

摘要

學號：M11209202

論文名稱：

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：一一三學年度第二學期碩士論文摘要

研究生：黃雅培

指導教授：周子銓博士

臺灣紡織業曾為國家經濟與國際貿易重要支柱，然而在半導體、人工智慧、先進製造與通訊電子等產業快速崛起之際，紡織業面臨邊緣化與轉型壓力。2020 年新冠肺炎疫情爆發後，紡織產業不僅應對營運挑戰與供應鏈斷裂風險、市場需求波動，更受到歐美品牌率先導入數位流程與 3D 設計等技術影響，迫使傳統業者必須加速數位化以維持競爭力。

研究以台灣通用紡織科技股份有限公司（Frontier.cool）為研究對象，聚焦數位創新平台開發歷程，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組織型態與新興科技相互整合，達成紡織產業轉型目標，進而透過創新科技成功建構新興紡織產業生態系。

本研究以制定理論為主體，結合科技可供性與雙元性靈巧能力作為分析視角，採用質性研究中個案研究方法（Case Study）為主要研究設計，剖析企業於數位創新過程中之策略制定與行動實踐的循環架構，並將企業核心行動區分為「可供性探索」與「可供性實踐」雙層行動結構，藉此揭示企業如何資源協調、策略整合與建構資源競爭間的平衡機制，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。

數位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機制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、促進產業共創價值，為環境永續發展目標提供具體途徑。

關鍵字：制定理論、可供性、雙元性靈巧能力、數位創新、智慧紡織

目錄

摘要.....	1
第一章、緒論.....	5
1.1 研究背景與動機.....	5
1.2 研究問題與目的.....	8
1.3 研究範圍與流程.....	9
研究流程圖.....	11
資料來源：本研究整理.....	11
1.4 論文架構.....	12
第二章、文獻探討.....	13
2.1 制定（Enactment）.....	13
2.2 可供性（Affordance）.....	13
2.3 雙元性靈巧（Organizational Ambidexterity）.....	13
2.4 數位創新（Digital Innovation）.....	13
第三章、研究方法與架構.....	14
3.2 研究架構.....	14
3.3 研究觀察重點.....	15
3.4 研究對象.....	16
3.5 資料蒐集與分析.....	16
3.5.1 資料蒐集.....	16
3.5.2 資料分析.....	16
第五章、個案分析.....	17
5.1 台灣通用紡織科技股份有限公司（Frontier.cool）.....	17
5.1.1 能動性－問題.....	17

5.1.2 能動性－意圖.....	18
5.1.3 目的.....	19
能動性分析表.....	21
5.2 第一階段：開源與協作.....	22
5.2.1 產業需求.....	22
5.2.2 企業能力.....	23
5.2.3 探索可供性.....	24
5.2.4 深耕運用.....	25
5.2.5 創新探索.....	27
5.2.6 平衡機制.....	28
5.2.7 數位創新結果.....	28
第一階段個案分析表.....	31
5.3 第二階段：資安與私有.....	32
5.3.1 產業需求.....	32
5.3.2 企業能力.....	33
5.3.3 探索可供性.....	34
5.3.4 深耕運用.....	35
5.3.5 創新探索.....	37
5.3.6 平衡機制.....	38
5.3.7 數位創新結果.....	39
第二階段個案分析表.....	42
5.4 第三階段：銷售與推廣.....	43
5.4.1 產業需求.....	43
5.4.2 企業能力.....	44

5.4.3 探索可供性.....	45
5.4.4 深耕運用.....	47
5.4.5 創新探索.....	48
5.4.6 平衡機制.....	49
5.4.7 數位創新結果.....	50
第三階段個案分析表.....	52
5.5 第四階段：多元新應用.....	53
5.5.1 產業需求.....	53
5.5.2 企業能力.....	54
5.5.3 探索可供性.....	55
5.5.4 深耕運用.....	57
5.5.5 創新探索.....	59
5.5.6 平衡機制.....	59
5.5.7 數位創新結果.....	61
第四階段個案分析表.....	65
5.6 個案分析小節.....	65
第六章、研究結論與建議.....	66
6.1 結論與研究貢獻.....	66
6.2 研究限制與未來研究方向.....	66
第七章、參考文獻.....	66

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，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。

分析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。

根據中華民國紡織業拓展會（TTF）產業分析報告，近年紡織業進出概況受國內外經濟、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。具體事件如 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、數位化風潮興起帶動產業短暫復甦，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，越南紡織產業的快速崛起也對台灣紡織業構成直接挑戰。越南位居世界貿易組織（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）所帶來的關稅優勢，吸引眾多成衣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。長期以來，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多扮演著國際品牌的代工角色，缺乏自主品牌與高附加價值的設計能力，與韓國、日本等國轉型為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，只以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，政府近年推動多項數位轉型專案，如經濟部於 2021 至 2023 年接續推出的「中小企業數位共好計畫」以及連續四年的「輔導微型企業數位轉型及永續發展計畫」，各轉型案的推進與政府預算的提撥，同樣說明政府認為數位技術將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。

在此背景下，企業也陸續推出協助產業轉型的產品與服務，台灣通用紡織科技股份有限公司（Frontier.cool）推出的 TextileCloud™數位布料平台，正是從布料貿易實務痛點出發，結合掃描技術與 AI 模型，打造可追溯、可共享的布料資料庫系統，實現即時決策支援與跨域、跨組織的協作機制。

因此，本研究將以台灣通用紡織科技股份有限公司（Frontier.cool）為個案，深入剖析新創企業如何透過技術研發與平台策略，有效回應當前產業面臨的內外部變局與數位轉型挑戰，並從中探索紡織業在動盪環境中的數位轉型路徑與創新生態系建立的可能性。

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帶來的轉型壓力。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。

本研究以新創數位服務企業，台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，分析在外部環境與企業需求不斷變化的情況下，數位服務公司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. 探討數位平台發展歷程中，科技可供性制定與演化之軌跡。
2. 探討可供性制定歷程中，企業所展現雙元性靈巧能力來探索、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，分析新創企業藉由平台功能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，制定數位平台之階段性創新經營策略？
2. 探討可供性制定過程中，企業如何展現雙元性靈巧能力，實現「可供性探索」與「可供性實踐」雙重行動？
3. 數位平台如何與產業與環境互動，促進平台應用落地實踐，使產業數位轉型並建構數位創新產業生態系？

1.3 研究範圍與流程

本研究以新創數位服務企業 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：

1. 確定研究對象與研究方向

確定研究方向與研究對象，本研究擬以新創數位服務企業 Frontier.cool 為主要研究對象，探討新創企業如何藉由數位科技與平台服務，推動產業數位轉型與建立生態系。

2. 確立研究議題

探討新創企業如何感知環境或產業變化並調整組織策略，結合數位平台模組設計與技術導入，回應產業需求與轉型挑戰，並透過可供性與雙元性理論分析其平台策略演化歷程。

3. 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。本研究將蒐集制定理論、可供性、雙元性靈巧能力、數位創新、平台策略等相關文獻，以理解欲研究之主題與過往研究背景與發展。

4. 蒐集個案資料

根據研究設計架構，採用半結構式的訪談方式，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。

5. 訂定研究架構與觀察重點

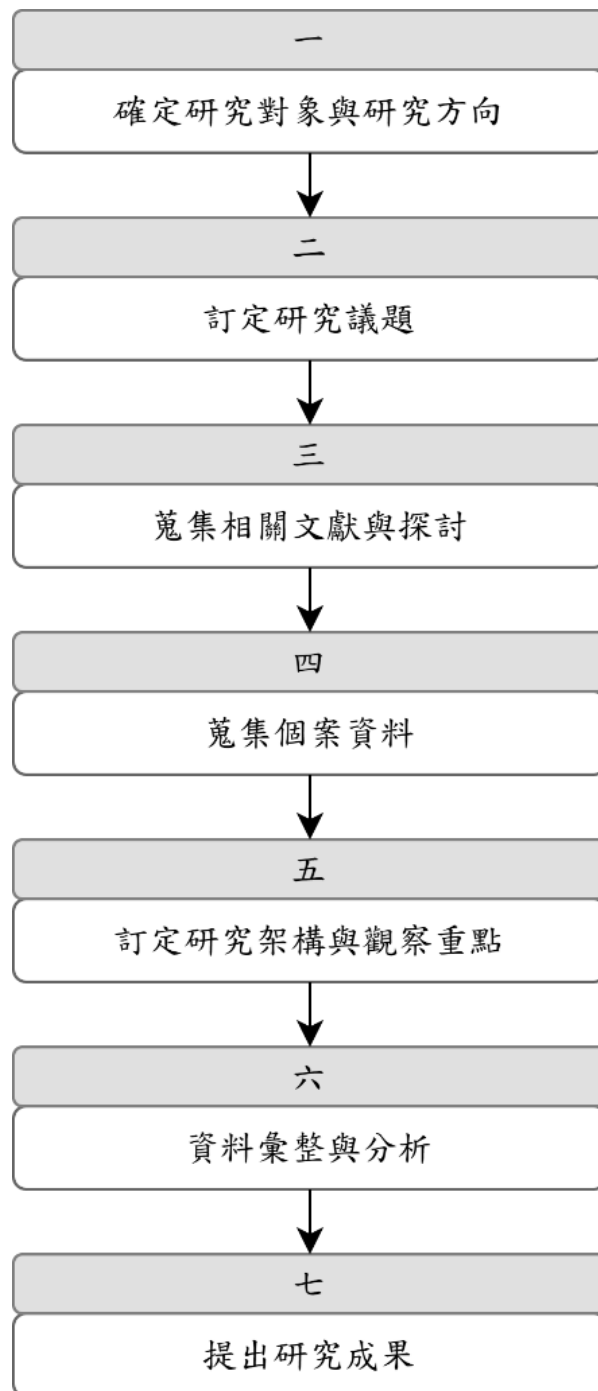
根據文獻脈絡與實務觀察，以制定理論與數位創新為觀點，建構以能動性、認知、可供性行動、結果、再制定為循環邏輯的分析架構，探討企業如何制定組織發展策略、如何實現資源調度的雙元性能力。

6. 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、平台演進與市場互動情況，歸納出平台制定歷程與創新經營邏輯。

7. 提出研究成果

根據研究分析結果，提出個案對數位轉型與生態系建構之相關啟示，並針對研究觀察重點回應前述研究問題、歸納出研究結論，提出研究建議與未來之可研究方向。



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，內容涵蓋制定（Enactment）、可供性（Affordance）、雙元性靈巧（Organizational Ambidexterity）、數位創新（Digital innovation）等。

第三章、研究方法與研究設計

介紹本研究所採取之研究方法，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、個案介紹

本章將概述我國紡織產業現況，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，並以理論視角為核心，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彙總出研究結論與回應研究問題，並針對平台型創新策略、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 制定 (Enactment)

2.2 可供性 (Affordance)

2.3 雙元性靈巧 (Organizational Ambidexterity)

2.4 數位創新 (Digital Innovation)

第三章、研究方法與架構

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，以及疫情所帶來的數位轉型壓力。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 如何因應上述挑戰，透過數位創新與技術應用，推動整體產業的價值再造與供應鏈溝通協作機制的升級，並建立能夠滿足永續價值的產業數位生態系。

為探討企業在此轉型歷程中的策略與實踐方式，研究採用制定理論（Enactment Theory）為核心視角，結合可供性（Affordance）與雙元性靈巧能力（Organizational Ambidexterity）進行理論建構。企業如何在感知產業與市場變化的過程中，透過行動探索與實踐可供性，展現靈巧應變的能力，修正策略與數位創新平台擴展，創造以數位科技為連結點創新產業生態系

根據文獻探討，建構了數位平台策略制定的研究架構，分為能動性的「問題」與「意圖」、認知的「產業需求」與「企業能力」、行動的「探索可供性」與「雙元性靈巧實現可供性」以及最後的「數位創新結果」。研究 Frontier.cool 如何透過「制定、需求認知、可供性探索、靈巧行動實踐、結果、再制定」循環過程。根據研究目的及理論文獻，彙整研究架構模型的整體脈絡，如圖：

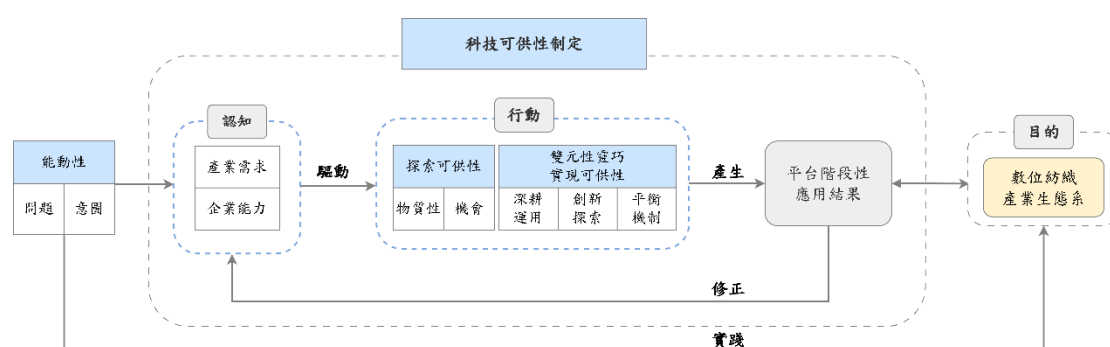


圖 研究架構圖

3.3 研究觀察重點

本研究以新創企業 Frontier.cool 為主要研究對象，深入探討其於數位轉型趨勢下，如何感知紡織產業的痛點與變化，進而結合技術能力、數位平台與創新策略，逐步制定出回應市場需求的應用服務與營運模式。

觀察 Frontier.cool 如何在不同發展階段中，透過對問題認知、行動實踐、可供性探索與靈巧能力的調度，達成數位創新結果階段性展現。針對其從初期強調開放共享、中期聚焦私有資料管理，到後期發展以銷售推廣、永續環保與多元應用為核心的數位創新策略進行分析，探討其如何實現企業意圖、技術實踐與產業回應三者之間的互構歷程。

本研究之研究觀察重點如表〇〇〇所示：

理論		觀察重點
能動性	問題	觀察新創企業於經濟效益、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數位轉型機會，根據此發展對應策略。
	意圖	觀察新創企業在平台制定過程中， 所意識之明確的、主動的動機與目標設定 ，探究該動機與意圖如何影響後續之企業認知與策略行動。
目的		以數位創新視角，探討平台成效和產業數位轉型的結果，探討企業建構平台主導的創新產業生態系過程中，所形塑之生態系運作型態，包含供應鏈緊密協作方式、產業經營模式與新生產流程等，並評估平台對產業轉型與價值再造的貢獻。

理論		觀察重點	
制定	認知	產業需求	企業能力
		觀察外部環境、制度文化、價值觀等隱含因素對平台發展和產業轉型之機會與限制，理解使用者真實需求。	觀察企業各階段資源、知識、技術與組織能力現況，探討企業如何調整、突破資源限制，並根據自身能力訂定發展策略。

	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，分析物質特性中蘊含之可供性，探索其與環境互動中之價值及滿足需求的機會，評估其對平台發展、推動數位轉型之潛力。	
		雙元性靈巧實現可供性	
		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，滿足平台開發需求、提升科技賦能潛力。	觀察企業如何主動探索和導入潛在可利用之技術、知識、品牌、聲譽與策略夥伴，藉由各項策略擴展資源與平台創新基礎。
		平衡機制	
		觀察企業面對不同策略時，如何設計融合機制或調度、分配、整合資源，維持組織運作與持續創新動能。	
數位創新	結果	觀察使用者實際使用情況，觀察可供性是否成功實現、是否出現替代性徵用情況，評估平台創新服務與功能所帶來的影響與效益。	

3.4 研究對象

3.5 資料蒐集與分析

3.5.1 資料蒐集

3.5.2 資料分析

第五章、個案分析

5.1 台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瓶頸

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、觸感控制、花色表現等技術持續進步，但整體的商業模式卻幾乎未曾革新，仍停留在舊有運作邏輯之中。

傳統生產流程中，供應商收到品牌訂單後，需仰賴實體樣布反覆寄送，以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，導致生產效率大幅受限於物流與時間，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以推進後續布料生產製作。此外，若出現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，不僅造成設備與人力的浪費，也嚴重影響效率。

這樣過時又缺乏效率的流程，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」，團隊發現，這樣的情況這並非單一作業流程不良所導致，而是整體產業結構長期未被翻新的結果。

「那個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，也許生產的製程是有進步的，技藝、工藝是很先進的，但是紡織業一直因為他們這個這個紡織業是一個，我們說類似壟斷的行業。」（李菁 執行長，2025 訪談資料）

- 紡織產業原物料、樣布、成衣等高庫存問題

而紡織產業長期仰賴高庫存與預測性生產的經營模式，產生了嚴重的資源浪費問題。因為產業製程時間較長的特性，品牌商通常需於一年甚至一年半之前便開始規劃下一季商品，為了避免原物料短缺出現貨架上沒有成衣可以賣的情況，品牌商往往選擇預先大量下單，以確保供貨穩定。這種過度依賴預測的生產邏輯，使得供應鏈從樣布、原物料到成衣製造皆出現過量生產，在資訊不完全的情況下做出預測與決策，使產業面臨高經營風險與環境壓力。

「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

- 透過數位創新來改變現況，回應資源浪費與環境衝擊

觀察產業現況後，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，思索著如何讓設計端與採購端在尚未進行實體樣布製作之前，就能夠透過數位方式預覽與審核布料資訊，從而大幅降低因樣布反覆修改所產生的成本與資源浪費。

「所以他們這個紡織業，他們都有開玩笑，說你付一件衣服的錢，妳其實有買了兩件衣服的庫存，是其實是這樣子。因為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、然後要耗費的這些資源是很大的。那你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很多的資源去做這些庫存，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，打破產業僵化的契機

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。特別是在樣布確認過程中，品牌端與供應商之間必須透過實體樣布反覆寄送進行審核與調整，導致決策周期冗長，動輒需耗時三至六個月，且過程中經常出現樣布與預期不符的情形，進一步增加成本與工廠負擔。

面對這樣的溝通瓶頸，創辦團隊認為應導入數位溝通機制，透過布料數位化與平台化管理，實現即時檢視、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在溝通的時候是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。那這個，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

● 打造零庫存願景，從數位布片開始的改革起點

公司宏觀的企業願景——打造紡織產業零庫存的理想模式。於是創辦人開始探索與構思，該如何實現「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的限制，加速整體產業的運作效率？若布料與成衣能透過模擬或

數位技術預先呈現，讓消費者在產品尚未生產前就能瀏覽與下單，企業再依據實際訂單啟動生產，不僅有效解決產能過剩與高庫存問題，也有望翻轉現行資源浪費嚴重的產業現況。

為實踐此願景，創辦人將「布料數位化」視為第一步，作為推動創新流程與商業模式改革的基礎核心策略。

「我們開始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*，我用 3D 或是用數位的方式去模擬出衣服或是這個材料、實體，那可以讓消費者先看到，看到之後蒐集好訂單我們再做生產，那這樣就是一個零庫存，就只需要一點點或非常少的庫存。以這個未來的願景來看，我們要回推說前面要先做甚麼？那第一個就是要做『布料的數位化』。」（李菁 執行長，2025 訪談資料）

● 創新商業模式，生產前先讓顧客看到布料，加速生產並避免資源浪費

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、生產乃至行銷皆無法展開，等同空談。

創辦人便開始從最源頭的「實體布片掃描技術」開始研發，透過數位科技的導入，重新調整傳統訂單流程，並針對紡織業長期面臨生產週期冗長、樣布浪費、實體運輸繁複與高庫存積壓等問題尋求數位化解決方案。

希望藉由數位科技，讓布料在生產啟動前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，翻轉產業現況，並為永續發展提供實質助力。

「那我們第一個想的是，怎麼樣讓我們不用生產、不用寄到客戶那邊，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…所以就是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）

能動性分析表

理論		觀察重點
能動性	問題	傳統作業仰賴人工揀選與實體樣布寄送，效率低落且易出錯。 訂單流程存在溝通瓶頸，供應鏈協作困難。 產業高庫存商業模式產生過多成衣損耗，導致環境負擔。 ESG 與永續壓力，帶來產業轉型需求。
	意圖	透過創新科技協助紡織產業數位轉型。 推出布片掃描技術與數位創新平台。 提升整體生產效率、降低資源浪費。 實踐產業永續與 ESG 目標。
目的		協助傳統產業導入創新科技，提升應變能力。 透過數位創新平台功能，回應產業需求並解決困境。 建立數位紡織產業生態系，推動設計創新與供應鏈協作。

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的管理困境

傳統流程中，布料貿易商和供應商進行業務交流時，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，只有部分員工熟悉布片的擺放位置與倉儲內容，可即使相關資訊已經記錄於樣本冊中，翻閱過程仍相當緩慢，更何況各家樣品間往往收藏大量來自全球不同品牌的樣布，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。

「以前的紡織廠可能都是用實體樣卡本，那全部都是手寫的，然後貼一塊布在旁邊，然後他們的樣品間很大喔！有的是有三層樓，全世界都有收錄。但是要找你要的布很困難，你得翻那個 catalog 都是實體的，然後可能會有一個年紀很大的那個阿姨在那邊，然後你就問他：「阿姨，有沒有這個？」」（李菁 執行長，2025 訪談資料）

- 傳統製程生產週期長，高庫存量等問題，如何加速生產？

不只如此，現行產業運作模式中，品牌與供應商之間對訂單細節的來回確認，往往仰賴實體樣布的運輸與審核流程，導致整體生產週期冗長，進一步促成「高庫存、長交期」的傳統經營模式難以突破。

「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）

5.2.2 企業能力

● 經營策略：從痛點出發，傳統貿易商的數位轉向

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，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，並與兩位來自宏碁的技術夥伴合作，著手開發數位掃描技術與管理系統。

在深入理解產業問題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。這個轉折點也成為團隊啟動紡織業數位創新的契機，從貿易流程痛點出發，走向產業升級的全新路徑。

● 資源整合與分配：轉化實務經驗與設備作為技術開發基礎

當時市面上雖然已有幾種數位化的作法，例如由品牌商自行設立實驗室，或是將布料寄送至第三方單機構代為掃描與建檔。

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、多功能材質與創新設計的布片產品被認為是最重要的企業資產，因此廠商擔心布料資訊外流，不願將新開發的布樣交給第三方機構進行數位化作業，這也使得部分品牌雖然已開始推動布料數位化，可實際成功完成建檔的布片比例仍不到 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）

因此，品牌創立之時，創辦人就確定經營策略，要做「簡單、方便、可大規模落地」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。

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、布料資料與掃描設備，並就地取材的運用辦公室事務機進行初步掃描測試，利用多年累積的紡織實務經驗轉化為平台設計依據，同時發揮商業與技術雙重能力，使新創企業快速將理解的產業痛點應用於平台開發，完成掃描技術與初代平台。

「其實那個時候開始，我們3個創辦人都是在美國讀大學，我們其中1位就是我先生，是讀這個機械工程，那我跟另外1位是讀經濟管理。」
（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技術，解決人工管理困難的問題，實現規模化、自動化的雲端資料庫管理

在傳統布料採購流程中，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的影響。

最初使用拍照方式紀錄布片資訊，但一塊塊拍實在太慢、效率極低。團隊持續思考更高效的方法，終於在2016年底正式轉向掃描技術，利用事務機的平板掃描快速產生2D圖像，再結合AI影像辨識與標籤分類模組，讓布料的材質、紋理與色彩等資訊能夠精準保留並自動分類。

這項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，不僅成功消除因人而異產生的辨識誤差，也取代庶務性的繁瑣作業，透過雲端儲存實現大規模的布片資料庫管理，使布片管理不再受限於

特定人員的記憶，而變得更加穩定、可靠。

後續導入的 AI 技術，提升數位布片中物理數據的準確性，使圖檔呈現效果更貼近實際布料，大幅提升資訊可用性與穩定性。考慮到需要將數位布片檔案應用於 3D 數位設計軟體或其他系統之中，統一將格式儲存成紡織產業通用的 U3M/U3MA/glTF 等標準格式。

「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？』然後那個阿姨就都在他腦袋裡，他真的知道，可是當阿姨退休之後，這個東西就都在 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）

數位化後的布片資訊會被統一上傳至雲端平台，不同角色與部門可隨時取得一致的資訊，為了讓資料不只是「存取」，而能被真正「使用」，平台也設計了 Workspace、Mood Board 與 Thread Board 等多樣工作協作模組，創造出品牌商、供應鏈、設計師等多方即時互動與跨部門協作的情境式平台體驗。

5.2.4 深耕運用

● 以產業底蘊為基礎，精準掌握需求脈絡

創辦人家族長年從事紡織貿易，對布料的展示、管理以及供應鏈溝通流程皆相當熟悉，深入理解紡織供應鏈從布料開發、設計、生產到銷售的各個環節，包含供應商、品牌商、設計師三方的關係管理，以及布廠、紗廠、染整廠等各類工廠之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作業中所面臨的痛點，也理解在數位轉型過程中會遇到的現場阻力，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。這樣的產業理解，讓團隊在設計數位技術與平台時能夠貼近實務現場，也為未來導入提供具體可行的路徑。

同時，家族經營背景也為團隊累積了推動產業轉型所需的人脈網絡、市場經驗與應用場景，使研發過程得以從真實痛點出發，開發出實用且具備擴展性的數位解決方案。

「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）

● 從既有資源出發，開發掃描技術

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，曾自行設計可固定距離與角度的拍攝腳架。最終經過多次實驗，團隊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技術選擇。

透過事務機掃描布片產出 2D 圖檔，再結合 OCR 辨識技術，團隊成功讓布料的紋理、花紋等材質特徵得以數位化呈現，初版掃描技術被開發出來。

「我們設計用手機拍照，可是發現手機有距離遠近，那你 pattern 的大小會因為有花紋、圖案在上面，近距離拍跟遠距離拍的圖案大小也不同，

角度也會有不同，所以我們 *capture* 下來就不準，我們後來就設計了一個架子，手機放在上面、布放在下面…後來就想到我們不是每個辦公室、不管哪個工廠都有印表機，印表機上都會有一個 *scanner*，*Flatbed Scanner* 這個東西進去之後是一個穩定光源、然後穩定距離，是一個相對穩定的一個來源。」（李菁 執行長，2025 訪談資料）

5.2.5 創新探索

● 引入 MIT 團隊技術強化布料掃描精度（2019）

團隊深知掃描技術需持續升級，才能精準還原各類布片的多樣規格與複雜特徵。為了提升掃描技術的精準度，團隊於 2019 年與 MIT 團隊合作，導入其 Cycle GAN 技術，對初代掃描技術產生的圖檔結果結合 AI 模型進行調整，去預測、辨識織品的纖維走向，產出布料六個圖層結果，此技術的引進也使團隊突破原先的開發瓶頸，成功完成初代產品—TextileCloud™。

「我們把這個印表機的這個資訊，出來的資訊加上布料的材料資訊去跟六個圖層去比對，然後我們去用 *machine learning* 的方式去預測一個材料的 *scanning*，從一個一直到六個圖層出來。所以到 2019 年，我們當時跟 MIT 出來的一個團隊有合作，然後我們 2019 年這個初步的產品打造出來。」（李菁 執行長，2025 訪談資料）

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

同年夏天，在 JCPenney 香港辦公室的引薦下，團隊首度於全球先進紡織論壇 PI Apparel 2019 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，更成功將平台和技術推向國際市場。

「所以我們 2019 年的夏天，做了第一次發表。將技術告訴全世界，然後當時大家都很驚豔，那個時候 AI 還沒有像現在這樣，大家就覺得這個技術、概念就很棒，所以我們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，那我們公司就在 2020 年的 4 月成立。」（李菁執行長，2025 訪談資料）

5.2.6 平衡機制

● 內外部協作驅動技術深化與市場擴張

在數位創新實踐中，企業往往需在「穩定既有營運」與「導入新興技術」之間取得動態平衡。企業藉由實際導入新技術與重複測試、透過蒐集食物回饋來重訂策略的「策略校準（Alignment）」循環過程。「策略校準」即是以實證經驗為基礎，進而調整決策與資源配置，企業應促進 IT 與業務單位之間的合作互信與共同參與策略發展，來有效排序業務專案與技術開發的優先順序(Luftman, 1999)，平衡推進業務與資訊資源雙向發展。

Frontier.cool 為了測試掃描技術的呈現效果，團隊開始將掃描技術應用於合作的供應商紡織廠，並持續蒐集工廠實際操作回饋，以此來反覆修正標準化的作業流程。最終不僅技術操作日趨穩定，也在供應端累積了逾 10,000 片數位布片的資料庫。團隊不斷的重複實驗中開始思索，目前只是將實體布片掃描成數位化的形式儲存起來，這些現有的大規模布片資料，是否能進一步發揮更多可能？

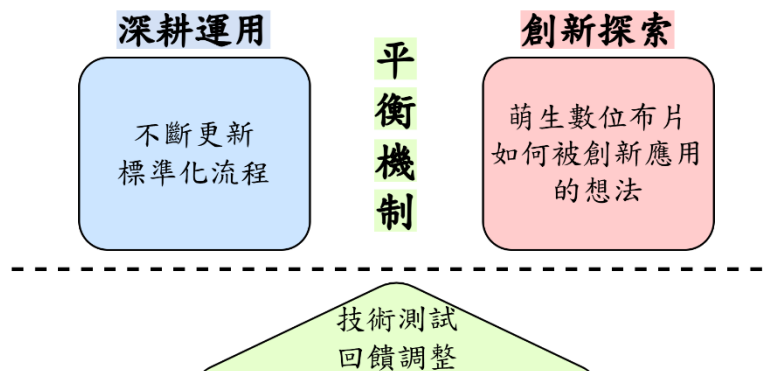


圖 第一階段平衡機制

「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，發現很好…那我就在想這個數位布片有了，當時還是用 ocr 辨識就把自動把它辨識出來，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）

5.2.7 數位創新結果

● 打造紡織產業的數位協作大平台

團隊在 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，希望打造一個可滿足布料開發、設計、展示與交易等多重需求的開放平台，並支援 3D 設計與遠端協作，讓創作者能共同完成藝術性作品。

如供應商可透過掃描技術將產品上架至平台，搭配資料夾管理（Workspace）與對話看板（Thread Board）等模組，讓供應鏈雙方能即時展示、選布與溝通，提升選品效率與資訊透明度。如同「紡織業的 Facebook」，每位供應商可自由上傳布料，而買家也能在線上探索並與供應商直接互動，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。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，大幅縮短從

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

雖然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，但實際運作中，品牌端設計師多半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，導致交易行為仍以「私下完成」為主，讓平台未能有效促進雙方的新連結，促使團隊開始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）

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
		傳統營運模式受實體樣布運輸影響、生產週期長。 高庫存、資源浪費問題。 人工作業隱患。	經營策略：痛點出發，傳統貿易商的數位轉向。 資源整合與分配：技術與過去產業經驗整合，開發數位創新協作平台。
	行動	探索可供性	
		物質性	機會
		數位掃描與雲端儲存技術，解決人工管理困難的問題，實現規模化、自動化的雲端資料庫管理。	
		雙元性靈巧實現可供性	
		深耕運用	創新探索
		以產業底蘊為基礎，精準掌握需求脈絡。 從既有資源出發，開發掃描技術用。	引入 MIT 團隊技術，強化布料掃描精度。(2019)。 於 PI Apparel 2019 國際論壇發表技術，獲得多方關注和認可。(2019)
		平衡機制	
		技術驗證與回饋調整 ：將掃描技術應用於供應商工廠試驗，累積布片基礎。(2018)	
數位創新	結果	打造紡織產業的數位協作大平台。 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。	

5.3 第二階段：資安與私有

5.3.1 產業需求

- 疫情使全球運輸受使樣布無法出口，強勢推動轉型需求

起初，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。他們普遍認為，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，除了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與銷售量。這樣的模式行之有年，甚至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」。

「我覺得這個一開始我是遇到很大的阻力，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，就是大家覺得欸？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 年底，COVID-19 全球爆發，突如其來的疫情徹底打亂了原本仰賴實體互動的供應鏈運作模式。各國封鎖邊境、航班與物流中斷，實體樣布無法寄出，使得傳統的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。過去始終排斥改變的供應商意識到：「再不改變，就無法繼續運作」，紛紛開始尋找起能夠替代傳統流程的解決方案，而公司原本被質疑為「華而不實」的布片掃描新技術，也首次被產業前輩認真看見。疫情讓許多客戶願意踏出第一步，開始學著使用平台、讓第一批布片被數位化，原本「被質疑的科技」變成「解決當下問題的必要工具」。

「尤其是在 covid 那一陣子，因為你不能出國阿，你也沒有辦法 shipping，那你到底怎麼跟客戶去溝通這個材料？一定要有數位工具。」

（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，難以真正發揮促成交易的功能。

進一步分析使用者回饋與平台互動行為後發現，紡織產業中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 等品牌商訂製的布料，這些專屬布料不具備對外開放展示或供其他第三方選用的條件。也因此探索到品牌商對於資料的保密性與權限控管需求，公開平台的模組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：平台從共用轉向自主控制，從供應鏈出發串連起紡織生態

為了回應紡織產業對布料資料的保密性與自主管理的需求與期待，團隊開發了「布料權限控管」與「私有化資料庫」等機制，將 TextileCloud™平台從公開為主的經營模式轉向兼容私有與共用的彈性架構，達到資料流通、同時保障敏感資訊安全的特性。

在當時，市面上也有提供同樣為紡織業提供類似服務的雲端平台，但 TextileCloud™ 平台的核心優勢在於團隊選擇從供應鏈切入，而不是像其他競爭者一樣由品牌端發起，團隊認為要真正促進紡織產業的數位轉型，關鍵不在品牌端的採購效率，而是提升產業上游端供應商們整體的接受度與使用普及化，因此團隊選擇率先開發布片掃描技術，並將資源集中投入於建立「能被供應鏈真正使用」數位平台。

這樣的策略不只是解決單點問題，更加回應了紡織產業從布料開發、生產到產品銷售之間「環環相扣」的實際生態需求，Frontier.cool 試圖以數位創新技術串連起整條供應鏈，建立一套可持續發展的數位轉型方案。

● 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

團隊基於初代平台的開發經驗，活用先前所累積技術基礎，並進一步整合資源，除了成立專屬 AI 技術團隊，承接起先前與 MIT 合作獲取的 AI 技術，進入自主研發掃描技術的階段；同時分析平台使用者意見回饋、產業關係與市場洞察，逐漸發展出私有平台的相關模組，顯示了團隊能因應不同使用者需求彈性擴展平台技術。

「但是我們後來發現，這個需求好像跟我們想像的不一樣，就是 adidas 只是想要他自己，所以這個大平台就變成了私有平台的概念，我們就幫 adidas 像這樣子的廠商去做一個這個 sourcing 的這個、只在他供應鏈裡面去做 adidas 的機制，這樣子客製他這樣的模組。」（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

紡織產業的布料資料屬於高度敏感的商业資產，為了回應企業對資料保密

與數位素材自主管理的需求，開始著手研發權限控管相關模組。

基於平台可彈性擴充特性，組織的工程團隊開發出可自定檔案權限的設定功能，使用者可以建立私人數位資料庫，將布料檔案權限進行分類，以嵌入代碼（Embed Code）和連結分享資料夾，保證機密布片資料能夠被安全監管、只分享給經授權的協作團隊及客戶。

如此一來，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，也保證大規模數位資料管理的穩定性。

「我們後來發現，這個市場最需要的其實是一個私有雲的感覺，就是我上傳的布片這些只有我能夠擁有的，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 串接與 3D 設計整合所創造的行動可能性

為了使數位素材更具系統兼容性與提升多元應用彈性，平台提供開放式 API 串接功能，支援多種主流程語言如 C#、Java、Python、PHP 等。企業可將 TextileCloud™ 平台整合至 ERP、PLM、CRM 等既有系統，實現布料資訊的自動上傳、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。

此外，平台的數位布片格式也支援與 Browzwear、C-Design 等 3D 設計工具串接，設計師可直接套用數位素材進行虛擬打樣，省去大量實體樣品製作，加快設計溝通流程。這些技術的結合，不但提升跨部門協作效率，也讓企業能在現有流程中實現低成本、低耗材的數位轉型。

5.3.4 深耕運用

● 建立 AI 團隊，培養組織自主研發能力（2021）

與 MIT 合作期間，Frontier.cool 雖然藉由外部技術支援，迅速完成許多原

先難以實現的技術驗證與掃描實驗，但創辦人也意識到若要長期經營、推動平台邁向國際市場，便不能永遠仰賴外部資源，必須建立起自身的 AI 研發能力。

因此，Frontier.cool 於 2021 年起成立內部 AI 團隊，將原有工程師重新編組，並廣泛招募不同背景與專業能力的技術人才，承接 MIT 提供的演算法基礎與 Source Code，致力於提升各類布料在掃描過程中的圖像辨識與分類技術。

管理層深知，若團隊要具備全球競爭力，核心能力必須橫跨語言、文化與技術領域，因此特別重視內部技術人才的養成與跨域整合，並積極促進內部知識轉移與國際化合作能力。

成立了 AI 團隊以後，Frontier.cool 不僅能自主修正與擴展布料 AI 模型，也能因應實務問題進行演算法調整。例如，對於 CycleGAN 模型在部分布料辨識不精準的問題，團隊改用其他演算法進行補強，逐步建立起自主的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。然後那一年之後，我們就開始自己培訓自己的 AI team，然後去把所有的…當時他們的這些 source code 還有這些算法這些去把它承接下來…我們把一些不適合 CycleGAN 的布料用其它的演算法去完成，這個是我們在成立之後做的一些轉變，就是一開始借助外面的，後來還是必須要繼續自己用的，組一個 team 去完成。」（李菁 執行長，2025 訪談資料）

● 持續強化掃描與演算法，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%，但團隊並未止步，仍持續投入研發資源，以強化對布料「垂墜感」、「拉伸性」等物理特性的數位呈現能力。這些特徵對於設計師將數位素材應用於 3D 設計軟體的實務過程有高度影響，也是提升數位布片真實感與實用性的關鍵，團隊希望未來能藉由持續試驗與演算法精進，實現更穩定、細緻且貼近實體質感的布料數位化成果。

「現在還在往前做，就是圖層已經到 95%到 99%的準確度了，但是我們的這個布料的垂墜感、還有拉伸，這些物理數據還在還在慢慢的優化中。」

（李菁 執行長，2025 訪談資料）

5.3.5 創新探索

● 與 3D 設計與雲端服務商 AWS 合作，拓展數位布片應用場景（2021）

除了持續精進內部的數位掃描技術，Frontier.cool 也積極拓展外部資源與合作關係。

2021 年，團隊與瑞士 3D 掃描與虛擬服裝建模公司 SO REAL，將數位布片技術應用延伸至時尚產業的 3D 打樣與虛擬展示。Frontier.cool 透過與 3D 設計軟體商如 Browzwear、SO REAL 等合作，使平台生成的數位布片可直接應用於 VStitcher、Lotta 等虛擬試穿與設計流程，提升布料在設計端的互動性與實用價值。

此外，TextileCloud 平台中部分運算處理建構於 Amazon Web Services（AWS）雲端服務之上，在雙方多年良好合作基礎下，Frontier.cool 於 2021 年成為 AWS 亞太區戰略合作夥伴。團隊曾受到 AWS 總工程師的肯定，AWS 認為 TextileCloud 具備獨特的技術創新性，且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。

透過導入 AWS 的高效雲端運算資源，TextileCloud 的 AI 辨識模型與圖像處理效能大幅提升，顯著縮短了布料數位化的處理時間，使平台能夠協助更多廠商加速完成大量布片的數位化作業。

借助全球頂尖的雲端服務供應商，強化其國際市場的佈局，成為推動紡織產業數位升級的重要驅動者，並持續透過平台向全球超過 20 萬家紡織業者發聲。

「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）

- **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，期望透過紡織高峰會可促進同業與跨業交流，喚起傳統紡織業者對數位轉型議題的重視。

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。透過一系列國內外產業論壇與競賽活動，團隊不僅掌握全球最新紡織數位應用趨勢，並於跨國交流持續探索更多資源、經驗與人脈網絡的可能性。

5.3.6 平衡機制

- **免費試用與顧問服務：累積數位布片資產、推動產業轉型 (2021)**

為兼顧既有平台經營與未來市場擴展，Frontier.cool 發展出一套靈活的平衡機制，透過「試用策略」與「顧問輔導服務」雙管齊下，不僅有效提升使用者參與度，也持續累積具戰略價值的數位布片資產。

除了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，創辦人同樣看重平台參與潛在客戶的培養。團隊運用既有的大量數位布片資源，設計出「免費試用」方案，讓品牌商能無償使用平台素材進行 3D 設計。而這樣的策略也成功吸引平台的第一批使用者，並持續以使用者體驗來回饋平台設計，形塑出良性循環的創新生態。

團隊亦於 2021 年推出標準化的數位轉型 SOP 與「數位顧問輔導服務」，運用過往的轉型輔導經驗，同時媒合產、官、學、研的各界資源，協助企業進行

數位轉型計畫、完成內部教育訓練與系統導入等工作，Frontier.cool 針對不同企業量身打造的客製化輔導模式，在短短一個月內協助客戶完成數位轉型。

此雙向策略的雙重施力，讓 Frontier.cool 不僅成功擴大平台參與規模與布片數量，也在過程中積累產業交流經驗與數位轉型知識，成為後續策略更新與平台調整的重要資源。

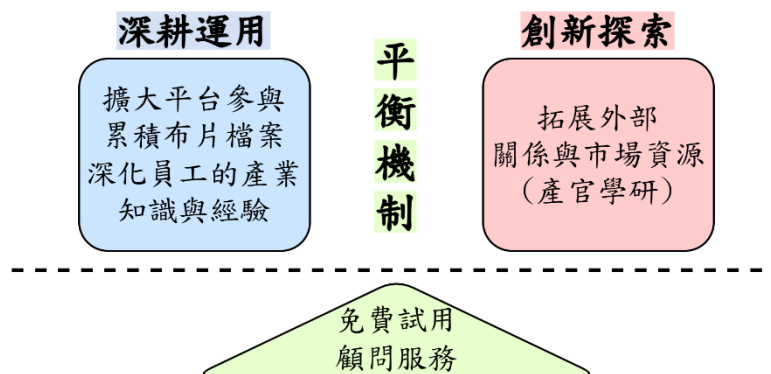


圖 第二階段平衡機制

「本來累積了 10000 塊的材料嘛，這些材料我們是拿去跟品牌說，品牌商要不要來看看？這裡很多材料，你們要不要使用？那品牌商就一定會說好，因為我們先免費提供給他…第一批的客戶在大平台的時候，是這樣上來的。」（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 全新開發的權限管理模組，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，方便企業管理

龐大的數位資產，說明數位創新科技保障資訊存取的安全性，實現保護數位資產之目的。

考量到國際品牌如 adidas 對數位資產保護與資料主權的高度重視，Frontier.cool 採取「技術協作夥伴」而非「資料主控者」的角色定位，專注於提供安全穩定的系統支援，協助企業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同一平台中各自選擇公開或私密分享對象，有效建構出一套同時具「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而言，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，所以我們比較像是一個 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）

● 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，有效促進企業內部資訊系統之間的整合與溝通。API 不僅串接各項異質系統的資料結構與作業流程，更進一步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，將組織內部線性溝通轉向多角色即時互動的運作模式，使不同部門如設計、業務、生產等同仁透過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。也因此，企業得以在不增加人力成本的前提下，達成橫向資訊整合與縱向流程連貫，逐步邁向智慧化的生產與營運管理。

讓企業先完成「內對內」的智慧化與流程整合，提升了內部的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。

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
		<p>疫情使全球運輸受使樣布無法出口，強勢推動轉型需求。</p> <p>產業需要私有雲管理數位布片，自主管控資料安全。</p>	<p>經營策略：平台從共用轉向自主控制，從供應鏈出發串連起紡織生態。</p> <p>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。</p>
	行動	探索可供性	
		物質性	機會
		<p>權限控管模組，提升數位素材儲存安全性。</p> <p>API 串接與 3D 設計整合的行動可能性。</p>	
		雙元性靈巧實現可供性	
		深耕運用	創新探索
		<p>建立 AI 團隊，培養組織自主研發能力。(2021)</p> <p>持續強化掃描與演算法，針對織品垂墜感、拉伸等物理數據進行開發。</p>	<p>與 3D 設計與雲端服務商 AWS 合作，拓展數位布片應用場景。(2021)</p> <p>舉辦高峰會、參與國際競賽 SelectUSA Investment Summit。(2021)</p>
		平衡機制	
		試用策略與顧問輔導為槓桿，累積布片資產、推動產業轉型。(2021)	
數位創新	結果	<p>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>權限管理機制，提升資料安全與產業協作彈性。</p>	

5.4 第三階段：銷售與推廣

5.4.1 產業需求

- 一貫廠的數位化轉型需求，從製造延伸至銷售推廣

在平台運營過程中，Frontier.cool 始終關注公司與產業互動和連結，這些互動不僅有助於強化人脈網絡、建立信任基礎，更是平台持續開發功能模組、理解環境變化與掌握產業趨勢的重要來源。

紡織產業為典型的民生工業，產業內部結構涵蓋多樣工序與專業分工，依據生產流程的不同，可區分為紗線業、織物業、不織布業、染整業等不同工廠類型。其中，部分企業僅負責單一工序（如染整代工廠），但也存在具備「從頭做到尾」的一貫廠，一貫廠作業涵蓋原物料加工處理、織品設計與開發到產品銷售的完整製程，不同工廠的差異不僅反映在製程技術上，更呈現在數位轉型的需求之中。

Frontier.cool 在與業者持續對話與觀察中發現，具備品牌經營或出口導向的一貫廠，對於平台所能提供的「銷售支援功能」展現出明確且迫切的需求。他們不僅希望將布料資訊系統化上傳與分類，更期待能將數位布片作為行銷與接單的媒介，用以拓展國際買主與通路關係。

「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，真的。…可是如果是一貫廠，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，供應商推動產品數位化的核心是銷售

觀察平台各使用者的需求差異時，Frontier.cool 發現品牌商與供應商轉型邏輯大不相同。

品牌商多關注數位資產的保護與自主控制能力，希望提升布片管理效率並保障資訊安全與設計專有性；而供應商則更重視「如何讓產品被看見」與「如何更有效率地賣出去」。對供應商而言，數位化的核心價值在於提升銷售效率與成本效益，而非單純的資料保護。

提升產品數位化程度並完整呈現在平台上，能有效降低樣本寄送、人工作業與溝通所需的時間與費用，達成 cost-efficient 的銷售流程。同時，當客戶能夠在平台中瀏覽供應商全系列的产品，並透過熟悉的搜尋方式（如以圖搜圖或關鍵字搜尋）快速比對商品時，整體決策流程也將更加順暢，有助於大幅提升成交效率。

「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 於平台在開發初期即設定明確的目標市場，優先鎖定出口導向、規模較大且具備數位轉型意識的企業，特別鎖定台灣的上市櫃公司，約 20 至 30 家企業成為平台的第一批客戶。

面對紡織產業對銷售支援與市場推廣需求，Frontier.cool 迅速調整經營策略，展開新一輪的功能強化與平台轉型，著手研發行銷與銷售相關模組，回應供應商對產品接單、銷售、業務推廣、客戶互動等等具體需求。

Frontier.cool 也於此階段正式將平台使用者明確區分為供應商、品牌商等不同角色，透過了解角色特性與需求差異，制定差異化的平台推廣策略。

「那我們針對這幾個對象特定的特性，尤其是品牌商跟供應商之間他們兩個需求不同，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：不開發全新產品，而是選擇彈性延伸既有系統（2023）

Frontier.cool 並未選擇推翻原有系統、重啟產品設計，而是採取「在既有基礎上擴增模組」的方式進行資源整合與功能延伸，使平台從原本將資源聚焦在布料數位化管理，逐漸轉型為兼具展示、推廣與交易功能的全方位商務平台。具體而言，新增如 AI SaleSync™與 FabriSelect™等功能模組，讓供應商可於實體展會中應用，實現銷售端精準推薦的效果。

這個過程也充分展現出 Frontier.cool 在探索未知領域（如銷售應用）中的彈性經營能力與策略判斷。

「大概是在 2023 年，我們大概 try 了兩年發現這個廠商還是只在乎『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

- 展會中的即時互動，AI 技術提升現場接觸與轉換效率

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，除了仰賴傳統業務拜訪、供應商與品牌簽訂商務關係之外，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），以及台灣的台北紡織展（TITAS）等，除了展示布料新品，也藉此掌握數位產品創新、3D 設計模擬技

術、永續供應鏈等國際趨勢的重要場域。

針對過往參展需攜帶大量實體樣品的負擔，Frontier.cool 探索到可開發結合 AI 技術的新銷售模組，協助供應商提升現場互動效率與後續訂單追蹤。業務僅需展示每款布料對應的 QR Code，買主現場掃描後可即時獲取數位資訊並收藏，省去手寫紀錄與樣品攜帶的困擾。

「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行銷推廣策略

此技術的核心價值在於不僅改善展會現場互動，也成功串連線上與線下的整體銷售流程。當買主完成掃描後，系統會自動彙整其收藏品項與報價單，並於展會結束後即時寄送電子郵件至其信箱，展現出積極、專業的品牌形象，強化服務連貫性，進而促成長期的合作關係。

「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)

企業亦可將互動資料整合至內部系統，包含洽詢紀錄、點擊頻率與顧客聯絡資訊，並透過 AI 技術進行資料特徵分析與顧客分群，相關結果可應用於顧客關係管理 (CRM) 與潛在需求預測，實現個人化布料推薦，也為產品設計、行銷與業務策略提供決策參考。

「大家意識到原來數位化的好處，溝通的時候可以無國界、沒有限制，不用運費，快速擴張我的 sales 的 channel、social media 或是像阿里巴

巴這樣平台…影像是很重要的溝通媒介，因為 *fashion* 就是靠人眼。」(李菁 執行長，2025 訪談資料)

5.4.4 深耕運用

- 區隔使用者需求，從開放平台邁向多元的客製化雲端架構（2023）

為了滿足平台使用者多樣需求化，Frontier.cool 開始調整平台架構與服務模式，從最初以公開共享為導向的開放型平台，逐步轉型為依使用者角色提供差異化功能的複合式架構。像是品牌商在意資訊的私密性與主控權，團隊針對其需求開發出可獨立管理資料的權限模組，平台也將角色定位轉為技術維運與架構支援者，協助其穩定運行並確保資料安全。

「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)

- 深化銷售模組應用，B2B 的平台價值深化（2023）

第三階段的平台發展則聚焦於供應商的實務需求，特別是在如何協助產品銷售與發揮資訊價值兩個面向。

為此，Frontier.cool 運用既有數位布片資料庫資源，Frontier.cool 在既有功能模組上擷取可用資源，將其延伸應用於展會場景，如展會即時應用模組 FabriSelect™，就是將系統中的數位布片檔案透過 QR Code 與實體活動串聯起來，形成雙向資訊流通。

而 AI SaleSync™ 模組，則強化了既有客戶資料與後台系統資料的深度分析，形成布料銷售的「材料導向 CRM」系統，兩項延伸的功能模組結合實體互

動與數位資料追蹤，顯著提升供應商在 B2B 情境中的銷售與管理能力。

「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 *fabric select* 這種在展會上用的工具，在你跟客人 *meeting* 的這種類似像 CRM 的這樣子一個工具，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

● 工研院 NLP 技術，強化語意搜尋與使用者體驗（2022）

在紡織產業中，設計師與供應商對布料的描述方式常存在語言落差。設計師偏好使用風格化詞彙（如「挺度佳」、「刷舊感」），而供應商則採用技術術語（如「棉彈斜紋布」、「高磅數丹寧」）。此差異使得跨角色溝通與資料檢索經常出現落差，降低搜尋效率。

為解決此問題，2022 年，Frontier.cool 與工業技術研究院合作，導入自然語言處理（NLP）技術，升級平台搜尋引擎的 Prompt 系統，強化平台作為設計端與供應端之間的溝通橋樑，提升搜尋引擎對各類描述的理解與對應能力。

系統可針對布片內容自動標註布種與功能性特徵。例如，使用者上傳牛仔布時，系統不僅能辨識其類型，亦會標記「耐磨」、「厚實」等特性標籤，協助快速配對合適布料，進一步提升搜尋精準度與使用體驗。

● 異業結盟開發紡織晶片，升級布片運算效能（2022）

同年，Frontier.cool 與新創硬體公司一元素科技合作，攜手開發專為布片數位化設計的「紡織晶片」，該晶片整合 Arm 架構處理器與 FPGA（可程式化邏輯閘陣列）運算架構，提升布片掃描、影像分析與特徵擷取的處理速度。

這項創新技術使平台得以處理更大量且更高精度的布片圖像資料，有效解

決傳統軟體架構在大規模資料處理上的效能瓶頸，並為布料數位化建構更穩固的技術基礎。透過專用硬體的導入，Frontier.cool 不僅取得外部技術資源，同時強化平台在全球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：引進語意理解技術，企業無痛轉型補助方案（2022）

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」，在政府支持下推動平台功能升級與使用者擴展。

透過公私協力機制，引進語意理解相關技術，協助設計師與紡織業者在搜尋與選料過程中消弭專業語彙落差，間接提升供應商接單效率。

除了技術提升，Frontier.cool 也協助企業申請補助、媒合資源，降低中小型廠商導入數位系統的門檻與成本壓力，實現「無痛轉型」，讓企業能以較低成本使用工業局認證的公有雲服務。透過政府補助專案，Frontier.cool 預計新增 20 家以上企業用戶，並持續深化平台應用，創造各界對數位轉型生態一致願景，推動台灣紡織業邁向整合創新的生態系。

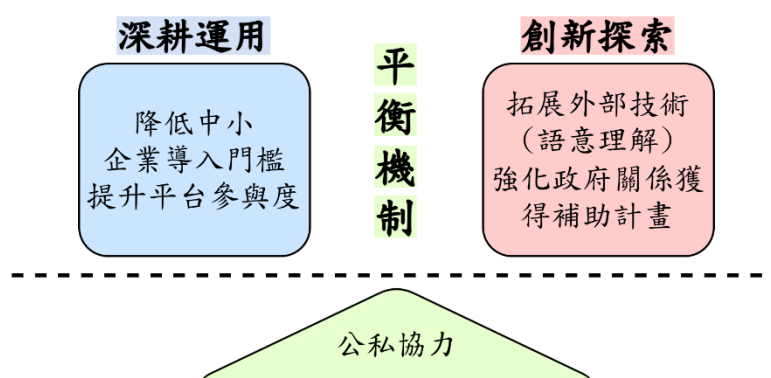


圖 第三階段平衡機制

5.4.7 數位創新結果

● 精簡流程，讓銷售與展示回到「溝通本質」

在傳統銷售流程中，業務人員為滿足不同客戶需求，常需準備多套樣品，增加製作與運輸成本。導入系統後，企業開始改變樣品展示邏輯，透過數位化布片資料庫在實體展會中數位化展示產品，減少樣品的重複製作。

樣品從多套精簡為一至兩套後，業務人員得以將時間與心力投注在附加價值更高的工作上，例如：針對客戶需求進行產品組合規劃、整理客戶回饋、調整溝通策略、或強化展會後的關係經營與追單成效。

這樣的轉換，不僅提升整體工作品質，也有助於拉升實際銷售表現，讓數位化真正為前線營運帶來可衡量的成果。

「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)

● 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。但導入系統後，即使客戶離開展會、甚至從未參加展會，仍可透過線上系統持續查看感興趣的布料、瀏覽產品細節，甚至完成預採購。業務人員也能根據後續的瀏覽紀錄與詢問紀錄，進行追蹤聯繫與再互動，大幅提升後續成交的可能性。

透過銷售模組設計，讓企業不只強化「當下展示」，更能透過 FabriSelect™ 與 AI SaleSync™ 模組，累積展會互動、產品偏好與報價紀錄等資料。企業可將資訊可進一步分析，轉化為後續行銷溝通與產品推薦策略，將一次性的銷售會面，延伸為可持續經營的顧客關係。

「客人給的時間大概只有三十分鐘，那三十分鐘內業務要呈現最好的東西，但客人不一定能完全吸收，可是在三十分鐘之後，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)

- 提升營運效率，實踐永續價值

無論是簡化內部流程或外部銷售協助，都透過數位工具有效減少實體資源如展示樣品、印刷資料與物流成本的浪費。如 Sourcing Library 讓設計師與採購人員能直接在線上預覽與選布、FabriSelect™讓業務現場改用 QR 掃描與數位化紀錄，都有效的減少樣布與樣品製作、工廠重複生產布料產生的資源浪費。讓企業改善營運流程的同時，落實永續轉型的實質行動。

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
		一貫廠的數位化轉型需求，從製造延伸至銷售推廣。 從「賣出去」的角度思考，供應商推動產品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：不開發全新產品，而是選擇彈性延伸既有系統（2023）。
	行動	探索可供性	
		物質性	機會
		展會中的即時互動，AI 技術提升現場接觸與轉換效率。 串連線上線下，從展會接觸到顧客導向行銷推廣策略。	
		雙元性靈巧實現可供性	
		深耕運用	創新探索
		區隔使用者需求，從開放平台邁向多元的客製化雲端架構。（2023） 深化銷售模組應用，B2B 的平台價值深化。（2023）	工研院生成式 AI 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：引進語意理解技術，企業無痛轉型補助方案（2022）	
數位創新	結果	精簡流程，讓銷售與展示回到「溝通本質」。 資訊累積成資產，讓關係經營走得更長遠、提升銷售精準度。 提升營運效率，實踐永續價值。	

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

隨著全球氣候變遷帶來的影響日益加劇，環境保護責任成為企業不得忽視的議題，各項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，已然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，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、生產到廢棄的產品生產週期溫室氣體排放，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，因為布料的這個資料上，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，布料產品所產生的碳排放佔整體供應鏈碳足跡（Scope 3）的比重極高，特別是在服飾與鞋類產業中，採購階段便可能占據超過 80% 的碳排放來源。因此，如何在生產前掌握原料來源與碳排放量成為關鍵任務。

然而，多數供應商缺乏獨立進行碳盤查、資料整合與碳足跡計算的能力。面臨品牌商對環保規範、法規遵循與消費者期待的多重壓力，平台需發展能協助供應商自動蒐集、生產端資料整合與產品碳足跡盤查的工具與流程，進一步強化整體供應鏈的永續應變能力。

「最大的這個 *scope3*，就是它採購的產品。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他採購的產品裡面。」

（李菁 執行長，2025 訪談資料）

5.5.2 企業能力

● 經營策略 1：靈活應對需求變化，推進策略調整與模組擴展

Frontier.cool 的核心經營策略就是以「理解並回應使用者需求」為核心。但真正展現企業競爭力的，則是面對不同挑戰下，Frontier.cool 所展現多層次的靈活應對能力。

如同平台早期因應資安敏感度提升而導入私有雲模組，接續又為供應商開發會應用與銷售輔助工具，這些行動都彰顯團隊能隨著需求變化持續調整資源配置與技術架構，許多功能開發的靈感也來自供應商與品牌的共同需求，當時面對品牌商與國際法規對產品碳足跡的管理要求提升，Frontier.cool 計畫讓布片資訊上新增碳足跡等永續資訊，目標是讓供應商能在平台上快速建立產品的碳排資料，滿足 ISO 14067 與 SBTi 等國際碳管理規範。

「那這些供應鏈跟品牌商，他們在看到 *benefit* 之後就會就會繼續還是會一直給我們新的想法，尤其在這個過程中他們、有很多產品的功能是他們給我們的靈感，他們有需求。普遍的 *universal* 裡面集結起來做一個產品的功能，所以慢慢的產品就是給供應鏈的平台就越來越豐富、越來越不同。」（李菁 執行長，2025 訪談資料）

● 經營策略 2：網站大改版，調整與客戶溝通的語言

此外，這種靈活並非只體現在技術層面，更包括對於商業語言與客戶溝通

方式的轉換。例如，過去平台官網強調技術能力與 AI 模組的效能，但後來團隊觀察到客戶更在意轉換率與實際效益，便進行網站內容與版面的大幅改版，將溝通語言從技術導向轉為需求導向，聚焦在「效率提升」、「銷售成果」等貼近使用情境的價值表述。

「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，打造擴展型平台生態

面對 ESG 趨勢與品牌對碳資訊揭露的要求升高，Frontier.cool 選擇不自行開發碳盤查功能，而是扮演整合平台的角色，團隊與具備碳盤查技術的外部機構合作，將其計算完成的碳足跡資料納入自家平台架構中，不僅補足組織內部技術與資料上的限制，更能以最低成本強化平台的永續相關服務。

此一策略使供應商得以在既有的數位布片管理系統中，輕鬆建構符合 ISO 14067 標準的產品層級碳足跡資訊，無需額外建置或導入繁瑣系統。

5.5.3 探索可供性

● 生成式 AI 技術，驅動虛實整合的織品設計（2024）

在不斷的技术探索中，Frontier.cool 辨識到生成式 AI 的潛力，AI 可直接從文字指令創作出圖像與素材的特性，若應用於紡織設計領域，便能實現從虛擬布料設計到實體打樣的虛實整合流程。設計師僅需輸入風格與材質描述，即可產生全新的數位素材，開啟創新開發路徑，降低樣品製作與試錯資源的浪費。

數位科技也跳脫輔助工具的框架，成為回應永續挑戰的解決方案，透過提升虛擬設計可行性，減少對實體資源的依賴，使創新與環保目標能同步實現。

「生成式 AI 就是可以根據你的 prompt，你告訴 AI 需要什麼樣的材料，我們就幫你虛擬製作一塊，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

數位布片的標準化與資料結構設計，使其具備延伸成為「產品數位護照」的潛力。只要整合布料的產地、製程、碳足跡等數據，協助品牌滿足 ISO 14067 與 SBTi 等國際準則，實現產品生命週期碳排資訊的揭露要求，未來亦可快速回應歐盟產品數位護照政策需求。

「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

Frontier.cool 在科技可供性的探索中，持續思考數位科技如何開啟新的創作與互動形式。創辦人表示，他們設想未來的時尚不只是品牌主導的量產模式，而是人人都能參與的創作過程。透過生成式 AI，設計師或消費者可以輸入需求，由 AI 產生布料設計草圖，再透過 TextileCloud™ 平台自動與供應商配對，讓品牌或供應端回應此需求，實現個人化的產品開發，不僅強化創作者的表達創作，也讓供應鏈具備 B2C 彈性連動的可能性。

而未來，當這些數位素材被延伸應用到虛擬時尚與元宇宙場景中，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的媒介，回應未來「自我實現」的文化趨勢。

「AI 會幫你配對供應商，當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 5 天要做什麼？可能會做很多事情在表達自我的情感、表達自我的審美。」
(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)

2023 年，Frontier.cool 成立「數位紡織服務中心」，將原本專注於雲端數位布片平台的企業，延伸為實體服務據點，回應品牌與供應商在數位轉型初期所面臨的實作瓶頸，該中心能依據 adidas 等國際品牌的高標準規格，完成布料的圖層掃描與物理數據建檔，並通過 adidas 官方認證，成為其全球布料數位化合作夥伴。

「品牌需要廠商去掃描布料，可是廠商不會做，所以品牌就需要找合作夥伴去幫廠商完成，adidas 就找我們。我們根據 Standard 合作…供應商把布寄給我們，我們幫他做到。」(李菁 執行長，2025 訪談資料)

對於許多仍未具備數位轉換能力的紡織企業而言，此服務中心的出現具有關鍵意義。供應商可直接寄送布料至 Frontier.cool，由其專業團隊依據品牌要求完成掃描、建檔與上傳，省去自行學習設備操作與建立標準流程的困難。由於各品牌對數位布片的圖像精度、布料垂墜與褶皺呈現方式皆有不同要求，Frontier.cool 透過自有設備與人力拓展公司服務，協助供應商跨越這些複雜標準，提升與品牌端接軌的能力。

「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)

- 迭代深耕永續服務，「顧問輔導+系統串接」回應永續需求

為使平台在永續領域能為產業做出更多貢獻，Frontier.cool 近年積極發展碳足跡相關功能，試圖將「數位布片」從單一資料單元轉化為可承載環境資訊的數位載體。

早在 2021 年期間，Frontier.cool 即與德國新創公司 Made2Flow 合作，導入以全球平均數據為基礎的布料碳排資料。然導入後發現，設計師與品牌端反映這些預估資料缺乏即時性與精準度，無法作為設計初期的決策依據。

「在 2021、2022 年吧，有先跟德國的一家新創企業 Made2Flow，做碳足跡預測。但是不準，預測就是用全球平均值，根據你的材料組合去算一個平均預測值，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）

為顧及此，團隊隨即調整策略，與其他碳足跡計算服務業者合作，建立「顧問輔導+系統串接」的雙軌模式。透過顧問輔導供應商進行實際碳排盤查，再透過平台推出的 Eco-Impactor® 模組，將布料的碳排放量、用水、用電、土地使用等 ESG 指標資料整合至 TextileCloud™ 的布片欄位中。

新增了真實碳足跡資訊後，不僅使數位布片資料更完整透明化，設計師與採購者亦可於平台上考量布料對環境衝擊，從產品設計與選材初期即納入永續指標考量。

「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）

5.5.5 創新探索

- 獲國發基金投資、參與永續論壇，建立國內創新支持基礎（2023）

對於外部潛在資源的應用與關係網絡的建構，Frontier.cool 藉由參與國際展覽、競賽、投資計畫等積極打造平台成長所需的合作基礎。

2023 年，Frontier.cool 獲得國發基金的種子輪投資、參與「第二屆去中心永續發展論壇」，不僅代表國內公部門對其數位紡織平台潛力的肯定，也取得外部資金與政府支持，團隊透過論壇分享與交流，與 ESG、AI、材料工程等領域的新創公司與學研單位建立初步連結。此行動不僅強化其品牌形象與公眾能見度，也更加掌握產業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 與新創國際發展計畫 G Camp 合作，赴歐洲葡萄牙參與全球科技新創盛會 Web Summit，不僅展示其 TextileCloud™平台與數位掃描技術外，也接觸到歐洲各地的潛在投資人、品牌商與創新團隊。

2025 年，Frontier.cool 參與 Bharat Tex 2025 印度全球紡織展，該展會聚集超過 3,500 家企業與 100,000 名參觀者，是亞洲區重要的 B2B 紡織合作平台，使公司獲得與 Texperts 等國際企業接洽的機會，也強化自身作為布料數位化解決方案提供者的品牌定位。

這一系列與外部單位建立連結的策略，不僅提升 Frontier.cool 在新創與紡織產業的識別度，更有助於其在技術導入、市場推廣與資源調度方面擴展能量，形成技術與市場兩端兼顧的創新合作生態。

5.5.6 平衡機制

- 合作與策略聯盟：技術整合到創新共創

在追求平台技術深化與產業價值擴展的同時，Frontier.cool 並未選擇單一方
向行進，而是透過明確的策略聯盟設計，達成「深耕運用」與「創新探索」的
雙軸行動。

- **與紡織數位升級發展協會（AADT）簽署合約，加速國內外推廣（2023）**

2023 年，團隊與台灣紡織數位升級發展協會（AADT）正式簽署合約，作
為推動國內廠商全面數位化的關鍵契機。

透過此策略合作，雙方致力於讓台灣布料數位化技術與更多全球時尚品牌
與供應鏈工廠建立連結，同時提升台灣本地紡織廠商轉型的數位化比例。顯示
出 Frontier.cool 一方面鞏固其數位平台作為基礎設施的角色，一方面也積極運
用外部關係與資源，創造國內外雙向成長動能

- **深化既有關係，策略合作 CLO Virtual Fashion 拓展設計邊界（2024）**

Frontier.cool 與全球領先的 3D 服裝科技公司 CLO Virtual Fashion 長期保持
良好合作關係，數位布片早已可導入至 CLO 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。

2024 年，雙方進一步將合作關係升級為策略夥伴，不僅延續原有技術對接
的基礎，更共同探索更深層次的應用場景與創新模式，例如即時渲染、布料物
理特性模擬等。

- **與 AADT 推動 meta-fabric，串連教育與創意產業（2025）**

2025 年，Frontier.cool 與 AADT 再度合作，推動「meta-fabric 數位布料資
料圖庫」計畫，專為服裝設計、3D 動畫、創意設計等教育端與創作產業提供素
材來源。透過此開放共享機制，平台不僅提升布片的再利用率，也吸引更多平
台使用者參與，拓展平台的使用範圍與使用者多樣性，強化內外部資源的整合
與互動能力。

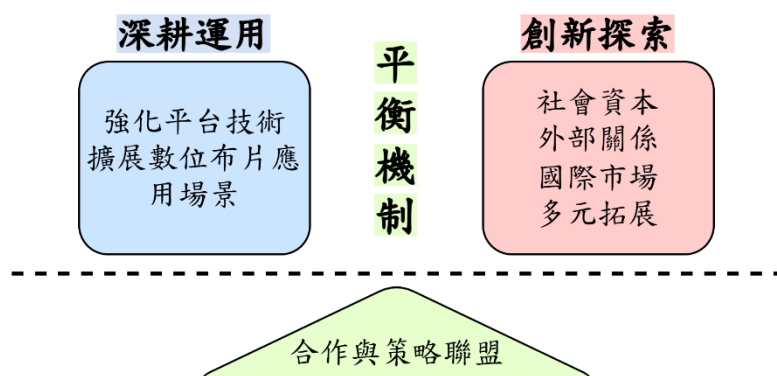


圖 第四階段平衡機制

5.5.7 數位創新結果

- 從嘗試導入到組織轉型的內部擴展（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。許多廠商一開始對數位平台感到不確定，從抗拒、觀望到試著使用，慢慢習慣後，意識到科技在實務操作中的實質助益。

以某供應商為例，最初僅購買 20 組帳號進行小規模試用，半年後因業務與設計部門普遍反映使用便利，企業隨即將帳號數擴增至 50 組，並同步增加雲端布片儲存空間。原本預估每年僅需上傳約 100 片布料，實際導入後則主動提升至數倍規模，呈現出從「嘗試使用」到「全面導入」的明顯轉型。

透過這個案例也充分說明，數位科技不僅是支援性的作業工具，更是促進組織內部資訊共享、生產流程改善與銷售速度提升的核心關鍵。企業管理層也能從實際的運作成效中看見明確的效益，包括銷售效率提升、內部溝通順暢與資料流即時性強化。隨著平台全面整合進日常營運，數位科技也逐步發揮引導組織運作數位轉型的重要因素。

「去年(2024 年)有一家廠商他以前是用大概 20 個 Account，然後他在半年內就加了 3 倍，他後來多買變成 50 個 Account，空間也買很多，

他以前預計自己可能一年數位化只要 100 片，結果他發現整個模式對他來說生意、整個 Team 溝通和他在做 sales 的效率是很好，所以他又在擴大他的布料空間。」（李菁 執行長，2025 訪談資料）

- 以碳排資訊為核心，串連企業內部治理、供應鏈行動到品牌端的永續決策

當永續成為全球品牌與消費者關注的核心價值，Frontier.cool 不再只是工具提供者，而是成為引導供應鏈實踐永續治理的關鍵推手。平台藉由永續資訊的呈現，讓永續行動從供應鏈製造就開始出發，協助紡織產業鏈建構可實行、可追蹤的碳管理路徑，讓「永續」不再停留於理念，而能成為決策依據與營運準則。

從供應商端開始，Frontier.cool 協助其依照碳足跡大小進行布料分類，建立「環保布料資料夾」，讓業務在與品牌互動時能精準推薦低碳材質。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，進一步分析如何從原料選擇、製程改善、加工方式或包裝流程來降低織品可能產生的碳排放量與資源消耗，真正的「從供應鏈端完成企業對環境永續的社會責任」。

「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）

若供應商能主動提供碳排分析報告，品牌自然也更傾向與資訊透明可溯源、商品更環保的供應商合作，讓供應商對永續付出的努力轉化為商業價值與建立顧客信任。而品牌端藉由平台所整合的布料碳排放、用水、用電等能源消耗資料，就能從採購階段開始實施環保策略。特別是在服飾與鞋類產業中，布

料原料本身就可能占整體產品碳足跡的 80%，使得原料階段的控管成為碳管理的關鍵。

「碳足跡是未來的關鍵的數據，因為品牌在設計的時候，如果他能採用比較低碳的、有完整數據的產品，就可控制碳排來達到減碳目標。」（李菁 執行長，2025 訪談資料）

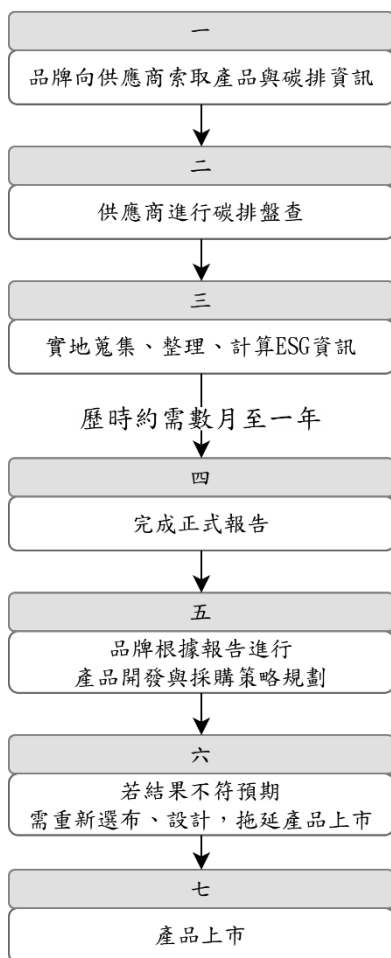
品牌可針對年度永續政策與治理目標編列碳排預算，，減少設計開發與產品製作過程對自然環境造成的衝擊。

TextileCloud™讓品牌在設計初期即能掌握每片布料的碳足跡、水耗、土地使用等關鍵 ESG 指標，無須再耗時蒐集資料或等待供應商提供碳排報告。這項設計大幅縮短開發週期，使團隊能在素材篩選階段就納入永續條件進行產品規劃，不僅同步滿足環保法規、碳稅等政策準備，也讓設計與永續得以併行、不需重工修改。

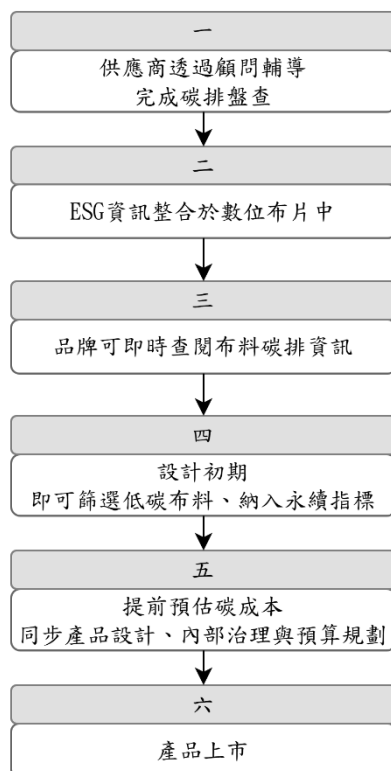
同時，透過平台將碳排資訊透明揭露，跨部門可在在資訊透明共享之下快速決策與溝通協作、提升開發效率。品牌可比對不同材料組合的碳排強度，以提前完成策略擬定與預算編列，協助企業做出環保與成本兼顧的選擇。

永續控管雖從供應鏈採購端開始，效益卻能延伸至產品開發、報價與上市等各階段，進一步提升品牌在永續轉型與市場反應上的競爭優勢。最終，減碳行動不再只是道德層面的訴求，而真正內嵌於企業的資源分配與決策體系中，從產品設計、供應商選擇、成本控管到營運治理，形成貫穿全流程的永續行動路徑。

傳統產品碳排控管流程



平台即時控管流程



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 1：靈活應對需求變化，推進策略調整與模組擴展。 經營策略 2：網站大改版，調整與客戶溝通的語言。 資源整合與分配：串接外部專業資源，打造擴展型平台生態。
	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。	
		雙元性靈巧實現可供性	
		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) 迭代深耕永續服務，「顧問輔導+系統串接」回應永續需求。	獲國發基金投資、參與永續論壇，建立國內創新支持基礎。(2023) Web Summit、Bharat Tex 印度全球展會，接軌國際市場。(2024/2025)
		平衡機制	
		合作與策略聯盟：技術整合到創新共創 1. 與 AADT 簽署合約，加速國內外推廣。(2023) 2. 深化關係，策略合作 CLO Virtual Fashion 研發創新技術。(2024) 3. 與 AADT 推動 meta-fabric，串連教育與創意產業。(2025)	
數位創新	結果	從嘗試導入到組織轉型的內部擴展。(2024) 以碳排資訊為核心，串連企業內部治理、供應鏈行動到品牌端的永續決策。	

5.6 個案分析小節

第六章、研究結論與建議

6.1 結論與研究貢獻

6.2 研究限制與未來研究方向

第七章、參考文獻

中文部分

英文部分

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>

Knafl, K. A., Breitmayer, B. J., & Morse, J. (1989). Qualitative nursing research : a contemporary dialogue. *Qualitative Research*.