

平成 30 年 5 月 27 日現在

機関番号：14501

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2015～2017

課題番号：15K12291

研究課題名(和文) みえないものの理解に基づく創造的デザインの学際的研究

研究課題名(英文) Interdisciplinary Research on Creative Design based on the Conceptualization of Unobserved things

研究代表者

田浦 俊春 (TAURA, TOSHIHARU)

神戸大学・工学研究科・教授

研究者番号：00251497

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)：本研究では、観測されないものごとを概念化する行為から創造的なデザインを導く方法論を構築することを目指した。まず、古典力学における「力」の概念的な本質を、課題演習を通して確認した。次にVR空間のなかに投影して得られた概念空間の中に入り込んで概念を視覚的にたどることで、創造的思考を支援できる可能性のあることを実験的に示した。これらの議論を踏まえ、広い意味での抽象を操ることに、みえないものの理解に基づくデザインの本質があるとの結論に至った。

研究成果の概要(英文)：The aim of this research is to develop a methodology that contributes towards creative design based on the conceptualization of unobserved things. First, the core concept of "force" in classical mechanics was discussed using various exercises. Next, it was empirically proven that it was possible to reinforce creative thinking by physically walking through a conceptual space, which was created by projecting it into the virtual reality (VR) space and visually tracing the various concepts. Finally, these findings were used to conclude that the essence of design lies broadly in the process of manipulation of abstract unobserved things.

研究分野：デザイン学

キーワード：みえないもの 創造的デザイン 概念 可視化

1. 研究開始当初の背景

プロダクト(工業製品)は、利用者からはみえないところにこだわりがあったり、本来はみえないものを利用者がみえた気になるときに、魅力を感じることがある。また、放射線や電磁波のように、見えない物理現象から利用者は恐怖心を感じている。本研究では、みえないものをみたり理解しようとする姿勢に、デザインにおける創造性の本質があると考えられる。一方で、申請者は、これまで20年以上、デザイン(設計)の研究に携わってきており、とくに、ここ10年は、デザインと創造性(Design Creativity)のテーマに深く関わっている。また、国際コミュニティの形成にも尽力してきた。Design Creativityをテーマとする国際会議を2012年から隔年で開催したり(2010年神戸、2012年英国グラスゴー、2015年インドバンガロール)、国際ジャーナルを2013年に創刊している(International Journal of Design Creativity and Innovation, Taylor & Francis)。そのような活動を通して、国内外の研究者と意見交換を行うなかで、「みえない(unobserved)」がデザインの創造性の重要なキーワードであり、「みえないものにカタチを与えること」こそがデザインであると言っているのではないかという認識が生まれた[1]。

2. 研究の目的

みえないものをみるとはどういうことなのか、その原理を探るのが本研究の目的である。本研究では、いわゆる可視化の問題に議論を限定せず、広く、人間が、時間や心や一部の物理法則のような、観測されないものごとを概念化することで分かろうとしていることに注目し、その行為の内容を学術的に明らかにすることによって、創造的なデザインのための方法論を構築することを目指す。

3. 研究の方法

みえないものをみるとはどういうことなのか、下記の方法でその原理を探る。

(1) みえないものにはどのような種類のものがあるか、整理を行う。

(2) みえないものの例として、古典力学における「力」をどのように理解しているか把握するための実験を行う。古典力学における「力」は、実在しない物理量であり仮定のパラメータと言ってよい。しかし、我々は感覚的な現象として習う。そのために、ものの運動について間違った推論をする可能性がある。それを確認する。

(3) みえないもののもう一つの例として、「犬」や「星」などのものごとの概念について、それを可視化することを試みる。具体的には、(a)そもそも人間が頭のなかに有する

概念はどのような構造をしているのか、(b) かりに、それを可視化してその構造の中に入り込んで視覚的にたどることができれば、創造的思考を支援できるのではないだろうか、という問いについて実験を行う。

概念の構造については、近年、精力的に構築が行われている概念辞書を参考にする。概念辞書とは、普通の辞書のように、ただ単語を羅列し意味を示したのではなく、単語の分類や用法、他の単語との関係が示されたものである。可視化の方法としては、最近発展の著しいVR(仮想現実感)を用いる。たとえば、概念辞書のひとつであるWordNet [2]には、約15万の概念が収録されている。その膨大な数の概念の全体像を把握するのは極めて難しい。しかしながら、かりにそれが3次的に構造化されたとすると、15万の概念が、一辺に60以下の概念が並ぶ立体のなかに収まることになる。そのようなサイズであると、視覚的に全体像を把握できると考えられる。さらに、単なる立体視だけでなく、3次元空間の中を自由に動き回ったりしながら観察(ウォークスルー)することで、人間が持つ直感的な3次元空間把握能力を生かした理解が可能となると期待される。

4. 研究成果

(1) みえないものにはどのような種類のものがあるか、下記のように整理した。その結果は、書籍①にて公表した。

①いわゆる「隠れている」ものである。たとえば、あるプラネタリウムが裸眼では視認できない程暗い星を映していたり、アップルコンピュータ社の創始者であるスティーブ・ジョブズが外からは確認できないケースの内側の配線の有りよう(美しさ)にまでこだわったといわれているようなことである。

②いわゆる「未顕在」のものである。たとえば、長期にわたり使用することで生じる風合いのようなものである。

③いわゆる「感性」に類するものである。

④いわゆる「仮想」に類するものである。「時間」や「虚数」などの抽象概念はみえない。また、自然法則に関する一部の物理量は、仮定のパラメータであるためにみえない。

⑤いわゆる「見えない」のものである。たとえば、「風」は見えない。

(2) 古典力学における「力」をどのように理解しているか把握するために、文献[3]で紹介されている課題(図1に示す)を学生に考えさせてみた。

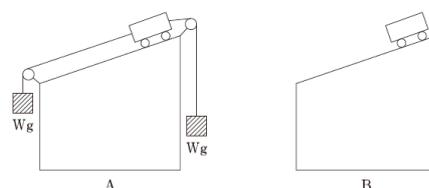


図1. 力に関する課題

この課題は、「AとBの二つの状態について、同じように動くか、それとも異なった動きをするか。また、異なるとすると、どちらが速く進むようになるか、理由とともに答えよ」というものである。

この課題について、大学院の講義で二度学生に解かせたが、ほぼ全員が間違えた。それは、感覚的に考えようとするからであった。双方におもりをつけてもそれらは相殺されるので、速さは変わらないのではないかと、思ったようである。ここで、力学の式をたてて解けば、Bの方が速いという結果が簡単に得られるはずである。この例から分かるように、力学の空間とは、現実世界とは全く無関係ではないが、現実世界だけを観察していても予想し難いことを一般的にしてかつ正確に予想するという点において、現実世界より広く本質的な世界であるといえよう。

(3)概念空間の可視化については、概念をVR空間のなかに投影して得られた空間(仮想的な概念空間とよぶ)のなかで、3つの概念の中心の概念を求めるという課題を行った。3つの概念の中心の概念とは、3つの概念から連想される概念のことである。たとえば、「植物」と「水」と「太陽」の中心となる概念としては、「光合成」「原始の地球」などが考えられる。このように、いくつかの概念の中心概念を求めるという課題は、複数の概念を合成して新たな概念を生成するというデザイン手法にもつながり、基本的な創造的思考の1つであると考えられる。本研究では、中心概念を求めるという課題について、仮想的な概念空間内で行う場合と、そうでなく一般的な空間内で行う場合を比較した。なお、仮想的な概念空間内で行う場合には、ヒントとして、3つの概念の幾何学的な中心位置を提示した。

本研究ではCave型のVR装置である神戸大学統合拠点に設置されている π -Caveを用いた。Cave型のVR装置の特徴は、スクリーンで利用者を取り囲むことにある。そのため、ヘッドマウントディスプレイのように視界がさえぎられることはなく、自分自身の身体を視野に入れながら身体的に動き回ることも出来る。さらに、コントローラを用いてスクリーン上の映像を操作することで、仮想的に動き回ることもできる。 π -Caveは正面、左右側面、床面のスクリーンで構成されている。スクリーンの大きさは、幅7.8m、高さ3.0m、奥行き3.0mである。

本研究では、概念辞書としてWordNet [2]を用いた。WordNetでは、それぞれの概念は、synsetとよばれる同義の単語や熟語ないし連語を集めたグループにまとめられている。synset同士の意味的な関係は上位ないし下位関係の階層を用いて構造化されている。上位から順に、概念、物理的実体、全体、人工物のようになっている。

概念辞書をネットワーク化するためのアルゴリズムにはFruchterman Reingol [4]を

用いた。これは、力学モデルに基づくネットワーク化の方法[5]に、さらに温度パラメータを追加し、ノードの変位の最大値を決めるものである。力学モデルに基づくネットワーク化では、概念間のリンクをフックの法則に従うばねとみなし、それぞれの概念をクーロンの法則に従う電化粒子とみなす。その力学的挙動をシミュレーションし、概念の位置が変化しなくなり安定な配置になるまで計算を繰り返す。Fruchterman Reingolでは、ネットワークの各ノードが、リンクの長さがほぼ等しくなり、お互いが出来るだけ交差せずに3次元空間に配置されるようになっている。ネットワークを可視化するためには、Pajek [6]を用いた。

仮想的な概念空間の作成に際しては、はじめに、WordNetにおいて、階層構造の最も上位から5階層目までの概念の一部を抽出した。抽出した概念は約5000語である。

実験は、3つの概念の中心の概念を求めるという課題について、仮想的な概念空間内で行う場合と、そうでなく一般的な空間内で行う場合の比較実験を行った。実験は、大学生3人を被験者として行った。

課題は、課題①として、「カエル」「列車」「水玉模様」の3つの概念を与えた。課題②として、「惑星」「音楽」「海の生き物」の3つの概念を与えた。これらの概念は、被験者にとって身近であって興味を持ちやすく、かつ、比較的連想しやすいと思われるものを選んだ。さらに、仮想的な概念空間において、3つの概念の幾何学的な中心およびその周辺に、意味のある概念が存在することを確認した。

実験手順を以下に示す。

第1ステップ:コントローラの操作説明を、仮想的な概念空間のなかで行った。その際にWordNetとはどのようなものであるかについての説明も行った。

第2ステップ:中心となる概念とはなにか、具体的に例を挙げて説明した。(たとえば、「犬」と「猫」から「ペット」や「四足歩行」などが連想されるなど、具体例を用いて、被験者がイメージできるようになるまで繰り返した)

第3ステップ:1つの課題について、仮想的な概念空間を投影しない状況で行わせた。5分間で中心となる概念を考えさせて、思いつく限り記入させた。

第4ステップ:第3ステップと同じ課題について、仮想的な概念空間を投影した状況で行わせた。10分間で中心となる概念を考えさせて、思いつく限り記入させた。

第5ステップ:残りの課題について第3ステップと同様に行った。

第6ステップ:第5ステップと同じ課題について、第4ステップと同様に行った。

第7ステップ:以下のアンケート項目に対して5段階(1.まったくそう思わない、2.そう思わない、3.どちらでもない、4.そう思

う、5. 非常にそう思う) で評価させた。
 <問1> 仮想空間の探索では、覗き込んだり、回りこんでみたりなど、自身の身体感覚と違和感なく探索できましたか？
 <問2> 仮想的な空間内を自由に動き回ることが3つの単語から連想される単語を考える際に役に立ちましたか？
 <問3> 幾何学的中心の位置が、3つの単語から連想される単語を考える際に役に立ちましたか？
 <問4> 仮想空間内の知識の構造に違和感ありましたか？

なお、実験においては、「概念」という用語は分かりにくくので、「単語」という用語を用いた。

アンケートの結果を図2に示す。

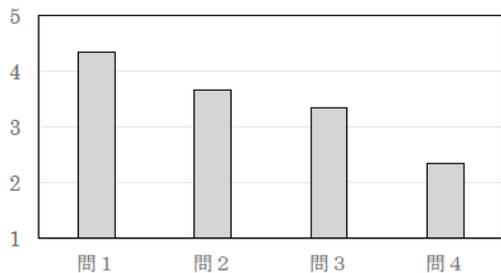


図2. アンケート結果

問1については、その回答の平均値(4.33)および被験者全員の回答が4以上であったことから、被験者自身の身体感覚と違和感なく仮想的な概念空間内を探索していたと考えられる。実験中の被験者の様子からも、身を乗り出したり、回りこんでいたり、する行為が見受けられた。またその場でしゃがみこんでいたり、覗き込むようなこともあった。問2については、その回答の平均値(3.66)から、仮想的な概念空間内をウォークスルーすることが3つの概念の中心概念を連想するのに役に立ったといえる。問3については、その回答の平均値は、3.33であった。被験者を観測した様子から、初めは幾何学的な中心位置を確認するものの、その後はその周辺の概念に注意が広がったようであった。問4については平均値が2.33であった。被験者にとって、このような概念構造に接するのは初めての経験であったにもかかわらず、その構造に特に違和感はなかったようである。これはWorldNetそのものが、我々の日常感覚を基に構築されたためであると考えられる。

実験の結果からは、被験者が、自身の身体感覚と違和感なく仮想的な概念空間内を探索したこと、及び、仮想的な概念空間内をウォークスルーする前と後でまったく異なる中心概念が連想されたというデータが得られた。これらの結果から、可視化された概念空間の中に入り込んで概念を視覚的にたどることで、創造的思考を支援できる可能性が示唆された。

以上に述べたように、本研究では、デザインにおけるみえないものの本質を探ってきたが、論考や実験を重ねるなかで、広い意味での抽象を操る(つくって、操作する)ことにその本質があるのではないだろうかという考えに至った。その内容は、書籍①にて公表したが、その概要を以下に示す。

「広い意味」というのは、いわゆる「捨象」としての抽象に加えて、「抽象画」における抽象や、力学の「力」のような抽象も含めるからである。「捨象」としての抽象は、ある性質を可視化する捨象のことである。たとえば、実際の顔の特徴を描いた似顔絵がこれに該当する。抽象画における抽象は、心象や意識に関わるみえない概念を取扱うものであるということができよう。その意味においては、「ことば」の役割も重要である。たとえば、「みらい」は、ことばでしか表現できない極めて抽象度の高い概念である。こうした抽象は、デザインの本質である「デザインとは未来を考えることである」という命題に正面から向き合うことを可能にする。

一方で、力学における「力」は、実在しないであろう(もちろん、みえない)仮定のパラメータといってよい。力などがつくる数学的な抽象の世界は、一般性や説明力が高いという点において本質的なものである。そのうえ、制御工学や流体工学などでは、物理現象を予測するための基礎知識として実際に活用される。

このように、デザインにおけるみえないものとは、「抽象」という切り口から捉えることができ、それを上手に操ることが、創造的デザインにつながるという結論に至った。

<引用文献>

- ① Toshiharu Taura, Yukari Nagai and Georgi V. Georgiev, Editorial, Int. J. of Design Creativity and Innovation, Vol.2, Issue 4, 2014, pp.183-185
- ② WordNet, <https://wordnet.princeton.edu/>
- ③ 佐伯胖, 子どもと教育「わかる」ということの意味, 岩波書店, 1995
- ④ Fruchterman-Reingold, <https://www.slideshare.net/mfumi/fruchterman-reingold>
- ⑤ Giuseppe Di Battista, Graph Drawing - Algorithms for the Visualization of Graphs, Prentice Hall
- ⑥ Pajek <http://mrvar.fdv.uni-lj.si/pajek/>

5. 主な発表論文等

[雑誌論文] (計2件)

- ① Toshiharu Taura and Yukari Nagai, Creativity in Innovation Design: the

roles of intuition, synthesis, and hypothesis, Int. J. of Design Creativity and Innovation, 査読有, Vol.5, Issues3-4, 2017, pp.131-148

- ②田浦俊春, 現代デザイン思考-技術と意味の時代の創造性-, 横幹, 査読有, Vol.10, No.1, 2016, pp.5-13

[学会発表] (計6件)

- ①Kaori Yamada, Katsuhiko Kishimoto and Toshiharu Taura, CREATIVE DESIGN THINKING BY WALKING THROUGH VIRTUAL CONCEPT SPACE, 5th International Conference on Design Creativity, 2018
- ②Shouki Fujii, Kaori Yamada and Toshiharu Taura, INFERENCE OF LATENT FUNCTIONS IN VIRTUAL FIELD, 4th International Conference on Design Creativity, 2016

[図書] (計1件)

- ①田浦俊春, 勁草書房, 質的イノベーション時代の思考力, 2018, 170

6. 研究組織

(1) 研究代表者

田浦 俊春 (TAURA, Toshiharu)
神戸大学・大学院工学研究科・教授
研究者番号: 00251497