

プロダクトサービスシステムのモデル化及び均衡分析 ～製造業の新たなサービス戦略のための理論的考察～

The Modeling and Equilibrium Analysis of Product Service System

～ A theoretical Study on Service Strategies in Manufacturing ～

37-096873 汪 斯匯

(指導教官:影山和郎教授、辻信之 特任准教授)

1. 研究背景および目的

近年、製造業のサービス化の重要性が叫ばれている。製造業の取り巻く競争変化を後押しする要因として、技術進歩による広域プラットフォームの出現、産業構造の変化による製造機能の低付加価値化及びモノからサービスへとシフトする消費者の欲求変化の3つが挙げられる。そんな変化のなか、多くの製造業メーカーに求められているのは、今までのハード指向からサービス指向へと製品・サービス開発の発想転換である。モノを製造し切り売り販売するという従来の発想から脱却し、自らの製品が顧客にどのようなサービスを提供するのかを「サービスシステム」の一部として再定義し、いかに持続的に収益を確保できるビジネス・モデルを構築できるのかが今後のカギとなる。

本研究では、以上の問題意識のもと、製造業が携わるサービスモデルに対して分類と構造化を試みると同時に、近年製造業において重要性が増すプラットフォーム型のサービスシステムに着目し、サービスシステムを構成する各主体間の構造をモデル化し分析することで製造業の新たなサービス戦略の策定に理論的な根拠を提示することを目的として研究を進めた。

現段階における各産業の特徴として、プラットフォームを有するプロダクト・サービス・システムの事例のほとんどは垂直的な階層構造を持つICT産業に存在するため、議論の大半はICT産業に限定せざるを得ないが、本研究で構築したモデル及び分析手法は将来的にはモジュール化する自動車産業やその他産業にも応用できる理論として汎用性を持つ。よって、エレクトロニクス及び自動車産業を基幹産業として抱える日本の製造業にとって、本研究で行う理論分析はある程度現実への応用性があると言える。

2. 先行研究

2.1 製造業のサービス化に関する研究

サービスサイエンス分野における製造業のサービス化に関する研究は、事例分析や調査研究に基づいた考察がほとんどである。内平ら(2007)<sup>1)</sup>は、製造業のサービス化で成功している日米製造業の36事例を基に、自らの顧客接点モデルのフレームワークを用いて分析を行っており、角(2006)<sup>2)</sup>は、製造業におけるソリューション提供系サービスのビジネスモデルを時系列的に分類している。

2.2 プラットフォーム戦略及び二面性市場に関する研究<sup>3)</sup>

モデル構築の際にプラットフォーム戦略及び二面性市場理論を参考にした。この分野の議論の多くは、自社のプラットフォームをベースとするビジネスモデルにおいて、どちらからメインでお金を取るのか(Money-side)、その一方で Money-side をひきつけるために十分なもう一方の顧客市場(Subsidize-side)の数をどのように管理するか、といった二面性市場の枠組みを基に繰り上げられている。

2.3 システムにおける主体間の意思決定に関する研究

以下を考察手法の参考とした。西野(2005)<sup>4)</sup>は、リサイクルシステムにおける経済主体の意思決定に着目し、市場原理に基づいて廃棄物の回収を分析している。使用済み製品の異なる回収形態に対して均衡分析を行い、均衡状態での各主体の利得及び社会余剰を比較することで、どの形態が社会的に優れているのかりサイクルシステム全体の制度設計に関する考察を行っている。

3. 製造業におけるサービス戦略の整理

まず、製造業が携わるサービスモデルに対して分類と構造化を試みるため、製造業のサービス化に関する事例分析及びマネージメント分野における企業のサービス化に関する文献調査を踏まえて、以下の分類を提案した。

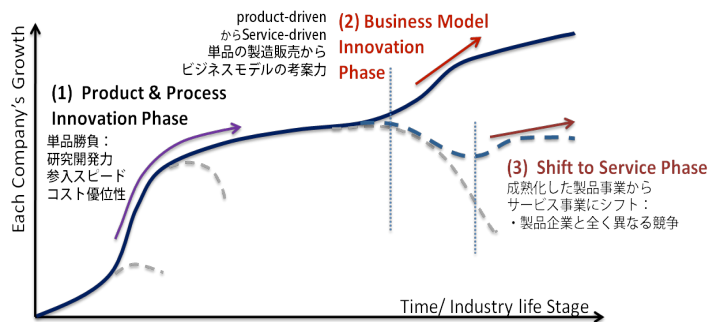


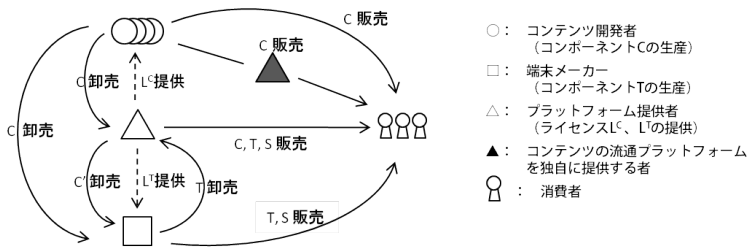
図1 成長フェーズごとのサービス戦略の概念図

製造業が手掛ける事業及び顧客に提供する商品をプロダクトとサービスの2要素に分け、企業の成長フェーズごとに企業のサービス戦略を考察した場合、プロダクト事業及びサービス事業の収益の比率、企業経営におけるサービス化の狙い、そして企業の顧客への価値提供のうちのプロダクトとサービスの相互関係及び優先度の違いが企業の各成長フェーズごとに特徴的な傾向が表れる。企業の成長フェーズの視点から、企業のサービス戦略とは「各ライフサイクルごとに求められるこれらのイノベーションを確実に起こすためのもの」という解釈ができる。この観点から各成長ごとのサービス戦略を3段階に分類した。①Product Innovation Phaseの「付随としてのサービス戦略」、②Service-Driven Phaseの「製品とサービスの融合戦略」、③Shift-to-Service Phaseにおける「新たな事業柱としてのサービス戦略」の3段階を提案し、企業のヒアリングを通じて、製造業の脱成熟化に必要なのは第2段階のサービス戦略であることを示した。

4. 基本モデルの構築

以降、理論分析対象として、サービスモデルのうち、プロダクト要素とサービス要素を繋げる一種のプラットフォームが存在するサービスシステムに焦点を当て基本モデルを構築した。

#### 4.1. 基本モデル



本システムでは、補完財であるコンテンツ、端末、そして、コンテンツと端末を繋げるプラットフォーム(端末とコンテンツを繋げる統一規格、ミドルウェアなどのコンテンツ開発環境や OS などのプラットフォーム技術や規格が具体例としてあげられる)の3つが、システム製品として複合的に消費者に届けられるため、本モデルを構成するプレイヤーを、これら3種類のコンポーネントを開発・製造する:

1. コンテンツ開発者(Content Developer,  $cd$ )
2. プラットフォーム提供者(Platform Provider,  $pf$ )
3. 端末メーカー(Terminal Maker,  $tm$ )

の非固定的な3種類とする。

各コンポーネント製品の流れは以上の図のように仮定する。

#### 4.2 基本モデルに基づいた各社戦略の整理

実社会に存在するサービスシステムのビジネスモデルを本フレームワークで記述し、整理と分類を行うことで、モデルの有効性が検証できたと同時に、企業間の狙いや戦略を定性的に分析でき、経営学の視点からうまく考察できた。

表 1 プロダクトサービスシステムの実例

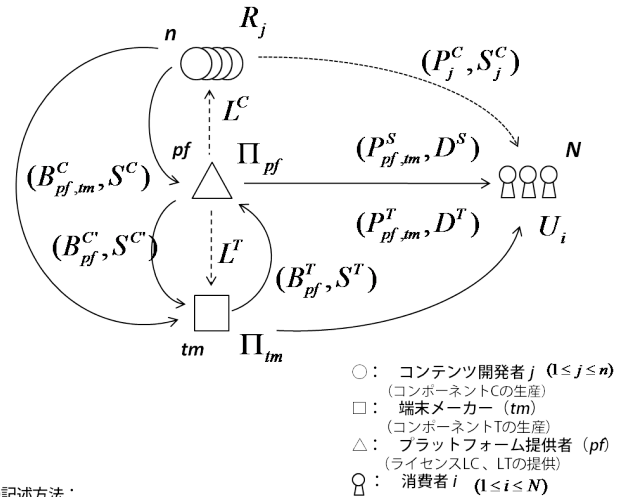
サービスシステム	製品Pfer	端末メーカー(tm)	コンテンツ開発者(cd)	コンテンツ流通PF
パソコン向けアプリケーション	Microsoft, Apple, Linux	PCベンダー、自社	第三者によるアプリケーションソフト開発	なし
家庭用ビデオゲーム	任天堂, SCE, Microsoft	製品Pfer自社/OEM生産	自社開発/第三者側ゲーム開発	製品Pferが自社端末専用PF
日本の携帯電話Gatewayモデル	通信業者各社	携帯ベンダー	第三者側アプリ・音楽・ゲーム開発	製品Pferが自社端末専用PF
高性能携帯電話(スマートフォン)	Apple, Google, RIM, NOKIA, Microsoft	自社/OEM生産	第三者による開発	製品Pferが自社OS専用のPF
PC・携帯端末向け音楽配信	Apple, KDDI, ドコモ	自社端末、携帯ベンダー	音楽コンテンツ各社	自社端末専用PF
電子書籍	Amazon, ソニー, シャープ, KDDI, ドコモ等	自社端末、端末ベンダー	各出版社、電子書籍制作各社	書店、Amazon等が各自構築
従来の情報家電	各端末メーカーが独自PFを持つ	自前開発/組込ソフト開発者に依頼	なし	なし

Windows OS	Macintosh OS	ビデオゲーム	組込みソフト機器
製品PFのみ Lc → Pc OS → Lt Pf → Pt	自社端末とOSの垂直統合 Lc → Pc Pf → Pt	自社端末とPFの統合型 Lc → Pc Pf+端末 → P<mc Pf → Pt	組込みソフト機器 Pf → Pt+Pc
ドコモiMode Lc → Pc Pf → Pt	Gatewayモデル Lc → Pc Pf → Pt	高性能携帯メーカ Lc → Pc Pf → Pt	Google Android Lc=0 → Pc Pf → Pt Lt=0 → Pt

#### 5. 主体間の均衡分析及び理論的考察

##### 5.1. モデルの定式化

コンテンツ開発者・プラットフォーム提供者・端末メーカーから構成されるサービスシステムを考える。コンテンツ開発者はプラットフォーム提供者からコンテンツ開発に欠かせないライセンス C を提供してもらい、コンテンツ C を生産する。端末メーカーはプラットフォーム提供者から端末の製造に欠かせないライセンス T を提供し、端末 T を生産する。これら3種類の主体は、各自の生産機能は以上のように決まっているが、生産された財がどういった経路で消費者に届くか、すなわち、どの主体がどのコンポーネント製品の流通を担うのか、各主体間での仕入価格や顧客への販売価格によって取引が成り立つ。



記号の記述方法:  
(価格<sub>player</sub><sup>component</sup>, 数量<sub>player</sub><sup>component</sup>)

- $P_{pf,tm}^{C,T,S}, P_j^C$ : 各主体が決める各コンポーネントの販売価格
- $B_{pf,tm}^{C,T}$ : 各主体が決める各コンポーネントの仕入価格
- $D^{C,T,S}$ : 各コンポーネントの需要量
- $S^{C,T}$ : 各コンポーネントの供給量

図 2 モデルの定式化

どういったサービス提供形態及びCとTの流通形態の組み合わせによって、5種類の基本構造 Case1~5 を考える。

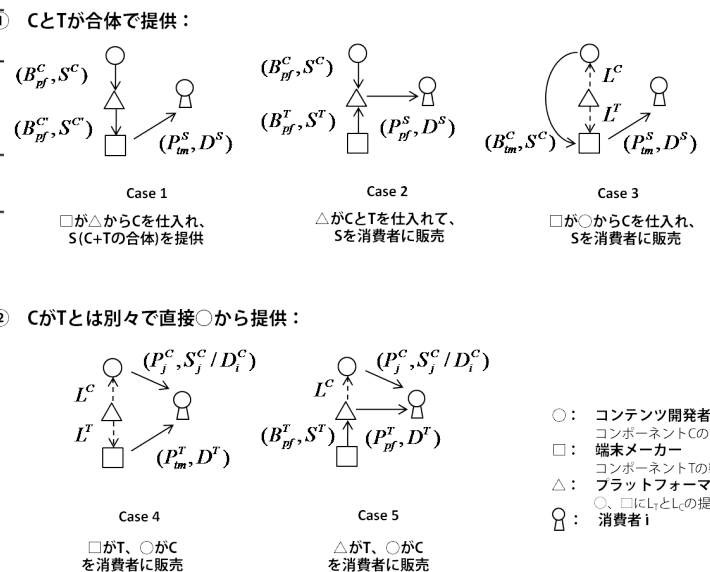


図 3 5種類の基本構造 Case1~5

## 5.2 消費者

消費者  $i$  ( $1 \leq i \leq N$ ) は、コンテンツ  $C$  と端末  $T$  が合体若しくは別々で提供される場合において異なる効用を表わす。

### ・C と T が合体で提供される Case1-3 の場合では、

コンテンツは予め端末に組み込まれた状態で消費者に販売される。消費者は、コンテンツを選んで購入することはできず、コンテンツ開発に参加した開発者の数  $S^C$  分の全てのコンテンツを端末と同時に購入する。消費者1人につき、最大1単位のシステム製品を購入でき、実質購入しているコンテンツの種類数は  $S^C$  である。消費者  $i$  がこの

システム製品  $S$  の購入から得られる効用  $U_i$  は、

$$U_i = v(S^C) + v_i - P^S \quad (1) \quad \text{となる。}$$

$v(S^C)$  は、コンテンツの開発に参加する開発者の数  $S^C$  (端末で利用できるコンテンツの種類の数) に応じて消費者の効用が増加するという間接的ネットワーク外部性を表し、 $v(S^C) = k \cdot S^C$  とする。 $v_i$  は、消費者  $i$  がシステム製品上でこれらのコンテンツを利用する複合的なサービスに対する独自の効用を表し、 $v_i$  を  $[0, 1]$  の一様分布とする。 $P^S$  は、消費者がシステム製品に対して支払う価格である。

### ・C と T が別々で提供される case4, 5 の場合、

コンテンツと端末は別々の状態で消費者に販売されるため、消費者は自らコンテンツの購入の種類数  $D_i^C$  ( $D_i^C \leq S^C$ ) を選択できる。

消費者1人につき端末を最大1単位購入し、同じ開発者によって開発された同じ種類のコンテンツも同じく最大1単位まで購入する (iPhone 上で作動する同じ種類のアプリを2つ以上買っても意味がないのと同じ)。消費者は消費者  $i$  が端末  $T$  とコンテンツ  $C$  の購入から得られる効用  $U_i$  は、
$$U_i = v(S^C) + v_i \cdot \frac{D_i^C}{S^C} - \sum_{f_j \in D_i^C} P_j^C - P^T \quad (2)$$

となる。 $D_i^C$  は、消費者  $i$  が購入するコンテンツの種類を表し、

$v_i \cdot \frac{D_i^C}{S^C}$  は消費者が全部で  $S^C$  種類存在するコンテンツのうち  $D_i^C$  種類のみ利用から得られる独自の効用を表わす。そこからコンテンツ及び端末の価格が引かれる。

消費者の便益をの線形和で表しているが、前の項は、システムに参加する開発者 (本端末で利用できるコンテンツのバリエーション) が増えれば増えるほど消費者の便益が上がる、一種の“システムの魅力度”として捉える事ができ、実際のコンテンツの購入数とは関係ない。一方、後の項消費者が実際に購入して端末上で利用できるコンテンツから得られる便益を表わし、コンテンツの実際の購入種類数の増加に応じて増える。

## 5.3 コンテンツ開発者

コンテンツ開発者  $j$  ( $1 \leq j \leq n$ ) は、開発費用  $f_j$  の固定費のみで独自の1種類のコンテンツ  $C_j$  を開発する。

### ・組み込みコンテンツとして開発する case1-3 では、

$$\text{開発者 } j \text{ の利益 } R_j \text{ は、} R_j = B^C - f_j - L^C \quad (3)$$

となる。ただし、開発費  $f_j$  を  $[0, 1]$  の一様分布と仮定。

### ・開発したコンテンツを直接消費者に販売する Case4,5 では、

自分のコンテンツの販売量を予想して、自らの期待利益最大になるよう価格設定を行う。よって、開発者  $j$  の期待利益  $ER_j$  は、

$$ER_j = P_j^C \cdot ES_j^C - f_j - L^C \cdot ES_j^C \quad (4) \quad \text{となる。} ES_j^C \text{ は、}$$

コンテンツ  $C_j$  を購入する消費者の数、すなわち、開発者  $j$  が供給するコンテンツ  $C_j$  の販売数を表す。

実際のビジネスでも、組み込みソフトの場合は、組み込まれる端末の台数とは関係なく、ソフトの開発日数によって開発料が支払われるのに対して、サードパーティソフトウェアの場合は、以上で仮定したようなロイヤリティ型のライセンス契約を採用している。例えば、家庭用ビデオゲーム産業では、機器メーカーがゲームの開発者に開発環境の提示や各種支援を行う代わりに、ソフト販売のレバニューシェアの20~30%を頂くのが一般的とされており、以上仮定は妥当である。

## 5.4 プラットフォーム提供者と端末メーカー

モデル上、 $pf$  と  $tm$  は独占企業として価格支配力を持ち、自らの利益最大となる中間財及び最終財の価格を決定する。ただし、 $pf$  と  $tm$  取引間の支配力は  $pf$  が持つとする。

## 5.5 5種類の基本構造に対する理論分析

### Case1: 端末メーカーがプラットフォーム提供者からコンテンツを仕入れて端末に組み込んでから消費者に提供

プラットフォーム提供者は、開発者1社あたり開発価格でライセンス  $C$  を提供すると同時にコンテンツ開発を依頼する。端末メーカーはプラットフォーム提供者が提示するコンテンツ中間財価格でライセンス  $T$  を提供してもらうと同時にコンテンツを仕入れ、コンテンツを端末に組み込んでから、消費者に販売する。均衡時に  $pf$  は可能範囲における最大  $B_{pf}^C$  (中間コンテンツ財として  $pf$  が  $tm$  に卸す際の一種のコンテンツプラットフォームの価格) を決める。

### Case2: プラットフォーム提供者がコンテンツと端末を統合して消費者に提供

プラットフォーム提供者 ( $pf$ ) がプロダクトサービスの事業者として、開発者1社あたり価格  $B_{pf}^C$  でライセンス  $C$  を提供すると同時にコンテンツ開発を依頼し、端末メーカーに端末1単位あたり  $B_{pf}^T$  でライセンス  $T$  を提供すると同時に端末の製造を委託する。それから価格  $P_{pf}^S$  で

コンテンツが既に端末に組み込まれたシステム製品を消費者に販売する。均衡時に pf は最小の  $B_{pf}^T$  (OEM 先である端末メーカーが生産してプラットフォームに提供する際の中間端末の価格)を設定する。

**Case3: 端末メーカーが直接コンテンツ開発者に開発を依頼し、コンテンツを端末に組み込んでから消費者に提供**  
プラットフォーム提供者は、参入開発者から1社あたり固定ライセンス料  $L^C$  を徴収し、端末メーカーから端末1単位生産するごとにライセンス料  $L^T$  を徴収する。端末メーカーは、開発者1社あたり価格  $B_{im}^C$  でコンテンツ開発を依頼し、システム製品を  $P_{im}^S$  で消費者に販売する。均衡時において pf は最大の  $L^T$  を設定する。

**Case4: コンテンツと端末が各生産者から直接消費者に提供**  
プラットフォーム提供者は、ライセンス C を提供する代わりにコンテンツ開発者から売れたコンテンツ1単位あたり  $L^C$  の売上連動型のライセンス料を徴収し、ライセンス T の提供として端末メーカーから端末1台あたり  $L^T$  のライセンス料を徴収する。開発者 j はライセンス C の提供を受けて最大1種類のコンテンツを開発し、各自設定する価格  $P_j^C$  で消費者に販売する。端末メーカーも同じくライセンス T の提供を受けて端末を製造し、消費者に価格  $P_m^T$  で提供する。この際、消費者と開発者は以下の意思決定を行う：

**1) コンテンツ開発者の意思決定**  
開発者jの期待利益:  $ER_j = (P_j^C - L^C) \cdot ES_j^C - f_j$  に対し、

①  $ER_j(f_j) \geq 0$  の開発者のみ開発に参入  $\Rightarrow$  参入社数  $S^C$

②  $\max_{P_j^C} ER_j$  になるコンテンツ価格を各社が提示

**2) 消費者の意思決定**  
消費者 i の効用:  $U_i = v(S^C) + v_i \cdot \frac{D_i^C}{S^C} - \sum_{j \in D_i^C} P_j^C - P^T$  に対し、

①  $U_i(v_i) \geq 0$  かつ  $\frac{\partial U_i}{\partial D_i^C} \geq 0$  の消費者のみ端末を購入  $\Rightarrow D^T$

②  $\max_{D_i^C} U_i$  になるコンテンツの購入量を各自で決める

以上から意思決定から、均衡時において、全ての開発者は同じ価格を提示し、消費者は参入した全ての開発者からコンテンツを購入する:  $P_j^C \equiv P^C, D_i^C \equiv S^C$  を証明した。均衡時のコンテンツ供給および端末の需要共に 1 の「全参入」、「全普及」となる。

**Case5: コンテンツと端末がそれぞれ開発者とプラットフォーム提供者から販売される**  
コンテンツはコンテンツ開発者が自らコンテンツの販売を行うが、端末はプラットフォーム提供者が端末メーカーに製造委託したものを消費者に販売する形で提供される。均衡時に Case4 と同じ「全員参入」、

「全普及」が実現できる。

5.6 基本構造間の比較及び考察

以下の表にて、Case1~5 の均衡価格及び均衡時のコンテンツの供給及び製品の需要を表わす。各ケースにおける(i)-(iii)の

表 2 基本構造別均衡価格および参入・普及状況

c,k	均衡価格 (Bc, Pc: コンテンツ, Bt, Pt: 端末, Ps: システム製品)	コンテンツ供給・製品需要		
		Sc	Ds / Dt	状況
Case1	(i) $B^{c*} = \frac{(c+1)k}{k^2-2}, B^{t*} = \frac{2c+2}{k^2-2}, P^{s*} = \frac{k^2}{k^2-2}(c+1)$	$\frac{(c+1)k}{k^2-2}$	1	部分参入 全普及
	(ii) $B^{c*} = 1, B^{t*} = \frac{2}{k}, P^{s*} = \frac{k^2 + k(c+1) + 2}{2k}$	1	$\frac{k^2 - (c-1)k - 2}{2k}$	全参入 部分普及
	(iii) $B^{c*} = \frac{(c-1)k}{k^2-2}, B^{t*} = \frac{2c-2}{k^2-2}, P^{s*} = \frac{k^2}{k^2-2}(c-1) + 1$	$\frac{(c+1)k}{k^2-2}$	0	部分参入 普及失敗
Case2	(i) $B^{c*} = 0, B^{t*} = 1, P^{s*} = 1$	0	0	参入ゼロ 普及失敗
	(ii) $B^{c*} = \frac{k}{2}, B^{t*} = \frac{k^2-2}{2}, P^{s*} = \frac{k^2}{2}$	$\frac{k}{2}$	1	部分参入 全普及
	(iii) $B^{c*} = \frac{k}{4-k^2}, B^{t*} = 0, P^{s*} = \frac{2}{4-k^2}$	$\frac{k}{4-k^2}$	$\frac{2}{4-k^2}$	部分参入 部分普及
Case3	(i) $B^{c*} = k - ckL^C = k - ckL^T = c - 1, P^S = c$	0	1 - c	参入ゼロ 部分普及
	(ii) $B^{c*} = \frac{k(k^2-c-3)}{k^2-3}, L^C = \frac{k(k^2-2c-3)}{k^2-3}, L^T = \frac{3c+3-k^2}{k^2-3}, P^S = \frac{ck^2}{k^2-3}$	$\frac{ck}{k^2-3}$	1	部分参入 全普及
	(iii) $B^{c*} = k^2 - ck + k - 4, L^C = k^2 - ck + k - 5, L^T = \frac{6-k^2+3k-k}{k}, P^S = c + \frac{3}{k}$	1	$k - \frac{3}{k} - c + 1$	全参入 部分普及
	(iv) $B^{c*} = -\frac{k(c-1)}{k^2-3}, L^C = -\frac{2k(c-1)}{k^2-3}, L^T = \frac{3c-3}{k^2-3}, P^S = \frac{ck^2-3}{k^2-3}$	$\frac{(c-1)k}{k^2-3}$	0	部分参入 普及失敗
	(v)			
Case4	$P^{c*} = 0, P^{t*} = k, L^C = -1, L^T = 3$	1	1	全参入 全普及
Case5	$P^{c*} = 0, L^C = -1, B^T = k - 3, P^{t*} = k$	1	1	全参入 全普及

● 普及状況の比較:

消費者の意思決定を左右する間接的外部性 k と端末メーカーに左右する限界費用 c の値の異なる組み合わせによって、開発者の参入状況及び製品の普及状況が異なることが分かった。

● システム製品提供者の違いと参入普及状況との関係

Case1 と Case3 の端末メーカーが消費者に最終財を販売するケースでは、外部性 k が十分に大きい場合、システム製品の「全普及」が均衡となる望ましい状況が実現できるが、外部性 k が小さいと共に普及失敗の状態に陥る。一方、Case2 ではその逆の傾向があり、k が小さい時のみ普及が実現できている。

● k と c の値によって製品の「全普及」が実現

これは「市場支配」、即ちシステム製品の「全普及」を意味する。端末製造の限界費用 c に対して間接的外部性 k が十分に大きい時、開発者は一部のみの参入となり、システム製品の需要は 1、即ち全ての消費者が購入する状態が市場均衡となる。ある財が市場の全てのパイを占領するという市場全部に対する支配は従来の経済理論では不可能であったが、外部性 k の導入により市場支配も理論上有りうるものがこれで明らかになっている。また、Case1~3 での開発者の「部分参入」と「全普及」が意味するのは、消費者が持つコンテンツ開発者に対する間接的外部性 k が十分に大きければ、コンテンツ開発依頼価格を高く設定せず、開発者が「部分参入」の状態でも、消費者がコンテンツの種類に対する便益が高いため「全普及」が達成でき、プラット



フォーム提供者と端末メーカーの利益最大が実現できる。

● 端末とコンテンツが別々に提供されている方が望ましい

端末とコンテンツが合体したシステム製品の状態で消費者に提供される case1~3 では、c と k がどういった値の組み合わせでも、コンテンツ開発者の「全員参入」と消費者の「全普及」が同時に実現することはないのに対し、端末とコンテンツが別々に提供される case4 と 5 では、「全参入・全普及」が同時に実現されている。すなわち、消費者余剰最大及びコンテンツ層の充実が同時に実現できている状態である。これは、システム製品として提供する Case1~3 のコンテンツの過剰供給によって製品を購入できなかった、vi(コンテンツと端末に対して消費者が各自持つ便益)の小さい消費者が、コンテンツ業者各社が1種類ずつ販売する Case4-5 にて、本来失われていた消費者が自らの vi に合った種類のコンテンツを購入することで全普及が実現できていると考える。

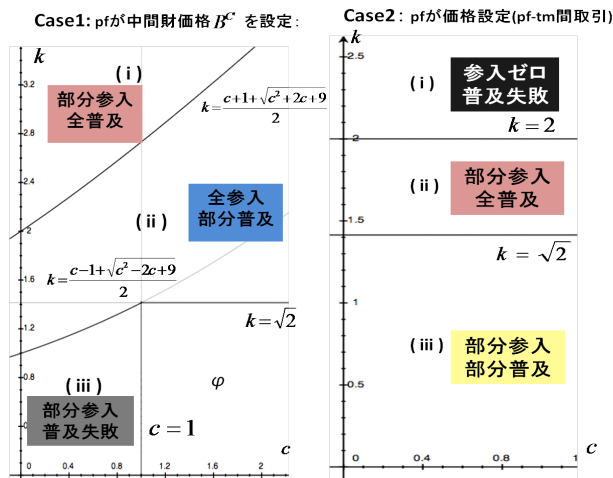


図4 限界費用 c 外部性 k と参入普及の関係

● 各主体の余剰の比較:

まず、システム製品として提供される Case1~3 を比較する。以下の図にて、k と c の違いによって、Case1~Case3 のうちのどのケースで各主体利益が最大になるかを2次元で表している。c と k の2次元座標における各 Case の分布がその c と k における最大余剰ケースと対応する。

● k が十分大きい場合、社会的利潤と各主体の利得が一致

この場合、Case1 のみにて開発者の「部分参入」及び消費者の「全普

及」が実現するため、消費者、cd、tm、pf 共に Case1 の構造で利益余剰最大を実現している。これが意味するのは、消費者がコンテンツの種類に対する便益が高く、コンテンツが一旦端末に組み込まれてシステム製品として消費者に提供される場合、pf が仲介役としてコンテンツを一旦集積して端末メーカーに提供する Case1 の構造の方が、tm が直接コンテンツを仕入れる Case3 の構造や、pf がコンテンツと端末の両方を仕入れて消費者に提供する Case2 の構造よりも望ましい。

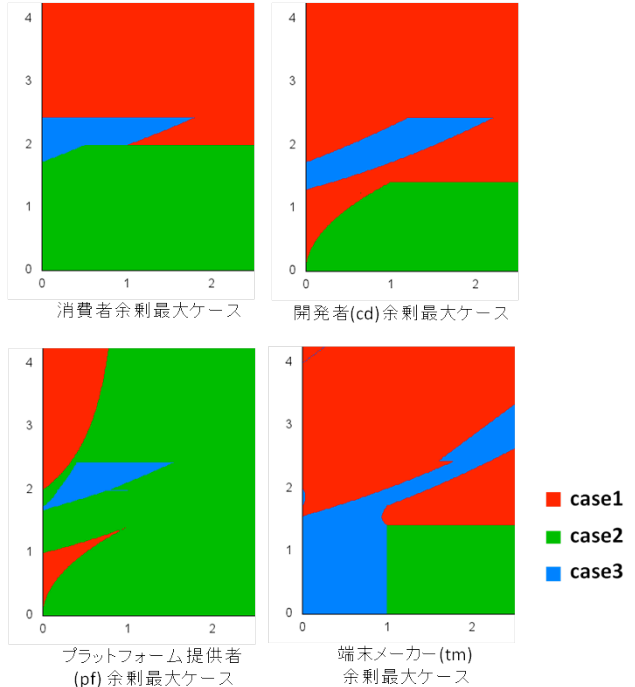


図5 Case1~3 における各社利益比較

● k が十分に小さい場合 c の値によってジレンマが生じる

pf とコンテンツ開発者は、k が大きい方が望ましい立場にいるため、c が十分に小さく、端末メーカーがある程度の支配力を持つ場合において、pf とコンテンツ開発者は Case1 が一番望ましい形態であるのに対し、tm と消費者は Case3 が最善の形態となる。これは k が小さい時にそれほどコンテンツの種類が多さに便益を感じない消費者及び tm と、コンテンツの種類を望む pf 及び cd、の間にジレンマ的状况が生じていることを意味する。

次に、Case1~Case5 を比較する。

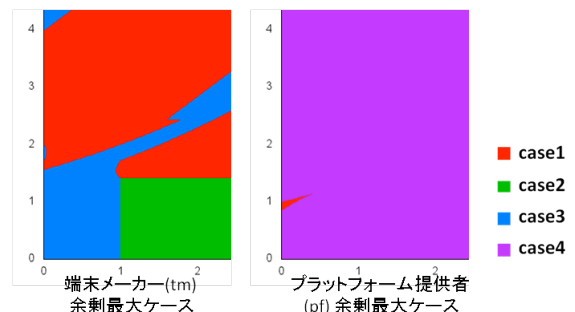


図6 Case1~5 における tm と pf の利益比較

消費者と開発者は、c と k の値に依存せずに Case4 にて「全員参入・全普及」の状態が実現するため、Case4 が c と k 関係なしに最善形態となる。一方、tm にとってはどの c と k の値の組み合わせでも Case4 が最善形態となることはなく、4つの形態のうち一番望ましくない形態

であると言える。一方、 $pf$  は  $k$  が小さい特定の領域を除いて、Case4 の利益が最大であり、プラットフォーム提供者にとって不変的に Case4 が最善形態となっている。

### 社会総余剰の比較

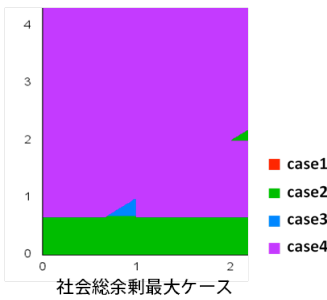


図7 各ケースにおける社会総余剰

Case1~Case5 における社会総余剰の比較から、 $k$  が大きい場合には Case4 の形態が一番望ましく、 $k$  が小さい場合には Case2 の形態が一番望ましいという結果が得られた。この状態は、端末メーカーを除いた消費者、コンテンツ開発者及びプラットフォーム提供者に対しても同じ傾向が見られた。産業全体の進化及びイノベーションの創発

を促す構造が、外部性  $k$  及び  $c$  の値次第で異なることが示唆できる。

## 5.7 実社会に基づいた考察

### c と k の組み合わせによって異なる均衡状況

本モデルで導入した間接的外部性  $k$  は、システム製品若しくは端末を購入する消費者が持つコンテンツ開発者に対する市場を跨いだ間接的外部性と定義した。これは、システムに参入する開発者の数、すなわち、端末上で利用できるコンテンツの種類豊富さに対する消費者の便益を意味している。一方、 $c$  は端末を製造する際の限界費用に当たるため、一種のハードの性能のレベルを表している。よって、 $k$  が  $c$  に対して十分に大きい  $c$  と  $k$  の組み合わせは、ハードである端末の性能の善し悪しより、そのハード上で利用できるコンテンツの豊富さを重視する、いわゆるソフト指向の消費者及び市場を表す。反対に、 $k$  が  $c$  に対して十分に小さい組み合わせは、ハード指向の消費者及び市場を表す。ソフト指向とハード指向の違いで、製品の普及度合いやコンテンツ層の充実度、各主体の利益及び余剰が変わるため、自社が提供する商品の属性を見極めてからビジネスモデルを考案する必要があることを示唆している。

### 実社会における Case2 と Case4

また、実社会におけるプロダクトサービスシステムと対比してみると、Case2 は今までの携帯電話産業の構造、すなわち、通信業者である携帯端末事業者がハードとソフト両方の土台を用意し消費者に提供する構造に相当する。一方、Case4 はパソコン産業が持つ、ある共通のプラットフォームを基盤として端末とソフトが開発され、消費者は各自必要に応じて端末とソフトを選択できる構造に一致することが分かる。分析結果から Case2 又は Case4 の社会総余剰が最大となる形態であることを示したが、実社会の 2 種の主流な構造と一致している所は興味深い。

また、理論分析結果では、Case2 と Case4 のどの形態が社会総余剰最大になるかは  $k$  の値の違いで決まり、 $k$  が大きい場合では Case4 が社会総余剰最大、 $k$  が小さい場合では Case2 が社会総余剰最大を実現する最善形態であること表している。これは、 $k$  が小さい、従来ハード指向でデバイスリッチであった携帯電話産業にとって、あらかじめコンテンツと端末がプラットフォーム提供者によって用意され、合体した形式で消費者に提供される構造がベストであることを意味する。その一方、 $k$  が大きい、ソフト指向の産業においては、PC 産業がとる Case4

のような形態がベストである。コンテンツの種類に対する間接的ネットワーク外部性  $k$  が大きくなるにつれ、産業全体の発展を促すには、Case2 から Case4 への移行が必要であることを示唆している。

### 実社会における Case1~Case3

コンテンツが端末に組み込まれてから消費者に提供される Case1~Case3 の比較から、間接的外部性  $k$  が大きい場合、社会的利潤と各主体の利益とが共に Case1 にて最大となることが分かった。これは、共通の開発プラットフォームに基づいて開発されたコンテンツをプラットフォーム提供者が一旦集めてから端末メーカーに卸し、端末メーカーから消費者にシステム製品を提供する形態が最善であることを示唆している。近年、情報家電向け組み込みソフトウェアの共通化が進むなか、この分野においてもプラットフォーム型の水平分業の動きが出現しており、本章で得た理論分析結果は各社の戦略策定に一定の示唆を与えられる。

## 6. 結論及び今後の展望

### 6.1. 結論

本研究では、プラットフォームを有するプロダクトサービスシステムに対し、理論モデルを構築した。主体間の提携及び取引構造の違いから 5 種類の基本構造を導き、基本構造間の均衡状況を比較した。理論解析により、間接的ネットワーク外部性  $k$  の値及び端末の限界費用  $c$  の値の違いに応じて異なる均衡状態が得られ、 $c$  と  $k$  の値だけで産業全体に対して最善なサービス提供の形態が異なることを示した。これら理論分析で得た結果を、実社会に存在する属性の異なる各産業と対比し、いくつかの示唆を与えることもできた。

### 6.2. 今後の展望

本研究では、垂直的階層を持つサービスシステムにおいて、補完財であるコンテンツ、端末及びコンテンツと端末を繋げるプラットフォームを生産する 3 種類の主体という概念的な設定でモデルを構築した。また、解析的に理論解を出すことを目的としているため、各主体の行動関数及び取引関係において非現実的な仮定を多数置いている。今後は構築したモデルを基に、マルチエージェントによる計算機実験を用いることで、システムを構築する主体の設定や競合関係を導入し、より現実世界に近い設定で計算機実験によるシミュレーションや被験者実験へと拡張する。また、均衡状態に影響を及ぼす間接的外部性  $k$  と限界費用  $c$  の値は各産業や製品分野において異なり、消費者ごとに異なる傾向が存在する。留保価格に対する間接的外部性の値など消費者の各種効用パラメータをアンケートベースで収集し、各製品分野ごとに数値化して分析することも可能であると考えられる。

また、本研究で構築した理論モデルは情報家電産業を初めとするコンシューマエレクトロニクス産業の各種理論や事例がベースになっているが、本モデルで提案したサービスシステムに対する分析手法は、今後産業のモジュール化及びサービス化が進む電気自動車と関連サービス産業や遠隔医療サービス産業など同じく階層構造が存在する産業において同じく適用できると考える。

<sup>i</sup> 内平直志, 2007, 製造業のサービスの分類法と事例による企画設計支援

<sup>ii</sup> Jean-Charles Rochet and Jean Tirole (2003). Platform Competition in Two-Sided Markets. Journal of the European Economic Association, 1(4): 990-1029

<sup>iii</sup> 西野, 小田, 上田 (2005) 「リサイクルシステムにおける行動主体の意思決定と制度設計: 使用済み製品の回収市場における分析」『電子情報通信学会論文誌』D-I Vol.J88-D-1 No.9 pp.1312-1320