

國立臺灣大學社會科學院經濟學系

碩士論文

Department of Economics

College of Social Sciences

National Taiwan University

Master's Thesis



數位轉型對於我國產業的影響

The Impact of Digital Transformation on Taiwan's Industries

洪昇是

Sheng-Shih Hung

指導教授：林明仁 博士

Advisor: Ming-Jen Lin, Ph.D.

中華民國 114 年 7 月

July, 2025

國立臺灣大學碩士學位論文
口試委員會審定書

數位轉型對於我國產業的影響

The Impact of Digital Transformation on Taiwan's Industries

本論文係洪昇是君（學號 R11323049）在國立臺灣大學經濟系完成之碩士學位論文，於民國 114 年 7 月 23 日承下列考試委員審查通過及口試及格，特此證明。

口試委員： 林明 仁 (指導教授)

陳由常 _____

李瑞仲 _____

摘要



在數位技術快速進展的時代浪潮下，數位轉型已被視為推動產業升級與經濟成長的重要驅動力。然而，數位轉型是否能有效轉化為實質產出，仍需透過實證驗證。本研究以我國 225 個產業小類為分析單位，結合行政院主計總處公布的 4 期工業及服務業普查資料，建立涵蓋資訊設備、人力結構、營運管理等多面向之數位轉型指標，並透過平均整合與主成分分析 (PCA) 建立數位轉型程度的衡量指標，從而探討數位轉型對產業全年生產毛額之影響。

本研究採用加權迴歸固定效果模型進行整體估計，同時導入非線性項以檢視數位轉型是否具有邊際報酬遞減的特性。為進一步探討轉型效果之異質性，本研究設計納入產業廠商規模之交乘項估計，並針對不同產業類型（製造業、服務業與其他產業）進行分組估計。最後，為了更進一步控制差異，採用傾向分數配對法 (PSM) 與廣義傾向分數法 (GPS)，分析不同數位轉型強度下的處理效果。

實證結果發現數位轉型整體對產業的全年生產毛額具有顯著正向影響，本研究另以非線性模型及四分位數分組分析發現轉型程度與全年生產毛額之間並非單純的線性關係，而是呈現倒 U 型的非線性結構，因此中高強度的數位轉型可創造最大邊際效益，但在高強度轉型階段則因整合成本升高或技術瓶頸而出現效益遞減。此外，服務業與中小型產業的數位轉型效果較為明顯，其在導入數位工具時具備較高的即時效益，然而製造業可能會因結構與技術門檻較高，短期內成效不如預期。

數位轉型對於產業全年生產毛額是具有影響力的，但其效果是會受到轉型強度及產業條件的影響。數位轉型並非「越多越好」，而是需要視產業性質採取不同策略。最後，本研究建議在推動數位政策時，應強化階段性規劃與產業差異化，促使產業能在轉型過程中達到效果，為未來數位經濟之永續發展奠定基礎。

關鍵字: 數位轉型、產業生產毛額、縱橫資料、傾向分數配對法、產業異質性、政策建議。

Abstract



Digital transformation has become a key driver of industrial upgrading and economic growth. However, whether it translates into actual productivity gains remains an open empirical question. This study analyzes 225 sub-industries in Taiwan using data from four waves of industrial and service sector censuses. A composite digital transformation index—capturing IT infrastructure, workforce composition, and operational practices—is constructed through averaging and principal component analysis (PCA).

To evaluate its impact, we employ weighted regression models that account for nonlinear effects and interaction terms related to industry size. Subgroup analyses are conducted across manufacturing, services, and other sectors. For robustness, we further apply propensity score matching (PSM) and generalized propensity score (GPS) methods to estimate treatment effects under varying levels of digital adoption.

The results indicate that digital transformation significantly boosts industrial output, but the relationship is nonlinear—following an inverted U-shape. Moderate to high levels of digitalization produce the greatest gains, while excessive transformation may lead to diminishing returns due to integration costs or technical constraints. The benefits are more pronounced in the service sector and among small and medium-sized enterprises (SMEs), whereas structural barriers in manufacturing may hinder short-term gains.

These findings highlight the need for sector-specific digital strategies. Rather than assuming “more is better”, policymakers should pursue phased and differentiated approaches to foster effective and sustainable digital development.

Keywords: *Digital transformation, Gross production value of industries, Panel data, Propensity score matching, Industrial heterogeneity, Policy recommendations*



目次

口試委員審定書	i
摘要	ii
Abstract	iii
目次	iv
表次	v
圖次	vi
第一章 前言	1
第二章 文獻回顧	3
2.1 數位轉型的定義	3
2.2 數位轉型的理論演進	4
2.3 數位轉型對企業經營與產業結構的整合性影響	5
2.4 我國相關研究	7
第三章 研究資料	9
3.1 資料來源	9
3.2 普查範圍	9
3.3 變數建構	10
3.4 敘述統計分析	11
第四章 研究結果	18
4.1 整體性分析	18
4.2 產業特性異質性分析	30
4.3 傾向分數匹配 (PSM) 分析	37
第五章 結論	45
附錄A：行業統計分類表	47
附錄B：整體性分析結果完整表格	55
附錄C：異質性分析結果完整表格	59
參考文獻	63



表次

3.1	敘述統計	13
4.1	逐步納入控制變數及固定效果之數位轉型程度係數變化	24
4.2	數位轉型成長率對產業全年生產毛額的影響	25
4.3	數位轉型對產業全年生產毛額的邊際效果	26
4.4	數位轉型對產業全年生產毛額的邊際效果-聯合顯著性檢定	26
4.5	四分位數數位轉型程度對產業全年生產毛額的影響	28
4.6	數位轉型和廠商規模交乘項對產業全年生產毛額的影響	33
4.7	數位轉型對產業全年生產毛額的影響（製造業）	34
4.8	數位轉型對產業全年生產毛額的影響（服務業）	35
4.9	數位轉型對產業全年生產毛額的影響（其餘產業）	36
4.10	以中位數分組之傾向分數分析整體結果（平均整合數位轉型變數）	41
4.11	以中位數分組之傾向分數分析整體結果（PCA整合數位轉型變數）	42
4.12	平均整合數位轉型連續變數之傾向分數模型估計結果	43
4.13	PCA整合數位轉型連續變數之傾向分數模型估計結果	43
A.1	中華民國行業統計分類表（第11次修正）	47
B.2	逐步納入控制變數及固定效果之數位轉型程度係數變化（完整表格）	55
B.3	數位轉型成長率對產業全年生產毛額的影響（完整表格）	56
B.4	數位轉型對產業全年生產毛額的邊際效果（完整表格）	57
B.5	四分位數數位轉型程度對產業全年生產毛額的影響（完整表格）	58
C.6	數位轉型和廠商規模交乘項對產業全年生產毛額的影響（完整表格）	59
C.7	數位轉型對產業全年生產毛額的影響（製造業）（完整表格）	60
C.8	數位轉型對產業全年生產毛額的影響（服務業）（完整表格）	61
C.9	數位轉型對產業全年生產毛額的影響（其餘產業）（完整表格）	62



圖次

3.1	整體產業的數位轉型程度趨勢圖	16
3.2	三類產業之兩種整合方式之數位轉型程度趨勢圖	17
4.1	數位轉型對於產業全年生產毛額的非線性效果曲線	27
4.2	四分位數分組之數位轉型程度對於產業全年生產毛額的係數變化	29
4.3	平均整合數位轉型對產業全年生產毛額之處理效果曲線	44
4.4	PCA整合數位轉型對產業全年生產毛額之處理效果曲線	44

第一章 前言



隨著數位科技的快速發展及生成式人工智慧（Generative AI）技術的突破，數位轉型已成為產業升級與企業永續發展的關鍵策略之一，數位化不僅改變企業內部的運作模式，更影響了整體產業結構、勞動市場和政策環境。自20世紀末，我國政府就開始積極投入電子通訊技術的發展，奠定了我國高科技產業於國際市場的地位，成為半導體和光電產業全球供應鏈體系的核心，並且隨著數位經濟的發展，軟體服務、資料處理與平台營運等能力漸漸成為產業競爭的重要來源。

為了因應數位經濟的挑戰，我國政府陸續推動相關政策，例如：「數位國家創新經濟發展方案」及「智慧國家方案（2021-2025年）」聚焦於數位的基礎建設、創新應用、數位治理和數位包容等等，並透過「雲世代產業數位轉型計畫」幫助製造業、資訊服務業、零售業及中小微型企業導入數位工具，協助企業開拓新形態的商業模式、創造新價值(行政院, 2021)。另外，民間團體也協助業者了解數位轉型及應用數位工具，像是數位轉型大聯盟設計「臺灣產業數位轉型量表（Taiwan Digital Transformation Index, TDX）」，作為業者自我評估企業目前的數位成熟程度和投入成效。

儘管企業在數位轉型上已有投入並見成效，臺灣的數位發展仍受限於產業結構因素，以中小企業為主體的商業服務業為例，其轉型進程相對於製造業顯得遲緩，這些企業轉型腳步較慢其原因可能是因為資源不足、技術落差且數位應用僅能停留於基礎層次(資誠聯合會計師事務所, 2024; 中華民國全國商業總會, 2023)，這些企業的結構性困境可能源自於政府資源有限且分配不平均，使得中小企業在轉型初期承擔較高成本壓力，多數企業也因此仍停留在初階數位化階段。又根據產業情報研究所的觀察，部分中小企業在數位行銷與資料分析方面能力薄弱，難以精準掌握市場定位與顧客需求，進一步加劇產業間的數位落差，影響服務業的整體競爭力與永續發展潛力(資訊工業策進會, 2023)。



近年的調查發現企業對於中階數位工具（如財務管理系統與CRM系統）的需求逐年提升，顯示數位應用已從基礎溝通工具轉向核心營運系統(資誠聯合會計師事務所, 2023)。然而，中小企業占臺灣總企業數的98.88%，其中八成為服務業(經濟部中小及新創企業署, 2024)，這些企業普遍面臨資源有限、技術門檻高與人才缺口等問題，使得產業間的數位轉型程度出現落差。為協助中小企業克服轉型障礙，政府推動多項政策措施，包括提供補助以降低初期投入成本、提升數位應用能力與產業競爭力，同時針對服務業加強資源投入，希望能夠透過導入數位工具、培養數位人才及補助資源，促使產業實現數位轉型。

在數位轉型成為政策與產業發展主軸的背景下，如何衡量其對產業整體績效的實質影響，特別是生產總額的變化，成為值得深入探討的議題，雖然有部分研究探討企業層級的數位化成效，然而針對臺灣「產業層級」的整體數位投入對全年生產毛額影響之實證分析仍相對有限，本研究以行政院主計總處提供之工業及服務業普查資料為基礎，針對225個產業進行縱橫資料（panel data）分析，採用OLS與固定效果模型，實證檢視數位轉型對產業全年生產毛額的影響。

本研究相較於以往針對單一數位工具或個別企業為研究對象，利用普查資料中四項數位化數據（如網路設備的使用、內部數位管理、網路資訊及電子銷售等）加權平均與主成分分析（PCA）整合為綜合性數位轉型指標，從而分析數位投入與全年生產毛額間的實質關聯。此外，亦將比較製造業與服務業的轉型差異，並探討產業廠商規模因素在轉型成效中的角色，以呈現產業層級數位轉型的影響。

本研究之章節安排如下：第二章為文獻回顧，整理數位轉型相關之研究；第三章研究資料，說明資料來源、變數定義與敘述統計；第四章研究結果，說明實證方法與分析結果；第五章結論則提出結論與政策建議。

第二章 文獻回顧



2.1 數位轉型的定義

數位轉型是企業因應數位經濟挑戰、持續提升競爭力的關鍵策略，其本質不僅是新興數位技術的導入，更是企業在策略、營運流程、組織結構、人才培育與企業文化的多層面全面變革的過程(Bharadwaj et al., 2013; Vial, 2021)，並且隨著科技的進步及產業環境變遷，數位轉型也不斷在演進，從初期的資訊數位化，逐步發展為以數位技術帶動企業創新與新商業模式建立，最終為企業創造新機會並強化企業的市場應變能力(Vial, 2021)。

數位轉型包含雲端運算、大數據分析、人工智慧等多元技術的整合應用，雖然轉型過程看起來只是企業導入新技術，但其影響已遠超過技術層面的進步，且企業若能在數位轉型的過程中同步調整內部運作流程與組織架構，並且透過新技術的導入，促進創新商業模式的發展，就有機會完全的發揮數位轉型的成效(Vaska et al., 2021)，因此數位轉型是一種動態且持續進步的過程，企業需要具備著高度彈性與動態調整能力，才能在快速變化的市場中保持領先地位(Verhoef et al., 2021; Nadkarni and Prügl, 2021)。

然而，有效的數位轉型不能夠只仰賴新興技術的導入，更需要透過企業領導者塑造明確的企業願景，推動企業文化改革，並主導內外部資源的整合應用，才能夠確保數位轉型順利落實(Bharadwaj et al., 2013; Vial, 2021)，進而驅動企業全面升級及轉型。此外，企業若能跨界合作，建立產業生態系統，也將成為在數位經濟中掌握新機會及創造競爭優勢的關鍵(Vial, 2021)。因此，數位轉型的成功，並非僅僅依賴技術的引進，而是需要整體的策略規劃及跨領域的合作，才能達成可持續的長期成效。

數位轉型雖然在不同階段有不同的重點詮釋，但其本質上都是在透過技術整合與組織改革，持續提升企業的應變與機會創造的能力，企業唯有在理解趨勢並因應數位轉型多層面挑戰去做調整，才能掌握未來市場的競爭優勢。



2.2 數位轉型的理論演進

隨著科技發展數位轉型的理論也經歷了明顯的變化，早期研究多以靜態資源觀點出發，將數位化視為技術升級與資源投入的延伸，著重於資訊系統導入與流程自動化。然而，這樣的觀點已無法充分解釋企業在高度競爭與快速變動的環境中所面臨的挑戰。近年來，學界逐步轉向強調「數位商業策略」(Digital Business Strategy)，主張企業應將數位科技納入整體營運戰略之中，重新定義其價值創造邏輯與市場定位(Bharadwaj et al., 2013)。

「動態能力理論」(Dynamic Capabilities Theory)進一步指出，企業若在充滿不確定性的市場環境中想要維持競爭力，必須具備持續學習、快速調整與資源重組的能力(Eisenhardt and Martin, 2000)，這種能力不僅涉及內部流程的優化，更涵蓋跨部門合作、彈性的組織架構與創新文化的建立。因此，不應將數位轉型視為單一事件的影響，而是一個持續演進的動態過程，企業須要建立富有彈性且可隨時調整的組織，以因應科技與市場的雙重壓力(Verhoef et al., 2021)。

數位轉型的動態特性進而延伸出企業韌性(Organizational Resilience)的研究，像是在面對(如COVID-19)突發性外部衝擊時，企業若具備穩固的數位基礎與快速應變機制，便能有效維持營運穩定與持續創新(Gonzales, 2023)。而這些企業韌性可能是來自於技術的支持，不只涉及組織文化、領導與架構設計上的綜合能力，若能夠快速重組資源並適應新局的企業，往往也更能在數位轉型中取得領先地位(Nadkarni and Prügl, 2021)。

此外，組織領導與管理模式也是數位轉型成功的重要因素，過去由上到下的

管理方式已不再適用於需高度彈性與創新的數位環境。現行研究強調領導者必須能塑造清晰的願景、凝聚組織共識，並推動跨部門合作與去官僚化的組織調整(Hamel and Zanini, 2020)，企業才能釋放員工的創造潛能，強化內部因應速度及創新能力，從而提升整體轉型的成效。

更進一步來看，數位轉型也與企業如何因應與整合新興科技相關，人工智慧、資料分析與平台經濟等技術浪潮正重塑企業的經營模式和企業與顧客的互動方式。企業能夠透過數位工具重新創造商業流程，有助於提升其市場應變能力與長期的競爭優勢(Vial, 2021; Vaska et al., 2021)。在這樣的背景下，數位轉型不僅被視為技術升級的過程，更是一場涵蓋技術、策略與組織的全方位變革。

數位轉型的理論演進已從早期資源導向，轉向強調動態能力、組織韌性與跨部門整合，這些發展表示企業在數位經濟中維持競爭優勢，需具備高度彈性與策略整合能力，並善用數位科技進行深層的組織改革。

2.3 數位轉型對企業經營與產業結構的整合性影響

數位轉型的影響層面廣泛且深遠，不僅是促進企業提升績效的關鍵策略，當各個企業的成长效果整合後，會使得整體產業的生產力與勞動市場結構產生根本性的改變。

在企業層級數位轉型的動力通常來自對於經營效率的追求，然而這種成效並不是能夠立即發揮到轉型的效果，而是需要長期投入時間與精力。例如，針對瑞典23家上市公司的研究，投資數位轉型在短期內會對資產報酬率（ROA）及股東權益報酬率（ROE）之財務指標產生負面影響，但對於衡量公司長及價值的Tobin's Q卻會有正向顯著影響，表示長期來看數位投資是具備提升績效的潛力的(Jardak and Ben Hamad, 2022)。在實務上，約旦飯店產業中，儘管數位工具可以提升內部營運與決策的效率，但是初期的高成本與專業人才的需求，會使

得數位工具的應用無法達到預期，而出現更具彈性的人機合作模式(Alrawadieh, Alrawadieh, and Cetin, 2021)，此現象也符合前面所說的動態能力理論，企業在轉型過程中，如何整合資源、因應挑戰並持續調整，以維持長期的競爭優勢(Eisenhardt and Martin, 2000)。

而當個別企業的轉型整合後，其轉型的影響就由個體績效的提升拓展到整體產業結構改變及提升績效的雙重效果。針對中國上市公司的研究發現，數位轉型與總要素生產力（TFP）之間是呈現正向非線性的U型關係，在轉型初期會因為成本壓力、技術缺乏與資金限制進而壓低企業的生產效率，但當數位轉型的投入超過一定的臨界值後，會透過優化資本與勞動力結構，顯著提升生產效率，成為帶動產業長期成長的關鍵力量(Cheng, Zhou, and Li, 2023)。在跨國的研究中也有類似的觀點，針對已開發國家電力產業分析，數位資產與TFP的提升是帶動產業勞動生產力成長的主要來源，其重要性甚至比傳統的非資通訊資本與研發投入還要重要，也凸顯了數位基礎建設已經成為各國產業提升競爭力的核心策略(Vu and Hartley, 2022)。

然而，數位轉型在提升生產力時，也會對於勞動市場產生相對應的影響，以技術變遷理論（skill-biased technological change, SBTC）而言，數位工具普及會減少例行性或重複性高的勞動需求，但同時也會增加非例行性或需要人際互動的工作需求，這使得中階技術的工作崗位較容易被取代，加劇勞動市場的兩極化現象(Autor, Levy, and Murnane, 2003)。例如有研究針對美國722個通勤區（commuting zones）進行分析，在自動化設備的導入下，每一千名工人增加一台工業機器人，就會導致就業率與平均薪資的下降，且這些效果是集中在製造業例行性崗位上(Acemoglu and Restrepo, 2020)。儘管數位轉型被認為是勞動市場萎縮的幫凶，但仍有部分仰賴勞動力的崗位，仍需要因應數位轉型帶來的生產力提升，而增加勞動需求，因此數位轉型對於勞動市場的影響包含了降低需求的「取代效果」（displacement effect）與增加需求的「生產力效果」（productivity effect）(Acemoglu and Restrepo, 2018)。還有針對美國紡織、鋼鐵與汽車產業的

實證研究也發現，自動化的就業影響與產業發展階段及市場需求彈性有著高度相關，在需求較高的成長期產業，自動化是能否促進就業成長，但當市場達到飽和且需求彈性降低後，其取代效果才會顯現出來。(Bessen, 2019)



數位轉型是有一體兩面的影響，它既是提升生產力的關鍵引擎，也是驅動勞動市場結構變革的主要力量。其轉型成效也並非是一致性，而是呈現出顯著異質性，會因企業規模、產業特性和勞工技能水準的差異而有所不同。

2.4 我國目前的相關研究

在我國對於數位轉型的研​​究面相非常多元，包含了從個案分析到量化實證的多種方法。在製造業的個案分析上，有研究深入探討紡織產業是如何從內部管理調整，發展新的服務平台去提升產業鏈的效率，並發現台灣可以從製造業的基礎去推動軟體產業走向國際(錢思敏, 2024)。同時，針對金屬加工業的個案研究，也說明了企業透過導入工業物聯網平台，進行數位及低碳的雙軸轉型，成功的切入較高門檻的國際航太供應鏈(楊智翔, 2025)。

另外，對於服務業也有研究針對疫情後的餐飲業，以量化研究發現數位投入是帶動創新導向的關鍵因素，而創新是在數位轉型與企業競爭力之間扮演著重要角色，能有效地把數位資源轉化為在市場上的優勢(羅印呈 and 林奕懂, 2025)。而在考量到中小企業的資源限制下，有研究提出將轉型分為數位化、數位優化及數位轉型三個階段，並透過品牌策略的案例，為資源有限的企業提供了具體的轉型路徑(林純萱, 2025)。最後也有以產業產體面的研究發現，企業若想要推動數位轉型不應該盲目跟著趨勢，而是需要了解自身的能力去進行規劃，並在研究中點出臺灣企業普遍面臨著策略不清、跨部門整合困難與人才斷層等結構性的挑戰(戴志言, 2023)。

我國現有文獻關於數位轉型的研​​究已從早期以新興技術導入與應用的效果逐步

轉變為探討企業如何就外部環境動態調整以因應數位變革，以研究方法來說，研究範圍從單一個案研究擴展至結合量化數據的研究設計，強調技術、組織與環境三者間的交互作用。



然而，目前文獻多仍集中於單一產業或企業層級的分析，缺乏跨產業之比較與整體架構的統整，例如製造業與服務業在數位轉型歷程中的異質性仍缺乏系統性探討，另外對政府推動數位轉型政策成效之實證評估也相對有限，尤其在數位工具導入是否實質影響產出與營運表現方面，相關分析仍顯不足。本研究使用行政院主計總處每五年對於工業及服務業的普查資料，以產業層級之縱橫資料（panel data），探討數位轉型指標對全年生產毛額的影響，期能為未來數位轉型相關政策之規劃與成效評估提供實證參考。

第三章 研究資料



本章旨在說明研究使用的資料來源、普查範圍與變數建構方法。透過對各項變數進行敘述統計，本章將描繪臺灣產業在數位轉型歷程中的基本樣貌與結構特徵。

3.1 資料來源

本研究的實證分析是基於行政院主計總處執行的「工業及服務業普查」，此普查為五年一度的全國性調查，完整涵蓋臺灣工業與服務業的經濟活動。為捕捉產業長期及動態的效果，本研究採用2006、2011、2016與2021年四期資料，並依據「中華民國行業統計分類」第11次修正版本，將資料彙整至產業小類層級（詳見附錄A）。

原始資料經整理與剔除缺漏值後，最終納入880筆有效觀察值，每筆觀察值代表著特定產業於該年度的整體表現，構成產業層級的縱橫資料（panel data）。此資料結構不僅有助於比較不同產業間的差異，也能更進一步探討產業的結構變化與數位發展趨勢，為後續分析數位轉型對產業全年生產毛額的影響奠定基礎。

3.2 普查範圍

行政院主計總處辦理「工業及服務業普查」屬於全國性經濟普查，其目的在於全面蒐集臺灣非農產業的產業資訊。該普查涵蓋產業範圍廣泛，調查對象為普查基準日（普查年度12月31日）於臺灣地區實際從事工業或服務業活動之企業與其場所單位，本次調查產業包含中華民國行業分類表第11次修正之18大類產業（排除A大類「農、林、漁、牧業」）。

為確保資料品質與涵蓋產業的完整性，普查對於「場所單位」有明確定義為必須具備固定營業處所、配備專用設施與人力，並有實際進行所屬行業的生產或服

務活動。而「企業單位」則是由一個或多個場所構成，具備獨立經營權責與財務決策能力的法人組織。



普查蒐集資訊橫跨多面向的資料，包含產業結構、營運特徵、研發投入、品牌經營、數位轉型等變數。其普查之數位轉型指標，納入企業是否採用網路設備、是否進行電子銷售、是否提供網路資訊、是否導入內部數位管理四大類型，此四個變數後續有助於掌握企業在數位化與企業經營的發展情況。

此外，因為行政院主計總處普查實施頻率為五年一次，且以統一標準的問卷設計，使得不同年度資料具有高度比對性，因此本研究以該資料進一步進行整理為產業層級之縱橫資料（panel data），作為後續實證分析的資料。

3.3 變數建構

為探討數位轉型對產業發展的影響，本研究依普查資料建立產業層級之縱橫資料（panel data），並從資料中篩選與企業營運、研發投入、品牌經營、數位應用與產業績效相關指標。本研究整體變數設計考量到實證分析需求，依變數性質將其分為四個大項：產業結構及營運特徵、研發投入、品牌經營與數位轉型。

首先，在產業結構及營運特徵的變數中，為了解各產業人力成本與勞動生產力的表現，本研究透過企業平均員工人數、企業全年平均薪資及勞動報酬率去了解勞動力的配置，並且加入產業資產變數及產業生產毛額等相關變數，進一步了解資本配置及全年生產毛額的關係。另外考量產業的規模大小，可能影響產業取得資源及市場擴張能力，進一步影響產業數位轉型的發展潛力，因此本研究納入產業廠商規模去觀察後續對於產業全年生產毛額的影響。此外，本研究也加入營運效率與附加價值率等變數，希望捕捉產業營運過程中的效率表現。

其次，針對產業的研發投入方面，因為研發通常會間接成為企業數位轉型成效

的重要因素，爲了探討產業在數位轉型過程中，產業若進行研發是否會影響產業轉型的成效，故本研究納入產業從事研發比例及研發強度兩變數，前者爲研發企業家數占總企業家數之比例，後者則爲研發支出相對於營業收入之比值，以捕捉研發對於全年生產毛額的影響。

在產業的品牌經營方面，本研究建構了品牌經營率、品牌銷售比與品牌外銷比三個變數，用來捕捉產業內企業對於品牌建構與行銷通路的重視程度。其中，品牌經營率是衡量企業是否具備自有品牌，品牌銷售比和外銷比則是進一步觀察品牌在內外銷售的營收。

最後，數位轉型是本研究關注的核心變數，其設計著重於數位化應用的多個面向實踐情形。本研究依據普查資料的數位化變數：網路設備使用比率、內部數位管理比率、網路資訊提供比率與電子銷售比率，分別對應基礎硬體使用、營運流程數位化、資訊揭露能力以及電子商務行爲。透過這四個指標可具體掌握企業在數位化程度上的階段性差異，有助於分析不同產業在數位轉型實踐上的程度。在後續實證分析中，本文會將上述四項變數分別進行加權平均與主成分分析（Principal Component Analysis, PCA），建立兩組整合之數位轉型變數，以分析其產業在數位應用上如何影響到產業的表現。

3.4 敘述統計分析

本節針對研究變數進行敘述統計分析，已掌握資料的分布特徵。分析樣本涵蓋880筆產業別觀察值，各個變數的詳細統計數據如表3.1所示。

從表3.1數據中可發現，臺灣各產業之間存在顯著的異質性。例如在產業營運效率方面，儘管整體平均值爲1.12，顯示著產業平均是有獲利的，但其最大值與最小值之間卻存在著巨大的落差，甚至有部分產業處於虧損邊緣。此差距也反映在企業的全年平均薪資上，凸顯了不同產業之間前景與勞動報酬有著懸殊的差

異。

臺灣各產業之間有這樣的差異，似乎可以從產業對於研發投入的意願可以找到原因。產業對於研發與品牌投入的比例普遍不高，例如產業研發強度的平均值僅有1%，而擁有自有品牌的企業比例平均也僅約10%。這反映出許多產業的營運模式，還是著重在生產效率的代工或B2B的商業模式，而不是以高風險、高週期的自主研發與品牌建立。這種經營策略的差異，可能會是導致產業之間獲利與薪資水準落差大的潛在因素之一。

由於數位轉型是一種多面向概念，本研究建構了「平均整合指標」與「PCA整合指標」以進行全面性衡量產業數位轉型的程度。前者是將四項數位化指標取平均，其樣本平均值為0.47，顯示臺灣產業整體數位化進程尚未過半；後者則透過主成分分析（PCA）加權而成，此種標準化指標的數據分布範圍較廣，再次證實臺灣產業間的數位轉型並非同步發展，而是存在極大的差異。以上兩個整合性指標也將做為後續分析模型的核心變數，用來檢驗數位轉型對於產業全年生產毛額的實質影響。

為了進一步探討數位轉型的時間趨勢與結構性差異，圖3.1呈現了民國95年至110年間的整體發展，無論以平均整合或是PCA整合指標，均呈現顯著的長期成長趨勢，表示數位轉型在臺灣產業中快速發展。其中，PCA加權指標的成長曲線更為陡峭，暗示著產業轉型不僅是數位工具的導入，更在應用的整合及深入上加速發展。

然而，這樣的成長趨勢也會因產業類別而有不同，當我們將產業分為三大類後如圖3.2，製造業的數位轉型程度始終保持領先，服務業次之。這種現象可能因臺灣製造業已經長期面臨全球市場的激烈競爭，更有動機導入數位工具或智慧製造等技術去提升自身產業的生產效率，因而成為推動台灣整體數位轉型的領頭羊。

表 3.1: 敘述統計

變數名稱	N	最小值	最大值	平均值 (標準差)	備註
一、產業結構與營運特徵變數					
產業廠商規模	880	1.00	338.50	3.54 (21.36)	$\frac{\text{產業場所家數}}{\text{產業企業家數}}$
企業平均員工人數	880	0.46	44723.00	151.38 (1559.11)	$\frac{\text{產業企業員工數}}{\text{產業企業家數}}$
企業全年平均薪資 (千元)	880	166.33	3029.02	552.65 (265.34)	$\frac{\text{產業全年員工薪資}}{\text{產業企業員工數}}$
產業全年生產毛額 (兆元)	880	0.000002	2.695268	0.060103 (0.145161)	
產業年底流動資產 (兆元)	880	0.000001	2.764	0.02625 (0.15)	
產業年底長期投資 (兆元)	880	0.00	2.7271	0.0247 (0.18)	
產業年底無形資產 (兆元)	880	0.00	0.37	0.0033 (0.0018)	
產業年底其他資產 (兆元)	880	0.00	3.819	0.0165 (0.2)	
產業實際運用資產 (兆元)	880	0.00006	9.43	0.082 (0.522)	
產業自有固定資產 (兆元)	880	0.00001	0.31	0.009 (0.002)	
產業營運效率	880	0.47	19.56	1.12 (0.85)	$\frac{\text{產業營業收入}}{\text{產業總支出}}$

表 3.1：敘述統計－（續前頁）



變數名稱	N	最小值	最大值	平均值 (標準差)	備註
產業附加價值率	880	0.04	0.99	0.44 (0.19)	$\frac{\text{產業生產毛額}}{\text{產業生產總額}}$
產業勞動報酬率	880	0.02	1.00	0.24 (0.14)	$\frac{\text{產業勞動報酬}}{\text{產業生產總額}}$
產業報酬率	880	-1.02	0.97	0.13 (0.14)	$\frac{\text{產業企業報酬}}{\text{產業生產總額}}$
產業租金負擔率	880	-0.17	0.21	0.02 (0.03)	$\frac{\text{產業租金支出}}{\text{產業生產總額}}$
產業利息負擔率	880	-0.12	0.15	0.01 (0.01)	$\frac{\text{產業利息支出}}{\text{產業生產總額}}$
二、研發投入變數					
產業從事研發比率	880	0.00	1.00	0.07534 (0.12)	$\frac{\text{產業研發企業家數}}{\text{產業企業家數}}$
產業研發強度	880	0.00	1.33	0.01 (0.06)	$\frac{\text{產業研發支出}}{\text{產業營業收入}}$
三、品牌經營變數					
產業品牌經營率	880	0.00	1.00	0.101 (0.16)	$\frac{\text{產業自有品牌企業家數}}{\text{產業企業家數}}$
產業品牌銷售比	880	0.00	0.95	0.12 (0.18)	$\frac{\text{產業自有品牌收入}}{\text{產業營業收入}}$
產業品牌外銷比	880	0.00	0.98	0.15 (0.24)	$\frac{\text{產業自有品牌外銷收入}}{\text{產業營業收入}}$

表 3.1：敘述統計－（續前頁）



變數名稱	N	最小值	最大值	平均值 (標準差)	備註
四、數位轉型變數					
產業使用網路設備比率	880	0.00	1.00	0.70 (0.24)	$\frac{\text{產業使用網路設備企業家數}}{\text{產業企業家數}}$
產業內部數位管理比率	880	0.00	1.00	0.48 (0.34)	$\frac{\text{產業運用內部數位管理企業家數}}{\text{產業企業家數}}$
產業提供網路資訊比率	880	0.00	1.00	0.42 (0.20)	$\frac{\text{產業提供網路資訊企業家數}}{\text{產業企業家數}}$
產業電子銷售比率	880	0.00	0.82	0.07 (0.09)	$\frac{\text{產業電子化銷售企業家數}}{\text{產業企業家數}}$
平均整合數位轉型程度	880	0.0015	0.87	0.47 (0.175)	
PCA整合數位轉型程度	880	-4.53	4.62	0.00 (1.77)	

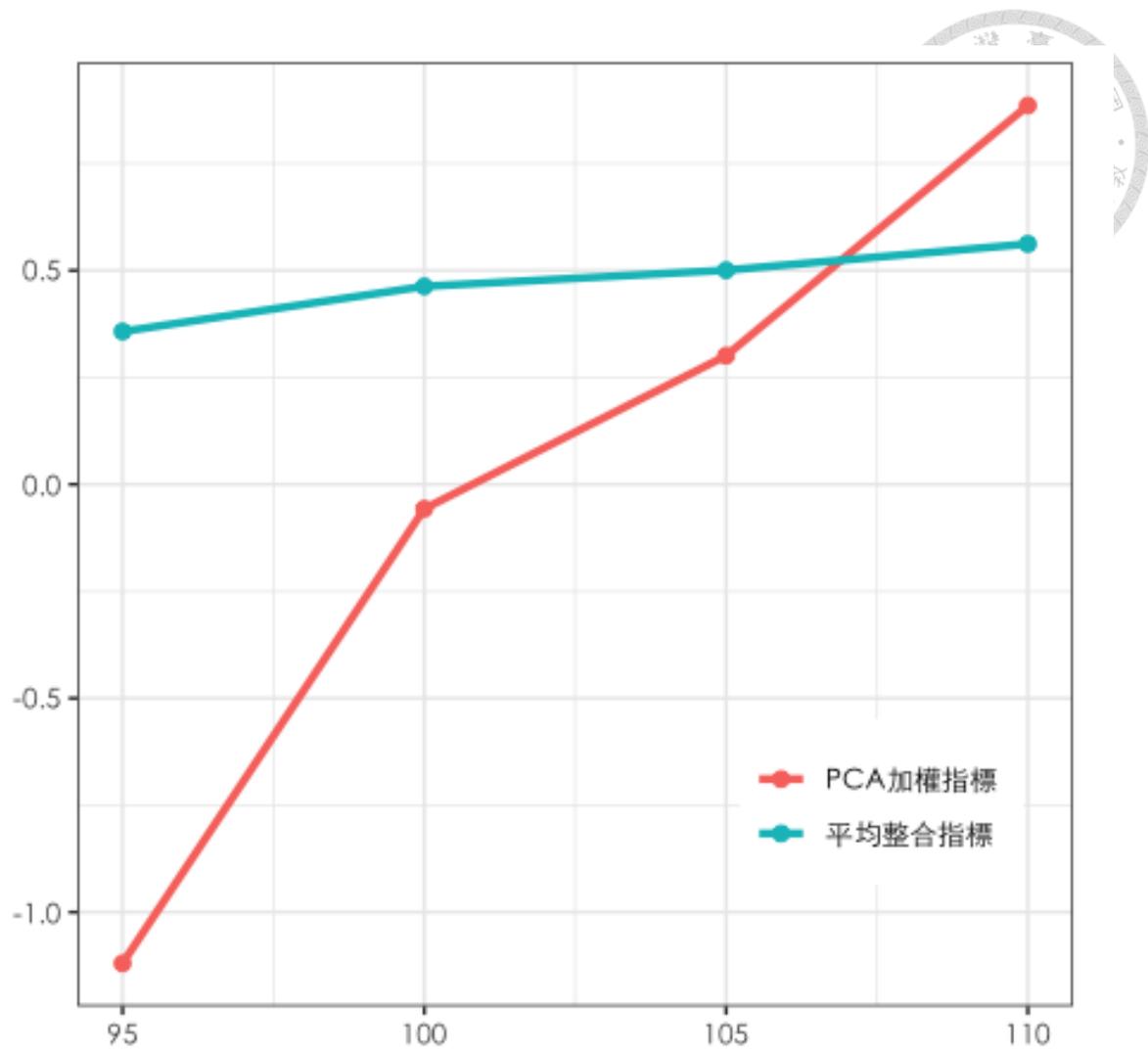
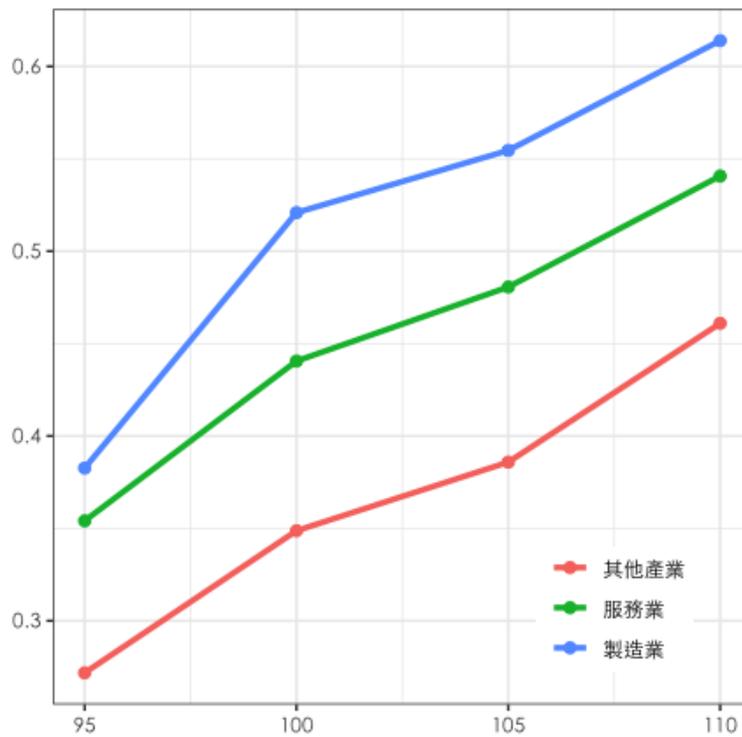
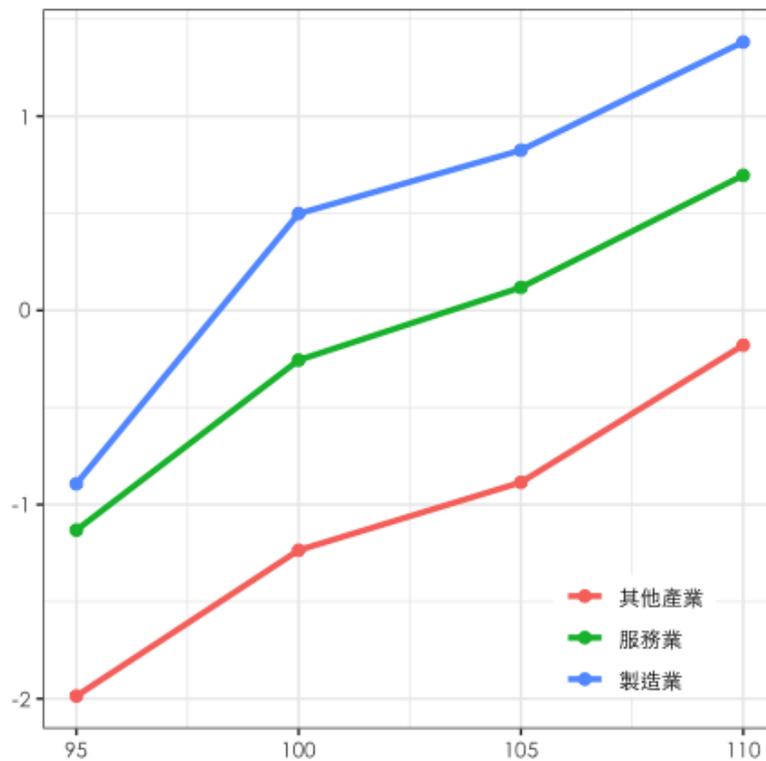


圖 3.1: 整體產業的數位轉型程度趨勢圖



(a) 三類產業的平均整合之數位轉型程度趨勢圖



(b) 三類產業的PCA整合之數位轉型程度趨勢圖

圖 3.2: 三類產業之兩種整合方式之數位轉型程度趨勢圖

第四章 研究結果



本章旨在建立縱橫資料透過實證模型分析數位轉型對於我國產業的影響。本研究應變數採用取對數後的「產業全年生產毛額」 ($\ln(\text{產業全年生產毛額})$)，去衡量產業經濟活動表現與產出績效的關鍵指標，取對數後亦有助於平滑化資料分布，使其更符合傳統線性迴歸模型的分析假設。

另外，因我國產業之間的經濟差異較大，若在回歸分析中給予相同權重，可能導致小產業過度影響整體估計結果，從而忽略了大產業在總體經濟中的主導力量。為解決這樣的問題，並且讓分析結果更貼近實際，本研究的分析模型均採用「產業收入總額」作為加權進行分析。此方法能確保捕捉各產業對模型估計的貢獻度及重要性，使得模型分析結果更準確地反映數位轉型對整體經濟的實際影響。

為了探討轉型的影響效果，本研究實證分析將分為三部分：首先，進行「整體性分析」，檢視數位轉型對所有產業的平均影響效果；其次，深入「產業異質性分析」，探討轉型效果是否因產業廠商規模、產業類別等特性而有所不同；最後，採用「傾向分數分析」，以處理潛在的樣本選擇偏誤，確保估計結果的穩健性。

4.1 整體性分析

本研究先透過逐步納入控制變數與固定效果的方式，檢視整合後數位轉型程度對產業全年生產毛額的影響，相關結果彙整於表4.1。本表樣本涵蓋225個小類產業，共880筆觀察值，並以各產業之收入總額作為加權，以更貼近其對總體經濟的實際貢獻。

在基礎模型 (1) 中，尚未加入任何控制變數的情況下，無論採用平均整合 (係數為-0.218) 或是PCA整合 (係數為 -0.018) 的數位轉型指標，皆未達到統

計顯著，顯示初步估計可能存在遺漏變數偏誤。因此，自模型（2）起，依序加入「產業結構與營運特徵變數」、「研發投入控制變數」及「品牌經營控制變數」等控制變數後，兩項數位轉型指標的估計係數皆轉為正向且具有顯著性，數位轉型與產業全年生產毛額之間存在穩定的正向關，表示控制產業的相關特性是具有重要性的。

進一步在模型（5）至（7）陸續加入時間固定效果及產業固定效果，以控制不可觀察的異質性與時間趨勢。於最完整的模型（7）中，平均整合數位轉型程度指標估計係數為0.889，顯著性達0.1%水準，意味著當某個產業數位轉型程度從0（完全沒有導入）提升至1（完全導入），該產業的全年生產毛額平均可增加約88.9%。在PCA整合的指標係數是0.089，雖然數值相對較小，但亦達顯著性，表示在不同指標定義下，其結果具有一致性與穩定性。

因此，當模型在控制產業特性與時間及產業固定效果後，數位轉型對產業全年生產毛額具有正向且顯著的影響，亦為後續異質性分析與傾向分數估計提供了實證依據。

在探討數位轉型對產業全年生產毛額的影響時，除了靜態的數位轉型程度外，轉型的「變化速度」也可能是影響全年生產毛額的重要因素。因此，本研究進一步納入「成長率」變數，檢視數位轉型推進的動能是否對全年生產毛額有額外效果。由於成長率需計算跨其變化，表4.2分析樣本縮減為660筆，涵蓋三期資料，並同樣以產業總收入加權，於各模型中逐步控制時間與產業固定效果。

從表4.2結果可見，在平均整合指標的模型（1）與（2）中，數位轉型程度對於全年生產毛額仍呈現正向且顯著的影響（如模型1係數為0.793， $p < 0.01$ ），但轉型成長率的估計則未達顯著水準，顯示僅有穩定的轉型程度本身能夠帶動全年生產毛額成長，但其變化速度在未控制產業固定效果下，無法展現顯著的貢獻。

然而，隨著產業固定效果的納入，特別在模型（4）中出現明顯轉折。此模型中，平均整合的數位轉型「程度」係數轉為負向且達顯著水準（係數為 -0.744 ， $p < 0.01$ ），而「成長率」則呈現顯著正向影響（係數為 0.918 ， $p < 0.01$ ），因此在控制潛在的產業異質性後，數位轉型的動能比單純維持高水準更能促進全年生產毛額的成長。此現象亦反映出若產業數位化程度原已偏高但缺乏持續擴張的動能，會難以帶來全年生產毛額邊際效益的提升，產生數位轉型的投入瓶頸。

在PCA整合指標所建構的四個模型中，數位轉型「程度」的估計係數皆為正向且顯著（如模型3係數為 0.122 ， $p < 0.05$ ），展現PCA指標的穩定性。然而，其成長率變數僅在模型（3）與（4）達10%顯著水準，且係數值相較平均整合版本略小，顯示其對全年生產毛額影響雖一致為正向，但幅度相對較緩，可能與PCA標準化後解釋變異量分散、指標縮放相關。

以上分析表明相較於靜態的轉型水準，數位轉型的「成長率」在控制產業異質性後對全年生產毛額具有更強的影響力，並在轉型過程中「速度與持續性」比單次達成高水準更為關鍵。因此，產業若想要提升全年生產毛額，應聚焦於數位化拓展的廣度與發展速度，而不是僅止於達到某個程度就停滯不前。

在前述分析中，已經確認數位轉型的程度與成長率皆會對於產業全年生產毛額產生正向影響。然而，若數位轉型持續擴大，是否仍會持續地提升全年生產毛額，仍須要進一步驗證。因此，本研究於表4.3中引入數位轉型程度的平方項，以檢驗轉型對於全年生產毛額是否存在邊際報酬遞減的非線性關係，並於表4.4進行聯合顯著性檢定，以驗證一次項與平方項在統計上同時存在的必要性。

從表4.3的結果可觀察到，無論採用平均整合或是PCA整合指標，多數模型中數位轉型的一次項與平方項係數皆達到1%以上的顯著水準，且方向性呈現一致性：一次項為正、平方項為負，顯示有倒U型曲線的特徵。這表示在轉型初期，

能夠顯著帶動全年生產毛額的提升，但當轉型程度達到一定水準後，其邊際效益會逐漸減弱，甚至可能反向抑制全年生產毛額的提升。



以平均整合指標為例，在模型（4）中納入所有控制變數與固定效果後，數位轉型一次項係數為 4.056 ($p < 0.001$)，平方項為 -4.109 ($p < 0.001$)，顯示轉型程度與全年生產毛額間是存在非線性關係，當轉型程度超出一定程度後，可能會因整合成本、技術瓶頸或管理負擔增加，導致轉型成效下滑。為了更直觀地呈現此效果，圖4.1（a）繪製了平均整合指標對於產業全年生產毛額的非線性影響曲線。

另外，採用PCA整合指標結果亦具一致性。雖然其係數數值相對較小（如模型4中一次項為 0.643，平方項為 -0.522），但這符合標準化變數尺度的解釋方式。在統計上，PCA一次項與平方項多數皆於1%顯著水準內，顯示即使是透過PCA建構的指標，其對全年生產毛額也是存在著非線性的影響。同樣地，我們也繪製了PCA整合指標對於產業全年生產毛額的效果，在圖4.1（b）也明確的展示了倒U型關係。

後續為了確保模型設計具統計有效性，表4.4進一步進行聯合顯著性檢定（Joint F-test），檢驗一次項與平方項變數是否同時對全年生產毛額是否同時具有解釋力。結果顯示無論採用哪一種數位轉型整合指標（平均整合或PCA）及模型設定，F檢定統計量皆顯著（ $p < 0.001$ ），驗證非線性設計具統計合理性以及同時納入兩變數的必要性及合理性。

以表4.3與表4.4的分析結果說明數位轉型與產業全年生產毛額的關係並非線性關係，而是呈現「正向、非線性」的倒U型曲線，也顯示數位轉型雖然在初期具高的邊際效益，但在持續提升轉型程度並不保證全年生產毛額有相同幅度的成長。因此，對產業與政策制定者，數位化投資應依據產業特性、轉型階段與資源可行性進行個人化設計，避免出現資源錯置、轉型疲乏或效率遞減的風險，才能

發揮數位轉型的最大效益。

經過前面的模型分析後，發現數位轉型對整體產業的全年生產毛額是具有穩定且正向的影響，並且這樣的影響效果是非線性的，因此為了更進一步直觀的探討數位轉型的程度對於產業全年生產毛額影響的效果。本研究採用四分位數（Quartile）分類法，將產業的數位轉型程度劃分為四個等級（Q1至Q4），並以數位化程度最低的Q1組作為基準組，比較Q2、Q3、Q4組對全年生產毛額的相對影響。此方法有助於直觀的觀察數位轉型的效益是否受到數位轉型程度提升而呈現漸進式提升或有邊際效用遞減的變化。

表4.5呈現了逐步回歸的結果，其係數代表各分組相對於Q1基準組的平均全年生產毛額差異。以平均整合指標結果，在尚未同時控制產業及時間固定效果的模型（1）至（3）中，數位轉型的效果呈現了遞增趨勢。以模型（1）為例，相較於Q1產業，Q2、Q3及Q4產業的全年生產毛額分別顯著高出0.233、0.303及0.401。然而，當我們同時納入產業固定效果及時間固定效果後，模型（4）就改變了原先模型呈現的線性遞增關係，其Q2及Q3係數依然為正向顯著（分別為0.198與0.308），但在Q4的係數卻下降至0.121，且顯著性降至10%顯著水準。這顯示了數位轉型在控制了不隨時間改變的產業固定效果後，轉型效果在達到中高強度（Q3）時達到高峰，但在最高強度（Q4）階段，其邊際效益反而會出現下降。

這樣的效果在PCA整合指標分析結果中，也有相同的結果。在模型（4）中，Q2與Q3的係數同樣維持高度顯著（分別為0.204與0.325），而Q4的係數也降低至0.138（10%顯著水準）。因此兩種不同指標所建構出來的數位轉型程度變數，都呈現了一致性的結果。

在表4.5的分析結果發現，數位轉型的全年生產毛額效果具備了「門檻性」與「飽和性」的特性。一方面從Q2組別相對於基準組的穩定正項係數可見，數位轉

型一旦跨越基礎門檻，就可以帶來實質的全年生產毛額效益；另一方面，轉型效益從Q3到Q4的顯著下滑，則表示數位轉型效果的飽和現象。



此外，爲了更具體呈現轉型程度與產業全年生產毛額之間的非線性的關係，繪製各組轉型程度對應之係數圖（如圖4.2），分別展示以平均整合或PCA整合劃分的四分位數（Q1-Q4）下的估計係數變化趨勢。從圖中可以觀察到，無論採用哪一種數位轉型指標，Q2與Q3產業的全年生產毛額效果皆明顯優於基準組Q1，且在Q3達到高峰後，Q4組的全年生產毛額效果則出現下滑，呈現一個類似倒U型的變化趨勢。這個係數的變化與前述表4.3的非線性分析相互呼應，意指當數位轉型達到高水準時，可能因整合成本上升、技術及管理上的瓶頸，導致邊際效益遞減。

因此本研究認爲，數位轉型對全年生產毛額的貢獻並非「有做就好」或「越多越好」，而是需要達到一個深化與整合的最適區間，才能充分發揮其轉型效果。因此在政策規劃上，步兵只是追求普及率的提升。更需協助產業依其產業的特性找到最適的轉型強度，避免過度投資陷入效益停滯的困境。



表 4.1: 逐步納入控制變數及固定效果之數位轉型程度係數變化

模型	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
平均整合數位轉型程度	-0.218 (0.177)	1.440*** (0.094)	1.138*** (0.093)	0.851*** (0.113)	0.746*** (0.130)	0.416** (0.127)	0.889*** (0.166)
PCA整合數位轉型程度	-0.018 (0.018)	0.146*** (0.010)	0.115*** (0.009)	0.087*** (0.012)	0.076*** (0.013)	0.039** (0.013)	0.089*** (0.017)
產業結構與營運特徵變數		✓	✓	✓	✓	✓	✓
研發投入控制變數			✓	✓	✓	✓	✓
品牌經營控制變數				✓	✓	✓	✓
時間固定效果					✓		✓
產業固定效果						✓	✓

1. 應變數為log(產業全年生產毛額)。
2. 本表樣本包含 225 個三碼產業，總計 880 筆觀察值。
3. *** 表示在 0.1% 水準上顯著，** 表示在 1% 水準上顯著，* 表示在 5% 水準上顯著，. 表示在 10% 水準上顯著；括號內為標準差。
4. 本表係以產業收入總額作為加權分析。
5. 各類型的控制變數如下：
 - 產業結構與營運特徵控制變數：產業實際運用資產等
 - 研發投入控制變數：產業研發強度
 - 品牌經營控制變數：產業品牌經營率與品牌外銷比

表 4.2: 數位轉型成長率對產業全年生產毛額的影響

模型	(1)	(2)	(3)	(4)
平均整合數位轉型程度	0.826*** (0.154)	0.575*** (0.160)	0.483* (0.201)	-0.664* (0.311)
平均整合數位轉型程度成長率	-0.026 (0.035)	0.005 (0.035)	0.182*** (0.030)	0.264*** (0.034)
PCA整合數位轉型程度	0.082*** (0.015)	0.061*** (0.015)	0.109*** (0.019)	0.089*** (0.026)
PCA整合數位轉型程度成長率	-0.001 (0.002)	-0.001 (0.002)	0.002 (0.001)	0.002 (0.001)
產業結構與營運特徵變數	✓	✓	✓	✓
研發投入控制變數	✓	✓	✓	✓
品牌經營控制變數	✓	✓	✓	✓
時間固定效果		✓		✓
產業固定效果			✓	✓

1. 應變數為 $\log(\text{產業全年生產毛額})$ 。
2. 本表樣本包含 225 個三碼產業，總計 660 筆觀察值。
3. *** 表示在 0.1% 水準上顯著，** 表示在 1% 水準上顯著，* 表示在 5% 水準上顯著，. 表示在 10% 水準上顯著；括號內為標準差。
4. 本表係以產業收入總額作為加權分析。
5. 各類型的控制變數如下：
 - 產業結構與營運特徵控制變數：產業實際運用資產
 - 研發投入控制變數：產業研發強度
 - 品牌經營控制變數：產業品牌經營率、產業品牌外銷比

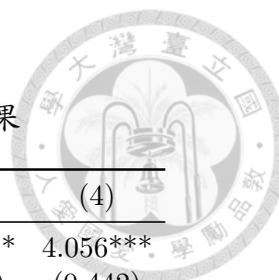


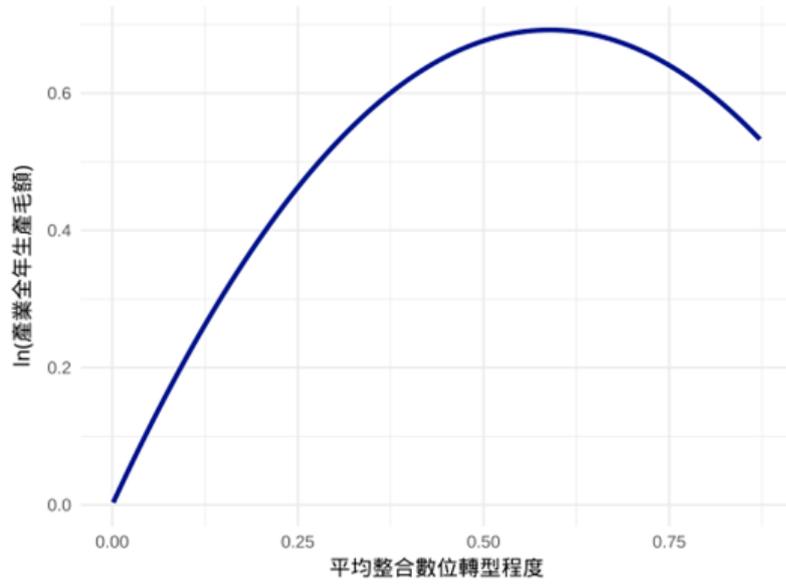
表 4.3: 數位轉型對產業全年生產毛額的邊際效果

模型	(1)	(2)	(3)	(4)
平均整合數位轉型程度	2.350*** (0.391)	2.637*** (0.389)	4.356*** (0.454)	4.056*** (0.442)
平均整合數位轉型程度(平方項)	-1.994*** (0.498)	-2.624*** (0.510)	-4.554*** (0.506)	-4.109*** (0.536)
PCA整合數位轉型程度	0.051*** (0.014)	0.026 (0.016)	0.008 (0.013)	0.026 (0.018)
PCA整合數位轉型程度(平方項)	-0.021*** (0.005)	-0.026*** (0.005)	-0.046*** (0.005)	-0.041*** (0.005)
產業結構與營運特徵變數	✓	✓	✓	✓
研發投入控制變數	✓	✓	✓	✓
品牌經營控制變數	✓	✓	✓	✓
時間固定效果		✓		✓
產業固定效果			✓	✓

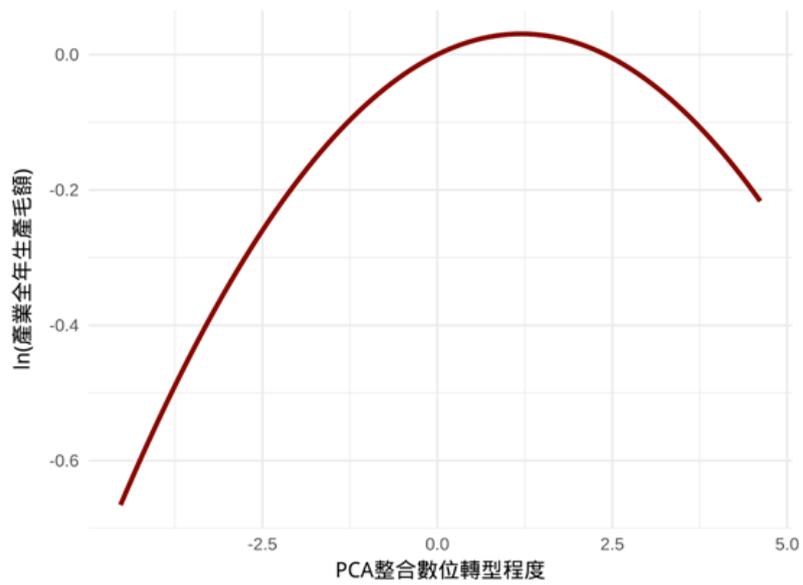
1. 應變數為 $\log(\text{產業全年生產毛額})$ 。
2. 本表樣本包含 225 個三碼產業，總計 880 筆觀察值。
3. *** 表示在 0.1% 水準上顯著，** 表示在 1% 水準上顯著，* 表示在 5% 水準上顯著，. 表示在 10% 水準上顯著；括號內為標準差。
4. 本表係以產業收入總額作為加權分析。
5. 各類型的控制變數如下：
 - 產業結構與營運特徵控制變數：產業實際運用資產
 - 研發投入控制變數：產業研發強度
 - 品牌經營控制變數：產業品牌經營率、產業品牌外銷比

表 4.4: 數位轉型對產業全年生產毛額的邊際效果-聯合顯著性檢定

平均整合模型	檢定統計量	p 值
(1)	74.152***	$< 2.2 \times 10^{-16}$
(2)	60.349***	7.86×10^{-14}
(3)	93.079***	$< 2.2 \times 10^{-16}$
(4)	90.149***	$< 2.2 \times 10^{-16}$
PCA整合模型	檢定統計量	p 值
(1)	76.008***	$< 2.2 \times 10^{-16}$
(2)	61.013***	5.64×10^{-14}
(3)	91.686***	$< 2.2 \times 10^{-16}$
(4)	87.422***	$< 2.2 \times 10^{-16}$



(a) 平均整合數位轉型程度對產業全年生產毛額之非線性關係



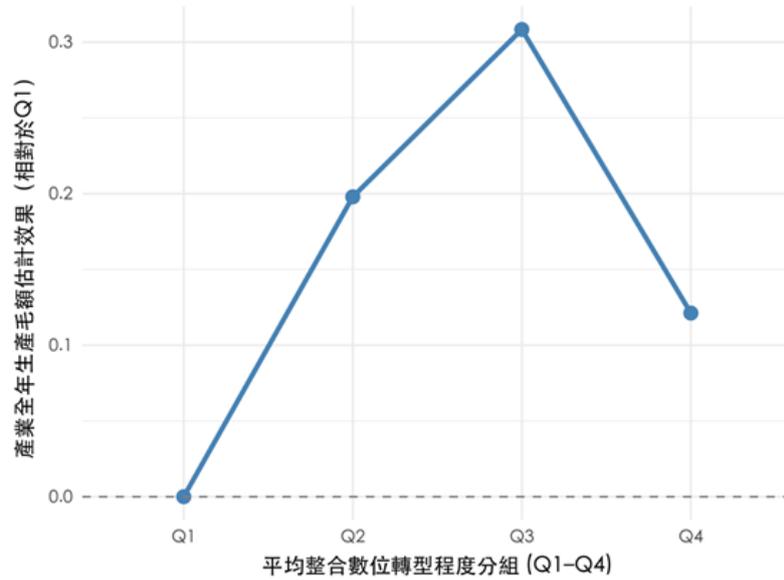
(b) PCA整合數位轉型程度對產業全年生產毛額之非線性關係

圖 4.1: 數位轉型對於產業全年生產毛額的非線性效果曲線

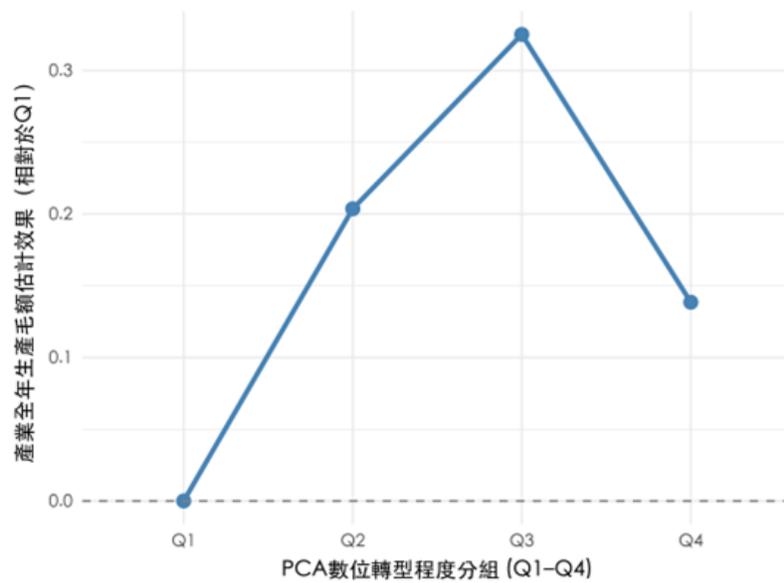
表 4.5: 四分位數數位轉型程度對產業全年生產毛額的影響

模型	(1)	(2)	(3)	(4)
平均整合數位轉型程度(Q2)	0.233*** (0.060)	0.211*** (0.060)	0.194*** (0.047)	0.198*** (0.047)
平均整合數位轉型程度(Q3)	0.303*** (0.063)	0.261*** (0.067)	0.268*** (0.051)	0.308*** (0.059)
平均整合數位轉型程度(Q4)	0.401*** (0.062)	0.323*** (0.074)	0.051 (0.054)	0.121. (0.073)
PCA整合數位轉型程度(Q2)	0.241*** (0.059)	0.219*** (0.060)	0.193*** (0.047)	0.204*** (0.047)
PCA整合數位轉型程度(Q3)	0.308*** (0.063)	0.266*** (0.067)	0.265*** (0.052)	0.325*** (0.059)
PCA整合數位轉型程度(Q4)	0.408*** (0.062)	0.333*** (0.073)	0.049 (0.054)	0.138. (0.073)
產業結構與營運特徵變數	✓	✓	✓	✓
研發投入控制變數	✓	✓	✓	✓
品牌經營控制變數	✓	✓	✓	✓
時間固定效果		✓		✓
產業固定效果			✓	✓

1. 應變數為 $\log(\text{產業全年生產毛額})$ 。
2. 本表樣本包含 220 個三碼產業，總計 880 筆觀察值。
3. Q1 為基準組，表中係數代表相對於 Q1 的估計效果。
4. *** 表示在 0.1% 水準上顯著，** 表示在 1% 水準上顯著，* 表示在 5% 水準上顯著，. 表示在 10% 水準上顯著；括號內為標準誤。



(a) 四分位數分組之平均整合數位轉型程度對產業全年生產毛額的係數變化



(b) 四分位數分組之PCA整合數位轉型程度對產業全年生產毛額的係數變化

圖 4.2: 四分位數分組之數位轉型程度對於產業全年生產毛額的係數變化



4.2 產業特性異質性分析

延續前一節對於數位轉型的整體效果，本研究進一步納入產業廠商規模，檢視不同規模條件下數位轉型對全年生產毛額效果是否存在異質性。首先，表4.6引入產業廠商規模變數（定義為每家企業平均擁有之場所數）與數位轉型指標的交互項，探討產業廠商規模是否會放大或削弱數位轉型對產業全年生產毛額的影響。

從表4.6的結果，無論是以平均整合或是PCA整合的數位轉型指標，其主效果皆為正向且顯著，顯示數位轉型本身是能夠有效促進產業全年生產毛額的提升。然而交互項結果顯示了顯著的規模差異性效果。以平均整合指標之模型（4）為例，數位轉型變數的係數為 1.456 ($p < 0.01$)，表示在產業廠商規模固定時，數位轉型每單位提升可帶來約1.456單位的全年生產毛額增幅；但交互項係數為 -1.276 ($p < 0.01$)，意味著當產業廠商規模每增加一單位，數位轉型的邊際效果會下降約1.276單位。

這樣的結果顯示，規模越小的產業，其數位轉型效果會越顯著。這或許是因為中小規模的產業組織結構較為簡單，決策與執行流程相對較快，因此能夠迅速的將數位工具整合日常營運中，其轉型成效更容易即時的反應在全年生產毛額上。相對來說，大型產業雖然具備著資源的優勢，但因為組織結構複雜，且轉型的整合需求較高，並且需要面對制度、流程及人員培訓的變動挑戰，轉型效果可能被時間與內部調整階段所稀釋。

PCA整合指標的模型也呈現相似趨勢。例如模型（4）中，數位轉型程度係數為 0.158 ($p < 0.05$)，交互項為 -0.097 ($p < 0.05$)，數值雖然較小，但方向與顯著性一致，呼應平均整合模型之結論，也再次驗證轉型成效隨產業廠商規模變動而有差異。

所以數位轉型並非在所有產業條件下皆有一致性的全年生產毛額效果，而是會受到產業廠商規模的影響。因此在推動政策時，應有產業之間差異化的策略，對

中小企業而言，提供操作簡易、導入快速的數位工具，搭配數位工具應用的人員培訓，能夠讓數位轉型快速的在全年生產毛額上有提升的效果；對於大型企業或集團組織，則應強調中長期的轉型規劃與跨部門整合設計，並建立配套制度以因應轉型的內部挑戰，避免高成本的投入，卻換來低效果的困境中。

在前述模型中，我們已驗證數位轉型對產業全年生產毛額具有正向影響，且效果會受到產業廠商規模影響。然而產業間的結構性差異，亦可能影響數位轉型的效果。為進一步探討產業異質性，本研究將225個小類產業依性質劃分為三大類：製造業、服務業及其他產業（包含礦業、水電供應等），並套用相同模型架構進行子樣本分析，以檢視數位轉型在不同產業結構中的差異性表現，其結果彙整於表4.7至表4.9。

表4.7呈現製造業的回歸結果，共涵蓋82個小類產業與332筆觀察值。從結果可見，在四組模型中，無論是以平均整合還是PCA整合變數的係數皆呈現負，且兩者大多皆未達統計顯著水準，顯示數位轉型對於製造業全年生產毛額的直接貢獻相對有限。這樣的結果雖與直觀認知有所不同，但也實際反映了製造業數位轉型本身的結構性與技術性特性，例如導入自動化設備或智慧製造系統往往是需要長時間的投入與高資本的支持。初期投入可能會導致組織調整與學習成本的上升，短期內不能有效提升全年生產毛額，甚至在轉型初期造成全年生產毛額下降的情形。因此，對於製造業的估計結果，並不能代表數位轉型無效，而是反映出製造業在轉型效益上需要更長期的觀察。

相較之下，表4.8呈現的服務業估計結果則有顯著不同，服務業涵蓋122個小類產業，共473筆觀察值，平均整合數位轉型變數在四個模型設定中，係數皆為正向且高度顯著（係數範圍為0.486至1.308，最完整模型為1.162， $p < 0.001$ ），而在PCA整合的變數也是穩定顯著（係數介於0.051至0.132）。這顯示當服務業在導入數位工具（如線上預約、線上客服、客戶管理系統、內部線上化流程及電商平台）後，能夠快速產生正向的全年生產毛額效果。



此結果反映服務業的全年生產毛額是依賴於資訊傳遞效率與顧客互動品質，其數位轉型可以透過導入線上預約、電子支付、電商平台或顧客管理系統等方式去執行，成本相對低且較容易看見成效。另外，也因為服務業通常是以中小企業為主，轉型流程較為簡單且快速，其導入的數位工具也是可以立即優化營運及提升顧客體驗，進而在產業的全年生產毛額中產生效果。數位轉型對於服務業不只是提升效率的手段，更是新商業模式的創造，因此其回歸結果具有穩定且顯著的正相關。

而表4.9呈現其他產業的估計結果，其中包括礦業、公用事業、水電供應業等，共20個小類產業及75筆觀察值。整體而言，此類產業的數位轉型係數方向與服務業相似，但在統計顯著性與穩定性上略顯不足。例如，平均整合指標在模型（1）與（2）中為不顯著，但在模型（3）轉為正向顯著；PCA指標亦呈現類似情況。這顯示在控制時間與產業固定效果後，雖然整體趨勢正向，但受限於樣本數量有限，估計結果不夠穩定。

本研究從三類產業的異質性分析發現，服務業的數位轉型效果最為明顯與穩定，製造業則未有顯著效果，顯示其數位轉型的過程較服務業複雜且其轉換為成效是具有遞延性，其他產業則呈現正向但估計結果相對不穩。因此，未來在推動數位政策時應依產業特性進行不同政策設計：服務業因為可以以數位工具的快速導入與資源普及；而製造業則需更長期的資本與政策的支持；其他產業則需持續補強基礎設施與數據系統的整合，以提高數位化成效的可見性與全年生產毛額轉換率。



表 4.6: 數位轉型和廠商規模交乘項對產業全年生產毛額的影響

模型	(1)	(2)	(3)	(4)
平均整合數位轉型程度	0.986*** (0.150)	0.750*** (0.164)	1.797*** (0.217)	1.456*** (0.215)
產業廠商規模 * 平均整合數位轉型程度	-0.961*** (0.179)	-1.086*** (0.177)	-1.982*** (0.263)	-1.276*** (0.340)
PCA整合數位轉型程度	0.091*** (0.015)	0.068*** (0.017)	0.160*** (0.022)	0.129*** (0.022)
產業廠商規模 * PCA整合數位轉型程度	-0.078*** (0.017)	-0.089*** (0.017)	-0.171*** (0.026)	-0.087* (0.034)
產業結構與營運特徵變數	✓	✓	✓	✓
研發投入控制變數	✓	✓	✓	✓
品牌經營控制變數	✓	✓	✓	✓
時間固定效果		✓		✓
產業固定效果			✓	✓

1. 應變數為 $\log(\text{產業全年生產毛額})$ 。
2. 本表樣本包含 225 個三碼產業，總計 880 筆觀察值。
3. *** 表示在 0.1% 水準上顯著，** 表示在 1% 水準上顯著，* 表示在 5% 水準上顯著，. 表示在 10% 水準上顯著；括號內為標準差。
4. 本表係以產業收入總額作為加權分析。
5. 各類型的控制變數如下：
 - 產業結構與營運特徵控制變數：產業實際運用資產
 - 研發投入控制變數：產業研發強度
 - 品牌經營控制變數：產業品牌經營率、產業品牌外銷比



表 4.7: 數位轉型對產業全年生產毛額的影響 (製造業)

模型	(1)	(2)	(3)	(4)
平均整合數位轉型程度	-0.870*** (0.248)	-0.661. (0.355)	-0.079 (0.236)	-0.436 (0.379)
PCA整合數位轉型程度	-0.094*** (0.025)	-0.077* (0.036)	-0.013 (0.024)	-0.050 (0.039)
產業結構與營運特徵變數	✓	✓	✓	✓
研發投入控制變數	✓	✓	✓	✓
品牌經營控制變數	✓	✓	✓	✓
時間固定效果		✓		✓
產業固定效果			✓	✓

1. 應變數為 $\log(\text{產業全年生產毛額})$ 。
2. 本表樣本包含 82 個三碼產業，總計 332 筆觀察值。
3. *** 表示在 0.1% 水準上顯著，** 表示在 1% 水準上顯著，* 表示在 5% 水準上顯著，. 表示在 10% 水準上顯著；括號內為標準差。
4. 本表係以產業收入總額作為加權分析。
5. 各類型的控制變數如下：
 - 產業結構與營運特徵控制變數：產業實際運用資產
 - 研發投入控制變數：產業研發強度
 - 品牌經營控制變數：產業品牌經營率、產業品牌外銷比



表 4.8: 數位轉型對產業全年生產毛額的影響 (服務業)

模型	(1)	(2)	(3)	(4)
平均整合數位轉型程度	0.816*** (0.128)	0.486*** (0.144)	1.308*** (0.176)	1.162*** (0.210)
PCA 整合數位轉型程度	0.085*** (0.013)	0.051*** (0.015)	0.132*** (0.018)	0.118*** (0.022)
產業結構與營運特徵變數	✓	✓	✓	✓
研發投入控制變數	✓	✓	✓	✓
品牌經營控制變數	✓	✓	✓	✓
時間固定效果		✓		✓
產業固定效果			✓	✓

1. 應變數為 $\log(\text{產業全年生產毛額})$ 。
2. 本表樣本包含 122 個三碼產業，總計 473 筆觀察值。
3. *** 表示在 0.1% 水準上顯著，** 表示在 1% 水準上顯著，* 表示在 5% 水準上顯著，. 表示在 10% 水準上顯著；括號內為標準差。
4. 本表係以產業收入總額作為加權分析。
5. 各類型的控制變數如下：
 - 產業結構與營運特徵控制變數：產業實際運用資產
 - 研發投入控制變數：產業研發強度
 - 品牌經營控制變數：產業品牌經營率、產業品牌外銷比



表 4.9: 數位轉型對產業全年生產毛額的影響 (其餘產業)

模型	(1)	(2)	(3)	(4)
平均整合數位轉型程度	-0.164 (0.439)	-1.054 (0.634)	0.693* (0.271)	0.323 (0.439)
PCA 整合數位轉型程度	-0.020 (0.047)	-0.117 (0.067)	0.074* (0.029)	0.035 (0.047)
產業結構與營運特徵變數	✓	✓	✓	✓
研發投入控制變數	✓	✓	✓	✓
品牌經營控制變數	✓	✓	✓	✓
時間固定效果		✓		✓
產業固定效果			✓	✓

1. 應變數為 $\log(\text{產業全年生產毛額})$ 。
2. 本表樣本包含 20 個三碼產業，總計 75 筆觀察值。
3. *** 表示在 0.1% 水準上顯著，** 表示在 1% 水準上顯著，* 表示在 5% 水準上顯著，. 表示在 10% 水準上顯著；括號內為標準差。
4. 本表係以產業收入總額作為加權分析。
5. 各類型的控制變數如下：
 - 產業結構與營運特徵控制變數：產業實際運用資產
 - 研發投入控制變數：產業研發強度
 - 品牌經營控制變數：產業品牌經營率、產業品牌外銷比



4.3 傾向分數匹配 (PSM) 分析

先前章節透過逐步控制變數與固定效果的多元回歸模型，初步驗證了數位轉型對產業全年生產毛額的影響。然而，傳統的回歸模型在處理非隨機分配的處理效果時，仍面臨潛在的選擇性偏誤。具體來說，產業是否投入數位轉型並非隨機發生，而是常受到其既有特性的影響。若產業原本就具備較高的資本密集度、研發能力或營運效率，則更有能力或意願去推動數位轉型，就會使得回歸模型估計出來的效果，混雜了這些先天優勢條件的影響，導致對真實處理效果的誤判。

為了解決這樣的偏誤，本研究進一步採用傾向分數配對法 (Propensity Score Matching, PSM) 進行穩健性分析。PSM是透過估計每個變數接受處理變數 (如高程度數位轉型) 的機率，此機率也被稱為傾向分數 (Propensity Score)。接著，依據傾向分數，為處理組中的每個產業，從控制組中尋找一個或多個條件最為相近的配對樣本，建構出一個可觀察變數上近似隨機分配的對照基礎。最後，藉由配對後的資料估計數位轉型對產業全年生產毛額的平均處理效果 (Average Treatment Effect on the Treated, ATT)。

然而，PSM多將處理變數簡化為二元變數 (如高或低轉型)，但本研究的數位轉型指標實為依連續變數，因此本研究也採用廣義傾向分數分析 (Generalized Propensity Score, GPS)，以處理連續性變數的情境。相較於PSM，GPS保留了處理變數的連續性特徵，能夠更精細地描繪出數位轉型的「強度」與全年生產毛額效果之間的完整關係曲線 (Dose-Response Function)，分析不同轉型強度下的效果差異。本研究依據上述方法，設計了三部分的分析：

第一部分 (二元處理之PSM方法)：以中位數為切點，將數位轉型程度高於中位數的產業視為「處理組」，其餘為「控制組」，分別針對平均整合及PCA整合指標進行分析。

第二部分 (原連續變數之GPS分析)：採用原始的連續型數位轉型指標變數

(平均整合指標與PCA整合指標)，以連續的處理強度為基礎，估計不同轉型強度對產業全年生產毛額的平均影響，描繪其效果曲線。



4.3.1 二元處理PSM方法

首先，第一部分本研究採用傳統的PSM，以中位數作為數位轉型強度的切點，將數位轉型程度高於中位數的產業視為「處理組」，其餘產業作為「控制組」，估計達到中等以上數位化水準的平均處理效果（ATT）。

在建構傾向分數模型時，本研究選用與產業推動數位轉型可能潛在密切相關的特徵變數，以預測其成為「高數位轉型程度」的機率。這些變數涵蓋了人力資本、創新能力、資本密集度、以及經營效能等變數。例如，較高的平均薪資可能意味著產業更依賴知識密集型人力，而較高的研發強度則直接反映其創新意願，這些因素都可能影響產業投入數位轉型的決策。

表4.10呈現了以平均整合指標進行PSM分析的完整結果。在配對前，處理組與控制組在多項特徵上存在顯著差異，但如表4.10（Part B）的平衡檢定所示，經過傾向分數配對後，所有共變數的標準化平均差（SMD）皆大幅縮小，顯示配對成功地建構出具備可比性的兩組樣本。最終的處理效果估計（Part C）指出，高數位轉型產業的全年生產毛額，在控制選擇偏誤後，顯著高於對照組，其平均處理效果（ATT）達到0.368，且在1%的顯著水準。此結果表明，一個產業的數位轉型程度只要達到整體樣本的中位數以上，便能產生實質的全年生產毛額效益。

為確保結果的穩定性，本研究又以「PCA整合指標」進行了相同的分析，結果呈現於表4.11。分析結果與平均整合指標結果有高度一致。在成功配對後，ATT值為0.339，並且是1%顯著水準。雖然此處ATT的數值略小，但這可能源於PCA指標是將多個構面合成為一標準化分數，其尺度與平均指標不同，故邊際效果的估計值會略有差異。



在這兩種整合變數指標的PSM分析，即使未達到最頂尖的轉型水準，只要產業的數位化程度超越中等門檻，就能帶來顯著且實質的全年生產毛額提升。這也意味著數位轉型不必追求一步到位才能見效，中等程度的投入已能創造可觀的經濟效益。

4.3.2 原連續變數之GPS分析

在前面的PSM分析中，本研究以中位數將數位轉型程度分為兩組進行分析。然而，平均整合及PCA整合指標本身為連續性變數，前面的分析中將其離散化可能會喪失部分「轉型強度」的資訊與變異性。因此，本研究進一步採用廣義傾向分數法（Generalized Propensity Score, GPS），針對連續性的處理變數進行模型估計，更能夠精準掌握數位轉型程度對產業全年生產毛額的處理效果變化。

表4.12彙整以平均整合數位轉型程度變數為處理變數進行GPS估計的結果，並以圖4.3呈現處理變數強度與產出效果之間的關係。從圖4.3呈現非線性曲線趨勢，顯示數位轉型強度與產出之間的關係非線性遞增。

在轉型初期（低於0.2至0.3）曲線出現略為下降的效果區間，可能反應了產業在初期導入數位工具時，面臨學習新工具的成本、流程重整及技術整合的過渡性挑戰，導致全年生產毛額短暫下滑。

然而，當轉型程度逐步提升到中期（約0.4至0.7），處理效果迅速上升，曲線呈現顯著正斜率，這代表產業在初步轉型完成後，數位工具能夠有效應用在營運流程中，並且開始發揮其對於生產力的提升效果，全年生產毛額也顯著上升，並於中高轉型區間達到最高峰。

當轉型強度再進一步升高（0.8以上），曲線會再度呈現轉折向下，顯示數位

轉型進入高強度階段後，可能會有遭遇跨部門整合應用的困難等瓶頸，使得邊際效益遞減，甚至出現負面的效果。



而後續本研究在表4.13及圖4.4以PCA整合的數位轉型指標所建構的GPS分析結果，整體趨勢與平均整合趨勢相似，但其曲線波動幅度相對更為明顯且敏感。在低轉型區仍出現初期負向的效果，後續迅速陪升至高峰，但隨即也出現夠早且更劇烈的下滑。

這種波動性大的曲線，可能是來自於PCA指標對於多為數位轉型方面有著較高的反應程度，能夠更有效地捕捉不同面向之間整合不完全所帶來的影響。因此，PCA整合模型下的分析其轉型效果較容易收到影響及抵銷。

因此，圖4.3及圖4.4所呈現的走勢與前面更具體的說明數位轉型強度與產出之間的非線性關係，且這種非線性關係是分為三個階段的，第一階段可能因建置與學習成本呈現負效果，而在第二階段因數位技術已經可以應用於日常營運上，因此出現顯著的上升並且達到高峰，最後第三階段則會因為轉型效率的下降出現效益遞減甚至會出現反轉的現象。



表 4.10: 以中位數分組之傾向分數分析整體結果 (平均整合數位轉型變數)

A. 傾向分數模型估計結果

變數	估計值
(Intercept)	1.655* (0.799)
企業全年平均薪資	0.001 (0.0004)
產業從事研發比例	2.695** (0.860)
產業研發強度	3.606 (4.370)
產業自有固定資產	-0.177** (0.068)
產業年底其他資產	0.049 (0.053)
產業營運效率	0.052 (0.167)

B. 配對前後共變數平衡檢定摘要

變數	配對前 SMD	配對後 SMD	eCDF Max (前)	eCDF Max (後)
企業全年平均薪資	0.280	0.086	0.302	0.204
產業從事研發比例	0.337	0.113	0.255	0.137
產業研發強度	0.181	0.073	0.330	0.221
產業自有固定資產	-0.101	0.088	0.077	0.115
產業年底其他資產	0.051	0.070	0.102	0.131
產業營運效率	0.068	0.049	0.118	0.092

C. 處理組與對照組產業生產毛額比較 (加權 t 檢定)

組別	樣本平均 LNGDP	標準差	樣本數
TREAT = 1 (處理組)	16.996	—	358
TREAT = 0 (控制組)	16.628	—	358
平均差異	0.368	$t = -3.167$	$p = 0.0016^{**}$

*** 表示在 0.1% 水準上顯著, ** 表示在 1% 水準上顯著, * 表示在 5% 水準上顯著, . 表示在 10% 水準上顯著; 括號內為標準誤 (Standard Error); SMD 表示 Standardized Mean Difference。

以中位數區分為兩組, 高於中位數的產業為處理組, 其餘為控制組。



表 4.11: 以中位數分組之傾向分數分析整體結果 (PCA整合數位轉型變數)

A. 傾向分數模型估計結果

變數	估計值
(Intercept)	1.974* (0.813)
企業全年平均薪資	0.0008* (0.0004)
產業從事研發比例	2.898*** (0.855)
產業研發強度	2.691 (3.574)
產業自有固定資產	-0.233*** (0.070)
產業年底其他資產	0.088 (0.054)
產業營運效率	0.034 (0.180)

B. 配對前後共變數平衡檢定摘要

變數	配對前 SMD	配對後 SMD	eCDF Max (前)	eCDF Max (後)
企業全年平均薪資	0.311	0.079	0.302	0.209
產業從事研發比例	0.359	0.106	0.264	0.149
產業研發強度	0.182	0.102	0.334	0.251
產業自有固定資產	-0.110	0.061	0.082	0.090
產業年底其他資產	0.091	0.061	0.107	0.116
產業營運效率	0.070	0.059	0.114	0.101

C. 處理組與對照組產業生產毛額比較 (加權 t 檢定)

組別	樣本平均 LNGDP	標準差	樣本數
TREAT = 1 (處理組)	17.007	—	355
TREAT = 0 (控制組)	16.668	—	355
平均差異	0.339	$t = -3.016$	$p = 0.0027^{**}$

*** 表示在 0.1% 水準上顯著, ** 表示在 1% 水準上顯著, * 表示在 5% 水準上顯著, . 表示在 10% 水準上顯著; 括號內為標準誤 (Standard Error); SMD 表示 Standardized Mean Difference。

以中位數區分為兩組, 高於中位數的產業為處理組, 其餘為控制組。



表 4.12: 平均整合數位轉型連續變數之傾向分數模型估計結果

變數	估計值
(Intercept)	0.798 ^{***} (0.102)
企業全年平均薪資	0.000136 ^{***} (0.000028)
產業從事研發比例	0.299 ^{***} (0.048)
產業研發強度	0.280 (0.316)
產業自有固定資產	0.043 ^{***} (0.006)
產業年底其他資產	-0.072 ^{***} (0.003)
產業營運效率	-0.005 (0.006)

*** 表示在 0.1% 水準上顯著，** 表示在 1% 水準上顯著，* 表示在 5% 水準上顯著，. 表示在 10% 水準上顯著。
本表係以產業收入總合作為加權分析。

表 4.13: PCA 整合數位轉型連續變數之傾向分數模型估計結果

變數	估計值
(Intercept)	3.4052 ^{***} (0.9999)
企業全年平均薪資	0.00139 ^{***} (0.00027)
產業從事研發比例	3.0781 ^{***} (0.4732)
產業研發強度	2.4148 (3.0906)
產業自有固定資產	0.4034 ^{***} (0.0629)
產業年底其他資產	-0.7017 ^{***} (0.0306)
產業營運效率	-0.0649 (0.0604)

*** 表示在 0.1% 水準上顯著，** 表示在 1% 水準上顯著，* 表示在 5% 水準上顯著，. 表示在 10% 水準上顯著。
本表係以產業收入總合作為加權分析。

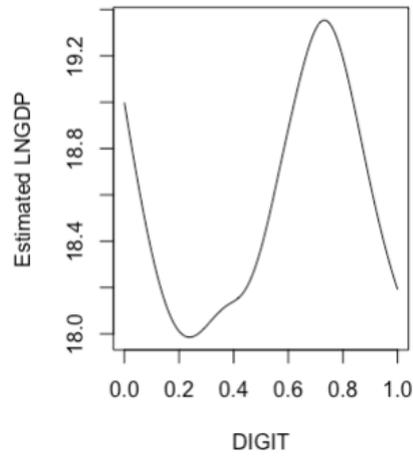


圖 4.3: 平均整合數位轉型對產業全年生產毛額之處理效果曲線

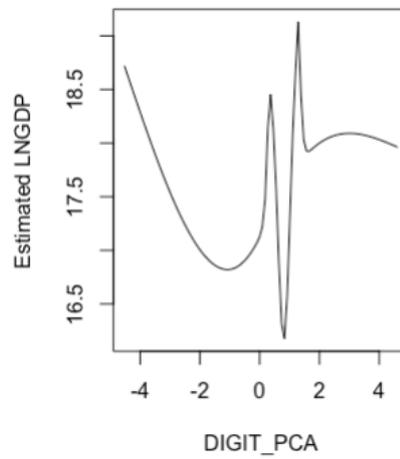


圖 4.4: PCA整合數位轉型對產業全年生產毛額之處理效果曲線

第五章 結論



本研究探討數位轉型對我國產業全年生產毛額的影響，並且運用行政院主計總處於2006、2011、2016及2021年四期之「工業及服務業普查」資料，並依據中華民國行業標準分類第11次修正小類層級分類，建立產業層級的縱橫資料。在實證方法上，本文採用逐步加入控制變數與固定效果之迴歸模型，並進一步透過傾向分數配對（PSM）處理潛在的樣本選擇偏誤，最後以不同整合方式之數位轉型指標（平均整合與PCA整合）進行穩健性檢驗。

本研究的核心發現為數位轉型對於整體產業的全年生產毛額確實具有正向影響，但此效果並非單純的線性增長，而是呈現一複雜且具條件性的非線性關係。實證結果顯示，數位轉型對全年生產毛額的影響呈顯倒U型曲線，也就表示轉型初期能帶來全年生產毛額提升，但當轉型程度達到高峰後，其邊際效益將會逐漸遞減。此種非線性特徵在不同產業中表現也有所不同，在服務業及中小型產業中，因其結構彈性高、數位工具導入的門檻低，因此數位轉型的產出效果最為顯著；反觀製造業，雖具備資源與技術基礎，卻可能因轉型涉及龐大的設備與人力調整，導致成效在短期內難以顯現。

本研究進一步對轉型程度進行分析，再次驗證了轉型對全年生產毛額的非線性效果。其中，轉型效益是具有一定的門檻，當產業轉型程度達到中等水準，能夠產生穩定且顯著的產出效益。另在四分位數分組比較中，轉型強度最高的產業（Q4）雖仍然具有正向的效果，但其邊際效益已有趨緩甚至反向之勢，因此也呼應了前述的倒U型關係。而在傾向分數的分析結果方面，也能更清楚地觀察出曲線，其處理效果在中高強度階段達到高峰後會有下降趨勢，這顯示轉型效益不僅存在門檻，亦可能受到成本升高或整合困難而產生反向效果。以上分析發現數位轉型對於全年生產毛額提升的效果並非完全正相關，而是需要在產業特性與轉型策略之間取得平衡。

因此，根據上述研究結果，若政府推動數位轉型政策時，應該避免一體適用的推廣模式，而是強調分階段與差異化。針對服務業與中小企業，應提供系統化的數位工具與技術顧問資源，使其迅速投入數位轉型之中；製造業則需透過長期融資支持與技術整合支援，以分階段轉型策略，降低轉型風險與成本負擔。

然而，本研究受限於產業層級資料，無法控制企業層級的異質性（如企業結構、企業員工人數等），這些都可能是影響轉型成效的重要變數。其次是數位轉型程度的衡量方式仍難以完全捕捉應用的深度與整合品質。最後，因為普查頻率為五年一次，尚難掌握近年數位化技術的快速發展。這些限制可能會導致轉型程度的異質性被低估，或是效果的解釋例偏弱。因此，未來研究若能取得企業層級的長期資料，將有助於更深入的理解數位轉型對於我國產業的影響。

附錄A：行業統計分類表

表 A.1. 中華民國行業統計分類表（第11次修正）



大類	中類	小類	行業名稱
A			農、林、漁、牧業
	01		農、牧業
		011	農作物栽培業
		012	畜牧業
		013	農事及畜牧服務業
	02	020	林業
	03		漁業
		031	漁撈業
		032	水產養殖業
B			礦業及土石採取業
	05	050	石油及天然氣礦業
	06	060	砂、石採取及其他礦業
C			製造業
	08		食品及飼品製造業
		081	肉類加工及保藏業
		082	水產加工及保藏業
		083	蔬果加工及保藏業
		084	動植物油脂製造業
		085	乳品製造業
		086	碾穀、磨粉及澱粉製品製造業
		087	動物飼品製造業
		089	其他食品製造業
	09		飲料製造業
		091	酒精飲料製造業
		092	非酒精飲料製造業
	10	100	菸草製造業
	11		紡織業
		111	紡紗業
		112	織布業
		113	不織布業
		114	染整業
		115	紡織品製造業
	12		成衣及服飾品製造業
		121	成衣製造業
		123	服飾品製造業
	13	130	皮革、毛皮及其製品製造業
	14	140	木竹製品製造業
	15		紙漿、紙及紙製品製造業
		151	紙漿、紙及紙板製造業
		152	瓦楞紙板及紙容器製造業
		159	其他紙製品製造業



大類	中類	小類	行業名稱
	16	160	印刷及資料儲存媒體複製業
	17	170	石油及煤製品製造業
	18		化學材料及肥料製造業
		181	化學原材料製造業
		183	肥料及氮化合物製造業
		184	塑膠及合成橡膠原料製造業
		185	人造纖維製造業
	19		其他化學製品製造業
		191	農藥及環境用藥製造業
		192	塗料、染料及顏料製造業
		193	清潔用品及化粧品製造業
		199	未分類其他化學製品製造業
	20	200	藥品及醫用化學製品製造業
	21	210	橡膠製品製造業
	22	220	塑膠製品製造業
	23		非金屬礦物製品製造業
		231	玻璃及其製品製造業
		232	耐火、黏土建材及其他陶瓷製品製造業
		233	水泥及其製品製造業
		234	石材製品製造業
		239	其他非金屬礦物製品製造業
	24		基本金屬製造業
		241	鋼鐵製造業
		242	鋁製造業
		243	銅製造業
		249	其他基本金屬製造業
	25		金屬製品製造業
		251	金屬刀具、手工具及模具製造業
		252	金屬結構及建築組件製造業
		253	金屬容器製造業
		254	金屬加工處理業
		259	其他金屬製品製造業
	26		電子零組件製造業
		261	半導體製造業
		262	被動電子元件製造業
		263	印刷電路板製造業
		264	光電材料及元件製造業
		269	其他電子零組件製造業
	27		電腦、電子產品及光學製品製造業
		271	電腦及其週邊設備製造業
		272	通訊傳播設備製造業
		273	視聽電子產品製造業
		274	資料儲存媒體製造業
		275	量測、導航、控制設備及鐘錶製造業
		276	輻射及電子醫學設備製造業
		277	光學儀器及設備製造業



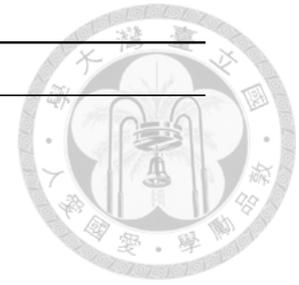
大類	中類	小類	行業名稱
	28		電力設備及配備製造業
		281	發電、輸電及配電機械製造業
		282	電池製造業
		283	電線及配線器材製造業
		284	照明設備及配備製造業
		285	家用電器製造業
		289	其他電力設備及配備製造業
	29		機械設備製造業
		291	金屬加工用機械設備製造業
		292	其他專用機械設備製造業
		293	通用機械設備製造業
	30		汽車及其零件製造業
		301	汽車製造業
		302	車體製造業
		303	汽車零件製造業
	31		其他運輸工具及其零件製造業
		311	船舶及浮動設施製造業
		312	機車及其零件製造業
		313	自行車及其零件製造業
		319	未分類其他運輸工具及其零件製造業
	32		家具製造業
		321	非金屬家具製造業
		322	金屬家具製造業
	33		其他製造業
		331	育樂用品製造業
		332	醫療器材及用品製造業
		339	未分類其他製造業
	34	340	產業用機械設備維修及安裝業
D			電力及燃氣供應業
	35		電力及燃氣供應業
		351	電力供應業
		352	氣體燃料供應業
		353	蒸汽供應業
E			用水供應及污染整治業
	36	360	用水供應業
	37	370	廢水及污水處理業
	38		廢棄物清除、處理及資源物回收處理業
		381	廢棄物清除業
			非有害廢棄物清除業
			有害廢棄物清除業
		382	廢棄物處理業
			非有害廢棄物處理業
			有害廢棄物處理業
		383	資源物回收處理業
	39	390	污染整治業
F			營建工程業



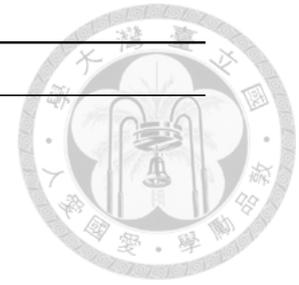
大類	中類	小類	行業名稱	
G	41	410	建築工程業	
		42	土木工程業	
	43	421	道路工程業	
		422	公用事業設施工程業	
		429	其他土木工程業	
			專門營造業	
		431	整地、基礎及結構工程業	
		432	庭園景觀工程業	
		433	機電、管道及其他建築設備安裝業	
		434	建物完工裝修工程業	
		439	其他專門營造業	
			批發及零售業	
	45-46		批發業	
		451	商品批發經紀業	
		452	綜合商品批發業	
		453	農產原料及活動物批發業	
		454	食品、飲料及菸草製品批發業	
		455	布疋及服飾品批發業	
		456	家用器具及用品批發業	
		457	藥品、醫療用品及化粧品批發業	
		458	文教育樂用品批發業	
		461	建材批發業	
		462	化學原材及其製品批發業	
		463	燃料及相關產品批發業	
		464	機械器具批發業	
		465	汽機車及其零配件、用品批發業	
		469	其他專賣批發業	
		47-48		零售業
			471	綜合商品零售業
			472	食品、飲料及菸草製品零售業
			473	布疋及服飾品零售業
			474	家用器具及用品零售業
			475	藥品、醫療用品及化粧品零售業
476			文教育樂用品零售業	
481			建材零售業	
482			燃料及相關產品零售業	
483			資訊及通訊設備零售業	
484			汽機車及其零配件、用品零售業	
		485	其他專賣零售業	
	486	零售攤販		
	487	其他非店面零售業		
	H	49		運輸及倉儲業
				陸上運輸業
491			鐵路運輸業	
492			捷運運輸業	
493			汽車客運業	



大類	中類	小類	行業名稱
		494	汽車貨運業
		499	其他陸上運輸業
	50		水上運輸業
		501	海洋水運業
		502	內河及湖泊水運業
	51	510	航空運輸業
	52		運輸輔助業
		521	報關業
		522	船務代理業
		523	貨運承攬業
		524	陸上運輸輔助業
		525	水上運輸輔助業
		526	航空運輸輔助業
		529	其他運輸輔助業
	53	530	倉儲業
	54		郵政及遞送服務業
		541	郵政業
		542	遞送服務業
I			住宿及餐飲業
	55		住宿業
		551	短期住宿業
		559	其他住宿業
	56		餐飲業
		561	餐食業
		562	外燴及團膳承包業
		563	飲料業
J			出版影音及資通訊業
	58		出版業
		581	新聞、雜誌、期刊、書籍及其他出版業
		582	軟體出版業
	59		影片及電視節目業；聲音錄製及音樂發行業
		591	影片及電視節目業
		592	聲音錄製及音樂發行業
	60		廣播、電視節目編排及傳播業
		601	廣播業
		602	電視節目編排及傳播業
	61	610	電信業
	62	620	電腦程式設計、諮詢及相關服務業
	63		資訊服務業
		631	入口網站經營、資料處理、主機及網站代管服務業
		639	其他資訊服務業
K			金融及保險業
	64		金融服務業
		641	貨幣中介業
		642	控股業
		643	信託、基金及類似金融實體

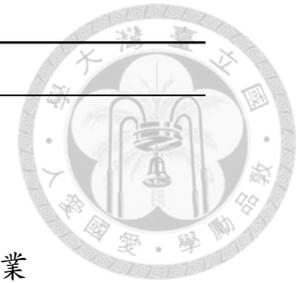


大類	中類	小類	行業名稱
		649	其他金融服務業
	65		保險業
		651	人身保險業
		652	財產保險業
		653	再保險業
		654	退休基金
		655	保險輔助業
	66		證券期貨及金融輔助業
		661	證券業
		662	期貨業
		664	基金管理業
		669	其他金融輔助業
L			不動產業
	67	670	不動產開發業
	68		不動產經營及相關服務業
		681	不動產經營業
		689	其他不動產業
M			專業、科學及技術服務業
	69		法律及會計服務業
		691	法律服務業
		692	會計服務業
	70		企業總管理機構及管理顧問業
		701	企業總管理機構
		702	管理顧問業
	71		建築、工程服務及技術檢測、分析服務業
		711	建築、工程服務及相關技術顧問業
		712	技術檢測及分析服務業
	72		研究發展服務業
		721	自然及工程科學研究發展服務業
		722	社會及人文科學研究發展服務業
		723	綜合研究發展服務業
	73		廣告業及市場研究業
		731	廣告業
		732	市場研究及民意調查業
	74	740	專門設計業
	75	750	獸醫業
	76	760	其他專業、科學及技術服務業
N			支援服務業
	77		租賃業
		771	機械設備租賃業
		772	運輸工具租賃業
		773	個人及家庭用品租賃業
		774	智慧財產租賃業
	78		人力仲介及供應業
		781	人力仲介業
		782	人力供應業



大類	中類	小類	行業名稱
	79	790	旅行及其他相關服務業
	80	800	保全及偵探業
	81		建築物及綠化服務業
		811	複合支援服務業
		812	清潔服務業
		813	綠化服務業
	82	820	行政支援服務業
O			公共行政及國防；強制性社會安全
	83		公共行政及國防；強制性社會安全
		831	公共行政
		832	國防事務
		833	強制性社會安全事務
	84	840	國際組織及外國機構
P	85		教育業
		851	學前教育
		852	小學教育
		853	國民中學教育
		854	高級中等教育
		855	大專校院
		856	特殊教育學校
		858	教育輔助業
		859	其他教育業
Q			醫療保健及社會工作服務業
	86		醫療保健業
		861	醫院
		862	診所
		869	其他醫療保健業
	87		居住型照顧服務業
		871	居住型護理照顧服務業
		879	其他居住型照顧服務業
	88		其他社會工作服務業
		881	居家式及社區式長期照顧服務業
		889	未分類其他社會工作服務業
R			藝術、娛樂及休閒服務業
	90		創作及藝術表演業
		901	創作業
		902	藝術表演業
		903	創作及藝術表演輔助業
	91	910	圖書館、檔案保存、博物館及類似機構
	92	920	博弈業
	93		運動、娛樂及休閒服務業
		931	運動服務業
		932	娛樂及休閒服務業
S			其他服務業
	94		宗教、職業及類似組織
		941	宗教組織

大類	中類	小類	行業名稱
		942	職業團體
		949	其他組織
	95		個人及家庭用品維修業
		951	汽車維修及美容業
		952	電腦、通訊傳播設備及電子產品維修業
		959	其他個人及家庭用品維修業
	96		未分類其他服務業
		961	洗衣業
		962	美髮及美容美體業
		963	殯葬及寵物生命紀念相關服務業
		964	家事服務業
		969	其他個人服務業



資料來源：(中華民國主計總處, 2021)，取自https://www.stat.gov.tw/News_Content.aspx?n=3144&s=90015

附錄B：整體性分析結果完整表格



表 B.2. 逐步納入控制變數及固定效果之數位轉型程度係數變化 (完整表格)

模型	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
產業實際運用資產		0.606*** (0.012)	0.592*** (0.011)	0.657*** (0.013)	0.646*** (0.014)	0.803*** (0.009)	0.803*** (0.009)
產業研發強度			8.850*** (0.855)	9.316*** (0.859)	9.013*** (0.848)	14.937*** (1.622)	16.846*** (1.556)
產業品牌經營率				-1.018*** (0.113)	-0.979*** (0.119)	0.116 (0.102)	0.480*** (0.103)
產業品牌外銷比				0.164* (0.073)	0.212** (0.078)	0.546** (0.189)	0.344. (0.179)
平均整合數位轉型	-0.218 (0.177)	1.440*** (0.094)	1.138*** (0.093)	0.851*** (0.113)	0.746*** (0.130)	0.416** (0.127)	0.889*** (0.166)
產業實際運用資產		0.604*** (0.012)	0.590*** (0.011)	0.657*** (0.013)	0.646*** (0.014)	0.803*** (0.009)	0.802*** (0.009)
產業研發強度			8.855*** (0.857)	9.334*** (0.859)	9.024*** (0.848)	14.972*** (1.625)	16.832*** (1.559)
產業品牌經營率				-1.029*** (0.113)	-0.987*** (0.119)	0.119 (0.102)	0.483*** (0.103)
產業品牌外銷比				0.160* (0.073)	0.207** (0.079)	0.536** (0.190)	0.338. (0.179)
PCA 整合數位轉型	-0.018 (0.018)	0.146*** (0.010)	0.115*** (0.009)	0.087*** (0.012)	0.076*** (0.013)	0.039** (0.013)	0.089*** (0.017)
時間固定效果					✓		✓
產業固定效果						✓	✓

1. 應變數為log(產業全年生產毛額)。
2. 本表樣本包含 225 個三碼產業，總計 880 筆觀察值。
3. *** 表示在 0.1% 水準上顯著，** 表示在 1% 水準上顯著，* 表示在 5% 水準上顯著，. 表示在 10% 水準上顯著；括號內為標準差。
4. 本表係以產業收入總額作為加權分析。

表 B.3. 數位轉型成長率對產業全年生產毛額的影響 (完整表格)

模型	(1)	(2)	(3)	(4)
產業實際運用資產	0.684*** (0.017)	0.668*** (0.017)	0.881*** (0.016)	0.875*** (0.019)
產業研發強度	9.671*** (0.923)	9.314*** (0.912)	22.760*** (2.064)	22.509*** (2.111)
產業品牌經營率	-1.186*** (0.140)	-1.203*** (0.139)	-0.458. (0.253)	-0.338 (0.301)
產業品牌外銷比	0.116 (0.089)	0.193* (0.089)	0.556* (0.260)	0.571* (0.263)
平均整合數位轉型程度	0.826*** (0.154)	0.575*** (0.160)	0.483* (0.201)	-0.664* (0.311)
平均整合數位轉型程度成長率	-0.026 (0.035)	0.005 (0.035)	0.182*** (0.030)	0.264*** (0.034)
產業實際運用資產	0.685*** (0.017)	0.668*** (0.017)	0.869*** (0.016)	0.858*** (0.019)
產業研發強度	9.772*** (0.926)	9.414*** (0.912)	23.113*** (2.137)	22.637*** (2.181)
產業品牌經營率	-1.204*** (0.139)	-1.203*** (0.138)	-0.223 (0.247)	-0.068 (0.294)
產業品牌外銷比	0.084 (0.089)	0.178* (0.090)	0.541* (0.265)	0.523. (0.267)
PCA整合數位轉型程度	0.082*** (0.015)	0.061*** (0.015)	0.109*** (0.019)	0.089*** (0.026)
PCA整合數位轉型程度成長率	-0.001 (0.002)	-0.001 (0.002)	0.002. (0.001)	0.002. (0.001)
時間固定效果		✓		✓
產業固定效果			✓	✓

1. 應變數為 $\log(\text{產業全年生產毛額})$ 。
2. 本表樣本包含 225 個三碼產業，總計 660 筆觀察值。
3. *** 表示在 0.1% 水準上顯著，** 表示在 1% 水準上顯著，* 表示在 5% 水準上顯著，. 表示在 10% 水準上顯著；括號內為標準差。
4. 本表係以產業收入總額作為加權分析。

表 B.4. 數位轉型對產業全年生產毛額的邊際效果 (完整表格)

模型	(1)	(2)	(3)	(4)
產業實際運用資產	0.676*** (0.014)	0.667*** (0.014)	0.798*** (0.009)	0.792*** (0.009)
產業研發強度	9.307*** (0.851)	8.922*** (0.837)	15.575*** (1.533)	16.195*** (1.494)
產業品牌經營率	-0.930*** (0.115)	-0.892*** (0.118)	0.094 (0.096)	0.373*** (0.099)
產業品牌外銷比	0.204** (0.073)	0.301*** (0.079)	0.463** (0.179)	0.325. (0.171)
平均整合數位轉型程度	2.350*** (0.391)	2.637*** (0.389)	4.356*** (0.454)	4.056*** (0.442)
平均整合數位轉型程度(平方項)	-1.994*** (0.498)	-2.624*** (0.510)	-4.554*** (0.506)	-4.109*** (0.536)
產業實際運用資產	0.676*** (0.014)	0.666*** (0.014)	0.798*** (0.009)	0.793*** (0.009)
產業研發強度	9.277*** (0.851)	8.889*** (0.836)	15.530*** (1.534)	16.220*** (1.496)
產業品牌經營率	-0.932*** (0.114)	-0.892*** (0.118)	0.098 (0.096)	0.380*** (0.099)
產業品牌外銷比	0.204** (0.073)	0.291*** (0.079)	0.473** (0.179)	0.336. (0.171)
PCA整合數位轉型程度	0.051*** (0.014)	0.026 (0.016)	0.008 (0.013)	0.026 (0.018)
PCA整合數位轉型程度(平方項)	-0.021*** (0.005)	-0.026*** (0.005)	-0.046*** (0.005)	-0.041*** (0.005)
時間固定效果		✓		✓
產業固定效果			✓	✓

1. 應變數為log(產業全年生產毛額)。
2. 本表樣本包含 225 個三碼產業，總計 880 筆觀察值。
3. *** 表示在 0.1% 水準上顯著，** 表示在 1% 水準上顯著，* 表示在 5% 水準上顯著，. 表示在 10% 水準上顯著；括號內為標準差。
4. 本表係以產業收入總額作為加權分析。

表 B.5. 四分位數數位轉型程度對產業全年生產毛額的影響（完整表格）

模型	(1)	(2)	(3)	(4)
產業實際運用資產	0.647*** (0.014)	0.637*** (0.013)	0.799*** (0.009)	0.794*** (0.010)
產業研發強度	9.12*** (0.88)	8.90*** (0.86)	17.01*** (1.60)	17.30*** (1.53)
產業品牌經營率	-1.089*** (0.113)	-1.058*** (0.118)	0.166. (0.098)	0.447*** (0.102)
產業品牌外銷比	0.235** (0.072)	0.298*** (0.078)	0.489** (0.185)	0.355* (0.176)
平均整合數位轉型程度(Q2)	0.233*** (0.060)	0.211*** (0.060)	0.194*** (0.047)	0.198*** (0.047)
平均整合數位轉型程度(Q3)	0.303*** (0.063)	0.261*** (0.067)	0.268*** (0.051)	0.308*** (0.059)
平均整合數位轉型程度(Q4)	0.401*** (0.062)	0.323*** (0.074)	0.051 (0.054)	0.121. (0.073)
產業實際運用資產	0.647*** (0.014)	0.637*** (0.013)	0.799*** (0.009)	0.795*** (0.010)
產業研發強度	9.10*** (0.88)	8.87*** (0.86)	16.74*** (1.60)	17.19*** (1.53)
產業品牌經營率	-1.089*** (0.113)	-1.057*** (0.117)	0.161 (0.099)	0.460*** (0.102)
產業品牌外銷比	0.229** (0.072)	0.291*** (0.078)	0.469* (0.185)	0.336. (0.176)
PCA 整合數位轉型程度(Q2)	0.241*** (0.059)	0.219*** (0.060)	0.193*** (0.047)	0.204*** (0.047)
PCA 整合數位轉型程度(Q3)	0.308*** (0.063)	0.266*** (0.067)	0.265*** (0.052)	0.325*** (0.059)
PCA 整合數位轉型程度(Q4)	0.408*** (0.062)	0.333*** (0.073)	0.049 (0.054)	0.138. (0.073)
時間固定效果		✓		✓
產業固定效果			✓	✓

1. 應變數為 $\log(\text{產業全年生產毛額})$ 。
2. 本表樣本包含 220 個三碼產業，總計 880 筆觀察值。
3. Q1 為基準組，表中係數代表相對於 Q1 的估計效果。
4. *** 表示在 0.1% 水準上顯著，** 表示在 1% 水準上顯著，* 表示在 5% 水準上顯著，. 表示在 10% 水準上顯著；括號內為標準誤。

附錄C：異質性分析結果完整表格

表 C.6. 數位轉型和廠商規模交乘項對產業全年生產毛額的影響（完整表格）

模型	(1)	(2)	(3)	(4)
產業實際運用資產	0.704*** (0.015)	0.696*** (0.015)	0.838*** (0.010)	0.819*** (0.011)
產業研發強度	9.605*** (0.841)	9.233*** (0.823)	16.200*** (1.564)	16.554*** (1.539)
產業品牌經營率	-0.669*** (0.124)	-0.607*** (0.127)	0.168. (0.100)	0.423*** (0.107)
產業品牌外銷比	0.144* (0.072)	0.235** (0.076)	0.399* (0.183)	0.303. (0.177)
產業廠商規模	-0.001 (0.001)	-0.002. (0.001)	0.020*** (0.005)	0.015** (0.005)
平均整合數位轉型程度	0.986*** (0.150)	0.750*** (0.164)	1.797*** (0.217)	1.456*** (0.215)
產業廠商規模 * 平均整合數位轉型程度	-0.961*** (0.179)	-1.086*** (0.177)	-1.982*** (0.263)	-1.276*** (0.340)
產業實際運用資產	0.697*** (0.015)	0.689*** (0.015)	0.831*** (0.010)	0.812*** (0.010)
產業研發強度	9.524*** (0.844)	9.141*** (0.826)	15.995*** (1.583)	16.583*** (1.551)
產業品牌經營率	-0.709*** (0.126)	-0.638*** (0.129)	0.184. (0.101)	0.464*** (0.107)
產業品牌外銷比	0.146* (0.072)	0.232** (0.077)	0.419* (0.185)	0.315. (0.178)
產業廠商規模	-0.355*** (0.077)	-0.407*** (0.076)	-0.757*** (0.119)	-0.382* (0.152)
PCA整合數位轉型程度	0.091*** (0.015)	0.068*** (0.017)	0.160*** (0.022)	0.129*** (0.022)
產業廠商規模 * PCA整合數位轉型程度	-0.078*** (0.017)	-0.089*** (0.017)	-0.171*** (0.026)	-0.087* (0.034)
時間固定效果		✓		✓
產業固定效果			✓	✓

1. 應變數為 $\log(\text{產業全年生產毛額})$ 。
2. 本表樣本包含 225 個三碼產業，總計 880 筆觀察值。
3. *** 表示在 0.1% 水準上顯著，** 表示在 1% 水準上顯著，* 表示在 5% 水準上顯著，. 表示在 10% 水準上顯著；括號內為標準差。
4. 本表係以產業收入總額作為加權分析。

表 C.7. 數位轉型對產業全年生產毛額的影響（製造業）（完整表格）

模型	(1)	(2)	(3)	(4)
產業實際運用資產	0.888*** (0.018)	0.885*** (0.018)	0.644*** (0.032)	0.505*** (0.038)
產業研發強度	15.776*** (0.720)	15.767*** (0.736)	16.877*** (1.305)	13.473*** (1.435)
產業品牌經營率	-1.734*** (0.229)	-1.723*** (0.234)	-1.837*** (0.489)	-0.230 (0.584)
產業品牌外銷比	-0.168. (0.086)	-0.208* (0.099)	0.536** (0.171)	0.451** (0.160)
平均整合數位轉型程度	-0.870*** (0.248)	-0.661. (0.355)	-0.079 (0.236)	-0.436 (0.379)
產業實際運用資產	0.889*** (0.018)	0.886*** (0.018)	0.647*** (0.032)	0.505*** (0.038)
產業研發強度	15.680*** (0.721)	15.664*** (0.742)	16.902*** (1.304)	13.415*** (1.434)
產業品牌經營率	-1.664*** (0.234)	-1.657*** (0.242)	-1.787*** (0.498)	-0.209 (0.581)
產業品牌外銷比	-0.155. (0.086)	-0.187. (0.101)	0.532** (0.171)	0.450** (0.160)
PCA整合數位轉型程度	-0.094*** (0.025)	-0.077* (0.036)	-0.013 (0.024)	-0.050 (0.039)
時間固定效果		✓		✓
產業固定效果			✓	✓

1. 應變數為log(產業全年生產毛額)。
2. 本表樣本包含 82 個三碼產業，總計 332 筆觀察值。
3. *** 表示在 0.1% 水準上顯著，** 表示在 1% 水準上顯著，* 表示在 5% 水準上顯著，. 表示在 10% 水準上顯著；括號內為標準差。
4. 本表係以產業收入總額作為加權分析。

表 C.8. 數位轉型對產業全年生產毛額的影響（服務業）（完整表格）

模型	(1)	(2)	(3)	(4)
產業實際運用資產	0.556*** (0.017)	0.535*** (0.017)	0.828*** (0.011)	0.822*** (0.011)
產業研發強度	1.210 (1.367)	1.339 (1.297)	0.409 (5.585)	1.273 (5.373)
產業品牌經營率	-0.253. (0.130)	-0.327* (0.134)	0.034 (0.112)	0.299* (0.123)
產業品牌外銷比	1.569*** (0.185)	1.790*** (0.184)	1.288*** (0.343)	0.733* (0.354)
平均整合數位轉型程度	0.816*** (0.128)	0.486*** (0.144)	1.308*** (0.176)	1.162*** (0.210)
產業實際運用資產	0.556*** (0.017)	0.535*** (0.017)	0.827*** (0.011)	0.822*** (0.011)
產業研發強度	1.182 (1.367)	1.315 (1.297)	0.400 (5.599)	1.258 (5.377)
產業品牌經營率	-0.257* (0.129)	-0.326* (0.133)	0.036 (0.112)	0.305* (0.123)
產業品牌外銷比	1.562*** (0.185)	1.781*** (0.184)	1.287*** (0.344)	0.729* (0.354)
PCA整合數位轉型程度	0.085*** (0.013)	0.051*** (0.015)	0.132*** (0.018)	0.118*** (0.022)
時間固定效果		✓		✓
產業固定效果			✓	✓

1. 應變數為log(產業全年生產毛額)。
2. 本表樣本包含 122 個三碼產業，總計 473 筆觀察值。
3. *** 表示在 0.1% 水準上顯著，** 表示在 1% 水準上顯著，* 表示在 5% 水準上顯著，. 表示在 10% 水準上顯著；括號內為標準差。
4. 本表係以產業收入總額作為加權分析。

表 C.9. 數位轉型對產業全年生產毛額的影響（其餘產業）（完整表格）

模型	(1)	(2)	(3)	(4)
產業實際運用資產	0.764*** (0.062)	0.769*** (0.062)	0.561*** (0.063)	0.624*** (0.090)
產業研發強度	-57.542. (32.377)	-74.112* (33.291)	-38.032 (42.154)	-10.530 (44.570)
產業品牌經營率	-8.711* (3.451)	-12.603** (3.854)	-3.434** (1.275)	-5.060** (1.464)
產業品牌外銷比	0.142 (0.083)	0.287* (0.109)	0.511** (0.167)	0.198 (0.142)
平均整合數位轉型程度	-0.164 (0.439)	-1.054. (0.634)	0.693* (0.271)	0.323 (0.439)
產業實際運用資產	0.764*** (0.062)	0.771*** (0.061)	0.559*** (0.063)	0.623*** (0.090)
產業研發強度	-58.266. (32.547)	-76.486* (33.559)	-36.525 (41.559)	-9.893 (43.824)
產業品牌經營率	-8.753* (3.442)	-12.681** (3.835)	-3.439** (1.274)	-5.055** (1.465)
產業品牌外銷比	0.176. (0.091)	0.255 (0.094)	0.439** (0.158)	0.221* (0.132)
PCA整合數位轉型程度	-0.020 (0.047)	-0.117. (0.067)	0.074* (0.029)	0.035 (0.047)
時間固定效果		✓		✓
產業固定效果			✓	✓

1. 應變數為 $\log(\text{產業全年生產毛額})$ 。
2. 本表樣本包含 20 個三碼產業，總計 75 筆觀察值。
3. *** 表示在 0.1% 水準上顯著，** 表示在 1% 水準上顯著，* 表示在 5% 水準上顯著，. 表示在 10% 水準上顯著；括號內為標準差。
4. 本表係以產業收入總額作為加權分析。

參考文獻



- Acemoglu, Daron and Pascual Restrepo (2018). “Artificial Intelligence, Automation, and Work”. In: *The Economics of Artificial Intelligence: An Agenda*. University of Chicago Press, pp. 197–236.
- (2020). “Robots and Jobs: Evidence from US Labor Markets”. In: *Journal of Political Economy* 128.6, pp. 2188–2244.
- Alrawadieh, Ziad, Ziad Alrawadieh, and Gokce Cetin (2021). “Digital Transformation and Revenue Management: Evidence from the Hotel Industry”. In: *Tourism Economics* 27.2, pp. 328–345.
- Autor, David H., Frank Levy, and Richard J. Murnane (2003). “The Skill Content of Recent Technological Change: An Empirical Exploration”. In: *The Quarterly Journal of Economics* 118.4, pp. 1279–1333.
- Bessen, James (2019). “Automation and Jobs: When Technology Boosts Employment”. In: *Economic Policy* 34.100, pp. 589–626.
- Bharadwaj, Anandhi et al. (2013). “Digital Business Strategy: Toward a Next Generation of Insights”. In: *MIS Quarterly*, pp. 471–482.
- Cheng, Yuxin, Xiaoying Zhou, and Yichen Li (2023). “The Effect of Digital Transformation on Real Economy Enterprises’ Total Factor Productivity”. In: *International Review of Economics Finance* 85, pp. 488–501.
- Eisenhardt, Kathleen M. and Jeffrey A. Martin (2000). “Dynamic Capabilities: What Are They?” In: *Strategic Management Journal* 21.10–11, pp. 1105–1121.
- Gonzales, John T. (2023). “Implications of AI Innovation on Economic Growth: A Panel Data Study”. In: *Journal of Economic Structures* 12.1, p. 13.
- Hamel, Gary and Michele Zanini (2020). *Humanocracy: Creating organizations as amazing as the people inside them*. Harvard Business Press.

- 
- Jardak, Mohamed Kamel and Sami Ben Hamad (2022). “The Effect of Digital Transformation on Firm Performance: Evidence from Swedish Listed Companies”. In: *The Journal of Risk Finance* 23.4, pp. 329–348.
- Nadkarni, Samir and Reinhard Prügl (2021). “Digital Transformation: A Review, Synthesis and Opportunities for Future Research”. In: *Management Review Quarterly* 71, pp. 233–341.
- Vaska, S. et al. (2021). “The Digital Transformation of Business Model Innovation: A Structured Literature Review”. In: *Frontiers in Psychology* 11, p. 539363.
- Verhoef, Peter C. et al. (2021). “Digital Transformation: A Multidisciplinary Reflection and Research Agenda”. In: *Journal of Business Research* 122, pp. 889–901.
- Vial, Gregory (2021). “Understanding Digital Transformation: A Review and a Research Agenda”. In: *Managing Digital Transformation*, pp. 13–66.
- Vu, Khuong and Kris Hartley (2022). “Effects of Digital Transformation on Electricity Sector Growth and Productivity: A Study of Thirteen Industrialized Economies”. In: *Utilities Policy* 74, p. 101326.
- 中華民國主計總處 (2021). 中華民國行業標準分類第11次修正. https://www.stat.gov.tw/News_Content.aspx?n=3144&s=90015. 取自中華民國統計資訊網.
- 中華民國全國商業總會 (2023). 2023年服務業展望報告.
- 戴志言 (2023). “企業數位轉型策略與營運模式革新之探討”. In: *經濟前瞻* 207, pp. 29–33.
- 林純萱 (2025). “數位時代下的品牌新戰場: 中小企業數位賦能, 開創新局”. In: *臺灣經濟研究月刊* 48.2, pp. 24–30.
- 楊智翔 (2025). “推動金屬加工製造產業數位製造與低碳轉型雙軸轉型-以 T 科技公司為例”. In: *機械工業雜誌* 03, pp. 93–99.
- 經濟部中小及新創企業署 (2024). 2024年中小企業白皮書.

- 羅印呈 and 林奕懂 (2025). “數位轉型如何通過創新導向提升餐飲業競爭力：以台灣餐飲業為例”. In: 行銷科學學報 21.1, pp. 97-122.
- 行政院 (2021). 智慧國家方案白皮書 (2021-2025) .
- 資訊工業策進會 (2023). 數位漩渦—台灣與全球趨勢.
- 資誠聯合會計師事務所 (2023). 2023臺灣企業轉型現況及需求調查.
- (2024). 2024臺灣企業轉型現況及需求調查.
- 錢思敏 (2024). “數位轉型帶動台灣產業及軟體出海機會—以紡織業為例”. In: 臺灣經濟研究月刊 47.6, pp. 48-55.

