

サービスのための システム・サイエンス

木嶋恭一 出口 弘 寺野隆雄 (東京工業大学)

1. 基
般

サービスサイエンスについての とまどい

20世紀最後から21世紀の最初にかけて形成されたサービスサイエンスの概念は、学術的にも実践的にもさまざまな広がりを見せ、新しい学際領域へと発展してきたが、現在は、いささか混乱した状況にある。我々が、初めてサービスサイエンスという用語に触れたのは、2005年に日本IBMで開催されたシンポジウムにおいて、Jim Spohrerの講演を聴いたときだったと思う。その当時の彼の主張は、1950年代に基礎ができた計算機科学を継ぐ次世代の科学研究のディシプリンとして、サービスサイエンス (Service Sciences) を立ち上げようというものであったと記憶している。この言葉が対象の広がりとともに、SSME (Service Science and Management Engineering) に変化し、さらにSSMED (+ Design) と言われるようになった。ついでにもう1つA (Art) が加わりそうなのが最近の情勢である。その上に、これからは、E (Education) の文字も加わるかもしれない。

SSMEの概念は、我が国でも2010年頃は非常に盛り上がりを見せたが、最近では、研究も開発も少し落ち着いてきたようだ。そして、サービ科学の概念が普及し、SSMEDA…となったために逆に何がコアとなる概念かがはっきりしにくくなったように思える。

我々が、米国IBMのアルマデン研究所を訪問して、Spohrer等¹⁾とさんざん議論した結果たどり

着いた結論は、サービスサイエンスはシステムの観点から理解し、考察するのが一番分かりやすいというものである²⁾。

システム・サイエンスは、システムを部分から構成される全体として定義し、その相互作用・相互関係により創発される新たな性質とそのプロセスの解明に基本的関心がある学問領域である。システム・サイエンスでは、要素のその関連性について、対象の階層性を含めて考察する。

その中でもソフトシステム方法論が興味深い³⁾。ソフトシステム方法論では、対象を客観的に把握できるような構造のよく分かった問題に対して厳密な解決案を提供するというより、対象が不分明で不確かさが多く、認識に主観を含まざるを得ないような場合に部分的にでも対象認識を深めようとする。問題解決のプロセスを、一連のつながりの形とはせず、むしろ、提携の形成・合意形成・討議・交渉などを通じて意思決定へのかかわりが生み出されると考え、この過程を積極的に取り扱うことを重視する。

本稿では、このような立場からサービスサイエンスについて考察する。以下、サービス・システムの考え方について論じ、サービスサイエンスのビジョンとアジェンダを提示する。さらに、システム・サイエンスから見たサービスサイエンスの特性について述べる。そして、「もの」と「こと」とサービスの関連性について述べ、この関係性の歴史的変化から、現在のサービス・システムの特性について論じる。最後にまとめにかえて、サービスのためのシステム・サイエンスの広がりを紹介する。

サービス・システムの考え方

サービスサイエンスの理論的基盤の1つであるサービス・ドミナント・ロジック⁴⁾によれば、「サービス」は主体間の価値共創相互作用として定義される。サービス・システムはサービスを通じて提供者と顧客の間で価値を創造する資源（人間、技術、組織、共有された情報）が動的に相互作用する仕組みである。システム・サイエンスでいうところの要素が資源、関連性が相互作用である。その第1の相互作用は、提供者と顧客の間で生じる。しかしながらIT（情報技術）の出現により、顧客間および提供者間の相互作用、さらには、これらの相互作用のプロセスとそれを支えるプラットフォーム間の相互作用も重要になってきている。基本的に、これらの相互作用は非線形であるため、サービス・システムは必然的に、記述や予測が難しい挙動をする複雑適応的なシステムとなる。

サービス・システムは世界経済でますます大きな役割を演じるようになっており、これまでもっぱら技術に適用されてきた用語である「イノベーション」も、サービス・システムに関連してしばしば用いられるようになってきている。

サービスという考え方は、もちろん新しいものではない。しかしながら、今日のサービス・システムの規模、複雑さ、そして相互依存性はグローバル化、人口変動、そして技術の発展により、前例のないレベルにまで押し上げられている。サービスの高まる重要性と加速する変化のスピードは、ビジネスや政府、教育や研究に従事する者にとってサービス・イノベーションが、今や大きな課題となっていることを意味する。サービス・システムへのより深い理解が求められているのである。

このように、その重要性を増しているサービスという概念には、これまで複数の専門分野からそれぞれ独自のアプローチが行われてきた。たとえば、経済学は、サービス・セクタを農業（第1次産業）と製造業（第2次産業）ではないいわば残余項として区別し、その成長を、雇用、競争力、国内総生産

(GDP)、貿易収支等によって計測する点に大きな関心を持っている。サービス・マーケティング、オペレーションズマネジメントは、顧客からの直接のインプットがかかわるフロントステージ・プロセスから、顧客がそのプロセスに直接かかわらないバックステージ・プロセスを区別し、研究を進めてきた。また、システム・エンジニアリングやオペレーションズ・リサーチは、さまざまな需要機能に関する前提のもと、サービス提供者の代替的構成のサービス能力をモデル化、評価、最適化する上で数値的分析に特に注力している。さらに、計算機科学と情報システム工学は、Web・サービスやサービス指向構造(SOA)のモジュール化に関心があり、また、サービス能力を持ち、これを操作する主体の複雑なネットワークのための基準プロトコルを開発しようとしてきた。心理学、行動科学は、サービス・マーケティング同様、サービスを、顧客と提供者の相互作用の文脈において経験、記憶、評価されるものと理解する。

サービス・システムの生態系が進化するにつれ、価値共創相互作用のメカニズムは変化する。そのメカニズムは、製造業に比べて格段に複雑となり、機能的側面だけでなく多くの人間的・情緒的側面もかかわってくる。それゆえ、ArtのAやEducationのEをサービスサイエンスの範疇に加えて幅を広げようという傾向も強い。

現代の価値共創メカニズムは、情報通信技術によりビジネス・モデルやサービス形態として実現されるが、サービス・イノベーションのさらなる進展を導くには、顧客を共創者として巻き込む仕組みとそれを可能とする制度、組織のイノベーションが不可欠である。

サービスサイエンスのビジョンとアジェンダ

サービスサイエンスのビジョンは、複雑なサービス・システムの根本的な原則（およびこれらを相互に関連づけるバリュー・プロポジション）を見出す

ことである。それは同時に、サービス・システムのイノベーションを支える、知識構築のための構造と厳密さを提供することになる。

さまざまな種類のサービス・システムの違いを認識し個別に検討することも重要であるが、サービスサイエンスではそれにもまして、その多様性を受け入れ、サービス・システムの共通の基盤を見出すことに最大の関心があり、大きく以下のような問いに取り組むことが重要である。

- (1) サービス・システムをどのように持続的に向上させ進化・革新させるか。ここでは、顧客満足、サービスイノベーション、生活の質、社会的責任、サステナビリティ、サービス生態系、法令遵守などがキーワードとなる。
- (2) 創造的な価値創出とサービス・システムの改善により、どのようにして新たなサービスを創出するか。

こうした問いに答えるために、たとえば以下のような研究課題（アジェンダ）が熱心に研究されている。サービス・システムの構造はどのようなものか。サービス・コンポーネントのチェーン・ネットワークという観点から、サービス・システムはどのように理解されるか。サービス・システムの全体構造と構成要素は、サービス・システムのプロセス、ライフサイクル、持続性を理解する上でどのような手助けとなるか。相互作用と価値共創のために、サービス・システムはどのように設計すべきか。サービス・システム内およびサービス・システム間の相互作用のありようと、それがもたらす結果はどのようなものか。

システム・サイエンスから見たサービスサイエンス

システム・サイエンスは、自然世界と人工世界の両方を対象にするが、サービスサイエンスの関心は人工世界に限定されるものの、経済的価値のみならず、文化的、情緒的価値を含む広い意味での社会的な価値を、サービス・システム間の共創の相互作用

プロセスから創出されるものと捉え、その進化・革新に関する説明・分析・設計・支援を提供しようとする。その意味で、サービスサイエンスは、まさしくシステム・サイエンスの1つの有力な分野であり、実際、サービスサイエンスのシステム・サイエンスとしての視点を強調するときには、これをサービス・システム・サイエンスと呼ぶことも多い。

このような立場では、領域透過的かつ横断的—トランスディスプリナリー (Transdisciplinary)—な考え方が重要となる。すなわち、サービスサイエンスが寄って立つサービス・ドミナント・ロジックなどの基礎研究やサービタイゼーション (Servitization) の解明といった実証研究を核に、サービス・マーケティングなど固有学問領域が独自に進めてきた多様な研究に対して、システム・サイエンスをフレームワーク・学際的共通言語として用いながら構造化してその課題の全体像を描き、それに基づきサービス・システムの説明・分析・設計・支援を行おうとするのである。

その大きな特徴はトランスレーショナル・アプローチ (Translational Approach) と呼ばれる研究態度である。トランスレーショナル・アプローチは、次の3つの概念を三位一体的に駆動する接近方法である。I) 概念、ロジック、モデルを開発する科学的知識 (エピステーメ: Know what), II) 多様な学問領域の知の海図を作りそれに基づき領域透過的でトランスディスプリナリーな方法により課題解決技法を開発する技術的知識 (テクネ: Know how), III) 研究者、実務家とともに問題関与者を実際に巻き込み課題を解決する実践知 (フロネシス: Know whom, Know when)。これにより、サービス・システムの構造、動的プロセス、進化、イノベーション等の説明・分析・設計・支援を創造的に行うことができる。

さらに、トランスレーショナル・アプローチは、開発と応用実践を循環的に結ぶ研究スタイルをとる。概念・ロジック・モデル・手法を開発しこれを現実世界に適用することで具体的な提言を行うだけでなく、適用することにより現場から学び概念・モデル・

手法を進化させ一般化させるという循環構造をとるのである。

サービスにおける「もの」と「こと」

サービス・ドミナント・ロジックをはじめ、サービスサイエンスは、無形の価値を扱うものと一般にみなされている。しかしながら、サービスの要素には、「もの」と「こと」が存在する。ここでいう「もの」とは物理的実態を持った価値であり、「こと」とは行為や情報としての価値である。むしろ「こと」としての価値の実現のためには、価値を持つ情報を表現するための媒体を必要とする、あるいは価値的行為を遂行する主体の存在を必要とする。そして、「もの」や「こと」の連鎖、関係性から新たな価値が創成されることが「サービス」そのものとなる。さらに、この生成の仕組みさえも「サービス」として考えるとシステム・サイエンスの概念を適用することができる。何らかの「もの」と「こと」の連鎖からなる価値（サービス）を生産する仕組み（システム）だからこそ、サービス・システムなのである。さらにその仕組みが提供する「価値」を体現する「もの」と「こと」の連鎖からなる価値の創成物としての財をサービス財と定義する。

この定義から明らかなように、サービス財の背後には、何らかの「もの」と「こと」の連鎖が存在している。しかも、その「もの」や「こと」そのものがさらに、別のレベルの「もの」と「こと」の連鎖からなる価値の創成物としてのサービス財であることもしばしばである。

このようなサービス・システムについての分析は、従来の「もの」を中心とした市場の分析とは随分と異なるものとならざるを得ない。またそれは当然のことながら、従来の最適化の数理の応用とも異なるものとなる。

「もの」と「こと」の関係性の歴史的变化と現在のサービス

歴史的に考察しよう。新古典派の経済学の領域は、その後発展したマクロ経済学や、その新古典派的統合等の多くの経済理論を含め、230～240年前に発生した産業革命に端を発する世界的な生産システムの大変動に応じて発展してきた学問体系である。このような体系は、1771年のRichard Arkwrightの水力紡績機や、1785年のJames Wattの蒸気機関などの技術的な発明によって初めて可能となった、「もの」の大量生産の「仕組み」を基盤に社会が維持発展する仕組みとして生み出されたメカニズムであり、分業による複雑な「もの」の組み立てが可能となるメカニズムとしての市場の理念が生み出された。

この「もの」を中心とした生産システムは、国民国家を基軸に既存の社会に役割の流動化と自由貿易の理念を生み出した。同時に、ヨーロッパの国民国家の発展の初期には「もの」の市場としての植民地システムを生み出しつつ、次第に発展と変容を遂げて現代の自由主義国家と国際貿易のシステムを生み出してきた。

しかしこの「もの」の大量生産のシステムが生み出されてわずか200年も経たないうちに、我々の社会はさらに大きな変化を遂げつつある。1つは「もの」の経済による豊かさを求めた各国の経済成長である。我が国の例では、昭和40年代から60年代まで続いた高度経済成長は、当時から、我々の日常世界に存在した、掃除する、洗濯する、食品を保存する、煮炊きする、移動する、部屋を涼しくするなどの「機能」を次々に対応する機械（「もの」）に置き換えることで、我々の生活世界のスタイルを根源から変えてきた。それゆえ、高度経済成長は、機能財に基づく「もの」による革命であると言えるだろう。

この革命は同時に、それを欲求する人々の需要と、それらの「もの」としての財の供給が生み出す巨大な付加価値が循環することで我々の社会で生み出さ

れる付加価値（たとえばGDP）を増大させ、同時に「もの」的な豊かさを社会にもたらした。

我々にとって既知である「機能」を購入可能な「もの」として新たに高機能に便利に代替した財による成長の経路は国や文化の違いを越えた人類社会共通のものであった。エネルギー供給や環境問題という「こと」としての隘路が存在したとしても、実現可能な成長の経路であると明らかになったことは、20世紀後半の人類社会の特徴と言えるだろう。

しかし、この「こと」としての機能財が、ラジオやテレビなどにおいてメディアを扱うようになって革命の性質が変化してきた。すなわち、映画やゲームのようなメディアはコンテンツという名前の「こと」であり、その価値の連鎖が新たなサービスをもたらしたのである。一方、このようなメディアは、我々がすでに生活世界の中で演劇などの「物語」という既知の構造の高機能化であるという点では、「機能」財の変化の付随物であるということができる。

これに対して、この「機能」財の変化の途中で、20世紀半ばにコンピュータが、後半にはインターネットが発明されたことは注目に値する。コンピュータとインターネットの発明と発展は、本格的な「こと」と「もの」の結合による巨大な付加価値の経済を我々の社会にもたらした。そして、それは幾通りかの方法で我々の社会に浸透し、我々の生活世界を根底から変化させつつある。

このように、我々は、すでに「機能」財が「もの」として入手できるようになり、既存の文化の中に「古くから存在した「機能」が「もの」に変化していく状況を経験している。同様に、我々の文化の中には古くからさまざまな「もの」と「こと」の連鎖からなる価値の創成物としてのさまざまなサービス財が存在している。今日、我々がしばしば「サービス」と呼んでいるものの多くはこの伝統的なサービス財を原型としている。我々が三次産業と長い間呼んできた産業、特に、最近はやりの日本旅館やレストランの「おもてなし」サービスなどは、そうした既存のサービス財からなる産業のことである。

一方で、今日、政策的に生産性向上の必要性がし

きりに主張されるような「サービス産業」は、サービス財の生産にかかわる「もの」と「こと」の連鎖が生み出す付加価値の生産性を意味する場合が多い。だが、他方で、情報通信技術の発展は生産システムのデジタル化という形で1980年代にNC工作機械の革命を起こし、それとほぼ同時期に生じたマイクロエレクトロニクス革命では、さまざまな機能財がMPUによる制御を組み込んだ財へと変化した。これらの変化と並行して、パソコンやゲームマシンを典型例とするプラットフォーム財と今日呼ばれる、財やサービスが急速に我々の生活世界に侵入してきた。

このプラットフォーム財が、今日我々がサービス・システムと呼ぶ「仕組み」と、その「仕組み」が生み出す、「もの」と「こと」の連鎖としてのサービス財の典型的なものとなってきている。機能財の世界でも、もともとサプライチェーンと呼ばれる生産の付加価値連鎖が存在していた。また流通の段階でもさまざまな付加価値連鎖が存在していた。

経営学の領域では、サプライチェーン・マネジメントの概念のもとで、このような付加価値連鎖を通じての全体最適を扱うとともに、さまざまなレベルでの戦略的提携を論じてきた。経済学の領域では、従来から、財は原則として「市場」という擬制の空間の中で取引されることで、原料から部品、製品までのサプライチェーンや、元売りから卸、小売への流通のチェーンがアドホックに構築されるという論理をとっている。

しかし、デジタル財とコンピュータおよびそのネットワークの世界の発展によって、さまざまな「もの」と「こと」の連鎖が組織の壁を越え複雑に結びついたサービス財の市場が創発してしまった。そこではすでに、その連鎖の末端が「もの」として存在していたとしても、「こと」の連鎖の構造を抜きには、サービスのありようを論じることは難しくなっている。

まとめにかえて

本稿では、サービスのためのシステム・サイエンスの、最近の動向と新しい考え方について論じた。

今日、我々の世界の大部分の商品は、「もの」も「こと」も含めて、大きな「仕組み」の中で論じることが必要である。また実際にそのような観点に立たなければ、これからの財の生産・流通・消費を理解することはできないと考える。我々に要求されるのはシステムとして、サービスを把握し、その価値の構築物としてサービス財の性質を論じるという立場である。

このようにシステム・サイエンスの視点から展開されるサービスサイエンスの考え方は、我々独自のものではない。実際、我々が、東京工業大学でここ数年来毎年開催してきた国際シンポジウム、米国と世界各国とで毎年交互に開催されている Frontier in Service Conference, また、International Conference on The Human Side of Service Engineering 等の国際集会、さらには、関連する国際学術雑誌等を通して、我が国発のサービス研究の大きな流れとして広く知られるようになってきている。また、フィンランド・北欧などのヨーロッパの研究者の間でも、我々を中心とする共同研究の輪が確実に広がってきている。本稿に基づくような観点からのサービスサイエンスの今後の発展を期待するものである。

参考文献

- 1) Spohrer, J., Maggio, P., Bailey, J. and Gruel, D. : Steps Toward a Science of Service Systems, IEEE Computer, Vol.40, No.1, pp.71-77 (2007).
- 2) 特集：システムを考える, システムで考える, 計測と制御, Vol.46, No.4 (2007).
- 3) Checkland, P. B. : Systems Thinking, Systems Practice. 2-nd Edition, John Wiley (1999).
- 4) Lusch, R. F. and Vargo, S. L. (eds.) : The Service-Dominant Logic of Marketing : Dialog, Debate, and Directions, M E Sharpe Inc. (2006).

謝辞 本稿の一部は JSPS 科学研究費補助金基盤研究 (A) 25240048 の支援を受けた。

(2013年11月26日受付)

木嶋 恭一 kijima@valdes.titech.ac.jp

東京工業大学大学院社会理工学研究科・価値システム専攻・教授。工学博士。システム科学, 特に一般システム理論, 意思決定システム科学, システムマネジメント, サービスサイエンス等の研究に従事。

出口 弘 (正会員) deguchi@dis.titech.ac.jp

東京工業大学大学院総合理工学研究科・知能システム科学専攻・教授。理学博士, 博士 (経済学)。進化経済学, エージェントベースモデリング, 社会システム論, ゲーミングシミュレーション, サービスサイエンス等の研究に従事。

寺野 隆雄 (正会員) terano@dis.titech.ac.jp

東京工業大学大学院総合理工学研究科・知能システム科学専攻・教授。工学博士, 人工知能, 知識システム, 進化計算, 社会シミュレーション, 教育システム, サービスサイエンス等の研究に従事。