

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 14 日現在

機関番号：12608

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2013～2015

課題番号：25350005

研究課題名(和文) デザインに関わる言語表現と実体と概念との関連づけによるデザイン知の探究

研究課題名(英文) Inquiry into the design mind by constructing a model associating the entities, the concepts, and their language expression in designing

研究代表者

藤井 晴行 (Fujii, Haruyuki)

東京工業大学・大学院理工学研究科・教授

研究者番号：50313341

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,500,000円

研究成果の概要(和文)：デザイン思考に現れるものごとの言語表現と実体と概念との関係の理論的モデルを構築し、言語的知性とデザイン知を構成する他の知性との関係を明らかにすることを試みた。都市空間、建築空間、庭園などの臨地調査において、デザインの現れを記録する写真日記(写真+事実記述+解釈記述+経験記述)を生成することと、写真日記を構造化して理論的モデルを構築することを繰り返し、写真日記を用いる調査方法と理論的モデルとを構成的に構築した。空間図式という概念を空間の経験における実体的・身体的事実と概念とを空間図式を橋渡す媒体として再定義し、写真日記と理論的モデルの核とした。

研究成果の概要(英文)：A theoretical model where the relations among the descriptions of experiences in architecture or urban spaces, the concepts related to the spatial experience, among the entities to which the experiences and the concepts are grounded are explained is constructed. A method of recording and organizing the findings in the field research on the spatial experiences, which is called KJ method using Photo Diaries is invented. Where, a photo diary is composed of a photographs, the description of the entities in the photographs, the description of the concepts bridges the entities and the spatial experience, and the description of the spatial experience. The concept of Spatial Schema is redefined as the medium that links the relations among the entities composing environment including human body and the formal expression of the experience of the environment.

研究分野：建築学・デザイン科学

キーワード：デザイン科学 構成的方法論 空間図式 写真日記 空間体験 臨地調査

1. 研究開始当初の背景

デザインという行為の直接的な対象はそれが存在するか否かの契機をデザイナーが定めることができ、その構成方法の策定や構成原理の設定にもデザイナーが寄与できる人工のものごと (artifact) である。人工のものごとは、それが使用される文脈において、ある状況を実現する仕組 (system) を具現化する。人工のものごとが存在して使用されるという実体的な事態と出来事、実体の存在や使用が生起する自然現象や社会現象、これらに関わる人間の経験を結びつける法則性を組織化して仕組を構築することが広い意味でのデザインである。デザイン思考は論理的思考と非論理的思考とからなる。仕組の構築においてはデザイン思考に用いる言語と実体や概念とを適切に対応づけることが重要である。ここで、図式、数式、自然言語など、記号を用いて実体や概念を指示する媒体を言語と総称する。実体は視覚、聴覚、触覚などの体感によって認識できるものごとである。法則性は実体、現象、経験を結びつける原理に関する概念である。

ミズンは技術的知性、博物的知性、社会的知性を連係する認知的流動性が生じたことが芸術・宗教・科学の起源であるとの仮説している。技術的知性は身体をつかってモノをつくり、モノを操って捕食や居住の道具とすることを可能にする。博物的知性は生存にとって好ましいものごとや好ましくないものごとを識別することを可能にする。社会的知性は情報伝達を行い、他者とうまくやることを可能にする。これらの知性は学習や記憶などを可能にする一般的知性によって支えられている。人間はさらに流動的知性、内省的知性、言語的知性、論理的知性をもっている。流動的知性は博物的知性、技術的知性、社会的知性の連係を可能にする。内省的知性は自己の心的状態や認知プロセスの認知や流動的知性の意識的適用に貢献する。言語的知性は、言葉への感受性、言語を理解する力、言語を学習する力、目的を成就するために言語を用いる能力に関わり、実体や概念を指示する記号を用いる思考を可能にする。論理的知性は問題を論理的に分析し、数学的な操作を実行する能力に関わり、合理的な思考を可能にする。言語的知性を磨き、仕組の構築に関わる博物的知性、技術的知性、社会的知性を連係する言語的思考を意識的に行うことがデザイン知の増強に寄与すると考える。

デザイン思考を表現する理論的モデルの構築を試みる先行研究はいくつかある。しかし、デザイン思考に関わる言語の構造や表現と意味の関連づけに関する統一の見解はない。デザイン思考の問題解決過程としての定式化に関しては、サイモンによる生成検証過程の定式化、エイキンによる情報処理過程の定式化、ジェロによる構造-振舞-機能概念を用いた定式化、藤井らによる様相論理とクリプキ構造を用いた定式化など、いく

つかの研究がなされている。最適化過程としての定式化にはジョーンズによる文脈変数-設計変数-目的変数モデルがある。人工のものごとの構造の表現に関しては形態を生成する規則を文法構造として定式化する形態文法 (shape grammars 例えば) やオブジェクト指向言語を用いて定式化する研究例えばがある。デザイン思考に関わる言語表現の意味の定義に寄与する知見は、エイキン、ジェロ、ジョーンズ、青木、藤井などに見られる。しかし、デザイン思考に用いられる言語の意味構造の精密な定義はない。

[参考文献]

- アリストテレス;「ニコマコス倫理学 (上・下巻)」, 岩波書店, 1971.
- 藤井晴行, 中島秀之; デザインという行為のデザイン, 認知科学, Vol.17, No.3, pp.403-412, 2012.
- 藤井晴行; 建築デザインの論理的観点と非論理的観点を結合する二層モデル, 日本建築学会計画系論文集, No.591, pp.79-84, 2005.
- ミズン;「心の先史時代」, 青土社, 1998.
- サイモン, H.A.; システムの科学 第3版, パーソナルメディア, 1999.
- Akin, O.; *Psychology of Architectural Design*, Pion, London, 1986.
- Gero, J.; Design Prototypes: A Knowledge Representation Schema for Design, AI Magazine, Vol.11, Issue 4, pp.26-36, 1990.
- 藤井晴行, 中井正一; 多種の教義が関与する設計過程の巨視的構造, 日本建築学会計画系論文集, No.518, 335-340, 1999.
- Jones, C. J.; *Design Methods*, John Wiley & Sons, Inc., 1970.
- Stiny, G.; Introduction to shape and shape grammars, *Environment and Planning B: Planning and Design* 7, pp.343-351, 1980.
- 渡辺俊, 渡辺仁史; 建築設計のための知識表現モデルに関する研究, 日本建築学会計画系論文集, No.443, pp.71-78, 1993.
- Gero, S. & Fujii, H.; A Computational Framework for Concept Formation in a Situated Design Agent, *Knowledge-Based Systems*, Vol.13, No.6, pp.361-368, 2000.
- 青木義次; 計画の構造と手法, 建築研究報告第80号, 建設省建築研究所, 1977.
- 青木義次; 計画行為の妥当性に関する論証, 日本建築学会計画系論文集, No.527, pp.143-148, 2000.
- 藤井晴行, 青木義次; 計画行為の妥当性論証にむけた公理化, 日本建築学会計画系論文集, No.532, pp.157-162, 2000.
- 藤井晴行; 建築設計に用いられる多種記号体系を関連づける枠組, 日本建築学会計画系論文集, No.520, 337-343, 1999.

2. 研究の目的

「デザインとはいかなる行為か？」という探究を、デザインを可能にする知性（以下、デザイン知）に注目して行い、デザインという行為の本質的構造を表現する理論的モデルを構築するという全体構想のもと、デザイン思考の媒体となる言語の意味構造を明らかにし、デザイン知の一翼を担う言語的知性を磨く方法論を構築するための基礎とすることを目的とする。具体的には、デザイン思考に現れるものごと（事実、現象、経験）の言語表現と実体と概念との関係の理論的モデルを構築し、言語的知性とデザイン知を構成する他の知性との関係を明らかにする。

3. 研究の方法

デザイン思考に現れる事実、現象、経験の言語表現と実体と概念との関係の理論モデルを構築するため、3つの方法—（1）デザインの現れである事例の基礎資料の生成、（2）デザインの事実・現象・経験を関連づける法則性の分析、（3）デザインに関わる言語表現と実体や概念との関係を定義する理論的モデルの構築—を、相互に関連づけ、並行して実施する。方法1の成果を方法2に活かし、方法2の知見を方法3に活かし、方法3の知見を方法1に活かすという構成的ループを頻りにまわしながら探究を深め、目的達成に向けた軌道の確認・調整を逐次的に行う。

（1）デザインの現れである事例の基礎資料の生成：生活に根差すものごとの現われと見ることができる事実（事態や出来事）を調査フィールドにおいて収集し、次の要領で基礎資料「写真日記」を生成する。写真を撮影する。撮影する際に、いかなる事実を被写体としているのか、被写体である事実がデザインのどのような現れであると解釈しているのかを意識する。各写真について、写真上で視覚的に認識可能な事態や出来事を命題として記述する。これを事実記述とよぶ。各写真について、記述した事実をいかなるものごとの現われとして観ているのかを命題として記述する。これを解釈記述とよぶ。各写真について、記述した事実と現象の社会的効果や文化的効果（行為や情動など、経験に対する効果）を推論し、命題として記述する。これを経験記述とよぶ。写真毎に撮影情報、写真、事実記述、現象記述、経験記述の五つ組を作成し、これらをまとめたものを基礎資料とする。調査フィールドは土着的または伝統的な生活と現代的な生活とが融合する国内の都市や集落から選定する。2カ所目以降の選定は方法2の知見に基づく。

（2）デザインの事実・現象・経験を関連づける法則性の分析：言語における統語論、意味論、語用論を踏まえ、記述対象領域に依存しない多種記号体系を関連づける形式表現の方法を応用し、写真日記から、事実記述、解釈記述、経験記述の関係を分析することによって、デザインの事実、解釈、経験を関連

づける法則性を抽出する。統語論は単純な記号から複雑な記号列を作る原理、意味論は記号列と意味とを関係づける原理、語用論は発話状況や文脈に依存する記号の使用に関わる原理である。統語論的観点から、事態や出来事の構成要素（認識可能な実体）の特徴や構成要素間の構造的関係に注目する。構造的関係はデザインにおける操作の対象であるとの仮定に基づく。意味論的観点から、事実と現象の間の決定論的關係である法則的關係、法則的關係を説明する自然科学の概念や原理に注目する。デザインは法則的關係を構造化することによって構造的関係の操作を現象の制御に結びつけるとの仮定に基づく。語用論的観点から、事実や解釈が経験を規定する、または、経験が事実や現象を規定するという交互浸透的關係、交互浸透的關係を説明する人文科学の概念や原理に注目する。デザインは、交互浸透的關係を構造化することによって、構造的関係の操作を経験の創出に結びつける行為であるとの仮定に基づく。

（3）デザインに関わる言語表現と実体や概念との関係を定義する理論的モデルの構築：デザインの事実・現象・経験を関連づける法則性（方法2知見）を、統語論、意味論、語用論という原理、技術的知性、博物的知性、社会的知性、流動的知性、内省的知性、論理的知性というデザイン知を構成する知性、結構、振舞、機能というデザインの存在論的水準、設計変数、制御変数、目的変数、文脈変数というデザインに関わる変数、構成的方法論における生成と外化、環境とのインタラクション、分析と変数の発見、焦点化と方向づけというデザインを構成する行為との対応づけを行い、構造化する。構造化した関係に基づいて、デザインに関わる言語表現と実体や概念との関係を定義する理論的モデルを構築する。理論的モデルの構造に注目し、言語的知性、技術的知性、博物的知性、社会的知性、流動的知性、内省的知性、論理的知性とデザイン知との関係性を考察する。ここで、統語論的観点は人工のものごとの結構に注目する。結構はデザインにおける操作の対象である。設計変数の値を定めることは結構を決定することであり、人工のものごとを具象化する行為である。設計変数の値は直接的に決定できる。意味論的観点は人工のものごとの振舞や機構に注目する。振舞や機構はデザインにおける制御の対象であり、制御変数によって示される。結構を定めることによって間接的に制御される。設計変数の値は制御変数が特定の範囲の値になるように定められる。制御変数を用いて機能を定式化することによって結構と機能とを、振舞・機構を介して、結びつけることが可能になる。語用論的観点は人工のものごとと環境とのインタラクションが創発する状況や経験に注目する。設計変数の値を定めて制御変数の値を制御するのは目的変数によって示される経験や状況を実現するためである。設計変数

の値を定めることによって目的変数の値の範囲を間接的に定めることが可能であるが、決定論的ではない。目的変数の値を特定の範囲に収めると期待される設計変数の値や制御変数の値の範囲を定めることが有目的なデザインである。

4. 研究成果

(1) デザインの現れ事例の臨地調査：調査フィールド(各種空間)を日常生活の文脈を捨象することなく経験し、生活に根ざすものごとの現れと感ぜられるものごと(事態や出来事に関する事実、解釈、経験)を写真、経験シーケンスの動画、音声などによって記録した。これらの記録に基づき、写真日記を生成した。調査フィールドには、デザインの現れの時間的な持続と変容及び空間的な共通性と差異を空間図式(空間の経験や創出に用いられる図式)として顕在化することを視野に入れ、土着的・伝統的な生活と現代的な生活とが共存する集落、都市、建築、日本庭園を選定した^{雑誌論文}、^{学会発表}。具体的には、滋賀県高島市針江地区、沖縄県伊是名村伊是名地区、北海道函館市西部地区、愛媛県外泊地区、シンガポール中心地区、佐賀県吉野ヶ里遺跡、首都圏数カ所(丸の内地区、代官山地区、赤羽地区、品川港南地区、千葉県館山市ほか)、カナダ・ヴィクトリア市、スイス連邦・ベルン市、建築(国立西洋美術館、群馬県立美術館、Design Site 21-21 ほか)、日本庭園(小石川後楽園、六義園、等持院、天龍寺、西芳寺、桂離宮ほか)などである。

(2) デザインの事実・現象・経験を関連づける法則性の分析：写真日記の事実記述、解釈記述、経験記述のそれぞれにおける文の文法構造、意味構造、単語の出現頻度や共起関係に基づいて、写真日記の対象となった空間の特徴、三種の記述の特徴、記述間の関係を分析し、実体と記号とを記述対象領域に依存しない形式で関連づける法則的な構造を考察した。また、臨地調査において作成した写真日記から空間図式を顕在化することを試みた。これらの考察から二つの仮説を建て、その検証を臨地調査(上記1)の核とした。<仮説1> 事実記述における実体と記号の結びつきは写真日記作成者の属する言語共同体の慣習を反映し、そこには作成者もしくは言語共同体における存在論(オントロジー)が潜在する^{雑誌論文}、^{学会発表}。

<仮説2> 客観的な事実と主観的な空間の経験とを結びつけるものごとには、自然科学や認知科学における知見に基づく客観的な法則の範疇に入るものごと、身体と環境との関係を捉える心的構造「空間図式」として半客観的半主観的に記述できるものごと、作成者以外には理解しがたい主観的なものごとがある^{学会発表}、^{図書}。

(3) 理論構築：デザインという行為の結果もしくは帰結であるものごとを、誰もが確認できる現前の<事実>、そのものごととイ

ンタラクション(例えば、利用、居住)するという<経験>、事実と経験を関連づけるしくみ(例えば、法則性、メカニズム)についての<解釈>の、三種類の観点で捉え、事実、解釈、経験を、言語学における統語論、意味論、語用論に対応づけることによって、デザインの現れである事例を記録するための基礎理論の一部を構築した。写真日記の写真(実体の写し)と記述(実体、概念、経験の言語表現)の法則的關係の分析および考察の結果、言語の統語論、意味論、語用論の關係、デザイン・プロセス・モデルにおける構造、振舞、機能、状況、経験の關係、および、構成的方法論を関連づける仮説的モデルを構築した。当該モデルがデザインを対象とする科学の方法論の核となる可能性を思考実験によって示した^{雑誌論文}、^{学会発表}。また、事実、解釈、経験の三種類の記述に、事実を視覚表現する写真を加えて、事例を記録する方法を構成的にデザインし、写真日記と名づけた。さらに、断片的な事例を体系化する理論を構築する方法として、臨地調査において作成した写真日記を基礎資料とする KJ 法を試み、その可能性を検討した。デザイン思考に現れる事実、現象、経験の言語表現と実体と概念との關係を表現する理論的モデルを構築することによってデザイン科学の言語の意味構造の定義を試みた^{学会発表}、^{図書}。また、意味構造の構成要素を範疇化することによって、構成的方法における言語的知性と技術的知性、博物的知性、社会的知性との關係を明らかにした^{図書}。一方、空間図式という、ひとが存在して行動する場所を自分と環境との關係として知覚し、自分が空間に定位することを方向づけるものごとを指示する概念を定義した。また、空間図式と実体及び実体の描写(図面やスケッチ)との關係を構成的方法論の上で明確にした^{雑誌論文}、^{学会発表}。

5. 主な発表論文等

(雑誌論文)(計5件)

福田 隼登, 藤井晴行. 空間体験に基づいた心地よいシーケンスの身体的な図式の表現方法に関する研究, 日本建築学会計画系論文集, Vol.81, No.724, pp.1281-1289, Jun. 2016. (査読有)

福田隼登, 藤井晴行. 身体性に注目した空間体験の図式表現方法に関する研究, 日本建築学会計画系論文集, Vol.80, No.709, pp.559-568, Mar. 2015. (査読有)

篠崎健一, 藤井晴行, 片岡菜苗子, 加藤絵里, 福田隼登. 空間図式の身体的原型の実地における空間体験に基づく研究(写真日記を基礎資料とする KJ 法の試み), 認知科学, Vol. 22, No. 1, pp. 37-52, Mar. 2015. (査読有)

八重森琢磨, 藤井晴行. 室内快適性を保つために環境が持つ価値を考慮した環境共生建築の計画方法に関する研究, 日本

建築学会計画系論文集, Vol. 79, No. 705, pp. 2415-2422, Nov. 2014. (査読有)
藤井晴行, 香取 健. 都市公園の喫煙所における利用者の居方, 日本建築学会計画系論文集, Vol. 79, No. 696, pp. 339-348, Feb. 2014. (査読有)

〔学会発表〕(計7件)

篠崎健一, 藤井晴行, 片岡菜苗子, 加藤絵里, 福田隼登. 空間図式の身体的原型の実地における空間体験に基づく研究(写真日記を基礎資料とする KJ 法の試み), 2015 年度日本認知科学会第 32 回大会. Sep. 2015.

藤井晴行, 篠崎健一. 写真日記によってからだに紐づけられた空間図式を捉える試み, 人工知能学会全国大会, May. 2015.

松本朋矩, 藤井晴行, 篠崎 健一, 福田隼登. 実体験による奥行き空間図式の構成, 第 37 回 情報・システム・利用・技術 シンポジウム, Dec. 2014.

藤井晴行. 建築のデザイン科学における構成的研究方法, 日本建築学会 2014 年度大会(近畿), 日本建築学会大会学術講演集, Sep. 2014.

福田隼登, 藤井晴行. 身体性に注目した空間体験の図式表現方法に関する研究, 日本建築学会 2014 年度大会(近畿), 日本建築学会大会学術講演集, Sep. 2014.

八重森琢磨, 藤井晴行. 室内快適性を保つために環境の持つ価値を考慮した環境共生建築の計画に関する研究, 日本建築学会 2014 年度大会(近畿), 日本建築学会大会学術講演集, Sep. 2014.

Haruyuki Fujii, Hideyuki Nakashima, Masaki Suwa. FNS Diagram - A Model of Synthesis, Design Computing and Cognition '14, CD-ROM, Design Computing and Cognition '14, Jun. 2014.

〔図書〕(計2件)

諏訪 正樹, 藤井 晴行. 知のデザイン - 自分ごととして考えよう, 近代科学社, Jun. 2015.

諏訪 正樹, 堀 浩一, 伊藤 毅志, 松原 仁, 阿部 明典, 大武 美保子, 松尾 豊, 藤井 晴行, 中島 秀之. 一人称研究のすすめ - 知能研究の新しい潮流, 近代科学社, Apr. 2015.

〔産業財産権〕

出願状況(計0件)

取得状況(計0件)

〔その他〕

特になし.

6. 研究組織

(1)研究代表者

藤井 晴行(FUJII, Haruyuki)

東京工業大学・大学院理工学研究科・教授
研究者番号: 50313341