製造業のサービス化を支援する 実践手法の開発*

Development of Pragmatical Methods to Support Manufactures Servicification

下村芳樹** 木見田康治** 赤坂文弥***

Yoshiki SHIMOMURA, Koji KIMITA and Fumiya AKASAKA

Key words servicification, service engineering, service design, high value addition, product-service system

1. はじめに

戦前～戦後を通じてわが国の経済成長を支えてきた製造業であるが、近年の原材料価格や国内人件費の高騰、東アジアを中心とする新興国の台頭により、その持続の上での岐路に立たされている。すなわち、今後もわが国の製造業が持続可能な成長を遂げるためには、従来とは異なる新たな競争力の源泉が必要である。そしてその1つがサービスであることが多方面で指摘され始めており、これには大きく3つの社会的背景が存在している。

第1は、地球環境問題に対する関心の急速な高まりである。現代社会において、人工物ライフサイクルの閉ループ化や脱物質化の手法が必要とされていることは言うまでもなく、求められるサービスを人工物ライフサイクル全体において提供することにより、脱物質的に受給者の要求を充足することが期待されている。

第2は、10年以上にわたって続く構造不況、アジア新興国との競争激化による製品の低価格化の結果、わが国の産業構造に対する改革が不可避の事態となっていることである。すなわち、この文脈では、生産現場の単純な海外移転による低価格化を指向することに重きを置く、従来の物

質・エネルギー集約型で生産中心型の産業構造・企業経営でなく、知識やサービスの提供により製品の付加価値を増大するという、知識・サービス集約型で設計開発中心型の産業構造・企業経営への変革が求められている。

第3は、サービス産業そのものの生産性向上に対する関心の高まりである。運輸業における荷物仕分システムや、小売業における顧客情報管理に代表されるように、多くのサービスは、物理的製品の利用によりその生産性の向上を実現している。そのため、製造業における技術やノウハウを用いてサービスの生産性を一層向上させることにより、サービス産業の活性化を図るのみならず、製造業製品の需要の拡大へとつなげることが期待されている。

このような背景の下、著者らはサービス工学の基礎を確立することを目標とし、現代社会におけるサービスの在り方と、その設計方法を調査研究するための産学連携研究組織として、2002年2月にサービス工学研究会¹⁾を設立した。同研究会はこれまでに、2002年2月～2005年3月の第1期、2005年4月～2008年7月の第2期、2008年10月～2011年9月の第3期にわたる活動を行い、2011年10月からは新たに第4期の活動を開始している。特に第3期の活動においては、産学の会員の混成によるワーキンググループを形成し、サービス設計の各段階を支援する具体的手法の開発と、同手法を実際のサービス事例に適用することを行った。本稿では、サービス工学研究会におけるこれらの取り組みを紹介することを通じて、サービス設計の各段階を支援する工学的な実践手法を紹介する。

2. サービスの設計プロセス

製品とサービスの統合設計に関する議論²⁻⁴⁾やこれまでのサービス工学研究会における議論に基づけば、サービスの設計プロセスは、「要求分析」、「サービス概念設計」、「サービス具体化設計」の3つの段階に大別することが可能である。また、受給者の要求を真に充足可能であるようなサービス設計を実現する上では、これらの3つの段階を受給者視点に基づいて管理すること（「設計プロセス管理」）が重要である（図1）。

*原稿受付 平成23年12月26日
**正会員 首都大学東京大学院システムデザイン研究科（東京都日野市旭が丘6-6）
***学生会員 首都大学東京大学院システムデザイン研究科（東京都日野市旭が丘6-6）

下村芳樹

首都大学東京大学院システムデザイン研究科システムデザイン専攻教授。博士（工学）。84年九州工業大学卒業。2005年より現職。主とし

て、サービス工学、設計工学、ライフサイクル工学、メンテナンス工学等の研究に従事。

木見田康治

2006年東京都立大学工学部精密機械工学科卒業。11年首都大学東京システムデザイン研究科博士課程修了。10年より日本学術振興会特別研究員。主としてサービス工学、設計工学の研究に従事。11年日本機械学会設計工学・システム部門奨励業績表彰受賞。

赤坂文弥

2011年首都大学東京大学院システムデザイン研究科博士前期課程修了。同年4月同研究科博士後期課程入学。現在に至る。2011年より、日本学術振興会特別研究員（DC1）。サービス工学、製品・サービスシステムの設計に関する研究に従事。

図1 サービスの設計プロセス

要求分析とは、サービス設計における設計要件や制約条件に関する情報を収集・整理する段階である。本段階では、対象とする受給者のカテゴリを明確に規定することにより、受給者像やその行動を明らかにし、サービスに対する受給者の要求を適切に抽出する必要がある。次にサービスの概念設計とは、要求分析により抽出した受給者の要求を実現するサービスの機能構造を構築する段階である。この段階ではさらに、設計解原理に相当する、サービス機能を実現する人材・組織、製品等の実体を探索し、それらの統合方法を検討する。サービスの具体化設計は、製品設計における「実体設計」や「詳細設計」に相当し、サービスのレイアウト、すなわちサービスに関わるステークホルダの関係と各ステークホルダが準備、運用、保守を担当する人材・組織、製品等の実体を決定する。本段階では、これ以前の段階において構成した概念的な情報を、各ステークホルダが実際に保有するリソース等を考慮して実世界における実体物との対応づけを行う。これにより、サービスの実現構造を構成する実体の詳細を決定し、その準備、運用、保守に関する作業を定めたマニュアルやガイドラインを作成する。

本サービス設計プロセスの最大の特徴は、製品設計プロセスと類似する3つの段階に加えて、それらに対する「設計プロセスの管理」が、受給者視点に基づいて実施される点にある。これまでのサービスに関する多くの研究において、サービスにおける価値は常にその受給者により決定されることが指摘されている⁵⁾⁶⁾。つまり、サービス設計プロセスの各段階における過程とそのアウトプットは、常に受給者の視点に基づく管理と評価にさらされることが重要である。

以降では、本サービス設計プロセスの各段階において設計者を支援する手法と、その適用事例について紹介する。

3. 要求分析とサービス概念設計

3.1 要求分析テンプレート

著者らは、受給者の要求を起点とした設計を可能とするためのツールとして、要求分析テンプレートを提案してい

る⁷⁾。要求分析テンプレートは、サービスにおける受給者要求の表現・分析を目的とするツール群の総称であり、「ペルソナテンプレート」、「性格・志向テンプレート」、「脚本テンプレート」、「キーワードテンプレート」、「要求抽出テンプレート」の5つのテンプレートにより構成される。

本テンプレートではまず、サービスが対象とする受給者の情報をペルソナテンプレートを用いて記述する。ペルソナとは、設計者の意思決定上の判断材料を得るために設定される仮想的な受給者像⁸⁾である。本テンプレートを用いて、受給者の名前・性別・職業等の統計的データの他、ライフスタイル等の心理的データを記述し、ペルソナを定義する。次に、性格・志向テンプレートを用いて、ペルソナテンプレートで定義したペルソナの性格・志向に関する情報を拡張する。このペルソナおよびその性格・志向に関する情報を基に、当該サービスにおいて、ペルソナがある目的・目標を達成するために取る行動に関するストーリーを脚本テンプレートを用いて展開する。このストーリーの中には、サービスの設計過程において意思決定を行う際に、その判断材料となり得る情報を盛り込む必要がある。キーワードテンプレートでは、脚本テンプレートで作成したストーリーを基に、サービス提供の各場面(Phases of Service Encounter)と4W1H(What, What like, How, Where, When)の2つの観点から、ペルソナの要求に係るキーワードを整理する。最後に、要求抽出テンプレートを用いて、キーワードテンプレートで整理された各キーワードに対して、ペルソナが要求する項目や品質を表す要求項目/要求品質と、その評価尺度である品質要素を対応付ける。

以上の手順により、サービスが対象とする受給者とその要求を網羅的に把握するとともに、それらの要求が抽出された根拠を明示化することが可能となる。

3.2 Universal Abduction Studio

Universal Abduction Studio (UAS)とは、設計者との動的なインタラクションにより、設計課題の解決を支援する協調的問題解決システムである⁹⁾。UASは、ワークスペース、知識ベース群、知識統合モジュール群により構成される⁹⁾。設計者は、最初にワークスペースに設計上の課題を配置し、その全体或部分に対して知識ベースにある知識を適用することにより設計を遂行する。また、この設計遂行の際に、知識統合モジュール群を用いた知識の統合(異領域知識の利用による仮説の形成とその知識化)が行われる。

UASではアナロジー推論¹⁰⁾を用いて知識統合を行う。アナロジーによる発想とは、ある分野(ターゲット領域)における既存の知識を、その分野とは異なる別分野(ベース分野)との類似性に基づき、ベース領域の要素をターゲット領域に転写することにより、未知のアイディアとして獲得するものである¹⁰⁾。UASでは、インターネット上に存在するWeb情報を解析し、そこから得られる設計知識を用いて知識ベースを構築する方法が提案されている¹¹⁾。

図2 エレベータリニューアルサービス

Web 情報に基づく設計知識は、その内容の多様性や最新性を確保することが容易であり、かつまた、大量の知識を少ない労力で取得することが可能であることから、近年その基礎研究が積極的に行われており、この特徴はUASの知識ベースとしても適している。

本手法では、Web 情報源として例えば、サービス設計に利用可能な記述が数多く存在し、かつ一定の信頼性が確保可能な「日経プレスリリース¹²⁾」の記事（PR 記事）を採用し、これに Web クローラの手法を適用することにより PR 記事を取得している。そして、Web より多量に取得した PR 記事から、設計中のサービスが対象とする受給者の要求に対して類似性の高い語彙を含む PR 記事を抽出し、これを設計者に提示することで、設計者が受給者要求を実現するサービスの機能を導出することを支援する。

本手法は、前述のサービス設計プロセスにおいて、設計者が要求分析段階で抽出された受給者要求に基づき、概念設計段階においてそれらの要求を実現する機能構造を構築する活動を支援する手法として位置づけられる。

3.3 エレベータリニューアルサービスへの適用例

ここでは要求分析テンプレートならびに Web 情報を用いた UAS による設計支援手法を、冒頭に述べたサービス工学研究会第3期活動において、エレベータリニューアルサービスに対して適用した事例を紹介する。本適用事例では、サービス開発の実務者が UAS を用いて新たなサービス機能を導出可能であるか否かを確認することを通じて、主としてサービス設計における UAS の有用性を検証した。

エレベータリニューアルとは、エレベータの安全性、信頼性等の向上を目的とした機能改善である。エレベータリニューアルにおいてこれらの機能改善が必要となる主たる理由には、以下の2つがある。1つは、エレベータの物理的劣化に対する対応の必要性である（図2（a））。図2に示すように、使用の初期段階におけるエレベータの物理的な劣化は、部品交換を実施する等、メンテナンスにより当該機能を回復することが比較的容易である。しかしながら、長期にわたる使用年数の経過に伴い、エレベータには経年劣化が発生し、必要とされるメンテナンスの頻度が増加する。一方、提供者側では、長期間にわたって同一機種の部品在庫を確保し、供給体制を維持することは容易ではない。そのため、メンテナンスによる機能回復には自ずと限界が生じることになる。もう1つの理由は、社会的な要

名前: 田中 徹	画像:	マンション環境: エレベータは2基 分譲マンション(築27年) 鉄筋コンクリート造 オートロック 10階建 家族で住んでいる人が多い
年齢: 50	性別: 男	地域環境: マンションの周囲は物静か ベッドタウン 商店街が近くにある
家族: 妻、娘、息子の4人家族	一言: 熱血親父	個性: 社交的 マイペース 地味に面白い 頑固
ショート脚本: 今度、エレベータリニューアルに関する理事会がある。古いエレベータだと感じていたから確かに妥当だろう。保守会社の提案内容次第だが、住民全員が納得いく内容でリニューアルしてもらいたいな。	ライフスタイル: 東京都江東区 マンション5階在住 平日は21時ごろに帰宅 基本的には土日は休み	メモ: 部屋が5階にあるため、いつもエレベータを利用している 理事会には常に参加 マンション住民のリーダー格 みんなの意見に耳を傾ける
キャリア: 関西圏の私立大学卒業 建設会社に勤務		

図3 ペルソナテンプレートへの記入例

求の変化に対する追従が必要であるという点にある（図2（b））。時代の変遷とともに厳しさを増す、法律によって定められる安全基準を遵守し、福祉や防犯等に関する新たな社会的要求に追従するためには、多くの場合、エレベータリニューアルによる機能改善が不可避である。

しかしその一方で、マンションに代表される集合住宅の住民に対してリニューアルを促進する際の訴求点は、現状の多くの場合、エレベータ自体、すなわち、物理的製品における新機能が中心となっている。そのため、設備老朽化に伴って必要なリニューアルを実施するための訴求点の実現場では不十分であることが懸念されており、物理的製品の性能や機能に頼るだけでなく、行為的製品も併せたサービス新機能を提案し、リニューアルに対する十分な訴求点を確保とすることが強く望まれている。

本適用事例では、集合住宅の住民をエレベータリニューアルサービスの受給者とし、要求分析テンプレートを用いて要求分析を行った。本分析では、まず、ペルソナテンプレートを用いて受給者像の記述を行った。図3にペルソナテンプレートの適用結果の例を示す。

図3に示す結果には、住民の名前や性別、職業等の統計的データに加え、マンション環境や地域環境等のエレベータリニューアルサービスに関わる情報が記述されている。次に、各ペルソナに対してその性格・志向に関する情報を加え、これらの情報を基に、脚本テンプレートの記述を行った。図4に示すように、本分析では、エレベータの利用場面だけでなく、マンションの理事会等、サービスに関わる全ての場面に対して、ペルソナが取る行動の記述を行った。そして、各場面においてペルソナが取る行動（Action）を、図5に示すように、キーワードテンプレートを用いて4W1Hの観点から分解することにより、ペルソナの要求に関わるキーワードを整理した。最後に、各キーワードから連想される住民の要求項目あるいは要求品質を抽出し、その評価尺度である品質要素を決定した。図6にその一部を示す。これらの分析結果に対して、エレベータリニューアルサービスの実務者による評価を実施した結果、抽出された要求に対して一定の妥当性と網羅性を確認した。

次に、要求分析段階において抽出されたエレベータリニ

【理事会開催前】
▶ ほう、エレベーターリニューアルに関する理事会があるのか。古いエレベーターだと感じていたから確かに妥当だろうな。保守会社の提案内容次第だが、住民全員が納得いく内容でリニューアルできたならな。しかし、ただでさえもめて決めた今の積立金でまかなえるのだろうか。

図 4 脚本テンプレートへの記入例

Phases of Service Encounter	Action	Whom	What	When	Where	Why	How
理事会開催前	(知る)		理事会が開催されること		(自宅)		
	(願う)	住民全員	リニューアルに納得すること		(自宅)	エレベータが古いため	
	(不安に思う)		積立金		(自宅)		

図 5 パルソナの要求キーワードの例

キーワード	要求項目／要求品質	品質要素
エレベーターリニューアルに関する理事会	理事会が計画的に行われてほしい	処理迅速性、処理確実さ
エレベータが古いと感じる	安心してエレベータに乗りたい	危険保護性、危険防止性
全員が納得のいく内容	住民全員が納得するリニューアルであってほしい	好都合度、手ごころ感、負担軽さ
今の積立金	今までの積立金でリニューアルを行ってほしい	手間代行性、負担軽さ
発表される	リニューアルの提案がわかりやすくあってほしい	対応確実さ、わかりやすさ
今のエレベータが法規に合っていないこと	法規に合ったエレベータであってほしい	危険保護性、危険防止性、信用性

図 6 抽出された要求品質と品質要素の例

表 1 導出された機能の例

導出機能	機能の概要
三次元バーチャル体験を可能にする	リニューアル後のエレベータを顧客に事前にバーチャル体験してもらうことにより、提案内容や提供サービスを理解してもらう
壁を張替え可能にする	エレベータのカゴの壁に張替え可能なフィルムを設置することにより、コーディネートを楽しめるようにする
薄型モニターを設置する	薄型モニターを壁に設置し四季の風景等を映すことで気分転換してもらう
観光情報を配信する	ガイドに掲載されている観光地の紹介や旅行者の写真などを映像として配信する
リニューアルの事例集・質問集を用意する	リニューアルに関する Q & A や事例集、エレベータ制御に関する問題集を用意することにより、リニューアル相談を円滑化する
WIMAX を装備、WI-Hi を提供する	エレベータに WIMAX を装備し、WI-Hi を提供可能とすることにより、エレベータ内で障害者へコミュニケーション可能とする
太陽熱とガスで電気、熱を供給する	太陽熱やガスコージェネレーションを活用し電気・熱を供給することにより、電力不足時に対応可能とする
デマンド制御を行う	デマンド制御を可能とし、省エネの達成や環境意識の向上につなげる
起動回数、電力を表示する	起動回数、電力を利用者に表示することにより、省エネルギー化を促進する
人物認識を行う	セキュリティカード等での人物認識により、老人、幼稚園児等のエレベータ乗車時のビデオクリップを子供や親に自動配信する
運行状況を Web で表示する	エレベータの起動回数、消費電力、乗降階、時間別乗車回数、防犯カメラ映像を Web 配信し、運行状況を把握できるようにする
電気自動車のバッテリーを活用する	電気自動車のバッテリーを活用し、計画停電実行時にエレベータ内部に人が閉じ込められないようにする
エレベータに関する特許やスコアを表示する	エレベータの制御や機能に関する最新特許 PR や各社のスコアを表示することによりリニューアルの内容を理解してもらう
FELICA による顧客認識、呼び自動登録機能を搭載する	顧客認識、呼び自動登録機能をエレベータに搭載し安全性を高める
ペットがいることを判別する	他の利用者がエレベータ内にペットがいることを判別可能とすることにより、ペットの安全を確保する
ネットスーパーの広告配信をする	ネットスーパーの新規加入 PR 等をエレベータのモニターに配信し、申込の URL を QR コードから取得可能にする
スタンバイモードを搭載する	内部の照明をドアが開いたとき消灯するなど、エレベータにスタンバイモードを搭載することにより省エネを図る
昇降路壁を活用した耐震対策を行う	昇降路のスペースを活用して昇降路壁を強化することにより、建築物の耐震対策を行う

ユーアルサービスに対する住民の要求に対して、UAS の知識ベースにあらかじめ蓄積された PR 記事から、各要求に対して類似性の高い語彙を含む記事を抽出した。本事例適用では、知識ベースとして用いる PR 記事を、最新の「日経プレスリリース」における、IT、流通、金融、メーカ、サービス、建設の各業界関連記事から 200 件、合計 1200 件の記事の取得を行い、データベースに蓄積した。この抽出された PR 記事を、エレベータ新機能開発に携わる実務者に提示することにより、新機能の導出を行った。本適用事例では、UAS を用いて住民の要求と、PR 記事中の語彙との類似性に関するスコアを算出し、高スコアを得た上位 100 件の PR 記事を提示した。これらの提示された記事を参考に、エレベータ新機能開発に携わる実務者が導出した新たな機能の例を表 1 に示す。また、図 7 は、表 1 における機能の導出過程を示した例である。図 7 の例では、「リニューアルの提案内容がわかりやすくあってほしい」という要求に対して、「住宅メーカの Web サイト」に関する PR 記事が抽出されている。本 PR 記事では、顧客が希望する間取りを 3 次元で仮想的に体験できる Web サイトが紹介されていた。実務者はこの記事を基に、住民が希望するエレベータ内のインテリアに関する 3 次元の仮想的な体験を与えることにより、提案するエレベータ製品に対する受給者のより適切な理解を促すという新機能を導出している。

図7 機能の導出過程の例

本事例において実務者により導出された機能は、エレベータ、すなわち、物理的製品の新機能だけでなく、エレベータに付随して提供される行為的製品に関する新機能も含まれている。このように、物理的製品だけでなく行為的製品に関するサービス新機能が導出された要因としては、UASにより提示されたPR記事の内容が大きく寄与していると考えられる。本適用事例において新機能導出を促したPR記事は、提示した100件中27件に上った。また、これらの業界別の内訳は、ITが8件、流通が4件、サービスが2件、メーカが3件、金融が1件、建設・住宅が9件であった。すなわち、抽出された受給者要求を起点として、複数の業界から広範なサービス機能に関する情報を収集したことがサービス新機能導出の支援につながったと考えられる。以上のことからUASは、概念設計における機能構造の構築に対して一定の支援を行うことが可能であるといえる。

4. サービスの具体化設計

4.1 リソースの最適配分によるサービス改善設計支援

図8はサービスの改善設計におけるリソース投入と受給者満足向上の関係を表すモデルである。このモデルでは、受給者の満足を受給者要求の充足、サービス改善案の実現、リソースの投入という3つの段階を経て実現することを表している。リソースの投入によりサービス改善案が実現され、それにより受給者要求が充足され、受給者満足が向上するという段階的な充足関係を表現している。本章で紹介する手法は、この構造を前提として、「有限リソース下において、複数のサービス改善案のうち、どの改善案に多くのリソースを投入すれば受給者満足を最大に向上できるのか」という最適化問題を解くことにより、集中的かつ優先的に実施すべき改善案を特定するものである。ただし、ここでいうリソースはサービス改善の全ての活動において消費されるプリミティブなリソースである金銭リソースと時間リソースのみを対象とする。

本手法では、サービスマーケティング分野で顧客要求を分析・表現するために用いられてきた Means-End

図8 サービスの改善モデル

Chain¹³⁾の考え方に基づき、サービスに対する受給者要求を、目標、要求項目、サービス品質要素の3つの階層によりモデル化する。ただしここで、目標は「受給者のサービス受給における目的」、要求項目は「受給者が行いたいこと、ニーズ」、サービス品質要素は「サービスの品質を評価する尺度となり得る要素」として定義する。そして、上記3要素と受給者満足の計4要素をノードとし、それらの関係をアークとしたグラフ構造を構築し、ノードの値とアークの重みの線形加重和により、受給者満足の値を算出する¹⁴⁾。

一方、サービスの改善により受給者満足の向上を実現するためには、サービス提供者のリソースを投入することでサービス改善を実施し、受給者要求を充足することが必要であるが、一般に改善案の実施におけるリソース投入の効果はリソースの種類および改善案の種類によりさまざまである。そこで本手法では、改善案の実現度合いとリソース投入量の多様な関係性をシグモイド曲線により表現する。シグモイド曲線は、中央値と中央値における傾きにより、2変数間の多様な関係性を記述する手段であり、ここでは、中央値により立ち上がりの早さを表現し、また傾きは伸び率を表現する。

本手法では、以上のモデルを用いて、受給者満足の値を最大化する最適リソース配分を算出する。この最適化計算には、遺伝的アルゴリズムを用いる。すなわち本最適化では、遺伝子をリソースの配分比率とし、各遺伝子には0から1の値を設定する。また、適合度を受給者満足の値とする。この最適化により、受給者満足を最大化する最適リソース配分量を算出し、この結果を設計者に提示する。

このように本手法は、概念設計段階で得られた複数の改善案（設計解）に対して、受給者満足を最大化する最適リソース配分量を算出することで、優先的かつ集中的に実践すべきサービスの改善案を特定することを可能とする。すなわち本手法は、概念的な設計解という入力に対して、実世界における制約条件（提供時に投入可能なリソース）を考慮しながら、各設計解採用の優先度というサービスの提供準備時に対して重要となる情報を提示するものであり、サービスの具体化設計における設計者支援手法と位置付けられる。

4.2 電設工事サービスへの適用例

サービス工学研究会第3期活動において、4.1節に述べたサービス改善設計支援手法を、電力設備の工事・保全サービス（電設工事サービス）に適用した。本サービスにおいて、サービス提供者である工事会社は、受給者である電力会社が所有する発電・変電・送電設備を対象に点検、修

図9 電設工事サービス

表2 サービスの改善案

サービス改善案	金銭		時間	
	中央値	傾き	中央値	傾き
1 ICチップによる入出庫管理	0.6	8	0.2	9
2 協力会社とのIT連携	0.9	1	0.8	1
3 ヒヤリハット集の充実	0.1	10	0.6	1
4 工程・工法の知識集約化	0.3	9	0.5	1
5 個人のスキル評価・管理	0.2	9	0.7	1
6 過去工事における原価・要員数情報の蓄積	0.3	9	0.4	1
7 部品状態DBの構築	0.7	1	0.5	1
8 緊急時における体制作り	0.2	9	0.2	9

繕工事、および改良工事を実施する（図9）。近年、国内の多くの発電・変電・送電設備の一斉老朽化に伴い、サービス提供者である電設工事会社に対してより効果的で迅速な設備保全を行う能力が強く求められるなど、工事会社を取り巻く環境や受給者要求が大きく変化している。そのため、対象とした電設工事サービスの現場では、現状のサービスを改善し、新たなサービスを構築することの必要性が強く主張されている。

本事例ではまず、サービスの受給者である電力会社の電設工事サービスに対する要求の構造をモデル化した。ここでの要求抽出・モデル化には、3.1節で述べた要求分析テンプレート⁷⁾を用いた。加えて、事例関係者へのアンケート調査により、各ノードをつなぐアークの重みを算出した。

次に、サービス現場への実地調査とヒアリング調査を通じて、現場の責任者および経営者が考えているサービス改善案を抽出した。その結果、表2の最左部に示す計8種のサービス改善案を抽出した上で、各改善案に関して、改善案の実現とリソース投入量の関係を、シグモイド関数を用いてモデル化した。その結果を表2に示す。

以上の結果をもとに、各改善案に対するリソース配分の最適化を実施した。本事例では、改善に投入する金銭・時間リソースの総量を1とした場合と、3とした場合のそれぞれにおいて最適化を行った。ここで、前者は比較的小規模かつ短期的なサービス改善を、後者は比較的大規模もしくは長期的な改善を意味する。最適化計算の結果、図10および図11に示すリソース配分結果が導出された。投入可能なリソース量を1とした場合には、「工程・工法の知識集約化」、「緊急時における体制作り」といった改善案に対して多くのリソースが配分された（図10）。他方、投入可能なリソース量を3とした場合は、上記の2つの改善案

図10 リソース配分案（リソース量=1.0）

図11 リソース配分案（リソース量=3.0）

に加えて、「部品状態のDBの構築」、「個人スキル評価・管理」、「過去工事における原価・要員数情報の蓄積」といった改善案に対して多くのリソースが配分された（図11）。

本事例では、このリソース配分量を各改善案の優先度と見なすことにより、小規模および大規模な改善の双方において、サービスの実施時においてどの改善案に対して注力すべきかという情報を設計者に提示し、これによりサービスの実施準備段階における意思決定が支援可能であった。

5. おわりに

本稿では、サービス設計プロセスにおける各段階を支援する手法を紹介するとともに、それらをサービス工学研究会という産学連携研究組織の活動を通じて、サービス事例に適用した取り組みを紹介した。これらの手法では、製品設計分野における手法とマーケティング分野等において広く用いられている受給者の表現・分析手法を組み合わせることにより、サービス設計プロセスの各段階における過程とアウトプットを、受給者の視点に基づき管理し、評価することを可能としている。しかしながら、これら従来手法の組み合わせによる解決が困難であるサービス固有の問題として、以下の2つが挙げられる。

1つは、サービス品質の不確実性である。サービスの品質は、サービスを構成する実体の属性（例えば、従業員の業務遂行能力など）に大きく影響される。しかしながら、従業員の疲労に伴いその業務遂行能力が低下するように、サービスを構成する実体の属性は、サービスの提供状況によって容易にばらつく。この傾向はサービスがその構造に多くの人的要素を含むことから、一般的な物理製品に比べてより顕著である。すなわち、サービスの品質を高め、それを安定的に提供するためには、サービスの品質に影響を与える実体の属性を適切かつ効率的に把握し、設計段階に

において適切な対策を講じる必要がある。

残るもう1つは、実体の多様性による投入リソースの増大に関する問題である。受給者の要求を実現するサービスの機能は、物理的な製品から人材や組織に至るまで、多様な実体により発現される。一般的に、単一のステークホルダにより、これらの実体の準備、運用、保守を行う場合、莫大なりソースを投じる必要がある。そのため、実体の準備、運用、保守に投じるリソースを最小化し、かつまた、その投入により得られる利益を最大化するためには、複数のステークホルダによる協業的なサービス実現構造を構築する必要がある。

前者に対しては、著者らはすでに、サービス品質の不確実性を高める要因を設計段階において抽出する手法¹⁵⁾と、それらの要因によるサービス品質の変動を可視化するシミュレーション手法¹⁶⁾の開発に着手している。また、後者に対しては、サービスに介在する複数のステークホルダに関して、各ステークホルダの要求充足度と投入リソース量等を表現、評価するためのフレームワーク¹⁷⁾を提案している。

今後は、これらの手法をサービス事例に対して適用することで、その有用性を検証するとともに、よりサービス固有の問題に特化した設計支援を実現することを目指す。

参 考 文 献

- 1) サービス工学研究会 HP: <http://www.service-eng.org/>
- 2) A. Tukker and U. Tischner: New Business for Old Europe, Greenleaf Publishing, (2006).
- 3) H. Meier, R. Roy and G. Seliger: Industrial Product-Service-Systems—IPS2 Providing, Annals of the CIRP, **59**, 2 (2010) 607.
- 4) J.C. Aurich, C. Fuchs and M.F. DeVries: An Approach to Life Cycle Oriented Technical Service Design, Annals of the CIRP, **53**, 1 (2004) 151.
- 5) S.L. Vargo and R.F. Lusch: Evolving to a New Dominant Logic for Marketing, Journal of Marketing, **68**, 1 (2004) 1.
- 6) C. Grönroos: Service Management and Marketing: A Customer Relationship Management Approach, John Wiley & Sons, (2000).
- 7) サービス工学研究コンソーシアム: 2007 年度サービス産業生産性向上支援調査事業 (サービス工学研究開発分野) 報告書—顧客満足度および生産性向上に向けたサービス表現/評価の工学的的方法論—, (2008).
- 8) A. Cooper: The Inmates Are Running the Asylum, SAMS/Macmillan, (1999).
- 9) 下村芳樹, 吉岡真治, 武田英明, 富山哲男: アブダクションに基づく設計者支援環境の基本構想, 日本機械学会論文集 C 編, **72**, 713 (2006) 274.
- 10) S. Bhatta, A. Goel and S. Prabhakar: Innovation in Analogical design—A Model-based Approach, Artificial Intelligence in Design, (1994) 57.
- 11) 北井康幸, 沖和弘, 千葉龍介, 下村芳樹: サービス設計のための設計知識データベースの構築, 日本機械学会第 20 回設計工学・システム部門講演会講演論文集, (2010) 492.
- 12) 日本経済新聞-NIKKEI NET: <http://releases.nikkei.co.jp/>
- 13) J. Gutman: A means-end Chain Model Based on Consumer Categorization Processes, Journal of Marketing, **46**, 1 (1982) 60.
- 14) F. Akasaka, R. Chiba and Y. Shimomura: An Engineering Method to Support Customer-Oriented Service Improvement, Proceedings of the 3rd CIRP IPS² Conference, (2011) 87.
- 15) 太田航介, 御子柴怜志, 木見田康治, 館山武史, 下村芳樹: サービス設計のための不確実性分析手法, 日本機械学会第 21 回設計工学・システム部門講演会講演論文集, (2011) 97.
- 16) 御子柴怜志, 木見田康治, 館山武史, 下村芳樹: 顧客行動に起因するサービス故障を考慮したサービスプロセスシミュレータ, 2011 年度精密工学会秋季大会学術講演会講演論文集, (2011) 83.
- 17) 渡辺健太郎, 太田航介, 御子柴怜志, 館山武史, 下村芳樹: 統合サービス評価フレームワークに基づくサービス評価, Design シンポジウム 2010 講演論文集, (2010).