製品サービスシステム設計を支援する情報の非対称性分析手法

三竹 祐矢^{*1}, 筒井 優介^{*2}, 下村 芳樹^{*1}

An information asymmetry analysis method to aid PSS design

Yuya MITAKE^{*1}, Yusuke TSUTSUI^{*2} and Yoshiki SHIMOMURA^{*1}^{*1, *2} Department of System Design, Tokyo Metropolitan University
6-6 Asahigaoka, Hino-shi, Tokyo 191-0065, Japan

Received: 4 April 2018; Revised: 13 September 2018; Accepted: 11 April 2019

Abstract

Product-Service System (PSS) is a business model that creates high added value through value co-creation process among stakeholders with sophisticated integration of products and services. In service marketing research field, value-in-context is emphasized as a way of thinking in which the value of a product or service is determined by various stakeholders following their own contexts. In order to improve the value-in-context, stakeholders need appropriate sharing of their context and feedback on its result to build consensus in value co-creation. Currently, On the other hand, the manufacturing industry makes decisions without sufficient context sharing and appropriate consensus building. In other words, information asymmetry occurs among stakeholders involved in not only the PSS but also in various sustainable developments. Against this background, this study aims to provide a method to analyze the factors that cause information asymmetry so as to realize the reliable introduction and operation of a PSS. For this purpose, this paper proposes a modelling method of context, or internal mental elements of stakeholder, to realize information asymmetry analysis from perspective of value-in-context. A design scene in business demonstrates that the proposed method visualizes the asymmetry among various PSS stakeholders. Moreover, it is validated that the proposed method is effective for derivation of solution which resolve the factor of information asymmetry.

Keywords : Design method, Decision making, Context modelling, Value co-creation, Value-in-context, Product-service system

1. 緒 言

近年の社会動向は、製品・サービスの価値に関する定義そのものを変革しつつある。その最たる例として、生産者と消費者が協働し、製品とサービスの高度な統合により、高付加価値の創出を目指すビジネスモデルである製品サービスシステム (PSS: Product-Service Systems) (Aurich et al., 2004; Meier et al., 2010; Shimomura et al., 2009) が業種を問わず広く産業界において注目を集めている。また、経済の新たな世界観を提唱する Service-Dominant Logic (SDL) (Lusch and Vargo, 2012) は、製造業は、製品・サービスの使用・消費に関連する様々なコンテキストに伴って受益者が知覚する文脈価値を提供すべきであると主張している。文脈価値は、製品・サービスの提供者と受給者を含む多様なステークホルダーが各々の要求とその充足方法を協働的に創造する価値共創のプロセスを経て創出される (Chandler and Vargo, 2011)。そして、価値共創により創造される文脈価値を高めるためには、ステークホルダーが互いのコンテキストを適切に理解し、そのコンテキストにおいて、それぞれが適切な資源 (知識や技能) の適用を行う必要がある。本研究では、コンテキストとは主体の行為の駆動に影響する環境要因および心的要因であると定義する。実世界では、互いのコンテキストを理解した上で、正確な要求の表明や、その解決に必要な機能の選択などの行為を適切にとることで、持続的な価値創出を実現することが必要である。一方で、現状の製造業ビジネスにおいては、顧客を含むステークホルダー間での十分なコンテキスト

No.18-00180 [DOI:10.1299/transjsme.18-00180], J-STAGE Advance Publication date : 19 April, 2019

本論文は、第27回設計工学・システム部門講演会 講演論文集(2017), No.1408の掲載内容に基づいた論文である。

^{*1} 正員, 首都大学東京大学院 システムデザイン研究科 (〒191-0065 東京都日野市旭が丘 6-6)

^{*2} 首都大学東京大学院 システムデザイン研究科

E-mail of corresponding author: mitake-yuya@ed.tmu.ac.jp

の共有とそれに基づく適切な合意形成を伴わない意思決定が問題視されている。PSS では、多数のステークホルダがそれぞれのもつ資源を適用し合うことにより、提供物が設計される。しかし、適用される資源が決定されたとしても、それを適切に活用するためのコンテキストを共有できていない状態、つまり、情報の非対称性によって、予期されていたパフォーマンスを発揮できず、顧客の要求水準を満たせずに終わってしまう。そして、これが PSS の導入や実践を失敗に導く大きな要因となっている。

以上の背景のもと、本研究は、PSS の確実な導入および運用を実現するために、これを阻害する PSS のステークホルダ間での情報の非対称性を把握し、それを発生させる要因を分析する手法を開発することを目的とする。本研究はこの目的を達成するために、文脈価値の考え方に基づき、特に、現実世界におけるステークホルダの行為を駆動する心的な内部要因を分析すべきコンテキストとして焦点を当て、それらを明らかにするコンテキストモデル化手法を提案する。具体的には、コンテキストのモデル化手順とその支援ツールを提案する。

本稿では、まず、2 章において本研究の位置づけとアプローチについて説明し、3 章では本研究で扱うコンテキストについて詳しく述べる。4 章で、提案する情報非対称性分析のためのコンテキストモデリング手法について説明し、5 章では、実際の PSS 設計事例への適用結果を示す。最後に 6 章では、事例適用結果を踏まえ、本手法の妥当性と有効性を考察する。

2. 既存研究と本研究の位置づけ

2・1 PSS 設計研究における非対称性分析手法

PSS は、単に製品とサービスを統合した技術システムを意味するものではなく、それを実現する個人や組織などの複数の主体から構成される社会的なシステム (System of Systems) である。すなわち、PSS には多数のステークホルダが関与するが、それぞれの求める要求や機能の間には情報非対称性が生じ易く、このことが PSS の導入や運用の失敗を誘発していることが多々指摘されている。PSS 設計研究分野では、この情報非対称性の解消を、PSS 初期設計段階における重要ステップとして捉えており、これまでも様々なアプローチによる情報の非対称性の特定と解消が試みられている (Song and Sakao, 2017)。例えば、ステークホルダの要求や PSS の機能属性を所定の分類に当てはめ、形式的に表現することで、情報非対称性の特定を試みた複数の先行研究が存在する。下村らは、抽出したステークホルダの要求を機能分解し、その機能を語彙集の限定された表現に置換することで、機能間の反義語関係を分析し、機能に関するステークホルダ間の情報非対称性の特定を可能とした (Shimomura and Hara, 2010)。また Kim らは、QFD (Quality function deployment) を PSS の概念設計に適用し、顧客要求と PSS の構成要素である製品機能要素とサービス機能要素における情報非対称性を分析する手法を提案している (Kim and Yoon, 2012)。Song らは、PSS の構成要素の一つであるサービス機能属性に着目し、これに関するステークホルダ間の情報非対称性の分析に取り組んでいる (Song and Sakao, 2016)。Deng らは、PSS の設計コンセプトをセマンティックに分析するアプローチを導入している。自然言語で記述された PSS の設計コンセプトをセマンティックに分析し、リソース配分におけるステークホルダ間の情報非対称性を分析している (Deng and Zeng, 2014)。Berkovich らは、PSS に関わる各ステークホルダの要求に焦点を当て、その抽象度を統一することを目的とし、PSS 設計における要求の分類と抽象度レベルを提案している (Berkovich et al., 2014)。これにより、抽象度の異なる要求間の関係を把握し、そこにおけるステークホルダ間の情報非対称性の分析を可能としている。

これらの先行研究は、PSS に対する要求や、機能・属性に着目した情報非対称性の分析を可能としている。一方で、PSS の導入や運用を阻害する要因は、要求や機能・属性に関する情報の非対称性のみではなく、ステークホルダ間の価値観や知識、あるいはそれに起因する状況の認識の違いによっても生じており、これらの要因を取り除くことなしに PSS の確実な導入および運用を実現することは困難である。

2・2 本研究の位置づけ

2・1 節において述べた様に従来提案されてきた手法では、PSS に対する各ステークホルダの要求や、構成する機能・属性間での非対称性に着目し、それらを解決しようと試みるアプローチが主流であった。一方で SDL における価値共創の考え方に基づいて資源を適切に適用可能とするためには、要求や機能が導出される背景にある

各ステークホルダの価値観や保有する知識、あるいはそれに起因する状況の認識の違いなどを分析する必要がある。そして、それらで生じている情報の非対称性を特定しなければ、根本的な PSS の阻害要因を解消することは難しい。そこで、本研究では、PSS に関わるコンテキストを分析対象とすることで、ステークホルダ間における抜本的な非対称性の特定・解消を目指す。

情報の非対称性とは、主に、提供される製品・サービスに対して提供者側に情報量が偏ることにより、顧客側が十分な情報を保有できていない状態を示す。しかし本研究では、必ずしも提供者側に情報量が偏る場合のみではなく、提供者が顧客の所有する資源に関する情報や要求機能が表明された背景にあたるコンテキストを把握できていない状態も、PSS の実現を阻害する要因であると捉える。また、各主体が価値を享受可能な PSS の設計を実現するには、関わるステークホルダ全体で資源が適切に活用されるコンテキストを共有する必要がある。そのため本研究では、情報の非対称性をステークホルダ間においてコンテキストが適切に共有されていない状態であると定義する。本稿では、適切な PSS の設計・実践を阻害するステークホルダのコンテキストレベルの情報非対称性の特定と、それを発生させる要因分析の支援を目的とし、PSS に関わるステークホルダのコンテキストのモデル化の手順とそれを支援するツールを提案する。

3. コンテキストモデルの構築

ステークホルダ間で生じるコンテキストレベルの情報非対称性を特定するため、本研究におけるコンテキストの表現では、要求機能の表明などの行為の真因を説明する、各ステークホルダの心的状態を表現することが求められる。以上の目的のもと、本研究では、哲学分野において主体の心的状態と行為の関係性を提唱している「意図の理論」を参考に、コンテキストの定義を行った。以下にその詳細を説明する。

3・1 意図の理論

哲学研究分野では、「意図」を我々の「心」と「行為」を特徴付ける中心的な概念に位置付け、これにより自分自身と他人を理解しようとする試みが存在する。Bratman はこのような「心と行為を意図によって特徴付ける」プロセスを体系的に理解するために、意図の理論を提案している (Bratman, 1987)。本理論において、意図は、「人間がある目標を達成するために実践的推論を行って計画を選択し、その計画を実行するとき、中心的な役割を果たす心的状態」と定義されている。

3・2 BDI Logic

人工知能研究分野において、Rao らは、Bratman の理論に基づいて実践的推論に関わる概念を明示的に表現する BDI アーキテクチャを提案している (Rao and Georgeff, 1991)。BDI とは「Belief (信念)」、「Desire (願望)」、「Intention (意図)」の略称である。Rao らは、主体の行為を駆動する意図形成のプロセスをこの 3 つの概念で説明している。信念は、ある欲求に対する主体の知識や価値観、または、環境の状況に対する認知を示す。願望は、主体の達成したい目標として、信念に従って形成される。また、願望の形成は、意図を形成するための条件となる。この意図により当該行為は特徴付けられ、駆動される。

3・3 本研究におけるコンテキストの定義

上記の先行研究の成果によれば、PSS の各ステークホルダによる要求機能の表明などの行為は、「意図」と呼ばれる主体の心的状態の影響の結果である。すなわち、PSS のステークホルダのコンテキストレベルの情報非対称性を特定し、それを発生させる要因を排除するためには、この意図レベルのコンテキストの表現と把握が不可欠である。

一方で、情報学分野におけるコンテキストアウェアネスに関する研究では、主体のおかれている周辺環境やその構成要素、またそれらの関係をコンテキストとして扱っている。そして、これらの情報を用いて顧客の状況や変化の理解を試みる技術の開発がなされているが (Dey, 2001; Hinton, 2014)、これらの情報は言わば、上記で言う主体の心的状態が影響を受け、また、駆動された行動が影響を及ぼす周辺環境であると考えられる。

以上を踏まえて本研究では、コンテキストを、主体の周辺環境 (External elements) と、同環境下における主体の行為に作用する心的状態 (Internal elements) の2つにより構成される包括的な情報概念として捉える。そして、コンテキストを「主体がおかれている環境と、同環境下における主体の行為に関与する心的状態」であると定義する。さらに、主体の認知は主体の心的状態による影響を受け、主体の心的状態もまた主体の認知の結果による影響を受けるという相互依存関係を仮定する。図1に以上に述べた本研究が仮定するコンテキストの全体像を示す。図1において、主体がおかれている環境であるコンテキスト外部要素を認知することにより、コンテキスト内部要素の信念 (Belief)・願望 (Desire)・行為候補 (Action-Candidate)・意図 (Intention) が形成・更新され、それに基づいて行為が駆動される。同様に、主体による環境の認知は、主体の信念に基づいており、主体のコンテキスト内部要素が変化すれば、主体による環境の認知の仕方も変化する。本研究では、主体がこの相互作用のサイクルを繰り返すことによってコンテキストを構成するものと仮定する。

Fig. 1 Overview of context in this study. When individuals recognize environment, beliefs (B) and desires (D) are formed at first. Then, action-candidates (A-C) are formed by referring to the recognition of the environment and the individuals' experience. Subsequently, by considering the resources and environment required for realizing those action candidates, executable actions are selected. Finally, one of the selected action candidates is formed as an intention (I) through execution judgement for each candidate. Action (A) is derived by this intention in real world. In the above transition process, beliefs influence each transition phase as a basis for the cognition of environment and criteria for the judgement of candidates. The arrow with the white square node in this figure shows the mental transition process and the arrow with the dotted square node shows directionality of affection and its contents.

本稿では PSS 設計の背景に存在する各ステークホルダのコンテキストに含まれる情報のうち、これまで焦点の当たることの無かったステークホルダの内的情報に注視し、情報非対称性の解決策を得ることを目的とする。そのため、以上に整理したコンテキストの内部要素に特に焦点を絞り、そのモデル化の手順とモデル化支援ツールを提案する。そのため、以降のコンテキストという記述は、基本的にコンテキスト内部要素を示すものとする。

コンテキストのモデル化にあたっては、本モデルの構成要素とそれらの関係性に効率的に抽出し、整理する必要がある。先行研究においても、Bratman の意図の理論における、ある主体の願望から意図が形成されるまでのプロセスが必ずしも明確でないことが指摘されている。Castelfranchi らは、信念・願望・意図の概念が持つ意味を再考した上で、願望から意図への遷移が信念の機能によるものであるという考え方に基づく概念間の構造化を行っている (Castelfranchi and Paglieri, 2007)。さらに信念の機能の詳細を考察し、その機能ごとに信念を類型化している。本研究では、Castelfranchi らによる概念間構造と信念の類型を再解釈し、図 2 に示す信念・願望・意図の概念間の展開構造を提案する。図 2 において、コンテキストである願望意図は、「願望」、「行為候補」、「現実的な行為候補」、「意図」の順に展開されることを表している。主体の願望が形成されると、その願望を実現する環境に対する認知とこれまでの経験を参照した後、取るべき行為候補が挙げられる。続いて、それらの行為候補を選択する上で必要とされる資源・環境を確認することにより、実際に実行可能な行為が選択される。最終的に、選択された候補それぞれに対し、主体が比較・解釈した後、選ばれた行為候補が意図として形成される。以上の願望意図の展開プロセスにおいて、「信念」は環境に対する認知の仕方や候補選択の基準として、各フェーズの遷移に影響を与える。

Internal elements of context			Explanation
Desire-Intention	Beliefs		
Desires			Goals that individuals want to realize
▼	Information related to desire realization	cognition	Information that individuals acquire on environment
		Experience	Information that individuals have in advance
Action candidates			Candidates of action for realizing desire
▼	Rationals for selectiong action candidate		Preconditions for judging feasibility of action candidates
Realistic action candidates			Candidates concerning actions that individuals can actually take
▼	Interpretation of action candidates		Comparative criteria materials for action candidates
Intention			The action candidate which actually drives action

Fig. 2 Transition structure of internal elements of context. This figure shows that the internal elements of context are transitioned in the order of desires, action candidate, realistic action candidate, and intention. In addition, detailed explanation of each elements and transition is shown in right column.

4. 情報の非対称性分析のためのコンテキストモデリング手法

本章では、3 章に示した本研究のコンテキストのモデルに基づき、PSS のステークホルダ間における情報非対称性分析を可能とするコンテキストのモデル化手法を提案する。本手法の全体像を図 3 に示す。本研究で対象とするコンテキストのモデル化を実現するためには、まず分析対象とするステークホルダ自身の情報や対象とする場面における状態に関する情報を抽出し、それにより得られた情報を基に、コンテキストを分析し、可視化表現することが必要である。そのため本手法は、ステークホルダの情報を抽出するパートと、その結果を提案するツールによりモデル化するパートの 2 つで構成される。前半のパート (Step.1 および Step.2) では、分析対象とするステークホルダの信念と願望を抽出する。続く後半のパート (Step.3 および Step.4) では、前半の段階にて抽出した信念と願望に対象ステークホルダの意図と行為を対応付けることにより、コンテキスト内部要素をモデル化する。本研究では、上記のコンテキストモデリングを支援するために、コンテキスト遷移展開チャートとコンテキストグラフの 2 つのツールを提供する。これらのツールにより、ある目標を実現するにあたってステークホルダが取る行為に関連するコンテキストを、より容易に抽出し、整理することを可能とする。そして、これらのツールによるコンテキストのモデル化結果を用いて、情報の非対称性分析を行う。一方、本分析により、各ステークホルダは新たな洞察を得ることで、自身のコンテキストに変化が生じる。そのため、本手法により反復的にコン

テキストをモデル化していくことで、ステークホルダ間でのコンテキストの段階的な理解を獲得し、共有を促す。また、本手法による分析は、コンテキストという定性的情報概念を対象とするため、客観的分析を行うことは難しい。そのため、分析者のみに判断を任せるのではなく、分析者とステークホルダ間での横断的な分析により、個々の分析能力を補い合い、問題解決に取り組むことで、相互理解を深めることを通して情報の妥当性を担保し、的確な分析を目指す。以下に本手法の詳細を説明する。

Fig. 3 Overall of proposed context modelling method. The proposed method consists mainly of two parts. In the first part (Steps 1 and 2), this method extracts the beliefs and desires of the stakeholders. In the second part (Steps 3 and 4), the internal elements of context are represented by associating the intention of the target stakeholders with the beliefs and desires extracted in the first part.

Step.1 分析対象とするステークホルダの信念抽出

分析対象とするステークホルダの信念を抽出する。分析者は、対象とするステークホルダへのインタビューや予め共有される所属組織情報をもとに、対象ステークホルダに関する詳細情報であるペルソナモデル (Cooper, 1999) を構成する。本ペルソナモデルには、所属組織の内部環境分析を行うための観点として広く用いられる 7S (Alshaher, 2013)、例えば組織のリソースや価値観に関わる情報を付与し、対象ステークホルダの基本情報を整理する。具体的には、組織の Skill (製品・サービス・ノウハウ)、Shared Value (組織の理念・価値観)、Style (社風・組織文化)、Staff (組織の人材の特性・能力、ネットワーク) の 4 つの S の観点で整理し、コンテキストのモデル化に際して必要となる対象ステークホルダの信念を抽出する。次に、PSS を導入・実践する対象場面における、対象ステークホルダの状態や環境の状態を自然言語によるシナリオとして書き下す。シナリオ記述の際は、特に、当該場面において、対象とするステークホルダがどのような感情を抱いたか、その場面における環境をどのように認知したかを明確にしつつ、シナリオの記述内容に反映する。

Step.2 対象場面におけるステークホルダの願望抽出

Step2 では、Step1 にて、自然言語で書かれたシナリオから、願望に関係するキーワードを 5W1H (「What」「What like」「Where」「When」「Why」「How」) の観点に基づいて抽出・整理する。そして、それら整理されたキーワードに対して要求抽出テンプレート (Akasaka et al., 2010) と呼ばれるチャートを用いて、「要求項目／要求品質」の観点により、対象ステークホルダの願望を抽出する。最後に、抽出した願望を既存手法 (Berkovich et al., 2014) により構造化する。

要求の構造化においては、抽出した願望を Goal level, Feature level, Function level の 3 つの階層で構造化する。以下にそれぞれのレベルの特徴を示す。

(1) Goal level

ステークホルダが、ビジネスにおいて、PSSに求める期待やPSSの設計目的のレベルの要求を示す。要求の中では、最も上位で抽象度の高いものがこれに相当する。

(2) Feature level

Goal levelの要求を満たすためのソリューションレベルの要求を示す。本レベルでは、Goal levelの要求を実現するために、製品やサービス、またはその設計に求められる要求がこれに相当する。

(3) Function level

PSSの実現構造の機能レベルの要求を示す。Feature levelの要求の実現に必要な製品やサービスの機能について求められる要求がこれに相当する。

Step.3 コンテキストの遷移展開

Step1, 2にて抽出したステークホルダの信念と願望を参照しながら、意図と行為が形成されるまでの遷移を展開する。本研究では、このコンテキスト遷移の展開と記述を支援するために、コンテキスト遷移展開チャートを開発した。本チャートを用いることにより、図2に示したコンテキストをその遷移規則に従い、論理的な思考に基づいて展開することが可能である。まず、Step2にて構造化した願望の中で、最も抽象度の高いもの、つまり、ステークホルダの最も上位に位置するGoal levelの願望を選定し、意図形成までの展開対象として決定する。続いて、選定した願望をStep1, 2にて抽出したステークホルダの信念を参照しながら展開し、最終的な行為到達するまでの論理を構成する。本ステップにおけるコンテキストの遷移展開は、当初の願望を実現する具体的な機能や手段レベルの意図が導出されるまで、コンテキストの展開を繰り返す。

Step.4 コンテキストのモデル化と情報の非対称性分析

Step3にて記述したコンテキスト遷移展開チャートの記述内容を、提案するコンテキストグラフにより可視化する。本グラフは3層で構成される。最上層には、コンテキストの遷移において影響する主体の信念(B: Belief)を記述する。中層には、願望(D: Desire)とそれに対する行為候補(A-C: Action-Candidate)を記述する。最下層には、最終的に形成された主体の意図(I: Intention)を記述する。本ステップでは、それぞれのレイヤーに、Step3で記述したコンテキスト遷移展開チャートの内容に基づいて各ノードを配置し、同じく本チャート上の展開構造に基づいて、各ノードの関係性を矢印により転記する。縦方向の矢印は、異なる心的状態が作用する際に用いられ、横方向の矢印は、心的状態の遷移を表す。例えば、図4は車を運転中のドライバのコンテキストを表現したものである。ドライバが「道路が渋滞している」と認知したことにより、「渋滞を快適に過ごしたい」という願望を形成し、それを実現する行為の候補として「音楽を聴く」、「ゲームをする」を比較考慮する。その後、「運転中にゲームに参加すると危険だ」というドライバの信念(価値観)が作用し、「ゲームをする」という行為が却下され、音楽を聴くという行為をとることを決定する。このように、本グラフにより、現実世界での行為を駆動するまでの一連の内的プロセスを解明することが可能となる。そして、本グラフにて表現した各ステークホルダのコンテキストを比較することで、情報の非対称性を分析することが可能である。

Fig. 4 Modeling example of driver's context by the proposed method.

5. 事例適用

5・1 対象事例の概要

本研究では、流動増幅型水質浄化装置（図 5）をコアプロダクトとする PSS を対象として、提案手法に基づくコンテキストのモデル化と情報の非対称性の分析を行った。対象製品は水流発生機構を備える大型装置であり、主に湖沼、ダム、下水処理施設、養殖場、発電施設等の閉鎖性水域を強力な誘導水流により攪拌し、水域内底層の貧酸素状態を改善する。本装置の主な設置目的は、閉鎖水域のアオコ対策、水質改善、富栄養化抑制、臭気抑制などである。このように本 PSS の導入水域、導入目的は多岐に渡るため、多様なカスタマイズを施した装置を提供している。本 PSS は、定期的なメンテナンスや導入・撤去などのサービスを提供している他、リース契約など、多様な形態で提供している。

本検証では、過去に観光地が保有する池に対して提供した本 PSS の失敗事例を対象に選定し、当時のコア製品の仕様決定における提供者と顧客、双方のコンテキストをモデル化し、その比較によりそこにおける情報非対称性とそれが生じた原因の分析を試みた。当該装置の仕様決定においては、主に「設置形態」と「稼働時間」の 2 つ設計パラメータに関する意思決定がなされる。設置形態には、浮体型と水底設置型の 2 つが存在し、効果的な水質浄化には水底設置型の導入が推奨される。また、水質浄化装置の稼働は常時稼働が同じく推奨される。本事例における導入目的は池の景観を改善することであったが、装置の仕様は「浮体型」、「夜間間欠稼働」に決定され、結果として、顧客の満足する水質浄化効果を得ることができなかった。

Fig. 5 The water purification equipment.

5・2 事例適用結果

対象事例に関して、その失敗分析を提案手法により施行することを目的に、分析者が、実際に設計に関わった設計者および関係者に、PSS の設計段階において仕様が決定された経緯の詳細に関する聞き取り調査を実施した。その結果を基に、水質浄化装置の仕様決定時における提供者と顧客双方のコンテキストを第4章に述べた提案手法に沿ってモデル化した。以下では、提供者に焦点を当て、その適用結果を、ステップを追って詳述する。

Step1: ステークホルダの信念抽出

本ステップでは、まず、本 PSS 事例の分析対象である水質浄化装置の提供者と顧客である観光協会のペルソナとシナリオを構成した。本ペルソナでは、提供者の組織内部環境に関する情報を4つの観点から記述した(図6)。

Information on products / services / know-how (Skill) <ul style="list-style-type: none"> Water purification equipment The equipment has a bottom setting type and a floating type Many options such as ozone generator and ultrasonic equipment Do not use chemicals, aim for improvement of water quality only by water flow
	Information on the philosophy and values of the organization (Shared Value) <ul style="list-style-type: none"> Effective introduction of the equipment is based on the installation in bottom Easy to install and remove floating type equipment Continuous running is necessary for effective water purification Variety of customization according to customer's request
	Information on corporate culture and organization culture (Style) <ul style="list-style-type: none"> Basically, top down formula. Receive a request from the parent company and design products accordingly Prioritize customer's requirements first
	Characteristics and abilities of employees and network with outside (Staff) <ul style="list-style-type: none"> Design uses skilled design technology and performs environmental measurements before introduction Companies dealing with aeration equipment can be cited as competing companies of water purification, but there are no companies dealing with products of the same type
Name: Water purification equipment provider	
Place : Nagasaki, Japan	
Establishment : 2012	
Employees : 200	
Memo :	

Fig. 6 Provider's persona.

下記の図7には、記述した提供者のシナリオを示す。本シナリオ記述では、「水質浄化装置の仕様決定を行う」場面を想定し、提供者が実際に現地に視察した際に知覚したことを振り返り、それをいかに設計仕様へ落とし込むのかを検討した場面を記述した。これらペルソナとシナリオを記述することで、コンテキストのモデル化において参照する情報を整理し、提供者の信念に関する情報を抽出することができた。

▶ Persona : Water purification equipment provider ▶ Purpose : Improvement of water quality of target area
▶ Customer is the Tourism Association of Uji City. We recently signed an agreement with customer to introduce the project, and project will start moving toward specification for introduction. ▶ At the last meeting, I visited the target area, but the quality of the pond spreading before the beautiful temple was certainly not good. Even so, there were only famous sightseeing spot, and during the day many tourists were flooded. It seems to be difficult to think about the introduction method. ▶ In order to make the equipment function effectively, we should introduce bottom setting type. However, customer can not operate all day because conscious of the landscape and the eyes of tourists. Also, it is not much preferred to install on the bottom of the water. Is introduction of floating type unavoidable? ▶ Next week we have a meeting with customer. We have to make a design specification plan by then. However, it costs time to go to Kyoto every time. Do not get me down a bit ...

Fig. 7 Provider's scenario.

Step2: ステークホルダの願望抽出

本ステップでは、Step1 にて自然言語で書かれたシナリオから、要求抽出テンプレートを用いて、「要求項目／要求品質」の観点により、対象ステークホルダの願望を抽出した。そして、最後に、抽出した願望を既存の要求構造化手法により構造化した。以下にその結果を詳述する。

Step1 で記述したシナリオを基に、要求抽出テンプレートを使用して抽出された願望を図 6 (a)に示す。記述したシナリオからは、特に「効果的な水質改善」に関する「水質浄化装置を導入したい」や「景観を考慮した仕様にしたい」などの願望が多く抽出された。最後に、抽出された願望を構造化した結果を図 6 (b)に示す。ここでは、願望を構造化した結果、最も上位に位置する Goal level には、「水質浄化装置を導入したい」を設定した。

Fig. 8 (a) Result of extraction of desire. (b) Result of structuring of desire.

Step3: コンテキストの遷移展開

(1) 願望の形成

本ステップでは、以上の Step1 と Step2 にて抽出した情報を基に、ステークホルダのコンテキスト内部要素の遷移を開発したコンテキスト遷移展開チャートを用いて展開した。以下の図 7 に提供者のコンテキスト遷移展開結果を示す。今回のコンテキストの遷移展開では、Step2 にて抽出・構造化した願望の中でも、最も上位にある「水質浄化装置を導入したい」を、展開対象として焦点を当ててコンテキストを記述した。そして、その願望の実現に関連する信念を Step1 にて記述したペルソナとシナリオを参照し、「認知」・「経験」の観点で記述した。その結果、信念「認知」には、「顧客は観光地の景観を重視している」、「先方との契約は締結済である」が記述された。また信念「経験」には、「水設置形態は最初に決めるべきである」、「設置形態は水底設置と浮体型の何れかである」、「水底設置にすると水質浄化効果が高い」が記述された。

(2) 行為候補の列挙と実現可能性の評価

次に、(1) で記述された信念を基に、願望を実現するための手段として考え得る行為候補を列挙した。その結果、行為候補として「浮体式を導入する」、「水底設置型を導入する」の 2 つが挙げられた。次に、挙げられた行為候補の実現可能性の評価を行った。そのために、信念「行為候補実現に必要な資源・環境」を記述した。その結果、「浮体型を導入する」には「浮体型水質浄化装置設置に関するノウハウ」が、「水底設置型を導入する」には「水底設置型水質浄化装置設置に関するノウハウ」、「装置を設置できる水深」が記述された。それらを参照して実現可能性の評価を行ったところ、どちらの行為候補を実行することは可能であるので、「浮体型を導入する」「水底設置型を導入する」のどちらも願望を実現するための現実的な行為候補として判断された。

(3) 行為候補の実行判断と意図の形成

最後に、(2) にて、現実的であると判断された行為候補の実行判断を行った。本過程では、最終的に実行する行為を比較決定するために、信念「行為候補に対する解釈」を記述した。その結果、「浮体型を導入する」に対しては、「顧客の要望に適している」、「景観を損なう」、「導入・撤去が容易」が記述された。そして、「水底設置型

を導入する」に対しては、「景観を損なわない」、「顧客の要望に合致しない」、「水底設置型であっても適切な角度調整を行えば水底の泥は巻き上がらない」が記述された。これらの行為候補の比較に際しては、図4にあるように、提供者は、顧客の要望を第一に考えるのが組織文化であるため、最終的に、願望を実現する行為を駆動する意図として顧客の要望に沿った「浮体型の設置」が記述された。

Internal elements of context				
Desire-Intention	Beliefs			
Desires			Introduction of water purification equipment	
▼	Information related to desire realization	cognition	<ul style="list-style-type: none"> • The customer emphasizes the scenery of sightseeing spot • We signed a contract with customer 	
		Experience	<ul style="list-style-type: none"> • The installation type should be decided first • The installation type is either bottom setting type or floating type • Higher effect can be obtained by installing in the bottom 	
Action candidates			Introduction of floating type	Introduction of bottom-setting type
▼	Rationals for selectiong action candidate		<ul style="list-style-type: none"> • Floating type equipment • Installation know-how 	<ul style="list-style-type: none"> • Bottom-setting type equipment • Water depth at which equipment can be installed • Installation know-how
Realistic action candidates			Introduction of floating type	Introduction of bottom-setting type
▼	Interpretation of action candidates		<ul style="list-style-type: none"> • It suitable for customer's requirement • It will harm the landscape • Easy to introduction and remove 	<ul style="list-style-type: none"> • Not suitable for customer's requirement • It will not harm the landscape • the mud of the bottom will not roll up if proper angle adjustment is used with the bottom-setting type
Intention			Introduction of floating type	

Fig. 9 The described context transition development chart of the provider. This chart shows the provider's context which leading to the execution of "introduction of floating type". As a result, it is clarified that the provider formed another action-candidate "introduction of bottom-setting type". Moreover, it is revealed that this action-candidate is rejected by belief "Not suitable for customer's requirement".

Step4: コンテキストのモデル化と情報の非対称性分析

以上で作成したコンテキスト遷移展開までのプロセスを、同様に顧客側も行い、それぞれのコンテキスト遷移展開チャートをコンテキストグラフにより可視化した結果を図8に示す。本事例適用では、分析者が構築したコンテキストグラフを実務者に共有し、それをういた議論を通して、失敗要因となる情報の非対称性の特定を行った。その結果、提供者と顧客の双方の願望、行為候補、意図はおおよそ等しい内容であったことが確認された。一方で、信念に関しては、提供と顧客それぞれの信念が異なるという情報非対称性が確認された。信念のレイヤーでは、様々な非対称性が確認されたが、その中でも PSS の導入の失敗に特に強く影響を及ぼしていた情報の非対称性について以下に説明する。

水質浄化装置の設置形態の決定に関して、顧客は、信念「池にアオコが繁殖している」、「当該装置は水質改善の実績を有している」、「池の景観の悪さは観光客への悪印象を与える」から行為候補「観光地の景観を優先して装置を導入する」、「池の水質を優先して装置を導入する」を形成していた。しかし、信念「水質改善を優先すると景観が損なわれる可能性がある」、「景観を損なえば、観光客からクレームが出る」より、行為候補「池の水質を優先して装置を導入する」を棄却し、意図として「観光地の景観を優先して装置を導入する」が形成されていた。一方、提供者は、信念「先方は観光地の景観を重視している」、「設置形態は最初に決めるべきである」、「設置形態は水底設置と浮体型の何れかである」、「水底設置にすると効果が高い」から行為候補「水底設置型を導入する」、「浮体型を導入する」を形成した。しかし、顧客の「水質改善を優先すると景観が損なわれる可能性がある」という誤った信念を理解できず、顧客の要求にそのまま従った結果、「浮体型を導入する」を最終的に選択し、本 PSS は十分な効果を上げることが出来ず、本装置の導入は失敗に終わっている。

Fig. 10 Modelling result of provider/customer context. Information asymmetry was confirmed in that their beliefs, surrounded by a red frame, are different. Regarding the specification of the installation type, the customer formed action candidates "introduction of equipment that gives priority to the water quality of the pond". Subsequently, the that was dismissed under the influence of beliefs: "landscape may be harmed if priority is given to water quality improvement" and "claims come from tourists if the landscape is harmed". Finally, it was formed as the customer's intention. On the other hand, the provider failed to understand the customer's false belief that "landscape may be harmed if priority is given to water quality improvement", and the provider executed as the customer was told. As a result, the provider finally formed "introduction of floating type" as an intention, and this case failed to achieve a sufficient effect.

本事例では、顧客が「水底に装置を設置すると汚泥を巻き上げる」という思い込みによる「水質改善を優先すると景観が損なわれる」という誤った信念を持っていたがために効果の出にくい浮体型の導入を強く要求し、結果的に失敗をしている。提供者が「水底設置型であっても適切な角度調整を行えば水底の泥は巻き上がらない」

という情報を顧客と共有し、顧客の信念の変容を促すことが出来れば失敗を回避できたケースである。一方で顧客が、水底設置により水底の汚泥が巻き上げられ、景観が損なわれることを恐れているということを提供者が十分に理解していなかったことも上記の解決に至らなかった原因の一つである。本事例における情報非対称性を解決する具体策としては、水底設置型の装置の特性について提供者と顧客の間で十分に理解を共有し、汚泥を巻き上げない水流の吐出角度を試験導入により検討することが考えられる。

以上のように、提案手法により提供者と顧客それぞれのコンテキストをモデル化することで、PSS のステークホルダ間の情報の非対称性を特定し、その要因を分析することができた。また適用結果から、それぞれの願望や意図に大きな違いがなくとも、信念の違いにより最終的な意思決定に相違が生じることも確認された。信念は情報非対称性の発生に強く影響するコンテキストであり、PSS の導入や運用の失敗を防ぐためには、この信念の要素をステークホルダ間で共有することが特に重要である。

6. 考察

本稿では、PSS 設計における情報の非対称性分析のためのコンテキストモデリング手法とモデリング支援ツールを提案した。従来の PSS における情報非対称性の分析、改善手法は、ステークホルダの要求や、PSS を構成する製品・サービスの機能などに焦点を当て、それらの間の分析を可能としているが、本研究は、文脈価値の考えに基づき、コンテキストというより包括的な概念を対象とした非対称性の分析に取り組んだ。これにより、PSS のステークホルダ間のコンテキストレベルにおける非対称性を特定可能とし、PSS の導入、運用を阻害する根本的な阻害要因の解消を実現する可能性を示した。

本研究は、コンテキストのモデリングを支援する実践的手段としてコンテキスト遷移展開チャートとコンテキストグラフを提案した。これにより、コンテキストの構造を可視化し、コンテキストの各要素と、その関連性を平易に理解可能な形式に表現可能とした。これらのツールを整備した本手法を実際の PSS 設計事例に適用した結果、ステークホルダ間における信念の相違が PSS の成否に強く影響することが確認された。対象事例では、顧客の誤解を解くことができず、誤った信念を形成したまま意思決定がなされてしまった結果、PSS の失敗を導いてしまった。提供者は、この誤解を解く責任があったが、PSS の提供者に対価を支払う顧客の要望・意見が強い場合には、提供者が顧客の誤った信念を正すことを見送ってしまうことをこの事例から読み取ることが出来る。第 1 章に述べたように、ステークホルダ間で適切な価値共創を実現するためには、両者の間にアンバランスな力関係を作らず、対等な立場に立った設計環境の実現が必要である。本稿で提案した手法は、各ステークホルダのコンテキストを可視化することで、情報非対称性の解消を目指している。可視化したコンテキストを共有することで、上記のような対価を支払う顧客側の声が大きくなり、最適な設計解の導出を妨げてしまう経済的側面に纏わる問題を解消するための手段とすることが期待できる。

また、提案手法により非対称性が生じる要因を分析する際、提案したコンテキストグラフの信念・願望・意図の 3 つのレイヤー構造のどの層でそれが生じているかに応じて、要因の解消方法の指針を得ることができる。例えば、本事例のような非対称性が信念のレイヤーで特定された場合、要因は主に、お互いの知識や資源に関する情報不足や誤認識が考えられる。そのため、これを解消するためには、お互いの所有する資源に関わる認識合わせに重点をおいた情報共有を行い、再設計を進めることが有効である。また一方で、願望のレイヤーで非対称性が生じていた場合は、願望の形成や行為候補の選定に影響する信念との関係性を分析することが望ましい。これは、妥当な信念を持ち合わせていても、他のステークホルダの観点から、信念が願望の形成や行為候補の実行判断に非合理的な作用をしている場合があるためである。そのため、その非合理的な作用の指摘と修正を行うことで、ステークホルダの適切な意思決定を促すことが可能である。このように、提案するコンテキストモデルの構造的表現は、情報の非対称性の要因解消方法の導出支援に有効であると考えられる。

一方で、本稿での検証においては、対象事例に関わるステークホルダの中でも、装置を販売する提供者と、その装置を導入する池の管理者である顧客の 2 者のコンテキストの分析に留まっており、関与するステークホルダ全体での分析を行っていない。本 PSS 事例では、実際には、装置の製造会社や、部品を調達する設計会社など様々なステークホルダが複雑に関係している。そして、こういった複雑な関係性により、装置の機能・部品の選定等に影響する暗黙的な制約が生じ、この制約が PSS の本来のパフォーマンスの発揮を阻害している場合も考えられ

る。そのため、今後は、さらなる実務者へのインタビューを重ね、包括的にステークホルダのコンテキストをモデル化し、それらの情報の非対称性を分析することで、PSSの導入・運用を確実にする設計解の導出において本手法性の有用性を検証することが必要である。さらに、本研究では、今後、分析者の能力依存性に対する課題にも取り組む必要がある。本事例適用においては、ステークホルダへの聞き取り調査の内容を分析者が解釈した結果をコンテキストグラフに記述し、これを基に、情報の非対称性の要因分析を行った。しかしながら、本内容は解釈された2次の情報であるため、分析者の想定や推測内容が含まれてしまい、その情報の正確性や網羅性を担保することが困難である。これに対しては、例えば、コンテキストの各要素に対するインタビュー結果を文字起こした文章データのトピック分析をテキストマイニングにより実施し、抽出されたトピックやその比率を比較することで、分析を一定の客観性を持たせることが可能であると考えられる。

また、本研究では、提案するコンテキストモデルの要素の内、外部要素の抽出、整理、表現手法については提示していない。この内容については、今後の研究課題として取り組む予定である。さらには、本提案手法において特定される情報の非対称性の具体的な解消方法についても本稿は提示していない。これらの課題に対しては、今後、本手法を複数のPSS事例に適用することで、それらの結果を分析し、コンテキストグラフの各レイヤーで生じる情報非対称性の特徴を整理、類型化する。そして、その類型ごとに、典型的な標準問題解決方法を提示する方法を検討する。

7. 結 言

本稿では、Service-Dominant Logicの考えの基、ステークホルダのコンテキストを構成する内部要素に焦点を当て、情報非対称性とその要因を分析可能とするコンテキストモデル化手法を提案した。今後は、情報の非対称性の客観的分析方法の構築に取り組むとともに、本提案手法を複数のPSS設計事例に適用し、生じる情報非対称性のパターンの類型化とそれらの特徴を分析することで、それらの具体的な解決方法の構築に継続して取り組む予定である。

References

- Akasaka, F., Hosono, S., Kimita, K. and Shimomura, Y., Requirement analysis for the improvement of product-service systems, International Design Conference (2010), pp. 117–126.
- Akerlof, G.A., The market for “lemons”: Quality uncertainty and the market mechanism, The Quarterly Journal of Economics, Vol. 84, No. 3 (1970), pp. 488–500.
- Alshaher, A.A., The McKinsey 7S model framework for E learning system readiness assessment, International Journal of Advances in Engineering & Technology, Vol. 6, No. 5 (2013), pp. 1948–1966.
- Aurich, J.C., Fuchs, C. and DeVries, M.F., An approach to life cycle oriented technical service design, CIRP Annals, Vol. 53, No. 1 (2004), pp. 151–154.
- Berkovich, M., Leimeister, M.J., Hoffmann, A. and Kremer, H., A requirements data model for product service systems, Requirements Engineering, Vol. 19, No. 2 (2014), pp. 161–186.
- Bratman, M.E., Intention, plans, and practical reason, Harvard University Press (1987).
- Castelfranchi, C. and Paglieri, F., The role of beliefs in goal dynamics: Prolegomena to a constructive theory of intentions, Synthese, Vol. 155 (2007), pp. 237–263.
- Chandler, J.D. and Vargo, S.L., Contextualization and value-in-context: How context frames exchange, Marketing Theory, Vol. 11, No. 1 (2011), pp. 35–49.
- Cooper, A., The inmates are running the asylum, SAMS/Macmillan, Indianapolis (1999).
- Deng, X. and Zeng, Y., A novel framework for product/service systems using environment-based design methodology, Proceedings of the ASME Design Engineering Technical Conference, Vol. 4 (2014).
- Dey, A.K., Understanding and using context, Personal and Ubiquitous Computing, Vol. 5, No. 1 (2001), pp. 4–7.
- Hinton, A., Understanding Context, O'Reilly Media (2014).

- Kim, S. and Yoon, B., Developing a process of concept generation for new product-service systems: A QFD and TRIZ-based approach, *Service Business*, Vol. 6, No.3 (2012), pp. 323–348.
- Lusch, R.F. and Vargo, S.L., *Service-dominant logic: Premises, perspectives, possibilities*, Cambridge University Press (2012).
- Meier, H., Roy, R. and Seliger, G., Industrial product-service systems-IPS², *CIRP Annals*, Vol. 59, No. 2 (2010), pp. 607–627.
- Rao, A.S. and Georgeff, M.P., Modelling rational agents within a BDI-architecture, *Proceedings of the International Conference on Principles of Knowledge Representation and Reasoning* (1991), pp. 473–484.
- Shimomura, Y., Hara, T. and Arai, T., A unified representation scheme for effective PSS development, *CIRP Annals*, Vol. 58, No. 1 (2009), pp. 379–382.
- Shimomura, Y. and Hara, T., Method for supporting conflict resolution for efficient PSS development, *CIRP Annals*, Vol. 59, No. 1 (2010), pp. 191–194.
- Shu, L.H., Duflou, J., Herrman, C., Sakao, T., Shimomura, Y., Bock, Y.D. and Srivastava, J., Design for reduced consumption during the use phase of products, *CIRP Annals*, Vol. 66, No. 2 (2017), pp. 635–658.
- Song, W. and Sakao, T., A customization-oriented framework for design of sustainable product/service system, *Journal of Cleaner Production*, Vol.140 (2017), pp. 1672–1685.
- Song, W. and Sakao, T., Service conflict identification and resolution for design of product-service offerings, *Computers and Industrial Engineering*, Vol. 98 (2016), pp. 91–101.