サービスモデリングの方法論

ーメカニズムデザイン理論からのアプローチー

Methodology of Service Modeling

– An Approach from Mechanism Design –

西野 成昭
Nariaki NISHINO

東京大学
The University of Tokyo

Keywords : Service engineering, Co-creation, Theory of value, Mechanism design, Game theory, Neoclassical economics

1. はじめに

経済発展に伴い第1次産業から、第2次産業、そして、第3次産業へと経済活動がシフトするという構造的変化は古くから指摘されており [1, 2], 日本でも第3次産業であるサービス産業がすでにGDPの7割以上を超える割合となっている。しかしながら、自動化等の技術で最適化が極度に進む製造業とは異なり、サービス産業の多くは経験と勘で行われることが多く、GDPの割合の大きさにも拘らず、その生産性の低さが指摘されている。日本生産性本部の調査 [3] によれば、図1(a)に示すように、日本の労働生産性はOECD諸国と比べて低く、特にサービス産業での低さは頻繁に指摘されており、サービス産業の効率化は解決すべき大きな課題となっている。

一方、そのような生産性という一義的な指標でサービスを評価するのではなく、人間や人為の所産を含んで考えるべきという議論もある [4]。例えば、日本のサービスの特徴は「おもてなし」という言葉で表現されることも多く、サービスの質は高く評価されている [5] (図1(b))。当然、高級ホテル

などでは、諸外国でもきめ細やかなサービスが提供され、日本のおもてなしに相通じる部分も感じ取れる。しかし、生産性の高い諸外国のサービスから必ずしもおもてなしを感じ取れるかといえ、必ずしもそうではない。

例えば、小売のような身近なサービスの例で考えてみよう。諸外国のスーパーマーケットではレジに長蛇の列ができててもそのままであることが多いが、日本ではレジ応援のアナウンスがなされ、すぐさま他のスタッフが駆けつけ長蛇の列を解消し、客の不満を少しでも解消する努力を怠らない。つまり、日本型の質の高いサービスを実現するには、長蛇の列が生じた場合に対応できるだけのスタッフを勤務させる必要があり、その分だけ人件費が高つく。

一般に、生産性の定義は次のような式で計算される。

$$(\text{生産性}) = \frac{(\text{Output})}{(\text{Input})}$$

例えば、労働生産性の場合にはOutputに付加価値額(粗利益など)をとり、Inputには労働投入量(従業員数や時間あたりの労働量等)が設定される。もちろん、状況に応じて、分子分母に何の数値を設定すべきかの議論はあるが、基本的な構造は同じである。再び、先の小売サービスの例で考えれば、レジ応援に回せるほど十分な従業員を勤務させると、上式の分母である労働投入量は当然大きくなる。一方で、長蛇の列による不満を解消したところで、残念ながら売り上げに直接的な貢献は無く、分子を大きくするものではない。結果として、生産性の指標は下がる。

上記の例は極端ではあるが、サービスの受容者に対してきめ細やかな配慮をしても、直接的に生産性の向上に結びつかないというケースは多い。もちろん、サービスにおいても、在庫管理等のオペレーションに関する部分は、製造業が行っているような最適化技術を応用すれば、効率化は十分可能であるが、サービスの本質は人間との直接的な接点の部分であり、そこに直接的に最適化技術を適用することは困難である。サービス産業における生産性の向上を謳っても、サービスの質を下げまで効率化することは本意ではないし、サービスの質の向上と効率化の両立は困難な場合が多く、簡単に解決できる問題ではない。

図1 労働生産性・サービス品質に関する調査結果

(出所: 日本生産性本部 [3, 5])

図2 サービスのキーワードを含む文献数の推移

さて、そのようなサービス産業における生産性の低さの議論と並行し、ここ10～20年ほどの間に、文理を超えて様々な学術分野で「サービス」というキーワードが多く現れ始め、分野を問わず注目が集まっている。図2には、Scopusで「service*」をキーワードとして検索し、得られた文献数の分野毎の推移を表したものである。分野に拘らず、特に2000年以降で大きくその数を伸ばしていることがよく分かる。

学術分野でサービスへの注目が増える一方で、我々が日々生活する経済においても、サービスヘシフトする社会的要請がある。シェアリングやサブスクリプションといった、新しい形式のサービスの拡大である。その1つの理由として、消費者の嗜好の変化がある。80年代までの生活とは異なり、現在の我々の生活にはモノが溢れており、誰でも当たり前のように欲しいものが容易に手に入る。モノを所有すること自体に価値があった過去とはすでに大きく異なった生活様式になり、モノを使って「何」を「どのように」して経験するのかという、消費者の嗜好のフォーカスはそのプロセス自体に変化してきているのである。これは、Pine and Gilmore [6] が言っている「経験経済」という考え方と共通点も多い。そのようなプロセスとは、まさに「サービス」に他ならない。そのような社会的要請も、多かれ少なかれ、サービス自体を研究対象とする動機へと繋がっている。

以上のような背景から、サービス自体を科学的に研究することが現在求められている。しかし、サービス研究は、従来の科学的な方法論やその考え方がそのまま通じないことも多く、研究者を悩ませる原因となっている。理由の1つは、サービスには必然的に人間が含まれる系となり、従来の伝統的なアプローチだけで扱うことは難しいからである。さらに、サービスは一般に無形であり、生産と同時に消費が行われ、在庫として保存することはできない[7]。そのため、サービスが提供され、消費されたその瞬間に価値が生じる。その価値こそが、サービス研究には避けて通れない重要な構成要素の1つになっているのである[8-10]。しかし、科学的に価値を扱うことは容易ではなく、人文科学や社会科学の分野でさえも、その扱いは困難で、多くの研究者がもがき苦しんできた歴史があることは言うまでもない。

しかし、科学的に扱おうと考えた時、最も根源的で、最初に取り組むべきはモデル化であろう。モデルがなければ、

対象を理解することも難しいし、工学的に何か新しいサービスとしての仕組みを作り出すという行為も不可能である。しかし、先に述べたとおり、サービスは価値の問題を切り離すことはできないため、サービスをモデル化することは容易では無い。そこで本稿では、そのようなモデル化の問題に切り込む1つの可能性として、ミクロ経済学やゲーム理論の応用であるメカニズムデザインという見地から議論したい。

2. サービスにおける価値の問題

サービスにおける価値の問題を考える際、重要なキーワードが「価値共創」である。言い換えれば、サービスにおいて提供者と受容者の間での共創を通じて価値が創出されるということである。価値共創という用語自体は、Vargo and LushのService Dominant Logic (以下, SDL) [8] の概念に注目が集まるに伴い、分野を超えてその言葉は急速に広がっていった。しかし、「共創」という考え方自体は、彼らのオリジナルなものではなく、その背後にはそれぞれ独立した以下の3つの起源を見出すことができる[11]。

1. 哲学・生命科学から展開された共創[12]
2. 生産工学におけるモノづくりの思想からの共創[10, 13]
3. 経営学における消費者の生産への関与としての共創[14, 15]

1つ目の共創は、さらにその考え方の源泉に西田哲学があり、清水らによって「場」という概念に強く関連して共創が論じられている[12]。2つ目は、筆者も深く関わってきたが、上田によって、工学的な観点から共創に関する研究がなされ、現在までにサービス工学分野と融合的に発展してきている[10, 16, 17]。そこでは、創発的シンセシスの方法論[13]の考え方が根底にあり、要求仕様を満たす人工物を創発的手法で作りに出すという生産工学分野における1つの考え方を応用し、価値の構成問題をシステム論的に論じている。3つ目は、Prahaladらによる経営学における展開である。顧客が生産プロセスに参加するなど、コンピタンスの源泉として顧客の関与を掲げ、共創(co-creation)という概念へ広く展開されていった[14, 18]。これらの共創の起源のうち、SDLの価値共創は3つ目の派生として位置付けられる。

他方で、SDLを4つ目の起源にすべきという意見も一部であるが、敢えてそのようにしない。その理由としては次のとおりである。論文の時系列から、また、隣接分野であることから類推するに、Prahaladらが主張する共創から触発されて、マーケティング分野への展開があったように推測できるというのが主な理由である。しかし、残念ながら、筆者の知る限りSDL論文でPrahaladの文献を「共創」という観点で引用はされておらず、その真相は定かではない。実際、Vargo and Lusch [8] の最初の論文が発表されたJournal of Marketingにおいて、様々な著名な学者へ当該論文に対する論評(commentary)を求め、その内容がBolton [19] によって発表されている。その中でPrahaladにもコメントが求められており、特にSDLのFoundational Premise 6 (FP6)

サービスモデリングの方法論

「The customer is always a coproducer」について意見が述べられている。この点からも、3つ目のPrahaladによる共創の派生として位置付けるのが適切であると判断できる。

共創の議論で共通するのは、複数主体間の何らかの相互作用を通じて創発的に生み出されるというそのプロセスである。すなわち、サービスの局面において、提供者と受容者間の相互作用等を通じて価値が生み出されることを意味する。しかし、概念として、そのような価値共創の構造を定性的に理解することはできるが、残念ながらそれらを科学的に扱う方法論は、まだ十分とは言えない。

さて、ここで1つの疑問が生じる。「科学(サイエンス)とは何か?」という根源的な問いである。もちろん、科学哲学などの分野において、様々な議論が重ねられてきているが、科学としての成立の要件として、やはり、Popperの反証可能性[20]を挙げたい。ならば、サービスの価値について、反証可能性を担保する形で研究する方法とは何であろうか? その1つは明らかに数理的なモデル化のアプローチである。数理的なモデルがあれば、常に反証可能性を担保できる。そのような数理的な理論体系を持つ分野は、ほとんどの場合で科学と呼ばれる。

価値に対して数理的なモデルを構築し、その理論体系を現在までに構築してきた代表分野が経済学である。サービスのモデル化を考えるにあたり、本稿はその拠り所を経済学に求める。次章では、歴史的に経済学が価値の問題をどのように扱い、現在の理論経済学が形成されてきたか、簡単に振り返ることにする。

3. 経済学における価値の理論の発展

経済学における価値の理論として、その端緒となるものは、やはり労働価値説である。SmithやRicardoを中心に古典派経済学の基礎となる考え方として展開されたものであり、財の価値は投下された労働量によって決定されるという考え方である(投下労働価値説)。ここでの価値とは交換価値のことを意味し、市場で取引される価値とは、その財の生産に投下された労働量に従うという見方である。

ところで、近年のサービス研究で頻繁に使用される重要なワードとして「使用価値」があるが、実は、すでにSmithの時代から交換価値と使用価値の2種類がすでに区別されて用いられていた。水とダイヤモンドの例による価値の話から、その概念は明確に読み取れる[21]。しかし、Smithを受け継いだRicardoは使用価値の考え方をういず、その流れは一旦潰える。なお、秋元[22]によれば、Ricardoが使用価値を用いなかったのは、投下された労働量に比べて、そのような主観的な価値は測る尺度も比較も不可能と考えていたのがその理由のようである。

そして、経済学における価値理論の歴史は、効用という人々の主観的な価値の考えに基づいた限界革命へと展開されることになる。限界革命は、Menger[23]、Jevons[24]、Walras[25]の3人によって、それぞれ独立に、かつ、ほぼ同時期に、

同様の限界効用の考え方が提唱されたと言われている。財の消費を1単位増やした時に得られる効用の増加分(限界効用)を考え、その増加分の変化で消費の選択を考えれば、財の需要や価格について明確な説明ができるようになったのである。新古典派経済学はこの考え方が基礎にある。

なお、効用に基づくこの概念は、Bentham[26]の功利主義へ遡ることができる。彼は、幸福の基礎にある快と不快の感覚を数量的に計測し、社会全体の公的な便益の最大化の議論を行った。しかし、そのような計測については、多くの批判を受けたのも事実である[27]。限界効用の概念を打ち立てた彼らの考えは有用であったが、当時は基本的には基数的効用の概念に基づいていた。すなわち、その大きさに意味がある効用のことであり、Benthamへの批判や、Ricardoが使用価値を選じたように、効用の大きさを前提とする理論は、多かれ少なかれ問題を孕んでいた。

しかし、その後のPareto, Edgeworth, Hicksらの偉大な経済学者により、序数的効用を用いた理論として経済学は体系化され、現在の新古典派経済学の基礎を形作った。なお、序数的効用では、順序のみを考えるものであり、効用の大きさ自体に意味はなく、どちらの方が好ましいかという順序だけが重要となる。

ここで、現在使われている序数的効用の具体的な定式化を一部紹介しよう。数学における二項関係の1種として、次のように定義される。

定義1 (選好関係) 集合 X をサービスも含む選択可能な財の空間としての集合とする。 X 上の二項関係 R について、以下の性質を持つものを選好関係と定義する。

- 反射性: $\forall x \in X \quad xRx$
- 推移性: $\forall x, y, z \in X \quad xRy \wedge yRz \Rightarrow xRz$
- 完備性: $\forall x, y \in X \quad xRy \vee yRx$

なお、選好関係は一般的に上記の R の代わりに $\succsim$ の記号が用いられることが多い。例えば、 $x \succsim y$ と書いて、「 x は y と同程度かそれよりも選好する」という個人の主観的な好みを順序として表す。この選好関係は、数学における順序に似ているが、厳密にはそれとも異なる。一般に、反射性、推移性、反対称性の3つの性質を満たす場合に順序と定義される。反対称性があるため、例えば、順序の1つである不等号の場合、 $a \geq b \wedge a \leq b$ ならば必ず $a = b$ が成立する。しかし、選好関係では、同程度好ましくても、それは必ずしも同じ財(または、同じ財ベクトル)である必要はない。なお、同程度に好ましい場合を無差別と呼び $x \sim y$ のように書く。なお、理論経済学で効用関数が用いられるが、それは選好関係で表される順序を実数値関数として表現したもので、その大きさ自体に意味はない。すなわち、効用関数 $u: X \rightarrow R$ は、単に以下を満たすものである。

$$x \succsim y \Leftrightarrow u(x) \geq u(y) \quad \forall x, y \in X \quad (1)$$

このような形式で選好関係が定義できれば、人間が持つ主観的な価値を、単なる順序のような形式で、比較的客観的なモデルとして表現することが可能になる。もちろん、これで価値を完全にモデル化できる訳では無いが、限界革命の時代あたりまでの過去の研究者が直面した効用の計測問題は少なくとも回避できており、美しい客観的なモデル化である。経済学はサービスも研究対象の範疇であるが、伝統的には希少な資源の配分の問題と、その時の市場での均衡価格に研究の主眼がある。そのため、サービスの提供と消費のプロセスから生じる共創的な価値に焦点を置く昨今のサービス研究の枠組みとは異なるが、主観的に消費者が持つ価値を、順序というモデルで扱うことは、少なくとも有用な考え方である。

一方で、SDLでは、FP1「Service is the fundamental basis of exchange」[28]やFP5「All economies are services economies」[8]に仮定されているように、経済における交換等のプロセスは全てのサービスであるという考え方を主張し、経済学で培ってきた価値に関する理論をGoods dominantな考え方であると真っ向から否定し、新たに独自の理論によって価値を議論する。そのような姿勢に対して、筆者は異を唱える。Vargoらの2005年の文献[29]で経済学との関連の議論が一部あるが、上記のような選好関係の定式化の話は出てこない。経済学は、アダムスミスの時代からすでに約250年もの歳月をかけて価値の問題について真摯に研究を重ね、科学としての現在の学問体系を確立した。それらの過去の蓄積を尊重しながら、サービスにおける価値について、よりいっそう深く検討を重ねるべきである。

本稿では、本章で見てきた経済学における価値の取り扱いを前提に、サービスモデリングについて検討したい。その際にコアとなる理論がメカニズムデザインである。

4. メカニズムデザイン

メカニズムデザインの話の前に、前章で述べた経済学における価値の理論とゲーム理論の関係について断っておく。現在では、ゲーム理論は経済学で欠かせない重要なツールであるが、その成り立ちは1944年公刊のvon NeumannとMorgensternによる「ゲームの理論と経済行動」[30]に遡り、当時は数学分野として発展が大きかった。そのため、必ずしも序数的効用の理論化の流れを踏襲している訳ではなかった。結果として、ゲーム理論が基礎とする期待効用理論は、一部で効用の基数的な性質が均衡解などに影響を及ぼす。しかし、期待効用理論でも、以下のように順序の考え方が基礎にあり、序数として価値を表すことが重要であることは間違いない。

$$p \succsim q \Leftrightarrow U(p) \equiv \sum_{x \in X} u(x)p(x) \geq \sum_{x \in X} u(x)q(x) \equiv U(q) \quad (2)$$

上式で、 p と q はくじと呼ばれる。通常、確率を含む経済的な金銭利得/損失を伴う意思決定問題を、一般化して「くじ」と扱われることが多い。なお、数学的には、帰結の集合 X に対する確率分布 $p: X \rightarrow [0, 1]$ がくじと定義される。式(2)の意

味は、くじ p と q の選好関係の順序が、効用関数値の期待値の大きさによって表現されているということであり、式(1)と基本的な考え方は同じである。

メカニズムデザインは、ゲーム理論の枠組みを応用し、個々の主体の合理性を前提として、社会全体として望ましい帰結をもたらすような制度やルール設計を目指す分野である。メカニズムデザインが想定する理論的なフレームワークを説明するには、まずはゲーム理論の基本的な定式化の理解が前提となる。以下で、少し紙面を割いて、その基本について説明する。

n 人標準型ゲーム G は、 $G=(N, \{S_i\}_{i \in N}, \{u_i\}_{i \in N})$ として表される。 $N=\{1, 2, \dots, n\}$ はプレイヤー集合、 S_i はプレイヤー i が取りうる戦略の集合、 u_i は $u_i: S_1 \times S_2 \times \dots \times S_n \rightarrow \mathbb{R}$ で定義される戦略の組から実数値への写像であり、プレイヤー i の効用関数(利得関数)を表している。このとき、他のプレイヤーの利得関数などを含むゲームのルールや構造が全部知っている(共有知識)という仮定のもと、個人の利得を最大化する合理的プレイヤーによって到達される行動の理論的予測として、ナッシュ均衡の概念が次のように定義されている。

定義2 (ナッシュ均衡) プレイヤの戦略の組 $s^*=(s_1^*, \dots, s_n^*) \in S_1 \times S_2 \times \dots \times S_n$ がナッシュ均衡であるとは、すべてのプレイヤー i について、以下が成り立つときを言う。

$$u_i(s^*) \geq u_i(s_i, s_{-i}^*) \quad \forall s_i \in S_i$$

ただし、 s_{-i} は $(s_1, \dots, s_{i-1}, s_{i+1}, \dots, s_n)$ を表す。

なお、各プレイヤーの戦略は確率的に選択されるものと考えの方が一般的で、その場合には期待効用を用いて、同じようにナッシュ均衡が定義される。また、上記は標準型ゲームでの説明であるが、意思決定のタイミングが異なる状況では、ゲームの木構造を用いた展開型ゲームが用いられることも多い。ナッシュ均衡が最も基本的な解概念であるが、それ以外にも、合理性をより強く要請する均衡概念や、ゲームの構造に不確実性を伴う不完備情報下での均衡解など、他にもいくつかの解概念が提案されており、状況に応じて用いられる。

さて、本章の本題であるメカニズムデザインに入ろう。メカニズムデザインは、図3のような理論的な枠組みで問題を捉える。なお、制度やルールをまとめて、広く一般的なものとして「メカニズム」と呼ぶ。

図3において、 D が選好集合であり、プレイヤーの全ての取りうる選好が含まれる。選好の形式は問題設定によるが、すでに説明した選好関係や効用関数など、全て集合 D に含み得ると考えて良い。 X は帰結集合であり、プレイヤーの行動の結果として実現される何らかの状態と考えると良いだろう。単純なゲームとして考えるならば、各プレイヤーが選択した選択の組によって実現する利得も1つの帰結である。 D と X は、これまでに説明したものと本質的に同じであるが、メカニズムデザインの特徴の1つは、メッセージ集合 M であろう。メカニズムデザインでは、各プレイヤーが何らかの

サービスモデリングの方法論

図3 メカニズムデザインの理論的枠組み

メッセージ $m_i \in M_i$ を申告するという一般的な枠組みを考える。ここで、 M_i はプレイヤー i がとりうるメッセージの集合で、 M は一般に $M \equiv M_1 \times \dots \times M_n$ と定義され、全プレイヤーが取りうるメッセージの組の集合である。ただし、このメッセージは、単なる情報伝達ではなく、何かの意思を表明したり、選択の意思決定だったり、より広い概念として捉えれば良い。一般に、個々のプレイヤーの選好を知ることができないので、望ましい帰結を得るためには、例えば、選好などに関係する情報を聞き出す必要がある。一人一人からのメッセージを集めて、帰結へ到達させる部分をメカニズムとして捉えているのである。

そして、図3では D, X, M が三角形を形成するように矢印で繋がれているが、それぞれ $s: D \rightarrow M$, $f: D \rightarrow X$, $g: M \rightarrow X$ の写像を意味している。 s は戦略関数と呼ばれ、ある選好を持ったプレイヤーが、ゲーム理論における何らかの解概念（e.g. ナッシュ均衡）に基づいてメッセージを選択することを意味している。ゲーム理論の枠組みはそのまま活用されているので、換言すれば、あるゲーム構造が与えられた時の各プレイヤーが選択する均衡解を求めるプロセスそのものである。そして、選択されてメッセージによって実現される帰結への写像を表しているのが帰結関数 g となる。これは、全てのメッセージを集約して、自動的に結果を導いてくれるような、定められたある種のルールと思えば良いだろう。

残った社会選択関数 f は、メカニズムデザインを説明する上で欠かせない。この写像 f は、言わばプレイヤーが持つ選好に対して、社会全体として最も望ましい状態への対応関係を与えてくれるものである。一般に、人々はそれぞれの考え方（ここでは選好に限定）を持ち、それらをまとめて社会全体として最も望ましい状態が何かを規定すること自体困難であるが、もしもそれが可能であるとするならば、その望ましい状態への写像が f なのである。実際には、パレート最適性などの概念が用いられることになる。

すでに述べたように、メカニズムデザイン分野が目的としているのは、社会全体として望ましい状態を実現するようなメカニズムを設計することである。ここで、メカニズムは (M, g) で定義され、その設計次第で、人々の合理的行動によって導かれる帰結 $x \in X$ が当然変わる。目的である「社会全体として望ましい状態を実現するようなメカニズムを設計する」とは、すなわち、人々の個々の合理的行動によって実現する帰結を、社会的選択関数によって導かれる帰結と一致さ

せるような (M, g) を設計することである。具体的には、以下の式が成立するように (M, g) を決定する問題となる。

$$g(s(d | (M, g))) = f(d) \quad (3)$$

ただし、 $d \in D$ であり、あるメカニズムが与えられた状況下で、そのような選好 d のプレイヤーによって選択されるメッセージの組が $m = s(d | (M, g))$ である。写像 g によって m から飛ばされる写像先と社会全体として望ましい状態 $f(d)$ との一致を、等式で表現しているだけである。なお、もしも s をナッシュ均衡概念による写像と考えれば、上記の式 (3) のことを、メカニズムデザインでは「ナッシュ遂行する」と表現する。当然、異なる解概念の時は、ナッシュ均衡の部分をその均衡解の概念に置き換えれば良い（e.g. ペイジアンナッシュ遂行など）。

このようなメカニズムデザインの分野で得られた知見を元に、近年では実社会の制度設計へ実践していることが報告されている。特に、マッチングの文脈ではその成果は顕著であり、米国のボストンやニューヨークでは、Deferred Acceptance（以下、DA）という新しいメカニズムが公立の学校選択のマッチングに用いられているし [31, 32]、研修医と病院のマッチングは世界的に DA が使われている [33]。日本でも2004年から DA をベースとしたメカニズムに移行している。また、生体腎移植におけるドナーと患者のマッチングにもメカニズムデザインでの研究成果が実践されている [34]。

5. サービスのメカニズムとしてモデル化

前章までに、サービス研究における価値の問題から、経済学における価値の理論の発展、そして、メカニズムデザインにおける理論的フレームワークについて説明した。特に、前章の最後に触れたマッチングの実践は、間違いなくサービスの1つの例である。複数のグループ間で要素同士をマッチングするという行為自体が、プロセスそのものだからである。そのようなプロセスに着目することこそが、1章でも述べたように、サービスの特徴である。このように考えれば、サービスとメカニズムデザインにおける共通の部分が少し垣間見える。

前章で説明したように、メカニズムデザインの理論的フレームワークは、そのサービスのプロセス部分を多分に含んでいる。ところが、実際のところは、経済学からの延長であることも手伝って、結果としての帰結自体に焦点があり、そこに到達するまでの人々の相互作用のプロセスについては、主たる対象の外である。メカニズムの設計やそれが有する性質などの点が強調され、人々の行動は均衡概念に基づくものとして扱われ、サービス研究が本来明らかにしたい人々の相互作用の部分に深く切り込まない。

しかし、いずれにせよ重要なのは、メカニズムを設計すれば人々の行動が変化するという点である。そこで、「サービスにおいてメカニズムとは一体何か」という点から再考してみよう。例えば、レストランというサービスを例に考える。

消費者がレストランに来れば、給仕人が座席に案内し、着席する。与えられたメニューから、食べたい料理を選択すれば、料理人によってそれが調理され、完成したものがテーブルに運ばれる。消費者がそれを食した後は、それに対する対価を支払い、店を後にする。ここでの消費者の意思決定は、メニューから選択するという行為であり、これはメッセージの選択に他ならない。写像 s に対応する。選択が決定すれば、あとは定められたルールによってサービス提供が行われ、サービスを消費するという帰結が実現される。すなわち、メッセージから帰結への写像 g である。メカニズムデザインの枠組みにちょうど当てはまる。消費者が選択可能な集合 M と、それによってどのようなサービス内容を提供するかという g を決める問題となる。レストランと偏に言っても、そのメカニズム (M, g) には多くの形式があり、例えば、高級な鮨屋ではメニューさえなく、大将とのやりとりで決定する場合もある。そのように、メカニズム次第で実現する帰結は大きく異なるものになる。

ただし、上記の議論でサービスがメカニズム (M, g) で表現できると言っている訳ではない。サービスとは、価値共創に特徴があり、このメカニズムによっていかに価値共創を実現するかが焦点になる。サービスにおける (M, g) を、敢えてサービスメカニズムという別の呼び方を用いるとすると、サービスとは図3で示す三角形の構図そのもので、サービスメカニズムはそれを構成する一要素なのである。その三角形は、すでに説明した通り、写像関係で繋がっており、数学的に記述可能なものになっている。すなわち、それをサービスのモデルと言って良いだろう。なお、関連する議論は、筆者らの文献[35]でも一部行われている。

以上の論点を鑑みれば、メカニズムデザインの枠組みそのものでサービスを捉えて良いのか、という疑問が生じるが、その答えは否である。図4を用いて、改めてメカニズムデザインの三角形で、その違いを考えよう。まず、写像の s であるが、これはサービスに含まれる提供者や受容者が選択する行動を表す写像と考えれば比較的うまく整合する。また、写像 g についても、帰結 $x \in X$ をサービスが実現された状態（サービスの提供と消費が行われた状態）と考えれば整合的である。サービスにおいても、選択された行動から何らかの帰結への写像 g として考えられそうである。

図4 メカニズムデザインの枠組みとしてのサービス

一方、写像 f については、考え方を少し変えなければならない。メカニズムデザインでは、社会選択関数として定義されており、社会的に望ましい帰結への写像を表す。しかし、サービスの場合、この f がサービスの設計者が実現したい目標を表すものになる。ところが、サービスとはその性質から、サービスの提供者と受容者の間での相互作用が行われるため、最終的に実現する帰結は、常に設計目標として設定したものになるとは限らない。一致させることは確かに重要なことであるが、サービスでは、期待を超えたより望ましい帰結が実現するという価値共創が往々に起こりうる。言い換えれば、ナッシュ遂行等のメカニズムデザインにおける従来の概念が、必ずしもサービスにおいて常に是であるとは限らないのである。

写像 s については、現状の考え方から、同時に拡張概念を検討する必要もあるだろう。メカニズムデザインのように、均衡概念として戦略関数を考えることは、理論的な解という点で、まずは行うべき第1歩であるが、実際の人間は認知的バイアスが生じたり、限定合理的であるため、理論が想定する合理的な行動が取られるとも限らない。特に、サービスの場合には、コンテキストが価値に影響を与えたりする。そのため、この写像 s は実際にはそう単純ではない。実験経済学や行動経済学のアプローチは、この部分に寄与できるだろう。

いずれにせよ、サービスの本質的構造として、この三角形の構造を背後にモデル化することは、客観的なサービスモデリングとしてのスタート地点であろう。一方で、現時点では、そのようなアプローチに限界が多いのも事実であり、さらなる研究の展開が望まれる。

6. 研究事例

筆者らの先行研究[36]では、ゲーム理論のアプローチにより、製造業のサービス化の問題について、(1) 製品販売、(2) リース、(3) シェアリングサービスの3つの形式を理論的なモデルとして比較分析し、製造業者のサービス化戦略について議論を行っている。本章では、当該モデルを用いて、本稿で議論したメカニズムデザインのフレームワークによるサービスモデリングの観点から、1つの事例として整理してみよう。

図5に、3つのモデルの概略図を示した。例えば、自動車メーカー自身が、カーシェアリングのようなサービスを提供している（モデル3）とイメージすると分かりやすいだろう。ゲーム理論の枠組みでモデル化しているので、抽象的な意思決定のモデルになっている。定式化の詳細は原著論文に譲るが、消費者は、製品を購入するか（モデル1）、何時間サービスを利用するか（モデル2）、シェアリングサービスの会員になるかどうかと何時間サービスを利用するか（モデル3）について意思決定する。なお、このモデルは、サービス提供者（人間）によって直接提供されるサービスとは異なり、人間が関与する部分を簡略化することができる比較的単純なサービスのモデルとなっている。しかし、リースやシェアリングサービスを対象としているので、製品を使うというプロセス自体に研究の焦点がある。

サービスモデリングの方法論

図5 製造業サービス化の3つのモデル [36]

図6 メカニズムデザインのフレームワークで捉えた場合

上記の3つの状況を、メカニズムデザインの三角形として捉え直すと、定性的には図6のように表現することができる。厳密な定式化をすることも当然可能であるが、誌面の都合上、数式部分は割愛し、今回は定性的な議論に留めたい。製造業者はサービス化によって、収益を最大化することが当該論文での課題であり、文献 [36] の結果として、モデル3のシェアリングが、あるコストの条件下で最も高くなることが示されている。すなわち、サービスメカニズム (M, g) を適切なシェアリングの形式として設計すれば、そのような収益拡大を達成する製造業のサービス化の可能性を示している。なお、同論文では、経済実験を用いて、実際の人間の振る舞いも分析しており、必ずしも合理的ではない行動を反映した場合でも、理論的な分析と一致することが示されている。

以上の通り、メカニズムデザインに基づいた三角形のフレームワークとして、本研究のモデルを捉え直せば、サービスの

構造について、ケース分析による定性的な議論を超えた、科学的視座に立脚した分析ができるようになったと言っても良いだろう。加えて、モデルがあるからこそ、どのようにサービスを設計するかという工学的観点の議論も可能となる。

6. おわりに

本稿では、サービスのモデリングの方法について、メカニズムデザインの見地からの1つのアプローチについて述べた。2章で説明したように、サービスは提供者と受容者の間での価値共創が重要な考え方となるが、科学的に扱うには困難が伴う。特に、モデル化という点では、客観的に科学的な枠組みを実現したもののはほとんど無いと言って良いだろう。その根本的な理由は、価値が人間の持つ主観的な部分に依存するからである。それに対し、経済学が長い年月をかけて培ってきた価値の理論にその緒を求めた。価値の理論の展開を説明したのちに、経済学・ゲーム理論の応用分野であるメカニズムデザインについて説明し、その理論的フレームワークがサービスのモデリングに適している点について議論した。現在、サービス科学やサービス工学などの新しい分野として、様々な研究が行われているが、メカニズムデザインを当該分野へ応用している事例は筆者らの研究グループを除いては、まだ十分に組み込まれていない。本稿が関連する研究者を喚起し、サービス研究の発展に寄与すれば幸いである。

謝辞

本稿の執筆にあたり、早稲田大学国際学術院の石川竜一郎教授（専門はゲーム理論）と慶應大学経済学部栗野盛光教授（専門はメカニズムデザイン）の両氏から有益なコメントを頂いた。ここに深謝の意を表する。また、本稿の内容の一部は、東京大学ムハンマド・ビン・サルマン未来科学技術センター（MbSC2030）の支援によるものである。

参考文献

- [1] Fisher, A. G. B.: Production, primary, secondary and tertiary. *Economic Record*, 15(1), pp.24-38, 1939.
- [2] Clark, C.: The conditions of economic progress. Macmillan, London, 1940.
- [3] 日本生産性本部：労働生産性の国際比較，2020.
- [4] 良憲原：サービス学における「おもてなし」：サービス価値の持続と発展に向けて、サービスロジー，1(3)，pp.4-11，2014.
- [5] 日本生産性本部：生産性レポートVol.4「サービス品質の日米比較」，2017.
- [6] Pine, J., and Gilmore, J. H.: The experience economy: work is theatre & every business a stage. Harvard Business School Press, 1999.
- [7] Zeithaml, V. A., Parasuraman, A., and Berry, L. L.:

- Problems and strategies in services marketing. *Journal of Marketing*, 49(2), pp.33-46, 1985.
- [8] Vargo, S.L., and Lusch, R.F.: Evolving to a new dominant logic for marketing. *Journal of Marketing*, 68(1), pp.1-17, 2004.
- [9] Grönroos, C.: Adopting a service logic for marketing. *Marketing Theory*, 6(3), pp.317-333, 2006.
- [10] Ueda, K., Kito, T., and Takenaka, T.: Modelling of value creation based on Emergent Synthesis, *CIRP Annals—Manufacturing Technology*, 57(1), pp.473-476, 2008.
- [11] Ueda, K., Takenaka, T., and Nishino, N.: Service as artifact: Reconsideration of value cocreation, in *Serviceology for Smart Service System*, pp.307-316, 2017.
- [12] 清水博：場と共創，NTT出版，2000.
- [13] Ueda, K., Markus, A., Monostori, L., Kals, H. J.J., and Arai, T.: Emergent synthesis methodologies for manufacturing, *CIRP Annals—Manufacturing Technology*, 50(2), pp.535-551, 2001.
- [14] Prahalad, C., and Ramaswamy, V.: Co-opting customer competence. *Harvard Business Review*, pp.79-87, 2000.
- [15] Prahalad, C. K. and Ramaswamy, V.: Co-creation experiences: The next practice in value creation. *Journal of Interactive Marketing*, 18(3), pp.5-14, 2004.
- [16] Kaihara, T., Nishino, N., Ueda, K., Tseng, M., Váncza, J., Schönsleben, P., Teti, R., and Takenaka, T.: Value creation in production: Reconsideration from interdisciplinary approaches. *CIRP Annals—Manufacturing Technology*, 67(2), pp.791-813, 2018.
- [17] Watanabe, K., Mochimaru, M., and Shimomura, Y.: Service engineering research in Japan: Towards a sustainable society. in *Services and the Green Economy*, pp.221-244, 2016.
- [18] Prahalad, C.K., and Ramaswamy, V.: Co-creation experiences: The next practice in value creation. *Journal of Interactive Marketing*, 18(3), pp.5-14, 2004.
- [19] Bolton, R.: Invited commentaries on “Evolving to a New Dominant Logic for Marketing,” *Journal of Marketing*, 68(1), pp.18-27, 2004.
- [20] Popper, K.R.: *The logic of scientific discovery*. Hutchinson, London, 1959.
- [21] Smith, A.: *An inquiry into the nature and causes of the wealth of nations*. Oxford University Press, 1976.
- [22] 秋元明：主観価値理論に関する一研究，*政経論叢*，84(1-2)，pp.77-120，2016.
- [23] Menger, C.: *Principles of Economics*. New York University Press (The original was 1871), New York, 1981.
- [24] Jevons, W.S.: *The theory of political economy*, 1st ed. Macmillan, London, 1879.
- [25] Walras, L.: *Elements of Pure Economics*, Translated. Allen and Unwin (the original French version was published in 1874), London, 1954.
- [26] Bentham, J.: *An introduction to the principles of morals and legislation*. Clarendon Press (the original was published in 1781), Oxford, 1996.
- [27] 梅津光弘：功利主義の現代的再解釈：Neo-Utilitarianismの可能性と課題，*三田商学研究*，56(6)，pp.53-63，2014.
- [28] Vargo, S.L., Maglio, P.P., and Akaka, M.A.: On value and value co-creation: A service systems and service logic perspective. *European Management Journal*, 26(3), pp.145-152, 2008.
- [29] Vargo, S.L., and Morgan, F.W.: Services in society and academic thought: An historical analysis. *Journal of Macromarketing*, 25(1), pp.42-53, 2005.
- [30] Von Neumann, J., and Morgenstern, O.: *Theory of games and economic behavior*. Princeton University Press, Princeton, 1944.
- [31] Abdulkadiroğlu, A., Pathak, P. A., Roth, A. E., and Sönmez, T.: The Boston public school match. *American Economic Review*, 95(2), pp.368-371, 2005.
- [32] Abdulkadiroğlu, A., Pathak, P. A., Roth, A. E., and Milgrom, P.: The New York City high school match. *American Economic Review*, 95(2), pp.364-367, 2005.
- [33] Roth, A. E., and Peranson, E.: The redesign of the matching market for american physicians: Some engineering aspects of economic design. *American Economic Review*, 89(4), pp.748-780, 1999.
- [34] Roth, A. E., Sonmez, T., and Unver, M. U.: Kidney exchange. *The Quarterly Journal of Economics*, 119(2), pp.457-488, 2004.
- [35] 西野成昭，原辰徳，嶋田敏：サービスを「設計する」とはどういうことか，サービスロジーへの招待：価値共創によるサービス・イノベーション，村上輝康，新井民夫，JST社会技術研究開発センター編，東京大学出版会，2017.
- [36] 西野成昭，奥田啓介：経済実験とマルチエージェントシミュレーションの統合的アプローチによる製造業会員型サービスの分析，*日本経営工学会論文誌*，65(3)，pp.168-179，2014.

(2021年4月20日受理)

著者紹介

西野 成昭

1999年 神戸大学工学部機械工学科卒業。
2001年 同大学大学院自然科学研究科修士課程修了。2004年 東京大学大学院工学系研究科精密機械工学博士課程終了。博士(工学)。
2004年より、東京大学人工物工学研究センター研究員、2007年より助教。2009年より同大学大学院工学系研究科技術経営戦略学専攻准教授、現在に至る。2015年に日本経営工学会論文賞を受賞。サービス学会では、ジャーナル編集委員会の委員長を2018年より務める。CIRP副会員、INFORMS会員、ESA (Economic Science Association) 会員、サービス学会、日本経営工学会、日本人工知能学会、日本LCA学会などの各会員。