

# サプライチェーンの機能連鎖モデル化による製品利用サービス設計

## —モノづくり視点のサービスイノベーション—

Designing a service utilizing product by the modeling of Function Supply Chain

—The service innovation of Goods Design and Manufacturing view point—

三原 康司\*

Koji MIHARA

In order for a goods design and manufacturing company to raise business achievements these days, not only producing and selling Goods, but also leading to improvement in added value which cooperated with service is required. In addition to that, there is a need to utilize the findings of the research in the field of the new business of Goods + Service. This research builds up the model of the service innovation based on the system theory and the structure of the supply chain which refers to a flow of goods. Firstly it proposes the modelling of Function Supply Chain in the case of incorporating service system based on the premise that a supply chain is a chain of a system. Then it explores model elements and patterns of creating new services.

Key words: Service Innovation, Supply Chain, System Theory

### 1. はじめに

昨今、モノづくり企業が業績を向上させるには、モノを作って売るだけではなく、サービスと連携した付加価値の向上が必要であると言われている[1]。そして、モノ+サービスの新たなビジネスに関して、実践的に活用可能な研究成果が望まれている。

2004年、パルミサーノレポートを契機に、製造業のサービス研究、モノとサービスの融合ビジネス研究など、多くのモノとサービスの研究が行われてきた[2][3][4][5][6]。それらの多くは成功事例の帰納的分析がほとんどであり、普遍的に広く当てはめることが難しい研究結果になっている。その研究結果の多くは、概念的であり、即座にモノ+サービスに関する社会的貢献に結びつくことは難しいように思われる。現代モノづくり企業が求めているモノ+サービスに関する研究成果は、どうやったら自社のモノやコア技術を用いたサービスを企画できるのか、生産性を向上できるのか、イノベーションとできるのか、といったことであり、他社の成功事例の分析結果ではないことは言うまでもない。

筆者は、モノ利用サービスのイノベーション設計に関して、設計的・演繹的であり、モノ・サービスのどちらにも偏らない、機能中心のシステム理論を基に研究を進めている。モノ+サービスシステム設計に関して、1980年代のコンピュータービジネスを皮切りに、1990年代にはソフトウェア、ネットワークビジネス、2000年代にはインタ

ーネットによるコンテンツ配信ビジネスを実務家として体験してきた。その実体験とその過程で得た知識、そしてこれまでの研究を基に、モノ+サービスのイノベーション設計に関して研究を進めている。システム理論は、世の中の全てのモノ・コトに適用できる理論である[7]。システム理論を基に研究を進めることにより、モノ+サービスの企画からオペレーションまでの広い範囲を、一貫した工学的理論で考察することができる。

本稿は、モノづくり視点であるサプライチェーンをシステム設計理論に基づいて分析し、その中の製品供給フェーズにおける製品利用サービスシステムの設計要因を明確化することを目的とする。

### 2. 従来の研究と本研究のアプローチ

Chesbrough, 近藤, 他[8][9][10]のサービスイノベーションに関する先行研究をまとめると、サービスイノベーションには、1)新しいサービスの創出(主にサービス業者によるイノベーション)、2)既存のサービス分野で発生する技術やプロセスのイノベーション、3)サービス業者以外のサービスの開始、の3種類のイノベーションがあるといえる。製造業におけるサービスイノベーションは、3)サービス業者以外のサービスの開始と思われがちであり、日本では製造業のサービス業化が重要とされている。しかし筆者は、現代先進国の産業にとって重要なことは、製造業のサービス化ではなく、製造あるいは産出される全ての

2014年2月27日受理

\* 総合情報学部 人間情報デザイン学科

モノに関するサービスイノベーションの創出であると考えている。なぜなら、製造業者が新しいサービスを開始・推進するというだけでなく、モノに付随した新サービスの創出、モノ関連サービスにおける何らかの革新も、モノの産出・製造事業の付加価値向上につながるからである。つまり、現代の先進国産業では、モノと関連するサービスイノベーションの創出が必要とされているといえる。

本研究では、機能中心のシステム理論を基に、モノを供給し、利用してもらうための流れであるサプライチェーンの構造を考察し、サービスイノベーションのモデルにアプローチする。これまでのサプライチェーンマネジメント研究では、モノの供給連鎖に注目した研究がほとんどであり、この連鎖の中にサービスを組み込んだ研究はあまり見られない。物流・購買・販売などの従来から生産活動に含まれるサービスに関しては、効率化・生産性等に関する研究がある。しかし、これらのモノを用いて顧客に無形の価値を提供するサービスをサプライチェーンの中に組み込んだ研究はあまりない。他方、サービス研究においても、サプライチェーンから新サービスイノベーションに取り組んでいる研究はないと思われる。

サプライチェーンの上流（サプライヤー）から下流（エンドユーザー・最終受益者）までの流れの中には、必ずモノとサービス（物流、流通、サポート、無形価値の提供、など）が存在する。モノが存在するという事は、所有と利用、という2つの権利が関係する。サービスでは、利用のみであり所有権の移動はない。そしてシステム理論的には、全ての流れには機能、インプット、アウトプット、キャタリスト（機能を受益者に働きかける人・モノ・情報）が存在する。現在進めている一連のモノ利用のサービスイノベーション研究では、システム設計要素、モノの所有と利用、サプライチェーンの3つの側面からモノ利用サービスシステムのモデル化とその設計に取り組んでいる。

本稿では、サプライチェーンをシステムの連鎖であると捉え、そこにサービスを組み込んだ場合の機能連鎖のモデルにアプローチし、新サービスを創出するためのモデルとその構成に関して追求する。

### 3. システム理論を基にしたサプライチェーンの分析

#### 3.1 サプライチェーン・システム

サプライチェーンには、原材料となる素材を仕入れ原材料に加工あるいは供給可能な形態とする原材料製造業者、供給された原材料を用いて半製品を製造する半製品製造業者、供給された半製品とその他の原材料などを用いて製品を製造する製品製造業者、そして製品を購入し製品価値を受益する顧客が存在する。各々の製造業者と顧客の間には、供給物を販売・購入する流通業者がいる。そして、原材料製造、半製品製造、製品製造、顧客、の各々の間にマーケティング・販売・流通・物流といった製造活動以外の

無形の付加価値活動がある。このように、素材を起点として、原材料～半製品～製品～顧客の供給の連鎖を、できる限り統合的に捉え、全体最適を目指しているのが、サプライチェーンマネジメントである。

筆者はこのサプライチェーンマネジメントに、サプライチェーンで登場するモノを用いて人に無形の価値を提供するサービスを追加し、サービスを含めて全体最適を目指すことによって、機能供給連鎖（ファンクションサプライチェーン、以後 FSC : Function Supply Chain）モデルを構築できると考えた。

#### 3.2 ファンクションサプライチェーン・モデル

前項で述べたように、従来のサプライチェーンは、原材料製造→流通→半製品製造→流通→製品製造→流通→顧客という流れで捉えられてきた。この流れに、サービスを追加する場合を考える。モノを利用したサービスは、主に製品を利用すると考えられている。そのため、製品製造と顧客の間に、サービスシステムを設計したサービス業者がその製品を用いてサービス価値を顧客に提供するという追加形態が一般的であると考えられる。ここで追加されたサービスを含めて、FSC をシステムの連鎖として表現すると、図 3-1 のように示すことができる。

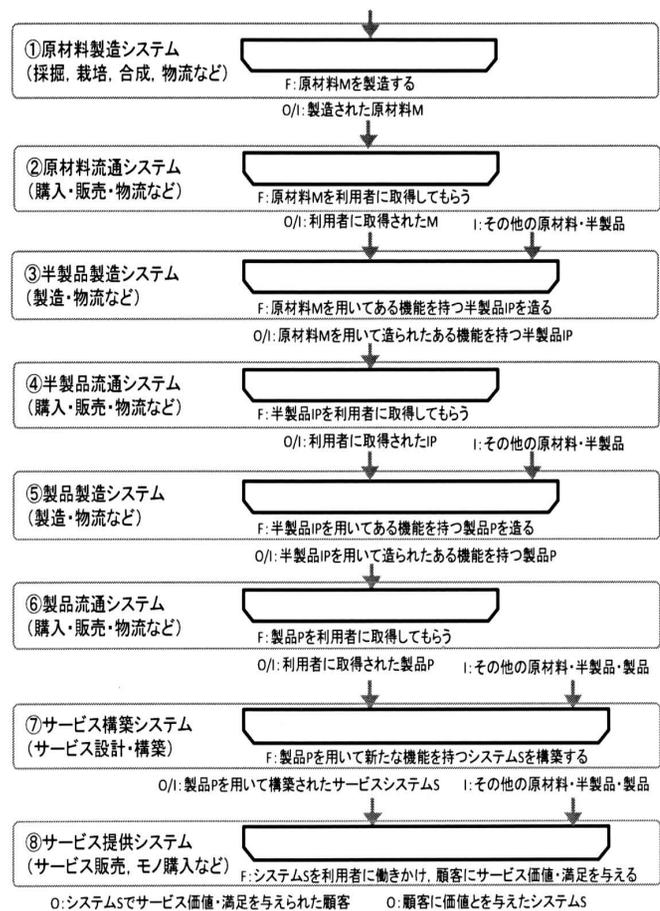


図 3-1 機能供給連鎖モデル

本研究におけるサービスの定義は、「一方（人・モノ・情報）が、顧客（人）に対して無形の価値を提供する機能」とする。顧客は最終的な機能価値の受益者であるから、SCの最終的到達点に位置する。図3-1では⑤で完成した製品が⑥の流通プロセスを経てサービス構築システムにインプットされ、その機能を顧客に提供している。これが、一般的なサービス業者が製品を利用したサービスを提供するシステム形態である。しかし、サービス構築を、半製品を用いて行う場合には、⑤、⑥を経由せず、④から⑦にインプットすることも可能である。例えば、「調理が必要な缶入りの食材を使ってレストランで料理を提供する」というようなケースが既に存在している。これは既にある例であるが、FSCを構成する各システムの組合せの中で、これまでに世の中に存在しない、あるいは自社では行っていなかった流通・サービスのパターンがあるかもしれない。そして、これまでにない組合せパターンを発見できれば、それはイノベーションとなるような新FSCモデルとなる可能性が高いと考えられる。例えば、農業の6次産業化を推進するために、原材料としての農産物のサービスを考え出す可能性などが生まれるわけである。

このように、これまでのサプライチェーンの概念では、顧客に接するモノは製品であるケースがほとんどであった。しかし、FSCの考え方をうれば、原材料や半製品であってもそれを用いて顧客に無形の価値を提供するサービスを追加し、新たなサービスモデルを考えることができる。

### 3.3 機能によるモノの分類

次に、FSCを構成するモノを、システム理論を用いて機能面から考察する。

システムは、機能・インプット・アウトプット・キャタリスト[注1]・環境の5つをシステムの設計要素としてしめすことができる[11][12]。図3-2はシステムの要素をモデルで示したものである。

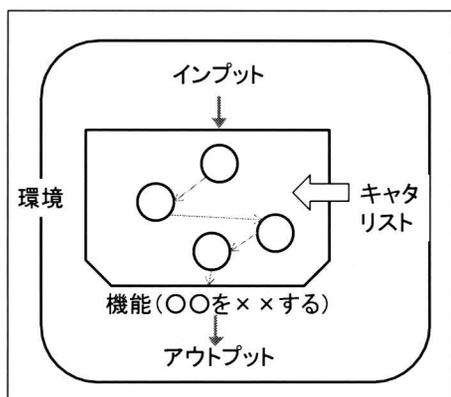


図3-2 システム要素モデル

図3-1は、この理論に基づいて、サプライチェーンの流

れを機能とインプット・アウトプットで示したものである。ここで、原材料製造から顧客に届くまでに登場するモノの機能に注目して分類すると、(a)加工や他のモノとの組合せなどをしなくても、それ単独で機能を持つモノ、と(b)単独では機能を持たず、加工や他のモノと組合せによって機能を持つモノ、の2つに分類できる。これをサプライチェーンにおけるモノの流れと照らし合わせてみると、(a)は製品 (b)は原材料と半製品となる。

(a)は製品であり、その機能を働かせるための機能稼働者が、その機能を稼働させることによって、機能が働いたアウトプットを産出することができる。例えば、カメラを用いて「写真を撮影する」という機能を稼働させることによって、「撮影された写真」がアウトプットされ、写真を手に入れたかたの人に価値を提供している。そしてこのケースでは3つの形態が考えられる。一つは、機能が働き価値を得る人(機能受益者)自身が機能稼働者の場合であり、機能受益者が自分のために製品の機能を使う形態。もう一つは、機能受益者とは別の人が機能稼働者の場合で、機能稼働者が受益者に対して、機能を働かせる形態である。三つめは機能受益者とそれ以外の人の双方が機能稼働者となる場合であり、三つめの場合は、主たる機能稼働者がどちらかによってさらに2つに分類することができる。

一般に、最初の形態は製品を購入して自分で利用する形態、あとの二つはサービス業者がその製品を用いて顧客にサービスを行う形態と言える。

(b)は原材料か半製品で、これらは単独で機能を持たないため、これらを用いて何らかの機能を発揮させるには、それを含んだシステムが必要になる。つまり、そのモノを用いて利用者が加工・組合せを行い、何らかの機能をもったシステムを構築し、機能稼働者がその機能を稼働させる必要がある。例えば、生肉を加熱調理して料理を作る、といったケースがある。そしてこの場合も前述の(a)の場合と同様に、機能稼働者が機能受益者と同一人か、受益者は稼働者以外の人であるか、の2通りが考えられる。機能稼働者自身のために機能を働かせる場合は、顧客が原材料や半製品を用いて自分自身のために機能を稼働する。機能稼働者以外の人のために機能を働かせる形態では、稼働者が、機能を受益者に働きかけることになる。また(a)での説明と同様に、機能受益者とそれ以外の人の双方が稼働者となる場合もあり、この場合は主たる稼働者がどちらかによって2つに分類することができる。

さらに(b)の場合は、原材料あるいは半製品が組み込まれた機能を持つシステムを設計する必要がある。そして、そのシステムの設計者が機能稼働者なのか機能受益者なのか、機能稼働者と受益者双方の協同なのか、によっても分類される。

このように、FSCモデルの中で、対象とするモノが単独で機能を持っているかないかによって、キャタリストになりうるシステム要素の属性[13]の組み合わせパター

ンが多数存在し、その中にはこれまでにないモノ+サービスのモデルパターンが存在する可能性がある。

### 3.4 フェーズによる機能の分類

次にFSCの上流（原材料側）から下流（顧客側）までを、対象としているモノでフェーズ分けし、機能との関係を考える。

FSCを対象のモノでフェーズ分けすると、(1) 原材料供給フェーズ (2) 半製品供給フェーズ (3) 製品供給フェーズに分けることができる。本稿では、それ自体で機能を持つ製品供給フェーズに着目して、新サービス設計のための機能提供モデルとそのパターンに関して考察する。

## 4. 製品利用サービスシステムのモデル化

### 4.1 製品利用サービスシステムのモデルを決定するシステム要素と取り得る参画者の考察

製品が発揮しうる機能を考えると、製品利用サービスシステムでは2種類の機能の稼働を考える必要がある。製品には主機能・付随機能があるが、そのほかに潜在的な機能がある。例えば鋏の主機能は、「〇〇（対象物）を切る」ことであるが、潜在的な機能として「折り目を付ける」、「蓋をこじ開ける」などが考えられる。利用する人によっては、製品メーカーの想定した主機能・付随機能以外の潜在機能を使って、とんでもない使い方をしていることがある。そして、こういった使い方にヒントを得て、新しい製品やサービスが企画されているケースは少なくない。

そこで、製品利用サービスシステムにおける製品の主機能と潜在機能を稼働させる場合の各々のシステム構成要素を分析し、製品利用サービスシステムのモデル化を行う。

#### (1) 製品の主機能を稼働させるシステム

システムの構成要素は、機能、インプット、アウトプット、キャタリスト、環境の5つである[13]。このなかの「環境」は、システムが置かれる環境であり、特定のシステムを設計する時には考慮する必要がある。しかし、本研究では一般的なシステムモデルを考えるため、環境は考慮しないことにする。ここで、製品利用システムのモデルを決定する上で必要なシステム構成要素（環境以外）を、対象製品として「自動車」を例に考察する。

「自動車で移動する」システムを考えると、機能は「自動車で移動する」、この機能から得たいアウトプットは「移動した人」と「移動に使われた自動車」、インプットは「移動したい人」と「移動のための自動車」、キャタリストは「運転する人」、と示せる。

これをシステム図で示すと図4-1のようになる。

このシステムを基に、製品利用サービスシステムのモデル決定要素に関して考察する。

インプットの「移動したい人」とアウトプットの「移動した人」は同一人であり、製品やサービスの価値受益者である。サービスシステムは受益者に価値を提供するための

システムであり[13]、受益者は必ず一意に決定される。よって、受益者であるインプットとアウトプットは、サービスシステムには必ず必要であるがモデルの性質を決定する要素にはならない。

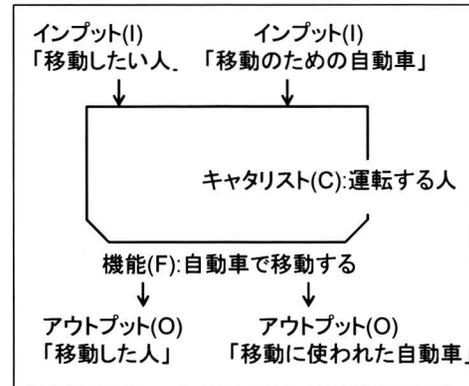


図4-1 自動車で移動するシステム

もう一つのインプットである「移動のための自動車」（アウトプットは「移動に使われた自動車」）は、機能表現によって使用を指定されたモノである。機能はそのシステムが果たすべき最も重要な要素である。

機能表現によって指定されたインプットである「自動車」は、製品そのものであり、「移動する」機能を持っている。機能表現が自動車を使うことを指定した場合はインプットとなるが、機能表現に指定されていなければキャタリストになると考えればよいであろう。

次にそのキャタリストに関して考える。キャタリスト「運転する人」では、キャタリストとなる人に関して2つのケースが考えられる。ひとつは、移動した人自身が運転する人となる場合で、キャタリストとアウトプットが同じ人の場合。もう一つは、移動した人と異なる人が運転する人となる場合で、キャタリストとアウトプットが異なる人の場合である。

さらに、製品を利用するシステムの場合には製品の持つ重要な性質がある。それは、必ず所有者がいるということである。製品利用システムの場合の製品の所有者は、移動した人か、運転した人か、あるいはそれ以外の人の3つの場合がある。

#### (2) 製品の潜在機能を稼働させるシステム

先に説明したように、製品はそれ自体で主たる機能をもっている。自動車の場合は移動する機能である。この機能は、その製品を利用すれば単独で発揮することができる。一方、製品には主機能以外に潜在機能がある。そして潜在機能を発揮させるためには、その製品を用いた何らかのシステムを設計する必要がある。つまり、製品が機能を発揮するモデルは、製品単独で主機能を稼働する場合と、潜在機能を稼働させるためにシステム化される場合の2つのケースが考えられる。

そこで、製品の潜在機能を稼働させる場合の製品利用サ

サービスシステムを考察する。製品の潜在機能を利用する場合は、その製品を使った新たなシステムを設計する必要がある。先に説明したように、製品の潜在機能を稼働させるシステムは、その製品が持つ主機能とは異なる機能を持つシステムであるから、図 4-1 で示したシステムとは異なっている。

「自動車で寝る」というシステムを考えよう。自動車の主機能は移動することである。しかし、車内で寝ることも可能であり、潜在機能の一つであるといえる。このシステムでは、機能は「自動車で寝る」、インプットは「寝たい人」と「自動車」、アウトプットは「自動車で寝た人」と「寝るのに使われた自動車」、キャタリストは「(車内に)寝るところを用意する人」となる。これをシステム図で示すと図 4-2 のようになる。

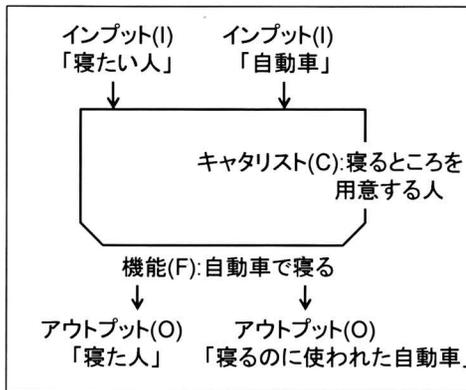


図 4-2 自動車の社内で寝るシステム

このシステムにおける製品利用システムモデルの要素に関して考える。(1)と同様、インプットとアウトプットの「人」は全てのモデルで最終受益者であるので、モデル決定要素にはならない。もう一つのインプットである「自動車」は、機能表現によって決定されるものであるが、その製品の主機能ではない。つまり、システム設計者がその製品の潜在機能を発見し、それを利用しようとして新たなシステムの機能表現を設計したといえる。このような製品の潜在機能を新たなシステムとして実現するには、そのシステムを設計する人が必要である。このシステムを設計する人は、二つのケースが考えられる。一つは、寝た人(機能価値の受益者)自身が設計する場合。もう一つは、寝た人以外の方が設計した場合である。「自動車で寝る」システムの場合は、寝た人自身がそのシステムを設計したのか、車内ベッドなどを提供している業者などがこのシステムを設計したのか、の二つの場合がある。

キャタリスト「寝るところを用意する人」は、寝た人か、寝た人以外の人かの二つのケースが考えられる。

#### 4. 2 製品利用サービスシステムのモデル化

前項で製品利用サービスシステムのモデルを決定するシステム要素を考察した。以下にその結果をまとめ、機能

によるモデル化を行う。

製品利用サービスシステムを構成する役割として、製品所有 (Product Ownership (以後 PO と略す)), システム設計 (System Design (SD と略す)), 機能稼働 (Catalyst (C と略す)) の 3 つを示すことができる。この 3 つの役割の組み合わせが製品利用サービスシステムの特徴を決定すると考えられる。

すなわち、この 3 つが製品利用サービスシステムのモデルを決定する機能(役割)要素である。製品利用サービスシステムの機能(役割)モデルは、図 4-3 のように示すことができる。

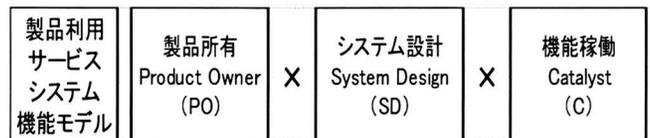


図 4-3. 製品利用サービスシステム機能モデル

次に、前項の考察を基に製品利用サービスシステムモデル決定要素の実行者となり得るシステム参画者に関して考える。製品利用サービスシステムへの参画者は、機能受益者 (Beneficiary (以後 B と略す)), 機能供給者 (Supplier (S と略す)), 第三者 (Others (Ot と略す)) の 3 者となる。これらは、各役割を担当するシステム設計者や実施者となる。

製品所有 (PO) 機能を発揮できる、つまり製品の所有者をなることができる参画者は、機能受益者 (B)、機能供給者 (S) とそれ以外の 第三者 (Ot) の 3 通りである。システム設計 (SD) は、機能価値受益者自身が設計する場合とそれ以外の方が設計する場合があるが、受益者以外でシステムを設計する人は、基本的には機能価値を供給する人と考えられる。また、製品の主機能を稼働する場合にはシステム設計は不要であり、設計されない場合がある。そうするとシステム設計機能を持てるのは、機能受益者 (B)、機能供給者 (S)、そして設計無し の 3 通りのケースがある。

機能稼働 (C) では、機能受益者 (B) と機能供給者 (S) が単独で機能を担う場合と、顧客参加型サービスのように両者が同時に機能稼働者(キャタリスト)となる場合がある。そしてこの場合、B が主たるキャタリストとなるのか、S が主たるキャタリストとなるのかによって、システムの内容が異なると考えられる。つまり機能稼働 (C) は、機能受益者 (B)、機能供給者 (S)、そして両者が同時に参画する場合は、B が主で S が副、B が副で S が主 の 4 通りのケースが考えられる。

以上を、製品利用サービスシステム決定要素とその機能を担当することができる参画者の表としてまとめると表 4-1 のようになる。

表 4-1 製品利用サービスシステム決定要素と参画者

製品利用サービスシステム決定要素	製品所有 Product Owner (PO)	システム設計 System Design (SD)	機能稼働 Catalyst (C)
なり得る 参画者	機能受益者 Beneficiary (B)	機能受益者 Beneficiary (B)	機能受益者 Beneficiary (B)
	機能供給者 Supplier (S)	機能供給者 Supplier (S)	機能供給者 Supplier (S)
	第三者 Others (Ot)	設計無し (製品の主機能)	機能受益者 機能供給者 (B & S)

## 5. まとめ

本稿で、製品利用サービスシステムのモデル構築を行い、各決定要素が取り得る属性(参画者)を決定することができた。今後このサービスシステム決定モデルと取り得る参画者のパターンを詳細に分析・考察することによって、サービスイノベーションになる可能性が高いシステムパターンを発見することができると考えられる。

本稿において、システム設計理論とサプライチェーンのモデルにサービス機能を追加することによるサービスシステムのモデル化とそのパターン決定の要素を明確化することができた。次のステップとして、考えられる全てのモデルパターンを示し、実際のサービスモデルと比較することによって、これまでにない全く新しいサービスパターンを発見する。このパターンはモノ利用サービスのイノベーションとなる可能性が高い。さらに、このサービスイノベーションパターンを実際に設計・構築し、実際にイノベーションを創出することが、本研究の最終目標である。

## 脚注

## [注 1]

キャタリストとは、アウトプットを得るための手順(プロセス)を実行する人、物、情報であり、手順完了後もシステム内に残るシステム要素

## 参考文献

- [1]小坂満隆, 角忠夫「産業のサービス化論」へのアプローチ, 社会評論社, (2010)
- [2]吉川弘之「サービス科学概論」, 『人工知能学会誌』 Vol.23 No.6, (2008)
- [3]上田完次, 「人工物の価値とサービス研究」, 『人工知能学会誌』 Vol.23 No.6, (2008)
- [4]内平直志「製造業のサービスイノベーションのための知識情報処理技術」『人工知能学会誌』 Vol.22 No.6, (2007)

[5]内平直志, 小泉敦子「製造業のサービス化の分類と知識活用戦略」北陸先端科学技術大学院大学, 2010

[6]イノベーションにおけるモノとサービスの関係の変容と多様化」『オペレーションズ・リサーチ学会誌』, (2011)

[7]Ludwig von Bertalanffy “General System Theory”, George Braziller, New York (1968)

[8] Chesbrough, Henry: “Open Service Innovation”, Jossey-Bass, San Francisco (2011)

[9]近藤隆雄「サービス・イノベーションの理論と方法」, 生産性出版, (2012)

[10]上林憲行, 「サービスサイエンス入門」 オーム社, (2007)

[11]吉本一穂, 「メソッドエンジニアリング」, 朝倉書店, (2001)

[12]黒須誠治, 「情報システム構築法」, 白桃書房, (1998)

[13]三原康司「システム設計視点によるサービス設計理論と方法論」, 早稲田大学出版部 (2012)