

國立臺灣大學管理學院商學研究所

碩士論文

Graduate Institute of Business Administration

College of Management

National Taiwan University

Master Thesis

考量服務品質與市場規模在不同合約機制下之研究
——以雙邊獨佔平台為例

A Research of Two-sided Monopoly Platform under
Different Contract Mechanisms by Considering Service
Quality and Market Size

黃海潮

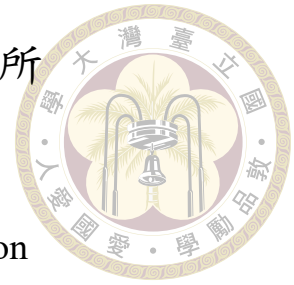
Hai-Chao Huang

指導教授：蔣明晃 博士

Advisor: Ming-Huang Chiang, Ph.D.

中華民國 112 年 1 月

January, 2023



國立臺灣大學碩士學位論文
口試委員會審定書



考量服務品質與市場規模在不同合約機制下之
研究——以雙邊獨佔平台為例

A Research of Two-sided Monopoly Platform
under Different Contract Mechanisms by
Considering Service Quality and Market Size

本論文係黃海潮君（R09741020）在國立臺灣大學商學研究所完成之碩士學位論文，於民國 112 年 1 月 12 日承下列
考試委員審查通過及口試及格，特此證明

指導教授：

孫明堯

口試委員：

孫明堯

林茂聰

羅明秀

系主任、所長



(簽名)



致謝

時光匆匆，一轉眼在台大的六年多就要過去了，這段時光可說是我人生最充實的一段，從一個自以為是的青少年，轉變成為一個懂得思考的大人。在這段時間中，最幸福的部分就是能在一個開放自由的環境接受各式各樣的知識。從人類學系開始，一路到經濟系的訓練，再到商研所以及統計學程的這段旅程，中間也不乏遇到許多貴人相助，不論是同學或是師長，一路上都給我在不同面向許多啟蒙，尤其要特別感謝台大經濟系師長的薰陶，使我在看待各種事情時有更多不同的觀點。

而在這段旅程中，最感謝的人莫過於我的指導教授蔣明晃老師，在大四修習高等統計學時便與老師結緣，而請蔣老師擔任我的指導教授，是我人生做過最正確的決定之一。在每次討論時，都可以體會到蔣老師對產業以及學術的認知是多麼的深厚，老師總是能一語道破我的各種盲點。而蔣老師如同慈父一般的教導，也讓我在這段時間認識到何為所謂做學術研究、如何去設定議題以及如何去說明一個故事。非常感謝蔣老師願意當我的指導教授，有您能在我生命中指點迷津，實是我一生的榮幸。

除此之外，我也要感謝我先前的實習公司 FunNow，感謝公司給我實習機會，讓我能在第一線參與平台間的競爭，以及教會我如何做生意，使我對平台相關產業有更深的認知。再者，我也要感謝商研所的各位小老闆們，感謝你各位在這難熬的碩士旅程中，與我相互砥礪、玩樂和討論人生，未來大家成為大老闆時，請別忘記小弟我。最後，我得感謝我的家人，感謝我的家人在我的學習生涯中，從未給我過任何壓力，並且支持我的各種決定，讓我能無後顧之憂地快樂學習。

生命總是不斷經歷失敗、犯錯，而在這些經驗後，能在痛苦中學到教訓，這或許是成長最快的途徑。百尺竿頭，更進一步。共勉之。



摘要

隨著科技與時代的演進，使用線上平台進行消費已經充斥在現代人的生活之中，對於產品或服務的供應商來說，選擇加入平台便是一個重要的選擇。而一般而言，平台商與供應商所簽訂之合約多為下列二種：收益分享合約與固定規費合約。本研究在資訊對稱且平台商可以決定合約內容的情況下，透過一期的 Stackelberg game 的方式求解平台商與服務提供者在此二種合約下的決策行為，並且除了價格之外也涵蓋服務品質、市場潛力等因素進入考量。由於平台商有較高的談判力，並且可以影響服務提供者之行為，我們便先進行平台商的利潤極大化決策求解後，別可解出所有模型的變數。研究結果顯示在相同的環境設定之下，平台商選擇使用固定規費合約可以獲得最高的利潤，但此時服務提供者利潤逼近於 0。而在使用收益分享合約時，在一定的參數環境設置之下，平台商與服務提供者都能享有部分利潤，相對而言是較為互利的模式。而我們發現除了在固定規費合約下之服務提供者利潤由於利潤近乎為 0 之外，潛在市場需求量、消費者對平台品質以及服務提供者所提供之服務品質之敏感度與平台商與服務提供者利潤有正相關，而與消費者對價格的敏感度有負向關係。

關鍵字：平台經濟、Stackelberg 賽局、合約設計、服務品質、雙邊獨佔平台



Abstract

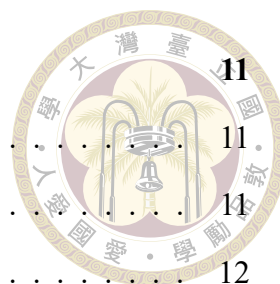
With the development of the times and the technologies, consuming goods on digital platform is familiar with modern people. On the other hand, to join a platform or not is a critical issue for those suppliers of services or products. In general, there are two main contracts between a platform and service providers: revenue-sharing contract and fixed fee contract. In this research, we try to discover the decision of the platform and the service provider by consideration of price, market potential, and service quality of both firms under symmetry information via a Stackelberg game. We focus on the profit-maximizing problem for the platform with more bargaining power in the model, once we solve that problem, we can obtain all the optimal solution of the model. Also, under the same parameter setting, fixed fee contract is a more favorable contract to the platform over the revenue-sharing contract, since it will charge nearly all revenue that service provider made. By contrast, under revenue-sharing contract, it is possible for both firms to gain a part of the revenue and it would be a fairer contract for both firms. We also found that potential market size and the consumer sensitivity for the service quality of both firms have positive relations with the profit of the service provider and the platform and have a negative relation with the price sensitivity of the consumer under both contract types except the profit of service provider under fixed fee contract with almost 0 profit.

Keywords: Platform economy, Stackelberg game, Contract design, Service quality, Two-sided monopoly platform



目錄

	Page
口試委員會審定書	i
致謝	ii
摘要	iii
Abstract	iv
目錄	v
圖目錄	viii
表目錄	x
Chapter 1 緒論	1
1.1 研究動機	1
1.2 研究目的	2
1.3 研究架構	2
1.4 論文架構	3
Chapter 2 文獻回顧	5
2.1 平台經濟	5
2.1.1 平台類型	5
2.1.2 平台架構	6
2.2 平台的競爭與定價	6
2.3 平台與供應商的品質	8
2.4 平台的合約選擇	8
2.5 數值分析方法	9
2.6 小結	9



Chapter 3	模型設計	11
3.1	模型設定與假設	11
3.1.1	Stackelberg game 之簡介	14
3.1.2	模型假設	12
3.1.3	平台商的角色	12
3.1.4	服務提供者的角色	13
3.1.5	消費者的角色	13
3.2	符號定義	13
3.3	需求函數	14
3.4	成本函數	15
3.5	合約類型	16
3.5.1	收益分享合約	16
3.5.2	固定規費合約	16
3.6	服務提供者模型	17
3.7	平台商模型	18
3.8	模型求解與討論	19
3.8.1	求解最適收益分享合約	19
3.8.1.1	收益分享合約下服務提供者的決策	19
3.8.1.2	收益分享合約下平台商的決策	20
3.8.2	求解最適固定規費合約	22
3.8.2.1	固定規費合約下服務提供者的決策	22
3.8.2.2	固定規費合約下平台商的決策	23
3.9	數值分析方法	23
Chapter 4	數值分析	24
4.1	模型求解流程	24
4.2	兩種合約模型之數值設定	24
4.3	收益分享合約的敏感度分析	25
4.3.1	收益分享合約 - 潛在市場需求量 S 對平台商、服務提供者利潤的影響	25

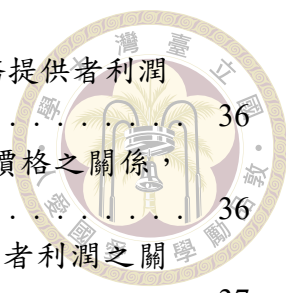
4.3.2	收益分享合約 - 消費者價格敏感度 β 對平台商、服務提供者利潤的影響	28
4.3.3	收益分享合約 - 消費者對平台服務品質之敏感度 γ 對平台商、服務提供者利潤的影響	30
4.3.4	收益分享合約 - 消費者對服務提供者品質之敏感度 λ 對平台商、服務提供者利潤的影響	32
4.3.5	收益分享合約 - 兩廠商品質提供效率性對平台商、服務提供者利潤的影響	34
4.3.5.1	收益分享合約 - 服務提供者品質提供效率性對兩廠商利潤的影響	34
4.3.5.2	收益分享合約 - 平台商品質提供效率性對兩廠商利潤的影響	35
4.4	固定規費合約的敏感度分析	35
4.5	兩合約模型之比較	40
Chapter 5	結論與建議	44
5.1	研究結論	44
5.2	研究貢獻	45
5.3	研究限制	46
5.4	未來研究方向	46
	參考文獻	48
	附錄 A — 模型的數學推導	52
A.1	最適收益分享合約的推導	52
A.1.1	服務提供者如何決定最適訂價與品質	52
A.2	最適固定規費合約的推導	54
A.2.1	服務提供者如何決定最適訂價與品質	54



圖目錄

1.1	研究架構，本研究整理	3
1.2	論文架構，本研究整理	4
2.1	網路中間商的基本架構，Sarkar et al.(1998)	6
2.2	多邊平臺的基本架構，Fisher(2019)	7
4.1	收益分享合約 - 潛在市場需求量與平台商、服務提供者利潤之關係，本研究整理	25
4.2	收益分享合約 - 潛在市場需求量與平台商抽成比例之關係，本研究整理	26
4.3	收益分享合約 - 潛在市場需求量與廠商品質與價格之關係，本研究整理	27
4.4	收益分享合約 - 消費者價格敏感度與平台商、服務提供者利潤之關係，本研究整理	28
4.5	收益分享合約 - 消費者價格敏感度與平台商抽成比例之關係，本研究整理	29
4.6	收益分享合約 - 消費者價格敏感度與廠商品質與價格之關係，本研究整理	29
4.7	收益分享合約 - 消費者對平台服務品質之敏感度與平台商、服務提供者利潤之關係，本研究整理	31
4.8	收益分享合約 - 消費者對平台服務品質之敏感度與廠商品質與價格之關係，本研究整理	31
4.9	收益分享合約 - 消費者對服務提供者品質敏感度與平台商、服務提供者利潤之關係，本研究整理	32
4.10	收益分享合約 - 消費者對服務提供者品質敏感度與平台商抽成比例之關係，本研究整理	33
4.11	收益分享合約 - 消費者對服務提供者品質敏感度與廠商品質與價格之關係，本研究整理	33
4.12	收益分享合約 - 服務提供者品質提供效率性與平台商、服務提供者利潤之關係，本研究整理	34
4.13	收益分享合約 - 服務提供者品質提供效率性與廠商品質與價格之關係，本研究整理	35

4.14 收益分享合約 - 平台商品質提供效率性與平台商、服務提供者利潤之關係，本研究整理	36
4.15 收益分享合約 - 平台商品質提供效率性與廠商品質與價格之關係，本研究整理	36
4.16 固定規費合約 - 潛在市場需求量與平台商、服務提供者利潤之關係，本研究整理	37
4.17 固定規費合約 - 消費者價格敏感度與平台商、服務提供者利潤之關係，本研究整理	37
4.18 固定規費合約 - 消費者對平台服務品質之敏感度與平台商、服務提供者利潤之關係，本研究整理	38
4.19 固定規費合約 - 消費者對服務提供者品質敏感度與平台商、服務提供者利潤之關係，本研究整理	38
4.20 固定規費合約 - 服務提供者品質提供效率性與平台商、服務提供者利潤之關係，本研究整理	39
4.21 固定規費合約 - 平台商品質提供效率性與平台商、服務提供者利潤之關係，本研究整理	39
4.22 潛在市場需求量對不同合約利潤的影響，本研究整理	40
4.23 消費者價格敏感度對不同合約利潤的影響，本研究整理	41
4.24 消費者對平台服務品質敏感度對不同合約利潤的影響，本研究整理	41
4.25 消費者對服務提供者品質敏感度對不同合約利潤的影響，本研究整理	42
4.26 服務提供者品質提供效率性對不同合約利潤的影響，本研究整理	42
4.27 平台商品質提供效率性對不同合約利潤的影響，本研究整理	43





表目錄

2.1	平台類型，Belleflamme and Peitz (2021)	5
2.2	各文獻研究主題比較，本研究整理	10
4.1	模型預設參數設定，本研究整理	24
4.2	潛在市場需求量 S 與各內生變數的關係，本研究整理	27
4.3	消費者價格敏感度 β 與各內生變數的關係，本研究整理	30
5.1	收益分享合約模型下參數與廠商利潤之關係	45
5.2	固定規費合約模型下參數與廠商利潤之關係	45



Chapter 1 緒論

1.1 研究動機

在現代人的生活中，隨著網路技術與智慧型手機等科技的普及，平台的使用已經充斥著每一個人的日常之中，不論是食、衣、住、行、育、樂都可以在手機上透過各種平台 APP 完成消費。在台灣，你可以一早起床透過 Foodpanda 預訂早餐，搭乘 Uber 前去上班，忙裡偷閒時透過蝦皮購物 (Shopee) 購買新衣服，並且在 Instagram 上關注朋友動態，下班時再使用 FunNow 預約腳底按摩服務來好好放鬆。很顯然地，平台於現代人的生活中早已扮演相當重要的角色，但平台並非近年才出現的產物，平台於近年的蓬勃發展主要是來自於科技的進步 [16]，使得消費者對於各式平台的可接近性相對於以前的婚友社、夜店或是錄影帶出租店等服務相比是大大提升許多。

而一個商業模式若要被稱為平台，則至少要連結兩類人對於某產品或服務的供給與需求 [7]，如連結產品製造商與終端消費者的蝦皮購物、連結書商與讀者的 Amazon 等，此即稱之為雙邊平台 (two-sided platform)；而若平台連結多於兩方，則被稱為多邊平台 (multi-sided platform)，YouTube 連結影音創作、閱聽者以及廣告商等平台上的參與者 (participants)。[13] 而平台的成立無疑減低了消費者的搜尋成本，也從中成為買賣雙方之間的橋樑 [11]，透過這些平台帶來的好處，也使得經濟體系運作地更佳流暢也更有效率性。

為了使平台能夠順利運作，則需要透過一個合適的制度規範來媒合平台中各方利害關係者的誘因，最直接的部分也就是平台商與買賣雙方的合約的制度設計。合約的設計則如同 Zhang et al.(2019) 的研究是以固定規費合約 (fixed Contract) 與收益分享合約 (revenue sharing contract) 為主，而後者也可以將其想成一種抽佣合約 (commission contract)。相對於先前的研究多著墨於價格訂定，但對於平台消



費者來說，平台本身也是消費流程的一部份，故本研究希望能夠延伸過往的討論，除了討論過往學者對於兩種合約的比較，並且討論平台與服務提供者的品質並且使用不同的需求函數去模擬市場現況，期許能透過本研究提供更加深入的市場洞察，也能補足過往研究較為缺乏之部分。

1.2 研究目的

本研究希望透過建立一個包含平台商、服務提供者的賽局模型，而消費者的角色則由需求函數所決定，並且考慮不同合約類型（固定規費合約、收益分享合約）以及各個利害關係人彼此之間互相影響的關係來探討在賽局中所有角色的最適決策為何。在本研究中希望能完成以下目的：

1. 建構不同合約類型下平台商以及服務提供者所面對的利潤模型，並且於其面對的需求函數中考慮消費者對價格的敏感度、對平台商以及服務提供者品質的敏感度
2. 透過 Stackelberg game 的方式求解平台商以利潤極大化為前提之下與服務提供者所簽訂之最適合約以及所衍生出之均衡服務價格與品質
3. 在不同合約之下，針對模型中平台商與服務提供者所面對之各項參數進行敏感度分析，觀察在不同參數設定下對最佳決策的影響
4. 透過比較廠商在不同合約以及不同參數下的決策，提供對實務界具有意義之管理意涵與建議

1.3 研究架構

綜觀先前所述之研究動機以目的，本論文研究流程如下：

1. 搜集平台經濟相關論文進行研究，了解學術上如何討論此種議題，並且特別著墨於合約比較之部分，以此建立研究基礎。
2. 建構平台商與服務提供者在面對收益分享合約或是固定規費合約下的決策模型，並且納入消費者對於服務的需求函數，而平台商與服務提供者將在此環

境下極大化自身的利潤。而為了簡化討論，本研究假設此平台為一個獨佔的雙邊平台，並且以 Stackelberg game 的方式來進行分析求解。

3. 針對不同模型中的各種參數進行調整來做敏感度分析，藉此分析其對平台商與服務提供者利潤的影響，藉此引出管理意涵並提供實務建議。

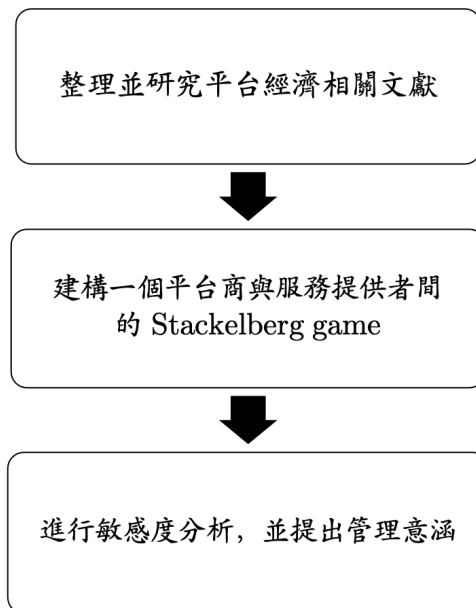


圖 1.1: 研究架構，本研究整理

1.4 論文架構

本論文將分成五個章節，如圖 1.2 所示。第一章為緒論，說明本論文的研究背景與研究動機，並設定本研究的架構。第二章為文獻回顧，研究與探討過去相關之文獻，從中了解到過往學界是如何討論相關議題。第三章為模型設計，將說明本論文如何設定平台商、服務提供者的互動關係、模型假設等，並且建構代表消費者的需求函數。第四章為數值分析，透過數值分析方法針對本文模型求解，並且再以敏感度分析的方式解析每個參數變化對於平台商以及服務提供者利潤的影響，並討論參數變化對平台商以及服務提供者行為有何影響。最後，第五章為結論與建議，透過本研究之結論提出管理意涵與結論，可作為實務界的相關決策參考。

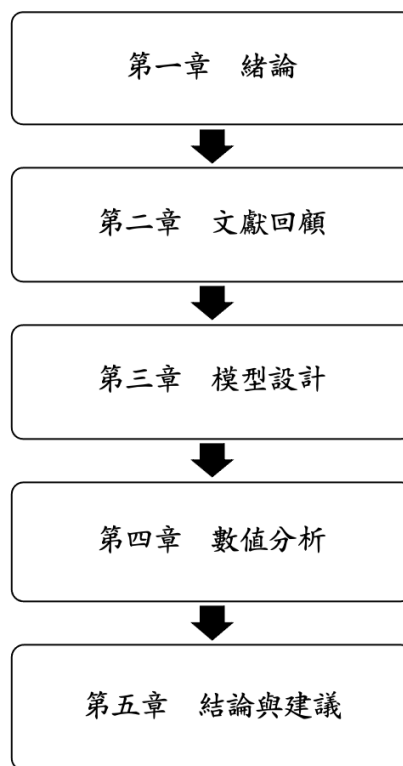


圖 1.2: 論文架構，本研究整理



Chapter 2 文獻回顧

2.1 平台經濟

所謂平台，根據 Rochet and Tirole(2003) 與 Eisenmann et al.(2006) 的定義，平台可為一種服務廠商或是機構並從中連結二種或是多種行為人 (agents)，從中中介各方的供需交易，因此也可以將平台視為一個交易空間 (marketplace)，讓供給者 (賣方) 與需求者 (買方) 可以在此進行交易 [14]。

2.1.1 平台類型

平台根據不同的用途可以分為不同的種類，根據 Belleflamme and Peitz(2021) 的分類，大致上可以分為：軟硬體平台 (Hardware/software systems)、配對平台 (Matchmakers)、交易平台 (Exchanges)、P2P 平台 (Peer-to-peer marketplaces)、媒體娛樂平台 (Media and entertainment platforms)、支付平台等 (Payment systems)，詳細說明將於表 2.1 中描述。另外，Evans and Gawer(2016) 的報告中也將平台依照功能性的不同分為下列四大型態 (typology)：交易平台 (Transaction platforms)、創新平台 (Innovation platforms)、整合平台 (Integrated platforms) 與投資平台 (Investment platforms)。

表 2.1: 平台類型，Belleflamme and Peitz (2021)

平台種類	說明	範例
軟硬體平台	使程式開發者能與終端使用者於平台上交易與互動	Android、PlayStation、Linux
配對平台	使平台上不同群體間能完成正確的「配對」並進行互動	Tinder、104 人力銀行
交易平台	協助「賣家」與「買家」進行價格配對並促成交易	Booking、Taobao、Amazon
P2P 交易平台	促進使用者 (peers) 間的交易，共享彼此資源，可以視為配對平台與交易平台的一種特例	Airbnb、Grab、Uber
媒體娛樂平台	使內容提供者能於平台上提供創作內容給閱聽者	TikTok、YouTube
交易平台	提供買賣雙方一種交易的方式促進交易的完成	Apple Pay、Mastercard、AliPay

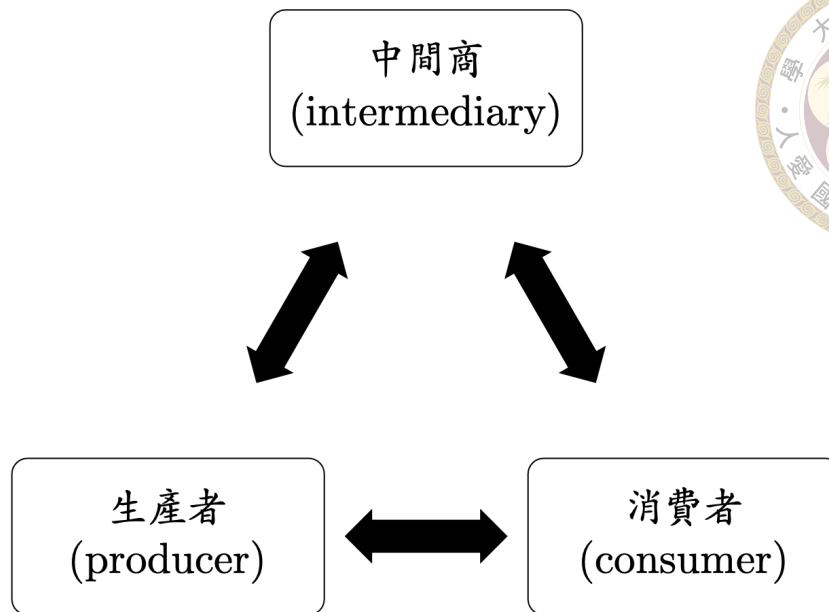


圖 2.1: 網路中間商的基本架構，Sarkar et al.(1998)

2.1.2 平台架構

而正如前述，平台依據連結的關係人數量的不同也可以分成雙邊平台 (two-sided platform) 以及多邊平台 (multi-sided platform)。而網路平台這個概念其實可以從 Sarkar et al.(1998) 的研究中所提到的網際中間商 (cybermediary) 去做延伸，此篇認為隨著外包角色越來越重要，為了減少交易成本，網路中間商能取得的機會也會越大，此研究提供了一個很簡單的模型，如圖 2.1 所示，其中描述了生產者 (producer)、消費者 (consumer) 與中間者 (intermediary) 的直接與中介關係，而這樣的架構也是研究雙邊平台的一個基礎，如 Rochet and Tirole(2006) 增加了平台向其他參與者收費的部分或是如 Hagiu(2007) 將此架構與傳統商店進行對比。至於多邊平台 (multi-sided platform)，根據 Hagiu and Wright(2010) 的定義為：「一個透過連結兩個或多個不同關係客群來創造價值的組織。」所以雙邊平台其實也可以說是多邊平臺的一種特例，Fisher(2019) 的文獻中提供了多邊平臺的一個簡單的圖形架構，表現出多邊平臺能夠連結不同群的買方與賣方，而非只有單純兩個群體，而不同的買方之間或是賣方之間也能夠透過平台進行互動 (圖 2.2)。

2.2 平台的競爭與定價

關於平台競爭的文章可說是相當豐富，而在提到網路平台競爭時，網路效應 (network effect) 或是所謂網路外部性 (network externality) 一定會是文獻中所

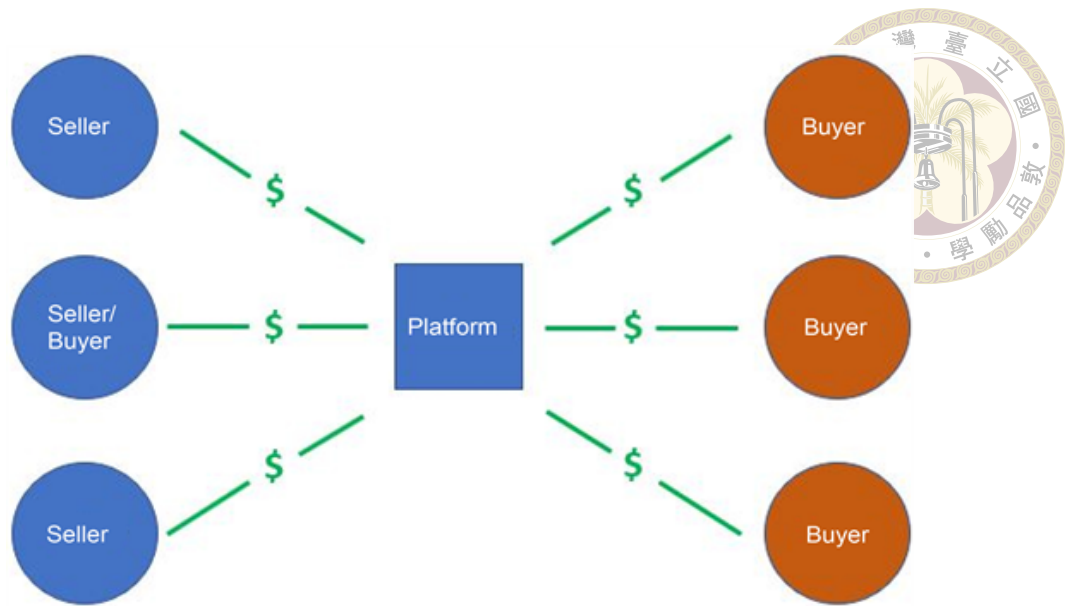


圖 2.2: 多邊平臺的基本架構，Fisher(2019)

提到的部分，所謂網路效應即為平台中用戶的增加對於平台價值增加的效果，根據 Belleflamme and Peitz(2021) 的書中所述，根據網路效應作用的對體群替不同，可以再分為組內網路效應 (within-group network effects) 以及以及跨組網路效應 (cross-group network effects)。Caillaud and Jullien(2003) 研究了間接網路外部性對配對平台的不完全競爭，而因為用戶可以在不同平台中做選擇，故出現了多重均衡的結果，而一個有效率的均衡市場結構會以獨佔或寡占存在。另外，如 Rochet and Tirole(2003) 的經典研究從一個獨佔平台模型作為基礎開始，再引入不同平台的競爭，探討消費者對平台的多歸屬行為 (multi-homing) 以及使用 Ramsey pricing 來分析獨佔廠商的行為，發現不只忠誠度高的買方會有利於賣方，也顯示出買方的多歸屬行為會有助於賣方調整價格結構使之對其更加有利。同樣地，Armstrong(2006) 也是從一個獨佔模型出發並討論單一歸屬行為 (single-homong) 的競爭以及所謂「競爭瓶頸 (competitive bottlenecks)」，在此模型中，若某一族群的彈性夠高，則平台商會主要向平台的另外一方收取費用來補貼彈性高的族群。在實證分析上，Rysman(2007) 指出持有多張信有卡的消費者，傾向使用其中一張自己較為偏好的卡片，也就是存在單一歸屬行為。另外，Hogendorn and Yuen(2009) 分析那些存有必要存在的成分 ("must-have" components) 的平台間的競爭，不只討論平台，也納入提供那些提供必要成分的供應商進行討論，發現在簽署獨家合約的情況下，平台能有較高的銷售、價格和獲利，而成分提供商也會在間接網路效果較低時想選擇跟平台簽署獨家合約。而 Hagiu(2009) 研究也同樣是從獨佔平台作為起點開始研究雙邊平台中產品多樣性對價格與競爭的影響，顯示當消費者偏好產品多樣性時，獨佔平台可以從生產者方獲取較大利潤，也推導出當平台

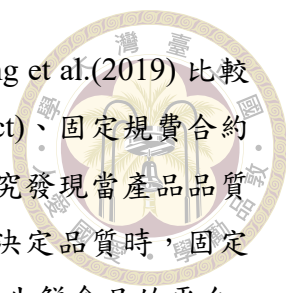
消費者偏好產品多樣性時，若對買方採取殺價策略，會導致賣方轉移至其他競爭平台，因此均衡為對買方索取較高的價格，作者稱之為多歸屬行為的規模經濟 (economies of scale in multi-homing)。Roger and Vasconcelos(2014) 則在獨佔雙邊平台的架構討論平台中一方或兩方的道德風險，研究顯示收取交易費 (transaction fee) 可以減緩但無法阻止道德風險的發生，若收取註冊費 (registration fee) 則較能找到良好的參與者而避掉道德風險，進而提升平台的獲利。

2.3 平台與供應商的品質

在過往的研究中，平台競爭或是平台的定價討論除了價格之外，也回討論到所謂品質，而對平台的消費者而言，品質又可以分為兩部分，第一部分為所消費之產品或服務的品質，而第二部分則為平台本身提供的服務品質。Avinadav et al. (2020) 在研究中將消費者的需求函數設定為「平台品質、服務品質及價格」的函數，而平台商與服務提供者要分別決定各自的品質以及價格。在此研究中，分別討論了垂直整合、分潤合約、平台最適合約 (在獲得足夠資訊下，平台能獲取最大利潤之合約)，這幾種不同合約之下，兩個廠商的互動關係與決策，同時亦考慮到雙方資訊不對稱之情形，直觀而言，平台商與服務提供者在完全垂直整合之下，整條供應鏈獲得最大的總利潤。若兩者分別作覺得倘若沒有適當的誘因結構，在一般的抽成合約中，服務提供者會依賴平台商所提供的品質，若品質不夠高，則會退出平台，沒有合作的效果。透過最適合約的訂定，在下游廠商願意提供部分資訊的情況之下，雙方皆有可能提高最終的利潤。另外，Zhang et al.(2019) 也探討了不同合約之下產品品質對平台的影響，會於下一小節補充說明。

2.4 平台的合約選擇

在平台上，各方的權利義務關係以及遊戲規則就是平台的合約，而合約中最重要的部分也就是平台如何向「使用者」索取費用，而平台該如何設計與各方的合約或是哪種合約對平台較有利就是個意義的問題。如 Cachon et al.(2017) 以 Uber 的架構舉例來說明同時對供需雙方進行動態定價是對平台最適的合約並與其他合約類型相互比較，分別為：「固定規費合約 (fixed contract)、動態工資合約 (dynamic wage contract)、動態價格合約 (dynamic price contract)、抽佣合約 (commission contract) 和最適合約 (optimal contract)」，研究也顯示除了最適合約之



外，固定規費合約是最能接近最適合約的一種合約類型。Zhang et al.(2019) 比較平台方在兩種常見的合約 (收益分享合約 (revenue sharing contract)、固定規費合約 (fixed fee contract)) 中的選擇以及生產者如何決定產品品質，研究發現當產品品質被外生給定，平台會選擇使用收益分享合約，而讓生產者自行決定品質時，固定規費合約有可能會是更佳方案。Xu et al.(2021) 則研究在提供生鮮食品的平台，採取對即將到期的生鮮食品進行降價策略時，生鮮產品供應商該選擇零售價格合約 (wholesale price contract) 或是收益分享合約 (revenue sharing contract)，發現收益分享合約不論在何種情況下皆對供應商有較好的影響，而販售更易腐的食品可以對消費者索取較高的金額，進一步提升平台的利潤。

2.5 數值分析方法

在賽局理論之文獻中，若無法順利求出封閉解 (closed-form solution)，則會需要仰賴數值分析方法對模型進行逼近，而由 Powell(1994)[21] 所發展出來的數值方法 Constrained Optimization By Linear Approximation (COBYLA) 便是一個常見的計算方法。這是一個非使用梯度下降的計算方法，透過迭代的方式獲得類似梯度下降的一個逼近。COBYLA 透過 n 維並且是 $n+1$ 個點之單形法 (simplex method) 進行逼近的一個最佳化方法。而 Tan et al.(2020)[30] 中也比較 COBYLA 和其他非線性最佳化演算法在求解線性問題及成本極小化問題的效能，COBYLA 相對於其他演算法，皆穩定有相對好的逼近結果，尤其當變數數量不多之時。而過去的賽局文獻，如 Perry(2021) 所整理出來的賽局模型計算方法，或是 Perry(2021) 針對南中國海漁權爭議的研究以及 Chatzigiannis et al.(2022) 對加密貨幣挖礦策略的研究，皆有使用此方法對模型進行求解。

2.6 小結

過去在平台的賽局研究中，大致都會從市場結構開始來討論價格、品質等，再依據研究主題的不同進行修正，本研究希望在雙邊獨佔平台的架構下探討廠商的價格決策、合約制度以及品質決定等，並且加入對市場潛力 (market potential) 的設定進行研究，與其他主要文獻的比較可見表 2.2。



表 2.2: 各文獻研究主題比較，本研究整理

文獻	研究內容				
	獨佔或競爭	生產者品質	平台品質	合約比較	市場潛力
Cachon et al.(2017)	獨佔	無	無	有	無
Zhang et al.(2019)	皆有	有	無	有	無
Avinadav et al.(2020)	皆有	有	有	無	無
本研究	獨佔	有	有	有	有



Chapter 3 模型設計

本研究著眼於不同契約架構下，平台商、服務提供者以及消費者之間的決策關係。本模型的架構為一個 Stackelberg game (見 3.1.2)，在外生給定的合約環境以及成本結構之下，平台商、服務提供者皆要做出極大化各自利益的最佳決策。

3.1 模型設定與假設

本賽局為一個進行一期的 Stackelberg game，在此賽局中有二個玩家會進行決策，分別為平台商以及服務提供者，至於消費者扮演之角色，本模型將以需求函數的方式去刻畫。本節將先針對賽局模型中會使用到的符號進行定義，以便後續得推導與討論。

本賽局模型將依照下列順序進行：

1. 外生給定合約類型，分別為：收益分享合約、固定規費合約
2. 平台商決定合約內容，以及平台服務品質
3. 服務提供者決定價格以及服務品質
4. 消費者根據價格與品質決定服務需求量
5. 平台商依照合約內容與服務提供者分配營收

3.1.1 Stackelberg game 之簡介

在廠商理論中，有時會遇到競爭廠商在市場上之資訊是不對等的，或是某一個廠商會根據另外一個廠商的決策而於之後才做決定，這類的問題在研究中通常

都會被描述成所謂 Stackelberg game 的問題來去分析。Stackelberg game 是由德國經濟學家斯塔克爾貝格於二十世紀 30 年代左右提出，主要可以分為兩個玩家，一為領導者 (leader)，另一方則為跟隨者 (follower)，在這個賽局中，跟隨者會根據領導的「先」做出的決定才「後」做出自己的決策。在本研究賽局中，平台商即為市場中的領導者，而服務提供者則為所為跟隨者，會根據平台商所給出的條件而後做出對他自身最有利的決策。

3.1.2 模型假設

為了能明確比較不同合約 (收益分享合約、固定規費合約) 制度下，會如何影響平台商、服務提供者以及消費者的決策，為求模型簡化而做出下列假設：

1. 這是一個一期模型
2. 模型中資訊全都公開透明
3. 生產者提供同質產品，並且也假設消費者為同質
4. 平台商負責制定合約
5. 對消費者來說，需求量與價格和平台商與服務提供者之品質有關
6. 模型限制服務提供者必須至少有「非負」的利潤，否則其不會進入市場
7. 消費者需求由需求函數決定，且廠商必能滿足消費者的需求，也就是廠商並無產能限制
8. 令生產成本為一個常數，而為求模型簡化，故本研究將之假設成 0

3.1.3 平台商的角色

在此模型中，該平台商為一個獨佔平台，市場中只有這一個平台可供交易，負責連結服務提供者以及消費者需求。這也符合現實中消費者常有單一歸屬行為 (single-homong) 的行為，也符合網路外部性的理論，若一個平台使用者越多的話，其會更具競爭力，最後也可能導致獨佔的結果。於模型中，本研究假設平台商能事前決定本次賽局要簽訂何種合約 (收益分享合約、固定規費合約)，以及

合約簽訂的內容，如收益分享合約中的抽成比例以及固定規費合約中的平台使用規費 (platform fee)，也因此可以說平台商相對於服務提供者有較大的議價能力 (bargaining power)，也可以說是賽局中的領導者 (leader)。而平台商除了要決定合約的規則之外，也要決定自身的服務品質，本研究中設定越高的服務品質會帶來越高的收益，但同時成本也會隨之上升。

3.1.4 服務提供者的角色

服務提供者在模型中負責滿足消費者需求，並且需要透過平台才能接觸到消費者，而服務提供者會知道平台開出的是何種合約，然後決定服務提供價格以及決定服務的品質。在此 Stackelberg game 的模型設定中，服務提供者是一個跟隨者 (follower)，只能根據平台商以及市場所提供的合約以及需求函數進行決策。

3.1.5 消費者的角色

本研究於模型中假設市場中有一群同質的消費者，且會根據需求函數於平台上進行購買決策，除了服務價格之外，同時也會在意平台商所提供的平台品質，以及服務提供者的服務品質。除此之外，本研究也設定市場有一個潛在的總需求量，此即消費者能購買的總量上限；同時也假設消費者的需求皆能夠被滿足，也就是說廠商並沒有產能上限。

3.2 符號定義

在本研究之模型中，與平台商相關的變數將以下標 l 表示，而與服務提供者相關之變數則以下標 p 表示，因此，本節下方符號之下標 $i \in \{l, p\}$ 。

1. 模型外生參數 (exogenous parameters)

- S ：潛在市場總需求量
- β ：消費者需求的價格敏感度
- γ ：消費者對平台商服務品質的敏感度
- λ ：消費者對服務提供者服務品質的敏感度



- α_i : 廠商提供服務品質的效率性

2. 模型決策變數 (decision variables)

- p : 服務提供者向消費者所索取之服務價格
- w : 平台商所收取之收益分享比例
- f : 服務提供者支付給平台商的固定金額規費
- q_i : 廠商所提供之服務品質

3. 其他內生變數 (other endogenous variables)

- π_i : 廠商獲得之利潤
- R_l : 平台商自消費者方獲取之收益
- R_p : 服務提供者根據合約獲取之收益
- c_i : 廠商提供服務所面對之成本
- D : 對服務的總需求量

3.3 需求函數

本研究與先前 Cachon et al.(2017)、Xiao et al.(2020)、Hu(2011) 等文獻對需求函數的設定雷同，同樣由線性的需求函數出發，並且參考 Mitra(2015) 對需求函數中潛在市場總需求量的設定，再考慮消費者對於平台使用和服務品質的要求 (Avinadav et al.(2020)、Li and Xiao(2010))，建構下列需求函數：

$$D = S(1 - \beta p + \gamma q_l + \lambda q_p) \quad (3.3.1)$$

根據式 (3.3.1) 可以發現此需求函數由兩部分所構成，一是市場的潛在需求量 S ，並且設定 $S > 0$ ；另外一部份則是描述消費者對於價格、平台品質、服務提供者品質的敏感程度，由於函數中已經以加減號描述變數間之關係，故 p 、 q_l 、 q_p 的係數 β 、 γ 、 λ 皆設定為正數。除了價格也明顯為正數之外，本研究設定品質的變數 q_l 、 q_p 皆大於等於 0，表示品質最差就是 0，而平台商或是服務提供者增加品質能夠增加消費者對產品或服務的意願 (desire)[8]。除此之外，為了正常地描述一個需求函數，需要控制需求數量為非負之數，故本研究也在此要求 $1 - \beta p + \gamma q_l + \lambda q_p \geq 0$ 。

因此，本研究要求如下所示之限制式：

$$q_l, q_p \geq 0 \quad (3.3.2)$$

$$1 - \beta p + \gamma q_l + \lambda q_p \geq 0 \quad (3.3.3)$$



3.4 成本函數

為求簡潔模型，在本研究中將設定平台商以及服務提供者的單位服務成本為 0，而各自的成本項 c_l 、 c_p 只和各自的品質 q_l 、 q_p 有關。而誠如先前 Avinadav et al.(2020)、Li and Xiao(2010)、Zhang et al.(2019)、Desai(2001) 等研究，本研究同樣於模型中將平台商以及服務提供者的成本函數皆定義為服務品質的二次式形式，分別如下所示：

$$c_l = \frac{1}{2} a_l q_l^2 \quad (3.4.1)$$

$$c_p = \frac{1}{2} a_p q_p^2 \quad (3.4.2)$$

其中 a_l, a_p 表示了該廠商提供品質的效率性，且需限制 $a_l, a_p > 0$ ，而成本函數中的 $\frac{1}{2}$ ，僅是為了在微分後能獲得一個較為簡潔的式子所做的調整。如前面小節所述，本研究同樣假設 $q_l, q_p \geq 0$ ，不然若出現負數的品質，除了難以解釋之外，也要付出成本，顯然是不合常理。

接著，將式 (3.4.1) 與式 (3.4.2) 針對各自的品質變數進行一階微分，可得：

$$\frac{\partial c_l}{\partial q_l} = a_l q_l \quad (3.4.3)$$

$$\frac{\partial c_p}{\partial q_p} = a_p q_p \quad (3.4.4)$$

此即提升單位品質所需要的邊際成本，可以看出當 a_l 或 a_p 愈高時，廠商的品質邊際成本也越大，而模型中也控制 a_l 、 a_p 恆正，藉此描述邊際品質成本遞增的現象，而其服務品質變數 q_l 、 q_p 也同樣要設定為正數(如式 3.3.2)，以確保一階條件能有著正確的性質。



3.5 合約類型

本研究分別探討簽訂收益分享合約和固定規費合約時，平台商、服務提供者以及消費者所做出的行為，而此二種合約類型也於實務上較常執行。在此一期的賽局模型中，消費者根據價格 p 以及平台商和服務提供者品質決定最終的需求量 D ，故最終的所獲得的總營收將是 pD 。同時，平台商與服務提供者所獲得之營收皆是由合約內容所規範，本研究將於本節接續介紹兩合約的內容與分潤機制。

3.5.1 收益分享合約

收益分享合約 (revenue sharing contract) 是一個相當常見的合約類型，合約中會明定供應鏈中的角色各自可以從消費者對產品或服務所付出的金額中獲得多少比例，在本模型的設定中，即為平台商以及服務提供者之收益分享。供應鏈的管理者能透過營收分享合約來整合並提供供應鏈中各角色合作的誘因，進而極大化供應鏈的整體利潤，也是解決供應鏈管理上不效率的方法之一。[27]

在收益分享合約中，平台商以及服務提供者的收益為：

$$R_l = wpD \quad (3.5.1)$$

$$R_p = (1 - w)pD \quad (3.5.2)$$

其中 $w \in [0, 1]$ 。

3.5.2 固定規費合約

另一個常見的平台使用合約為固定規費合約 (fixed fee contract)，此種合約為平台商在一段固定的期間向服務提供者收取固定金額之費用，而此費用並不會因為服務提供者所售出之產品或服務之數量而變動，也可以將其想成平台使用費。

在固定規費合約中，平台商以及服務提供者的收益為：

$$R_l = f \quad (3.5.3)$$

$$R_p = pD - f \quad (3.5.4)$$

很明顯地， $f \leq pD$ ，因為平台商所索取的費用不能比總收益來得多，否則市場不可能成立。



3.6 服務提供者模型

服務提供者在本模型中將透過平台提供服務給消費者，服務提供者能知道市場需求，並且進行定價；除此之外，服務提供者也要決定自身的服務水準，透過決定價格與品質，來極大化自身利潤。因此，服務提供者的決策為極大化自身利潤函數，並給定前述之需求函數限制式以及合約參數的限制式。

若將模型設定為簽訂「收益分享合約」，則服務提供者的決策會根據下列利潤函數：

$$\begin{aligned}
 \max_{p, q_p} \quad & \pi_p = R_p - c_p = (1 - w)pD - \frac{1}{2}a_p q_p^2 \\
 & = (1 - w)pS(1 - \beta p + \gamma q_l + \lambda q_p) - \frac{1}{2}a_p q_p^2 \\
 \text{s.t.} \quad & p \geq 0 \\
 & q_p \geq 0 \\
 & 1 - \beta p + \gamma q_l + \lambda q_p \geq 0
 \end{aligned} \tag{3.6.1}$$

若將模型設定為簽訂「固定規費合約」，則服務提供者的決策會根據下列利潤函數：

$$\begin{aligned}
 \max_{p, q_p} \quad & \pi_p = R_p - c_p = (pD - f) - \frac{1}{2}a_p q_p^2 \\
 & = pS(1 - \beta p + \gamma q_l + \lambda q_p) - f - \frac{1}{2}a_p q_p^2 \\
 \text{s.t.} \quad & p \geq 0 \\
 & q_p \geq 0 \\
 & 1 - \beta p + \gamma q_l + \lambda q_p \geq 0
 \end{aligned} \tag{3.6.2}$$

在目標函數中可以看到其牽涉到需求函數的部分，而需求函數所描繪的需求量勢必得是一個大於等於0的數，但又因為其牽涉到平台商所決定的品質，故在第一階段求解時並不強迫其值成立，又平台商有較大的市場力量，故其可以透過

調整他的定價以及營運策略來影響服務提供者，故本賽局會在第二階段求解平台商的最適決策時再將需求函數的限制式納入考量。



3.7 平台商模型

在本研究中，平台商有相對較大的談判力，能依照合約的種類決定合約內容，藉此極大化自身的利潤，而消費者會透過平台進行服務的購買，故平台本身的品質也會影響消費者的購買需求。因此，平台商會決定對服務提供者要簽訂何種合約，以及對消費者會提供多好的服務品質。除此之外，為了確保服務提供者會進入市場，在本賽局中必須在模型中保證 $\pi_p \geq 0$ 。

若模型設定為簽訂「收益分享合約」，則平台商的決策會根據下列利潤函數：

$$\begin{aligned}
 \max_{w, q_i} \quad & \pi_l = R_l - c_l = wpD - \frac{1}{2}a_l q_i^2 \\
 & = wpS(1 - \beta p + \gamma q_i + \lambda q_p) - \frac{1}{2}a_l q_i^2 \\
 \text{s.t.} \quad & 0 \leq w \leq 1 \\
 & q_i \geq 0 \\
 & 1 - \beta p + \gamma q_i + \lambda q_p \geq 0 \\
 & \pi_p \geq 0
 \end{aligned} \tag{3.7.1}$$

若模型設定為簽訂「固定規費合約」，則平台商的決策會根據下列利潤函數：

$$\begin{aligned}
 \max_{f, q_i} \quad & \pi_l = f - c_l = f - \frac{1}{2}a_l q_i^2 \\
 \text{s.t.} \quad & f \geq 0 \\
 & f \leq pD \\
 & q_i \geq 0 \\
 & 1 - \beta p + \gamma q_i + \lambda q_p \geq 0 \\
 & \pi_p \geq 0
 \end{aligned} \tag{3.7.2}$$



3.8 模型求解與討論

3.8.1 求解最適收益分享合約

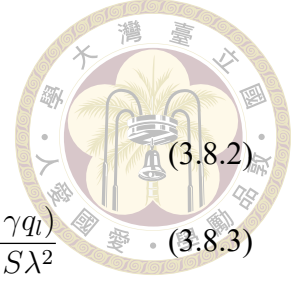
在此小節，本研究會先求解服務提供商的最適選擇後，再將此解代入平台商的利潤函數之中，求解平台商最適合的。在求解此問題時，需求函數會符合式 3.3.2 到 3.3.6 等限制，並且平台抽成之比例 w 也會介在 0 與 1 之間。請先將目光放在服務提供者的決策，除了需求函數的限制須滿足之外，收益分享合約的設計也要符合式 3.7.1 所做的限制。

3.8.1.1 收益分享合約下服務提供者的決策

由於此賽局是一個資訊完全的 Stackelberg game，故本研究將先分析服務提供者的決策後再行求解平台商該如何訂定合約，而服務提供者的目標就是極大化他自身的利潤函數，如下所示：

$$\begin{aligned} \max_{p, q_p} \quad & \pi_p = R_p - c_p = R_p - \frac{1}{2}a_p q_p^2 \\ & = (1-w)pD - \frac{1}{2}a_p q_p^2 \\ & = (1-w)pS(1-\beta p + \gamma q_l + \lambda q_p) - \frac{1}{2}a_p q_p^2 \\ & = (1-w)pS - (1-w)S\beta p^2 + (1-w)S\gamma q_l p + (1-w)S\lambda p q_p - \frac{1}{2}a_p q_p^2 \\ \text{s.t.} \quad & p \geq 0 \\ & q_p \geq 0 \\ & 1 - \beta p + \gamma q_l + \lambda q_p \geq 0 \end{aligned} \tag{3.8.1}$$

接著，便可透過 KKT 條件 (Karush-Kuhn-Tucker conditions) 來找尋此受限制之非線性規劃問題之極值點 (詳見附錄 A.1.1)，可以求出服務提供者的根據平台合約以及消費者需求函數所做出的最佳價格以及品質水準為：



$$p^* = \frac{a_p + a_p \gamma q_l}{2\beta a_p - (1-w)S\lambda^2} = \frac{a_p(1 + \gamma q_l)}{2\beta a_p - (1-w)S\lambda^2} \quad (3.8.2)$$

$$q_p^* = \frac{(1-w)S\lambda + (1-w)S\lambda\gamma q_l}{2\beta a_p - (1-w)S\lambda^2} = \frac{(1-w)S\lambda(1 + \gamma q_l)}{2\beta a_p - (1-w)S\lambda^2} \quad (3.8.3)$$

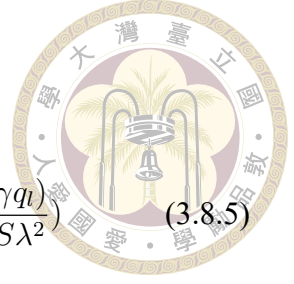
直觀上來看， p^* 和 q_p^* 的分母是一樣的，皆是由服務提供者的品質的效率性 (a_p) 以及消費者對服務的品質敏感度 (λ) 與價格敏感度 (β) 和抽成比例 (w) 一同組成，但分子部分就有所不同， p^* 除了會受到自身品質的效率性改變之外，也會受到消費者對平台品質的要求，而 q_p^* 則是會受到抽成比例、市場潛力大小和消費者對平台以及服務品質的敏感度影響。

3.8.1.2 收益分享合約下平台商的決策

由於在此小節中已經設定平台商會與服務提供者簽訂收益分享合約，故平台商會希望透過訂定一個最合適的抽成比例 w 以及平台服務品質 q_l 來極大化自身的利潤 (如式 3.7.1 所述)。在知悉服務提供者的最適決策 (p^*, q_p^*) 後，平台商即可根據此進行決策，故接著將剛剛所求得的 (p^*, q_p^*) 帶入式 3.7.1，並進一步做一些整理：

$$\begin{aligned} \max_{w, q_l} \quad & \pi_l = wpS - wS\beta p^2 + wpS\gamma q_l + wpS\lambda q_p - \frac{1}{2}a_l q_l^2 \\ & = wp^*S - wS\beta p^{*2} + wp^*S\gamma q_l + wp^*S\lambda q_p^* - \frac{1}{2}a_l q_l^2 \\ \text{s.t.} \quad & 0 \leq w \leq 1 \\ & q_l \geq 0 \\ & 1 - \beta p^* + \gamma q_l + \lambda q_p^* \geq 0 \end{aligned} \quad (3.8.4)$$

當看到式 3.8.4 所描述的目標函數以及限制式時，直觀上會覺得其要解決的問題與式 3.8.1 雷同，但可以看到此處加入了本研究對需求函數的限制，此時將該式與先前在第一階段得出之服務提供者的最佳決策 (p^*, q_p^*) 結合，改寫如式 3.8.5 所示：



$$\begin{aligned}
& 1 - \beta p^* + \gamma q_l + \lambda q_p^* \\
= & 1 - \beta \left(\frac{a_p(1 + \gamma q_l)}{2\beta a_p - (1 - w)S\lambda^2} \right) + \gamma q_l + \lambda \left(\frac{(1 - w)S\lambda(1 + \gamma q_l)}{2\beta a_p - (1 - w)S\lambda^2} \right) \quad (3.8.5) \\
\geq & 0
\end{aligned}$$

很顯然地，可以看到式 3.8.4 所描述的問題會是一個非線性的一個目標函數，並且擁有非線性的限制式，這使得此問題無法直接使用 KKT 條件求解，本研究將在下一章透過數值方法求解。

另外，本研究也想關注到平台商的決策會如何影響到服務提供者的決策。在這個賽局中，服務提供者相對於平台商是屬於一個相對被動的角色，由平台商先決定好合約內容，服務提供者只能選擇接受或不接受。服務提供者的決策會根據消費者需求曲線以及平台商合約的參數，只要獲得這些資訊服務提供者就可以將之帶入式 3.8.2 以及式 3.8.3 中來求得最適價格與服務水平。由於在此賽局中資訊是對等的，所以平台商知道服務提供者會這樣做決策，故也可以把最適價格與最適服務水平當成一種函數的概念，也就是 $p^*(w, q_l)$ 和 $q_p^*(w, q_l)$ 。除此之外，也可以對其取一階偏導數，去觀察當平台商更改合約參數時，服務提供者會如何變動他的決策。而當然，這樣的變化也會影響到平台商極大化自己利潤的行為，所以這也就是為何在式 3.8.4 中，本研究會直接將 p^* 和 q_p^* 代入目標函數之中。

$$\frac{\partial p^*}{\partial w} = \frac{a_p S \lambda^2 (1 + \gamma q_l)}{(2\beta a_p + (1 - w)S\lambda^2)^2} \quad (3.8.6)$$

$$\frac{\partial p^*}{\partial q_l} = \frac{a_p \gamma}{2\beta a_p + (1 - w)S\lambda^2} \quad (3.8.7)$$

$$\frac{\partial q_p^*}{\partial w} = \frac{-2S\lambda\beta a_p(1 + \gamma q_l)}{(2\beta a_p + (1 - w)S\lambda^2)^2} \quad (3.8.8)$$

$$\frac{\partial q_p^*}{\partial q_l} = \frac{(1 - w)S\lambda\gamma}{2\beta a_p + (1 - w)S\lambda^2} \quad (3.8.9)$$

從上列微分結果即可看見服務決策者的決定是如何受到平台商的決策而改變，也就是說平台商其實能夠透過調整一些參數，來改變消費者最後會獲得的服務價格與品質。



3.8.2 求解最適固定規費合約

相對於抽成的收益分享合約，平台商若與服務提供者簽訂固定規費合約，其收入來源就是來自於合約中所簽訂的固定金額，而這筆金額並不會隨著服務提供者收益的增減而有所變化。而同樣地，必須要先了解服務提供者的決策為何，才能探討平台商該如何簽訂合約。

3.8.2.1 固定規費合約下服務提供者的決策

正如式 3.6.2 所建構的問題，服務提供者的利潤函數是由銷售總額、品質成本以及被平台商收取的規費所構，重新展開式 3.6.2 所述的利潤極大化問題：

$$\begin{aligned}
 \max_{p, q_p} \quad \pi_p &= R_p - c_p = (pD - f) - \frac{1}{2}a_p q_p^2 \\
 &= pS(1 - \beta p + \gamma q_l + \lambda q_p) - f - \frac{1}{2}a_p q_p^2 \\
 &= pS - S\beta p^2 + pS\gamma q_l + pS\lambda q_p - f - \frac{1}{2}a_p q_p^2 \quad (3.8.10)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{s.t.} \quad p &\geq 0 \\
 q_p &\geq 0 \\
 1 - \beta p + \gamma q_l + \lambda q_p &\geq 0
 \end{aligned}$$

同樣在線性的限制式之下，可以透過 KKT 條件來找尋此受限制之非線性規劃問題之極大值 (詳見附錄 A.2.1)。其解如下：

$$p^* = \frac{a_p + a_p \gamma q_l}{2\beta a_p - S\lambda^2} = \frac{a_p(1 + \gamma q_l)}{2\beta a_p - S\lambda^2} \quad (3.8.11)$$

$$q_p^* = \frac{S\lambda + S\lambda \gamma q_l}{2\beta a_p - S\lambda^2} = \frac{S\lambda(1 + \gamma q_l)}{2\beta a_p - S\lambda^2} \quad (3.8.12)$$

可以看到式 3.8.11 和式 3.8.12 與先前於收益分享合約的解 (式 3.8.2、式 3.8.3) 十分相似，基本上只差在分潤比例參數 w 而已。



3.8.2.2 固定規費合約下平台商的決策

同樣地，如先前討論收益分享合約下平台商的決策，一樣可以先回顧到式 3.7.2 所描繪的問題，並且將式 3.8.11 和式 3.8.12 所表示的 (p^*, q_p^*) 代入可重新結構出平台商的決策問題，並且納入先前對需求函數的限制：

$$\begin{aligned} \max_{f, q_l} \quad & \pi_l = f - c_l = f - \frac{1}{2}a_l q_l^2 \\ \text{s.t.} \quad & f \geq 0 \\ & q_l \geq 0 \\ & 1 - \beta p^* + \gamma q_l + \lambda q_p^* \geq 0 \end{aligned} \tag{3.8.13}$$

此第二階段所要解決的問題，同樣是在平台商了解到服務提供者如何做決策後，透過決定 q_l 以及 f 來極大化自身利潤。也如同在討論收益分享合約時所面對到非限制目標函數以及非線性限制式之問題，本研究將在下一節簡介討論數值分析方法，並在下一章展現所求出的結果。

3.9 數值分析方法

由於第二階段平台商所做的決策並沒有閉合解 (closed-form solution)，因此需要透過數值分析方法來逼近最佳解。在此，本研究將使用 Powell(1994)[21] 所發展出來的數值方法 Constrained Optimization By Linear Approximation (COBYLA) 對目標函數進行線性逼近。本研究將使用 R 語言中的 nloptr 套件，如此便可在 R 的環境中使用 NLOpt (nloptr 1.2.2.2) 這個開源的非線性最佳化的模型庫。



Chapter 4 數值分析

4.1 模型求解流程

在本研究之模型中，平台商因負責制定合約內容而有較大的談判力，並且在資訊透明對稱的前提之下，可以透過自身的決策影響到服務提供者的決策，故只要給定好在何種合約環境之下，再透過數值方法求解平台商的最適決策後，便可找到模型最終的均衡結果。

4.2 兩種合約模型之數值設定

表 4.1: 模型預設參數設定，本研究整理

參數	預設值
S	20
β	$\frac{1}{20}$
γ	$\frac{1}{20}$
λ	$\frac{3}{20}$
a_p	8
a_l	6

為求數值分析方法的結果，本研究必須先針對參數做一個初始之設定，再從此結果出發，探討當市場環境變化，也就是參數變化時，本研究所描述的模型會做出何種決策。在此，本研究採用 Li and Xiao(2010) 於文章中對於參數所做的假設作為基礎，並針對本研究之需求函數型態進行些微調整，參數設定如表 4.1 所示。並假設市場潛在需求量 $S = 20$ 、價格敏感度 β 與對平台服務品質之敏感度 γ 皆為 $\frac{1}{20}$ ，而與對最終服務服務品質之敏感度 λ 為 $\frac{3}{20}$ ，這些數值是本研究透過對照 Li and Xiao(2010) 文中的需求函數與本研究之需求函數而來。最後，衡量提供品



質效率性的參數 $a_p = 8$ 與 $a_l = 6$ 。

4.3 收益分享合約的敏感度分析

接下來的章節將先討論收益分享合約中各個參數的變化會造成模型均衡結果有何種影響，分別會討論潛在市場需求量 (S)、消費者的價格敏感度 (β)、消費者對平台商服務品質的敏感度 (γ)、消費者對服務提供者品質的敏感度 (λ) 以及服務提供者與平台商各自提供品質的效率性指標 (a_p 、 a_l)。

4.3.1 收益分享合約 - 潛在市場需求量 S 對平台商、服務提供者利潤的影響

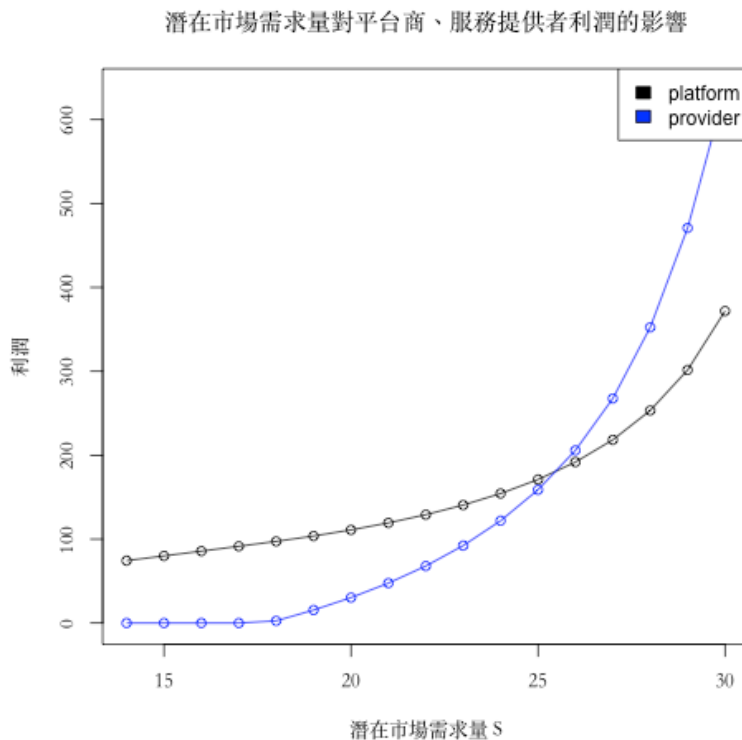


圖 4.1: 收益分享合約 - 潛在市場需求量與平台商、服務提供者利潤之關係，本研究整理

在此小節，本研究將潛在市場需求量的參數設定範圍從 $S = 14$ 一路設定到 $S = 30$ ，來看市場中平台商以及服務提供者會如何互動。如圖 4.1 所示，可以看到，當 S 超過 18 時，服務提供者始有正的利潤，在此之前，利潤皆是會被平台商給百分之百抽走，這表示服務提供者在市場太小時並無談判力，甚至也不會選

擇進入市場，直到市場夠大，平台商認知到讓服務提供者提供一定品質並且透過利潤分享的方式可以極大化自身利潤之時，市場便能開始運轉。

除此之外，也可以看到當市場潛在需求參數 S 超過 25 時，服務提供者利潤始超過平台商利潤，這是由於隨著市場潛在需求 S 提高時，平台商對服務提供者所抽成之比例 w 也隨之下降(見圖 4.2)，這是由於在平台商的眼裡，服務提供者所決定之價格 (p) 與品質 (q_p)，皆是 w 和 q_l 的函數，由於潛在需求量的上升，也使得消費者對價格、品質敏感度的放大效果提高，若此時平台商選擇抽取很高的 w ，會使得價格急遽上升(見式 3.8.2)，進一步導致需求 D 下降，不見得會使整體利潤為最大，另一方面，也可以觀察到，不論服務提供者或是平台商皆會隨著 S 上升(見圖 4.3)，而提供更好的品質，同時也收取較高之價格(見圖 4.4)。故在此模型中，可以說當市場夠大時，平台商會選擇「讓利」給服務提供者，以獲得更高的利潤。本研究將潛在市場需求 S 與各內生變數在收益分享合約中的關係統整於表 4.2。

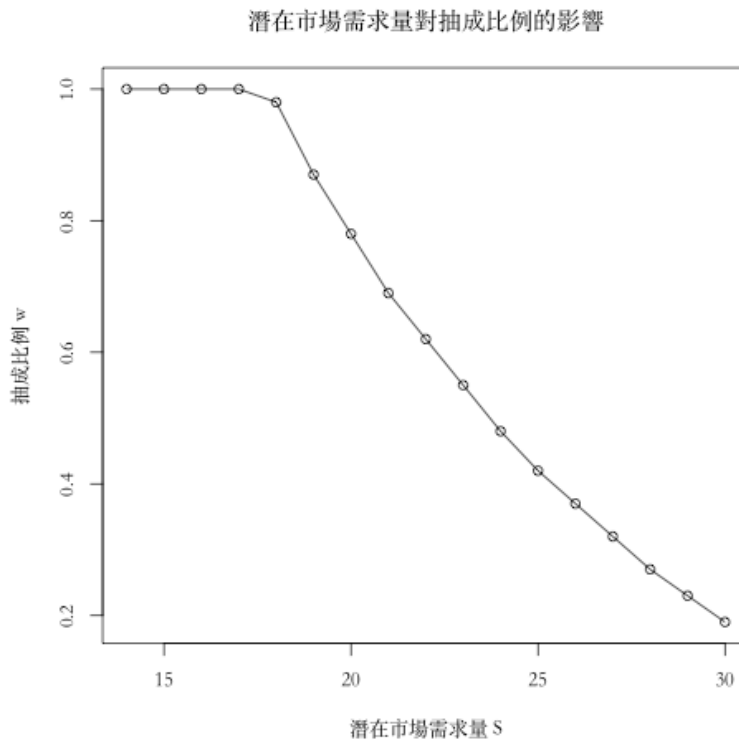


圖 4.2: 收益分享合約 - 潛在市場需求量與平台商抽成比例之關係，本研究整理

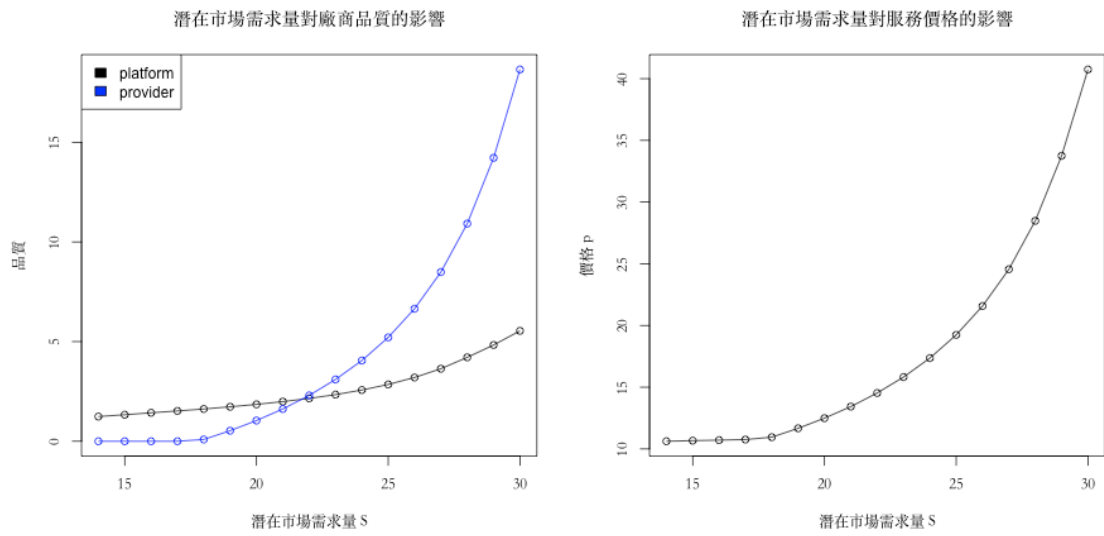
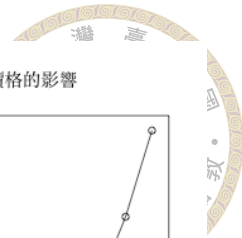


圖 4.3: 收益分享合約 - 潛在市場需求量與廠商品質與價格之關係，本研究整理

表 4.2: 潛在市場需求量 S 與各內生變數的關係，本研究整理

內生變數	關聯性
π_p	正相關
π_l	正相關
w	負相關
D	正相關
p	正相關
q_p	正相關
q_l	正相關



4.3.2 收益分享合約 - 消費者價格敏感度 β 對平台商、服務提供者利潤的影響

在此小節，本研究將關注消費者價格敏感度 β 對利潤的影響，將參數 β 從 $\beta = 0.03$ 設定到 $\beta = 0.065$ 。會採取這個範圍，是由於當控制其他變數不變時，若將 β 設定約比 0.28 小時，演算法會算出最適 $w = 1$ ，而這會使得價格出現負值，這違背了模型的基礎假設，也不合常理，故本研究將從 $\beta = 0.03$ 開始討論。

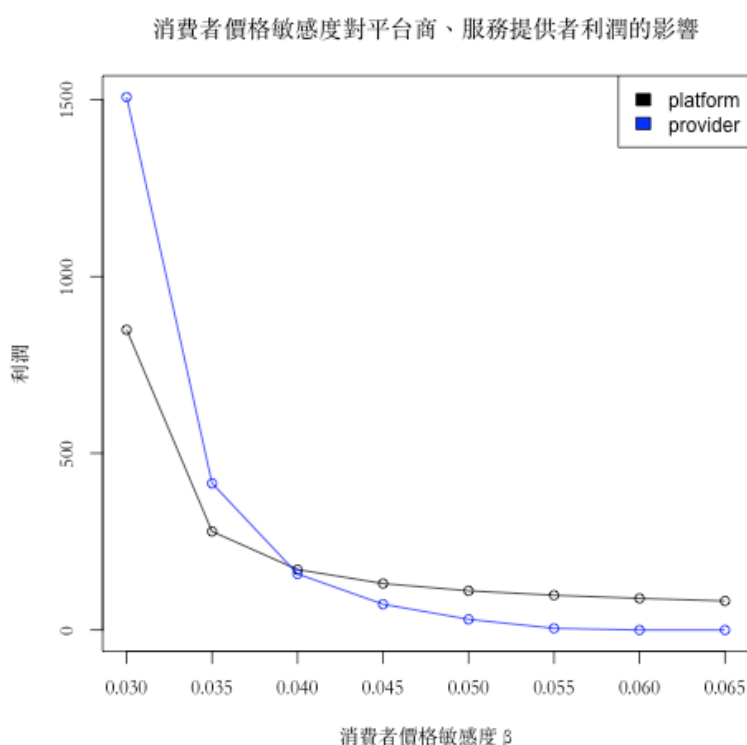
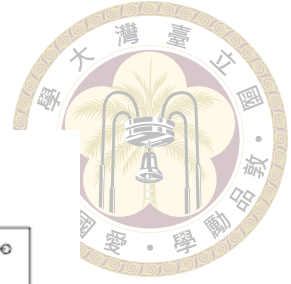


圖 4.4: 收益分享合約 - 消費者價格敏感度與平台商、服務提供者利潤之關係，本研究整理

在圖 4.3 中，可以看到當價格敏感度越高時，對於平台商、服務提供者之利潤皆是有負面的影響。價格敏感度 β 的提高，會直接地影響到價格的下降(見式 3.8.2)，而服務提供者的品質也同樣會下降(見式 3.8.3)。而看到對平台商所造成的影響，當消費者的價格敏感度越高時平台品質同樣也會下降，而抽成之比例反而會隨之提高，直到 β 約升至 0.06 以上時，抽成比例 w 會提高到上界 $w = 1$ ，這是因為價格敏感度 β 的提高會使得價格下降，而平台商為了阻止價格下降太多傷害到自身利潤，則會透過 w 的提升來抵銷價格下降之效果(見圖 4.5 與圖 4.6)，但在抽成過高的情況之下，服務提供者則會因為無利可圖而不進入市場。消費者價格敏感度 β 與各內生變數在收益分享合約中的關係將統整於表 4.3。



消費者價格敏感度對抽成比例的影響

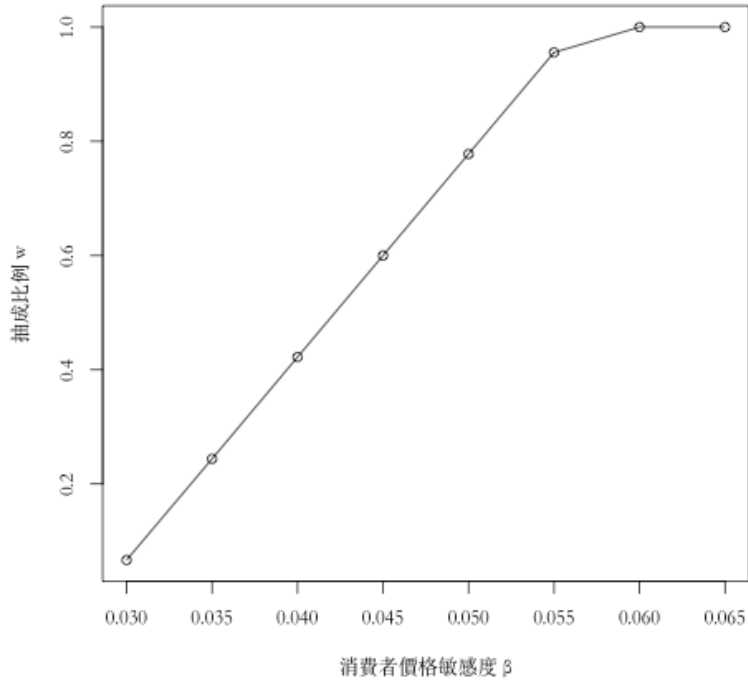
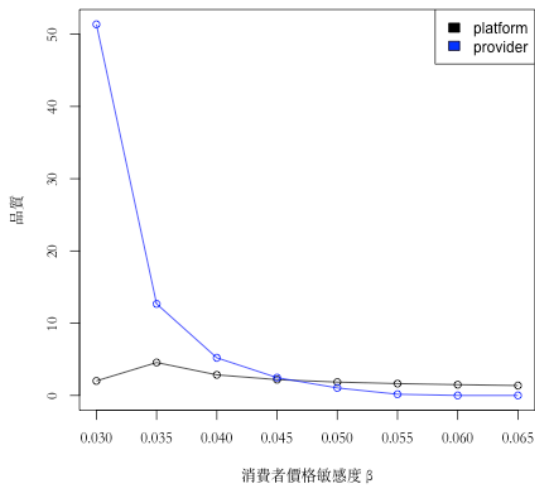


圖 4.5: 收益分享合約 - 消費者價格敏感度與平台商抽成比例之關係，本研究整理

消費者價格敏感度對廠商品質的影響



消費者價格敏感度對服務價格的影響

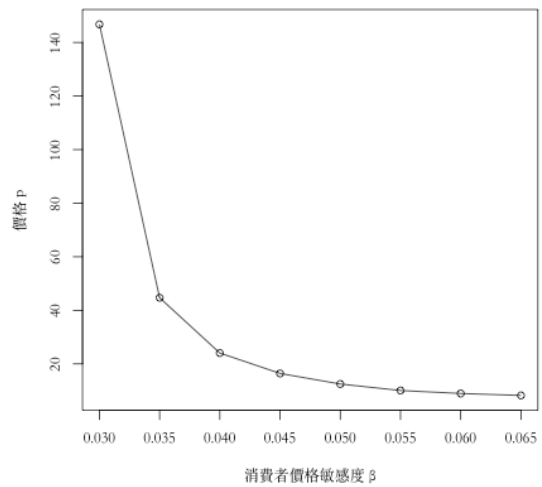


圖 4.6: 收益分享合約 - 消費者價格敏感度與廠商品質與價格之關係，本研究整理



表 4.3: 消費者價格敏感度 β 與各內生變數的關係，本研究整理

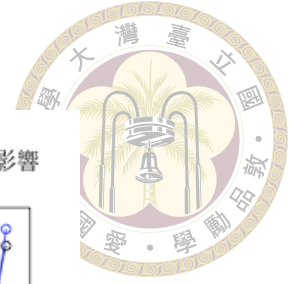
內生變數	關聯性
π_p	負相關
π_l	負相關
w	正相關
D	負相關
p	負相關
q_p	負相關
q_l	負相關

4.3.3 收益分享合約 - 消費者對平台服務品質之敏感度 γ 對平台商、服務提供者利潤的影響

接著，本研究將討論消費者對平台服務品質之敏感度 γ ， λ 與 β 和 γ 皆是需求函數中的參數，而假設消費者對服務品質的敏感程度有個上限¹，本研究將之設定在 0.15，藉此觀察兩廠商如何根據消費者對平台服務品質之敏感度 γ 的不同來做決策。

此外，也可以看到由於消費者對於平台品質的敏感度提升了，本研究所求出之平台品質 q_l 也隨之提升以滿足消費者的要求（見圖 4.8），而 q_l 的上升也進一步提升了 p 和 q_p （見式 3.8.2、式 3.8.3），也使得 γ 與模型所算出之利潤呈現正向的關係（見圖 4.7）。同時也可以在圖 4.8 看到當消費者對平台品質的敏感度越高時，除了品質呈現成長，消費者所面對之價格也同時會呈現成長的趨勢。

¹若衡量品質敏感度之參數 (γ 、 λ) 之數值過大，會導致數值分析出現不穩定之結果，也換算出非常大的利潤，這可能是因為在該參數設定之下，增加品質的成本遠低於增加品質所帶來的好處，使得模型求出之品質過大導致之結果。如圖 4.5 中，可以看見 γ 與利潤呈現類似一種指數成長之關係，這或許就是當 γ 過大時會使解出現過大之數值之原因。



消費者對平台服務品質敏感度對平台商、服務提供者利潤的影響

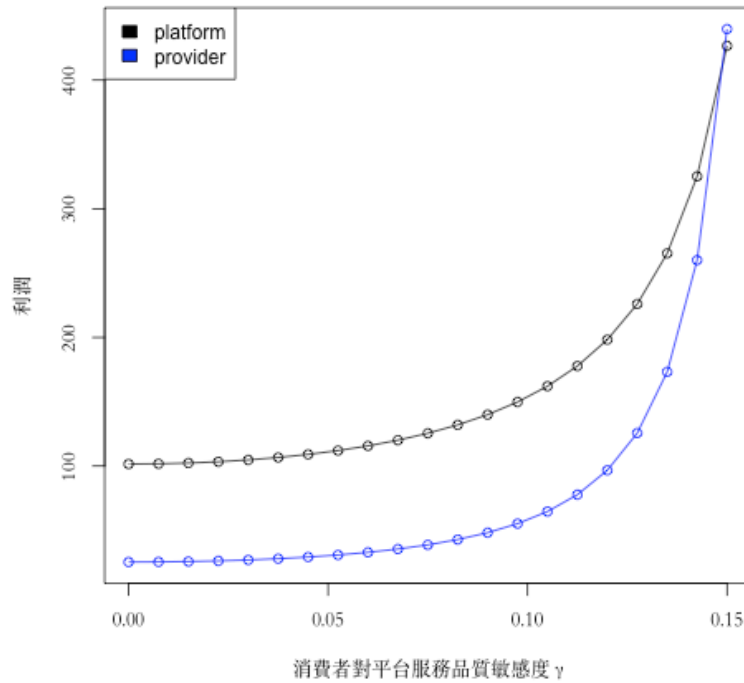


圖 4.7: 收益分享合約 - 消費者對平台服務品質之敏感度與平台商、服務提供者利潤之關係，本研究整理

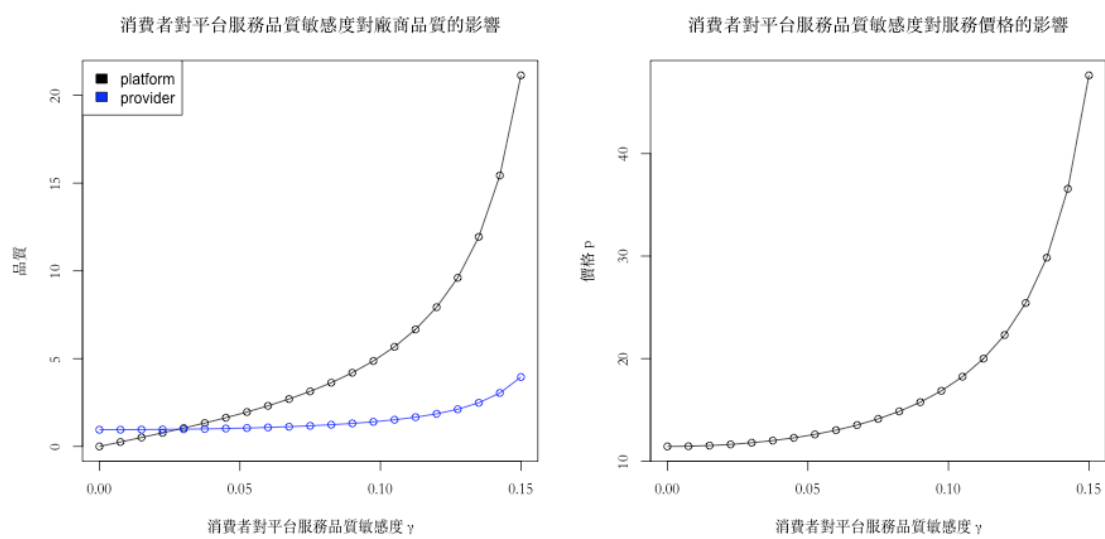


圖 4.8: 收益分享合約 - 消費者對平台服務品質之敏感度與廠商品質與價格之關係，本研究整理



4.3.4 收益分享合約 - 消費者對服務提供者品質之敏感度 λ 對平台商、服務提供者利潤的影響

與先前所討論的 γ 雷同，參數 λ 是用來衡量消費者對服務提供者品質之敏感度，而在模型預設參數的設定之下，若將 λ 參數的設定過大，同樣會使得 p 、 q_p 的分母過小，甚至為負（見式 3.8.2、式 3.8.3）。故為了保持較為有意義的討論，本研究將在模型所預設之 λ 附近進行敏感度分析，將 λ 的討論範圍設定在 0.13 至 0.18 之間。

消費者對服務提供者品質敏感度對平台商、服務提供者利潤的影響

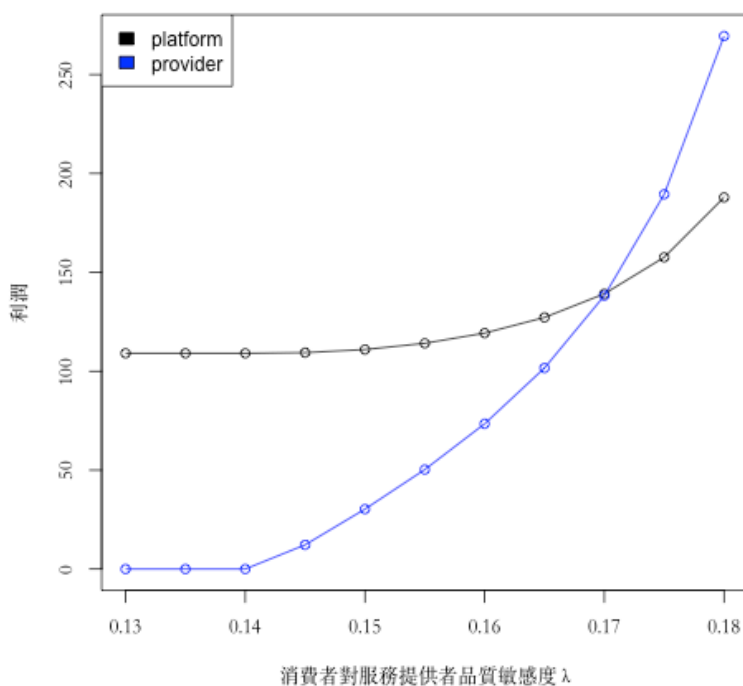
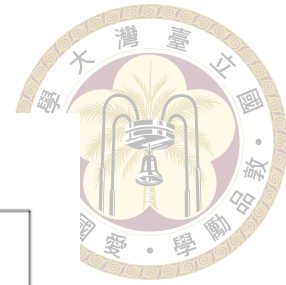


圖 4.9: 收益分享合約 - 消費者對服務提供者品質敏感度與平台商、服務提供者利潤之關係，本研究整理

如圖 4.9 所示，當消費者對服務提供者之服務越敏感的話，可以看到服務提供者的利潤也會隨之提高，甚至高過平台商。也可以從模型中所求得的最適抽成比例 w 與 λ 的關係中看出，當當消費者對服務提供者之服務品質敏感度越高，平台商也會降低對服務提供者之抽成（見圖 4.10），藉此提升其最適服務品質同時也帶來價格的上升（見式 3.8.2、式 3.8.3 與圖 4.11）。



消費者對服務提供者品質敏感度對抽成比例的影響

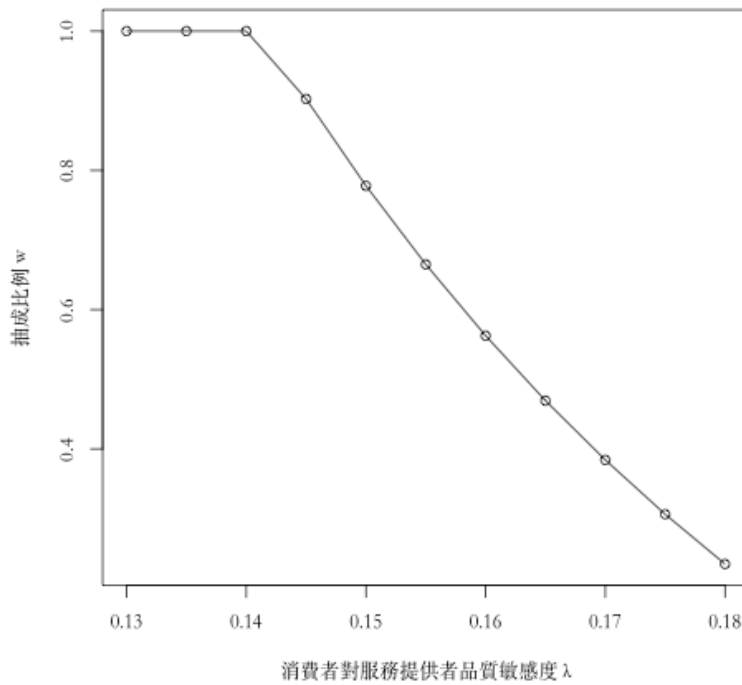


圖 4.10: 收益分享合約 - 消費者對服務提供者品質敏感度與平台商抽成比例之關係，本研究整理

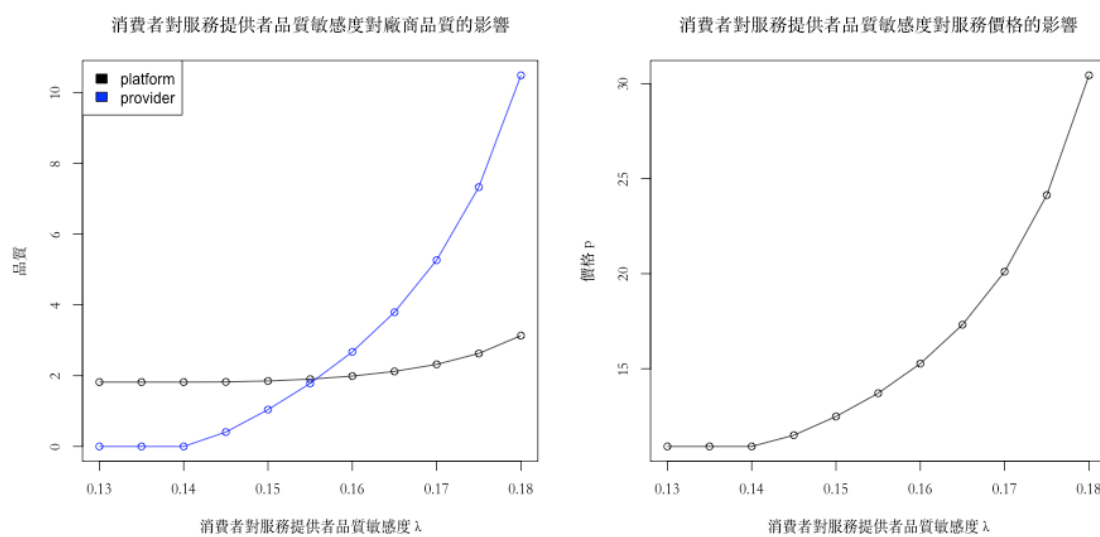


圖 4.11: 收益分享合約 - 消費者對服務提供者品質敏感度與廠商品質與價格之關係，本研究整理

4.3.5 收益分享合約 - 兩廠商品質提供效率性對平台商、服務提供者利潤的影響



本節將討論服務提供者與平台商提供服務品質的效率性參數 (a_p 、 a_l)，如式 3.4.1 和式 3.4.2 所示，這個參數規範了廠商成本函數的樣貌，而本研究限制此值為正，並且數值越大則表示該廠商提供品質的能力越差，因為其無法以較低的成本提供一定的品質。

4.3.5.1 收益分享合約 - 服務提供者品質提供效率性對兩廠商利潤的影響

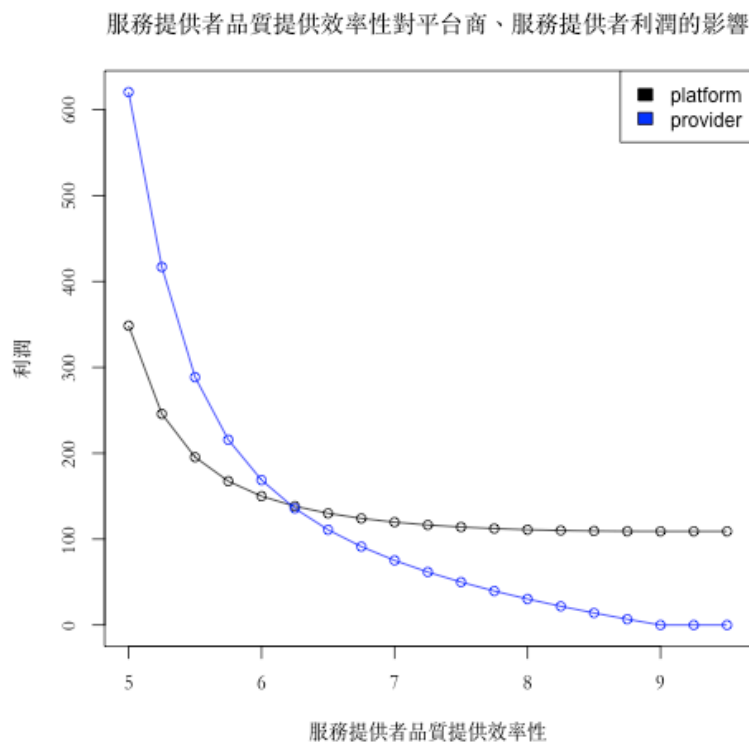


圖 4.12: 收益分享合約 - 服務提供者品質提供效率性與平台商、服務提供者利潤之關係，本研究整理

如圖 4.12，可以看到當服務提供者品質提供效率性 (a_p) 越差時，不只影響到自身利潤，也影響到平台商的利潤，也因為提供服務的品質成本過高，也使服務提供者願意提供的品質降低，當品質降低至 0 時 (見圖 4.13)，由於平台商有較高的談判力，服務提供者無法透過提供品質來影響需求函數，故平台商便會對為服務提供者進行百分之百抽成 (見圖 4.12 右下藍線部分)，服務提供者便無利可圖，退出市場。由此可知，在本研究之模型設定之下，當服務提供者的品質提供效率性過差之時，此服務提供者可以說是沒有在市場生存的本錢。

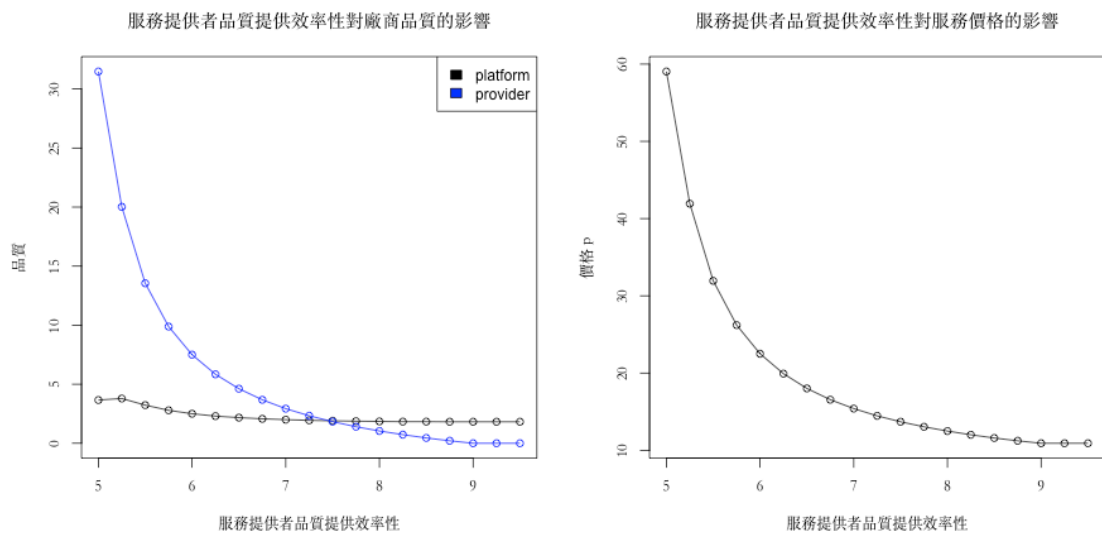


圖 4.13: 收益分享合約 - 服務提供者品質提供效率性與廠商品質與價格之關係，本研究整理

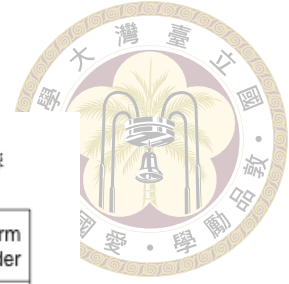
4.3.5.2 收益分享合約 - 平台商品質提供效率性對兩廠商利潤的影響

見圖 4.14，可以看到平台商品質提供效率性 a_l ，對整體利潤的影響並不大，當 a_l 低到一個程度後，利潤便不會有太大的變化。而也可以從圖 4.15 看見，平台商品質提供效率性 a_l 和最適的平台商品質 q_l 也是呈現負向關係，當提供品質的效率越差，所提供的品質自然也越低，而價格自然也是成下降之趨勢。

4.4 固定規費合約的敏感度分析

正如先前討論收益分享合約一樣，本研究在此將用同表 4.1 的這組參數對固定規費合約的模型進行敏感度分析，討論潛在市場需求量 (S)、消費者的價格敏感度 (β)、消費者對平台商服務品質的敏感度 (γ)、消費者對服務提供者品質的敏感度 (λ) 以及服務提供者與平台商各自提供品質的效率性指標 (a_p 、 a_l) 等參數對模型均衡的影響。在這樣的模型函數設定之下，由於資訊是完全透明，且平台商又具有較高的議價力，在限制服務提供者必須至少有正的利潤的前提下，服務提供者的均衡利潤往往都極度接近 0^2 。固定規費合約中各參數的變化對兩廠商利潤的關係可見圖 4.16 至圖 4.21。

²有時模型會解出明顯異於 0 的服務提供者利潤值，這是因為在進行 COBYLA 數值分析方法迭代時找到區部最佳解，但若從不同的起始點開始進行搜尋便有可能找到對平台商利潤更有利的點。



平台商品質提供效率性對平台商、服務提供者利潤的影響

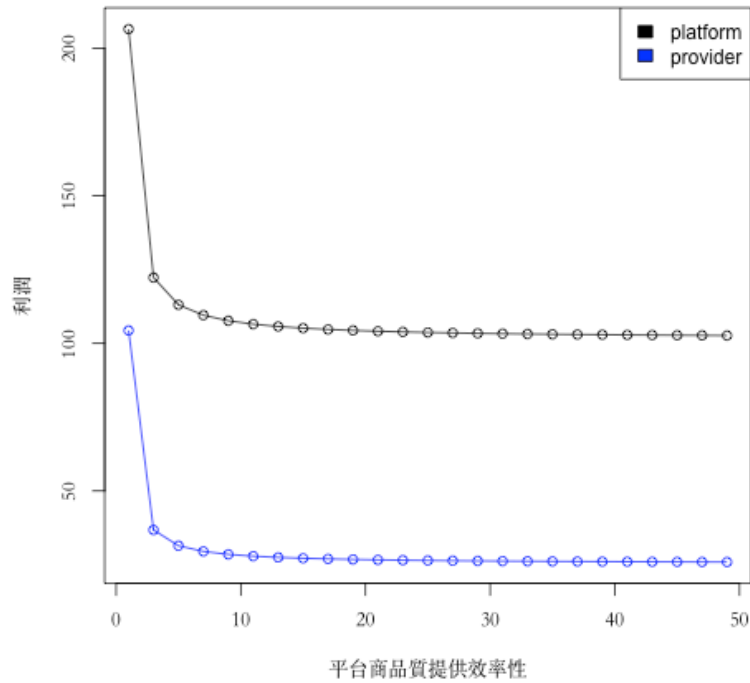
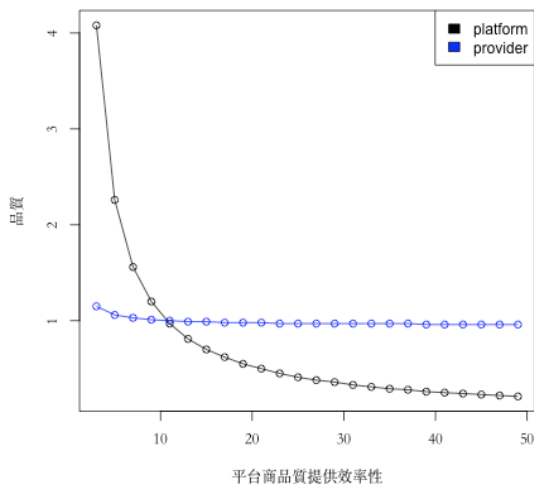


圖 4.14: 收益分享合約 - 平台商品質提供效率性與平台商、服務提供者利潤之關係，本研究整理

平台商品質提供效率性對廠商品質的影響



平台商品質提供效率性對服務價格的影響

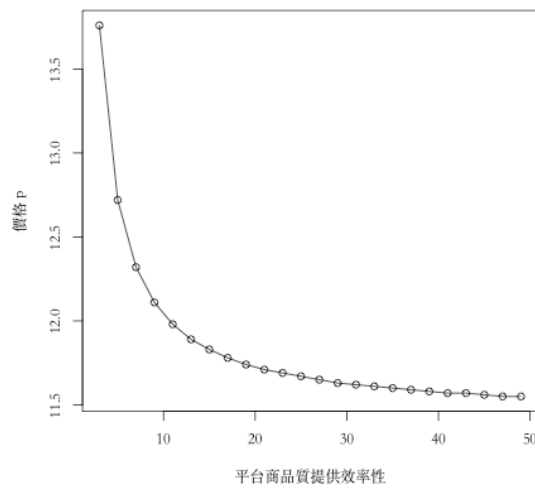


圖 4.15: 收益分享合約 - 平台商品質提供效率性與廠商品質與價格之關係，本研究整理

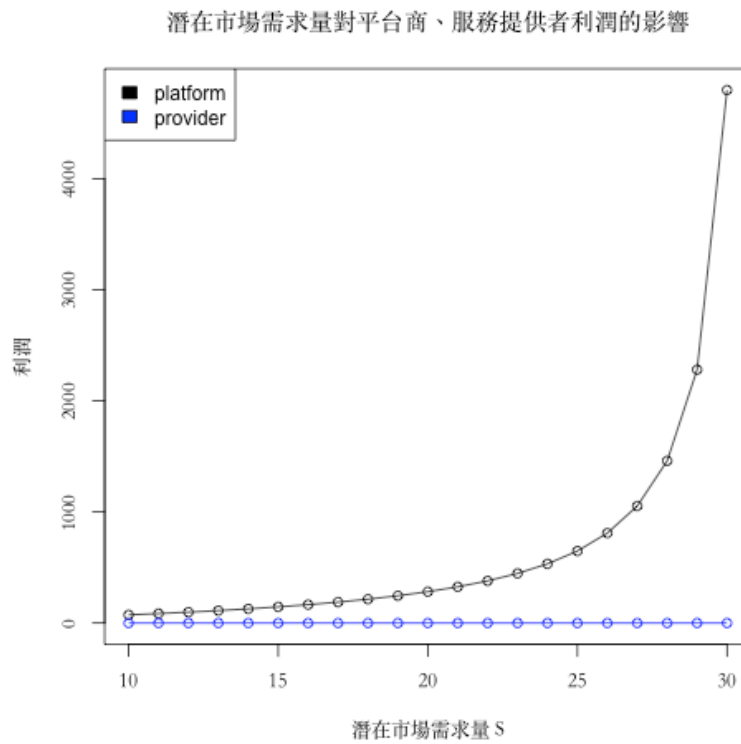


圖 4.16: 固定規費合約 - 潛在市場需求量與平台商、服務提供者利潤之關係，本研究整理

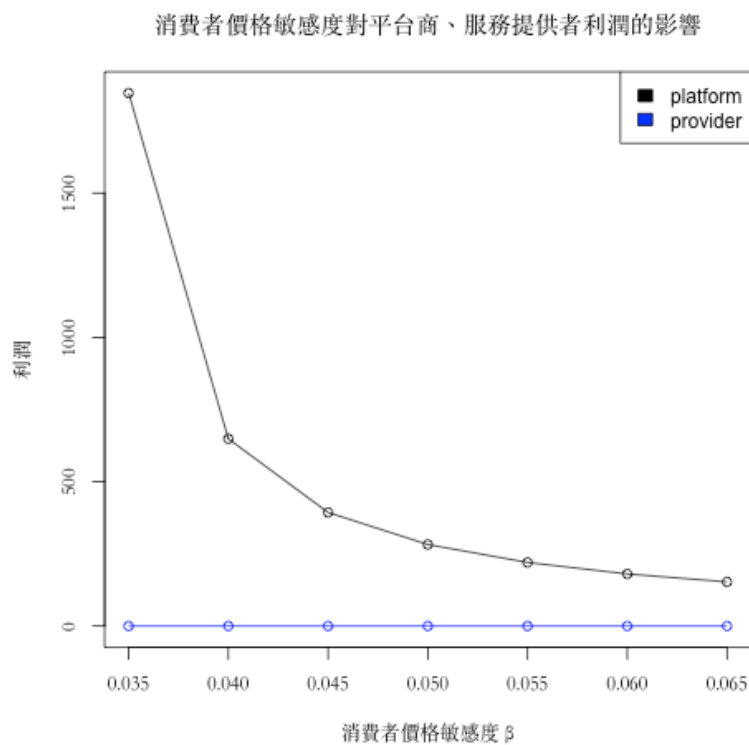


圖 4.17: 固定規費合約 - 消費者價格敏感度與平台商、服務提供者利潤之關係，本研究整理



消費者對平台服務品質敏感度對平台商、服務提供者利潤的影響

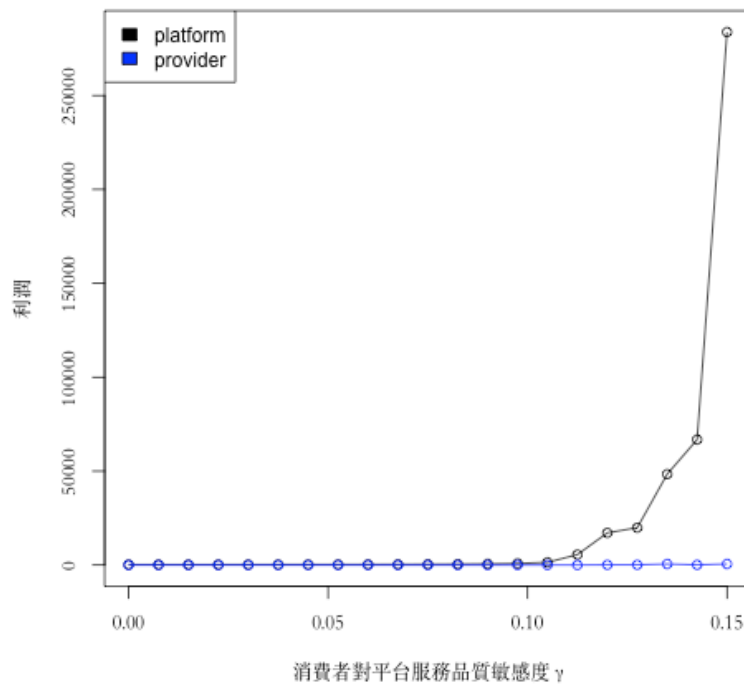


圖 4.18: 固定規費合約 - 消費者對平台服務品質之敏感度與平台商、服務提供者利潤之關係，本研究整理

消費者對服務提供者品質敏感度對平台商、服務提供者利潤的影響

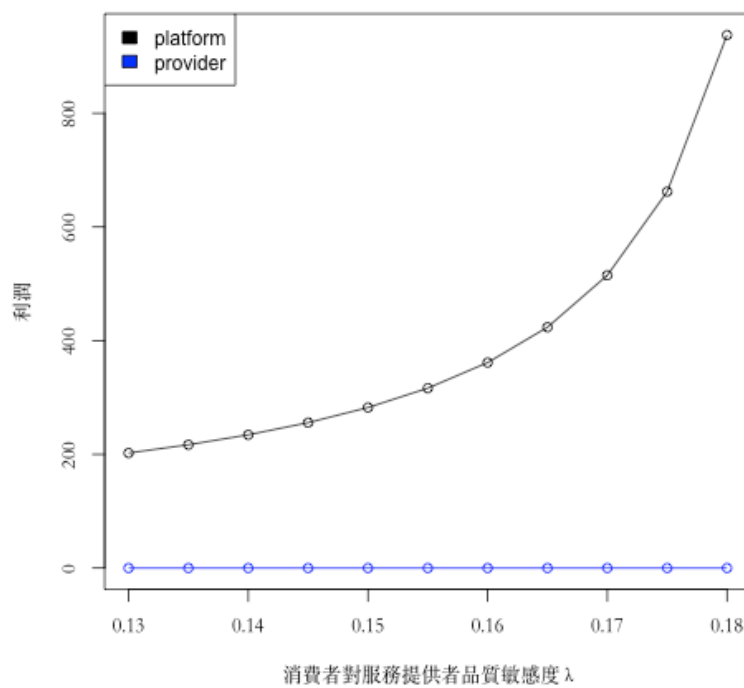


圖 4.19: 固定規費合約 - 消費者對服務提供者品質敏感度與平台商、服務提供者利潤之關係，本研究整理



服務提供者品質提供效率性對平台商、服務提供者利潤的影響

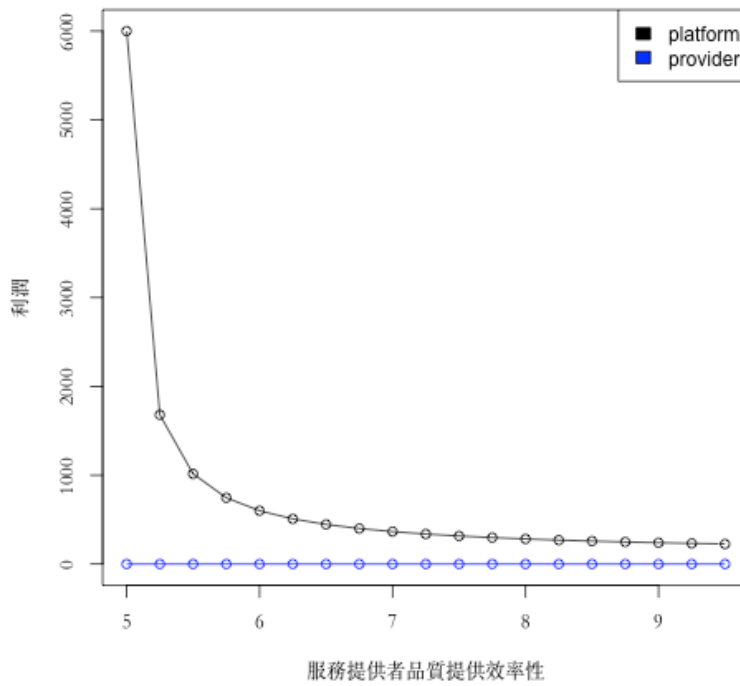


圖 4.20: 固定規費合約 - 服務提供者品質提供效率性與平台商、服務提供者利潤之關係，本研究整理

平台商品質提供效率性對平台商、服務提供者利潤的影響

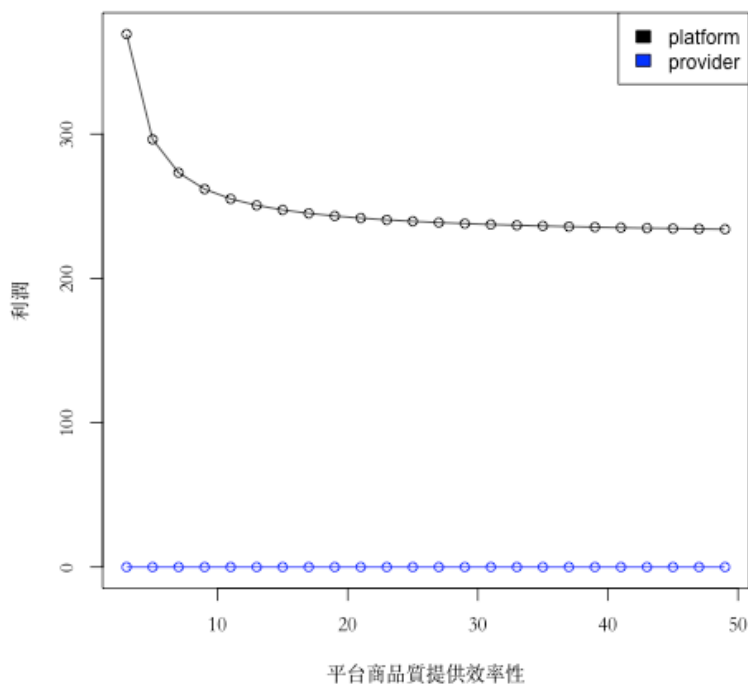


圖 4.21: 固定規費合約 - 平台商品質提供效率性與平台商、服務提供者利潤之關係，本研究整理



4.5 兩合約模型之比較

由於在討論固定規費合約時，服務提供者的利潤幾乎全部皆被平台商收取走，故本研究在此從平台商的角度出發，討論在相同環境設定之下，比較平台商採取不同合約所帶來的利潤。

本研究發現，在相同的背景參數設定之下，對於具有較高談判力的平台商來說，相對於選擇要分潤的收益分享合約，選擇採取固定規費合約都是利潤較高的選擇，但在前述的模型設定之下，對於服務提供者來說近乎是無利可圖，若投射到現實社會，則很可能就不進入市場了，而在本研究的模型中，顯示平台商在採取固定規費合約時，幾乎可以掌控所有決策變數，藉以最大化自身利潤。因此，若要形成一個對平台商與服務提供者都健全的市場，採取收益分享合約的方式相對於固定規費合約較能發揮彼此的長處。

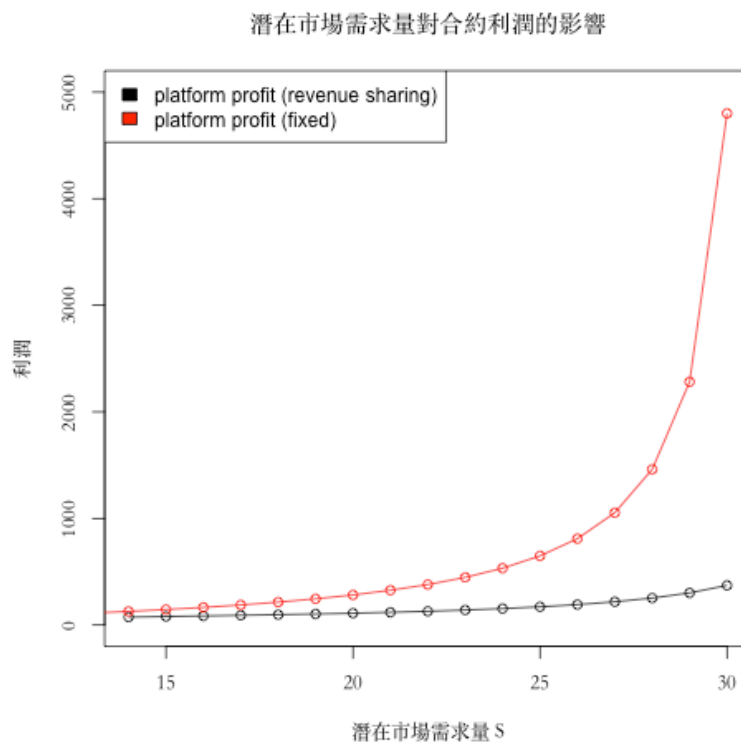


圖 4.22: 潛在市場需求量對不同合約利潤的影響，本研究整理

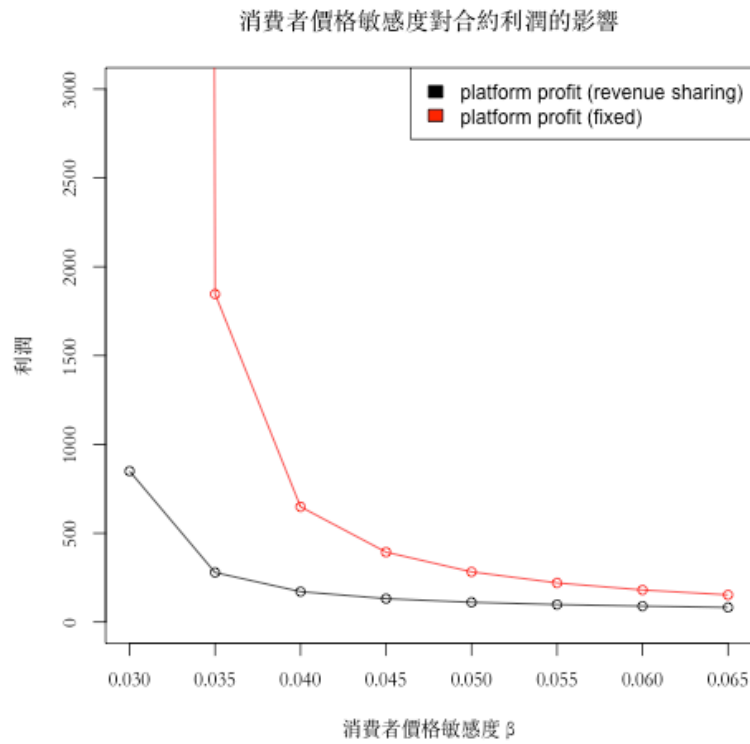
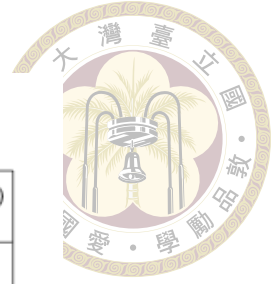


圖 4.23: 消費者價格敏感度對不同合約利潤的影響，本研究整理

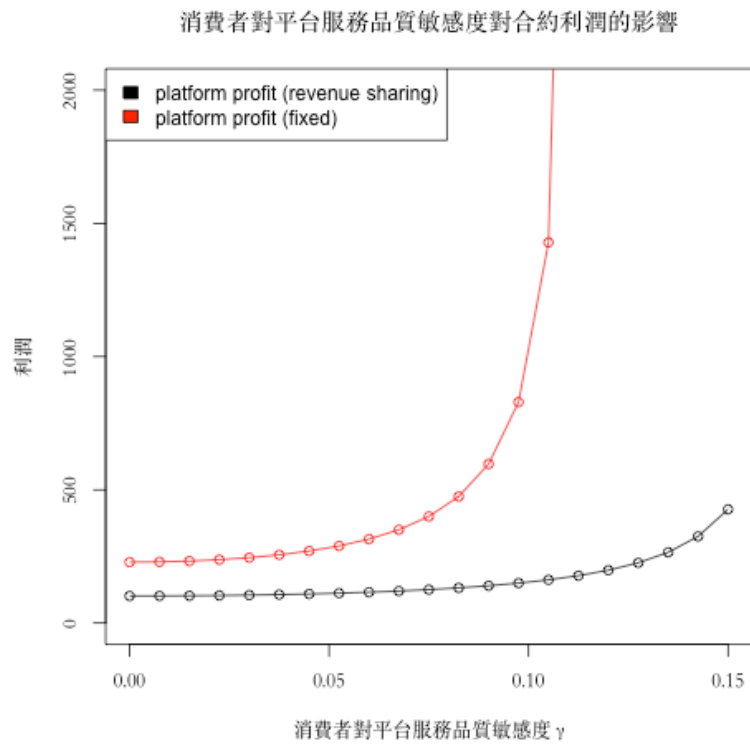


圖 4.24: 消費者對平台服務品質敏感度對不同合約利潤的影響，本研究整理

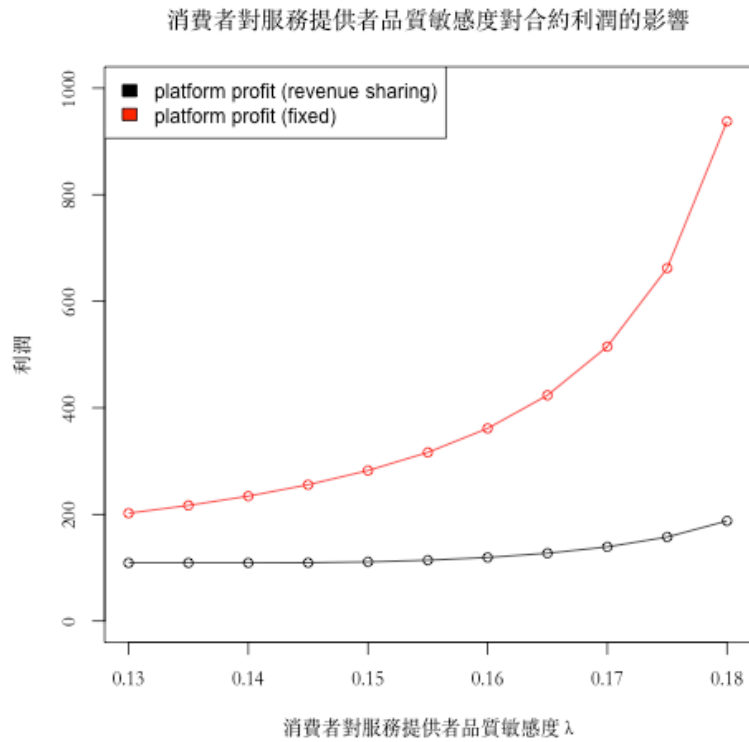


圖 4.25: 消費者對服務提供者品質敏感度對不同合約利潤的影響，本研究整理

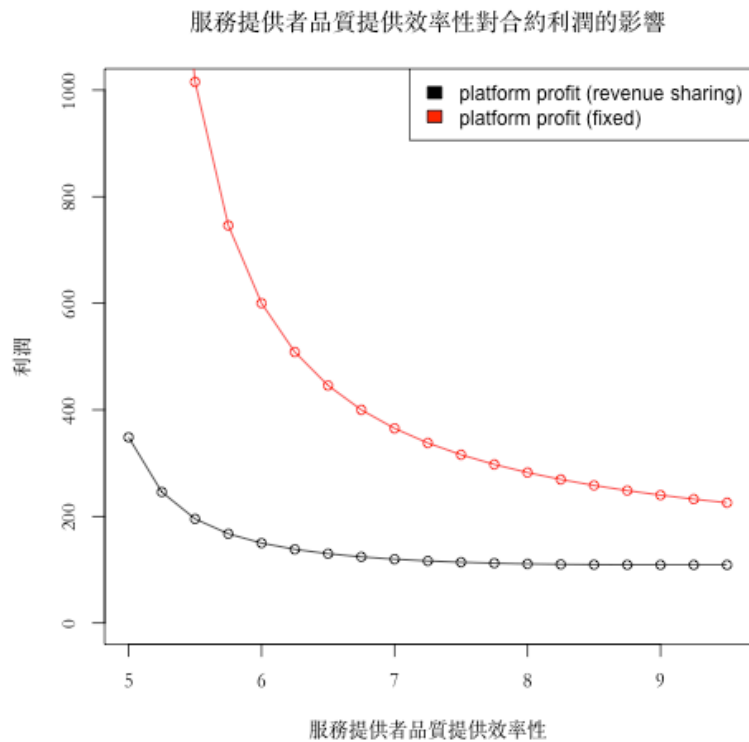


圖 4.26: 服務提供者品質提供效率性對不同合約利潤的影響，本研究整理



平台商品質提供效率性對合約利潤的影響

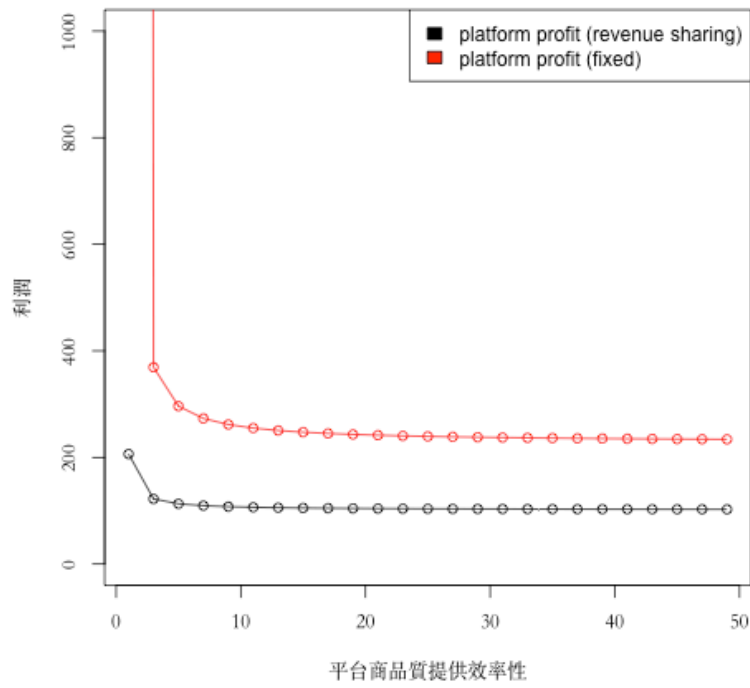


圖 4.27: 平台商品質提供效率性對不同合約利潤的影響，本研究整理



Chapter 5 結論與建議

近年來隨著科技的進步，又隨著 Covid-19 疫情的發展，銷售平台化或是所謂 O2O(online-to-offline) 的線上線下整合也隨著時空環境的更迭而越發蓬勃，產品或服務的提供者勢必得選擇是否加入平台進行銷售，而平台與服務或產品提供廠商之合約制定自然會是一個得認真討論的議題。

5.1 研究結論

本研究透過分別探討以收益分享合約或固定規費合約為基礎的兩個 Stackelberg game 模型，探討消費者根據廠商服務品質、以及價格的不同決定要購買多少服務，由於服務提供者的決策可以導出一個封閉解，而具備較高談判力的平台方便可透過合約內容的訂定(決定 w 或 f) 以及提供之平台品質，調整服務提供者與消費者間的供需。

本研究發現在簽訂收益分享合約時，平台商與服務提供者是一個互相依賴的關係，即使平台商的議價力較高，也掌握服務提供者的利潤函數，平台方在一些特殊情形，如潛在市場需求量很大、消費者價格敏感度很低或消費者對服務品質敏感度很高時，平台商甚至會願意讓利給服務提供者，收取較低的佣金。本研究也發現兩廠商的利潤呈現一個正相關的走勢，同時利潤與潛在市場需求量 (S)、消費者對平台商服務品質的敏感度 (γ)、消費者對服務提供者品質的敏感度 (λ) 呈現正相關，而與消費者的價格敏感度 (β) 和兩廠商提供服務水準的效率性 (a_p 、 a_l) 呈現負相關，並將結果總結於表 5.1。



表 5.1: 收益分享合約模型下參數與廠商利潤之關係

參數	π_p 、 π_l
S	皆為正相關
β	皆為負相關
γ	皆為正相關
λ	皆為正相關
a_p	皆為負相關
a_l	皆為負相關

另一方面，在討論簽訂固定規費合約的情形時，由於平台商掌握全部資訊，並且要決定對服務提供者收取一個固定金額 f 的費用，這就導致平台商可以盡其所能地收取該期的固定費用，只需留給服務提供者微薄的利潤即可，但由於服務提供者之利潤近乎於 0，這會使得市場難以被建立起來，因此固定規費合約結果並無法很好地適用在現實社會中。但看到平台商本身的利潤，從 4.4 節中可以看出其實仍會與各個參數的變化有關聯性，表 5.2 統整了固定規費合約模型下參數與廠商利潤之關係。總的來說，相對於固定規費合約，收益分享合約較能對齊 (align) 兩個廠商間的誘因結構。

表 5.2: 固定規費合約模型下參數與廠商利潤之關係

參數	π_p	π_l
S	趨近於 0	正相關
β	趨近於 0	負相關
γ	趨近於 0	正相關
λ	趨近於 0	正相關
a_p	趨近於 0	負相關
a_l	趨近於 0	負相關

5.2 研究貢獻

1. 相對於其餘文獻僅討論在不同合約下的定價與利潤極大化問題，本研究採取不同的需求函數，不僅考慮價格，也同時考慮服務提供者以及平台商所提供之品質以及市場的需求潛力。
2. 透過 Stackelberg game 的方式說明平台商在資訊透明對稱的情形之下，若採

取固定規費合約的方式會使服務提供者無利可圖，而若採取收益分享合約的方式則存在各自發揮其價值並共創利潤的可能性。




5.3 研究限制

1. 為了單純比較廠商在不同合約類型下的行為，本研究假設消費者以及廠商所提供之商品皆是同質的。
2. 本研究假設市場內的平台為一個雙邊獨佔平台，服務提供者與消費者只能在此交易，但實務上仍有消費者不透過平台而直接與服務提供者交易之情形
3. 本研究將平台商與服務提供者的互動描述成一個一期模型，但於實務上，兩廠商簽訂合約後，仍會有續約與否之問題。
4. 本研究假設廠商沒有產能限制，但實務上服務提供廠商會因人力、空間等因素存有所謂產能上限
5. 本研究假設服務之生產成本為一個常數，也因此將之從模型中忽略，但在現實社會中可能會出現邊際成本遞增之情形

5.4 未來研究方向

本研究就平台合約制定如何影響平台商、服務提供者以及消費者需求的部分做了初步之研究，由於模型是針對現實世界簡化之結果，故實務上仍有其他地方可帶補足，本研究在此建議未來之研究可從下列幾個方向進行延伸：


1. 考慮多期模型：由於實務上合約簽訂不只一期，服務提供者與平台商常會需要跨期合作，未來研究可進行不同合約於多期或無限多期模型中的比較。
2. 考慮資訊不對稱：本研究之設定為一個資訊透明對稱的模型，但實務上服務提供者可能更貼近消費者，而平台商會累積更多合作廠商的銷售資料，而這些資訊並不共享，這可能會導致雙方對未來需求之預測有所不同，也可能會有與本研究不同之行為與策略，可待未來進一步研究。


- 
3. 考量多樣產品和異質消費者：本研究指討論單一同質之服務購買，以及同質性的消費者，未來研究可就不同產品類別或等級，以及市場中消費者不同的偏好或群體進行如差別定價等合約設計。
 4. 考慮平台間之競爭：本研究討論一個獨佔之雙邊平台，而市場中平台雖有可能因網路外部性有所謂主流平台，但多數時間仍有其他競爭者，故市場常為寡占或所謂獨佔性競爭，未來之研究可延伸至不一樣的市場結構中討論平台與其合作廠商的行為與策略。
 5. 考慮實體通路：在現實世界中，消費者要購買產品或服務不是一定要透過平台，也可直接向產品或服務之提供者進行購買，未來研究可針對不同消費者偏好，討論如何進行線上線下之市場區隔，以極大化平台商或是服務提供者之利潤。
 6. 考慮平台與服務提供者之合作：在供應鏈管理中，常討論如何使整條供應鏈之利潤最大化，而後再討論如何分潤，而在平台經濟的角度也是雷同的，本研究將談判力全數給了平台商，未來之研究可以討論兩者合作是否能為整個市場創造更高的產值。



參考文獻

- [1] AVINADAV, T., CHERNONOG, T., FRUCHTER, G., AND PRASAD, A. Contract design when quality is co-created in a supply chain. European Journal of Operational Research 286 (2020), 908–918.
- [2] BELLEFLAMME, P., AND PEITX, M. The Economics of Platforms. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom, 2021.
- [3] CACHON, G., DANIELS, K., AND LOBEL, R. The role of surge pricing on a service platform with self-scheduling capacity. Manufacturing & Service Operations Management 19, 3 (2017), 368–384.
- [4] CAILLAUD, B., AND JULLIEN, B. Chicken & egg: Competition among intermediation service providers. The RAND Journal of Economics 34, 2 (2003), 309–328.
- [5] CHATZIGIANNIS, P., BALDIMTSI, F., GRIVA, I., AND LI, J. Diversification across mining pools: Optimal mining strategies under pow. Journal of Cybersecurity 8, 1 (2022), tyab027.
- [6] DESAI, P. S. Quality segmentation in spatial markets: When does cannibalization affect product line design? Marketing Science 20, 3 (2001), 265–283.
- [7] EISENMANN, T., PARKER, G., AND ALSTYNE, M. W. V. Strategies for two-sided markets. Harvard Business Review 84, 10 (2006), 92–101.
- [8] EL OUARDIGHI, F., AND KIM, B. Supply quality management with wholesale price and revenue-sharing contracts under horizontal competition. European Journal of Operational Research 206, 2 (2010), 329–340.
- [9] EVANS, P. C., AND GAWER, A. The rise of the platform enterprise: A global survey. Tech. rep., The Center for Global Enterprise, 2016.

- 
- [10] FISHER, C. Create multi-sided platforms to balance demand and capacity. American Journal of Industrial and Business Management 9, 7 (2019).
- [11] GOLDFARB, A., AND TUCKER, C. Digital economics. Journal of Economic Literature 57, 1 (2019), 3–43.
- [12] HAGIU, A. Merchant or two-sided platform? Review of Network Economics 6, 2 (2007), 115–133.
- [13] HAGIU, A., AND WRIGHT, J. Multi-sided platforms. In Working Paper (2010), Harvard Business School.
- [14] HAGIU, A., AND WRIGHT, J. Marketplace or reseller? Marketing Science 61, 1 (2015), 184–203.
- [15] HU, J. Research of revenue sharing contract model under the linear quality-demand in supply chain. Applied Mechanics and Materials 39 (2011), 120–125.
- [16] KENNY, M., AND ZYSMAN, J. The rise of the platform economy. Issues in Science and Technology 32, 3 (2016), 61–69.
- [17] LANGLEY, P., AND LEYSHON, A. Platform capitalism: The intermediation and capitalisation of digital economic circulation. Finance and Society 3, 1 (2017), 11 – 31.
- [18] LI, H., AND XIAO, Y. A linear demand-quality model of incentive and penalty contract in supply chain. In 2010 Third International Symposium on Knowledge Acquisition and Modeling (2010), pp. 229–232.
- [19] PERRY, M. M. Analyzing the south china sea fishing dispute as a complex game: Efficient sample allocation via a response surface methodology. arXiv preprint arXiv:2110.12568 (2021).
- [20] PERRY, M. M. Applied Game Theory? Computational Techniques to Operationalize Complex Games. PhD thesis, George Mason University, 2021.
- [21] POWELL, M. J. D. A Direct Search Optimization Method That Models the Objective and Constraint Functions by Linear Interpolation. Springer Netherlands, Dordrecht, 1994, pp. 51–67.

- 
- [22] POWELL, M. J. D. Direct search algorithms for optimization calculations. Acta Numerica 7 (1998), 287–336.
- [23] ROCHET, J.-C., AND TIROLE, J. Platform competition in two-sided markets. Journal of the European Economic Association 1, 4 (2003), 990–1029.
- [24] ROCHET, J.-C., AND TIROLE, J. Two-sided markets: A progress report. The RAND Journal of Economics 37, 3 (2006), 645–667.
- [25] ROGER, G., AND VASCONCELOS, L. Platform pricing structure and moral hazard. Journal of Economics & Management Strategy 23 (2014), 527–547.
- [26] RYSMAN, M. An empirical analysis of payment card usage. The Journal of Industrial Economics 55, 1 (2007), 1–36.
- [27] RYU, C. Review of revenue sharing contract: Evaluating its role for supply chain coordination. The Journal of Industrial Distribution & Business 13, 3 (2022), 1–121.
- [28] SARKAR, M., BUTLER, B., AND STEINFELD, C. Cybermediaries in Electronic Marketspace: Toward Theory Building. Journal of Business Research 41, 3 (1998), 215–221.
- [29] SIMON, C. P., AND BLUME, L. Mathematics for economists. Norton, New York, 1994.
- [30] TAN, Y., TEREKHOV, D., AND DELONG, A. Learning linear programs from optimal decisions. Advances in Neural Information Processing Systems 33 (2020), 19738–19749.
- [31] WINSTON, W., AND GOLDBERG, J. Operations research applications and algorithms. Cengage Learning, Inc, 2021.
- [32] XIAO, D., KUANG, X., AND CHEN, K. E-commerce supply chain decisions under platform digital empowerment-induced demand. Computers & Industrial Engineering 150 (2020), 106876.
- [33] XU, C., FAN, T., ZHENG, Q., AND SONG, Y. Contract selection for fresh produce suppliers cooperating with a platform under a markdown-pricing policy. International Journal of Production Research (2021), 1–25.

- [34] ZHANG, J., CAO, Q., AND HE, X. Contract and product quality in platform selling. European Journal of Operational Research 272, 3 (2019), 928–944.





附錄 A — 模型的數學推導

A.1 最適收益分享合約的推導

A.1.1 服務提供者如何決定最適訂價與品質

在給定式 3.8.1 的目標函數和非負限制，此為一個受限制的非線性規劃問題，故本研究在此使用 KKT 條件 (Karush-Kuhn-Tucker conditions) 來找尋欲求之極值點，首先，針對目標函數進行二階微分以求得其海森矩陣 (Hessian matrix)，用以判讀目標函數是否為凹函數 (concave function)：

$$H = \begin{bmatrix} \frac{\partial^2 \pi_p}{\partial p^2} & \frac{\partial^2 \pi_p}{\partial p \partial q_p} \\ \frac{\partial^2 \pi_p}{\partial q_p \partial p} & \frac{\partial^2 \pi_p}{\partial q_p^2} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -2(1-w)S\beta & (1-w)S\lambda \\ (1-w)S\lambda & -a_p \end{bmatrix} \quad (\text{A.1.1})$$

根據上式結果，可以計算出式 A.1.1 的一階主子式 (first principal minor) 為 $-2(1-w)S\beta$ 和 $-a_p$ ，根據式 3.3.2 至式 3.3.5 的設定可得知兩者皆為「負數」，而若要讓函數為凹函數 (concave)，其二階主子式 (second principal minor) 需要為「正數」，故二階主子式，也就是式 A.1.1 的行列式值 $2a_p(1-w)S\beta - [(1-w)S\lambda]^2$ 要大於零，經過整理可以得到如式 A.1.2 的條件：

$$2a_p\beta - (1-w)S\lambda^2 > 0 \quad (\text{A.1.2})$$

當上式成立時，便可以認為 concave 的函式存在，故可以使用 KKT 條件來求解這個問題。接續式 3.8.1，可以寫出它的 lagrangian function：



$$\begin{aligned} \mathcal{L}(p, q_p, u_1, u_2, u_3) = & (1-w)pS - (1-w)S\beta p^2 + (1-w)S\gamma q_l p \\ & + (1-w)S\lambda p q_p - \frac{1}{2}a_p q_p^2 + u_1 p + u_2 q_p \end{aligned} \quad (\text{A.1.3})$$

接著，對上式求出其一階條件 (first-order condition) 並寫出 KKT 條件：

$$\frac{\partial \mathcal{L}}{\partial p} = (1-w)S - 2(1-w)S\beta p + (1-w)S\gamma q_l + (1-w)S\lambda q_p + u_1 = 0 \quad (\text{A.1.4})$$

$$\frac{\partial \mathcal{L}}{\partial q_p} = (1-w)S\lambda p - a_p q_p + u_2 \quad (\text{A.1.5})$$

$$u_1 p = 0 \quad (\text{A.1.6})$$

$$u_2 q_p = 0 \quad (\text{A.1.7})$$

$$p, q_p, u_1, u_2 \geq 0 \quad (\text{A.1.8})$$

經過計算過後，除了 $u_1 = 0$ 和 $u_2 = 0$ 情況之外，其餘情況皆會發生矛盾之情形，因此皆非解可能存在之處，而當 $u_1 = 0$ 、 $u_2 = 0$ 時，將式 A.1.3 和 A.1.4 經過一些簡單的代數運算後可以寫成：

$$1 - 2\beta p + \gamma q_l + \lambda q_p = 0 \quad (\text{A.1.9})$$

$$(1-w)S\lambda p = a_p q_p \quad (\text{A.1.10})$$

此時，就可以求解聯立方程式以求得服務提供者根據平台商合約所決定的 (p^*, q_p^*) 如下：

$$p^* = \frac{a_p + a_p \gamma q_l}{2\beta a_p - (1-w)S\lambda^2} = \frac{a_p(1 + \gamma q_l)}{2\beta a_p - (1-w)S\lambda^2} \quad (\text{A.1.11})$$

$$q_p^* = \frac{(1-w)S\lambda + (1-w)S\lambda \gamma q_l}{2\beta a_p - (1-w)S\lambda^2} = \frac{(1-w)S\lambda(1 + \gamma q_l)}{2\beta a_p - (1-w)S\lambda^2} \quad (\text{A.1.12})$$

透過觀察 (p^*, q_p^*) 的分母項，也可以發現分母項就是先前於式 A.1.2 所定義



的條件，也確保價格與品質並不會是負數。

A.2 最適固定規費合約的推導

A.2.1 服務提供者如何決定最適訂價與品質

同樣地，為了透過 KKT 條件來求解式 3.8.9 所描述的問題，得先看到目標函數的二階條件，也就是其海森矩陣 (Hessian matrix)，如式 A.2.1 所示，用以確認該目標函數為凹函數 (concave function)：

$$H = \begin{bmatrix} \frac{\partial^2 \pi_p}{\partial p^2} & \frac{\partial^2 \pi_p}{\partial p \partial q_p} \\ \frac{\partial^2 \pi_p}{\partial q_p \partial p} & \frac{\partial^2 \pi_p}{\partial q_p^2} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -2S\beta & S\lambda \\ S\lambda & -a_p \end{bmatrix} \quad (\text{A.2.1})$$

透過上式，就可以求出式 A.2.1 的一階主子式 (first principal minor) 為 $-2S\beta$ 和 $-a_p$ ，其二階主子式 (second principal minor) 為 $2a_p S\beta - (S\lambda)^2$ ，根據模型設定，已知一階主子式為負，若目標函數為正，則必須要求二階主子式之值大於 0，也就是要滿足式 A.2.2 所述的條件：

$$2a_p \beta - S\lambda^2 > 0 \quad (\text{A.2.2})$$

當式 A.2.2 成立時，透過 KKT 條件可以去求解這個問題，並且先寫出其 lagrangian function：

$$\begin{aligned} \mathcal{L}(p, q_p, u_4, u_5, u_6) = & pS - S\beta p^2 + S\gamma q_l p + S\lambda p q_p - f - \frac{1}{2} a_p q_p^2 \\ & + u_4 p + u_5 q_p \end{aligned} \quad (\text{A.2.3})$$

同樣對上式求出其一階條件 (first-order condition) 並寫出 KKT 條件：



$$\frac{\partial \mathcal{L}}{\partial p} = S - 2S\beta p + S\gamma q_l + S\lambda q_p + u_4 = 0 \quad (\text{A.2.4})$$

$$\frac{\partial \mathcal{L}}{\partial q_p} = S\lambda p - a_p q_p + u_5 \lambda \quad (\text{A.2.5})$$

$$u_4 p = 0 \quad (\text{A.2.6})$$

$$u_5 q_p = 0 \quad (\text{A.2.7})$$

$$p, q_p, u_4, u_5, u_6 \geq 0 \quad (\text{A.2.8})$$

透過計算過後，可以發現當 $u_4 = 0$ 、 $u_5 = 0$ 和 $u_6 = 0$ 時可以找到唯一解如下：

$$p^* = \frac{a_p + a_p \gamma q_l}{2\beta a_p - S\lambda^2} = \frac{a_p(1 + \gamma q_l)}{2\beta a_p - S\lambda^2} \quad (\text{A.2.9})$$

$$q_p^* = \frac{S\lambda + S\lambda \gamma q_l}{2\beta a_p - S\lambda^2} = \frac{S\lambda(1 + \gamma q_l)}{2\beta a_p - S\lambda^2} \quad (\text{A.2.10})$$

同樣地，在固定規費合約之下解出的 (p^*, q_p^*) 之分母項也是如式 A.2.2 所述，在要求 $2a_p\beta - S\lambda^2 > 0$ 的情況之下，就可以得出正的 (p^*, q_p^*) ，也符合數學上的直觀。