

**科学研究費助成事業 研究成果報告書**

平成 30 年 6 月 20 日現在

機関番号：12601

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2016～2017

課題番号：16K21013

研究課題名(和文) 使用行為を経たサービスの機能変容の解明と設計支援

研究課題名(英文) Analysis and design support of function transformation of service through usage

研究代表者

原 辰徳 (Hara, Tatsunori)

東京大学・人工物工学研究センター・准教授

研究者番号：00546012

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,100,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、使用行為の観点からサービスの概念設計の方法論を再構築することを目指した。「使用と密接に結びついた設計」という共通的な視点の下、提供者とユーザ間の知識移転に注目した製造業のサービス化プロセスの解明、使用情報を組み込んだ品質機能展開による工学的設計支援、および設計の仕組みを取り入れたサービスシステムの構成方法に取り組んだ。今後は、(1)(2)(3)の個別研究成果を統合した上で、それらの計測・評価と定式化を軸とした“使用学”としての展開に取り組む。

研究成果の概要(英文)：This study aimed at developing a methodology of conceptual design of service in terms of “use”. Assuming design activities by users that are tightly coupled with use such as “design of use” and “design in use”, this study have worked on the following topics: (1) analyzing servitization process of manufacturer focusing on knowledge transfer between provider and user, (2) supporting engineering design by incorporating use information into the Quality Function Deployment (QFD) methodology, and (3) developing a method of constructing service system that includes design system. Future work includes developing “useology” (which is a coined word of “use” and “-ology”) that bases formulation, measurement, and evaluation of use.

研究分野：サービス工学

キーワード：使用 デザイン サービス工学 サービスエコシステム 設計工学 サービス学 機能設計

### 1. 研究開始当初の背景

研究代表者が所属する東京大学 人工物工学研究センターでは、2002年にサービス工学研究部門を設置し、機能概念を中心に据えたサービスの工学的設計研究を進めてきた。サービスにおけるひとつの見方として、ユーザ中心/使用中心がある。これは、従来の製造業や工学分野が製品ライフサイクルを起点に物事を思考していたことと対照的である。図1は、従来の製品ライフサイクルに対して、一般ユーザの使用サイクルを対応付け、強調したものである。サービス化のひとつの意味は、この使用サイクルに含まれる各段階に注目し、サービスが持つユーザ対応度合いをより高めていくことである。実務的に有用なツールが多く準備されている人間中心設計 (Human-Centered Design: HCD) やデザイン思考 (Design Thinking) などの領域では、ユーザ経験 (User Experience: UX) の視座からモノゴトが眺められており、これも使用行為の観点から設計方法を見直す動きである。

一方、産業界では、情報通信技術、センシング技術などの発達によって、ユーザの製品使用に関するデータが集まるようになった。そのようにして得られたデータや知見を次の製品・サービスの開発にどのように活かしていくかが大きな課題である。

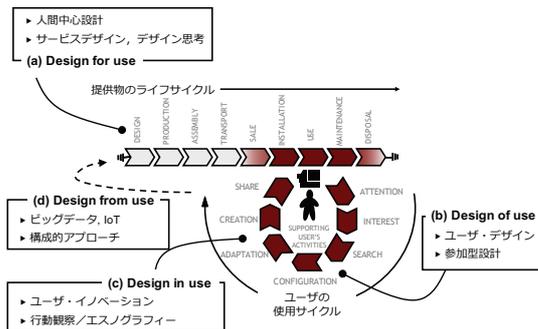


図1 ユーザの使用サイクルと使用と密接に結びついた設計

### 2. 研究の目的

本研究の目的は、使用行為の観点からサービスの概念設計の方法論を再構築することである。

マーケティング分野で議論が進められているサービスドミナントロジック (Service Dominant Logic: SDL) (引用文献①) では、こうした使用行為を経た価値共創を基礎とした見方を提供する。SDLは、細分化されつつあるサービス研究の融合を目指す上での指針になり得るが、モノゴトの創出につながる操作知識のレベルまで具体化されていない。これに対して図2は、吉川のサービス工学研究論 (引用文献②) とSDLとを対応付けながら、機能-サービス-使用の関係性を定め、サービス行為のモデルを拡張した研究代表者の既存成果である (引用文献③)。

本研究では、このモデルを操作・演算可能なレベルにまで精緻化することで、使用行為を経て、機能およびサービスがどのように変容するかを明らかにする。これにより、サービスにおける事後創発的な価値共創を工学的に理解し、使用行為を経た価値共創を促し導くための仕組みの構築に貢献する。

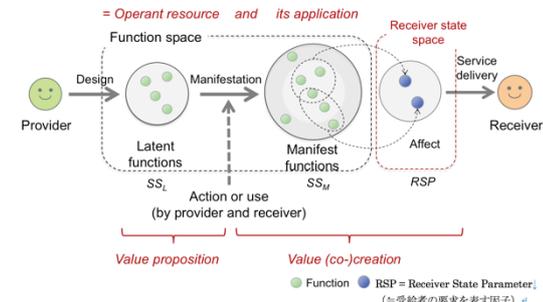


図2 発表済みの機能-サービス-使用の関係

### 3. 研究の方法

本研究では関連する様々な取り組みを行ったが、それらに共通する視点は、「使用と密接に結びついた設計」である。より良い満足のためには、図1に示した様に提供者側がユーザの使用サイクルに注目するだけでなく、ユーザ自身がサービスの使用方法を十分に理解し、サービスの機能利用を最大化していくことが同時に求められる。こうしたユーザによる貢献を、サービス研究の重要な概念である顧客参加として広く捉え、使用と密接に結びついた設計のあり方を考えてみると、図1に示す4種類が考えられる。すなわち、「ユーザ参加」を含むサービスシステムの設計の仕組みを考える上では、(a)提供者が使用行為を設計段階にてつくりこむ (Design for use) だけでなく、(b)ユーザ自らが使用行為を組み立てる (Design of use)、(c)ユーザの使用行為に潜む設計的側面を見出す (Design in use)、および(d)ユーザの使用行為を次の設計に活かす (Design from use) など、幅広く捉える必要がある。

本研究では、この視点を基に、(1)提供者とユーザ間の知識変換、(2)品質機能展開を応用した工学的設計支援、およびそれらを基にした(3)サービスシステム論としての展開、の3つに取り組んだ。詳細は発表論文等にゆずるとして、ここではそれぞれの概要を述べる。

#### (1) 提供者とユーザ間の知識移転に注目した製造業のサービス化プロセス (業績 雑誌論文③)

製造業のサービス化の好事例であるコマツのKOMTRAX (遠隔機械稼働管理システム) では、当初は建設機械の保守作業のために開発されたのであり、その機能は限定的であった。しかしながら、顧客企業の建設現場での使用行為を経て、建設機械の盗難防止、建設現場の人員管理、さらには車両保険への応用など、システムの機能構成が大きく変貌した。コマツ側が使用行為を通じて得られた

ビッグデータを活用したことに加え、顧客企業側が見出した機能の新たな使用方法を汲み取り、それを次の研究開発に上手くフィードバックした点が特徴である。研究代表者は図2に示したモデルを用いてこの事例を過去に解析済みであるが、使用行為を経て提供者とユーザの関係性がどのように変容するかについては明らかにされてこなかった。

そこで本項目ではまず、製品の使用に係る「ユーザの活動サイクル」に注目した上で、知識移転の観点から提供者とユーザ間の関係モデル(図3)を構築した。この関係モデルでは知識科学におけるSECIモデルの知識分類や操作の一部を用いており、図中のCapabilityが本研究の主題である機能に相当する。これを説明単位として、先ほどのKOMTRAXの様な製造業のサービス化のプロセスを説明することを試みた。

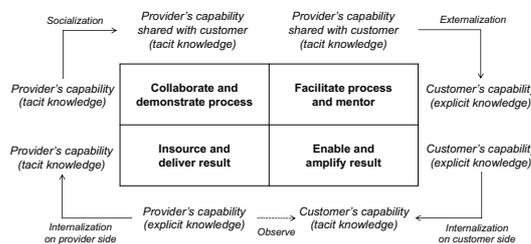


図3 知識移転の観点からみた提供者と使用者の関係モデル

(2) 使用情報を組み込んだ品質機能展開 (業績 雑誌論文①、学会発表③))

従来の品質機能展開 (Quality Function Deployment: QFD) は、要求品質と品質要素のいずれにせよ、製品に対する情報の記述が中心であって、製品を使用するユーザの特性が明示的に扱われることはなかった。本研究では、QFDにユーザの要素を導入するにあたり、従来のQFDで用いられていた「要求品質」「品質要素」を「ユーザによる製品に対する要求品質」「製品の品質要素」と呼ぶことにする。そして、要求品質の概念を拡張し、「ユーザによる製品に対する要求品質」と「提供者によるユーザ使用に対する要求品質」の二種類に分け、次のように定義する。

- ユーザによる製品に対する要求品質 (Required quality of product by user) : ユーザが提供者や提供されるサービスに対して抱く要求品質。これは従来のQFDの要求品質と一致する。
- 提供者によるユーザ使用に対する要求品質 (Required quality of user's use by provider) : 提供者がユーザに対して抱く要求品質。つまりは、提供者が期待する、ユーザの行動・知識・能力を指す。

次に、従来のQFDの「品質要素」に対応する概念として「ユーザの品質要素」を導入する。すなわち、ユーザの知識や能力など、

何らかの尺度で測定できる要素を「ユーザの品質要素」として位置づけ、ユーザによる製品の使用方法に関する部分を「提供者が望む使用に対する要求品質」として捉える。本研究では、上の手順で得られる「ユーザの品質要素」の重要度も設計情報の一つとして捉えており、例えばユーザの能力を高めるサービス検討時の指針になると考えている。

- ユーザの品質要素 (Quality element of user) : ユーザがどの程度使用に習熟しているかを評価する尺度を技術の言葉で表したものの。製品の品質要素と同じように、使用に対する要求品質のそれぞれから抽出される。

表1は、以上を基に品質表を拡張したものである。白塗り部分が従来の品質表が対象としていた内容であり、灰色塗り部分が本研究で提案する内容である。このように使用情報を品質表に導入することで、新たに定義される関連表を基に、使用情報と設計情報の関係性を探るための準備が可能となる。

表1 使用情報を取り入れた品質表の拡張

	Quality element of product	Quality element of user
<b>Required quality of product by user</b>	To what degree are product characteristics linked to the quality of a product? (conventional QFD)	To what degree are user characteristics linked to the quality of a product?
<b>Required quality of user's use by provider</b>	To what degree are product characteristics linked to the anticipated method of use by users?	To what degree are user characteristics linked to the anticipated method of use by users?

(3) 設計の仕組みを取り入れたサービスシステムの構成方法 (業績 雑誌論文②)

図1で述べた使用と設計の相補関係を元に、本稿でのサービスシステムを定義する。本稿では、提供と使用の仕組みに加えて、設計の仕組みを明示的に含めたサービスシステムを考える。すなわち、以下の通りである。

サービスシステム

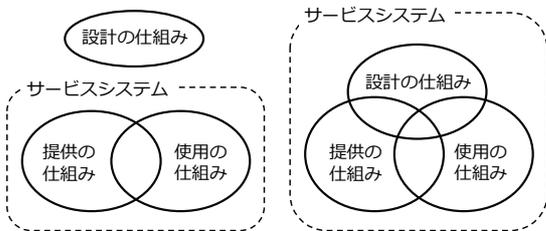
= 提供の仕組み + 使用の仕組み + 設計の仕組み

図4(a)に示す様に、多くのサービスシステムにおいて、提供と使用の仕組みとを完全に分離して考えることは難しく、互いにリンクしている。また、どのようなシステムにも、「持続的かつダイナミック」を可能とするための設計・経営の仕組みが少なからず存在するが、提供・使用の仕組みそのものとは別に語られることが多い。これに対して、本稿でのサービスシステムでは、図4(b)に示す通り、「提供と使用の仕組みの一部が、設計の仕組みの一部として共有されるべき」と考える。図1でいえば、現在の提供過程と使用過程の一部を、図1(a)-(d)の設計 (Design x use) の駆動源として活かしていくことに相当する。これを設計ありきで言い換えると、「良い設計を取り巻く仕組みを明らかにした上で、そのエッセンスを提供と使用の仕組みにあらかじめ上手く埋め込むべき」との主張になる。このようにして設計を明示的に取り込んだ

サービスシステムを考えることで、システム全体としての効果や持続性が大きく向上させることができる、という見方である。

そして、図5に示す研究代表者の既存成果は、この「良い設計を取り巻く仕組み」の理解を与えてくれる。ここでは特に、図中の「ユーザによる設計と使用の統合サイクル」を中心に扱う。この統合サイクルの構築過程を端的に述べると、まず、ユーザのサービス使用経験に係る PDSA サイクル (Plan→Do→Study→Act) を準備し、このサイクルを継承して、ユーザ主導/提供者主導/ユーザコミュニティ主導による設計のサイクルを4種類定義した。そして、これら4種類を、ユーザの使用経験 (Do) を共通化させ接続することで統合サイクルが得られる。各サイクル中央のラベルが示す様に、提供者が事前にサービスをつくりこむ設計 (左下)、ユーザが自身の状況に応じてサービスの使用方法を構成する設計 (右下) がまずある。一方、上部2つのサイクルはコミュニティを介すものであり、ユーザが他者の経験から学び自身の目的を適合させる設計 (左上) と、コミュニティ内での活発な相互作用を通じて新たな価値を共に模索する設計 (右上) である。

先述した様に、これら4つの設計サイクルを連動させられればサービスシステムの効果性・持続性を向上できるが、そのためには、提供と使用の仕組みも同時刷新していくことが肝要である。本研究では、図5の部分構造を取り出していくことで、サービス設計の仕組み、すなわちサービスの設計パターンを探る。



(a)一般的な捉え方 (b)本研究での捉え方  
図4 サービスシステムの捉え方

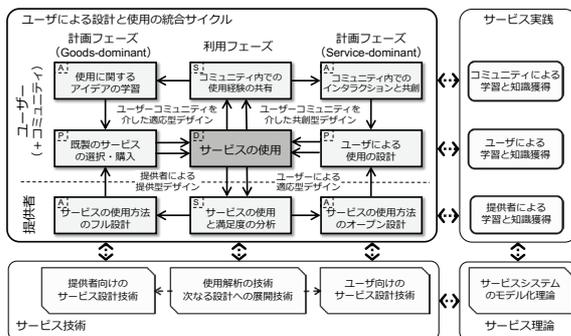


図5 ユーザによる設計と使用を起点としたサービスシステムの構成法

#### 4. 研究成果

##### (1) 提供者とユーザ間の知識移転に注目した製造業のサービス化 (業績 雑誌論文③)

研究の方法で述べたコマツの KOMTRAX を事例として挙げ、製造業のサービス化のプロセスを論じた。図3に示した提供者とユーザ間の関係モデルを単位として、それをつなぎ合わせることで長期にわたるサービス化のプロセスが説明される (図6)。これにより、当初は提供者からユーザ (顧客企業) への一方的な価値提供であった関係性が、価値共創を経て、双方向になっていく様子が見てとれる。また、これらの一連のプロセスの中で、ユーザによる2種類の設計活動 Design-in-use と Design-of-use を促進するような環境整備が、サービス化を次のフェーズに進める上で重要であることを示した。そして、提供者の活動サイクルとの連関を明らかにすることで、使用を経てサービスの機能構造がどのように変遷していくかを明示できる。

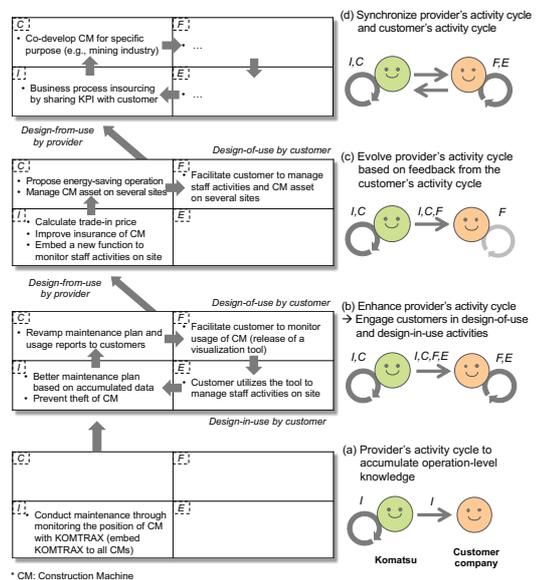


図6 使用行為を通じた製造業のサービス化のプロセス

##### (2) 使用情報を組み込んだ品質機能展開 (業績 雑誌論文①、学会発表③)

###### ① 拡張された品質表を利用する手順

次の手順で品質表を作成・拡張し、品質要素の重要度を分析する。ここでは、ヘアドライヤーを例に使用手順について説明する。

###### (i) モデルベースでの従来の製品設計

データが集まる以前の段階である。データを収集し提供者に送信する機能を備えた製品を設計、製造してリリースする。これは従来の品質表、品質機能展開と同じである、表1左上部に相当する。

###### (ii) 使用情報を収集・蓄積する

その製品がユーザに使われることを通じて、ユーザの特徴や使用方法についてのデー

タを集める。例えばヘアドライヤーの場合、「タオルドライの有無」「冷風と温風の使い分け」「使用環境」などである。

**(iii) 使用に対する要求品質を定め、製品特性との関連表を埋める**

使用情報の中で、製品に対する要求品質に影響するユーザの使用方法を特定し、それらを使用に対する要求品質と定める(表1 左下部)。例えばヘアドライヤーの場合、製品に対する要求品質「早く乾かせる」に着目した上で、使用情報の中の使用方法の特徴「温冷を使い分ける」「髪の根元から乾かす」「タオルをかぶせて乾かす」などを見出し、これらを使用に対する要求品質と定める。

**(iv) ユーザの品質要素を定め、次に製品特性との関連表を埋める**

利用手順(ii)の後、使用に対する要求品質に影響するユーザの特徴を特定し、それらをユーザの品質要素とする。その後、製品特性との関連表を埋める(表1 右上部)。

例えば、使用に対する要求品質「冷風温風の使い分け」に着目した上で、使用情報の中のユーザ特徴「ドライヤーの使い方に対する知識レベル」を見出し、これをユーザの品質要素と定める。

**(v) 使用方法とユーザ特性との関係を定める**

ユーザに期待する使用方法(使用に対する要求品質)に、個々のユーザ特性(ユーザの品質要素)が具体的にどの程度関わるかを定める(表1 左下部)。

**(vi) 品質要素の重要度を算出する**

各要求品質と各品質要素の関連度を基にして、使用情報を元にした品質要素の重要度を算出する(表2)。算出方法は従来のQFDとほぼ同様である。得られた各品質要素の重要度について、従来QFDでの評価結果と比較をし、今後の設計指針を得る。

表2 ヘアドライヤーを対象とした例

* Mathematical formations are described in the paper	Importance of required quality	Quality element of product							Quality element of user			
		Thermal value of air	Air temperature	Balance (torque)	Weight	Electric volume	Energy consumption	Noise and vibration	Level of knowledge of handling of dryer	Level of knowledge of own hair type and hair volume	Ability to set one's own hair	Hair dryer can be used
<b>Required quality of product by user</b> Dries quickly Runs quietly Can be operated safely Easy to use Easy to hold Highly dependable Portable	9	9	9	1			9	5	9	9	3	3
	5	9	5				9	9	9			1
	2	1	9	3				3				3
	3			3	1			1		3	1	1
	5		1	9	9			1		1		3
	2	1	1					1				
	3			3	9					1	1	1
	3											3
	Weight of quality element e <sup>i</sup> (normalized across both categories)											
		.13	.15	.09	.07	.19	.09	.13	.09	.06	.04	.05
	Weight of quality element e <sup>j</sup> (normalized across each category)											
		.17	.20	.12	.09	.13	.12	.17	.36	.26	.17	.22
<b>Required quality of user's use by provider</b> Thoroughly towel-dried Drying from roots of the hair Cool and warm air used selectively Not drying in damp place Drying the towel on the head	9								3	3		
	5	3	3	5	3	3	3		3	3	3	
	3	3	9	3					3	3	9	
	9					3	5					9
	2	3	3	1	1					5	3	1
	Weight of quality element e <sup>i</sup> (normalized across both categories)											
		.04	.07	.04	.02	.07	0	.11	.22	.20	.06	.18
	Weight of quality element e <sup>j</sup> (normalized across each category)											
		.13	.20	.11	.05	.20	0	.32	.34	.30	.08	.27

**② ヘアドライヤーにおける結果の例**

「使用に対する要求品質」と「ユーザの品質要素」を導入によって、各製品特性がユーザからの要求に与える影響(表1 左上領域での展開で、従来QFDの分析対象)だけでなく、各製品特性がユーザによる使用方法に与

える影響(左下領域での展開結果)、および各ユーザ特性がユーザからの要求に与える影響(右上領域での展開結果)を見てとれるようになる。

その他、「使用に対する要求品質」を起点にみた場合、製品のより良い使用に対して、製品側の特性とユーザ側の特性のいずれが強く影響を与えているか(左下と右下領域の結果)を明らかにできる。同様に、「製品に対する要求品質」を起点にみた場合、ユーザからの要求を実現する上で、製品側の特性とユーザ側の特性のいずれが強く影響を与えているか(左上と右上領域の結果)を明らかにできる。従来のQFDを用いたならば、ユーザからの要求を実現する上で、製品の特性のみに着目するために、このような可能性には考えが及びづらい。

以上から、ユーザの特性を設計情報の一つとして組み入れることで、開発上の設計指針を得られることが示唆され、提案手法の有効性を期待できる。

**(2) 設計の仕組みを含めたサービスシステムの構成方法(業績-雑誌論文②)**

研究の方法で述べた図5は「良い設計を取り巻く仕組み」を理解する上で有益と考えているが、やや複雑であり、そこに込められた意味を一度に理解することは容易では無い。そこで本研究では、部分構造を取り出していくことで、サービス設計の仕組み、すなわちサービスの設計パターンを探った。図7にこれまでに検討した代表的なパターンを挙げる。図7では、図5の「ユーザによる設計と使用の統合サイクル」の構造を簡略化し、9つの箱を隣接させ示している。

これまでは4つの設計サイクルを一様に表記してきたが、実際には各サイクルの実行期間や頻度には大きな違いが存在する。そこで、図7では便宜上、頻繁に繰り返される定期的な活動を渦巻き状で示し、企画開発の様に、間隔が長く不定期で単発に行われる活動を直線と矢印で示している。前者を殻に、後者を体と触角に見立て、それぞれのパターンをカタツムリの動きとしてとらえる。

図7(a)の右向きパターンは、これまで提供者側で抱え込んでいた設計環境をユーザ向けに整えたり開放したりすることで、それ自身をサービスとして提供し、ユーザによる設計を促進していくものである。すなわち、従来の設計の仕組みの一部を、提供と使用の仕組みに取り入れて展開することに相当する。(b)の左向きパターンでは、そうして促進されたユーザによる設計を長期間にわたり観察・蓄積し、それを次なる提供者による設計へと活かしていく。一方、(c)の跳躍パターンにおいてもユーザ設計の蓄積を用いていくが、それをコミュニティにうまく還元することで、コミュニティの中での共創を志向する。これら(a)-(c)は、相対的に頻度の高い定期的な活動(殻)⇒不定期の単発活動(触角)

への流れであった。今度は逆に発想して、単発に行われる活動（触角）⇒定期的な活動（殻）への流れを考えてみる。すると、(d)の潜り込みパターンのように、一度設計してリリースされたある一種類のものが、様々なユーザの使用と口コミを経ることで、多数の学びと解釈が付与されて拡散されていく様子に思い至る。(e)の2匹パターンもこれに近いが、ユーザ自身の目的にあわせた適合設計を促進する仕組みと、そうしたユーザ体験を共有・伝搬させる仕組みとを日常的に連動させることで、相乗効果を図るケースを思い浮かべることができる。

以上に挙げたパターンは一部であり、かつ十分な実証が行えている訳ではない。しかしながら、このような設計に対する形式的なモデルを準備できれば、それを用いて論理的・演繹的に様々なパターンを検討できる点を改めて強調しておく。まとめれば、本研究で得られた使用行為を通じた“サービスシステムの思考”とは、こうした様々な設計のあり方をより効果的・持続的に実現することを念頭に置き、サービスコンテンツ本来の提供と使用の仕組みを構築していくことである。

今後は、(1)(2)(3)の個別研究成果を統合した上で、それらの計測・評価と定式化を軸とした“使用学”としての展開に取り組む。

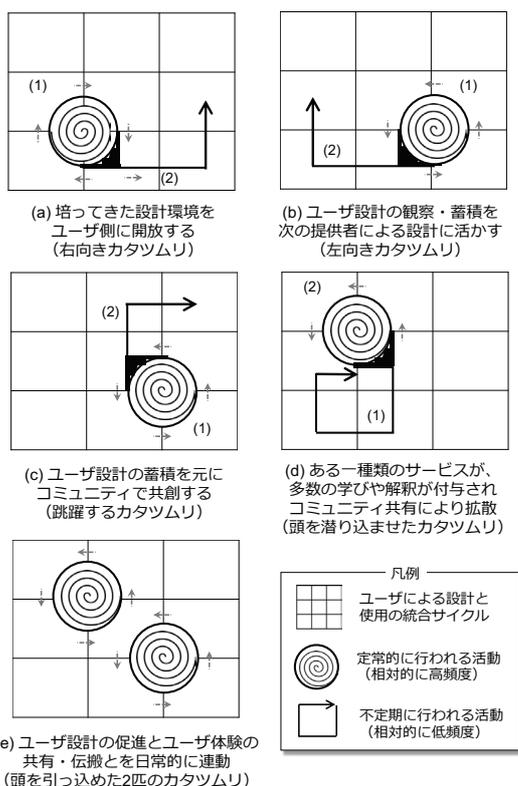


図7 使用行為を通じたサービスの設計パターンの抽出の試み

#### <引用文献>

- ① Vargo S. and Lusch R.F, Service-dominant logic: continuing the evolution. Journal of the Academy of

Marketing Science 36/1, 1-10 (2008).

- ② 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,1/2, 111-122 (2008).
- ③ Hara T., Gupta A., and Arai T.: An interactive model for the synthesis of service functions through use processes, Serviceology for Smarter Service System, Springer, 329-339 (2016).

#### 5. 主な発表論文等

[雑誌論文] (計3件)

- ① Tatsunori Hara: Integrating usage information into quality function deployment for further PSS development, Procedia CIRP, Vol.72, in-printing, 2018. (<https://www.journals.elsevier.com/procedia-cirp/>)
- ② 原辰徳: 設計の仕組みを含めたサービスシステムの構成方法, サービスソロジー, Vol.4, No.4, pp.32-37, 2018. (DOI: 10.24464/serviceology.4.4\_32)
- ③ Tatsunori Hara, Keta Sato and Tamio Arai: Modeling the transition to a provider-customer relationship in servitization for expansion of customer activity cycles. CIRP Annals -Manufacturing Technology, Vol. 65/1, (ISSN 1660-2773), pp.173-176, 2016. (DOI: 10.1016/j.cirp.2016.04.094)

[学会発表] (計3件)

- ① Tatsunori Hara: Integrating usage information into quality function deployment for further PSS development, The 10<sup>th</sup> CIRP Conference on IPS<sup>2</sup>, 2018.
- ② 原辰徳: 設計と使用の相互接近が導くデータ駆動型サービスデザイン, 横幹連合カンファレンス2016 講演論文集, 2016.
- ③ 角南 諭史, 太田 順, 原辰徳: ユーザの要素を考慮した品質機能展開手法の提案, Design シンポジウム 2016 講演論文集, 2016.

[図書] (計1件)

- ① 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, サービスソロジーへの招待, 村上輝康, 新井民夫, JST 社会技術研究開発センター (編著), 東京大学出版会, pp.187-212, 2017.

[産業財産権]

- 出願状況 (計0件)
- 取得状況 (計0件)

[その他]

#### 6. 研究組織

(1)研究代表者

原辰徳 (TATSUNORI HARA)

研究者番号: 00546012