

서비스화 공급사슬에서 서비스 제공 형태에 따른 이익 분석방안에 대한 연구*

우창완¹ · 서용원^{2†}

¹중앙대학교 대학원 경영학과, ²중앙대학교 경영경제대학 경영학부

A Study on Analyzing Profitability in Servitized Supply Chains based on Service Provision Methods

Chang-Wan Woo¹ · Yong Won Seo²

¹Dept. of Business Administration, The Graduate School of Chung-Ang University

²Dept. of Business Administration, Chung-Ang University

■ Abstract ■

The purpose of this study is to develop a quantitative model to evaluate the performance of the servitized business model. We aim to quantitatively analyze the decisions of participants in the servitized supply chains, and provide methods to maximize the performance. We consider servitized supply chains consisting of a manufacturer and a service provider, that can be integrated, separated or coordinated based on the relationship between the manufacturer and the service provider. The decision models in each case are developed, and performance and profitability are analyzed. Utilizing the decision models in different cases, we compare the performances of different business models of the servitization. Since our models can be applied to analyze a wide range of the servitization business models, we expect this study can contribute to promote servitization in manufacturing companies by providing methods to evaluate the profitability of the servitization business model.

Keywords : Servitization, Servitized Supply Chain, Servitization Business Model, Supply Chain Performance

논문접수일 : 2016년 09월 28일 논문게재확정일 : 2016년 11월 04일

논문수정일(1차 : 2016년 10월 20일)

* 이 논문은 2016년도 중앙대학교 신입생성적우수장학금의 지원에 의하여 작성되었음.

† 교신저자, seoyw@cau.ac.kr

1. 서 론

최근 다양한 분야에서 새로운 수익원 창출, 차별화 및 기업의 경쟁력 강화를 위해 서비스화(Servitization)를 추진하고 있다. 특히, 제조업 분야에서 단순 제품 생산 활동을 비롯하여 서비스 활동을 통하여 기업의 경쟁력을 제고하기 위한 노력을 하고 있다. 다수 경쟁자의 참여로 인한 시장의 과열된 경쟁 환경 하에서 서비스화는 소비자에게 접근하기 위한 중요한 전략적 요소이다.

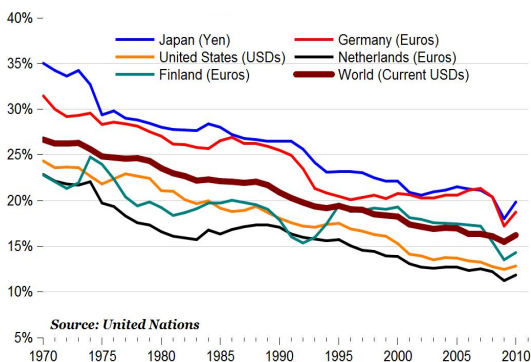
이러한 시장 환경의 변화에 따라 제조 기업은 제품-서비스 통합 시스템(PSS : Product-Service System)과 같이 서비스 요소를 제품뿐만 아니라 기업의 비즈니스 모델(BM)에 융합시키기에 이르렀다. 이러한 제조기업의 변화를 제조업의 서비스화(Servitization)라 하며, 이는 전통적인 제조업에서의 단순 제품 생산 활동에서 나아가 다양한 서비스를 제품과 결합하여 차별화를 부가시키고 새로운 가치를 창출하기 위한 기업의 변화를 의미한다.

또한 최근에는 경제가 발전할수록 제조업의 비중이 낮아지고, 서비스 산업의 비중이 높아지는 추세가 일반적으로 받아들여지고 있다. 이에 따라, 고객의 소비는 상품에서 서비스로 이동하고 서비스업의 일자리 창출 규모가 제조업을 능가하는 현상도 나타나고 있다. 실제로 전 세계 GDP에서의 제조업 비중을 살펴보면, [그림 1]에서 볼 수 있듯 1970년

26.6%에서 2010년에는 16.2%로 하락한 것을 볼 수 있다. GDP에서 제조업의 비중이 감소하는 것은 전통적인 제조 중심의 경제에서 서비스 중심의 경제로 이동하는 세계적 추세가 반영된 것이다[18]. 과거 제조업 위주로 구성되어 있던 한국의 산업구조 또한 성장이 저하되고 비중이 줄어들고, 서비스 산업의 비중은 점차 증대되고 있다.

제조업의 서비스화는 크게 세 가지의 양상으로 전개되고 있다. 첫째는 제조업의 가치사슬 상에서 서비스 부문의 역할이 증대되는 것이다. 애플의 경우, 아이튠즈와 앱스토어를 통해 서비스 부문의 사업영역을 구축하였다. 또한, 자동차 기업인 GM의 경우에는 ‘온스타’라는 텔레매틱스 서비스를 제공하며 긴급통보 서비스나 길안내 등의 서비스를 제공하고 있다. 둘째는 제조업과 서비스업이 상호 협력을 통해 융합하는 것이다. 기업이 가질 수 있는 핵심역량은 매우 제한적이다. 따라서 서비스화를 통해 기업 내 서비스 부문의 확장을 비롯하여 제조업과 서비스산업의 산업 간 협력을 통해서도 이러한 서비스화가 진행되고 있다. 시스코-IBM의 경우 시스코의 인터넷 장비와 IBM의 인터넷 서비스를 결합함으로써 e-비즈니스 시스템 및 장비를 제공할 수 있었다. 셋째는 제조업이 서비스 분야로 사업영역을 확장하는 양상이다. Xerox는 복사기, 디지털 프린터 등의 제품 부문을 비롯하여 컨설팅 및 아웃소싱 서비스로 그 사업영역이 변화하고 있다.

현재까지 제조업의 서비스화와 관련된 연구는 서비스화의 개념 및 정의, 기업의 경영전략으로써의 의미, 서비스화의 범주, 서비스화의 장점과 추진과정의 위험이 제시되어 왔으나 여전히 기업 입장에서의 서비스화와 관련된 의사결정에 대한 접근방법의 제시는 부족하다고 여겨진다. 본 논문에서는 서비스화 공급사슬에서 시장 환경에 따른 제조업자의 의사결정에 대해 수리적 접근을 통한 모형을 제시하고, 서비스화 비즈니스 모델(BM)의 수익성 분석방안을 제공하여 제조업의 서비스화 활성화에 기여할 것으로 기대한다.



[그림 1] 전 세계 GDP에서의 제조업 비중

2. 관련 연구

2.1 제조업의 서비스화에 관한 연구

제조업의 서비스화에 대한 정의는 수많은 연구자들에 의해 다양한 연구에서 제시되고 있다. 먼저, Vandermerwe and Rada[24]에서는 제조업의 서비스화라는 신조어를 소개하며 제품, 서비스, 지원(support), 셀프서비스, 지식을 하나의 패키지 또는 묶음으로 제공하는 것으로 정의하였고 서비스화를 제품과 서비스의 묶음 정도에 따라 3가지의 단계로 설명하였다. 그 이후 White et al.[27]와 Verstrepn and van den Berg[25]는 서비스화를 제조와 전통적인 서비스 부문 활동 사이에 경계가 열린 핵심 제품에 부수적인 서비스가 요소가 추가된 제품 기반의 서비스의 등장이라 정의하였다. 또한, Robinson et al.[21]에서는 제조업의 서비스화에 대해 과거 제품판매의 부수적인 요소로 제공되던 서비스가 제품과 서로 분리할 수 없는 단계로 통합되는 것이라 주장하고 있다. Lewis et al.[15]은 시장에 제품의 기능성을 전달하는 방법의 변화를 강구하는 전략으로서 소개한다. Ward and Graves[26]와 Ren and Gregory[20]은 고객의 니즈를 충족시키고 경쟁우위를 달성하여 기업의 성과를 향상시키기 위해 제조업자의 서비스 영역을 확장하는 과정이라 설명한다. Baines et al.[4]은 제품 판매에서 제품-서비스 통합 시스템(product-service system : PSS) 판매로 전향함으로써 더 나은 상호가치를 만들어내기 위한 조직 역량과 프로세스의 혁신이라고 정의한다.

이러한 서비스화에 대한 정의와 용어는 제품에 서비스를 부가하여 가치를 창출하는 프로세스라고 광범위하게 정의된 이후 다양한 용어와 방향으로 연구가 진행되고 있다. 본 연구에서는 제조업의 서비스화를 제조업의 단순 제품 생산에서 나아가 다양한 서비스를 제품과 결합하여 새로운 가치를 창출하기 위한 기업의 변화라 정의하며, 전통적인 제조업에 After-sale 및 유지보수 서비스가 제공되는 유형에 초점을 맞추어 모형을 제시한다.

서비스화 BM(business model)은 참여자 간 거래관계로 연결된 서비스 공급사슬(service supply chain)의 형태로 모형화되며, 서비스 공급사슬 전체의 성과와 수익성은 제조업자 및 서비스 제공업자의 의사결정 조정을 통해 가능하다. 공급사슬관리에서 중요한 것은 공급사슬의 참여자들이 각자의 이익을 얻으려 발생하는 부분 최적화를 방지하는 것이다. 공급사슬 상의 참여자들 각자 합리적인 의사결정을 할 수 있도록 하기 위해 보조금(subsidy), 로열티(royalty) 등과 같은 다양한 형태의 인센티브가 이용된다. 이러한 인센티브는 공급사슬의 구성원들이 수익 및 위험을 공유하도록 만드는 역할을 한다 [11]. 수익분배는(revenue sharing) 공급 사슬의 참여자들이 공급사슬의 수익을 극대화하고, 기여 정도에 따라 공평하게 수익을 분배하여 참여자 모두가 이득을 얻을 수 있는 방법이다[8]. 이러한 수익분배의 의사결정 시에는 다양한 요인들을 고려하여 공급사슬 상의 참여자 모두가 납득할 수 있도록 수익을 분배하는 것이 매우 중요하다. 김진민 등[1]은 소비자들의 욕구 변화로 제품/서비스로 나누어지던 상품의 개념을 통합하여, PSS를 구성하는 제품과 서비스의 구성비율 및 제품과 서비스에 투자되는 비용을 고려하여 수익분배 모형을 제시하였다. 주현택, 임호순[3]은 다수 경쟁자가 참여하는 양면시장 모형을 기반으로 서비스화를 고찰하고 그 분석결과를 제시함으로써 시장이익을 최대화하기 위한 기업의 서비스화 의사결정 모형을 도출하였다.

본 연구에서는 서비스화 모형에 따른 의사결정별 수익성을 분석할 수 있는 모형을 제시하고, 서비스화 공급사슬에서의 전체 시장 최적화를 통해 모든 참여자들이 상호 이득을 취할 수 있음을 제시하고자 한다.

2.2 서비스 품질에 관한 연구

순수 서비스 상품뿐만 아니라, 제품에 서비스가 부가적으로 가치를 더함에 따라 제품 요소와 서비스 요소 사이의 경계가 모호해지고 있다. 또한 기

술이 발달하면서 제품 자체의 기능 차별화가 어려워지고 있으며, 이로 인해 제품에 부가되는 서비스 차별화에 의해 고객들의 태도와 행동이 더 많은 영향을 받게 되었다. 또한 고객의 전반적인 서비스에 대한 기대 수준이 점차 높아지면서, 기존 고객들의 서비스 만족도 증가뿐만 아니라 잠재고객들의 서비스에 대한 평가 및 예상 만족도가 과거보다 더욱 중요해졌다. Seo et al.[22]의 논문에서도 제조업자와 서비스 제공업자의 혁신에 있어 제품 및 서비스 요소의 다양화, 프로세스 개선을 비롯하여 품질 개선 또한 중요한 요소임을 설명하였다.

서비스 품질의 정의는 실제적인 기술의 우월성과 관련한 개념과 객체에 대한 고객들의 주관적 반응을 포함하는 개념으로 나눌 수 있다. 이를 Dodds and Monroe[10]는 객관적 품질과 주관적 품질의 두 가지 접근법으로 표현하였고, Holbrook and Corfman[12]은 기계적 품질과 인간적 품질로 표현하였다. 또한 Zeithaml[28]는 서비스 품질을 서비스의 전반적 우월성이나 우수성에 대한 고객의 평가라 정의하였고, Bitner and Hubbert[7]는 서비스 품질을 조직과 서비스의 상대적 열등감이나 우열감에 대한 소비자의 전반적인 인상이라 설명하였다. 기존의 연구에서는 서비스 품질은 제품에 대한 인지된 인상에 영향을 미친다 하였다. Perry and Porter[19], Tsay and Agrawal[23]는 제품 수요에 영향을 미치는 제품의 비가격적 요소로 서비스를 고려하였다. 또한 Banker[5]는 시장수요에 영향을 미치는 요인으로 품질의 영향을 설명하였다. 본 연구에서는 선행연구의 정의를 바탕으로 서비스 품질을 제품 수요에 영향을 미치는 비가격적 제품 요소로 정의하였다.

3. 모형 수립

서비스화 BM은 참여자 간 거래관계로 연결된 서비스 공급사슬(service supply chain)의 형태를 갖고, 참여자의 의사결정 구조에 따라 모형화 할 수 있다. 서비스 공급사슬 전체의 성과와 수익성은 제조

업자 및 서비스 제공업자의 제품 가격, 서비스 요금 및 서비스 품질 의사결정 조정을 통해 결정된다. 본 연구에서는 이러한 서비스화 공급사슬의 모형을 3가지로 구분하고, 각 모형의 의사결정별 수익성을 분석할 수 있는 모형을 제시한다. 본 연구의 3가지 서비스화 공급사슬 모형은 다음과 같다.

첫 번째 모형은 상호 독립 모형(separation model)으로 제조업자와 서비스 제공업자가 각각 제품 가격, 서비스 가격 및 품질에 대한 의사결정을 수행한다. 제조업자와 서비스업자는 독립적인 관계로 상호간의 협력(coordination)은 나타나지 않는다. 전통적인 제조업의 형태로 제조업은 제품을 제공할 뿐 별도의 서비스를 제공하지 않는다.

두 번째 모형은 서비스 자체 제공 모형(in-house model)으로 제공업자가 자체적으로 고객에게 제품과 서비스를 제공하는 모형이다. 이때 제조업자는 제품 및 서비스 제공에 대한 가격을 결정하며 이에 따른 서비스 품질을 결정한다. 롤스로이스의 경우 항공기 엔진과 관련 부품의 판매에서 나아가 엔진 점검 서비스를 제공하는 비즈니스 모델로 확장하였다.

세 번째 유형은 협력(coordination) 모형으로 제조업자와 서비스 제공업자는 계약을 통한 협력관계에 있으며, 서비스 제공업자는 제품에 대하여 일정 횟수의 서비스를 제공하고 제조업자로부터 받는 서비스 요금(r)을 통해 수익을 창출한다. 이때 제조업자는 제품의 가격과 서비스 제공에 따른 요금에 대한 의사결정을 수행하고 서비스 제공업자는 서비스 품질에 대한 의사결정을 수행한다. 미국의 대표적인 인터넷 기업인 AOL은 IBM과 e-Machines와의 제휴를 통해 일정기간 AOL 서비스 가입을 조건으로 단말기를 무상으로 제공하였다.

3.1 기호정의

- D : 수요량
- α : 최대 시장 규모
- p : 제품 가격
- s : 서비스 요금

- q : 서비스 품질
($0 < q \leq 1$, 1일 때 목표한 품질 완전 달성)
- r : 제조업자의 서비스 제공업자에 대한 서비스 비용
- β : 수요의 가격 민감도
- c : 단위당 제품 비용
- v : 회당 서비스 제공 비용
- δ : 목표 서비스 품질 달성 비용 계수
- m : 서비스 제공 횟수
- π_m : 제조업자의 이익
- π_s : 서비스 제공업자의 이익
- Π : 전체 공급사슬의 이익

3.2 모형의 가정

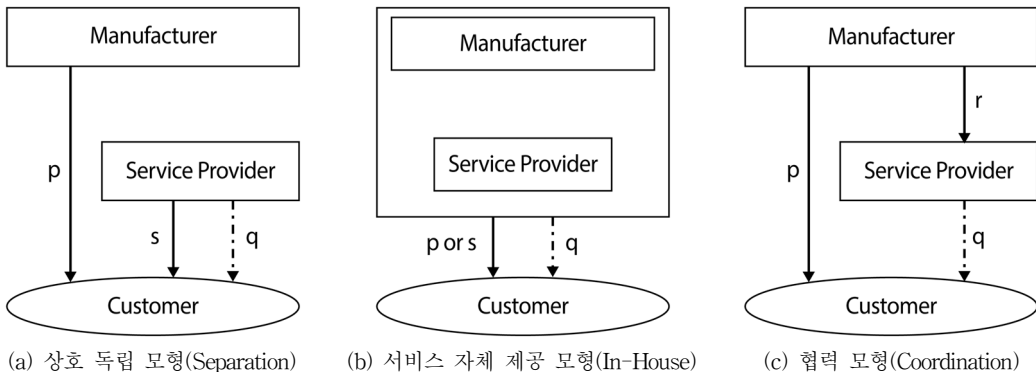
최근 기술이 발달하고 판매 채널이 다양화되면서 서비스 제공업자의 채널 파워가 강해지고 있다. 이에 따라 공급사슬 상의 의사결정에서 서비스 제공업자가 능동적인 입장을 취하는 경우가 증가하고 있다[2]. 본 연구에서는 [그림 2]에 제시한 서비스화 공급사슬의 3가지 유형을 제품 가격 및 서비스 요금, 서비스 품질에 대한 협상력을 바탕으로 한 슈타켈버그 게임(stackelberg game)으로 모형화하였다. 서비스화 공급사슬 구성원의 의사결정 순서는 기존의 연구들을 바탕으로 가정하였으며, 이에 따라 제조업자는 다른 참여자의 의사결정을 예측하여 슈타켈버그 리더로서 행동한다. 모든 서비스화 공

급사슬 구성원은 각자의 이익을 최대화하기 위한 의사결정을 수행한다.

본 연구에서는 단일의 제조업자와 단일의 서비스 제공업자가 고객에게 제품 요소와 서비스 요소를 제공하는 모형을 다룬다. 제조업자(manufacturer)는 고객에게 제품을 제공하여 고객으로부터 제품에 대한 지불 금액을 받고, 서비스 제공업자(service provider)는 고객에게 서비스를 제공함으로써 고객 또는 제조업자로부터 서비스 요금을 받는다. 판매된 제품에 대하여 일정 횟수(m)의 서비스가 발생한다고 가정한다. 고객(customer)은 제조업자와 서비스 제공업자로부터 차량, 가전제품, 옷 등의 제품 요소 및 렌탈, A/S, 유지보수 등의 서비스 요소를 거래한다. 이때 제조업자와 서비스 제공업자는 공급 사슬의 구조에 따라 개별 시장의 이익을 최대화할 수 있는 제품/서비스 가격 및 협력 방안 대한 의사결정을 수행한다. 서비스화 공급사슬의 참여자와 각 참여자가 제공하는 요소는 <표 1>과 같다.

<표 1> 서비스화 공급사슬의 참여자 및 요소

구 분	참여자	제공요소
요소	제조업자	제품 요소 (Product Element)
	서비스 제공업자	서비스 요소 (Service Element)
	고객	지불금액 (Payment)



[그림 2] 서비스화 공급사슬의 3가지 모형

서비스화 된 제품에 대한 소비자의 수요는 제품 가격 및 서비스 요금, 서비스의 품질에 영향을 받는다. 본 연구의 수요함수는 Bernstein and Federgruen [6]와 Li et al.[17]의 선행연구들에서 사용된 수요함수를 사용하였다. 수요함수는 제품 가격 및 서비스 요금, 서비스 품질에 대한 승법 모형(multiplicative pattern) 식으로 표현된다. 이에 따라 수요함수(D)를 다음과 같이 정의하였다.

$$D = (\alpha - \beta(p + ms)) \cdot q \quad (1)$$

식 (1)에서 α 는 전체 시장 규모를 나타내며 p 와 s 는 각각 제품 가격과 서비스의 요금, q 는 서비스의 품질을 의미한다. 수요함수(D)는 $g(p, s)h(q) = (\alpha - \beta(p + ms)) \cdot q^{\theta}$ 의 형태로 표현한다. $h(q)$ 는 서비스 품질 q 가 주어졌을 때, 서비스 품질이 고객의 제품에 대한 구매의도에 미치는 영향을 표현한 식이다. 이때 θ 는 품질에 대한 수요민감도로써, 본 연구에서는 모형의 단순화를 위해 품질에 대한 수요민감도 θ 를 1로 가정하였다. $g(p, s)$ 는 실제 제품 가격과 서비스 요금을 고려하여 발생하는 구매의도를 의미한다.

제품의 가격과 서비스의 가격은 기존의 연구들에서와 마찬가지로 소비자의 구매의도에 부(-)의 영향을 미치고, 반면 서비스의 품질은 구매의도에 대하여 정(+)의 관계를 갖는다. 서비스 품질은 단일의 복합 값으로서 가용성, 안정성, 편의성 등과 같은 측정 가능한 속성 값들의 합이다. 최적화 문제에서 품질(quality)은 일반적으로 다른 주요 요인들과의 결합을 통해 그 효과를 측정한다. Kim and Chhajer [13]에서는 품질 요인(q)과 중요도(w)에 따른 고객의 효용을 $\sum_j w_j q_j$ (단, $\sum_j w_j = 1$)의 수식을 통해 설명하기도 하였다. 본 연구에서는 동일한 제품에 대해 시장환경 변화에 따른 각 모형별 참여자의 서비스 품질 의사결정을 설명한다.

본 연구에서는 서비스화 공급사슬을 참여자 간의 의사결정 관계에 따라 상호 독립 모형, 서비스 자체 제공 모형, 협력 모형의 세 가지 모형으로 구분한다. 또한 발생한 수요에 대해 제품이 모두 제

공되며, 제공된 제품에 대하여 일정 횟수의 서비스가 발생한다. 서비스 품질(q)은 $0 < q \leq 1$ 사이의 값을 가지며 q 가 1일 때 목표한 서비스 품질을 완전히 달성한 상태로 가정한다. 단위 제품에 대하여 제조업자와 서비스 제공업자에게 발생한 비용을 각각 c , v 로 나타낸다. $\alpha > \beta(p + ms)$ 로 수요는 항상 0보다 큼을 가정한다. 목표한 서비스 품질을 달성하기 위한 비용 함수는 $c(q) = \delta q$ 로 나타내며, 이때 δ 는 0보다 크다. 이러한 비용 함수는 Kurata and Nam[14], Cai et al.[9]의 기존 선행연구에서 사용한 함수를 사용하였다.

서비스화 공급사슬의 3가지 모형에 대하여 다음과 같이 의사결정 순서를 가정하였다. (1) 상호 독립 모형에서는 제조업자가 먼저 제품의 가격 p 를 결정하고, 이에 따라 서비스 제공업자가 서비스 요금 s 와 서비스 품질 q 를 결정한다. (2) 서비스 자체 제공 모형에서는 제조업자가 제품 및 서비스 가격 $h(\square p, s)$, 서비스 품질 q 를 결정한다. (3) 협력 모형에서는 제조업자가 먼저 제품 가격 p 와 회당 서비스 거래 요금 r 을 결정하면, 이에 따라 서비스 제공업자가 서비스 품질 q 를 결정한다. 서비스화 공급사슬 상에서 제조업자는 서비스 제공업자보다 더 큰 협상력을 가진다고 가정한다.

3.3 서비스화 공급사슬의 3가지 모형에 대한 의사결정 분석

본 절에서는 앞의 가정상황들을 고려하여 참여자 간 의사결정 관계에 따른 모형을 통해 제조업자와 서비스 제공업자의 최대 이익과 이에 대한 최적해를 도출한다. 본 연구에서는 제조업자 선도의 슈타켈버그 게임을 고려하였다. 슈타켈버그 게임은 시장에서 선도자 역할을 하는 기업이 추종 기업의 반응을 예상하고 이를 통해 자신의 이익을 최대화할 수 있는 의사결정을 우선적으로 수행하는 게임 방식이다. 슈타켈버그 게임에서 균형 해를 찾는 절차는 의사결정 순서와 반대로 '역행 귀납법(backward induction)'을 따른다. 이는 선도 기업이 추

중 기업의 의사결정에 대해 알고, 각 단계에서 최적의 의사결정이 이루어짐을 의미한다.

3.3.1 상호 독립 모형(Separation Model)

상호 독립 모형에서의 주요 문제는 서비스화 공급사슬의 참여자들이 각각의 이익을 극대화 하는 제품 가격(p), 서비스 요금(s) 및 서비스 품질(q)을 결정하는 것이다. 본 모형에서는 제조업자와 서비스 제공업자는 독립적으로 의사결정을 수행하며, 이에 따라 상호간의 협력은 발생하지 않는 것으로 가정한다. 슈타켈버그 게임에 따라 선도자인 제조업자는 예상되는 서비스 제공업자의 의사결정으로부터 제조업자의 이익(π_m)을 극대화하기 위한 제품 가격을 결정한다. 서비스 제공업자는 주어진 제품 가격을 통해 서비스 제공업자의 이익(π_s)을 최대화하기 위한 서비스 요금과 품질을 결정한다.

본 모형의 주요 수식은 다음과 같이 도출된다.

$$D = (\alpha - \beta(p + ms))q \quad (2)$$

$$\pi_m = (p - c)D \quad (3)$$

$$\pi_s = (s - v - \delta q)Dm \quad (4)$$

$$\Pi_{sep} = \pi_m + \pi_s = (p - c)D + (s - v - \delta q)Dm \quad (5)$$

서비스 제공업자는 주어진 제품 가격(p)을 통해 서비스 제공업자의 이익 π_s 를 최대화하기 위한 $s^*(p)$, $q^*(p)$ 를 결정한다. 단, 문제의 가정으로부터 $D > 0$ 이고 q_s 는 $0 < q_s \leq 1$ 의 범위로 제한되며, q_s 의 값은 p_m 에 의해 결정되므로, p_m 의 범위에 따라 다음과 같이 계산될 수 있다.

Case 1. $p_m \geq \frac{(\alpha - \beta mv)}{\beta}$ 인 경우

수요함수는 음의 값이 되므로 모형이 성립하지 않는다.

Case 2. $\frac{(\alpha - \beta m(v + 3\delta))}{\beta} \leq p_m < \frac{(\alpha - \beta mv)}{\beta}$ 인 경우

서비스 제공업자의 이익을 최대화하기 위해 식 (4)를 서비스 품질(q)에 대한 식으로 전개하면 q 에

대하여 음의 계수를 갖는 2차식으로 표현이 되므로, q 에 대하여 미분하여 0이 되는 값에서 단일의

최대값을 갖는다. 이에 따라 $\frac{\partial \pi_s}{\partial q} = 0$ 로부터,

$$q^*(s) = \frac{(s - v)}{2\delta}$$

를 값으로 얻는다.

$\pi_s(q^*)$ 를 서비스 요금(s)에 대한 식으로 전개하면 s 에 대하여 음의 계수를 갖는 3차식으로 표현이 된다. 수요함수(D)와 각 참여자의 이익(π_m, π_s)은 항상 0보다 크므로, 이를 만족하는 s_s 의 범위

$v + \delta q < s_s < \frac{\alpha - \beta p}{\beta m}$ 에서, s 에 대하여 미분하여 0이 되는 값에서 단일의 최대값을 갖는다. 이에 따라

$$\frac{\partial \Pi_s(q^*(s))}{\partial s} = 0$$
로부터

$$s^*(p) = \frac{(2\alpha - \beta(2p - mv))}{3\beta m}$$

의 값을 얻는다. 또한, $s^*(p)$ 를 π_s 에 대입하여

$$q^*(p) = \frac{(\alpha - \beta(p + mv))}{3\beta m \delta}$$

를 값으로 얻는다.

$\pi_m(s^*, q^*)$ 를 제품 가격(p)에 대한 식으로 전개하면 p 에 대하여 양의 계수를 갖는 3차식으로 표현이 된다. 서비스 제공업자의 의사결정을 예상한 제조업자는 제조업자의 이익($\pi_m(s^*, q^*)$)을 최대화하기 위한 p_m 을 결정한다. 수요함수(D)와 각 참여자의 이익(π_m, π_s)는 항상 0보다 크므로 이를 만족하는

p 의 범위 $c < p_m < \frac{\alpha - \beta ms}{\beta}$ 에서, p 에 대하여 미분하여

0이 되는 값에서 단일의 최대값을 갖는다. 따라서 $\frac{\partial \pi_m(s^*(p), q^*(p))}{\partial p} = 0$ 로부터

$$p_m = \frac{(\alpha + \beta(2c - mv))}{3\beta} \quad (5)$$

를 값으로 얻고, p_m 값을 π_s 에 대입하여

$$s_s = \frac{(4\alpha - 4\beta c + 5\beta m v)}{9\beta m} \quad (6)$$

$$q_s = \frac{2(\alpha - \beta(c + m v))}{9\beta m \delta} \quad (7)$$

를 얻을 수 있다. 이 값들을 π_m , π_s , Π_{sep} 에 반영함으로써 제조업자, 서비스 제공업자 및 공급사슬 전체의 이익을 계산할 수 있다.

Case 3. $p_m < \frac{(\alpha - \beta m(v + 3\delta))}{\beta}$ 인 경우

서비스 품질 q_s 는 1의 값을 갖는다. 이때 π_s 는 음의 계수를 가진 s 에 대한 2차식으로 전개되며 s 에 대하여 미분하여 0이 되는 값에서 단일의 최대 값을 갖는다. 따라서 $\frac{\partial \pi_s(q_s = 1)}{\partial s} = 0$ 로부터

$$s^*(p) = \frac{(\alpha - \beta(p - m(\delta + v)))}{2\beta m}$$

의 값을 얻는다.

$\pi_m(s^*, q_s = 1)$ 은 음의 계수를 가진 p 에 대한 2차식으로 전개되며 p 에 대하여 미분하여 0이 되는 값에서 단일의 최대값을 갖는다. 이에 따라 $\frac{\partial \pi_m(s^*(p), q_s = 1)}{\partial p} = 0$ 로부터,

$$p_m = \frac{(\alpha + \beta(c - m(\delta + v)))}{2\beta} \quad (8)$$

를 값을 얻는다. 또한, p_m 을 π_s 에 대입하여

$$s_s = \frac{(\alpha - \beta(c - 3m(\delta + v)))}{4\beta m} \quad (9)$$

의 값을 얻는다. 이 값들을 π_m , π_s , Π_{sep} 에 반영함으로써 제조업자, 서비스 제공업자 및 공급사슬 전체의 이익을 계산할 수 있다.

위의 분석은 시장 환경에 따른 제조업자의 의사 결정에 대해 중요한 시사점을 제공한다. 식 (2)에 나타난 수요함수에서 시장의 가격에 대한 특성을

나타내는 중요한 파라미터는 수요의 가격에 대한 민감도 β 이다. 여기서 수요의 가격 민감도 β 에 따른 제품 가격과 서비스 품질의 관계는 다음과 같이 나타난다.

Proposition 1 : 상호 독립 모형에서 수요의 가격 민감도(β)가 증가할수록, 제품 가격 p_m 과 q_s 는 감소한다.

Proof : 상호 독립 모형의 해인, 식 (5)와 식 (7)을 정리하면 $p_m = \frac{\alpha}{3\beta} + \frac{(2c - mv)}{3}$, $q_s = \frac{2\alpha}{9\beta m \delta} - \frac{2(c + mv)}{9m\delta}$ 이다. 정리된 해에서 수요의 가격 민감도(β)가 증가할수록 제조업자가 결정하는 제품 가격과 서비스 제공업자가 결정하는 서비스 품질이 감소하는 것을 알 수 있다. 따라서 Proposition 1은 상호 독립 모형에서 수요의 가격 민감도(β)에 따라 제조업자의 제품 가격과 서비스 제공업자의 서비스 품질에 대한 의사결정이 변화한다는 명제를 제시하였다. ■

Proposition 1로부터, 고객들이 가격에 대해 민감하게 반응하는 시장일수록 제조업자는 제품 가격 p_m 을 낮추어 공급하게 되고, 이에 따라 서비스 제공업체의 서비스 품질 q_s 도 낮아지게 됨을 알 수 있다.

3.3.2 서비스 자체 제공 모형(In-House Model)

본 모형에서는 제조업자가 서비스를 자체적으로 고객에게 제공하는 것을 가정한다. 본 모형에서 제조업자는 제품 및 서비스에 대한 가격 $k(\supset p, s)$ 를 결정한다. 가격에서 제품과 서비스가 차지하는 각각의 비중은 사업의 특성, 제품 및 서비스에 따라 다를 것이다.

본 모형의 주요 수식은 다음과 같이 도출된다.

$$D = (\alpha - \beta k)q \quad (10)$$

$$\Pi_{inh} = (k - c - vm - \delta qm)(\alpha - \beta k)q \quad (11)$$

제조업자는 Π_{inh} 를 최대화하기 위한 $q^*(k)$ 를 결정하고 이에 따라 $k_m(q^*)$ 를 결정한다. k_m 과 q_m 을 통해

전체 공급사슬의 이익을 최대화 할 수 있다. 단, 문제의 가정으로부터 $D > 0$ 이고 q_m 는 $0 < q_m \leq 1$ 의 범위로 제한되고, q_m 의 값은 k_m 의 범위에 따라 다음과 같이 계산될 수 있다.

Case 1. $k_m \leq c + mv$ 인 경우

수요함수는 음의 값이 되므로 모형이 성립하지 않는다.

Case 2. $c + mv < k_m \leq c + m(v + 2\delta)$ 인 경우

전체 공급사슬의 이익을 최대화하기 위해 식 (11)을 서비스 품질(q)에 대한 식으로 전개하면 q 에 대하여 음의 계수를 갖는 2차식으로 표현이 되므로, q 에 대하여 미분하여 0이 되는 값에서 단일의 최대값을 갖는다. 이에 따라 $\frac{\partial \Pi_{inh}}{\partial q} = 0$ 로부터,

$$q^*(k) = \frac{(k - c - mv)}{2\delta m}$$

를 값으로 얻는다.

$\Pi_{inh}(q^*)$ 를 제품 및 서비스 가격(k)에 대한 식으로 전개하면 k 에 대하여 음의 계수를 갖는 3차식으로 표현이 된다. 수요함수(D)와 전체 공급사슬의 이익(Π_{inh})은 항상 0보다 크므로 이를 만족하는 k_m 의 범위 $c + (v + \delta q)m < k_m < \frac{\alpha}{\beta}$ 에서, k 에 대하여 미분하여 0이 되는 값에서 단일의 최대값을 갖는다. 따라서 $\frac{\partial \Pi_{inh}(q^*)}{\partial k} = 0$ 로부터,

$$k_m = \frac{(2\alpha + \beta(c + mv))}{3\beta} \quad (12)$$

를 값으로 얻는다. k_m 을 Π_{inh} 에 대입하여

$$q_m = \frac{(\alpha - \beta(c + mv))}{3\beta m \delta} \quad (13)$$

를 값으로 얻는다. 이 값들을 Π_{inh} 에 반영함으로써 공급사슬 전체의 이익을 계산할 수 있다.

Case 3. $k > c + m(v + 2\delta)$ 인 경우

서비스 품질 q_m 은 1의 값을 갖는다. 이때 Π_{inh} 는 음의 계수를 가진 k 에 대한 2차식으로 전개되며 k 에 대하여 미분하여 0이 되는 값에서 단일의 최대값을 갖는다. 이에 따라 $\frac{\partial \Pi_{inh}(q_m = 1)}{\partial k} = 0$ 로부터,

$$k_m = \frac{(\alpha + \beta(c + m(\delta + v)))}{2\beta} \quad (14)$$

값을 얻는다. 이 값들을 Π_{inh} 에 반영한다.

앞 절의 상호독립모형에서와 마찬가지로, 제조업자가 서비스를 직접 제공하는 서비스 자체 제공 모형에서도 시장의 가격 반응 특성에 따라 다음과 같은 성질이 성립한다.

Proposition 2 : 제조업자가 서비스를 자체적으로 제공하는 서비스 자체 제공 모형에서 수요의 가격 민감도(β)가 증가할수록 제품 및 서비스 가격(k)과 서비스 품질(q)은 감소한다.

Proof : 제조업자가 서비스를 자체적으로 제공하는 경우의 해인 식 (12)와 식 (13)을 정리하면 $k_m = \frac{2\alpha}{3\beta} + \frac{(c + mv)}{3}$, $q_m = \frac{\alpha}{3\beta m \delta} - \frac{(c + mv)}{3m\delta}$ 이다. 정리된 해에서 수요의 가격 민감도(β)가 증가할수록 제조업자가 결정하는 제품 및 서비스 가격과 서비스 품질은 감소하는 것을 알 수 있다. 따라서 Proposition 2는 서비스 자체 제공 모형에서 수요의 가격 민감도(β)에 따라 제조업자의 제품 및 서비스 가격과 서비스 품질에 대한 의사결정이 변화한다는 명제를 제시하였다. ■

Proposition 2로부터, 고객 수요의 가격 민감도가 올라갈수록 제품 및 서비스 가격과 서비스 품질은 낮아지게 됨을 알 수 있다. 따라서, 이 경우에도 시장의 가격에 대한 반응이 민감한 특성을 나타낼수록 제품의 가격과 서비스 품질을 낮아지게 하는 영향을 미치게 됨을 확인할 수 있다.

3.3.3 협력 모형(Coordination Model)

협력 모형에서의 주요 문제는 서비스와 공급사슬의 참여자들이 각자의 이익을 극대화 하는 제품 가격(p), 제조업자의 서비스 제공업자에 대한 회당 서비스 거래 요금(r), 서비스 품질(q)을 결정한다. 본 모형에서는 제조업자와 서비스 제공업자가 계약을 통해 단위 제품에 대하여 일정횟수 m 회의 서비스를 제공하는 상황을 가정한다. m 회의 서비스 제공에 대하여 서비스 제공업자는 제조업자로부터 회당 서비스 요금(r)의 이익을 얻는다. 제조업자는 예상되는 서비스 제공업자의 의사결정으로부터 제조업자의 이익(π_m)을 극대화하기 위한 제품 가격 p_m 과 회당 서비스 거래 요금 r_m 을 결정한다. 서비스 제공업자는 주어진 제품 가격과 회당 서비스 요금을 통해 서비스 제공업자의 이익(π_s)을 최대화하기 위한 품질을 결정한다.

본 모형의 주요 수식은 다음과 같이 도출된다.

$$D = (\alpha - \beta p)q \quad (15)$$

$$\pi_m = (p - c - rm)D \quad (16)$$

$$\pi_s = (r - v - \delta q)Dm \quad (17)$$

$$\begin{aligned} \Pi_{\text{coord}} &= \pi_m + \pi_s \quad (18) \\ &= (p - c - r)D + (r - v - \delta q)Dm \\ &= (p - c - vm - \delta qm)D \end{aligned}$$

서비스 제공업자는 주어진 제품 가격(p)를 통해 서비스 제공업자의 이익 π_s 를 최대화하기 위한 $q^*(p, r)$ 를 결정한다. 단, $D > 0$ 이고 q_s 는 $0 < q_s \leq 1$ 의 범위로 제한되며, q_s 의 값은 p_m 에 의해 결정되므로 p_m 의 범위에 따라 다음과 같이 계산될 수 있다.

Case 1. $p_m \leq c + mv$ 인 경우

수요함수는 음의 값이 되므로 모형이 성립하지 않는다.

Case 2. $c + mv < p_m \leq c + m(v + 4\delta)$ 인 경우

서비스 제공업자의 이익함수(π_s) 식 (17)을 서비스 품질(q)에 대한 식으로 전개하면 q 에 대하여 음

의 계수를 갖는 2차식으로 표현이 되므로, q 에 대하여 미분하여 0이 되는 값에서 단일의 최대값을

갖는다. 이에 따라 $\frac{\partial \pi_s}{\partial q} = 0$ 로부터,

$$q^*(r) = \frac{(r - v)}{2\delta}$$

를 값을 얻는다.

서비스 제공업자의 의사결정을 예상한 제조업자는 제조업자의 이익($\pi_m(q^*)$)을 최대화하기 위한 p_m, r_m 을 결정한다. 제조업자의 이익함수($\pi_m(q^*)$)를 회당 서비스 요금(r)에 대한 식으로 전개하면 r 에 대하여 음의 계수를 갖는 2차식으로 표현이 되므로, r 에 대하여 미분하여 0이 되는 값에서 단일의 최대값을 갖는다. 따라서 $\frac{\partial \pi_m(q^*(r))}{\partial r} = 0$ 로부터,

$$r^*(p) = \frac{(p - c + mv)}{2m}$$

를 값으로 얻는다.

제조업자의 이익함수($\pi_m(q^*, r^*)$)를 제품 가격(p)에 대한 식으로 전개하면 p 에 대하여 음의 계수를 갖는 3차식으로 표현이 된다. 수요함수(D)와 각 참여자의 이익(π_m, π_s)은 항상 0보다 크므로 이를 만족하는 p 의 범위 $c + mv < p_m < \frac{\alpha}{\beta}$ 에서, p 에 대하여 미분하여 0이 되는 값에서 단일의 최대값을 갖는다.

따라서 $\frac{\partial \pi_m(r^*(p))}{\partial p} = 0$ 로부터

$$p_m = \frac{(2\alpha + \beta(c + mv))}{3\beta} \quad (19)$$

을 값으로 얻으며, p_m 값을 π_m 에 대입하여

$$r_m = \frac{(\alpha - \beta(c - 2mv))}{3\beta m} \quad (20)$$

를 값으로 얻는다. p_m 과 r_m 값을 π_s 에 대입하여

$$q_s = \frac{(\alpha - \beta(c + mv))}{6\beta m \delta} \quad (21)$$

를 값으로 얻는다. 이 값들을 π_m, π_s, Π_{cod} 에 반영함으로써 제조업자, 서비스 제공업자 및 공급사슬 전체의 이익을 계산할 수 있다.

Case 3. $p > c + m(v + 4\delta)$ 인 경우

서비스 품질 q_s 는 1의 값을 갖는다. π_m 는 음의 계수를 가진 p 에 대한 2차식으로 표현되며 p 에 대하여 미분하여 0이 되는 값에서 단일의 최대값을 갖는다. 이에 따라 $\frac{\partial \pi_m(q_s = 1)}{\partial p} = 0$ 로부터,

$$p^*(r) = \frac{(\alpha + \beta(c + mr))}{2\beta} \quad (22)$$

를 값으로 얻는다. $p^*(r)$ 을 π_m 에 대입하면 π_m 은 r^2 의 계수가 $\frac{\beta m^2}{4}$ 으로 양의를 값 갖는 함수식으로 나타나며 $D, \pi_m, \pi_s > 0$ 이므로 r_m 값은 $\delta + v < r_m < \frac{(\alpha - \beta c)}{\beta m}$ 의 범위를 갖는다. 이에 따라 p_m 은 $\frac{(\alpha + \beta(c + m(\delta + v)))}{2\beta}$ $< p_m < \frac{\alpha}{\beta}$ 의 범위를 갖는다. 이때 r_m 값이 $(\delta + v)$ 에 가까워질수록 제조업자의 이익은 증가한다.

Proposition 3 : 협력 모형에서 수요의 가격 민감도(β)가 증가할수록 제품 가격(p), 제조업자의 서비스 비용(r), 서비스 제공업자의 서비스 품질(q)은 감소한다.

Proof : 협력 모형의 해인 식 (19)~식 (21)을 정리하면 $p_m = \frac{2\alpha}{3\beta} + \frac{(c + mv)}{3}$, $r_m = \frac{\alpha}{3\beta m} - \frac{(c - 2mv)}{3m}$, $q_s = \frac{\alpha}{6\beta m \delta} - \frac{(c + mv)}{6m \delta}$ 이다. 정리된 해에서 수요의 가격 민감도(β)가 증가할수록 제조업자가 결정하는 제품 가격, 서비스 비용, 서비스 제공업자가 결정하는 서비스 품질이 감소하는 것을 알 수 있다. 따라서 Proposition 3은 협력 모형에서 수요의 가격 민감도(β)에 따라 제조업자의 제품 가격 및 서비스 비용, 서비스 제공업자의 서비스 품질 의사결정이 변화한다는 명제를 제시하였다. ■

Proposition 3으로부터, 고객 수요의 가격 민감도가 올라갈수록 제조업자가 결정하는 제품 가격 및 서비스 비용, 서비스 제공업자가 결정하는 서비스 품질이 낮아지게 됨을 알 수 있다. 따라서 이 경우에도 시장의 가격에 대한 반응이 민감한 특성을 나타낼수록 제품의 가격과 서비스 품질을 낮아지게 하는 영향을 미치게 됨을 확인할 수 있다.

3.3.4 모형 간의 비교

각 모형에서 도출한 해를 바탕으로 공급사슬 전체의 이익은 <표 2>와 같이 정리할 수 있다, <표 2>에서 알 수 있듯이 공급사슬 전체의 이익은 서비스 자체 제공 모형, 협력 모형, 상호 독립 모형 순으로 높게 나타났다. 이는 제조업의 서비스화를 통해 공급사슬 전체의 이익을 개선할 수 있음을 시사한다.

<표 2> 모형별 전체 공급사슬 기대이익

구분	Π_{tot}
Separation	$\frac{20(\alpha - \beta c - \beta m v)^3}{729\beta^2 \delta m}$
In-House	$\frac{(\alpha - \beta c - \beta m v)^3}{27\beta^2 \delta m}$
Coordination	$\frac{(\alpha - \beta c - \beta m v)^3}{36\beta^2 \delta m}$

서비스 품질은 <표 3>을 통해 알 수 있듯이 서비스 자체 제공 모형(In-House model), 상호 독립 모형(Separation model), 협력 모형(Coordination model) 순으로 높게 나타났다. 이는 제조업자가 동일한 제품의 가격에 대해 제 3자와의 협력을 통한 서비스 제공보다 자체적으로 서비스를 제공할 때 더 높은 품질의 서비스를 제공할 수 있음을 시사한다.

<표 3> 모형별 서비스 품질

구분	q
Separation	$q_s = \frac{2(\alpha - \beta(c + mv))}{9\beta m \delta}$
In-House	$q_m = \frac{(\alpha - \beta(c + mv))}{3\beta m \delta}$
Coordination	$q_s = \frac{(\alpha - \beta(c + mv))}{6\beta m \delta}$

4. 수치예제 및 결과 분석

본 장에서는 서비스화 공급사슬에서의 3가지 모형에서, 수요의 가격 민감도(β) 요인의 변화에 따라 최적 의사결정 및 기대이익이 어떠한 영향을 받는지에 대해 살펴본다.

본 논문에서 서비스화 공급사슬의 참여자는 공급사슬의 각 단계에서 자신의 이익을 최대화하려 한다. 수요의 가격 민감도 변화에 대한 3가지 비즈니스 모델의 최적 대안을 제시한다. 수치예제의 계산에는 MATLAB 분석 도구를 활용하였다. 수치예제의 변수는 다음의 <표 4>와 같다.

<표 4> 수치예제별 변수 설정 값

변수	정의
α	총 시장규모
β	수요의 가격 민감도
c	제품 단위당 생산비용
v	서비스 회당 제공비용
m	서비스 제공 횟수
δ	목표 서비스품질 충족을 위해 소요되는 회당 비용

여기서 수치예제를 통해 서비스화 공급사슬의 모형에서 수요의 가격 민감도(β)의 변화가 참여자의 의사결정, 공급사슬 참여자별 기대이익 및 전체 공급사슬 이익에 미치는 영향을 관찰한다. 수치예제의 구성에 있어서, 시장 특성에 따른 참가자들의 의사결정의 변화를 제시하는 데 초점을 두었다. 이에 따라 시장 특성을 나타내는 중요한 변수인 수요의 가격 민감도 β 에 따른 제품 가격, 서비스 요금 및 품질에 대한 의사결정을 비교하기 위해, 수요의 가격 민감도를 제외한 변수들은 고정 값인 상황을 가정하였다. 수치예제에서 설정한 변수 설정 값은 다음의 <표 5>와 같다.

4.1 상호 독립 모형에서 제조업자의 가격 의사결정 변화

본 절에서는 상호 독립 모형에서의 제조업자의 가격 의사결정과 이에 따른 공급사슬 참여자별 기대이익을 살펴본다.

<표 5>의 수치예제의 각 경우에 대해 제조업자의 최적 가격과 서비스 제공업자의 최적 품질수준을 <표 6>에 정리하였다.

<표 5> 수치예제별 변수 설정 값

구 분	α	β	c	v	m	δ
수치예제 1	300,000	800	20	1	20	9
수치예제 2	300,000	900	20	1	20	9
수치예제 3	300,000	1,000	20	1	20	9
수치예제 4	300,000	1,100	20	1	20	9
수치예제 5	300,000	1,200	20	1	20	9

<표 6> 상호 독립 모형에서의 제품 가격 및 서비스 요금, 서비스 품질 수치예제 결과 비교

구 분	수치예제 1	수치예제 2	수치예제 3	수치예제 4	수치예제 5
Π_{tot}	4,584,100	3,462,200	2,678,900	2,113,300	1,693,800
π_m	2,750,500	2,077,300	1,607,400	1,268,000	1,016,300
π_s	1,833,600	1,384,900	1,071,500	845,300	677,500
p	131.6667	117.7778	106.6667	97.5758	90
s	8.4444	7.5185	6.7778	6.1717	5.6667
q	0.4136	0.3621	0.3210	0.2873	0.2593

Proposition 1에서 제시된 바와 같이, 수요의 가격 민감도가 증가할수록 제품 가격과 서비스 품질이 감소하는 것을 <표 6>으로부터 관찰할 수 있다. 따라서 시장이 가격에 민감하게 반응하는 상황일수록 가격과 품질을 낮추어 가격 중심으로 접근하고, 반대로 시장이 가격에 대해 민감도가 낮은 상황, 즉 상대적으로 품질에 대한 민감도가 강조되는 상황일수록 고가, 고품질의 전략이 적합하게 될 수 있다.

4.2 서비스 자체 제공 모형에서의 제조업자의 가격과 품질 의사결정 변화

본 절에서는 서비스 자체 제공 모형에서의 제조업자의 가격과 품질 의사결정의 변화를 살펴본다.

<표 5>의 수치예제의 각 경우에 대해 제조업자의 최적 가격과 최적 품질수준을 <표 7>에 정리하였다.

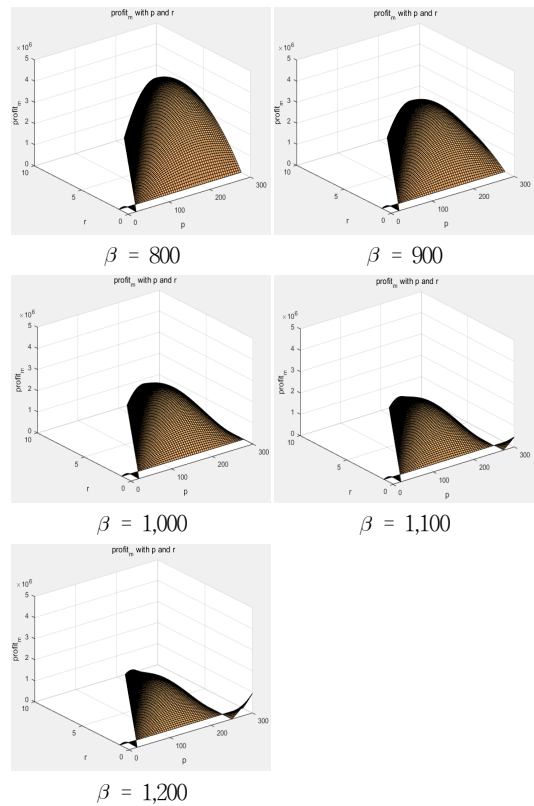
Proposition 2에서 제시된 바와 같이, 수요의 가격 민감도가 증가할수록 제품 가격과 서비스 품질이 감소하는 것을 <표 7>로부터 관찰할 수 있다. 수요의 가격 민감도가 증가할수록 제조업자는 제품 가격과 서비스 품질을 낮추어 제공하는 편이 최적임을 관찰할 수 있다. 이는 앞의 절에서 상호 독립 모형에서와 나타난 바와 동일한 시사점을 주고 있다.

4.3 협력 모형에서의 제조업자의 제품 가격과 서비스 비용 의사결정 변화

본 절에서는 협력 모형에서의 제조업자의 제품 가격 의사결정 및 서비스 비용, 공급사슬 참여자별

기대이익을 살펴본다.

<표 5>의 수치예제를 통해 수요의 가격 민감도(β)의 변화에 따른 제조업자의 제품 가격 및 서비스 비용 의사결정과 기대이익 변화를 살펴보았다. <표 8>의 수치예제 결과값과 [그림 3]을 살펴보면 수요의 가격 민감도가 증가할수록 제조업자가 결정하는 제품 가격과 서비스 비용이 감소하는 것을 알 수 있다.



[그림 3] 수요의 가격 민감도 증감에 따른 제품 가격 및 서비스 비용, 제조업자의 기대이익 변화

<표 7> 서비스 자체 제공 모형에서의 제품 및 서비스 가격, 서비스 품질 수치예제 결과 비교

구 분	수치예제 1	수치예제 2	수치예제 3	수치예제 4	수치예제 5
Π_{Tot}	6,188,500	4,674,000	3,616,500	2,853,000	2,286,700
π_m	6,188,500	4,674,000	3,616,500	2,853,000	2,286,700
k	263.3333	235.5556	213.3333	195.1515	180
q	0.6204	0.5432	0.4815	0.4310	0.3889

〈표 8〉 협력 모형에서의 제품 및 서비스 비용, 서비스 품질 수치예제 결과 비교

구 분	수치예제 1	수치예제 2	수치예제 3	수치예제 4	수치예제 5
Π_{tot}	4,641,400	3,505,500	2,712,300	2,139,700	1,715,000
π_m	3,094,300	2,337,000	1,808,200	1,426,500	1,143,300
π_s	1,547,100	1,168,500	904,100	713,200	571,700
p	263.3333	235.5556	213.3333	195.1515	180
q	0.3102	0.2716	0.2407	0.2155	0.1944
r	6.5833	5.8889	5.3333	4.8788	4.5000

Proposition 3에서 제시된 바와 같이, 수요의 가격 민감도가 증가할수록 제조업자가 결정하는 제품 가격과 서비스 비용, 서비스 제공업자가 결정하는 서비스 품질이 감소하는 것을 <표 8>로부터 관찰할 수 있다. 수요의 가격 민감도가 증가할수록 제조업자는 제품 가격과 서비스 비용을 낮추고, 이에 따라 서비스 제공업자는 품질을 낮추는 것이 최적임을 관찰할 수 있다.

5. 결론 및 시사점

본 연구에서는 단일의 제조업자와 단일의 서비스 제공업자로 구성된 서비스화 공급사슬에 대해 서비스 협력 구조에 따라 상호 독립 모형, 서비스 자체 제공 모형, 협력 모형의 3가지 모형을 제시하였다. 이러한 모형을 통해 각 공급사슬 단계에서 기대이익을 최대화 하는 의사결정의 해를 도출하였고 수요의 가격 민감도 변화에 따른 각 모형에서의 기대이익 최대화 전략을 제시하였다.

수요의 가격 민감도가 변화하는 상황을 전제로 한 실험을 통하여 다음과 같은 시사점을 도출할 수 있었다. 수요의 가격 민감도가 증가할 때 제조업자는 제품 가격을 낮춤으로써 기대이익을 최대화한다. 또한 제조업자는 품질 비용을 낮춤으로써 공급사슬 전체의 기대이익을 최대화한다.

서비스화 공급사슬에서 가격에 대한 민감도가 변화할 때 참여자는 제품 및 서비스에 대한 가격통제, 서비스 품질 통제를 통해 기대이익을 최대화할 수 있음을 시사하였다. 서비스 품질과 전체 공급사

슬 기대이익의 비교 분석을 통하여 제조업자가 서비스화를 통해 새로운 가치를 창출해내는 것이 다른 서비스 제공 방안보다 효과적인 방안임을 검증함으로써, 현재 이루어지고 있는 서비스화 추세에 대해 시사하였다.

본 연구에서는 문헌연구와 수치예제 분석을 통해 이러한 학문적·실무적 시사점을 제시하고 있으나 특정 상황에 국한된 가정, 현실을 반영하기 위한 변수의 제한 등 한계점이 존재하고 있으며, 향후 연구 방향 모색을 통해 이러한 한계점들을 극복해야 한다.

첫째 본 연구에서는 단일의 제조업자와 단일의 서비스 업자로 구성된 서비스화 공급사슬을 가정하였다. 향후 연구에서는 서비스화 공급사슬에서의 다양한 참여자 유형을 고려하여 보다 현실적인 시사점을 도출할 수 있어야 한다.

둘째, 시장에 대한 수요를 제품의 가격과 서비스 요금 및 서비스 품질을 통해 도출하였으나, 보다 현실의 수요를 반영할 수 있는 다른 요인들을 고려해야 할 것이다. 또한 서비스 품질에 대한 수요민감도와 목표 서비스 품질 달성을 위한 비용 민감도가 동일하다고 가정하였으나 보다 다양한 상황에 대한 고찰이 필요하다.

셋째, 본 연구에서는 제조업자가 m 회의 서비스를 제공하는 조건으로 보조금을 제공한다고 가정하였다. 그러나 실제 제조업과 서비스업의 협력에서는 거래량 우대, 가격 할인 등의 다양한 수단을 통해서 협력 관계를 형성하고 있다. 향후 연구에서는 다양한 수익 분배 구조를 고려한 모형 수립이 필요할 것이다.

참고 문헌

- [1] 김진민, 박진수, 박태광, 김광재, 홍유석, “제품-서비스 통합시스템(Product-Service System)에서의 수익분배 모형”, 『한국경영과학회지』, 제36권, 제4호(2011), pp.81-89.
- [2] 장몽집, 서용원, “서비스 공급사슬에서 공급자의 비합리성을 고려한 소매상의 의사결정과 공급사슬 성과에 관한 연구”, 『한국생산관리학회지』, 제27권(2016), pp.267-285.
- [3] 주현택, 임호순, “양면시장 모형에 기반 한 서비스화 투자 결정과 동태적 균형 분석”, 『한국경영과학회지』, 제38권, 제2호(2013), pp.159-178.
- [4] Baines, T.S., H.W. Lightfoot, and J.M. Kay, “Servitized manufacture : Practical challenges of delivering integrated products and services,” *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part B : Journal of Engineering Manufacture*, Vol.223, No.9(2009), pp. 1207-1215.
- [5] Banker, R.D., I. Khosla, and K.K. Sinha, “Quality and competition,” *Management Science*, Vol.44, No.9(1998), pp.1179-1192.
- [6] Bernstein, F. and A. Federgruen, “A general equilibrium model for industries with price and service competition,” *Operations Research*, Vol.52, No.6(2004), pp.868-886.
- [7] Bitner, M.J. and A.R. Hubbert, “Encounter satisfaction versus overall satisfaction versus quality,” *Service quality : New Directions in theory and Practice*, Vol.34(1994), pp.72-94.
- [8] Cachon, G.P. and M.A. Lariviere, “Supply chain coordination with revenue-sharing contracts : strengths and limitations,” *Management science*, Vol.51, No.1(2005), pp.30-44.
- [9] Cai, X., J. Chen, Y. Xiao, and X. Xu, “Optimization and coordination of fresh product supply chains with freshness-keeping effort,” *Production and Operations Management*, Vol.19, No.3(2010), pp.261-278.
- [10] Dodds, W.B. and K.B. Monroe, “The effect of brand and price information on subjective product evaluations,” *NA-Advances in Consumer Research*, Vol.12(1985), pp.85-90.
- [11] Giannoccaro, I. and P. Pontrandolfo, “Supply chain coordination by revenue sharing contracts,” *International Journal of Production Economics*, Vol.89, No.2(2004), pp.131-139.
- [12] Holbrook, M.B. and K.P. Corfman, “Quality and value in the consumption experience : Phaedrus rides again,” *Perceived Quality*, Vol.31, No.2(1985), pp.31-57.
- [13] Kim, K. and D. Chhajed, “Product design with multiple quality-type attributes,” *Management Science*, Vol.48, No.11(2002), pp.1502-1511.
- [14] Kurata, H. and S.H. Nam, “After-sales service competition in a supply chain : Optimization of customer satisfaction level or profit or both?,” *International Journal of Production Economics*, Vol.127, No.1(2010), pp.136-146.
- [15] Lewis, M., A. Portioli Staudacher, and N. Slack, “Beyond products and services : opportunities and threats in servitization,” *In Proceedings of the IMS International Forum*, Vol.1(2004), pp.162-70.
- [16] Li, L., L. Jiang, and L. Liu, “Service and price competition when customers are naive,” *Production and Operations Management*, Vol. 21, No.4(2012), pp.747-760.
- [17] Li, X., Y. Li, X. Cai, and J. Shan, “Service Channel Choice for Supply Chain : Who is Better Off by Undertaking the Service?,” *Production and Operations Management*, (2015).

- [18] Perry, M.J., "Manufacturing's Declining Share of GDP is a Global Phenomenon, and It's Something to Celebrate," U.S. Chamber of Commerce Foundation, (2012).
- [19] Perry, M.K. and R.H. Porter, "Can resale price maintenance and franchise fees correct sub-optimal levels of retail service," *International Journal of Industrial Organization*, Vol.8, No.1(1990), pp.115-141.
- [20] Ren, G. and M.J. Gregory, "Servitization in manufacturing companies : a conceptualization, critical review, and research agenda," (2007).
- [21] Robinson, T., C.M. Clarke-Hill, and R. Clarkson, "Differentiation through service : A perspective from the commodity chemicals sector," *Service Industries Journal*, Vol.22, No.3(2002), pp.149-166.
- [22] Seo, Y.W., Y.S. Kim, D. Kim, Y.M. Yu, and S.H. Lee, "Innovation patterns of manufacturing and service firms in Korea," *Total Quality Management and Business Excellence*, Vol.27, No.7-8(2016), pp.718-734.
- [23] Tsay, A. and N. Agrawal, "Channel dynamics under price and service competition," *Manufacturing and Service Operations Management*, Vol.2, No.4(2000), pp.372-391.
- [24] Vandermerwe, S. and J. Rada, "Servitization of business : adding value by adding services," *European Management Journal*, Vol. 6, No.4(1988), pp.314-324.
- [25] Verstrepen, S., D. Deschoolmeester, and R. J. van den Berg, "Servitization in the automotive sector : creating value and competitive advantage through service after sales," *In Global Production Management*, (1999), pp.538-545.
- [26] Ward, Y. and A. Graves, "Through-life management : the provision of integrated customer solutions by aerospace manufacturers," *Report available at: <http://www.bath.ac.uk/management/research/pdf/20>*, (2005).
- [27] White, A.L., M. Stoughton, and L. Feng, "Servicizing : the quiet transition to extended product responsibility," *Tellus Institute*, Boston, Vol.97(1999).
- [28] Zeithaml, V.A., "Consumer perceptions of price, quality, and value : a means-end model and synthesis of evidence," *The Journal of marketing*, Vol.52, No.3(1988), pp.2-22.

〈부 록〉

<서비스화 공급사슬 모형별 최적해 비교>

0 < q ≤ 1			
구 분	Separation	In-House	Coordination
p	$p_m = \frac{(\alpha + \beta(2c - mv))}{3\beta}$	$k_m = \frac{(2\alpha + \beta(c + mv))}{3\beta}$	$p_m = \frac{(2\alpha + \beta(c + mv))}{3\beta}$
s	$s_s = \frac{(4\alpha - 4\beta c + 5\beta m v)}{9\beta m}$		$r_m = \frac{(\alpha - \beta(c - 2mv))}{3\beta m}$
r			
q	$q_2 = \frac{2(\alpha - \beta(c + mv))}{9\beta m \delta}$	$q_m = \frac{(\alpha - \beta(c + mv))}{3\beta m \delta}$	$q_s = \frac{(\alpha - \beta(c + mv))}{6\beta m \delta}$

q = 1			
구 분	Separation	In-House	Coordination
p	$p_m = \frac{(\alpha + \beta(c - m(\delta + v)))}{2\beta}$	$k_m = \frac{(\alpha + \beta(c + m(\delta + v)))}{2\beta}$	$\frac{(\alpha + \beta(c + m(\delta + v)))}{2\beta} < p_m < \frac{\alpha}{\beta}$
s			
r	$s_s = \frac{(\alpha - \beta(c - 3m(\delta + v)))}{4\beta m}$		$\delta + v < r_m < \frac{(\alpha - \beta c)}{\beta_m}$

<수치예제 비교>

수치예제 1 결과 요약표

구 분	Separation	In-House	Cooperation
Π_{tot}	4,584,100	6,188,500	4,641,400
π_m	2,750,500	6,188,500	3,094,300
π_s	1,833,600		1,547,100
p	131.6667	263.3333	263.3333
s	8.4444		
q	0.4136	0.6204	0.3102
r			6.5833

수치예제 2 결과 요약표

구 분	Separation	In-House	Cooperation
Π_{tot}	3,462,200	4,674,000	3,505,500
π_m	2,077,300	4,674,000	2,337,000
π_s	1,384,900		1,168,500
p	117.7778	235.5556	235.5556
s	7.5185		
q	0.3621	0.5432	0.2716
r			5.8889

수치예제 3 결과 요약표

구 분	Separation	In-House	Cooperation
Π_{tot}	2,678,900	3,616,500	2,712,300
π_m	1,607,400	3,616,500	1,808,200
π_s	1,071,500		904,100
p	106.6667	213.3333	213.3333
s	6.7778		
q	0.3210	0.4815	0.2407
r			5.3333

수치예제 4 결과 요약표

구 분	Separation	In-House	Cooperation
Π_{tot}	2,113,300	2,853,000	2,139,700
π_m	1,268,000	2,853,000	1,426,500
π_s	845,300		713,200
p	97.5758	195.1515	195.1515
s	6.1717		
q	0.2873	0.4310	0.2155
r			4.8788

수치예제 5 결과 요약표

구 분	Separation	In-House	Cooperation
Π_{tot}	1,693,800	2,286,700	1,715,000
π_m	1,016,300	2,286,700	1,143,300
π_s	677,500		571,700
p	90	180	180
s	5.6667		
q	0.2593	0.3889	0.1944
r			4.5000