

公開資料

戦略的創造研究推進事業
(社会技術研究開発)
平成27年度研究開発実施報告書

研究開発プログラム

「問題解決型サービス科学研究開発プログラム」

研究開発プロジェクト

「価値創成クラスモデルによるサービスシステムの類型化
とメカニズム設計理論の構築」

西野成昭

(東京大学 大学院工学系研究科、准教授)

目次

1. 研究開発プロジェクト名	2
2. 研究開発実施の要約	2
2 - 1. 研究開発目標	2
2 - 2. 実施項目・内容	2
2 - 3. 主な結果	2
3. 研究開発実施の具体的内容	3
3 - 1. 研究開発目標	3
3 - 2. 実施方法・実施内容	6
3 - 3. 研究開発結果・成果	8
3 - 4. 会議等の活動	56
4. 研究開発成果の活用・展開に向けた状況	56
5. 研究開発実施体制	57
6. 研究開発実施者	57
7. 研究開発成果の発表・発信状況、アウトリーチ活動など	59
7 - 1. ワークショップ等	59
7 - 2. 社会に向けた情報発信状況、アウトリーチ活動など	60
7 - 3. 論文発表	60
7 - 4. 口頭発表（国際学会発表及び主要な国内学会発表）	60
7 - 5. 新聞報道・投稿、受賞等	61
7 - 6. 特許出願	61

1. 研究開発プロジェクト名

価値創成クラスモデルによるサービスシステムの類型化とメカニズム設計理論の構築

2. 研究開発実施の要約

2 - 1. 研究開発目標

本研究プロジェクトでは、サービスシステムの問題の構造と複雑さを、価値創成クラスモデルの考え方を基礎に、分類しながら実サービスを類型化するとともに、新たなサービス創出に資する設計理論を領域横断的なアプローチで構築することを期間全体の目標として設定する。

サービス類型化の達成目標としては、詳細レベルの分析を3~4事例、それ以外にも類型化のために少なくとも10事例以上の実データを収集・分析し、価値創成モデルの考え方に基づいて類型化を行う。成果目標として、価値創成の形式が異なる抽象化された複数の構造が抽出され、実サービスが適切に分類されていることと設定する。さらに、分類にあたって用いた様々な経営評価指標についても整理され、類型化された構造別に用いるべきサービス評価指標が確立していることを達成目標とする。

一方、サービス設計に資する理論構築のテーマに関しては、方法として経済実験を実施するが、少なくとものべ1000人以上で被験者実験を実施することを最低要件とする。設計理論構築としての成果は、サービスメカニズム設計において、共通基盤となる基礎的性質を見出すこと、設計に資する原理を明らかにすることが達成目標である。共通性質については、最終的には数学的に定式化できる形で表現し、各サービスにおいて性質の充足の可否を理論的に示すことが出来るようにする。原理については、例えば、設計時に考慮すべき現実の関連する様々な要因について、幾つかの条件を満たせば簡略化してサービスメカニズムを記述できることを保証するような根拠を明らかにすることである。当然ながら、これらの性質や原理に関して、理論的裏付け、経済実験結果による妥当性が与えられていることが達成の必要条件である。

2 - 2. 実施項目・内容

上記の目的達成のため、本年度は(1) 実サービスの事例データ収集、(2) サービス構造分析、(3) 事業構造と財務パフォーマンス分析、(4) 経済実験のための基本モデル構築、(5) 基本モデルにおける既存メカニズムの有効性検証、の5項目を中心に研究を進めた。

2 - 3. 主な結果

多角的なサービス事業を行っている鉄道事業者を対象にデータを収集し、大手鉄道の37社を対象に、その子会社1701社、関連会社231社について調べた。その収集したデータをもとに、各鉄道事業を中心とするサービス構造のネットワーク構造を描き、クラスタ分析によって、6つのクラスタに分類した。また、収益と利益率を非説明変数として、重回帰分析を

行った。百貨店や不動産、物流などのサービス業は収益を押し上げているのに対して、運輸子会社を有する鉄道事業者は収益を押し下げているという結果を得た。また、得られたサービスネットワークの構造における次数やクラスタ係数を用いて、収益性との関係を統計的に調べた。その結果、ストア事業者のクラスタ係数が高いほど収益が高い傾向があることが示された。

一方、経済実験の基本モデルとして、価値創成モデルの考え方をメカニズムデザインの理論の枠組みで捉え直し、資源のマッチングとしてサービスを表現した形でモデル化した。さらに、基礎実験として既存のDeferred Acceptanceアルゴリズムを適用して、その有効性について検証した。価値創成モデルにおける、クラスIIやクラスIIIといった不完全性が含まれる場合には、優れていると言われていた既存のメカニズムが必ずしも有効に機能しないことが示された。

3. 研究開発実施の具体的内容

3 - 1. 研究開発目標

本研究では、実サービスにおける課題の構造と複雑さが整理できていないこと、また新たなサービスを創出するための方法論、すなわちサービス設計のための基本原理等の理論体系が整備されていないことを問題として設定する。

サービスにおける問題の構造や複雑さが未整理な現状が続けば、サービス科学の学問領域の体系化を鈍化させ、当該研究分野の効率的発展を阻害することにも繋がるため、この問題の解決は最優先されるべき課題であると言える。また、サービス設計のための理論構築によって学術的基盤が揃い、日本は競争力のあるサービスを世界に展開していくことができると期待される。また、医療や福祉、介護などを含む公共サービスが抱える問題をサービスシステムとして捉え、その仕組みを設計する方法論を確立することは、少子高齢化が進む我が国において喫緊の課題である。本研究課題の遂行によって、このような問題にも寄与できるものとする。

極論すれば、サービスを創出するという問題は、サービスにおけるメカニズムの設計の問題と置き換えることが出来る。ここで言うメカニズムとは、メカニズムデザインの分野での考え方を踏襲しており、ステークホルダ間の相互作用の形を決定づけるルールや構造のことである。そこでは、サービス利用者の自由意思と利益を尊重しながら、サービス提供者の利益（生産者余剰）を同時に高めること、すなわち、サービスの社会的余剰を最大化することが求められる。そのためには、陽に人間の意思決定をモデル化するとともに、ステークホルダ間のサービスメカニズムを設計しなければならない。経済学の分野では 1990年代よりメカニズムデザインに関する研究が本格化し、Hurwiczらはメカニズムデザインの基盤を築いた業績により、2007年にノーベル経済学賞を受賞している。さらに、2012年に同賞を受賞したRothは、実験経済学的手法を用いて、公立学校選択システムなど具体的なサービスを例としながら経済制度設計に関する方法論を提案している。本研究は、このようなチャレンジに共通するものであり、実験経済学、サービス工学、心理学、設計学などの手法を統合しながら、サービスにおけるメカニズム設計のための基礎理論を構築する。

具体的な研究エレメントとして、価値創成モデルを基礎に、(a)サービス研究事例に基づ

く類型化、(b)経済実験によるサービス構造分析とサービス設計理論構築、の2つのテーマ設定を行う。それぞれについて以下で説明する。

(a) サービス研究事例に基づく類型化

サービス類型化グループの竹中がこれまでに行ってきた、外食や小売、大規模商業施設などを対象としたサービス研究に加えて、その他の事例を広く調査し、それらを対象に上田が提案している価値創成モデルに基づいて、実サービスのクラス分類を行う。例えば、外食産業を対象にただけでも、そのサービス提供の形式次第でクラスIからクラスIIIのどれにもなり得るため、サービスの構造モデルを記述し、それがどのように価値創成のクラスに相当するかを議論する。ここで言うサービスの構造モデルとは、様々な経営指標等に関するデータを実サービスから収集し、そこでの主たるアクター間の関係性を記述した構造モデルのことをさす。実例をもとにして、幾つかのサービス構造モデルが明確になれば、その構造におけるコアとなるファクターを明らかにでき、そのコア要素と価値創成モデルのクラスの関係性を示すことが可能になる。このようなアプローチにより、実在する様々なサービスを統一的に説明できる枠組みを構築する。さらに、その過程において、サービスの有効性を測る新たな指標を洗い出す。ここで得られた指標については、次のテーマ(b)へ引き継ぎ、その有効性検証へと展開する。

(b) 経済実験によるサービス構造分析とサービス設計理論構築

(a)の類型化により、整理されたサービスシステムの構造を基礎に、実験経済学で用いられている経済実験の方法を利用し、その性質や特徴を実験室で明らかにする。次いで、サービス設計理論の構築に取り組む。サービス設計の問題へのアプローチは、観測、分析、設計、適用の最適設計プロセスを、実験室レベルでのサービス環境で行う。ここでも、経済実験の方法論をベースとし、サービス構造を実験室の仮想経済環境で構築し、統制された環境下で被験者がサービス利用に関する意思決定を行い、それを観察、分析し、その結果をもとに再設計し、再び実験を行うというループのプロセスである。類型化の成果にもよるが、少なくともクラスIからクラスIIIまでの3つの異なるタイプの実験を計画し、具体的な事例データを利用しながら、実験を実施する。

本研究が想定するサービスの設計とは、プロジェクトの進行と並行して精緻化されるものであるが、次のように考える。製品とサービスを両極として設計の問題を捉えたとき、製品を作り出すためにはその完成までのプロセスを決定しなければならないのに対し、サービスは事前にプロセスを決定することは意味をなさず、サービスが提事前にプロセスとして確定されたサービスはよりプロダクト化されたものに近づく。これはまさにサービスの同時性から生じるもので、本研究はそういったサービス提供者とサービス受容者のインタラクションを形作るルールのことを、メカニズムデザイン理論の考え方にに基づき、サー

ビスメカニズムと定義する。実際のサービスは、製品的側面とサービスの側面が混在してシステムを構成しているため、切り分けることは困難であるが、サービスメカニズムの構造を決定することをサービスの設計と考える。

サービスの設計を上記のように定義できれば、3つの考えるべき重要な要素が浮かび上がる。1つ目は、設計されたサービスのパフォーマンスをどのように測定するかである。これは、テーマ(a)で得られた指標について、経済実験の中でその有効性を検証する。新たなサービス評価指標が構築できれば、数多ある実サービスを定量的に比較可能になり、サービスの発展に寄与することが期待される。

2つ目は、サービスメカニズム設計における、指針となるべき性質の解明である。上記の定義に基づけば、サービスメカニズムの設計問題はメカニズムデザインと共通の考え方でアプローチ可能であり、例えば、あるメカニズムにおいてプレイヤーの虚偽行為によって利得の増加が無いという性質を示す耐戦略性のように、サービスにおいて満たすべき特有の性質を明らかにする。サービスの根幹となる性質を明らかにできれば、どのように設計すべきかという指針を与えることができる。

3つ目は、サービス設計における基本原理を見つけ出すことである。例えば、材料力学でサンプナンの原理があるお陰で、力の作用方法がどうであれ等価な力で解析した結果を使って良いことが保証されるため、複雑な問題から開放され構造をシンプルに扱うことができる。このような基本原理と呼ぶべきものがサービスメカニズムの設計においても重要であり、この解明により適切なサービスの設計を加速させるものであると考える。メカニズムデザインの分野で言うならば、顕示原理がそれに相当する。サービスにおいても特有の原理を解明することが肝要である。本研究では、これらをサービス設計理論と呼ぶことにし、経済実験を通じて、その理論を構築することが本研究課題の最終ゴールである。

昨年度までの成果として、(a) サービス研究事例に基づく類型化に関しては、小売サービスに限定した分析を行い、6つの類型パターンを得るなど一定の成果を得た。今年度はさらに他業種への拡大を行うと同時に、(b) 経済実験によるサービス構造分析とサービス設計理論構築経済実験について前年度までの予備検討の成果をもとに本格的に取り組む。具体的には、(1) 実サービスの事例データ収集、(2) サービス構造分析、(3) 事業構造と財務パフォーマンス分析、(4) 経済実験のための基本モデル構築、(5) 基本モデルにおける既存メカニズムの有効性検証、の5項目を実施した。各項目についての詳細は以下の通りである。なお、本年度の計画書においては、A1、A2、A3、B1、B2、B3の6つの項目別で計画を記載し

たが、A1～A3はそれぞれ本報告書の(1)～(3)に該当し、B1～B3は、(4)と(5)に対応している。可読性を考慮して本報告書においては、この5項目としてまとめた。

3 - 2. 実施方法・実施内容

各実施項目の方法や具体的な内容については、以下の通りである。

(1) 実サービスの事例データ収集

昨年度は小売サービスを主として対象として詳細な分析を行ったが、本年度は他業種への応用を行う。他業種への展開を行うにあたり、鉄道事業者が行うビジネスに着目した。その理由は次の通りである。日本の鉄道事業者は都市圏の生活・経済を支える重要な企業集団であり、鉄道事業者が主の旅客輸送業務に加えて多角的に行っている事業活動は運輸、小売、レジャー・サービス、不動産など多岐にわたり、その種類をカウントすれば日本のGDPのおよそ6割を形成するサービス業種を網羅していることになる。そのため、様々なサービスを一手に扱うことができる好例であると考えたためである。

以下の資料を主たる情報源としてデータを収集した。

- 有価証券報告書
- 日経会社プロフィール
- 東洋経済新報社「会社四季報」「会社四季報未上場企業版」
- 株式会社帝国データバンク「調査報告書」
- 企業ホームページ

データ取得にあたり、まず対象企業（鉄道事業者）の有価証券報告書に記載されている「関係会社の状況」より、子会社および関連会社との取引内容に関わるデータを取得した。その後、日経会社プロフィールに掲載されている鉄道事業者および子会社、関連会社について取引先データを取得した。そして、会社四季報、会社四季報未上場企業版や調査報告書、企業ホームページに掲載されている限りのデータを取得した。

(2) サービス構造分析

項目(1)で得られたデータを用いて、各事業者別でサービスのネットワーク構造を描く。基本的なやり方は昨年度の小売の場合と本質的に同じ方法を採用している。各鉄道事業者で

行っているサービス事業の構造が異なるため、それぞれの鉄道事業者を中心に、事業等を行う主体をノード、その取引関係や事業関係などをリンクとし、ネットワーク構造を描く。鉄道事業者別に、異なるネットワーク構造を得られるため、その構造の類似性に関してクラスター分析を行い、そのクラスター毎の違いを定性的に議論する。定量的な分析は次の項目(3)で行う。

(3) 事業構造と財務パフォーマンス分析

鉄道事業者の収益に影響を与えている事業を特定するために、(1)の項目で収集したデータを用いて重回帰分析を行う。対象事業者は有価証券報告書を提出しているJR3社、日本民営鉄道協会に加盟する大手民鉄15社、売上が50億円以上である中小民鉄19社の計37社である。

表1 重回帰分析・クラスター分析の対象となる鉄道事業者一覧

(匿名化処理のためマスクをしている)

大手事業者	■■■■■	■■■■■	■■■■■	
	■■■	■■	■■	■■
	■■	■■	■■	■■
	■■	■■	■■	■■■■■
	■■	■■	■■■■■	
中小事業者	■■■	■■	■■	■■
	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■
	■■	■■	■■	■■
	■■	■■■■■	■■	■■
	■■	■■	■■	

さらに、(2)の項目で得られた各クラスターの構造別に財務パフォーマンスの比較を行う。特に、ネットワーク分析によって得られた、次数中心性、クラスター係数等の指標と、財務指標との関係性を計量分析によって明らかにする。

(4) 経済実験のための基本モデル構築

関連研究である "one-seller assignment market with multi-unit demands" [1, 2, 3] を参考にし、本研究で扱うサービスモデルを構築する。上記研究のモデルは、ただ1人の売り手 (seller) が複数種類の商品を扱い、それを多数の買い手 (buyer) が対価を支払って購入するような市場を想定しているが、基本的には抽象的なマッチング構造を有しているモデルである。サービスプロバイダが有する資源 (有形・無形両方を含む) をサービスレシーバにどのように配分するかという問題として捉え直し、基本モデルとして構築する。ゲーム理論的枠組みで、モデルを構築するため、理論的な分析や経済実験の枠組みに当てはめることができるモデルである。

(5) 基本モデルにおける既存メカニズムの有効性検証

上記の項目(4)で構築された基本モデルにおいて、既存のメカニズムデザイン分野で提案されている優れたメカニズムであるDeferred Acceptanceアルゴリズム[4]を適用し、そのメカニズムが有用に機能するかを検証する。本来、本研究プロジェクトが想定するサービス設計とは、メカニズムを作ることに他ならない。メカニズムを構築し、評価し、再設計し、再度実験し、検証するというループ型の実験が最終的に行うことであるが、本年度はその前段階として既存のメカニズムについて、本サービスモデルにおいて検証を行うものとした。

3 - 3. 研究開発結果・成果

各項目別に得られた結果についてまとめる。

3 - 3 - 1 (1) 実サービスの事例データ収集

事例データ収集によって、鉄道事業者を中心とする多角化したサービス業の基本構造として以下のものが得られた。鉄道事業者毎の構造比較は(2)の項目で説明する。

図1に基本構造を示す。ノードの色によって、本社(橙)、子会社(緑)、鉄道グループ外企業(ピンク)の種類をそれぞれ表している。また、リンクによって事業構造の関係性を表す。図2は、図1の基本構造から運輸と不動産部分を取り出して、詳細な関係性を記述したものであり、図3は小売とレジャー・サービス部分を取り出して詳細を描いたものである。なお、本社の事業部間および事業部とグループ会社の取引内容を明らかにするため、

本社を運転管理、車両、駅、事業総括の4つのノードに分割して描いた。それぞれのノードが対応する業務内容は以下の通りである。

- 運転管理

列車の運行状況を管理し、事故が発生した際には乗務員や駅員、各所へ指示を送る。また他の鉄道事業者と連携をとり、相互乗入先とのダイヤ作成や事故が発生した際の連絡運輸を担う。社内の部署としては交通企画部や運輸指令所を想定している。

- 車両

旅客輸送を担う列車に関わる。車掌区、工務、電気部などを想定している。

- 駅

鉄道駅における出札・改札や利用客への案内および駅構内の土地管理を担う。旅客営業部や駅員派遣を行うグループ会社などを想定している。

- 事業総括

関連事業の開発、推進を行う。グループ会社に対して不動産賃貸や関連事業の業務委託を行っており、経営政策本部、生活創造事業本部などを想定している。

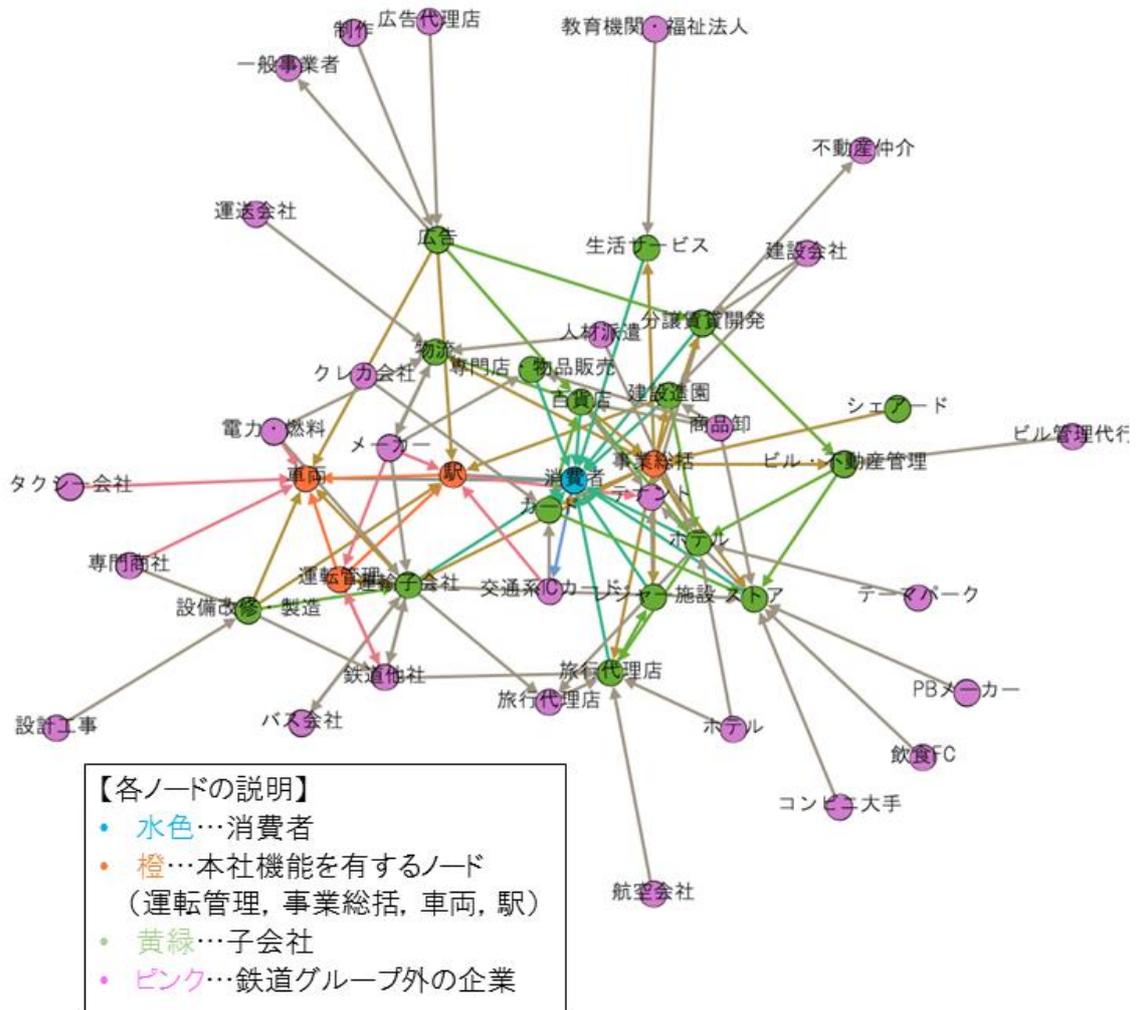


図1 鉄道事業者のサービスネットワーク全体図

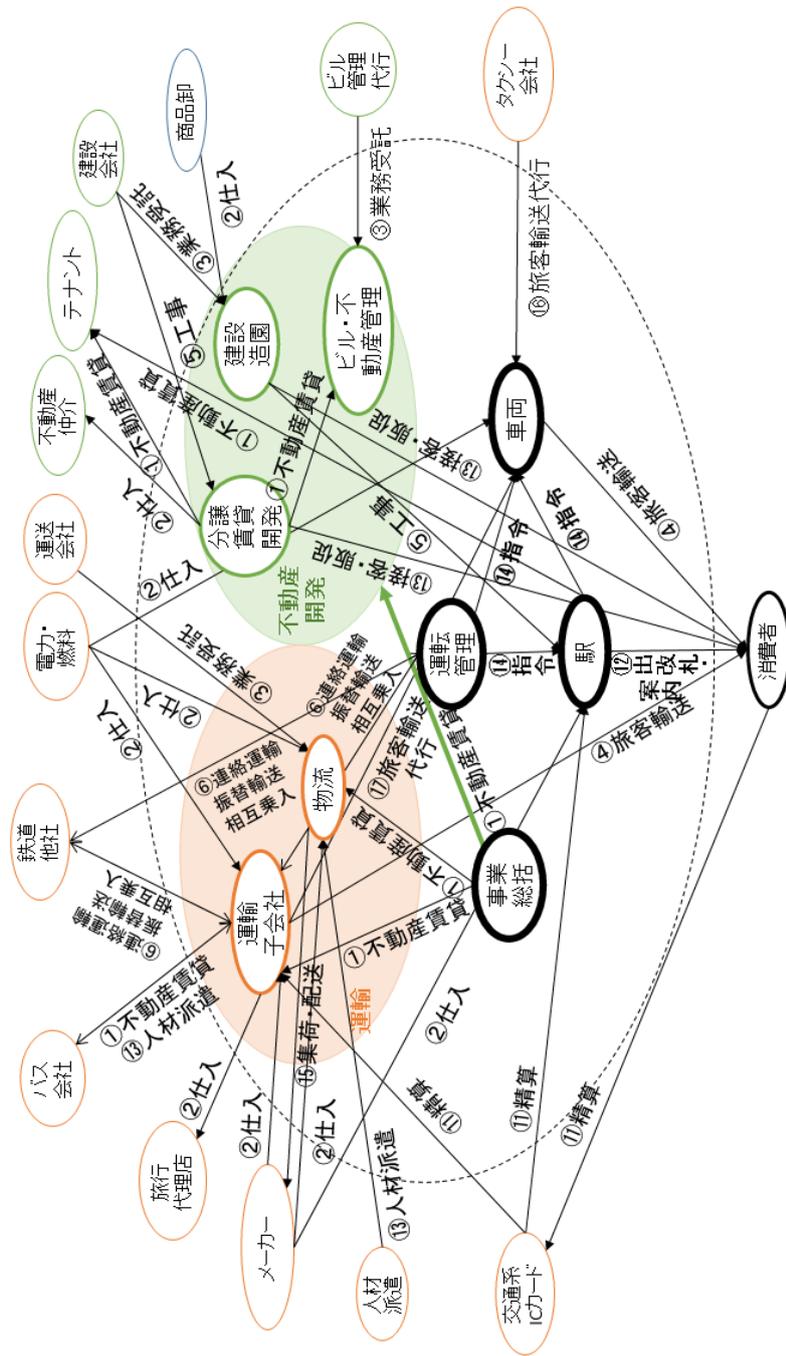


図2 鉄道事業者のサービスネットワーク（運輸、不動産開発）

① 不動産賃貸

自社が持つ土地、建物をグループ会社およびグループ外の企業へ貸し出す。

② 仕入

在庫の不足に応じて販売商品の発注・仕入を行う。

③ 業務受託

他の事業者へ業務を依頼または外注を行う。

④ 旅客輸送

利用者を目的地まで輸送する。利用者は、一般的に自宅や勤務先、旅先への移動という本源的需要を達成するための手段として、鉄道企業グループが提供する列車、バス、タクシーといった交通手段を用いる。

⑤ 工事

鉄道企業グループが保有する不動産の建設、工事を行う。

⑥ 連絡運輸・振替輸送・相互乗入

鉄道事業者は以下の3点について、他の鉄道事業者と相互にサービスを授受している。

連絡運輸とは、複数の交通事業者を乗り継ぎする場合に、出発駅にて1枚の乗車券を購入するだけで目的地へ到達できる仕組みのことである。出発駅にて回収された運賃は後日、各社ごとに振り分け・精算される。

振替輸送とは、自社路線が事故により運転不能になった場合に他の鉄道事業者へ依頼し、乗客に振替輸送対象の乗車券を用いて、運転不能区間を他社線の経路により利用してもらうことである。

相互乗入とは、異なる事業者間がそれぞれの営業区間に相互の車両を乗り入れる輸送形

態を表し、関東の大手民鉄を中心に行われている。相互乗入を行っている鉄道事業者は、他社のダイヤ作成担当者との協議を経てダイヤ作成を行っている。なお自社路線にて遅延、運転見合わせが発生した際には、他社路線へダイヤ乱れが波及するのを防ぐために、相互乗入を一時的に取りやめる場合が多い。

⑦ 商品開発

駅売店・スーパーマーケットなどで販売するプライベートブランド商品の開発を行う。代表例として、関東の私鉄系ストア事業者が共同で出資しており、共同企画商品の企画・開発を担う「(株)八社会」がある。

⑧ FC 契約

大手のコンビニエンスストアや飲食店とフランチャイズ契約を結び、駅構内を中心に提携店舗を展開する。

⑨ 集客サービスの提供

電鉄系ホテルが同様の立地、価格帯の競合ホテルと差別化を図るために、外部のレジャー・サービス業を営む事業者より宿泊を呼び込むサービスを提供してもらう。具体例として以下の2つがある。

電鉄系ホテル会社が外資系のラグジュアリーホテルの運営企業と提携し、予約網の提供や外国人利用客向けの共同宣伝・販促といった宿泊客の誘致に向けたサービスを受ける。電鉄系ホテル会社は対価として、売上高に応じたロイヤルティを支払う。

また集客に活用できるサービスを受ける他の事例として、大手テーマパークの公式・公認ホテルに選ばれることも挙げられる。該当ホテルの宿泊客はホテルとテーマパークを結ぶ無料送迎バス・シャトルの運行や入場券の購入、混雑時の入園保証といったサービスを

受けられる。

⑩ 接客・販促

自社商品を販売する。

⑪ 精算

利用客が駅、駅売店、スーパーマーケットなどで交通系ICカードによる決算を行ったときに、SF¹の精算データが交通系ICカード会社のサーバに蓄積される。利用客が複数のICカードグループにまたがって利用した（例：Suicaグループに加盟するJRとPASMOグループに加盟する東京地下鉄をまたがって利用）場合には、SF利用データは2つのICカード会社に分割されて各ICカード会社のサーバに登録される。ICカード会社は月に1度、同社のグループに加盟する事業者へSF利用額を支払う²。

このプロセスを通じて、利用客はICカードによる決算時にICカード会社へ利用データを送信し、ICカード会社間で精算を行った後に、1か月のSF利用額がグループ会社へ送られる。

⑫ 出改札・案内

鉄道駅を利用する利用客の出改札および案内を行う。

⑬ 人材派遣

特定の事業領域において、外部の会社より人を派遣してもらい業務にあたらせる。主に物流・ホテル事業において人件費を抑制する目的で活用されている。

⑭ 指令

列車の円滑な運行のために、運転指令所から列車、駅に対して指令を発する。的確な指令をするために、運行状況、気象データ、事故発生時における現場情報などが常に指令所

¹ ストアードフェア (Stored Fare). デジタルデータとして IC カードに登録されている金銭情報.

² 大手民営鉄道協会 (http://www.mintetsu.or.jp/association/mintetsu/pdf/26_p08_15.pdf) 参照

へ伝達されている。具体的な指令の例として、ダイヤ乱れが発生した際の列車の運転順序、行先の変更といった運転整理や、深夜における他社路線との終電の接続調整などがあげられる。

⑮ 集荷・配送

顧客からの商品を集め、目的地へ送り届ける。なお、配送業務については外部の運送業者に委託する事業者が存在する。

⑯ 旅客輸送代行

旅客自動車運送事業運輸規則において「旅客自動車運送事業者は、事業用自動車の運行を中断したときは、当該自動車に乗車している旅客のために適切な処理をしなければならない」と記されている。例として、事故の発生により列車の遅延が発生し、他社線との終電接続が行えなくなり利用客が列車による目的地への到達が不可能になった場合には、鉄道事業者が代行輸送依頼書を発行して、利用客の目的地までのタクシー代金を負担する事例が挙げられる。

3 - 3 - 2 (2) サービス構造分析

項目(1)で収集したデータを用いて、それぞれの鉄道事業者が構成するサービスの事業構造を図4～図19に示す。

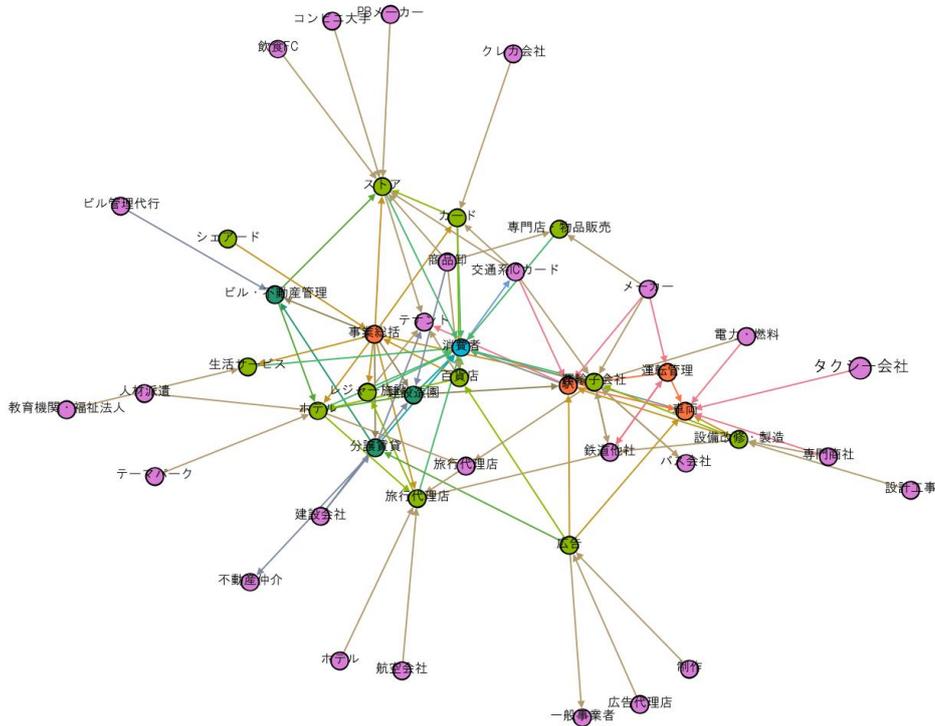


図6 C電鉄のサービスネットワーク

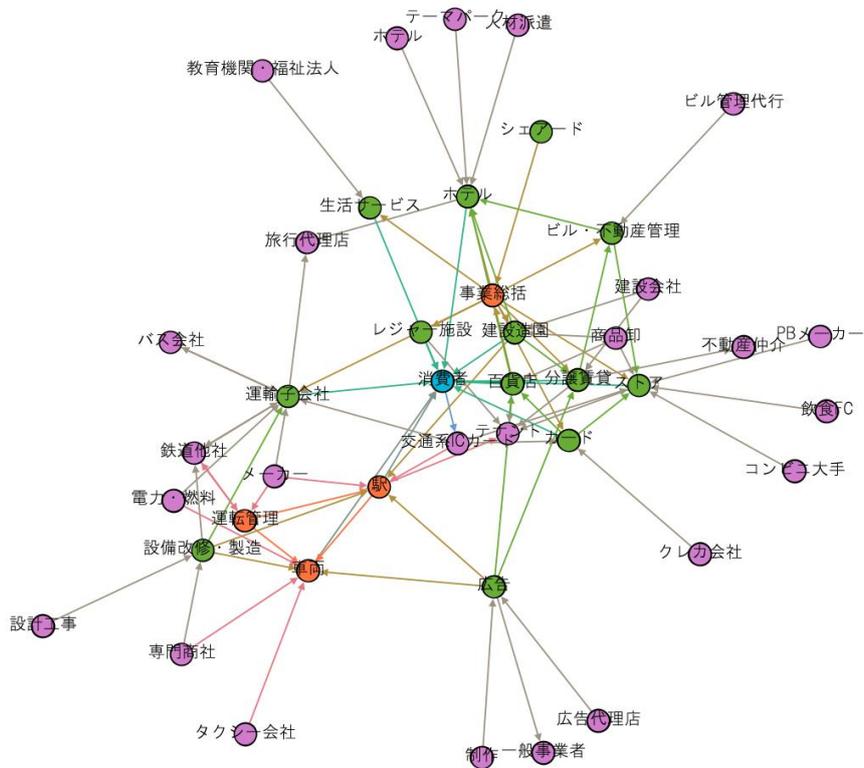


図7 D電鉄のサービスネットワーク

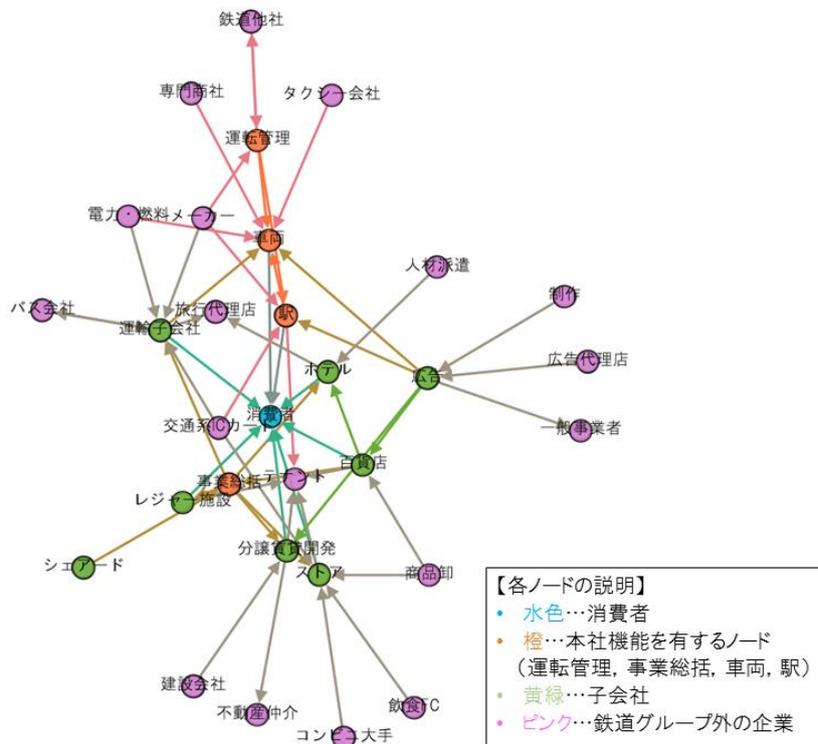


図16 M電鉄のサービスネットワーク

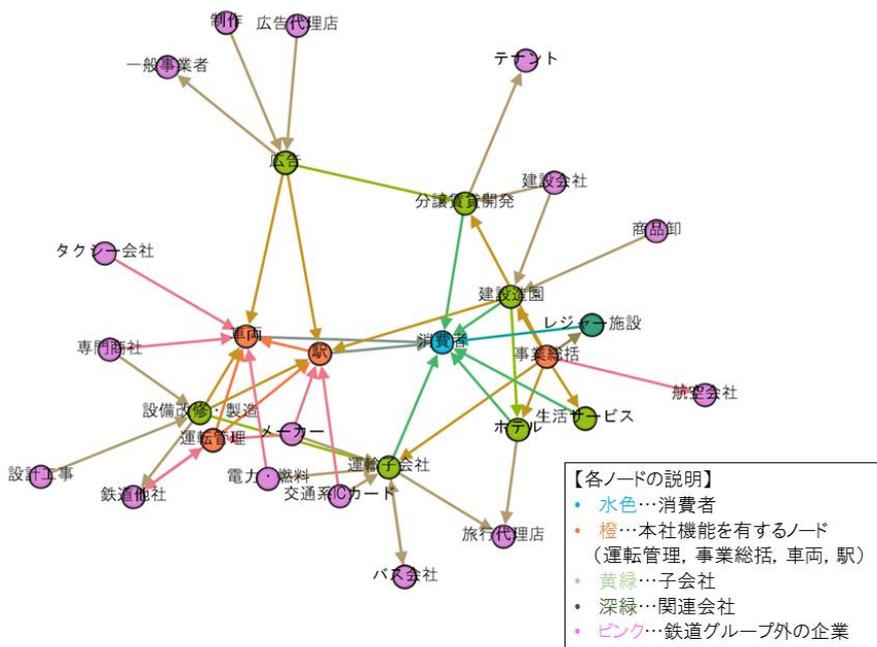


図17 N鉄道のサービスネットワーク

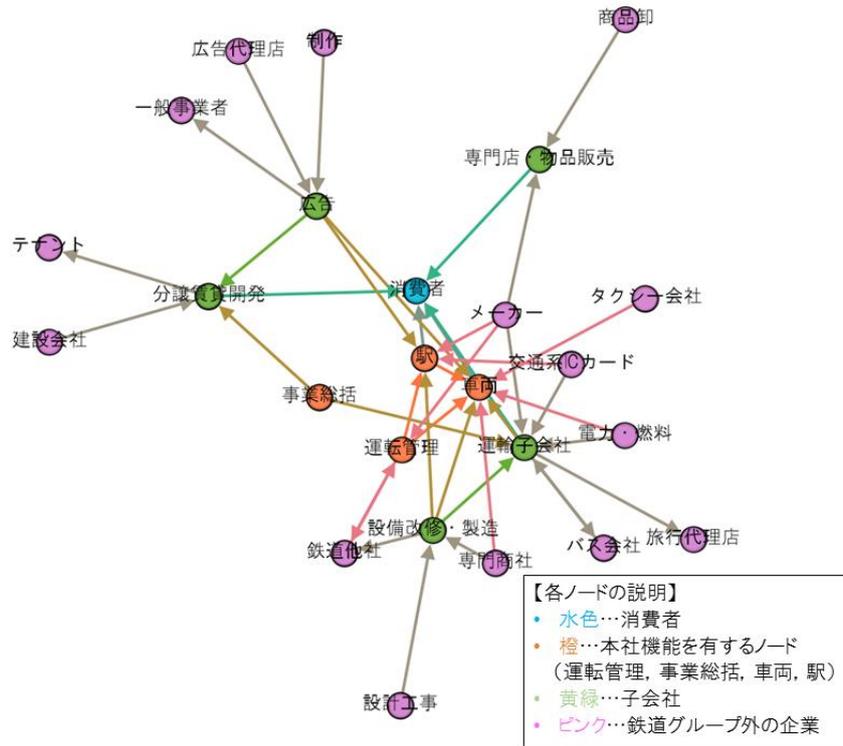


図18 O鉄道のサービスネットワーク

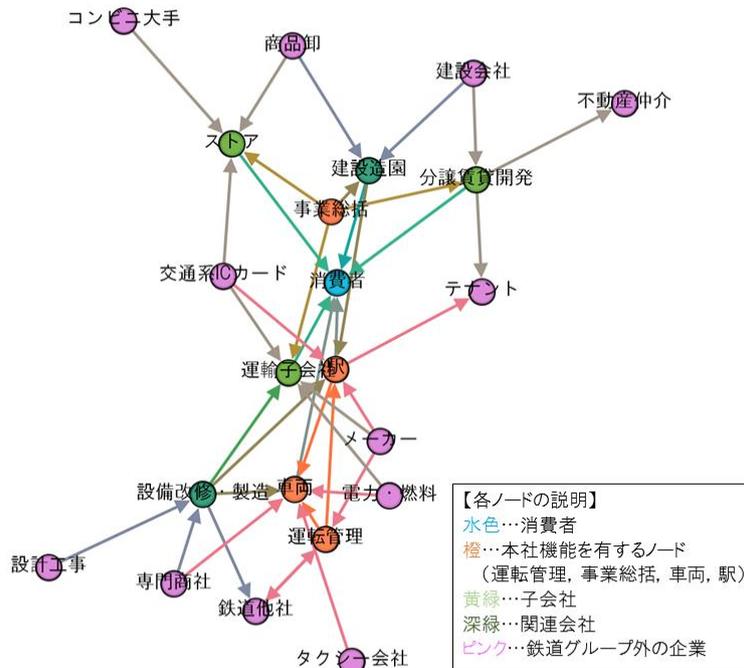


図19 P電鉄のサービスネットワーク

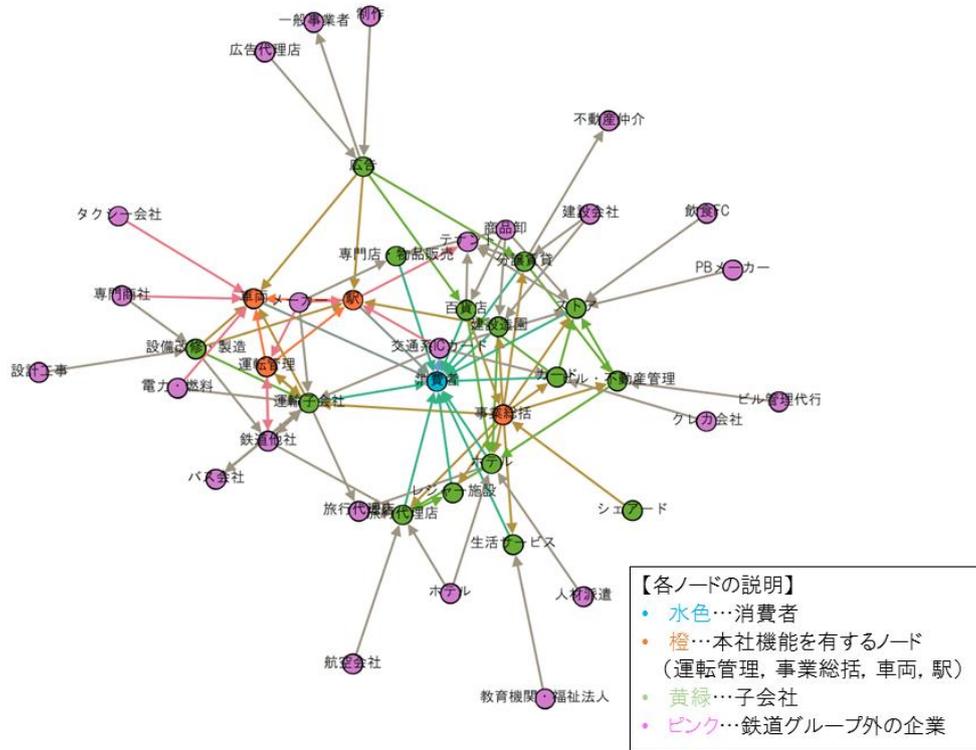


図20 Q電鉄のサービスネットワーク

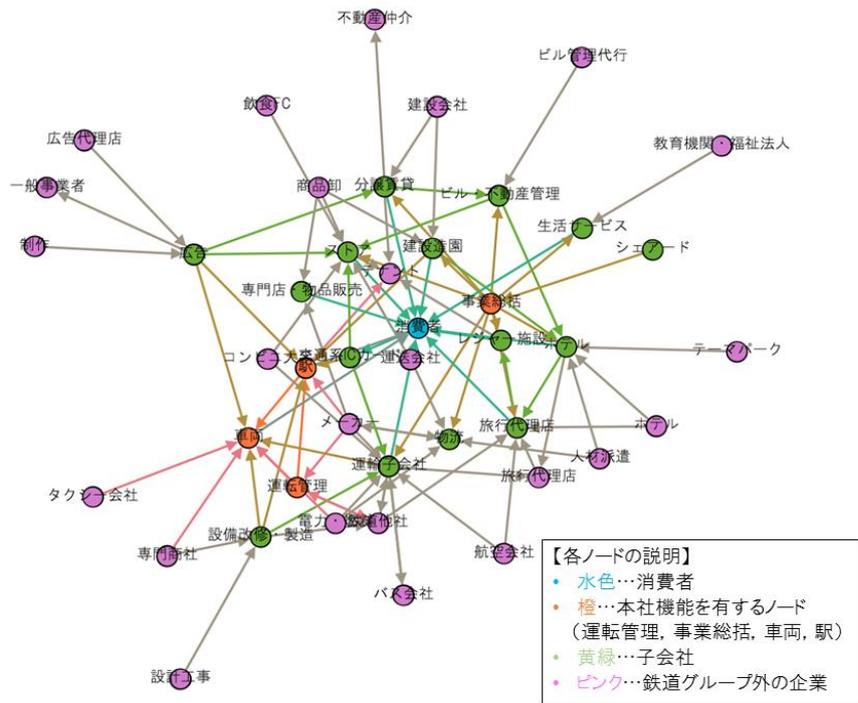


図21 R鉄道のサービスネットワーク

また、上記ネットワーク構造に対して、クラスタ分析を行い、図22のデンドログラムを得た。クラスタ1は4社で構成され、すべての事業者がストア事業を展開している。一方で百貨店、専門店・物品販売といった、他の小売業は行っていないうえに、生活サービス事業も扱っていない。

クラスタ2は7社から構成され、ほとんどの事業者がレジャー施設の運営や広告業を行っている。一方で専門店・物品販売や旅行代理店、設備改修・製造といった事業はほとんど行われていない。

クラスタ3は3社で構成され、建設造園、ホテル、設備改修・製造といった事業を営んでいる。一方でストア、百貨店といった小売業を行っていない。

クラスタ4は4社で構成される。当クラスタに属する事業者はレジャー・サービス業に該当する事業をほとんど保有していない上に、すべての事業者がストア、ビル・不動産管理を保有しておらず、他のクラスタと比較すると事業領域が限定されている。

クラスタ5、6は連結売上が1,000億円以上の大手鉄道事業者で構成されている。クラスタ5は関東地方を営業拠点とする大手民鉄を中心に構成されており、すべての事業者が物流事業を保有していない。また、過去にC電鉄として同一の事業体で企業活動を行っていたD電鉄、B電鉄、Q電鉄、C電鉄の4社は、すべての説明変数が同一であり同様の関連事業を展開していることが特徴的である。クラスタ6は関西地方を営業拠点とする大手民鉄を中心に構成されており、すべての事業者が物流事業を保有している。

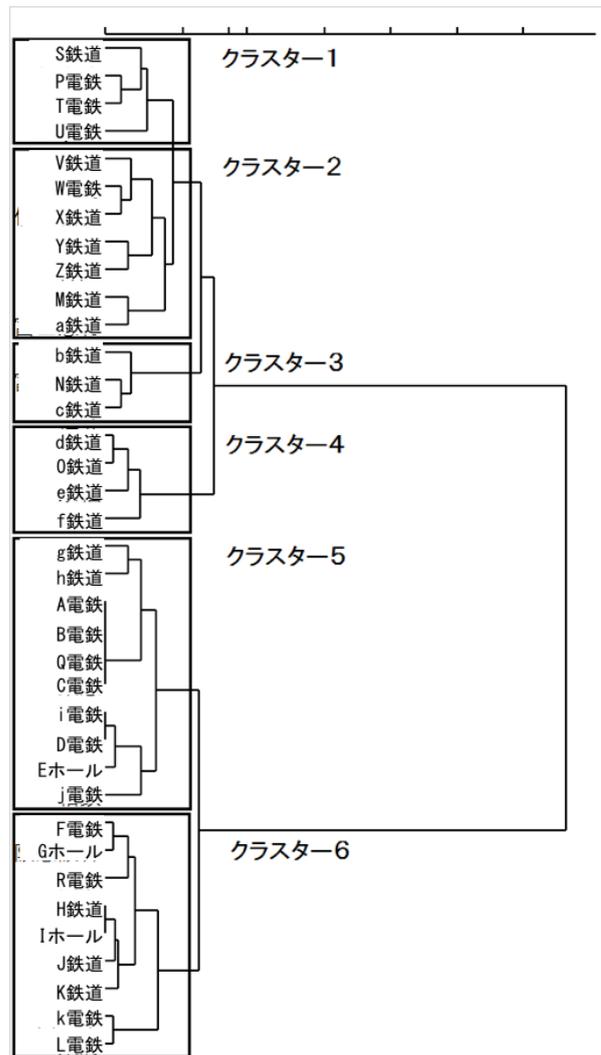


図22 デンドログラム (2012-2014年度)

3 - 3 - 3 (3) 事業構造と財務パフォーマンス分析

まず、得られた財務関連データに関して、重回帰分析を行った。被説明変数には各社の有価証券報告書に掲載されている2011年度-2014年度の営業収益の自然対数、企業が本業によりどれほど稼ぐことができたかを事業者間で比較できる営業利益率の2つを採用した。

説明変数には表2の事業分類に対応する事業毎のダミー変数を利用した。表2の事業分類は正司[5]の第4表にて整理されている鉄道グループ事業の分類を基礎として、3-2-2節で作成したサービスネットワークにて鉄道グループが近年行っている事業を加味して再分類し

たものである。

表2 鉄道グループ事業の分類 ([5]を参考に作成)

運輸	不動産開発	小売販売	レジャー・サービス	その他
在来線	分譲賃貸開発	百貨店	旅行代理店	設備改修・製造 広告 カード シェアード
新幹線	ビル・不動産管	ストア	レジャー施設	
運輸子会社	理	専門店・物品販	ホテル	
物流	建設造園	売	生活サービス	

回帰式に組み込む説明変数はステップワイズ法により決定した。上記の事業のうち運輸業の「在来線」および不動産開発業の「分譲賃貸開発」は全ての鉄道会社が保有しているため、説明変数より省いている。またその他の「シェアード」は業務の特性上、グループ会社に対する売上がほとんどであり、鉄道事業者の連結売上および営業利益に与える影響は僅かであると考えられるため、上記2つの事業と同様に説明変数から省いている。これより、企業 k の回帰式は以下の数式にて表せる。

$$y_k = \alpha_0 + \alpha_i \sum D_{ik} + \varepsilon_k$$

y_k : 説明変数 (営業収益の自然対数値および営業利益率)

α_0 : 定数項

α_i : ステップワイズ法により選択された説明変数の係数。 i は表2から「在来線」「分譲賃貸開発」を除いた事業総数である16以下の自然数。

D_{ik} : ステップワイズ法で選択されたダミー変数 (企業 k が行っている場合は1、他は0)

ε_k : 誤差項

鉄道事業者の収益構造

営業収益 (自然対数値)

表3 営業収益を被説明変数とした重回帰分析における決定係数

決定係数	R	R2 乗	調整済み R2 乗
2011	0.978543	0.957546	0.9454163
2012	0.977343	0.9551985	0.9423981
2013	0.98047	0.9613222	0.9502714
2014	0.977486	0.9554784	0.942758

表4 営業収益を被説明変数とした重回帰分析におけるF値・有意確率

		平方和	自由度	平均平方	F 値	有意確率
2011	回帰	121.78337	8	15.222921	78.942169	3.95323E-17
	残差	5.3994183	28	0.1928364		
	合計	127.18279	36			
2012	回帰	120.62967	8	15.078708	74.622383	8.06023E-17
	残差	5.6578712	28	0.2020668		
	合計	126.28754	36			
2013	回帰	127.64316	8	15.955395	86.991272	9.32686E-18
	残差	5.1355849	28	0.1834137		
	合計	132.77874	36			
2014	回帰	124.88837	8	15.611046	75.1136	7.54572E-17
	残差	5.8193094	28	0.2078325		
	合計	130.70767	36			

表5 営業収益を被説明変数とした重回帰分析における説明変数・標準化係数

係数、t値、有意確率		標準化されていない係数		標準化係数	t 値	有意確率
		B	標準誤差	ベータ		
2011	(定数)	11.208806	0.5073985		22.090735	2.52691E-17
	カード	0.9608181	0.2631231	0.2590235	3.6515921	0.001060478
	物流	0.9078646	0.1994348	0.2100905	4.5521868	9.42544E-05
	運輸子会社	-2.841741	0.4863465	-0.248554	5.8430381	2.79412E-06
	ストア	0.9407136	0.22597	0.2176921	4.1630028	0.000271027
	ホテル	0.7513633	0.2010236	0.1852328	3.7376865	0.000845094
	専門店・物品販	0.6638468	0.1769601	0.17844	3.7513922	0.000815004

	売					
	ビル・不動産管理	0.6631564	0.1897046	0.1782545	3.4957319	0.001594064
	百貨店	0.7591993	0.2187763	0.2046698	3.4702084	0.001703308
2012	(定数)	11.307849	0.5194003		21.77097	5.64655E-17
	カード	0.9757532	0.2693469	0.2639805	3.6226636	0.001144208
	物流	0.8898247	0.2041522	0.2066444	4.3586338	0.000159588
	運輸子会社	-2.888656	0.4978504	-0.253551	5.8022574	3.11972E-06
	ホテル	0.8248	0.2057786	0.2040566	4.0081917	0.000411077
	ストア	0.896657	0.231315	0.2082311	3.8763465	0.000584828
	専門店・物品販売					
	ビル・不動産管理	0.6092212	0.1811459	0.1643362	3.3631526	0.002245814
	百貨店	0.6493219	0.1941918	0.1751533	3.3437143	0.002360787
	百貨店	0.7478105	0.2239512	0.2023129	3.339168	0.002388486
2013	(定数)	11.241292	0.4948466		22.716718	6.40887E-17
	カード	0.969453	0.256614	0.2557848	3.7778646	0.00075982
	ストア	0.9821113	0.22038	0.2224313	4.4564452	0.000122333
	物流	0.9289463	0.1945013	0.2103903	4.7760421	5.11587E-05
	運輸子会社	-2.928397	0.4743154	-0.250678	6.1739443	1.14754E-06
	ホテル	0.8118958	0.1960508	0.1958927	4.1412522	0.000287406
	専門店・物品販売					
	ビル・不動産管理	0.6353088	0.1725825	0.1671318	3.6811881	0.000981002
	百貨店	0.7857184	0.2133643	0.2073074	3.6825204	0.000977565
	ビル・不動産管理	0.6606674	0.1850118	0.173803	3.5709481	0.001310202
2014	(定数)	11.291228	0.5267583		21.435311	5.0527E-17
	カード	0.9735446	0.2731626	0.2588913	3.5639755	0.001334301
	物流	0.9302087	0.2070443	0.2123387	4.4928005	0.000110807
	運輸子会社	-2.914777	0.5049031	-0.251481	5.7729439	3.37719E-06
	ストア	0.9585366	0.2345919	0.2188052	4.0859756	0.000333553
	ホテル	0.8038666	0.2086937	0.195486	3.8518965	0.000624179
	専門店・物品販売					
	ビル・不動産管理	0.6417801	0.1837121	0.1701666	3.4934023	0.001603747
	百貨店	0.757647	0.2271237	0.2014784	3.3358339	0.002408998
	ビル・不動産管理	0.6491124	0.1969428	0.1721107	3.295944	0.002667959

説明変数に含まれている事業は8つあり、4年間を通じて同じ事業が説明変数として選択されている。百貨店、ビル・不動産管理、物流、ホテル、カード、ストアおよび専門店・

物品販売という7事業が営業収益を引き上げており、運輸子会社は収益を押し下げていることがわかる。特に小売業のセグメントに分類される3事業（百貨店、ストア、専門店・物品販売）はすべて収益を向上させる変数として選ばれている。

営業利益率

表6 営業利益率を被説明変数とした重回帰分析における決定係数

決定係数	R	R2 乗	調整済み R2 乗
2011	0.766569	0.5876283	0.5360818
2012	0.730523	0.5336635	0.4912693
2013	0.748181	0.5597751	0.5197546
2014	0.708547	0.5020386	0.4567693

表7 営業利益率を被説明変数とした重回帰分析におけるF値・有意確率

		平方和	自由度	平均平方	F 値	有意確率
2011	回帰	689.66966	4	172.41742	11.399973	7.27346E-06
	残差	483.97987	32	15.124371		
	合計	1173.6495	36			
2012	回帰	726.15901	3	242.053	12.588116	1.19818E-05
	残差	634.54682	33	19.228692		
	合計	1360.7058	36			
2013	回帰	880.22792	3	293.40931	13.987227	4.73118E-06
	残差	692.23921	33	20.976946		
	合計	1572.4671	36			
2014	回帰	817.02636	3	272.34212	11.090064	3.44198E-05
	残差	810.39121	33	24.557309		
	合計	1627.4176	36			

表8 営業利益率を被説明変数とした重回帰分析における説明変数・標準化係数

係数、t値、有意確率	標準化されていない係数		標準化係数	t 値	有意確率	
	B	標準誤差	ベータ			
2011	(定数)	13.349654	4.0958012		3.2593511	0.002711057
	新幹線	7.7062608	2.3545142	0.3734855	3.2729728	0.00261607
	運輸子会社	-9.052688	4.0590938	-0.260651	2.230224	0.033109121
	ストア	3.6516052	1.6297852	0.2781724	2.2405439	0.03236154
	生活サービス	-4.930359	1.5339337	-0.409797	3.2141929	0.003050145
	ビル・不動産管理	3.4487404	1.5726918	0.3051616	2.1928902	0.035944711
2012	(定数)	18.787778	4.7081215		3.990504	0.000345647
	新幹線	10.133333	2.6852857	0.4561098	3.7736518	0.00063657
	運輸子会社	-15.96	4.4754762	-0.426777	3.566101	0.001131175
	ストア	4.2822222	1.7139769	0.3029608	2.4984131	0.017632756
2013	(定数)	20.881944	4.917495		4.2464597	0.000166298
	新幹線	11.0375	2.8047022	0.462146	3.9353554	0.000404073
	運輸子会社	-18.13417	4.6745037	-0.451084	3.879378	0.000473205
	ストア	4.5780556	1.7901986	0.3012934	2.5572892	0.015331203
2014	(定数)	20.50886	5.2475412		3.90828	0.000436183
	新幹線	10.383958	3.1177879	0.4273785	3.3305531	0.002143287
	運輸子会社	-15.97063	5.1080467	-0.390502	3.1265621	0.003678447
	ビル・不動産管理	3.8111397	1.7260879	0.2863808	2.2079639	0.034306164

営業収益の場合とは異なり、年度ごとに選択される説明変数が変化する。4年間を通じて新幹線、運輸子会社、ストア、ビル・不動産管理、生活サービスの5事業が選ばれており、その中で新幹線、ストア、ビル・不動産管理は利益率を向上させ、一方で運輸子会社、生活サービスは利益率の低下につながっている。

クラスタ別の財務パフォーマンス比較

3-2-2節で得られたクラスタ別に財務パフォーマンスを調べる。表9は2012-2014年度における各クラスタの平均、分散を、表10は営業収益に関する分散分析、表11は営業利益率に関する分散分析をまとめたものである。分散分析にて、営業収益は3年間を通じて1%の

有意水準を満たしており、営業利益率は2012、2013年は5%、2014年は10%の有意水準を満たす。

表9 各クラスタの平均・分散 (2012-2014年度)

営業収益 (自然対数)	標本数	2012		2013		2014	
		平均	分散	平均	分散	平均	分散
クラスタ 1	4	10.49565	3.166822	10.49816	3.186881	10.54007	3.24381
クラスタ 2	7	9.808063	0.571758	9.799084	0.586876	9.807495	0.593952
クラスタ 3	3	9.439743	0.084431	9.314211	0.257577	9.324	0.255067
クラスタ 4	4	9.619482	0.903414	9.5215	0.943058	9.645527	0.905902
クラスタ 5	10	12.69189	0.33109	12.70308	0.339395	12.71421	0.331106
クラスタ 6	9	13.53045	0.655613	13.59009	0.656992	13.59987	0.641385

営業利益率	標本数	2012		2013		2014	
		平均	分散	平均	分散	平均	分散
クラスタ 1	4	11.1725	98.52563	11.215	131.1831	11.055	117.5134
クラスタ 2	7	6.688571	15.77648	6.182857	13.75366	6.242857	24.31952
クラスタ 3	3	2.593333	7.916133	2.983333	10.41163	3.4	21.49
クラスタ 4	4	0.735	25.7863	0.94	19.09607	1.7	25.76667
クラスタ 5	10	6.744	6.19676	7.45	8.681578	7.809	9.204299
クラスタ 6	9	11.24667	47.09888	11.75	59.6536	12.02778	62.36149

表10 営業収益 (自然対数) の分散分析 (2012-2014年度)

2012	変動	自由度	分散	観測された分散比	P-値	F 境界値
グループ間	102.2527	5	20.450541	26.376998	2.60573E-10	2.5225378
グループ内	24.034834	31	0.7753172			
合計	126.28754	36				

2013	変動	自由度	分散	観測された分散比	P-値	F 境界値
グループ間	108.04202	5	21.608405	27.079601	1.88485E-10	2.5225378
グループ内	24.736722	31	0.7979588			
合計	132.77874	36				

2014	変動	自由度	分散	観測された分散比	P-値	F 境界値
グループ間	106.07366	5	21.214732	26.697097	2.2464E-10	2.5225378
グループ内	24.634015	31	0.7946456			
合計	130.70767	36				

表11 営業利益率の分散分析（2012－2014年度）

2012	変動	自由度	分散	観測された分散比	P-値	F 境界値
グループ間	444.71707	5	88.943413	3.0101306	0.02500663	2.5225378
グループ内	915.98877	31	29.548025			
合計	1360.7058	36				
2013	変動	自由度	分散	観測された分散比	P-値	F 境界値
グループ間	462.92142	5	92.584284	2.5867459	0.045603339	2.5225378
グループ内	1109.5457	31	35.791797			
合計	1572.4671	36				
2014	変動	自由度	分散	観測された分散比	P-値	F 境界値
グループ間	426.94948	5	85.389896	2.2050455	0.079020184	2.5225378
グループ内	1200.4681	31	38.724777			
合計	1627.4176	36				

次に、クラスタ分析により作られた6つの鉄道事業者グループより、1社ずつ事業者を選出し、分析、考察を行う。各クラスタより選出した事業者は表12のとおりである。以下のフローに従って分析を行う。まず各クラスタを構成する事業者の特徴を振り返り、次に代表事業者の事業概要（営業地域、事業領域、売上割合など）を記す。そして各事業者のサービスネットワークを元に、各鉄道事業者の特徴を定性的に議論する。

表12 各クラスタの代表企業

クラスタ名	選出企業
クラスタ 1	P電鉄
クラスタ 2	M電鉄
クラスタ 3	N鉄道
クラスタ 4	O鉄道
クラスタ 5	Q電鉄

クラスタ 6	R鉄道
--------	-----

クラスタ1

クラスタ1は4社で構成され、すべての事業者がストア事業を展開している。一方で百貨店、専門店・物品販売といった他の小売業は行っていない。クラスタ1からは、P電鉄を取りあげて分析する。

P電鉄はある地方部に1路線（営業キロ26.5km）を保有する鉄道会社である。運輸、不動産業を中心に行っており、2014年度の売上割合はそれぞれ81%、16%である。

P鉄道はi電鉄の関連会社であり、P電鉄の全線およびi電鉄の一部で相互乗り入れを実施している。またi電鉄の子会社であるi車両工業、i建設はP鉄道の関連会社であり、P鉄道が保有する建物、車両といった資産の設計・建設および点検を行っている。

収益の面では高い営業利益率を誇り、2014年度の営業利益率は15.4%である（本研究の分析対象である鉄道事業者37社の平均：7.87%）。

P鉄道のサービスネットワークは図19にて表されている。本社および子会社が展開する事業が運輸、分譲賃貸開発、ストアの3つに限られており、他の事業者と比較するとネットワーク全体が小さい。またクラスタ3-6を代表する企業のサービスネットワーク（図17、図18、図6、図11等参照）と比較すると、鉄道企業グループを形成する橙、黄緑、深緑色のノードが直線状に並んでいるように見える。これは上記のノードが密に結びついていないことから、ネットワークを形成するアルゴリズムによって各ノードが離れた配置となることが要因と考えられる。よって他の鉄道事業者と比較すると、グループ内の関係が薄いことが伺える。

クラスタ2

クラスタ2は7社から構成され、ほとんどの事業者がレジャー施設の運営や広告業を行っている。一方で専門店・物品販売や旅行代理店、設備改修・製造はほぼ行われていない。

クラスタ2からは、M電鉄を取りあげて分析する。

M電鉄はある地方部に2路線（営業キロ63.2km）を保有する鉄道事業者である。運輸、流通、不動産業を中心に営んでおり、2014年度の売上割合はそれぞれ38%、43%、11%である。また運輸業の売上に占める鉄道旅客輸送業の売上割合は68%である。なおZ電鉄、I電鉄本線と相互乗り入れを実施している。

M電鉄のサービスネットワークは図16にて表される。クラスタ1のP電鉄と比較すると、行っている事業が新京成より多いことからネットワークを構成するノードが増加しており、消費者を中心とした楕円内にグループ企業のノードが集まっている。ただ車両や駅、運輸子会社といったグループ内の多くのノードとリンクを持つ設備改修・製造を保有していないため、事業総括以外の本社機能を表すノードは子会社のノードとあまりつながりをもたない。

クラスタ3

クラスタ3は3社で構成され、建設造園、ホテル、設備改修・製造といった事業を営んでいる。しかし小売業はほぼ展開しておらず、c電鉄が専門店・物品販売を行っているのが唯一である。クラスタ3からは、N鉄道を取りあげて分析する。

N鉄道はある地方部に4路線（営業キロ100.2km）を保有する鉄道事業者である。運輸、

不動産、建設、航空輸送事業代理業などを営み、2014年度の売上割合はそれぞれ61%、4%、6%、4%である。多くの地域で路線バスを運行しており、運輸業に占めるバス事業の割合は70%に上る。航空輸送事業代理では子会社のN鉄道サービスが航空会社αの当該地区総代理店として、当該地域の空港における航空会社αの地上業務全般と、各外国航空会社の地上業務を受託・代行している。

N鉄道のサービスネットワークは図17にて表される。事業総括が他の本社機能を持つノード周辺の塊から離れた位置にあることが特徴である。また小売業を営んでいないことから、消費者と鉄道企業グループの関係が薄くなっていることが考えられるが、「建設造園」「生活サービス」「ホテル」といった一般消費者へサービスを提供する関連事業が存在することから、消費者へサービスを提供するノードが一定数存在しており、他の鉄道事業者同様に消費者がネットワークの中心に位置していることがうかがえる。

クラスタ4

クラスタ4は4社で構成される。当クラスタに属する事業者はレジャー・サービス業に該当する事業をほとんど保有していない上に、すべての事業者がストア、ビル・不動産管理を保有しておらず、他のクラスタと比較すると事業領域を絞っている。クラスタ4からは、O鉄道を取り上げて分析する。

O鉄道はある地方部に2路線（営業キロ55.6km）を保有する鉄道事業者である。運輸、レジャー・サービス、不動産業を中心とした事業構成であり、2014年度の売上構成はそれぞれ75、14、6%である。特に運輸業に含まれるバス事業の売上割合は2014年度において53%と、企業グループを支える事業になっている。クラスタ1で取り上げたP電鉄と同様にi電鉄

の関連会社であり、営業上の取引が存在する。

なおO鉄道がレジャー・サービス業として主に展開している情報サービス業および旅行業は、表2の事業分類においてそれぞれ専門店・物品販売および運輸子会社と認識してネットワークを描いている。旅行業を運輸子会社と解釈したのは、O鉄道が行っている旅行業は自社バスを利用したバスツアーの企画・実施が主であるため、運輸業の付帯事業と判断できるからである。

O鉄道のサービスネットワークは図18にて表される。小売業やレジャー・サービス業といった消費者へ商品販売・販促活動を行う事業をほとんど行っていないため、旅客運輸を担う「運輸子会社」(回数：10)「車両」(回数：9)「駅」(回数：8)のノードを中心としたネットワークの構図になっていることが特徴として挙げられる。

クラスタ5

クラスタ5には10社が含まれており、物流事業を保有していない大手鉄道事業者により構成される。クラスタ5からはQ電鉄を取りあげて分析する。

Q電鉄はある県の中央部を走る3路線(営業キロ120.5km)保有する鉄道事業者である。運輸、不動産、小売業を中心に営んでおり、2014年度の売上割合は32%、42%、11%である。また運輸業の売上に占める鉄道旅客輸送業の売上割合は75%であることから、クラスタ2のM電鉄に類似した事業構成割合であるといえる。なおU電鉄、K鉄道および子会社のX鉄道との相互乗り入れを実施している。

またQ電鉄はグループ子会社および関連会社として建設事業者を保有していない。そのため建設造園に該当する事業は造園のみである。

Q電鉄のサービスネットワークは図20にて表される。クラスタ1から4の代表企業と比較すると事業規模が大きく異なり、表2に掲載されている事業の多くを営んでいるため、サービスネットワークを構成するノードが増加している。そのため鉄道他社やテナント、商品卸といった外部企業のノードが多くグループ会社とつながりを持ち、ネットワークの中心部に近づいており、図1の基本ネットワークとほぼ同じ構図である。

クラスタ6

クラスタ6には9社が含まれており、物流事業を保有する大手鉄道事業者により構成される。クラスタ6からは、R鉄道を取りあげて分析する。

R鉄道はある県を基盤として4路線（営業キロ数106.1km）を保有する鉄道事業者である。運輸、物流、流通、不動産業を中心に営んでおり、2014年度の売上割合はそれぞれ23%、16%、22%、24%である。また運輸業の売上に占める鉄道、バス事業の売上割合はそれぞれ27%、73%であり、鉄道事業の売上割合が低いことが特徴である。

R鉄道のサービスネットワークは図21にて表される。R鉄道の特徴は、ほとんどの鉄道事業者においてネットワークの周縁部に配置される「コンビニ大手」が運輸子会社へのリンクを持ち、ネットワーク内部に配置されていることである。これは子会社のタクシー会社が、大手コンビニエンスストアおよび通信事業者と共同でタクシー配車サービスを行っており³、大手コンビニエンスストアと連携したサービスを多面的に展開していることに起因する。

なおクラスタ5のQ電鉄との違いとして物流事業を営んでいることが挙げられる。物流のノードは「メーカー」「人材派遣」「電力・燃料」といった外部事業者とリンクを持ち、

³ https://www.family.co.jp/company/news_releases/2014/140904_01.pdf 参照

物流事業の存在により、上記の外部企業と鉄道事業グループの関係が深まっていると考えられるが、図20、21からはネットワーク構造の明確な変化を読み取ることは困難である。

鉄道事業者のネットワーク指標を用いた重回帰分析

次に、鉄道事業者の内部構造と収益性の相関を明らかにするために、ネットワーク指標を用いた重回帰分析を行った。ここでの重回帰分析の概要は以下の通りである。被説明変数には先述の重回帰分析と同様に、鉄道企業グループの営業収益・利益率を採用している。説明変数には上で述べた重回帰分析により説明変数に選択された関連事業のネットワーク指標を採用した。なお説明変数の選択には、先述のものと同様にステップワイズ法を用いている。

表13 重回帰分析にて選択された説明変数

被説明変数	営業収益		利益率
選択された 事業	運輸子会社	百貨店	運輸子会社
	物流	ストア	生活サービス
	ビル・不動産管理	ホテル	ビル・不動産管理
	専門店・物品販売	カード	ストア

まず、営業収益を被説明変数とした重回帰分析を実施した。回帰式は表14のように記述できる。

表14 営業収益を被説明変数とした重回帰分析の概要

ネットワーク指標 の種類	次数中心性	クラスタ係数
回帰式	$y_k = \alpha_0 + \alpha_i \sum CD_{ik} + \varepsilon_k$	$y_k = \alpha_0 + \alpha_i \sum C_{ik} + \varepsilon_k$
凡例	y_k : 営業収益	
	α_0 : 定数項	
	α_i : ステップワイズ法により選択された説明変数の係数	
	CD_{ik} : 選択された次数中心性	C_{ik} : 選択されたクラスタ係数
	ε_k : 誤差項	

重回帰分析の結果、次数中心性を説明変数とした場合には「百貨店」(5%の有意水準を満たす)が、クラスタ係数を説明変数とした場合は「物流」(1%の有意水準を満たす)が説明変数として選択された。

まず百貨店の次数中心性についてとりあげる。以下の表15にあるように自社グループに百貨店を保有していない大手鉄道事業者は4社あり、該当企業の百貨店の次数中心性は0である。また大手鉄道事業者の中で売上高を比較すると、表15にある4社は売上が低い傾向にある。これは百貨店を保有している鉄道事業者と比較すると一般消費者との関係が薄く、消費者へもの・サービスを販売することで収益をあげる機会が少ないため、売上高が相対的に低くなっていると考えられる。

表15 百貨店事業を保有していない大手鉄道事業者の売上順位（全17社中）

	Eホールディング	R鉄道	j鉄道	F電鉄
売上順位	10	12	15	17

次に鉄道事業者の収益が物流事業のクラスタ係数と正の相関を持つ意味について考察する。図22においてクラスタ構造を形成するのは、「物流→百貨店→事業総括→物流」の1つのみである。そのため、百貨店事業を行っていない鉄道事業者は、物流事業を中心としたクラスタ構造を保有しないといえる。よって百貨店事業を保有していないR鉄道、F電鉄の2社の物流事業におけるクラスタ係数は0となる。

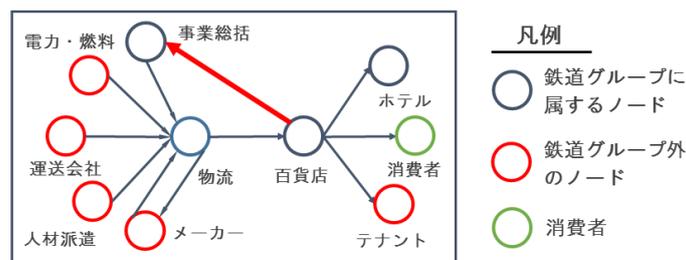


図22 基本ネットワークにおける物流周辺のノード・リンク

表16より上記の物流事業を持っているが百貨店事業を行っていない2社は大手鉄道事業者の中で売上高が低い一方で、どちらの事業も展開しており物流事業のクラスタ係数が正である事業者は大手事業者の中でも売上高が高い。これより物流と百貨店の両事業が存在

することでシナジー効果が生まれ、鉄道事業者の収益を大きく引き上げていると考えられる。

表16 物流事業を営む大手鉄道事業者の売上順位（全17社中）

	K鉄道	L鉄道	k電鉄	Iホールディングス	Gホールディングス	J鉄道	H鉄道	R鉄道	F電鉄
売上順位	1	2	3	4	6	7	8	12	17
クラスタ 係数	0.033	0.05	0.05	0.024	0.024	0.071	0.071	0	0
百貨店事 業の有無	あり							なし	

本項の重回帰分析により、百貨店事業は「鉄道事業者と一般消費者の関係を密にする事業」「物流事業のハブとして機能する事業」として、鉄道事業者の収益に大きな影響を与えていることがいえる。

次に、利益率を被説明変数とした重回帰分析を実施した。回帰式は表17のように記述できる。

表17 営業利益率を被説明変数とした重回帰分析の概要

ネットワーク指標 の種類	次数中心性	クラスタ係数
回帰式	$y_k = \alpha_0 + \alpha_i \sum CD_{ik} + \varepsilon_k$	$y_k = \alpha_0 + \alpha_i \sum C_{ik} + \varepsilon_k$
凡例	y_k : 営業利益率	

	α_0 : 定数項	
	α_i : ステップワイズ法により選択された説明変数の係数	
	CD_{ik} : 選択された次数中心性	C_{ik} : 選択されたクラスタ係数
	ε_k : 誤差項	

重回帰分析の結果、次数中心性を被説明変数とした場合は表13に記載されている関連事業は選択されなかった。クラスタ係数を被説明変数とした場合は「ストア」(5%の有意水準を満たす)が説明変数として選択された。

ここで鉄道事業者の利益率がストア事業のクラスタ係数と正の相関をもつことについて考察する。ストア事業周辺のサービスネットワークは図23のように表される。

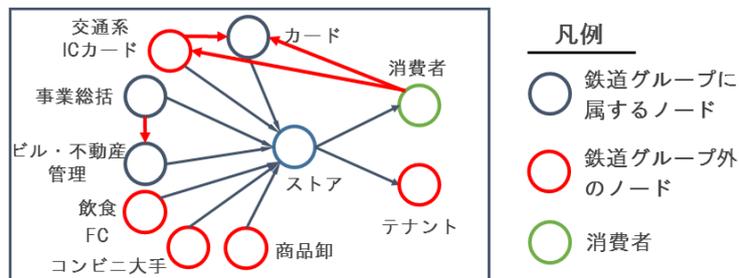


図23 基本ネットワークにおけるストア周辺のノード・リンク

図23においてクラスタ構造を形成するのは「ストア→消費者→交通系ICカード→ストア」「ストア→消費者→カード→ストア」の2つである(矢印の向きを考慮に入れない場合、「ストア、カード、交通系ICカード」「ストア、事業総括、ビル・不動産管理」も該当する)。ここで図23におけるストアとリンクを持つノード同士のリンクを示す赤矢印は、「ビル・

不動産管理」「カード」の関連事業を保有している事業者すべてが保有している。そのため、大手の鉄道事業者間でクラスタ係数の分子は同一である⁴。

また大手のコンビニエンスストア（以下、コンビニ大手）や飲食フランチャイザー（以下、飲食FC）とフランチャイズ契約を締結することで、クラスタ係数の計算式において以下の2点が増える。

- サービスネットワークにおけるストアの次数は増加するため、分母が増加する。
- コンビニ大手、飲食FCはクラスタ構造を形成しないため、分子は変化しない。

以上の2点から、コンビニ大手や飲食FCといった事業者からサービスを受けることはクラスタ係数の低下につながる。この事象と重回帰分析の結果を合わせると、ストアが外部事業者よりサービスを受けている鉄道事業者の営業利益率は低い傾向にあるという示唆が得られる。

本項の重回帰分析より、ストア事業は鉄道事業者の営業収益・利益率共に押し上げる関連事業である一方で、ストア事業が外部企業と提携することは利益率の向上につながっていないことが明らかになった。

3 - 3 - 4 (4) 経済実験のための基本モデル構築

基本モデルの構築について説明する前に、本プロジェクトにおける基本となる概念・方法論である価値創成モデルとメカニズムについて、簡単に以下にまとめる。

価値創成モデル

価値創成モデルは、創発的シンセシス[6]の考え方を基礎として、人工物・人・環境との相互作用を通じた価値の創出において、その構成の違いから3つのクラスに分けられている。元となっている創発的シンセシスは、オートポイエーシス[7]等の自己創出系の考え方も背景としながら、与えられた目的（製品仕様等）を創発的なプロセスを通じて達成するような人工物シンセシスの枠組みを明確に理論化したものである。それを、さらに社会において人工物がどのように価値を創出するかという問題へ拡張し、プロバイダ、レシーバ、製

⁴ 「ビル・不動産管理」を持たない名鉄および「カード」を持たない西鉄を除く

品/サービスの3主体の関係性から、その価値の創出における構成の違いを、情報の不完全性という視点から記述している。具体的には、以下の3つのクラスとして説明されている（図24）。

1. **クラス I 価値創成モデル：提供型価値**

製品やサービスの主体（生産者）と対象（消費者）の価値が独立に明示化でき、かつ、環境が事前に確定できる。モデルは閉じたシステムとして完全記述が可能。最適解探索が課題。

2. **クラス II 価値創成モデル：適応型価値**

製品やサービスの主体（生産者）と対象（消費者）の価値は明示化できるが、環境が変動し、予測困難である。モデルは環境に開いたシステム。適応的戦略が課題。

3. **クラス III 価値創成モデル：共創型価値**

製品やサービスの主体（生産者）の価値と対象（消費者）の価値が独立に確定できない。両者が相互作用し分離できない。主体が参入するシステム。価値共創が課題。

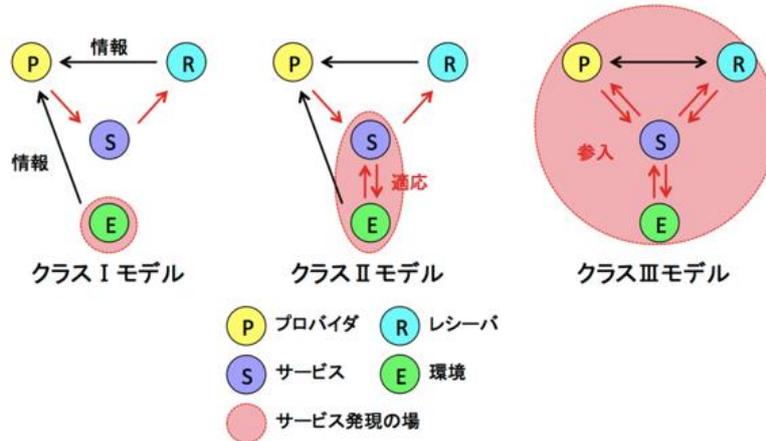
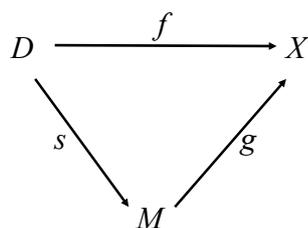


図24 価値創成モデル

メカニズムデザイン

メカニズムデザインは、ゲーム理論の応用分野の1つと言われ、最初の理論的形式を与えたのは Hurwicz [8]であり、その後、様々な研究者によって理論の拡張や応用などが広く展開され今日まで多くの研究がなされている。そこでは、個々の合理的なプレイヤーが自身の利得を追求するという状況のもとで、社会全体として望ましい帰結を得るような制度やルールを構築することを主たる目的としている。メカニズムデザインでは、社会制度等の仕組みを、プレイヤー、選好、利得、メッセージ、ゲームのルール、帰結といった構成要素を用いて表現し、抽象化した一般モデルとして記述される。メカニズムデザインの中心的概念の説明としては、図25に示した三角形のダイアグラムで説明されることが多い。



一般に (M, g) をメカニズムと呼ぶ。メカニズムデザインの主たる目的の1つは、 f によって得られる帰結を実現できるメカニズムを設計すること。

- D: 選好集合**
- M: メッセージ集合**
- X: 帰結の集合**
- f: 社会的選択関数**
 プレイヤの選好の組に対して社会的に良い状態としての帰結を返す写像
- s: プレイヤの戦略関数**
 ゲーム理論におけるナッシュ均衡等の解概念等に従って行動を返す写像
- g: 帰結関数**
 プレイヤが選択した行動に対して帰結を返す写像

図25 メカニズムデザインの基本的な考え方

図中の D はプレイヤが有する選好全体の集合、 X は結果としての取りうる帰結を全て集めた集合、 M はプレイヤが表明するメッセージ全体の集合を意味する。ここで、メッセージとは単なる情報伝達としてのメッセージを意味するのではなく、プレイヤが何らかの意思決定によって表明できる全てを表す一般的概念として導入されている。また、 D から M への写像を戦略関数 s 、 M から X への写像を帰結関数 g と呼ぶ。この設定のもと、一般に (M, g) をメカニズムと呼び、それを適切に定めることがメカニズムデザイン分野での設計の目的となる。

戦略関数 s は、各プレイヤが自身の選好 $d \in D$ に対して、何らかのメッセージ $m \in M$ を選択する行動の対応関係を表す写像である。実際の理論的フレームワークでは、合理的なプレイヤを想定するので、ナッシュ均衡等の均衡概念に基づいた行動を選択する関係を表す関数として s が定義される。また、全てのプレイヤによって選択されたメッセージの組に対して、ある1つの帰結に対応付けるものが関数 g であり、各プレイヤの行動に対して結果を割り当てることを意味する。すなわち、 (M, g) を決定する問題とは、ナッシュ均衡概念等の何らかの合理的選択を行うプレイヤを前提に、彼らが選択したメッセージに対して望ましい帰結 $x \in X$ を割り当てる対応関係を見つけ出すことに他ならない。

ここで、 D から X への写像 f は社会選択関数と呼ばれ、真のプレイヤの選好集合から帰結集合への写像であり、ある選好の組みから理想的な社会全体の帰結の状態に対応付けるものである。すなわち、メカニズムの設計において目指すべきは、 s と g の写像を通して得られる帰結を、社会的選択関数 f によって得られる帰結に一致させるように (M, g) を適切に決定することである。

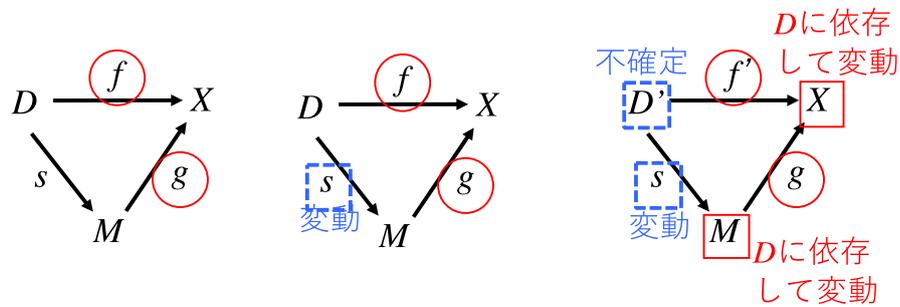
メカニズムデザインに基づく価値創成モデルの定式化と設計問題

メカニズムデザインの考え方を基礎として、価値創成モデルの3つのクラスの定式化の基本的な考え方を以下に示す。

- **クラス I:** P (プロバイダ) の価値は社会的関数 f で表現され、R (レシーバ) の価値は D によって表現されていると考えることができる。クラス I では f の満たすべき性質 (設計目標) と D は事前に確定しており、さらに X も確定している場合

に、P が選好集約問題と情報顕示問題を解きながら f をデザインすることと考える。P の設計対象である f と g 以外は固定されているとし、その状況下での f と g の最適解探索問題であると考えられる。すなわち、Class I のサービスの設計とは、 f と g の決定問題とすることができる (図 26(a))。

- **クラス II:** クラス II の定義から満たすべき性質と D は事前に確定していると考えられる。ここで、環境が変動し、P はこの環境に P/S を適応させようとする。メカニズムデザインにおいて、プレイヤーの戦略関数 s の変化を環境の変化と考える。よって、 s が変動する中で P は f, g (主に後者) をデザインするのがクラス II である。それ以外は固定と考える。すなわち、Class II のサービスの設計とは、 s が変動する状況下での f と g の決定問題となる (図 26(b))。
- **クラス III:** 定義により、クラス III では P の価値 f と R の価値 D が独立に確定できない、すなわち相互に依存しているとされている。単純化のため、 D_i (プレイヤー i が持つ選好集合) に新たな要素が加わるため不確定で確定できないものと考えられる。すなわち $D'_i \supset D_i$ というものを考えて、これに対して $f: D \rightarrow X$ 、あるいは、さらに $X \supset X'$ を考えて $f': D \rightarrow X'$ とする。ただし、 $D = D_1 \times \dots \times D_n$ 。こう考えると、メカニズムデザインの構成要素のうちプレイヤー集合を除くほぼすべて変化することとなる。クラス III では「価値共創」が課題であるため、 f, g 等を R と共に作り出す問題となる。換言すれば、Class III のサービスメカニズム設計問題とは、様々な要素が変動する状況下で f (or f')、 g 等を P と R の相互作用を通じて決定する問題となる。(図 26(c))



(a) クラスI設計問題 (b) クラスII設計問題 (c) クラスIII設計問題

図26 価値創成モデルにおけるサービス設計問題

マッチング問題としての基本フレームワーク

前節で述べた理論的枠組みは、より一般化されたものであるが、経済実験を行うにあたり、単純化されたマッチング問題として具体的にモデル化する。マッチング分野は、従来から研究されてきた (例えば、伝統的なものは[4]など) ものであるが、サービスの一般化された単純な記述形式として採用する。具体的には以下のようなシンプルなモデルとした。

マルチユニット型の需要を持つ買い手と1人の売り手のマッチング問題として定式化されたモデル[1][2][3]を参考に、サービスプロバイダが持つ複数種類の資源と複数のサービス

レシーバをマッチングする問題へ拡張したモデルを構築する。モデルは以下の構成要素から成る。

- ・ サービスレシーバの集合: $M = \{1, 2, \dots, m\}$
- ・ サービスプロバイダの集合 (1人) : $\{0\}$
- ・ プロバイダの資源のタイプ(種類)の集合: Q
- ・ 各資源の数を表すベクトル: $k = (k_j)_{j \in Q} \in \mathbb{N}^{|Q|}$
- ・ レシーバの評価行列: $W = (w_{ij})_{(i,j) \in M \times Q}$
- ・ レシーバの購買能力のベクトル: $r = (r_i)_{i \in M} \in \mathbb{N}^m$

レシーバ i と資源タイプ j の任意の組 $(i, j) \in M \times Q$ に関して、潜在的利益 $w_{ij} \in \mathbb{R}^+$ を持つものとする。これは買い手 i によるタイプ j の評価と解釈される。この潜在的利益をすべてのペア (i, j) について並べることによって得られるのが評価行列 W である。ここで、あるレシーバ i が資源 j を価格 p_j で購入した場合の効用 u_{ij} は、以下のようになる。

$$u_{ij} = w_{ij} - p_j$$

また、レシーバ i の購買能力 r_i は、購入可能な資源の種類の上限数を意味する。

ここで、レシーバと資源マッチング自体が、サービス提供と消費を意味するが、具体的なマッチングとは、以下の写像 μ として定式化される。

$$\mu: S \rightarrow 2^{S \times Q}$$

なお、 $S \subseteq M$ である。すなわち、レシーバの部分集合から直積集合 $S \times Q$ の冪集合への写像であり、 $\mu(i)$ はレシーバ i が割り当てられた資源タイプの集合を与える。具体的な数値例として、以下のようなものを考える。この時、マッチングとは図27のように資源の種類とレシーバが割り当てられることを意味する。

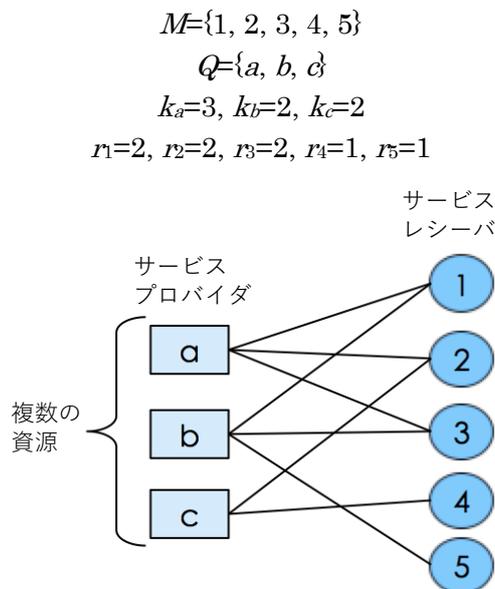


図27 具体的な数値例によるモデルの概念図

各プレイヤーの意思決定

先述のマッチング問題において、各プレイヤーの意思決定は最も単純な形式として、自身の選好を表明するものとする。すなわち、メカニズムデザインにおけるメッセージ $m \in M$ が選好表明の意思決定である（一般に直接メカニズムと言われる）。実際、従来のマッチング研究において、各プレイヤーはすべてのマッチング対象相手に対する希望順序を全て表明する意思決定として問題を規定することが多いが、現実的に考えれば、そのように取りうる組み合わせ全てに対して希望順序をあらかじめ表明することは不自然である。特に本研究では、資源のタイプが複数であり、多対多のマッチング問題となっているため、その組み合わせ数はタイプ数が増えるにつれ爆発する。そこで、本研究では欲しいものだけを順に購買希望として表明するものとして問題を設定した。それは希望する資源の種類の数と購買能力数の表明も暗黙的に意味する。

各クラスにおけるマッチング問題

価値創成モデルの枠組みで先述のマッチング問題の枠組みで考えれば、それぞれ以下のような対応関係して明確に表現できる。

- **クラス I**：この場合は情報が完全であり、先述のマッチングモデルにおいて、レシーバが持つ評価行列や購買能力に関する情報をプロバイダが知っている状況に相当する。そのような状況下でマッチングとしての配分の仕方 μ を定める問題となる。レシーバが表明するメッセージ m は資源タイプに対する希望となるが、レシーバの行動表明にかかわらず、プロバイダは評価行列を知っているため、その情報を用いたマッチングができる。よって、 D から X への写像である f のみの決定問題に相当するものとみなせる。
- **クラス II**：環境に関する情報が不完全であり、先述の議論から s が変動する状況下での f と g の決定問題であった。本マッチングモデルにおいては、プロバイダが各プレイヤーの購買能力の情報が分からず、かつランダムに変動するものと仮定する。すなわち、今回は単純化のために環境の変動は購買能力のみとし、それが変動するためにレシーバの行動に影響を与え、 s が変化するものとみなす。この状況下において、 f を決定することは、サービスプロバイダが理想状態として考える配分状態への写像を意味し、プロバイダの理想サービスを定めることを意味する。一方、 g の決定は表明されたレシーバの希望に基づいて、資源を配分する行為に相当するため、具体的にどのような資源を提供するかという部分の設計に相当する。なお、本稿では単純化のために、 f は消費者余剰（全レシーバの利得合計）を最大化するような資源配分であると仮定する。それは、サービス提供者は消費者の価値を最大化するようにサービスを提供したいと考えていることを意味する。
- **クラス III**：先述の議論では、プロバイダとレシーバの相互作用を通じて f と g を決定することであった。この相互作用を単純化し、本マッチングモデルでは、レシーバの希望が多かった場合には、その希望の対象となった資源タイプに対するレシーバの評価値が少しずつ増加するものとし、逆に希望の少ないものは減少するものとした。これはネットワーク外部性のような性質を想定している。さらに、ある資源タイプに対するレシーバの評価値がランダムに変化するものとした。一方、プロバイダ側は、消費者の希望の集中によって、レシーバは資源タイプを新たに追加して増やすものとし、また希望が少ない（人気のない）ものは減らされるという仕組みを相互作用として導入した。クラス III のサービス設計問題とは、このようなプロバ

イダとレシーバが相互作用する状況下で、 f と g の決定問題となる。 f については、クラスIIと同じく、消費者余剰の最大化とし、 g とはマッチング μ を決定することに他ならない。

以上の通り、価値創成モデルの考え方をメカニズムデザインの理論的枠組みで捉え直し、基本モデルを定式化することができた。

3 - 3 - 5 (5) 基本モデルにおける既存メカニズムの有効性検証

前節で述べたモデルに対して経済実験を実施した。本モデルにおけるサービス設計問題とは、マッチング μ の写像関係を定めることに相当するが、スクラッチから理想的な μ を求めることは一般に困難である。そこで、本稿ではまず第1ステップとして、既存の有用として知られるマッチングアルゴリズムが本研究で対象とする価値創成モデルのクラスIIとクラスIIIが想定する不完全情報下でどのように機能するかを調べる。具体的には、DA (Deferred Acceptance) アルゴリズム[4]とボストン方式を用い、その比較を行った。

DAアルゴリズムは、Gale and Shapleyによってその有効性が理論的に示されており、耐戦略性を満たし、安定マッチングを実現する。さらには計算量自体も多項式時間で計算可能であることも証明されており、優れたマッチングアルゴリズムである。耐戦略性とは、他のプレイヤーがどのような行動に対しても正直に自身の選好を表明することが合理的になっている性質のことで、有用なメカニズム（制度）の性質の1つであるとされる。また、安定マッチングとは、マッチングされた配分結果において、互いにより選好するのにマッチングされて無いという状態が存在しないことである。すなわち、配分されたマッチング結果に逸脱のインセンティブが無いと言うこともできる。

一方、ボストン方式は公立学校選択において、実際に米国ボストン市で長く用いられていたマッチング方式であり、耐戦略性を満たさないことが理論的に示されている。なお、ボストンでは公立学校選択では、2005年からDAアルゴリズムが新しく導入され、実運用されている。メカニズムデザイン分野の成果を実社会へ実践された例として有名である。

それぞれのアルゴリズムは次の通りである。

DA アルゴリズム

プレイヤー（学生など）とその割当先（学校など）をマッチさせる多対一マッチングの枠組み⁵としてDAアルゴリズムの一般的な手順を説明する。

1. 各プレイヤーが表明する希望順に基づいて順次仮マッチしていく
2. 希望が競合した場合には、すでに別のプレイヤーが仮マッチされていたとしても、割当先が有するプレイヤーに対する希望順序の高い方を優先し、先の仮マッチを解消し新たに仮マッチする
3. 仮マッチが外れたプレイヤーは次の希望に基づき仮マッチされる
4. 全ての仮マッチが終了すれば、その状態を最終的なマッチングとして確定する

ボストン方式

ボストン方式のアルゴリズムは一般的には以下のとおりである。

⁵ DAアルゴリズムは1対1マッチングの枠組みでも当然有効であるが、ここでは多対1マッチングとして説明する。

1. 割当先の優先順序によって定められた順に、各プレイヤーの第1希望を順次割り当てていく
2. 第1希望が満たされなかったプレイヤーは、第2希望を残っている枠で順次埋めていく
3. 上記の手順を繰り返す

実験設定における各マッチングアルゴリズム

項目(4)で述べた本モデルに当てはめると、DAアルゴリズムとボストン方式アルゴリズムは、具体的に以下の通りである。

DAアルゴリズム

先に述べた通り、本モデルでは f を消費者余剰を最大化するように配分することと定めており、この場合には、プロバイダ側のレシーバに対する希望順序は、評価値の高いレシーバとなり、そのようなプレイヤーが優先されて仮マッチされることになる。その他の点については、基本的に同じである。

ボストン方式

ボストン方式でも、 f を消費者余剰を最大化するように配分することであるため、プロバイダ側の優先順序は、レシーバの評価値の高い順であるため、その順でレシーバの希望に基づき順次資源タイプを割り当てていく。その他の点については、基本的に元のアルゴリズムと同じである。

実験実施に関する情報

実験は2015年12月14日、18日、2016年1月4日、7日の合計4日間行った。実際に利用した東京大学に設置の実験室の様子を図28に示す。各実験は、最初に30分程度のインストラクションにより実験内容の詳細が説明され、その後意思決定が開始される。1回の実験で2時間程度の所用時間であった。また、各日で別の被験者で実験を2回実施し、合計8回の実験を行った。被験者は東京大学の学生を対象として学内掲示板やWebを通じて一般的に広く募集し、参加した被験者の合計は128名である。価値誘発理論[7]に基づき、実験中の得点に比例する形で現金報酬を支払い、平均額は3433円であった。

本モデルでは、プロバイダの意思決定はマッチングルールを定めることに相当するが、先述の通り既存のDAアルゴリズムとボストン方式を用いるため、今回はプロバイダは被験者として参加しない。また、情報が完全であるクラスIについては、レシーバの意思決定は本質的な意味をなさないため実験を行わないものとし、クラスIIとクラスIIIのモデルに関して実験を行った。なお、モデルに関するパラメータは表18の設定を用いた。



図28 実際の実験室の様子

表18 実験で用いたパラメータ設定

買い手の数	4
評価行列の値	[3, 10]の一樣分布
購買能力の値	[2, 4]の一樣分布
価格	3
初期資源タイプ数	7
初期在庫数 k	(4, 3, 3, 2, 2, 1, 1)
注文表明数の上限	6

実験結果と考察

1回の実験は、DAアルゴリズムとポストン方式の2セッションで構成され、同じ被験者が両アルゴリズムを経験する。学習効果の影響を考慮するため、各クラスにおいて、DAアルゴリズムを先に行う実験（クラスII-1実験、クラスIII-1実験）とポストン方式を先に行う実験（クラスII-2実験、クラスIII-2実験）を行った。

実験結果を図29～31に示す。なお、実験結果は繰り返し意思決定の最終ターンのデータを用いて平均値をプロットしている。結果は、各クラスのマッチングアルゴリズムにおいて消費者余剰の大きさと、正直な行動表明の2点で評価する。消費者余剰の結果については、サービスプロバイダが目指す f （プロバイダ理想と考えるサービスの設計目的）がどれだけ遂行できているかということの意味し、正直な行動表明の結果については、耐戦略性がクラスIIやクラスIIIの環境下でも満たされるかを確認するためのものである。

実験の結果、クラスII-1実験とクラスII-2実験で差はほとんど見られず、同様にクラスIII-1実験とクラスIII-2実験間でも差は少なく、アルゴリズムの実施順の効果はほとんど見られないことが分かる。一方、消費者余剰を見ると（図29、30）、クラスIIでは両アルゴリズムに差がないが、一方クラスIIIではポストン方式の方が高い消費者余剰を達成している。これは、クラスIIIのように環境（購買能力）が変動し、かつ目的（評価値）も変動するような場合には、理論的には優れていると言われるDAアルゴリズムが必ずしも良いパフォーマンスを示さないことが示唆される。

また、図31を見ても分かる通り、正直な行動表明をする割合が両アルゴリズムで低い値となっている。クラスIIでは、DAアルゴリズムの方が正直な行動表明を行う被験者が多く、DAアルゴリズムが本来持つ耐戦略性が一部で示された結果とも言える。一方で、クラスIIIでは、両アルゴリズムで2割以下の割合しか正直に表明している被験者がおらず、加えて、差は僅かではあるが、ポストン方式の方がその割合が多い。DAアルゴリズムは一対他マッチングでは耐戦略性を有するが、本モデルが想定する多対多で、かつ環境や目的が変動する状況下では、その性質が有効に機能しないことが分かる。その結果、特にクラスIIIのモデルに置いて、DAアルゴリズムの消費者余剰がポストン方式よりも低くなるという結果となっている。すなわち、多くの被験者が戦略的操作（虚偽の行動表明によって自身の利得を高くする行動）を取り、その結果、社会的余剰を最大化するようなマッチングが必ずしも達成できないことを意味する。一方で、ポストン方式のように直感的に理解可能なメカ

ニズムの方が、戦略的操作が含まれたとしても、結果として、高い消費者余剰を実現することが明らかになった。

以上の結果から、従来優れているメカニズムであるDAアルゴリズムが、多対多でかつ、情報が不完全なクラスIIやクラスIIIのような状況下では必ずしも有効に機能しないことが示され、実サービスのような動的で不完全情報の環境下では、より適切なマッチングの仕組みを検討する必要性が示された。

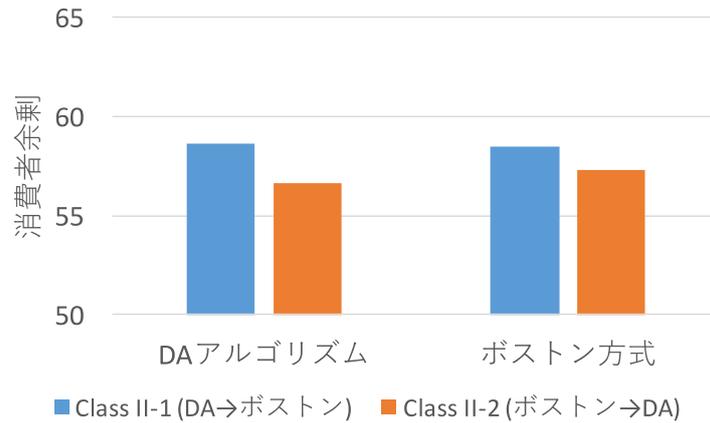


図29 クラスIIの結果：消費者余剰

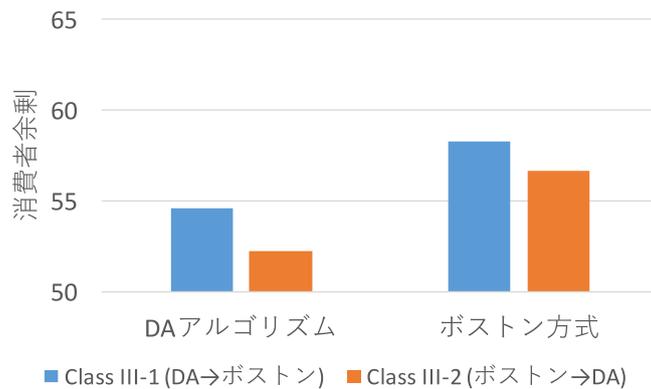


図30 クラスIIIの結果：消費者余剰

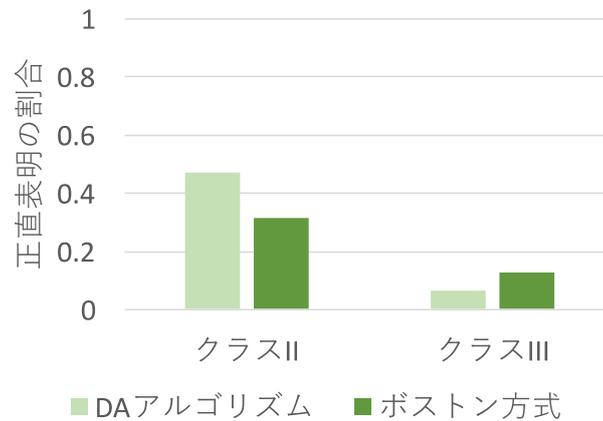


図31 実験結果：正直表明の割合

本年度は、価値創成モデルとメカニズムデザインを基礎にサービス設計の問題を定式化し、さらにその単純化した具体例としてマッチング問題の枠組みで抽象的なサービス構造をモデル化、経済実験を行った。マッチング μ を定めることが、本モデルにおけるサービス設計を行うことに相当するが、まずは理論的に有用なマッチングであることが示されているDAアルゴリズムと、その比較としてボストン方式を用いて、価値創成モデルが想定する不完全情報下においてどのような性質を示すかを明らかにした。一般に従来のマッチング研究は、情報が完全であるクラスIに類似する状況下で議論される。しかしながら、実際のサービス環境においては、環境や目的に関する情報が不完全であり、時に変動する。本年度の結果は、そのような状況下では、理論的に優れたアルゴリズムであっても、必ずしもうまくいかないことを示唆している。来年度は、クラスI、II、IIIそれぞれの問題に適切なマッチングのあり方を追究することで、価値創成モデルに基づいたサービス設計の問題として、科学的知見を与えることに繋がり、より一般化されたサービス設計問題への理論構築を目指す。

(参考文献)

- [1] M. Sotomayor, "The lattice structure of the set of stable outcomes of the multiple partners assignment game, International Journal of Game Theory, Vol. 28, No. 4, pp.567-583, 1999.
- [2] M. Sotomayor, "Adjusting prices in the multiple-partners assignment game", International Journal of Game Theory, Vol. 38, No. 4, pp. 575-600, 2009.
- [3] F. Robles, N. Marina, "One-seller assignment markets with multi-unit demands: core and competitive equilibrium", UB Economics Working Papers, 2015.
- [4] D. Gale, L. S. Shapley, "College Admissions and the Stability of Marriage", The American Mathematical Monthly, Vol. 69, No. 1, pp9-15, 1962.
- [5] 正司健一, "大手私鉄の多角化戦略に関する若干の考察：その現状と評価", 国民経済雑誌, 第177巻, 第2号, pp.49-63, 1998.
- [6] K. Ueda, A. Markus, L. Monostri, H.J.J. Kals, T. Arai, "Emergent synthesis methodology for manufacturing", CIRP Annals – Manufacturing Technology, Vol.

50, No. 2, pp. 535-551, 2001.

- [7] H. R. Maturana, F. J. Varela, *Autopoiesis and Cognition: the Realization of the Living*, Springer, 1980.
- [8] L. Hurwicz, "Optimality and informational efficiency in resource allocation processes", in Arrow, Karlin and Suppes (eds.), *Mathematical Methods in the Social Sciences*, Stanford University Press, 1960.

3 - 4. 会議等の活動

年月日	名称	場所	概要
2015年5月8日	第1回全体会合	東京大学	本年度の到達目標の決定、サービス類型化の対象について
2015年5月28日	第2回全体会合	東京大学	経済実験モデルの議論
2015年7月2日	第3回全体会合	東京大学	接合領域におけるサービス類型化の位置づけ
2015年7月25日	グループリーダー会合	神戸大学	評価委員会に向けた準備
2015年10月16日	第4回全体会合	東京大学	メカニズムデザインと実験のモデルに関する議論
2015年12月10日	経済実験G+サービス設計G会合	東京大学	実験の実施に関する詳細の議論
2016年3月14日	経済実験G+サービス設計G会合	東京大学	実験結果に関する議論
2016年3月23日	経済実験G+サービス設計G会合	東京大学	今年度のまとめと来年度の活動に関する検討

4. 研究開発成果の活用・展開に向けた状況

本年度に行った研究成果は学会や論文誌等での発表については、その一部はすでに公開しさらに追加で準備を進めている。一方で、類型化関連の研究トピックで得られた細かい各企業のデータやネットワーク図については、一部で企業アンケートの内容や個別企業の詳細データが含まれてしまうため、直接の公開が現時点では困難である。この点に関しては、成果公開とその活用のあり方の具体的な方法について引き続き検討を進める。

5. 研究開発実施体制

(1) 経済実験グループ

①西野成昭（東京大学工学系研究科 准教授）

②実施項目

- ・ 経済実験のための基本モデル構築
- ・ 経済実験による基本モデルにおける既存メカニズムの有効性分析

(2) サービス設計理論グループ

①竹中毅（産業技術総合研究所人間情報研究部門 主任研究員）

②実施項目

- ・ 実サービスの事例データ収集
- ・ サービス構造分析
- ・ 事業構造と財務パフォーマンス分析

(3) サービス類型化グループ

①長坂一郎^注（神戸大学 大学院人文学研究科）

②実施項目

- ・ 価値創成モデルに基づいたモデル定式化
- ・ サービス設計理論構築に向けた準備

^注本グループのグループリーダーは、上田完次（東京大学 名誉教授）であったが、2015年11月に急逝のため、長坂一郎（神戸大学 准教授）が引きつぐこととなった。

6. 研究開発実施者

経済実験グループ：東京大学

	氏名	フリガナ	所属	役職 (身分)	担当する 研究開発 実施項目
○	西野 成昭	ニシノ ナリア キ	東京大学大学院工学系研究科	准教授	研究統括／実験計画と実施
	和田 良子	ワダ リョウ コ	敬愛大学経済学部	教授	経済実験の計画

	柴山 創太郎	シバヤマ ソウタロウ	東京大学大学院工学系研究科	特任准教授	実験実施、結果分析
	青木 恵子	アオキ ケイコ	横浜国立大学共同研究推進機構	特任講師	経済実験の計画、結果分析
	赤井 研樹	アカイ ケンジュ	東京大学大学院工学系研究科	特任助教	実験実施、結果分析

サービス類型化グループ：産業技術総合研究所

	氏名	フリガナ	所属	役職 (身分)	担当する 研究開発 実施項目
○	竹中 毅	タケナカ タケシ	産業技術総合研究所人間情報研究部門	主任研究員	事例データ収集、サービスの類型化、指標開発
	柴山 創太郎	シバヤマ ソウタロウ	東京大学大学院工学系研究科	特任准教授	データ解析
	山田 和明	ヤマダ カズアキ	東洋大学理工学部	講師	サービス構造分析
	渡辺 健太郎	ワタナ ベケン タロウ	産業技術総合研究所人工知能研究センター	研究員	事例データ収集、サービスの類型化

サービス設計理論グループ：神戸大学

	氏名	フリガナ	所属	役職 (身分)	担当する 研究開発 実施項目
○	長坂 一郎	ナガサカ イチロウ	神戸大学大学院人文学研究科		設計論／哲学からの理論構築
	和田 良子	ワダ リョウコ	敬愛大学経済学部	教授	経済学的側面からの理論構築
	竹中 毅	タケナカ タケシ	産業技術総合研究所人間情報研究部門	主任研究員	サービス工学からの理論構築

	西野 成昭	ニシノ ナリアキ	東京大学大学院工学系研究科	准教授	メカニズムデザインの側面からの理論構築
	柴山 創太郎	シバヤマ ソウタロウ	東京大学大学院工学系研究科	特任准教授	経営学/社会学的視点からの理論構築□
	青木 恵子	アオキ ケイコ	横浜国立大学共同研究推進機構	特任講師	実験経済学/農業経済学からの理論構築
	山田 和明	ヤマダ カズアキ	東洋大学理工学部	講師	情報工学的視点からの理論構築
	緒方 大樹	オガタ タイキ	東京大学人工物工学研究センター	助教	認知心理学/人工物工学からの理論構築
	渡辺 健太郎	ワタナ ベケン タロウ	産業技術総合研究所人工知能研究センター	研究員	事例データ収集、サービスの類型化

7. 研究開発成果の発表・発信状況、アウトリーチ活動など

7-1. ワークショップ等

年月日	名称	場所	参加人数	概要
2015年 6月12日	研究セミナー	東京大学 工学部3号館	5名	オックスフォード大学 Prof. Newを招き、プロジェクト内容と進捗状況に関する報告を行い外部研究者の視点から評価に関するコメントを得た
2015年 6月27日	研究セミナー	Goethe University, Frankfurt, Germany	3名	ゲーテ大学 Dr. Sebastian Schäferを訪問し、プロジェクト内容と進捗状況に関する報告を行い外部研究者からの評価に関するコメントを得た
2015年 12月7日	第6回 S3FIREフォーラム	東京コンファレンスセンター品川	約120名	現時点での進捗状況についてのポスター発表を行った

7 - 2. 社会に向けた情報発信状況、アウトリーチ活動など

(1) 書籍、DVD

- ・なし

(2) ウェブサイト構築

- ・なし

(3) 学会（7-4.参照）以外のシンポジウム等への招聘講演実施等

- ・西野成昭, "価値創成クラスモデルによるサービスシステムの類型化とメカニズム設計理論の構築", 東工大サービス科学研究会 第1回, 依頼講演, 2015年11月21日, 東京工業大学田町キャンパス, 2015
- ・竹中毅, "サービス・ベンチマーキング-持続可能なサービス・システムの設計に向けて-", サービス工学ワークショップ in おおいた, 2016年1月28日, 主催: 大分県, 産業技術総合研究所, 大分, 2016

7 - 3. 論文発表

(1) 査読付き (0 件)

●国内誌 (0 件)

- なし

●国際誌 (0 件)

- なし

(2) 査読なし (0 件)

- なし

7 - 4. 口頭発表（国際学会発表及び主要な国内学会発表）

(1) 招待講演（国内会議 1 件、国際会議 0 件）

- ・竹中毅, "人間行動に基づくサービスシステムの理解と設計", 日本経営工学会 サービス研究部門・第1回講演会, 依頼講演, 2015年10月14日, 東京, 2015

(2) 口頭発表（国内会議 6 件、国際会議 3 件）

- ・Kenju Akai, Kohei Yamashita, Nariaki Nishino, "Service Satisfaction and the Consciousness-Attitude Gap for Foreign Tourists Visiting Japan," 3rd International Conference of Serviceology 2015, San Jose, USA, July 7-9, 2015.
- ・Keiko Aoki, Kenju Akai, Kiyokazu Ujiie, Takeshi Shinmura, Nariaki Nishino, "The value of the word of mouth for tasting rice," 3rd International Conference of Serviceology 2015, San Jose, USA, July 7-9, 2015.
- ・Takeshi Takenaka, Nariaki Nishino, Keita Kodama, Kenju Akai, "Analysis of networked service systems based on value creation model", 25th Annual RESER Conference (RESER2015), Copenhagen, Denmark, September 10-12, 2015
- ・西野成昭, 宮田佳祐, 長坂一郎, 赤井研樹, "価値創成モデルに基づいたサービス設計問題の定式化と経済実験による検証", サービス学会第4回国内大会講演論文集, pp. 32-38, 2016年3月28-29日, 神戸大学, 兵庫県神戸市, 2016
- ・竹中毅, 錦織浩志, 渋谷行秀, 辻秀敏, "サービス・ベンチマーキングによるサービス・

プロフィット・チェーンの高度化に関する研究", サービス学会第4回国内大会講演論文集, pp. 541-546, 2016年3月28-29日, 神戸大学, 兵庫県神戸市, 2016

- ・赤井研樹, 都築辰弥, 青木恵子, 西野成昭, "書籍要約サービスの消費者選好に関する選択型実験研究", サービス学会第4回国内大会講演論文集, pp. 39-44, 2016年3月28-29日, 神戸大学, 兵庫県神戸市, 2016
- ・高橋梓, 山田和明, "評判情報サイトにおける集合知を用いた製品/サービスの価値推定- 粒子フィルタを用いたユーザ評価からの価値推定手法の開発 -", 第7回 ARG Webインテリジェンスとインタラクション (WI2) 研究会予稿集, pp.43-48, 2015年11月28-29日, リクルート本社, 東京, 2016
- ・赤井研樹, 工藤孝則, 青木恵子, 西野成昭, "生態系サービスを保つ持続可能な農業システムのマルチエージェントシミュレーション", 第58回自動制御連合講演会, Paper No. 2E3-4, 2015年11月14日, 神戸大学, 2015
- ・肥沼俊矢, 赤井研樹, 西野成昭, "有料動画サービスにおける不確実性下での視聴選択意思決定", 第58回自動制御連合講演会, Paper No. 2E4-2, 2015年11月14日, 神戸大学, 2015

(3) **ポスター発表** (国内会議 4 件、国際会議 0 件)

- ・西野成昭, 児玉圭太, 竹中毅, 赤井研樹, "価値創成モデルに基づいたサービス類型化手法の提案", 2015年度サービス学会第3回国内大会講演論文集, pp. 541-546, 2015年4月8-9日, 金沢歌劇座, 石川県金沢市, 2015
- ・長坂一郎, 西野成昭, "価値創成モデルに基づくサービス類型化の形式的な基準の検討", 2015年度サービス学会第3回国内大会講演論文集, pp. 553-556, 2015年4月8-9日, 金沢歌劇座, 石川県金沢市, 2015
- ・肥沼俊矢, 赤井研樹, 西野成昭, "動画配信サービスにおける不確実性要素に対するリスク許容度の測定", 2015年度サービス学会第3回国内大会講演論文集, pp. 547-549, 2015年4月8-9日, 金沢歌劇座, 石川県金沢市, 2015
- ・和田良子, "エステティックの価格体系についての考察-曖昧な情報下での選択の事例として-", 2015年度サービス学会第3回国内大会講演論文集, pp. 573-576, 2015年4月8-9日, 金沢歌劇座, 石川県金沢市, 2015

7 - 5. 新聞報道・投稿、受賞等

(1) **新聞報道・投稿** (0 件)

なし

(2) **受賞** (0 件)

なし

(3) **その他** (0 件)

なし

7 - 6. 特許出願

(1) **国内出願** (0 件)

なし