

# 台灣汽車零組件產業的 技術擴散與產業升級： 從火藥、高壓氣瓶到安全氣囊

劉清耿\*

國立陽明交通大學防疫科學研究中心博士後研究員

汽車安全氣囊（airbag）具高精密度與穩定度的技術要求，其全球市場呈現出高寡佔的市場特性，進入門檻極高。台灣的汽車產業一向被視為「扶不起的阿斗」，長久以來始終無法擺脫技術依賴的困境。在這樣的情況下，為什麼 1990 年代國家中山科學院與台灣廠商可以自主研發安全氣囊的關鍵技術，並且出口至歐洲、中東、馬來西亞等國際市場？成功的機制是什麼？這段歷程又有哪些值得討論的理論與經驗意涵？

本文分別從模組化、代工政治及技術擴散的觀點解釋台灣安全氣囊產業的技術變遷。首先，歐美車廠在 1990 年代推動模組化生產，這個趨勢帶來相對開放的產業環境，給台灣零組廠帶來加入跨國分工的機會。其次，過去以整車廠為中心的技術移轉模式並不利於零組件廠的技術學習，甚至對零組件的技術發展造成阻礙，本文以代工政治的概念來解釋既有模式的限制。相較於此，中科院、全興、元翎從本業基礎延伸到安全氣囊的技術學習模式，則突顯出台灣分散式生產體系的特質有利於跨產業間的技術擴散，達到技術學習與產業升級的目標。

關鍵詞：技術擴散、代工政治、安全氣囊、產業升級、汽車零組件

---

台灣社會學第 40 期（2020 年 12 月），頁 47-88。DOI: 10.6676/TS.202012\_(40).03

收稿：2019 年 11 月 15 日；接受：2021 年 2 月 4 日。

\* 通訊地址：112 台北市北投區立農街二段 155 號國立陽明交通大學人文與社會教育中心

Email: cgliou@gmail.com

## Industrial Upgrading and Technology Diffusion in the Taiwan Automotive Parts Sector: From Gunpowder and Gas Cylinders to Airbags

Ching-keng Liu

*Research Center for Epidemic Prevention of National Yang Ming Chiao Tung University*

The global airbag market is highly oligopolistic because of the high precision and stability required during production. As such, there are extremely high barriers for entry. The automotive industry in Taiwan has always been regarded as “a babe in arms” and unable to shake off the predicament of technological dependence. Taking into account these difficulties, it remains unanswered as to why the National Chung-Shan Institute of Science and Technology (NCSIST) and Taiwanese manufacturers were able to develop key technologies for airbags independently and export them to international markets including Europe, the Middle East, and Malaysia in the 1990s. How did they succeed? What are the theoretical and empirical implications of this history?

This article examines the technological changes in Taiwan’s airbag industry from the perspectives of production modularization, the politics of subcontracting, and technology diffusion. Firstly, the modular production promoted by European and American automakers in the 1990s brought opportunities for Taiwanese manufacturers to join the multinational division of labor in car manufacturing. Secondly, the existing technology transfer model centered on automakers was not sufficient to explain the technical learning of parts manufacturers. This article introduces the concept of the politics of subcontracting to explain the limitations of the existing conceptual model. Finally, and in contrast to the technology transfer model, the NCSIST, GSKIT, and MOSA’s R&D approach demonstrates how technology diffusion occurring in their own industrial bases of airbag manufacturing highlights the characteristics of Taiwan’s decentralized industrialization, which is conducive to the cross-industry diffusion of technology and achieves the goal of technological learning and industrial upgrading.

*Keywords: technology diffusion, the politics of subcontracting, airbag, industrial upgrading, auto parts*

## 一、前言

本文以技術擴散（technology diffusion）的觀點來解釋台灣汽車安全氣囊零組件產業的技術學習機制，說明後進廠商如何獲得技術能力（technological capabilities）進行產業升級。汽車安全氣囊（airbag）<sup>1</sup> 需具備高精密度、高穩定度的技術要求，其全球市場由少數先進廠商所掌握，呈現出高寡佔的市場特性，進入門檻極高。台灣的汽車產業一向被視為「扶不起的阿斗」，長久以來始終無法擺脫技術依賴的困境。在這樣的情況下，為什麼 1990 年代國家中山科學院（以下簡稱中科院）與台灣廠商可以成功地研發出包括系統整合、模組、與充氣器（inflator）等關鍵技術，並且自 2000 年中後期開始陸續出口至歐洲、中東、馬來西亞等國際市場？成功的機制是什麼？這段技術學習的歷程又有哪些值得討論的理論與經驗意涵？

全球商品鏈（Global Commodity Chain，以下簡稱 GCC）與全球價值鏈（Global Value Chain，以下簡稱 GVC）是理解全球產業發展動態及後進企業產業升級相當重要的理論觀點，而汽車產業更是 GCC 與 GVC 非常具有代表性的分析個案（Lee and Cason 1994；Gereffi 1994；Kim 2000；Humphrey 2003；鄭陸霖 2006；Sturgeon et al. 2008；Sturgeon and Van Biesebroeck 2011）。

就 GCC 與 GVC 這一個知識系絡來說，理論的分析焦點是以「領導企業」（lead firm）為主，所謂的領導企業，指的是能夠驅動價值鏈形成和運作的關鍵企業，採用 GCC 的語彙來說，一者為具有開發、生產、製造等技術能力的跨國企業，由他們建立起生產者驅

---

1 車廠將 Airbag 的正式稱謂定義為「輔助束縛系統氣囊」（Supplemental Restraint System Airbag, SRS Airbag），氣囊主要是用在輔助安全帶的使用上，一旦發生撞擊，安全帶將乘客固定在座位上，氣囊提供撞擊的緩衝空間，假若沒有搭配安全帶使用，氣囊可能因為膨脹爆炸的力道及高溫而造成傷害，所以稱為 SRS Airbag。根據本文的訪談經驗，業界與官方部門有以「空氣囊」稱之，一般大眾所熟知的名稱則是安全氣囊，因此，本文統一使用安全氣囊來代表 SRS Airbag。

動的商品鏈（producer-driven commodity chain，以下簡稱 PDCC）；另一則為掌握設計與經營品牌、行銷通路，沒有工廠的跨國公司，建構出買主驅動的商品鏈（buyer-driven commodity chain，以下簡稱 BDCC）（Gereffi 1994: 96-101）。

根據 Lee and Cason（1994），汽車產業可以區分出零組件廠、整車廠以及行銷等三個部門。在 GCC 與 GVC 的分析中，跨國整車廠即被視為該產業中的領導企業，整車廠與零組件廠呈現出買家（buyer）與供應商（supplier）、領導企業與後進企業（latecomer firm）的對應關係。汽車產業全球化與區域化的發展趨勢，以及技術與創新研發，主要就是由跨國整車廠所驅動，並環繞著整車廠的規劃，由零組件部門來搭配以滿足其需求。在這樣的分析架構中，預設了跨國整車廠是主要的技術發展源頭，能夠促進與提升零組件廠的技術能力，帶動零件部門得以跟隨整車廠在全球與區域發展中進行部署，維持競爭優勢（鄭陸霖 2006；Sturgeon and Van Biesebroeck 2011）。然而，本文認為，這種由上而下且具有階序（hierarchy）關係的運作方式，反而不利於後進企業的技術創新與追求技術自主的目標。

在國家角色方面，GCC 與 GVC 對國家的分析側重在產業政策的面向，以進口替代、出口導向或自製率規定等政策來解釋後進企業如何加入全球生產網絡的分工中（Sturgeon et al. 2008；Sturgeon and Van Biesebroeck 2011）。

從技術發展的角度來看，Eun Mee Kim（2000）以韓國汽車產業的經驗提出與 GCC 理論的對話。Kim 認為韓國汽車產業的技術發展是由本地財閥（chaebol，e.g. Hyundai）所主導，而非 PDCC 所預設的跨國整車廠（提供技術移轉、技術授權的技術母廠）。從韓國汽車產業技術的經驗來看，技術發展最重要的因素來自本地財閥與國家的角色，而不是 GCC 所預設的跨國公司。韓國經驗凸顯出汽車產業在不同國家、地區發展的多樣性與複雜性，然而，Kim 的研究基本上仍是以整車廠為主，雖然區分出跨國整車廠與本地整車廠的角色差異，

但同樣預設整車廠為零組件廠技術發展的來源。

回到台灣的經驗，鄭陸霖（2006）在 GCC 理論的啟發下，提出對 GCC 理論做出修正的「跨界產業場域」理論（Trans-border Industrial Field，以下簡稱 TBIF）來解釋台灣汽車產業能力學習的發展動態。鄭文主張，GCC 理論一方面在全球分析的層次無法擺脫核心決定論的陰影，另一方面，在地方層次又無法掌握後進企業何以被併入到商品鏈分工架構中的關鍵問題（也就是後進企業何以能夠進行「能力學習」從而達到產業升級的目標？），因此提出 TBIF 來修正 GCC 在全球與在地層次分析上的缺陷。TBIF 主張聚焦在跨越國界的單一產業空間（也就是由跨國企業與後進企業所構成的產業場域）來理解後進企業的能力學習與產業升級（鄭陸霖 2006: 114-115）。

在鄭文所提出的 TBIF 架構中，後進企業的能力學習是伴隨著跨國企業的控制策略同步展開，跨國企業的營運消長將會決定後進企業的能力學習方式。在這個理論預設下，鄭文以裕隆、中華兩家國產車廠為例，說明其能力學習的動態進展，並且樂觀地認為，隨著國產車廠加入跨國企業的場域分工，台灣的零組件廠亦能學習自主的技術能力（鄭陸霖 2006: 162）。

本文在汽車零組件產業的調查中看到許多 GCC 與 GVC 以及 TBIF 無法解釋的問題。台灣並沒有發展出世界級的整車廠，然而，零組件產業在全球的售後市場（aftermarket）卻有相當值得肯定的表現（Cunningham et. al 2005）。根據車輛公會、經濟部與車測中心所做的調查，台灣的零組件產業從 2008 年起，外銷比例維持在 80% 以上，最高達 88%，以出口非原廠供應體系的售後維修或改裝的替換件為主，內需市場則僅有 12%，整體產值約為新台幣 2,200 億元。基此，我們很難將台灣零組件廠的表現預設是經由 GVC 所謂的領導企業（整車廠）所帶動的結果。再者，根據本文所進行的安全氣囊產業調查，在台灣，整車廠不僅無法如 TBIF 所預設般地幫助零組件等後進企業取得技術學習與技術自主，甚且對其後續的發展帶來阻礙。更進一步來說，TBIF 僅分析跨國車廠與國產車廠所構成的產業場域

（也就是所謂的「單一產業」），卻忽略了其他行動者，例如國家以及其他產業別的技术學習，也對汽車產業的技术能力學習帶來重要影響，因此無法精確地捕捉到零組件產業的能力學習動態。由是，我們該如何解釋零組件部門競爭力的來源？對此，本文將以技術擴散及台灣中小企業分散式生產體系的觀點來勾繪安全氣囊技術學習的軌跡及其機制。

本文所描繪的產業圖像是：台灣安全氣囊產業成功的技術學習經驗，主要奠基在分散式生產體系中，跨產業、跨企業間水平連結的知識／資訊流動，在這個多元協力網絡中，中科院（國家）是重要的網絡節點，適時提供跨產業與企業的連結。這樣的網絡特質有利於技術擴散，達到技術學習與產業升級的目標。

在寫作安排上，本文首先回顧 Nathan Rosenberg（1963；1976；1983）所提出的技術擴散理論，以及 Michelle F. Hsieh（2014；2015a；2015b）基於台灣產業發展經驗所提出的分散式生產體系，以此作為解釋台灣安全氣囊零組件產業的技術學習經驗。Rosenberg 認為，A 產業技術的進步與突破，往往是借助於 B、C、D……等不同產業別的技术擴散而來，因此，產業技術之間是一種相互依存的關係；Hsieh 援引技術擴散的概念，論證台灣自行車產業的技術學習經驗即是得益於中小企業間分散、水平協力的網絡特質，更重要的是，國家所設立的公共研發機構成為串連網絡的重要節點。Rosenberg 與 Hsieh 的研究對安全氣囊產業發展自主技術的經驗有相當大的啟發。

在進入安全氣囊產業的技術學習模式之前，本文勾勒全球汽車產業模組化的趨勢，論證模組化帶來相對開放的供應體系，成為了後進企業切入跨國車廠（歐美與中東、東南亞）生產分工的契機。緊接著，本文進入台灣汽車產業技術學習模式的討論，透過政府部門、智庫機構以及本文所進行的產業訪談等調查資料，指出長期以來台灣汽車產業的技術學習主要是建立在跨國車廠對應國產車廠、跨國零組件廠對應本地零組件廠的階序關係中，這樣的技術移轉模式具備由上而下、單一產業、要求忠誠、高封閉性的特質，本文稱之為「階序模



式」(hierarchical model)。階序模式中由國產車廠與跨國車廠所形構的代工體制對於零組件產業技術學習與技術供給帶來相當大的限制與影響，本文以「代工政治」(the politics of subcontracting)稱之。

相較於階序模式，安全氣囊的技術學習則是發生在跨企業、跨產業間的水平網絡中。具有火藥技術的中科院與擁有氣囊紡織袋與汽車內裝技術的全興，具備高壓氣瓶氣體填充與封焊技術的元翎精密，這些機構或企業彼此之間並不是單一產業內上下隸屬的關係，因此在技術學習的過程中得以維持自主性，在本業的技術基礎上進行技術學習與創新，本文將此模式稱為「水平模式」(horizontal model)。最後進入結論，說明本文的研究發現與貢獻。

## 二、文獻回顧： 技術擴散與分散式生產體系

### (一) 技術變遷：技術趨同、技術擴散與技術互賴

Rosenberg (1976) 指出，工業生產體系的技術變遷 (technological change) 從來都不是隨機發生，以 19 世紀的美國和英國來說，技術變遷是經由一種專門的制度化來推動，那就是一群解決某些特殊技術問題的專門公司 (specialized firms) 的出現 (Rosenberg 1976: 152)。什麼是專門公司？Rosenberg 舉工具機 (machine tool) 及金屬加工業為例，考察技術發展的軌跡與機制，他指出，這些不是生產最終產品 (final product)，而專精於組成最終產品所需的相關技術問題，以及將此技術運用在各種成形加工設備上的企業，就是所謂的專門公司。

這類屬於資本財部門 (capital goods sector) 的行業，在處理金屬加工問題時，通常會遭遇到各種不同加工程序 (切、鑿、鑽、銑、磨、刨) 的技術難題，即便這些工法所生產出的中間財最後流向看似毫不相關的最終產品 (final products，例如槍砲、縫紉機、自行車

與汽車等），但基本上都與金屬材料的特性有關，因此這些技術都具有某些共通的相似性，Rosenberg 將這種現象稱為「技術趨同」（technological convergence）。當這些技術被不同的行業所採用，並且成功地解決問題，不僅創造了技術的傳播擴散，更因為在新領域的應用而衍生出新的技術，因此 Rosenberg 認為，技術趨同對於新技術的開發以及技術擴散（technology diffusion）相當重要（Rosenberg 1963；1983；Hsieh 2015a）。

此外，Rosenberg 還指出技術擴散所展現出的特點，他認為能夠真正運作（functioning）的技術常常都不是單獨存在，它總是鑲嵌（always embedded）在更大的技術關係網絡中（Rosenberg 1983: 56）。再者，技術的改善（technological improvement）及突破，並不只有表現在可見的專利成果上，它對於整體經濟的貢獻往往不易被察覺、被言明，因而常被忽略，但卻至為重要。Rosenberg 提出三個常被忽略的技術特質：（1）互補性：技術的發明與創新取決於既有技術之間的互補性，A 項發明的潛在收益，有賴於 B、C、D 的發明成果；（2）技術變遷是經由漸進、緩慢修正所累積的成果，並非一蹴可及；（3）技術變遷往往只有在生產活動的中間階段（intermediate level）才能被區辨出來，這些運用新材料、新機械、新零組件或新製程（new technical process）的形式，由於不是最終產品，因此不常被意識到它們的存在與貢獻。接著，由於是中間投入階段，主要依靠處在不同行業別中的專門公司，因此，技術變遷與創新，就不是只在單一產業中發生，而是具有跨產業間的關聯（interindustry relationships）。對 Rosenberg 來說，這也意味著從技術趨同到技術擴散的技術變遷過程，呈現出技術互賴（technological interdependence）的特質。

## （二）技術擴散、技術學習與分散式生產體系

承繼技術擴散的討論，Hsieh（2015a）進一步以台灣自行車產業突破登山車車架既有的焊接、材料等技術瓶頸的經驗指出，



台灣中小型企業所呈現出的「分散式生產體系」(decentralized industrialization)<sup>2</sup>特質更有利於工業生產體系中的技術擴散。

台灣的分散式生產體系具有哪些特質？首先，它們聚集在特定的地理空間而形成產業聚落，彼此之間維持既競爭又合作的網絡關係。其次，這個以中小企業為基礎的生產網絡，是由許多獨立的專業零組件製造商所組成，它們專精於中間投入(intermediate input)，而不生產最終產品。再者，生產網絡呈現開放性的特質，這些專業零組件廠或專門供應商並沒有和生產最終產品的組裝廠綁在一起，彼此之間沒有專屬的忠誠性，可以同時與許多行業合作，可能是在同產業，也可能是跨產業的合作。最後，這些專業零組件製造廠被納入在全球生產網絡，直接在出口市場中競爭，而不依賴國內的組裝廠(Hsieh 2015a: 334)。

Hsieh (2014) 認為，分散式產業是由許多的獨立零件製造商所組成，它們彼此之間具有多重水平連結(multiple horizontal linkages)的關係，互不隸屬，透過解決生產現場的問題而逐漸累積經驗，因此，它們的技術創新／學習，就是在實作中產生。這種水平連結的關係有利於資訊的流動與傳播，以及對既有的知識重組，進而創造出跨部門、跨公司間的技術學習。

在分散式生產體系的概念中，Hsieh (2014；2015b) 對國家角色的探討也有所著墨。與 GCC 側重國家經由擬定產業政策（進口替代或各種獎勵出口導向的稅賦措施）的分析不同，在分散式生產體系的生產網絡中，國家是以公共研發機構的角色參與在網絡的運作中。根據 Hsieh 對自行車產業的分析，金屬中心和企業之間是維持等距的水平合作關係，除了協助推動產業及零件標準化，對於將汽車產業中製造底盤零組件（例如扭力樑）的液壓成型製程擴散到自行車車架管的

---

2 謝斐宇(2017)在其中文著作裡將「decentralized industrialization」譯為「分散式生產體系」，這個概念援引自陳介玄(1994)和 Gwo-shyong Shieh (1992)等對台灣的中小企業運作特質與勞動關係的研究。與陳介玄和 Shieh 不同之處在於，謝斐宇將國家（特別是公共研發機構）納入生產體系的一環，探討國家在技術實作的角色。

運用，也扮演早期投入的角色，進而引導其他的零組件廠願意持續投入（Hsieh 2015a）。Hsieh 認為，公共研發機構也是分散式生產體系生產網絡中的一環，對於協助中小企業的技術學習、媒合不同跨產業間的合作，進而協助中小企業打進全球市場等扮演相當關鍵的角色。本文將以技術擴散與分散式生產體系的觀點來解釋台灣汽車安全氣囊零組件技術的發展歷程。

### 三、資料說明

本研究透過深度訪談、歷年科專計畫結案報告書與相關文獻資料來勾繪台灣安全氣囊的產業技術學習經驗。有關安全氣囊的技術概念、運作原理等知識，主要來自 2014 至 2015 年之間對中科院、全興、元翎、創盟等公部門與企業的訪談而獲得。本文所訪談之報導人，多數（曾）具有軍職及火藥導彈等軍事科技的技術背景。

中科院報導人為四所軍職研究員（本文編碼 A），為首批安全氣囊研發計畫的主持人之一；全興的報導人為高階業務主管（本文編碼 B），雖然沒有參與 1995 年的中科院研發計畫，但是在完成技術移轉之後，負責將氣囊業務推廣至歐洲與馬來西亞，熟悉跨國車廠與零組件供應廠之間的實務運作；元翎報導人（本文編碼 C）曾於中科院第四所（化學）服務 25 年，擁有充氣器專利，參與安全氣囊研發計畫，退休之後轉至業界服務，曾任董事長特助，總管元翎的充氣器技術研發及全球業務推廣，足跡遍及歐洲、伊朗與中國等市場；另一位報導人則是中階業務主管（本文編碼 D），無軍職背景，本文所示之安全氣囊零組件概念圖即是參考該報導人提供的資料而繪製。創盟報導人（本文編碼 E）曾於中科院第三所（電子）服務，專長為飛彈電子感測元件，參與安全氣囊研發計畫中的電子控制單元（ECU）與感測器（sensor）的研發項目，退休後轉至業界服務，亦曾參與 2006 年由經濟部所推動的「整車工業自主技術建立計畫」。

以上為中科院與零組件廠深度訪談所取得的資料說明。訪談採半

結構、半開放式的設計，內容聚焦在安全氣囊技術的研發歷程，在受訪者知情同意下全程錄音，並繕打成逐字稿分析。

除上述與安全氣囊研發有關之中科院及零組件廠，本文亦分別於 2014 年 10 月及 2018 年 5 月，利用其他議題的正式訪談及企業參訪活動，向國產車廠確認安全氣囊採購之相關訊息。2014 年的受訪者為國瑞車廠台籍高階主管（國瑞高階主管由日籍與台籍搭配組成，本文編碼 F）

其次則是歷年科專計畫結案報告與立法院公報，包括《汽車安全氣囊系統裝置研發三年計畫 1995.7-1998.6》、《汽車安全輔助系統技術與零組件兩年計畫》、《汽車安全氣囊系統裝置研發計畫》、《先進安全車輛系統整合平臺技術研發三年計畫》及 2000-2001 年之立法院公報有關中科院軍民通用科技的質詢內容。

## 四、汽車產業全球生產結構的改變

### （一）模組化趨勢的出現與意義

所謂的模組化（modularity），是指一種能夠有效率地組織複雜產品或製程的策略。將複雜的產品或製程，拆解成較小的、可獨立設計的子系統（subsystems），組裝後的成品便能夠協調的運作（function together as a whole）（Baldwin and Clark 1997）。模組化並非汽車產業所獨有，IBM 在 1964 年就推出了第一台模組化設計的電腦（Baldwin and Clark 1997），而汽車產業的模組化趨勢則是在 1990 年代才出現。

為什麼汽車產業會有模組化的趨勢？這個問題要從歐美車廠與日本車廠之間的競爭談起。歐洲是汽車的發源地，在生產的模式上，一開始是採用能夠展現技藝特質的手工打造模式，它的特徵是產量少、速度慢，且零件無法通用。到了 1903 年，美國福特車廠發展出標準化的裝配線技術，能夠大量生產標準化的車型，這個創新的生產技術，帶動了汽車的快速普及化。歐美車廠即在此後發展出大量生產

(mass production) 的運作模式；而作為汽車後進國的日本，則是在大量生產模式之外，另外摸索出一條臨界生產 (lean production) 的道路 (Womack et. al 著、李裕昆譯 1994)。

大量生產模式是由車廠主導新車的設計開發與製造，在 1980 年代初期，美國車廠自行製作高達 80% 的零件工程設計圖，而零件的製造或是由公司內的零件事業部承接，或是交由外部的獨立公司負責。例如通用汽車在 1980 年代，有 70% 的零件是由公司內部的零件事業部所製造 (Womack et. al 著、李裕昆譯 1994: 162)，而福特則採外包的方式。但無論是內製或外包，車輛的設計和開發都是由整車廠主導。其次，零件的採購原則是以價格先決，為了取得標案，競標者會先以低價搶標，得標之後再逐年或逐期要求車廠提高收購價格，造成車廠無法有效控制生產成本。此外，由於為數眾多的零件部門或零件廠只負責製造單一的細部零件，因此常發生零件不良率過高的情況，為了克服不良率問題，只能以充裕的庫存來因應，無形中增加了製造端的成本。換言之，大量生產並不同有效率的生產，然而，這些狀況在能夠維持高銷售量的條件下，車廠仍能夠擁有豐厚的獲利。

相較於大量生產，由日本車廠所摸索出的臨界生產模式，強調車廠與零組件廠的協力分工，車廠僅保留最核心的零件開發（像是引擎或車體底盤），其餘則交由零組件廠負責。因此，在新車開發時期，車廠與零組件廠便維持著高度的協作關係。其次，在零件採購上，車廠與零組件共同協商收購價格，在品質得以確保的前提下，車廠願意讓利給零組件廠，提供零組件廠持續維持品質的誘因。最後，理論上，臨界生產幾乎處於零庫存的狀態，車廠與零組件廠在地理空間上形成一個產業聚集，即時供應新車組裝所需的零件。這樣的運作模式使得日本車廠展現出比歐美車廠更大的競爭力。

模組化是歐美車廠為了因應全球消費市場的變化所提出的策略 (Freyssenet et. al 2003；Volpato 2004)。1978 年爆發的第二次石油危機，以及 1980 年代開始，歐美日這三個主要的汽車市場需求逐漸飽和，歐美車廠所採取的大量生產模式紛紛出現產能過剩、生產成本

過高、品質不佳，以及技術發展緩慢等問題，這時日本車廠臨界生產模式的優勢越發明顯，歐美車廠開始意識到自身與日本車廠之間的能力落差，因此開啟一系列對日本的逆向追趕，歐美車廠開始尋求創新變革，藤本隆宏稱之為「能力構築競爭」（藤本隆宏著、許經明、李兆華譯 2005），而「模組化」則是他們的因應之道。

模組化對於歐美既有汽車產業帶來什麼樣的改變？又具備什麼樣的意涵？

汽車產業的模組化通常伴隨著新的組織型態與分工變革而出現。首先是大型零組件廠角色的轉變，過去在大量生產模式中，零組件的研發由車廠負責，之後發包給為數眾多的零件廠進行製造，以通用汽車（GM）為例，一張座椅拆分成 25 項不同零件，再分發給 25 家供應商承製，最後再交貨給車廠的製椅部門。車廠與零組件廠呈現以價格交易為主的分散式發包關係（Womack et. al 著、李裕昆譯 1994: 171）。然而，模組化之後，座椅可能被安排在整個駕駛座模組中，而這個模組包含了儀表板、空調操作介面、方向盤、安全氣囊、安全帶、座椅等零組件，共同組成駕駛座模組（the driver's cockpit），而模組則交由一家大型零組件廠負責設計開發與製造，最後再將整個模組交給車廠的組裝廠進行整車組裝。

通用汽車在 1999 年將其原來的零件事業部分割出去，成立了 Delphi，Delphi 就是所謂的大型零組件廠<sup>3</sup>，它是直接對應車廠，可以參與新車開發的一階供應商（Tier 1 或 First Tier Supplier, FTS），負責模組化零件的技術與開發，參與新車的系統工程整合，而在其底下尚有二階供應商（Tier 2 或 Second Tier），負責零件的成形加工製造，最後則是三階供應商（Tier 3 或 Third Tier），負責原料的提供。Delphi 成立之後，也開始爭取其他車廠的合作機會，形成了一個模組

---

3 GM 在 1999 年衍生出 Delphi 這家公司，在當時是相當大的產業新聞，CNN 當時報導了相關訊息，詳見 <https://money.cnn.com/1999/05/31/companies/gm/>（取用日期：2020 年 4 月 10 日）。Delphi 不僅接受來自 GM 的訂單，同時也開始爭取其他車廠的合作機會，呈現複數代工的經營模式。



化生產平台，Mercedes Benz 就曾將一款 SUV 車型的駕駛座模組委由 Delphi 承製（Baldwin and Clark 1997: 87）。同時期，美商福特汽車也將其零件部門獨立分割出來，成立 Visteon Corporation，承接包括福特、通用、豐田、本田、福斯、BMW、現代等車廠的模組化零件設計生產（財訊出版社編 2007: 29）。

此處需要進一步說明，大型零組件廠並不是模組化趨勢之後才出現的產物，德國著名的 Bosch（專長 ABS、燃油噴射系統、其他電系組件）、Continental（輪胎、安全系統工程）、ZF（變速箱）、瑞典的 Autoliv（安全氣囊、安全帶）等都是在 1990 年代模組化趨勢出現之前就已經成立，而日本的日本電裝株式會社（Denso）或愛信精機（Aisin Seiki）也早在 1949 年就創立，Denso 是 Toyota 獨立出來，而 Aisin 則是豐田汽車擁有 2 成持股的集團成員（財訊出版社編 2007）。

模組化趨勢之後，歐美車廠通常都擁有具備開發能力的大型供應商，而日本則是具備了穩定合作的協力體系，亦即，歐美車廠的模組化是委外由大型零組件廠主導模組的開發及生產，而日本車廠則是維持由整車廠與其系列零組件廠（1st tier keiretsu suppliers）協同合作（劉仁傑編 2005；劉仁傑 2006: 4）。對後進零組件廠來說，歐美車廠的模組化呈現出相對開放的特質。

隨著模組化分工趨勢越來越明顯之後，這類一階供應商與車廠成為了夥伴關係，它們在新車的設計與開發階段，乃至生產階段與其他供應商的協作就被賦予實質的責任（substantial responsibility）（Veloso and Kumar 2002）。長期以來由單一車廠所建立的垂直整合供應體系轉向垂直分工的運作模式，產業結構的解組與重組，型塑出新的產業互動型態，其中最重要的改變，就是 Tier 1 供應商在新車的研發與生產過程中扮演非常關鍵的角色，從而也讓汽車的研發專利主導分散化（Humphrey 2000；Volpato 2004；丁傑隆 2016）。劉仁傑等人的（2005）研究發現，汽車模組化趨勢的出現帶來整車廠與零組件廠供應商之間的權力關係變化，「最明顯之處莫過於零組件廠與整車



廠之間除了有效率的資訊分享之外，還能擁有整車廠的核心技術與主導權」（劉仁傑編 2005: 55）。

本文針對台灣安全氣囊一階供應商的訪談，受訪者也提出了同樣的經驗，首先是有關零組件廠與車廠之間資訊分享的部分，受訪者指出，安全氣囊整合在被動安全系統中，因此他們需要了解新車型的碰撞波形，此外，還需要考量跟主動安全系統的搭配，因此這些部分就需要與車廠、其他一階供應商一起共同設計（本文受訪者 B）。

其次，則是一階供應商對於新車開發的「主導權」，以安全氣囊為例，氣囊要能夠發揮保護效果，需要有多項條件配合，例如車體在結構設計上，必須維持乘坐空間在撞擊之後，仍保有充裕的「生存空間」（survival space），氣囊在這個空間中發揮緩衝撞擊的作用，在這個項目上，一階供應商有權要求整車廠調整原來的設計。

比如說他在模擬正撞，撞下去的時候他的引擎蓋會縮多少，他的引擎會縮到哪裡，因為我們裡面都有 key，它裡面都會 key 說那個材料是什麼材料，引擎是什麼材料，那他就會知道碰到多少 G 值的力量的時候，他會退多少，那他會不會跑到裡面來，他一跑到裡面來的時候我氣囊在展開的時候人會歪到哪裡去，腳會不會受傷什麼的，對，它是整個，就是整個完整的。然後系統整合者就是在做這些東西。然後他做完之後它會來跟車廠講說我們來開個會，我幫你做完之後發現你的引擎放的位置不對，比如說你的引擎材料設定也不對，太軟了，或是說你這個防火牆的部分你的鋼材用得不夠硬，所以他會跑到裡面來，他把人的腳擠斷了，所以這一塊你可能必須去做更改。（本文受訪者 B）

本文認為，在「資訊分享」及「擁有整車廠核心技術與主導權」的意義上，對後進廠商來說，如果有能力躍升為車廠所仰賴的供應商，能夠參與新車開發過程，同時擁有修改車廠原始設定的權限，就

具備了技術與產業升級的雙重意涵。然而，隨之而來的問題是，以歐美車廠為例，模組化趨勢加重大型供應商的角色（Donovan 1999），這些所謂「mega-supplier」具備了汽車產業規模經濟的優勢，以本文所處理的安全氣囊產業來說，瑞典 Autoliv 在全球擁有 5,700 位研發人員（Autoliv 2008），而在台灣的全興卻只有 25 人（2014 年訪談資料），在這種對比懸殊的情況下，後進企業的競爭力從何而來？受訪者雖然肯定台灣研發人員的「全能」表現（本文受訪者 B），但本文認為，台灣後進廠商的競爭能力不僅限於單一企業內部的人力素質，更重要的是企業所身處的分散式生產體系，多重水平連結的生產網絡中，提供了後進企業技術學習與創新的條件。

## （二）模組化趨勢中的台灣安全氣囊零組件產業

隨著汽車安全法規的規範，以及消費者安全意識興起，車廠為了滿足消費者對於汽車安全的消費需求，已經大幅將安全氣囊、防鎖死煞車系統（Anti-lock Breaking System，ABS），甚或車身穩定系統（Electronic Stability Control，ESC）等安全技術列為新車的標準配備。汽車安全技術概分為兩種，一是主動性（active）安全技術，用於預防事故的發生，ABS、ESC 屬之；而安全氣囊則是屬於被動性（passive）安全技術，在車輛發生撞擊時，提供車內乘客充足的緩衝空間，避免傷亡程度更高的「二次撞擊」（second collision）（O'Neill 2009）。

安全氣囊屬於「被動安全系統」中的一個模組件（modular），整合在車輛整體的安全設計中，由於作動時間是以千分之一秒（毫秒）為單位，同時不容許有誤判的空間，因此有很高的精密度要求，在開發時期也必須投入長時間的驗證程序，因此安全氣囊具備技術密集、長開發期程的特質，是一個高進入門檻的產業。

安全氣囊約略分成三種類型，首先是前方安全氣囊（Frontal Airbag，FAB），用以保護頭部與胸腔部位，其中，安裝在駕駛座的氣囊稱為 DAB（Driver Airbag），副手席則稱為 PAB（Passenger

Airbag)；其次是側邊安全氣囊 (Side Airbag, SAB)，當車輛發生側方撞擊時，可以對乘客的上肢臂提供防護；最後，也是最為重要的安全氣囊則是專司保護頭部的氣簾 (curtain) 或稱 HAB (Head Airbag)，當撞擊發生時，保護頭部免於二次撞擊到車輛的 B 柱內裝，同時隔絕玻璃碎片造成的傷害 (本文訪談紀錄，訪談日期 2014.11.05)。以 FAB 來說，它是以模組的形式配置在方向盤內，而副駕駛座則是配置在前方的置物收納空間的上座。不管哪一種安全氣囊，都是以模組的形式安裝在適當的車內空間，它同時必須與外部的感知元件，以及作為判斷訊號的行車電腦 ECU 整合，確保安全氣囊可以精確的作動。

安全氣囊模組是由充氣器 (inflator)、氣囊袋 (cushion)、鐵件 (case) 及飾板 (cover) 所組成，其中，充氣器又含氣體產生器、點火器、過濾器、殼體等零部件。具備模組與系統整合能力的廠商稱為「一階供應商」(Tier 1 或 FTS)，能夠研發製造充氣器這項關鍵零組件的廠商則是「二階供應商」(Tier 2)，最後，提供殼體或氣囊袋等原料，進行初步加工的廠商則是「三階供應商」(Tier 3)。根據本文所做的調查，台灣的安全氣囊零組件已經完整包含了從 Tier 3 至 Tier 1 的產業分布，例如全創 (GSKIT) 以及瑞典 Autoliv 與本地資本豐群集團所合資的美安工業<sup>4</sup> 皆屬 Tier 1，直接對應到整車廠。而專攻充氣器的元翎 (MOSA)，以及生產殼體、氣體發生器等零件的劍麟、時碩，或是研發安全氣囊 ECU 的創盟<sup>5</sup>，可說是 Tier 2 供應商。

---

4 Autoliv 在 1992 年來台與豐群合資設立台灣美安 (Mei-An Autoliv Co., LTD)，原本以生產安全帶為主，一直到 1997 年才加入安全氣囊這項業務。豐群集團的創辦人張國安，同時也是三陽工業的創辦人之一，後因經營理念與黃家不同，在 1986 年任職三陽工業總經理期間，被無預警解除職務，改聘高級顧問。張國安後來離開三陽，專心豐群事業體的經營。台灣美安工業可以說是台灣最早投入安全氣囊業務的廠商，劍麟、時碩都是美安的供應商，台灣美安的技術來源是以瑞典 Autoliv 為主，與本文所要討論的 GSKIT、MOSA 發展自主技術的模式並不同。以上資料可參考：<https://www.autoliv.com/about-us/history#?year=1990>、譚淑珍 (1997)、張國安 (1991)。

5 創盟已於 2016 年更名為「創智車電」，本文於 2015 年進行田野訪談，當時公司名稱仍為創盟，因此本文使用創盟稱之。

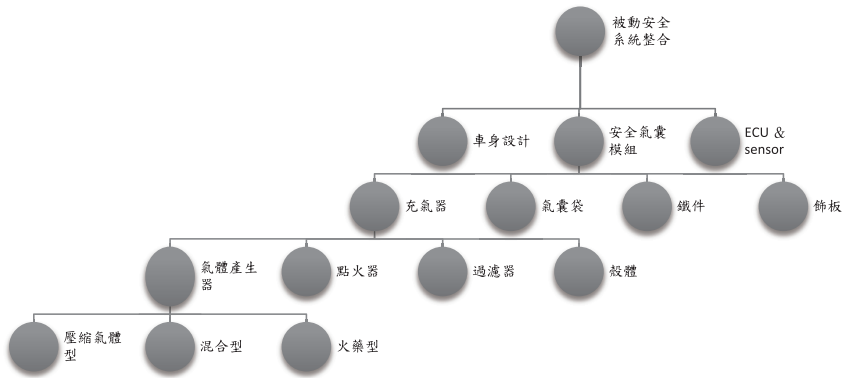


圖 1 安全氣囊組成圖

資料來源：作者自行繪製，參考自本文受訪者 D 所提供之資料

全球市場的寡佔性是安全氣囊這項零組件產業的特色，以 2014 年為例，全球 80% 的市占率集中在 4 家公司上，分別是瑞典 Autoliv（25%）、日本 Takata（22%）、德國 ZF-TRW（18%），以及同樣來自日本的 Daicel（16%）。<sup>6</sup> 2017 年 Takata 宣布破產之後，Autoliv 的全球市占率一舉拉升到 40%。<sup>7</sup> 這意味安全氣囊這項零組件並不是由整車廠單獨開發製造，而是透過外包採購的方式取得。Takata 從 2013 年起陸續傳出因氣囊瑕疵造成傷亡的事故，美國 NHTSA 在調查後勒令召回（recall），影響遍及 Nissan、Honda、Toyota、Mazda、Ford、Chrysler、BMW 等不同汽車品牌，超過 4 千 2 百萬輛車，由此可見這項零組件在市場上所具備的高度寡佔性。

過去台灣並不具備安全氣囊的自主技術，但是從 2009 年起，台灣出口的汽車零組件項目中，新增了貨品編號為 870895 的「安全氣囊含充氣系統及其零件」的項目。<sup>8</sup> 2009 年的出口總額為新台幣 3 千

6 <https://indianexpress.com/article/india/exploding-airbags-how-a-lifesaving-device-can-bring-death-in-an-instant-4608006/>（取用日期：2019 年 9 月 2 日）

7 Autoliv 2018 年度報告 [https://www.autoliv.com/sites/default/files/banner-contents/documents/Autoliv\\_AR\\_Fullversion\\_WrapK10\\_0.pdf](https://www.autoliv.com/sites/default/files/banner-contents/documents/Autoliv_AR_Fullversion_WrapK10_0.pdf)（檢索日期：2019 年 9 月 3 日）

8 <https://portal.sw.nat.gov.tw/APGA/GA01;APGAJSESSIONID=kPzkdjKCWj7NK8NFh3y0KQwRNj2GVHVxhxMLhr5GySpwZ46yKBts!608021316>（取用日期：2019 年 8 月 29 日）

表 1 安全氣囊進出口統計

年度	進口總額（千元）	出口總額（千元）
2009	209,180	38,745
2010	565,448	406,851
2011	626,226	818,572
2012	670,526	933,651
2013	749,560	997,865
2014	938,766	1,411,450
2015	975,006	1,404,927
2016	900,219	1,541,720
2017	830,924	1,511,876
2018	801,117	1,540,701

資料來源：整理自財政部關務署統計資料庫，安全氣囊貨品代碼 870895。<sup>9</sup>

8 百萬，2018 年成長到 15 億 4 千萬元（詳見表 1），主要出口地為美、德、中、馬來西亞、中東等。如果單就出口值來說，或許這樣的規模在汽車零組件的整體出口表現中並不算特別出色，以經濟部所公佈的統計資料為例，2016 年汽車零組件出口值為 2,113 億元，而安全氣囊則是 15.4 億元，佔比連一成都不到。但如果將安全氣囊高寡佔性的市場特質列入考量，以及台灣的廠商有能力出口自製模組和相關組件，這仍是值得肯定的成就。

因此，安全氣囊零組件的設計、開發與製造，以及 GSKIT 晉身一階供應商，提供馬來西亞與英國車廠安全氣囊模組的經驗，或是 MOSA 研發混合型（Hybrid）充氣器的能力，對於台灣的汽車零組件產業來說，具有相當明顯的產業與技術升級意義。

9 經濟部統計處資料，詳見：[https://www.moea.gov.tw/mns/dos/bulletin/Bulletin.aspx?kind=9&html=1&menu\\_id=18808&bull\\_id=3154](https://www.moea.gov.tw/mns/dos/bulletin/Bulletin.aspx?kind=9&html=1&menu_id=18808&bull_id=3154)（取用日期：2019 年 10 月 4 日）

## 五、台灣整車廠與零組件廠技術學習的既有模式與代工政治

### （一）既有模式：整車廠 - 零組件廠的階序模式 （hierarchical model）

本節將回顧過往台灣汽車產業的技術學習模式，說明既有模式對技術學習與技術擴散所造成的阻礙，藉以突顯安全氣囊技術學習的特殊之處。汽車零組件業大致可以區分成原廠供應體系（OEM）與售後維修市場（aftermarket）兩種不同型態。OEM 是直接被納入整車廠的供應體系，其生產的零組件是在新車組裝階段就被採用，日後如果發生故障需要更換，也是提供給整車廠，經由「原廠」體系的維修廠進行更換（OES，因此稱為原廠件）；而 aftermarket 並不在整車廠的供應鏈中，是以生產售後市場的替換件（也就是我們所稱的副廠件），一般提供給非原廠體系的維修廠使用。

OEM 因為身處整車廠的供應體系，所以在零件的設計開發，乃至後續的生產製造，都與整車廠處在協作的關係中，整車廠在新車開發階段有權力決定選擇哪些零組件廠，允許其加入供應體系，共同參與車輛的開發作業。這裡的關鍵問題是，在台灣，所謂的整車廠其實是附屬在跨國整車廠的 OEM 體系（但並非上一節所討論的一階供應商），因此，國產車廠在導入新車型時，不僅需取得跨國車廠的授權，就連本地零組件廠也必須取得與跨國整車廠合作的零組件廠的授權，因此呈現出跨國整車廠對應本地整車廠，跨國零組件廠對應本地零組件廠的階序關係。

之所以會出現這種階序式的從屬關係，主因在於國產車廠幾乎是和日系車廠合作，而日系車廠採用的臨界生產模式，整車廠只負責生產部分零組件，多數的零組件委交給供應商負責，因此供應商擁有其所開發的零組件相關技術及專利。當國產車廠導入新車型時，零組件



的生產製造，就必須從日本的零組件廠取得授權，引進技術（經濟部產業發展諮詢委員會 1992: 20）。本文在進行產業調查時，零組件廠的受訪者就提及，每當新車型導入國內時，他們就必須經由跨國整車廠與國內整車廠的媒合，前往日本與零組件廠洽談技術授權（本文受訪者 B），才有生產該車型方向盤的權利。

這樣的階序關係對於台灣汽車產業的技術學習有什麼影響？過去政府部門曾長期委託經研機構調查汽車產業的發展狀況，以 1960 至 1970 年代來說，台灣汽車零組件的進口量、進口值一向大於出口，處於貿易逆差的狀態，最主要的原因就是技術能力薄弱，多數零件無法自製，因此需要仰賴進口。1972 年零組件的進口值為新台幣 14 億元，到了 1979 年，當內需市場增加到 10 萬輛的規模時，零組件的進口額也拉高到 140 億元，整車銷量愈多，零組件的進口值愈高（陳寶瑞 1980b: 1-2）。

當時不管是整車廠或是零組件廠的技術學習都是依賴跨國整車廠的授權指導。根據工業局委託台灣經濟研究所（現台灣經濟研究院）所做的調查，國產整車廠的技術來源有二種：一、透過與技術母廠合作（裕隆—日產，三富—速霸陸，三陽—本田，中華—三菱，羽田—標緻）。二、合資方式（福特六和）。而零組件產業主要的技術來源有四種：一、廠家模仿，二、整車廠指派技術專家輔導，三、外資引進技術，四、技術合作（陳寶瑞 1980b: 6-10）。所謂「技術合作」，其實是由台灣進口主要零組件來組裝，僅有部分技術層次較低，附加價值不高的零組件才授權台灣整車廠和其協力的零組件廠生產。由母廠提供設計圖並派員駐廠指導，一部分由整車廠製造，另一部分則交由衛星工廠製造（國家建設委員會編 1979: 17-18）。

再者，依據經建會對整車廠的技術合作模式進行調查，發現國產車廠遭遇最大的障礙在於（1）技術母廠保留主要技術、（2）技術母廠控制外銷通路、以及（3）技術母廠控制零組件來源（陳寶瑞 1980a: 16-17），第三點突顯出台灣零組件廠的運作也在這種階層體系中受到跨國企業相當大的箝制。

這樣的情況延續至 1980 年代，根據台灣區車輛工業同業公會的統計，台灣在 1984 至 1986 年間所生產的零組件「鮮有重要功能零件者」，因此在市場區隔上，主要是以所謂的售後市場（aftermarket）為主。對比自製零件，進一步分析進口零件的種類，結果發現所進口的零件則是以「精密度高之功能件或不具比較利益之項目為主」（歐嘉瑞 1987: 16-17）。顯示當時國內部分的零組件廠因為長期依賴外國母廠的技術，自行研發與設計的能力相當薄弱，「大多數零件係依技術合作廠所提供之圖面生產」（歐嘉瑞 1987: 16-17）。這樣的情況在整車廠與零組件產業皆然，本文的受訪者曾指出，「在我們國瑞來講，我們是 Toyota 標準的 manufacturer，我們圖面沒有，我們就絕對不能加裝（變更）」。用汽車產業界的話來說，就是按圖施工（本文受訪者 F）。由跨國車廠及零組件廠掌控後進廠商（台灣整車廠與零組件廠）的技術發展。

本文認為這樣的關係相當不利於本地車廠和本地零組件廠的技術學習，因為資訊與知識是以由上而下呈現縱向、單向傳遞的方式進行，且在整車廠與零組件供應廠之間是屬於封閉的性質，整車廠對零組件廠有高度的忠誠要求及作業規範，這種由上而下且侷限於同一產業內的從屬關係，導致台灣的整車廠與零組件廠缺少技術擴散的基礎與機會。因為源頭單一，只要源頭（日本的整車廠與零組件廠）不願意傾囊相授，加上授權機制的影響，台灣的供應廠商必須忠誠於跨國車廠所建構的供應體系，缺少其他橫向、水平間的企業與產業間連結，這些特質與分散式生產體系的水平模式有很大的差異。

最後，國家在 1990 年代之前最主要是透過進出口的稅賦政策以及自製率（local content）來規範車廠與零組件廠的技術學習，但實際的作用不大。所謂的自製率，其實只是數字上的遊戲，車廠有很大的空間可以上下其手，業界都清楚有所謂「名目自製率」與「實質自製率」之間的差異。因為自製率並非依照品項種類來認定，而是以車價減去進口零件（含毛胚）的差額，再除以整車價格之比。車廠只要低報進口零件的價格，同時，將零件以分解方式進口入台後再行組裝，

就能創造出符合自製率規範的數字（闕麗珠 1980: 31）。因此長期處在技術依賴的狀態。

## （二）跨國車廠與本地整車廠的權力關係：代工政治 （the politics of subcontracting）

安全氣囊屬於 OEM 類型的零組件，因為具有高精密及安全規範的要求，需要整合在車輛的被動安全系統中，因此從新車設計、開發到生產製造，都在 OEM 的體系內，與一般可以經由非原廠維修體系更換的保險桿、車燈、葉子板、水箱等 aftermarket 零件大不相同。換言之，投入安全氣囊的研發，意味著後續的產品只能限定在 OEM 市場，對應到整車廠的特定車型，其客戶是整車廠及其保修體系，而非一般消費者。

基於這樣的特性，台灣的安全氣囊零組件廠在投入技術研發時，自然預期可以藉由國產車廠的採購，建立起穩定的供應關係，進而帶動整體的產業升級。事實上，從 1990 年代之前所實施的國產車自製率規範到 2006 年政府推出一個龐大的「整車工業自主技術建立計畫」，基本上乃是依循著由整車廠帶動零組件廠技術升級的推定，預設整車廠可以和零組件廠維持緊密的合作關係，發揮母雞帶小雞的作用，由整車廠來創造產業關聯效果。鄭陸霖（2006）以 TBIF 解釋 1990 年代之後台灣汽車產業的發展動態，也是基於這樣的預設：

隨著國內整車廠與國際母廠共同開發適合亞洲車型與改裝的新戰略佈局，零組件廠經由實際參與到設計開發的經驗，也得以在一個開發製造／行銷更為緊密結合的產業交易環境中，學習培養自主的技術能力，並支援中心廠在國際分工中取得更大、更靈活的移動綜效。（鄭陸霖 2006: 162）

然而，本文在實際的產業訪談中，零組件廠的受訪者卻揭示出一幅很不一樣的圖像：他們與國產車廠的關係並不如一般所認知的那樣

緊密。

我今天在國外來講，我推廣業務很辛苦，我不管在伊朗、在任何國家，他們往往聽我講了一大堆以後，他們第一句話就問我說，你們來自台灣，請問你，台灣有哪一個汽車廠用你的東西？我說，沒有……他說那為什麼不用你的，是你的產品有問題嗎？否則台灣人為什麼不用台灣的產品？你說要我怎麼講？我無言以對啊，所以我一直在講一件事情，台灣的汽車廠，對我元翎來說，他是負分的，他是不但不加分，而且是減分的。因為我要去費盡口舌去解釋台灣汽車的生態，真的是這樣，這是台灣所有的業界，汽車零組件業者的心聲。（本文受訪者 C）

受訪者在業界實際的經驗所呈現出來的產業圖像是：即便國產車廠具有和跨國車廠協作，共同開發新車型的能力，也不意味能夠產生「涓滴效應」（trickle-down effect），順利拉抬零組件廠加入 OEM 的供應體系，現實中，台灣國產車廠的供應體系不容易打進去。

作者：以 Toyota 來講，國瑞可以自己有限權決定我要美安或其他廠商的安全氣囊嗎？

受訪者：完全不行。（必須要經過原廠？）對，因為這就是我們在台灣其實做這個產業的碰到的最大的問題。就是說，汽車，因為汽車嚴謹，所以說他當初整台車子在做開發定義的時候，到底這一塊是哪一家供應廠介入共同研發，就被他綁掉了，對，而且一般像 Toyota 他們就有搭配 Autoliv 或什麼的。（本文受訪者 B）

為什麼？問題在於，國產車廠幾乎都是日本（一家韓系）車廠授

權的代工組裝廠，國產車廠本身並沒有自主決定供應商的權力，必須與日本技術母廠協商，而日本車廠與其原有的供應商之間本來就「綁得很緊」（受訪者用語）。在此情況下，台灣零組件廠與跨國零組件廠是處在競爭與取代的關係，而非互補協作，因此，進入供應鏈的難度又更高了。進一步來說，台灣國產車廠事實上等於是跨國整車廠（GVC 中的領導企業）基於「授權」（licensing）才能進行生產組裝的附屬代工廠，這樣的角色本身就受到領導企業的限制，能夠發揮的自主性有限，過去台灣在引擎、傳動、懸吊、轉向等技術層次較高的零組件始終處在依賴的狀態，即是這樣的結構性條件使然，因為這些零組件的關鍵知識並不僅限於機件間的結構設計，還包括更基礎的材料、熱處理加工等知識，對於後進者來說，非單一產業或者單一企業所能企及。

Linsu Kim 分析現代汽車的技術學習模式，發現現代汽車是採用分散式、從多種管道獲得設計與開發整車工程所需的「非成套技術」（unpackaged form）（Kim 1997: 113），創造出學習整合、累積最為關鍵的默會知識（tacit knowledge）的機會。

為什麼零組件廠希望與國產車廠有合作的機會？從零組件廠所處的結構位置來看，這等於增加練兵（技術學習）的平台（本文受訪者 E），並且累積「實績」。受訪者提到，以安全氣囊為例，汽車產業並不是高度編碼化的產業，每家車廠所開發的車型都有不同的產品設定標準，能夠取得更多車型的碰撞參數，對於他們的技術經驗累積才會有實質幫助（本文受訪者 B、C、E）。這裡所指的技術經驗，即是所謂的默會知識，需有實作過程才能真正習得；同時也是藤本隆宏從產品架構（product architecture）的概念，指稱汽車產業為「磨合型」產業的意思（藤本隆宏著、許經明、李兆華譯 2005）。

在此，本文想強調，受訪者提出與國產車廠整合所遭遇的問題，並不代表他們只能依賴國產車廠才能存活，事實上，全興、元翎都已經有出口實績，成為歐洲、東南亞、中國大陸車廠的氣囊供應商。本文認為，這段經驗突顯出台灣整車廠與零組件廠在階序模式的角色定

位下，使得技術學習遭遇諸多困難，本文將這樣的情況稱為「代工政治」（the politics of subcontracting）。

## 六、技術擴散：安全氣囊的技術學習與分散式生產體系特質

相較於前一節所整理的汽車產業既有技術學習模式：具有上下從屬關係、缺乏自主性的階序模式，本節將以技術擴散與分散式生產體系的觀點解釋安全氣囊的技術學習模式。主要的論證是，安全氣囊的技術擴散乃是奠基在不同專門零組件製造廠以及公共研發機構的本業基礎上，透過跨產業、跨企業間的水平連結，創造出技術擴散的效果，達到創新技術的結果。

後進廠商的技術學習是一段累積與漸進的過程，同時，技術學習的軌跡要奠定在既有基礎之上作務實的評估（Lall 1996: 14）。學習不會憑空發生，必須有合適的制度安排讓後進廠商有技術學習的機會，藉以累積發展產業所需的技術能力（technological capabilities）（Lall 1992；1996；Kim 1997），對本文來說，分散式生產體系即是合宜的制度安排。透過這樣的觀點，本文解釋中科院、全興與元翎的技術學習，皆有其過去的本業專長或代工經驗作為累積的基礎，透過多元分散的水平協作，因此得以從火藥、汽車內裝代工、高壓氣瓶的領域擴散到安全氣囊的技術研發。

### （一）安全氣囊的技術特質

就技術特性來說，安全氣囊必須具備精確性與穩定性的嚴格要求，本文所訪談的業界專家指出，氣囊的動作時間是以毫秒（ms）為單位，以 FAB 為例，從感應器送出訊號到爆炸、充氣、完成放氣等功能需在 30 毫秒至 40 毫秒之間完成。之所以需要在「一瞬間」完成這些動作，最主要的原因是充氣器引爆的瞬間，火藥會產生高



溫，如果不能快速地洩氣，氣囊袋的溫度會造成乘客灼傷，因此，時間的精確性至為重要。相關的技術文獻也指出，通常人類眨眼的速度是 0.1 秒，而氣囊則需要在 0.12 至 0.15 秒之間完成所有動作<sup>10</sup>（封德銅等 2005: 3）。

此外，一般氣囊的生命週期為 15 年，這是依據一般車輛的使用年限來考量，在這段時間內，氣囊必須具有高度的穩定性，確保不會有氣體洩漏而失效的情況發生。要達到精確與穩定的技術要求，首先必須精準控制充氣器在標準時間內完成充放氣的設定目標，這涉及到火藥知識的掌握，是公共研發機構中科院的強項；其次，則是必須具備將高壓氣體打入鋼瓶，並且在極短時間內完成填口封焊的技術，確保填充的氣體不會在 15 年的使用期限內超過洩漏的容許值而造成氣體推力不足的情況，位於雲林虎尾的元翎精密擁有這項看家本領。

最後，當撞擊事故發生時，爆炸的氣體能否與氣囊袋完整搭配，膨脹出適當的緩衝空間，氣囊袋的尺寸、材質、縫合以及折疊的工法就影響這最後一哩路。台灣目前唯一具備氣囊模組技術能力的全興，就是在過去所專擅的汽車內裝及代工氣囊袋製作的基礎中，經由中科院的協助，摸索出氣囊模組的關鍵技術。

## （二）本業與跨產業間的技術學習與技術擴散：水平模式（horizontal model）

中科院具有自行研製飛彈的技術能力，天弓、天劍、雄風都是中科院自行研製的武器，飛彈彈射與飛行需要借助於推進劑，而推進劑則涉及火藥的知識，這是中科院的專業。飛彈點火系統的火藥技術可以對應到充氣器，因為充氣器需要填充火藥作為推動氣囊膨脹的動力來源。這項技術對於台灣當時的汽車產業來說，可以說是一張白紙的

10 業界通常會採取比學理更為嚴苛的標準，除了本文所訪談的業者之外，專精氣體發生器殼體技術的劍麟工業（Iron Force），也在其公開資訊中指出，氣囊的動作時間需在 0.02 至 0.04 秒內完成，詳見：[http://apd.ironforce.com.tw/en/product\\_1.html](http://apd.ironforce.com.tw/en/product_1.html)（取用日期：2019 年 9 月 2 日）

狀態。

中科院 1994 年在軍民通用科技計畫中開始投入安全氣囊的技術研發，從技術面來說，安全氣囊與飛彈具有很高的類同性，當年的計畫參與者提到初期規劃的權衡：

當時的情況下就是我們認為我們在做火炸藥方面是專業，然後在這個專業上面的話，你能夠做什麼項目是跟科技專案有關，因為科技專案談的是一個民生工業，並不是你國防工業，所以當時在提的時候我們就有幾個組合一起來，然後就提了一個安全氣囊，因為安全氣囊的話，它有用到一些火藥的東西，那個火藥的東西全台灣大概只有中科院會做，可以做，有能力做，所以當時我們就是在做安全氣囊。（本文受訪者 C）

從技術擴散的角色來看，本業知識是技術學習的基礎，而同樣重要的關鍵，則是在多元的技術管道中建立連結，創造知識／資訊的流動，藉以達到學習的效果（Hsieh 2014；2015a）。中科院自提的安全氣囊研發計畫，計畫名稱是「汽車安全氣囊系統裝置研發三年計畫」，執行時間從 1995 年 7 月到 1998 年 6 月止。計畫分成三個關鍵核心：充氣器、氣囊系統、品保。其中，充氣器又分為氣體產生劑、點火器、充氣器模組；氣囊系統分為氣囊袋、飾板兩部分，而最重要的品保則區分出檢測、驗證、可靠度分析及數值模擬、電子感測研發等項目。在這三項關鍵核心中，自行研發比例為 89.15%，技術引進則為 7%（國家中山科學院 1998）。

這邊要強調的是，所謂的「自行研發」並非憑中科院一己之力完成。在品保項目中，由於過往並無相關的知識基礎，因此是採用技術引進的方式，向德國 PARS/MST 取得，<sup>11</sup> 技術導入費用為新台幣 1

---

11 受訪者及結案報告中所列之 PARS/MST，是指 MST Automotive G.m.b.H. Automobil-

千 9 百萬元（計畫總經費 2.5 億元），這意味中科院自己也成為技術學習者。此外，還以轉委託方式，將部分工作同時轉予學界的中正大學機械系（謝文馨、劉德騏教授），以及業界的紡織工業研究中心、自強工業科學基金會執行電腦模擬、蓋板（飾版）、氣囊布縫製等項目。

換言之，這是一個多元協作的研發網絡，這個網絡的特性是，彼此之間互不隸屬，沒有從屬關係，且分散在不同的產業間。除了中科院之外，也將學界、廠商（汽車零組件）和其他的研發機構（紡織）一起納入在安全氣囊的技術研發，這和過去汽車產業採取的單一化、單向式的技術授權模式，有著相當大的差異。此外，也和同領域的跨國公司 Autoliv 採廠內研發（in-house research）的方式不一樣。<sup>12</sup>

全台唯一具備氣囊模組技術的全興是中科院首波技術移轉對象，全興原來的本業是汽車內裝的設計與製造，產品包括方向盤、儀表板、座椅、門板等內裝零組件。根據本文所做的訪談，全興過去幫 Autoliv 的代工經驗，以及原來本業所專精的內裝設計，在與中科院的技術移轉過程中發揮相當重要的作用。以氣囊袋來說，雖然只是一具紡織袋，但是，氣囊的材質、尺寸、縫線、摺法、排氣孔大小、充

---

Sicherheitstechnik，原隸屬於加拿大 Magna 集團設立在德國的子公司，專門提供安全氣囊模組、方向盤與其他相關的汽車零組件。MST 在 1996 年被同為汽車零組件廠的美商 TRW 所收購，而 TRW 又在 2015 年被德國著名的變速箱大廠 ZF 所收購。詳見：紐約時報（<https://www.nytimes.com/1996/12/17/business/trw-to-acquire-two-units-from-magna-for-418-million.html>）及歐盟執委會文件（[https://ec.europa.eu/competition/mergers/cases/decisions/m872\\_en.pdf](https://ec.europa.eu/competition/mergers/cases/decisions/m872_en.pdf)）（取用日期：2020 年 4 月 20 日）。此外，受訪者及報告中指出，為什麼會挑選 MST？其實當時中科院也有接洽美國 TRW、日本 STC、瑞典 Autoliv 等，但這些公司都沒有意願與台灣合作，或者索取高價，而 MST 不僅願意提供品質驗證的技術指導，且收費較為低廉，所以就與 MST 合作。本文認為，MST 之所以願意接受中科院的合約，可能與其經營狀況有關，MST 在後來就被 TRW 所收購了。這令筆者想起台灣在 1970 年代發展積體電路計畫時，為什麼選中 RCA 的 CMOS 技術？當初擔任計畫大總管的胡定華先生在「奇蹟背後」紀錄片中曾有一段非常傳神的比喻，令筆者印象深刻。他說 RCA 在當時就是「沒落的貴族」，曾經是貴族，但當時開始走下坡了，因為有資金上的需求，所以願意將 CMOS 的技術賣給台灣，很君子的進行了完整的技術移轉。這樣的解釋，其實與本文所處理的安全氣囊驗證技術有非常相似的情況。

- 12 Autoliv 在全球擁有 5,700 位研發人員，分布在 14 個研發中心，該公司同時有 19 條測試軌道作為模擬實驗用。詳見 Autoliv 2018 年度報告（[https://www.autoliv.com/sites/default/files/banner-contents/documents/Autoliv\\_AR\\_Fullversion\\_WrapK10\\_0.pdf](https://www.autoliv.com/sites/default/files/banner-contents/documents/Autoliv_AR_Fullversion_WrapK10_0.pdf)，取用日期：2019 年 9 月 10 日）

氣量評估、以及擺錘（pendulum）驗證，再搭配的車室空間所對應的規劃，都是關鍵的 know-how。這些項目在過去代工經驗中已有實作經驗，只是不清楚彼此之間的搭配原理，等到真正投入研發，「把過去的資料調出來」，藉由試誤（trial & error）過程，才逐漸累積自己的數據庫。

像美安（Autoliv）之前他就會把這個圖給我，完全照做，那你問他為什麼會這樣做他也不曉得。他就說圖就是這樣，那就照做，那我就會照做，但是自己跨入要設計的時候，我們就會自己去像我說的 trial and error，就是弄一大堆的資料庫出來說我怎麼樣的狀況出來是怎麼樣。（之前你們幫忙做代工那一段對於在學這個技術有幫助嗎？你覺得）是有的，因為其實我們慢慢跨入在做模組的時候，我們會去調以前的資料出來，為什麼，因為我們以前也會有他們的一些資料，就是他要我們作這個東西，那搭配他是哪一台車，我們會買回來之後，因為我們裡面有一個 benchmarking 的，專門在做市場上的 benchmarking，我就會知道說，奇怪，他們這個東西通常他會怎麼搭，然後因為以前我們做他的這個零件的時候，他們這是 critical 的東西，所以他們其實很 care 那個品質，所以我們也了解說這一顆有多重要，所以在我們自己設計這個的時候，其實我們就有這方面的 basic background knowledge。（本文受訪者 B）

全興是以汽車內裝零組件的代工起家，算是出自傳統的汽車產業，過去在方向盤、儀表板生產製造等本業技術上受到跨國車廠與零組件廠諸多限制。配合國產車廠導入新車型，便需要爭取跨國企業的授權，能夠代工的零組件類別也是被跨國企業所決定。受訪者在訪談中提到，當時（1990 年代中期）企業負責人看到汽車安全技術將逐漸成為新車型的標配或選配，全興雖然在內裝代工方面有穩定的業

績，但隨著安全氣囊被整合在被动安全系統以及內裝零組件之中（駕駛座安全氣囊安裝在方向盤內，副駕駛座氣囊模組則是配置在中控台裡），這意味著，如果全興沒有進階到安全技術的領域，將來可能連內裝都會被跨國企業拿走，因為兩者是相互搭配的模組件。（本文受訪者 B）但是在國產車廠的代工體系中不可能學到這方面的技術，一來國產車廠沒這方面的技術也沒自主決策權，再者，跨國車廠的協力零組件廠也不見得願意放給國產零件廠承接此項目。

這個有關代工政治的問題，本文已經在前一節討論，此處想表明，全興經由中科院這個跨產業、跨企業的機構取得合作連結，彼此間並不是上下隸屬的關係，也不是處於競爭替代的關係，這個水平式的產業結構條件和既有的階序模式有很大的差異，是技術學習與技術擴散非常重要的關鍵條件。

緊接著，本文要討論元翎的經驗。前文曾論及，安全氣囊充氣器最關鍵的技術在於確保高壓氣體的填充與瞬間封焊技術，既要掌握灌



圖 2 全創所研發的安全氣囊模組，此為提供英國 Lotus 蓮花跑車所採用的模組。

資料來源：作者拍攝

入的氣體維持足夠的壓力，又要確保氣體不會在車輛長時間的使用壽命中的洩漏殆盡。元翎原來的本業：高壓氣瓶製造，就是具備這樣的技術能力。在我們的日常生活中其實常使用到高壓氣瓶，例如咖啡館中的奶泡機就是使用高壓氣瓶，現在越來越流行的氣泡水機，也是經由高壓氣瓶來打入二氧化碳或一氧化二氮等氣體。本文受訪者 C 在訪談中提到元翎得以進入高階充氣器技術研發的條件，<sup>13</sup> 就是在這個本業基礎上。

在核心技術上，這個名稱是「高壓氣體的充填跟封焊」……  
元翎最大的關鍵技術就是在這個地方，如何把高壓氣體瞬間  
2-3 秒內就把高壓氣體灌到裡面去，而且把它封好，大概就  
兩三秒，要做好一顆。（本文受訪者 C）

除了本業能力，跨產業的知識／資訊流動同樣重要。元翎跨入安全氣囊充氣器的領域，來自中科院專業人員的流動進入跨產業的知識。元翎雖然沒有參與初期的安全氣囊研發計畫，但是，後來輾轉前往元翎闢建充氣器研發業務的靈魂人物，卻是來自當初的計畫成員，也就是本文的受訪者 C。

混合型的氣體發生器來說，從最早灌的氣體壓力從 180 個 bar，就是 180 個大氣壓起跳，現在的技術的話，大概就是在 260-350 個大氣壓，大概是這樣。那麼如果是要用純高壓氣體式的話，它的灌氣，灌進去的氣體壓力要到 600 個大氣壓以上……元翎公司他們在高壓氣體的充填跟封焊上有相

---

13 安全氣囊的關鍵零組件充氣器可以分為三種，分別是傳統火藥型、高壓氣體型，以及介於中間的混合型。這三種充氣器，火藥型最便宜，但具有危險性，因為火藥引爆會帶來高溫與燃燒所產生的廢氣等潛在傷害；高壓氣體最安全，單純依靠填充在充氣器裡面的高壓氣體來充飽氣囊袋，但是它需要比較厚的殼體，且成本最高；最後則是混合型，火藥量僅需傳統型的 1/3-1/4，再填入高壓氣體封焊。中科院當初的評估，是採用傳統火藥型，原因在於已經嫻熟掌握的火炸藥技術。



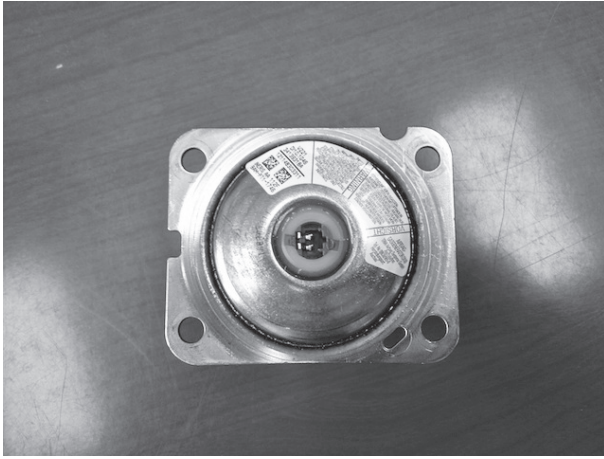


圖 3 元翎精密所研發之混合型充氣器（hybrid inflator）仰視

資料來源：作者拍攝

當的能力。當時他們可以灌到差不多 300 個大氣壓……因為混合型氣體發生器它要一些藥劑，一些產生劑藥，OK，那就是我的專長，然後元翎公司既有的充填封焊能力很不錯，已經在量產上不會有問題。所以我就把它結合做成混合型氣體發生器，這個是元翎公司為什麼做混合型氣體發生器的原因。（本文受訪者 C）

從技術擴散的角度來說，Rosenberg（1963；1976；1983）在工具機和金屬加工業中看到不同的成形加工技術，都會遭遇金屬特性的共通問題，所以不同的加工技術之間便產生技術趨同的現象，緊接著這些技術又應用到新的產業，促成了技術擴散。元翎和全興都是所謂的專門零組件製造廠，以元翎來說，安全氣囊的充氣器與一般的奶泡機雖然在最終產品的應用上有所不同，但卻同樣在處理高壓氣體與高壓鋼瓶之間的填充封焊，確保氣體維持在預期的壓力值，充氣器其實就是安裝在氣囊模組中的小鋼瓶，就如奶泡機的高壓氣瓶具有同樣的功能。這項技術與中科院所累積的火藥知識產生跨產業的連結，便促

成了混合型充氣器這項新技術的擴散。

### （三）公共研發機構：串連技術關係網絡的關鍵節點

Rosenberg (1983: 56) 認為，技術無法單獨存在，特定的發明「總是鑲嵌」(always embedded) 在更寬廣的技術關係網絡中。以台灣的經驗來說，中小企業所構成的分散式生產體系呈現出多重水平連結的網絡關係，而這種連結最大的意義就在於跨產業、跨企業間的技術學習 (Hsieh 2014: 174)。那麼，隨之而來的問題便是：這樣的網絡如何串連起來？以安全氣囊的技術發展來說，中科院扮演非常關鍵的角色。

根據本文訪談，中科院在投入安全氣囊技術研發時，評估的重點在於自身有無充足的能力完成氣囊研發，但是並沒有明確把握可以將成果移轉給誰 (本文受訪者 A)。透過經濟部技術處科專成果展覽會的管道，許多的零組件廠 (包括全興) 主動前來了解當時開始展現商機的安全氣囊技術發展狀態。在第一期三年計畫期滿後，後續又提出為期二年的「車輛安全輔助系統與零組件研發二年計畫」，與全興、劍麟、美安等目前台灣主要的安全氣囊廠商參與合作。

美安目前是全球大廠瑞典 Autoliv 在台灣的公司，中科院在第二期計畫中透過美安引介和 Autoliv 洽談移轉檢測與驗證的技術 (國家中山科學院 2000)，派員前往 Autoliv 位於德國的子公司接受培訓。緊接著則在中科院第四所成立台灣唯一的安全氣囊檢測驗證中心，這個中心與 Autoliv 訂有相互認可的協定，Autoliv 在台灣供應廠 (例如美安、劍麟)<sup>14</sup> 即可透過取得在台的檢測證明獲得 Autoliv 的認證，但是，另一方面，更重要的是，經由這個技術學習的過程，中科院在取得檢測驗證的技術後，也同樣協助全興 (相較台灣美安，全興是走技術自主的路徑) 進行產品的檢測。而且讓中科院更進一

14 Autoliv 所設計的氣囊模組有部分零組件在台灣生產 (例如鐵殼件)，這些本地生產的零組件必須經過檢測與驗證的過程，才能確保品質的一致性 (Conformity of Production, COP)。

步了解目前台灣投入安全氣囊生產製造的企業發展動態（本文受訪者 A）。

中科院第四所安全氣囊檢測中心的經驗和 Hsieh（2015a；2015b）所研究的金屬中心在自行車產業中所扮演的角色相當類似，台灣由於在精密機械、汽車零組件產業這類屬於「傳產」的企業規模都不大（相較於他們在全球的競爭對手），為了克服許多生產階段的技術問題，以及資本、設備的投入瓶頸，除了借助於不同產業、企業間的外部經濟（external economies）效應，也得力於公共研發機構的協助。在這個面向上，我們看到國家在後進企業的技術發展過程中，並不是只有採行進出口稅賦、配額、自製率等產業政策，而是更直接地參與在技術研發的過程，成為技術網絡中的一個重要節點，後者對於整體產業發展具有更直接的助益。

## 七、結論

本文以技術擴散與分散式生產體系的觀點解釋台灣汽車安全氣囊產業的技術學習經驗。首先透過整理 1990 年代全球汽車產業模組化趨勢，一方面帶來整車廠與零組件廠互動關係的改變，供應廠開始能夠分享整車廠的資訊與掌握部分的主導權，另一方面也成為後進廠商得以進入供應體系的機會。

其次，零組件廠雖然在全球售後市場有不錯的表現，但是，技術層次較高的關鍵零組件卻長期無法有技術自主的突破進展。對此，本文整理經濟部與國發會（原經建會）所進行的產業調查研究，提出既有的技術學習模式：階序模式是導致整車廠與零組件廠在技術學習中無法產生質變的主要原因，階序模式的特徵是：本地整車廠依附在跨國整車廠（主要是日本車廠）的代工體系中，缺乏自主性；跨國整車廠在新車開發階段即已建立自己的供應體系，而後再將此體系移植至本地車廠的供應體系，形成跨國車廠對應本地車廠，跨國零組件廠對應本地零組廠的階序型態；即使過去國家透過關稅、配額、自製率等

產業政策扶助，仍難以脫離依賴的困境。影響所及，本地車廠與零組件廠的技術學習機會遭遇阻礙，再者，具有技術能力的本地零組件廠也難以融入所謂的「國產車廠供應鏈」，本文以「代工政治」來解釋這樣的關係。

緊接著，本文透過技術擴散與分散式生產體系的概念解釋台灣的汽車安全氣囊的技術學習。核心論證是：台灣中小企業所呈現的分散式生產體系，具備多重水平連結的特質，本文稱為「水平模式」。水平模式有利於跨產業、跨企業間的技術學習／創新，原因在於這些企業彼此之間沒有從屬關係，它們多半是專業零組件製造廠（全興、元翎），具有本業的技術能力（內裝代工製造、高壓氣體填充封焊），為了解決特定問題（氣囊模組規劃、充氣器的高壓氣體充填封焊），連結中科院原應用於飛彈的火藥專業，創造出跨產業、跨企業間的技術擴散。國家在水平模式中是重要的網絡節點，中科院的計畫除了技術研發的面向，也包括建立檢測驗證中心，協助氣囊零組件廠走完產品開發的最後一哩路。有別於階序模式中國家類似規訓者的性質。

從安全氣囊技術的技術學習經驗來看，由中科院提報、經濟部技術處經費支持的安全氣囊研發計畫，把軍事科技應用到汽車零組件關鍵技術，這種技術學習模式有別於過往台灣整車廠體系依賴單一技術母廠授權的慣性，而展現出多元分散的協作特質。這個經驗告訴我們，脫離單向、單一技術授權的支配模式，是釋出本地企業學習能力的重要因素，擁有技術能力這項前提才會有產業升級的成果。

事實上，這種技術學習模式並非安全氣囊產業所獨有，台灣專攻售後件的汽車零組件產業也得利於中小企業的協作網絡（Biggart and Guillén 1999）；過去的網球拍產業創造出碳纖維複合材質革命，在不同產業、企業間尋找克服碳纖維量產製程的知識／資源，吳泉源用「技術支援網絡」（technology support network）來解釋這樣的技術學習過程（吳泉源 2002；吳泉源、林宗德 2000）。在自行車產業，從零件標準化到車架管的 TIG 焊接技術（Hsieh 2015a；2015b），或如工具機產業的競爭力（陳良治 2012）等。這些產業的能力學習都

不是在與跨國企業有上下隸屬、高封閉性的支配關係中完成。

就理論層次來說，GCC 所描繪的發展圖像預設了核心驅動邊陲，後進企業的發展力道依附在跨國企業由上而下的拉抬。鄭陸霖（2006）提出的 TBIF 對於這樣的理論觀點有所保留，然而弔詭的是，在實質的經驗分析上，卻又落入與 GCC 相似的理論預設，認為隨著國產車廠加入跨國車廠的車型開發分工，零組件廠也能隨之學習培養自主的技術能力。

然而，透過更細緻地區辨國產車廠的角色性質及其定位，本研究以「代工政治」闡述國產車廠與零組件廠之間疏離的關係，指出國產車廠與其技術母廠所構成的產業場域，也就是「階序模式」的權力運作並無法帶給台灣零組件廠培養技術自主的機會，相對地，反而是汽車產業場域外的其他產業別，以及國家所設立的公共研發機構共同帶動汽車零組件產業的技術自主與技術創新。

由此回應 TBIF，代工政治突顯出 TBIF 過度強調分析「單一產業」的理論預設，將權力及能動的往復動態框限在相對狹小的產業空間內，從而對於經驗的理解出現若干空隙。Rosenberg（1963；1976；1983）透過英美的產業技術發展經驗所提出的技術擴散理論，相當細緻地指出跨產業與企業間的知識／資訊流動，往往才是促成技術創新的動因。此外，國家的角色也應該被重新評估，在 TBIF 對於台灣汽車產業能力學習過程的分析中，缺少給予國家適切的定位，然而，對於後進企業的能力學習來說，國家（特別是公共研發機構）卻是相當重要的因素；帶進國家角色並不是要將解釋簡化為國家論，而是以更寬闊的視野，將跨產業、企業，以及國家等行動者，併置在多元行動者所編織的產業網絡中，也就是本文所稱的「水平模式」。就此，本研究的貢獻在於辨識出台灣汽車產業場域中多元行動者的存在，同時指出後進企業發展過程中的阻礙與能動。

最後，就產業升級的經驗意涵而言，安全氣囊產業技術的個案經驗顯示，對後進國家與企業來說，創造技術學習的制度環境進而帶動技術擴散，累積自主的技術能力，是產業與技術升級的關鍵課題。擁



有技術能力，才有機會在全球商品鏈的結構位置中帶來質變和位移。過去以電子業代工經驗為個案的研究指出，台灣的產業發展方向應以擴大規模（upscaling）來創造經濟效益的產業升級策略（Amsden and Chu 2003），本文認為，在此基礎上，如何透過適當的制度安排，媒合跨產業的多方協作，創造企業的學習機會，是進一步值得討論的重要課題。

誌謝：本文曾在陽明交通大學科技與社會研究所、屏東大學社發系、台大國發所、成大通識中心發表，感謝與會先進提供的討論及回饋。謝謝夏傳位、張國暉、許宏彬、洪紹洋、彭松嶽於寫作階段給予許多建議，釐清作者思考上的盲點。此外，衷心感謝《台灣社會學》編委會及二位匿名審查人細心且具建設性的審查意見，作者在寫作過程中獲益甚多。本文為科技部 108 年度「1950-1960 年代臺灣組裝型產業的摸索與試練」（MOST 108-2811-H-010-500）及 109 年度「陽明大學防疫科學研究中心」計畫（MOST 109-2327-B-010-005）之部分研究成果，特此致謝。最後，謹以此文紀念先師吳泉源教授（1961-2018）。

## 參考文獻

- 丁傑隆，2016，《後進國家廠商的技術學習：以馬來西亞汽車零組件業為例》。  
台北：國立台灣大學建築與城鄉研究所碩士論文。
- 吳泉源，2002，〈技術與技術研究在台灣〉。《當代》176: 64-73。
- 吳泉源、林宗德，2000，〈從網球拍到半導體：台灣產業技術特質的探討〉。頁 50-100，收錄於曾琪淑編，《臺灣產業技術發展史研究學術研討會論文集》。  
高雄：國立科學工藝博物館。
- 封德銅、夏宏中、喬昭華、周國村，2005，〈充氣式的安全氣囊發展現況探討〉。《紡織綜合研究期刊》15(3): 1-7。
- 財訊出版社編，2007，《汽車產業大未來：中國需求、車用電子、零組件三大焦點》。台北：財訊。
- 國家中山科學院，1998，《汽車安全氣囊系統裝置研發三年計畫》。桃園：國家中山科學院。
- ，2000，《車輛安全輔助系統技術與零組件研發二年計畫》。桃園：國家中山科學院。
- 國家建設研究委員會編，1979，《當前我國汽車工業發展問題之研究》。台北：



國家建設研究委員會。

張國安，1991，《歷練：張國安自傳》。台北：遠見天下文化。

陳介玄，1994，《協力網絡與生活結構：臺灣中小企業的社會經濟分析》。台北：聯經。

陳良治，2012，〈國家與公共研究機構在產業技術升級過程中的角色及演化：台灣工具機業〉。《人文及社會科學集刊》24(1): 19-50。

陳寶瑞，1980a，《我國汽車工業發展研究及分析》。台北：行政院經濟建設委員會經濟研究處內部報告，編號 230,242。

——，1980b，《我國汽車零件工業報告》。台北：行政院經濟建設委員會經濟研究處內部報告，編號 234,245。

經濟部產業發展諮詢委員會，1992，《當前汽車工業發展方案之檢討改進研究》。台北：經濟部產業發展諮詢委員會。

劉仁傑編，2005，《讓競爭者學不像：透視台灣標竿產業經營結構》。台北：遠流。

——，2006，〈經營結構概念下的台灣企業競爭優勢（2/3）〉。台北：國科會專題研究計畫期中報告。

歐嘉瑞，1987，〈我國汽車零組件工業之現況與展望〉。《臺灣經濟研究月刊》10(10): 16-20。

鄭陸霖，2006，〈幻象之後：台灣汽車產業發展經驗與「跨界產業場域」理論〉。《台灣社會學》11: 111-174。

謝斐宇，2017，〈從頭家島到隱形冠軍：台灣中小企業的轉型，1996-2011〉。頁 346-382，收錄於李宗榮、林宗弘編，《未竟的奇蹟：轉型中的台灣經濟與社會》。台北：中央研究院社會學研究所。

藤本隆宏著、許經明、李兆華譯，2005，《能力構築競爭》。台北：中衛發展中心。

譚淑珍，1997，〈老爸生前交代：不得與三陽競爭〉。工商時報，第 34 版，12 月 3 日

關麗珠，1980，〈引進外資設置大汽車廠之後——汽車工業政策應如何正確抉擇〉。《環球經濟》2(6): 31-33。

Hsieh, Michelle F., 2014, 〈Hollowing Out or Sustaining? Taiwan's SME Network-based Production System Reconsidered, 1996-2011〉。《台灣社會學》28: 149-191。

Womack, James P., Daniel T. Jones, and Daniel Roos 著、李裕昆譯，1994，《臨界生產方式：改變世界的企業經營體制》。台北：中華企業管理發展中心。

- Amsden, Alice H. and Wan-wen Chu. 2003. *Beyond Late Development: Taiwan's Upgrading Policies*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Autoliv. 2018. *Autoliv Annual Report 2018* ([https://www.annualreports.com/HostedData/AnnualReportArchive/a/NYSE\\_ALV\\_2018.pdf](https://www.annualreports.com/HostedData/AnnualReportArchive/a/NYSE_ALV_2018.pdf)).
- Baldwin, Carliss Y. and Kim B. Clark. 1997. "Managing in an Age of Modularity." *Harvard Business Review* 75(5): 84-93
- Biggart, Nicole Woolsey and Mauro F. Guillén. 1999. "Developing Difference: Social Organization and the Rise of the Auto Industries of South Korea, Taiwan, Spain, and Argentina." *American Sociological Review* 64(5): 722-747.
- Cunningham, Edward, Teresa Lynch, and Eric Thun 2005. "A Tale of Two Sectors: Diverging Paths in Taiwan's Automotive Industry." Pp. 97-136 in *Global Taiwan: Building Competitive Strengths in a New International Economy*, edited by Suzanne Berger and Richard K. Lester. New York: Routledge.
- Donovan, Dean. 1999, "The Dawn of the Mega Supplier." BAIN & Company, <https://www.bain.com/insights/copy-of-perform-improv-templates/>.
- Freyssenet, Michel, Koichi Shimizu, and Giuseppe Volpato. 2003. "Introduction: The Diversity of Internationalization Strategies and Trajectories of Automobile Sector Firms." Pp.1-8 in *Globalization or Regionalization of the American and Asian Car Industry?*, edited by Michel Freyssenet, Koichi Shimizu, and Giuseppe Volpato. New York: Palgrave Macmillan.
- Gereffi, Gary. 1994, "The Organization of Buyer-Driven Global Commodity Chains: How U.S. Retailers Shape Overseas Production Networks." Pp. 95-122 in *Commodity Chains and Global Capitalism*, edited by Gary Gereffi and Miguel Korzeniewicz. Westport, CT: Greenwood Press.
- Hsieh, Michelle F. 2015a. "Learning by Manufacturing Parts: Explaining Technological Change in Taiwan's Decentralized Industrialization." *East Asian Science, Technology and Society: An International Journal* 9: 331-358.
- . 2015b. "The Creative Role of the State and Entrepreneurship: A Case of Taiwan." Pp. 60-81 in *Government-Linked Companies and Sustainable, Equitable Development*, edited by Edmund Terence Gomez, François Bafoil, and Kee-Cheok Cheong. New York: Routledge.
- Humphrey, John. 2000. "Assembler-Supplier Relations in the Auto Industry: Globalisation and National Development." *Competition & Change: The Journal of Globalisation, Financialisation and Political Economy* 4(3): 245-271.

- . 2003. "Globalization and Supply Chain Networks: The Auto Industry in Brazil and India." *Global Networks* 3(2): 121-141.
- Kim, Eun Mee. 2000. "The Development of Producer-Driven Commodity Chains in the Automobile Industry in Korea: Relations to Japan and the United States." *International Studies Review* 3(1): 59-84.
- Kim, Linsu. 1997. *Imitation to Innovation: The Dynamics of Korea's Technological Learning*. Boston, MA: Harvard Business School Press.
- Lall, Sanjaya. 1992. "Technological Capabilities and Industrialization." *World Development* 20(2): 165-186.
- . 1996. *Learning from the Asian Tigers: Studies in Technology and Industrial Policy*. Basingstoke: Macmillan.
- Lee, Naeyoung and Jeffrey Cason. 1994. "Automobile Commodity Chains in the NICs: A Comparison of South Korea, Mexico, and Brazil." Pp. 223-244 in *Commodity Chains and Global Capitalism*, edited by Gary Gereffi and Miguel Korzeniewicz. Westport, CT: Greenwood Press.
- O'Neill, Brian. 2009. "Preventing Passenger Vehicle Occupant Injuries by Vehicle Design--A Historical Perspective from IIHS." *Traffic Injury Prevention* 10(2): 113-126.
- Rosenberg, Nathan. 1963. "Technological Change in the Machine Tool Industry, 1840-1910." *The Journal of Economic History* 23(4): 414-443.
- . 1976. *Perspectives on Technology*. Cambridge: Cambridge University Press.
- . 1983. *Inside the Black Box: Technology and Economics*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Shieh, Gwo-shyong. 1992. *"Boss" Island: The Subcontracting Network and Micro-Entrepreneurship in Taiwan's Development*. New York: P. Lang.
- Sturgeon, Timothy J. and Johannes Van Biesebröeck. 2011. "Global Value Chains in the Automotive Industry: An Enhanced Role for Developing Countries?" *International Journal of Technological Learning, Innovation and Development* 4(1/2/3): 181-205.
- Sturgeon, Timothy J., Johannes Van Biesebröeck, and Gary Gereffi. 2008. "Value Chains, Networks and Clusters: Reframing the Global Automotive Industry." *Journal of Economic Geography* 8(3): 297-321.
- Veloso, Francisco and Rajiv Kumar. 2002. "The Automotive Supply Chain: Global Trends and Asian Perspectives." ERD Working Paper Series NO.3 presented at Asian Development Bank, Philippines.

- Volpato, Giuseppe. 2004. "The OEM-FTS Relationship in Automotive Industry."  
*International Journal of Automotive Technology and Management* 4(2/3): 166-197.