

# 大学におけるサービス・サイエンスの研究と教育 —最適化から仕組みの構築へ—

高木 英明

サービスの科学的・工学的研究を意味するサービス・サイエンスとサービスにおけるイノベーションについて、大学が貢献できる研究と教育を論じ、筑波大学での計画・事例を紹介する。特に、サービス・マネジメントの科学的研究、数理科学の応用、統計科学の応用、顧客志向のビジネス・イノベーション、健康サービスに係る大学発ベンチャーの事例について述べる。

キーワード：サービス・サイエンス，ビジネス・イノベーション，研究と教育

## 1. はじめに

日常生活や職場・社会において、「サービス」という言葉の使われ方は実に多様であり、サービス・マネジメントに関する書物などには、それらの分類も示されている[1]。本稿では、汎用性・厳密性に欠けるかもしれないが、サービスを「資源を上手にやりくりして、提供先に価値をもたらす活動」と定義したい。そうすると、例えば、「学校教育」は、学校の建物や黒板という物的資源、教職員という人的資源、教科書や参考書という知的資源、そしてカリキュラムや時間割という時間資源を効果的に配分して、生徒の知識や技能を向上させるので、「教育サービス」となる。学校教育が社会の根幹であることを考えると、教育をサービスの観点から研究することは極めて重要である。このような意味で、政府・自治体・公共機関における政策決定や行政業務も、病院の医療も、その本質はサービスである（米国では、軍務を *military service* というが、戦争は何の価値も産み出さないのので、これは上記の意味のサービスではないだろう）。

しかし、最近の *service sciences, management, and engineering (SSME)*（以下では「サービス科学」という）が主要な対象とするのは、企業や個人が利益を上げる経済（価値創造）活動としてのサービスである。先進各国では産業構造のサービス化が進展し、サービス業務が就労人口と付加価値において大きな比重を占めているにも拘らず、工業に比べてその生産性

が低いと言われている。そこで、サービスにおいても技術革新を達成し、産業全体の振興につなげようというサービス・イノベーションの動きが起こっている[2~4]。その意味で上掲の定義をもう少し具体化すると、次のようになるだろう。資源とは、いわゆる経営資源としてのヒト、モノ、カネ、情報、そして時間であり、それらを上手に使うための経営技術は、経営企画、組織・人事・労務管理、財務管理、原材料調達・生産・物流管理、顧客情報管理等に分かれている。サービスの提供先を「顧客」という。これは、狭い意味でのサービスを提供して代金をいただく「お客様」のみならず、社外の取引業者、関連会社を含み、社内の従業員の場合もある。およそ人間が相手の企業活動は、すべてサービスと考えてよい。モノの生産性向上に情報技術が大きく貢献したことから、人間相手のサービスの生産性も情報技術を使って向上させようというのが、サービス科学の目論見であると思われる。

## 2. サービスの科学的研究

従来、サービスは主として勤と経験で行われ、技能の継承・発展も個人的努力に任せられ、科学的アプローチは未発達である。また、農林水産業の産物や工業製品と比べてサービスの特性は、提供される価値が手に触れることができないという無形性、生産と消費が同時に起こるという同時性、後刻の消費のために蓄えられないという消滅性、品質が被提供者側の状況にも依存して評価されるので標準化が難しいという異質性などであり、これらの特徴が、これまでモノの生産を対象としてきた工学及び経営工学的手法の応用を困難にしてきたと思われる。サービス科学には、そのような

たかぎ ひであき  
筑波大学 大学院システム情報工学研究科  
〒305-8573 つくば市天王台 1-1-1

特性をもつサービスを科学的・工学的に研究し、情報技術の応用により、そのイノベーションを促進する方法を提案することが期待されている。

## 2.1 サービス・マネジメントの科学

いわゆるサービス業における顧客の扱い方については、サービス・マネジメントとかサービス・マーケティングと称する書物に詳述されている[1, 5~7]。これらの書物には、販売戦略の分類や多くの興味深いサービス・イノベーションの実例が示されている。特に有名な例は、顧客サービスにおける人的要素を重視した企業改革により業績を飛躍的に向上させたスカンジナビア航空である[8]。最近の傾向は、かつての顧客満足度 (customer satisfaction) から顧客感動 (customer delight) へ、また、従業員満足度 (employee satisfaction) の向上が唱えられていることである。製造業の経理のために設計された管理会計をサービス業務向けに作り直す必要もあるだろう。

組織や個人における意思決定の過程を分析し、それを経済学、経営工学、システム科学、行動科学等のアプローチで科学的に研究する意思決定の科学[9,10]で開発された方法も、サービス・マネジメントの科学に活用できると思われる。

これらの研究には、数理的モデルの開拓の余地がある。既存の科学的方法の利用や新しい方法をサービスに適用するときには、モデル化や評価指標について、サービス・マネジメントの研究者との協業が望まれる。

## 2.2 数理科学の応用

オペレーションズ・リサーチの手法は、これまでも多くのサービスの評価や設計に活用されてきた。

数理計画法は、多数の制約条件のもとで、与えられた資源を最適に運用して、目的関数を最大化または最小化させる解を効率よく見つける手法である。適用例は枚挙に暇がないが、航空会社におけるパイロットや客室乗務員の勤務、制約条件が複雑なサッカー試合のスケジューリングなどは面白い。

待ち行列理論は、ここ30年ぐらゐの間に、計算機オペレーティング・システムや電話網・情報通信網の設計への応用を通して大きく発達したが、もともと、汎用的サービス・システムの性能評価のための基礎理論である。顧客からの苦情を受けるコール・センターにおける設備の設計には、伝統的な待ち行列理論が使えるが、人間が関係するサービス・システムでは、厳密な確率過程モデルを構築することよりも、基本的な動作を簡単に説明できるモデルが望まれる。

グラフとは、いくつかの点とそれらを結ぶ枝から構成される単純なデータ構造であるが、複数のものの間の関係を表す理論モデルとして、その応用範囲は非常に広い。グラフ上に枝に沿った流れを導入したネットワークも応用が広い (交通網、物流網、情報通信ネットワーク、プロジェクト管理のPERT等)。グラフ理論を企業の組織構造の表現に応用し、それに沿った情報の流れをソーシャル・ネットワーク分析した例が[11]に紹介されている。事象が進行する条件を表すことができるPetriネットはサービス・プロセスの記述に役立つと思われる。最近研究が盛んになった「複雑ネットワーク」は、個人・組織間の関係のモデルを示唆する。

時間的に変化する確率的事象の過程の中で最も基本的なMarkov過程は古くから種々のサービス・システムのモデルに使われてきた。理論は十分に発達していると思われるので、サービス科学への応用に際しては、状態推移確率を実データから決める方法、その精度のずれが性能に与える影響を評価する感度分析等が重要と思われる。サービス過程の制御には、Markov決定過程の方法が適用できる。Markov決定過程をマーケティングにおける顧客生涯価値 (customer lifetime value) に応用する例が[12]に示されている。従来は機械システムの故障の評価に適用された信頼性理論が、顧客ロイヤルティのモデル化にも使われている。

このほか、離散事象シミュレーション、エージェント・ベースト・モデル、計算組織論、ゲーム論などの応用が考えられる。

## 2.3 統計科学の応用

データ・マイニングは、人工知能 (AI) や統計学、オペレーションズ・リサーチ、データベース等に関連する各研究分野の先端技術を総合的に活用することで、企業や研究機関が蓄積した膨大なデータの山から、研究やビジネス戦略に役立つ情報を発掘 (マイニング) するための技術である。従来の仮説に頼った検索と異なり、膨大なデータから自動的に未知の法則 (パターンやルールなど) を見つけ出すための知識発見型の新技術といえることができる。これにより、長年の経験と勘でしか分からなかった、データと事象間の関連や法則などを機械的に発見することが可能となる。通信販売、流通小売業や金融、保険などのサービス産業を中心に、さまざまなビジネスに活用されて大きな成果を上げている。例えば、顧客情報ファイルと受注履歴データからの知識発見を基にした顧客セグメンテーショ

ンやダイレクトメールによるワン・ツウ・ワンでのキャンペーン、ブログやウェブ・アンケートなどのテキスト情報から顧客心理（サイコグラフィ）や顧客満足度を抽出・評価するテキスト・マイニングなどがよく知られている。

サービスの品質評価は、モノの品質評価と違って、提供するサービス自体だけでは決まらず、提供された顧客の評価により決まる。しかも、提供後すぐに決まる場合もあるし、十年後に決まる場合もある。顧客の評価を知るには、その後の顧客行動の追跡によるが、直接、顧客に問い合わせるアンケート調査も欠かせない。このとき、アンケートの対象とする人の選び方、検定する仮説に対応するアンケート文の作り方、結果の分析法、サイズと結果の信頼性などを研究する。

例として、高度な専門サービスに携わる社員の採用と人事管理を考える（金澤雄一郎教授による）。パート等で大量に営業担当員を採用する場合には、外向性や「新たな経験を抵抗なく受入れる」等の性格要因を重視し、また、人事管理においても、経済的報酬や昇進の機会付与などの外的動機付けを用いればよい。しかし、高度専門職の採用時に同様の性格テストを行うことは意味があることだろうか。彼らに必要なのは「良心的かつ注意深い」といった性格要因や「継続的学習行動」ではないだろうか。また人事管理においても外的動機付けのみならず、仕事そのものから満足感を得る「内的動機付け」にも重点を置くことが意味のあることではないか。こう考えると、現に高度な専門サービスに携わっている個人に対するインタビューや彼らに対する注意深くデザインされた調査票の集計によって、彼らの性格要因や動機付けを探しあてる必要が生じる。これらの性格要因や継続的学習行動は、いくつかの質問に対する回答になって表面に出てくる。言い換えれば、これらの質問に対する回答から構成される潜在変数になっていることに注意する必要がある。したがって、この場合には潜在変数の間に、例えば「性格特性→内的動機付け→継続的学習行動」という因果モデルを仮定して、これをインタビューや調査票の集計結果から推定する。それが統計的に有意であることが示され、同じ職種についてこのようなパターンが頻繁に観測されるのであれば、それをこの業種の会社の採用の際の性格試験やインタビューに適用することが合理的であろうと考えられる。このような潜在変数間の関係を測るモデルとして、計量経済学における同時方程式体系のアイデアを潜在変数間の同時方程

式体系に拡張した構造方程式モデルを用いることができる。

## 2.4 筑波大学における研究計画

筑波大学大学院システム情報工学研究科経営・政策科学専攻のMaster of Business Administration (MBA) コースを担当する教員は、これまでも、数理科学・統計科学の手法や情報技術を応用して、サービス品質、システム最適化、ビジネス・プロセス、マーケティング、消費者行動、顧客管理、組織行動等を研究し、その成果を教育に反映させてきた。これまで個別に行われてきたこれらの研究をサービス科学として共通認識し、サービスの概念、モデル化、動作分析、品質評価と改善、イノベーション（価値創造）をもたらす仕組み等を総合的・実践的に研究することを目的としてプロジェクトを発足させた。最初の3年間において、企業における顧客志向のビジネス・イノベーションに焦点を合わせ、企業活動の様々な側面をサービス科学の実践として捉えて研究する計画である。以下に、当面の個別プロジェクトを紹介する。

### 2.4.1 顧客志向ビジネス・イノベーション・モデルの構築

ビジネス・プロセスの一部をモジュール化したサービス機能とし、その組み合わせを連動させるための仕掛けとして、サプライ・チェーンに適合した計画情報システムの構成方法を調査分析する。特に、eマーケット・プレイス等のサービス・プロセスのイノベーションに注目して、イノベーション管理の方法論を調査し試行する。さらには、近年、データ・マイニングが発見科学として、サービス産業の根幹をなす技術という位置づけを獲得しつつあることを踏まえ、顧客関係管理（customer relationship management, CRM）のモデリングにタクソノミーを導入して数理的な体系化を行い、データ・マイニングによる顧客関係管理システムを構築する。

### 2.4.2 顧客理解のための計量的手法の開発

サービス産業を対象に、顧客満足度/感動、顧客生涯価値、ロイヤルティの概念整理・体系化を行い、質問紙調査を行う。American customer satisfactions index (ACSI) を用いて、それらの要素のスコアリング・モデルを作成する。具体的なサービス対象をいくつか選び、アンケート調査を実施しモデル構築を行う。また、サービス財の購入において、消費者はより適応的な意思決定ルールを用いるとともに、他者の影響を受けやすいと考えられるので、この点も考慮した

計量モデルやその妥当性を探るシミュレーション分析を行う。

#### 2.4.3 顧客志向のマーケティング・モデルの開発

サービスに関する顧客志向のマーケティング・ミックスを、価格とプロモーションという2つの側面から研究する。第一に、従来のロジット・モデル等に見られるような制約的な仮定に捉われない価格弾力性の推定方法を開発し、それに即したビジネス・モデルについて研究する。自動車産業を例にとって、消費者が購入価格ではなく製品とサービスを含めた Total cost of ownership (TCO) に基づいて購買行動を行うかどうかを検証する計量的研究を行う。新たなビジネス・モデルの構築や既存のビジネス・モデルの再検討において、提供する製品やサービスの価格をいかに設定すべきかについて研究する。第二に、サービスに関するプロモーションの一つとして、モバイル・メディア（携帯電話等）を用いたプロモーションに注目する。実際のサービス業者を対象にモバイル・プロモーションの実験を行い、キャンペーンに対する顧客の反応を測定し、得られた結果に基づき、キャンペーン・エンジンのモデリングを研究する。

#### 2.4.4 顧客志向の従業員管理モデルの開発

従業員の顧客志向性と企業業績の間には正の相関があることが知られている。顧客志向性を高める要因として、組織環境とともに、個々の社員の内部にある顧客志向的先行傾向や従業員満足度に着目したモデル化を行う。それを踏まえて、企業が提供するサービスの向上をもたらす方策を研究する。

将来的には、病院、学校、自治体、NPO等の組織運営についても、サービス科学の観点から、モデル化、評価、イノベーションの仕組み等を探りたい。

### 3. 産学連携によるサービス・イノベーション

サービスは、産業の中で大きな就労人口と生産高を占めるにも拘らず、その生産性が低いと言われている。そこで、サービスにおける技術革新によりその生産性を上げて、産業の振興を目指そうとするのが、サービス・イノベーションである。

健康サービスにおけるイノベーションを産学官の連携により達成した実例として、(株)つくばウェルネスリサーチ (TWR, 代表取締役社長: 久野譜也 筑波大学大学院人間総合科学研究科助教授) を紹介しよう [13]。TWR は、筑波大学での研究成果を基に2002

年7月に設立された。「日本全国を元気にする」ことを事業コンセプトにして、自治体や健保組合などの健康増進事業のコンサルティング、科学的根拠に基づく個別運動プログラム「e-wellness システム」の開発・提供、健康増進事業を企画・運営できる人材の育成等を行っている。設立初年度より黒字経営を続けており、既に全国20以上の自治体等と提携し、3,000人以上の参加者に対してプログラムを提供している。また、経済産業省「サービス産業創出支援事業」に採択され、数万人規模での介護予防や生活習慣病予防を可能とする、科学的根拠に基づく地域システムの開発を、千葉県やコンソーシアムメンバーとともに構築しており、効果が実証されつつある。国の政策である「新産業創造戦略」や「健康フロンティア戦略」の中でも、先端事例として取り組みが紹介されており、超高齢化社会における地域活性化に貢献している。TWR は大学発ベンチャー企業として産学官連携功労者表彰、科学技術政策担当大臣賞 (2003年) を初めいくつかの賞を受けているが、高齢化社会の地域医療や健康・介護予防サービスにおいて新しいビジネス・モデルを創造したことで、サービス産業の付加価値増大に貢献したことも高く評価できる。

大学の研究者が、サービス・イノベーションに貢献するにはどうすればよいか。第一に、研究のテーマを学術雑誌の中に探すのではなく、社会や企業の中に探さなければならない。その際の目的は、相手組織の業務改革であり、理論の高度化を論文にすることではない。しかしながら、社会や企業における現実問題の解決にチャレンジする中で、既存・既知の方法の不十分さがあぶり出され、結果として、学術的にも新しい方法が開発されて、研究の深化や拡張につながるものがよくあるのである。次に、社会・企業との連携では、相手組織の研究者や現場の担当者との対等な研究態度が重要である。会社に行って「私の持っている科学知識を御社の課題に適用してあげましょう」という態度を180度転換し、「御社の課題を共同研究することにより、成果が出たら、御社はビジネスに活用し、私は論文に書いて、お互いに業績を上げましょう」と提案する。それが可能となるには、普段から、学会のみならず業界や地域での活動を通じて、共通の問題意識や価値観を醸成しておくことが重要だろう。現場なくしてイノベーションはあり得ないことを肝に銘ずるべきである。

## 4. サービス科学の教育

米国においてサービス・サイエンスを主導・推進している IBM は、これまでに数回、大学の教員らを招いたシンポジウムを主催するとともに、大学の教育コースを支援したり、顕著な業績を上げた教員に IBM Faculty Award を授与している[14]。それらを受けた大学は、カリフォルニア大学 Berkeley 校, MIT, スタンフォード大学, テキサス大学 Austin 校, Rensselaer Polytechnic Institute (RPI) などである。しかしながら、これらの大学のカリキュラムを見ても、既存の経営学、マーケティング・サイエンス、オペレーションズ・リサーチ、ゲーム論、数理計画法等の寄せ集めが多く、どの程度までサービス科学に固有の学問体系を作り上げて講義がなされているのか判然としない[15, 16]。

我が国の大学では、一橋大学大学院国際企業戦略研究科に「サービス・マネジメント」の授業科目があるようだが、サービス科学と銘打った授業はまだ少ないようである。北陸先端科学技術大学院大学が東京八重洲キャンパスにおいて社会人向けに開設している技術経営 (MOT) プログラムの中で、亀岡秋男特任教授らが「サービス・サイエンス論」を開講している[17]。パンフレットによれば、この授業では、サービス科学を次世代 MOT の重要分野と捉え、サービスの基礎的概念と最新理論についての理解を深めるとともに、内外の事例研究を通して、革新的なサービスがいかに企業体の競争力増大に寄与したかを考察している。そして、幅の広いサービス・イノベーションの人材を育成するとしている。

筑波大学大学院の経営・政策科学専攻では、平成 18 年度に「サービス科学：理論と実践」という授業 (1 単位) を試行的に開始する。この専攻は、主として文系の学部教育を経た学生に、ビジネスと公共政策の専門職教育を行う修士課程である。現在の授業計画では、数理科学・統計科学に強いスタッフを擁する同専攻と総合大学である筑波大学の特性を活かして、以下のような内容を計画している (2.5 時間×5 週)。

第 1 週：サービス科学とは/21 世紀の社会・産業・研究開発の方向

第 2 週：IT によるサービス・イノベーション

第 3 週：サービス品質の定量的評価 (待ち行列論)

第 4 週：サービスの最適設計 (数理計画法/ネットワーク・フロー)

## 第 5 週：健康サービスのイノベーション/教育サービスのイノベーション

待ち行列理論では、確率過程論的な解析に入らず、Little の定理の意味と応用、運営側と利用客の双方から見たサービスの品質評価のトレード・オフなどを、数理計画法では、簡単な線形計画法によるスポーツ試合のスケジューリングを、また、ネットワーク・フローに関する簡単なアルゴリズムとその応用等を紹介する予定である。もし受講者数や授業評価において成功すれば、将来は時間数・内容を増やしたい。

大学での「サービス科学」の教育は、学部での基礎教育を終えた後の大学院修士課程や高度専門職大学院で行うのが適当であると思われる。そこでカバーしたいことを列挙する。

- ・産業構造の変化の中で、広い意味での「サービス」の意義を教えること。
- ・文系の学生に数理的アプローチの存在を教えること。
- ・理系の学生に数理科学と統計科学の応用を教えること。
- ・企業等の実務家による講義を取り入れること。
- ・講義だけではなく、自分で考えるプロジェクトを課すこと。
- ・できれば、企業におけるインターンシップを取り入れること。

高度な数学は必要ではないが、少しでも科学的アプローチを勉強するのなら、微分積分、線形代数、確率・統計の基礎知識と情報処理技術は必須である。

## 5. 終わりに

我が国では、サービスを科学的に研究する基盤が十分ではない。その原因として、(1)サービスを機能・業務として考えず、精神面・態度面で、さらには価格を安くする犠牲的精神として認識していること、(2)ビジネス・プロセスが個人の知恵や技能として継承され、モジュール化・定式化・標準化・文書化されないこと、(3)企業間にオープンな研究情報交換の姿勢がないこと、(4)大学に、企業 (経営管理) 経験、IT 活用スキル、人間行動の洞察力をもつ人材が少ないこと、等が挙げられる[3]。

我が国が 21 世紀にも持続可能な経済発展を続けるために、産業構造の中で大きな比重を占めるサービス業務の生産性向上・イノベーションに向けて、サービスの科学的研究は極めて重要である。現在のところは、

企業、大学、学会等で、試行的に研究開発の方向を探っている段階である。サービス科学も内容が乏しく、学問的課題が具体化していない。そのような中で、今、大学サイドが研究と教育で果たす役割は、各企業が自社の業務においてイノベーションを図る個別的・実践的サービス・マネジメントの開発と相互補完するものであり、経済・社会の活性化に資するところが大であると信じる。

**謝辞** 本稿は、筑波大学大学院システム情報工学研究科において「サービス科学」の研究グループを立ち上げる議論の中で整理されたものである。グループメンバーの香田正人教授、佐藤亮教授、金澤雄一郎教授、鈴木秀男助教授、渡邊真一郎助教授、水野誠講師、近藤文代講師に、日頃の示唆を感謝する。

#### 参考文献

- [1] 近藤隆雄『サービス・マネジメント入門』生産性出版, 2004年.
- [2] 日高一義, サービス・サイエンスにまつわる国内外の動向, 科学技術動向, No. 57, pp. 12-22, 2005年12月.
- [3] 安部忠彦, 「サービスサイエンス」とは何か, Economic Review, Vol. 10, No. 2, pp. 10-26, 2006年4月.
- [4] 議論百出する“サービス・サイエンス”, 日経コンピュータ, 2006年5月1日, pp. 60-64.
- [5] フィリップ・コトラー, トーマス・ヘイズ, ポール・ブルーム, 白井義男・平林祥 訳『コトラーのプロフェッショナル・サービス・マーケティング』ピアソン・エデュケーション, 2002年.
- [6] カール・アルブレヒト, ロン・ゼンケ, 和田正春 訳『サービス・マネジメント』ダイヤモンド社, 2003年.
- [7] フィスク, グローブ, ジョン, 小川孔輔・戸谷圭子 監訳『サービス・マーケティング入門』法政大学出版局, 2005年.
- [8] ヤン・カールソン, 堤猶二 訳『真実の瞬間』ダイヤモンド社, 1990年.
- [9] 宮川公男『意思決定論』中央経済社, 2005年.
- [10] S. M. Pollock, M. H. Rothkopf and A. Barnett, 大山達雄 監訳『公共政策ORハンドブック』朝倉書店, 1998年.
- [11] 森本典繁・澤谷百合子, サービス・サイエンスの可能性, DIAMOND ハーバードビジネスレビュー, 2005年11月. (北城恪太郎・大歳卓麻編, IBM お客様の経営に全力を尽くす経営, ダイアモンド社, 2006に所収)
- [12] Wai-Ki Ching and Michael K. Ng, Markov Chains: Models, Algorithms and Applications, Springer, 2006.
- [13] <http://www.twr.jp/>
- [14] <http://research.ibm.com/ssme/workuniv.shtml>
- [15] <http://www.ieor.berkeley.edu/AcademicPrograms/Ugrad/ORMS.pdf>
- [16] <http://ssme.berkeley.edu/>
- [17] <http://www.jaist.ac.jp/ks/mot/panfu.htm>