



國立臺灣科技大學
資訊管理研究所碩士班
碩士學位論文

學號：M11209202

產業數位創新平台發展制定歷程之研究：
以雙元可供性實現為觀點

Understanding the Evolution of Industrial
Digital Innovation Platforms: A Case Study
Based on Affordance Theory and
Organizational Ambidexterity

研 究 生：黃雅婷

指導教授：周子銓 博士

中華民國 一一四 年 月

摘要

學號：M11209202

論文名稱：產業數位創新平台發展制定歷程之研究：以雙元可供性實現為觀點

頁數：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：一一四學年度第一學期碩士論文摘要

研究生：黃雅培

指導教授：周子銓博士

戰後至 1980 年代間，紡織業憑藉完整供應鏈與穩定技術，曾是台灣經濟與出口貿易重要支柱。然而，隨著全球產業由勞力與規模導向的製造邏輯，轉為創新驅動、品牌經營與數位技術為核心的競爭模式，加上中國、越南等低成本出口國崛起，以代工與規模生產為主的台灣紡織逐漸喪失優勢與市場競爭力。

本研究以 Frontier.cool 為研究對象，聚焦數位創新平台之開發歷程，探討企業如何調度資源回應市場需求、制定階段性之平台發展策略，並分析平台如何促進傳統產業與新興科技相互整合，達成紡織產業轉型目標。

本研究以制定理論為主體，結合可供性與組織雙元性作為分析視角，採用質性研究中之個案研究方法，剖析企業於數位創新的循環過程，並聚焦創新行動中的探索可供性與雙元可供性實現，藉此揭示企業如何資源協調、策略整合與建構資源平衡機制，達成平台創新目標之持續演化與功能實現，最終透過數位創新視角評估平台具體結果。

平台制定歷程不僅是新興技術導入產業的應用過程，更是形塑供應鏈協作與數位創新產業生態系建構的關鍵路徑，平台將作為技術與策略的中介角色，逐步推動數位創新、促進產業價值共創，為環境永續目標提供具體貢獻。

關鍵字：數位創新、制定理論、可供性、組織雙元性、智慧紡織

Abstract

From the post-war period through the 1980s, Taiwan's textile industry was a key driver of economic growth and exports, supported by an integrated supply chain and mature manufacturing capabilities. However, as global industry dynamics shifted from labor- and scale-based production to innovation-driven, brand-oriented, and digitally enabled competition, Taiwan's OEM-focused textile sector began to lose its cost advantages. The rise of low-cost producers such as China and Vietnam further intensified this decline in competitiveness.

This study examines Frontier.cool as a case of digital innovation in the textile industry, analyzing how the company responds to market needs through resource reallocation and phased platform development strategies. It also explores how the platform enables the integration of traditional manufacturing with emerging technologies to support industrial transformation.

Grounded in Enactment Theory and incorporating perspectives from Affordance Theory and Organizational Ambidexterity, this qualitative case study investigates the firm's innovation processes, with particular attention to exploratory affordance and Ambidexterity affordance actualization. The platform's development reflects not only technological implementation but also the reconfiguration of supply chain collaboration and ecosystem dynamics, contributing to both industrial renewal and environmental sustainability.

Keywords : Digital Innovation, Enactment Theory, Affordance, Organizational Ambidexterity, Smart Textiles

致謝

目錄

摘要	2
Abstract.....	3
致謝	4
第一章、緒論	11
1.1 研究背景與動機	11
1.2 研究問題與目的	13
1.3 研究範圍與流程	14
1.4 論文架構	17
第二章、文獻探討	18
2.1 數位創新（Digital Innovation）	18
2.1.1 數位創新起源與基本定義	18
2.1.2 數位創新與組織之關係	22
2.2 制定（Enactment）	24
2.2.1 制定起源與基本定義	24
2.1.2 制定動態循環過程與應用	26
2.3 可供性（Affordance）	28
2.3.1 可供性起源與基本定義	28
2.3.2 可供性實現（Affordance Actualization）	32
2.4 組織雙元性（Organizational Ambidexterity）	34
2.4.1 組織雙元性起源與基本定義	34
2.4.2 探索（Exploration）與利用（Exploitation）	35
第三章、研究方法與架構	37
3.1 研究方法	37
3.1.1 質化研究	38

3.1.2 個案研究	39
3.2 研究架構	41
3.3 研究觀察重點	43
3.4 研究對象	45
3.5 資料蒐集與分析	46
3.5.1 資料蒐集	46
3.5.2 資料分析	48
第四章、個案描述	50
4.1 全球紡織產業轉型現況	50
4.2 台灣紡織產業歷史與現況	52
4.3 個案公司簡介	57
第五章、個案分析	60
5.1 臺灣通用紡織科技股份有限公司 (Frontier.cool)	60
5.1.1 能動性－問題	60
5.1.2 能動性－意圖	61
5.1.3 目的	62
5.2 第一階段：開源與協作	64
5.2.1 產業需求	64
5.2.2 企業能力	65
5.2.3 探索可供性	65
5.2.4 深耕運用	66
5.2.5 創新探索	68
5.2.6 平衡機制	69
5.2.7 數位創新結果	70
5.3 第二階段：資安與私有	73
5.3.1 產業需求	73

5.3.2 企業能力	74
5.3.3 探索可供性	75
5.3.4 深耕運用	76
5.3.5 創新探索	77
5.3.6 平衡機制	78
5.3.7 數位創新結果	79
5.4 第三階段：銷售與推廣	82
5.4.1 產業需求	82
5.4.2 企業能力	83
5.4.3 探索可供性	83
5.4.4 深耕運用	84
5.4.5 創新探索	86
5.4.6 平衡機制	86
5.4.7 數位創新結果	87
5.5 第四階段：多元新應用	90
5.5.1 產業需求	90
5.5.2 企業能力	91
5.5.3 探索可供性	92
5.5.4 深耕運用	93
5.5.5 創新探索	94
5.5.6 平衡機制	95
5.5.7 數位創新結果	96
5.6 跨階段個案分析	99
第六章、研究結論與建議	109
6.1 結論與研究貢獻	109
6.2 研究限制與未來研究方向	111

第七章、参考文献	112
----------------	-----

表目錄

表 2.1-1 數位技術關鍵特性彙整表.....	20
表 2.1-2 數位創新七維度分析表.....	22
表 3.1-1 個案研究類型.....	39
表 3.3-1 研究觀察重點表.....	43
表 3.3-2 研究觀察重點表.....	44
表 3.4-1 個案訪談紀錄表.....	45
表 3.5-1 資料蒐集架構表.....	47
表 3.5-2 資料蒐集及分析流程表.....	49
表 5.1-1 能動性分析表.....	63
表 5.2-1 第一階段個案分析表.....	72
表 5.3-1 第二階段個案分析表.....	81
表 5.4-1 第三階段個案分析表.....	89
表 5.5-1 第四階段個案分析表.....	98
表 5.6-1 能動性命題分析表.....	99
表 5.6-2 個案跨階段分析表.....	105

圖目錄

圖 1.3-1 研究流程圖	16
圖 2.1-1 數位創新行動圖	21
圖 2.2-1 環境與制定關係圖	25
圖 2.2-2 制定循環圖	27
圖 2.3-1 可供性分類圖	30
圖 3.2-1 研究架構圖	41
圖 5.2-1 第一階段平衡機制	70
圖 5.3-1 第二階段平衡機制	78
圖 5.4-1 第三階段平衡機制	87
圖 5.5-1 第四階段平衡機制	96

第一章、緒論

1.1 研究背景與動機

台灣紡織業曾在 1980 至 1990 年代達到出口巔峰，為國家帶來穩定的外匯收入與大量就業機會，並長期扮演全球布料供應重鎮的角色，是奠定台灣經濟發展與外銷基礎的重要支柱。近十年來，隨著中國和東南亞等低成本製造國的崛起、全球產業結構變遷，台灣紡織品出口規模呈現逐年下滑趨勢，紡織業出現轉型壓力與產業邊緣化的風險。

根據台灣近二十餘年來紡織品進出口表現，可看出產業出口規模的高峰期已然過去。根據財政部統計處資料第 11 類紡織業與第 12 類成衣及服飾品製造業的貿易金額統計，2001 至 2005 年間，年均出口總金額達到 103 億美元、貿易順差平均共 83.1 億美元，呈現紡織業在過去極具競爭優勢的出口導向特徵。然而五年過去，2006 至 2010 年，整體紡織業的出口額開始出現下滑趨勢，成衣類輸出尤為明顯，加上進口總額不斷逐年攀升，導致五年平均貿易順差縮減至 69 億美元。進一步分析近年統計資料發現，2021 至 2024 年，台灣紡織及成衣年均總出口額降至 74.5 億美元，而整體貿易順差僅剩 38.3 億美元，僅剩二十年前高峰期的一半以下。

此外，中華民國紡織業拓展會（TTF）紡織品進出口概況指出¹，近年紡織業進出口概況受國內外經濟、國際情勢、各國政策與關稅、紡織產業勞動結構改變等因素影響，如 2020 年全球紡織產業接連面對 COVID-19 疫情，擾動供應鏈進出口流程，各國為防範疫情而封鎖邊境、陸海空物流中斷，造成紡織品跨境貿易與企業合作面臨停滯與執行阻礙，各大品牌商也因此而保守下單。即便疫情趨緩、產業數位化風潮興起帶動短暫復甦，隨後又遭遇俄烏戰爭、全球通膨與美國關稅政策影響，同時原物料採購面臨價格上漲、品牌商為回應永續需求而實施去庫存化策略，促使台灣紡織品出口成長力道疲弱。

此外，越南紡織產業近年的快速崛起也對台灣紡織業構成直接挑戰。越南為世界貿易組織（WTO）統計的全球紡織品前十大進出口國之一，越南憑藉年輕且充足的勞動力、相對低廉的生產成本以及多項自由貿易協定（FTA）²所帶來的關稅優勢，吸引眾多成衣

¹ 詳見 中華民國紡織業拓展會（TTF）（2020-2024）[紡織品進出口概況](#)。檢索日期 2025/6/10

² 詳見 經濟部國際貿易署（2025）[越南紡織產業邁向永續發展目標](#)。檢索日期 2025/6/19

品牌與國際買家將供應鏈重心由中國與台灣轉向東南亞。柬埔寨、孟加拉、印尼與印度等新興國家也積極承接紡織訂單，依靠其關稅優勢吸引外資設廠，加上政策支持快速加速當地的紡織業發展，逐步強化各國紡織業的全球競爭力。

台灣紡織業亦面臨著嚴峻的「內憂」壓力。過去組織流程未能與時俱進、管理架構相對僵化，導致產業缺乏對創新技術與數位工具的吸收整合能力。此外，在台灣少子化與人口老化的背景下，青年勞動人口明顯流失，企業普遍面臨技術斷層與人力短缺的困境。台灣紡織業長期以來扮演著國際品牌的代工角色，缺乏自主品牌與具較高商業價值的產品設計能力，與歐美、韓國、日本等主要以品牌經營與研發導向的發展路徑相比，台灣在全球價值鏈中的角色逐漸邊緣化，過去仰賴的低成本製造與快速交貨優勢，已無法支撐當前產業的永續發展。環境保育、生態永續、ESG 企業責任的治理成為國際品牌對供應鏈的基本要求，紡織供應商若無法提供透明的資料追蹤與符合永續標準的流程設計，可能無法獲得品牌商訂單。這樣多方衝擊的情勢下，傳統紡織業意識到數位轉型已不再是選項，而是存續的必要路徑。

除企業自主發起的組織轉型與數位系統導入外，政府近年亦推動多項數位轉型專案，如行政院數位發展部於 2021 至 2024 年接續推出的「雲世代產業數位轉型」³以及經濟部中小及新創企業署連續四年的「輔導微型企業數位轉型及永續發展計畫」⁴，各項轉型專案的推進與預算的提撥，彰顯出中央政府同樣認為數位科技是傳統產業提升生產效率、強化供應鏈韌性、達成 ESG 目標的關鍵途徑。

民間企業同樣致力於協助產業轉型，臺灣通用紡織科技股份有限公司(Frontier.cool)推出的「TextileCloud™數位紡織雲平台」，正是從產業實務痛點出發，結合掃描技術與 AI 模型，打造資料可溯源與共享的雲端協作平台，協助組織快速決策並建立跨組織協作機制。本研究將以臺灣通用紡織科技股份有限公司(Frontier.cool)為個案，探討新創企業如何透過技術研發與平台策略，回應產業面臨的內外部變局與數位轉型挑戰，並探索紡織業在動盪環境中完成數位轉型與創新生態系的路徑。

³ 詳見 行政院數位發展部 (2021-2024) [雲世代產業數位轉型](#)。檢索日期 2025/6/19

⁴ 詳見 經濟部中小及新創企業署 (2021-2024) [輔導微型企業數位轉型及永續發展計畫](#)、[中小微企業數位轉型計畫](#)。檢索日期 2025/6/19

1.2 研究問題與目的

在全球數位化浪潮與產業環境劇烈變動的背景下，紡織產業逐步面臨商業模式電子化、傳統生產流程改善及永續環保的轉型壓力。尤其疫情加速催化數位工具與遠距協作需求，使得紡織業亦須加速數位創新腳步，以維持其國際競爭力與永續發展潛力。

本研究以臺灣通用紡織科技股份有限公司（以下簡稱 Frontier.cool）為主要研究對象，分析 Frontier.cool 在產業外部環境與企業需求不斷變化的情況下，組織如何持續調整平台策略、整合技術資源，並透過可供性實踐與服務創新，協助紡織產業完成數位轉型，進而藉由數位科技建構創新產業生態系。

本研究之主要目的：

1. 探討數位創新平台發展歷程中，科技可供性制定與演化之軌跡。
2. 探討數位創新歷程中企業所展現之雙元性能力，如何探索、運用資源以及制訂資源整合之平衡機制。
3. 以數位創新為觀點，分析企業藉由數位工具與創新服務促進產業轉型與建立數位創新產業生態系之過程。

本研究之研究問題：

1. 企業如何持續認知和調整行動，制定數位創新平台之經營策略？
2. 探討數位創新發展過程中，企業如何展現雙元性能力，實現可供性探索與可供性實現之雙重行動？
3. 數位科技如何與產業和環境互動，並促進創新應用落地實踐，使產業轉型並建構數位創新產業生態系？

1.3 研究範圍與流程

本研究以新創公司 Frontier.cool 為個案研究主要對象，依據制定理論與數位創新理論為脈絡建構出主要研究架構，概略分為能動性驅動、認知制定、行動探索運用及數位創新結果四大分析層次，作為後續個案研究資料蒐集與分析框架。

本研究具體流程如下：

● 確定研究對象與研究方向

確定研究方向與研究對象，本研究擬以 Frontier.cool 為主要研究對象，探討新創科技服務公司如何藉由數位科技與平台服務，推動產業數位轉型與建立創新生態系。

● 確立研究議題

探討新創科技服務公司如何感知環境或產業變化並調整組織策略，結合數位平台功能模組與技術導入、回應產業需求與轉型挑戰，並透過可供性與組織雙元性理論分析其平台發展策略與演化歷程。

● 蒐集相關文獻與探討

根據研究觀察重點蒐集理論文獻與參考資料，並歸納成完整脈絡之理論框架。本研究將蒐集制定、可供性、雙元性能力、數位創新等相關理論文獻，以理解欲研究之主題與過往研究背景及發展。

● 蒐集個案資料

根據研究設計架構，採用半結構式訪談方式，系統化蒐集企業相關資料，主要藉由至個案公司深度訪談取得第一手資料作為主要研究資料，並蒐集與企業有關二手資料，如官方網站、新聞報導、網路影片、研討會資料等，使研究結果完整涵蓋所有相關資料。

● 訂定研究架構與觀察重點

根據文獻脈絡與實務觀察，以制定理論與數位創新為觀點，建構以能動性、制定認知與行動、可供性探索與實現、數位創新結果、再制定為循環的分析架構，探討企業如何制定組織發展策略、如何實現資源調度的雙元性能力。

- **資料彙整與分析**

本研究將蒐集 Frontier.cool 的訪談紀錄、公開說明文件、參展資料、新聞媒體報導等一手與二手資料，並根據理論框架對資料內容深度分析，探討企業在不同階段的策略意圖、資源整合、創新行動與市場互動情況，歸納出平台制定歷程與組織經營邏輯。

- **提出研究成果**

根據研究分析結果，提出個案對數位創新發展途徑、產業與環境變化之情境的相關啟示，並針對研究觀察重點回應前述研究問題、歸納出結論，提出建議與未來之可研究方向。

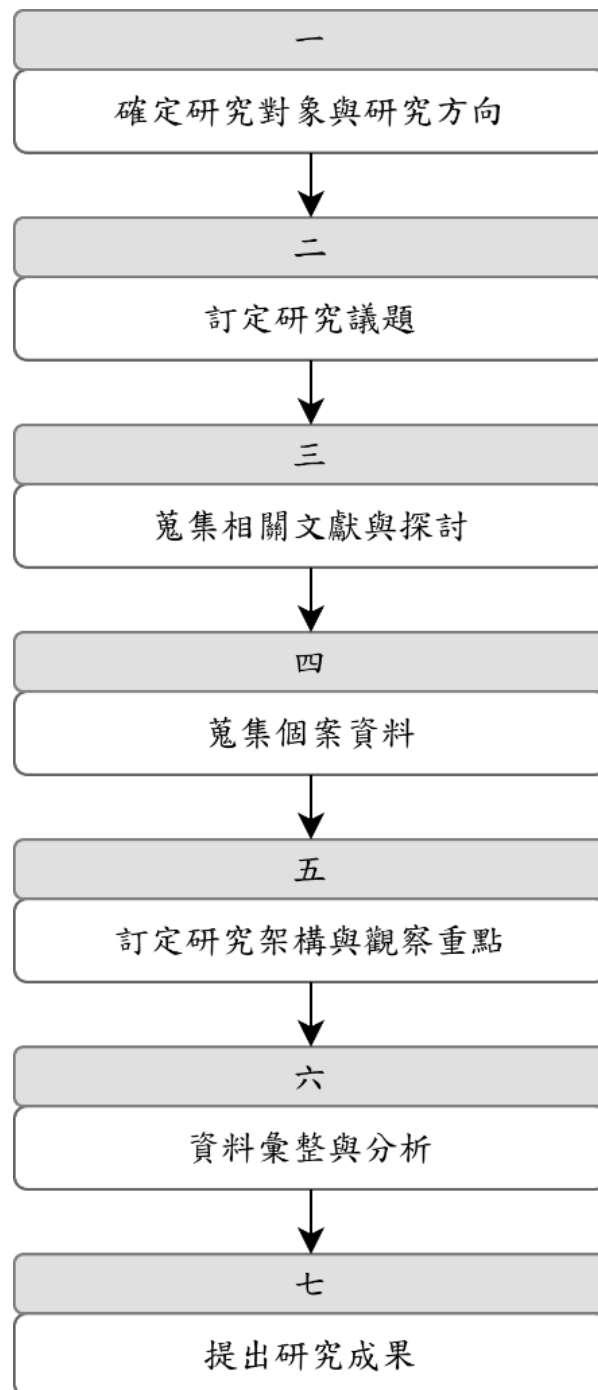


圖 1.3-1 研究流程圖

資料來源：本研究整理

1.4 論文架構

本研究共分為七個章節，各章節內容如下：

第一章、緒論

介紹研究背景與動機，界定研究問題與目的、研究範圍流程及論文架構。

第二章、文獻探討

針對研究涉及之理論進行文獻回顧，內容涵蓋數位創新（Digital Innovation）、制定（Enactment）、可供性（Affordance）、組織雙元性（Organizational Ambidexterity）等。

第三章、研究方法與研究設計

介紹本研究之研究方法，包括研究架構、研究觀察重點、研究對象、資料蒐集與分析方式。研究方法採用質性個案研究法，並以單一個案為主要方法。

第四章、個案描述

概述我國紡織業發展史與全球產業現況，並介紹研究個案之創立背景與發展歷程。

第五章、個案分析

本章根據前章節所提出之研究架構與理論，分析研究個案各階段之研究觀察重點，並以理論架構為核心視角，針對各階段中事件發展作進一步分析。

第六章、研究結論與建議

本章總結個案研究之分析結果，並彙總出研究結論及回應研究問題，針對平台創新策略、產業轉型與後續研究方向提出建議與反思。

第七章、參考文獻

彙整研究中所引用之中英文學術與期刊論文，包含二手資料、網路資料、報章報導與產業報告等參考資料。

第二章、文獻探討

2.1 數位創新 (Digital Innovation)

2.1.1 數位創新起源與基本定義

創新 (Innovation) 的興起可追溯至 1962 年，由傳播學家 Everett M. Rogers 的創新擴散理論 (Innovation Diffusion Theory) 指出，被傳播訊息內容之所以具有吸引力，往往源於其被接收者視為「新事物」的特性。創新可以是觀念、方法或事物，只要被個體認為新穎，無論實際存在多久，都可稱為創新 (Innovation)。隨著數位技術的迅速演進，數位創新已不再只是新產品的推出，更轉化為組織變革時具有優勢的新穎解方與關鍵力量 (Rogers et al., 2014)，企業開始藉由數位科技回應環境挑戰、重構商業模式，藉此維持競爭優勢 (Kohli & Melville, 2019)。數位創新 (Digital Innovation) 結合數位技術 (Digital Technology) 和創新 (Innovation) (Shen et al., 2022)，泛指在創新過程中運用數位技術，創造出新產品、服務、流程、平台或商業模式 (Hinings et al., 2018; Nambisan et al., 2017)，其核心不僅是專業技術的導入，更強調數位元素與設計、組織、價值等層面的整合與重組所產生之創新產物，部分學者認為數位創新本質就是資源重組與延伸之過程 (Arthur, 2009; Svahn et al., 2017; Yoo et al., 2012)。

數位創新展現出與傳統創新全然不同的特徵樣態，部分學者以分散式創新 (Distributed Innovation) 與組合式創新 (Combinatorial Innovation) 作為代表，前者著重於創新活動的協作方式，反映數位創新主體與實踐過程日益去中心化；後者則聚焦於創新結果或產品的建構邏輯，突顯出數位產物的模組化與可延展性。

● 分散式創新 (Distributed Innovation)

分散式創新意指創新主體與活動不再集中於單一組織或部門，而是由多元且異質 (Heterogeneous) 參與者所構成的創新網絡 (Lusch & Nambisan, 2015)。隨著創新過程朝向去中心化與更少預定義 (Predefined) 發展，使其呈現多樣資源來源與知識異質性的特徵 (Nambisan et al., 2017)，提高了組織對資源整合與動態協調的困難度 (Yoo et al., 2012)。此外，分散式創新的參與者組成具有高流動性與變異性，其行動會因應目標、能力、資源與動機的變化而隨時調整 (Lusch & Nambisan, 2015)。因此，當分散式創新缺乏有效協

調機制，過度的異質性與無邊界的創新可能導致混亂與管理失靈(Yoo et al., 2012)，促使組織必須發展知識整合機制與共通語言，才能在多元創新中維持策略一致性(Nambisan et al., 2017)。

● 組合式創新 (Combinatorial Innovation)

組合式創新則描述企業如何透過重組數位組件與模組，產出可持續演化的創新產品與服務(Yoo et al., 2012)。數位產品具有高度延展性，其功能可由使用者持續安裝、更新與改變設定，因而形成「永遠不完整」的數位產物，如智慧型手機需仰賴使用者安裝應用程式與設定個人化功能，使整個生命週期皆處於持續變動狀態(Yoo et al., 2012)。組合式創新使得創意將不再只是單純地傳播，而是在創新過程中發生變異和發展，這意味者數位化的複雜性增強，增加了系統錯誤與管理風險(Yoo et al., 2012)。

而組合式創新所揭示之延展性與動態演化特性，亦回應學者對於「創新過程」與「創新結果」界線日益模糊的觀察。雖然二者在理論上可被視為截然不同的階段，但在實務中往往難以明確劃分(Nambisan et al., 2017)，因為數位產品在推出或實施後，其應用範圍、功能與價值亦不斷更新，創新實踐因而呈現出動態延續的樣貌。在數位基礎設施 (Digital Infrastructures) 如網際網路、雲端共享之下，技術與服務可重組與疊加產生新的應用(Nylén & Holmström, 2015)，讓原本僅提供聯網功能的網際網路結合感測器與平台系統等技術，進一步發展為智慧運輸 (Intelligent Transportation System) 或物聯網系統 (IoT System)，創新歷程因此呈現「無明確起點與終點」的模糊樣態(Nambisan et al., 2017)。

前段說明了數位創新結果的持續變動，多位學者因而總結出數位創新結果之實際有效性須經時間與情境逐步檢驗，並在實作中顯現(Kohli & Melville, 2019; Orlikowski, 1996; Pentland & Feldman, 2008)。Nambisan 等人進而推論出創新歷程具路徑依賴性 (Path Dependence) 與路徑突破性 (Path Breaking)，既有技術可能與新問題相結合構成創新動能(Nambisan et al., 2017)，為回應創新的高度變化與不確定性，企業需要更全面的創新管理理論及策略，來完成組織協調與治理的具體實踐、標準化流程(Nambisan et al., 2017)。

數位創新因數位技術所帶來的數位物質性 (Digital Materiality) 得以實現與發揮。而數位物質性與物理物質性本質上存在差異：

● **物理物質性 (Physical Materiality)**

多指可見、可觸的人造物 (Artifact)，具物理物質性的物品用途多半固定、變動性低，並承載特定的社會與文化意涵。例如跑鞋用以保護雙足於行走或運動，難以轉換為其他用途（如保暖衣物或圍巾）(Yoo et al., 2012)。

● **數位物質性 (Digital Materiality)**

來自於人造物 (Artifact) 中所嵌入之軟體能力，可透過操控數位表徵 (Digital Representations) 展現出高度彈性與可重構性，例如跑鞋內嵌感測器與晶片，即可紀錄行走步數、速度等活動數據，進而分析使用者的運動模式(Yoo et al., 2012)，此類資料分析與行為辨識功能，正是數位物質性所賦予的嶄新特性。數位創新不僅是設計新產品，更是藉由數位物質性重新賦予既有物件新的功能和意義，可突破物理限制將科技與人類的互動轉化成應用價值。

數位技術所具備之可塑性 (Malleability)、同質性 (Homogeneity) 與可轉移性 (Transferability) 等關鍵特性(Hinings et al., 2018; Nylén & Holmström, 2015; Shen et al., 2022; Yoo et al., 2010)，使數位資源得以靈活重組整合並於不同場域間迅速擴散。企業可據此重構產品與服務、發展新商業模式，並透過數位科技讓企業在持續創新的過程中建構「新配置與新可能性」，激發動態管理能力與創新設計思維(Avital & Te'Eni, 2009; Nylén & Holmström, 2015; Svahn et al., 2017)，表 2.1-1 為不同學者提出數位技術之關鍵特性彙整表：

表 2.1-1 數位技術關鍵特性彙整表

特性名稱	說明	來源文獻
可塑性 (Malleability)	數位內容具備彈性修改、重組、重新編碼 (Re-Programmability) 等特性，易於重新配置、以實現高彈性與快速迭代。	Yoo et al., 2010 ; Hinings et al., 2018 ; Nylén & Holmström, 2015 ; Nambisan et al., 2017
同質性 (Homogeneity)	以標準格式進行資料儲存、處理與傳輸，使不同系統間資料能無縫整合。	Yoo et al., 2010 ; Hinings et al., 2018 ; Shen et al., 2022

可轉移性 (Transferability)	數位技術、標準化資料等內容能被輕易地延伸到不同場域與設備間使用，是融合數位和物理物質性的技術的核心。	Hinings et al., 2018 ; Nambisan et al., 2017
開放性 (Openness)	數位內容之模組、套件架構等可透過權限開放擴充，允許多方協作。	Nambisan et al., 2017
關聯性 (Associativity)	可將不同資料與功能模組建立新關聯，創造跨域創新與整合可能。	Shen et al., 2022 ; Endres, H., Huesig, S., & Pesch, R. (2022)

資料來源：本研究整理

為具體描繪與進一步解析數位創新的動態歷程，Kohli 與 Melville 提出數位創新分析的七大維度如圖 2.1-1，包含四項核心行動：啟動（Initiate）、發展（Develop）、實施（Implement）、利用（Exploit），以及內部組織環境（Internal Organizational Environment）、外部競爭環境（External Competitive Environment）、結果（Outcomes）等維度。

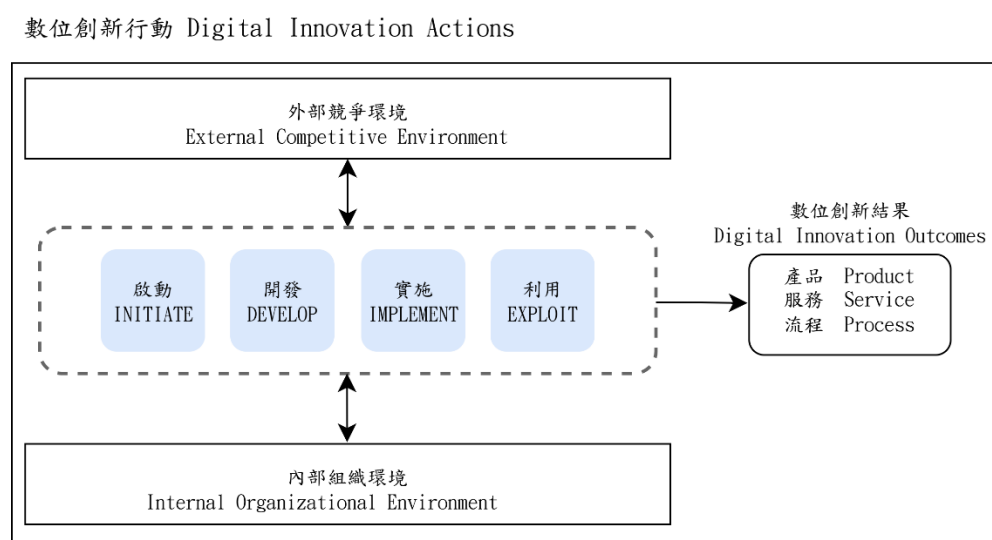


圖 2.1-1 數位創新行動圖

資料來源：Kohli 和 Melville (2019)

表 2.1-2 詳述了各行動對應內容，如啟動強調知識吸收與創新機會辨識；發展涵蓋系統設計與調整；實施說明技術與現有流程之整合；利用則關注資源延伸與價值實現。這四項行動並非依循固定順序、也不一定同時出現，實務上時常相互交錯與重疊，而數

位創新亦與組織的內部策略、文化、知識基礎與外部環境如市場需求與競爭概況相互影響。此分析維度有助於企業掌握數位創新的實踐樣態，亦凸顯其與組織條件互相交織、持續演化的特性(Kohli & Melville, 2019)，可提供企業於數位創新時掌握環境與組織變化並制定合適的經營策略。學者 Kohli 與 Melville 進一步分析過往文獻後指出數位創新領域的知識累積尚不均衡，發展（Develop）、實施（Implement）與外部競爭環境（External Competitive Environment）等維度得到較多關注，而其他四維度的研究則存在諸多研究空白，說明了數位創新尚處於理論與實務發展不均衡的狀態。

表 2.1-2 數位創新七維度分析表

行動	說明
啟動	辨識、吸收與應用來自內外知識，捕捉創新問題與機會。
發展	設計與開發技術與資訊系統，客製化或採用既有解決方案。
實施	安裝、維護技術，整合組織流程、進行培訓與制度建構。
利用	重用既有系統與資料，以創造新價值或新應用場景。
內部組織環境	商業策略、組織文化、知識、資源、既有制度與運作機制。
外部競爭環境	外部變因如市場變化、商業機會、產業趨勢與消費者行為。
結果	因數位創新而產生之預計或實際流程、產品或服務等結果。

資料來源：本研究整理自 Kohli 和 Melville（2019）

2.1.2 數位創新與組織之關係

數位創新日益成為企業提升競爭力的策略核心，但實踐過程中仍面臨諸多挑戰，企業積極投入資源以縮短數位落差（Digital Divide），但創新導入與價值實現方面的準備仍顯不足(Appio et al., 2021)。數位創新並非僅仰賴技術，仍須企業整合資本、人才與知識等多元能力才能發揮實質效益(Shen et al., 2022; Teece, 2018)。

● 知識學習與創新管理

多位學者認為，知識學習與知識管理是數位創新的核心驅動力。企業必須強化內部員工的數位技能，並鼓勵主動探索技術應用潛力。此外，跨部門協作與外部夥伴的知識共享也被視為是重要的創新動能，組織應整合多元知識來源，以強化創新彈性與組織應變能力(Kohli & Melville, 2019; Nylén & Holmström, 2015)。

● 組織文化與制度背景

數位創新與組織文化和制度背景相互交織，數位創新往往嵌入於組織的 IT 策略中，並受到商業策略、組織文化與運作模式的形塑，這些組織背景不僅影響創新方向，亦可能被創新實踐過程所重塑(Kohli & Melville, 2019)。Hinings 等人亦強調組織行為與制度環境密切交織，若不考慮制度背景的影響，就無法理解組織。數位創新往往挑戰既有組織制度，並牽動關於合法性與規範的新議題(Hinings et al., 2018)，為了讓數位創新能夠被大眾接受、技術得以實現、規範及制度能約束和協調參與者的行動，須設計具約束力卻不壓抑創新潛力的治理機制(Svahn et al., 2017; Wareham et al., 2014)。部分技術建構者亦將規範、價值與邏輯注入系統設計中(Gawer & Phillips, 2013; Orlikowski & Scott, 2008)，例如蘋果 (Apple) 即透過 App Store 建立 IOS 應用程式開發規範與審查機制，此類以技術為媒介的治理行動，讓企業在技術選擇、合作模式與治理策略之間進行動態協調。

數位創新不僅體現於技術導入或標準流程調整，更深層地反映組織於動態環境中整合資源、調整策略與重塑制度的能力，更跳脫單一事件框架，強調多構面、多階段的連續實踐過程。理解數位創新應回歸至組織、環境、制度等多維度交織的整體脈絡，本研究以數位創新理論為基礎，用以後續探討 Frontier.cool 所推出之數位平台發展歷程與組織實踐，進一步剖析數位技術如何在情境中產生創新效果。

2.2 制定 (Enactment)

2.2.1 制定起源與基本定義

Karl E. Weick (1969) 在經典著作《The Social Psychology of Organizing》中首次提出「制定(Enactment)」的概念，旨在解釋組織如何在不確定的環境中，透過行動(Action)建構意義(Sensemaking)。Weick 主張組織並非單純回應環境(Environment)的變化，而是在組織成員的行動過程中構成其所處的環境，亦即行動本身即構成環境的一部分。這顛覆了過去將環境視為獨立實體的概念，轉而強調環境是透過行動所逐漸形成的「被創造的現實」。在面對事件時，人們常常在行動後才透過語言與回顧行為痕跡進行詮釋與認知，這是一種具有回顧特性(Retrospective)的認知歷程，而這種過程往往持續的交織著認知、情緒與想法，是一種持續演化的狀態(何瑞萍, 2014)。此種認知的形成不仰賴預設計劃，而是在回應與實作中逐漸顯現；同時，人類們的行動也不是依循固定程序，而是隨著情境變動產生合適的應對並持續調整行動(Orlikowski, 1996)。

根據 Donald T. Campbell 提出的社會文化演化模型「變異－選擇－保留」(Variation-Selection-Retention)為基礎，Weick 將其中的「變異 (Variation)」替換為「制定 (Enactment)」，提出「制定－選擇－保留 (Enactment-Selection-Retention)」的三階段架構(Weick, 1979)。Weick 主張「制定」是行動者採取行動，創造出可被理解的環境與情境；「選擇」代表從眾多解釋中，選出最具一致性的解釋；「保留」則是將有用的解釋和經驗內化為組織記憶，進一步影響未來的判斷與行動(Weick, 1979)。在制定歷程中，行動不僅是認知的實踐結果，更是產生理解與意義的方式。人們根據既有認知與信念進行調整、回應與創造等行動，而這些行動亦反過來影響人們對環境的理解與認知(何瑞萍, 2014)。特別是在面對不確定或突發情境時，人們會透過試探性行動來釐清現況並獲得理解，說明行動本身即是認知的基礎和認知建構的起點(Weick, 1988)。2015 年，Weick 更將此架構簡化為「說 (Saying) 為制定 (Enacting)、看 (Seeing) 為選擇 (Selecting)、想 (Thinking) 則為保留 (Retaining)」(Weick, 2015)，他透過一句經典名言“*How can I know what I think until I see what I say?*”(Weick, 2015)，說明行動能夠彰顯與塑造內在認知。行動與認知間具有密切關聯，組織成員透過行動創造情境，再藉由觀察該情境的回饋產生選擇與判斷，進而將有效經驗保留、累積，成為後續行動的依據(Weick, 1979, 2015)。

Barley 與 Tolbert 將制定理論用於討論組織制度，認為制度不是既定的外部結構，而是行動者在實務互動中的重複實踐所創造和重現的結果(Barley & Tolbert, 1997)。換言之，組織中的制度規則與環境情境，其實都是透過人們在特定脈絡中不斷理解、實作與再現所形構出來的結果。Weick 的制定概念正好解釋了組織如何透過行動建構出可被理解的現實，並強調行動者本身即是現實建構的關鍵推手，並且在具體行動的同時，人們也正重新理解其所處環境(Weick, 1979, 1988, 2001, 2015)。制定理論亦被應用於電子化政府領域的研究中。Chan 等人(2011)以資源制定(Resource Enactment)視角分析資訊系統導入的過程，發現每階段的环境會激發不同的焦點能力(Focal Capability)，且焦點能力的形成並非來自單一資源，而是多元資源整合的結果，即所謂的共生性制定行動(Symbiotic Enactment)(Chan et al., 2011)，只有在資源相互配合下，制定行動才能實際發生。本研究亦參考 Chan 等人所提出的「制定與環境互構」架構圖(圖 2.2-1)，以說明環境與制定之間的關係。

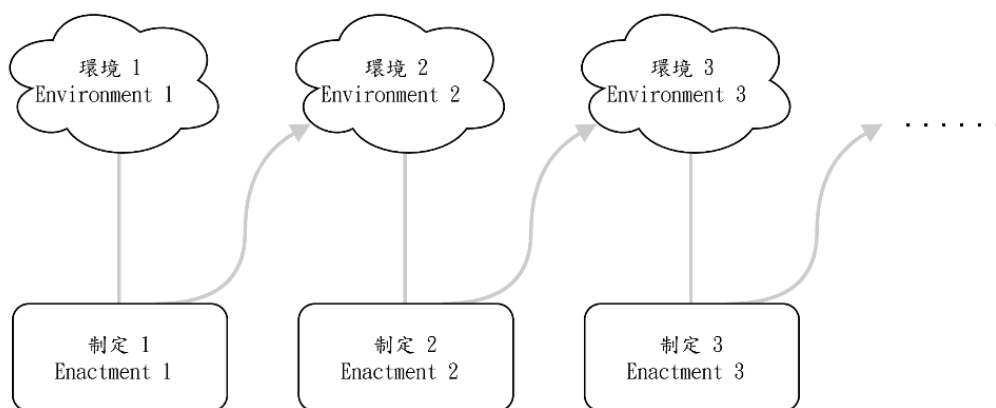


圖 2.2-1 環境與制定關係圖

資料來源：Chan 等人(2011)

2.1.2 制定動態循環過程與應用

本文採用制定理論，不僅涵蓋 Weick 所提出宏觀與抽象的「行動建構意義」概念，更進一步聚焦於制定歷程中的三個核心構成要素：認知（Cognition）、行動（Action）與環境建構（Constructed Environment）。此三者間並非線性關係，而是彼此環環相扣、相互連動的動態循環，說明組織如何不斷調整自身認知、實踐行動，並重構其所處環境，再重新開展下一輪制定歷程。

制定為組織運作中的關鍵過程，行動者會根據所處情境做出反應，而這些反應又將改變環境情境(Weick, 1979, 2001)，這些行動與變化並不出於理性的預設計畫，而是多重制度、文化與政治脈絡交織所形成的結果(Fountain, 2004)，也說明環境不是客觀存在，而是行動與多種社會結構之間互動後共同建構的產物(Reed, 1997)。

在 Orlikowski 的研究發現，組織成員與科技的每一次互動，都是在特定時間與脈絡下進行的，情境不存在完美複製的可能性，每次使用科技的過程都可能制定出不同的結構(Orlikowski, 1996, 2000)，此觀點突顯了制定並非靜態重複，而是在不同時間點與環境條件下不斷產生改變的歷程。此外，後續學者也從不同層次延伸制定理論的應用。例如 Gioia 與 Chittipeddi 將此邏輯應用於組織改革的過程，他們認為改革關鍵點在於高階管理者如何建構與傳遞組織的未來願景，此過程中訂定願景的行動與組員對願景的認知二者並非獨立存在，而是彼此重複理解並產生影響的循環（Gioia & Chittipeddi, 1991）。Giddens 則從宏觀結構面出發，討論社會結構如何透過實踐被產生與再製，他認為結構不是外在的靜態框架，而是透過行動者的實踐不斷創造與再製的結果，這代表結構的存在形式是行動者根據記憶、經驗與過往行動不斷重構而得（Giddens, 1984）。Weick 與 Putnam 更在後續的研究補充道，內容被建構的方式是解釋與理解的關鍵，若只將焦點放在內容本身卻忽略產生構思的過程，有可能落入表層解釋；並強調組織行為的核心關鍵是「內容如何被建構出來」的歷程，詮釋本身就是理解與創造的動力來源(Weick & Putnam, 2006)。在創業領域中，林家五等人亦提出「創業家的釋意歷程」模型，說明創業家的行動並不直接導向明確目的，而是行動者基於身份認同、環境與情境詮釋、個人脈絡等要素所產生的認知，逐步轉化所得之策略與行動。說明詮釋創業歷程並非靜態反應，而是在回應環境的過程中不斷轉換與深化，並藉由行動來實踐、修正認知，才形成新意義理

解與行動方向(林家五 et al., 2004)。

綜合上述，制定是由認知、行動與環境三者所構成的動態系統，由於行動會創造出新的結構與限制，這些結構成為新情境與參考依據，進而創造出行動者所面對的部分環境，環境再建構後又重新觸發新的行動與認知過程，形成持續循環的制定歷程(Weick, 1988)。本研究據此提出以下架構（如圖 2.2-2），作為探討數位科技開發與平台策略調整過程中，企業如何透過資源配置與科技實踐回應外部挑戰的分析基礎。

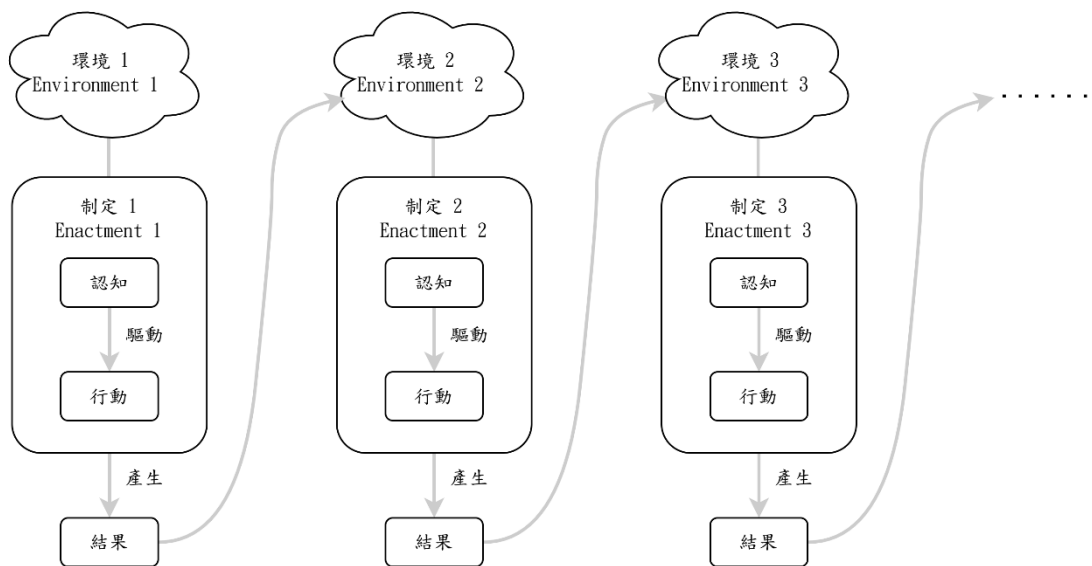


圖 2.2-2 制定循環圖

資料來源：本研究整理

2.3 可供性 (Affordance)

2.3.1 可供性起源與基本定義

可供性 (Affordance) 的概念最早由生態心理學家 James J. Gibson 於 1979 年提出，用以說明生物與其所處環境之間的互動關係。Gibson 最初將可供性定義為環境中對特定生物所提供某種行動機會，這些機會並非觀察者主觀賦予，而是實際存在於生物與環境之間，且具備可直接感知 (Directly Perceivable) 特性 (Gibson, 1979)。Gibson 認為可供性不是環境中固定的物理性質，也不是生物主觀的心理投射，因此並不能以主觀或客觀的二元對立作為區分 (Gibson, 2014)，可供性依附於特定生物與其環境之間的互動關係 (Gibson, 1979)，是一種直接存在、卻不必然可視或已知的行動機會 (Norman, 1999)，環境的潛在可供性和動物的生活方式是不可分割地結合在一起 (Gibson, 2014)。

可供性的存在不依賴於是否被感知，也不因生物當下是否有需求而改變，例如一杯飲用水無論是否被注意、生物是否感覺口渴，仍具備可飲用的可供性 (Gaver, 1991; Gibson, 1979)。環境中各要素皆可能成為可供性的來源，包含水、空氣、物質、表面、物體與其他動物等，可供性不僅可能提供覓食、棲息等正面行動機會，也可能帶來受傷或死亡的風險，因此可供性需要被感知 (Gibson, 2014)，為了做出即時且適當的反應，生物必須具備感知與辨識可供性的能力 (Gibson, 2014)。

儘管可供性源自生物與環境的互動結構，Gibson 也指出可供性並非恆定不變，而是可以被調整、設計甚至創造出新的可供性，例如在崎嶇地面鋪設道路而使其變得可行走 (Gibson, 2014)，人類對環境的改造，並不是創造出一個全新環境，而是打造出「被改造後的舊環境」 (Gibson, 2014)。Gaver 也指出，透過設計提升可供性不僅能改善操作的便利性，也有助於抑制錯誤操作，使互動更直覺、更易學習 (Gaver, 1991)。

為進一步釐清可供性，以下將從其核心特性與後續學者的觀點加以說明：

● 相對性與互補性 (Relationality and Complementarity)

可供性具有相對性，意指其是否成立取決於生物本身的身體條件、感知能力與經驗基礎 (Gaver, 1991; Gibson, 1979; Greeno, 1994)。同一物件對不同生物可能展現出不同的可供性，如椅子對成人而言具備可坐的可供性，但對於身高不足的孩童可能就不成立。

同時，可供性也具備互補性，即環境所提供的條件需與生物的能力相互契合，才能構成實際行動的可能性(Gaver, 1991; Gibson, 2014)。例如鳥類因擁有細長的腳趾與輕巧體重，才能棲息於細枝；人類能開門把，是因為門把與手掌大小互補，相對性指的是「誰」能使用；互補性強調「如何」能使用。

● 物質性與行動機會 (Materiality and Action Opportunities)

可供性的成立依賴於物質條件是否能支持行動、被行動者察覺與理解。不同學者對物質條件所構成的物質性 (Materiality) 亦有不同的詮釋。Gibson 認為物質性來自於環境中可感知的物理特性，這些物理特性對可供性的提供具體結構基礎。例如，堅固的木板能使人站立或坐下，而鬆軟或不穩的材質則無法實現。Gaver 則將可供性進一步定義為「特殊屬性的組合」，並在原有物質性基礎上補充了「能力」(Abilities) 的重要性，須同時具備三項條件：物質與行動者能力相容、可供性相關資訊能被感知、行動與文化脈絡相關(Gaver, 1991)。例如自動門若無提示音或標示，即使具備開啟功能也可能無法被使用者辨識。Green 同樣強調可供性與能力相互依存的關係，認為兩者相對而成、彼此無法獨立存在，能力需特定物質條件支持才能發揮功能(Greeno, 1994)。

除了自然物的物理條件外，Hutchby 提出「技術物質性」的概念，他認為可供性包含人造物 (Artifact) 中所建構的互動邏輯與操作限制(Hutchby, 2001)。以電話為例，電話的設計跨越物理距離產生「遠距離親密感」；系統使用者介面的排版和按鈕設置，也會影響使用者的感知順序與操作方式，這些由技術建構出的操作邏輯與限制不具明顯形體，卻構成一種「技術物質性」，這些物質性同樣深刻影響可供性的感知與實現(Hutchby, 2001)。因此，物質性不僅是物體的存在條件，更是可供性得以被察覺、理解與實踐的基礎，只有在物質結構與行動者能力、感知方式與文化語境彼此協調時，才可能轉化為實際的行動機會。

● 真實可供性與感知可供性 (Real Affordance and Perceived Affordance)

即使環境本身具備可供性，若行動者無法準確辨識其功能，仍可能造成誤判。回顧 Gibson 所主張可供性是可被生物直接感知 (Directly Perceivable) 的環境特性，無須透過符號處理、分類或推理即可察覺(Gibson, 1979)。然而，Gibson 對「直接感知」(Directly Perceivable) 的強調，在後續學者眼中顯得過於理想化或簡化。Norman 研究指出，並非

所有可供性都能被行動者準確辨識，因此提出「真實可供性」(Real Affordance) 與「感知可供性」(Perceived Affordance) (Norman, 1999)，前者是指物體實際具有的功能與操作潛力；後者則是使用者透過介面提示或經驗所感知到的操作可能性。以觸控螢幕為例，使用者對所有可觸及螢幕產生可觸碰的感知可供性 (Perceived Affordance)，但僅有具備觸控功能的螢幕才能經觸碰、產生回饋而構成真實可供性 (Real Affordance)。

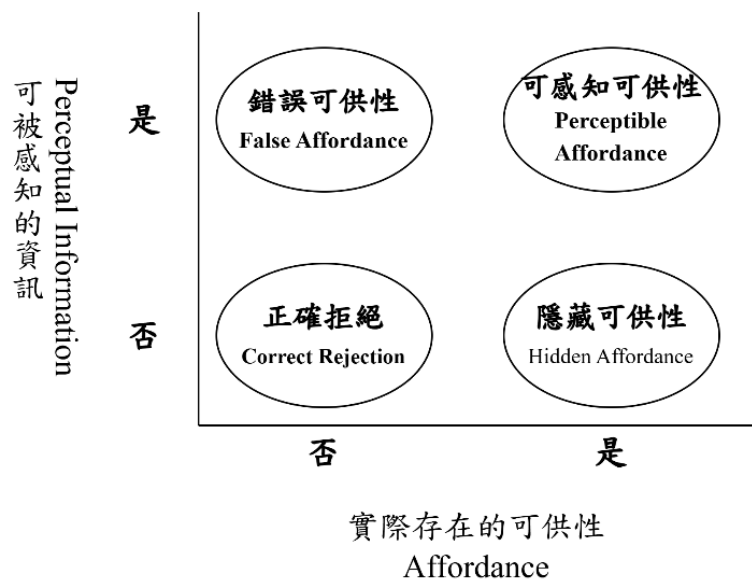


圖 2.3-1 可供性分類圖

資料來源：Gaver (1991)

圖 2.3-1 表示可供性 (Affordance) 與可感知資訊 (Perceptual Information) 間關係，並據此區分出四種情況：(一) 可感知可供性 (Perceptible Affordance)：可供性存在且可被感知，生物能正確察覺並加以操作。(二) 隱藏可供性 (Hidden Affordance)：有實際可供性，卻因缺乏足夠感知線索使生物無法察覺。(三) 錯誤可供性 (False Affordance)：無實際可供性，卻誤導生物以為可操作。(四) 正確拒絕 (Correct Rejection)：可供性不存在，生物亦無錯誤感知，達成正確排除。即使系統並不支援某項功能，錯誤可供性仍可能誘導使用者產生行動意圖(Norman, 1999)，例如介面上的按鈕可能未連接任何功能，但只要其外觀呈現可點擊的樣態，仍可能吸引使用者嘗試互動。此外，可供性本身獨立於感知而存在，代表可供性即便未被察覺仍具備潛在的行動可能(Gaver, 1991)。同時，錯誤感知的可供性仍因為具有學習與探索上的價值(Gaver, 1991; Norman, 1999)，所以「需要被感知」。

● 文化與慣例約束 (Cultural Constraint)

除了感知與互動層面的條件，Norman 與 Gaver 皆指出可供性的理解與運作受文化約束(Cultural Constraint)、語境(Context/Contextuality)等影響。使用者對人造物(Artifact)的操作理解，常受到文化慣例與過去經驗、學習歷程等因素影響(Norman, 1999)，雖然文化因素不決定可供性是否存在，但文化強化某些可供性的顯著性，提升可供性發生的潛在機會(Gaver, 1991)。接續前述舉例，倘若使用者只在游標出現特定形狀時才點擊介面上的圖示，就是經由社會化習得了操作規則而產生的行為(Norman, 1999)。因此，設計者在規劃介面時，必須理解文化慣例(Convention)、回饋(Feedback)與感知可供性(Perceived Affordance)(Norman, 1999)，三者在实际操作中需彼此協調，方能有效引導行為、提升可用性並降低誤用風險，若正確引入可供性的概念，便可直接於設計初期切入使用者感知與行動之間的關聯，使系統介面更學、易用(Gaver, 1991)。

● 探索性感知 (Exploratory Perception)

Gaver 延伸 Gibson 的理論，認為部分可供性的確可直接被人們感知與了解，但較複雜的可供性不一定能在初始觀察時立即被辨識，需透過實際互動、探索(Exploratory)才能顯現，此歷程被稱為探索性感知(Exploratory Perception)(Gaver, 1991)。以旋轉門把為例，使用者可能要透過觸摸、下壓等動作，才能理解其可轉動與可開門的功能。Gaver 補充了 Gibson 原先主要強調生物以視覺來感知可供性的論點，補充說明可供性也可透過觸覺、聽覺等感官察覺，例如門鎖轉動的聲音可提示已被解鎖，即便無明確被視覺感知，使用者仍能確認其可開啟性。在人造物(Artifact)設計實務中，探索可供性成為重要的設計考量。當物件的「可感知可供性」(Perceived Affordance)與其預期功能一致時，使用者能輕易理解其操作方式；反之，若「錯誤可供性」(False Affordance)暗示錯誤行動，則易導致操作失誤，此時便須透過提示與標示進行補充說明(Gaver, 1991)。此外，複雜物件的可供性常依其所揭示的行為訊息被連續理解，此類可供性並非被動感知的結果，而是使用者透過動態探索過程逐步建構的認知成果(Gaver, 1991)。可供性理論從 Gibson 的生態心理學出發，主張生物與環境間的互動關係構成了行動的可能性，並強調其相對性、互補性與可感知性等。隨著 Norman、Gaver 等學者對其進一步發展，可供性的概念從「存在」走向「知覺」與「互動探索」，不僅拓展了可供性的適用範圍，也為後續探討科技、認知與使用者行動之間的關係奠定理論基礎。

2.3.2 可供性實現 (Affordance Actualization)

為了深入理解技術如何在特定情境中被實際運用、影響個人行動並促成組織結構的變化，可供性實現 (Affordance Actualization) 的概念被提出，其強調行動者如何透過與技術互動，將情境中潛在可能性轉化為支持目標的具體行動(Strong et al., 2014; Volkoff & Strong, 2017)。

在此延伸脈絡下，部分學者將可供性 (Affordance) 重新定義為與具體成果實現有關的行動潛力，這種潛力建立在人造物（如資訊系統、工具、平台等）與具明確目標的使用者之間的關係上(Strong et al., 2014)，而可供性實現 (Affordance Actualization) 則是指行動者根據其目標，運用一項或多項技術潛能，透過實際操作產生具體可觀察的結果，進而推動及改善組織運作(Strong et al., 2014)。可供性實現的歷程並非單一、線性的步驟，而是充滿調整與回饋的動態過程(Strong et al., 2014)。使用者在實踐中可能嘗試不同的操作方式，其產生的行為結果也會反過來影響後續行動，由於部分可供性尚未被明確覺察，可供性實現整體過程往往伴隨學習、試誤、錯誤判斷與策略修正，結果會因使用者角色、能力、資源與組織條件的差異而有所不同(Strong et al., 2014)。

在此過程中，直接具體結果 (Immediate Concrete Outcomes) 為核心概念，意指行動者實現可供性後所達成的明確結果，通常作為個人行動與組織目標之間的中介(Strong et al., 2014)，這些結果可能包括標準化流程、改善跨部門溝通、強化工作處理效率等，有助於實現組織整體效益。明確區分「可供性」、「可供性實現」與「行動結果」，對於釐清分析對象與因果關係是必要的(Strong et al., 2014; Volkoff & Strong, 2017)。

可供性實現具有多層級特性，涵蓋個人層級的操作行為與組織層級的集體結果(Strong et al., 2014)，這些多層次的實現過程是環環相扣的。個別使用者在特定情境下實現某項可供性，並產生各自的直接具體結果，若這些結果具備一致性、協調性與足夠的累積程度，即可逐步形塑出組織層級的整體結果。也就是說，組織的技術導入結果並非由高層設計流程而得，而是透過大量個人實踐 (Actualization as an Individual Journey) 的交織、聚合與互動所逐漸湧現，構成由下而上的組織實現歷程 (Actualization as an Organizational Journey)。

為更精準掌握可供性實現的條件與路徑，Volkoff 與 Strong 等人整理出六項原則(Six

Principles)，作為應用可供性理論於資訊系統研究的操作準則：(1) 可供性並非源自技術本身，而是建立於行動者與人造物之間的關係；(2) 須嚴格區分可供性與可供性實現，不可混淆行動機會與實際行為；(3) 分析焦點應放在行動過程，而非僅觀察結果狀態；(4) 研究須選擇適當的分析力度(Level of Granularity)，避免分析過程過度抽象或零碎；(5) 應考慮可供性對應的多層級目標，包括個人、團隊與組織等多層面；(6) 辨識與掌握可供性之間的依存與組合關係，有助於理解實現過程中可能出現的限制與干擾。這六項原則有助於釐清可供性理論的應用界線，也強調可供性實現並非單純的功能使用，而是持續回應情境、調整行動並推動改變的動態實踐歷程(Volkoff & Strong, 2017)。

2.4 組織雙元性（Organizational Ambidexterity）

2.4.1 組織雙元性起源與基本定義

在市場高度變動與技術快速演進的環境下，資源配置與策略選擇成為企業經營的關鍵課題，組織往往需在深化利用（Exploitation）現有產品與流程，與探索（Exploration）新技術與市場之間進行權衡，若過度傾向於探索，可能因短期內缺乏可見成效而造成經營壓力；若僅聚焦於既有資源的使用，又將喪失捕捉新機會與適應環境變化的反應能力（Levinthal & March, 1993; March, 1991）。

Duncan 於 1976 年率先提出「組織雙元性」（Organizational Ambidexterity）概念，主張利用差異化的組織結構設計，以應對穩定與變動並存的任務需求。此後，「雙元性」（Ambidexterity）被多位學者進一步闡釋與擴展，Tushman 和 O'Reilly 認為具雙元性的組織能同時進行漸進式與非連續性的創新與變革，而成果源於組織內部共存的多元結構、流程與文化（Tushman & O'Reilly III, 1996），部分學者認為雙元性展現在組織能否同步進行探索與發展（He & Wong, 2004; Smith & Tushman, 2005），雙元性組織應同時具備開發既有資源與發掘新機會的靈活經營彈性（Lubatkin et al., 2006）。

雙元性的核心在於組織能否感知並掌握機會，並透過探索與利用等雙元策略來創造價值。這樣的能力本質上是領導力問題，而不僅僅是組織結構設計問題（O'Reilly III & Tushman, 2011）。由於運用現有資源和探索創新技術同樣重要，靈活的雙元性策略不僅是可行的管理布局，更是企業達成提升競爭力的必要條件。雙元性也像一種協調能力，不僅使組織保持靈活、創新、積極主動的特性；且善於利用其既有資源價值來降低營運成本，以快速推出合適的商業模式或產品（Birkinshaw & Gibson, 2004）。

2.4.2 探索（Exploration）與利用（Exploitation）

關於探索（Exploration）與利用（Exploitation），部分學者將其定義為：

● 探索（Exploration）

探索涉及搜尋、變異、實驗、彈性與創新等行動，著重於新知識的產出與潛在機會的開發(March, 1991)，是組織獲得長期生存與成長動能的重要來源。探索活動的回報時間較長、結果不確定性高而具備脆弱特性（Fragility），且易與現有資源配置與流程產生衝突(March, 1991)。若組織過度重視探索，容易忽略現有能力的深化與發揮，導致探索成本短期無法轉化為可見成果(Cao et al., 2009)。此外，將過多資源投入未來的可能性，也可能犧牲當下業務的穩定性(Gibson & Birkinshaw, 2004; Tushman & O'Reilly III, 1996)。

● 利用（Exploitation）

利用則聚焦於改進、執行、生產、效率、選擇等行動，目的是透過既有資源、技術和能力的深化使用，以強化當前的績效表現與營運穩定性(March, 1991)。此類活動的成果通常較為可預期且回報時間短，有助於維持穩定績效。倘若企業過度依賴現有技術或資源優勢，未來可能因技術過時或組織僵化而喪失市場競爭力(Cao et al., 2009)，對短期成果的高度依賴，也可能讓企業忽略外部變化帶來的潛在風險與創新壓力(Birkinshaw & Gibson, 2004)。而習慣適應現況的特性，會導致組織過於傾向穩定，而逃避能提高績效的探索活動，僅關注當下的保守活動將導致組織僵化，這間接影響了內部相互學習交流的情況、限制組織未來的發展空間，因此過於拘泥於現況可能具有潛在的自我毀滅性(March, 1991)。

組織在追求雙元性時，常面臨探索與深化之間的資源配置張力，此張力可能使企業陷入過度探索或過度深化的惡性循環之中(March, 1991)，因此如何取得平衡已成為核心課題，雙元性的價值尤在環境動盪與技術更迭快速的條件下愈加凸顯(Siggelkow & Rivkin, 2005)。由於探索與深化依賴不同的組織結構、流程與文化，高階管理者應透過策略性資源配置予以調和，並引入適當的策略衡量機制(He & Wong, 2004)。妥善管理兩者間張力不僅有助於降低偏向單一策略所造成的風險，亦能強化整體績效(Cao et al., 2009)。若組織未能維持探索與深化的動態平衡，將面臨績效不穩定與組織僵化的風險

(Levinthal & March, 1993; March, 1991)。

在兩者之間取得平衡，是組織存續與發展的關鍵任務。尤其在資源有限的條件下，更需謹慎權衡與調配；而對具備充足資源的企業而言，同時進行探索與深化策略不僅是可行的，亦是值得追求的目標(He & Wong, 2004)。部分研究指出，資源可得性是決定企業能否策略平衡的關鍵要素，倘若企業具備足夠的內部或外部資源，即有可能超越兩者之間的權衡局限(Cao et al., 2009)，然實務上許多企業在轉型過程中仍難以在既有業務與新事業之間取得平衡(O'Reilly III & Tushman, 2013)。

O'Reilly 與 Tushman 彙整出三種組織實踐雙元性的方式，分別為：循序式雙元性、結構式雙元性與情境式雙元性。

循序式雙元性 (Sequential Ambidexterity) 強調組織不刻意設立獨立於探索或深化的部門結構，而是依環境變化在不同時期交替實施探索與深化策略，此類型通常應用於大規模、轉型週期長的企業，透過「時間轉換 (Temporal Shifting)」實現雙元策略的重新配置(O'Reilly III & Tushman, 2013)。但實務上大規模轉換可能具高度破壞性，實務操作需要關注組織與環境的動態變化以保持整體穩定性(O'Reilly III & Tushman, 2013)。

結構式雙元性 (Structural Ambidexterity) 則在組織內設立獨立的探索與深化單位，並搭配對應的能力系統、流程與文化，以實現雙元任務的並行運作(O'Reilly III & Tushman, 2008)。除了結構分化，結構式雙元性更需整合企業資源與制定共同願景以協調探索與深化部門之間的張力。結構式雙元性包含三項核心組成：具備自主權的探索與利用單位、有效資源整合機制，及具靈活協調多元目標能力的領導者(O'Reilly III & Tushman, 2013)。

情境式雙元性 (Contextual Ambidexterity) 則主張雙元行為可在個體層次實現，透過建立張力 (Stretch)、紀律 (Discipline) 與信任 (Trust) 等要素條件，使員工於日常任務中自主靈活調節探索與深化(Gibson & Birkinshaw, 2004)。著名的情境式雙元性案例為，Toyota NUMMI 工廠透過訓練、信任與領導建立的組織環境，成功讓員工於任務間調節行為，展現情境式雙元性在穩定情境下同時實現效率與彈性的可能(Adler et al., 1999)。情境式雙元性雖然不需對組織結構進行具體分化與設立個別單位，但在面對劇烈變動或破壞式創新的市場情境時，僅依賴情境式雙元性可能難以支撐必要的轉型規模(O'Reilly III & Tushman, 2013)。

第三章、研究方法與架構

本章節將內容細分五小節進行論述。第一節，說明採用之研究方法與原因。第二節結合前一章節文獻探討中介紹之理論與資料內容，彙整出本研究架構，並探討理論框架下之研究議題。第三節則歸納與統整出本研究之觀察重點。第四節，描述與介紹個案之研究對象。第五節，對本研究個案資料之分析方法和蒐集資料過程進行說明。

3.1 研究方法

研究方法之選擇受多種因素影響，例如欲解決之研究假說、不同的資料蒐集方式及欲探討的議題面向等，學術上將其概括為質化研究（Qualitative Research）和量化研究（Quantitative Research）。

社會科學領域之量化研究多以問卷發放等方式蒐集數值型資料（Numerical Data），並以邏輯性與系統性的分析手法針對研究假說進行推論、驗證。量化研究之資料分析階段會對資料進行統計推論或迴歸分析，透過分層、拆解、描述等資料分析過程找出不同變數的因果關係或相關性。這種透過大量結構化之樣本資料的蒐集與分析方法較為嚴謹、客觀，過去學者認為不對研究母體普查，而是透過抽取大量樣本的統計研究方式更能準確地辨別、掌握與分析研究資料中所隱含的資訊(Brown, 1988)。

質化研究的概念與分析手法則與量化研究截然不同，其不止於探討表層意涵，更是對研究資料進行多元分析，質化研究樣本通常選擇以單一或少量、具備主題性或代表性之樣本作為研究資料，而非如量化研究般需要對大規模樣本進行分析研究(Stake, 1995)，質化研究不似量化研究側重於大量樣本進行普遍化（Generalization）分析，而是透過訪談、直接或間接觀察、民族誌或個案研究等方式蒐集資料，並將不同資料來源的交叉分析（Triangulation）來清晰、完整的理解研究對象之內在觀點和行為動機，以揭示複雜事件中可能存在的文化現象、事實、規則及知識等，這種方法被視為適合使用多樣性資料來探索動態社會變化中複雜現象的一種方式(Baxter & Jack, 2008)。

綜上所述，量化研究與質化研究各有特定適用情境與優勢，量化研究較適用於大規模的資料蒐集與推論；而質化研究則更為適合進行深入的探索性分析，以揭示現象背後複雜且多維的意涵與脈絡。後續將詳細描述質化研究之資料蒐集與分析手法及研究意涵。

3.1.1 質化研究

質化研究 (Qualitative Research)，也稱定性研究、質性研究。質化研究之資料來源具多樣性，是社會科學領域中常用的研究方法之一，不同於量化研究聚焦於資料的統計性驗證，質化研究更著重於對研究現象的深度理解，以協助研究人員釐清整體事件或個案互動背後存在的脈絡與意義。

質化研究之資料來源具多樣性，包含但不限於個案研究 (Case Study)、歷史研究法 (Historic Research)、深度訪談 (In-depth Interview)、紮根理論 (Grounded Theory)、人物傳記 (Biography)、現象學 (Phenomenology) 等多種探索與分析方式 (Ahmad et al., 2019)，特點是透過多型態資料如文本、口語、影像等進行資料收集與交叉分析 (Strauss & Corbin, 1990)，探索研究對象之個人經驗與社會事件中規則及其所蘊藏的意義，來建構出與研究議題相關的完整輪廓 (Denzin & Lincoln, 2011)。質化研究強調研究者在自然環境及社會情境中拆解研究對象之行為、觀點或動機，並試圖賦予這些現象對應的意義，以客觀、全面的詮釋手法來解釋抽象的文化或規律 (Denzin & Lincoln, 2011)。

質化研究中資料處理是一種循環且反覆探索的過程，本質與拼圖拼湊或編織織物相似，且高度仰賴研究者反覆檢視與比較不同來源的資料，透過持續交互檢視與深度詮釋，不斷地將資料拆解、融合並重新賦予意涵。資料分析通常並非以線性的方式進行，而是循環的、持續的反思與探索，以逐步構築出完整而深入的理解。質化研究具備深度分析的靈活性與變動性 (Gioia et al., 2013)，其採用的錯綜研究方式對於研究人員之學術分析能力要求較高，使得研究分析人員、資料來源與資料類型之間的交叉分析成為主要的探索策略 (Knafl & Breitmayer, 1989)。此外，研究人員的直觀判斷將成為質化研究的關鍵工具，過程依賴於人類社會中意義建構主體的直接經驗 (Ahmad et al., 2019)，研究人員須從多重角度觀察和探究現象，掌握現象背後的機制和本質，透過歸納分析與詮釋產生新理論觀點。

質化研究適用於探索現象的內在動機、認知歷程或決策原因，特別關注於較複雜、高度依賴情境且難以量化的研究議題，例如用於分析或干預組織、社會、個人間之互動關係 (Yin, 2009)，研究者需將這些複雜現象以更容易理解且全面的方式描述出來 (Baxter & Jack, 2008)，以供後續學者參考及應用所需的知識。

質化研究從研究對象的直接經驗出發，結合研究者人員的分析與詮釋，形塑出對現象或特定個案更豐富與深入之理解。儘管質化研究結果通常難以如量化研究般直接進行推論，但可根據高敏感、靈活的探索方式分析研究資料中細枝末節和複雜背景脈絡，為理論發展與實務洞見的重要基礎。

3.1.2 個案研究

個案研究（Case Study）是質化研究方法中的重要類型之一，學者透過對特定個案中現象進行深度、系統性的探討，以揭露個案背後的因果關係與隱含意義。個案研究是種實證性研究，可在真實情境中進行調查並了解現象，特別在現象與情境邊界模糊或混亂的情況下，個案研究可將現象的模糊樣態轉化為較清晰之結果(Yin, 2009)。

個案研究的核心目的是透過詳細觀察與多樣化資料分析，揭露複雜事件與動態變化的規律及真理，新理論發展時可透過個案研究提出有力的依據與觀點(Eisenhardt, 1989)。個案研究注重理論與實務的結合，藉由詳細分析研究個案使既有理論更加立體、延伸出新理論之洞見，在研究過程中依靠研究者客觀觀察與直觀分析，確保研究結果貼近現象、事實、真理。

根據不同性質之研究目的與研究問題，學者 Yin（2009）將個案研究區分為三種主要類型：探索型、描述型與解釋型，如表 3.1-1：

表 3.1-1 個案研究類型

研究類型	說明
探索型 (Exploratory)	適合於初步探究、辨識未知與新興的研究領域或現象，並提出研究問題、研究假設或初步的理論框架。
描述型 (Descriptive)	對現象詳盡且具體的全面描述，呈現出研究之現象背景、特徵與發展脈絡等。
解釋型 (Explanatory)	透過深入的理論分析與檢驗假設，探討現象背後可能存在的因果關係，以建構特定的理論架構。

資料來源：本研究整理自 Yin（2009）

個案研究可分為單一個案（Single Case）與多重個案（Multiple Case），單一個案適合探討具高度獨特性或關鍵性的案例，透過深入的資料蒐集與分析，探索現象的深層內涵（Siggelkow, 2007），單一個案研究可針對既有理論進行驗證與修正，並探討尚未被充分研究的獨特現象。多重個案研究則比較不同個案之間異同，增加研究結論的普遍性（Generalization）（Eisenhardt, 1989）。無論採用何種架構，個案研究皆對研究者提出較高的分析要求。Strauss 和 Corbin（1990）提出，資料分析過程依據紮根理論（Grounded Theory）的編碼方式進行，並對理論和現象持續的比較分析，方能逐步發現資料中蘊含的關鍵規律或主題。

3.2 研究架構

台灣紡織業長期作為外銷與加工重鎮卻在近年面臨多重挑戰，包括出口貿易量驟降、國際競爭加劇、品牌附加價值不足與接踵而來的產業數位轉型壓力。特別是在全球 ESG 趨勢與新興科技加速應用的背景下，傳統製造流程、勞動力結構與商業模式均需調整與創新。本研究關注 Frontier.cool 如何透過數位創新與技術應用因應上述挑戰，推動整體產業的價值再造與供應鏈溝通協作機制的升級，建立能實現永續的產業生態系。

為探討企業在此創新歷程中的策略與實踐，採用數位創新與制定理論作為核心視角，以可供性與組織雙元性作為觀點，分析企業在感知產業變化與創新機會的過程中，如何藉由靈巧應變的能力完成可供性探索與可供性實踐，並修正策略讓平台得以擴展，創造以數位科技為連結點的創新產業生態系。

根據文獻探討建構符合主題之研究架構，分析 Frontier.cool 在各階段「制定、需求認知、探索可供性、雙元可供性實現、數位創新結果、再制定」的循環過程。本研究彙整出的整體脈絡如圖 3.2-1 所示：

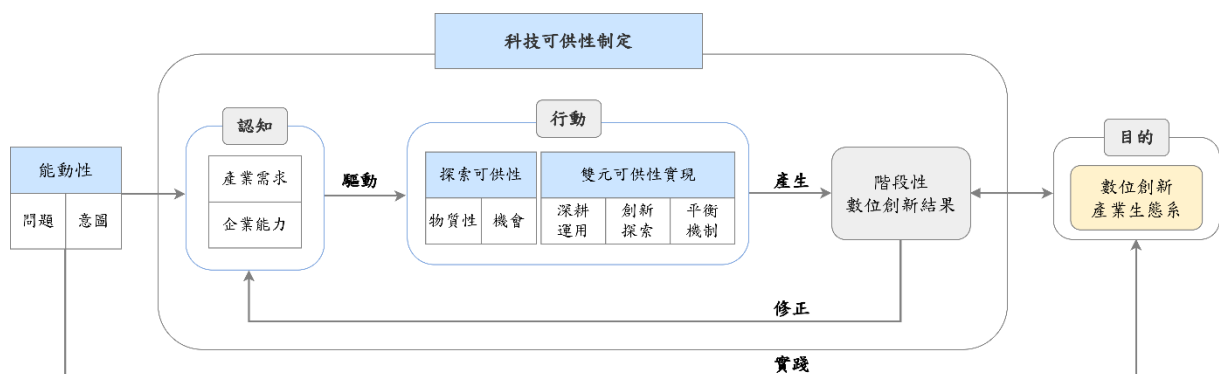


圖 3.2-1 研究架構圖

資料來源：本研究整理

能動性 (Agency) 描述當企業觀察到產業面臨競爭與經營壓力時，如何在不確定環境中釐清產業問題並發展具體的行動意圖，透過感知產業痛點、數位創新機會來界定問題與設定目標，形塑後續策略與實際行動的基礎。而**目的 (Purpose)** 則回應了能動性中的問題與意圖，意旨企業所描繪之經營願景與行動目的。

認知 (Cognition) 意旨企業於數位創新歷程中，所認知之產業需求與企業能力等條件。產業需求包含企業對產業之制度文化、價值觀與使用者需求等隱含因素的理解，而企業能力則反映自身資源結構、知識與技術基礎與組織策略等，關注於動態的策略修正過程。

探索可供性 (Affordance Exploration) 關注企業與技術互動間可探索之潛在行動機會，針對技術的**物質性 (Materiality)** 與**潛藏機會 (Chance)** 進行評估，分析其可供性可滿足何種產業需求。而較複雜的可供性需實際互動、反覆探索於探索性感知 (Exploratory Perception) 過程才能顯現(Gaver, 1991)，展現出可供性與使用者感知之間的動態互動與不確定性(Gaver, 1991; Norman, 1999)。

雙元可供性實現 (Ambidextrous Affordance Actualization) 是指企業在可供性實踐過程中展現之既有資源深耕與創新資源拓展之雙元能力，包含三項構面：**深耕運用 (Exploitation)** 關注既有資源、知識、流程的強化與延伸，**創新探索 (Exploration)** 則致力於挖掘與辨識可用技術、夥伴與新商業模式(March, 1991)，而**平衡機制**則協助企業調節深耕與探索間的張力，確保組織能在雙元策略下維持彈性與創新動力 (O'Reilly & Tushman, 2013 ; Teece, 2018)。

數位創新結果 (Digital Innovation Outcomes) 用以評估數位科技落地應用之情況及數位創新行動具體之價值體現，包含創新產品、服務、流程或商業模式等(Hinings et al., 2018; Nambisan et al., 2017)，分析動態歷程中持續演進的技術有效性與創新結果(Kohli & Melville, 2019; Orlikowski, 1996; Pentland & Feldman, 2008)。

3.3 研究觀察重點

本研究以 Frontier.cool 為主要研究對象，深入探討其於數位創新過程中，如何感知傳統產業的痛點與需求變化，並結合組織自身技術能力、數位平台功能與發展策略，逐步制定出可回應產業需求的創新服務與組織營運模式。

觀察 Frontier.cool 如何在不同發展階段中，透過問題認知、行動實踐、探索可供性與雙元可供性實現，藉由數位創新平台使傳統產業完成轉型，並建構創新產業生態系。本研究將 Frontier.cool 數位創新過程分四階段進行分析，探討 Frontier.cool 在實現企業意圖與目的、平衡組織雙元性能力、持續演進與更新數位創新技術三者間的互構歷程。本研究之研究觀察重點如表 3.3-1 所示：

表 3.3-1 研究觀察重點表

理論		觀察重點
能 動 性	問 題	觀察企業於經濟效益、社會責任、環境永續等多重考量下，所覺察並界定欲解決之產業痛點或機會，並據此發展出對應的創新策略。
	意 圖	觀察企業在數位創新過程中，所意識之明確動機與目標設定，探究企業動機與意圖如何影響後續企業的認知與策略行動。
目 的		以數位創新為視角，探討創新科技實際應用於產業之情況，並分析科技融入後產業新運作型態，包含供應鏈協作方式、企業經營模式與生產流程變化等，並評估數位創新結果對產業轉型與價值再造的貢獻。

資料來源：本研究整理

表 3.3-2 研究觀察重點表

理論		觀察重點	
制定	認知	產業需求	企業能力
		觀察外部環境、商業模式、制度文化、價值觀等隱含因素，對數位創新發展和產業轉型之機會與限制，理解產業與使用者需求。	觀察企業各階段資源、知識、技術與組織能力，探討企業如何調整、重組或突破資源限制，並根據自身能力訂定創新發展策略。
	行動	探索可供性	
		物質性	機會
		觀察科技中穩定可操作的技術特性、分析可供性中蘊含之物質特性，探索可供性滿足產業需求的價值及機會，評估可供性對於數位創新與產業轉型之潛力。	
		雙元可供性實現	
		深耕運用	創新探索
		觀察企業既有資源、平台功能、技術與知識等能力，如何被調整、強化及延伸應用，滿足開發需求、提升數位創新潛力。	觀察企業如何主動探索和導入潛在可利用之技術、知識與策略夥伴，藉由策略擴展資源與平台創新基礎。
		平衡機制	
		觀察企業面對深耕運用與創新探索之雙元策略時，如何設計平衡機制來調度、分配、整合資源，維持組織運作並發展創新動能。	
數位創新	結果	觀察使用者實際使用情況，如可供性是否成功實現、是否出現替代性徵用情況，評估創新服務與功能所帶來的影響與效益。	

資料來源：本研究整理

3.4 研究對象

本研究採用單一個案之形式，以臺灣通用紡織科技股份有限公司（Frontier.cool）為主要研究對象，並探討 Frontier.cool 如何以數位創新的形式協助紡織產業解決既有營運困境與應對轉型壓力，同時分析數位創新過程中，企業如何藉由雙元性組織能力巧妙整合組織內外部知識、技術、關係等資源，並將科技可供性中所蘊含潛在機會融入數位創新策略與具體實踐之中，協助建構創新產業生態系。

為進一步了解與探討前所提出之研究問題，本研究將深度分析個案公司之過往歷程與營運現況，研究採用半結構式深度訪談架構為主要一手資料之蒐集方式，受訪者為臺灣通用紡織科技股份有限公司執行長李菁女士。訪談前取得受訪者同意後，進行錄音與筆記紀錄本次訪談內容，訪談後針對內容詳細整理成逐字稿並與文獻相互彙整，以利後續進行個案研究與資料分析。本研究個案訪談紀錄整理如下表 3.4-1：

表 3.4-1 個案訪談紀錄表

個案公司	受訪對象	訪談日期
臺灣通用紡織科技股份有限公司	李菁 執行長	2025 年 4 月 2 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

個案研究資料取得方式可能來自：文件（Documentation）、檔案紀錄（Archival Records）、訪談（Interview）、直接觀察（Direct Observations）、參與觀察（Participant Observations）與實體人造物（Physical Artifacts）(Yin, 2009)。其中，訪談是透過直接關注個案的方式，對研究對象進行全面且敏銳的洞察與資料蒐集，以提供可感知的因果推論及解釋(Yin, 2009)，而訪談情境設計與執行、研究人員之挑選與訓練、測量工具是否妥善使用，皆為影響研究結果之關鍵因素。

根據訪談問題的結構化程度，可區分為三種類型：結構式訪談（Structured Interviews）、半結構式訪談（Semi-structured Interviews）與非結構式訪談（Unstructured Interviews），分別說明如下：

1. 結構式訪談（Structured Interview）

又稱標準化訪談、正式訪談。研究者須預先設計完整的訪談架構與研究問題，訪談過程需依照固定的問題順序進行。此訪談結構嚴謹、流程標準化，適合用於研究目標明確且需嚴格控制資料可靠性的情境。

2. 半結構式訪談（Semi-structured Interview）

又稱半標準化訪談。研究者於訪談前設計出主要的訪談大綱或問題清單作為訪談指引，但實際訪談時允許受訪者自由回應且不拘泥於問題順序。訪談過程中可根據受訪者的回答進行靈活調整，協助研究員深入挖掘受訪者的個人觀點和經驗感受，特別適用於探討複雜或動態的現象或事件。

3. 非結構式訪談（Unstructured Interview）

又稱非標準化訪談、開放式訪談。研究者事先不設定明確的訪談問題，而是根據研究主題在現場靈活引導對話。訪談過程以研究主題為核心，隨著現場受訪者的回答調整訪談內容。

為使研究結果能更貼近個案公司之真實現象，同時確保受訪者能盡情闡述以回應訪談，本研究採用半結構式訪談法對個案進行一手資料蒐集，並蒐集報章雜誌、網路之公開資訊、專訪影音、國內外研討會紀錄等二手資料，來完善研究資料之豐富度與研究結果可信度。本研究之資料蒐集內容整理如表 3.5-1：

表 3.5-1 資料蒐集架構表

資料來源	個案公司	訪談相關資料統計
訪談	臺灣通用紡織科技股份有限公司	受訪者：1 位 訪談時數：77 分鐘 訪談字數：20,955 字
二手資料	<ul style="list-style-type: none"> ● 實際觀察個案公司之工作場域 ● 個案公司之官方網站 ● 書報雜誌、新聞報導 ● 政府公開之計畫案資料 ● 網路資源（網路新聞、專題訪談、研討會記錄等資源） 	

資料來源：本研究整理

3.5.2 資料分析

本研究依循 Glaser & Strauss (1976) 所提出之之紮根理論 (Grounded Theory) 進行資料分析。Glaser & Strauss 認為判斷理論是否具有實用價值，應從其來源著手。而紮根理論的核心在於理論源自資料，並透過對資料特徵與具體實例的詮釋加以建構。學者認為基於資料的理論通常不會被更多的資料完全推翻，也難以被另一種理論取代，因此類理論與資料之間具有高度的連結性與互動性，彼此交織、相互影響 (Glaser & Strauss, 2017)。此外，紮根理論中的多數假設與概念，不僅源自於原始的數據資料，更是在研究過程中，透過系統性地對資料進行有邏輯的判斷、分析與統整所建構而成 (Glaser & Strauss, 2017)。

學者 Strauss 與 Corbi 於 1990 年將紮根理論中的編碼步驟分為三階段：

1. 開放編碼 (Open Coding)

開放編碼是一種解釋性的過程，藉由將資料拆解後分類，以重新檢視並糾正可能錯誤的判斷，其目的在於透過重塑對現象標準的思考方式，為分析者提供新的洞察力。研究者在此階段可以將不同的事件、特徵、行動等賦予概念性標籤，方便比較、歸納不同層級或類別之資料標籤異同 (Corbin & Strauss, 1990)。

2. 主軸編碼 (Axial Coding)

主軸編碼是將類別標籤進一步歸納和分組，並分析標籤之間關聯與彙整出研究主軸，目的是找出如條件 (Conditions)、脈絡 (Context)、策略 (Strategy) 及後果 (Consequences) (Corbin & Strauss, 1990) 等。

3. 選擇性編碼 (Selective Coding)

選擇性編碼是將所有類別統整到核心類別，並詳述尚需解釋的部分，通常於研究後期進行。藉由對類別標籤收斂、歸納來彙整出具解釋性之研究結果。

綜合上述學者之研究觀點，本研究採用半結構式訪談法對個案進行一手資料蒐集，並結合報章雜誌、網路之公開資訊、專訪影音、國內外研討會紀錄等二手資料，來完善研究資料之豐富度與研究結果可信度。

透過紮根理論中系統化式的編碼過程，將複雜與多元研究資料中的現象、規律、特性、策略等勾勒出清晰的形式，以回應前述所提及之研究問題，如組織如何持續認知與調整行動，動態且靈活確認產業需求與制定經營策略，以實現數位創新目的與產業轉型願景，並探討過程中企業所展現之雙元性能力，最終分析數位創新結果對企業、產業和環境之影響。研究過程反覆確認比對、統整分析不同來源之研究資料，確保研究結論的可靠性與完整性，進而實現本研究之研究目標。本研究之資料蒐集與分析流程整理如表 3.5-2：

表 3.5-2 資料蒐集及分析流程表

訪談前	1. 確認合適之研究個案對象
	2. 蒐集相關次級資料與文獻探討
	3. 根據個案之現象初步界定研究主題與整體架構
	4. 確認受訪者意願，商議訪談時間與地點
	5. 擬訂訪談綱要與核心問題
訪談中	6. 取得訪談錄音與筆記紀錄之同意
	7. 正式進行訪談與現場紀錄
訪談後	8. 整理錄音檔案與逐字稿，以確認訪談內容
	9. 針對訪談資料與文獻內容進行統整、分析與釐清
	10. 研究資料之歸納分析，最後提出研究成果

資料來源：本研究整理

第四章、個案描述

本章節分為三個部分，第一節概述全球紡織產業在永續轉型上的壓力與行動方針。第二節說明台灣紡織產業的歷史發展、當前困境與轉型挑戰。第三節則針對本研究之主要研究對象臺灣通用紡織科技股份有限公司（Frontier.cool）進行個案公司介紹。

4.1 全球紡織產業轉型現況

紡織產業串連起全球織品生產者、時尚品牌、成衣零售商與終端消費者，為具龐大的經濟與社會價值之重要產業。過去紡織業以快速生產、高庫存等產業文化發展，導致了資源過度消耗與環境汙染的問題，這種經營模式使得紡織業在永續與循環經濟的浪潮下，面臨著前所未有的轉型壓力。

根據聯合國環境規劃署（United Nations Environment Programme, UNEP）2023 年的「永續與循環紡織全球藍圖」⁵指出，全球紡織產業每年耗用超過 215 兆公升的水資源、占全球海洋微塑膠汙染比重達 9%⁶，此外，亦造成 2~8% 全球溫室氣體排放⁷，突顯出紡織產業過度生產與過度消費所引發的資源浪費與管理困境。雖然全球紡織產業在經濟發展與多元價值創造中扮演著關鍵角色，卻也對氣候變遷、生物多樣性喪失與環境汙染等「三重地球危機」構成重大威脅。因此，UNEP 於此藍圖中提出三項具體優先行動方向，作為全球紡織推動永續轉型的策略核心，如以下三點：

⁵ 詳見 UNEP（2023）[Sustainability and Circularity in the Textile Value Chain: A Global Roadmap](#)。檢索日期 2025/6/9

⁶ 詳見 UNEP（2021）[Catalyzing Science-Based Policy Action on SCP: Task Group IRP - One Planet](#)。檢索日期 2025/6/9

⁷ 此數據源自多項研究調查，[WRI 與 Aii](#)（2021）估計為 2%；[McKinsey 與 GFA](#)（2020）4%；[Quantis](#)（2018）則指出 8%。檢索日期 2025/6/19

- **改變消費模式（Changing Consumption Patterns）**

透過租賃、二手交易、維修服務等，推廣創新商業模式與消費者教育，以延長產品使用壽命，並推廣數位產品護照落地應用，提升資訊透明度與創造永續性消費。

- **改善生產實踐（Improving Production Practices）**

推廣製造過程中的節能節水、替代有害化學品、強化廢棄物處理與勞動權益保障，鼓勵品牌與製造商選擇可回收與再生材料。

- **投資系統基礎設施（Investing in Infrastructure）**

建構完整回收與分類體系、資料共享平台與供應鏈追蹤機制，並制定循環設計與回收相關政策與標準。

除了上述永續壓力外，全球紡織產業在實踐循環經濟與永續轉型時，面臨著多層次結構性的挑戰。UNEP 報告指出，目前品牌商與零售商的永續貢獻多停留在產品層級，例如使用有機棉、導入環保材質等，缺乏對整體營運流程與紡織供應鏈協作制度的根本性改革。

此外，多數企業的永續承諾高度依賴自我揭露（Self-disclosure）或外部認證機構之稽核，故欠缺統一與可信的監測標準，促使資訊透明與責任追蹤無法真正落實。而創新業者與回收業者們的挑戰則包含資金取得困難、缺乏政策支持與標準規範、技術精進門檻高等，且回收材料於市場流通時，因分類標準尚未統一使材料回收效率低下，導致產品循環再製的模式難被擴大應用。

紡織產業創新與轉型若無法透過穩定的驅動力與技術手段有效整合產業鏈中不同利害關係人，將難以推動規模化的循環創新，更加凸顯產業導入數位技術以整合供應鏈資訊、提高資訊可追溯性與促進跨角色合作的必要性。

4.2 台灣紡織產業歷史與現況

台灣紡織工業自 1950 年代起，即為推動台灣經濟發展的重要產業之一。歷經政策扶植與技術積累，逐步建立起涵蓋了上游原料供應、中游紗線與布料加工、下游成衣製造的完整產業鏈。回顧產業歷史脈絡，可大致劃分為三個發展階段：

● 1950-1960 年代，進口替代與代紡代織政策⁸

戰後 1950 年代初期，台灣紡織產業面臨資金與原物料匱乏，而中國政權更替後，大量紡織設備與技術遷移來台，國內棉紗紡織品需求也快速增長，政府遂實施進口替代政策與代紡代織制度(吳婉韻,2003)。此體制由政府提供美援棉花與棉紗，以委託代工形式分配給廠商加工，再統一收購成品銷售，藉此穩定價格並解決資金困境。同步限制新廠設立，使原有中上游業者（如紗廠、織布廠）得以壟斷利潤、累積資本，而政策的介入與即時支持，亦有效促進了台灣中上游紡織業穩健發展。

在明確進口管制政策推動之下，國內紡織業於短短三年間即實現自給自足的目標(瞿宛文,2008)，但因匯率與貿易政策尚未開放，國內產能過剩問題逐漸浮現，促使政府決定將產業政策轉至出口導向。

● 1960-1980 年代，出口擴張與人造纖維發展⁹

1958 年，台灣實施外匯與貿易制度改革，推動單一匯率與出口退稅，紡織產業率先受惠成為高度出口的重點產業(瞿宛文,2008)。同時，政府為積極扶植人造纖維產業而建構起石化原料供應體系，使紡織業中上游原料（如聚酯、尼龍）得以穩定供應。實現紡織產業從原料、紗線、織布到成衣的垂直整合結構(吳婉韻, 2003)，使 1970 年代台灣為全球主要的紡織品出口國之一。

⁸ 詳見 中央通訊社-[打造全球運動時尚半邊天，紡織業曾帶動臺灣經濟起飛](#)、中央研究院言之有物產業專訪（2023）[經濟奇蹟的三大推手！「看得見的手」如何帶動臺灣經濟起飛？](#)。檢索日期 2025/6/11

⁹ 詳見 瞿宛文(2008)重看臺灣棉紡織業早期的發展。檢索日期 2025/6/11

● 1980 年代至今，高附加價值轉型與全球競爭挑戰¹⁰

1980 年代，紡織業面對工資上漲與環保壓力，使勞力密集的成衣產業陸續外移至東南亞以及中國、傳統代工模式難以為繼，產業遂轉向機能性與高端布料發展。紡織業上游開始聚焦環保纖維與材料創新，中游則發展環保紗線與機能布料，下游便強化設計、品牌行銷，並導入智慧製造與虛擬試衣等永續創新工具，政府與業者持續推動產業轉型以強化產業價值與韌性。

回顧過往台灣紡織業的成功關鍵，主要在於政策調整具彈性、產業上下游協作緊密及高度在地化的供應結構，使產業即使面對國際情境變動與區域競爭，仍維持一定市場競爭力。如今產業外移已逾三十年，早期技術人才逐漸高齡化，而產業缺工嚴重、薪資成本上升及內需市場規模有限等壓力，讓多數廠商被迫遷移或選擇退出市場，僅存者亦陷入邊緣化困境。

根據財政部貿易資料統計（表 4.2-1），目前紡織與成衣產業雖維持出口大於進口之貿易順差，但順差額已從 2001 至 2005 年的年均 83 億美元，逐年下降至 2021 至 2024 年的年均 38 億美元。而台灣紡織出口競爭力下降，可能與全球供應鏈轉移、新興國家興起、國內產業升級尚未完整推行等多重因素有關。

表 4.2-1 台灣紡織貿易額統計表

單位：千美元	年均出口額-11 紡織業與 12 成衣業	年均進口額-11 紡織業與 12 成衣業	年均貿易順差
2001 – 2005 年	10,301,285	1,992,983	8,308,302
2006 – 2010 年	9,048,953	2,142,855	6,906,097
2011 – 2015 年	10,078,400	2,932,130	7,146,270
2016 – 2020 年	8,584,561	3,154,045	5,430,516
2021 – 2024 年	7,453,116	3,624,489	3,828,627

資料來源：本研究整理自財政部貿易資料庫

¹⁰ 詳見 全球紡織資訊網（2016）[《產經解析》MIT 國際發光 紡織業重返榮耀](#)。檢索日期 2025/6/12

2023 年，世界貿易組織（WTO）統計（表 4.2-2）指出，全球前十大紡織品出口國合計出口總額達 2,830 億美元，占全球紡織總出口比例的 88.7%，展現出產業高度集中於少數經濟體之趨勢。統計表顯示中國長年穩居全球出口額第一，出口總額高達 1,340 億美元、占比 42.1%，遠超占比 22.0%的第二名歐盟 700 億美元出口額。此外，他國紡織業近年也持續崛起，越南與印度自 2000 年至 2023 年出口占比皆持續上升，越南 2023 年出口額為 110 億美元，此趨勢亦展現其全球供應鏈中的快速布局與產能擴張。相較之下，台灣 2023 年出口僅 60 億美元，占全球比重僅 1.9%，而台灣 2023 年出口額增減率呈現-27%，是十大出口國衰退幅度最大者，顯示台灣在全球紡織產業中逐漸弱化的情況。

表 4.2-2 2023 年全球前十大紡織品出口國

2023 年全球前十大紡織品出口國 Top 10 exporters and importers of textiles, 2023									
單位：十億美元									
出口總額		佔全球紡織出口額比例(%)				年度平均增減率(%)			
年分 出口國	2023	2000	2005	2010	2023	2010-23	2021	2022	2023
中國	134	10.3	20.2	30.4	42.1	4	-6	2	-9
歐盟	70	33.4	32.5	25.3	22.0	1	14	-2	-3
Extra-EU exports	25	11.5	11.3	9.0	7.8	1	16	1	-1
印度	18	3.6	4.1	5.1	5.6	3	48	-13	-7
土耳其	13	2.4	3.5	3.5	4.2	3	30	-4	-9
美國	12	7.0	6.1	4.8	3.9	0	15	5	-10
越南	11	0.2	0.4	1.2	3.5	10	18	-5	0
韓國	7	8.1	5.1	4.3	2.2	-3	12	-4	-16
台灣	6	7.6	4.8	3.8	1.9	-4	21	-3	-27
日本	6	4.5	3.4	2.8	1.8	-2	11	-4	-5
巴基斯坦	5	2.9	3.5	3.1	1.7	-3	29	1	-42
前 10	283	80.0	83.5	84.5	88.7	-	-	-	-

資料來源：世界貿易組織（WTO）

此外，環保永續已成為全球產業發展的核心目標，紡織業作為高耗能與高碳排的產業，遂成為轉型的首要對象。聯合國提出「2050 年全球淨零排放」願景、歐盟亦推動「數位產品護照」(Digital Product Passport) 與「永續產品生態設計規範 (ESPR)」，要求產品需揭露原物料成分、碳足跡與可回收性資訊，提高紡織出口的技術與制度門檻。

台灣環保署亦於 2021 年發布的「台灣 2050 淨零排放路徑」¹¹，指出涵蓋紡織、石化、鋼鐵、電子、水泥、造紙等六大重點產業需從「製程改善、能源轉換、循環經濟」等方向著手，製程改善對應如汰換設備、導入智慧節能管理工具，並往減碳的生產技術發展；而能源轉換則強調擴大使用天然氣使用占比，並提高綠色無碳能源如太陽能、風力發電之使用率；循環經濟是指優先選擇與提高循環再生之原料之使用佔比，以上三種策略與行動為紡織業提出具體的減碳與永續方向。

台灣紡織業以中小企業為主，面臨著資源有限、高轉型成本、技術人才短缺與斷層等挑戰¹²，導致產業轉型與永續進度明顯滯後。另不同於歐美等國發展自主品牌、主張產品設計的高附加價值策略，台灣紡織長期以代工為主，缺乏品牌經營與產品設計經驗，致使台灣難以掌握國際市場主導權，且產業既有文化多強調供貨穩定與生產效率，此種供給導向模式雖可支撐穩定輸出，卻容易忽略終端使用者的實際需求與市場趨勢，造成產銷落差與資源浪費。

供應鏈協作方面，過去產業流程中高度依賴實體樣布進行接單與展示，讓供應鏈資訊傳遞效率低落也提高企業營運成本，讓企業難以應對快速變動的市場節奏。此外，全球經濟近年受到高通膨、關稅政策及原物料價格波動等宏觀因素影響，加上俄烏戰爭、中美貿易對抗等區域衝突頻繁，使得供應鏈穩定性與國際貿易前景充滿變數。加上紡織出口國如越南的快速興起，如越南憑藉多項自由貿易協定 (FTA) 與低成本勞動力快速擴大出口規模¹³，印度、孟加拉與土耳其等國之紡織產能亦持續且穩定增長，逐步取代部分中國與台灣的低階訂單。

¹¹ 詳見 行政院國家永續發展委員會 (2021) [臺灣 2050 淨零排放路徑](#)。檢索日期 2025/6/18

¹² 詳見 經濟部產業發展署數位專欄 (2022) [紡織業 30 年起伏！如何靠智慧紡織把夕陽變太陽產業](#)。檢索日期 2025/6/19

¹³ 詳見 經濟部國際貿易署 (2025) [越南紡織產業邁向永續發展目標](#)。檢索日期 2025/6/19

綜合上述觀察，本研究提出目前台灣紡織產業正面臨四大關鍵挑戰：

- (一) 全球對永續製造與數位轉型的共同推動
- (二) 其他紡織出口國的快速崛起與市場重組
- (三) 高通膨與地緣政治所帶來的不確定性風險
- (四) 產業內部長期存在的文化慣性與供應鏈資訊不透明問題

因此，台灣紡織業已站在永續與數位轉型的十字路口，唯有加速轉型方能應對多重的產業營運挑戰。

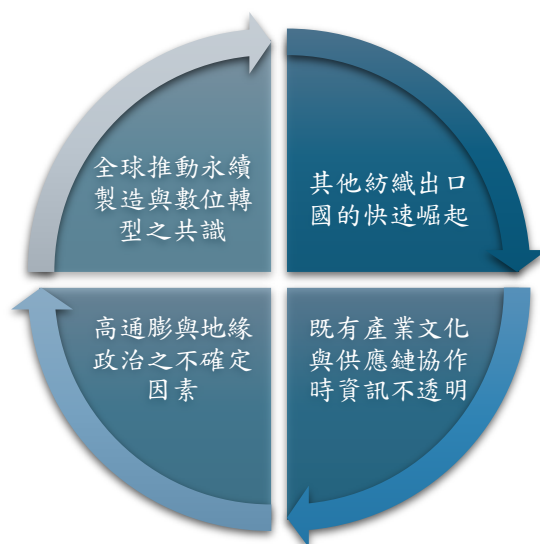


圖 4.1-1 台灣紡織轉型現況與挑戰

資料來源：本研究整理

4.3 個案公司簡介

臺灣通用紡織科技股份有限公司（Frontier.cool）創立於 2020 年，是一家專注於推動紡織產業數位轉型的雲端軟體服務公司，主要以 SaaS 模式提供完整的數位解決方案，涵蓋實體布片數位掃描技術、雲端布料管理、3D 設計整合應用，以及橫跨布料供應端與時尚品牌端的協作溝通雲端平台。Frontier.cool 的核心願景是透過科技創新連結全球紡織供應鏈與品牌端，實現智慧製造與永續轉型的產業升級。

Frontier.cool 旗下之核心產品 TextileCloud™ 雲端布料管理平台，透過 AI 技術與機器學習演算法，可將實體布料轉換為具物理特性的數位布片素材，並儲存於雲端資料庫中供 3D 成衣設計應用，如圖 4.3-1 所示，數位布片檔案中涵蓋布料影像、基本規格（如色號、密度、重量、幅寬、織法等）、AI 自動產生的分類標籤、永續指標（Eco-Impactor™）、庫存數量、價格。

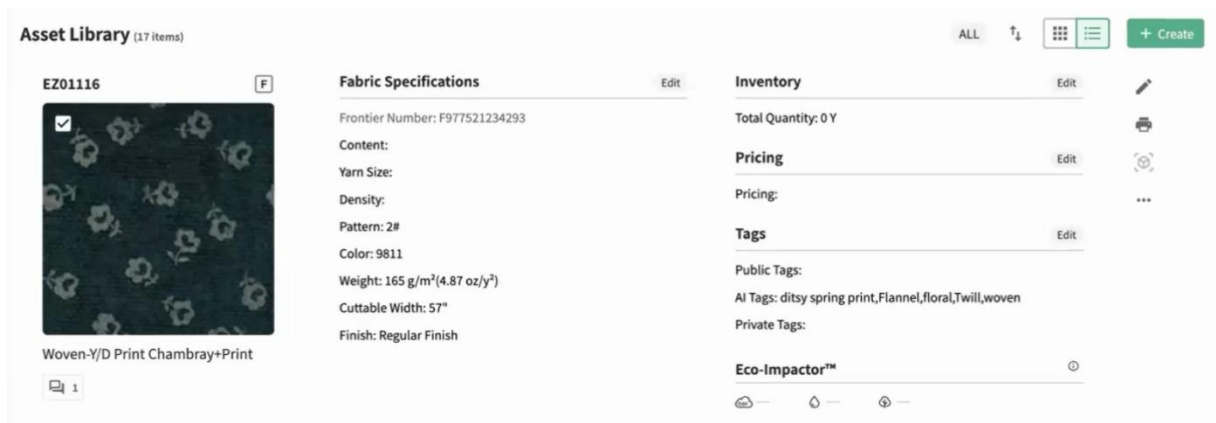


圖 4.3-1 數位布片檔案範例

資料來源：Frontier.cool 官方 Youtube 頻道

Frontier.cool 亦積極回應產業長期以「供給導向」為主的營運模式問題，「供給導向」意指紡織業的產業慣性是在市場需求尚未明確就量產布料與服裝製作，導致高庫存與資源浪費。Frontier.cool 倡議以「需求導向」取代而代之，並透過平台中 AI 與資料分析功能，協助品牌在設計初期預測市場趨勢、加速決策流程；設計師則能透過整合的平台工具來跨域協作，快速產出概念圖、激發創意；而製造端便可在確定銷售訂單後才啟動生產，使整體流程由「設計—製造—銷售」轉變為「設計—銷售—製造」，避免過度生產與高庫存的經營風險，邁向產業真正「零庫存」的永續營運模式。

Frontier.cool 的核心產品為 TextileCloud™平台，平台功能涵蓋雲端素材管理系統、遠端多角色協作工具、即時庫存與訂單追蹤系統等，只要利用數位掃描技術將實體布料數位化，再上傳至 TextileCloud™平台，即可實現電子化素材管理，數位布片亦可延伸應用於多款 3D 設計系統中，縮短產品設計週期並提升企業的市場應變能力，使業者能即時掌握產品進度以快速回應短單與急單，透過數位科技提升生產彈性、降低溝通成本和資源耗損，以落實 ESG 的環境與效率責任。

Frontier.cool 藉由數位創新平台 TextileCloud™為中介節點，解決以往供應鏈之間資訊落差與溝通斷層的問題，並積極與全球產業夥伴合作，如台灣紡拓會、台灣紡織數位升級發展協會 (AADT)、越南紡織協會、印度 TAI、印尼 RTL 等組織，深化平台國際化程度與產業滲透力；技術方面則與德國布片硬體掃描商 VIZOO、瑞士 3D 數位掃描業者 So Real、台灣工業技術研究院等單位合作。

目前 Frontier.cool 已與台灣超過 65%紡織供應商、全球近 400 家的紡織業者合作，截至 2023 年，TextileCloud™平台已累積超過 150,000 筆布料檔案，各大品牌如 Adidas、Under Armour、RALPH LAUREN、lululemon、H&M 皆為平台使用者，Frontier.cool 無限的創新能量與發展潛力亦吸引國家發展基金等創投資金挹注，成為台灣具代表性的數位紡織創新企業。

Frontier.cool 的數位平台與創新服務致力於兩大核心目標：一為促進環境永續、降低過度生產所造成的資源浪費；二則串聯全球紡織供應鏈，建構有效協作與即時反應的產業生態。團隊亦持續導入各項先進技術、碳權計算、銷售工具等新興功能模組，期望將數位布片與平台應用於品牌端生產決策，協助品牌快速掌控布料與成衣的最適生產量、實現精準的庫存控管，並進一步改善作業流程、拓展至原物料碳排監控、虛實整合的 3D 設計與元宇宙時尚等領域，打造彈性、永續且高度創新的全球紡織數位生態系。

表 4.3-1 Frontier.cool 企業發展沿革

年分	企業發展沿革
2014	● 原於中國經營紡織貿易商，於中國政治動盪後選擇回台發展。
2017	● 執行長 <u>趙均埔</u> 先生提出創立紡織數位協作平台的願景，遂開啟團隊的紡織創新之路，公司亦將資源全心投入於平台開發。
2018	● 研發出第 4 代布片掃描技術，取名為「Frontier.cool」。
2019	● 受 JCPenney 推薦，於全球紡織論壇 PI Apparel 2019 向國際發表數位布片掃描技術。
2020	<ul style="list-style-type: none"> ● 2020 年 4 月 20 日，Frontier.cool 公司正式成立。 ● 與 3D 服裝設計公司 Virtuality Fashion 簽署合作協議。
2021	<ul style="list-style-type: none"> ● 成為台灣超過 65%供應商的合作伙伴。 ● 參與 2021 選擇美國投資高峰會，獲全球 E-Commerce 電子商務新創 Pitch 前三名。
2022	<ul style="list-style-type: none"> ● Frontier.cool 獲選 ITMF 全球年度新創公司。 ● 與德國布片硬體掃描商 VIZOO、瑞士 3D 數位掃描業者 So Real 公司合作。
2023	● 與台灣紡織數位升級發展協會（AADT）簽署合約。
2024	● 與 3D 服裝設計公司 CLO Virtual Fashion 正式展開策略合作。

資料來源：本研究整理

第五章、個案分析

5.1 臺灣通用紡織科技股份有限公司（Frontier.cool）

5.1.1 能動性－問題

- 傳統低效且長期未更新的生產流程

三位創辦人從美國大學畢業後，因家族從事紡織業而順勢進入這個龐大且複雜的產業鏈，同時懷抱著以專業回饋產業來創造價值的理想抱負。在實際接觸產業運作後，他們觀察到雖然布料生產的技藝與工藝，例如材質處理、觸感表現、花紋設計等技術持續進步，但整體的商業模式幾乎未曾革新，仍停留在舊有運作邏輯之中。

傳統流程中，供應商收到品牌訂單後，需仰賴實體樣布反覆寄送，來確認布料的材質細節與花色規格。從布料挑選、樣布寄送、來回溝通訂單需求直到最終審核，每一階段都高度依賴人工操作與實體樣布的傳遞，導致生產進度受限於物流與時間，買賣雙方不得不耗費大量時間與成本，等待繁瑣溝通程序完成才能推進布料規模生產製作。此外，若寄送的樣布不符合客戶預期，工廠還需重新製作並再次開機打樣，造成資源與人力浪費並拖延製造進度。

如此過時低效率的流程，已無法支撐現代品牌對「快速反應」與「永續目標」的高度要求，因此紡織產業被視為低效率、轉型遲緩的「夕陽產業」，團隊也發現，這並非單一工廠作業流程不良所導致的困境，而是整體產業結構長期未被翻新的結果。

「那時候我們回到紡織業去發現這個行業在 200 年間，基本上這個商業模式都沒有改變，也許生產的製程、技藝、工藝是很先進的，但是一直因為他們這個紡織業是一個我們說類似壟斷的行業。」（李菁 執行長，2025 訪談資料）

- 預測性生產導致原物料、樣布、成衣高庫存問題

而紡織產業長期仰賴高庫存與預測性生產的經營模式，導致嚴重的資源浪費問題。因為商品製程時間較長的特性，品牌商通常需於一年至一年半前便開始規劃下季商品，且傾向預先大量下單以確保供貨穩定，藉此避免因原物料短缺而面臨貨架上無衣可賣的窘境。

然而，這種過度依賴預測的生產邏輯，不僅使供應鏈從布料到成衣製造過量生產，更使品牌商必須在資訊不完全的情況下，承擔高風險的預測決策與經營壓力。

「所以紡織業其實有個很大的問題是『我永遠都在預測明年會流行什麼，所以我又要訂一個高庫存，因為我害怕說我到時候貨架上沒有東西。』所以紡織業的高庫存量是這個原因，因為製程時間長。」（李菁 執行長，2025 訪談資料）

5.1.2 能動性—意圖

● 透過數位科技來改變現況，回應資源浪費與環境衝擊

了解產業現況後，團隊意識到產業文化與運營模式造成的過度生產不僅影響經營效率，更對地球造成沉重負擔，特別是原物料、生產用水與能源浪費。創辦人因此萌生了以數位科技來改變現況的強烈意圖，希望透過科技來解決資源浪費的問題，並思索如何讓設計端與採購端在樣布製作之前，能數位化預覽布料與審核資訊，從而大幅降低樣布反覆修改製作的成本與資源浪費。

「其實生產庫存是一個很不合理的事情，對於紡織工廠來說，他們開一台機台，要用的水、用的電、要耗費的資源是很多的。如果就只是為了滿足消費者的不確定需求就多訂，就讓工廠浪費了很多資源去做庫存，這對這個整個地球來說是一個很大的污染，那我們那時候是這樣想。」（李菁 執行長，2025 訪談資料）

● 提升訂單溝通效率，化解供應鏈僵化危機

除了庫存問題外，紡織產業中品牌與供應鏈之間在訂單溝通上的斷點，是導致紡織產業效率低落的另一大關鍵因素。主要在樣布確認過程中，品牌端與供應商之間必須以實體樣布反覆寄送來確認質感與色差，導致決策周期冗長，倘若訂單為跨國遠程訂單，來回確認時程更需耗時三至六個月，且過程若出現樣布與預期不符之情況，更增加成本與工廠負擔。

面對這樣的供應鏈溝通瓶頸，Frontier.cool 認為應導入方便、快速的溝通機制，便想到可透過布料數位化與雲端平台管理，讓布料買賣雙方在網路上就能完成布料確認與回饋，不僅縮短生產週期，也提升整體產業鏈的協作效率。

「我們發現品牌跟供應鏈溝通的時候缺乏一個有效的方式。我是亞洲的供應鏈，我永遠都是在寄實體的樣布去給品牌的設計師去看、去 review，那這個過程也是花三到六個月。第一個寄實體的樣布需要錢，第二個生產樣布也需要開機台…那時候沒有什麼永續阿、要做 sustainable 這個概念，那時候就覺得很不合理、很沒有效率，我們就想要改變。」（李菁 執行長，2025 訪談資料）

5.1.3 目的

- 布料數位化驅動創新，邁向零庫存願景，從供給轉向需求

公司宏觀的企業願景是實現紡織產業「零庫存」的理想模式。為此，創辦人開始探索與構思，如何實現「即時生產」的商業模式？哪些技術能打破樣布運輸與傳統作業限制，加速整體產業的運作效率？若布料與成衣能透過 3D 設計軟體等技術預先呈現與模擬試穿，讓產品尚未生產前即能瀏覽、選購，企業則可依據實際訂單啟動生產。希望將紡織業從傳統的供給導向轉為需求導向，解決高庫存、產能過剩與資源浪費等長久以來的產業痛點。

為實踐此願景，創辦人將「布料數位化」作為推動創新流程與商業模式改革的初步策略。這樣的轉型正體現了企業如何透過創新技術與機會能力來革新既有的產業運作邏輯，並展現企業家警覺性，即主動察覺產品與市場之間的落差，進而構想創新解法 (Sambamurthy et al., 2003)。

「成立的時候希望能夠做一個平台，可以讓紡織業做到『即時生產』，未來如果紡織業不用做任何的樣品、不用做 prototyping，用 3D 數位的方式去模擬衣服或是材料的實體，可以讓消費者先看到，蒐集好訂單我們再做生產，這樣就是零庫存或非常少的庫存。以這個未來的願景來看，第一步就是要做『布料的數位化』。」（李菁 執行長，2025 訪談資料）

- 創新商業模式，生產前預覽布料，加速生產、避免資源浪費

之所以選擇從布料數位化著手，是因布料在整件成衣組成占比高達 80%，不僅是最重要的構成元素，更是決定整個訂單是否能推進的關鍵節點，若沒有布料的確認，後續設計、生產乃至銷售皆無法展開。

因此 Frontier.cool 開始研發可將實體布片數位化的「布片掃描技術」。希望透過數位科技重新調整傳統流程與供應鏈協作方式，為紡織業長期面臨生產週期冗長、樣布浪費、實體運輸繁複、庫存積壓等問題尋求數位化解決方案。讓布料在生產啟動前就預覽與確認材料細節，縮短溝通流程、提升決策效率，塑造零浪費、高度協作、智慧化的數位紡織產業新生態系。

「那我們第一個想的是，怎麼樣讓我們不用生產、不用寄樣布給客戶，就能先給他們看到材料，為什麼從材料切入呢？因為材料是一件衣服的 80%組成成分，材料是一件衣服生產的瓶頸…怎麼樣讓材料先完成？我剛剛所說的，生產之前就給客戶看到，是我們想要解決的第一個最大的痛點。」（李菁 執行長，2025 訪談資料）

表 5.1-1 能動性分析表

理論		觀察重點
能動性	問題	傳統流程仰賴人工揀選與實體樣布寄送，效率低且易出錯。 供應鏈存在協作與訂單溝通瓶頸，產業高庫存商模導致成衣損耗。 ESG 與環境永續壓力帶來產業轉型需求。
	意圖	透過科技協助產業數位轉型、推出布片掃描技術與協作平台，提升供應鏈溝通與生產效率、降低資源浪費，實踐永續與 ESG 目標。
目的		導入數位科技建立新商業模式，數位素材與 3D 設計加速生產並避免資源浪費，建立創新紡織產業生態系。

資料來源：本研究整理

5.2 第一階段：開源與協作

5.2.1 產業需求

- 布料搜尋與管理的人工瓶頸，人員依賴造成知識無法轉移

傳統流程中，布料供應商與客戶進行業務交流時，須向客戶展示實體布料產品，而布料的搜尋與管理多數仰賴人工作業，不僅耗時、易出錯，更缺乏標準化流程。一旦人員流動（如資深員工離職），交接困難的問題也會隨之而來，因為只有倉庫管理員熟悉布片的擺放位置與倉儲內容，即使資訊已經記錄於樣本冊中，翻閱過程仍相當緩慢，此外樣品間往往收藏來自全球品牌的大量樣布，若仍以人工方式逐一翻閱，不僅效率低落，也難以快速回應市場需求。

「紡織廠都是用實體樣卡本，全部都是手寫然後貼一塊布在旁邊，他們的樣品間很大喔！有的是有三層樓，全世界都有收錄。但是要找布很困難，得翻 catalog 都是實體的，可能會有個年紀大的阿姨在那邊，你就問他：『阿姨，有沒有這個？』」（李菁 執行長，2025 訪談資料）

- 實體樣布運輸導致供應鏈溝通斷層，產業面臨生產週期長、高庫存問題

現行產業運作模式中，品牌與供應商間訂單細節的來回確認仰賴實體樣布的運輸與審核流程，供應鏈因此缺乏高效溝通方式，導致整體生產週期冗長，且品牌商通常習慣高估貨量需求而多訂，進一步促成「高庫存、長交期」的運營模式。

「生產一批布料我可能就要三到六個月，再花三到六個月生產成衣，那中間生產的時候還要根據每個市場預期不同，然後我要去安排訂貨的量是大量的？還是小量的？」（李菁 執行長，2025 訪談資料）

- 第三方服務無法滿足產業需求，需要高效、隱私化的數位化技術

市面上雖有幾種數位化的作法，例如品牌商自行設立實驗室，或將布料寄送第三方機構完成掃描與建檔。然而在紡織產業文化中，布料就是「最高商業機密」，許多獨特花紋、機能材質與創新布料商品被認為是重要的企業資產，因此廠商擔心布料資訊外流，不願將新布樣交給第三方機構進行數位化，使得部分品牌雖然已開始推動布料數位化，

可實際完成建檔的布料比例仍不到 5%。

「另外品牌商也和我們反映過，就算他們已經使用了這些第三方的數位化服務，但他真正完成數位化的布片也只有 5%。」（李菁 執行長，2022 淨零碳排之路-研討會資料）

5.2.2 企業能力

- **經營策略：傳統貿易商從痛點出發的數位轉向，開發簡單、方便、快速創新技術**

畢業後，創辦人接手位於江蘇無錫的家族布料貿易商——美祺國際，遂正式投入紡織產業。具備機械工程背景的他，在實際參與布料業務流程後，深刻體會到產業在布料管理與展示方面存在效率瓶頸。當時雖接連導入三套 ERP 系統，卻仍無法解決實務問題，於是創辦人決定親自投入系統開發，他親自訪談部門同仁、釐清問題核心，並與兩位來自宏基的技術夥伴合作，著手開發數位掃描技術與管理系統。

在深入釐清產業痛點與確認團隊具備足夠技術能力後，創辦人於 2017 年正式提出創業願景。這也成為團隊啟動紡織業數位創新的轉折點，從貿易流程痛點出發，走向產業升級的全新路徑。公司創立之時，創辦人就確定經營策略，要做「簡單、方便、大規模落地」的數位技術，期待打造出不需技術門檻、人人都能操作的布料數位化流程來協助產業轉型，實現「100%可執行」的解決方案。

- **資源整合與分配：轉化實務經驗與現有設備作為技術開發基礎**

初期開發資源多來自家族多年經營的貿易商與產業經驗，包含既有團隊人才、布料庫存與掃描設備，Frontier.cool 並就地取材的運用辦公室事務機進行初步掃描測試，多年累積的紡織實務經驗亦轉化為平台設計依據，此外，也將創辦人的商業與技術雙重能力應用於理解產業痛點與服務開發。

「我們 3 個創辦人都在美國讀大學，其中 1 位就是我先生是讀機械工程，那我跟另 1 位是經濟管理。」（李菁 執行長，2025 訪談資料）

5.2.3 探索可供性

- **數位掃描與雲端儲存，解決人工管理問題，實現規模化、自動化雲端資料庫管理**

傳統採購流程中，選布、管布等作業大多仰賴人工記憶與經驗，而人眼辨識卻會受到視覺疲勞與記憶影響。最初嘗試拍照記錄布片資訊，但拍照實在耗時過久，並且難以規模化應用。為追求更高效的數位化方法，團隊在 2016 年底正式轉向掃描技術，只要將布料放置事務機掃描產生 2D 圖檔，再將圖檔寄送至每個帳號專屬、用以接收與處理布料圖檔的 TextileCloud™電子郵件地址，待 Frontier.cool 系統接收遂啟動 AI 演算法，將圖檔還原成具布料顏色、材質與織紋資訊的 3D 布片，整個數位化流程僅 3-5 分鐘，後續使用者亦可使用 TextileCloud™雲端平台管理數位布片檔案。

布片掃描技術的關鍵價值，在於數位科技帶來的「標準化」特性——不論誰操作，結果皆一致，從而徹底消除因人而異的辨識誤差，並取代繁瑣的庶務作業；AI 技術更進一步提升了數位布片中物理數據的準確性，使圖檔效果更貼近實際布料。雲端平台與 AI 掃描技術相結合，實現規模化與自動化的雲端布料管理，讓使作業不再受限於個人經驗，建立起穩定、可靠且資訊高度可用的數位基礎。

此外，考慮到數位素材未來需用於 3D 數位設計軟體及其他系統，因此將格式儲存成紡織產業通用的 U3M/U3MA/glTF 等標準格式。而平台功能包含 Workspace、Mood Board 與 Thread Board 等多樣協作模組，滿足品牌商、供應鏈、設計師等多方即時與跨部門設計協作的情境式體驗，讓布片檔案不只是「存取」，而能被真正「使用」。

「紡織業業務就拿一塊布料，那就是客戶的需求，業務會說：『阿姨你看，這塊布有沒有？我們樣品間有沒有？』那些就都在阿姨腦袋裡，他真的知道。可是當阿姨退休之後，這個東西都在 catalog 上面，然後業務都要翻，這是很難去管理…為什麼喜歡 AI？因為 AI 是 scalable 的、可規模化的，那我如果說追求一個準確度，尤其是在物理數據的準確。」（李菁 執行長，2025 訪談資料）

5.2.4 深耕運用

● 以產業底蘊為基礎，精準掌握供應鏈痛點及需求

創辦人家族長年從事紡織貿易，對布料的銷售展示、庫存管理，乃至供應鏈（包含布料開發、設計、生產到銷售）的溝通流程皆相當熟悉；同時也深諳供應商、品牌商、設計師三方的關係管理，以及布廠、紗廠、染整廠間的協作模式與實務細節。

這些經驗讓團隊能精準掌握紡織產業上下游在日常痛點、看見數位轉型的現場阻力，更成為重要的無形資產。例如：創辦人深知多數工廠並不排斥數位化，而是需要「簡單、直覺、容易上手」的操作流程，否則現場人員會因流程複雜而產生抗拒。正是這樣的產業洞察與家族背景，為團隊累積了推動轉型所需的人脈網絡、市場經驗與應用場景，使技術開發與平台能夠貼近實務現場，也為未來導入提供具體可行的路徑。

「我們的共同創辦人有3個，我們是大學的同學，畢業之後呢，我們3位就去了中國大陸，那是我們的家族企業在中國做從事紡織業。一開始做這個布料貿易跟布料生產的，這個是我們為什麼會踏入這個行業的故事。」（李菁 執行長，2025 訪談資料）

● 既有資源開發掃描技術，技術用於工廠試驗，累積布片數量與標準流程（2018）

在掃描技術的初期實驗階段，團隊靈活運用各種現有資源，嘗試以手機拍攝方式記錄布片，為克服距離與光源不穩所造成的影像偏差，曾設計可固定距離與角度的拍攝腳架。經多次實驗後，發現事務機的平板掃描（Flatbed Scanner）具備穩定光源與固定掃描距離的特性，能有效確保掃描圖像品質與一致性。更重要的是，幾乎所有工廠與辦公室都已配備事務機，企業無需額外投資昂貴設備，讓掃描工作既實用又具成本效益，成為最適合推動布片數位化的設備選擇。

「曾用手機拍照，可是手機有距離遠近，那 pattern 的大小會因為花紋、圖案近距離拍跟遠距離拍的圖案大小不同、角度亦不同，所以 capture 下來就不準…不管哪個工廠都有印表機，印表機上都會有一個 scanner，Flatbed Scanner 是有穩定光源、距離，是相對穩定的來源。」（李菁 執行長，2025 訪談資料）

為測試掃描技術的呈現效果，Frontier.cool 將掃描技術應用於合作的紡織廠，並持續蒐集工廠實際操作回饋，據此反覆修正出標準化的作業流程。最終不僅技術操作日趨穩定，也在供應端累積逾 10,000 片數位布片檔案。這也讓團隊開始思索，目前只是將實體布片掃描成數位化的形式儲存起來，現有大規模布片資料，是否能進一步發揮更多可能？

「當時還在做貿易商的時候就請我們的工廠先嘗試這樣的方式…那我就在想數位布片有了，當時還是用 ocr 自動把它辨識出來，但是 pattern 沒有更好的運用，就只是 image caption 就放在那邊。」（李菁 執行長，2025 訪談資料）

5.2.5 創新探索

● 引入 MIT 技術強化布料掃描精度，TextileCloud™平台被打造出來（2019）

現有掃描技術需持續升級，才能精準還原多樣規格與複雜特徵的布片。因此，Frontier.cool 於 2019 年與 MIT 團隊合作，導入其 CycleGAN 技術，讓初代掃描技術產生的圖檔結合 AI 模型進行調整，去預測、辨識織品的纖維走向，產出六種布料紋理貼圖結果包含¹⁴：定義布料顏色與外觀的「基礎貼圖」；模擬布料立體感、皺褶或紋理等表面細節的「法線貼圖」；呈現布料表面質感（粗糙或細緻）的「粗糙度貼圖」；移動布料來改變布料 3D 效果與凹凸程度的「置換貼圖」；負責材質中網眼（Mesh）的顯示區域，決定哪部分應顯示或隱藏的「透明貼圖」；模擬光線與金屬表面交互作用的「金屬貼圖」。

只要將 3D 數位圖檔與布料資訊如材質、規格大小、庫存量、單價等進行整合，儲存在雲端布料資料庫中，就可線上管理與搜尋布料庫存。團隊透過引進創新技術來突破開發瓶頸，讓布料數位圖檔更加擬真，也順利推出初代平台產品—TextileCloud™。

「我們把這個印表機的資訊，加上布料的材料資訊去跟六個圖層去比對，用 machine learning 的方式去預測一個材料的 scanning，直到六個圖層出來。所以到 2019 年，我們跟 MIT 團隊有技術合作，然後 2019 年初步的產品打造出來。」（李菁 執行長，2025 訪談資料）

● PI Apparel 2019 國際論壇發表技術，獲得多方關注和認可（2019）

2019 年夏天，在 JCPenney 香港辦公室的引薦下，團隊在全球先進紡織論壇 PI Apparel 2019 首度發表掃描技術與 TextileCloud™平台產品，這項創新技術獲得會場高度驚嘆與關注，也促使團隊正式將產品進行商業轉型，並於 2020 年成立公司。此舉不僅開啟品牌對外推廣的第一步，更將平台和技術推向國際市場。

¹⁴ 詳見 Frontier.cool [官網-knowledge base](#)。檢索日期 2025/6/18

「2019 年夏天，我們做了第一次發表，將技術告訴全世界，當時大家都很驚豔，那時 AI 還沒有像現在這樣，大家就覺得這個技術、概念就很棒，所以後來就決定把這個產品跟技術把它 spin off 出來，成立一間公司，我們公司就在 2020 年 4 月成立。」（李菁 執行長，2025 訪談資料）

5.2.6 平衡機制

● 導入 AWS 雲端服務：穩定 AI 掃描技術的運算效能、擴大國際推廣（2019）

為因應 TextileCloud™ 日益增長的數位布片處理需求，團隊 2019 年決定將雲端系統的資料運算作業建置於 Amazon Web Services（AWS）雲端服務之上¹⁵，透過 AWS 的高效雲端運算資源，提升 TextileCloud™ 中 AI 演算法技術的圖像處理效能，顯著縮短了布料數位化的處理時間，以完成更大規模的數位化作業，也讓 Frontier.cool 藉由與 AWS 雲端服務供應商的關係網絡來強化國際市場佈局，向全球超過 20 萬家紡織業者發聲。Frontier.cool 在當時就受到 AWS 總工程師肯定，AWS 認為 TextileCloud™ 具備獨特的技術創新性，目前紡織業數位化的量體規模也相當可觀，可謂擁有極好的發展前景¹⁶。此行動展現出 Frontier.cool 在既有 AI 掃描技術與平台運算能力深化的同時，亦能靈活導入 AWS 的外部運算資源，兼顧內部效能提升與外部市場擴展，構成典型雙元性平衡機制。

「我們之前開發的系統，辨識一塊布料要 15 分鐘，現在利用 AWS (Amazon Web Service) 的雲端平台提供的辨識引擎運算能力，辨識時間大幅縮短為 40 秒。」
（趙均埔 創辦人，2021 ctwant 訪談資料）

¹⁵ 詳見 中時新聞網（2020）[全球紡織革新 Frontier 用 AWS 打造數位布料平台](#)。檢索時間 2025/6/28

¹⁶ 詳見 CTWANT（2021）專刊報導-[趙均埔登上 PI 論壇 驚見夢幻客戶 擄獲老佛爺、DKNY、CK 大品牌芳心](#)。檢索日期 2025/5/11

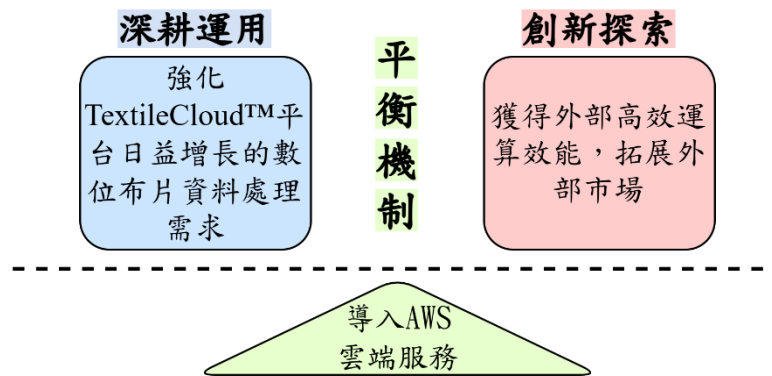


圖 5.2-1 第一階段平衡機制

資料來源：本研究整理

5.2.7 數位創新結果

● 打造紡織產業數位協作平台，滿足布料開發、設計、展示與交易等需求

團隊開發 TextileCloud™ 平台初期的構想中，設定使用者涵蓋整個供應鏈，包含供應商、品牌商與設計師等，希望打造滿足產品開發、設計、展示與交易等多重需求的開放平台，讓數位素材支援 3D 設計與遠端協作，讓創作者能共同完成作品。如供應商可透過掃描技術將布料商品上架至平台，並搭配工作區 (Workspace) 中的資料夾功能分類管理不同主題與材質的數位素材，並透過布料資料庫 (Sourcing Library) 與對話看板 (Thread Board) 模組，讓買賣雙方在線上完成布料採購，追蹤訂單從初步詢價、布料需求溝通、後續批量生產全進度，提升買賣雙方於採購前、中、後的選品效率與資訊透明度。TextileCloud™ 平台就如同「紡織業的 Facebook」，讓買賣雙方可自由上傳布料、線上探索紡織商品與溝通訂單細節，打破傳統溝應鏈的溝通困境。

「我們一開始是想成為一個公開的平台，有點像 facebook，就是紡織業的 facebook，然後每個廠商都自己上傳了嘛，那上傳之後你就可以找買家，你就可以去找客戶。」（李菁 執行長，2025 訪談資料）

● 跨越時間與地域限制，加速產品設計流程，節省時間、金錢成本

透過布料數位化與 TextileCloud™ 雲端平台服務，設計師不需再仰賴樣布的實體寄送，也不需在樣品間中翻找布料，就可串聯起各國的紡織團隊，如亞洲開發團隊只需上傳數

位素材，歐洲設計師就能在數日內完成產品設計，大幅縮短布料開發到商品設計的整體週期，將原本需半年以上的開發流程壓縮至一週內完成，有效節省溝通與製作成本。

「他們使用了我們的平台之後，不只對外讓品牌可以使用，對內做管理的時候也可以透過數位化而有所成效，他們跨地區在中國、東南亞都有廠，就是因為使用了平台，減少了金錢跟時間的寄送成本，而讓成果增加了 15 倍。」（張亦賢 數位轉型顧問，2022 經濟部工業局紡織業雲端輕量策略轉型講座資料）

● 平台出現使用者「瀏覽但不採購」的徵用現象

平台設計初衷是促成供應商與品牌之間的直接交易與合作，但實際上品牌端設計師僅用平台來瀏覽與記錄布料資訊，並未直接透過平台下單，而是轉向自有供應商詢問同款布料，導致交易行為仍「私下進行」，團隊發現平台無法協助買賣雙方建立新連結，因此團隊重新思考平台功能與商業模式的調整方向。

「品牌的 *designer* 通常不會去選新的 *supplier* 的布料，他只是把資料記下來然後偷偷去問自己的供應鏈有沒有這塊布料，所以後來 *run* 了兩年發現這個模式好像兩邊都沒有幫到。」（李菁 執行長，2025 訪談資料）

表 5.2-1 第一階段個案分析表

理論		觀察重點	
制定	認知	產業需求	企業能力
		布料搜尋與管理的人工瓶頸，人員依賴造成知識無法轉移。 供應鏈溝通斷層，產業面臨生產週期長、高庫存問題。 第三方服務無法滿足產業需求，需要高效、隱私化的數位化技術。	經營策略：從痛點出發，傳統貿易商的數位轉向，開發簡單、方便、快速創新技術。 資源整合與分配：利用既有資源、技術，並活用過去從業經驗，開發掃描技術與協作平台。
	行動	探索可供性	
		物質性	機會
		數位掃描與雲端儲存，解決人工管理問題，實現規模化、自動化雲端資料庫管理。	
		雙元可供性實現	
		深耕運用	創新探索
		以產業底蘊為基礎，精準掌握供應鏈痛點及需求。 既有資源開發掃描技術，用於工廠試驗，累積布片數量與標準流程（2018）	引入 MIT 技術強化布料掃描精度，TextileCloud™ 平台被打造出來。（2019） PI Apparel 2019 國際論壇發表，獲得關注和認可。（2019）
		平衡機制	
		導入 AWS 雲端服務：穩定掃描技術的運算效能、擴大國際推廣。（2019）	
數位創新	結果	打造紡織產業數位協作平台，滿足布料開發、設計、展示與交易需求。 跨越時間與地域限制，加速產品設計流程。 平台出現使用者「瀏覽但不採購」的徵用現象。	

資料來源：本研究整理

5.3 第二階段：資安與私有

5.3.1 產業需求

- 疫情使運輸受阻、樣布無法出口，強勢推動轉型需求

起初，Frontier.cool 團隊在推動 TextileCloud™ 平台與數位布片技術時，遭遇了不小的阻力。許多傳統供應商習慣於過去熟悉的作業流程，對「數位化」並不感興趣，普遍認為布料展示就是要看實體樣布、親手摸到材質才算數，且過往靠著業務親自拜訪，不僅能即時回應客戶需求、建立信任感，也確實創造了可觀的業績。這樣的模式行之有年，不少企業已由第三代接班，延續上一代的經營方式也都能穩定獲利，自然更不會覺得有「改變的必要」。

「一開始遇到很大的阻力，就是他們不認為數位化很重要。就是尤其在 2020 年還沒有疫情的時候，大家覺得欸？我反正實體的，我可能已經 run 了 80 年，可能現場可能都是第三代，我都 run 了 80 年都沒什麼事，而且賺那麼多錢，覺得沒什麼必要。」（李菁 執行長，2025 訪談資料）

直到 2020 年 COVID-19 全球爆發，疫情徹底打亂仰賴實體互動的產業模式。各國航班與物流中斷使得實體樣布無法寄出，傳統展示與溝通方式瞬間失效，正是這場全球性危機，意外成為推動數位轉型的關鍵契機。廠商們開始尋找替代傳統流程的數位解決方案，原本被質疑華而不實的布片數位化技術也開始被產業前輩認真看見。產業開始踏出轉型的第一步，學著使用平台、讓布片開始被數位化，原本「被質疑的科技」變成「解決當下問題的必要工具」，傳統紡織產業的數位轉型需求被強勢推動。

「尤其在 covid 那陣子不能出國、也沒辦法 shipping，那到底怎麼跟客戶去溝通材料？就靠數位工具。」（李菁 執行長，2025 訪談資料）

- 產業需要私有雲管理數位布片，自主管控資料安全

觀察過去 TextileCloud™ 平台功能被徵用的情形，團隊發現開源協作的平台模式並不能滿足所有使用者的實際需求。平台參與者的互動雖然看似活躍，供應商與客戶也有業務溝通與瀏覽商品行為，但實際交易與合作卻多半在私下進行，平台成了虛有其表的展示空間，難以真正促成交易。

分析使用者回饋與平台互動行為發現，部份供應商的布料是依照品牌的專屬需求開發，例如專為 adidas 或 Nike 等品牌商訂製的特殊布料，這些布料不具備對外開放展示或供其他第三方採購的條件。Frontier.cool 意識到品牌商對於資料的保密性與權限控管需求，公開的平台架構無法對應高敏感性的商業合作。

「公開市場的 *business model* 好像在紡織業不太適合，因為也許有小型設計師，可是真的在 B2B 的生意裡面，Nike 只會找他專屬的供應商，假設我是 Nike 的供應商，我 Nike 的東西不能賣 adidas。」（李菁 執行長，2025 訪談資料）

5.3.2 企業能力

- **經營策略：以供應鏈為核心，多等級訂閱制與公私兼容平台架構，加速產業轉型**

為回應產業資訊保密與自主管理之需求，團隊推出「布料權限控管」與「私有化資料庫」模組，將平台經營策略從公開為主轉向公私兼容的彈性架構，達到資料流通、同時保障敏感資訊安全的特性。

Frontier.cool 的平台經營策略與提供類似服務的競爭者不同，TextileCloud™選擇從上游供應鏈切入，而非像其他競爭者由品牌端開始，因為團隊認為產業轉型關鍵，不只在品牌端的主導，上游供應商整體普及化亦不可忽略，亦呼應了先開發布片掃描技術、建立「能被供應鏈真正使用」平台的初衷。而定價策略上，為考慮產業轉型成本，制定 A-F 六級階梯式訂閱服務，以雲端資料庫儲存空間為收費依據，讓中小型紡織廠能低成本快速導入服務¹⁷。

- **資源整合與分配：基於初代平台基礎與使用者回饋，建構出私有平台架構**

團隊整合初代平台的開發經驗與資源，並活用現有技術基礎，成立專屬 AI 技術團隊，承接先前與 MIT 合作獲取的 AI 技術，並進入自主研發掃描技術的階段；更持續分析使用者回饋、產業關係與洞察市場，並開發私有平台模組，呈現團隊可因應需求彈性擴展平台技術的能力。

¹⁷ 詳見 數位時代（2021）臺灣通用紡織科技（Frontier）創辦人趙均埔：[只要 3 美金，台灣紡織廠就能快速開發海外訂單！](#)檢索日期 2025/5/12

「但是我們後來發現需求跟我們想像的不同，就是 adidas 只是想要他自己，所以大平台就變成了私有平台的概念，我們就幫 adidas 像的廠商去做 sourcing，只在他供應鏈裡面去做 adidas 的機制，作客製的私有模組。」（李菁 執行長，2025 訪談資料）

5.3.3 探索可供性

- 權限控管模組，提升數位素材儲存安全性

基於數位技術可轉移（Transferability）與重塑（Malleability）的特性，團隊在現有平台上新增自定檔案權限的功能，使用者只要將布料檔案權限進行分類，並以嵌入代碼（Embed Code）和連結分享資料夾，就可實現資料保密與數位素材自主管理的需求，讓雲端資料庫私有化，確保機密布片能被安全監管、只分享給經授權的協作團隊及客戶。透過權限控管模組，數位素材得以依照需求儲存與應用，兼顧隱私保護性、安全性，也提升布料庫存管理的穩定性。

「我們後來發現市場最需要的其實是私有雲的感覺，就是我上傳的布片只有我能夠擁有，我決定要開放給誰、就開放給誰，產品就往這個方向去發展。」（李菁 執行長，2025 訪談資料）

- API 串接系統與 3D 設計，創造環保行動的可能性

為使數位布片具系統兼容性 & 多元應用彈性，平台提供開放式 API 串接功能，支援 C#、Java、Python、PHP 等多種語言，企業可將 TextileCloud™ 平台整合至 ERP、PLM、CRM 等既有系統，在雲端平台完成布料資訊自動上傳、分類、版本控管與查詢更新，降低人為錯誤與作業成本，提高資訊準確率與決策效率。

數位布片檔案亦支援 Browzwear、CLO 等 3D 設計工具，設計師可用 TextileCloud™ 的數位布片完成虛擬打樣，省去實體樣品重複製作成本、加快設計溝通與產品開發流程。而 TextileCloud™ 與組織內外系統的整合，不但提升跨部門協作效率，也實現產業低成本、低耗材轉型目標。

5.3.4 深耕運用

- 建立 AI 團隊，培養組織自主研發能力（2021）

Frontier.cool 雖藉由與 MIT 團隊合作強化了布料數位化技術，但創辦人認為若要長期經營並邁向國際，便不能永遠仰賴外部資源，須培養自身的 AI 研發能力。Frontier.cool 認為團隊核心能力必須涵蓋深厚產業文化與專業技術，因此特別重視內部技術人才養成與跨域整合，並積極促進知識轉移與國際化能力，過往研究亦發現組織應整合多元知識來源，以強化營運彈性與組織應變能力作為創新動能(Kohli & Melville, 2019; Nylén & Holmström, 2015)。因此，Frontier.cool 於 2021 年成立內部 AI 團隊，將原有工程師重新編組、同時招募不同背景與專業的夥伴（如印度思科、德國賓士、台灣宏碁的工程師等各路人才¹⁸），以鞏固內部專業技術能力、承接 MIT 提供的演算法基礎與 Source Code，強化布料圖像辨識與自動標籤技術。

成立 AI 團隊以後，Frontier.cool 不僅能自主修正與精進布料辨識的 AI 模型，也能因應實務問題進行演算法調整，如針對 CycleGAN 模型出現布料辨識不精準的問題，改用其他演算法進行補強，逐步建立起自主技術邏輯與解決能力。

「我們其實跟 MIT 合作大概就是到 2021 年左右。之後我們就開始自己培訓自己的 AI team，然後去把當時他們的這些 source code 還有算法承接下來…我們把一些不適合 CycleGAN 的布料用其它的演算法去完成，這是我們在成立之後做的一些轉變，一開始借助外面的，後來還是必須要繼續自己組一個 team 去完成。」（李菁 執行長，2025 訪談資料）

- 持續強化掃描技術與演算法，針對織品垂墜感、拉伸等物理數據等進行開發

目前布料圖層的數位辨識精準度已達 95~99%，但團隊仍持續投入研發資源，強化「垂墜感」、「拉伸性」等物理特性的數位化效果。這些特徵在將數位素材應用於 3D 設計軟體的實務過程至關重要，是數位素材真實感與實用性的關鍵，團隊便持續研發技術與強化 AI 演算法，追求更穩定、真實、細緻且貼近實體質感的布料數位化技術。

¹⁸ 詳見 CTWANT（2021）專刊報導-[23 歲買下紡織廠，趙均埔練功 7 年打入一級供應商](#)。檢索日期 2025/5/14

「現在還在往前做，就是圖層已經到 95%到 99%的準確度了，但是我們布料的垂墜感、還有拉伸，這些物理數據還在還在慢慢優化中。」（李菁 執行長，2025 訪談資料）

5.3.5 創新探索

● 與 So Real、Browzwear、CLO 等合作，拓展數位布片 3D 應用場景、強化 3D 掃描技術（2021）

當時團隊的掃描技術在 2D 布料表現良好，可處理 3D 材料時卻不夠純熟，但時尚產業的 2D 材料包含單面布料、皮革、網紗等，而 3D 立體材料包含立體布料（如雙面布料、細絨毛布料、針織布料）、鈕扣、拉鍊、珍珠等裝飾物，團隊因此與瑞士 3D 數位掃描業者 So Real 簽約¹⁹，導入 So Real 的 3D 掃描技術來彌補不足。此外，Frontier.cool 也和 3D 數位設計軟體商如 Browzwear、CLO 公司等合作，讓數位素材可在 3D 打樣與虛擬試穿中呈現，應用於 VStitcher、Lotta 等虛擬試穿軟體與設計流程中，提升數位布片素材在設計端的互動性與實用價值。

● 舉辦高峰會、參與國際競賽 SelectUSA Investment Summit（2021）

Frontier.cool 於 2021 年聯合台灣紡織數位升級發展協會（AADT）共同舉辦首屆數位紡織高峰會²⁰，透過會議促進同業與跨業交流，創辦人亦在高峰會宣揚紡織業需要重視起資源浪費、成衣與布料高庫存等議題，藉由呼籲產業同仁應用 3D 設計、虛擬試穿等技術實現需求導向的生產製造模式，喚起業者對數位轉型議題的重視，並強調 TextileCloud™平台與數位布片素材在轉型中成為重要角色。

同年，Frontier.cool 參與美國 SelectUSA Investment Summit（選擇美國投資高峰會），並於榮獲全球「E-Commerce 電子商務」新創獎項前三名殊榮²¹。團隊透過國內外產業論

¹⁹ 詳見 台灣經貿網（2021）商情快蒐-《數位升級篇》整合與共融 數位化再創新 企業彎道超車好機會。檢索日期 2025/5/6

²⁰ 詳見 AADT（2022）[推動紡織元宇宙在台北誕生 全球數位紡織高峰會盛大舉行](#)。檢索日期 2025/5/12

²¹ 詳見 林口新創園（2021）[李鎮宇：林口新創參與 SelectUSA 大放異彩 進軍美國重要跳板](#)。檢索日期 2025/5/11

壇與競賽活動，掌握全球最新紡織數位應用趨勢，更在跨國交流間持續探索更多資源、經驗與人脈網絡。

5.3.6 平衡機制

● 免費試用與顧問服務：累積布片資產與轉型經驗、獲外部關係資源（2021）

為兼顧既有平台經營與未來市場擴展，Frontier.cool 透過「試用策略」與「顧問輔導服務」雙管齊下，觸及潛在使用者、持續累積數位布片資產與數位化相關經驗。

除持續投入資源於技術研發、參與國際競賽以拓展視野與人脈網絡之外，團隊同樣看重平台潛在客戶的培養，而「免費試用」的新推廣方案，就是深耕運用既有數位布片資源，讓品牌商無償試用平台素材進行 3D 設計。此策略也成功吸引平台的第一批使用者，並持續以使用者回饋改善平台設計，形塑出良性循環的創新生態。

而 2021 年推出標準化的數位轉型 SOP 與數位顧問輔導服務，更是運用過往轉型輔導經驗，同時媒合產、官、學、研的各界資源，協助企業進行數位轉型、完成教育訓練與系統導入等工作²²，Frontier.cool 可針對不同企業量身打造客製化輔導模式，在一個月內協助客戶完成數位轉型。此雙元策略的施力，讓 Frontier.cool 不僅成功擴大平台參與規模與布片數量，也積累與外部關係、產業界等對象的交流經驗和數位轉型知識，是後續策略更新與平台調整的重要資源。

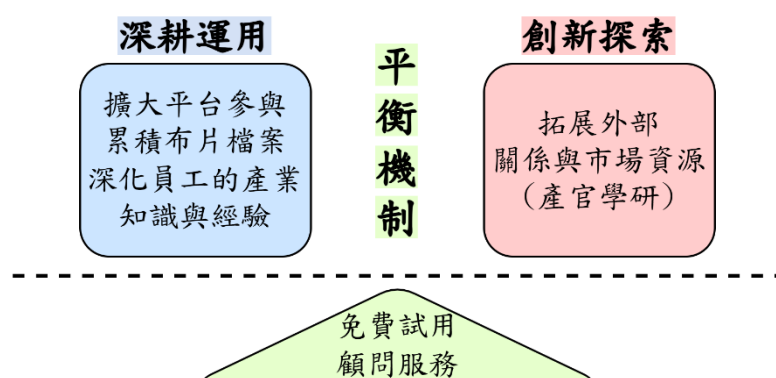


圖 5.3-1 第二階段平衡機制

²² 詳見 數位時代（2021）專訪臺灣通用紡織科技（Frontier）創辦人趙均埔：只要 3 美金，台灣紡織廠就能快速開發海外訂單！。檢索日期 2025/5/12

資料來源：本研究整理

「本來累積了 10000 塊的材料嘛，我們拿去跟品牌說要不要來看這裡很多材料，要不要使用？那品牌商就一定會說好，因為我們先免費提供給他…第一批大平台的客戶是這樣來的。」（李菁 執行長，2025 訪談資料）

5.3.7 數位創新結果

● 權限管理機制，提升資料安全與產業協作彈性

透過 Frontier.cool 全新權限管理模組，成功回應企業在數位資產控管上的多元需求。使用者可依據專案類型、組織職責或合作對象，自主建立專屬的數位布片資料庫、設定存取權限，透過嵌入代碼（Embed Code）或專屬連結的分享方式，即使在多方協作與業務往來過程中，仍可有效防範未經授權的資料存取，結合資料版本控管與異動紀錄來提升資料可追溯性，幫助企業數位化管理龐大布料資產，保障資訊存取安全性。

考量品牌對數位資產保護與資料控制的高度重視，Frontier.cool 僅擔任「技術協作夥伴」而非「資料主控者」，專注於提供安全穩定的系統支援，協助搭建私有化資料架構，使品牌能在安心無虞的前提下進行資料管理。

權限控管機制不僅加強資料資安，更強化產業間跨企業合作的靈活性。品牌、設計師與供應商可在平台中彈性選擇公開產品或私密分享給特定對象，有效建構同時具「隔離性」與「協作性」的資料交換機制，對於涉及機密技術、專利布料或尚未上市設計的高敏感性產業具高實務價值。

「尤其是就是 adidas 這種比較數位類型的公司，會很在意自己的數位資產，所以我們像是 *take a partner* 的概念，幫他們建置好技術，等於說把殼給他們，最後資料是他們去掌控，我們就沒有資料的運用權。」（李菁 執行長，2025 訪談資料）

● API 跨系統整合加速決策流程，從組織內部資訊流通到智慧生產效率

TextileCloud™ 平台的 Open API 技術，不僅串接異質系統的資料結構與作業流程，更建立起企業內部的數位協作機制。透過自動、即時的資料交換來加速資料處理的效率，

將團隊內部的線性溝通轉向多角色即時互動模式，使設計、業務、生產部門等同仁利用平台即時存取與共享最新資料，提升溝通效率與決策準確性。企業得以在不增加人力成本的前提下，實現橫向資訊整合與縱向流程管理，逐步邁向智慧化生產與決策管理。TextileCloud™讓企業完成「內對內」的智慧化與流程整合，提升作業效率與資料治理能力，也為未來與外部夥伴串接打下穩定基礎。

表 5.3-1 第二階段個案分析表

理論		觀察重點	
制定	認知	產業需求	企業能力
		疫情使運輸受阻、樣布無法出口，才強勢推動轉型需求。 產業需要私有雲管理數位布片，自主管控資料安全。	經營策略：以供應鏈為核心，多等級訂閱制與公私兼容平台架構，加速產業轉型。 資源整合與分配：基於初代平台基礎與使用者回饋，建構私有平台架構。
	行動	探索可供性	
		物質性	機會
		權限控管模組，提升數位素材儲存安全性。 API 串接系統與 3D 設計，創造環保行動的可能性。	
		雙元可供性實現	
		深耕運用	創新探索
		建立 AI 團隊，培養組織自主研發能力。(2021) 持續強化掃描技術與演算法，針對織品垂墜感、拉伸等物理數據進行開發。	與 So Real、Browzwear、CLO 等合作，拓展數位布片 3D 應用場景、強化 3D 掃描技術。(2021) 舉辦高峰會、參與國際競賽 SelectUSA Investment Summit。(2021)
		平衡機制	
		免費試用與轉型顧問：累積布片資產與轉型經驗、獲得外部關係資源(2021)	
數位創新	結果	權限管理機制，提升資料安全與產業協作彈性。 API 跨系統整合加速決策流程，從組織內部資訊流通到智慧生產效率。	

資料來源：本研究整理

5.4 第三階段：銷售與推廣

5.4.1 產業需求

- 一貫廠的數位轉型需求，從生產製造延伸至銷售推廣

紡織產業分工精細，大致可分為紗線業、織物業、不織布業、染整業，依照處理工序的差異，可區分為負責一種工序（如染整代工廠）的單一製程廠，或作業涵蓋原物料加工、織品開發設計、銷售等完整製程的一貫廠，而工廠型態差異不僅反映在製程技術，更呈現出不同的數位轉型需求。持續觀察使用者回饋中發現，相較於單一製程廠，一貫廠因品牌經營或商品出口需求，希望平台能提供銷售支援相關功能，一貫廠不僅需要將布料資訊數位化，更期待數位布片能作為行銷與接單的媒介，用於拓展業務。

「如果是代工廠，他只做一個工段，可能就沒有迫切的數位化需求…可比如說我是一貫廠的布廠，就是從織、染到成品都是在我家，所以有賣布需求、要出口要去做全世界品牌，一定要數位化。」（李菁 執行長，2025 訪談資料）

- 從「賣出去」的角度思考，供應商推動數位化的核心是銷售

關於數位化，品牌商與供應商的轉型邏輯大不相同。品牌商多關注數位資產的保護與自主控制能力，強調布片管理效率並保障商業機密與資訊的安全性；供應商則更重視「產品是否被看見」、「如何賣出去」，數位化的核心價值體現在提升銷售效率與成本效益，而非單純資料保護。

而供應商可透過掃描與雲端技術，將產品細節、質感與紋理以高品質的數位形式呈現在平台，簡化原本仰賴實體樣布寄送與人工的作業流程，降低時間與溝通成本，達到更具成本效益（Cost-efficient）的銷售模式。當客戶能夠在平台瀏覽供應商全系列的產品，並透過熟悉、直覺的搜尋方式（如以圖搜圖或關鍵字搜尋）快速比對商品時，整體採購流程將更加順暢，有助於提升成交率與合作意願。

「你去想供應商的角度，他還是希望能越多的 *digitize*、接觸更多客人…所以對供應商來說，他永遠是需要這位工具去 *increase sales, Cost efficiently*。」（李菁 執行長，2025 訪談資料）

5.4.2 企業能力

- 經營策略：捕捉產業需求，區分使用者屬性開發差異化產品線

Frontier.cool 於在開發初期即設定明確的目標市場，優先鎖定出口導向、規模較大、具轉型意識的上市櫃公司，對於布料供應商在銷售支援與產品推廣新需求，Frontier.cool 開始研發行銷與銷售相關數位工具，實現平台在接單、銷售、業務推廣、客戶互動的各項功能，並正式將平台使用者明確區分為供應商、品牌商等角色，針對角色特性與需求制定差異化推廣策略。

「針對這幾個對象特定的特性，尤其是品牌商跟供應商需求不同，我們就開了不同的產品線給他們。」（李菁 執行長，2025 訪談資料）

- 資源整合與分配：既有技術與資源開發新產品，快速回應銷售需求（2023）

面對供應商所提出的「銷售推廣與價值創造」需求，使團隊重新調整現有資源與平台應對策略，決定以數位布片檔案與團隊持續研發的 AI 演算法作為基礎，發展出 FabriSelect™及 AI SaleSync™作為全新的銷售應用工具²³，將服務範圍從布料雲端管理、企業跨域協作平台，逐步擴大至紡織實體展會展示、業務推廣等多元的商務應用。此階段的產品策略轉向，展現出 Frontier.cool 在產業出現的新需求與產品研發挑戰時，團隊的快速應對能力與敏銳判斷。

「大概是在 2023 年，我們大概 try 了兩年發現廠商還是只在乎『有沒有把布賣出去？有沒有個好工具賣？』給他的業務去用，所以我們就，對，轉換。」（李菁 執行長，2025 訪談資料）

5.4.3 探索可供性

- 展會即時互動，AI 技術提升現場銷售接觸的客戶體驗與銷售效率

因此，團隊開始思考數位科技在 B2B 銷售場景中的應用可能性。在傳統模式下，除

²³ 詳見 台北紡織展 TITAS (2023) [參展商介紹-臺灣通用紡織科技股份有限公司 Frontier.cool](#) 會展、業務管理數位工具雙刀流，無痛轉型斬獲新舊客戶。檢索日期 2025/6/24

實際業務拜訪、供應商與品牌簽訂合作關係之外，國際展會更是接觸新客戶、擴展市場的關鍵途徑。業者經常參加國際展覽，例如紐約 PI Apparel (Product Innovation Apparel)、德國法蘭克福國際紡織品及柔性材料縫製加工展覽會 (Texprocess)、韓國首爾國際紡織展覽會 (PIS) 及台灣台北紡織展 (TITAS) 等，展會讓供應商展示布料新品、讓品牌商與設計師順利採購布料，也成為數位創新產品、3D 設計、虛擬製造與試穿技術、永續供應鏈等國際趨勢發表與交流的重要場域。

針對過往參展需攜帶大量實體樣品的負擔，可透過數位布片檔案結合銷售功能來提升現場互動效果與後續訂單追蹤，只要在展會現場展示布料對應的 QR Code，客戶掃描後可取得數位布片資訊並收藏進個人清單，省去手寫紀錄與與樣品攜帶的困擾。

「因為早期我們的營運模式都是業務拉著兩箱樣品在全球世界各地跑，飛來飛去參加各大展場。」(曾文宏 年興紡織業務部業務經理，2021 Frontier.cool 訪談資料)

● 串連線上線下，從展會接觸到顧客導向的行銷推廣策略

數位技術的價值不只改善展會互動，也串連起線上線下的銷售流程。當採購人員完成掃描後，系統會自動彙整其收藏品項與報價單，並於展會結束後寄送郵件至客戶信箱，展現出供應商積極專業的品牌形象，以提升交易成功率與維護買賣方關係。

實體展會結束後，企業只要將展會互動資料如洽詢紀錄、點擊頻率與顧客資訊整合至系統，透過 AI 技術進行特徵分析與顧客分群，就可替每位顧客製作專屬布料推薦列表，也對後續產品設計、行銷與業務策略提供決策參考。

「客戶回到辦公室就收到 email，知道說我剛剛看到的布通過平台無時差協作，搶先別人一步，讓客戶知道這家供應商有記得我、他知道我要甚麼東西。」(張亦賢 數位轉型顧問，2022 經濟部工業局紡織業雲端輕量策略轉型講座資料)

5.4.4 深耕運用

● 區隔使用者需求，從開放平台邁向差異產品線的創新服務 (2023)

為滿足平台使用者多樣化需求，Frontier.cool 選擇調整平台架構與服務模式，從公開

共享大平台，轉為根據不同角色提供差異化功能的複合式、客製化平台架構，將供應商與品牌商透過不同產品線區隔開，團隊亦持續地檢視現有平台、服務、有形與無形資產，讓資源可以被深耕運用，透過更新、重組來回應新需求。

「以前是大平台嘛，就是大的 *sourcing* 平台、全部都是 *open* 的。後面就慢慢變成品牌的私有雲，客製給他一個殼，資訊由他去完成，我們只幫他去作維運。那供應商的話，我們是用賣類似銷售工具，幫你做完數位化之後你可以用數位化資產去做銷售，這幾個模式就慢慢演化出來。」（李菁 執行長，2025 訪談資料）

● 開發銷售工具，讓數位布料於 B2B 銷售場景中延伸商業價值（2023）

團隊以既有平台回應供應商的新需求，特別是「產品銷售與採購」與「資料價值轉化」兩面向，開發 FabriSelect™與 AI SaleSync™兩款數位銷售工具，它們是獨立於 TextileCloud™平台外的擴充工具，只要將其連接 TextileCloud™的數位布料資料，並融合團隊持續深耕的紡織 AI 技術，即可延伸數位布片在展會與業務銷售的實用性。

FabriSelect™是專為實體展會所設計的工具，可將數位布片資料轉為專屬 QR Code，並擺設於實體展會攤位上，讓布料買方於展會現場掃碼後即時獲取布料資訊並收藏至清單中，FabriSelect™可同步記錄買家聯絡資訊與掃描行為，並將資料回傳至儀表板進行統計分析，有助於供應商掌握熱門布料與潛在買家名單，強化展會交易轉換率。

AI SaleSync™則以強化業務流程與客戶資料管理為導向，整合 TextileCloud™平台中的數位布料管理系統與 Digital Thread™機制，結合產品生命週期從設計、開發、生產、測試、銷售、維護的資訊，建立專屬布料銷售的「材料導向 CRM」。AI SaleSync™可協助企業進行深度資料追蹤與智慧化訂單處理，用以提升業務決策效率，讓原有布料系統累積的資訊創造出具體商業成效。

「對於供應商來說，發現其實他更需要的是銷售工具，所以我們怎麼幫他更快、更有效率的賣出去？然後收集客戶的資訊，所以就演變出了 *fabriselect* 這種在展會上用的工具…類似像 CRM，但是我們是『專注在材料上的 CRM』。」（李菁 執行長，2025 訪談資料）

5.4.5 創新探索

● 導入工研院 NLP 技術，強化語意搜尋與使用者體驗（2022）

TextileCloud™平台被定位為設計端與供應端間的溝通橋樑，主要協助買賣雙方線上跨域完成布料採購交易，但設計師與供應商對布料的描述方式存在語言落差。例如，平台使用情境中，設計師偏好使用風格化詞彙（如挺度佳、刷舊感）進行關鍵字搜尋，但供應商習慣以技術術語（如棉彈斜紋布、高磅數丹寧）來上傳布料商品，影響平台商品搜尋效果，採購端因為輸入偏好找不到想要的商品，商品也難以觸及到潛在客戶。

為解決此問題，2022 年 Frontier.cool 與台灣工業技術研究院合作，導入自然語言處理(NLP)技術²⁴強化搜尋引擎的 Prompt 系統，提升系統對商品描述的理解與對應能力，讓系統可辨識布料的物理特徵並自動標註種類與功能性。例如，使用者上傳牛仔布時，系統能自動辨識類型，給予「耐磨」、「厚實」等特性標籤²⁵，強化布料搜尋的精準度與平台操作體驗。

● 異業結盟開發紡織晶片，升級布片運算效能（2022）

Frontier.cool 與新創硬體公司一元素科技合作，攜手開發專為紡織業所設計的「紡織晶片」²⁶，該晶片整合 Arm 處理器架構與 Xilinx FPGA（可程式化邏輯閘陣列）運算架構，可提升布片掃描、影像分析與特徵擷取的處理速度，並輸出更高精度掃描圖檔。

當時，各大品牌亦陸續導入虛擬技術應用於服飾開發與試穿，因此數位化掃描技術需更穩定的運算效能，透過此次異業結盟策略，團隊提升產業中虛擬技術實際落地的可行性，Frontier.cool 也獲得外部技術資源來強化平台在紡織數位基礎建設中的領先地位。

5.4.6 平衡機制

● 公私協力：深化外部關係，企業無痛轉型補助方案（2022）

²⁴ 詳見 CIO Taiwan（2022）[工業局推薦典範企業-臺灣通用紡織 Frontier.cool](#)。檢索日期 2025/6/25

²⁵ 詳見 台灣經貿網（2021）[整合與共融 數位化再創新 企業彎道超車好機會](#)。檢索日期 2025/6/25

²⁶ 詳見 工商時報（2021）[科技綠能-進軍 2022CES 展 Frontier 推 ARM 架構紡織 3D 晶片](#)。檢索日期 2025/6/25

Frontier.cool 參與 2022 年經濟部工業局「數位雲服務主題式研發補助計畫」與「雲市集工業館數位點數補助計畫」²⁷，獲得政府關係網絡與資金。此公私協力的平衡機制，搭配「幫助企業申請補助、媒合資源」的經營策略，降低中小型廠商導入 TextileCloud™ 的門檻與壓力，實現企業「無痛轉型」，成功讓平台新增約 20 家以上企業用戶，團隊在規模擴增的同時持續與使用者溝通，進而形成平台升級循環、迭代強化功能，創造政府與企業對數位轉型一致願景，推動台灣紡織業邁向數位創新產業生態系。

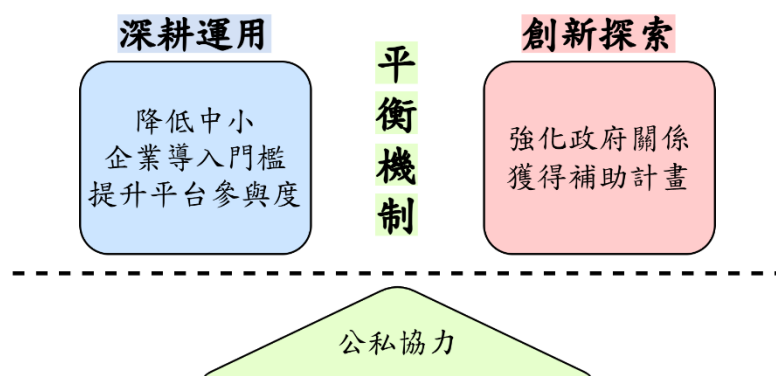


圖 5.4-1 第三階段平衡機制

資料來源：本研究整理

5.4.7 數位創新結果

- 精簡展會採購與銷售流程，銷售報價與選品清單加速交易促成

過去供應商需要花費高昂成本準備多套樣品，而團隊便整合 TextileCloud™ 中的數位布片檔案及 Sourcing Library 資料庫模組，開發出 FabriSelect™ 展會工具。

讓供應商只需攜帶少量樣品、在展會現場擺設布料商品對應的 QR Code，客戶即可透過手機線上瀏覽廠商販售的全系列商品資訊、規格與色卡，快速挑選感興趣的款式，並透過後台系統蒐集數據，協助銷售業務記錄客戶選品偏好、詢價項目，自動製作報價清單回傳客戶，讓銷售業務專注於處理高附加價值的工作，例如：針對客戶需求進行產品組合規劃、強化展會後顧客關係經營等。

²⁷ 詳見 CIO Taiwan (2022) [產業瞭望-工業局推薦典範企業 — 臺灣通用紡織 Frontier.cool](#)。檢索日期 2025/6/25

對採購方而言，FabriSelect™讓採購人員免去手抄紀錄和拍攝樣布，只要掃描 QR Code 就能自動建立選品清單，即時與團隊進行討論加快採購決策。數位科技加強了買賣雙方互動與交易成功機會，為銷售與推廣帶來可衡量成果。

● 提升組織效率、降低樣布與樣品製作，實踐永續價值

數位工具改變傳統以樣品為主的銷售邏輯，無論在內部營運或外部銷售，都有效減少展示樣品、印刷資料、物流運輸等實質資源浪費，既改善企業營運效率、也落實永續環保的實質行動。

「最大的效益是，樣品製作的部分就減少了很多，以前四個到五個業務出去跑不同客人的時候，光產品可能就要做四到五套，甚至更多。透過數位化，我可以精簡成一至兩套，分別秀給不同客戶參考。」（曾文宏 年興紡織業務部業務經理，2021 Frontier.cool 訪談資料）

● 展會後資訊累積成資產，讓關係經營走得更長遠、提升銷售精準度

在傳統業務互動中，客戶離開展會攤位後，雙方溝通常常就此中斷。但導入數位工具後，即使離開展會、甚至從未參加展會，亦可透過 QR Code 進入 TextileCloud™的 Sourcing Library 數位資料庫，重複查看感興趣的布料、瀏覽產品細節，甚至完成預採購。業務人員也能根據 FabriSelect™和 AI SaleSync™，將展會當下熱門布料 QR Code 被掃描的次數、客戶瀏覽紀錄保存起來，進行訂單追蹤與舊客互動，提升潛在訂單成交可能性與維護既有客戶關係。透過數位銷售工具，企業不只強化當下展示，更能累積有用的展會互動資料，將資訊轉化為後續行銷策略，讓一次性的銷售會面延伸為持續經營的顧客關係。

「客人給的時間大概只有三十分鐘，業務要呈現最好的東西，但客人不一定能完全吸收，可是在展示之後，客人還可以上網路去把他覺得有興趣的東西再拉回來看。」（曾文宏 年興紡織業務部業務經理，2021 Frontier.cool 訪談資料）

表 5.4-1 第三階段個案分析表

理論		觀察重點	
制定	認知	產業需求	企業能力
		一貫廠的數位轉型需求，從生產製造延伸至銷售推廣。 從「賣出去」的角度思考，供應商推動數位化的核心是銷售。	經營策略：捕捉產業需求，區分使用者屬性開發差異化產品線。 資源整合與分配：既有技術與資源開發新產品，快速回應銷售需求(2023)
	行動	探索可供性	
		物質性	機會
		展會即時互動，AI 技術提升現場客戶體驗與銷售效率。 串連線上線下，從展會接觸到顧客導向的行銷推廣策略。	
		雙元可供性實現	
		深耕運用	創新探索
		區隔使用者需求，從開放平台邁向差異產品線的創新服務。(2023) 開發銷售工具，讓數位布料於 B2B 銷售場景中延伸商業價值。(2023)	導入工研院 NLP 技術，強化語意搜尋與使用者體驗。(2022) 異業結盟開發紡織晶片，升級布片運算效能。(2022)
		平衡機制	
		公私協力：深化外部關係，企業無痛轉型補助方案。(2022)	
數位創新	結果	精簡展會採購與銷售流程，銷售報價與選品清單加速交易促成。 提升組織效率、降低樣布與樣品製作，實踐永續價值。 展會後資訊累積成資產，讓關係經營走得更長遠、提升銷售精準度。	

資料來源：本研究整理

5.5 第四階段：多元新應用

5.5.1 產業需求

- 國際趨勢與法規推動的永續目標

隨著全球氣候變遷的影響日益加劇，環境保育責任成了企業不得忽視的議題，各永續標準與國際法規也相繼推進，如碳邊境調整機制（CBAM）、供應鏈碳揭露與 ESG 資訊揭露等規範，成為企業進入國際市場的基本門檻。Nike、Adidas、GAP 等品牌陸續宣示 2050 年前達成淨零碳排²⁸，並積極導入 SBTi（科學基礎減量目標倡議）等國際碳管理架構，要求供應商全面盤查產品從原料、生產到廢棄物等產品生產週期的溫室氣體排放，並依據 ISO 14064 與 ISO 14067 標準完成碳足跡計算作為合作前提。

「對，就是有一些不同的需求就出現了，譬如說碳足跡的部分，因為布料資料上，品牌現在大家都在講 2030 年要降 50%。」（李菁 執行長，2025 訪談資料）

- 碳足跡控管與生產前的控制成本

對品牌商而言，織品原物料生產與採購是產品生命週期碳排放（Scope 3）的主要來源，服飾與鞋類在採購階段可能產生成品約 80% 的碳排量，所以生產前掌握原料來源與碳排量成為環保關鍵。然多數廠商缺乏技術與知識，無法獨自完成碳足跡調查，市面上專為廠商完成碳排統計的服務便相繼推出。面對環保規範與消費者期待的多重產業需求，Frontier.cool 需發展能協助供應商整合產品資料與碳足跡的數位服務。

「其實成衣跟鞋子這類採購產品上的 Footprint，這個 Carbon emission 是 Footprint 最高的。在他的所有的如果把 scope3 算進去，採購的成衣和鞋子占他的這個所有的 Carbon emission 的 80%，所以它最大的排碳量在採購的產品裡面。」（李菁 執行長，2025 訪談資料）

²⁸ 詳見 台灣織襪工業同業公會（2022）[紡織業數位永續方案－從數位布料開發協作到布料碳足跡管理](#)。檢索日期 2025/6/25

5.5.2 企業能力

- **經營策略：網站大改版，調整與客戶溝通的語言、回應永續等新興需求**

Frontier.cool 的靈活策略不僅體現在技術開發與資源調度上，更延伸至市場溝通與商業語言的轉換。團隊認為，官網是與客戶的溝通語言、是重要的行銷工具，早期官網主要強調掃描技術的前瞻性與 AI 演算法效能，可在實務經驗中觀察到，使用者更在意實際效益與銷售成長率，例如平台能如何幫助銷售？數位布片能應用在哪裡？獲得的具體效益等。因此，Frontier.cool 於 2024 年對官網改版，將推廣內容轉換成銷售額與協作效率提升、資源控管效益、客戶評論等具體效益。

面對國際法規如 ISO 14067 或 SBTi 等關於產品碳足跡管理要求，Frontier.cool 便積極開發永續工具和服務，強化平台和數位布片檔案在永續資訊的即時性與透明度。

「最大的原因，是我們發現如何跟客戶溝通。網站其實就是我們做 marketing，讓客戶能夠一目了然的知道我們打到甚麼痛點。過去我們在推這個 TextileCloud™ 比較著重『技術有多好』，但現在更實際去面對客戶真正需求。」（李菁 執行長，2025 訪談資料）

- **資源整合與分配：串接外部專業資源，擴展永續服務**

在永續服務的布局上，Frontier.cool 選擇與外部夥伴策略性的整合資源，而非從零全學習碳足跡等永續相關知識。2021 年與德國環境數據專業機構 Made2Flow 共同開發全新的 Eco-Impactor® 永續工具²⁹，採用德國 LCA 軟體資料庫資料建構符合 ISO 14064、ISO 14040 標準的碳排估算方法。選擇導入外部成熟碳排資料並整合進平台架構策略，讓團隊不必耗時學習永續領域中專業知識與技術，也降低開發與維運成本，是企業快速切入新領域的解決方案。

²⁹ 詳見台灣織襪工業同業公會（2024）[AI 數位化如何幫助紡織業實現減碳目標](#)。檢索日期 2025/6/27

5.5.3 探索可供性

- 生成式 AI 技術，驅動虛實整合的永續織品設計（2024）

不斷探索技術的過程中，Frontier.cool 辨識到生成式 AI 的潛力，AI 可直接從文字指令（Prompt）創造出圖像與素材應用於紡織設計，實現無中生有的虛擬布料，後續亦可將其用於智慧製造來完成虛實整合的產品製作。設計師僅需輸入風格與材質描述，即可產生新數位素材，AI 技術不只建構全新的產品設計路徑，也降低原物料資源在製作過程的浪費，使創新與環保目標同步實現。

「生成式 AI 就是可以根據你的 prompt，你告訴 AI 需要什麼材料，AI 幫你虛擬製作一塊，無中生有一塊數位材料出來，那是去年（2024）我們剛完成的一個專案，這個也是有提供給成衣廠去使用的。」（李菁 執行長，2025 訪談資料）

- 數位布片成為永續治理與供應鏈管理工具

數位布片的標準化資料結構設計，使其可延伸為「產品數位護照」。只要將環境影響數據如溫室氣體排放量（Greenhouse Gas, GHG）、用水量、土地使用量等資訊整合進數位布片檔案之中，就可滿足 ISO 14067 與 SBTi 等國際準則中產品生命週期對碳排資訊的揭露要求，快速回應歐盟產品數位護照的永續需求。

「平台其實加入任何資料都可以，只要是布料相關的 Data、生產數據、碳足跡…任何的材料通過的認證等等，其實都應該要在上面一目了然。」（李菁 執行長，2025 訪談資料）

- 探索潛在可供性：科技賦能個人創作、情感表達實現

創辦人設想的未來時尚不只是品牌主導，而是人人都能參與的創作過程。只要透過生成式 AI、3D 設計軟體與平台，讓使用者自行輸入需求與設計理念，就可利用 AI 產生設計草圖，由系統自動在 TextileCloud™ 平台配對布料供應商，完成單件、個人化產品開發，科技不僅強化人們的創作表達與時尚發展，也讓供應鏈具備 B2C 彈性連動的可能性。未來人們在虛擬空間中表達個性與情感時，數位布片也能成為視覺風格與審美價值傳遞的媒介，回應「自我實現」的文化趨勢。

「AI 幫你配對供應商，自動生產有了機器人之後，robotics 可能在很 localize 的地方生產…未來大家可能一週工作兩天，那剩下的五天可能會做很多事情在表達自我情感、表達自我審美。」（李菁 執行長，2025 訪談資料）

5.5.4 深耕運用

● 成立數位紡織服務中心，現有設備與掃描技術用於新業務（2023）

品牌陸續要求廠商提供數位布料檔案，但品牌需要的檔案規格不一，且未導入技術的供應商難以回應品牌的高規格要求。由產業痛點轉為商機，2023 年 Frontier.cool 成立「數位紡織服務中心」³⁰，原本專注經營 SaaS 雲端平台與數位工具的 Frontier.cool 正式投入布料數位化的實體服務。

這項全新業務就是團隊深耕既有資源如自有專業設備、人力、AI 掃描技術的實例，由供應商將實體布料寄送至服務中心，Frontier.cool 依據 adidas、Under Armour、KARL LARGERFELD（老佛爺）等品牌規格如圖像精度、布料垂墜與褶皺呈現等要求，完成布料掃描、建檔與上傳的程序，省去供應商自學系統與設備操作的負擔，而服務中心也成功通過品牌 adidas 官方認證，成為 adidas 全球布料數位化的合作夥伴。

「廠商很痛苦，要面對這麼多品牌，不可能每個標準都學起來，那廠商就會找服務商。因為我們有機器所以幫大家做，但這不是我們主要業務。」（李菁 執行長，2025 訪談資料）

● 拓展數位布片應用場域，深化 AADT 與 CLO 等外部關係與跨域連結（2023-2025）

Frontier.cool 與台灣紡織數位升級發展協會(AADT)合作多年，並在 2023 年與 AADT 正式簽署合約³¹，共同推廣 TextileCloud™ 平台與布料掃描技術，讓台灣創新技術與國際接軌，並提升國內廠商的數位化比例。2025 年，Frontier.cool 與 AADT 再度合作，推動

³⁰ 詳見 紡織月刊（2023）[Frontier.cool 服務中心開幕為 adidas 指定布料數位化夥伴](#)。檢索日期 2025/5/30

³¹ 詳見 LIFESTYLE（2023）[Frontier 與 AADT 簽約加速紡織數位化進程](#)。檢索日期 2025/6/27

「meta-fabric 數位布料圖庫」計畫³²，專為服裝設計、3D 動畫等設計相關教育端與產業端提供素材來源。透過此計畫，Frontier.cool 通過既有夥伴關係網絡提升布片再利用率、吸引更多平台參與，強化 Frontier.cool 在產業中的地位。

數位布片早已融入於 3D 服裝科技公司 CLO Virtual Fashion 所開發的 VStitcher、Lotta 等設計工具中，用於虛擬打樣與樣衣模擬等應用。Frontier.cool 與 CLO 更在 2024 年將關係升級為策略夥伴³³，不僅延續原有技術對接基礎，更共同探索數位布料創新應用，例如即時渲染、布料物理特性模擬等。

5.5.5 創新探索

● 獲國發基金投資、參與永續論壇，建立外部創新支持基礎（2023）

Frontier.cool 藉由參與國際展覽、競賽、投資計畫，與外部資源與關係網絡建立連結。2023 年，Frontier.cool 獲得國發基金種子輪募資³⁴、並參與「第二屆去中心永續發展論壇」³⁵，獲得政府對數位紡織平台潛力的肯定和資金援助，團隊亦透過論壇分享與 ESG、AI 等不同領域新創公司與學研單位建立連結，團隊以向外建立新關係策略強化品牌形象與公眾能見度，更掌握了最新的政策導向與科技新知。

● Web Summit、Bharat Tex 印度全球展會，接軌國際市場（2024、2025）

2024 年，Frontier.cool 在新創國際發展計畫 G Camp 帶領遠赴葡萄牙參與全球科技新創盛會 Web Summit³⁶，向國際展示 TextileCloud™平台與數位掃描技術，並接觸歐洲各地潛在投資人、品牌商與創新團隊。2025 年，Frontier.cool 參與 Bharat Tex 2025 印度全球紡織展³⁷，展會聚集 3,500 家企業與 100,000 名參觀者，是重要 B2B 紡織合作盛會，

³² 詳見 AADT（2025）[Meta Fabric](#)。檢索日期 2025/6/27

³³ 詳見 Frontier.cool（2024）[Frontier.cool 與 CLO 虛擬時尚合作](#)。檢索日期 2025/6/27

³⁴ 詳見 遠見雜誌（2023）[數位紡織平台 Frontier.cool 靠 AI 管布料引國發投資](#)。檢索日期 2025/6/27

³⁵ 詳見 EVENTGO（2023）[去中心永續發展論壇 Future Commerce 2023](#)。檢索日期 2025/6/27

³⁶ 詳見 中華民國僑務委員會（2024）[G Camp Taiwan 率臺灣 8 家新創公司 參與歐洲最大 Web Summit 盛會](#)。檢索日期 2025/6/27

³⁷ 詳見 Frontier.cool（2025）[Beyond Bharat Tex 2025: The Digital Evolution of Textiles with](#)

團隊亦與 Texperts 等國際企業交流、接洽。積極與外部單位建立連結的策略，不僅提升 Frontier.cool 在產業界知名度，更在技術導入、市場推廣方面擴展能量，實現技術與市場兩端兼顧的創新策略。

5.5.6 平衡機制

● 雙元策略迭代永續服務，「永續顧問輔導+系統串接」回應需求

在永續服務發展過程中，Frontier.cool 兼顧了深耕運用與創新探索的雙元策略。2021 年，Frontier.cool 與德國新創公司 Made2Flow 技術合作，透過全球 LCA 軟體資料庫所收錄之原物料平均碳排數據，結合既有 TextileCloud™平台推出永續轉型工具「Eco-Impactor®」來協助廠商完成環境影響評估，利用 Eco-Impactor®預估及比較不同布料的溫室氣體排放、用水量與土地使用資訊作為規模生產前參考，降低環境污染與提升選料效率。原先 Eco-Impactor®永續資料是由歷史平均值預估，但設計師使用後反映預估資料無法真實地、準確地揭露商品碳足跡。

「在 2021、2022 年吧，有先跟德國的新創企業 Made2Flow 做碳足跡預測。但預測就是用全球平均值，根據材料組合去算平均預測值，那拿給設計師之後，設計師說『可是我需要的是真實資訊』。」（李菁 執行長，2025 訪談資料）

團隊便重新調整做法，建立「永續顧問輔導+系統串接」雙軌機制。考量團隊內部成員主要為工程與紡織背景、缺乏永續背景，Frontier.cool 選擇與國內專業顧問公司合作，由外部機構輔導廠商完成實際碳排資料收集與計算，Frontier.cool 再將永續資料整合進 TextileCloud™系統。此策略可以發展 Eco-Impactor®模組快速試算碳排的功能，也能透過實際數據強化 TextileCloud™平台資料的可信度與實用性。讓數位布片被深耕運用轉化為可承載環境資訊的數位載體，此平衡機制亦呈現了團隊產業需求與技術限制間，傾向與外部機構合作來找到務實又快速可行的解法。

「後來我們就跟台灣計算碳足跡服務公司合作，告訴他如果有客戶需要碳足跡，就請你們去輔導。輔導之後這個足跡的數據要放在我們的平台上，品牌設計師在選的時候就能選比較低碳的材料。」（李菁 執行長，2025 訪談資料）

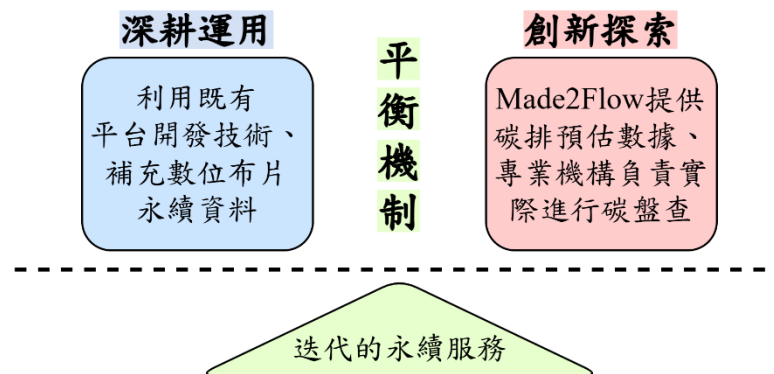


圖 5.5-1 第四階段平衡機制

資料來源：本研究整理

5.5.7 數位創新結果

- 科技提升銷售效率、改善溝通、強化資料流通，推動組織全面轉型（2024）

產業與數位平台 TextileCloud™的關係，隨著時間推進逐漸深化與轉變。許多廠商一開始對平台感到不確定，從抗拒、觀望到試著使用，慢慢習慣後意識到科技在帶來的實質助益。TextileCloud™的某供應商用戶最初僅購買 20 組帳號進行試用，半年後因業務與設計部門反映使用便利，企業隨即將帳號擴增至 50 組、加購平台儲存空間，呈現產業「嘗試使用」到「全面導入」的明顯轉型。此案例說明數位科技不僅是支援性工具，更幫助組織促進資訊共享、生產流程改善，管理層能從實際數據看見顯著效益，包括銷售效率提升、順暢的內部溝通情況與即時資料流通。

「去年(2024)有廠商以前大概 20 個 Account 然後他在半年內就加了 3 倍，他後來變成 50 個 Account、空間也買很多，他以前預計可能一年數位化只要 100 片，結果發現整個模式對生意、Team 溝通和在 sales 的效率是很好的，所以他又擴大布料空間。」（李菁 執行長，2025 訪談資料）

● 透明可溯源的碳排資訊為核心，從供應商到品牌端的永續行動

當永續環保成為品牌與消費者關注點，Frontier.cool 便不僅是數位工具提供者，而是引導產業鏈實踐永續資料透明化的關鍵推手。

從供應商端開始，Frontier.cool 協助廠商依照碳足跡大小進行布料分類，建立「環保布料資料夾」，讓業務在與品牌商互動時推薦低碳材質。這不僅讓永續在實務上變得更加具體，也幫助供應商看見自家產品在環境議題上的定位與價值，進而滿足 ESG 的社會責任。若供應商能主動提供碳排分析報告，品牌自然傾向與資訊透明可溯源、商品更環保的供應商合作，讓供應商對永續行動轉化為商業價值及顧客信任。

「碳足跡是未來關鍵數據，因為品牌在設計的時候，如果能採用較低碳、有完整數據的產品，就可控制碳排達減碳目標。」（李菁 執行長，2025 訪談資料）

而品牌端藉由平台整合的紡織布料碳排放、用水、用電等能源消耗資料，從採購階段就開始實施環保策略。特別是在服飾與鞋類產業中，布料原料占整體產品碳足跡的 80%，因此採購階段的碳排控管便成為關鍵，品牌可依據年度永續政策與企業治理目標編列碳排預算，減少產品對自然環境造成的衝擊。

TextileCloud™和 Eco-Impactor®使減碳行動跳脫道德層面的環保訴求，而真正內嵌於企業資源分配與決策體系中，從產品設計、原物料採購、成本控管到營運治理，協助產業鏈貫穿全流程的永續行動。

「對品牌商來說，什麼是 *sustainable future*?作為供應鏈，我們其實在產品製程上的減碳真的盡了非常大的心力。但對於品牌商來說，他們真的想要的 *sustainable future* 不只是在製程上減碳，而是整個供應鏈的商業、生產模式的整體改變。」（李菁 執行長，2022 淨零碳排之路-研討會資料）

表 5.5-1 第四階段個案分析表

理論		觀察重點	
制定	認知	產業需求	企業能力
		國際趨勢與法規推動永續目標。 碳足跡控管與生產前控制成本。	經營策略：網站改版，調整與客戶溝通語言、回應永續等新興需求。 資源整合與分配：串接外部專業資源，擴展永續服務。
	行動	探索可供性	
		物質性	機會
		生成式 AI 技術，驅動虛實整合的永續織品設計。(2024) 數位布片成為永續治理與供應鏈管理工具。 探索潛在可供性：科技賦能個人創作、情感表達實現。	
		雙元可供性實現	
		深耕運用	創新探索
		成立數位紡織服務中心，現有設備與掃描技術用於新業務。(2023) 拓展數位布片應用場域，深化與 AADT、CLO 等外部關係與跨域連結。(2023-2025)	獲國發基金投資、參與永續論壇，建立外部創新支持基礎。(2023) Web Summit、Bharat Tex 印度全球展會，接軌國際市場。(2024/2025)
		平衡機制	
		雙元策略迭代永續服務：永續顧問輔導+系統串接回應需求。	
數位創新	結果	科技提升銷售效率、改善溝通、強化資料流通，推動組織全面轉型。(2024) 透明可溯源的碳排資訊為核心，從供應商到品牌端的永續行動。	

資料來源：本研究整理

5.6 跨階段個案分析

本研究以 Frontier.cool 為研究對象，探討新創科技業者如何在環境與產業需求快速變化下，運用自身企業能力制定數位平台的創新服務與功能，透過可供性探索與組織雙元可供性實現將科技應用於產業實務中，為改變傳統生產流程、替永續高效的商業模式做出貢獻，打破產業轉型與數位化困境。

● 開展創新行動要掌握產業痛點，以專業洞見發展明確意圖

回顧個案能動性分析，創辦人於創業期初就掌握產業問題，就算布料生產的工藝與技術不斷精進，但供應鏈溝通模式還停留在舊有運作邏輯之中，從生產流程、產品銷售與訂單溝通都受限於物流，致使產業出現高庫存與資源浪費問題，亦無法回應品牌對「快速反應」及「永續目標」的期待，創辦人看到商機與發展潛力，延伸出利用科技幫助產業轉型的明確意圖。

基於團隊的專業洞見與科技素養，他們認為數位科技是改變產業模式的突破口，因布料作為紡織產業主要原料，只要開發數位化掃描技術並結合遠端協作的雲端平台，就能回應產業需求，建構永續環保、高效協作的創新產業生態。**個案能動性分析總結：**數位創新開展時，企業家需從產業痛點中判斷商機可行性並發展明確意圖，團隊應具備相應科技素養與遠見，兩者兼備才能真正實踐創新行動。

表 5.6-1 能動性命題分析表

理論		觀察重點	命題
能動性	問題	傳統流程仰賴人工揀選與實體樣布寄送，效率低且易出錯。 供應鏈存在協作與訂單溝通瓶頸，產業高庫存商模導致成衣損耗。ESG 與環境永續壓力帶來產業轉型需求。	開展創新行動要掌握產業痛點，以專業洞見發展明確意圖。
	意圖	科技協助產業轉型、推出布片掃描技術與協作平台，提升供應鏈溝通生產效率、降低資源浪費，實踐永續與 ESG 目標。	
目的		導入數位科技建立新商業模式，數位素材與 3D 設計加速生產並避免資源浪費，並建立創新數位紡織產業生態系。	

資料來源：本研究整理

與其他軟體公司不同，Frontier.cool 優勢在於團隊曾親自投入紡織產業，因家族過去多年從事紡織貿易而深度理解紡織業，如實際工廠作業流程、供應鏈協作模式、訂單交易重新打樣的資源浪費問題等，團隊因此能找出使用者真正痛點及需求。

分析跨階段平台發展歷程，第一階段發現紡織業布料及樣布管理、供應鏈訂單溝通的瓶頸，導致產業高庫存、資源浪費與知識傳承問題，此時數位工具協助供應鏈溝通並改善生產流程。第二階段疫情讓實體樣布無法出口，長期仰賴實體互動的產業協作機制瞬間失效，此時廠商們的數位化需求從效率提升，升級為維持營運的必要手段，紡織業者們也思考起資料開放、數位功能應用可行性，Frontier.cool 亦從使用者回饋了解資料自主控制權限、商業機密保護需求。隨著部分業者逐漸接納和轉型，數位工具更延伸出新的銷售需求，第三階段的數位創新轉為價值擴張，特別對於經營品牌與出口導向的一貫廠，數位工具被視為推廣與接單媒介，被用於展會互動、洽談商業交易、協助銷售決策等。第四階段由於永續規範與碳排資訊揭露的急迫壓力，產品被要求標示碳足跡與環境影響資料，數位工具的應用價值從產品銷售擴增至合規治理與永續責任。

● 痛點驅動漸進式需求，傳產因文化而被動式創新，角色有差異需求

跨階段創新歷程中，Frontier.cool 回應的產業需求呈現漸進式特性，如製程優化、營運持續、市場銷售、永續治理的演化軌跡，都凸顯了傳統產業在面對數位科技時，並非出於對「創新與轉型」的抽象追求，而是源於「具體痛點與外部壓力」的迫切反應。當出現資源浪費、人工知識依賴、樣布管理混亂、物流中斷銷售、永續資料的揭露等需求，企業難以利用現有流程應對，因此被迫尋找替代方案，這些痛點驅動數位轉型的特性，凸顯出傳產「被動式創新」的特性。

傳統產業普遍傾向維持熟悉流程，抗拒改變與學習新工具，在此文化慣性下，環境變化與國際規範（如 Covid-19、ISO 14064、ISO 14067 等）等外在因素反而成為推動創新的強大推力，因此數位服務開發者必須隨時關注產業與國際情勢，才能設計出貼近痛點和需求、低學習成本、考慮文化慣性的數位解決方案，讓創新不改變產業，而是「被產業使用」，讓科技不與傳統文化與既有營運模式互相抗衡，而是與其互補及共存。

● 快速回應與抓住機會，以資源重組與模組化延伸滿足需求

跨階段所展現的企業能力，彰顯出數位服務開發者以資源延伸、重組來滿足新需求的經營慣性。如第一階段充分運用過去累積的現有資源，包括人力資源、關係網絡、事務機設備等，展現出就地取材、快速試作的創新策略。第二階段為回應資料控管需求，團隊並未推翻原有系統，而是在平台基礎上擴充權限功能模組，將雲端資料庫從開放形式轉為彈性控制的客製化架構。第三階段面對銷售需求，Frontier.cool 亦將數位布片資料結合進新銷售工具 FabriSelect™ 之中，以 QR Code 形式於展會攤位中協助銷售。在第四階段，Frontier.cool 結合既有平台和外部機構 Made2Flow 的永續資料，發展出 Eco-Impactor® 數位工具，協助生產前預估原物料碳排放量，後續再與碳足跡機構合作將真實永續資訊融入原有的數位布片檔案之中。

產業需求變化快速，企業需要快速發展功能和服務才能抓住機會，四階段企業能力重複資源延伸整合的策略，團隊為避免大規模重建系統、研發耗時又複雜的未知技術，選擇模組化擴展平台功能、彈性整合現有資源快速回應需求。Frontier.cool 對於現有資源如內部團隊、技術、設備與知識基礎等，皆保持高度敏感與靈活調度與整合能力，因此可以快速將資源延伸運用。此經營特性與新創企業的組織特性密切相關，相較於資源豐富與制度完整的大型企業，中小型其業因組織彈性高、資源有限與規模較小而傾向資源延伸來節省時間與資金消耗，使得新創企業能更快速、靈活的調整經營策略，避免高風險與研發壓力。

● 需求驅動探索，可供性不只技術潛能，是情境中持續重塑的可能性

跨階段分析發現，可供性探索軌跡與產業需求緊密貼合。這意味著企業的可供性探索行動，並非單純關注於技術操作與應用潛力，而是在特定情境與需求驅動下才展開的。第一階段，Frontier.cool 藉由掃描與雲端儲存技術，讓庫存管理規模化與標準化；設計師能使用數位素材 3D 設計與預覽成品，降低製作過程資源浪費；而平台的可塑性與開放性，更為數位布片後續能被多方協作與資料共享埋下可能性。第二階段察覺到廠商對資料控制與機密保護需求，推出權限管理與 API 串接功能，平台從「能存取」發展出「能自主控制、能系統整合、能安全應用」樣態。第三階段導入資料分析工具 (FabriSelect™、AI SaleSync™)，並結合雲端布片資料庫產生布料 QR Code，讓展會銷售與採購流程更加數位化，同時系統中資料亦可加以分析以輔佐商業決策，可供性也從組織內部流程改善與庫存管理往外部市場行銷與決策端移動。第四階段平台更與生成式 AI、永續碳足跡

與虛實整合應用，實現靈感創作媒介與永續治理。

Frontier.cool 開發創新服務與平台功能的行動，是動態探索可供性來回應產業需求的過程。企業從現有平台功能與 AI 技術出發，創造出科技和產業創新互動的價值，而持續新增的使用場景和功能模組，亦凸顯出數位科技發展本質上就是企業持續對可供性進行辨識、調整與重構循環歷程。

● 高度掌握有形與無形資產，重組、強化既有資源回應需求

Frontier.cool 的經營策略呈現雙元性(Ambidexterity)，包含「深耕運用」(Exploitation)：透過此策略開發平台應用、回應產業新需求，「創新探索」(Exploration)：藉此取得複雜技術與拓展社會資本。

如掃描技術開發過程，原本由手機拍攝開始測試、最終轉向事務機掃描，遇到技術開發瓶頸時，團隊沒有導入市售專業掃描儀，反而以辦公室與工廠常見的事務機作為工具，這是基於 Frontier.cool 對工廠人員設備使用習慣的理解，讓工人不必學習新技術、由熟悉的標準程序取代，而事務機應用於新任務的策略，就是典型深耕運用範例。此外亦包含多項深耕運用的例子：團隊積極培養與強化內部人才技能、建立專職 AI Team，以提升組織技術能力，使後期能自主升級與維護演算法；成立數位紡織服務中心，利用既有設備與掃描技術將業務拓展至實體服務，以滿足廠商客製化需求等。

而被深耕運用的資源不只技術與設備，亦包括大量無形資產，如團隊對紡織供應鏈結構的理解、過往協助企業轉型經驗、對設計師與品牌的痛點洞察、數位平台使用者回饋，這些資源都被持續嵌入平台模組與數位工具開發、顧問轉型諮詢之中，讓雲端平台從開放共享轉向私有雲、銷售推廣及永續服務的發展過程，成為資源深耕運用的結果。

● 探索市場資源與合作關係，跨域與大型技術仰賴外部

Frontier.cool 在創新探索的行動呈現明確外部導入策略，部分成熟技術與專業服務並非仰賴內部自行開發，而是選擇與外部機構合作獲得。舉例來說，初代掃描技術的基礎來自 MIT 團隊的演算法模型；對 3D 材料的掃描結果不夠精確時，團隊導入 So Real 成熟技術補足缺口；後續針對系統搜尋語意分析的升級，則是導入工研院的 NLP 技術；更與一元素科技公司異業結盟，開發可強化布片數位化效率所設計的紡織晶片。這些事

件顯示 Frontier.cool 在面對跨領域與大型技術研發時，傾向於「從外部導入成熟技術」，而非「內部從 0 創造」解法，盡力以最快速度回應產業需求，靠最小資源投入、創造最大價值延伸，呈現企業創新策略高度依賴外部聯盟和技術導入的特性。

而創新探索中的另一部分，則是 Frontier.cool 積極將創新成果向外推廣，包含積極參與國際高峰會（SelectUSA）、創新競賽（Web Summit）與國際紡織展會（PI Apparel、Bharat Tex）等大型活動，這些創新行動提升了 Frontier.cool 產品與技術的曝光度，幫助團隊拓展關係網絡、獲得專業技術、行業經驗交流以及資金援助。上述事件皆顯示 Frontier.cool 的創新探索在社會資本連結與市場佈局的高度關聯性。

● 持續檢視、動態運用資源與關係，篩選合適外部技術實現雙元

而平衡機制，就是 Frontier.cool 將現有技術與知識資產最大化應用、同時從外部獲取新興技術、知識、策略夥伴關係來延伸數位創新服務的雙元策略。具體行動如布片免費試用與轉型顧問服務，不僅增加了平台使用者數量、強化 Frontier.cool 的產業經驗與數位化轉型知識，同時拓展了社會資本（如產官學研）與外部機構合力推動紡織業轉型、接納數位科技；公私協力的補助計畫降低了中小型企業轉型門檻、增加了平台中小企業使用者，亦獲得外部資金援助、建立與政府合作關係；在永續服務中，與德國 Made2Flow 合作開發 Eco-Impactor® 永續模組，強化 TextileCloud™ 平台在永續層面的實務價值，後續企業出現碳盤查需求時，團隊選擇讓外部業者完成碳足跡調查，Frontier.cool 再負責將真實的永續資訊補進數位布片檔案之中。

雙元策略讓企業選擇將開發時程長的技術委外，由團隊負責熟悉業務與技術，並應用於數位布片、掃描技術或是平台系統之中，企業需要持續檢視、動態調整內外資源與關係網絡，並對自身定位、優弱勢與匱乏資源保持清晰認知，篩選適合的外部關係與技術資源，才能順利實現雙元策略。

● 傳產接納創新看效益，具體成果和實際效益比抽象技術重要

對傳統產業而言，接納數位創新科技的關鍵並不在於技術本身是否先進，而在於能否解決具體問題與看見成效。倘若科技能真正解決現實問題，例如實際改善工作流程、創造商業價值，才會推進企業轉型。舉例來說，將掃描技術導入紡織供應鏈中，並不是

為了向廠商展示掃描技術的應用成熟度，而是為了解決供應鏈溝通斷層、標準化布料管理等問題。

持續分析使用回饋得知，許多企業在實際使用平台後明顯感覺受益，例如在內部流程上，組織資訊共享、訂單追蹤管理都有正面回饋；在外部協作上，數位科技讓歐洲布料購買商不必等待亞洲布廠運送樣布，直接在平台就可瀏覽全世界的布料。此外，數位布片擴大了 3D 成衣設計的應用範疇，廠商可以在生產前就先 3D 打樣預先檢視產品效果，藉此改善產業高庫存與資源浪費問題。而後期，數位布片更成為永續資料的載體，若供應商主動提供碳排分析報告，品牌自然傾向與資訊透明可溯源、商品更環保的供應商合作，數位科技成功幫助供應商將「永續貢獻」轉化為「實際銷售量」與「品牌信任」。

Frontier.cool 過去推廣時常強調演算法與技術的「專業性」，最後卻發現客戶真正關心的是降低多少成本、提升多少銷售額等具體成效，因此團隊將推廣策略改為聚焦於科技能帶來的「效率提升」與「銷售成果」。而市場的反應也證明這個決策是正確的，正因為廠商感受到實際效益，有業者在使用平台後主動將帳號從 20 組擴增至 50 組。此結果說明，當創新科技能真正解決問題、創造可觀價值時，產業才會願意擴大接納，因為具體的成果和效益，遠比抽象的專業技術更能吸引產業注意。

表 5.6-2 個案跨階段分析表

理論			第一階段 開源與協作	第二階段 資安與私有	第三階段 銷售與推廣	第四階段 多元新應用
制定	認知	產業需求	布料搜尋與管理瓶頸，人員依賴使知識無法轉移。供應鏈溝通斷層，產業面臨交期長、高庫存問題。第三方服務無法滿足產業需求，需要高效、隱私化的數位化技術。	疫情使運輸受阻、樣布無法出口，才強勢推動轉型需求。 產業需要私有雲管理數位布片資產，自主管控資料安全。	一貫廠的數位轉型需求，從生產製造延伸至銷售推廣。 從賣出去的角度思考，供應商推動數位化的核心是銷售。	國際趨勢與法規推動永續目標。 品牌要求產品碳足跡控管與生產前能控制成本。
			命題：痛點驅動漸進式需求，傳產因文化而被動式創新，角色有差異需求。			
		企業能力	經營策略：痛點出發，傳統貿易商的數位轉向，開發簡單、方便、快速創新技術。 資源整合與分配：既有資源、技術、從業經驗，開發掃描技術與協作平台。	經營策略：以供應鏈為核心，多等級訂閱制與公私兼容平台架構，加速產業轉型。 資源整合與分配：基於初代平台基礎與使用者回饋，建構私有平台架構。	經營策略：捕捉產業需求，區分使用者特性開發差異化產品線。 資源整合與分配：既有 AI 掃描技術與數位布片檔案開發新產品，快速回應銷售需求。	經營策略：網站改版，調整與客戶溝通語言、回應永續等新興需求。 資源整合與分配：串接外部專業資源，擴展永續服務。
			命題：快速回應與抓住機會，以資源重組與模組化延伸滿足需求。			

	行動	探索可供性		數位掃描與雲端儲存，解決人工管理問題，實現規模化、自動化雲端資料庫管理。	權限控管模組，提升數位素材儲存安全性與使用者的數位控制力。 API 串接系統與 3D 設計，創造環保行動的可能性。	展會即時互動，AI 技術提升現場銷售接觸的客戶體驗與銷售效率。 串連線上線下，從展會接觸到顧客導向的行銷推廣策略。	生成式 AI 技術，驅動虛實整合的永續織品設計。數位布片成為永續治理與供應鏈管理工具。 探索潛在可供性：科技賦能個人創作、情感表達。
				命題：需求驅動探索，可供性不只技術潛能，是情境中持續重塑的可能性。			
		雙元可供性實現		以產業底蘊為基礎，精準掌握供應鏈痛點及需求。既有資源開發掃描技術，用於工廠試驗，累積布片數量與標準流程。	建立 AI 團隊，培養組織自主研發能力。 持續強化掃描技術與演算法，針對織品垂墜感、拉伸等物理數據進行開發。	區隔使用者需求，從開放平台邁向差異產品線的創新服務。 開發銷售工具，讓數位布料於 B2B 銷售場景中延伸商業價值。	成立數位紡織服務中心，現有設備與掃描技術用於新業務。 拓展數位布片應用場域，深化 AADT 與 CLO 等外部關係與跨域連結。
				命題：高度掌握有形與無形資產，重組、強化既有資源回應需求。			
		創新探索		引入 MIT 技術強化布料掃描精度，TextileCloud™ 平台被打造出來。 PI Apparel 2019 國際論壇	與 So Real、Browzwear、CLO 等合作，拓展數位布片 3D 應用場景、強化 3D 掃描技術。	導入工研院 NLP 技術，強化語意搜尋結果與使用者體驗。 異業結盟開發紡織晶片，	獲國發基金投資、參與永續論壇，建立外部創新支持基礎。 參與 Web Summit、Bharat

				發表，獲得關注和認可。	舉辦數位紡織高峰會、參與選擇美國投資高峰會榮獲電子商務新創獎。	升級布片掃描速度與雲端平台的運算效能。	Tex 印度全球展會，接軌國際市場。
				命題：探索市場資源與合作關係，跨域與大型技術仰賴外部。			
			平衡機制	導入 AWS 雲端服務：獲得高效運算服務並拓展國際市場，穩定 AI 掃描技術的數位化效能並擴大平台規模。	免費試用與轉型顧問：擴大平台參與度並深化員工的產業知識與經驗，並拓展外部關係與市場資源（產官學研）合力推動產業轉型。	公私協力：獲政府補助計畫，降低中小企業轉型的門檻提升平台參與，同時深化與政府關係並取得外部支持。	迭代永續服務：與 Made2Flow 共同開發模組 Eco-Impactor，由專業外部機構完成碳盤查，並將永續資料補進數位布片檔案。
				命題：持續檢視、動態運用資源與關係，篩選合適外部技術實現雙元。			

數位創新	結果	<p>打造紡織產業數位協作平台，滿足布料開發、設計、展示與交易需求。</p> <p>跨越時間與地域限制，加速產品設計流程。</p> <p>平台出現使用者「瀏覽但不採購」的徵用現象。</p>	<p>權限管理機制，提升資料安全與產業協作彈性。</p> <p>API 跨系統整合加速決策流程，從組織內部資訊流通到智慧生產效率。</p>	<p>精簡展會採購與銷售流程，銷售報價與選品清單加速交易促成。</p> <p>提升組織效率、降低樣品製作，實踐永續價值。</p> <p>展會後資訊累積成資產，讓關係經營走得更長遠、提升銷售精準度。</p>	<p>科技提升銷售效率、改善組織溝通、強化資料流通，推動組織全面轉型。</p> <p>透明可溯源的碳排資訊為核心，從供應商到品牌端的永續行動。</p>
		命題：傳產接納創新看效益，具體成果和實際效益比抽象技術重要。			

資料來源：本研究整理

第六章、研究結論與建議

6.1 結論與研究貢獻

本研究以臺灣通用紡織科技股份有限公司（Frontier.cool）為研究對象，將 Frontier.cool 公司數位創新服務的發展分為四階段，探討公司在面對產業需求與外部環境變化時，如何重複制定認知和創新行動以調整經營策略，最終建構數位創新產業生態系。為回應本研究於第一章所提出之研究問題，經研究分析後彙整之結論如下：

1. 企業如何持續認知和調整行動，制定數位創新平台之經營策略？

企業制定數位平台的創新策略時，關鍵在於「持續確認需求」，須對環境變化與產業需求保持高度敏感，而這些知識與理解可能來自於對產業的長期觀察、過往從業經驗、同異業之交流合作、使用者實際回饋等。以傳統紡織業為例，產業具有被動式創新的特性，企業導入科技多是因應外部壓力（如法規、市場變化等），而非主動追求創新。因此，若想讓數位科技真正被採用，就必須設計出貼近實際情境、從產業痛點出發的解決方案。反之，若創新行動中企業過於專注技術研發，而忽略科技與現實情境的連結，所開發的數位科技便無法真正解決問題，進而無法被產業廣泛接納。制定創新策略時，企業需持續檢視科技被應用的情況，並具備持續調整經營策略的能力，才能精準辨識創新科技帶來的機會。

2. 探討數位創新發展過程中，企業如何展現雙元性能力，實現可供性探索與可供性實現之雙重行動？

數位創新過程中，企業往往面臨兩種行動需求：一是強化既有資源與技術的應用，深化內部能力以創造價值；二是持續探索外部資源、跨域技術與合作關係，以拓展創新可能性，而同時深耕與探索的「雙元性能力」，能幫助企業技術創新並維持穩定營運。欲實現雙元性，企業需高度掌握內外部資源並靈活調整資源配置，包括設備、技術、人力、知識、經驗與關係網絡等有形與無形資產，亦需關注產業趨勢及科技發展，才能在產業需求出現時迅速辨識及探索到科技中潛藏的可供性，並選擇透過既有資源重組或導入外部技術來實現可供性。

當面臨高技術門檻或研發時程過長時，適時引進外部成熟技術能縮短開發時程、降低成本與風險。實務上，企業應靈活辨識內部資源的潛能與限制，透過模組化設計、快速測試等策略進行低成本創新，並持續關注外部技術與行業發展動態。在導入外部技術與策略合作時，必須評估合作對象與技術適配性，來降低導入難度與技術風險。企業亦可通過參與國際活動、與政府建立合作等方式，拓展社會資本與關係網絡，強化外部連結基礎，為創新行動提供更大的動力與彈性。

3. 數位科技如何與產業和環境互動，並促進創新應用落地實踐，使產業轉型並建構數位創新產業生態系？

當數位科技欲協助產業轉型並建構創新生態系時，其關鍵不在於技術先進程度，而在於能否回應產業中不同角色需求。以紡織業為例，品牌商重視布料管理與永續資訊，供應商在意銷售協助與交易效率，設計師則需要 3D 軟體支援來簡化設計流程。倘若科技無法滿足不同角色需求，便難以推動整體產業轉型與建構新生態系。因此，企業應深入理解產業協作模式與使用場景，並與相關使用者建立連結以持續確認其需求。面對初期導入障礙，可透過免費試用、轉型顧問與低訂閱費用降低導入門檻。此外，當科技實際被導入後，企業需持續追蹤實際應用狀況，觀察是否出現產業排斥、操作障礙、新產業需求等，可以藉由蒐集、分析使用者回饋等方式來更新數位工具之技術及功能，確保科技能被使用並帶來實務價值。唯有在滿足多元角色的基礎上，才能推動數位科技真正落地，共築產業多方參與、持續升級的數位創新產業生態系。

綜合本研究分析結果，企業在制定數位創新平台策略時，須從產業特性與實際痛點出發，持續掌握外部環境變化與使用者需求，並透過模組化與彈性設計降低創新服務的開發難度，且漸進式創新策略使技術貼近實務情境、提升傳產接受度。其次，企業可透過雙元性能力，兼顧內部技術深耕與外部資源探索，可善用模組化測試、異業合作與外部技術導入等策略，降低數位創新技術開發的時程與成本。最後，數位科技若要促進產業轉型，需要回應產業鏈角色的差異化需求，並設計出能解決具體問題的平台功能，方能建構被多方使用者接納、可持續運作的產業創新生態系。

6.2 研究限制與未來研究方向

本研究以質性個案研究作為主要研究方法，透過深度訪談與文件資料分析，探討企業如何因應產業特性進行數位創新策略的制定與調整，並蒐集與企業相關之二手資料，如官方網站、新聞報導、網路影片、研討會資料等，分析多元資料以深入剖析個案脈絡，然研究仍存有一定侷限性，以下說明主要研究限制，亦可作為未來研究方向參考：

● 產業侷限性

本研究聚焦於紡織產業中特定創新服務提供者，受限於產業脈絡與組織條件，其研究結論可能難以直接推論至其他產業情境。未來研究可進一步延伸至不同行業，檢視不同產業在數位創新中的策略邏輯與回應方式，提升研究的廣泛適用性。

● 訪談對象觀點限制

本研究僅訪談企業執行長一人，執行長雖對公司營運策略與產業脈絡具有深刻理解，然其觀點仍屬個人主觀認知，未必能全面反映組織內部其他成員或實際使用者的多元觀點。未來研究可考慮納入更多角色（如中階管理者、平台使用者、策略合作夥伴等）進行深度訪談蒐集一手研究資料，以提升資料的多樣性與研究觀點的完整性。

● 結果一般性

由於個案分析強調深度理解特定現象，研究所提出之策略建議具有情境依附特性，尚需經過更多實務場域的驗證。未來研究可採取多個案研究或量化研究分析，以驗證理論假設的廣泛適用性。

● 未來研究建議

後續研究可透過多個案方法進行，針對不同企業在傳統產業中經營數位創新平台的見解、經營策略、使用者接納歷程、外部環境影響等要素進行探討，並進一步分析產業中多元角色的互動關係，補足本研究未能深入探究之面向。

第七章、參考文獻

- Adler, P. S., Goldoftas, B., & Levine, D. I. (1999). Flexibility versus efficiency? A case study of model changeovers in the Toyota production system. *Organization Science*, 10(1), 43-68.
- Ahmad, S., Wasim, S., Irfan, S., Gogoi, S., Srivastava, A., & Farheen, Z. (2019). Qualitative v/s. quantitative research-a summarized review. *population*, 1(2), 2828-2832.
- 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.
- Arthur, W. B. (2009). *The nature of technology: What it is and how it evolves*. Simon and Schuster.
- Avital, M., & Te'eni, D. (2009). From generative fit to generative capacity: exploring an emerging dimension of information systems design and task performance. *Information Systems Journal*, 19(4), 345-367.
- Barley, S. R., & Tolbert, P. S. (1997). Institutionalization and Structuration: Studying the Links between Action and Institution. *Organization Studies*, 18(1), 93-117.
<https://doi.org/10.1177/017084069701800106>
- Baxter, P., & Jack, S. (2008). Qualitative case study methodology: Study design and implementation for novice researchers. *The qualitative report*, 13(4), 544-559.
- Birkinshaw, J., & Gibson, C. (2004). Building ambidexterity into an organization. *MIT Sloan management review*.
- Brown, J. D. (1988). *Understanding research in second language learning: A teacher's guide to statistics and research design*. Cambridge University Press.
- Cao, Q., Gedajlovic, E., & Zhang, H. (2009). Unpacking organizational ambidexterity: Dimensions, contingencies, and synergistic effects. *Organization Science*, 20(4), 781-796.
- Chan, C. M., 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.
- Corbin, J. M., & Strauss, A. (1990). Grounded theory research: Procedures, canons, and evaluative criteria. *Qualitative sociology*, 13(1), 3-21.
- Denzin, N. K., & Lincoln, Y. S. (2011). *The Sage handbook of qualitative research*. sage.

- Eisenhardt, K. M. (1989). Building theories from case study research. *Academy of management review*, 14(4), 532-550.
- Fountain, J. E. (2004). *Building the virtual state: Information technology and institutional change*. Rowman & Littlefield.
- Gaver, W. W. (1991). Technology affordances. Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems,
- Gawer, A., & Phillips, N. (2013). Institutional work as logics shift: The case of Intel's transformation to platform leader. *Organization Studies*, 34(8), 1035-1071.
- Gibson, C. B., & Birkinshaw, J. (2004). The antecedents, consequences, and mediating role of organizational ambidexterity. *Academy of management Journal*, 47(2), 209-226.
- Gibson, J. J. (1979). *The Ecological Approach to Visual Perception: Classic Edition*. Houghton Mifflin.
- Gibson, J. J. (2014). The theory of affordances:(1979). In *The people, place, and space reader* (pp. 56-60). Routledge.
- Gioia, D. A., Corley, K. G., & Hamilton, A. L. (2013). Seeking qualitative rigor in inductive research: Notes on the Gioia methodology. *Organizational research methods*, 16(1), 15-31.
- Glaser, B., & Strauss, A. (2017). *Discovery of grounded theory: Strategies for qualitative research*. Routledge.
- Greeno, J. G. (1994). Gibson's affordances.
- He, Z.-L., & Wong, P.-K. (2004). Exploration vs. exploitation: An empirical test of the ambidexterity hypothesis. *Organization Science*, 15(4), 481-494.
- Hinings, B., Gegenhuber, T., & Greenwood, R. (2018). Digital innovation and transformation: An institutional perspective. *Information and organization*, 28(1), 52-61.
- Hutchby, I. (2001). Technologies, texts and affordances. *Sociology*, 35(2), 441-456.
- Kohli, R., & Melville, N. P. (2019). Digital innovation: A review and synthesis. *Information Systems Journal*, 29(1), 200-223.
- Levinthal, D. A., & March, J. G. (1993). The myopia of learning. *Strategic Management Journal*, 14(S2), 95-112. <https://doi.org/10.1002/smj.4250141009>
- Lubatkin, M. H., Simsek, Z., Ling, Y., & Veiga, J. F. (2006). Ambidexterity and performance in small-to medium-sized firms: The pivotal role of top management team behavioral integration. *Journal of management*, 32(5), 646-672.

- Luftman, J., & Brier, T. (1999). Achieving and Sustaining Business-IT Alignment. *California Management Review*, 42(1), 109-122. <https://doi.org/https://doi.org/10.2307/41166021>
- Lusch, R. F., & Nambisan, S. (2015). Service innovation. *MIS Quarterly*, 39(1), 155-176.
- March, J. G. (1991). Exploration and exploitation in organizational learning. *Organization Science*, 2(1), 71-87.
- Nambisan, S., Lyytinen, K., Majchrzak, A., & Song, M. (2017). Digital innovation management. *MIS Quarterly*, 41(1), 223-238.
- Norman, D. A. (1999). Affordance, conventions, and design. *interactions*, 6(3), 38-43.
- Nylén, D., & Holmström, J. (2015). Digital innovation strategy: A framework for diagnosing and improving digital product and service innovation. *Business Horizons*, 58(1), 57-67.
- O'Reilly III, C. A., & Tushman, M. L. (2008). Ambidexterity as a dynamic capability: Resolving the innovator's dilemma. *Research in organizational behavior*, 28, 185-206.
- O'Reilly III, C. A., & Tushman, M. L. (2011). Organizational ambidexterity in action: How managers explore and exploit. *California Management Review*, 53(4), 5-22.
- O'Reilly III, C. A., & Tushman, M. L. (2013). Organizational ambidexterity: Past, present, and future. *Academy of management Perspectives*, 27(4), 324-338.
- Orlikowski, W. J. (1996). Improvising Organizational Transformation Over Time: A Situated Change Perspective. *Information Systems Research*, 7(1), 63-92.
<https://doi.org/10.1287/isre.7.1.63>
- Orlikowski, W. J. (2000). Using Technology and Constituting Structures: A Practice Lens for Studying Technology in Organizations. *Organization Science*, 11(4), 404-428.
<https://doi.org/10.1287/orsc.11.4.404.14600>
- Orlikowski, W. J., & Scott, S. V. (2008). 10 sociomateriality: challenging the separation of technology, work and organization. *Academy of Management annals*, 2(1), 433-474.
- Pentland, B. T., & Feldman, M. S. (2008). Designing routines: On the folly of designing artifacts, while hoping for patterns of action. *Information and organization*, 18(4), 235-250.
- Reed, M. I. (1997). In praise of duality and dualism: Rethinking agency and structure in organizational analysis. *Organization Studies*, 18(1), 21-42.
- Rogers, E. M., Singhal, A., & Quinlan, M. M. (2014). Diffusion of innovations. In *An integrated approach to communication theory and research* (pp. 432-448). Routledge.
- Sambamurthy, V., Bharadwaj, A., & Grover, V. (2003). Shaping agility through digital

- options: Reconceptualizing the role of information technology in contemporary firms. *MIS Quarterly*, 237-263.
- Shen, L., Zhang, X., & Liu, H. (2022). Digital technology adoption, digital dynamic capability, and digital transformation performance of textile industry: Moderating role of digital innovation orientation. *Managerial and Decision Economics*, 43(6), 2038-2054. <https://doi.org/10.1002/mde.3507>
- Siggelkow, N., & Rivkin, J. W. (2005). Speed and Search: Designing Organizations for Turbulence and Complexity. *Organization Science*, 16(2), 101-122. <https://doi.org/10.1287/orsc.1050.0116>
- Smith, W. K., & Tushman, M. L. (2005). Managing strategic contradictions: A top management model for managing innovation streams. *Organization Science*, 16(5), 522-536.
- Stake, R. (1995). *Case study research*. Springer.
- Strauss, A., & Corbin, J. (1990). *Basics of qualitative research* (Vol. 15). sage Newbury Park, CA.
- Strong, D. M., Volkoff, O., Johnson, S. A., Pelletier, L. R., Tulu, B., Bar-On, I., Trudel, J., & Garber, L. (2014). A theory of organization-EHR affordance actualization. *Journal of the association for information systems*, 15(2), 2.
- Svahn, F., Mathiassen, L., & Lindgren, R. (2017). Embracing Digital Innovation in Incumbent Firms
- How Volvo Cars Managed Competing Concerns. *MIS Quarterly*, 41(1), 239-254. <https://www.jstor.org/stable/26629645>
- Teece, D. J. (2018). Profiting from innovation in the digital economy: Enabling technologies, standards, and licensing models in the wireless world. *Research policy*, 47(8), 1367-1387. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2017.01.015>
- Tushman, M. L., & O'Reilly III, C. A. (1996). Ambidextrous organizations: Managing evolutionary and revolutionary change. *California Management Review*, 38(4), 8-29.
- Volkoff, O., & Strong, D. M. (2017). Affordance theory and how to use it in IS research. In *The Routledge companion to management information systems* (pp. 232-245). Routledge.
- Wareham, J., Fox, P. B., & Cano Giner, J. L. (2014). Technology Ecosystem Governance. *Organization Science*, 25(4), 1195-1215. <https://doi.org/10.1287/orsc.2014.0895>
- Weick, K. E. (1979). *The Social Psychology of Organizing*. McGraw-Hill.

- 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. (2001). *Make Sense of the Organization*. Blackwell Publishing.
- Weick, K. E. (2015). The Social Psychology of Organizing, Second Edition. *M@n@gement*, 18(2), 189-193.
- Yin, R. K. (2009). *Case study research: Design and methods* (Vol. 5). sage.
- Yoo, Y., Boland Jr, R. J., Lyytinen, K., & Majchrzak, A. (2012). Organizing for innovation in the digitized world. *Organization Science*, 23(5), 1398-1408.
- Yoo, Y., Lyytinen, K. J., Boland, R. J., & Berente, N. (2010). The next wave of digital innovation: Opportunities and challenges: A report on the research workshop'Digital Challenges in Innovation Research'.
- Knafl, K. A., Breitmayer, B. J., & Morse, J. (1989). Qualitative nursing research : a contemporary dialogue. *Qualitative Research*.
- 何瑞萍. (2014). Dervin 與 Weick 意義建構理論之分析與比較 [Analysis and Comparison of Two Theories: Dervin's Sense-Making and Weick's Sensemaking]. *大學圖書館*, 18(1), 83-105. <https://doi.org/10.6146/univj.18-1.05>
- 吳婉韻. (2003). 國家與台灣紡織產業政策之研究：全球化與政策工具觀點 [國立政治大學]. 臺灣博碩士論文知識加值系統. 台北市. <https://hdl.handle.net/11296/cr8g57>
- 林家五, 黃國隆, & 鄭伯璫. (2004). 從認同到開創：創業家的動態釋意歷程. *中山管理評論*, 12(2), 337-397.
- 瞿宛文. (2008). 重看臺灣棉紡織業早期的發展. <https://idv.sinica.edu.tw/wwchu/9703%20New%20History.pdf>

網路資料

臺灣通用紡織科技股份有限公司官方網站：<https://www.frontier.cool/>

Meta-fabric 官網

<https://aadt.asia/meta-fabric/>

行政院國家永續發展委員會。臺灣 2050 淨零排放路徑

<https://ncsd.ndc.gov.tw/Fore/nsdn/about0/2050Path>

聯合國環境規劃署 (UNEP)。Sustainability and Circularity in the Textile Value Chain - A Global Roadmap

https://www.oneplanetnetwork.org/knowledge-centre/resources/sustainability-and-circularity-textile-value-chain-global-roadmap?__cf_chl_tk=s5wANltJA9TuTIHQ_JZG9ISrY7mDtaTog5RmIwgL8nc-1749450816-1.0.1.1-f0uv_YKKhL_9g2tu8vykJYwJt7Y95b3WpvttecqE05Ts

聯合國環境規劃署 (UNEP)。Annex - Innovators and Recyclers

<https://www.oneplanetnetwork.org/knowledge-centre/resources/sustainability-and-circularity-textile-value-chain-global-roadmap>

聯合國環境規劃署 (UNEP)。Annex - Brands and Retailers

<https://www.oneplanetnetwork.org/knowledge-centre/resources/sustainability-and-circularity-textile-value-chain-global-roadmap>

紡拓會。貿易統計資料

https://www.textilesinfo.tw/mod/download/index.php?REQUEST_ID=d44e51653c2aab840780911f3824f2247e27ed08d8af93af409258479ffb2590&pn=1

經濟部國貿局。(2025 年 4 月 1 日)。2025 年越南紡織產業邁向永續發展目標

<https://www.trade.gov.tw/Pages/Detail.aspx?nodeid=45&pid=799806>

商業周刊。(2020 年 7 月 23 日)。台灣「布料雲」因封城崛起 CK、時尚老佛爺跨海合

<https://www.businessweekly.com.tw/Archive/Article?StrId=7002077&rf=google>

創業小聚。(2020 年 10 月 20 日)。連結品牌端與生產端，Frontier 打造世界最大數位紡織雲端資料庫

<https://meet.bnext.com.tw/articles/view/46958>

數位時代。(2021 年 1 月 21 日)。專訪臺灣通用紡織科技 (Frontier) 創辦人趙均埔：只要 3 美金，台灣紡織廠就能快速開發海外訂單！

<https://www.bnext.com.tw/article/61067/frontier20210121>

全球紡織資訊網。(2021 年 4 月 9 日)。【Frontier X 逸祥國際】紡織雲端平台開啟無限應用想像

<https://www.tnet.org.tw/Article/Detail/29952>

TWAIAN STARTUP TRRAC。(2021 年 8 月 23 日)。李鎮宇：林口新創參與 SelectUSA 大放異彩 進軍美國重要跳板

https://www.startupterrace.tw/News_Content.aspx?n=1654&s=11729

TWAIAN STARTUP TRRAC。(2021 年 8 月 24 日)。林口新創園攜新創於 2021 SelectUSA 奪下多項榮耀

https://www.startupterrace.tw/News_Content.aspx?n=1654&s=11731

Yahoo!新聞。(2021 年 9 月 17 日)。數位紡織 1／全球縮時 40 倍 Frontier 密技解決業者痛點

<https://tw.news.yahoo.com/%E6%95%B8%E4%BD%8D%E7%B4%A1%E7%B9%941-%E5%85%A8%E7%90%83%E7%B8%AE%E6%99%8240%E5%80%8D-frontier%E5%AF%86%E6%8A%80%E8%A7%A3%E6%B1%BA%E6%A5%AD%E8%80%85%E7%97%9B%E9%BB%9E-220000096.html>

CTWANT。(2021 年 9 月 18 日)。數位紡織 2／23 歲買下紡織廠趙均埔練功 7 年打入一級供應商

<https://tw.news.yahoo.com/%E6%95%B8%E4%BD%8D%E7%B4%A1%E7%B9%942-23%E6%AD%B2%E8%B2%B7%E4%B8%8B%E7%B4%A1%E7%B9%94%E5%BB%A0-%E8%B6%99%E5%9D%87%E5%9F%94%E7%B7%B4%E5%8A%9F7%E5%B9%B4%E6%89%93%E5%85%A5-%E7%B4%9A%E4%BE%9B%E6%87%89%E5%95%86-220000453.html>

CTWANT。(2021 年 9 月 18 日)。數位紡織 3／趙均埔登上 PI 論壇驚見夢幻客戶 擄獲老佛爺、DKNY、CK 大品牌芳心

<https://today.line.me/tw/v2/article/GJOKj6>

TAIWAN TRADE。(2021 年 11 月 16 日)。《數位升級篇》整合與共融 數位化再創新 企業彎道超車好機會

<https://info.taiwantrade.com/biznews/%E6%95%B8%E4%BD%8D%E5%8D%87%E7%B4%9A%E7%AF%87-%E6%95%B4%E5%90%88%E8%88%87%E5%85%B1%E8%9E%8D-%E6%95%B8%E4%BD%8D%E5%8C%96%E5%86%8D%E5%89%B5%E6%96%B0-%E4%BC%81%E6%A5%AD%E5%BD%8E%E9%81%93%E8%B6%85%E8%BB%8A%E5%A5%BD%E6%A9%9F%E6%9C%83-2442789.html>

工商時報。(2021 年 12 月 22 日)。進軍 2022 CES 展 Frontier 推 ARM 架構紡織 3D 晶片

<https://www.ctee.com.tw/news/20211222701024-431202>

DIGITIMES。(2022 年 1 月 5 日)。Dtalk Selection of CES 2022 台灣通用紡織科技打造數位紡織元宇宙生態

https://www.digitimes.com.tw/tech/dt/n/shwnws.asp?id=0000626978_N6A8AZSV8LAJ3Y7AGSTBY

CIO。(2022 年 2 月 8 日)。工業局推薦典範企業 — 臺灣通用紡織 Frontier.cool

<https://www.cio.com.tw/the-industrial-development-agency-recommends-exemplary-enterprises-taiwan-general-textile-frontier-cool/>

台灣紡織數位升級發展協會(AADT)。(2022 年 6 月 19 日)。推動紡織元宇宙在台北誕生 全球數位紡織高峰會盛大舉行

<https://aadt.asia/%E6%8E%A8%E5%8B%95%E7%B4%A1%E7%B9%94%E5%85%83%E5%AE%87%E5%AE%99%E5%9C%A8%E5%8F%B0%E5%8C%97%E8%AA%95%E7%94%9F-%E5%85%A8%E7%90%83%E6%95%B8%E4%BD%8D%E7%B4%A1%E7%B9%94%E9%AB%98%E5%B3%B0%E6%9C%83%E7%9B%9B/>

壹蘋新聞網。(2022 年 10 月 4 日)。將 AI 導入紡織業 Frontier.cool 獲 ITMF 全球年度新創公司

<https://tw.nextapple.com/finance/20221004/0183A115E1808F92781872A70E813862>

中國時報。(2023 年 4 月 17 日)。Frontier 與 AADT 簽約加速紡織數位化進程
<https://life.taiwan368.com.tw/article/5/12/112096>

eventgo。(2023 年 6 月 15 日)。第二屆去中心永續發展論壇 | Future Commerce 2023 AI Taiwan 未來商務展
<https://eventgo.bnextmedia.com.tw/event/detail/e83386u646e3410c3ab9>

遠見雜誌。(2023 年 12 月 24 日)。數位紡織平台 Frontier.cool，靠 AI 管布料引國發投資
<https://www.gvm.com.tw/article/108630>

今周刊。(2024 年 10 月 22 日)。翻轉紡織供應鏈流程，生成式 AI 為時尚產業帶來重大變革
<https://www.businesstoday.com.tw/article/category/183015/post/202410220039/>

今周刊。(2024 年 11 月 7 日)。數位轉型再進化，生成式 AI 如何為臺灣紡織產業帶來新競爭力？
<https://www.businesstoday.com.tw/article/category/183015/post/202411070018/>