

製造業のサービスの特徴と知識処理技術の役割

Analysis of Service Businesses in Manufacturing Industry and Role of Knowledge Processing Technologies

内平 直志

■ UCHIHIRA Naoshi

本格的な知識社会を迎え、製造業のポジションも大きく変わりつつある。すなわち、製品を開発・製造して顧客に提供するだけでなく、顧客がその製品を使用して価値を創造するプロセスまで接点を拡大し、支援することが求められている。

ここでは、製造業のサービスを“製品を媒介として顧客と製造業がいっしょに価値を創造するプロセス”と定義し、顧客接点拡大の視点からその本質を三つの軸で整理する。製造業のサービスがイノベーションに発展するには、製品を介して交換される情報や知識を分析し価値に変換する、知識処理技術の有効活用が一つの鍵であり、東芝は、製造業のサービスイノベーションを実現する知識処理技術の研究開発を推進している。

The movement toward a full-scale knowledge society is leading to a gradual change in attitude in the manufacturing industry. Manufacturers are required not only to supply products but also to support customers' value creation activities when the products are used.

In this paper, the provision of services by a manufacturer is defined as "the development of product-mediated value creation activities through collaboration between the customer and the manufacturer." The essence of this concept is also clarified from the viewpoint of expanding customer contacts. One of the keys in innovating the provision of services by manufacturers is effective use of knowledge processing technologies that convert information and knowledge about the product into value for the customer.

Toshiba has been engaged in research and development of knowledge processing technologies to realize service innovation in the manufacturing industry.

“モノづくり”から“コトづくり”へ

製品（モノ）をつくること、すなわち“モノづくり”を生業としている製造業にとって、あるいは製品を購入し使用する顧客にとって、サービスとは何であろうか。21世紀も早6年が経過し、ドラッカーが提唱した工業社会から知識社会への移行⁽¹⁾は着実に進みつつある。工業社会における製造業の商品は目に見える“モノ”が主体であったが、知識社会における製造業の商品は、モノを核としつつも、コンテンツやサービスをも含む複合体となってきている。

ここでは、製造業のサービスを“モノ（製品）を媒介として顧客と企業（製造業）がいっしょに価値を創造するプロセス”と定義し、“モノビス”（モノ+サービス）と呼ぶことにする。従来の製造業における古典的なサービスは、モノ（例：携帯音楽プレーヤ）の販売後の保守や修理であり、どちらかという付属的な位置づけであった。しかし、これ

からの製造業は単なるモノの提供だけではなく、顧客がモノを使って価値を生み出すプロセス（例：音楽を楽しむリラックスした時間と空間）にまで踏み込んで支援することが求められている。これを“コトづくり”と呼ぶ。

東京大学の藤本隆宏教授はモノづくりを“生産だけでなく、製品開発や購買など、製品ができ上がるまでの価値創造活動を総称する概念”⁽²⁾と定義したが、これになぞらえればコトづくりとは、“製品の開発、生産、購買だけでなく、顧客が製品を使って価値を生み出すまでの一連の価値創造活動を総称する概念”とすることができる。

実際、電力や上下水道分野における設備・機器の運用・保守サービス^{(3)・(4)}、デジタル機器のコンテンツ推薦・流通サービス⁽⁵⁾などはモノビスの典型例であり、近年、製造業の重要なビジネス領域として拡大している。

実は、製造業のサービス化の議論は1990年代後半にも盛んであった。この

ときの議論は、機器のビジネスはグローバルな競争激化で利益率が低いが、部品とサービスの利益率は高い（スマイルカーブ論）、ゆえに、製造業においてもサービス事業を強化する必要がある、というものであった。しかし、本業の事業構造も含めて変革するという本格的な取組みは少なく、折りしもIT（情報技術）バブルの崩壊ともあいまって、2000年に入ってからモノづくり回帰が叫ばれるようになり、製造業のサービス化の機運も一見薄らいだように思われる。

しかしながら、知識社会が浸透するなかで、製造業のサービス（モノビス）への顧客ニーズが高まるとともに、地に足がついた形でモノづくりからコトづくりへのシフトが着実に進んでいるのではないだろうか。

一方、サービスを情報科学や社会科学の視点で体系化しようというアプローチが、“サービスサイエンス”（**囲み記事参照**）として近年大きなうねりと

サービスサイエンス

サービスサイエンスは、サービスサイエンス、マネジメント、エンジニアリング (SSME) の略称であり、2004年以降、米国IBM社や米国の大学を中心に、一つの研究領域として確立しようという動きが活発化した。現状のサービスの課題は、①サービスの可視化、定量化、標準化(科学・工学の対象にする)、②サービスにおけるプロセスイノベーションの実現(生産性向上)、③サービスにおけるバリューイノベーションの実現(新価値創造)、の3点であり、サービスサイエンスは、これらの課題

を解決するための学際的な科学・マネジメント・工学体系である。具体的には、情報科学(データ分析・データマイニング、プロセス記述・分析、数理最適化、シミュレーション、ITアーキテクチャなど)や社会科学(マーケティング、心理学、経済学、組織科学、人材管理学など)の各学問が関係する。様々な学問が絡み合う複合的な研究領域(Multidisciplinary Research)であるが、各学問を“融合”した新しい研究領域の確立が目的ではなく、各学問がそれぞれの得意技を持ち込み、課題解決志向で

“協働”するスタイルである。関連学会でもたいへん注目されており、国内外の会議における発表件数の増加はもとより、2006年度上期だけでも情報処理学会、オペレーションズリサーチ学会、ACM (the Association for Computing Machinery) の各機関誌でサービスサイエンスの特集号が組まれている⁽⁶⁾⁻⁽⁸⁾。各学会としても重要なテーマの一つとして積極的に関与していく姿勢がうかがえる。

なって世間の注目を浴びている。これは、知識社会におけるサービスが重要な位置を占めつつあるにもかかわらず、科学的な分析や設計手法の整備が遅れているという危機感の現われだろう。また、時により製造業のサービス化の議論が大きく振れるのも、サービスの体系化や論理的基盤が弱いために、属人的な体験に基づく議論に陥りがちなためであろう。

製造業のサービスの特徴

前述のようにサービスサイエンスの研究は活発化しているが、多くは従来型のサービス産業の生産性の向上やイノベーションが対象であり、製造業のサービスを対象とした取組みは少ない。ここでは、製造業のサービスを分析するためのサービスサイエンスのフレームワークの一つである“モノビスにおける顧客接点拡大トライアングルモデル”⁽⁹⁾を用いて、モノビスの特徴を説明する。

顧客接点拡大トライアングルモデル

モノビスを、モノを媒介として顧客と企業がいっしょに価値を創造するプロセスと定義するとき、顧客と企業の“接点拡大”は不可欠である。接点を拡大

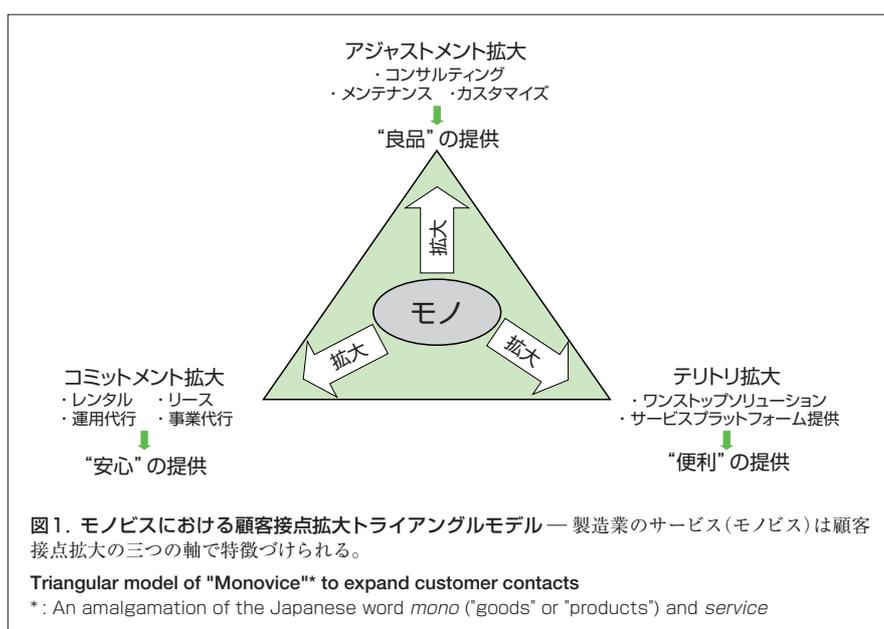


図1. モノビスにおける顧客接点拡大トライアングルモデル — 製造業のサービス(モノビス)は顧客接点拡大の三つの軸で特徴づけられる。

Triangular model of "Monovice" to expand customer contacts

*: An amalgamation of the Japanese word *mono* ("goods" or "products") and *service*

するには三つの方向，“アジャストメント拡大”，“コミットメント拡大”，及び“テリトリ拡大”があり、それぞれ“良品”，“安心”，“便利”という価値を提供している(図1)。

・アジャストメントの拡大

製造業が顧客へのモノの提供だけではなく、研究開発、企画、設計、製造、流通、運用・保守の各フェイズにおいても顧客との接点を広げ、モノの品質や機能をメンテナンス及びカスタマイズし、良品を提供する。例えば、機器の保守サービスにおける故障予知や予

防保全は、アジャストメント拡大の典型例である。また、モノをより良く使うためのコンサルティングサービスもアジャストメント拡大に含まれる。

・コミットメントの拡大

モノの販売からリース、レンタル、運用代行、更には事業代行まで、顧客の価値創造活動へのコミットメントの比率を高めること、すなわち、価値創造の過程で顧客に発生するリスクを共有することで、安心を提供し、顧客の価値創造活動を支援する。製造業はモノについての深い知識を生かすことで、顧

客より効率的にリスクを負うことが可能である。例えば、複写機をレンタルし、コピー使用枚数で課金するのは、故障や修理に伴うもろもろのリスクを製造業が負っているという点でコミットメントの拡大である。計算機システムベンダーが顧客の業務の一部をアウトソーシングとして請け負うのも、コミットメントの拡大に属する。

・テリトリの拡大

顧客価値創造の視点でモノの周辺機能もいっしょに提供することで便利を提供する。システムの構築や運用に加えて経営支援を行うサービス⁽¹⁰⁾や、ビルの各種設備の一括保守サービスなどの、いわゆるワンストップソリューションはその典型例であるが、デジタル機器のコンテンツ推薦サービス及びコンテンツ流通サービスもテリトリ拡大と言える。このとき、周辺機能を自社で提供する場合と他社(例:コンテンツプロバイダー)との提携で提供する場合がある。後者の場合、サービスを提供するプラットフォーム(例:コンテンツ配信プラットフォーム)の構築が重要な役割となる。

以上、顧客接点拡大の三つの方向を説明したが、理解を助けるためにデジタルビデオカメラ(DVC)の仮想的なモノビスを考えてみよう。ここで、DVCはインターネットに接続可能とする。アジャストメント拡大の例としては、利用者の撮影の癖をネット経由で解析し、手ぶれ補正や画質調整のパラメータをカスタマイズするサービスが考えられる。コミットメント拡大の例としては、観光地でのDVCのレンタルサービスが考えられる。自宅に戻ると観光地で撮った映像が簡易編集されてダウンロードできる。テリトリの拡大の例としては、撮った映像の編集ソフトや映像に添える素材コンテンツ(音楽、飾り文字)の提供サービスが考えられる。

■ 製造業のサービスの傾向

筆者もメンバーとして参加している、

統計的データ分析とデータマイニング

情報通信技術の進歩により、大量のデータの収集、蓄積、加工が可能になり、データ分析やデータマイニングの研究は大きな進展を遂げている。データ分析やデータマイニングには、伝統的な統計学のアプローチと、人工知能の機械学習手法として研究されてきたデータマイニングのアプローチがある。前者は、分析者が設定した仮説やモデルの妥当性の検定やモデルのパラメータ推定を行うことを主眼にしてい

るのに対し、後者は、データの中から分析者も気がつかなかった発見的な知識を掘り起こすことを主眼としている。長年、両者の研究活動は独立に進められてきたが、近年は、両者を協働させて問題解決を行う体系を確立したいという機運が高まり、2006年度から人工知能学会に“データマイニングと統計数理”に関する研究会が設立された。

北陸先端科学技術大学院大学の亀岡秋男教授を中心とした調査研究グループは、日米約30社のモノビスをこのトライアングルモデルを用いて分析し、各業種ごとの傾向を導き出した⁽¹¹⁾。

・素材・部品系企業

素材・部品系企業は、製品の高度化による素材や部品の複雑化及び開発期間の短縮などにより、擦り合わせ型のアジャストメントの拡大の傾向がある。すなわち、顧客の設計・製造時に、素材や部品を最適に使用するための情報提供やコンサルティングサービスを付加することで差別化を図り、顧客を囲い込む。

具体的には、ある塗料メーカーが、顧客である自動車メーカーの塗装プロセスを管理するサービスを提供している例がある。ここでは、企業間の業務プロセス連携のためのITプラットフォーム技術や製品オンロジー技術が重要となる。

・BtoB 生産財系企業

BtoB(Business to Business: 企業間の取引)生産財系企業は、従来型の機器の保守サービスを顧客の使用状況に最適化するなど、より高度なアジャストメントの拡大を行うとともに、その延長線上で運用・保守代行などのコミットメントの拡大を行い、顧客との関係を強化する傾向がある。

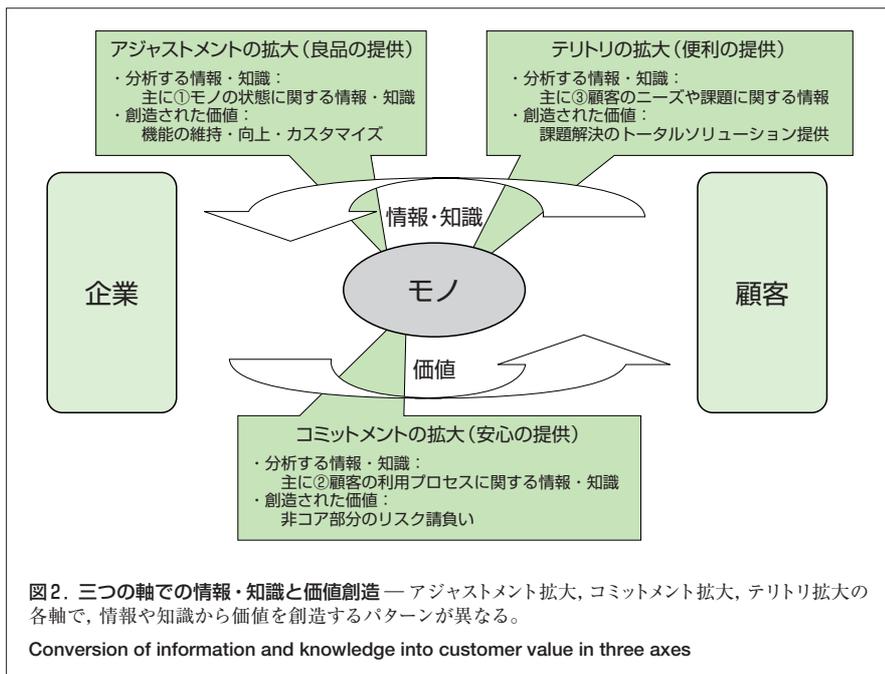
具体的には、ある航空機エンジン

メーカーが、エンジンをリアルタイムで遠隔監視するとともに、リース形式で飛行時間で課金する例がある。ここでは、高度なメンテナンスシステムを構築するための情報センシング技術、データ分析やデータマイニング技術(囲み記事参照)、及び各種情報を活用する数理最適化やシミュレーション技術がコア技術となる。

・BtoC 消費財系企業

インターネットの普及により、従来は収集できなかった一般利用者の使用情報が収集可能になり、新しい価値が生まれ出せるようになってきた。BtoC(Business to Consumer: 企業と一般消費者の取引)消費財系企業は、まずはアジャストメント拡大の視点で、利用者の嗜好(しこう)に合わせた機器のカスタマイズサービスを提供すると同時に、嗜好情報を活用したコンテンツ推薦サービスなど、機器をサービスプラットフォームにしたテリトリの拡大を行う傾向がある。

具体的には、ある携帯音楽プレイヤーメーカーが音楽コンテンツのネット配信サイトを運営している例がある。ここでは、ユビキタス機器と一体となって価値を生み出すコンテンツのマネジメント技術や最適なサービスのマッチング技術が重要となる。



製造業のサービスと知識処理

情報・知識から価値を創造

神戸大学の小川進教授によれば, イノベーションとは“顧客が持つ問題の解決のための新しい情報の利用”であると定義している⁽¹²⁾。モノビスで製造業と顧客による革新的な価値協創すなわちサービスイノベーションを実現するためには, 接点の拡大によって収集できる情報や知識の活用が鍵となる。すなわち, モノを媒介として情報や知識を収集・分析し, 得られた情報や知識から生成された価値を, モノを媒介として顧客に還元するサイクルが重要である。

ここで, 顧客接点の拡大で収集できるのは, ①モノの状態, ②顧客の利用プロセス, ③顧客のニーズや課題, に関する情報や知識である。各接点拡大で分析される情報や知識とその分析により還元される価値との関係を図2に示す。

製造業のサービス化が, 従来型の機器の保守サービスの域を越えられなくとすれば, 顧客接点が拡大して, 情報や知識がデータベースに蓄積できるようになっているにもかかわらず, 蓄積さ

れているだけでうまく分析・活用できていないと思われる。すなわち, 単にデータを収集・蓄積するだけでは価値の高いサービスには結び付かない。顧客の真のニーズを示唆する暗黙的で粘着性の高い情報や知識を, 収集・分析・利用するための知識処理技術が必要になる。

価値創造に必要な知識処理技術

顧客と企業間でインタラクティブに得られるモノを媒介とした情報や知識を

価値に変換する知識処理技術は, 以下の三つのフェーズに分類できる(図3)。

情報・知識分析技術

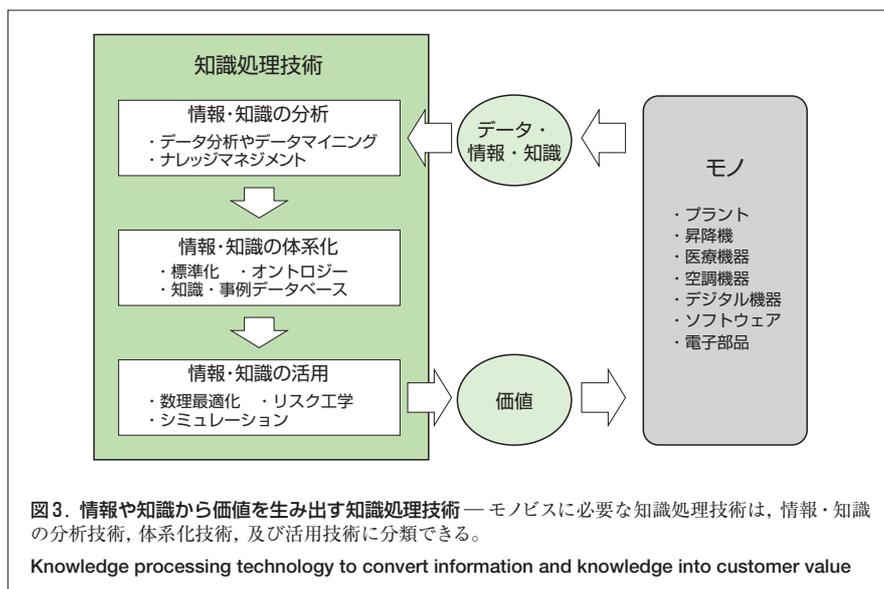
モノを介して入手できる情報からモノや顧客の状況を推定する技術である。情報を分析することで, モノの故障予測モデルや嗜好推定モデルを構築する。ここで, 一つのモノから得られる情報の分析(個体分析)と多くのモノから得られる情報の分析(集団分析)の二つのタイプがある。ここでは, データ分析やデータマイニング, 及びリスク工学が重要なコア技術となる。また, コンサルティングを通じて顧客の真の課題やニーズを引き出すナレッジマネジメント技術もここに含まれる。

情報・知識体系化技術

分析された結果を活用できる形で体系化する技術である。分析の結果得られたモデルや知識をデータベース化するとともに, その活用のためのプラットフォームを整備する。後者はインタフェースの標準化やオントロジー(特定分野における語い体系)の構築や整備が重要となる。電子部品の仕様情報の提供, コンテンツの配信や流通などのサービスではプラットフォームが鍵になる。

情報・知識活用技術

分析で得られたモデルを活用して顧



客にとっての価値を生み出す技術である。具体的には、予防保全、最適保全計画、サービスプライシング、及びコンテンツ推薦などを実現するためには、数理最適化やリスク工学、シミュレーション技術などの要素技術が必要となる。

東芝における知識処理技術開発

東芝は電子部品から社会システムまで幅広いモノを扱っている。これらの

モノを媒介としたサービスの高度化やイノベーションの実現に向けて、研究開発センターを中心に取り組んでいる具体的な知識処理技術を紹介する(図4)。それぞれの技術の詳細は、この特集の各論文に述べられている。

知的メンテナンス技術

電力プラントや昇降機などの社会インフラの高度メンテナンス支援技術を研究開発している。機器のオンライン監視データを分析することにより、異常

検知、故障予知、予防保全、状態監視保全(Condition-Based Maintenance)による最適保全計画生成などを支援できる。

コンテンツ推薦技術

デジタルAV機器における利用者の嗜好を自動的に学習し、嗜好に合ったコンテンツを高精度で推薦する技術の研究開発を行っている。

ユビキタスサービス技術

デジタル機器とウェブ情報を連携させ、状況に合ったサービスを提供するためのプラットフォームである“ユビキタスサービスファインダー”を研究開発している。有機的な連携を実現するのはオントロジーに基づくマッチング技術である。

工業製品の仕様情報流通技術

工業製品の仕様情報流通のための規格化とシステム化に取り組んでいる。例えば、電子部品(モノ)とともにその仕様情報を計算機処理可能な形で提供することで、顧客企業の調達、設計、保守業務の効率化と高品質化を支援できる。製品オントロジー構築がコア技術である。

コンサルティング技術

ナレッジマネジメントソフトウェアを導入しても思うように効果が出ない、という話はよく聞く。ナレッジマネジメントソフトウェアというモノを顧客が有効に使えるようにコンサルティングするためのナレッジマネジメント方法論の研究開発を行っている。

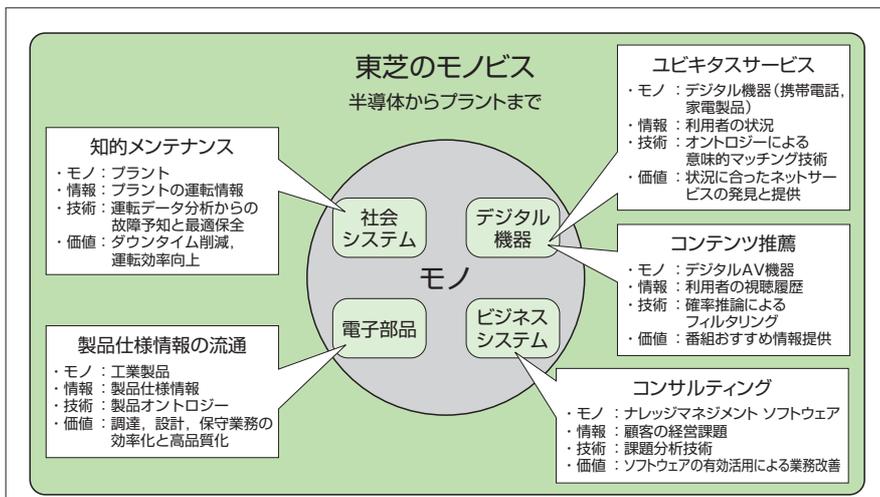


図4. モノビスのイノベーションのための知識処理技術(東芝の取組み) — 東芝は、社会システムからデジタル機器、電子部品、ビジネスシステムまで、幅広くモノビスに関する取組みを行っている。

Knowledge processing technology for "Monovice" innovation and related Toshiba products

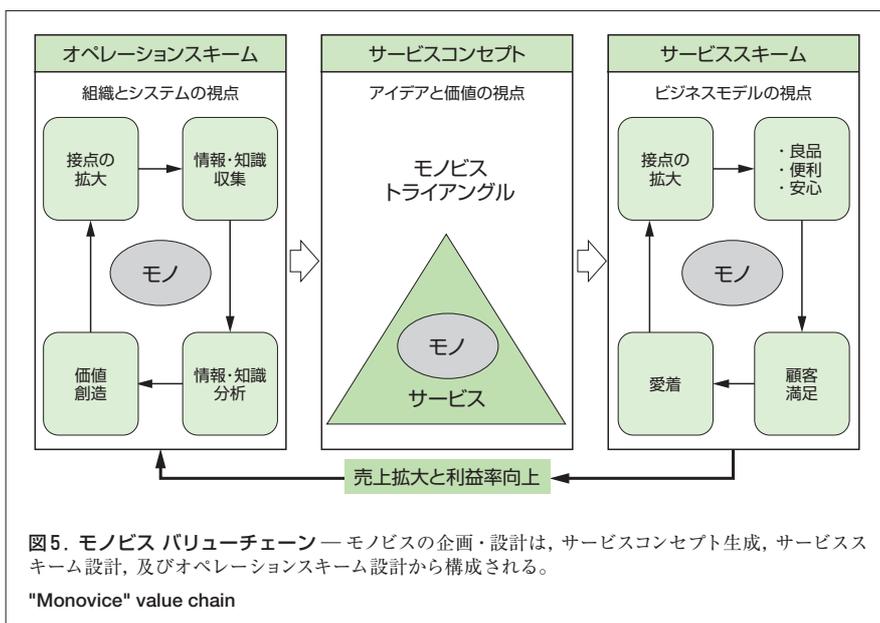


図5. モノビス バリューチェーン — モノビスの企画・設計は、サービスコンセプト生成、サービススキーム設計、及びオペレーションスキーム設計から構成される。

"Monovice" value chain

サービスの企画・設計支援 に向けて

製造業にとって比較的新しい業務である、サービスに関しての企画や設計の専門家は必ずしも多くない。そこで、従来モノづくりに携わってきた人でも、

サービスの企画や設計を効率的かつ効果的に遂行できるように支援する方法論やツールが求められている。

サービスの企画・設計は、①サービスコンセプトの生成、②サービススキームの設計、③オペレーションスキームの設計、から構成される(図5)が、特に②③の支援に対するニーズが大きい。これは、製造業の組織や仕組みは従来型のモノづくりに最適化されており、良いサービスコンセプトがあっても、それをコトづくりとしてビジネス化する際に、乗り越えなければならぬスキーム上の多くの困難や矛盾が立ちだかるからである。すなわち、製造業がモノづくりからコトづくりへと変革するには、スキームのイノベーションが求められている。

当社は経営変革運動のなかで、商品企画・設計支援方法論及びツールとしてDFACE (Define, Focus, Analyze, Create, Evaluate) 手法を開発・整備してきたが、これを発展させる形で、サービスの企画・設計に特化したDFACE-SI (Service Innovation) 手法の研究開発を、米国スタンフォード大学の石井浩介教授らと行っている。

DFACE-SIは、①事例を分析・分類するテンプレート、②事例データベース、

③事例を使って対象のサービスの企画・設計を支援する手順、から構成される。DFACE-SIでは、体系的に整理された成功・失敗事例を参照しながら、陥りがちな企画・設計の落とし穴やリスクをステークホルダー間で共有し、作業を効果的かつ効率的に進めることができる。DFACE-SIは、DFACE手法群の一つとして東芝グループ及び顧客に提供する予定である。

今後も、高度な知識処理技術とサービスの企画・設計支援技術で、製造業のサービスイノベーションの実現に貢献していきたい。

文 献

- (1) P.F.ドラッカー. ポスト資本主義社会. ダイアモンド社, 1993, 363p.
- (2) 藤本隆宏. 能力構築競争. 中央公論新社, 2003, 406p.
- (3) 林 真司, ほか. 海外火力発電所のリモート監視・診断サービス. 東芝レビュー. **59**, 12, 2004, p.49-51.
- (4) 下田理文, ほか. 上下水道事業における維持管理サービスへの取組みとソリューション展開. 東芝レビュー. **61**, 5, 2006, p.21-24.
- (5) 泉 裕二, ほか. ソフトウェアが提供する驚きと感動. 東芝レビュー. **60**, 7, 2005, p.28-31.
- (6) 特集“サービス・サイエンスの出現”. 情報処理. **47**, 5, 2006.
- (7) 特集“ORからサービス・サイエンスへ”. オペレーションズ・リサーチ. **51**, 9, 2006.
- (8) 特集“Services science”. Communications of the ACM. **49**, 7, 2006.

- (9) 内平直志, ほか. “製造業におけるサービスの分類と知識活用戦略”. 研究計画学会第21回年次大会. 仙台, 2006-10. p.33-36.
- (10) 山川昌弘, ほか. 上下水道事業におけるサービスと経営ソリューションの提供. 東芝レビュー. **61**, 5, 2006, p.8-11.
- (11) 亀岡秋男, ほか. “製造業におけるサービスのイノベーションを促進する科学技術のあり方に関する調査”. NEDO委託調査研究報告書. 北陸先端科学技術大学院大学, 2006, 179p.
- (12) 小川 進. イノベーションの発生論理. 千倉書房, 2000, 316p.



内平 直志
UCHIHIRA Naoshi, D.Eng.

研究開発センター システム技術ラボラトリー研究主幹, 工博. ソフトウェア工学, リスク工学, 技術経営(MOT)の研究・開発に従事. 人工知能学会会員. System Engineering Lab.