The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	ネットワーク外部性に基づく製品普及特性および普及策
Author(s)	岡本, 隆
Citation	大阪大学, 2002, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/2350
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

https://ir.library.osaka-u.ac.jp/

The University of Osaka

博 士 論 文

ネットワーク外部性に基づく製品普及特性および普及策

大阪大学大学院経済学研究科

岡本 隆

平成 13 年度

Copyright © 2002 by 岡本 隆

真田 英彦　教授
(主　査)

小林 敏男　助教授

小郷 直言　助教授

要　旨

ネットワーク外部性に基づく製品普及特性および普及策

岡本 隆

情報通信サービスおよび情報関連のサービス製品は，今日の産業あるいは社会において必要不可欠な存在である。これらのサービス製品の市場には,「一人勝ち現象」あるいは「ロック・イン」をはじめとした他の財には見られない普及における特異性の存在が報告されており，その原因は需要側の規模の経済すなわちネットワーク外部性にあると言われている。また当該市場には，ネットワーク外部性に起因する市場の失敗が発生し得ることも知られている。しかしネットワーク外部性についての広範な検討がされていないためか，普及の特異性の解釈において多少混乱した議論がなされることがある。そこで本稿は，ネットワーク外部性を中心概念とし，情報ネットワーク関連の市場における普及過程の特徴および競争の帰結を明らかにすることを主たる目的とする。

まず第 2 章において，ネットワーク外部性を軸に，情報ネットワーク関連の製品普及に関するこれまでの研究を概観し，普及の特異性を整理する。それにより，普及に関する特異性が，空間的要因といえるネットワーク外部性および時間的要因といえる消費者の習熟から発生することが確かめられる。また，これまで互換戦略は，サービス財供給者がネットワーク外部性を享受する戦略として取り上げられてきたが，実際には論理的に相容れない差別化戦略との選択を供給者は迫られていることを指摘する。さらに複雑系の経済学の一分野を整理することにより，それがネットワーク外部性における議論と概念的に同一であることが示され，分析手法としてマルチエージェントモデルおよびそのモデルを用いたコンピュータ・シミュレーションが有効であることを説明する。

第 3 章において，これまでの研究をもとに，ネットワーク外部性を表現する 4 種類のモデルとして「リンク型モデル」「通信ネットワーク型モデル」「通信ネットワーク型期待便益モデル」「収穫逓増型モデル」を提示し，時間推移の導入および競争モデルへの拡張を行う。各々のモデルを用いた検討により，クリティカル・マスの存在，ロック・イン現象などの普及の特徴が示される。また，ネットワーク外部性は基本的にサービス財市場を独占状態へ向かわせること，および市場競争の帰結が製品ライフサイクルの初期段階で決定することが確認される。

第 4 章においては，カードサービスのようなシステム財を対象とする。当該システム財は，対称で補完的な加入者集団が複数存在し，相互にネットワーク外部性を及ぼし合うことが特徴であることを指摘するとともに，製品普及モデルを提案する。モデルから導出される位相図を用いた検討により，均衡普及率の性質および普及の閾値の存在が明らかになる。また，一方の加入者集団に特化した普及促進策の可能性が示される。

第 5 章においては，製品の共通化をはかる互換戦略と製品の個性を強調する差別化戦略との選択を扱う。分析のために，これまでの一財一機能ではなく一財多機能を扱った小林他の複数価値基準モデルを検討する。モデルから，製品に対する消費者の評価がばらついている

方が市場競争に勝つ可能性が高い，すなわちネットワーク外部性が存在するサービス財においても製品差別化が支持されることが確認される。また，モデルをマルチエージェント型へ拡張し，プラットフォーム型システム財の互換について検討を行う。シミュレーションから，プラットフォーム間互換は価値基準の増加に伴い互換の影響が薄れること，およびプラットフォーム内互換は市場における優位性を高めることが示される。

第 6 章においては，製品普及に影響を与える要因として，ネットワーク外部性に加え，消費者の習熟に焦点を当てる。ここでは各消費者の製品習熟の要因を導入したモデルを提案し，ロック・イン現象および独占状態に検討の対象を絞り，シミュレーションを行う。その結果，習熟要因が存在するならば，市場がロック・イン状態になったとしても，独占状態に陥りにくいことが示される。さらに，ロック・イン状態におけるサービス財供給者の互換戦略選択のタイミングを検討し，互換戦略はロック・イン後の早い段階で採用されるべきで，時間の経過に伴い効果が小さくなることが明らかになる。

第 7 章においては，ネットワーク外部性における地理的な偏り，すなわち距離の要因に注目する。個人間の関係の近さによりネットワーク外部効果の大きさが異なるマルチエージェント型のモデルを提案し，シミュレーションによる検討を行う。これにより，近隣からのネットワーク外部効果が強い場合，複数製品が共存することが確かめられる。さらに，普及促進策としての初期製品配布策が検討され，近隣からのネットワーク外部効果が非常に大きく，購入者の地理的な集積にプラスの効果が発生するとき，地理的に集中した配布策が有効であることが示される。また，ネットワーク間にネットワーク外部効果を妨げる障壁が存在する場合を検討し，障壁内の独占的な状態の存続が障壁の高さにより不連続に変化すること，および地理的要因が独占的な状態を保持することが明らかになる。

ネットワーク外部性に関するこれまでの研究の多くがサービス財供給者側の視点であったが，本稿は需要者側の視点に基づいた意思決定モデルを用いることにより，製品普及の検討を行う点が新しいといえる。さらに，ネットワーク外部性を中心におきながら，複数価値基準，消費者の習熟，あるいは地理的要因などを含めた広い視野に立った分析を行う点も，本稿の貢献の一つである。

謝　辞

本稿の執筆にあたって，真田英彦教授，小林敏男助教授，小郷直言助教授をはじめ大阪大学大学院経済学研究科の諸先生方には，研究の細部にわたって御指導をいただいた。さらに，真田研究室の諸先生方，先輩，同輩，後輩の方々からも有益な示唆を頂戴した。ここに記して感謝の意を表明する。なお，ありうべき誤謬の全ては，筆者に帰すものである。また，本研究の一部は，科学研究費補助金（奨励研究 A：課題番号 12730078）の助成を受けた。感謝の意を表する次第である。

目　次

第 1 章　本研究の目的 **1**
1.1　研究の背景および問題の所在 1
1.2　本稿の構成 3

第 2 章　情報ネットワーク市場分析の諸理論 **7**
2.1　情報ネットワークサービス財の普及 7
2.1.1　情報ネットワーク関連市場の概観 7
2.1.2　情報ネットワーク市場 10
2.1.3　情報ネットワーク市場の特異性 12
2.1.4　普及特性発生の主要因 14
2.2　ネットワーク外部性による市場特性 14
2.2.1　製品普及における関連概念 15
2.2.2　ネットワーク外部性 16
2.2.3　標準化および互換 20
2.2.4　プラットフォーム財における市場競争 23
2.3　消費者の習熟および情報のストック要因 25
2.3.1　消費者の習熟による普及特性 25
2.3.2　情報資産によるロック・イン 27
2.4　複雑系の経済学およびマルチエージェントモデル 28
2.4.1　複雑系の経済学 28
2.4.2　マルチエージェントモデル 32
2.4.3　複雑系経済学およびマルチエージェントモデルの親和性 33
2.5　本稿の理論的位置づけ 34

第 3 章　ネットワーク外部性の基本モデル **37**
3.1　リンク型モデル 37
3.1.1　ネットワークサービスの拡大および市場占有率 38
3.1.2　サービス普及初期段階の重要性 39
3.2　通信ネットワーク型モデル 41
3.2.1　基本モデルおよび均衡ネットワーク規模 41
3.2.2　市場競争モデル 42
3.3　通信ネットワーク型期待便益モデル 45
3.3.1　諸仮定および基本モデル 45
3.3.2　ネットワーク均衡の導出と経済的含意 48
3.3.3　新旧ネットワークの競争モデル 50

3.4 収穫逓増型モデル 58
3.4.1 収穫逓増型モデルの構造 58
3.4.2 限界個人を導入した収穫逓増型モデル 60
3.4.3 限界個人を導入した収穫逓増型競争モデル 61
3.4.4 市場競争における均衡普及率および普及の変化 61
3.5 各モデルの特徴および相違 67
3.6 情報ネットワーク財の普及基本特性 68

第 4 章 対称型システム財 71
4.1 対称型システム財におけるネットワーク外部性 71
4.2 対称型システム財の普及モデル 73
4.3 対称型システム財の普及特性 74
4.3.1 ネットワークの均衡および安定性 74
4.3.2 均衡普及率が存在するための条件 76
4.3.3 均衡普及率 78
4.4 製品利用率を考慮に入れたモデル 78

第 5 章 製品差別化および標準化 81
5.1 問題の所在 81
5.2 製品差別化および標準化のモデル 82
5.2.1 消費者行動 82
5.2.2 企業行動 83
5.3 諸命題 85
5.3.1 消費者の意思決定ダイナミズム 86
5.3.2 分散共分散行列と市場競争の帰結 88
5.3.3 対称的な製品 89
5.3.4 ロック・インの速さ 89
5.4 プラットフォーム型システム財への拡張 90
5.4.1 複数価値基準拡張シミュレーションモデル 91
5.4.2 プラットフォーム型システム財の普及動向 94
5.5 モデルからの示唆 97

第 6 章 製品普及における消費者の習熟 99
6.1 情報ネットワークサービス財における習熟 99
6.1.1 消費行動における習熟要因 99
6.1.2 2 種類の習熟 100
6.1.3 業界標準と情報ネットワークサービス財 100
6.2 情報ネットワーク財普及モデル 101
6.3 シミュレーションおよび製品普及動向 103
6.3.1 仮定および数値設定 103
6.3.2 ロック・イン状況・独占状況 105
6.3.3 ロック・イン・独占までの期間 107
6.4 互換戦略のタイミングおよびロック・イン 109

6.5 情報ネットワーク財の戦略フェーズ 111
6.6 考察および議論 112

第 7 章 ネットワーク外部性における地理的要因 115
7.1 問題の所在 115
7.2 ネットワーク外部性に存在する地理的要因 116
7.2.1 意思決定における地理的要因の影響 116
7.3 地理的要因を導入した市場競争モデル 117
7.3.1 地理的要因とマルチエージェントモデル 117
7.3.2 地理的要因を導入したネットワーク外部性モデル 117
7.4 情報ネットワーク型製品普及の基本特性 119
7.4.1 市場競争が存在しない場合 119
7.4.2 市場競争が存在する場合 120
7.5 初期配布策が及ぼす普及への効果 127
7.6 ネットワーク間の障壁が及ぼす影響 128
7.6.1 ネットワーク間に存在する障壁 128
7.6.2 ネットワーク間の障壁のモデル 129
7.6.3 ネットワーク間の障壁による普及特性 130
7.7 考察および議論 135

第 8 章 まとめ 137

参考文献 143

附録 A Join Count 統計量 149

表　目　次

2.1　情報ネットワーク市場における一人勝ちの例 13
2.2　収穫法則およびその性質 32

3.1　新旧ネットワークサービス競争モデルで用いる記号 51
3.2　製品選択の便益 58

4.1　対称型ネットワーク外部性のモデルで用いる記号 73

5.1　複数価値基準拡張シミュレーションモデルで用いる記号 93
5.2　価値基準の数および外部性の強さと独占状況 95
5.3　プラットフォーム間互換における独占状況 96

6.1　ネットワーク外部性パラメータとロック・インの頻度 104
6.2　特殊習熟のパラメータとロック・インまでの期間 104
6.3　ロック・インおよび独占までの期間 107
6.4　特殊習熟と Time Lag 108

図　目　次

2.1　情報関連の耐久消費財における世帯普及率推移 8
2.2　インターネットにおけるホスト・コンピュータ数の推移 13
2.3　本稿が対象とする概念 36

3.1　サービスの世帯普及率および市場占有率 38
3.2　初期市場占有率に差がある場合の普及動向 40
3.3　初期市場占有率に差がない場合の普及動向 40
3.4　限界個人の便益 42
3.5　ネットワークの普及率および限界個人の便益 43
3.6　通信ネットワーク型競争モデルにおける便益 43
3.7　通信ネットワーク型モデルでの市場競争および均衡 45
3.8　個人の純効用および普及の変化量 47
3.9　製品普及および普及の変化量 49
3.10 サービス普及およびクリティカル・マス 49
3.11 新旧ネットワーク競争モデルの場合分け 53
3.12 新旧ネットワーク競争における個人の意思決定 54
3.13 価格差が存在する場合の普及過程の相違 56
3.14 ネットワーク間の品質優位性の差異と普及過程 57
3.15 製品採用者数の差 59
3.16 収穫逓増型モデルにおける限界個人 60
3.17 パラメータの関係と製品普及率に対する限界個人の便益 62
3.18 収穫逓増型競争モデルにおける個人の意思決定モデル 63
3.19 価格差がなく，NE が小さい場合の市場競争 64
3.20 価格差がなく，NE が大きい場合の市場競争 65
3.21 価格差がある場合の市場競争 66
3.22 各基本モデルの特徴 68

4.1　一般的なネットワーク外部性の概念 72
4.2　対称型ネットワーク外部性の概念 72
4.3　対称型システム財の普及動向および均衡 75
4.4　均衡普及率の存在領域 77
4.5　利用率および安定均衡普及率 80

5.1　初期シェア 86
5.2　互換の場合のシェア推移 87

5.3 非互換の場合のシェア推移 88

6.1 習熟およびネットワーク外部性の観点からのサービス財の分類 101
6.2 ネットワーク外部性が存在する場合の普及過程 105
6.3 特殊習熟が存在する場合の普及過程 106
6.4 汎用習熟が存在する場合の普及過程 106
6.5 互換戦略採用時期の差異と普及過程 110

7.1 近隣の影響による普及の地理的偏り 121
7.2 近隣の影響が存在する場合の市場競争 122
7.3 近隣からの影響の強さと Join Count 統計量 123
7.4 近隣の影響が存在する市場競争下の利用者の地理的分布 125
7.5 近隣の影響の大きさおよび独占へ至る割合 126
7.6 近隣の影響の大きさおよび空間的自己相関の存在割合 126
7.7 近隣からの影響および製品利用者数 128
7.8 製品の特性および望ましい配布策 128
7.9 障壁内の製品普及へ障壁の高さが及ぼす影響 132
7.10 地理的要因がある場合の障壁の程度と独占状態 134
7.11 地理的要因がある場合の障壁の高さと平均最終普及率 135

第1章　本研究の目的

1.1　研究の背景および問題の所在

インターネットの爆発的拡大およびコンピュータ能力の劇的な向上と価格低下は，産業だけでなく，我々の日常生活にも情報化の恩恵をもたらした。特に情報化は製造の現場を大きく変容させ，近代の産業社会を特徴付けている規模の経済による生産性の上昇とは異なる方向で生産性の継続的上昇を可能とし，社会を豊かにすることに貢献している。情報技術が存在しないなら，そもそも現代の産業社会は成立せず，情報化が可能にした様々なサービスあるいは利便性は，今日の社会になくてはならないものとなっている。また生産あるいは流通のシステムも，情報技術抜きには，その競争優位どころか存続もままならないだろう。産業の情報化は，極めて高度で高速に進展している。

しかしこれらの事象から推測されるように，今日の情報化は，単なるコンピュータによる情報処理の高度化ではなく，同時に実現したネットワーク化が最大の特徴であると考えられる。情報ネットワークインフラとしてのインターネットの急速な普及は，従来ならば1つの企業の中でさえ難しいような濃密な情報の相互作用を，地理的にも組織的にも離れた企業の中で可能としている [15]。企業内だけにとどまらず，個人の生活においても，電子メールを用いた情報交換あるいは情報機器を用いた成果物の相互利用を，世界を相手に行うことがごく容易に可能である。このネットワークの利用可能性が，企業の経営戦略を変化させるとともに，個人の購買行動まで影響を及ぼしていると思われる。つまりインターネットに代表されるネットワークが，産業全体および技術者以外の一般の個人にまで広がることで，ますます大きな外部経済効果を市場にもたらしているのではないだろうか。

情報関連およびネットワーク関連の財あるいはサービスの市場を見ると，いわゆる「一人勝ち (Winner Takes All)」現象をはじめとした，これまでの経済学の常識とは異なる状況が存在している。これらの市場においては，経済学の本来の考え方である限界的な貢献度に応じた富の配分原理でなく，一部の勝利者が富のほとんどを占有する「ランクオーダー・トーナメント原理」に従った競争の帰結が見られる [31]。しかもその勝利者は市場においてますます富むことになり，敗者は市場から排除されてしまう「マタイ効果[1]」と呼ばれる現象も当該市場には存在すると言われる。

さらに，最も優れた技術を採用した製品およびサービスが，必ずしも広く市場に受け入れられるとは限らず，場合によっては劣った製品が市場を席巻する状況が発生する。コンピュータなどのキーボード配列のように，開発当時の技術背景からあえて性能を落とした製品規格が，その後技術的制約が無くなり，優れた代替製品が出現したにもかかわらず，未だに全世界でほぼ100%の普及率を保つ事例が典型である。このように，他の選択肢があるにもかかわらず，消費者が特定のサービスあるいは製品ばかりを購入し利用する「ロック・イン」と呼ばれ

[1] Merton [45] は，新約聖書の「マタイによる福音書 (25 章 29 節)」の一節「それ，だれにてももてる人は与えられて，いよいよ豊かならん。されど，持たぬ人はその持てる物をも取らるべし」を引き，一人勝ちの現象を「マタイ効果」と名付けた [1,50]。

る現象も観察される。

これまで，市場競争の結果，局所的に市場の勝利者が一人になることはあった。しかし今日のように，全世界規模の市場において，1 つの製品が他を駆逐してしまうという現象が，頻繁に見られるということは無かった。まして市場の失敗を含むこのような極端な市場の帰結が日常的に発生することは無かったであろう。これらの特異な現象から，情報関連およびネットワーク関連の市場においては，これまでの経済学で主に扱ってきた財およびサービスとは異なる法則が存在することが予想される。

近年の研究成果によって，これらの特異な現象には,「ネットワーク外部性」が深く関わっていることが明らかになっている。ネットワーク外部性とは，同一ネットワークに属する他の個人の数が多くなればなるほど，すなわちネットワークの規模が大きくなればなるほど，ネットワークから得られる便益が増加する性質のことである。つまり，当該財もしくは当該財と互換性のある財のユーザ数が増加すれば増加するほど，ユーザが財から得ることのできる便益が増加する性質である。このネットワーク外部性が存在するために，ネットワーク関連のサービス市場あるいは情報関連の市場の多くにおいて，市場競争の結果が，社会的に望ましくないものとなる場合が起こり得ることが明らかになりつつある。

ネットワーク外部性を利用した様々な戦略は，排他的な競争を生み出す源泉となると言われる [11]。しかし今日この問題は不正競争あるいは独占という観点から扱われる程度である。例えば，パソコンの OS(Operating System) における独占的な状況および当該 OS 供給企業が行うサービスの垂直統合は，独占禁止という枠組みだけで批判されることが多い。これらは従来の公的規制産業における議論 [27] のように，供給者側の視点に基づく批判であるといえる。むしろここでの論点は，経済学上の狭義の独占あるいは寡占とは異なり，ネットワーク外部性により発生する独占状況あるいはネットワーク外部性を利用したサービスの垂直統合であっていい。つまりこの独占的状況を生み出すのは，まさに消費者が自分自身の便益に基づく合理的行動をとった結果であり，需要者側の視点から議論されるべきであろう。

したがって，情報関連および情報ネットワーク関連のサービス財市場における特異性は，需要者側の視点であるネットワーク外部性を中心に検討されるべきである，と本稿は考える。ネットワーク外部性のために一般のサービス財市場とは異なる製品の普及の特徴が存在し，そのために経営戦略，ひいては我々の日常生活に影響が及ぶのであるならば，当該市場の特性を明らかにすることは非常に重要なことであろう。さらに，市場特性が明らかになれば，当該製品を効率よく普及させるあるいはより利益を上げる普及策への示唆も得られると思われる。このことは，本稿の中心的な目的となる。

しかし，ネットワーク外部性については，未だ確固とした理論体系が整理されていない [31]。そのためか，情報関連もしくはネットワーク関連の市場を解釈する際，ネットワーク外部性という言葉が一人歩きし，多少混乱した議論がなされることがある。そこで本稿は，まず情報ネットワーク関連の市場に顕著に見られる要因，すなわちネットワーク外部性をめぐる研究成果を整理する。これにより当該市場を特徴づける 2 大要因として，ネットワーク外部性および消費者の習熟が抽出され，財およびサービスが市場競争を通じて普及する場合の特異な性質，あるいは消費者便益および社会厚生にもたらす影響が整理される。加えて当該市場においては，ネットワーク外部効果を享受する製品普及戦略として，互換戦略が重要であることが示される。さらに，近年「複雑系の経済学」として取り上げられているものの一部が，ネットワーク外部性と本質的に同一であることが明らかになり，分析の手法としてマルチエージェント型のモデルが有効であることが示される。

また，製品の普及動向および市場競争の帰結を議論するためのネットワーク外部性の基本モデルを整理し，競争モデルあるいは普及過程を検討するためのモデルへと拡張を行う。それらを用いた検討により，市場を独占的な状態へ向かわせがちなネットワーク外部性の特性が明らかになる。

また本稿はネットワーク外部性のみの議論にとどまらない。本稿では，当該市場の市場競争に深く関わってくる可能性があるにもかかわらず，これまでネットワーク外部性をめぐる議論ではあまり取り上げられなかった要因の存在を指摘する。すなわち，情報ネットワーク関連のサービス財が複数の価値基準から構成される点，消費者の習熟の要因，およびネットワーク外部性の地理的な要因である。これらの各々を考慮に入れたモデルを構築し検討を行うことにより，差別化戦略と互換戦略との選択，複数製品の共存，互換戦略のタイミングおよびその効果，あるいは購入者の地理的な偏りなどが明らかになる。

本稿が対象とする情報ネットワーク関連のサービス財市場およびその製品は，これからますます社会における重要性を増すであろう。その意味からも，当該市場の製品普及特性を明らかにし，普及策に示唆を与えることは，市場の公正な発展のためにも必要不可欠であると考える。

1.2　本稿の構成

本稿は 8 章をもって構成される。本稿の中心的な目的は，情報関連およびネットワーク関連の財あるいはサービスの普及特性を明らかにすること，および製品普及策に対し示唆を与えることである。そこで大きくは，これまでの関連理論の整理，基礎的なモデルの提示，理論の拡張という順番で議論を進めることにする。

第 2 章では，ネットワーク外部性を中心概念におき，情報ネットワーク関連の市場を扱った過去の研究内容について展望する。まず情報ネットワーク関連市場を概観し，当該市場に見られる製品普及に関わる特異性を整理する。その上で，それらの特異性の原因がネットワーク外部性にあることを明らかにする。また，ネットワーク外部性を享受する製品供給者の戦略として互換戦略を取り上げ，市場における互換の達成を整理する。さらに製品普及に影響を与えるネットワーク外部性以外の要因である消費者の習熟に注目し，タイプライタのキー配列の事例をもとに習熟による普及の特異性を説明する。

次に，近年注目されている「複雑系の経済学」の一部がネットワーク外部性と概念的に同一であることを指摘し，複雑系経済学の成果が，ネットワーク外部性を中心とした情報ネットワーク関連製品普及の検討に適用可能であることについて説明を試みる。またその際の分析手法として，マルチエージェントモデルを用いたコンピュータ・シミュレーションが有効であることを指摘する。さらにネットワーク外部性には，個人間の距離に応じ，効果の大きさの違いが存在することを論じる。以上より，ネットワーク外部性を取り巻く様々な要因を導入する分析モデルとして，マルチエージェント型のコンピュータ・シミュレーションモデルが一つの有効な手段であることを示す。

第 3 章では，これまでの研究をもとに，ネットワーク外部性を表現する 4 つの基本モデルを「リンク型モデル」「通信ネットワーク型モデル」「通信ネットワーク型期待便益モデル」「収穫逓増型モデル」として提示し，各々についてモデルにおける特徴を説明する。さらに各々のモデルを，限界個人の概念を導入した時間推移のあるモデルへ拡張，あるいは競争モデルへ発展させることを試みる。これらのモデルを用いた検討から，ネットワーク外部性は基本的

にサービス財市場を独占状態へ向かわせる性質を持つこと，および市場競争の帰結は製品ライフサイクルの初期段階で決定することが明らかになる。

第4章においては，カードサービスのような，対称で補完的な加入者集団が複数存在するシステム財を検討の対象とする。加入者集団およびネットワーク外部効果の及ぶ方向という視点から，当該システム財は，これまでの研究が対象としていたサービス財と異なることを示し，その普及モデルを提案する。モデルから導出される位相図をもとに，均衡普及率の存在あるいは普及の閾値について説明する。当該システム財には，加入者集団の相互依存性が存在するため，加入者集団間に普及の大きな差があったとしてもシステム財が普及し得ること，および一方のサービス財に特化した普及促進の低価格戦略を選択可能であることが示される。また，モデルに均衡普及率を変化させる価格以外の要因を導入し，システム財普及の変化を示すことを試みる。

第5章では，他の個人の購入行動に依存しないサービス財固有の便益が複数の価値基準から構成される，より一般的な情報ネットワーク関連のサービス財を検討の対象とする。これまでの主な研究では，サービス財は単一の価値基準のみを持っている。しかし多くの場合，デザインあるいは機能など複数の価値を個人は製品に見いだすであろう。ここでは，複数の価値基準およびネットワーク外部性の両方が導入された小林他のモデルを検討する。このモデルは，サービス財供給者の差別化戦略と互換戦略との選択を議論できる。モデルから，差別化が情報ネットワーク関連のサービス財においても支持されることが確認される。またモデルを拡張し，複数の価値基準それぞれにネットワーク外部性が存在するプラットフォーム財の互換について検討を試みる。

第6章および第7章は，ネットワーク外部性に加え，普及を特徴付ける関連概念を導入し，製品普及動向および普及策を議論する。

第6章では，製品に対する消費者の習熟をネットワーク外部性モデルに導入する。消費者の習熟要因は，基本的にサービス財を利用する時間に応じて各個人に製品乗り換え費用を発生させ，各個人の購買行動に影響を与える。しかしこれまでの研究においては，習熟要因とネットワーク外部性とを混同するものが多く，存在に言及したとしてもモデルに導入したものは見られなかった。そこでここでは，収穫逓増型モデルを基本に，習熟要因を導入したシミュレーションモデルを構築し，特にロック・イン現象および独占状態に焦点を当てた検討を行う。その結果，習熟要因により，市場がロック・イン状態に陥ったとしても容易に独占状態にならないことが確認される。またロック・イン後に採られる互換戦略は，ロック・イン後なるべく早い段階で採用されるべきで，時間の経過と共にその効果が小さくなることが明らかになる。

第7章では，ネットワーク外部性における地理的な偏り，すなわち距離の要因を導入する。これまでの研究では，ネットワーク外部効果は社会全体に一様に及ぶと仮定されていた。しかし身近な個人と知らない個人とでは及ぼされる効果に差があるはずである。そこでここでは，ネットワーク外部性に地理的および距離の要因を導入したマルチエージェント型のモデルを提案する。シミュレーションを用いた検討により，複数の製品が競合する状況において，近隣からの影響が小さいならば市場は独占状態になるが，近隣からの影響が大きいならば複数製品が共存することが確かめられる。また普及促進策としての初期の製品配布策は，近隣からのネットワーク外部性が大きく，採用者が地理的に集積していることからの効果が高い場合，局所的に配布する方が望ましいことが示される。さらにネットワーク間に障壁が存在する場合にモデルを拡張し，障壁の高さに応じて，障壁内の独占的な状態の存続が不連続に変化すること，および地理的要因が障壁内の独占的な状態を保持することを明らかにする。

第 8 章においては，本稿における検討から得られる知見を整理する。また，それらをふまえ，ネットワーク外部性が発生の原因となるロック・イン現象あるいは独占状態と，独占禁止政策との関係にふれる。加えて，製品の多様化および標準化のトレードオフ関係を，長期的な視点から説明し，消費者にとって望ましい経路について述べる。

第2章　情報ネットワーク市場分析の諸理論

2.1　情報ネットワークサービス財の普及

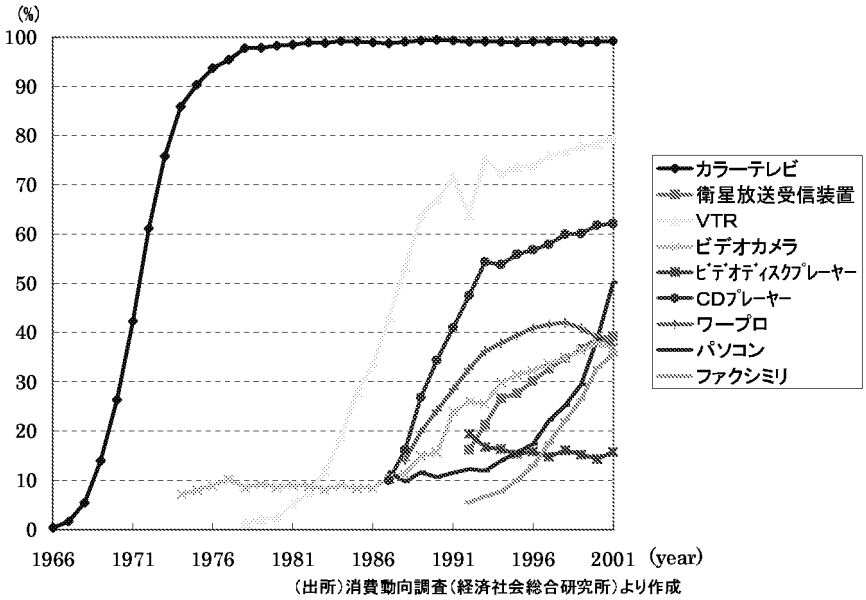
我々の身の回りにはたくさんの情報関連の機器が存在し，それらを日常的に利用している。情報ネットワーク関連のサービスを利用することもごく当たり前のこととなり，情報関連および情報ネットワーク関連のサービス財の社会における重要性が大きくなりつつある。本稿は，この情報関連および情報ネットワーク関連のサービス財の市場を研究対象とするが，本節では，当該市場を概観し，研究対象を整理する。

2.1.1　情報ネットワーク関連市場の概観

近年の情報通信技術のめざましい発展は，企業および個人に多くの情報関連の財あるいはサービスをもたらし，我々はそれらのサービス財から大きな利便性を享受している。従来の情報関連のサービス財は，特定の企業，専門の技術者あるいは技術に詳しい一部の人たちが利用するものであった。しかし技術革新が進んだ結果，当該サービス財は安価で簡単かつ便利なものになり，あらゆる企業および個人にとって，情報関連のサービス財はごく身近なものとなっている。さらにインターネットに代表されるネットワーク化が進展し，他者とつながることにより可能となる新しいサービスが提供されるようになった。ネットワーク化により，これまで単体で利用してきた情報関連のサービス財に，ネットワークに基づいた新しい利用方法が付加されるなどの変化も見られる。かつて文書をきれいに印刷することはワープロソフトの唯一の目的であったが，今では作成した文書ファイルの送受信あるいは共有がワープロソフトの主目的の一つになっていることは，変化の典型例であろう。

企業における情報化あるいは情報ネットワーク化の例は，卑近なものに限ったとしても非常に多く存在する。例えば情報通信ネットワークサービスの基本ともいえる電話あるいはファクシミリは，ほとんどすべての企業に設置されている。また多くの企業でパソコンが導入され，業務に必要な様々な資料などが，ワープロソフト，表計算ソフト，プレゼンテーションソフトなどの各種ソフトウェアを用いて作成される。1人1台のパソコンが利用可能である環境も少なくない。さらにそのパソコンは企業内のLAN(Local Area Network)を通じインターネットに接続され，電子メールの送受信はもちろん，ネットワークを通じたデータ・ファイルの交換が行われている。インターネットを通じた原材料あるいは製品の受発注が行われることも特殊な例ではない。

一般の家庭においても，我々は情報機器に囲まれ，情報ネットワークを利用している。例えば音楽CDを聞く，あるいは家庭用VTRでビデオ・ソフトを楽しむことはごく日常的なことになり，さらにはDVD(Digital Video Disc)も普及しつつある。家庭用ゲーム機を購入する個人も多く，ワープロ専用機あるいはパソコンを用いて文書を作成することも一般化している。パソコンなどの端末からインターネットに接続し，電子メールの交換あるいはWWW(World



図– 2.1: 情報関連の耐久消費財における世帯普及率推移

Wide Web) の閲覧はもちろん，インターネットを通じて商品あるいはデジタル・コンテンツの購入を行うことも多い。

情報機器の普及は，統計からもうかがえる。図 2.1 は，経済社会総合研究所の消費動向調査[1]をもとに，主な情報関連の耐久消費財の世帯普及率をグラフ化したものである。特に 1990 年以降において，多くの情報機器が各世帯に普及している。中でもパソコンは 1995 年前後から急速に普及し，2001 年の調査においては，全世帯の 50.1%に普及した。パソコンは 2000 年の国内出荷台数がカラーテレビを上回ったが，これは企業内だけでなく日常生活に深く浸透しつつある結果といえよう [72]。

情報機器あるいは情報ネットワーク普及の現状として，インターネットの普及は典型例と考えられる。なぜならインターネットに接続するためには，接続する情報端末としての情報機器および接続する対象としての情報ネットワークの両方が必要であり，インターネットの普及は両者の普及を包含しているためである。平成 13 年度版情報通信白書 [72] によると，2000 年の日本において，従業員数 5 人以上の事業所の 44.8%にインターネットが普及し，従業員数 300 人以上の企業においては普及率が 95.8%であると推計されている。また個人については，15 歳以上 79 歳以下の個人におけるインターネット利用者数[2]は 4708 万人と推計され，世帯普及率は 34.0%と報告されている。個人のインターネット利用者数の伸びは，対前年比が 70%以上であり，急速に普及していることがうかがわれる。これらの統計が，社会全体の情報化および情報ネットワーク化を示しているといえよう。

[1] 平成 13 年 消費動向調査 (http://www.esri.cao.go.jp/jp/stat/shouhi/0103fukyuritsu.xls)

[2] ここでの「インターネット利用者」とは,「インターネット（ウェブ又は電子メールのどちらかのみの場合も含む。）を自宅・自宅外を問わず，パソコン，携帯電話，携帯情報端末，家庭用ゲーム機，インターネット接続機器を設置したテレビ受像機により利用している人」と定義されている。

情報関連サービス財の急速な普及および発展の環境的要因として，当該サービス財の 3 つの変化が考えられる。すなわち情報関連サービス財の大衆化，デジタル化，およびネットワーク化である。

まず大衆化についてであるが，パソコンの例がわかりやすい。今日では情報関連財の代表ともいえるパソコンであるが，かつてはコンピュータといえば大企業の技術者もしくは一部の専門家のものであり，一般の個人にとっては縁遠いものであった。以前のコンピュータは非常に高価であったことに加えて，使用方法が難解で容易に利用できるものではなかった。しかし，技術革新による大幅な性能の上昇[3]および価格の低下によって，コンピュータは大企業だけでなく中小企業さらには一般家庭においても購入可能なサービス財，つまり「パーソナルなコンピュータ」となっている。また GUI(Graphical User Interface) の導入などのユーザ・インタフェースの改善により，多少の学習を必要とするものの，一般の個人であっても比較的容易に利用することが可能となった。その結果，パソコンは大衆財になりつつあると考えられる。同様の過程は他の情報関連のサービス財においても見いだすことができる。すなわち情報関連のサービス財の多くが大衆財化しつつあると思われる。

次にデジタル技術は，情報関連サービス財の基本技術であり，デジタル化は当該サービス財を普及させる推進力の基盤となっている [1]。デジタル技術の最大の特徴は，いつでも何度でも完全な複製および復元が可能なことである。アナログ技術によるものが，信号が弱ったり雑音が入ったりすることにより，完全なコピーをすることができないのと対照的である。さらにデジタル化された情報は，様々な機器に導入されている広義のコンピュータとの相性という点において非常に優れている。なぜならコンピュータ自身がデジタル化されているからである。情報がデジタル化されると，情報の中身あるいは形態にかかわらず，情報を統合しコンピュータで処理することが可能である。加えて完全な複製および復元が可能であるので，処理した情報を送り，全く同じ状態で受け取ることも可能となる。デジタル化が進むことにより，情報関連の機器を用いて作成したものあるいは情報関連のサービス自体を，自分だけで利用するのではなく，他の個人あるいは企業と交換するという利用法が容易になりつつある。この利用法が新しい価値を生み出し，情報関連サービス財の普及を促進させる一つの要因となっている。

ネットワーク化の典型的な例は，インターネットの普及であろう。「ネットワークのネットワーク」であるインターネットは，もともと軍事的な需要から研究され開発されたものであったが，軍事的なネットワークと切り離され民間利用が可能となり，1990 年代の後半から急速に普及した。そして今では全世界を覆うネットワークとなっている。インターネットを利用すれば，すべての情報を全世界と瞬時に送受信することが可能である。さらに近年，通信の高速・広帯域化すなわち通信のブロードバンド化が進んでいる。ブロードバンド化によって，通信の速度が速くなり，流れる情報が大容量となりつつある。これにより従来容量が大きく送信することが困難であった情報も，容易に送ることが可能となる。高速・広帯域のネットワーク化の進展は，情報のやりとりを活発にし，新たな利用法あるいはサービスを生む。そして他の企業あるいは個人と接続可能であることが，企業および個人に新しい便益をもたらし，普及につながっている。

このように情報関連サービス財の大衆化，デジタル化，ネットワーク化が，当該サービス財の普及の基盤を作ったといえる。ネットワークの要素をもった情報関連サービス財は，単体のそれにはなかった利用法およびサービスを生み出し，社会全体に新たな便益をもたらすこと

[3] 情報技術には,「半導体の能力を示す集約度は 18ヶ月で 2 倍になる」という「ムーアの法則」という経験則があり，このスピードで開発が進んできた [1]。

になる。その結果，企業においては，情報関連および情報ネットワーク関連のサービス財がなければ，企業活動が成り立たないといっても過言ではない状況になった。企業にとどまらず一般の家庭においても，情報関連サービス財は日常生活に必要不可欠なものとなりつつある。

2.1.2　情報ネットワーク市場

情報関連のサービス財には大きな特徴が存在する。すなわち情報関連サービス財は，なんらかのネットワークを形成することが多いという特徴である。例えば電話およびファクシミリは，実際に有線もしくは無線のネットワークが存在し，その上で通信サービスを提供する。インターネットを経由した電子メールも，インターネットは物理的なネットワークのネットワークであるので，やはりネットワークが基盤となっている。また家庭用ゲーム機は，ゲームソフトの貸し借りを行うあるいはゲームに関するデータの交換をするという行為をとおして無形のネットワークを形成している。ワープロソフトのようなパソコンのアプリケーションソフトを考えてみても，必ずしも物理的なネットワークでつながっていないとしても，作成したデータの交換を行う「人のネットワーク」が存在することは多いであろう。あるいは使用方法を教え合う人のネットワークも考えられる。

つまり電話，ファクシミリおよび電子メールは，サービスの提供において，直接的あるいは物理的なネットワークを形成している例であるといえる。また，家庭用ゲーム機およびワープロソフトは，同じ製品もしくは互換製品間における間接的な「仮想ネットワーク」を形成する例と考えられる [33]。身の回りにある情報関連サービス財の多くに物理的あるいは仮想のネットワークが存在していることは，想像に難くない。

電話あるいはファクシミリを考えると，単体の機械で通信サービスを提供することは不可能であり，他の機械とつながる必要がある。また，家庭用ゲーム機は単体で利用することも可能であるが，ゲームソフトの交換という場においては，やはり他者との関係が生じるといえる。このように情報関連のサービス財は，直接的・物理的，あるいは間接的・仮想のネットワークを通じた消費者間の相互依存関係が存在し，財およびサービスの自己完結性が失われることになる。このネットワークに起因した自己完結性の欠如あるいは相互依存関係は，情報関連サービス財の大きな特徴である。

本稿では情報関連サービス財を特徴づけるネットワークの存在をふまえ，対象とする情報関連の財およびサービスを「情報ネットワークサービス財」，当該製品を「情報ネットワーク型製品」と呼ぶ[4]。さらに情報ネットワークサービス財が取引される市場を「情報ネットワーク市場」と呼ぶことにする。

経済および経営におけるネットワーク概念

ここでネットワークという概念を整理する。ネットワークという言葉は，あつかう領域によって指し示す対象が異なり，さらに時代とともに意味するところが変化している。大まかに

[4] 通常「ネットワーク財」あるいは「ネットワークサービス」といえば，電気，ガス，水道，あるいは鉄道などの物理的ネットワークを前提とした「インフラ産業」の財あるいはサービスを指すことが多い。ここでいう情報ネットワークサービス財は，直接あるいは間接ネットワークを通して消費者相互が影響を及ぼしあうことが特徴である。例えば鉄道のようなインフラ産業においても，利用者が増加すれば生産効率が上がり，価格が下がるなどの生産の要因を通じて影響を与えることは存在する。しかしこれは消費者相互の直接的な影響ではない。したがって，インフラ産業が提供するサービスに情報ネットワークサービス財が多いのは事実であるが，情報ネットワークサービス財がネットワークに基づくインフラ産業すべてを指すわけではない。

ネットワークは,「多数の要素がなんらかの媒体により結合されて網状となっている状態」を指すといえる [49]。

かつてネットワークは，道路あるいは鉄道網，電気あるいは電話などの配線網，ガスあるいは水道などの配管網のような物理的構造物の体系，すなわち財あるいはサービスを配送するための物理的通路を意味していた [10]。このネットワークの概念は，ハードなネットワーク・インフラストラクチャそのものである。しかし最近では，通信・情報交換・コミュニケーションなどの手段あるいは方法，もしくはそれへの参加者の集団のように，ハードとしてよりもむしろソフトとしてのネットワークを意味することが多くなってきた [24]。

経済の観点からネットワークを考えるならば，構成している要素は経済主体であり，主体間を結合するものは社会的な資源の結合・交換の過程である取引といえる [49]。その場合，ソフトとしてのネットワークは，経済主体間の関係あるいは構造を意味することになる。

経済学および経営学では,「ネットワーク」を主に 3 つの視点で研究している [49]。まずは，人・物・エネルギー・情報を通すネットワーク・インフラストラクチャの技術的な特徴に注目する研究である。例えば公益事業論がこれにあたる。この視点の研究では，主にサービスの提供に必要なネットワーク・インフラストラクチャの建設，管理，運営に関わる意思決定をいかにするべきかという問題を議論している。次は，組織という視点からネットワークを見る研究である。経営組織論等の研究がこれにあたる。この視点は，人，物，情報などの流れそのものがつながっている点に注意を払い，メンバーシップの決定，意思決定の方法，情報処理・伝達をめぐる問題，ネットワーク組織の有効性と限界などを分析している。

そして第三の視点は，ネットワークの成員間の相互・対称な外部性の性質を強調して考える研究である。このアプローチは，Rohlfs [64] によって提案されたものである。Rohlfs は，相手につながってはじめて価値を持つサービスを,「同じサービスを他のどのようなメンバーが利用しているかということに，その利用価値が決定的に依存するサービス」と特徴づけた。例えば電話のような情報通信サービスが典型である。電話のサービスから得ることのできる便益は，電話サービスを利用すれば誰と通信が可能であるかに決定的に依存する。そのためどれだけの数の相手と通信可能であるかということ，あるいはどのような相手と通信できるかということが，情報通信サービスの利用価値を決定することになる。利用価値が決定的に依存する訳ではないが，同様のことは家庭用ゲーム機におけるゲームソフトの貸し借りにおいても存在する。自分が使っているゲーム機に対応したゲームソフトでない限り，基本的にそのゲームソフトは動作しないため，ゲームソフトそのもののおもしろさを別とすると，ゲーム機の価値は，ソフトの交換可能性すなわち同機種のゲーム機をどのような個人がどれだけ利用しているかということにも依存している。

また外部性あるいは外部効果とは,「他の経済主体の状態が，市場における交換を経由することなく，財およびサービスの価値に直接影響を与える効果」を指す。経済学において外部効果の研究対象としてしばしば取り上げられるものが公害である。例えば工場が汚水を垂れ流すことにより漁業に従事する人たちが打撃を受けることは，公害が市場における交換を経ることなく漁業従事者に負の影響を与える外部効果である。しかし外部効果には，公害のように他の経済主体にマイナスの影響を与える「負の外部効果」だけでなく，プラスの影響を与える「正の外部効果」も存在する。これまでの経済学では，公害あるいは交通混雑など負の外部効果に関する議論が中心であり，正の外部効果に関してはあまり関心が払われなかった [46]。

情報通信サービスは，通信可能な相手が増加すればサービスの価値も増加するであろう。同様に家庭用ゲーム機も，同機種のゲーム機の利用者が増加すれば，多少なりともその価値は

増加するであろう。この価値の増加は市場の交換を経由したわけではなく，正の外部効果であるといえる。つまりこの研究の視点は，経済主体同士がつながっていることがサービス財の価値に与える影響，すなわちネットワークにおける外部効果に注目したものといえる。このようなネットワークに関する正の外部効果は，ネットワーク外部性あるいはネットワーク外部効果と呼ばれる。

情報ネットワークサービス財は，直接的あるいは仮想のネットワークに基づいた情報サービス財であるが，ネットワークの存在がサービス財の価値に影響を及ぼす。しかも他者との相互依存関係の広まりが，サービス財に正の影響を与える。つまり情報ネットワークサービス財は，ネットワーク外部性をもつサービス財である。また逆に，ネットワーク外部性の存在が，情報ネットワークサービス財を特徴づける性質であるともいえる。

2.1.3　情報ネットワーク市場の特異性

情報ネットワーク市場には，他のサービス財市場に見られない普及に関する特徴が観察される。主なものとして，サービス財が市場に投入された当初における特徴，および市場競争が進んだ後における特徴の 2 つがある。

サービス財市場投入当初の特徴は，普及の閾値の存在である。ネットワークは，立ち上がり期になかなか加入者が集まらず，絶えず退化消滅の危機にさらされることがある。特に電話のネットワークのように，双方向性があり，発信者と受信者が両者ともネットワークに加入していなければ便益が享受できないシステムに，発展段階の初期に越えなければならない閾値があることは，通信の分野では以前から経験的にもよく知られている [28]。逆にこの普及の閾値を超えたなら，サービス財の普及は進むことになる。

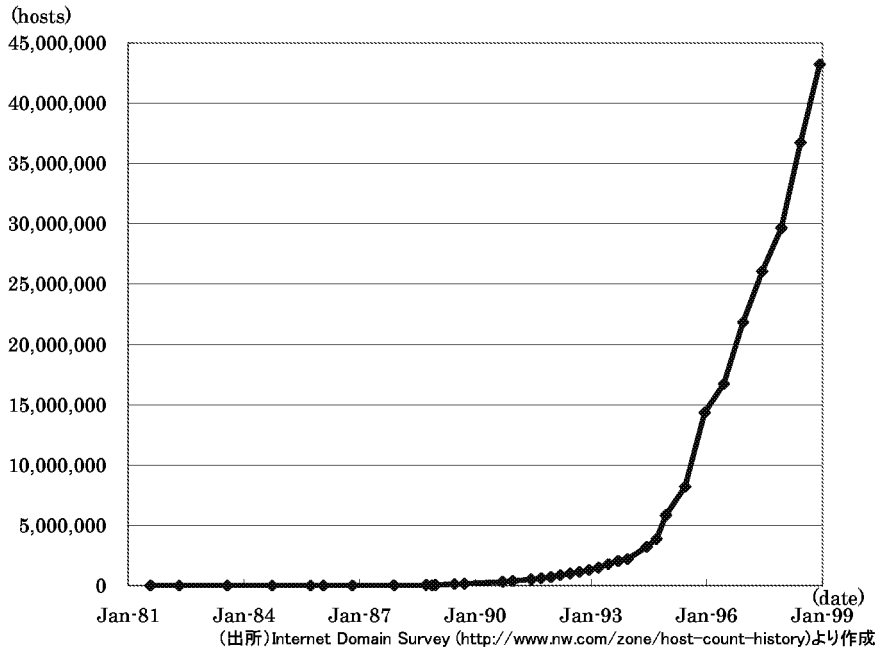
この普及に関する閾値は，一般にクリティカル・マスと呼ばれている[5]。情報ネットワークの一つであるインターネットにおいても，クリティカル・マスを見いだすことができる。図 2.2 は，インターネットに接続されているホスト・コンピュータ数の推移を示している[6]。推移を示すグラフを見ると 1995 年前後から急激にインターネットが普及していることがわかる。研究者のネットワークといえる全米科学財団 (NSF) のネットワークが構築された後，民間のパソコン・ネットワークに接続され，一般の個人が使えるようになったのが 1989 年である。その前後から利用者が増加し，普及の閾値を超えた結果，急速な普及につながったと考えられる。

市場競争が進んだ後に見られる特徴とは，すなわち市場競争の帰結である。情報ネットワーク市場における市場競争は，往々にして「一人勝ち」の結果を招く。典型は，家庭用 VHR の事例である。かつては VHS 方式および β 方式が拮抗した市場の状況が存在したが，今では VHS 方式のみが普及し，β 方式は見かけることすら困難になった。山田 [78] によると，同様の例は表 2.1 に示すように規格を伴う製品に多く見られるという。

表 2.1 に挙げられている例を見ると，勝者の製品と敗者の製品との間には大きな普及の差があり，敗者となった製品で完全に市場から駆逐されてしまったものも多い。つまり市場競争の結果，勝者となった製品の「一人勝ち」の状況が発生している。このように情報ネットワーク市場には「Winner Takes All（勝者総取り）」という特徴が存在すると思われる [13]。

しかも，ネットワーク同士が競争する時には，適者が必ずしも勝者とならない場合がある。

[5] 経験的に電話の普及率に関するクリティカル・マスはおよそ 10%であると言われている [22]。
[6] Internet Domain Survey (http://www.nw.com/zone/host-count-history)



図– 2.2: インターネットにおけるホスト・コンピュータ数の推移

つまり場合によっては，技術的優位性を持つ商品やサービスでも競争に勝ち残ることができない事態が起こり得ることになる。表 2.1 の例においても，勝者が敗者に比べて必ずしも優れた製品ではなかったと言われることが多い。

以上のように，情報ネットワーク市場には他のサービス財市場には存在しない特徴がある。これらの特徴は，これまでの経済学から導かれる市場の性質とは大きく異なるといえる。

表– 2.1: 情報ネットワーク市場における一人勝ちの例

製品	勝者	敗者
家庭用 VTR	VHS	ベータマックス
カメラ一体型 VTR	8 ミリビデオ	VHS-C
雑音低減システム	ドルビー	adres, dBX, ANRS 他
マイクロプロセッサ	インテル	モトローラ
パソコン OS（16 ビット時代）	MS-DOS	CP/M86
パソコン OS（32 ビット時代）	Windows	MacOS
デジタル携帯電話 (世界)	GSM	PDC

（出所）山田英夫 (1999)『デファクト・スタンダードの経営戦略』中公新書

2.1.4　普及特性発生の主要因

情報ネットワークサービス財の普及過程，あるいは市場における消費者便益，企業行動，および社会厚生には独特の特徴が見られる。Katz and Shapiro [34] あるいは Arthur [5] が指摘しているように，この特徴は大きく 2 つの要因から生じると考えられる。すなわち一つはネットワーク外部性であり，もう一つは消費者が製品の使用を通じて得る習熟である[7]。

情報ネットワークサービス財の普及には，ネットワーク外部性もしくは習熟，あるいはその両方の要因が影響を及ぼすことになる。例えば，ネットワーク外部性を有する製品には，電話あるいはファクシミリなどがあり，習熟要因を有する製品には，コンピュータのキーボード配列があり，両方の要因を有する製品には，ワープロソフトおよび表計算ソフトなどがある [58]。電話あるいはファクシミリは，同じ電話ネットワークに加入している，同規格のファクシミリを使っているユーザの数が多ければ多いほど，当該製品の価値が増加する典型である。キーボード配列は，ユーザが使えば使うほど慣れ親しむことになるので習熟要因の典型といえよう。

ネットワーク外部性が存在する場合，同一製品および互換製品を使っている，すなわち物理的であれ仮想であれ，同一ネットワークに属する個人のグループの規模に応じて，当該製品から得ることのできる便益が変化する。そのグループの規模は，ある一時点において同一ネットワークに属しているグループの規模でも，現在までの状況をもとにした期待という意味においての規模でもかまわない。つまりネットワーク外部性は，同時点および異時点間にかかわらず，個人グループ間の相互依存関係が生み出す影響であるといえる。

それに対し，消費者における習熟は，他の個人の行動から受ける影響ではない。習熟は，使用方法が独特もしくは多少複雑な製品において顕著に見られるが，各々の個人が当該製品を使用し続けることにより，当該製品に慣れ，獲得するものである。つまり習熟は，個々人の使用時間経過に伴うその個人自身の内的な変化である[8]。

このように整理すると，ネットワーク外部性は個人が相互に影響を及ぼし合うものであり，複数の個人間の広がりを持った，いわば「空間的要因」と考えることができる。それに対して習熟は各々の個人内における「時間的要因」と考えることができる。この空間もしくは時間，あるいはその両方の要因が，情報ネットワークサービス財の普及を左右することになる。

2.2　ネットワーク外部性による市場特性

情報ネットワーク市場における普及特性の主要因の一つは，ネットワーク外部性である。本節では，サービス財の普及に関してこれまでなされてきたネットワーク外部性の研究を整理する。

[7] Arthur [5] は，ユーザたちのネットワークと結びついている「ネットワーク効果」および使うにはトレーニングが必要な「顧客適合性」として指摘している。

[8] キーボード配列をネットワーク外部性の事例として挙げるなど，情報ネットワークサービス財についての議論では，習熟をネットワーク外部性と混同して論じる嫌いがある。しかしネットワーク外部性の定義に照らすと，キーボード配列はネットワーク外部性の事例としてはふさわしくなく，この 2 つの要因は明確に区別する方が望ましいといえる。

2.2.1 製品普及における関連概念

情報ネットワーク市場には独特の普及特性があり，したがって本稿が注目するのは情報ネットワークサービス財の普及である。特にネットワーク外部性により発生する普及特性は，本稿の中心対象である。これまで製品普及に関しては，様々な研究がなされてきた。ここでは製品普及の研究において，ネットワーク外部性と関連がある概念として，イノベーション普及学およびバンドワゴン効果を取り上げる。

イノベーション普及学

新製品の普及過程には多くの研究が存在する。その中で製品を採用する個人の属性に注目し，普及過程を概念化したのが Rogers の普及学である [63]。Rogers はイノベーションの普及について，採用の頻度を時間の経過に従ってプロットすると，たいていの場合，正規性のつり鐘型曲線になり，採用者数を累積した図を描くと，S 字形曲線を描くことを示した。

採用者の数は初めのうち非常に少なく，採用者の分布はゆるやかに伸びていく。そして社会のシステムのメンバの半数が採用した頃，伸びは最も急カーブになるが，最後まで残った少数の人々が採用する頃には，まただんだんゆるやかになっていく。そしてその S 字曲線は正規性を示すことが多い。正規性についてはいろいろな国々の様々な社会システムの中で，各種イノベーションについて行われた調査から得られ，実証命題として示されている。

また Rogers は，平均値および標準偏差をパラメータとし，時間に関して採用者カテゴリーを 5 つに分類した。そして採用時期が最も早い最初の 2.5%である「革新的採用者（イノベータ）」から製品を採用し，初期少数採用者，前期多数採用者，後期多数採用者，採用遅滞者と製品を採用していくプロセスを示した。

Rogers の普及過程の概念は，ネットワーク外部性と直接的な関係はない。しかし初期少数採用者はオピニオン・リーダーシップが高く，普及過程を促進する伝道師となり，イノベーションが普及すると言われている。またイノベーションの採用は，個人間ネットワークを通じて起こる各人の相互作用の所産である。そのため，ある時点で普及の S 字曲線が「離陸（テイクオフ）」することが観察されることが報告されている。このように普及学における概念は，ネットワーク外部性により発生する普及の特性と共通点が存在する。

バンドワゴン効果

Leibenstein [41] は効用の外部効果を導入し，市場需要関数が個人需要関数の単純和とならない現象を説明した。効用の外部効果あるいは消費における外部効果は，個人がある財を消費する場合にその財の消費から得られる効用が，その財固有の品質と数量に依存するだけでなく，その財が他の個人によってどれだけ多数消費されているかによって直接影響を受ける効果のことである。その外部効果がプラスに働く場合は「バンドワゴン効果」，マイナスに働く場合は「スノッブ効果」と呼ばれている。いずれも，ファッション性の強い商品にはしばしば観察される効果である。例えば，隣近所がピアノを購入すると自分もピアノが欲しくなるのがバンドワゴン効果であり，多くの人が着ている服は購入したくなくなるのがスノッブ効果である。

バンドワゴン効果が存在すると，需要曲線はより水平になる，つまり価格弾力的になることがわかっている。他の個人の消費行動に影響を受ける点で，バンドワゴン効果はネットワー

ク外部性に似ている。

ネットワーク外部性にしろバンドワゴン効果にしろ，他の多くの消費者が当該製品を購入すれば購入するほど，消費者の購買行動につながる点は同じである。しかしピアノの例で考えると，ある個人がピアノを購入したとしても，バンドワゴン効果によってピアノ自体の価値，特にすでにピアノを購入している個人がピアノに見いだす価値が高まることはないであろう。この場合のワンドワゴン効果は，未購入の個人が購入した個人の消費行動を「うらやむ」気持ちなどから発生するものであると考えられる。したがって消費行動が財の実際の価値を変化させることはない。つまりバンドワゴン効果は純粋な心理的効果をも含んでいるといえる。

それに対して，ネットワーク外部性は，電話を想像すれば明らかなように，実際に当該財の価値，当該財から得られる便益が増加している。さらに便益の増加は，すでに電話サービスに加入している個人およびまだ加入していない個人の両方について成立している。この点がピアノの例に見られるバンドワゴン効果と大きく異なっている。つまり，バンドワゴン効果はネットワーク外部性に比べて，より広義な概念であるといえる。

2.2.2　ネットワーク外部性

ネットワーク外部性は，最初に Rohlfs [64] によって提案され，Katz and Shapiro [34] 等によって名づけられた概念である。これまで主に産業組織論で取り上げられ，研究がなされてきた。

ネットワーク外部効果とは，あるサービス財が他の個人によって多く消費されていればいるほど，ある個人にとって当該サービス財を消費することから得られる便益が高くなる「消費における外部効果」の一つである。つまり，サービス財がつくる物理的あるいは仮想のネットワークの規模が大きいほど，個人にとってネットワークの利用から得られる便益が大きくなるということである。

ネットワーク外部性の典型例は，情報通信サービスである。ある特定の一人のみと通信できるサービスよりも，あらゆる相手と通信可能なサービスから高い便益を得ることができるのは明らかである。これは，ネットワークへの加入者数が増加し，通信できる相手が増えれば増えるほど，一加入者が当該通信サービスから得ることのできる便益が増加するためである。つまり個人が情報通信サービスを消費したときに感じる便益が，そのサービスが本来持つ有用性だけでなく，情報通信ネットワーク全体の姿，つまりそのネットワークへ加入している個人の多さに大きく影響される。

情報ネットワークサービス財と他のサービス財との重要な差異として，供給側の要因がしばしば挙げられる。例えば，複製の費用が無料あるいは非常に微少である点，開発費あるいはサービス提供に必要なインフラストラクチャにかかるコストが巨大であるため平均費用逓減産業の性質を持つ点などである。しかしネットワーク外部性は，サービス財を利用する側である需要側に働く性質である。つまりネットワーク外部性の概念は，ネットワークの供給側の特徴と完全に独立して定義された「需要側の規模の経済」といわれるものである [26]。需要側に起因する性質であるため，林 [28] はネットワーク外部効果に関して次の点を指摘する。

- ネットワーク外部効果は，ネットワーク参加者相互に発生する効果で，ネットワークを構成するインフラストラクチャーの物理的形状あるいは技術的特性とは全く独立した概念である。

- ネットワーク外部効果はネットワーク加入者相互の影響の対称性を前提としている。すなわち，加入者 A は自分以外の多数の加入者から外部効果を受け，加入者 B も自分以外の多数の加入者から外部効果を受けることになる。その意味で，ネットワーク外部効果は，サービス完結のためには互いに相手を必要とするというサービスの双方向性および対称性を前提とする概念である。

情報ネットワークサービス財を対象とした研究において，ネットワーク外部性と供給側の費用特性とを混同しているものも存在する。しかしネットワーク外部性はサービス財利用者相互の双方向の影響に起因する性質であり，あくまでも需要者側の特性である。また需要者側の特性であるネットワーク外部性によって，情報ネットワークサービス財の普及の特異性が発生するということこそ，当該サービス財と他のサービス財との違いを際だたせる点であるといえる。ネットワーク外部性は，まさに需要者側の経済学である。

ネットワーク外部性の類型化

Katz and Shapiro [34] は，ネットワーク外部性が存在する代表的事例として以下の 3 つを挙げている。

(1) 加入者数に依存する電話サービス

(2) ソフトウェアの充実が前提となるハードウェア産業

(3) アフターサービスが必要な耐久財

類型 (1) は直接的・物理的なネットワークに基づき，直接的外部性もしくは技術的外部性と呼ばれる [29]。電話もしくはファクシミリのような通信サービスは，ネットワークへの加入者数がサービスの価値を決定することになる。つまり，加入者数がサービスの価値の決定的要因である状況でのネットワーク外部性であり，ネットワーク外部性の定義に最も則したものである。

類型 (2) は直接的なネットワークに基づくわけではないが，仮想的なネットワークを通じ，間接的に影響を及ぼす外部性である。例えば家庭用 VTR 機本体の価値がビデオソフトの価格もしくは多様性の影響を受け，ビデオソフトの価値も VTR 機本体の普及率に左右される，いわゆる「ハードウェア／ソフトウェア・パラダイム」がこれにあたる。つまり，ハードとソフトの相互依存関係あるいは補完関係が前提となっているものである。このネットワーク外部性は，間接的外部性もしくは金銭的外部性と呼ばれることもある [29]。

類型 (3) は耐久消費財全般，あるいは会員制サービスなどの継続的サービス財にあてはまるネットワーク外部性である。例えば自動車がそうである。保守および点検を行ってくれるサービスネットワークが充実しているならば，そのことが自動車の価値を高めることになるからである。しかし自動車のようにこの類型に属するサービス財の価値のなかで，アフターサービスが非常に大きな割合を占めているわけではなく，製品自体の機能もしくはデザインなども価値の中では大きな位置を占めている [43]。その意味で，この類型はネットワーク外部性が製品価値の大きくない一部となっているものと考えられる。

Katz and Shapiro [34] をはじめ多くの研究において，ネットワーク外部性はこの 3 類型に分類される。しかし，松村他 [43] が指摘しているように，(1) の類型と (3) の類型とは,「製品

あるいはサービスから消費者が享受するサービスの総体に占める，ネットワーク効果を受けやすい機能のウェイト付けの違いとして解釈可能である。」すなわち両者の違いは，単に製品に占めるネットワーク外部性のウェイトの違いであり，本質的な違いではないといえる。したがって通常 3 類型に分けられるネットワーク外部性であるが，直接的なネットワーク外部性および補完的なシステムによるネットワーク外部性の 2 類型に分け，類型内の製品毎の差異はウェイトの違いとして認識するべきであろう。

情報ネットワークサービス財の普及を検討する場合，製品によってネットワーク外部性のウェイトが異なっているため，ネットワーク外部性に基づいた議論で普及の特徴をすべて示すことが難しい場合もある。しかし情報ネットワークサービス財は比較的ネットワーク外部性のウェイトが高いように思われる。したがって，ネットワーク外部性から検討を加えるならば，情報ネットワークサービス財の普及の基本的な特性は明らかにできると考えられる。

クリティカル・マスの存在

ネットワーク外部性がもっとも顕著にあらわれるのは，直接的ネットワークに基づいた製品である。その代表例は電話である。電話サービスにおける通信需要の相互依存性を見れば，情報ネットワーク市場が通常の財市場と大きく異なる特徴を有することがわかる。すなわち，サービスの生育可能性と立ち上がりが，本質的に異なっていることである。

情報ネットワークサービス財の普及には，超えなくてはならない閾値，クリティカル・マスが存在する。そして，このクリティカル・マスを超える製品普及を得るならば，製品は自立的に普及拡大していく。しかし反対に，その製品がどんなに優れており発展可能性が高いとしても，このクリティカル・マスを超えなければ， 製品が普及せず衰退することになる [25,64]。

クリティカル・マスの存在は，ネットワーク外部性の定義からある程度理解できる。ネットワーク外部性が存在すると，一人の製品購入者が製品の価値を高め，未購入者を購入に向かわせる。いわば「類が友を呼ぶ」のである。逆に購入者が少ないならば製品の魅力が小さくなり，購入しない意思決定をする消費者を増やすことになる。したがって，両方の状態を分かつ分水嶺となる購入者数あるいは普及率が存在するはずで，それがクリティカル・マスとなるのである。

林・田川 [22] は，閾値の存在を，需要および供給の両側面から説明している。まず需要面では，ネットワークに属することは，他の加入者との相互関係が重要であるので，ここでの意思決定は自分の都合だけでなく「他の加入者にはどんな人がいるのか」という要素の影響を受ける。つまり需要が他の需要と「相互依存」の関係にある。したがって，仮にこの相互依存関係がプラスの方に働けば,「あの人が入るなら私も入りたい」という需要を喚起し，ネットワークの拡大は自己増殖的に維持される。しかし逆に，相互依存関係がマイナスの方に働けば,「あの人が入るまで様子を見よう」という結果になってネットワークは拡大しないことになる。

供給面からは次のように説明できる。電話事業はサンク・コストの大きいビジネスであるから，規模の経済が働く。しかし，この規模の経済は，一定以上のまとまった供給を行うようになったときに初めて機能するのであって，小規模の分散型の供給をせざるを得ない段階では，メリットを享受できない。ここに何らかの閾値が存在することになる [22]。

このクリティカル・マスに関して，Rohlfs [64] は，情報通信市場の需要側の詳細な分析を行った。利用者および非利用者を含めたすべての個人が効用を最大化しているときの加入者の

集合である「均衡加入者集合」の概念を導入し，加入者の集合に関する一般的な特性について調べ，非空の均衡加入者集合の存在条件を明らかにした。他に誰が加入しているかに依存する二項型の需要関数を設定し，サービス開設における問題，すなわち，いかにサービス普及の閾値である臨界加入者数に到達するかという問題に対し基本料金と利用料金の適用を論じた。

Oren and Smith [61] は，サービス開設に必要な臨界加入者数と，どこまで加入者が増えるか，加入者集合の拡張水準の双方を決定する経済学的モデルを開発した。利用者は総便益から支払い費用を差し引いた純便益を最大化し，供給者は利潤を最大化するという仮定のもとで，情報通信サービスの料金体系を評価した。需要側において，存在するすべての利用主体と通信可能なときの通信量である「総潜在通信量」，およびそのうち実際に通信可能な通信量である「実現可能潜在通信量」が，加入者ごとに異なると仮定され，それらは他に誰が加入しているかに依存して決定されるとする。そして料金と外部効果が積の形式に分離可能な需要関数を用いることによって臨界加入者数と均衡加入者数を導出することを可能にした。また Hayashi [26] は，ネットワーク外部性を非常に簡単な形にモデル化し，臨界加入者集合すなわちクリティカル・マスおよび均衡加入者集合の存在を明らかにした。

クリティカル・マスが存在するということは，逆にいえば，製品を市場に投入した初期段階にクリティカル・マスを越える製品購入者が必要となるということになる。さもなければ普及し得ないのである。そのため導入初期の低価格戦略のようなネットワーク育成戦略が有効となる[9]。市場導入期に思い切った低価格戦略，場合によっては無料で製品を配る戦略が普及促進および市場競争で勝ち残るために有効である[10]。場合によると，当該製品について短期的な収益が悪化するかもしれないが，長期的な視点から考えて，まずクリティカル・マスを超えるための戦略を採ることが必要となる[11]。

過剰慣性および過剰転移

ネットワーク外部性が存在する市場において市場競争が行われた場合，競争に歪みが生じる可能性がある。ネットワーク外部性は公害などの負の外部性と異なり正の外部性であるが，市場に外部効果を及ぼすために，市場の失敗が引き起こされるのである。

Farrell and Saloner [17,18] は，ネットワーク外部性の存在する市場における 2 つの市場の失敗を明らかにした。すなわち過剰慣性および過剰転移である。新旧両製品が競合している状況があるとする。過剰慣性は，新製品が普及したほうが高い社会厚生が実現するにもかかわらず旧製品が採用される状況である。一方過剰転移は，旧製品が普及したほうが高い社会厚生が実現するにもかかわらず，新製品が採用される状況である。

過剰慣性および過剰転移という市場の失敗が発生する原因として，現時点で既にどちらかの製品を購入している個人の大きさである，既得基盤 (Installed Base) が挙げられる。例えば新製品が投入されるまでにある程度の時間が経過しており，その間に旧製品が大きな既得基盤を築いているなら，新製品の採用は進まず，過剰慣性が発生する。このような場合，社会的に見て非効率的な製品が温存され，効率的な技術製品の普及が阻害される。また，非効率

[9] したがってネットワーク外部性が存在する市場においては，企業の価格戦略として，従来の「ペネトレーション・プライス方式」でなく「スキミング・プライス方式」が採用されることが多い [77]。

[10] 同じビデオテックスに関して，導入期に無料で端末を配ったフランスのミニテルの成功事例と，導入期の低価格戦略をとらなかった日本のキャプテンシステムの失敗事例から，クリティカル・マスの重要性を垣間見ることができる。

[11] 低価格戦略をはじめとした普及促進戦略を採った場合に利益をあげる仕組みについては，山田 [77] を参照されたい。

的な新製品が将来普及すると予想される場合，効率的な旧技術製品が駆逐されることになり，過剰転移が発生する。

いずれにしても，形成される製品購入者集団からの影響が，行き過ぎた行動を生み出すことになる。既得基盤がネットワーク外部性を通じて製品の便益に正の効果を与え，そのことがさらなる加入者を呼び込む，ポジティブなフィードバックを生み出す。過剰慣性および過剰転移は，ネットワーク外部性が発生させる市場の失敗の典型といえる。

スポンサーの影響

ネットワーク外部性の存在する市場にはクリティカル・マスが存在するという性質から，既得基盤のほかに，普及戦略に投入される資金も市場の失敗を引き起こすことが想像される。この資金に大きく影響を及ぼすのがスポンサーである。スポンサーとは，技術の所有権を持ち，普及のための戦略的活動を行う主体である。例えば自分の所有する技術を採用した製品を普及させるために普及戦略のための資金を拠出することもある。

競合関係にある新旧両製品があるとする。もしスポンサーが不在なら，先行者である旧技術が有利となる「先手の利」が存在する。なぜなら旧製品はこれまである程度の既得基盤をもっており，ネットワーク外部性が旧製品に有利に働くからである。もし片方の製品だけがスポンサーを持つならば，スポンサーを持つ製品が有利となる「スポンサーの利」が存在する。それはスポンサーが資金の提供を行うので，製品導入初期に思い切った低価格戦略を採ることができるからである。また，もし両方の製品が決定的な違いのないスポンサーを持つならば，技術的に優れた製品である新製品が有利となる「後手の利」が存在する可能性がある。これは消費者の将来に対する期待が働くからである [36]。

ここで問題なのは，優れた製品が常にスポンサーを持つとは限らないことである。劣った製品がスポンサーを持った場合,「スポンサーの利」が働けば，劣った製品が消費者に採用されることになる。製品導入初期に低価格戦略を採れば初期に多くのユーザを獲得しやすく，そのことがネットワーク外部性をとおして，劣った製品を消費者が選択しやすい状況を作っていくのである。このようにスポンサーによる市場の失敗も存在する。

2.2.3　標準化および互換

製品普及戦略としての製品互換

情報ネットワークサービス財の普及には，クリティカル・マスが存在する，あるいは市場の失敗が発生するなど，ネットワーク外部性がサービス財の普及に独特の影響を及ぼす。製品を供給する企業は，優れた製品を供給しさえすれば市場競争に勝利できるというわけではないという事実に直面する。しかしネットワーク外部性によって発生する状況を，手をこまねいて待っているわけにはいかない。逆に，ネットワーク外部性が存在するもとで，自社製品をより普及させる製品普及戦略を採用する必要がある。

自分の製品がクリティカル・マスを早く超えるために，製品導入初期の低価格戦略あるいは略奪的価格戦略をとることも一つの手段である。しかしその他の戦略も存在する。ネットワーク外部性が存在する場合，同一製品を採用する消費者の数が多くなれば多くなるほど，当該製品の価値は高まることになる。そのため，情報ネットワークサービス財の普及を促進するために，同一製品の消費者の数を増やす，すなわち製品のネットワークを拡大する方策を検討

することは自然なことである。

製品のネットワークを拡大するために用いられる代表的な企業戦略が，異なる製品間に互換性を達成する，互換戦略である。互換性とは，製品の一部および全部を共通化すること [39] である。互換性が存在すれば，例えばデータの交換が可能となるなどの効果が期待できるため，異なる製品間であっても，消費者には同一のネットワークに属する製品と認識されることになる。そのことがネットワーク外部性を通して製品価値を高め，普及を促し，結果として企業の利潤を高めると期待される。

この互換性であるが，企業戦略として必ずしも良い効果のみを期待できるわけではないことも事実である。それは自社製品としての個性を失うことである。つまり自社製品と他社製品との差別化が難しくなるということである。互換性を保とうとすると，自ずから独自の製品設計の自由度が低くなり，消費者へ自社製品をアピールすることが難しくなる。互換戦略は他製品と同一ネットワークに属することを強調する戦略であり，いわば他社との同一性をアピールする戦略である。他方，差別化戦略は他社との示差性をアピールする戦略であり，両者は論理的に相容れないものである [39]。もちろん情報ネットワーク市場においても差別化戦略は重要戦略の一つであり，当該市場において有効な互換戦略との二者択一を，企業は迫られることになる[12]。

しかし一般的傾向として，情報ネットワーク市場における互換戦略は，普及に関して有効な企業戦略であるということはできよう。したがって当該市場において，企業は常に互換戦略を念頭に置き，互換戦略の有効性をはかりながら各種経営戦略を検討することが重要といえる。

互換性および 2 つのネットワーク外部性

企業にとって有効な経営戦略の一つである互換戦略であるが，社会全体に視点を移した場合，ネットワーク外部性を持つ市場特有の問題として，互換性の誘引に関する問題が存在する。すなわち，互換性の私的な誘引と社会的誘引との間の乖離，および過小な水準の互換性が達成されるという問題である。この問題に対し依田 [29] は，Katz and Shapiro [34–36] をもとに，時間の観点からネットワーク外部性を 2 つに分類した。すなわち，横断的ネットワーク外部性および縦断的ネットワーク外部性である。横断的ネットワーク外部性は，ある一時点の消費者間相互に及ぶネットワーク外部性であり，縦断的ネットワーク外部性は，消費者の異時点間にわたるネットワーク外部性である。

横断的ネットワーク外部性

Katz and Shapiro [34] は，横断的ネットワーク外部性に関し，互換性が社会厚生に及ぼす影響および互換性の誘引について明らかにした。

まず，当該財の市場取引量については，互換性が存在する場合のほうが，存在しない場合よりも大きくなる。これはまさにネットワーク外部性による直接的な影響である。互換が達成されるとネットワークの規模が大きくなり，ネットワーク外部性により必然的に当該財から得られる便益が増加し，取引量が増加するからである。これに関連し，企業利潤，消費者余

[12] 過度な互換性が進むことは，製品選択における多様性を失うことになり，消費者にとっても望ましいものとはいえない。したがって消費者においても，ネットワーク外部性を享受する互換性と，製品選択における多様性との間のトレードオフが発生することになる。

剰，および社会厚生ともに，互換性が存在する場合のほうが存在しない場合よりも大きくなる。これらはネットワーク外部性のプラスの影響である。

一方，互換性の誘因については，マイナスの影響が現れる。すなわち，互換性を達成しようとする企業側の私的な誘因は，社会的な誘因よりも小さくなるのである。したがって，社会厚生の観点からすると互換性が達成されるべきであるにもかかわらず，企業側にその十分な動機がなく，実際には互換性が達成されない状況が発生する。ここにネットワーク外部性が原因となる，市場の失敗が起こる。さらに，互換達成の費用について，費用が互換性の私的誘因を上回るが社会的誘因を下回る場合があるなら，やはり社会厚生の観点からは，互換の達成が望ましいにもかかわらず，実際には互換が達成されないという市場の失敗が発生する。

縦断的ネットワーク外部性

Katz and Shapiro [35,36] は，異時点間にまたがる縦断的ネットワーク外部性が存在する場合について，互換性の誘因および市場の失敗を検討した。ある製品について先行型の企業と逆転型の企業が存在し競合している場合，縦断的ネットワーク外部性および両企業間の技術格差効果[13]によって競争の成り行きが変わってくる。

両製品に互換性が存在するならば，消費者は安価な製品，すなわちその期に技術的優位性が存在する製品を購入するであろう。これは，両製品間に互換性があることより，どちらの製品を購入しても同様のサービスを享受することができるためである。互換性が存在する場合，ネットワーク外部効果は両製品に共通となるため，純粋な価格競争となる。さらに社会厚生の観点から見ると，一般的に，互換性が存在する場合の社会厚生は，互換性が存在しない場合よりも大きくなる。これはネットワーク外部性が働くためである。このように互換性は社会的に望ましいことが多い。

もし互換性が存在しないならば，異時点間のネットワーク外部効果を技術格差効果が大きく上回らない限り，逆転型企業の方が先行型企業よりも競争優位に立つことになる。その意味において，後手の利が存在する。これはまさに縦断的ネットワーク外部性によるものである。さらに，互換性の設定には通常，費用がかかる。その費用に対し，社会的に製品の互換性達成が望ましいにも関わらず，企業の互換性への誘因がない場合が存在する。しかも，逆転型企業の互換性への誘因はさらに作用しない可能性がある。この意味において，互換性の過小供給がおこる可能性がある。一種の市場の失敗である。逆に，互換性の費用が社会的な誘因よりは大きいが，企業の誘因の合計よりは小さい場合も存在し得る。その場合は，社会的に望ましくない互換性が達成される。その意味で，互換性の過剰供給が起こり得る。これも一種の市場の失敗である。

企業および消費者間の利益相反

互換の達成において存在する市場の失敗であるが，ネットワーク外部性の便益から見れば，企業と消費者との間に便益享受のジレンマの存在を指摘できる。互換を達成すればネットワークの規模が大きくなり，ネットワーク外部性を通して消費者が享受する便益が増加する。しか

[13] 両企業は等質財を生産するが，生産技術については，前期では先行型企業が，後期では逆転型企業が優位性を持っている。したがって費用に関しても同様の優位性が存在し，費用に関する技術格差効果が発生することになる。

し互換の達成に必要な費用を負担するのは基本的に企業であり，受益者と負担者が異なっている。このことが互換の過小達成の原因となるのである。

企業は価格差別化戦略，あるいは抱き合わせ戦略などの経営戦略を採れば，消費者が享受している便益を企業の利潤に転嫁することができる。しかしそれらの経営戦略が行きすぎたものとなる場合，互換性の過小達成は回避することができるものの，ネットワーク外部性による便益をすべて企業が吸収してしまい，消費者がネットワーク外部性の便益を享受することができなくなってしまう。

つまり，依田 [30] が指摘しているように，ネットワーク外部性の便益について発生する，配分の非効率性の回避と分配の不公平性との間のジレンマが発生することになる。いわば，生産者主権の効率性と消費者主権の公平性との間の緊張関係が存在するのである。このように考えると，互換に関する市場の失敗が回避されたとしても，それだけで十分とはいえず，消費者側および企業側両方の検討が必要となることがわかる。企業としてはいかに互換を達成するか，そして消費者としてはいかに公平に便益を享受するかという，両方の仕組み作りが重要となる。

2.2.4 プラットフォーム財における市場競争

プラットフォーム財

情報関連のサービス財には，ベースとなる財あるいはサービスの上に更にソフトのような財あるいはサービスが提供される形態をとるものが存在する。ベースとなるサービス財はハードウェアであることが多いが，そのハード部分が何らかのソフトウェアを前提として便益をもち，しかもそのハードの普及率がユーザにとって正の消費外部性，すなわちネットワーク外部性をもつという特色を，当該サービス財は持っている。このような場合，ベースとなるサービス財は「プラットフォーム財」と呼ばれる [11]。補完的な関係にある複数の財を組み合わせて消費するサービス財は「システム財」といわれるが [6]，プラットフォーム財はシステム財のベースとなるサービス財を指している。

プラットフォーム財は，Katz and Shapiro [34] が挙げたネットワーク外部性の代表的事例の一つである「ソフトウェアの充実が前提となるハードウェア産業」におけるサービス財に対応している。例えばパソコンならば，オペレーティング・システム (OS) がプラットフォーム財であり，アプリケーションソフトは OS というプラットフォーム財の上で動作している[14]。また家庭用ゲーム機ならば，ゲーム機本体がプラットフォーム財であり，ゲームソフトはハードウェア本体の上で動作する。このようなサービス財は，情報関連産業に多く存在している。

プラットフォーム財およびその上のサービス財は補完的な関係にあるため，両者の間には固有の連結が生じやすくなる。両者の連結のために，プラットフォーム財はその上のサービス財の価値を自分自身へも付加することが可能である。そのため，キラー・アプリケーションと呼ばれる優良なサービス財と結びついているプラットフォーム財は大きな競争優位性を持つことになる。これは，個人がプラットフォーム財を利用する際，当該プラットフォーム財そのもののネットワーク外部性からの便益を得るが，それに加えて，結びついているサービス財からの便益を外部効果として得るためと言い換えることができる。

[14] OS はパソコンというハードウェアの上で動作するので，ハードウェアが OS にとってのプラットフォーム財になっている。しかし一般ユーザからは OS とハードウェアは一体として認識されることが多いので，ここでは典型例として OS およびアプリケーションソフトを挙げる。

プラットフォーム財およびその上のサービス財の供給者については，新たなダイナミクスがもたらされる。プラットフォーム財の供給者は，多くの優良なサービス財と結びつけば，それだけ大きな外部効果を得ることができる。したがって，できるだけ多くのサービス財を排他的に結びつけ，同時に自らのプラットフォーム財の普及を促進したいと考える。またサービス財の供給者は，普及しているプラットフォーム財と結びついた方が多くの利益が見込めるため，普及率の高いプラットフォーム財を探す。しかし条件あるいは費用が許すなら，複数のプラットフォーム財と結びつき，クロスオーバーする方がより大きな利益を得ることができる。したがって，クロスオーバーという選択肢を含め，補完関係を結ぶプラットフォーム財を決めることになる。プラットフォーム財の供給者は，自分の陣営に垂直統合するインセンティブを用意するため，大きなプラットフォーム財だけにサービス財を供給する方が有利となることが多い [15]。

プラットフォーム財およびサービス財間のネットワーク外部性がもたらすダイナミクスによって，当該市場にはロック・インが発生し，一人勝ちの帰結になりがちである。しかもサービス財の供給者はプラットフォーム財に対しては需要者であるため，需要者が二層に存在する。ネットワーク外部性は需要者側における外部性であるが，需要者が多重に存在しているので，プラットフォーム財は複合的なネットワーク外部性の構造を持つことになる。

プラットフォーム財の市場競争ダイナミクス

末端の需要者の選択だけでなく，プラットフォーム財に対するサービス財の提供者の選択が，プラットフォーム財およびその上のサービス財のロック・イン状態を生じさせる。つまりプラットフォーム財のロック・イン現象は，プラットフォーム財の需要特性がもたらすのである。このロック・インの機構に関して，出口 [15] は，リプリケータ・ダイナミクスを用いて分析した。

出口のモデルでは，プラットフォーム財を提供する企業，プラットフォーム上にサービス財を提供する企業，プラットフォーム財およびその上のサービスを購入する消費者，という 3 種類のエージェント集団を想定している。プラットフォームは 2 種類存在し，サービス財提供企業はどちらか一方のプラットフォームにサービス財を提供することもできるが，両方のプラットフォームへクロスオーバーしてサービス財を提供することもできる。また個人は，どちらか一方のプラットフォームを選択し，両方のプラットフォームを購入することはない。このリプリケータ・ダイナミクスのモデルをもとにシミュレーションを行うことにより，ユーザのプラットフォーム財の選択行動，およびサービス財提供企業のプラットフォーム財の選択行動が明らかになる。

導き出された主な特性は以下のとおりである。まず基本的な性質として，プラットフォーム財は 1 種類のプラットフォームへロック・インし，独占状態になる傾向をもつ。なぜなら，ユーザのプラットフォーム財の選択においては，ユーザがあるプラットフォームを選択し，その人口比率が増加することによって，そのプラットフォームを選択することで得られる利得が自己強化されると同時に，そのプラットフォームへサービスを提供する企業の比率が増加することによってもユーザの利得が強化されるからである。また，サービスを提供する側の企業のプラットフォーム財の選択においては，ユーザが選択し比率が増加したプラットフォームにサービスを提供することの利得が増加する。そしてサービスを提供する企業の選択は，ユーザの選択行動にフィードバックされることになる。つまりユーザ側の自己強化の効果に加え，

両者が相互を強化し合う相互強化の効果が存在する構造になっているため，ロック・インに向かいがちになる。

また，サービスを提供する企業にとって複数のプラットフォームにクロスオーバーした製品を提供する場合，クロスオーバーのコストが十分に小さい，あるいは追加的コストがかからない状況は，ユーザのロック・インを緩和するが，基本的なロック・インへの傾向は存在する。これはクロスオーバーのコストが十分小さいことが，ユーザおよびサービス提供企業の相互強化のフィードバックを切ることになるからである。しかしユーザ間の自己強化関係は依然として存在しているため，ロック・インへの傾向は原理的に残ることになる。ただロック・インへ至るまでの経過時間は，クロスオーバーのコストが大きい場合と比べて長くなるので，傾向が緩和されているといえる。

さらに，十分な水準の技術革新あるいは価格政策は，ロック・イン状態を解き，市場の逆転をもたらすことができる。しかしプラットフォーム財以外の場合と比べ，非常に大きな技術革新，あるいは相当の価格引き下げを行う必要がある。これもユーザ間の自己強化関係，およびユーザとサービス提供企業との間の相互強化関係が存在するためである。この特性は逆に考えると，ロック・イン状態において価格を引き上げることができる可能性も示唆する。それだけでなく，すでに高い市場占有率を握っている企業にとっては，ユーザに大きな利益をもたらすであろう，大きな技術革新を妨げるインセンティブが存在することも示唆しているといえる。

このようにプラットフォーム財には，基本的にロック・インおよび独占状態へ陥る傾向が存在する。さらにその傾向は，ユーザ間の自己強化過程およびサービス提供企業との相互強化過程のために，他の財よりも強固なものとなっているといえる。

2.3 消費者の習熟および情報のストック要因

ネットワーク外部性と並び情報ネットワークサービス財の普及特性を生じさせる主要因は，消費者の習熟の要因である。習熟要因はこれまで指摘されていたものの，十分な検討がなされることは少なかった。本節では David [9] の研究あるいは事例をもとに，消費者の習熟に関するこれまでの研究を検討する。同時にデータをはじめとした情報が資産性をもつことも，サービス財の普及に対し，消費者の習熟と同様の影響をもたらすことを指摘する。

2.3.1 消費者の習熟による普及特性

キーボード配列の事例

情報関連のサービス財は，従来と比べてユーザ・インタフェースが改善され，利用者の使い勝手はかなり良くなっている。しかし依然として一般的に，情報関連のサービス財を使うためには，ある程度その製品に習熟する必要があることも事実である。購入してすぐにその製品の性能を十分引き出して使用することは困難なことが多い。高度な技術を集約した製品ならなおさらであろう。一般の利用者にとっては，製品を使用し続けるにしたがって，しだいにその製品の使用法をおぼえ，慣れることがほとんどである。この慣れがまさに消費者の習熟である。ある特定の製品に特化したトレーニングを重ねた場合，他の製品あるいは新規に現れたシステムを習得する動機が小さくなる現象は日常しばしば経験することである。

消費者の習熟が製品の普及に影響を及ぼした事例では，キーボードの配列が最も有名であ

る。現在のタイプライタ，ワープロ専用機，あるいはパソコンなどに使われているキーボードは，ほぼすべてが英字の最上段の左から「QWERTY」という順番にキーが配列されている。このキー配列は，1873 年に特許がとられたタイプライタのキー配列であるが，キー入力を効率よく行うために設計された配列ではなかった。逆に，かつてのタイプライタが構造上速くタイプすると印字棒がジャミングを起こすという問題を解決するため，わざと打鍵速度を遅らせるために開発されたものであった[15]。その後，電動タイプが開発され，構造上の問題はなくなったが QWERTY 方式のキー配列はそのまま使用されている。

これまで人間工学的により速くキーを打つことができる様々なキー配列が開発されてきた。効率の良い配列として 1932 年に Dvorak 等が開発した DSK 配列 (Dvorak Simplified Keyboard) が有名である。DSK 配列は，QWERTY 配列より 20〜40%速くキータイプすることができたと言われている [7]。しかし結局 DSK 配列はじめ QWERTY 配列以外のキー配列は普及することはなかった。例えば，アップル II C 型パソコンには，QWERTY 方式と DSK 方式を切り替えるスイッチがついていたが，切り替えて使う人はいなかった。日本でも日本語入力に優れた親指シフトキーボードがあったが，やはり使われているのは QWERTY 配列である。

このように効率が悪いはず[16]の QWERTY 配列のキーボードが，130 年もの間使われ続けている。そしていまだにユニバーサル・キーボードとなっている [23]。

習熟効果によるロック・イン

キー配列の事例が顕著であるが，特定の製品あるいはシステムに特化した習熟は，ロック・イン現象を生じさせる特性を持つ。例えば車のような多くの耐久消費財において，製品独自に特化した習熟を要求されることは少ない。それは，トレーニングを必要とする技術が製品間で十分に標準化されている，あるいは技術習得自体がそれほど困難でないからであろう。しかしコンピュータのソフトウェアが典型例であろうが，多くの情報ネットワーク関連のサービス財において満足を得ることができる使いこなしを身につけるためには，相当の長い時間および努力を必要とする。慣れ親しんだワープロあるいは表計算のソフトウェアがある場合，新しい他のソフトウェアに相当する習熟度を身につけるためのトレーニングのコストは，慣れ親しんだソフトウェアでの経験が豊富であるほど高くなることは容易に想像がつく。同様のことはプログラミング言語においても見られる。FORTRAN は 1960 年代末から使われるようになったが，現在なら Visual Basic あるいは C++で書いた方がはるかに効率的であるにもかかわらず，なかなか切り替えがきかない。このような特定製品あるいは特定の方式に特化した習熟の場合，スイッチング・コストは時間が経つほど「上昇」する [65] ことになる[17]。

消費者の習熟が市場競争に及ぼす影響について，David [9] はキー配列の事例からいくつかの普遍的な知識を導き出している。まず，市場競争の帰結に，歴史的偶然が大きく関わっていることである。経済合理的かどうかは関係なく，本質的に歴史的，偶然的な事象が市場競争に

[15] 打鍵速度を落とすためだけでなく，QWERTY 配列を最初に採用し販売したレミントン社のブランド名「Type Writer」を同じ列で打つことができるように配列を変更したとも言われている [7]。

[16] QWERTY 配列と DSK 配列の優劣にはさまざまな議論があるものの [42]，DSK 配列が技術的に優位であったにもかかわらず，普及しなかったとするのが一般的である。

[17] 習熟の要因が存在するために，新規参入製品は製品習熟が容易になる仕掛けをもうけることが多い。Shapiro and Varian [65] はその例として，表計算ソフトにおいて「Lotus 1-2-3」ユーザを対象とした「Quattro Pro」の戦略，およびワープロソフトにおいて「WordPerfect」ユーザ用の特性ヘルプをもうけた「Microsoft Word」の戦略を挙げている。日本語版の「Microsoft Word」では，日本語ワープロソフトで大きな市場占有率をもっていた「一太郎」ユーザ向けのヘルプを標準で準備し，習熟要因を緩和する戦略を採っている。

大きく関与することになる。さらにその歴史的な事象が，その後の市場競争に大きな影響を与えることになる。つまり市場メカニズムによって最適な状態へ導かれるのではなく，歴史的な事象が発端の「市場における他の解」へ行きついてしまうのである。その意味で，経路依存的であり，非エルゴード的な性質をもつ。それだけでなく，一旦市場の大勢が決すると，その状態にロック・インされてしまうのである。したがって，最初の歴史的事象の次第によっては社会的に望ましくない状態に陥る，いわば過剰慣性が支配する状況になってしまう。このように，習熟が大きく影響を及ぼす市場では，市場の失敗が起こり得るのである。

では習熟が意味を持つ市場は，なぜ歴史的事象がもととなり，経路依存的な性質を持ち，ある状態へロック・インしてしまうのであろうか。それは習熟が各々の消費者に及ぼす影響が原因である。キー配列が典型的であるが，使いこなすのにある程度の習熟が必要である製品は，習熟するとその製品から他の製品に乗り換えるためのスイッチング・コストが発生する。使い慣れた製品をわざわざ手放すことは，これまで蓄積した習熟によって形成された「資産」を放棄することと同じであり，それがすなわちスイッチング・コストとなるのである。しかも習熟の度合いが増してくれば増してくるほど，スイッチング・コストは大きくなっていく。習熟するためにはある程度の時間が必要である。したがって，一般的に習熟に伴うスイッチング・コストは製品を購入し，使用する時間が長くなれば長くなるほど増加することになる [65]。使用する時間が長ければ長いほど，高いスイッチング・コストが発生し，いわばその製品に囲い込まれることになる。

これまでなされてきた情報ネットワーク市場の研究においては，習熟をネットワーク外部性と混同して扱っているものも見られる。それに加えて，ネットワーク外部性に比べて習熟要因の詳細な検討が少なかったように思われる。しかし習熟は，消費者に製品乗り換えのスイッチング・コストを発生させることをとおして，市場競争を歪め，市場の失敗を引き起こす原因ともなる。したがって，ネットワーク外部性と同等に習熟にも十分な検討が加えられる必要があると考えられる。

2.3.2 情報資産によるロック・イン

消費者の習熟に加えて，情報関連のサービス財を利用し蓄積したデータも，消費者にスイッチング・コストを発生させる。様々な媒体に保存し蓄積された情報は，繰り返し利用するときに価値を持つ。

ワープロソフトはその身近な典型例である。ある特定のワープロソフトを長く使い続け，その間に多くの文書データを作成している場合，データ互換のない他の製品に乗り換えることには抵抗がある。なぜなら蓄積している文書データが使えなくなるからである。最近のワープロソフトでは，他の製品の文書データを自分の製品のフォーマットに変換する「コンバータ」を準備しているものも存在する。しかし複雑な書式あるいは図表の完全な再現に関しては，困難な場合が多い。このような場合には，これまでの文書データがスイッチング・コストを生じさせる。

膨大に蓄積した情報そのものであるデータベースも，情報がスイッチング・コストを発生させる代表である。さらに，データベースが独自の言語あるいはフォーマットで構成されている場合，そのデータベース・ソフトにロック・インする傾向が強くなる。同様の例は，前年までの税金情報を取り込んでいる税金申告用ソフトウェア，過去のデータを積み上げた会計用ソフトウェア，あるいはこれまでに創られたデザインを利用しているグラフィックス用ソフト

ウェアなど [65]，身の回りに多く見いだすことができる。

これらに共通している特徴は，データが資産としての性質を持ち，その情報資産がスイッチング・コストになることである。データが多く，情報資産の規模が大きくなるほどスイッチング・コストは大きくなる。データを作成する情報関連のサービス財は，利用すれば利用するほどデータが増加するため，一般に時間が経つにつれて蓄積量が増加する。したがって，スイッチング・コストは時間の経過と共に上昇する傾向が強い。ゆえに，特定のサービス財を使用する時間とロック・イン現象との間には正の相関が生じることになる。

2.4　複雑系の経済学およびマルチエージェントモデル

近年，情報関連の財およびサービスの普及分析に重要な役割を果たしている分野に複雑系の経済学と呼ばれるものがある。また，その分析における手段としてマルチエージェントモデルが注目されている。依田 [31] は，ネットワークを対象とした経済分析（ネットワーク・エコノミクス）は必然的に複雑系の経済学とならざるをえない，と述べている。なぜなら，ネットワーク社会の持つ需要および供給に関する規模の経済性が正のフィードバックを生み，たくさんのロック・イン現象をもたらすからである。Arthur [73] が指摘するように，情報関連産業（ハイテク産業）は複雑系の経済学で主張される特徴が強く見られるため，複雑系の経済学の考え方あるいはマルチエージェントモデルの手法が，普及に関して様々の特異な特徴をもつ情報関連およびネットワーク関連の製品の分析に有効であると考えられる。そこで本節では，複雑系の経済学およびマルチエージェントモデルを概観し，これらが情報関連の財およびサービスの普及分析に与える影響を明らかにする。

2.4.1　複雑系の経済学

物理学あるいは生物学をはじめとした様々な分野において，単純なシステムではなく複雑なシステムを扱う「複雑系」の研究が盛んになっている。この動きは経済学でも例外ではなく，1990 年代に入って複雑系としての経済システムの探求が始まり，市場を経済の生態環境に適応する「複雑なシステム」と考えモデル化する「複雑系経済学[18]」が出てきた [47, 66]。

複雑系経済学の研究者である Arthur が属するサンタフェ研究所では，複雑系とは「多くの要素があり，その要素が互いに干渉し，何らかのパターンを形成したり，予想外の性質を示す。そしてそのパターンは各要素そのものにフィードバックする。」ことと定義されている [73]。経済は，相互に干渉するエージェント，すなわち人間という要素からから成り，それらのエージェントが互いに反応しあうようなパターンを形成するという意味で複雑系の定義にあっており，経済それ自体が複雑系だといえる。同様に中村 [47] によると，経済のシステムが複雑系であるといわれる場合，次の 4 つの特性を備えている。

1. 非線形性（エージェント間の相互作用）
2. 解放性（情報あるいは物質などの流れ）
3. 適応性（変動する市場へのシステムの対応）
4. 自己組織性（エージェントあるいはユニットの自立的な組織化）

[18] 依田 [31] によると，日本の複雑系経済学研究には，従来の主流派経済学の発展として位置づけられる「伝統派」および主流派経済学の否定として位置づけられる「異端派」に分かれるという。

これらの特性より，経済が本来備えている複雑なエージェント間の相互作用による非線形性および系の内部だけでなく不確定な外部の影響を受ける性質が，経済と複雑系とを結びつけていることが伺える。

複雑系の経済学の最大の特徴は 2 点ある。すなわち 1 つは無限の合理性をもつ経済人を仮定しないで，人間は一定の合理性をもつが合理性には限界があることを仮定することであり，もう 1 つは規模に関する収穫逓増を仮定することである。これらはいずれも新古典派経済学における伝統的な大前提と異なる仮定であり，複雑系の経済学の両輪ともいえるものである[19] [66]。さらに，新古典派経済学が経済の調整過程の極限点である均衡状態に分析の焦点をあてるのに対し，複雑系の経済学は経済の循環および調整の過程そのものに焦点をあてる。つまり複雑系の経済学は，これまでの経済学と異なる新しい経済理論構築の取り組みと考えられる。

合理性の限界

経済を構成する人間の能力にはさまざまなものがあり，かつ人間の能力には限界が存在する。経済行動との関係で人間の能力を考えるときには，以下の能力の限界が重要である[20] [66]。

1. 視野の限界（情報収集能力の限界）
2. 合理性の限界（計算の限界）
3. 働きかけの限界（肉体的な能力の限界）

これらの中において，複雑系の経済学では，特に合理性の限界に注目している。新古典派経済学においては経済行動を最適化として定式化しているので，完全合理性を仮定していることになる。この仮定により理論を単純化することが可能となるため，有効な仮定であった。しかし人間にとって，最適化計算に基づく行動の範囲は限られているのが現実である。したがって，合理性の限界を前提とした経済モデルは，一般的な現実の経済をモデル化していると考えられる。複雑系の経済学は，合理性の限界を仮定し，複雑な経済を複雑なものとして受け入れた理論といえる。

さらに経済は，個別主体の行動の総和というよりも，それらの相互作用の全体であり，相互作用の在り方とそれらが生み出す総過程が中心的な考察目標となる。合理性の限界を前提とし，貨幣の存在を考慮すれば，経済の相互作用は二者による相対取引がもっとも普遍的な形態になると考えられる。複雑系の経済学では，経済の相互作用を基本的には相対取引によって進められると仮定している [66]。

経済の総過程というマクロの状態は，さまざまな経済行動が相互に組合わされて進展するというように，個々のミクロの行動が作り出している。また経済の総過程がどうあるかというマクロの状況がミクロの行動を決定する側面もある。このように経済では，ミクロとマクロは相互に円環的に規定しあう，ミクロ・マクロ・ループが存在している [66]。複雑系の経済学では，個人の合理性の限界を前提とすることにより，経済を構成している各個人に焦点を当て，ミクロ・マクロ・ループをとおして経済の総過程を記述していると考えられる。

[19] Arthur [73] は，資源集約型の経済学が収穫逓減および完全合理性に基礎をおくものであるのに対し，知識集約型産業の経済学が収穫逓増および限定合理性に基礎をおくべきことを主張している。

[20] Simon [71] は，合理性の限界あるいは限定合理性で，視野の限界および計算の限界を示した。

供給者側および需要者側の収穫逓増

複雑系の経済学を特徴づけるもう一つの性質が収穫逓増である。これは情報関連産業をはじめとするハイテク産業において顕著に見られる性質といわれ，市場のロック・イン現象を引き起こす特徴として注目されている [73]。しかし非常に注目され，異なる場面および機構を想定しながら収穫逓増という言葉が用いられているためか，収穫逓増には様々な概念的な混乱が見られる。正確にいうなら，情報関連産業あるいは情報ネットワーク産業では,「供給者側」における収穫逓増および「需要者側」における収穫逓増の概念が特徴的であるとするべきである[21]。

供給者側における収穫逓増は，供給側の規模の経済性とも呼ばれる。これは生産規模を大きくする，つまり生産のための財あるいは労働などの投入量を大きくしていくとき，投入量の拡大以上に生産量が増大する性質のことをいう。収穫法則を生産量に対する必要費用という観点から考えると，供給者側における収穫逓増は，平均費用が減少するとき成り立つといえる。供給側の規模の経済性が働く市場では，多数の企業で生産するよりも単一の企業によって生産がなされるほうが効率が良いため，自然独占性が生じることになる。これまで，鉄道あるいは電気をはじめとしたインフラ産業においては，供給側の規模の経済性が働き平均費用が逓減するため自然独占が発生するといわれてきた[22]。

特に製薬，情報関連，あるいは航空機産業などハイテク産業において，顕著な供給者側の収穫逓増を見ることができる。ハイテク産業の製品は設計することが困難である。製造は「ノウハウ」に依存し，物質的な資源はあまり関係がないので，一般的に単位コストに対する研究開発費用が非常に高くなる [5]。つまり平均費用が逓減することになる。したがって，ハイテク産業は供給者側の収穫逓増の性質を本質的に持っているといえる。

情報産業を考えてみると，さらに強い平均費用逓減，すなわち供給者側の収穫逓増が成立していると考えられる。例えば，Microsoft 社の Windows は，最初のディスクを開発するのに 5000 万ドルの費用を要したが，2 枚目以降のディスクの費用はたかだか 3 ドルであった [5]。つまり情報の複製費用がほとんどゼロであるため，情報産業の多く，特にソフトウェア産業あるいはコンテンツ産業では，巨大な研究開発費用の影響とあいまって，供給者側の収穫逓増の性質が強く現れることになる[23]。このように供給側の収穫逓増は，サンク・コストあるいは情報複製の費用ゼロの性質を源泉にして，非可逆的な参入および退出障壁を作り出すことになる。そして往々にして生産者の「先手の利」が発生することになり，ロック・インあるいは「一人勝ち」の状況を生むことになる [70]。パソコンの OS 市場のように，情報あるいは情報関連の市場において，独占状態が発生しがちであることの一つの要因は，この供給者側の収穫逓増の性質が存在するためと考えられる。

供給者側の収穫逓増に対し，需要者側の収穫逓増は新しい収穫概念である[24]。需要側の収穫逓増は，供給者側とは関係なく，需要者間の相互依存関係，つまり製品使用の場での相互作用

[21] 塩沢 [66] によると，少なくとも 4 つの異なる収穫逓増概念があり，相互に整理されないまま使われているという。すなわちそれらの異なる概念とは，規模の経済・範囲の経済・学習の効果・連結の効果である。本稿でいうところの，供給者側の規模の経済性は「規模の経済」に，需要者側の規模の経済性，消費者選択における収穫逓増，あるいはネットワーク外部性は「連結の効果」に対応している。

[22] インフラ産業における供給者側の規模の経済性，すなわち供給者側における収穫逓増の存在が，公的規制産業であることの理論的根拠となっている。一般的にインフラ産業は巨大なサンク・コストを必要とするため，現実にサービスを提供する範囲において，平均費用が逓減するといわれている。

[23] デジタル化および情報ネットワーク化が進むと，CD-ROM などの情報を保存する物財への依存度が小さくなるため，供給者側の収穫逓増の性質は，ますます大きくなると考えられる。

[24] 需要者側の収穫逓増と同じ概念は，需要者側の規模の経済とも呼ばれる。

により発生する現象である。これまでの経済学は需要の変化のダイナミクスについてはほとんど考察してこなかったが，複雑系経済学は，収穫逓増概念をとおして需要者の動向に注目している。

需要者側の収穫逓増は，ある製品の利用者が増加すれば増加するほど，その製品の価値が高くなる性質である。したがって需要者側の収穫逓増は，ネットワーク外部性と同じ概念であると考えられる。需要者側の収穫逓増は，製品利用者間における製品価値の自己再強化過程，つまりポジティブなフィードバックが働く累積的変化過程に特徴がある。ゆえに，過程が進むにしたがって消費者の製品選択のスイッチング・コストを増やすことになり，消費者の製品選択意思決定における非可逆性を生むことになる。

例えば情報ネットワーク財の市場における規格競争を考えると，一旦優位な地位を得た規格が市場を独占してしまう，いわゆるロック・イン状況が発生することが多い [3]。典型例としては，家庭用 VTR における VHS 方式および β 方式の競争もしくはマイクロ・フロッピーディスクにおける 3.5 インチ型および 3 インチ型の競争などがあげられる [77]。このロック・イン状況が発生する原因は，同じ規格の製品を採用する消費者が増加すれば増加するするほどその製品の価値が増すためである。したがってこれらの製品に見られる市場を独占した規格は，公の機関などが決めたものではなく，市場競争の結果もたらされたもの，すなわちデファクト・スタンダードとなる。

さらに需要者側の収穫逓増のようなポジティブ・フィードバックが働く場合，必ず「分岐」という現象が発生する。分岐が発生した場合，どの状態が実現するかは恣意性がある [66]。つまり実現する状態は，予測不可能であり，分岐以前に実現した状態の偶然性，言い換えれば初期時点の「ゆらぎ」に依存するということである。しかも分岐が発生し，一方の状態に入り込んでしまうと，その状態は拡大強化され，他の可能な状態から大きく離れていくことになり抜け出せなくなる。そのため需要者側の収穫逓増は，ロック・イン現象と一体となる。分岐があるところでは，近い過去の状態によってのみ現在を説明することが可能となり，理論に歴史の観点が必要となる。つまり歴史の偶然が，現在を説明する重要な事象であり得るといえる。

需要者側の収穫逓増の特徴を持つ製品の市場競争を考えると，相互に互換性のない製品が競合状態にある場合，競合製品のうち，どの製品がデファクト・スタンダードになるかは歴史的な偶然が原因となって発生する。例えば何らかの外的な要因により一度に一方の製品が多く購入されるというような，市場競争下で偶然起こった小さな事象が原因となって，市場が競合状態から一方の製品のみが購入されるロック・イン状態へと変化してしまう[25]。原因がたとえ偶然的な事象であっても，獲得した製品の利用者数は，ポジティブ・フィードバックを発生させる。その結果，競合状態を保つ条件を逸脱してしまい，ロック・イン状態へ陥ることになる。しかも偶然的な事象が原因であるなら，市場競争にいわば勝利した製品が，社会的に見て望ましい製品である保障はない。技術的にも劣った製品が勝つ可能性もある。

家庭用 VHR の事例においても VHS 方式が β 方式よりも技術的に優れていたという訳ではない。録画の原理としては β 方式の方が優れているといった話が初期にあった [66] にもかかわらず，VHS 方式が市場を独占した。これは初期段階で，販売されたり貸し出されたりするビデオテープで VHS 方式のものがわずかに多かったことが，原因の一つだといわれている。この「偶然」の状況が，需要者側の収穫逓増の過程をとおして，VHS 方式の優位に分岐させ，さらに優位性を強くし，市場全体をロック・インさせたといえる。

[25] Arthur [3] のモデルでは，異なる選好をもった 2 種類の個人のどちらかがランダムに市場に入り，製品選択の意思決定を行うが，この部分に偶然性がモデル化されている。このモデルでは，一方の製品に強い選好をもつ個人が続けて市場に入ることが確率的に存在するが，その場合収穫逓増であれば，市場がロック・インされる。

以上をまとめて，Arthur [4] は収穫法則を比較し，予測可能性，柔軟性，エルゴード性，経路の有効性の観点から表 2.2 のようにまとめ，収穫逓増の特殊性を示している[26]。これまで述べてきたように，情報関連産業あるいは情報ネットワーク産業では収穫逓増が顕著に見られる。したがって，ネットワーク社会の初期値鋭敏性あるいは経路依存性をはじめとした性質は，当該産業の分析において時間要因が重要であることを示唆している [2]。

表– 2.2: 収穫法則およびその性質

	予測可能性	柔 軟 性	エルゴード性	経路の有効性
収穫一定	Yes	No	Yes	Yes
収穫逓減	Yes	Yes	Yes	Yes
収穫逓増	No	No	No	No

（出所）Arthur, B. (1994), "*Increasing Returns and Path Dependence in the Economy*," The University of Michigan Press

2.4.2　マルチエージェントモデル

近年の社会科学研究において，社会システムあるいは経済システムのような複雑なシステムを，多数の独立したエージェントからなるシステムと見なす動きが顕著に見られる。ここにおいてエージェントという主体は，個人あるいは組織を指している。このシステム観に基づいた研究では，単純な機能を持つエージェント群を準備し，適当なパラメータ設定によって，社会システムにみられる協調，競合などの現象を説明しようとしており，その手法としてボトムアップのシミュレーションに基づく接近法が注目を集めている [76]。例えば格子状の離散世界を設定し，そのなかに非常に単純な機能のみを持つエージェントを配置し活動させるというシミュレーション実験が行われ，商取引が創発する現象が観測される [16] など，興味深い結果を導き出している。

一般に多数の自律的な主体からなるシステムはマルチエージェントシステムと呼ばれている[27]。注目されているのは，複雑な経済現象の基本的な特性を明らかにするために，マルチエージェントのモデルを構築し，コンピュータによるシミュレーションを用いる分析手法である。この手法は，個々のエージェントが意思決定主体として自律的に行動し，周辺環境の参照あるいは他のエージェントと及ぼし合うネットワーク的な相互作用をとおして発生する，構造および現象を解明するのに非常に適している。

マルチエージェントシステムのような自律的エージェント集団に対しては，ミクロレベルとして個々のエージェントの自律性を前提としつつ，マクロレベルとしてシステム全体の集計変量である目的を設定することがよくある。つまりマルチエージェントシステムは，マクロ・ミクロフィードバックなど複雑なシステム特性を持つシステムであるといえる。そのため

[26] Arthur は，供給者側および需要者側の収穫逓増を明確に分離していないが，まとめには両方の収穫逓増を含んでいる。

[27] 出口 [15] あるいは木嶋 [21] らは，同質のエージェントの自律分散的活動のみならず，多数の機能分化したヘテロな機能を持ったエージェントからなる重合したシステムであるポリエージェントシステムを提唱している。マルチエージェントシステムはポリエージェントシステムをも含む広義な概念であるといえる。

マルチエージェントシステムの特質を分析するためには，その制御変数として，通常の意思決定の変数のみならずシステムの構造変数あるいはモダリティが重要となる [14]。

経済システムは，もともと消費者あるいは企業などのエージェントが，環境あるいは他のエージェントに関する局所的な情報をもとに自律的に行動し，相互作用を及ぼし合った結果として成立する動的なシステムである。マクロ・ミクロフィードバックの典型的なシステムであるともいえる。また経済システム，特に近年重要性を増している情報関連の産業では，物理的あるいは仮想的なネットワークの存在が中心的な役割を果たしている。マルチエージェントシステムは基本的にネットワーク指向という特徴を持っているので，経済システムの有効な分析手法といえる。

2.4.3 複雑系経済学およびマルチエージェントモデルの親和性

複雑系経済学の考え方に基づき経済システムをモデル化しようとする場合，マルチエージェントモデルが適しているといえる。なぜなら，マルチエージェントモデルを用いるならば，複雑系経済学の 2 つの大きな特徴である，合理性の限界および収穫逓増，特に需要者側の収穫逓増のモデル化が容易であるためである。

人間の合理性の限界をマルチエージェントモデルに即していうならば，個々のエージェントの能力に関する命題になる。すなわち,「視野の限界」は「エージェントが入手できる情報は，システムの比較的少数の変数に関する部分的・局所的なものに限られる」ということに対応する。また「合理性の限界」は「得られた情報をコンピュータで処理する能力には限界がある」ということであるし,「働きかけの限界」は「各エージェントが他のエージェントに影響を与えたり，システムのある変数を一定程度変化させるのに時間がかかる」という命題になる [67]。マルチエージェントモデルは，個々の自律したエージェントが多数存在するモデルであるため，各エージェントに合理性の限界を持たせ，そのエージェントの集合として経済システムをモデル化することになる。しかも限界の程度を変更することも容易であり，合理性の限界を柔軟にモデルに導入することができる。

また複雑系経済学における需要者側の収穫逓増は，マルチエージェントモデルでいうならばエージェント間の相互作用である。需要者側の収穫逓増は，同じ製品を利用する個人が増加すれば増加するほどその製品の価値が増加する性質であるが，これは個人間のポジティブなフィードバックを持った相互作用と言い換えることができる。マルチエージェントモデルは，基本的に対象をネットワーク的に相互作用するシステムとしてとらえるので，エージェント間の相互作用をモデル化することに適応している。

このようにマルチエージェントシステムは，複雑系と密接に関係しており，モデル化する場合の親和性が高いと考えられる。また社会現象的には，いろいろな場面で急速に進展しつつあるネットワーク現象を読み解くパラダイムであるといえる。情報関連のサービス財について考えると，それ自体複雑系経済学でいうところの需要者側の収穫逓増，すなわちネットワーク外部性を持つものが多い。これは情報関連のサービス財の分析をする場合，分析手法の一つとして，マルチエージェントモデルが有効性であることを示唆するものといえる。

コンピュータ・シミュレーションによる分析

近年，経済システムの分析にコンピュータ・シミュレーションが多く用いられる。コンピュータによるシミュレーションは,「理論」および「実験」に続く「第 3 モードの科学研究法」と呼ばれている [68]。コンピュータ・シミュレーションは，数学的な定式化が困難な場合にも多様な分析を可能にする，あるいは理論および実験が適切に用いることのできない問題領域に新しい分析の可能性を与えている。さらに経済学の歴史からいえば，シミュレーション的方法は,「文学的方法」および「数学的方法」につぐ第 3 の方法と位置づけられ，経済の分析に適した方法とする考え方もある [69]。特に複雑系経済学は，コンピュータ・シミュレーションと密接に関わっている。

複雑系経済学の特徴の一つである需要者側の収穫逓増は，ポジティブ・フィードバックの過程であるので，必然的に分岐が発生する。したがって変化の過程の中途で局面の転換が必要となる。それを解析的に表現しようとすれば，非線形の方程式が必要であるが，解析は困難であり，多くの場合において均衡あるいは平衡状態は求められない。しかし過程に意義がありそれを議論するのなら，厳密に解を求めるのではなく，コンピュータ上で解を求める方が実用的であることが多々ある [66]。つまり需要者側の収穫逓増が存在する場合，分析手法としてコンピュータ・シミュレーションを用いる有効性は高いといえる。需要者側の収穫逓増はマルチエージェントモデルで表現することが可能であるので，マルチエージェントモデルを用いたコンピュータ・シミュレーションが有効であろう。

また，コンピュータ・シミュレーションそのものの特性として，モデル内のエージェントに合理性の限界を仮定する方が定式化に適しており，その仮定を導入したエージェントモデルが通常用いられている [69]。解析的な定式化において合理性の限界を導入することは難しいが，シミュレーションを前提としたマルチエージェントモデルならば，容易に実現可能である。

エージェントシステムとしての経済システムを解析するためには，シミュレーション的な方法が必須である。さらにその手法は，モデルを分析するのみならず，モデルの定式化のためのさまざまな知見を得るための実験の場としても有効であるともいわれている [12]。このようにマルチエージェントモデルは複雑系経済学の重要な研究方法となっている。

2.5　本稿の理論的位置づけ

ネットワーク外部性という概念は，広義から狭義まで様々に用いられている。ここでこれまでの研究をふまえ，本稿におけるネットワーク外部性に対する考え方，および問題意識を明確にしておく。

ネットワーク外部性を非常に広義に解釈する場合，ネットワーク外部性はバンドワゴン効果と同一であると見なすこともある。これはネットワーク外部性と消費における外部性とを区別しない分類である。しかしネットワーク外部性の定義であり最大の特徴であるのは，同じサービス財を購入し利用する個人が増加すれば増加するほど当該サービス財から得られる便益が実際に増加する性質であり，バンドワゴン効果によって発生する現象と必ずしも一致しない。同じ正の消費外部性であっても，購入あるいは非購入に関係なくサービス財の便益自体が変化する現象は，ネットワーク外部性の特徴であり，他の消費外部性とは異なる。物理的あるいは仮想的なネットワークに基づいた性質というネットワーク外部性の原義をふまえ，本稿ではネットワーク外部性はバンドワゴン効果などの正の消費外部性とは区別する。

ネットワーク外部性がこれまで述べてきた定義であるとすると，ネットワーク外部性は複雑系経済学における需要側の収穫逓増と本質的に同一であることがわかる。どちらも利用者の増加に応じてサービス財の価値が増加する，ポジティブ・フィードバックの性質を述べている。したがって複雑系経済学における分析手法は，ネットワーク外部性の研究においても有効であると考えられる。なお，収穫逓増は「供給者側の収穫逓増」の意味で用いられることが多いが，本稿は供給者側の収穫逓増を議論の対象とはせず，需要者側の経済を対象とする。

ここで本稿が対象としているサービス財の市場競争について考える。情報ネットワーク財の市場競争に影響を及ぼす需要者側の二大要因は，ネットワーク外部性および習熟である。ネットワーク外部性が影響を及ぼす場合，普及の閾値であるクリティカル・マスが存在する，あるいは過剰慣性をはじめとする市場の失敗が発生する可能性がある。また習熟が影響を及ぼす場合，個人が特定の製品にロック・インされ，より優れた技術への移行が阻害されることもあり，その意味で習熟も市場の失敗を引き起こす要因であることがわかる。この 2 つの要因によって，社会的に普及した方が望ましい製品が普及しない，劣った製品が普及するということが発生し得る。

習熟要因は，個人にとっていわば資産としての性質を持つ。また情報関連のサービス財の多くは，蓄積したデータが資産として影響を及ぼす。これら習熟および情報の資産的性質は，各個人がサービス財を利用した時間に応じて変化するものであると考えられるので，時間的な要因といえる。

それに対してネットワーク外部性はいわば空間的な要因である。なぜなら異なる個人間の横方向の相互関係がまさにネットワーク外部性だからである。これまでの研究で提案されているモデルでは，ネットワーク外部性は製品普及率の関数となっている。つまり消費者は選好の差こそあれ，ネットワーク外部性に関しては一様に影響を及ぼす存在となっている。例えば林 [25] は電話のネットワークを対象とするモデルを構築したが，uniform calling pattern の仮定[28]を採用しており，個人間の親しさ，すなわち電話をかけあう頻度の違いが及ぼす影響に言及しているものの，モデルにはその違いは組み込まれていない。しかし相互関係の強弱を距離として考えるなら，近距離の個人と遠距離の個人が同列に扱われるのはやはり違和感がある。近距離に位置している個人の影響は，遠距離に位置している個人よりも強い状況がより自然である。

ネットワーク外部性が個人の相互関係そのものである以上，個人間の地理的要因は，情報ネットワーク市場の分析において考慮すべき一要因となる。また習熟はいわば一個人に関する時間的要因であり，この両者を合わせたものが，市場分析のモデルとなるであろう。

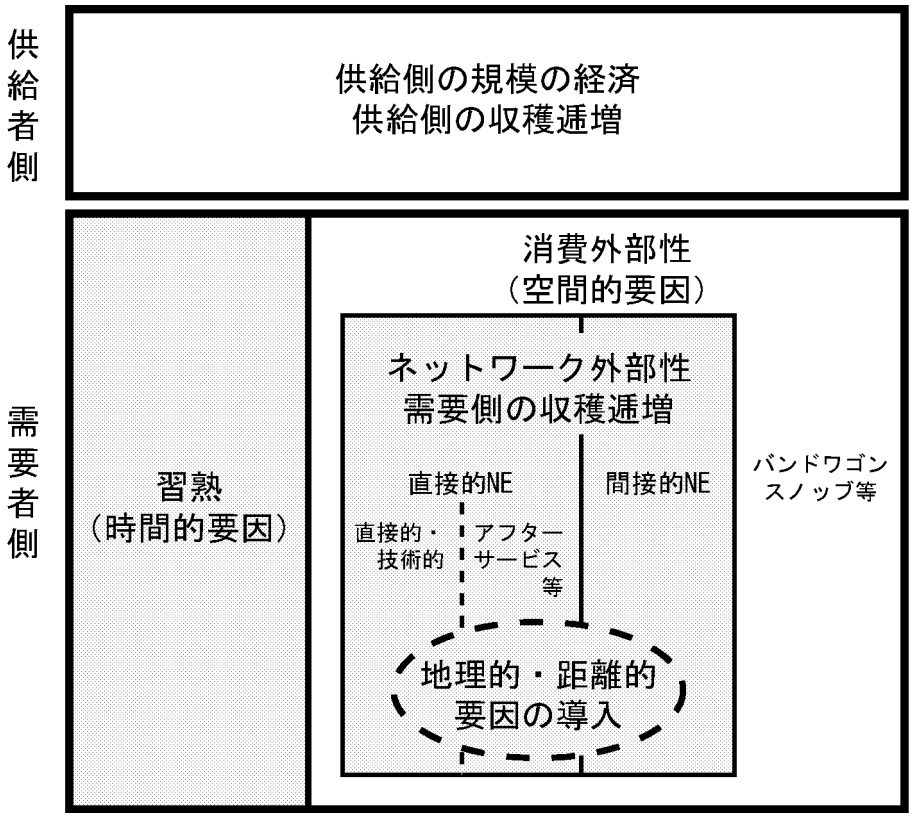
ネットワーク外部性を個人間の空間的な要因ととらえ，習熟および情報の資産的性質を各個人の時間的な要因と考えるならば，情報サービス財の分析手法として，マルチエージェントモデルを用いたコンピュータ・シミュレーションが有効になる。個人間の空間的要因は，エージェントの合理性の限界と考えることができ，エージェント間の距離に応じた相互作用としてモデル化できる。また各個人の時間的な要因は，各エージェントの時間に関する自律的な行動として導入可能である。

情報ネットワーク市場の特異な性質として，クリティカル・マスの存在，あるいはロック・イン現象が報告されているが，これらはサービス財の普及過程における特質である。また普及戦略の一つとしての互換戦略に関しても，採用の有無に加えて採用のタイミングが重要であり，これも普及過程の問題である。マルチエージェントモデルを使ったコンピュータ・シミュ

[28] 個人が情報通信から得る効用の増加は加入者の数のみに依存し，それが誰であるかには依存しないという仮定

レーションは，変化の帰結と同時に変化の過程を分析するのに適しているため，情報ネットワーク市場の分析に適していると考えられる。

以上より，情報ネットワーク財を扱う主な理論的概念は，図 2.3 のように示すことが出来る。そして本稿が対象とするのは，図 2.3 において，色がつけられている部分である。



図– 2.3: 本稿が対象とする概念

第3章　ネットワーク外部性の基本モデル

ネットワーク外部性については，これまで多くの研究がなされ，目的に応じたモデルが提案されてきた。本稿が研究の対象としている情報ネットワークサービス財の普及特性の一つは，クリティカル・マスの存在あるいはロック・イン現象のような，情報ネットワークサービス財の普及過程における性質である。さらには市場がある製品にロック・インし独占状態になるのか，それとも複数製品が共存し得るのかという，市場競争の帰結に関する性質も存在する。またそれらの特性をふまえ，製品の普及を促進するために企業が採る戦略およびその効果も，本稿の対象である。いずれにしても本稿の目的は，製品普及過程，すなわち時間経過に伴う製品普及動向の分析にあるといえる。

ネットワーク外部性をモデル化する場合，ネットワーク外部性をどのように記述するかにより，いくつかのモデルが考えられる。また想定している製品により，個人が得る便益の中にしめるネットワーク外部性の割合は異なっているが，そのこともモデル化に影響を及ぼす。つまり各々のモデルにより，議論の目的および対象とする製品が異なっているといえる。そこでこの節では，製品の普及過程を対象としているネットワーク外部性の基本モデルを整理し，その特徴を明らかにする。

3.1　リンク型モデル

ネットワーク外部性をモデル化するに当たり，ネットワーク全体の価値をネットワーク外部性とする考え方がある。山田 [77,78] をはじめとした研究では，各主体が「つながっている」状態をネットワークと定義し，つながりがネットワークの価値と考えている。このモデルは各主体間のつながりをもとにしているため，本稿ではこのモデルを「リンク型モデル」と呼ぶことにする。

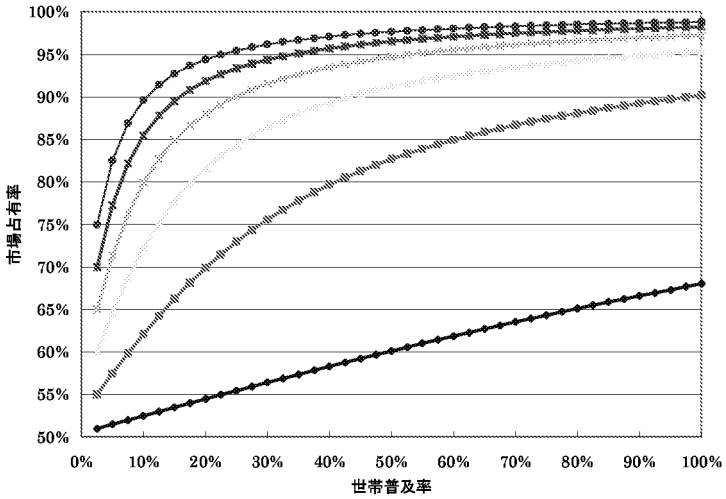
リンク型モデルは，ノード間のリンク数の総和をネットワーク全体の価値とみなしている。いま，通信のネットワークを考えると，通信ネットワークに加入している個人は，同一ネットワークに加入している他のすべての個人と通信可能である。他の個人と通信可能であることが，すなわち通信ネットワークの価値である。つまり，uniform calling pattern の仮定をおくと，通信ネットワークの価値は，つながっているリンク数の総和と見なすことができるのである。したがって，あるネットワークに加入している個人の数を n とすると，リンクの総和は $\frac{n(n-1)}{2}$ であり，これがネットワークの価値となる。ネットワークサービスに対して各個人が抱く魅力は，ネットワークの価値の大きさであるので，ネットワークの価値が加入していない個人を加入へ向かわせる圧力になると考えられる。ネットワークの価値は $\frac{1}{2}(n^2-n)$ であるので n の 2 乗で増加することになり[1]，加入者数が増加するにしたがってネットワークが加速的に成長する様子を，このモデルよりうかがうことができる。

[1] 同様のことは「ネットワークの価値は，そのネットにつながっている端末の 2 乗に比例する」という「メットカーフの法則」としても知られている。

3.1.1　ネットワークサービスの拡大および市場占有率

市場に 2 種類のネットワークサービスが供給され，競合している場合を考える。ネットワークサービスの価値は加入者数の 2 乗で増加するので，市場占有率の小さな差が，サービスの価値の大きな差となって現れることになる[2]。サービスの価値の大きさはサービスへの魅力の大きさであるので，ネットワークサービスの新規加入者数は，サービスの価値の大きさに影響を受けるはずである。モデルにおいて，毎期 100 万世帯の新規加入者が市場に現れ，新規加入者は一期前のサービスの価値の比に等しい割合でどちらかのサービスを選択する，すなわち価値の比によって新規加入者の比率が決定すると仮定する。ここではネットワークサービスは世帯にとって必要不可欠なものであり，必ずどちらかのネットワークサービスに加入すると考える。

ここで例えば，ネットワークサービスに加入する可能性のある潜在的加入世帯数が 4,000 万世帯[3]であり，初期加入世帯数が 100 万世帯，すなわち初期世帯普及率が 2.5%という状況にあるネットワークサービスを考える[4]。世帯普及率が 2.5%であるときに優勢であったサービスの市場占有率が，サービスが普及し，世帯普及率が高くなるにしたがって変化していく様子を示したのが図 3.1 である。図の横軸は，全世帯のうちでサービスに加入している割合を示し，縦軸はそのサービスの市場占有率を表している。時間に従ってサービスは普及していくので，横軸は時間と考えてもいい。



図– 3.1: サービスの世帯普及率および市場占有率

普及初期の段階で優勢であったサービスの市場占有率が 51%である場合，世帯普及率が 20%の段階で占有率が 54%とそれほど大きな差があるわけではない。しかし，普及初期の段階で 60%以上の市場占有率があった場合，世帯普及率が 20%という早い段階で占有率が 80%を

[2] 山田 [78] は，2 種類のネットワークサービスについて，各々のネットワーク加入者数が 55 万人および 45 万人と，たかだか 10%の市場占有率の差があるときでも，サービスの価値の差はおよそ 1.5 倍となることを数値例で示し，優勢なネットワークがますます優勢になるロジックを述べている。

[3] 一般に住宅用加入電話はほぼ全世帯に普及したと言われるが，およそ 4,000 万世帯に普及している [72]。

[4] ここでの普及世帯数，世帯普及率は，山田 [78] の数値例を用いる。

越えている。さらに初期に 70%以上の市場占有率があるならば，早い普及の段階で 90%以上という圧倒的な市場占有率を獲得している。そしてサービスが拡大し，世帯普及率が高くなった後も高い市場占有率を維持している。

ここで重要なのは，世帯普及率 20%という比較的早い段階で，圧倒的な差が生じる点である。つまり，サービス普及の初期の段階で高い市場占有率を獲得することが，その後の競争において極めて有利であること，および市場の成熟期以降に市場占有率の逆転が難しくなることがわかる [78]。

3.1.2 サービス普及初期段階の重要性

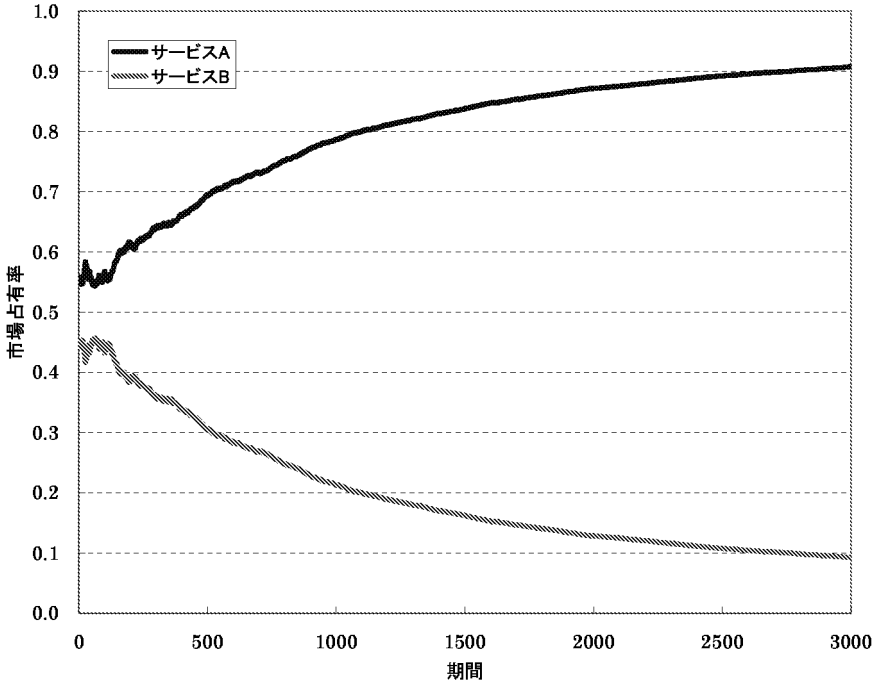
上記の複数ネットワークの市場競争を扱ったリンク型モデルは，1 期に多数の新規加入者が想定されている。このモデルでは 1 期に現れる新規加入者数によって普及動向が変化することになる。そこでここでは各個人の意思決定に注目したモデルへ変更する。

ここでも 2 種類のネットワークサービスが存在する市場を考える。いま市場には，ある人数の加入者が存在し，ある比率で各々のネットワークサービスに加入している状況が成立したとする。そこへ 1 期に 1 人の個人が市場にあらわれ，どちらかのサービスに加入する意思決定を行う。どちらのサービスを選択するかは，現在の各ネットワークサービスの価値の比率に等しい確率で決定すると仮定する。すなわち，ネットワークサービス A の加入者が n_A ，B の加入者が n_B であるならば，新規加入する個人は，$\frac{n_A(n_A-1)}{n_A(n_A-1)+n_B(n_B-1)}$ で A に，$\frac{n_B(n_B-1)}{n_A(n_A-1)+n_B(n_B-1)}$ で B に加入することになる。このモデルを用いたシミュレーションにより普及動向を示すことができる。

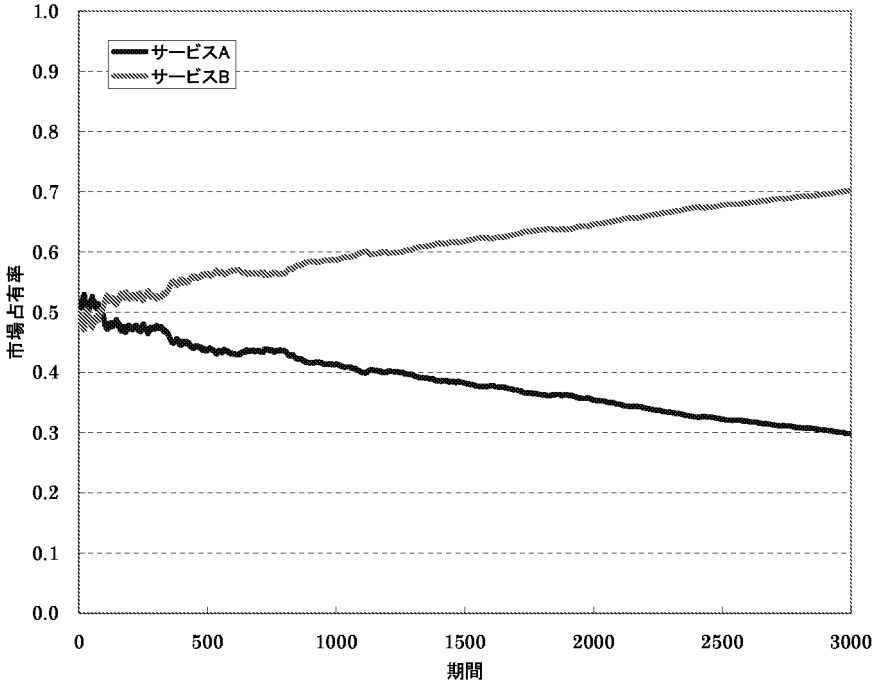
まずネットワークサービス普及のごく初期の段階，すなわちそれほど多くない加入者が存在している場合である。初期の加入者を 100 人としてシミュレーションを行った。初期の市場占有率に差がある場合，例えばサービス A およびサービス B の加入者の比が 55:45 である場合における典型的な普及動向を示したのが図 3.2 である。図よりネットワークサービスが普及していくにしたがって，市場占有率の差が広がり，市場における優位の逆転が難しくなることがわかる。

さらに初期の市場占有率に差がない，すなわち初期における両加入者の比が 50:50 である場合の代表例を示したのが図 3.3 である。この場合は，シミュレーションの開始時に両サービスの普及に差がなく，普及の初期段階でも市場占有率にほとんど差がない。しかしほとんどの場合，ある時から加入者の差が拡大する方向に転じることになる。拡大に転じる時期はそれぞれ異なっており，偶然生じた加入者数の差がきっかけとなり，拮抗している状態から市場における優位の逆転が難しくなる状態へと変化している。新規加入者は両サービスの価値の比に等しい確率でどちらかのサービスを選択するが，確率的に決定する以上，偶然どちらかのサービスに偏った加入が発生する場合も存在し得る。すなわち,「歴史的偶然」および「経路依存性」が存在するといえる。さらに，ほとんどの新規加入者が特定のサービスばかりを選択するようになり，あるサービスに市場が「ロック・イン」されることになる。もちろん両サービスが拮抗し，市場における優位の逆転が繰り返される場合もあるが，多くの場合ロック・イン現象が見られる。

ロック・イン現象は，ネットワークサービスの普及がある程度進んだ段階，すなわちシミュレーションの開始時に既に多くの加入者が存在している場合においても同様に発生する。ただある程度普及が進んだ段階では，市場占有率の差はゆるやかに拡大することなる。これは



図– 3.2: 初期市場占有率に差がある場合の普及動向



図– 3.3: 初期市場占有率に差がない場合の普及動向

ネットワークサービスに新たに加入する 1 人がサービスの価値に及ぼす影響の大きさが異なるためである。つまり製品普及の段階にかかわらず，仮に市場占有率が拮抗していたとしても，普及過程において偶然発生した差が拡大し，ロック・イン現象を発生させる可能性があることになる。さらに普及過程の初期段階であるほど，わずかな差が急激に拡大する可能性が高い。そのため普及初期段階の状況は，後々の普及動向に決定的な影響を与えることになる。したがってネットワークサービスの供給者にとって，普及のごく初期段階の普及促進策は非常に重要になることが示唆される。

3.2 通信ネットワーク型モデル

電話のような通信サービスは，ネットワーク外部性が存在するサービスの典型である。Rohlfs [64] あるいは林 [24] などは，主として電話のネットワークのような電気通信ネットワークサービスに焦点を当て，その普及動向をモデル化している。本稿ではこのモデルを，通信ネットワーク型モデルと呼ぶことにする。

3.2.1 基本モデルおよび均衡ネットワーク規模

いま，社会には個人が加入することが可能なネットワークサービスが 1 つ存在しており，個人はそのネットワークに加入し，サービスを利用するあるいは加入しないという意思決定を行っているとする。

社会には様々な選好を持った個人が存在するため，サービスに対する評価は個人ごとに異なっていることが一般的である。評価はなんらかの分布にしたがっていることになるが，評価が多様にばらついている状況を考え，一様分布にしたがっていると仮定する。つまり分布の範囲を 0 から 1 に規格化し，すべての個人がネットワークに加入した場合に得られる便益を U_0 とすると，U_0 は $[0,1]$ に一様に分布していることになる。

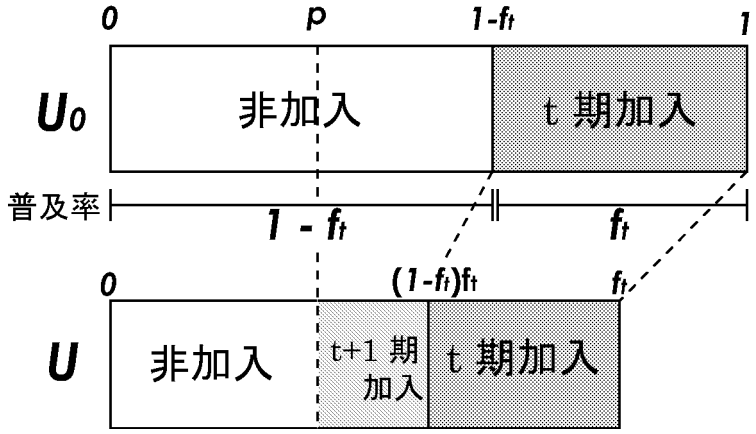
また，想定しているネットワークサービスにはネットワーク外部性が存在するため，サービスに加入している個人が多ければ多いほど，サービスから得られる便益は高くなる。つまりサービスから得られる便益はネットワークに加入している集団の規模の増加関数と考えられる。モデルでは，集団規模の代理変数として t 期のサービスの普及率 f_t を，増加関数として線形の増加関数を仮定する。

さらにサービス消費に必要な価格 p は，便益ではかられるとする。価格はサービス享受のための定額の利用料金のようなものを想定している[5]。

以上の過程を図示したのが，図 3.4 である。上段が現在実現している普及率 f_t という状況および U_0 を示し，下段がその状況下で個人がサービスから得る便益と価格との関係を示している。普及率が f_t という状態が実現しているとすると，加入および非加入の限界個人 i が得る便益 U^i は，次の式で表すことができる。

$$U^i = U_0^i f_t - p$$

[5] 例えば電話のような情報通信サービスを考えてみると，今日の通信料金体系では，距離に依存する通話料金体系が一般的であり，定額料金制ではない。しかし情報通信技術の進展，例えば光ファイバー網あるいは衛星通信の普及，インターネットの普及およびインターネットで用いられている技術の一般の通信への応用，さらにはネットワークへの常時接続環境の整備などにより，情報通信サービスの料金体系では，距離への依存性がより減少する [46] と考えられる。将来的には定額利用料金の前提は一般的なものとなる可能性が高いと思われる。



図– 3.4: 限界個人の便益

$$= \quad (1 - f_t)f_t - p$$

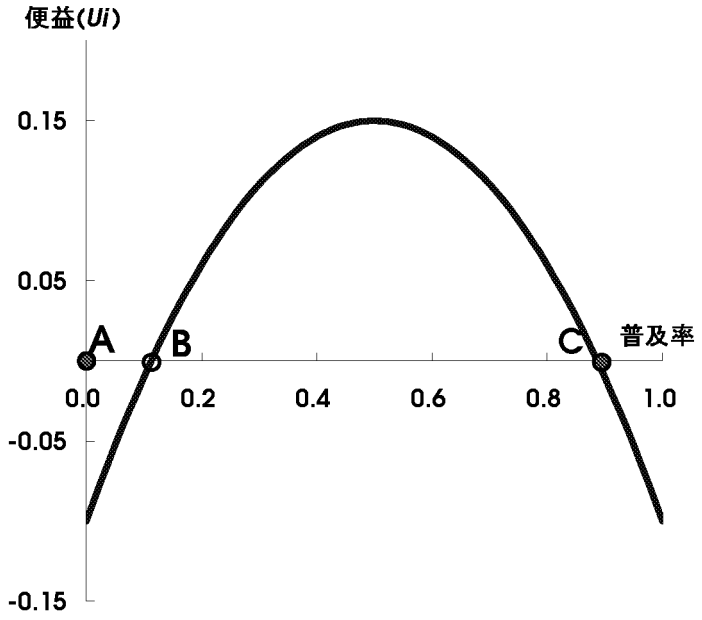
限界個人は，便益 U^i が正ならネットワークに加入し，負の便益ならネットワークに加入しないという行動をとることになる。同様の過程により，現在非加入である個人の中で正の便益を見いだす個人が，次の期にネットワークに加入する行動をとる。

ある実現した普及率に対し，限界個人 i が得る便益を図示したのが，図 3.5 である。図の B 点，すなわち $\frac{1-\sqrt{1-4p}}{2}$ を超える普及率が実現している場合，限界個人は正の便益を得ることができるためネットワークに加入する。その結果，加入者が増加するためネットワークの普及率が高くなり，さらに次の限界個人が加入することになる。この過程は C 点まで続くことになる。逆に図の B 点を下回る普及率が実現している場合，限界個人はサービスに対し負の便益を感じるのでネットワークに加入しない。したがって普及率が低くなり，次の限界個人も加入しないことになる。この過程は A 点まで続くことになる。

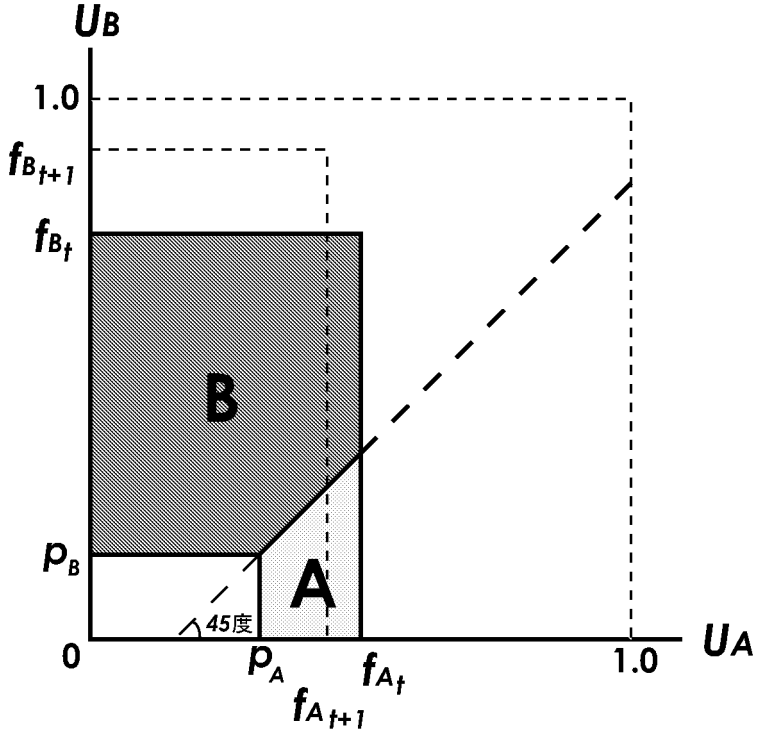
つまりネットワークサービスの普及には，B 点というクリティカル・マスが存在するということがわかる。さらに一度クリティカル・マスを越えたなら自立的にネットワークは成長するが，クリティカル・マスを越えない限りネットワークサービスは普及し得ないという性質を導くことができる。このことからネットワークサービス導入初期の普及促進活動の必要性が強く支持されることになる。

3.2.2　市場競争モデル

先の基本モデルを，市場に複数のネットワークサービスが存在し，市場競争を行うモデルに拡張する。いま市場に A および B という 2 つのネットワークサービスが提供され，サービス A の普及率が f_A ，サービス B の普及率が f_B という状況が実現しているとする。この状況における，個人の便益と価格との関係を示したのが，図 3.6 である。サービスの普及に関する条件が同じであるならば，市場には，サービス A を好む個人から，逆にサービス B を好む個人まで，多様な個人が存在するはずである。そこで基本モデルにおける仮定をふまえ，サービス A から得る便益を U_A ，サービス B から得る便益を U_B とした場合，すべての個人がネットワークサービスに加入しているとするならば，U_A および U_B はともに $[0, 1]$ に一



図– 3.5: ネットワークの普及率および限界個人の便益



図– 3.6: 通信ネットワーク型競争モデルにおける便益

様に分布するとおく。しかし当該ネットワークサービスにはネットワーク外部性が存在するため，t 期の普及率がサービス A および B それぞれについて f_{A_t} および f_{B_t} であるとき，U_A は $[0, f_{A_t}]$ に，U_B は $[0, f_{B_t}]$ に一様に分布することになる。そしてそれぞれの価格 p_A あるいは p_B を支払っても正の便益を得られる場合，より高い便益を得られるネットワークサービスに加入することになる。つまり図 3.6 において， A の領域に属する個人はサービス A へ，B の領域に属する個人はサービス B へ，次の期に加入することになる。それにより両サービスの普及率が $f_{A_{t+1}}$ および $f_{B_{t+1}}$ へ変化し，U_A および U_B の分布の範囲も変わることになる。この過程は均衡に達するまで繰り返される。

市場競争および均衡普及率

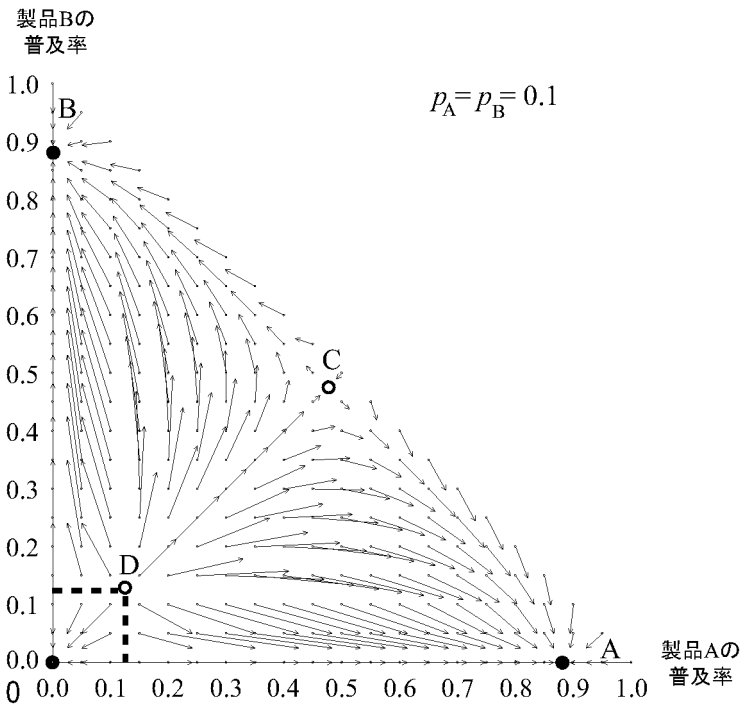
ここでは市場における製品普及がいかなる過程を経て変化し，どのような状態に落ち着くかを考察する。両製品についてある普及率が実現した場合，その状況がどのように変化するかを示したのが図 3.7 である。この位相図では，矢印の始点が現在実現している両サービス製品の普及率の組を示している。また，矢印の方向および大きさで，普及率の変化の方向および変化へ向かう強さを表している。なお価格は $p_A = p_B = 0.1$ と設定した[6]。

図 3.7 より，通信ネットワーク型の製品には，独占状態となる点 A および点 B ，そして全く普及しない点 O という安定な均衡点が存在することがわかる。点 C も均衡点であるが，両製品が普及し点 C まで成長した場合，何かのショックがあると点 A あるいは点 B に変化する鞍点となっている。

また点 D は不安定な均衡となっており，さらに点 D の周辺で製品普及が進むあるいは衰退するという境界を確認できる。図中の波線はその境界を示している。この境界は，市場に一種類の製品が提供されている場合と同様に，複数製品が市場において競合状況にある場合においても，普及の閾値が存在することを示している。製品普及が閾値を越えると，加入者が新たな加入者を発生させることになるが，$f_A > f_B$ の境界を越えるならば製品 A の独占状態へ，$f_A < f_B$ の境界を越えるならば製品 B の独占状態へ普及過程が進むことになる。図 3.7 から，普及が閾値を超えた場合，普及の過程において両製品ともに普及する局面が存在することはあるが，次第に普及の差が広がり，いずれはどちらか一方の製品が市場を独占することが示唆される。

なお，価格が $p_A = p_B = 0.25$ の場合，価格が $p_A = p_B < 0.25$ であるときに安定な均衡点であった点 A および点 B が不安定な均衡に変化し，正の安定的な均衡普及率は存在しない。さらに，$p_A = p_B > 0.25$ という高い価格が設定された場合，全く普及しない点 O のみが安定的な均衡点となり，正の安定均衡普及率は存在しないことになる。

[6] $p_A \neq p_B$ の場合においても，製品 A あるいは B に向かう領域の大きさが変化するが，基本的に同様の結果を得ることができる。



図– 3.7: 通信ネットワーク型モデルでの市場競争および均衡

3.3 通信ネットワーク型期待便益モデル

ネットワーク外部性をモデル化するにあたり，モデルに確率を導入し，個人が得る便益を期待便益として表現するモデルが考えられる。当該モデルにおいても，電話のような双方向通信を目的とする情報通信サービスが想定されている。したがって本稿ではこのモデルを,「通信ネットワーク型期待便益モデル」と呼ぶことにする。このモデルでは，各期における個人の製品選択の意思決定を簡単に記述するために，離散時間のネットワーク外部性モデルを採用する。

3.3.1 諸仮定および基本モデル

いま，1 つの情報通信サービスと多数の個人が存在する世界を考える。電話のサービスを消費するには，電話のネットワークに加入しなければならないように，情報通信サービスを消費したい個人は，そのネットワークに加入しなければならない。ネットワークに加入し，サービスを消費すると，個人は効用 (便益) を得る。ここで，通信する可能性のあるすべての相手と通信が可能であるとき，ある個人 i が情報通信サービスへの加入によって得る効用を U_0^i とおく。同じサービスを消費しても得られる効用は，各個人の非同質性の為に個人ごとに異なるのが一般的である。つまり，U_0^i は各個人ごとに異なり，何らかの分布に従っていることになる。ここでは，U_0^i は，$[0,1]$ に一様に分布していると仮定する。

個人 i は通信する可能性のあるすべての相手と通信が可能なら U_0^i の効用を得るが，常にすべての相手と通信が可能であるとは考えにくい。私たちが電話のサービスから得る効用を考えてみると，通信したい相手と全く通信できないなら，何の効用も得ないであろう。一方，通

信したい相手のうちある程度の相手と通信できるなら，何らかの正の効用を得るはずであるし，通信したいすべての相手と通信できるなら，最大の効用を得ることになるはずである。通信したい相手に通信可能である割合に応じて，サービスから得る効用が変化することになる。つまり，ここにネットワーク外部性が存在しているのである。よって個人 i は，通信したい相手に通信可能である確率を p とおくと，確率 p を U_0^i にかけた期待効用 pU_0^i をサービスから得ると考えることにする。

電話のサービスから得られる効用を考えるとき，本来なら，誰に電話をかけることができるかということが個人のサービス消費から得られる効用に影響を与えるはずであるが，ここでは，個人は社会の全成員と通信する可能性があり，個人がサービスから得る効用は加入者の数のみに依存し，それが誰であるかには依存しない uniform calling pattern の仮定をおく。すると，社会の全成員と通信可能な時，U_0^i は個人 i が得る効用になる。また，通信したい相手に通信可能である確率 p は，加入者を社会の個人の総数で割ったネットワークの普及率 x に等しくなる。よって，期待効用 pU_0^i は xU_0^i に等しくなる。

ここでは加えて,「大型ネットワークの仮定」と呼ばれる仮定をおいている。「大型ネットワークの仮定」とは，個人 i 以外の個人の加入者数の影響と，個人 i を含めた加入者総数の影響との違いが無視できるほど小さいという仮定である [25]。想定しているネットワークは，電話のようなネットワークであるため，加入者数は非常に多いと考えられ，この仮定にさほど無理があるとは思えない。

以上より，社会の全成員と通信が可能であるときに U_0^i の効用を得る個人 i は，普及率が x のとき，xU_0^i の効用を得ることになる。サービスを消費すると，サービス消費の価格に対応する効用が減少する。サービスの価格はネットワークの拡大とともに変化することが多いが，価格は普及率に関係なく一定であると仮定する。サービス消費の価格を c，サービス消費から得られる純効用を U とすると，個人 i は，$U = xU_0^i - c$ の純効用を感じることになる。個人のネットワーク加入の意思決定は，この純効用に依存し，純効用が正ならネットワークに加入し，負ならネットワークに加入しない。

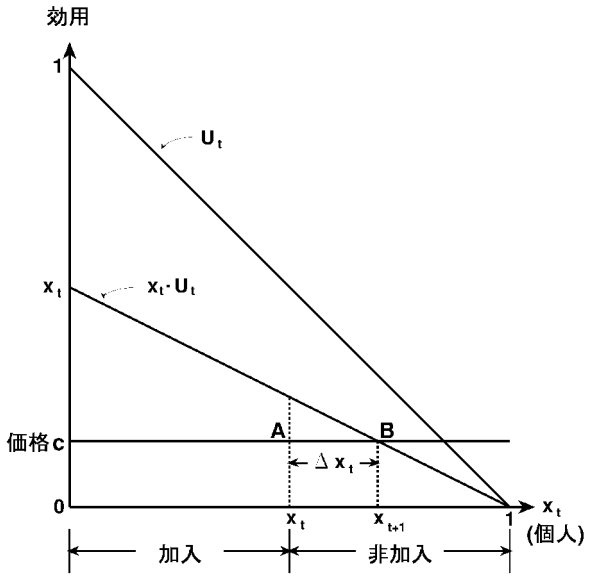
また，ここでは需要側のネットワーク外部効果に焦点を当てるため，ネットワークサービスの供給は，限界費用 c で競争的に供給されていると仮定する。したがって，以下のネットワーク均衡は，ネットワークサービスの需要および供給が一致するという意味での市場均衡となっている。

ネットワークサービスの供給者にとって，ネットワークサービスの普及が時間の経過とともにどのように変化するか，その変化にはどのような性質があるかを明らかにすることは，サービス供給戦略にとって大きな意味があると思われる。したがって以下では，時間の概念を取り入れ，ネットワークの普及率がどのように変化するか，変化にはどのような性質があるかを考える。

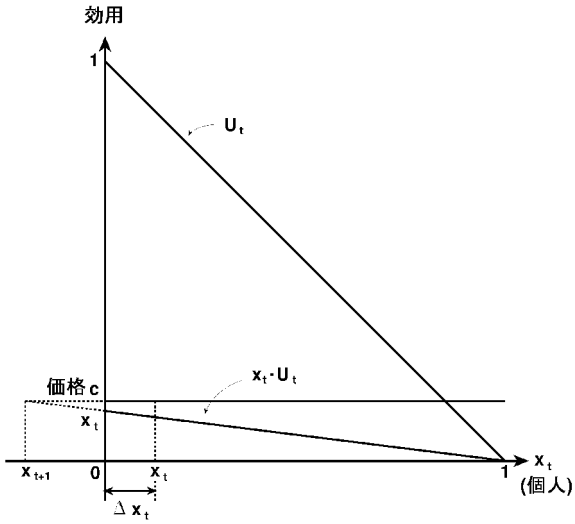
モデルは，現在の普及率の大きさで 2 通りに場合分けする必要がある。すなわち，t 期の普及率を x_t とすると，$x_t \geq c$ の場合，および $x_t < c$ の場合である。

まず，$x_t \geq c$ の場合を考える。t 期のネットワークの普及率が x_t であるとしたとき，図 3.8(a) はその状況を図示している。図 3.8(a) は，x 軸上に個人が U_0^i の大きい順に並んでおり，その個人と，対応する t 期の純効用 U_t との関係をグラフ化したものである。

現在の普及率が x_t であるということは，純効用の大きな個人から順に x_t の割合の個人がネットワークに加入してサービスを消費しているということである。しかし図 3.8(a) の状況において， A B 間の個人は，現在ネットワークに非加入ではあるが，正の純効用を感じてい



(a) 普及率が価格に比して小くない場合



(b) 普及率が価格に比して小さい場合

図– 3.8: 個人の純効用および普及の変化量

る個人である。純効用が正なら，ネットワークへ加入するように個人は意思決定をするので，これらの個人は現在ネットワークに非加入であるが，次の $t+1$ 期にネットワークへ加入する個人であるといえる。つまり，現在の状況のもとでネットワークに加入することと加入しないことが無差別な個人 j にとって，社会の全成員と通信が可能である時の効用を U_0^j とすると，$x_t U_0^j - c = 0$ である。加入・退出には調整費用はかからず，今期に発生したネットワーク加入の需要は次の期に必ず実現されると仮定すると，一様分布の仮定より，$U_0^j = 1 - x_{t+1}$ であるので，$x_t(1 - x_{t+1}) - c = 0$ となる。よって，普及率の変化は，以下のように表される。

$$\begin{aligned} \Delta x_t &= x_{t+1} - x_t \\ &= 1 - \frac{c}{x_t} - x_t \quad (x_t \geq c) \end{aligned}$$

x_{t+1} が決定すると，$U_{t+1}^i = x_{t+1} U_0^i - c$ となり，同様の過程が繰り返されることになる。この過程は，$\Delta x_t = 0$，つまり，ネットワークの均衡点に達するまで行われる。

次に，$x_t < c$ の場合である。図 3.8(b) は，その状況を示している。先ほどと同様に考えると，次の期の普及率 x_{t+1} は，負になってしまう。しかし，負の普及率は存在しないため，次の期の普及率 x_{t+1} は $x_{t+1} = 0$ となるはずであり，よってこの場合は $\Delta x_t = -x_t$ となる。

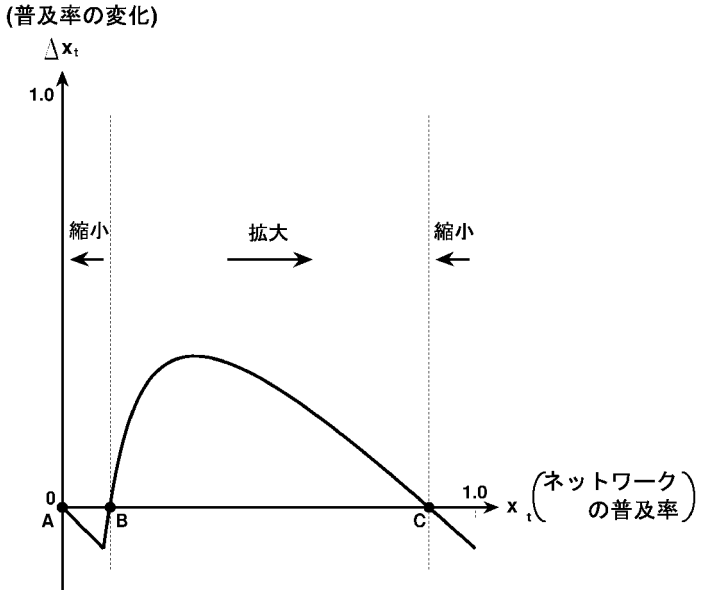
場合分けの基準である $x_t = c$ という普及率は，現在のネットワークの普及率が $x_t \leq c$ であるならば，次の期に必ず普及率が 0 となるという境界の普及率であるということを意味する。以上より，普及率の変化は，次のように表すことができる。

$$\Delta x_t = \begin{cases} 1 - \frac{c}{x_t} - x_t & x_t \geq c \text{ のとき} \\ -x_t & x_t < c \text{ のとき} \end{cases}$$

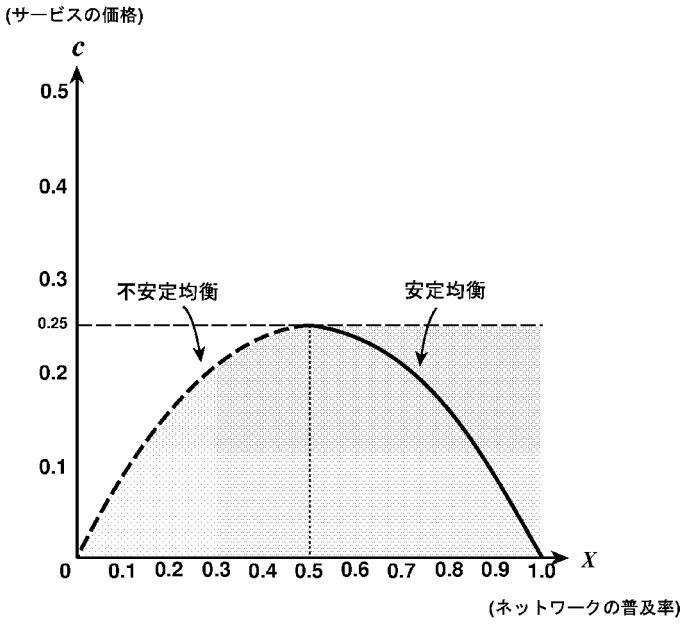
3.3.2　ネットワーク均衡の導出と経済的含意

ある所与の価格のもとで，今期の普及率が与えられたときの普及率の変化をグラフ化すると，図 3.9 になる。グラフよりこの価格の場合，ネットワークの均衡点が A , B , C の 3 箇所存在することが読み取れる。A は $x = 0$，B は $x = \frac{1-\sqrt{1-4c}}{2}$，C は $x = \frac{1+\sqrt{1-4c}}{2}$ である。また，Δx_t の符号から，3 箇所の均衡点のうち A , C の 2 つが安定な均衡点であり，B は，不安定な均衡点であるということがわかる。つまり， B がいわゆるクリティカル・マスで，ネットワークの普及率が $\frac{1-\sqrt{1-4c}}{2}$ という普及率を越えない限りサービスは普及し得ないのである。そして，一度この普及率を越えると，他の条件が一定ならば，ネットワークサービスは自然に C の普及率まで普及するのである。したがって，ネットワークサービスの供給者は，例えば無料でサービスを利用してもらうモニタを募るなど何らかの普及促進策により， B の普及率までサービスを普及させる必要がある。B の普及率まで普及すると，ネットワークの非加入者に加入のインセンティブが生じ，自律的にネットワークへの加入者が増え，ネットワークサービスは軌道に乗ることになる。

あるサービスの価格に対し実現する，安定均衡普及率および不安定均衡普及率を図 3.10 で表している。図では不安定均衡普及率を破線，安定均衡普及率を実線のグラフで描いている。安定均衡が存在しないならサービスは普及しないであろうし，クリティカル・マスを越えない限りサービスは普及しえない。よって，価格と現在の普及率が図 3.10 の影をつけた領域にない限り，そのネットワークサービス提供は失敗することになる。以上より，サービスの提供者は，個人の消費の選好等を調査してサービスの価格を決定するだけでは不十分で，ネット



図– 3.9: 製品普及および普及の変化量



図– 3.10: サービス普及およびクリティカル・マス

ワーク外部性の存在のために，現在の普及率をも考慮に入れた価格決定を行う必要があることが示唆される。

ネットワーク外部性を意識した普及戦略の事例として，ミニテルというフランスのビデオテックス[7]の事例があげられる。ミニテルは様々な情報を引き出せるほか，コンピュータの通信機能をフルに利用し，チャッティング等も利用できるものである。ミニテルの普及をはかるために，フランス政府は全国の家庭に 400 万台の端末を無料で配布する戦略を採った。その結果，ミニテルはクリティカル・マスを超え，そのネットワークは拡大したと言われている。一方，日本を含めた他の国々はネットワーク外部性を意識した戦略を採らなかったため，ネットワークの拡大に失敗している。このように，ネットワークの普及促進においてネットワーク外部性の性質を考慮することは，非常に重要である。

3.3.3　新旧ネットワークの競争モデル

基本モデルを拡張し，複数のネットワークサービスが競合する場合を考える。ネットワークの競合にはさまざまな場合が考えられるが，ここでは新しい技術を採用した新ネットワークと，旧来の技術を採用した旧ネットワークの競合を考える。

情報通信技術の発達に伴い，多様な情報通信サービスが提供されている。従来は音声通信が主流であったが，今日では，音声はもちろん静止画，動画，あるいはデータを同時に送受信することが可能となっている。また通信回線あるいは方式についても，これまではアナログの公衆回線が一般的であったが，ISDN あるいは DSL などのデジタル通信が一般的になりつつある。ケーブルテレビの回線を使ってインターネットに常時接続する家庭も増えつつあり，インターネット電話を利用することもできる。

通常，新しい技術を使った高度なサービスを提供する場合，従来の技術を用いたサービスが普及した市場に新たに参入し，競争しなくてはならない。このような場合，サービス提供者は旧来のサービス利用者を新しいサービスに速やかに移行させたいであろう。アナログ通信からデジタル通信への移行などが典型例である。しかし，近年の技術の変化は非常に激しく，次々と新しい技術を導入した情報通信サービスが提供されるため，わずかな時間の差で新旧両サービスが市場に投入されることもある。そのためこのような場合，個人はほぼ同時に新旧のサービスの選択を迫られることになる。

また特に通信ならば，全国一斉に新サービスが提供されることは少なく，導入時期は地域により差がでることが一般的である。そうした場合，導入を検討している個人は，既に導入された地域の普及状況に影響を受けるであろう。したがって，新旧ネットワークの競争については，様々な所与の普及状況のもとで，両サービスがたどる普及過程を分析する必要があると思われる [52–54]。

新旧ネットワークサービス競争のモデル

市場には，新・旧 2 種類の情報ネットワークサービス財が供給され，市場競争を行う状況を想定する。ネットワーク外部性の影響を強調するために，個人がサービスから得る効用は，加入者数のみに依存するとおく。ここでは特に，情報通信ネットワークサービスを考える。し

[7] 電話回線を使い，情報センターの情報を引き出して，テレビ受像機のブラウン管上に文字と図形によって映し出すシステム。

表– 3.1: 新旧ネットワークサービス競争モデルで用いる記号

記号	説明
U'_{X_i}	個人 i が旧ネットワークのサービスから得る純効用
U'_{Y_i}	個人 i が新ネットワークのサービスから得る純効用
U_{X_i}	社会の全成員と通信可能なとき，個人 i が 旧ネットワークのサービスから得る純効用 ($0 \leq U_{X_i} \leq 1$)
U_{Y_i}	社会の全成員と通信可能なとき，個人 i が 新ネットワークのサービスから得る純効用 ($0 \leq U_{Y_i} \leq 1$)
x_t	t 期の旧ネットワークの普及率 ($0 \leq x_t \leq 1$)
y_t	t 期の新ネットワークの普及率 ($0 \leq y_t \leq 1$)
α	旧ネットワークと新ネットワークとの間の効用の倍率
c_X	旧ネットワークサービスの料金
c_Y	新ネットワークサービスの料金

たがって，ネットワークを構成する個人間のリンクは，個人間で通信が可能であることに対応する。

表 3.1 に，このモデルで用いる記号をまとめる。

通信する可能性のあるすべての相手と通信可能であるとき，ある個人 i が旧ネットワーク X に加入し，サービスを消費することによって，個人は U_{X_i} の効用を得る。また，通信する可能性のあるすべての相手と通信可能なとき，その個人 i が新ネットワーク Y に加入することによって U_{Y_i} の効用を得る。新しいネットワークサービスは，旧来のネットワークサービスと比べて，サービスの質が優れていることを実感できるほど技術的に非常に高度な性能をもっているとする。各個人が感じるであろう質の向上は，技術的な向上に比例すると考えたとしてもさほど無理はないであろう。したがって，新ネットワークが旧ネットワークに比べて α 倍の性能向上を実現しているとき，同じ普及率のもとでは，すべての個人が，新ネットワークに対し，旧ネットワークの $\alpha(\geq 1)$ 倍の効用を得ることにする。つまり $U_{Y_i} = \alpha U_{X_i}$ の関係が，社会のすべての成員について成立する。

また市場には様々な個人が存在し，非同質的であるので，U_{X_i}, U_{Y_i} は，個人によって異なると考えられる。ここでは多様性をモデル化するにおいて，U_X は $[0,1]$ に一様に分布すると仮定する。その結果，U_Y は $[0,\alpha]$ に一様に分布する。

さらに両ネットワークの間は，相互に接続可能であるとする。しかし一般に，品質の異なるネットワークサービス同士を接続した場合，サービスの品質は低下する。情報通信であるなら，品質が異なるネットワークに加入している個人同士が通信するとき，最良の状態が実現したとしても，通信の品質は低いネットワークの品質になるであろう。したがって，個人間のネットワークサービスの品質は次のようになる。すなわち，新ネットワークに加入している個人間では，新ネットワークの高品質のサービスを，旧ネットワークに加入している個人間では，旧ネットワークの従来品質のサービスを，新ネットワークに加入している個人と旧ネットワークに加入している個人との間では，旧ネットワークの従来品質のサービスを享受することになる。

当該モデルでは，サービスの基本は変わらないがその品質あるいはサービスの内容が高度

化するような状況を考えているので，新旧両ネットワークに 1 人の個人が加入することは非合理的である。例えば，私たちがアナログ電話とデジタル電話の両方に加入することは，考えにくいであろう。したがって，個人は X あるいは Y のどちらか一方のネットワークサービスのみを消費すると仮定しても，現実のサービス選択行動と比較してそれほど違和感はない。

ここで，旧ネットワークの普及率が x_t，新ネットワークの普及率が y_t である状況が実現したとする。旧ネットワークのサービス消費には，価格 c_X を支払う必要があり，新ネットワークのサービス消費には価格 c_Y を支払う必要がある。したがって，個人 i が旧ネットワークサービスの消費から得る純効用 U'_{X_i}，および新ネットワークサービス消費から得る純効用 U'_{Y_i} は，以下のように表すことができる。

$$\begin{aligned} U'_{X_i} &= (x_t + y_t)U_{X_i} - c_X \\ U'_{Y_i} &= x_t U_{X_i} + y_t U_{Y_i} - c_Y \\ &= (x_t + \alpha y_t)U_{X_i} - c_Y \end{aligned}$$

なおネットワークサービスを消費しない場合，個人は効用を得られないとする。個人 i は U'_{X_i} ，U'_{Y_i} ，0 の大きさを比較し，U'_{X_i} が最も大きければネットワーク X への加入を選択し，U'_{Y_i} が最も大きければネットワーク Y への加入を選択し，0 が最も大きければどちらのネットワークにも加入しない意思決定を行う。

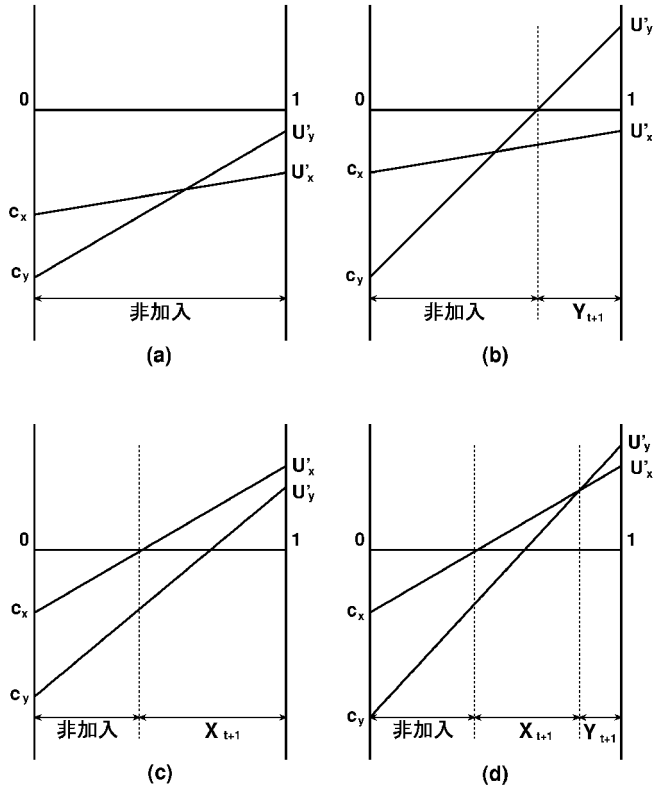
新ネットワークサービスの価格が旧ネットワークサービスの価格に比べて低い場合，新ネットワークの方がサービスの質において優位にあるので，すべての個人は新ネットワークに加入する，あるいはネットワークに加入しないことになる。したがって，$c_Y \geq c_X$ である場合の解析をするのが妥当である。つまり，新ネットワークは旧ネットワークより，高い品質のサービスを提供しているが，サービス消費の価格は旧ネットワークよりも高い場合を考える。このような状況は，新しい技術を導入したサービスを提供する際にごく一般的に発生するであろう。

x_{t+1} ，y_{t+1} は，x_t ，y_t ，α の値によりさまざまな場合が起こりうるため，それに伴って場合分けが必要となる。図 3.11 は，その場合分けを表したものである。つまり，$t+1$ 期に次の 4 つの場合が考えられる。

(a)　ネットワークに加入している個人は存在しない
(b)　旧ネットワークに加入している個人は存在しない
(c)　新ネットワークに加入している個人は存在しない
(d)　新旧どちらのネットワークにも加入している個人が存在する

図 3.12 は，ある普及率 x_t ，y_t のもとで，U_X と U'_X ，U'_Y ，0 との関係を表している。これは，先の (d) の場合である。先の仮定のもとでは，U_X の高いほうから，Y ネットワークに加入する個人，X ネットワークに加入する個人，ネットワークに加入しない個人が順に並ぶと考えられる。

図 3.12 より，$U_X \geq \frac{c_Y - c_X}{(\alpha-1)y_t}$ の個人は，Y ネットワークに加入することにより，最も高い効用を得られるので，Y ネットワークに加入すると考えられる。同様に，$\frac{c_X}{x_t+y_t} \leq U_X < \frac{c_Y - c_X}{(\alpha-1)y_t}$ の個人は X ネットワークに，$U_X < \frac{c_X}{x_t+y_t}$ の個人はどちらのネットワークにも加入しないと考えられる。よって，現在のネットワーク X の普及率およびネットワーク Y の普及率がそれぞれ x_t ，y_t であったとしたときの，$t+1$ 期のネットワークの普及率 x_{t+1} ，y_{t+1} は，(3.1) 式で



図– 3.11: 新旧ネットワーク競争モデルの場合分け

表すことが出来る。

$$\begin{cases} x_{t+1} &= \frac{c_Y - c_X}{(\alpha-1)y_t} - \frac{c_X}{x_t + y_t} \\ y_{t+1} &= 1 - \frac{c_Y - c_X}{(\alpha-1)y_t} \end{cases} \tag{3.1}$$

したがって，その普及率の変化は，(3.2) 式になる。

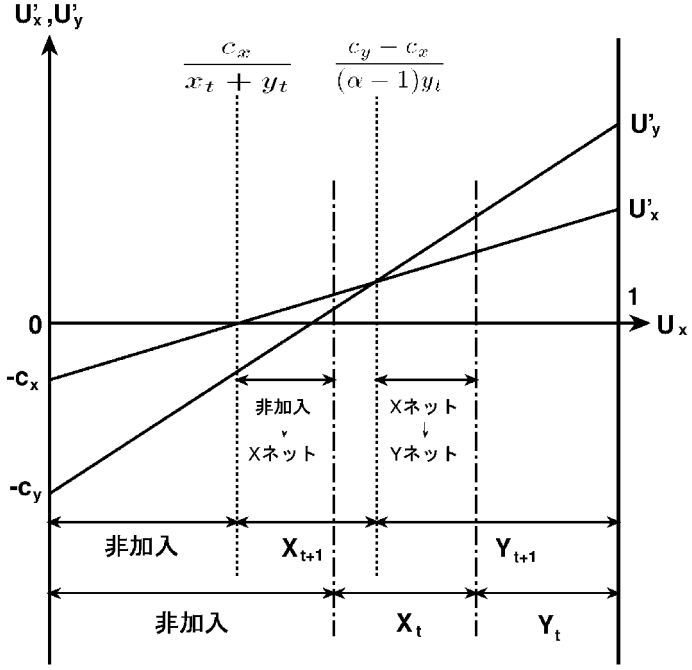
$$\begin{cases} \Delta x_t &= \frac{c_Y - c_X}{(\alpha-1)y_t} - \frac{c_X}{x_t + y_t} - x_t \\ \Delta y_t &= 1 - \frac{c_Y - c_X}{(\alpha-1)y_t} - y_t \end{cases} \tag{3.2}$$

(a) の場合，つまり $x_t + y_t - c_X < 0$ かつ $x_t + \alpha y_t - c_Y < 0$ の場合も同様に考えると，$t+1$ 期のネットワークの普及率 x_{t+1} ，y_{t+1} は，

$$\begin{cases} x_{t+1} &= 0 \\ y_{t+1} &= 0 \end{cases} \tag{3.3}$$

(b) の場合，つまり $x_t + \alpha y_t - c_Y > 0$ かつ $\frac{c_Y}{x_t \alpha y_t} < \frac{c_t}{x_t + y_t}$ の場合は，

$$\begin{cases} x_{t+1} &= 0 \\ y_{t+1} &= 1 - \frac{c_Y}{x_t + \alpha y_t} \end{cases} \tag{3.4}$$



図– 3.12: 新旧ネットワーク競争における個人の意思決定

であり，(c) の場合，つまり $x_t + y_t - c_X > 0$ かつ $y_t > \frac{c_X - c_Y}{1-\alpha}$ の場合は，

$$\begin{cases} x_{t+1} &= 1 - \frac{c_X}{x_t + y_t} \\ y_{t+1} &= 0 \end{cases} \tag{3.5}$$

である。

新旧ネットワークサービス競争市場における普及過程および特性

先のモデルをもとに，新旧ネットワークサービスが競合する場合の普及過程を明らかにする。新旧の両ネットワークサービスにおける差は，個人が体感する性能の差，および価格の差として現れる。普及過程および市場均衡という観点から両ネットワークサービスを比較するために，モデルのパラメータを変化させた位相図を用いることにより，性能差および価格差を比較する。

図 3.13(a) を基準とし，図 3.13(b) は価格差が大きい場合を，図 3.14(a) および図 3.14(b) は性能差が小さい場合および大きい場合を示している。パラメータとして，図 3.13(a) は，$\alpha = 2.0$ ，$c_X = 0.1$ ，$c_Y = 0.2$ を，図 3.13(b) は，$\alpha = 2.0$ ，$c_X = 0.1$ ，$c_Y = 0.3$ を，図 3.14(a) は，$\alpha = 1.1$ ，$c_X = 0.1$ ，$c_Y = 0.2$ を，図 3.14(b) は，$\alpha = 3.0$ ，$c_X = 0.1$ ，$c_Y = 0.2$ を設定した。図では，t 期における普及率 $(x_t$ ，$y_t)$ から $t+1$ 期における普及率 $(x_{t+1}$ ，$y_{t+1})$ への変化の大きさと方向を矢印で示す。ここでは，図を見やすくするために，矢印の長さを 1/3 にしている。これは，サービス供給側に供給能力の限界があり，今期に発生した需要のう

ち 1/3 の需要が次の期に実現される状況であると考えることもできる[8]。なお，個人が両ネットワークに同時に加入することはないので $x+y \leq 1$ の領域のみで図は描かれることになる。

図 3.13(a) を見ると，安定均衡点が，原点および x ，y 軸上それぞれに存在することがわかる。具体的には，(0 , 0) と，およそ (0.89 , 0) , (0 , 0.89) である。つまり市場競争の結果，新旧どちらかのネットワークのみが生き残ることになる。ここでもやはり，ロック・イン現象あるいは独占へ向かう性質を確認することができる。

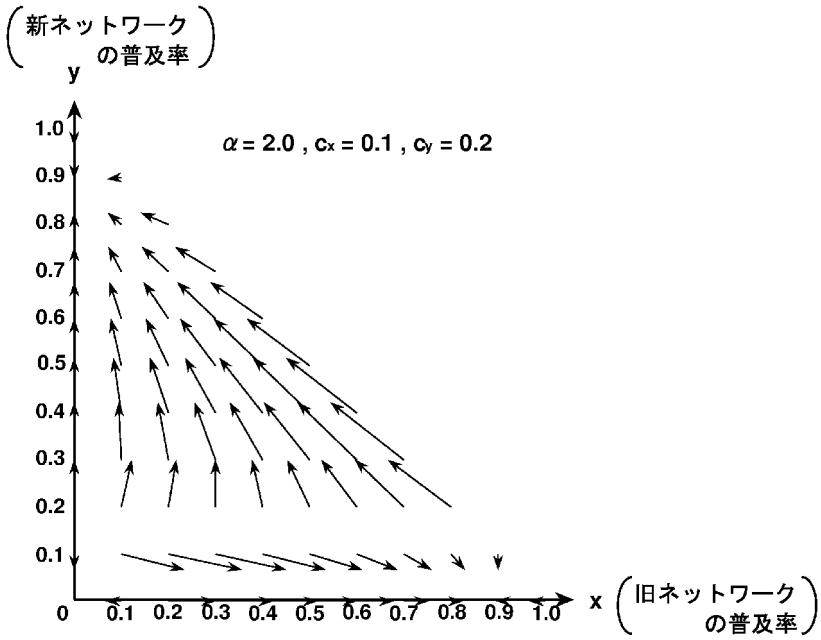
さらに，$y = 0.11$ に新ネットワークサービスが市場に普及するか否かの境界，すなわち新ネットワークサービス普及のクリティカル・マスが存在している。つまりこの状況では，新ネットワークのサービスは，約 11% の普及率を越えない限り普及し得ないことになる。また市場における調整の過程では，新旧両ネットワークが共に成長する場合もある。しかし時間の経過とともに，旧ネットワークが駆逐されることになる。つまり両ネットワークがともに成長することはあるが，それは一時的なものに過ぎないといえる。

一方，図 3.13(b) を見ると，$x = 0.2$, $y = 0.7$ のあたりに新旧両ネットワークが共存する安定均衡点が存在することがわかる。図 3.13(a) の場合との違いは，図 3.13(b) の場合，新ネットワークの価格が割高である点である。個人がサービスを優れていると評価しているにもかかわらず，価格が高すぎるため，この状況が発生する。このように，価格の設定次第で，新ネットワークへ加入する個人は存在しても，サービスが非常に優れている新ネットワークへ加入者が完全に移行してしまうことが不可能となる。新ネットワークサービスの供給者としては，このような価格を設定すると，新ネットワークへの加入者の速やかな移行を望むことができない。両ネットワークが共存する均衡を脱するには，価格を下げるなどの新たな普及促進策をとる必要がある。

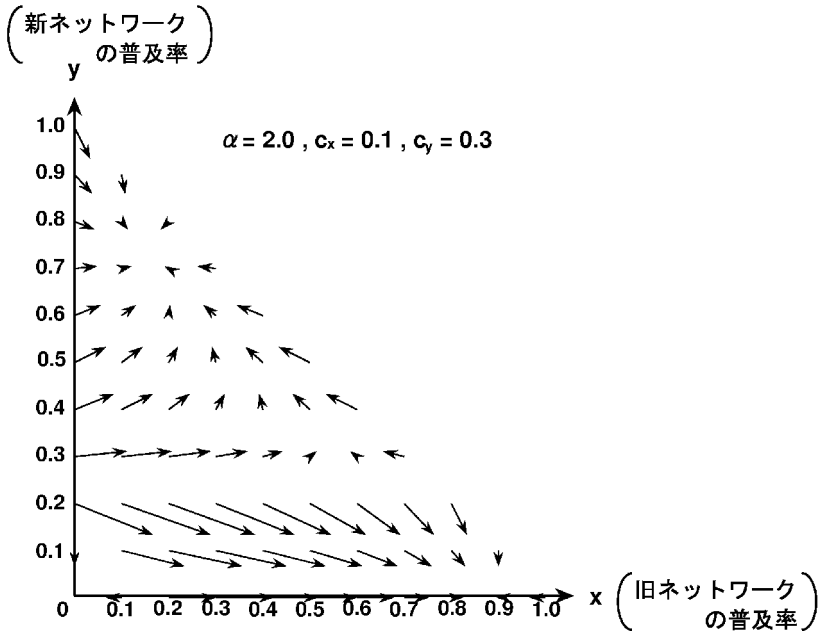
図 3.14(a) は，新ネットワークが旧ネットワークに比べてさほど品質が優れているとはいえない，あるいは個人がさほど評価しない場合である。この場合は，必ず新ネットワークは衰退してしまうことがわかる。よって，利用者を新ネットワークへ移行させたいと思う時には，初期の普及率や価格だけでなく，利用者がそのサービスをどれだけ評価しているかも非常に重要となってくる。

図 3.14(b) は，個人が新ネットワークを旧ネットワークに比べて非常に優れていると評価する場合である。ほとんどの普及率の組み合わせにおいて，新ネットワークへの加入・移行が行われるということがわかる。この場合の新ネットワークのクリティカル・マスは，およそ $y = 0.05$ である。図 3.13(a) と比べて，クリティカル・マスが低くなっている。また，新ネットワークが普及する時の安定均衡点は，(0 , 0.93) であり，図 3.13(a) と比べて新ネットワークがより普及するということがわかる。このように，個人のサービスに対する評価とサービスの価格は，クリティカル・マスや安定均衡点に大きく影響を与える。

[8] かつて電話の加入において見られた「積滞」は，供給能力の限界の典型と考えられる。

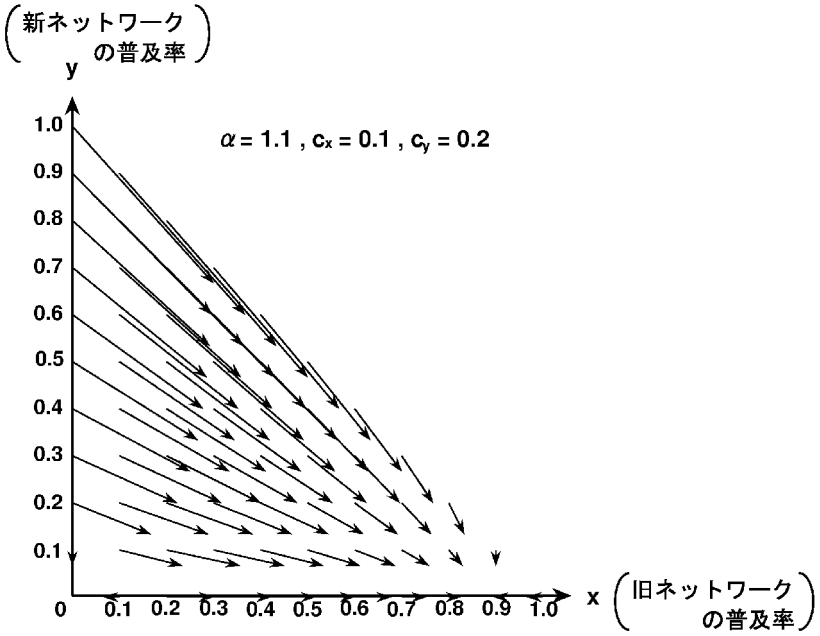


(a) 新旧ネットワークサービスの普及過程

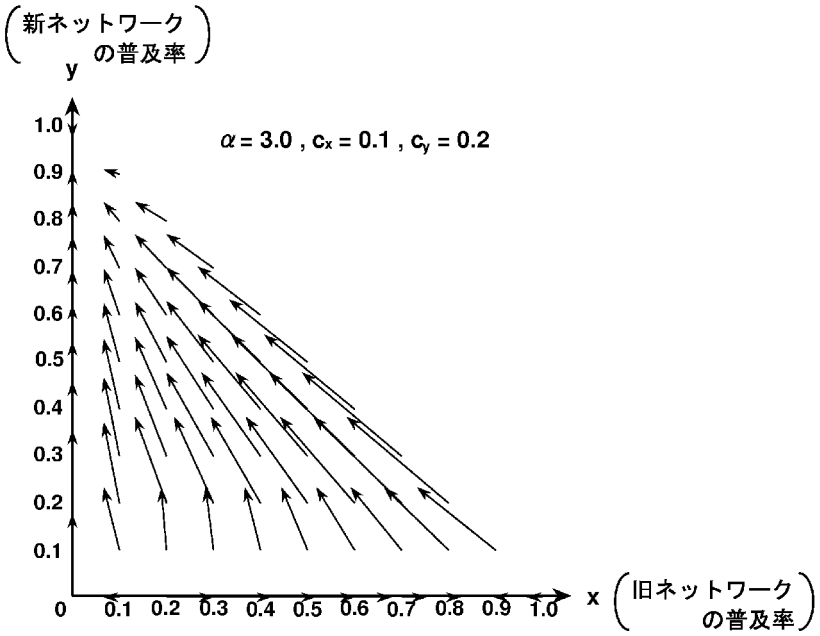


(b) 新サービスが高価である場合の普及過程

図– 3.13: 価格差が存在する場合の普及過程の相違



(a) 新ネットワークの品質優位性が小さい場合



(b) 新ネットワークの品質優位性が大きい場合

図– 3.14: ネットワーク間の品質優位性の差異と普及過程

3.4　収穫逓増型モデル

ネットワーク外部性は，需要者側の規模の経済性の一部である。すなわち，ネットワーク外部性は，物理的であれ仮想的であれネットワークに依拠した財あるいはサービスにおける需要者側の規模の経済性を扱っている。需要者側の規模の経済性は，需要者側における収穫逓増と言い換えることもできるため，需要者側の収穫逓増の経済モデルはネットワーク外部性をモデル化しているともいえる。需要者側の収穫逓増の本質を単純な形でモデル化したのが，Arthur [3] である。したがって本稿では，需要者側の収穫逓増からのアプローチをもとにしたネットワーク外部性のモデルを「収穫逓増型モデル」と呼ぶ。

3.4.1　収穫逓増型モデルの構造

まず，需要者側の収穫逓増を説明するモデルとして，Arthur [3] のモデルを検討する。この収穫逓増型の基本モデル [3] は，単純な構造になっており，シミュレーションを行うことが容易なモデルである。

いま対象としているサービス財市場には A および B という 2 種類の製品があり，市場において競合している状況を考える[9]。個人には製品 A を好む R 型および製品 B を好む S 型の 2 種類の個人が存在し，毎期 1 人ずつ等確率でどちらかの個人が現れ，高い便益を得られる製品を選択し，その後選択した製品を使い続けるとする。また製品からの便益は，他の個人の採用数に関係なく得られる製品固有の便益，および各々の製品をすでに選択している個人の数に比例する便益の和で構成される。ここで，A の採用者数を n_A，B の採用者数を n_B，R 型の個人が A に対して感じる固有の便益を a_R，B に対して感じる固有の便益を b_R，S 型の個人が A に対して感じる固有の便益を a_S，B に対して感じる固有の便益を b_S とする。さらに，R 型の個人について，すでに製品を選択している個人の数に依存する便益のパラメータを r，S 型の個人のそれを s とすると[10]，製品より得られる便益は表 3.2 にまとめられる。なお，各型の個人の選好より $a_R > b_R$ および $a_S < b_S$ である。

表– 3.2: 製品選択の便益

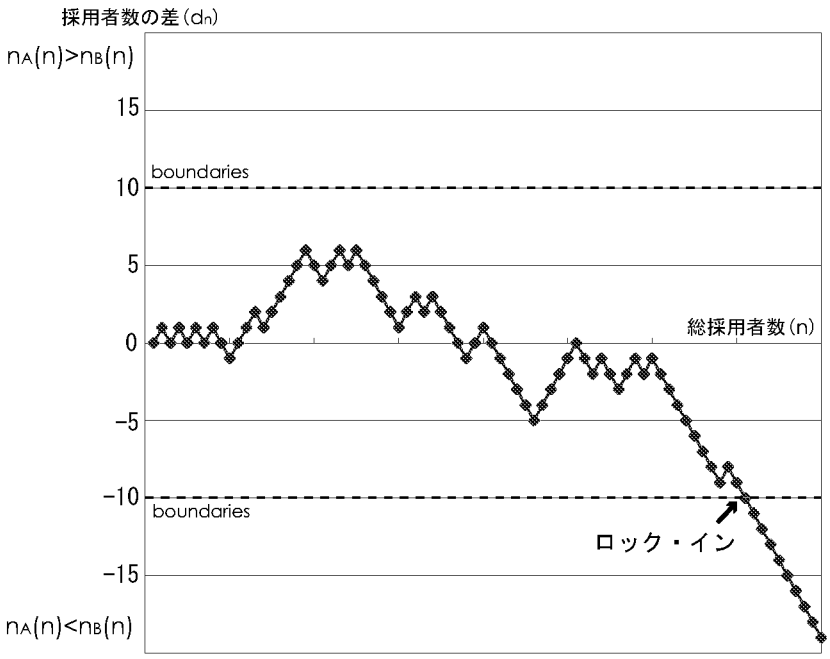
	製品 A	製品 B
R 型の個人	$a_R + rn_A$	$b_R + rn_B$
S 型の個人	$a_S + sn_A$	$b_S + sn_B$

（出所）Arthur, B. (1989), “Competing Technologies, Increasing Returns, and Lock-In by Historical Small Events,” *The Economic Journal*

ここで n 期の n_A を $n_A(n)$，n_B を $n_B(n)$ とし，両製品の採用者の差 $n_A(n) - n_B(n)$ を d_n としたとき，シミュレーションにより得られた d_n の変遷の一例を示したのが図 3.15 である。シミュレーションでは，パラメータを $a_R = b_S = 1.0$，$b_R = a_S = 0.8$，$r = s = 0.02$ と設定している。

[9] Arthur はモデルの具体例として，軽水・ガス冷却・重水・ナトリウム冷却の原子炉，あるいは結晶シリコン・アモルファスシリコンの太陽光発電の技術選択を例に挙げている。

[10] $r, s > 0$ なら収穫逓増，$r, s = 0$ なら収穫一定，$r, s < 0$ なら収穫逓減となる。



図– 3.15: 製品採用者数の差

普及当初は，どちらの製品にも採用者数において大きな優位はなく，両製品は拮抗した状態にある。しかしある時点から，すべての新規採用者が一方の製品を選択する「ロック・イン」状態に陥ることになる。

普及初期の段階では R 型の個人は A を，S 型の個人は B を選択し，さらに各期においてどちらの型の個人が市場に入ってくるかは等確率であるので，市場における優位は生まれない。しかし，ある期間において偶然一方の型の個人が多く市場に現れる確率も存在するため，

$$d_n = n_A(n) - n_B(n) < \frac{b_R - a_R}{r}$$

あるいは

$$d_n = n_A(n) - n_B(n) > \frac{b_S - a_S}{s}$$

を満たしたとき，ロック・イン状態になる。したがって $\frac{b_R - a_R}{r}$ および $\frac{b_S - a_S}{s}$ は，ロック・イン状態と通常の競争状態とを分ける境界である[11]。

このモデルから，製品が収穫逓増の性質を持っている場合，製品の普及には以下の性質が存在することがわかる。

- 予測不可能性
  - 市場の帰結が予測不可能である。当該モデルでは，いずれどちらかの製品ばかりが購入される状況になることはわかるが，それがどちらの製品になるのかは，予測不可能である。

[11] 本稿のパラメータ設定では，$d_n = \pm 10$ に境界が存在することになる。

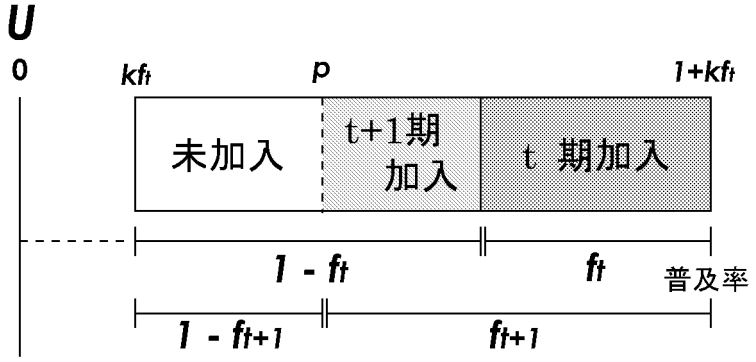
- 非柔軟性
  - ロック・イン現象が存在する。市場において，一度支配的な製品が現れると，その状態から抜け出すことができない。
- 非エルゴード性
  - 以前に発生した小さな事象の影響が消え去らない。

3.4.2　限界個人を導入した収穫逓増型モデル

Arthur [3] のモデルは，シミュレーションを行うことが容易なモデルである反面，市場には 2 種類の個人が存在し，毎期 1 人の個人が現れ，必ずどちらかの製品を選択するという強い仮定がおかれている。ここではこの仮定を緩和し，市場に多様な個人が同時に存在するより一般的な状況を記述するため，Arthur のモデルを，限界個人を導入したモデルに変形する。この変形によりモデルにおける偶然性の要素は失われるが，普及状況の変化の力学を明らかにすることが可能となる。

想定している市場にはネットワーク外部性を有する製品があり，個人はその製品購入の意思決定に直面しているとする。個人が製品から得る便益 U は，他の個人の行動に関係なく製品から得ることのできる固有の便益 U_0，およびネットワーク外部性からの便益 U_1 で構成される。市場には製品に対し高い価値を見いだす個人からそれほど価値を見いださない者まで多様な個人が存在すると考えられる。しがたって製品固有の便益は個人ごとに様々であり，何らかの分布にしたがっているのが一般的であろう。ここでは U_0 は $[0,1]$ に一様に分布すると仮定する。またネットワーク外部性からの便益は，同じ製品を購入している個人の集団の増加関数である。ここでは集団の代理変数として製品の普及率 f を用いることとし，関数の形状は線形であると仮定する。さらに製品購入に必要な価格 p は便益ではかることができるとする。

t 期において，製品の普及率 f_t という状況が実現したとする。図 3.16 は，普及率，製品から得られる便益，および価格の関係を示している。ネットワーク外部性は，各個人の製品に対する評価を押し上げる効果を持つため，t 期における便益は kf_t を加えた $[kf_t, 1+kf_t]$ に分布することになる。そして t 期に製品を購入していない個人のうち，価格 p よりも大きな便益を得る個人は，$t+1$ 期に新たに購入することになる。



図– 3.16: 収穫逓増型モデルにおける限界個人

この過程は均衡状態に達するまで続く。

製品購入および非購入の境界にいる個人，すなわち限界個人 i については，ネットワーク外部性のパラメータを k とすると，以下の式が成立している。

$$\begin{aligned} U^i &= U_0^i + U_1^i - p \\ &= (1 - f_t) + kf_t - p \\ &= (k-1)f_t + (1-p) \end{aligned}$$

限界個人は，正の便益を得ることができるなら製品を購入し，便益が負なら製品を購入しない。実現した様々な製品普及率 f に対し，限界個人が得る便益 U を図示したのが図 3.17 である。限界個人の便益は，市場における製品普及率を変化させる速度と考えられるので [26]，図 3.17 は普及のダイナミクスを示すことになる。なお図は，価格 p およびネットワーク外部性のパラメータ k で場合分けをされている。

ネットワーク外部性のパラメータが $k \geq 1$ と小さくなく，価格が $p < 1$ のように大きすぎない場合，製品は次々と購入され，製品ネットワークが拡大することになる。興味深いのは $k > p > 1$ の場合において，$f^* = \frac{p-1}{k-1}$ を境界として，普及率が $f > f^*$ であるときは製品ネットワークが拡大する方向へ，$f < f^*$ であるときは製品ネットワークが縮小する方向へ普及動向が進むことである。つまり製品普及にクリティカル・マスが存在していることを確認することができる。

3.4.3 限界個人を導入した収穫逓増型競争モデル

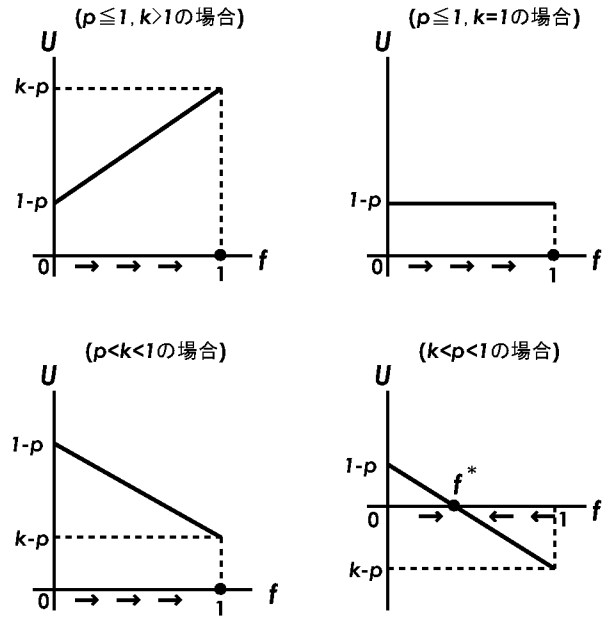
次に市場に複数の製品が存在し，競合状態にある場合を考える。つまり収穫逓増型の基本モデルを市場競争モデルに拡張する。市場には A および B という 2 種類の製品があるとする。両製品は技術的に大きな差はなく，同様のサービスを提供するため，経済合理的な行動をとる各個人にとって両方の製品を保有することはなく，より高い便益を得られる製品を購入すると仮定する。各製品に対する評価は個人ごとに様々であるのが一般的であると思われるが，ここでも各々の製品の評価は一様にばらついているとする。1 期前に製品 A の普及率が f_A，製品 B の普及率が f_B である状況が実現したとする。また，前期から今期までの普及率の変化を，それぞれ Δf_A，Δf_B，A，B 各製品の価格を p_A および p_B とあらわす。また，ネットワーク外部性に焦点を当てるため，一方の製品から他方の製品に乗り換える際，廃棄費用のような追加的な費用はかからず，新規製品利用に必要な費用のみが存在することにする。

ネットワーク外部性は個人にとって価格を引き下げるのと同じ効果を及ぼす。製品固有の便益の分布をもとに，各個人の購入の動きを図示したのが図 3.18 である。

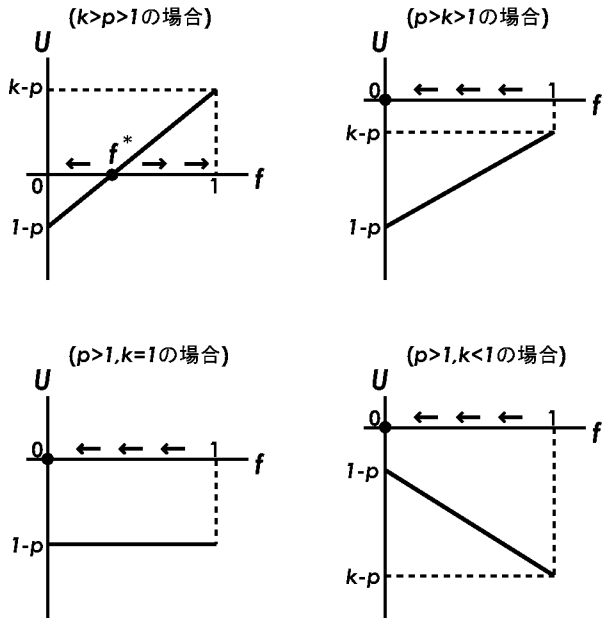
各々の製品普及率が変化するため，主観的な価格が変化する。その結果，製品 A を購入する個人，製品 B を購入する個人，製品を購入しない個人の割合が変化する。この過程は均衡状態に達するまで，すなわち $\Delta f_A = \Delta f_B = 0$ になるまで繰り返されることになる。

3.4.4 市場競争における均衡普及率および普及の変化

製品普及の変化の過程および市場競争の帰結を明らかにするために，位相図を用いる。図 3.19 および図 3.20 において両製品の価格は等しく，$p_A = p_B = 0.3$ と設定している。

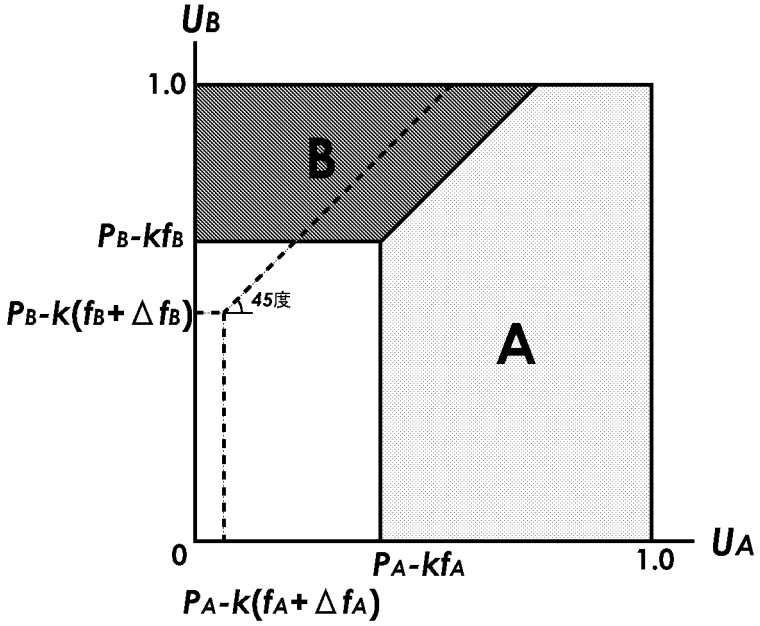


(a) $p \leq 1$ の場合



(b) $p > 1$ の場合

図– 3.17: パラメータの関係と製品普及率に対する限界個人の便益



図– 3.18: 収穫逓増型競争モデルにおける個人の意思決定モデル

図 3.19 はネットワーク外部性の影響が小さい，$k = 0.2$ の場合である。位相図 3.19 を見ると，両製品がともに普及し，図の点 A 付近に状態が収束しているのがわかる。つまり，市場において両製品が共存している。これはネットワーク外部性の影響が小さいため，両製品が通常の財と同じ普及の過程をたどったことによる。想定している市場には多様な個人が存在するので，各個人が自分の選好に応じた選択行動をとった結果，市場における共存が実現したと考えられる。

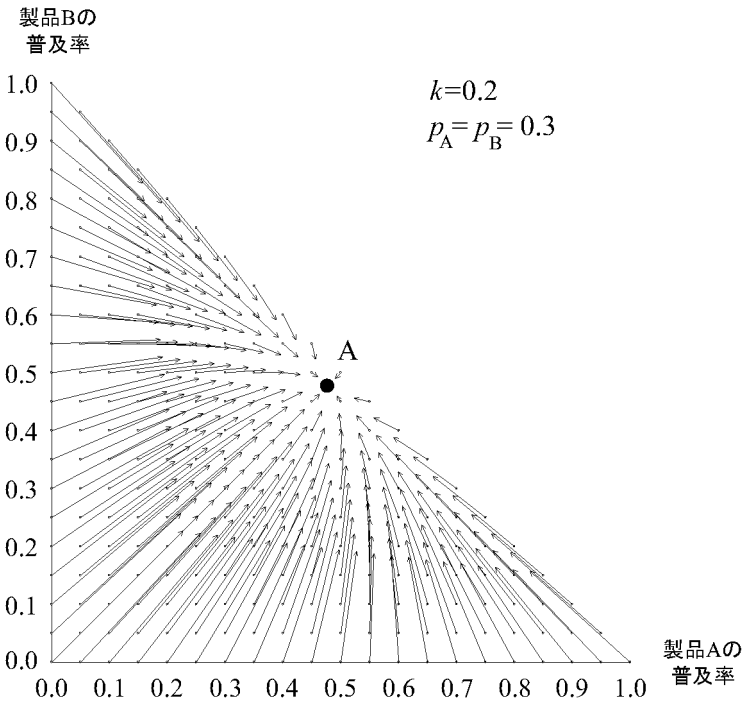
それに対して，ネットワーク外部性が大きい場合は異なる普及過程をたどることになる。図 3.20(a) は $k = 0.7$，図 3.20(b) は $k = 1.2$ に設定した場合の位相図である。両位相図より，どちらも点 C という不安定な均衡点があり，点 C まで両製品の普及が至ったとしても，何かのショックで点 A あるいは点 B へ移動する鞍点となっていることがわかる。さらに点 A および点 B という正の安定な均衡点が存在している。特に $k = 1.2$ のようにネットワーク外部性が大きくなると，すべての個人がどちらか一方の製品を利用する独占状態が安定な均衡点になっている。

ネットワーク外部性 (NE) のパラメータが大きくなるにつれ，図 3.19 から図 3.20(a) へと変化しする。さらに各個人の選好の多様性を凌駕する程度にネットワーク外部性が大きい場合，図 3.20(b) の状態になる。このようにネットワーク外部性がある程度強く働く情報ネットワークサービス財は，本質的に独占状態へ陥りがちな性質を持っているといえる。

次に両製品に価格差がある場合を検討する。

ネットワーク外部性が小さいならば，価格差がない場合である図 3.19 と同様に，両製品が共存する状態が安定的な均衡となる。正の安定均衡点は，比較的安価な製品がより多く普及する状態へ，価格差に対応する量だけ移動することになる。つまり各個人の選好の分布に応じた帰結が実現しているといえる。

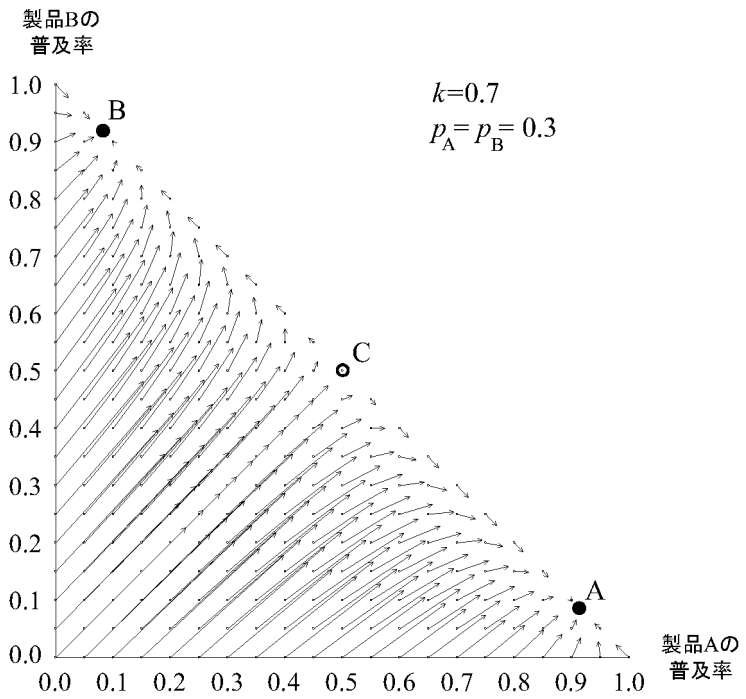
これに対しネットワーク外部性が大きい場合，すなわち図 3.21(b) においては，点 A あるい



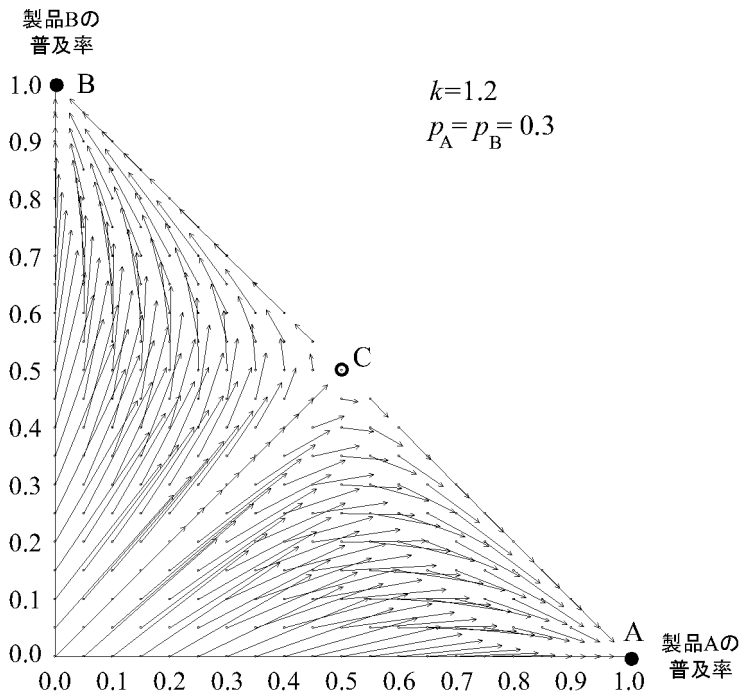
図– 3.19: 価格差がなく，NE が小さい場合の市場競争

は点 B という独占状態が安定な均衡点である。さらに価格差がない場合と比較して，製品 A が市場を独占する領域が大きいことがわかる。図 3.21(b) は，ネットワーク外部性のパラメータを $k = 1.2$，製品 A の価格が製品 B の価格よりも低い $p_A = 0.3$ および $p_B = 0.4$ の場合である。領域の大きさの変化は価格差によるものであるが，ネットワーク外部性が十分に大きいならば，比較的高い価格を設定している製品 B も市場を独占する余地が存在するといえる。

また，ネットワーク外部性がやや大きく $k = 0.7$，価格を $p_A = 0.3$ および $p_B = 0.4$ と設定した図 3.21(a) では，ほぼすべての普及の状態が点 A に収束している。つまり安定的な均衡状態は，製品 A が市場をほぼ独占する状態である。このような状態が発生するのは，両製品に価格差が存在することに加えて，ネットワーク外部性が存在しているためである。ネットワーク外部性によってポジティブなフィードバックが働き，市場が独占へ向かう傾向をもつが，価格差を凌駕するほどの大きさではないため，正の共存均衡が一方の製品の側へ大きくシフトする。したがって，ネットワーク外部性が大きくなるにしたがって，両製品が共存する状態から，図 3.21(b) のように一方に独占される状態へ至るまでの過渡期に，図 3.21(a) が実現すると考えられる。

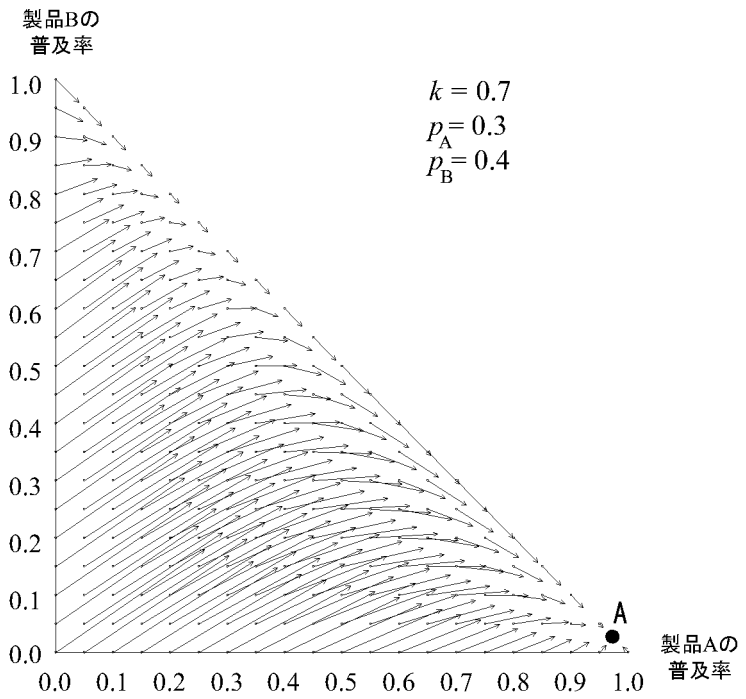


(a) $k = 0.7$ の場合

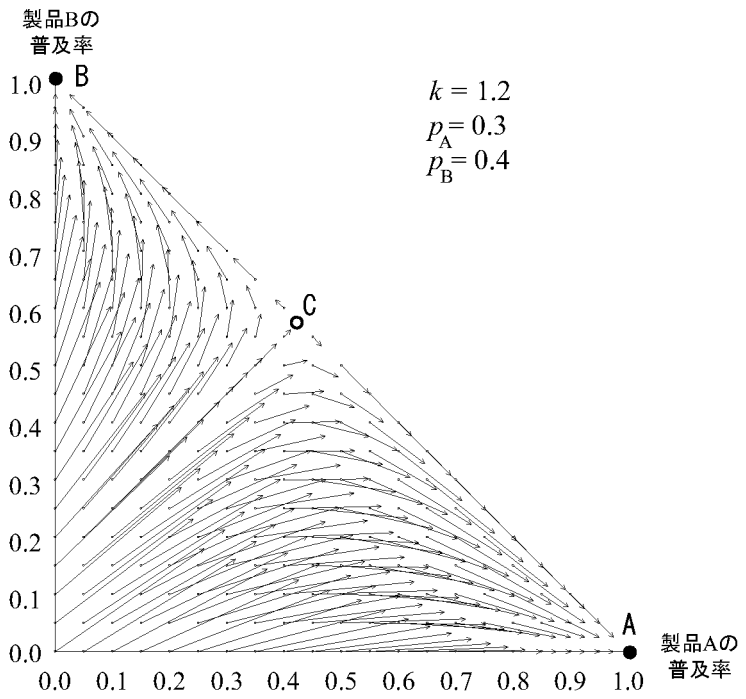


(b) $k = 1.2$ の場合

図– 3.20: 価格差がなく，NE が大きい場合の市場競争



(a) $k = 0.7$ の場合



(b) $k = 1.2$ の場合

図– 3.21: 価格差がある場合の市場競争

3.5 各モデルの特徴および相違

需要者側の外部性であるネットワーク外部性の基本モデルは，前節で検討したように，いくつか考えることができる。どのモデルにおいても，ネットワーク外部性を，同種の製品を利用している個人の数が多ければ多いほど当該製品の主観的な価値が増加する性質とする点は共通している。しかしモデルの背後に想定されているサービス財あるいは注目している普及の特性などにより，各々のモデルには相違がみられる。ここでは，対象としているサービス財，ネットワーク外部性をモデル化した関数の 2 点から各々のモデルを分類する。

まず対象としているサービス財の違いである。リンク型モデル・通信ネットワーク型モデル・通信ネットワーク型期待便益モデルは，電話をはじめとする通信ネットワークサービスを対象としたモデルである。そのため需要者個人間の「つながり」が特に重視され，他の個人にアクセス可能であること自体がサービスを構成している。つまり接続可能な個人が存在しなければ得られる便益はないというサービス財が想定されている。

それに対し収穫逓増型モデルは，ネットワーク外部性が存在するサービス財一般を対象にする。したがって，他のモデルよりも対象としているサービス財の範囲は広い。たとえ同じ製品を利用している他の個人が存在していないとしても，製品からなんらかの便益を得ることができる。松村他 [43] が提示したサービス総体の概念にしたがえば，これは，サービス総体のうち，ネットワーク外部性によるもの，およびそれ以外の部分の両方をモデル化していることになる[12]。他のモデルは，サービス総体がすべてネットワーク外部性で構成されている特殊ケースであると考えることもできる[13]。

次にネットワーク外部性をモデル化した関数部分の相違に注目する。リンク型モデルにおいてネットワーク外部性は，同じ製品を利用する個人間を接続するリンク数の関数とされている。つまり各利用者をノードとすると，すべてのノード間にはられるリンクの数がネットワーク外部性を構成する。それに対し他のモデルでは，同じ製品を用いる利用者集団の関数としてネットワーク外部性がモデル化されている。すなわち各利用者をノードと考えた場合，ノード数自体がネットワーク外部性を構成していることになる。

これはネットワーク外部性をモデル化する際の視点の違いと考えることができる。リンク型以外のモデルでは，ネットワーク外部性は自分自身が利用している製品と同じ製品を利用している個人の数の関数であるが，それをすべての個人について足し合わせ，重複を除くとリンク型モデルにおけるネットワーク外部性となる。つまり，リンク型以外のモデルではネットワーク外部性を各個人の便益の中でモデル化しているのに対し，リンク型モデルでは各個人が構成するネットワーク全体についてモデル化している。換言すれば，リンク型以外のモデルはミクロの視点でネットワーク外部性をモデル化し，リンク型モデルはマクロの視点でネットワーク外部性をモデル化しているといえる。両者の相違は，視点の大きさの相違と考えられる。

以上の特徴が，図 3.22 にまとめられる。

[12] 松村他 [44] は，家庭用ゲーム機について，サービス総体の概念を実証分析している。また栗本他 [40] は，パソコンについて，サービス総体の概念から実証分析を行い，ネットワーク外部性およびそれ以外の便益部分を示した。

[13] Katz and Shapiro [34] をはじめとしたネットワーク外部性の主要な研究は，収穫逓増型のモデルではないが，ネットワーク外部性からの便益およびそれ以外の便益の両方を含むので，サービス財一般を対象とするモデルである。

<table>
<tr><th>基本モデル</th><th>便益のモデル化</th><th>想定サービス財</th><th>視点</th></tr>
<tr><td>リンク型</td><td>ノード間の
リンク数</td><td rowspan="3">通信ネットワーク</td><td>マクロ</td></tr>
<tr><td>通信ネットワーク型</td><td>加入者集合の規模</td><td rowspan="3">ミクロ</td></tr>
<tr><td>通信ネットワーク
期待便益型</td><td>接続可能性による
期待便益</td></tr>
<tr><td>収穫逓増型</td><td>製品固有便益
＋
加入者集合の規模</td><td>情報ネットワーク
サービス財一般</td></tr>
</table>

図– 3.22: 各基本モデルの特徴

3.6　情報ネットワーク財の普及基本特性

各々のモデルから得られた，情報ネットワーク財の普及における基本特性は，以下のようにまとめることができる。

- 歴史的偶然および経路依存性
- ロック・イン現象および市場独占

リンク型モデルにおける普及動向において明確であるが，初期状態および個人の製品選択のルールが等しいとしても，市場競争においてどちらの製品が勝利を収めるかは，予測不可能である。偶然的な事象によって発生した製品普及の差が拡大し，一方の製品のみが普及するロック・イン状態に陥ると市場の帰結が決定する。その意味で偶然性が支配しており，さらに一度ロック・イン状態に陥ると他方の製品が逆転することが困難であるため経路依存的であるともいえる。この性質は他のモデルにおける位相図での検討においてもうかがうことができる。両製品が共に普及する経路および均衡は，不安定な経路および均衡であり，何らかのゆらぎが発生した場合，独占的な均衡に収束していくことになる。どちらの状態へ収束するかは等確率であり，ゆらぎという偶然が支配している。

また，位相図を用いた検討により，情報ネットワーク型製品は，その基本的な性質として独占へ向かいがちであることが明らかになった。それは競合製品間の状態のわずかな差が，ポジティブなフィードバックをとおして拡大していくからである。したがって，普及率および市場占有率に注目した普及策が必要である。ある程度普及に差が生じてしまってから対処するのは困難であることを考えると，製品の市場投入初期段階の普及促進策が重要になってくる。競合製品をあわせた製品全体の普及の初期，すなわち製品のライフサイクルの初期において，市場競争の帰結が決まってしまうことに注意が必要である。

以上より次の命題を得ることができる。

命題 3.5.1：**ネットワーク外部性は，当該製品市場を独占へ向かわせる性質を持つ。また市場競争の帰結は，製品ライフサイクルの初期段階で歴史的偶然により決定する。**

またネットワーク外部性の大きさおよび製品の価格差の関係によっては，一方の製品のみに市場における勝利の機会が与えられることになる。モデルにおける価格は便益ではかっているので，性能と言い換えることも可能であるが，ネットワーク外部性が存在する場合においても，価格あるいは性能も軽視できない要因であることは確かである。しかし性能が上回っているとしても，劣っている製品が独占する可能性が残されており，いわゆる市場の失敗が起こり得る。したがって，性能以外の普及策も同時に必要であると思われる。

第4章　対称型システム財

情報ネットワークサービス財には，様々な種類の製品が存在する。通信サービスあるいはパソコンなどはその代表例であるが，クレジットカードサービスもそうであろう。これらのサービス財にネットワーク外部性が存在することは周知であるが，通信サービスとカードサービスとでは，ネットワーク外部性の影響の及ぼし方が異なっていると思われる。すなわち両者では，ネットワーク外部性の発生主体および受益主体の関係が異なっているということである。

これまでの研究では，前者の通信サービスのような，ごく一般的なネットワーク外部性について研究がなされてきた。しかしネットワーク外部性に関する因果関係が異なっているなら，製品普及の特徴も異なる可能性がある。そこでここでは，後者のカードサービスのような型のネットワーク外部性を取り上げ，検討する。

4.1　対称型システム財におけるネットワーク外部性

情報ネットワーク型製品にネットワーク外部性が存在することは，当該製品の大きな特徴である。サービスの提供が物理的なネットワークに基づく通信サービスはもちろん，データ交換の可能性のような仮想的なネットワークが影響を与えるパソコンなども，自分の属する利用者集団の大きさによって得られる便益が変化する。その他に，クレジットカードサービスのようなカードサービスにも，ネットワーク外部性が存在する。

ネットワーク外部性は，サービス財が形成するネットワークの利用者集団に起因するポジティブなフィードバックの効果である。この利用者集団の影響の及ぼし方に注目すると，通信サービスあるいはパソコンなどに存在するネットワーク外部性と，カードサービスに存在するネットワーク外部性とは，少し異なるものであるように思われる [51]。

電話などの通信サービスは，自分が属する通信サービスネットワークの加入者の数，すなわち自分が属する利用者集団の大きさに従い，サービスからの便益が変化する。つまり，通信サービスの加入者集団が通信サービスの便益に影響を与えている。言い換えれば，加入者の状態が加入者自身に直接影響を及ぼすことになる。この加入者集団およびその影響の方向は，パソコンなどでも同様であろう。

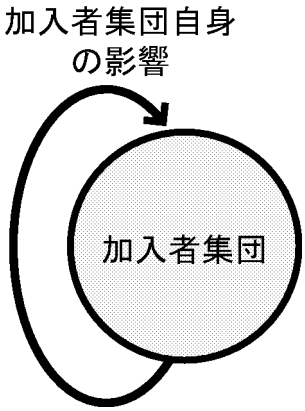
それに対して，カードサービスにおける加入者集団およびネットワーク外部性の及ぼし方は，以下のように考えられる。まず，カードサービスを享受する加入者集団は 2 つ存在する。クレジットカードサービスで考えるなら，カードを使って商品などを購入する個人およびカード端末を設置しカード利用を受け付ける商店であろう。同様に金融機関の ATM を用いたサービスならば，キャッシュカードをもつ個人および ATM 端末の，2 つの加入者集団が考えられる。カードをもつ個人にとって，使用可能な端末が多ければ多いほどカードサービスから得られる便益は増加する。カード端末設置者も同様に，カードサービスを利用する個人が多いならば，端末設置による便益は大きいだろう。

ここでカードサービスにおける加入者集団およびネットワーク外部性の方向を考えてみる。

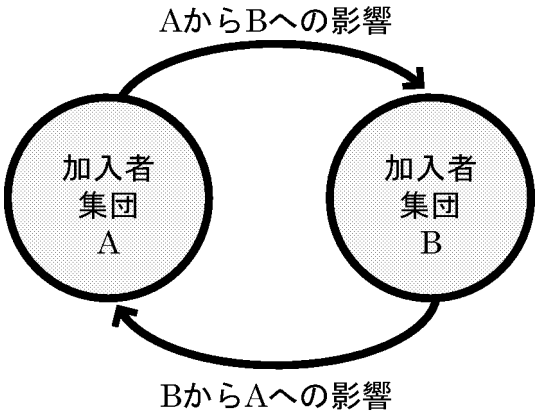
カードを利用する個人の加入者集団が大きくなる場合，その便益すなわちネットワーク外部効果を享受するのは，端末設置者の加入者集団であろう。逆に端末設置者の加入者集団の大きさが変化するならば，カードを利用する個人の加入者集団がネットワーク外部効果の変化の影響を受けると思われる。すなわち，2 つの加入者集団において，一方の加入者集団から他方の加入者集団へとネットワーク外部効果が及ぶことになる。

つまり通信サービスおよびカードサービスの両者では，ネットワーク外部性の発生主体および受益主体の関係が異なっている。この両者のネットワーク外部性の概念図が，図 4.1 および図 4.2 である。図 4.1 は通信サービスなどの一般的なネットワーク外部性，図 4.2 はカードサービスなどのネットワーク外部性を示している。

図 4.1 は，これまでネットワーク外部性の研究において取り上げられてきたもので，ごく一般的なネットワーク外部性といえる。ネットワーク外部効果は，同一加入者集団へ自己回帰的に及ぶ。それに対し図 4.2 は，加入者集団 A のネットワーク外部効果が加入者集団 B へ，加入者集団 B のネットワーク外部効果が加入者集団 A へと，相互に及ぼしあい，両加入者集団は相互依存的関係にある。両者は補完関係にあるともいえるが，主従の関係がない，対称的な関係である。



図– 4.1: 一般的なネットワーク外部性の概念



図– 4.2: 対称型ネットワーク外部性の概念

このようなネットワーク外部性は，複数のサービスが一体となっているシステム財に存在することが多いと思われる。カードサービスも，カードおよび端末の両者がサービス全体を構成するシステム財である。他に，電子マネーあるいは暗号システムも同様のシステム財であろう [55,56]。これらをふまえ，相互的で対称的なネットワーク外部性を対称型ネットワーク外部性，対称型ネットワーク外部性もつシステム財を，対称型システム財と呼ぶことにする。

4.2 対称型システム財の普及モデル

これまでの研究において，対称型システム財を明示的に取り扱ったものは少ないように思われる。しかしネットワーク外部性に関する因果関係が一般のサービス財と異なっているならば，製品普及の特徴も異なる可能性がある。対称型システム財におけるネットワーク外部性の分析を行う際には，おたがいの普及が相互に影響を与えあうことを考慮に入れたモデルを考えなければならない。そこでここでは，対称型ネットワーク外部性の分析に対応できるようなモデルを構築する。

対称型ネットワーク外部性のモデル化にあたり，使用する記号を表 4.1 にまとめる。モデルのイメージをつかみやすくするために，カードサービスを対象サービス財として念頭に置く。したがって 2 つの加入者集団は，カードを利用する個人および端末設置者である商店になる。

表– 4.1: 対称型ネットワーク外部性のモデルで用いる記号

記 号	説 明
f_t	t 期の端末の普及率　$(0 \leq f_t \leq 1)$
g_t	t 期のカードの普及率　$(0 \leq g_t \leq 1)$
w_i	端末の普及率が 100%であるとき， 　個人 i がカードサービスから得る便益　$(0 \leq w_i \leq 1)$
u_j	カードの普及率が 100%であるとき， 　端末設置者 j がカードサービスから得る便益　$(0 \leq u_j \leq 1)$
p	個人にとってのカードサービスの価格
q	端末設置者にとってのカードサービスの価格

いま，1 つのカードサービスが市場に提供されているとする。市場には，多数の個人および多数の商店が存在する。個人がカードサービスを消費するためには，カードを持つことによってカードサービスのネットワークに加入しなければならない。同様に，商店がカードサービスを消費するためには，端末を設置することによってカードサービスのネットワークに加入しなければならない。

ネットワークに加入した個人は，カードサービスから便益を得る。個人 i は，利用する可能性のあるすべての商店が端末を設置しているとき，カードサービスから w_i の便益を得ることができる。しかし実際には，端末の普及率が 100%ということは考えにくく，端末の数が少なければカードサービス消費から得られる便益は w_i よりも小さくなり，端末の数が多ければ多いほどカードサービス消費から得られる便益は大きくなるであろう。つまりカードサービスにはネットワーク外部性が存在するといえる。この個人 i が得られる便益は，カードサービス

が利用可能である確率に応じ変化すると考えられるため，w_i にサービスが利用可能である確率をかけた期待便益をサービスから得ることになる。

カードサービスから得られる便益を考えるとき，本来なら，どの商店を利用するかということが，サービス消費から得られる便益に影響を与えるはずである。しかしここでは，個人は社会のすべての商店を一様に利用する可能性があり，個人がカードサービスから得る便益は，端末の数のみに依存するという仮定をおく。したがって商店でカードサービスが利用可能である確率は，商店におけるカード端末の普及率 f_t に等しくなる。つまり，個人 i がカードサービスから得る期待便益は，$f_t w_i$ となる。同様の議論から，商店 j のカードサービスから得られる期待便益は，$g_t u_j$ である。

w_i ，u_j は，個人および商店の非同質性のために i ，j に応じて異なる値をとるのが一般的である。つまり，w_i ，u_j は何らかの分布に従っていることになる。ここでは，個人および商店は多様な選好を持っていると考え，カードサービスから便益を得ない場合を 0，最大の便益を 1 に規格化し，w_i ，u_j は $[0,1]$ に一様に分布していると仮定する。

またカードサービスを消費する場合，個人は価格 p を支払わなければならない。したがって，個人がカードサービスのネットワークに加入するか否かの意思決定は，価格を差し引いた純便益に依存することになる。純便益が正ならカードサービスのネットワークに加入し，負ならば加入しないことになる。

以上より，通信ネットワーク型期待便益モデルを使い，個人におけるカードの普及率の変化を表すならば，次のようにモデル化できる。

$$\Delta g_t = \begin{cases} 1 - \frac{p}{f_t} - g_t & (f_t \geq p \text{ のとき}) \\ -g_t & (f_t < p \text{ のとき}) \end{cases}$$

同様に，商店における端末の普及率の変化をモデル化できる。したがって，個人および商店におけるカードサービスの普及率の変化は，以下のようにモデル化できる。

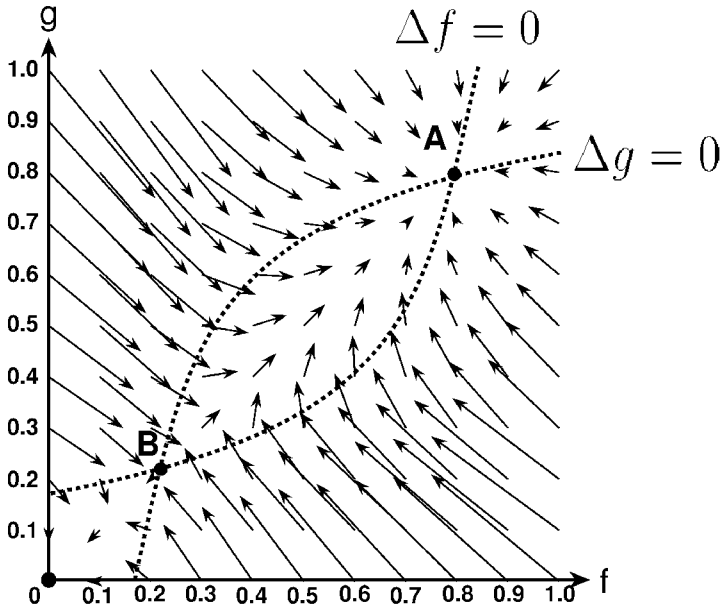
$$\begin{cases} \Delta g_t &= 1 - \frac{p}{f_t} - g_t & (f_t \geq p \text{ のとき}) \\ \Delta g_t &= -g_t & (f_t < p \text{ のとき}) \\ \Delta f_t &= 1 - \frac{q}{g_t} - f_t & (g_t \geq q \text{ のとき}) \\ \Delta f_t &= -f_t & (g_t < q \text{ のとき}) \end{cases}$$

4.3　対称型システム財の普及特性

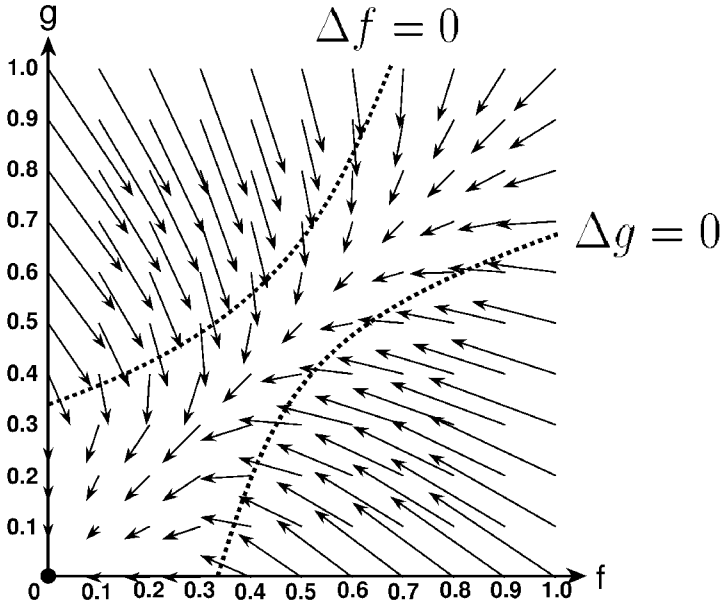
4.3.1　ネットワークの均衡および安定性

ここでは位相図を用いることにより，カードサービスの普及の動向および市場における帰結を明らかにする。以下の位相図は，ある所与の価格 p ，q において，普及率 $(f_t$ ，$g_t)$ と $(f_{t+1}$ ，$g_{t+1})$ との関係を図示したものである。

対称型システム財には，加入者集団が複数存在する。カードサービスの場合，2 つの加入者集団が存在し，両加入者集団は相互依存関係にある。したがって，分析対象となるカードサービスの普及率は，両加入者集団の普及率である必要があり，一対の普及率になる。そのため描かれる位相図は二次元の位相図となる。図では，縦軸にカードの普及率，横軸に端末の普及率をとり，位相図を描いた。



(a) $p = q = \frac{1}{6}$ の場合



(b) $p = q = \frac{1}{3}$ の場合

図– 4.3: 対称型システム財の普及動向および均衡

図中の矢印は，$(f_t\ ,\ g_t)$ から $(f_{t+1}\ ,\ g_{t+1})$ への変化をベクトルで表している。図 4.3(a) は $p = q = \frac{1}{6}$ の場合を，図 4.3(b) は $p = q = \frac{1}{3}$ の場合である。

図 4.3(a) から，カードサービスの市場には 3 つの均衡点が存在することがわかる。カードサービスが普及する A および B，そして普及しない (0 , 0) である。$p = q = \frac{1}{6}$ のもとで，A は (0.79 , 0.79) 付近に，B は (0.21 , 0.21) 付近に存在する。

位相図を見ると，図の多くの領域において，カードサービスの普及率が均衡点 A に収束することがわかる。つまり均衡点 A は，安定的な均衡点である。例えば $(f_t\ ,\ g_t) = (0.9\ ,\ 0.2)$ という状態が実現したとする。カードの普及率が小さいため，端末設置者は端末から得られる期待便益が小さく，端末設置のインセンティブが小さい。したがって，端末設置をやめる商店がでてくる。それに対して，端末の普及率が高いため，カード保有のインセンティブが大きく，次の期のカード保有者が増加する。同様の過程を経るうちに，カードの保有および端末の設置の両方インセンティブが大きくなり，共に普及率が増加するようになる。そして最終的に均衡点 A に落ち着くことになる。同様の普及過程は，多くの領域においてみられる。

もう一つの正の均衡点が B である。均衡点 B のまわりで B に収束する普及率が存在する。しかし，なんらかのショックがあった場合，均衡点 A あるいは均衡点 (0 , 0) のどちらかへ普及過程が進むことが，位相図からわかる。すなわち B は不安定な均衡点である。

カードおよび端末の両者の普及率が小さい場合，普及過程は (0 , 0) へ向かうことになる。他の多くの領域は均衡点 A に向かうことより，カードサービスの普及には，普及におけるクリティカル・マスが存在することがわかる。

また位相図 4.3(b) では，すべての領域において，普及過程が進むと，カードサービスが利用されない (0 , 0) へ向かうことがわかる。このように，$\Delta f = 0$ および $\Delta g = 0$ が交差し，正の安定均衡点が存在しない状況においては，サービスは早晩衰退することになる。

対称型システム財を特徴づけているのは，加入者集団の相互依存性である。サービスの価格が変化すると，$\Delta f = 0$ あるいは $\Delta g = 0$ がシフトすることになる。仮に端末設置者の側の環境が変化しない場合であっても，カード提供の価格が変化するなら $\Delta g = 0$ がシフトし，正の安定均衡が存在しない状況が起こり得る。

また，カードおよび端末の普及に大きな差がある場合においても，クリティカル・マスを越えるなら，カードサービスは普及することが確認できる。極端な場合，$(f_t\ ,\ g_t) = (0.6\ ,\ 0.0)$ のように，他方の普及率が 0 であっても，普及過程を経た結果，正の安定均衡が実現する。これは，他方の加入者集団からのネットワーク外部性により，自分自身の加入者集団が大きくなることが原因である。つまり両加入者集団の相互依存性の影響である。

このことは，カードサービス提供に，一方の加入者集団に絞った初期普及戦略の有効性を示唆する。例えばサービス提供の初期段階において，端末の普及に特化した普及促進策によって，端末設置者の加入者集団を大きくする戦略を選択することができる。一方の加入者集団が大きくなれば，相互依存関係を通じ，他方の加入者集団も成長するからである。普及における調整過程が比較的緩やかなスピードで進行するなら，一方の加入者集団への集中的な普及促進策は，ある程度の有効性をもつと考えられる。

4.3.2　均衡普及率が存在するための条件

位相図による検討から，正の安定な均衡普及率の存在は，カードサービス提供において重要な意味を持つことがわかった。ここでは，対称型システム財の普及において正の安定均衡

が存在するための価格の条件を導出する。

正の安定な均衡点が存在するための条件は，正の均衡普及率を $f^\star$ とするとき，

$$\begin{cases} \Delta g_t &= 1 - \frac{p}{f_t} - g_t = 0 \\ \Delta f_t &= 1 - \frac{q}{g_t} - f_t = 0 \end{cases} \tag{4.1}$$

より導出される，$f^{\star 2}+(-p+q-1)f^\star+p=0$ を考えればいい。$F(f^\star)=f^{\star 2}+(-p+q-1)f^\star+p$ とすると，

$$(-p+q-1)^2-4p>0$$
$$F(0)>0, \quad F(1)>0$$
$$0<-\frac{-p+q-1}{2}<1$$

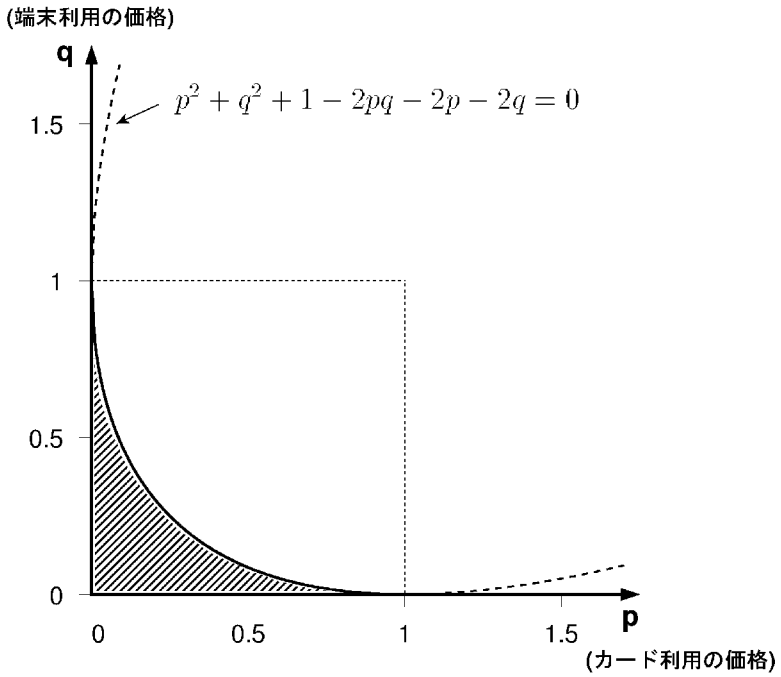
以上より，価格 $(p\ ,\ q)$ についての制約の領域を図示すると，図 4.4 の斜線部になる。つまり，

$$p^2+q^2+1-2pq-2p-2q>0 \tag{4.2}$$
$$0<p\leq 1, \quad 0<q\leq 1$$

の領域である。不等式 (4.2) が示す領域は，放物線を境界とする領域

$$q<\frac{1}{\sqrt{2}}p^2+\frac{1}{2\sqrt{2}}$$

を右向きに 45° 回転したものである。



図– 4.4: 均衡普及率の存在領域

加入者集団が単一である通常のネットワーク外部性のモデルの場合，価格 p における制約条件は $0 \leq p \leq 0.25$ である。したがって，単純にカードおよび端末の価格の制約条件をあわせるならば，(0 , 0)，(0.25 , 0.0)，(0.0 , 0.25)，(0.25 , 0.25) で囲まれる領域が価格の制約条件となる。しかし，図 4.4 は，それよりも広い領域において正の安定均衡普及率が存在することを示している。つまり価格の制約条件が比較的緩いといえる。

価格における制約条件の緩和は，加入者集団の相互依存性が原因であると考えられる。一方の価格が低く，なおかつ他方の価格が高い場合，価格が低いことから一方の加入者集団は大きく成長する。対称型システム財は，ネットワーク外部効果が相互依存的に及ぶ。そのため，大きい加入者集団のネットワーク外部効果が他方へ及び，他方の期待便益が高くなるため，価格の制約条件が比較的緩くなる。

このことは，カードサービスの提供者に，カードおよび端末の価格に関する相互補助の可能性を示唆していると思われる。カードサービスの消費者である個人および端末設置者が，サービスから得る便益に比して，偏った価格設定を行ったとしても，相互依存的なネットワーク外部効果により，サービスが普及する可能性が存在する。これは対称型システム財の提供にとって，価格戦略の幅を広げる効果があると思われる。

4.3.3　均衡普及率

サービス提供が，安定な正の均衡普及率が存在する場合である。この均衡普及率はどのようなものになるのだろうか。ここでは，カードサービスの普及率が正の安定均衡普及率であるとき，カードおよび端末の価格と安定均衡普及率との間の関係を示す。端末の安定均衡普及率を $f^\star$ とし，カードの安定均衡普及率を $g^\star$ とする。(4.1) 式より (4.3) 式が得られる。

$$\begin{cases} f^\star = \dfrac{(p-q+1)+\sqrt{(-p+q-1)^2-4p}}{2} \\ g^\star = \dfrac{(q-p+1)+\sqrt{(-q+p-1)^2-4q}}{2} \end{cases} \tag{4.3}$$

(4.3) 式が示すように，安定均衡普及率とカードおよび端末の価格とは，非線形な関係にある。以上より，次の命題が示唆される。

命題 4.3.1：**対称型システム財の普及にはクリティカル・マスおよび正の安定的な均衡普及率が存在する。またサービス提供者は，一方の加入者集団に特化した集中的な初期普及戦略としての価格戦略を選択することができる。**

4.4　製品利用率を考慮に入れたモデル

位相図からの考察から，価格の変化により Δf および Δg がシフトすると，正の安定的な均衡点が存在しなくなる可能性が示された。しかしシフトさせる要因は価格だけではない。対称型システム財の性能が上がる，あるいはサービス財に対する信用が低下するなどの要因があるならば，期待便益が変化するため，Δf および Δg はシフトすると考えられる。

例えばカードサービスで考えるならば，個人のカード利用者集団における利用率も Δf および Δg シフトの原因になると思われる。カードサービスを念頭に置いた先ほどのモデルでは，

暗黙のうちに発行されたカードはすべて使用されると仮定されている。しかし現実を考えてみるとその仮定は満たされないことが多い。クレジットカードサービスならば，1 人の個人が何枚もカードを持っており，実際に使われているカードはその一部であることが一般的である。一方，商店の側にしても名目上のカード普及率よりも，実質的なカードの利用率に関心があると考えられる。どんなに普及しているカードであっても，使われることのないカードに魅力はないからである。

したがって，カードサービスにおける利用率のような，Δf および Δg をシフトさせる価格以外の要因を導入したモデルが，より現実に近いと考えられる。そこで，性能あるいは信用などの要因をモデルに導入する。ここでも先ほどと同様，カードサービスを念頭に置くため，利用率がその要因となる。しかし，もちろん利用率は性能などと読み替えてもいい。

モデルでは一方の加入者集団，ここでは個人のカード利用者集団に変化の要因を付加する。すなわち，発行されたカードのうち r 割合のカードが利用されているとし，この r は時間とともに変動すると考える。この場合，カードサービスの普及率の変化は，(4.4) 式のように表すことができる。

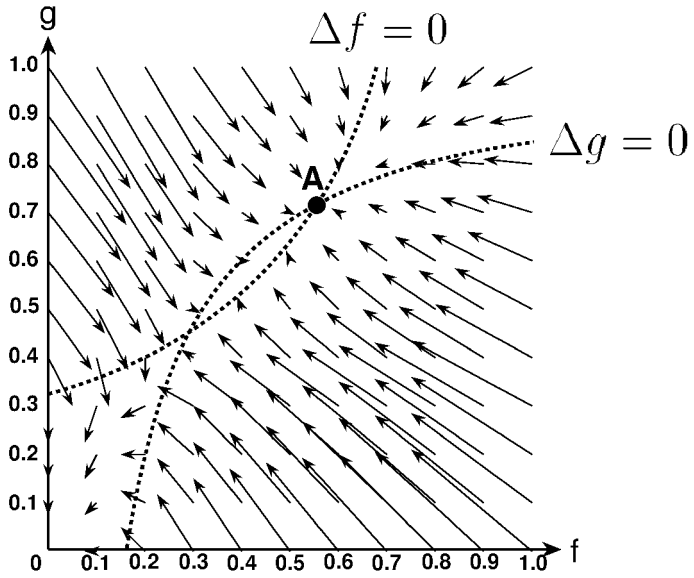
$$\begin{cases} \Delta f_t = 1 - \frac{q}{rg_t} - f_t & (g_t \geq \frac{q}{r}) \\ \Delta f_t = -f_t & (g_t < \frac{q}{r}) \\ \Delta g_t = 1 - \frac{p}{f_t} - g_t & (f_t \geq p) \\ \Delta g_t = -g_t & (f_t < p) \end{cases} \tag{4.4}$$

この利用率 r が変化する要因は，新たな利点がカードに追加された場合あるいは犯罪や事故の発生などによるカードの信用の低下，個人の嗜好の変化などが挙げられる。ここで事故によるカードに対する信用の低下あるいはそのカードよりも優れた点を持ったカードの出現などによって利用率が下がった場合を考える。

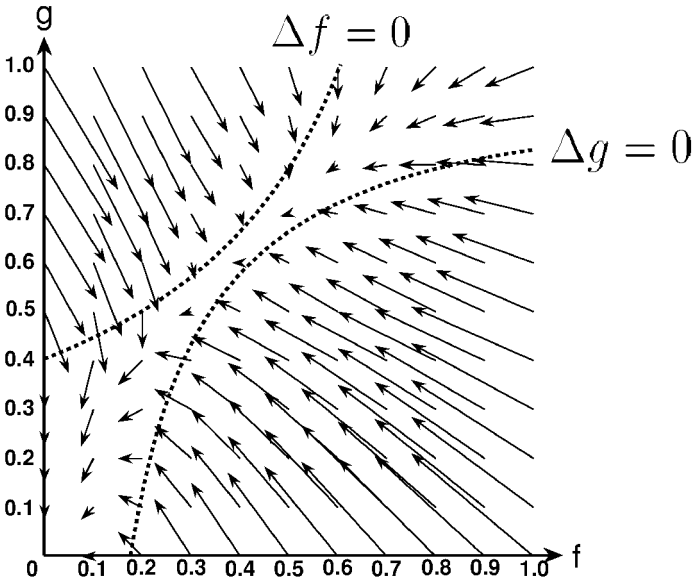
図 4.5(a) と図 4.5(b) は，価格 p , q を一定に保ったままで，利用率が 50%から 40%へと変化した状況ををあらわしている。最初の状態である利用率 50%の図 4.5(a) では，たしかに A という正の安定な均衡普及率が存在している。しかし利用率が 40%に変化した図 4.5(b) では，その正の安定均衡点がなくなっている。この 2 つの図からわかるように，利用率が 10%低下しただけでも正の安定均衡が存在する状態から，均衡が存在せず，市場における過程を経て (0 , 0) というサービスが利用されない状態に陥る可能性が存在する。

ここでは $\Delta f = 0$ をシフトさせる要因は，加入者集団の実質的な大きさを変化させる働きをもつが，これは期待便益が変化するためである。したがって，ここでの利用率 r は，対称型システム財の性能あるいは信用度と考えてもいい。つまり一方の加入者集団における信頼などの要因が，相互依存的なネットワーク外部効果を経ることにより，サービス財全体の普及に影響を与えることになる。

近年，カードの信用を向上させるために IC カードを導入する動きがある。IC カードは記憶容量が大きく，情報処理能力のあるカードで，安全性を高めるとともに，さまざまな機能をもたせることができる。したがって IC カードは，カードの信頼性を高めサービスの幅を広げる可能性を持つ。IC カードの導入は，カード偽造による損害の回避という意味だけでなく，対称型ネットワーク外部性の観点からも，カードのネットワークを成立させ続けるのに有効であると思われる。



(a) 利用率が 50%の場合



(b) 利用率が 40%の場合

図– 4.5: 利用率および安定均衡普及率

第5章　製品差別化および標準化

情報ネットワーク型製品は，他の製品と同様に，複数の機能が複合された製品であることが多い。電話のような情報通信サービスは，通信可能であることがサービスのなかで非常に大きな割合を占める。しかしパソコンは，製品から得られる便益において，データ交換の可能性が大きな割合を占めていると思われるが，機能あるいはデザインも同様に大きな割合を占めているだろう。

もちろん情報ネットワーク型製品は，ネットワーク外部性を有していることが当該製品の特徴であるが，それ以外にも製品の便益を生む要素は存在する。またネットワーク外部性以外の要素は複数存在し，それらが複合されたものを個人は製品として認識する。

これらの特徴をふまえ，小林他 [39,74] は，複数要素あるいは複数機能が複合され，なおかつネットワーク外部性が存在する製品普及モデルを提案した。複数機能の複合は，製品提供者にとって製品差別化戦略の可能性を意味し，ネットワーク外部性の存在は，製品互換戦略の選択可能性を意味する。提案されたモデルは，これまで主に経済学において扱われてきた，1 財 1 機能の消費選択モデルではなく，1 財複合機能を前提としたモデルである点が新しい。つまりネットワーク外部性のモデルであって，製品の差別化要因が同時に導入されているところが特徴的である。ここでは小林他のモデルを検討し，製品普及の特性および互換戦略の選択を明らかにする。

さらにモデルを拡張し，複数の価値基準それぞれにネットワーク外部性が存在するプラットフォーム型システム財の互換について検討する。

5.1　問題の所在

情報ネットワーク型製品には，ネットワーク外部性が存在する。そのために，企業は独自にそれぞれの利用者を囲い込むよりも，サービスの一部であるとしても，利用者にとって企業の垣根を越えたサービスの利用が可能となるようにした方が利用者は高い便益を得ることができ，ひいては市場規模が拡大し，企業利潤の増大につながるという命題を，Katz and Shapiro [34] は提示した。つまりネットワーク外部性を有する製品における互換戦略の有効性を主張しているといえる。確かに，異なるワープロソフト間でデータの交換が容易に可能となってから，ますますワープロソフトの必要性が増加し，購入する個人が増えたことは実感される。

しかし企業にとってみれば，互換戦略は必ずしも無条件で受け入れられる戦略ではないであろう。たとえ提供するサービス製品の一部であるとしても，競合サービス製品と互換性を保つことは，戦略上重要な決定であると思われる。互換戦略を選択するとしても，どの部分を競合製品と共通化するかという問題もある。多くの部分を共通化するならば，製品の差別化度合いは低くなり，企業としての示差性を表現しにくくなる。

一般にサービスあるいは製品は複数の機能が複合された状態で提供され，消費者は複数の機能を同時に享受することになる。情報ネットワーク型製品であっても，それは同じである。

情報ネットワーク型製品にはネットワーク外部性からの便益が存在するが，松村他 [43] が提示した「サービス総体」の概念に則すならば，ネットワーク外部性からの便益の他に製品固有に由来する便益部分が存在する。つまりその便益部分は，複数の要素から構成された複合的な便益ということになる。

例えばパソコンならば，ネットワーク外部性からの便益は，データ交換，あるいは使用法を教授し合うことからの便益などであろう。しかしパソコンからの便益はそれだけでなく，パソコン自体に由来する便益もある。性能，機能あるいはデザインなど，複数の要素が固有の便益として考えられる。斬新で洗練されたデザインのパソコンがしばしば選択される現状は，パソコンの固有の便益が性能だけから構成されているのではないことを示していると思われる。

耐久消費財を生産する企業にとって，差別化は，他社との示差性を市場にアピールするためにとる重要戦略の一つ [32,62] である。このことは情報ネットワーク型製品においても同様であり，様々な点から競合他製品との差別化が図られる。例え同じワープロソフトであっても，製品毎にインタフェースが異なるのも，いわば差別化の結果と思われる。ここで製品が複数の機能あるいは要素から構成される場合，製品を提供する企業は，製品差別化を行う幅が広いと考えてもいいであろう。

企業の互換戦略の選択は，互換のためにかかる調整コストおよびネットワーク外部効果からの利潤増加とのトレードオフ関係によって決まる，と Katz and Shapiro は結論づけている。しかし消費者が製品に対し複数機能を見いだし，差別化をおこなう余地が大きい場合，互換戦略の選択に関して通信サービスおよびパソコンを同列に扱うことには違和感がある。

つまりこのことは，情報ネットワーク型製品の普及に関する検討に，ネットワーク外部性に加え，製品固有の便益が複数機能から成るという性質を導入することを示唆している。以上をふまえ，差別化を表現するために，製品固有の便益が異なる複数の価値基準をもとに複合的に構成しているのが，小林他 [39] の提示したネットワーク外部性モデルである。ここではモデルの特徴をふまえ，このモデルを「複数価値基準モデル」と呼ぶことにする。

5.2　製品差別化および標準化のモデル

複数価値基準モデルは，製品固有便益が複数の価値基準から構成されている点に特徴をもつ。いわば，消費者にとっては，ネットワーク外部性すなわち標準化からの便益と製品の多様性からの便益とを比較し選択するモデル，製品供給者にとっては，互換性からの利益と製品差別化からの利益とを比較し選択するモデルと言ってもいい。ここではこのモデルを詳しく説明する。

5.2.1　消費者行動

消費者は，第 0 期から市場に投入される 2 つの製品，すなわち企業 1 が提供する製品 X_1，企業 2 が提供する製品 X_2 のいずれかを購入しようと考えている。両製品は同様のサービスを提供するため両製品を購入することは意味がなく，消費者はたかだか 1 製品のみを購入する。

消費者はこれらの製品の購入に際して，製品固有の便益，ネットワーク外部性からの便益，および製品の価格に対する負の便益を総和し，X_1 を購入，X_2 を購入，何も買わない，という行動の中で最も高い便益を得られる行動をとる。なおここでの便益は，価格で測られるとする。

製品固有の便益 U_{X_i} の基準となっているのは，消費者の間で共有されている，相互に独立した価値基準 V_d および V_f である。例えばすべての消費者は，製品固有の便益として製品のデザインおよび機能を見いだすということである。しかし同じ製品の一つの価値基準に対しても，見いだす価値は個人ごとに異なっているはずである。価値基準は価格で測られるとするが，V_d および V_f は共に個人によって異なり，なんらかの分布に従っているとするのが一般的であろう。ここでは，V_d が，$\mathcal{N}(\mu_d,\ \sigma_d^2)$ に，V_f が，$\mathcal{N}(\mu_f,\ \sigma_f^2)$ の正規分布にそれぞれ従うと仮定するが，平均的な価値を見いだす個人が多数存在し，その分布が単峰型であることは実感として存在するので，さほど違和感はないであろう。また各期における潜在的消費者全体の便益分布は変わらないとする。

$t+1$ 期に製品 X_i のネットワーク外部性から得る消費者の便益 g^{t+1} は，t 期における製品 X_i の購入者数 q_i^t $(q_i^0=0)$ の増加関数とし，$g^{t+1}=g(q_i^t)_{i=1,2}\quad (g(0)=0,\ g'>0,\ g''<0)$ という形で表現される。すなわち，累積購入者数が多ければ，その製品のネットワーク外部性から享受される便益は高まり，高い価格評価がなされることになる。

ここで企業が他社製品との互換戦略を採用する場合，消費者は両方の製品のサービス・ネットワークを利用することができる。したがって，互換性が保たれている場合，$t+1$ 期におけるネットワーク外部性からの評価 g^{t+1} は，$g(q^t)\quad (q^t=q_1^t+q_2^t)$ として与えられる。

また，X_1 を購入するには価格 p_1 を，X_2 には価格 p_2 を支払う必要がある。ここではネットワーク外部性，あるいは製品差別化および互換性に関する議論に焦点を絞るため，p_1 および p_2 は期を通じて変化しないとする。

以上をまとめると，消費者の製品購入意思決定行動は (5.1) 式のように定式化できる。

$$\begin{cases} \max(U_{X_1}+g(q_1^t)-p_1\ ,\ U_{X_2}+g(q_2^t)-p_2\ ,\ 0) \\ \qquad\qquad\qquad\qquad (\textit{if incompatible})\ , \\ \\ \max(U_{X_1}+g(q^t)-p_1\ ,\ U_{X_2}+g(q^t)-p_2\ ,\ 0) \\ \qquad\qquad\qquad\qquad (\textit{if compatible}) \end{cases} \tag{5.1}$$

5.2.2 企業行動

企業 i は T 期間中の利潤を最大にしようと考えている。企業 i にとっての意思決定は，2 つの価値基準を加重平均した製品づくり，製品価格の設定，これらに加えて，互換戦略の採用・不採用の，3 つである。とりわけ製品づくりに関して，モデル上の留意点は，0 期に定められた，価値基準に対するウェイト付けが，期を通して変更されないということ，および企業 i にとって，価値基準に関する全消費者の便益分布の期待値は，自明ではあるものの，その分散については未知である，という点である。

企業 i の V_d 基準に対するウェイトづけを α_i，V_f については $1-\alpha_i$ とおくと，企業 i がつくる製品 X_i に関する消費者の評価は，

$$U_{X_i}=\alpha_i V_d+(1-\alpha_i)V_f\ (0<\alpha_i<1)\ , \tag{5.2}$$

となる。$\alpha=0$ あるいは $\alpha=1$ であるときは，製品が 1 つの価値基準から構成されている場合であり，モデルの目的と合致しない。また企業にとって単一の価値基準のみを選択することは，非現実的であろう。さらに，$\alpha_1=\alpha_2$ ならば企業 1 と 2 が全く同じ製品を提供すること

になり，差別化あるいは互換戦略に焦点を当てた分析目的に合わない。したがって，$\alpha_1 \neq \alpha_2$ を検討する。

次に $\alpha_1 \neq \alpha_2$ の場合，U_{X_1} と U_{X_2} の同時分布 $\mathbf{U} = [U_{X_1},\ U_{X_2}]'$ は，V_d ，V_f が正規分布であり，$\alpha_1 \neq \alpha_2$ のもとでの線型結合のゆえに，２次元正規分布 $f(\mathbf{U}; \boldsymbol{\mu}_{\mathbf{X}},\ \boldsymbol{\Sigma})$ に従うことになり，その関数は，

$$f(\mathbf{U}; \boldsymbol{\mu}_{\mathbf{X}},\ \boldsymbol{\Sigma}) = \frac{1}{2\pi|\boldsymbol{\Sigma}|^{\frac{1}{2}}} e^{-Q_2(\mathbf{U}; \boldsymbol{\mu}_{\mathbf{X}},\ \boldsymbol{\Sigma})/2} \tag{5.3}$$

と書ける。その際，

$$Q_2(\mathbf{U}; \boldsymbol{\mu}_{\mathbf{X}},\ \boldsymbol{\Sigma}) = (\mathbf{U} - \boldsymbol{\mu}_{\mathbf{X}})'\boldsymbol{\Sigma}^{-1}(\mathbf{U} - \boldsymbol{\mu}_{\mathbf{X}}) \ ,$$

$$\boldsymbol{\mu}_{\mathbf{X}} = \begin{bmatrix} \mu_{X_1} \\ \mu_{X_2} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \alpha_1\mu_d + (1-\alpha_1)\mu_f \\ \alpha_2\mu_d + (1-\alpha_2)\mu_f \end{bmatrix},$$

および

$$\boldsymbol{\Sigma} = \begin{bmatrix} \alpha_1^2\sigma_d^2 + (1-\alpha_1)^2\sigma_f^2 & \alpha_1\alpha_2\sigma_d^2 + (1-\alpha_1)(1-\alpha_2)\sigma_f^2 \\ \alpha_1\alpha_2\sigma_d^2 + (1-\alpha_1)(1-\alpha_2)\sigma_f^2 & \alpha_2^2\sigma_d^2 + (1-\alpha_2)^2\sigma_f^2 \end{bmatrix},$$

である。

また製品価格 p_i に関しては，分析期間中，変更されることはない。そして p_i は単位生産費用 c_i 以下には設定できない，とこのモデルでは仮定されている。

そこで次に生産費用が問題となるが，生産費用のうち固定費については，企業間で格差がないとする。その理由はこのモデルが，対等な能力を持つ企業が差別化を軸に競争した場合，いかなる帰趨を辿ることになるのかを分析するためのものだからである。したがって生産固定費は，企業間で格差がなく，計算の便宜上，ゼロとおくことにする。

他方生産変動費について，0 期の企業 i のそれは，μ_{X_i} を仮定する。なぜなら，価値基準 V_d および V_f それぞれに対する，全消費者便益の平均に差がある場合に，生産変動費が等しいとすると，結局，一方が他方に対して単位当たりの利潤で差をつけられることになる。この場合，企業の利潤最大化行動の前提に戻れば，全ての企業が，消費者の便益分布の期待値が高い価値基準に特化した製品づくりを行うことになり，モデルとしての多様性を失うことになる。さらにまた，生産変動費を μ_{X_i} とおくことは，消費者便益の平均が比較的高い価値基準に特化した製品づくりを行うのであれば，生産変動費が高くつき，また逆の場合は安くなることを意味し，さほど日常的な現実感との乖離はない。

また生産費用は，累積生産量に応じて減少する，いわゆる規模の経済を仮定する。ここではその $t+1$ 期の減少部分を，$c_{s_i}^{t+1} = c_s(q_i^t)_{i=1,2} \quad (c_s(0) = 0,\ c_s' > 0,\ c_s'' < 0)$ と表記し，関数型は各企業にとって共通とする。

互換戦略選択の意思決定に関して，モデルでは，互換にすることが企業間で合意される場合，互換のための費用は発生せず，加えて価値基準のウェイトづけ，すなわち α_i は協同で決めることができる，とする。ただ価格設定についてはこの限りではない。

以上より，非互換戦略が採られる場合，$t+1$ 期終了時点における X_1 あるいは X_2 を購入する消費者の，$t+1$ 期における潜在的消費者総数に対する比率は，次のように求めることができる。

X_1 が $t+1$ 期に購入される比率 S_1^{t+1} は,

$$S_1^{t+1} = \iint\limits_{\substack{u_{X_1} \geq p_1 - g(q_1^t) \\ u_{X_1} \geq u_{X_2}}} f(\mathbf{U}; \boldsymbol{\mu}_{\mathbf{X}}, \boldsymbol{\Sigma}) d\mathbf{U},$$

X_2 が $t+1$ 期に購入される比率 S_2^{t+1} は,

$$S_2^{t+1} = \iint\limits_{\substack{u_{X_2} \geq p_2 - g(q_2^t) \\ u_{X_2} \geq u_{X_1}}} f(\mathbf{U}; \boldsymbol{\mu}_{\mathbf{X}},\ \boldsymbol{\Sigma}) d\mathbf{U},$$

どちらの製品も購入されない比率は，$S_0^{t+1} = 1 - S_1^{t+1} - S_2^{t+1}$ である。

さてこの場合の企業 i の累積利潤 π_i は，各期の潜在的消費者総数を等しく m とした場合，以下の式で示される。

$$\pi_i = m(p_i - \mu_{X_i})S_i^0 + m\Sigma_{t=0}^{T-1}\{p_i - \mu_{X_i} + c_s(q_i^t)\}S_i^{t+1} \tag{5.4}$$

また互換の場合，$S_{C_1}^{t+1}$ および $S_{C_2}^{t+1}$ のそれぞれの値は,

$$S_{C1}^{t+1} = \iint\limits_{\substack{u_{X_1} \geq p_1 - g(q^t) \\ u_{X_1} \geq u_{X_2}}} f(\mathbf{U}; \boldsymbol{\mu}_{\mathbf{X}}\ ,\ \boldsymbol{\Sigma}) d\mathbf{U},$$

$$S_{C2}^{t+1} = \iint\limits_{\substack{u_{X_2} \geq p_2 - g(q^t) \\ u_{X_2} \geq u_{X_1}}} f(\mathbf{U}; \boldsymbol{\mu}_{\mathbf{X}}\ ,\ \boldsymbol{\Sigma}) d\mathbf{U},$$

ただし $q^t = q_1^t + q_2^t$,

となり，よって同様に互換の場合における企業 i の累積利潤 π_{C_i} は，これも各期の潜在的消費者総数を m として，以下のように表される。

$$\pi_{C_i} = m(p_i - \mu_{X_i})S_{C_i}^0 + m\Sigma_{t=0}^{T-1}\{p_i - \mu_{X_i} + c_s(q^t)\}S_{C_i}^{t+1} \tag{5.5}$$

企業 i はこれらの累積利潤に関する予想をもとに，互換にするかどうかを検討する。いま仮に $p_i = \mu_{X_i}$ とすると,

$$\pi_i - \pi_{C_i} = m\Sigma_{t=0}^{T-1}\{c_s(q_i^t)S_i^{t+1} - c_s(q^t)S_{C_i}^{t+1}\} \tag{5.6}$$

の値が正であると予想すれば，企業 i は互換を選択せず，そうでなければ互換戦略を採るという意思決定を行う。

5.3 諸命題

このモデルより，市場競争の過程及び帰結，互換戦略あるいは非互換戦略についてのいくつかの命題を得ることができる。以下に簡単な説明とともに，導出される命題を整理する。

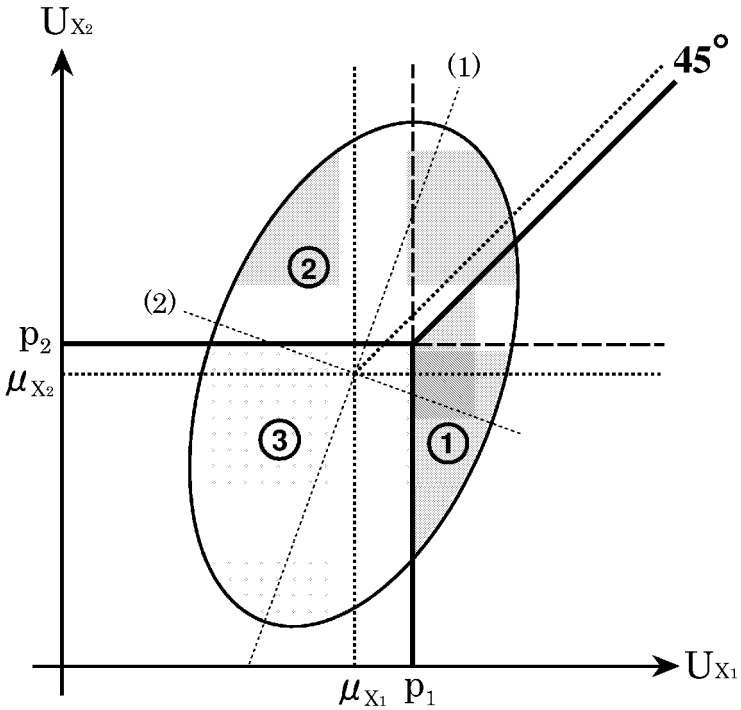
5.3.1　消費者の意思決定ダイナミズム

(5.3) 式は，市場に提供された両製品について，潜在的消費者がどのような評価をしているかを表す分布である。市場には 2 製品が供給され，各々の製品は正規分布に従う 2 つの価値基準から構成されるので，分布は二次元正規分布になるが，三次元にプロットされたグラフは複雑であるので，説明をわかりやすくするために $f(\mathbf{U};\boldsymbol{\mu}_{\mathbf{X}},\ \boldsymbol{\Sigma})$ を $U_{X_1}-U_{X_2}$ 平面に写像した図を用いる。以下の図において実線で描かれた楕円の内側の領域には，潜在的消費者の 90%が含まれていることを示している。なお各々の図において，図 5.1 の破線 (1) および (2) に対応するのは,，$\mathbf{U}$ の分散共分散行列 $\boldsymbol{\Sigma}$ の正の傾きを表す固有ベクトルと，負のそれによって示されている。ちなみに直線 (1) は，(5.7) 式で表すことができる。

$$U_{X_2}=\frac{1}{e_1}(U_{X_1}-\mu_{X_1})+\mu_{X_2},$$

$$e_1=\frac{\sigma^2_{X_1}-\sigma^2_{X_2}+\sqrt{(\sigma^2_{X_1}-\sigma^2_{X_2})^2+4cov^2}}{2cov} \tag{5.7}$$

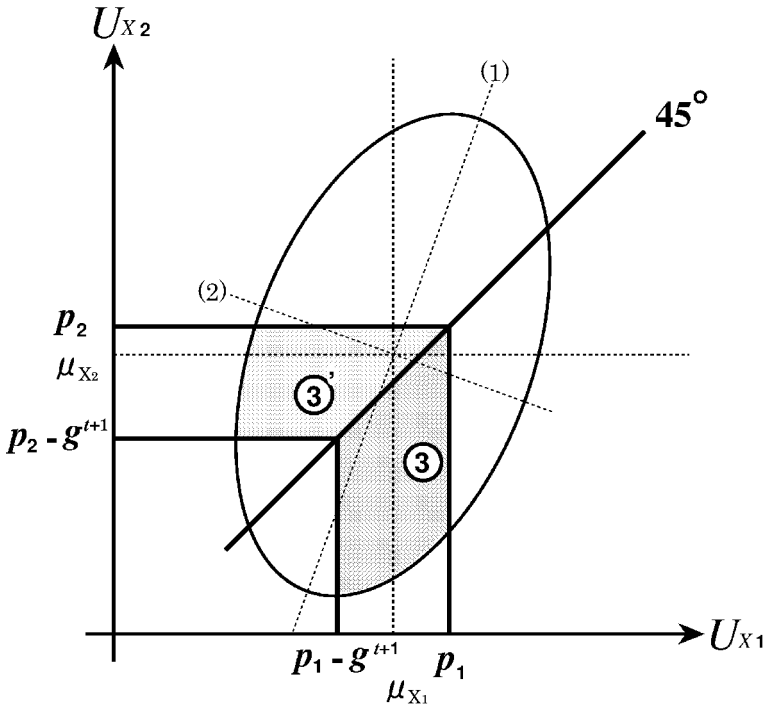
この $\mathbf{U}$ 平面に，2 製品の価格 p_1 ，p_2 がそれぞれプロットされる 0 期において，製品 X_1 と X_2 の初期シェア（潜在的消費者総数の 90%に関して）は，図 5.1 に示されるように①の領域が X_1 を購入し，②が X_2 を購入，③がどちらも買わない，と示される。



図– 5.1: 初期シェア

まず，初期シェアの格差が，互換戦略を選択する場合および選択しない場合において，どのように変化するかを示す。

互換が達成されている場合，前提より，両製品とも，$g(q^t)$（ただし $q^t = q_1^t + q_2^t$）の等しいネットワーク外部性を享受する。等しいネットワーク外部性は等しく価格をシフトさせる働きをもつため，図 5.2 に示されるように，p_1 および p_2 を，それぞれ左方および下方に等幅下げることになる。つまり，$P^{t+1}(p_1 - g^{t+1},\ p_2 - g^{t+1})$ は，$P^0(p_1,\ p_2)$ を通る 45 度線上を左下に移動することになる。したがって X_1 および X_2 はそれぞれ，初期シェアを減少させることなく，③および③' だけ領域をふやし，やがて，X_1 および X_2 をいずれも買わない潜在的消費者が消滅し，X_1 および X_2 が市場において共存することになる。



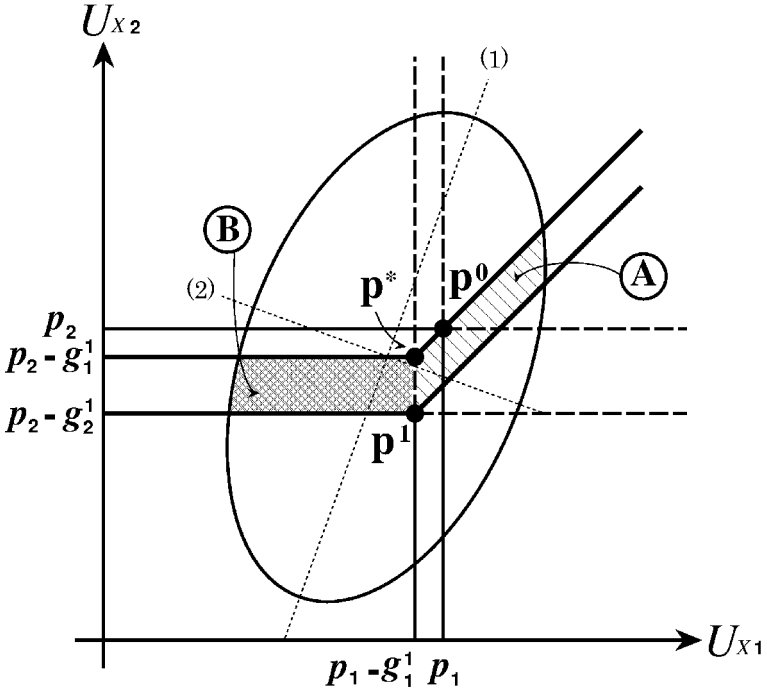
図– 5.2: 互換の場合のシェア推移

しかし非互換の場合，互換が達成されているときとは異なる普及過程をたどる。いま，初期シェアが $S_1^0 < S_2^0$ とする。このとき第 1 期初における累積購入者数は，$q_1^1 = mS_1^0$，$q_2^1 = mS_2^0$ であるので，ネットワーク外部性はそれぞれ，$g_1^1 = g(mS_1^0)$ および $g_2^1 = g(mS_2^0)$ と異なる。したがって，図 5.3 において，$P^1(p_1 - g_1^1,\ p_2 - g_2^1)$ は，$P^*(p_1 - g_1^1,\ p_2 - g_1^1)$ より $\Delta^1 = g_2^1 - g_1^1$ だけ U_{X_1} 軸に対して垂直に下がることになる。

このとき改めて P^1 を通る 45 度線が引かれ，X_1 と X_2 の第 1 期におけるシェアが確定する。いま仮に，点 P^0，P^*, 直線 $U_{X_1} = p_1 - g_1^1$，$U_{X_1} = p_1$, および楕円の下方によって囲まれる面積（本当は体積）A_1 と，点 P^0,P^*, 直線 $U_{X_2} = p_2 - g_1^1$,$U_{X_2} = p_2$, および楕円の左側によって囲まれる面積 A_2 とが等しいとしても，前の期において X_1 を購入していたⒶに対応する個人は，X_2 に乗り換え，さらに自らのネットワーク外部性によってⒷの領域に対応する潜在的消費者が X_2 を購入するため，シェアの格差は拡大する。固有ベクトル e_1 よりも P^0 が下方にプ

ロットされている場合，明らかに $A_1 < A_2$ となるため，シェアの格差はより確かなものとなる。同様に，P^0 が固有ベクトル e_1 よりも上方に位置する場合，X_1 の初期シェアが X_2 のそれを凌駕し，シェア格差は拡大していくことになる。

このように，本モデルは，非互換の場合，初期シェアの格差が決定的な意味を持つことになる。つまり初期シェアの差が拡大し，やがて市場がロック・イン状態となり，一方の製品が完全に市場を独占することになる。それゆえ，各企業は，初期生産コストである μ_{X_1} および μ_{X_2} 等しい価格を設定せざるを得ない。



図– 5.3: 非互換の場合のシェア推移

5.3.2　分散共分散行列と市場競争の帰結

このモデルにおいては，固有ベクトル e_1 が，$P^0(\mu_{X_1}, \mu_{X_2})$ を通る 45 度線よりも下方に傾いている場合，X_1 の初期シェアが X_2 のそれをまさり，逆の場合は，X_2 が X_1 をしのぐことになる。初期シェアの格差には固有ベクトル e_1 が関係しているが，e_1 は (5.7) 式が示すとおりである。

本モデルでは，cov が正値をとるため，$e_1 > 1$ ならば，$\sigma_{X_2} > \sigma_{X_1}$，$e_1 < 1$ であるなら，$\sigma_{X_1} > \sigma_{X_2}$, そして $e_1 = 1$ とすると $\sigma_{X_1} = \sigma_{X_2}$ である。初期シェアについては，$e_1 < 1$ のとき X_1 が優位をとり，$e_1 > 1$ のとき X_2 が優位をとる。そして $e_1 = 1$ のとき，初期シェアは対等となる。それゆえ，次の命題を得ることができる。

命題 5.3.1: 市場競争においては，σ_{X_i} の格差が，その勝敗を分ける。

ちなみに $e_1 = 1$, すなわち $\sigma_{X_1} = \sigma_{X_2}$ が成立する条件は，$\sigma_{X_1}^2 = \alpha_1^2\sigma_d^2 + (1-\alpha_1)^2\sigma_f^2$ および $\sigma_{X_2}^2 = \alpha_2^2\sigma_d^2 + (1-\alpha_2)^2\sigma_f^2$ のゆえに (ただし $\alpha_1 \neq \alpha_2$),

$$\alpha_1 + \alpha_2 = \frac{2\sigma_f^2}{\sigma_d^2 + \sigma_f^2} \tag{5.8}$$

として求まる。

5.3.3 対称的な製品

$e_1 = 1$ のとき，つまり $\sigma_{X_1} = \sigma_{X_2}$ のとき，p_1, p_2 が初期生産コスト μ_{X_1}, μ_{X_2} にそろえられれば，互換でなくても，X_1 および X_2 のそれぞれのシェアは拮抗し続けることになる。(5.8) 式からわかるように，$\sigma_d = \sigma_f$ のもとでは，$\alpha_1 + \alpha_2 = 1$ を得る。このことは $\alpha_1 \neq \alpha_2$ とした場合，$\alpha = 0.5$ を中心に，α_1 と α_2 がまさに，対称的な位置をとることを意味する。それゆえ，この状況にちなんで，$\sigma_{X_1} = \sigma_{X_2}$ となる 2 つの製品に対して，小林他は「対称的な symmetrical」製品と名付けた。

対称的な製品は，非互換の場合でも共存共栄が可能である。したがって互換にすればネットワーク効果を享受でき，非互換の状況よりも，双方がマーケットシェアを伸ばせることは容易にわかる。

命題 5.3.2：**対称的な製品づくりができれば，市場における共存共栄は可能である。**

ここで，対称的な製品づくりが可能であり互換が達成される場合，初期時点において X_1, X_2 のどちらも購入しない個人を少なくすることができれば，早期に利益が確定する。そのためには，両製品に対して形成される個人の分布を円形に近づける方がいい。このことは，分布の形状から考えると，$\mathbf{\Sigma}$ によって描かれる楕円をいかに円に近づけるかにかかっている。

$\mathbf{\Sigma}$ が描く楕円の扁平率は，$\mathbf{\Sigma}$ の固有値 λ_1,$\lambda_2(\lambda_1 > \lambda_2)$ が決定することから導出すると，両製品の差別化が大きいほうが有利であることがわかる。それゆえ互換を採用した企業間では，(5.8) 式をもとに可能な限り α_1 と α_2 の値を離し，製品 X_1 と X_2 の相関が，小さくなるような製品づくりをすることになる。

5.3.4 ロック・インの速さ

市場において，一方の製品が他方を凌駕してしまう，いわゆるロック・イン状態に至るまでのスピードは，本モデルでは，初期シェアの格差よりも，$\mathbf{\Sigma}$ が描く楕円の扁平率に大きく依存している，と考えられる。もちろん $\sigma_{X_1} = \sigma_{X_2}$ の場合は，初期シェアが拮抗するため，この限りではない。命題 5.3.1 は，初期シェアに格差があれば，期を重ねるごとに格差が拡大し，やがて一方の製品が他方を凌駕してしまう，ということである。すなわちこれは，0 期においてなら製品 i を購入していたはずなのに，1 期における他方の製品 j のネットワーク外部性のゆえに，製品 j に乗り換える消費者比率 L_i^1 と，製品 j の消費外部効果のゆえにその一部はうばわれながらも，自らの 1 期における消費外部効果から増加する消費者比率 G_i^1 との関係により発生する。明らかなように，L_i^1 が G_i^1 よりも大きければ大きいほど，ロック・インのスピードは速まり，逆の場合は遅くなることになる。

そして，G_i^1 と L_i^1 を決める要因は，楕円の扁平率と，正の傾きをもつ固有ベクトルとの 2 つである。しかし分布の性質から，G_i^1 と L_i^1 との大小関係を決めるのは，主に扁平率であるといえる。すなわちそれは，λ_1 および λ_2 の差になる。$l \approx 0$ の状況，つまり $\sigma_{X_1}^2 \approx \sigma_{X_2}^2$ の状況において，かつ $\sigma_{X_1}^2 \approx cov$ なら，λ_1 と λ_2 の差は非常に大きく開くことを意味している。他方，図 5.1 の破線 (1) に対応する固有ベクトルの傾きが 45 度から離れた場合，45 度付近と比べ λ_1 と λ_2 の格差が比較的穏やかになる，ことを意味している。

以上より，次の命題が導出される。

命題 5.3.3：**$\sigma_{X_1}^2$，$\sigma_{X_2}^2$, および cov の間の格差が少なければ少ないほど，市場における優劣はより速く決する。**

最後に，企業にとって σ_d および σ_f が既知である場合の，互換戦略および非互換戦略の優劣についても知見が得られる。

いま仮に $\sigma_d > \sigma_f$ として，企業が非互換・差別化戦略を選択する場合，命題 5.3.1 にもとづき，σ_d に可能な限りウェイトをおいた製品づくりを行うために，α を $\alpha \approx 1$ にしようとする。(5.8) 式および命題 5.3.1 を知っているので，両企業ともこの戦略を採ることになり，市場にはメーカーが異なるだけの全く同質な製品が投入される。このとき，製品を提供する両企業の初期シェアは，ともに，たかだか 25%となり，消費外部効果も等しいまま，この期以降，シェアは拮抗し続ける。

他方，互換戦略を両企業が選択する場合，(5.8) 式に基づき，可能な限り，α_1 と α_2 を離す「対称製品」路線を採用する。その場合の初期シェアは，必ず 25%を上回り，さらに両企業のネットワーク外部性を享受するネットワーク外部効果 ($q^{t+1} = q_1^{t+1} + q_2^{t+1}$) によって，各期で必ず，非互換・差別化戦略よりも，シェア面で上回り，それゆえ (5.6) 式の値は，必ず負となる。

次に $\sigma_d = \sigma_f$ の場合に，非互換戦略が選択されれば，メーカーが異なるだけの全く同質な製品が市場に投入されるか，あるいは両製品の相関がほぼ 0 の対称製品が投入されるか，のいずれかとなる。同質製品の場合は，上で述べたとおりであるので省略し，対称製品の場合を考えると，非互換戦略のもとでの対称製品は，あくまで自社製品の消費外部効果しか享受できず，互換戦略のもとでのネットワーク外部効果に劣る。したがって，各期のシェアで非互換は，互換に劣り，それゆえ (5.6) 式の値は必ず負となる。ゆえに，以下の命題を得られる。

命題 5.3.4：**企業が σ_d および σ_f を確実に知りえている状況では，互換戦略の方が，非互換・差別化戦略よりも，累積利潤面で，優位に立つ。**

5.4　プラットフォーム型システム財への拡張

ここでは，複数価値基準モデルをもとに，プラットフォーム型システム財の普及動向を検討する。パソコンの OS およびアプリケーションソフトのように，あるサービス財がサービス提供のベースすなわちプラットフォームとなり，その上に個々のサービスを提供するサービス財が存在する形態をとるのが，プラットフォーム型のシステム財である。

パソコンを典型例として考えると，プラットフォーム財である OS の上では，多様なアプリケーションソフトが独立にサービスを提供する。OS とアプリケーションソフトの提供者は同一であってもあるいは同一でなくてもよく，それぞれのアプリケーションソフト提供者も相互に独立であってもいい。そのため，ある OS は優秀な事務処理系のアプリケーションソフト

を持つが，別の OS は画像処理に優れ，その種のアプリケーションソフトに強みを持つという状況が起こり得る。他方，サービスの購入者たる消費者は，通常 OS の性能自体もそうだが，それ以上にその上でどのようなアプリケーションソフトが動作し，プラットフォーム型システム財全体としてどのようなサービスを享受できるかということに，強い関心があると思われる。アプリケーションソフトにおける OS 間の互換すなわちクロスオーバーが盛んでない状況であるなら，あるプラットフォーム型システム財はワープロに優れたサービス財，別のプラットフォーム型システム財は画像処理に優れたサービス財というように，アプリケーションソフトに依存してプラットフォーム型システム財全体を一つのサービス財と見なすことが多いと考えられる。

このように考えると，各個人がプラットフォーム型システム財から得る便益は，プラットフォームの上にあるサービス財が提供する機能に依存することになる。これはすなわち，プラットフォーム型システム財の便益が複数の機能あるいは価値基準から構成されていることに他ならない。例えば，各個人はパソコンというプラットフォーム型システム財に対し，ワープロ機能，表計算機能，画像処理機能など多くの機能を見いだし，各々のシステム財についてそれらの基準を複合し，システム財全体の便益を評価することになる。そして評価に基づき，アプリケーションソフトを含めたシステム財全体の選択行動をとることになるだろう。

さらに，パソコンのアプリケーションソフトが典型であるが，プラットフォーム上の各々のサービス財は，ネットワーク外部性をもつ。同じアプリケーションソフト間であればデータの交換が容易であるし，他の利用者からの使い方の指導も期待できるからである。つまりプラットフォーム型システム財を構成しているのは，各々がネットワーク外部性をもつ複数の機能ということになる。

このようなプラットフォーム型システム財は，複数の価値基準および対応した複数のネットワーク外部効果が存在するため，システム財全体の普及動向が複雑になる可能性がある。そこで複数価値基準モデルを，複数の価値基準の各々がネットワーク外部性からの影響を受けるモデルに拡張し，普及に関する検討を行う。

5.4.1 複数価値基準拡張シミュレーションモデル

構築するのは各々の価値基準がネットワーク外部性をもつ複数価値基準モデルである。ここでは 3 つ以上の価値基準に拡張する際の容易さを考え，マルチエージェント型のシミュレーションモデルを用いることにする。

まず，多数の個人が存在し，複数のプラットフォーム，複数のプラットフォーム上のサービス財が供給されている世界を考える。ここでは，10000 人の個人が存在し，市場には A，B2 つのプラットフォーム，および 5 種類以下のサービス財が供給されているとする。したがって，各々のプラットフォーム上に数種類のサービス財が存在することになるが，特定のサービス財について，プラットフォーム間の互換の可能性は否定しない。

各個人は，プラットフォームおよびその上のサービス財が一体となったプラットフォーム型システム財の購入意思決定問題に直面しているとする。個人はシステム財全体で提供される様々なサービスを享受したいと考えており，パソコンの OS のようなプラットフォーム自体に資産等の価値を見いだすことはない。つまり個人はシステム財全体を様々なサービスを提供する一つの財と見なし，そのサービスから便益を得る。また各々のシステム財は全体として同種のサービスを提供するので，個人はたかだか 1 つのシステム財を購入し利用することになる。

プラットフォーム型システム財は，プラットフォームおよびサービス財が一体となってはじめてサービスを提供することが可能となるので，プラットフォームだけあるいはサービス財のみを購入することは考えない。サービス財のクロスオーバー供給がないため，プラットフォームとサービス財には対応関係があり，自分が利用しているプラットフォームに対応しないサービス財を購入することはない。また，プラットフォームはサービス財のサービスを提供するための「土台」であるので，プラットフォーム自体がサービスを生み出すことはないと考える。このときプラットフォーム型システム財からの便益は，プラットフォーム上にある様々なサービス財から得る便益の複合したものになる。

プラットフォーム上にある各々のサービス財からの便益は，サービス財固有の便益およびネットワーク外部性からの便益から構成されるとおく。通常サービス財固有の便益は，各々のサービス財について，各個人ごとに異なるはずである。例えばパソコンであるなら，パソコンのワープロ機能を重視する個人がいれば，画像処理機能に高い価値を見いだす個人も存在し，あるいはその両方を必要とする個人も存在するという状況が，ごく一般的であろう。ここでは，各々のサービス財固有の便益は個人ごとに多様であり，全く価値を見いださない個人の便益を 0，最も高い価値を見いだす個人の便益を 1 として，その間に一様に分布しているとする[1]。また各々の価値基準の間には相関はなく，個人は独立した評価をする。

プラットフォーム型システム財の場合，ネットワーク外部性は 2 種類考えられる。一つは，同じサービス財を利用している個人の数に依存するネットワーク外部性である。これはデータの交換可能性あるいは助言の可能性などに対応するものであり，直接的に同一サービス財の他の利用者からの影響である。もう一つは，プラットフォームからのネットワーク外部性である。個人はシステム財全体で一つの複合した価値を見いだす。したがって，システム財の普及は，プラットフォーム上の各々のサービス財にプラスの影響を与えることになるであろう。システム財全体の普及は，プラットフォームの普及に対応するので，各々のサービス財はプラットフォームのネットワーク外部性を享受すると考えられる。このことは，プラットフォーム上の他のサービス財の影響，すなわちネットワーク外部効果を間接的に享受すると言い換えられよう。ただ，プラットフォームからのネットワーク外部性は，同じサービス財からのネットワーク外部性と比較すると，通常その効果の大きさが小さいと思われる。

モデルの中心的概念であるネットワーク外部性は，加入者集団の大きさの増加関数である。ここでは，特に Arthur [3] のシミュレーションモデルに習い，線形の関数を仮定する。また加入者集団の大きさは，全人口におけるサービス財の購入者割合である普及率で代替する。

また各々のサービス財の利用にはサービス財の価格を支払う必要があり，その価格は便益ではかられるとする。価格はサービス財の利用料のようなものを想定している。価格を支払った後，サービス財から正の便益を得ることができるならば，個人はそのサービス財を購入し利用することになる。なお普及状況の変化により，現在利用しているサービス財よりも他方のプラットフォームに準拠したサービス財からの便益が高くなるなら，サービス財の乗り換えは可能であり，廃棄費用などの乗り換え費用はかからないとする。同様にプラットフォームにも便益ではかられる価格が設定されており，プラットフォーム乗り換え時の追加的費用は存在しないとする。

以上より，サービス財が 2 種類提供されている状況において表 5.1 のように記号を設定するとき，各々のサービス財の選択意思決定は (5.9) 式で表現できる。

[1] もちろんシミュレーションモデルであるので，どのような分布であっても導入可能である。

表– 5.1: 複数価値基準拡張シミュレーションモデルで用いる記号

記 号	説 明
i	プラットフォームの種類 $(i = A, B)$
j	サービス財の種類 $(j = X, Y, Z, V, W)$
U_{ij}	プラットフォーム i 上のサービス財 j の便益
u_{0ij}	プラットフォーム i 上のサービス財 j の固有便益
k_1	サービス財のネットワーク外部性の係数
k_2	プラットフォームのネットワーク外部性の係数
f_{ij}	プラットフォーム i 上のサービス財 j の普及率
f_i	プラットフォーム i の普及率
p_{ij}	プラットフォーム i 上のサービス財 j の価格

$$\max(U_{Aj}, U_{Bj}) \tag{5.9}$$
$$U_{ij} = u_{0ij} + k_1 f_{ij} + k_2 f_i - p_{ij}$$

式 (5.9) に基づき，各個人は各々のサービス財について購入候補となるサービス財を決定するが，必ずしもすべてを手に入れるわけではない。それは，プラットフォーム型システム財は全体でサービスを提供し，なおかつプラットフォームとサービス財とに対応関係が存在するためである。個人はより多くのサービス財を利用できるシステム財を選択し，もし利用できるサービス財の数が同じならば，より高い便益を得られる側のプラットフォーム型システム財を選択するとおく。つまり，各個人には絶対的に必要不可欠なサービス財は存在せず，その選択は便益のみに依存することになる。以上の意思決定により，各々のシステム財の購入が決まり，普及率が決定する。

またサービス財の互換に関して，ここでは 2 種類の互換を考える。すなわち,「プラットフォーム間互換」および「プラットフォーム内互換」である。まずプラットフォーム間互換は，あるサービス財について，A および B という異なるプラットフォームを越えた互換性である。例えば，ワープロというサービス財についてプラットフォーム間互換が達成されると，プラットフォームを越えた文書データの交換が可能である。一般的には，プラットフォーム間の互換を行う場合，著作権等に絡む費用などの互換の費用が発生するが，ここでは議論を見えやすくするために，互換の追加的費用は発生しないとする。

次にプラットフォーム内互換は，サービス財が 3 種類存在するなら，同一プラットフォーム内で，X，Y，Z という異なるサービス財の間に保証される互換性である。例えば，同一プラットフォーム内において，表計算ソフトで作成したグラフをワープロに貼り付けることが可能となる互換性である。これはプラットフォーム型システム財の垂直統合に対応する。プラットフォーム内の互換であっても，通常はなんらかの費用を必要とすると考えられるが，基本普及特性に検討を絞るために，追加的費用は発生しないとする。

5.4.2　プラットフォーム型システム財の普及動向

先のモデルは，シミュレーションを用いることにより検討される。まずは，各々のパラメータを設定しなくてはならない。

プラットフォームからのネットワーク外部性の係数 k_2 であるが，通常 $k_1 > k_2$ が成立すると思われる。ここでの検討は，個々のサービス財を，プラットフォーム型システム財を構成する複数の価値基準と考えており，主に複数の価値基準が普及に及ぼす影響に焦点を当てている。したがって，k_2 をあまり大きく設定すると，全体からの影響ばかりが強調されることになり，議論が鮮明にならない。ゆえに k_1 と比較して小さな値である，$k_2 = 0.1$ を設定することにする。

また各々のサービス財の価格であるが，本来これらの価格はサービス財提供者の戦略変数であり，その点は非常に興味深い論点である。しかしここでは，複数価値基準が存在し，なおかつ各々の価値基準にネットワーク外部性が存在する場合の，普及の基本特性を明らかにするために，あえて価格は期を通して固定され，両プラットフォームおよびすべてのサービス財において共通であるとする。これにより，複数価値基準に存在するネットワーク外部性が普及動向に及ぼす影響に議論が集中される。

このモデルは第 1 期の購入者数が，ネットワーク外部効果を通して次期以降の普及へ波及していく。したがって，あまり第 1 期の購入者数が多いとシミュレーションが短期で終了してしまい，普及過程の分析が困難になる。そこで，各々のサービス財について第 1 期に平均的に 10 人の購入者が正の便益を見いだす $p_{ij} = 0.999$ を設定する。

プラットフォーム間互換については，プラットフォーム A および B 間においてサービス財 X の互換性が達成されるとおく。そのときサービス財 X についてのネットワーク外部性からの便益だが，プラットフォーム A および B の各々のサービス財 A についてのネットワーク外部性を共有することになるため，個人は両者を合わせた便益を見いだすことになる。また，プラットフォーム内互換は，プラットフォーム A において達成されるとする。そのときサービス財が 4 種類存在するなら，X，Y，Z，および W のサービス財におけるネットワーク外部性をプラットフォーム A 内で共有することになる。したがって，個人はプラットフォーム A の各サービス財について共有されたネットワーク外部性からの便益を見いだすことになる。

なおシミュレーションは，プラットフォームおよびすべてのサービス財について均衡普及率に達する，あるいはループ状態に陥った場合に終了する試行を 1 回とし，1 つのシミュレーションで 1000 回の試行が繰り返される。

複数価値基準および互換による普及特性

ここではシミュレーション結果をもとに，複数機能，言い換えれば複数価値基準の各々にネットワーク外部性が存在するプラットフォーム型システム財の普及特性を考察する。

まず，互換が存在しない場合の基本特性について検討する。表 5.2 は，1000 回のシミュレーション中で，ネットワーク外部性のパラメータ k_1 のもと，システム財が 90%以上の市場占有率を得た割合を示している。なお，ここでは複数価値基準と比較するために，単一の価値基準から構成されるシステム財の場合も図示されている。

表 5.2 より，基本的にネットワーク外部性のパラメータが小さい場合，独占状態にならず複数システム財が共存し，ネットワーク外部性の影響が大きくなるにつれ，独占状態に陥る場

表– 5.2: 価値基準の数および外部性の強さと独占状況

価値基準数	k_1	90%以上の独占回数	総購入者数（平均）	価値基準数	k_1	90%以上の独占回数	総購入者数（平均）
1	0.7	0	99.1	4	0.7	0	5985.1
	0.8	0	201.1		0.8	923	9181.1
	0.9	65	2054.8		0.9	1000	10000.0
	1.0	968	9687.7		1.0	1000	10000.0
	1.1	999	9990.0		1.1	994	10000.0
	1.2	1000	10000.0		1.2	970	10000.0
	1.3	1000	10000.0		1.3	945	10000.0
	1.4	1000	10000.0		1.4	930	10000.0
2	0.7	0	377.8	5	0.7	0	7907.0
	0.8	0	1822.3		0.8	1000	9645.7
	0.9	1000	10000.0		0.9	1000	10000.0
	1.0	997	10000.0		1.0	1000	10000.0
	1.1	944	10000.0		1.1	1000	10000.0
	1.2	915	10000.0		1.2	1000	10000.0
	1.3	876	10000.0		1.3	1000	10000.0
	1.4	818	10000.0		1.4	1000	10000.0
3	0.7	0	199.0				
	0.8	0	299.0				
	0.9	0	570.0				
	1.0	187	5084.5				
	1.1	961	10000.0				
	1.2	999	10000.0				
	1.3	1000	10000.0				
	1.4	1000	10000.0				

合が増加することがわかる[2]。単一価値基準の場合は，ネットワーク外部性の影響が大きくなると，ほぼ100%独占状態に陥ることになる。しかし，消費者にとっての価値基準が複数ある場合，すなわちサービス財が複数存在する場合は，必ずしも独占になるとは限らない。むしろ，ネットワーク外部性が大きくなると，わずかではあるがシステム財が共存する割合が増加する傾向もある。もちろんネットワーク外部性の存在により，システム財は基本的に独占状態へ向かう性質を持つ。しかし各個人が多様な選好を持つとともに，システム財が複数の価値基準から構成されているため，市場における偶然性が出現しやすくなり，複数システム財が共存する可能性が出てきたと考えられる。

次にプラットフォーム間互換であるが，単一価値基準の場合は両プラットフォームが共存することは，プラットフォーム間互換の定義より明らかである。システム財を構成する価値基

[2] ネットワーク外部性のパラメータが小さい場合，個人間の波及効果が小さくなるため，各個人の選好と価格との比較により，ほぼ購入の意思決定がなされる。ゆえに結果として，普及するシステム財の絶対量は小さくなる。

表– 5.3: プラットフォーム間互換における独占状況

価値基準数	k_1	90%以上の独占回数	総購入者数（平均）	価値基準数	k_1	90%以上の独占回数	総購入者数（平均）
	0.7	0	8193.9		0.7	0	9574.3
	0.8	0	9387.0		0.8	0	9926.0
	0.9	0	9880.7		0.9	1000	10000.0
2	1.0	0	9999.7	4	1.0	875	10000.0
	1.1	0	10000.0		1.1	725	10000.0
	1.2	0	10000.0		1.2	667	10000.0
	1.3	0	10000.0		1.3	634	10000.0
	1.4	0	10000.0		1.4	610	10000.0
	0.7	0	8202.4		0.7	0	9694.2
	0.8	0	9390.3		0.8	0	9969.2
	0.9	0	9883.3		0.9	1000	10000.0
3	1.0	2	9999.8	5	1.0	969	10000.0
	1.1	459	10000.0		1.1	945	10000.0
	1.2	487	10000.0		1.2	919	10000.0
	1.3	494	10000.0		1.3	863	10000.0
	1.4	508	10000.0		1.4	844	10000.0

準全体が互換性を持つため，ネットワーク外部性に関する便益の差が存在せず，個人の選好の差だけで意思決定が行われる。したがって，単一価値基準の場合，および複数の価値基準が存在したとしてもそのすべてを互換にした場合は，ほぼ 1 対 1 の割合で両プラットフォームが共存することになる。

しかし複数存在する価値基準の 1 つだけを互換にする場合，かならずしも共存するとは限らない。表 5.3 は，シミュレーションの結果である。価値基準が 2 つと少ないときは，基本的に共存する。これはプラットフォーム型システム財全体の中で，互換が達成されている価値基準による便益部分の割合が大きいためであると考えられる。したがって他方の価値基準がどちらかのプラットフォームの側に独占されたとしても，ある割合で共存することになる。

プラットフォーム型システム財を構成する価値基準が増加すると，独占状態へ陥る割合が増加する。価値基準が 3 つの時よりも 4 つの場合の方が，独占状態に至ることが多い。これは互換が達成されていない価値基準は基本的にどちらかのプラットフォームの側に独占されることになるため，それらの価値基準による便益の割合が増加するためであると考えられる。さらに，ネットワーク外部性のパラメータが大きくなるにつれ，独占状態へ陥らない場合が増加する。これはネットワーク外部性の及ぼす影響が大きくなり，互換が達成されている価値基準が便益に及ぼす影響が大きくなったためであると思われる。

また，プラットフォーム内互換であるが，このモデルの設定では，どの価値基準の数においてもプラットフォーム内互換を達成したプラットフォーム A の独占に至っている。確かにモデルでは，プラットフォーム内互換が及ぼす正の効果が強く出る設定になっているため，実際にはもう少し穏やかな結果になると思われる。プラットフォーム間互換の場合，どちらのプ

ラットフォーム型システム財が市場において独占的な地位を得るかは偶然性が支配しており，独占的な地位を得る割合がほぼ 1 対 1 であることを考えると，プラットフォーム内互換を達成した側のプラットフォーム型システム財が市場において勝利をおさめる傾向があることは，プラットフォーム型システム財供給者にとって意味のあることであろう。

5.5 モデルからの示唆

複数価値基準モデルは，製品が複数の価値基準から構成されている点が新しい。製品を構成している要素が複数存在し，同時にネットワーク外部性を導入したモデルであるので，差別化および互換の両戦略の選択を検討することができる。

モデルから，複数の企業により同質的な製品が市場に投入される場合，ロック・イン現象が早く現れ，そのとき，製品に対する消費者の評価が多様にばらついている方が，市場競争に勝つことになることを確認した。多様なばらつきが存在すると，製品の示差性が強く現れ，初期シェアに差が生まれる。そして初期シェア差がネットワーク外部効果の差として現れるため，シェア差が拡大し，ロック・インへ向かうことになる。この点から，ネットワーク外部性を有する製品においても，やはり製品の差別化は支持されると言える。

ただ，同質的な製品が投入される場合，市場競争に勝利できるかどうかは，かなり不安定なものとなる。ネットワーク外部性が存在する以上，差別化が小さいなら，市場競争の結果は歴史的偶然に強く影響される。したがって，企業がリスク回避的な行動をとるなら，互換戦略を志向することになる。

一般に，互換戦略を選択するよりも，差別化が成功し市場競争に勝利できるなら，期待利潤は大きくなる。したがって，実際は製品差別化を進めながら，同時に製品の一部を互換にする戦略をとることになるだろう。パソコン市場において，PC/AT 互換機でありながら斬新なデザインで人気を博した SONY の VAIO がこの典型といえよう。

またこのモデルのいう「対称的な製品」を市場に投入することができれば，市場における製品の共存が可能である。このことは互換戦略以外の，市場における共存を可能とする差別化戦略の存在を示唆する。このことからも，製品差別化の重要性が確認できる。

複数価値基準モデルを拡張したシミュレーションモデルからは，複数の価値基準が存在する場合，必ずしも独占状態へ至るとは限らないことが示された。このことは，複数価値基準が，ネットワーク外部性のもつ独占へ向かわせる極端な性質を緩和するといえる。またプラットフォーム間互換に関しては，価値基準が増加すると独占へ至る割合が増加することになる。これはプラットフォーム財供給者にとって，他者との戦略的な価値基準の互換の可能性を示唆する。すなわち，プラットフォーム財のすべてを互換にしてしまうと，市場における自社製品の示差性がなくなってしまい，市場から排除されるリスクを回避できるものの，他社と市場を分け合うことになり，利益に関して大きなうまみがあるわけではない。しかし特定の価値基準のみを互換にし，その他の価値基準で差別化を図れば，競争に負けるリスクはあるが，より大きな利益を上げられる可能性もある。先のシミュレーションモデルでは，プラットフォーム財ごとに優位性をもつ価値基準を設けなかったが，実際は自社に優位性のある価値基準が存在する。したがって，優位性を持たない価値基準について互換を模索し，その他の価値基準で差別化を行えば，より有利な状況を生むことが出来るであろう。OS およびアプリケーションソフト全体のプラットフォーム財において，劣位にある分野のアプリケーションソフトのクロスオーバー供給を促し，優位にある分野のソフトに力を入れることは，複数価値基準モデ

ルからも支持される。

プラットフォーム内互換は，市場における優位性を高める可能性がある。このことは，現在特定プラットフォーム財について優位にある企業が，プラットフォーム財全体で垂直統合を行う場合，さらに優位性を強めることを意味する。独占禁止という観点からは，この行為は望ましいものではないかもしれない。しかし逆にいうと，プラットフォーム財提供企業にとって，プラットフォーム内互換は自社製品の優位性を高めるための一つの戦略手段といえる。

先のシミュレーションは，特定の状況のみを扱っているので，結果の解釈には注意が必要であることは確かである。しかし，複数価値基準モデル全体として，複数価値およびその状況下における互換を検討することは，市場特性の把握および製品供給において大きな意味があると思われる。

第6章　製品普及における消費者の習熟

情報関連の製品の多くは，使いこなすことが難しい。一般にこれらの製品から十分な便益を引き出すためには，ある程度の「慣れ」が必要である。この慣れは消費者の習熟と言い換えられるが，習熟は個人の消費行動に影響を与える。製品を買い換える場合，あるいは似通った製品を購入する場合，慣れている製品を選択しがちであることは，直感的にも明らかであろう。そこでここでは，習熟を必要とする情報ネットワーク型製品を対象とし，当該製品の普及特性を明らかにする。

6.1　情報ネットワークサービス財における習熟

6.1.1　消費行動における習熟要因

情報ネットワークサービス財の多くは，かつて非常に高価であっただけでなく，簡単に使用方法が習得できるものではなかった。そのため情報関連機器は，一部の専門家あるいは技術に詳しい人々のみが使うものであった。しかし技術の進歩により，情報ネットワーク型製品においても，一般の個人が使用可能であるものが増えてきた。

使用方法の難易に関しては，インタフェースの改善が進んでいるものの，情報関連の製品を利用するには，やはりある程度の習熟を必要とする場合が多い。例えば一般に使われているワープロソフトであっても，初心者が意図したとおりの出力を得ることは難しいであろう。このように一般的には，情報関連財は使いこなすことが簡単ではなく，習熟が必要であると考えられる。そのため，習熟が消費者の製品選択行動に影響を与え，ひいては製品の普及動向に影響を与えることになる。全く新しいワープロソフトが発売されたとき，使い慣れたワープロソフトを使い続けるか，もしくは他製品へ乗り換えるかという意思決定に迷いが生じるのは，その典型であろう [57]。

習熟が消費者の選択行動に影響を及ぼす最も代表的な例が，「QWERTY」という順番に並んだキーボード配列である。技術的な優劣に対して様々な見解があるものの [42]，必ずしも技術的に優れているとはいえない QWERTY 配列のキーボードが，他の配列のキーボードを凌駕し，Universal Keyboard の称号を得ている [23]。ここに，技術的に優れた製品が消費者に受け入れられるとは限らない性質が見え隠れする。

そこでここでは，ネットワーク外部性が存在し，使うためにある程度の習熟を必要とする情報ネットワークサービス財について，その普及動向における特徴を明らかにする[1]。また，特定の製品が市場において独占的な地位を得た場合，独占的な地位を得ることができなかった製品を提供する企業が採り得る戦略として互換戦略が存在するが，その互換戦略を採るタイミングに対し示唆を与えることを試みる。

[1] 第 2 章において示したように，情報資産も習熟と同じ効果を持つが，ここでは習熟を特に取り上げる。しかし情報資産の場合であっても，基本的に同様の議論が成立する。

6.1.2　2 種類の習熟

ここで対象としているのは，使用に際しある程度の技能を必要とする情報ネットワーク型製品であるが，それゆえに製品の普及に対し個人の習熟が影響を与える。特に情報ネットワーク型製品を考える場合，習熟には特徴を異にする 2 つの習熟が存在すると考えられる。ここでは，以下に示す「2 種類の習熟」を考える。

例えばワープロソフトを考えてみると，ある特定のワープロソフトを使い続けることにより，ユーザが他のワープロソフトへ乗り換えにくくなる現象が頻繁に見られる。これはある製品に慣れ，その製品を利用するための独自かつ特殊な技能に習熟したためであるといえる。本稿では，このように特定製品の利用に伴い，他製品への乗り換えを妨げる習熟を「特殊習熟」と定義する。特殊習熟の程度が大きくなると，個人はその製品に固執するようになり，習熟していないもしくは習熟度が低い製品に乗り換える行動をとりにくくなる。特殊習熟のためにこのような現象が発生するのは，ある製品から他の製品へ乗り換える，乗り換えコストが習熟とともに高くなってくるためと考えることができる。

また，ある特定のワープロソフトを使い続け，十分にそのワープロソフトに習熟すると，ワープロソフトならどれでも同じように使うことができるようになる現象も見受けられる。これは，ある特定製品を利用し続けると，個人はその特定製品独自の技能あるいは知識を得るだけでなく，同一製品カテゴリーに属する製品に共通で，抽象的かつ汎用的な技能および知識を得るためであると考えられる。すなわち，個人はいわば製品利用の初心者から熟練者になり，同一製品カテゴリーに属する製品なら，どの製品も大差なく使うことができ，容易に他製品に乗り換えることができるようになるのである。本稿では，このように，利用者に異なる製品間の技術的差異を感じさせなくする習熟を「汎用習熟」と定義する。汎用習熟によりこのような現象が発生するのは，乗り換えコストが汎用習熟とともに低くなっていくため，と考えることができる。

6.1.3　業界標準と情報ネットワークサービス財

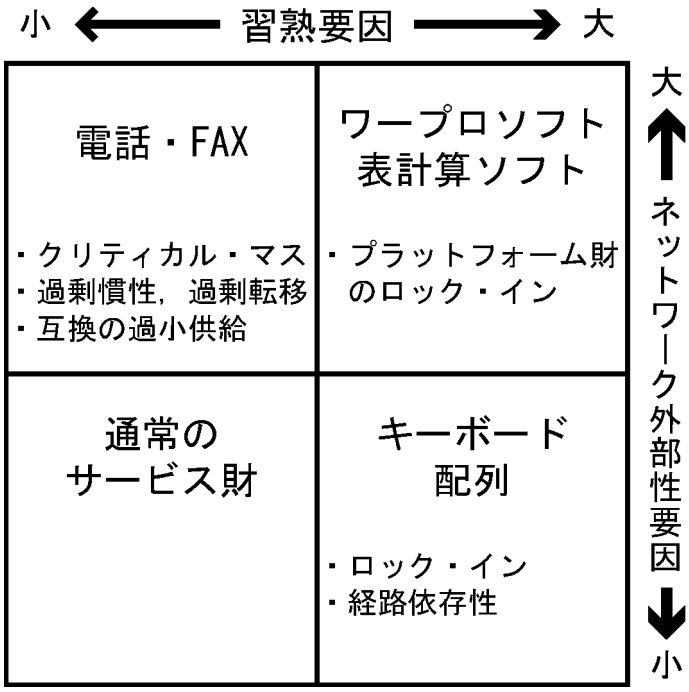
今日，さまざまな財およびサービスに関して，業界標準に注目が集まっている。特に，公的機関によって定められた標準である「デジュレ・スタンダード」でなく，市場競争の結果，市場の大勢を占めるに至った事実上の標準である「デファクト・スタンダード」の成立要因および特徴に対し，様々の検討がなされている。

しかしその中には，財およびサービスの普及に影響を及ぼす要因として，ネットワーク外部性と個人の習熟とを混同しているものが多い。そこで，ネットワーク外部性および習熟を軸として，図 6.1 にデファクト・スタンダードの代表例を整理する。これにより，議論の対象が明確になる。

右下のカテゴリーは，習熟が主たる要因となるサービス財である。この代表例としては，キーボード配列 [9] を挙げることができる。このカテゴリーに属するサービス財は，他の個人がどのようなものを使っているかという事実が利用価値にほとんど影響を与えないが，自分が慣れ親しんでいるものに，個人が高い価値を見いだすという特徴をもつ。

左下は，財の普及に対し，ネットワーク外部性および習熟の両方が影響を及ぼさないカテゴリーである。このカテゴリーに属するサービス財は，経済学において従来取り扱われてきた一般的なサービス財である。

左上は，ネットワーク外部性が普及において主たる要因となるカテゴリーである。これは，



図– 6.1: 習熟およびネットワーク外部性の観点からのサービス財の分類

通常ネットワーク外部性の代表例としてあげられ，主な先行研究が対象としているものである。代表的なサービス財としては，電話・ファクシミリ・VTR などが挙げられる。これらは，利用が容易でさほど習熟を必要としているわけではないが，他の個人が自分と同じものを利用しているかどうかで利用価値が変わるものである。

以上に対し，右上のカテゴリーは，ネットワーク外部性および習熟の両方が主たる要因であるサービス財である。この代表例としては，ワープロおよび表計算ソフトなどのアプリケーションソフトを挙げることができる。そしてこれらのサービス財こそ，ここで検討の対象としているものである。明らかなように，自分自身の慣れ，および他の個人の利用度合いが，これらのサービス財の利用価値を決めるのである。

これまで右下のカテゴリーに入っていたサービス財が，情報環境のネットワーク化およびオープン化による利用方法の変化うけて，右上のカテゴリーへと変化する動きが見られる。例えばワープロソフトがそうであろう。ワープロソフトは，かつて文章を美しく出力することが使用の目的であったが，今日ではデータの交換も主要な目的の一つへと変化している。この動きはこれからもおこると考えられ，右上のカテゴリーに入るサービス財は，今後も増加すると予想される。

6.2 情報ネットワーク財普及モデル

ここでは，ネットワーク外部性，特殊習熟，および汎用習熟が，製品の普及に与える影響を考察するためのモデルを提案する。ここで提案するモデルは，非常に単純なエージェントを用いたシミュレーションモデルである。寺野 [76] によると，近年「ボトムアップのシミュレーションに基づく接近法が注目を集めて」おり，その研究は,「単純な機能を持つエージェント

群を準備しておき，適当なパラメータ設定によって，社会システムにみられる協調，競合，流行，問題解決などの現象を説明しようとする」特徴を有することを鑑みれば，ここで提案するモデルから現実社会への含意を得ることができると考えられる。

モデルでは，競合する 2 つの製品 A および B が存在する市場を想定する。個人は毎期 1 人ずつ市場に入り，製品を購入し利用する。各個人には，どちらかというと A 製品に魅力を感じ，普及および習熟に関する条件が同じであるなら A 製品からより高い便益を得る個人と，逆に B 製品に魅力を感じ，条件が同じであるなら B 製品からより高い便益を得る個人，という 2 種類の個人が存在し，そのいずれかの個人が等確率で市場に入ってくるとする。個人は市場に入ると，高い便益を得ることができる製品を選択する。製品は個人にとって必要不可欠な製品であり，必ずどちらかの製品を購入し，利用し続けるものとする。しかし，現在保有し利用している製品よりも他方の製品を購入し利用した方がより高い便益を得ることができる場合，現在保有している製品を放棄し，他方の製品へ乗り換えることは可能である。

また，2 つの製品には，ネットワーク外部性が存在するが，ネットワーク外部性からの便益は，同じ製品を利用している個人の人数の増加関数として考えることができる。モデルでは便宜上，Arthur [3] のモデルに習い，その関数は線形とする。

一方，習熟に関しては，以下のようにモデル化する。まず特殊習熟であるが，これは製品を購入し利用している時間と密接に関係し，利用している時間が長ければ長いほど，ますます習熟度合いが増加すると考えられる。よって，利用する時間にしたがって，ある製品から他の製品へ乗り換える，乗り換えコストが高くなるといえる。つまり，乗り換えコストは，利用時間の増加関数と考えるのが妥当であり，モデルでは便宜上，線形関数を仮定する。

次に汎用習熟である。汎用習熟の存在は直感的にも明らかであるが，その生成過程は，完全に解明されているとは言い難い。ただ，特殊習熟に比べ習熟するのが困難であるということは確実であろう。そこでモデルでは，個人が初心者から汎用習熟した熟練者になるという現象だけを記述し，個人はある微少な確率で初心者から熟練者になると設定する。つまり，市場に入ってきた初期段階においては，すべての個人は初心者であるが，時間の経過に伴い熟練者に変化する可能性があり，初心者から熟練者への変化に要する時間は各個人ごとに様々である。さらにその変化は，毎期発生する可能性がある，すなわち毎期初に初心者は熟練者に変化する可能性があるとする。熟練者は汎用習熟しているため，特殊習熟により発生する乗り換えコストが低くなると考えられる。モデルでは，汎用習熟の影響をわかりやすくするため，熟練者になると習熟による乗り換えコストがなくなると仮定する。

また，ネットワーク外部性，特殊習熟，および汎用習熟は，両製品で共通で同様の影響を及ぼしており，モデルにおける各々のパラメータは，両製品で同じである。

ここで習熟による乗り換えコストであるが，乗り換えコストが高くなるということは，ひるがえって考えると，現在使っている製品を継続して利用することに対するメリットが高くなるということと同値である。したがって，ここでいう乗り換えコストは，継続利用メリットと考えることができる。すなわち，ある製品を長時間使い続けることにより，その製品から得られる便益が増加していくことになる。

以上より，個人が製品に対し得る便益は，ネットワーク外部性および習熟の両者に関係なく，製品を購入し利用することのみから発生する製品固有の便益，ネットワーク外部性からの便益，および継続利用メリットの和から，製品価格を差し引いたものであると考える。すなわち次に示すとおりである。

(製品の便益) = (製品固有便益) + (ネットワーク外部性) + (継続利用メリット) − (製品価格)

各個人は，毎期両製品に対して便益を計算し，より高い便益の得られる行動を選択することになる。

ここで製品価格であるが，対象としている製品は，継続的に利用することが前提となっている。したがって，ここでは特に，製品を利用し続けるための利用料を製品価格と考えることにする。例えば，サービスネットワークを利用するための年会費のようなものを想定している。つまり，仮想的なネットワークまでも含め，ネットワークに加入しサービスを享受するために必要とされる利用料を製品価格と考える。

加えて，想定している A および B 両製品は，競争的に市場に供給されていると仮定する。その場合，両製品は，限界費用に等しい価格で供給されていることになる。また両製品は，技術的に大きな差はなく，等しい限界費用で生産されているとする。ここでは議論を見えやすくするため，限界費用は 0 とする。

なお簡単化のため，乗り換える際に新たに支払わなければならない費用，すなわちサービスネットワークからの退出費用および加入費用は存在しないとする。

6.3 シミュレーションおよび製品普及動向

6.3.1 仮定および数値設定

本節では，ネットワーク外部性および習熟が製品普及に与える影響を考察するために，先のモデルを用いたシミュレーションにより，普及動向および市場競争の帰結を検討する。ネットワーク外部性をもつ製品は製品の特性としてロック・イン状態へ陥る傾向があるが，特に，ロック・インおよび独占状態に至る普及動向および期間に焦点を当てる。

シミュレーションに際し，各々のパラメータに数値を設定しなくてはならない。製品普及状況がロック・イン状態になるか否か，およびロック・イン状態に至るまでの期間は，ネットワーク外部性のパラメータが決定する。表 6.1 は，製品固有便益のパラメータについて，個人が比較的好む製品に対し 1.0，他方の製品については 0.9 を設定する場合のロック・インまでの平均期間を示している[2]。表 6.1 より，ネットワーク外部性のパラメータが 0.006 未満では，シミュレーションの適当な期間内にロック・インしない場合が存在する。本稿が対象としている情報ネットワーク財は，ネットワーク外部性が存在するために，ロック・イン状態が起こり得る。そしてこの現象こそが，普及に関する興味深い特徴であり，本稿の分析の対象でもある。したがって適当な時間で目的のシミュレーションが終了し，かつ少し余裕をもたせた値にするために，ネットワーク外部性のパラメータを 0.007 に設定する。

さらに本稿では，特に習熟が普及に及ぼす影響，すなわち個人の製品乗り換え行動に注目している。これはロック・イン後の個人の行動に特徴的に現れる。しかし，汎用習熟のパラメータを 0.0 に設定した場合，ネットワーク外部性のパラメータよりも特殊習熟のパラメータに大きな値を設定すると，モデルの性質より，ロック・イン後に製品の乗り換えが発生しないことになる。表 6.2 がそのことを示している[3]。しかしこれはシミュレーションの目的に合致

[2] シミュレーションは，1 回の試行を 2000 期とし，1000 回試行を行った。

[3] シミュレーションは，ネットワーク外部性のパラメータを 0.007 に設定したもとで，1 回の試行を 2000 期とし，1000 回試行を行った。

表– 6.1: ネットワーク外部性パラメータとロック・インの頻度

パラメータ	数値
0.001	(960 回ロック・インなし)
0.002	(483 回ロック・インなし)
0.003	(134 回ロック・インなし)
0.004	(27 回ロック・インなし)
0.005	(1 回ロック・インなし)
0.006	294.450
0.007	227.480
0.008	170.896
0.009	145.894
0.010	114.152

(表中の数字はロック・インまでの平均期数)

しない。したがってネットワーク外部性のパラメータよりも特殊習熟のパラメータを小さく設定する必要がある。また，設定する数値の大きさは，ロック・インへ至るまでの時間および製品乗り換え行動が発生する時間を変化させる。製品乗り換えが発生する期間が十分長く確保されている方が，プロセスの分析も容易になると考えられるので，特殊習熟のパラメータは 0.006 を設定する。一方，汎用習熟の影響があまり強すぎると，特殊習熟の影響を分析することが困難となる。そこで確率的に 500 期で 10%程度，2000 期で 40%程度の個人が熟練者となる 0.0005 を汎用習熟のパラメータに設定する。

シミュレーションで設定するパラメータの大きさは，普及動向の帰結を大きく変えることはないと考えられる。したがって，このパラメータ設定で議論することに，さほど問題はないように思われる。

表– 6.2: 特殊習熟のパラメータとロック・インまでの期間

特殊習熟のパラメータ	ロック・インまでの期間	独占までの期間
0.001	224.556	227.416
0.002	229.542	234.818
0.003	222.020	230.522
0.004	219.702	233.859
0.005	220.342	247.527
0.006	231.068	304.425
0.007	228.720	(独占にならない)
0.008	226.372	(独占にならない)

(表中央・右欄の数字は，平均期数)

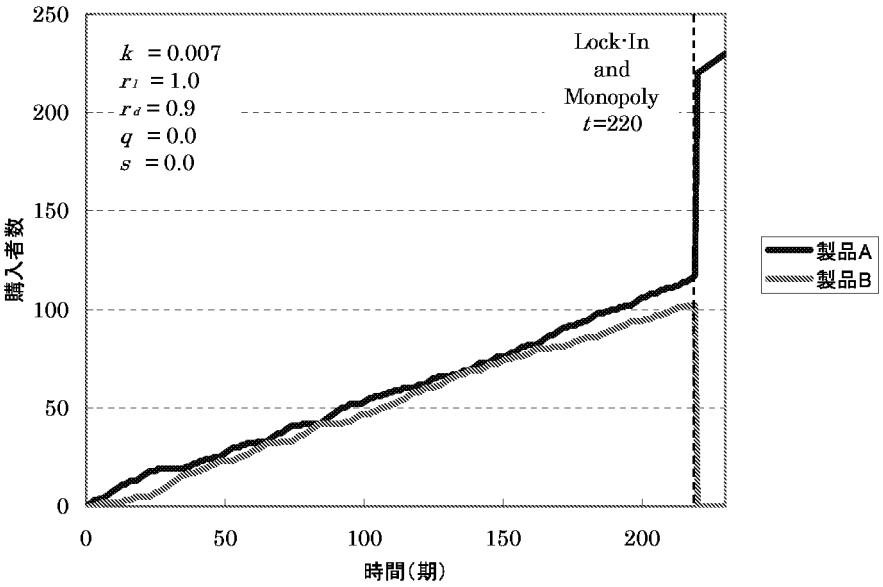
6.3.2 ロック・イン状況・独占状況

本節では，シミュレーションの結果を示す。なお，図 6.2 から図 6.4 のグラフは，最も典型的な結果を表している。

図 6.2 は，ネットワーク外部性のみを消費者の便益に導入した場合である。これは，Arthur [3] のモデルを，個人の乗り換え行動を加味することによって，拡張したモデルになっている。

図 6.2 より明らかであるが，220 期で市場が製品 A にロック・インし，同時に独占されている。本節の数値設定では，両製品に 15 人の利用者数格差が発生するとロック・イン状態に陥ることを解析的に求めることができる[4]。その利用者数格差が発生するまでの期間では，ほぼ両者は拮抗している。しかしこのモデルにおける確率，すなわちある「歴史的偶然」によって両製品の利用者数に格差が発生すると，市場が一方の製品にロック・インされることが確認できる。

製品において，ネットワーク外部性が購入行動に重要な意味を持つが，習熟がさほど意味をもたない製品には，あるきっかけで一気に市場が独占に向かう特質が存在するといえる。

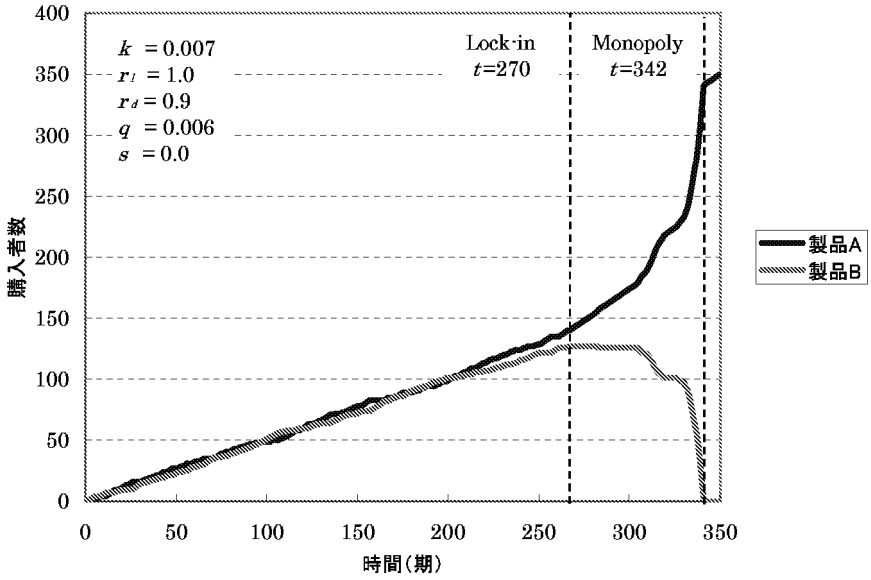


図– 6.2: ネットワーク外部性が存在する場合の普及過程

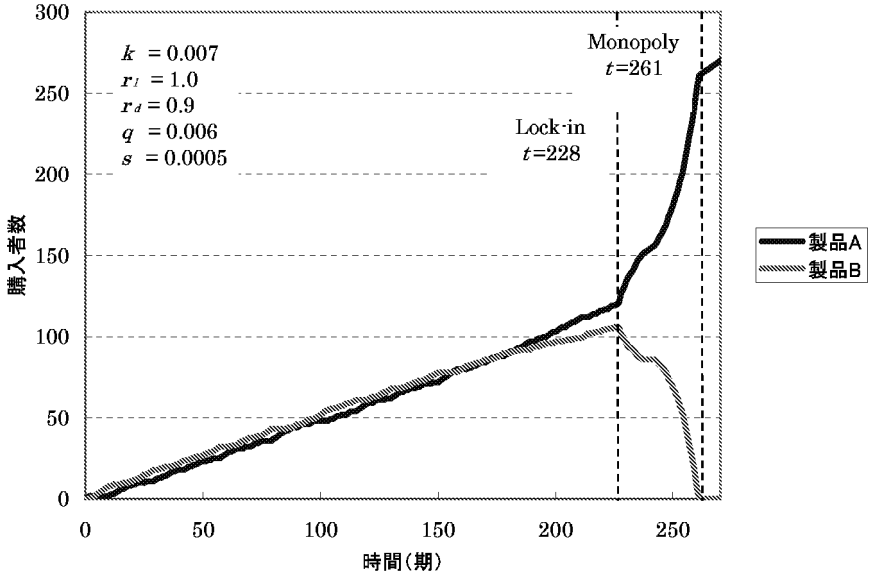
図 6.3 は，ネットワーク外部性と特殊習熟を消費者の便益に導入した場合である。図 6.3 は，270 期でロック・インし，342 期で製品 A に市場が独占され，その間に 72 期のラグが存在する。このようにロック・インから独占状態までにタイムラグが存在する現象は，例えば，あるワープロソフトが市場のデファクト・スタンダードとなっているにもかかわらず，他のワープロソフトの利用者が，そのワープロソフトを使い続け，簡単に市場が独占状態にならず，徐々に利用者数の格差が広がっていく現象に対応している。

図 6.4 は，ネットワーク外部性・特殊習熟・および汎用習熟を消費者の便益に導入した場合である。ここでも図 6.3 と同様に，228 期でロック・インし，261 期で製品 A に市場が独占され，ロック・イン状態になってから独占状態になるまでにタイムラグが存在することがわかる。

[4] これは，Arthur [3] の “absorbing barriers” と同じである。



図– 6.3: 特殊習熟が存在する場合の普及過程



図– 6.4: 汎用習熟が存在する場合の普及過程

6.3.3 ロック・イン・独占までの期間

前節の検討から，習熟の存在により，市場がロック・イン状態になったとしても容易に独占状態にならないことが伺える。本節では，特殊習熟および汎用習熟が消費者の選択行動に及ぼす影響の違いを明らかにする。個人の便益に，ネットワーク外部性のみを導入した場合，加えて特殊習熟も導入した場合，さらに汎用習熟をも導入した場合の 3 通りについて，ロック・インおよび独占に至るまでの期間を示したのが表 6.3 である。表中の数字は期数であり，先ほどのシミュレーションを，1 回の試行を 2000 期，各々1000 回試行し，その平均を求めたものである。

表– 6.3: ロック・インおよび独占までの期間

	ロック・イン	独占状況	Time Lag
ネットワーク外部性	231.4	231.4	0.0
特殊習熟	233.2	310.7	77.5
			(19.3)
汎用習熟	233.8	266.4	32.5
			(25.7)

（表中の数字は平均期数，括弧内の数字は標準偏差）

特殊習熟を考慮した場合，ロック・イン状態から独占状態に至るまでに 77.5 期要している。このことより，特殊習熟は，製品が独占状態になることを阻止する性質をもつことが伺える。すなわち，ロック・イン以前に蓄積された特殊習熟の存在が，ロック・イン後の乗り換えを妨げる働きをしているのである。したがって，市場をロック・インした製品の購入者が増加し，ネットワーク効果が大きくなるに伴い，個人は徐々にロック・インした製品へ乗り換えていくことになる。このため独占状態への移行が妨げられるのである。

それに対し，汎用習熟をも考慮した場合，その期間が 32.5 期に減少している。つまり汎用習熟は，製品が独占状態になることを促進する性質を持つことがわかる。汎用習熟は，特殊習熟により発生する乗り換えコストを低くする効果がある。したがって，結果的に市場を独占状態へ向かわせることになる[5]。

先のシミュレーションにより，ロック・イン状態になるまでおよびロック・イン状態になった後の普及動向を検討することができ，加えて具体的なイメージをつかむことができる。シミュレーションにより伺い知ることができたロック・イン状態から独占へ至るまでのタイムラグの性質を，本モデルを検討することで，より明確に理解することができる。

モデルにしたがい，2 つの製品 A および B が存在し，個人が両製品を比較して，同じ条件であるならばより高い便益の得られる，すなわち好みの製品に対する固有便益を r_l，他方の製品に対する固有便益を r_d とおく ($r_l > r_d$)。さらに，A 製品を購入している個人の数を n_A，B 製品を購入している個人の数を n_B，ネットワーク外部性のパラメータを k，特殊習熟のパラメータを q，製品 A を利用している期間を t_A とおく。そのとき，A を購入している既購入者が，B の製品に乗り換える条件は，

$$r_l + kn_A + qt_A < r_d + kn_B \tag{6.1}$$

[5] 表 6.3 における Time Lag の平均期数の差は，有意水準 1%で有意である。

であり，(6.1) 式を整理すると，

$$n_B - n_A > \frac{r_l - r_d}{k} + \frac{q}{k} t_A \tag{6.2}$$

である。この状態がすべての個人について成立するのが，独占状態である。

ここで，製品 B が市場をロック・インしたとする。ある個人が A 製品から B 製品へ乗り換えるには，両製品の利用者の差 $n_B - n_A$ が

$$\frac{r_l - r_d}{k} + \frac{q}{k} t_A$$

を越えなくてはならない。ところが，

$$\frac{q}{k} t_A > 0$$

であるので，A 製品を利用していた期間が長ければ長いほど，乗り換えに必要な利用者数の差は大きくなる。つまり，利用期間に伴い習熟効果が大きくなると，現在利用している製品から他の製品へ乗り換えるための条件が厳しくなり，製品の乗り換えを妨ぐことができる。その結果，ロック・イン状態になったとしても容易に独占状態にならないことになる。

次に，表 6.4 は，ネットワーク外部性のパラメータ k を 0.007 に固定し，汎用習熟のパラメータを 0.0 としたもとで，特殊習熟のパラメータ q を 0.006 から 0.004 まで変化させ，各々 1000 回試行した結果について，ロック・イン状態から独占状態へ至るまでのタイムラグの平均およびその標準偏差を示したものである。モデルの仮定から明らかであるが，q が小さくなるにしたがい，タイムラグが小さくなっていくことを確認できる。しかしそれだけでなく，標準偏差も q の減少に伴い小さくなっている。つまり特殊習熟およびネットワーク外部性の両方が同様に，消費者の選択行動に影響を及ぼす場合，タイムラグは平均的に大きくなるが，加えて，タイムラグのばらつきも大きくなるのである[6]。

表– 6.4: 特殊習熟と Time Lag

l	0.006	0.005	0.004
Time Lag	77.5	27.4	14.3
標準偏差	19.3	6.8	3.2

この結果は，次のように解釈できる。すなわち，特殊習熟およびネットワーク外部性が及ぼす影響の差が大きくなるにしたがって，ロック・イン状態から独占状態へ比較的早く陥ることになるが，タイムラグの予測は容易となっていく。逆に，両者の影響の差が小さい場合， タイムラグは長いけれどもその予測の精度は悪くなっていくことを示唆しているといえよう。

以上より，次の命題が得られる。

命題 6.3.1：**習熟効果が存在すると，市場が特定製品にロック・インしたとしても，独占状態になりにくい。**

[6] 表 6.4 における Time Lag の差は，有意水準 1%で有意である。

6.4 互換戦略のタイミングおよびロック・イン

市場がいずれロック・インされ，独占状態になる場合，製品は市場に残り得るか，それとも市場から排除されるかの帰結を迎えることになる。すなわち本稿が対象としている情報ネットワーク財の市場では,「勝者と敗者」が明確に分かれ，敗者は市場に残ることができない。いわば「勝者総取り」の状態になるのである。そのうえ両製品に有意な差がないならば，どちらの製品が勝者となるのかを決定する要因は，歴史的偶然であり，製品供給企業がその経路を制御することは不可能である。

しかし市場競争の結果，敗者となる企業にとっても，市場に残るために採り得る戦略は存在する。互換戦略がその 1 つである。互換戦略は，製品の全部もしくは一部を他製品と共通化する戦略である [39]。例えばワープロソフトを考えてみると，あるパソコンもしくはワープロソフトで作成した文書を，他の種類のパソコンもしくはワープロソフトにおいても何らの支障なく使うことができるように，製品規格を共通化する戦略である。互換性が確保されると，他製品のネットワークを自分のネットワークに取り込むことが可能となる。したがって，互換戦略は他製品のネットワーク効果を自分の製品に組み込むことを可能とする戦略といえる。互換戦略を採った場合，ネットワーク外部性に起因する製品評価の差がなくなるため，両製品が拮抗した市場状態を期待することができる。

この互換戦略には，敗者となる可能性のある企業にとって，いつ互換戦略を採用しても同様の効果を得ることができるのか，採るべき時期はいつなのか，という疑問が存在する。そこで，先のネットワーク外部性，特殊習熟，および汎用習熟を消費者の便益に導入したモデルを用いることにより，互換戦略を採用するタイミングについて考察する。ここでは特に，ロック・インの時期と互換戦略採用のタイミングに焦点を当てる。なお，互換戦略採用の際，追加的に必要となるコストは存在しないものとする。

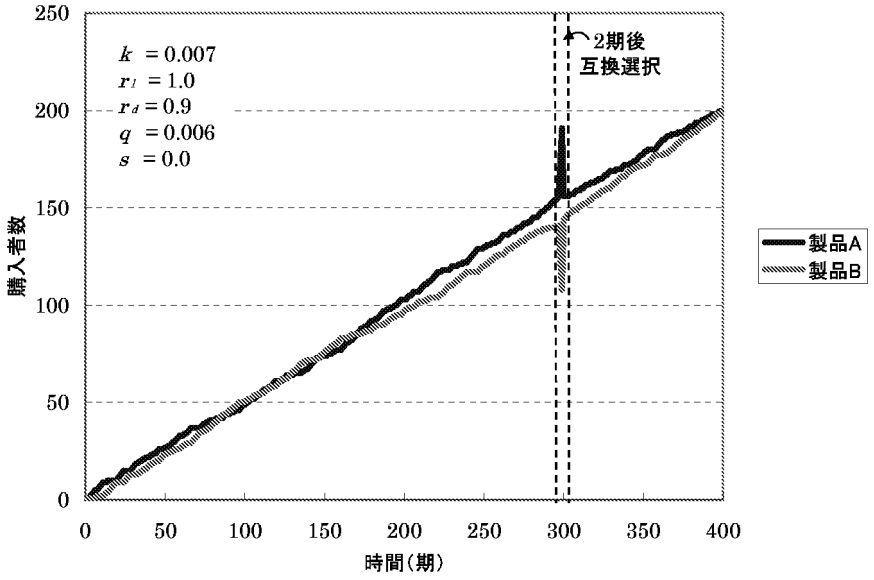
図 6.5(a) は，市場がロック・インした直後に互換戦略を採った場合の普及率推移の典型例である。図 6.5(a) では，298 期でロック・インし，その 2 期後に互換戦略を採用している。この場合，両製品の普及が拮抗した状態を保ち続けている。

一方，図 6.5(b) は，市場がロック・インした後しばらくしてから互換戦略を採用した場合の代表例である。図 6.5(b) では，114 期でロック・インし，その 100 期後に互換戦略を採用している。この場合は，互換戦略採用後においても，両製品間の購入者数格差が縮まることなく，推移している。

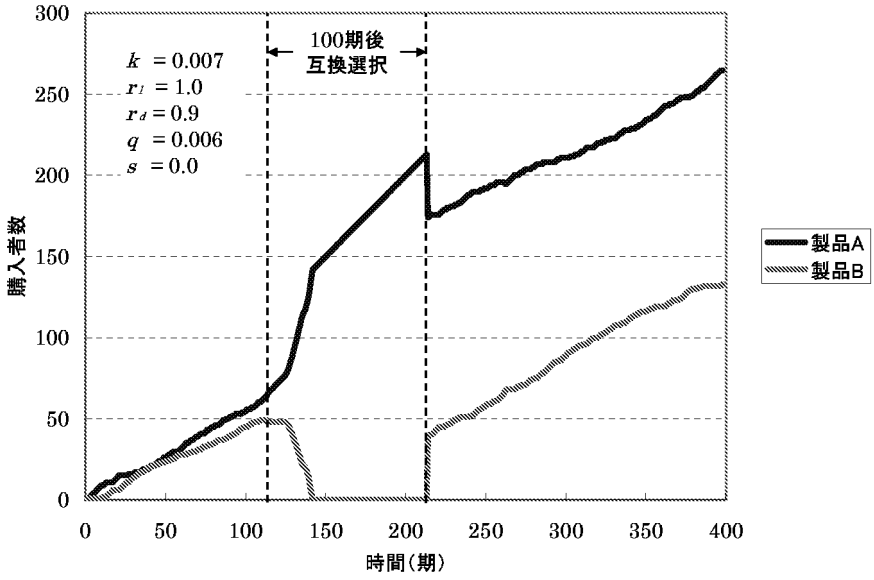
これらの現象は，特殊習熟によって引き起こされる。ロック・イン後すぐに互換戦略を採る場合，ロック・イン以前に蓄積された特殊習熟効果が十分に残った状態で製品に互換性が確保されるため，ロック・インした製品への乗り換えが発生しない。しかし，ロック・イン後しばらく期間をおいてから互換戦略を採用すると，個人はロック・インした製品を使用する期間が長くなり，その製品の特殊習熟効果が大きく蓄積されるため，製品に互換性が確保された後でさえ，他方の製品に乗り換えることができなくなる。したがって，購入者格差が縮まらないことになる。図 6.5(b) で，互換戦略選択後に少しのシェア変動があるが，これはわずかに残った製品 B の習熟効果が利用者の移動を促したと考えられる。

この現象は，モデルから以下のように理解できる。製品 B を利用している期間を t_B とすると，A 製品から B 製品へ乗り換えた個人がそのまま B 製品を使い続けるには，

$$r_l + kn_A + qt_A < r_d + kn_B + qt_B \tag{6.3}$$



(a) 早期に互換を達成した場合の普及過程



(b) 互換の達成が遅れた場合の普及過程

図– 6.5: 互換戦略採用時期の差異と普及過程

が成立していなくてはならない。(6.3) 式を整理すると，

$$n_B - n_A > \frac{r_l - r_d}{k} + \frac{q}{k}(t_A - t_B) \tag{6.4}$$

である。したがって，B 製品を利用している期間が長ければ長いほど，A 製品への再乗り換えが難しくなる。さらに，互換戦略がとられた後に B 製品を使い続ける条件は，

$$(t_B - t_A) - \frac{r_l - r_d}{q} > 0 \tag{6.5}$$

である。したがって，B 製品の利用期間が長いほど，B 製品の優位が保たれることになる。つまり，互換戦略選択の遅れは，ロック・インした製品へ対する個人の習熟効果の蓄積をうながし，その結果，市場競争において両製品を対等な地位にする働きをもつ互換戦略の効果を小さくしてしまうのである。

したがって，市場競争に敗れた企業が採り得る選択肢である互換戦略は，ロック・イン後なるべく早い段階で採るべきであるといえる。さもなくば，ロック・インからの期間が長くなるにしたがい，互換戦略を採ることによる効果がうすれていき，他製品の市場における優位がますます固まっていくことになる。

命題 6.4.1：互換戦略は，ロック・イン後の早い段階で採ることが望ましく，時間の経過に伴い互換の効果は小さくなる。

6.5 情報ネットワーク財の戦略フェーズ

前節までの議論をふまえると，企業が習熟を必要とする情報ネットワーク財を提供しようとする場合，企業の戦略に対し示唆を導くことが可能である。これまでの考察から，企業の普及戦略は 3 つのフェーズに分けることができる。すなわち,「ロック・イン状態になるまで」,「ロック・イン状態になってから独占状態になるまで」，および「独占状態になった後」の 3 フェーズである。そしてその各々で採るべき戦略が異なってくると考えられる。

まず，ロック・イン状態になるまでのフェーズである。シミュレーションの結果から，このフェーズでは各製品が拮抗した市場競争の状態にあることがわかる。そのため，市場競争に勝つことが，このフェーズの目標となるといえる。しかしシミュレーションおよび Arthur [3] の指摘からわかるように，歴史的偶然および経路依存性が情報ネットワーク財の競争の帰結を支配している。したがって，この部分を制御することは不可能である。

ここで 1 つの示唆を導くことができる。それは，市場占有率の動向，すなわち競合製品とのシェア差の動向を注意深く観察し，競合他製品が市場をロック・インすることがないように試みる戦略である。ロック・インの正確な検出は困難であるといえるが，シェア差の動向で，ある程度観察可能である。そしてシェア差をつけられないように製品固有便益を高めるような細かな製品の向上，例えばマイナーチェンジをすることも一つの選択肢として採ることができる。時には当初計画していたよりも早い段階での製品向上が必要となることもあろう。

次に，ロック・イン状態になってから独占状態になるまでのフェーズである。シミュレーションの結果から，ここでは市場が特定製品にロック・インし，製品間の乗り換えが発生していることがわかる。このことから，市場競争に負けている企業に対し，少なくとも市場から排除されないためにも，互換戦略および提携戦略の選択が有効であると考えられる。もしく

は製品固有便益を飛躍的に高めた新製品を投入してロック・イン状態から抜け出す戦略も考えられる。

さらに，シミュレーションから，このフェーズにおける互換戦略は，なるべく早い段階で採られるべきであることがわかる。この結果から示唆されることは，互換戦略を採用するまでの「時間切迫性」が非常に高いということである。特に特殊習熟が消費者の選択行動に与える影響およびネットワーク外部性からの影響とに差がある場合，ロック・イン状態から独占状態までのタイムラグが短いため，適切な対処をするのに許されている時間は短く時間切迫性が高い。また，特殊習熟およびネットワーク外部性の両者の影響に差がない場合，時間切迫性はいくらかゆるむものの，タイムラグのばらつきが大きいので予測の精度が落ちることになり，比較的予想しにくい不安定な環境にさらされることになる。したがって，このフェーズにおいては，経営者の迅速かつ慎重な意思決定が特に重要となる。

最後に，独占状態になった後のフェーズである。ここでも，互換戦略もしくは提携戦略，および新製品の投入が戦略として考えられる。また，市場からの撤退という選択肢を考えることができる。このフェーズにおいても時間切迫性は高いといえるので，いづれにしても，撤退を含めた多様な選択肢からの迅速な意思決定が重要となってくるであろう。

一般に，習熟が必要な情報ネットワーク財は，他の情報ネットワーク財と異なり，ロック・イン状態になってから独占状態になるまでのフェーズが存在する。しかしこのフェーズがいかなるものになるかは，ロック・イン状態になるまでのフェーズが決定する。したがって，産業全体のライフサイクルの検討も含め，戦略を採用していくことが重要と考えられる。

6.6　考察および議論

ここでは，使うために習熟を必要とする情報ネットワーク財の普及の特質，および製品互換戦略の効果に注目した。

ネットワーク外部性および習熟の 2 軸でサービス財を分類することにより， これまで混同されがちであった各カテゴリーの存在を明確にすることができる。本稿のシミュレーション結果から，ネットワーク外部性のためにロック・イン状況が発生すること，およびネットワーク外部性が強く影響する場合，独占状態をまねく可能性も存在することが明らかになった。さらに本稿が対象としている情報ネットワーク財の普及は，ロック・イン状態になった後すぐに独占に向かう [3] のではなく，ゆっくりとした製品乗り換えが起こり，ロック・インと独占状態との間にタイムラグが存在することが明らかになった。これは，特殊習熟が市場の独占状態を阻止する効果をもっているためである。

仮定から明らかであったため本稿では省略したが，ネットワーク効果よりも特殊習熟の影響を強くするパラメータを設定する場合，ロック・イン状態になっても，ロック・インした製品への乗り換えが進まず，市場が独占状態に陥らないという帰結を導くことができる。このことは，習熟することが容易でない情報ネットワーク財，例えばパソコンもしくはアプリケーションソフトのように，使いこなすことにかなりの習熟を要する製品について，ある製品がデファクト・スタンダードになったとしても，独占状態に陥らない現状に対応していると考えられる。

一方，製品供給企業にとって互換戦略は，市場から排除される状態を回避できる戦略と考えられる。しかしシミュレーションより，ロック・イン状態になった早い段階で互換戦略を採らなければ，互換戦略の十分な効果を見込むことはできないことが明らかになった。

より現実に近い状況では，本稿の想定に加え，消費者が製品を乗り換える際に支払わなければならない費用も存在するであろう，その場合，互換戦略採用のタイミングの遅れは，独占状態の回避をさらに困難にすると考えられる。このように本稿が対象としている情報ネットワーク財の供給企業は，非常に不確実な環境にさらされることになる。したがって，製品を提供する企業には素早い対応が求められることになる。

本稿のシミュレーションでは互換戦略を無条件に採用したが，一般に互換戦略を選択すると，他製品のネットワークを取り込むことができる反面，製品自体の差別化を行うことが困難となる。独自性を消費者に訴えていきたい企業としては，そのトレード・オフに悩まされることになる。また，互換製品を提供することが可能であるかは，企業間の交渉に依存している。したがって，交渉の結果によっては互換戦略から得られる効果が小さくならざるを得ないこともある。このように互換戦略は，実際には必ずしも容易に選択可能な戦略ではないかもしれない。

第7章　ネットワーク外部性における地理的要因

情報ネットワークサービス財にはネットワーク外部性が存在するため，製品の市場は独占状態へ向かう傾向を持つ。ある製品がデファクト・スタンダードになる，あるいは市場がロック・インされ最終的に独占状態に陥りがちであることは，ネットワーク外部性の理論が示すところであり，現実の製品市場においてもしばしば観察される。しかし特定の範囲において，デファクト・スタンダードといわれる製品と異なる製品が普及し，利用され続けることも多い。つまり複数製品が市場において共存しているのである。この現象は，身近なところで，ワープロソフトあるいは表計算ソフトなどの市場で見られるであろう。

ここでは，市場における複数製品共存の原因として，ネットワーク外部性の不均一性に注目する。つまり，市場を構成する個人間の距離および位置関係により，ネットワーク外部性の大きさが異なるため，製品が共存すると考える。これはネットワーク外部性に地理的な要因が存在することを意味する。この仮説に基づき，ネットワーク外部性のモデルをマルチエージェント型のモデルへ拡張し，シミュレーションによる検証を行う。また地理的要因が存在する場合，製品を普及させるための初期普及策に対し示唆を与えることを試みる。さらに，ネットワーク間にネットワーク外部性の影響を妨げる障壁が存在する場合，障壁およびネットワーク外部性の地理的要因が製品普及に及ぼす影響を明らかにする。

7.1　問題の所在

インターネットの普及に伴い，情報ネットワークサービス財は，ネットワークの存在を前提とした使われ方をすることが多くなった。パソコンあるいはその上で動作するワープロソフトなどのアプリケーションソフトは，それ単体であっても使用可能であるが，作成したデータなどをネットワークを通して交換することも頻繁に行われる。こうした使用方法の変化により，情報ネットワーク型製品から得られる便益の中で，ネットワーク外部性に関係する割合は高くなっていると思われる。

情報ネットワーク型製品にはネットワーク外部性が存在するため，市場がある製品にロック・インし独占状態に向かう特徴を，製品本来の性質として持っている。独占状態に至らないとしても，特定製品がデファクト・スタンダードになることは，しばしば見られるであろう。ネットワーク外部性の理論から考えるならば，情報ネットワーク型製品のほとんどが独占的な状態にあってもいいはずである。しかし現実の製品市場を見ると，傾向は存在するものの，必ずしもすべての情報ネットワーク型製品が独占状態にある訳ではない。例えばワープロソフト市場では，特定の製品が大きな市場占有率をもち，デファクト・スタンダードになっていると言えるが，同時に，職場など特定の集団で，他のワープロソフトが根強く使われ続ける状況も観察できる。

この現象の主要な原因の一つに，蓄積されたデータの存在あるいは消費者の習熟 [59] が，いわば「ストック効果」として働くことが考えられる。ところがストック効果がそれほど大きく

ないと思われる情報ネットワーク型製品についても，デファクト・スタンダードでない製品が使われ続ける場合も存在する。パソコンの主な購入動機がインターネットのウェブの閲覧あるいは電子メールの利用であることは多いであろうが，このときストック効果は小さいと思われる。しかしパソコンに関するならば，現在 PC/AT 互換機が多く使われているが，Apple 社のパソコンを利用するグループも見られる。なぜか。

ここでは，情報ネットワーク型製品が共存する理由の一つに，ネットワーク外部性の地理的な不均一性があると考える。すなわち，市場全体の動向から受けるネットワーク外部性と各消費者にとって身近な個人から受けるネットワーク外部性とは大きさが異なり，そのことが製品の共存を促すという仮説である。身近な信頼できる個人からのアドバイス，あるいは知人が現在その製品を使っているという安心感は，マスコミからの情報よりも強い効果があることは，しばしば経験するところではないだろうか。

そこで本稿では仮説を検証するため，消費者間の距離，すなわち地理的な要因を導入したネットワーク外部性モデルを提案する。このモデルを用いた検討により，情報ネットワーク型製品の基本的な普及特性を明らかにすることができる。

また，情報ネットワーク型製品にはネットワーク外部性が存在するため，製品を市場に投入する場合，初期の普及促進活動が非常に重要になる。その普及促進策の一つにモニター制度あるいは無料製品配布策が考えられるが，ネットワーク外部性に地理的要因があるなら，地理的な範囲に特徴をもたせた配布策が存在する可能性がある。そこで配布策を比較することにより，示唆を導くことを試みる。

さらに，製品が形成するネットワークの間に，利用者グループ間のネットワーク外部性を阻害するなんらかの「障壁」が存在する場合が考えられる。このとき，障壁が製品の普及に影響を及ぼすと考えられるが，ネットワーク外部性の地理的要因があるならば，その特性が変化すると思われる。そこで，障壁および地理的要因が製品普及に及ぼす影響を検討する。

7.2　ネットワーク外部性に存在する地理的要因

7.2.1　意思決定における地理的要因の影響

情報ネットワーク型製品の代表例であるワープロソフトを考えてみると，そこにおけるネットワーク外部効果は少し複雑であるように思われる。ワープロソフト購入の意思決定を行う際，個人は次のことを考えるのではないだろうか。すなわちデータを交換する可能性のある他の個人がどのようなワープロソフトを購入しているか，利用法を教えてくれる個人はどのくらい存在するかということを考慮に入れ，購入する製品を決定すると思われる。またそれだけでなく，社会全体ではどのようなワープロソフトが購入されているかということも考慮に入れるだろう。つまり，身近な人たちの状況と社会全体の動向の両方からそれぞれ影響を受け，ワープロソフトの購入意思決定を行うと思われる。

このことはネットワーク外部効果が，近隣からのネットワーク外部効果および社会全体からのネットワーク外部効果から構成される，と言い換えても良いであろう。しかも製品によって両ネットワーク外部効果の大きさは異なっていると考えられる。同じ組織に属する個人とデータの交換を行えば大きな便益が得られる製品，あるいは使用方法が難しく身近な個人に教えてもらうことにより満足が得られる製品は，近隣からのネットワーク外部性が強いだろう。逆に自分一人で使うことが多く，使用方法も容易である製品は，社会全体からのネットワーク

外部性が強いと思われる。ネットワーク外部性の地理的要因の相違は，製品の性能あるいは使用方法といった技術的な特徴と強く関係があるといえる。

ネットワーク外部性の地理的要因が存在する場合，近隣からのネットワーク外部効果が大きい製品と社会全体からのネットワーク外部効果が大きい製品とでは，製品の普及動向が異なる可能性がある。ネットワーク外部効果が大きい情報ネットワーク型製品では，独占状態になりがちな製品が多いが，複数製品の共存状態が存在することもしばしば見られる。この現象の原因の一つに，このネットワーク外部効果の地理的な偏りが関係していると考えられる。

7.3 地理的要因を導入した市場競争モデル

7.3.1 地理的要因とマルチエージェントモデル

ネットワーク外部性の地理的要因が存在する場合，ネットワーク外部性の影響は各個人ごとに異なるものとなる。なぜなら，ある一時点を考えると，近隣からのネットワーク外部性，すなわち自分の近隣の個人が製品を利用しているか否かということから発生する影響は，各個人ごとに違っているためである。さらに，市場における製品普及の状態は時間の経過とともに変化するため，各個人についても一期前と今期とでは，近隣からのネットワーク外部性が異なっている。

市場において各個人は，近隣および市場全体という自分の周辺の環境をもとに，それぞれ意思決定を行っているといえる。そして各個人の意思決定により，近隣を含めた市場全体の状態が変化し，その変化が再び各個人の意思決定に反映されるという過程が繰り返されることになる。つまり個人の意思決定というミクロな要因の集積が，市場全体のマクロな状態に反映され，個人の相互作用の集積であるマクロな状態が，ミクロな個人の意思決定に影響を及ぼすのである。しかもその状態は，刻々と変化するダイナミックなものである。

近年，自然科学だけでなく経済学をはじめとした社会科学の分野においても，多数の自立的な個人を仮定する，マルチエージェント型のモデルが導入されつつある。特に人工社会シミュレーションなどでは，KISS(Keep It Simple and Stupid) 原理に基づいたエージェント指向シミュレーションのアプローチが比較的受け入れられている [15]。このマルチエージェント型のモデルは，時間展開があり，ミクロ・マクロリンクの入るエージェント間の相互作用がある場合の分析には，有効であるといわれている。

ここで必要とされるモデルは，これまでのネットワーク外部性の議論に地理的要因の概念を導入し拡張されたモデルである。そして地理的要因が導入されるならば，ダイナミックなミクロ・マクロリンクが特に重要になる。したがって地理的要因が存在する情報ネットワーク型製品の普及および市場競争の分析のためには，拡張が容易であり，ダイナミックなミクロ・マクロリンクを導入可能な，マルチエージェント型のネットワーク外部性の競争モデルを構築することが有効であると考えられる。

7.3.2 地理的要因を導入したネットワーク外部性モデル

ここでは，近隣および社会全体からのネットワーク外部効果の影響を明らかにするためのマルチエージェント型モデルを提案する。すなわち，製品の利用から得られる個人の便益がその個人の近隣および市場全体の状況に影響を受ける現象を，効用関数に距離的あるいは地

理的要因を導入することにより表現した，拡張ネットワーク外部効果モデルである [60]。

モデルでは，ある程度多数の個人が格子状の場所に存在する「人工社会」を想定する。本稿では，2500 人の個人が 50 × 50 の格子状に配置されているとする[1]。各々の場所の個人は，配置された場所から移動することはなく，特定の場所に「住み」続けることになる[2]。またこの格子平面はトーラス状になっているとする。つまり右端は左端に，上端は下端につながった配置になっている。これにより境界問題がなくなり，2500 人の個人に同じ意思決定モデルを適用可能となる。

この社会には A および B という 2 つの情報ネットワーク型製品が存在し，競合状態にある。これらの製品は，ネットワーク外部効果がその普及動向に影響を及ぼす製品である。これら 2 つの製品は同種の製品であるため，両方を購入することには意味が無く，各個人は 2 つの製品のうち，どちらかの製品を買う，あるいはどちらも買わないという意思決定問題に直面しているとする。

各個人の製品購入の意思決定は，各々の製品から得られるであろう便益を比較することによって行われる。製品からの便益は，他の個人の購入動向に関係なくその製品から得られる製品固有の便益，他の個人の購入動向，すなわちネットワーク外部効果から得られる便益，製品の購入費用を便益で測った負の便益，の 3 要素から構成されているとする。各個人は各々の製品について便益をはかり，より高い便益の得られる製品を購入することになる。もちろん，どちらの製品からも正の便益が得られない場合は，製品を購入することはない。

各個人は，一方の製品を購入したとして，後に他方の製品により魅力を感じるようになった場合，製品を買い換える行動を選択することはあるだろう。そのとき，例えば廃棄費用のように製品の乗り換えのために追加的に必要となる費用，乗り換えコストが発生することが多いと考えられる。しかしここではネットワーク外部効果に議論の焦点を絞るため，乗り換え製品の購入費用を支払えば，追加的なコストなしで製品乗り換えが可能であるとする。

製品固有の便益はいわば製品の好みであるので，個人ごとに異なっていることが一般的である。そこで各個人の製品固有の便益は，A 製品および B 製品ともに多様であり，その分布は一様分布にしたがっているとする。その際，全く便益を見いださない個人の便益を 0.0，最も高い便益を見いだす個人の便益を 1.0 として規格化する。また各々の製品固有の便益は他製品のそれと独立であるとおく。

本稿が対象としている製品は，購入の意思決定に際し，近隣および市場全体の両方の動向からそれぞれ影響を受ける。したがってネットワーク外部効果から得られる便益は，近隣からのネットワーク外部効果および社会全体からのネットワーク外部効果をあわせたものとなる。ネットワーク外部効果は同じ製品を購入した集団の増加関数と考えられるが，モデルでは集団の代理変数として製品の普及率を用いることとする。さらに Arthur [3] あるいは林 [25] などの先行研究に習い，その関数は線形であると仮定する。また，近隣および社会全体のネットワーク外部効果の加重平均がネットワーク外部効果全体であるとする。この設定により，近隣へ対するウェイトを w とすると，ネットワーク外部効果全体のうち，w に対応する部分は近隣から，$1 - w$ は社会全体から構成されることがモデル化できる。

近隣は，上下左右に斜め方向を加えた近傍を採用する。したがって，もし個人が近隣と考

[1] 本稿のモデルではさまざまな大きさの社会を指定することができるが，シミュレーションを比較的短時間で終える目的から 2500 人の社会を想定する。

[2] 個人の移動を禁止する仮定は，対象とする製品が固定電話やパソコンなどであるなら，それほど非現実的ではないであろう。また個人間の近隣関係を物理的なものでなく，仮想的な関係と考えるなら，現実の世界と大きく異なっていることはないと考えられる。

える範囲が 1 ならば，近隣の個人の数は 8 人となり，近隣と考える範囲が 2 ならば，近隣の個人の数は 24 人となる。個人が近傍と考える範囲が社会全体である場合は，地理的要因を導入しない基本的なネットワーク外部性モデルと同一になる。

製品購入に必要な価格は，便益で測ることができると仮定する。情報ネットワーク型製品には使い続けるために会費を支払う場合が存在する。ここでも同様に製品の利用には継続的な利用料のような費用がかかるとする。また両製品は競争的に市場に供給，すなわち両製品は限界費用に等しい価格で供給されることになる。さらにネットワーク外部効果が製品普及に及ぼす影響を見やすくするため，両製品は技術的に大きな差はなく，市場競争にさらされているため，等しい価格で供給されているとする。以上の仮定から，価格を p とすると，A 製品および B 製品の初期普及率はそれぞれ平均的に $\frac{1-p^2}{2}$ となり，初期非購入率は平均的に p^2 となる。

以上の仮定にしたがって，各個人は製品購入の意思決定を行う。なお，近隣のネットワーク外部効果に対するウェイトが $w = 0.0$ ならば，Rohlfs [64] をはじめとするネットワーク外部性の多くの先行研究と同じモデルになる。またウェイトが $w = 1.0$ である状況は，近隣のみに影響を受ける形の単純な口コミモデルと考えられる。

本稿ではモデルを用いてシミュレーションを行う。シミュレーションの終了条件は，例えば独占状態に陥るなどある状態に収束する場合，あるいは複数の状態を繰り返す「ループ状態」に陥った場合とする。

7.4 情報ネットワーク型製品普及の基本特性

7.4.1 市場競争が存在しない場合

地理的要因を考慮した場合，情報ネットワーク型製品の普及動向の基本的な性質を見るために，まず社会に 1 種類の製品のみが存在し，競争がない場合を検討する。

まず近隣の状態が影響を及ぼさない場合，すなわち単純なネットワーク外部性モデルである。非常に多数の個人が存在する場合を理論的に考えると，製品普及率が f である状況が実現しているとき，製品購入および非購入の限界的個人の便益 U は，ネットワーク外部効果のパラメータを k として，$U = (k-1)f + (1-p)$ である。したがって，ネットワーク外部効果および製品固有の便益に比して価格が高すぎないならば，製品普及率は 1.0 まで自立的に成長し，価格が高すぎる場合は普及しないことになる[3]。また $k > p > 1$ の場合，$f = (p-1)/(k-1)$ にいわゆるクリティカル・マスが存在し，この普及率を越えない限り製品は普及しないが，越えると自立的に普及していくことになる。したがってこのような状況下では，製品導入初期の普及促進策が重要になるといえる。以上より，情報ネットワーク型製品の特異な普及特性を，このモデルでも確認できる。

次に近隣からの影響が存在する場合である。近隣の影響が加わると解析的に議論するのが困難になるため，モデルにしたがって，人工社会でシミュレーションを行う。

シミュレーションのためにパラメータを設定しなくてはならない。まずネットワーク外部効果のパラメータ k であるが，本稿はネットワーク外部効果に注目しているので，ある程度大きな正の k を設定する必要があるが，あまり大きすぎると短い期間でシミュレーションが終了してしまう。そこでシミュレーションでは，$k = 1.2$ を用いることにする。また価格 p であるが，モデルから p は初期購入者を決定することになる。$p > 1.0$ の場合，初期の自立的な

[3] $k < p < 1$ の場合，$f = \frac{p-1}{k-1}$ まで普及することになるが，その普及率までは自立的に普及する。

普及は起こりえないが，p が小さくなるにしたがって多くの初期購入者を発生させることになり，製品普及過程を議論することを困難にする。したがって，製品供給者の初期普及策を議論する場合を除き，$p < 1.0$ で比較的大きな p が望ましいと考えられる。シミュレーションでは，初期普及率が平均的に 5%となる $p = 0.95$ を用いる。

図 7.1(a) は $w = 0.0$ すなわち社会全体のみからネットワーク外部効果を受ける場合，図 7.1(b) は自分自身の周辺距離 1 人までを近隣と考え，$w = 1.0$ すなわち近隣だけから影響を受ける場合の，初期普及と最終普及状況の代表例である。図では製品を購入した個人に相当するマスが色を付けて示されており，左上の初期普及状況から，右上，左下と変化し，右下の最終普及状況に至るまでの製品利用者の変遷が示されている[4]。図 7.1(a) では利用者が一様にばらついたまま，最終的には社会全体に普及していく様をよみとることができる。それに対し図 7.1(b) では，初期には一様であった購入者の分布が，地理的に偏りをもって普及していく様子を見ることができる。このように近隣からのネットワーク外部効果は，地理的に偏りをもたせながら製品を普及させる性質をもっているといえる。

また $w = 1.0$ のもとで 1000 回シミュレーションを行った平均最終購入者は 1708.4 人であるが，その標準偏差は 170.0 である。このように同じ初期普及率であっても，最終普及率はある程度ばらつくことになる。これは個人の製品に対する選好の分布のわずかな偏りの差が原因となって発生すると考えられる。つまり社会全体の状態のみが影響する場合には存在しなかったが，近隣の状態が個人の意思決定に強い影響を与える場合,「歴史的偶然」および「経路依存性」が出現するといえる。また，近隣の影響がない $w = 0.0$ の場合 2500 人の最終購入者を得るのに対し，$w = 1.0$ の場合は，平均最終購入者数が少なくなっている。これは近隣のみから影響を受けることがいわば個人の視野の限界を意味し，限定合理性が働いたためであると考えられる。

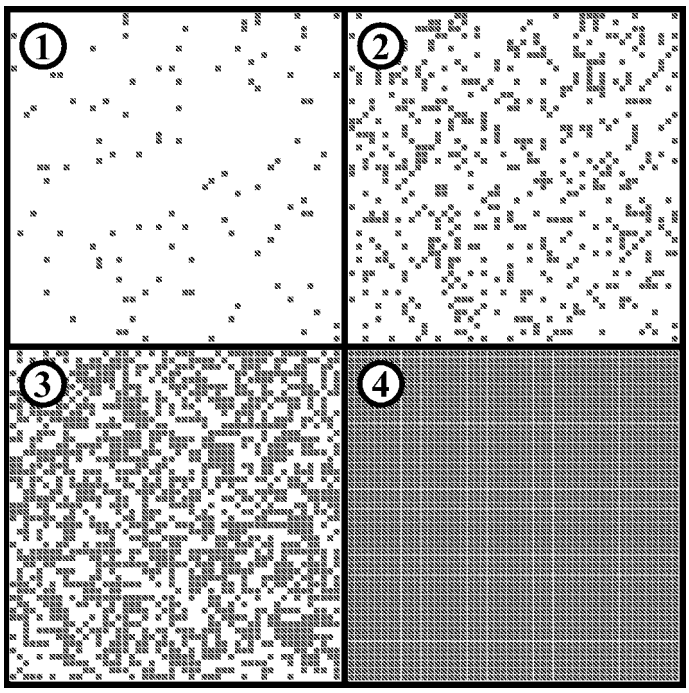
7.4.2　市場競争が存在する場合

次に複数製品が市場競争を行っている場合を検討する。本稿では，モデルにおける仮定の下，2 製品が競合している状況を取り扱う。パラメータは先ほどと同様，$k = 1.2$ および $p = 0.95$ を用いる。したがって各々の製品について初期普及率はおよそ 5%となる。図 7.2(a) および図 7.2(b) はシミュレーション結果の代表例を示している。

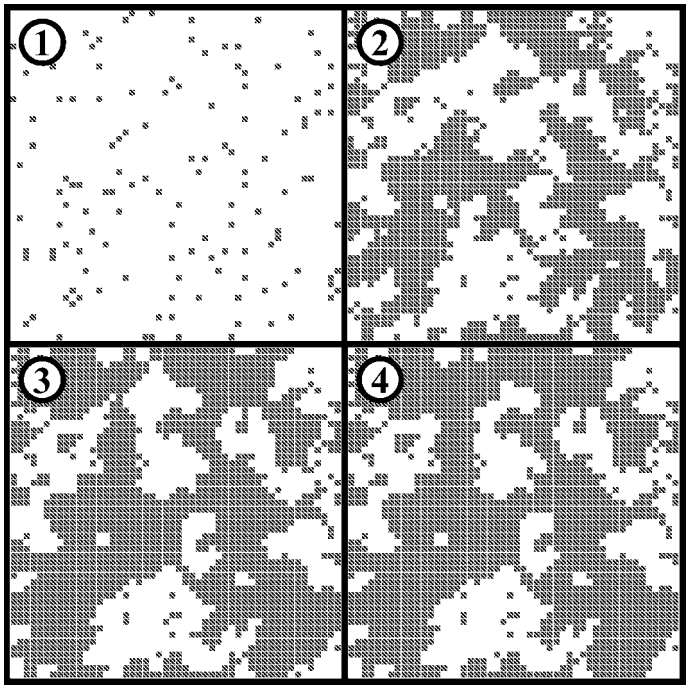
図 7.2(a) は近隣へ対するウェイトが $w = 0.2$ であるとき，すなわち社会全体の動向から比較的強く影響をうける場合の普及動向を示している。この状況では，最初は両製品が共存しても，まもなく一方の製品に市場がロック・インされることになる。新規購入者はもちろん，他方の製品を利用していた個人も「勝ち組」の製品に乗り換える行動をとり，最終的には市場独占の状態になっている。それに対して近隣の影響を強く受ける場合，両製品が共存している場合が多い。図 7.2(b) は距離 1 人の範囲を近隣と認識し，近隣を重視するウェイトを $w = 0.8$ と高めに設定した場合の普及動向を示している。両製品に普及の差があったとしても近隣のウェイトが低い場合にみられた乗り換え行動はあまり見られず，両製品が共存している。

ここで，近隣からのネットワーク外部性の大きさに差がある場合，シミュレーションにおいて製品購入者の分布に実際に空間的自己相関が存在するか否かを確かめるため，図 7.2(a) および図 7.2(b) について，第 1 期からシミュレーションが終了するまでの各期について，Join Count 統計量を用いた空間的自己相関の検定を行った。まず近隣からのネットワーク外部性

[4] 図 7.1(a) は，シミュレーションの 1，4，7，10 期を，図 7.1(b) は，1，10，20，35 期の購入状況を示している。

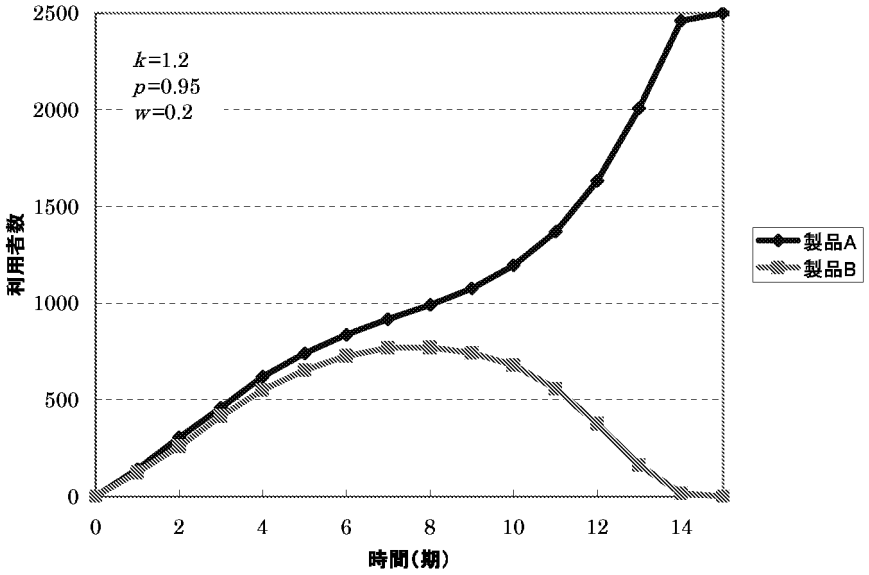


(a) 近隣の影響がない場合

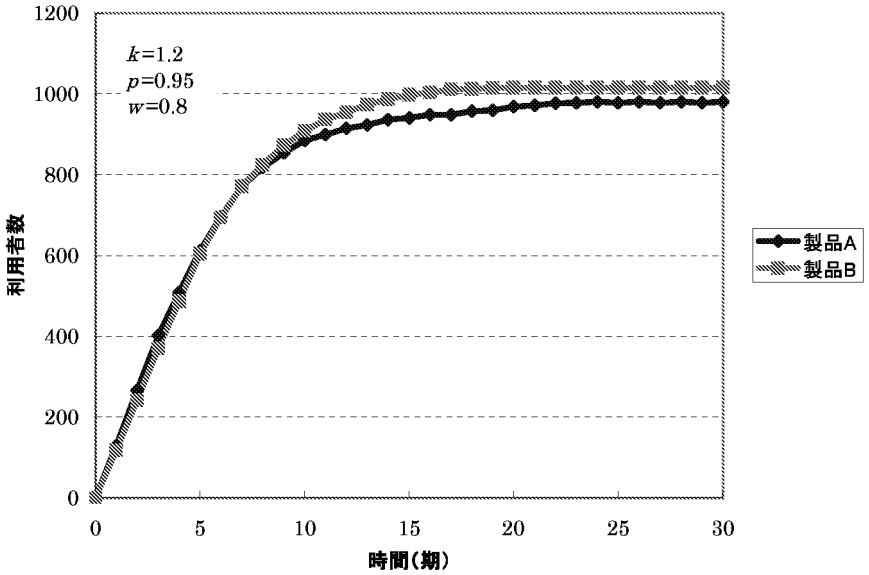


(b) 近隣の影響がある場合

図– 7.1: 近隣の影響による普及の地理的偏り



(a) 近隣の影響が小さい場合



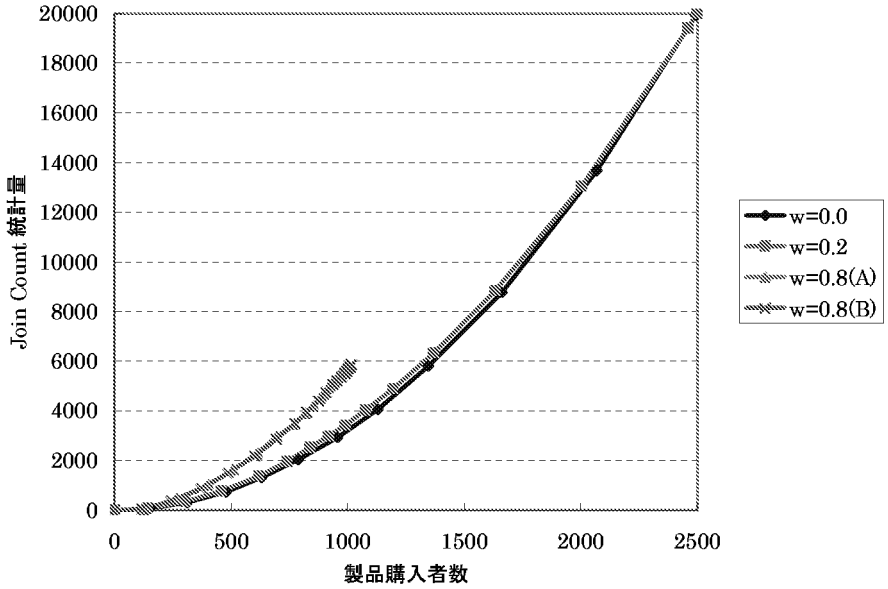
(b) 近隣の影響が大きい場合

図– 7.2: 近隣の影響が存在する場合の市場競争

が小さい図 7.2(a) の場合，すべての期において，有意水準 1%で空間的自己相関係数が 0 であるという帰無仮説を棄却できなかった。すなわち，近隣からの影響が小さい場合，シミュレーションにより各期において実現した購入者の分布には空間的自己相関がないと考えられる。また，近隣からのネットワーク外部性が大きい図 7.2(b) の場合，第 2 期からシミュレーションが終了するまで，有意水準 1%で空間的自己相関係数が 0 であるという帰無仮説が棄却された。第 1 期は分布の一様性の仮定から空間的自己相関はないはずであるので，すべての期において，実現した購入者の分布には空間的自己相関が存在するといえる。つまり，近隣からのネットワーク外部性が大きい設定で行われたシミュレーションで実現した購入者の状況は，確かに近隣の影響を受けた状態が実現している。

さらに，シミュレーションにおいて実現した製品購入者が地理的に固まっているか否かという問題がある。ここではその判断の基準として，地理的に固まっていることを示す指標に，Join Count 統計量そのものを用いる。Join Count 統計量で地理的な偏りを完全に記述することはできないが，一般に偏りがある場合，Join Count 統計量は大きくなるため，購入者の地理的な偏在の指標に用いることができると考えられる[5]。

シミュレーションにおいて実現した購入者数に対する Join Count 統計量が，近隣からの影響のウェイトの大きさの違いによって変化する様を示すのが，図 7.3 である。図は先ほどの図 7.2(a) および図 7.2(b) のデータに対応している。Join Count 統計量の性質から，グラフが上方に描かれるほど，製品購入者は地理的に固まっていることになる。モデルの仮定より，地理的に全くランダムである $w = 0.0$ のシミュレーション結果の実現値が基準となる。$w = 0.2$ である図 7.2(a) の場合，Join Count 統計量はランダムな場合とほとんど変わらない。しかし $w = 0.8$ である図 7.2(b) の場合，ランダムな場合に比べて，統計量が大きく増加している。したがって，近隣の影響を強く受ける場合，製品購入者は地理的に固まった分布になるといえる。



図– 7.3: 近隣からの影響の強さと Join Count 統計量

[5] ここでは，附録 A における AA に対応する Join Count 統計量を用いる。したがって，同じ製品を購入した個人の地理的な偏りが測られる。

このような状況がおこるのは，ごく身近な近隣に強く影響を受けるためであるが，その結果として，個人は地理的に固まった利用者グループを作りやすくなる。図 7.4(a) および図 7.4(b) は，先の近隣のウェイトで，左上の初期普及状況から右下の最終普及状況へ至るまでの普及動向の代表例であり，各々の製品を購入した個人が，黒色および灰色に塗られ，購入していない個人が白色で表されている[6]。近隣からのネットワーク外部効果が弱い図 7.4(a) では，両製品の利用者に地理的な偏りは見られない。しかし近隣からの影響が強い図 7.4(b) では，地理的に偏った製品利用グループを見いだすことができる。その結果として利用者の「島構造」ができ，その状態で拮抗してしまう場合があるといえる。

ともすれば市場を独占に向かわせがちなネットワーク外部効果も，距離に関する違いあるいは地理的な偏りがあるならば，複数の製品が共存し，ある種の「棲み分け」がなされた状態が実現する場合がある。もちろん市場がどちらか一方の製品の独占状態に陥る場合も，理論的には起こりえるが，その確率は低いと考えられる。この競争の帰結，すなわちどのくらいの比率での共存状況になるかは個人の地理的な分布に依存している。その意味で，共存状態が実現することにも「歴史的偶然」と「経路依存性」が存在しているといえる。

以上より，次の命題が得られる。

命題 7.4.1：近隣の個人からのネットワーク外部性が大きい場合，製品普及には地理的な偏りが生じる。

近隣に対するウェイトを変化させたとき，市場取引の結果どのくらいの割合で独占へ至るかを示したのが図 7.5 である。図 7.5 は，90%を越える製品普及率を実現した場合を独占と考え，1000 回の試行の中で独占へ至った割合を示している。この図より近隣からの影響が強いほど，また近隣として認識する範囲が狭いほど，製品は共存しやすいことがわかる。

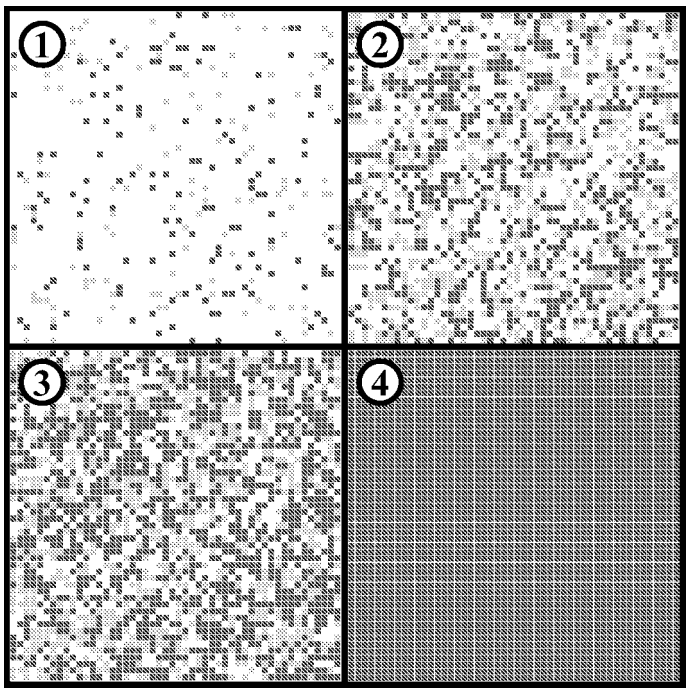
さらに，各回の試行の終わり，すなわち市場競争の帰結の状態において，Join Count 統計量を使い空間的自己相関を検定し，試行中で空間的自己相関があった割合を示したのが，図 7.6 である。なお，有意水準は 1%である。図 7.6 から，$w = 0.5$ までは，シミュレーションにより実現した市場競争の帰結がほとんど空間的自己相関を持ったものとなっておらず，$w = 0.6$ においても空間的自己相関を持った帰結になったのは 18%である。しかし $w = 0.7$ からは，ほぼすべての試行において競争の帰結は空間的自己相関を持っている。このように，近隣からの影響が強くなっていくと，半ば不連続に，近隣からの影響を反映した結果が実現するといえる。

近隣および社会全体双方からのネットワーク外部効果が存在する場合，共存するか独占状態になるかは，両者のウェイトによると考えられる。両者の影響の「綱引き」が普及動向を左右することになる。さらに視野の範囲，つまり個人の合理性の度合いも市場動向に影響を及ぼすといえる。

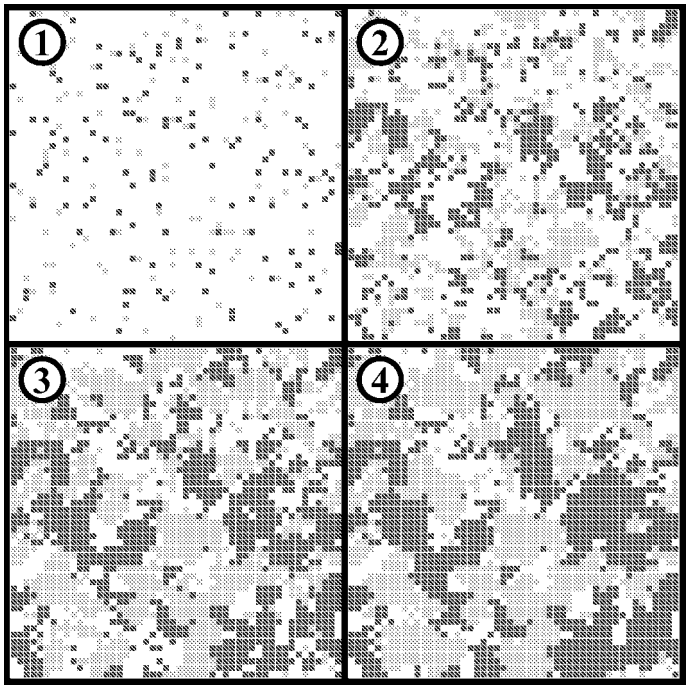
よって，次の命題が示唆される。

命題 7.4.2：ネットワーク外部性に地理的要因が存在する場合，市場において複数製品が共存しやすい。また，近隣からの影響が強いほど，また近隣として認識する範囲が狭いほど，製品共存の可能性が高まる。

[6] 図 7.4(a) は，シミュレーションの 1，5，10，15 期を，図 7.4(b) は，1，5，10，30 期の購入状況を示している。

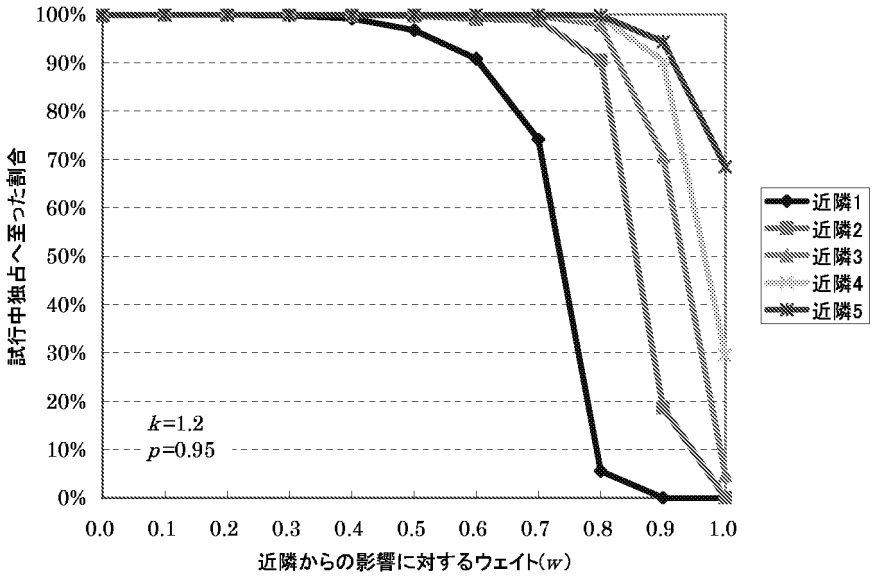


(a) 近隣の影響が小さい場合

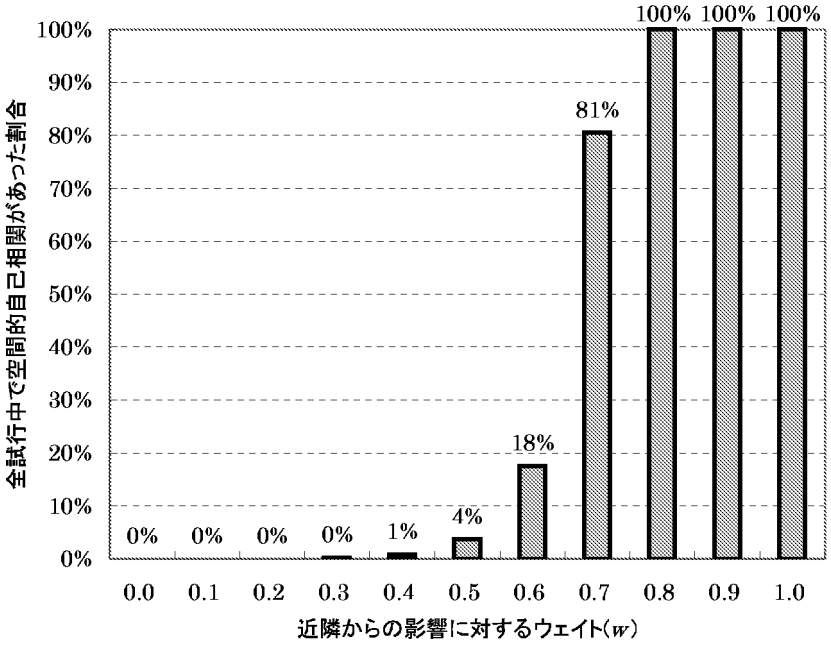


(b) 近隣の影響が大きい場合

図– 7.4: 近隣の影響が存在する市場競争下の利用者の地理的分布



図– 7.5: 近隣の影響の大きさおよび独占へ至る割合



図– 7.6: 近隣の影響の大きさおよび空間的自己相関の存在割合

7.5 初期配布策が及ぼす普及への効果

新しく情報ネットワーク型製品を市場に投入する場合，製品普及がクリティカル・マスを越えることができるように，何らかの方策を講じる必要がある。例えば導入期に非常に安く製品を販売する価格政策を採ることもあれば，無料の製品モニターを募集するような製品配布策を試みるかもしれない。仮に無料で製品を配布するとしても，限られた経営資源を有効に使うため，効果的に配布する方法を考えなくてはならない。各個人の属性に応じて配布すれば非常に効果的であると考えられるが，その調査には多くの時間およびコストを必要とするであろう。また社会全体に広く配布するのが望ましいのか，それとも限定された範囲に配布する方が望ましいのか，という配布の範囲に関する問題もあろう。そこで本稿では，市場調査を行わない単純な製品配布策，すなわち市場全体に一様に配布する「分散配布」および限られた範囲に配布する「集中配布」とを比較し，その有効性を検討する。

ここでは配布策に関する基本特性を明らかにするために，1 種類の製品が新たに市場に投入される場合を考え，シミュレーションを行う。製品の初期配布数は社会全体の 5%である 125 とする。配布方法として，1 辺 20 人の範囲にランダムに配布する「超集中配布」，1 辺 25 人の範囲にランダムに配布する「集中配布」，社会全体にランダムに配布する「分散配布」の 3 種類を比較する。なお，初期配布以外の初期製品保有者を排除し，議論を配布の影響のみに集中するため，価格は $p = 1.0$ とおく。

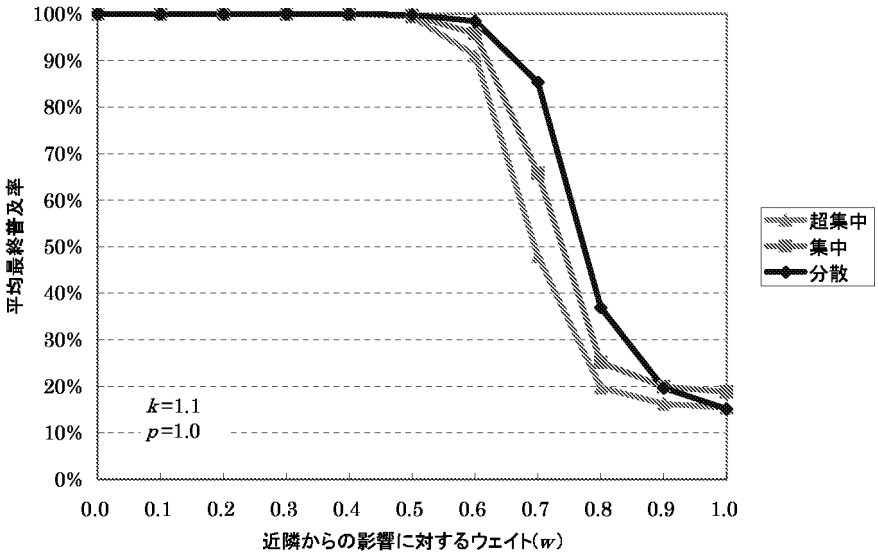
近隣からのネットワーク外部効果がある場合，近隣に多くの利用者が存在するほど，個人は製品からより高い便益を得ることができる。つまり利用者が集積していることが普及を促進すると考えられる。以下のシミュレーションでは集積の効果を表現するために，近隣で 2 人以上の個人が製品を利用している場合に，近隣からのネットワーク外部効果が発生すると仮定する。なお初期に配布された個人は手放すことなくその製品を使い続けるとする。

またシミュレーションでは，ネットワーク外部効果のパラメータとして $k = 1.1$ を用いる。図 7.7 は，$k = 1.1$，試行回数 1000 回でシミュレーションを行った結果であり，配布策ごとに，近隣からのネットワーク外部効果の大きさと実現した製品利用者数の関係を示している

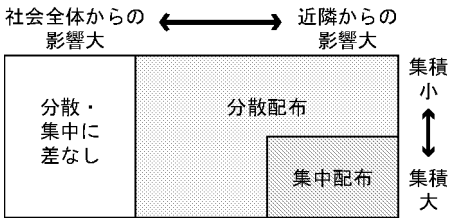
近隣よりも社会全体から強く影響を受ける場合，どの配布方法も同様の普及につながっている。しかし全体からの影響が弱くなり近隣からの影響をやや強く受けるようになる $w = 0.6$ 以降では，分散配布を行った場合が最も多くの利用者につながっている。さらに，近隣からの影響が非常に強い $w \geq 0.9$ では集中配布が分散配布よりも多くの利用者を得ている[7]。また普及動向が安定状態になるまでの期間を比較すると，$w \geq 0.9$ のとき，集中配布は分散配布よりも多くの利用者を得ているにもかかわらず，より短い期間で安定状態に達している。したがって，$w \geq 0.9$ のとき，集中配布が分散配布よりも効率よく普及につながっていると考えられる。

$w = 0.6$ 以降で分散配布が最も効率的であるのは，全体からのネットワーク外部効果と近隣からの影響のバランスが良いため，広く一様に配布し，全体的に普及を促す方が効率的であるためと考えられる。また，$w \geq 0.9$ では，近隣からのネットワーク外部効果が非常に強いため，利用者がある程度固まって存在し，集積効果が現れる集中配布が最も効率的になると考えられる。しかし超集中配布は利用者が集まりすぎるため集中配布よりも効率が悪くなったといえる。この結果をまとめると図 7.8 のように考えられる。

[7] $w = 1.0$ の場合，分散配布および集中配布の平均普及数が同じであるという帰無仮説が有意水準 1%で棄却される。



図– 7.7: 近隣からの影響および製品利用者数



図– 7.8: 製品の特性および望ましい配布策

7.6　ネットワーク間の障壁が及ぼす影響

7.6.1　ネットワーク間に存在する障壁

情報ネットワークサービス財が形成するネットワークにおいて，ネットワークの内側にいる個人と外側にいる個人とが，いつも障害なく影響を及ぼしあう状況にあるとは限らない。あるネットワークと他のネットワークをと隔てる境界に，自由な影響の及ぼし合いを阻害する，ある種の「障壁」が存在する場合は多い。そのため，ネットワークの内側と外側とで全く異なる製品が普及することもある。

かつて日本のパソコン市場においては，NEC の PC9800 シリーズおよび PC9800 互換のパソコンが圧倒的な市場占有率を占めていた。日本のパソコン市場において，NEC 社のパソコンは 50%以上の市場占有率をもっていたという [78]。他方，同じ時期の世界のパソコン市場では，PC/AT 互換パソコンが普及していた。PC/AT 互換機はオープンアーキテクチャを採用していたため，周辺機器も充実しており，利用可能なソフトウェアも豊富にあっただけでなく，PC9800 互換パソコンと比べてハードウェアの値段が安かった。しかし，PC/AT 互換パソコンは，しばらく日本の市場に受け入れられなかった。この原因は一般に，PC/AT 互換パソコンで日本語を使うことが困難であったためと言われている。PC9800 互換パソコンは，

日本語の文字をROM(Read Only Memory)として本体にもっており，ハードウェアで日本語を処理する仕組みをもっていた。しかしPC/AT互換機にはその機構がなかったため，ソフトウェアの豊富さあるいは値段の安さにもかかわらず，日本の市場に受け入れられなかったとされている。したがって，1990年にソフトウェア上での日本語処理を可能としたOSであるDOS/V [8] が開発され，日本語の問題が解消された後，PC/AT互換パソコンが日本市場においても普及する環境が整い，Windowsの登場で一気に購入されるようになった。

この事例のパソコン市場には，PC9800互換パソコンのネットワークおよびPC/AT互換パソコンのネットワークがあり，両者は競合状態にあった。しかし日本および世界のパソコン市場の間には「日本語」という障壁が存在したため，PC9800互換パソコンは障壁に守られる形で市場競争を行っていたといえる。世界のパソコン市場における大きな市場占有率，ソフトウェアの豊富さ，および価格優位性があったにもかかわらず，日本語の障壁が高かったため，PC/AT互換パソコンのネットワークの拡大は困難であったのだろう。ゆえに，日本語対応OSであるDOS/Vの登場によって，ネットワーク間に存在した障壁が低くなり，対等に近い市場競争が実現したと考えられる。

つまり，異なるネットワークの間に障壁がある場合，障壁の内外で異なる製品が独立に普及することになる。したがって，障壁の影響が強い場合，社会的に見てより効率的な製品ネットワークが存在するにもかかわらず，障壁の内側では比較的効率の面において劣る製品ネットワークが成立する可能性がある。また逆に，障壁内の優れたネットワークが外側のネットワークに伝わらないこともあるだろう。さらに，障壁が低くなる，あるいは障壁が無くなった場合，一気に普及が進行する可能性もある。ネットワーク間の障壁は，製品の普及において，このような特異な影響を及ぼすと考えられる。

7.6.2 ネットワーク間の障壁のモデル

ここでは先のマルチエージェント型のモデルを基本とした上で，複数の市場の間に障壁が存在するモデルに変形する。

いま市場には，製品Aおよび製品Bの2つの情報ネットワークサービス財が提供されているとする。市場に存在する個人は，どちらか一方の製品を購入するあるいはどちらも購入しないという意思決定を行っている。どちらの製品にもネットワーク外部性が存在するため，個人が製品に対し見いだす便益は，自分と同じ製品を利用する，すなわち同じネットワークに属していると，各個人が「認識する」集団の大きさに影響を受ける。ここであえて「認識する」としたのは，実際に同じ製品を利用している集団の大きさではなく，個人が主観的に認識する集団の大きさに影響を受けることを，明示的にモデルへ導入するためである。

当該製品には，例えば「日本語処理」のような製品利用における制約があるために，市場が複数に分割され，各々の市場の間にはある種の障壁が存在すると仮定する。つまり先に示したパソコン市場の事例ならば，日本国内および国外が分割された市場に対応する。ここでは市場は2つに分割され，障壁の内側にN人の潜在的な需要者である個人が，障壁の外側にN_{out}の個人が存在するとおく。

さらに物理的あるいは仮想の障壁が存在するため，分割された市場の間では，製品利用者の集団の影響が，十分にあるいは全く反映されないことになる。言い換えれば，ネットワーク外部効果の一部あるいは全部が，障壁を越えない状況が発生するのである。

[8] 正式名称は，IBM PC-DOS Ver.4.0/V

ネットワーク外部効果は障壁を全く越えない場合もあれば，障壁をある程度越えて影響を及ぼすこともあると考えられる。いわば障壁には高さが存在することになる。つまり障壁が高いならば，一方の市場におけるネットワーク外部効果が他方の市場にまでおよぶことは少ないが，障壁が低いならば効果が他の市場まで及ぶことになる。したがって，障壁の高さは，一方の市場におけるネットワーク外部効果が他方の市場におよぶ割合あるいは確率であると考えることができる。

日本におけるパソコンの事例において，日本国外のパソコン市場は国内の市場と比較すると，市場規模，ソフトウェアの種類，価格のいずれにおいても圧倒的に優位にあったと思われる。本来，市場間のネットワーク外部効果は双方向である。しかし障壁が認識される場合，一方の市場が優位性を有し，他方が障壁によって守られていることが多く，障壁が低くなった際に生じるネットワーク外部効果の流出は一方向であると考えたとしても，違和感は少ないであろう。そこでここでは，障壁の内部で製品 A，障壁の外部で製品 B が普及している状況を想定し，障壁が低くなるにしたがい，製品 B のネットワーク外部効果が障壁内部に進出すると仮定する。具体的には，障壁を表す確率を z とした場合，障壁内部の個人は，zN_{out} の障壁外の個人が製品 B を利用していると認識し，その影響を受けることになる。

7.6.3　ネットワーク間の障壁による普及特性

障壁が障壁内の製品普及に及ぼす影響

ネットワーク間の障壁を導入したモデルに基づき，シミュレーションによって，普及の特性を導く。シミュレーションに際し，パラメータを設定しなくてはならない。まず，ネットワーク外部性のパラメータ k であるが，これまでのシミュレーションと同様に $k = 1.2$ とする。障壁内の市場に存在する個人の数 N についても，これまでと同じ $N = 2500$ とおく。

障壁外の個人の数 N_{out} であるが，市場間のネットワーク外部効果が一方向であることから，N_{out} は N と比べて非常に大きな数が想定される。しかしモデルにおいて障壁内におよぶ影響は zN_{out} に比例するため，N_{out} の大きさ自体はモデル上それほど意味をもたない。ここではシミュレーションの便宜上，$N_{out} = 2500$ と設定し計算を行った。

シミュレーションの目的から，期初に障壁内で製品 A が普及する状況を実現しなくてはならない。ここでは普及状況を内生的に発生させるため，ある普及率が実現していると仮定し，その普及率のもとで障壁内の個人が意思決定を行い，その結果成立した 0 期の普及率 f_0 をもとにシミュレーションを開始する手法をとる。そのため，期初に仮定する普及率 f_{pre} が $f_{pre} = 0.8$ であるなら，$k = 1.2$ および製品固有の便益に関する一様分布の仮定より，平均的に $f_0 = 0.96$ となる。

また製品利用の価格 p は，$p = 1.0$ に設定した。これは，f_0 が与えられた後，ネットワーク外部性の要因のみが製品普及に影響を与えることを意味する。なお，まず最初に近隣からの影響が存在しない，すなわち地理的要因が存在しない場合を検討する。したがって，ここでは近隣からの影響へのウェイトを $w = 0.0$ とする。

シミュレーションは 1000 回行う。ネットワーク外部性が存在するため，製品普及は独占状態に向かいがちであり，障壁内は製品 A の独占状態になる。しかし障壁の存在いかんによって製品 A の独占状態が実現されなくなる可能性がある。障壁の高さと平均最終普及率との関係を図示したのが，図 7.9(b)，および障壁の高さと独占状態になる割合との関係を図示したのが，図 7.9(a) である。図の横軸は，障壁の高さを表す z であり，$z = 0.1$ ならば障壁外の

ネットワーク外部効果の 10%が障壁内におよぶことを示す。また縦軸は，1000 回の試行のうち，障壁内の最終普及率の平均および障壁内で 90%以上の普及率を獲得した割合である。シミュレーションでは，期初に仮定する普及率 f_{pre} について，$f_{pre} = 0.2$，0.4，0.6，0.8，つまり f_0 が 24%，48%，72%，96%の 4 つの場合について検討した。

図 7.9(a) より，障壁の高さに対する独占状態の割合は，不連続的に変化することがわかる。例えば $f_{pre} = 0.4$ の場合であるなら，$z = 0.08$ ではほぼ 100%の割合で障壁内の製品 A の独占的な地位が保たれている。しかし，さらに障壁が低くなると製品 A が独占に至る割合が急に低減し，$z = 0.15$ で割合が 0.0 になる。そして，以降製品 A が独占状態になることはない。それだけでなく，$z \geq 0.15$ では，100%の割合で製品 B が障壁内で独占に至ることになる。

また図 7.9(a) および図 7.9(b) は形状がほぼ一致している。これはネットワーク外部性が存在するために，障壁内の市場において実現する帰結が，一方の製品が他方の製品を完全に駆逐するあるいは大部分駆逐する状況であるためである。つまり市場を構成する個人の選好の分布により，同じパラメータにおいても市場競争に勝利する製品が異なることがあるが，市場における勝敗が決した場合，その製品が市場を席巻することを意味している。したがって，試行中に製品 A が独占に至る割合と最終平均普及率とのグラフが同様の形状になる。

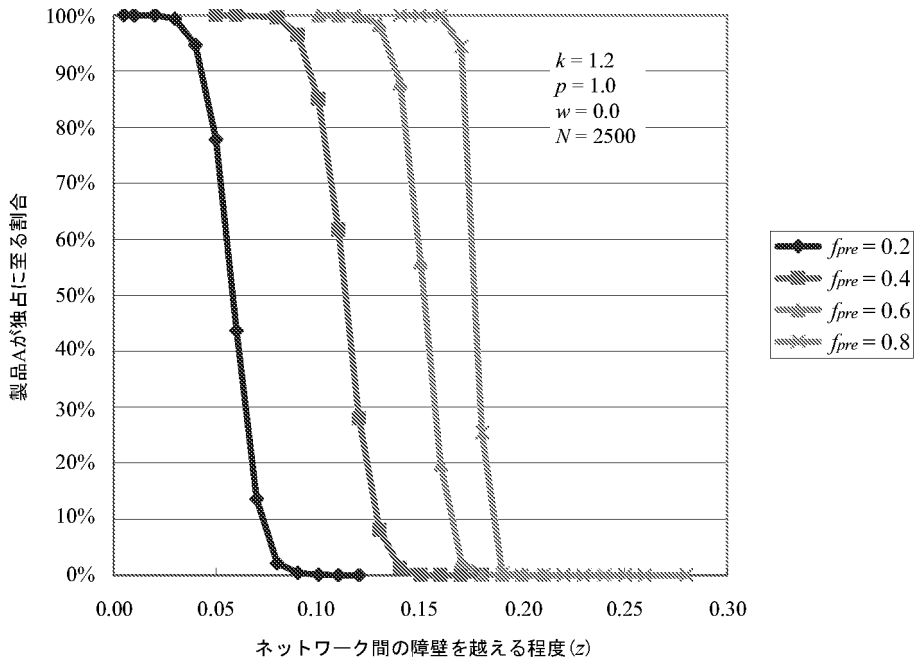
この不連続ともいえる変化は，他の初期普及率においても同様に見られる。つまり，市場を分割する障壁が低くなると，障壁内の独占的な状況が崩れ，障壁外の製品が市場を独占する状況へと変化する。市場の独占的な状態が一方から他方へ次第に変化するのではなく，急速に変化する特徴を持つといえる。いわば，状態が不連続的に変化する障壁の高さである「クリティカル・バリア」が，存在すると考えられる。

また，初期にある程度大きな障壁内普及率が存在するほど，すなわち f_{pre} が大きいほど，グラフは右へシフトしている。さらに，例えば $f_{pre} = 0.8$ の場合 $z = 0.16$ までは試行中 100%の割合で障壁内の独占的地位が保たれている。モデルでは，障壁外からの影響が強く出るように設定されているにもかかわらず，f_{pre} が大きい場合には高い z，すなわち障壁をかなりの程度低めない限り障壁内の独占的地位を打破することが出来ない。このことは，障壁外からの圧力があったとしても，障壁が低くなる前にある程度の障壁内製品普及を確保できたなら，市場から駆逐される可能性が低くなることを示している。

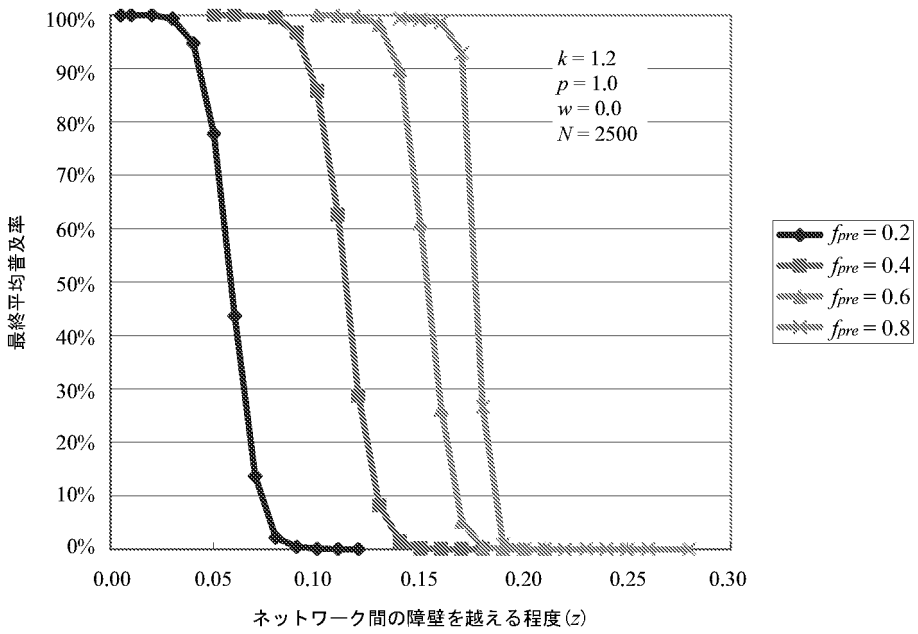
以上より，次の命題が得られる。

命題 7.6.1：ネットワーク間に障壁が存在する場合，障壁内の独占的な状態は，障壁の高さに応じ不連続的に変化する。また，初期の高い障壁内普及率は，障壁内製品の独占的な地位を保持する。

市場を分割する障壁は，言語，習慣，使い方，規格，プロトコルなど，技術で克服できる可能性のあるものも存在するであろう。障壁が使い方であるなら，利用法のサポート機能を導入することは可能であるだろうし，規格ならば，対応するように製品を変更するあるいはコンバータを付加するなどの方法が考えられる。障壁外である程度大きな製品普及が実現している場合，技術で障壁を低くすることができるなら，ネットワーク外部効果を伴い，一気に製品普及が促進される可能性がある。このことは，障壁内に新規に製品を普及させる際，障壁を低くする取り組みが有効であることを示唆している。



(a) 障壁の高さと障壁内で独占状態になる割合



(b) 障壁の高さと平均最終普及率

図– 7.9: 障壁内の製品普及へ障壁の高さが及ぼす影響

地理的要因が障壁に及ぼす影響

次に地理的要因が存在する場合を検討する。ここでは，シミュレーションを開始する前の障壁内での製品 A の仮市場占有率を，先ほどのシミュレーションの中程である $f_{pre} = 0.6$ に設定する[9]。つまり期初には，障壁内において平均的に $f_0 = 0.72$ の製品 A の普及が存在する。このパラメータのもとで近隣からの影響のウェイト w を変化させ，比較を行う。具体的には，$w = 0.2$，0.4，0.6，0.8 の 4 つの場合を検討する。地理的要因がある場合，障壁の高さによって障壁内の製品 A の独占的な状態が変化する様子を示したのが，図 7.10(a) および図 7.10(b) である。図 7.10(a) は，独占状態を，製品が 90%以上の市場占有率をもつ状態とし，1000 回行ったシミュレーションの中で独占状態に至った割合をグラフ化している。なお，個人が近隣として認識する範囲は，自分自身の周囲 1 人までとする。

図 7.10(a) においても図 7.9(a) と同様に，障壁が低くなると，製品 A の独占的な状態が不連続に変化している。ネットワーク外部性に地理的要因が存在する場合でも，障壁が低くなると，障壁内の製品 A の独占的な状態が突然崩れる特徴を見いだすことができる。

また，近隣からのネットワーク外部性に対するウェイトが大きくなり，市場全体よりも自分の近隣の個人から強く影響をうけるようになるにしたがってグラフが右へシフトする，すなわち不連続な変化が発生し始める障壁が低くなっている。つまり，近隣からのネットワーク外部性が大きい場合，製品 A の独占状態を崩すためには，障壁を大きく下げなければならないことになる。言い換えれば，製品 A の供給者は，障壁内の独占的な地位を守りやすいといえる。

さらに，独占状態を製品 A が障壁内で 70%以上の市場占有率をもつ場合とおき，描いたのが図 7.10(b) である。図 7.10(a) と比較すると，$w = 0.2$ あるいは $w = 0.4$ はそれほど変化しないが，$w = 0.6$ のグラフは大きく右へシフトしている。また $w = 0.8$ では，$z = 1.0$ すなわち障壁外のネットワーク外部性が障壁内に 100%影響する場合であっても，ほとんどの試行で市場占有率 70%以上の独占状態にあることがわかる。つまり，w が大きくなるにしたがって，領域内の製品 A の独占的な地位が保たれやすいことになる。このことからも，近隣からのネットワーク外部性が大きいならば，障壁内の独占的な状態が変化しにくくなることが示唆される。

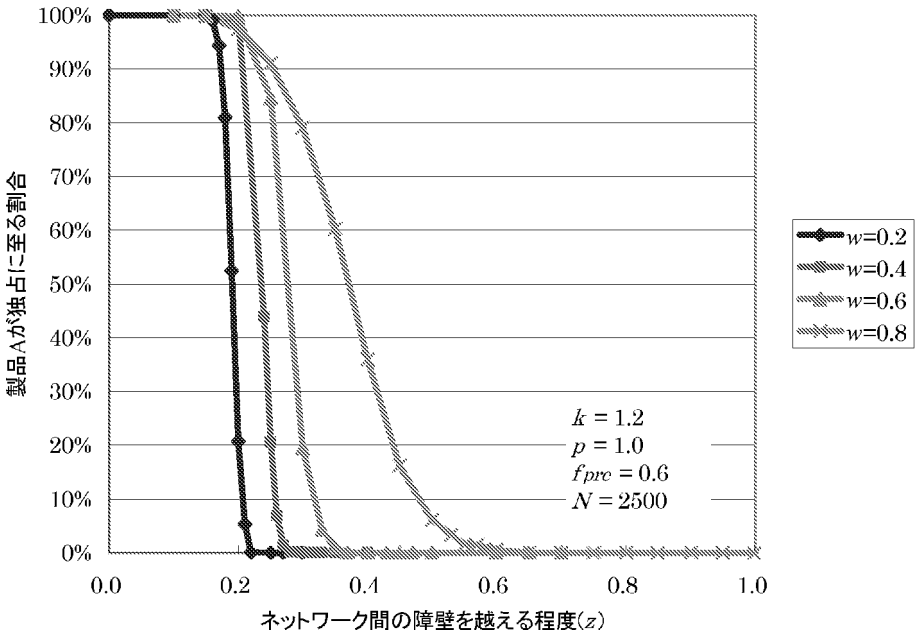
各々の w について，ネットワーク間の障壁と平均最終普及率との関係を示したのが，図 7.11 である。図 7.11 から，近隣からのネットワーク外部性が強くなるにしたがって，グラフが右上へシフトする傾向を読みとることが出来る。図 7.11 からも，近隣からのネットワーク外部性が大きいならば領域内の製品 A の独占的な地位が保たれやすいこと，および障壁内の独占的な状態が変化しにくくなることが示唆される。

近隣からのネットワーク外部性の影響が強いならば，近隣の個人以外から受ける影響は小さくなり，それに比例して障壁外の競合製品の影響も小さくなる。このモデルでは，障壁外の製品のネットワーク外部性を強く設定しているが，個人にとって近隣からの影響がより強いため，障壁内の製品の独占的な状態が崩れにくいことになる。事前に障壁内である程度の特定製品の普及があった場合，ネットワーク外部性の地理的要因は，いわば「障壁」として市場に影響を及ぼすと考えられる。

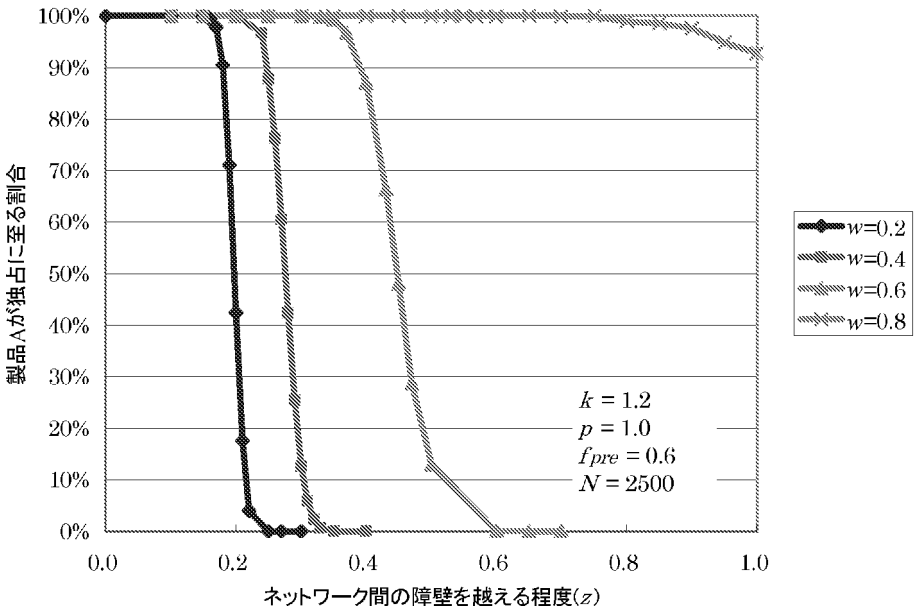
以上より，次の命題が示唆される。

命題 7.6.2：**ネットワーク外部性における地理的要因は，障壁内の製品の独占的な状態を保つ。**

[9] 図 7.9(a) を見ると，f_{pre} が変化した場合，グラフがシフトするだけで形状はほとんど変化していない。したがって，このシミュレーションで f_{pre} が変化したとしても，導出される結果には影響しないと考えられる。

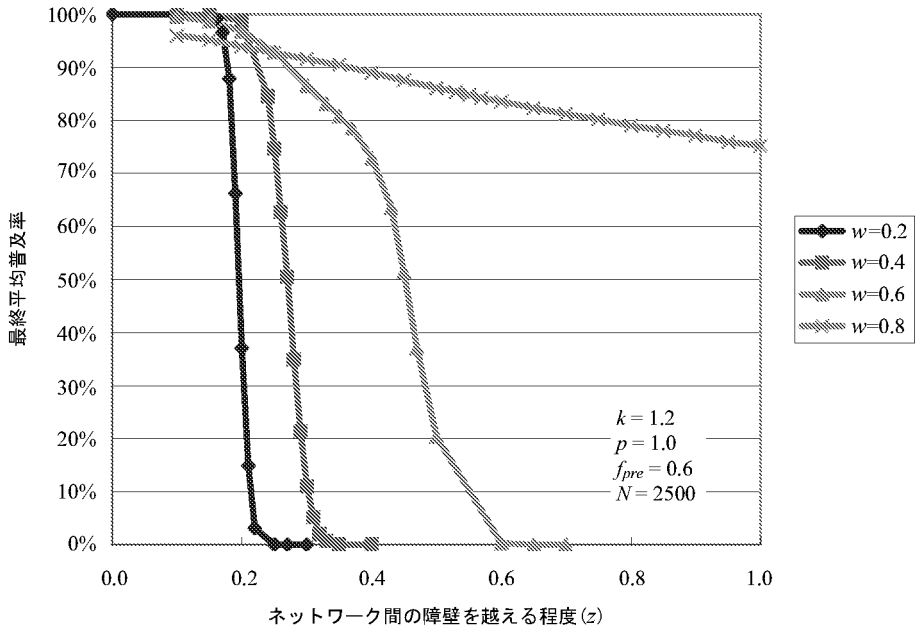


(a) 90%以上の市場占有率を独占状態とした場合



(b) 70%以上の市場占有率を独占状態とした場合

図– 7.10: 地理的要因がある場合の障壁の程度と独占状態



図– 7.11: 地理的要因がある場合の障壁の高さと平均最終普及率

7.7 考察および議論

本章では，距離に対応してネットワーク外部性の大きさが変化する，すなわちネットワーク外部性に地理的要因が存在する場合を検討した。情報ネットワークサービス財の普及過程および普及の帰結，さらには製品普及の地理的な分布およびその変化を明らかにするために，地理的要因を考慮に入れたマルチエージェント型のネットワーク外部性モデルを提案し，シミュレーションを用いることにより普及特性を導出した。

まず，ネットワーク外部性に地理的要因が存在する場合，製品は地理的な偏りをもって普及する傾向がある。特に，近隣の購入行動から強く影響を受ける場合，個人は市場において地理的に密集した同一製品利用者集団を形成する。ネットワーク外部性の存在により独占に向かいがちな市場においても，この利用者集団が存在するために，市場が独占状態になることは少なく，複数製品が共存する可能性が高い。また，複数製品が市場において共存する比率は，多様な個人が形成する地理的な分布に依存する。その意味で，市場が独占状態に陥ることなく複数製品が共存する場合においても，市場は偶然性および経路依存性をもつことになる。

新規に製品を市場へ投入する場合，初期段階に製品を配布し，市場における製品普及を進める普及促進策にネットワーク外部性を活用する方法がある。そのとき，近隣からのネットワーク外部性が非常に大きく，製品利用者が集積していることにより製品の普及が促進される場合，市場全体に製品を配布するよりも，ある程度限定された範囲に集中的に配布する方が，多くの利用者を得ることができる可能性が高い。このことは，製品を普及させようと試みるとき，社会全体に広く一様に配布することが，必ずしも得策とはいえず，ネットワーク外部性に関する製品特性に応じた，異なる初期製品普及促進策が存在することを示唆する。例えばデータの交換が非常に重要な意味を持つ製品を市場に投入する場合は，集中的な普及策をとることが望ましいと思われる。

また，製品が形成する複数のネットワークの間に，一方のネットワークから他方のネットワークへのネットワーク外部性を阻害する「障壁」が存在し，障壁外に大きな市場占有率を持つ製品があるにもかかわらず，障壁内で別の製品が普及する状況はしばしば見られる。そのとき，あらかじめ特定の製品のみが障壁内で普及しているもとで障壁が低くなるならば，障壁内の特定製品の独占的な状態は，障壁外の他製品の独占的な状態へと不連続に変化する。さらに，ネットワーク間の障壁が存在する場合，ネットワーク外部性における地理的要因は，障壁内の独占的な状態を守る働きをする。これらのことは，近隣からの影響が強い製品，例えば利用方法を容易に習得できないパソコンなどの製品の市場に，何らかの障壁がある場合，障壁内の市場で独自の製品が普及する可能性を示している。それと同時に，障壁を技術で克服した場合，障壁外の製品が一気に普及する可能性も示唆しているといえる。

これまで，ネットワーク外部性の地理的な要因に注目した研究は，ほとんど見られなかった。しかし今日では，表計算ソフトあるいはデータベースソフトなどのある程度高度な知識を必要とする製品が大衆化しつつある。このような製品を利用する場合，ごく身近な利用者に使用方法を教わることも多く，周囲の個人の利用動向に自分の購買行動が左右されることはしばしばあるだろう。したがって，当該サービス財の普及特性を検討する際，ネットワーク外部性の地理的な要因を加味する必要性は高くなっていると思われる。

第8章　まとめ

本稿において得られた知見について概観する。

全体を通し，通信サービスあるいは情報関連サービス製品などの情報ネットワークサービス財について，その普及特性を明らかにし，同時にサービス財供給者が採る普及策への示唆の導出を試みた。情報ネットワークサービス財は，物理的あるいは仮想のネットワークに基づいたサービスを供給し，さらにはネットワークを利用することにより付加的な便益をもたらすなど，サービス財を利用する個人間の「つながり」が重要な意味を持つ。ゆえに本稿の議論は，いわゆる「ネットワークの経済学」の一部として位置づけられよう。

本稿の検討において中心となった概念は，ネットワーク外部性である。ネットワーク外部性は，情報ネットワークサービス財が有する最大の特徴であり，普及特性に関して他のサービス財と異ならしめるものである。この外部性は，利用者間のつながり，すなわちネットワークが生み出す需要者側の正の外部性である。

そこでまず第 2 章において，情報ネットワークサービス財の市場，特に製品普及に関するこれまでの研究を，ネットワーク外部性を軸として概観した。本稿が対象としているサービス財市場は，普及過程および市場競争の帰結において，他の市場に見られない特異性を持つ。これまで報告されている主な特徴としては，クリティカル・マスの存在，過剰慣性および過剰転移，一人勝ちの現象，あるいはロック・インなどが挙げられる。ここでは，それらを整理し説明するとともに，発生の原因が主にネットワーク外部性および消費者の習熟要因にあることを指摘した。

生起する現象に共通点があるため，ネットワーク外部性と消費者の習熟要因とは混同されることが多いが，基本的に両者は異なるものである。すなわち，ネットワーク外部性は複数の個人間の相互関係といえるので「空間的要因」であり，消費者の習熟は各々の個人における内的な変化といえるので「時間的要因」であることを説明した。さらに空間的要因であるがゆえに，ネットワーク外部性には個人間の「近さ」あるいは関係に応じた大きさの変化，すなわちネットワーク外部性の地理的要因が存在することを指摘した。

また，当該サービス財供給者がネットワーク外部性を利用する戦略として，互換戦略がある。ここでは，ネットワーク外部性を時間の観点に基づき一時点および異時点間の 2 つに分け，各々における互換性の供給について検討した Katz and Shapiro のモデルを説明した。あわせてネットワーク外部性に関係する戦略としては互換戦略ばかりが注目されるが，互換戦略を製品普及促進戦略の一つとして考えるならば，対する戦略として差別化戦略があり，論理的に相容れない両戦略の選択にサービス財供給者は直面することを説明した。

さらに，近年盛んに研究されている複雑系の経済学の一分野が，ネットワーク外部性と概念的に同一であることを指摘した。したがって，複雑系経済学の特徴である「合理性の限界」および「収穫逓増」の概念をネットワーク外部性に関する研究へ適用することが可能である。合理性の限界および収穫逓増を導入した複雑系経済学では，主体の行動をマルチエージェントモデルで表し，コンピュータ・シミュレーションを用いて分析する手法がとられることが多

く，一定の成果をあげている。ゆえに，ネットワーク外部性を中心概念として情報ネットワークサービス財の普及特性を明らかにする場合，主体の意思決定をマルチエージェントモデルで構築し，コンピュータ・シミュレーションを用いた分析を行うことが有効であることを説明した。この知見は，分析対象および目的に応じて解析的手法あるいはマルチエージェント・シミュレーションモデルを用いる，本稿の分析手法の方向性につながることになる。

第3章では，過去の研究をもとに，ネットワーク外部性を表現する4種類の基本モデル，すなわち「リンク型モデル」「通信ネットワーク型モデル」「通信ネットワーク型期待便益モデル」「収穫逓増型モデル」を説明した。さらに先行研究のサーベイにとどまることなく，基本モデルを発展させ，時間推移の導入あるいは競争モデルへの拡張を行った。

リンク型モデルは，需要者側の主体間のつながりであるリンクの数がサービス財の便益に比例するモデルであり，モデルが対象とするサービス財は主に情報ネットワークサービスである。1期に意思決定を行う潜在的購入者の数を1人とし，行動はその期のサービス財の価値比率に対応する確率で決定するモデルへ変形した。ここでは，サービス財の市場投入初期段階の差が次第に拡大し，後に決定的な差となることが確かめられた。また仮に初期段階において購入者数に差がないとしても，偶然発生する差が発端となりシェア差が拡大し，市場がロック・イン現象に陥ることを示した。

通信ネットワーク型モデルは，各個人が得る便益は市場におけるサービス財のシェアに比例するという仮定の下，個人の購入意思決定をモデル化したものであり，主に通信ネットワークサービスをモデルの対象としている。市場に1サービス財が供給されている場合について，限界的個人の意思決定をもとに導出される普及のダイナミクスから，クリティカル・マスの存在および正の安定な均衡普及率の存在が確認できる。またモデルの基本はRohlfsあるいはHayashiのモデルであるが，本稿では市場競争モデルへの拡張を行い，位相図を用いた検討により，競争市場におけるクリティカル・マスの存在を示した。さらに，複数製品共存状態は不安定であり，普及の過程において両製品が普及することはあっても，基本的に一つの製品の独占状態が正の安定的な均衡状態であることが確認された。

通信ネットワーク型期待便益モデルは，個人のサービス財購入の意思決定が，個人間の到達可能性をもとにしたサービス財の期待便益で決まると仮定したモデルであり，これも主に通信ネットワークサービスをモデルの対象としている。ここでも当該サービス財市場には普及のクリティカル・マスが存在することおよび正の安定な均衡普及率の存在を確認できた。またモデルを，サービス財の質に違いが存在する新旧ネットワークサービスの競争モデルへ拡張し，新サービス移行の閾値となる普及率の存在を示した。新旧サービスの競争においては，基本的に新サービスへの完全移行あるいは旧サービスへの完全停滞が発生するが，価格と性能差との関係によっては新サービスへの完全移行が阻害され，一部共存状態が起こりえることを確認した。

収穫逓増モデルは，サービス財からの便益が，普及に依存する部分および依存しない部分から構成されるとしたモデルである。サービス財固有の便益とネットワーク外部性からの便益が存在するため，通信ネットワークサービスだけでなく，ネットワーク外部性をもつサービス財一般がモデルの対象となる。収穫逓増モデルの基本はArthurのモデルであるが，シミュレーションによりロック・イン現象の存在を確認した。本稿ではこのモデルを，より一般性のある限界個人を導入したモデルへ拡張し，ネットワーク外部性のパラメータおよび価格の関係によっては，クリティカル・マスが存在することを確認した。さらに競争モデルへの拡張を行い，ネットワーク外部性がある程度の大きさで個人の意思決定に影響を及ぼすならば，普

及の過程において両製品が共に普及する状況が実現するが，市場競争の帰結は独占状態となることを示した。

4 つの基本モデルから共通して得られる経済的含意は，ネットワーク外部性はサービス財市場を独占状態へ向かわせる性質を持つということである。また市場競争の帰結は，製品ライフサイクルの初期段階で決定することも，共通して示唆された。

第 4 章は，対称で補完的な加入者集団が複数存在するシステム財を対象とし，当該サービス財の普及のモデル化および基本特性の導出を行った。まず，加入者集団およびネットワーク外部効果のおよぶ方向で情報ネットワークサービス財を概念整理することにより，カードサービスのようなシステム財は，対称で補完的な加入者集団が複数存在し，それらが相互にネットワーク外部効果を及ぼし合う点が，他の情報ネットワークサービス財と異なることを示した。次に通信ネットワーク型期待便益モデルを基礎に，対称型システム財の普及モデルを提案した。モデルをもとに描かれる位相図から，正の安定均衡普及率および不安定均衡普及率の存在を確認し，両加入者集団が普及の閾値を超えた場合，自律的に普及が進むことを示した。また，正の安定均衡普及率が存在する価格の条件を導出し，サービス財提供者が一方の加入者集団に特化した，集中的な初期普及促進策の選択可能性を示した。さらにモデルに，利用率のような価格以外の均衡普及率をシフトさせる要因を導入し，要因の変化によってサービス財が普及することができなくなる状況に陥る可能性があることを確認した。

第 5 章では，製品の共通化をはかる互換戦略と示差性を強調する差別化戦略という論理的に相容れない 2 つの戦略へ同時に焦点を当てた小林他のモデルを検証した。一般に情報ネットワークサービス財の普及に関する研究では，ネットワーク外部性を享受する互換戦略が注目されがちであったが，差別化戦略も当該サービス財に対して同時に検討されるべきである。ここでは，製品固有の便益が複数の価値基準から構成される複数価値基準モデルを検討した。このモデルは，デザインおよび性能のように製品を構成する要素が複数存在することを前提とているので，サービス財供給者は，それらの要素を用いた製品差別化戦略と互換戦略とを選択できる。モデルより，製品に対する消費者の評価がばらついている方が市場競争に勝つ可能性が高い，すなわち製品差別化が情報ネットワークサービス財においても支持されることを確認した。また，複数の価値基準それぞれにネットワーク外部性が存在するプラットフォーム型システム財の互換について検討し，プラットフォーム間互換は価値基準が増加するに伴い互換の影響が薄れること，プラットフォーム内互換は市場における優位性を高めることを示した。

これまで情報ネットワークサービス財の普及特性については，ネットワーク外部性のみが強調されてきた。しかし普及を特徴付ける要因は他にも存在するため，ネットワーク外部性だけでサービス財の普及を議論することは不十分であり，関連概念を含めた検討が必要である。そこで第 6 章および第 7 章は，市場をロック・イン状態へ向かわせるネットワーク外部性だけでなく，複数製品の共存を促すであろう要因を加えた製品普及モデルを提案した。

第 6 章において導入したのは，製品に対する消費者の習熟要因である。情報ネットワークサービス財の中には，使うのにある程度の慣れあるいは習熟を必要とするものが存在する。習熟は消費者に製品乗り換え費用を発生させるため，サービス財の普及動向に影響を与えることになる。そこで本稿では，収穫逓増型モデルを基本に，各個人の習熟要因を導入した競争モデルを提案した。ここでは特に，ロック・イン現象および独占状態に検討の対象を絞り，ロック・インが必ず発生するパラメータを用いて，シミュレーションを行った。その結果，習熟要因が存在する場合，市場がロック・イン状態になったとしても，独占状態になりにくいことが確認された。また，ロック・イン状態に陥った状況において，サービス財供給者が互換戦略を

選択するタイミングについて検討を行い，習熟要因が存在するなら，互換戦略はロック・イン後の早い段階で採ることが望ましく，時間が経過するに従って互換戦略の効果が小さくなることを示した。

第7章では，ネットワーク外部性における地理的な偏り，すなわち距離の要因を導入した。ネットワーク外部性は空間的な要因であるので，本来個人間の関係の近さにより効果の大きさは異なるといえる。本稿では，ネットワーク外部性に地理的および距離の要因を導入し，各個人が認識する社会の影響をもとに行動するマルチエージェント型の競争モデルを構築した。シミュレーションにより，近隣からのネットワーク外部性が大きい場合，製品購入者は地理的に固まって発生することが示された。また複数製品が競合する状況において，近隣からの影響が小さいならば市場は独占状態に陥るが，近隣からの影響が大きいならば複数製品が共存することが確かめられた。

さらに，普及促進策としての初期製品配布策について検討し，近隣からのネットワーク外部性が非常に大きく，製品購入者が地理的に固まっていることがプラスの効果を持つ集積効果が大きい場合，製品を地理的に一様に配布するよりも，ある程度の範囲に集中的に配布する方策が望ましいことを示した。また，ネットワーク間に障壁が存在する場合にモデルを拡張し，障壁内の独占的な状況の存続が，障壁の高さにより不連続に変化することを確かめた。加えて，ネットワーク外部性の地理的要因が，障壁内の製品の独占的な状態を保持することを示した。

ネットワーク外部性をもとにした情報ネットワークサービス財の普及に関するこれまでの研究は，サービス財供給者側の視点による検討が中心であった。しかし，ネットワーク外部性は需要者側のポジティブなフィードバック効果であるため，需要者側の視点で製品普及の検討を行う必要がある。需要者側の意思決定モデルにより製品普及を論じたことが，本稿の新しい点といえよう。また，従来はネットワーク外部性のみに注目した研究が大半であったが，情報ネットワークサービス財の普及には，複数の価値基準からサービス財が構成されていること，消費者の習熟要因，ネットワーク外部性の地理的要因など，他にも導入すべき重要な要因が存在する。これらを含めた広い視野に立った分析を行った点も，本稿の貢献といえる。

最後に本稿の検討をふまえ，ネットワーク外部性がもたらすロック・イン現象および独占状態と消費者の長期的な利益との関係についてふれておく。ネットワーク外部性が存在すると，同じ製品を利用する個人の数が増加すれば，製品からの便益も増加することになる。ロック・インに成功した供給者および独占企業は，ネットワーク外部効果があるので，消費者がその独占的状況を望んでいると主張するかもしれない。たしかにロック・イン状態を生み出すのは，消費者の便益増加を伴うメカニズムであり，その意味では消費者自身がその状況を選択したといえなくもない。しかしネットワーク外部性の存在により，市場競争の勝者がサービス財の質に対する努力に関係なく，システムの特性として決まることになるともいえる。したがって，ロック・イン状態へ向かいはじめた状況は，必ずしも消費者にとって望ましいとは限らない。

さらに長期的な視点から考えると，独占的な状況は技術革新の成果を消費者が享受することを遅らせる可能性もある。これは企業が技術革新への努力を怠るということでは必ずしもなく，独占状態の利得を十分に得るために，戦略的に技術革新の成果を市場に投入することを遅らせる可能性である。それにとどまらず，ネットワーク外部性がロック・イン状態をより強固なものとするため，より優れた製品の新規参入が阻害される。このことは将来における消費者の選択の多様性を小さくし，望ましくない。したがって，ネットワーク外部効果を消費者が享受する期間がある程度経過したところで，製品選択の多様性を保証する政策，すなわち独占禁止政策はネットワーク外部性の存在するサービス財においても，やはり正当化される

かもしれない。

多様化および標準化はトレードオフ関係にある。したがって消費者の長期的な利益を考えると，Foray [19] が指摘しているように，製品あるいは技術のライフサイクルの段階に応じて，標準化および多様化は変化する方が望ましいといえる。すなわち，初期段階では様々な製品のうちで技術的に最も優れたものを選択できる多様性を確保し，中期においてネットワーク外部効果を享受する標準化を進め，新しい優れた技術を採用した対抗製品が出現する晩期には再び選択範囲を広げるために多様性を保証する，社会全体の推移が最適である。しかし，現実はこの経路をたどらないことがしばしばであろう。

今後も情報ネットワークサービス財は増加し，ますます我々の生活および経済活動において重要なものとなるであろう。健全な市場の形成，消費者および供給者の公平で公正な便益の享受という目的からも，ネットワーク外部性を中心とした分析およびそこから導かれる経済的含意について把握することは，非常に意義があると考えられる。

参考文献

[1] 秋山哲 (2001)『情報経済新論』ミネルヴァ書房.

[2] Antonelli, C. (1997), "The Economics of Path-dependence in Industrial Organization," *International Jounal of Industrial Organization*, vol.15, no.6, Oct., pp.643-676.

[3] Arthur, B. (1989), "Competing Technologies, Increasing Returns, and Lock-In by Historical Small Events," *The Economic Journal*, vol.99, no.394, Mar., pp.116-131.

[4] _____ (1994), *Increasing Returns and Path Dependence in the Economy*, The University of Michigan Press.

[5] _____ (1996), "Increasing Returns and The New World of Business," *Harvard Business Review*, vol.74 , no.4, Jul.-Aug., pp.100-109.

[6] 浅羽茂 (1998) 「競争と協力—ネットワーク外部性が働く市場での戦略—」『組織科学』, vol.31, no.4, Jun., pp.44-52.

[7] 米国商務省（著）・室田泰弘（編訳）(2000)『ディジタル・エコノミー 2000』東洋経済新報社

[8] Besen, S . M. and J. Farrell (1994), "Choosing How to Compete : Strategies and Tactics in Standardization," *The Journal of Economic Perspectives*, vol. 8, no.2, Spring, pp.117-131.

[9] David, P. A. (1985), "Clio and the Economics of QWERTY," *The American Economic Review*, vol.75, no.2, May, pp.332-337.

[10] 出口弘 (1993)「ネットワークの利得と産業構造」『経営情報学会誌』, vol.2, no.1, Sep., pp.41-61.

[11] _____ (1995)「情報化と組織構造」『組織科学』, vol.29, no.1, Jul., pp.40-53.

[12] _____ (1997)「バーチャルエコノミーで迫る経済の『複雑性』」『経済セミナー』, no.513, Oct., pp.31-38.

[13] _____ (1999a)「複雑系としての経済学」『金沢経済大学経済研究所年報』, no.19, Mar., pp.65-77.

[14] _____ (1999b)「多主体複雑系と間接制御」『システム／制御／情報』, vol.43, no.5, May, pp.227-235.

[15] _____ (2000)『複雑系としての経済学』日科技連.

[16] Epstein, M. J. and R. Axtell (1996), *Growing Artificial Societies*, MIT Press.

[17] Farrell, J. and G. Saloner (1985), "Standardization, Compatibility, and Innovation," *Rand Journal of Economics*, vol.16, no.1, Spring, pp.70-83.

[18] _____ and _____ (1986), "Installed Base and Compatibility: Innovation, Product Preannouncements, and Predation," *American Economic Review*, vol.76, no.5, Dec., pp.940-955.

[19] Foray, D. (1997), "The Dynamic Implications of Increasing Returns: Technological Change and Path Dependent Inefficiency," *International Jounal of Industrial Organization*, vol.15, no.6, Oct., pp.733-752.

[20] 福田豊・須藤修・早見均 (1997)『情報経済論』有斐閣アルマ.

[21] 木嶋恭一 (1997)「多主体複雑系の考え方」『オペレーションズ・リサーチ』, vol.42, no.9, Sep., pp.582-586.

[22] 林紘一郎・田川義博 (1994)『ユニバーサル・サービス』中公新書.

[23] _____ (1998)『ネットワーキング—情報社会の経済学—』NTT 出版.

[24] 林敏彦 (1989)『需要と供給の世界』日本評論社.

[25] _____・松浦克己（編）(1992)『テレコミュニケーションの経済学』東洋経済新報社.

[26] _____ (1993), "Network Dynamics: Competition and Welfare," *Discussion Paper* 93-01, Faculty of Economics, Osaka University.

[27] _____（編）(1994)『講座・公的規制と産業 3—電気通信—』NTT 出版.

[28] _____・大村英昭 (編著) (1994)『文明としてのネットワーク』NTT 出版.

[29] 依田高典・廣瀬弘毅・江頭進 (1995)「ネットワーク外部性とシステム互換性—産業組織論に対する新しいアプローチ—」『京都大学経済論集』, vol.156, No.5, Nov., pp.17-37.

[30] _____ (1996)「ネットワーク外部性のジレンマ，価格差別化，ならびにユニバーサル・サービス」『甲南経済学論集』, vol.37, no.1, Jun., pp.31-81.

[31] _____ (2001)『ネットワーク・エコノミクス』日本評論社.

[32] 伊丹敬之 (1991)『新・経営戦略の論理』日本経済新聞社.

[33] 関西経済研究センター (1998)『業界標準をめぐる企業行動と産業組織への影響—主として de facto standard について—』.

[34] Katz, M. L. and C. Shapiro (1985), "Network Externalities, Competition, and Compatibility," *American Economic Review*, vol.75, no.3, Jun., pp.424-440.

[35] _____ and _____ (1986a), "Technology Adoption in the Presence of Network Externality," *Journal of Political Economy*, vol.94, no.4, Aug., pp.822-841.

[36] _____ and _____ (1986b), "Product Compatibility Choice in a Market with Technological Progress," *Oxford Economic Papers*, New Series, vol.38, supplement, Nov., pp.146-165.

[37] _____ and _____ (1994), "Systems Competition and Network Effects," *Journal of Economic Perspectives*, vol.8, no.2, Spring, pp.93-115.

[38] 菊池正佳・渡辺美智子（編著）(2000)『インターネット時代の数量経済分析法』多賀出版.

[39] 小林敏男・岡本隆・田窪美葉 (1998)「市場競争におけるネットワーク外部効果について—モデルとそのシミュレーション—」『組織科学』, vol.31, no.4, Jun., pp.53-70.

[40] 栗本博行・寺川眞穂・小林敏男 (2001)「Apple2000：サービス総体の視点から」『大阪大学経済学』, vol.50, no.4, Mar., pp.132-144.

[41] Leibenstein, H. (1950), "Bandwagon, Snob, and Veblen Effects in the Theory of Consumers' Demand," *Quarterly Journal of Economics*, vol.64, May, pp.183-207.

[42] Liebowitz, S. J. and S. E. Margolis (1990), "The Fable of the Keys," *The Journal of Law and Economics*, vol.33, no.1, Apr., pp.1-25.

[43] 松村政樹・栗本博行・小林敏男 (1999)「家庭用テレビゲーム市場の分析：ネットワーク外部性とサービス総体の視点から」『大阪大学経済学』, vol.48, no.3,4, Mar., pp.218-232.

[44] 松村政樹・栗本博行・小林敏男 (2000)「家庭用テレビゲーム機市場における消費者行動分析：ソフト質という視点から」『大阪大学経済学』, vol.49, no.3,4, Mar., pp.193-205.

[45] Merton, R. K. (1997), *The Sociology of Science*, Southern Illinois University Press.

[46] 三友仁志 (1995)『通話の経済分析』日本評論社.

[47] 中村量空 (1998)『複雑系の意匠』中公新書.

[48] 生天目章 (1999)『マルチエージェントと複雑系』森北出版.

[49] 南部鶴彦・伊藤成康・木全紀元 (1994)『ネットワーク産業の展望』日本評論社.

[50] 名和小太郎 (1986)『電子仕掛けの神』剄草書房.

[51] 岡本隆・高橋禎胤・水谷直樹・真田英彦 (1994)「相互依存型ネットワーク外部性の性質について」『信学技報』, vol.93, no.508, Mar., pp. 25-30.

[52] _____・高橋禎胤・水谷直樹・真田英彦 (1995)「ネットワーク外部性をもつ新旧技術競合モデルの解析」『信学技報』, vol.95, no.77, May, pp. 1-6.

[53] _____・水谷直樹・真田英彦 (1996)「ネットワーク外部性を考慮した有線電話・携帯電話競合モデルの解析」『信学技報』, vol.95, no.580, Mar., pp. 25-30.

[54] _____ (1996)「ネットワークサービスの普及と競争に関する考察」『信学技報』, vol.96, no.381, Nov., pp. 19-24.

[55] _____・田窪美葉・小林敏男・真田英彦 (1997)「電子マネーの戦略形態とネットワーク外部性」『信学技報』, vol.97, no.66, May, pp. 19-24.

[56] _____ (1998)「電子マネーの競争特性および投資戦略ーネットワーク外部性の観点からー」『オフィス・オートメーション』, vol.19, no.3, Jan., pp.66-72.

[57] _____・真田英彦 (1999)「ネットワーク外部性と習熟から見た普及戦略」『信学技報』, vol.98, no.680, May, pp.13-18.

[58] _____ (1999)「情報ネットワーク財の普及特性および普及戦略」『日本社会情報学会学会誌』, vol.11, no.1, Sep., pp.107-119.

[59] _____ (2000)「情報ネットワーク市場における諸特性および普及戦略」『愛媛経済論集』, vol.20, no.1, Sep., pp.1-14.

[60] _____ (2002)「個人間の地理的要因による製品普及特性」『Discussion Paper In Economics and Business』, Discussion Paper 02-01, Jan., 大阪大学大学院経済学研究科.

[61] Oren, S. S. and S. A. Smith (1981), "Critical Mass and Tariff Structure in Electronic Communications Markets," *The Bell Journal of Economics*, vol.12, no.2, Autumn, pp.467-487.

[62] Porter, M. E. (1980), *Competitive Strategy*, The Free Press (New York). (土岐坤他訳『新訂：競争の戦略』(ダイヤモンド社, 1995)).

[63] Rogers, E. M. (1982), *Diffusion of Innovation*, The Free Press. (青池愼一・宇野善康監訳『イノベーション普及学』(産能大学出版部刊, 1998)).

[64] Rohlfs, J. (1974), "A Theory of Interdependent demand for a Communication Service," *Bell Journal of Economics and Management Science*, vol.5, no.1, Spring, pp.16-37.

[65] Shapiro, C. and H. R. Varian (1998), *Information Rules*, Harvard Business School Press. (千本倖生・宮本喜一郎訳『ネットワーク経済の法則』(IDG コミュニケーションズ, 1999)).

[66] 塩沢由典 (1999a)『複雑系経済学入門』生産性出版.

[67] _____ (1999b)「自律分散複雑系としての市場経済」『計測と制御』, vol.38, no.10, Oct., pp.658-662.

[68] _____ (2000)「経済学にとっての人工市場」『人工知能学会誌』, vol.15, no.6, Nov., pp.951-957.

[69] _____ (2001)「第三モードの科学研究法としての計算経済学」『進化経済学会・2001 年福岡大会報告』.

[70] 新宅純二郎・許斐義信・柴田高（編）(2000)『デファクト・スタンダードの本質』有斐閣.

[71] Simon, H. A. (1996), *The Sciences of the Artificial*, The MIT Press. (稲葉元吉・吉原英樹訳『システムの科学』(パーソナルメディア，1999)).

[72] 総務省（編）(2001)『平成 13 年版 情報通信白書』ぎょうせい.

[73] 週刊ダイヤモンド編集部（編）(1997)『複雑系の経済学』ダイヤモンド社.

[74] 田窪美葉・岡本隆・小林敏男 (1997)「企業スタンス，製品ライフサイクル，および互換戦略－消費外部性を中心として－」『信学技報』, vol.97, no.412, Nov., pp. 45-50.

[75] 田中和子 (2000)『都市空間分析』古今書院.

[76] 寺野隆雄 (1997)「学習するエージェントとその組織的問題解決」『オペレーションズ・リサーチ』, vol.42, no.9, Sep., pp.598-603.

[77] 山田英夫 (1997)『デファクト・スタンダード』日本経済新聞社.

[78] ——— (1999)『デファクト・スタンダードの経営戦略』中公新書.

附録A　Join Count統計量

Join Count 統計量は，空間統計学における空間的自己相関係数の検定統計量の一つである [38, 75]。地理学データにおいて，観測データはそれらの相対的位置関係によってお互いに相関している。この相関を一般に空間的自己相関と呼ぶ。

Join Count 統計量は，空間データが名義尺度で与えられ，かつ 2 値変数の場合に，隣接する位置や地域に空間的依存関係があり，相関関係を有しているかを検定するための統計量である。ここで n 個の互いに重ならないサブエリアから構成されている地域を考える。ある事象が各サブエリア内で発生している，例えば A 製品を購入しているならば，そのサブエリアは A，発生していない，すなわち購入していないならば B であると呼ぶ。このときサブエリア同士の結合は，2 つの A サブエリア（AA とする），2 つの B サブエリア（BB とする），あるいは 1 つの A サブエリアおよび 1 つの B サブエリア（AB とする）の結びつきである。

製品 A の Join Count 統計量 AA は，個人 i が A 製品を購入しているとき $x_i = 1$，A 製品を購入していないとき $x_i = 0$，個人 i と個人 j が隣接しているとき $w_{ij} = 1$，隣接していないとき $w_{ij} = 0$ であるとし，

$$\sum\nolimits_{(2)} = \sum_{\substack{i=1 \\ i \neq j}}^{n} \sum_{j=1}^{n}$$

とする場合，次のように定義される。

$$AA = \frac{1}{2} \sum\nolimits_{(2)} w_{ij} x_i x_j$$

また，BB および AB は，総結合数を Z とするとき，次のように定義される。

$$\begin{aligned} AB &= \frac{1}{2} \sum\nolimits_{(2)} w_{ij} (x_i - x_j)^2 \\ BB &= Z - (AA + AB) \end{aligned}$$

ここで，

$$\begin{aligned} w_{i\cdot} &= \sum_{j=1}^{n} w_{ij} \\ w_{\cdot j} &= \sum_{i=1}^{n} w_{ij} \end{aligned}$$

と表記し，さらに p_r を各サブエリアが A である確率，p_s を各サブエリアが B である確率，n_r を A であるサブエリアの個数，n_s を B であるサブエリアの個数，$n^{(r)}$ を $n^{(r)} = n(n-1) \cdots (n-k+1)$ としたもとで，

$$S_0 = \sum\nolimits_{(2)} w_{ij}$$

$$
\begin{aligned}
S_1 &= \frac{1}{2}\sum\nolimits_{(2)}(w_{ij}+w_{ij})^2 \\
S_2 &= \sum_{i=1}^{n}(w_{i\cdot}+w_{\cdot i})^2
\end{aligned}
$$

を定義する。

AA および AB を平均 μ，標準偏差 σ で規格化したものは，標準正規分布 $N(0,1)$ に漸近的に従うことが知られており，そのもとで帰無仮説 $H_0 : \rho = 0$（ ρ は空間的自己相関係数），および対立仮説 $H_1 : \rho \neq 0$ を検定すればいい。AA と AB の平均 μ および標準偏差 σ は，以下の 2 つの仮定の下で別々に導かれる。

復元抽出

個々のサブエリアは独立に確率 P で A に，確率 $1-P$ で B に色分けされるという仮定のもとで，AA の平均 μ と分散 σ^2 は，

$$
\begin{aligned}
\mu &= \frac{1}{2}S_0 p_m^2 \\
\sigma^2 &= \frac{1}{2}\left[S_1 p_r^2 + (S_2-2S_1)p_r^3 + (S_1-S_2)p_r^4\right]
\end{aligned}
$$

と求められ，AB の平均 μ と分散 σ^2 は，

$$
\begin{aligned}
\mu &= S_0 p_r p_s \\
\sigma^2 &= \frac{1}{4}\left[2S_1 p_r p_s + (S_2-2S_1)p_r p_s(p_r+p_s) + 4(S_1-S_2)p_r^2 p_s^2\right]
\end{aligned}
$$

となる。

非復元抽出

各サブエリアが A あるいは B に色分けされる確率は先験的に同じであるが，制約条件として n_1 個のサブエリアは A に n_2 個のサブエリアは B に色分けされ，$n_1+n_2=n$ であるという仮定のもとで，AA の平均 μ と分散 σ^2 は，

$$
\begin{aligned}
\mu &= \frac{S_0 n_r^{(2)}}{2n^{(2)}} \\
\sigma^2 &= \frac{1}{4}\left[\frac{S_1 n_r^{(2)}}{n^{(2)}} + \frac{(S_2-2S_1)n_r^{(3)}}{n^{(3)}} + \frac{S_0^2+S_1-S_2)n_r^{(4)}}{n^{(4)}} - S_0^2\left(\frac{n_r^{(2)}}{n^{(2)}}\right)^2\right]
\end{aligned}
$$

と求められ，AB の平均 μ と分散 σ^2 は，

$$
\begin{aligned}
\mu &= \frac{S_0 n_r n_s}{n^{(2)}} \\
\sigma^2 &= \frac{1}{4}\left[\frac{2S_1 n_r n_s}{n^{(2)}} + \frac{(S_2-S_1)n_r n_s(n_r+n_s-2)}{n^{(3)}}\right. \\
&\qquad \left. + \frac{4(S_0^2+S_1-S_2)n_r^{(2)}n_s^{(2)}}{n^{(4)}} - 4S_0^2\left(\frac{n_r n_s}{n^{(2)}}\right)^2\right]
\end{aligned}
$$

となる。