 1.6➔1.1 | 1.5➔1.1 |
| 紡織品(68.3➔67.2) | ↓ | 4.3➔4.8 | 19.7➔21.7 | 2.8➔2.7 |
| 電子產品(54.5➔55.4) | ↑ | 34.1➔33.0 | 3.9➔3.1 | 1.7➔2.0 |
| 光學器材(54.3➔56.9) | ↑ | 43.0➔40.1 | 0.2➔0.2 | 0.2➔0.2 |
| 電機產品(25.9➔25.7) | ↓ | 69.8➔72.0 | 1.5➔1.4 | 1.4➔0.0 |
| 資通訊產品(6.5➔6.1) | ↑ | 89.2➔89.7 | 0.1➔0.1 | 0.2➔1.2 |

註：表中數據為 2017 年和 2018 年之國內生產比重，由於調查時間為每年度的年初，考慮到美中貿易戰在 2018 年年初仍是發展之初期，故此也同時納入 2019 年為每月調查之數據，但由於每月調查之問項相對簡化，僅有海外生產比率，並無地區性調查數據，故本計畫從整年趨勢進行判斷，國內生產比重是增加還是降低。

資料來源：本計畫整理自 2019 年及 2018 年的外銷訂單海外生產實況調查。

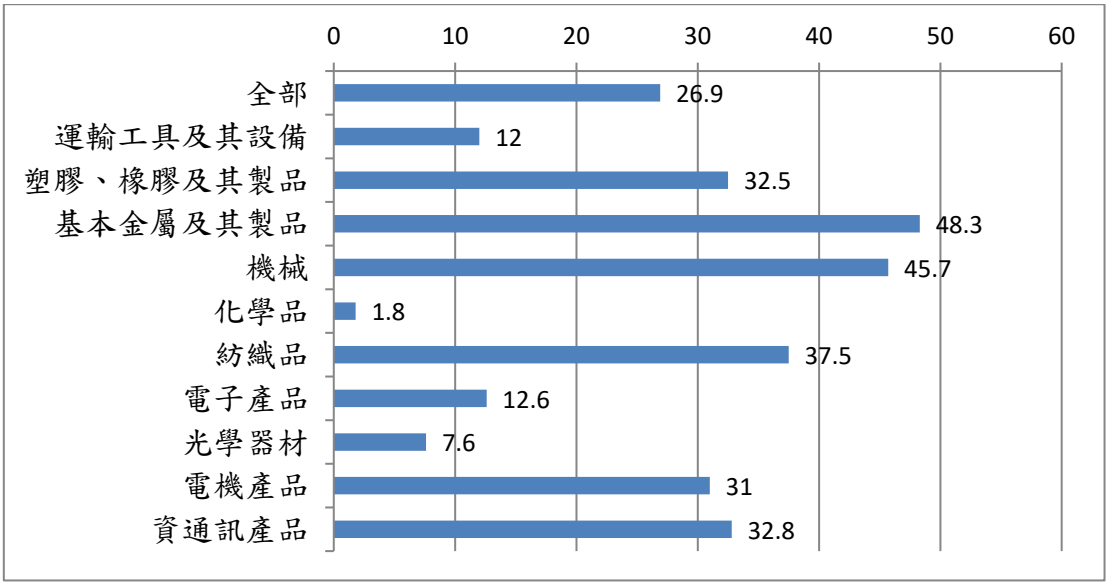



註：橫軸欄數據單位為%。

資料來源：2017 到 2019 年之歷月外銷訂單調查。

## 圖 3-2-2　海外生產比率之趨勢：資通訊產品

類似佐證數據也可在表 3-2-2 中顯示。國內企業在中國大陸有生產據點者，有 15.8%考慮調整產線（移出中國大陸或在其他地區增加產線），而調整之高峰落在 2019 年（家數占 43%），其次則為 2020 年（家數占比 19.7%）。中國大陸臺商考慮調整產業者，科技業者傾向移回臺灣，例如資通訊信產品及光學器材考慮移回臺灣的家數比例達 7 成，分別為 70.8%和 66.7%。




註：圖中數據單位為%。
資料來源：本計畫整理自 2019 外銷訂單海外生產實況調查。

**圖 3-2-3 「臺灣接單、大陸生產」中，直接輸美之比重**

## 表 3-2-2　國內廠商在中國大陸有生產線者考慮調整產線之時間與地點

單位：%

| | 考慮調整產線家數比率 | 調整時間之家數比例 | | | | | 考慮調整產線地點之家數比例 | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 其他 | 臺灣 | 東協 | 其他亞洲地區 | 美洲 | 歐洲 | 其他 |
| 全部 | 15.8 | 18.0 | 43.4 | 19.7 | 13.1 | 25.4 | 41.8 | 49.2 | 13.1 | 7.4 | 1.6 | 4.9 |
| 運輸工具及其設備 | 17.1 | 0.0 | 33.3 | 16.7 | 16.7 | 33.3 | 33.3 | 50.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 16.7 |
| 塑膠、橡膠及其製品 | 10.6 | 14.3 | 57.1 | 14.3 | 0.0 | 28.6 | 14.3 | 28.6 | 28.6 | 14.3 | 0.0 | 14.3 |
| 基本金屬及其製品 | 10.0 | 28.6 | 57.1 | 0.0 | 0.0 | 14.3 | 14.3 | 71.4 | 14.3 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 機械 | 3.7 | 0.0 | 50.0 | 25.0 | 25.0 | 25.0 | 50.0 | 25.0 | 50.0 | 25.0 | 0.0 | 0.0 |
| 化學品 | 8.3 | 25.0 | 0.0 | 25.0 | 0 | 50.0 | 25.0 | 25.0 | 25.0 | 25.0 | 0.0 | 0.0 |
| 紡織品 | 13.5 | 0.0 | 42.9 | 28.6 | 0.0 | 42.9 | 14.3 | 100.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 電子產品 | 16.3 | 15.0 | 30.0 | 25.0 | 25.0 | 25.0 | 35.0 | 50.0 | 10.0 | 10.0 | 0.0 | 10.0 |
| 光學器材 | 14.6 | 33.3 | 16.7 | 16.7 | 16.7 | 33.3 | 66.7 | 33.3 | 00.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 電機產品 | 22.4 | 23.5 | 52.9 | 23.5 | 23.5 | 17.7 | 35.3 | 70.6 | 11.8 | 5.9 | 5.9 | 0 |
| 資通訊產品 | 49.0 | 16.7 | 70.8 | 16.7 | 4.2 | 16.7 | 70.8 | 29.2 | 16.7 | 0.0 | 0.0 | 4.2 |

註：1.資料時間為：2019 年 3 月。2.因為問題為複選題，故比例加總超過 100%。

資料來源：本計畫整體自 2019 年外銷訂單海外生產實況調查。

相關佐證資料也可從出口背離率（外銷訂單金額扣除出口金額，再除以出口金額）觀察到，詳見圖 3-2-4。「資訊與通訊產品」的出口背離率最高，但有逐漸縮小。具體而言，在 2019 年上半年之出口背離率值為 7.82，在下半年則為 7.12。

類似現象可在「電機產品」及「化學品」觀察到，只是這兩類領域的出口背離率值相對較低。「電機產品」在 2019 年上半年的出口背離率值為 1.86，在 2019 年下半年則為 1.37。在「化學品」部分，在 2019 年上半年的出口背離率值為 1.51，在 2019 年下半年則為 0.93。後續可持續觀察各領域的出口背離率，作為掌握供應鏈調整之指標。

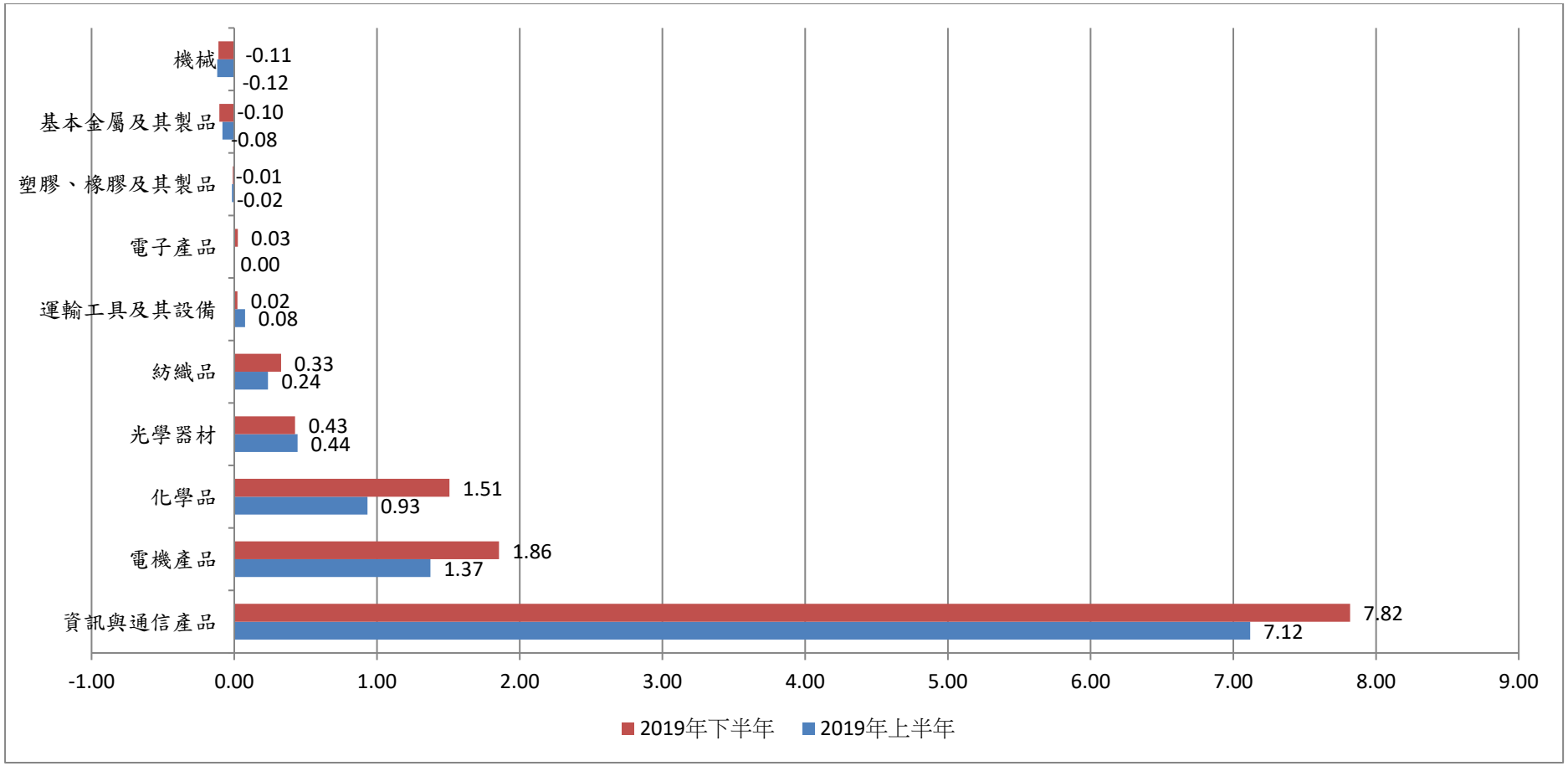
但值得注意的是，在近期美中貿易戰所引發的討論中，經濟部統計處認為，出口背離率變化是反映廠商調整供應鏈布局所致，隨著產線建置完整後，就可縮減外銷訂單金額與出口金額的差距。然而，亦有學者（如台經孫明德主任）觀察談到，在分析出口背離率觀察供應鏈調整時，需要同時注意外銷訂單金額的變化。以現階段而言，雖然在外界輿論認為美中貿易戰所引發的轉單效益，可能受臺灣產業受惠，但實際數據顯示，做為出口先期指標的外銷訂單金額表現出現連 10 黑，意味著外銷訂單之減少[46]。其背後可能的隱憂是臺灣企業全球布局策略的轉變，甚可能現有三角貿易的模式之轉變，不是「臺灣接單、海外生產」，而可能是「海外接單、海外/臺灣生產」。一個代表案例是臺南紡織，基於在東協國家布局考量，去（2019）年宣布將總部搬遷至新加坡[47]。

整體而言，以海外生產比例觀察供應鏈移動時，需要搭配其他面向共同探討，包括外銷訂單是否增加、上下游供應鏈連結關係等。另外，對於美中貿易戰所引發之供應鏈變化影響，需要考

[46] 王玉樹（2019 年），「外銷訂單與出口走勢背離」，中國時報 https://www.chinatimes.com/newspapers/20190921000523-260110?chdtv。

[47] 蔡茹涵（2019 年），「南紡「祖產」搬新加坡　董座：世上沒有永遠的產業」，商業週刊，https://www.businessweekly.com.tw/magazine/Article_mag_page.aspx?id=7000123。

量到產業性質的差異，「資訊與通訊產品」領域是相對較為明顯之案例，而「紡織品」領域，價值鏈布局比較全球化，也跟特定生產據點條件有關時，「紡織品」領域的調整反而更朝向全球化之腳步移動。就中長期而言，可觀察在出口的（成長）趨勢中，最終財與中間財的結構比變化情況。尤其，若「資訊與通訊產品」臺商持續回流，則可預期最終財的出口結構比應有機會呈現上升的趨勢。



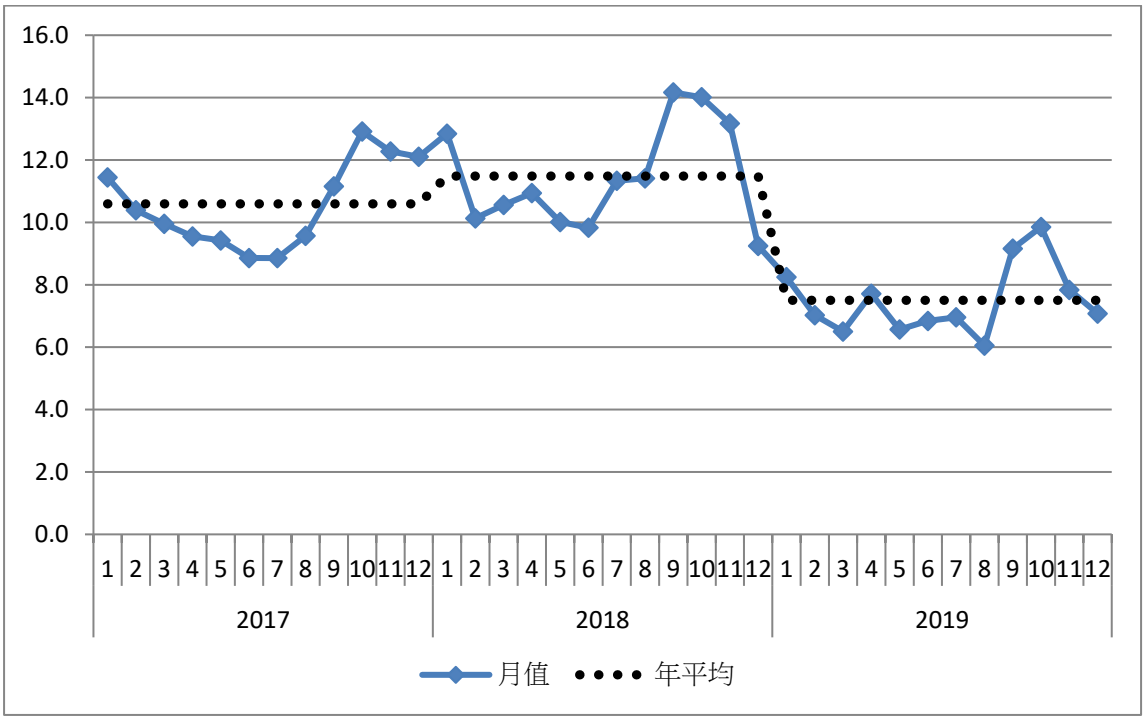

註：出口背離率定義為(外銷訂單金額-出口金額)/出口金額，單位為倍數。

資料來源：本計畫計算，外銷訂單金額獲取自經濟部統計處外銷訂單調查，出口金額獲取自財政部海關總署。

**圖 3-2-4　各產業出口背離率之變化（2019 年）**

## 第三節　「資訊與通訊產品」產業案例分析

本節將以「資訊與通訊產品」產業為例，分析美中貿易戰對我國產業布局之影響。從前一節分析可知，「資訊與通訊產品」[48]是相對較大可能會受到美中貿易戰影響而進行比較大規模的供應鏈調整。從圖 3-3-1 的出口背離率變化來看，廠商真正發動調整之時間點可能在 2018 年初期，在 2019 年後，出口背離率則快速縮小。




註：出口背離率定義為(外銷訂單金額-出口金額)/出口金額，單位為倍數。
資料來源：本計畫計算，外銷訂單金額獲取自經濟部統計處外銷訂單調查，出口金額獲取自財政部海關總署。

**圖 3-3-1　「資訊與通訊產品」出口背離率之變化（歷年）**

從產業層面的出口數據來看，美中貿易戰可能對臺灣「資訊與通訊產品」領域的海外市場布局之影響。從概念上所談到的轉單效益若存在，可預期到臺灣海外布局變化將呈現在三方面，第一部分是對美國產品出口的增加，第二部分是對中國大陸產品的

[48] 根據經濟部統計處調查之定義，「資訊與通訊產品」之貨品項目包括：847130、847141、847149、847150、847160、847170、847180、847190、851711、851712、851718、851761、851762、851769、851770、852550、852560、852610、852691、852692。其中，包括筆記型電腦、智慧型手機、伺服器等產品。

出口可能會減少，因為兩岸之間的供應鏈關係，臺灣中間財出口到中國大陸後，再加工轉銷到第三方國家。第三部分則是中國大陸調整出口市場布局可能會對臺灣產業之影響，通常呈現在非美國市場以外的地區。

具體來看實際的出口數據表現變化，表 3-3-1 呈現中國大陸出口市場之變化。中國大陸對美出口金額在 2018 及 2019 年分別為 107.9 億美元和 65.6 億美元，共減少 42.4 億美元。可能出現的轉單地區，就是出口金額增加的地區，除臺灣（增加 3.3 億美元）外，日本的增加幅度最大，為 5.4 億美元。其次，則是墨西哥，增加金額為 3.0 億元。在部分歐洲國家，包括荷蘭、英國、德國、匈牙利，均有成長。

對比同一時期，美國對全球進口金額之變化，詳見表 3-3-2。美國對全球進口金額共縮減 46.6 美元，但是來自於中國大陸的減少幅度卻是 74.3 億美元，換言之，美國產業面對著關稅增加時，除自行吸收外，也開始尋求其他替代市場。臺灣是增加金額最高的國家，相對於 2018 年共增加 26.5 億美元。其餘則為墨西哥（5.1 億美元）、越南（2.9 億美元）、英國（2.1 億美元）及德國（2.0 億美元）。

對比臺灣的出口市場變化，詳見表 3-3-3，可能因為中國大陸轉移出口市場布局而受到影響的地區，主要為中國大陸對其出口增加，而臺灣出口金額減少的國家，目前為荷蘭，臺灣出口金額減少 0.5 億美元。另外，仍有一些國家是重複的，但出口金額仍無減少，後續將可持續增加是否開始市場競爭的排擠效果，可能之國家包括：日本、德國、匈牙利、沙烏地阿拉伯、愛爾蘭。

## 表 3-3-1　中國大陸 2018 及 2019 年出口額分布（美國對中國大陸加徵的三波關稅清單項目）

| 名次 | 國家 | 中國大陸出口額(億美元) | | |
|---|---|---|---|---|
| | | 2018 年 | 2019 年 | 兩年變化 |
| | 合計 | 536.0 | 487.0 | -49.0 |
| | 香港 | 174.2 | 162.4 | -11.9 |
| | 美國 | 107.9 | 65.6 | -42.4 |
| 1 | 日本 | 27.0 | 32.4 | 5.4 |
| 2 | 臺灣 | 14.1 | 17.4 | 3.3 |
| 3 | 墨西哥 | 9.0 | 12.0 | 3.0 |
| 4 | 荷蘭 | 31.2 | 34.1 | 3.0 |
| 5 | 英國 | 5.3 | 6.9 | 1.6 |
| 6 | 德國 | 18.5 | 19.6 | 1.1 |
| 7 | 匈牙利 | 2.5 | 3.3 | 0.9 |
| 8 | 沙烏地阿拉伯 | 4.1 | 4.9 | 0.7 |
| 9 | 泰國 | 5.0 | 5.5 | 0.6 |
| 10 | 愛爾蘭 | 3.0 | 3.4 | 0.5 |

註：分析貨品之範圍，1.資訊與通訊產品所涉及貨品範圍採用經濟部統計處外銷訂單調查之定義。2.美國對中國大陸進口加徵三波關稅清單之項目。其中，由於關稅清單之項目是採用美國海關 8 分位編碼，基於各國海關編碼的不同，本計畫在計算時採用國際通用的 6 分位編碼。換言之，若某個 6 分位編碼商品下轄有 3 個 8 分位編碼的商品，只要其中有 1 個 8 分位編碼有列入三波的關稅加徵清單內，均列入計算範圍。

資料來源：本計畫計算，資料獲取自 Global Trade Atlas 資料庫。

## 表 3-3-2　美國 2018 及 2019 年進口額分布（美國對中國大陸加徵的三波關稅清單項目）

| 名次 | 國家 | 美國進口額(億美元) | | |
|---|---|---|---|---|
| | | 2018 年 | 2019 年 | 兩年變化 |
| | 合計 | 582.2 | 535.6 | -46.6 |
| | 中國大陸(含香港) | 146.5 | 72.2 | -74.3 |
| 1 | 臺灣 | 23.5 | 50.0 | 26.5 |
| 2 | 墨西哥 | 272.3 | 277.4 | 5.1 |
| 3 | 越南 | 1.4 | 4.4 | 2.9 |
| 4 | 英國 | 4.0 | 6.1 | 2.1 |
| 5 | 德國 | 7.9 | 9.9 | 2.0 |
| 6 | 荷蘭 | 1.0 | 2.7 | 1.6 |
| 7 | 波蘭 | 0.5 | 1.1 | 0.6 |
| 8 | 義大利 | 1.3 | 1.8 | 0.6 |
| 9 | 日本 | 8.1 | 8.6 | 0.5 |
| 10 | 愛爾蘭 | 0.5 | 0.8 | 0.4 |

註：同表 3-3-1。

資料來源：本計畫計算，資料獲取自美國海關資料庫，USA Trade Online 網站。

**表 3-3-3　臺灣 2018 及 2019 年出口額分布（美國對中國大陸加徵的三波關稅清單項目）**

| 名次 | 國家 | 臺灣出口額(億美元) | | |
|---|---|---|---|---|
| | | 2018 年 | 2019 年 | 兩年變化 |
| | 合計 | 42.3 | 74.2 | 31.9 |
| | 美國 | 15.7 | 45.5 | 29.8 |
| | 中國大陸(含香港) | 6.0 | 7.8 | 1.8 |
| 1 | 日本 | 2.6 | 3.1 | 0.5 |
| 2 | 德國 | 1.2 | 1.4 | 0.2 |
| 3 | 匈牙利 | 0.9 | 1.0 | 0.2 |
| 4 | 墨西哥 | 1.2 | 1.3 | 0.1 |
| 5 | 愛爾蘭 | 0.1 | 0.2 | 0.1 |
| 6 | 沙烏地阿拉伯 | 0.1 | 0.1 | 0.0 |
| 7 | 泰國 | 0.4 | 0.3 | -0.1 |
| 8 | 法國 | 0.4 | 0.2 | -0.1 |
| 9 | 澳大利亞 | 0.7 | 0.6 | -0.1 |
| 10 | 新加坡 | 1.4 | 1.0 | -0.4 |
| 11 | 荷蘭 | 4.9 | 4.4 | -0.5 |

註：同表 3-3-1。

資料來源：本計畫計算，資料獲取自財政部海關總署，海關進出口統計網站 https://portal.sw.nat.gov.tw/APGA/GA30。

在美國對中國大陸加徵的第 4 波關稅清單方面，生效時間為 2019 年 12 月 15 日，但是在 2019 年 12 月第一階段協商談判達成協議後暫不實施。由於時間尚短，但是也可觀察到三邊國家出口布局的變化。

表 3-3-4 為中國大陸出口金額的變化，整體出口金額減少 103.1 億美元。對美出口金額也同時減少 68.5 億美元，若加上香港部分的 50 億美元，共有 118.5 億美元，洽等於美國進口減少之金額。其中也有出口市場布局移轉的效益，小部分抵銷出口金額減少幅度。可能移轉的出口市場，除臺灣（8.6 億美元）外，最大市場來自於英國（16.2 億美元）、新加坡（13 億美元）及捷克（9.6 億美元）。另外，也有部分東南亞國家的出口金額增加，包括菲律賓、印尼。

對比於美國進口市場變化，詳見表 3-3-5。其中，有 2 個趨勢未來值得持續觀察的，包括：

- 對比整體進口金額減少為 75.5 億美元，但是在中國大陸進口金額減少幅度更大，為 119.5 億美元。換言之，對比此二數據，也推測美國也開始尋找相關產品的替代來源市場。
- 可能之替代市場來源為越南（76.6 億美元）、臺灣（19 億美元）、捷克（3.0 億美元）、印尼（2.3 億美元）、菲律賓（1.9 億美元）等。其中，值得注意的是，除越南與臺灣外，這些替代來源國家與中國大陸出口增加國家是雷同的。未來將持續觀察可能是中國大陸生產據點轉移之處，從中國大陸出口中間財產品到這些生產據點後再轉銷美國。

另外，在臺灣出口市場變化部分，詳見表 3-3-6。目前反映出的布局變化是臺灣對美國出口金額的金額為 17.0 億美元，是驅動整個「資訊與通訊產品」成長的主要來源。而在中國大陸及其他出口市場變化有太大變化。

## 表 3-3-4　中國大陸 2018 及 2019 年出口額分布（美國對中國大陸加徵的第四波 3,000 億美元項目）

| 名次 | 國家 | 中國大陸出口額(億美元) | | |
|---|---|---|---|---|
| | | 2018 年 | 2019 年 | 兩年變化 |
| | 合計 | 2744.7 | 2641.5 | -103.1 |
| | 香港 | 689.4 | 620.9 | -68.5 |
| | 美國 | 908.4 | 858.4 | -50.0 |
| 1 | 英國 | 84.9 | 101.1 | 16.2 |
| 2 | 新加坡 | 44.6 | 57.5 | 13.0 |
| 3 | 捷克 | 45.8 | 55.4 | 9.6 |
| 4 | 臺灣 | 28.8 | 37.3 | 8.6 |
| 5 | 盧森堡 | 5.7 | 12.4 | 6.7 |
| 6 | 菲律賓 | 17.4 | 23.4 | 6.0 |
| 7 | 印尼 | 42.6 | 46.5 | 3.9 |
| 8 | 巴西 | 17.3 | 20.2 | 3.0 |
| 9 | 加拿大 | 40.5 | 43.0 | 2.5 |
| 10 | 沙烏地阿拉伯 | 15.9 | 18.4 | 2.5 |

註：分析貨品之範圍，1.資訊與通訊產品所涉及貨品範圍採用經濟部統計處外銷訂單調查之定義。2.美國對中國大陸進口加徵三波關稅清單之項目。其中，由於關稅清單之項目是採用美國海關 8 分位編碼，基於各國海關編碼的不同，本計畫在計算時採用國際通用的 6 分位編碼。換言之，若某個 6 分位編碼商品下轄有 3 個 8 分位編碼的商品，只要其中有 1 個 8 分位編碼有列入三波的關稅加徵清單內，均列入計算範圍。3.美國對中國大陸加徵的第四波 3000 億美元項目於 12 月 15 日開始，在第一階段協議達成後暫不實施。

資料來源：本計畫計算，資料獲取自 Global Trade Atlas 資料庫。

## 表 3-3-5　美國 2018 及 2019 年進口額分布（美國對中國大陸加徵的第四波 3000 億美元項目）

| 名次 | 國家 | 美國進口額(億美元) | | |
|---|---|---|---|---|
| | | 2018 年 | 2019 年 | 兩年變化 |
| | 合計 | 1519.2 | 1443.6 | -75.5 |
| | 中國大陸(含香港) | 1111.5 | 992.0 | -119.5 |
| 1 | 越南 | 71.4 | 148.0 | 76.6 |
| 2 | 臺灣 | 34.2 | 53.1 | 19.0 |
| 3 | 捷克 | 1.4 | 4.4 | 3.0 |
| 4 | 印尼 | 0.7 | 3.1 | 2.3 |
| 5 | 菲律賓 | 1.4 | 3.3 | 1.9 |
| 6 | 德國 | 5.3 | 6.6 | 1.3 |
| 7 | 印度 | 2.2 | 2.9 | 0.7 |
| 8 | 以色列 | 4.2 | 4.8 | 0.7 |
| 9 | 荷蘭 | 1.3 | 1.5 | 0.2 |
| 10 | 烏克蘭 | 0.1 | 0.3 | 0.2 |

註：同表 3-3-4。

資料來源：本計畫計算，資料獲取自美國海關資料庫，USA Trade Online 網站。

## 表 3-3-6　臺灣 2018 及 2019 年出口額分布（美國對中國大陸加徵的三波關稅清單項目）

| 名次 | 國家 | 臺灣出口額(億美元) | | |
|---|---|---|---|---|
| | | 2018 年 | 2019 年 | 兩年變化 |
| | 合計 | 76.7 | 96.1 | 19.4 |
| | 美國 | 32.0 | 49.0 | 17.0 |
| | 中國大陸(含香港) | 9.6 | 10.0 | 0.4 |
| 1 | 香港 | 4.1 | 2.7 | -1.3 |
| 2 | 英國 | 5.0 | 5.8 | 0.8 |
| 3 | 愛爾蘭 | 0.2 | 1.0 | 0.8 |
| 4 | 荷蘭 | 2.9 | 3.3 | 0.4 |
| 5 | 南韓 | 1.4 | 1.7 | 0.3 |
| 6 | 日本 | 3.2 | 3.4 | 0.3 |
| 7 | 匈牙利 | 0.1 | 0.4 | 0.2 |
| 8 | 法國 | 1.3 | 1.5 | 0.2 |
| 9 | 德國 | 2.5 | 2.6 | 0.1 |
| 10 | 以色列 | 0.6 | 0.7 | 0.1 |

註：同表 3-3-4。

資料來源：本計畫計算，資料獲取自財政部海關總署，海關進出口統計網站 https://portal.sw.nat.gov.tw/APGA/GA30。

# 第四節　臺商回臺案例分析：與智慧製造相關者

因美中貿易戰，臺商掀起回臺投資熱潮。投資臺灣三大方案在 2020 年農曆年前累計投資金額估計已達 8,641 億元。而且，由於美中貿易戰初步協議並未調降關稅，再加上武漢流感產生的影響，預期臺商回流誘因持續，估計三大方案投資將有機會超過兆元規模。根據經濟部的統計，因美中貿易戰，臺商掀起回臺投資熱潮，高階製造的產業鏈正在移回，如北部的網通設備、伺服器、高階筆電等資訊硬體；中部的自行車、航太、工具機；南部的金屬加工、半導體新聚落。本節利用中經院國際所團隊（溫蓓章等人，108 年；溫蓓章與張乃瑄，109 年）的研究成果，分析與智慧製造相關之臺商回臺案例。

## 一、臺商回臺案例之投資概況

溫蓓章等人（108 年）整理回流臺商中與先進製造相關的 23 家案例臺商（較早的回臺投資案）之後續投資規劃如表 3-4-1。

溫蓓章與張乃瑄（109 年）持續追蹤整理代表性廠商的返臺投資規劃情形，整體觀察得知：主要以電子電腦與周邊產品、通信網路設備、車輛零組件、紡織、光電材料、化學原料（航太、電動車相關）等產業為主，購置土地、增建新工廠（含新增智慧設備與產線）的投資之中，普遍投入於智慧工廠的感測技術、5G 通訊、人工智慧、機器人、物聯網和雲端應用等技術領域。其中，電子電腦周邊產品、通信網路設備、車輛零組件等廠商也呈現出規劃設置研發據點的特色，像是設置研發中心或實驗室。

## 表 3-4-1　23 家案例臺商回流投資作為

| 產業別 | 名稱 | 銷售比重 | | 投資標的 | | 投資項目 | 回流臺灣動向 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 主要市場 | 銷售產品 | | | | 作法與目的 |
| 電子零組件、電腦與設備(Ⅰ) | 台達電 | 新興國家<br>美國<br>歐洲<br>日本 | 電源與零組件 | 臺灣 | 臺北內湖(N) | 擴大總部大樓及研發中心❷ | |
| | | | | | 桃園中壢(N) | 新增投資❶<br>(購地新建廠房) | 新進駐電源零組件及汽車相關產品 |
| | | | | | 臺中中科(C) | | 以機械手臂產品為主 |
| | | | | | 臺南南科(S) | | 被動元件廠乾坤、馬達為主 |
| | | | | 東南亞及印度 | 泰國、印度 | 併購泰達電，興建廠房 | 產品可供應美國市場 |
| | 廣達電腦 | 美國<br>中國大陸<br>荷蘭<br>日本 | 電腦 NB<br>(99.39%) | 臺灣 | 桃園龜山(N) | 新增投資❶<br>(興建廠房) | 擴充臺灣的製造產能，把研發與生產結合(朝智能工廠轉型邁進)；規劃成立 AI 研發實驗室❷ |
| | | | | | 新北林口(N) | 新增投資❶<br>(購置土地與廠房) | 中國大陸上海、四川工廠之部分產線拉回臺灣製造 |
| | 和碩聯合 | 歐洲<br>美洲<br>亞洲 | 通訊電子產品<br>(93.41%) | 臺灣 | 新北關渡(N) | 新增投資❷<br>(設置研發基地) | 興建研發中心 |
| | | | | | 新北新店(N) | 新增投資❶<br>(購置廠房) | 生產物聯網感測器高附加價值產品 |
| | | | | | 桃園龜山(N) | 新增投資❶<br>(新增產線) | 增設自動化設備 |
| | 微星科技 | 亞洲<br>歐洲 | 電腦與周邊產品 | 臺灣 | - | - | 未來可能在臺擴張電競筆電生產規模 |

| 產業別 | 名稱 | 銷售比重 | | 投資標的 | | 投資項目 | 回流臺灣動向 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 主要市場 | 銷售產品 | | | | 作法與目的 |
| | | 美洲 | | | | | |
| | 台耀科技 | 亞洲 | 銅箔基板(60.62%) | 臺灣 | 新竹(N) | 新增投資❶<br>(購地新建) | 擴充高階產品之產線<br>(提升 5G 技術應用、升級規格) |
| | 迅得機械 | 中國大陸<br>臺灣 | 電子事業部[包括:印刷電路板、軟板、IC 載板與封裝](80.2%) | 臺灣 | 桃園楊梅(N) | 購地新建❶<br>(建立智慧化生產基地) | -- |
| | 迎廣科技 | 亞洲<br>美洲<br>歐洲 | 電腦機殼 | 臺灣 | 桃園(N) | 新增投資❸<br>(擴充產線) | 製造雲端機櫃伺服器 |
| | 台郡科技 | 歐美<br>亞洲<br>臺灣 | 軟式印刷電路板 | 臺灣 | 高雄(S) | 新增投資❷<br>(設置研發基地) | 2019 年設立 5G 智能通訊營運中心 |
| 通信網路、通訊機材設備<br>(Ⅱ) | 中磊電子 | 美國<br>亞洲<br>歐洲<br>臺灣 | 無線網路產品(家用寬頻閘道器) | 臺灣 | 苗栗竹南(N) | 新增投資❶<br>(建置廠房) | 擴充苗栗竹南廠產能 |
| | 智邦科技 | 美國<br>歐洲<br>亞洲 | 網路交換器(68%) | 臺灣 | 苗栗竹南(N) | 新增投資❶<br>(擴建廠房) | 苗栗竹南新廠預計於 2019 年第二季完工投產 |
| | 連展科技 | 亞洲 | 通訊用產品 | 臺灣 | 新北新店(N)<br>新竹(N) | 新增投資❶<br>(建置廠房) | 建置廠房設置光纖通訊產品生產線 |
| 光電/光電 | 新鉅科 | 外銷 | 鏡頭製品 | 臺灣 | 臺中中科(C) | 新增投資❶ | 營運總部、高階鏡頭生產基地 |

| 產業別 | 名稱 | 銷售比重 | | 投資標的 | | 投資項目 | 回流臺灣動向 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 主要市場 | 銷售產品 | | | | 作法與目的 |
| 材料<br>(Ⅵ) | | | | | | (建置工廠) | |
| | 國巨公司 | 大中華<br>亞太<br>歐洲<br>北美 | 積層陶瓷電容 | 臺灣 | 高雄(S) | 新增投資❶<br>(土地、廠房、設備及環保等) | 生產日系廠商中大尺寸高容質MLCC 等高階產品 |
| 化學原料<br>(Ⅲ) | 康普材料 | 臺灣<br>亞洲<br>歐美 | 動力電池材料 | 臺灣 | 新竹湖口(N) | 新增投資❶<br>(新增產線) | 生產鋰離子電池關鍵材料、擴增氫氧化鈷產線(出口美國) |
| | | | | | 苗栗頭份(N) | 新增投資❶<br>(新建廠房) | N/A |
| | 拓凱實業 | 亞洲<br>美洲<br>歐洲 | 運動休閒產品、碳纖維複合材料 | 臺灣 | 臺中中科(C) | 新增投資❶<br>(新建廠房) | 生產 TP 熱塑材料、航太、電動車零件 |
| | | | | 東南亞 | 越南平陽省 | 新增投資<br>(新建廠房) | 自行車前叉及車架、安全帽、球拍 |
| 紡織業<br>(Ⅷ) | 南六企業 | 大陸<br>臺灣<br>日本 | 生技產品(面膜、濕紙巾、保養品) | 臺灣 | 高雄燕巢(S) | 新增投資❶<br>(設立新廠) | 2019 年高雄燕巢新廠已投產<br>(引進全球最大不織布機臺) |
| | | | | 印度 | 印度 | 新增投資<br>(設立新廠) | 2019 年工廠目前正規劃中 |
| | 得力實業 | 臺灣<br>亞洲<br>歐洲<br>美洲 | 長纖織物 | 臺灣 | 臺南(S) | 新增投資❸<br>(現有產區之設備升級) | 朝高值化與自動化智慧生產<br>(製造高機能布料) |
| | 慶豐富實業 | 美洲<br>臺灣 | 窗簾 | 臺灣 | 彰化(C) | 新增投資❸<br>(導入智能化產線) | 主要供應歐美市場安全窗簾，採客製化方式 |

| 產業別 | 名稱 | 銷售比重 | | 投資標的 | | 投資項目 | 回流臺灣動向 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 主要市場 | 銷售產品 | | | | 作法與目的 |
| 車子零組件(Ⅶ) | 巨大機械 | 歐洲<br>亞洲<br>美洲 | 自行車 | 臺灣 | 臺中(C) | 新增投資❷<br>(新建研發總部) | 擴建智能產線，高階自行車製造部份產能移回❶ |
| | 和大工業 | 美國<br>中國大陸<br>臺灣 | 汽車齒<br>輪軸 | 臺灣 | 臺中(C) | 新增投資❶<br>(新建廠房) | 增設自動化齒輪、傳動軸元件智能產線(Tesla 馬達齒輪從臺灣出貨) |
| | 堤維西交通 | 美國<br>其他國家<br>荷蘭 | 汽車類<br>組件 | 臺灣 | 臺南(S) | 新增投資❶<br>(新建自動倉儲、擴建工廠) | 工廠朝向智能化邁進，增設自動化機械設備 |
| 塑料(Ⅳ) | 銓寶工業 | 亞洲<br>非洲 | PET 吹瓶機 | 臺灣 | 臺中二科(C) | 新增投資❶<br>(增加新製程產線) | 工廠朝智慧製造工廠邁進 |
| | | | | 非洲 | -- | -- | 未來有意擴大在包裝、包材投資 |
| 紙業(Ⅴ) | 榮成紙業 | 中國大陸<br>臺灣 | 工業用紙 | 臺灣 | 彰化二林(C) | 新增投資❸<br>(擴大臺灣二林廠新建紙機) | 工紙廠紙機新建與升級改造、紙箱廠自動化智慧化(高品質輕磅化之紙箱紙板) |

註：表格內代號與”表 3-3-2”之對應。
資料來源：溫蓓章等人（108 年）整理。

## 返台廠商策略性調整生產製造體系

同時，溫蓓章與張乃瑄（109 年）分析檢視返臺投資之代表性廠商的全球營運動向，發現以下 3 點共同特徵。（1）在臺擴增能量的產品服務之目標客戶多為美國市場（部分歐洲），在臺新增投資涉及關鍵製程或資訊安全高度相關的產品。（2）回臺投資廠商在中國大陸的工廠，持續擴充產能、投資於自動化，以服務中國大陸內需市場（類似 PWC 針對在陸美商調查所顯示的在製造和採購方面採用“在中國為中國”的供應鏈策略；in China for China）。（3）增建兩岸之外的第三地製造基地（通常在泰國、菲律賓、越南、印尼等東協國家），平衡產能擴充、成本維繫和風險管理等多方需求（類似 PWC 針對在陸美商調查所顯示的在製造和採購方面採用“中國加一”的供應鏈戰略；China+1）（詳見表 3-4-2）。

例如廣達電腦，將主客戶惠普的筆記型電腦、高端 AI 功能主機板和伺服器等生產線移至林口，保留常熟和重慶的工廠以持續維持供貨給中國大陸需求，同時也規劃在泰國和美國擴建據點。仁寶在臺灣和越南兩地同步擴充筆電與網通產品之生產線。英業達回臺擴建龜山與大溪廠房，以替代上海伺服器和重慶筆電產能的移出需求。緯創則以臺灣、菲律賓與墨西哥的生產基地、增建美國工廠，提供筆電、伺服器和物聯網產品的輸美營運彈性。尤其，在海外生產比重較高的資通訊業，出現一些廠商案例將部分產線移回臺灣的情形。這些資通訊業廠商將在中國大陸工廠部分產線移回，其主要原因為美國客戶認為在中國大陸生產過程有資安上的顧慮，因此希望臺商能夠轉移產品製造地（詳見表 3-4-3）。

## 表 3-4-2　回流案例臺商：兩岸工廠之技術發展規劃

| 產業類別 | 項目 | 廠商名稱 | 主要銷售市場 | 中國大陸投資與生產據點(成立時間) | 臺灣新增生產據點 |
|---|---|---|---|---|---|
| 電子零組件、電腦與設備(Ⅰ) | 銅箔基板 | 台燿科技 | 亞洲 | 江蘇常熟台燿科技(2004)：擴充5G技術產品產能 | 北部新竹：5G技術應用、規格升級 |
| | 軟式印刷電路板 | 台郡科技 | 歐美 | 昆山淳華科技(2000)：重投入高效率自動化生產 | 南部高雄：5G智能通訊營運中心 |
| | 印刷電路板、軟板、IC載板與封裝、陶瓷基板 | 迅得機械 | 亞洲 | 廣東東莞迅得機械(2004) | 北部桃園：建立智慧生產工廠 |
| 光電/光電材料(Ⅵ) | 鏡頭製品 | 新鉅科 | 外銷 | N/A | 中部臺中：2018年與Intel合作開發新3D感測前鏡頭 |
| | 積層陶瓷電容 | 國巨公司 | 亞洲 | 國巨蘇州廠(1998)：為主要產品製造據點<br>國巨東莞廠：主要生產後端測試包裝 | 南部高雄：定位研發設計、生產高階MLCC |
| 通信網路、通訊機材設備(Ⅱ) | 網路交換器 | 智邦科技 | 美國 | 2014年入股中國大陸諾雲公司，發展雲端應用服務 | 北部苗栗：新增產線導入智慧視覺檢測系統、AI品質檢測流程 |
| | 無線網路產品(家用寬頻閘道器) | 中磊電子 | 美國 | 中磊電子蘇州廠(2000)；於2015年表示3年內產線升級全自動化、2019年3月蘇州研發中心啟用，設有EMC驗證中心、天線量測暗室等各類研發實驗室。未來將加速網絡通信、AI | 北部苗栗：N/A |

| 產業類別 | 項目 | 廠商名稱 | 主要<br>銷售市場 | 中國大陸投資與生產據點<br>(成立時間) | 臺灣新增生產據點 |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 等技術的融合應用 | |
| 電子零組件、電腦與設備<br>(Ⅰ) | 電源與零組件 | 台達電 | 1.新興國家<br>2.美國 | 安徽中電子(2007)、江蘇吳江旺能電光(2009)：導入智能化示範產線 | 1.北部內湖、桃園：擴大研發中心<br>2.中部臺中：設立機器人研發總部<br>3.南部南科：關注在工業控制器、太陽能逆變器及不斷電系統 (UPS)等產能 |
| | 電腦與周邊產品 | 微星科技 | 亞洲 | N/A | N/A |
| 車子零組件<br>(Ⅶ) | 汽車齒輪軸 | 和大工業 | 美國 | N/A | 中部嘉義：增設自動化齒輪、傳動軸元件智能產線，持續研發高精度與高效率製造、整合自動化、機聯網、大數據、虛實整合、虛擬 ID 品質追溯等創新生產技術<br>中部臺中：增設自動化智能產線 |
| | 車輛零組件 | 堤維西交通 | 美國 | N/A | 南部臺南：建立智慧產線(全車燈產線)、自動倉儲塔[主要產品以臺灣生產] |
| 化學原料<br>(Ⅲ) | 動力電池材料 | 康普材料 | 臺灣 | N/A | 北部新竹：擴增氫氧化鈷生產<br>(產線擴充預計於 2020 年中完成) |
| | 碳纖維複合材料 | 拓凱實業 | 亞洲 | N/A<br>2018 年廈門設新廠：生產航太相關材料 | 中部臺中：生產高性能熱塑性 TP 材料並用在航太領域；另規劃投入 E-Bike、電動車 E-Car 等項目 |
| 塑料<br>(Ⅳ) | PET 吹瓶機 | 銓寶工業 | 亞洲 | 2018 年福建莆田新廠：導入智慧製造、引入直線式 PET 高速吹瓶機與吹灌旋等新機種 | 中部臺中：增加新製程產線。Dell EMC 協助重建工廠伺服器、儲存設備、網路等系統 |
| 電子零組 | 電腦機殼 | 迎廣科技 | 亞洲 | N/A | 北部桃園：增設雲端系統組裝產線 |

| 產業類別 | 項目 | 廠商名稱 | 主要<br>銷售市場 | 中國大陸投資與生產據點<br>(成立時間) | 臺灣新增生產據點 |
|---|---|---|---|---|---|
| 件、電腦與設備<br>(Ⅰ) | | | | | (2013 年整合資策會自主研發企業雲端伺服器系統軟體，並推出迎廣雲端機櫃和迎廣雲端虛擬桌面機櫃) |
| | 通訊電子產品 | 和碩聯合 | 歐美 | N/A<br>昆山世碩廠(2013)：2017 年購置 SMT 產線設備、興建 2 間工廠 | 1.北部新北：(關渡)研發中心、(新店)生產物聯網感測器等高附加價值產品<br>2 北部桃園：新增產線、自動化設備 |
| | 電腦筆電 NB | 廣達電腦 | 美國 | N/A | 北部桃園：規劃成立 AI 實驗室 |
| 通信網路、通訊機材設備<br>(Ⅱ) | 通訊用<br>產品 | 連展科技 | 亞洲 | | |
| 車子零組件<br>(Ⅶ) | 自行車 | 巨大機械 | 歐洲 | N/A | 中部臺中：設立研發總部(車輛關鍵零組件研發與技術服務) |
| 紙業<br>(Ⅴ) | 工業用紙 | 榮成紙業 | 中國大陸 | 2017 年湖北工廠投產高檔紙箱版、熱電聯產項目 | 中部彰化：機具升級、製造輕磅化紙箱板、產線加入自動智慧化，打造低碳智能 |
| 紡織業<br>(Ⅷ) | 生技產品(面膜、紙巾、保養品) | 南六企業 | 中國大陸 | N/A<br>2013 年平湖廠增設 6.2 米水針布生產線 | 南部高雄：引進全球最大布織布機臺(純棉不織布與 6.0 米水針布投產)；打造智慧化基地 |
| | 長纖織物 | 得力實業 | 1.臺灣<br>2.亞洲 | N/A | 南部臺南：研發高機能布料、工廠機具朝智慧製造方向 |
| | 窗簾 | 慶豐富實業 | 美洲 | N/A | 中部彰化：工廠導入智能化產線 |

資料來源：溫蓓章等人（108 年）整理。

不過，電子五哥並非特例，網通設備、車輛零組件、光電材料等業者，甚至是紡織業者，也呈現類似的樣貌。除了進入美國市場貿易壁壘的自我考量之外，製造據點新布局背後的另一股重要推動力量來自於上游客戶的外部需求。這也反映出我國廠商的現實處境：深度鑲嵌在全球製造供應鏈中，主力製造業為全球知名品牌的首要供應商，使得我國業者的製造基地選擇，經常是終端消費產品整體供應鏈調動布局的結果。而返臺投資的廠商，則是策略性地在我國、中國大陸與第三地，建構製造活動可以切割區隔的生產體系，但維繫著相互連結的技術與營運分工。

**表 3-4-3　回流案例臺商投資動向：以資通訊產業為例**

| 項目 | | 內容 | |
|---|---|---|---|
| 未來技術發展 | 製造工廠 | 打造智慧自動化工廠 | |
| | 關注領域 | 5G 通訊、人工智慧、雲端、物聯網(IoT)、機器人 | |
| | | 以亞洲與中國大陸市場為主 | 以美國市場為主 |
| 中國大陸工廠 | 運作情形 | 正常營運；<br>亞洲與中國大陸內需市場為目標，持續投資增加產能，工廠具備製造高附加價值產品能力；但銷往美國產線規劃回流臺灣製造 | 正常營運；<br>因應美國客戶要求，部分產線(產品具關鍵、與資安相關)移至臺灣或東南亞國家 |
| 回臺投資 | 作為 | 投資購地新建工廠，同時提升在臺灣先進製造技術能力 | 購地新建工廠、設立研發中心與實驗室，研發能量集聚於臺灣 |

資料來源：溫蓓章等人（108 年）整理。

綜合上述，我國政府於 2019 年初推出臺商回流投資優惠方案，吸引長期耕耘在中國大陸的臺商回流投資臺灣。我們彙整較早階段臺商回流投資動向，主要觀察如下：

第一，企業不論在臺灣或中國大陸的製造工廠，其規劃將打造智慧自動化工廠，提升產品製程效率。此外，資通訊產業之臺

商，未來將持續關注在 5G 通訊、人工智慧、雲端、物聯網（IoT）及機器人等先進技術發展。

第二，觀察資通訊業之案例臺商投資動向，以美國銷售市場為主的臺商，當時位於中國大陸的工廠仍正常運作，但受美中貿易戰影響，美國客戶提出轉單要求，因此有幾間臺商規劃原在中國大陸的產線，部分移至東南亞國家或返臺製造；這些回流臺灣的產線，其屬於關鍵並且和資安有高度相關。後續臺商返臺投資動向，除了購地新建工廠，另外也投資建置研發中心或實驗室，以提升臺灣在研發設計與技術水準。

以亞洲/中國大陸市場為主的資通訊業臺商，因市場以中國大陸內需市場或亞洲地區為主，故廠商位在中國大陸的工廠仍正常運作，並且持續加碼投資擴充工廠產能；在技術投入部分，中國大陸工廠也擁有製造高附加價值產品的能力。雖然如此，廠商因受到美中貿易戰的影響，尤其是產品銷往美國的產線，未來將規劃遷回臺灣製造，並可能持續投資擴大臺灣製造產能，強化先進製造技術之能力。

## 協助廠商從技術面強固供應夥伴關係

依據上述分析，進一步思考：我國政策如何能夠更進一步協助廠商，在模組化分工、彈性生產的本地製造體系優勢之上，加速發展符合製造供應鏈在區域化所需的製造能量特徵？像是提升本地製造價值、或是因為在臺灣製造而能強化整體供應鏈的韌性等。

一個可能的策略是：政策提供研發資源協助，針對在臺投資製造廠商與供應鏈關鍵主導廠商之間，深化技術面的連結合作關係。或有助於廠商在已獲肯定的彈性製造能量之上，再藉由從技術面強固夥伴關係，提升製造價值、強化供應鏈韌性。像是政府提供研發資源（如資金或複雜昂貴的研究基礎設施等），針對在

臺投資關鍵製程或資訊安全高度相關產品的廠商，投入於購買或開發技術。藉以協助廠商強化生產過程與產品的資訊安全性，以回應客戶對於臺灣製造的信任期待。

或是，針對製鞋/紡織、電子資通訊之國內領導廠商，政府提供研發資源（如資金、代表技術傑出的國家隊標章等），促成廠商串聯上下游技術鏈廠商、以及供應鏈主導廠商，共同投入於智慧製造之製程技術、循環製造技術與應用，或是更能符合智慧製造/循環製造之新產品架構的開發。藉以提高我國廠商於關鍵製造技術或供應鏈生態系中的技術連結深度與強度，甚至促成廠商有能力扮演製造技術與供應鏈轉型推手。

直言之，從技術面切入協助廠商強固供應鏈夥伴關係，係可平衡偏重少數直接生產要素成本（融資利率、土地租金、水電申設）的現有招商引資措施。從而關照和挖掘技術面的潛在需求，讓臺灣製造具有多源（multi-source）價值。再從整體的供應鏈調動布局角度來看，藉由技術強固的夥伴關係，也能使本地製造具有較佳韌性，免受災害或風險之苦。

# 第五節　質性影響分析：座談會成果

本計畫也舉辦了兩場座談會，以收斂研究成果和政策建議。邀請與談對象包括研發法人和智庫之學者專家、公協會、及資服業者。第一場座談會在 109 年 4 月 22 日舉行；第二場座談會在 109 年 5 月 8 日舉行。討論的議題也包括新冠疫情所引發的影響。以下歸納兩場座談會的成果。

從專家觀點來看，美中貿易戰驅動部分在中國大陸生產製造且出口到美國市場的臺商進行供應鏈布局的移動，新型態冠狀病毒肺炎引發的供應鏈中斷，更加速臺商分散佈局的決心。雖然同樣可觀察到臺商供應鏈布局的調整，事件驅動因素不同。

然而，對於美中的關係及其影響是一個中長期的問題，並非短期的美中貿易戰落幕就會停止，臺商或是全球企業不得不正視這些問題。對於美國而言，雖然在產業界的反應下，川普政府對中議題的態度有軟化的現象，整體對中的策略與立場是不會改變的；但是不同政黨選擇的工具及手段會不同。對中國大陸而言，短期內仍是世界工廠，甚至為世界市場的地位不會改變，對於臺商的布局而言，很難快速全面退出或停止。因此，這樣長期性議題深度影響到臺灣產業全球布局的腳步與速度。

就美中貿易戰而言，在中國大陸生產且出口到美國市場的臺商開始轉移供應鏈基地，再選擇部分會回流到臺灣，而有些則會移轉到東南亞等地，很大一個選擇的前提是仍具備一定程度的供應鏈能耐，有一定的生產配套，而不是從頭開始。

部分產業的全球價值鏈已經開始移動，例如電子零組件產品，高階伺服器的廠商已經將生產基地移回臺灣，尤其是涉及到 5G 或資安相關的應用。故此，也可看到資通訊產業已經開始降低中國生產比重。其中，有幾項趨勢將會深度影響未來產業，包括：

- 美中貿易戰引發的趨勢，不容易做到完全的「去中國化」，而是要走「區域化」；未來區域化或生產系統的分流趨勢會越來越明顯，甚至在研發體系上也可能需要有所區隔。但是成本會增加，同時有些基礎研發項目不易區隔。
- 貿易戰引起的企業提高自主化意識，包括中國大陸企業也有類似趨勢，但要做到自主化，短期內有選擇性，並非所有產品品項均可；
- 產業回臺的項目需要走向高值化，同時具有臺灣優勢的產品品項，如資安、新興產品等；
- 產業回流臺灣或生產供應鏈的自主化，需要在規模經濟(生產效率)和供應鏈自主(生產成本增加)之間做選擇以達到平衡。

在新冠狀病毒肺炎疫情的影響，其對經濟體系的運作是驟然停止，跟美中貿易戰的緩慢升溫有所不同，無法讓企業有時間調整。因此，也更加凸顯出供應鏈分散及數位轉型的重要性。其中，對未來全球價值鏈重組的影響，可能涉及因素，包括：

- 就供應鏈分散問題，新保護主義不會阻礙全球化的發展，而是由不同面貌的全球化發展樣態。經濟安全思維下，供應鏈的韌性，不是全部拿回來自己生產，而是朝向區域化的多元供應鏈基地，畢竟單獨自己生產需要犧牲太多規模經濟。
- 就數位轉型議題，廠商在經濟安全及供應鏈韌性下的思考，也可能發展新服務模式，如遠距調校、遠距經營管理模式，超越現階段所想像的應用模式。

就企業升級轉型議題，在美中貿易戰及疫情影響下，加速企業的轉型，開始從產品走向服務解決方案，同時也進行跨領域的投資，但是這是長期思考，無法短期做到。另一個突顯臺灣產業的問題在於過度集中，需要有更多產業領域的全球化佈局，不僅於 ICT 產業。

在臺商議題方面，從全球價值鏈重組角度重新思考海外臺商，重新定位海外臺商的角色，過去尤其一些斷根的海外臺商也時常被拿出來討論，政府是否需要投入資源？是否為臺灣產業的一部分呢？從美中貿易戰或疫情影響，越來越多海外臺商被迫面臨改變與調整，如何運用臺灣資源（尤其是數位技術協助），重新將海外臺商與臺灣產業找回連結關係，將海外臺商視為臺灣產業的延伸，將有助於產業的全球佈局。因此，面對臺商議題，需要分層次思考，包括：

- 斷根臺商如何與臺灣產業重新建立連結；
- 與臺灣仍有鏈結的臺商，協助區域化佈局；
- 臺灣在地臺商，協助製造升級及智慧化發展，同時也要協助朝向平台化方式經營，找到更多新服務。
- 基於上述的討論，整體發展建議，主要有兩大方向，包括：
- 協助廠商的海外供應鏈布局的移轉，以大廠帶小廠的方式進行，尤其是中小型企業，比較不易自己做。政府的任務需要盤點臺商全球布局的情況，思考如何與臺灣產業連結，同時協助問題協處。
- 對於回臺臺商或在地臺商，臺灣既有的製造專業知識，仍是臺灣產業的優勢，搭配著數位轉型，克服生產成本高漲的問題，做到小量客製化，也能夠有規模經濟效益。

表 3-5-1 摘錄兩次座談會的成果。

## 表 3-5-1　兩次座談會成果摘錄

| 構面 | 專家觀點/建議 |
|---|---|
| 美中地位/動向 | ◆中國大陸作為世界工廠地位在短期內不易改變；製造區位轉變的一種趨勢是：MIT➔MIC➔MIE (made in everywhere)；但中國大陸製造角色仍存在 |
| | ◆美國對中國大陸策略大方向與立場仍不會改變，主調「鬥而不破」，但不同政黨選擇的手段與工具不同<br>◆近期美國政府對中國大陸議題態度相對軟化，如 5G 標準、美中貿易協商提早 |
| 美中貿易戰 | ◆部分受到影響的臺商(中國大陸製造+出口到美國)會供應鏈佈局調整<br>◆電子零組件回臺，如高階伺服器，面對成本提高，需要透過智慧製造解決一部分問題；與 5G 和相關設備應用有關<br>◆資通訊產業移動比例比較高，硬體從 95%下降到 90%，軟體則是從 90%下降到 70-75%<br>◆資通訊廠商的兩岸生產成本差異約 20%，智慧製造+品牌提升，取得競爭力<br>◆全球價值鏈觀點，不容易做到去「中國化」，要走區域化<br>◆美中貿易戰、日韓貿易戰引發之效益，讓各國企業提高對自主化的意識；包括中國大陸企業也是，如華為智慧型手機開始建構本土供應鏈；惟部分產品則無法，如 5G 基地台(需要高階製程)<br>◆美中貿易戰衍生新機會，如日商不會直接找中國大陸廠商，通常透過臺灣，但是政策上無法協助攻國外市場(通常要三年以上)，無法呼應國際市場開拓需求<br>◆「一個世界、兩套系統」趨勢越來越明顯，甚至不是兩套生產系統，也可能會有兩套研發體系(需要有階段性) |
| 新冠肺炎 | ◆從風險管理及規避角度重新思考佈局，**<u>加速</u>**原本不會移動的臺商進行布局分散<br>◆疫情加速的影響，更加突顯工廠端的升級與智慧化。以工具機為例，工具機頂多談到遠距售後及維修服務。現在不是沒有訂單，而是裝機人員無法過去，無法調校及交付訂單。未來可發展遠距製程調校<br>◆企業面臨挑戰是生死存亡，因為訂單無法履約，需要盡快做生產基地轉移<br>◆新保護主義不會阻礙全球化發展，而是全球化會有不同面貌，很多價值鏈朝向區域化(多元化供應鏈基地)，不見得是去中國化/去中心化、單獨自己做(廠商追求韌性，需要犧牲規模經濟)<br>◆現有趨勢不利供應鏈全球化發展，臺灣是全球化受益國家，需要持更開放態度，趁此次疫情的表現，換取更多開放機會<br>◆對於供應鏈移動的產業仍有一些特質，通常是標準化產品 |
| 企業轉型 | ◆部分電子產業從產品供應商轉為產品解決方案提供商，或是跨領域作不同服務投資。需要長期投資 |

| 構面 | 專家觀點/建議 |
| --- | --- |
| | ◆臺灣產業過度集中，需要關注更多產業的全球成長脈絡，尤其是中小企業 |
| 臺商議題 | ◆中國大陸從製造大國轉型製造強國，臺灣無法迴避；兩岸優勢仍有差異，臺灣或者轉型為隱形冠軍，如數據、生產製造知識、大腦(軟性能力)均可留在臺灣；硬體加軟體結合衍生出差異化能力<br>◆對於臺商協助，需要分層次輔導。如 1.斷根臺商，協助廠商找回 know-how，協助角度找回產業鏈結；2.仍與臺灣有技術連結的臺商，區域化布局；3.本地臺商，製造升級、智慧化設備出口(需加強平台化技術+雲端運算，臺灣同步調校)<br>◆隨著數位轉型，也可讓臺商的製造服務化的內涵轉變。全球運籌模式下，多為設計和售後服務；數位化後，可能是遠端調校、事故處理等(新數位化型態的製造服務)<br>◆臺灣生產模式的轉變，從「臺灣接單、中國大陸生產」➔「中國大陸接單、中國大陸生產」，因為很多產業的海外生產比例非常低，如友嘉<br>◆美中貿易戰後，反全球化現象，但疫情過後的振興措施，在兩岸關係不明朗時，可能影響臺灣參與情況 |
| 政策建議 | ◆除臺灣回流外，東南亞佈局成為首選之一；但中小型廠商不易，建議**以大廠帶小廠的方式(整體供應鏈)**，協助廠商移動<br>◆從全球分工角度來看，建議將海外臺商視為臺灣產業延伸，加強產業鏈結，確保海外臺商投資安全，盤點海外臺商佈局地圖和問題協處機制 |
| | ◆因應供應鏈縮短、少樣多量模式，各國製造業回流，勢必需要**智慧製造控制生產成本**，仍須跟在外地生產成本一樣<br>◆智慧製造能力結合**製造專業知識**是臺灣產業升級的驅動力<br>◆引導企業與跨國供應鏈的串接，一般研發計畫不會做；需要取得認證(入門票) |

資料來源：本計畫整理自座談會紀錄。

## 第六節　小結

這一章檢視國內外其他智庫的相關分析，這將是本計畫後續進一步分析的參照基礎。隨著美中貿易戰的持續擴大，全球經貿情勢都逐漸受到影響。也有一些學者以貿易或投入產出表評估美中貿易戰的影響。中國科學院數學與系統科學研究所（2019 年）的研究則認為，接近 1 年 7 個月的美中貿易摩擦時間，（當時）尚未導致大規模產業移轉，但是仍有部分證據顯示美中貿易摩擦正驅動著部分產能調整布局，加速向生產成本更低但產業配套相對完善的東南亞進行移轉；相關的分析包括：貿易移轉效果和出口移轉地分析。

國內智庫部分，根據台經院（2019 年）之研究歸納美中貿易戰對臺灣個別產業之影響分析。總體歸納，台經院認為：未來可持續關注臺灣產業供應鏈變化之面向，包括：

- 部分以國際供應鏈為主的產業，如紡織品，雖會受到美中貿易戰之影響，但整體生產基地布局移動，仍是在回應客戶需求。生產基地轉移的驅動力仍來自於生產成本降低。
- 受到美中貿易戰之影響，短期內有轉單效益，但是長期而言，會需要企業加速啟動供應鏈分流管理，部分企業選擇回臺，或是東南亞布局，關鍵點在於在地供應鏈或配套辦法是否完善。
- 美中貿易戰下，中企在市場風險分散的動機下，開始尋求在非美國市場的切入，無疑導致臺廠競爭壓力加劇。可能出現的產業如石化產業、金屬工業、機械設備。
- 部分中國大陸已具競爭優勢的產業，在美中貿易戰下，可能加速推動國產化產業鏈的進程，如汽車及零組件、電力設備、半導體產業。

中經院研究區域中心團隊聚焦於分析美中貿易戰驅動的臺商布局調整模式，以轉移地區來看，主要發現包括：

- 回臺投資：截至 2019 年 11 月 28 日，通過 156 家；又以在臺灣供應鏈完整且有相當規模產能之企業意願最高，如資通廠商（網路通訊設備、伺服器、電腦週邊產品）。
- 投資美國：主要考量於貼近市場、技術及人才，如鴻海、宏遠、研華等。南亞塑膠及義聯集團赴美投資之考量在於美國石化及能源成本優勢和政策優惠。再者，美國是尖端技術、新創人才及新興產業聚集地，也吸引加碼投資，如台積電。另外，緯創因應美國可能對墨西哥加徵關稅，也考慮移到美國本土生產。
- 投資墨西哥：基於成本因素、貼近市場及利用與美國 FTA 免關稅之考量，如仁寶、英業達、和碩等。
- 投資東南亞：多數考量因素在於生產條件、供應鏈完整性等，目前宣告調整之廠商多以擴廠之方式進行。換言之，考慮轉移到東南亞國家之廠商，原本多已經在該地區有所佈局。涉及之產業包括傢俱、成衣、製鞋、玩具、紙等。另外，也有少數廠商是因應美國客戶要求，如臺灣最大的開關廠圜達實業則將部分規格產品移到越南生產。

整體來看，從中經院研究區域中心團隊盤點出的臺商佈局調整模式，可歸納兩大型態，一是臺灣與東南亞地區的佈局，主要考量在供應鏈完善程度，二是美國和墨西哥地區，考量點多為貼近市場、技術與人才。

另外，從產業供應鏈的關聯性來看，可從兩方面觀察臺灣產業在全球價值鏈中的可能變化，一是臺灣企業的出口表現變化，主要來自於美中兩國在加徵關稅後，可能產生的出口轉移效果。二是在中國大陸生產的臺商，可能因為美國加徵關稅而導致出口受阻，進而可能影響到廠商開始調整外銷訂單的海外生產據點布

局。在本計畫所關切的美中貿易戰期間(約 2018 年至 2019 年)，從海外生產比重之變化推測可能調整供應鏈之產業，有三種型態，包括：

- 「資訊與通訊產品」及「光學器材」的海外生產比重開始下降，是最大可能回流臺灣生產之領域；
- 「電子產品」呈現持平現象；
- 「紡織品」則持續往上攀升，可能跟紡織業的全球供應鏈移動有關。

整體而言，以海外生產比例觀察供應鏈移動時，需要搭配其他面向共同探討，包括外銷訂單是否增加、上下游供應鏈連結關係等。另外，對於美中貿易戰所引發之供應鏈變化影響，需要考量到產業性質的差異，「資訊與通訊產品」領域是相對較為明顯之案例，而「紡織品」領域，價值鏈布局比較全球化，也跟特定生產據點條件有關時，「紡織品」領域的調整反而更朝向全球化之腳步移動。就中長期而言，可觀察在出口的（成長）趨勢中，最終財與中間財的結構比變化情況。尤其，若「資訊與通訊產品」臺商持續回流，則可預期最終財的出口結構比應有機會呈現上升的趨勢。

因美中貿易戰，臺商掀起回臺投資熱潮。投資臺灣三大方案在 2020 年農曆年前累計投資金額估計已達 8,641 億元。而且，由於美中貿易戰初步協議並未調降關稅，再加上武漢流感產生的影響，預期臺商回流誘因持續，估計三大方案投資將有機會超過兆元規模。中經院國際所團隊持續追蹤整理代表性廠商的返臺投資規劃情形，整體觀察得知：主要以電子電腦與周邊產品、通信網路設備、車輛零組件、紡織、光電材料、化學原料（航太、電動車相關）等產業為主，購置土地、增建新工廠（含新增智慧設備與產線）的投資之中，普遍投入於智慧工廠的感測技術、5G 通訊、人工智慧、機器人、物聯網和雲端應用等技術領域。其中，

電子電腦周邊產品、通信網路設備、車輛零組件等廠商也呈現出規劃設置研發據點的特色，像是設置研發中心或實驗室。

檢視返臺投資之代表性廠商的全球營運動向，發現以下 3 點共同特徵。（1）在臺擴增能量的產品服務之目標客戶多為美國市場（部分歐洲），在臺新增投資涉及關鍵製程或資訊安全高度相關的產品。（2）回臺投資廠商在中國大陸的工廠，持續擴充產能、投資於自動化，以服務中國大陸內需市場（類似 PWC 針對在陸美商調查所顯示的在製造和採購方面採用“在中國為中國”的供應鏈策略；in China for China）。（3）增建兩岸之外的第三地製造基地(通常在泰國、菲律賓、越南、印尼等東協國家)，平衡產能擴充、成本維繫和風險管理等多方需求（類似 PWC 針對在陸美商調查所顯示的在製造和採購方面採用“中國加一”的供應鏈戰略；China+1）。

之後新冠疫情的衝擊也加深了美中貿易戰的影響。經濟學人（EIU）指出：疫情使各國重新反思全球化。其中，各國出現與中國大陸脫鉤的聲浪，其中脫鉤主要指的是在經濟和貿易領域脫離關係。經濟學人指出，各國產業要脫離中國大陸，技術上並非問題，但這樣的轉變會推翻既有的政治與經濟理論，首要改變的觀念就是私有企業的跨國投資布局，不應該只由成本面來做考量，更要考慮包括安全、穩定等多元層面。

初步來看，新冠肺炎疫情自爆發後，中國大陸率先大規模封城停工，國際航運等物流中斷，衝擊全球供應鏈，這使得美、歐、日等先進國家紛紛考量將供應鏈移出中國大陸，以擺脫對中國大陸的依賴。此次疫情讓很多國家發現供應鏈單一依賴中國大陸的風險，從而引發更大幅度的供應鏈調整。

這次疫情讓很多國家看到供應鏈單一依賴的危險性，從而引發各國啟動調整關鍵產業供應鏈的進程，並導致醫療物資等特定領域多元化的可能性更高，惟相關決策與發展趨勢仍需要一段時

間的觀察。另一方面，本次疫情也突顯「供應來源穩定性較成本更為重要」的觀點，迫使國家和企業未來在評估經濟分工時，將更加重視制度和政治因素方面的考量，進而顛覆當前經貿全球化的重要基本運作邏輯－資源分配效率優先於產地。

在此情況下，肺炎疫情帶來的啟示與後果，除了加速企業進行產能分散的布局以外，還包括必須多加衡量政治因素的新國際經濟分工原則。向來講求經貿自由的西方國家，預期也將因此更加重視落實工業政策和產業發展政策的必要性，優先加速醫藥及各種戰略產業回流，並透過稅收獎勵、優先採購和其他長期政策，降低現行全球化漏洞為國家利益帶來的風險，確保本國的長期經濟發展能擺脫且獨立於其他國家的桎梏。

因此，在後疫情時代，預判全球經貿格局將朝三個方向轉變：一是保護主義與反全球化浪潮再起，各國將強化供應鏈的自主可控程度，全球產業鏈將因此變得更加本地化和區域化；二是加快供應鏈重組進程，全球產業鏈將透過資本和技術進行網路化的聯結，形成新的經貿全球化格局，像是中國大陸的產能雖然將轉移到東南亞，但這些產能仍會透過資金來源產生聯結關係[49]；三是美中兩大陣營對抗將加劇。

[49] 「肺炎疫情下全球產業鏈面臨重構：『去中國化』是否可行」（2020 年 4 月 14 日），2020 年 4 月 29 日下載（或瀏覽），《BBC 中文網》，https://www.bbc.com/zhongwen/trad/business-52229356。

# 第四章　先進國家「再工業化」與工業4.0發展趨勢

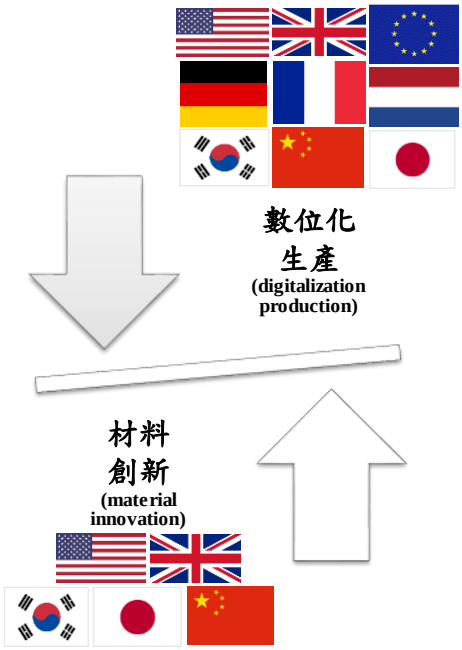
本章主要探討以美國為首的先進國家推動再工業化與工業4.0之發展趨勢。第一節首先提出國際趨勢概觀。基本上，製造業占比較低的先進國家，如美國和英國，比較強調「先進製造」（或「再工業化」），除了高階智慧製造之外，還特別強調發展新興產業與新材料，加上鼓勵製造業回流（美國），以期提高製造業的占比。相對地，製造業占比較高和製造業占比中段的先進國家與中所得國家，比較強調與高階智慧製造相關的「工業4.0」，以期推動製造業的數位轉型。之後各節則針對一些特定國家的相關政策進行分析。第二節針對美國，包括：「美國製造」與「鼓勵製造業回流」；第三節同時討論德國、英國與日本之先進製造或工業4.0；第四節針對中國大陸分析其「中國製造2025」與工業互聯網相關政策。對中國大陸的發展動向而言，國際關注的焦點是「中國製造2025」，其內容相當廣泛，但是若以工業4.0的發展而言，中國大陸的核心政策應該是工業互聯網相關政策；我們也就中國大陸最近所提出的「新型基礎設施」的建設規劃加以分析。第五節則是小結。

## 第一節　國際趨勢概觀

面對全球產業競爭，以美國為首的先進國家再工業化，成為產業結構轉型、爭取發展與重塑競爭優勢的發展重點。綜合OECD（2017）報告「次世代製造革命：對政府與企業之意涵」（The Next Production Revolution: Implications for Governments and Business）和WEF（2018）報告「第四次工業革命帶動之生產體系永續發展」，目前先進國家再工業化的圖像，可以圖4-1-1表現。主要運用2大策略投入，一方面以「數位化生產」（digital

production），帶動跨產業之先進製造、先進農業、工廠效率化和可溯源性產業應用；另一方面則以「材料創新」（new material）形成新的奈米技術、生物科技、綠色化學和實驗室技術等。

值得注意的是，關於「短鏈革命」的討論比較偏向於經營管理因素，但是先進國家「再工業化」或工業 4.0 較偏向於討論科技因素可能影響供應鏈的長短，甚至於造成全球價值鏈的結構性重整。例如，GE 利用 3D 列印開發新的飛機引擎，將原有的八百五十幾個零組件整合到 12 個模組，在設計階段以數位化的方式將零組件加以整合（Do part consolidation digitally in the design phase），這不僅改變「產品架構」（production architecture），而且將大幅縮短供應鏈的長度。




WEF(2018)第四次工業革命的帶動下的跨產業
- **先進製造(Advanced remanufacturing)**
- **先進農業(Advanced agriculture)**：善用物聯網、資料分析，應用於精準和自動化農業、生物科技
- **工廠效率化(Factory efficiency)**：自動化流程、智慧倉儲、先進的積層製造
- **可溯源性(Traceability)**：由於區塊鏈加上感測器與資訊標籤，可以掌握生產、加工到消費端的完整履歷

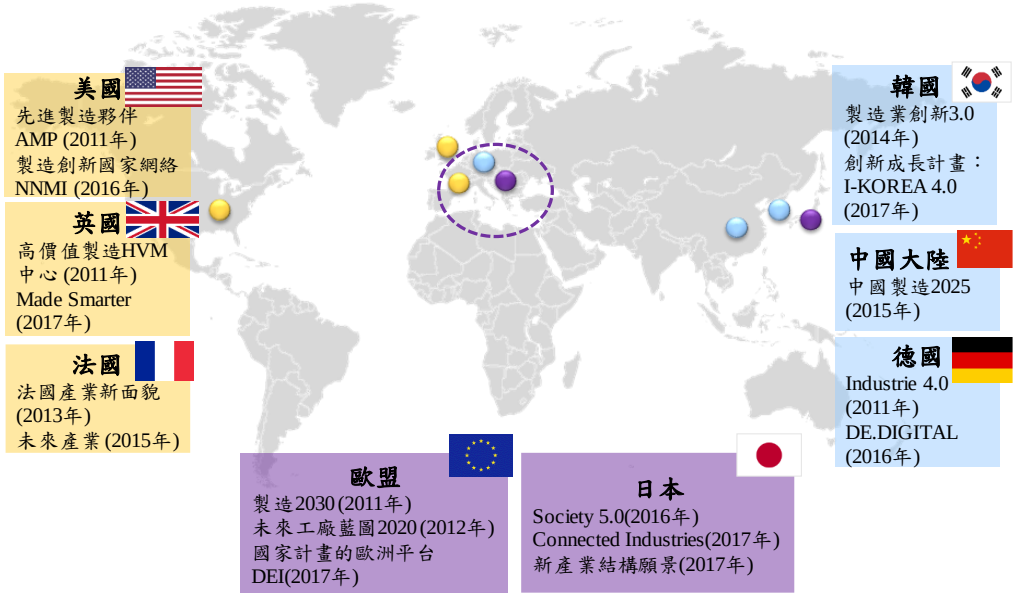
WEF(2018)第四次工業革命帶動下的跨產業
- **新材料(New materials)**：基於先進的奈米技術與生物科技、綠色化學和實驗室技術等，開發出新材料

資料來源：OECD (2017), The Next Production Revolution: Implications for Governments and Business; World Economic Forum (2018), Driving the Sustainability of Production Systems with Fourth Industrial Revolution Innovation。

**圖 4-1-1　先進國家再工業化影響的新興/跨產業技術**

目前國內對工業 4.0 的討論主要聚焦於重要國家的推動政策。本團隊也曾以圖 4-1-2（中華經濟研究院，107 年）歸納主要國家再工業化的發展政策與策略：

1.製造業占比較高（20~30%）：韓國於 2014 提出製造業創新 3.0、2017 年創新成長計畫 I-Korea 4.0；中國大陸則是於 2015 年發布中國製造 2025，並強調工業互聯網與 AI 的應用與普及；德國則是於 2011 年率先提出 Industrie 4.0、2013 年成立德國工業 4.0 第一版的工業 4.0 平臺（目的是針對工業 4.0 的技術、標準、商業模式等跨產業的交流）；如 It's OWL（重點是推廣工業 4.0 和智慧工廠概念至中小企業）；如 2014 年有 New High-Tech Strategy - Innovation for Germany（目標是將科技解決方案應用於滿足未來的社會需求），最近則提出 2019 年國家工業策略 2030。




資料來源：中華經濟研究院（107 年）繪製。

**圖 4-1-2　全球再工業化綜覽**

2.製造業占比中段（15~20%）：歐盟於 2011 年提出製造 2030、2012 年未來工廠藍圖 2020、2017 年提出國家計畫的歐洲平臺（Digitising European Industry, DEI）。日本 2016 年提出「Society 5.0 超智慧社會」，並且在產業發展策略上以「Connected Industries」及「新產業結構願景」為政策主體。

3.製造業占比較低（<15%）：美國 2011 年提出先進製造夥伴（AMP），2016 年主推製造業創新國家網絡（NNMI），川

普總統上任後則藉貿易戰鼓勵製造業回流。英國於 2011 年提出高價值製造中心（High Value Manufacturing, HVM）、「創新製造中心」（EPSRC Centres for Innovative Manufacturing）等政策；法國於 2013 年研提法國產業新面貌、2015 年提出未來產業。

進一步而言，製造業占比較低的先進國家，如美國和英國，比較強調「先進製造」（或「再工業化」），除了高階智慧製造之外，還特別強調發展新興產業與新材料，加上鼓勵製造業回流（美國），以期提高製造業的占比。相對地，製造業占比較高和製造業占比中段的先進國家與中所得國家，比較強調與高階智慧製造相關的「工業 4.0」，以期推動製造業的數位轉型。基本上，工業 4.0 較偏向於討論科技因素可能影響供應鏈的長短，甚至於造成全球價值鏈的結構性重整。不過，主要先進國家的智慧製造解決方案仍然還會涉及材料、產品架構的研發。

## 第二節　美國：「美國製造」與「鼓勵製造業回流」

2017 年 1 月甫當選的美國總統川普在就職演講中提出政府的基本經濟政策方針為「買美國貨，雇美國人」（buy American, hire American）。同年 3 月，川普總統首次的國會演講進一步將美國製造業競爭力流失的矛頭指向「全球化浪潮」，並強調美國欲重拾經濟動能必須重振製造業。此一宣示也陸續轉換為川普總統實際的政策推動內容。但事實上，川普總統並非第一個鼓勵製造業回流的美國總統。

2008 年全球金融危機後，美國認知到 1970 年代以來「去工業化」逐漸引發產業結構「空洞化」的疑慮，開始重視審視製造業在協助美國達成「可持續成長」與「創新經濟體」等目標的重要性與關鍵地位。2009 年 4 月，時任美國總統的歐巴馬首次提出將重振製造業作為美國經濟長期發展的重要戰略，並頒布一連串旨在重振美國製造業的政策組合。例舉如：

2009 年 9 月推出《美國創新戰略》（A Strategy for American Innovation），從國家戰略的角度提出發展創新型經濟與新興製造業的完整規劃；同年 12 月發表《重振美國製造業架構》（A Framework for Revitalizing American Manufacturing），從美國製造業面臨的挑戰出發，提出以「創新」促進就業，並著重於培養未來產業，以描繪美國製造業重振的架構；

2010 年 8 月，頒布《製造業促進法案》（Manufacturing Promotion Act），希望經由降低製造業成本、增加製造業就業以增強美國製造業的競爭力，並進一步鞏固製造業作為美國經濟復甦的關鍵動力；

2011 年 11 月，為確保美國在未來先進製造業的領導地位，成立「先進製造夥伴關係指導委員會」（Advanced Manufacturing

Partnership Steering Committee），推出以「先進製造」為主軸的製造業復甦策略；

2013 年 9 月，組成「第二屆先進製造夥伴關係指導委員會」（Advanced Manufacturing Partnership Steering Committee 2.0），希望進一步強化美國在新興技術領域的領導地位。

美國從 2011 年先進製造夥伴（Advanced Manufacturing Partnership）到 2016 年更名為「美國製造」（Manufacturing USA），建構 14 個國家製造創新網絡（National Network of Manufacturing Innovation）作為重要機制，針對重點技術領域，跨越研發到商業化的死亡之谷。投入技術轉譯和改進之領域如積層製造/3D 列印、數位製造和設計、輕量材料、電力電子、先進複合材料、積體光學、柔性混合電子、纖維材料、潔淨能源與智慧製造、組織及再生醫療、機器人及人工智慧、化學流程、綠色製造、生物醫藥製造等。藉以積極爭製造業投資美國，並且發展先進科技的智慧應用。

當時歐巴馬政府政策大致可分為兩大部分：（1）吸引美商將製造基地自海外移回美國本土或投資新事業；（2）投入未來製造業發展所需的先進技術研發，以確保美國製造業之競爭力。換言之，歐巴馬政府的核心目標是發展先進製造業，以掌握新興產業之主導權。

相較之下，川普總統則著眼於製造業對於經濟成長及就業的貢獻，承諾要把製造業帶回美國，希望藉此達到年平均經濟成長率 3.5%，10 年 2,500 萬就業人口之目標。川普認為企業將工廠設置於墨西哥及中國大陸等地，是造成美國製造業外流，失業率提高的元兇。為此，川普提出降低稅賦、減少法規管制、推動基礎建設等獎勵工具，希望吸引製造業回到美國，達成「購買美國貨，雇用美國人」的目標，而汽車及資通訊電子業者均為川普點名之產業。

觀察川普重振美國製造業之相關政策,「鼓勵製造業回流」、「協助能源部門發展」及「先進製造計畫」是各界的關注重點。就現階段的發展而言,「鼓勵製造業回流」及「協助能源部門發展」是川普政府首要推動政策,至於「先進製造計畫」的後續推動,川普政府目前較無著墨,但可以觀察到美國智庫及企業仍持續建言政府應持續支持先進製造之發展。

就鼓勵製造業回流觀察,現階段川普政府主要是希望藉由減稅、推動基礎建設、減少法規管制等方式來鼓勵製造業回到美國。川普在競選期間,承諾保障美國人的工作機會,並與多家企業會談,促使企業停止海外設廠計畫,及增加在美投資,但川普政府對於是否繼續執行歐巴馬政府的先進製造計畫,並未多做說明。惟部份美國智庫仍建議川普政府應持續推動先進製造業之發展,以提升美國製造業的競爭力。例如,2016 年 11 月美國智庫信息技術和創新基金會(the Information Technology and Innovation Foundation, ITIF)的報告指出,智慧製造有助於加快產品設計和製造效率,也使產品能夠客製化、自動化生產,降低低工資國家的競爭優勢,幫助高工資國家獲得全球市場占有率,因此建議川普應繼續執行歐巴馬政府的先進製造計畫。

## 一、歐巴馬總統時期

為推動與實踐實現「先進製造夥伴計畫」,2011 年 12 月在隸屬於總統的國家經濟委員會(National Economic Council)設立「白宮製造業政策辦公室(the White House Office of Manufacturing Policy)」,任務為召開內閣層級會議,以積極落實白宮的先進製造計畫;並以國家經濟委員會主任和商務部部長為共同主席。另外,也透過商務部旗下智庫—國家標準與技術研究院(NIST)設立「先進製造國家計畫辦公室」(Advanced Manufacturing National Program Office),以產業主導、推動製

造創新與產學合作，並整合政府先進製造計畫，促進聯邦各機構合作與資訊分享。

一般認為，「先進製造夥伴計畫」最大的特色是產、學、政的合作。雖然實際執行機構是國家標準與技術研究院下設的國家先進製造項目辦公室，卻也在美國總統科學和技術顧問委員會設立下設立成員來自學術界、產業界的先進製造夥伴指導委員會，以監督產學研的合作成效、找出先進製造領域的研發投資機會、促進競爭前合作、推動共用設備和基礎設施建設。

具體而言，先進製造夥伴指導委員會的職能包括：以在美國商業化和得到技術發展為前提，確定具有變革潛力的新興技術；對聯邦政府提出可以直接或顯著改善合作研究能力、支援產業化發展的經濟和創新政策；為有意在美國投資先進製造業的企業提供人力資本，並提出有利於人才供應的具體措施；協助美國的製造商，尤其是中小企業，幫助他們評估和降低風險、加快技術從研究到生產的步伐、降低生產成本和共用基礎設施等。

2013 年 3 月，美國總統歐巴馬進一步提議經由成立各領域的「製造業創新中心」（Manufacturing Innovation Institute），布建全美國的製造業政、產、學、研協同的「美國國家製造業創新網絡」（National Network for Manufacturing Innovation, NNMI），布局聚焦先進製造業的前瞻研發領域，強調整體網絡的構建與設計以及重點領域的培養和開發。最初規劃投資 10 億美元、建設 14 個製造業創新中心。

基於「美國國家製造業創新網絡」取得初步成果，隨後白宮於 2015 年 10 月再次公布美國創新戰略（A Strategy for American Innovation），表示 2015 年美國財政已投入 6.5 億支援 9 家製造業創新研究所建設，2016 年將投資 3.5 億美元支援另外 7 家新的製造業創新研究所建設，希望在歐巴馬政府任期結束的 2016 年底達成建立 15 個製造業創新研究所的目標。歐巴馬當時並呼籲

國會藉由 19 億美元的承諾，支援另外 29 家製造業創新研究所的建立，實現在 10 年內建立由 45 家製造業創新研究所構成的完整的國家製造業創新網絡的目標。

但截至川普總統上任 2 年後，僅有 14 個領域的研究所建置完成，包括：美國製造（America Makes）、電力美國（Power America）、數位製造和設計技術創新研究所（the Digital Manufacturing and Design Innovation Institute）、明日輕量化創新研究所（Lightweight Innovations for Tomorrow）、先進複合材料製造創新研究所（The Institute for Advanced Composites Manufacturing Innovation）、美國整合光子製造業創新研究所（the American Institute for Manufacturing Integrated Photonics）、彈性混合型電子製造創新研究所（Flexible Hybrid Electronics Manufacturing Innovation Institute）、智慧製造的清潔能源製造創新研究所（Clean Energy Manufacturing Innovation Institution Smart Manufacturing）、革命性纖維和紡織品創新製造研究所（Revolutionary Fibers and Textiles Institute for Manufacturing Innovation）等。這 14 個製造業創新研究中心簡述如下：

1.美國製造（America Makes）

美國製造（America Makes），為美國第一個成立的製造創新機構，成立於 2012 年，由美國國防部、能源部、商務部、國家科學基金會及國家航空暨太空總署共同投資 4 千 5 百萬美元，主導單位為國家製造和機械中心（National Center for Defense Manufacturing and Machining）。以積層製造及 3D 列印為重點發展技術，企圖打造美國國內從材料到服務端的完整供應鏈。

2.數位製造與創新設計創新研究所（The Digital Manufacturing and Design Innovation Institute, DMDII）

數位製造與創新設計創新研究所成立於 2014 年，美國國防部投入 7 千萬美元，由 UI 創新實驗室（UI Labs）主導該機構運作。將數位科技在製造業上高度應用，引導未來工廠的發展方向，以強化美國在全球的製造能力。

3.明日輕量化創新研究所（Lightweight Innovations for Tomorrow, LIFT）

明日輕量創化新研究所成立於 2014 年，由美國國防部製造科技計畫（Manufacturing Technology Program，ManTech）及海軍部的海軍研究辦公室（Office of Naval Research）合資 7 千萬美元，該機構由俄亥俄州的非營利機構 EWI、密西根大學（University of Michigan）及俄亥俄州立大學（Ohio State University）共同成立。目的為發展先進輕量金屬製造技術，彌平研發與商業化之間的落差。

4.電力美國（Power America）

電力美國成立於 2015 年，美國能源部投入 7 千萬美元的資金，由北卡羅來納州立大學（NC State University）主導。發展小型、高效能電子產品，寬能隙半導體（wide band gap semiconductor）技術為發展基礎，以增加能源使用效率及電力電子產品的可靠性，目標為讓此技術成本可負擔並能普及化，主要應用於工業電機系統、消費性電子產品與數據中心，以及太陽能與風能發電蓄能。

5.先進複合材料製造創新研究所（The Institute for Advanced Composites Manufacturing Innovation, IACMI）

先進複合材料製造創新研究所成立於 2015 年，美國能源部投入 7 千萬美元，該機構之主導單位為田納西大學研究基金會（University of Tennessee Research Foundation）獨資的非營利子機構-Collaborative Composite Solutions Corporation（CCS Corp.）。

以發展新進複合材料為目標，如用於汽車、壓縮儲氣槽、風能產品的碳強化纖維聚合物複合材料，為提升製造業效率並降低成本。

6.美國整合光子製造業創新研究所（American Institute for Manufacturing Integrated Photonics, AIM Photonics）

美國整合光子製造業創新研究所成立於 2015 年，美國國防部投入逾 1 億美元的資金，該聯盟營運由紐約州立大學研究基金會（Research Foundation of the State University of New York, SUNY）主導。建立一個整合平台，以設計、發展及製造積體光學系統，為促進極高速通訊、運算、感應、圖像信號傳輸技術的發展。

7.混合型電子製造創新研究所（Flexible Hybrid Electronics, NextFlex）

混合型電子製造創新研究所成立於 2015 年，由美國國防部投資 7 千 5 百萬美元，由軟性電子技術聯盟（FlexTech Alliance）主導。發展彈性混合電子製造，結合低成本印刷電路與薄型半導體處理能力兩項技術優勢，以創造能具有延展性、彎曲性、彈性等表面特性的新型態電子產品。

8.革命性纖維和紡織品製造創新研究所（Revolutionary Fibers and Textiles Institute for Manufacturing Innovation）

革命性纖維和紡織品製造創新研究所成立於 2016 年，美國國防部投入 7 千 5 百萬美元，由（Massachusetts Institute of Technology, MIT）主導該機構運作。將傳統紡織產業與高科技產業結合，創造紡織產品的全新價值，發展織品的特殊功能，包含強韌、防火、導電、感應、通訊等。

9.智慧製造的清潔能源製造創新研究所（Clean Energy Manufacturing Innovation Institution Smart Manufacturing）

智慧製造的清潔能源製造創新研究所成立於 2016 年，聯邦投資的部分，由美國能源部出資 7 千萬美元，另外，由智慧製造領導聯盟（Smart Manufacturing Leadership Coalition, SMLC）主導該機構運作。主要任務為研究及發展出智慧解決方案與技術，得用以取得、共享及處理製造相關設施的大量及時資訊，將能改善製造業控制與運作流程，提升能源使用效率、設備信度、生產力、安全及品質。

10. 先進製程強化創新研究所（Rapid Advancement in Process Intensification Deployment Institute, RAPID）

先進製程強化創新研究所成立於 2016 年，由美國能源部投資 7 千萬美元，並由美國化學工程學會（The American Institute of Chemical Engineers, AIChE）主導該機構運作。為促成強化模組化化學製程的概念，解決推行概念時製造流程遇到的困難與障礙，讓未來工廠能更精簡、乾淨且環保。

11. 國家生物製藥創新中心（The National Institute for Innovation in Manufacturing Biopharmaceuticals, NIIMBL）

國家生物製藥創新中心成立於 2016 年，獲美國商業部投資 7 千萬美元，由喬治亞大學（University of Georgia, UGA）主導。其投入先進生物治療製造研究、創新與技術發展，以制定此專業領域的標準為目標，促成更有效率且快速的製造能力，同時將訓練世界頂尖的人力資源投入此創新製造領域。

12. 減少能源消耗與排放創新中心（Reducing EMbodied-energy And Decreasing Emissions, REMADE）

減少能源消耗與排放創新中心成立於 2017 年，美國能源部投資 7 千萬美元，並由永續製造創新聯盟主導（Sustainable Manufacturing Innovation Alliance）該機構營運，致力發展工業平台，用以降低工業製造過程中產生的內含能耗及排放。

13. 先進機器人製造創新研究所（Advanced Robotics Manufacturing, ARM）

先進機器人製造創新研究所成立於 2017 年，美國國防部投入 8 千萬美元，該機構由卡內基美隆大學（Carnegie Mellon University, CMU）主導。結合人工智慧、自動化功能、3D 列印及其他製造新興科技，為發展對企業而言較可負擔的工業用機器人，應用於各種規格與使用，加速帶動轉型及協作式的機器人技術發展，該組織同時有教育先進製造人才的任務與責任。

14.先進生物組織製備製造創新研究所（BioFabUSA）

先進生物組織製備製造創新研究所成立於 2017 年，由美國國防部出資 8 千萬美元投入此計畫，與先進再生製造機構（Advanced Regenerative Manufacturing Institute, ARMI）合作。投入研究組織工程學及再生醫學的大規模製造，促進此等技術的商品化。

綜觀 14 間美國製造業創新中心的運作，具有下列特點：

1.組織結構：製造業創新中心設立時，必須經美國國防部、能源部、商務部以開放、競爭的招標程序，由跨部門技術專家審查後，公布得標的管理團隊。在實際運作上，創新研究所採用政府、產業界（製造業企業、行業聯盟與協會）、學術界（高等院校、社區學院、國家重點實驗室）以及非營利組織聯合管理模式，以董事會的形式進行管理，董事會則由業界代表組成。

2.營運模式：研究計畫採公開招標，研究期間約 6～12 個月。評選標準關切關鍵技術開發、應用和示範，同時強調計畫對美國製造業競爭力提升、中小型製造業企業能否從中受益等，針對問題闡述、研究方法、創新性、管理、團隊資質、成本費用等方面對計畫書進行評選。

3.經費來源多元化：單一製造業創新研究所在最初的5～7年內會分別獲得 0.7～1.2 億億美元的聯邦國家製造業創新研究資金，再加上研究機構、製造業企業等非聯邦成員依照1：1比例的出資，總經費約 1.4～2.4 億美元。在設立的前 3 年，聯邦政府資金依設備、基礎資助和啟動資金的類別投入；第 4 年後聯邦政府則取消啟動資金投入，並增加競爭計畫的資助；第 5 年及以後取消設備投入，並以基礎資助和競爭計畫資助方式投入。隨著運轉成熟，製造業創新研究所可藉由收取會員費、收費服務活動、智慧財產權使用許可、契約研究或產品試製等多種方式達成財務獨立、自負盈虧。

4.協助區域經濟發展：美國製造業創新中心的建設地點經仔細考量，所建創新中心能充分運用當地資源，甚至反過來帶動地區產業經濟發展。如先進複合材料製造創新研究所吸引澳洲聚合物複合材料製造商 Leisure Pools 在其周邊設置生產基地，預期為諾克斯維爾在未來 10 年提供多達 1,000 個就業機會。

5.促進會員企業能力提升：美國製造業創新中心為參與會員提供創新生態環境、提供持續精進發展的機會。如積層製造領域的創新中心 America Makes，協助其創始會員牛津性能材料公司（Oxford Performance Materials），成為美國第 1 家獲得美國食品與藥品管理局認可，生產 3D 列印外科手術聚合物植入物的公司。

6.專業領域人才培養：創新中心可作為「教學工廠」，從事人才培訓、提升勞動技能，為企業研發和營運提供動力。例如，成員 Power America 會員的大學即依據 Power America 的研究主題寬能隙半導體，設立電力電子碩士學程，吸引學生就讀、培養相關專業人才。

7.技術領域選擇：製造業創新中心的成立，採取美國政府選題與業界提議相結合的方式以決定研究領域。國防部和能源部支持的創新中心均是設定聚焦領域再進行提案徵集；而商務部支持的創新中心則藉由「開放主題」競標產生，接受產業界提出與既有製造業創新中心聚焦領域不重疊的主題。政府選題與業界提議結合既考慮國家戰略發展的重點領域，又兼顧業界關心的產業發展關鍵技術領域。

此外，創新中心所聚焦的研究領域具備相互連結的潛力，進而達成協同工作、共用資源和研究成果。例如先進機器人製造創新研究所、數位製造和設計技術創新研究所、America Makes 的研究領域即可相互支援；先進生物組織製備製造創新研究所與國家生物製藥創新中心更可高度串聯。

8.鼓勵新建聯盟作為管理單位：美國政府除委託具備相當影響力的企業或高等院校所作為製造業創新中心的管理單位外，也鼓勵企業、科研院所、高等院校採取自願原則，成立產業技術聯盟作為管理機構，以整合相關資源創建與管理「製造業創新中心」。如國家生物製藥創新中心的管理單位為美國生物協會、減少能源消耗與排放創新中心的管理機構—永續製造創新聯盟則是新成立的聯盟。

9.領域重點：這些製造業創新中心除了涉及智慧製造/數位製造相關技術（如數位製造和設計技術創新研究所、先進機器人製造創新研究所、先進製程強化創新研究所）外，還有一些創新中心著重於材料領域（如明日輕量化創新研究所、先進複合材料製造創新研究所、革命性纖維和紡織品創新製造研究所、積層製造的 America Makes）、能源領域（如智慧製造的清潔能源製造創新研究所、減少能源消耗與排放創新中心）、先進電子/半導體領域（如電力美國、整合光子製造業創新研究所、彈性混合型電子製造創新研究所）、生技製藥領域（如

先進生物組織製備製造創新研究所、國家生物製藥創新中心）的創新。

## 二、川普總統時期

川普於 2017 年 1 月就任美國總統以來，「重振製造業」的訴求也成為其執政的重要議題（Top issues）。2017 年 1 月川普總統宣布「製造業就業倡議」（Manufacturing Jobs Initiative），希望增加製造業就業，並提出：（1）就業與成長回流（bringing back jobs and growth）議題，說明美國自 2008 年以來，製造業損失就業 30 萬人。川普總統強調在未來 10 年內，美國要創造 25 萬新的工作職位與經濟成長重新回到 4.0%；（2）不平等的貿易政策造成「藍領城市」（blue-collar towns）的工廠關閉與就業流失，希望可經由議定新的貿易協議，增加就業、提升工資、支持重振美國的製造業。川普總統認為企業將工廠設置於墨西哥及中國大陸等地，是造成美國製造業外流，失業率提高的元兇。並為此提出降低稅賦、減少法規管制、推動基礎建設等獎勵工具，希望吸引製造業回到美國，達成「購買美國貨，雇用美國人」的目標，而汽車及資通訊電子業者均為川普點名之產業。

基於上述，以及觀察美中貿易摩擦的作法，川普政府為促進製造業回流美國，透過稅制改革採取「胡蘿蔔與棍棒」策略，一方面實施減稅政策以降低留在美國生產的企業負擔；另一方面對於以美國為目標市場但在海外生產的企業課以高額關稅或邊境稅。藉由對進口商品課稅、出口商品免稅的「邊境調整」制度，吸引美國所需要的供應鏈移回美國，以境內供應鏈製造零組件，帶動就業與工資成長。在此策略下，福特（Ford）、飛雅特克萊斯勒（Fiat Chrysler）等汽車業者擱置海外投資計畫，回流美國設廠；豐田（Toyota）與本田（Honda）等日系車廠也宣示將加

強對美國投資，擴大在美國生產能量，帶動製造業回流美國的力道（孫明德、陳世憲，2017 年）[50]。

此外，承襲歐巴馬政府於 2012 年公告的《先進製造業國家戰略計畫》，川普政府於 2018 年 10 月發布《先進製造業領導力戰略》（Strategy for American Leadership in Advanced Manufacturing）報告[51]，為後續 4 年發展先進製造的計畫和活動提供更明確的指引方向。

首先，《先進製造業領導力戰略》肯定美國在 20 世紀領先的製造業發展，為美國取得主導全球經濟的地位發揮重要關鍵；然而，21 世紀美國製造業的就業數自 1990 年代開始減少、2008 年全球經濟危機期間進一步出現下降，2006 年～2010 年製造業就業人數由 1,420 萬減少至 1,130 萬、降幅達 20%。而自川普總統於 2017 年就職以來，已創造近 35 萬個製造業工作機會。此外，製造業薪資最高的部門之一，並廣泛影響其它行業的就業機會，其中「先進製造業」的就業加乘效果明顯，每個技術密集型製造就業機會至少支援四個其他業別的就業。

其次，《先進製造業領導力戰略》說明影響美國先進製造業創新和競爭力的因素。例如：（1）製造業不應與研發、產品設計、軟體開發和系統整合等價值鏈的其餘部分分離，而應彼此共同發展；（2）新市場受到智慧和數位製造系統、工業機器人、人工智慧、積層製造、高性能材料、半導體等各種先進製造技術的推動，有助於提高生產力與促成跨產業的競爭力。美國政府應提供資源協助美國製造商進入海外市場；（3）「公平貿易」和「互惠貿易」可促進經濟發展和製造業擴張，特別是以先進製造技術開發的新產品可衍生新的出口機會。

---

[50] 資料來源：孫明德、陳世憲（2017），台灣製造業全球布局現況與趨勢，產業雜誌，第 564 期，2017 年 3 月

[51] 資料來源：Strategy for American Leadership in Advanced Manufacturing，網址：https://www.whitehouse.gov/wp-content/uploads/2018/10/Advanced-Manufacturing-Strategic-Plan-2018.pdf

最後，《先進製造業領導力戰略》具體提出「新型製造技術的開發與轉移」、「製造業勞動力的教育與培訓」、「提升美國國內製造業供應鏈能力」三大策略，作為川普政府執政期間，確保美國在全球先進製造領先地位、維護國家安全和經濟繁榮可依循的頂層方向（詳見表 4-2-1）。

**表 4-2-1　美國《先進製造業領導力戰略》的策略目標**

| 策略 | 目標 | 優先執行事項 |
|---|---|---|
| 策略 1：新型製造技術的開發與轉移 | 智慧製造系統 | ◆ 智慧與數位製造<br>◆ 先進工業機器人<br>◆ 人工智慧基礎建設<br>◆ 製造業網路安全 |
| | 材料和加工技術 | ◆ 高性能材料<br>◆ 積層製造<br>◆ 關鍵材料 |
| | 電子設計和製造 | ◆ 半導體設計工具與製造<br>◆ 新材料與結構 |
| | 醫療產品 | ◆ 低成本、分散式藥物製造<br>◆ 連續製造<br>◆ 組織與器官的生物製造 |
| | 食品和農產品製造 | ◆ 食品加工、測試、溯源性<br>◆ 糧食安全生產與供應鏈<br>◆ 改善基因食品的成本與功能 |
| 策略 2：製造業勞動力的教育與培訓 | 吸引與發展未來的製造業勞動力 | ◆ 以製造業為重點的 STEM 教育<br>◆ 製造工程教育<br>◆ 工業與學術界的夥伴關係 |
| | 更新與擴大職業與技術教育的途徑 | ◆ 強化職業與技術教育<br>◆ 培養技術熟練的工作人員 |
| | 促進學徒制與獲得產業認可的資格證照 | ◆ 推動製造業學徒計畫<br>◆ 建立資格認證登記制度 |
| | 強化熟練工人與產業的配適性 | ◆ 豐富勞動多樣性<br>◆ 勞動力評估 |
| 策略 3：提升美國國內製造業供應鏈能力 | 加強中小型製造商在先進製造領域的參與程度 | ◆ 供應鏈共同成長<br>◆ 網路安全<br>◆ 公私合作夥伴 |
| | 鼓勵形成製造業創新生態系統 | ◆ 製造業創新生態系統<br>◆ 新業態的形成與發展<br>◆ 研發成果轉化 |

| 策略 | 目標 | 優先執行事項 |
| --- | --- | --- |
| | 強化國防製造業 | ◆ 軍民兩用<br>◆ 購買「美國製造」<br>◆ 加強利用現有機構研發能量 |
| | 加強鄉村地區的先進製造業發展 | ◆ 促進鄉村繁榮的先進製造<br>◆ 放寬資本准入，提供投資與商業協助 |

資料來源：Strategy for American Leadership in Advanced Manufacturing，網址：https://www.whitehouse.gov/wp-content/uploads/2018/10/Advanced-Manufacturing-Strategic-Plan-2018.pdf；本研究整理。

其中在「策略 1：新型製造技術的開發與轉移」內，分別針對智慧製造系統、材料和加工技術、電子設計和製造、醫療產品、食品和農產品製造領域提出優先技術方向。其中與先進製造領域較相關的有：

1.智慧製造系統：訴求美國需在數位製造環境，加強產品、技術、物流、資訊的呈現、結構、傳輸、儲存、標準化及保護等的競爭力。技術優先方向包括以下 4 項：

(1)智慧與數位製造：由於目前智慧製造可靠性不足，需要加強改進複雜產品的設計和製造，使其能夠在更短時間內以更低的成本生產，達成由設計到零組件生產的無縫整合，以生產品質有保證的優質零組件；將大數據分析、感應與控制技術應用於規模化製造，促進製造業的數位化轉型；優先支援機器、製造系統的即時建模和模擬，以預測和改進產品性能及可靠性；對設計、生產和性能歷史資料的採掘，保留與擴散產品和技術隱含的專業知識。

(2)先進工業機器人：由於預期將得益於次世代機器人技術的主要產業包括航空航太、汽車、電子、生物技術和紡織品等，美國將促進新技術和標準的開發，以便在先進製造環境中，廣泛地採用機器人技術，並促進安全和有效的人機互動。

(3)人工智慧基礎設施：持續推動雲端運算、資料分析和計算建模，融合人工智慧等推動工業互聯網的關鍵技術；制定人

工智慧標準與最佳實踐；在保護智慧財產權的前提下，於產業內、跨產業推動製造業資料的一致性、可用性，同時確保資料安全性。

(4)製造業網路安全：一般預期隨智慧製造的推動，製造業反而更易受到惡意網路攻擊。製造系統及其控制系統往往是無法依據需求即時更新的作業系統，難以透過簡便的方式進行保護。將朝制定標準、工具和測試平臺，並普及在智慧製造系統中加強實施網路安全的指引。

2.材料和加工技術：由於從發現新材料到市場化可能需要 20 年或更長時間。美國希望經由快速、高效率、精確的技術取代現有技術，以增強材料性能、提升整個產業部門的成本效益和競爭力。技術優先方向：

(1)高性能材料：聚焦輕質及現代金屬、複合材料和其他先進材料的發現與開發，以提升國防、能源、運輸和其他行業效能。目前美國高科技企業使用昂貴的材料和加工技術，使其產品擁有最高階性能，而其他國家企業則是大量、低成本生產的領導者，在降低生產成本方面具有優勢。預期運用高性能計算預測材料的特性與行為變化；促進材料基因組和系統級計算方法用於材料設計、優化和實施，進而減少高性能材料識別、開發、驗證和規模化生產的設計階段與成本。

(2)積層製造：由於積層製造的產業應用取決於能否可靠地設定加工參數，以便在不同機臺、不同地點之間進行可靠與可重複的生產，因此將優先推動機臺、製作技術的標準化、材料品質可靠穩定。此外，將開發新方法衡量和量化材料與加工技術之間的相互作用，支援積層製造資料的呈現和評估，以確保零件品質和可重複性；建立計算技術用於積層製造的最佳實踐。

(3)關鍵材料：關鍵材料是供應能源、國防、先進製造所需中，最易遭受供應鏈風險的重要弱點。聚焦研發具經濟效益的加工和分離技術，降低生產成本，或研究可能的替代材料，以減少對關鍵材料的依賴，並運用新製造技術回收關鍵原料。

3.電子設計和製造：強調對所有產業和國家安全而言，掌握進步的半導體技術相當重要。技術優先方向包括：

(1)半導體設計工具與製造：美國本土目前缺少低成本先進半導體材料和技術的積體電路設計工具和製造代工廠，造成發展半導體和微電子產業創新的重大障礙。將優先投資以確保在國內開發和製造新微電子產品。並由原型設計階段開始，研究彈性、靈活的製造方法，推動新設備開發和新材料測試。

(2)新材料與架構：支援半導體和電子產品研究，擴大投資範圍至包括電路板製造技術。

「策略 2：製造業勞動力的教育與培訓」則宣示將加強對先進製造業、電腦科學、國防軍工先進科技、STEM（科學、技術、工程、數學）教育等領域的重視和投入，強調全民性和終身性，涵蓋基礎教育、職業教育和高等教育。而美國政府先進製造業實施 STEM 教育的願景有：（1）吸引與發展未來的製造業勞動力；（2）更新與擴大職業與技術教育的途徑；（3）促進學徒制與獲得產業認可的資格證照；（4）強化熟練工人與產業的配適度。

傳統上美國更投入資源於金融、商業等高階服務業，與德國重視職業教育、培養技術工人的教育取向不同。因此川普政府對「學徒制」的重視，代表美國在促進先進製造業發展時，開始推動根本性的轉變，屬於川普政府時期推動美國先進製造業發展的更新作法。

「策略 3：提升美國國內製造業供應鏈能力」強調不應再將製造業與產品開發的價值鏈分離，而是共同發展，並且在優先開發和轉化智慧製造系統、材料和加工技術、電子設計和製造、醫療產品、食品和農產品製造技術時，同時強調擴大就業及保證國內供應鏈安全，不再僅關注高利潤的產品設計及高階製造技術，也再度重視普通製造業在境內的發展。主要措施有：（1）提升中小型製造商在先進製造業中的地位；（2）加強農村社區的先進製造業，包括電子連接、提高生活品質、發展農村勞動力、利用技術創新等；（3）建立製造業創新生態系統，鼓勵構建公私合作夥伴關係、增加公共資金投入的管道、鼓勵私人資本促進研發時程較長的突破性技術發展，將成熟技術轉化為國防採購項目。

總之，川普政府提出的《先進製造業領導力戰略》隱約提出要採取貿易保護政策促進製造業發展。此外，美國政府應以投資研發、教育和勞動力發展，發揮促進先進製造業發展的關鍵，採用多種途徑達成先進製造業等新興技術的擴散：包括直接投資早期研發；建立有利於創新的政策與制度，如限制繁文縟節；降低在美國本土創建和部署新技術的門檻；建立保護智慧財產權並確保美國公司在國際市場上可獲得公平競爭的貿易政策；設立一流的實驗室和研究設施；政府以公私夥伴關係促成新增投資；強調各方協調與勞動力的發展、培力；強化研究和商業化之間的創新鏈結。

繼《先進製造業領導力戰略》後，2018 年 3 月，美國白宮科技政策辦公室公布名為《川普政府第一年科學和技術亮點》（Science and Technology Highlights in the First Year of the Trump Administration）的報告，闡述川普總統自 2017 年 1 月就職以來，有關科學技術領域政策及工作的推展情況，列舉人工智慧、生物醫學、網路安全和政府資通訊服務、數位經濟、能源、

國土防禦和國家安全、鴉片類藥物危機、科學發現、太空探索、STEM 教育等 11 項主題。

2019 年 2 月，接續公布《川普政府第二年科學和技術亮點》（Science and Technology Highlights in the Second Year of the Trump Administration）報告，整理 2018 年川普政府在科技政策領域的重大措施，內容涵蓋 5G、先進製造、量子資訊科學、STEM 教育等議題。在先進製造方面，川普總統表示將「經由明確的經濟和貿易政策，以及前瞻研發促成進步；美國產業界再度欣欣向榮，今日美國製造商能夠比以往任何時候都更加充滿信心地在國內投資建廠、聘用工人」。而川普政府宣稱美國推動先進製造業的亮點表現在：

1.與 2018 年的《先進製造業領導力戰略》相呼應，《川普政府第二年科學和技術亮點》再度強調先進製造業的發展重點是捍衛美國經濟、提高製造業就業率、建立穩固的製造業和國防產業基礎、確保可靠的供應鏈。

2.透過「國家製造業創新網絡」（Manufacturing USA）提高勞動者的製造技能。網絡的多方參與者以實際行動、創新作為解決在製造技術和全球競爭所面臨的迫切問題。包括為退伍軍人提供培訓、實驗室開發成果轉化推向市場；2018 年，國家製造業創新網絡的機構與 1,300 多家會員組織互動、資助 270 多項研究計畫、吸引的私部門投資超過 20 億美元並搭配 10 億美元的聯邦政府資金、培養 20 多萬人獲得高薪職位所需要的先進制造技能。

3.推廣與實現積層製造的潛能。能源部設於橡樹嶺國家實驗室（Oak Ridge National Laboratory）接待 2.5 萬人次與積層製造研發相關的訪問者；簽訂 130 多份合作研發協議；與業界共同開發積層製造系統，並於橡樹嶺國家實驗室配置 35 套系統供使用，投資總額超過 1,200 萬美元，另外還將投入 700 萬美

元購置新系統；2018 年 6 月，國家標準與技術研究院(NIST)舉辦「2018 年積層製造技術研討會」，吸引 175 人參加。會中探討如何檢驗並改進積層製造相關的控制和監測技術與模型。

《川普政府第二年科學和技術亮點》最後強調美國聯邦政府的科學家和政策制定者將持續與產業界、學術界夥伴合作，引導科學技術進步，並為國家科技發展方向提供政策依據，以解決全球最急迫的挑戰、為美國人民謀福利。此外，美國白宮科技政策辦公室主任兼川普科技顧問 Kelvin Droegemeier 於 2019 年 9 月表示[52]，由美國聯邦政府、學術界、產業界和非營利組織共同構成的「創新生態系統」應在未來扮演更重要角色，透過相互交流提高科研成果轉化為市場產品的能力。此外，減少科研人員的行政負擔、降低監理障礙也將是白宮科技政策辦公室的下一步工作重點。

觀察川普政府重振美國製造業的相關政策，「鼓勵製造業回流」及「先進製造計畫」是聚焦重點。主要是藉由減稅、推動基礎建設、減少法規管制等方式，鼓勵製造業回到美國。事實上，川普總統早在競選期間，即承諾保障美國人的工作機會，並與多家企業會談，促使企業停止海外設廠計畫、增加在美投資，但當時對於是否繼續執行歐巴馬政府的先進製造計畫，並未多做說明。

惟部份美國智庫仍建議川普政府應持續推動先進製造業之發展，以提升美國製造業的競爭力。例如，2016 年 11 月美國智庫信息技術和創新基金會（The Information Technology and Innovation Foundation, ITIF）的報告指出，智慧製造有助於加快產品設計和製造效率，也使產品能夠客製化、自動化生產，降低

[52] 資料來源：Alexandra Witze (2019)，Trump’s top scientist outlines plan to reduce foreign influence on US research，網址：https://www.nature.com/articles/d41586-019-02787-y

低工資國家的競爭優勢，幫助高工資國家獲得全球市場份額，因此建議川普政府應繼續執行歐巴馬政府的先進製造計畫。

由於先進製造的推動攸關美國未來的競爭力，美國智庫及企業持續建言發展先進製造之重要性。因此，不排除正是因為前述的諸多建言，促使川普政府延續先前的政策，支持先進製造領域的發展。一般認為美國以創新的科技實力與頁岩氣能源優勢為後盾，可望再度成為全球經濟重要高成長市場，但美國製造業比較利益的提升，未來卻可能對臺灣的出口與投資狀況帶來變化。

總之，川普政府的製造業回流政策目標在瞄準就業的同時，與歐巴馬政府的主要差別在凸顯貿易（尤其是貿易逆差）對美國製造業所造成的負面影響。綜合歸結歐巴馬與川普兩任美國總統的再工業化政策訴求主要包括：（1）增加製造業就業；（2）刺激製造業投資；（3）加強研發投入以提升與強化美國先進製造業的領先地位；（4）藉由減少貿易逆差，提高製造業的全球競爭。以上四項政策訴求即構成美國製造業回流的政策基礎。

特別是若對照川普政府與中國大陸、墨西哥、加拿大、歐盟等國進行貿易談判的方式，也不難發現川普政府對內持續頒布政策吸引美國製造業回流，對外則重新簽署更有利於美國的雙邊、多邊貿易協議，並遏制競爭對手的發展。一連串的政策試圖重塑以往由美國主導經營的國際生產秩序。推動製造業回流政策是美國政府重構國際經濟影響力的一環，並且與美國的貿易政策相互搭配。相關作法呼應目前以物聯網、雲端運算、大數據、人工智慧、積層製造等為代表的生產與通用技術創新，並吻合全球的數位元化、網路化、智慧化製造的主要趨勢。

# 第三節　德國、英國與日本之先進製造或工業 4.0

## 一、德國：工業 4.0 政策的演進與重要政策

### 工業4.0政策的演進

德國工業 4.0 政策的推動約可概分為三個階段：準備階段、推廣落實階段、和社會應用階段，主要內容說明如下：

（一）工業 4.0 政策之準備階段

工業 4.0 政策最早源自於德國政府的高科技策略，如 2006 年第一版《德國高科技策略》，2010 年《德國高科技策略 2020》等；並於 2011 年漢諾威工業展正式提出工業 4.0 概念；接著，2013 年提出《德國工業 4.0 未來專案實施建議》，此時對於工業 4.0 的具體布局已初步成型（請參見表 4-3-1）。

**表 4-3-1　德國工業 4.0 之準備階段政策**

| | 政府策略/計畫 | 內容 | 支持單位 | 時間 |
|---|---|---|---|---|
| 準備階段 | 2006 年第一期高科技策略計(Hightech Strategie；簡稱 HTS) | 德國作為全球生產中心，需確保在研究和創新方面處於領先地位；並公告協調創新政策 | 教育暨研究部(BMBF) | 2006 |
| | 2010 年第二期高科技策略計畫-德國高科技策略 2020 (Die Hightech -Strategie fur Deutschland 2020；簡稱 HTS 2020) | 德國企圖成為醫療、安全、運輸、通訊、健康/營養及氣候/能源領域的科技領導者，並持續修正前階段的 HTS 行動計畫 | 教育暨研究部(BMBF) | 2010 |
| | Deutschland Digital 2015 | 第一個針對德國數位化未來的整體策略，其中數項計畫都成為支持工業 4.0 的重要骨幹，如 Autonomik furIndustrie4.0 | 經濟暨能源部(BMWi) | 2010 |
| | 德國工業 4.0 未來專案實施建議 | 2011 年漢諾威工業展正式提出工業 4.0 概念，由德國產業界和研究單位共同組成的工業 4.0 工作小組，向德國政府提出工業 4.0 實施建議 | 德國國家科學與工程院(acatech)和德國經濟科學研究聯盟共同發部 | 2013 |
| | 工業 4.0 自動化計畫(Autonomik | 實現自我控制系統、M2M 研究，以中小企業為主 | 經濟暨能源部(BMWi) | 2010~2013 |

| | 政府策略/計畫 | 內容 | 支持單位 | 時間 |
|---|---|---|---|---|
| | furIndustrie4.0) | | | ，並有第二期計畫 |
| | 德國新高科技策略(New High-Tech Strategy - Innovation for Germany) | 聚焦開發具體技術領域的市場潛力，在該計畫中，德國政府的視野開始轉向對未來問題解決方案的社會需求上，目標在於使創新想法能迅速轉化為創新產品或服務，強化德國作為創新領先國家以及經濟和出口大國的地位 | 教育暨研究部(BMBF) | 2014 |

資料來源：本研究繪製；參考自 ernando Santiago UNIDO (2018), What can policymakers learn from Germany's industrie 4.0 development strategy? United Nations Industrial development organization。

（二）德國工業 4.0 政策之推廣落實階段

為了加強推廣應用工業4.0,此階段德國推出多元化的政策，如 2012 年 Action Plan HTS 2020(內容重點在於規劃技術路線圖、對海外廣宣、成立工業 4.0 競爭力中心、建立示範工廠等）；如 2013 年成立德國工業 4.0 第一版的工業 4.0 平臺（目的是針對工業 4.0 的技術、標準、商業模式等跨產業的交流）；如 It's OWL（重點是推廣工業 4.0 和智慧工廠概念至中小企業）；如 2014 年有 New High-Tech Strategy - Innovation for Germany（目標是將科技解決方案應用於滿足未來的社會需求）；詳見表 4-3-2。

**表 4-3-2　德國工業 4.0 之推廣落實階段政策**

| | 政府策略/計畫 | 內容 | 支持單位 | 時間 |
|---|---|---|---|---|
| 推廣階段 | Action Plan HTS 2020 | ◆進入推廣階段:對象包含跨國企業和中小企業，重視技術政策，尤其是智慧製造與生產、人機介面、3D、物聯網應用<br>• 重要活動：技術路線圖，推動相關研究計畫、向海外宣傳工業 4.0、建立工業 4.0 競爭力中心、建立示範工廠、成立工業 4.0 社群網絡 | 教育暨研究部(BMBF) | 2012 |
| | It's OWL | ◆以中小企業為主,推廣智能工廠上線運作，採 Plug & Produce 概念 | 教育暨研究部(BMBF) | 2012~2016 |

| | 政府策略/計畫 | 內容 | 支持單位 | 時間 |
|---|---|---|---|---|
| | 明日生產製造技術研究(Forschung fur produktion von morgen) | ◆製造技術設備，企業間彼此合作的協力體系，市場導向的生產計畫(涵蓋大企業與中小企業) | 教育暨研究部(BMBF) | 2013~2016 |
| | 成立工業 4.0 平臺 (Plattform Industrie 4.0)，與秘書處 | ◆對工業 4.0 的技術、標準、商業模式等進行產業交流 | 由民間部門主導(VDMA/BITKOM/ZVEI) | 2013 |
| | 智能服務世界計畫(Smart Service Welt) | ◆幫助中小企業處理智慧服務方面的問題。鼓勵中小企業發展基於互聯網的服務行業 | 經濟暨能源部(BMWi) | 2014 年 10 月提出 |
| | 德國新高科技策略 (New High-Tech Strategy - Innovation for Germany) | ◆聚焦開發具體技術領域的市場潛力，在該計畫中，德國政府的視野開始轉向對未來問題解決方案的社會需求上，目標在於使創新想法能迅速轉化為創新產品或服務，強化德國作為創新領先國家以及經濟和出口大國的地位 | 教育暨研究部(BMBF) | 2014 |

資料來源：本研究繪製；參考自 ernando Santiago UNIDO (2018), What can policymakers learn from Germany's industrie 4.0 development strategy?United Nations Industrial development organization。

### （三）德國工業 4.0 政策之社會應用階段

社會應用階段的政策，包括強調擴大數位科技的接觸管道與融入社會程度的《Digitale Agenda 2014-2017》。此外，為因應數位化時代的新工作環境與模式，德國政府提出「工作 4.0 白皮書」規劃修訂勞動法規，更改勞動條件；進階版的工業 4.0 平臺《Platform Industrie 4.0》更積極促進國內外交流合作；細節內容請參見表 4-3-3。

工業 4.0 政策是一個非線性或動態變化的產業政策，同時也是一個實驗型創新政策，需要大規模實驗來進行學習與落實未來製造願景。面對工業 4.0 這樣一個新型態政策需求，德國政府採取 Top-Down 產業政策，後續交由各部會確定個別優先工作事項，部會分工內容請參見表 4-3-4。其中，德國聯邦教育暨研究部

（BMBF）提供長期策略規劃和研擬行動計畫；德國聯邦經濟暨能源部（BMWi）則負責產業輔導與推動等任務。

本研究盤點德國經濟暨能源部推動工業 4.0 的政策，借鏡德國政策推動之作法。相關政策包括：2015 年《Autonomik fur Industrie 4.0》計畫、延續性策略《Platform Industrie 4.0》、及 2019 年國家工業策略 2030。

**表 4-3-3　德國工業 4.0 之社會應用政策**

| | 政府策略/計畫 | 內容 | 支持單位 | 時間 |
|---|---|---|---|---|
| 邁向多元與包容社會階段 | Digitale Agenda 2014-2017 | ◆目標：利用數位科技提高經濟成長與就業；擴大數位科技的接觸管道與融入社會程度，提高國家競爭力<br>◆優先落實產業：德國主導性高的產業，如智慧工廠、機械工程、電氣和醫療工程(重點：智慧製造/物流)<br>◆中小企業：重視創新能力、優化業務流程、採用數位技術、促進創業 | 經濟暨能源(BMWi)、內政(BMI)、交通和數位基礎設施部(BMVI) | 2014 |
| | 德國工作 4.0 白皮書 (White Paper-Work4.0) | ◆邀請企業、專業技術人員、相關行業代表、工會代表、專家學者及德國公民共同參與討論，且於 2016 年底彙集各方對話與討論結果，出版白皮書 | 勞動及社會事務部(BMWA) | 2015 |
| | 延續性策(Platform Industrie 4.0) | ◆持續推廣工業 4.0 應用案例：包含應用案例、生產製造案例、價值創造、發展示範階段<br>◆Platform Industrie 4.0 目前已經啟動 Transfer Network Industrie 4.0 計畫，為德國中型企業提供廣泛性支持 | 經濟暨能源部(BMWi) | 持續中 |
| | 國家工業策略 2030(National Industrial strategy 2030) | ◆提出產業政策干預的可能性，認同產業政策與市場經濟互相結合，可產生混合型競爭優勢。文件建議，必要時，德國政府可在具重要性的企業中持股，有針對性地扶持重點工業領域，提高工業產值 | 經濟暨能源部(BMWi) | 2019 |

資料來源：本研究繪製；參考自 ernando Santiago UNIDO (2018), What can policymakers learn from Germany's industrie 4.0 development strategy? United Nations Industrial development organization。

**表 4-3-4　德國聯邦政府部會就工業 4.0 的分工**

| 部會名稱 | 責任分工 |
|---|---|
| 經濟暨能源部(BMWi) | 建立產業支持、產業聯盟和工業 4.0 平臺(Platform Industrie 4.0) |
| 教育暨研究部(BMBF) | 高科技策略(HTS)與行動計畫、提供相關研究計畫支持 |
| 勞動及社會事務(BMWA) | 德國工作 4.0 白皮書、勞動力升級、就業輔導、就業資格訓練 |
| 內政部(BMI) | 資料安全 |
| 交通和數位基礎設施部(BMWi) | 基礎建設、寬頻與無線網路通訊 |
| 司法及消費者保護部(BMJV) | 消費者保護、資料安全 |

資料來源：本研究繪製。

## 重要政策

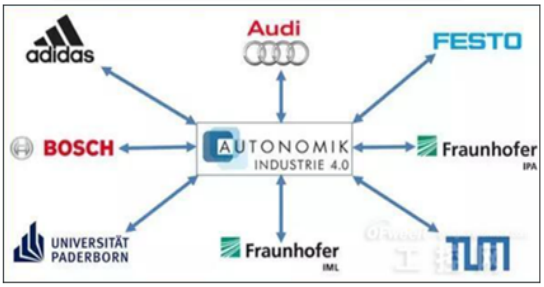
■ 2015 年 Autonomik fur Industrie 4.0 計畫

Autonomik fur Industrie 4.0 計畫是德國工業 4.0 計畫一開始就重點力推的大型計畫，主要以德國標竿廠商作為領導者，如 Bosch 集團、奧迪汽車、愛迪達，和慕尼黑工業科技大學，建立具有指標性的示範工廠個案，產業領域包含生產、物流、機器人等，具體研究項目有工廠架構設計、物流自動化、產品研發等。計畫執行期間從 2014~2017 年，共計四年，主責單位為德國聯邦經濟與能源部（BMWi），推動重點在於協助供應鏈上各階段間的 ICT 介面要能互相溝通與標準化，涵蓋 15 項重點子計畫，請參見圖 4-3-1。以 Speedfactory（高速工廠）為例，該計畫是愛迪達鞋廠（Adidas）落實工業 4.0 的重要示範計畫。Adidas 透過該計畫希望落實「製鞋流程全面自動化」，製鞋加工過程中不再有工人的參與。計畫的長期願景為希望未來能將製鞋業的產能由亞洲遷回德國，重振德國本土運動鞋、服裝產業。這個案例與全球價值鏈演變議題密切相關，我們將在第五章加以分析。

**Autonomik fur Industrie 4.0計畫**

- 計畫特色：以德國標竿廠商作為領導者，如BOSCH集團、奧迪汽車、愛迪達，和慕尼黑工業科技大學，建立具有指標性的工業4.0示範工廠個案
- 計畫執行期間：2014至2017年
- 主責單位：德國聯邦經濟與能源部

**參與計畫的標竿廠商與科研單位**




| Autonomik fur Industrie 4.0的15項重點子計畫 | |
|---|---|
| 1. InnoCyFer:基於仿生生產控制系統的客戶定製化生產 | 2. Smart Face:智慧工廠精益生產計畫 |
| 3. GEMINI:工業4.0的商業模式變革 | 4. InSA:共同工作環境下人機協作的防護安全方案 |
| 5. MANUSERV:工業機器人作業時的計畫和決策支持 | 6. Smartsite:道路施工中自主互聯的工程機械和設備 |
| 7. ReApp:促成靈活的機器人自動化方案 | 8. Speedfactory:高速工廠 |
| 9. FTF out of the box:帶手勢和語音辨識的無人駕駛運輸車輛 | 10. CultLab3D:高速3D掃描系統 |
| 11. Appsist:人機交互的實現 | 12. CoCos:資訊通訊基礎平台 |
| 13. Opak:即插即生產 | 14. InventAiry:實現快速精確的庫存盤點管理技術 |
| 15. motionEAP:以人為本的自主人機互動技術 | |

資料來源：中經院（2019）彙整。

**圖 4-3-1　德國 Autonomik fur Industrie 4.0 計畫介紹**

■ 延續性政策：Plattform Industrie 4.0 計畫

2013 年德國成立工業 4.0 平臺《Platform Industry 4.0》，主要目標是就工業 4.0 的技術、標準、商業模式等進行產業交流。由德國柏林 BITKOM 數位協會（Luncheon），VDMA 和 ZVEI 組成協會，募集共 6,000 多家成員公司，以專題計畫形式進行跨界合作。BITKOM 數位協會一直扮演著重要的橋樑角色，居中協調政府與廠商在工業 4.0 議題上的雙向溝通，與適時提醒提供技術人才和解決方案，相關內容請參見表 4-3-5。

目前《Platform Industry 4.0》計畫仍然在繼續進行中，2015 年，獲得政府資源擴大推動，營運重點逐漸轉為展示現有德國廠商的工業 4.0 能力，促成德廠與國外合作提供工業 4.0 設備和技術服務，展示現有導入網路基礎設施後的工作模式和優點。該《Platform Industry 4.0》近期也與國際先進製造平臺接軌，如美國的工業網際網路聯盟（Industrial Internet Consortium）、法國的未來工業聯盟（Alliance pour l'industrie du futur）、日本的機

械人革命行動協議會(Japan Robot Revolution Initiative Council)。中國大陸則是與德國共同執行聯合行動計畫。

**表 4-3-5　德國 BITKOM 數位協會在工業 4.0 平臺的角色**

| | |
|---|---|
| 協會定位 | 德國最大產業公協會，由 2,400 位企業會員組成，成員包含德國多數的全球性企業，其中包含 1,000 間的中小企業和 300 間新創公司。 |
| 營運方式 | 以數位轉型為主軸，針對智慧製造、健康照護、數位金融、新媒體等應用領域，協助企業會員探索開發創新解決方案，以利企業轉型，強化競爭力。 |
| 工業 4.0 平臺角色 | 扮演政府與廠商間的橋樑平臺，參與德國推動制定工業 4.0 全球化標準的組織與相關會議、提供技術軟體與專家資源、協尋產業轉型解決方案。 |

資料來源：中經院（2019）團隊。

《Platform Industry 4.0》的主要功能是積極推動德國製造業數位轉型，以及扮演德國之工業 4.0 國際交流活動之樞紐。目前該計畫平臺的主要參與者，已從原本的以公協會為主，擴大加入了聯邦政府（經濟與能源部、教育與研究部）、企業（Deutsche Telekom、Robert Bosch、IG Metall、SAP、Simens、Festo）、研究單位（Fraunhofer）學術界、產業協會、工會等 159 個組織，共 300 多名利益相關單位。平臺的營運任務主要由六個工作小組負責，內容包含：1.參考架構、標準和規範；2.研究和創新；3.網路系統安全；4.法律框架；5.工作、教育和培訓；6.數位商業模式（請參見表 4-3-6）。

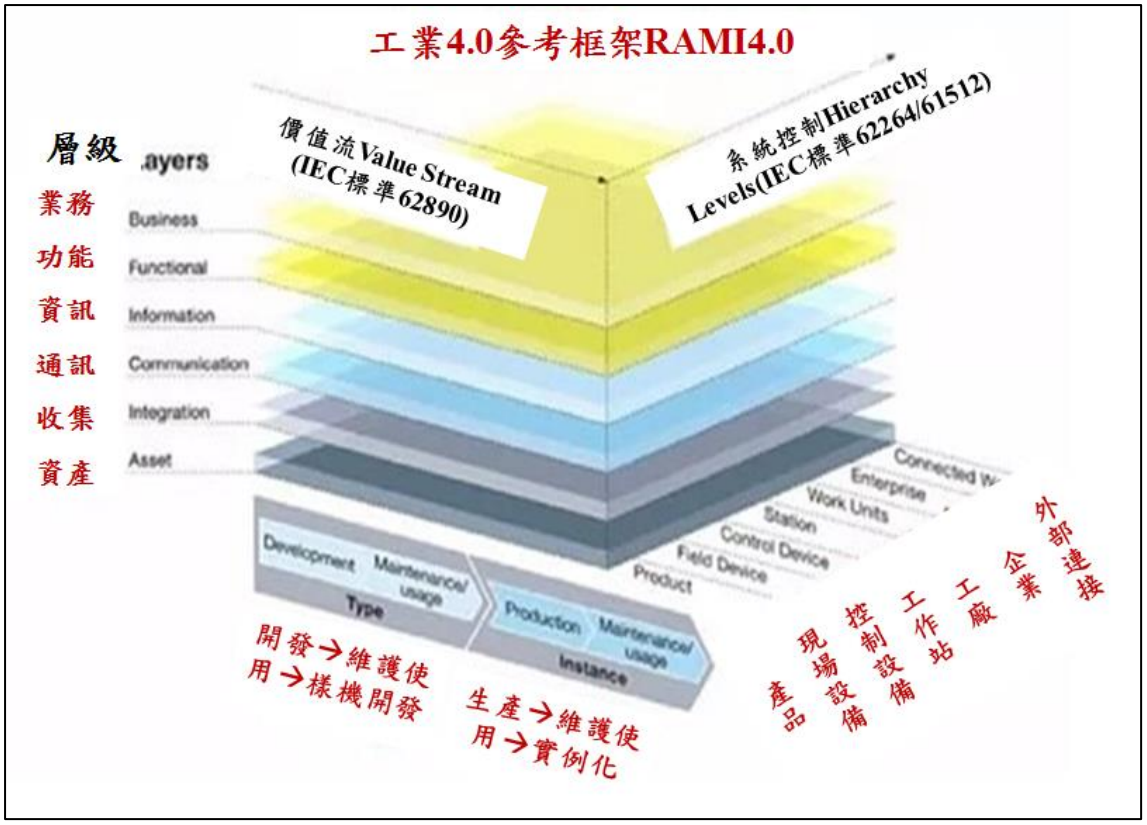
**表 4-3-6　Platform Industry 4.0 的平臺功能和工作小組**

| 工作小組名稱 | 工作內容 |
|---|---|
| 1.參考架構，標準和規範 | 開發 RAMI4.0 模型，說明工業 4.0 元件之間相互作用的基礎規範。 |
| 2.研究和創新 | 建立研究議題，在議提中，資助對產業具有研究價值的計畫，進而解決問題。 |
| 3.網路系統安全 | 提供 IT 安全指南(Guideline on IT security)，特別協助中小企業，以安全方式落實導入數位化製造流程。 |
| 4.法律框架 | 協助立法者調整立法框架的需求。 |
| 5.工作、教育和培訓 | 討論工業 4.0 時代所需要的新技能、培訓和教育問題。 |
| 6.數位商業模式 | 分析具有潛力的數位商業模式、及其基本機制。 |

資料來源：中經院（2019）彙整自
https://www.plattform-i40.de/PI40/Navigation/EN/Home/home.html.

建立工業 4.0 標準( Standardisation )是《Platform Industry 4.0》平臺的優先工作。德國工業 4.0 平臺建立的標準，名稱為「工業 4.0 參考架構模型」( Industrie 4.0 Reference Architecture Model，RAMI 4.0 ),主要以三維模型展示工業 4.0 涉及的所有關鍵要素，定義工業 4.0 中所有生命周期、價值流和分層結構，描述不同功能邏輯分組及介面標準。RAMI 4.0 的三維模型與功能說明如下，請見圖 4-3-2：

1. 第一個維度（垂直軸）：功能模型層級維度，主要基於智慧電網架構模型（the Smart Grid Architecture Model, SGAM），建構 6 個功能層，包括商業/業務（強調商業模式、業務銜接、功能層組織和法律監管等）、功能（橫向平臺，建構數據分析環境和制定規格）、資訊（數據處理分析與決策）、通訊（通訊網路和通訊協議）、收集（如各類設備的人機介面）、資產（實體元素，如機器設備、零組件、原物料、文件和人等）。各層實現相對獨立的功能，並互相提供服務。
2. 第二個維度（左側水平軸）：描述全生命周期及其相關價值鏈，此一維度的參考標準是 IEC62890《工業過程測量控制和自動化系統和產品生命周期管理》。在此的過程是指生產過程，完整的生命周期從規劃、設計、模擬、製造，直至銷售和服務。
3. 第三個維度：此一維度是企業層次結構維度，如在 IEC62264 上進行擴展，描述工業 4.0 不同生產環境下的功能分類。該維度在於說明工業 4.0 不僅關注生產產品的工廠和機器，還關注產品本身及工廠外部的跨企業協同關係。

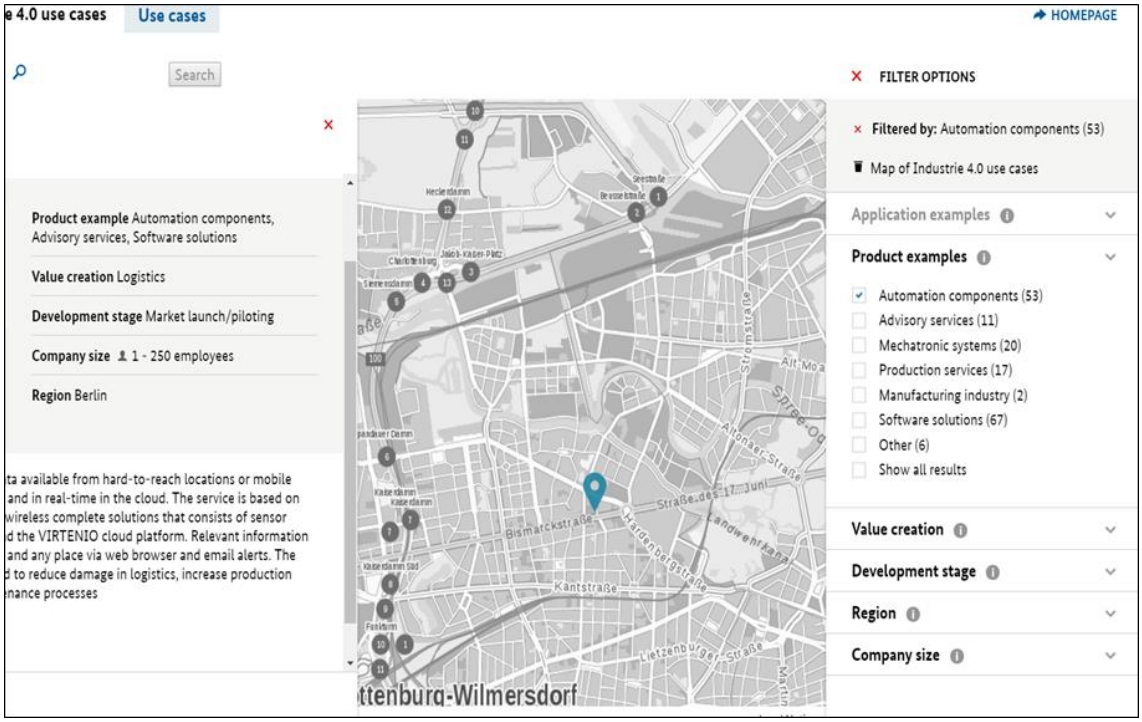



資料來源：中經院（2019）彙整自
https://www.plattform-i40.de/PI40/Navigation/EN/Home/home.html.

**圖 4-3-2　德國工業 4.0 標準-RAMI 4.0**

為服務輔導德國中小企業轉型為數位製造，《Platform Industry 4.0》平臺提供「工業 4.0 線上地圖」與「工業 4.0 指南針」的服務。

「工業 4.0 線上地圖」在網站上提供約 250 個工業 4.0 應用範例，協助中小企業找出可借鏡的應用解決方案。一開始案例多數以德文撰寫，但為提供國際對於工業 4.0 有需求的單位了解德國推動案例，「工業 4.0 線上地圖」也積極提供英文撰寫之案例，目前已達 140 多案例，實例請參見圖 4-3-3。此外，地圖還會標示可供外界參觀的展示地，可提供的專業諮詢服務，有興趣的中小企業可依圖索驥，到現場觀察學習，詢問可導入之諮詢服務。地圖案例還加以分類和標示，區分：應用類型、產品類型、價值創造、發展階段、地區和公司規模等。




資料來源：中經院（2019）彙整自
https://www.plattform-i40.de/PI40/Navigation/EN/Home/home.html.

**圖 4-3-3　工業 4.0 線上地圖 Online Map 之產品應用案例**

「工業 4.0 指南針（Industrie 4.0 Compass）」目前僅以德語方式提供，主要服務德國產業與廠商，該指南針列出德國工業 4.0 所能提供的 50 多種非商業支援服務，以技術服務為主，如廠商如何階段式導入 Industrie 4.0 解決方案；如政府提供給中小企業參與測試驗證的資訊，或參加試點計畫的機會等。

《Platform Industry 4.0》計畫還針對中小企業量身打造「Labs Network Industrie 4.0」計畫，且成立協會「Labs Network Industrie 4.0 e.V.」。該計畫主要目的在於找到合適的專業資訊服務單位，並可在進行重大投資前測試其工業 4.0 解決方案。另外，還會依據中小企業成熟度提供支持，安排可參訪的測試地點（Test-Bed），請參見圖 4-3-4。

此外，該計畫還舉辦工業 4.0 的相關活動與組織交流網絡，建構德國工業 4.0 生態系名單。主題系列活動名稱為 Industrie 4.0@Mittelstand（僅限德語），交流議題類型以 IT 安全，工業 4.0 的法律影響，標準化流程，創新與知識轉移等為主。對於廠

商而言，參加活動可提高自身公司在工業 4.0 的知名度，在平臺活動後個別公司可直接洽詢所需之工業 4.0 專業服務。

資料來源：中經院( 2019 )彙整自 https://www.plattform-i40.de/PI40/Navigation/EN/Home/home.html

**圖 4-3-4　德國 Labs Network Industrie 4.0 計畫**

另外，Platform Industrie 4.0 促進國際單位與德國工業 4.0 進行交流合作。該平臺實際上已成為各國參與德國工業 4.0 的重要窗口，成為簽署正式協議的代表機構。其相關國際交流活動，請參見圖 4-3-5，交流國家包括：美國、中國大陸、法國、日本、義大利、荷蘭、奧地利、瑞士、捷克等國。最常見的合作方式是「雙邊合作」，合作內容如討論國際工業 4.0 標準、示範項目、測試驗證與其平臺、人才培育、工作職能再發展、中小企業交流合作、科研計畫對接合作等項目。

資料來源：中經院繪製（2019）。

**圖 4-3-5　德國 Plattform Industrie 4.0 計畫之國際交流成果**

■ 2019 年之「2030 年國家工業策略」

2019 年 2 月經濟暨能源部長 Altmaier 發表「2030 年國家工業策略」，可視為策略草案。該策略中提及，雖然德國在機械設備工程、汽車、化學、鋼鐵、銅、鋁工業及綠色科技等工業蓬勃發展，具有競爭優勢，但面對中國大陸和美國從關稅戰轉至科技戰，在數位科技、電子科技及人工智慧等產業激烈競爭。德國擔心在急速創新中，失去主導權與優勢，因此積極思索如何才能在激烈的產業競爭中立於不敗。

德國面對的危機案例與中國大陸在德國的投資併購密切相關。如南德的機器人與工廠自動化製造商庫卡（Kuka），在 2018 年底中方正式進入管理階層，德國因此失去相關先進科技的相對主導權。另一個案例牽涉占德國總供電量三成的東德輸電營運商，名稱為高壓電網集團 50 赫茲（50 Hertz）。2018 年初，中國大陸國家電網公司(SGCC)原本欲入股，後來德國官股銀行(KfW)注資增購股權，擋下中資。

此草案主要提出三項論點：第一、嚴格控制國外資金：未來外資入股門檻將轉為嚴格，尤其是關鍵基礎建設行業的併購案，如能源、健康、食品、金融、通訊，外資入股門檻由 2018 年的 25%修訂至更嚴格的 10%，以確保德國公司的控制權；第二、建議成立公共股權基金：在特殊情況下，建議部分企業國有化以防止外國收購；第三、國家企業化：（1）協助德國企業壯大，應簡化合併收購流程，如 2019 年初對德意志銀行（Deutsche Bank）與德國商業銀行（Commerzbank）為合併進行探索性談判，當時政府持中立支持態度；（2）扶植德國重點企業，加強其國際競爭力，如西門子、ThyssenKrupp AG、德意志銀行，以及德國汽車產業。

我們觀察到上述論述實則選擇了一種國家干預策略，以避免國家經濟陷入不利的困境之中。故草案宣布後，在德國引起多元的討論，相關討論議題包含[53]：該案的新計畫干預過多，偏重保護德國大企業，甚至會影響企業投資行為；支持大型企業併購作法也被認為可能減少企業的創新能力；認為政策更應提供德國所有企業更好的創新環境和條件等。

在 2019 年 11 月底，德國再次發表「國家工業策略 2030」（National Industry Strategy 2030）確認版，目標定調為確保德國工業的未來繁榮和就業（safeguarding prosperity and jobs in the future）[54]，主要策略有三，摘要說明如下；

第一、改善德國作為工業基地的架構條件：

（一）稅負相關減免：（1）為減輕企業再投資和轉投資負擔，將減輕企業稅負，目標至少減至 25%；（2）逐步降低貿易

[53] 資料來源：廖振堯編譯（2019 年），「德國工業 2030」戰略曝光 商界卻一片撻伐，搜尋自自由時報 https://ec.ltn.com.tw/article/breakingnews/2690740

[54] 資料來源：BMWi (2019), Industriestrategie 2030-Leitlinien für eine deutsche und europäische Industriepolitik, https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Industrie/industriestrategie-2030.html

稅，改善折舊條件（包括數位創新商品，折舊限額從 800 歐元提高到 1,000 歐元等）；（3）改善對全球公司的稅收條件，提升德國對該類企業的吸引力等。

（二）勞動條件彈性化與調整：（1）降低最低工資責任限制的風險；（2）在 2020 年的《臨時就業法》（des Arbeitnehmerüberlassungsgesetzes）替未來工作的特殊性與彈性保留空間和法律確定性；（3）因應數位經濟與產業結構改變，制定更加靈活的勞動法規，如《工作時間法》（das Arbeitszeitgesetz）調整為每周總工時不變，不強制每天工作八小時，使得工作天能更有彈性分配。

（三）提供可負擔且現代化的基礎設施：（1）保持電力成本的競爭力，建置智慧電網，提供安全和負擔得起的能源，以維持德國工業的國際競爭力；（2）擴大現代化的基礎建設，如強化交通運輸（道路，鐵路，水路和空中交通領域）和數位基礎建設。

（四）提升官僚體制的運作效率，以協助企業與新創發展，如利用數位工具（無紙化證書/電子憑證）改善現有流程。

第二、加強創新技術研發和合宜調度私人資本：由於美國在創新技術的投資明顯高於歐洲地區，如人工智慧、奈米技術和創新材料等領域。故德國希望促使在地技術投資對資本投資和私人投資更具吸引力。策略做法如下：

（一）提出將創新想法進行商品化的計畫：相關計畫如中小企業之中央創新計畫（Zentralen Innovationsprogramm Mittelstand, ZIM)、工業社區研究計畫（Industriellen Gemeinschaftsforschung, IGF），提出商業模式創新和解決方案的非技術創新計畫（Innovationsprogramms für Geschäftsmodelle und Pionierlösungen, IGP），或鼓勵大型企業協助中小企業加入使用

全球規範標且提供資金補助計畫（如 BMW 提供中小企業 50,000 歐元）。

（二）加強機構投資者對風險投資的支持：目標對象如保險公司和基金會，或鼓勵德國復興信貸銀行（KFW）擴大融資領域，投資目標為具有大幅附加價值潛力的技術，如人工智慧和工業 4.0。

（三）重點技術目標為數據、工業 4.0、區塊鏈、未來移動、低碳工業、生物經濟、輕質材料等：（1）為歐洲製造建立具主權和信任基礎的數據基礎架構。（2）經濟暨能源部繼續推動目前運行成功的 Industry 4.0 平臺，以維持和擴大德國的領先地位。同時，發揮對全球工業 4.0 標準的影響力。（3）發揮區塊鏈對數位轉型的影響力與潛力。（4）促進未來移動的便利性，重點項目包含擴大移動服務數位化、純電動和混合動力的運輸工具、充電基礎設施和氫燃料電池技術，如德國經濟能源部為電池生產領域挹注超過 10 億歐元的資金，支持多項計畫。（5）支持低碳工業生產的新技術，如鋼鐵產業低碳生產，促使碳捕集與封存（CCS）和碳捕捉再利用（CCU）技術成熟。（6）重視生物經濟技術，如應用到燃料、清潔劑和化粧品等。（7）輕質結構與材料，如汽車領域的輕量化議題。

第三、在全球範圍內維護德國工業的技術主權：德國經濟政策的指導原則仍為社會市場經濟模式[55]，重視具有規則的貿易和比較利益/競爭條件的開放市場。這概念不僅適用於商品和服務貿易，還適用於資本的國際流動。承續上述理念，一般而言，當國外投資人有意願參與德國公司經營或併購時，德國政府多採取寬鬆態度。但如果第三國的商業行為可能危害公共安全，違反《對外貿易和支付法》（AWG）的範圍，德國將保有關鍵技術或敏

[55] 所謂社會市場經濟的基本模式為，在資本主義私有制基礎上自由競爭的市場經濟，與國家適度干預相結合的經濟。

感技術的自主決定權，技術主權須符合開放世界市場的原則，不以政府介入方式來確保技術主權的做法。舉例來說，如果第三國投資者擁有關鍵的基礎設施或國防技術，則需要經由聯邦政府進行測試驗證。但有別於策略草案階段，確認版說明阻止來自非歐盟國家和地區的企業收購/併購德國企業的行為，將是最後作法和備用策略。

在技術主權的另外一個重要議題為網路安全（Cyber Security），內容包含為數位經濟與商業化型為提供安全的網路基礎架構與防範網路攻擊；保護關鍵基礎設施以及所屬的網路基礎設施，以實現安全穩定供電；提供中小企業的企業 IT 安全等。

## 二、英國：高價值製造戰略與智慧製造

英國是第一次工業革命的發源國，製造業曾是英國長期經濟繁榮和發展的基石。儘管製造業在英國經濟體系中的重要性已大不如前，但在部分產業，英國仍保有優勢，例如：航太、汽車工業和生命科學等。這些領域的創新技術和先進製造技術，支撐從研發設計、製造及工程服務等產業供應鏈，維繫著英國支柱產業與製造業競爭力。政策也持續支持高價值、前瞻領域的關鍵技術研發，以大學為主導的力量，建立先進製造中心，依據產業需要投入研究。

■ 先進製造政策

與先進製造相關的政策可溯自 2010 年，英國政府公布「先進製造成長評估架構」（Growth Review Framework for Advanced Manufacturing）報告，以未來 10 年英國製造業發展目標為根基，檢視英國製造業現有優勢、成長阻礙、未來潛在優勢，及英國政府之政策提案。

之後，2013 年發布前瞻預測報告「製造業之未來：英國所面臨的新世代機會與挑戰」（The Future of Manufacturing: A New

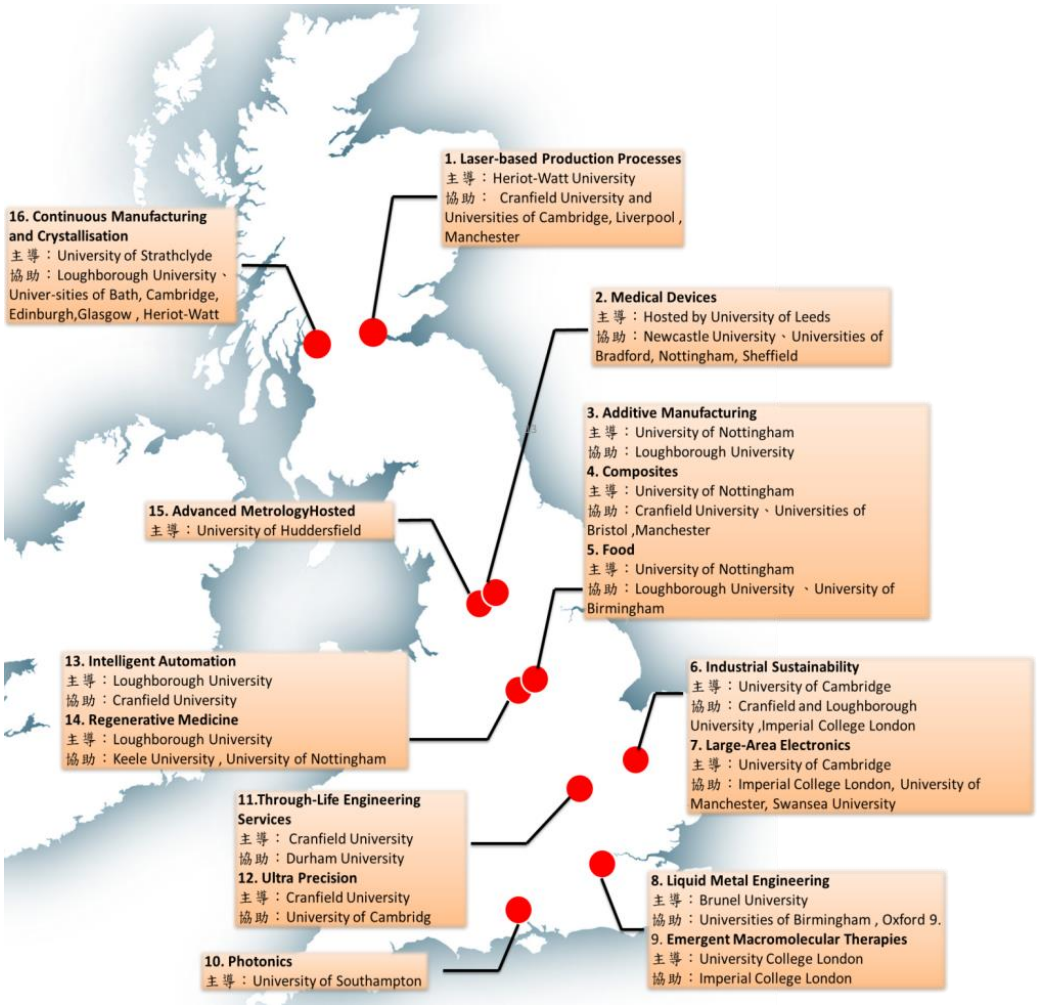
Era of Opportunity and Challenge for the UK），以 2050 年長期的角度，提出英國製造業發展戰略的四大面向：（1）加快製造業技術轉化的速度、加強對製造業智財權保護；（2）提高對新興經濟體的製造業出口、保持英國在製造業領域的外資吸引力；（3）提高製造業產品和生產效率，支援再利用、再製造業和服務業的商業模式。（4）提高製造業對高技能勞動力的依賴程度。

2017 年「產業策略：建設適應未來的英國」（Industrial Strategy: Building a Britain fit for the future）中，英國政府宣示致力於提高全國生產力和推動成長、推動製造業的復甦，以扭轉金融服務業為核心的產業結構失衡狀況，振興「脫歐」後的英國經濟。英國將智慧製造作為重點發展領域，將推動製造業由「製造」向「智造」轉變設定為優先目標，涉及多領域應用，並重視智慧製造的深度研發與應用。其中，英國政府明確提出將以更為積極的角色以促進工業部門發展和確保經濟紅利全國共用。政府改變以往的經濟政策，由以前創造發展環境轉變為政府直接干預和指導產業發展。例如加強對科研創新、基礎設施升級、勞動力技能培訓等方面的投資，刺激經濟發展。至 2019 年，這些產業策略仍然引領相關政策措施，並將強化重視任務導向創新、部門別技術系統創新等觀點，以回應「鉅型挑戰」（Grand Challenge）所需。

■ 英國工程暨物理科學研究委員會資助之「創新製造中心」

執行作法上，英國透過整合研究機構與鼓勵產學合作以推動先進製造相關研發與產業發展。為提升英國先進製造業的競爭力、強化大學與產業間的鏈結，「英國工程暨物理科學研究委員會」資助依附於各大學的「創新製造中心」（EPSRC Centres for Innovative Manufacturing），期望藉此支持產業開闢新市場、衍生新產業。例如創新製造之超精密研究中心（EPSRC Centre for Innovation Manufacturing in Ultra Precision）、創新製造之智慧自動化研究中心（EPSRC Centre for Innovation Manufacturing in

Intelligent Automation）、創新製造之先進檢測研究中心（EPSRC Centre for Innovation Manufacturing in Advanced Metrology）、創新製造之積層製造研究中心（EPSRC Centre for Innovative Manufacturing in Additive Manufacturing）等 16 個創新製造相關研究機構（參見圖 4-3-6）。




資料來源：Engineering and Physical Sciences Research Council 官方網站，本研究整理。

**圖 4-3-6　英國「工程暨物理科學研究委員會」資助之「創新製造中心」分布**

「英國工程暨物理科學研究委員會」所資助的研究中心與計畫，主要以大學為主要的執行單位，主要經由大學執行對眾多研究計畫的管控。例如「創新製造之積層製造研究中心」設置於諾丁漢大學內、赫德斯菲爾德大學（University of Huddersfield）也負責營運「創新製造之先進檢測研究中心」。

■「創新英國」（Innovate UK）資助之「技術創新中心」

另一方面，類似我國經濟部技術處的「創新英國」（Innovate UK），也資助「技術創新中心」（Catapult centre）之「高價值製造技術創新中心」（High Value Manufacturing Catapult），是另一個重要機制，推動前瞻 10-15 年未來發展所需的製造技術創新。政府長期給予資源挹注、提供設備及人才培養以促進產學合作，投注於「技術準備度」（Technology Readiness Level, TRL）4-6 級的技術開發課題。自 2011 年推動起，目前全英國已成立 11 個類似的英國技術創新中心；主要是優先選擇於具發展優勢的區域中心城市設立實體中心，涉及領域包括細胞與基因治療（Cell and Gene Therapy）、數位（Digital）、未來城市（Future Cities）、高價值製造（High Value Manufacturing）、離岸再生能源（Offshore Renewable Energy）、衛星應用（Satellite Applications）、運輸系統（Transport Systems）、醫藥研發（Medicines Discovery）、精準醫療（Precision Medicine）、能源系統（Energy Systems）與複合材料半導體應用（Compound Semiconductor Applications），總共 11 個領域的「技術創新中心」。

技術創新中心在不同領域建立知識網絡，其關鍵在於加強科研機構和商業組織之間的聯繫。期望每個英國技術創新中心作為節點，建立彼此聯繫的知識網絡，吸引不同規模的企業（包括跨國企業和中小企業）進行跨領域合作、促進企業與高等院校、科研院所的合作，初步形成英國的新型技術創新架構體系。同時英國政府也提出要加強英國技術創新中心與其他的研究和技術組織、獨立實驗室、創新中心、重點高等院校下屬技術移轉部門的鏈結，共同構成更廣泛的仲介機構。同時，促進英國技術創新中心與其他既有的英國或歐盟創新措施結合、對接。

此外，技術創新中心秉持「新建搭配改建」原則，如高價值製造、衛星應用技術創新中心是在既有的研究設施上進行串連與擴大，而細胞與基因療法、未來城市技術創新中心則是完全新建的中心。高價值製造、數位化、精準醫療、衛星應用等中心則在部分區域成立「分中心」，組成網絡。如數位化技術創新中心由坐落在倫敦、桑德蘭、北愛爾蘭、布萊頓、約克的 5 個分中心組成；精準醫療技術創新中心位於劍橋生物醫學園區，同時又分別在曼徹斯特、格拉斯哥、里茲、卡地夫、牛津、貝爾法斯特等地擁有分中心；高價值製造技術創新中心則由位於蘇格蘭、約克、北約克、考文垂（包含 2 個分中心）、布里斯托、南約克的 7 個分中心組成（參見圖 4-3-7）。

資料來源：High Value Manufacturing Catapult 官方網站，本研究繪製。

**圖 4-3-7　英國「製造技術中心」地理位置**

英國 HVM 中心推動以來，可以歸納出 3 個運作模式特點。

1.推動模式採取公私合夥的「政府＋企業」模式：政府分支機構 Innovate UK 下設諮詢監督委員會，引導政策投入；企業則主導各 HMV 中心的管理委員會，負責 HMV 中心的營運。

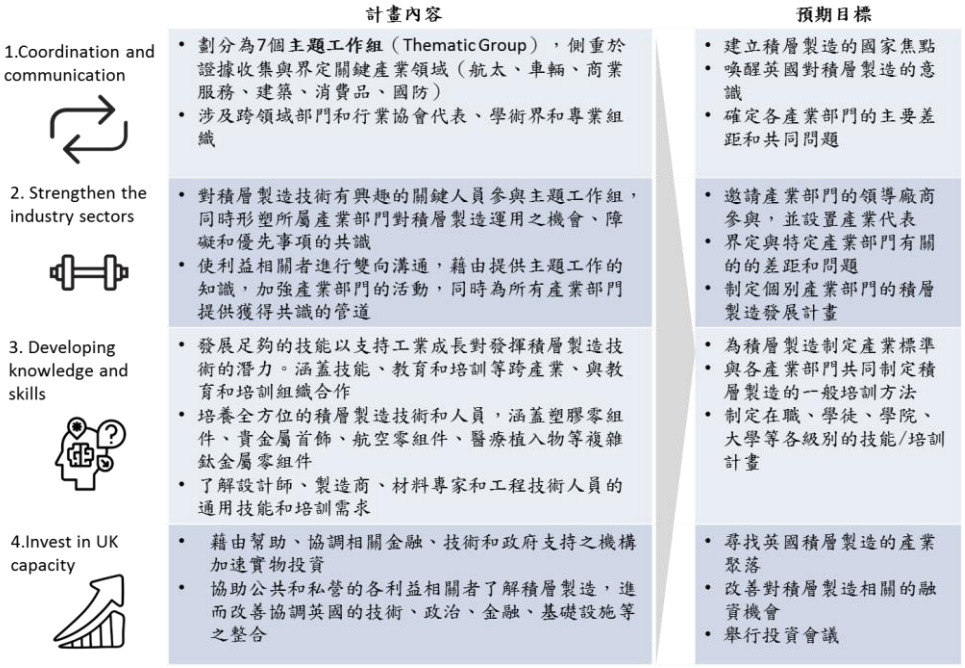
2.投入領域側重新興技術領域：持續投入於綠色經濟、氣候變化調適、機器人和自主系統、低碳交通、合成生物學等領域之技術應用與產業化發展。

3.運作資金來源重視結構平衡：盡力使三方面資金各占三分之一：政府資金由創新英國提供、商業資金採用競爭型的研發計畫、公私部門共同支持的合作研發計畫資金，也需競爭取得。

■ 積層製造發展

而在促進積層製造發展政策的醞釀上，則是自 2014 年受英國政府支持成立「英國積層製造委員會」（Additive Manufacturing UK, AM UK），旨在協助建立、傳遞和推動英國的積層製造戰略，主辦眾多積層製造的諮詢和研討會，並由業界知名人士提供指導和建議，並逐年發布政策文件、行動倡議。舉辦與利益相關者參與的研討會、成立工作組，開始進行草擬國家積層製造策略的前置作業，協助制訂英國首份國家積層製造策略。

AM UK 提出對 2025 年積層製造的發展願景、推動 4 項計畫以實現願景（參見圖 4-3-8），為了克服 7 項技術發展議題/障礙（參見表 4-3-7），提出綱要建議如表 4-3-8 所示。




資料來源：Leading Additive Manufacturing in the UK： A Platform for Engagement to Enable UK Industry to Realise the Full Potential of Additive Manufacturing & 3D Printing，本研究整理。

**圖 4-3-8 「英國積層製造委員會」的推動計畫內容與預期目標**

**表 4-3-7 「英國積層製造委員會」轄下工作組討論之議題、障礙**

| 主題工作組 | 討論的議題/障礙 |
|---|---|
| Cost/ Investment/ Financing | 為提高認識和降低採用風險(測試、規模化、購買設備)提供資金，特別對中小企業而言，瞭解整體成本(後處理、測試)和材料成本相當重要 |
| Design | 亟需積層製造有關的設計指南和教育計畫；理解設計的限制、聘用熟練設計師、設計數據安全性 |
| IP, Protection and Security | 目前的 IP、安全措施與法律制度不適用於積層製造所需的數位網路和工作方式；全球 IP 洩漏和網路安全問題阻礙技術採用 |
| Materials and Processes | 瞭解不同製程/機器/應用的特性、尺寸、產量、品質、成本、可用性(智財權、獨立供應商)、複合材料運用、可回收性、生物相容性 |
| Skills/ Education | 缺乏適當的設計、生產、材料、測試等技能；提高現有的勞動力技能；對次世代消費者的培訓與教育；校園意識 |
| Standards and Certification | 缺乏整體產業/部門的流程/材料/軟體/產品/應用標準 |
| Test and Validation | 建立資料庫、行業標準；針對材料/過程中/最終零組件的量產、非破壞性測試；開放數據 |

資料來源：Leading Additive Manufacturing in the UK： A Platform for Engagement to Enable UK Industry to Realise the Full Potential of Additive Manufacturing & 3D Printing，本研究整理。

**表 4-3-8 「英國積層製造委員會」對發展積層製造提出之建議**

| 項目 | 建議內容 |
|---|---|
| 協調相關的跨部門活動 | 1.將積層製造納入國家戰略，並確定與積層製造相關的商機和障礙<br>2.貿易協會與其他機構應考慮相關策略架構對專業領域的影響、進行相關活動的相互協調，以確認聯合或協調活動的領域 |
| 政策一致性 | 政府確保政策和計劃與積層製造商業化的戰略需求保持一致 |
| 人才培訓 | 1.公共和私部門技能和教育提供者，需提供訓練有素的人員，確保積層製造的商業化不會因勞動力短缺而受阻<br>2.提供高品質的跨學科教育、提供各年齡的學習機會、經由兼職或工作場所培訓 |
| 產業標準 | 工業界應共同努力，為積層製造設計適當的產業標準和評估方法標準制定機構應應與行業合作制定積層製造標準 |
| 出口與投資 | 英國貿易投資總署應將積層製造領域納入對內投資和出口的策略方向 |
| 資金支持 | 為支持行業的優先需求，需要為積層製造的研究和創新提供後續資金支持 |
| 單一窗口 | 設立單一窗口，例如積層製造協會。其關鍵作用是提高和保持對相關技術的認識，促進採納、推動協作和技術轉讓，提高英國的競爭力 |

資料來源：Leading Additive Manufacturing in the UK： A Platform for Engagement to Enable UK Industry to Realise the Full Potential of Additive Manufacturing & 3D Printing，本研究整理。

英國投入積層製造技術研發應用的執行作法，重點有 2：（1）運用支撐產業開闢新市場、衍生新產業的「創新製造中心」（EPSRC Centres for Innovation Manufacturing）策略，於諾丁漢大學、赫德斯菲爾德大學分別設立「創新製造之積層製造研究中心」、「創新製造之先進檢測研究中心」。此部分雖然偏重低技術準備度（TRL）的研究，但在一定程度上仍持續與產業保持密切鏈結，以因應重大產業研究挑戰、確保英國創新製造及相關應用的領先地位。（2）運用產學合作之「技術創新中心」（catapult center）策略，在「高價值製造技術創新中心」（HVM Catapult）投入積層製造領域，設立「國家積層製造中心」，負責研發基於工業應用的積層製造製程。同時，研發贊助機構「英國研究與創新」（UK Research and Innovation, UKRI；類似我國以前的國科會）也資助領導廠商（Rolls-Royce Plc）和諾丁漢大學投入積層

製造領域。藉此聚焦於特定的高價值潛力製造業（航太/國防、醫療/電子、汽車/軌道、能源、日用消費品），提供整合製造和3D 列印解決方案和所需的法制/標準化等，發展積層製造的材料與製造技術之「端到端」能力，特別是強調使用「全數位流程」串接積層製造過程的主要元素，以提高產品性能、達成參與業者的最佳化產品設計，以獲取競爭優勢。

■ 技術創新中心下「製造技術中心」之角色與重要研究投入

以位於英國中部考文垂市（Coventry）的「製造技術中心」（Manufacturing Technology Centre, MTC）為例，說明代表性技術創新機構對積層製造之發展貢獻。該中心屬於「創新英國」所資助的「高價值製造技術創新中心」（High Value Manufacturing Catapult）網絡的一部分，由伯明罕大學、拉夫堡大學、諾丁漢大學、英國焊接研究所於 2010 年共同成立，擁有獨立管理與研發技術的機構，提供研發、培訓、先進製造管理和工廠設計等服務。藉以協助串連學術界和工業界，搭建各項先進製造技術與實際產業應用之間的橋樑、培養學術界和企業之間的合作夥伴關係，並將成果應用到產品和服務中，協助跨越學術界和工業界之間的「死亡之谷」。提供製造系統解決方案，涵蓋汽車、航空、鐵路、資通訊、建築/土木工程、電子、石油/天然氣、國防等。下屬單位則有先進製造訓練中心、「國家積層製造中心」( National Centre for Additive Manufacturing, NCAM）。

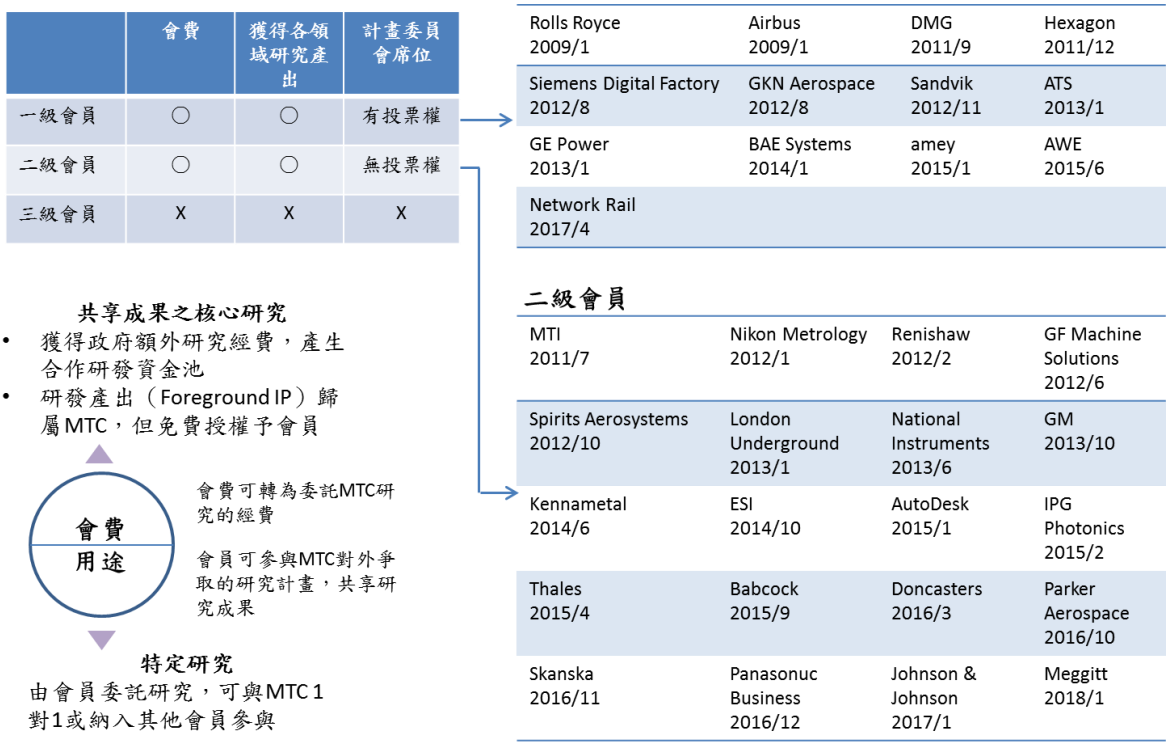
「製造技術中心」擁有先進製造設備、專業知識，並提供新技術的開發和展示環境。聚焦之主要技術領域為：

(1)零組件製造：包含積層製造、高完整性製造和非傳統加工等前瞻技術，提供穩健的生產解決方案；

(2)裝配系統：匯集機器人和自動系統、先進模具和夾具、電子製造和專用設備等技術，旨在實現高效率、可重複性和確保品質穩定；

(3)數據系統：量測和無損檢測系統、設計與模擬。

此外，「製造技術中心」實施會員制，分為一級、二級和準會員三種等級（參見圖 4-3-9）。




資料來源：Manufacturing Technology Centre 官方網站，本研究繪製圖。

**圖 4-3-9　英國「製造技術中心」會員種類與權利差異**

一級會員單位資格為：（1）參與核心研究計畫和免費使用智財權；（2）參與中心的發展方向討論；（3）參與核心研究計畫；（4）擁有二級會員的所有權利；

二級會員資格：（1）有權使用中心設備和軟體；（2）經由談判獲得核心研究計畫的智財權授權資格；（3）利用中心設備對會員單位員工進行技術培訓；（4）擁有準會員資格的所有權利；

三級會員資格：（1）向會員和協力廠商展示設備、材料、軟體、硬體；（2）參與「國家積層製造中心」主辦的活動；（3）與相關設備製造商、材料和設備供應商合作。

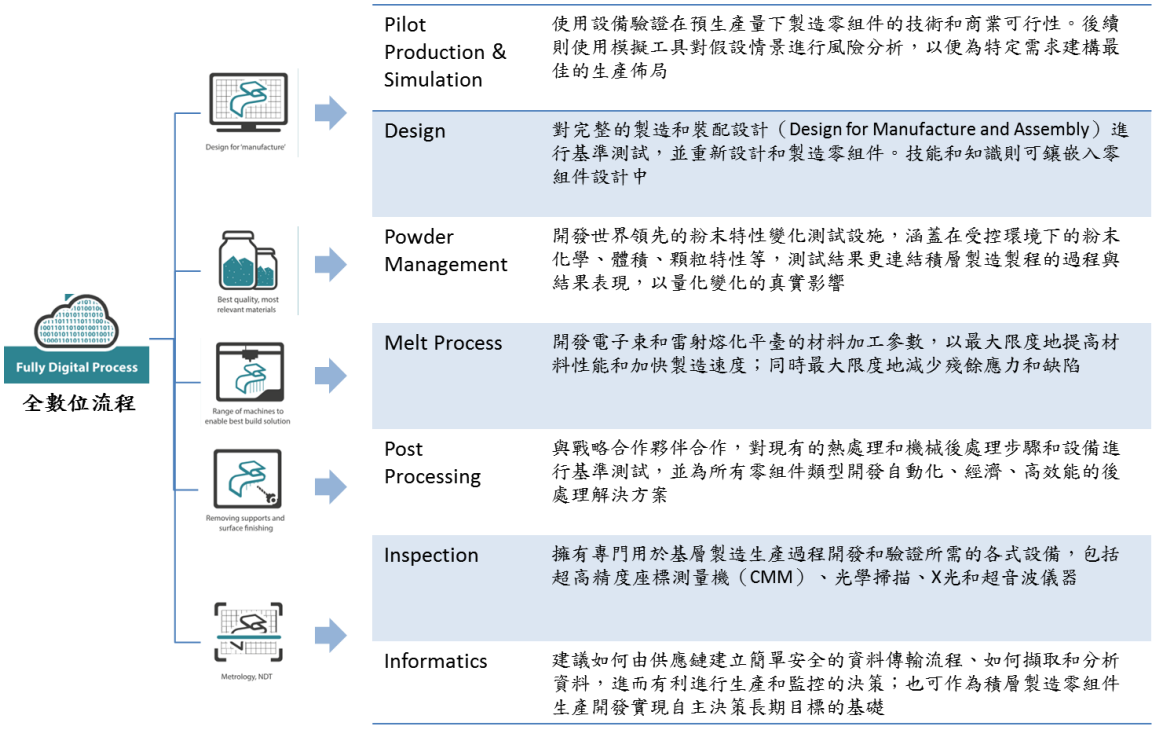
目前擁有超過 100 個企業會員，包括勞斯萊斯、吉凱恩（GKN Aerospace）、雷尼紹（Renishaw）、空中巴士、惠普、通用汽車等企業。「製造技術中心」的優先任務包括：快速創新的技術開發、粉末生產、零組件設計、核對總和驗證，材料研究、經濟的生產流程、先進製造人才培訓。

「製造技術中心」轄下則設有「國家積層製造中心」，專責研發工業應用的積層製造製程，主要涵蓋：汽車、航太、鐵路、電子、國防等領域，提供整合製造和 3D 列印解決方案，同時也涉足積層製造技術產業應用過程中所遭遇的法制、標準化、傳統製造中針對積層製造技術採納等問題，進行研究與解決。藉由開發解決積層製造價值鏈內面臨關鍵挑戰所需的技術和系統，縮小市場需求與製程間的差距，加速積層製造的發展；也提供相關設施，使企業能夠在低風險、獨立環境下，發展積層製造的「端到端」能力—從材料粉末生產到高完整性的零組件成品（fully finished high integrity components）。

「國家積層製造中心」擁有廣泛的積層製造研發設備，並開設以積層製造為主題的培訓課程，可為研發計畫的參與者提供豐富的實驗與學習資源。「積層製造中心」擁有專業的生產加工現場（workshop）、複合材料研究的實驗室、開放式辦公室區域、會議室和教學設施、多專業軟體和設備，能完成積層製造設計、生產、材料成型、固化、加工和無損檢測等。

尤其強調使用「全數位流程」（參見圖 4-3-10），串接積層製造過程的主要元素，運用專業知識與企業攜手合作，開發積層製造系統解決方案，解決短、長期挑戰。例如在試製、模擬階段，使用設備驗證在預生產量下製造零組件的技術和商業可行性。後

續則使用模擬工具對假設情景進行風險分析，以便為特定需求建構最佳的生產布局；在設計階段，訴求對完整的製造和裝配設計（Design for Manufacture and Assembly）進行基準測試，並重新設計和製造零組件。技能和知識則可鑲嵌入零組件設計中；後處理階段，與戰略合作夥伴合作，對現有的熱處理和機械後處理步驟和設備進行基準測試，並為所有零組件類型開發自動化、經濟、高效能的後處理解決方案。



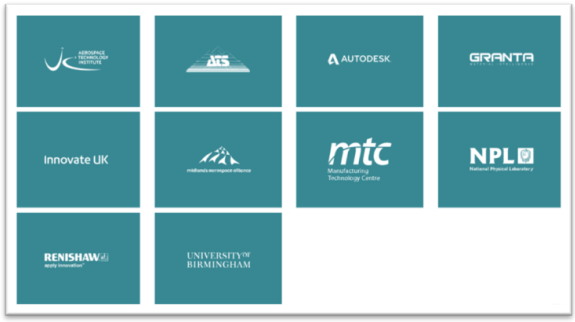

資料來源：National Centre for Additive Manufacturing 官方網站，本研究繪製。

**圖 4-3-10　英國「國家積層製造中心」在積層製造領域實施的全數位流程**

2017 年 11 月，英國政府宣布投入 5,300 萬英鎊於高價值製造業，其研發主題之一為「航太數位重構積層製造設備」（Digital Reconfigurable Additive Manufacturing Facilities for Aerospace）研究，期程 3 年，希望利用積層製造數位工廠改進英國的航太供應鏈。此研究計畫串連「國家積層製造中心」與 ATS Applied Tech Systems、Autodesk、Granta Design、Midlands Aerospace Alliance、國家物理實驗室、雷尼紹、伯明罕大學。主要目標是進一步整合

並降低製造流程中採用積層製造技術的風險，以開發更具商業化潛力和效率的積層製造技術，在某種程度上重塑航太製造流程。期望為英國航空供應鏈建立全球領先的積層製造試驗平臺與相對應的數位分身（digital twin）虛擬環境，以降低業界採用積層製造技術的風險。

投入工作之一是建立數位學習工廠，積層製造流程以數位方式實施，在虛擬環境中執行流程開發；相關設施可根據不同用戶的要求重新配置（Reconfigurable）、採用不同的硬體和軟體搭配，進而建構積層製造知識庫，方便企業更快地採用和實施積層技術、強化供應鏈。透過利用可重新配置的虛擬環境，「航太數位重構積層製造工廠」計畫的成果可望減少航太產業運用積層製造技術的流程規劃與時間和成本，提供知識庫、數位工具，並針對供應鏈上的企業進行相關的人員培訓。本計畫的參與者及研發目標、研發內容等，請參見圖 4-3-11。




| 目標 | 內容 |
|---|---|
| 降低成本和設置風險 | • 設施、製造流程和工廠的數位分身<br>• 流程和工廠模擬的數位工具<br>• 數據分析和優化<br>• 數據庫 |
| 減少規劃和驗證的時間和成本 | • 構建可重新配置的預生產設施<br>• 降低業界採用積層製造技術與設備的風險<br>• 提供學習、建模和驗證的場域 |
| 培養航空業供應鏈的能力 | • 世界首創數位雙胞胎可重新配置積層製造設施<br>• 展示市場領先的設備和服務 |

資料來源：National Centre for Additive Manufacturing 官方網站，本研究繪製。

**圖 4-3-11 「航太數位重構積層製造設備」的參與者與研發目標**

另有 CASiM2 計畫由「製造技術中心」主導，搭配勞斯萊斯和伯明罕大學等夥伴共同執行研究。CASiM2 研發計畫開發虛擬實境設備，以高階模擬和建模為核心，建造由四個牆壁構成的組裝設備，以三度立體空間預先展示先進製造技術，時間流程與規模大小在模擬過程中皆與實際作業完全相同。CASiM2 計畫所開發的沉浸式虛擬實境技術設備縮短流程開發的時間與節省經費。

透過這項技術，工程師在新型產品的初期測試階段，無需在檢驗運作流程上消耗大量的時間，並能夠節省在硬體和設備的昂貴投資。因此不僅能協助大型企業在投資之前檢測其投資項目和技術的可行性，亦可為中小企業提供體驗其一般難以採用的先進沉浸式虛擬實境技術。透過三度立體空間可視圖像按照實際時間、實際規模類比作業過程，並可支援航太、汽車、醫療、教育和娛樂領域的多種活動，包括工廠試運行、細胞研究、人體工程學研究、焊接分析、機器人測試、產品設計的視覺效果、非破壞性檢測。也可進一步擴增至教育和培訓、產品銷售規劃等。

CASiM2 計畫成功開發的沉浸式虛擬實境技術有助於「製造技術中心」與合作夥伴維持領先全球製造技術的前沿領域，並具備跨領域應用的商業潛力。特別是對於各種不同客戶廣泛解決方案、軟硬體產品的系統整合商而言，往往涉及產品概念與產品製造的整合，傳統作法需進行多次的原型機重複測試，消耗大量時間與資源，而 CASiM2 開發的技術能協助節省初期檢驗成本、縮減耗時。

■ 創新製造中心與技術創新中心的產出與影響

設立「創新製造研究中心」與「技術創新中心」對產、學雙方皆有效益。對企業而言，「創新製造研究中心」與「技術創新中心」能提供最新的設備、有經驗的技術資源、協助尋求資金並連結至大企業，同時也是能夠尋求合作夥伴的高效率平臺；對學研機構而言，「創新製造研究中心」與「技術創新中心」能夠提供測試研發成果影響力、產業化潛力的場域，並能取得設備、企業人脈、新研究議題與技術商業化諮詢的資源。透過「創新製造研究中心」與「技術創新中心」作為中介機構，可增強企業對前沿技術和專業知識的採納與應用，也能形成世界領先的科學和工程研究基地，與企業合作從事應用研究，將研究成果逐漸擴散，提供在企業和研究機構之間創造動能，使其能夠自我維持，為往

後的成長提供動力的「群聚效應」（critical mass），並在各種層次上提供相關技能發展。透過運用先進設備與專家人脈網絡作為誘因，廣泛吸引來自企業和學界的合作夥伴，形成鏈結產學研共同合作的平臺。

Ernst & Young LLP（2017）指出「創新製造研究中心」與「技術創新中心」的概念健全，若能有效執行將可驅動英國創新與經濟利益的潛力，並且認為以目前達到的初步成就而言，已顯示對於創新的效益，同時也驗證「創新製造研究中心」與「技術創新中心」的模式是可行的，並且與學術界、中小企業、政府與產業形成關係，產生商業與商業研究發展的資金流、技術流、知識流；此外，也更進一步完備研究設施、尖端技術的建構，協助創新網絡的布建，而技術創新中心在國際的品牌與名聲也逐漸浮現，其他國家也開始在境內的區域複製英國技術創新中心的模式。

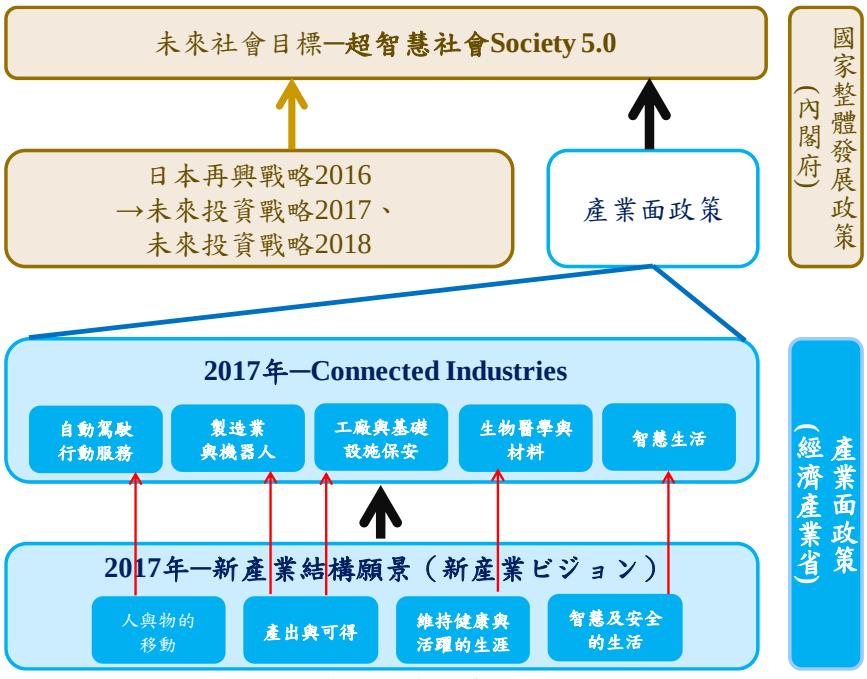
不過，Ernst & Young LLP（2017）也指出：（1）對各「創新製造研究中心」與「技術創新中心」而言，目前沒有任何單一、共同、一致性地傳達目標，以貫穿研發網絡；（2）「英國研究與創新」治理的力度不夠，特別是當「創新製造研究中心」與「技術創新中心」未達成目標時，「創新英國」也未必即時介入；但此某種程度也牽涉當初兩類中心偏向由私部門主導運作，且設立獨立的管理經營架構；（3）「創新製造研究中心」與「技術創新中心」並未按照原本設想的營運模式達到預期的資金來源組成，依然大部分依賴公共資金；（4）「創新製造研究中心」與「技術創新中心」網絡整體上較欠缺明確闡述的目標，或衡量其影響的架構，使得整體研發網絡的影響力可能無法達成原始設想的效益和價值；（5）在「創新製造研究中心」與「技術創新中心」之間尚未觀察到廣泛合作，做為網絡成員所獲得的綜效有限。

總之，英國透過「創新製造研究中心」與「技術創新中心」推動產學合作，主要是讓其肩負有資助、仲介與跨領域的角色，

設定研發目標在具有一定需求，可藉此帶動新投資，推升產業發展的層次；此外，也需盡量結合地區優勢及發展條件，打造創新研發產業聚落，並要在產業聚落已經存在的地區投資興建研究設施與技術創新中心，促成英國製造業轉型成為具有高附加價值、激發創新、創造就業機會。

## 三、日本：「Society 5.0 超智慧社會」與互聯產業（Connected Industries）

再工業化趨勢下日本的政策發展，是以達成「Society 5.0 超智慧社會」為目標，並且在產業發展策略上以「Connected Industries」及「新產業結構願景」為政策主體，所設定之戰略領域橫跨各項不同產業，希望能夠以日本產業發展之既有強項結合新興科技的運用，並由政府與民間組織共同合作，推動此項同時解決經濟發展與社會發展的「課題解決導向」政策（內閣府，2016：3-5）。因此，以下將先簡介屬於最上層之政策目標「Society 5.0」，進而說明與先進製造相關之「Connected Industries」及「新產業結構願景」政策。如圖 4-3-12 所示。




資料來源：中華經濟研究院（107 年）繪製。

**圖 4-3-12　當前日本再工業化產業發展政策架構圖**

1.Society 5.0 超智慧社會

「Society 5.0」目標，是在 2016 年 1 月日本內閣府通過「第五期科學技術基本計畫」所提出來的「超智慧社會」概念。其認為在狩獵社會、農耕社會、工業社會與資訊社會之後，將邁向第五種新的社會「超智慧社會」；而這種 Society 5.0 超智慧社會是指透過高度融合之網路空間與實體空間系統，同時解決經濟發展與社會課題、並以人類為中心的新社會（內閣府，2016）。因此，在此一社會新型態之下，將以人為主體，利用引領第四次工業革命的各項新興科技（如 AI、IoT、機器人、大數據、自動駕駛車等），結合人類與產品，並且共有各式各樣的知識與資訊，以此不斷創造出新的價值與服務，同時解決各項社會課題。

進一步而言，Society 5.0 要解決的經濟發展課題包括：對能源的需求增加、對食物的需求增加、壽命延長但導致高齡化、國際競爭激化、富裕人口的集中與地區間的不平等等；而伴隨經濟發展課題而來的社會課題，包括：削減溫室氣體的排放、食物增產與減少耗損、抑制因高齡化所帶來之社會成本、持續推動產業化、貧富再分配與降低地區差異等。而能夠利用前述新興科技創造新價值、並解決社會課題的領域例如交通、醫療照護、製造業、農業、食品、防災以及能源等（內閣府，2016：4-12）。其中就製造業而言，新興科技的運用可以強化整體產業價值鏈。業者可以利用新興科技了解顧客需求，進行彈性的生產計畫與倉儲管理；製造時更可藉由活用新興科技提升生產效率與降低成本、達到少量多樣化生產以因應需求、並確保人才與生產技術的傳承；完成後透過有效率的物流將產品送至顧客手中，再據此了解顧客的需求等，為製造業帶來更多新的價值（內閣府，2016：8）。

簡而言之，Society 5.0 概念所涉領域不僅包括製造業在內的科技發展外，也含有其他與社會變革有所連結之相關領域課題。日本提出 Society 5.0 的概念是「以課題解決為導向」，希望能在

解決兩大課題的同時，「以人類需求為中心」，結合網路與現實空間，對有需要的人在必要的時間提供必要的產品與服務，據此能夠提供所有人舒適、有活力且高品質的生活。

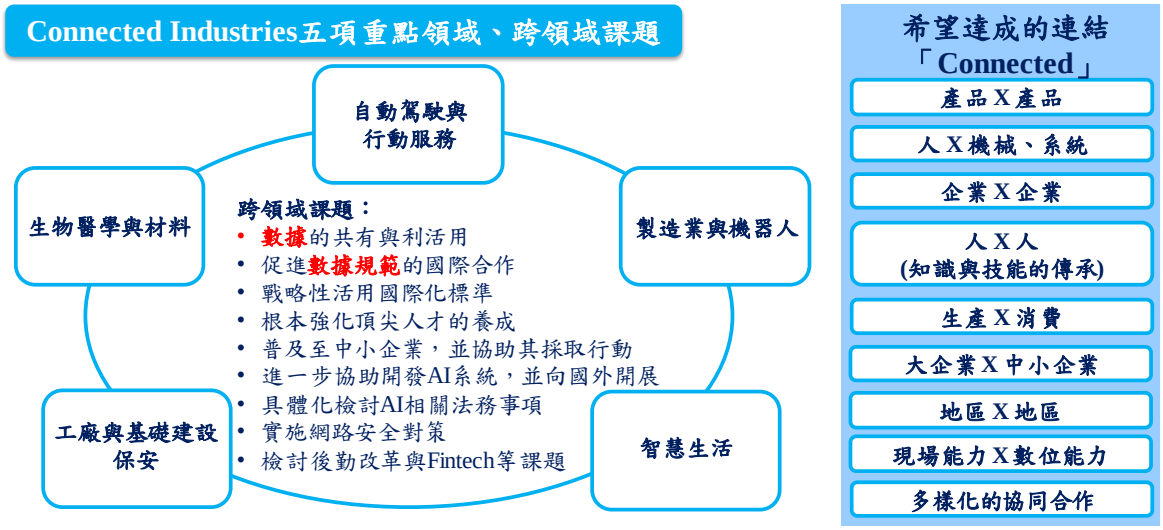
2.互聯產業（Connected Industries, CI）

Society 5.0 的概念顯示的是「社會型態的變化」，而要達到 Society 5.0 的目標，產業發展型態也要有對應改變。據此，日本於 2017 年提出「互聯產業（Connected Industries）」政策，此為「產業應有型態的變化」。Connected Industries 政策希望透過 AI、IoT、機器人、大數據等新興科技，達到以下幾種連結：「利用 IoT 連結物與物」、「人與機械及系統的共同作業」、「人與技術的連結」、「跨越國境，企業與企業的連結」、「跨越世代，人與人的連結，以傳承技能與知識」、「生產者與消費者的連結，不只製造產品更解決社會課題」等。在這些連結的形塑、新興科技的運用與數位化的發展下，Connected Industries 政策將活用日本向來的強項「高技術能力」與「高現場課題解決能力（高現場力）」，建構「課題解決導向」之新產業社會，進而達成 Society 5.0 目標。

就重點發展區域而言，Connected Industries 政策依據「市場成長性」、前述之「日本產業既有強項」、以及「社會性意義之大小」等要素，擇定 5 項重點發展領域，期望加速在這些領域中的實際行動並集中投入政策資源，包括:「自動駕駛與行動服務」、「製造業與機器人」、「生物醫學與材料」、「工廠與基礎建設保安」及「智慧生活」等（經濟產業省，2017a）。其中，與製造業相關的重點領域為「製造業與機器人」。「製造業與機器人」領域內必須解決的課題在於如何活用日本產業的強項「技術能力」與「現場力」以創造新的價值，以及日本國內產業人手不足等。

此外，還包括橫跨這些重點發展領域之必要協助措施、法律制度等的整建等，包括「包含協調領域在內之數據的共有與活用」、

「根本強化頂尖人才的養成」、「戰略性活用國際化標準」、「促進數據規範的國際合作」、「普及至中小企業，並協助其採取行動」、「對 AI 系統的進一步開發協助與國外開展」、「具體化對 AI 相關法務事項之檢討內容」、「實施網路安全對策」與「進一步檢討後勤部門改革與金融科技 Fintech 等課題」。未來此項政策的發展，將深化日本在數據資料格式之製作與國際標準化、網路安全層面之製造業導向指導方針製作與國際標準化、資料契約指導方針的驗證與修訂、共有資料最大化上的努力等，同時進行製造業數位人才養成、向中小企業導入數位技術與 Connected Industries 政策概念、共通之基礎技術的研究開發、與運用案例之資訊共有等，可參見圖 4-3-13 所示。




資料來源：中華經濟研究院（107 年）繪製。

**圖 4-3-13　日本經產省 CI：重點領域與跨領域課題**

Connected Industries 政策的推動模式，是由政府訂定政策願景與重點領域後，由相關民間組織協助進行政策推展，同時在跨領域課題部分，由政府主導並與民間共同合作，擬定處理各項課題的協助措施、法律制度與相關規範的整建等（如表 4-3-9 所示）。

## 表 4-3-9　日本 Connected Industries 政策之重點領域與推行做法

| 重點領域 | 自動駕駛與行動服務 | 製造業與機器人 | 生物醫學與材料 | 工廠與基礎建設保安 | 智慧生活 |
|---|---|---|---|---|---|
| 願景(社會意義) | 1.減少交通事故<br>2.緩和交通擁擠<br>3.減少環境負荷<br>4.分散能源管理<br>5.擴大包含物流在內的移動服務 | 1.生產的全體最佳化<br>2.不停機工廠<br>3.減低事故與環境負荷 | 1.材料與醫療、開發新藥的革新<br>2.能源資源對策<br>3.實現社會變革的創新素材創出 | 1.提高工廠安全性與生產性<br>2.提高自主保安力與「獲利力」的創出<br>3.感測器、無人機等有效活用 | 1.在少子高齡化下，對於人手不足的社會課題，透過智慧生活的替換，創造出勞動時間 |
| 市場成長與經濟效果預測 | 1.自駕車 870 億美元<br>2.將開車時間轉為生產力的提升與服務消費，約數千億~1 兆美元 | 1.產業網絡市場在未來 20 年內將世界 GDP 提升至 10 兆~15 兆美元 | 1.2030 年世界生醫市場成長 1.6 兆美元<br>2.世界機能性材料市場約 50 兆日幣 | 1.因應基礎建設老朽化與需求的擴大，在世界約有 200 兆日幣市場 | 1.2011 年無償勞動貨幣評估額約 100 兆日幣(家電市場約 7 兆日幣) |
| 推動主體 | 自動駕駛商業檢討會(並設置行動服務產業戰略檢討會) | 機器人革命倡議會 RRI(民間組織) | 產業競爭力懇談會 COCN、日本化學工業協會 | 工廠資料活用等促進會議 | IoT 推進實驗室 |
| 跨領域課題 | 1.包含協調領域在內之數據的共有與利活用<br>2.根本強化頂尖人才的養成<br>3.戰略性活用國際化標準<br>4.促進數據規範的國際合作<br>5.普及至中小企業，並協助其採取行動<br>6.對 AI 系統的進一步開發協助與國外開展<br>7.具體化對 AI 相關法務事項之檢討內容<br>8.實施網路安全對策<br>9.進一步檢討後勤部門改革與金融科技 Fintech 等課題 | | | | |

資料來源：經濟產業省（2017），「Connected Industries」東京イニシアティブ 2017，http://www.meti.go.jp/press/2017/10/20171002012/20171002012-1.pdf ，頁 8，最後檢索日期：2018/09/04。

3.新產業結構願景

第四次工業革命中的新興科技發展將導致社會型態與產業原有型態產生變化。如何利用這些新興科技，以實現 Connected Industries、達成 Society 5.0 的政策目標，2017 年 5 月經產省產業構造審議會的「新產業構造部會」（經濟產業省，2017c）即提出「新產業結構願景（新産業構造ビジョン）」政策，希望利用 IoT、AI、機器人大數據等新興科技，以有價值的形式利用與活用資料，進而挑戰並解決當前日本產業結構的課題，實現經濟成長與更為豐富多元的社會。

「新產業結構願景」再次檢視日本產業的長處與弱點，藉此描繪日本中長期發展的「未來圖像」並且設定各項發展目標，再依各項目標訂定「目標反推路線圖」，並制定具體制度改革的「突破口計畫」與短中長期目標，以此推動產業發展。「新產業結構願景」關注四項重要的戰略領域（經濟產業省，2017b）：「人與物的移動」，包括自動駕駛車輛、無人機等發展；「產出與可得」，包括智慧供應鏈、製造與生產現場的高度化及效率化等；「維持健康與活躍的生涯」，即運用新興科技於健康、醫療及照護領域；以及「智慧及安全的生活」，包括運用新興科技與新通訊技術打造全新居住環境（智慧城市）、共享經濟、金融科技 Fintech 等。此外，還有 7 項橫跨整體產業及就業結構變革的課題：「資料使用、智慧財產、標準及其他各項規範與制度的高度化」；「創新生態系」；「經濟的新陳代謝系統」、「人才養成及活用系統」、「社會保障系統」、「地區、中小企業系統」與「全球性開展」等。

其中與製造業較相關的，在於「產出與可得（生み出す、手に入れる）」領域（經濟產業省，2017b：63-109）。所謂「產出」是指因應每個人真實需求所形成之「新產品與服務的產出」；所謂「可得」則是指對於這些新產品與服務能夠便宜地、在有必

要時、安全地、也對環境有益的情況下能夠取得並利用。為此，必須活用日本產品的強項，重新結合硬體與軟體的融合以解決課題。就做法而言，必須取得在現場所得到的真實資料（例如消費者的需求或製造現場的資料等），跨越企業之間或不同業種之間的壁壘，而能良好運用所取得的真實資料，進而創出產品與服務的附加價值。「產出與可得」戰略領域下希望達成兩項重要目標：「智慧供應鏈」及「製造與生產現場的高度化及效率化」。其中「智慧供應鏈」希望掌握利用者（製造者）與消費者的需求，並且在製造業與農業內運用新興科技；「製造與生產現場的高度化及效率化」則希望能夠開發智慧生醫技術與智慧材料，協助日本製造業能進一步發展。

4.生產技術提升：協助中小企業引進新興科技

在再工業化浪潮下，先進國家藉由引入 IoT、機器人、AI 等新興科技，重新喚回、或是提升其國內既有製造業的生產力與效率。日本除了推動其與先進國家在國際標準化及產業網路安全層面上的合作外（溫蓓章等人，108 年），也希望帶動其國內製造業能夠積極運用新興科技，維持甚至提升國內強大的製造業能力，其中又以向中小企業導入新興科技最為關鍵。

但是對日本中小企業而言，他們關切的議題不是 IoT、機器人、AI 等新興科技究竟有多好用，而是導入新興科技後「是否能夠解決自家公司的問題」，換言之，其業務情況如何改善？要改善業務情況則要如何運用這些新興科技，這些才是中小企業所關注的。在中小企業對於第四次工業革命、新興科技為何、如何應用等都還沒有頭緒之下，日本針對中小企業事業主可能提出的問題，分別擬訂相關政策，協助中小企業能夠順利採用新興科技改善其業務情況，進而在第四次工業革命的浪潮下能持續發展。中小企業主可能的問題包括：

1.運用新興科技可以達到什麼效果？

2.要怎樣運用新興科技？希望獲得諮詢

3.是否有簡單、低成本的智慧製造或新興科技的工具？

4.對於 IoT 等新興科技的投資，是否能有資金面的協助？

5.是否能形塑活用 IoT 等新興科技之企業間的網絡？

其中，「要怎樣運用新興科技？希望獲得諮詢」能讓中小企業在了解新興科技的效果後，找尋適合自家企業的新興科技組合，進而實際提升其生產力與生產效率。針對此項問題，日本採取兩項主要措施來協助中小企業：協助日本各地組成「智慧製造應援隊（スマートものづくり応援隊）」與創設「機器人系統整合商（機器人 SIer，SI 為系統整合 System Integration 之意）」制度。透過這兩項作法，不僅可以普及中小企業運用新興科技生產技術，同時還能培養具有 AI、IoT 等新興科技生產技術與製造現場運作的人才。以下分別論述：

1.協助在日本各地組成「智慧製造應援隊」

如前所述，中小企業在導入新興科技時，首先關切的是「如何改善自家業務」，因此希望對於如何活用新興科技獲得必要的建議。據此，中小企業所需要的是同時精通新興科技的使用、又了解製造現場製作流程的協助人才，因應該中小企業本身的課題，提出準確的改善策略或能夠使用的技術選項，「具有提出準確建議的人才」與「實際了解企業運作情況」為同時必須的。

「智慧製造應援隊」即立基於此項概念，包含「指導人員養成計畫」與「現場派遣計畫」等兩種計畫，希望藉此形成「伴走型」的政策以提供精準的業務改善建議：

(1)指導人員養成計畫

在此項計畫中，希望培養出同時了解新興科技與製造現場的人才，做為未來被派遣至各中小企業製造現場的指導者。主要針對具有優秀生產技術的企業資深人員或退休人員，提供導入 IoT、機器人等新興科技的知識；另外也針對具有 IoT、機器人等新興技術知識的人員，給予改善製造現場業務相關智識的培訓等。所培養出來的指導人員，再透過「現場派遣計畫」指派至希望導入新興科技的中小企業中。

(2)現場派遣計畫

在「指導人員養成計畫」下所培育出的指導人員，使用其在培訓中所學到的相關知識，到製造業的中小企業或小規模企業中，了解該企業的製造過程與可能問題，提出導入新興科技的各種建議以改善製造流程，提升該企業的生產力與生產效率。

「智慧製造應援隊」的組成，是由日本各地的民間團體或地方政府，聚集產官學研的合作所組成，到 2019 年 10 月為止，日本全國各地已經有 31 個智慧製造應援隊，組成主體的包括各地區的商工會議所（功能近似臺灣的「商會」）、地方版 IoT 推進實驗室（地方版 IoT 推進ラボ）、當地部分企業所組成的非營利組織、以及學校單位等。其向經產省申請此項「智慧製造應援隊」後可獲得來自經產省之計畫運作經費 1/2 的補助，最高上限為 600 萬元，採事後精算後支付的方式運作。

「智慧製造應援隊」也與其他推動日本製造業運用新興科技、適應第四次工業革命、邁向「Society 5.0」與「互聯產業」政策目標的團體合作，以達到更好的推動效果。包括日本工業價值鏈倡議會（Industrial Value chain Initiative, IVI）、RRI、日本商工會議所、日本 IT Coordinator 協會（ITCA）、Yorozu 據點（よろず拠点）與 IoT 推進實驗室（IoT 推進ラボ）等。

其中，IVI 會舉辦「IVI 地區講座（IVI 地域セミナー），在日本各地區內舉辦一次為期 2 天的講座，透過小組討論，針對各企業共通的課題進行討論，並探討 IoT 如何活用在業務上。講座結束後，參與講座的企業經營者或相關人員可將成果帶回運用在自家企業上，或與 IVI 和「智慧製造應援隊」所派遣的人員討論後獲得必要協助。RRI 則是可以提供各種智慧製造所需要之工具及案例資訊給指導人員及企業參考。日本商工會議所或是各地的商工會議所則可以做為「智慧製造應援隊」計畫的申請據點，並且協助指導人員介紹實習的對象企業等。

另外，ITCA 早在 2000 年即已成立，主要培養 IT Coordinator（ITC）或提供資格認證的單位，並讓企業可以尋求 ITC 的協助導入 IT 系統至製造工廠，其可協助企業獲得導入 IT 的指導方針、並提供相關資訊。Yorozu 據點則是由日本中央政府在 47 個都道府縣所設立之中小企業經營諮詢單位，原本即負責提供中小企業在經營問題上免費獲得諮詢的服務。不僅是單一諮詢窗口，同時也配置 IT、智慧財產權相關的專家。最後，由 IoT 推進實驗室所成立的「地方版 IoT 推進實驗室」計畫，是希望透過各地區在地的能力，協助創造運用 IoT 的商業模式，或提供企業與地方政府間的媒合，利用 IoT 提供當地必要的服務。地方版 IoT 推進實驗室可以協助宣傳與提供人力，並由合作的企業提供服務，甚至選定特定作法協助製造業運用 IoT。上述組織都可以與「智慧製造應援隊」所提供企業之導入新興技術的服務相輔相成。

2.「機器人系統整合商」的推廣應用

(1)機器人系統整合商的定義與技能標準

「機器人系統整合商（SIer）」是另一個協助中小企業導入「工廠自動化」、以及機器人與其他新興科技系統的重要角色。對於中小企業而言，花費成本導入機器人或其他新興科技時，其本身不一定具有良好的系統建構或整合能力，即使導入工業機器

人系統，也可能碰上該系統無法完全符合自家企業生產業所需要的功能、或依照該企業生產線的需求動作。此時就需要「機器人整合商」，其具有提案、設計、建構系統的能力，可以分析使用者（中小企業）所面臨的現場課題，進而協助其選擇、統合出最佳機器人系統所需要的機器裝置與系統，以解決中小企業的課題，提升該企業的生產力與生產效能。

從前述系統整合商所負擔的功能而言，機器人系統整合商的工作主要包括工程分析、系統企劃與構想、基本與詳細設計、製造與組裝、設置工程與搬運必要機械、以及機器人的動作指導（Teaching）等。進一步探討機器人系統整合商所需要擁有的技能，經產省與日本機器人工業會已在 2017 年 6 月制定「機器人系統整合商技能標準文件」（第一版），在該文件中不只說明系統整合商的機械、電子與控制等機器人工程相關的能力，還加上生產技術、營業技術、企業組織體制等，多面向地評估系統整合商所應具備的能力。此項技能標準規定了 12 項「技術區分」（即在整合機器人與其他新興科技在生產設備時，要求的技術領域），與其所包含的各種「技能項目（即各技術領域中涵括的能力，並且依照各能力所含有的知識能量、經驗實績、對技能的熟悉度等）」，並針對「技能項目」設定程度 1~7 級，數字越大則表示該系統整合商此項能力越高。技能標準項目如表 4-3-10 所示。

必須注意的是，此一機器人系統整合商技能標準並不是用以認證廠商是否能夠成為系統整合商的「正式認證依據」，而是提供有興趣成為系統整合商的企業廠商作為提升整合技能的依據。經產省希望能有越來越多的廠商能夠在有所依據的情況下，成為機器人系統整合商以協助機器人、IoT、與其他新興科技在更多中小企業中應用。

## 表 4-3-10　日本機器人系統整合商技能標準項目

| 技術區分 | 技能項目 |
|---|---|
| 組織體制 | 計畫管理能力 |
| | 維護秘密的體制 |
| | 對於侵害專利與工業設計權，具有調查與對應能力 |
| | 機器人安全教育能力 |
| | 對於國外業務的對應能力 |
| | 售後服務的對應能力 |
| | 擁有可製作之設備的規模 |
| 營業技術 | 系統整合基礎知識 |
| | 規格書製作能力 |
| | 契約書製作能力 |
| | 成本計算、提案能力 |
| | 課題檢證能力 |
| | 透過實機操作進行檢證與提案的能力 |
| | 透過模擬進行檢證與提案的能力 |
| 生產技術 | 工程分析能力 |
| | 生產流程提案能力 |
| | 成本效益分析能力 |
| | 設備規格書製作能力 |
| 安全對應 | 安全的結構與機構的設計(計算)能力 |
| | 考量安全之電子設備的設計能力 |
| | 風險評估能力 |
| | 考量安全的工廠線地調整能力 |
| 機械設計 | 機械設計製圖技能對應能力 |
| | CAD 設計對應能力 |
| | 機械手掌設計對應能力 |
| | 機器人架臺設計對應能力 |
| | 使用適當驅動機器的設計對應能力 |
| | 使用適當感測器的設計對應能力 |
| 電子設計 | 網絡對應能力 |
| | 控制盤設計對應能力 |
| | 電子 CAD 使用能力 |
| | 配線圖設計技術 |
| 機器人控制 | 可對應的廠商數 |
| | 不同用途機器人類型的對應能力 |
| | 機器人模擬對應能力 |
| | 通訊技術對應能力 |
| | 力覺感測器對應能力 |
| | 輸送帶追蹤對應能力 |
| | 附加軸控制對應能力 |
| | 控制程式對應能力 |

| 技術區分 | 技能項目 |
|---|---|
| | 動作指導對應能力 |
| 影像處理 | 文字辨識對應能力 |
| | 條碼、2D 碼對應能力 |
| | 外觀、影像檢查對應能力 |
| 系統控制 | 動態控制對應能力 |
| | 觸控板畫面製作能力 |
| | 網絡技術 |
| | PLC 程式語言對應能力 |
| | 中介軟體、資訊連結(IoT)對應能力 |
| 電力配線 | 動力系配線對應能力 |
| | 機內配線對應能力 |
| | LAN 工程對應能力 |
| | 控制盤製作對應能力 |
| 機械組裝 | 機械組裝對應能力 |
| | 配管對弈能力 |
| | 組裝精度評估能力 |
| 品質保證 | 最終商品的品質分析與確認 |
| | 圖面修改管理能力 |
| | 程式版本管理能力 |

資料來源：一般社団法人日本ロボット工業会，ロボットシステムインテグレータ（ロボット SIer） スキル標準シート〔第一版〕，
http://robo-navi.com/webroot/document/skill_sheet.pdf，最終檢索日期：2019/12/12。

(2)「FA 與機器人系統整合商協會」成立

除了吸引更多廠商成為機器人系統整合商之外，對於既有的系統整合商，為了建構業界的網絡與強化經營基礎、訂定業界標準、人才確保與養成的協助等，在 2018 年 7 月「FA 與機器人系統整合商協會」正式成立，希望作為建構機器人、工廠自動化系統之系統整合商的共通基礎組織，而能提升系統整合商的業務環境與強化能力，促進其他與系統整合商有關聯之業者的合作，推動提升普遍產業的生產活動，進而持續帶動日本產業的發展與強化競爭力。

「FA 與機器人系統整合商協會」的主要功能包含以下 3 點：

- 建構以系統整合商為中心的 FA 機器人業界網絡

一方面希望確立以系統整合商為中心之全國規模資訊網絡，另一方面也能擴大系統整合商接受訂單的機會，實現與能夠因應使用者要求提供最佳解決方案之系統整合商的媒合，而建構接受訂單和下訂單的網絡。

- 強化系統整合商的事業基礎

希望藉由系統整合商之間的聯合，而提升系統整合商的經營基礎與事業環境，打造系統整合商之間的合作體制，進而制定業界標準、並協助確保人才等。

- 提升對於系統整合的專門性

為了強化對於工廠自動化、生產系統以及這兩者的整合的專門性，透過技術與安全講習進行人才培養或教材開發等。

「FA 與機器人系統整合商協會」轄下有 7 個分科會，分別針對協會本身、系統整合商的宣傳、系統整合商的經營事業基礎、協會在地區的活動、系統整合上的技術與標準化、系統整合人才培養、以及與 IoT 和 AI 的相關討論等（表 4-3-11）。

**表 4-3-11　FA 與機器人系統整合商協會轄下各分科會**

| 分科會 | 活動內容 |
|---|---|
| 企劃、營運分科會 | 制定 SIer 協會整體樣貌的分科會。統整 SIer 協會中長期願景，建構網絡系統(SIer 商業媒合、使用者媒合)，統括協會企劃、制定各種規程等。 |
| 宣傳分科會 | 以提升系統整合商的認知度為活動目的。以 Japan Robot Week 開始提出參與展覽會的參展計畫，製作會報誌，製作宣傳工具、徵才協助活動等。 |
| 經營基礎強化分科會 | 以強化 SIer 的事業基礎為目的，檢討有關保險或事故調查、防止再發生等事項，修正進程標準(RIPS)或普及策略的檢討，檢討業界統計，掌握國際動向。 |
| 地域合作分科會 | 以滲透協會活動之地區為目的，檢討設置地區分部的可能性、並討論其與本部的關係。另外，檢討與地區緊密結合之商業媒合等活動的應有樣貌。 |
| 技術調查、標準化分科會 | 檢討有關 SIer 所必須擁有的技術。訂定技能標準(工程師版)、調查最新技術動向，檢討關於技術標準化(包括風險評估等安全的標準化)的事項。 |
| 人才養成分 | 檢討有關 SI 人才養成的相關資格與養成計畫。具體而言， |

| 分科會 | 活動內容 |
| --- | --- |
| 科會 | 包括訂定機器人諮詢人員資格、或機器人工程師資格、以及講習會的企劃經營等。 |
| IoT、AI 分科會 | 在對於新一代機器人系統整合商不可或缺之議題的 IoT 與 AI 等領域中，以製造的資料相連結，另外為了能夠提案、建構與製造者手牽手的系統，透過相互的學習會，推動「知識的探索」與「知識的深化」。 |

資料來源：FA・ロボットシステムインテグレータ協会（2019），FA・ロボットシステムインテグレータ協会設立および活動内容について，http://www.farobotsier.com/doc/hokoku20190116.pdf，最終檢索日期：2019/12/12。

## 與德法合作，向日本國內中小企業推廣應用案例

除了在國內推動相關政策外，日本也與再工業化的先進國家：德國（Plattform Industrie 4.0）與法國（Industrie Du Futur）合作，整理三國目前已經導入「先進製造」、甚至有能力協助其他企業導入先進製造的廠商案例，並且透過 RRI 的網站公開使用案例（use case）、使其「可視化」（http://usecase.jmfrri.jp/#/），讓希望導入智慧製造相關新興科技製造技術的廠商可以透過案例學習的方式，思考自家企業導入相關技術的可能性。在日本所整理的案例可分為開發工程、檢查裝置/道具/零件、設備/設備間連結/工廠內生產管理、遠距監視/工廠間連結、供應鏈/製造業協助、顧客服務/行銷等 6 類，任何人都可以上網站依所尋求的協助，查找特定區域的廠商案例。

綜而言之，日本透過「智慧製造應援隊」與推廣「機器人系統整合商」等實際做法，再加上與德國、法國合作整理「先進製造案例」來協助日本的中小企業了解如何運用新興科技提升自家企業的生產力與生產效能，以解決自家企業面臨的問題；同時提升在製造業的競爭力。不僅如此，在「人才培訓」上，也培養具有先進製造技術，包括 IT 技能、系統整合技能、機器人系統設計技能等的重要人才，將有助於日本未來持續向中小企業導入先進製造技術，並在前述「資料基礎」建立後而能解決少子高齡化、缺工、提升生產力、更有效率運用能源等社會課題。

# 第四節　中國大陸：「中國製造 2025」與工業互聯網

## 一、「中國製造 2025」相關政策

「中國製造 2025」政策是以提高製造業創新能力和基礎能力為重點，推動資訊技術與製造技術深度融合，促進製造業朝高端、智慧、綠色、服務方向發展，培育製造業競爭新優勢。中國國務院於 2015 年 5 月發布「中國製造 2025」，藉三步走實現製造強國戰略目標；第一步為「用十年時間，邁入製造強國行列」，設定創新能力、質量效益、兩化融合、綠色發展四項指標，作為推動的數量目標；第二步為製造業整體達到世界製造強國陣營中等水準，優勢行業形成全球創新引領能力，全面實現工業化；第三步為製造業大國地位更加鞏固，綜合實力進入世界製造強國前列，建成全球領先的技術體系和產業體系（參見表 4-4-1）。

**表 4-4-1　「中國製造 2025」的發展目標**

| | | | 第1步 | | 第2步 | 第3步 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **類別** | **指標** | **2015** | **2020** | **2025** | **2035** | **2050** |
| **創新能力** | 規模以上製造業研發經費內部支出占主營業務收入比重（%） | 0.95 | 1.26 | 1.68 | •製造業整體達到世界製造強國陣營中等水準<br>•優勢行業形成全球創新引領能力，全面實現工業化 | •製造業大國地位更加鞏固，綜合實力進入世界製造強國前列<br>•建成全球領先的技術體系和產業體系 |
| | 規模以上製造業每億元主營業務收入有效發明專利數 | 0.44 | 0.70 | 1.10 | | |
| **質量效益** | 製造業品質競爭力指數 | 83.5 | 84.5 | 85.5 | | |
| | 製造業增加值率提高（相較2015年） | | 2個百分點 | 4個百分點 | | |
| **兩化融合** | 寬頻普及率（%） | 50 | 70 | 82 | | |
| | 數位化研發設計工具普及率（%） | 58 | 72 | 84 | | |
| | 關鍵工序數控化率（%） | 33 | 50 | 64 | | |
| **綠色發展** | 規模以上單位工業增加值能耗下降幅度（相較2015年） | | ↓18% | ↓34% | | |
| | 單位工業增加值二氧化碳排放量下降幅度（相較2015年） | | ↓22% | ↓40% | | |

資料來源：中華經濟研究院（107 年）整理。

「中國製造 2025」提出階段性策略目標：2025 年，中國大陸將從「製造大國」發展成「製造強國」；2035 年，製造業水平將超越德國和日本等先進國家；2045 年時，綜合實力達到世界製造強國前列。中國製造 2025 總共規劃十項重點領域，包含新一代通資訊產業、高端數控機床與機器人、航空太空裝備、海

洋工程與高技術船舶等，多為中國大陸目前無法大規模自行生產製造的產品。整體而言，「中國製造 2025」並非一個單一計畫，而是涉及技術、人才、資金等議題的大型推動計畫，涉及部會多元，而所涉及之技術項目與產業領域相對複雜。

「中國製造 2025」藉由鼓勵技術創新、推動產業結構調整等方式，搭配體制機制改革、營造公平競爭市場環境、加大金融/財政支持、培育人才、對外開放等做法，推動兩化融合（資訊化與工業化深度融合），運用網路技術，縮短中國大陸與先進國家製造業之間的發展差距。核心內容包括：9 大任務、10 大重點領域、5 項重大工程、「1+X」規劃體系；如表 4-4-2 所示。其中，「1」是「中國製造 2025」，「X」是多個相應的配套措施，包括國家製造業創新中心建設、智能製造、工業強基、綠色製造、高端裝備創新等重大工程實施指南、發展服務型製造和裝配製造業質量品牌專項行動指南，以及新材料、資通訊產業、醫藥工業和製造人才等發展規劃指南。

**表 4-4-2 「中國製造 2025」的核心內容**

| 九大戰略任務 | 內容 | 五項重大工程 | 1+X 規畫體系 |
|---|---|---|---|
| 1. 提高國家製造業創新能力 | 加強關鍵核心技術研發<br>提高創新設計能力<br>推進科技成果產業化<br>完善國家製造業創新體系 | 製造業創新中心建設工程 | 1. 製造業創新中心建設工程實施指南(2016-2020 年) |
| 2. 推進資訊化與工業化深度融合 | 研究制定智慧製造發展戰略<br>發展智慧製造裝備和產品<br>推進製造過程智慧化<br>深化互聯在製造領域的應用<br>加強互聯基礎設施建設 | 智能製造工程 | 2. 智慧製造工程實施指南(2016-2020 年) |
| 3. 強化工業基礎能力 | 推進「四基」發展<br>加強「四基」創新能力建設<br>推動整機企業和「四基」企業協同發展 | 工業強基工程 | 3. 工業強基工程實施指南(2016-2020 年) |
| 4. 加強品質品牌建設 | 先進品質管制技術和方法<br>加快提升產品品質<br>完善品質監管體系<br>夯實質量發展基礎<br>推進製造業品牌建設 | | |

| 九大戰略任務 | 內容 | 五項重大工程 | 1+X 規畫體系 |
|---|---|---|---|
| 5.推行綠色製造 | 製造業綠色改造升級<br>資源高效循環利用<br>構建綠色製造體系 | 綠色製造工程 | 4.綠色製造工程實施指南(2016-2020 年) |
| 6.推動重點領域突破發展 | 引導社會資源集聚，推動優勢和戰略產業快速發展<br>十大重點領域：新一代資訊技術、高端數控機床和機器人、航空航太裝備、海洋工程裝備及高技術船舶、先進軌道交通裝備、節能與新能源汽車、電力裝備、新材料、生物醫藥及高性能醫療器械、農業機械裝備 | 高端裝備創新工程 | 5.高端裝備創新工程實施指南(2016-2020 年)<br>6.促進裝備製造業品質品牌提升專項行動指南<br>7.醫藥工業發展規劃指南<br>8.製造業人才發展規劃指南<br>9.新材料產業發展指南<br>10.資訊產業發展指南 |
| 7.推進製造業結構調整 | 推進企業技術改造<br>化解產能過剩矛盾<br>促進大中小企業協調發展 | | |
| 8.發展服務型製造和生產性服務業 | 商業模式創新和業態創新，促進生產型製造向服務型製造轉變 | | 11.發展服務型製造專項行動指南 |
| 9.提高製造業國際化發展水準 | 提高利用外資與國際合作水準<br>提升跨國經營能力和國際競爭力<br>深化產業國際合作、企業走出去 | | |

資料來源：中華經濟研究院（107 年）整理。

在產業政策方面，自 2010 年以來，中國大陸陸續發布「十二五國家戰略性新興產業發展規劃」、「高端裝備製造業十二五發展規劃」、「中國製造 2025」、「十三五國家戰略性新興產業發展規劃」、「高端裝備製造業十三五發展規劃」等一系列涉及高端設備製造業的重大戰略或政策措施。特別是「中國製造 2025」提出部署高端設備創新工程，引領製造業向高端發展。而相關政策呈現更加注重提供指導和參考、創新融合發展、創新財政支持方式、引導社會資本參與、發展國際合作等特點。

2016 年，工信部與財政部發布「智能製造發展規劃（2016-2020 年）」，作為指導十三五期間智慧製造發展的綱領性文件，此規劃提出十三五期間智慧製造創新發展重點：到 2020 年，研製 60 種以上智慧製造關鍵技術設備，達到國際同類產品水準，中國大陸國內市場自給率超過 50%，核心支撐軟體自給率超過 30%。此規劃從加強統籌協調、完善創新體系、加強財政支持、創新金融扶持方式、發揮行業組織作用、深化國際合作交流等方面提出保障措施。其重點任務有：

1.加快智慧製造設備發展：攻克關鍵技術設備、推進系統集成應用和推廣、加快智慧產品研發和產業化。

2.加強關鍵共通性技術創新：突破一批關鍵性技術、研發核心支撐軟體、布局和累積一批核心智慧財產權。

3.建設智慧製造標準體系：進行標準研究與試驗驗證、加快標準制訂、修訂和推廣工作。

4.構築工業互聯網基礎：研發新型工業網絡設備與系統、推動企業網絡升級改造、研發安全可靠的資訊安全軟應體產品。

5.加強智慧製造試點示範力度：進行智慧製造新模式試點示範、遴選智慧製造標竿企業。

6.推動重點領域智慧轉型：在「中國製造 2025」重點領域試點建設數位化車間/智慧工廠；在傳統製造業推廣應用數位化技術、系統集成技術、智慧製造設備。

7.促進中小企業智慧化改造：引導有基礎、有條件的中小企業推進生產線自動化改造；建立龍頭企業引領帶動中小企業推進自動化、資訊化的發展機制；建設雲製造平臺和服務平臺。

8.培育智慧製造生態系：加快培育一批有特色的系統解決方案供應商、大力發展具有國際影響力的龍頭企業集團。

9.推進區域智慧製造協同發展：推動智慧製造設備產業集群建設、引導區域智慧製造差異化發展、促進區域優勢資源互補和資源優化配置。

10.打造智慧製造人才隊伍：健全人才培養機制、加強智慧製造人才培訓、構建多層次的人才隊伍。

另外，中國大陸政策也開始從提升質量與標準化層面進行規劃，如「促進裝備製造質量品牌提升專項行動指南」和「裝備製造業標準化和質量提升規劃」，從質量基礎能力、質量安全風險、產品品種結構、產品實物質量和自主品牌培育等方面，推動中國大陸高端設備製造業質量品牌建設工作。

「中國製造 2025」計畫內的重大工程，主要是利用新興政策工具，配合產業競爭與地方特色而設立的計畫，相關內容與目標如表 4-4-3 所示。重大工程專項是中國大陸推動產業轉型的重要政策工具，透過不同的重大工程專項以及目標，進行技術示範的工作，並搭配不同地方政府給予的資源，後續發展成為產業聚落核心計畫。以計畫層次來看，重大工程計畫希望完成從零件自主到高階系統產品自主，並且具體規範出智慧工廠應具備的生產指標與環境指標，同時針對以往地方政府容易產生的雜亂投資，透過設立製造業創新中心機制，引導中央與地方資源在企業化經營與聚落競爭之間取得平衡，達成從試點計畫發展具有擴散能力的創新體制。

**表 4-4-3 「中國製造 2025」重點工程與目標**

| 重點工程 | 內容 | 目標 |
|---|---|---|
| 製造業創新中心 | ◆圍繞重點行業轉型升級和新一代資訊技術、智慧製造、3D 列印、新材料、生物醫藥等領域創新發展的重大共通性需求，形成一批製造業創新中心。<br>◆重點推動行業基礎和共通性關鍵技術研發、成果產業化、人才培訓等工作。<br>◆制定完善製造業創新中心遴選、考核、管理的標準和程序。 | ◆到 2020 年，重點形成 15 家左右製造業創新中心。<br>◆到 2025 年形成 40 家左右創業創新中心。 |
| 智能製造工程 | ◆緊密圍繞重點製造領域關鍵環節，推動新一代資訊技術與製造設備融合的整合創新和工程應用。<br>◆支持政產學研用合作，開發 AI 產品和自主可控的 AI 裝置並實現產業化。<br>◆依托優勢企業，緊扣關鍵工序智慧化、關鍵職位機器人替代、生產過程智慧優化控制、供應鏈優化，建設重點領域智慧工廠。<br>◆在基礎條件好、需求迫切的重點地區、行業和企業中，分類實施流程製造、離散製造、AI 設備和產品、新業態新模式、智慧化管理、智慧化服務等試點示範及應用推廣。<br>◆建立智慧製造標準體系和資訊安全保障系統，搭建智慧製造網路系統平臺。 | ◆到 2020 年，製造業重點領域智慧化水準顯著提升，試點示範項目營運成本降低 30%，產品生產周期縮短 30%，不良品率降低 30%。<br>◆到 2025 年，製造業重點領域全面實現智慧化，試點示範項目營運成本降低 50%，產品生產周期縮短 50%，不良品率降低 50%。 |
| 工業強基工程 | ◆推動示範應用，建立獎勵和風險補償機制，支持核心基礎零組件、先進基礎工藝、關鍵基礎材料的首批次或跨領域應用。<br>◆組織重點突破，針對重大工程和重點設備的關鍵技術和產品急需，支持優勢企業進行政產學研用合作，突破關鍵基礎材料、核心基礎零組件的工程化、產業化瓶頸。<br>◆強化平臺支援，布局和組建一批「四基」研究中心，創建一批公共服務平臺，完善重點產業技術基礎體系。 | ◆到 2020 年，40%的核心基礎零組件、關鍵基礎材料實現自主保障，受制於人的局面逐步緩解，航天設備、通訊設備、發電與輸變電設備、工程機械、軌道交通設備、家用電器等產業急需的核心基礎零組件和關鍵基礎材料的先進製造工藝得到推廣應用。<br>◆到 2025 年，70%的核心基礎零組件、關鍵基礎材料實現自主保障，80 種標誌性先進 |

| 重點工程 | 內容 | 目標 |
| --- | --- | --- |
| | | 工藝得到推廣應用，部分達到國際領先水平，建立較為完善的產業技術基礎服務體系，逐步形成整機牽引和基礎支援協調互動的產業創新發展格局。 |
| 綠色製造工程 | ◆組織實施傳統製造業效能提升、清潔生產、節水治污、循環利用等專項技術改造。<br>◆推動重大節能環保、資源綜合利用、再製造、低碳技術產業化示範。<br>◆實施重點區域、流域、行業清潔生產水平提升計畫，推進大氣、水、土壤污染源頭防治專項。<br>◆制定綠色產品、綠色工廠、綠色園區、綠色企業標準體系，進行綠色評價。 | ◆到 2020 年，建成千家綠色示範工廠和百家綠色示範園區，部分重化工行業能源資源消耗下降，重點行業主要污染物排放強度下降 20%。<br>◆到 2025 年，製造業綠色發展和主要產品能耗達到世界先進水平，綠色製造體系基本建立。 |
| 高端裝備創新工程 | ◆組織實施大型飛機、航空發動機及燃氣輪機、民用航天、智慧綠色列車、節能與新能源汽車、海洋工程設備及高技術船舶、智慧電網成套設備、高檔數控機床、核電設備、高端診療設備等一批創新和產業化專項、重大工程。<br>◆開發一批標誌性、帶動性強的重點產品和重大設備，提升自主設計水平和系統整合能力，突破共通性關鍵技術與工程化、產業化瓶頸，組織開展應用試點和示範，提高創新發展能力和國際競爭力，搶占競爭制高點。 | ◆到 2020 年，前述領域實現自主研制及應用。<br>◆到 2025 年，自主智慧產權高端設備市場占有率大幅提升，核心技術對外依存度明顯下降，基礎配套能力顯著增強，重要領域設備達到國際領先水平。 |

資料來源：整理自「中國製造 2025」。

目前，「中國製造 2025」重大工程內容的主要實施進展[56]有：

（一）智能製造工程

透過智能製造十三五規劃，建立智慧製造標準體系，進行工業物聯網體系架構研究。智慧製造試點示範工作已形成若干可複

[56] 資料來源：研究團隊於 2019 年中國國際工業博覽會上收集、整理之資料、中國工程科技發展戰略研究院訪談資料。

製、可推廣的經驗和模式，如共享裝備股份有限公司的雙創平臺+綠色智慧製造模式、北京和利時集團的小批量多品種彈性化生產模式、青島紅領集團的大規模個性化訂製模式等。該項工程主要運用人工智慧技術導入不同生產模式的機械設備生產廠商，建立智慧製造標準體系和資訊安全保障系統，搭建智慧製造網路系統平臺，探索人工智慧技術之下的新型態智慧工廠與生產線運作模式，後續則是透過產業推廣系統，協助中國大陸廠商導入相關技術。

（二）工業強基工程

規劃高性能鋁合金結構材料和靶材等關鍵基礎材料開發、研發高速列車組齒輪傳動系統和光纖雷射器等核心基礎零組件，解決雙軸並聯混合動力技術和差異化纖維生產工藝技術等先進基礎工藝的發展瓶頸。主要作法是透過示範計畫方式，建立獎勵和風險補償機制，鼓勵核心基礎零組件、先進基礎工藝、關鍵基礎材料的首批次或跨領域應用，以政府資源與商業保險機制，提高廠商對於採用新材料技術的意願，確保中國產製的新材料產品可以取代國外進口產品。

（三）綠色製造工程

制定「綠色製造工程實施指南（2016-2020 年）」，推動綠色製造系統整合工作，建立綠色設計平臺，發展綠色關鍵工藝，建構綠色供應系統。主要是推動重大節能環保、資源綜合利用、再製造、低碳技術產業化示範。並在實施重點區域、流域、行業清潔生產水平提升計畫，推進大氣、水、土壤污染源頭防治專項。預計透過綠色製造工程技術的應用，降低生產過程的環境資源使用，同時也發展出符合國際市場要求的循環生產技術，以因應全球製造業對於環境資源議題的重視。

（四）製造業創新中心

中國大陸規劃到 2020 年和 2025 年，分別成立 15 家和 40 家的國家製造業創新中心。截至 2019 年為止，中國大陸已成立 13 家國家級製造業創新中心與 107 家省級制造業創新中心[57]，主要的製造業創新中心為國家動力電池創新中心（北京）、國家增材製造創新中心（西安）、國家資訊光電子創新中心（武漢）、國家機器人創新中心（瀋陽）、國家印刷及柔性顯示創新中心（廣東）、國家積體電路創新中心（上海）和國家智慧感測器創新中心（上海）。

對於中國大陸政策而言，每個產業領域只建立一個創新中心，以避免重複建設，而國家級製造業創新中心代表行業內最高創新水平，未來將優勢資源力量進行匯整，國家級中心支持產業發展需求，負有輻射帶動技術擴散作用的使命任務。創新中心匯聚行業內資源，由核心成員共同成立公司或聯盟，促進創新資源相互開發，並鼓勵優勢單位透過股權加入公司或聯盟。國家級創新中心的主要功能有：開展產業前沿及共性關鍵技術研發、建立產學研合作創新機制、加強智慧財產權保護與運用、促進科技成果商業化應用、強化標準引領和保障作用、服務大眾創業萬眾創新、打造多層次人才隊伍和鼓勵開展國際合作。

針對省級製造業創新中心升級為國家級中心，中國大陸官方提出十二要件，主要為創新中心建設領域應符合國家製造業創新中心建設領域總體布局要求；應面向製造業創新發展的重大需求，突出協同創新取向；應以重點領域關鍵共性技術的研發、轉移擴散和首次商業化為目標。創新中心應是企業法人形態，採取“公司+聯盟”等模式運行，而創新中心的合作企業應由領域骨幹企業及產業鏈上下游單位，以資本為合作關係組成的獨立企業法人。

[57] 經濟參考報，央地政策齊出打造製造業創新高地，2019/09/23
http://industry.people.com.cn/BIG5/n1/2019/0923/c413883-31366717.html

創新中心的聯盟應匯聚全國企業、科研院所、高校等各類創新主體，並覆蓋 50%以上領域的國家重點實驗室、國家工程實驗室、國家工程技術中心、國家工程研究中心等國家級創新平臺。

創新中心應建立高效、協同的運行機制並具備自我可持續發展能力。應擁有代表該領域先進水準的研發力量。創新中心透過關鍵共性技術研發，發揮行業引領作用。創新中心應建有市場化的智慧財產權與技術成果轉化機制。創新中心應是資源開放共用的平臺，應與國外知名高校、科研機構或企業有開展技術交流或合作的基礎。創新中心應運行穩定且對領域產業技術創新做出重大貢獻、發揮重大作用、形成重大影響，方可提出升級國家創新中心的申請。

（五）高端裝備創新工程

高端裝備創新工程主要投資於大型商用客機、民用火箭發射技術、衛星應用、數位控制機床等產品，達成國產技術的進口替代，也同時培養出在相關產品的創新企業體系。在航空設備方面，C919 中型客機已經順利完成試飛與商業銷售工作，雖然該機大部分零組件是由國外企業所供應，中國大陸則是透過該機的研發工作，取得商業客機的系統整合工程能力，建立本土測試環境與規範。除 C919 客機之外，中國大陸也已經展開 C929 大型商用客機的研製工作，並自行研發生產多款直昇機與航空器。目前在航空器高階設備方面，中國大陸投入設計、材料、精密機械加工等領域技術，希望能夠推出自行研發設計的航空發動機，受限於技術經驗與材料、加工技術方面的能力不足，目前中國尚無法推出國產航空發動機供應大型商用客機計畫使用。

在太空火箭設備方面，中國大陸已有火箭研製企業 20 多家，衛星研製企業超過 50 家，配套企業 20 多家，初步形成民營航天產業鏈。目前技術研發重點在於可回收火箭技術，未來結合 5G 網路的商業衛星星群（Constellations of Commercial Satellites）技

術領域，可提供偏遠農村地區、及未來高速聯網的跟踪交通運輸的衛星商業服務。在衛星應用方面，中國大陸已完成自主研發的北斗衛星導航區域系統建設，提供中國大陸及周邊部分地區連續無源定位、導航、授時、通訊等服務。

未來在太空領域的發展主要將建設北斗三號全球衛星導航系統和高分辨率對地觀測系統、載人太空站、月球背面著陸巡視探測和月球採樣返回、首次火星探測等國家科技重大專項，並在2022 年完成小型商業遙感衛星系統，由 16 顆 0.5 米分辨率光學衛星、4 顆高階光學衛星、4 顆微波衛星、及多顆視頻高光譜等微小衛星組成的 0.5 米級高分辨率商業遙感衛星系統，提供各類商業運用所需的衛星觀測服務。

在高階數控機床設備方面，中國工程科技發展戰略研究院認為在重要領域的技術水準、關鍵技術的掌握和創新、產業群聚、管理水準、國際競爭力等方面，中國大陸的技術能力都有所提升。以五軸工業機器人為例，在飛機典型結構件、航天複雜與精密構件、飛航導彈發動機零組件、飛機等領域進行示範應用，中國大陸企業已掌握高檔數控系統、伺服電機及驅動等核心技術。2016 年底中國大陸提出「用於檢測五軸連動機床精度的 S 形試件標準」，通過國際標準委員會審定，並在 2018 年提出「工業自動化系統與集成機床數控系統一般要求」國際標準提案，經國際標準化組職（International Organization for Standardization, ISO）投票，獲批正式立項，編號 ISO 23218。

以重大工程施行措施而言，除傳統的指定模式之外，在運作上加入相互競爭與鼓勵創新產業模式的作法。以製造業中心設立與升級而言，國家級製造業中心未來主導特定製造業的技術應用與發展資源，省市等級的製造業中心若要升級為國家級中需要透過多層指標確認具有則足夠的技術產業化、科技機構整合、具備強大技術移轉等特質的組織才能獲得升級機會，此種設計促使原

有的製造業重要聚落內的科研機構與公民營企業加強合作，以公司聯盟型態爭取成為國家級中心，帶動其國內產業創新的能量與整合。

重視創新產業模式應用與基礎零組件自製能力是現有重大工程的焦點之一，然而除少數零組件與設備之外，中國大陸在技術突破與商業應用上存有明顯落差，中國大陸產製零組件僅能運用於自主研發生產的高階設備，但產量與規模生產品質有待確認，不能用科技進展成果研判當地產業已經突破國際難關，達成自主研發關鍵零件規模生產階段。

中國大陸也企圖透過國際組織的標準制訂活動，將中國大陸發展出來的產業標準推向成為全球通用的產業標準，除了在高階數位控制機床領域之外，中國製造 2025 所規劃的新能源車輛、新一代信息技術等領域，可以看到中國大陸積極推動國內產業標準國際化的規劃。在產業國際合作的模式下，中國大陸逐漸擺脫對外學習合作模式，朝向積極推銷中國標準成為全球標準。在無法與現有國際標準體系抗衡的領域上，採取另立新系統標準的作法，如建立北斗導航系統、自行研發大型商用客機測試與生產規範等，以中國大陸內需市場以及友好國家採購方式，成為另一種區域性產業標準。

整體而言，重大工程專項的性質處於技術的概念與系統功能驗證階段，中國大陸在個別領域計畫的進展不一，因此後續如何透過重大工程計畫的各項產出成果支援智慧製造產業的發展需求，還需要透過其它部會與地方政策的架構設計得以完成。

## 二、工業互聯網相關政策

基本上，「中國製造 2025」內容相當廣泛，主要聚焦新一代資訊技術、航太航空設備、高端船舶和海洋工程等十大領域，以「智慧製造」為主軸，輔以製造業創新建設、綠色製造、高階

設備創新等工程相互配合，後續藉由資訊、新材料、高階數位機床和機器人等重點行業的先行先試，將製造業結構進行調整，以提高國際化發展水準，並推動產業朝「智慧製造」發展。

但 2017 年的第十九次全國代表大會後，習近平於產業發展戰略中提出深化供給側結構性改革，從「加快發展先進製造業，推動互聯網、大數據、人工智慧和實體經濟深度融合」之角度著手，推動「互聯網與先進製造」之融合，為中國大陸後續智慧製造之發展提出較為明確之方向；而且工業互聯網也與產業價值鏈的創新轉型密切相關。表 4-4-4 歸納近年中國政府公告之工業互聯網相關政策。

**表 4-4-4　近年中國政府公告之工業互聯網相關政策**

| 時間 | 政策名稱 | 內容 |
|---|---|---|
| 2015/05 | 中國製造 2025 | ◆ 2020 年，基本實現工業化，製造業大國地位鞏固，製造業資訊化水準大幅提升。製造業數位化、網路、智慧化取得明顯進展<br>• 2025 年，製造業整體素質，創新能力顯著增強，兩化(工業化和資訊化)融合邁上新臺階<br>• 2035 年，製造業整體達到世界製造強國陣營中等水準<br>• 推動新一代資訊技術與製造技術融合發展，智慧製造作為兩化深度融合主攻方向 |
| 2015/07 | 推動「互聯網+」行動指導意見 | ◆ 到 2018 年，互聯網支撐大眾創業、萬眾創新的作用增強，促進製造業、農業、能源、環保等產業轉型升級取得成效<br>◆ 2025 年，網路化、智慧化、服務、協同化的「互聯網+」產業生態體系基本完善，「互聯網+」新經濟形態初步形成，並成為經濟社會創新發展重要驅動力<br>◆ 推動互聯網與製造業融合，提升製造業數位化、網路化、智慧化水準，加強產業鏈協作，發展基於互聯網的協同製造新模式<br>◆ 加快形成製造業網路化產業生態體系，重點領域推動智慧製造、大規模個性化定制、網路協同製造、服務型製造，與網路化協同製造公共服務平臺 |
| 2016/03 | 《十三五規劃》(2016-2020 年) | ◆ 深入實施《中國製造 2025》，以提高製造業創新能力和基礎能力為重點，推動資訊技術 與製造技術深度融合<br>◆ 加快發展新型製造業-實施智慧製造工程，加強工業互聯網設施建設、推動「中國製造 +互聯網」取得實質性突破<br>◆ 新一代資訊技術產業定位為戰略性產業，培育集成電路 |

| 時間 | 政策名稱 | 內容 |
| --- | --- | --- |
| | | 產業體系、人工智慧、智慧硬 體、新型顯示、移動智慧終端、5G、先進傳感器與可穿戴設備等 |
| 2016/05 | 深化製造業與互聯網融合發展指導意見 | ◆支援製造企業與互聯網企業跨界融合，培育製造業與互聯網融合新模式<br>◆打造製造企業互聯網「雙創」平臺，推動互聯網企業構建製造業「雙創」服務體系<br>◆2018 年，製造業重點行業骨幹企業互聯網「雙創」平臺普及率達到 80%<br>◆2025 年，製造業與互聯網融合「雙創」體系基本完備，新型製造體系基本形成 |
| 2016/07 | 《國家資訊化發展戰略綱要》 | ◆2020 年，資訊產業國際競爭力大幅提升，重點行業數位化、網路化、智慧化取得明顯進展，網路化協同創新體系全面形成<br>◆2025 年，建成國際領先的移動通信網路，實現技術先進、產業發達、應用領先、網路安全堅不可摧的戰略目標<br>◆加快實施《中國製造 2025》，推動工業互聯網創新發展<br>◆以智慧製造為突破口，加快資訊技術與製造技術、產品、裝備融合創新，推廣智慧工廠和智慧製造模式 |
| 2016/07 | 深入推動新型工業化產業示範基地建設指導意見 | ◆發展工業互聯網，積極培育智慧製造新業態新模式，建設成推動兩化深度融合發展示範平臺<br>◆加快推動示範基地與「互聯網+」融合發展，開展智慧製造、工業互聯網試點示範，引領產業最佳化升級 |
| 2016/10 | 《資訊化和工業化融合發展規劃(2016-2020)》 | ◆2020 年，構建基於互聯網的製造業「雙創」新體系，製造業數位化、網路、智慧化明顯進展。<br>◆新產品、新技術、新模式、新業態持續成長，全國兩化融合發展指數達到 85，比 2015 年提高約 12。<br>◆進入兩化融合集成提升與創新突破階段企業比例達 30%，比 2015 年提高約 15% |
| 2016/12 | 《智慧製造發展規劃(2016-2020 年)》 | ◆構建工業互聯網試驗驗證平臺和標識解析系統<br>◆推動製造企業開展工廠內網路升級改造<br>◆開展工業雲和大數據平臺建設<br>◆重點領域製造企業建設新技術實驗網路並開展應用創新 |
| 2017/11 | 《深化「互聯網+先進製造業」發展工業互聯網的指導意見》 | ◆建立基本工業互聯網安全保障體系<br>◆新技術、新模式、新業態大規模推廣應用<br>◆2018-2020 年，建置工業互聯網網路基礎設施，標識解析體系、安全保障體系<br>◆2025 年，形成具國際競爭力之基礎設施和產業體系。<br>◆2035 年，建成國際領先之工業互聯網網路基礎設施和平臺，工業互聯網全面深度應用，於優勢行業形成創新引領能力，重點領域實現國際領先 |

資料來源：郭子菱（2019 年），中國大陸聚焦工業互聯網、人工智慧，加速推升“智慧製造”向前邁進。

2017 年 11 月中國國務院頒布《深化「互聯網+先進製造業」發展工業互聯網的指導意見》，確立中國大陸「工業互聯網」長期發展的戰略。該《指導意見》提出「323」規劃，針對三大體系（網路、平臺、安全）、兩類應用（大型企業整合創新、中小企業普及應用）、三類支撐（產業、生態、國際化）進行建設（參見表 4-4-5）。

**表 4-4-5　中國工業互聯網「323」行動**

| 323 行動 | | 主要內容 |
|---|---|---|
| 三大體系構建 | 網路(基礎) | ◆推動企業內外網改造升級<br>◆構建標識解析與標準體系<br>◆建設低時延、高可靠、廣覆蓋的網路基礎設施，為工業互聯互通提供有力支撐 |
| | 平臺(核心) | ◆厚實平臺發展基礎、提升平臺營運能力<br>◆推動企業上雲和工業 APP 培育<br>◆形成「建平臺」與「用平臺」的相互結合 |
| | 安全保障 | ◆提升安全防護能力<br>◆建立資料安全保護體系<br>◆推動安全技術手段建設<br>◆強化工業互聯網安全保障能力 |
| 兩大應用 | 推動大型企業創新應用 | ◆加快工業互聯網在工業現場的應用<br>◆強化複雜生產過程中設備聯網與資料獲取能力<br>◆實現企業各層級數據資源的「端到端集成」 |
| | 加快中小企業應用普及 | ◆推動低成本、模組化工業互聯網設備和系統在中小企業中的部署應用<br>◆提升中小企業數位化、網路化基礎能力 |
| 三大支撐 | | 產業、生態、國際化 |

資料來源：整理自工信部（2018 年），《工業互聯網三年（2018-2020 年）行動計畫》。

該《指導意見》亦提出工業互聯網未來三個階段的發展目標，包含：

1.到 2025 年，建構覆蓋各地區、各行業的工業互聯網網路基礎設施，不斷健全工業互聯網標識解析體系並將其大量推廣，產生具備國際競爭力的基礎設施和產業體系；

2.到 2035 年，建構國際領先的工業互聯網網路基礎設施和平臺，全面深度應用工業互聯網並使其在優勢行業形成創新引領能力，在重點領域達成國際領先的目標；

3.到 2050 年，工業互聯網創新發展能力、技術產業體系以及融合應用等達成國際領先水準，並使綜合實力為世界前茅。

該《指導意見》還針對中國大陸目前工業互聯網發展現狀，要求將建設網路基礎設施作為重點項目並加速其推展進度，主要措施之重點內容如下：

1.工業企業內網改造升級。通過實施工業企業內網改造來推動工業企業內網的 IT 化、扁平化、柔性化，從而打通資訊孤島、資料煙囪，為更廣泛的互聯互通及先進製造業的深入發展建構良好基礎；

2.加快工業企業外網建設。加速寬頻網路基礎設施建設與改造之進度，擴大網路的覆蓋範圍，優化升級國家骨幹網路，以協助產業鏈各環節之互聯與資料順暢傳輸提供保障；

3.推動標識解析體系建設。加速供應鏈系統和企業生產系統精準對接與人、機、物全面互聯，實現跨企業、跨地區、跨行業的產品全生命週期的管理，促進資訊資源的集成共用；

4.推動工業領域全面部署 IPv6。滿足工業智慧化發展對海量網址的需求。

2018 年起工業互聯網相關政策持續加碼，2018 年 2 月工信部開展工業互聯網「323」行動，並實施《工業互聯網三年（2018-2020 年）行動計畫》。

此外為落實《國務院關於深化「互聯網+先進製造業」發展工業互聯網的指導意見》，2018 年 2 月在國家製造強國建設領導小組下設立「工業互聯網專項工作組」，統籌協調中國工業互聯網發展工作，該工作組職責為：（1）統籌協調工業互聯網發

展整體工作；（2）審議推動重大規劃、政策、工程專項、工作安排、落實情況督促檢查；（3）組成「工業互聯網戰略諮詢專家委員會」提供決策諮詢；2019 年 6 月，進一步公布《工業互聯網專項工作組 2019 年工作計畫》詳述具體措施的主導與配合部門，以高層領導協調跨部門、跨地區工作事項，化解推動障礙。

「工業互聯網專項工作組」隸屬「國家製造強國建設領導小組」，其組長為國務院副總理，該副總理亦同時擔任國家積體電路產業發展領導小組的組長，該領導小組在成立時設立積體電路的相關資金基金以支持積體電路產業的發展，未來工業互聯網專項組或將借鑒此運作模式支持工業互聯網產業發展。「工業互聯網專項工作組」組長由工信部部長擔任，副組長分別為發展改革委副主任、科技部副部長、工信部副部長及財政部副部長，組員包括教育部副部長等 20 人，藉由各部委主要幹部的參與可看出中國大陸目前對工業互聯網的重視程度。

2018 年 6 月，工信部頒發《工業互聯網發展行動計畫（2018-2020 年）》（參見表 4-4-6），包含 10 項重點任務、36 項行動內容，總體目標是到 2020 年底，初步建成工業互聯網基礎設施和產業體系重點任務時間節點：

(1)2018 年需完成標識解析體系構建行動、核心技術標準突破行動、開放合作實施推動行動、加強統籌推動、推動政策落地等事項；

(2)2020 年需完成基礎設施能力提升行動、工業互聯網平臺建設行動、新模式新業態培育行動、產業生態融通發展行動、安全保障水準增強行動等事項。

**表 4-4-6 《工業互聯網發展行動計畫（2018-2020 年）》之重點任務**

| 重點任務 | 2018 | 2020 |
|---|---|---|
| (一)基礎設施能力提升行動 | | 企業外網路基本能夠支撐工業互聯網業務對覆蓋範圍和服務品質的要求，IPv6 改造基本完成；實現重點行業超過 100 家企業完成企業內網路改造 |
| (二)標識解析體系構建行動 | 完成中國工業互聯網研究院組建，承擔國家工業互聯網標識解析管理機構職能，研究制定工業互聯網標識解析體系架構，啟動建設 3 個左右標識解析國家頂級節點 | 建成 5 個左右標識解析國家頂級節點，形成 10 個以上公共標識解析服務節點，標識註冊量超過 20 億 |
| (三)工業互聯網平臺建設行動 | | 遴選 10 家左右跨行業跨領域工業互聯網平臺，培育一批獨立經營的企業級工業互聯網平臺。建成工業互聯網平臺公共服務體系。推動 30 萬家工業企業上雲，培育 30 萬個工業 APP |
| (四)核心技術標準突破行動 | 成立國家工業互聯網標準協調推動組、總體組和專家諮詢組<br>初步建立工業互聯網標準體系架構，建立 1-2 個技術標準與試驗驗證系統 | 制項以上總體性及關鍵基礎共性定 20 標準，制定 20 項以上重點行業標準，形成一批具有自主智慧財產權的核心關鍵技術，建立 5 個以上技術標準與試驗驗證系統，推出一批具有國內先進水準的工業互聯網軟硬體產品 |
| (五)新模式新業態培育行動 | | 重點領域形成 150 個左右工業互聯網集成創新應用試點示範專案，形成一批面向中小企業的典型應用，打造一批優秀系統集成商和應用服務商 |
| (六)產業生態融通發展行動 | | 建設 1-2 個跨行業跨領域開發者或開源社區，建設工業互聯網創新中心，培育 5 個左右集關鍵技術、先進產業、典型應用等功能於一體的工業互聯網產業示範基地，持續最佳化工業互聯網產業生態建設與空間布局 |
| (七)安全保障水準增強行動 | | 企業、地方、國家三級協同的安全技術保障體系初步形成 |
| (八)開放合作實施推動行動 | 推動工業互聯網產業聯盟與主要相關國際組織的合作機制建立。持續三年推動企業、產業組織以及政府間對話合作 | |

| 重點任務 | 2018 | 2020 |
| --- | --- | --- |
| (九)加強統籌推動 | 成立工業互聯網專項工作組、工業互聯網戰略諮詢專家委員會，每年召開會議，研究討論工業互聯網發展重大事項。滾動開展工業互聯網發展情況評估 | |
| (十)推動政策落地 | 開展工業資訊安全立法等重點問題研究<br>專項資金啟動支持，稅收優惠持續推動；持續三年推動工業互聯網金融服務和產品創新。持續三年推動人才引進和人才建設 | 初步建立保障工業互聯網發展的法規體系和制度<br>技術入股、股權期權激勵、科技成果轉化收益分配等機制建立 |

資料來源：整理自工信部（2018 年），《工業互聯網三年（2018-2020 年）行動計畫》。

從上述政策內容可看出，中國大陸希望以推動供給側結構性改革為主軸，以「中國製造 2025」和「互聯網+」為手段，運用工業互聯網，促進新一代資訊技術與製造業的深度融合，進而推動製造業的轉型升級，而此轉型過程之重點在於推動互聯網對製造業的整體發展。

惟目前中國大陸製造業者之水準落差過大，尤以中小型企業之數位化和網路化基礎薄弱，欠缺智慧製造、網路化協同等新模式新業態的發展環境，故目前已公告的多數政策工具中，以協助企業發展智慧製造為核心，並推動跨域合作，發展以互聯網為基礎的協同製造新模式。各政策之工作內容多為發展數位化、網路化等基礎，實現以工業互聯網為生產主體，以將後續設計、研發、生產、管理、服務等產業鏈各生產步驟互聯互通。

2018 年 11 月，工信部公告《關於 2018 年工業互聯網試點示範項目名單》。經企業自主申報、地方推薦、專家評審、現場核查等方式，將 72 個項目核定為 2018 年工業互聯網試點示範項目，該《公示》旨在經由遴選的 72 個專案進行試點先行、示範

引領等作為後，歸結可複製的經驗、做法並對其進行推廣，推動工業互聯網發展。

72 個試點示範專案包括：(1)「網路化改造集成創新應用」試點示範 17 項，涉及行業包括電子製造、鋼鐵製造、汽車、印刷、電磁、輪胎、通信、鋁業、新能源等行業；（2）「標識解析集成創新應用」試點示範 7 項，涉及行業包括為航空、汽車、船舶、乳業；（3）「平臺集成創新應用」試點示範 40 項，涉及行業包括增材製造、資訊技術、石化、水泥、鋼鐵、礦業、汽車、服裝、線纜、電磁、農業裝備、工程機械、煙草、電器、船業等行業；（4）「安全集成創新應用」試點示範 8 項，涉及行業包括安防、汽車、工控、電力、煤礦、油庫等行業。

劉孟俊等人（108 年：156）根據這 72 個試點示範專案，提出以下觀察：

整體而言，汽車、鋼鐵、礦業、資訊技術等行業專案最多，部分行業所在產業鏈上下游也有相應的示範項目，而在安全集成創新應用示範項目，主要出自電力、煤礦、油庫等能源行業及工控行，因與其產業特性有所關連。而且許多試點示範專案都與工業互聯網平臺和其集成創新應用有關。

此名單中入選航太、汽車、礦業、鋼鐵等各大行業的知名製造業者如格力、海爾、美的、江蘇徐工、三一重工、中信重工等等，目前發展階段大多聚焦於各行業之重點業者，並協助其推出各自的工業互聯網平臺，以利後續在產業互聯網打造各自的產業新生態。

另外此名單中互聯網企業的數量較為稀少，僅有阿里與奇虎 360 兩家業者。原因可能與互聯網起家的雲計算廠商多為協同推出工業互聯網平臺，扮演服務者的角色有關。換言之，中國大陸目前出面推動工業互聯網主要企業仍舊以製造業為主。

而此名單亦反映工業互聯網平臺在各省市分布的情況。以山東省為例，其所入選的 7 個項目，有 2 個項目以海爾 COSMOPlat 工業互聯網平臺為基礎。一為海爾 COSMOPlat 平臺本身，另一為則是以 COSMOPlat 工業互聯網平臺為基礎的房車行業應用示範，此表示海爾的 COSMOPlat 工業平臺解決方案已經具備可以輸出整體解決方案為其他企業提供工業互聯服務專案。

就地區分布而言，北京、廣東、山東三地專案數量占總體 36%；再加上江蘇、上海、安徽、重慶的項目數量，則占總體的 64%左右。項目數量 3 個以上者僅有 10 個省市，且排名前三與排名靠後的項目數量差距明顯。四川、甘肅、雲南三省各僅有 1 個專案入選。

參考上述觀點，我們初步認為中國大陸工業 4.0 的推動進展會受到幾個因素的影響，條列如下：

1. 產業原有的自動化基礎（偏流程/製程型產業）：這些產業在中國大陸往往是由國有企業所主導，政府也可指導國有企業在其所屬業務或供應鏈導入工業 4.0 的解決方案。
2. 產業原有的資訊化、數據化基礎：各國的普遍現象是資通訊產業原有的資訊化、數據化基礎較高，故往往是工業 4.0 的早期採用者。
3. 中國大陸本身對於供應鏈的掌握程度：工業 4.0 有不同程度，從個別工作、整廠智慧化到整個供應鏈的智慧化。中國大陸本身對於供應鏈的掌握度較高者，比較可能推動較高階的跨廠工業 4.0 解決方案。
4. 廠商或產業客製化的程度與策略：這與市場需求的區隔化、客製化有關。例如，中國大陸青島紅領集團為西服製造商，近年從 B2B 大規模生產轉變為 C2M 客製化訂製生產，實現零庫存。青島紅領在建立 C2M 直銷平臺（電商平臺）後，以大

數據系統解決訂製生產可能面臨的不確性、多樣性和複雜性問題。其模式特色為：（1）運用大數據技術，實現客製訂製生產，滿足大規模差異化需求；關鍵數據庫，可讓客戶自由搭配組合；（2）運用資通訊科技，實現跨境電子商務的無縫接軌；線上線下雙向互動，為客戶營造良好體驗；（3）運用物聯網技術，達到生產與管理整合；從網路設計、下單、客制數據傳送全部數位化，每件商品都有其專屬電子標籤；（4）運用 3D 列印邏輯，落實數位化工廠的彈性生產模式；整個生產流程均是以數據為基礎。

## 三、新型基礎設施建設之推動

由於美中貿易戰及科技戰的糾葛和新型冠狀病毒肺炎疫情的衝擊，對中國大陸經濟造成諸多負面影響，中國政府在 2020 年起強調要加快「新型基礎設施」的建設。新基建與以往的「舊基建」不同，而是以資通訊科技做為基礎建設的主要構成部分。短期上，新基建為中國政府實施「擴內需、穩投資、保成長」等擴張財政政策的一環，以維繫經濟動能；長期而言，新基建旨在構築現代化資通訊基礎設施體系，以 2050 年建成中國大陸為「世界科技創新強國」為目標。

事實上，2018 年年底的中央經濟工作會議即提出「加快 5G 商用步伐，加強人工智慧、工業互聯網、物聯網等新型基礎設施建設」，由此誕生「新基建」的概念，並列入 2019 年政府工作報告。

2019 年 3 月兩會期間、7 月政治局會議則強調「以 5G、人工智慧和工業互聯網等為代表的新基建在逆週期調節中，承擔更為重要的角色，要進一步加快推進資訊網路等新型基礎設施的建設」。

2020 年，新基建作為因應疫情影響和推動實現「全面建成小康社會」目標的重要手段，則在多次重要場合被提出，如 1 月的國務院常務會議、2 月的中央全面深化改革委員會會議、政治局會議、疫情防控和經濟社會發展工作部署會議、3 月的政治局常委會議等；4 月，國家發改委則透過「4 月例行新聞發布會」確認新型基礎設施建設的內涵與具體範圍。

在中國政府推出新基建的政策後，中國大陸的大型網路企業也宣布將投注更多資源於新基建。例如，2020 年 4 月 20 日，阿里巴巴集團旗下阿里雲宣佈，未來 3 年將再投 2,000 億人民幣於雲操作系統、伺服器、晶片與網路等重大核心技術研發和數據中心建設，以期強化雲服務。透過增加對雲服務基建和基礎技術的投資，協助企業加快恢復生產，並藉由雲智慧解決方案支持後疫情時代的企業數位化轉型。此外，新基建的數位化賦能不僅可以幫助中小企業利用數位工具提高市場回應能力，甚至有助於金融機構快速分析和評價授信企業，及時化解中小企業融資難問題。以上顯示中國大陸對新基建概念與定義演變，主要歷經三個階段：

第一，概念初顯：2018 年 12 月中央經濟工作會議首次提出「新型基礎設施建設」，包括 5G、人工智慧、工業互聯網以及物聯網四大領域；後續新基建的範圍一度擴展至特高壓、城際高鐵及軌道、新能源汽車充電樁、數據中心、5G、人工智慧、工業互聯網等領域；

第二，融合互通：2019 年至 2020 年初期，政府及民間對新基建的目標與內涵有更廣泛與深入的凝聚共識—新基建逐漸聚焦於融合交通網、水利能源網、資訊技術網，與利用創新科技培育產業生態的互通協作建設；

第三，方向明確：2020 年 4 月，國家發改委召開「4 月例行新聞發布會」，確認新型基礎設施建設包含：（1）資訊基礎設

施建設、（2）融合基礎設施建設、（3）創新基礎設施建設等三大發展方向。其中，對具體的產業將不會劃分固化的定義，而是隨科學技術和實際民生情況的進步，進行滾動調整。

**表 4-4-7　中國大陸新基建範圍**

| (1)資訊基礎設施 | (2)融合基礎設施 | (3)創新基礎設施 |
|---|---|---|
| •基於新一代資訊技術演化生成的基礎設施<br>•例如，以 5G、物聯網、工業互聯網、衛星互聯網為代表的通信網路基礎設施；以人工智慧、雲計算、區塊鏈等為代表的新技術基礎設施；以數據中心、智慧計算中心為代表的算力基礎設施等 | •深度應用互聯網、大數據、人工智慧等技術，支撐傳統基礎設施轉型升級，進而形成的融合基礎設施<br>•例如，智慧交通基礎設施、智慧能源基礎設施等 | •支撐科學研究、技術開發、產品研製的具有公益屬性的基礎設施<br>•例如，重大科技基礎設施、科教基礎設施、產業技術創新基礎設施等 |

資料來源：國家發改委（2020），「4 月例行新聞發布會」，本研究整理。

比較國家發改委與之前新聞報導相關的新基建論述，可以發現 5G 基礎設施、大數據中心、人工智慧、工業互聯網領域持續被納入新基建範圍。而特高壓輸電、城際高速鐵路和城市軌道交通、新能源汽車充電樁則未出現在發改委提出的新基建範圍中，轉而提出智慧交通基礎設施、智慧能源基礎設施。另外，衛星互聯網、重大科技基礎設施、科教基礎設施、產業技術創新基礎設施等創新基礎設施，也進一步納入新基建的範圍內。新基建範圍明確以及內容變化，反映：

1.說明新基建的核心是數位轉型，以 5G、數據中心、人工智慧等為代表的「資訊基礎建設」，是新基建的最重要內容；2020 年 4 月之後，中國政府推動新基建對未來經濟社會發展的影響和效益，呈現更清晰的輪廓，亦即經由資訊技術和創新能力升級製造業，推動數位化、智慧化融合發展；

2.重大科技基礎設施、科教基礎設施、產業技術創新基礎設施等「創新基礎設施」首次納入新基建範圍，顯示中國政府提

升增強科技企業的研究能力、研發支出占 GDP 比率的意圖。具體而言，依據中國科技部的資料，2019 年中國大陸共投入研發支出 1.96 兆人民幣、占 GDP 比例為 2.19%。其中基礎研究、應用研究和試驗發展經費所占總研發支出的比率分別為 5.5%、11.1%和 83.3%，代表基礎研究、應用研究的比率仍有進一步提昇的潛力。隨重大科技基礎設施、科教基礎設施、產業技術創新基礎設施納入新基建，且發改委表示將超前部署「創新基礎設施建設」，有望帶動中國大陸在基礎研究的能耐。

眾所周知，中國大陸經濟以往的快速發展在某種程度上受益於「舊基建」的布局。未來，為實現中國政府「創新驅動成長」的目標，需要植基於科技創新的「新基建」；此外，面對美國等國際競爭，中國大陸欲在高科技領域實現追趕、搶占技術制高點，同樣也需要在 5G、工業互聯網等新型基礎設施領域超前布局。新基建顯示中國政府意欲透過賦能技術建構智慧型社會，更加凸顯科技產業在經濟、社會發展中的地位。特別是新型冠狀病毒肺炎疫情所引起的封閉、隔離措施讓全球普遍感受到勞動力人口銳減對經濟帶來的影響，相較傳統勞動力密集產業，智慧化程度較高的行業，在維持生產和服務上似乎受到的影響較小，更成為中國政府推動新基建的動機之一。

中國大陸以往的政策鼓勵重點與目前發展較為成熟、完備的新基建領域當屬「資訊基礎設施」，以 5G、物聯網、工業互聯網、衛星互聯網為代表的通信網路基礎設施；以人工智慧、雲計算、區塊鏈等為代表的新技術基礎設施；以數據中心、智慧計算中心為代表的算力基礎設施等。中國中央與地方政府亦持續著眼於 5G、工業互聯網、人工智慧、數據中心，提出一連串政策。

第一在加快推動 5G 發展方面，提出要培養高階產業體系，對通信基礎設施實施「跨越式彈跳」，構建開放融合的 5G 應用

生態；聚焦 5G 建設相關要求，佈局 5G 基站，同步落實 5G 基站機房、電源、管道等配建工作，使中心城區實現 5G 網路覆蓋和商用；擴展 5G 示範應用場景，形成與垂直行業應用深度融合的新業態、新模式；建設 5G 領域重點實驗室、工程研究中心、資料中心等科技創新平臺、設置 5G 研發製造基地、應用軟體研發基地；推動應用試點示範區建設、數字經濟產業園、示範區規劃建設；推動機場、高鐵站等重要交通樞紐及 5G 網路熱點地區的 5G 覆蓋等。

第二，在深化工業互聯網發展方面，2018 年 6 月，工信部公佈《工業互聯網發展行動計畫（2018～2020 年）》，提出「到 2020 年底，分期分批遴選 10 個左右跨行業跨領域平臺、推動 30 萬家以上工業企業上雲、培育超過 30 萬個工業 APP」；工信部在「全國工業和資訊化工作會議」也指出，2020 年要實施「5G+工業互聯網 512 工程」，加快製造業數位化網路化智慧化轉型。在疫情催化下，工業互聯網和 5G 共同成為新基建的投入重點。

依循中央政府相關工業互聯網政策，北京、天津、河北、山西、廣東、浙江、貴州等地，均制定工業互聯網發展行動計畫、促進製造業的轉型升級，並且藉由建構網路、平臺、產業體系，提出經由升級改造企業內部網路、建設完善企業外部網路等措施推動網路基礎設施建設行動。重點為：建設工業互聯網平臺體系，鼓勵規模以上工業企業生產線和業務系統上雲上平臺、發展跨行業跨領域工業互聯網平臺；建設工業互聯網研究院和創新中心等措施；創建工業互聯網應用體系、創新產業生態與業務模式、構建工業互聯網技術創新與產業發展聯盟等措施，以推廣應用創新生態體系。

在此次疫情中，工業互聯網平臺在提供萬物互聯、資訊彙聚、優化調度、異地協同、遠距操控等服務上，展現優勢：

1.工業互聯網平臺彙聚醫療物資資訊。為讓醫療物資供需對接更精準有效，江西聯通以工業互聯網平臺，提供「物資供需對接」服務，讓疫情防控部門、醫院、企事業單位及其他需求醫療物資部門順利找到賣方與買方；海爾 COSMOPlat 亦提供疫情醫療物資資訊共用資源彙聚平臺，包括醫療防護物資需求、生產企業、醫療物資生產原材料和物流等資訊，一定程度緩解疫情防控的物資缺乏情況。

2.樹根互聯平臺為「雲監工」提供精準資料支援，協助「神山醫院」建設。在建設高峰期間，現場混凝土泵車、攪拌車、起重機作業數據達到峰值。樹根互聯的工業互聯網平臺扮演「雲監工」的角色，進行資料統計和分析，以保障施工現場幾百台設備在工地同時開挖、幾千名工人同時作業，進行故障預警、即時監測設備資料變化，確保機械平穩運作、施工依進度完成。

3.利用工業互聯網平臺從事遠端服務。主要運用涵蓋生產製造、經營管理、維運服務、疫情防護類等功能的 APP 為企業提供服務。例如，江西聯通的「遠端設備管控」服務，經由設備接入網路，達成設備網路化與智慧化管控，操作人員可遠距隨時監控資料、追蹤設備、預測故障，並進行設備控制、管理能源等，以往在現場才能完成的操作；徐工資訊的「漢雲平臺」對對設備保養資料及歷史故障資料進行離線計算分析，為客戶提供精準保養提醒及設備異常恢復方案。

第三，在推動人工智慧產業發展方面，北京、上海、山東、廣東、福建等地均提出促進新一代人工智慧發展規劃的實施意見。相關基礎設施建設目標和政策包括：推動人工智慧產業重大項目實施並帶動產業投資；加快人工智慧領域專案的引進、實施和建設工作；建構以智慧基礎軟硬體、智慧家居產品、智慧汽車、智慧製造裝備為特色的產業集群；鼓勵企業、科研機構、行業協會

等建設高水準人工智慧公共服務平臺、開源和共性技術平臺；實施「人工智慧+」應用示範工程、國家人工智慧創新應用先導區等。政府由支援建設、提升基礎研究創新能力、通用平臺、鼓勵應用示範等進行推動。

最後，在推動資料中心建設方面，如北京、天津、河北聯合推出「京津冀大數據綜合試驗區建設規劃」；山西、貴州等地制定大數據相關發展規劃、促進大數據應用的政策。此外，也聚焦大數據領域的硬體設施建設，涵蓋高速寬頻網路建設、推動綠色資料中心、能源大數據中心、車聯網大數據中心及雲平臺等建設；吸引通信運營公司和互聯網公司大型資料中心投資、建設大數據集聚區；進行公共安全、文化旅遊、工業、農業、能源、健康醫療、交通物流、電子金融等領域的大數據示範應用。

在完成資訊基礎設施、融合基礎設施、創新基礎設施的新基建後，中國大陸經濟與社會環境應可提供：

1.高速泛在的連接能力，5G、工業互聯網等新型基礎設施建設全面強化資料連接能力；高鐵、軌道交通、特高壓輸電、新能源汽車充電樁等新型基礎設施建設進補足能源連接；

2.提供通用化平臺型服務，通用的人工智慧平臺、數據中心建設為製造業轉型升級提供載具與核心動力；

3.加快數位產業化，新基建全面促進資訊技術的市場化應用，推動數位產業形成和發展，催生新產業、新業態、新模式，形成數位產業鏈和產業集群；加速產業數位化，對傳統產業進行基礎改造，有利於推動產業結構優化升級；

4.加快推動民生應用智慧化，以新型基礎設施建設為核心基礎，促進智慧交通、智慧醫療、智慧教育等智慧化公共服務體系共建共用，增進人民生活福祉。

新基建的意義在於加速促進各領域融合，推動相關或不同產業之間的協同化發展。例如，5G+工業互聯網帶動製造產業升級，低時延、高可靠、廣涵蓋的特點，5G 技術在裝備製造、航空航太、電子資訊、汽車等行業，能滿足工業互聯網的高性能需求，建構人、機、物互聯的智慧工廠網路體系，支援製造企業向數位化、網路化、智慧化轉型。一般預期，新基建對中國大陸未來的高科技發展可能產生如下影響：

1.加快晶片產業化，特別是與 5G 相關的晶片，如大量基站建設，引發的 5G 基站晶片與高頻器件的龐大市場需求；隨「人工智慧賦能百業」發展，也帶動 GPU、TPU、NPU 等人工智慧晶片市場需求；物聯網的連接設備構成種類多樣，針對智慧硬體、智慧家電和智慧計量等不同應用場域的物聯網專用晶片等，市場需求與發展潛力可觀。

2.補足工業軟體的開發能耐，例如研發電腦輔助設計（CAD）、電腦輔助工程（CAE）、產品資料管理（PDM）工業設計類軟體等，用於提升企業在產品設計與研發工作領域能力和效率的軟體；此外，製造執行系統（MES）、資料獲取與監視控制系統（SCADA）等工業生產製造類軟體，由於是提高智慧製造管控水準、改善生產設備效率和利用率的關鍵，勢必也是未來中國大陸將挹注資源積極發展的供應軟體類別。

3.推動系統裝備規模化生產，主要為滿足人口密集場所穩定、有效覆蓋，5G 基站需求數量龐大；受 5G、人工智慧、工業互聯網等大數據業務驅動，伺服器市場規模也將保持快速成長；

4.促進行業應用落地，例如在智慧醫療領域，透過 5G 促進在疫情預警、院前急救、遠端即時會診、遠距手術、無線監護、行動查房等等應用推廣，以應對重大公共衛生突發事件；融合 5G、AI、大數據、超高解析度影像等技術，運用於遠距教

育、智慧課堂/教室、校園安全等場域，推廣 5G+高解析遠端互動教學、沉浸式教學、智慧安防監控等應用；智慧製造則將搭建 5G 網路的工業協同製造平臺，推動 5G 技術與工業網路、工業軟體、控制系統融合，促進製造業數位化、網路化、智慧化轉型升級。

總之，中國政府運用科技創新提高社會生產力和綜合國力已為國策，其明顯將實施「創新驅動發展」戰略置於國家發展的核心，並在中美貿易摩擦的衝擊下，堅定「自主創新」的路徑。在新冠疫情期間，加速推出新型基礎建設，涵蓋 5G 網路、工業互聯網、人工智慧、大數據中心等新興技術，試圖帶動各行業的生產基礎設施向數位化、網路化、智慧化轉型，進而加速推動各行業技術創新、產業創新和商業模式創新，促進新業態、新模式發展，成為傳統貨幣政策、財政政策等反景氣循環措施的重要搭配，著眼於中長期衍生經濟新動能和產業新成長點。尤其，新型基礎設施是推動中國大陸經濟擺脫傳統出口依賴、投資擴張的積弊，轉往高品質發展的催化劑。需藉助新一代資訊技術，推動傳統基礎設施向新型基礎設施方向發展。而且，5G、人工智慧、工業互聯網、物聯網等新型基礎設施建設將產生長期性、大規模的投資需求，是替代舊基建，進而促內需、穩投資的重要工具。

## 四、槓桿國際資源與國際合作

中國大陸智慧製造的發展也受惠於槓桿國際資源。WEF 與麥肯錫（2019 年）合作出版了「第四次工業革命：製造業技術創新之光」報告，在 1,000 多家全球各行各業的領先製造商中，篩選出 16 家為「燈塔工廠」（Lighthouse Factory）[58]；他們是“數

[58] WEF 與麥肯錫（2019 年）對 1,000 多家全球各行各業的領先製造商加以篩選，並邀請 150 多家最前沿的公司推舉先進工廠。之後再進行實地訪視和記錄，並將資料傳輸給一個由民間組織、高等院校和科技先鋒代表組成第四次工業革命專家委員會，由他們進行全面檢視，從中確立 16 家為「燈塔工廠」。WEF 與麥肯錫（2019 年）認為這些「燈塔工廠」的驅動因素包括：資源生產率和效率、靈活性和回應能力、產品上市速度及滿足客戶需求的訂製能力。改進傳統企業的生產系統、創新設計價值鏈、打造具有顛覆潛力的新型商業模式等舉措都能創

位化製造”和“全球化 4.0”的示範者。WEF 與麥肯錫認為這 16 家「燈塔工廠」是當今最先進的生產場所，包括：拜耳生物製藥（義大利）、博世汽車（Bosch；中國大陸）、海爾（中國大陸）、強生 DePuy Synthes（愛爾蘭）、菲尼克斯電氣（Phoenix Contact；德國）、寶潔 Rakona（捷克）、施耐德電氣（法國）、西門子工業自動化產品（中國大陸）、UPS Fast Radius（美國）、寶馬集團（德國）、丹佛斯商用壓縮機（Danfosi；中國大陸）、富士康（中國大陸）、Rold（義大利）、Sandvik Coromant（瑞典）、沙特阿美天然氣廠（Uthmaniyah；沙烏地阿拉伯）、塔塔鋼鐵（荷蘭）（詳見圖 4-4-1）；其中五家位於中國大陸，數量最多（參見方塊 4-4-1）。

資料來源：WEF 與麥肯錫（2019 年），「第四次工業革命：製造業技術創新之光」。

**圖 4-4-1　WEF 與麥肯錫：全球「燈塔工廠」案例**

造價值。

**方塊 4-4-1　WEF 與麥肯錫：五家位於中國大陸的「燈塔工廠」**

博世汽車（無錫）：無錫是德國博世集團在中國大陸發展的重要基地，也是博世柴油系統和動力總成業務的中國總部，藉助智能製造技術，博世在中國大陸率先推出電控高壓共軌系統，並實現國產化。

海爾（青島）：以人工智慧主導轉型，包括搭建「先訂單，後製造」產品訂製平臺，以及利用遠端人工智慧技術事先預測維護需求。而且是以用戶為中心的大規模訂製模式。

西門子工業自動化產品（成都）：是西門子在德國以外建立的首家數位化工廠，也是西門子繼德國、美國之後在全球的第三個工業自動化產品的研發中心，實現了從產品設計到製造過程的高度數位化。以「數位分身」為核心的彈性生產技術平臺，在過去 5 年中，該工廠高彈性的生產方式保證了 99%的及時交貨率，使工廠的產量增加了 4 倍。

丹佛斯商用壓縮機（天津）：主要生產冰箱、空調機組等產品所需的壓縮機。丹佛斯藉著全數位化追溯系統與智能傳感器、視覺檢測，自動監控系統等成功改善了質量控制體系，在兩年內將勞動生產率提高了 30%，客戶投訴率減少了 57%。

富士康（深圳）：為「關燈工廠」，專門生產智慧型手機等電子設備組件的工廠，採用全自動化製造流程，配備機器學習和人工智慧型設備自動優化系統、智能自我維護系統和智能生產實時狀態監控系統，令生產效率提高 30%，庫存周期降低 15%。

資料來源：這五家廠商的說明摘要自 https://kknews.cc/finance/69kpvpm.html。

這五家中，博世汽車、西門子、丹佛斯（乃至於富士康）都是跨國企業所投資的。另外，除了富士康之外，其他廠商在中國大陸所生產的產品都與其內需密切相關。這意味著一些以中國大

陸內需為主的跨國企業會在當地領先推出智慧製造生產/產銷模式。最近另一個代表性案例是特斯拉（Tesla）2019 年底在上海所建的「超級工廠」，不僅從無到有只花了一年就完成工廠的建設，而且由於特斯拉電動車的高度模組化，也引進高度自動化生產的模式[59]。

另外，根據中經院團隊的研究（戴志言等人，108 年），在智慧製造領域，中國大陸也推動和德國、以色列、日本等國的合作。中德合作模式下主要體現在「創新輸出」和「跨國科研合作」兩方面。在創新輸出方面的產線合作中，主要透過政府特意支持的中德試點示範計畫，透過將德國如西門子、博世等大廠在智慧工廠改造的經驗和知識，協助應用在中國大陸的龍頭企業，形成中德兩國大廠與大廠的合作網絡，並期許達到落地擴散的作用。而在跨國科研合作方面，為強化技術發展的可實際應用，開創性地導入「2+2」聯合研究架構，在確保跨國交流的同時，更確立了跨國、跨產學研的四方合作機制。

在合作項目方面，最先推動中德的智慧製造標準合作，德國也成為中國大陸最主要的合作夥伴，透過中德智能製造/工業 4.0 標準化工作組的體系，除了對接中國標準與德國工業 4.0RAMI 標準之外，西門子、博世以及其他德國大廠也參與該工作組，分享智慧製造經驗，從產官學建議中國大陸標準的型塑。

中以合作模式主要體現在「創新輸出」、「跨國企業海外研發」和「跨國科研合作」。中以模式下，企業為主要的行動主體，主要體現在中資對以色列新創公司的併購，直接購買創新技術或產品；在跨國企業海外研發合作中，則是藉由高科技公司在以色列的地理聚集優勢，藉以打入全球創新研發網絡；而在跨國科研合作，則是透過由地方政府牽引的產業合作計畫，不同於中國大

[59] 根據特斯拉的說法，從料件運輸，到沖壓、組裝，車身產線的自動化已高達 95%（https://technews.tw/2020/01/18/tesla-shanghai-super-plant-production/）。

陸出資的方式，以對等企業資助條件，合作開創新產品或新生產流程。

雙方合作項目以資訊、通訊和 AI 技術為主，在彈性化、個性化、實時監控的智慧生產模式下，對這些技術有大量需求，然而技術敏感性較高，尤其在美國和歐洲地區逐漸升高的保護主義，因此除了自主研發之外，不易從其他先進國家取得，而以色列產業政策對於創新技術的開放態度，成為中國大陸可以快速填補技術需求的重要合作夥伴。

中日合作模式主要體現在「創新輸出」和「跨國企業海外研發」，兩種模式呈現時間序列式推進。在機器人領域的合作，從早期日本企業在中國大陸設置產線的「創新輸出」模式，進行生產代工，透過技術外溢效果累積自主研發能量，目前已經突破部分工業機器人關鍵零組件，如運動控制器自主研發。「跨國企業海外研發」則是在中國大陸自身技術層次也有所提升之後，日本企業主動與中方企業深化合作以取得市場銷售管道，合作試驗實際產線與研發，然而核心技術主要還是出自日方企業，中國大陸方面主要在於技術的應用面落地。

在合作項目方面，專注在工業機器人領域的合作，工業機器人 4 大家族中有 2 家為日企。在合作模式上，以產業關聯企業合作為主，例如安川電機和美的合資子公司廣東美的服務機器人有限公司，結合安川電機技的術和新產品研發，美的製造及銷售，開發家電領域的機器人系統和本體，建立智慧製造技術的對接管道。然而合作項目持續擴散，看準老年醫療和新消費型態的市場，中日機器人合作逐漸擴散應用領域，共同開創新產品與服務。

## 第五節　小結

這一章分析先進國家「再工業化」與工業 4.0 發展趨勢。基本上，製造業占比較低的先進國家，如美國和英國，比較強調「先進製造」（或「再工業化」），除了高階智慧製造之外，還特別強調發展新興產業與新材料，加上鼓勵製造業回流（美國），以期提高製造業的占比。相對地，製造業占比較高和製造業占比中段的先進國家與中所得國家，比較強調與高階智慧製造相關的「工業 4.0」，以期推動製造業的數位轉型。基本上，「工業 4.0」較偏向於討論科技因素可能影響供應鏈的長短，甚至於造成全球價值鏈的結構性重整。不過，主要先進國家的智慧製造解決方案仍然還會涉及材料、產品架構的研發。然而，我國在推動智慧製造或「工業 4.0」相形之下比較忽略材料、產品架構的研發。

較強調「先進製造」（或「再工業化」）的美、英等國，著重於建構新的產學合作體系或研究機構，因為涉及新興產業與新材料（如 3D 列印、輕量化材料等）所需的研發；而大學體系可以提供必要的先進知識。

比較強調與高階智慧製造相關的「工業 4.0」國家包括德國、日本，以及中國大陸。德國的工業 4.0 推動策略主要從「工廠設備」切入，針對工廠設備、機具及系統，提高智慧製造能力。德國工業 4.0 政策仍側重發展德國原有比較優勢，如機械自動化、智慧工廠和機器人等。科研計畫的具體目標大多重視從實際產業場域中，找到工業 4.0 的解決方案和導入可行性作法。

產業輔導對象則兼顧德國領頭羊廠商和中小企業。領頭羊大型廠商計畫如 Autonomik fur Industrie 4.0 計畫的愛迪達高速工廠。輔導中小企業的科研計畫更是持續不斷，如 It’s OWL 計畫、智能服務世界計畫、Platform Industrie 4.0 輔導中小企業在進行重大投資前測試其工業 4.0 解決方案等。

值得一提的是，德國 Platform Industrie 4.0 計畫的平台運作模式。目前 Platform Industrie 4.0 的平台定位與角色包含：（1）促進德國民間中小企業找到所需的工業 4.0 解決方案，並與相關單位合作，促成公司進行數位轉型；（2）提供德國實際工業 4.0 案例於平台上供國內外參考，提高德國廠商執行工業 4.0 技術服務方案的國際知名度，間接協助擴大德國技術服務出產的機會與產值；（3）訂立德國工業 4.0 的標準化模型 RAMI4.0 計畫；（4）促進德國工業 4.0 的國際化交流，Platform Industrie 4.0 促進國際單位與德國工業 4.0 進行交流合作、進而簽署正式協議的代表機構。

在 2014 年德國提出工業 4.0 之後，日本政府也推出相對應的政策，國家政策以 Society 5.0 及「互聯產業（Connected Industries）」為核心，協助日本製造業提升價值並擴大全球市佔率。日本是以中央政府主導的「衍生新產業結構」模式加以因應，先建立橫向產業與社會面的基礎建設，以作為自身再工業化的基礎，進而鏈結不同產業提供新的產品與服務，形成「新產業結構」以回應其他先進國家的再工業化政策、並解決國內社會課題。其所採取的作法包括「生產技術的提升」以及「海外生產據點的移動」兩大項。

其中，「生產技術的提升」重點在於建立再工業化必要的「資料基礎」，其中包括日本與再工業化的先進國家合作，讓日本可以取得更多「資料基礎」所必須的資料外，也能保持與第四次工業革命國際浪潮的連結；此外，也要協助日本國內中小企業能夠運用新興科技，提升生產力、生產效能、資源運用效率等。

日本除了推動其與先進國家在國際標準化及產業網絡安全層面上的合作外，也希望帶動其國內製造業能夠積極運用新興科技，維持甚至提升國內強大的製造業能力，其中又以向中小企業導入新興科技最為關鍵。

但是對於日本的中小企業而言，他們關切的議題不是 IoT、機器人、AI 等新興科技究竟有多好用，而是導入新興科技後「是否能夠解決自家公司的問題」，換言之，其業務情況如何改善？要改善業務情況則要如何運用這些新興科技，這些才是中小企業所關注的。在中小企業對於第四次工業革命、新興科技為何、如何應用等都還沒有頭緒之下，日本針對中小企業事業主可能提出的問題，分別擬訂相關政策，協助中小企業能夠順利採用新興科技改善其業務情況，進而在第四次工業革命的浪潮下能持續發展。針對此項問題，日本採取兩項主要措施來協助中小企業：協助日本各地組成「智慧製造應援隊」與創設「機器人系統整合商（機器人 SIer，SI 為系統整合之意）」制度。透過這兩項作法，不僅可以普及中小企業運用新興科技生產技術，同時還能培養具有 AI、IoT 等新興科技生產技術與製造現場運作的人才。

對中國大陸的發展動向而言，國際關注的焦點是「中國製造 2025」，其內容相當廣泛，主要聚焦新一代資訊技術、航太航空設備、高端船舶和海洋工程等十大領域，以「智慧製造」為主軸，輔以製造業創新建設、綠色製造、高階設備創新等工程相互配合，後續藉由資訊、新材料、高階數位機床和機器人等重點行業的先行先試，將製造業結構進行調整，以提高國際化發展水準，並推動產業朝「智慧製造」發展。

但是若以工業 4.0 的發展而言，中國大陸的核心政策應該是工業互聯網相關政策。2017 年 11 月中國國務院頒布《深化「互聯網+先進製造業」發展工業互聯網的指導意見》，確立中國大陸「工業互聯網」長期發展的戰略。該《指導意見》提出「323」規劃，針對三大體系（網路、平臺、安全）、兩類應用（大型企業整合創新、中小企業普及應用）、三類支撐（產業、生態、國際化）進行建設。

劉孟俊等人（108 年）分析中國大陸 72 個試點工業互聯網示範專案，提出以下觀察：

整體而言，汽車、鋼鐵、礦業、資訊技術等行業專案最多，部分行業所在產業鏈上下游也有相應的示範項目，而在安全集成創新應用示範項目，主要出自電力、煤礦、油庫等能源行業及工控行，因與其產業特性有所關連。而且許多試點示範專案都與工業互聯網平臺和其集成創新應用有關。

此名單中入選航太、汽車、礦業、鋼鐵等各大行業的知名製造業者如格力、海爾、美的、江蘇徐工、三一重工、中信重工等等，目前發展階段大多聚焦於各行業之重點業者，並協助其推出各自的工業互聯網平臺，以利後續在產業互聯網打造各自的產業新生態。

另外此名單中互聯網企業的數量較為稀少，僅有阿里與奇虎 360 兩家業者。原因可能與互聯網起家的雲計算廠商多為協同推出工業互聯網平臺，扮演服務者的角色有關。換言之，中國大陸目前出面推動工業互聯網主要企業仍舊以製造業為主。

而此名單亦反映工業互聯網平臺在各省市分布的情況。以山東省為例，其所入選的 7 個項目，有 2 個項目以海爾 COSMOPlat 工業互聯網平臺為基礎。一為海爾 COSMOPlat 平臺本身，另一為則是以 COSMOPlat 工業互聯網平臺為基礎的房車行業應用示範，此表示海爾的 COSMOPlat 工業平臺解決方案已經具備可以輸出整體解決方案為其他企業提供工業互聯服務專案。

我們初步認為中國大陸工業 4.0 的推動進展會受到幾個因素的影響，條列如下：

1.產業原有的自動化基礎（偏流程/製程型產業）：這些產業在中國大陸往往是由國有企業所主導，政府也可指導國有企業在其所屬業務或供應鏈導入工業 4.0 的解決方案。

2.產業原有的資訊化、數據化基礎：各國的普遍現象是資通訊產業原有的資訊化、數據化基礎較高，故往往是工業 4.0 的早期採用者。

3.中國大陸本身對於供應鏈的掌握程度：工業 4.0 有不同程度，從個別工作、整廠智慧化到整個供應鏈的智慧化。中國大陸本身對於供應鏈的掌握度較高者，比較可能推動較高階的跨廠工業 4.0 解決方案。

4.廠商或產業客製化的程度與策略：這與市場需求的區隔化、客製化有關。例如，中國大陸青島紅領集團為西服製造商，近年從 B2B 大規模生產轉變為 C2M 客製化訂製生產，實現零庫存。

由於美中貿易戰及科技戰的糾葛和新型冠狀病毒肺炎疫情的衝擊，對中國大陸經濟造成諸多負面影響，中國政府在 2020 年起強調要加快「新型基礎設施」的建設。新基建與以往的「舊基建」不同，而是以資通訊科技做為基礎建設的主要構成部分。短期上，新基建為中國政府實施「擴內需、穩投資、保成長」等擴張財政政策的一環，以維繫經濟動能；長期而言，新基建旨在構築現代化資通訊基礎設施體系，以 2050 年建成中國大陸為「世界科技創新強國」為目標。

新基建的核心是數位轉型，以 5G、數據中心、人工智慧等為代表的「資訊基礎建設」，是新基建的最重要內容；2020 年 4 月之後，中國政府推動新基建對未來經濟社會發展的影響和效益，呈現更清晰的輪廓，亦即經由資訊技術和創新能力升級製造業，推動數位化、智慧化融合發展。

另外，重大科技基礎設施、科教基礎設施、產業技術創新基礎設施等「創新基礎設施」納入新基建範圍，顯示中國政府提升增強科技企業的研究能力、研發支出占 GDP 比率的意圖。具體

而言，依據中國科技部的資料，2019 年中國大陸共投入研發支出 1.96 兆人民幣、占 GDP 比例為 2.19%。其中基礎研究、應用研究和試驗發展經費所占總研發支出的比率分別為 5.5%、11.1%和 83.3%，代表基礎研究、應用研究的比率仍有進一步提昇的潛力。隨重大科技基礎設施、科教基礎設施、產業技術創新基礎設施納入新基建，且發改委表示將超前部署「創新基礎設施建設」，有望帶動中國大陸在基礎研究的能耐。

表 4-5-1 歸納主要國家工業 4.0 相關的施政措施。值得注意的是，雖然政策措施作法與重點領域各異其趣，但主要國家的相關政策都涵蓋多面向，包括：人才技術培訓、人力資本提升，藉此在新世代製造體系中競爭、掌握價值創造的關鍵議題。無論採用創新中心（英國、美國）、平台、示範/實驗場域（德國、日本）方式，政策重點都在於串連主要關鍵企業（提供需求）、學研機構（投入研究）。同時，強化國際合作、串連國際網絡，也是主要國家施策中的共同特徵，形成了以德國為核心的多個雙邊合作（德法、德美、德日、德中）；而中國大陸也在智慧製造方面加強與德國、日本、以色列合作。我國在推動智慧製造或「工業 4.0」相形之下比較少著墨於國際合作。

## 表 4-5-1　主要國家工業 4.0 相關的施政措施

| 國家 | 主要政策與科研措施 | 其他輔導措施 |
|---|---|---|
| 美國<br>(川普總統) | ◆《先進製造業領導力戰略》：策略 1：新型製造技術的開發與轉移<br>◆成立 14 間美國製造業創新中心 | ◆《先進製造業領導力戰略》：策略 2：製造業勞動力的教育與培訓；策略 3：提升美國國內製造業供應鏈能力 |
| 德國 | ◆2013 年《德國工業 4.0 未來專案實施建議》<br>◆2014 年德國新高科技策略(New High-Tech Strategy - Innovation for Germany)<br>◆2019 年國家工業策略 2030<br>◆Autonomik fur Industrie 4.0 計畫：建立示範工廠 | ◆It's OWL：推廣工業 4.0 和智慧工廠概念至中小企業<br>◆Plattform Industrie 4.0 計畫：就工業 4.0 的技術、標準、商業模式等進行產業交流 |
| 英國 | ◆2010 年公布「先進製造成長評估架構」(Growth Review Framework for Advanced Manufacturing)報告<br>◆「工程暨物理科學研究委員會」資助成立 16 個創新製造相關研究機構：「創新製造中心」<br>◆Innovate UK 也資助成立 11 個「技術創新中心」 | ◆成立「英國積層製造委員會」(Additive Manufacturing UK, AM UK)：協助建立、傳遞和推動英國的積層製造戰略 |
| 日本 | ◆「Society 5.0 超智慧社會」<br>◆互聯產業(Connected Industries)政策 | ◆協助中小企業引進新興科技：協助在日本各地組成「智慧製造應援隊」、「機器人系統整合商」的推廣應用<br>◆與德法合作，向日本國內中小企業推廣應用案例 |
| 中國大陸 | ◆「中國製造 2025」<br>◆《深化「互聯網+先進製造業」發展工業互聯網的指導意見》：三大體系(網路、平臺、安全)、兩類應用(大型企業整合創新、中小企業普及應用)、三類支撐(產業、生態、國際化) | ◆槓桿國際資源與國際合作：德國、以色列、日本等<br>◆新型基礎設施建設之推動 |

資料來源：本研究整理。

# 第五章　工業 4.0 與全球價值鏈的中長期議題：國際組織觀點標竿

第五章進一步討論工業 4.0 與全球價值鏈的中長期議題，一個重點是國際組織觀點的標竿。第一節討論全球價值鏈發展前景，環繞著近年來以 OECD（2017a）為首的國際組織特別關切的全球價值鏈發展前景議題。第二節討論「短鏈革命」及其發展趨勢，主要參考回流倡議組織（2018）和 AT Kearney 的數據與觀點。第三節綜合討論工業 4.0、供應鏈 4.0 與全球價值鏈的關係。大體而言，不論是工業 4.0 或供應鏈 4.0 都在初始階段，其導入的程度會有尺度、模式的差異，再加上工業 4.0 或供應鏈 4.0 都可能改變營運模式及價值鏈的區位分布，故其對全球價值鏈的影響仍須進一步討論。在第四節我們以製鞋業案例分析，討論工業 4.0 對全球價值鏈的初步影響。選擇這個案例是因為這產業開始受到先進國家及其品牌大廠推動工業 4.0 而影響我國相關業者的布局。目前可以看到一些成果，但後續發展仍值得繼續觀察。第五節則以特斯拉（Tesla）案例，討論 Born-global Company 與其價值鏈的演變。特斯拉（Tesla）為電動車廣受矚目的新興業者，而且可視為 Born-global company。2013 年推出的 Tesla Model S 的供應鏈裡（以及目前）國內廠商仍能持續供應以下重要零件：馬達（富田）、減速齒輪箱（和大）、車用充電電源（康舒）、車用面板（群創）等。之後，特斯拉獲得美國政府經費支持，將工廠移回美國，最近也在中國大陸設廠；特斯拉後續也與不同的企業、大學合作累積整車技術，故我國廠商原處於特斯拉供應鏈之位置，可能出現變化。第六節則是小結。

# 第一節　全球價值鏈發展前景

近年來，以 OECD（2017a）為首的國際組織特別關切全球價值鏈的發展前景議題。根據 IMF（2016）的分析，自 2011 年起，主要經濟體全球價值鏈參與程度呈現放緩的現象，初步探究其原因可能是全球價值鏈的增長已趨成熟，或貿易成本下降幅度減緩，以及跨國投資障礙增加等。因此 OECD（2017a）出版了一本報告「The Future of Global Value Chains」，以前瞻的方式（到 2030 年），探討全球價值鏈的演變情境，並提出兩大可能的演變情勢，分別為「GVC 持續擴張」（Business as Usual）和「GVC 放緩成為新常態」（A New Normal）。

就「GVC 持續擴張」情境而言，主要的影響因素包括：持續開放的貿易與投資協議( Open trade and investment agreements；即便 WTO 影響力式微，區域或雙邊自由貿易協定仍持續擴展)、新數位化科技有助於管理冗長和複雜的全球價值鏈（Digitalisation and ICT: new communication technologies；如可溯源管理的 RFID）、製造領域新的低成本製造商的崛起（New (low-cost) producers in manufacturing）、新興國家需求和消費力的成長（Growing demand in emerging economies）、服務領域朝全球價值鏈方向發展（Development of services；如服務數位化和製造服務化）、跨國企業推波助瀾（The role of Multinational Enterprises；包括製造、專屬知識、研發）。

「GVC放緩成為新常態」則意味著全球價值鏈的擴展受阻，主要的影響因素包括：新興國家成本條件的改變（Changing cost conditions in emerging economies）、生產組織國際分散化的隱藏/額外成本( The hidden/extra-costs of international fragmentation )、追求全球價值鏈的穩健性（In search of resilience: balancing risk diversification and cost efficiency；主要討論日本大地震、泰國洪

水產生的斷鏈風險）、新數位化科技卻有助於縮短全球價值鏈（Digitalisation and ICT: new information technologies；如 IoT、大數據和嵌入式軟體、雲端運算）、從大量生產轉變為大量客製化（From mass production to mass customisation）、環保和永續要求與規範(The green and sustainability imperative;如碳足跡)。

OECD 以 2011 年為基準年，模擬至 2030 年，在「GVC 持續擴張」或「GVC 放緩成為新常態」兩種情境下，考慮各種影響因子對相關指標（如：全球貿易量占全球 GDP 比重、進口中間財占生產總額比重等）之影響方向與程度，以推敲全球價值鏈未來發展的樣態;但 OECD 也強調其模擬結果仍有侷限性和臆測性質。

表 5-1-1 為 OECD 模擬結果，主要訊息條列如下：

1.儘管各個影響因素對全球價值鏈的衝擊程度各有差異，整體而言，負面衝擊可能大於正面衝擊，故未來全球價值鏈成長趨緩可能成為新常態。

2.有助於縮短全球價值鏈的新數位化科技是影響全球價值鏈成長趨緩的最關鍵因素；而且反映在進口中間財/生產總額的比率下降。推測其因素，已開發國家可透過自動化、機器人等數位科技，增加在母國當地生產中間財與最終財，藉此不但重建其競爭力，也減少委外生產。

3.全球貿易/全球 GDP 比率下降，反映貿易的重要性下降及全球價值鏈縮短。因此，已開發國家出口到新興經濟體最終財貿易可望增加。

4.運輸成本上升也會導致全球價值鏈成長趨緩。（也參見黃鈺茹與黃舜卿，107 年）

**表 5-1-1　OECD：全球價值鏈演變情境之 METRO 模型模擬結果**

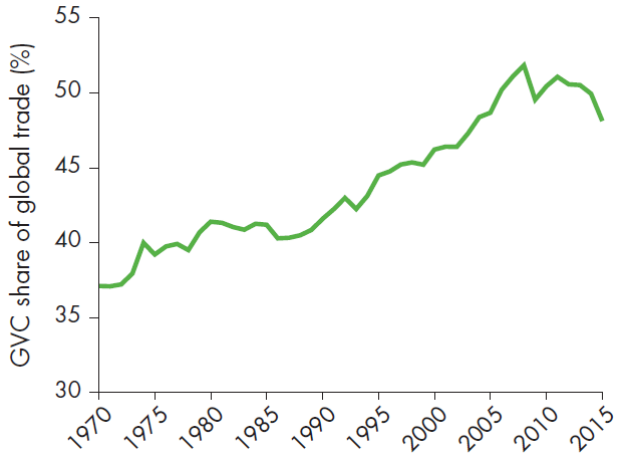
| 影響因素 | 至 2030 年模擬結果 | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 貿易值 | 貿易/GDP | 進口中間財/生產總額* | GVC 長度 |
| 情境 1：GVC 持續擴張 | | | | |
| 貿易與投資政策進一步自由化 | + | ++ | + | ++ |
| 保護主護升溫 | - | - | - | 0 |
| 新的製造業之低成本勞動供給增加 | ++ | + | + | +++ |
| 新興國家中所得階層需求增加 | + | - | + | ++ |
| 情境 2：GVC 放緩為一新常態 | | | | |
| 新興國家工資水準上漲 | -- | -- | - | + |
| 數位化生產技術 | +++ | --- | -- | +++ |
| 運輸成本上升 | -- | -- | - | - |

註：1. +表具正面效果，-表具負面效果，其個數多寡表示效果的強度。
2. *以進口中間財占生產總額的比率來衡量 GVC 重要性。

資料來源：間接引自黃鈺茹與黃舜卿（107 年），「數位經濟下跨國企業投資趨勢與全球價值鏈變動及對臺灣之啟示」，經濟研究，第 18 期，289~327 頁。

近來一些國際組織的統計也呈現一些值得注意的現象。根據世界貿易組織（World Trade Organization, WTO）與經濟合作暨發展組織（OECD）的統計，全球價值鏈的貿易附加價值（value added），從 2015 年的 179,377 億美元，與上年同期相比衰退 11.4%，包括中國大陸、美國與德國的相關比例，皆呈現下降趨勢。同樣地，World Bank（2020）的統計顯示，全球價值鏈貿易（全球價值鏈貿易占全球貿易的比重）在 1990 年代曾經快速成長，但在 2008 年全球金融危機之後已呈現停滯和下降的趨勢（參見圖 5-1-1）。「但是值得注意的是，雖然供應鏈互動程度一直在縮小，但是全球 GDP 沒有縮小，意味著全球貿易在萎縮，在 2008 年後，貿易成長率低於 GDP 成長率。從此趨勢解讀，全球的經濟驅動因素是減少仰賴全球夥伴，是選擇（貼近）在地化，比較仰賴在地供應商（引自第二場座談會）。」另外，根據聯合國貿易和發展會議（UNCTAD）在 2019 年所公布的「世界投資報告」，2018 年全球外人直接投資（FDI）下滑 13%，減為 1.3 兆美元，而且連續第三年走下坡，降到金融海嘯以來最低水準跌至金融海

嘯以來低點[60]；而 FDI 是支持全球價值鏈發展的重要元素。這些統計數據都尚未涵蓋美中貿易戰、科技戰，乃至於新冠疫情時期的數據，這大致反映在 2008 年前後全球價值鏈的擴張力道已大不如前。




Note: See figure 1.2 in chapter 1 for details. Unless otherwise specified, GVC participation measures used in this and subsequent figures throughout the Report follow the methodology from Borin and Mancini (2015, 2019).

Sources: WDR 2020 team, using data from Eora26 database; Borin and Mancini (2019); and Johnson and Noguera (2017). See appendix A for a description of the databases used in this Report.

資料來源：取自 World Bank（2020）。

**圖 5-1-1　全球價值鏈貿易的演變趨勢**

[60] 引自經濟日報（2019-06-14），「全球 FDI 降至金融海嘯來新低」，https://udn.com/news/story/6811/3870941。

## 第二節　「短鏈革命」及其發展趨勢

與全球價值鏈縮短相關的概念是「短鏈革命」；天下雜誌並就此議題專文探討過。一般而言，勞動成本過高是美商從事離岸外包的主要考量。此外，美國公司從事離岸外包的其他考量尚包括：（1）海外產地對勞工工作的限制較少、勞動生產的彈性較大；（2）土地及設廠成本較低；（3）工廠管理、保險、水電費用等比較便宜；（4）國外市場成長潛力雄厚，有利產品之海外銷售；（5）資本密集度高的零組件交由外包廠生產，可以強化業者資本運用之空間，使本身更專注於核心競爭力之開發，且專業代工廠擁有更大產能，可以更快速地依據美國公司之需求而調整；（6）東亞供應鏈橫跨多個國家，彼此形成競爭，持續進步，品質符合美國公司需求與利益。

然而，供應鏈太長卻引發「長鞭效應（bullwhip effect）」，研發、採購、生產等過程因分散於全球跨時區的各地，忽略總成本與其他變數（物流）。尤其，研發與生產的分離也導致產品創新的延後，難以快速回應市場變化、及時生產。

例如，與日本將本國已經或即將進入衰退階段的製造產業向海外轉移不同，美國相對習慣將新興產業或仍處在快速成長期的產業向海外轉移，並將產品回銷美國以滿足國內需求。但以亞洲的產能供應美國市場，終端需求資訊的波動沿供應鏈逆流而上，產生逐級放大，像在搖動鞭子，鞭子的各個環節不停擺動；鞭子愈長，鞭梢擺動的幅度就愈大，整個產業鏈變得不穩定。下游客戶端產生變異時，愈往中上游變數就愈大。造成生產計畫與供需的嚴重失調，過多的存貨存在於供應鏈中造成資金積壓，增加企業的成本與風險。「長鞭效應」導致減損離岸外包的成本優勢。

例如近年在歷經日本 311 地震及海嘯、泰國水災後，使廠商體會到國外產地氣候不確定的風險；交貨與運輸成本也受制於國

外的航運業者，如果有經營不善者，更可能造成龐大的不確定風險；此外智慧財產權被侵害、被要求技術移轉，以及中國大陸工資水準已經上漲等等，使東亞國家於部分產業在總成本考量之下，成本優勢縮小，因此廠商開始重新思考及計算離岸外包可能產生的「總成本」。

換言之，太長的供應鏈，導致銷售、生產、採購部門溝通不易、產銷不協調，品質管控也要花費更多心思。全球參與者大增後，諸如日本海嘯、泰國水災等單一事件，均可能造成短暫「斷鏈」，形成風險。

「短鏈供應鏈」訴求生產基地垂直整合，達到產銷、服務與消費者零距離，以更有彈性應對市場變化。以亞洲的產能供應中國大陸與亞太市場；美國的產能就近供應美洲市場。換言之，在「短鏈革命」後，廠商並沒有逃離中國大陸或亞太地區。相反地，過去以亞洲的產能供應北美市場，目前則改為供應中國大陸或亞太鄰近市場；美國的市場則由在當地的「新增產能」就近供應。OECD（2017a：10）以「regional character of GVCs」加以形容，我們認為可以稱之為「regionalization of GVCs」。亦即，過去廠商進行離岸外包之初，一般廠商可能沒有想到或認真計算在離岸外包之後，在運輸、天然災害、政治風險、智慧財產權、運籌及庫存管理等可能存在的隱含成本與風險；如今，因為能源價格、科技改變以及政府的獎勵與懲罰政策等，而選擇將產能設在美國。

其中，較具代表性的概念即為「回流倡議組織」（Reshoring Initiative）所提出的「整體擁有成本」（Total Cost of Ownership），其認為以往廠商決定將生產活動由美國外流至亞洲國家時，僅主要著眼海外的低廉勞動工資，經過多年經驗與教訓累積，廠商目前愈來愈偏向是綜合考量交貨時間、購置成本、品質提升、運費、客戶體驗、品牌偏好、生產率、產品創新、差異化、存貨等所構

成的「整體擁有成本」，而美國與亞洲國家的「整體擁有成本」已相差無幾，因而造成廠商新一波從海外回流美國的趨勢。

## 一、「回流倡議組織」對製造業回流美國的成效分析

回流倡議組織自 2010 年起收集與追踪製造業「回流」（reshoring）與運用「外國直接投資」（FDI）赴美國生產的案例，並運用「整體擁有成本」的觀點，宣導海外與美國的生產差距逐漸拉近，倡議美國的跨國企業將海外生產據點移回美國。

將生產遷回美國可以更貼近消費者，以及時改良品質、回應消費者需求；而「美國製造」具有品牌形象價值、自動化技術進步使廠商可以大幅度的機械化來代替人工，進一步助長廠商進行縮短供應鏈之改造，故投資回流或再向東南亞尋覓具勞動成本優勢的其他國家，似已成為近期的潮流。

回流倡議組織（2018）[61]指出，若根據進口量的增加情況估算，美國在 2015 年因離岸外包而流失的工作機會與因回流而創造的工作機會達到平衡，美國製造業工作已停止向海外淨流出；2016 年起更出現工作機會的反轉增加，美國過去 10 年平均每年流失 22 萬個製造業工作機會，2016 起首次出現淨增加 3 萬個工作機會。此外，與前幾年相似，經由外國直接投資美國而增加的工作機會仍超過回流美國。但自 2015 年起，兩者的差距持續縮小。回流所創造的工作機會與外國直接投資拉近的現象，代表美國企業在一定程度上開始了解甚至認同外國公司選擇在美國生產所能獲得的效益。總計 2010 年～2018 年製造業以回流與外國直接投資的方式，累計為美國帶來 75.7 萬個工作機會，而僅 2018 年就創造 14.5 萬個製造業工作機會。

以上數據呈現出 2018 年因回流與外國直接投資美國而創造的工作機會明顯增加。但同時，美國的非石油商品進口額也大幅

[61] 資料來源：Reshoring Initiative（2018），2018 Data Report。

成長，較 2016 年增加 1,400 億美元，而製造業回流與投資美國的狀況依舊持續。回流倡議組織聲稱，依據目前美國的勞動生產率水準，對照美國每年約 5,000 億美元的貿易赤字，則仍有 300～400 萬個製造業工作機會在海外；若進一步以 8,000 億美元的非石油商品貿易赤字推估，約有 500 萬個製造業工作機會在海外，凸顯美國未來的經濟成長潛力可觀。

回流倡議組織綜合整理引發短鏈革命的因素主要包含：縮短交貨期、降低總成本（如勞工、能源成本）、供應鏈長度、提升品質、減少運費，工資與改善客戶體驗等因素，開始推動回流、直接投資美國的策略，將生產線轉回美國生產。其並進一步以「正面因素」與「負面因素」的分類方式，歸納企業進行「短鏈革命」動機。而企業提及正面因素的次數往往高於提及負面因素的次數，可能是因為相較於過去做出離岸外包的決定，企業更重視目前回流美國的決定。

正面因素指吸引企業回流到美國的因素，例如注重美國製造的形象、生產自動化與科技、政府誘因和熟練勞動力。但其中，回流美國與從事外國直接投資美國的企業所側重的正面因素可能有部分差異。具體而言，由於回流美國的企業主要來自低勞動成本國家，因此更著重生產自動化與科技是否可彌補回流美國所帶來的高工資成本。相對而言，從事外國直接投資美國的企業多來自其他先進經濟體，如德國。由「德國製造」轉為「美國製造」作為產品號召力、帶來附加價值的效果恐不如由「中國製造」轉為「美國製造」的效果。最後，由於美國聯邦與州政府皆提供各式稅費、土地、工資補貼、基礎建設等優惠，因此政府誘因往往成為企業回流的主要正面因素。

負面因素則是企業在美國境外生產所遭遇的主要問題，多數與生產據點與美國的「距離」有關，如運費、交貨時間、庫存等。

其他則是個別國家的問題，如工資上漲、智慧財產權風險、政治不穩定等。

**表 5-2-1　引發製造業回流的正、負面前 15 項因素**

| 排序 | 負面因素 | 提及次數 | 排序 | 正面因素 | 提及次數 |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 品質/重製 | 301 | 1 | 政府誘因 | 844 |
| 2 | 運費 | 199 | 2 | 接近顧客/市場 | 818 |
| 3 | 總成本 | 155 | 3 | 美國技術勞動力取得/訓練 | 673 |
| 4 | 運輸 | 105 | 4 | 品牌形象 | 615 |
| 5 | 庫存 | 94 | 5 | 產業生態系 | 581 |
| 6 | 薪資上漲 | 91 | 6 | 國內市場 | 408 |
| 7 | 供應鏈中斷/自然災害/政治風險 | 80 | 7 | 基礎建設 | 352 |
| 8 | 綠色考量 | 67 | 8 | 交貨/上市時間 | 344 |
| 9 | 智財風險 | 65 | 9 | 自動化/科技 | 274 |
| 10 | 溝通 | 63 | 10 | 更高生產力 | 230 |
| 11 | 關稅 | 57 | 11 | 改善回應顧客時間 | 208 |
| 12 | 失去控制 | 55 | 12 | 製造/創新合作研發 | 204 |
| 13 | 旅行成本 | 52 | 13 | 美國天然氣/化學品/電力價格 | 172 |
| 14 | 匯率變動 | 47 | 14 | 空置產能 | 141 |
| 15 | 價格 | 41 | 15 | 商業過程改善技術 | 134 |

資料來源：Reshoring Initiative（2018），2018 Data Report，本研究整理。

首先在正面因素上，以「政府誘因」被提及 844 次最多，較 2016 年統計的 527 次明顯增加 317 次；其次為「接近顧客/市場」（818 次），較 2016 年同期增加 325 次。顯示除了政府提供的財稅優惠外，客戶需求亦是促使企業回流與投資美國的要項；而「美國技術勞動力取得/訓練」為 673 次，排序也靠前。其餘「自動化/科技」、「更高生產力」、「製造/創新合作研發」、「美國天然氣/化學品/電力價格」等因素反而較少被回流企業提及。

另外在負面因素上，海外生產導致的「品質/重製」因素被提及的次數最多，達 301 次；其次則為「運費」、「總成本」，其餘諸如「供應鏈斷鏈」、「智財風險」、「溝通」等因素的重

要性相對較低。「關稅」因素的排序更為靠後，顯見企業主要並非因為關稅而回流、直接投資美國。

在最積極回流或直接投資美國的產業領域上，一般而言，如礦產、體積龐大、重量可觀的產品、客製化的產品等，最不適合在海外生產，相關產業通常也不會離開美國；只有已經在境外生產、需進口的產品才會重新回流美國。

回流倡議組織（2018）的數據顯示，2010 年～2018 年前 5 大回流與直接投資美國的產業為：運輸設備（722 間企業）；電腦與電子產品（416 間）；電子設備、家電與零組件（375 間企業）；化學（409 間企業）；塑膠與橡膠製品（351 間企業），並分別創造 24.3 萬、8.7 萬、7.6 萬、7.5 萬、4.1 萬個工作機會。其中，運輸設備業提供的工作機會占 32%；電腦、電子產品與電子設備、家電與零組件業則分別創造 12%與 10%的工作機會。運輸設備業創造大量工作機會的原因主要是由於汽車組裝與零組件廠的投資興盛與政策誘因，化學產業則受益於頁岩油與天然瓦斯的開採導致原料價格下滑。

**表 5-2-2　回流與直接投資美國的前 10 大產業分布**

| 排序 | 產業 | 創造就業人數(人) | 創造就業人數比例(%) | 企業家數(間) |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 運輸設備 | 234,766 | 32 | 722 |
| 2 | 電腦、電子產品 | 87,484 | 12 | 416 |
| 3 | 電子設備、家電與零組件業 | 76,409 | 10 | 375 |
| 4 | 化學 | 75,799 | 10 | 409 |
| 5 | 塑膠與橡膠製品 | 41,452 | 5 | 351 |
| 6 | 服裝與紡織業 | 38,623 | 5 | 560 |
| 7 | 木材與紙製品 | 38,330 | 5 | 116 |
| 8 | 機械 | 27,842 | 4 | 269 |
| 9 | 金屬製品 | 25,427 | 3 | 365 |
| 10 | 醫療器材 | 22,374 | 3 | 124 |

資料來源：Reshoring Initiative（2018），2018 Data Report，本研究整理。

由上可知，目前最積極回流美國的產業是已經外流，但美國政府認為不應該外流的產業，包括運輸設備；電腦、電子產品與電子設備；家電與零組件業；服裝與紡織業。如數據所示，回流與直接投資美國的產業確實集中在產品尺寸和重量可觀的運輸設備業、設計變更頻率/需求波動性大的服裝與紡織業。

在回流的技術層次上，高科技製造業由於通常可創造更多的投資、研發動能、薪資與較低的工作外流風險，普遍較低技術製造業更受歡迎。目前，高科技製造業回流和直接投資在美國所創造的工作機會多於低技術製造業。特別是目前美國在高科技產品仍呈現貿易逆差。因此，保持高科技製造業回流與外國直接投資流入，對維繫後續的先進製造業發展顯得相當重要。

**表 5-2-3　回流與直接投資美國的技術層次分布**

| | 工作機會比例（%） | 公司家數比例（%） |
|---|---|---|
| 高科技 | 21 | 16 |
| 中高科技 | 45 | 31 |
| 中低科技 | 17 | 22 |
| 低科技 | 17 | 31 |
| 高科技+中高科技 | 66 | 48 |
| 中低科技+低科技 | 34 | 52 |

資料來源：Reshoring Initiative（2018），2018 Data Report，本研究整理。

另一方面，雖然高科技和中高科技製造業產生最多的工作機會，但由於服裝、木材、塑膠與橡膠製品業的成長，近年美國低技術製造業所吸納的工作機會也出現成長。

觀察回流與外國直接投資美國的來源國顯示，創造的就業數量 27%來自中國大陸，達 14.4 萬；14%源於德國，達 7.6 萬，其餘則為日本的 7.0 萬（13%）、墨西哥的 3.5 萬（7%）與加拿大的 2.9 萬（6%）。若以地區觀察，51%的回流與外國直接投資活動來自亞洲、西歐（33%）、北美（9%）、澳洲（2%）與中東（2%）

**表 5-2-4　回流與直接投資美國的前 10 大來源國分布**

| 排序 | 國家 | 創造就業人數（人） | 創造就業人數比例（%） | 企業家數（間） |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 中國大陸 | 144,299 | 27 | 1,041 |
| 2 | 德國 | 76,578 | 14 | 323 |
| 3 | 日本 | 70,964 | 13 | 317 |
| 4 | 墨西哥 | 35,851 | 7 | 135 |
| 5 | 加拿大 | 29,576 | 6 | 229 |
| 6 | 韓國 | 22,301 | 4 | 82 |
| 7 | 瑞典 | 14,777 | 3 | 83 |
| 8 | 阿拉伯聯合大公國 | 14,025 | 3 | 91 |
| 9 | 印度 | 12,768 | 2 | 86 |
| 10 | 奧地利 | 12,495 | 2 | 35 |

資料來源：Reshoring Initiative（2018），2018 Data Report，本研究整理。

最後，回流與外國直接投資至美國的企業主要設廠於南卡羅萊納州、德州與密西根州，單一設廠項目平均可創造的就業人數分別為 236 人、234 人、186 人，主要是由於當地勞動法規較為寬鬆、工資、能源、稅金與土地成本等較其他州具競爭力。

## 二、AT Kearney 對美國推動製造業回流成效的評估

除回流倡議組織外，諮詢機構 AT Kearney 以美國製造業由亞洲 14 個低成本國家（low cost country）的進口額對美國製造業總產出額的比率變化，編制「回流指數」(Reshoring Index)，則是另一種是衡量製造業回流美國狀況的嘗試。

在 2008 年～2018 年的 10 年間[62]，AT Kearney「回流指數」顯示有 8 年的美國製成品與外包進口成長率超過美國國內製造業總產出成長率，意味製造業外包成長依舊超過回流。而 2018 年，亞洲 14 大低成本國家貿易夥伴對美國出口製成品增加 660 億美元、年成長 9%，是自 2008 全球經濟危機以來最大漲幅；相形之下，2018 年美國製造業總產值與上年相比僅成長 6%。回流

[62] 資料來源：AT Kearney(2019),US Trade Policy and Reshoring: the Real Impact of America’s New Trade Policies。

指數自 2016 年以來連續 3 年下跌，表示製造業持續將美國的低成本貿易夥伴國家視為比美國更適合生產據點。

AT Kearney 的分析指出美國對部分商品加徵額外關稅，直接造成中國大陸製造業成本提高，且由於當地勞動成本攀升已久，導致企業希望將生產業務轉移到鄰近地區，如越南或印度。而貿易爭端會加速轉移生產據點的時程。此種局勢對中國大陸造成的負面影響是輸美商品占美國進口總額比重下跌。但為什麼製造業回流美國的情況並不明顯？

關鍵在於美國的關稅將製造企業逼出中國大陸，轉進亞洲其他地區，卻非回流美國。提高海外進口商品的關稅，反讓美國境內的產品變得更貴，亦難以提供更多製造業工作機會，顯示即使加徵關稅，美國製造業的委外生產仍超過回流。

當然，部分領域的製造業回流美國，可能不是因為關稅，而是美國由於開採頁岩氣造成的低廉能源價格，使得回流美國可重拾競爭優勢；另一部分產業則將低附加價值的加工生產流程置於低成本國家，而在美國本土仍專注在更有價值的流程，例如設計、研發、品管和運輸；簡言之，在美中貿易爭端持續延續，企業為維護營運，雖由中國大陸遷出，但卻是將生產轉移至越南、印度等國家，而非回流美國。

例如，Nike 和 Adidas 在越南的生產比例從過去 10 年的 30% 增加到 45%，漸漸將重心轉移出中國大陸。在 2013 年～2018 年間，越南出口至美國的鞋類金額從 217 億美元翻倍為到 477 億美元，年複合成長率（CAGR）為 17%；2018 年～2019 年，越南對美國的出口成長 36%，同期中國大陸對美國的出口減少 13%。一般認為，越南能部分取代中國大陸成為製造中心的原因主要為人力成本尚低於中國大陸、靠近東南亞供應鏈。此外，越南近年基礎建設與產業園區建置也漸趨完整，政府政策亦有利於外國直接投資進駐。

AT Kearney（2018）[63]也指出美國政府若欲回流政策可長可久，需優先解決勞動力短缺的問題，其中以精密機械操作員與管理階層人員的短缺最明顯。緩解的方式是鼓勵製造企業以公私合作的方式，進行技術提升和再培訓的投資、建立人脈。最後，其預測若美國與中國大陸的貿易摩擦繼續惡化，美國製造業的總產出額可能會出現下降，甚至陷入製造業萎縮的狀態。相反地，若情況緩解，將可扭轉美國受影響商品的出口、緩解消費品的通膨壓力。

由上述回流倡議組織與 AT Kearney 所觀察到的「短鏈革命」情況顯示，製造業發展有其規律，難以靠單一國家的政策在短期內扭轉。早期，美國製造業受發展中國家廉價生產要素吸引，「離岸」將工廠設在製造成本更低的亞洲國家。隨時間演進，美國製造商將製造業務外包中國大陸，不僅是因為工資差異，而是中國大陸的市場潛力、外資優惠政策、產業聚落、員工能力、合格供應鏈、基礎設施等，已達提供製造業者推動業務的合宜條件。

對應當前初步浮現的製造業回流美國現象，可能也並非僅是由於中國大陸勞動成本升高之故，而是夾雜交通運輸、提高生產率、品牌/形象、改善庫存、創新/產品差異化、客戶回應、供應鏈管理等層面。尤其，製造業回流關係企業長遠的發展前景，往往需對投資報酬率、企業供應鏈及生產流程全盤評估，才能謹慎決定。換言之，製造業者將工廠遷至亞洲其他國家，並不表示中國大陸在全球供應鏈的地位旁落。事實上，位於中國大陸的（區域）總部仍可持續保有關鍵的決策、運籌功能。

[63] 資料來源：AT Kearney (2018), Reshoring in Reverse Again。

## 三、適合回流美國的製造業產業分析

目前也有一些研究探討除適合回流美國的製造業產業分析。電子代工業外，胡鞍鋼、任皓與高宇寧（2018 年）[64]以紡織業、金屬製品製造業、電腦與電子產品製造業分別作為初、中、高階製造業的代表，並指出美國人均 GDP 分別在 3.6 萬、4.6 萬美元時，紡織業、金屬製品製造業的工業生產附加價值達到頂點，隨人均 GDP 的繼續提高，工業生產附加價值則出現倒 U 型轉折。而目前，美國製造業發展的主要動力則仍以電腦與電子產品製造業為代表的高階製造業。前述過程顯示美國符合製造業結構隨收入水準成長發變化的觀察，製造業往往會表現出由勞動密集型向資本密集型的演進，勞動密集型產業的就業比重亦會呈現先上升後下降的趨勢。

在美國，胃納大量就業的中、低階產業已越過發展的高峰，未來恐怕也難以再吸收大量的新勞動力。此現像是隨經濟發展，低、中階製造業衰退，高階製造業轉為主導，進而造成製造業就業吸納能力的下滑。相對地，隨美國本土製造業結構的升級，美國企業在全球進行更有效率的資源配置、尋找更為廉價的生產要素與廣大市場，將中、低階製造業轉移至發展中國家，造成製造業提供的就業量下降。

由上可知，美國政府推動製造業回流是反全球化浪潮下的「政治正確」選擇。尤其，美國製造業回流議題的熱度重燃應可導因於川普總統將美國製造業就業流失歸咎於自由貿易，並認為產業外移、貿易赤字是製造業崩壞的禍首。

特別是中國大陸接受大量的美國製造業業轉移，中國大陸製造業更成為美國製造業工作機會流失的箭靶。部分研究也支援此

[64] 胡鞍鋼、任皓、高宇寧（2018 年），國際金融危機以來美國製造業回流政策評述，國際經濟評論，第 2 期，2018 年

說法。Autor, Dorn and Hanson（2016）[65]的研究顯示，2000 年後美國 40%的製造業就業流失是由於中國大陸製造業競爭力的提升；Acemoglu, Autor, and Dorn, et al（2016）[66]則認為從中國大陸進口的增加是美國 2000 年後就業停滯的主要原因，其研究顯示 1999～2011 年由於從中國大陸進口，直接或間接的就業損失達到 200 萬~240 萬人，其中 3/4 屬於製造業領域；Caliendo, Dvorkin, and Parro( 2015 )[67]指出中國大陸的商品進口使美國 2000 年～2007 年喪失 80 萬製造業就業機會。前述研究脈絡主要由美中貿易赤字擴大與製造業就業減少的相關性出發，歸結中國大陸造成美國製造業就業流失。但 Morrison（2017）[68]卻也指出美國向中國大陸的製造業轉移，雖造成一定程度的美國製造業就業減少，但主要為短期就業衝擊，而非長期就業下降的根本原因、更多地影響低階製造業的就業，較少影響高階製造業。

Stiglitz（2016）[69]進一步說明，是「技術」造成美國製造業就業的減少，並主要表現在機器使用對勞動的替代效果，且全球均出現類似的趨勢。換言之，美國製造業就業減少為眾多因素促成的結果，例如製造業轉移、貿易、勞動生產率、經濟結構由製造業轉為服務業主導、產品與服務由重硬體轉為重軟體。但另一方面，雖然美國製造業就業減少，但全美國民眾則可獲得來自海外廉價的製造業產品，國民福利可能增加。

事實上，美國的製造業仍具備競爭力。BCG 早在 2014 年撰寫的 The Shifting Economics of Global Manufacturing[70]報告中陳

---

[65] 資料來源：Autor D H, Dorn D, Hanson G H.(2016),The China Shock: Learning from Labor-Market Adjustment to Large Changes in Trade, Annual Review of Economics, 2016, 8

[66] 資料來源：Acemoglu D, Autor D, Dorn D, et al.(2016),Import Competition and the Great US Employment Sag of the 2000s, Journal of Labor Economics, 2016, 34

[67] 資料來源：Caliendo L, Dvorkin M A, Parro F.(2015),Trade and Labor Market Dynamics, NBER working paper No.21149, 2015

[68] 資料來源：Wayne Morrison (2017),China-U.S Trade Issues, Congressional Research Service,2017

[69] 資料來源：Joseph E.Stiglitz(2016)，What the US Economy Needs from Donald Trump，網址：https://www.theguardian.com/business/2016/nov/15/joseph-stiglitz-what-the-us-economy-needs-from-donald-trump

[70] 資料來源：BCG(2014), The Shifting Economics of Global Manufacturing,網址：https://www.bcg.com/publications/2014/lean-manufacturing-globalization-shifting-economics-glo

述，在納入工資、生產效率、能源成本、匯率等因素後，認為歐盟國家在製造業競爭優勢繼續下探、中國大陸製造業的綜合成本已達美國的 96%，美國則是在 2004～2014 年間，製造業成本競爭力大幅提升的國家。換言之，美國的製造業有其獨特優勢：首先，美國是全球最發達的金融市場與各類專業服務業，對知識密集型的製造業有明顯的輔助作用；其次，當地製造業企業具備極高的創新能力，企業創新能力有助製造業與服務業的融合；最後，自頁岩氣開採後，低廉的能源價格使美國在能源領域重拾明顯的優勢。

中經院團隊（溫蓓章等人，107 年）曾經探討適合回流美國的製造業類型，並仍持續追踪後續發展。「將製造搬回美國」是川普競選時的主要政見，其希望創造美國就業機會、使美國「再次偉大」；將製造由亞洲移回美國，是降低失業率和工業再復興的一個方式；換言之，亞洲的製造業似乎就被歸咎為造成美國高失業率和經濟衰退的原因之一。但事實上，並非所有製造業皆適合回流美國，而美國本土目前也保留某些類型的製造業，並蓬勃發展。

從事生產製造的方法，根據產品的「生產數量」，可歸納為（程天縱，2017 年）[71]：

1.客戶訂做：作坊生產（job shop making）；

2.少量多樣：批量生產（batch process）；

3.多量少樣：裝配線生產（assembly line）；

4.單一大量：流水線生產（continuous flow）。

bal-manufacturing.aspx

[71] 資料來源：程天縱（2017），亞洲製造移回歐美真的好嗎？這裡有些不一樣的看法，網址：https://rocket.cafe/talks/82123，最後瀏覽日：2018/11/20

從成本和效率而言,「作坊生產」最適合客戶訂做少量產品；「批量生產」則用以生產少量多樣的產品；「裝配線」適合生產多量少樣的產品;「流水線」則是生產單一大量產品的最佳選擇。

以上四種生產方式皆可進行「自動化」,並進一步區分為「電腦化」與「機械化」；而不論何種生產方式的自動化，皆是機械化和電腦化的搭配組合。例如「作坊生產」通常是數量極少的客製化生產（例如飛機或輪船）。其自動化可能需要 90%電腦化與 10%機械化。

隨產品種類改變、生產數量增加，電腦化百分比降低、機械化百分比增加，當到「流水線生產」（例如食品、藥品、化妝保養品）時，可能需要 10%電腦化和 90%機械化。

在用人數量方面，四種生產方式以「裝配線」最多，且大部分電子產品的組裝屬於「異形零組件組裝」，進行自動化有其困難；此外，由於電子產品生命週期縮短，更需要具彈性、容易改變的生產線，因此仍主要採用「裝配線」進行作業。而「流水線」生產由於高度機械化，用人數反而少。

美國移至亞洲的製造業大部分是「批量生產線」和大量用人的「裝配生產線」。美國本土的製造業則保留需要高度電腦化、高科技含量的「作坊生產線」、「批量生產線」，以及高度機械化的「流水線生產線」。由此觀之，用人相對較少的製造業，大部分仍留在美國；而且由於科技領先，美國仍然保留核心技術，創造高附加價值的製造工作而享有更大優勢。

事實上，觀察美國外國投資流入的製造業次領域，也以屬於「流水線生產線」的「化學製品業」吸引的投資最多；此外，吸引外國直接投資第二高的「電腦與電子產品」中，也以用人較少的「半導體與其他電子零組件業」占大多數。似也呼應前述美國

本土製造業多保留需高度電腦化、高科技含量以及高度機械化的「流水線生產線」之論點。

總之，美國製造業的未來發展重心端賴於具備創新能力的高階製造業，進而要求美國強化境內供應鏈的能力與提高勞動生產力、降低企業稅率、營造更有利的創新與經商環境；並可利用基礎設施建設等提振國內製造業需求。特別是具戰略價值的高階製造業未曾離開美國，也就沒有所謂的「製造業回流」。未來主要需保持足夠的創新領先、利用全球資源，一般預期美國仍是全球最具競爭力的製造業大國。

## 四、製造業回流對美國發展先進製造業的意義

依據前述回流倡議組織與 AT Kearney 的資料與研究，不難發現美國製造業回流尚未形成規模。特別是目前製造業分工較以往更趨細緻、專業化生產日益明顯，外包業務並無減緩趨勢。以蘋果公司的產品而言，零組件多源美國、臺灣、德國、日本，最後並在中國、印度等國組裝。換言之，單一國家或企業掌控全球價值鏈的難度提昇，在未根本性翻轉目前的價值鏈下，美國政府嘗試以政策促使企業將生產轉移回本土，難度頗高。尤其是全球製造生產已非單向流動，而是形成具頻繁、密切交互活動的生產網路。

美國希望製造業回流企業數量上升，但相對在美國進行從事直接投資的跨國企業，選擇回流的美國數量相對有限，製造業外包成長依舊超過回流。另一方面，美國的製造業就業人數也並未出現突破式成長，雖然製造業就業人數確實有上升，但一般歸因是 2008 年世界經濟危機後的復甦，屬於景氣循環的自然歷程，而非因為美國川普總統推動先進製造戰略、發動對中國大陸的貿易戰所造成的趨勢扭轉。事實上，倡導美國企業回流，可能反映出美國決策者對製造業仍停留在傳統的印象中，諸如工人在生產

線上裝配產品等製造工序，卻忽視製造業內涵的轉變與組織的變革。目前的製造業，特別是屬於高工資、高附加值的職位，多半集中於產品設計、供應鏈管理、銷售等領域。

雖然根據回流倡議組織的報告，確實有企業已選擇回流美國、停止赴低成本國家投資、或降低海外投資金額。但若與美國跨國企業目前在境外為數更可觀的關聯公司與聘僱的員工，回流倡議組織所呈現的案例數量恰巧佐證回流尚未成為風潮。更重要的是，回流倡議組織對於短鏈革命引發的製造業回流美國僅關注單向流動，但同時回流的企業卻可能也在擴大外包業務與在美國境外投資。

例如，通用電氣於 2011 年在美國建立新工廠，但該公司同時在中國大陸、印度等國家新設工廠，而通用電器的家電業務則於 2016 年被中國大陸的海爾集團以 54 億美元收購；福特汽車於 2015 年宣布在墨西哥投資 25 億美元新建工廠，2017 年響應川普總統的製造業回流政策，取消墨西哥設廠轉而投資 7 億美元擴大在美國密西根州生產電動汽車和自動駕駛汽車，並至少增加 700 個工作機會；日本豐田汽車於 2020 年 1 月宣布因應消費者需求（汽車買氣逐漸從轎車轉向 SUV），將重組北美業務，將把位於美國德州的 Tacoma 中型皮卡車生產線，轉移至墨西哥工廠。同時宣布向美國印第安那州工廠注資 7 億美元，作為承諾將於美國注資 130 億美元的五年計畫之一。

前述看似矛盾的案例，正彰顯跨國公司在價值鏈布局的複雜性，看似雇用人數最多、出口創匯最高、經濟貢獻最佳的企業，可能也是進口最多的企業。尤其，在全球價值鏈的交互布局下，跨境的生產流程往往並非單向流動。Lindsay Oldenski（2015）[72] 表示雖然美國企業回流並不是廣泛現象，但卻無損美國製造業的

[72] 資料來源: Lindsay Oldenski (2015), Reshoring by US Firms: What Do the Data Say?

競爭力。事實上，美國公司雖從事外包業務，但仍可鞏固其在全球價值鏈上的主導地位，為在美國本土進行更多生產、推動更多由美國的出口，提供機會。具體而言，其發現外包業務成長的同時，也伴隨美國本土製造的成長、美國製造的出口也在上升。

此外，Lindsay Oldenski（2015）還發現，相對於外包業務規模較少的企業，將更多業務外包的美國跨國公司，在美國提供的就業、產出、資本支出、研發支出等增幅更大。換言之，外包業務的發展並非美國製造業就業減少的主要因素，外包反而是美國企業保持競爭力的方式之一。經由外包，企業能最佳化資源配置、更聚焦於如研發等高附加值活動。事實上，企業內例行、低技術含量的工作往往被離岸外包，但高附加值的業務仍留在境內。換言之，美國至今仍能主導全球的先進、高階製造業，並非因為吸引企業回流。

另一方面，由於消費者的需求改變或技術變革，導致在一定程度上，製造業的內涵不同於以往，消費者偏好由製成品轉向服務、部分製造業流程趨於自動化，進而減少所需的勞動力。Bernard and Fort（2015）指出[73]近年製造業的內涵發生若干質變，與製成品相關的生產企業並未納入製造業的統計中，並稱這些數量持續成長、多為產業內翹楚的企業為「無工廠的產品製造商」（factoryless goods producing firms），該研究並例舉屬於製造企業但在統計中卻被歸入服務類別的丹麥企業，論述 2007 年相關企業吸納的就業量占丹麥總製造業就業的 10%。具此推論丹麥製造業就業的實際減幅應小於官方的數據，因為實際從事製造業生產的企業被歸入服務業的政府統計中。而對製造業就業低估的狀況，也可能出現在美國的統計數據中。

[73] 資料來源：Andrew Bernard and Teresa Fort (2015), Factoryless Goods Producing Firms, American Economic Review,vol. 105, no. 5。

總之，在全球生產日益複雜的未來，隨美國企業因應政府政策而變換生產地、重新審視外包活動，應仍會出現更多的回流個案，但目前尚未出現美國企業大規模回流的證據。回流倡議組織也歸結「整體擁有成本」的高低，才是美國企業回流的主要原因，而非僅考慮海外勞動成本，尤其外包業務凸顯美國企業競爭力的來源是靈活、彈性運用全球供應鏈的能力。因此，美國政府的政策聚焦於製造業企業回流可能有其盲點。反而應著眼於建立優質投資環境、透過 STEM 教育培養適用於先進製造所需的勞動力，以便搭配美國企業在本土釋出的工作機會，代替體力生產和裝配工作，以便美國企業在本土持續進行高價值的產品設計、研發、管理等工作。目前，製造業的性質已經改變，在全球價值鏈複雜的布局或重組中，即使美國的外包業務繼續成長，美國製造業的競爭力也不會驟然下滑。

## 五、短鏈革命對我國製造業轉進美國的影響

實際觀察「短鏈革命」是否適用於我國的產業轉移上，閩潔、巫佳宜、楊宜蓁、李信宏（2018）[74]以我國紡織業為例，說明短鏈革命對紡織業的影響。由於臺灣的紡織供應鏈維持纖維（臺灣、中國大陸等）→布料（臺灣、中國大陸、越南）→成衣（東南亞、中南美洲、非洲）的產品流向，凸顯我國紡織產業優勢偏重於中上游，以多樣化的人造纖維衍生出以機能性布料為主的產品，輸出至生產成本相對低廉的國家如東協、中南美洲、非洲等地製作成衣，再輸往歐美等大宗消費市場。

近年品牌客戶益發講求快速反應，在品牌客戶的支持下，臺灣紡織供應鏈布局思維確實開始移轉生產基地，如更重視中美洲供應鏈的布局；此外，川普政府提高進口關稅的舉動，也將促使供應美國內需市場的產品，在境外生產無利可圖。若以「就近供

[74] 閩潔、巫佳宜、楊宜蓁、李信宏（2018 年），「短鏈革命」將翻轉台灣紡織產業？ITIS 產業資訊服務網。

應市場」為驅動力，回應短鏈革命而赴美設廠，卻不一定合乎目前在美國境外生產的成本優勢。具體而言：

1.美國及與其簽署自由貿易協議的國家訂有「從紗開始（yarn forward）」的要求，進口入美國的紡織品必須完全採用這些國家或美國製造的材料生產，否則紡織品仍需繳納關稅（稅率：紗線 5%～6%，布料 10%～12%，服裝 15%～20%）。換言之，紗線必須在地生產，才符合在美國製造的策略；

2.短期而言，儘管美國擁有低能源成本優勢，但由於周邊缺乏產業群聚性及多樣性的原材料及整理加工廠，無法滿足品牌客戶產品多樣性的需求；此外，美國仍缺乏製造端的技術人才，不適合複雜品項的生產。而美國勞工權益意識高、享有合法罷工權益，亞洲企業管理當地員工恐衍生文化摩擦、勞資關係緊張。

但在臺灣生產，成本較美國高的項目則包括：（1）其他產品銷售成本，如進口關稅、運保費、包裝費等成本較美國生產高；（2）剛性成本：運輸途中的存置、驗貨、倉儲等成本較美國境內生產高；（3）供應鏈風險成本：交期、空運、出差、驗廠等成本較美國境內生產高。

最後在技術上，目前紡織業因成品柔軟的特性，除工序簡單的 T 恤外，難以採用全自動化製程，仍須一定人工處理，美國目前的勞動力成本仍較高，導致在美國生產缺乏競爭力。需待未來適用於成衣生產的高度自動化設備問世，方有可能進一步實現美國製造的機會。

# 第三節　工業 4.0、供應鏈 4.0 與全球價值鏈

過去對於工業 4.0 的討論大多聚焦於主要國家工業 4.0 相關政策或工業 4.0 對於產業或企業經營的影響，但是目前也有一些文獻開始探討工業 4.0、供應鏈 4.0[75]對全球價值鏈的影響。基本上，供應鏈 4.0 是一種工業 4.0 的發展願景，儘管在特定產業有一些關燈工廠的案例，但是主要國家及臺灣製造業導入智慧製造或工業 4.0 仍屬於逐步演進的過程。個別國家產業或廠商在工業 4.0 的進展不一；如清大的簡禎富（2019 年）教授主張臺灣應該發展工業 3.5 智慧製造，邁向工業 4.0 也會面對不同的瓶頸。

就實務來看，智慧製造的發展並非靠一個專案或單項新科技就可實現，需要一個平台式的創新系統，彙整各種不同的科技與系統管理資料，讓企業可更有效率的管理，甚至創造新客戶互動關係。換言之，智慧製造發展並非一蹴可幾，無法買個軟體、或將系統導入就可以完成，而是一連串的數據整合、系統集成、流程優化、管理化，包括軟硬體、管理和公司文化的逐步演化，才能真正達到策略佈局和戰術執行的企業改造。發展所需時間，短則 3-5 年，長則 5-10 年，視產業的競爭現況而定。

---

[75] 供應鏈 1.0 到供應鏈 4.0 發展的每個階段如下：
階段一：供應鏈 1.0 是企業內部功能整合過程階段。在此階段功能齊全但資訊不通，供應鏈還侷限在企業內部，部門牆的存在導致採購、生產、物流、銷售等部門資訊不暢通；
階段二：供應鏈 2.0 是區域（局部）性數位化階段。這時企業的核心任務是提高響應市場的效率。企業須整合供應鏈上各職能部門，解決運營系統內部協作問題。企業對於該領域的部分內容已經具備了數位化管理能力，但是區域（局部）性的數位化管理並無法跟其他數位化管理工具共享互通，企業牆仍存在；
階段三：供應鏈 3.0 是進入數位化全面貫通階段。實現了企業內部的資料整合以及縱向整合，供應鏈合作夥伴的合作，庫存管理、倉儲、運輸等均實現了流通；
階段四：供應鏈 4.0 便是智慧供應鏈階段。在該階段，數位化不再侷限在企業內部，而是向供應鏈上下游整個產業鏈延伸，進而實現端到端的價值鏈數位化整合。包括供應鏈上下游企業、服務商、提供商、金融服務等實現一體化整合，形成整體價值鏈的網路體系，包括全流程的數位化透明化管理，走向智慧化的發展道路。這一階段關鍵任務是推行供應鏈規劃，推行數位化創新平臺，上下游生態建設。

智慧製造可能的發展階段與樣態，根據資策會數位所參考國際組織定義提出的發展階段，有三大階段（參見表 5-3-1），包括：

- 數位化階段（digital enablement）：關鍵工作在於資訊化或數位化，關鍵行動在於轉型主體是否將資訊、資料或流程轉化為數位格式的過程；
- 數位優化（digital optimization）：關鍵字是大數據分析、AI、IoT、Robotics、機器學習等，關鍵行動在於採用數位工具或電腦資訊系統後，在客戶體驗或營運流程上，是否有產生效益（如效率提升、成本降低、客戶滿意度、銷售量成長等）；
- 數位轉型：關鍵字是新價值、新思維模式、新生態系統等，關鍵行動是是否能夠透過數位工具或電腦資訊系統所獲得的資訊流、數據流中，創造出新商業模式、新獲利機會及新市場機會。

**表 5-3-1　數位轉型發展歷程**

| 發展階段 | 數位化(Digital Enablement) | 數位優化(Digital Optimization) | 數位轉型(Digital Transformation) |
|---|---|---|---|
| 階段內涵 | 是否有採用數位工具或電腦資訊系統 | 採用數位工具或電腦資訊系統後，在客戶體驗或營運流程面上，是否有產出效益(如效率提升、成本降低、客戶滿意度、銷售量增加等) | 是否從數位工具或電腦資訊系統所獲得的資訊流、數據流中，創造出新商業獲利、新市場機會 |
| 企業策略 | ◆ 類比轉為數位<br>◆ 資訊化 | ◆ 新產品、新市場<br>◆ 效率提升、流程改善 | ◆ 新商模、新價值<br>◆ 跨單位協作、持續性演進 |
| 發展模式 | ◆ 資訊追蹤：各階段服務雛型/半成品皆可透過數位序號進行追蹤 | ◆ 用戶體驗：運用數位能力，提升用戶接觸、了解、掌握與拓展資訊效率<br>◆ 營運優化：運用數位能力，達到流程協作、任務支援與營運決策的效率/正確率提升 | ◆ 商模再造：運用數位能力打造的數位資產進行持續跨單位/產業鏈整合，創造的新遊戲規則、新價值、跨界綜效 |

資料來源：資策會數位轉型所（2019），「產業數位轉型之當下與未來」簡報。

類似概念與 Ibarra, Ganzarain and Igartua（2018）提出的工業 4.0 概念呼應[76]，歸納成 4 種層次，包括：

- 製程數位化：現階段比較常見的是製造設備流程的數位化及蒐集相關生產資訊，仍有更進階的發展，如讓設備之間具有相互溝通能力，引進感測器自動檢測、品質管理、存貨管理等；另外，蒐集到的資訊資料，結合資訊即時傳送與大數據分析後，可將用於改善既有流程或防止問題再發生，逐漸強化調整對最佳狀態的製程流程。
- 供應鏈數位化（縱向）：數位化的範圍從工廠內到其他地方，向後連結到下由供應商，向前連結材料供應商或產品設計。經由整合客戶資料，朝採購最佳化，銷售最佳化及預測性維護等。
- 生態系數位化（橫向）：屬於跨供應鏈整合或跨地區的垂直供應鏈連結，可整合及串聯材料採購、品質管理及產品創新設計等資訊議題，或者提供垂直供應鏈服務的平台跨域服務；
- 創造新產品生態系：經由長期掌握消費者偏好，持續地因應顧客需求創造新的產品，甚至與顧客共同創造新產品，與顧客共同形成新的生態系。此時，或者逐漸建構新商業模式，在市場獲取消費者資訊，或可回饋到廠商內產品的開發與設計。

然而，從實際廠商運作之觀察發現，這些數位化層次並非一蹴可幾；同時，涉及的元素會因為不同層次，涉及不同利益關係者的加入。如第 1 層相對比較屬於流程面的創新，導入場域比較多是在工廠內；第 2 到第 4 層則會涉及到組織及產品面的創新，甚至開發出新商業模式。

[76] 資料來源：Dorleta Ibarra, Jaione Ganzarain, Juan Ignacio (2018) “Business model innovation through Industry 4.0: A review” Procedia Manufacturing 22 (2018) 4–10.

不過，OECD（2017b）指出次世代生產對全球價值鏈的影響程度，以產業特性（industry-specific）為重要的因子。一是自動化程度高的產業（如電機電子設備）；二是勞力密集產業（如紡織、製鞋等）；而科技的改變是決定性因子。OECD（2017a）「The Future of Global Value Chains」報告中則傾向於將工業 4.0 相關之新數位化科技歸類為有助於縮短全球價值鏈（Digitalisation and ICT: new information technologies；如 IoT、大數據和嵌入式軟體、雲端運算），成為「GVC 放緩成為新常態」的重要影響因素。

然而，也有一些文獻對於工業 4.0 或供應鏈 4.0 對全球價值鏈的影響有多方的辯證，對其影響方向沒有驟下斷語。例如 Strange and Zucchella（2017）認為工業 4.0 深具潛力可以深刻改變全球價值鏈上各種活動運作和區位分布的型態，並改變獲取價值（value capture）的方式。但是，他們也認為導入工業 4.0 對全球價值鏈可有不同方向的影響，或將全球價值鏈縮短且有利於偏向先進國家，或由中控式的供應鏈轉變為分散式的供應鏈（a move from centralized to decentralized supply chains）。同樣地，Ferrantino and Koten（2019）採用世界銀行的供應鏈 4.0 概念，認為供應鏈 4.0 對全球價值鏈同時有兩種影響：第一、供應鏈 4.0 科技將有助於縮短或減少供應鏈的階段，這有助於先進製造回流已開發國家；第二、供應鏈 4.0 也有助於降低全球價值鏈的溝通、管理、協作成本，支撐全球價值鏈的持續發展；這顯然是在跨國、跨廠的角度思考。一篇新的文章（Butollo, 2020）：Digitalization and the geographies of production: Towards reshoring or global fragmentation?，得出的結論是：兩種力量的拉扯，一方面是目標市場和製造的整合，另一方面是透過複雜供應鏈組織所形成的地理區位分化，將會技術性地促成供應鏈的再結構，但其型態會因

產業部門而異[77]。我們初步認為類似的辯論仍將持續且一時難以斷定，因為不論是工業 4.0 或供應鏈 4.0 都在初始階段，其導入的程度會有尺度、模式的差異，再加上工業 4.0 或供應鏈 4.0 都可能改變營運模式及價值鏈的區位分布，故其對全球價值鏈的影響仍須進一步討論。

[77] 英文原文為：The contradictory tendencies of a geographical integration of manufacturing and target markets on the one hand and geographical fragmentation through sophisticated supply-chain organization on the other will affect the technologically facilitated processes of value chain restructuring in a sector-specific manner.

# 第四節　製鞋業案例：工業 4.0 對全球價值鏈的初步影響

本節以製鞋業為案例，分析供應鏈 4.0 對全球價值鏈的初步影響。選擇這個案例是因為這產業開始受到先進國家及其品牌大廠推動工業 4.0 而影響我國相關業者的布局。目前可以看到一些成果，但後續發展仍值得繼續觀察。

雖然是傳統產業，但製鞋業近年成為智慧製造轉型的重要參考案例，而且對我國廠商在其全球價值鏈的角色與模式產生不容忽視的影響。在國際上，製鞋業的品牌領導業者，如 Nike、Adidas、Under Armour，近年來透過與外界合作，積極投入智慧製造、智慧供應鏈方面的研發創新；但在這過程中，他們與我國 OEM/ODM 合作夥伴的關係也變得浮動不居。典型的案例是：在 2015 年，Nike 宣布與美國電子代工大廠偉創力策略聯盟，要革新製鞋業的供應鏈。因此，2016 年，「商業周刊」1509 期的標題與封面故事為「一張訂單撼動台灣製鞋霸業」：一張 Nike 下在墨西哥的訂單（墨西哥廠位於瓜達拉哈拉），試圖以「機器人取代人工」，撼動臺灣的運動鞋供應鏈。然而，2019 年，「商業周刊」1633 期的標題與封面故事則為「Nike 訂單回台！」在 2016 年的場景，新競爭者從不同角落冒出：包括曾經為戴爾、摩托羅拉生產手機的電子代工大廠偉創力；原本只是為維多莉亞的秘密生產胸罩的維珍妮國際；為蘋果做面板清洗設備的德國設備商亞智科技。然而，三年後 Nike 與偉創力雙方在智慧製造的合作計畫卻宣告喊停（詳見方塊 5-4-1）。

## 方塊 5-4-1　Nike 發展智慧製造的轉折

Nike 在 2011 年倫敦奧運，找上豐泰生產採用新技術 Flyknit 編織鞋面的鞋款，豐泰成功地找到提升良率的方法並且完成使命。然而在 2015 年，Nike 卻宣布跟美國電子代工大廠偉創力策略聯盟，企圖為傳統製鞋產業帶來破壞式創新；在 Nike 自動化生產轉型的過程中，新的價值鏈參與者偉創力出現了。主要動機在於：1.缺工問題：品牌商思考就近在主要市場導入機器人製鞋，取代以廉價勞動力為主擇地設廠的代工模式。2.電商掘起：隨著傳統通路逐漸式微，偉創力擅長的網路客製化 Flyknit 鞋款，被視為是未來 Nike 強推的主力鞋款之一，因而改變製鞋流程。Nike 原本預估 2023 年，電商客製化平臺所銷售的鞋子，會有 25%來自像偉創力這樣的在地工廠在地供貨。然而，Nike 與偉創力的合作卻於 2018 年底結束，並將關閉位於瓜達拉哈拉（位於墨西哥）的工廠。近期 Nike 找上臺資與韓資代工廠，討論到墨西哥設廠的可能性。

Nike 在 3D 列印的應用上，Nike Flyprint 是 Nike 首次將 3D 列印織物鞋面運用於功能性跑鞋，且 Nike Flyprint 並非應用於中底，而是面料。鞋面是透過固態的方式塑造形狀（SDM），此項工藝是將線圈上的 TPU 纖維展開，將其融化進而層層編織、固化的過程。首先，Nike 於 2018 年 4 月應用於 Zoom Vaporfly Elite Flyprint 跑鞋，該鞋款為 Eliud Kipchoge 專門打造，根據其參與 2017 年柏林馬拉松後的回饋，設計團隊進行原型的設計研發。爾後，2019 年 Nike 發售 Nike VaporFly Elite Flyprint 3D 鞋款，可在鞋盒上頭刻上自己的名字，但必須具備以下條件：東京馬拉松比賽中「3 小時」以內完成的全馬成績，以及 675 美元的定價。

值得關注的是，Flyprint 展現出設計師如何把運動員的相關資料，轉化成打造新織物鞋面的幾何資訊。透過電腦科技捕捉和計算運動員在跑動過程中足部的相關數據，量身定做打造 1：1 的鞋身結構。更重要的是，Flyprint 是 Nike 織物數位化研究創新的重要一

步，整合 Nike Hyperfuse、Nike Flywire、Nike Flyknit。

在上述 Nike 發展帶動的供應鏈轉變中（參見下圖），一是新參與者偉創力，從「合作」到「分手」的歷程觀察。二是豐泰與 Nike 的緊密關係的轉折，最後重新合作也讓豐泰獲利創新高（Nike 占 84%）。豐泰早在經典喬丹自動化製程中，涉及自動噴槍、電腦訂位切割、雷射切割、雷射修邊、電腦針車等的 11 個創新製程，進而帶動喬丹十三代的人力成本減少了 30%，每小時的產量提升 50%。在之後並持續投入智慧製造、材料等領域的研發，最終重新鞏固與 Nike 的合作關係。

資料來源：本研究繪製。

**圖　Nike 供應鏈的轉變：自動化生產 vs.女工**

資料來源：引自溫蓓章等人（108 年）。

同樣地，Adidas 在 2015 年底宣布推動「Speedfactory」計畫，由德國政府「工業 4.0」計畫贊助，發展全新型態的製鞋工廠，其目的是大量運用機械生產模式，以提高鞋款生產效率，並提供消費者一個全新型態的產品。Speedfactory 設在品牌大本營德國，由德國設備製造商 Oechsler Motion 配合建造，設定目標一年生產 50 萬雙鞋子。之後為接近美國市場，Adidas 也於 2018 年在美

國亞特蘭大建造第二座 Speedfactory，用於生產用戶訂製款鞋型和一些限量款運動鞋。Adidas 未來團隊實驗了一款可以適應輕巧複雜裝配工作的小型機器人手臂，這款小型工業機器人手臂稱為 LBR iiwa，由德國自動化公司庫卡製造。

Speedfactory 一大特色是企圖縮短供應鏈時間。在設計層面趨向數位化，訓練鞋可在電腦上展現風格，並且由電腦測試適合度和性能。為強化此過程，Speedfactory 透過虛擬電腦模型，可以模擬新訓練鞋的生產過程，後續即可把數位化的產品移到生產系統。執行這項工作的機器高度自動化，並且使用電腦編織、機器人切割和積層製造（Additive Manufacturing）；工業 3D 列印機能夠處理多樣的材料，透過軟體驅動，機器人、針織機和 3D 列印機直接從電腦設計程式中獲取指令。換言之，Speedfactory 企圖創造出一種新的接近市場之快速訂製生產模式，結合自動化、資訊技術、新型生產（包括 3D 技術）和創新產品，以期保持德國製造的領先地位。藉此，Adidas 產品可就地生產，從設計到生產、發貨整個流程，預期可從 18 個月縮短到 45 天，以縮短供應鏈時間。原本預計 2020 年的量產目標 100 萬雙，並規劃未來 Speedfactory 的產量能達到總產量的 50%。

Adidas 為了量產 3D 列印球鞋，於 2017 年與 Carbon 合作。Adidas Futurecraft 4D 的中底是一種複雜的網狀彈性結構，唯有 3D 列印技術才有辦法生產這種材料。在 Adidas 與 Carbon 3D 的合作中，從聚合樹脂中「拉」出一支鞋中底，僅需要 20 分鐘。主要是以 Carbon 的專利 4D 列印技術，採數位光學合成技術（DLS），最大的特性是能夠透過光和氧氣來定位塑型，將液態樹脂打造成適合每個人足部運動的專屬鞋底，提供更穩定舒適的體驗。

Speedfactory 為 Adidas 的新世代製鞋概念，用全自動化的生產線來打造鞋款，而 AM4 為 Speedfactory 的獨家產物，為運動

鞋帶來新的材料與產品架構創新。AM4 涉及使用者參與，與世界各大城市的運動員、跑者合作，收集由運動員身上回饋的資料，已在倫敦、巴黎、洛杉磯、紐約、上海、日本東京等地落實。

然而，Adidas 於 2019 年 11 月宣布將關閉其在美國和德國的高科技機器人工廠（2020 年 4 月前停止），並把其機器人自動化生產的 Speedfactory 配置給在越南與中國大陸 2 家供應商（亞洲供應鏈）。根據「商業周刊」的報導，Adidas 發言人朗吉（Claudia Lange）指出：「公司目前逾 90%產品是在亞洲生產，因此讓 Speedfactory 的產能集中在供應商聚集的地區，在經營上是更合理。因此，轉移快速工廠基於組織上的考慮大於財務因素。」在德國方面，Adidas 將繼續在其位於德國沙因費爾德（Scheinfeld）的工廠 adiLab 測試製造技術；Adidas 也將繼續和負責營運美、德兩座機器人工廠的公司 Oechsler 合作，生產彈性鞋底、足球鞋鞋底和 3D 列印鞋底（參見方塊 5-4-2）。

**方塊 5-4-2　Adidas 之「高速工廠」案例**

Speedfactory 高速工廠是愛迪達鞋廠（Adidas）落實工業 4.0 的重要示範計畫，目標落實「製鞋過程全面自動化」，計畫的長期願景為希望未來能將製鞋業的產能由亞洲遷回德國，重振德國本土運動鞋產業。

由下面的圖中可見，其生產設備所占據使用的面積小，便於工廠規劃時靈活布局，以及在必要的時候移至它處。另外，高速工廠示範計畫也壓縮減省原物料庫存與物流環節所佔用的時間，可以大幅加快速度製作成品。由該計畫建立範例，之後愛迪達和高科技設備領導製造商 Manz 集團，宣布共同開發合作 Speedfactory 的基礎設施。依據 2015 年底的合約，由 Oechsler AG 擔任 Speedfactory 的實際營運方，2016 年已經在德國打造第一座 Speedfactory，以試驗產線進行高品質運動鞋的生產製程測試，由自動化工廠生產首批運動鞋；並於 2017 年在美國建造第二座「Speedfactory」，開始量產，

逐漸提高 Speedfactory 的生產量。

對 Adidas 而言，Speedfactory 並不會完全取代亞洲的承包商的重要性，因為 Speedfactory 主要在於因應社交媒體興起，滿足時下「即時滿足、快時尚」的消費者習慣。此現象同時可由數據得知，2016 年 Adidas 科技創新部負責人曾於媒體上表示：Adidas74%的營收來自於推出未滿一年的產品，且這個數據正在成長。Adidas 的顧客變得越來越具有挑戰性和需求變化快速的現象，未來，客製化不論是對市場或是個人都越來越普遍。因此，Adidas 期望在未來能夠有能力生產客製化的鞋品，故建立一個「快速製造」自動化工廠 Speedfactory。為此，在 2015 至 2017 年之間，Adidas 提高了 35%的研發成本，持續往自動化的方向邁進。之前 Speedfactory 已經穩定地推出新產品，工廠投產也有規模化產能。

資料來源：中經院（2019）彙整自 Adidas AG 官方網站，https://www.adidas-group.com/en/。

**圖　愛迪達高速工廠的生產製造設備**

然而，在 2019 年 11 月中，愛迪達發布 Speedfactory 發展急轉直下的新聞。Adidas 表示將於 2020 年 4 月前停止德國 Ansbach( 2016

年建立）和美國 Atlanta（2017 年建立）兩地的 Speedfactory，並預計 2019 年底在亞洲的現有供應商工廠中重新建置 Speedfactory 技術，但具體策略和行動仍尚未明確，需待觀察。換句話說，Adidas 將暫時停置這個改變全球製鞋業供應鏈的高價實驗。

Adidas 也說明他們暫停這個計畫的一些原因：1.自動化工廠尚未能搭配鞋類新產品開發的快速腳步：雖然這兩座高速自動化工廠比標準工業生產時間更快速，但機器人工廠很難快速因應新產品開發，即時重新配置或重新利用，因為還需要專門知識重新設置機器手臂和機器視覺。2.人機合作的實務挑戰：即使機器人製造廠商在技術上有了突破，如何訓練現場勞動力以不同的方式使用自動化機器設備也比想像中困難得多。3.期待擴大串連 Speedfactory 和供應商的整合綜效：移至亞洲的其中一個原因是希望將 Speedfactory 集中在專門知識和供應商群聚之處更有意義，並且可減少物流成本。4.Speedfactory 的產能未達理想：以德國 Ansbach 廠為例，目前年產量僅約 50 萬雙，距離預期目標有段差距。

資料來源：引自溫蓓章等人（108 年）。

這兩個製鞋業智慧製造案例都是由國際品牌大廠所主導，而且研發過程中都企圖跳過或擺脫臺灣的供應鏈合作夥伴，改而與他國其他領域（如電子、設備製造商）的廠商合作，藉此不僅意圖導入分散式的國際價值鏈，甚至於希望在先進國家就地生產。綜合多方的報導，Nike 和 Adidas 的研發計畫都最終喊停，可歸納出下列因素：1.智慧製造比較容易處理特定材質和產品樣式的運動鞋，如一體成形的針織鞋，但仍難以處理如以（人造）皮革與布料為基礎的運動鞋。2.製鞋業具有時尚產業的特色，款式多樣且流行快速汰換，例如近年來針織鞋占新款運動鞋的比重大幅下降，這導致標準化程度低，自動化成本也隨之攀高。3.國際品牌若要在先進國家就地生產，也需要其他的供應商隨之配合，以降低物流成本與提高供貨速度。不過，「商業周刊」1633 期的

報導也顯示 Nike 並未放棄自動化之路，而且 Nike 已在 2019 年找上臺資與韓資代工廠，討論到墨西哥設廠的可能性，惟目前尚未有結論。

在這全球價值鏈變動的過程，我國的製鞋業供應鏈大廠也積極投入智慧製造及先進材料等方面的研發；而這也相當程度促使國際品牌大廠在調整智慧製造的發展路線時，回頭加強與臺灣價值鏈夥伴（如寶成、豐泰）的合作。例如，根據其一〇七年年報，寶成在 2018 年的研發密度為 2.1%，持續投入於推動自働化生產流程並結合物聯網優化體系，創新生產模式及製造技術之導入與精進，以不斷增進作業效率及提升彈性生產能力。另外在 3D 列印新材料的研發上，寶成研究 3D 列印在鞋底的運用，聯手新光集團旗下的泛亞聚酯，鞋材大王蕭登波旗下的寶聯通綠能科技開發自有的 3D 列印技術，跨入未來製造；2018 年持續積極投入 3D 列印技術，於材料及製程上已有斬獲，將持續研發配合品牌縮短開發階段時程（溫蓓章等人，108 年）。

我國另一大廠豐泰更早已投入自動化與智慧製造的研發。早在 1992 年豐泰就已和 Nike 合作，在豐泰內部建立 Nike 的第一個亞洲研究發展中心。豐泰並從 2010 年開始進行自動化研發，導入自動製程。豐泰自動化製程始自 2012 年（自動化技術發展期），投入先進製程技術研究，從早期的傳統製造發展至以技術領導生產的營運模式。研發機臺陸續投入量產測試，整體自動化技術已逐漸提昇。根據其年報，豐泰 2018 年的研發密度達 3.45%，持續投入新生產技術、新產品、自動化等領域的研發，依照豐泰在 2016~2018 年的研發重點，可以觀察到豐泰配合 Nike 的產品開發，持續投入到新材料（如 Flyknit 編織鞋面材料、Needle Punch）、新產品架構（如全自動繫鞋帶、Max Air 空氣袋）的開發（溫蓓章等人，108 年）。

這個製鞋業案例對臺灣的意涵在於全球價值鏈數位轉型下領導廠商與價值鏈夥伴的合作研發。在探討工業 4.0 或製造業的數位轉型時，國內往往會區分為：智慧機械、智慧製造、智慧供應鏈等類型。其中，智慧供應鏈涉及到在供應鏈體系下跨廠、跨組織的集體數位轉型；不過，國內在這方面的討論目前比較侷限在國內的範疇。然而，我國深度參與全球價值鏈的產業，在工業 4.0 發展趨勢中，其實面對智慧供應鏈之國際連結與主導權問題。一般而論，在訂單非常集中的產業中，全球價值鏈的主導者大多為品牌客戶，供應鏈之智慧化可能為跨國、跨廠性質，也將取決於品牌客戶/領頭羊廠商。典型的案例包括：資通訊產業、製鞋業、紡織業。過去在推動供應鏈/價值鏈 e 化時，經濟部技術處也曾針對這類型的產業推動 A、B、C、D、E、G 計畫，並特別加強與全球價值鏈的主導廠商或品牌廠商合作。同樣地，製鞋業之全球價值鏈數位轉型往往需要領導廠商與（臺灣）價值鏈夥伴的合作研發；而且他們如果與臺灣的業者合作研發，將不會只是智慧製造解決方案，有些還會涉及材料、產品架構的研發。

# 第五節　特斯拉（Tesla）案例：Born-global Company 與其價值鏈的演變

特斯拉（Tesla）為電動車廣受矚目的新興業者，而且可視為 Born-global company。特斯拉成立於 2003 年，公司主要產銷電動車，其產品包括：2009 年純電動之高性能跑車 Roadster、2012 年一般房車的 Model S、2013 年多用途較大車款的 Model X，以及 2017 年推出趨於平價的 Model 3 等車款。特斯拉開發電動車的原始夥伴就包括我國的富田、致茂等機電廠商。而且 2013 年推出的 Tesla Model S 的供應鏈裡（以及目前）國內廠商仍能持續供應以下重要零件：馬達（富田）、減速齒輪箱（和大）、車用充電電源（康舒）、車用面板（群創）等。之後，特斯拉獲得美國政府經費支持，將工廠移回美國，最近也在中國大陸設廠；特斯拉後續也與不同的企業、大學合作累積整車技術，故我國廠商原處於特斯拉供應鏈之位置，可能出現變化。因此，本節以特斯拉案例，檢視 Born-global Company 與其價值鏈的演變。

儘管草創階段與臺灣一些業界密切相關，特斯拉在成長階段接受美國能源局經費補助，加上面對新廠量產議題時，正值「美國再工業化政策」推進，無既有的生產體系壓力的情境下，各種條件造就特斯拉直接投入先進製造陣容，不論是在區位選擇與技術應用的發展上都不同於美國傳統車廠，可以從中借鏡較多先進製造與創新生態性形成策略之影響，故本計畫特別就這個案例深入分析，並後續檢視對臺灣供應體系的影響。在電動自駕車發展，特斯拉透過與各國際企業、大學等利害關係人合作，建立完整的垂直供應生態系；但其供應鏈也持續變動。

## 一、特斯拉之 Born-global 創新生態系

特斯拉產品主要銷售市場為美國、中國大陸及歐洲等地區。目前車輛製造的基地分別位於：美國加州費里蒙（Fremont）、內華達州的電池工廠（Gigafactory 1）。此外，特斯拉為了因應歐洲市場的需求， 2013 年於荷蘭設立 Tilburg 整車工廠；就中國大陸市場而言，特斯拉 2015 年開始與中國大陸官方洽談，並於 2019 年底在上海建成「超級工廠」；不僅從無到有只花了一年就完成工廠的建設，而且由於特斯拉電動車的高度模組化，也引進高度自動化生產的模式。

Tesla 創設至今，仍然一直被視為全球電動車產業之新興廠商，其原因是特斯拉持續開發電動車之先進技術，同時不斷提出創新的點子，打造吸引顧客目光的明星產品；同時特斯拉的服務與其他車廠營運有所不同，例如：1.公司關注於「體驗」，如：產品銷售展示中心，以顧客體驗服務為目的，讓顧客能自行選擇車款、配件，以提供全方位客製化之產品。特斯拉採取接單生產方式，以確保即生產即銷售，降低產品囤貨的問題。其次，為了減緩車主車子充電時間的焦慮，因此於美國境內（及主要國際市場）建置超級充電站。再者，公司提供車輛管理維修服務，包括定期檢查（自主進廠或專人到府維修檢查）、定期更新車子智慧監控軟體系統等。最後，搭配政府購車補助或購車融資，使消費者降低購車頭期款等。

另外，在電動車營運部分，Tesla 持續投入技術研發，並另與車廠建立 B2B 之夥伴關係，以促進本身之電動車專有技術的應用規模（scale up）。舉例而言，在電動車技術處於未成熟階段時，Tesla 便把自家生產的電池動力總成系統，分別提供給德國戴姆勒（在 2009 年）與日本豐田（在 2010 年），協助兩家車廠推出電動車輛。就特斯拉與德商戴姆勒、日本豐田之合作內容，參見表 5-5-1。

**表 5-5-1　特斯拉早期與戴姆勒、豐田技術合作概況**

| 名稱 | 項目 | 內容 |
|---|---|---|
| 德國<br>戴姆勒 | 電池動力總成系統 | ◆2009 年戴姆勒投資 5,000 萬於特斯拉。<br>◆幫助戴姆勒的 Smart Fortwo 開發電池組與充電器，並把特斯拉鋰電池系統整合至 Smart Fortwo 中。<br>◆後續與戴姆勒子公司 Freightliner 合作研發電動車、馬達、電池、充電及工程技術支援。 |
| 日本<br>豐田 | | ◆2010 年豐田投資 5,000 萬於特斯拉。<br>◆協助豐田開發 RAV4 之電動馬達，並於豐田在美國加州洛杉磯工廠生產；2012 年開始生產與銷售。 |

資料來源：本研究整理，取自於：Achilleas Karamitsios (2013) Open Innovation in EVs: A Case Study of Tesla Motors, https://pdfs.semanticscholar.org/af23/f5dd51db88e2751efd4f835b7588bd838843.pdf, accessed in 2018/04/26.

Tesla 推出第一代電動車 Roadster 使用交流電動機（AC Motors），為特斯拉自行研發設計；雖然 Tesla 已具有開發電動機的能力，但早期 Tesla 尚未擁有自己的整車工廠，且車輛技術來源還尚未足以製成一輛電動車，因此公司在車輛技術研發、零組件供應等，仍需要透過與不同的夥伴合作，提升自家整車之技術含量、車輛製造產能。Tesla 電動車製造及零組件之技術研發，則是與企業、大學，以及與上游供應商等建立夥伴關係，表 5-5-2 為 Tesla 與供應商、產、學在電動車之合作情形；呈現特斯拉早期之 Born-global 創新生態系。

**表 5-5-2　Tesla 早期與產官學於電動車之合作**

| | 名稱<br>(關係) | 時間(年) | 技術使用 |
|---|---|---|---|
| 馬達 | 臺灣富田 | 2006 | ◆馬達研發 |
| 電控系統 | 美國 AC Propulsion | 2004 | ◆動力傳動系統技術 |
| 車身及零組件 | 美國 Mathworks | 2008 | ◆車身設計 |
| 車身及零組件 | 法國 Sotira<br>(供應商) | N/A | ◆碳纖維車殼技術製造 |
| 車身及零組件 | 英國蓮花汽車 Lotus<br>(供應商) | 2008 | ◆底盤製造<br>◆車身安全結構 |
| 車身及零組件 | 美國博格華納 Borg Warner<br>(供應商) | 2008 | ◆提供電動車之變速器 |
| 車身及零組件 | 臺灣和大 | | ◆減速齒輪供應 |

| | 名稱<br>(關係) | 時間(年) | 技術使用 |
|---|---|---|---|
| 車身及零組件 | 美國德納<br>Dana Hoilding<br>(供應商) | 2009 | ◆蓄電池冷卻系統(延長混合動力車和電動車的電池壽命) |
| 電池 | 日本松下 Panasonic<br>(供應商/研發) | 2009 | ◆松下提供電池芯用於電動車的電池組(battery pack)<br>◆2014 年達成協議於美國內華達州興建電池工廠 Gigafactory 1 |
| 電池 | 加拿大戴爾豪斯大學<br>Dalhousie<br>(研發) | 2015 | ◆提升鋰電池使用壽命及容量，以降低電池成本 |
| 自駕<br>技術 | NVidia<br>(供應商) | 2016 | ◆NVidia 支援「超級電腦」，提供完整的自駕功能<br>◆NVidia 開發 Tegra 軟體成功套用 Model X |

資料來源：本研究整理，取自於：（1）Achilleas Karamitsios (2013) Open Innovation in EVs: A Case Study of Tesla Motors, https://pdfs.semanticscholar.org/af23/f5dd51db88e2751efd4f835b7588bd838843.pdf, accessed in 2018/04/26.（2）http://files.shareholder.com/downloads/ABEA-4CW8X0/0x0x381017/07521107-1F8F-48F0-B946-2E2FA85A8C93/TSLA_News_2008_9_9_General_Releases.pdf.

Tesla 電動車技術來源，除了企業擁有自己的研發團隊外，另包括透過與供應商合作研發而取得。其中，在電池製造技術部分，雖然特斯拉本身也擁有先進的電池管理系統，但技術還是由日本松下提供；特斯拉的技術團隊大部分以電子工程系為背景，因此在電子工程研發具相當水準。

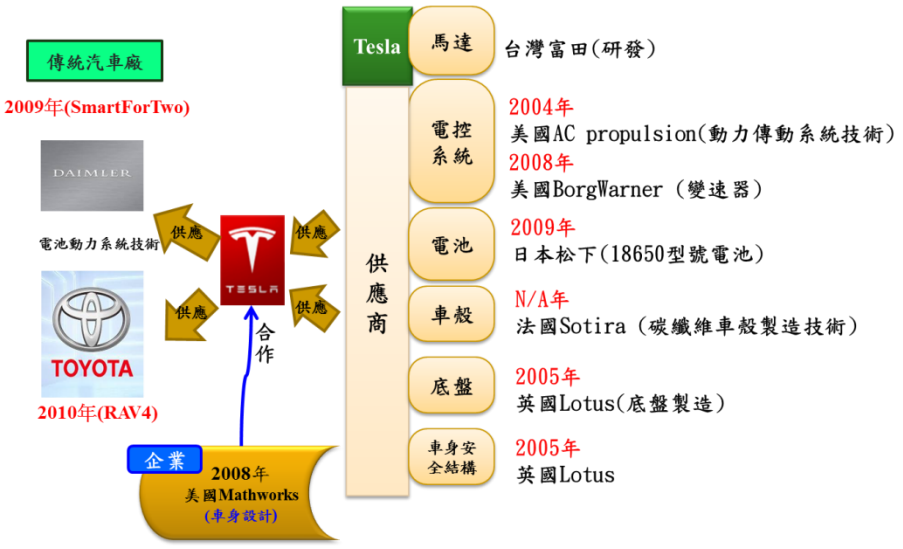
溫蓓章等人（107 年）分析特斯拉早期創新生態系之整體樣貌，觀察到：特斯拉在營運初期階段（2003-2009 年間），其車輛關鍵零組件（如馬達、電池）及整車等，皆由車輛零組件製造商供應。隨後在 2014-2016 年時期，公司則是與美國高科技企業及大學等串接，透過收購、轉投資及合作的方式，提升在人工智慧（AI）及關鍵零組件製造等技術。在近期特斯拉則是已進入到自製研發階段。

## 二、特斯拉之先進製造與供應體系變化

近年，Tesla 推出平價款之 Model 3，已吸引大量消費者訂購，為了有效滿足訂單，Tesla 致力於透過先進製造提升車輛製造產能。首先新建幾近無人工廠之高自動化設備，工廠內多達 467 台 Kuka 機器人，為能夠更有效能增加工廠機械設備的生產效率，透過收購工廠機械設備商直接補強能力差距；2017 年時，併購德國自動化工程 Grohmann Engineering，藉由德國自動化工程公司支持車輛自動化生產，以順利擴大之產能，以達到 2018 年年產 50 萬輛之目標；爾後，再度收購美國自動化設備製造商 Perbix，期望可以升格為高度自動化生產線，為尚未發表的 Model Y 鋪路。

在 Tesla 投入先進製造生產過程中，其車輛供應體系也有所變化，Tesla 分別在不同時期與不同的夥伴合作。早期 Tesla 車輛供應體系，如圖 5-5-1 所示；在 2009 年 Tesla 推出車款之供應體系（參見圖 5-5-2），可以觀察到其車輛製造原由委外製造，至後期則轉變由 Tesla 自行製造；合作夥伴則有大學、自動化設備商（溫蓓章等人，107 年）。

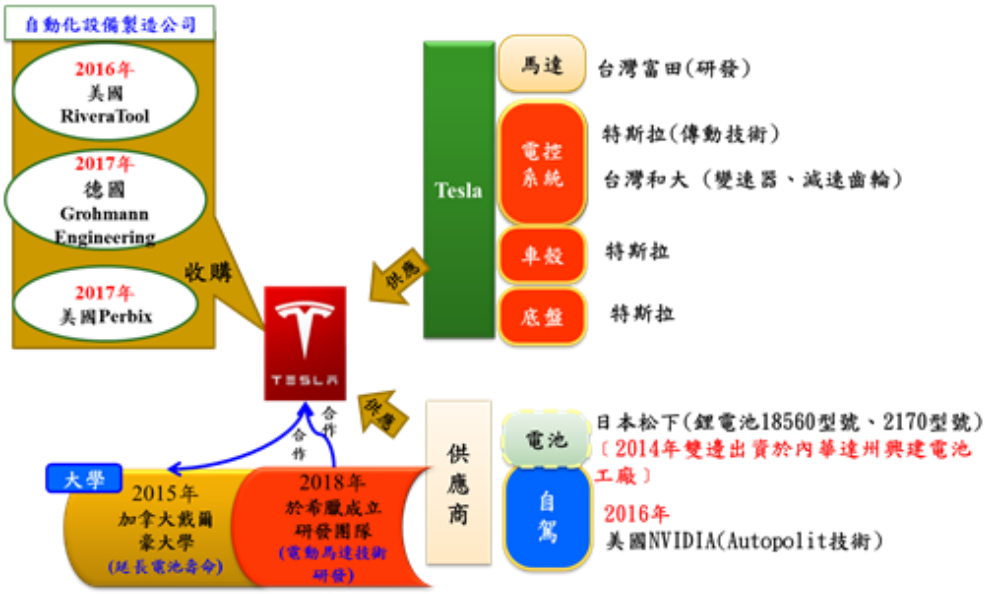
### （一）特斯拉車輛供應鏈體系：2009 年之前




資料來源：引自溫蓓章等人（107 年）。

**圖 5-5-1　特斯拉車輛創新生態（2009 年之前）**

（二）特斯拉車輛供應鏈體系：2009 年之後




資料來源：引自溫蓓章等人（107 年）。

**圖 5-5-2　特斯拉車輛創新生態（2009 年之後）**

觀察特斯拉早期與 2009 年之後之技術創新體系變化，在底盤、車殼等部分，由外包製造逐漸轉為自行生產。早期 Tesla 第一代 Roadster 跑車相當仰賴英國蓮花汽車（Lotus）整車。當時蓮花汽車授權提供底盤、外觀設計等技術給 Tesla，之後由雙方（Tesla 及蓮花汽車之工程師）共同研發，打造 Tesla 專屬車輛之底盤。在車輛外觀部分同樣也是由 Tesla 與蓮花公司共同設計而成。在車輛安全結構部分，因蓮花公司擁有供應商策略聯盟夥伴，技術具有優勢，故 Tesla 則直接套用蓮花汽車之車輛安全結構。另外，Tesla 車輛之動力傳動系統，其技術來源由美國 AC Propulsion 技術轉移給 Tesla，後續 Tesla 則再進行技術研發。

在馬達部分，過去以來由我國富田作為技術及零件之供應來源。臺灣富田之所以能夠成為 Tesla 技術合作夥伴，是因為富田掌握電動車馬達之關鍵技術。富田自家研發馬達轉子、銅鑄轉子等獨家關鍵零件。因此，富田所生產的馬達兼具輕量、高度的動力效能，故富田馬達從過去一直深受 Tesla 的青睞。

近年，Tesla 車輛技術生態樣貌仍有所變化。2014 年 Tesla 與電池大廠日本松下（Panosonic）宣布，雙邊計劃於美國內華達州合資建立電池工廠（Gigafactory 1）（已建成），後續車輛電池則由此工廠供給。但 Tesla 並於 2015 年與大學機構合作共研電池技術，希望能夠延長電池使用時間。2018 年時宣布將於希臘雅典成立研發團隊，主要研發電動馬達的技術。從 Tesla 車輛與產地之變化，可參見表 5-5-3，在這過程特斯拉也逐漸提高製造電動車的自主能力。

**表 5-5-3　Tesla 車輛技術與產地之變化**

| | **2009 年前** | | **2010 年-至今** |
|---|---|---|---|
| 車殼<br>底盤<br>車輛外觀 | 技術來源：向其他車廠購買技術授權+(Tesla 自行研發)<br>生產地：英國 Hethel 工廠 | → | 技術來源：Tesla 自行製造<br>生產地：美國加州 Fremont 工廠 |
| 馬達 | 技術來源：委外製造(Tesla 參與研發)<br>生產地：臺灣 | → | 技術來源：委外製造<br>生產地：臺灣 |
| 電池 | 技術來源：委外製造<br>生產地：日本 | → | 技術來源：與日本松下共同研發<br>生產地：美國內華達(Tesla) |
| 自駕 | - | → | 技術來源：美國 NVidia |

資料來源：引自溫蓓章等人（107 年）。

## 三、我國廠商於特斯拉供應鏈之概況

2016 年特斯拉推出 Model 3 車款，此車款為四門全電動之小型轎車，其擁有包括 220-310 英里的續航力、優異的安全性能及價格實惠等特色。該車款於美國費里蒙工生產，特斯拉生產 Model 3 所使用的零組件供應商則如圖 5-5-3 所示。

觀察廠商供應 Model3 之零組件概況，在電池材料部分，雖然有幾間臺灣廠商（如康普、美琪瑪、高技及乙盛），但主要還是以日本松下（Panasonic）作為車輛電池整體解決方案之代表。

其次，在車輛關鍵零組件及模具部分（包括：馬達、減速齒輪、散熱模組...等），則以臺灣為主；德國、中國大陸廠商也成為動力馬達系統供應商。

資料來源：引自溫蓓章等人（107 年）。

**圖 5-5-3　特斯拉 Model 3 零組件供應商**

至於，其他車輛智能相關組件、系統（如人工智慧晶片、人工智慧處理器），大多由美國廠商提供，並且採用美商之解決方案，顯示特斯拉製造高智能自駕車，其核心組件、系統技術等，大多採用美國廠商製造的產品。

表 5-5-4 歸納特斯拉不同車款之核心零組件的供應廠商。特斯拉從第一代 Roaster 跑車到 Model S、X 的供應產地變化，呈現轉為美國供應的現象。然而，從特斯拉最早的 Roaster 到後來推出的 Model S、X，我國富田、和大及貿聯等廠商，仍處於特斯拉供應鏈當中（參見方塊 5-5-1）。不過致茂電子儘管一開始協助特斯拉開發 Roaster 跑車，但是目前已退出特斯拉的供應鏈了。

**表 5-5-4　特斯拉核心零組件之我國長期供應商：不同車款**

| Roadster | Model S、Model X | 供應產地變化 |
|---|---|---|
| **動力電池**:韓國LG、日本松下 | **動力電池**:日本松下 | -- →美國 |
| **電池管理系統**:美國特斯拉 | **電池管理系統**:美國特斯拉 | 美國 |
| **電池冷卻**:- | **電池冷卻**:美國德納、美國摩丁(Modine) | 美國 |
| **馬達**:台灣富田 | **馬達**:特斯拉、台灣富田 | 台灣→美國(台灣) |
| **動力傳動系統**:- | **動力傳動系統**:德國采埃孚(Model S)、德國博世(Model X) | 美國 |
| **電機控制**:- | **電控及電控油門**:美國特斯拉 | 美國 |
| **減速器、齒輪**:台灣和大 | **減速器、齒輪**:台灣和大 | 台灣→美國(台灣)<br>2018年和大規劃於美國設廠(初步設定南加州或南卡) |
| **台灣**<br>• 早期車子由台灣設計，因此供應廠商台灣企業占25%，包括：**富田、和大、貿聯**、中鋼、巧新、世德、康普、美琪瑪、康舒、健和興、群創、興勤、台達電、乙盛及致茂 | **台灣**<br>• 台灣供應商數減少。<br>• 台灣核心零組件供應商(**富田、和大**)、**貿聯**、中鋼等均還在特斯拉供應鏈<br>台灣長期核心供應商：富田、和大、貿聯、 | **企業擴廠投資**<br>• **富田**:出資3億於台中豐田工業園區打造馬達工廠，斥資10億豐州二期園區工廠。富田銅鑼二期廠於2018第一季動工，預計2019投產<br>• **貿聯**：2014年在德州EL Paso增設工廠，擴大在墨西哥工廠產能；2016年於美國費里蒙增設工廠 |

資料來源：引自溫蓓章等人（107 年）。

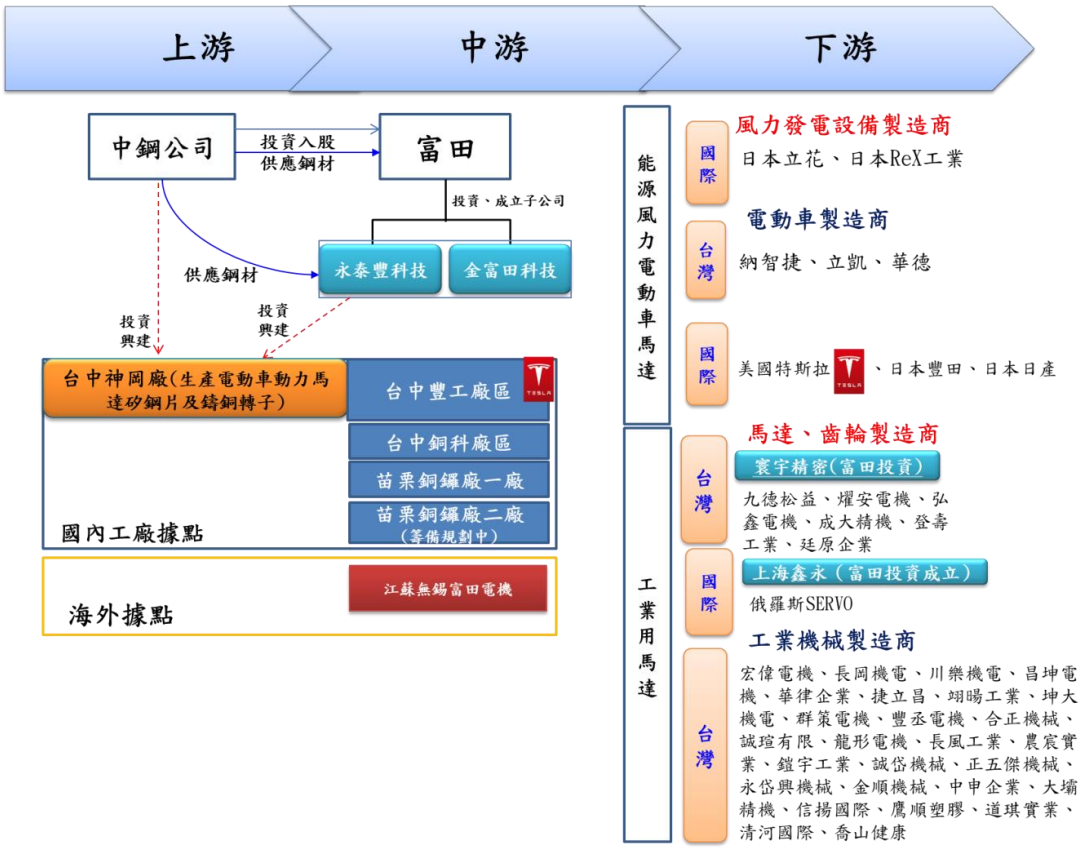
**方塊 5-5-1　富田、和大及貿聯與特斯拉之供應鏈關係**

## 一、富田電機

富田成立於 1988 年，總部位於臺中市。目前富田在國內擁有三間工廠，分別位於臺中豐洲廠區、臺中豐原工廠區及苗栗銅鑼工廠；海外工廠則是設於中國大陸江蘇。富田為馬達製造商，在產品發展過程，起初產品投入有別於其他馬達製造商，富田選擇生產三相感應馬達，作為公司打入市場之主要產品。

富田產品從工業用馬達擴增綠能環保動力馬達，因此客群也有所變化。前期銷售以臺灣廠商為主，至 2005 年後由於拓展風力、電動車馬達項目後，其客戶擴充至海外市場。在電動車領域，富田也因為與美國特斯拉合作，使富田持續地精進電動車馬達之技術，因此後續吸引不同的車廠合作。富田之上、下游廠商樣貌如下圖所示；在電動車部分，產品供貨給美國特斯拉，其貨物由從臺中豐原

工廠供應。




資料來源：引自溫蓓章等人（107 年）。取自於：（1）中經院陳信宏所長 107 年訪談資料；（2）富田電機（2018）http://www.fukuta-motor.com.tw/tw/index.html；（3）富田電機（2014）http://www.fukuta-motor.com.tw/tw/news_i_N2014111900001.html；（4）經濟日報（2016）https://vision.udn.com/vision/story/9708/1619104.

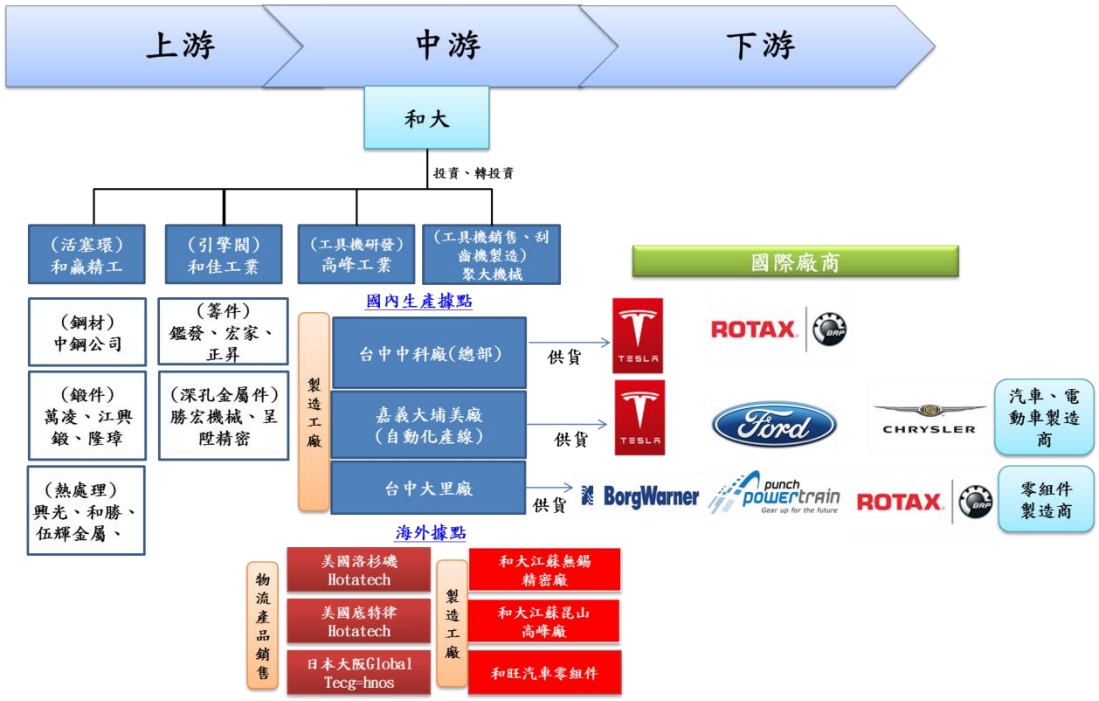
**圖　富田上、下游廠商之樣貌**

## 二、和大工業

和大工業成立於 1996 年，總部位於臺中，公司為車輛傳動零組件之製造廠商。目前和大零組件製造工廠，分別位於臺灣、中國大陸江蘇等，並於美國加州洛杉磯、底特律及日本大阪等地成立辦公室，其負責物品銷售及物流等工作。

其產品類別包括：汽機車、電動車齒輪軸類、減速機零組件、汽車無段變速箱、電動輔助自行車、滾齒機、刮齒機及倒角機、重型機車變速箱零組件及產業機械等。產品銷售以汽車齒輪與軸類最高（87.81%），其次為機車齒輪軸類（6.99%）及其他機械（5.2%）。外銷以海外為主，歐美、中國大陸之銷售額占公司總銷售超過

90%；公司的歐美客群多為國際大廠。和大之上、下游廠商樣貌如下圖所示；和大供貨給特斯拉主要由臺中中科廠與嘉義大埔美廠出貨（導入 7 條自動化產線）。和大在 2017 年對外宣布，規劃 2020 年將於美國設新廠（考慮地點：南卡羅來納州、內華達州雷諾市及墨西哥邊境等三地）。




資料來源：引自溫蓓章等人（107 年）。

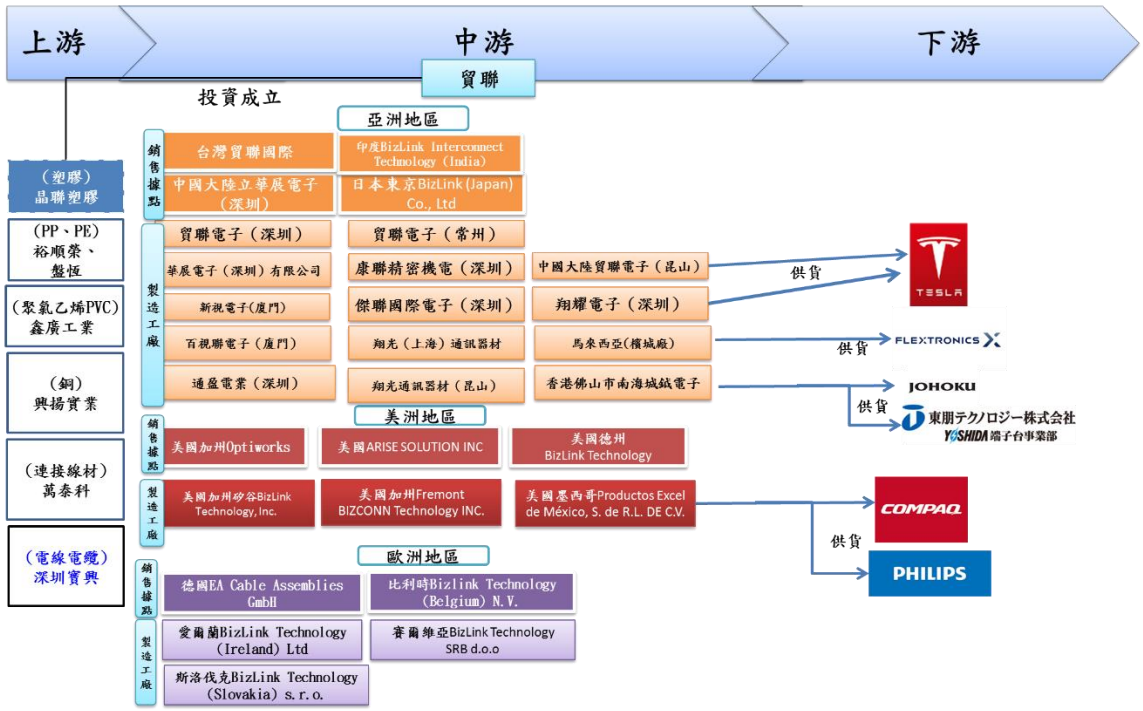
**圖　和大上、下游廠商之樣貌**

## 三、貿聯科技

貿聯為線束製造供應商，成立於 1996 年，總部設在美國加州矽谷，生產基地與銷售據點分布在美洲、歐洲及亞洲，包括：美國、墨西哥、斯洛伐克、塞爾維亞、中國大陸、日本、臺灣及馬來西亞等國，貿聯旗下子公司皆為 100%全股持有。

貿聯的上、下游廠商之樣貌如下圖所示。貿聯銷售據點與工廠分布情形，公司在中國大陸設立最多工廠，因此基於原料取得便利性，貿聯的上游廠商為臺灣、中國大陸之業者。在下游客戶部分，貿聯貨品則是供於組裝廠商、國際品牌廠等，客戶類別包含車輛、電子、電器及航太等產業。不過，貿聯供貨給特斯拉主要由中國大

陸貿聯電子（昆山）與翔耀電子（深圳）廠出貨。




資料來源：引自溫蓓章等人（107 年）。取材自:（1）貿聯科技（2018）https://www.bizlinktech.com/zh-tw/about/history；（2）貿聯科技（2017）貿聯科技 106 年度年報，https://www.bizlinktech.com/zh-tw/investors/rd/1060/2017_3665_%E5%B9%B4%E5%A0%B1.pdf.

**圖　貿聯上、下游廠商之樣貌**

資料來源：摘自溫蓓章等人（107 年）。

整體來看，特斯拉具有 Born-global company 的特色，而且其草創階段相當程度受惠於臺灣的協同研發與供應鏈夥伴。這意味著臺灣不僅在一些（既有）產業的國際生產網絡或全球價值鏈扮演著重要的角色，而且可進一步在一些新興領域（如電動車/智慧車、物聯網）成為 Born-global company 之產業創新策略聯盟夥伴[78]。但是，在獲得美國政府經費支持後，特斯拉首先將工廠移回美國，最近也已在中國大陸設廠，而且在成長過程中，特斯拉的供應鏈夥伴也產生一些變化，使其價值鏈持續演變，故我國廠商原處於特斯拉供應鏈之位置，可能出現變化。一方面，富田（馬達）、和大（減速齒輪箱）、康舒（車用充電電源）、群

[78] 例如，Google 台灣董事經理簡立峰曾經提到：發展雲端、物聯網領域，要「發揮優勢、啟動典範」，而我國因在 IT 產業的既有基礎，將是跨國企業或新興業者發展雲端、物聯網創新的重要合作夥伴。

創（車用面板）仍在特斯拉的供應鏈中扮演重要的角色，另一方面，原始夥伴致茂電子目前則已退出特斯拉的供應鏈了。不過，這些廠商的供貨也不見得完全來自臺灣，例如，貿聯供貨給特斯拉主要由中國大陸貿聯電子（昆山）與翔耀電子（深圳）廠出貨；和大並在 2017 年對外宣布，規劃 2020 年將於美國設新廠。這呈現出 Born-global company 之國際化創新體系或價值鏈體系動態演化的過程。未來值得持續關注的是，隨著特斯拉已在中國大陸上海設廠，而且採用高階自動化的生產模式，這是否會使得特斯拉的供應鏈進一步出現變化，尤其是納入中國大陸的供應商？就新冠疫情發生前的報導來看，特斯拉在中國大陸上海設廠也伴隨著特斯拉電動車供應鏈本土化（中國化）的規劃與承諾；例如寧德時代已成為特斯拉在上海生產電動之電池供應商。就臺灣相關供應鏈廠商對於此趨勢之因應而言，一個可能的作法是以和特斯拉的供應鏈合作實績作為訴求，尋求打入其他電動車廠的供應鏈。目前來看，臺灣相關廠商在這方面的進展不一，如和大已經供貨給其他電動車廠，而富田則仍然在努力中。

## 第六節　小結

近年來，以 OECD（2017a）為首的國際組織特別關切全球價值鏈的發展前景議題。OECD（2017a）出版了一本報告「The Future of Global Value Chains」，以前瞻的方式（到 2030 年），探討全球價值鏈的演變情境，並提出兩大可能的演變情勢，分別為「GVC 持續擴張」（Business as Usual）和「GVC 放緩成為新常態」（A New Normal）。

對照近來一些國際組織的統計，呈現一些值得注意的現象。根據 WTO 與 OECD 的統計，全球價值鏈的貿易附加價值，從 2015 年的 179,377 億美元，與上年同期相比衰退 11.4%，包括中國大陸、美國與德國的相關比例，皆呈現下降趨勢。同樣地，World Bank（2020）的統計顯示，全球價值鏈貿易（全球價值鏈貿易占全球貿易的比重）在 1990 年代曾經快速成長，但在 2008 年全球金融危機之後已呈現停滯和下降的趨勢。「但是值得注意的是，雖然供應鏈互動程度一直在縮小，但是全球 GDP 沒有縮小，意味著全球貿易在萎縮，在 2008 年後，貿易成長率低於 GDP 成長率。從此趨勢解讀，全球的經濟驅動因素是減少仰賴全球夥伴，是選擇（貼近）在地化，比較仰賴在地供應商（引自第二場座談會）。」另外，根據聯合國貿易和發展會議（UNCTAD）在 2019 年所公布的「世界投資報告」，2018 年全球外人直接投資（FDI）下滑 13%，減為 1.3 兆美元，而且連續第三年走下坡，降到金融海嘯以來最低水準跌至金融海嘯以來低點；而 FDI 是支持全球價值鏈發展的重要元素。這些統計數據都尚未涵蓋美中貿易戰、科技戰，乃至於新冠疫情時期的數據，這大致反映在 2008 年前後全球價值鏈的擴張力道已大不如前。

與全球價值鏈縮短相關的概念是「短鏈革命」「短鏈供應鏈」訴求生產基地垂直整合，達到產銷、服務與消費者零距離，以更

有彈性應對市場變化。OECD（2017a：10）以「regional character of GVCs」加以形容，我們認為可以稱之為「regionalization of GVCs」。

回流倡議組織綜合整理引發短鏈革命的因素主要包含：縮短交貨期、降低總成本（如勞工、能源成本）、供應鏈長度、提升品質、減少運費，工資與改善客戶體驗等因素，開始推動回流、直接投資美國的策略，將生產線轉回美國生產。其並進一步以「正面因素」與「負面因素」的分類方式，歸納企業進行「短鏈革命」動機。

在正面因素上，以「政府誘因」被提及最多，較 2016 年統計明顯增加；其次為「接近顧客/市場」，較 2016 年同期增加。顯示除了政府提供的財稅優惠外，客戶需求亦是促使企業回流與投資美國的要項；而「美國技術勞動力取得/訓練」排序也靠前。其餘「自動化/科技」、「更高生產力」、「製造/創新合作研發」、「美國天然氣/化學品/電力價格」等因素反而較少被回流企業提及。

另外在負面因素上，海外生產導致的「品質/重製」因素被提及的次數最多；其次則為「運費」、「總成本」，其餘諸如「供應鏈斷鏈」、「智財風險」、「溝通」等因素的重要性相對較低。「關稅」因素的排序更為靠後，顯見企業主要並非因為關稅而回流、直接投資美國。

在最積極回流或直接投資美國的產業領域上，一般而言，如礦產、體積龐大、重量可觀的產品、客製化的產品等，最不適合在海外生產，相關產業通常也不會離開美國；只有已經在境外生產、需進口的產品才會重新回流美國。

回流倡議組織（2018）的數據顯示，2010～2018 年間，前 5 大回流與直接投資美國的產業為：運輸設備；電腦與電子產品；

電子設備、家電與零組件；化學；塑膠與橡膠製品。其中，運輸設備業提供的工作機會占 32%；電腦、電子產品與電子設備、家電與零組件業則分別創造 12%與 10%的工作機會。運輸設備業創造大量工作機會的原因主要是由於汽車組裝與零組件廠的投資興盛與政策誘因，化學產業則受益於頁岩油與天然瓦斯的開採導致原料價格下滑。

由上可知，目前最積極回流美國的產業是已經外流，但美國政府認為不應該外流的產業，包括運輸設備；電腦、電子產品與電子設備；家電與零組件業；服裝與紡織業。如數據所示，回流與直接投資美國的產業確實集中在產品尺寸和重量可觀的運輸設備業、設計變更頻率/需求波動性大的服裝與紡織業。

另外，在 2008～2018 年的 10 年間，AT Kearney「回流指數」顯示有 8 年的美國製成品與外包進口成長率超過美國國內製造業總產出成長率，意味製造業外包成長依舊超過回流。

AT Kearney 的分析指出美國對部分商品加徵額外關稅，直接造成中國大陸製造業成本提高，且由於當地勞動成本攀升已久，導致企業希望將生產業務轉移到鄰近地區，如越南或印度。而貿易爭端會加速轉移生產據點的時程。此種局勢對中國大陸造成的負面影響是輸美商品占美國進口總額比重下跌，但為什麼製造業回流美國的情況並不明顯？關鍵在於美國的關稅將製造企業逼出中國大陸，轉進亞洲其他地區，卻非回流美國。提高海外進口商品的關稅，反讓美國境內的產品變得更貴，亦難以提供更多製造業工作機會，顯示即使加徵關稅，美國製造業的委外生產仍超過回流。

回流倡議組織與 AT Kearney 所觀察到的「短鏈革命」情況顯示，製造業發展有其規律，難以靠單一國家的政策在短期內扭轉。早期，美國製造業受發展中國家廉價生產要素吸引，「離岸」將工廠設在製造成本更低的亞洲國家。隨時間演進，美國製造商

將製造業務外包中國大陸，不僅是因為工資差異，而是中國大陸的市場潛力、外資優惠政策、產業聚落、員工能力、合格供應鏈、基礎設施等，已達提供製造業者推動業務的合宜條件。製造業者將工廠遷至亞洲其他國家，並不表示中國大陸在全球供應鏈的地位旁落。事實上，位於中國大陸的（區域）總部仍可持續保有關鍵的決策、運籌功能。

總之，在全球生產日益複雜的未來，隨美國企業因應政府政策而變換生產地、重新審視外包活動，應仍會出現更多的回流個案，但目前尚未出現美國企業大規模回流的證據。回流倡議組織也歸結「整體擁有成本」的高低，才是美國企業回流的主要原因，而非僅考慮海外勞動成本，尤其外包業務凸顯美國企業競爭力的來源是靈活、彈性運用全球供應鏈的能力。因此，美國政府的政策聚焦於製造業企業回流可能有其盲點。

目前也有一些文獻開始探討工業 4.0、供應鏈 4.0 對全球價值鏈的影響。基本上，供應鏈 4.0 是一種工業 4.0 的發展願景，儘管在特定產業有一些關燈工廠的案例，但是主要國家及臺灣製造業導入智慧製造或工業 4.0 仍屬於逐步演進的過程。個別國家產業或廠商在工業 4.0 的進展不一；邁向工業 4.0 也會面對不同的瓶頸。一篇新的文章（Butollo, 2020）：Digitalization and the geographies of production: Towards reshoring or global fragmentation?，得出的結論是：兩種力量的拉扯，一方面是目標市場和製造的整合，另一方面是透過複雜供應鏈組織所形成的地理區位分化，將會技術性地促成供應鏈的再結構，但其型態會因產業部門而異。我們初步認為類似的辯論仍將持續且一時難以斷定，因為不論是工業 4.0 或供應鏈 4.0 都在初始階段，其導入的程度會有尺度、模式的差異，再加上工業 4.0 或供應鏈 4.0 都可能改變營運模式及價值鏈的區位分布，故其對全球價值鏈的影響仍須進一步討論。

我們也以製鞋業為案例，分析供應鏈 4.0 對全球價值鏈的初步影響。選擇這個案例是因為這產業開始受到先進國家及其品牌大廠推動工業 4.0 而影響我國相關業者的布局。目前可以看到一些成果，但後續發展仍值得繼續觀察。

在國際上，製鞋業的品牌領導業者，如 Nike、Adidas、Under Armour，近年來透過與外界合作，積極投入智慧製造、智慧供應鏈方面的研發創新；但在這過程中，他們與我國 OEM/ODM 合作夥伴的關係也變得不穩定。我們的案例分析顯示：商業週刊第 1509 期的封面標題為「一張訂單震撼台灣製鞋霸業」，指出 Nike、Adidas 等大廠推產線自動化直接找胸罩工廠、電子代工廠，使原本與其合作密切的臺灣代工廠面臨競爭對手從天而降的局面。儘管事後來看，Nike 與新合作者的進展並不順利，但是製鞋業的全球價值鏈也將面臨結構性重整的可能性（Reconfiguration of the global value chain）。特別是傳統的運動鞋是由不同的鞋面零組件拼湊而成，供應商以塑膠成形技術射出各個鞋面零組件，再加以裁縫製成。但是，目前以石化材料（如非皮革為主）為基礎的時尚運動鞋大多採取一體成形的設計，可稱之為「為自動化而設計」（design for automation），因此運動鞋製造業也越來越像紡織業[79]。這些案例也呼應著科技因素「短鏈革命」所帶來的產業面的洗牌效果。然而，2019 年，「商業周刊」1633 期的標題與封面故事則為「Nike 訂單回台！」在 2016 年的場景，新競爭者從不同角落冒出。然而，三年後 Nike 與偉創力雙方在智慧製造的合作計畫卻宣告喊停。

同樣地，Adidas 在 2015 年底宣布推動「Speedfactory」計畫，由德國政府「工業 4.0」計畫贊助，發展全新型態的製鞋工廠，其，目標落實「製鞋過程全面自動化」，計畫的長期願景為希望

[79] 天下雜誌就曾報導，世界首雙「回收運動鞋」在臺上市：運動品牌與環保團體合作，以創新呼籲海洋保育。該高價運動鞋是由德國愛迪達（Addias）和遠東新世紀公司（紡織業）合作，利用海洋塑膠垃圾和 3D 列印製成。

未來能將製鞋業的產能由亞洲遷回德國，重振德國本土運動鞋產業。然而，Adidas 於 2019 年 11 月宣布將關閉其在美國和德國的高科技機器人工廠，並把其機器人自動化生產的 Speedfactory 配置給在越南與中國大陸的亞洲供應鏈。

這兩個製鞋業智慧製造案例都是由國際品牌大廠所主導，而且研發過程中都企圖跳過或擺脫臺灣的供應鏈合作夥伴，改而與他國其他領域（如電子、設備製造商）的廠商合作，藉此不僅意圖導入分散式的國際價值鏈，甚至於希望在先進國家就地生產。綜合多方的報導，Nike 和 Adidas 的研發計畫都最終喊停，可歸納出下列因素：1.智慧製造比較容易處理特定材質和產品樣式的運動鞋，如一體成形的針織鞋，但仍難以處理如以（人造）皮革與布料為基礎的運動鞋。2.製鞋業具有時尚產業的特色，款式多樣且流行快速汰換，例如近年來針織鞋占新款運動鞋的比重大幅下降，這導致標準化程度低，自動化成本也隨之攀高。3.國際品牌若要在先進國家就地生產，也需要其他的供應商隨之配合，以降低物流成本與提高供貨速度。在這全球價值鏈變動的過程，我國的製鞋業供應鏈大廠也積極投入智慧製造及先進材料等方面的研發；而這也相當程度促使國際品牌大廠在調整智慧製造的發展路線時，回頭加強與臺灣價值鏈夥伴（如寶成、豐泰）的合作。

這個案例的意涵是：我國深度參與全球價值鏈的產業，在工業 4.0 發展趨勢中，其實面對智慧供應鏈之國際連結與主導權問題。一般而論，在訂單非常集中的產業中，全球價值鏈的主導者大多為品牌客戶，供應鏈之智慧化可能為跨國、跨廠性質，也將取決於品牌客戶/領頭羊廠商。同樣地，製鞋業之全球價值鏈數位轉型往往需要領導廠商與（臺灣）價值鏈夥伴的合作研發；而且他們如果與臺灣的業者合作研發，將不會只是智慧製造解決方案，有些還會涉及材料、產品架構的研發。

特斯拉（Tesla）為電動車廣受矚目的新興業者，而且可視為 Born-global company。而且 2013 年推出的 Tesla Model S 的供應鏈裡（以及目前）國內廠商仍能持續供應以下重要零件：馬達（富田）、減速齒輪箱（和大）、車用充電電源（康舒）、車用面板（群創）等。之後，特斯拉獲得美國政府經費支持，將工廠移回美國，最近也在中國大陸設廠；特斯拉後續也與不同的企業、大學合作累積整車技術，故我國廠商原處於特斯拉供應鏈之位置，可能出現變化。

整體來看，特斯拉草創階段相當程度受惠於臺灣的協同研發與供應鏈夥伴。這意味著臺灣不僅在一些（既有）產業的國際生產網絡或全球價值鏈扮演著重要的角色，而且可進一步在一些新興領域（如電動車/智慧車、物聯網）成為 Born-global company 之產業創新策略聯盟夥伴。但是，在獲得美國政府經費支持後，特斯拉首先將工廠移回美國，最近也已在中國大陸設廠，而且在成長過程中，特斯拉的供應鏈夥伴也產生一些變化，使其價值鏈持續演變，故我國廠商原處於特斯拉供應鏈之位置，可能出現變化。一方面，富田（馬達）、和大（減速齒輪箱）、康舒（車用充電電源）、群創（車用面板）仍在特斯拉的供應鏈中扮演重要的角色，另一方面，原始夥伴致茂電子目前則已退出特斯拉的供應鏈了。不過，這些廠商的供貨也不見得完全來自臺灣，例如，貿聯供貨給特斯拉主要由中國大陸貿聯電子（昆山）與翔耀電子（深圳）廠出貨；和大並在 2017 年對外宣布，規劃 2020 年將於美國設新廠。這呈現出 Born-global company 之國際化創新體系或價值鏈體系動態演化的過程。

未來值得持續關注的是，隨著特斯拉已在中國大陸上海設廠，而且採用高階自動化的生產模式，這是否會使得特斯拉的供應鏈進一步出現變化，尤其是納入中國大陸的供應商？就新冠疫情發生前的報導來看，特斯拉在中國大陸上海設廠也伴隨著特斯拉電

動車供應鏈本土化（中國化）的規劃與承諾。就臺灣相關供應鏈廠商對於此趨勢之因應而言，一個可能的作法是以和特斯拉的供應鏈合作實績作為訴求，尋求打入其他電動車廠的供應鏈。目前來看，臺灣相關廠商在這方面的進展不一，如和大已經供貨給其他電動車廠，而富田則仍然在努力中。

# 第六章　轉變中的全球價值鏈：美中貿易戰與科技戰、工業 4.0 的影響

綜合上述各章的成果，第六章以「轉變中的全球價值鏈」為標題，分別探討美中貿易戰與科技戰、工業 4.0 的影響。第一節利用文獻回顧，討論全球價值鏈與臺灣產業發展的關係，這相當程度反映出我國主要產業原本所對應的全球價值鏈之主要型態；尤其是資通訊（ICT）產業之全球價值鏈。第二節則推論美中貿易戰對全球價值鏈的影響。第三節針對一些特定領域，討論美中科技戰對全球價值鏈的影響。第四節則提出我們就工業 4.0 與新冠疫情對全球價值鏈的影響之初步看法。最後在第五節以小結的方式，描繪出轉變中的全球價值鏈。

## 第一節　全球價值鏈與臺灣產業發展：原有主要型態

### 一、全球價值鏈概念與演進

價值鏈的概念起始於 1970 年代末期，根據 OECD（2013）的研究報告[80]，早期是為了釐清一項產品由原始投入，經過中間的生產，到最後提供消費者消費的過程，故早期稱為商品鏈（commodity chain）。然而由於國際化的專業分工，這些分工過程常常涵蓋很多國家，故自然演變成全球商品鏈（global commodity chain）。1985 年 Michael Porter 在「競爭優勢」一書中提出價值鏈：認為企業創造價值的過程是由一系列相互聯繫的價值活動所構成，包括：研發、原物料及設備採購、產品生產、運輸、倉儲、行銷、服務等環節，該完整之鏈狀結構即為價值鏈。之後，由於全球化和跨國企業的國際投資、分工布局，探討價值鏈的相關議題因此涵蓋多個國家，形成全球價值鏈觀點與研究。

[80] OECD (2013), Mapping global value chains.

在全球價值鏈課題研究中，對特定產業或較小的開發中國家，一般多重視的議題是如何強化其在全球價值鏈體系之參與，對於已進入價值鏈之參與者，則重視如何提升其在價值鏈中的位階。另外，全球價值鏈和全球供應鏈、全球生產/創新網絡（Global Production Network, GPN; Chen, 2002; Ernst, 2006）等概念有非常類似的意涵，相關的學術研究亦橫跨企業管理、國際經濟、國際貿易與投資、產業研究等各領域。

從實務面來看，價值鏈與供應鏈的發展主要是受到全球化、新興市場國家興起以及跨國企業積極進行投資布局所引起；其中已開發國家為了降低生產成本，將組裝、加工的階段轉移至開發中國家生產，導致開發中國家通常只得到微薄的加工利益，至於由於技術所創造的價值與因為靠近消費者所提供的服務，其產生的價值多數仍然掌握在已開發國家手中。然而傳統的貿易統計係以交易價值毛額來計算，無法將這些價值的差異表現在各國貿易中；反倒是負責組裝及出口最終產品的國家，由於已經彙集了所有零組件，出口金額最高，成為主要的出口國，因此呈現貿易統計與實際的生產活動有相當的落差。另外，主要由已開發國家掌握的技術及服務消費者之經濟活動，一方面需要較多的研發與技術，另一方面需要建立品牌、策劃行銷與運籌管理等，其創造的附加價值更高，也很難在傳統的貿易統計中顯示出來。以附加價值衡量的貿易關係是計算出口品中只屬於出口國所創造的附加價值，若其在出口貿易中含有進口的原材料或半成品，則該出口應該歸屬於原來的進口國，依此衡量的貿易關係可以較真實地顯示各國因生產活動所發生的貿易關係。

價值鏈的概念之所以受到國際重視，另一個重要原因在於此種全球分工體系的形成與供應鏈架構乃是經由國際市場的競爭自然形成的結果。以當前全球化發展趨勢仍然持續，市場經濟仍為國際經貿活動的主要規範下，開發中國家如能更積極地參與到

供應鏈體系中，勢必對其經濟發展更加有利；已開發國家則期望對供應鏈或價值鏈有更佳管理，以及在價值鏈中擁有更佳位階，因此價值鏈的研究在國際上所受到廣泛的重視。全球價值鏈由跨國企業主導，搭配著委外生產、生產基地國際布局等作為，形成跨國分散化的網絡結構，並以電子業、汽車業、紡織業、製鞋業、機械業等業為代表。

中經院團隊杜巧霞、陳信宏、吳玉瑩、李宜靜與劉亮君（103年）曾利用 OECD/WTO 於 2013 年發表的 TiVA 資料庫進行我國產業在全球價值鏈參與程度的分析，大致反映個別產業的面貌。他們的主要研究結果說明如下：就全球價值鏈的向後與向前連鎖關係言，我國與日本、中國大陸、美國具有最強的向後連鎖關係，與中國大陸、韓國、新加坡具有最強的向前連鎖關係。就產業別而言，我國機械及設備業、金屬製品、化學業與電子及光學設備業與日本有最強的向後連鎖關係，與中國大陸則在電子及光學設備、紡織品、電力服務及商業服務業有最強的向前連鎖關係，因此在日本及兩岸之間形成垂直的產業分工。

在個別產業分析部分，化學業是產業鏈與價值鏈最長、對我國經濟成長及週邊產業發展最有影響力的產業；紡織業是我國在全球價值鏈上發展較完整，而且部分下游業者已經積極對外投資的產業；工具機業則是具有我國中小企業群聚特色，但已積極進入全球市場，已經發揮我國影響力的產業。因此從價值鏈的觀點，可以看到我國商品在全球經貿活動與價值鏈中扮演積極的角色。就各產業在全球價值鏈的參與程度言，我國化學業參與國際生產的階段較長，距離最終需求市場較遠；紡織業的國內生產階段較長，國際的參與指數最低，而且由於國內生產已轉向以紗、布、纖維為主，距離最終需求最遠；工具機業（以機械設備業為主），則由於以提供需求者解決方案為主，呈現距離最終需求較近，國

際參與指數中等之現象。國發會蔡佩珍（104 年）近期的分析也呈現類似的結論。

進一步而言，以附加價值衡量的貿易關係可能受到下列因素影響：1.產業在地加值（Local content）程度、2.業內垂直整合的程度、3.供應鏈的跨國細分程度、4.投資帶動貿易效果。這些因素相當吻合我國產業發展的基本型態；尤其是我國產業具有高度的垂直分工、國內生產與出口集中在出口導向的中間財、廠商配合國際訂單在海外生產、關鍵零組件仰賴日、美等國等特色。

臺灣也有一些分析以產業對外投資的型態與決策為主題，並結合了全球價值鏈或全球生產/創新網絡」（Chen, 2002; Ernst, 2006）的理論觀點。整體而言，以臺商對外投資為焦點的現有文獻大多為實證取向，並反映出幾個主流的觀點，包括：臺商對外投資（包括臺商在中國大陸投資）大多為「防禦型」，如以利用地主國的低廉成本優勢或因應臺灣缺乏 FTA 自由貿易協定的困境（tariff-jumping）（相對於「進攻型」）；臺商對外投資形成「投資帶動貿易效果」（Chen, Ku and Liu, 1995）；在產業層次，臺商對外投資與全球價值鏈和全球生產/創新網絡架構下多國、多廠商和多區位互動連結有關，進而形成臺灣以「中間財」為主的出口結構（Baldwin, 2013a; Ernst, 2006; Chen, 2002）。一些研究也突顯臺商在東南亞及中國大陸「當地化」的趨勢，不僅是生產，還包括研發功能與任務、營運總部布局等（Chen, Liu and Wen, 2012）。

除了製造功能的海外布局之外，一些文獻也探討了跨國企業或對外投資所產生的研發國際化議題。主流的科技管理文獻特別關注跨國企業的研發國際化。跨國企業或對外投資企業透過海外生產與研發據點的布局，可有效發揮跨國企業及母國所擁有的技術優勢，並充分利用地主國的科技資源或與當地研發機構建立技術網絡關係，另可掌握競爭對手科技發展動態、汲取國外技術、

提升效率並強化企業整體創新實力，形成「國際創新網絡」（Gerybadze and Reger, 1999; Molero and Garcia, 2008; Sanna-Randaccio and Veugelers, 2007）。例如，Bas and Sierra（2002）將跨國企業海外研發單位的設置動機大致歸納為二大類：母國科技優勢的擴展與地主國科技優勢的利用。Makino, Lau and Yeh（2002）則發現，臺商在先進國家的投資是與「資產的搜尋」（asset-seeking）為主，在較落後的國家（如東南亞）則以「資產的應用」為主（asset-exploitation）。這些研究顯示，地主國的區位優勢可能會影響跨國企業的對外投資策略，甚至於進而影響跨國企業本身的所有權優勢及內部化的機制。

然而，國際生產網絡或全球價值鏈正面臨轉變，而且其動力來自於中國大陸發展模式的改變和歐美地區的「再工業化」，未來此兩大趨勢可能深遠地改變現有國際市場的競爭，進而為東亞地區及中小企業的發展帶來挑戰。例如：中國大陸日益蓬勃的民營企業正以成本優勢積極地切入現有的國際生產網絡，而且隨著中國大陸內需影響力的增強，部分產業價值鏈在中國大陸「在地化」的程度也逐漸升高。此外，中國大陸與國際亦步亦趨地發展新興產業，並以垂直整合度高的國有事業為主導力量，將會改變東亞地區中小企業參與國際生產網絡的樣態與機會。

## 二、資通訊（ICT）產業與全球價值鏈

這部分以資通訊（ICT）產業說明全球價值鏈與臺灣產業發展間的關係；不過主要是從臺灣的觀點來詮釋。ICT 產業是我國高科技工業化的代表性產業，其發展又與全球價值鏈的演進息息相關，且在美中貿易戰、科技戰是密切相關的部門。ICT 產業的國際生產網絡是一種經過精細切割的跨國產業價值鏈之生產模式，不同階段的研發、製造、組裝、配銷，乃至於售後服務，因地制宜地在不同的地方（國家）進行，以便追求最大的成本效益。在 ICT 產業生產網絡形成的過程中，是由美國的品牌大廠藉對外

投資首先發動，接著與各地的子公司和代工業者不斷地調整彼此的核心能耐和跨組織分工，因而產生多個層級、多個廠商、多個國家地點之間的跨國生產網絡。甚至於，隨著代工廠能耐的提升，由 OEM 轉向 ODM，由生產組裝轉向關鍵零組件製造；而品牌大廠將部分研發設計的工作下放給代工廠，一方面降低生產成本，另一方面也形成更有效率的全球創新網絡，其中東亞諸國是主要成員。

ICT 產業的全球生產網絡，乃至於全球創新網絡的形成，深刻地改變了我國與美國，以及美國和東亞各國之間的貿易關係。過去我國產製的 ICT 產品直接供應美國，使我國成為美國 ICT 產品的重要貿易對手國，彼此之間也有緊密的產業內貿易關係。但是，因為全球生產網絡及我國 ICT 產業的對外投資，原本以東南亞為主，近十年已轉向中國大陸，使得臺美之間的 ICT 產品雙邊貿轉變成為美國、臺灣、與東亞各國之間的多角貿易型態。

雖然我國過去曾經是全球 ICT 產品的第三大生產國，但是在全球化的產業分工之下，目前中國大陸不僅已經成為全球 ICT 產品最大的生產地與出口國，長期以來我國 ICT 廠商也大量赴陸投資，反映我國在 ICT 產業全球生產網絡角色的轉變；即由最終產品與一般零組件生產國，轉為關鍵零組件/中間財（特別是半導體與 TFT LCD 面板等）生產國，於是研發、設計與專利等高端的服務活動愈來愈重要，以致雖然是代工的形式，但是卻日漸成為品牌大廠研發設計的重要合作夥伴。於是我國在 ICT 產業價值鏈體系中不斷地向附加價值較高的上游發展，Chen and Wen（2013）更從「貿易、投資、服務、智財之緊密連結」（Trade-investment-service-IP Nexus）概念，強調我國在全球生產網絡或價值鏈的地位有不可忽視的重要性（詳見下面的分析）。

整體而言，資通訊產業的整個國際產業版圖，在最近十幾年有相當大的轉變，其特色可歸納如下：

第一、價值鏈外包及國際移動導致部分核心企業成為中空型企業（這部分促成美國等先進國家的去工業化）。以 PC 為主的資通訊業在發展初期是由垂直整合的企業所主導的，早期的 IBM、蘋果電腦、HP 等等均是如此。但是，在 1990 年代中期，隨著產品低價化的趨勢，這些品牌大廠開始放棄部分製造的工作，委外給臺、韓、新加坡等地的業者，造就了這些東亞新興工業化國家資通訊產業的崛起。而委外活動越演越烈，使得品牌大廠幾乎都已成為專注於品牌和市場經營及從事產品定義的中空型企業；微笑曲線中間的製造、乃至於運籌服務都採取委外給代工廠的形式。另一方面，臺灣的資通訊電子業者，受惠於品牌大廠的委外活動，順勢崛起。之後，臺灣的代工廠在品牌大廠的驅動之下，也逐步地將產能外移到東南亞，進而逐漸集中到中國大陸，使得臺灣資通訊業者在臺灣本土的製造價值活動日益縮小，甚至於逐漸形成向試/量產的兩岸分工型態。就此而言，這些臺商在臺灣本土的價值鏈也開始趨向於中空型，出口以中間財為主。

第二、核心企業成為中空型企業，以致於協同（設計）研發成為產業創新的重要型態。隨著全球化及微利時代的來臨，國際資通訊大廠在生產、製造、物流、研發、庫存等方面之外包需求大幅增加，全球整體 ICT 產業的運作架構逐漸朝向垂直分工體系發展。2000 年以前運作的架構，主要是國際大廠負責品牌與產品設計，臺灣負責生產與製造，這也是臺灣早期 OEM/ODM 的模式。2000 年以後，臺灣廠商由於擁有快速彈性的運籌應變架構，滿足了現有資通訊產業緊繃的交期要求，而透過成本競爭優勢，以及 BTO/CTO、Direct shipment 模式，更確切符合了國際大廠的彈性交貨及成本需求。另外在技術流的分工運作下，臺灣

廠商也開始與特定的業者形成較緊密的策略聯盟關係，進而有機會參與國際大廠之產品設計過程。

由於上述趨勢，在資通訊業的全球運籌模式中，為確保後續模組化生產、運籌等效率，上、下游廠商間的合作已逐漸擴及共同設計、研發。這些趨勢意味著協同研發與設計已經逐漸成為資通訊業創新網絡的常態（Ernst, 2006）。

就我國而言，ICT 產業的全球生產網絡形成更產生「臺灣接單、海外（中國大陸）生產」的運作模式，使得臺灣 ICT 產業的國際訂單，並未完全反映在臺灣的實際出口值。根據資策會 MIC 的資料，我國資通訊硬體產業生產地已明顯偏重於中國大陸，甚至於 ICT 業臺商在相當多產品，於兩岸的分工型態已明顯地走向試/量產的分工形式，之後即便是新興產品如 iPhone 也不例外。而這種試/量產的分工形式將會使得臺灣 ICT 產品的出口訂單與實際出口值間的差距擴大，形成出口背離的情形。

另一方面，兩岸間生產網絡的形成，也促進了臺灣與中國大陸之間的產業內貿易，而且兩岸貿易數據反映出幾個特色：第一、臺灣在 ICT 產業全球生產網絡角色的轉變；由最終產品與一般零組件生產國，轉為關鍵零組件/中間財（特別是半導體與 TFT LCD 面板等）生產及出口國。第二、兩岸之間在這些關鍵零組件的分工型態，如半導體設計、製造、組裝間的分工。第三、臺灣與中國大陸之間在 ITA 協定重要相關產品的蓬勃產業內貿易。近期則更牽涉到紅色供應鏈崛起議題。

此外，陳信宏、劉孟俊與劉柏定（2010 年）的分析也顯示幾個臺灣 ICT 高科技產業國際生產網絡/創新網絡在兩岸間發展的趨勢。第一、臺商的「臺灣接單、海外生產」程度也延伸出臺商採購當地化的進展，呈現零組件與半成品、設備的採購當地化程度升高趨勢。以原料、零組件與半成品來看，當地臺商子公司可以就地採購，替代自我國之進口，可能逐漸影響臺灣出口部門

未來的「投資帶動貿易效果」；特別是一般中間財可能會隨著臺商中國大陸投資的連鎖反應效果而逐步地在中國大陸落地生產，而使其在貿易結構中的比重逐步降低。尤其，臺商在高科技產業的生產網絡以垂直分工為特色，容易形成對外投資的「連鎖效果」，並具有兩大特色：1.市場（代工訂單）帶動生產地點，乃至於研發地點的區位轉移；2.下游（整機）廠商帶動上游（零組件）廠商生產地點的區位轉移，並形成整個價值鏈（中心、衛星體系）集體區位移動的現象。

第二、中國大陸在海外臺商研發功能/任務的提升。就臺商海外事業研發部門的平均員工數而言，中國大陸遠高於其他海外地區，且主要都是集中在資通訊電子業，反映中國大陸投資事業體質/功能正在轉變。過去臺商在中國大陸所僱用的員工，多為從事生產的低階勞動力，技術研發則高度依賴臺灣母公司，在當地幾乎不設研發部門。然而，隨著近年來中國大陸積極培養科技實力，加上當地市場因經濟起飛而擴張，研發當地化情形已愈趨普遍，並引發一連串的效應。其一，設立研發部門後，表示中國大陸子公司的地位提升，增加營運的獨立性，尤其是部分技術已可由當地供給，毋需完全仰仗臺灣母公司，與母公司的連結相對減弱；其二，當臺商轉而運用中國大陸的研發資源，甚至將高階研發活動轉移至中國大陸，產生各種兩岸研發分工型態。

兩岸產業分工原則除了傳統所強調的產品高低階和功能分工之外，還出現了就技術，區分前段與後段；就產品，區分終端設備和系統產品，及區分國際與中國大陸市場等形式。而且，隨著臺商當地化程度提升，配合創新網絡的形成，部分臺商在中國大陸已逐漸涉及到後段製程的驗證、工程支援、和軟體開發等活動。甚且，一些臺商也從事基礎研究的投資，並與中國大陸的學研機構合作。

進一步就製造相關服務來看，臺灣的 ICT 產業早已是製造服務化[81]：由 OEM、ODM 到物流維修，都在為國際品牌提供各種「價值鏈上的服務」（service in value chain/supply chain；典型的代表為 ICT 業的全球運籌模式）這與上下游互動/價值鏈功能外包密切相關。這種製造服務化基本上是由代工業者所執行，故不必然以服務業的產值呈現，其對我國的價值反而可能反映在「三角貿易收入」。

我們曾以臺灣觀點，將上述的內容加以歸納為 ICT 產業之「貿易、投資、服務、智財之緊密連結」（Trade-investment-service-IP Nexus）（參見表 6-1-1；Chen and Wen, 2013）。「貿易-投資-服務-智財之緊密連結」議題是 WTO 多年來相當重視的議題，強調區域經濟整合過程中的貿易、投資、服務、智財這些面向間複雜的環環相扣關係。在經濟整合過程中，兩個經濟體的互動關係不只是貿易與投資，也牽涉到服務、智財的關連性。例如，臺灣目前在推動的製造服務化和 ICT 產業的製造服務化中就有一種型態屬於價值鏈上的服務，如電子業的全球運籌模式，與跨境的貿易與投資密切相關。另外，臺灣長期以來與美國在智財上有很強的連結關係，進而促成雙方在貿易與投資的關係。

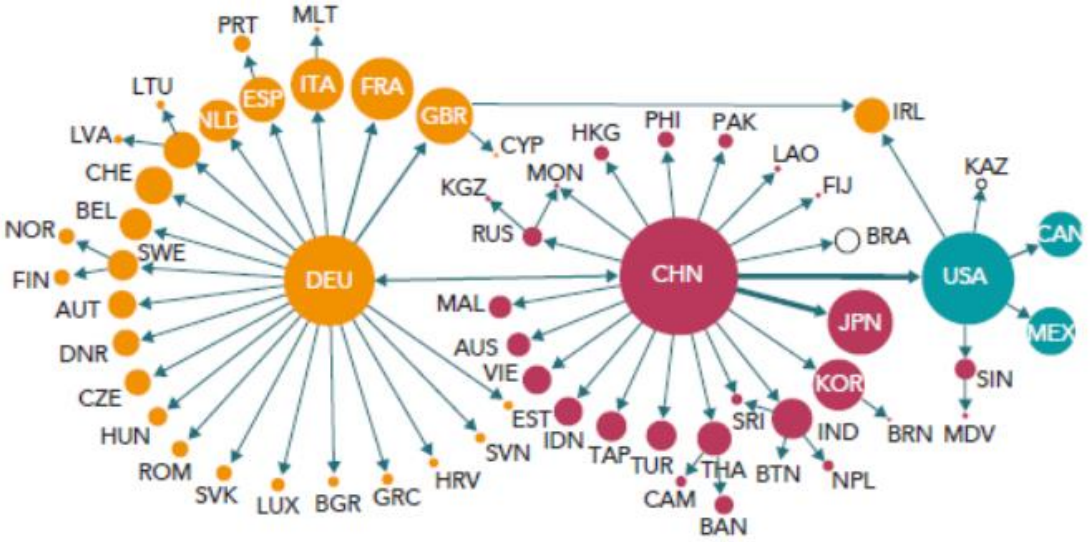
[81] 製造服務化有下列之基本類型：1.觀光工廠（工業局主推；偏體驗行銷及內需導向）；2.價值鏈上的服務（service in value chain/supply chain；典型案例為資通訊業的全球運籌模式；與上下游互動/外包密切相關）；3.產品服務化/功能化（與功能經濟/分享經濟有關，如 u-bike 和電動車分享服務）；4.系統性解決方案（往往牽涉到設備及其相關服務）。

## 表 6-1-1　ICT 產業之「貿易、投資、服務、智財之緊密連結」：臺灣觀點

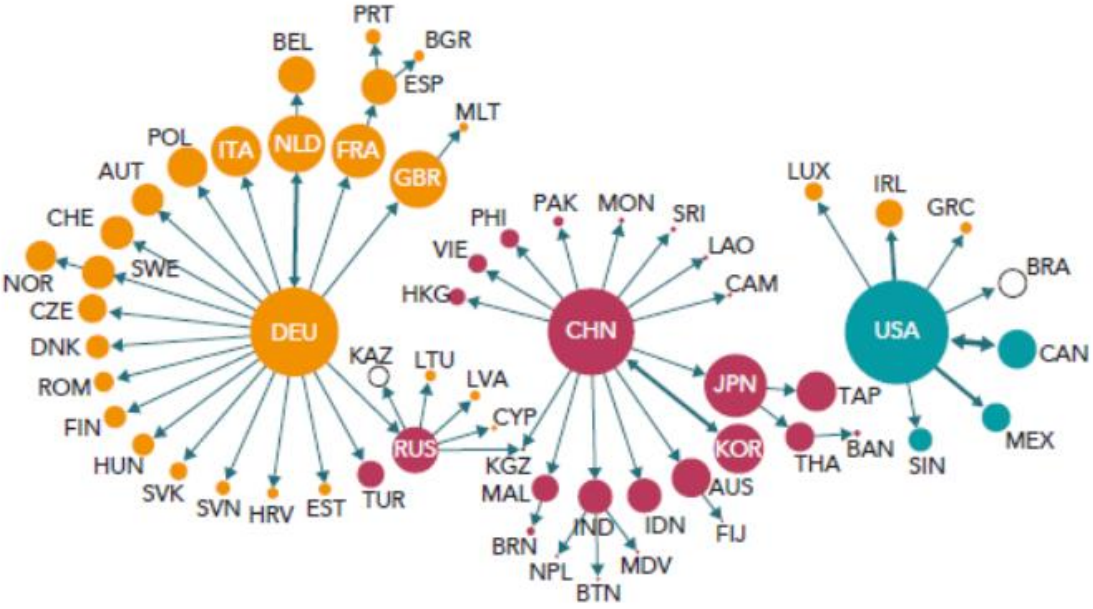
| 全球價值鏈之基本結構圖像(Basic configuration of the GPN/GVC) | 全球 ICT 產品主要品牌與標準主導廠商(如 HP、Dell、Intel、微軟) ←→ | 臺灣 ICT 業者(及其在臺之營運) ←→ | 臺灣 ICT 業者海外之營運(特別是在中國大陸) |
|---|---|---|---|
| 貿易 | ◆ 品牌大廠逐步擴大外包，臺灣 ICT 業者由 OEM、ODM 再進一步承接全球運籌業務。 | ◆ 臺灣成為中高階中間財的供應與出口國，對中國大陸享有 ICT 中間財的可觀貿易順差。 | ◆ 最終產品在中國大陸及其他地點生產組裝，再於最終市場銷售。<br>◆ 中國大陸對主要國家享有 ICT 產品的巨額貿易順差。 |
| 投資 | ◆ 部分品牌大廠在臺灣及其他地方設立研發中心。 | ◆ 臺灣 ICT 業者大規模對外投資，並以中國大陸為主。 | ◆ 中國大陸在地化營運程度提高，促使臺灣供應鏈往上游高階零組件發展。 |
| 服務 | ◆ 品牌大廠外包運籌和售後服務，由代工廠承接。 | ◆ 臺灣代工廠為品牌大廠負責整合全球供應鏈及運籌和售後服務網絡。 | ◆ 部分總部功能在海外當地化。 |
| 智財和研發 | ◆ 品牌大廠將部分設計與研發工作下放給代工廠承接。 | ◆ 臺灣代工廠致力於零組件、post-architectural design、design-to-order 方面的研發。<br>◆ 在臺研發試量產後，在海外進行大規模量產，導致對臺灣而言「研發與製造在地點上的脫鉤」。<br>◆ 臺灣 ICT 業者的研發跟隨品牌與標準主導廠商所設定的產品主架構，導致技術貿易巨額逆差。 | ◆ 海外工廠漸有與製程相關的產品開發能力，形成製造/製程相關研發在海外當地化的情形。 |

資料來源：Chen and Wen（2013）。

**(A)最終財的出口網絡關係**




**(B)中間財的出口網絡關係**




資料來源：引自 Baldwin (2020)。

註：1.以 TiVA 計算是指以附加價值衡量的貿易關係。

2.圓圈的大小顯示出口附加價值的規模。國家間之線的寬窄反映雙邊貿易的重要性，而小量的貿易流量則加以忽略。

**圖 6-1-1　Baldwin（2020）：2017 年以德國、中國大陸、美國為中心之出口網絡關係（以 TiVA 計算）**

值得注意的是，以主要國家來看出口網絡關係會因為最終財或中間財呈現不同的型態。Richard Baldwin（2020）利用社會網絡分析（social network analysis），呈現 2017 年以德國、中國大陸、美國為中心之出口網絡關係；並區分最終財（圖 6-1-1 的上

半部）和中間財或全球價值鏈（圖 6-1-1 的下半部；Baldwin 稱之為 GVC trade）。Baldwin 藉此指出：中間財或全球價值鏈的出口網絡關係相對於（純）最終財的貿易更“區域化”（regionalised）[82]。

再者，現有對於全球價值鏈的討論或觀察是以已開發國家或其領頭羊廠商（尤其是美國的品牌大廠）的觀點為主，而且大多是「供給面」觀點，著重於探討「供給面連結」（supply-side linkages）的跨國區位面貌與影響因素；因為原有的全球價值鏈主要是以服務已開發國家為最終市場。

另外，主流的全球價值鏈分析聚焦於已有相當規模或國際布局的產業，如資通訊、紡織等產業，因此國際組織也特別重視全球價值鏈對於發展中國家經濟發展的效益（藉著參與全球價值鏈及其貿易投資體系而提升經濟成長）。不過，目前也有一些分析開始重視新興中小企業的全球化發展。例如，歐盟相關單位出版了「Born Globals and Their Value Chains. Luxembourg: Eurofound」報告（Eurofound, 2018）。一些領導廠商或快速成長新興中小企業在經營數位或智慧科技新興領域，其創新生態系具有「先天國際化」特色（Born-global），因為數位經濟很容易突破國界的障礙，而且仍在演進和集結中。這些廠商作為這些領域的重要平臺業者在創新生態系中可扮演領頭羊的角色，也在跨境、跨域尋求相關的業者一起加入和壯大其生態系；產生新型態的全球價值鏈。就此一個參考案例是 Tesla[83]（參見第五章）。

---

[82] 英文原文為：The key point is that GVC trade (bottom panel) is far more regionalised than trade in final goods。

[83] 這種新興中小企業的全球化發展也出現在服務或軟體領域，形成一些新的創新連結型態。例如，菲律賓是軟體領域國際價值鏈的重要環節，英國倫敦有公司專門利用大數據進行運動賽事分析，在倫敦進行人工智慧與演算法方面的訓練，但很多的運動數據是透過菲律賓團隊取得相關數據，因此在發展人工智慧領域時，一開始就加入菲律賓團隊或者菲律賓在軟體方面的優勢。這意味著一些新領域的發展過程中，有很多生態系的樣態，國際合作的樣態是不同於現有的產業價值鏈區位型態。

# 第二節　美中貿易戰對全球價值鏈的影響

目前就美中貿易戰對臺灣及主要國家產業的影響，主要聚焦於原本在中國大陸的供應鏈或生產據點之區位轉移，或轉往東南亞地區，或移回臺灣，或移到美國。這產生了一些新名詞，如供應鏈「去中國化」（也有人稱之 ABC，Anywhere But China）、或由 MIC（made in China）轉變成 MIE（made in Everywhere）。另外，一種常見的說法是全球產業鏈將因此變得更加區域化。但是我們認為若能進一步考慮一些面向，或許比較能夠更細緻地看到美中貿易戰對全球價值鏈的影響。

## 一、市場因素

如上一節所述，現有對於全球價值鏈的討論或觀察是以已開發國家或其領頭羊廠商（尤其是美國的品牌大廠）的觀點為主，而且大多著重於探討「供給面連結」。要進一步剖析美中貿易戰對全球價值鏈的影響則需要考慮市場因素的幾個面向。

### （一）中國大陸市場的重要性與影響力

中國大陸不僅是世界工廠，而且也是重要的市場，其相當比重和規模的國民已可消費最前沿（state-of-the-art）的產品，故其市場影響力也將牽動著全球價值鏈的變化。因此，固然有些以美國為出口市場的臺商供應鏈可能會移出中國大陸，但是仍然會有服務中國大陸市場之價值鏈存在；而且可能繼續在中國大陸營運。例如 PWC（2019 年）與中國美國商會、上海美國商會合作進行了美國商會供應鏈問卷調查，調查結果顯示：「70%的受訪企業在中國製造並在中國市場出售的產品，其中一部分產品用於出口。另外的 17%的受訪企業專門為中國市場生產並銷售產品（“在中國，為中國”；in China, for China），而還有 13%的受訪企業將中國定位為全球供應基地。」另外也有一些廠商採取在製造和採

購方面採用“中國加一”的供應鏈戰略；China+1。另外，儘管日本政府為了讓企業將供應鏈移出中國大陸，提供補貼措施，但是豐田汽車等大廠卻表示：「會繼續在中國生產製造，理由是中國仍然是不可或缺的重要市場」[84]。

既然美商在中國大陸主要仍是“in China, for China”模式，雖然部分臺商網通廠商，因輸美產品可能涉及資安疑慮，而將產品供應鏈部分由中國大陸移回臺灣，但不能據此推論這些臺商將低階業務留在中國大陸，將高階業務移回臺灣。反之，即便在中國大陸研發生產繼續服務中國大陸市場，一個不可忽略的變數可能是中國大陸本土供應鏈崛起的衝擊。尤其，涉及到中國政府所重視的戰略產業部門，就可能會面臨是否或能否為中國大陸產業鏈或創新生態系所接納的問題。在第五章，我們也分析了特斯拉之 Born-global 創新生態系的演化，就新冠疫情發生前的報導來看，特斯拉在中國大陸上海設廠也伴隨著特斯拉電動車供應鏈本土化（中國化）的規劃與承諾。

另外，值得注意的是，有一群中國大陸臺商是採取「異地崛起模式」，與中國大陸的價值鏈或創新生態系緊密鑲嵌（陳信宏、歐宜佩與林葳均，2017 年）；並非隸屬於歐美廠商所主導的價值鏈。質言之，有些臺商企業營運發展或轉型的起點一開始可能就以國外（如中國大陸）為中心，直接由地主國的區位優勢加以驅動（如利用當地的產業發展資源與發展契機），這種轉型的決策往往需要取決於以地主國為核心的內部化優勢/機制（如在地發展與建立在地連結）。藉此企業所建立的所有權優勢（如異地崛起/新業務/新品牌）也與地主國密切相關。

---

[84] 供應鏈移出中國？豐田汽車等大廠向日本政府說「No」 https://tw.mobi.yahoo.com/news/%E4%BE%9B%E6%87%89%E9%8F%88%E7%A7%BB%E5%87%BA%E4%B8%AD%E5%9C%8B-%E8%B1%90%E7%94%B0%E6%B1%BD%E8%BB%8A%E7%AD%89%E5%A4%A7%E5%BB%A0%E5%90%91%E6%97%A5%E6%9C%AC%E6%94%BF%E5%BA%9C%E8%AA%AA-no-070539464.html。

例如，陳信宏、歐宜佩與林葳均（2017 年）的研究指出，即便有台商涉入中小型 3D 列印機的研發，但是有鑑於主要零組件的生產都在海外，因此製成品的生產與出口仍以東南亞或中國大陸為主。當鴻海的主要生產線都在中國大陸，其工業 4.0 的轉型也趨向於以中國大陸為主。他們的案例分析更顯示：整體而言，當地主國區位優勢越強，子公司能耐可能轉強，母公司對子公司的控制可能轉弱，跨國企業傾向於朝網路組織型態發展，並且以合資、策略聯盟等方式，進行在地連結與合作。一些專家也表示：「以現在的臺商跨國布局案例中，似乎不一定是臺灣的優勢產業之延伸，有些時候，可能在海外市場或條件因素趨勢，反而發展項目走得比臺灣更前面（參見第二場座談會紀錄）。」

異地崛起模式看似兩岸量體懸殊下的特殊案例，但可能不會只是如此。例如，隨著新興產業的發展，一些新創企業也從國際化連結的角度尋求建立企業發展的基礎，而透過某些國家較豐富的創新生態系養分，形成企業成長所需的所有權優勢。甚至於，一些新興產業（如數位經濟）的發展本質上就涉及創新生態系的跨國連結，這會使得各國在相關區位優勢對強化創新生態系的跨國連結的優劣成為關鍵影響因素，尤其中國大陸和臺灣現正亦步亦趨地發展與先進國家類似的新興產業。這類型臺商未來的發展則取決於中國大陸本身相對應產業的發展前景；也不容易移出中國大陸。

（二）訂單或市場的集中度

代表性的全球價值鏈是寡占架構下少數廠商之間的相互對壘與競爭（如 Dell vs. HP；Nike vs. Adidas），由品牌業者或標準制訂者作為「領頭羊」，形成跨組織（多地點）供應鏈對跨組織供應鏈的競爭。這種型態的全球價值鏈往往是目標明顯的標的（如伺服器），比較容易受到美中貿易戰及科技戰的衝擊。

但是也有一些產業訂單或市場的集中度較低(如買主包括為數眾多的貿易商或通路商)，這種類型的產業可能會在美中貿易戰中尋求市場轉向，爭取向美國以外的其他(如歐洲)市場出口。不論他們是否繼續留在中國大陸或移往其他生產成本較低的國家；不論他們是陸商或中國大陸臺商，他們的市場轉向就有可能對原本在臺灣生產的廠商產生新的價格競爭壓力。例如，在第一場座談會中，有專家指出：「臺灣扣件中出口 93%，扣件產業對臺灣來講是重要產業；扣件產業會逐漸變M型，而且是不對等的M，大概往汽車與航太那部分會比較好，底層有些做削價競爭快活不下去。」進一步而言，類似扣件這種產品存在多元的市場區隔，包括一般商品型態的扣件、高階建築工程扣件、乃至汽車、航太與離岸風電供應鏈所需的扣件；各自呈現不同的產業競爭和供應鏈型態。但是要進入高階扣件和汽車、航太與離岸風電供應鏈所需的扣件市場往往需要通過認證，成為進入供應鏈體系的入場券。

因此，在因美中貿易戰而產生市場轉向的產業或產品領域，臺灣需要建立新的供應鏈關係連結，以促成臺灣出口商品結構與市場結構的轉型。以汽車相關產業為例，臺灣汽車零組件產業傳統上著重於售後服務市場（AM），若要切入到整車廠或 Tier 1 的供應鏈體系，一方面面臨如何與整車廠或 Tier 1 建立聯繫關係，另一方面需要繁瑣冗長的產品和製程調整問題；而且後者並非政府一般性的研發補助計畫補助的重點。但是若能透過一些補助和輔導計畫協助廠商通過調整陣痛期，則臺灣汽車零組件產業（及扣件業者）將有機會建立新的訂單和市場連結機會。

綜合這兩個市場因素來看，「全球產業鏈將因美中貿易戰變得更加區域化」的說法可以加以修正。一方面，如 Baldwin(2020)指出：(原本)中間財或全球價值鏈的出口網絡關係相對於(純)最終財的貿易更“區域化”(regionalised)(參見上一節的討論)。

另一方面，考慮「中國大陸市場的重要性」這個因素（過去全球價值鏈的分析不會強調），我們認為更適切的說法是：「全球價值鏈可能會朝以大型市場（且之間具有政經衝突性）為中心的區域化發展」。這個發展有點類似冷戰時期美蘇各自區隔明顯的市場，但是從價值鏈的角度來看，因為之前全球化的積累效果，卻又不像冷戰時期價值鏈和供應鏈各自截然分立。

## 二、產品研發與軟體：「一個世界、兩套系統」、「一個世界、兩套標準」

國內在討論臺商回流時，往往會期待臺商將研發功能根留臺灣，或回臺加強投資研發。但是這個觀點可能需要修正，尤其當考慮所謂的「一個世界、兩套系統」或「一個世界、兩套標準」的意涵。表面上，「一個世界、兩套系統」或「一個世界、兩套標準」其實早已存在，如錄影機/錄影帶之前有 VHS 版（美規）和 Beta 版（日規）兩套系統，3G 的「官方」（de jure）標準也有 WCDMA、CDMA2000 和 TD-SCDMA 三套標準。但是，考慮美中對壘因素，「一個世界、兩套系統」或「一個世界、兩套標準」對全球價值鏈可能產生不容忽視的意涵。

就行動通訊領域來看，隨著行動電話由「說的電話」變成「用的電話/裝置」，智慧裝置所涉及的技術、智財與價值鏈趨向於「多層級的平台化」（platformization），使得廠商的布局和策略選擇趨於複雜。例如，國際上習慣將資通訊領域之產業標準區分為三個層次，包括：基礎網路層（如 3G、4G、廣播領域的主架構設計）、（廣義）中介軟體層（Middleware，如 WML）和應用層（如 i-mode、location-based services）。國際標準制訂特別著重於基礎網路的主架構設計。但是，儘管採用現有的基礎網路主架構設計，Apple 與 Google 的創新空間與重點卻是在中介軟體和應用，而且著重於顧客價值主張、服務架構、服務平台、終端設備與客戶介面、和擴大支持陣營等方面。

因此，行動通信產業生態體系在 2G 走向 3G 及之後的階段變得越來越複雜。Yoo, Henfridsson and Lyytinen（2010: 725）便主張行動數據等數位創新（digital innovation）為相關產業帶來新型態的「產品主架構」（product architecture），他們稱之為「多層級的模組型主架構」（the layered modular architecture）。這種產品主架構的特色是：數位技術被鑲嵌到實體產品，可以透過軟體能力強化產品的功能[85]。更重要的是，在核心應用服務領域，作業系統與應用服務間關係更緊密，作業系統的範疇擴展，並擴大對整體產業的影響力。事實上，中國工業和信息化部電信研究院（2013 年）在移動互聯網白皮書中很早就指出：中國大陸移動智能終端操作（作業）系統及生態體系的挑戰仍突出，包括：1.對 Google Android 存在嚴重路徑依賴、2.市場化深度和廣度不高、3.自主操作系統發展難度加大、4.知識產權受制於人。

在美中貿易戰/科技戰中，美國相當針對華為在 5G 產業標準和行動通信設備的影響力，刻意就 Google Android、半導體晶片、5G 通信設備等方面抵制華為。這形成了「一個世界、兩套系統」或「一個世界、兩套標準」的論述基礎。尤其，美國抵制華為也迫使中國大陸加強某些領域的本土化或「中國化」，如華為發展可能相容 Android 的跨平台作業系統，稱之為「鴻蒙」。姑且不論「鴻蒙」作業系統被市場接受的程度，上述發展類似多年前錄影機的 VHS 版和 Beta 版兩套系統情勢。不過，不同於錄影機（及其所對應的媒體內容），行動通信設備及行動裝置的發展更動態，不斷地更新作業系統版本、相關軟體、硬體和強化其應用的內涵。因此，我們認為在美中貿易戰/科技戰的影響下，「一個世界、兩套系統」或「一個世界、兩套標準」對於價值鏈上臺商（如 OEM/ODM 業者）的一個關鍵影響是，相對於以前，必須更加投

[85] 英文原文為：The layered architecture of digital technology is embedded into physical products, enhancing product functionality with software-based capabilities.

資軟體方面的研發。而且某些領域的軟體研發可能會涉及美中各自所設定的資安規範與認證要求。這意味著某些臺商在價值鏈上的軟體及韌體研發投資與軟體及韌體研發人才的需求會大幅增加。而且可能的情況是：如果要依循美國系統，可能是在臺灣做研發；要依循中國大陸系統就必須在中國大陸研發。跟現在很多都在臺灣研發，生產在大陸的型態會不一樣。因此，在第二場座談會，有專家呼應我們的看法，表示：「一個世界、兩套系統」，甚至要兩套研發系統，也許有可能。

就價值鏈上的資安議題加以討論，目前美臺之間類似一種（Trust-based Alliance），有其國際政經情境因素。但若從促成關鍵商品（critical goods）價值鏈串連的角度來看，美臺政府或許可以協助雙方產業建立「可信任的生產履歷」機制或資安認證體系。

## 三、臺商在中國大陸當地化與價值鏈落地

以企業轉型發展的角度而言，臺商將原先在臺的外銷生產線移轉至中國大陸，不單浮現產業外移的現象，也出現「臺灣接單，大陸生產、出口」的型態。另外，由臺灣母公司與大陸子公司所形成的產業鏈關係而言，臺商投資中國大陸後，對當地經營環境日漸熟悉，原先由臺灣進口的生產原料逐漸轉向在當地採購，形成上游原物料供給的替代效果。進一步而言，臺商下游組裝廠外移中國大陸後，帶動中上游供應鏈廠商跟隨前往，在當地形成產業聚落，稀釋兩岸供應鏈與產業分工關係。上述發展趨勢不單促使中國大陸臺商子公司當地化，更有抬升當地子公司自主地位的效果。

進一步而言，臺商於中國大陸的營運模式，將隨著中國大陸經濟結構與高端消費內需市場的興起，產生顯著轉變，尤其是促進當地臺商子公司營運的多元化發展。近年中國大陸政策擬藉由

廣大內需市場及投資新基建的能量優勢，誘發其內需結構、創新研發、高新科技與服務發展等層面變化。再加上金融風暴後，全球經濟成長動能下滑，對於赴中國大陸投資的臺商而言，由過去倚賴外銷市場的策略，漸轉為以開發中國大陸內需能量為主。由於臺商在大陸子公司需進一步掌握當地供應鏈與經營當地內需市場，預期這些在陸子公司的價值鏈將不再僅限於製造層面，而有研發與市場行銷等多元服務化層面。例如，在第二場座談會，有專家提到：「現在大型 IC 設計公司（design house）都是兩邊做，研發資源要分散；中小型無法做到，只能選邊站。」

# 第三節　美中科技戰對全球價值鏈的影響

美中科技戰其實與貿易戰相互糾葛，不容易截然區分，不過我們在這一節針對美中科技戰的部分焦點領域，討論美中科技戰對全球價值鏈的影響。

美中科技戰其實是有一些既有的產業，而中國大陸尋求突破或自主創新。典型的代表是中國大陸的「大飛機夢」，C919 大型客機。雖然中國大陸宣稱 C919 為「首款擁有自主知識產權」的幹線飛機，未來希望能與波音、空客（Air Bus）競逐市場，但是至少 C919 的飛機引擎仍然相當仰賴類似 GE 等公司，故在其價值鏈上仍然受制於美國。中國大陸可能會尋求透過與第三方國家的合作，降低對美國的依賴。這些領域大多是國際寡占的複雜產品系統，臺商的著力點相當有限。

## 一、AI 領域

美中科技戰另一個焦點是 AI 領域。華爾街日報在 2020 年刊出的「美中科技較量誰是贏家？從五大領域看兩國各自優勢」文章，認為在 AI 領域，優勢在美國一邊，但美中之間的差距在縮小。「雖然中國在人臉辨識（及型態辨識）等一些重要的 AI 細項（應用）領域處於領先地位，但中國大陸並未在所有 AI 領域領跑。」劉孟俊、吳佳勳等人（108 年）的研究指出，中國大陸對新興產業科技運用的規範較為寬鬆，甚至存在「制度缺位」等沒有保護或保護不足的情況，可能對新興產業科技創新的發展方向產生影響。例如，在北京新建的第二座機場—大興國際機場使用人臉辨識進行管理，人臉辨識技術也廣泛用於中國的社會信用評價。而且，因中國大陸城市化的快速推進、人口流動性的大幅提升，社會治理的難度亦隨之增加，為高效、低成本的強化城市安全性，開始廣泛使用視訊監控。這些應用也促成了曠視科技、商湯科技等新興（獨角獸）公司的蓬勃發展。2018 年 9 月，中

國科技部公告將由商湯承攬，建構「智慧視覺國家新一代人工智慧開放創新平臺」（參見劉孟俊、吳佳勳等人，108 年）。

美國商務部工業安全局（Department of Commerce, Bureau of Industry and Security, BIS）於 2018 年將 AI 列入 14 類關鍵技術出口管制清單中。2020 年 1 月 8 日，白宮發布全球第一份人工智慧的政府監管 10 大準則—《人工智慧應用監管指南》(Guidance for Regulation of Artificial Intelligence Applications)，要求醫藥、交通運輸及其他產業應用 AI 技術時，必須考量公平、非歧視、開放、透明、安全、可靠等原則，對抗威權專制政府使用 AI 壓迫本國人民，劍指中國大陸的意涵明顯。

值得注意的是，AI 的發展就牽涉到各種新型態演算法的研究與 AI 的應用，兩者並行在發展。Ernst（2020）針對 AI 晶片（AI on Chip；也是臺灣的發展重點），探討中國大陸的發展態勢。Ernst（2020）認為各種新型態演算法相當依賴基礎科學和科研體系，但是中國大陸業界目前比較偏重於 AI（晶片）的應用，而且與基礎科學和科研體系的連結相當薄弱。不過，他指出美國對中國大陸的技術封鎖正迫使中國大陸強化 AI 在基礎研究和應用研究的連結，而這有助於中國大陸在核心基礎技術的迎頭趕上[86]。就案例來看，商湯已發展出「1（基礎研究）+1（產品及解決方案）+X（行業）」的營運模式（劉孟俊、吳佳勳等人，108 年）；阿里巴巴則成立了「達摩院」，初期招攬 100 名頂級科學家和研究人員，研究自然語言處理、人機自然交互、量子運算、基礎演算法等前沿科學領域。不過，本研究（參見第二章）也認為：這些新興科技或領域大體上仍在中國大陸的原生生態系中發展或擴張中，尚未形成全球價值鏈的樣態。他們目前比較處於美中兩國相互較勁階段；只是 AI 晶片的發展也牽涉到半導體產業。

[86] 英文原文為：US technology restrictions are forcing China to strengthen basic and applied AI research to catch up in core foundational technologies。

## 二、半導體領域：多方關係

華爾街日報的總體評估顯示：在半導體領域，美國在半導體領域佔據優勢。不過，在文章中，華爾街日報也引述美國智庫戰略與國際問題研究中心（Center for Strategic and International Studies）的高級副總裁 Jim Lewis 的看法：「如果你願意在幾十年內投入數以十億美元計的資金，最終你會實現目標。」

美中在半導體領域的對抗顯然與臺灣息息相關。例如，美國以「出口管制改革法案」（Export Control Reform Act of 2018, ECRA）作為其供應鏈管控工具，藉以挾制中興通訊、福建晉華、華為等 192 家企業。相對地，中國大陸也提出不可靠實體清單。

如前所述，一些廠商（含美商）的策略是 In China, for China；這是企業的策略選擇。但是，美國政府對台積電的要求是 For USA, in USA，因此台積電最近已宣布將到美國設立 5 奈米的 12 吋晶圓廠。這目前看來並未使得美國政府容許台積電供貨給華為等中國大陸廠商；而且美國對於 US content 反而趨於嚴格。在 2020 年 5 月，美國修改科技產品的出口規定，限制華為半導體供應鏈來源，在海外生產的半導體，也會需要取得許可證，才能賣給華為。短期間內，台積電可能尋求透過其他國家客戶訂單來彌補華為高階訂單的空缺，但是，未來一個對臺灣較不利的情境是：中國政府也可能要求 For China, in China，這會使得一些臺商面臨選邊站難題。一種可能的情況是：有些臺商可能在兩岸間採取「兩個屋頂（營運體系）」的營運方式，透過減少對美國技術、設備、原料的依賴來服務中國大陸市場。

尤其，中國大陸未來 10 年發展基礎與重點，主要著重在 5G、AI、半導體等科技產業等領域，預期可以成為未來推升經濟成長的新動能。這牽動兩岸關係。中國大陸可能會擴大吸引我半導體企業投資與人才，以利長期建構在中國大陸的「全產業鏈」。華爾街日報的總體評估指出：短期內，中國大陸半導體產業發展戰

略的重點是降低對美國的依賴。我們認為：這種「去美化」需要比較長的時間，而且初期可能不是「中國化」，而是拉攏韓國、臺灣等相關業者或人才等。但是，由於半導體產業在美中科技戰中舉足輕重，臺灣等相關業者在中長期可能將面臨是否當地化問題。

## 三、5G 相關領域：對「一個世界、兩套系統」的進一步思考

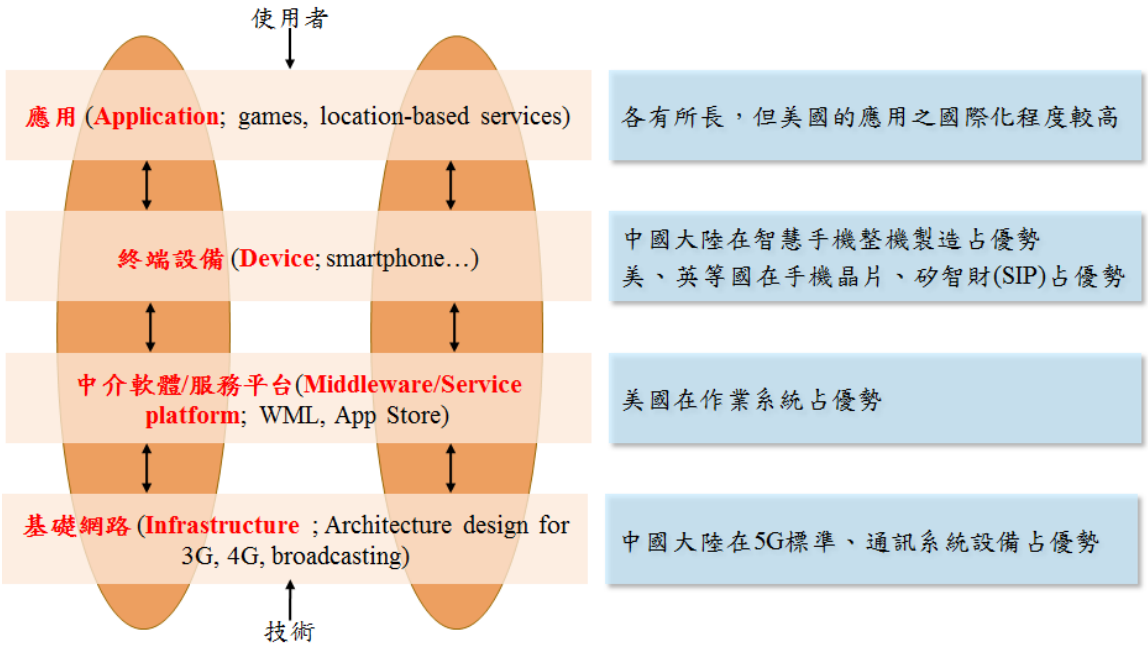
美中科技戰另一個重點是 5G 相關領域，而且也牽涉到前面所分析的「一個世界、兩套系統」議題，本研究就此對「一個世界、兩套系統」提出進一步的思考。參考 Yoo et al.（2010）所提出的「多層級的主架構」與 China EU Information Technology Standards Research Partnership 所提出的 the three levels of ICT industrial standards，我們將 5G 相關產品及應用、標準區分為四個層級，包括：基礎網路層（Infrastructure; Architecture design for 3G, 4G, broadcasting）、中介軟體/服務平台層（Middleware/ Service platform; WML, App Store）、終端設備層（Device; smartphone…）、和應用層（Application; games, location-based services）。這四個層級反映出多種互補技術、產品及應用間的複雜關係，也顯示美中雙方各有所長（參見圖 6-3-1）。

就基礎網路層（Infrastructure）來看，中國大陸在 5G 標準、通訊系統設備占有明顯優勢；儘管美國也有一些 5G 參與者，如思科（Cisco）是路由器和交換機的最大製造商。值得注意的是，國內外業界普遍預期 5G 會出現白牌設備的商機，打破原本國際通訊系統設備壟斷的局面。3G、4G 時期的設備商系統較封閉，幾乎由愛立信、諾基亞、華為、中興等設備商所掌控，不過預期 5G 的部署與應用將可能打破過去封閉式環境，且更有彈性，全球電信商已提議建立開放式無線電接取網路架構，簡稱 O-RAN 聯盟；而未來的 6G（可能是以低軌衛星搭配現有的基地台）時

代，因此在未來衛星與基地台互相協作下，更凸顯開放式平台重要性[87]。這種白牌設備商機在數據中心（data center）的伺服器市場早已存在。我國一些伺服器製造商，原本主要承接 OEM/ODM 業務，但透過與 Google、Facebook 等大型網路服務業者合作，直接供應客戶白牌伺服器和部分的伺服器解決方案；因為這些大型網路服務業者本身就具有網路平台、儲存等方面的解決方案和競爭優勢。這從臺灣廠商的角度來看，藉此他們可以突破原有的 OEM/ODM 代工型態，利用供需互動和需求方的能耐與企圖，發展白牌設備商機。

在中介軟體/服務平台層（Middleware/Service platform），美國在作業系統占有明顯優勢，如 Google Android 平台（也含 Windows）；國際上出現的一些作業系統也演變自美國享有優勢的作業系統平台或開源軟體。在終端設備層（Device），中國大陸在智慧手機整機製造占優勢，但 Apple 在智慧手機及生態系有其獨具的競爭優勢。另外，美、英等國在手機晶片（如高通）、矽智財(SIP,如英國的 ARM)占有優勢。在應用層(Application)，早期中國大陸以模仿起家(如人人網是中國大陸版的 Facebook)，但是中國大陸目前在行動通訊的應用服務蓬勃發展，與美國各有所長；不過美國的應用（如 Google、Facebook 旗下各種應用）之國際化程度較高，但在中國大陸卻又受制於「網路內容檢查」。值得注意的是，中國大陸的網路應用服務（如支付寶、電商、抖音等）近年也加強國際化，在東南亞與非洲也有不錯的國際化擴展。從這個角度來看，美中雙方其實存在複雜的競合關係。而且，雙方未來在 5G 產業的發展也不完全取決於單一的產業價值鏈。

[87] 資料來源：〈觀察〉三大原因催生 國內電信商吹起大量採用 5G 白牌設備風潮，鉅亨新視界 https://news.cnyes.com/news/id/4470193?utm_campaign=4470193&utm_medium=android&utm_source=App。




資料來源：左邊的架構參考 China EU Information Technology Standards research partnership 的 the three levels of ICT industrial standards 加以修正。

**圖 6-3-1　對「一個世界、兩套系統」的進一步思考**

# 第四節　初探工業 4.0 與新冠疫情對全球價值鏈的影響

## 一、初步討論工業 4.0 對我國產業價值鏈的意涵

就工業 4.0 對全球價值鏈的影響，全球目前仍處於初步探索的階段，相關的分析仍然有限。因此，這部分綜合一些既有的文獻與案例就此議題加以討論。

先進國家推動工業 4.0 一個重要的目的是製造業回流，但是目前的觀點或證據尚不足以支撐這個看法。Butollo（2020）最近發表了一篇文章：Digitalization and the geographies of production: Towards reshoring or global fragmentation?，透過學理與現有證據的綜合討論，主張：全尺度（full-scale）且可以回應目標市場需求的高階自動化還不足以支撐製造業回流的預期。他主張就高階自動化對全球價值鏈的影響，不能採取「技術決定論」的觀點，還需考慮眾多其他的因素，包括：市場的差異化（differentiation）、營運模式的改變、資本與勞動力平衡考量對技術採納的誘因等因素。因此，Butollo（2020）得出的結論是：兩種力量的拉扯，一方面是目標市場和製造的整合，另一方面是透過複雜供應鏈組織所形成的地理區位分化，將會技術性地促成供應鏈的再結構，但其型態會因產業部門而異。

就我們在第五章第四節的製鞋業案例分析來看，Nike、Adidas、Under Armour 等業者近年來透過與外界合作，積極投入智慧製造、智慧供應鏈方面的研發創新；但在這過程中，他們與我國 OEM/ODM 合作夥伴的關係也變得浮動不居。Nike 和 Adidas 的製鞋業智慧製造案例，都是由國際品牌大廠所主導，而且研發過程中都企圖跳過或擺脫臺灣的供應鏈合作夥伴，改而與他國其他領域（如電子、設備製造商）的廠商合作，藉此不僅意圖導入分散式的國際價值鏈，甚至於希望在先進國家就地生產。

然而，Nike 和 Adidas 的研發計畫都最終喊停，並可歸納出下列因素：1.智慧製造比較容易處理特定材質和產品樣式的運動鞋，如一體成形的針織鞋，但仍難以處理如以（人造）皮革與布料為基礎的運動鞋。2.製鞋業具有時尚產業的特色，款式多樣且流行快速汰換，例如近年來針織鞋占新款運動鞋的比重大幅下降，這導致標準化程度低，自動化成本也隨之攀高。3.國際品牌若要在先進國家就地生產，也需要其他的供應商隨之配合，以降低物流成本與提高供貨速度。因此，我們的案例分析也支持 Butollo（2020）的觀點。

更重要的是，在這全球價值鏈變動的過程，我國的製鞋業供應鏈大廠也積極投入智慧製造及先進材料等方面的研發；而這也相當程度促使國際品牌大廠在調整智慧製造的發展路線時，回頭加強與臺灣價值鏈夥伴（如寶成、豐泰）的合作。所以工業 4.0 不只是牽涉到製造端和供應鏈上的智慧機械、智慧製造、智慧供應鏈等數位化解決方案，還牽涉產品架構的改變和先進材料等方面的研發創新。

這個製鞋業案例對臺灣的意涵在於全球價值鏈數位轉型下領導廠商與價值鏈夥伴的合作研發。在探討工業 4.0 或製造業的數位轉型時，國內往往會區分為：智慧機械、智慧製造、智慧供應鏈等類型。其中，智慧供應鏈涉及到在供應鏈體系下跨廠、跨組織的集體數位轉型；不過，國內在這方面的討論目前比較侷限在國內的範疇。然而，我國深度參與全球價值鏈的產業，在工業 4.0 發展趨勢中，其實面對智慧供應鏈之國際連結與主導權問題。一般而論，在訂單非常集中的產業中，全球價值鏈的主導者大多為品牌客戶，供應鏈之智慧化可能為跨國、跨廠性質，也將取決於品牌客戶/領頭羊廠商。典型的案例包括：資通訊產業、製鞋業、紡織業。過去在推動供應鏈/價值鏈 e 化時，經濟部技術處也曾針對這類型的產業推動 A、B、C、D、E、G 計畫，並特別

加強與全球價值鏈的主導廠商或品牌廠商合作。同樣地，製鞋業之全球價值鏈數位轉型往往需要領導廠商與（臺灣）價值鏈夥伴的合作研發；而且他們如果與臺灣的業者合作研發，將不會只是智慧製造解決方案，有些還會涉及材料、產品架構的研發。

依此，我們提出政策建議：針對部分如紡織、鞋類或航太等具高度國際供應鏈鏈結、訂單相對集中等產業，政府可以推動智慧供應鏈國際合作計畫，在配合國際大廠的智慧製造需求之前提下，鼓勵臺灣供應商可以與品牌商或領頭羊合作，共同開發新智慧解決方案，強化供應鏈的緊密關係。其中，需要與國際大廠發展需求密切連結，以便臺廠可契合快速世代變化的需求。

一個值得注意的發展是：新興的數位化解決方案可能形成新型態（數位化）的「價值鏈上的服務」（service in value chain/supply chain）或製造服務化。如前所述，臺灣的 ICT 產業早已發展出製造服務化：由 OEM、ODM 到物流維修，都在為國際品牌提供各種「價值鏈上的服務」（典型的代表為 ICT 業的全球運籌模式），這與上下游互動/價值鏈功能外包密切相關。這種製造服務化基本上是由代工業者所執行，故不必然以服務業的產值呈現，其對我國的價值反而可能反映在「三角貿易收入」。但是，新數位化科技有助於管理跨境和跨組織的全球價值鏈，因此透過數位化加值，供應鏈上的服務會有新的面貌，即便工廠在海外，可以遠端調校、處理；這種情況下或許比較容易形成以市場為主要考量的區域化供應鏈或是以市場為核心的短鏈。過程中，臺灣本地的廠商可以提供新數位化型態的製造服務，藉此有機會提高附加價值。一個參考案例是：天下雜誌所報導的 ASML 透過荷美臺三國連線，運用混合實境（MR）幫台積電遠距裝設機台，透過 MR 混

合實境智慧眼鏡 HoloLens，連結 Wifi，ASML 荷蘭總部、美國、臺灣團隊及工廠工程師進入虛擬會議室，進行 MR 裝機[88]。

**方塊 6-4-1　ASML 的遠距裝機、遠端修機**

疫情衝擊之際，工程師無法出差，半導體業者該怎麼維修機台？怎麼安裝新設備？艾司摩爾（ASML）荷、美、台三國總動員，完成史無前例、如科幻電影般的超狂任務：MR（混合實境）遠距裝機。

...要發展「遠端修機」計畫...必須先完成三件事：

一、出貨的機台必須早就有系統診斷軟體程式，定時讓機台傳送相關數據回報健康情況。

二、開發新程式，結合實體機台、診斷工具（System Diagnostic Tool）、註解工具（類似小畫家）、即時影像（MR 眼鏡），建置 MR 虛擬會議室。

三、網路及資訊安全。

對半導體設備廠商而言，第一項已行之多年。較難的是第二及第三。

...ASML 認為，未來 MR 眼鏡不只用在故障排除和設備維修，會更被接受、擴大應用，包括工廠產線跨國溝通、產品研發等，遠端支援將「不只是支援，有望落實為工廠運作常態。」

資料來源：引自天下雜誌「荷美台 3 國連線　艾司摩爾如何運用混合實境，幫半導體龍頭遠距裝機？」。

[88] 資料來源：天下雜誌，https://www.cw.com.tw/article/article.action?template=transformers&id=5100240&share=eyJ0eXAiOiJKV1QiLCJhbGciOiJIUzI1NiJ9.eyJhcnRpY2xlX2lkIjo1MTAwMjQwLCJ1c2VyX25hbWUiOiJZU0NoZW4iLCJpc3MiOiJodHRwczpcL1wvd3d3LmN3LmNvbS50dyIsImlhdCI6MTU4OTQzMjkxNSwibmJmIjoxNTg5NDMyNDAwLCJleHAiOjE1ODk1MjI0MDB9.0nrr2R1TrzczaGuWkA0Xf8w3A5sKOtwf8Z4uV__gXNk&utm_campaign=fb_-website_share-icon-np&utm_medium=website_share&utm_source=fb_。

另一個值得注意且臺灣廠商較少著墨的發展是：廣義的智慧製造或數位轉型牽涉到營運模式創新，可能藉此改變國際供應鏈的樣態；一個與臺灣有關的案例是 Peloton 的軟體/服務思維創新對臺灣運動器材製造業的影響。對於運動器材製造業的工業 4.0，臺灣大多仍停留在硬體和製造為中心的創新思維，主要討論動器材製造業的智慧製造，頂多進一步探索運動器材聯網的價值。美國的 Peloton 是一家獨角獸（也是 Born-Global），被稱為運動產業的 Apple，固然在一開始仰賴臺灣的供應商提供智慧聯網的飛輪和跑步機（期美供貨飛輪；力山供貨飛輪車和跑步機），Peloton 的創新元素同時包括產品、服務與內容，但其營運模式卻是以軟體/服務思維為基礎；其三大核心為：銷售設備、註冊訂閱與創建影音內容。透過飛輪課程結合數位科技轉型為飛輪工作室 2.0，讓健身服務可以快速地放大規模（scale up）。在成為獨角獸之後，Peloton 還來臺併購了位在臺南的飛輪大廠期美科技，其原本的供應商之一（詳見方塊 6-4-2）。而且，這次新冠疫情期間，因封城形成宅經濟，Peloton 的業績大幅增加，也帶動了力山（臺灣的飛輪車和跑步機供應商）的業績[89]。

**方塊 6-4-2　Peloton 的營運模式**

Peloton 同時賣運動器材、服務與內容。他的飛輪車、跑步機兩款產品都要價不斐，買家每月還須付約新臺幣 1,200 元的訂閱費，卻能夠在較高階的運動服務市場中吸引到相當規模的消費群，並且已募到將近 10 億美元的資金，因此被稱為運動產業的 Apple。

不同於傳統的健身器材，Peloton 的產品除了配有可計算心率、步伐變化的 20 吋、30 吋觸控螢幕外，每天大約有 20 堂由名師直播的教學課程，結合團體課程概念，讓消費者更有動機運

[89] 郭明錤：宅經濟帶動跑步機需求，美系大廠出貨提升力山成最大受惠者，https://finance.technews.tw/2020/04/17/peloton-outlook-at-2020/。

動。直播完畢後，影片則會上傳雲端，方便客戶在家以隨選服務，邊看課程、邊做運動。位在紐約的飛輪工作室（Peloton Studio），本身只是空間有限的運動健身場域，但透過直播線上內容，大多數的客戶可在家運動。藉此，Peloton 改變了運動器材公司和消費者之間一次性的買賣關係，以長期策略來經營學員黏著度、延續彼此的關係。Peloton 並致力於打造旗下教練成為明星，協助他們經營社群或拍攝 YouTube 介紹影片，受歡迎的教練往往在 Instagram 上就有超過百萬的粉絲追蹤，養成學員長期持久的忠誠度（參見下圖）；這也不同於傳統的健身房。由於 Peloton 的運動器材並不便宜，並非所有人都有辦法負擔，因此 Peloton 規劃要進一步推動「健身即是服務」（fitness as a service），甚至於不排除推翻目前的商業模式。

資料來源：取自 Peloton Studio。

**圖　Peloton Studio 的服務場景**

與 Peloton 案例相對照，我們曾經與臺灣的運動器材業討論透過運動器材智慧化或聯網，在健身過程中提供運動誘因，例如透過軟體程式形成虛擬社群競賽機制或形塑虛擬陪跑員。我們當時的建議固然開始融入了智慧化的內涵，但仍受限於原有的運動器材框架。那時頂多設想運動器材廠商可以成為智慧健身房的整體解決方案提供者。

相對地，固然在一開始仰賴臺灣的供應商提供智慧聯網的飛輪和跑步機（期美：飛輪大廠；力山飛輪車+跑步機），Peloton 的創新元素同時包括產品、服務與內容，但其營運模式卻是以軟

體/服務思維為基礎。透過飛輪課程結合數位科技轉型為飛輪工作室 2.0，讓健身服務可以快速地放大規模（scale up）。飛輪教室結合科技與社群也打破移動上的限制，以新模式帶給運動愛好者全新的體驗，可以 Live 的方式與在紐約的飛輪工作室的學員與老師同步一起上課。透過線上課程，不論客戶身處何時何地，都可以配合其行程來設計運動；Peloton 並藉此收集個人習慣數據，以提供更適合客戶的課程。而且打造明星教練也成為 Peloton 營造生態系和經營客戶群的重要手法。透過這種以軟體/服務思維為基礎的整合式與營運模式創新，Peloton 得以快速地拓展其市場空間，進而躍升為運動產業的獨角獸。

資料來源：陳信宏（2019 年），「由 Peloton 運動服務案例看軟體 vs.硬體思維創新的差異」。

## 二、兼論新冠疫情對全球價值鏈的影響

配合情勢的演變，本計畫也就新冠疫情對全球價值鏈的影響提出一些與全球價值鏈較有關的看法；但屬於兼論性質[90]。

### （一）對全球化的反思或全球化的內縮

經濟學人（EIU）指出：疫情使各國重新反思全球化。其中，一些國家已出現與中國大陸脫鉤的聲浪，其中脫鉤主要指的是在經濟和貿易領域脫離關係。經濟學人指出，各國產業要脫離中國大陸，技術上並非問題，但這樣的轉變會推翻既有的政治與經濟理論，首要改變的觀念就是私有企業的跨國投資布局，不應該只由成本面來做考量，更要考慮包括安全、穩定等多元層面。

特別是新冠肺炎疫情自爆發後，中國大陸率先大規模封城停工，國際航運等物流中斷，衝擊全球供應鏈，這使得美、歐、日等先進國家紛紛考量將供應鏈移出中國大陸，以擺脫對中國大陸的依賴。此次疫情讓很多國家發現供應鏈單一依賴中國大陸的風險，從而引發更大幅度的供應鏈調整。在第二場座談會，也有專

[90] 畢竟本計畫原本的範疇不包括新冠疫情。

家指出：「美中貿易戰所談的去中國化，更精確來說，是「去中心」，不是去中國化，更為強調生產基地要多元化供應鏈布局。」「Apple 提出「第二來源」（second source），供應鏈從「去中國化」轉到「去中心化」，降低單一來源的風險。國際大廠對下游供應商提出要求，想要確保意外發生時，產品仍可持續供應，不能斷貨。（但是這）對廠商來說都是成本，企業的韌性，這些都是成本。」因此，「未來有兩個因素驅動影響，一是客戶要求未來多元供應鏈，成本勢必會增加，二是未來將需要大量導入數位科技，運用數位技術讓供應鏈在運作上可以更有效率，平衡因應多元供應鏈產生的成本。包括安全庫存是否可以精準預測客戶端的需求，可以加速數位營運的角色。」

整體而言，在後疫情時代，我們預判全球經貿格局將朝三個方向轉變：一是保護主義與反全球化浪潮再起，各國（政府）將就一些產業領域強化供應鏈的自主可控程度，因此相關產品的全球產業鏈將因此配合主要市場的布局而變得更加本地化和區域化；二是加快供應鏈重組進程，全球產業鏈將透過資本和技術進行網路化的聯結，形成新的經貿全球化格局，像是在一些產業中國大陸的產能雖然將轉移到東南亞，但這些產能仍會透過資金來源產生聯結關係[91]；三是美中兩大陣營對抗將加劇。

對臺商而言，機會與挑戰兼具。短期而論，疫情可能加速臺商一些產線回流，不過疫情也導致歐美需求萎縮，訂單數量減少，規模經濟大的廠商或能因應，但中小企業挑戰會非常嚴峻。中期來看，基於臺商重新布局產線，預期供應鏈會更高程度朝自主可控方向發展，最終產品配合智慧製造，或在一些產品領域再次啟動 MIT 時代。另外，美中兩大陣營對抗也對臺商產生一些不容忽視的風險，即衝突雙方國內法（如美國的《商業管制清單》、

[91] 「肺炎疫情下全球產業鏈面臨重構：『去中國化』是否可行」（2020 年 4 月 14 日），2020 年 4 月 29 日下載（或瀏覽），《BBC 中文網》，https://www.bbc.com/zhongwen/trad/business-52229356。

《出口管理條例》、「未經核實」實體的危險名單）對臺商貿易（接單生產）與投資決策的影響與約束力。

（二）供應鏈韌性與經濟安全

我們所習以仰賴的全球分工，以緊密相連的製造供應鏈，透過自由貿易將世界經濟連結成一體。製造生產活動相互依存之下，某些國家或地區的製造供應鏈中斷，影響所及可能讓全球都難以置身事外。若受波及的製品屬於民生必需或緊急需求物資，這就不只是企業廠商的經營問題，而成為國家政府的戰略課題了。

事實上，全球供應網絡的脆弱性早有前例，只是多僅限於特定地區、產業自主調控回應解決，不曾升級為國家層次的安全議題。如 2011 年日本福島事件（地震、海嘯與核災之複合災害）和泰國曼谷洪水久滯未退，先後重創半導體、電子、鋼鐵、石化、汽車等產業供應鏈；2012 年中國大陸反日暴動，中斷當地之電子、汽車之關鍵核心元器件和零組件的生產。這些地區性的天災或人禍，衝擊的不只是當地生產製造活動，更因供應鏈綿長而引發國際性的材料價格波動(如硬碟)、產線減產或停工(如汽車)、或商品供應短缺（如筆電）。這些最受惠於全球分工與自由貿易的產業，也是最容易顯現出供應鏈脆弱性的經濟部門。

在天災或疫情昭顯全球供應鏈脆弱性之後，已有一些製造業者研議實施多樣對策，以穩健前端供應，意在強化自身供應鏈「韌性」（robustness）、降低受災風險。其中，「異地備援」是最常見的作法。例如晶片大廠 Intel，在全球建立能夠相互替代的標準化工廠，可以靈活調度產能，以減少單一廠商中斷供貨所帶來的影響。「多源採購模式」則是另一種常見的企業策略，可以減少對單一供應商的依賴、迴避風險損害。不過，這些措施若以單一廠商為實施基礎時，強化全球供應鏈整體韌性的成效相對有限，但將推高廠商的庫存及維護成本、或是增加採購供應管理的困難度。

如前所述，若以整體供應鏈為對象，則會適度區隔生產製造網絡與其他地理區域的連結性、避免被他處災變波及而影響產銷。此一「區域化」組建生產製造與營銷體系的作法，回應了管理風險的企業需求，也符合地區經濟、社會與環境利益：能夠發展地方產業活動、強固區域性的商務夥伴合作、穩定當地就業機會、並可縮減因多重運輸包裝而衍生的成本損耗與環境足跡等，故而受到各國政策支持。

而這次的新冠疫情讓我們看見：當前經濟活動的全球化幾乎可說是無所不在，非僅囿限於電子產品、汽車等。COVID-19 初期僅造成中國大陸的地區性生產中斷，浮現部分產業供應鏈斷鏈的隱憂。而當疫情蔓延擴散至歐美國家甚至全球之後，漸次放大了受衝擊的層次：從口罩、潔用酒精、醫療防護衣、呼吸器等抗疫物資，到民生必需品如衛生紙或食物，在不同地方都出現程度不一的實質匱乏或短缺恐慌。

為了管理特定物資之穩定供應，政府開始強勢介入、推進在地生產的模式。以我國為例，在疫情第一階段、僅中國大陸和亞洲鄰近地區受創時期，政府即動員廠商合作成立「口罩國家隊」。自 2020 年 2 月上旬起，政府由上而下的規劃，有序擴增產能、出資組建製造機台，並管制產品的配銷流向。短短 25 天，國內的口罩生產供應能量便擴增達每日 1,000 萬片，穩定自主供應民眾和醫療前線的需求，也向全球展現我國工具機產業和紡織製造供應鏈的彈性與能耐。2020 年 4 月初，我國已有餘裕捐贈口罩給需要的國家，馳援國際抗疫也敦睦邦誼。此外，潔用酒精、醫療防護衣、護目鏡、呼吸器等相關物資，也都在政府積極協調、廠商彈性調節產線的齊心協力之下，短期內大幅提升了本地產能。

由政府強勢介入、推進當地製造之計畫生產的做法，也非所有國家都能一體適用。像是日本，雖然也是製造強國，仍因缺乏

口罩的上游原料不織布、廠商難以彈性組裝生產機台等因素，難以完全比照辦理。然而，短期內達成特定戰略物資在地生產的目標，卻似乎具有一定程度的國際共通性。例如在 2020 年 3 月底，美國也在川普總統動用《國防生產法》令下，指定汽車大廠（福特、通用等）投入呼吸器的生產行列。歐洲國家的法國和義大利，則有名聞遐邇的精品製造商將其生產時尚香水、高端服裝的生產線，轉而製造抗疫所需的潔用酒精、醫療用口罩和防護衣等。同樣地，美國共和黨參議員盧比奧在 2020 年 4 月接受紐約時報訪問時即指出，新冠肺炎疫情帶領大家必須面對一個全球化的根本議題，即：「作為一個國家，...必須保留哪些關鍵商品的生產能力，即便無法得到最具效率的結果」[92]。意味著在經貿全球化時代，各國仍應該保有自主製造重要物資的能力，特別是在衝突和緊急時期；循此脈絡，各國政府不僅要鼓勵企業將供應鏈撤出中國大陸、降低本國產業對中國大陸的依賴，而是應該鼓勵本國企業回流，確保國家能全權掌握關鍵物品的供應來源。

俟疫情平靜之後，可以合理推測：這些因應臨時需要而暫時調整變更產品的製造產線，應該會逐漸回復原先的產品生產，重回正軌的為社會提供汽車、香水和精品服飾等產品。但是這一段快速回應、動員調控的經歷，緊急回應特定需求而能快速變更產線產出的產品、即時擴充產能的彈性生產能力，卻可能是製造業供應網絡再結構後的必要能耐。

在此情況下，肺炎疫情帶來的啟示與後果，除了加速企業進行產能分散的布局以外，還包括必須多加衡量政治因素的新國際經濟分工原則。向來講求經貿自由的西方國家，預期也將因此更加重視落實工業政策和產業發展政策的必要性，優先加速醫藥及各種戰略產業回流，並透過稅收獎勵、優先採購和其他長期政策，

[92] 「疫情讓美國對華鷹派看到了打擊中國的機會」（2020 年 4 月 13 日），2020 年 4 月 27 日下載（或瀏覽），《紐約時報中文網》，https://cn.nytimes.com/usa/20200413/coronavirus-congress-china/zh-hant/。

降低現行全球化結構因素為國家利益帶來的風險，以確保本國的長期經濟發展能不受制於其他國家的桎梏。

一場武漢肺炎意外的讓我們看見：至少針對防疫物資，COVID-19 公允地揭露了本地製造價值、供應鏈韌性與彈性回應需求的能力高下。在口罩生產，我國勝出國際，泰半是得益於彈性生產的本地製造體系，但也不容忽視政府政策扮演的角色。近年來產業政策積極扶持製造業在地發展與智慧升級，以及國內工具機業者和研發法人所累積的智慧化與數位化能量，實為本次口罩產能擴增到位的關鍵基盤。並且藉由本次抗疫擴產，製造技術面相對傳統的口罩製造業（特別是中小型廠商），也受惠於為數顯著的新增機台，而被大幅拉動了的製程標準化、加速導入透明可視化的物料管理清單，提升自動化程度。

從科技前瞻的角度來看，疫情是外卡，但並非不可預期，美國麻省理工學院（MIT）與歐巴馬前總統都曾提出前瞻式的超前部署提議[93]。更重要的是，此次疫情影響深遠，造就新經濟社會常態，需要我們結合科技、制度等超前部署。

因此，針對未來類似疫情所涉及之經濟安全相關的物資，我們建議：1.政府可建立緊急授權機制，如美國的《國防生產法》；2.在雙邊或複邊架構下建立可能的備援體系。以下特別針對第二點加以說明。

蔡總統在 520 連任演說中宣示：「我們還要建構足以確保關鍵物資供應的民生及戰備產業」；包括口罩、醫療及民生用品、能源到糧食供應等。我們認為發展上述民生及戰備產業需要有配套。生產經濟安全之相關物資其實涉及供應鏈韌性與成本效益的衡量。我國因市場規模有限，很難全面部署，故我們參考紐澳正

[93] MIT（2015）在 2015 年發表一份報告：Future Postponed: Why Declining Investment in Basic Research Threatens a U.S. Innovation Deficit，呼籲美國（政府）加強投入基礎研究，並建議投資於特定病毒之分子機制與結構（molecular mechanisms and structure）的研究以開發未來致命病毒大流行所需的疫苗或藥物。

在推動的 economic bubble（有人翻譯成「經濟泡泡」，我們則建議翻譯成「經濟互助圈」）概念，提出建議。紐澳兩國目前正在協商建立以安全旅遊為主之“Trans-Tasman Bubble” safe travel zone[94]，相互開放邊境；也研議擴大邀請臺、韓等國參加。就其本質來看，這種 economic bubble 可形容成雙邊或複邊形式的小型「經濟互助圈」，雖然紐澳兩國目前的規劃僅限於安全旅遊，但是範圍其實是有擴大的可能性，如在 like-minded countries 或 trust-based partners 之間擴大成經濟安全或醫療安全互助協議。尤其，考慮我國市場規模有限，我們認為涉及經濟、社會安全或韌性的供應鏈布局需要在雙邊或複邊的架構處理比較合乎成本效益。事後反思，其實新加坡將口罩生產放在臺灣就是一種「經濟互助圈」的雛型，只是我國不僅要兌現承諾，並可進一步思考能否與新加坡形成互助的關係[95]。因此，我們建議政府基於上述脈絡研擬跟一些友好國家去探討形成特定領域的「經濟互助圈」（如經濟安全或醫療安全互助協議）。

另外，值得注意的是，新冠疫情期間，2020 年第一季國內經濟數據出現四大迷思現象，包括出口值增加、投資中國大陸增加、倒閉減少、跳票減少。其中，倒閉減少、跳票減少與國內經濟氛圍和政府的因應措施有關。而就投資中國大陸增加而言，投審會的數據顯示：在 2020 年 1~4 月，臺灣對中國大陸的投資件數為 175 件，較上年同期減少了 9.33%，但是總投資金額達 23.8 億美元，較上年同期大幅增加了 63.31%。一般分析顯示這可能與中國大陸「新基建」計畫所引發的建設需求有關；也顯示仍有代表性廠商針對中國大陸的內需進行投資布局。

[94] 資料來源：Taiwan hopes to join Trans-Tasman Bubble with Australia and New Zealand, Taiwan News , https://www.taiwannews.com.tw/en/news/3932601。

[95] 一種可能性或許是學名藥的上游材料？但這可能也涉及跨國企業原廠的態度。

# 第五節　小結：轉變中的全球價值鏈

根據前面各節的分析，這一節以表的方式歸納轉變中的全球價值鏈之可能演變方向、對臺商的影響或變數，和提出可能的政府對策。表 6-5-1 歸納我們所分析的美中貿易戰對全球價值鏈的影響，而且由於臺商深受影響，故我們也提出對臺商的影響或變數，以及政府對策芻議。

**表 6-5-1　美中貿易戰對全球價值鏈的影響**

| 影響因素 | **市場因素：中國大陸市場的重要性與影響力** |
|---|---|
| 可能演變的方向 | ◆ 總體趨勢：全球價值鏈可能會朝以大型市場(且之間具有政經衝突性)為中心的區域化發展<br>◆ 固然有些以美國為出口市場的臺商供應鏈可能會移出中國大陸，但仍會有服務中國大陸市場之價值鏈；且可能繼續在中國大陸營運(in China, for China)<br>◆ 一些廠商採取採用“China+1”的供應鏈戰略 |
| 對臺商的影響或變數 | ◆ 不能據此推論這些臺商將低階業務留在中國大陸，將高階業務移回臺灣<br>◆ 變數：中國大陸本土供應鏈崛起的衝擊，尤其是中國政府所重視的戰略產業部門，會面臨是否或能否為中國大陸產業鏈或創新生態系接納問題(間接效果)<br>◆ 有些中國大陸臺商採取「異地崛起模式」，與中國大陸的價值鏈或創新生態系緊密鑲嵌，他們未來的發展取決於中國大陸本身相對應產業的發展前景；也不容易移出 |
| 影響因素 | **市場因素：訂單或市場的集中度** |
| 可能演變的方向 | ◆ 寡占型態的全球價值鏈是目標明顯的標的(如伺服器)，較易受到美中貿易戰及科技戰的衝擊(直接效果)<br>◆ 訂單或市場的集中度較低的產業可能會在美中貿易戰中尋求市場轉向，爭取向美國以外的其他(如歐洲)市場出口(直接效果) |
| 對臺商的影響或變數 | ◆ 市場轉向可能對原本在臺灣生產的廠商產生新的價格競爭壓力，臺灣需要建立新的供應鏈關係連結，以促成臺灣出口商品結構與市場結構的轉型(間接效果) |
| 政府對策 | ◆ 補助和輔導廠商通過調整陣痛期和供應鏈認證體系(如由 AM 進入 OEM)，藉此掌握新訂單和建立市場新連結 |

| 影響因素 | **產品研發與軟體：「一個世界、兩套系統」** |
|---|---|
| 可能演變的方向 | ◆ 美國抵制(如華為)迫使中國大陸加強某些領域的本土化或「中國化」 |
| 對臺商的影響或變數 | ◆ 必須更加投資軟體方面的研發，且某些領域的軟體研發可能會涉及美中各自所設定的資安規範與認證要求(間接效果)<br>◆ 某些臺商在價值鏈上的軟體及韌體研發投資與軟體及韌體研發人才的需求會大幅增加(間接效果)<br>◆ 可能的情況：「一個世界、兩套系統」甚至要兩套研發系統(間接效果) |
| 政府對策 | ◆ 促成關鍵商品(critical goods)價值鏈串連，美臺政府可協助雙方產業建立「可信任的生產履歷」機制或資安認證體系 |

資料來源：本研究。

表 6-5-2 就領域別歸納我們所分析的美中科技戰對全球價值鏈的影響。美中科技戰的主戰場其實在美中之間，主要在半導體及 5G 領域有較複雜的多方關係。值得強調的是：一些廠商（含美商)的策略是 In China, for China；這是企業的策略選擇。但是，美國政府對台積電的要求是 For USA, in USA，因此台積電最近已宣布將到美國設立 5 奈米的 12 吋晶圓廠。這目前看來並未使得美國政府容許台積電供貨給華為等中國大陸廠商。但是，未來一個對臺灣較不利的情境是：中國政府也可能要求 For China, in China，這會使得一些臺商面臨選邊站難題。一種可能的情況是：有些臺商可能在兩岸間採取「兩個屋頂（營運體系）」的營運方式，透過減少對美國技術、設備、原料的依賴來服務中國大陸市場（間接效果）。

另一方面，中國大陸可能會擴大吸引我半導體企業投資與人才，以利長期建構在中國大陸的「全產業鏈」。短期內，中國大陸半導體產業發展戰略的重點是降低對美國的依賴。我們認為：這種「去美化」需要比較長的時間，而且初期可能不是「中國化」，而是拉攏韓國、臺灣等相關業者或人才等（直接效果）。但是，由於半導體產業在美中科技戰中舉足輕重，臺灣等相關業者在中長期可能將面臨是否當地化問題（間接效果）。

## 表 6-5-2　美中科技戰對全球價值鏈的影響：領域別

| 領域 | **中國大陸在一些既有複雜產品產業尋求突破或自主創新，如「大飛機夢」的 C919** |
|---|---|
| 可能演變的方向 | ◆ 中國大陸會尋求透過與第三方國家的合作，降低對美國的依賴 |
| 對臺商的影響或變數 | ◆ 在國際寡占的複雜產品系統，臺商的著力點相當有限 |
| 領域 | **AI 領域** |
| 可能演變的方向 | ◆ 華爾街日報：優勢在美國一邊，但美中間的差距在縮小<br>◆ Ernst：美國對中國大陸的技術封鎖正迫使中國大陸強化 AI 在基礎研究和應用研究的連結，這有助於中國大陸在核心基礎技術的迎頭趕上 |
| 對臺商的影響或變數 | ◆ 目前比較處於美中兩國相互較勁階段；不過 AI 晶片的發展也牽涉到半導體產業 |
| 領域 | **半導體領域：多方關係** |
| 可能演變的方向 | ◆ 華爾街日報：美國在半導體領域佔據優勢<br>◆ 美國政府對台積電的要求是 For USA, in USA |
| 對臺商的影響或變數 | ◆ 變數：中國政府也可能要求 For China, in China，會使得一些臺商面臨選邊站難題。有些臺商可能在兩岸間採取「兩個屋頂(營運體系)」的營運方式，透過減少對美國技術、設備、原料的依賴來服務中國大陸市場(間接效果)<br>◆ 中國大陸「去美化」需比較長的時間，且初期可能不是「中國化」，而是拉攏韓國、臺灣等相關業者或人才等(直接效果)。由於半導體產業在美中科技戰中舉足輕重，臺灣等相關業者在中長期可能將面臨是否當地化問題(間接效果) |
| 領域 | **5G 相關領域：對「一個世界、兩套系統」的進一步思考** |
| 可能演變的方向 | ◆ 基礎網路層、中介軟體/服務平台層、終端設備層、和應用層反映出多種互補技術、產品及應用間的複雜關係，也顯示美中雙方各有所長<br>◆ 美中雙方未來在 5G 產業的發展不完全取決於單一的產業價值鏈 |
| 對臺商的影響或變數 | ◆ 業界普遍預期 5G 會出現白牌設備的商機，打破原本國際通訊系統設備壟斷的局面，臺商可以突破原有的 OEM/ODM 代工型態(直接效果) |

資料來源：本研究。

我們也初步探討工業 4.0 與新冠疫情對全球價值鏈的影響。先進國家推動工業 4.0 一個重要的目的是製造業回流，但是目前的觀點或證據尚不足以支撐這個看法。就高階自動化對全球價值鏈的影響，不能採取「技術決定論」的觀點，還需考慮眾多其他的因素，包括：市場的差異化、營運模式的改變、資本與勞動力平衡考量對技術採納的誘因等因素。我們在第五章的製鞋業案例分析也支持這種論點。

更重要的是，在這全球價值鏈變動的過程，我國的製鞋業供應鏈大廠也積極投入智慧製造及先進材料等方面的研發；而這也相當程度促使國際品牌大廠在調整智慧製造的發展路線時，回頭加強與臺灣價值鏈夥伴（如寶成、豐泰）的合作。所以工業 4.0 不只是牽涉到製造端和供應鏈上的智慧機械、智慧製造、智慧供應鏈等數位化解決方案，還牽涉產品架構的改變和先進材料等方面的研發創新。

我國深度參與全球價值鏈的產業，在工業 4.0 發展趨勢中，其實面對智慧供應鏈之國際連結與主導權問題。一般而論，在訂單非常集中的產業中，全球價值鏈的主導者大多為品牌客戶，供應鏈之智慧化可能為跨國、跨廠性質，也將取決於品牌客戶/領頭羊廠商。依此，我們提出政策建議：針對部分如紡織、鞋類或航太等具高度國際供應鏈鏈結、訂單相對集中等產業，政府可以推動智慧供應鏈國際合作計畫，在配合國際大廠的智慧製造需求之前提下，鼓勵臺灣供應商可以與品牌商或領頭羊合作，共同開發新智慧解決方案，強化供應鏈的緊密關係。

一個值得注意的發展是：新興的數位化解決方案可能形成新型態（數位化）的「價值鏈上的服務」或製造服務化。臺灣的 ICT 產業早已發展出製造服務化：由 OEM、ODM 到物流維修，都在為國際品牌提供各種「價值鏈上的服務」。但是，新數位化科技有助於管理跨境和跨組織的全球價值鏈，因此透過數位化加值，

供應鏈上的服務會有新的面貌，即便工廠在海外，可以遠端調校、處理；這種情況下或許比較容易形成以市場為主要考量的區域化供應鏈或是以市場為核心的短鏈。過程中，臺灣本地的廠商可以提供新數位化型態的製造服務，藉此有機會提高附加價值。

另一個值得注意且臺灣廠商較少著墨的發展是：廣義的智慧製造或數位轉型牽涉到營運模式創新，可能藉此改變國際供應鏈的樣態。一個與臺灣有關的案例是 Peloton 的軟體/服務思維創新對臺灣運動器材製造業的影響。Peloton 的創新元素同時包括產品、服務與內容，但其營運模式卻是以軟體/服務思維為基礎；其三大核心為：銷售設備、註冊訂閱與創建影音內容。透過飛輪課程結合數位科技轉型為飛輪工作室 2.0，讓健身服務可以快速地放大規模。在成為獨角獸之後，Peloton 還來臺併購了原本的供應商-臺南的飛輪大廠期美科技。

我們也就新冠疫情對全球價值鏈的影響提出一些與全球價值鏈較有關的看法，包括：對全球化的反思或全球化的內縮、供應鏈韌性與經濟安全。從科技前瞻的角度來看，疫情是外卡，但並非不可預期。更重要的是，此次疫情影響深遠，造就新經濟社會常態，需要我們結合科技、制度等超前部署。

針對未來類似疫情所涉及之經濟安全相關的物資，我們建議：1.政府可建立緊急授權機制，如美國的《國防生產法》；2.在雙邊或複邊架構下建立可能的備援體系。我們認為發展民生及戰備產業需要有配套。生產經濟安全之相關物資其實涉及供應鏈韌性與成本效益的衡量。我國因市場規模有限，很難全面部署，故我們參考紐澳正在推動的 economic bubble（建議翻譯成「經濟互助圈」）概念，提出建議。雖然紐澳兩國目前的規劃僅限於安全旅遊，但是範圍其實是有擴大的可能性，如在 like-minded countries 或 trust-based partners 之間擴大成經濟安全或醫療安全互助協議。尤其，考慮我國市場規模有限，我們認為涉及經濟、社會安全或

韌性的供應鏈布局需要在雙邊或複邊的架構處理比較合乎成本效益。事後反思，其實新加坡將口罩生產放在臺灣就是一種「經濟互助圈」的雛型，只是我國不僅要兌現承諾，並可進一步思考能否與新加坡形成互助的關係。因此，我們建議政府基於上述脈絡研擬與一些友好國家去探討形成特定領域的「經濟互助圈」（如經濟安全或醫療安全互助協議）。

# 第七章　發展模式國家標竿：韓國與新加坡

「亞洲四小龍」是我國過去的徽章，因為四個經濟體/國家的發展差距已經很大，而且呈現不同的發展路徑。「亞洲四小龍」都是以「出口導向」而邁向新興工業化國家。早在 1982 年，Cline（1982；p.81）就拋出一個問題：「亞洲四小龍」的發展模式能夠一般化嗎？（Can the East Asian model of development be generalized?）他認為如果很多的開發中國家都同時採取同樣的模式，則東亞的「出口導向」的發展模式將難以為繼，因為來自開發中國家的出口將遠超過西方國家市場的胃納量。誠然，Cline 當時只討論最終財的出口，他也無法預見全球價值鏈的發展型態及其所伴隨的大量產業內貿易之可能性。不過，近 20 年來許多中大型開發中國家都效法「亞洲四小龍」採取「出口導向」發展模式，這的確已經影響了「亞洲四小龍」，特別是臺、韓（以及日本）的發展動能。

事實上，一般的認知新加坡、香港早已不是以商品為基礎之出口導向發展模式，而且兩地的平均國民所得與臺、韓的差距越拉越大。就 2017 年來看，新加坡的平均國民所得為 54,530 美元，香港為 46,310 美元，而臺、韓則分別只有 28,380 美元和 24,000 美元。整體而言，廣義的內需，包括國內外人民與廠商在新加坡、香港當地的消費與投資，已成為新加坡、香港經濟成長的主要動力。澳門更是所有東西都靠進口（投資、消費力、人才），造就繁榮的當地經濟與財政盈餘。換言之，他們的成長模式是將國外的觀光客、人才、投資、消費力內聚到當地，而且人進得來之後，也利用政策經營和釋放他們的消費力，並藉此拉抬在地人民的國民所得、投資力與消費力。而且平均國民所得比較接近且偏重於出口導向的臺韓間也呈現不同的發展路徑或發展模式。

臺韓在產業發展與研發創新的差異其實不只是中小企業相對於大企業、代工相對於品牌而已。韓國是以本國領導企業所主導的價值鏈，而臺灣的產業發展則鑲嵌在跨國企業/國際品牌主導的全球價值鏈。韓國在系統產品產業（如消費性電子、汽車、輪船、核電廠、高鐵等）有成，因而產業之生產與出口結構較多元化，有利於透過簽署自由貿易協定（FTA），順勢進攻國際市場。此外，近年來更因「韓流」浪潮，將其數位內容與文化相關產品（如韓劇、線上遊戲軟體、韓國明星國際表演），乃至於東大門時尚聚落和明洞平價化妝品聚落以內銷轉外銷方式，推向國際市場；而且韓國在這些方面的表現與其具國際訴求的「軟實力」密切相關。臺灣的主要問題在於，長期投入模組型的 ICT 產業的研發，對高整合性、複雜產品與科學基礎（工程密集）型產業研發投入比重未能提升，顯示研發投資結構與產業發展策略必須改變。近年來，韓國與新加坡都相當積極推動工業 4.0 的發展，因此這一章標竿韓國與新加坡的相關進展或政策規劃。

韓國現任總統文在寅並以「創新成長推動計畫」、「I-Korea 4.0」、「製造業復興願景戰略」（Manufacturing Ranaissance Vision）作為主要的推動政策。另外，在新冠疫情大流行後，韓國政府也快速召集各方專家，探討因應後疫情時代的技術應用展望，以此提出八大領域涉及 25 項重大技術創新項目。這可作為超前部署的參考案例。第二節以新加坡作為標竿。一般印象新加坡是以服務為主的經濟發展模式，但是在 2013 年左右新加坡的製造業呈現成長的趨勢，也反映在製造業出口和製造業占 GDP 比重上。「化工及其製造業」為新加坡製造業附加價值增加之三大來源之一，這與裕廊島之石化產業聚落密切相關；在缺乏能資源的情況下，利用其區域物流、交通與創新地位建立起亞洲石化王國及產業鏈的代表案例；可作為我國石化專區的標竿。另外，新加坡也以系統性的政策組合推動製造業的數位轉型。

# 第一節　韓國

## 一、再工業化政策重點

當前韓國再工業化發展的相關重點計畫，承襲了前任韓國總統朴槿惠時期「經濟革新 3 年計畫」與「韓國製造業創新 3.0」。以及 2017 年由現任韓國總統文在寅所頒布「創新成長推動計畫」與「I-Korea 4.0」。二任總統推動計畫之核心目標、領域以及策略內容有所差異，請參見如圖 7-1-1。爾後，文政府又於 2019 年 6 月發布「製造業復興願景戰略」（Manufacturing Renaissance Vision），是為當前指導製造業發展的最新政策，其與前階段「I-Korea 4.0」的目標與策略差異，請參見表 7-1-1。以下分項說明各階段政策重點。

資料來源：本研究繪製。

**圖 7-1-1　韓國再工業化重大政策比較：朴政府 vs.文政府**

**表 7-1-1　韓國再工業化政策比較：文政府（2017-2019）**

| 政策 | 目標 | 策略 |
|---|---|---|
| 2019/6<br>製造業復興願景戰略(Manufacturing Renaissance Vision) | 目標 2030 年<br>• 晉身世界 4 大製造國(目前第 6)<br>• 製造業附加價值提升至 30%(目前 25%)<br>• 新產業新產品的占比達 30%(目前 16%) | • 加速智慧化、環境友善、融合匯流等加速製造業創新<br>• 培育未來新產業，並增加傳統主力產業的附加價值<br>• 產業生態環境全面革新<br>• 強化對國內投資 |
| 2017/5-11<br>I-Korea 4.0 | 智慧、創新、包容、互動 | • 13 項創新成長引擎<br>• 跨部會、跨產業的推動 |

資料來源：本研究彙整。

（一）朴槿惠政府之政策重點

2014 年朴槿惠時期發布「經濟革新 3 年計畫」，希望透過政策推動，以改善國家經濟體質、實現創意經濟並平衡內外銷出口結構。並且為了達成計畫目標，同年 6 月韓國產業通商資源部（Ministry of Trade, Industry and Energy, MOTIE），推出「韓國製造業創新 3.0 計畫」,發展目標為促進製造過程導入創新技術，例如擴大智慧工廠、開發物聯網相關核心技術、3D 列印以及大數據，並鎖定包括汽車、智慧汽車、5G、深海離岸工廠、客製化健康護理、穿戴式智慧設備、機器人、災害安全管理智慧系統、虛擬實境以及新與再生能源混合系統等，共 9 大領域。所採取的策略包括：創造製造業典範轉移與融合、強化特定產業的核心競爭能耐、強化製造業的創新與競爭力，以及進行海外市場的擴展等。之後，2017 年韓國政府又投入一兆韓元，於 3D 列印、大數據、物聯網等 8 項核心智慧製造技術，透過補助的方式，鼓勵政府與民間廠商合作，以母雞帶小雞的模式，將成果擴散到韓國較弱的中型企業與中小企業。

（二）文在寅政府之政策重點

2017 年 12 月韓國現任總統文在寅發布「創新成長推動計畫」，主要目標為促進創新成長，並推動以人為本的工業 4.0，希望在 2022 年前，透過人工智慧、大數據和機器人等核心技術，促使投資提高到 2.2 兆韓元（20.2 億美元），並設定 13 個重點領域，包括大數據、5G、AI、自駕車、無人機、健康照護、智慧城市、虛擬與擴增實境、機器人、智慧半導體、高科技材料、新藥、再生能源等作為發展重點，透過 21 個部會和相關公共機構執行與放寬相關法規。

為了達成「創新成長推動計畫」的目標，韓國科學技術情報通訊部（Ministry of Science and ICT, MSIT）於 2017 年提出「I-Korea 4.0」，策略方面以智慧（intelligence）、創新（innovation）、包容性（inclusiveness）以及互動（interaction）等 4 大元素導入政府所推行創新的各領域。此策略的重要任務有四（PC4iR, 2017）：一是透過智慧技術創新計畫發展工業 4.0，主張以智慧技術為基礎的產業創新，並藉由解決社會問題來提高生活品質；二是透過政府與私人企業的合作強化智慧技術的能力；三是透過建立動態的產業環境，幫助發展 AI 與其他智慧技術的中小型企業，以帶領社會走向工業 4.0；四為創造新的就業機會，並建立網路安全網和以人為本的道德體系。韓國期待能成功將工業 4.0 導入、增加新型智慧技術產業並強化主要產業，同時發展高品質的工作及強化社會安全網路，最終實現以人為中心、提高人民生活品質的工業成就。

2019 年 6 月，為了提振製造業，矯正長期以來政策重點主軸多為強化服務業、未對製造業有所投入，文政權提出「製造業復興願景戰略」（Manufacturing Ranaissance Vision）。這是一項類似德國「工業 4.0」及「中國製造 2025」的策略，政府宣示將聚焦於四大策略：（1）運用智慧化、生態友善及技術融合匯流

等，以創新產業架構；（2）培育創新的未來產業，並增加傳統主力產業的附加價值；（3）改革產業生態環境、重組產業生態系；以及（4）強化政府支援國內投資與創新的角色。目標是在2030 年晉身世界 4 大製造國（目前全球第 6）、提升製造業附加價值至 30%（目前 25%），並讓新產業、新產品的占比達 30%（目前 16%）（向山英彥，2020），並把世界一流商品製造企業數量提升到現在的兩倍。

本節後續將說明「I-Korea 4.0」重點，其跨部會推動與規制改革作法；並將特別著說明其下所推動的 ICT 研發創新戰略、AI 研發戰略與超 5G 策略，這三領域也是當前韓國產業數位轉型的關鍵。之後將概述「製造業復興願景戰略」。

## 二、I-Korea 4.0

I-Korea 4.0 作為文在寅政府 5 年發展藍圖的核心策略，韓國動員政府眾多部門機構推動相關計畫，投資於關鍵技術如人工智慧、物聯網、5G 等之技術開發與應用。APEC（2019）針對韓國經濟政策、結構轉型與數位經濟推動的報告便指出：韓國政府認為資料數據、網路和人工智慧，是攸關數位經濟轉型最重要的三個驅動力量，因此格外關注相關技術的擴散應用，並且將之設定為最重要的目標。I-Korea 4.0 整體策略重點請參見圖 7-1-2；2018-2022 年將達成的產業發展目標如表 7-1-2 所示，以智慧基礎、智慧交通、技術聚合、產業基盤作為分類描述，重點領域如表 7-1-3 所示。顯而易見的：I-Korea 4.0 所推動的新措施特徵具有：跨部會和跨產業部門的特色，且極為專注工業 4.0 技術的應用與興業精神（MHES, 2018）。

資料來源：本研究繪製。

**圖 7-1-2　I-Korea 4.0 策略重點**

**表 7-1-2　I-Korea 4.0 產業發展目標（2018-2022 年）**

| **(1)智慧基礎** | | **2018** | **2022** |
|---|---|---|---|
| 資料數據產業市場規模 | trillion KRW | 6.3 | 10 |
| 資料數據產業專家人數 | million | 10.7 | 15 |
| 相比於先進國家的技術程度 | | 78.2% | 90% |
| 10G 網路覆蓋程度 | | 開始商業化 | 50% |
| 物聯網設備 | million | 16 | 30 |
| 專精於 AI 的企業 | 家 | 34 | 100 |
| **(2)智慧交通** | | 2018 | 2022 |
| 自駕程度 | | L2 | L3 |
| 國內無人飛行器市場規模 | trillion KRW | 0.07 | 1.40 |
| 技術競爭力 | 全球排名 | 7 | 6 |
| 國內商用無人飛行器 | 架 | 3,500 | 2,800,000 |
| **(3)技術聚合** | | **2018** | **2022** |
| 新醫療設備 | 項 | n/a | 30 |
| 出口額大於 1 億之醫療設備品項 | 項 | 7 | 新設備 12 項以上 |
| VR/AR 全球領先產業 | 家 | 2(Samsung Electronics, CJ CGV) | 10 家以上 |
| VR/AR 融合服務 | 項 | n/a | 20 項服務 |

| (4)產業基盤 | | 2018 | 2022 |
|---|---|---|---|
| 智慧半導體全球市佔率 | | 3% | 7% |
| 候選新藥 | 項 | 85 | 129 項以上 |
| 生技產業出口 | trillion KRW | 10 | 14 |
| 生技製造系統的技術層級 | | n/a | 提升到 30% |
| 再生能源發電佔比 | | 7% | 10.5% |

資料來源：本研究彙整，取材自 MHES(2018). I-Korea 4.0: Bring South Korea into a new digital era. ICDK(Innovation Center Denmark Seoul) Outlook No. 7, December 2018. Ministry of Higher Education and Science, Denmark.

## 表 7-1-3 I-Korea 4.0 之產業發展目標與任務（創新成長引擎）

| 類別 | 成長引擎 | 目標 | 任務 |
|---|---|---|---|
| 智慧基礎設施 | (1)數據資料 | 安全運用個資 | • 為擴大數據資料利用之系統提升<br>• 數據資料預測和分析之正確性提升<br>• 公部門推動數據資料試行計畫<br>• 建立高品質的資料庫 |
| | (2)次世代通訊(5G) | 5G 行動通訊之盡早商業化 | • 連結人的日常生活與社會系統以創建數位神經網絡(digital neural network)<br>• 建立超連結的智慧網絡 |
| | (3)人工智慧 | 掌握核心 AI 技術以取得技術優勢 | • 盡早確保全球領先的核心 AI 技術，提供商業化 AI 服務 |
| 智慧運輸 | (4)自駕車輛 | 在車輛產業和ICT產業間形成雙贏合作，以創造出創新成長平台 | • 2020 年之前在高速公路上實現商業化 L3 程度的自駕車輛，以建立全球領先的自駕車競爭力<br>• 2030 年之前，商業化全自動駕駛 |
| | (5)無人飛行器 | 政府部門在未來 5 年採購 3,700 架無人飛行器，以鼓勵投資 | • 技術開發和提供基礎設施支持，以拓展海外市場<br>• 創造公部門需求形成主要市場 |
| 技術匯流 | (6)智慧城市(註 1) | 運用資料基礎的智慧城市示範運行計畫，改善都市問題和激發產業生態環境發展 | • (2022 年)運用智慧技術推動永續智慧城市模式，以解決都市問題<br>(首爾和釜山為示範城市，將推動大規模應用) |
| | (7)客製化健康照護(註 2) | 運用 AI 和數據資料以開發個人化藥物和新的醫療設備 | • 開發個人化的疾病預防、治療和健康促進技術<br>• 開發高科技聚合型醫療設備(high-tech convergent medical devices) |
| | (8)擴增實境 | 建立整合性的產 | • 鼓勵整合性的 VR/AR 內容、核 |

| 類別 | 成長引擎 | 目標 | 任務 |
|---|---|---|---|
| | | 業生態系，將VR/AR 應用於教育、製造和醫療照護 | 心技術開發和產業(醫療、製造、國防等)，以強化生態系 |
| | (9)智慧機器人 | 支持紀錄採集，創造(協作)機器人和服務機器人的市場 | • (2022 年)擴大機器人與工作人員合作工作的能力<br>• 運用機器人提供醫療、附件和社會安全服務 |
| 產業基盤 | (10)智慧半導體 | 關鍵零組件之競爭力維繫 | • 針對智慧半導體開發核心技術 |
| | (11)先進材料 | 整合政府、產業和整合服務，建立研發聯盟 | • 支持開發 20 種先進材料 |
| | (12)創新藥物 | 開發治療疾病的新藥，如癌症和失智症 | • 2022 年之前開發 15 種新藥<br>• 支持基礎研究和臨床試驗 |
| | (13)再生能源 | 開發核心技術，朝向乾淨和安全的能源系統轉型 | • 2030 年以前達到 30%再生能源發電 |

註 1：推動部會包括：國土基建交通部(Ministry of Land, Infrastructure and Transport, MOLIT)、經濟財政部(Ministry of Economy and Finance, MOEF)、科技資通訊部(Ministry of Science and ICT, MSIT)、內政安全部(Ministry of the Interior and Safety, MOIS)、貿易產業能源部(Ministry of Trade, Industry and Energy, MOTIE,)、環境部(Ministry of Environment, ME)；研究機構涉及：數據資料、ICT、建築工程；並納入環境與能源 NGO 在推動架構之中。

註 2：推動部會包括：衛生福利部(Ministry of Health & Welfare, MW)、科技資通訊部(Ministry of Science and ICT, MSIT)、貿易產業能源部(Ministry of Trade, Industry and Energy, MOTIE)、食品藥品部(Ministry of Food and Drug Safety, MFDS)；研究機構涉及產業政策、健康照護系統。

資料來源：本研究彙整，取材自 MHES(2018). I-Korea 4.0: Bring South Korea into a new digital era. ICDK(Innovation Center Denmark Seoul) Outlook No. 7, December 2018. Ministry of Higher Education and Science, Denmark。

I-Korea4.0 的內容規劃，係根據事前評估結果，以及 21 個部長共同討論的結論所得。2017 年底宣布推動韓國第四次工業革命的 4 大策略如下（MHES, 2018），而以前表 7-1-3 將之具體落實於產業應用。

1.鼓勵智慧創新計畫：鼓勵運用智慧強化產業生產力的計畫，以及解決長期社會問題以改善生活品質的計畫。各部會提出 2022 年達到特定目標的實施計畫，包括：客製化醫藥、推動智慧城市模範、智慧交通號誌、智慧工廠和智慧農業等。

2.確保成長引擎的技術：政府將於 5 年內投資共 2 兆韓元（約當 18.74 億美元）於 AI 研發，以培育挑戰導向研究和建立相關生態系。

3.產業基礎設施和生態系的創建：推出全球第一個商業化應用的 5G 網路（2019/4），培育具有產業專長的數據資料中心，以強化網路和資料基礎設施。相關規範和制度也將重新設定。另，根據 APEC（2019）和我國駐韓代表處資訊顯示：2019 年 4 月又推動「超 5G 策略」（5G Plus Strategy），以建立聚合於 5G 的服務生態系。

4.回應未來社會改變：針對就業結構，創造就業機會、擴張虛擬安全網與以人為中心的倫理系統。對於教育系統，也將強化以培育 460 萬智慧技術和新專家。

整體而言，I-Korea 4.0 的任務面重點在於以下所列（PC4iR, 2017），且可以表 7-1-4 彙整關鍵任務的產業策略意涵。

1.運用智慧技術轉化所有產業與社會領域，以達成第四次產業革命技術各種潛力之早期實現，並藉由技術聚合創造新的產業與就業機會。

(1)在重要領域鼓勵「任務導向計畫」，作為解決困難經濟與社會課題的工具，使人民能受惠於新技術；

(2)揚棄單純的技術開發、計畫性的協助系統，提供更全面的支持，以協助技術、資料數據、基礎設施、擴大應用和系統性提升。

2.延續「創新成長引擎推動計畫」（Innovative Growth Engine Promotion Plan），評估智慧科技創新之關鍵技術，在成長引擎計畫中反映出這些技術、鼓勵客製化和積極培育技術。

3.政府應該鼓勵新技術的早期導入應用於公部門協助改善市場環境，以使私部門創新能量能夠最大化。

**表 7-1-4　I-Korea 4.0 關鍵任務**

| 確保成長引擎<br>所需技術 | 創造產業基礎<br>和生態系 | 為未來社會變遷<br>預作準備 |
|---|---|---|
| • 確保智慧科技之競爭力<br>• 培育創新成長引擎<br>• 改善研發系統 | • 創造超連結 (hyper-connected) 的智慧技術網絡<br>• 強化資料創造和分享的基礎<br>• 改善新產業規制<br>• 讓中小企業和創投支持的企業或區域中心轉化成為成長引擎 | • 支持關鍵人力發展<br>• 創新教育系統以為未來社會變遷預作準備<br>• 擴張就業安全網<br>• 辨認反向網路效應和網路倫理 (adverse cyber effects and cyber ethics) 課題的方法強化 |

資料來源：本研究彙整，取材自 PC4iR (2017). "Plan for the Fourth Industrial Revolution" to Promote Innovative Growth I-KOREA 4.0. Presidential Committee on the Fourth Industrial Revolution. The Government of Republic of Korea. www.4th-ir2018.co.kr › bbs › download, last visited in 2019/11/18.。

就組織面而言，為了推動 I-Korea，韓國成立總統級委員「第四次產業革命委員會」會（Presidential Committee on the Fourth Industrial Revolution, PC4iR[96]），傾力投資於關鍵技術，例如物聯網、人工智慧（AI）和全球第一個商業化的 5G。以及，為了凸顯對於新創與中小企業的支持，提升中小企業廳（SMB Administration, SMBA）的層級，重組為中小企業和創投部（Ministry of SME and Startups, MSS）；並且擴大創投資金規模，由 2016 年 1,800 萬韓元增加至 2022 年 5 兆韓元( MEHS, 2018)。其中，扮演整合跨部會政策關鍵角色的 PC4iR 機制，值得在此特別提出說明。

PC4iR 於 2017 年 10 月 11 日成立，致力於公私合作培育尖端技術相關之新產業部門生態系，以推動多樣發展、提升競爭力。PC4iR 由 18 位民間人士（總統的科技顧問、私部門專家）和 6 位政府官員（部長，科技資通訊部[MSIT]、貿易產業能源部[MOTIE]、勞動部[Ministry of Employment and Labor]、中小企業和創投部[MSS]、國土基建交通部[MOLIT]）共同組成。並透過

[96] 韓國慣常以 4iR 稱呼第 4 次產業革命。

遴選過程，推舉傳奇創業家 Chang, Byung-gyu 先生以民間人士身分擔任 PC4iR 主席。Chang, Byung-gyu 是創投 Bon Angels Venture Partners 的創辦人，也是視頻遊戲公司 Krafton 的創始人兼董事長、遊戲公司藍洞的創始人與大股東。PC4iR 下設 3 個創新次委員會（科技、產業經濟和社會制度），分由不同領域專家組成（參見表 7-1-5）。

**表 7-1-5　PC4iR 下創新次委員會的專業領域**

| 次委員會 | 領域 |
|---|---|
| 科學與技術 | 科技開發、網絡開發、強化資料生產與運用技術、研提對策以因應 4iR 副作用 |
| 產業經濟 | 培育新創技術創業之生態系、整合智慧技術應用於既有產業並發展新展業與服務 |
| 社會制度 | 就業和福利政策的創新、教育改革以培育創意、法制和政策改革以解決社會問題和國際與社區關係 |

資料來源：本研究彙整，取材自 MHES(2018). I-Korea 4.0: Bring South Korea into a new digital era. ICDK(Innovation Center Denmark Seoul) Outlook No. 7, December 2018. Ministry of Higher Education and Science, Denmark.

PC4iR 主張：推動 I-Korea 4.0 意在實現「以人為核心的第四次產業革命」（“people-centered” Fourth Industrial Revolution），讓所有人都可參與、所有人也都能夠享受成果。因此，I-Korea 4.0 的政策措施具體落實方向有四：（1）運用智慧科技創新和優勢主力產業，創造新產業驅動力量；（2）解決長期社會問題，改善人民生活品質；（3）為勞動市場的改變預做準備，創造優質工作並強化社會安全網；（4）確保世界級的智慧科技、數據和網絡，可以為所有人所用。

此外，韓國 I-Korea 4.0 的跨部會推動機制，也值得我們關注。根據 MHES（2018），2018 年初的重要部會分工機制如下。

1. 策略財政部（MSF, Ministry of Strategy and Finance）專注於無人機和自駕汽車的測試商業模式，並激發新創企業以建立新的產業生態系。

2.科技資通訊部（MSIT）支持建立新的「超連結智慧平台」（hyper-connected intelligence platform），調整國家創新體系，以推動更具效益的先期可行性研究流程。MSIT 也將發展一套投資方法，結合技術、產業和政府系統。未來 5 年投資在國民健康和安全（微粒子[PM2.5]和失智症）也將增加。

3.貿易產業能源部（MOTIE）將專注於 5 個新產業的研發投資：（1）電動汽車、（2）聯網電子產品（IoT-fitted Electronics）、（3）半導體和顯示器、（4）生物健康科技、（5）再生能源。MOTIE 也將負責推動智慧工廠建造，並應符合各產業特性需求。

4.國土基建交通部（MOLIT）：將完成自駕測試城市 K-City（首爾西南部華城市）、建設 2 個無人機測試站、建立一個國家級的先導型智慧城市。

5.金融服務委員會（Financial Services Commission）於 2018 年 2 月又宣布金融科技發展藍圖（FinTech roadmap），建立特別法以支持金融創新，設置「創新探索基金」（innovation-Adventure Fund）以強化創新企業的根基與成長。

6. 政府政策協調辦公室（Office for Government Policy Coordination, OGPC）負責清除現有的「負面法規」，以移除不必要的規範、推動市場自由化。將著重於：金融科技、再生能源、智慧城市、無人機、無人車等領域。

從中我們可以觀察到明確的政策訊息包括：國家政府總動員的多部會積極投入、以策略財政部支持商業模式與創新、科技資通訊部將強化國家創新體系的智慧連結，並增加在國民健康的投資、專責的政策協調辦公室以清除法規障礙、推動市場自由化。APEC（2019）指出：韓國政府認為規制改革（regulatory reform）

也是經濟政策的重要任務，以政策引導跨機構間的合作，對既有法案和規範，從數位經濟的不同觀點予以檢視和修改調整。因此，I-Korea 4.0 跨部會推動解除法規障礙，且環繞著 5 大領域推進：自駕車、無人機、自駕船、智慧電網、金融。而所持續維護的系統則有 6 項：健康醫療、交通運輸、新創、專利、公平競爭、軟體。

具體的規制改革做法，可以金融產業為例。2018 年 12 月，韓國政府推出「支持金融創新之特別法」（the Special Act on Financial Innovation Support），作為沙盒機制，讓金融服務業者可以運用數據資料、人工智慧等新創技術，導入新服務。例如運用即時會計資料，提供人工智慧式的信用資訊服務（the AI credit information service using real-time accounting big data information）。同時，韓國金融監管服務機構（Financial Supervisory Service）也推動測試計畫，將申報規範改為機器可以自動判斷的邏輯，以減少監管成本。至 2019 年 5 月為止，韓國法制沙盒委員會（Regulatory Sandbox Committee）已經通過 49 個案例，協助應用新創技術的產品與服務開發（APEC, 2019）。2019 年 7 月，又指定釜山廣域市作為法規調和特區，作為區塊鏈技術應用於觀光、金融、物流等領域的實驗特區（向山英彥，2020）。

（一）ICT 研發創新戰略

ICT 研發創新戰略所設定的目標，是以破壞性創新 ICT 研發體系促使韓國躍升為第 4 次工業革命技術創新的先導國家。所推動重點課題方向，第一、重組政府 ICT 研發投資方向，並以累積、加強與效率化作為三大主軸；第二、在第 4 次工業革命時代形成 ICT 研發創新基礎。

1.重組政府 ICT 研發投資方向

首先，可觀察到過去韓國政府創新投資，以穩定性短期商業化技術為主。根據 2017 年統計，挑戰性與高風險投資僅占 ICT 新興投資 6%。故設定後續的策略目標在於：階段性擴大高風險與不確定領域投資，2018 年提升至 7.6%、2019 年提升至 25%、目標於 2022 年提升到 35%。在調整研究體系方面，將設立專門研究室，對一個領域提供 10 年以上的資源、減少人力改組並累積研究成果，而研究主題可彈性變更，並且以小規模高風險以及相對困難的研究為主（投資從 2017 年 1 億韓元，2018 年提升到 9 億韓元）、確保研究最大自主性（豁免期中評鑑、無管理以及自我解決）。

其次，擴大能解決國民生活問題（社會問題）之 ICT 研發投資方面。過去韓國政府僅著重產業成長，消極解決社會問題；根據 2017 年統計，解決社會問題之 ICT 新興投資僅占 4.2%。因此設定後續策略目標將階段性擴大改善生活品質之 ICT 研發，2018 年提升至 12.5%、2019 年提升至 30%、目標於 2022 年提升達 45%。並且透過 ICT 研發，集中解決都市再生、改善交通壅塞、消弭福祉死角、減少微塵、預防犯罪與事故以及改善警戒監控系統等 6 大領域社會問題。

最後，中小企業研發效率化方面，將轉換為市場親和型中企研發，例如設立 ICT 研發專用基金（由市場選拔優良企業，進行中小企業自主研發）、擴大融資事業、引進附帶買斷條件的研發（將中小新創企業開發技術成果連結大型企業購買）、服務導向（servitization）研發、改善憑證制度如擴大憑證服務提供機構（過去為非營利機構轉為非營利與營利機構）、引進研發畢業制。

2.形成 ICT 研發創新基礎

首先，調整 ICT 研發體系包括：（1）調整技術體系，以促使技術與產業間更容易進行整合；並將 10 大技術領域調整為 6 大領域（未來通訊與電波、軟體與演算法、廣播與內容、新一代資安、設備以及區塊鏈整合等）；（2）調整事業結構，以 10 大技術領域為中心的事業，調整為高風險與挑戰、解決社會問題，以及支援中小企業 3 大研究目的；（3）調整計畫管理系統，將課題管理者轉為投資戰略者，新選出 6 大領域及國民生活問題（社會問題）課題管理者。另從 2018 年起擴大應用於挑戰性、問題解決型研發，並且自 2019 年引進 Living Lab 模式，讓一般國民參與研發全部過程（規劃-開發-實證-成果擴散），並且連結國民生活問題。

其次，建置開放與自主型 ICT 研發基礎方面，包括：（1）改善 ICT 研發過程，包括擴大研究者與需求者參與規劃、減少執行管理，擴大研究者自主、放寬評估負擔，引進諮詢中心評估，以及創造成果時能給予適當報酬；（2）技術形成整合規劃，包括成立整合企劃委員會；（3）共享研究資料，加強合作，包括公開軟體研發、開放研究資料以及運用現有的研究成果並積極進行技術移轉。

再次，因應未來新需求確保核心人才之措施如下：（1）集中培育 ICT 核心技術高級人才，包括調整國家實驗室方向，擴大智慧化整合基礎領域，轉換為新技術新產業領域，以及培育資訊保護專家，在各地區設置整合安全教育課程；（2）建置就業親和型 ICT 研發體系，如：推動就業連結技術費減免制、獎勵優質雇主、提供聘雇青年獎勵。

最後，確保 ICT 核心基礎技術部份，則包括確保規模並強化自主性。例如個人研究擴大 ICT 核心基礎、集團研究則指定 ICT 基礎研究領域研究中心，以及客製化協助研究者。另在推動 ICT

基礎領域新興事業方面，包括推動包括基礎技術之核心基礎領域的新研發、加強基礎-應用-開發研究間的連結(如圖 7-1-3 所示)。

資料來源：陳志強（2018），韓國政府公佈「I- KOREA 4.0：ICT 研發創新戰略」，本研究繪製。

**圖 7-1-3　I-Korea 4.0：　ICT 研發創新戰略**

（二）AI 研發戰略

AI 研發戰略將投資 2.2 兆韓元，以確保具世界級水準之 AI 技術能力，進而實現 I-Korea 4.0 目標；總體概要請參見圖 7-1-4。在戰略目標方面，是希望透過推動 AI 研發戰略，以在 2022 年躍升全球 4 大 AI 強國、確保至少 5,000 名相關領域優秀人才以及建立 AI 資料數據共 1.6 億件。推動課題則包括確保全球水準的 AI 技術力、培育最高級人才以及提供資料數據，高效能運算能力，共 3 部分。

資料來源：陳志強（2018），韓國政府公布「AI 研發戰略」，本研究繪製。

**圖 7-1-4　I-Korea 4.0：AI 研發戰略**

首先，確保全球水準的 AI 技術力方面，透過公共 AI 大型計畫與 AI 國家戰略計畫，確保通用的 AI 共通核心技術，使 AI 與新一代技術創新早期接軌，並推動共同發展。其次，培育最高級人才方面，透過設立新 AI 研究所、促使大學研究中心擴大協助 AI 領域發展、協助培育全球 ICT 人才並支援國際共同研究，以促使到 2022 年達到培育 1,400 名高級人才目標。最後，提供資料數據，高效能運算能力方面，則是透過形成開放合作型研究基礎 AI，例如建置 AI 開放型創新中心、建立 AI 技術創新基礎建設暨 AI 研究據點（AI Brainlab）以及建置及經營公共民間線上挑戰平台（Challenge.kr）。

2018 年 1 月，韓國政府建置「人工智慧熱點」（AI Hub）、開放 AI 教育用數據資料和運算資源，鼓勵 AI 應用產品和服務開放創新。根據 APEC（2019）所稱：此策略成果斐然，促成 AI 企業數和研發投資金額雙雙成長。在此成果之上，2019 年 1 月 16 日，韓國政府又導入「數據資料與人工智慧經濟之活化策略」（Data and AI Economy Vitalization Strategy），藉以激發數據資

料之全生命週期的價值鏈應用，以超連結智慧（hyper-connected intelligence）引導經濟與社會創新，期望形塑領先全球的 AI 創新生態系。

（三）超 5G 策略

韓國科學技術資訊通信部於 2019 年 4 月 8 日啟用全球第一個商業化 5G 網路服務，同時公布「超 5G 策略」，規劃 52 項計畫，推動於 2022 年之前，政府與民間合作投資達 30 兆韓元，建立全球最初的 5G 生態圈。同時成立由政府相關部會、業界及專家組成之「超 5G 策略委員會」。超 5G 策略目的在積極掌握創造創新型綜合服務、高科技終端設備等新產業之機會，以創造應用 5G 之產業及服務，實現 5G 時代之創新成長，建立全球最高水準之 5G 生態圈,同時培植應用 5G 之新產業及促進市場發展，提高國民之生活品質。

超 5G 策略的主要策略領域有 5 項：（1）公共部門領先帶動投資、（2）擴大民間投資、（3）改善制度、（4）奠定產業基礎以及（5）輔導拓展海外市場等。首要重點在於：以 5G 帶動整體公共部門及社會之創新變化，創造先驅型產業及服務。政府並將與民間合作，儘早形成建立基礎架構、增加及採行新服務與設備，以及促進市場發展等循環之生態圈，建立安全使用 5G 之環境。各策略領域主次要內容點列如下，預計達成 2026 年利用 5G 連結各產業領域，並在 5G 之主要上、下游產業投資 1,161 兆韓元、5G 策略產業之生產金額為 180 兆韓元、出口金額為 730 億美元，以及創造 60 萬個就業機會之目標（駐韓國台北代表部經濟組，2019 年）。

1. 公共部門領先帶動投資，早日確保市場及提高國民之生活品質：將實體驗證及擴大超 5G 之核心服務、公共部門領先協助創造需求、在公共服務領域啟用 5G，以提高生活品質及建造 5G 智慧城市。

2.擴大民間投資：提供稅制及投資優惠，宣導早日架構 5G 全國服務網絡、建立測試及實體驗證 5G 之基礎架構、促進中小企業研發 5G 技術、輔導發展 5G 文創市場，以及協助主要產業生產過程之創新。

3.改善制度：調整通信費用及制度、增加供應毫米波頻段及改善規範、建立最安全之 5G 使用環境、修改 5G 綜合服務之規範，減少與數位通訊之落差及保護使用者。

4.奠定產業基礎：確保領先全球之技術、加強保護資訊，提升產業之競爭力、建立超 5G 韓流之基磐，以及輔導 5G 創業與培育人才。

5.輔導拓展海外市場：輔導提供全球化之 5G 服務、全球領先實施 5G 標準化及協助拓展海外市場。

超 5G 策略所聚焦的核心領域包括：（1）沉浸式內容（Immersive Content）：偏遠地區即時全息投影；（2）智慧工廠（Smart Factory）：產業解決方案開發和工業園區的資訊傳遞；（3）自動駕駛車輛（Autonomous Vehicle）：開發 5G 自動駕駛接駁巴士；（4）智慧城市（Smart city）：消防現場緊急救援服務；（5）數位健康照護（Digital Healthcare）：救護車和醫院之間的緊急醫療服務。韓國電信經濟與管理研究報告（Koo, 2019）指出：5G 將於 2030 年為韓國帶來 480 億美元的商機，其中將以製造業作為最大的受益者（157 億），著重於生產力提升以及智慧工廠；其次為汽車產業（73 億），著重於自動駕駛；再次為金融（56 億），著重於大數據、區塊鏈以及金融科技，而媒體業（36 億），著重於 VR/AR、8K 沉浸式體驗。

為此，在 2018 年平昌冬季奧運會的 5G 試驗之上，2018-2021 年將積極推展 5G 商業模式發展與驗證，2021-2025 年則期望進入促進 5G 市場擴張與滲透階段。被積極期待的 5G 帶動發展產

業可分為 4 類共 10 項：（1）網路設備：網路設備、次世代（5G）手機、（2）智慧設備：虛擬實際/擴增實際設備、穿戴式裝置、智慧監視器；（3）無人載具：先進無人機、聯網機器人、5G 車聯網（V2X）；（4）安全/運算：資訊安全、邊緣運算。

## 三、製造業復興願景戰略

文在寅政府的經濟政策三軸是：所得主導成長政策、實現公正的經濟、創新成長等。因應不景氣，2019 年調整所得主導成長政策，於 2019 年 6 月推出「製造業復興願景戰略」（Manufacturing Renaissance Vision）。政策發布的演說中，文在寅指出：對韓國而言，製造業是經濟的根基，占約 3 成 GDP、90%輸出額、雇用 450 萬人、80%研發費。製造業是成長引擎、創造就業、革新的來源等。但是 10 年間的 10 大主力產業並無太大變化，產業結構亟需要從追趕（catch up）型朝向創新型產業轉換。因應各國策略，中國製造 2025、德國 Industrie 4.0 等，韓國推出「製造業復興願景戰略」（Manufacturing Renaissance Vision）以強化製造業。

製造業復興願景戰略的目標是在 2030 年晉身世界 4 大製造國（目前全球第 6）、提升製造業附加價值至 30%（目前 25%），並讓新產業、新產品的占比達 30%（目前 16%），產業成長目標如表 7-2-6 所示。標定新主力產業包括：OLED、次世代顯示器、系統單晶片（SOC）、生技健康（bio health）等。這些產業是業者積極投入的領域，政府也將致力於：（1）智慧化、環境友善、融合匯流等，以加速製造業創新；（2）培育迎向未來的產業，提高既有主力產業的附加價值；（3）產業生態系的全面革新；（4）強化對國內投資的協助。「製造業復興願景戰略」期望藉由創新，革新既有的主力製造業。在此基礎之下，政府預算投入 8 大先導產業：未來汽車、無人機、新能源產業、生技健康、智慧工廠、智慧城市、智慧農業、金融科技等。事實上，這些領域

也多列入之 I-Korea 4.0 之 13 項「創新成長引擎」（參見前表 7-1-3），智慧工廠和智慧農業可視為是 I-Korea 4.0「智慧基礎設施」和「技術匯流」的場域應用，而金融科技則是「智慧城市」中的一項應用技術。換言之，製造業復興願景戰略實為創新成長引擎的製造業強化版本，預期也將具有前述 I-Korea 4.0 的跨部會和跨產業推動的特徵。

**表 7-1-6　韓國製造業復興願景戰略之產業成長目標**

| 2018 | | | 2030 | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 排名 | 業種 | 附加價值比重(%) | 排名 | 業種 | 附加價值比重(%) |
| 1 | 記憶半導體 | 9.4 | 1 | 記憶半導體 | 10.2 |
| 2 | (傳統內燃機)汽車及零件 | 8.3 | 2 | 金屬製品 | 5.5 |
| 3 | 金屬製品 | 6.5 | 3 | OLED 次世代顯示器 | 5.3 |
| 4 | 一般鋼鐵製品 | 4.9 | 4 | (傳統內燃機)汽車及零件 | 5.1 |
| 5 | 機械零件 | 4.7 | 5 | 通信設備 | 4.5 |
| 6 | 一般石化產品 | 4.4 | 6 | SOC 系統半導體 | 4.4 |
| 7 | 其他電機機械設備 | 4.1 | 7 | 一般鋼鐵製品 | 4.0 |
| 8 | OLED 次世代顯示器 | 4.0 | 8 | 機械零件 | 3.9 |
| 9 | 通信設備 | 3.9 | 9 | 生技健康(bio health) | 3.9 |
| 10 | 一般橡膠塑膠製品 | 3.6 | 10 | 機械零件 | 3.7 |
| 11 | LCD | 3.5 | 11 | 其他電機機械設備 | 3.7 |
| 12 | 傳統動力船舶 | 3.0 | 12 | 環境友善的船舶 | 3.3 |
| 13 | SOC 系統半導體 | 3.0 | 13 | 一般橡膠塑膠製品 | 3.0 |
| 14 | 食品 | 2.6 | 14 | 尖端加工設備 | 2.6 |
| 15 | 衣服 | 2.5 | 15 | 食品 | 2.5 |
| 16 | 生技健康(bio health) | 2.5 | 16 | 石油煤炭製品 | 2.4 |
| 17 | 石油煤炭製品 | 2.3 | 17 | 未來汽車及零件 | 2.3 |
| 18 | 尖端加工設備 | 2.0 | 18 | 衣服 | 2.0 |
| 19 | 精密設備 | 2.0 | 19 | 精密設備 | 1.8 |
| 20 | 其他電子零件 | 1.5 | 20 | 玻璃及其製品 | 1.7 |
| 21 | 電腦辦公設備 | 1.5 | 21 | 二次電池 | 1.6 |
| 22 | 家電 | 1.3 | 22 | 產業用纖維 | 1.4 |
| 23 | 其他非金屬礦物 | 1.3 | 23 | 高附加價值鐵鋼 | 1.4 |
| 24 | 玻璃及其製品 | 1.3 | 24 | 電腦辦公設備 | 1.4 |
| 25 | 紙漿、紙類 | 1.2 | 25 | 化妝品 | 1.4 |

資料來源：作者中譯，取材自向山英彦（2020），製造業の再生に向けて動き出した韓国―再生を図る政府 事業の再構築を進める財閥―。環太平洋ビジネス情報 RIM 2020 Vol.20 No.76, Pp66-92。

## 四、韓國之後疫情發展規劃

在新冠疫情大流行後，韓國政府也快速召集各方專家，探討因應後疫情時代的技術應用展望，以此提出八大領域涉及 25 項重大技術創新項目。韓國專家會議討論認為疫情後可能對社會經濟環境帶來 4 大變化，包括：1.加速發展非接觸式經濟；2.生物技術市場的新挑戰與機會；3.經濟安全思維促全球供應鏈重組，加速推動產業智慧化；4.社會重視日常風險應對及具備緊急回應能力。

從 4 大環境趨勢的變化，也進一步預測社會與經濟可能會面臨的重大轉變之 8 大領域，包括：醫療、教育、交通運輸、物流、製造、環境、文化及資訊安全等（參見表 7-1-7）。

**表 7-1-7　韓國：後疫情時代的 8 大影響領域**

| 領域 | 改變方向 | 重大創新解決方案 |
|---|---|---|
| 醫療 | ◆ 未來醫生無需到醫院就可以診斷與開藥、遠距醫療需求增加<br>◆ 公共衛生系統的典範從治療為中心轉變為以預防管理為中心<br>◆ 加速醫療體系的數位轉型(AI、自動化技術、數據共享等) | ◆ 數位診療處方(如憂鬱症、行為成癮)<br>◆ AI 即時疾病診斷<br>◆ 即時生物資訊量測與分析的健康管理<br>◆ 傳感病感染路徑預測與預警<br>◆ 應對 RNA 病毒的治療方法 |
| 教育 | ◆ 加速線上教育發展轉為常態<br>◆ 遠距教育基礎設施的需求性增加，以學校為中心的傳統教育體系轉變為線上教育系統<br>◆ 具超臨場感的沉浸式體驗學習，雙向客製化教育等，加速擴大線上教育優勢 | ◆ VR/AR 融合的教育應用<br>◆ 整合 AI 和大數據的個人學習技術<br>◆ 大型線上活動的播放技術 |
| 交通 | ◆ 疫情流行降低民眾使用公共交通或共享運輸，尤其是大城市，加速行動困難性，提高對微型汽車及自動駕駛汽車的需求<br>◆ 對短距離移動的個人/微型交通需求增加<br>◆ 對氣候變遷及生態系統保護的意識提高，增加環保運具需求 | ◆ 自駕車於運送感染者或疑似病患應用<br>◆ 最後一哩路個人化移動系統<br>◆ 交通行動服務(MaaS) |
| 物流 | ◆ 線上或非接觸式交易增加，需要 | ◆ ICT 物流資訊整合平台 |

| | | |
|---|---|---|
| | 快速且精準地處理大量增加的物流需求<br>◆ 由於精準運送服務需求增加，模糊製造與物流之間的界線，加速競爭 | ◆ 物流最後一哩路的自動送貨機器人<br>◆ 物流配送中心的智慧化應用技術 |
| 製造 | ◆ 全球價值鏈的脆弱性，加速區域供應鏈發展，企業回流需求增加<br>◆ 以區域為中心的價值鏈將會增加製造成本，對生產工廠及設備智慧化及遠距管理需求增加 | ◆ 數位分身的遠距管理應用<br>◆ 員工認知及身體耐力的增強技術<br>◆ 製造現場的協作機器人技術 |
| 環境 | ◆ 新型態流行病和環境汙染加速等，人、動物與環境相互影響<br>◆ 受到疫情影響，更加要求便利消費，增加一次性產品使用 | ◆ 收集和運輸醫療廢物機器人<br>◆ 常見傳染病管理技術 |
| 文化 | ◆ 因為隔離措施，使得家庭娛樂消費提升，增加遊戲、OTT 等內容產業發展<br>◆ 因 COVID-19 回應表現佳，可提高韓國品質價值<br>◆ 虛實整合、版權保護、偵測偽造品技術需求增加 | ◆ 沉浸式體驗服務(VR 廣播、3DTV)<br>◆ 深度仿冒偵查技術<br>◆ 結合無人機及 3D 技術的 GIS 系統 |
| 資訊安全 | ◆ 非接觸式的企業活動增加，如視訊會議、遠距辦公等，數據和資訊安全議題更重要<br>◆ 分接觸式的金融交易增加，生物特徵認證需求擴增 | ◆ 確保視訊會議的隱私安全<br>◆ 結合量子糾纏(quantum entanglement)視訊安全通訊<br>◆ 數位蹤跡系統的類加密管理技術 |

資料來源：本計畫整理自 MIST 網站。

其中，就製造領域而言，因為疫情中斷人員移動和經濟活動停擺，也突顯出全球價值鏈的脆弱性，故此，也不少國家以經濟安全為訴求，加速建構以區域為中心的價值鏈，相對於原有追求規模經濟和生產效率的模式相比，勢必將會增加製造成本（如材料成本、人力成本、製造成本等），同時也可能減少人力聘僱。為追求既有生產效率水準，企業勢必會擴大提高採用數位製造設備等。故此，在韓國技術專家的討論中，也提出三大議題，包括：1.數位分身的遠距管理應用；2.員工認知及身體耐力的增強技術；3.製造現場的協作機器人技術。

就數位分身的遠距管理應用部分，主要目的是在電腦上建構實體環境的虛擬系統，並透過模擬實體環境的可能發生情境，進

行預測性管理。其中，各方專家認為在全球價值鏈中斷情況下，生產製造工廠及設備的智慧化功能需求逐漸增加，需要升級現有智慧工廠計畫，以便更容易掌握整體工廠生產效率。涉及的技術項目，包括：產品資訊感應（如傳感器、控制器等技術收集即時資料，並以虛擬方式模擬成像）、虛擬技術（模擬實體環境的虛擬系統組成成分及運作技術）、通訊與控制（連接與控制實體系統和虛擬系統）等。

在員工認知及身體耐力的增強技術部分，由於價值鏈的縮短，讓國內製造業人力的負擔增加，需要採取支援措施，防止勞動者意外事故，同時也可提高效率。做法上，主要是透過整合生物技術、電子學和機械工程的整合，用以提高勞動者的認知及身體體力。涉及技術，包括：BMI（透過大腦資訊量測、並具備控制不外機械的技術）、認知能力處理（利用大腦資訊量測、處理與分析增強認知能力）、可穿戴式機器人（用於輔助運輸、視覺及聽力等）。

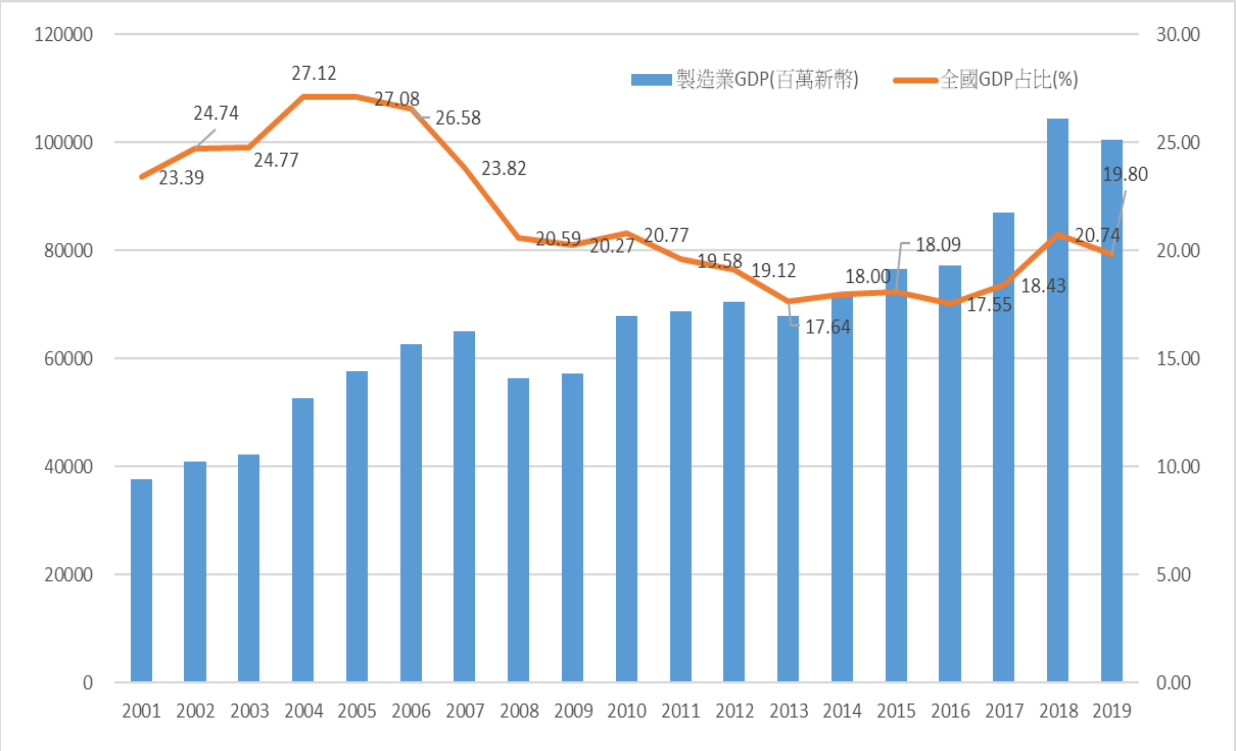
在製造現場的協作機器人技術部分，由於預計全球價值鏈的縮短，國內製造業對於人力需求增加，透過協作機器人，防止事故及提高生產效率。生產製造現場的協作機器人是未來重要技術之一，加強生產現場設備與勞動者的互動，可替代人執行簡單的重複性、精準和危險性工作；特別是個種類席的小批量生產與品質檢測。涉及技術，包括：機器人系統（採用輕量材料設計，並能夠執行各種動作）、機器人控制器（在生產現場控制各種機器人技術）、協作空間分析（透過分析周圍環境資訊，減緩勞工安全事故技術）。

# 第二節　新加坡

## 一、新加坡製造業產業發展現況

1.製造業表現從 2014 年逐漸回溫，2018 年達高峰

新加坡傲視全球的 GDP 成長，雖一直以服務業聞名，但製造業其實仍扮演一定的重要角色，尤其在特定產業(如半導體業)。然而，受到全球需求波動及區域性競爭對手的崛起，也讓新加坡製造業陷入谷底。如圖 7-2-1 所示，從 2001 年開始，新加坡整體製造業 GDP 呈現緩慢增加現象；由於受到金融風暴的影響，2008 年及 2009 年呈現衰退，之後的幾年雖然製造業 GDP 有逐漸回穩，但仍缺乏成長力道；從全國 GDP 占比例來看，在 2013 年跌至谷底，17.64%。

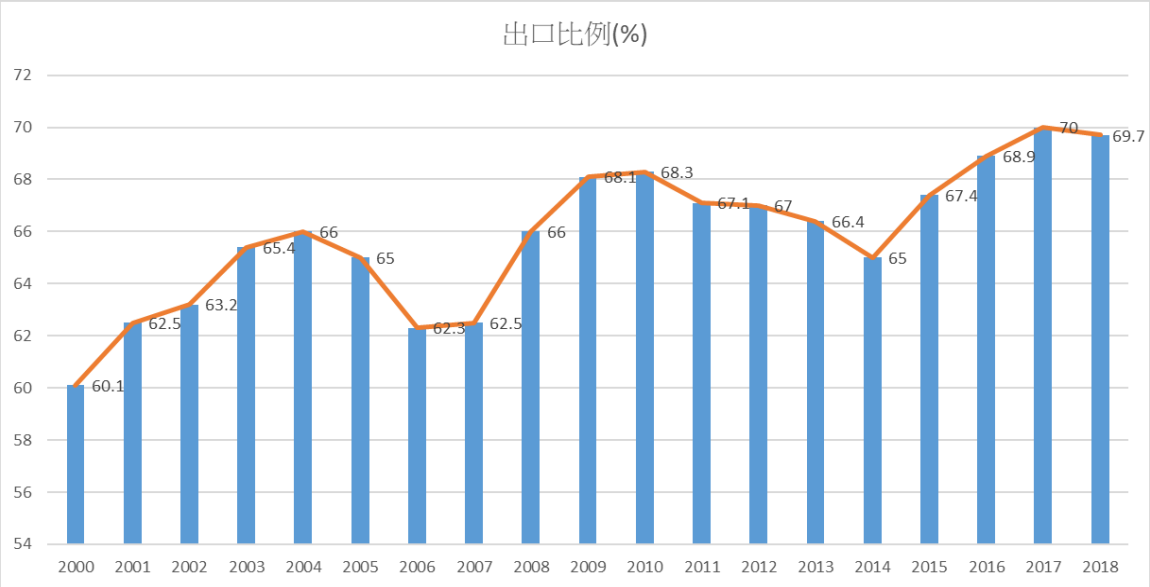



註：製造業 GDP 單位為百萬新幣。
資料來源：本計畫繪製，資料獲取自新加坡統計部網站。

**圖 7-2-1　新加坡：整體製造業 GDP 及占比之趨勢**

不過，從 2014 年到 2015 年之間，開始脫離谷底，整體製造業的表現逐漸有起色，GDP 金額和佔比開始爬升，在 2018 年，到達相對高峰，整體製造業 GDP 占全國 GDP 之比例達 20.74%；惟 2019 年有些微下降現象。

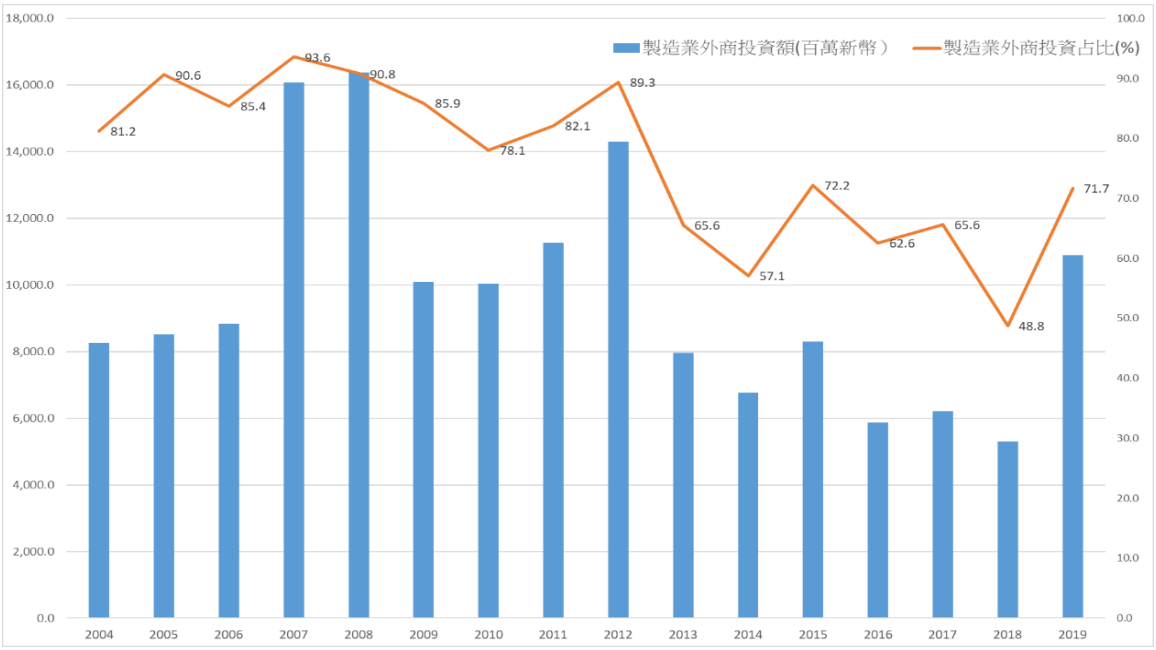
這也相對應在新加坡的出口表現（定義為直接出口占銷售額比例，參見圖 7-2-2）及外商投資（參見圖 7-2-3，此定義為外商承諾投資金額，非實質資金到位）。就出口表現方面， 2014 年為近年新加坡製造業出口表現最低的一年，整體出口占銷售額之比例為 65%，之後則呈現持續增加趨勢，2017 年及 2018 年到達歷史高峰，占比約為 70%。




註：出口比例定義為直接出口/總銷售，單位為%。2019 年
資料來源：本計畫繪製，資料獲取自新加坡統計部網站。

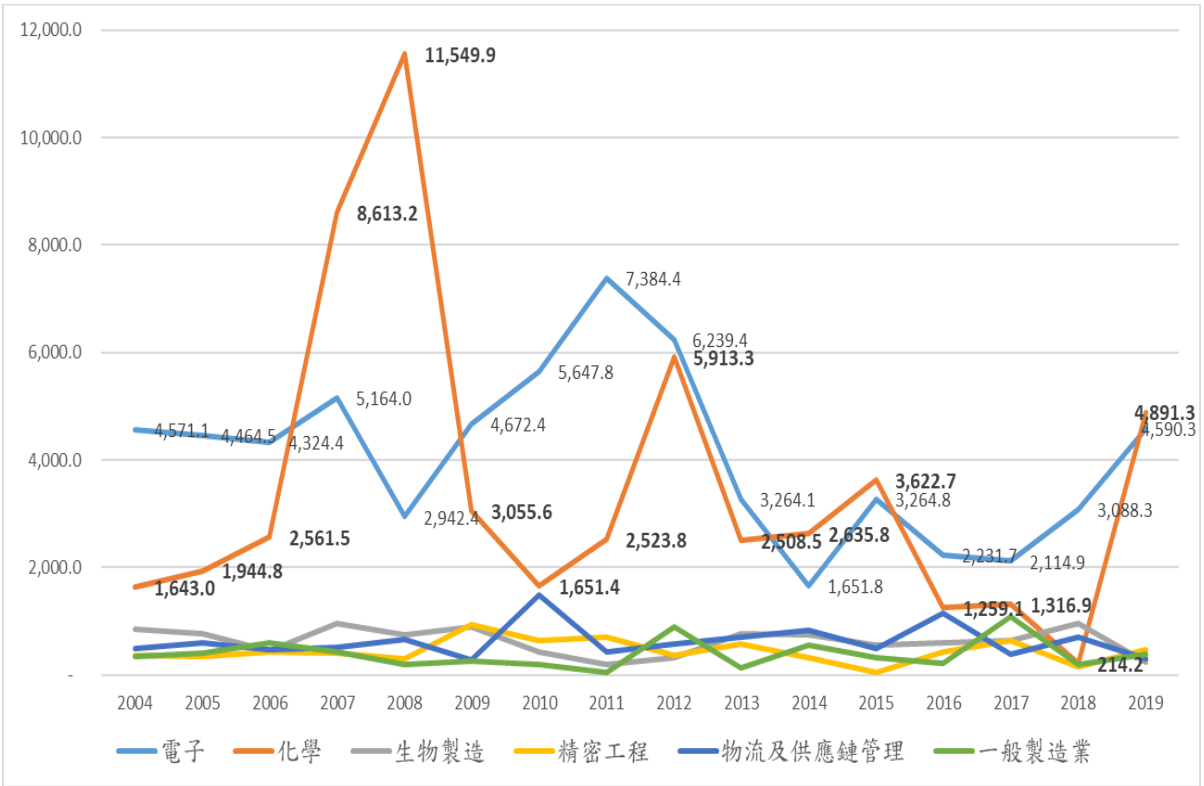
**圖 7-2-2　新加坡：整體製造業歷年出口趨勢**

然而，對應到外商投資部分，似乎沒有因為整體製造業 GDP 和出口表現的回升而有增加，如圖 7-2-3 所示，整體製造業外商投資的情況，在 2008 年受到金融風暴影響，呈現下滑趨勢，雖然在 2012 年回升，但是之後的幾年都是逐年下降。不過，進一步拆分製造業中次產業的外商投資金額來看（參見圖 7-2-4），仍有部分產業在 2015 年後有開始回升，如電子產業、化學產業等。




註：外商投資定義外商承諾投資，非實際到位金額。
資料來源：本計畫繪製，資料獲取自新加坡統計部網站。

**圖 7-2-3　新加坡：整體製造業歷年外商投資表現**




註：圖內的金額為外商投資金額。外商投資額定義外商承諾投資金額，非實際到位金額。
資料來源：本計畫計算，資料獲取自新加坡統計部網站。

**圖 7-2-4　新加坡：整體製造業歷年外商投資額表現(分次產業)**

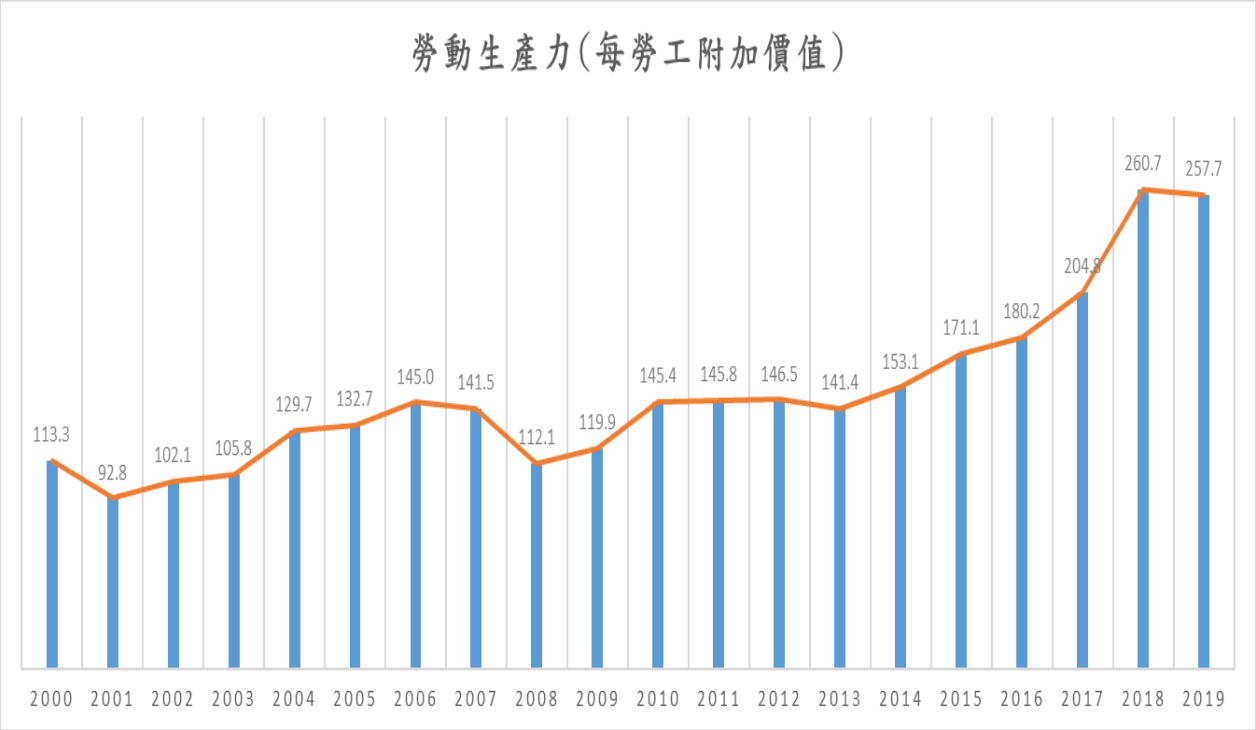
2.新加坡製造業在 2015 到 2016 年後勞動生產力及附加價值率快速增加

在 2014 年及 2015 年後，為何新加坡製造業發展為回升呢？除全球景氣及需求的回溫外，新加坡本地製造業能耐提升的提升也扮演重要驅動力。圖 7-2-5 為新加坡製造業勞動生產力（以每位勞工創造的附加價值衡量）之歷年表現趨勢。從圖中顯示，2013 年的整體製造業的勞動生產力達最低峰（每位勞工附加價值為 14.1 萬），之後則開始呈現快速攀升現象，從 2014 年勞動生產力為 15.3 萬，到 2018 年為 26 萬。

另外，相對於附加價值率表現（定義為附加價值除上產值比例），也有類似趨勢，如圖 7-2-6 所示，在 2011 到 2014 年之間附加價值率大約維持在 21%左右，在 2015 年之後則快速增加，附加價值率達 25.5%，2018 年達最高峰 28.9%。

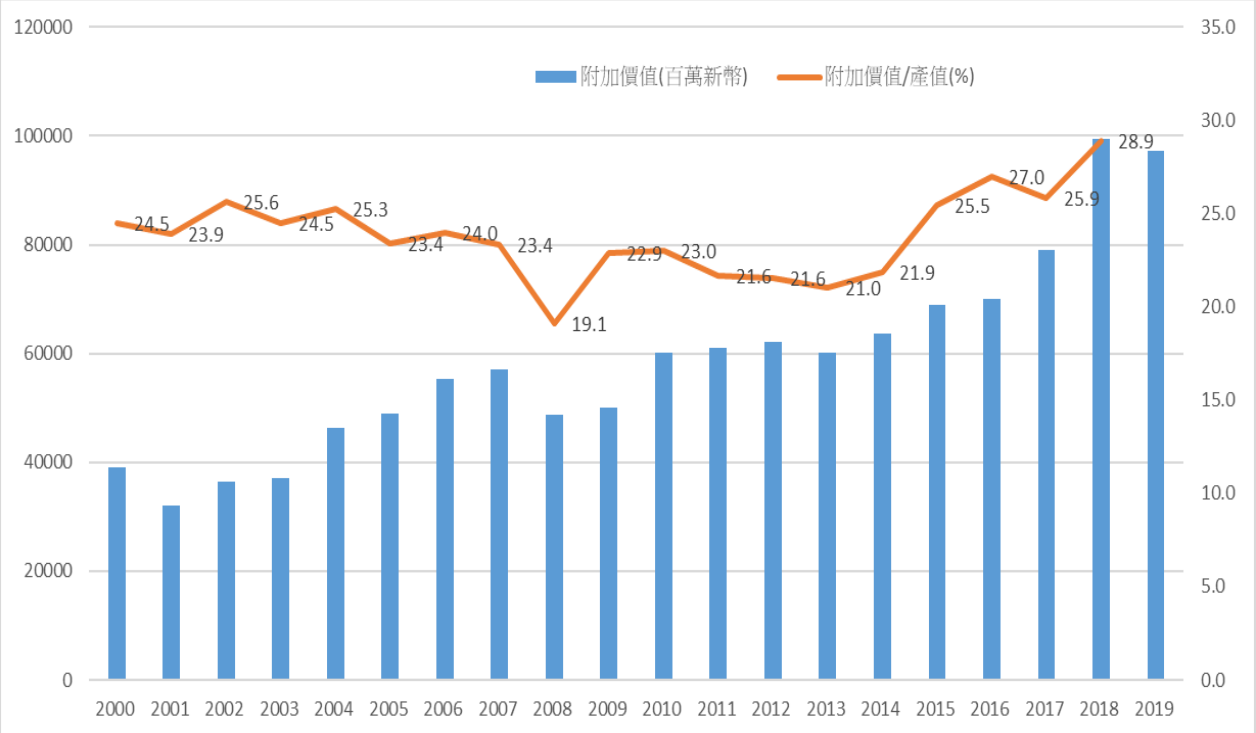
另外，從次產業情況來看，主要驅動新加坡製造業附加價值增加之來源，從表 7-2-1 來看，包括：

- 「電腦、電子及光學製品業」：占整體製造業附加價值之比重逐年增加，在 2016 年達最低值，占比約在 25%左右，之後則逐年增加，到 2019 年快速增加到 43.3%。
- 「藥品和生物製造業」，在 2015 年及 2016 年達最高峰，占比 15%，之後年度則有下降趨勢。雖然產業附加價值仍有增加，但是不及整體產業增加速度。
- 「化工及其製造業」的趨勢與「藥品和生物製造業」類似，在 2016 年達到最高峰，占比達 18%，但之後則逐漸下降。這個領域與裕廊島之石化產業聚落密切相關；在缺乏能資源的情況下，利用其區域物流、交通與創新地位建立起亞洲石化王國及產業鏈的代表案例；可作為我國石化專區的標竿。




註：每勞工附加價值的定義為整體製造業附加價值/產業員工人數。單位為千元。
資料來源：本計畫繪製，資料獲取自新加坡統計部網站。

**圖 7-2-5　新加坡：整體製造業歷年勞動生產力趨勢**




註：製造業附加價值單位為百萬新幣。2019 年缺乏製造業銷售額資料，無法計算附加價值率。
資料來源：本計畫繪製，資料獲取自新加坡統計部網站。

**圖 7-2-6　新加坡：整體製造業附加價值及占全國之趨勢**

## 方塊 7-2-1　新加坡裕廊島之石化產業聚落

石化產業是新加坡在缺乏能資源的情況下，利用其區域物流、交通與創新地位建立起亞洲石化王國及產業鏈的代表案例。新加坡因為腹地狹小，向來拒絕高污染產業，卻因為看中石化工業帶動的價值鏈與就業，積極吸引石化工業前往投資。為營造世界級石化工業聚落，新加坡以填海方式連結西南海域 7 個小島組成裕廊島。原定於 2030 年完成的填海工程，因為石化產業投資需求快速成長，提前 20 年於 2009 年完工。裕廊島一般居民無法進入，且採用地面燃燒塔，降低居民對廢氣排放與環境影響的觀感。另外由於裕廊島本來就是為石化產業量身訂做，廠商進駐快速，只要通過定量風險評估，及環境管理系統。以臺灣長春石化為例，不僅商業評估公司交由 EDB 處理，定量風險評估只花了三個月即完成。裕廊島也有碼頭專業公司、石化產業需要用的專業氣體分工，因為供應鏈群聚效應，長春石化產生的廢氣還可以賣給其他需要使用到二氧化碳做為原料的氣體公司，優化資源配置與效率。

除了透過裕廊島上的 Chemical and Process Technology Centre 與 Institute of Chemical and Engineering Sciences 提供化學處理與相關訓練的設施與人才培訓，新加坡政府在近年也利用石化產業群聚，收集相關數據，將裕廊島做為促進石化能資源使用效率的試驗場域，也嚴格監控企業用水，輔以海水淡化研發，希望在 2050 年島上的水力資源能自給自足。

快速因應市場調整策略為新加坡的強項之一，目前新加坡在石化產業上已經不再以吸引外商建立更多的煉油廠為目標，而是朝提升競爭力為主。除了促進能資源效率，也朝未來能應用在織品、汽車與農業的特用化學轉型，以掌握未來機能服飾、電動車與新農業發展趨勢。目前馬來西亞柔佛州邊佳蘭約 270 億美元的石化發展綜合計畫（Pengerang Integrated Petroleum Complex）預計於 2019 年投入營運，雖然看似與新加坡可能有產業競爭關係，但新加坡畢竟腹地狹小，在新加坡的石化產業往特殊領域發展並在研發具有優勢下，未來可望與馬來西亞有合作的空間。

資料來源：中經院國際所實地訪查報告。

## 表 7-2-1　新加坡：製造業次產業附加價之表現

單位：百萬新幣

| 次產業項目 | | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 整體製造業附加價值總額 | | 60,986 | 62,189 | 60,042 | 63,748 | 69,002 | 70,044 | 79,061 | 99,541 | 97,175 |
| 食品、飲料與煙草 | | 2,657 | 2,946 | 2,878 | 3,414 | 3,763 | 3,780 | 3,987 | 3,933 | 4,129 |
| 紡織及其製品 | | 19 | 22 | 21 | 18 | 21 | 23 | 27 | 27 | 25 |
| 成衣服裝製造業 | | 127 | 125 | 110 | 93 | 92 | 81 | 97 | 87 | 118 |
| 皮革及其製品業 | | 47 | 57 | 70 | 64 | 63 | 59 | 45 | 52 | 49 |
| 木材及其製品業 | | 85 | 121 | 124 | 133 | 130 | 133 | 146 | 127 | 112 |
| 紙業及其製品業 | | 239 | 219 | 242 | 252 | 239 | 232 | 241 | 228 | 220 |
| 印刷及資料儲存媒體複製業 | | 1,346 | 1,236 | 1,196 | 1,207 | 1,133 | 1,000 | 903 | 835 | 747 |
| 精煉石油製造業 | | 285 | 726 | 57 | 33 | 2,412 | 2,034 | 1,874 | 1,119 | 802 |
| 化工及其製品業 | 附加價值 | 5,012 | 3,299 | 5,201 | 5,621 | 7,993 | 12,392 | 12,191 | 11,585 | 9,510 |
| | 占比(%) | 8 | 5 | 9 | 9 | 12 | 18 | 15 | 12 | 10 |
| 藥品和生物製造業 | 附加價值 | 11,694 | 14,236 | 9,032 | 9,506 | 10,417 | 11,052 | 9,443 | 13,069 | 13,065 |
| | 占比(%) | 19 | 23 | 15 | 15 | 15 | 16 | 12 | 13 | 13 |
| 橡膠塑膠製品業 | | 721 | 689 | 701 | 720 | 708 | 727 | 744 | 776 | 741 |
| 非金屬產品製造業 | | 551 | 584 | 539 | 434 | 391 | 354 | 269 | 311 | 231 |
| 基本金屬製造業 | | 179 | 215 | 158 | 127 | 163 | 178 | 181 | 147 | 76 |
| 金屬製造 | | 2,773 | 2,763 | 2,799 | 2,776 | 2,665 | 2,583 | 2,455 | 2,397 | 2,443 |
| 電腦、電子及光學製品業 | 附加價值 | 19,248 | 18,910 | 19,395 | 20,001 | 21,218 | 17,851 | 27,616 | 42,684 | 42,096 |
| | 占比(%) | 32 | 30 | 32 | 31 | 31 | 25 | 35 | 43 | 43 |
| 電力設備 | | 612 | 756 | 827 | 807 | 814 | 855 | 889 | 1,025 | 1,040 |

| 次產業項目 | | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 機械設備 | 附加價值 | 7,058 | 6,689 | 7,297 | 8,623 | 7,227 | 6,572 | 7,365 | 9,934 | 7,713 |
| | 占比(%) | 12 | 11 | 12 | 14 | 10 | 9 | 9 | 10 | 8 |
| 汽車、拖車及其他車輛 | | 232 | 207 | 347 | 356 | 352 | 398 | 493 | 450 | 409 |
| 其他運輸設備 | | 5,823 | 5,929 | 6,269 | 6,386 | 5,892 | 5,628 | 5,618 | 5,926 | 6,843 |
| 家具製造業 | | 378 | 347 | 476 | 344 | 312 | 323 | 352 | 289 | 281 |
| 其他工業製品業 | | 1,901 | 2,114 | 2,305 | 2,834 | 2,997 | 3,790 | 4,129 | 4,542 | 6,527 |

資料來源：本計畫計算，資料獲取自新加坡統計部網站。

## 二、新加坡製造業轉型政策

為了再工業化，新加坡政府在 2015 年開始啟動系列性的製造業轉型政策，主要包括有未來製造業倡議、產業轉型地圖、智慧產業整備度指標等。新加坡政府的作法，有別於自國外引進技術，而是提倡自行研發先進製造業技術，並透過產業導入先進技術，以提升工廠生產力、效率與競爭力，發展新加坡特色的工業 4.0，並成為技術輸出國為目標。

1.2015 年：未來製造業倡議[97]

應對新加坡製造業發展之挑戰，於 2015 年新加坡科技發展局（Agency for Science, Technology and Research, A*STAR）宣布的《未來製造業倡議》（Future of Manufacturing Initiative），目的是要鼓勵各種規模類型的企業進行轉型，並以數據和自動化技術驅動的智慧製造生產模式。整體願景要推動新加坡成為製造業的技術創新中心，發展高值製造業與創新相關活動。目標不僅要強化技術基礎，改善目前生產製造模式，同時也要讓新加坡可以在選定的破壞性技術中搶占領導地位。

《未來製造業倡議》價值主張有二，包括：

- 支持大型企業（跨國企業和大型在地企業），讓其具備使用先進製造能力；作法是透過測試平台及生態系共同開發未來製造解決方案，從而提高在地製造效率。
- 透過提供易於擴充且採用的工具和應用程式支持中小企業轉型。若製程技術能量較強的中小企業也能夠與 A*STAR 合作，優先在新加坡導入未來製造技術。

[97] 資料來源：Agency for Science, Technology and Research（2015）. Report on Future and Manufacturing Initivative.

涉及三方面要素，包括：技術、產業及人力開發，期望透過採用未來製造的公司提供路線圖，成為其他公司的樣版。主要作法，包括：

(1)中短期：建立公私夥伴關係平台，推動不同規模類型的企業投入技術創新、知識移轉和採用

整體而言，中小企業在經費、人力、技術與資源上均相對匱乏，因此期待透過公部門提供的先進製造設備、新工作流程、原型設計與測試服務，以及透過場域試驗平台所提供的專業知識和訓練、驗證等，協助中小企業部署先進技術，進而提高中小企業製造能力。

主要作法有三（參見圖 7-2-7），一是新技術測試與應用平台（Tech Access），透過投資建設先進製造設備或基礎設施及提供專業知識，支持企業參與。二是 Tech Labs（Model Factory），匯集研究者、最終用戶、技術提供商及系統整合商形塑生態系統，透過共同創新、測試及演示未來製造技術。三是 Tech Depot，讓中小企業可以使用一整套隨插即用且易於採用的工具，可協助中小企業提高生產力。

資料來源：Ling Keok Tong (2018). A*STAR's Future of Manufacturing Initiative (FoM). https://www.miti.gov.my/miti/resources/Industry4Point0/ASTAR_FoM_Initiative_presentation_to_APEC_seminar_25092018.pdf。

**圖 7-2-7　新加坡：促進先進製造技術應用之公私夥伴關係平台**

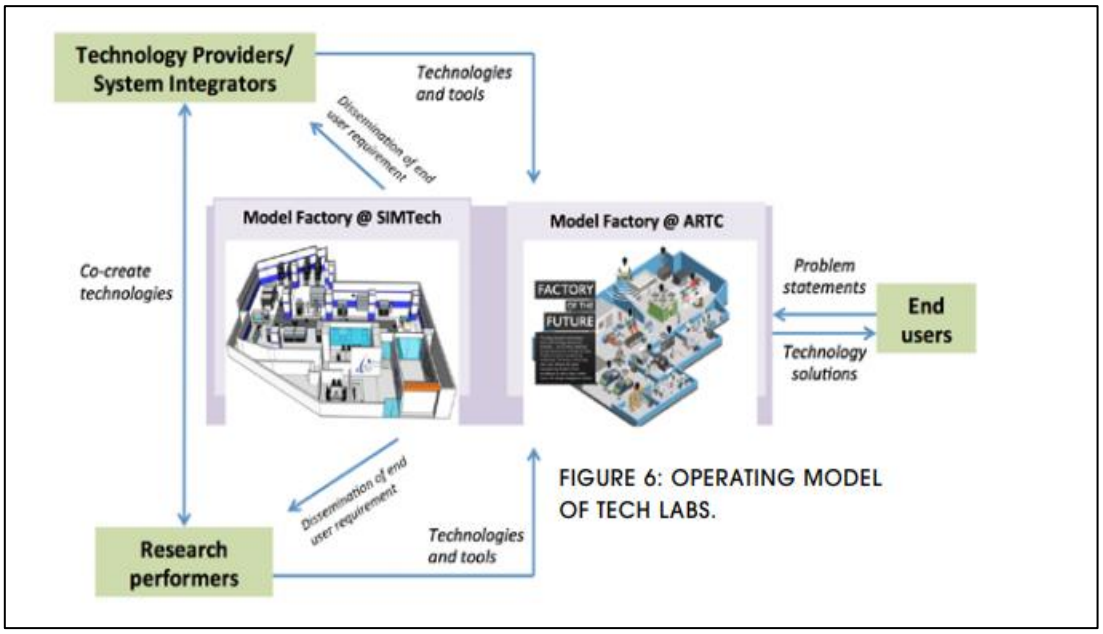
在新技術測試與應用平台（Tech Access）方面，鼓勵企業運用 A*STAR 投資的先進製造設施、設備和專業知識設施，減輕高昂前期投資成本，可能運用方式，包括：使用設備、客戶培訓、設備效率優化諮詢等。

從運用既有先進製造技術獲得的經驗，可讓中小型企業選擇擴大規模，並購買自己所需設備，以便掌握商機。A*STAR 提供的研究設備軟體，從檢查工具到先進設備，如機器人 3D 掃描器和用於積層製造的高壓冷噴塗機，另外也有導入時所需要的配套措施，如設備培訓、預定政策和定價模型等，為提高設施可用性，將與 TACs 及相關組織共同向潛在企業宣傳與推廣。如果公部門提供的技能和人力不足以滿足特定成長領域需求，中小企業也可參加由新加坡資助的私部門主導的倡議，如由 6 家精密工程公司共同合作執行的積層製造項目，已經成立實體企業，稱之為 Forefront Additive Manufacturing Pte Ltd，合作好處可專精於開發積層製造應用程式，企業之間共享。

在 Tech Labs（Model Factory）方面，Tech Lab 定位為「Model Factories@X」，X 是指企業型態。整體而言，Tech Lab 目的在於建構研究執行者、最終用戶、技術供應商的生態系（參見圖 7-2-8），透過平台與系統整合商共同創新、測試與展演未來製造技術，並依據使用者所需能力和重點領域。工程師和技術人員參與典範工廠可獲得學習經驗，並快速組織和落實所需的解決方案。

在主要有兩大措施，一是成立新加坡製造技術研究院（Singapore Institute of Manufacturing Technology, SIMTech）及先進再製造與技術中心（Advanced Remanufacturing and Technology Centre，ARTC）。於 2017 年完成第一階段建置，目標規劃未來 5 年讓至少 500 家企業在該計畫下運行，也期望示範工廠能夠創造示範效果，成為並允許試驗與合作開發數位解決方

案，而企業也可訓練或更新其數位製造流程能力。此外，企業也能在示範工廠場域內，接觸其他適用於該產業的先進技術，提高生產力和品質。




資料來源：Agency for Science, Technology and Research (2015). Report on Future and Manufacturing Initivative.

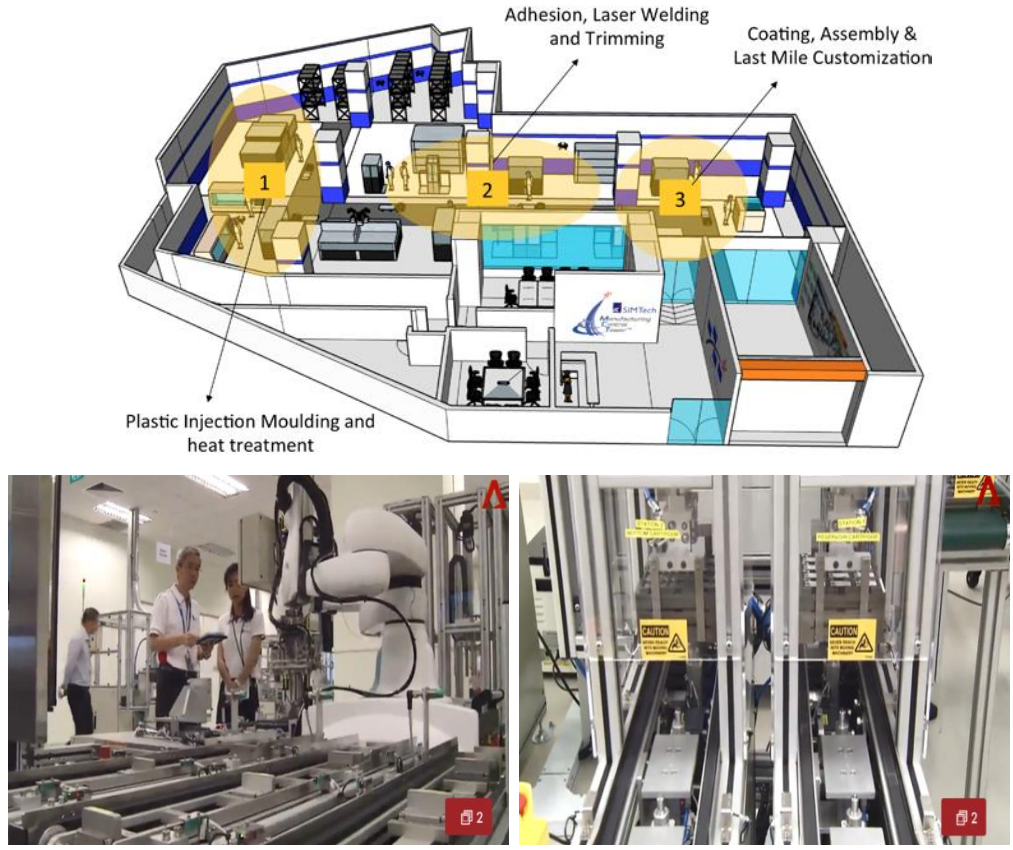
**圖 7-2-8　新加坡：示範工廠（Tech Labs）利益關係方互動關係**

Tech Labs@SIMTech（參見圖 7-2-9）是一個低成本的數位學習工廠平台，於 2017 年 10 月啟用，主要是針對剛開始投入未來製造生產模式的企業，希望透過實際的生產環境，讓企業可透過體驗式學習了解未來製造系統（包括：生產訂單與調度、生產設備效率等）。此為新加坡貿易與工業部扶持中小企業而推出的措施，最終目標用戶專注於離散型製造業的中小企業。

作法上，除建設基礎設施平臺外，也連結相關中小企業合作發展計畫，如技術升級計畫（Technology Upgrade Porgeamme），提供資源讓中小企業更願意參與。例外，也以工作坊的方式教導及分享最新製科技，並開設在職培訓班，每期提供至少 30 名實習生培訓機會。

Tech Labs@ARTC 示範工廠針對處於更先進技術採用階段的公司，提供更全面的成套解決方案；主要開發六大技術場域，

包括積層製造、機器人應用、先進製造及在製造、數據驅動的表現強化技術、智慧產品驗證技術及未來工廠等。於 2018 年啟用，建置於裕廊創新區，由 A*STAR 及南洋理工大學和相關單位共同設立，亞洲第一個先進製造中心；目前已經有 38 家不同產業領域的企業簽署合作備忘錄共同開發新技術。



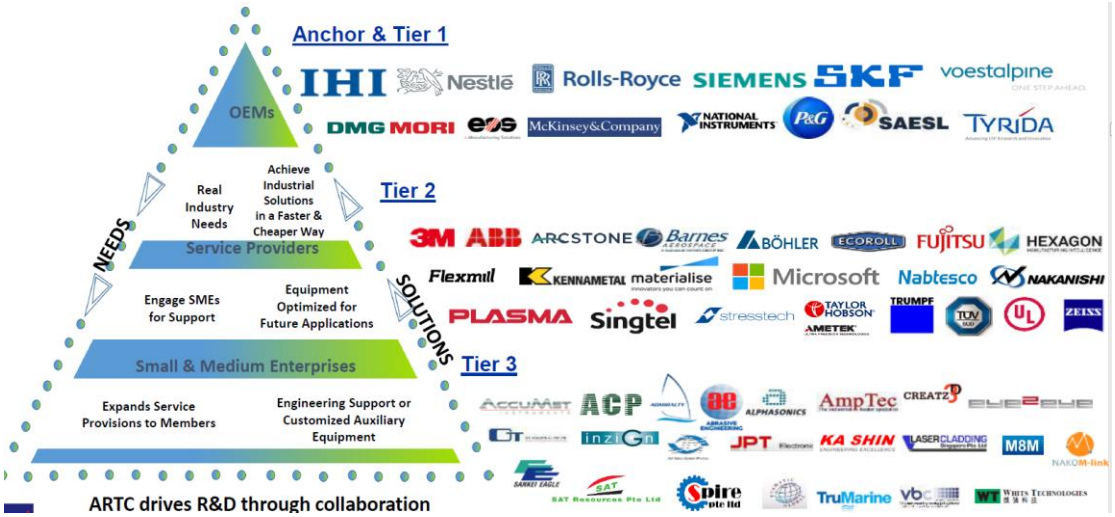

資料來源：A*STAR (2015). Technology and Research (2015). Report on Future and Manufacturing Initivative. CAN (2017). Newly launched A*STAR model factory lets SMEs test out new technologies. https://www.channelnewsasia.com/news/singapore/newly-launched-a-star-model-factory-lets-smes-test-out-new-9282266。

**圖 7-2-9　新加坡：示範工廠 Tech Labs@SIMTech 概念圖及實際情況**

Tech Labs@ARTC（Advanced Remanufacturing and Technology Centre）為未來工廠平臺，鎖定投資先進製造技術的企業，重點是整合智慧與虛擬功能（就是 Digital Twin），目標最終用戶是大型企業和跨國公司，如航天航空產業聚落。平臺內

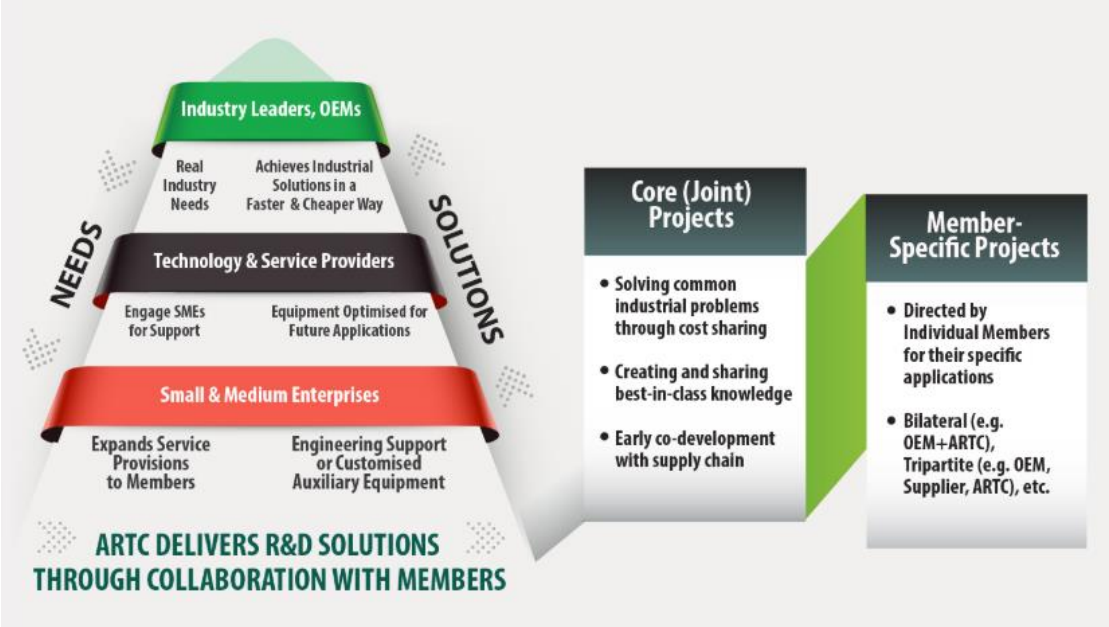
有四條生產線，包括：離散型製造生產線、積層製造線、連續型製造生產線及虛擬展示平台等。

其中，Tech Labs@ARTC 是一個會員制的組織，目前共有 80 多位會員，共分為四個層級，定錨企業和 Tier1（如 Siemens、Rolls Royve、DMG MORI 等）、Tier 2（如 ABB、Microsoft、Sintel 等）及 Tier 3（新加坡當地中小型企業），參與成員可參見圖 7-2-10。不同層級會員需要繳交費用不同，享受的資訊及福利也不同。通常做法，可能透過核心項目開發共同解決方案，或是成員特定議題計畫，進行特定需求技術項目的開發；圖 7-2-11 為 ARTC 之商業模式。




資料來源：Stuart Wong(2018). Advanced Remanufacturing and Technology Centre 簡報。

**圖 7-2-10　新加坡：Tech Labs@ARTC 的參與成員**




資料來源：https://www.a-star.edu.sg/artc。

**圖 7-2-11　新加坡：Tech Labs@ARTC 之商業模式**

(2)中長期：投資研發計畫，創造顛覆性技術能力

新加坡政府在研究、創新與企業計畫 2020 下納入先進製造與工程領域，目標滿足近期和中長期的產業需求，發展足以支撐製造以及工程領域的核心技術能力，使該領域逐漸成長，並具備強大競爭力；涉及領域包括，積層製造、先進材料、AI 於製造業應用、工業物聯網技術及機器人和自動化技術。

其中，值得注意的是，研究、創新與企業計畫 2020 所投入的研發創新項目並不僅於共通性技術，同時也考慮到產業特性差異，因此也將關鍵技術納入討論，包括電子、化學工業與能源、近海工業等，主要是產業轉型地圖策略中所涉及到的項目。與上鎖到的技術項目進行交叉領域的技術開發。

舉例來說，國家機器人計畫於 2016 年啟動，由經濟企業局、A*STAR 和國家研究基金會等部會共同投入共 4 億 5 千萬新幣，支持機器人研發與導入，製造業也是重要領域之一。

(3)建立與提高未來製造中標準的認識

先進製造技術的標準化是未來生產製造模式落實的重要一環，確保整體製造價值鏈均可做到全線數位化，需要對整體先進製造生態系中達到互通性、聯網性及安全性的標準達成一致。SPRING 的品質標準部分負責，制定生產製造過程所需的品質和標準規格。

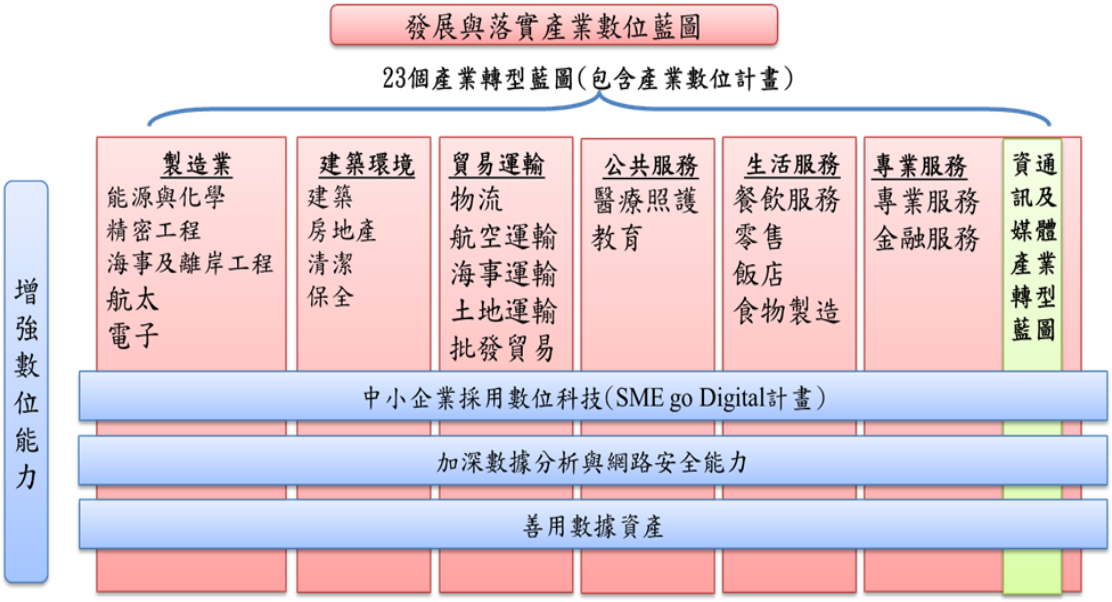
2.產業轉型發展藍圖

在 2014 年智慧國家計畫的宣示下，新加坡政府將產業數位轉型列為重要工作項目之一。為落實智慧國家之願景下，新加坡政府在 2015 年啟動「未來經濟委員會」（the Committee on the Future Economy，縮寫簡稱為 CFE），由李顯龍總理宣布召開，並由財政部長及貿工部長主責，於 2016 年訂出 5 大工作主軸，包括：「未來經濟委員會」之 5 大領域，分別為：「未來企業能力與創新」、「未來成長領域與市場」、「未來銜接性」、「未來城市」及「未來就業與技能」。在 2016 年 5 月公布五大附屬委員會之主席及成員，並於 2017 年 2 月完成並提交中長期經濟成長發展規劃報告。其中，與數位經濟有關的部分，包括：「增強數位能力」、「打造機遇處處的蓬勃互通城市」、「發展並落實產業轉型藍圖」。

其中，「增強數位能力」部分，比較是橫向政策，針對特定對象與主題，包括協助中小企業採用數位科技（後續的名稱為 SME go Digital 計畫）、加深數據分析及網路安全能力和善用數據資產。「發展與落實產業數位藍圖」部分，比較是縱向政策，聚焦特定產業垂直領域，共有 6 大類別，包括：製造業、建築與環境、貿易運輸物流、基本公共服務業、現代服務業及生活服務業等，涵蓋新加坡 GDP 的 80%以上。兩大主軸之間並非獨立，而是彼此縱橫交錯的（可參見圖 7-2-12）。舉例而言，CFE 建議 ICT 業者參考產業轉型地圖之方向，為中小型企業需求，提出資

通訊解決方案，意味著在 ICT 產業發展的同時，也需要促進其他產業的數位轉型發展。

進一步說明產業轉型藍圖（industry transformation Maps, ITMs）發展規劃設計及相關目標。新加坡產業轉型藍圖預計投入預算達 45 億新幣作為推動經費，協助 23 個產業依據需求量身製訂產業轉型藍圖，旨在於支持中小企業應對全球經濟轉型帶來的挑戰，同時透過政府資源協助，加大業者創新轉型力道。




資料來源：引用至歐宜佩等人（2019），「數位轉型政策與指標之國際標竿研析」，資策會委託報告。

**圖 7-2-12　新加坡：「增強數位能力」及「發展及落實產業轉型地圖」兩大主軸之關係**

新加坡政府啟動產業轉型藍圖之動機，主要來自於應對新加坡中長期發展所須面臨之挑戰，就外部而言，日益加劇的競爭及數位時代的科技競賽；在內部而言，國內、土地與人力的資源越來越嚴峻，雖然政府仍持續有針對企業與民眾的引導措施，但是需要以更具系統性的方式，制定以產業為核心的整體轉型策略。

其中，也特別強調整理性思維規劃的必要性，因為考量到未來的發展挑戰將會越來越複雜，可能會橫跨多個組織與利益相關者，故此需要以更整體性和開放的態度，共同努力跨領域的解決

方案開發。對於產業本身而言，各成員（包括企業、工會與勞動者等）都必須具備實現轉型任務之能力，以便建立可維持長期營運之方式。

就執行機制面，由技能、創新與生產力委員會（the Council for Skills, Innovation and Productivty，縮寫為 CSIP）負責整體 ITMs 之執行；為此，對應 6 大領域也成立 6 個小組委員會。為加強政府內部進行緊密協調與問責，由相關政府部門專責統籌各方意見，提出客製化轉型藍圖。

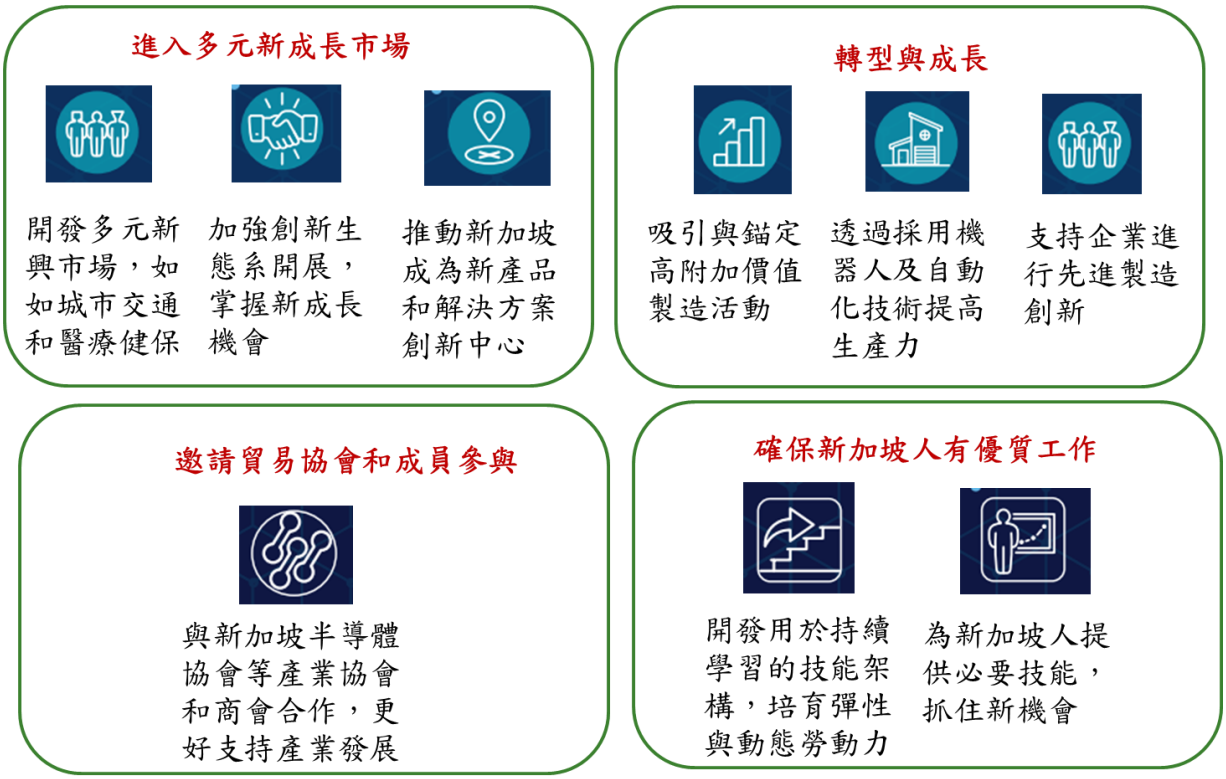
每個產業轉型藍圖多包括：1.生產力（引導中小型企業朝向高附加價值及提高營運效率發展）；2.工作與技能（培育勞工所需具備的技能，朝價值創造轉型）；3.創新與科技（透過創新研發開拓新產品與服務）；4.貿易及國際化（支持企業拓展海外市場）等元素。

**產業轉型地圖：電子產業[98]**

電子產業轉型策略（Electronics Industry Transformation Map，縮寫為 ITM）的目標：「Building the Electronics Industry of Tomorrow」，目的在於強化產業創新能力，利用可穿戴設備、工業物聯網、無人機、AR/VR 等技術，促進產業轉型。其中，整體轉型之策略，期待新加坡電子製造業從生產消費性產品（勞動密集產業），轉變為製造高附加價值產品，如半導體產品。其中，新加坡電子製造業在 2016 年對 GDP 貢獻達 4.4%，產值達 900 億新幣，員工雇用人數約達 7 萬人。預計到 2020 年，產業附加價值達 222 億新幣，新增專業、管理、行政與技術領域（Professional, Managerial, Executive & Technical jobs）就業機會達 2,100 人。

[98] 資料來源：https://www.mti.gov.sg/-/media/MTI/ITM/Manufacturing/Electronics/Electronics-ITM-Media-Release.pdf。

為讓新加坡電子製造業維持持續成長優勢，ITM 提出兩大策略，包括：朝向進入多元新成長市場發展、推動現有電子產業基礎轉型，吸引高附加價值零組件投資。另外，ITM 也提到兩大配套措施，包括：強化本地人才的技能培訓，升級產業協會功能，以便更好地支持產業發展。整體行動方案可參見圖 7-2-13。




資料來源：EDB (2018). Electronics Industry Transformation Map. https://www.mti.gov.sg/-/media/MTI/ITM/Manufacturing/Electronics/Electronics-ITM-Infographic.pdf；https://www.mti.gov.sg/-/media/MTI/ITM/Manufacturing/Electronics/Electronics-ITM-Media-Release.pdf。

**圖 7-2-13　新加坡：電子產業轉型地圖行動方案**

(1)進入多元新成長市場

新加坡政府加強創新生態系發展，掌握新成長機會，並支持企業發展新能耐。作法上，採用可匯集多方成員參與的多方利益相關者之創新平台，促進跨國企業、中小企業和公共機構的合作，共同開發新解決方案。以下針對幾種具體之作法進行討論。

- 國家電子和物聯網創新中心（COI-EIoT）及物聯網開放創新社群

國家電子和物聯網創新中心(COI-EIoT)是一個典型的案例，為促進本地企業（主要是中小型企業）的創新能力和能耐培育的重要合作夥伴。COI-EIoT 由新加坡企業集團和南洋理工學院於 2008 年共同建立。COI-EIoT 通過一系列關鍵服務提供創新，功能和開發支持，其中包括產品/系統設計和解決方案創新、IP 和授權、技術和知識轉移以及產業技術路線圖。同時還促進夥伴關係網絡活動，以鼓勵創新共享和協作，並協助進行人力培訓並爭取取得補助經費[99]。

因應先進製造發展需求，在 COI-EIoT 架構下於 2015 年增設南洋理工學院設立 IoT 開放創新社群（Nanyang Polytechnic's Open Innovation Community），目的要讓中小企業能夠與技術和商業合作夥伴、研究機構以及其他產業參與者進行聯合創新。

物聯網開放創新社群，任務：（1）為各會員建立網路關係，並制訂主題計畫，激發利用物聯網處技術的業務和服務創新發展。（2）運用特定主題之合作計畫，讓企業和需求組織之間建立合作夥伴關係，共同開發物聯網解決方案，優化與增強現有業務或新市場；（3）建置合作夥伴的共享平台，包括：技術洞察與開發、市場趨勢掃描與分析、獲得 IP 和功能開發。

另外，物聯網開放創新社群平臺也會與技術夥伴共同合作，建置可快速採用公版平台，並建立應用案例庫，可以讓感興趣的業者從中獲取經驗。具體案例，如 Cyclect Electrical Engineering Pte Ltd 透過此平臺，快速找到合作夥伴，共同設計與導入一種創新的控制器，作為智慧移動解決方案的引導車輛。另外，地區性企業 SME Sigenic 經由平台找到嵌入式電子產品和物聯網之合作夥伴，透過設計與開發突破性解決方案，經由數據及分析，可為製造業進行預測性維護和品質分析。如今平台上已有 150 多位

[99] 參考自 COI-EIoT 網站，http://www.coi-electronics-iot.sg/about-us.html。

成員，共同開發新的物聯網解決方案。未來將持續建立技術平台，協助企業將創意構想轉化為商品。

另外，在平台上，也會組織相關次領域的子生態系統發展的策略架構（a strategic framework of sub-ecosystem development）[100]，經由子生態系的參與模式，可加強特定應用程式關鍵參與者之間的緊密互動，透過平台之形式，可連結物聯網價值鏈中不同參與者，並促進資訊與技術交流，鼓勵中小企業在新加坡測試與商業化物聯網產品。

例如，與 Intel 合作成立主題性的開放創新實驗室，目的讓創新無障礙，並協助在地中小企業、員工與學生進行物聯網及可穿戴式解決方案的創新。同時，為未來生產型態與勞動力技能需求作準備，也加強與教育機構與產業之間的建立緊密連結，建構協作生態系統，以學習、共享、腦力激盪、實驗和創新驅動的需求驅動力量，開發物聯網和可穿戴裝置市場解決方案。

交流方式，如舉辦技術平台共享會議。如 Terasic 為具有多功能的嵌入式運算平台，結合 Intel 嵌入式 N2600 處理器和 Altera Cyclone IV GX FPGA 的靈活彈性。具多功能的電腦運算系統能夠提供高性能運算功能及高可配置性。參與人員可瞭解 Terasic 的硬體和軟體設計，瞭解開發環境以及與嵌入式 OS 共同設計的軟硬體知識。

- 提升企業能力合作計畫（Partnerships for Capability Transformation）

為更好支持企業，政府將促進跨國公司、中小企業與新創企業之間的合作，鼓勵運用提升企業能力合作計畫（Partnerships for Capability Transformation，縮寫為 PACT），進行知識移轉、能力升級和新解決方案開發；另外，透過 SPRING 的 Startup SG

[100] 資料參考自 http://www.coi-electronics-iot.sg/newsletter/issue14.pdf。

Accelerator 計畫提供育成中心及加速器發展，激勵更多物聯網和電子新創企業成長機會[101]。

具體案例如 Intel 與新加坡當地的 SME Third Wave Power 合作，開發及銷售太陽能電力的物聯網解決方案。半導體公司 NXP 協助當地的 SME Styl Solutions 為聖淘沙開發 NFC 功能的自動販賣機。

(2)轉型與成長

新加坡政府將持續促進產業轉型，吸引高附加價值活動，及新成長領域。新加坡政府將匯聚重要利益相關者共同研提未來生產型態的基礎架構，讓企業可以因應需求快速掌握到投資決策。具體案例，建置 JTC nanoSpace，提供隨插即用、快速啟動（quick-start）空間解決方案，可滿足半導體製造商的高標準要求。裕廊管理局將持續投資下世代基礎設施解決方案及創新空間，支持在地企業與全球公司合作發展。政府還將與企業合作，提高製造業效率，並採用先進製造技術，協助企業降低營運成本和優化資源，提高生產效率。ITM 目標是與全球營運相比，新加坡 100%的製造工廠均達到最佳狀態。

(3)確保新加坡人有優質工作

為達到 2020 年，電子產業的轉型可創造 2100 個新 PMET 職位，新加坡精深技術發展局、新加坡勞動力局及經濟機構、產業利益相關者（如雇主、產業協會、工會及教育培訓機構）共同研擬電子產業技能發展架構（Skills Framework for Electronics），確保新加坡具備所需技能。技能架構提出兩大職業型態：技術和工程類及管理類，涵蓋 29 個工作類型。每個人可依循此架構規劃職業發展目標。另外也提供職位關鍵資訊，列出所需的 58 種

[101] 資料來源：參考自 EDB 網站，https://www.enterprisesg.gov.sg/industries/type/electronics/boost-capabilities。

技能與能力，其中包括新興技能和能耐以及針對其相關培訓計畫。新興技能與能耐包括 AI、物聯網、數據分析、機器人技術和自動化領域。在地勞動者未來需要這些技能，應對未來生產型態需求。

作為新加坡勞動力局 Adapt and Growth 計畫的一部分，PMET 還可利用 PCP 資源進行轉行準備。為支持朝向高價值工作發展，推出兩個電子產業的新國際基礎建設專業人士轉業計畫（Professional Conversion Programme，縮寫為 PCP），包括：電子工程師 PCP 及電子助理工程師 CPC。此措施不是新的，主要是以 2016 年啟動的 4 個 PCP 為基礎，重新完善晶片製造和組裝及封測領域所需人才。

(4)將貿易協會和產業協會列為重要合作夥伴

從更廣泛角度來看，政府將與貿易協會和產業協會，如新加坡半導體產業協會合作，研擬產業轉型方向與計畫。新加坡半導體產業協會為支持 ITM 落實，還制定一項三年計畫，改變其章程並擴大資源，以協助產業發展。新加坡半導體產業協會在產業政策規畫中扮演重要角色，擔任新加坡勞動力局 PCP 的行政管理單位，協會還起啟動領導力計畫，共同培育產業。

產業轉型地圖：精密工程[102]

精密工程產業轉型地圖也是新加坡企業主導的製造業次產業領域的轉型文件之一。新加坡政府希望可協助機械設備產業可重新定位，從過去傳統供應商角色，轉型到複雜設備和精密零組件的精密機械產業，並以扮演供應商角色，協助其他產業的轉型。整體目標，到 2020 年，精密工程產業產值可達 140 億新幣。

[102] 資料來源：貿易與產業部網站，https://www.mti.gov.sg/ITMs/Manufacturing/Precision-Engineering。

此外，新加坡企業局還將進軍全球視為重要策略之一，目標要協助東南亞國家，如越南、印度等地區的發展。最後在此藍圖下，新加坡企業局也將培養全國精密工程企業的產品經理，負責產品概念形塑、測試到製造之產品週期規劃。

為確認及建立新加坡在數位製造領域的能力，新加坡政府也為當地政府投資與建立新基礎設施，以培育掌握新科技能力。具體行動方案就是前述示範工廠（Tech Labs）。

3.新加坡智慧產業整備度指數及輔導團

除上述工具外，新加坡企業發展局也與德國測試與規格認證機構萊因（TÜVSÜD）公司合作開發並於 2017 年底發表「新加坡智慧產業整備度指數」（Singapore Smart Industry Readiness Index）並於 2018 年建構評估矩陣。

新加坡智慧產業整備度指數主要是協助製造業企業掌握整體的數位轉型路徑與可能之規畫方案。整體架構，涉及三大模組，包括技術（營運、供應鏈、產品生命週期）、流程（自動化、聯網性、智慧化）和組織（人才準備度、組織結構與管理）。必須要充分考量到三大模組，才能有效地激發工業 4.0 潛能。

設計的思維在於先進製造實現並不是一次性提高生產力，而是需要配合為公司整備正確的工具和思維方式，以因應未來挑戰。故此，透過診斷工具，協助企業評估現有生產設備的情況，並提供逐步指導協助推動轉型。目的在促進開發新業務，並讓新加坡不僅成為工業 4.0 的隱形冠軍，同時還能成為創新構想和解決方案的出口國。

這樣整備度指標，除作為輔導團透過系統性與架構性的方式，讓企業知道自己所處的位置，若在資源有限的前提下，可優先投入的模組及領域策略。另外，新加坡企業局也以此為基礎，檢視整體製造業數位轉型進展。

## 第三節　小結

韓國一直以追求製造強國作為國家發展的目標。2017 年 12 月韓國現任總統文在寅發布「創新成長推動計畫」，主要目標為促進創新成長，並推動以人為本的工業 4.0，希望在 2022 年前，透過人工智慧、大數據和機器人等核心技術，促使投資提高到 2.2 兆韓元（20.2 億美元），並設定 13 個重點領域，包括大數據、5G、AI、自駕車、無人機、健康照護、智慧城市、虛擬與擴增實境、機器人、智慧半導體、高科技材料、新藥、再生能源等作為發展重點，透過 21 個部會和相關公共機構執行與放寬相關法規。

為了達成「創新成長推動計畫」的目標，韓國科學技術情報通訊部（MSIT）於 2017 年提出「I-Korea 4.0」，策略方面以智慧（intelligence）、創新（innovation）、包容性（inclusiveness）以及互動（interaction）等 4 大元素導入政府所推行創新的各領域。此策略的重要任務有四：一是透過智慧技術創新計畫發展工業 4.0，主張以智慧技術為基礎的產業創新，並藉由解決社會問題來提高生活品質；二是透過政府與私人企業的合作強化智慧技術的能力；三是透過建立動態的產業環境，幫助發展 AI 與其他智慧技術的中小型企業，以帶領社會走向工業 4.0；四為創造新的就業機會，並建立網路安全網和以人為本的道德體系。韓國期待能成功將工業 4.0 導入、增加新型智慧技術產業並強化主要產業，同時發展高品質的工作及強化社會安全網路，最終實現以人為中心、提高人民生活品質的工業成就。

2019 年 6 月，文政府提出「製造業復興願景戰略」（Manufacturing Ranaissance Vision）。這是一項類似德國「工業 4.0」及「中國製造 2025」的策略，政府宣示將聚焦於四大策略：（1）運用智慧化、生態友善及技術融合匯流等，以創新產業架

構；（2）培育創新的未來產業，並增加傳統主力產業的附加價值；（3）改革產業生態環境、重組產業生態系；以及（4）強化政府支援國內投資與創新的角色。目標是在 2030 年晉身世界 4 大製造國（目前全球第 6）、提升製造業附加價值至 30%（目前 25%），並讓新產業、新產品的占比達 30%（目前 16%）（向山英彥，2020），並把世界一流商品製造企業數量提升到現在的兩倍。

韓國標定新主力產業包括：OLED、次世代顯示器、系統單晶片（SOC）、生技健康（bio health）等。這些產業是業者積極投入的領域，政府也將致力於：（1）智慧化、環境友善、融合匯流等，以加速製造業創新；（2）培育迎向未來的產業，提高既有主力產業的附加價值；（3）產業生態系的全面革新；（4）強化對國內投資的協助。「製造業復興願景戰略」期望藉由創新，革新既有的主力製造業。在此基礎之下，政府預算投入 8 大先導產業：未來汽車、無人機、新能源產業、生技健康、智慧工廠、智慧城市、智慧農業、金融科技等。事實上，這些領域也多列入之 I-Korea 4.0 之 13 項「創新成長引擎」，智慧工廠和智慧農業可視為是 I-Korea 4.0「智慧基礎設施」和「技術匯流」的場域應用，而金融科技則是「智慧城市」中的一項應用技術。換言之，製造業復興願景戰略實為創新成長引擎的製造業強化版本，預期也將具有前述 I-Korea 4.0 的跨部會和跨產業推動的特徵。

在新冠疫情大流行後，韓國政府也快速召集各方專家，探討因應後疫情時代的技術應用展望，以此提出八大領域涉及 25 項重大技術創新項目。韓國專家會議討論認為疫情後可能對社會經濟環境帶來 4 大變化，包括：1.加速發展非接觸式經濟；2.生物技術市場的新挑戰與機會；3.經濟安全思維促全球供應鏈重組，加速推動產業智慧化；4.社會重視日常風險應對及具備緊急回應能力。從 4 大環境趨勢的變化，也進一步預測社會與經濟可能會

面臨的重大轉變之 8 大領域，包括：醫療、教育、交通運輸、物流、製造、環境、文化及資訊安全等。

一般印象新加坡是以服務為主的經濟發展模式，但是在 2013 年左右新加坡的製造業呈現成長的趨勢，也反映在製造業出口和製造業占 GDP 比重上。從次產業情況來看，主要驅動新加坡製造業附加價值增加之來源包括：「電腦、電子及光學製品業」、「藥品和生物製造業」、「化工及其製造業」，其中「化工及其製造業」與裕廊島之石化產業聚落密切相關；在缺乏能資源的情況下，利用其區域物流、交通與創新地位建立起亞洲石化王國及產業鏈的代表案例；可作為我國石化專區的標竿。

整體而言，新加坡引導製造業轉型政策，可歸納成三大架構，涉及議題（參見圖 7-3-1）包括：

- 轉型：透過建置長期性的基礎設施及組織運作轉型輔導措施，逐步引導企業投入，典型的作法，如產業轉型地圖、智慧產業整備度指標、示範工廠等，從產業發展的不同面向提供引導措施。
- 成長：為強化企業能耐，透過研發夥伴計畫，培育新人才技能。具體做法，部分會聯合勞動局及產業公協會，研擬技能架構，搭配人才培育計畫，引導員工培養專業技能。另外，也進一步連結補助計畫，如生產力解決方案補助計畫（Productivity Solution Grant）、提升企業能力合作計畫（Partnerships for Capability Transformation），分攤企業投入風險，讓企業更有意願常識。
- 連結：透過大型產業博覽會，促進與全球性或區域性製造社群合作，引導企業開拓海外市場。

資料來源：本計畫繪製。

**圖 7-3-1　新加坡：工業 4.0 措施體系**

表 7-3-1 歸納韓國與新加坡之工業 4.0 相關的施政措施。

**表 7-3-1　韓國與新加坡工業 4.0 相關的施政措施**

| 國家 | 主要政策與科研措施 | 其他輔導措施 |
|---|---|---|
| 韓國<br>(文在寅總統) | ◆「製造業復興願景戰略」(Manufacturing Renaissance Vision)<br>◆I-Korea 4.0：13 項創新成長引擎；跨部會、跨產業的推動 | ◆成立總統級委員「第四次產業革命委員會」會(Presidential Committee on the Fourth Industrial Revolution, PC4iR)<br>◆提出韓國之後疫情發展規劃：後疫情時代的 8 大影響領域 |
| 新加坡 | ◆2015 年：「未來製造業倡議」(Future of Manufacturing Initiative)：新技術測試與應用平台(Tech Access)、Tech Labs (Model Factory)、Tech Depot | ◆提出產業轉型地圖<br>◆國際合作建立智慧產業準備度指標<br>◆技能架構：強化本地人才的技能培訓 |

資料來源：本研究整理。

# 第八章　結論與建議

## 第一節　結論

美中貿易戰、科技衝突看似由美國對中國大陸的巨額貿易逆差所引起，但是就中長期的觀點來看，美國更關切中國大陸的國有企業與準國有企業的營業行為和政府補貼、中國大陸在一些領域科技優勢的崛起、及中國大陸的經濟體制改革等影響深遠的層面。

2018 年 7 月 6 日，USTR 依據 301 條款，正式對中國大陸強迫技術轉讓、侵犯智慧財產權，以及產業補貼等不公平競爭措施，實施第 1 輪貿易制裁。之後，中國大陸亦予以反擊。不過，經過多回合的交戰與協商，在 2020 年 1 月，美中簽署第一階段協議，重點內容包括：貿易平衡、市場准入、匯率穩定、強迫技術轉讓、智慧財產權、保障檢核機制、與撤銷加徵關稅等。美中的貿易戰緊張局勢獲得抒解。然而，之後由於新冠疫情由武漢擴大蔓延到全球許多國家，美國也成為新冠疫情受創最大的國家，導致一些國家出現「反中情結」，美國也因此間歇傳出一些擬對中國大陸採取部分新的貿易措施；在內容上比較偏向於針對性的科技戰措施（如華為、5G）。因此，整體來看，美中後續可能的貿易戰或科技戰比較偏向於局部性質，或美國政府內部仍有意見紛歧，態勢尚未明朗。

美中科技戰相當具有針對性，主要針對新興科技、特定企業。而且相對於貿易戰，美中科技戰可能是雙方間長期存在的議題，將會或暗或明地存在衝突。美國亦高度關注在美中國大陸高科技人才；尤其是牽涉「千人計畫」的人才。另外，美國也對中國大陸商業間諜進行起訴。

美中科技戰目前雙方爭議的焦點涉及到中國大陸影響力越來越大的領域之價值鏈中關鍵環節，例如，Android 作業系統之於智慧手機。美中間類似這種價值鏈的關鍵環節其實還有很多，包括博通和高通的高端晶片、半導體業的關鍵設備、IC 設計工具，乃至於 IC 設計所需的矽智財。整體而言，美國對中國大陸的新興大戰略已經浮現，其主要特徵為「選擇性脫鉤」，即在一些關鍵領域，盡其所能阻止中國大陸發展。

更重要的是，美中科技戰的博奕也可能不限於美中之間，目前的演變可能形成類似中國戰國時期的「合縱」、「連橫」的國際複雜關係。因此，在美國收緊製造業跨境投資，高技術產品出口管制之際，相關業者要注意「合縱」或「連橫」的選擇，就美方可能產生的波及效果。這輕則讓臺灣牽連成為被制裁對象，重則可能傷害臺美高科技間累積的互信與合作基礎。對臺商的一個風險是：衝突雙方國內法（如美國的《商業管制清單》、《出口管理條例》、「未經核實」實體的危險名單）對臺商貿易（接單生產）與投資決策的影響與約束力。

同時，日韓間也出現貿易戰插曲。日本於 2019 年 7 月起對於出口至韓國之氟化氫、光阻劑、與氟化聚醯亞胺等三項產品實施出口管制措施、不再給予出口審查優惠，引發日韓兩國關係緊張，並可能影響半導體、OLED 面板等產品之全球價值鏈。

美中科技戰、日韓科技產品的貿易管制意味著：衝突雙方的手段趨於多元，除既有的產業標準之爭、跨境貿易、投資限制之外，還包括材料、重要設備的出口核准或管制（日韓的「白名單」之爭）等。材料、重要設備向來為我國主要產業發展的弱點，即便半導體業也是如此。韓國政府對日本出口管制措施之因應及未來計畫相關措施包括：推動「加強材料、零件與設備產業競爭力之策略」、「企業合作建立材料、零件與設備產業生態系之計畫」，以及「材料、零件與設備競爭力委員會之營運細節」等。

本計畫另一個主軸是先進國家如何推動工業 4.0，之後並討論工業 4.0 對全球價值鏈的影響。基本上，製造業占比較低的先進國家，如美國和英國，比較強調「先進製造」（或「再工業化」），除了高階智慧製造之外，還特別強調發展新興產業與新材料，加上鼓勵製造業回流（美國），以期提高製造業的占比。相對地，製造業占比較高和製造業占比中段及以上的先進國家與中所得國家，比較強調與高階智慧製造相關的「工業 4.0」，以期推動製造業的數位轉型。「工業 4.0」較偏向於討論科技因素可能影響供應鏈的長短，甚至於造成全球價值鏈的結構性重整。不過，主要先進國家的智慧製造解決方案仍然還會涉及材料、產品架構的研發。然而，我國在推動智慧製造或「工業 4.0」相形之下比較忽略材料、產品架構的研發。

較強調「先進製造」（或「再工業化」）的美、英等國，著重於建構新的產學合作體系或研究機構，因為涉及新興產業與新材料（如 3D 列印、輕量化材料等）所需的研發；而大學體系可以提供必要的先進知識。

比較強調與高階智慧製造相關的「工業 4.0」國家包括德國、日本，以及中國大陸。德國的工業 4.0 推動策略主要從「工廠設備」切入，針對工廠設備、機具及系統，提高智慧製造能力。德國工業 4.0 政策仍側重發展德國原有比較優勢，如機械自動化、智慧工廠和機器人等。科研計畫的具體目標大多重視從實際產業場域中，找到工業 4.0 的解決方案和導入可行性作法。

值得注意的是，雖然政策措施作法與重點領域各異其趣，但主要國家的相關政策都涵蓋多面向，包括：人才技術培訓、人力資本提升，藉此在新世代製造體系中競爭、掌握價值創造的關鍵議題。無論採用創新中心（英國、美國）、平台、示範/實驗場域（德國、日本）方式，政策重點都在於串連主要關鍵企業（提供需求）、學研機構（投入研究）。同時，強化國際合作、串連

國際網絡，也是主要國家施策中的共同特徵，形成了以德國為核心的多個雙邊合作（德法、德美、德日、德中）；而中國大陸也在智慧製造方面加強與德國、日本、以色列合作。我國在推動智慧製造或「工業 4.0」相形之下比較少著墨於國際合作。

對中國大陸的發展動向而言，國際關注的焦點是「中國製造 2025」，其內容相當廣泛，主要聚焦新一代資訊技術、航太航空設備、高端船舶和海洋工程等十大領域，以「智慧製造」為主軸，輔以製造業創新建設、綠色製造、高階設備創新等工程相互配合，後續藉由資訊、新材料、高階數位機床和機器人等重點行業的先行先試，將製造業結構進行調整，以提高國際化發展水準，並推動產業朝「智慧製造」發展。

但是若以工業 4.0 的發展而言，中國大陸的核心政策應該是工業互聯網相關政策。2017 年 11 月中國國務院頒布《深化「互聯網+先進製造業」發展工業互聯網的指導意見》，確立中國大陸「工業互聯網」長期發展的戰略。該《指導意見》提出「323」規劃，針對三大體系（網路、平臺、安全）、兩類應用（大型企業整合創新、中小企業普及應用）、三類支撐（產業、生態、國際化）進行建設。

我們初步認為中國大陸工業 4.0 的推動進展會受到幾個因素的影響，條列如下：

1. 產業原有的自動化基礎（偏流程/製程型產業）：這些產業在中國大陸往往是由國有企業所主導，政府也可指導國有企業在其所屬業務或供應鏈導入工業 4.0 的解決方案。
2. 產業原有的資訊化、數據化基礎：各國的普遍現象是資通訊產業原有的資訊化、數據化基礎較高，故往往是工業 4.0 的早期採用者。

3.中國大陸本身對於供應鏈的掌握程度：工業 4.0 有不同程度，從個別工作、整廠智慧化到整個供應鏈的智慧化。中國大陸本身對於供應鏈的掌握度較高者，比較可能推動較高階的跨廠工業 4.0 解決方案。

4.廠商或產業客製化的程度與策略：這與市場需求的區隔化、客製化有關。例如，中國大陸青島紅領集團為西服製造商，近年從 B2B 大規模生產轉變為 C2M 客製化訂製生產，實現零庫存。

由於美中貿易戰及科技戰的糾葛和新型冠狀病毒肺炎疫情的衝擊，對中國大陸經濟造成諸多負面影響，中國政府在 2020 年起強調要加快「新型基礎設施」的建設。新基建與以往的「舊基建」不同，而是以資通訊科技做為基礎建設的主要構成部分。短期上，新基建為中國政府實施「擴內需、穩投資、保成長」等擴張財政政策的一環，以維繫經濟動能；長期而言，新基建旨在構築現代化資通訊基礎設施體系，以 2050 年建成中國大陸為「世界科技創新強國」為目標。

新基建的核心是數位轉型，以 5G、數據中心、人工智慧等為代表的「資訊基礎建設」，是新基建的最重要內容；2020 年 4 月之後，中國政府推動新基建對未來經濟社會發展的影響和效益，呈現更清晰的輪廓，亦即經由資訊技術和創新能力升級製造業，推動數位化、智慧化融合發展。

儘管中國大陸的經濟體制使得政府得以將「基礎建設」的範疇延伸到許多國有事業或計畫經濟所能及的範疇，這一般的市場經濟國家很難仿效，但是中國政府的新基建規劃主要著眼於經濟、產業、社會的數位轉型，並利用新基建布局強化上述數位轉型的基礎條件。這樣的視野可供我國推動「前瞻基礎建設」參考。

第五章也進一步討論工業 4.0 與全球價值鏈的中長期議題，一個重點是國際組織觀點的標竿。大體而言，不論是工業 4.0 或供應鏈 4.0 都在初始階段，其導入的程度會有尺度、模式的差異，再加上工業 4.0 或供應鏈 4.0 都可能改變營運模式及價值鏈的區位分布，故其對全球價值鏈的影響仍須進一步討論。我們並以製鞋業案例分析，討論工業 4.0 對全球價值鏈的初步影響。

另外，我們也以特斯拉案例討論 Born-global Company 與其價值鏈的演變，藉此突顯我國鏈結 Born-global Company 及其價值鏈可能面對的問題。未來值得持續關注的是，隨著特斯拉已在中國大陸上海設廠，而且採用高階自動化的生產模式，這是否會使得特斯拉的供應鏈進一步出現變化，尤其是納入中國大陸的供應商？就新冠疫情發生前的報導來看，特斯拉在中國大陸上海設廠也伴隨著特斯拉電動車供應鏈本土化( 中國化 )的規劃與承諾；例如寧德時代已成為特斯拉在上海生產電動之電池供應商。就臺灣相關供應鏈廠商對於此趨勢之因應而言，一個可能的作法是以和特斯拉的供應鏈合作實績作為訴求，尋求打入其他電動車廠的供應鏈。

綜合相關分析，我們以表的方式歸納轉變中的全球價值鏈之可能演變方向、對臺商的影響或變數，和提出可能的政府對策。表 8-1-1 歸納我們所分析的美中貿易戰對全球價值鏈的影響，而且由於臺商深受影響，故我們也提出對臺商的影響或變數，以及政府對策芻議。

## 表 8-1-1　美中貿易戰對全球價值鏈的影響

| 影響因素 | **市場因素：中國大陸市場的重要性與影響力** |
|---|---|
| 可能演變的方向 | ◆ 總體趨勢：全球價值鏈可能會朝以大型市場(且之間具有政經衝突性)為中心的區域化發展<br>◆ 固然有些以美國為出口市場的臺商供應鏈可能會移出中國大陸，但仍會有服務中國大陸市場之價值鏈；且可能繼續在中國大陸營運(in China, for China)<br>◆ 一些廠商採取採用“China+1”的供應鏈戰略 |
| 對臺商的影響或變數 | ◆ 不能據此推論這些臺商將低階業務留在中國大陸，將高階業務移回臺灣<br>◆ 變數：中國大陸本土供應鏈崛起的衝擊，尤其是中國政府所重視的戰略產業部門，會面臨是否或能否為中國大陸產業鏈或創新生態系接納問題(間接效果)<br>◆ 有些中國大陸臺商採取「異地崛起模式」，與中國大陸的價值鏈或創新生態系緊密鑲嵌，他們未來的發展取決於中國大陸本身相對應產業的發展前景；也不容易移出 |
| 影響因素 | **市場因素：訂單或市場的集中度** |
| 可能演變的方向 | ◆ 寡占型態的全球價值鏈是目標明顯的標的(如伺服器)，較易受到美中貿易戰及科技戰的衝擊(直接效果)<br>◆ 訂單或市場的集中度較低的產業可能會在美中貿易戰中尋求市場轉向，爭取向美國以外的其他(如歐洲)市場出口(直接效果) |
| 對臺商的影響或變數 | ◆ 市場轉向可能對原本在臺灣生產的廠商產生新的價格競爭壓力，臺灣需要建立新的供應鏈關係連結，以促成臺灣出口商品結構與市場結構的轉型(間接效果) |
| 政府對策 | ◆ 補助和輔導廠商通過調整陣痛期和供應鏈認證體系(如由 AM 進入 OEM)，藉此掌握新訂單和建立市場新連結 |
| 影響因素 | **產品研發與軟體：「一個世界、兩套系統」** |
| 可能演變的方向 | ◆ 美國抵制(如華為)迫使中國大陸加強某些領域的本土化或「中國化」 |
| 對臺商的影響或變數 | ◆ 必須更加投資軟體方面的研發，且某些領域的軟體研發可能會涉及美中各自所設定的資安規範與認證要求(間接效果)<br>◆ 某些臺商在價值鏈上的軟體及韌體研發投資與軟體及韌體研發人才的需求會大幅增加(間接效果)<br>◆ 可能的情況：「一個世界、兩套系統」甚至要兩套研發系統(間接效果) |
| 政府對策 | ◆ 促成關鍵商品(critical goods)價值鏈串連，美臺政府可協助雙方產業建立「可信任的生產履歷」機制或資安認證體系 |

資料來源：本研究。

表 8-1-2 就領域別歸納我們所分析的美中科技戰對全球價值鏈的影響。美中科技戰的主戰場其實在美中之間，主要在半導體及 5G 領域有較複雜的多方關係。值得強調的是：一些廠商（含美商）的策略是 In China, for China；這是企業的策略選擇。但是，美國政府對台積電的要求是 For USA, in USA，因此台積電最近已宣布將到美國設立 5 奈米的 12 吋晶圓廠。但是，未來一個對臺灣較不利的情境是：中國政府也可能要求 For China, in China，這會使得一些臺商面臨選邊站難題。一種可能的情況是：有些臺商可能在兩岸間採取「兩個屋頂（營運體系）」的營運方式，透過減少對美國技術、設備、原料的依賴來服務中國大陸市場（間接效果）。

**表 8-1-2　美中科技戰對全球價值鏈的影響：領域別**

| 領域 | **中國大陸在一些既有複雜產品產業尋求突破或自主創新，如「大飛機夢」的 C919** |
|---|---|
| 可能演變的方向 | ◆ 中國大陸會尋求透過與第三方國家的合作，降低對美國的依賴 |
| 對臺商的影響或變數 | ◆ 在國際寡占的複雜產品系統，臺商的著力點相當有限 |
| 領域 | **AI 領域** |
| 可能演變的方向 | ◆ 華爾街日報：優勢在美國一邊，但美中間的差距在縮小<br>◆ Ernst：美國對中國大陸的技術封鎖正迫使中國大陸強化 AI 在基礎研究和應用研究的連結，這有助於中國大陸在核心基礎技術的迎頭趕上 |
| 對臺商的影響或變數 | ◆ 目前比較處於美中兩國相互較勁階段；不過 AI 晶片的發展也牽涉到半導體產業 |
| 領域 | **半導體領域：多方關係** |
| 可能演變的方向 | ◆ 華爾街日報：美國在半導體領域佔據優勢<br>◆ 美國政府對台積電的要求是 For USA, in USA |
| 對臺商的影響或變數 | ◆ 變數：中國政府也可能要求 For China, in China，會使得一些臺商面臨選邊站難題。有些臺商可能在兩岸間採取「兩個屋頂(營運體系)」的營運方式，透過減少對美國技術、設備、原料的依賴來服務中國大陸市場(間接效果)<br>◆ 中國大陸「去美化」需比較長的時間，且初期可能不是「中國化」，而是拉攏韓國、臺灣等相關業者或人才等(直接效果)。由於半導體產業在美中科技戰中舉足輕重，臺灣等相關業者在中長期可能將面臨是否當地化問題(間接效果) |

| 領域 | 5G 相關領域：對「一個世界、兩套系統」的進一步思考 |
| --- | --- |
| 可能演變的方向 | ◆ 基礎網路層、中介軟體/服務平台層、終端設備層、和應用層反映出多種互補技術、產品及應用間的複雜關係，也顯示美中雙方各有所長<br>◆ 美中雙方未來在 5G 產業的發展不完全取決於單一的產業價值鏈 |
| 對臺商的影響或變數 | ◆ 業界普遍預期 5G 會出現白牌設備的商機，打破原本國際通訊系統設備壟斷的局面，臺商可以突破原有的 OEM/ODM 代工型態(直接效果) |

資料來源：本研究。

另一方面，中國大陸可能會擴大吸引我半導體企業投資與人才，以利長期建構在中國大陸的「全產業鏈」。短期內，中國大陸半導體產業發展戰略的重點是降低對美國的依賴。我們認為：這種「去美化」需要比較長的時間，而且初期可能不是「中國化」，而是拉攏韓國、臺灣等相關業者或人才等（直接效果）。但是，由於半導體產業在美中科技戰中舉足輕重，臺灣等相關業者在中長期可能將面臨是否當地化問題（間接效果）。

我們也初步探討工業 4.0 與新冠疫情對全球價值鏈的影響。先進國家推動工業 4.0 一個重要的目的是製造業回流，但是目前的觀點或證據尚不足以支撐這個看法。就高階自動化對全球價值鏈的影響，不能採取「技術決定論」的觀點，還需考慮眾多其他的因素，包括：市場的差異化、營運模式的改變、資本與勞動力平衡考量對技術採納的誘因等因素。我們的製鞋業案例分析也支持這種論點。

更重要的是，在這全球價值鏈變動的過程，我國的製鞋業供應鏈大廠也積極投入智慧製造及先進材料等方面的研發；而這也相當程度促使國際品牌大廠在調整智慧製造的發展路線時，回頭加強與臺灣價值鏈夥伴（如寶成、豐泰）的合作。所以工業 4.0 不只是牽涉到製造端和供應鏈上的智慧機械、智慧製造、智慧供應鏈等數位化解決方案，還牽涉產品架構的改變和先進材料等方面的研發創新。

一個值得注意的發展是：新興的數位化解決方案可能形成新型態（數位化）的「價值鏈上的服務」或製造服務化。臺灣的 ICT 產業早已發展出製造服務化：由 OEM、ODM 到物流維修，都在為國際品牌提供各種「價值鏈上的服務」。但是，新數位化科技有助於管理跨境和跨組織的全球價值鏈，因此透過數位化加值，供應鏈上的服務會有新的面貌，即便工廠在海外，可以遠端調校、處理；這種情況下或許比較容易形成以市場為主要考量的區域化供應鏈或是以市場為核心的短鏈。過程中，臺灣本地的廠商可以提供新數位化型態的製造服務，藉此有機會提高附加價值。

## 第二節　建議

現有對於全球價值鏈的討論或觀察是以已開發國家或其領頭羊廠商（尤其是美國的品牌大廠）的觀點為主，而且大多著重於探討現有產業之「供給面連結」變化趨勢，或開發中國家如何強化其在全球價值鏈體系之參與，對於已進入價值鏈之參與者，則重視如何提升其在價值鏈中的位階。因此，若單純以全球價值鏈的角度來論述臺灣的產業發展或轉型會有盲點，因此我們的建議將分為兩個部分：全球價值鏈相關部分與全球價值鏈觀點之外部分。

### 一、全球價值鏈相關部分

1. 加強智慧供應鏈之國際合作：我國深度參與全球價值鏈的產業，在工業 4.0 發展趨勢中，其實面對智慧供應鏈之國際連結與主導權問題。一般而論，在訂單非常集中的產業中，全球價值鏈的主導者大多為品牌客戶，供應鏈之智慧化可能為跨國、跨廠性質，也將取決於品牌客戶/領頭羊廠商。依此，我們建議：針對部分如紡織、鞋類或航太等具高度國際供應鏈鏈結、訂單相對集中等產業，政府可以推動智慧供應鏈國際合作計畫，在配合國際大廠的智慧製造需求之前提下，鼓勵臺灣供應商可以與品牌商或領頭羊合作，共同開發新智慧解決方案，強化供應鏈的緊密關係。

2. 加強推動工業 4.0 的營運模式創新：一個值得注意且臺灣廠商較少著墨的發展是：廣義的智慧製造或數位轉型牽涉到營運模式創新，可能藉此改變國際供應鏈的樣態。一個與臺灣有關的案例是 Peloton 的軟體/服務思維創新對臺灣運動器材製造業的影響。Peloton 的創新元素同時包括產品、服務與內容，但其營運模式卻是以軟體/服務思維為基礎；其三大核心為：銷售設備、註冊訂閱與創建影音內容。透過飛輪課程結

合數位科技轉型為飛輪工作室 2.0，讓健身服務可以快速地放大規模。在成為獨角獸之後，Peloton 還來臺併購了原本的供應商-臺南的飛輪大廠期美科技。另外，針對臺灣在地臺商，協助製造升級及智慧化發展，同時也要協助朝向平台化方式經營，以發展更多新型態（數位化）的「價值鏈上的服務」或製造服務化。

3.加強與 Born-global 領導業者的合作：一些領導廠商或快速成長新興中小企業在經營數位或智慧科技新興領域，其創新生態系具有「先天國際化」特色，因為數位經濟很容易突破國界的障礙，而且仍在演進和集結中。這些廠商作為這些領域的重要平臺業者在創新生態系中可扮演領頭羊的角色，也在跨境、跨域尋求相關的業者一起加入和壯大其生態系；產生新型態的全球價值鏈。就此一個參考案例是 Tesla 和 Peloton。這種環繞著具「先天國際化」特色新興業者的全球價值鏈型態明顯不同於既有產業的全球價值鏈樣貌。但這意味著我國可以在一些新興領域（如電動車/智慧車、物聯網）成為集結中的創新生態系之策略聯盟夥伴。我國政策長期以來比較偏重於與美國矽谷合作培育我國自己的新創企業，但是從 Tesla 和 Peloton 的案例來看，另一個可能的作法是：與主要國家具有潛力的 Born-global 新創企業合作，協助他們發展創新營運模式所需的解決方案，進而隨著他們的生態系或供應鏈一起成長。

4.協助建立新的供應鏈關係連結：在因美中貿易戰而產生市場轉向的產業或產品領域，臺灣需要建立新的供應鏈關係連結，以促成臺灣出口商品結構與市場結構的轉型。以汽車相關產業為例，臺灣汽車零組件產業傳統上著重於售後服務市場（AM），若要切入到整車廠或 Tier 1 的供應鏈體系，一方面面臨如何與整車廠或 Tier 1 建立聯繫關係，另一方面需要繁

瑣冗長的產品和製程調整問題；而且後者並非政府一般性的研發補助計畫補助的重點。但是若能透過一些補助和輔導計畫協助廠商通過調整陣痛期，則臺灣汽車零組件產業（及扣件業者）將有機會建立新的訂單和市場連結機會。

5.促成關鍵商品（critical goods）價值鏈串連：目前美臺之間類似一種「信任聯盟」（Trust-based Alliance），有其國際政經情境因素。但若從促成關鍵商品（critical goods）價值鏈串連的角度來看，美臺政府或許可以協助雙方產業建立「可信任的生產履歷」機制或資安認證體系。

6.協助臺商分流：在第二場座談會，有公會代表提到：針對從中國大陸撤出但不適合在臺灣生產的臺商，希望政府能夠提出協助措施，如鼓勵大廠建立共創平台，透過大廠帶動供應鏈廠商到國外佈局，促進整體產業鏈的完整，並與被投資國形成完整產業生態系，雙方互惠。尤其是注意臺商應加強產業升級和提高供應鏈自主性；不能只有低階或半產品，需要加強產業供應及產業自主。

## 二、全球價值鏈觀點之外部分

1.重視材料和產品架構的創新：美中科技戰、日韓科技產品的貿易管制顯示：衝突雙方的手段趨於多元，除既有的產業標準之爭、跨境貿易、投資限制之外，還包括材料、重要設備的出口核准或管制（日韓的「白名單」之爭）等。而且，材料、重要設備向來為我國主要產業發展的弱點，即便半導體業也是如此。因日韓的「白名單」之爭，韓國已開始加強重要材料、重要設備的國產化。參考新加坡的裕廊島石化產業聚落案例；在缺乏能資源的情況下，利用其區域物流、交通與創新地位建立起亞洲石化王國及產業鏈的代表案例；可作為我國石化專區的標竿。

我們也就新冠疫情對全球價值鏈的影響提出一些與全球價值鏈較有關的看法，包括：對全球化的反思或全球化的內縮、供應鏈韌性與經濟安全。從科技前瞻的角度來看，疫情是外卡，但並非不可預期。更重要的是，此次疫情影響深遠，造就新經濟社會常態，需要我們結合科技、制度等超前部署。儘管新冠疫情催生「無接觸經濟」等模式的興起，未來的科技解決方案並非只是處理疫情管理或類似的緊急情況，而是因疫情的影響，一些新型態的無接觸商務可能成為「新常態」。如「在家工作」、遠距服務（如遠距裝機、遠距調校）模式變成比較容易為市場或社會所接受；而科技與營運模式的加值可使多種類型的「無接觸經濟」變得更友善或更具體驗價值。

其實，全球供應網絡的脆弱性早有前例，只是多僅限於特定地區、產業自主調控回應解決，不曾升級為國家層次的安全議題。但是新冠疫情時期卻促成了政府的介入，例如臺灣的「口罩國家隊」、川普總統動用《國防生產法》等。

2.針對未來類似疫情所涉及之經濟安全相關的物資，我們建議：（1）政府可建立緊急授權機制，如美國的《國防生產法》；（2）在雙邊或複邊架構下建立可能的備援體系。我們認為發展民生及戰備產業需要有配套。生產經濟安全之相關物資其實涉及供應鏈韌性與成本效益的衡量。我國因市場規模有限，很難全面部署，故我們參考紐澳正在推動的 economic bubble（建議翻譯成「經濟互助圈」）概念，提出建議。雖然紐澳兩國目前的規劃僅限於安全旅遊，但是範圍其實是有擴大的可能性，如在 like-minded countries 或 trust-based partners 之間擴大成經濟安全或醫療安全互助協議。尤其，考慮我國市場規模有限，我們認為涉及經濟、社會安全或韌性的供應鏈布局需要在雙邊或複邊的架構處理比較合乎成本效益。事後反思，其實新加坡將口罩生產放在臺灣就是一種「經濟互助圈」

的雛型，只是我國不僅要兌現承諾，並可進一步思考能否與新加坡形成互助的關係。因此，我們建議政府基於上述脈絡研擬與一些友好國家去探討形成特定領域的「經濟互助圈」（如經濟安全或醫療安全互助協議）。

# 參考文獻

## 中文文獻


PWC（普華永道）（2020 年），「新型冠狀病毒肺炎疫情影響下在華美資企業的供應鏈戰略」，網址：https://www.amchamchina.org/uploads/media/default/0001/12/b58fbd32f612c8f848a99141c84d8f4de8948287.pdf。

WEF 與麥肯錫（2019 年），《第四次工業革命：製造業技術創新之光》。

中國科學院數學與系統科學研究所（2019 年），「中美貿易摩擦下中國出口移轉初探」，出自《全球價值鏈與中國貿易增加值核算研究報告》，中國商務部委託計畫期末報告。

中國商務部（2019 年），《中國對外直接投資公報》，北京：中國統計出版社。

中經院（2019 年），《美中貿易衝突下，大陸外商來臺投資之機會》，經濟部投資業務處委託計畫期末報告。

杜巧霞、陳信宏、吳玉瑩、李宜靜與劉亮君（103 年），《全球價值鏈發展對我國經貿關係之意涵》，經濟部國際貿易局/外交部委託計畫期末報告。

陳信宏、歐宜佩與林葳均（2017 年），「台商的國際化轉型」，發表於〈「臺商大陸投資對兩岸經濟的影響」研討會〉，臺灣大學公共政策與法律研究中心、臺大社會科學院，2017 年 12 月 1 日，台北。

陳信宏、歐宜佩與林葳均（2017 年），「台商的國際化轉型」，發表於《「臺商大陸投資對兩岸經濟的影響」研討會》，臺灣大學公共政策與法律研究中心、臺大社會科學院，臺北，2017 年 12 月 1 日。

溫蓓章與張乃瑄（109 年），「再區域化趨勢下，協助廠商從技術面提升製造供應鏈的韌性」，經濟前瞻。

黃鈺茹與黃舜卿（107 年），「數位經濟下跨國企業投資趨勢與全球價值鏈變動及對臺灣之啟示」，《經濟研究》，第 18 期，289~327 頁。

溫蓓章、鍾富國、余佩儒、張乃瑄、洪尉淳與林葳均（108 年），《先進國家再工業化與對國際創新生態系的影響》，中華經濟研究院，經濟部技術處委託計畫期末報告。

溫蓓章、鍾富國、陳筱琪、余佩儒、張乃瑄、李佳儒、許齡方、洪尉淳與蘇千惠（107 年），《先進國家再工業化與對國際創新生態系的影響》，中華經濟研究院，經濟部技術處委託計畫期末報告。

劉孟俊、吳佳勳、鍾富國、王國臣、陳蓉怡與謝念億（108 年），《中國大陸制度設計對新興產業科技創新路徑影響分析》，中華經濟研究院，經濟部技術處委託計畫期末報告。

蔡佩珍（104 年），「全球價值鏈重組對臺灣分工地位之衝擊」，經濟研究，第 15 期，77~102 頁。

駐韓國台北代表部經濟組（2019 年），韓國公布推動「超 5G 策略」。新聞來源：韓國科學技術資訊通信部（2019 年 4 月 8 日）。
https://www.trade.gov.tw/World/Detail.aspx?nodeID=45&pid=665939。

戴志言、陳佳珍、謝沛容與黃佳寧（108 年），《中國大陸高端設備與新材料產業系統性創新對台灣智慧製造產業影響之研究》，中華經濟研究院，經濟部技術處委託計畫期末報告。

簡禎富（2019 年），「台灣「工業 3.5」製造戰略與數位轉型的領導和推動」，出自 Deloitte（2019 年），「工業 4.0 新戰

略與發展路徑」，獲取自 https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/tw/Documents/energy-resources/tw-2019-industry-report.pdf

蘇偉綱、趙芊惠與徐子明（2019 年），「美中貿易戰最新發展下對台灣通訊產業之影響評析」，資策會 MIC。

## 英文文獻

APEC 2019. APEC Economic Policy Report 2019. Structural Reform and the Digital Economy. Publication Number: APEC#219-EC-01.4, Published Date: December 2019. https://www.apec.org/Publications/2019/11/2019-APEC-Economic-Policy-Report, last visited in 2020/3/12.

Baldwin, R. 2013a. Global supply chains: why they emerged, why they matter, and where they are going. In D.K. Elms and P. Low (eds.). Global Value Chain in a Changing World, Geneva: World Trade Organization.

Baldwin, R. 2013b. A holistic approach to the new trade-FDI reality. In World Economic Forum. Foreign Direct Investment as a Key Driver for Trade, Growth and Prosperity: The Case for a Multilateral Agreement on Investment. Geneva: World Economic Forum.

Baldwin, R. 2020. Supply chain contagion waves: Thinking ahead on manufacturing ‘contagion and reinfection’ from the COVID concussion. https://voxeu.org/article/covid-concussion-and-supply-chain-contagion-waves

Bas, C. L., and Sierra, C. 2002. Location versus home country advantages in R&D activities: Some further results on

multinationals' locational strategies. Research Policy, 31(4): 589–609.

Bown, Chad P. 2020a. Unappreciated hazards of the US-China phase one deal. https://www.piie.com/blogs/trade-and-investment-policy-watch/unappreciated-hazards-us-china-phase-one-deal.

Bown, Chad P. 2020b. US-China Trade War Tariffs: An up-to-Date Chart. https://www.piie.com/research/piie-charts/us-china-trade-war-tariffs-date-chart.

Butollo, Florian 2020. Digitalization and the geographies of production: Towards reshoring or global fragmentation? Competition & Change, April.

Chen, S. H. 2002. Global production networks and information technology: The case of Taiwan. Industry and Innovation, 9(3): 247–264.

Chen, S.-H. and P.-C. Wen 2013. A longitudinal view on global production network, trade and economic integration. Paper presented at conference on Trade and Development Symposium at the Ninth WTO Ministerial Conference, Bali, Indonesia, 3-5 December 2013.

Chen, S.-H. and P.-C. Wen 2016. The evolution of China's mobile phone industry and good-enough innovation. In Y. Zhou, W. Lazonick, and Y. Sun (eds.). China as an Innovation Nation. Oxford: Oxford University Press.

Cline, W. R. 1982. Can the East Asian model of development be generalized? World Development, 10(2): 81-90.

Dorleta Ibarra, Jaione Ganzarain, and Juan Ignacio 2018. Business model innovation through Industry 4.0: A review. Procedia Manufacturing, 22 (2018): 4-10.

Ernst, D. 2006. Innovation Offshoring: Asia's Emerging Role in Global Innovation Networks (East-West Center Special Report No. 10). Honolulu: East-West Center.

Ernst, D. 2020. Competing in Artificial Intelligence Chips: China's Challenge amid Technology War. East-West Center.

Eurofound 2018. Born Globals and Their Value Chains. Luxembourg: Eurofound.

Ferrantino, M. J. and Koten, E. E. 2019. Understanding Supply Chain 4.0 and its potential impact on global value chains. In WTO. Global Value Chain Development Report 2019: Technological Innovation, Supply Chain Trade, and Workers in a Globalized World. Geneva: WTO.

Gerybadze, A., and Reger, G. 1999. Globalization of R&D: Recent changes in the management of innovation in transnational corporations, Research Policy, 28(2-3): 251–274.

Grande, E., and Penschke, A. 1999. Transnational cooperation and policy networks in European science policy- making. Research Policy, 28(1): 43–61.

IMF 2016. World Economic Outlook. IMF.

Itakura, Ken 2019. Evaluating the impact of the US–China trade war." Asian Economic Policy Review, 00, 1-17.

Koo, Ja Heung 2019. Bringing 5G into a Reality.

Makino, S., Lau, C., and Yeh, R. 2002. Asset-exploitation versus

asset-seeking: implications for location choice of foreign direct investment from newly industrialized economies. Journal of International Business Studies 33(3): 403–21.

Mao, Haiou and Görg, Holger 2019. Friends like this: The impact of the US-China trade war on global value chains. KCG Working Paper, No. 17.

Moleroa, J., and Garciab, A. 2008. The innovative activity of foreign subsidiaries in the Spanish Innovation System: An evaluation of their impact from a sectoral taxonomy approach. Technovation, 28(11): 739–757.

Nicita, Alessandro 2019. Trade and trade diversion effects of United States tariffs on China. UNCTAD Research Paper No. 37.
https://unctad.org/en/PublicationsLibrary/ser-rp-2019d9_en.pdf.

OECD 2017a. The Future of Global Value Chain: Business as Usual or “a New Normal”. Paris: OECD.

OECD 2017b. The Next Production Revolution: Implications for Governments and Business. Paris: OECD.

PC4iR 2017. “Plan for the Fourth Industrial Revolution” to Promote Innovative Growth I-KOREA 4.0. Presidential Committee on the Fourth Industrial Revolution. The Government of Republic of Korea. www.4th-ir2018.co.kr › bbs › download, last visited in 2019/11/18.

Sanna-Randaccio, F., and Veugelers, R. 2007. Multinational knowledge spillovers with decentralized R&D: A game-theoretic approach. Journal of International Business

Studies, 38(1): 47–63.

Tsai, F. S., Hsieh, H. Y., Fang, S. C., and Lin, J. 2009. The co-evolution of business incubation and national innovation systems in Taiwan. Technological Forecasting and Social Change, 76(5): 629–643.

WEF and UNDP 2019. Reshaping Global Value Technology, Climate, Trade – Global Value Chains under Pressure. Geneva: WEF.

World Bank 2020. Trading for Development in the Age of Global Value Chains. Washington: World Bank.

World Economic Forum (WEF) 2018. Driving the Sustainability of Production Systems with Fourth Industrial Revolution Innovation.

WTO 2019. Global Value Chain Development Report 2019: Technological Innovation, Supply Chain Trade, and Workers in a Globalized World. Geneva: WTO.

Yang, Heyoung, Kim, Su Youn, and Yim, Seongmin 2019. A Case Study of the Korean Government's Preparation for the Fourth Industrial Revolution: Public Program to Support Business Model Innovation. J. Open Innov. Technol. Mark. Complex. 2019, 5, 35; doi:10.3390/joitmc5020035

Yoo, Y., O. Henfridsson and K. Lyytinen 2010. The new organizing logic of digital innovation: An agenda for information systems research. Information Systems Research, 21(4): 724-735.

Granstrand, O., Håkanson, L., and Sjölander, S. 1993. Internationalization of R&D-A survey of some recent research. Research Policy, 22(5-6): 413-430.

Chen, T. J., Ku, Y., and Liu, M. 1995. Direct investment in low-wage and high-wage countries： The case of Taiwan. In Chen, E., and P. Drysdsle (eds.), Corporate Links and Foreign Direct Investment in Asia and the pacific. Australia: Harper Educational.

Archibugi, D., and Iammarino, S. 1999. The policy implications of the globalisation of innovation. Research Policy. 28(2-3): 317–336.

Goodman, M. P., Risberg, P., and Kennedy, S. 2019. Beyond the Brink: Escalation and Conflict in the U.S.-China Economic Relations. Washingtion: Center for Strategic and International Studies (CSIS).

Gereffi, Gary 2017. Global Value Chains, Industry 4.0, and Korean Industrial Transformation. Presentation by Duke GVC Center research team in collaboration with KIET.

MHES 2018. I-Korea 4.0: Bring South Korea into a new digital era. ICDK (Innovation Center Denmark Seoul) Outlook No. 7, December 2018. Ministry of Higher Education and Science, Denmark.

Strange, R. and Zucchella, A. 2017. Industry 4.0, global value chains and international business. Multinational Business Review, 25(3): 174-184.

## 日文文獻


內閣府（2016），Society 5.0「科学技術イノベーションが拓く新たな社会」説明資料，網址：http://www8.cao.go.jp/cstp/society5_0/society5_0.pdf。

向山英彦（2020），製造業の再生に向けて動き出した韓国ー再生を図る政府事業の再構築を進める財閥ー。環太平洋ビジネス情報 RIM 2020 Vol.20 No.76, pp66-92。

經濟產業省（2017a），「Connected Industries」東京イニシアティブ 2017，網址：http://www.meti.go.jp/press/2017/10/20171002012/20171002012-1.pdf

經濟產業省（2017b），【全体版】新産業構造ビジョン，網址：http://www.meti.go.jp/press/2017/05/20170530007/20170530007-2.pdf。

經濟產業省（2017c），【概要版】新産業構造ビジョン，網址：http://www.meti.go.jp/press/2017/05/20170530007/20170530007-1.pdf。

經濟產業省（2017d），Connected Industries の概要，網址：http://www.meti.go.jp/press/2016/03/20170320001/20170320001-1.pdf。

經濟產業省（2018），「Connected Industries」関連政策の進捗等について，網址：http://www.meti.go.jp/policy/mono_info_service/connected_industries/pdf/201806_progress.pdf。

國家發展委員會 108 年度
「全球價值鏈重組趨勢下探討臺灣產業轉型策略與作法」
委託研究計畫案

# 附錄一　期初報告意見回復表

| 審查意見 | | 回覆說明 |
|---|---|---|
| 1. | 本研究議題範圍廣泛，應詳述規劃之研究方法，惟本期初報告第一章第三節「研究方法」(p.10)除總體數據交叉分析外，其餘「二、台商回流台灣」、「三、美國回流倡議組織」、「四、歐洲回流監測計畫」等內容似與研究方法無直接關聯，建請調整相關內容，完善本案研究方法。 | 已遵照建議，移除「二、台商回流台灣」、「三、美國回流倡議組織」、「四、歐洲回流監測計畫」等內容。 |
| 2. | 本報告內容多元，惟分析散落於各章節內容，建請檢視相關分析調整至適當章節，並適度精要各章節篇幅；另為利讀者了解章節間連貫性、掌握分析脈絡，建請於各章起始增加附架構圖之說明段、且於各章末增設小結一節；亦請於緒論中強化全篇報告架構相關說明，並增設詳盡之章節索引，以利閱讀者查閱。 | 期中報告除了完成的章節內容之外，我們並已列出在期末報告可能完成的章節，以呈現未來整個報告的面貌。目前已規劃在各章末增設小結一節，但是我們希望在參考期中報告的評審意見後，於期末報告再完成各章末增設之小結。 |
| 3. | 第一章第三節(p.19)說明將以製鞋業及紡織業為例，分析供應鏈 4.0 對全球價值鏈初步影響；建議應考量更具政策意涵之前瞻性產業為案例，並將供應鏈 4.0 之數位轉型議題之相關分析納入本案研究內容。 | 第六章在第四節到第七節，我們預計完成 4 個案例，且這 4 個案例都有明確的申論方向與內容。目前已完成第四節製鞋業案例和第五節特斯拉(Tesla)案例。<br>第四節製鞋業案例(280 頁~289 頁)定位為：工業 4.0 對全球價值鏈的初步影響。案例中我們分析了 Nike 智慧製造與供應鏈的轉變歷程，和 Adidas Speedfactory 智慧製造與供應鏈的轉變歷程。這兩個廠商案例都是先進國家品牌業者推動工業 4.0 的轉型，並對我國 OEM/ODM 合作夥伴產生影響和意涵。簡言之，Nike、Adidas 投入智慧製造、智慧供應鏈的研發創新，與我國 OEM/ODM 夥伴的關係也變得不穩定。他們都曾企圖跳過或擺脫臺灣的供應鏈夥伴，改而與他國其他領域廠商(如電子、設備製造商)合作。不過，Nike 和 Adidas 計畫都最終喊 |

| | | |
|---|---|---|
| | | 停，我們並分析了背後的因素。另一方面，我國 OEM/ODM 廠商，寶成、豐泰等也積極投入智慧製造及先進材料等的研發；最終促使國際品牌大廠回頭加強與臺灣價值鏈夥伴合作。<br>第五節特斯拉案例(290 頁~302 頁)定位為：Born-global Company 與其價值鏈的演變。特斯拉為電動車廣受矚目的新興業者，而且可視為 Born-global company。特斯拉開發電動車的原始夥伴就包括我國的富田、致茂等機電廠商。而且 2013 年推出的 Tesla Model S 的供應鏈裡(以及目前)國內廠商仍能持續有臺灣廠商供應一些重要零件。之後，特斯拉獲得美國政府經費支持，將工廠移回美國，最近也在中國大陸設廠；特斯拉後續也與不同的企業、大學合作累積整車技術，故我國廠商原處於特斯拉供應鏈之位置，可能出現變化。因此，我們以特斯拉案例，檢視 Born-global Company 與其價值鏈的演變。案例最後，我們並提出：未來值得持續關注的是，隨著特斯拉已在中國大陸上海設廠，而且採用高階自動化的生產模式，這是否會使得特斯拉的供應鏈進一步出現變化，尤其是納入中國大陸的供應商？預定期末報告還會完成兩個案例，第六節紡織業案例定位為：響應美國製造，和第七節廣達電腦案例定位為：回流臺商。 |
| 4. | 本期初報告部分內容引用媒體資訊，如第二章第二節(p.47)引述彭博社、華爾街日報、路透社等訊息，建請補充官方發布資訊為主要來源。 | 在內文中我們已經加註引述來源。另外，我們也在第四章「美中貿易戰對臺灣產業之影響：短期觀點」之第一節增加了一些「國內外智庫之既有分析」(290 頁~302 頁)，以強化相關數據分析的嚴謹度。 |
| 5. | 第三章第二節「全球價值鏈與臺灣產業代表性案例」(p.66)以資通訊和紡織產業為案例分析全球價值鏈與臺灣產業發展關聯，請補充並強化選取該兩項產業之原因及相關說明。 | 第三章這兩個案例都是我國最具代表性的全球價值鏈相關產業案例。因此，我們在第六章「工業 4.0 與全球價值鏈的中長期議題」，特別也對應提出兩個案例，分別為第六節紡織業案例定位為：響應美國製造，和第七節廣達電腦案例定位為：回流臺商。 |

| | | |
|---|---|---|
| | | 不過，這兩個案例預定於期末報告完成。 |
| 6. | 第五章說明先進國家推動工業 4.0 的發展趨勢的內容，但對各國的發展狀況多未掌握最新資訊，如德國 2019 年 2 月已發布「國家工業戰略 2030」等，建議須強化。 | 第五章已經更新，主要包括：第二節美國：「美國製造」與「鼓勵製造業回流」(163 頁~189 頁)；第三節德國、英國與日本之先進製造或工業 4.0(190 頁~235 頁)；和第四節中國大陸：「中國製造 2025」與工業互聯網(236 頁~265 頁)。其中，德國部分已經增加說明德國 2019 年 2 月所發布「國家工業戰略 2030」(201 頁~205 頁)。 |
| 7. | 第七章有關發展模式的標竿國家將以韓國及新加坡為例進行探討，此兩國雖與我國並列亞洲四小龍，但新加坡產業發展以服務業為主、韓國企業以大企業為主，與我國產業型態有所不同，建議再增加與我國產業鏈關聯度高的日本，或與我國相似以中小企業為主的德國進行研究。 | 主要的意見是建議再增加與我國產業鏈關聯度高的日本，或與我國相似以中小企業為主的德國進行研究。因此，我們在第五章就此意見加以回應。第五章第三節中，特別針對日本的：「Society 5.0 超智慧社會」與互聯產業(Connected Industries)加以分析。考慮日本的「Society 5.0 超智慧社會」與全球價值鏈關係較有限，我們特別分析互聯產業 (Connected Industries)，並特別加強分析日本「生產技術提升：協助中小企業引進新興科技」(226 頁~234 頁)。<br>第五章第三節也包括了對德國智慧製造相關政策的分析，重要政策包括：2015 年 Autonomik fur Industrie 4.0 計畫、延續性政策：Plattform Industrie 4.0 計畫，以及為服務輔導德國中小企業轉型為數位製造，《Platform Industry 4.0》平臺所提供「工業 4.0 線上地圖」與「工業 4.0 指南針」的服務。。 |
| 8. | 其他意見：<br>(1) 有關表 4-1-1 美中貿易戰下的個別產業影響分析(p.90)內容多為台經院 2019 年 7 月 8 日報告所彙整，應針對相關資料進行更新；另本報告引用 5 年以內最新文獻篇幅不高，多為 5 至 10 年以上之既有文獻，建請除關鍵說明或經典理論等必要情況外，相關引用及資料庫使用應以最新更新資訊為原則。 | 第四章「美中貿易戰對臺灣產業之影響：短期觀點」之第一節已增加了一些「國內外智庫之既有分析」(290 頁~302 頁)。特別就全球產業鏈部分的影響，我們增加了一些國外及中國大陸智庫的分析(96 頁~101 頁)。另外，針對美中貿易戰對臺灣經貿/產業情勢影響(數據評估)也新增了一些內容(102 頁~119 頁)。<br>由於新增了相當多的內容，也引用了 |

| | | |
|---|---|---|
| | | 較多的最新文獻。 |
| | (2) 第四章第二節「總體數據海外訂單與出口之交叉分析」(p.94)，訂單變化趨勢之「電子產品從-4.7%降低到-2.8%」，其中降低相關字樣似為誤植，建請酌修為增加。 | 第四章第二節「總體數據海外訂單與出口之交叉分析」已經更新。而且數據的分析以 2019 年的最新資料為主。這部分，除了第二節總體數據：海外訂單與出口之交叉分析外(120 頁~128 頁)，還新增了第三節「資訊與通訊產品」產業案例分析(129 頁~135 頁)和第四節臺商回臺案例分析：與智慧製造相關者(136 頁~157 頁)。 |
| | (3) 圖 4-2-1(p.95)及表 4-2-1(p.98)似有數據對應不一致情形，建請檢視相關數據；另有關圖形中以不同顏色強調之差異無法於報告中呈現，如圖 4-2-1(p.95)等，建請於期中報告調整。 | 第四章第二節「總體數據海外訂單與出口之交叉分析」已經更新。 |
| | (4) 考量工業 4.0 為較新之概念，建請於第五章針對工業 4.0 補充相關名詞定義及概念說明。 | 工業 4.0 其實已經出現一段時間，且第五章對先進國家「再工業化」與工業 4.0 發展趨勢已有相當篇幅的分析，希望能夠有助於釐清工業 4.0 概念。 |
| | (5) 建請補充圖 5-1-1(p.102)中有關「先進製造」(Advanced remanufacturing)之相關說明。 | 美國主推「先進製造」(Advanced remanufacturing)，故第五章第二節分析美國：「美國製造」與「鼓勵製造業回流」的推動情況(163 頁~189 頁)。 |

國家發展委員會 108 年度
「全球價值鏈重組趨勢下探討臺灣產業轉型策略與作法」
委託研究計畫案

# 附錄二　期中報告意見回復表

| 審查意見 | | 回覆說明 |
|---|---|---|
| 一、資策會產業情報研究所詹所長文男 | | |
| 1. | 本案蒐集之資料豐富，建議未來可針對中美科技戰的可能發展情境進行模擬，如：是否產生一個世界兩套系統、不同情境對全球價值鏈之影響與因應對策等，並可多著墨於中長期觀點。 | 感謝評審的意見。在第六章我們已特別針對國內相當關注「一個世界、兩套系統」概念做進一步的推論。(pp.340-342；pp.347-349) |
| 2. | 建議說明全球價值鏈之影響分析架構，另有關訂單轉移、製造研發項目改變或生產地區移轉等議題，亦建議納入分析。 | 感謝評審的意見。我們在第六章以「轉變中的全球價值鏈」為標題，探討美中貿易戰與科技戰、工業 4.0 的影響。(pp.336-368) |
| 3. | 有關中美科技戰對全球價值鏈移轉之影響，建議進一步探討直接效果或間接效果相關議題。 | 感謝評審的意見。我們在第六章以「轉變中的全球價值鏈」為標題，探討美中貿易戰與科技戰、工業 4.0 的影響。並特別標示出直接效果或間接效果。(pp.363-365) |
| 4. | 有關中國大陸之新工業政策，如新型基礎設施建設(簡稱「新基建」)，建議考量納入。 | 我們在第四章第四節已就中國大陸最近所提出的「新型基礎設施」的建設規劃加以分析。(pp.244-252) |
| 5. | 新冠肺炎(COVID-19)疫情對全球價值鏈之影響深遠，甚至可能大於中美貿易戰之影響，建議稍作分析。 | 感謝評審的意見。我們在第六章以「轉變中的全球價值鏈」為標題，探討美中貿易戰與科技戰、工業 4.0 的影響。其中，第四節則提出我們就工業 4.0 與新冠疫情對全球價值鏈的影響之初步看法。另外，各章也在相關論述延伸討論新冠疫情的影響。(pp.137-141；pp.145-146；pp.356-362) |
| 二、台灣經濟研究院邱分析師昱芳 | | |
| 1. | 本案彙整並分析眾多國內外智庫研究成果，並透過強化各項議題之分析深度，提供產業轉型之策略與作法，未來應可作為政策擬定之參考。 | 感謝評審的意見。第三章主要從短期觀點探討美中貿易戰對臺灣產業之影響，主要的目的是掌握國內外其他智庫的相關分析，這是本計畫在後面章節進一步分析的參照基礎。因此，綜合前面各章的成果，我們在新增的第六章以「轉變中的全球價值鏈」為標題，探討美中貿易戰與科技戰、工業 4.0 的影響。(pp.434-437) |

| | | |
|---|---|---|
| 2. | 有關美中貿易戰及科技戰等面向，建議可進一步納入美中雙方於人工智慧、6G等新興應用領域之布局進展，並探討是否可能成為科技戰下一階段可能聚焦之議題。 | 感謝評審的意見。我們已在第六章第三節針對一些特定領域，討論美中科技戰對全球價值鏈的影響；包括：AI、半導體、5G。至於 6G 至今仍是一個模糊的概念，一般認為：未來的 6G 可能是以低軌衛星搭配現有的基地台，但仍有一些變數。(pp.61-64；pp.344-349) |
| 3. | 有關價值鏈變化之面向，除製造基地移轉外，亦可觀察台廠如何在各項價值鏈體系強化與當地體系之連結，提供符合在地化需求的製造服務。 | 感謝評審的意見。我們在第六章以「轉變中的全球價值鏈」為標題，在第二節則推論美中貿易戰對全球價值鏈的影響，已討論台廠如何在各項價值鏈體系強化與當地體系之連結，提供符合在地化需求的製造服務等議題。(pp.352-353) |
| 4. | 建議可進一步探討台廠在面對美中貿易戰調整終端組裝據點，惟零組件供應仍仰賴中國，導致供應鏈拉長對於廠商營運成本影響，及新冠肺炎(COVID-19)疫情對於我國廠商生產基地布局調整相關影響。 | 感謝評審的意見。我們在第六章第四節提出我們就工業 4.0 與新冠疫情對全球價值鏈的影響之初步看法。(pp.142-146；pp.336-368) |
| 5. | 有關工業 4.0 與全球價值鏈之中長期議題，美國最大電動汽車及太陽能板公司 Tesla 進入中國設廠並積極尋求與中國當地零組件業者合作，建議可進一步探討台灣相關供應鏈廠商對於此趨勢之因應及可扮演之角色。 | 感謝評審的意見。已在第五章第五節特斯拉(Tesla)案例分析中補充此一觀點。(p.314) |
| 三、國發會產業發展處 | | |
| 1. | 第四章提及本計畫預計舉辦兩場座談會，建議除邀請相關製造業者和資服業者外，可另邀請工業總會、工業團體代表等，以廣徵不同團體之建言。 | 感謝評審的意見。本計畫已舉辦了兩場座談會，以收斂研究成果和政策建議。邀請與談對象包括研發法人和智庫之學者專家、公協會、及資服業者。第一場座談會在 109 年 4 月 22 日舉行；第二場座談會在 109 年 5 月 8 日舉行。討論的議題也包括新冠疫情所引發的影響。並在第三章第五節歸納兩場座談會的成果。另以附件摘要座談會內容。(pp.137-141；pp.485-486) |
| 2. | 第五章探討先進國家(含美國、德國、英國、日本、中國大陸)推動再工業化與工業 4.0 之發展趨勢，建議進一步分析台灣可借鏡與學習的地方。 | 感謝評審的意見。我們已經調整章節架構，第四章盤點先進國家「再工業化」與工業 4.0 發展趨勢，並以小結分析臺灣可借鏡與學習的地方。(pp.257-262) |
| 3. | 臺灣中小企業占全體企業 97.64%，為產 | 感謝評審的意見。我們已經調整章節 |

| | | |
|---|---|---|
| | 業與經濟發展之骨幹，建議於第五章增加上述先進國家協助中小企業轉型措施政策。 | 架構，第四章盤點先進國家「再工業化」與工業 4.0 發展趨勢，其中在第三節特別就日本、德國分析先進國家協助中小企業轉型措施政策。另外，第七章第二節標竿新加坡案例，也特別注意新加坡協助中小企業轉型措施政策。(德國，pp.180-182；日本，pp.208-217；新加坡，pp.411-420；pp.423-424) |
| 4. | 期中報告第 106 頁內文與表格數據不一致，請釐清相關數據，並檢視報告中其餘相似情況，併同改善。 | 感謝評審的意見。已更新內文，請參考 p.93。 |
| 四、國發會經濟發展處 | | |
| 1. | 建議調整報告章節及架構安排： | |
| | (1)本報告章節安排似不易與研究架構圖相參照，建議斟酌調整並於增設之「章節安排」一節提供相關說明。亦請說明有關第三章「全球價值鏈」與第六章「工業 4.0」之順序安排；第二章、第四章均為「美中貿易」相關議題；第五章、第六章均為「工業 4.0」相關議題等內容規劃。 | 感謝評審的意見。第一章第四節已利用相當的篇幅說明本報告主要內容之章節安排(pp.12-15)。而且參考期中報告的意見，我們已經刪除原有的第三章「全球價值鏈」，另外以專章，在第六章以「轉變中的全球價值鏈」為標題，探討美中貿易戰與科技戰、工業 4.0 的影響。(pp.336-368) |
| | (2)研究架構中「對我國之影響分析與建議」應為本案重點，惟期中報告尚無相呼應之章節及內容，建議補充專章說明。 | 感謝評審的意見。我們已經以專章，在第六章以「轉變中的全球價值鏈」為標題，探討美中貿易戰與科技戰、工業 4.0 的影響。(pp.336-368) |
| | (3)本報告部分產業分析分散於各章節內容中，請於各章節增設「小結」一段歸納各章之分析與建議，以利參閱。 | 感謝評審的意見。在各章中都已增設「小結」一段歸納各章之分析與建議。請參見各章小結。 |
| | (4)請補充研究架構及研究方法相關說明，如：說明研究架構圖(第 4 頁)箭頭關係，包括研究計畫所提四大趨勢之「先進國家再工業化…」箭頭與其他趨勢呈現方式不同原因；另有關研究方法(第 10 頁)一節相關內容，亦請以圖示方式呈現。 | 感謝評審的意見。第一章第四節已利用相當的篇幅說明本報告主要內容之章節安排。而且期末報告已經相當幅度修正章節安排，以呼應研究架構。(pp.12-15) |
| 2. | 建議強化部分章節內容，以符計畫目標。 | 感謝評審的意見。所有修改的章節內容都已特別標示出來，以強化部分章節內容。請參考「紅色標示版」，紅色部分為增修處。 |
| | (1)報告第四章分析美中貿易戰對台灣產業影響著重短期觀點，建議加強探討美中科技衝突對全球供應鏈之可能變化，及對我國影響，並據以研提政府及企業 | 感謝評審的意見。這個議題已放在新增的專章，第六章以「轉變中的全球價值鏈」為標題，探討美中貿易戰與科技戰、工業 4.0 的影響。(pp.336-368) |

| | | |
|---|---|---|
| | 因應對策。 | |
| | (2)報告分析全球價值鏈的變化發展多著重於工業 4.0，建議加強論述價值鏈兩端有關研發等方面，以及台商應如何在全球價值鏈重組下進行轉型升級。 | 感謝評審的意見。在第六章以「轉變中的全球價值鏈」為標題，探討美中貿易戰與科技戰、工業 4.0 的影響。(pp.336-368)第八章的結論與建議已就此有所申論。(pp.425-437) |
| 3. | 考量本期中報告已達 300 餘頁，內容豐富多元，惟為利讀者理解研究全貌，建議精煉內容並適度增設小節、項、細項等標題段落，如第 74 至 82 頁資通訊(ICT)產業相關說明等。 | 感謝評審的意見。部分原有的章節已經做某種程度的精簡。尤其原本的第 74 至 82 頁資通訊(ICT)產業相關說明等，已併入第六章第一節(pp.323-335)，以反映我國主要產業原本所對應的全球價值鏈之主要型態。另外，第三章第四節也已精鍊。(pp.123-136) |

國家發展委員會 108 年度
「全球價值鏈重組趨勢下探討臺灣產業轉型策略與作法」
委託研究計畫案

# 附錄三　期末報告意見回復表

| 審查意見 | | 回覆說明 |
|---|---|---|
| 一、資策會產業情報研究所詹所長文男 | | |
| 1. | 面對全球價值鏈重組的因應思維，應是多面項的議題，本研究內容提及的區域化、在地化等情境之外，尚有相關材料供應規模經濟下，面臨下游廠商斷鏈情境，以及武漢肺炎疫情期間發展出「大庫存」概念。為因應供應鏈大規模移動的困境，泰半仍期待政府政策面加以協助，建議可進一步說明此面向的政策導出，有助完善研究課題，並作為廠商紓困建言回應參考。 | 感謝評審的意見。針對此意見，在第二場座談會，有公會代表提到「業界希望可協助從中國大陸撤出，但是不適合在臺灣生產的臺商，則希望政府能夠提出協助措施，如鼓勵大廠建立共創平台，透過大廠帶動供應鏈廠商到國外佈局，促進整體產業鏈的完整，並與被投資國形成完整產業生態系，雙方互惠。尤其是注意臺商應加強產業升級和提高供應鏈自主性；不能只有低階或半產品，需要加強產業供應及產業自主。」我們已補充在第八章第二節「建議」和摘要中(p.425)。 |
| 2. | 建議可進一步說明武漢肺炎疫情加速數位應用、遠距作業影響，此面向在政府實踐的做法，有助樹立典範。 | 感謝評審的意見。我們原本在第八章第二節就建議：儘管新冠疫情催生「無接觸經濟」等模式的興起，未來的科技解決方案並非只是處理疫情管理或類似的緊急情況，而是因疫情的影響，一些新型態的無接觸商務可能成為「新常態」。如「在家工作」、遠距服務(如遠距裝機、遠距調校)模式變成比較容易為市場或社會所接受；而科技與營運模式的加值可使多種類型的「無接觸經濟」變得更友善或更具體驗價值(p.426)。 |
| 3. | 「一個世界、兩套系統」議題論述部分，建議可進一步發展臺商分流策略，政府要如何協助廠商做好分流措施，並完善我國企業因應作法之研究課題。 | 感謝評審的意見。針對此意見，在第二場座談會，有公會代表提到「業界希望可協助從中國大陸撤出，但是不適合在臺灣生產的臺商，則希望政府能夠提出協助措施，如鼓勵大廠建立共創平台，透過大廠帶動供應鏈廠商到國外佈局，促進整體產業鏈的完整，並與被投資國形成完整產業生態系，雙方互惠。尤其是注意臺商應加強產業升級和提高供應鏈自主性；不能只有低階或半產品，需 |

| | | |
|---|---|---|
| | | 要加強產業供應及產業自主。」我們已補充在第八章第二節「建議」(p.425)和摘要中。另外，我們原本在第八章第二節就建議:「促成關鍵商品(critical goods)價值鏈串連：目前美臺之間類似一種(Trust-based Alliance)，有其國際政經情境因素。但若從促成關鍵商品(critical goods)價值鏈串連的角度來看，美臺政府或許可以協助雙方產業建立「可信任的生產履歷」機制或資安認證體系。」(p.425) |
| 4. | 建議可進一步研析武漢肺炎疫情期間，第一季國內經濟數據四大迷思因素(出口值增加、投資大陸增加、倒閉減少、跳票減少)與中國大陸「新型基礎設施」之關聯，以及臺灣網路高速發展，與經濟結構良性發展之關聯。 | 感謝評審的意見。在第六章第五節，我們已補充「另外，值得注意的是，新冠疫情期間，2020 年第一季國內經濟數據出現四大迷思現象，包括出口值增加、投資中國大陸增加、倒閉減少、跳票減少。其中，倒閉減少、跳票減少與國內經濟氛圍和政府的因應措施有關。而就投資中國大陸增加而言，投審會的數據顯示：在 2020 年 1~4 月，臺灣對中國大陸的投資件數為 175 件，較上年同期減少了 9.33%，但是總投資金額達 23.8 億美元，較上年同期大幅增加了 63.31%。一般分析顯示這可能與中國大陸「新基建」計畫所引發的建設需求有關；也顯示仍有代表性廠商針對中國大陸的內需進行投資布局。」(p.352) |
| 二、台灣經濟研究院邱分析師昱芳 | | |
| 1. | 研究架構與內容編排等面向，本研究研究議題涵蓋範圍廣泛，期末報告除持續更新各項研究議題的近期發展，並進一步深化對於關鍵議題的研究與分析，提供全球價值鏈未來可能的發展方向，以及對於臺灣廠商的相關影響與建議，可作為相關產業發展政策擬定之參考。 | 感謝評審的肯定。 |
| 2. | 美中貿易戰及科技戰等面向，就美中科技戰的進展而言，由於 2020 年 5 月 15 日美國商務部工業安全局針對華為等相關企業提出新一波的出口管制，進一步擴大對於華為的出口限制，由於此項禁令除影響全球 5G 設備市場版圖外，對於國內半導體等電子相關供應鏈影響亦相當深遠，建議 | 感謝評審的意見。在第六章第三節，我們已補充「而且美國對於 US content 反而趨於嚴格。在 2020 年 5 月，美國修改科技產品的出口規定，限制華為半導體供應鏈來源，在海外生產的半導體，也會需要取得許可證，才能賣給華為。短期間內，台積電可能尋求透過其他國家客戶訂單來彌補華為高階訂單的空 |

| | | |
|---|---|---|
| | 可補充相關進展。 | 缺」。(p.336) |
| 3. | 美中科技戰對於全球價值鏈的影響面向，就 5G 相關領域的研究內容，研究中提到 5G 開放網路架構的發展有助於臺廠爭取白牌設備市場商機，建議可補充期末報告第 37 頁提到之 Open RAN 政策聯盟的成立，對於全球 5G 供應鏈所造成的可能影響。 | 感謝評審的意見。針對期末報告第 37 頁提到之 Open RAN 政策聯盟，我們已補充：「這可能在未來擴大 5G 白牌設備的市場空間(詳見第六章第三節的討論)。」(p.37) |
| 4. | 結論與建議等面向，在全球價值鏈的部分，本研究提出應加強與 Born-global 領導業者的合作以及協助建立新的供應鏈關係連結，建議可進一步說明建立新供應鏈關係網絡的具體作法，以作為國內廠商尋求營運轉型的參考。 | 感謝評審的意見。在第八章第二節，我們已補充：「我國政策長期以來比較偏重於與美國矽谷合作培育我國自己的新創企業，但是從 Tesla 和 Peloton 的案例來看，另一個可能的作法是：與主要國家具有潛力的 Born-global 新創企業合作，協助他們發展創新營運模式所需的解決方案，進而隨著他們的生態系或供應鏈一起成長。」(p.424) |
| 三、國發會產業發展處 | | |
| 1. | 為增加讀者閱讀便利性，建議第四章、第七章小結部分，可比照第六章小結以表格的方式進行歸納整理。 | 感謝評審的意見。由於第四章討論多個國家的工業 4.0 或先進相關政策，包括：美國、德國、日本、與中國大陸，因此我們在第四章第五節新增了表 4-5-1「主要國家工業 4.0 相關的施政措施」進行歸納整理(p.251)。第七章則以表 7-3-1 歸納韓國與新加坡之工業 4.0 相關的施政措施(p.411)；而且現有的小結已經精簡地歸納整理了。 |
| 四、國發會經濟發展處 | | |
| 1. | 為掌握美中科技戰對全球價值鏈的最新影響，建議美國對華為的管制(見 P35.表 2-1-8)宜更新至最新狀況，並修正相關文字內容，即 2020 年 5 月美國修改科技產品的出口規定，限制華為半導體供應鏈來源，在海外生產的半導體，也會需要取得許可證，才能賣給華為。 | 感謝評審的意見。美國政府對華為的管制政策仍然在變化中，時鬆時緊。我們已將表 2-1-8 更新到 2020 年 6 月(pp.35-36)。尤其，2020 年 6 月 16 日，美國商務部修改出口禁令，開放美國企業與華為合作制訂 5G 標準。另外，在第六章第三節，我們已補充「而且美國對於 US content 反而趨於嚴格。在 2020 年 5 月，美國修改科技產品的出口規定，限制華為半導體供應鏈來源，在海外生產的半導體，也會需要取得許可證，才能賣給華為。短期間內，台積電可能尋求透過其他國家客戶訂單來彌補華為高階訂單的空缺」。(p.336) |

| | | |
|---|---|---|
| 2. | 由於近期美國升級對華為的出口限制，加以疫情的全球擴散、港版國安法的制訂通過，均將加速美中供應鏈脫鉤，勢必使得未來供應鏈呈分流的樣態。目前報告並未針對供應鏈分流提出具體政策建議，宜補充納入。 | 感謝評審的意見。針對此意見，在第二場座談會，有公會代表提到「針對從中國大陸撤出但不適合在臺灣生產的臺商，希望政府能夠提出協助措施，如鼓勵大廠建立共創平台，透過大廠帶動供應鏈廠商到國外佈局，促進整體產業鏈的完整，並與被投資國形成完整產業生態系，雙方互惠。尤其是注意臺商應加強產業升級和提高供應鏈自主性；不能只有低階或半產品，需要加強產業供應及產業自主。」我們已補充在第八章第二節「建議」(p.425)和摘要中。另外，我們原本在第八章第二節就建議：「促成關鍵商品(critical goods)價值鏈串連：目前美臺之間類似一種(Trust-based Alliance)，有其國際政經情境因素。但若從促成關鍵商品(critical goods)價值鏈串連的角度來看，美臺政府或許可以協助雙方產業建立「可信任的生產履歷」機制或資安認證體系。」(p.425) |
| 3. | 本研究議題多元且資料豐富，惟為避免龐大資訊造成讀者對報告全貌之誤解，建請委託團隊協助調整內容呈現，增加整體閱讀性；另有關期中審查建議以圖示呈現研究架構，亦係為提供讀者報告鋪陳架構及推論邏輯，以利閱讀，委託團隊可自行斟酌適當之呈現方式。 | 感謝評審的意見。因為本研究議題多元，而且提供讀者報告鋪陳架構及推論邏輯，我們特意加強相關的論述，而且利用一些實際的案例加以佐證。就以圖示呈現研究架構而言，在第一章我們早已提出圖示的研究架構(p.4)，並且有詳盡的章節安排說明(第一章第四節)。為了有助於讀者的理解，我們每一節的小結都採取相當的篇幅綜合主要的論點，並引導出後面可能的結論與建議。 |
| 4. | 本報告分析與結論呈現詳盡之前後呼應，惟考量未來公開上網之篇幅友善性，建請委託團隊協助適度精煉及萃取，或視需要酌予修減部分文句重複段落。 | 感謝評審的意見。因為本研究議題多元，而且提供讀者報告鋪陳架構及推論邏輯，我們特意加強相關的論述，而且利用一些實際的案例加以佐證。為了強化讀者閱讀的便利性，我們提供了較長的中文執行摘要。<br>然而，參考評審的意見，我們也刪除了一些較瑣碎的圖表及相關說明。 |

# 附錄四　第一場座談會記錄

**時　　間：** 109 年 4 月 22 日（三）下午 15：10

**地　　點：** 公務人力發展學院福華國際文教會館 204 教室
（臺北市大安區新生南路 3 段 30 號 2 樓）

**主持人：** 陳信宏所長

**出席人員：**

中華經濟研究院：陳信宏所長、溫蓓章副所長、歐宜佩分析師、鍾富國分析師

**專家委員（按姓氏筆畫順序排列）：**

| | |
|---|---|
| 駐經濟部中小企業處專案計畫辦公室 | W 經理 |
| 中國生產力中心 企業成長輔導組 | |
| 金屬中心精微成形研發處 | L 處長 |
| 工研院產業科技國際策略發展所 | C 副所長 |
| 鼎新電腦股份有限公司工業互聯網事業部 | C 副總經理 |
| 工研院智慧機械中心智慧製造試營運部 | P 副組長 |
| 台北市電腦公會數位經濟推動中心 | D 經理 |
| 資策會數位服務創新研究所服務終端中心 | H 組長 |

## 壹、主席致詞：略。

## 貳、報告事項：略。

## 參、會議討論（依發言順序）

### 一、C 副所長

1.臺灣現在比較關心的其實是從過去臺灣廠商對外投資布局的重點大概就是中國大陸，大環境之下，臺商在兩岸的投資布局要怎麼調整；美中貿易戰的影響性其實把很多在中國大陸

設廠，但要出口到美國的製造基地，迫使從中國大陸遷出。全球布局的廠商比較不受影響，其他地區產能做因應調整。

- 沒有出口美國的廠商，不會動。
- 疫情的因素，使得很多廠商在思考要不要把雞蛋放在同一個籃子裡，加速原來不會移動的廠商，從風險管理以及規避的角度重新思考布局，分散就是王道。

2.臺商從中國大陸搬出，回臺灣有限制（五缺），除非是高技術含量、高附加價值的廠商，資源耗用類的廠商僅能轉往其他區域。對臺商而言，東南亞就是明確選擇。越南非常壅擠，是否還有其他地方的選擇？

- 大企業不用擔心，但是很多中小企業，無法自己做。我們有嘗試在不同場合提出建議，理論上最好應該是從整個供應鏈角度，大廠帶小廠，一起搬，搬到何地可以再做選擇，政府若有能力應該是來協助這些廠商。

3.另外一塊談到新的發展，目前看起來美中的科技衝突越來越厲害，縱使新冠疫情，川普也持續拋出處理華為議題；近期網路上談到 ABC（Anywhere But China），去哪裡都可以但不要跟中國大陸有關係。中國大陸也從中興、華為等關鍵企業實體名單，他們也感受到他們很多關鍵設備、零組件、材料卡在美國手上，這是一個他們沒辦法接受的事情，必須開始要自主化。如同日韓貿易戰，我詢問過他們，管制項目對雙邊有多大影響？對廠商沒有太大影響，真正的影響是意識改變，不要太依賴別人，必須要內部自己發展，也開始投入關鍵設備與材料。

4.臺灣最大的問題，照這個趨勢走下去，很多高科技或新興產業，會有兩個各自主導的體系（中國大陸、美國），臺灣是少數可以雙邊逢源的國家，很多廠商認為不應該被迫做選擇，

廠商會有方法做趨避（如不同名稱的登記），只要能夠符合美中外在的條件。

5.臺灣近幾年的發展太依賴半導體產業，半導體產業又太依賴台積電；華為新的智慧型手機的設計，開始盡量將相關零組件本土化，原本要委託給台積電，現在改為中興，晶片效能不是這麼好，但是本土市場能夠接受，可以取代台積電。目前因為5G，華為基地台需要比較高階的製程，對台積電衝擊短期沒有影響，長期不知道。如果美國下令不讓台積電供貨給華為，因為美國可以從關鍵零組件把它卡死，類似案例如晉華＋聯電，美國私下透過施壓，聯電就放棄。美國會透過不同辦法（產業、經濟、政治），迫使廠商就範，廠商需要去思考如果未來供應鏈會獨立，臺灣廠商要如何選擇與趨避，目前沒有很好的答案。原則設計如本土內容要多少比例，類似於國際貿易的本土內容的要求，廠商也會有辦法做趨避。

- 中國大陸以前非常依賴美國，現在非常強化跟日本、德國及歐洲的合作，因為日本對中國大陸相對友善。日本（安倍）的做法是國家安全靠美國，經濟發展上靠中國大陸，有自己特定選擇的觀點。韓國經過薩德事件同樣也有感覺在美國跟中國大陸之間怎麼做選擇、要怎麼去應付，所以韓國一些大廠也有經驗跟因應的方式可以去做參考。

6.從廠商角度，不同廠商，依據生產據點是中國大陸還是臺灣，以及目標客戶是中國大陸還是全球，需要有不同的策略選項；如臺灣半導體製造（臺灣生產、行銷全球市場，對中國大陸的依賴度就沒有這麼大，彈性就比較大）、工具機（臺灣生產、行銷中國大陸市場；碰到美中貿易加上新冠肺炎疫情，非常慘，很多好公司都放無薪假）。

7.廠商布局中國大陸生產資源與市場依賴程度，需要做不同的選擇跟布局，沒有單一解答，政府很難有很好的著力點，頂多想要回流臺灣找補助或回臺找地點。

8.回到價值鏈、區域化，美中之間的狀況不管是民主黨或共和黨下一任總統是誰，大體而言，「鬥而不破」的狀況不會變。但是選擇的手段及工具不同，川普是比較極端的生意人；共和黨的單邊主義、民主黨的多邊主義，方法不同，但是反中情緒短期內不會處理完。唯一可能的情況是當中國大陸經濟規模成長跟美國相當，可以抗衡時，美國才會有其他改變策略。在這樣的情況下，中國大陸必須回到自主創新或跟別人找技術與人才。

9.未來，智慧製造議題、短鏈議題，一定會把供應鏈由長的全球供應鏈，逐漸縮短，一方面是因為原本少樣多量低成本生產模式，越來越不符合現在消費者的需求；智慧製造可以讓少量多樣的彈性生產系統存在，很多廠商就會考慮把生產基地拉回本國。西門子的報告：在德國設廠的生產成本跟南京的成本是一模一樣；當價格一樣時，會選誰，因為智慧製造進步，讓成本下降，選擇就會不同，而且製造業可以創造大量的就業機會，這也是為什麼很多國家談到要讓製造業回流。

10.臺灣跟中國大陸一定會在某些地方有潛在的競爭，我跟韓國人談過：韓國人如何看待中國大陸？會像臺灣一樣紅色供應鏈被空洞化了嗎？韓國人：不會呀!我們把中國大陸當做內需市場並且鼓勵韓國人去中國大陸就業；當你把對中國大陸的態度用另外一個方式去看的時候選項就會不同，在臺灣說這些，政治上來講比較不正確；臺商會有兩難的選擇，但他一定會用某些方式去調適，因應雙方的法令要求，臺商不會選邊站，一定會想辦法兩邊都吃，只是大企

業做的彈性多，中小企業的選擇、選項少，這個要從整體的供應鏈體系去看怎麼做調整。

11.新興國家的崛起無法避免，產業供應鏈要本土化是一定的路徑，非常多供應鏈從中國大陸移出。東協可能是最好的選擇，只是東協越來越飽和，但不同的行業可能有不同的選擇：紡織業要出口到美國會放在越南、若要出口到歐洲會放在緬甸，不同國家有不同優化，廠商會依照品牌商設廠與布局，臺灣在全球供應體系扮演一定角色，或多或少會有壓力存在。

- 從製鞋業看起來臺灣既有能量與體系很完整，要取代不容易，但是後進國家會崛起，也可能會取代臺商。廠商能做什麼？還是要做技術創新及投入，若是勞力密集可能要考慮自動化、對市場過度依賴可能要考慮市場分散，不同的選項要看廠商布局的依賴程度做不同的選擇。

## 二、L 處長

1.臺灣與中國大陸不能太正面衝突，避免三拼「規模、速度、價格」，要強化三高「高附加價值、高品質、高技術障礙」，要做這一塊不容易，有兩個能力要加強：製造能力（專業知識）加上智慧製造能力。臺商「轉型」是很大的挑戰，「升級」會比較有機會。

2.高雄做精密製造廠商，做的東西與韓國 PK，韓國大廠市占率達 90%，一段時間後剩下 30%，本來猜測中國大陸攪局，結果不是，真正關鍵在於高雄的公司拿到品質好、價格又低的馬達，來自於德國；因為德國把智慧製造發揮的淋漓盡致，人事成本降得非常低，所以有辦法製造好的品質以及提供好的價格，這裡智慧製造確實有幫一點忙。

3.投影片第 12 頁，金屬製品產業占比算高，屬於我們國家重要的產業，它的產值大約 1.3 兆，其中二次加工（扣件類）占 7 千多億，扣件大概又占 1 千 6 百億，扣件中出口 93%，扣件產業對臺灣來講是重要產業；扣件產業會逐漸變M型，而且是不對等的 M，大概往汽車與航太那部分會比較好，底層有些做削價競爭快活不下去；個人猜測是一個 M，而左邊那塊會逐漸消失。

**陳信宏所長回應**：臺灣智慧製造，有些產業需要跟國際品牌的客戶合作，尤其是客戶訂單比較集中，汽車/扣件是否要協助廠商與跨國供應鏈的串接；一般研發計畫比較不會做，但是一般做標準件，要做這個不容易，認證不易取得。認證沒什麼創新，不會補助，但是要創造新市場或對接機會，要買入門票（認證）。政府應該要補助可以跨得過去的公司。

4.投影片第 22 頁，中國大陸作為世界工廠的地位恐怕不是那麼容易可以降下來，過去強調 MIT（made in Taiwan），後來變成 MIC（made in China），現在是 MIC→MIE（made in Everywhere），中國大陸還是有一定角色的。

## 三、C 副總經理

1.中國大陸談「中國製造 2025」（智能製造）、工信部（工業互聯網，實現智能製造的基礎建設），也畫兩個系統，IaaS、PaaS、SaaS，目前推新型基礎建設（5G、AI、雲計算等），疫情當下提出的新型基建要促進內需。

- 工業互聯網：希望透過建設，推動一些事情。藉由阿里巴巴、騰訊在消費型互聯網的優勢，希望透過互聯網的方式轉型到工業等級應用。
- 原先提出製造大國到製造強國，臺灣短期內不可能改變，臺灣或許可以轉型為隱形冠軍，透過軟硬結合，支持數位化轉

型，但：

- ✓ 數據應該在臺灣。
- ✓ 知識（工業專業）應該在臺灣，如中高階機械、扣件（老師傅的經驗軟體化）。
- ✓ 大腦在臺灣，軟性能力不會有疆界的限制。

● 實現方法：

- ✓ 硬體：舉個例子，電焊時工人會偷懶，速度調快或其他，但是要三年後才會看到品質異常，出問題是很大的事情，但是透過傳感器，可以取代人，甚至可以有數據收集，也是一個方向。
- ✓ 軟體：不同層次。
  - ◆可視化：客戶在應用過程，一開始都覺得可視化可以創造什麼？客戶來看時，企業看起來很高級，接著下單。但實質上，降低成本效益有限。
  - ◆控制化（流程型行業）：一旦斷線，異常情況影響會很大，需要偵測異常應用（可能是過熱或是其他原因）。
  - ◆AI：支持企業主的經營決策時，透過數據的理解、計算，以往是採用師傅的建議、專職人員的建議，在經營決策這一塊比較進階，但我們發覺目前還是在萌芽階段，且不容易獲利，因為無法複製，項目結束就沒有了。
- ✓ 平台：雲能力。
  - ◆疫情發生時，鼎新經營受到影響，但有些部門發展遠程模式，像銷售活動、交付軟體、維修等，減少接觸，但這些都需要平台。

**陳信宏所長回應**：中國大陸在做工業 4.0 或工業互聯網，臺灣也在做，兩岸的優劣在哪裡？

2.中國大陸挑出十大工業互聯網平台（富士康、軍公單位等等），真實發展情況不如預期，初期都是做項目事情，做自家的項目，之後再延伸，bottom-up（製作需要很多技術），但是命題不清楚，導致平台不如預期實用。雖然規模很大，但不夠細緻化。臺灣從Top-down下來，生產製造工業的知識與經驗不比中國大陸差，這些經驗及知識缺乏載具、工具來收集與彙整變成可複製的系統或軟體，以提高效率。硬體加軟體的結合衍生出差異化能力。我不認為對岸先走他們就比較好、他們規模比較大就比較好，反倒是我們實踐的手段和路徑或許會決定誰先到。

## 四、H組長

1.對岸管理階層年輕化，比較願意接受新東西，但技術面如何在組織面保存比較有問題。在智慧製造上，我們都希望將個人知識變成組織知識，實際要怎麼做？在中國大陸地區，bottom-up比較是用土法煉鋼的方法去做，生產參數無法知道，大部分是先做可視化，無法做AI。需要組織與企業文化討論出來才能夠數據化。形成討論的共識才有辦法收集與分析應用。

2.臺灣優劣勢（在美中貿易上）

- 臺灣的優勢是我們有品牌包袱，同時也是劣勢：我們沒有品牌。
- 以電子製造業來講，電子零組件的廠商回臺灣的情況太多了，比方說伺服器（該回來都回來），問題是中國大陸也有，層次不同。
  - ✓ 高階伺服器回臺，成本提高，其實可以透過智慧製造解決一部分問題。

- ✓ 企業認為在中國大陸的單終究會掉，以伺服器來講，在美中貿易戰是主角，中國大陸的單位有在地供應商（華為、Lenovo）。回來臺灣布局，高階伺服器、5G 與背後的設備有關聯性。
- ✓ 做產品品牌的廠商：華碩、技嘉等，變成多角化經營，從產品供應商變成產品解決方案供應商，可能要做智慧醫療的解決方案、智慧製造的解決方案、或者是電子經濟、高單價產品，甚至跨到做伺服器等其他類型不同服務的投資。
  - ◆老闆沒有耐心，支持應用解決方案的發展。
  - ◆轉型過程中，因為前期賺錢賺太快，導致在轉型的過程中我們沒辦法布局長遠的高階或高單價產品的情況。政府的轉型策略，有一個叫做高階製造，可以連結產業高階產品與高階零組件，透過高階的製程確保供應鏈競爭力。
  - ◆若我們要做全球化的布局，應該由政府力量帶頭型塑臺灣在東南亞的產業聚落。我們跟公協會合作，發現一件事情，政府在兩岸衝突的過程中，在外交上會以產業公協會的力量去國外打市場，但日韓都是以國家級的思維去做布局、圈地，這兩種就有差異。
  - ◆政府因應新對策：以新南向來說，會把措施及做法分散到不同地區，但應該要整合在一起；國際拓銷需要有統合策略跟對方的貿易區去做談判。

3.全球價值鏈：不容易去中國化，要走區域化。疫情事件會不會導致大家從中國大陸出逃更多，但看美國這麼慘，會不會認為在集團體制下比較有效率，目前還無法觀察。

## 五、P 副組長

1. 比較從技術發展面來看，工廠布局的移動，製造知識與 know-how 留在臺灣，因為疫情加速，透過遠端現在可以做的項目都是行銷、業務工作，跟工廠、設備綁在一起的，就沒輒。因為工廠端沒有遠距，無法遙控。5G 讓可行性越高，感測器不需要這麼多，可以用視覺取代，不是只有傳輸。智慧工廠的成本也沒這麼高。

2. 工具機頂多談到遠距售後及維修，疫情很嚴重，現在完全沒訂單，不是沒產品交不出去，機台可以運，裝機人員無法過去，有訂單出不去。現在是賣設備，工廠在中國大陸（知識留在臺灣，如製程調校），思考邏輯跟自動化不同；不是任何產業可以是弄好的產線過去安裝就好，大部分需要有經驗調校，故此比較無法複製。

3. 需要分層次去談：

- 斷根離開廠商，如何協助廠商找回 know-how。
  - ✓ Addids 要求要升級，需要評鑑分數，越南人很難配合，怎麼升級與導入。
- 技術還在臺灣，如何靠遠端去做區域化建工廠，目前沒有很明確的布局可以到其他地方生產。
- 臺灣內部本島的當地製造升級，智能化設備出口，比較少談到平台化技術（在臺灣同步調校）。
  - ✓ 開工廠在美國服務客戶，但是生產調校在臺灣。有構想，但是要如何做到？
- 機械雲已經起跑，部分在進行，使用者可以下載軟體做加值使用。
  - ✓ 扣件雲、板金雲。

✓ 類似中國大陸的平台化的工業互聯網概念。

- ◆雙跨平台（跨行業、跨領域）：允許開發者開發軟體、萬眾開發。
- ◆行業雲：如扣件業、裝備製造業，或是醫療體系，行業清楚共性基礎才會高。
- ◆區域型：政府經營的區域，檯面上要促進區域內供應鏈或供應商發展，私下就是（共產黨）要掌握數據。

## 六、陳信宏所長

1.美國在工業化思考，掌握知識，對海外協作工廠的控制力，現在推先進製造或再工業化，終究希望把價值鏈拉回去。工業占比較高的先進國家，比較強調工業 4.0，英國/美國（工業比重比較低）比較強調先進製造，主要創造一部分製造在本國。

● 如果剛剛談到的情況，未來假設我們可以掌握知識，可以用遠端的方式，長遠下來臺灣會不會也限於美國這種困境，可以掌控海外的 operation？但工作就不在臺灣。

**H 組長回應**：臺灣跟美國差距很大的地方在於，美國用基礎科學實力來掌控材料科學、半導體技術，臺灣比較多是製造技術，層次有點不同。美國要不要做？不一定願意，蘋果要不要回美國，但是實際上有沒有必要，有什麼好處？這是企業策略面的問題。短期之內，製造業在國家內的投資，表示相對地方建設投資比較好，美國希望回去，國內基礎建設投資比較高，帶動美國內需市場，但對於國際企業而言，不見得願意這樣做。

## 七、D 經理

1.去年底資通訊業也在談，美中貿易生產分散的事情，資通訊回來的同時也在做智慧製造導入，主要原因是臺灣生產以及中國大陸生產成本差異約 20%，把 20%拚掉剩下 10%之後，靠著品牌、品質有一定的競爭力，製造技術的提升去做強化，還是在製造與代工層次上做討論。

2.美中貿易戰爭情況衍生一些新機會，如日本廠商，沒辦法找中國大陸，而找臺灣試試看。面對這樣的情勢，包括歐美日，對臺灣廠商相對友善，但是國家政策工具無法協助廠商供國外市場（需三年）。

- ✓ 很多 AI 廠，在美國還沒有落地，沒有辦法在那裏待三年，無法拿到入場券。
- ✓ 我們的政策工具，無法呼應國際市場開拓的需求。
  - ◆以媒體來說：臺灣媒體一則廣告 3-5 萬，美國媒體一則廣告就要兩百萬，區域媒體一則也需要兩、三百萬，幾乎不太可能有計畫去支持。
  - ◆對大廠而言，成本也非常高，人員管理也很辛苦，像是若業務出差，在美國處理業務時，還要應付臺灣時間開會議，蠟燭兩頭燒。
  - ◆認證（三年）還沒過，訂單還沒等到，就死了。尤其是醫療產品，臺灣比較少這種支持政策，這些廠在攻新市場，剛才的是跟產線移動（舊客戶），要做的事情不同。

## 八、W 經理

1.去年跟廠商討論一件事情：HMI 就是人機協作、人機介面，遠端遙控的工作這件事情可以進到考慮說用 AR 的方式；有廠商 AR 工廠巡檢技術開發及運用已經開始協助做遠端，如

何利用 AR 加上機械介面做遠端協作，後續會看到在技術層面上的相關應用。

2.剛接到消息：馬來西亞跟印尼復工，但有限工令，當地工廠只有 15%廠商可以開工（主要是當地企業，臺灣廠商不能開工）。若可以開工只有 3-4 成產能可以達到，只有生產現場人員可以進入，非現場執行人員不能進去。

- 現在的重點是生死存亡，訂單無法履約，需要盡快做生產基地轉移，甚至考慮回臺。
- 現在訂單無法履約，除了賠款以外，訂單可能會掉，單就會不見。

3.過去臺灣逐人口而居，隨著優惠去布局，情況穩定不太會想要移動。剛剛提到會有斷根，不會想要改變。但現在連訂單都不一定有，廠商會開始有回流與轉移的情況。

4.歐美鼓勵企業去外面開公司，不管是國內或是全世界，東方都是鼓勵最後要回根，我們問臺商說為什麼要在越南或中國大陸待這麼久？生產技術跟人工成本的考量。發展很久很穩定，接下來要考慮二代接班，工廠要不要傳承、要不要有專業經理人，之後才會考慮回來臺灣。現在會開始有移動的動力回來臺灣；另外就是要考量 5 缺，到底解決了沒有，現在因為疫情的影響比較不會考慮到 5 缺，但對於企業家而言從逐優惠紅利而居變成逐穩定生產條件而居，生產條件包含法律、租稅、人工、當地基礎建設、技術發展狀況等，轉移到其他國家做生產基地這件事還包含需要跟當地政府去談幫你把這塊地區的基本條件建立起來。

- 日韓企業可以運用政府力量、商社組織以金融、生產製造去推動。
- 臺灣企業自己做，挑選當地基礎建設、生產條件來選擇；是

否有可能是政府可以挹注的政策重點。

5.臺灣跟日本、美國的智慧製造邏輯與方式不同：

- 美國：All new 概念，打造全新工廠、製程。
- 臺灣、日本及德國：在既有製造生產技術、製程、知識上做改善，改善可能是數位化或可視化。尤其是與日本的邏輯、概念很像，早期的轉型都像 TQM 建構而來。
- 與中國大陸差異：中國大陸製造很強的彎道超車的優勢，一上來就拿國家補貼，用最好的設備及技術團隊，與臺灣產品精度不會差多少，但是重新開廠或去掉技術團隊就不行，因為沒有精實生產的經驗，採用別人已經調校好的生產線。

6.去中國化某種程度是去中國大陸生產的標籤，去標籤化可能就是從 MIC 變回 MIT。

## 九、相關討論

1.**L 處長**：臺灣有些東西看得太短，重要議題(五年前的智慧製造、2 年前的 AI、現在的 5G）壽命太短，政府支持重點產業政策需要做長。

2.**陳信宏所長**：以前我們在談製造服務化的時候，供應鏈上在全球運籌模式下，幫忙做設計跟售後服務。但是在數位化面向，供應鏈上的服務有新面貌，即便工廠在外，可以遠端調校、處理；這種情況下會不會比較容易形成以市場為主要考量的區域化供應鏈或是以市場為核心的短鏈？過程中，臺灣可以做新數位化型態的製造服務，可以有機會提高附加價值。

3.**C 副所長**：日本、德國等製造業比例高的國家，日本人到外投資的目的是要開發新市場，通常不會帶最好的技術出去，出去投資的廠商與母公司有強烈連結，賺到的錢會匯回母公司，母公司可以投入研發投資，技術持續升級，且有日本市

場支撐。臺灣很多廠商出去投資以後跟臺灣就是斷鏈，日本是正向循環，會讓母公司越來越好。日本做法臺灣可以思考嗎？

4.**陳信宏所長**：日本有綜合工廠，之所以可以這樣做是因為在價值鏈具有掌握能力，汽車到東南亞設計，還可以要求當地廠商付授權金，臺灣廠商到海外投資，不太可能付授權金給母公司，因為我們在供應鏈上不是主導者。

5.**C 副總經理**：所謂關鍵技術就是話語權。在這方面是專家，就還是有主導性。企業不一定追求大量勞力，而是人均產值目標，一個人的價值可以為企業創造多少的價值，才是最重要的。

## 肆、散會

# 附錄五　第二場座談會記錄

時　　間：109 年 5 月 8 日（三）下午 14：30

地　　點：公務人力發展學院福華國際文教會館 202 教室
（臺北市大安區新生南路 3 段 30 號 2 樓）

主持人：　陳信宏所長

出席人員：

中華經濟研究院：陳信宏所長、歐宜佩分析師、鍾富國分析師

專家委員（按姓氏筆畫順序排列）：

| | |
|---|---|
| 工研院產業科技國際策略發展所 | L 研究副總監 |
| 中華經濟研究院 WTO 及 RTA 中心 | L 副執行長 |
| 中華民國全國工業總會 | C 副秘書長 |
| 資策會產業情報研究所 | C 資深總監 |
| 海峽交流基金會 | R 副秘書長 |

## 壹、主席致詞：略。

## 貳、報告事項：略。

## 參、會議討論（依發言順序）

### 一、C 副秘書長

1.對於 5G 網路標準的議題，美國廠商的反映下，川普政府的態度有所轉變，因為美國缺乏 5G 標準制定，會沒有參與權，同時也會讓美國資訊掌握落後，不利於美國企業發展。

2.今天新聞報導劉鶴跟美國代表下周要見面，比預定行程整整提前一個月。似乎川普政府想要成為獨立系統的比較不同；比較期待中美雙方坐上台面談，會有比較好的走向。

3.pp.10-12，臺灣各產業海外生產比例，跟「臺灣接單、中國大陸生產」中輸美的比例，為何會出現這樣的現象呢？以機械產業而言，海外生產比例很低，意味著在臺灣本國的生產比例高，似乎不太合理，背後代表什麼意涵，值得探討。

**陳信宏所長回應**：可能的一種解釋方式是「中國大陸接單、中國大陸生產」，就不會反映到 p.10 的海外生產比重。

**R 副秘書長回應**：未來這樣的現象與趨勢似乎會越來越多，例如友嘉就是一個案例，這樣的跨國型企業布局，很難反映到統計處的調查。這樣也呼應到，有些研究認為過往的對外投資理論的說法，以現在的臺商跨國布局案例中，似乎不一定是臺灣的優勢產業之延伸，有些時候，可能在海外市場或條件因素趨勢，反而發展項目走得比臺灣更前面。不過友嘉面臨集團無法整合的問題，因為很多海外併購與生產布局的企業，很多寄望友嘉的通路，但是內部還是各自合併廠商主導。

4.美中貿易戰後，出現反全球化，但是疫情過後可能會有一些改變，每個國家都有振興經濟，創造內需，包括中國大陸也有，若不能將海外臺商視為國內產業的延伸，都是空談，無法談到全球價值鏈布局。

5.現在紅色供應鏈藉由併購取得先進技術，供應鏈非常完整，這是臺灣產業必須要面對。對於臺灣產業而言，雖然去年對美出口增加，但是對中國大陸出口衰退很多，差距是無法彌補，臺灣產業策略應該如何調整？現在中國大陸第一季較差一點，但後續仍期待可以保三。但是疫情後，應該會有擴大內需的措施，不可忽視。

6.近年來，臺灣產業過度集中的問題，再三被討論，包括：過度集中在中國大陸、市場過於集中在中美兩強、產品過於集中在 ICT，在談全球價值鏈時，需要關注更多產業的全球成長脈絡，尤其是中小企業。

7.目前中國大陸的電子信息、生物科技、智慧製造等產業快速成長，此趨勢一定會牽動臺灣產業的長久發展，希望政府及臺灣產業需要正視這個問題，會影響未來產業發展。疫情若6月順利結束，企業可能受到影響有限。但是超過6月，在五千億以下的半導體企業可能會倒一半。

8.盧超群董事長曾經談到大型半導體企業應該要跟產業鏈上的中小型企業好好談談，不要拿走所有好處，應該要把產業脈絡及垂直分工的思維，需要協助其他中小型產業的發展。

9.希望政府可以從全球分工角度進行規劃與輔導，將臺商海外投資視為我國國力延伸，加強與國內連結，並確保臺商海外投資安全，並盤點整合對海外臺商問題之協處機制。

10.建議全面盤點海外臺商（包括中國大陸臺商）與海外臺商主導的產業聚落分布情況、現況以及遭遇的問題，以協助整合海外臺商（包含中國大陸臺商）資源與生產設施，提供其因美中貿易衝突和新興市場崛起而進行的產線、產能調整。

11.希望可協助從中國大陸撤出，但是不適合在臺灣生產的臺商，希望政府能夠提出協助措施，如鼓勵大廠建立共創平台，透過大廠帶動供應鏈廠商到國外佈局，促進整體產業鏈的完整，並與被投資國形成完整產業生態系，互惠雙方。尤其是注意臺商應加強產業升級和提高供應鏈自主性；不能只有低階或半產品，需要加強產業供應及產業自主。

12.卓永財總裁提到產業回臺，如果還是做低成本，就沒辦法做。日本直接買工廠的成本都比臺灣便宜，在臺灣一定要做創新加值的產品，希望政府可以重新盤點，尤其是關鍵技術與研發的開發的需求。

13.現在是透過間接金融促進資本市場，建議可擴大直接金融的比重，讓直接金融給產業資金。

14.疫情會使得許多國家走向新保護主義，但不會阻止全球化發展，而是全球化會有新面貌出現，尤其是變成鏈跟鏈的結合。剛剛提到是否會去中國化，全球價值鏈是否走向區域化呢，其實一直都是這樣趨勢，價值鏈型態都是朝向區域化方向發展，去中國化也是區域化的一種趨勢。對於臺灣而言，這是一個機會，重點在於臺灣如何在關鍵技術與關鍵產業有所掌握。進而推動升級轉型及建立可控制風險供應鏈布局機會。

**陳信宏所長回應**：全球價值鏈趨勢本來就是一個區域化的現況，不是我們想像中的全球化。

**L 副執行長回應**：前幾年有單位委託我們做臺商的全球地圖布局，但是評估後發現不可行。但是現在聽到廠商提出這樣的想法有點訝異，因為當時評估不可行的原因是因為臺商都不分享，所以無法繪製。其中，當然有很多是企業營運上的考量，如稅。因此，只能做特定企業的海外布局個案分析，且多為上市公司，都無法做到全貌地圖。尤其是中小企業，不分享無法看到。

**C 副秘書長回應**：工總有嘗試在做，目前是透過問卷及實地訪查，盡可能拼出可能面貌，但是這些局部的，仍然無法做到全面。不過從局部的樣貌，如美中貿易戰的臺商布局地圖，觀察到廠商動向與 PWC 結論類似，仍然是有其意義。提供一些相關參考文獻：

- ✓ 新冠肺炎後會加速美商移出中國大陸，請參考 PWC (2020/05). Supply chain strategies under the impact of COVID-19 of large American companies operating in China. https://www.pwccn.com/en/services/consulting/publications/

supply-chain-strategies-under-impact-covid-19-large-american-companies-operating-china.html。

- ✓ World Bank (2019). World Development Report 2020：Trading for Development in the Age of Global Value Chains. https://www.worldbank.org/en/publication/wdr2020#a。

## 二、L 副執行長

1. 從 World Bank（2019）報告提到全球供應鏈其實一直在萎縮，在 2011 最高峰，之後就逐漸縮小；但是值得注意的是，雖然供應鏈互動程度一直在縮小，但是全球 GDP 沒有縮小，意味著全球貿易在萎縮，在 2008 年後，貿易成長率低於 GDP 成長率。從此趨勢解讀，全球的經濟驅動因素是減少仰賴全球夥伴，是選擇在地化，比較仰賴在地供應商。

2. 未來將逐漸出現一些新常態 New normal。全球貿易的萎縮不是代表全球經濟在萎縮，只是不是透過貿易供應鏈在支持，而是選擇在地化，尋找在地供應商。短鏈革命議題，也許在疫情過後，短鏈趨勢可能會加速，現在大家都在談的韌性，廠商真的會追求韌性嗎，因為需要很花錢，同時也要犧牲很多規模經濟（效率優化）。

3. 各國政府將會更加強調「經濟安全」，更為重視公共衛生安全。但是公衛安全與糧食安全的概念類似，強調自給率、安全存量。如果再也不排除未來會更強調經濟安全，這些都不利於全球化發展，強調仰賴自己來，因為全球化網絡容易被中斷。不過值得思考一件事情，最近韓國、新加坡、加拿大、澳洲及紐西蘭達成共識，為確保維護供應鏈的安全，不要互相封鎖與互通。對於經濟安全的考量要從經濟區塊化的角度進行思考，而不是單一國家，進而創造真正的經濟共同體。

臺灣在這次防疫太成功，還沒有想到開門可以取得更多合作機會。

4.現在浪潮趨勢不利供應鏈全球化發展，臺灣是全球化的受益者，故此面對的風險程度會高，需要正視這個問題，需要建構防護圈，不要互相關門。

**R 副秘書長回應**：不可能一個國家把所有產業放在自己國家內，除安全存量外，也需要做好跨國合作、物流保證。只有少數例外的大型國家（如美國、中國大陸）可能做到完全自給，但是多數國家無法做到。

**陳信宏所長回應**：之前有人提到學名藥缺貨，印象中，新加坡的生技製造基地，很多學名藥是從新加坡出口，也許臺灣應該要跟新加坡談談如何合作，臺灣出口口罩，但是進口某些學名藥。

5.Volvo 將生產鏈放在臺灣時，需要確保供應鏈安全，不能動用國家安全條款來扣貨品出口。臺灣需要討論這樣的議題，可以讓區域化或供應鏈觀點得以維持。韌性的角度需要從跨國/區域的角度去思考，對於企業而言，不需要浪費大規模投資做到完全自主，那是不效率且規模不經濟的。安全存量的範圍要用區域做單位，不是用單國，作為選擇的平衡點。

## 三、C 資深總監

1.過往都在談戰略物資，現在談國家安全物資，要能夠做到自給自足。疫情發生到現在，我們從兩個維度思考哪些產業可能移動，而哪些可能不會移動。

| | 可取代(終端產品) | 不可取代 |
|---|---|---|
| 外商(臺、外資) | ◆ 電子製造、組裝、醫療設備、涉及國家安全物資等；口罩、檢驗試劑<br>◆ 比較屬於標準化產品<br>◆ 符合可移動、容易移動且往市場大的區域移動 | ◆ 半導體、石化業<br>◆ 投資金額龐大、市場導向（依賴在地市場），較難輕易移動 |
| 中國大陸內資企業 | ◆ 製造業、成本低、製鞋、日用品<br>◆ 中國內需市場、沒有移動需求 | ◆ 稀土、5G、AI、資料中心等，內需市場特性，資源不可移動性 |

**L 副執行長回應**：有些產業鏈移動也不全然回去美國，可能是往美國可信賴的地區發展。

**R 副秘書長回應**：口罩只能在每天都需要口罩的地區生產製造，日本 4 月花粉症時間、中國大陸的空氣污染。

2.p.11 所談到的資通訊產業，現在的確在有些產業慢慢降低中國大陸生產比例。如果將資通訊產品分為軟體跟硬體，資訊硬體產品之比例從 95%下降到 90%、而網通產品從 90%下降到 70 至 75%。

**R 副秘書長回應**：主要是因為網通產品需課 25%關稅，資訊硬體還沒有扣稅，產品線移動的很大考量點還在風險分散。

3.建議可納入的方向：

- 研究架構部分：疫情讓消費者習性在改變，非接觸式商機（又可稱為零接觸商機、無人接觸），但是從這個架構就看不出來，並沒有納入。
- 數位人民幣，因為數位化需求，中心化的人民幣。對於臺灣產業也會影響。

4.從最近一些企業家聯誼會的反映，越來越多廠商對數位轉型感興趣，主要是因為疫情的關係，讓海外臺商，如越南地區，感受到數位化+數位轉型是非走不可的路線。對於策略的建議，政府可能要加速推動數位發展部成立，讓數位轉型回歸新部會，更有力道推動。

5.兩岸關係的回應也是需要討論。如果政治正確就不用談兩岸合作，要談國際合作與鏈結，如臺美合作。目前仍不知道情況，目前感覺未來四年應該會維持現況。

6.產業轉型的關鍵議題，一個是「資安」，如臺美合作，美方最重視的臺灣在資安領域的優勢；二是數位轉型。

7.對於「一個世界兩套系統（p.8）」，這個趨勢似乎回不去了，越來越明顯。但是就實際情況來看，政府的態度很明確，但是企業不會選邊站。因為兩邊都不想要得罪，策略的作法就是彈性生產，兩邊都要顧。

**陳信宏所長回應**：如果要依循美國系統，可能是在臺灣做研發；要依循中國大陸系統就必須在中國大陸研發。跟現在很多都在臺灣研發，生產在大陸的型態會不一樣。

**C 資深總監回應**：現在大型企業 design house 都是兩邊做，研發資源要分散，中小型無法做到，只能選邊站。

8.中國大陸去美化的態度很明確。反之，現在美國要求供應鏈安全體系，去中國化也是在倡議。蔡總統特別強調，要強化臺美供應關係，但是基於安全考量，要屏除中國大陸因素。

9.SEMI 國際半導體產業協會曹世綸談到美國要求美國技術含量產品比例，現階段為 25%，降到 10%有沒有影響呢？對於台積電而言，會說有關係，因為馬上訂單受到影響。但是台積電會逐漸降低華為、海思之比例，降低對營收衝擊。但是台積電營收損失，要找誰負責呢？以台積電而言，無法擺脫美國要求，不過中長期策略是要降低美國設備比例，目前 3 奈米/5 奈米設備比率低於 10%。由荷蘭商艾司摩爾（ASML）取代，但其荷商也是有利用到美國技術。不過需要說的，這十年不會發生大家想像的極端情境，但是會慢慢發生。

## 四、L 研究副總監

1.對於「一個世界兩套系統（p.8）」，甚至要兩套研發系統，也許有可能。但是要想到一件事情，兩套研發系統就需要兩份研發成本，但是有些需要的基礎投入，越關鍵的技術越難做出第二套，對於廠商而言，尤其是中小企業而言，會有很大的問題，如 IC 設計影響會很大。

2.市場在中國大陸，許多媒體在談要去中國化，想要退出中國大陸，是否可能做到。就供應鏈布局而言，降低中國大陸生產基地的比例比較可能。近期媒體談到，美國政府想要幫企業解套，中國大陸最近 52 萬個 5G 基地台標售，中興＋華佔比 80%，第三大是愛立信，都是歐洲廠商，美國廠商幾乎沒有。

3.新基建投資規模約達人民幣 1.3 兆元～人民幣 1.9 兆元，如果美國廠商全部都無法進入或參與。降低美國廠商的關鍵地位，反而是歐洲廠商得利。

**陳信宏所長回應**：對於供應鏈布局需要考慮到的角度不同，有些可能美國市場的需求影響，但同時也會影響到美國供應商的競爭優勢問題。不是從生產製造角度，以市場角度影響供應鏈。必須要要承認這點，中國仍舊是亞洲重要市場。

4.這樣的大趨勢並沒有改變，美中貿易戰之前已存在，全球化走向區域化，只是在美中貿易戰後，內涵與細節一直在改變，例如：美中貿易戰所談的去中國化，更精確來說，是「去中心」，不是去中國化，更為強調生產基地要多元化供應鏈布局。

5.Apple 提出第二來源，供應鏈從「去中國化」轉到「去中心化」，降低單一來源的風險。國際大廠對下游供應商提出要求，想

要確保意外發生時，產品仍可持續供應，不能斷貨。對廠商來說都是成本，企業的韌性，這些都是成本。

6.未來有兩個因素驅動影響，一是客戶要求未來多元供應鏈，成本勢必會增加，二是未來將需要大量導入數位科技，運用數位技術讓供應鏈在運作上可以更有效率，平衡因應多元供應鏈產生的成本。包括安全庫存是否可以精準預測客戶端的需求，可以加速數位營運的角色。

7.目前供應鏈，如抗病除藥物、疫苗，全球經濟運作會處在隨時要因應突然變化的情況。而現有的產業，受到疫情的影響，處在半死不活的狀態，政府需要扮演一定角色。韓國創新採購（公共採購性質，仍確保市場存在）、中國大陸新基建設，都是在創造市場，讓企業持續運作。除非疫情可以徹底被解決。對於臺灣而言，現在疫情因素，對臺灣產業多種要求，彼此之間是衝突的。

8.需要多元供應來源，但是仍要維持效率，因為品牌客戶不要提高報價，對於企業而言要如何克服困難，對中小企業更是負擔。對臺灣以中小企業為主全球布局上，不會像電子五哥有豐富經驗與資源，更需要協助中小企業透過數位方式，提高產品效率。

## 五、R 副秘書長

1.全球價值鏈的重組，放到哪裡？需要考慮到哪些因素？

- 很多跟需求（市場）所在地，但供給據點要什麼元素，需要產業群聚，不是產業鏈，故此廠商想要搬離長三角/珠三角可能嗎？要如何找到產業群聚的地方才能生產。
- 人才是否品質好壞，如果專業人才過不來，也需要考慮，不然運作不起來。
- 行政效率高不高。公共建設水平有多少。

✓ 印度：下去後上不起來，中國大陸兩個月解決。

- 疫情恢復誰最快。部分國家的復工，也開始參考中國大陸的作法。

2.本土化的部分，需要有市場規模作為養分，不然如何生存呢？以口罩為例，根本就是不賺錢產業，3M 製造有 90%放在中國大陸，是因為環境不佳，例如 PM2.5。另外物流體系的調度強韌性也很重要，當時有個中國大陸朋友因為 PM2.5，需要一千個口罩，就把同仁灑出去在一般通路就可以買到，物流系統對某些產品，可不可以保證存量。這次疫情，Pchome 準備半年的量，一個星期就賣完，馬上做全球採購。

3.雖然電子化可以解決很多事情，但實際上也有無法解決的事情。日本人買中國大陸產品，還是透過臺商。為何？無法直接協商談價。

4.特別是現在疫情階段，不太可能在視訊平台上進行議價。雖然數位視訊可以解決到一些無法碰面的開會需求，但是也產生一些問題，開了視訊會議，是否每個人都有要在線上，很多時候是開了聲音在聽。現在也有在討論，要如何確認每個人都有認真參與視訊會議。例如是否用 AR，隨時可以把簡報放上去。

5.未來這個部分的軟體是資策會需要開發，中小企業無法做。行銷網路需要這樣才做完。

**陳信宏所長回應**：網路頻寬不夠也是一個問題。

**R 副秘書長回應**：所以 5G 要上來，5G 的問題有些環節技術還不是這麼完整，各國頻譜也不同，但是這是臺灣的機會。華為做一套，美國不要做，就是臺灣機會。就是白牌通訊設備的機會。是否可以避開華為技術，需要時間，但是大家都有機會。

6.市場力決定，美國現在有影響力是因為市場大，哈佛大學校長談到今天打中國大陸，打不成，因為美國朋友不夠多，無法聯合抵抗，面對美國問題就不想選邊站。現實問題，很多地方還是很模糊，產業就是這樣發展起來，打不過就是加入，才能有機會。

**陳信宏所長回應**：中國大陸創新做好的項目都跟內需有關，可以消費 state-of-the-art 的產品架構。

**C 副秘書長回應**：需要協助中小企業如何做數位轉型，建構數位化能力，如果可以帶起來，硬體結合軟體可讓廠商掌握很多機會。

**R 副秘書長回應**：工業 4.0 中的大數據，如何讓東西可以順利網路化，需要政府協助，將來的數位整合，掌握生產是否有效率。但是在中小企業在自動化能做什麼？只有兩個部分可以分享，一是存貨系統怎麼做，另一個是輸送自動化，製造自動化不能分享，這是 Know-how，不可能分享。之前認識一家廠商，自動化做得很好，但是不願意釋放 Know-how，市場服務，企業只想要自己做，結果整個團隊被挖走。不願意跟別人分享。這是生存法則，阻礙臺灣工業 4.0 發展。

**陳信宏所長回應**：工業 4.0 需要加強，特別是訂單集中的產業，品牌大廠要推智慧製造，需要跟臺灣廠商合作。

**C 副秘書長回應**：沒有多少廠商做到工業 4.0，很多都是在工業 2.0。也可需要進行數位盤點，協助中小企業建構數位能力，才能真正帶動臺灣經濟發展，大型企業（如寶成）有比較多資源會自己做。中小型企業更需要政府協助，不然中小企業也難自己做。政府的任務，至少要讓中小企業瞭解，協助企業採用好用的系統，讓中小企業更願意去用。

**R 副秘書長回應**：需要建構公版系統，不是客製化，因為廠商養不起。透過公版系統，讓需要的廠商可以選自己的功能。類

似廠商怎麼做，可以參考，就可以把產業帶起來。先要有不同形式/產業領域也許會有不同的公版系統，如扣件雲，群聚帶動效益才會明顯。

7.有時候供應鏈的短鏈主要來自於產品架構的設計，例如電腦，過去可能要好多個供應廠商，包括線、零組件等，現在 All in one 產品設計，一個就可以完成，SoC 設計也是通通整合在一起。產品架構設計改變，也讓需要的供應鏈的廠商減少。消費者抬頭讓全球化走向區域化。國際大事件，內涵有些變化，但是大趨勢不會改變。

**C 資深總監回應**：中國大陸臺商，營運重心在中國大陸，越南臺商營運重心在越南，目前都談到有數位轉型需求，但是回臺灣找數位解決方案都被打槍，因為產業鏈結關係已經不存在，如在臺灣沒有研發中心、沒有繳稅、沒有營運。在這個時間點，也許可以逆向思考，讓這些已經斷根的海外臺商可以重新跟臺灣產業建立連結。也有一些海外臺商被說動，想要在臺灣有據點，希望臺商可以跟臺灣據點有連結，可以帶動產業或就業。臺商轉型做法，請法人去東南亞/海外，協助做數位盤點或數位轉型。

**R 副秘書長回應**：協助企業做數位落差，讓廠商轉型升級，以臺灣在地廠商優先；另外，則可針對海外臺商，可以建立跟臺灣產業關係更密切，輔導單位就可以過去，用的價格很便宜；臺商廠商可由政府買單，利用大廠做敲門磚，這樣服務就可以帶出去，也可以對廠商有幫助。產業協會做穿針引線的角色，協助海外臺商。

**陳信宏所長回應**：過程中，讓他們跟臺灣產業建立新連結，建立彼此在智慧供應鏈合作。

## 肆、散會

全球價值鏈重組趨勢下探討臺灣產業轉型策略與作法
/陳信宏計畫主持; 劉孟俊協同主持. -- 初版.
-- 臺北市 : 國發會, 民109.06
面: 表，公分
編號: (109)012.0202
委託單位：國家發展委員會
受託單位：中華經濟研究院

產業政策
555.933

全球價值鏈重組趨勢下探討臺灣產業轉型策略與作法
委託單位：國家發展委員會
受託單位：中華經濟研究院
計畫主持人：陳信宏
協同主持人：劉孟俊
出版機關：國家發展委員會
電話：02-23165300
地址：臺北市寶慶路 3 號
網址：http://www.ndc.gov.tw/
出版年月：中華民國 109 年 06 月
版次：初版　　刷次：第 1 刷

編號：(109)012.0202 (平裝)