

サービスイノベーションのための

大規模データの分析・モデル化・サービス設計スパイラル Service Innovation Spiral of Data-based Analysis, Modeling, and Service Design

本村 陽一^{*1} 西田 佳史^{*1} 持丸 正明^{*1} 橋田 浩一^{*1} 赤松 幹之^{*1} 内藤 耕^{*1}

Yoichi Motomura^{*1} Yoshifumi Nishida^{*1} Masaaki Mochimaru^{*1} Koiti Hashida^{*1} Masayuki Akamatsu^{*1}
Koh Naito^{*1}

^{*1} 産業技術総合研究所 サービス工学研究センター

^{*1} Center for Service Research, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology

Service innovation is necessary to improve productivity of service industry. For this purpose, we take scientific and engineering approach that makes spiral-up of data-based analysis, computational modeling and service design. Using information technology, automatic analysis in the real service can be realized. Recent machine learning research makes computational modeling from huge data applicable. Computational models of service receptors (users) can optimize service design. In this paper, some research domains are introduced according to this framework.

1. はじめに

サービスの生産性を向上させるには、サービス受容者のニーズや行動様式とサービスの内容や提供方法を相互に適応させ、受容者にとっての付加価値と提供者にとっての効率を同時に高める「サービスイノベーション」を実現しなければならない。そのためには、経験と勘だけに頼るのではなく、サービスの現場での受容者と提供者の行動等を客観的に「観測」し、それを「分析」して得られる計算論的モデルに基づいて、あるべきサービスを再「設計」し、それを現場に「適用」という「最適設計スパイラル」を繰り返し、サービスを連続的に改良する科学的・工学的手法を確立する必要がある[1]。

「観測」とは、サービスの運用にまつわる現場の情報の収集であり、センサによる計測、情報システムの利用履歴の蓄積、関係者からのヒアリングやアンケート調査等の方法による。「分析」は、それによって得られた情報を解析して人間行動やサービスプロセスに関する知識を抽出することであり、統計処理やシミュレーション等の技術を用いる。「設計」とは、情報の解析結果に基づいてサービスプロセスのモデルを構築・反証・評価・改良することである。「適用」は、このモデルを現場のサービスに反映させることである。本研究では、最適設計スパイラルを構成するこれら4つの局面を支援する技術を創出し、それらの技術を多様なサービスに適用できるように一般化する。

以上のような科学的・工学的手法を実際のサービスの現場で実践することにより、サービスの受容者と提供者の間を情報が循環して既存のサービスが連続的に改良されるのみならず、蓄積された情報がサービス現場で活用可能な知識として再編成されて新しいサービスの創出につながる。このようなサービス生産性向上のための科学的・工学的手法を「サービス工学」と呼ぶ。

一方、サービスは社会の構造や受容者のニーズを変えるので、サービスが最終的に最適化されることはない。したがって最適設計スパイラルを現場に導入し現場が自律的に運用し続ける必要がある。すなわちこのスパイラルは、サービスプロセスの一

部として現場の業務に密接に組み込まなければならない。このような最適設計スパイラルの現場への導入そのものも、サービス工学の重要課題である。この課題を達成するには、まず、サービスの観測・分析・設計・適用を支援する技術は現場で安定的かつ容易に運用可能でなければならない。さらに、最適設計スパイラルをサービスの現場がスムーズに導入し自律的に運用し続けるための方法論を明らかにし、現場に提示する必要がある。それには狭義の技術に関する研究だけでは不十分であるため、サービス工学では、最適設計スパイラル全体を現場の諸要因に適合させつつ導入し現場で運用可能にする方法をも研究の対象とする。

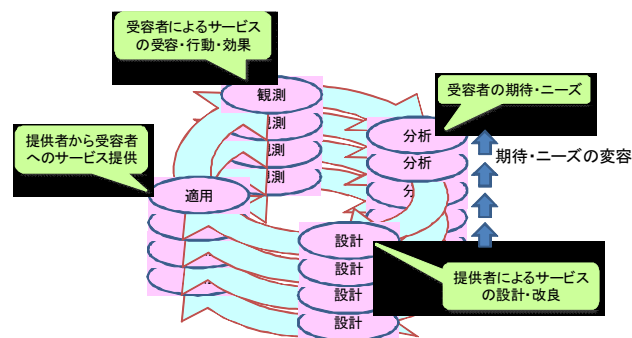


図1 サービス生産性向上のスパイラル

2. サービスイノベーションのためのスパイラル

我々は、価値を生む社会的相互作用であるサービスを提供し受容する人間の現場での認知行動(知覚、感情、思考、運動など)を観測し、得られたデータを分析し、その結果に基づいてモデルを構築・反証・改良することによりサービスの生産性と品質を向上させる方法を実証的に研究する。その結果は連続的にサービスの現場に適用され、効率化と高付加価値化を同時にかつ絶え間なく生み出す。

つまり、実際のサービスの現場において、サービスの提供者と受容者の間を知識が循環し、ニーズとシーズの分析と人間の

連絡先: 産業技術総合研究所 サービス工学研究センター
本村 陽一 <http://staff.aist.go.jp/y.motomura/>

生活行動のモデル化を通じて人間の潜在的な動機や欲求が解明され、サービスの内容や提供方法やサービス受容者の行動様式が連続的に最適化されていく。また、科学的・工学的手法が直接的にもたらすこのような連続的な改良に加えて、サービス工学はさらに知識の蓄積と共有を通じて人間の発想を促すことにより不連続的な革新をも生み出す。すなわち、既存のサービスの改善を通じて蓄積された知見が再編成され、これまでにない新しいサービスを創出するイノベーションにも再利用される。

科学的・工学的手法の本質は経験的事実に基づくモデルの反証・改良にあり、その手法の有効性は事実の客観的・定量的観測およびモデルの記述力と実在性に依拠する。しかしながら、豊かな構造を十分定量的に扱えるようなサービスの観測やモデル化の手法はまだ存在しない。そうした手法を確立することが本研究の主要な技術目標のひとつである。

人間の行動等を客観的に観測しデータから学習する各種の手法があるが、その認識モデルはまだ比較的単純なものに限定されている。一方、業務プロセスのモデル等の定性的な記述モデルは複雑な構造を持ち記述力が強いが、定量的なデータによる反証・改良が困難である。本研究では、サービスの現場における客観的事実からの計算論的モデル化において、より一般性の高い手法の確立を目指す。

科学的・工学的手法によって最適化すべき対象として、いわばサービスの KPI (Key Performance Indicator) を明確化する必要がある。たとえば病院における外来患者の待ち時間とかサービス需要の平準化等はそのような KPI になるかも知れない。初期の段階ではこれらの比較的単純な KPI を想定せざるを得ないだろうが、研究の進展につれてワーク・ライフバランスのような複合的な指標の下での全体最適化を重視することになるだろう。

サービス工学においては、実験室の中ではなく、実際のサービスが提供されサービスに価値を与える状況に埋め込まれた現場で事例研究を行う必要がある。そして、それを可能にするため、サービス事業者との連携による共同研究体制を確立するとともに、日常の人間の機能、認知や行動等に関する基礎的研究、それを支える観測・分析手法や情報科学、モデル化等の技術開発を同時に並行して行う必要がある。事例研究の対象は、医療、健康、介護、観光、教育、メディア・コンテンツ、生活支援、業務支援などの現場に及ぶ。企業や自治体におけるサービスの現場との連携によってこれらを推進すること、またその成果に基づいてサービス事業に対する提言を行なうことにより、直接的なアウトカムも創出する。

この現場主義は、単に研究者が現場に深く立ち入ることを意味するのではない。それはさらに、最終的には研究者が関与せずともサービスの現場において前記のようなスパイラルが永続的かつ自律的に機能すべきことを意味する。これは、社会的相互作用の様式やサービス受容者のニーズをサービスが変えてしまうため、サービスの生産性向上が一時的ではなく永続的な取り組みでなければならないということである。したがって、現場のサービス受容者および提供者が自らこのスパイラルを自律的に回し続けられる必要がある。そのためにサービス現場そのものをエンパワーする技術開発を提供するために、(1)大規模データ・モデリング研究、(2)最適化研究、(3)サービス・プロセス研究の3つを核とした要素技術の研究を進め、サービス工学研究に必要な「観測」「分析」「設計」「適用」のスパイラルを確立する。

3. 事例研究

本稿では、現在遂行中の事例研究として、医療サービス、コンテンツ提供サービス、小売りサービスの3つをとりあげ、これらについてのサービス工学研究の計画を紹介する。

3.1 医療サービス

医療は高度に専門的な知識を扱うサービスであるため、患者と医療者との間での情報の非対称性が大きく、専門的な医療知識が患者に伝わりにくい。またその知識の多くは個々の医療者の経験と勘に依存するため、医療者間で共有するのも困難である。さらに、多数の患者・医療者が関わる医療プロセスの全体が明確に把握されていないために、個別業務の間での連携や全体の最適化が十分になされていない。

そこで、患者と医療者を含む医療現場に最適設計スパイラルを導入し、医療プロセスの最適化を図る。それによって、外来患者が受ける診療の内容と待ち時間の改善、地域医療と個別病院とのシームレスな連携を目指す。

本事例研究は次の2つのテーマからなる。これらはオーバーラップし連携した形で進める。(1)外来患者を適切な診療に導くための包括問診サービスを構築する。(2)医療知識および医療プロセスに関する最適設計スパイラルを現場で運用する知識カルテサービスを構築する。

包括問診サービスとは、病院や診療科を決めるための質問項目を含めて多数の診療科にわたって問診票を統合した包括的でインタラクティブな問診票を電子的に運用し、外来患者が適切な病院のしかるべき診療科で診療を受けることを支援するサービスである。自力では症状等を適確に表現できない患者に適切なガイダンスを与えつつ情報を引き出すコンテンツとインタフェースの設計により、患者の日常概念と医学的概念の間の照合を支援する。こうして診療科の決定における誤りとコストを低減する。また、現状では各診療科の問診票の内容が貧弱だが、その内容を充実させることにより、待ち時間を有効に活用し、医師による診察の際のコミュニケーションの密度を高めることができる。包括問診票の精度と包括問診サービスの生産性は下図の最適設計スパイラルによって継続的に向上する。

知識カルテサービスは、診断・治療の内容を患者や医療者が理解できる形で表現・蓄積・再利用することを可能にし、病院業務の最適設計スパイラルを実現することにより、医療サービスの生産性を持続的に向上させるサービスである。実際には、既存の先進的な電子カルテを患者や医療者が理解できる形に再設計することにより、病院内での知識の共有と再利用による最適設計スパイラルを支援する電子カルテ(知識カルテ)の仕様を作成する。また、この設計法によって病院の間で業務を比較するための基盤を与え、個々の病院にカスタマイズされた知識カルテの実装と医療におけるベストプラクティスの水平展開を可能にする。

以上の研究を推進するためのシーズとして、オントロジー(人間にもコンピュータにも扱いやすいように意味を表現する枠組)に基づく情報システムの構築技術がある。オントロジーに基づく業務分析は従来の40%以下に分析コストを低減させることがわかっている。オントロジーに基づく情報システムの開発はほぼ分析に吸収され、コストは従来の10%以下になった。しかも情報技術の専門家でない業務の専門家がそのような設計・開発に携わることができる。こうして、情報システムと業務の継続的な改良が現場での最適設計スパイラルを回すことが可能になる。

3.2 コンテンツ提供サービス

提供されるコンテンツとそれを受容する消費者の間のマッチングが非効率であることと、満足度など視聴した結果のフィードバックがコンテンツの提供に十分反映されないため、コンテンツ提供サービスの生産性が向上しにくい。例えば、コンテンツ発信のために過大な広告宣伝費が必要とされる一方で、興業取

入や視聴率の目標達成が不確実であるというリスクのためにコンテンツ作成やサービス開発にコストが十分にかかけられない、という問題が指摘されている。

そこで、実社会における大規模データの収集と高度な情報分析技術により、多様なコンテンツの分類と個人の多様な嗜好のモデル化の技術を確認し、これらに基づいて視聴者中心のコンテンツ提供サービスを実現する。

コンテンツに対する興味や欲求を抱きそれが記憶に残って行動に至るプロセスには個人差があるため、このミクロなプロセスを解明することは、古典的な統計、線形理論や定性的な方法論による従来のマーケティング理論では不可能であった。そこで、提供可能なコンテンツを分類した上で、消費者がコンテンツを認知・評価した時の行動を観測し、フィードバックデータを収集・分析することにより、消費者があるコンテンツを特定の状況で受容した時の期待価値を定量的に評価する計算モデルの構築を目指す。さらにこの計算モデルを活用することで下図のような最適設計スパイラルを実装し、コンテンツ提供サービスの生産性を向上させる方法を実証的に示す。

具体的には、実験用リビングルームや日常生活環境における行動観測を高度なセンサ技術とパターン処理技術を用いて行い、これと認知・心理学的調査を組み合わせた独自のマイクロ分析を行う。さらにコンテンツ視聴者の個人属性や個性に関するアンケートやインタビューと、大量の視聴者がコンテンツを視聴した履歴データも加えた大規模データベースを作成し、これらを統合して分析する。その分析結果は、産総研がこれまで研究してきたベイジアンネットワーク構築技術を用いて、対象コンテンツを認知・評価する個人の内的なプロセスを計算論的にモデル化した「コンテンツ視聴における認知・評価モデル」として集積する。ここで作成された認知・評価モデルは、ある状況やコンテンツに対する視聴者の内的状態や選択行動を確率的に予測できるものになる。

以上の実サービスを通じて得られる大量データを用いた確率統計的アプローチにより、視聴者の認知・評価構造モデルを用いた定量的な分析手法とコンテンツ提供サービスの最適化手法が実現できる。これは従来の勘と経験に頼っていたコンテンツサービスに対して、再利用可能な計算モデルを実データから構築し、計算機シミュレーションによりサービス設計を可能にするものである。構築した消費者の認知・評価構造モデルが様々なサービスで再利用できることから、協調フィルタリングに基づく推奨サービス等と比べても、その波及効果の点で大きな優位性を持つ。従来の研究ではこうした計算モデルの実現可能性が示唆されていたが、それを実現するための大量データを集めることが困難であった。本事例研究は、実際のサービスから得られる大規模なデータを用いて研究を遂行する点が特徴的である。

3.3 小売りサービス

日本の小売市場の規模は約 135 兆円で世界第2位である。欧米と比べ上位大規模小売業のシェアが小さく、小規模の小売業が数多く存在している。近年、海外の大規模小売業が相次いで参入しており、国内小売業の競争力維持の観点からも、小売サービスの生産性向上の手法を確立して水平展開する必要がある。日本の消費者は低価格の画一商品に流されず、品質の良い価値の高い商品を購入する傾向があるとされている(JETROレポート, 2004)。したがって、生産性向上のためには、顧客の価値評価を的確に捉え、それを販売に活用する技術が必要となる。従来の POS データの分析やマーケティング調査よりも深くかつ定量的に、顧客個人もしくは顧客クラスターの購買意識や行動を観測・分析する技術が求められている。

本事例研究では、商品管理型の低価格大量販売ではなく、顧客管理型の高付加価値商品販売を扱い、IT ベースの顧客管理によるコスト低減と顧客個人のベネフィット向上とを同時に実現する。このような顧客個人の購買に直結するサービスを「1次サービス」と呼ぶ。また、蓄積された顧客データをモデル化し、自社内の販売支援、商品企画に活用する「2次サービス」、さらにそれを異業種と連携して活用する「3次サービス」までを研究の対象とし、IT ベースの顧客管理をこれら3種のサービスに用いるサービス設計技術を研究する。

本事例研究は下の4つのテーマからなる。

- (1) IT ベースの顧客管理をベースにした商品推奨技術(1次サービス)を研究する。
 - (2) 購買履歴データからの顧客クラスタリングに基づく顧客クラスター別の購買行動モデル(2次サービス)を開発する。
 - (3) 商取引介入による顧客クラスター別の商品価値評価モデル(2次サービス)を開発する。
 - (4) 顧客情報の異業種連携(3次サービス)について研究する。
- いずれも企業と連携しつつ実際の商取引をフィールドとして研究を進める。これらの技術を組み合わせることにより、下図の最適設計スパイラルを実現する。

商品推奨技術については、店舗で顧客の体形・感性・状況情報を取得し、それに応じて適切な商品を推奨するシステムの開発と、パイロット店舗での試験運用を行う。メガネ・シューズの製造販売業と共同で研究を進める。個人の体形・感性と商品の物理特性とのマッチングを計算する技術、顧客のログ情報に基づいて感性特性の時代変化を商品マッチング技術に反映させる点に新規性がある。

購買行動モデルについては、顧客クラスター別インタビュー分析によって顧客が商品を購入するときの状況・心理の因果構造を深く理解した上で、購買履歴データをベイジアンネットワークなどの確率統計手法でモデル化する。これは、顧客属性と関連商品の相関モデルという従来の購買統計モデルではなく、顧客がどのような文脈で何に関心を持って商品を選択したかを構造的・定量的に再現するモデルである。カタログ通販会社等との連携によって研究を進める。顧客クラスターを代表する被験者を選定し、因果構造を深く聞き出すインタビュー技術、因果構造と確率的定量化を兼ね備えるモデルの開発に新規性がある。このように顧客の購買行動を深く理解することで効果的な販売支援が行える。

商品価値評価モデルについては、購買行動モデルに基づいて新たな販売方法、商品開発仮説を立て、これによって実際の商取引に介入することで、顕在化していない顧客の商品価値判断モデルを開発する研究を行う。単に購買履歴データを蓄積するだけでなく、仮説に基づいて介入した効果のデータを合わせることで、顕在化していない顧客ニーズまで記述できる商品価値判断モデルを構成する点に特徴がある。これもカタログ通販会社などとの連携によって進める。モデル化の技術については購買行動モデルと同様のものを活用する。

異業種連携については、サービスを通じて蓄積された顧客統計データを他の業態に活用するためのデータ知識化技術と異業種連携手法の研究を行う。アパレル販売業が蓄積した体形データを自動車などのものづくりに再活用する事例として研究を進める。

4. サービス工学研究のねらい

以上のような事例研究を通じて、連携する個別サービス産業の問題解決を図るだけでなく、サービス・イノベーションを促進

するオープンな社会的基盤として、科学的根拠に基づいて多様なサービスにおける創造・運用・改良をサポートする一般化された方法論を以下のように確立・検証・洗練すると同時に、その研究成果の普及とそれを担う研究者、技術者の育成を積極的に行う。これによって既存サービスの生産性向上および新たなサービスの絶え間ない創造に貢献し、中長期的には、さらに生産性と品質の高いサービスへの産業構造の重心移動をもたらす、これによる新規サービスの創出を目指す。具体的に期待される研究成果は以下のようなものが考えられる。

① 技術基盤(観測、分析、モデル化技術等)

サービス生産性向上への科学的・工学的なアプローチに欠かせない技術基盤は、実験室の中で高品質なデータを取得するこれまでの観測技術と異なり、日常のサービス現場における提供者、受容者、環境を非拘束かつ非侵襲に観測し、そこで得られた大規模データを分析し、複雑な現象をモデル化する技術である。したがって、

1. 単に既存のセンサ技術をサービス現場に埋め込むだけでなく、その観測データが持続的にサービスの価値を向上と同時に効率化させるようなサービス設計と連携する観測技術
2. 現場を観測する技術では計測しきれない詳細をサービスの受容者・提供者へのインタビュー・アンケート等を通じた構造的・定量的観測・分析手法
3. これら2つの観測技術によって得られたサービスの諸属性を、計算機で扱える構造的・定量的な形で、かつ、できるだけ汎用的に記述する人間の日常生活のリズムやサービスの計算モデルの構築・運用方法
4. 観測データからサービスの受容者の個人の認知・心理状態(嗜好・意図・満足度等)を推定するための分析技術を開発する。

② 情報基盤(データベース、ソフトウェア等)

具体的なサービス事例の研究を通じて、

1. 個別のサービス事例で観測した大規模データを蓄積したデータベース、そこからさらに、複数のサービス事例に共通する受容者・提供者の行動特性のデータベース(文脈と環境刺激に応じた行動発現を構造的に整理し、確率的に表現したもの)、そしてサービスの計算モデル(そのような行動特性に応じた社会的相互作用としての業務を定式化したもの)のデータベース
2. 多数のサービスにわたり、サービスの受容者や提供者が共通基盤的に利用できるミドルウェアとしてのソフトウェアを整備する。

③ サービス・イノベーション・フレームワーク(サービス設計・運用マニュアル)

これらの技術基盤や情報基盤は、新たなサービスの設計・運用に有効なツールとなりうるが、実際には、いままでサービスをそのような技術に基づいて設計・運用した経験がサービスの現場になれば、観測・分析・モデル化技術やデータベース、ミドルウェアを開示するだけではその活用が進まない。ここで特に重要なのは、技術・情報基盤を現場に導入することによって現場のサービス受容者および提供者が前述のサービス・イノベーションのスパイラルを自律的かつ持続的に実践できるようにすることである。それには、サービスの受容者と提供者がサービス・イノベーションのスパイラルに主体的に参画することを情報基盤およびサービス・イノベーション・フレームワークによって支援する必要がある。そこで、

1. サービスの各業種単位に、これらの技術基盤や情報基盤を個々の事例に適用するためのプロジェクト管理や組織運営の

方法論を含む包括的なサービス・イノベーション・フレームワーク(技術・情報基盤とサービスの現場を融合するためのサービス設計・運用マニュアル)

2. サービスの受容者の満足度を最大化しつつ、提供者の利益を最大化する最適意思決定法や最適化手法を開発する。

④ 人間認知・行動モデルライブラリ

サービスの特徴は、提供された機能が受容者に認知され受容者の行動を変容させることで価値に変換される点にある。すなわち提供した機能のみがサービスの価値を決定するのではなく、受容者の受容感度との関係において決定されることになる。そこで、サービスの生産性指標の定量的記述には受容者の認知・行動モデルが不可欠となる。そこで、具体的な研究事例を通じて、

1. サービス受容者が外界を如何に認知し、どのような行動変容が生じるかの計算論的モデル
2. 事例研究を通じて開発されるモデルをライブラリとして蓄積し、その再利用を支援する技術を開発する。すなわち、②の情報基盤と③のサービス・イノベーション・フレームワークとを人間認知・行動モデルも扱えるように拡張する。

⑤ サービス生産性指標

サービスの生産性は、生産にかかるコスト(分母)と生産される価値(分子)との比と考えられる。サービス業務に応じたサービス生産性指標を設計する手法の確立は、研究センターの重要な技術的目標である。これにより、最適化手法などさまざまな工学手段がサービスに適用可能となる。研究センターでは、具体的なサービス事例に駆動されて、事例ごとにサービス生産性指標を研究し、有効性を検証しつつ、

1. 複数のサービスに汎用的に活用できる指標
2. サービス指標を設計する手法の開発を行う。

いずれの事例においても、サービス生産コスト(分母)の低減を図るための観測技術を通じて得られたデータベースとサービスの計算モデルがサービス価値(分子)の創造・向上に繋がることを目標として研究を進める。従来の製造工程における生産性向上が主として分母の圧縮にあったのに対し、ここでは分母の圧縮と分子の増大を同時に実現するところに特徴がある。

5. まとめ

本稿で述べたサービス工学研究を通じて、科学的・工学的手法に基づきサービス生産性向上の方法論を確立することにより、「持続的発展可能な社会を構築する」という基本理念のもとに、経済産業政策との整合性を図りつつ、リスクの高い革新的技術シーズの創出と、実効ある研究成果の市場化の促進、持続的発展可能な社会実現、サービス産業の競争力強化、サービス産業政策の地域展開、サービス産業技術政策立案等への貢献にも寄与していく。

参考文献

- [1] 経済産業省サービス工学技術ロードマップ策定委員会報告書(2007)