

場所的拘束条件に基づく先行イメージ構築モデルに関する研究

—スケッチを用いたインタラクティブシステムの先行イメージの導出

Construction model of precursory image based on the perspective of Basho condition

—Generating precursory image of Interactive System by using sketch

● 坂口和敏

山口大学,
慶應義塾大学大学院

SAKAGUCHI, Kazutoshi

Yamaguchi University,
Graduate School of System Design and
Management, Keio University

● 小林延至

慶應義塾大学大学院

KOBAYASHI, Nobuyuki

SDM Research Institute of Graduate School
of System Design and Management, Keio
University

● 白坂成功

慶應義塾大学大学院

SHIRASAKA, Seiko

Graduate School of System Design and
Management, Keio University

● Key words : Basho condition, Interactive System, Service Design, System, Sketch

要旨

人間、人工物、環境で構成されるインタラクティブシステムの統合には思考活動の前提となる先行イメージが必要となるが、その構築モデルの具体が示されていない。本研究ではシステムを導出できるようにするために先行イメージの構築モデルの仮説提示と検証を行なった。その結果、以下3点を確認した。1点目は場所的拘束条件がアイデアのテキストやスケッチに反映されていること。2点目は場所的拘束条件に基づく場の推論的仮定によって、人間、人工物、環境の関係がスケッチに可視化されていること。3点目は先行イメージに基づくシステムが可視化されたスケッチに含まれていること。つまり、場所的拘束条件を満たすスケッチはシステムの境界、システム内部の相互作用、システムと外部の相互作用を特定できる。以上のことから、システムを含む組織化された先行イメージが頭の中に構築され、その一部がスケッチに可視化されることを確認した。

Summary

The integration of interactive systems consisting of humans, artifacts, and the environment requires a precursory image as a prerequisite for the designer's cognitive processes. No concrete model for constructing it has been presented. In this study we proposed and verified a hypothesis for the construction model of system. It is that an organized precursory image involving the system is constructed, part of which are visualized in a sketch. Basho conditions constrain the behavior of an element. As a result, the following three points were confirmed. First, Basho conditions are reflected in text and idea sketches. Second, the system is visualized in the sketch by the abduction of the Ba based on the conditions of Basho. Third, the visualized sketch include this precursory image, system. This means that concrete sketches of artifacts and environments satisfying the conditions of Basho can identify system boundaries, interactions within the system, and interactions between the system and the outside.

1. はじめに

インタラクティブシステム（以下、システム）は目的達成のためにユーザが相互に作用するハードウェア、ソフトウェア、サービス、人などの組み合わせと定義されている [注1]。近年、システムを対象としたサービスデザインはデジタルトランスフォーメーションにおける体験の設計方法として紹介されている [注2]。システムは複雑かつ複数の専門領域にまたがるため、デザイナーやエンジニアとの協同によるプロジェクトになり、共通基盤となる定義や方法論が必要となる。

サービスのデザインは、階層構造を用いてモデル化できることが論じられている [注3]。サービスはシステムであるため、複数の要素から取捨選択して組み合わせる必要がある。しかしその統合方法は、設計者の直感に委ねられており、具体的な理論が示されていないことは課題である [注3]。従って、本研究の目的は設計者の中で直感的に委ねられているシステムの統合方法を明らかにすることである。

図1に示したシェアサイクルの例を挙げる。設計者はまずサービスの構成要素である人間、人工物、環境 [注4] の候補を着想する。次に相互作用する要素の組み合わせ案を複数構想する。一例を示すと、図1に示した境界Aでは利用者がアプリを使って自転車の予約を行う。アプリは自転車の貸出状況を管理している。空いている自転車を特定して利用者に空いている自転車の番号を通知する。利用者はその番号の自転車を一定時間借用する。このようなシナリオを発想した場合、自転車とアプリで構成されるシステムを用いて、利用者は自転車を借用して移動する目的を達成する。また別の案として、図1の境界Bは利用者、ブログ、動画の組み合わせである。これらはシェアサイクルの利用方法や魅力を伝えるための情報収集が目的となる。つまり目的に応じて、選択する組み合わせは変化する。このように統合されたサービスであるシステムは、図1に示すように要素の組み合わせで複数の案が存在する。そして、どのシステムを取捨選択して統合するかは設計者に委ねられる。また境界Aが変化するため、システムに含まれる要素はアプリから駅までさまざまなデザイン対象に変化する。そのため、システムだけで

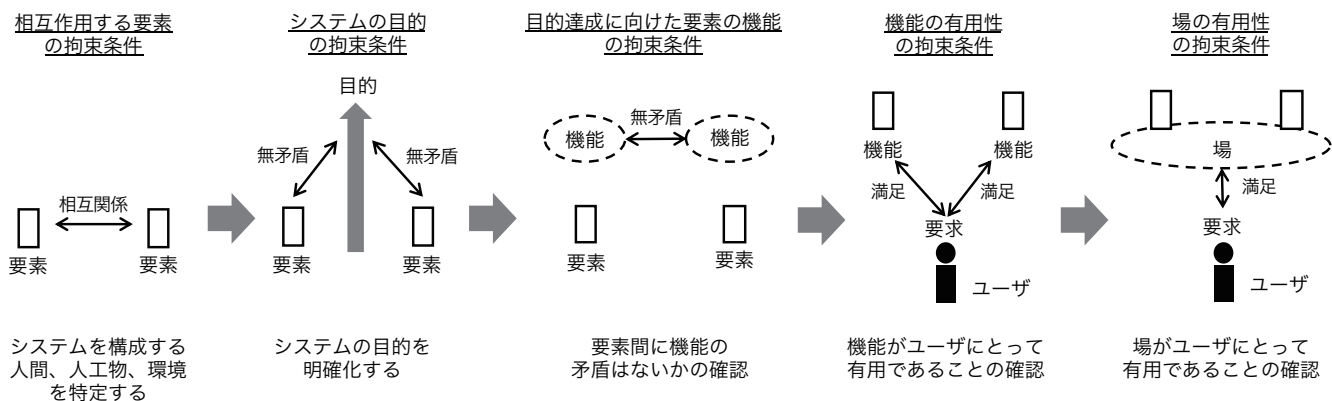


図3 場所的拘束条件の働き

これらの評価観点を3ステップで考える。ステップ1はスケッチに描かれた拘束条件の確認をするために、スケッチに表現されている拘束条件に該当する項目を記述する。ステップ2はスケッチに描かれた人間、人工物、環境や相互作用の表現が抽象的か具体的かを確認するために、ステップ1の記述に基づき、人間、人工物、環境で表現されていることが抽象的か具体的かを確認する。ステップ3はスケッチに描かれたシステムの導出を確認するために、ステップ1と2の結果に基づきシステムが表現されていることを確認する。

ステップ1を行う理由は拘束条件がスケッチに反映されていれば場が生成されたことを裏付けるためである。ステップ2を行う理由は、場の構成要素が拘束条件を満たすと相互作用や手段が明確になり、先行イメージがスケッチに具体的に表現されていると考えたからである。ステップ3を行う理由は、拘束条件を満たす先行イメージ(スケッチ)にはシステムの内部と外部(文脈)、その相互作用が含まれていると考えたからである。

次にデータ収集方法と分析方法を説明する。

データ収集方法を説明する。サービスアイデア創出を目的としたスケッチを収集し、検証者は参加者の中から設定した。その理由は参加者でなければアイデアの意図やアイデアが動作する文脈を正確に説明できない可能性があるからである。

データ分析方法を説明する。ステップ1では拘束条件が表現されていることを見るために検証者がスケッチの該当箇所に印をつける。その後、拘束条件に該当する項目を記述する。ただし拘束条件は、人によって答えの出方が異なることを前提に検証を行う。ステップ2では具体的に場をスケッチに描いたかどうかを検証者が確認する。人間、人工物、環境や相互作用のスケッチの表現が抽象的か具体的かで分類する。ただし抽象的か具体的かの判断結果は、人によって異なるので検証できない。ステップ3ではスケッチに表現されたシステムを検証者が確認する。具体的にはステップ2の人間、人工物、環境の中からシステムの境界を確認する。ただしシステムの境界の判別は、人によって異なることを前提とする。これらの分析結果に基づき考察を行う。

次に本論文の新規性を以下に述べる。五十嵐は人工物群を広義のシステムとして定義し、情報構造体としての生態的システム[注10]を説明している。生態的システムの明確なデザイン手法が確立されていないことを指摘しているが、本研究はシス

テムの創造を関係子と場によって説明する点に違いがある。スティックドーンはサービスデザインのアイデア創出方法として複数のツールとして示している[注11]が、システムの創造には言及していない。本研究は拘束条件に基づく先行イメージ構築によってシステムを創造する点に違いがある。ISO/FDIS25065:SQuaREはあらかじめ明らかにしたユーザや利用の文脈に対するユーザ要求記述方法[注1]を示しているが、本研究はシステムを文脈も含めて意味づけを行う点に違いがある。前川はシーズに基づき事物状態先行アプローチで制約に考慮されずに発想される事物状態0[注12]の存在を示している。しかし、先行イメージである事物状態0自体の具体的な導出方法や創造過程は示されていない。本研究は拘束条件によって組織化された要素からシステムを導出する点に違いがある。山岡はサービスデザイン要素として、顧客、サービス提供者、機械、環境の4要素を説明している[注4]。具体的な要素間の問題点や要求事項を抽出することで、システムを検討する。本研究では人間、人工物、環境の抽象的な3要素とし、拘束条件によって自由に性質を変化させてシステムを創造する点に違いがある。清水は場所、場、関係子によって生命現象の自己創出モデル[注8]を説明しているが、具体的な可視化方法の検証を行っていない。本研究はサービスデザインのスケッチによってモデルを説明する点に違いがある。野口はスケッチの効果[注13]を示しているが、スケッチと場の関係は着目していない。本研究は拘束条件によってスケッチに場が示されている点に違いがある。既往研究を表1に示す。以上のことから本研究の新規性は、拘束条件に基づく先行イメージの構築とスケッチによるインタラクティブシステムの導出である。

本論文の構成を説明する。2章ではインタラクティブシステムを対象としたデザインを説明する。3章ではデータ収集方法、データ分析方法、データ分析結果の順番で検証を説明する。4章では場所的拘束条件の確認、人間・人工物・環境の表現、システムの導出の3点の考察を行う。5章では結論と今後の課題を説明する。

2. インタラクティブシステムを対象としたデザイン

サービスデザインの代表的な手法としてはペルソナ、ジャーニーマップ、ストーリーボードなどが挙げられる[注11][注14]。これらの手法はシステムのイメージがある程度固まって

表1 既往研究

システムを対象としたデザイン	五十嵐(1997)	生態的システム
	スティックドーン他(2013)	サービスデザインのア イデア創出
	ISO/FDIS25065(2019)	ユーザ要求事項記述
先行イメージ	前川(2015)	事物状態0
サービス デザイン要素	山岡(2014)	顧客, サービス提供者, 機械, 環境
拘束条件	清水(1991)	場所的拘束条件
スケッチ	野口(1988)	意味の認識過程

いる時に、具体化検討の手段として有効であるが、そうでない場合には適用が難しい。なぜなら手法が、言語や記号を用いて抽象化した概念を可視化するものであり、サービスのイメージや実体を描写することにつながらないからである。また、アイデア創出の手法として紹介されているマインドマップ、SWOT分析、6色ハット発想法は複雑なサービスの全体像を可視化するには必ずしも有効とは言えない [注 11]。

一方、システムを対象とした設計方法としてシステムズエンジニアリング(systems engineering)が挙げられる [注 15]。システムズエンジニアリングは複雑な対象を設計する際の設計方法として航空、宇宙などの分野で導入されている。システムは1つ以上の明記された目的を達成するために組織された相互に作用する要素の組み合わせと定義される。これらのシステムを扱うシステムズエンジニアリングは利害関係者のニーズ、期待および制約の集合を、解決するソリューションへ変換するための複数の専門分野を横断した取組方法と定義される。これらの取り組みは妥当性確認と検証の活動を含む。妥当性確認(Validation)は客観的証拠を提示して、特定の意図された用途または適用に関する要求事項が満たされていることを確認する。検証(Verification)は客観的証拠を提示して、規定要求事項が満たされていることを確認する。

システムズエンジニアリングの活動はモデリングやシミュレーションを用いてプロセスを横断し、モデリング言語によって構文と意味の両方を規定する。代表的なモデリング言語であるSysMLはユースケース図、アクティビティ図、シーケンス図、ステートメント図などによってシステムの振る舞いを記述する。

これらの方法もシステムのイメージがある程度固まっている時に、具体化検討の手段として有効であるが、そうでない場合には適用が難しい。これら設計方法の問題点はインプットとなる先行イメージが必要である点である。なぜなら手法が、言語や記号を用いて抽象化した概念を可視化するものであり、システムの実体や物理を描写することにつながらないからである。またモデリングは、膨大なダイアグラムによって記述され、デザイナーがモデリングを直感的に理解することが困難である。

3. 検証

3. 1. データ収集方法

サービスのビジョン策定を目的としたワークショップで作成されたスケッチを対象としてデータ収集を行なった。対象のプ

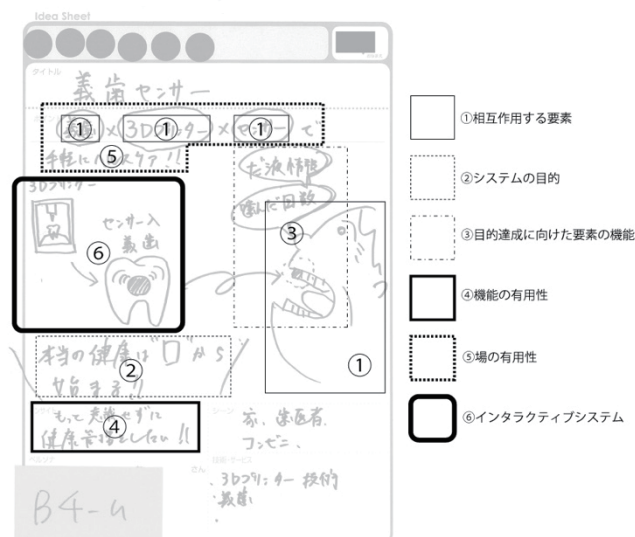


図4 アイデアの分析例

ロジェクトは医療サービスの未来ビジョンを描くプロジェクトである。ワークショップにはコンサルタント、営業、エンジニア、サービスデザイナーが参加している。このワークショップではアイデア創出に先立ち、テーマに関するインプットと未来の兆しの対話が行われており、関連する情報や知識があらかじめインプットされている [注 16]。共創ワークショップで創出した総アイデア数は103個確認できた。参加者は1人3票の投票を行い、投票は自分以外のアイデアに対して「良いと思ったもの」という基準で行われた。そのため参加者による客観的なアイデアの評価結果として示されている。103個のアイデアのうち場所的拘束条件の確認できるものは66個確認できた。内訳は表2に示す。37個のアイデアは場所的拘束条件のいずれかに確認できない項目があった。5つの拘束条件を考慮していない37個のスケッチは、スケッチの記述段階でシステムの目的や妥当性を考慮していない「落書き」に該当するので本研究の対象外である。66個のアイデアのうち星3個以上のアイデアは場所的拘束条件を満たさないアイデアがなかった。これら10個のアイデアを使って検証結果を説明する。一方で投票結果と場所的拘束条件の関係については確認できていない。

表2 収集したアイデアの内訳

参加者の投票結果 (★は投票数)	場所的拘束条件を満たすアイデア		場所的拘束条件を満たさないアイデア	
	数	割合	数	割合
星なし	31	30%	24	23%
★	19	18%	8	8%
★★	6	6%	5	5%
★★★	4	4%	0	0%
★★★★	3	3%	0	0%
★★★★★	1	1%	0	0%
★★★★★★	1	1%	0	0%
★★★★★★★	1	1%	0	0%
合計	66	64%	37	36%

表3 場所的拘束条件の記述(アイデア A-E)

モデル	番号	拘束条件	アイデア				
			A	B	C	D	E
			サービスデザイナー	サービスデザイナー	サービスデザイナー	エンジニア	サービスデザイナー
場	①	相互作用する要素	自分の身体、コロコロローラー、センサー	利用者、義歯、3Dプリンター、センサー	利用者、コンビニ、尿検査、バイタルレコード、血液検査、受付、レジ台、ソファ、テーブル、表示装置、説明サイン、パッケージソフト、セルフ端末	子供、親、歯ブラシ、センサー、タブレット	子供、幼稚園、おもちゃ、専用着、リストバンド、クラウド、診断票、おもちゃ広場、ボールプール、遊び場
		テキスト	●	●	●	●	●
		スケッチ	●	●	●	●	●
	②	システムの目的	マッサージで健康チェックができる	本当の健康は口から始まる	病院と家の中間の場の提供	虫歯予防で白い歯100%にする	テストではない遊びの場の提供
		テキスト	●	●	●	●	●
		スケッチ			●		
	③	目的達成に向けた要素の機能	マッサージ機についてセンサーで健康診断を行う	唾液情報、噛んだ回数などを記録する	健康だけど高度な検査を受けてみたい。セルフ処方された	歯磨き後に磨き残しをデータで確認する	何かあったらすぐに病院につながる
		テキスト		●	●		●
		スケッチ	●	●		●	
	④	機能の有用性	血圧などの変化を通知	もっと意識せずに健康管理できる	医療機器をセルフ化して個人で使える	歯磨き後に自分か親が磨き残しを確認できる	子供と遊んでいるだけで診察ができる
		テキスト		●	●	●	●
		スケッチ	●			●	●
	⑤	場の有用性	マッサージするだけで自分の体の健康チェックもできる	義歯×3Dプリンター×センサーで手軽にヘルスケアできる	地方のコンビニでも気軽に受けられる検査	虫歯を無くすることができる	子供専用診察ルームの提供
		テキスト	●	●	●	●	●
		スケッチ					
要素	⑥	システム	ローラーにセンサーが内蔵されたマッサージ機	3Dプリンターで製造されたセンサー内蔵の義歯	コンビニに設置できるセルフ端末の検査機器	センサー内蔵歯ブラシ、タブレット、アプリケーション	おもちゃ、専用着、リストバンド、クラウド
		テキスト	●	●	●	●	●
		スケッチ	●	●	●	●	●

3. 2. データ分析方法

3. 2. 1. 場所的拘束条件の記述

1章で示したステップ1を実現するために、収集した10個のサービスアイデアのスケッチに5つの拘束条件に該当する内容が反映されているかの確認を行なう。分析は図4に示す方法で該当する箇所をマーキングする。マーキング箇所がテキストかスケッチかを表3、表4内に黒丸で記した。またスケッチで見た項目は、解釈理由を記載した。

図7のアイデアBを元に分析例を示す。①相互作用する要素の拘束条件として「義歯、3Dプリンター、センサー」のテキストが確認できる。また「利用者」が、スケッチから確認できる。②システムの目的の拘束条件として「本当の健康は口から始まる」のテキストが確認できる。③目的達成に向けた要素の機能の拘束条件として「唾液情報、噛んだ回数」のテキストと吹き出し記号が確認できる。またスケッチから得られる情報は、口内の情報であることが確認できる。④機能の有用性の拘束条件として「もっと意識せずに健康管理できる」がテキストで確認できる。⑤場の有用性の拘束条件として「義歯×3Dプリンター×センサーで手

軽にヘルスケアできる」がテキストで確認できる。同様に他のアイデアも、拘束条件が該当する箇所のマーキングを行なった。

3. 2. 2. 人間、人工物、環境の表現の確認

1章で示したステップ2を実現するために、収集したスケッチの人間、人工物、環境の表現を分析し、具体度によって4つの象限にスケッチを分類する。具体的とは人間の行為や体験、人工物や環境の動作などの振る舞いを確認できるものである。それ以外は抽象的として分類した。

3. 2. 3. システムの表現の確認

1章で示したステップ3を実現するために、拘束条件の記述と人間・人工物・環境の表現からシステムの境界を確認する。境界の中にあるものはシステムの内部、外にあるものはシステムを取り巻く文脈とし、それらがどのように相互作用するかを分析する。人間・人工物・環境はそれぞれ内部と外部の両方に存在する可能性がある。

表4 場所的拘束条件の記述(アイデアF-J)

モデル	番号	拘束条件	アイデア				
			F	G	H	I	J
			サービスデザイナー	エンジニア	サービスデザイナー	エンジニア	営業
場	①	相互作用する要素	医師, 患者, 音声データ, 病院	利用者, タバコ	子供, 親, センサー	利用者, 洗面台, 表示装置, 健康情報	利用者, 検査キット, 生体センシング, 運動プラン
		テキスト	●	●	●	●	●
		スケッチ	●	●	●	●	●
	②	システムの目的	おしゃべりで診断可能に	健康に良いタバコ	子供の発熱にすぐ気付ける	鏡で健康チェックができる	体質に合わせた運動プランの提供
		テキスト	●	●	●		●
		スケッチ				●	
	③	目的達成に向けた要素の機能	会話から体の異常を判断して医師にフィードバックする	健康に良い, 病気を治す, 肌がきれいになる	発熱の管理, 寝ている時もすぐ分かる	その日に必要な健康情報を提供する	ゲノム診断をして体質測定と運動プランに特定
		テキスト	●	●	●	●	●
		スケッチ			●		●
	④	機能の有用性	日常の出来事を会話するだけ	病状に応じたタバコ	子供の熱をセンシングして急激な変化に気づくことができる	洗面台に立つだけで情報を知ることができる	健康に気遣って運動することができる
		テキスト		●	●	●	●
		スケッチ	●				
	⑤	場の有用性	診断ではなくおしゃべりだけで診断可能に	吸えば吸うほど健康に良いタバコ	子供の熱を見守ることができる	鏡に立つだけで健康チェックができる	健康に悪いことは分かっているため1週間で調整することができる
		テキスト	●	●	●		●
		スケッチ				●	●
要素	⑥	システム	音声データの取得と解析結果のフィードバックシステム	病状に合わせたタバコ	子供が身につけるセンサー	健康情報を表示可能な洗面台	検査キットによる体質測定と解析結果に基づく運動プランの提供
		テキスト	●	●	●	●	●
		スケッチ	●	●	●	●	●

3. 3. データ分析結果

3. 3. 1. 場所的拘束条件の確認

全アイデアのマーキングを行った結果, 全てのアイデアで拘束条件に該当する記述を確認できた。その結果を表3と表4にまとめた。スケッチで拘束条件を確認した箇所は以下に解釈の根拠を示す。




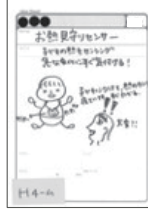




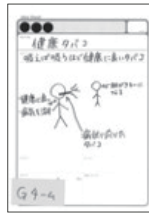

①相互作用する要素の拘束条件を確認することは, 相互作用する要素をテキストとスケッチで確認することである。人間, 人工物, 環境間で相互作用を把握することでシステムの範囲と構成要素が確認できた。

②システムの目的の拘束条件を確認することは, システムがユーザのどのような目的を達成しようとしているかを確認することである。アイデアCは病院と家の中間に当たる場の提供。アイデアIは鏡の前に立つことで健康チェックができる。それ以外のスケッチはテキストからシステムの目的を確認でき, その実現子である人間, 人工物, 環境の意味を解釈できた。

③目的達成に向けた要素の機能の拘束条件を確認することは, 目的達成に向けた要素の振る舞いを確認することである。要素同士の振る舞いに矛盾がないように人工物や環境の役割を明確化する。アイデアAは人間が人工物を使っていると解釈した。アイデアBは歯でさまざまな情報を取得している。アイデアDは時間を分けて別々の人間が人工物を使っている。アイデアHは音によって親に知らせる。アイデアJは診断キットを口内で使う, とそれぞれ解釈した。また情報やソフトウェアのように, 無形の人工物はスケッチでの表現が難しく, アイデアEは図形や矢印などの記号による関係性の表現も確認できた。

④機能の有用性の拘束条件を確認することは, 目的達成に向けた要素の機能がユーザにとってどのような意味をもつかを確認することである。アイデアAは人工物と対話している様子。アイデアDは磨き残しの箇所の表示。アイデアEは子どもと一緒に遊ぶこと。アイデアFは日常の出来事を会話するだけの気軽さが人間のための意味と, それぞれ解釈した。

表5 スケッチが抽象的か具体的かの確認

	人工物・環境 (具体的)					人工物・環境 (抽象的)
人間 (具体的)	象限1 A 	B 	D 	H 	J 	象限2 F 
人間 (抽象的)	象限3 C 	E 	G 	I 		象限4

⑤場の有用性の拘束条件を確認することは、ユーザに場が有用かを確認することである。場はシステムを含む文脈である。その文脈がユーザにとって有用であるかという観点で検証される。アイデアIは人間が抽象的であるものの、人工物が表示することを確認できるため、鏡の前に立つだけで健康チェックができる、と解釈した。テキストによる記述がない場合、人間、人工物、環境のいずれかの表現が抽象的であったスケッチは、場としての文脈を判断するためには検証者側の解釈に委ねられる。そのため主観的な解釈を、客観的に検証することは不可能である。しかし異なった主観による判断は、同じフォーマットを用いて可視化することで他者との認識の差異を確認できる。

3. 3. 2. 人間, 人工物, 環境の表現の確認

分析方法に従って検証対象 10 個のアイデアを表 5 の 4 象限に分類して分析した。

象限1 人間：具体的, 人工物・環境：具体的

人間の描写が具体的であり、システムにおける人間の行為や体験が直感的に理解できる。また人工物や環境の描写も具体的であり、どのような環境下で何によってシステムが発現するか理解できる。システムの内部、システムの外部共に相互作用が表現され、先行イメージは容易に理解できる。

象限2 人間：具体的, 人工物・環境：抽象的

人間の描写が具体的であり、システムにおける人間の行為や体験が直感的に理解できる。一方、人工物や環境の描写が抽象的であるため、どのような環境下でシステムの機能が発現するか不明な点もある。システムを構成する要素が不明なため、システム内部の相互作用が特定できない。その結果システムは、内部の構成要素や相互作用が判らないため、ブラックボックスとして解釈する必要がある。

象限3 人間：抽象的, 人工物・環境：具体的

人間の描写が抽象的であり、システムにおける行為や体験が不明な点もある。一方、人工物や環境の描写が具体的であり、どのような環境下でシステムが発現するか理解できる。システムを構成する要素は理解でき、文脈やシステムの内容は理解できる。しかし人間の行為や体験は、システムの機能から推測する必要がある。

象限4 人間：抽象的, 人工物・環境：抽象的

人間の描写が抽象的であり、システムにおける行為や体験が不明な点もある。また人工物や環境の描写が、抽象的であるため、どのような環境下によってシステムが発現するか不明な点もある。システムの内部、外部共に構成要素が不明なため、文脈やシステムを特定することは難しい。

3. 3. 3. システムの表現の確認

分析方法に従って、すべてのアイデアでシステムの境界を確認した。人間, 人工物, 環境ともにシステムの内部と外部になる可能性をもつ。アイデアAでは、自分の身体はシステムと相互作用する対象と解釈し、ローラーにセンサーが内蔵されたマッサージ機がシステムとして導出された。アイデアCでは、コンビニ、レジ台、ソファ、テーブル、表示装置、説明サインがシステムの境界外と解釈し、セルフ端末の検査機器がシステムとして導出された。一方境界外の要素を含めて、システムの内部と解釈すれば、セルフ端末を含めたコンビニ全体がシステムとして導出される。アイデアFでは、人間がシステムの外部として解釈し、音声データの取得と解析結果のフィードバックシステムをシステムとして導出した。人間をシステムの内部に入れる場合、ユーザとは別の関係者を含んだシステムとして導出される。このアイデアは医師をユーザとし、システムと相互作用すると解釈した。同様に他のアイデアも、組織化された要素内に境界を設けることで、その中にシステムが導出できることを確認し

表6 インタラクティブシステムのシナリオの言語化と表現手段の関係

表現手段		インタラクティブシステムのシナリオを言語化できる	インタラクティブシステムのシナリオを言語化できない
テキスト		シナリオを説明	表現できない
スケッチ	記号	言語化できていない時よりも相互作用をより具体的に説明	相互作用の一部または全部を説明
	絵	言語化できていない時よりも手段をより具体的に説明	手段の一部または全部を説明

た。ただしシステムの境界の判断は、人によって解釈が異なる。答えを同じにすることを目的にするのであればスケッチを使って合意することが必要である。以上のことから拘束条件を満たすスケッチには、システムの内部と外部、その相互作用が含まれ、内部はシステムを示すことを確認した。

4. 考察

4. 1. 場所的拘束条件の確認

分析対象の10個中、10個から拘束条件に該当する項目を確認できた。従って、仮説で示した5つの拘束条件を確認できることが示唆された。ただし、拘束条件を考慮していない「落書き」だったのか、それとも拘束条件を考慮しているが読み取れなくて「落書き」として判断されたかの切り分けてできていない。つまり切り分けるための更なる検証を行うためには、設計者による5つの拘束条件の宣言がない限り検証は難しい。加えて10個のアイデアで、仮説通りであることの確認はできているが、統計的な証明にまではいたっていない。一方統計的に証明が可能ならば、今後の研究では統計的に証明する必要はある。

表6に示す通り、場はシステムのシナリオが言語化できている場合と言語化できていない場合に分けられる。言語化できている場合、場はテキストでシナリオを説明でき、言語化できていないことはテキストとして表現されない。一方スケッチは、記号（図形や矢印）と絵があり、言語化できなくても記号や絵を使って相互作用や手段を示せる。そのため言語化されていない未知の定義や状況を説明する際に、スケッチが採用されているものと考察する。

デザイナーはスケッチを通して意味を付与することが指摘されている [注9]。システムの場合もスケッチを通して場の先行イメージが外化され、文脈の意味が言語化される。その結果シナリオとして、テキストによる記述が可能であると考察する。

また象限1には、エンジニアのアイデアDが含まれていた。場の表現はスケッチスキルに依存するのではなく、拘束条件に基づくシミュレーションの結果、先行イメージが具体化されたことに依存していると考察する。その後先行イメージは、テキストやスケッチを使って人間、人工物、環境を具体的に説明することで構成要素、相互作用や手段を具体化している。つまり人間、人工物、環境の性質や相互作用が、文脈として意味づけされているため、拘束条件によって先行イメージ構築につながったことを裏付ける。

4. 2. 人間、人工物、環境の表現の確認

人間と人工物、環境の表現が具体的である象限1では、システムの構成要素と相互作用が明確であるため、システムの内容

が特定できる。環境の要素がある場合、環境はシステムの機能の発現に関する制約となる。たとえばアイデアCはコンビニという環境によって省スペース、接客レスといった機能が特定される。サービスデザイナーのみならずエンジニアのスケッチもこの象限に含まれており、スケッチスキルに依存するわけではなく、人間、人工物、環境の関係を表現することがシステムを導出するために重要であることを示唆している。象限2では、人工物の表現に不足があるためシステム内部の特定が難しく、システムはブラックボックスとして解釈する必要がある。アイデアFでは、会話を入力するためのマイク、音声を保存するデバイスなどがスケッチからも想定されるが、システムはブラックボックスとして解釈することになる。しかし、システムと外部との相互作用が解釈できると対応する内部の要素も推測できる。つまり外部との相互作用によって、システムの境界を把握できる。同様に環境の情報が不足していると、システムの機能が発現する状況の特定が難しい。そのため機能の有用性や場の有用性が、テキストによる説明がないと判別できない。またスケッチの人間と人工物と環境の解釈は、検証者によって異なる。ただしシステムに対する主観は、同じフォーマットで可視化することはできる。象限3では人工物や環境に関する要素の特定は可能である。しかし人間のスケッチが抽象的であるため、行為や体験が理解できない。そのためシステムと人間の相互作用が特定できず、場の有用性がテキストによる説明がないと判別できない。象限4に該当するものはなかった。拘束条件がすべて記述できていることから、要素に人間・人工物・環境のいずれかの性質が生成されたと考察する。

4. 3. システムの表現の確認

人工物・環境の表現が具体的なスケッチは組織化された要素全体によってシステムの文脈を示す。文脈にはシステムも含まれているため、要素の一部にシステムが含まれる。

場を構成する要素はシステムとそれ以外に分類される。システムの境界が決まるとシステムの外部との相互作用を把握できる。スケッチが手段を具体化する役割となり、デザイナーがシステムの境界内に含まれる要素を描くことで、システムの初期イメージを示していると考察する。一方人工物や環境が抽象的な象限2の場合は、テキストで表現された情報を制約としてスケッチを行うことで、事物状態のイメージを精緻化できると考察する。これにより、拘束条件を満たす人間、人工物、環境の表現が具体的なスケッチは、図2に示したように、設計者の意識の中で組織化された要素の中にシステムを示していると考察する。スケッチの中にシステムが示されており、かつ拘束条件に基づき要素とその相互作用の関係が示せる。境界は設計者によって

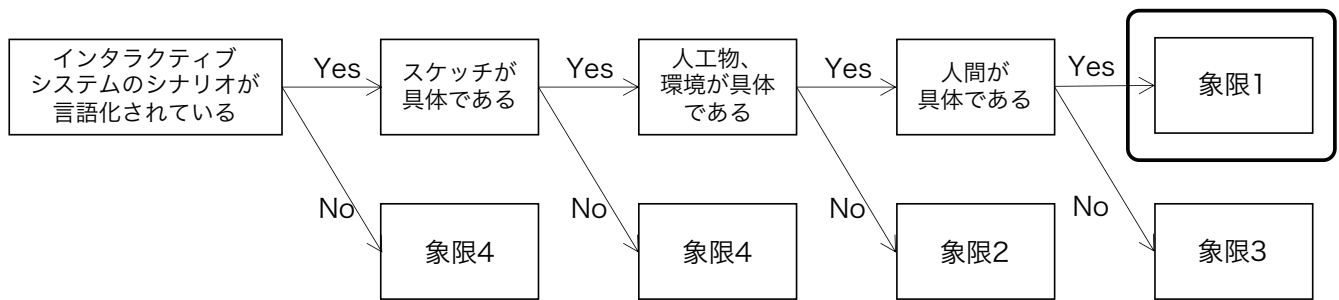


図5 インタラクティブシステムのシナリオの言語化とスケッチの関係

範囲が決められるため、設計者の意識決定が反映される。

システムの導出を目的とした確認項目は、システムのシナリオの言語化とスケッチの関係で図5のフロー図として示せる。具体的には4つの分岐で説明できる。1つ目の分岐はシステムのシナリオの言語化が確認できるかどうかである。言語化されていないスケッチは該当しないため象限4に定められている。2つ目の分岐はスケッチが具体的かどうかである。抽象的なスケッチは該当しないため、象限4に定められている。3つ目の分岐は人工物や環境が具体的かどうかである。抽象的なスケッチは該当しないため、象限2に定められている。4つ目の分岐は人間が具体的かどうかである。抽象的なスケッチは該当しないため、象限3に定められている。象限1はすべての項目に該当する。システムの導出を目的とした確認フローは検証結果で説明できる。つまり図5に基づき、システムを導出することは、スケッチからシステムのシナリオを言語化し、人間、人工物、環境が具体的である場合に可能である。

以上のことから人間、人工物、環境の関係によって、システムの境界と内部の相互作用、システム外部との相互作用を特定することにつながると考察する。

5. 結論

本研究ではシステムが導出できるようにするためにシステムを含む組織化された先行イメージが構築され、その一部がスケッチに可視化される仮説を示した。サービスデザインのスケッチ分析を通して先行イメージを可視化する思考プロセスについて仮説の提示と検証を行ない、考察の結果、以下の3点を確認できた。

1点目は拘束条件がアイデアのテキストやスケッチに反映されていることである。拘束条件がアイデアのテキストやスケッチに反映されていることが場の生成を裏付ける。システムのシナリオが言語化されていない場合、システムはスケッチや記号によって表現されている。つまり拘束条件に基づき、シナリオが創出し、システムはアイデアのテキストやスケッチに反映されていることを裏付ける。ただし、設計者と場と拘束条件の認識を合わせる方法は別に必要である。また研究の限界として、スケッチに可視化されていないことは確認できていない。

2点目は拘束条件に基づく「場」の推論的仮定によって、人間、人工物、環境の関係がスケッチに可視化されていることである。スケッチの表現は人工物と環境が具体的であれば相互作用や手段が規定され、抽象的な場合はブラックボックスとして

システムが表現される。拘束条件に基づき要素が組織化している状態を推測することで、人間、人工物、環境の意味論的情報を説明する。場である先行イメージの表現は必ずしもスケッチスキルに依存するのではなく、シナリオの具体度に依存している。なぜなら先行イメージは、スケッチだけでなく、テキストや記号でも表現できるからである。つまり場は、人間、人工物、環境の関係としてスケッチに可視化されている。

3点目は可視化されたスケッチにはシステムが含まれていることである。拘束条件を満たすスケッチはシステムの境界、システム内部の相互作用、システムと外部の相互作用を特定できる。つまり可視化されたスケッチは、システムと文脈が含まれ、システムを特定できる。デザイナーに留まらず、理論として工学分野にも展開することが期待できる。一方研究の限界として、アイデアが良いかどうか、結果が正しいかどうかは確認できなかった。

今後の課題は5点ある。1点目は良いと評価された10個のアイデアとそれ以外の93個のアイデアを比較することで、拘束条件と良いアイデアの関係の検証を行うことである。システムのシナリオが言語化され、スケッチの表現が具体的になることで検証者の解釈に影響を与えていると考察される。また投票が入っていないスケッチには、テキストがないスケッチもあるため、テキストとスケッチの併記方法は今後の課題である。2点目は可視化されたスケッチを用いて合意を支援する方法である。可視化されたスケッチは検証者に依存して判別は異なるが、異なる答えに基づき対話や議論を通して同じ答えを導ける。そのため合意形成を目的としたスケッチの活用は、今後の課題である。3点目はシステムの導出を目的とした発想方法である。先行イメージ構築モデルとシステムの導出フローに基づきフレームワークやワークシートを考案し、発想方法としての妥当性を確認することが今後の課題である。4点目は先行イメージを具体的にするための創造支援方法の解明である。先行イメージを自覚しやすくするための対話や内省の方法は今後の課題である。5点目はスケッチの表現方法である。スケッチはスキル差が生じるため、非デザイナーを対象とする場合のスケッチによる可視化の支援方法について検討が必要である。スケッチのみならず動画、写真、コラージュなどのさまざまな表現手段によって場を表現する方法は今後の課題である。

6. 謝辞

本論文の作成に当たり、査読頂いた先生方から多くの貴重な

注および参考文献

- 1) ISO/FDIS 25065., Systems and software engineering - Software product Quality Requirements and Evaluation[SQuaRE] -Common Industry Format[CIF] for Usability: User requirements specification, 2019
- 2) 内閣府 戦略的イノベーション創造プログラム:スマートシティリファレンスアーキテクチャホワイトペーパー, <https://www8.cao.go.jp/cstp/stmain/20200318siparchitecture.html>, (参照日 2021年3月21日)
- 3) 坂口和敏, 他: 外部制約と内部制約の観点に基づく階層型サービスデザインモデル, サービスロジー論誌, 5(2), 1-13, 2021
- 4) 山岡俊樹: デザイン人間工学—魅力ある製品・UX・サービス構築のために—, 共立出版, 158-163, 2014
- 5) 露木恵美子: 「場」と知識創造—現象学的アプローチによる集团的創造性を促す「場」の理論に構築に向けて—, 研究技術計画, 34(1), 39-57, 2019, https://doi.org/10.20801/jsrpm.34.1_39
- 6) 清水博: 生命と場所—創造する生命の原理, NTT 出版, 1999
- 7) 清水博: 創作的場所論, 日本シミュレーション学会論文誌, 15(4), 216-224, 1996
- 8) 清水博: 場の情報とホロニック技術, 計測と制御, 30(3), 218-223, 1991, <https://doi.org/10.11499/sicejl1962.30.218>
- 9) 須永剛司: デザイナーはどうしてスケッチを描くのか, デザイン学研究特集号, 12(3), 12-13, 2006, https://doi.org/10.11247/jssds.12.3_12
- 10) 五十嵐浩也: 生態的システムに於けるデザインの手法と意味, デザイン学研究, 44(3), 9-18, 1997, https://doi.org/10.11247/jssdj.44.9_3
- 11) マーク・スティックドーン, ヤコブ・シュナイダー (郷司陽子訳, 長谷川敦士監修, 他): THIS IS SERVICE DESIGN THINKING, ビー・エヌ・エヌ新社, 2013
- 12) 前川正美: デザイン対象の外部制約と内部制約の観点に基づく思考プロセスモデル, デザイン学研究, 61(6), 9-18, 2015, https://doi.org/10.11247/jssdj.61.6_9
- 13) 野口尚孝: 設計過程の構造—設計基礎論構築のために, デザイン学研究, 66, 25-30, 1988, https://doi.org/10.11247/jssdj.1988.25_1
- 14) 内閣官房 情報通信技術(IT)総合戦略室: サービスデザイン思考実践ガイドブック(β版), https://cio.go.jp/sites/default/files/uploads/documents/guidebook_servicedesign.pdf, (参照日 2021年3月21日)
- 15) JIS X 0170: システムライフサイクルプロセス, 2020
- 16) Sakaguchi, K. and Shirasaka, S., Evaluation of visualized vision planning and its outcomes, Proceedings of the 4th International Conference on