

メカニズム・デザインに基づくサービス構造のデザイン・スキーマ

○長坂 一郎 *1

キーワード：メカニズム・デザイン サービス科学 価値創成モデル

1. はじめに

建築などのモノ中心のデザインに対し、サービスを中心としたデザインの科学、サービス・サイエンスという概念が21世紀初頭から提唱されている[1]。ここで、「サービス」とはスキルと知識などの資産を自身や他者の利益のために適用するものとされ、「価値」は顧客や提供者などの相互交換による構造において、共同して創出されるものと捉えられている。このような価値を共同して作り出すような構造はサービス・システムと呼ばれる[2]。サービス・サイエンスとは、このサービス・システムについて研究する分野である。

本報告では、このサービスの特性について簡単に説明した後、このサービスをいかにデザインするかについて、上田らが提唱している「価値創成クラスモデル」[3]に基づきサービス・システムのあり方を分類した後、ミクロ経済学の一分野であるメカニズムデザイン理論の形式的な枠組を用いて、サービスをデザインするという問題をどのように分類し記述できるかについて検討する。

2. サービスの特性

Bitranら[4]によれば、建築などの物理的なモノの生産・建設とは異なり、サービスには以下のような特性があるとされる。

無形性 (Intangibility)： サービスを消費した後には、何も残らない。例えば、航空機を利用したあとには、何も物理的なものは残らない。

消滅性 (Perishability)： サービスは、生産と消費が同時なため、サービスは生ものであるため、後の消費のために貯めておくことができない。

異質性 (Heterogeneity)： それぞれのサービスは固有のものであり、ある特定のサービスを再び生産することはできない。

同時性 (Simultaneity)： サービスは、生産と消費が同時である。そのため、顧客はこれから受けるであろうサービスを、前もって経験することができない。また、ほとんどのサービスは、それが生み出された場所で消費される。

こうした違いをもとにして、これまでのモノ中心のロジック (Goods-dominant logic: G-D logic) に対するサービス中心ロジック (Service-dominant logic: S-D logic) という概念が提唱されている[5]。

表1 G-D logic and S-D logic

G-D logic	S-D logic
何かモノを作る	顧客自身の価値創造プロセスを手助けする
価値は生産されるもの	価値は共に生み出すもの
顧客は独立した存在	顧客は自らのシステムのコンテクトの中に存在する
顧客はターゲット	顧客は価値の源泉

3. 価値創成モデル

このようなサービスの特性に基づき、サービスを工学的対象としてだけでなく、科学的対象とすることがサービスを研究するうえで不可欠だとして、サービス・システムの構造をその形式にしたがって分類する価値創成クラスモデルが提唱された。このモデルは、サービスの設計問題を共創的意思決定問題、すなわち「多様な行動主体間の相互作用の結果、システム全体として有効解を創出する集合的意思の形成」の問題としてとらえ、この「システム」が創成するサービスの「価値」のあり方を「サービス」自体と「プロバイダ (生産者)」、 「レシーバ (消費者)」、 「環境 (市場)」との相互作用のあり方に基づいて3つのクラスに分類するモデルである。

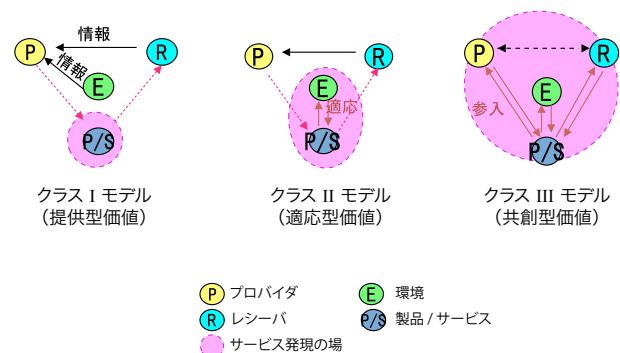


図1 価値創成モデル

上田らの「人工物の価値とサービス研究」[3]によれば、行動主体間の相互作用が提供するサービス価値は、その価値が発現するために必要な要素 (プロバイダ、レシーバ、環境) とサービス自体の関係から、提供型価値、適応型価値、共創型価値の3つに分類される。以下に、[3]で示されている各クラスの説明を示す。

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に記述可能。最適解探索が課題。

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。

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。

具体的にはクラス I とは、例えば交通機関の輸送サービスのように、サービスの提供者 (プロバイダ) は市場における顧客 (レシーバ) の価値を事前に知っており、サービスの環境も事前に決定されているようなサービスである。ここでは、サービスを提供する側が与えられるサービスの種類は事前に決められており、このようなサービスの種類や提供プロセスについての最適探索が事前に可能である。次のクラス II においては、プロバイダはレシーバの価値を知っているものの、提供できるサービスの種類が非常に多い場合や、レシーバの価値が市場環境の変化などにより変動する場合に、提供するサービスがそれらに適応できるものでなければならないようなものである。例えば、団体旅行のサービスなどがこれにあたる。最後のクラス III とは、例えば、初音ミクを取り巻くサービスが挙げられる。そこでは、プロバイダとレシーバは相互に依存しており、生み出される価値についても両者を分離できない。そのため、プロバイダは価値の創造においてレシーバと協働することになる。

上述のとおり、上田らがこの価値創成モデルを提唱した背景として、「サービス」を工学的対象としてだけでなく、科学的対象とすることがサービスを研究するうえで不可欠だと考えていることがある。しかし、現在までのところ価値創成クラスモデルにおいて、この3つのクラスを分類するための形式的な基準は与えられていない。そこで、サービスの設計問題をサービスにおけるメカニズム (サービスメカニズム) の設計問題と置き換え、ミクロ経済学の一分野であるメカニズムデザイン理論の形式的な枠組を用いて、いかにして分類の基準を定めることができるかを考察する。

4. メカニズムデザイン

メカニズムデザイン理論は、自身の利得の最大化を目指して行動するプレイヤーの集団が、あるルール (メカニズム) の下でどのように振る舞うかを分析すると共

に、どのようなメカニズムを設計すれば社会的に望ましい結果、もしくは設計者の目的を満たす結果を達成できるかを扱う理論である [6]。メカニズムデザインは、あるルールの下での最適な戦略を考察するよりも望ましい結果を得るためのルールを設計することを主眼としているため、逆ゲーム理論だとも言われる [7]。

サービスの問題をメカニズムデザインの枠組みでモデル化するという事は、どのようなサービスメカニズムを設計すれば、多様な行動主体間の相互作用の結果、社会的に望ましい、もしくはデザイナーの目的を満たす結果をシステム全体として達成できるかという問題としてサービスの設計問題をとらえることである。

4.1. メカニズムデザインの設定

以下で、メカニズムデザインという問題を記述する上で必要な幾つかの構成要素を示す*1。

- (a) プレイヤーの集合 $I = \{1, 2, \dots, n\}$.
- (b) 各プレイヤーのタイプの集合 T_1, \dots, T_n . ここで、 i が持つタイプ $t_i \in T_i$ は、下の帰結の集合 A 上の選好に関する情報を含んでいる。
- (c) 各プレイヤーの可能な行動の集合 X_1, \dots, X_n . この X_i は i が取り得る行動 (例えば、誰に投票するか、いくらで入札するかなど) を集めたものである。
- (d) 帰結 (alternative) の集合 A .
- (e) 各プレイヤー i の評価関数 (valuation function) $v_i: T_i \times A \rightarrow \mathbb{R}$. ここで、 i が自らのタイプ t_i を個人的に (privately) 参照し $a \in A$ に与える価値が $v_i(t_i, a)$ となる。
- (f) 帰結関数 (outcome function) $g: X_1 \times \dots \times X_n \rightarrow A$.
- (g) 各プレイヤー i の支払関数 $p_i: T_1 \times \dots \times T_n \rightarrow \mathbb{R}$.
- (h) プレイヤー i の戦略関数 $s_i: T_i \rightarrow X_i$.
- (i) 各プレイヤー i の効用関数 $u_i: T_i \times X_1 \times \dots \times X_n \rightarrow \mathbb{R}$. ここで $u_i(t_i, x_1, \dots, x_n)$ は、プレイヤー i のタイプが t_i であり、他のプレイヤーの行動のプロファイルが (x_1, \dots, x_n) のときに i が持つ効用である。メカニズムデザインでは、各プレイヤーは合理的かつ知的であること、すなわち各 i は、この $u_i(t_i, x_1, \dots, x_n)$ を最大化しようとするものと仮定されている*2。

各プレイヤー i は私的情報であるタイプ $t_i \in T_i$ を持っており、その情報は帰結の集合 A 上の選好を反映している (つまり、 t_i を持つ i の $a \in A$ に対する評価

*1 ここで示すのは、一般に間接顕示メカニズムと呼ばれるものである。

*2 ここで重要なのは、 i の効用は t_i にのみ依存し、他のプレイヤーの $t_j (i \neq j)$ には依存しないことである。このことが個人価値独立であることを端的に表わしている

が $v_i(t_i, a)$ という形で反映されている). そしてプレイヤー i は, 戦略関数で表現されているとおり, 自分のタイプ $t_i \in T_i$ を個人的に参照し, 取り得る行動の集合 X_i の中でどの行動 x_i を選択するか決定する. このときデザイナーは, プレイヤーの私的情報である $t_i \in T_i$ を集約する社会選択関数 $f: T_1 \times \dots \times T_n \rightarrow A$ をいかにして実現する (遂行する) かを考える.

定義 1. 帰結関数を $g: X_1 \times \dots \times X_n \rightarrow A$, 各プレイヤー i の効用関数 $u_i: T_i \times X_1 \times \dots \times X_n \rightarrow \mathbb{R}$ を $u_i(t_i, x_1, \dots, x_n) = v_i(t_i, g(x_1, \dots, x_n)) - p_i(x_1, \dots, x_n)$ とする. このとき, 間接顕示メカニズムは $\mathcal{M} = (X, g, p)$ と定義される. ただし, $X = X_1 \times \dots \times X_n$ (結合行動空間) である.

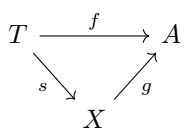


図 2 間接顕示メカニズムのダイアグラム

5. サービスメカニズムの類型化の基準

5.1. サービスメカニズムの構成要素

まず, 価値創成モデルの構成要素は, プロバイダ (P), レシーバの集合 (R), 製品/サービス (P/S), 環境 (E) である. これらがメカニズムデザインにおけるメカニズムにおいて, それぞれ何にあたるのかを考える.

P は, メカニズムデザインにおけるデザイナーの位置にあるとする. したがって, P は選好集約問題と情報顕示問題を扱うこととなる. R はプレイヤーの集合 I , P/S は帰結の集合 A とする.

さて, 問題は E である. [9] によれば, 上の結合タイプ空間 $T = T_1 \times \dots \times T_n$ のことを「環境」と呼んでいる. すなわち各プレイヤーのタイプ (選好に影響を与える情報を含む) の結合空間を環境と呼んでいる. 一方, 価値創成モデルでは環境はメカニズム自体を含めたより広い意味で捉えられているように思われる. この価値創成モデルにおける環境をメカニズムデザインの中でどのようなものとして捉えるかを以下で検討する.

5.2. 分類の基準

クラス I

まず, P の価値は社会選択関数 f で表現され^{*3}, R の価値は T によって表現されているとするのは自然なことであろう.

したがって, クラス I では f の満たすべき性質 (設計目標) と T は事前に確定しており, さらに A も確定し

^{*3} [10] においても, 社会選択関数をメカニズムの設計目標としている.

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, と考える. ここで, f の満たすべき性質は, 上でも述べたとおり社会的効用の最大化

$$f(t_1, \dots, t_n) \in \operatorname{argmax}_{a \in A} \sum_{i \in I} u_i(t_i, a)$$

である.

なお, P の設計対象である f と g 以外 (I, T, A, X, s, v, u, p) は固定されているとする. これは, I, T, A, X, s, v, u, p を固定した上での f または g についての「最適解探索」であると考えられる. さらに, クラス I のシンプルな場合は直接顕示メカニズムでモデル化できる (すなわち $X = T, g = f$ とみなせる) のではないかと予想している.

クラス II

上の記述から, f の満たすべき性質と T 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.

では, P は何の変化に対して P/S を適応させようとしているのだろうか. それは, 一般に「ニーズ」と呼ばれるものであろう. では, 「ニーズ」はメカニズムの中で何によって表現されているだろうか. 端的に言えば, T であろう. しかし R の価値 T は確定しているとされている. また, T が変化するとすると, メカニズムデザインの図式のうち, T を引数として持つ関数すべてが変化してしまう. これは, すでにクラス III 的な事態であるように思われる.

そこで, ここではデザイン理論家アレグザンダーの「ニーズ」についての考え方 [11] に従い, 「ニーズ」を R の行動傾向として捉えることを提案する. すなわち, メカニズムデザインの図式ではプレイヤーの戦略関数 s (自分のタイプを参照し, 行動を選択する) の変化を環境の変化と考える. R の価値は変化していないが行動が変化することを環境が変化するととらえるのである. これによって, クラス II においては「 i は同じ環境であれば同じ行動をする」ことを (自明に) 正しく表現できる.

クラス III

上の記述により, クラス III では P の価値 f と R の価値 T 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. ここで R である i の価値は直接的には $v_i: T_i \times A \rightarrow \mathbb{R}$ と表現される. また社会選択関数は $f: T \rightarrow A$ であった. これらの 2 つが相互依存しているとすれば, T を通してであろう. T が変化すれば, f も v も変化し, それぞれ独立に確定できなくなる.

ただ T が変化するとしても, 全面的に変化するわけではない. T のある部分に変化する, あるいは各 T_i に新たな要素が加わると考えてもよいだろう. ここでは, 問題

を単純にするために T_i に新たな要素が加わると考えよう。すなわち $T_i \subseteq T'_i$ というものを考えて、これに対して $f' : T' \rightarrow A$, あるいはさらに $A \subseteq A'$ というものを考えて $f'' : T' \rightarrow A'$ とする。ただし, $T' = T'_1 \times \dots \times T'_n$. そして, ここで T と A に限れば $f : T \rightarrow A$ はそのまま保存されていると考える。こうして考えると, メカニズムデザインの構成要素のうち I を除くほぼすべてが変化することとなる。

この場合, P の仕事は何であろうか? クラス III では「価値共創」が課題とある。これを文字通り受け取れば, f と v を R と共に作り出すことが課題である。すなわち $t'_1 \in T'_1, \dots, t'_n \in T'_n, a' \in A'$ に対して,

$$f(t'_1, \dots, t'_n) \in \operatorname{argmax}_{a' \in A'} \sum_{i \in I} u_i(t'_i, a')$$

が成立するように P と R が共に, f, g, s, A, p 等をデザインすることが課題となる。

6. 今後の課題

メカニズムデザインにおいて重要な概念である「遂行概念」や「誘因両立性」, 「パレート最適」, 「事後ナッシュ均衡」, 「支配戦略均衡」, 「顕示原理」などがサービスメカニズムにおいて何を意味するのかを検討することは, 今後の課題である。

また, 上にあるような分類基準を定めた場合, 何が明らかとなるのかということ, そして, これらの基準に基づいてどういった実証的な研究が可能となるかについても, 今後検討する必要がある。

謝辞

本研究の一部は, JST RISTEX 問題解決型サービス科学研究開発プログラム採択プロジェクト「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」の成果によるものである。

参考文献

- [1] 安部忠彦. 「サービスサイエンス」とは何か. Technical Report 246, 富士通総研 (FRI) 経済研究所, 2005.
- [2] Stephen L. Vargo, Paul P. Maglio, and Melissa Archpru Akaka. On value and value co-creation: A service systems and service logic perspective. *European Management Journal*, Vol. 26, No. 3, pp. 145–152, June 2008.
- [3] 上田完次, 浅間一, 竹中毅. 人工物の価値とサービス研究 (<特集>サービスイノベーションと AI その 2). 人工知能学会誌, Vol. 23, No. 6, pp. 728–735, November 2008.

- [4] GR Bitran and M Lojo. A framework for analyzing service operations. *European Management Journal*, Vol. 11, No. 3, pp. 271–282, 1993.
- [5] Stephen L. Vargo and Robert F. Lusch. Service-dominant logic: continuing the evolution. *Journal of the Academy of Marketing Science*, Vol. 36, No. 1, pp. 1–10, August 2007.
- [6] 真横尾, 敦岩崎, 祐子櫻井, 吉央岡本. メカニズムデザイン (基礎編). コンピュータソフトウェア, Vol. 29, No. 4, pp. 15–31, October 2012.
- [7] Dinesh Garg, Y Narahari, and Sujit Gujar. Foundations of mechanism design : A tutorial Part 1 Key concepts and classical results. *Sadhana (Academy Proceedings in Engineering Sciences)*, Vol. 33, No. 2, pp. 83–130, 2008.
- [8] N Nisan. Introduction to mechanism design (for computer scientists). In *Algorithmic game theory*, pp. 209–242. Cambridge University Press, 2007.
- [9] Leonid Hurwicz and Stanley Reiter. *Designing Economic Mechanisms*, Vol. 8. 2006.
- [10] 利幸奥山, Toshiyuki Okuyama. 経済環境における耐戦略性ハーヴェイツ定理の一般化とその周辺研究について. 経済志林, Vol. 76, No. 4, pp. 199–229, March 2009.
- [11] Christopher Alexander and Barry Poyner. The Atoms of Environmental Structure. Technical report, Center for Planning and Development Research, University of California, Berkeley, 1966.

*1 神戸大学大学院 准教授 工博