



國立臺灣科技大學

資訊管理系

碩士學位論文

學號：M11209207

鬆耦合式數位能力建構歷程：以知識吸
收為觀點

Loosely Coupled Digital Capability Building: A Knowledge
Absorptive Perspective

研 究 生：賴品築

指 導 教 授：周子銓 博士

中 華 民 國 一 一 四 年 七 月



碩士學位論文指導教授推薦書

Master's Thesis Recommendation Form



M11209207

系所：

資訊管理系

Department/Graduate Institute

Department of Information Management

姓名：

賴品築

Name

Lai, Pin-Jhu

論文題目：

鬆耦合式數位能力建構歷程：以知識吸收為觀點

(Thesis Title)

Loosely Coupled Digital Capability Building: A Knowledge Absorptive Perspective

係由本人指導撰述，同意提付審查。

This is to certify that the thesis submitted by the student named above, has been written under my supervision. I hereby approve this thesis to be applied for examination.

指導教授簽章：

Advisor's Signature

謝子銘

共同指導教授簽章（如有）：

Co-advisor's Signature (if any)

日期：

Date(yyyy/mm/dd)

114/7/11



碩士學位考試委員審定書
Qualification Form by Master's Degree Examination Committee



M11209207

系所：資訊管理系
Department/Graduate Institute Department of Information Management

姓名：賴品築
Name Lai, Pin-Jhu

論文題目：鬆耦合式數位能力建構歷程：以知識吸收為觀點
(Thesis Title) Loosely Coupled Digital Capability Building: A Knowledge Absorptive Perspective

經本委員會審定通過，特此證明。

This is to certify that the thesis submitted by the student named above, is qualified and approved by the Examination Committee.

學位考試委員會

Degree Examination Committee

委員簽章：

Member's Signatures

黃政嘉 魯振皓
周子鈺

指導教授簽章：

Advisor's Signature

周子鈺

共同指導教授簽章（如有）：

Co-advisor's Signature (if any)

系所（學程）主任（所長）簽章：

Department/Study Program/Graduate Institute Chair's Signature

李坤

日期：

Date(yyyy/mm/dd)

114/7/11

摘要

學號：M11209207

論文名稱：鬆耦合式數位能力建構歷程：以知識吸收為觀點

頁數：142 頁

院所組別：臺灣科技大學 管理學院 資訊管理研究所

畢業時間及提要別：一一三學年度第二學期碩士論文摘要

研究生：賴品築

指導教授：周子銓 博士

在氣候變遷與數位浪潮交織下，製造業面臨永續治理與智慧轉型雙重挑戰，推升廠務系統智慧化與能源管理需求。傳統工程業者若缺乏數位能力，將難以滿足市場對高附加價值解決方案的期待，陷入邊緣化風險。然而，傳統產業受限於資訊能力不足、知識斷裂與組織結構僵化，轉型歷程充滿限制。本研究以臺灣傳統工程公司「傳典」為個案，結合實踐歷程（Enactment）、吸收能力（Absorptive Capacity）與鬆耦合（Loose Coupling）理論，採用質性單一個案研究法，透過深度訪談與次級資料分析，探討傳統產業如何在未整併原有運作邏輯下，透過跨域知識吸收與知識層次的鬆耦合互動，逐步建構智慧廠務、能源治理與城市應用等數位能力。研究發現，透過階段性知識吸收，結合外部專業與內部實踐，發展出模組化、平台化的智慧解決方案，並藉由知識鬆耦合機制，維持資訊與工程知識的彈性互動，形塑高適應性之跨域整合能力。最終不僅強化智慧廠務與能源管理服務，亦推動數位能力外部化與場域擴展，實現數位轉型之可行路徑。研究補充了傳統產業在數位轉型歷程中之能力建構與知識鬆耦合互動的實務觀察，對數位轉型策略具理論與實務啟示。

關鍵字：數位轉型、實踐歷程、吸收能力、鬆耦合、跨域整合、傳統產業

Abstract

With the convergence of climate change and the digital revolution, the manufacturing industry is facing the dual challenges of sustainability and smart transformation, and the demand for intelligent facility management and advanced energy solutions is increasing. Traditional engineering firms that lack digital capabilities risk being marginalized as they struggle to meet market expectations for value-added, integrated solutions. However, the traditional industry faces significant barriers to transformation due to limited digital capabilities, fragmented knowledge structures, and rigid organizational systems. This study adopts a single-case qualitative research design and focuses on a traditional engineering firm, Tradien, in Taiwan. Anchored in Enactment Theory, Absorptive Capacity, and Loose Coupling perspectives, the research investigates how traditional industries, without fundamentally restructuring their existing operational logic, gradually develop digital capabilities in smart facility systems, energy governance, and urban applications through cross-domain knowledge absorption and loosely coupled knowledge interactions at the knowledge layer. The findings reveal that staged knowledge absorption, combining external expertise with internal practices, enables the development of modular, platform-based smart solutions. Furthermore, maintaining flexible interactions between IT knowledge and engineering expertise through loose coupling mechanisms enhances the firm's adaptive cross-domain integration capabilities. Ultimately, this process not only strengthens smart facility and energy management services but also facilitates the externalization of digital capabilities and the expansion into new application domains, providing a viable pathway for digital transformation. This research offers empirical observations on how traditional industries build digital capabilities and engage in loosely coupled knowledge interactions throughout the transformation process, providing theoretical and practical implications for shaping effective digital transformation strategies.

Keywords: Digital Transformation, Enactment, Absorptive Capacity, Loose Coupling, Cross-Domain Integration, Traditional Industry

致謝

在本論文完成之際，謹向所有在此段求學歷程中曾經扶持、啟發與陪伴我的師長、夥伴與親人，致上我最誠摯的感謝與深深的敬意。

首先，衷心感謝指導教授周子銓教授。在行政事務極為繁忙之餘，教授仍總是不厭其煩地撥冗與我們會議，耐心傾聽我提出的每一個問題，引導我釐清思路、拓展視野，並啟發我對問題本質的理解。教授的專業精神與為人風範，是我深深敬仰與學習的典範。能承蒙指導，實屬莫大榮幸，受益良多，銘感五內。此外，亦感謝口試委員黃振皓教授與黃政嘉教授，撥冗審閱本論文並提供許多精闢且具啟發性的建議，使本研究更加完整，獲益匪淺。

誠摯感謝能加入周Lab，成為其中一員，我由衷感到珍惜與感激。感謝婉晴、雅培與奕瑄，彼此在研究過程中相互砥礪、交流回饋，不吝提供諸多建議與鼓勵。感謝心妤、修宸、韻真、育萍與孫寧學長姐，在求學與寫作的過程中慷慨分享自身經驗與資訊。亦感謝每一位學弟妹的支持與關懷，因為大家的存在與陪伴，使得周Lab成為我心中溫暖且難忘的一隅。也謝謝昱瑄，在我思緒紛亂時給予理解與陪伴，使我得以沉澱思緒，重拾清晰與節奏。

感謝國誠一路以來的陪伴與理解。不多言卻始終在場，在這段忙碌而充實的時光中，因為有你分享與參與，讓日常多了幾分從容，也添了不少笑聲與色彩。更深深感謝我的家人，一路以來的栽培與鼓勵，是我最堅實的後盾。感謝你們始終無條件地支持與鼓勵我追求所嚮往的道路，有了這份深厚而安定的力量，我才能無所畏懼地堅持自己的選擇，全心投入、穩步向前。

最後，感謝所有曾在這段旅程中給予我幫助與鼓勵的每一位。因為有你們的陪伴，使我得以走到今日，完成這段充滿挑戰與成長的旅程。謹以此文，獻給所有一路同行的人，謝謝你們，讓這段路途不僅豐富，更值得珍藏。

目錄

摘要	I
Abstract.....	II
致謝	III
目錄	IV
圖目錄	VII
表目錄	VIII
第一章、緒論	1
1.1 研究背景與動機	1
1.2 研究問題與目的	2
1.3 研究範圍與流程	3
1.4 論文架構	5
第二章、文獻探討	6
2.1 數位轉型（Digital Transformation）	6
2.1.1 數位轉型的挑戰	7
2.1.2 組織資源：能力視角	10
2.1.3 數位能力（Digital Capabilities）的定義	11
2.1.4 數位能力的建構	12
2.2 實踐歷程（Enactment）	14
2.2.1 實踐歷程理論演進	14
2.2.2 實踐歷程與數位轉型	16
2.3 吸收能力（Absorptive Capacity）	18
2.3.1 吸收能力的定義	18
2.3.2 吸收能力的層次	19
2.3.3 吸收能力的構面	20
2.3.4 吸收能力的發展	22

2.4	鬆耦合 (Loosely Coupled)	24
2.4.1	鬆耦合的發展	24
2.4.2	鬆耦合的定義與特性	26
2.4.3	數位環境下的鬆耦合	28
第三章、研究方法		32
3.1	研究方法	32
3.1.1	質性研究 (Qualitative Research)	34
3.1.2	個案研究 (Case Study)	36
3.2	研究架構	38
3.3	研究觀察重點	40
3.4	研究對象	42
3.5	資料蒐集與分析	43
3.5.1	資料蒐集	43
3.5.2	資料分析	46
第四章、個案描述		48
4.1	機電工程 (MEP Engineering)	48
4.1.1	機電工程的定義與產業背景	48
4.1.2	機電工程面臨的困境	49
4.2	傳典工程	50
4.2.1	公司介紹	50
4.2.2	產品與服務	50
4.2.3	市場布局	51
第五章、個案分析		53
5.1	第一階段：初期數位轉型 (基礎資訊能力建構)	53
5.1.1	環境	53
5.1.2	認知	54
5.1.3	獲取	56

5.1.4	同化	57
5.1.5	轉換	59
5.1.6	應用	59
5.1.7	結果	60
5.2	第二階段：外部數位能力初步建構	62
5.2.1	認知	62
5.2.2	獲取	63
5.2.3	同化	65
5.2.4	轉換	67
5.2.5	應用	69
5.2.6	結果	69
5.3	第三階段：外部數位能力成熟建構	71
5.3.1	認知	71
5.3.2	獲取	73
5.3.3	同化	74
5.3.4	轉換	75
5.3.5	應用	78
5.3.6	結果	80
5.4	能力建構跨階段分析	86
5.5	知識鬆耦合階段分析	91
5.5.1	第一階段（鬆耦合結構的初步形成）	91
5.5.2	第二階段（跨域知識合作中的鬆耦合運作）	92
5.5.3	第三階段（數位能力擴展的知識整合）	93
5.5.4	知識鬆耦合小節	95
5.6	知識鬆耦合跨階段分析	96
第六章	研究結論與建議	99
6.1	研究結論	99
6.2	研究限制及未來研究方向	102

參考文獻	103
英文文獻	103
網路資料	142



圖目錄

圖 1-1 研究流程圖	4
圖 2-1 IT 能力、數位能力與組織能力的層級關係	12
圖 2-2 實踐歷程動態循環架構	16
圖 2-3 吸收理論定義彙整	19
圖 2-4 吸收能力理論構面	21
圖 2-5 鬆耦合理論架構	28
圖 3-1 研究架構圖	39
圖 4-1 傳典工程公司發展時間軸	52
圖 5-1 跨域知識互動與數位系統建構過程	96
圖 6-1 個案數位能力實踐歷程	100
圖 6-2 鬆耦合結構形成圖	101



表目錄

表 3-1 質性研究與量化研究之比較	33
表 3-2 能力建構研究觀察重點	41
表 3-3 知識鬆耦合研究觀察重點	42
表 3-4 受訪對象表	43
表 3-5 資料蒐集架構表	45
表 5-1 能力建構第一階段分析表	60
表 5-2 能力建構第二階段分析表	70
表 5-3 能力建構第三階段分析表	83
表 5-4 能力建構跨階段分析彙整表	89
表 5-5 知識鬆耦合第一階段分析表	91
表 5-6 知識鬆耦合第二階段分析表	93
表 5-7 知識鬆耦合第三階段分析表	94
表 5-8 知識鬆耦合跨階段分析彙整表	98



第一章、緒論

1.1 研究背景與動機

環顧當前局勢，COVID-19 疫情重創全球經濟秩序，不僅對企業存續能力造成空前考驗（Cavallo & Forman, 2020），也揭示供應鏈高度集中與缺乏彈性的問題，催化企業對營運韌性、風險治理與即時調適能力的重新重視（Belhadia et al., 2021；Jonny & Mangindaan, 2022）。製造業作為國家經濟支柱與戰略產業（Porter, 1990；Kapoor et al., 2024），承載巨大的產值與就業比重，亦對上下游供應鏈具有高度牽動性，轉型挑戰更具關鍵性。傳統工程業者，作為場域建置與設施整合的關鍵角色，無可避免地被推向轉型邊緣，必需重新思考自身在智慧工廠建置與數位基礎設施規劃中的角色定位。在以「最低價標」為核心的長期競爭中，雖然可以有效控管成本，卻也限制了其在技術投入與整合能力上的發展空間（Perng et al., 2006）。

面對客戶日趨複雜的需求，傳統模式已逐漸顯露其局限。客戶需求不僅帶來壓力，更是推動轉型的重要驅動力（Nygqvist et al., 2024）。轉型浪潮持續推進，早已不再是企業升級的附加選項，而是關乎存續與競爭力的當務之急（Kutnjak, 2021；Plekhanov et al., 2023）。惟理論與實踐之間，往往差之毫釐、失之千里。對於內部缺乏數位專業知識的企業而言，建構具備重組能力的組織機制，有助於支撐數位轉型的推動（Wijayarathne et al., 2024）。然而，實證研究指出，約有七至九成五的數位轉型最終未果（Bonnet, 2022），挑戰除目標模糊、能力失衡與策略難以落地外（Eller et al., 2020；Garcia, 2022），亦包含組織的抗拒（Vial, 2019），使其雖有轉型意圖，卻難以實踐。

數位轉型的變革已不僅止於技術導入層次，更深刻牽動組織架構、營運邏輯與產業生態的共演重構（Hanelt et al., 2021）。若仍止步於工具層級更新，將難以應對轉型所要求之高度整合與複雜系統應變能力。有研究指出，多數機電與建廠承攬商對於永續治理的理解仍顯薄弱，導致其環境責任與實務行動間存在顯著落差（Amri et al., 2023）。這樣的困境，既來自制度與認知限制，也與長期數位落差與資源不足密切相關（Dallasega et al., 2021），使其在面對數位轉型需求時，更顯掣肘。數位轉型之道，不僅關乎系統與工具的革新，更牽動流程優化、組織重構與知識體系再造（Machado et al., 2022），但多數工程導向企業的原有邏輯與

數位技術之間存有落差，整合與落地挑戰重重。唯有具備動態調適、跨域學習與資料洞察轉譯為行動的能力，方能真正掌握轉型主導權（Frankiewicz & Chamorro-Premuzic, 2020）。在此背景下，傳統產業需在能力尚未臻熟之際，及時回應日益複雜的市場整合需求。本研究以傳統工程企業「傳典」為個案，關注其從資訊能力薄弱的起點，如何透過知識吸收建構數位能力，實踐組織轉型。

1.2 研究問題與目的

在數位化與永續議題交織推進的浪潮下，製造業對智慧建廠、設備升級能源控制與調度的整合需求與日俱增。企業不再滿足於傳統的機電建廠服務，而是期待具備整合設計、數據治理與智慧應用能力的一站式解決方案。面對此趨勢，過往以「建廠承攬」為核心的工程公司若仍固守傳統、墨守成規，僅停留在設施設計與施工服務，便難以滿足製造業數位升級的迫切需求，甚至可能逐漸被排除於高附加價值服務鏈之外。然而，對多數傳統產業而言，數位轉型並非一蹴可幾。普遍存在資訊能力不足、知識與數位邏輯脫節，以及人力與資源配置捉襟見肘等困境。特別是仍依賴低價標承攬與專案導向的傳統工程產業，若無法因應時勢、化被動為主動，及時建構具備數據導向與調適彈性的營運架構，便可能喪失市場話語權與轉型契機，陷入邊緣化處境。

本研究將聚焦下列研究問題：

1. 傳統產業在資訊能力不足的條件下，面對外部環境變動與轉型需求時，如何規劃並實踐知識吸收，達成數位能力建構？
2. 在不更動原有組織運作下，如何透過知識層次鬆耦合互動，推動跨域整合與數位能力發展？

本研究主要研究目的如下：

1. 在資訊能力不足與外部環境變動的條件下，探討傳統產業如何強化數位能力，推動組織轉型。
2. 探討傳統產業在不改變原有專業分工與運作基礎下，如何推動跨域知識整合，實現數位能力發展。

本研究以臺灣的傳統工程公司「傳典工程」為對象，探討其如何在不整併原有運作邏輯與組織架構的情況下，透過跨域知識吸收機制，逐步建構具備延展性與場域適應性的數位能力，實踐數位轉型歷程。研究聚焦於其能力建構過程中所

展現的動態調整機制，進一步分析資訊團隊如何在與工程團隊互動中，維持知識層次的鬆耦合關係，發展可回應不同場域與挑戰的數位能力，並探索在技術能力未臻成熟條件下的轉型可行性。期望透過個案分析，揭示傳統產業在既有專業架構不更動的前提下，如何透過知識吸收與彈性策略，實現能力重塑與數位轉型的可能路徑。

1.3 研究範圍與流程

本研究以傳典工程公司為個案分析對象，聚焦探討其在面對外部環境變化與市場挑戰時，如何從傳統以工程本位為主的營運模式，逐步建構數位科技能力，並透過新設立之資訊團隊展開跨域合作，於知識互動層次展現鬆耦合（Loose Coupling）特徵，進而支撐企業持續推動轉型與創新。研究結合實踐歷程（Enactment）、吸收能力（Absorptive Capacity）理論視角，系統性分析個案公司於轉型歷程中所展現的知識吸收機制與能力演化脈絡，旨在深化對傳統工程企業數位轉型機制的理解，並為後續學術研究與實務發展提供參考依據。本研究流程如圖 1-1 所示，共分為八個步驟，自確認研究對象與方向、蒐集分析資料、建構理論架構、聚焦觀察要點，至個案資料的收集、分析與歸納，最終提出針對傳統工程企業數位轉型與組織調整之實務啟示與學術貢獻。各步驟詳細說明如下：

1. 確認研究對象與研究方向

首先，釐清個案公司在面對外部環境變動下的轉型需求與痛點，明確界定探討方向為「傳統產業如何透過逐步調整的吸收能力實踐數位轉型」。

2. 蒐集相關資料與分析

蒐集並初步整理個案公司的背景資料，包括業界趨勢分析與產業現況、公司發展歷程等，系統性理解其外部挑戰與內部條件，並輔以科技發展與組織轉型相關文獻，為後續深入研究奠定基礎。

3. 確認研究主題

基於初步所蒐集的資料分析結果，進一步聚焦於個案公司如何在面對外部環境變動與內部能力不足的情境下，啟動知識吸收歷程，以逐步建構數位能力，推動組織數位轉型。

4. 蒐集文獻與理論初步建立

整合初步資料與對個案現象的觀察結果，能涵蓋個案現況之理論脈絡，並彙整實踐歷程、吸收能力與鬆耦合等理論，建立初步理論架構，作為後續分析個案公司分析與解釋的理論基礎。

5. 提出研究架構、聚焦觀察要點

根據理論整合與資料分析結果，明確設定觀察重點，提出本研究之分析架構。架構結合實踐歷程與吸收能力理論，聚焦探討個案公司在面對環境變遷時，如何經由感知外部變化、調整內部能力，並發展鬆耦合的知識互動機制，以推動能力建構，支撐傳統企業的數位轉型與持續發展。

6. 收集資料與個案訪談

設計半結構式訪談大綱，針對個案公司高階主管、資訊部門人員進行訪談，收集第一手資料，並結合次級資料進行補充與交叉驗證，以確保資料來源之多元性與完整性。

7. 個案資料分析

依據研究架構與觀察要點，對蒐集到的訪談資料與文件資料進行彙整，進行脈絡式分析，聚焦研究架構與觀察要點，深化理解個案公司，並進行分析探究。

8. 提出研究結論

綜合研究結果，歸納個案公司在環境變遷驅動下推動科技導入與能力建構之關鍵歷程，探討鬆耦合型態形成的關鍵意涵，並提出對學術理論發展與實務應用之建議，作為未來研究之參考依據。

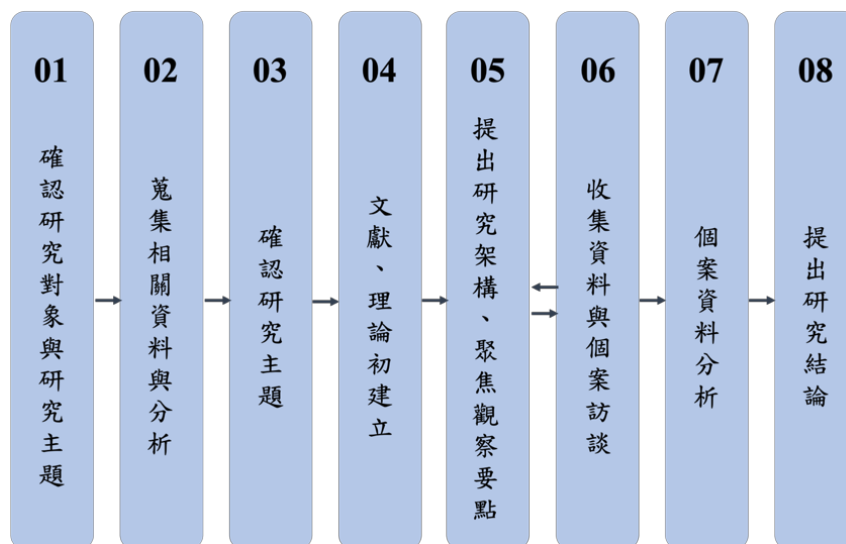


圖 1-1 研究流程圖

資料來源：本研究整理

1.4 論文架構

本研究共分為六個章節，各章節之內容說明如下：

第一章、緒論

說明本研究背景與動機，界定研究問題與目的，並釐清研究範圍、流程與章節架構。

第二章、文獻探討

針對本研究之問題與目的，回顧與數位轉型中知識建構相關之核心理論與實證研究，重點涵蓋實踐歷程（Enactment）、吸收能力（Absorptive Capacity）、鬆耦合（Loose Coupling）等理論概念，以建構本研究之分析視角與理論基礎。

第三章、研究方法

說明本研究採用之研究方法與分析設計，屬於質性研究之個案研究法，並承接前章文獻探討之理論脈絡，建構本研究之分析架構與觀察重點，進一步說明研究對象、資料來源、蒐集與處理方式，作為後續分析之基礎。

第四章、個案描述

說明個案公司組織背景與發展歷程，並交代其所處產業環境與營運挑戰。

第五章、個案分析

依據本研究理論架構，描述其自資訊能力薄弱起點出發，歷經三階段知識吸收之數位轉型歷程。章中將結合訪談資料與次級資料，呈現其知識吸收過程、資訊團隊與工程部門的互動模式，以及知識鬆耦合如何支持能力之建構與應用擴展。

第六章、研究結論與建議

歸納本研究之主要發現，回應研究問題與目的，提出學術貢獻、實務建議、研究限制與未來研究方向。

第二章、文獻探討

為建構本研究之分析視角，本章將回顧相關理論與實務文獻，組織在面臨環境壓力與營運挑戰時，急需進行數位轉型的情境下，如何於資源有限、體制未變的條件中，調適行動邏輯、吸收外部知識，並與既有專業體系合作，發展智慧應用能力。相較於結構性重組，本研究關注的是透過知識調整與模組化整合實現的跨域合作與能力重構。首先，本章將概述傳統產業在環境壓力下的數位轉型趨勢與資訊能力演化，釐清資訊團隊的策略角色與技術背景。其次，將聚焦三項核心理論：實踐歷程（Enactment）、吸收能力（Absorptive Capacity）與鬆耦合（Loose Coupling），作為解析組織知識轉化與合作機制的基礎。

2.1 數位轉型（Digital Transformation）

全球產業面臨氣候變遷、永續發展與數位技術快速演進交織影響下，數位轉型（Digital Transformation）已成為企業實現長期發展與維持競爭力的必要條件（Yucel, 2018；Gomez-Trujillo & Gonzalez-Perez, 2021），驅動數位轉型的核心動因，除了技術革新，更來自於產業競爭壓力與市場需求遞嬗（Verhoef, Broekhuizen, Bart, Bhattacharya, Dong, Fabian, & Haenlein, 2021；Ramesh & Delen, 2021），以及數位科技所帶來的可供性（Affordances），重塑產業結構與互動模式潛力的感知（Svahn, Mathiassen, & Lindgren, 2017）。隨著科技滲透至社會結構與經濟活動，企業傳統的營運模式與價值創造邏輯面臨挑戰（Majchrzak et al., 2016）。數位轉型也因而從回應外部壓力的應變工具，轉變為推動組織治理與整體表現的核心策略。透過將數位技術整合於營運流程，有助於提升市場敏感度與環境辨識力（Verhoef et al., 2021），強化決策效率、成本控管與資訊透明度，並增進財務穩定性與整體營運表現（Nambisan, 2017；Jiang, Du, & Chen, 2022）。此外，數位轉型亦可提升創新能力（Zhang, Xie, Gao, Lu, & Cucari, 2024）、ESG 表現（Lu, Xu, Zhu, & Sun, 2023），提升企業於資本市場的價值認同與風險承擔能力（Feng & Yu, 2025）。

然而，數位轉型不應被狹隘理解為單一技術的導入行動，而是牽動整體組織結構、策略邏輯與文化認知的根本變革（Vial, 2019；Anggara et al., 2024；Schallmo & Williams, 2018）。然而，現有研究對數位轉型的定義至今仍未形成一致共識，經常因研究視角不同而有所偏重（de Bem Machado, Secinaro, Calandra, &

Lanzalonga, 2025)，由於缺乏充分理論化，對其整體理解仍呈現高度碎片化（Markus & Rowe, 2025；Appio, Frattini, Petruzzelli, & Neirotti, 2025），不僅限制學界對此現象的整體理解，也使企業實務中的詮釋落差與策略錯置的風險（Cao, Duan, & Edwards, 2025）。轉型牽涉多重要素，包括利害關係人協調、組織目標、技術運用與策略協調等（Baslyman, AlGhamdi, & AlMuhaysh, 2020）。複雜性提升了實施難度，也加重推動與協調成本，使轉型難以一蹴可幾。其推進歷程可區分為三個階段：

- **數位化**（Digitization）指將類比資訊轉換為數位形式，使其可被儲存、處理與傳輸（Tan & Pan, 2003；Yoo, Henfridsson, & Lyytinen, 2012）；
- **技術數位化**（Digitalization）著重於運用數位技術改善現有業務流程與組織合作模式，並開啟新的價值創造與營收機會（Hess, Matt, Benlian, & Wiesböck, 2016），而在這階段的推進改變了企業與消費者的互動行為與生產消費模式（Yoo et al., 2012）；
- **數位轉型**（Digital Transformation）：透過數位科技重構經營邏輯與價值網路，推動營運模式與商業架構的全面變革（Verhoef et al., 2021）。

實務經驗指出，轉型成敗關鍵不在技術工具的表層應用，而在於能否將其延伸至策略實踐，進而形塑具差異化的組織能力，整合內外部資源，建構持續性的競爭優勢（Karim et al., 2022）。近期研究亦強調，數位轉型已成為實現永續發展與綠色創新的重要途徑。若企業能藉由科技改善內部溝通、建立溝通與合作網路與提升知識獲取能力，不僅能強化組織內部的整合運作，亦有助於落實社會責任、回應社會期許與政策要求（Jiang, 2025）。

2.1.1 數位轉型的挑戰

儘管數位轉型已被廣泛視為企業創造長期競爭優勢與強化組織韌性的關鍵策略（Bharadwaj, Sawy, Pavlou, & Venkatraman, 2013）。轉型過程並非單純的技術導入與流程優化，而是牽涉組織文化、人員認知與制度合作（Kane, 2019；Grover, Tseng, & Pu, 2022；Schwertner, 2017），當轉型速度超越組織學習與適應的節奏，常導致抗拒與應用斷層（Shakina, Parshakov, & Alsufiev, 2021），進而提高失敗的風險。轉型過程同時也牽動員工的角色認同與價值觀，若缺乏適當引導，將加劇內部阻力與文化裂解（Verhoef et al., 2021；Mirbabaie et al., 2021）。

因此，推動轉型更須重視人員參與、理解與文化治理的同步建構（Kreutzer, 2017；Chernbumroong et al., 2021；Tu et al., 2021）。除了文化與認知層面的障礙之外，數位轉型實務亦面臨結構性與制度性的挑戰，綜合現有文獻，數位轉型屢屢受阻的因素大致可歸納為三類。

- **認知不足：**組織對轉型的內涵與價值缺乏充分認知，導致轉型動能匱乏（António Porfírio, Felício, & Carrilho, 2024）。即便企業開始導入數位科技，若未能掌握其對企業發展的長期意義，亦難以明確行動方向（Triplett, 1999）。
- **資源限制：**資源限制普遍成為實務障礙（Nicoletti & Appolloni, 2024），對中小企業而言尤為明顯，資金、人力與技術能力的缺乏使其轉型風險遠高於大型企業（Islam, Islam, Hossain, Nimfa, & Tehseen, 2024）。
- **缺乏整體策略：**轉型往往涉及高額投入（Ramesh & Delen, 2021）、長期規劃與跨部門合作（Petzolt & Seckler, 2025），若欠缺具體策略與清晰的執行架構時，將難以整合資源、協調流程（Mathew & Jayaraman, 2025；Firk et al., 2021）。甚至因過度追求短期效益，忽略與核心轉型目標之間的連結與長期影響，也容易偏離整體願景，削弱轉型的整合性與持續性（Baslyman et al., 2020；Salmela, Baiyere, Tapanainen, & Galliers, 2022）。然而，儘管適度前期投入雖可能對短期績效造成壓力，卻有助於中長期建立更穩固的競爭優勢與綜效（Jardak & Hamad, 2022）。

此外，轉型失敗往往源於缺乏依據組織特性所制定的數位策略，無法依成熟度階段推進歷程，導致變革中斷與資源錯置（Berghaus & Back, 2016）。對於眾多傳統產業或非原生數位組織在轉型實踐中屢遭困境，常面臨導入失敗、成效不彰甚至資源耗損（Chanias, Myers, & Hess, 2019；Siachou, Vrontis, & Trichina, 2021）。即便具備一定資源，若缺乏策略整合與對應機制，仍難以建立持續性的競爭優勢（Van Looy, 2017），初期尚未見效益時，更易導致轉型計畫中止（Jones, Hutcheson, & Camba, 2021）。Chanias 等人（2019）指出，數位轉型本質上為高度動態的過程，需因應組織情境與外部條件持續調整，亦因此增添策略推進過程的複雜度與不確定性。

相較於大型企業擁有較高的轉型起點與投入能力（Chen & Liang, 2025），中小企業更顯脆弱，不僅資源受限、缺乏技術與對數位機會理解不足（Giotopoulos,

Kontolaimou, Korra ,& Tsakanikas, 2017 ; Thrassou, Uzunboylu, Vrontis, & Christofi, 2020) , 更因內部人力資本不足影響推進。Ghobakhloo 與 Tang (2015) 指出, 員工缺乏數位技能, 加上管理階層欠缺對於技術的治理能力, 使新工具難以內化於組織運作, 阻礙轉型推進。對於缺乏數位基礎的企業而言, 即使意識到數位能力建構重要性, 卻難以辨識自身所需能力類型、評估現有資源落差, 仍可能陷入策略模糊與資源錯置的困境 (Baiyere, Salmela, Nieminen, & Kankainen, 2024) 。因此, 數位轉型的成功除仰賴內部資源的調整與整合, 亦需積極尋求外部專業知識的協助。許多企業透過引進具備 IT 專業的人才, 推動產品、服務與流程的數位化 (Gilch & Sieweke, 2025) 。研究亦指出, 成功的轉型企業普遍更依賴外部合作, 加速轉型進程 (Laurano, 2019) , 尤其在內部資源有限時, 外部合作可有效彌補能力缺口。

除了策略與資源配置之外, 組織能力與制度條件亦是影響轉型成敗的關鍵。組織能力為企業因應外部變遷與技術挑戰的重要基礎 (Teece, 2007) 。Baiyere et al. (2024) 認為, 數位轉型的實踐如同其他組織變革, 亦仰賴企業發展對應能力以回應外部變化, 能力建構成為轉型成敗的關鍵。Slimane et al. (2022) 指出, 中小企業唯有先行培育基本內部能力, 方能有效轉化數位技術為實質價值。然而, Warner 與 Wäger (2019) 指出, 現有多數研究對數位轉型的關注仍多集中於技術層面 (Cao et al., 2025) , 而能力建構更值得深入探討。企業真正面對的挑戰, 在於如何在缺乏準備與能力基礎的情況下, 回應突如其來的商業模式創新壓力, 這亦是策略轉型研究中不可忽視的重要議題。此外, 在資源與變革能力受限的情況下, 若能促進員工對轉型目標的認同與投入, 將有助於強化組織內部的轉型動能, 對中小企業尤為關鍵 (De Massis et al., 2018 ; Vial, 2019) 。Fernandez-Vidal 等人 (2022) 則指出, 具有流動性與鬆散連結的組織結構、多元背景的人才組成, 以及具備學習能力的文化氛圍, 皆是推動變革與轉型實踐的關鍵條件, 能提升企業面對高度不確定環境的調適能力與創新潛力。

在此背景下, 單靠工具導入已無法應对外部變局, 唯有透過流程重構、商業模式創新與策略性思維的整合, 企業才能重新界定其在數位環境中的生存條件與競爭定位 (Hess et al., 2016 ; Schallmo et al., 2017) 。有鑑於此, 數位轉型並非局限於技術導入或流程升級, 更是一種橫跨整體組織、牽動多層次運作機制的組織變革歷程, 其核心在於企業如何透過數位科技重新界定價值創造與傳遞的方式,

調整既有的商業模式與策略定位（Agarwal et al., 2010；Verhoef et al., 2021）。最終，數位能力的建構與其背後所仰賴的學習與調整歷程，遂成為組織能否有效落實轉型的關鍵決定因素。對於資訊基礎薄弱、缺乏既有數位條件的傳統產業而言，這樣的過程格外艱鉅，常伴隨資源落差與組織調整壓力。因此，理解不同起點條件下的企業如何推進知識建構與能力形成，正是本研究所聚焦的核心問題。

2.1.2 組織資源：能力視角

在探討數位轉型所需條件時，企業所擁有或能夠掌控的資源被視為關鍵基礎（Barney, 1991）。隨著新興數位科技逐漸成為產業常態，傳統商業規則亦受到衝擊。若企業無法適應這些技術驅動的變化，將可能失去市場吸引力，最終被能有效運用科技的競爭者取而代之（Verhoef et al., 2021）。D'Aveni（1994）指出，企業所處環境相較以往更為動盪，競爭優勢不再穩定持久，需透過不斷變革與創新加以維持。Sirmon、Hitt 和 Ireland（2007）進一步強調，動態環境迫使企業必須持續重新設計與重構其能力組合，因為市場與顧客需求的快速變化會使原有能力迅速喪失價值。

Verhoef 等人（2021）將企業核心資源分為兩類型：資產（Assets）與能力（Capabilities）。其中，資產包含人力、數據、設備、資訊系統與基礎設施等有形與無形的資源投資；能力則指企業運用資產轉化為具體行動與價值的能力（Verhoef et al., 2021）。能力被視為企業間表現差異的關鍵來源，是解釋企業在相同環境中展現異質性的理論核心（Nelson & Winter, 1985）。隨著數位技術成為企業創新與轉型的基礎，企業對數位相關能力的需求不斷升高（Grego et al., 2024），因此能力建構成為價值重構的關鍵。有鑑於能力建構的關鍵性，相關研究開始關注知識如何組構為能力，並轉化為組織績效的來源。Kogut 與 Zander（1992）指出，組織能力的基礎在於企業能夠將既有知識加以重組與整合，藉此創造出難以被競爭對手模仿的新知識與技能，知識組合能力正是差異化與持續競爭力的來源。Srivardhana 與 Pawlowski（2007）以企業資源規劃（ERP）系統為例，說明當企業將知識與實務整合到日常運作流程，這些知識才能轉化為新的組織能力，進而推動流程創新與績效提升。

知識已被視為組織策略性的資源，不僅支撐能力的建構，能夠促進企業在數位化與不確定環境下保持競爭優勢（Rohde & Sundaram, 2010）。然而，能力是否能建構，仍取決於管理層是否具備足夠的認知與資源調度能力。研究指出，若管

理者能辨識數位機會與挑戰，將有助於培育所需能力（Singh et al., 2020；Wrede et al., 2020）。但實務上，許多管理階層尚未具備足制定數位策略的能力，亦未明確掌握轉型關鍵能力的類型，反映出管理觀點下的知識落差（Chanias et al., 2019；Carlsson et al., 2022）。若缺乏相應能力，即便取得數位工具，亦可能難以落實轉型效益（Slimane et al., 2022）。因此，除了資源可得性之外，是否能能力建構與運用的實質基礎，成為數位轉型成敗的關鍵依據。

2.1.3 數位能力（Digital Capabilities）的定義

基於上述挑戰，對數位能力本身的界定也成為關鍵討論議題。近年來，雖然數位能力廣受關注，但學界對其定義尚未形成共識，部分研究仍將其與資訊科技（Information Technology, IT）能力混用，導致概念混淆（Grego, Bartosiak, Palese, Piccoli, & Denicolai, 2024）。相關文獻指出，數位能力不僅超越單純的 IT 技能，還涵蓋數位資產的運用與數位價值的創造（Westerman, Bonnet, & McAfee, 2012；Sandberg, 2014；Srivasta & Shainesh, 2015）。兩者雖同屬組織能力體系，卻在結構與功能上有明確區隔（Piccoli et al., 2021）：

- **IT 能力** 著重於技術基礎設施與系統的建置與管理（Wade & Hulland, 2004），其本質在於建構一套可重複執行的技術流程，使資產得以轉化為服務或產品（Moi & Cabiddu, 2021）。
- **數位能力** 則以模組化特性為核心，透過程式化介面將組織行動轉化為可重複執行的數位模組，以支援跨場域整合與資源重構（Helfat & Winter, 2011；Piccoli et al., 2021；Grego et al., 2024）。該能力延續組織能力的基本特徵，包括目的導向的行動邏輯、可重複執行的結構（Helfat & Winter, 2011；Helfat & Martin, 2015）。作為一種潛藏性能力，須透過實際應用才能展現成效（Helfat & Raubitschek, 2018）。

相較於仰賴稀缺性與擁有權的靜態資源，數位能力強調可重構與再利用，具備快速適配環境變動的能力，並創造辨識性的價值（Grego et al., 2024）。其建構不僅倚賴知識吸收，更重視對既有知識的創新運用與再設計，快速創造可辨識價值（Cohen & Tripsas, 2018；Grego et al., 2024）。有別於單一技術導入所帶來的局部變革，數位能力的建構更仰賴企業內部的學習機制與跨部門整合，以形塑支撐創新與持續變革的基礎。數位能力並非取代 IT 能力，而是建立於其技術基礎之上，兩者形成互補關係（Nevo & Wade, 2010；Grego et al., 2024），藉由 IT 能力

所支撐的基礎設施與經驗，轉化為具策略導向的數位模組（Bhatt & Grover, 2005；Wang et al., 2012）。正如 Grego et al.（2024）指出，IT 技能與實務經驗是數位能力形成不可或缺的資源。因此，數位能力作為模組化數位資源，不僅延續組織能力的核心特徵，更支撐企業在數位環境中重構與擴展核心能力（Bhatt & Grover, 2005；Wang et al., 2012；Grego et al., 2024）。為更清楚呈現 IT 能力、數位能力與組織能力三者之間的層級與關聯，以下圖示整合相關文獻觀點，建構其概念架構（如圖 2-1）。

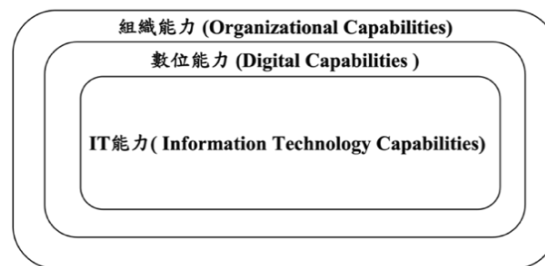


圖 2-1 IT 能力、數位能力與組織能力的層級關係

資料來源：本研究整理

2.1.4 數位能力的建構

數位能力的建構雖倚賴 IT 能力所提供的技術支援與系統基礎，卻也要求企業具備持續強化與更新 IT 能力的能力（Grego et al., 2024）。面對高度變動的環境，企業往往倚賴 IT 資源來提升應變速度與行動能力，IT 能力因此被視為數位轉型的前因條件（Nwankpa & Roumani, 2021）。然而，IT 本身並不會自動創造價值，唯有與企業的應用能力、資訊共享與合作機制結合，方能真正提升營運績效（Chi et al., 2010）。若缺乏組織層級的動態調適（如跨部門合作、策略彈性），IT 資源亦難以轉化為實質競爭優勢（Torto & Kristoffersson, 2023）。為因應知識斷層與內部能量不足的挑戰，部分企業嘗試透過外部合作以補足能力差距。Sahaym et al.（2007）指出，IT 投資能提升組織內外部的協調效率，降低與外部合作成本，促進策略聯盟、臨時專案等鬆耦合合作機制的形成。特別是在產業標準化程度高、技術變動較低的情況下，企業更傾向於透過 IT 能力推動如策略聯盟或彈性外包，靈活整合外部能力以支援數位轉型進程。但外部資源的整合仍需仰賴內部治理與能力發展機制的配合，尤其仰賴領導階層對資訊資產的重新認識與定位。

隨著企業意識提升，IT 能力逐步由執行層面的技術支援角色，轉型為具有策略價值的組織資源（Chua et al., 2012）。IT 的應用亦有助於促進團隊合作、內部

知識流動與資訊整合 (Wang, Huang, Davison, & Yang, 2021)。然而，IT 員工的專業知識與技術能力，長期被視為能力發展的基礎，其資格與經驗水準不足時，可能構成數位能力建構的限制因素 (Fink & Neumann, 2007)。因此，企業須透過知識管理制度 (Mithas et al., 2011) 與部門協調機制 (Bharadwaj, Bharadwaj, & Bendoly, 2007)，促進資訊分享與資源調配，降低執行落差。同時，企業若能培養如雙元能力、彈性等策略素養，亦可增強 IT 能力，提高市場變化的回應速度 (Salmela et al., 2022)。但在高度動態、競爭激烈的環境中，僅依賴知識的累積與模仿已難形成持續性優勢。相對的，組織應致力於創新性的應用既有知識，並透過能力的持續學習、重構與再利用，發展出具調整性與回應性的組織特質 (Teece et al., 1997; Helfat & Winter, 2011)。然而，這樣的能力轉換過程並不容易。儘管「組織雙元性」被視為協助企業在動態環境中兼顧既有資源運用與新知探索的重要機制 (Ossenbrink et al., 2019)，但傳統產業往往難以在鞏固現有能力的同時，有效辨識並發展與數位轉型相關的新興能力 (Svahn et al., 2017)。因此，數位能力建構歷程，也應被視為一種動態能力的展現。

作為一種具備動態特質的組織能力，數位能力強調的不僅是模組化的設計邏輯，更包括企業在快速變動環境中調整內部流程與整合知識的能力 (Grego et al., 2024)。是否能成功落實，取決於企業是否具備充足的 IT 技術基礎、組織敏捷性與跨域合作能力。Verhoef et al. (2021) 提出，數位敏捷性、大數據分析能力與網路連結能力，為企業於動態環境中即時感知變化、整合內外資源並驅動價值創造的三大能力模組。其中，數位敏捷性 (Digital agility) 反映企業能否迅速識別市場變化並調整策略；大數據分析能力 (Big data analytics capability) 強調從龐大資訊中擷取洞見；而網路連結能力 (Digital networking capability) 則著重於資源整合與內外部合作機制的建構 (Verhoef, Kooge, & Walk, 2016)。整體而言，數位能力可被視為 IT 能力與組織知識的模組化轉譯結果。對於資訊能力基礎相對薄弱的傳統產業而言，數位能力的建構過程常伴隨技術知識不足、內部合作斷層與流程數位化經驗缺乏等挑戰 (Grego et al., 2024)。這使得企業在尚未累積關鍵知識與能力基礎的情況下，將難以獨立完成數位策略的設計與重構，進而限制數位轉型效益的實現空間。因此，數位能力的建構歷程，不僅是技術導入的結果，更是動態組織能力演進與策略資源整合的過程。

2.2 實踐歷程 (Enactment)

2.2.1 實踐歷程理論演進

根據 Weick (1979) 的社會組織理論，組織在面對不明確的資訊時，會透過流程逐步建構對環境的理解：實踐 (Enactment)、選擇 (Selection) 與保存 (Retention)。在 Weick (1969) 的觀點中，組織化是一種以行動為核心的過程，組織成員透過彼此關聯並持續回饋的行動循環來處理語意歧義，這些行動既開啟了組織化的過程，也構成其結果 (Weick, 1969)。當組織成員面對語意歧義時，能否持續回到行動現場並不斷實踐，正是組織能夠維持有效運作的關鍵 (Weick, 1969)。因此其目標在於透過不斷的行動來減少環境中的語意歧義，而非僅僅追求靜態的意義產出。如此一來，這樣的行動歷程有助於在複雜環境中梳理並縮減可行策略，最終發展出可被實踐的行動模式 (Weick, 1969)。

在實踐階段，行動者依據既有認知採取行動，並從環境中擷取有意義的線索，這有助於減少語意歧義並為後續詮釋提供基礎 (Weick, 1969; Sandberg & Tsoukas, 2015)。雖然初步行動常帶有不確定性，但正是這些嘗試性的實踐，啟動了行動者對情境的感知與意義建構歷程 (Weick, 1969; Weick, 1988)；接續的選擇階段中，行動者會將獲得的新資訊與過往經驗進行比較，並嘗試建構合理的解釋以賦予行動意義。這個過程仰賴行動者內在的認知結構，協助在面對複雜或模糊情境時，從記憶中提取標籤與因果連結，以釐清情境。當外界訊息與既有經驗一致時，有助於消解歧義；反之則可能導致理解受阻，甚至中斷組織化的歷程。(Weick, 1969; Weick, 1979)。Bougon、Weick 與 Binkhorst (1977) 指出，行動者會將事件經驗與認知結構編組為因果地圖 (Cause maps)，以建立對情境的理解，並作為未來行動的參考依據 (Bougon, Weick, & Binkhorst, 1977)；保存階段則會將這些經驗與解釋整合並儲存於組織知識體系中，使行動者得以反思並深化對因果關係的理解，進一步消解語意歧義，並為後續組織行動提供基礎 (Weick, 1969; Weick, 1979)。組織得以持續運作，在於成員間的思維連結，而不僅僅是形式上的結構，因此認知與行動同樣構成組織理論的核心 (Bougon et al., 1977)。

綜觀三階段歷程可見，行動與環境的關係具有雙向互動性：人在持續的實踐中不斷選擇、界定與賦予意義，逐步建構出自身所處的環境 (Weick, 1969)。在

面對突發或危機情境時，這種建構性歷程更顯關鍵。Weick（1988）指出，危機之所以成為危機，並非取決於事件的客觀特性，而在於行動者如何從環境中擷取、進行詮釋。進一步來看，意義的建構不僅發生於個人層次，更是在組織成員持續協調與互動中共同建構（Weick, 1988）。有別於傳統將組織視為根據預設目標理性運作的觀點，Weick（1988, 1995）主張，組織的運作模式是成員在行動與詮釋互動過程中動態生成的，而這種歷程被稱為「實踐中的意義建構」（Enacted Sensemaking）。Weick（2015）進一步指出，決策的關鍵不在於最終選擇，而在於決策前的行動歷程以及隨後對這些行動所進行的詮釋，因為這些意義賦予的過程對組織行為具有決定性影響（Weick, 2015）。

意義建構（Sensemaking）是一種從經驗中提煉解釋架構的實踐活動（Weick, 1995），組織的運作因此展現出高度的動態性與情境依賴。描述的是行動者在面對情境時，如何基於可得線索形塑自身的理解（Weick, 1976）。意義建構為理解如何在非結構化或高度不確定的情境下建構秩序，提供了重要的理論視角。這有助於探討如何在缺乏明確結構時，主動建構解釋並應對突發事件（Sandberg & Tsoukas, 2015）。而當這樣的理解向外延伸，目標轉向影響他人的認知時，即構成導意（Sensegiving），其關鍵在於影響他人對情境的理解，使其趨向一種特定的組織觀點或解釋方式（Gioia & Chittipeddi, 1991）。意義的建構與傳遞並非為單向歷程，行動者在與他人互動過程中，會不斷調整自身的理解，同時也受到對方導意的影響。這種雙向、反覆的互動，構成意義交換（Sense-exchanging）的過程，使原本不穩定的情境得以產生共識（Ran & Golden, 2011），最終得以形塑為有意義的社會環境（Weick, 1995）。

隨著 Weick 對組織理論的發展逐漸深化，意義建構不再只是理解或支撐行動的機制，而是被視為組織化本身得以展開的關鍵歷程。換言之，組織化的生成仰賴於成員之間持續進行的意義建構互動（Weick et al., 2005）。Glynn 與 Watkiss（2020）指出，Weick 的理論發展呈現出一種逐步演化的歷程，從早期將組織化作為意義建構的背景（Sensemaking in organizing），轉向後期強調意義建構與組織化之間的雙向互構關係，兩者在理論上逐漸整合，形成動態交織的觀點（Weick, 1995；Weick et al., 2005）。這個觀點指出，行動與意義的產生密不可分，最終呈現出「意義建構與組織是互相構成的關係」（Weick et al., 2005）。然而，相關的實證與理論討論在現有文獻中仍相對有限。Weick 雖在不同時期對意

義建構與組織化的關聯有不同強調，但其核心理念始終在於統合這兩大概念，並發展出強調互動與動態整合的理論視角（Glynn & Watkiss, 2020）。綜上所述理論發展，在實踐歷程中，行動者如何在不確定與動態的環境中，透過認知結構與行動互動，不斷感知外部壓力，並在回應過程中逐步調整自身，最終發展出能夠回應環境挑戰的組織能力。

實踐歷程展現出一種由環境壓力驅動、透過認知與行動反覆交織而逐步展開的動態特性。為具象呈現此理論觀點並作為個案分析的概念依據，本文參考 Chan, Hackney, Pan, & Chou（2011）所整理出之實踐歷程動態架構，並依據先前文獻進行調整。在保留環境動員資源的核心邏輯下，進一步清晰呈現前述理論所強調歷程中的認知與行動，整合為一個由外部壓力啟動、持續回饋修正的循環架構，如圖 2-2 所示。

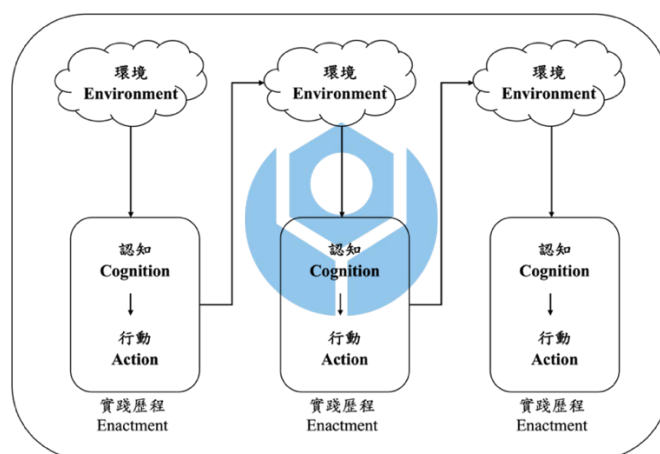


圖 2-2 實踐歷程動態循環架構

資料來源：本研究整理自 Chan et al. (2022)

2.2.2 實踐歷程與數位轉型

然而，實踐歷程在數位科技應用情境下展現出更為多元的面貌。此外，實踐歷程的建構性也體現在數位科技的應用場景中。即使使用相同的資訊系統，不同組織因理解與應用能力差異，其實際操作方式可能截然不同。資訊科技的潛能並非自然展現，而是經由行動者對系統的詮釋與使用歷程所實踐出來的（Fountain, 2001）。如同 March 與 Simon（1958）所述，個體對環境的感知與理解會受到認知結構與社會情境的影響，呈現出選擇性的注意與詮釋。相關研究指出，許多組織實際上是在尚未具備完整轉型策略的情況下行動，且在不存在放諸四海皆準的理想模式，轉型策略形成需仰賴行動者對情境的直覺判斷（Pelletier & Raymond,

2020），並以實驗性的行動模式，探索潛在機會以回應轉型需求（Berghaus & Back, 2017）。數位技術的快速演進與擴散，促成了一種高度波動且無法預測的商業環境，使組織難以預先規劃因應變化（Gregory et al., 2018）。在此脈絡下，即興作為一種組織反應形式，正是針對那些無法事先預見、難以以傳統方式規劃與應對的情境（Weick, 1998）。這與實踐歷程理論所強調的感知階段相呼應，行動者在實踐中對環境中模糊且尚未定義的線索進行識別與詮釋，正是開啟策略行動歷程的契機（Weick, 1969）。

若企業最具策略價值的資源是知識，而知識又以專業化形式分散存在於個別成員之中，那麼組織能力的本質，就在於整合個體成員所擁有的專業知識（Grant, 1996）。從知識觀點出發，實踐歷程亦可視為一種整合分散知識、建構組織能力的歷程。Weick（1979）亦指出，知識的習得常始於行動者面對情境時的不確定性與模糊感知，透過嘗試、回饋與修正，逐步構築出具意義的理解。整體歷程可視為一種試誤式學習（Trial and error learning），即使初期所形成的知識尚屬表層，但隨著行動循環，理解將逐漸深化，並轉化為更穩定的知識結構（Weick, 1979；Salem, 2007）。在知識密集的經濟環境中，企業競爭力的關鍵在於其能否有效地擷取、組織與傳遞知識資源（Myers, 1996），而知識是能力建構的核心，並在互動與社會建構過程中逐步形成（Kogut & Zander, 1992）。然而，當知識未具備可視化或具象化特質，對此 Kreiner（2002）指出，這樣的知識管理反映出管理者對組織資源掌控的期待與需求，即試圖將知識視為可擁有與運作的資產來加以治理（Kreiner, 2002）。Shariq（1998）進一步指出，知識的具象化往往藉由人造物（Artifacts）來實現，例如產品、流程或軟體，這些都是人類為了特定目的所創造，是承載或展現知識的具體產物。人造物不僅是知識的載體，更是促進理解與實踐的認知工具，能延伸人類感知、推理與行動的能力，並在變動環境中成為能力建構的其一關鍵（Shariq, 1998）。以資訊科技為例，IT 人造物指的是由人設計、建構並用於特定情境的資訊系統、硬體或軟體，其本質上是內嵌於特定社會與組織脈絡中（Orlikowski & Iacono, 2001）。

另外，知識並非靜態存在，而是具有情境性與動態性，並與行動密不可分（Rohde & Sundaram, 2010）。從小範圍來看，能力與知識密切相關；更宏觀的範圍來看，實踐歷程提供了一個動態且反覆的機制，得以觀察能力如何在動態環境中逐步建構而成。Schlemmer 與 Webb（2006）即以實踐歷程為基礎，探討組織管

理者如何透過行動中的詮釋與調整，推動動態能力的建構，進而強化組織競爭優勢。而 Chan, Hackney, Pan, & Chou (2011) 結合資源基礎觀點與實踐概念，剖析在不同的環境條件下，組織如何透過行動動員、詮釋與重組知識、社會與領導等資源，進而逐步建構組織能力。前述理論觀點，實踐歷程理論不僅能解釋組織面對不確定情境時的行動邏輯，亦提供了理解傳統產業如何在外部壓力驅動下，動態建構數位能力的分析基礎。

2.3 吸收能力 (Absorptive Capacity)

2.3.1 吸收能力的定義

吸收能力 (Absorptive Capacity) 是由 Cohen 與 Levinthal (1990) 所提出，其定義為企業「識別新的外部資訊的價值、吸收新知，並將其應用於商業目的的能力」，該理論強調三個關鍵要素：辨識外部環境中具價值知識的能力 (Recognition)、透過內部程序消化並理解這些知識的能力 (Assimilation)，以及最終將這些經過處理的知識轉化為實際商業成果的應用能力 (Application)。這三項相互關聯的核心功能共同建構了組織的知識處理流程，幫助企業維持市場優勢地位，更是決定創新成功與否的關鍵因素 (Cohen & Levinthal, 1990)。延續此理論基礎，Pennings 和 Harianto (1992) 指出，吸收能力不僅依賴企業內部技術基礎，更需透過策略合作獲取互補性知識，並強調外部網路經驗能強化「辨別、同化外部技術」的動態能力。而 Mowery 和 Oxley (1995) 進一步指出，吸收能力不僅涉及外部知識的獲取，強調知識內化的雙重挑戰，既需克服隱性知識 (Tacit Knowledge) 的轉移障礙，亦須透過本土研發實現技術再造。相較於早期將吸收能力視為知識同化工具 (Cohen & Levinthal, 1990)，Kim (1998) 擴展此觀點，吸收能力不僅是靜態的學習能力，更是組織問題解決與創新實踐的動態歷程。

隨著吸收能力在知識與策略管理領域的應用日益廣泛，Zahra 與 George (2002) 重新詮釋該概念，將其由原本聚焦於同化與應用的靜態能力，定義為一套組織層級的常規與策略性流程，涵蓋「獲取、同化、轉化、應用」四階段的動態流程，並進一步劃分為潛在吸收能力 (Potential ACAP, PACAP) 與實質吸收能力 (Realized ACAP, RACAP) 兩個構面，以回應企業在不同發展階段中面對外部知識時的處理邏輯差異。該模型自提出以來，已成為後續實證研究與結構分析的理論基礎。後續學者對此模型提出重要補充與修正。Todorova 與 Durisin (2007)

指出，辨識外部知識的價值應作為吸收歷程的前導步驟，先於知識獲取發生；此外，他們亦主張「同化」與「轉化」並非連續歷程，而應視為知識吸收的替代性機制。當外部知識過於新穎、無法直接納入既有知識結構時，企業往往需透過轉化過程重新建構意義與邏輯，方能有效吸收該知識。鑑於 Zahra 與 George (2002) 模型在動態性、階段性與實務應用層面所展現的高度詮釋力，有助於釐清企業在不同發展階段中對知識的處理邏輯與策略差異，因此本研究將以該架構作為理論主軸，分析組織如何在不同脈絡中逐步建構並應用其吸收能力。各學者對吸收能力之構面分類與定義，詳如圖 2-3 所整理。

作者與年份	要素	定義	作者與年份	要素	定義	作者與年份	要素	定義
Cohen & Levinthal (1990)	辨識價值 (Recognising the value)	辨識新外部知識價值的能力。	Lane & Lubatkin (1998)	辨識價值 (Recognising the value)	辨識新外部知識價值的能力。	Zahra & George (2002)	獲取 (Acquisition)	企業識別和獲取外部知識的能力。
	吸收同化 (Assimilation)	內化新外部知識的能力。		吸收同化 (Assimilation)	內化新外部知識的能力。		吸收同化 (Assimilation)	企業分析、處理、解釋和理解所獲取外部知識的過程。
	商業化應用 (Application)	將知識應用於商業目的的能力。		應用 (Application)	將知識應用於商業目的的能力。		轉化 (Transformation)	企業精煉和結合現有知識與同化知識的過程。
Mowery & Oxley (1995)	處理隱性知識 (Tacit knowledge)	處理轉移知識隱性部分的一系列廣泛技能。	Kim (1997, 1998)	學習能力 (Learning capacity)	學習和解決問題的能力。		應用 (Exploitation)	企業通過將轉化知識納入其運營中來增強現有能力的過程。
	修改進口知識 (Modify imported knowledge)	修改進口知識的需求和能力。		先前知識基礎 (Prior knowledge base)	組織內可用的個別知識單元。			
				努力強度 (Intensity of effort)	解決問題和創造新知識的投入程度。			
				學習能力 (Learning capacity)	學習和解決問題的能力。			

圖 2-3 吸收理論定義彙整

資料來源：本研究整理自 Boroomand & Chan (2022)

2.3.2 吸收能力的層次

Zahra 與 George (2002) 將吸收能力分為潛在吸收能力 (PACAP) 與實質吸收能力 (RACAP)。這兩種企業層面的吸收能力指涉到不同的能力，即如何通過組織內部的前因來區分這些能力的形成與運作。為了解釋這一點，Lewin、Peeters 和 Massini (2011) 提出了內部吸收能力 (Internal AC) 的概念，他們的研究將外部吸收能力與內部吸收能力的實踐機制進行區分，這一區分與 Cohen & Levinthal (1990) 提出的向內與向外的吸收能力區分相似，學者說明吸收能力必須在內部知識整合與外部知識獲取之間取得平衡，否則將導致學習與創新受限 (Cohen & Levinthal, 1990)。但無論是針對內部或外部，都適用於所有層次的吸收能力。換

言之，內部和外部是相對的，取決於所選擇的邊界與組織層次，因此吸收能力的應用不僅限於企業層面（Hausberg, 2013）。

過去吸收能力相關研究多著重於組織對外部知識的吸收，這當中廣泛應用於不同層面，包括組織、部門及個人層級的知識吸收。例如，有學者指出組織內部不同部門的合作能促進知識的吸收與創新（Hausberg & Leeflang, 2019）。其他研究也顯示，跨組織或跨部門團隊強調知識的獲取與同化，內部團隊則聚焦於知識的轉化與應用，兩者皆是維持知識流動與推動協同創新的關鍵（Arsanti, Rupidara, & Bondarouk, 2024）。Tutida 等人（2023）指出，吸收能力的運作是一個自我驅動、動態且複雜的循環，涵蓋個體與團隊層級間知識的獲取、同化、轉化與應用。該研究強調，吸收能力的形成與個體的知識與認知密不可分，並認為組織應藉由社會整合機制營造有利於知識發展的環境，以促進吸收能力在不同層級的發揮（Tutida, Rossetto, & dos Santos, 2023）。此外，Hausberg（2013）將吸收能力的視角延伸至組織內部跨部門層級，並指出部門間知識吸收的成功仰賴跨越多重邊界，這些邊界並非完全獨立，管理者需認識其差異性並調整流程與問題解決方式，以促進部門間的知識整合與創新。這些研究顯示，吸收能力不僅在組織層級發揮作用，也在部門間的合作與個體的創新行為中起著關鍵作用。這些研究顯示，吸收能力不僅在企業與組織層級發揮作用，也在部門間的合作與個體的創新行為中起到關鍵作用。

2.3.3 吸收能力的構面

為解釋組織如何系統性處理外部知識並產出具價值的應用結果，近年來學界多以「知識基礎觀點」（Knowledge-Based View, KBV）與「資源與能力基礎觀點」（Resource and Capabilities-Based View, RCBV）作為分析基礎，強調知識資源本身具備難以模仿與轉移的特性，能為企業帶來差異化優勢與長期績效（Mahmood & Rufin, 2005；Pérez-Luño, Valle Cabrera, & Wiklund, 2009）。

吸收能力（Absorptive Capacity, ACAP）被視為一種動態能力（Dynamic Capability），強調組織必須發展一套完整的知識處理機制，以持續獲取、理解、轉化並應用外部資訊資源（Zahra & George, 2002）。Zahra 與 George（2002）將吸收能力定義為一套組織層級的常規與策略性流程，並細分為四個階段，進一步區分為兩個相互補充的構面：潛在吸收能力（PACAP）與實質吸收能力（RACAP）。其中，PACAP 包含知識的辨識與內化歷程，對應於早期探索與準

備階段；RACAP 則涵蓋知識的整合與應用，聚焦於具體行動與價值產出。雖兩者在功能面上有所區隔，但在組織知識動態建構過程中互為前提，缺一不可（Cohen & Levinthal, 1990；Kim, 1998）。其構面關係與邏輯架構，詳如圖 2-4 所示。接續上述四個構面的區分，本文採納 Zahra 與 George（2002）之架構，並整理文獻對各構面定義如下：

- **獲取（Acquisition）**：指組織辨識、評估並獲取與營運相關的外部知識的能力，不僅涉及資訊來源的定位，亦提升企業在知識取得上的強度與速度。
- **同化（Assimilation）**：為組織理解與吸收外部知識的能力，透過內部流程與常規，分析、解釋並理解外部取得之資訊的能力，使其將該知識融入組織作業架構中。
- **轉化（Transformation）**：指組織將新獲得的知識與既有知識整合、重組或重新詮釋的能力，透過不同觀點的連結，創造新的認知結構或行動架構，進而提升知識的可用性。
- **應用（Exploitation）**：指組織實際運用已吸收與轉化之知識的能力，並將其應用於流程優化、產品開發或服務創新，推動知識價值的實現，提升績效與競爭優勢。

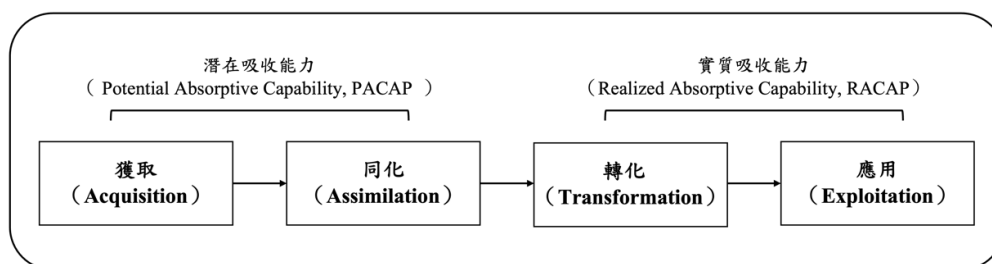


圖 2-4 吸收能力理論構面

資料來源：本研究整理自 Boroomand & Chan (2022)

作為涵蓋知識擷取與應用全流程的組織性機制，ACAP 已逐漸被認為是知識管理與策略研究中極具代表性的理論進展之一（Mariano & Walter, 2015）。此外，也有研究指出，吸收能力實際上涵蓋兩種學習活動，其對組織策略與資源配置的要求不盡相同：一為傾向知識探索（Exploration），即針對新知的獲取與理解；另一則為知識應用（Exploitation），即將既有知識有效轉化為可行之實務策略。由於這兩種學習活動在目標與運作方式上存在差異，甚至在實務中可能需採取衝突性的策略，因此部分學者強調有必要對吸收能力內部結構進行拆解與重構

(Cepeda-Carrion et al., 2012)。吸收能力構面的區分不僅有助於釐清知識處理的不同階段，也使後續研究得以從多元角度持續探討其運作機制與組織意涵。

2.3.4 吸收能力的發展

吸收能力 (Absorptive Capacity, ACAP) 起初被定義為企業識別、吸收與應用外部知識的能力 (Cohen & Levinthal, 1990)。隨著理論的發展，吸收能力的概念逐漸納入動態能力 (Dynamic Capability, DC) 的範疇，視為企業調整與重構資源以因應環境變化的關鍵能力 (Zahra & George, 2002)。這種能力不僅包含外部知識的識別與獲取，更強調透過知識轉化與利用，將新知識融入組織既有知識結構，形成持續學習的動態循環 (Zahra & George, 2002)。吸收能力理論自 1990 年代提出至今，已從單純的知識獲取概念演變為包含多維度的動態能力框架。在實務層面，企業通常透過外部與內部網路進行知識探索與取得，作為內部創新的起點 (Lopez & Esteves, 2013)。然而，這些知識能否內化並轉化為可用資源，仍有賴企業是否具備足夠的吸收能力 (Liao et al., 2010; Liao & Barnes, 2015)。面對資訊技術快速發展、知識密度升高與跨組織網路日益普及所帶來的產業劇變，企業普遍處於高度動態與複雜的競爭環境，也促使學術與實務界關注吸收能力 (ACAP) 如何影響組織對外部知識的處理與應變能力 (Arndt, Aharonson, Jansen, Jiang, & Ting, 2023)。

在吸收能力理論的整體發展脈絡中，學者們發展出多元視角探討吸收能力的不同面向。過往研究已指出，組織獲取競爭優勢中最關鍵的無形資源為知識 (Siachou 等人, 2021)。Schilling (1998) 從技術標準競爭角度出發，指出企業的吸收能力可協助組織在快速變遷的技術環境中避免被市場主流技術排除，透過持續學習與適應能力，組織才能在技術標準競爭中維持競爭力。進一步來看，較高的吸收能力使企業能夠更靈活地識別並抓住環境中的機會，從而增強其創新能力 (Escribano, Fosfuri, & Tribó, 2009)。另外，Stock 等人 (2001) 通過長期研究發現，吸收能力與新產品開發績效間存在非線性關係，過度投資於吸收能力可能導致創新效益下降，表明組織需要尋找最佳平衡點。Grünfeld (2003) 突破傳統認知，發現吸收能力對研發投資的影響取決於市場條件，在小型市場或吸收能力尚未發展完全的情境下，其正面效益更為明顯；反之，在大型市場環境中，吸收能力過強反而可能抑制企業進一步投入研發的動機。Fichman (2004) 則從策略選擇觀點出發，將吸收能力視為組織應對高不確定性技術環境的靈活性工具，企

業透過小規模嘗試等初期投資，可為未來技術發展保留策略選擇空間，降低技術採用風險。除了組織層級的影響外，吸收能力在專案與團隊層級同樣發揮重要作用，尤其在 IT 專案中，有助於團隊吸收與轉化外部知識，推動創新並提升績效。團隊信任則進一步促進知識分享與專案成功，因此吸收能力是 IT 專案不可或缺的組織能力（Mata, Khan, Khan, & Martins, 2021）。由此可見，吸收能力的作用已在不同的背景下與多種研究領域得到了概念和實證。

隨著數位化浪潮席捲全球商業環境，吸收能力的概念與應用也進入新階段。在此背景下，吸收能力更被視為連結外部知識與組織創新的動態能力（Dahlin et al., 2020），是驅動企業轉型的關鍵橋梁。學者們建立的理論基礎，為理解當代組織如何應對數位轉型挑戰提供了重要視角。有研究更進一步指出，在數位服務化等數位轉型實踐中，吸收能力扮演關鍵動態能力角色，不僅促進外部知識內化，更有助於推動綠色創新（Lee, Kim, & Roh, 2024），顯示其在當代表現型態下的實質地位與應用潛力。隨著企業數位化程度日益提升，吸收能力長期被視為建構 IT 能力的關鍵前因，幫助企業從外部汲取知識，並內化為自身營運優勢（Grover & Lyytinen, 2022）。然而，組織逐漸轉向發展模組化的數位能力，使得這種傳統邏輯也開始產生轉變。Piccoli et al. (2021) 指出，數位情境下更為關鍵的，不再僅是知識的吸收能力，而是企業能否創造性地應用並重新組構這些知識，發展出程式化的數位行動模式。吸收能力乃指企業辨識外部知識價值、將其內化整合，並進一步與自身原有知識結合以創造新應用的能力（Roberts et al., 2012）。

為了因應這種知識與技術高度外部化的環境，許多組織將聯盟合作作為組織突破市場疆界、優化規模經濟效益，並透過合作建構動態能力的核心策略（Gulati et al., 2000；Contractor et al., 2007），聯盟網路促進跨組織知識傳播，組織可尋求所缺乏得知識，使企業能獲取關鍵數位技術知識，降低轉型過程中的試錯成本（Ferraris et al., 2020）。研究指出聯盟合作被視為傳統公司獲取外部知識的重要管道（Kale et al., 2000）。有效的知識獲取往往取決於企業是否能持續與供應商或顧客維持密切互動關係，這種關係有助於組織更快速地辨識並吸收技術創新、法規變動與市場偏好等關鍵外部知識，進而提升績效表現（Kostopoulos, Papalexandris, Papachroni, & Ioannou, 2011；Setia & Patel, 2013）。然而，知識獲取僅為轉型起點，組織需進一步將外部技術內化為結構化能力（Kane, 2014）。例如，在跨國企業知識轉移的情境中，研究指出其轉移成效高度取決於地方子公司

是否具備足夠的吸收能力來承接、轉化並運用總部知識 (Situmorang & Japutra, 2024)。傳統產業面對競爭激烈的環境下，需轉向與外部數位參與者建立策略合作，例如透過開放式創新平台 (Nambisan et al., 2019) 或建立技術專責單位 (Monteiro & Birkinshaw, 2016) 或投資 IT 基礎設施以整合外部知識 (Trantopoulos, von Krogh, Wallin, & Woerter, 2017)，方能有效獲取技術並驅動創新。

值得關注的是，多數傳統產業面臨吸收能力瓶頸，因缺乏先備技術知識與實作經驗，縱使透過聯盟合作取得關鍵技術，仍難以將這些知識轉化為日常營運的執行效能 (Siachou et al., 2021)。Siachou 等人 (2021) 指出，目前對於傳統公司是否能夠獨立實現數位轉型，仍存在明顯研究不足，這類組織若缺乏對數位化的理解，可能面臨轉型失敗風險。傳統產業的數位轉型不僅需仰賴聯盟知識的導入，還必須具備吸收能力與策略互依性等條件，才能克服內部技術與認知落差 (Siachou et al., 2021)。傳統公司因既有架構與數位策略的速度需求衝突，若沒有建立動態調適能力，將面臨轉型困境 (Bharadwaj et al., 2013; Tumbas et al., 2017)，動態調適能力涵蓋外部知識偵測與內部重組機制，此為維持組織競爭韌性的核心 (Teece, Pisano & Shuen, 1997)。吸收能力在數位轉型過程中起著關鍵作用，無論是在提升創新成果還是在促進整體組織績效方面 (Azizi et al., 2025; Cui, 2025)。整體而言，吸收能力不僅是外部知識獲取的中介，更是連結數位技術導入與組織知識內化的關鍵節點，對於缺乏先備條件的傳統產業而言，正是決定其數位轉型能否落實的關鍵能力基礎。

2.4 鬆耦合 (Loosely Coupled)

2.4.1 鬆耦合的發展

鬆耦合概念最早由 Weick (1976) 提出，已發展為解釋組織彈性與創新的關鍵框架，其核心在於「既保持聯繫又維持獨立性」的結構特徵。Weick (1976) 以非常規足球賽作為比喻，指出鬆耦合系統雖看似無序，實則容許自主單元靈活運作，並強調其結構有助於降低協調成本、增強成員的效能感與自我決定空間。此特性意味著即便某些嘗試未達預期，也不致對整體運作造成實質衝擊，進而降低風險 (Weick, 1976)。後續研究進一步發展此概念，在 Orton & Weick (1990) 的「獨特性與回應性」二元架構中得到深化，指出鬆耦合系統一方面賦予行動單

元高度自主，另一方面則透過最低限度的整合機制達成協同行動，從而在自主運作與有限協調間取得動態平衡。鬆耦合組織的核心優勢在於其高度適應性，能夠在不干擾整體架構的情況下，於個別單元進行局部調整或創新實驗，從而提升組織在面對外部變化時的回應速度與彈性。

鬆耦合之所以長期受到組織理論關注，在於它提供了一種分析框架，在不需劃分為層級或次系統的前提下，即可解釋理性秩序與環境變動的不確定性如何在同一組織中並存。該概念突顯組織內部的單元雖彼此關聯，卻非全然同步一致，而是在依賴程度與互動強度上呈現差異，形成一種既相連又具自主的關係動態。若觀察者僅聚焦於系統的穩定與一致性，便容易將其視為緊密耦合（Tightly Coupled）；反之，若只關注其開放與相異性，則可能將其誤認為解耦合（Decoupled）。然此二者皆屬片面，未能捕捉系統中同時存在耦合與鬆散的複合特性。然而，組織中並非所有要素都同樣耦合，而是常出現部分元件緊密連結、部分則維持鬆散連結的狀態；這種結構上的不均勻性正是鬆耦合系統的特徵之一（Orton & Weick, 1988）。Kiesling（2018）認為，鬆耦合體系中的單元往往能彼此互補，但其運作並不建基於高度依賴，反而保有一定程度的運作自主與靈活調整空間。

鬆耦合概念雖最初源自教育體系的觀察（Weick, 1982a），但現今已廣泛應用於圖書館（Swanson, 2012）、建築業（Sandberg et al., 2020）與運輸業（Browne et al., 2023）等多種領域，相關研究皆指出這類結構有助於增進系統彈性、強化在地調適能力，並容許多元創新解決方案的產生。多項研究亦指出，鬆耦合現象可能出現在部門、組織、環境，以及想法、意圖與行動，乃至價值觀與實際行動之間的斷裂（Orton & Weick, 1990）。例如，Keidel（1984）將球隊結構視為由鬆耦單位構成，Luke、Begun 與 Pointer（1989）描繪醫療組織中準企業單元的獨立運作，Meyerson 與 Martin（1987）則指出意識形態與制度實作的鬆動關係，Nambisan 與 Luo（2021）則應用於數位平台與全球生態系，說明跨國企業如何在多變且不確定的環境下，透過鬆耦合機制同時維持合作網路的彈性與創新能力，並有效因應數位化與去全球化的挑戰。這些研究共同揭示，鬆耦合不僅為結構安排的選擇，也日益成為回應環境變化與創新需求的重要策略。

2.4.2 鬆耦合的定義與特性

「耦合」(coupled)意指組織內部單元之間並非彼此孤立，而是存在一定程度的連動與結構關聯；而「鬆散」(loosely)一詞則指出，這些連結並非絕對穩固，而是可能表現出不連續、變動性高或帶有間接性與偶發性的互動特質。換言之，鬆耦合描繪的是一種同時展現封閉與開放、秩序與彈性、確定與模糊的系統狀態，成為理解高度複雜與非線性組織現象的重要理論資源(Orton & Weick, 1990)。根據Orton與Weick(1990)的整理，鬆耦合系統的定義大致可區分為三種：

- (一) Glassman (1973) 強調當系統內部變項間的關聯性極低，可視為鬆耦合。
- (二) Weick (1976) 認為鬆耦合指的是各構成單元在反應上相對獨立，但外在仍呈現一致性。
- (三) Weick (1982b) 進一步補充鬆耦合的互動特性，包括偶發性、微弱性、間接性與遞延性等特徵。

除了上述基本定義，後續研究更進一步描述鬆耦合的具體結構樣貌與運作特質。Dimmock與Tan(2013)指出，鬆耦合系統通常具備以下結構特徵：

- 持續時間短
- 互動頻率低
- 反應延遲與關聯性弱

這些因素共同造成系統內部元素間的影響幅度有限。更重要的是，即便表面上看似緊密耦合的結構中，仍可觀察到某些環節之間出現鬆動或脫節的現象，顯示鬆耦合與緊耦合可同時並存於組織不同層面。在進一步探討鬆耦合的內在成因時，亦有研究從知識結構與制度特性切入，探討鬆耦合的生成條件與樣貌：

- Clark (1983) 認為，知識具有累積性與邏輯獨立性，尤其在知識密集型或知識擴展性高的制度中，這些特質將使得組織難以完全整合其內部邏輯，進而促使鬆耦合結構的生成。
- Pfeffer (1978) 指出，當組織中僅有少數成員持續關注或涉入各項運作時，整體互動密度降低，便可能導致系統傾向鬆耦合。
- Granfort (1987) 描述鬆耦合組織為「每個人都能做任何事的體系」，部門間的連結既可調整、幾乎可互換，也能相互分離。

在實際應用上，以鬆耦合最多的研究領域為例，知識作為大學的核心生產素材，其所具備的專精性、多樣性與自主演化能力，使其難以完全納入統一的制度性控制之中。即使是資源條件有限的教育系統，也往往建構於數個分離而自主的知識單元上（Orton & Weick, 1990）。在掌握鬆耦合的生成條件之後，學者亦歸納其可能帶來的組織層面效應，包含以下三個關鍵面向：

- 強化模組化設計品質：鬆耦合架構有助於提升模組化設計的品質，因為系統中的模組可在不干擾彼此的情況下運作，透過減少不必要的相依關係來提升獨立性（Page-Jones, 1980）。
- 提升必要多樣性：若具備足夠的內部差異性，即能透過必要多樣性機制更有效地對外部刺激做出感知與回應，亦即當系統包含多樣的子單元或元件，便更有可能成為有效接收資訊的結構載體（Orton & Weick, 1990）。
- 行動自主性：決策環境中的模糊條件使資訊與決策行動之間產生鬆動連結，從而讓資訊擁有者在應用與詮釋過程中擁有更大的自主性（March, 1987）。

另一方面，學者們對於鬆耦合展現出兼容並蓄的理解視野。體現其理論內涵的多重可能。許多學者並非將鬆耦合視為具操作性的管理工具，而是視其為描繪與分類組織內部連結樣態的理論視角，用以理解組織中多層次、多樣性互動關係的存在方式（Orton & Weick, 1990）。延伸此觀點，部分學者亦主張，若欲深入掌握鬆耦合的動態運作模式，應避免將其簡化為靜態結構標籤，研究者應關注其歷程性（Processuality），並採用如民族誌、個案觀察與深度訪談等方法，以捕捉組織中耦合與解耦的實際互動與運作模式（Orton & Weick, 1990）。

除了結構特性與方法論關注外，鬆耦合結構亦被指出可能帶來多項組織層面的結果，包含：

- 穩定性，指系統的延續性與抗擾動能力。
- 緩衝性，防止問題擴散的隔離效果。
- 適應性，促進探索與修正的空間。
- 滿意度，提升成員的心理安全與自主感。
- 效能，指在特定情境下維持績效表現的潛力（Orton & Weick, 1990）。

為統整上述各項關聯概念，Orton & Weick（1990）進一步整理前述各項概念關聯，提出如圖 2-5 所示之鬆耦合理論模型，作為統整性視覺總結。

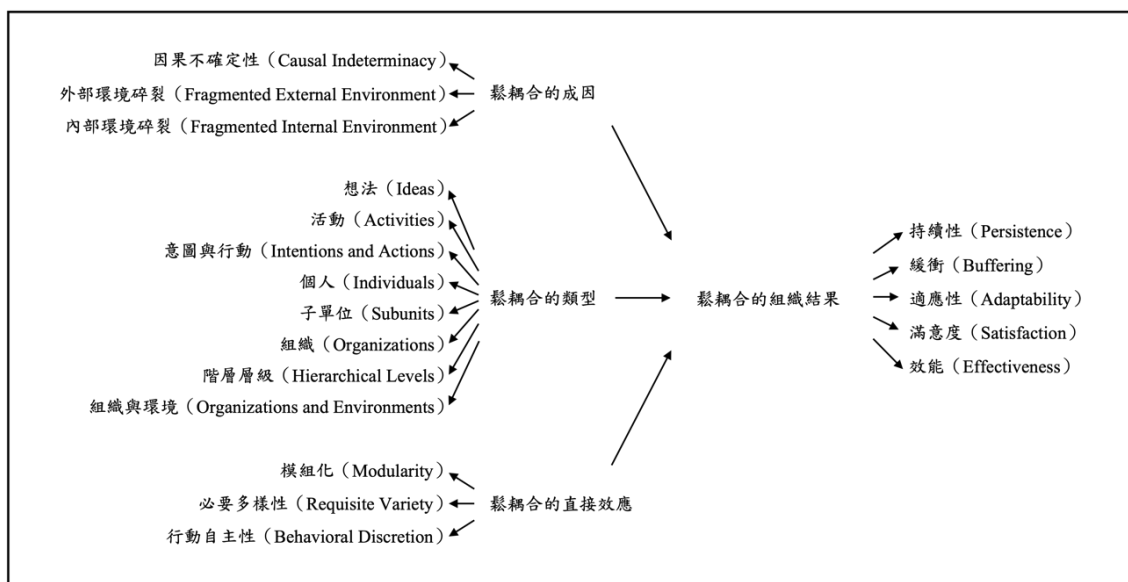


圖 2-5 鬆耦合理論架構

資料來源：本研究整理自 Orton & Weick (1990)

2.4.3 數位環境下的鬆耦合

在資訊系統管理領域中，如何使用資訊科技與商業策略協同運作，並同步因應快速變動的市場環境，一直是備受關注的關鍵議題（Queiroz, Tallon, & Coltman, 2023）。相較於高度整合、缺乏彈性的組織架構，鬆散耦合的系統更能在面對市場突變時展現出調整與應變的能力，因而被視為較具變革友善性的結構形式（Orton & Weick, 1990）。Nambisan 與 Luo (2021) 提出，數位開放性（Digital Openness）、可供性（Digital Affordances）與生成性（Digital Generativity）三項特質彼此關聯，且這些特性不僅體現在數位產品與服務，亦涵蓋數位化的營運層面。這些特性普遍存在於數位環境，使鬆耦合組織邏輯展現出高度適應性（Nambisan & Luo, 2021）。

上述三項特質不僅定義了數位環境的彈性，也與組織價值創造的模式密切相關。近年來，隨著數位化加速，價值創造的開放性在參與者、資源、治理及成果等層面均顯著提升（Nambisan, Wright & Feldman, 2019）。數位基礎設施如物聯網與雲端，其開放性依使用者與用途而異，促使企業能彈性調整產品與流程，以因應多元市場需求（Nambisan & Luo, 2021）；而數位科技的可供性則強調其與行動者目標之間的互動關係，賦予數位資產高度彈性，並使其用途可隨使用者目標變化（Kallinikos, Aaltonen, & Marton, 2013）；此外，數位技術的生成性體現在元件

可多元整合與重組，激發新的價值創造路徑，且隨平台可整合資產與數據的增加而增強（Zittrain, 2006；Yoo et al., 2010）。

隨著資訊科技（IT）發展，IT 被視為促進組織協調與彈性的關鍵工具，能降低與外部夥伴合作的成本、促進知識流動，並改變組織邊界的劃分（Brews & Tucci, 2004）。因此，數據驅動的創新活動往往涉及多組織間的技術、資料與情境知識整合，跨組織合作成為推動數位轉型與數位創新的核心（Holmström et al., 2024）。根據 Doukidis、Spinellis 與 Ebert（2020）的觀察，企業不應獨自推動數位轉型，因為其核心能力仍應聚焦於本業經營，而轉型本身涉及特定方法論與專業知識，須仰賴具備實務經驗的外部夥伴協助，以提升轉型成功率。資訊科技的進步帶動了產業組織結構的轉型，許多產業組織型態逐漸由傳統的階層式（hierarchical）結構轉向更為彈性的網路模式（Zenger & Hesterly, 1997；Hitt, 1999）。以汽車與電子產業為例，透過 IT 合作平台與供應商建立策略性合作關係（Schilling, 2000）。此外，IT 的導入也促使 IT、顧問及工程等產業更靈活地運用臨時或外包人力，以因應專案型工作的需求（Mayer & Nickerson, 2005）。

這些現象顯示，IT 不僅促進了鬆耦合組織的形成，也提升了組織的彈性與資源整合能力。Sahaym 等人（2007）指出，IT 的導入提升了組織內部以及與外部夥伴之間的協調能力，使企業更容易採用鬆散耦合的組織型態，能夠快速引進新知識與能力，靈活調整組織資源組合，進而提升彈性與應變速度。然而，這同時也意味著部分控制權會轉移至外部合作夥伴或新進團隊。此外，IT 有助於促進知識與資源的快速整合，但其對組織邊界的影響，會受到產業環境、技術變革速度以及產業複雜性等因素的共同作用（Sahaym et al., 2007）。然而，為因應數位化的快速變遷，傳統的企業必須突破既有結構限制，主動整合外部數位資源以驅動變革（Trantopoulos et al., 2017；Ustundag & Cevikcan, 2018；Warner & Wäeger, 2019）。透過與技術夥伴的策略性合作，從中獲取關鍵技術知識（Tambe, Hitt, & Brynjolfsson, 2012；Monteiro & Birkinshaw, 2017）。

在資訊科技提升組織彈性與協調能力的同時，數位轉型更深層的挑戰在於知識本身的結構與流動方式。企業不僅須引入技術，更需將外部或跨域知識轉化為可操作的能力，並嵌入營運流程之中（Srivardhana & Pawlowski, 2007；Karim et al., 2022）。此過程高度依賴模組化的設計邏輯與鬆耦合的合作方式。Grego et al.（2024）亦指出，數位能力的建構並非單一技術的堆疊，而需透過模組化、可重

構的資源組合與跨部門整合機制，提升企業在不確定環境中的應變與創新能力。在此脈絡中，鬆耦合不僅體現結構彈性，更有助於知識於部門與模組之間的流動與組合，也因此，在數位轉型脈絡下，鬆耦合不僅是組織結構的配置選擇，更是企業因應知識流動與能力建構挑戰的重要機制。Brusoni 與 Prencipe (2001) 指出，具備高度模組化與知識彈性的系統，能掌握邊界之外的技術與知識動態，並展現出更高的回應性。這樣的特性與鬆耦合系統中所強調的局部自主與動態反應能力相互呼應。延伸此觀點，Brusoni、Prencipe 與 Pavitt (2001) 以鬆耦合視角分析，企業如何在維持邊界彈性的同時，掌控系統整合所需的關鍵知識，維持整合能力與回應彈性，從而因應技術變遷與創新需求。Ravasi 與 Verona (2001) 則探討組織如何透過結構上的分散與模糊性，促進分散知識的整合與持續性創新，並指出多極性、流動性與互連性為鬆耦合組織中知識整合的關鍵條件。這類鬆耦合特徵有助於跨部門知識的交換與重組，從而提升組織在動態環境下的應變與創新能力。

模組化則是向來被視為支撐複雜系統與分工合作的重要條件，其允許技術元件的設計與生產可由具自主性的組織間協調完成 (Henderson & Clark, 1990; Baldwin & Clark, 2000; Murmann & Frenken, 2006)。在生態系脈絡中，模組化則可透過「薄弱交會點」(Thin crossing points) 的設計，促進互補元件的跨企業分工 (Schilling, 2000; Baldwin, 2007)，進一步擴大行動者在產品定義與營運上的自主性 (Jacobides et al., 2018)。在此基礎上，企業可透過數位基礎設施強化內部流程的模組化，亦能管理跨組織的知識流動，進而重塑產業中的合作結構與關係網路 (Jacobides et al., 2018)。模組化系統理論則認為，當組織面對多元且複雜的投入來源時，鬆散耦合與模組化架構能夠促進知識與資源的靈活重組，進而提升創新與調適能力 (Schilling, 2000)。此外，交易成本經濟學 (Williamson, 1985) 亦指出，組織邊界的決定在於企業對彈性與控制的權衡：當外部交易成本高時，企業傾向採用緊密耦合，而當交易成本降低，則可透過鬆散耦合，如外包、聯盟等方式，來提升彈性 (Sahaym et al., 2007)。

後續有研究進一步將鬆耦合概念應用於知識管理領域，Giudicati 與 Riccaboni (2013) 指出，知識的分散重組是企業因應突發需求與新興機會的關鍵能力，並以多層次網路分析探討個體如何在鬆耦合的知識網路中流通知識，強調多重角色性 (Multivocality) 有助於促進知識動員與跨模組知識流動，並彌補不同網路間的

結構斷裂；反之，若成員僅屬單一網路，網路雖然具有彈性，但缺乏整合與回饋機制，則易導致資訊斷鏈與回應遲緩（Giudicati & Riccaboni, 2013）。綜合來看，數位環境下的鬆耦合概念，不僅體現在結構與技術層面的合作彈性，更滲透至知識流動與模組化的操作邏輯。這樣的觀點有助於理解：在資訊能力尚未成熟、且面臨轉型壓力的傳統產業中，鬆耦合如何作為串聯跨領域知識、保持制度穩定與推動能力建構的中介機制。本研究即基於此脈絡，聚焦於「知識層次的鬆耦合」現象，探討異質知識如何在缺乏制度整合的情境下，透過模組化封裝與平台設計形成合作邏輯，作為理解數位能力建構歷程的核心視角。



第三章、研究方法

本章說明本研究所採行的方法與整體分析設計，共分為七節。首先將說明本研究所採納之質性取向與個案研究策略；第二節將延續前章文獻探討，建構本研究分析邏輯與理論架構；第三節針對架構中各構面進行觀察重點的整理與界定；第四節介紹本研究所關注之個案對象及其背景；第五章則說明資料取得來源、蒐集方式與質化處理程序，以呈現本研究的操作脈絡。

3.1 研究方法

學術研究中常見的研究方法有質性研究（Qualitative Research）與量化研究（Quantitative Research），兩者在資料蒐集技術、分析邏輯與哲學立場上各有側重。量化研究發源自實證主義的知識論傳統，強調研究應如自然科學般，以客觀、中立、可量測的方式來分析社會現象。此立場受到 Comte、Mill 與 Durkheim 學者影響，主張社會科學應效仿自然科學，將研究對象視為可被量化與控制的事物，以發展普遍適用的因果法則（Smith, 1983）。在此脈絡下，量化方法長期被視為更具科學性與說服力的研究取徑，並奠定了當代主流研究評量標準的基礎。這類研究強調以系統化的資料蒐集與統計分析工具，來驗證假設與探討變項之間的因果關係。其方法通常包括結構化問卷、封閉式問題、數據化量測與統計軟體分析，目的在於減少主觀判斷，提升研究的可比較性與重複性（Singh, 2006）。此外，量化研究能夠有效處理大量數據、建立量化指標、進行變項比較與統計推論，進而增強其在政策制定與實務應用中的說服力（Black, 1999；Balnaves & Caputi, 2001）。

相較之下，質性研究則著重於理解與探索，處理非數值資料，強調研究過程中的意義建構與參與者的主觀經驗（Barnham, 2015；Nassaji, 2020）。質性研究者關注個體如何理解與感知其所處的社會世界（Krathwohl, 1998），並與研究對象建立互動關係，以深入了解其經驗與詮釋（Creswell, 1994）。質性研究常使用訪談、觀察、筆記等進行資料蒐集，並以質性方式關注過程與脈絡，而非僅著重

於產出結果。質性研究雖時常因樣本規模較小或未進行統計檢定而被誤解為不夠嚴謹，實則在研究設計上同樣具備系統性與科學性。儘管質性研究雖採自然主義與詮釋取向，但仍包括明確的問題界定、資料蒐集、分析、解釋與評估等步驟。特別是在研究變項尚未清晰、重視脈絡與意義建構的研究情境中，質性方法更能展現其詮釋深度與實務價值（Black, 1994）。在此脈絡下，質性與量化方法的分野，不僅體現技術上的選擇，更牽涉到研究者如何定位知識、詮釋現象與建構社會實在的哲學立場。兩種研究方法比較表如表 3-1 所示：

表 3-1 質性研究與量化研究之比較

比較面向	質性研究 (Qualitative Research)	量化研究 (Quantitative Research)
研究目的	主觀性、觀察現象、探索意義	客觀性、驗證假設、預測結果
資料型態	無法量測資料，如文字、影像	數值化、可被量測資料
研究問題性質	明確假設，事前預測	開放性問題，逐步調整
問題形式	開放式問題	封閉式問題
分析方法	歸納分析、主題整理	統計分析、數據處理
資料來源	訪談、觀察、文件、小樣本	問卷、測驗、大量樣本
適用時機	用於對研究現象尚未有明確認知、或探索性質較強的議題，透過詮釋手法揭示多層次意義與背景脈絡	適用於研究變項明確、具既有理論依據的議題，強調透過標準化工具驗證假設與進行數據比較分析
研究優勢	可深入理解現象意涵，掌握主觀經驗與情境脈絡，適合探索與生成新知	可量化處理大量資料，呈現趨勢與差異，利於建立通則與比較

資料來源：本研究整理自 Lee (1992)；Castellan (2010)；Basias & Pollalis (2018)

然而，Naidoo 和 Orme（1998）指出，學術期刊長期傾向刊登量化研究成果，往往忽略質性資料在健康與社會議題中的詮釋潛力。Rogers 等人（1997）亦認為，質性研究有助於揭示人類能動性與其所處結構背景之間的連結，補足單一方法無法揭示的社會脈絡。對於如生理異常、影響深度與疾病經驗等複雜議題而言，量化方法難以全面揭示其背後的成因與意義，質性方法則能透過整體觀點出發，保留人類行為的複雜性，透過回答為什麼與如何的問題，補足量化方法無法觸及的層面（Lakshman et al., 2000；Ahmad et al., 2019）。對此，Onwuegbuzie 和 Leech（2005）與 Hammarberg 等人（2016）皆強調，研究方法的選擇應根據研究問題的性質與目的而定，無論是質性或量化方法皆具有科學價值，關鍵在於能否協助研究者有效理解與處理所探討的現象。隨著實務導向研究的興起，愈來愈多實務導向學者採取現實主義立場，主張研究者應根據研究問題的性質與目的，選擇最適切的方法，而非拘泥於質性或量化方法的既定框架。方法本身並無優劣之分，重點在於是否有助於有效理解並處理所探討的現象（Patton, 1990）。正如 Miles 和 Huberman（1994）所言，拘泥於單一理論立場，反而無法推動研究的實質進展。

3.1.1 質性研究（Qualitative Research）

質性研究（Qualitative Research）是一種重視主觀經驗的研究方法，主要用來理解感受、態度、行為與互動過程（Merriam, 2009）。相較於依賴數據與統計的量化研究，質性研究產出的是文字型資料，透過深度訪談、參與觀察與文件分析等方法蒐集資訊，並以詮釋性的方式理解現象背後的脈絡與意義（Pathak, Jena, & Kalra, 2013）。研究資料不僅來自語言紀錄，也可能包括影像、對話、社群平台內容等，這些皆可視為社會文本，透過文本解讀以掌握其所蘊含的社會意義（Ricoeur, 1981）。研究焦點通常聚集於經驗的形成條件、互動關係的過程、特定情境下的行動邏輯，較少預設變項或假設結構（Miles & Huberman, 1994）。

質性方法適合應用在理論尚未成熟或變項難以明確定義的議題上。研究場域多設定於真實環境中，研究者透過長時間觀察與參與，試圖掌握經驗的複雜性與具體脈絡（Benbasat et al., 1987）。當探討牽涉多重背景因素或跨領域議題，例如組織策略、科技採用或政策決策歷程時，質性研究亦能提供多面向的詮釋工具與理解框架，有助於釐清參與者對關鍵情境的判斷依據與脈絡意義（Goertz & Mahoney, 2012）。有研究亦指出，質性方法能有效用於開拓研究尚淺或資料不足的新興主題，有助於創新概念架構的建立與初步驗證（Themistocleous, Basias & Morabito, 2015）。此外，質性研究強調經驗的多樣性與流動性，研究者需關注參與者觀點在特定脈絡中的生成方式，而非尋求普遍化的規律解釋（Jackson, Drummond & Camara, 2007）。Creswell（1998）則指出，研究者所選擇的質性研究傳統將深刻影響研究設計，從研究問題的界定、資料蒐集與分析策略，到整體探究邏輯皆與所採傳統密切相關，顯示方法的選擇不僅是技術考量，也牽涉對現象本質的理解與詮釋取向。常見的方法包括現象學（Phenomenology）、紮根理論法（Grounded Theory）、民俗誌（Ethnography）、個案研究法（Case Study）、敘事研究法（Narrative Study）與傳記研究法（Biography），各具理論基礎與資料處理策略，適用於探索人類行為背後的意義建構與社會脈絡，同一個研究主題可以從多種質性取徑展開，每種方法皆帶出不同的詮釋視角與意義層次，如同以不同色彩描繪同一景物，呈現出各具特質的知識圖像（McCaslin & Scott, 2003）。綜合 McCaslin 和 Scott（2003）與 Creswell（2013）對質性研究的主流方法所作的整理如下：

- **現象學（Phenomenology）**：探究多位受訪者對特定經驗的共同理解，透過深度訪談蒐集其主觀經驗，從中抽取其核心意涵或本質（Moustakas, 1994）。
- **紮根理論法（Grounded Theory）**：從實地資料中發展理論，透過與受訪者進行多次訪談，結合持續比較與概念分類，建構對行動或互動過程的解釋（Strauss & Corbin, 1990）。

- **民族誌 (Ethnography)**：以長期田野觀察深入理解某群體的文化行為與意義體系，並透過參與觀察、訪談與文件紀錄描繪其日常生活樣貌 (Thomas, 1993)。
- **個案研究法 (Case Study)**：針對具體案例進行多面向資料蒐集，包括訪談、觀察、文件與影音資料，以脈絡分析深入理解其發生背景與運作邏輯 (Stake, 1995)。
- **敘事研究法 (Narrative Study)**：聚焦於個人生命歷程的故事敘說，透過訪談與文本蒐集重構特定事件的經驗意義，並依時間順序呈現其經歷與轉折，藉以理解個體如何賦予生活經驗以意義 (Riessman, 1993, 2008；Cortazzi, 1993)。
- **傳記研究法 (Biography)**：透過訪談與文件資料描繪個體生命經驗，強調其故事性與生命歷程的深度脈絡，並建構個體生命的時序性敘說 (Denzin, 1989)。

質性研究方法強調意義的建構與脈絡的理解。在多種質性取徑之中，個案研究法特別適用於探討複雜社會現象與真實脈絡中的行動邏輯，能協助研究者從多角度理解事件背後的制度環境、參與者關係與意義建構。個案研究的價值在於其能捕捉真實處境中事件的豐富性與層次感，而非建立具普遍性的推論 (Stake, 1995)。多重資料來源的交叉參照與脈絡條件的細緻分析，有助於形成具理論意涵的解釋架構 (Yin, 2009)。在處理以社會制度、組織運作與跨部門互動為核心的研究議題時，個案研究法展現出高度的解析能力與方法適切性。本研究因此採用個案研究法，聚焦於一個特定組織轉型歷程，藉由深度訪談與文件資料分析，探討其在制度變遷背景下的數位實踐與知識重構邏輯。

3.1.2 個案研究 (Case Study)

個案研究 (Case Study) 是一種質性研究方法，強調研究者在真實情境中深入探討特定個案，藉由多元資料來源（如訪談、觀察、文件與影音紀錄等）進行

全面而深入的資料蒐集與分析（Creswell, 2013）。相較於針對「多少」、「是否」的封閉式量化問題，個案研究更適用於探討「如何（how）」與「為什麼（why）」，特別是在研究者無法操控事件，且欲理解當代現象與其脈絡關係之情境中（Yin, 1994）。當研究問題與其脈絡密不可分時，個案研究能幫助研究者掌握事件的整體樣貌與其中的複雜互動關係（George & Bennett, 2005）。基於此，當研究對象與其所處情境的界線模糊時，個案研究能提供深入脈絡分析的可能性，也為後續的理論建構與策略推演奠定基礎（Yin, 2009）。

從研究設計的角度出發，Yin（2009）將個案研究依研究目的與分析層次分為三類：描述性個案研究（Descriptive Case Study）著重於具體情境的細緻描繪；探索性個案研究（Exploratory Case Study）用以釐清問題範疇與生成研究假設，常作為後續研究的前導；說明性個案研究（Explanatory Case Study）則關注因果邏輯與機制運作，適用於驗證理論或解釋變異來源。儘管三者定位不同，皆強調脈絡敏感性與多樣資料的整合應用。Stake（1995）認為，個案研究本質上是一種研究設計邏輯，強調的是對具明確時空邊界的個案（bounded system）進行深入探究，而非拘泥於單一研究技術或方法。使用個案研究的關鍵，在於聚焦研究對象，而不在於方法的分類（Flyvbjerg, 2011）。基於此，個案研究的價值不僅在於分析特定個案的表面現象，而是透過個案來辨識出相關脈絡與制度運作的方式，進而達成對整體機制的理解（Cousin, 2005）。

即便資料來源可依研究目的採取多元策略，個案研究的核心仍在於理解個體如何在特定脈絡中建構經驗與意義，研究重點應圍繞個案本身的探索過程，而非技術方法的劃分（Starman, 2013）。正確界定研究中的「個案」與「研究對象」是個案研究的重要基礎。若僅確定欲分析的個案主體，卻未建構相對應的分析架構，將可能導致研究結果流於片段描述，缺乏整體詮釋與脈絡意義（Thomas, 2011）。在個案選擇上，Messec（1998）主張應回應研究問題的性質，優先考量其對特定情境的解釋潛力。有些個案可能因其極端性、特殊性或潛藏複雜互動而更具啟發性，也有觀點主張，透過具代表性或典型的個案，更有可能觀察到理論

未曾揭示的深層機制與新假設（Yin, 2009）。無論選擇策略為何，關鍵在於個案與研究目的之間的理論關聯是否清晰，並能提供足夠的脈絡資料以支撐分析。由於個案數量的多寡與配置方式不同，個案研究又可區分為單一個案（Single Case study）與多重個案（Multiple Case study）兩種類型（Creswell, 2013）。單一個案研究強調對特定現象的深度探索，特別適合應用於具有代表性、極端性或揭露性質的個案（Yin, 2003），透過一個明確案例呈現理論機制的運作，進而增強論述的說服力與概念清晰度（Siggelkow, 2007）。相較之下，多重個案研究則涵蓋多個彼此獨立的個案，除可分析個案內部邏輯，也能進行跨個案比較，揭示不同情境下的共通性與變異性（Stake, 1995；Yin, 2003；Baxter & Jack, 2008）。不論採單一或多重設計，個案研究的價值皆不在於樣本數的多寡，而在於研究者是否能夠掌握個案所處的脈絡，並提出具有解釋力的分析視角（Dyer & Wilkins, 1991）。

個案研究強調從具體情境中理解現象的生成機制與脈絡意涵，因此其研究流程也需具備高度的系統性與脈絡敏感性。Stake（1995）與 Yin（2009）分別指出，個案研究大致可劃分為五個階段：問題界定與個案選擇、研究設計、資料蒐集、資料分析，以及詮釋與報告。透過這樣的程序，研究者得以逐步建構理論關聯，並確保分析過程與個案脈絡之間的連結性與信度。

3.2 研究架構

本研究聚焦於傳統工程產業在面對數位化壓力與市場需求變遷時，如何在未改動原有工程主體邏輯的前提下，逐步發展資訊能力並產出智慧應用服務。研究關注的核心問題在於：一個非資訊導向的工程型企業，如何在維持知識結構獨立的前提下，透過鬆耦合的模式吸收外部知識，並持續調整其知識架構與行動策略，以實現數位能力建構與應用擴展。為探究上述轉型歷程，本研究以實踐歷程的視角出發，觀察組織如何因應環境挑戰持續調整其知識架構與行動策略，並引入吸收理能力作為主要分析視角，依序探討企業在轉型歷程中，如何辨識外部變

化、取得相關知識、整合內外知識基礎、建構跨域邏輯，最終應用於具體場域與商業行動，並形塑新的能力結構與組織產出。此外，鑑於研究個案中，資訊團隊與工程部門在知識結構、語言節奏與流程邏輯上並未整合，本研究輔以鬆耦合概念作為輔助理論視角，剖析資訊知識與工程知識如何在未整合的情境下，仍能維持合作與共構邏輯，發展出模組化的解決方案與可擴展的數位能力。

整體研究架構如圖 3-1 所示，研究架構將從環境驅動出發，聚焦組織在實踐歷程中如何展開知識吸收，最終延伸至智慧應用成果與組織能力變化的觀察，建構一套能揭示非資訊導向組織如何建構數位能力並產出應用價值的理論框架。

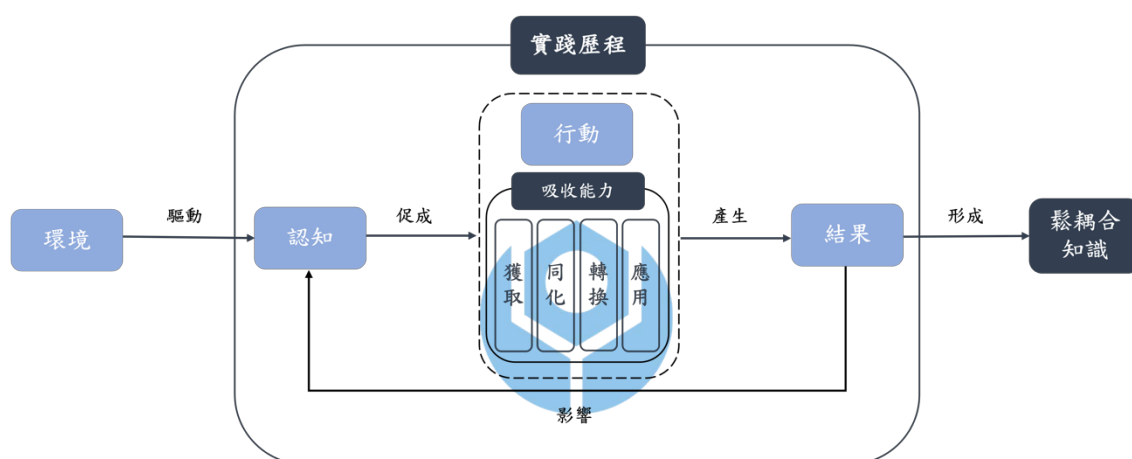


圖 3-1 研究架構圖

資料來源：本研究整理

環境 是指組織所面對的外部條件，包含技術變革、政策方向、客戶需求與產業競爭格局等因素。這些環境因素會影響組織的策略判斷與行動方向。當外部環境變動頻繁，組織需要具備辨識趨勢與行動調整能力，以回應挑戰與機會。

實踐歷程 (Enactment) 是指組織面對外部變化與不確定性時，透過實際行動來釐清問題、探索局勢並建構回應方向的過程。Weick (1979) 指出，認知與行動並非線性，而是交織於持續調整的回饋機制之中。組織往往在資訊上不完備時先行行動，並藉由行動結果修正其判斷與策略，逐步形塑應對方向。實踐歷程不僅發生於組織內部，也與外部情境持續互動，行動本身往往受到環境刺激與限

制的共同塑造 (Danneels, 2003)。這樣的動態機制有助於組織在模糊或變動的情境中，逐步建立因應策略與能力轉化的基礎，並支撐後續的創新實踐。

吸收能力 (Absorptive Capacity) 是指企業獲取、理解、轉化並應用外部知識，以強化其行動能力與創新基礎 (Zahra & George, 2002)。此能力歷經四個階段，包括知識的獲取 (acquisition)、同化 (assimilation)、轉換 (transformation) 與應用 (exploitation)，可協助企業將外部知識內化為具體資源與行動邏輯。吸收能力亦涉及外部合作對象之選擇與互補性知識的整合，企業與合作夥伴的經驗互動有助於提升辨識與轉化效率 (Pennings & Harianto, 1992)，並強化其在動態環境中的應變能力與資源整合效益。

知識鬆耦合 是指不同專業知識群體在維持語言與判斷邏輯獨立的前提下，透過模組化或平台化的方式形成合作關係，以支撐跨領域的整合與行動 (Weick, 1976; Orton & Weick, 1990)。此種機制可提升組織在面對異質知識時的彈性與調適能力 (Brusoni & Prencipe, 2001; Schilling, 2000)，亦有助於支援多場域系統的串接與應用 (Sahaym et al., 2007)。

3.3 研究觀察重點

本研究以傳統工程企業的數位轉型歷程為對象，觀察其在不同階段吸收知識並回應環境變化的行動過程。研究參考 Zahra 與 George (2002) 提出之知識吸收能力理論，設計「獲取、同化、轉換、應用」等觀察構面，並輔以「環境脈絡」之補充，以呈現組織知識吸收行為如何受到外部挑戰與機會的共同驅動。為具體揭示知識吸收在組織中的實務落點，本文亦觀察各階段知識實踐對應的行動成果，評估其對營運架構、技術系統與服務邏輯所產生的變化與回饋，進一步釐清吸收歷程與數位能力建構之間的關聯動態。綜合上述，研究透過細緻梳理知識吸收歷程中的實作經驗與跨域互動，分析組織如何透過外部知識的獲取與內部化歷程，逐步形塑出跨場域應用能力與數位服務模式，並最終發展具差異化競爭優勢

的智慧解決方案。為清楚釐定本研究之能力建構觀察重點，本文將各構面之觀察焦點彙整如表 3-2 所示。

表 3-2 能力建構研究觀察重點

理論構面			觀察重點
環境			觀察組織所處外部環境中的挑戰與技術變遷，理解其因素如何影響組織發展需求？
實踐歷程	認知		觀察組織在外部環境變化下，如何逐步辨識市場需求與應用機會，調整行動策略？
	行動	獲取	觀察組織如何識別，並取得外部有價值的知識、技術或資源，補強內部能力缺口？
		同化	觀察組織如何將新知識對應於既有流程與結構，並透過學習，提升強化知識理解與內部運用條件？
		轉換	觀察組織如何將新知識與原有知識進行重組與再詮釋，轉化為支援創新與應用的知識基礎？
		應用	觀察組織如何將知識實際運用於流程優化、產品開發或服務創新，推動知識價值實現，並強化組織競爭優勢？
	結果		觀察組織如何透過知識吸收歷程，產出具體成果，並逐步累積具備持續發展性的數位能力？

資料來源：本研究整理

除了以上所述之能力建構觀察外，為深化本研究對組織內部合作關係之理解，本文亦延伸觀察數位轉型歷程中資訊與工程知識互動的結構樣態，探討知識主體、角色定位與互動模式如何形構成特定的鬆耦合樣態，並作為傳統工程企業推動數位轉型過程中可兼顧彈性與穩定的組織參照。本研究所關注的鬆耦合現

象，並非僅限於部門結構或權責分工的制度層面，而是從知識運作邏輯出發，聚焦於資訊與工程兩類專業知識在角色定位、互動機制與應用脈絡中的相互依賴與邏輯分離。此種知識視角下的鬆耦合觀察，有助於理解在不變動原有專業結構的前提下，組織如何從透過知識層次的鬆耦合，平衡知識獨立性與應用整合需求，建構具備高度適配性與彈性的跨域合作模式。為此，研究設計三個觀察面向，將從知識主體「知識互動形式」與「鬆耦合特徵」，對應各階段實踐歷程，釐清兩種知識體系的主導性、互動模式與結構邏輯，以掌握鬆耦合作為數位轉型合作策略之可行性與限制，觀察重點如表 3-3 所示。

表 3-3 知識鬆耦合研究觀察重點

構面	觀察重點		
知識主體	觀察組織內部知識主體性與角色轉變，知識主體如何影響應用邏輯設計與能力建構？	資訊知識	觀察資訊知識如何形成、發展與參與知識結構，如何影響應用邏輯設計與能力建構？
		工程知識	觀察工程知識在組織中的運作方式，如何參與知識結構與應用相關行動？
知識互動形式	觀察兩者知識之間的互動模式，雙方知識結構如何連結？知識流動的方向性與主導性如何表現？		
鬆耦合特徵	觀察知識結構間的鬆耦合現象，理解知識獨立性、語言差異與邏輯區隔如何影響系統彈性、異質知識整合與應用拓展？		

資料來源：本研究整理

3.4 研究對象

本研究以傳典股份有限公司為主要研究個案，旨在探討傳統工程企業缺乏內部資訊能力的情況下，如何於外部競爭壓力與數位轉型趨勢的驅動下，以知識吸

收來強化內部核心能力，並採低摩擦的鬆耦合模式，並藉由不改動原有制度架構的前提下，逐步推動數位轉型、擴張原有能力，實現快速應變與跨域轉型的可能性。本研究資料分析同步搭配研究架構進行，聚焦於其因應環境變化過程中，所展現的知識吸收歷程與鬆耦合互動機制，並結合研究架構對其分階段行動與成果進行分析與歸納，特別觀察組織如何在不同轉型階段中，因應外部壓力與內部條件變化，建構與應用跨域知識，形塑數位能力與知識互動樣態。

研究期間共進行三場深度訪談，受訪對象為該公司執行長與技術長，兩位皆為數位轉型策略之規劃者與轉型行動的主責角色。訪談前均已徵得受訪者授權與同意，過程中同步採用錄音與文字方式完整紀錄訪談內容，並於會後多次校對與比對，確保內容之準確性與真實性。受訪對象如表 3-4 所示：

表 3-4 受訪對象表

個案公司	個案受訪者	日期
傳典	陳正倫 執行長	2025 年 04 月 02 日
	陳正倫 執行長	2025 年 04 月 09 日
	徐劭昀 技術長	
	陳正倫 執行長	2025 年 06 月 27 日

資料來源：本研究整理

3.5 資料蒐集與分析

3.5.1 資料蒐集

在質性研究取徑下，資料蒐集不僅是獲取資訊的手段，更是研究者進入脈絡、建構理解、並掌握受訪者行動邏輯與語意架構的重要過程（Creswell, 1998）。相較於量化研究強調可驗證性與樣本規模，質性研究更關注現象背後的深層意涵與其所處環境的複雜條件，因而需依據研究問題與場域特性選擇適切的資料蒐集策略（Patton, 2002）。個案研究即是一種特別強調情境性與深度理解的研究設計，其優勢在於能整合不同來源與形式的資料，以掌握事件發展脈絡與多

元觀點，進一步釐清動態變化與實務邏輯（Cooper & Schindler, 2006）。相較於其他研究方法，個案研究能從特定情境中挖掘現象與行動背後的邏輯機制，特別適用於探索新興議題或制度尚未成形的研究對象。

Eisenhardt (1989) 指出，單一個案研究的設計應聚焦於特定研究單元與其所處脈絡之間的互動，並系統性蒐集該情境下發生的各類變化，從而建構對於現象的深層理解與理論洞察。研究者應透過理論架構指引資料蒐集與分析過程，並兼顧動態脈絡中的變異，確保所建構之理論能回應實務情境中的複雜性與演化性。為提升資料的信度與詮釋效力，Yin (1994, 2018) 主張個案研究在資料蒐集階段應建構出具備邏輯一致性與可驗證性的基礎架構，包含三項關鍵原則：（1）使用多種資料來源，例如訪談記錄、觀察筆記與文件資料等異質資料，可彼此交叉印證以強化論述說服力；（2）發展證據鏈，即研究問題、資料取得與最終結論三者之間需保有明確且可追溯的邏輯連結，使論述不僅具備深度，也可於資料基礎上重構分析歷程（Gibbert et al., 2008）；（3）建立個案研究資料庫，使研究歷程中的關鍵資訊得以留存與查證，亦利於後續研究延伸與再現。亦可視為回應 Eisenhardt (1989) 對單一個案研究在外部效度與邏輯完整性方面的質疑。透過多元資料整合與系統化紀錄，研究者得以補強單一樣本的推論基礎，並在資料深度與邏輯一致性之間取得平衡，使個案研究在探索動態現象時，亦能維持分析的嚴謹性與理論價值。訪談為質性個案研究中最常見的資料來源之一，依據其結構化程度的不同，訪談可區分為三種類型，各自對應不同研究目的與分析需求：

- **結構式訪談 (Structured Interview)**：具高度標準化特性，研究者於訪談前已預設具體問題與固定順序，受訪者需依設計流程逐題回答，不能隨意更動。結構化設計提高了資料一致性與可比性，然而也可能壓縮受訪者的表達空間，不利於捕捉語境脈絡與深層意涵（Bryman, 2012）。
- **非結構式訪談 (Unstructured Interview)**：靈活性較高，研究者不預設具體問題，而是根據主題方向引導受訪者自由敘述個人經驗與觀點。其優勢在於由受訪者自由表達其經驗與觀點，能充分發掘受訪者主觀詮釋，適用

於議題尚未明確、或初探未知領域的情境。惟因其缺乏一致性與可比較性，資料分析與比較上需特別謹慎處理（Fontana & Frey, 2005）。

- **半結構式訪談（Semi-structured Interview）**：介於結構式與非結構式之間，具備引導性與開放性兼具的特點，研究者會依據理論事先擬定主題與訪談大綱，並於實際訪談中保留調整問題順序與深度追問的彈性。透過靈活回應受訪內容，能在確保資料焦點與系統性的同時，兼顧語境脈絡的捕捉與觀點延伸的可能性，特別適用於處理議題多面向、內容動態變動或意涵層次較高的質性研究情境（Kvale & Brinkmann, 2009）。

基於上述特性，半結構式訪談適合應用於質性研究中對多元觀點與語境脈絡的探索，能兼顧資料的系統性與詮釋深度（Kvale & Brinkmann, 2009；Creswell, 1998）。本研究即採用半結構式深度訪談作為主要的一手資料來源，並於訪談前根據理論構面設計核心提問方向，在實際訪談過程中則保留即時追問與調整順序的彈性，以蒐集具備邏輯脈絡與詮釋價值的敘述資料。所有訪談內容皆同步以錄音、筆記方式進行紀錄，後續透過逐字轉錄與內容校對，並依據理論構面進行主題分類與資料整理，以確保資料處理具備一致性、準確性與完整性。除訪談資料外，亦輔以多樣化的二手資料進行交叉佐證，包含公司官網、公司內部簡報與公開報導、新聞文章與業界觀察分析等，作為補足訪談不足與延伸理解背景脈絡之依據。本研究資料蒐集架構如下表 3-5：

表 3-5 資料蒐集架構表

資料來源	個案公司	相關數據統計
公司訪談	傳典	<ul style="list-style-type: none">● 受訪者 2 位● 訪談時間 168 分鐘
	<ul style="list-style-type: none">● 4 人次半結構化訪談，共 2 位受訪者● 平均時長 168 分鐘● 總字數 100,194 字	

二手資料	網路文章、公司簡報
------	-----------

資料來源：本研究整理

3.5.2 資料分析

紮根理論（Grounded Theory）自 Barney Glaser 與 Anselm Strauss（1967）提出以來，已成為質性研究中具代表性的資料分析策略。其核心理念強調研究者應從實際資料出發，在不預設理論前提的情況下，透過系統性的比較與編碼過程，逐步發展能夠解釋社會行動或現象的理論架構。相較於傳統驗證式研究，紮根理論更重視理論與資料之間的互動，主張理論應由資料中發現而非驗證。Glaser（1978）強調，理論應從資料中自然生成，而非由預設架構導引而來。為此，研究者需在資料分析過程中持續培養理論敏感度，從片段資料中辨識出潛藏的意涵與概念，並透過持續比較的方式建構理論解釋。Hammersley（1989）指出，紮根理論透過由資料出發的概念建構與形式化的操作流程，為質性研究提供一套具系統性與可行性的分析方法。儘管其結構化特徵引發對詮釋彈性的討論，仍被視為重要的質性實踐典範之一。另一方面，Charmaz（2006）則對傳統紮根理論的客觀主義立場提出修正，發展出建構式紮根理論（Constructivist Grounded Theory），主張資料並非單純被研究者發現，而是在與參與者的互動過程中共構而成。強調研究者的主觀位置與詮釋歷程本身即是理論建構的一部分，使紮根理論更能納入脈絡、權力與知識位置的反思，擴展其應用彈性。

在延續早期紮根理論由資料中發現理論的精神下，Strauss 與 Corbin（1990）進一步發展出一套更具操作性與邏輯性的分析架構，旨在協助研究者從實務資料中有系統地建構概念與理論。強調理論應逐步從資料中浮現，而非預設驗證；為此，資料分析需兼具開放性與科學性，既能忠實保留受訪語境，又能提煉出具邏輯一致性的解釋架構。因此，其編碼流程被劃分為三個連續階段（Strauss & Corbin, 1990；Strauss & Corbin, 1998）：開放性編碼（Open Coding）、主軸編碼（Axial Coding）與選擇性編碼（Selective Coding）：

- **開放性編碼 (Open Coding)**：為資料分析的起點，研究者需將資料切分為片段，透過詞語、句子或段落進行初步標示，辨識資料中潛藏的概念、行動或關係。此過程強調對現象的開放性理解，不預設分類標準，而是讓資料本身的語義逐步浮現。
- **主軸編碼 (Axial Coding)**：研究者將在初步編碼的基礎上，嘗試建構概念間的邏輯連結，聚焦於核心類別與其背景條件、行動策略與結果之間的關係。此階段有助於從片段的資料中抽織出結構化的分析脈絡，使分析由描述邁向解釋。
- **選擇性編碼 (Selective Coding)**：最後，研究者需從資料中整合出一個核心範疇 (core category)，並將其與其他次類別進行整合，以建構出一套能回應研究問題的初步理論模型。此階段強調概念統整與理論一致性，是整體分析過程的收束環節。

本研究依循前述理論脈絡與編碼邏輯，選擇以開放性編碼作為實際資料分析的核心工具，聚焦於逐字稿中所呈現的語意線索與行動脈絡，拆解受訪內容並標示關鍵概念，以回應紮根理論強調由資料中建構理論的基本取向。在此基礎上，透過系統性的編碼與語義整理，釐清傳統工程企業在維持原有運作邏輯基礎下，如何透過外部知識吸收與內部邏輯轉化，推動數位能力建構與跨域應用的知識行動歷程。分析過程中亦不斷回顧原始紀錄與補充資料，強化對內容理解的準確性，以強化本研究在詮釋受訪內容與進行理論推演時的可靠性。

第四章、個案描述

本章旨在說明機電工程於營建產業中的定位與轉型挑戰，並透過傳統工程公司的產業背景介紹，奠定理解數位轉型脈絡的基礎。首先，說明 MEP 工程的定義、產業特性與面臨的困境；後續則介紹傳典工程公司的發展歷程與核心業務，作為後續探討其數位能力建構與轉型動因的背景鋪陳。

4.1 機電工程（MEP Engineering）

4.1.1 機電工程的定義與產業背景

營建工程業泛指以設計與施工為核心，支撐空間建構與基礎設施建設的技術型產業，包含土木工程、建築工程及專門營造三大類別。其中，專門營造涵蓋機電、管道與建物設備安裝業（中華民國統計資訊網，2021）。美國 NAICS 2022 亦將機電工程歸於專業營造類別，與土木與建築工程密切合作（U.S. Census Bureau, 2022），與台灣分類一致，顯示跨專業整合的重要性。對應於國際間強調建築生命週期的整合觀點，常以 AEEO（Architecture, Engineering, Construction, and Operation）架構作為統整依據，涵蓋設計、施工至營運維護全階段的整合型產業架構。在此背景下，營建工程業在支援製造業基礎設施建置中扮演關鍵角色，其中機電工程（Mechanical, Electrical, and Plumbing Engineering, MEP）因系統高度複雜，為專案交付中最具挑戰的環節之一，尤以跨領域合作影響甚鉅（Tatum & Korman, 1999；Kassim & Ismail, 2020）。

MEP 是建築物中最主要的主動系統，負責調節室內環境、分配電力、提供通訊功能、支援製程運作、供應用水與處理廢水（Barton, 1983），是高度技術整合且貫穿設計與施工階段的關鍵系統。其範疇涵蓋三大系統：機械系統，如暖通空調（HVAC）；電機系統，如照明、配電、通訊；以及給排水系統，如生活用水、污水、雨水排放（Korman & Tatum, 2001）。MEP 系統在現代建築中已成為主要的施工成本來源之一，同時也佔據建築能源消耗與營運維護費用的相當比例（Palomera-Arias & Liu, 2015）。隨著建築功能日趨多樣，機電工程的涵蓋範圍也持續擴展，涵蓋消防、防災、製程管線、控制系統與資料通訊等子系統，這些系統往往由不同的專業承包商安裝並獨立運作，使得整合協調的難度顯著提升（Korman & Tatum, 2012）。實務上，機電工程常因多專業分工設計、協調延後、資訊斷裂等因素，導致系統整合困難，施工過程中常出現衝突與返工

(Korman & Tatum, 2006)。技術與合作上的挑戰，使 MEP 工程在營建產業中佔據關鍵位置，也成為推動數位整合與智慧建築應用過程中不可忽視的核心環節。

4.1.2 機電工程面臨的困境

工程專案日益複雜，專業分工愈趨細化，整合各領域技術與知識的需求更加迫切，數位專才與顧問團隊在跨域合作與專案整合中扮演日益關鍵的角色 (Papadonikolaki et al., 2025)。另外，隨著技術持續演進與永續議題的推升，營建產業正面臨效率與環境雙重轉型的壓力。Lean 與 Green 概念被廣泛視為提升營運效率與環境效益的策略核心，尤其在 MEP 系統中的導入成為國際研究關注焦點 (El-huseyni & Liyanage, 2025)。

然而，相較於製造業，營建產業對數位與永續技術的採納速度仍偏保守，部分原因來自於對新技術及既有作業模式改變的抗拒 (Ahn et al., 2016)，使創新效益難以落實 (El-huseyni & Liyanage, 2025)。有研究指出，該產業中利害關係人因根深蒂固的傳統思維模式，以及對轉型所需成本與資源投入的顧慮，對新興技術普遍抱持抗拒態度 (Chen et al., 2024)，加上市場需求不足，亦被視為削弱技術採納誘因的重要因素 (Uusitalo et al., 2024)。儘管該研究聚焦於整體建築產業，然其所揭示之現象亦廣泛存在於以專案為導向的機電工程中。此外，傳統工程產業的數位轉型進程亦深受其產業特性所限。過去研究指出，工程產業長期受到短期專案導向、實務導向文化與業主能力落差等產業特性影響，使得新興 ICT (Information and Communication Technology) 技術難以全面落地，其理解與應用方式亦深受市場與制度環境所形塑 (Linderoth, Jacobsson & Elbanna, 2018)。

數位轉型的過程中，普遍呈現高度落差，其中中型電機、機械與工廠工程企業被視為數位轉型最為遲緩的產業類型，亦因而更易受到顛覆性技術的衝擊 (Roland Berger & BDI, 2015)。另一方面，隨著電力基礎設施老化，傳統設備維護成本攀升，且檢測方式多仰賴人工操作，已無法滿足穩定供電與風險預警的需求。現有研究指出，傳統多仰賴帳單或簡化的用能紀錄，難以提供即時且具空間細節的能耗資訊，使使用者無法感知其行為與能耗的關聯，進而限制節能參與與行為調整 (Lee et al., 2019)。為此，陸續有研究建議應導入物聯網、無人機與熱成像等數位技術，以提升監測與預警能力，成為產業轉型的重要驅動因素 (Morkovkin et al., 2020)。而對應到人力資源層面，工程教育亦朝向結合資訊科技能力的方向轉型，著重於培養能夠適應跨域整合與數位變革的工程人才

(Gaivoronskii et al., 2017; Block et al., 2021)。綜上所述，本研究提出當前機電工程目前面臨的主要挑戰可歸納為以下幾項：

- **永續壓力日益加劇：**隨著建築與製造場域逐漸關注節能減碳與智慧用能，機電系統成為能源管理與排碳控制的核心，亟需回應更高標準的效率與監測要求。
- **人力資源與資訊能力不足：**傳統機電工程以現場施工與設備安裝為主，普遍缺乏資料治理、系統整合與數位管理的人才與經驗，導致在面對智慧化需求時出現知識落差與執行斷層。
- **文化與結構創新保守：**工程產業普遍受限於專案導向、重實作輕規劃的文化，對於流程創新、技術導入與跨部門合作的接受度低，常出現抵制或拖延情況，阻礙數位轉型推進。

4.2 傳典工程

4.2.1 公司介紹

傳典工程股份有限公司（以下簡稱傳典公司）創立於2001年，為臺灣專業從事高科技電子產業、生技醫療、食品製造等領域之廠房建設與機電整合的系統統包商。公司以提供一站式工程解決方案為核心，涵蓋規劃設計、機電與無塵室工程、設備調試、系統整合、運轉維護等全流程服務，具備完整的專案管理與施作能力，深受業界信賴。秉持「專業、誠信、服務」的經營理念，致力於提供從廠房規劃、機電與空調系統設計、無塵室建造到設備調試與後續運維的全方位工程解決方案，建立可靠的客戶信任與長期合作關係。自2002年起陸續於中國、越南、印度、泰國、墨西哥與美國設立據點，持續拓展業務版圖，逐步擴大海外營運據點，建立國際化工程服務網路。

4.2.2 產品與服務

傳典集團目前核心服務可分為四大領域：

機電系統工程總承包 提供廠務建設所需之全方位系統工程，涵蓋暖通空調、消防、供電、接地與環控系統等，從需求整合、設計建議到現場施工與系統調試皆由專業團隊統籌執行，確保項目按期如質完成。

無塵室工程建設 針對高潔淨度需求產業，如半導體、生技醫藥等，提供無塵室整體解決方案。服務內容涵蓋空氣微粒濃度控制、溫濕度與氣流管理、噪音與

震動抑制，並依據美國標準進行規劃與驗收。公司具備整合空調、機電、製程與中央監控系統等多元能力，協助企業建構高規格製造環境。

商業空間與內裝設計 承接多項連鎖品牌、辦公空間與商業設施裝修工程，並強調技術與美學融合的設計理念。團隊設計師擅長結合科技與藝術語彙，打造具人文感受與功能性的現代空間。

智慧解決方案 因應製造業智慧轉型與節能減碳需求，傳典集團近年建構一套涵蓋 AI 平台、決策支援與雲端基礎設施的整合型智慧解決方案，主要包含兩大應用：

(一) **智慧廠務與能源治理模組群**，整合 AI 平台與決策支援系統，支援多廠區節能維運與碳排管理，包含：

- **AI 模型自動部署平台** 具備資料擷取、模型建構、推論部署與自動化維運功能，可支援多場域、多模組應用，並透過 API 實現彈性串接與快速迭代。
- **智慧廠務決策管理系統** 整合能源監控、空調負載最佳化、設備異常預警與碳排足跡追蹤等功能，提升運維效率與節能成效。
- **碳流與能源戰情室** 提供可視化能源與碳排分析儀表板，支援廠區與園區級的能源整合、碳盤查與異常預警管理。
- **雲端部署彈性規劃** 建構於傳典自有資料中心基礎，支援模型部署、多場域資料彙整與多租戶管理，為智慧應用提供穩定的運算與資料服務。

(二) **智慧交通與城市場域應用**在智慧廠務基礎上，傳典亦延伸 AI 平台應用至交通與城市管理場景：

- **智慧交通與城市解決方案** 針對交通動態監控、能耗管理與城市級碳排視覺化需求，導入模組化架構與平台部署經驗，實現跨場域整合與策略輸出能力。

4.2.3 市場布局

傳典集團自 2000 年代初便著眼於華人製造重鎮的服務據點佈局，先後於中國華東、華北與華南區域設立分公司，服務對象涵蓋多家在地設廠的台商與外資科技企業。面對高科技產業快速擴張，公司採取「貼近客戶、技術落地」策略，提供從無塵室到機電統包的一站式建廠服務，奠定其在華人製造重鎮的基礎據點與

工程信譽。2010 年代起，全球製造供應鏈出現東移趨勢，傳典順勢拓點至越南、印度與泰國等新興設廠熱區，並依據當地法規與作業流程建立在地服務團隊，協助客戶降低建廠時程與跨文化溝通風險。公司特別強化海外場域的工程管理、專案協調與標準作業制度，使其在面對技術人力缺乏或工地合作困境時，能快速介接支援並維持專案品質，成為五哥體系企業海外建廠的關鍵支援夥伴。

隨著近年全球客戶對智慧廠務、節能減碳與資料治理需求升高，傳典逐步從工程統包商轉型為智慧解決方案提供者。以自建資料中心為基礎，建構涵蓋 AI 建模、能源控管與碳排管理的模組化平台，並支援地端部署與雲端訂閱架構，強化跨場域資料整合與推論應用。核心產品包含「智慧廠務決策系統」、「碳流與能源戰情室」，已協助多廠區實現節能運維與碳排可視化管理，並進一步延伸至交通與城市場域，開發動態監控、能耗管理與碳盤查等智慧模組，提供策略輸出與整合部署能力。相關解決方案可依不同產業與區域特性彈性導入，涵蓋顧問、建置與維運服務，目前已獲多家政府單位與大型製造企業採用，展現其在先進製造與城市級應用中的差異化競爭優勢。

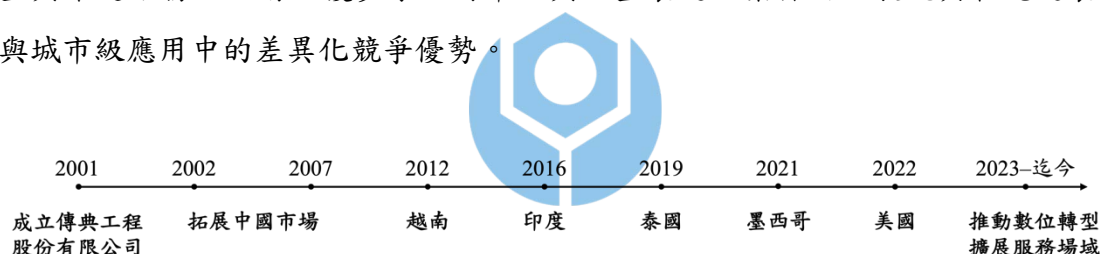


圖 4-1 傳典工程公司發展時間軸

資料來源：本研究整理自 傳典工程官網與簡報資料


第五章、個案分析

5.1 第一階段：初期數位轉型（基礎資訊能力建構）

5.1.1 環境

成本驅動競爭模式的挑戰與局限

在傳統工程導向產業中，競爭優勢主要建立於成本控制與工程經驗累積。然而，隨著市場環境劇烈變動，此類營運模式逐漸無法支撐企業的持續發展。對傳統機電統包廠商而言，最直接的挑戰來自於長期削價競爭的壓力——為取得標案，公司須不斷下修報價，以低毛利率承接專案；但在缺乏系統化管理工具支撐的情況下，往往難以有效控制成本風險，導致經營壓力持續升高。同時，市場對智慧化服務的期待亦不斷提高。特別是跨國製造業客戶逐步要求工程承攬方提供如節能分析、即時監控與資料回傳等附加功能，使得傳統僅提供施工服務的模式難以滿足整體需求。若無法提供具備差異化與整合能力的數位解決方案，企業便容易在競爭中失去利基。



「像機水電來講，不管是在海外還是當地或是臺灣這邊，其實競爭會激烈的原因是因為你真的都是削價競爭，你只能把成本控制得很低，當你達到業主要求的項目，又能夠在成本與數量上做一些比較精準的細算，那利潤就會跑出來。這個成功模式背後很大的危機，就是別人要不要跟你削價競爭？別的工程公司要不要到當地搶這些電子五哥的生意？」（執行長，2025 年訪談資料）

製造業勞動力短缺與智慧製造需求上升

近年，全球與臺灣製造業皆面臨日益嚴峻的人力短缺與生產彈性挑戰。隨著產線流程日趨複雜、產品規格高度客製化，企業一方面難以招募熟練工程人力，另一方面也極需透過智慧製造技術來提升產能調度與品質穩定性。跨國據點管理也反映出相同壓力，部分地區如印度與墨西哥更長期面臨熟練技術工人不足與高流動率問題，加深了營運穩定的風險。此外，物聯網、感測裝置與資料回傳技術的快速成熟，也促使客戶對於工程服務中的數據整合與能效管理提出更高要求。智慧製造已不再是選項，而是企業應對人力與產線複雜性的必要手段。

「現在客戶會問：你有沒有節能分析？我怎麼看得到我的空調系統、我的配電系統...？有沒有機會更省電？很多客戶現在會問這

些東西，其實由來大概就是這樣...很多廠房只懂傳統的機電，連監控系統都是壞的，設備壞了才知道，根本沒辦法提早告警，這些都顯示智慧廠務的即時性與必要性。」（執行長，2025 年訪談資料）

「印度的工程人員或者說這種技術人員，在地是不足的，成熟的工人也不夠...要落實建廠過程都遇到很多困難。」（執行長，2025 年訪談資料）

AI 趨勢加劇轉型壓力

2023 年起，生成式 AI 與智慧應用快速普及，不僅改變終端產品形態，也重塑企業服務的標準與客戶期待。特別是在高科技製造業中，企業開始重視資料可視化、能源調度最佳化與預測性維護等智慧應用的實施，並將其視為合作廠商的基本門檻之一。媒體與產業領袖的關注亦強化了這股數位浪潮。例如，NVIDIA 執行長黃仁勳頻繁來台，引發企業對 AI 與雲端應用的高度關注，使數位轉型成為製造業不得不回應的主流趨勢。在多重外部壓力交織下，傳典逐漸意識到傳統管理模式與營運邏輯的侷限性，開始思索是否應轉向更具整合力與調適性的數位策略。

「其實應該也是跟黃仁勳有很大的關係，他在這一年多不是頻繁來臺灣，其實很多客戶就開始必須要跟上科技風潮...2023 年是一個很關鍵的一年，AI 整個風行起來，你現在建廠你不懂智慧應用，客戶可能會不選你。」（執行長，2025 年訪談資料）

上述市場、技術與勞動結構的快速變動，不僅對傳統營運模式帶來挑戰，也逐步激發組織對資訊能力落差的自覺，成為後續轉型認知的啟動契機。

5.1.2 認知

數位能力缺口與數位轉型需求

傳統產業面對環境不確定性與數位浪潮時，往往難以在初期即形成完備策略，更多時候是透過行動中的嘗試與回饋，逐步建構對轉型需求的認知。如 Weick（1979）指出，行動者在語意尚未清晰的情境中，會透過實踐擷取線索，並在行動循環中調整對環境的理解。傳典亦是在持續營運挑戰與外部變化中，逐步覺察自身在資訊能力上的不足。過去公司主要依靠人力調度與經驗累積支撐營

運，對資訊科技的投入相對薄弱。董事長逐漸意識到，僅靠成本優勢難以維持競爭力，且缺乏數位管理工具，將限制企業發展。

「傳典過去連 ERP 系統都沒有... 董事長 20 多年來都是搞這些傳統技術... 他確實也知道必須往前走，因為 AI 的時代速度很快。」
(執行長，2025 年訪談資料)

特別是在印度、墨西哥等海外據點，傳典普遍面臨勞工素質不一、高流動率與管理不穩等問題，嚴重影響營運穩定與合作效率。印度管理人員汰換頻繁，墨西哥雖有近三百名員工，但管理層幾乎全由公司自行培養，當地知識難以有效落地。這些問題並非單一市場特例，而是多個據點普遍存在，反映出企業缺乏足夠的數位工具與管理系統，已無法單靠經驗導向與人力調度模式，支撐跨國營運的穩定性與效率。

「傳典在八個國家有十五個分點，全球有七百多名員工，墨西哥快三百人，印度也有一百多人，當地工頭幾乎全部都是我們自己人養起來的。」 (執行長，2025 年訪談資料)

「像印度、墨西哥其實是很嚴重的管理問題... 其實很辛苦地活下來。當地的管理人員也一直在汰換，財務人員或行政人員經常在替換... 當地管理確實比較辛苦。」 (執行長，2025 年訪談資料)

「印度的工程人員或者說這種技術人員，其實在地是不足的，然後當然文化的差異也很大，所以變成我們公司幫助這些廠在當地，要落實建廠過程都遇到很多困難，因為技術人員不足、成熟的工人也不夠，... 那這個過程裡面就發現說這些知識其實是要說要落地生根難度很高... 。」 (技術長，2025 年訪談資料)

外部競爭壓力持續升高，削價競爭雖曾帶來訂單，但隨著市場利潤壓縮、競爭者增多，企業逐漸陷入價格戰惡性循環。Weick (1988) 指出，危機來自行動者對環境變化的詮釋。董事長正是在市場變動與 AI 浪潮的衝擊下，逐步意識到若不改變營運模式，公司將難以因應未來挑戰。同時，智慧科技快速發展，客戶對即時監控、能源管理與預警功能需求提升，傳統施工能力與營運模式已難滿足市場期待，缺乏差異化能力與數位整合工具，削弱了企業對環境變化的適應力。然而，工程與資訊領域的專業落差，讓企業難以單靠內部力量培養數位能力。為加

快轉型，董事長選擇尋找專業團隊，直接取得必要科技資源，縮短時間與成本投入。在內外部壓力推動下，傳典開始探索新的經營模式，尋求擺脫價格競爭，透過數位化與智慧應用建立差異化優勢。正如 Pelletier 與 Raymond（2020）所說，企業在轉型初期難以擘劃明確策略，需仰賴探索性實踐與外部資源回應環境變化。傳典引進資訊團隊，正是缺乏內部基礎下，透過實踐行動開啟轉型的具體展現。

「董事長也被問到很多次，所以他才在思考他到底要不要做轉型。光做純機水電其實是很辛苦，就是拚價格，然後精準控制成本。它其實沒有別的成功之道，但這樣的成功之道其實聽起來很容易被取代。」（執行長，2025 年訪談資料）

「現在是 AI 的世代，整個產品線的結構會越來越複雜，我覺得 2023 年是一個很關鍵的一年，但這個需求會快速的帶動，所以造成董事長說他的腳步要加快，真的要趕快找到團隊。客戶的需求、胃口越來越大，董事長有在思考說，公司發展到這個階段是要繼續擴張？還是就收了？...因為他沒有接班人，所以有跟公司幾個老臣在 2022 年討論這件事情。後來決定說收掉很可惜，還是應該繼續往下走。他知道公司必須轉型，不然就會一直拚價格，這樣走不下去。」（執行長，2025 年訪談資料）

5.1.3 獲取

外部資訊知識引入與轉型開端

認知到資訊能力缺口與外部競爭壓力後，董事長判斷，僅靠內部資源難以回應日益複雜的營運挑戰，因而轉向尋求外部專業知識。根據 Zahra 與 George（2002），知識獲取是企業辨識並取得外部知識的關鍵能力，對數位轉型至關重要。傳典長期缺乏資訊人員，早年 ERP 導入屢次失敗，反映出組織缺乏理解工程產業特性的資訊人才，無法有效整合系統與流程。

「國內知名的品牌（ERP）全部都用過了，但是都沒有成功，所以董事長希望資訊團隊進來幫他解決這件事。」（執行長，2025 年訪談資料）

「其實傳典過去幾乎可以說是沒有資訊人員，只有 umis，但是他的專業技術以我們的角度來看，不能算很高。所以他們的導入

其實是確實是很困難的事，完全靠外面的顧問，但是外面顧問可能沒有那麼了解工程的型態。」（執行長，2025 年訪談資料）

為突破工程與資訊的專業落差，董事長積極尋找具備資訊科技專長的外部團隊。2023 年，傳典最終選擇了一支具備雲端運算與資訊安全背景的資訊團隊，由執行長帶領進入組織。由執行長領導進入組織。該團隊熟悉 IaaS、PaaS、SaaS 等整體資通訊架構，不僅回應當前需求，也為未來業務模式帶來更多元化與可延伸發展潛力。資訊團隊的加入，象徵知識的正式引入，為傳典內部優化與後續智慧化轉型奠定基礎。在缺乏先備資訊基礎下，傳典轉向仰賴具備先進技術知識的外部團隊，作為知識引入與能力建構起點的橋梁。

「其實在 2023 年，我跟董事長談過很多次，他當時到處在找團隊，他想要帶他的集團做轉型。我們團隊是做雲端運算跟資訊安全起家的。」（執行長，2025 年訪談資料）

「因為董事長其實談過很多組，但是一直沒有談到適合的。一方面來講是完整性跟方案的適合程度。因為我們走雲端運算出生的，其實我們對雲端運算三種服務模型都非常熟，就是 IaaS 跟 PaaS 跟 SaaS。那這些東西其實就是現在所謂比較先進的資通訊的整體架構...所以我就跟他談這個概念，你把機水電做好，我除了把機水電智慧化，我還可以幫你做其他資通訊的部分。基本上傳典的角色會變得更多元，應該說變的很全面性。」

5.1.4 同化

資訊團隊理解組織內部困境

同化（Assimilation）是指企業在獲取知識後，對其進行分析、詮釋與理解的能力（Zahra & George, 2002）。隨著資訊團隊進入組織並開始參與內部分析，其行動構成了傳典針對新知識的理解與同化歷程。在數位轉型過程中，關鍵在於企業如何將外部引入的專業知識結合內部需求，理解現狀與瓶頸，為後續轉型奠定基礎。傳典初期面臨缺工、管理工具不足等挑戰。資訊團隊透過與董事長互動，逐步理解傳統工程管理邏輯與實際情境，並將缺工、人力密集、工具落差等問題進行知識化整理與詮釋。此過程助於釐清哪些營運痛點可透過新技術知識回應，作為後續解決方案設計的依據。不僅幫助團隊挖掘出傳典的核心痛點，還為後續的數位化解決方案提供了明確的方向。如 Volberda et al.（2010）所言，企業同化

外部知識的能力，仰賴其能否將知識與既有組織脈絡產生對應與理解，進而內化為行動依據。這個過程亦助於釐清營運痛點，作為後續解決方案設計的依據。不僅幫助團隊挖掘出傳典的核心痛點，這些理解也成為後續行動的重要基礎。

「我覺得從我跟董事長的互動裡面我了解，現在有一個很明顯的困境是缺工嘛。那缺工這件事情...，是不是有可能從IT上面來做點什麼，這是最初的發想。」（執行長，2025年訪談資料）

「傳典過去連ERP系統都沒有他們就是用Excel在整理而已，沒有完整性的ERP系統。」（執行長，2025年訪談資料）

ERP導入與既有流程的知識對應

在掌握傳典內部運作現狀後，資訊團隊推動ERP導入與流程整合，展開新知識與既有邏輯的對應與重構。透過將外部系統功能對應至實際需求，團隊協助重組資料流、作業流程與管理架構，使數位系統與傳統模式順利銜接。ERP不僅強化了生產、財務、人資等資訊掌控，也奠定了全球管理與遠距合作基礎。原本分散的營運資訊透過統一平台重新組織，提升了營運效率與決策反應速度。

「我們（資訊團隊）進來之後才開始導這個全球的管理系統，也就是ERP這段。我們把傳典整個做一個很完整的數位轉型，包括他的整個產品線的方向，跟他整個內部資訊系統。」執行長，2025年訪談資料）

為使ERP系統能真正貼合傳統營運模式，資訊團隊深入解析傳典在工程管理上的知識結構與流程邏輯。由於傳典管理體系高度仰賴工程細節，特別是料件料號、專案差異等專業知識，導致過去ERP導入難以成功整合。團隊透過訪談工程人員，掌握產業特性與內部需求，並釐清知識落差來源。

「傳典對機電工程的管理是很細的，尤其是料件的料號，或是不同的專案裡面可能會用到哪些料件，它的結構蠻複雜。很多市面上的ERP系統，它不是為工程公司設計的...導入失敗的原因大概都在這邊。我們得先去了解這些相關的機電的知識，就是要跟工程人員訪談，然後跟他們問一些關鍵的參數。」（執行長，2025年訪談資料）

5.1.5 轉換

工程脈絡下的知識轉換與系統重構

知識轉換 (Transformation) 為企業透過內部重組、調整與重構，將外部獲取的知識轉變為符合自身結構與需求的形式 (Zahra & George, 2002)。傳典在資訊團隊協助下，推動 ERP 導入與系統客製化，展現出將資訊知識重構為符合工程產業需求的具體行動。考量傳統 ERP 系統多為製造業設計，難以滿足工程產業高度客製、專案導向的管理需求，資訊團隊結合對產業特性的理解，選用一套高客製化、以 Excel 表單為基礎開發的系統架構。透過資料結構與流程邏輯的重構，團隊解決了傳典料件結構複雜、專案差異明顯、ERP 整合困難等痛點，完成外部技術知識與內部管理需求的結合。

「後續我們其實有很完整的料號清單...我們最後選用的 ERP 系統，名氣沒有很大，但是目前越來越多企業在採用那套系統，客製化程度非常高，因為它就是用 Excel 表單開發的，所以這看起來最能符合傳典的工程產業的需求。」（執行長，2025 年訪談資料）

「我們的人資訊背景素養基本上相當高，所以很快就熟悉這套系統怎麼去客製，才能在大概花不到半年，台北據點就成功導入。」（執行長，2025 年訪談資料）

資訊團隊憑藉技術素養與客製化能力，快速掌握系統邏輯，並於半年內完成台北據點的導入與知識邏輯驗證。此過程不僅是系統部署，更透過知識結構的重組與實務測試，將標準工具轉化為貼合工程管理需求的專屬系統，為後續推廣與應用奠定基礎。

5.1.6 應用

數位管理知識的實踐推展

知識應用 (Exploitation) 強調企業將先前吸收、轉化的知識內嵌於實際運作中，形成可持續的行為模式與營運成果 (Zahra & George, 2002)。在傳典數位轉型初期，資訊團隊完成 ERP 系統的客製化與流程重構後，進一步推動該系統於各據點的實際操作應用。面對工程人員普遍對系統的抗拒，資訊團隊透過教育訓練

與實務說服，協助工程人員理解並掌握 ERP 操作邏輯，促使管理知識逐步滲入日常營運行為，達成資料可追溯與管理效率提升的實質成果。

「工程人員都要會使用 ERP，就是 *project manager* 都會使用。他們一開始都一定是抗拒的，因為你這個是改變它原有的使用習慣，以前就是 *excel* 管理用來管公司的。」（執行長，2025 年訪談資料）

「那接下來就是啟動其他據點，墨西哥跟印度他們一開始都很抗拒啊，就是透過教育訓練，其實就跟數位轉型一樣，你要去說服他做這件事對他的好處到底是什麼，因為以後回溯這些歷史單價什麼都很有幫助。」（執行長，2025 年訪談資料）

5.1.7 結果

基礎資訊能力建構與 ERP 系統導入實現

傳典啟動符合工程管理需求的 ERP 系統導入，完成台北據點的實際部署，並逐步推動該系統於多個營運據點的操作應用。資訊團隊透過資料結構、流程邏輯與教育訓練設計，協助包含專案經理在內的關鍵工程人員群體熟悉系統操作，改善原有依賴經驗判斷與人力調度的管理模式，促使管理知識被實際運用於日常作業與營運流程中，初步展現企業透過資訊系統提升營運整合與管理效率的能力。

表 5-1 能力建構第一階段分析表

理論構面	觀察重點
環境	<p>成本驅動競爭模式的挑戰與侷限：臺灣工程產業長期以低價競爭為主要承攬模式，但因缺乏差異化能力，導致利潤空間有限，競爭優勢難以持續。</p> <p>製造業勞動力短缺與智慧製造需求上升：隨著產線複雜度提高、客製化生產盛行，以及物聯網與自動化技術成熟，企業面臨導入智慧製造以維持營運效率與彈性的壓力。</p> <p>AI 趨勢加劇轉型壓力：2023 年，AI 應用成為主流趨勢，帶動市場對於數位化解決方案的高度關注，亦加深企業轉型的緊迫感與決策壓力。</p>

實踐歷程	認知		意識資訊科技能力缺口：董事長察覺資訊能力不足，組織難以因應日益複雜的營運挑戰。面對低價競爭、海外營運、內部管理與市場數位化需求，意識到轉型的迫切性。
	行動	獲取	外部資訊知識引入與轉型開端：董事長因應轉型需求，主動尋找外部合作資源，引進外部資訊團隊，試圖以資訊科技解決缺工與知識轉移問題，提升競爭優勢，作為補強資訊科技能力與啟動數位轉型的起點。
		同化	<p>資訊團隊理解組織內部困境：透過與董事長的互動，釐清缺工、人力密集與管理工具不足等營運問題，並將其進行知識化整理與詮釋，作為後續技術應用的理解基礎。</p> <p>ERP 導入與既有流程的知識對應：深入理解傳典既有流程與工程管理邏輯，釐清過去 ERP 導入失敗的知識落差，完成需求與系統功能的初步知識對應。</p>
		轉換	工程脈絡下的知識轉換與系統重構：資訊團隊結合產業理解，將其專業知識透過資料結構與流程邏輯重構，轉化為符合工程管理需求的專屬系統。
		應用	數位管理知識的實踐推展：資訊團隊透過教育訓練與實務說服，協助工程團隊掌握 ERP 操作邏輯，促使管理知識內嵌於日常營運行為，強化資料追溯與管理效率。
	結果		成功導入符合工程需求的 ERP 系統，建立管理數位管理基礎，並啟動跨區操作推展。

資料來源：本研究整理

5.2 第二階段：外部數位能力初步建構

5.2.1 認知

智慧廠務場域的機會辨識

在內部資訊基礎逐漸穩定後，傳典將數位轉型視角由內部優化推向外部市場。隨著 ESG 政策推動、節能法規加嚴，企業客戶對能效管理、數據可視化與智慧控制需求快速提升，傳統工程承攬模式面臨轉型壓力。資訊團隊結合自身經驗，開始評估資訊技術導入工程現場的可行性，構思具即時監控與長期管理功能的整合方案。

「過往來講，因為我比較沒有機水電、基礎建設這一塊的資源，所以我跟傳典來談，你如果結合了資通訊的元素，你是可以做一個真正的一條龍，「整廠建置」...，可以變成真正的一條龍解決方案。」（執行長，2025 年訪談資料）

「很多客戶都開始問：你有沒有節能分析？怎麼看得到空調系統、配電系統？到底耗能、調度狀況怎麼樣？有沒有機會更省電？現在因為有 ESG 的需求，怎麼去透過熱回收、循環，這個做到相對節能這一類的目標... 它的知識背景就不會單純是傳統所謂的 MVP 這樣的架構。」（技術長，2025 年訪談資料）

在探索數位轉型的過程中，傳典逐漸聚焦於智慧廠務作為其轉型的首要目標。由於智慧廠務的應用門檻相對較低，且市場需求明確，成為傳典從傳統工程服務邁向智慧化的最佳切入點。相較於其他應用領域，智慧廠務更能有效結合既有的工程經驗與資源優勢，也能快速展現資訊技術的應用價值。

「其實以智慧應用這個產品線來講，它感覺範圍很大，因為智慧廠務是其實門檻最低，最容易切入的」（執行長，2025 年訪談資料）

同時，傳典也觀察到製造業對廠務維運委外的興趣持續升高。企業期望透過外包降低管理壓力、提升效率，智慧廠務不僅回應此需求，更帶動傳典思考將過去累積的工程經驗結合資訊科技，打造差異化的智慧維運模式。

「很多廠都開始希望我們來做他們的廠務維運... 說有沒有可能是傳典的人來管，就等於是客戶把廠務委外... 那有沒有可能我們過

去累積的經驗，透過資訊科技落實到實際運營裡面，變成我們核心競爭力的一部分。」（技術長，2025 年訪談資料）

然而，傳統仰賴人力調度的工程承攬模式逐漸顯現其侷限，難以滿足製造業客戶對效率、穩定性與智慧化管理的期待。市場關注焦點已從單次建置，轉向持續營運中的能耗管理與預測維護。對於高熱負載或仰賴穩定供電的場域，提前發現異常、降低突發風險，成為智慧維運的核心挑戰。

「其實過去來講，傳典只做傳統機水電，所以它建置都是大量的人力在裡面，其實沒有系統的概念...，全部用系統來管，可能現場根本不用有人，且可以及時預警，甚至可以分析你的系統什麼時候會故障，以提早做維運，等於說把人力需求大量的減低，因為我們做建置是一次性的，我們更在意的是後面長期的維運...。把它整個管理變成智慧化跟系統化，就是把從人工跳成有系統的。」（執行長，2025 年訪談資料）

透過與客戶互動與技術評估，傳典逐步辨識出智慧廠務在節能優化、預測分析與策略建議上的多重價值。此方案不僅有助於降低能源成本，也提升客戶對營運風險的掌握能力，成為企業從單次建置轉向長期智慧維運、打造差異化競爭力的切入點。

「為什麼我們要推這個東西。那其實中間就提到一些關鍵的因素，就是可以幫客戶節省電費、節省耗能，重點是這個智慧廠務這東西還有個很關鍵的點就是預測... 這個也是其中很重要的價值。」（執行長，2025 年訪談資料）

「很多廠房，像口罩工廠來講，它產生的熱能非常高，那如果空調真的突然掛掉，它可能就沒辦法生產，那可能機房更是一樣。配電系統是不能斷電，空調系統不能斷電，所以除了備援之外，還要能夠做預測。」（技術長，2025 年訪談資料）

因此，智慧廠務不僅是資訊能力的應用場景，更是傳典實現服務轉型與重構價值主張的核心起點，奠定後續策略佈局的方向。

5.2.2 獲取

以招募行動引入關鍵知識

在傳典進行數位轉型的過程中，執行長積極建構智慧廠務的發展能力，不僅關注於資訊能力的提升，也開始考慮如何更全面獲取工程領域的專業知識。為完善內部知識結構，透過專業人才的招募來填補不足，根據組織的需求專注於工程與資訊領域專長的人才進行招募，為組織提供必要的專業知識。在傳典的行動邏輯中，人才不僅是人力資源，更是特定知識的攜帶者與轉譯者。這種招募行動實質上即為知識的有意引入，奠定後續工程理解與數據整合的基礎。

「我當時是被執行長找來的，我有二十幾年 *Infra* 經驗。」

（技術長，2025 年訪談資料）

「機水電專家有一些是傳典有的，那有一些是我們另外找進來。」（執行長，2025 年訪談資料）

識別並建立工程關鍵知識

在招募機電專家補足知識結構的同時，資訊團隊亦主動展開工程知識的理解與獲取行動，逐步建構支撐智慧廠務應用的跨領域知識基礎。智慧廠務的核心在於結合資訊與機電領域的專業知識，尤其節能分析與空調管理需求，已成為 ESG 政策與企業營運效率的重要課題。由於智慧廠務需求結合了資訊科技與機電工程專業知識，而這些知識對解決方案的設計與落地至關重要，傳典逐漸意識到僅依賴資訊團隊的專業能力不足，必須整合工程團隊的專業知識，並與數位技術相結合以推動全面落地。

「智慧廠務需求，空調節能一定是第一要件，它佔比很大，因為過去幾年都一直有 ESG 的政策，所以必須也要處理這一塊...所以這個解決方案裡面一定要有一個機電專家。」（技術長，2025 年訪談資料）

著眼於智慧廠務的推動目標，傳典開始整合內部資源。透過識別智慧廠務需求中的知識缺口，逐步建立起與智慧廠務相關的工程知識基礎，在智慧廠務解決方案的初期設計階段，工程團隊與資訊團隊的合作成為推動關鍵。

「其實像這個解決方案裡面他會需要很多塊，除了 RD 的會寫程式的，其實會需要一個機水電專家在裡面，因為他們才看的懂實際上現場的機電配置到底是長怎麼樣的，然後空調多少開台，然後我們要去分析那些規格，才能去做最佳化的調度分析，要很清楚這些規格，因為我們會遇到很多狀況是公司要汰換，客戶就

會問你看我換這個到底效益在什麼地方。」（執行長，2025 年訪談資料）

技術長在加入後，便與董事長進行深入溝通，憑藉其在資訊基礎設施領域二十多年的經驗，開始評估自身是否具備推動智慧廠務落地所需的工程知識與技術條件，並認為可以透過學習彌補落差，以此作為數位轉型過程中的重要支撐。

「後續是先從跟董事長溝通他們看到的機會點，那我們有沒有能力來做這件事情，那以他們的專業知識這一段是沒有問題的，那他們既然能搞定這麼多大廠，但是他的知識怎麼提煉出來，這個難度就很高了，因為我有二十幾年 *Infra* 經驗，所以其實以我們的 *background* 來講是可以的。」（技術長，2025 年訪談資料）

為此，技術長展開系統性學習，透過調研工程技術運作原理，查閱相關論文、整理出具體技術需求，建立對智慧廠務技術需求的全面理解，逐步掌握空調與能源管理等工程專業知識，並協助定義項目中需要解決的具體問題。

「這個過程裡面比較像是我要先做一些研究，我真的是從頭學的。我先理解整個空調怎麼運作，才有辦法問對問題。」（技術長，2025 年訪談資料）

5.2.3 同化

跨域知識的理解與轉譯

雖然補足部分工程知識，資訊團隊在智慧廠務實務推動中仍面臨跨領域理解落差。對於資訊人員而言，機電設備的操作條件、耗能特性與維修語彙相對陌生，工程人員提供的經驗與規格也難以直接轉化為具體可用的參數與監控邏輯。由於系統架構與資料模型仍需由資訊團隊定義，如何將來自現場的工程經驗轉換為具備實用性的資料條件，成為實際落地的挑戰。這種跨領域的專業差距，無法僅靠文件或交辦補足，而是深度理解工程脈絡與實務邏輯，重新整理、吸收關鍵經驗。為縮短落差，資訊團隊從基礎學起，包含設備運作原理、異常判斷依據與高風險設備特性，並與機電專家反覆討論操作邏輯，逐步釐清各類情境背後的判斷依據。

透過持續互動，資訊人員開始掌握工程語言與判斷方式，轉譯片段化、口語化經驗為具體資料條件與監控邏輯，逐漸轉化為可系統應用的結構知識。設計出貼近現場需求的系統架構與資料結構。此外，資訊團隊也結合自主學習與內部機

電專家經驗，深化對智慧廠務技術的理解。多次討論後，資訊團隊能夠明確提出所需數據，在專家指導下逐步解決實務技術問題，並累積基礎工程理解，進而更有效與機電專家溝通，並以資訊角度重新定義工程問題，讓對方聽得懂且有效回應。如同 Cohen 與 Levinthal (1990) 所指出，唯有具備足夠的相關知識基礎，才能提升對外部知識的辨識與吸收能力，而資訊人員也正是在累積初步工程理解後，成功獲取了專家的知識，並將其融入到智慧廠務的實施中。

「轉換語言是我在做，我必須先知道一些機電的基本語言，我真的是從頭學的，因為我們是寫程式出身。」（技術長，2025 年訪談資料）

「跟董事長、魏總以及各地副總溝通後才知道哪些設備最容易壞掉，這些都是他們列出來，後續再針對這個列表設計要怎麼做監控與管理。」（技術長，2025 年訪談資料）

「我們跟公司裡的機電專家，因為他們等於全世界都搞完一遍，所以其實是蠻熟練的，我們會跟他們講哪些數據要提供...。我的方法，就是先做基礎的調研加論文的依據，然後把這些東西整理出來，跟魏總（機水電專家）溝通，然後他就會逐步給我。」（技術長，2025 年訪談資料）

「我不是做空調的，但是我要去挖空調書來看...去調研、看論文、建立 check list，然後跟傳典的工程副總確認這些東西是不是對的，他再把數據跟 know-how 給我」（技術長，2025 年訪談資料）

資料串接邏輯的重構與標準化

為了讓系統具備應對不同場域裝置差異的能力，資訊團隊開始將現場設備的通訊方式與資料結構納入理解、詮釋與整合的範疇。不同客戶廠區使用的設備介面與通訊方式各不相同，讓資料順利導入系統並連接演算法模型變得更為複雜。有些場域採用標準通訊協定，亦有部分仍使用傳統控制方式或廠牌特規，甚至同一專案中也常見多規格並存。這推動資訊團隊重新思考資料導入方式，並深入理解各類設備的輸出邏輯與通訊結構。從實際連線、封包格式，到欄位內容與更新頻率，皆是串接模型前必須釐清的重點。雖然無法消除設備差異，但資訊團隊透過整理各類設備的連線方式與數據結構，逐步建立一套可重複應用的轉換與標準化流程。原本僅掌握在工程端的設備語言與現場知識，逐漸由資訊人員內化為系

統設計邏輯的一部分，讓平台能自動辨識不同資料來源的對接需求，提升整體部署效率與模型應用可行性。

「其實我們接觸幾個，每一家廠用的所謂的中間電也不同，到最低階的 TCP/IP 到高階的 Gateway 都有，所以其實這變成我們要應付的這一段...我們是把數據跟 Model 連到資料導入這一段，也把它想作成類似自動化的邏輯。」（技術長，2025 年訪談資料）

從以上可見，資訊團隊一方面逐步理解與詮釋機電設備的操作語言與場域邏輯，另一方面也透過設備對接與資料結構標準化，重構知識的表達形式與系統應用邏輯。原本蘊含於工程與場域經驗中的實務知識，已不再僅為外部素材，而逐步被資訊團隊內化為可被系統調用與設計判斷的內部資源。

5.2.4 轉換

跨域知識轉化與模型邏輯建構

延續前期在資料處理與設備理解上的經驗累積，資訊團隊開始嘗試建構可操作的演算法模型，將工程知識與數據邏輯進一步轉化為具備應用價值的控制架構。這不僅整合現場經驗與系統需求，更涉及將工程條件轉譯為機器可解讀的參數與邏輯。初期建模過程中，團隊發現現場感測器雖提供大量數據，部分關鍵數值涉及高度場域依賴與操作限制，若缺乏經驗知識輔助，難以直觀判讀或準確運用。透過與工程團隊的密切討論與資料驗證，資訊人員不僅深化對數據意涵的判斷力，也逐步將原本仰賴經驗的推論標準，轉化為可由系統判讀的模型輸入格式。這些參數後續被導入預測模型中，用於模擬不同條件下的能耗變化與設備表現，作為演算法訓練的依據。

「這個是已經比較收斂過的核心的一些數據，這些知識也是他們給我的...比如說入水溫度、出水溫度，那這個其實都是很耗能的...那是不是可以高一點？其實是可以做到，那這樣就會節省很多電。這個是透過一些經驗加一些專業上，那些關鍵數據我只要收到，就可以去做 Machine learning 的預估跟驗證，就是 training，因為它牽扯到設備的很多數據的細節。」（技術長，2025 年訪談資料）

考量空調系統在整體能源消耗中佔比最高，且工程團隊長期累積豐富的調校經驗與場域熟悉度，資訊團隊遂以此作為優先開發對象，從現場數據與控制邏輯

出發，試圖找出影響運轉效率的關鍵因子，並搭配演算法進行調度模擬，建立具有回饋學習能力的調控機制。

「無塵室也是傳典的強項。無塵室的關鍵是空調，傳典在空調這一塊的調校功力是很高。所以這個也很適合在智慧廠務，因為我們很知道怎麼調校這個空調，你在集合智慧系統跟 AI 的應用就可以做真的很智慧化的節能調度。」（執行長，2025 年訪談資料）

調控模型的設計不僅建立於參數設定上，更來自對實務作業條件的理解。哪些溫度變化可以接受、哪些負載情境需要保守調整，這些現場經驗被轉化為模型條件與調節邏輯，使系統能在滿足產線穩定需求下，動態調整設定，達到節能與減碳的效果。

「我們在空調上是用 Reinforcement Learning（強化學習），它會透過不斷的反饋來學習之後，它會去依照我們會先設定的目標，然後去看這個目標算出來的這個差值，會給一些 reward 值去看結果它有沒有辦法收斂，那這是嘗試說用真實數據來去跑這樣子的模型，就是我們會選這樣子的方式來去做，針對空調系統的最佳化，因為我們希望它能學習在滿足產線溫度需求下，盡量減少能源使用...是可以最容易達到節能減碳的切入點。」（技術長，2025 年訪談資料）

此外，資訊團隊亦將過去的維修經驗與數據異常偵測條件，設計以偏差累加判斷為基礎的異常模型雛形，初步構建系統預警與故障判斷的邏輯基礎。透過跨域知識的整合與邏輯重構，資訊團隊不再僅停留於數據分析層次，而是能將理解到的工程經驗與場域知識，轉譯為智慧系統中的控制條件與預警邏輯，形塑系統可操作的判斷框架，展現跨域知識從理解走向可操作邏輯的轉化過程。

「那除了我們剛剛講說空調耗能之外，當然還有我們所謂的設備預防保養，那其實就是 abnormal detection，就是會有一個預估值，比如我剛剛跟大家分析的，比如說電的頻率，或者溫度、數據或者震動值等資料，那這些資料進來之後呢，就看我們的預期值跟它實際的值的差，差到一定程度的累加值，然後去判斷它是不是算異常，它不是一下子變化我們就當作是異常，我們是累加

到偏離到我們原本預期的，我們才有辦法判斷是不是異常。」

（技術長，2025 年訪談資料）

5.2.5 應用

實務導向的資料應用規劃

在模型條件與邏輯逐漸成形，資訊團隊也開始思考如何將前期建構的知識與控制邏輯，轉化為具體、可操作的資料應用策略，推動智慧決策分析系統的初步場域部署。由於客戶場域的設備條件與運作需求差異大，資料應用無法一體適用，需依據場域特性與風險狀況，靈活調整部署節奏與優先順序。資訊團隊沒有採用大規模導入的方式，而是結合前期累積的知識基礎與現場經驗，優先鎖定風險較高、能耗管理需求明顯的節點開始，循序推動數據收集、模型部署與分析功能的落地。透過這樣的應用推展，資訊人員將理解到的操作邏輯、場域條件與預測機制，轉譯為具針對性、可重複運用的模組化部署方案。應用過程中，團隊持續驗證資料條件、模型設定與操作邏輯的有效性，並依據現場回饋，調整部署優先順序、感測配置與判斷條件，逐步強化異常偵測與能耗管理功能。資訊人員不僅將前期建構的知識基礎內嵌於系統邏輯，也透過具體操作選擇與部署策略，實際落實於場域管理與系統調控之中，體現知識應用對場域需求的回應與價值。

「這個Detection就可以抓到，這些也都是有大家的研究基礎跟實務。那過去其實這些大廠...沒有用很高階的應用...那這個是從我們實務經驗去看，哪一個比較重要，優先去收去做。」（技術長，2025 年訪談資料）

5.2.6 結果

智慧廠務邏輯整合與應用前期實作

在經歷資料理解、模型設計與模組建構等實踐歷程後，傳典成功整合資訊邏輯與工程知識，初步建構智慧廠務應用的基礎架構。資訊團隊與工程團隊合作，釐清關鍵設備行為、數據特性與可控變數，並以此為基礎導入初階機器學習訓練，推動演算法雛型的建構與應用邏輯的發展。系統設計初步涵蓋能耗預測與異常判斷等控制條件，並同步發展支援異質資料接入的模組化處理機制。整體進展不僅展現資訊團隊已具備將跨域知識結構化為平台邏輯、轉化為可操作條件的能力，亦代表智慧廠務從概念規劃邁向具體實作的關鍵轉折。

表 5-2 能力建構第二階段分析表

理論構面		觀察重點
實踐歷程	認知	智慧廠務場域的機會辨識： 資訊團隊觀察市場需求與營運趨勢，辨識 ESG 政策、能效優化與維運委外帶來的挑戰與機會，進而將智慧廠務定位為數位轉型的切入場域，並思索從工程建置延伸至長期營運價值。
	行動	<p>以招募行動引入關鍵知識：延攬具備資通背景與工程知識的人員，強化智慧廠務發展能力。</p> <p>識別並建立工程關鍵知識：資訊人員透過內部合作與自主研習，學習空調與設備邏輯，並與工程專家建立知識對接機制。</p>
	同化	<p>跨域知識的理解與轉譯：資訊團隊結合文獻查找與專家對話，理解設備運作與異常邏輯，並將專業語言轉化為系統監控設計依據。</p> <p>資料串接邏輯的重構與標準化：理解不同設備協定與輸出特性，設計轉接與標準化邏輯，使異質資料可快速導入演算法系統。</p>
	轉換	跨域知識轉化與模型邏輯建構： 將現場條件與工程經驗轉化為模型輸入邏輯，建構可回饋學習的節能與預警模型模組，整合異質知識為系統控制與預測架構。
	應用	實務導向的資料應用規劃： 依據實務經驗選擇高風險節點優先部署監控，逐步推進異常偵測與能耗優化邏輯，落實轉化知識於具體場域操作中。
	結果	資訊與工程知識整合於模型邏輯與應用策略，建構具初步雛型的智慧決策分析系統，完成智慧廠務應用的前期實作。

資料來源：本研究整理

5.3 第三階段：外部數位能力成熟建構

5.3.1 認知

延伸應用場域的機會辨識

在智慧廠務系統初步落地後，資訊團隊不僅深化原有應用，更基於前期累積的經驗，主動從專案與客戶需求中觀察潛在的數位延伸機會。相較於早期聚焦節能優化與維運自動化，團隊將視角擴展至建廠、交通與能源等領域，探索跨系統數據整合與基礎設施優化的應用潛力，並重新評估既有模組在不同產業中的複用價值。

「幫客戶蓋廠之後，我從原本的專長，去延伸其他的東西。比如說因為現在這些電子五哥還是持續找傳典，他們有很多的需求，有的是蓋新廠房、擴建、整修、汰換，那有的是要在廠房建算力中心或自建資訊機房，所以這些需求我認為其實是相關聯的。就從傳典本業機水電的本身在延伸，把它變成很智慧化的智慧建廠的解決方案。」（執行長，2025 年訪談資料）

在觀察應用場域的同時，團隊注意到即便不同行業在技術條件上有所差異，跨系統數據管理、即時控制與運作效率最佳化仍是共通痛點。基於此，團隊開始盤點可延用的技術，嘗試將智慧廠務中所發展出的能力，配置於智慧交通、分散式電網等場景，逐步勾勒出非依附於傳統工程架構的資訊主導應用構想。

「我們本來就是資通訊出生的，像 5G 的企業專網我們也有能力去架設。那另外還有智慧交通這一段，我們接下來的智慧解決方案要延伸到交通。其實臺灣交通市場很封閉，但我們做交通標案非常多年，都是從基礎建設去延伸智慧應用，包括能源跟交通都是一樣的作法。」（執行長，2025 年訪談資料）

除了應用邏輯的跨領域移植外，亦開始留意制度差異所帶來的機會。相較於台灣市場的法規限制，東南亞國家如菲律賓在售電機與場域建置上的彈性，讓智慧能源與算力應用具備更高的實施可行性。資訊團隊因應此發展脈絡，提前進行跨境場域的策略布局，視其為下一波智慧能力的核心應用場域。

「我們其實現在在做的一個綜合性解決方案，...這個方案最終要擴大到菲律賓，因為菲律賓接下來會變成一個東南亞算力中心的核心，所以我們才提早布局。」（執行長，2025 年訪談資料）

「那菲律賓那邊會是優先的實施場，因為這塊以臺灣來講，因為目前在民間不能售電...，但是東南亞沒有這種限制，很多賣電給社區、政府、企業，所以它才能有這種真正應用場域的發生。」

（執行長，2025 年訪談資料）

新興機會的辨識不僅限於應用場景本身，也促使資訊團隊思考智慧系統的基礎邏輯與服務架構。執行長提出應跳脫單點建置的框架限制，朝向雲端運算與多場域協調為基礎的解決方案設計邏輯，作為未來智慧應用的重要發展方向。

「目前我幫傳典帶來新的所謂的數位轉型就是用雲端運算的概念在思考所有的解決方案。」（執行長，2025 年訪談資料）

隨著跨域應用與雲端架構的構想浮現，資訊團隊也留意到能源政策與國際市場趨勢，尤其是在企業自建算力中心與智慧能源協調的需求日益上升的背景下，察覺到以再生能源與能源效率為目標的政策倡議正逐漸成為新市場邏輯的核心。這促使團隊將綠色算力與能源調度納入未來智慧城市架構的戰略構想中。

「企業對自建算力中心這個需求非常大。我認為這個商機可以賺個五年...我們是要真正因應未來智慧城市的需求。」（執行長，2025 年訪談資料）

「現在很多實施場域都是多場域，所以就會有智慧能源管理的需求出現」（執行長，2025 年訪談資料）

「我們在規劃最新的概念就是綠色算力中心，很多國家都已經在推了，包括菲律賓、美國跟泰國都在推。因為 Google 不是喊了 RE100，他 2030 年要做 Renewable Energy 100%。...這是個很重要的方向。」（執行長，2025 年訪談資料）

資訊團隊對場域機會與系統邏輯的主動探索，體現其在智慧廠務實踐後所累積的應用構想與技術組合能力，也標誌著組織認知邏輯的轉變。從前期以工程議題為主的數位建構，進入由資訊主導場域辨識與策略擘劃的新階段。

5.3.2 獲取

從標案實務中獲取交通應用知識

辨識出交通系統為潛在延伸場域後，資訊團隊開始切入過去熟悉的政府標案流程，探索交通應用所需的知識與技術。團隊重新盤點自身過往的產業經驗與實績，聚焦於過去所熟悉的交通工程與政府標案系統，不再僅止於工程承攬，而是挖掘智慧廠務技術於交通場域的可行應用邏輯，並評估其與現有資訊能力之間的連結，藉此探索智慧號誌、災害預警、交通監測等具擴充潛力的外部知識來源。並以資訊能力為基礎，推動拓展交通場域的技術整合與應用構想。

「現在開始跟公路局很多單位去談說，有沒有一些路段可以讓我們試辦，就是真的用 AI 來做交通流量跟號誌的控制調度。臺灣目前完全沒有在做這件事情，目前台灣交通的市場非常的封閉。」（執行長，2025 年訪談資料）

「我就是用新的公司（傳典）去標，因為我們就很熟悉台 61 的架構，所以我們得標比較容易，因為我們很清楚他全線的架構。」

延伸合作網路以接觸智慧應用外部知識

面對智慧城市、能源與交通等新應用場域後，資訊團隊意識到單憑現有組織與資源架構難以涵蓋所有專業需求與技術模組。為因應不同場域中出現的新系統整合需求，團隊開始積極尋找具備實務經驗的合作夥伴，建立新的合作關係與供應鏈網路，以擴展可接觸的外部知識與資源基礎。

「我們會延伸新的利害關係，也會有新的供應鏈...要做到很多智慧城市，那個可能就能源相關的，就可能不是現在傳典可以做的」（執行長，2025 年訪談資料）

「我們能源這一段也有 partner，這個 partner 就是專門在寫能源管理系統跟電網調度系統，那我們就負責把它做雲端化。」（執行長，2025 年訪談資料）

系統規模與複雜度的快速提升，資訊團隊延續與董事長的策略思維，未採取全面自建的發展路線，而是根據不同技術成熟度與資源特性，靈活規劃出多元合作形式。例如，與已有平台基礎的業者整合現有模組、或尋找願意參與共同開發的專業團隊，逐步串接技術鏈，補足智慧城市應用所需的外部知識與能力。

「畢竟傳典不是 IT 公司，馬上要投入全自建，其實難度是相對高，會拖很久，要從人員招募到這樣，然後到成熟這個時間很久，那第二層的話，我們就是想說有沒有可能跟哪一家相對成熟在疊加我們要的東西，那這個就是人家已經有類似基礎做好的，那再來的話，就是找願意跟我們共同開發然後有經驗的公司」
(執行長，2025 年訪談資料)

5.3.3 同化

異地能源條件整合與調度邏輯建構

為因應智慧應用的多場域擴展挑戰，資訊團隊需重新詮釋與整合異地能源條件，逐步整合為後續系統設計的重要知識基礎。隨著多場域部署推進，團隊開始理解不同場域間能源條件與運作邏輯的差異，並在既有單一場區經驗基礎上，建構具備在地運算與集中協同概念的管理架構。透過區域 AI 計算與中央系統協同運作，團隊釐清各場域判斷需求的邏輯依據，並掌握資安挑戰在規模擴張下的應對條件。資訊人員不僅深化對異地運作環境的知識理解，也逐步建構未來設計所需的條件判斷與概念架構，使未來多場域管理方案能夠對應各地能源條件的差異。

「我們現在很多實施場域都是多場域，所以他就會有智慧能源管理的需求出現，不同城市都有當地用電的實際狀況，那我們就要用 AI 在當地做計算... 可能在當地運算完之後，中央核心系統就要來中和做調度，... 這個就是電網調度系統在做的事情，那其實未來就是擴大到整個智慧城市的應用，所以說資安的 issue 會變得非常重要。」(執行長，2025 年訪談資料)

異質技術邏輯的理解與整合基礎

隨著智慧應用逐步延伸至結構異質、邏輯多元的場域，資訊團隊開始檢視原先建構於單一場域的演算法與資料模組，評估其在不同系統條件下的調整與整合潛力。為因應跨場域部署需求，團隊重新梳理內部資料處理流程與模型運作邏輯，釐清哪些模組元件具備可重組、可擴充的特性，逐步建構適用於多場域環境的知識結構。同時，資訊團隊亦主動與具自動化實務經驗的外部合作夥伴展開知識交流，理解產業界在開發、部署、維運等階段的操作邏輯，並以此為基礎，思考如何將數據處理、分析、機器學習與部署流程整合為可視化、自動化的技術架構。透過外部知識的理解與內部邏輯的重構，資訊團隊不僅深化對模組設計原則

的掌握，更逐步將過去專注於智慧廠務應用的技術，擴展為具備可攜性、可擴充性的跨場域模組架構，為後續異質系統的應用整合提供必要基礎。

「其實這段我們也跟外部合作商討論，對方本來就是在做平台、自動化這一段...從開發到維運這段熟悉了，我們把數據、分析、Machine Learning、Deployment 這一段也放進來...會改善很多流程」(技術長，2025 年訪談資料)

參照國際模式引入數據平台邏輯

由於智慧廠務需要處理多場域、多樣化數據的挑戰，平台建構的靈活性與適應性成為其成功的必要條件。為此，傳典主動識別並參考國外先進案例，特別是已經成熟應用於數據分析與整合的解決方案，來獲取相關知識。他們將這些國際經驗視為智慧廠務建設的相同邏輯，並引入其核心概念，以應對不同場域中數據形態與接口多樣化的挑戰。

「我們也都參考國外的玩法，有一家公司叫 Palantir，大概是美國最有名的做大數據分析的一家公司，然後比較有名的案例，就是他抓到賓拉登。如果有看過那個《從零到一》的那個 Peter Thiel，就是他後面的 Function...裡面用的所謂的產品，它取名就叫做 Foundry，就是等於他把製程的概念變成數據的 Foundry，它整個邏輯就是這樣。那你把它拆解，其實是類似我寫的這個，...去攻克不同的政府單位，那每個單位的數據形態、接口都不一樣，我們做廠務也是類似，因為也沒有大一統的 Protocol。」(技術長，2025 年訪談資料)

5.3.4 轉換

結合作業與平台邏輯建構

延續前期在單一場域中針對資料結構與設備條件的理解，資訊團隊開始將原有系統邏輯重新詮釋與轉化為具模組化、重組彈性的知識結構，逐步推進平台邏輯的建構方向。面對多場域部署條件與設備規格的高度異質，團隊釐清資料處理流程與模型串接邏輯中的共通邏輯與可變要素，重新梳理模型輸入格式、預處理流程與結果輸出機制，構思出支撐多場域適應性的技術結構，並奠定平台架構所需的知識基礎。

為完善平台邏輯，資訊團隊也同步調整技術合作模式，結合具實務經驗的外部團隊展開知識交流，將原本分散於特定場域的資料處理經驗與模型邏輯，提煉為具可重組、可移植、可擴展的模組設計觀念。合作過程不僅針對功能組件進行結構劃分與封裝邏輯探討，也促使團隊從不同應用場域需求出發，理解資料處理鏈、模型訓練流程與部署條件的異同，逐步重構具備跨場域與平台化特性的模組知識架構。透過外部知識理解與內部邏輯重組，資訊團隊深化對模組結構、系統節點與資料接入方式的掌握，並將過去分散於各場域中的實作經驗，轉化為支撐後續跨場域整合與平台化設計的共通知識邏輯。

「每一家廠用的所謂的中間電也不同，到最低階的 TCP/IP 到高階的 gateway 都有，所以其實這變成我們要應付的這一段，這在我們軟體工作算是比較辛苦的，那我們就會希望說，把這一段變成一個平台化，我們做過一次，下次就重複用，就不用再重複開發。」（技術長，2025 年訪談資料）

「有的時候會共同研發...像平台這一段我們跟外部團隊合作，那我們把它做技術移轉，變成我們的解決方案之一。」（執行長，2025 年訪談資料）

「合作商自己開發了一套雲平台，它很像 VMware，一套平台的系統，我們的智慧決策分析系統，還是要裝在平台上面你才能運作，等於就是它把這個雲平台寫好，所以我們做技術移轉是把它這一套整個複製過來。然後把我們的服務架在上面，中間演算法平台跟模型，其實是我們自己在開發。」（技術長，2025 年訪談資料）

「那我們自己就是負責系統整合的角色，因為利害關係人大概會是這些角色。」（技術長，2025 年訪談資料）

跨文化能源應用邏輯的知識轉譯

泰國場域在推動光儲應用時的反應，讓資訊團隊意識到，即便系統設計已在其他專案中驗證過，其運作邏輯在不同文化與組織條件下仍不一定具備可接受性。原先由總部制定的部署方式，在當地推行時並未獲得預期的理解與支持，當地團隊對光儲效益與用途認知有限，甚至出現抗拒。團隊隨後調整策略，改以連續對話、實例說明與當地條件連結，重新建立對光儲技術的詮釋邏輯，協助當地

成員理解其在能源管理中的具體效益。原本以碳排壓力與電網結構為導向的設計思路，也重新連結至當地電價波動、能源政策與建廠條件，讓系統架構能在當地情境中被理解並落實。這不僅促進了技術的部署，也讓原先的設計邏輯在新的文化脈絡中轉化為具操作性的實施語言。

「像泰國剛好是一個案例，一開始來講，董事長會有一些命令過去，但也不會說百分之百配合。我們每個禮拜固定的會議，就跟他解釋說為什麼要推光儲，讓他理解這個產品，然後讓他接受這個產品...在他原本思維模式上或許有點反彈，後來就比較能夠接受，後面就開始蠻配合我們的。」（執行長，2025 年訪談資料）

「我們確實花很多工夫跟他們解釋這些東西在做什麼，磨合確實有，就是我們花很多時間跟泰國當地解釋很多次。為什麼需要光儲？在你的建廠裡面它可以做什麼？因為現在就是用電大戶的議題，全世界都面臨的問題，即使是泰國，泰國從 2023 年開始很積極的佈局，太陽能加儲能這一點，尤其是儲能。」（執行長，2025 年訪談資料）

資安能力邏輯轉化與模組整合

當資安成為智慧應用擴張過程中不可或缺的一環，資訊團隊開始將過往分散在不同專案的資安設計經驗，轉化為可重用的系統性模組。此項轉換能夠快速推展，一大原因來自於團隊本身即具備資通訊與資安的專業背景，使其能從設計初期即將風險控管與權限驗證納入架構規劃，而非事後補強。從連網架構、設備驗證到風險識別與防禦策略，團隊不再依賴專案個別建構，而是將各項資安功能整合為可調用的邏輯元件，使其能依據場域特性進行組合與調整。這些模組涵蓋身份驗證、生物辨識啟用條件、自動化掃描平台與 AI 報告生成機制，讓資安不僅作為附加功能存在，而是與網路架構與關鍵系統的整合邏輯一同被系統性設計與封裝。資訊團隊透過此方式，將原先依賴工程人員臨時應對的資安對策，重構為平台化、模組化的核心能力，使其能成為推動智慧市場域中具有可擴展性與一致性的安全防護機制。

「其實它只要需要聯網，我就幫你設計資安架構。還有我們會做到身份驗證。現在就進入點可能就是資安檢測跟身份驗證，我們就會做類似生物辨識的方式。關鍵系統要登錄的時候，如果機

敏性是高的就會啟動生物辨識。另外就是我們現在在開發一個自動化的資安檢測平臺，就是說我跟 network 串在一起，看客戶哪個網路環境需要做測試，就幫忙自動測，那後面還要用 AI 輸出測試報告，這些我們都正在開發。」（執行長，2025 年訪談資料）

5.3.5 應用

智慧廠務知識的實踐與服務轉化

資訊團隊延續前期累積的資料邏輯與異常判斷經驗，開始將跨域知識實際應用於智慧廠務操作與對外服務中。面對多樣化場域需求，團隊將異質資料結構與設備資訊轉化為標準化、可視化的操作介面，協助使用者快速理解設備狀態與管理依據，並依客戶需求設計靈活的資訊呈現方式，讓內部累積的資料判斷與邏輯結構，轉為操作層面可用的知識應用。其中，針對節能與異常預警，資訊人員亦將前期整理的異常歸因條件與風險判斷邏輯，建構為結合趨勢判讀與偏差評估的系統功能，協助使用者即時掌握設備狀態與潛在風險。系統具備自動辨識異常徵兆的能力，惟各場域設備條件與客戶需求不同，仍須由資訊團隊依據應用環境持續優化模型條件與參數設定，使異常判斷更貼近實際操作需求，亦提升系統操作的精準度與前瞻性。過程中，資訊人員不再僅限於功能規格的定義，而是共同釐清欲掌握的行為資訊與管理關鍵，據以調整分析條件與介面呈現方式，讓知識邏輯真正落地於操作環境。

「其實有各種決策的圖表或者數據或 dashboard，透過實務上的這些設備，讓我們真實的這些 device data 進來，讓大家可以很快理解。」（技術長，2025 年訪談資料）

「客戶今天想要看什麼數據，我們就幫忙把整個 layout 設計出來。」（執行長，2025 年訪談資料）

「我們基本上做完，從 gateway 把數據撈出來，因為要知道它整個資訊流，才能分析，接下來怎麼調度是最好，還要把數量、規格資訊輸入進去，再去計算」（執行長，2025 年訪談資料）

「除了即時查看的現況跟分析，我們就會幫客戶歸納異常，然後看它的成因可能是什麼。」（執行長，2025 年訪談資料）

隨著部署規模擴大，資訊團隊運用過往建立的資料對接邏輯與模型轉換知識，實際應用於多元場域中。透過前期針對異質設備、通訊協定與資料結構的理

解與整理，團隊已具備將不同場域設備快速銜接至系統架構的能力。針對各地設備條件與客戶需求差異，資訊人員亦能靈活調整模型運作邏輯與參數設定，使資料接入與系統功能順利落地於各應用場景。

「其實這種解決方案，客製化程度會很高，就是因為每個客戶的關鍵參數要進來，我們做到的就是可以快速銜接。」（技術長，2025 年訪談資料）

團隊進一步將資料與計算知識延伸至維運支援策略中，提出具彈性的應用建議。包括不同場域下對資料流、計算條件與接入架構的理解，已成為團隊設計智慧化管理方案時的重要知識基礎，智慧廠務相關知識也開始延伸至營運管理與應用推廣的規劃思考，逐步擴展其應用邊界。

「我們比較在意的是後面長期的維運，...那是長期性的、延續性的，所以會是走這種方向，就是去把它做延伸，那把整個管理變成智慧化跟系統化，從人工跳成有系統的，這個系統同時還加入預警的功能。」（執行長，2025 年訪談資料）

此外，為因應不同客戶對部署彈性的要求，資訊團隊運用資料流與計算架構上的知識累積，提出適應不同算力配置的應用策略，協助客戶在多種部署選項中做出最適選擇，體現智慧廠務知識應用的擴展能力。

「我們跟 Google、Amazon 會走不太一樣的路，我們的彈性比較高。」（執行長，2025 年訪談資料）

透過上述知識應用行為，資訊團隊已將內部累積的資料判讀、異常分析與操作邏輯，轉化為具操作性與服務價值的外部知識，讓智慧廠務應用從單純系統設計，走向可推廣、可商品化的知識應用階段。

智慧市場域中的知識延伸與部署應用

資訊團隊持續將智慧廠務建構過程中累積的系統邏輯與資料治理知識，應用至城市層級的基礎設施場域，轉化為因應智慧城市需求的技術方案。這樣的延伸不僅來自對綠能轉型與智慧治理趨勢的掌握，也奠基於執行長早年參與交通標案與網通維運的經驗，使團隊在跨場域部署時具備快速轉化條件。在能源應用面向，資訊團隊結合節能管理與設備控制經驗，調整監控條件與設計邏輯，使其適用於分散式電網與綠能場域，將對資料流轉、節點特性與能源配置的理解，內化

為能源監控設計的知識，並實際應用於各國客戶的能源規劃與調度策略中，展現跨域調度知識的延展性。

「我們現在走的方向是分散式，我們是要真正因應未來智慧城市的需求。因為智慧城市的需求，算力中心跟電網都要是分散式。」（執行長，2025 年訪談資料）

在交通場域，應用延伸並非外部需求驅動，而是基於團隊對標案與通訊系統知識的理解，將資料串接、設備整合與監控經驗，轉化為交通節點控制邏輯，透過現地結構設計與模組配置，建立跨裝置資料治理模式，回應交通應用中的穩定性與即時性需求。

「它是一個很綜合性的資通訊案，也是有路由器、有防火牆就網通設備、監視器、門禁系統，然後各種廠房、辦公室看得到的設備它都有，都整合在它的路測的後備機房。我們也幫忙設計了那種貨櫃機房，就是一個貨櫃裡面什麼東西都有，發電機、機櫃，然後不斷電系統。」（執行長，2025 年訪談資料）

能源與交通場域的應用，展現資訊團隊已能將原先累積的系統知識轉化為跨場域的操作架構，並以可擴展的部署邏輯回應智慧城市對靈活性與即時性的需求。

5.3.6 結果

跨場域部署與數位能力外部化的智慧解決方案

資訊團隊在前期智慧廠務應用的基礎上，逐漸發展出跨場域延伸、模組重構與系統商業化的技術實力。隨著節能預測、異常判讀與決策支援等核心能力進入穩定運作階段，組織不再侷限於單一場域的技術優化，而是著手將內部累積的數據治理邏輯與模型知識，轉化為可跨地域、跨系統部署的智慧應用方案。隨著智慧廠務、能源管理與交通治理等場域應用逐步落地，資訊團隊所建構的數位能力已正式由內部知識轉化為具體可交付、可擴展的數位服務與跨場域部署成果，展現數位能力外部化的實作成效。

（一）智慧廠務服務：智慧決策系統

資訊團隊透過前期模組化設計與資料邏輯累積，已完成演算法平台、視覺化決策系統與智慧預測功能的落地部署，並將這些能力延伸應用於多場域系統建置

與資料整合。透過設計具備即時互動與判斷輔助功能的應用框架，團隊協助使用者進行節能分析、設備調度、異常故障預警，提供完整的智慧化營運支援服務。

「演算法平台是 ready，只是客戶的東西要進來...其實這種解決方案，客製化程度會很高，就是因為每個客戶的關鍵參數要進來，我們做到的就是可以快速銜接。」（技術長，2025 年訪談資料）

「可以設計戰情室，客戶可以隨時看到節能的數據，還有可能哪些設備要怎麼調度，你可以下指令或是系統會提醒，怎麼幫你做好調度，當然也可以調整」（執行長，2025 年訪談資料）

「趨勢監控室是同步一直在做，就是最幫客戶產生 solution。接下來的是不是什麼時間點要再去修那些東西（設備），去幫忙做預測。」（執行長，2025 年訪談資料）

（二）商業交付模式創新：雙軌交付

隨著模組平台部署能力趨於穩定，資訊團隊同步推動商業交付模式的策略轉型，從過往專案導向，發展出結合地端部署與訂閱制的「雙軌交付」架構，以提升智慧廠務解決方案的彈性與持續性。團隊亦善用過往資料中心與雲端建置經驗，協助客戶規劃從前端介面到後端運算的完整架構，並持續探索私有雲部署的可能性。透過此模式，智慧廠務不再侷限於一次性建置，而能發展為具備擴充性與長期營運支援的智慧決策系統，進一步深化客戶關係，實現從「系統供應商」到「營運夥伴」的角色轉變。

「過去傳統的機電維運可能佔你建置費3%，每年可能就是3%的，但是這種系統建置其實看可大可小。如果是要導入一個私有雲，初期建置成本就這麼高，如果用我們的雲服務，那就是用訂閱制，每個月跟客戶收費。」（執行長，2025 年訪談資料）

「接下來我們就可以幫客戶去規劃雲端的資料中心，也包括設計建置維運跟那個營運跟維運做。...我們有兩套，可以 premise 在 in house 裡面可以用，或者是用 SaaS 的架構」（執行長，2025 年訪談資料）

「私有雲的話，所以我們跟合作夥伴結合，有架一個 lab，後續完成的話才能做得到。」（技術長，2025 年訪談資料）

（三）智慧城市：交通、能源、算力中心與分散式電網佈局

資訊團隊持續將智慧廠務階段累積的系統整合、資料治理與控制邏輯能力，延伸應用至智慧交通、能源管理與城市基礎設施場域，拓展差異化解決方案的實作成果。透過結合綠能配置、分散式電網、算力中心與資安防護，團隊已具備協助客戶因應智慧城市多樣化場域條件，靈活調整架構設計與部署規劃的能力。在交通基礎設施應用上，資訊團隊延續早期標案經驗與通訊整合能力，強化智慧交控系統與災害預警應用，並以貨櫃機房、光纖通訊等方案，實際投入台灣大型道路系統維運，展現其從工程基礎建置向智慧化應用的延伸成果。

「這些是我們團隊以前的實績，來這邊我持續接單，用傳典再去接台 61 的單，我們就是繼續把政府標案標下來。未來就是從這些基礎建設去延伸智慧應用的部分...只要下大雨、颱風來襲，路跟斷就中斷，我們當前就建雷達站，這種資訊顯示系統，然後還有做那個豪雨告警跟落石告警，這些也都是智慧化應用」（執行長，2025 年訪談資料）

「那個全線的光纖通訊網路還有路測的貨櫃機房全部都是我們做，所以目前整線的交控都是我們在維護的。我們現在還有持續在得標，我們是他們的維護商。」（執行長，2025 年訪談資料）

「我們現在走的方向是分散式，我們是要真正因應未來智慧城市的需求。因為智慧城市的需求，算力中心跟電網都要是分散式。」（執行長，2025 年訪談資料）

在能源與算力中心應用上，團隊結合綠電配置、分散式電網與智慧調度技術，推動能源基礎設施與城市算力中心的實質部署，拓展多國市場應用。

「能源解決方案，目前包括太陽能跟儲能也都有在建置。我們在規劃最新的概念就是綠色算力中心，我們在很多國家都已經在推行了。...我們現在在與某集團談，就是幫忙規劃一個全綠電的綠色算力中心。」（執行長，2025 年訪談資料）

「智慧城市、能源相關的，實際上確實就已經落地了，包括操算中心，我們要開始實際做監測。...一個是建光處理電網，那另外一個是純做算力中心。」（執行長，2025 年訪談資料）

「我們會把這種解決方案推到國家的電廠裡面去。」（執行長，2025 年訪談資料）

「未來的電網就是全部用智慧化來管理，我們這些解決方案後面都有資訊安全的防護再考量。」（執行長，2025 年訪談資料）

「目前菲律賓的已經準備要下單，要做光儲為電網，那這一塊就除了一般常聽到的 EMIS 能源管理系統，其實有一塊很重要的就是電網調度系統」（執行長，2025 年訪談資料）

橫跨能源、交通與城市場域，從廠務優化到智慧城市佈局，資訊團隊將資料邏輯與技術經驗，透過模組重構、知識轉譯與多場域部署策略，成功轉化為具備高度可移植性與商業價值的智慧解決方案。隨著智慧廠務應用落地與雙軌交付策略推動，資訊團隊同步拓展技術能力，將應用延伸至能源管理、分散式電網與智慧交通等領域，擴大解決方案的部署規模與場域彈性，突破過往侷限於單一技術支援的服務模式，轉型為兼具整合部署與營運支援能力的智慧解決方案提供者。組織能力的升級，象徵傳典正式邁入數位成熟階段，並透過模組化部署、訂閱制服務與跨域實績，成功實現數位能力的外部化，推動商業模式創新，在數位轉型市場中建立差異化競爭優勢。

「其實我們打的是個團體戰，是專門走 AI 的走向，定位會是一個 AI 系統整合公司，等於我們的解決方案都是從 AI 來思考。」（執行長，2025 年訪談資料）

表 5-3 能力建構第三階段分析表

理論構面		觀察重點
實踐歷程	認知	延伸應用場域的機會辨識： 資訊團隊在智慧廠務初步落地後，開始主動辨識建廠、交通與能源等新興場域的系統整合與模組複用機會，並關注國際政策對再生能源與綠色算力的推動趨勢，進一步勾勒出跨區域能源協調與智慧應用平台的構想，展現由資訊邏輯主導的場域延伸與策略轉向。

實踐歷程	行動	獲取	<p>從標案實務中獲取交通應用知識：資訊團隊主動重啟過往交通標案經驗，將其視為新知識場域，並藉由參與公部門流程接觸智慧號誌、監控與預警等外部應用知識，探索其與既有數位能力的整合可能性。</p>
		獲取	<p>延伸合作網路以接觸智慧應用外部知識：面對智慧城市應用對多元模組的整合需求，資訊團隊建立合作網路，透過整合平台業者模組與尋求共同研發夥伴的方式，擴展可接觸的外部專業知識與技術資源。</p>
		同化	<p>異地能源條件整合與調度邏輯建構：針對多場域能源條件與用電邏輯的差異，進行條件理解與邏輯梳理，將異質需求內化為可整合於系統設計的控制邏輯，作為未來多地部署與資安管理的基礎參照架構。</p> <p>異質技術邏輯的理解與整合基礎：釐清原有模型設計邏輯與資料流程，並結合外部自動化經驗，梳理異質系統間的整合條件，逐步形成具一致性與延展潛力的概念架構，為後續跨場域部署提供知識準備。</p> <p>參照國際模式引入數據平台邏輯：參考國際案例與數據整合邏輯，導入資料平台建構概念，作為智慧廠務系統的設計依據與技術對標參考。</p>
		轉換	<p>結合作與平台邏輯建構：透過內部邏輯重組與外部合作整合，將異質設備介面、資料處理與模型串接經驗，轉化為可重組、可擴展的模組化平台邏輯。</p> <p>跨文化能源應用邏輯的知識轉譯：透過反覆溝通與案例詮釋，將光儲等能源治理技術內化為當地團隊可接受的行動邏輯。</p>

		<p>資安能力邏輯轉化與模組整合：透過重構既有資安設計經驗，將分散於各專案的資安知識轉化為可重組、可擴展的模組化結構。</p>
	應用	<p>智慧廠務知識的實踐與服務轉化：將節能判斷、異常預警與資料對接等知識應用於日常維運與客戶合作，轉化為可支持操作決策與彈性部署的服務邏輯，並逐步融入於營運支援與商業策略中。</p> <p>智慧城市場域中的知識延伸與部署應用：廠務系統中累積的資料治理與控制邏輯延伸至交通與能源等城市場域，並依在地條件調整判斷標準與應用方式，展現其跨域知識的轉譯與部署能力。</p>
	結果	<p>在智慧廠務實作經驗基礎上，資訊團隊成功建構具跨場域適應性與模組化部署彈性的智慧決策系統，並導入地端部署與訂閱制等機制，並預計發展私有雲作為未來選項，轉型為可長期維運的技術服務提供者。原先內部運用的資料治理與演算法邏輯，已實質嵌入客戶營運流程，並拓展至能源與交通等場域，最終形成可商業化的智慧解決方案，並形塑差異化的市場競爭定位。</p>

資料來源：本研究整理

5.4 能力建構跨階段分析

本研究以傳統工程企業「傳典」為對象，探討傳統產業在面對環境壓力與資訊能力不足下，如何透過知識吸收與鬆耦合互動，逐步推動數位能力的建構與外部場域的延伸應用。研究將能力建構歷程分為三階段，彙整如表 5-4 所示，分析如下：

環境變化下的能力重塑需求

面對成本驅動競爭模式的侷限、製造業勞動力短缺與智慧製造需求上升，組織逐步意識到數位能力與營運模式升級的必要性。近年，AI 與永續轉型趨勢更加劇數位升級壓力，傳統依賴工程經驗與現場判斷的營運模式，逐漸暴露出效率瓶頸與人力依賴風險。這使得組織不得不持續檢視自身知識結構與能力基礎，反覆對應外部環境需求，思考內部資源是否足以支撐智慧製造與跨場域應用，進而尋求突破傳統模式的發展策略。這不僅是數位升級與能力重塑的起點，更是組織持續回應市場變化、強化結構韌性的關鍵目標。

認知擴展下的機會辨識與策略轉變

組織對環境變化的理解，深受內部知識基礎與技術條件影響。初期，認知重心侷限於資訊科技能力的補強與內部流程優化，對外部應用與市場需求的掌握相對有限。隨著跨領域經驗的吸收與知識結構的累積，企業逐步將焦點由內部痛點延伸至外部場域，開始辨識不同專業領域中的數位應用機會，並嘗試結合內外部知識資源，發展具整合特性的應用構想。當組織逐步掌握異質知識與跨域整合邏輯，內部不僅能有效詮釋場域需求，也同步強化對多元應用場景的系統性理解。策略視角亦由局部、單一場域，擴展至跨領域整合與場域延伸的布局思維。知識條件的提升，驅動組織持續調整認知角度，深化市場機會的辨識方式與應用構想的發展方向。

外部資源導入與知識結構補強

知識基礎的狀態，直接影響外部資源的獲取方向與行動模式。當內部知識結構尚未成形時，組織多仰賴外部資訊或基礎技術作為能力補強的起點，獲取行動偏重於單向導入與管理結構的搭建，主要集中於資訊系統與基礎設施，作為支撐轉型開端的必要條件。由於跨領域經驗的累積與認知視角的擴展，組織在設定獲取目標與識別關鍵資源上逐漸具備明確方向，包含專業人才與技術條件的引入，

亦透過借鏡國際經驗，導入資料平台與應用邏輯，強化知識結構，回應日益複雜的應用需求。當知識條件與實務經驗持續提升，獲取模式亦趨多元，包含藉由合作拓展知識來源、結合異質資源補強跨場域應用條件，逐步由單一技術補強，發展為多源整合的行動策略。每一次知識獲取行動，皆基於當下知識狀態與應用需求，持續補強企業知識結構，為跨場域應用與數位能力發展提供必要的知識基礎與技術支撐。

異質知識的理解與整合條件的累積

外部知識與異質經驗的持續導入，促使組織不斷調整內部理解方式與整合邏輯。當外部知識初步進入組織，通常透過內部系統與流程的對應，嘗試消化新知，釐清既有結構與新知之間的落差，強化資訊條件與基礎架構，作為因應營運與管理需求的初步應對。隨著知識基礎的深化與跨領域經驗的融合，組織逐步掌握異質知識的結構特性，並透過資料串接邏輯的重構與標準化設計，累積整合異質知識的經驗基礎。尤其在多場域部署與異地條件差異的背景下，理解外部知識與在地情境的結合方式，成為支撐知識落地與場域應用的關鍵。透過釐清結構特性與操作條件，企業強化對異質技術的理解能力，逐步形成應用整合的基礎知識，也為後續知識轉化、系統設計與跨場域部署奠定必要條件。

跨域知識轉化與模組邏輯的建構

組織早期面對場域差異與知識斷裂挑戰，開始從單一領域經驗中萃取關鍵知識，透過結構重構與操作邏輯轉譯，嘗試整合分散的技術脈絡，形塑具系統性的應用基礎。隨著跨域知識的累積與場域條件的多元變化，驅動組織不斷調整知識組合方式，將異質知識、既有經驗與資料邏輯，轉化為具通用性與重複使用價值的結構設計。隨著知識基礎逐步深化，組織透過邏輯重構與模組設計，發展出可重組、具擴展性的模組化平台架構，降低系統適配門檻，強化整體結構的穩定性與部署彈性。隨跨領域經驗的整合與外部資源的導入，使組織將分散的知識脈絡與資料條件，封裝為標準化、可擴展的模組結構，形成支撐跨場域整合與多元應用需求的穩定知識邏輯。透過跨域知識的轉化與模組邏輯的建構，企業不僅優化內部結構與技術基礎，亦為後續多場域部署與智慧應用擴展提供必要的知識準備與結構支撐。

知識應用的落地與場域擴展

隨著資料基礎與技術經驗的逐步累積，知識應用的重心呈現由內而外，逐步擴展至跨場域實踐與外部應用的布局。組織透過資料邏輯的規劃與實務導向的應用策略，將過往累積的數據、模型與技術經驗，轉化為具備場域適配性與服務價值的應用成果。智慧廠務知識的實踐不僅促進內部營運效率與數位管理基礎的建構，更在模組架構與平台能力的成熟下，延伸至外部場域的整合與應用，推動能源管理、智慧應用與城市治理等跨場域布局。透過部署策略的調整與資源整合，企業持續強化服務模式與系統彈性，促進數位轉型的實質推進。知識應用的落地，既是內部能力累積的展現，也透過服務轉化與多場域部署，擴大企業在智慧應用、生產優化與場域治理等領域的實際影響力。

能力成果與服務模式轉型

知識結構與技術條件的累積，帶動組織完成內部資訊系統與數位基礎的建置，並在此基礎上建構具備資料應用與邏輯判斷能力的智慧系統雛型，形塑後續技術發展的基礎條件。跨域知識的轉譯與資料邏輯的深化，促使組織逐步建構具重複部署與彈性調整特性的模組化技術架構，提升整體系統的穩定性與適配能力。面對多元場域與應用需求，企業將既有知識結構延伸至更多應用情境，透過智慧系統設計與整合策略，強化跨場域協調能力，並形塑資訊邏輯在整體架構與部署過程中的主導地位。知識轉化與應用成果的持續累積，使組織能夠將內部知識與資料條件，轉化為具備應用價值與服務潛力的技術成果，拓展數位能力邊界，並逐步發展多元應用與服務模式。成果亦成為組織面對環境變化與市場需求時，重新檢視知識結構、辨識能力差距與調整策略的依據，進一步推動知識深化與能力強化，支撐持續發展的循環模式。

表 5-4能力建構跨階段分析彙整表

理論			第一階段 基礎資訊能力建構	第二階段 外部數位能力初步建構	第三階段 外部數位能力成熟建構	命題
環境			<ul style="list-style-type: none"> • 成本驅動競爭模式的挑戰與侷限 • 製造業勞動力短缺與智慧製造需求上升 • AI趨勢加劇轉型壓力 			環境變化驅動檢視能力結構，形成數位與轉型需求
實踐歷程	認知		<ul style="list-style-type: none"> • 數位能力缺口與數位轉型需求 	<ul style="list-style-type: none"> • 智慧廠務場域的機會辨識 	<ul style="list-style-type: none"> • 延伸應用場域的機會辨識 	經驗累積深化痛點與市場理解，逐步調整策略焦點與回應能力
	獲取		<ul style="list-style-type: none"> • 外部資訊知識引入與轉型開端 	<ul style="list-style-type: none"> • 以招募行動引入關鍵知識 • 識別並建立工程關鍵知識 	<ul style="list-style-type: none"> • 從標案實務中獲取交通應用知識 • 延伸合作網路以接觸智慧應用外部知識 	持續導入外部資源，補強知識結構，擴展應用條件
	行動		<ul style="list-style-type: none"> • 資訊團隊理解組織內部困境 • ERP 導入與既有流程的知識對應 	<ul style="list-style-type: none"> • 跨域知識的理解與轉譯 • 資料串接邏輯的重構與標準化 	<ul style="list-style-type: none"> • 異地能源條件整合與調度邏輯建構 • 異質技術邏輯的理解與整合基礎 • 參照國際模式引入數據平台邏輯 	理解異質知識與操作條件，強化整合邏輯與應用基礎

轉換	<ul style="list-style-type: none"> 工程脈絡下的知識轉換與系統重構 	<ul style="list-style-type: none"> 跨域知識轉化與模型邏輯建構 	<ul style="list-style-type: none"> 結合作業與平台邏輯建構 跨文化能源應用邏輯的知識轉譯 資安能力邏輯轉化與模組整合 	知識轉化聚焦結構重組與模組邏輯建構，強化系統適配與重複應用基礎
應用	<ul style="list-style-type: none"> 數位管理知識的實踐推展 	<ul style="list-style-type: none"> 實務導向的資料應用規劃 	<ul style="list-style-type: none"> 智慧廠務知識的實踐與服務轉化 智慧城市場域中的知識延伸與部署應用 	資料與技術經驗累積，應用範圍擴張，強化服務模式與整合能力
結果	<ul style="list-style-type: none"> 基礎資訊能力建構與 ERP 系統導入實現 	<ul style="list-style-type: none"> 建構初步的智慧決策系統雛型 形成跨域知識轉譯，建立資料應用與演算法的基礎條件 	<ul style="list-style-type: none"> 建構具跨場域適應性與模組化部署彈性的智慧決策系統，發展智慧廠務、能源、交通等智慧解決方案，推動數位能力外部化 導入地端、訂閱制等商業機制，轉型為可長期維運的智慧服務模式 	持續將知識與條件化為具應用及服務價值的技術成果，累積數位應用與對外服務能力

資料來源：本研究整理

5.5 知識鬆耦合階段分析

為理解傳典數位轉型歷程中各階段的組織合作樣態與知識互動邏輯，本節從「知識鬆耦合」視角切入，剖析資訊與工程兩大知識體系在組織結構中的互動關係與運作邏輯。鬆耦合並非靜態結構，而是組織因應策略目標與外部連結變化，所展現出的動態知識互動與結構鬆散特徵。以下將依第一至第三階段的轉型進程，分析各時期資訊知識與工程知識的互動模式，並說明鬆耦合如何支撐知識轉化、系統建構與價值重構等關鍵任務。

5.5.1 第一階段（鬆耦合結構的初步形成）

數位轉型初期，傳統工程導向的組織架構下，首次引進具備雲端與資安背景的資訊團隊，為企業帶入外部資訊知識，並因應董事長提出的 ERP 系統建置需求，展開初步的數位建置行動。資訊團隊負責系統選型、客製與部署，並針對料號結構、現場流程等工程基礎進行理解，形成知識上的初步互動。

過程中，資訊團隊以工程知識為素材來源，進行必要理解與功能設計，並透過教育訓練協助工程人員學習系統操作，工程部門則配合提供資料與條件，實際操作模式與專業判斷邏輯保持不變。整體而言，資訊知識的貢獻侷限於管理工具層面，尚未深入影響工程端的專業知識與作業邏輯，雙方知識結構明顯區隔，運作節奏與語言體系保持獨立。第一階段知識互動呈現出結構分離、自主性與節奏差異，符合鬆耦合系統中「語言體系獨立」與「互動微弱性」的特徵（Weick, 1982b；Orton & Weick, 1990）。雖然資訊團隊逐步累積對工程需求的理解，並結合自身專業背景思考後續技術構想，但整體知識主體性仍由工程主導，資訊僅配合提供管理工具與基礎操作支援。

表 5-5 知識鬆耦合第一階段分析表

構面	觀察重點		
知識主體	工程為主，資訊知識侷限於 ERP 導入，未涉入營運邏輯與場域應用	資訊知識	負責 ERP 系統建構與教育訓練，透過理解工程素材設計功能，知識尚未深入營運與決策判斷

		工程 知識	維持專業運作，僅配合系統導入提供基礎資料與條件，專業邏輯與操作模式不受影響
知識互動 形式	資訊團隊透過董事長策略橋接理解企業困境，與工程端展開任務驅動式的單向知識吸收，雙方知識結構與語言節奏獨立		
鬆耦合 特徵	資訊與工程知識結構獨立，各自保留專業邊界與運作節奏，互動具微弱性與間接性，呈現典型鬆耦合樣態		

資料來源：本研究整理

5.5.2 第二階段（跨域知識合作中的鬆耦合運作）

延續第一階段 ERP 建置成果，資訊團隊已具備基礎的內部流程理解與初步工程知識，組織數位轉型重心也隨之由內部優化，推展至外部市場能力的建構。資訊團隊結合資訊背景與工程知識脈絡，圍繞智慧廠務場域展開能力實踐，嘗試設計智慧決策系統，回應市場對節能管理、預測維運與智慧化應用的需求。

為發展智慧廠務應用，資訊團隊需持續理解如空調、用電、能源管理等工程運作邏輯，方能設計貼近現場需求的預測分析與異常判斷模型。過程中，資訊團隊透過文獻查找、設備調研與專家互動，吸收並轉譯工程知識，設計為系統功能與應用邏輯。然而，工程知識本身並未因系統設計而發生重構，工程部門仍保有專業自主性與判斷邏輯，雙方知識結構與語言體系持續維持分離。整體知識互動仍呈現鬆耦合結構，資訊端以單向吸收為主，將工程知識轉譯為資料條件、監控邏輯與預測模型，作為系統設計的依據與條件來源，但不影響工程端原有的專業邏輯與操作模式。資訊知識的運作模式依然結構獨立與彈性，透過知識轉譯與功能設計，提升系統設計效率，避免對工程專業造成干擾。鬆耦合關係不僅保留工程知識的邏輯獨立性，亦透過局部互動與單向吸收，強化資訊團隊在智慧廠務應用中的設計彈性，為後續數位能力深化與跨域發展奠定基礎。

表 5-6 知識鬆耦合第二階段分析表

構面	觀察重點		
知識主體	工程為主、資訊為輔， 資訊開始設計模型邏輯 但仍依附於工程情境	資訊 知識	吸收並轉譯工程條件，設計為 資料邏輯與監控功能，知識結 構維持獨立，強化系統設計彈 性
		工程 知識	提供設備經驗與場域條件，作 為資料來源與判斷依據，專業 邏輯與操作模式未被改變
知識互動形 式	由資訊端主動吸收與轉譯工程知識，形成單向知識吸收關係		
鬆耦合 特徵	雙方知識結構與語言體系維持獨立，透過單向吸收與局部互動， 提升資訊端設計彈性與應用效率		

資料來源：本研究整理

5.5.3 第三階段（數位能力擴展的知識整合）

智慧廠務應用雛形完成後，資訊團隊已具備整合工程邏輯與資訊能力的基礎，並推動數位轉型進入跨域應用與場域延伸階段。相較於前期以工程為主的智慧應用設計，團隊逐步主導建廠、交通、能源與分散式電網等多元應用的整合布局，展現資訊知識在應用擴展與系統設計中的主導地位，知識主體性也由工程轉為資訊為核心。

過程中，資訊團隊不再依附工程語境，而是透過自主的資料治理、系統設計與平台邏輯整合，結合外部團隊與標案經驗，建構出具跨場域適應性的系統架構。知識互動來源多元，資訊團隊持續吸收並轉譯工程知識，設計為資料條件、判斷邏輯與平台架構，並整合外部資訊技術與應用經驗。過程中，工程知識本體與判斷方式維持原有結構，雙方知識體系與運作節奏相互獨立，整體知識互動展現鬆耦合下多源分工、局部互動與結構自主的典型樣態。

儘管工程知識仍為場域理解與系統設計提供素材，實質運作邏輯、平台設計與策略布局已全面由資訊團隊主導。工程人員僅需理解系統基本功能與運作方式，協助提供必要參數，實際操作、數據分析與決策均由資訊團隊負責，展現鬆耦合下的知識分工模式。第三階段整體知識互動已由前期單一場域、資訊與工程分離的結構，擴展為涵蓋多場域、多源知識的整合系統。資訊團隊透過鬆耦合架構，靈活串接外部技術與合作資源，整合多元知識，推動跨場域智慧應用的發展。

「傳典這種傳統的機水電，會越來越小，反而是我們這邊的智慧建廠會越來越大了。」（執行長，2025 年訪談資料）

「我們一樣會接工程，那我們接的工程可能就是一個智慧解決方案在裡面，不會純只幫客戶做機水電，只是工程那塊反而變成有點像子公司的概念。就是機水電工程的部份發給他們做，但是我們是做 total solution 的整合，」（執行長，2025 年訪談資料）

「他們（工程人員）要學的是怎麼了解這套系統，但系統是我們在操作，但他要提供相關參數，讓系統可以運作。」（執行長，2025 年訪談資料）

表 5-7 知識鬆耦合第三階段分析表

構面	觀察重點		
知識主體	資訊為主、工程為輔，資訊主導跨場域知識整合與數位能力擴展，工程知識轉化為應用素材	資訊知識	主導跨場域應用邏輯、平台設計與資料治理，整合工程與外部知識為模組化技術資源
		工程知識	提供場域理解、設備條件與判斷素材，支援系統設計與應用部署，知識本體維持獨立
知識互動形式	資訊團隊主導應用設計與平台整合，吸收並轉譯工程與外部知識，透過鬆耦合架構形成可擴展的知識體系		

鬆耦合 特徵	資訊團隊將工程知識與外部技術整合入系統架構，仍保留知識結構與運作節奏的獨立性，推動高適配性的跨場域部署
-----------	---

資料來源：本研究整理

5.5.4 知識鬆耦合小節

本研究所呈現之數位轉型歷程，具體展現出鬆耦合在知識層次的運作樣態，釐清其作為傳統產業數位能力建構與組織轉型的關鍵機制。觀察聚焦於跨領域知識的鬆耦合互動，揭示在資訊知識基礎薄弱、不破壞原有專業邏輯的情況下，企業如何透過鬆散、局部、低密度的知識互動模式，逐步吸收異質知識，最終建構出具備高度適應性與可外部化的數位能力。

首先，三階段的知識互動演變清楚反映鬆耦合「結構的不均勻性」（Orton & Weick, 1990）的特徵。第一階段，資訊團隊藉由董事長策略橋接進入組織，雖展開對工程基礎知識的理解與初步吸收，但僅限於系統操作與功能設計層次，資訊與工程知識高度分離，雙方互動頻率低、結構獨立，對應鬆耦合中的「微弱性」與「間接性」特徵（Weick, 1982b）。第二階段，資訊團隊主動加深對工程知識的吸收與轉譯，將異質知識整合為資料條件、預測邏輯與系統功能，雖互動密度與設計參與度提升，知識結構與語言體系仍保持獨立，呼應鬆耦合下的必要多樣性、行動自主性，並透過降低知識單元相依性，強化模組化設計品質。（Orton & Weick, 1990；March, 1987）。第三階段，資訊團隊主導跨域應用與平台設計，整合工程與外部知識，形成鬆散串接、多源合作的知識整合模式，展現鬆耦合有助於推動跨領域合作與知識彈性重組（Schilling, 2000；Brusoni et al., 2001）。

其次，研究亦驗證鬆耦合結構在知識轉型過程中所展現的多重效果。資訊團隊並未透過高強度整合或組織重構推動轉型，而是運用模組化設計、標準封裝與弱連結合作，分階段吸收外部知識，循序推進知識重組，並避免因邏輯整併產生摩擦，確保各專業語境與操作節奏的獨立性，提升整體系統的穩定性。同時，資訊團隊透過多重角色性與鬆散連結，緩解資訊與工程知識結構分離所帶來的合作摩擦，降低問題擴散風險，強化系統的緩衝效果。實現局部協作與知識交換，呼應 Giudicati 與 Riccaboni（2013）提出鬆耦合有助於異質知識的彈性流動與交換，並強化系統整合過程中的靈活性與合作能力。鬆耦合架構亦保留差異性與彈性空

間，使組織得以靈活吸收外部知識，調整應用邏輯，展現必要的適應性。鬆動的資訊連結也使掌握資訊的成員在詮釋與應用過程中具備更高的行動彈性，提升合作過程的心理安全感與滿意度。

最後，數位環境中的鬆耦合特性亦清楚體現在個案中。資訊團隊透過鬆耦合架構推動跨場域應用，體現數位開放性、可供性與生成性，促進知識流動、模組重組與系統彈性強化（Nambisan & Luo, 2021；Grego et al., 2024）。多元知識單元透過鬆散連結、模組邏輯與合作網路整合，資訊團隊逐步實現由工程為主轉為資訊為主的知識主體性轉移，建構出具備跨域部署、外部合作與知識彈性整合能力的數位應用體系。如圖 5-1 所示，傳典數位轉型歷程中，資訊與工程知識透過鬆耦合模式展開分階段互動，資訊團隊藉由局部吸收、跨域整合與主體性轉移，最終建構具備跨場域部署與知識彈性整合能力的數位應用體系，逐步推動企業在維持專業邏輯獨立性的前提下，實現數位能力的內部建構與整體組織轉型。

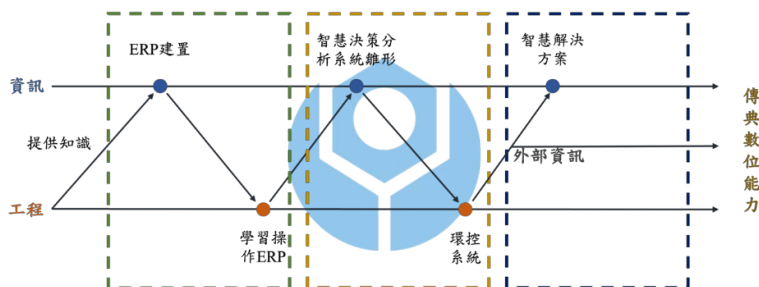


圖 5-1 跨域知識互動與數位系統建構過程

資料來源：本研究整理

5.6 知識鬆耦合跨階段分析

為呈現數位轉型過程中，知識如何在鬆耦合模式下遞進演變與擴展成能力，本研究整理三階段知識互動現象，如表 5-8 所示。透過知識主體轉變、互動形式與結構特徵的觀察，可辨識組織如何在不破壞原有知識邏輯與結構前提下，逐步吸收異質知識，維持結構獨立性，並形成應用邏輯與數位能力，以下分析說明：

知識主體的轉變與主導性重構

不同知識類型的遞進重構，展現出組織如何在維持專業結構不變的基礎上，透過主體性逐步轉移，推動應用邏輯調整與能力擴展，以因應市場多元需求。數位轉型初期，知識主體性由既有知識體系掌握，新進知識僅侷限於管理工具建置與基礎操作，未深入營運邏輯。隨著轉型推進，新興知識逐步參與應用邏輯設計，雖然仍依附於原有框架，但應用層面已出現鬆動跡象，反映新知識對系統設

計與結構思維的初步介入。最終，新興知識體系轉為主導地位，帶動跨場域整合與應用發展，既有知識則轉化為支撐系統設計與場域理解的應用素材，呈現知識主體性隨能力建構進程逐步轉移的現象。

知識互動與結構穩定性維持

不同階段知識互動形式雖逐步深化，結構獨立性始終保留。初期，雙方透過基礎資料配合與單向吸收行為展開知識互動，資訊團隊依附既有工程邏輯，協助釐清管理需求並完成系統導入，知識結構高度分離、語言體系獨立為主要特徵。隨著知識含量的增加與吸收能力的提升，知識吸收行為持續強化，雖然整合程度提升，結構獨立性與語言分離仍未被改變。最終，多源知識整合納入外部經驗與異質技術，惟結構自主性維持不變。整體過程中，知識互動透過單向吸收與鬆散整合，穩定促進異質知識的局部融合，展現鬆耦合特徵下的漸進式知識合作，在不破壞既有組織結構與專業邏輯的前提下，穩定推動異質知識的吸收、重構與應用拓展，逐步實現跨域整合與數位能力擴展。

鬆耦合結構的知識彈性與靈活整合

資訊團隊透過單向吸收、鬆散整合與模組設計，逐步推動多源知識封裝與系統部署，整體知識結構始終呈現鬆耦合樣態。三階段知識互動持續展現結構分離、語言獨立與節奏差異，貫穿整體轉型歷程。即便知識吸收與整合行為逐步強化，知識結構與判斷邏輯仍各自維持獨立性，展現鬆耦合下的最小干擾原則，避免過度整併對既有專業體系產生破壞。透過鬆散連結與模組架構，組織有效降低單元相依性，強化模組化設計品質，保留知識差異性，形成必要多樣性結構，為異質知識吸收提供彈性空間，強化結構韌性與跨場域適配能力。鬆耦合模式同時展現出多重結構功能，為數位能力擴展提供穩定支撐。首先，知識結構的獨立性與語境隔離，有助於維持整體系統的穩定性，避免高強度整合對既有運作邏輯造成干擾。其次，結構之間的鬆散連結具備緩衝效果，降低異質知識整合過程中的衝突擴散與協作摩擦。第三，鬆耦合結構保留多樣性與彈性空間，使組織得以在不確定或模糊情境下，靈活吸收外部知識，調整應用邏輯，展現必要的適應性。第四，鬆動的資訊連結使掌握資訊的成員在詮釋與應用過程中具備更高的行動彈性，進提升合作過程的心理安全感與滿意度。最後，透過結構彈性與多樣性的保留，組織能在複雜場域中維持整合品質，展現系統應有的效能。

表 5-8 知識鬆耦合跨階段分析彙整表

構面	第一階段	第二階段	第三階段	命題
知識主體	工程為主，資訊僅涉入管理工具導	工程為主、資訊為輔，資訊依附工程設計基礎應用邏輯	資訊為主、工程為輔，資訊主導應用與整合，工程知識轉化為素材	知識主體性隨能力建構推進，由既有知識體系轉向新進知識體系主導應用整合
知識互動形式	基礎資料配合，結構高度分離，互動侷限	資訊團隊單向吸收工程知識，結構分離持續存在	多源知識整合，資訊吸收工程與外部知識，結構維持獨立性	互動保留結構獨立性，透過單向吸收與鬆散整合，穩定促進異質知識的局部融合
鬆耦合特徵	雙方知識結構高度分離，運作節奏與語言體系獨立，互動具微弱性與間接性	知識結構與語言體系持續維持分離，透過單向吸收與局部互動，強化系統設計彈性	工程與外部知識透過鬆耦合模式整合入系統，知識結構獨立，系統具跨場域適應性與彈性	知識結構與判斷邏輯各自獨立，結構展現鬆散與多樣性，保留操作彈性與跨場域適配能力

資料來源：本研究整理

第六章、研究結論與建議

本章將統整本研究之主要發現，針對第一章提出之研究問題，結合理論脈絡與實證資料，提出具體結論，說明傳統產業如何在資訊能力不足、結構不變的情況下，推動數位能力建構與跨域應用擴展。此外，亦將針對本研究之過程與結果進行限制說明，並結合研究脈絡，提出後續建議與未來研究方向，作為後續探討與實務規劃之參考。

6.1 研究結論

本研究聚焦於傳統產業面對市場智慧化的壓力下，如何於資訊能力基礎薄弱、組織結構穩定的條件下，透過知識吸收與鬆耦合機制，逐步建構數位能力、整合異質知識並推動跨域應用。研究透過實證個案，針對以下兩項核心問題，整理結論如下：

一、傳統產業在資訊能力不足的條件下，面對外部環境變動與轉型需求時，如何規劃並實踐知識吸收，達成能力建構？

本研究結果顯示，傳統產業即便缺乏內部資訊能力，仍可透過外部知識導入，快速補足數位基礎能力與資源，相較於內部自行培育，更能有效縮短能力落差與能力建構時程，提升因應市場變動的速度。研究亦發現，企業並非一次性投入技術，而是隨環境驅動，持續調整認知與行動策略，逐步累積數位基礎與應用能力。

初期，透過引進外部團隊，取得資訊知識來源，聚焦於基礎系統導入與流程優化，形成初步資訊能力基礎。隨後，資訊團隊藉由跨域知識吸收，深化對工程邏輯與場域條件的理解，轉譯為平台架構與應用設計，強化知識整合與場域應用能力。最終，因應多元場域需求，資訊團隊進一步重構知識邏輯與模組封裝，主導跨場域平台建構與智慧應用擴展，實現高彈性、可重複、可外部化的數位能力，完成數位能力擴展，回應多元場域需求、智慧化與低碳目標。整體歷程顯示，外部知識導入為企業提供快速回應市場的途徑，跨域知識吸收與模組化邏輯則為能力遞進與策略調整奠定基礎。透過知識累積，組織逐步強化認知能力，提升機會識別、策略調整與能力建構的靈活性，最終有效因應數位轉型與永續發展需求（如圖 6-1 所示）。

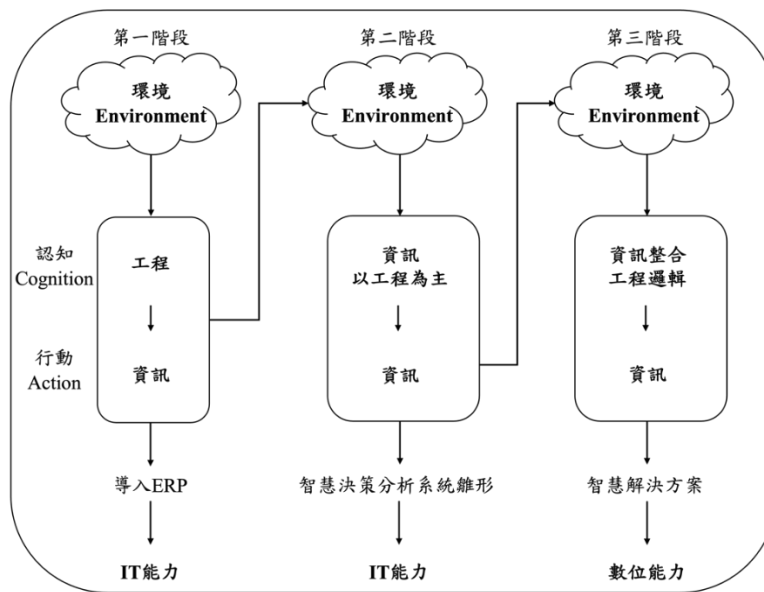


圖 6-1 個案數位能力實踐歷程

資料來源：本研究整理自 Chan et al. (2022)

二、在不更動原有組織運作下，如何透過知識層次鬆耦合互動，推動跨域整合與數位能力發展？

傳統工程公司維持既有專業分工構與組織結構不變，且內部資訊能力基礎相對薄弱的前提下，透過知識層次的鬆耦合互動，穩定推動異質知識吸收、應用整合與跨域能力擴展。整個歷程中，企業並未依賴高強度整併或結構重塑推動轉型，而是運用弱連結、鬆散整合，依循吸收外部知識，保留知識結構與判斷邏輯獨立性，形塑必要多樣性與行動自主性等結構特徵，提供知識彈性與靈活調整空間鬆耦合結構亦展現出穩定性、緩衝性與適應性等正向效果，協助組織降低知識整合過程中的摩擦與衝突擴散風險，維持系統韌性與抗擾動能力，並透過多樣知識單元與鬆散連結，提供持續探索、調整與跨場域部署的彈性空間。伴隨知識互動深化，資訊知識自基礎工具導入逐步滲透應用設計與系統整合，最終主導跨域平台建構與智慧應用擴展，實現多源知識靈活重組與高適配性的跨場域能力，持續強化系統穩定性與組織回應性，最終逐步累積具備模組化、重複使用的數位能力，進而提升整體效能，滿足市場智慧化與永續轉型需求（如圖 6-2 所示）。

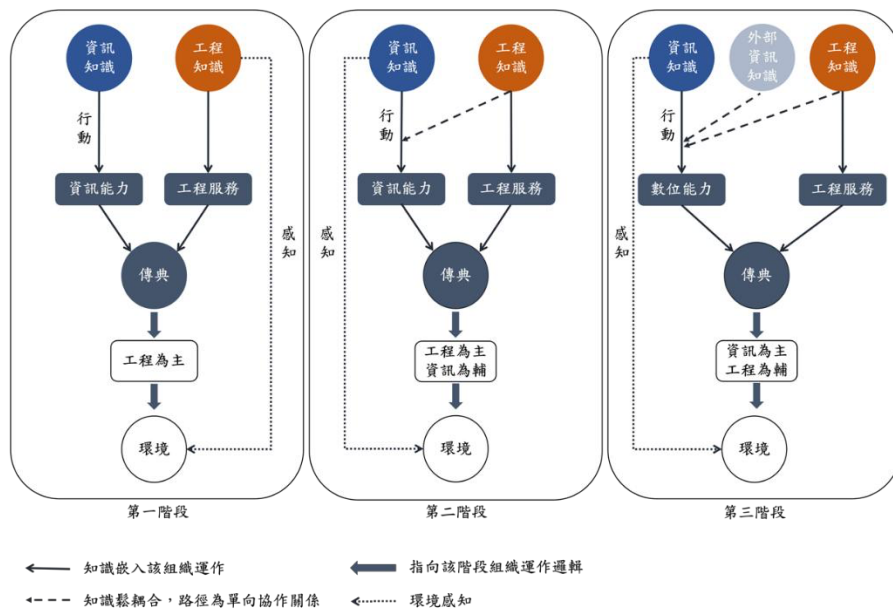


圖 6-2 鬆耦合結構形成圖

資料來源：本研究整理自 Mämelä et al. (2023)

綜合本研究，傳統工程企業於資訊能力薄弱、組織結構穩定的條件下，面臨市場變動帶來的轉型壓力，透過外部知識導入、跨域知識吸收與鬆耦合互動，展現出一套具備高彈性、低摩擦、可擴展的數位能力建構模式。此模式具體展現於以下三項核心特徵：

- (一) 外部知識導入加速能力補足，縮短市場回應時程。
- (二) 跨域知識吸收深化認知，強化機會識別與策略調整基礎。
- (三) 採用鬆耦合結構，降低知識整合摩擦，實現彈性的數位能力。

透過上述機制，傳統產業無須依賴組織結構重整，亦能穩定吸收異質知識、靈活整合應用邏輯，回應多元場域需求，推動數位轉型，最終建構出具備高度適配性、可擴展性與外部化潛力的數位能力。儘管考量本研究聚焦於單一產業脈絡與特定個案，推論結果仍存有侷限，惟仍期望本研究結果能為缺乏資訊能力之傳統產業提供具參考價值之轉型策略，並深化相關理論討論與實務應用指引。

6.2 研究限制及未來研究方向

本研究採用單一個案深入分析法，結合半結構式訪談與次級資料蒐集，探討傳統工程企業在缺乏資訊基礎下，如何透過知識吸收與鬆耦合模式推動數位能力建構與組織轉型。此方法有助於捕捉複雜轉型脈絡與知識互動過程，並揭示跨領域知識整合的細節。然而，研究設計與資料來源仍存在若干限制，未來可以從以下方向進行補強：

- 個案選擇的情境侷限

本研究聚焦於工程企業的數位轉型歷程，研究結果可能受個案所處的產業環境、規模特性與政策背景不同而影響。未來可透過多重個案比較，提升結論的普遍性與跨產業應用價值。

- 資料來源的深度與多元性限制

本研究資料來源主要依賴單一企業內部之訪談與次級文件，雖然涵蓋主要決策者，並輔以公開資料佐證，但仍可能受限於組織內部與受訪者主觀觀點，缺乏其他利害關係人，如工程端、外部合作夥伴、客戶之多元視角，可能影響研究結果的完整性。未來可透過擴大資料來源，納入外部訪談或第三方評估，補強資料的深度與廣度，強化研究結果的全面性與客觀性，提升研究結論的客觀性與整體說服力。

- 主觀詮釋範圍與侷限影響

本研究採質性單一個案研究法，研究者在資料蒐集、編碼與分析過程中，難免帶有主觀詮釋與理論偏好，可能影響研究結果之中立性。後續研究可結合量化方法輔助驗證、資料統計或多來源佐證，降低個人偏誤對結論之影響，提升研究結果的客觀性與推論說服力。此外，在鬆耦合理論的應用上，本研究係以實務導向進行簡化詮釋，未涵蓋其更完整之理論架構與動態機制，亦屬一項限制。

- 研究時間歷程的侷限

本研究已觀察到個案在跨域整合與數位應用上的具體成果，並呈現企業透過知識吸收與鬆耦合模式推動轉型的關鍵歷程。惟受限於研究觀察期間，仍難全面涵蓋更長期的後續發展狀況。未來可透過持續性追蹤或延伸觀察，補充企業數位能力深化、轉型成果鞏固與外部影響機制的完整動態。

參考文獻

英文文獻

- Agarwal, R., Gao, G., DesRoches, C., & Jha, A. K. (2010). Research commentary—The digital transformation of healthcare: Current status and the road ahead. *Information Systems Research*, 21(4), 796–809. <https://doi.org/10.1287/isre.1100.0327>
- Ahn, Y. H., Kwak, Y. H., & Suk, S. J. (2016). Contractors' transformation strategies for adopting building information modeling. *Journal of Management in Engineering*, 32(1), 05015005. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)ME.1943-5479.0000390](https://doi.org/10.1061/(ASCE)ME.1943-5479.0000390)
- Ahmad, S., Wasim, S., Irfan, S., Gogoi, S., Srivastava, A., & Farheen, Z. (2019). Qualitative vs. quantitative research—A summarized review. *Journal of Evidence Based Medicine and Healthcare*, 6(43), 2828–2832. <https://doi.org/10.18410/jebmh/2019/587>
- Appio, F. P., Frattini, F., Petruzzelli, A. M., & Neirotti, P. (2021). Digital transformation and innovation management: A synthesis of existing research and an agenda for future studies. *Journal of Product Innovation Management*, 38(1), 4–20. <https://doi.org/10.1111/jpim.12562>
- Amri, M. N. M., Francis, M., & Liyanawatta, T. N. (2023). *Exploring sustainable project management practices: A perspective of MEP contractors in Sri Lanka*. In Y. G. Sandanayake, K. G. A. S. Waidyasekara, & K. A. T. O. Ranadewa (Eds.), *Proceedings of the 11th World Construction Symposium* (pp. 496–508). <https://doi.org/10.31705/WCS.2023.41>
- Arndt, F., Aharonson, B., Jansen, J. J. P., Jiang, J., & Ting, C. (2023). The past and future of absorptive capacity. *The Academy of Management Annals*, 2(4), 45–59. <https://doi.org/10.5465/amc.2021.0008>

- Arsanti, T. A., Rupidara, N., & Bondarouk, T. (2024). Managing knowledge flows within open innovation: knowledge sharing and absorption mechanisms in collaborative innovation. *Cogent Business & Management*, 11(1), 2351832. <https://doi.org/10.1080/23311975.2024.2351832>
- António Porfírio, J., Felício, J. A., & Carrilho, T. (2024). Factors affecting digital transformation in banking. *Journal of Business Research*, 171, 114393. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2023.114393>
- Anggara, S. M., Hariyanto, A., Suhardi, Arman, A. A., & Kurniawan, N. B. (2024). The development of digital service transformation framework for the public sector. *IEEE Access*, 12, 146160–146189. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2024.3406571>
- Azizi, M. Z., Hanoum, S., Purnomo, J. D. T., & Gandolfi, F. (2025). Leveraging digital transformation and absorptive capacity for competitive advantage: Empirical insights from the automotive components sector. *International Journal of Innovation and Research in Social Science*, 8(2). <https://doi.org/10.53894/ijirss.v8i2.5768>
- Bougon, M., Weick, K. E., & Binkhorst, D. (1977). Cognition in organizations: An analysis of the Utrecht Jazz Orchestra. *Administrative Science Quarterly*, 22(4), 606–639. <https://doi.org/10.2307/2392403>
- Barton, P. K. (1983). *Building services integration*. London: E. & F. N. Spon.
- Benbasat, I., Goldstein, D. K., & Mead, M. (1987). The case research strategy in studies of information systems. *MIS Quarterly*, 11(3), 369–386. <https://doi.org/10.2307/248684>
- Black, N. (1994). Why we need qualitative research. *Journal of Epidemiology and Community Health*, 48(5), 425–426. <https://doi.org/10.1136/jech.48.5.425>

- Barney, J. (1991). Firm resources and sustained competitive advantage. *Journal of Management*, 17(1), 99–120. <https://doi.org/10.1177/014920639101700108>
- Black, T. R. (1999). *Doing quantitative research in the social sciences: An integrated approach to research design, measurement and statistics*. SAGE Publications.
- Balnaves, M., & Caputi, P. (2001). *Introduction to quantitative research methods: An investigative approach*. SAGE Publications.
- Brusoni, S., & Prencipe, A. (2001). Managing knowledge in loosely coupled networks: Exploring the links between product and knowledge dynamics. *Journal of Management Studies*, 38(7), 1019–1035. <https://doi.org/10.1111/1467-6486.00270>
- Brusoni, S., Prencipe, A., & Pavitt, K. (2001). Knowledge specialization, organizational coupling, and the boundaries of the firm: Why do firms know more than they make? *Administrative Science Quarterly*, 46(4), 597–621. <https://doi.org/10.2307/3094825>
- Brews, P. J., & Tucci, C. L. (2004). Exploring the structural effects of internetworking. *Strategic Management Journal*, 25(5), 429–451. <https://www.jstor.org/stable/20142134>
- Bhatt, G. D., & Grover, V. (2005). Types of information technology capabilities and their role in competitive advantage: An empirical study. *Journal of Management Information Systems*, 22(2), 253–277. <https://doi.org/10.1080/07421222.2005.11045844>
- Bharadwaj, S., Bharadwaj, A., & Bendoly, E. (2007). The performance effects of complementarities between information systems, marketing, manufacturing, and supply chain processes. *Information Systems Research*, 18(4), 437–453. <https://doi.org/10.1287/isre.1070.0148>

- Baxter, P., & Jack, S. (2008). Qualitative case study methodology: Study design and implementation for novice researchers. *The Qualitative Report*, 13(4), 544–559. <https://doi.org/10.46743/2160-3715/2008.1573>
- Baldwin, C. Y. (2008). Where do transactions come from? Modularity, transactions, and the boundaries of firms. *Industrial and Corporate Change*, 17(1), 155–195. <https://doi.org/10.1093/icc/dtm036>
- Bryman, A. (2012). *Social research methods* (4th ed.). Oxford University Press.
- Bharadwaj, A., El Sawy, O. A., Pavlou, P. A., & Venkatraman, N. (2013). Digital business strategy: Toward a next generation of insights. *MIS Quarterly*, 37(2), 471–482. <https://www.jstor.org/stable/43825919>
- Berghaus, S., & Back, A. (2016). Stages in digital business transformation: Results of an empirical maturity study. In *Proceedings of the 10th Mediterranean Conference on Information Systems (MCIS 2016)* (Paper 22). Association for Information Systems. <https://aisel.aisnet.org/mcis2016/22>
- Berghaus, S., & Back, A. (2017). *Disentangling the fuzzy front end of digital transformation: Activities and approaches*. In *ICIS 2017 Proceedings* (Paper 4). Association for Information Systems. <http://aisel.aisnet.org/icis2017/PracticeOriented/Presentations/4>
- Basias, N., & Pollalis, Y. (2018). Quantitative and qualitative research in business & technology: Justifying a suitable research methodology. *Review of Integrative Business and Economics Research*, 7(s1), 91–105. https://sibresearch.org/uploads/3/4/0/9/34097180/riber_7-s1_sp_h17-083_91-105.pdf
- Baslyman, M., AlGhamdi, A., & AlMuhaysh, S. (2020). Toward achieving the core goals of digital business transformation: A preliminary study. In *Proceedings of the 2020*

IEEE Tenth International Model-Driven Requirements Engineering (MoDRE) (pp. 52–58). IEEE. <https://doi.org/10.1109/MoDRE51215.2020.00014>

Baldwin, C. Y., & Clark, K. B. (2000). Design rules, volume 1: The power of modularity. *The MIT Press*. <https://doi.org/10.7551/mitpress/2366.001.0001>

Belhadia, A., Kamble, S., Jabbour, C. J. C., Gunasekaran, A., Ndubisi, N. O., & Venkatesh, M. (2021). Manufacturing and service supply chain resilience to the COVID-19 outbreak: Lessons learned from the automobile and airline industries. *Technological Forecasting and Social Change*, 163, 120447. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.120447>

Block, B.-M., Haus, B., Steenken, A., & von Geyso, T. (2021). Digital transformation of interdisciplinary engineering education. In M. E. Auer & T. Tsiatsos (Eds.), *Educating Engineers for Future Industrial Revolutions* (pp. 284–296). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-67209-6_28

Bonnet, D. (2022, September). *3 stages of a successful digital transformation*. *Harvard Business Review*. Retrieved July 7, 2025, from <https://hbr.org/2022/09/3-stages-of-a-successful-digital-transformation>

Boroomand, F., & Chan, Y. E. (2022). Digital absorptive capacity: Developing an instrument. *Journal of Decision Systems*, 31(1), 61–72. <https://doi.org/10.1080/14778238.2022.2139773>

Benešová, A., Steiner, F., & Tupa, J. (2023). Digital transformation of electrical engineering companies in the Czech Republic. In *Flexible automation and intelligent manufacturing: Establishing bridges for more sustainable manufacturing systems* (pp. 859–870). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-031-38241-3_94

Babu, L. S., Kumar, J. H., Madhusudhan, B., Kumar, V. N., & Sujitha, R. (2024). Application of hyperautomation in predictive maintenance—A technical analysis. In

- R. K. Dhanaraj, M. Nalini, A. Daniel, A. K. Bashir, & B. Balusamy (Eds.), *Hyperautomation for next-generation industries* (Chapter 12). Wiley.
<https://doi.org/10.1002/9781394186518.ch12>
- Baiyere, A., Salmela, H., Nieminen, H., & Kankainen, T. (2024). Assessing digital capabilities for digital transformation—The MIND framework. *Information Systems Journal*, Advance online publication. <https://doi.org/10.1111/isj.12519>
- Clark, B. R. (1983). *The higher education system: Academic organization in cross-national perspective*. University of California Press.
- Cohen, W. M., & Levinthal, D. A. (1990). Absorptive capacity: A new perspective on learning and innovation. *Administrative Science Quarterly*, 35(1), 128–152.
<https://doi.org/10.2307/2393553>
- Creswell, J. W. (1994). *Research design: Qualitative & quantitative approaches*. Thousand Oaks, Sage Publications.
- Coffey, A., & Atkinson, P. (1996). *Making sense of qualitative data: Complementary research strategies*. Sage Publications.
- Creswell, J. W. (1998). *Qualitative inquiry and research design: Choosing among five traditions*. Thousand Oaks, Sage Publications.
- Cousin, G. (2005). Case Study research. *Journal of Geography in Higher Education*, 29(3), 421-427. <https://doi.org/10.1080/03098260500290967>
- Charmaz, K. (2006). *Constructing Grounded Theory: A Practical Guide through Qualitative Analysis*. Sage Publications.
- Cooper, D. R., & Schindler, P. S. (2006). *Business research methods* (9th ed.). McGraw-Hill.

- Contractor, F. J., Kumar, V., & Kundu, S. K. (2007). Nature of the relationship between international expansion and performance: The case of emerging market firms. *Journal of World Business*, 42(4), 401–417. <https://doi.org/10.1016/j.jwb.2007.06.003>
- Castellan, C. M. (2010). Quantitative and qualitative research: A view for clarity. *International Journal of Education*, 2(2), 1–14. <https://doi.org/10.5296/ije.v2i2.446>
- Chi, M., Zhao, J., Lu, Z., & Liu, Z. (2010, August). Analysis of e-business capabilities and performance: From e-SCM process view. In *Proceedings of the 2010 3rd IEEE International Conference on Computer Science and Information Technology (ICCSIT)* (Vol. 1, pp. 679–683). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICCSIT.2010.5563863>
- Chan, C.M.L., Hackney, R., Pan, S.L., & Chou, T.C. (2011). Managing e-Government system implementation: a resource enactment perspective. *European Journal of Information Systems*, 20(5), 529-541. <https://doi.org/10.1057/ejis.2011.19>
- Creswell, J. W. (2013). *Qualitative inquiry and research design: Choosing among five approaches* (3rd ed.). SAGE Publications.
- Cohen, S. L., & Tripsas, M. (2018). Managing technological transitions by building bridges. *Academy of Management Journal*, 61(6), 2319–2342. <https://doi.org/10.5465/amj.2015.0690>
- Chanias, S., Myers, M. D., & Hess, T. (2019). Digital transformation strategy making in pre-digital organizations: The case of a financial services provider. *The Journal of Strategic Information Systems*, 28(1), 17–33. <https://doi.org/10.1016/j.jsis.2018.11.003>

- Cavallo, J. J., & Forman, H. P. (2020). The Economic Impact of the COVID-19 Pandemic on Radiology Practices. *Radiology*, 296(3), E141–E144. <https://doi.org/10.1148/radiol.2020201495>
- Chernbumroong, S., Sureephong, P., & Janchai, W. (2021, March 3–6). The conceptual model of digital transformation for small and medium enterprises in Thailand. In *Proceedings of the 2021 Joint International Conference on Digital Arts, Media and Technology with ECTI Northern Section Conference on Electrical, Electronics, Computer and Telecommunication Engineering (ECTI DAMT & NCON)*. IEEE. <https://doi.org/10.1109/ECTIDAMTNCON51128.2021.9425755>
- Carlsson, L., Hattinger, M., Olsson, A. K., & Snis, U. L. (2022). Desperately seeking industrial digital strategy: A dynamic capability approach. *International Journal of Information Systems and Change Management*, 12(4), 345–364. <https://doi.org/10.1504/IJISCM.2021.122800>
- Chen, X., Chang-Richards, A.Y., Yiu, T.W., Ling, F.Y.Y., Pelosi, A., & Yang, N. (2024). A multivariate regression analysis of barriers to digital technologies adoption in the construction industry. *Engineering, Construction and Architectural Management*, 31(11), 4281–4307. <https://doi.org/10.1108/ECAM-11-2022-1051>
- Cao, G., Duan, Y., & Edwards, J. S. (2025). Organizational culture, digital transformation, and product innovation. *Information & Management*, 62(4), 104135. <https://doi.org/10.1016/j.im.2025.104135>
- Chen, Z., & Liang, W. (2025). The optimal timing and conditions for the digital transformation of traditional enterprises. *The North American Journal of Economics and Finance*, 79, 102443. <https://doi.org/10.1016/j.najef.2025.102443>
- Cui, J. (2025). The impact of absorptive capacity, organizational creativity, organizational agility, and organizational resilience on organizational performance: Mediating role of digital transformation. *SSRN Preprint*. <https://ssrn.com/abstract=5083189>

- Denzin, N. K. (1989). *Interpretive biography*. SAGE Publications.
<https://doi.org/10.4135/9781412984584>
- Dyer, W. G., Jr., & Wilkins, A. L. (1991). Better stories, not better constructs, to generate better theory: A rejoinder to Eisenhardt. *Academy of Management Review*, 16(3), 613–619. <https://doi.org/10.2307/258920>
- Dimmock, C., & Tan, C. Y. (2013). Educational leadership in Singapore: Tight coupling, sustainability, scalability, and succession. *Journal of Educational Administration*, 51(3), 332–356. <https://doi.org/10.1108/09578231311311492>
- De Massis, A., Audretsch, D., Uhlaner, L., & Kammerlander, N. (2018). Innovation with limited resources: Management lessons from the German Mittelstand. *Journal of Product Innovation Management*, 35(1), 125–146.
<https://doi.org/10.1111/jpim.12373>
- Dahlin, P., Moilanen, M., Østbye, S., & Pesämaa, O. (2020). Absorptive capacity, co-creation, and innovation performance: A cross-country analysis of gazelle and nongazelle companies. *Baltic Journal of Management*, 15(1), 81–98.
<https://doi.org/10.1108/BJM-05-2019-0161>
- Doukidis, G., Spinellis, D., & Ebert, C. (2020). Digital transformation—A primer for practitioners. *IEEE Software*, 37(5), 13–21.
<https://doi.org/10.1109/MS.2020.2999969>
- Dallasega, P., Revolti, A., Schulze, F., & Martinelli, M. (2021). Augmented reality to increase efficiency of MEP construction: A case study. In *Proceedings of the 38th International Symposium on Automation and Robotics in Construction (ISARC)*.
<https://doi.org/10.22260/ISARC2021/0063>
- de Bem Machado, A., Secinaro, S., Calandra, D., & Lanzalonga, F. (2022). Knowledge management and digital transformation for Industry 4.0: A structured literature

- review. *Knowledge Management Research & Practice*, 20(2), 320–338.
<https://doi.org/10.1080/14778238.2021.2015261>
- Eisenhardt, K. M. (1989). Building theories from case study research. *The Academy of Management Review*, 14(4), 532–550. <https://doi.org/10.2307/258557>
- Escribano, A., Fosfuri, A., & Tribó, J. A. (2009). Managing external knowledge flows: The moderating role of absorptive capacity. *Research Policy*, 38(1), 96–105.
<https://doi.org/10.1016/j.respol.2008.10.022>
- Erjavec, J., Manfreda, A., Jaklič, J., & Štemberger, M. I. (2018). Stanje in trendi digitalne preobrazbe v Sloveniji [State and trends of digital transformation in Slovenia]. *Economic and Business Review*, 20(0), 109–128. <https://doi.org/10.15458/85451.56>
- Eller, R., Alford, P., Kallmünzer, A., & Peters, M. (2020). Antecedents, consequences, and challenges of small and medium-sized enterprise digitalization. *Journal of Business Research*, 112, 119–127. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.10.047>
- El-huseyni, M. R., & Liyanage, K. (2025, February 18–20). Integrating Lean, Green, and Industry 4.0 technologies in MEP systems: A systematic review for sustainable construction practice. In *Proceedings of the 15th International Conference on Industrial Engineering and Operations Management*, Singapore. IEOM Society International.
- Fichman, R. G. (2004). Real options and IT platform adoption: Implications for theory and practice. *Information Systems Research*, 15(2), 132–154.
<https://doi.org/10.1287/isre.1040.0021>
- Fontana, A., & Frey, J. H. (2005). The interview: From neutral stance to political involvement. In N. K. Denzin & Y. S. Lincoln (Eds.), *The Sage handbook of qualitative research* (3rd ed., pp. 695–727). Sage Publications.

- Fink, L., & Neumann, S. (2007). *Gaining agility through IT personnel capabilities: The mediating role of IT infrastructure capabilities*. *Journal of the Association for Information Systems*, 8(8), 440–462. <https://doi.org/10.17705/1jais.00135>
- Flyvbjerg, B. (2011). Case study. In N. K. Denzin & Y. S. Lincoln (Eds.), *The Sage handbook of qualitative research* (4th ed., pp. 301–316). Sage Publications.
- FIEC. (2015). Construction 4.0. European Construction Industry Federation. Retrieved February 28, 2019, from <http://www.fiec.eu/en/themes-72/construction-40.aspx>
- Ferraris, A., Belyaeva, Z., & Bresciani, S. (2020). The role of universities in the Smart City innovation: Multistakeholder integration and engagement perspectives. *Journal of Business Research*, 119, 163–171. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2018.12.010>
- Frankiewicz, B., & Chamorro-Premuzic, T. (2020, May 6). Digital transformation is about talent, not technology. *Harvard Business Review*. <https://hbr.org/2020/05/digital-transformation-is-about-talent-not-technology>
- Firk, S., Hanelt, A., Oehmichen, J., & Wolff, M. (2021). Chief digital officers: An analysis of the presence of a centralized digital transformation role. *Journal of Management Studies*, 58(7), 1800–1831. <https://doi.org/10.1111/joms.12718>
- Fernandez-Vidal, J., Perotti, F. A., Gonzalez, R., & Gasco, J. (2022). Managing digital transformation: The view from the top. *Journal of Business Research*, 152, 29–41. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2022.07.020>
- Feng, X., & Yu, R. (2025). How does digital transformation affect corporate risk-taking? Evidence from China. *International Review of Economics & Finance*, 97, 103614. <https://doi.org/10.1016/j.iref.2024.103614>
- Glaser, B. G., & Strauss, A. L. (1967). *The discovery of grounded theory: Strategies for qualitative research*. Aldine.

- Glassman, R. B. (1973). Persistence and loose coupling in living systems. *Behavioral Science*, 18(2), 83–98. <https://doi.org/10.1002/bs.3830180202>
- Glaser, B. G. (1978). *Theoretical sensitivity: Advances in the methodology of grounded theory*. Sociology Press.
- Gioia, D. A., & Chittipeddi, K. (1991). Sensemaking and sensegiving in strategic change initiation. *Strategic Management Journal*, 12(6), 433–448. <https://doi.org/10.1002/smj.4250120604>
- Grant, R. M. (1996). Prospering in dynamically-competitive environments: Organizational capability as knowledge integration. *Organization Science*, 7(4), 375–387. <https://doi.org/10.1287/orsc.7.4.375>
- Gulati, R., Nohria, N., & Zaheer, A. (2000). Strategic networks. *Strategic Management Journal*, 21(3), 203–215. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1097-0266\(200003\)21:3<203::AID-SMJ102>3.0.CO;2-K](https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-0266(200003)21:3<203::AID-SMJ102>3.0.CO;2-K)
- Garcia, J. (2022, March 29). *Common pitfalls in transformations: A conversation with Jon Garcia*. McKinsey & Company. <https://www.mckinsey.com/capabilities/transformation/our-insights/common-pitfalls-in-transformations-a-conversation-with-jon-garcia>
- Grunfeld, L. A. (2003). Meet me halfway but don't rush: Absorptive capacity and strategic R&D investment revisited. *International Journal of Industrial Organization*, 21(8), 1091–1109. [https://doi.org/10.1016/S0167-7187\(03\)00076-6](https://doi.org/10.1016/S0167-7187(03)00076-6)
- George, A. L., & Bennett, A. (2005). *Case studies and theory development in the social sciences*. MIT Press.

- Gibbert, M., Ruigrok, W., & Wicki, B. (2008). What passes as a rigorous case study? *Strategic Management Journal*, 29(13), 1465–1474. <https://www.jstor.org/stable/40060241>
- Goertz, G., & Mahoney, J. (2012). A tale of two cultures: Qualitative and quantitative research in the social sciences. *Princeton University Press*. <https://www.jstor.org/stable/j.cttq94gh>
- Giudicati, G., & Riccaboni, M. (2013). Loosely-coupled networks of knowledge production and diffusion. In B. Janiūnaitė & M. Petraite (Eds.), *Proceedings of the 14th European Conference on Knowledge Management (ECKM)* (Vol. 1, pp. 246–251). Kaunas University of Technology.
- Ghobakhloo, M., & Tang, S. H. (2015). Information system success among manufacturing SMEs: Case of developing countries. *Information Technology for Development*, 21(4), 573–600. <https://doi.org/10.1080/02681102.2014.996201>
- Gaivoronskii, D. V., Kutuzov, V. M., & Minina, A. A. (2017, November 15–17). Digital transformation of engineering education. In *Proceedings of the 2017 IEEE VI Forum Strategic Partnership of Universities and Enterprises of Hi-Tech Branches (Science. Education. Innovations) (SPUE)* (pp. 1–6). IEEE. <https://doi.org/10.1109/IVForum.2017.8245954>
- Giotopoulos, I., Kontolaimou, A., Korra, E., & Tsakanikas, A. (2017). What drives ICT adoption by SMEs? Evidence from a large-scale survey in Greece. *Journal of Business Research*, 81, 60–69. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2017.08.007>
- Glynn, M. A., & Watkiss, L. (2020). Of organizing and sensemaking: From action to meaning and back again in a half-century of Weick's theorizing. *Journal of Management Studies*, 57(7), 1325–1347. <https://doi.org/10.1111/joms.12613>

- Gilch, P. M., & Sieweke, J. (2021). Recruiting digital talent: The strategic role of recruitment in organisations' digital transformation. *German Journal of Human Resource Management*, 35(1), 53–82. <https://doi.org/10.1177/2397002220952734>
- Gomez-Trujillo, A. M., & Gonzalez-Perez, M. A. (2021). Digital transformation as a strategy to reach sustainability. *Smart and Sustainable Built Environment*, 11(4), 1137–1162. <https://doi.org/10.1108/SASBE-01-2021-0011>
- Grover, V., Tseng, S.-L., & Pu, W. (2022). A theoretical perspective on organizational culture and digitalization. *Information & Management*, 59(4), 103639. <https://doi.org/10.1016/j.im.2022.103639>
- Grover, V. (2022). *Digital agility: Responding to digital opportunities*. *European Journal of Information Systems*, 31(6), 709–715. <https://doi.org/10.1080/0960085X.2022.2096492>
- Grego, M., Bartosiak, M., Palese, B., Piccoli, G., & Denicolai, S. (2024). Disentangling the ‘digital’: A critical review of information technology capabilities, information technology-enabled capabilities and digital capabilities in business research. *International Journal of Management Reviews*. <https://doi.org/10.1111/ijmr.12389>
- Hammersley, M. (1989). *The dilemma of qualitative method: Herbert Blumer and the Chicago tradition*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781351037709>
- Henderson, R. M., & Clark, K. B. (1990). Architectural innovation: The reconfiguration of existing product technologies and the failure of established firms. *Administrative Science Quarterly*, 35(1), 9–30. <https://doi.org/10.2307/2393549>
- Helfat, C. E., & Winter, S. G. (2011). Untangling dynamic and operational capabilities: Strategy for the (n)ever-changing world. *Strategic Management Journal*, 32(11), 1243–1250. <https://doi.org/10.1002/smj.955>

- Hausberg, J. P. (2013). *Intra-firm knowledge integration and innovation performance: The role of departmental absorptive capacities and firm environment* (Doctoral dissertation, LUISS Guido Carli, Italy). LUISS Guido Carli.
- Helfat, C. E., & Martin, J. A. (2015). Dynamic managerial capabilities: Review and assessment of managerial impact on strategic change. *Journal of Management*, 41(5), 1281–1312. <https://doi.org/10.1177/0149206314561301>
- Hess, T., Matt, C., Benlian, A., & Wiesböck, F. (2016). Options for formulating a digital transformation strategy. *MIS Quarterly Executive*, 15(2), 123–139.
- Helfat, C. E., & Raubitschek, R. S. (2018). Dynamic and integrative capabilities for profiting from innovation in digital platform-based ecosystems. *Research Policy*, 47(8), 1391–1399. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2018.01.019>
- Hausberg, J. P., & Leeflang, P. S. H. (2019). Absorbing integration: Empirical evidence on the mediating role of absorptive capacity between functional-/cross-functional integration and innovation performance. *International Journal of Innovation Management*, 23(06), 1-37. <https://doi.org/10.1142/S136391961950084X>
- Hanelt, A., Bohnsack, R., Marz, D., & Marante, C. A. (2021). A systematic review of the literature on digital transformation: Insights and implications for strategy and organizational change. *Journal of Management Studies*, 58(5), 1159–1197. <https://doi.org/10.1111/joms.12639>
- Holmström, J., Kostis, A., Galariotis, E., Roubaud, D., & Zopounidis, C. (2024). Stalled data flows in digital innovation networks: Underlying mechanisms and the role of related variety. *Industrial Marketing Management*, 121, 16–26. <https://doi.org/10.1016/j.indmarman.2024.06.007>
- Islam, A., Islam, M. A., Hossain, M. I., Nimfa, D. T., & Tehseen, S. (2024). Paradox of sustainable growth: The interplay between small and medium enterprises and non-

governmental organizations and government helix. *Business Strategy & Development*, 8(1). <https://doi.org/10.1002/bsd2.70054>

Jackson, R. L., Drummond, D. K., & Camara, S. (2007). What is qualitative research? *Qualitative Research Reports in Communication*, 8(1), 21–28. <https://doi.org/10.1080/17459430701617879>

Jacobides, M. G., Cennamo, C., & Gawer, A. (2018). Towards a theory of ecosystems. *Strategic Management Journal*, 39(8), 2255–2276. <https://doi.org/10.1002/smj.2904>

Jones, M. D., Hutcheson, S., & Camba, J. D. (2021). Past, present, and future barriers to digital transformation in manufacturing: A review. *Journal of Manufacturing Systems*, 60, 936–948. <https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2021.03.006>

Jardak, M. K., & Ben Hamad, S. (2022). The effect of digital transformation on firm performance: Evidence from Swedish listed companies. *Journal of Risk Finance*, 23(4), 329–348. <https://doi.org/10.1108/JRF-12-2021-0199>

Jiang, K., Du, X., & Chen, Z. (2022). Firms' digitalization and stock price crash risk. *International Review of Financial Analysis*, 82, 102196. <https://doi.org/10.1016/j.irfa.2022.102196>

Jonny, & Mangindaan, D. (2022, December). Developing organizational resilience model to sustain business performance. In *Proceedings of the 2022 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM)* (pp. 688–694). IEEE. <https://doi.org/10.1109/IEEM55944.2022.9989804>

Jiang, F. (2025). Digital transformation and green innovation: The mediating role of green management disclosure and the moderating role of institutional pressure. *Journal of General Management*. <https://doi.org/10.1177/03063070241308100>

- Keidel, R. W. (1984). Baseball, football, and basketball: Models for business. *Organizational Dynamics*, 12(3), 5–18. [https://doi.org/10.1016/0090-2616\(84\)90021-4](https://doi.org/10.1016/0090-2616(84)90021-4)
- Kim, L. (1998). Crisis construction and organizational learning: Capability building in catching-up at Hyundai Motor. *Organization Science*, 9(4), 506–521. <https://doi.org/10.1287/orsc.9.4.506>
- Kale, P., Singh, H., & Perlmutter, H. (2000). Learning and protection of proprietary assets in strategic alliances: Building relational capital. *Strategic Management Journal*, 21(3), 217–237. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1097-0266\(200003\)21:3<217::AID-SMJ95>3.0.CO;2-Y](https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-0266(200003)21:3<217::AID-SMJ95>3.0.CO;2-Y)
- Korman, T. M., & Tatum, C. B. (2001). Development of a knowledge-based system to improve mechanical, electrical, and plumbing coordination. *Center for Integrated Facility Engineering (CIFE)*, Technical Report No. 129, Stanford University.
- Kreiner, K. (2002). Tacit knowledge management: The role of artifacts. *Journal of Knowledge Management*, 6(2), 112–123. <https://doi.org/10.1108/13673270210424648>
- Korman, T. M., & Tatum, C. B. (2006). Prototype tool for mechanical, electrical, and plumbing coordination. *Journal of Computing in Civil Engineering*, 20(1), 38–50. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0887-3801\(2006\)20:1\(38\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0887-3801(2006)20:1(38))
- Kvale, S., & Brinkmann, S. (2009). *InterViews: Learning the Craft of Qualitative Research Interviewing* (2nd ed.). Thousand Oaks, Sage Publications.
- Kostopoulos, K., Papalexandris, A., Papachroni, M., & Ioannou, G. (2011). Absorptive capacity, innovation, and financial performance. *Journal of Business Research*, 64(12), 1335–1343. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2010.12.005>

- Korman, T. M., & Tatum, C. B. (2012). Using construction, operations, and maintenance knowledge to better coordinate mechanical, electrical, and plumbing systems in buildings. *In Building Integration Solutions*. American Society of Civil Engineers. [https://doi.org/10.1061/40798\(190\)15](https://doi.org/10.1061/40798(190)15)
- Kallinikos, J., Aaltonen, A., & Marton, A. (2013). The ambivalent ontology of digital artifacts. *MIS Quarterly*, 37(2), 357–370. <https://www.jstor.org/stable/43825913>
- Kane, G. C. (2014). The American Red Cross: Adding digital volunteers to its ranks. *MIT Sloan Management Review*, 55(4), 1–6.
- Kreutzer, R. T. (2017). Treiber und Hintergründe der digitalen Transformation. In D. Schallmo et al. (Eds.), *Digitale Transformation von Geschäftsmodellen* (pp. 33–58). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-658-12388-8_2
- Kiesling, L. (2018). Toward a market epistemology of the platform economy. In S. Horwitz (Ed.), *Advances in Austrian Economics: The Next Generation* (Vol. 23, pp. 45–70). Emerald Publishing Limited. <https://doi.org/10.1108/S1529-213420180000023006>
- Kane, G. (2019). The technology fallacy: People are the real key to digital transformation. *Research-Technology Management*, 62(6), 44–49. <https://doi.org/10.1080/08956308.2019.1661079>
- Klinc, R., & Turk, Ž. (2019). Construction 4.0 – Digital Transformation of One of the Oldest Industries. *Economic and Business Review*, 21(3), 393–410. <https://doi.org/10.15458/ebr.92>
- Kutnjak, A. (2021). Covid-19 accelerates digital transformation in industries: Challenges, issues, barriers and problems in transformation. *IEEE Access*, 9, 79373–79388. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3084801>

- Kassim, N. F. M., & Ismail, S. (2020, August 17–19). Utilisation of BIM for MEP engineering practice during COVID-19 outbreak. In *Proceedings of the 8th International Graduate Conference on Engineering, Science and Humanities (IGCESH 2020)*. Universiti Teknologi Malaysia.
- Karim, M. S., Nahar, S., & Demirbag, M. (2022). Resource-based perspective on ICT use and firm performance: A meta-analysis investigating the moderating role of cross-country ICT development status. *Technological Forecasting and Social Change*, 179, 121626. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2022.121626>
- Kapoor, K., Bigdeli, A. Z., Dwivedi, Y. K., & Raman, R. (2024). How is COVID-19 altering the manufacturing landscape? A literature review of imminent challenges and management interventions. *Annals of Operations Research*, 335, 1567–1599. <https://doi.org/10.1007/s10479-021-04373-3>
- Luke, R. D., Begun, J. W., & Pointer, D. D. (1989). Quasi firms: Strategic interorganizational forms in the health care industry. *Academy of Management Review*, 14(1), 9–19.
- Lee, J. S. K. (1992). Quantitative versus qualitative research methods—Two approaches to organisation studies. *Asia Pacific Journal of Management*, 9(1), 87–94. <https://doi.org/10.1007/BF02590184>
- Liao, S.-H., Wu, C.-C., Hu, D.-C., & Tsui, K.-A. (2010). Relationships between knowledge acquisition, absorptive capacity and innovation capability: An empirical study on Taiwan's financial and manufacturing industries. *Journal of Information Science*, 36(1), 3–19. <https://doi.org/10.1177/01655551509340362>
- Lewin, A. Y., Massini, S., & Peeters, C. (2011). Microfoundations of internal and external absorptive capacity routines. *Organization Science*, 22(1), 81–98. <https://doi.org/10.1287/orsc.1100.0525>

- Lu, Y., & Ramamurthy, K. (2011). Understanding the link between information technology capability and organizational agility: An empirical examination. *MIS Quarterly*, 35(4), 931–954.
- Lopez, V. W. B., & Esteves, J. (2013). Acquiring external knowledge to avoid wheel re-invention. *Journal of Knowledge Management*, 17(1), 87–105. <https://doi.org/10.1108/13673271311300787>
- Liao, Y., & Barnes, J. (2015). Knowledge acquisition and product innovation flexibility in SMEs. *Business Process Management Journal*, 21(6), 1257–1278. <https://doi.org/10.1108/BPMJ-05-2014-0039>
- Linderoth, H. C. J., Jacobsson, M., & Elbanna, A. (2018, January). Barriers for digital transformation: The role of industry. In *Proceedings of the Australasian Conference on Information Systems 2018*. <https://doi.org/10.5130/acis2018.az>
- Lee, J., Kim, K. H., Cha, S. H., & Koo, C. (2020, December 7–8). A decision support model for intelligent facility management through the digital transformation. In *Proceedings of the 8th International Conference on Construction Engineering and Project Management (ICCEPM 2020)*, Hong Kong SAR.
- Lakshman, M., Sinha, L., Biswas, M., Charles, M., & Arora, N. K. (2000). Quantitative vs qualitative research methods. *The Indian Journal of Pediatrics*, 67(5), 369–377. <https://doi.org/10.1007/BF02820690>
- Lee, J., Kim, K. H., Cha, S. H., & Koo, C. (2020, December). A decision support model for intelligent facility management through the digital transformation. *Paper presented at the 8th International Conference on Construction Engineering and Project Management (ICEEPM 2020)*, Hong Kong SAR.
- Lau, S. E. N., Aminudin, E., Zakaria, R., Saar, C. C., Roslan, A. F., Hamid, Z. A., Zain, M. Z. M., Maaz, Z. N., & Ahamad, A. H. (2021).

- Talent as a spearhead of Construction 4.0 transformation: Analysis of their challenges. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 1200(1), 012025. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/1200/1/012025>
- Lu, Y., Xu, C., Zhu, B., & Sun, Y. (2023). Digitalization transformation and ESG performance: Evidence from China. *Business Strategy and the Environment*, 32(7), 3121–3137. <https://doi.org/10.1002/bse.3494>
- Lee, M.-J., Kim, Y., & Roh, T. (2024). Exploring the role of digital servitization for green innovation: Absorptive capacity, transformative capacity, and environmental strategy. *Technological Forecasting and Social Change*, 207, 123614. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2024.123614>
- March, J. G. (1987). Ambiguity and accounting: The elusive link between information and decision making. *Accounting, Organizations and Society*, 12(2), 153–168. [https://doi.org/10.1016/0361-3682\(87\)90004-3](https://doi.org/10.1016/0361-3682(87)90004-3)
- Meyerson, D., & Martin, J. (1987). Cultural change: An integration of three different views. *Journal of Management Studies*, 24(6), 623–647. <https://doi.org/10.1111/j.1467-6486.1987.tb00466.x>
- Miles, M. B., & Huberman, A. M. (1994). Qualitative data analysis: An expanded sourcebook. Sage Publications.
- Moustakas, C. (1994). *Phenomenological research methods*. SAGE Publications, Inc. <https://doi.org/10.4135/9781412995658>
- Mowery, D. C., & Oxley, J. E. (1995). Inward technology transfer and competitiveness: The role of national innovation systems. *Cambridge Journal of Economics*, 19(1), 67–93. <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.cje.a035310>

- Myers, P. S. (1996). *Knowledge management and organizational design*. Butterworth-Heinemann.
- Mesec, B. (1998). *Uvod v kvalitativno raziskovanje v socialnem delu* [Introduction to Qualitative Research in Social Field]. Ljubljana: Visoka šola za socialno delo.
- Makadok, R. (2001). Toward a synthesis of the resource-based and dynamic-capability views of rent creation. *Strategic Management Journal*, 22(5), 387–401. <https://doi.org/10.1002/smj.158>
- McCaslin, M. L., & Scott, K. W. (2003). The five-question method for framing a qualitative research study. *The Qualitative Report*, 8(3), 447–461. <https://www.nova.edu/ssss/QR/QR8-3/mccaslin.pdf>
- Monteiro, F., & Birkinshaw, J. (2017). The external knowledge sourcing process in multinational corporations. *Strategic Management Journal*, 38(2), 342–362. <https://doi.org/10.1002/smj.2487>
- Mayer, K. J., & Nickerson, J. A. (2005). Antecedents and performance implications of contracting for knowledge workers: Evidence from information technology services. *Organization Science*, 16(3), 225–242. <https://doi.org/10.1287/orsc.1050.0125>
- Mahmood, I. P., & Rufin, C. (2005). Government's dilemma: The role of government in imitation and innovation. *Academy of Management Review*, 30(2), 338–360. <https://doi.org/10.5465/amr.2005.16387891>
- Murmann, J. P., & Frenken, K. (2006). Toward a systematic framework for research on dominant designs, technological innovations, and industrial change. *Research Policy*, 35(7), 925–952. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2006.04.011>
- Merriam, S. B. (2009). *Qualitative research: A guide to design and implementation*. Jossey-Bass.

- Mithas, S., Ramasubbu, N., & Sambamurthy, V. (2011). How information management capability influences firm performance. *MIS Quarterly*, 35(1), 237–256. <https://doi.org/10.2307/23043496>
- McCausland, W., & Theodossiou, I. (2012). Is manufacturing still the engine of growth? *Journal of Post Keynesian Economics*, 35(1), 79–92. <https://doi.org/10.2753/PKE0160-3477350105>
- Mariano, S., & Walter, C. (2015). The construct of absorptive capacity in knowledge management and intellectual capital research: Content and text analyses. *Journal of Knowledge Management*, 19(2), 372–400. <https://doi.org/10.1108/JKM-08-2014-0342>
- Majchrzak, A., Markus, M. L., & Wareham, J. (2016). Designing for digital transformation: Lessons for information systems research from the study of ICT and societal challenges. *MIS Quarterly*, 40(2), 267–278. <https://www.jstor.org/stable/26628906>
- Morkovkin, D. E., Lopatkin, D. S., Gibadullin, A. A., Starovoitov, V. G., Gavrilin, A. V., & Sadriddinov, M. I. (2020). Management of the digital transformation of the electricity sector. *Journal of Physics: Conference Series*, 1614(1), 012024. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1614/1/012024>
- Mata, M. N., Khan, F. H., Khan, K. I., & Martins, J. M. (2021). Team diversity and project performance: Role of trust and absorptive capacity in IT industry. *Academy of Strategic Management Journal*, 20(2), 1-20.
- Machado, A. de B., Secinaro, S., Calandra, D., & Lanzalonga, F. (2022). Knowledge management and digital transformation for Industry 4.0: A structured literature review. *Knowledge Management Research & Practice*, 20(2), 320–338. <https://doi.org/10.1080/14778238.2021.2015261>

- Markus, M. L., & Rowe, F. (2021). Guest editorial: Theories of digital transformation: A progress report. *Journal of the Association for Information Systems*, 22(2), Article 11. <https://doi.org/10.17705/1jais.00661>
- Mirbabaie, M., Stieglitz, S., Brünker, F., Hofeditz, L., Ross, B., & Frick, N. R. (2021). Understanding collaboration with virtual assistants: The role of social identity and the extended self. *Business & Information Systems Engineering*, 63(1), 21–37. <https://aisel.aisnet.org/bise/vol63/iss1/3>
- Moi, L., & Cabiddu, F. (2021). Leading digital transformation through an Agile Marketing Capability: The case of Spotahome. *Journal of Management and Governance*, 25(4), 1145–1177. <https://doi.org/10.1007/s10997-020-09537-0>
- Mämmelä, A., Riekk, J., & Kiviranta, M. (2023). Loose Coupling: An Invisible Thread in the History of Technology. *IEEE Access*, 11, 59456–59482. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2023.3284685>
- Mathew, V., & Jayaraman, G. (2025). Can digital transformation in business assure success? Analyzing challenges and strategies for competitive advantage. In *Innovative and Intelligent Digital Technologies: Towards an Increased Efficiency* (pp. 679–690). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-031-50881-3_61
- Nelson, R. R., & Winter, S. G. (1985). *An evolutionary theory of economic change*. Harvard University Press.
- Naidoo, J., & Orme, J. (1998). Qualitative and quantitative research: An opportunity to restore the balance? *Critical Public Health*, 8(1), 93–95. <https://doi.org/10.1080/09581599808409214>
- Nevo, S., & Wade, M. (2010). The formation and value of IT-enabled resources: Antecedents and consequences of synergistic relationships. *MIS Quarterly*, 34(1), 163–183. <https://doi.org/10.2307/20721419>

- Nwankpa, J. K., & Roumani, Y. (2021). IT capability and digital transformation: A firm performance perspective. In *Proceedings of the 54th Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS)* (pp. 6120–6129). <https://doi.org/10.24251/HICSS.2021.739>
- Nambisan, S. (2017). Digital entrepreneurship: Toward a digital technology perspective of entrepreneurship. *Entrepreneurship Theory and Practice*, 41(6), 1029–1055. <https://doi.org/10.1111/etap.12254>
- Nambisan, S., Wright, M., & Feldman, M. (2019). The digital transformation of innovation and entrepreneurship: Progress, challenges and key themes. *Research Policy*, 48(8), 103773. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2019.03.018>
- Nassaji, H. (2020). Good qualitative research. *Language Teaching Research*, 24(4), 427–431. <https://doi.org/10.1177/1362168820941288>
- Nambisan, S., & Luo, Y. (2021). Toward a loose coupling view of digital globalization. *Journal of International Business Studies*, 52(9), 1646–1663. <https://www.jstor.org/stable/48686833>
- Naji, K. K., Gunduz, M., Alhenzab, F., Al-Hababi, H., & Al-Qahtani, A. (2024). *A Systematic Review of the Digital Transformation of the Building Construction Industry*. *IEEE Access*, 12, 31461–31484. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2024.3365934>
- Nicoletti, B., & Appolloni, A. (2025). Digital transformation in ecosystems: Integrated operations model and its application to fifth-party logistics operators. *Journal of Global Operations and Strategic Sourcing*, 18(1), 91–122. <https://doi.org/10.1108/JGOSS-04-2023-0024>
- Nyqvist, R., Peltokorpi, A., Lavikka, R., & Ainamo, A. (2025). Building the digital age: Management of digital transformation in the construction industry. *Construction*

Management and Economics, 43(4), 262–283.
<https://doi.org/10.1080/01446193.2024.2416033>

Orton, J. D., & Weick, K. E. (1988). Toward a theory of the loosely coupled system (Working Paper No. 586). University of Michigan, School of Business Administration. <https://hdl.handle.net/2027.42/35964>

Orton, J. D., & Weick, K. E. (1990). Loosely coupled systems: A reconceptualization. *The Academy of Management Review*, 15(2), 203–223. <https://doi.org/10.2307/258154>

Onwuegbuzie, A. J., & Leech, N. L. (2005). On becoming a pragmatic researcher: The importance of combining quantitative and qualitative research methodologies. *International Journal of Social Research Methodology*, 8(5), 375–387. <https://doi.org/10.1080/13645570500402447>

Orlikowski, W. J., & Iacono, C. S. (2001). Research commentary: Desperately seeking the “IT” in IT research—A call to theorizing the IT artifact. *Information Systems Research*, 12(2), 121–134. <https://doi.org/10.1287/isre.12.2.121.9700>

Oesterreich, T. D., & Teuteberg, F. (2016). Understanding the implications of digitization and automation in the context of Industry 4.0: A triangulation approach and elements of a research agenda for the construction industry. *Computers in Industry*, 83, 121–139. <https://doi.org/10.1016/j.compind.2016.09.006>

Ossenbrink, J., Hoppmann, J., & Hoffmann, V. H. (2019). Hybrid ambidexterity: How the environment shapes incumbents’ use of structural and contextual approaches. *Organization Science*, 30(6), 1125–1149. <https://doi.org/10.1287/orsc.2019.1286>

Pfeffer, J. (1978). The micropolitics of organizations. In J. R. Kimberly, R. H. Miles, & Associates (Eds.), *Environments and organizations* (pp. 29–50). Jossey-Bass.

Page-Jones, M. (1980). *The practical guide to structured systems design*. Yourdon Press.

- Patton, M. Q. (1990). *Qualitative evaluation and research methods* (2nd ed.). Sage.
- Porter, M. E. (1990, March–April). *The competitive advantage of nations*. *Harvard Business Review*, 73–93.
- Pennings, J. M., & Harianto, F. (1992). Technological networking and innovation implementation. *Organization Science*, 3(3), 356–382.
<https://doi.org/10.1287/orsc.3.3.356>
- Perng, Y.-H., Juan, Y.-K., & Chien, S.-F. (2006). Exploring the bidding situation for economically most advantageous tender projects using a bidding game. *Journal of Construction Engineering and Management*, 132(10), 1037–1042.
[https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9364\(2006\)132:10\(1037\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9364(2006)132:10(1037))
- Pérez-Luño, A., Valle Cabrera, R., & Wiklund, J. (2009). From creativity to product launch: The role of knowledge in the innovation and imitation processes. *Cuadernos de Economía y Dirección de la Empresa*, 12(38), 95–118.
[https://doi.org/10.1016/S1138-5758\(09\)70031-3](https://doi.org/10.1016/S1138-5758(09)70031-3)
- Pathak, V., Jena, B., & Kalra, S. (2013). Qualitative research. *Perspectives in Clinical Research*, 4(3), 192. <https://doi.org/10.4103/2229-3485.115389>
- Palomera-Arias, R., & Liu, R. (2015, June). Mechanical, electrical, and plumbing systems in construction management: A literature review of existing MEP textbooks. In *Proceedings of the 2015 ASEE Annual Conference & Exposition*, Seattle, WA.
<https://peer.asee.org/24480>
- Park, Y., Pavlou, P. A., & Saraf, N. (2020). Configurations for achieving organizational ambidexterity with digitization. *Information Systems Research*, 31(4), 1376–1397.
<https://doi.org/10.1287/isre.2020.0950>

- Pelletier, C., & Raymond, L. (2020, January). Orchestrating the digital transformation process through a 'strategy-as-practice' lens: A revelatory case study. In *Proceedings of the 53rd Hawaii International Conference on System Sciences* (pp. 528–537). <https://hdl.handle.net/10125/64270>
- Piccoli, G., Rodriguez, J., & Grover, V. (2021). Digital strategic initiatives and digital resources: Construct definition and future research directions. *MIS Quarterly*, 46(4), 2289–2316.
- Plekhanov, D., Franke, H., & Netland, T. H. (2023). Digital transformation: A review and research agenda. *European Management Journal*, 41(6), 821–844. <https://doi.org/10.1016/j.emj.2022.09.007>
- Papadonikolaki, E., Liu, Y., Maritshane, K., & Chan, P. (2025). Nurturing data-savvy talent in digital transformation of projects. *Journal of Management in Engineering*, 41(4), 04023046. <https://doi.org/10.1061/JMENEA.MEENG-6047>
- Petzolt, S., & Seckler, C. (2025). *The human side of digital transformation: A tool for identifying innovation promoters*. *Technovation*, 140, 103161. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2024.103161>
- Queiroz, M. M., Ivanov, D., Dolgui, A., & Fosso Wamba, S. (2022). Impacts of epidemic outbreaks on supply chains: Mapping a research agenda amid the COVID-19 pandemic through a structured literature review. *Annals of Operations Research*, 319(1), 1159–1196. <https://doi.org/10.1007/s10479-020-03685-7>
- Queiroz, M., Tallon, P., & Coltman, T. (2023). Achieving strategic IT alignment in dynamic environments: On the value of loose and tight coupling. In *AMCIS 2023 Proceedings* (Paper 9). Association for Information Systems. https://aisel.aisnet.org/amcis2023/sig_scuidt/sig_scuidt/9

- Rogers, A. Popay, J., Williams, G., & Latham, M. (1997). *Inequalities in health and health promotion: Insights from the qualitative research literature*. Health Education Authority.
- Ricoeur, P. (1981). *Hermeneutics and the human sciences: Essays on language, action and interpretation*. Cambridge University Press.
- Ran, B., & Golden, T. J. (2011). Who are we?: The social construction of organizational identity through sense-exchanging. *Administration & Society*, 43(4), 417–445. <https://doi.org/10.1177/0095399711412727>
- Roberts, N., Galluch, P. S., Dinger, M., & Grover, V. (2012). Absorptive capacity and information systems research: Review, synthesis, and directions for future research. *MIS Quarterly*, 36(2), 625–648. <https://doi.org/10.2307/41703470>
- Roland Berger Strategy Consultants & BDI – Federation of German Industries. (2015). *The digital transformation of industry: How important is it? Who are the winners? What must be done now?*. https://bdi.eu/media/presse/publikationen/information-und-telekommunikation/Digital_Transformation.pdf
- Rodrigue, J.-P. (2020). Transportation as a loosely coupled system: A fundamental challenge for sustainable freight transportation. *Sustainability*, 12(18), 7435. <https://doi.org/10.3390/su12187435>
- Ramesh, N., & Delen, D. (2021). Digital transformation: How to beat the 90% failure rate? *IEEE Engineering Management Review*, 49(3), 22–25. <https://doi.org/10.1109/EMR.2021.3070139>
- Smith, J. K. (1983). Quantitative versus qualitative research: An attempt to clarify the issue. *Educational Researcher*, 12(3), 6–13. <https://doi.org/10.3102/0013189X012003006>

Strauss, A., & Corbin, J. (1990). *Basics of qualitative research: Grounded theory procedures and techniques*. Sage.

Stake, R. (1995). *The art of case study research*. Sage.

Schilling, M. A. (1998). Technological lockout: An integrative model of the economic and strategic factors driving technology success and failure. *The Academy of Management Review*, 23(2), 267-284. <https://doi.org/10.2307/259374>

Strauss, A. L., & Corbin, J. (1998). *Basics of qualitative research: Techniques and procedures for developing grounded theory* (2nd ed.). Sage.

Schilling, M. A. (2000). Toward a general modular systems theory and its application to interfirm product modularity. *Academy of Management Review*, 25(2), 312–334. <https://doi.org/10.2307/259016>

Stock, G. N., Greis, N. P., & Fischer, W. A. (2001). Absorptive capacity and new product development. *Journal of High Technology Management Research*, 12(1), 77-91. [https://doi.org/10.1016/S1047-8310\(00\)00040-7](https://doi.org/10.1016/S1047-8310(00)00040-7)

Salem, P. J. (2007). *Making sense of knowledge management*. Vestnik, 5, 47–68.

Sahaym, A., Steensma, H. K., & Schilling, M. A. (2007). The influence of information technology on the use of loosely coupled organizational forms: An industry-level analysis. *Organization Science*, 18(5), 865–880. <https://doi.org/10.1287/orsc.1070.0285>

Sirmon, D. G., Hitt, M. A., & Ireland, R. D. (2007). Managing firm resources in dynamic environments to create value: Looking inside the black box. *Academy of Management Review*, 32(1), 273–292. <https://ssrn.com/abstract=1342630>



- Siggelkow, N. (2007). Persuasion with case studies. *Academy of Management Journal*, 50(1), 20–24. <https://doi.org/10.5465/AMJ.2007.24160882>
- Schlemmer, F., & Webb, B. (2008). The managing director and the development of dynamic capabilities: An application of enactment theory. *International Journal of Organizational Analysis*, 16(1/2), 109–137. <https://doi.org/10.1108/19348830810915523>
- Swanson, T. A. (2012). Library organizations as loosely-coupled systems. In T. A. Swanson, *Managing social media in libraries: Finding collaboration, coordination, and focus* (pp. 15–26). Chandos Publishing. <https://doi.org/10.1016/B978-1-84334-711-8.50002-7>
- Setia, P., & Patel, P. C. (2013). How information systems help create OM capabilities: Consequents and antecedents of operational absorptive capacity. *Journal of Operations Management*, 31(6), 409–431. <https://doi.org/10.1016/j.jom.2013.07.013>
- Starman, A. B. (2013). The case study as a type of qualitative research. *Journal of Contemporary Educational Studies / Sodobna Pedagogika*, 64(1), 28–43.
- Sandberg, J. (2014). *Digital capability: Investigating coevolution of IT and business strategies* [Doctoral dissertation, Umeå University]. DiVA Portal. <https://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:umu:diva-88722>
- Sandberg, J., & Tsoukas, H. (2015). Making sense of the sensemaking perspective: Its constituents, limitations, and opportunities for further development. *Journal of Organizational Behavior*, 36(S1), S6–S32. <https://doi.org/10.1002/job.1937>
- Schallmo, D., Williams, C. A., & Boardman, L. (2017). Digital transformation of business models — Best practice, enablers, and roadmap. *International Journal of Innovation Management*, 21(8), 1740014. <https://doi.org/10.1142/S136391961740014X>

- Schwertner, K. (2017). Digital transformation of business. *Trakia Journal of Sciences*, 15(Suppl.1), 388–393. <https://doi.org/10.15547/tjs.2017.s.01.065>
- Svahn, F., Mathiassen, L., & Lindgren, R. (2017). Embracing digital innovation in incumbent firms: How Volvo Cars managed competing concerns. *MIS Quarterly*, 41(1), 239–253. <https://doi.org/10.25300/MISQ/2017/41.1.12>
- Salamak, M., & Januszka, M. (2018). BrIM bridge inspections in the context of Industry 4.0 trends. In P. Powers, D. M. Frangopol, R. Al-Mahaidi, & C. Caprani (Eds.), *Maintenance, safety, risk, management and life-cycle performance of bridges* (pp. 2260–2267). Taylor & Francis. <https://www.researchgate.net/publication/327729818>
- Schallmo, D. R. A., & Williams, C. A. (2018). Digital transformation now! Guiding the successful digitalization of your business model. *Springer*. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-72844-5>
- Schilling, M. A. (2000). Toward a general modular systems theory and its application to interfirm product modularity. *The Academy of Management Review*, 25(2), 312–334. <https://doi.org/10.2307/259016>
- Srivardhana, T., & Pawlowski, S. D. (2007). ERP systems as an enabler of sustained business process innovation: A knowledge-based view. *The Journal of Strategic Information Systems*, 16(1), 51–69. <https://doi.org/10.1016/j.jsis.2007.01.003>
- Srivasta, S. C., & Shainesh, G. (2015). Bridging the service divide through digitally enabled service innovations: Evidence from Indian healthcare service providers. *MIS Quarterly*, 39(1), 245–268. <https://www.jstor.org/stable/26628349>
- Singh, A., & Hess, T. (2020). How Chief Digital Officers promote the digital transformation of their companies. In R. D. Galliers, D. E. Leidner, & B. S.

Loebbecke (Eds.), *Strategic information management: Theory and practice* (5th ed.). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780429286797>

Sandberg, R., Löwstedt, M., & Räisänen, C. (2020). Working in a loosely coupled system: Exploring practices and implications of coupling work on construction sites. *Construction Management and Economics*, 39(3), 212–226. <https://doi.org/10.1080/01446193.2020.1849751>

Shakina, E., Parshakov, P., & Alsufiev, A. (2021). Rethinking the corporate digital divide: The complementarity of technologies and the demand for digital skills. *Technological Forecasting and Social Change*, 162, 120405. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.120405>

Siachou, E., Vrontis, D., & Trichina, E. (2021). Can traditional organizations be digitally transformed by themselves? The moderating role of absorptive capacity and strategic interdependence. *Journal of Business Research*, 124, 408–421. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2020.11.011>

Salmela, H., Baiyere, A., Tapanainen, T., & Galliers, R. D. (2022). Digital agility: Conceptualizing agility for the digital era. *Journal of the Association for Information Systems*, 23(5), 1080–1101. <https://doi.org/10.17705/1jais.00767>

Slimane, S. B., Couerderoy, R., & Mhenni, H. (2022). Digital transformation of small and medium enterprises: A systematic literature review and an integrative framework. *International Studies of Management & Organization*, 52(2), 96–120. <https://doi.org/10.1080/00208825.2022.2072067>

Situmorang, R., & Japutra, A. (2024). Knowledge transfer within MNC hotel subsidiaries: An absorptive capacity perspective. *Tourism Management*, 100, 104794. <https://doi.org/10.1016/j.tourman.2023.104794>

- Souza Filho, M., & Albertin, A. L. (2024). Digital transformation path: How dynamic capabilities further strategic use of information technology benefits through alliances. *Revista de Administração Mackenzie*, 25(5), 1–33. <https://doi.org/10.1590/1678-6971/eRAMG240162>
- Thomas, J. (1993). *Doing critical ethnography*. SAGE Publications. <https://doi.org/10.4135/9781412983945>
- Tatum, C. B., & Korman, T. (1999). *MEP coordination in building and industrial projects* (CIFE Working Paper No. 54). Stanford University, Center for Integrated Facility Engineering.
- Triplett, J. E. (1999). *The Solow productivity paradox: what do computers do to productivity?* The Canadian Journal of Economics, 32(2), 309–334. <https://doi.org/10.2307/136425>
- Tan, C. W., & Pan, S. L. (2003). Managing e-transformation in the public sector: An e-government study of the Inland Revenue Authority of Singapore (IRAS). *European Journal of Information Systems*, 12(4), 269–281. <https://doi.org/10.1057/palgrave.ejis.3000479>
- Thomas, G. (2011). A typology for the case study in social science following a review of definition, discourse and structure. *Qualitative Inquiry*, 17(6), 511–521.
- Teece, D. J., Pisano, G., & Shuen, A. (1997). Dynamic capabilities and strategic management. *Strategic Management Journal*, 18(7), 509–533. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1097-0266\(199708\)18:7<509::AID-SMJ882>3.0.CO;2-Z](https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-0266(199708)18:7<509::AID-SMJ882>3.0.CO;2-Z)
- Teece, D. J. (2007). Explicating dynamic capabilities: The nature and microfoundations of (sustainable) enterprise performance. *Strategic Management Journal*, 28(13), 1319–1350. <https://doi.org/10.1002/smj.640>

- Todorova, G., & Durisin, B. (2007). Absorptive capacity: Valuing a reconceptualization. *Academy of Management Review*, 32(3), 774–786.
- Tambe, P., Hitt, L. M., & Brynjolfsson, E. (2012). The extroverted firm: How external information practices affect innovation and productivity. *Management Science*, 58(5), 843–859. <https://doi.org/10.1287/mnsc.1110.1446>
- Themistocleous, M., Basias, N., & Morabito, V. (2015). A framework for service-oriented architecture adoption in e-banking: The case of banks from a transition and a developed economy. *Information Technology for Development*, 21(3), 1–20. <https://doi.org/10.1080/02681102.2014.939605>
- Trantopoulos, K., von Krogh, G., Wallin, M. W., & Woerter, M. (2017). External knowledge and information technology: Implications for process innovation performance. *MIS Quarterly*, 41(1), 287–300. <https://www.jstor.org/stable/26629648>
- Tumbas, S., Berente, N., & vom Brocke, J. (2017). Three types of chief digital officers and the reasons organizations adopt the role. *MIS Quarterly Executive*, 16(2), 121–134.
- Tu, Y., Li, D., & Wang, H. J. (2021). COVID-19-induced layoff, survivors' COVID-19-related stress and performance in hospitality industry: The moderating role of social support. *International Journal of Hospitality Management*, 95, 102912. <https://doi.org/10.1016/j.ijhm.2021.102912>
- Torto, M., & Kristoffersson, A. (2023). Digitally transforming in a traditional industry: A senior management perspective. *Proceedings of the 56th Hawaii International Conference on System Sciences*, 4254–4263. <https://hdl.handle.net/10125/103151>

- Tutida, A. Y., Rossetto, C. R., & dos Santos, R. C. (2023). Absorptive capacity: Towards individual or organizational themes. *Revista de Administração da UFSM*, 16(3), e8. <https://doi.org/10.5902/1983465970601>
- Ustundag, A., & Cevikcan, E. (2018). *Industry 4.0: Managing the digital transformation* (p. 286). Cham: Springer. <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/978-3-319-57870-5.pdf>
- U.S. Census Bureau. (2022). *2022 NAICS search results for code 23: Construction*. North American Industry Classification System. Retrieved June 4, 2025, from <https://www.census.gov/naics/?input=23&year=2022&details=23>
- Uusitalo, P., Peltokorpi, A., Seppänen, O., & Alhava, O. (2024). Towards systemic transformation in the construction industry: a complex adaptive systems perspective. *Construction Innovation*, 24(7), 341–368. <https://doi.org/10.1108/CI-01-2024-0015>
- Vasudeva, G., Spencer, J. W., & Teegen, H. J. (2012). Bringing the institutional context back in: A cross-national comparison of alliance partner selection and knowledge acquisition. *Organization Science*, 24(2), 319–339. <https://doi.org/10.1287/orsc.1120.0743>
- Verhoef, P. C., Kooge, E., & Walk, N. (2015). *Creating value with big data analytics: Making smarter marketing decisions* (1st ed.). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315734750>
- Vial, G. (2019). Understanding digital transformation: A review and a research agenda. *The Journal of Strategic Information Systems*, 28(2), 118–144. <https://doi.org/10.1016/j.jsis.2019.01.003>
- Van Looy, A. (2021). A quantitative and qualitative study of the link between business process management and digital innovation. *Information & Management*, 58(2), 103413. <https://doi.org/10.1016/j.im.2020.103413>

- Verhoef, P. C., Broekhuizen, T., Bart, Y., Bhattacharya, A., Dong, J. Q., Fabian, N., & Haenlein, M. (2021). Digital transformation: A multidisciplinary reflection and research agenda. *Journal of Business Research*, 122, 889–901. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.09.022>
- Weick, K. E. (1969). *The social psychology of organizing*. Addison-Wesley.
- Weick, K. E. (1976). Educational organizations as loosely coupled systems. *Administrative Science Quarterly*, 21(1), 1–19. <https://doi.org/10.2307/2391875>
- Weick, K. E. (1979). *The social psychology of organizing* (2nd ed.). McGraw-Hill.
- Weick, K. E. (1982a). Administering education in loosely coupled schools. *The Phi Delta Kappan*, 63(10), 673–676. <http://www.jstor.org/stable/20386508>
- Weick, K. E. (1982b). Management of organizational change among loosely coupled elements. In P. S. Goodman & Associates (Eds.), *Change in organizations: New perspectives on theory, research, and practice* (pp. 375–408). Jossey-Bass.
- Williamson, Oliver E. (1985). *The Economic Institutions of Capitalism: Firms, Markets, Relational Contracting*. University of Illinois at Urbana-Champaign's Academy for Entrepreneurial Leadership Historical Research Reference in Entrepreneurship. <https://ssrn.com/abstract=1496720>
- Weick, K. E. (1988). Enacted sensemaking in crisis situations. *Journal of Management Studies*, 25(4), 305–317. <https://doi.org/10.1111/j.1467-6486.1988.tb00039.x>
- Weick, K. E. (1995). *Sensemaking in organizations* (Vol. 3). SAGE Publications.
- Wade, M., & Hulland, J. (2004). The resource-based view and information systems research: Review, extension, and suggestions for future research. *MIS Quarterly*, 28(1), 107–142. <https://doi.org/10.2307/25148626>

- Weick, K. E., Sutcliffe, K. M., & Obstfeld, D. (2005). Organizing and the process of sensemaking. *Organization Science*, 16(4), 409–421. <https://doi.org/10.1287/orsc.1050.0133>
- Wang, W., Xue, Y., Liang, H., & Ge, S. (2012). Resource structuring or capability building? *An empirical study of the business value of information technology. Journal of Management Information Systems*, 29(2), 325–367. <https://doi.org/10.2753/MIS0742-1222290211>
- Westerman, G., Bonnet, D., & McAfee, A. (2014). *Leading digital: Turning technology into business transformation*. Harvard Business Review Press.
- Wamba, S. F., Gunasekaran, A., Akter, S., Ren, S. J.-F., Dubey, R., & Childe, S. J. (2017). Big data analytics and firm performance: Effects of dynamic capabilities. *Journal of Business Research*, 70, 356–365. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2016.08.009>
- Warner, K. S. R., & Wäeger, M. (2019). Building dynamic capabilities for digital transformation: An ongoing process of strategic renewal. *Long Range Planning*, 52(3), 326–349. <https://doi.org/10.1016/j.lrp.2018.12.001>
- Wang, Y. Y., Huang, Q., Davison, R. M., & Yang, F. (2021). Role stressors, job satisfaction, and employee creativity: The cross-level moderating role of social media use within teams. *Information & Management*, 58(3), Article 103317. <https://doi.org/10.1016/j.im.2020.103317>
- Wijayarathne, N., Gunawan, I., & Schultmann, F. (2024). Dynamic capabilities in digital transformation: A systematic review of their role in the construction industry. *Journal of Construction Engineering and Management*, 150(11). <https://doi.org/10.1061/JCEMD4.COENG-15055>
- Yin, R. K. (1994). *Case study research: Design and methods* (2nd ed.). Thousand Oaks, CA: Sage.

- Yin, R. K. (2009). *Case study research: Design and methods* (4th ed.). Thousand Oaks, CA: Sage.
- Yoo, Y., Henfridsson, O., & Lyytinen, K. (2010). Research commentary—The new organizing logic of digital innovation: An agenda for information systems research. *Information Systems Research*, 21(4), 724–735. <https://doi.org/10.1287/isre.1100.0322>
- Yin, R. K. (2018). *Case Study Research and Applications: Design and Methods* (6th ed.). Thousand Oaks, CA: Sage.
- Yucel, S. (2018, December). Estimating the benefits, drawbacks and risk of digital transformation strategy. In *2018 International Conference on Computational Science and Computational Intelligence (CSCI)* (pp. 291–296). IEEE. <https://doi.org/10.1109/CSCI46756.2018.00051>
- Zahra, S. A., & George, G. (2002). Absorptive capacity: A review, reconceptualization, and extension. *Academy of Management Review*, 27(2), 185–203. <https://www.jstor.org/stable/4134351>
- Zittrain, J. L. (2006). The generative internet. *Harvard Law Review*, 119(7), 1974–2040. <https://www.jstor.org/stable/4093608>
- Zhang, G., Xie, Q., Gao, H., Lu, J., & Cucari, N. (2024). Implementation of social responsibility in digital transformation: An opportunity or a challenge to corporate innovation performance. *Corporate Social Responsibility and Environmental Management*, 31(1), 1245–1260. <https://doi.org/10.1002/csr.2970>

網路資料

中華民國統計資訊網。行業統計分類：第11次修正（2021年1月）。取自
<https://www.stat.gov.tw/StandardIndustrialClassificationContent.aspx>（檢索日期：2021年6月）

傳典工程股份有限公司。（2024）。傳典工程股份有限公司。取自
<https://www.transdien.com.tw/>（檢索日期：2025年6月26日）

