

価値共創の数理モデルとサービスエクセレンス

原 辰徳

サービス工学に関するモードとして、“提供側の支援のつくりこみ”(1.0)と“顧客側の支援と共創”(2.0)の二つを紹介する。後者では顧客と共に価値を創ることが志向されており、価値共創の変容・進展に関する理論の演繹的展開を可能とする数理モデルが俟たれる。次に、2021年に策定されたサービスエクセレンス規格と呼ばれる国際標準を紹介する。今後、こうした標準化活動におけるサービス工学の一層の貢献が期待される。最後に両者の話題を総合し、サービスエクセレンス規格の中で言及されている価値共創の概念を具体化した力学モデル(てこ機構の投擲機)を解説する。

キーワード：サービス工学、価値共創のダイナミクス、力学モデル、国際標準、カスタマーデライト

1. はじめに

筆者はサービス工学を専門としている。対人接客や情報サービスに限らない、サービスに対する総合的な学問(サービスサイエンスあるいはサービス学)の中でも、サービス工学は(1)大規模化・複雑化したサービスへの対応、(2)サービスの人材教育の効率化と知識継承、および(3)新たなサービスの創出支援を実現するうえでも重要な役割を担うことが期待されてきた。ここでのサービスは、「誰かのために何かをする」という価値創出の行為である。時代の要請とともに移り変わる実学的側面をもち、また裾野の広がりつつある昨今のサービス工学を、包括的かつ具体的に定義することは依然として難しい。そのため、筆者はサービス工学を「サービスの生産性向上やサービスによる価値共創に資する方法論と技術を研究・開発するための工学分野」と抽象的な表現に留めている。

本稿では、特集テーマにあるサービス工学の外延として存在する「価値共創の志向」と「国際標準づくり」を紹介するとともに、両者の話題に関わるものとして筆者が考案した、価値共創のダイナミクスに関する数理モデルについて解説する。

2. サービス工学

2.1 サービス工学の二つのモード

まず、サービス工学における二つのモード(1.0と2.0)を紹介したい[1]。2000年代のサービス工学は、ものづくりの設計方法や生産ノウハウのサービスへの応用、さまざまな数理・工学技法のサービスへの適用、

および現場向けの観測・分析技術の開発、などが主であった。筆者は、これらによるサービス提供側の支援とつくりこみのモードを、サービス工学1.0と呼んでいる。特に2000年代中頃には、科学的・工学的アプローチの導入、製造業製品の高付加価値化、サービス産業の生産性向上、顧客満足度の向上などが合い言葉であった。このモードでは顧客はいわゆる消費者と見なされ、それぞれのサービスが多かれ少なかれもつ“製品的特性”を元に、一定の仮定と割り切りをもって扱っていく。

産業技術総合研究所のサービス工学研究センター(2008年設立)による最適設計ループ(観測→分析→設計→適用)[2]や、2007年頃になされていたサービス分野に対するオペレーションズ・リサーチの導入議論[3]がわかりやすい。技術一つ一つをみれば、サービス工学と呼ばずとも成立することも多いであろうが、現場での実践サイクルを意識し、カバーしようとしている点がサービス工学の特徴であろう。一方、東京大学の人工物工学研究センターをはじめとして、筆者周辺で行われてきたサービスの概念設計研究(たとえば文献[4, 5])は、サービスの定義から開始し、脱物質化、製品が提供するサービス(機能)、サービスの汎用的な表現手法、計算機による設計支援(サービスCAD)などに取り組むものであった。欧州における製品サービスシステム(Product Service System)[6, 7]の潮流とも関わりが深い点が特徴である。

近年では「提供者と受容者(=顧客)が一緒になって価値を生み出す」という価値共創の考え方が広まっている。価値共創の基本的な見方(公理と基本的前提)をまとめたものとして、サービス・ドミナントロジック[1, 8]がよく知られている。情報通信技術(ICT)の進展のほか、科学技術振興機構(JST)の問題解決型サービス科学研究開発プログラムなどにおいて社会科学

はら たつり
東京大学大学院工学系研究科人工物工学研究センター
〒113-8656 東京都文京区本郷 7-3-1
hara-tatsunori@g.ecc.u-tokyo.ac.jp

との接近が進む中で、サービス工学においても 2000 年代後半から共創が意識されはじめた。

サービス工学 2.0 は、「サービス ≡ 価値共創のプロセス」との世界観のもと、さまざまな機器・技術を活用することで、サービス提供者と顧客との距離を縮め、彼らとの協働によって価値を生み出すことに応えるモードである。そこでは、サービス提供側に留まらず、顧客側を積極的に支援し、彼らの関与度合い・参加度合いを高めることで、サービスがもつ“サービスの特性”を活用しながら価値共創を実現しようとする。すなわち、顧客を消費者ではなく「サービスを活用するパートナー」として捉え、サービスの利用過程により一層着目する。筆者の場合も、2010 年頃より、ものづくりと観光分野などを題材にして、顧客との共創によるサービスシステムの設計方法について取り組んできた [9, 10]。

サービス工学 1.0 と 2.0 はどちらが優れているというものではなく、対象や目的に応じて使い分けべきものである。同じ技術を手段に用いる場合でも、提供者向け、顧客向けなど使いどころが異なる。本特集のほかの解説記事にある取り組みに関しても、1.0 のモードを基本に始められているが、不確かな問題への対処、文理融合、社会実装などが進む中で 2.0 に似た世界観がみられる。Sampson と Froehle の Unified service theory [11] では、製品とサービスを区別する本質は、顧客からのフィードバックによる生産活動の変容にあるとした。筆者はこれを拡張し、設計・生産活動に対する顧客の個別情報の考慮、顧客の積極的な参加、およびフィードバックの活用を、1.0 と 2.0 におけるサービスづくりの差異を説明する仕組みと位置づけている。

2.2 サービスシステムと数理モデル

日本学術会議のサービス学の参照基準 [12] では、サービスは「提供者と受容者が価値を共創する行為である。サービスは人間を含むシステムにおいて持続的かつダイナミックに生産・提供・消費される」と定義されている。システムとダイナミクスが強調されている点の特徴である。先のサービス科学プログラムにおいて、サービスシステムを俯瞰し設計する立場から取り組んできたものとして、中島と西野のプロジェクトが挙げられる。中島らは、サービスを提供と使用のセットとして捉え、FNS (Future Noema Synthesis) と呼ぶ構成論的モデルを導入したうえで、その連関からなるループ構造を説明した [13]。西野らは、価値創成のクラス分類に基づいて、メカニズムデザインをベースとしたサービスシステムの理論化と設計の解析を試みた [14, 15]。

サービスシステムのダイナミクスと複雑性 [16–18]

は顧客との価値共創に影響されるため、価値共創のダイナミクス（変容・進展）についての規範的な理解が不可欠である。多くの実証研究では、構造方程式モデリング (SEM: Structural Equation Modeling, 共分散構造分析とも呼ばれる) を用いて、価値共創に関わる要因の静的な構造と線形関係を調査している (たとえば文献 [19, 20]) が、ダイナミクスという観点では十分ではない。Meynhardt らは、サービスシステムにおけるマイクロマクロの関係を説明するために、増幅、非線型性とフィードバック、相転移などの価値共創の九つのシステム原理を導入した [21]。このような価値共創のシステム的特性に関連しては、マルチエージェントシミュレーションやゲーム理論的分析の研究も試みられている [22, 23]。

吉川は、サービス工学序説の中で、機能-サービス-使用の三者の関係性を整理し、機能量によるサービスの計量化を論じている [24]。そこでの主な前提は「潜在機能が決められていて、その発現の時間的速度 (微分) がサービス」「使用によって機能発現の多様さが生まれ、機能がゆっくり顕れる」などである。また、これらを二つのパイプ間を流れる水の流量変化として模式化している [25]。サービスの受容者 (顧客) による使用と受容特性が導入されているが、サービス工学 1.0 の側面が強く、2.0 で示されるような共創性は企図していない。その他、Durugbo と Pawar は、サービス提供者と顧客間の統一的な共創プロセスの記述的な枠組みを開発したが [26]、演繹的な分析による論理展開には適していない。

以上を踏まえ、4 節では、価値共創ダイナミクスに関する理論の演繹的な展開に向けて考案した規範的なモデルとその考え方について、論文 [27] を要約し紹介する。

3. 標準化とサービスエクセレンス規格

3.1 サービスエクセレンス規格

国際標準化の活用は、デジタル化・ネットワーク化の時代におけるルール形成として必要性が高まっている。近年では、サービス分野への拡大も進み、2021 年 6 月に ISO 23592 と ISO/TS 24082 が、11 月には JIS も発行された [28]。これらは「サービスエクセレンス規格」と呼ばれ、卓越した顧客体験を通じてファンを増やすための、サービスマネジメントとデザインに関するハイレベルな推奨事項をまとめている。特定の分野によらないサービス一般を対象に、顧客との関わり (フロントステージ) も扱う区分の国際標準であり、サービス分野では少数である [29]。マネジメント

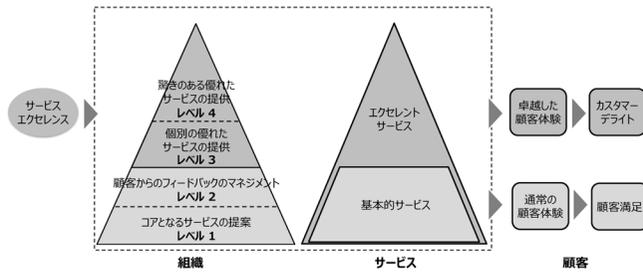


図1 サービスエクセレンスパイラミッド (左) と用語 (JIS Y 24082 を元に作成)

とデザインがセットになっている点は、製造業のサービス化において、提供物の革新（先述の製品サービスシステム）のみならず、組織変革や組織能力の向上が欠かせないことと同じである。

サービス分野の標準化に疑問を感じるかもしれないが、本規格はサービスの多様性や競争力を阻害するものでなく、各組織でサービスを磨き上げ、正当に評価していくための共通理解と目標である。同規格には組織的取り組みを測る尺度や基準も含まれるが、「結果に至る手続きが妥当ならば結果も妥当である」というプロセス標準の考え方に基づいており、画一化とは異なる。また、サービス分野における標準化を推進していくうえで、(サービス工学を含む) サービスサイエンスが果たす役割が期待されている [29]。

3.2 ISO 23592：サービスエクセレンスの原則とモデル

卓越した顧客体験がもたらすものは、顧客満足とは異なりカスタマーデライト [30] と呼ばれる。ISO 23592 では、“期待以上”あるいは“とても大切にされている”という顧客の知覚から引き起こされるポジティブな感情と定義されている。まずは情緒的な価値と捉えるのがよい。

ISO 23592 (JIS Y 23592) にあるサービスエクセレンスモデルでは、カスタマーデライトにつながる「組織能力」の源として、表1に示す四つの側面と九つの要素が規格化されている。そのうえで、各要素で取り組むべき活動をまとめている。各要素の活動の対象範囲は多岐に亘る。大半は推奨事項 (should, ～することが望ましい) であるが、一部は要求事項 (shall, ～しなければならない) である。

各要素にある活動を適切な取り組み例と併せて参照することで、各企業が無意識に取り組んできた活動と、サービスエクセレンスの取り組みとの差異が明確化され、カスタマーデライト実現のための効果的な方策を体系的・組織的に検討することが可能になる。

表1 サービスエクセレンスモデル

サービスエクセレンスのリーダーシップと戦略
サービスエクセレンスのビジョン、ミッション、戦略 リーダーシップとマネジメントの条件
サービスエクセレンス文化と従業員エンゲージメント
サービスエクセレンス文化 従業員エンゲージメント
卓越した顧客体験の創出
顧客のニーズ、期待、要望の理解 卓越した顧客体験の設計、改良 サービスイノベーションマネジメント
運用面でのサービスエクセレンス
顧客体験に関連する効率的かつ効果的なプロセスと組織構造のマネジメント サービスエクセレンスの活動と結果の監視

3.3 ISO/TS 24082：エクセレントサービスの設計

ISO/TS 24082 (JIS Y 24082) は、優れたサービス (エクセレントサービス) の設計に関する規格であり、日本がコンビーナ (主査) を務める WG2 において、筆者がプロジェクトリーダーを務めて策定した。本規格は、ISO 23592 にある「卓越した顧客体験の創出」に関わる設計活動を中心に構成したものである。また、ポジティブな感情に焦点をあてた顧客体験の理解や個別化に関わるデータ取得の計画づくり、および顧客との共創を促進する環境 (共創環境) づくりなどを取り入れることで、一般的なサービス設計の考え方との差異を強調している。

図1は、サービスエクセレンス規格の元となる考えと用語をまとめている。図左側は特にサービスエクセレンスパイラミッドと呼ばれ、これを基準にした図の上半分をサービスエクセレンス規格での規定対象としている。図の下半分は、ISO 9001 (品質マネジメントシステム)、ISO/IEC 20000-1 (IT サービスマネジメントシステム)、ISO 10002 (組織における苦情対応のための指針) などの国際標準で既に扱われてきたものである。本特集の兼ね合いでいえば、従来のサービス工

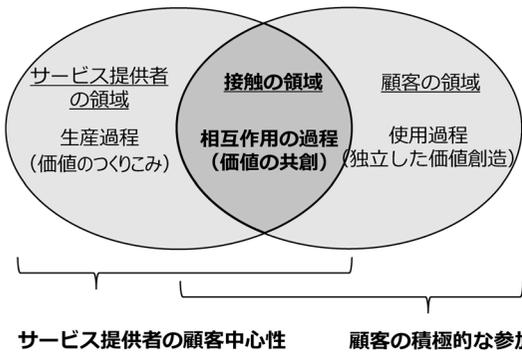


図2 価値創成の領域図と共創環境の対象 (図中央)

学の主対象は、レベル1とレベル2、あるいは「顧客満足を対象とした基本的サービス」であったともいえるであろう。なお、レベル3「個別の優れたサービスの提供」が少しわかりづらいが、これは“一人一人に適した”と“人間的な温かみのある”という両方の意味が含まれ、デライトの定義にあった“とても大切にされている”に大きく関係している。

3.4 価値共創の概念導入と共創環境

ISO 23592は、サービス工学1.0のモードで説明したような、提供者がサービスをつくり込むことを基本にしている。対して、ISO/TS 24082は、日本の提案によって価値共創、およびサービス工学2.0を意識したものになっており、顧客とサービス提供者の共創を促進する環境(共創環境, Co-creation environment)の構築が推奨されている。優れた共創環境は、(a) サービス提供者の顧客中心性、(b) 顧客の積極的な参加、ならびにそれら二つが相互作用する領域における緊密な協力によって構成されるとある。図2は、これらの関係を価値創出の領域図(Value creation sphere) [31]と呼ばれるものに沿って整理したものである。この共創環境を、カスタマーデライトを強化するための「てこ」(増幅の仕組み)として設計することが推奨されている。ここで重要なことは、このような共創環境を整備することで、価値共創を偶然に頼るのではなく、可能性を高めていくことである。

ただ、ISO/TS 24082の策定においては、そもそもサービスにおける共創の考え方を各国のメンバーに示すことに苦勞した。共創の考え方は一枚岩ではないものの [1]、その必要性はここ10年ほどの間に大分浸透したと思ったが、国際標準の分野では未だのようである。そのため、共創環境についても、作業原案(ドラフト)の度に説明文章や図を更新するなど、さまざまな試行錯誤を行ってきた。当初は単なる数学的演算(ベ

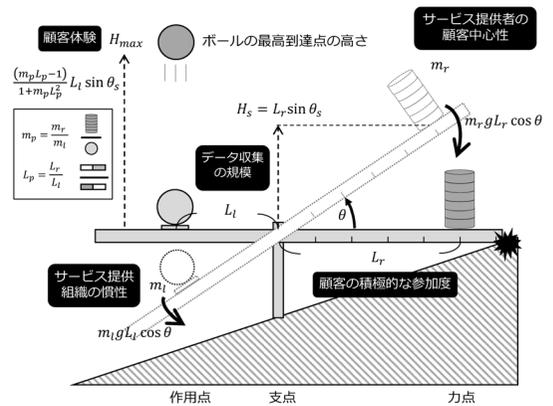


図3 てこ機構の投擲機に見立てた、価値共創の効果の力学モデルと変数表記 (文献 [27] を元に作成)

- 変数表記
 m_r : 重石の質量 (サービス提供者の顧客中心性)
 L_r : 荷重の腕の長さ (顧客の積極的な参加度)
 L_l : 抗力の腕の長さ (データ収集の規模)
 m_l : ボールの質量 (サービス提供組織の慣性)
 H_{max} : ボールの最高到達点の高さ (顧客体験の良さ)
 θ : 水平に対する台の角度
 θ_s : 開始時の角度 θ
 H_s : 開始時の重石の高さ (デライト基準)
 g : 重力加速度 (定数)

クトル和、外積、平行四辺形の面積)として模式化していたが、外積がてこの原理と類似し、力学的にみれば回転力(力のモーメント)と一致することに注目した。この考えを起点として、図3に示すような、共創を通じた卓越した顧客体験の創出の過程を模式化し [27, 32]、ISO/TS 24082の附属書で概説している。

4. 価値共創の数理モデル

4.1 顧客体験を増幅させる構造と仕組み

まず、図3の構造と大まかな挙動を説明する。台の中央に支点があり、左側にはボールが滑らない状態で置かれている。右側に重石を置き、時計回りに回転させる操作を考える。この台(てこ)は不思議なことに斜面上に設置されており、時計回りに回転をさせても水平にしかならない機構のため、ボールは真上にしか跳ね上がらない。そして、ボールの最高到達点の高さが顧客体験の良さを表し、これによって不満・満足・デライトのどれかの状態を示す。以下、サービス概念の用語は“”で、機構上の用語は「」で表記する。

機構右側は、図2で示した“サービス提供者の顧客中心性”と“顧客の積極的な参加度”の概念に対応する。具体的には、「力点に係る荷重」が“サービス提供者の顧客中心性”を表し、平たい重石の枚数とその水準(レベル)に対応する。一方、「荷重の腕の長さ」、つ

まり支点と荷重間の距離が“顧客の積極的な参加度”を表し、その水準に応じて荷重をかける位置が決まる。荷重と荷重の腕の長さが大きいほど、てこを時計回りに回転させる力のモーメントが大きくなる。ISO/TS 24082の付録には、これらの水準（レベル分け）が例示されている。次に、左側の「抗力の腕の長さ」、すなわち支点とボールの間の距離は、“データ収集の規模”を表す。“データ収集の規模”を唐突に感じるであろうが、共創効果を左右し得る第三の概念として暫定的に導入されている。そして、「抗力の腕の長さ」が小さいほど、ボールの自重によって台を反時計回りに回転させる力のモーメントが小さくなるという仕掛けが組み込まれている。

4.2 基本的サービスとエクセレントサービス

この機構を利用して、顧客満足を目的とした基本的サービスを考える（図1を参照）。サービス提供者が顧客志向でない、顧客による積極的な参加が行われていない、あるいはデータ収集の規模が身の丈以上に大きすぎる場合には、台はゆっくりとしか回転せず、水平状態で最終的に停止する。このとき、ボールの勢い（運動量）が小さいために、ボールは上方には飛び上がらず、台の上に留まり続ける。これは、不満は生じないものの、高い満足度ではなく、デライトにも達しないことを意味する。

一方で、共創によってデライトを目指すエクセレントサービス（図1）では、サービス提供者が顧客志向である、顧客による積極的な参加がみられる、またデータ収集の規模が適切（合目的的で無理がない）であるため、台が水平位置に達したときにはボールに十分な勢いがついており、ボールは上方に飛び上がる。水平位置の台からのボールの最大垂直距離が大きいほど良い顧客体験が得られ、高い顧客満足度が得られる。さらに、これを推し進めることで、ポジティブな感情を伴うカスタマーデライトを生み出し得る、と考える。

4.3 機構がもつ非線形性とサービスの塩梅

このように台を「回そうとする力」を起点とした見方が最初に理解すべきものであるが、力学的にもう少しきちんと考えると、特に左側でほかに考慮しなければならないことがある。それが「ボールの速さの増幅」と「台そのものの回りにくさ」である。これがこの機構の振る舞いを複雑にするのだが、逆にサービスにおけるバランス（塩梅）の重要性を示唆している。

「ボールの速さの増幅」とは、台の回転速度が同じ場合であれば、支点（回転中心）からより遠いところ（外側）に置かれたボールの方が、射出されるとき

の勢い（勢い）が大きくなることである（いわゆる投擲機）。また、「台そのものの回りにくさ」とは、物体がもつ慣性的一种であり、台そのものが長く、また台上の荷重やボールも一体的に考えるとそれらが重いほど、支点に対する回転のしにくさが生じる。そして、これらがトレードオフの関係にあり、かつ反時計回りのモーメントもあることから、データ収集の規模は大きいほど良い、あるいは小さいほど良いという単純な答えにはならない。より優れた顧客体験を生み出すためには、そのときの“サービス提供者の顧客中心性”、“顧客の積極的な参加度”に応じて定まる適切な“データ収集の規模”が存在する。さらには、「ボールの質量」が組織の慣性に対応しているとする、ボールの軽さが“組織の俊敏さ”を反映する。

4.4 剛体の回転運動モデルと最高到達点の高さ

この機構の力学モデル（剛体の回転運動）を示す。この系の支点回りの力のモーメントは式(1)のとおりである。水平からの角度を θ とする。ただし、 θ は反時計回りを正とし、 $0 \leq \theta \leq \pi/3$ とする（時計回りの回転運動とともに減少し、停止時が0である）。

$$N = m_l g L_l \cos \theta - m_r g L_r \cos \theta \quad (1)$$

剛体の回転運動では加えて慣性モーメントから生じる回転のしづらさを考慮する必要がある。台の質量を無視した系の慣性モーメント（回転のモーメント） I を用いて角加速度 $\ddot{\theta}$ を求めると、以下のとおりである。

$$\ddot{\theta} = \frac{N}{I} = \frac{m_l L_l - m_r L_r}{m_l L_l^2 + m_r L_r^2} g \cos \theta \quad (2)$$

式(2)は θ に関する二階非線形常微分方程式であり、各時刻における θ を求めるにはヤコビの楕円関数を用いた解析や、Runge-Kutta法などを用いた数値解法が一般的である。ただし、本研究では回転運動の過程には注目せず、ボールが上部にリリースされる瞬間、すなわち台が水平になった瞬間に注目し、エネルギーの保存式を立てる。最初の角度を θ_s 、水平状態の角加速度を ω_h とすると式(3)が成り立つ。機構が駆動する場合のみを考えるため、 $m_r L_r > m_l L_l$ とする。

$$\frac{1}{2} I \omega_h^2 = m_r g L_r \sin \theta_s - m_l g L_l \sin \theta_s \quad (3)$$

ここで、アーム比 L_r/L_l を L_p 、質量比 m_r/m_l を m_p （共に無次元）とし、 ω_h^2 について整理すると式(4)になる。 L_p と m_p はともに左に対する右の比を表し、機構が駆動する条件では、 $m_p L_p > 1$ である。

$$\omega_h^2 = \frac{2(m_p L_p - 1)}{L_l(1 + m_p L_p^2)} g \sin \theta_s \quad (4)$$

台の上のボールの速度は $v = L_l \omega$ であり、リリース時の速度 v_h を用いて、水平状態からのボールの最高到達点の高さ H_{max} を求めれば、式 (5) のとおりである。

$$H_{max} = \frac{v_h^2}{2g} = \frac{(L_l \omega_h)^2}{2g} = \frac{(m_p L_p - 1)}{1 + m_p L_p^2} L_l \sin \theta_s \quad (5)$$

なお、上記で導入した質量比 m_p は、“組織の俊敏さ”（組織の慣性 m_l の逆数）と“サービス提供者の顧客中心性” m_r を複合した変数であるから、極端に言えば、組織能力としてのサービスエクセレンスの高さを反映する。

4.5 設計変数とデライト基準

この H_{max} を目的関数とした最大化問題を解く。 H_{max} は m_p に対して単調増加であり、本稿では、 m_p を所与（定数）とする。そのうえで、 L_l と L_r のいずれかを所与として扱い、残る一方を変数とする。

H_{max} は m_p, L_r, L_l のバランスにより変わるが、基本的には三つを増加させることで H_{max} も増大していく。そこで、 H_{max} を評価する基準として、開始時の重石の高さ ($H_s = L_r \sin \theta_s$) を導入し、これを“デライト基準”と呼ぶ。 H_{max} がデライト基準を超えられれば、卓越した顧客体験を通じてデライトが生じていると考える。

この機構では、 $(m_p, L_r, L_l) = (3, 1, 1)$ のとき、 H_{max} と H_s との比が 1:2 となる。左右が同条件の力の釣り合い状態は (1, 1, 1) であるから、目安として「力の釣り合い状態から質量比を 3 倍にすると、開始時の重石の高さの半分までボールが飛び上がる」と理解するのがよい。

5. 解析結果

5.1 ケース 1：顧客の積極的な参加を設計

L_l が所与で、 L_r の変化によって H_{max} がどう変わるかを考え、それを最大化する L_r の条件 (L_r^*) を求めると、表 2 左のようになる。計算過程は文献 [27] に譲る。すなわち、所与の“サービス提供者の顧客中心性”と“データ収集の規模”に基づいて、顧客体験を最大化する適正な“顧客の積極的な参加度”が存在する。

力の釣り合いの状態と比較して、 L_r^* は $\sqrt{1+m_p}/m_p$ の倍数だけ増加する。 m_p の値が大きいくほど、必要な余剰は小さくなる。たとえば、 $m_p = 1.5$ ならば

表 2 価値共創ダイナミクスの解析結果 [27]

	ケース 1：顧客の積極的な参加を適正化	ケース 2：データ収集の規模を適正化
H_{max}	$\frac{(m_p L_p - 1)}{1 + m_p L_p^2} L_l \sin \theta_s$	
H_{max} の最大値	$\frac{1}{2} L_l \sin \theta_s (\sqrt{1+m_p} - 1)$	$\frac{1}{2} L_r \sin \theta_s \frac{m_p^2}{m_p + 4}$
H_{max} 最大時の設計変数	$L_r^* = \frac{1 + \sqrt{1+m_p}}{m_p} L_l$	$L_l^* = \frac{1}{2} m_p L_r$
デライト基準を超えるための追加条件	$m_p \geq 5$	$m_p \geq 4$

$L_r^* = 1.72L_l$ 、 $m_p = 2$ ならば $L_r^* = 1.36L_l$ である。 H_{max} の最大値は、 m_p の平方根に比例する。

L_r が L_r^* を満たし、さらにデライト基準を超えるために必要な追加条件を求めると、 m_p について式 (6) が得られる。簡略化のため、本研究では $m_p \geq 5$ として扱う。

$$m_p \geq 2(1 + \sqrt{2}) \approx 4.83 \quad (6)$$

5.2 ケース 2：データ収集の規模を設計

ケース 1 とは逆に、 L_r が所与で、 L_l の変化によって、 H_{max} がどう変わるかを考え、それを最大化する L_l の条件 (L_l^*) を求めると、表 2 右のようになる。こちらも計算過程は省略する。解析的に得られる L_l^* は複雑であるが、線形近似したものを記載している。すなわち、所与の“サービス提供者の顧客中心性”と“顧客の積極的な参加度”に基づいて、顧客体験を最大化する適正な“データ収集の規模”が存在する。釣り合い状態に対して、左腕（データ収集の規模）の長さを半分にすることが良い方策となる。

L_l が L_l^* を満たし、さらにデライト基準を超えるために必要な追加条件を求めると、 $m_p \geq 4$ が得られる。

5.3 スイッチバック方式の価値共創プロセス

これまでのケースでは、 L_r と L_l の一方を所与のものとして固定化し、他方に基づき最適化した。また、デライトを生み出すための追加条件として、 $m_p \geq 5$ と $m_p \geq 4$ が得られた。“顧客の積極的な参加”を最適化するケースの方が m_p への要求が大きくなるが、これは“顧客の積極的な参加度”が開始時の重石の高さ ($L_r \sin \theta_s$) に影響を与えるからである。すなわち、高い顧客参加を活用しながらデライトを実現しようとすると、データ活用でのケースに比べて、“組織の俊敏さ”や“サービス提供者の顧客中心性”が一層求められることを表す。

現実的には、一方を常に固定するのではなく、 L_l を

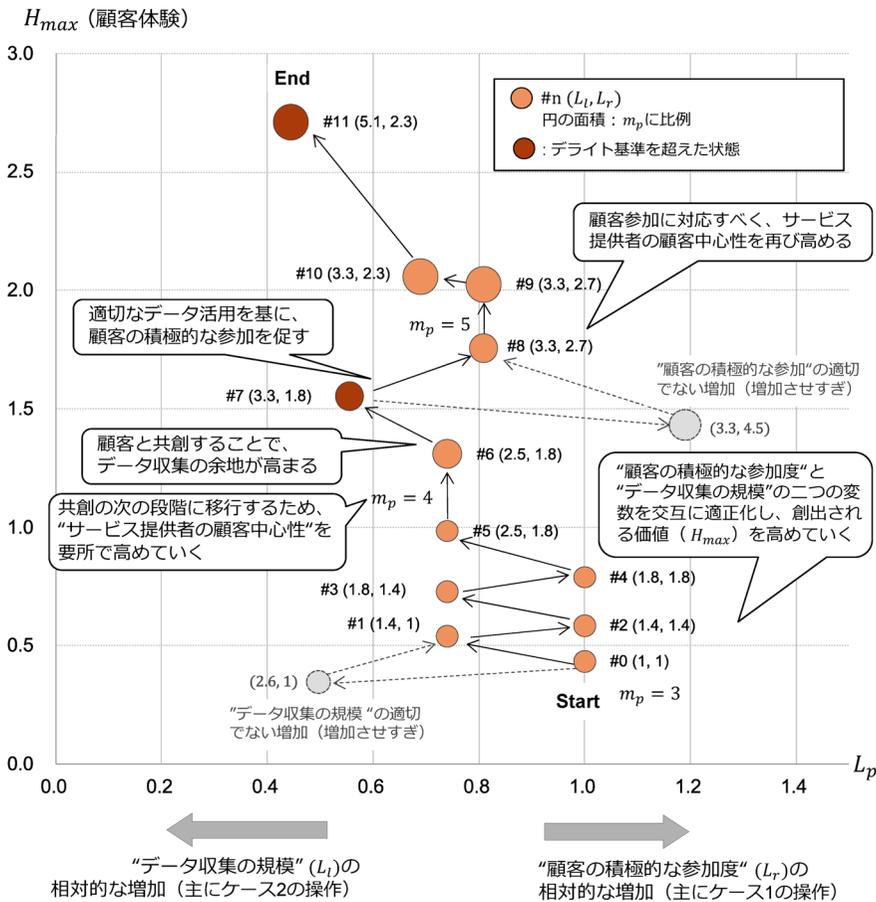


図4 スイッチバック方式の価値共創プロセスの解析例 (文献 [27] を元に作成)

定める $\rightarrow L_r$ を更新 $\rightarrow L_l$ を更新 $\cdot \cdot$ というように、交互に最適化を行いながら漸次的に顧客体験を向上させていく方法が考えられる。ただし、ある段階以降、 m_p を増大させて $m_p \geq 4$ を満たさない限り、顧客体験としては優れたものであっても、デライトには至らない。したがって、カスタマーデライトの実現のためには、サービスエクセレンスの向上、特に ISO 23592 で述べられているような“組織の俊敏さ”や“サービス提供者の顧客中心性” (ISO 23592 では従業員エンゲージメント) が欠かせない。

図4は上記の方法を模式化したものである。状態0から状態11までである。まず状態6までみると、“顧客の積極的な参加度”と“データ収集の規模”の交互の適正化によってスイッチバック方式のように向きを切り替えながら顧客体験 (H_{max}) を高めていく。その次に状態7では、 m_p を増大させることで、デライト基準超えを実現している。ただし、一度達成したとしても、目的関数自体は H_{max} であるため、その後の適正化の操作で得られた状態8と状態9のように、顧客体験は

向上しているものの、デライト基準を割り込むことがあり得る。この例では、状態11において再びデライト基準を超えている。

6. おわりに

4節で示した価値共創の力学モデルの解析により、サービス提供者と顧客の協力の緊密さに基づく共創によって、顧客体験が増幅され、またその効果が最大化されるとき条件を得られた。変数間には非線形性、トレードオフ、補完関係が存在し、解析結果から共創における複数のバランスが示唆される。これらはいずれも物理現象に当てはめて得られる理論上の知見のため、現実世界にそのまま当てはまるものではないが、共創についての規範的な共通理解づくりに役立てられる。たとえば、解析結果を用いれば、提供者と顧客の協力関係の基本形、それらを組み合わせた共創の発展パターンなどを導出できる。今後、定理群の導出などを行いながら、先行研究と対比/接続させることで、価値共創の理論体系の構築につなげていきたい。

参考文献

- [1] 岡田幸彦, 原辰徳, 『サービスサイエンス』, 放送大学教育振興会, 2023.
- [2] 三輪洋靖, “最適設計ループによるサービス工学研究とその展開,” オペレーションズ・リサーチ: 経営の科学, **68**, pp. 169–173, 2023.
- [3] 経済産業省, “サービス産業におけるイノベーションと生産性向上に向けて,” 経済産業調査会, 2007.
- [4] 下村芳樹, 原辰徳, 渡辺健太郎, 坂尾知彦, 新井民夫, 富山哲男, “サービス工学の提案—第1報, サービス工学のためのサービスのモデル化技法—,” 日本機械学会論文集 C 編, **71**, pp. 669–676, 2005.
- [5] T. Hara, T. Arai and Y. Shimomura, “A CAD system for service innovation: Integrated representation of function, service activity, and product behaviour,” *Journal of Engineering Design*, **20**, pp. 367–388, 2009.
- [6] M. J. Goedkoop, C. J. G. van Halen, H. R. M. te Riele and P. J. M. Rommens, “Product service systems, ecological and economic basics,” *Technical Report*, No. VROM 990570, Dutch Ministry of Housing, Spatial Planning and the Environment, 1999.
- [7] T. Hara, T. Sakao and R. Fukushima, “Customization of product, service, and product/service system: What and how to design,” *Mechanical Engineering Reviews*, **6**, 18–00184, 2019.
- [8] R. F. Lusch and S. L. Vargo, “Chapter 1: An overview of service-dominant logic,” *The SAGE Handbook of Service Dominant Logic*, S. L. Vargo and R. F. Lusch (eds.), Sage Publications, pp. 3–21, 2018.
- [9] T. Hara, S. Shimada and T. Arai, “Design-of-use and design-in-use by customers in differentiating value creation,” *CIRP Annals*, **62**, pp. 103–106, 2013.
- [10] T. Hara, K. Sato and T. Arai, “Modeling the transition to a provider–customer relationship in servitization for expansion of customer activity cycles,” *CIRP Annals*, **65**, pp. 173–176, 2016.
- [11] S. Sampson and C. M. Froehle, “Foundations and implications of a proposed unified services theory,” *Production and Operations Management*, **15**, pp. 329–343, 2006.
- [12] 日本学術会議, 大学教育の分野別質保証の教育課程編成上の参照基準 (サービス学分野), 2017.
- [13] H. Nakashima, H. Fujii and M. Suwa, “FNS Model of service as value co-creation in design processes,” *Journal of Serviceology*, **1**, pp. 6–14, 2016.
- [14] 西野成昭, 原辰徳, 嶋田敏, “第9章 サービスを「設計する」とはどういうことか,” 『サービソロジーへの招待』, 村上輝康, 新井民夫, 科学技術振興機構 社会技術研究開発センター (編), 東京大学出版会, pp. 187–212, 2017.
- [15] 西野成昭, “サービス設計へのメカニズムデザインの活用,” オペレーションズ・リサーチ: 経営の科学, **68**, pp. 190–195, 2023.
- [16] S. L. Vargo, P. P. Maglio and M. A. Akaka, “On value and value co-creation: A service systems and service logic perspective,” *European Management Journal*, **26**, pp. 145–152, 2008.
- [17] S. Barile, J. Pels, F. Polese and M. Saviano, “An introduction to the viable systems approach and its contribution to marketing,” *Journal of Business Market Management*, **5**, pp. 54–78, 2012.
- [18] R. G. Qiu, “Computational thinking of service systems: Dynamics and adaptiveness modeling,” *Service Science*, **1**, pp. 42–55, 2009.
- [19] U. S. Grisseman and N. E. Stokburger-Sauer, “Customer co-creation of travel services: The role of company support and customer satisfaction with the co-creation performance,” *Tourism Management*, **33**, pp. 1483–1492, 2012.
- [20] B. Q. Ho, Y. Murae, T. Hara and Y. Okada, “Consumer experience as suppliers on value co-creation behavior,” *Journal of Serviceology*, **4**, pp. 1–7, 2019.
- [21] T. Meynhardt, J. D. Chandler and P. Strathoff, “Systemic principles of value co-creation: Synergetics of value and service ecosystems,” *Journal of Business Research*, **69**, pp. 2981–2989, 2016.
- [22] T. Kaihara, N. Nishino, K. Ueda, M. Tseng, J. Vánca, P. Schönsleben, R. Teti and T. Takenaka, “Value creation in production: Reconsideration from interdisciplinary approaches,” *CIRP Annals*, **67**, pp. 791–813, 2018.
- [23] T. H. Trinh, N. T. Liem and V. Kachitvichyanukul, “A game theory approach for value co-creation systems,” *Production & Manufacturing Research*, **2**, pp. 253–265, 2014.
- [24] 吉川弘之, “サービス工学序説—サービスを理論的に扱うための枠組み—,” *Synthesiology*, **1**, pp. 111–122, 2008.
- [25] H. Yoshikawa, “Service as a fundamental of engineering,” ICServ 2013 Keynotes, <http://icserv2013.serviceology.org/yoshikawa.pdf> (2021年5月10日閲覧)
- [26] C. Durugbo and K. Pawar, “A unified model of the co-creation process,” *Expert Systems with Applications*, **41**, pp. 4373–4387, 2014.
- [27] T. Hara, S. Tsuru and S. Yasui, “A mathematical model of value co-creation dynamics using a leverage mechanism,” *Sustainability*, **14**, 6531, 2022.
- [28] 水流聡子, 原辰徳, 安井清一, ISO/TC 312 サービスエクセレンス 国内審議委員会 (監修), 『サービスエクセレンス規格の解説と実践ポイント』, 日本規格協会, 2022.
- [29] R. Weissinger, “Methods to determine needs for service standards,” In *Proceedings of 24th EURAS Annual Standardization Conference: Standards for a Bio-Based Economy*, pp. 467–484, 2019. (<https://webdesk.jsa.or.jp/pdf/dev/md.4821.pdf>, 翻訳版)
- [30] A. Finn, “Customer delight: Distinct construct or zone of nonlinear response to customer satisfaction?” *Journal of Service Research*, **15**, pp. 99–110, 2012.
- [31] C. Grönroos and P. Voima, “Critical service logic: Making sense of value creation and co-creation,” *Journal of the Academy of Marketing Science*, **41**, pp. 133–150, 2013.
- [32] T. Hara, S. Tsuru and S. Yasui, “Models for designing excellent service through co-creation environment,” *Serviceology for Services*, T. Takenaka, S. Han and C. Minami (eds.), Springer, pp. 73–83, 2020.