

サービス工学の社会実装

—サービス産業区分・サービス分類とサービス工学—

新村 猛

本稿は、サービス工学における最適化ループを形成する観測、分析、設計、適用のうち、適用分野における技術開発、社会実装、研究開発の現状および課題について概説する。21世紀初頭にサービス工学の概念が提唱されて約20年の研究により、中小理論の研究から萌芽的な技術開発、社会実験のフェーズを経て社会実装が徐々に進展しつつある。一方、サービス研究はまだ発展途上であり、サービスの特性、構造、分類などの研究はいまだ途上であり、サービス適用技術もまだその一部が実装されているにすぎず、開発すべき技術、適用すべき領域は非常に広範である。本稿ではサービス提供対象を人・心・物・情報の4象限にセグメントし、セグメントごとに発展してきた技術・研究および求められる技術課題について概説する。

キーワード：サービス工学、現場適用、生産性向上、社会実装

1. はじめに

サービス産業の生産性向上研究拠点として東京大学人工物工学研究センターにサービス工学研究部門が設立されたのが2002年、その2年後にはアメリカで“パルミサーノレポート”が発表された。また、2007年には産業技術総合研究所がサービス工学研究センターを設置、まさに21世紀の始まりとともにサービス工学が提唱されたといえる。人間の1世代を25年から30年と仮定すると、サービス工学は2025年から2030年ごろようやく第1世代の黎明期を終え、第2世代の成長期に向かおうとする時期にあると例えることができる。

東大人工物工学研究センターや産総研サービス工学研究センターに所属した若手研究者が40代から50代前半に差し掛かり、サービス工学研究も萌芽の研究から次第に理論構築、実証実験、そして社会実装のフェーズに移行しようとしている。サービスとは何か？サービスは工学研究の対象になりうるのか？という視点から、「サービス工学でいかにして実問題を解決するか」へと主たる関心は移行している。

しかし、サービス工学の概念、方法論、技術が広く社会普及した段階にあるとはいいがたく、サービス産業間で大きな開きが存在している。たとえば金融サービスの高度化は目を見張るものがあるが、理美容サービスや外食サービスなどのサービス産業は生産性が低位水準に甘んじており、改善余地は大きい。本稿では、



図1 サービス産業セグメンテーションの概念図
(縦軸：サービス提供対象/横軸：サービス生産特性)

まずサービス産業をセグメンテーションし、次いでセグメントごとの社会実装の状況および課題を明確にした後、サービス工学の外延となる学問分野を概観するとともに、サービス工学とオペレーションズ・リサーチとの関係について考察する。

2. サービス産業のセグメンテーション

2.1 特定技術と汎用技術

サービス産業セグメンテーションの概念図を図1に示す。サービス産業は公共サービスから情報、医療、金融、輸送、宿泊、小売など、非常に多様であるため、サービス工学の諸技術を社会実装しようとする場合、ある技術を開発して適用すればよいというわけにはいかない。共通要素をもつ産業をセグメントし、当該セグメントにおけるサービスの特性に応じた技術を開発、

しんむら たけし
立命館大学
t-shinmura@gankofood.co.jp

適用する必要がある。

2.1.1 特定産業への適用技術

交通業や運輸業のように、サービス提供の際に何らかの輸送手段を提供し、人または物を移動させることを目的とする場合、車や電車、飛行機などの輸送手段を開発するとともに、輸送手段が安全に、効率的に運用可能にするための安全工学、スケジューリングなどの技術適用が必要である。また、輸送サービスではドローンで商品を輸送することで人による配送サービスを支援する技術の実証実験が行われるなど、新たな技術適用によって従来手法の課題を克服する研究も進展している。しかし、これらの技術は有形物が多く介在するサービスには効果的であるが、サービス提供に有形物があまり介在しない場合、これらの技術の必要性は高くない。たとえば音楽配信サービスの場合、サービスのデリバリーはドローンではなくストリーミングによって行われ、情報サービスの場合は倉庫ではなく、サーバやクラウド上にその価値を保存する。

2.1.2 業種を問わない汎用適用技術

一方、サービスの本質的価値は無形である（無形性）という特徴は、どのサービス産業にとっても共通要素である。たとえば外食サービスは満腹や幸福、医療サービスは健康や生命、運輸サービスは移動といった抽象的価値がその中核である。サービス提供者がこれらの抽象的サービス価値を定量的に理解しようとする場合、その可視化技術は産業区分に関係なく求められる。

たとえば外食サービスは、グルメサイトや Web プロバイダが提供するアプリやサービスで顧客満足度を星の数で数値化し、医療サービスは患者の健康状態を検査結果に基づいて血圧や血糖値のように数値化している。運輸サービスは荷物の位置やステータスなどの状態遷移を個別別に計測、数値化している。これらの情報を計測、保存、表示するシステムはサービスの種類にかかわらず、同じシステムで適用することが可能である。たとえば顧客満足度、健康診断の数値、荷物のステータスを PC のキーボードで入力し、その情報がデータサーバに保管される。当該情報を必要とする人への伝達はインターネット回線を通じて配信され、サービス利用者のスマートフォンにインストールされたアプリで簡単に閲覧できる。

また、情報共有に関するシステムの場合、情報の取得、保存、閲覧できる基盤を構築すれば、共有する情報の種別は問わない。たとえば患者の体調（医療サービス）、株価や金利（金融）、学習履歴（教育）、顧客情報（宿泊）など、あらゆる情報をサービス産業が活用

		サービスの提供対象	
		人	物
サービス提供行為の特質	有形的行為	人に作用するサービス	モノに作用するサービス
	無形的行為	心に作用するサービス	情報に作用するサービス

図 2 サービス産業の提供対象と特質

することが可能なシステムを構築、実装可能である。

このように、サービス工学で開発された諸技術の社会実装には、網羅的技術と特定分野に適用される技術とに大別することができる。

2.2 サービス産業区分と適用技術との関係

技術の社会実装を検討する際、どのように産業セグメントを想定し、セグメントごとに求められる技術を検討すればよいのであろうか？ 図 2 は、ラブロックとウィルツ [1] の分類をもとに、サービス提供対象とサービス提供行為の 2 軸でサービス産業の特性を分類している。

サービス提供対象は人と物とに区分されている。たとえば医療サービスの場合、治療行為は「人」を対象としたサービス提供行為であり、リースサービスの場合、管理対象はリース物件たる「物」を対象とした提供行為である。一方、サービス提供行為は有形的行為と無形的行為とに区分されている。たとえば外食サービスの場合、料理という「有形物」を提供しており、カウンセリングサービスの場合、人の話を聞くという「無形的」な行為を提供している。産業セグメントの特性ごとにサービスの特性が異なるため、特性に応じた技術開発が求められる。

2.2.1 人に作用するサービス

人に作用するサービスは、サービス提供対象が「人」であり、提供行為の特質は「有形的」である。たとえば外食、宿泊、小売りサービスなどがこれにあたるが、サービス提供の媒体は料理、ホテル、店舗のように有形財が主であり、その提供対象者は人（顧客）である。当該セグメントは「人」が「物」を使ったサービスを提供、受容するため、製造業で開発された従来の工学ア

アプローチの適用と、サービス財の特性を考慮したサービス工学的アプローチとのハイブリッドとなる。

サービス提供、受容者対象がともに「人」であることが多いため、サービス提供対象に関してはサービス財の特性（変動性、無形性、同時性、消滅性）が最も反映されやすい。人間の特性に起因するサービスの長所を伸ばし、短所を補う技術が求められる。高級ホテルであれば顧客と従業員とのインタラクションを高めることがサービス価値向上に資する。事前チェックインシステムの導入によってチェックイン時に顧客が書類を記入する時間を減らすとともに、生じた余剰時間を活用して従業員が顧客に対してホテル館内の説明やイベント告知する時間を確保することで人のサービス価値を高めることができる。一方、従業員による記憶違いや入力ミスなどの人為的ミスを回避するため、事前チェックインシステムで顧客が入力したデータをホテルの顧客管理システムと共有し、チェックイン時に従業員が受注したスパ施設の利用申込みや、顧客自身が入力したレストランの予約情報を紐づけることで、情報共有不全に起因するクレームを回避することができる。

一方、サービス提供行為は「有形的」であり、サービス財の特性が提供対象である「人」ほど反映しないが、人に作用するサービスは労働集約型であることが多いため、人と物のハイブリッドでサービス提供されることが多い。たとえば外食サービスは調理機器を人が操作し、宿泊サービスはホテルの掃除を従業員が行い、小売りサービスは商品の運搬を人がフォークリフトを操作して行う。ゆえに、物に対して物理的に作用する搬送ロボットやドローン、アームロボットなどの技術開発・適用が求められる。加えて、これらの技術は人と協働することが想定されるため、操作容易性、安全性、人との作業同期などを考慮した技術開発が必要である。

2.2.2 モノに作用するサービス

モノに作用するサービスは、サービス提供対象が「物」であり、提供行為の特質は「有形的」である。たとえばメンテナンス、輸送、リースサービスなどがこれにあたるが、サービス提供の媒体は機械設備、車両、倉庫のように有形財が主であり、その提供対象はエレベーター、荷物、機械などの「物」である。当該セグメントは「物」が「物」を使ってサービスを提供、受容するため、従来の工学アプローチの適用が比較的容易である。ゆえに、既存技術をコンバートしてサービス工学的技術を確立し、社会実装が早期に実現可能なセ

グメントである。

サービス提供対象が「物」であるため、人の介在に起因するサービス財の特性、たとえば顧客の嗜好や提供者のスキルに起因するサービスの質的変動性問題や、理容サービスで顧客が来店しない限りサービスできないといった同時性問題が反映される確率は高くない。同一規格エレベーターの点検は同じ手法と機器で対応可能であり、同一種類の段ボールで梱包された荷物はロボットで簡単に把持できる。加えて、当該サービスの提供は本来の顧客である依頼人と対面で行われるわけではないため、工場のようにサービス提供者側にとって最適な環境でサービス提供することが可能である。

サービス提供行為も「有形的」であるため、人的要因をそれほど考慮せず、機械やシステム、ロボットなどによってサービス提供を構造化することができる。たとえば輸送サービスは、1か所の倉庫に集荷された荷物を特定地域に最短経路で配達するため、シミュレーションやスケジューリングなどの技術で最適経路を定め、メンテナンスサービスではエレベーターの電子システムの稼働状況を Web 経由でメンテナンス企業の監視システムと常時接続して 24 時間チェックし、リースサービスはリース先から回収した車を車庫に収納し、非接触型通信システムで個体管理をすることができる。

2.2.3 心に作用するサービス

心に作用するサービスは、サービス提供対象が「人」であり、提供行為の特質は「無形的」である。たとえばカウンセリング、教育、音楽サービスなどがこれにあたるが、サービス提供の媒体は会話、知識、音のように無形財が主であり、その提供対象者は人（顧客）である。当該セグメントは「人」が「人」によるサービスを提供、受容するため、最もサービス財の特性が発現しやすいセグメントであり、サービス工学独自の技術開発が社会実装のために必要とされるセグメントである。

サービス提供対象が「人」であるため、人の介在に起因するサービス財の特性が最も顕著に現れる。人によって不安要素は千差万別、学習進捗度や学習意欲は人それぞれ、音楽の嗜好は同一人物であっても時とともに変化する。医療サービスのように「同じ過程を経ることで同じ結果が出る」要素と心理カウンセリングのように「同じ悩みでも解決の糸口は人によって違う」要素が混在しているため、自然科学的アプローチによって人の心理や行動、生理的反応を定量化・構造化するだけでなく、サービス提供者が経験則によってその適用を精緻化する複合的なアプローチが求められる [2]。

サービス提供行為も「無形的」であるため、サービス財の特性が顕著に現れる。カウンセリングはカウンセラーの、教育サービスは教師の、音楽サービスは作曲者の志向やスキルによって品質が大きく変わる。ゆえに、サービス提供者の品質を高めるため、サービスシミュレータでスキルを向上させ、顧客データベースでサービス提供者が需要者情報を正確に把握できるようにするなど、提供者をサポートしサービス品質を向上させるシステムが効果的である。

一方、仮にサービス提供者のスキルが高かったとしても、需要者がそれを好まない場合、当該スキルは当該顧客セグメントにとって高い価値をもつわけではない。ゆえに、顧客の変動性に依拠して多様なサービスを需要可能にするシステム開発が効果的である。たとえば教育サービスでは、高スキル講師の講義 VTR を複数用意し、受講生の志向や学習進度に適したものを選定可能にすることでサービス受容者の多様性に適合するサービスシステムを提供することが可能になる。

2.2.4 情報に作用するサービス

情報に作用するサービスは、サービス提供対象が「物」であり、提供行為の特質は「無形的」である。たとえば情報、金融、保険サービスなどがこれにあたるが、サービス提供の媒体はデータ、資産、計算式のように無形財が主であり、その提供対象は、知識、金利、リスクなどのように無形的である。当該セグメントは「物」が「無形的」な手段でサービスを提供、受容するため、サービス財の特性が発現しやすい一方、人の介入がない、あるいは少ないため、人的要因によるサービス財の特性は発現しにくいという特性を併せもつ。

サービス提供対象が「物」であるが、ここでいう「物」は有形財ではなく知識、金利、リスクなどの無形財（情報）であり、有形財ではない。「非物理的」な「物」がサービス提供対象となるため、提供対象特性に応じた技術開発が必要となる。たとえば情報サービスであれば、データ紛失を防止するためのミラーリング、金融サービスであれば金利を決定するための数理モデル、保険サービスであれば当該保険が対象とするリスクを保険料に換算する計算式の構築が必要である。従来は数学、リスク工学などの知見をもとに高スキル者がこれらを提供していたが、コンピュータサイエンスや AI によって多くの分野で自動化が可能になりつつある。

サービス提供行為も「無形的」であるが、心に作用するサービスと異なり、何らかのシステムによって代替できる場合が多い。情報サービスの場合、データは Web または紙媒体で提供され、金利サービスでは銀行



図3 サービスシステムの構成要素

の Web サービスまたは店頭ディスプレイで金利情報を提供し、保険サービスでは加入する保険の条件は郵便または Web などで提供される。そのため、情報発信、保存、伝達するためのシステム構築が必要となるが、無形財である情報を在庫可能にし、情報提供と受領との同時性を低減、情報記録ミスによる情報の変動を防止するため、人が口頭や紙媒体を用いて情報を受発信するシステムから、情報通信技術やコンピュータ技術などに移行している。

3. サービス工学社会実装の容易性／困難性

3.1 サービス財の特性とサービスシステム

サービス産業の生産性向上が困難な理由として、鄭 [3] はサービス財の特性を挙げている。サービス自体には物理的実体性がなく（無形性）、物理的な意味の在庫が困難であるため（消滅性）、サービスは需要発生と同時に生産を行う必要がある（同時性）。加えて、サービスの提供者、受容者の人的要因により不均質であるうえ、品質に対する評価は人によって異なる（変動性）。サービス工学の知見を社会実装する場合、サービス財の特性に起因する生産性低下要因を低減する、あるいは克服する技術開発が必要である。

サービスシステムの適用現場における構成要素は大きく「環境」「人」「無形媒体」「有形媒体」に大別される（図3）。環境は Web サービスのようなグローバルレベル、金融サービスのようなシステムレベルから店舗のような地点レベルまで、さまざまなレベルが存在する。人はサービス提供者と受容者とが存在する。2 節で述べた輸送サービスやリースサービスのサービス提供対象は「物」と定義しているが、ここではサービス受容者はサービスを発注した「人」であり、「物」はクライアントの「貨物の移動」や「財の利用」を実現する有形資

源と定義する。無形資源は音声、情報など、サービス提供に伴う無形財であり、有形資源は商品、荷物、道具、デバイスなど、サービス提供に伴う有形財である。

3.2 サービスシステムの構成要素と適用技術

3.2.1 人間支援技術

録画・録音技術の発達には人によるサービス生産を在庫可能にし、Web へのアクセス容易性や再生デバイスの蓄積といったインフラの充実は在庫された録音、録画データをいつでも、何処でも受容することが可能になった。たとえば音楽サービスは、20 世紀にはレコードやカセット、現代であればデジタルデータによって演奏サービスを録音という形で在庫可能にすることで消滅性を克服し、21 世紀ではデジタルデータをストリーミング配信することで奏者と観客が同じ場所に存在しなければならないという同時性を解消した。また、教育サービスは授業スキルの最も高い講師の授業を録画することで対面授業における消滅性を克服し、Web 配信で何時でも受講できるシステムを構築して同時性の問題を克服している。

しかし、これらの技術が有効な領域は、メッセージ型サービス（心に対して作用するサービス領域）では有効であるが、マッサージ型サービス（身体に作用するサービス領域）ではまだ社会実装のハードルは高い。典型的なマッサージサービスである手術の支援技術として遠隔手術ロボット「ダビンチ」などが開発、導入されているものの、そのコストは2~3 億円と非常に高価である。理美容、マッサージ、介護支援など、多くのマッサージ型サービスは非常に安価であるため、広くマッサージ型サービスの現場支援技術を普及させるためには、技術導入コストの経済性を高めなければならない。また、これらのサービス領域は身体に直接作用し、安全性の確保は高水準で実現する必要があるため、経済性と安全性の両立が重要である。

一方、サービス提供者によってサービス品質が変わり、受容者の嗜好によって品質評価も異なる変動性を低減させる技術開発は容易ではない。サービス提供者支援技術としてはサービスシミュレータによるスキル修得支援や、医療・介護現場における介護日誌、医療記録アプリによる従業員同士の情報共有支援など、間接的に提供者の現場適用を支援することは可能であるが、直接的なサービス品質決定要因は人のスキルであり、これを直接的に向上させることは困難である。また、サービス受容者の嗜好はたとえ同一人物であっても、時と場合によって変化するため、サービス現場において顧客ニーズを当意即妙に読み取り、機転の利い

たサービス提供が求められる。換言すれば「人にしか実現できない、インタラクションによる価値創造」であり、サービス業が人間本位であることの最大の特徴である。

3.2.2 サービス環境構築技術

Web サービスのようなサイバー空間、スポーツサービスのようなフィジカル空間であっても、サービス提供を行う何らかの環境が存在する。店舗、旅館のようにサービスがある「地点」で提供される場合、当該環境はサービス提供者が比較的自由に設計できる。一方、旅行のようにある「地域」で、交通機関のように全国あるいは全世界など「全域」で提供されるサービスの場合、サービス環境は観光スポット、駅、空港のようなほかのコンテンツに依存するため、適用範囲が広いほど自律的な環境設計が困難になる。

フィジカル環境の場合、個別地点のサービス環境におけるサービス提供支援技術は実に多彩である。たとえば、銀行窓口の Web 化により、実店舗に人を配置しなくても顧客にサービス提供可能な店舗環境を実現し、自動レジ導入によってレジの待ち行列を解消し、人件費を削減する店舗環境を構築することで、サービス提供現場支援を行うことができる。一方、広域サービスの環境構築支援は技術開発のみならず、複数の事業者によるアライアンスが必要である。たとえば交通サービスであれば ICOCA や TOICA が使用できるように、多数の事業者が決済システムを、宅配サービスであれば多数の不動産事業者や家庭が宅配ボックスを設置するなどといったサービス環境を整える必要がある。

サイバー環境の場合、当初からサービスの空間的、時間的制約を低減させ、全世界共通の環境構築を志向してきた。その最たるものはインターネットであり、あらゆる事業者のシステムが統合的に運用されることを前提に構築されている。また、サイバー空間でサービスを提供するためのサブシステム、たとえばデータ通信、代金決済、言語変換などについても、異なる言語や通貨で同一のサービスを受けられるようにインターフェースが整備されており、個別のサービス提供者が環境構築するための経済的障壁はそれほど高くない。加えて、かつては Web ページや仮想店舗などの個別環境構築には一定以上の専門知識が必要であったが、技術の成熟によってそれほど専門知識がなくても容易に環境構築が可能になってきた。ゆえに、個人事業者であってもグローバルにビジネス展開することが可能であるため、多くのサービス企業がサイバー環境を活かして多様なサービスを設計・提供している。

3.2.3 無形資源の記録，伝達技術

すべてのサービスは何らかの無形資源を必要とする。サービス財が本質的に無形である以上、必ず無形資源を必要とし、かつ無形資源が当該サービスの本質的価値に直結する。たとえば人に作用するサービスであれば接客サービス提供時の会話内容（言語）、心に作用するサービスであれば教育サービス提供時の授業内容（知識）、物に作用するサービスであれば貨物輸送サービスにおける荷物の位置（データ）、情報に作用するサービスであれば金利（数値）などである。加えて、当該無形資源を受け取るサービス受容者の心象も無形である。接客サービスにおける顧客満足、教育サービスにおける習熟状況、輸送サービスにおける待ち時間に対するいら立ち、金利に対する顧客の納得感がこれにあたる。

サービス提供者側の無形資源は、記録、保存、伝達技術が重要になってくる。人によるサービスであれば、顧客との会話で取得した注文履歴や顧客の嗜好をデータベース化し、企業内で共有することでサービス価値を向上させることができ、心に作用するサービスの場合、講師ごとの授業内容と受講生の偏差値の履歴を記録することでサービス品質を評価し、改善活動につなげることができる。物に作用するサービスであれば荷物の位置と配達車の位置関係を分析することで最適な配送計画を立案し、情報に作用するサービスであれば過去の金利データ蓄積によって、将来の金利予測に活用することができる。

サービス受容者側の無形資源は、顧客情報の共有化・可視化技術が重要になってくる。サービス価値は提供者と受容者によって共創されるため、受容者側の無形資源を提供者に提供することで、より需要者のニーズに沿ったサービス生産が可能になる。たとえば接客サービスであれば当該サービスの利用開始時刻、教育サービスであれば受講生の苦手な科目や分野に関する情報、輸送サービスであれば配達先の住人が自宅にいる時間帯、金融サービスであれば顧客の所得や資産、負債に関する情報は、顧客が望むサービス提供の実現にとって重要である。

Shimmura et al. [4]によると、無形資源の記録は、記憶から紙、データへと、伝達は発話から電信、通信から Web へと進化しており、既に多くのサービス適用現場における課題を解決してきた。加えて近年、深層学習技術などの開発によって、音声や言語、画像処理技術が飛躍的に向上してきたため、従来人による入力作業を必要とした無形資源の自動記録が容易になっ

てきた。しかし、多くの秘匿されるべき無形資源（インサイダー情報、個人情報、ノウハウ、など）が存在するため、無形資源の秘匿化、盗難防止、暗号化など、さまざまな情報保護技術の高度化が求められている。

3.2.4 有形資源への作用技術

サービスは本質的に無形であるが、完全に無形資源のみで提供されているサービスは存在しない。サービス提供時に無形的要素が強いサービスにおいても有形資源が数多く活用されている。たとえば心に作用するサービスであれば、カウンセリングの予約は電話機や PC で行われ、カウンセリング時には顧客のために椅子やクッションを置き、リラックスするために飲み物やお菓子が提供される。情報に作用するサービスの場合でも情報機器やデータサーバなどの有形資源を用いないと情報を扱うことはできない。

提供時に有形的要素が強いサービスの場合、多くの有形資源がサービス提供時に投入されるが、その際に人間が深く関与している。人に作用するサービスの場合、たとえば飲食サービスでは料理を作って顧客に提供し、小売りサービスでは商品を仕入れ、陳列する。これらのサービスセグメントでは、サービス価値の媒体である有形資源を生産、加工、流通させることが多い。そのため、製造業と同様、ロボットや機械、搬送機といった有形財に物理作用を及ぼすマシンを活用することが多い。

製造業の場合、工場に計画的にマシン類が配置され、システムとして有機的に運用され、人とマシン類は柵などの物理媒体で分離されるため、安全確保は容易である。一方、サービス提供現場では、マシンと人とが混在する場で運用されるうえ、サービス提供時の状況は常に変化するため、計画的にマシンを配置、運用することは困難である。加えて、サービスロボットの多くは移動式であるため、電源をバッテリーで確保している。サービス提供時に充電切れを起こす可能性があるため、バッテリー稼働時間とサービス提供時間とを考慮したスケジューリングなど、サービス産業特有の課題が存在している。

物に作用するサービスの場合、サービス提供対象が「物」であるため、人に対するサービスと比較した場合に、人の安全性、サービスの変動性や状況変化への対応などへのハードルは相対的に低くなる。たとえば保守サービスの場合、保守対象はエレベーターや設備、建物などであるため、これらの設備を毀損しないように配慮した点検用設備、稼働状況をリアルタイムで把握する遠隔監視システムなど、既に多くの技術が開発、

適用されている。

サービス産業特有の技術的課題は、これら有形資源に作用したログがサービス価値創成に寄与する可能性が高いため、ログをどう記録してデータ化し、分析・活用するかという点である。たとえばリースサービスの場合、リース対象資産の在庫総量に対する日別の稼働率データは、保有在庫と需要との最適化や営業所間の在庫配分最適化などに活用できるため、出入庫管理や請求書発行といった業務管理システムは、最適資源配分機能を付加することで当該サービスの生産性向上に大きく寄与する。

4. サービス工学の外延

本節では、サービス工学の「適用」領域における外延について考察する。本稿ではサービス提供対象を「人」「心」「物」「情報」に分類しているため、この区分ごとに特性を分析し、サービス工学を取り巻く、あるいはサービス工学が波及していく学問領域を概観する。

4.1 サービスのセグメンテーションと学問領域

サービス提供現場における中心はやはり「人」である。提供者、受容者ともに人であるため、人間を研究対象とする学問領域が重要である。人間工学や安全工学といった分野は、サービス受容者が快適にサービスを受け、安全に活動することのできるサービス環境実現を担保する。また、医学や生理学、栄養学といった人の身体自体を研究対象とする分野は、サービスを受容する人間が当該サービスによって健康を維持向上し、QoLを向上させることに寄与する。また、社会学や文化人類学など、人の社会的活動にフォーカスした研究も重要である。

サービス提供者の生産性向上を実現するため、人間支援技術を研究する学問領域が重要である。ロボット工学や機械工学はサービスロボット、サービス支援マシンなどの開発に寄与し、サービス提供者をフィジカル面からサポートしている。情報工学、モバイル工学は、サービス提供者の情報取得や活用などを、サイバー面から支援する。また、人間の有機的組織に関する研究、たとえばヒューマンリソースマネジメントや組織工学など、社会科学系の研究領域もサービス組織の生産性向上に寄与し、エスノグラフィーのような人文科学系で培われた研究もサービスエンカウンターの研究やサービス組織の研究に大きく寄与している。

人は必ず「心」を伴うため、心を対象とした研究領域は重要な位置を占める。サービスを受容し、評価するプロセスの理解に認知心理学が寄与し、顧客の購買行

動を構造化し、ビジネスモデルの構築、発展を図るために行動経済学といった領域が重要である。また、群としての消費者心理を理解し、サービス設計を行うためにはマーケティング、特にサービスマーケティングは中心的役割を果たし、顧客満足度の理解や分析には統計学が深く寄与している。

「心」が介在することはサービス財の特性である変動性の大きな要素である。サービス提供者のスキルでサービス品質が大きく変化し、サービス受容者の感覚によってサービス価値に対する評価が変化する。サービス品質向上のためにはサービス品質自体を向上させるための品質管理や、人のスキル不足を補完するための人工知能などが有効である。また、サービス受容者の評価を可視化し、分析するためには情報工学やエスノグラフィーに加え、地域や国によるサービス品質評価の相違などの観点から、倫理学や歴史学、言語学といった分野がサービス理解をより深めるために求められる。

「物」に対するアプローチは従来の工学分野が最も得意としている分野であり、ある意味サービス工学が最も効果的に寄与してきた分野である。サービス工学黎明期には、多数の物で構成される複合サービスを対象とした研究が行われてきた。たとえば交通サービスにおける車両の最適配置や運行計画や、地域全体の観光資源の巡回経路を最適化するための交通機関の運行計画に関する研究など、オペレーションズ・リサーチなど数理研究分野の適用などである。

また、サービス提供対象としての物に作用する研究は、機械工学、ロボット工学、航空工学など、製造業とともに高度化してきた工学分野の知見が動員され、サービス適用支援技術の開発に寄与している。たとえばメンテナンスサービスにおいて、メンテナンス対象となる機械の点検を実施する機械装置やシステム、外食サービスで料理をテーブルに搬送するロボット、輸送サービスで荷物を個別配送するドローン開発など、その適用範囲は多岐にわたっている。

「情報」はサービス財の無形性が最も顕著に現れる対象であり、その名のとおりに情報工学を中心としてコンピュータサイエンス、人工知能、データサイエンス、通信工学など、情報関連の研究および技術開発が中心となっている。加えて、対象となる情報の内容および性質によって、さまざまな分野の知見が必要となってくる。個人情報であれば法学分野の、金融情報であれば金融工学や計量経済学といった社会科学の知見が、情報の取得、保管、活用際に必要となってくる。ま

た、情報が街の画像で、その目的が犯罪防止であれば、たとえば人工知能が画像認識によって犯罪の兆候を発見しようとする場合、犯罪心理学、安全工学、犯罪学など、当該目的に関連する学問分野の知見が統合して適用されることになる。

4.2 学際的研究としてのサービス工学

サービス工学として発展してきた本領域は、次第に「サービス学」という名称をあわせて用いるようになってきた。2004年にパルミサーノレポートで「SSME (Service Science, Management, and Engineering)」, 後に「SSMED (SSME + Design)」などの概念が提唱されてきたが、その背景には、サービスという研究対象は特定の学問領域で解決できるものではなく、自然科学、社会科学、人文科学の知見を統合的に動員する必要があるという考え方が存在する。

産業技術総合研究所も、第2種基礎研究（これまで基礎研究という括りに入らなかった研究成果を束ね、保有する技術や、その改良を加えて社会に役に立つことを目指す研究）という研究アプローチを提唱しているが、サービス研究はまさに典型的な第2種基礎研究の領域であり、従来の学問領域にとらわれない学際的な研究領域といえる。

サービス工学適用領域においては、研究者自身の専門領域に軸足を置きつつさまざまな領域の研究者と協力し、あるいは異なる分野の研究領域を学ぶことによって、サービス工学の研究を深化させることができる。ゆえに、工学領域だけではないという観点から、「サービス学」という呼称を用いることが増加してきたといえる。

4.3 サービス工学とオペレーションズ・リサーチ

本稿で述べたように、オペレーションズ・リサーチのサービス工学への適用領域は実に多彩である。作業計画、配車計画、在庫管理など、サービス提供現場にはオペレーションズ・リサーチを直接的に適用可能な要素が多いことは当然であるが、サービスは本質的に在庫不能であるため、生産と消費は同時進行するという「同時性」がオペレーションズ・リサーチと相性がいいという特質がある。

サービス自体を在庫できないサービス業は、ロボッ

トの配置によって作業能力を、人の出勤によってサービス生産能力を、コンピュータシステムによって業務処理能力を在庫し、需要変動の上振れに対応している。つまり、製造業は製品を在庫し、サービス業は生産能力を在庫することで需要変動に対する頑健性を実現しようとしている。当然の帰結として、サービス業ではまず需要自体の予測精度を上げ、次いで求められた需要変動に対して生産能力の最適配置を目指す。サービス提供現場における効率化実現を図るために生産能力の配置を最小化するとともに、その生産能力で産出されるサービスの量を最大化する。このように、オペレーションズ・リサーチの主たる手法はサービス業との親和性が高いため、サービス工学の外延として中心的役割を果たす。

一方、サービスは本質的に無形であり、触知不能なことが多い。ゆえに、その定量化には多くの技術的困難を伴うことは既に述べた。ゆえに、オペレーションズ・リサーチが効果的にサービス工学領域で機能するためには、画像処理、音声処理技術やセンシング技術など、無形であるサービスの特徴や構造を定量化、データ化するための技術開発が必須である。コンピュータサイエンスやセンサ技術、人工知能などさまざまな技術の高度化によって技術課題は解決されつつあるが、人の心や満足度の変化など、まだまだ定量化自体が困難な領域も多い。脳科学や心理学などの既存の学問分野に加え、新たな研究領域の発展が、サービス工学にとって、また、オペレーションズ・リサーチにとって重要な課題である。

参考文献

- [1] クリストファー・ラブロック、ヨッヘン・ウィルツ（白井義男監修、武田玲子訳）、『ラブロック&ウィルツのサービス・マーケティング』、ピアソンエデュケーション、2008。
- [2] 北島宗雄、“CCE：認知的クロノエスノグラフィ,” 日本人間工学会第51回大会講演集, pp. 28–29, 2010.
- [3] 鄭森豪, “サービス産業におけるサービス財の特性,” 九州産業大学商経論叢, 48, pp. 119–131, 2007.
- [4] T. Shimmura, T. Takenaka and M. Akamatsu, “Improvement of restaurant operation by sharing order and customer information,” *International Journal of Organizational and Collective Intelligence*, 1, pp. 54–70, 2010.