

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 5 月 18 日現在

機関番号：13901

研究種目：基盤研究(B)

研究期間：2011～2014

課題番号：23300317

研究課題名(和文)科学画像の適切な使用に向けての基礎的・総合的研究

研究課題名(英文)Basic studies aiming at proper use of scientific visual images

研究代表者

戸田山 和久 (Todayama, Kazuhisa)

名古屋大学・情報科学研究科・教授

研究者番号：90217513

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 14,000,000円

研究成果の概要(和文)：本研究で我々は次を明らかにした。
 科学内部での科学画像の使用実態・効用・限界。その成果を、科学哲学の伝統的問題である科学的实在論に適用した。
 科学コミュニケーション場面での画像の使用について、その実態と問題点。とくに、科学コミュニケーションの場として美術館が果たしうる潜在的意義。画像のよりよい使用のための心理的・認識論的条件。とくに、インフルエンザ感染時に細胞内でどのような遺伝子が活性化するかを時系列的に示すためのscientific visualization手法を、全く別領域のビッグデータに適用し、これまでの心理学的分析手法では気づくことのできなかつた発見がもたらされるかを検討した。

研究成果の概要(英文)：(1) We clarified how pictorial images are used in scientists' practice and what are the functions and limits of them. And then, we applied the findings to a traditional problem of philosophy of science.
 (2) We clarified how pictorial images are used in scientific communication and what are the functions and limits of them. Then, we found that art museums have potentiality as a means of scientific communication.
 (3) We clarified the psychological and epistemological conditions for the better use of pictorial images both in and outside of scientific communities. Especially, we tried to apply a method of scientific visualization that was originally developed to study cytological responses of flu-infected cells to a big data taken from a totally different area (social psychology) and see whether it is effective as a heuristics to bring about new findings which cannot be noticed by traditional psychological analyses.

研究分野：科学哲学・科学技術社会論

キーワード：科学技術社会論 科学哲学 科学画像 scientific visualization 科学コミュニケーション 科学リテラシー 発見法 認識論

1. 研究開始当初の背景

科学者同士のコミュニケーションにおいても、科学者と市民とのコミュニケーションにおいても、図、グラフ、地図、写真、絵、動画がふんだんに使われている。本研究ではこれらを「科学画像」と総称する。科学画像は古くから使用されてきたが、現代においては、むしろ言語によるコミュニケーションを凌駕する勢いで、科学画像コミュニケーションは量的にも質的にも進展している。

科学内部に目を向けるならば、画像はたんにコミュニケーションの手段にとどまらない。発見や推論の道具でもある。古くはウェゲナーが地図上の大陸の形から大陸移動説を発想した。画像は認識論的機能を果たしているのである(これを画像の科学内使用と呼ぶ)。近年では計算機の進歩により、画像の持つ発見的機能は飛躍的に増大した。カオス力学系研究が好例である。完全に思い描くことが難しかった複雑な力学系の振る舞いが、計算機の進歩により簡単に視覚化でき、自在にパラメータの空間を探索することができるようになった。それがなければカオス力学系の研究は進展しなかったのではないかと思われる。だとするならば、科学画像の認識論的機能を改善することは、科学研究の一層の発展のために非常に重要な課題となる。

一方、科学と市民とのコミュニケーションの場面でも、画像は重要な役割を果たしている(これを画像の科学外使用と呼ぼう)。TV番組はもちろんのこと、科学記事や一般向け科学書には科学画像が多用される。ここには2つの問題が潜在している。もちろん科学画像は「わかりやすく」科学的内容を伝えるために用いられるのだが、わかりやすさはしばしば正確さを犠牲にする。第二に、科学画像はそれがどのようにして作成されたかの知識を欠く受け手の判断を歪める可能性がある。したがって、科学画像によるコミュニケーションの質を改善することは、科学と社会の良好な関係を構築する上でも喫緊の課題である。

2. 研究の目的

画像は、科学者と非科学者のコミュニケーション手段としても、科学内部での発見・推論の手段としても重要な役割を果たしている。本研究では、次を実施する。

科学内部での科学画像の使用実態・効用・限界を明らかにする。

科学コミュニケーション場面での画像の使用について、その実態と問題点を明らかにする。

以上の成果を踏まえて、画像の科学内・科学外使用のそれぞれについて「よりよい使用」のための条件を、心理学的・認識論的に明らかにする。さらに、

その成果を踏まえて、科学画像の改善と市民の科学画像リテラシー向上策についての

提言をまとめ、実践者が利用しやすい形態で社会に情報発信する。これにより、科学画像が科学内外でより適正に使用され、研究と科学コミュニケーションの健全化に資することが目的である。

3. 研究の方法

期間内に全課題を能率良く完遂するために、研究を以下の5つのサブ・プロジェクトに分割して行う。各メンバーはそれぞれの専門性に応じてグループを組み、そのグループが各サブ・プロジェクトの実施に責任を持つが、各サブ・プロジェクトは全員の協力の下で実施される。また、それぞれのフェーズで、適宜グループは組み替えられる。

【サブ・プロジェクト1】: 科学画像をめぐる研究の現状把握と整理

【サブ・プロジェクト2】: 科学画像の科学外使用の現状把握

【サブ・プロジェクト3】: 科学画像の科学内使用の現状把握

【サブ・プロジェクト4】: 科学画像の科学内外での使用をめぐる心理学的・認識論的理論構築

【サブ・プロジェクト5】: 科学画像の改善と市民の科学画像リテラシー向上策についての提言

本研究の参加研究者は東京と名古屋に分散しているため、通常はインターネット等を用いて情報交換や議論を行うが、年に数回、研究会・研究打ち合わせを開いて、直接の議論と研究全体の進捗状況を確認しあう。研究の統括は戸田山が行う。

4. 研究成果

本研究で我々は次を明らかにした。

科学内部での科学画像の使用実態・効用・限界。その成果を、科学哲学の伝統的問題である科学的实在論論争に適用した。科学的实在論論争と呼ばれる論争は、これまで、科学表象の典型を文に求め、科学理論を公理系としてとらえるアプローチにより取り込まれてきた。これを、科学の表象を従来のように言語的表象に限局するのではなく、図的表象をも含むように拡張し、科学理論を、文、図、グラフといった多様な表象戦略により部分的・不完全に表象されるものと捉えることによって、論争のあり方自体が大きく変化し、实在論者と反实在論者のそれぞれの直観を活かしつつ調停する道が開かれることが分かった。

科学コミュニケーション場面での画像の使用について、その実態と問題点。とくに、科学コミュニケーションの場として美術館が果たしうる潜在的意義。

画像のよりよい使用のための心理的・認識論的条件。とくに、インフルエンザ感染時に細胞内でどのような遺伝子が活性化するかを時系列データを可視化するための scientific visualization 手法を、全く別領

域のビッグデータ（職場内でのコミュニケーションパターンについてのライフログ）に適用し、これまでの心理学的分析手法では気づくことのできなかつた発見がもたらされるかを検討した。ビジュアライズされたデータを見ながら討論することによって、職場内コミュニケーションのいわばハブになる人物を浮かび上がらせることができることが判明した。

5. 主な発表論文等

（研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線）

〔雑誌論文〕(計 18 件)

Kazuhisa Todayama, What is experimental philosophy of mathematics?, *Annals of the Japan Association for Philosophy of Science*, 査読有, vol.23, 2015, pp.53-58

Tomohiro Suzuki & Yasuhiro Suzuki, Modeling and Evaluation the Process of Creating Paintings with Evolution Computing, *Artificial Life*, 査読有, vol.14, 2014, pp.572-579

Megumi Sakai & Yasuhiro Suzuki, Evolution of Chemical Signals in Ecological System Evoked by the "Cry-Wolf" Plants, *Artificial Life*, 査読有, vol.14, 2014, pp.983-986

T Hashimoto & Kaori Karasawa, Science, so close and yet so far away: How people view science, science subjects and scientists, *Recent Advances in Natural Computing*, 査読無, 2014, pp.57-67

小佐野重利、イメージ/絵画は「心」の交換の場、『人文知Ⅰ 心と言葉の迷宮』、査読無、2014、pp.165-186

小佐野重利、美術史研究から科学画像と科学画像リテラシーを考える、『文化交流研究』、査読無、vol.28、2015、pp.51-69

Kazuhisa Todayama & Kaori Karasawa, How radiation and its effect were explained?: Science communication after Fukushima Daiichi nuclear disaster, *International Journal of Knowledge and Web Intelligence*, 査読有, vol.4, 2014, pp.336-348

Fuminori Akiba & Yasuhiro Suzuki, Toward another possible visualization of massaging: the first short step from Klee to scientific visualization, *Mathematics for Industry*, 査読有, vol.9, 2014, pp.87-98

Kaori Karasawa & Kazuhisa Todayama, The social aspects of science communication in the books for general audience after Fukushima Daiichi nuclear disaster, *Journal of Human Environmental Studies*, 査読有, vol.11, 2013, pp.117-123

Fuminori Akiba, How to see quasi-scientific objects in art museum, *Frontiers in Artificial Intelligence and Applications*, 査読有, vol.254, 2013, pp.138-147

Fuminori Akiba & Yasuhiro Suzuki, Computational Aesthetics of tactile sense and its significance for philosophical aesthetics, *Proceedings of 22nd Biennial Congress of the International Association of Empirical Aesthetics*, 査読有, vol.22, 2012, pp.558-561

Fuminori Akiba, Can pictures be a candidate knowledge media?, *Intelligent Interactive Multimedia*, 査読有, vol.14, 2012, pp.97-105

〔学会発表〕(計 18 件)

Yasuhiro Suzuki, Artificial Chemistry, Observation through simulations, *Workshop on self-organization in swarm of robots*, 2014.7.1, 九州大学(福岡市)

鈴木康博, 感覚言語としての触譜, 感覚センシング応用ロードマップ技術分科会, 2014.10.9, 電子情報技術産業協会(東京都)

秋庭史典, 画像と科学教育-美学の立場から, *Jsise 東海支部研究会*, 2013.6.6, 名城大学(名古屋市)

Fuminori Akiba, Tactile score: What kind of prescription is it?, *8th International Workshop on Natural Computing*, 2014.3.18, 広島YMCA(広島市)

秋庭史典, 触譜とメディアアート, 人工知能学会合同研究会, 2013.10.24, 慶應義塾大学日吉校舎(横浜市)

Yasuhiro Suzuki, How to share the tactile sense?, *KES/IDT 2013*, 2013.6.28, Sesimbra (Portugal)

Kazuhisa Todayama, Models and metaphors in science, *Taiwan-Japan Workshop on Computational Aesthetics*, 2013.10.7, 国立台湾師範大学(台北市)

Takaaki Hashimoto & Kaori Karasawa, People's images toward science and

technology: review of empirical findings,
*7th International Workshop on Natural
Computing*, 2013.3.22, 東京大学 (東京都)

Kazuhisa Todayama, How to launch the
"science of science", *First Conference on
Contemporary Philosophy in East Asia*,
2012.8.8, Academia Sinica (台北市)

〔図書〕(計6件)

戸田山和久、名古屋大学出版会、『科学的実
在論を擁護する』、2015、328頁

戸田山和久、筑摩書房、『哲学入門』、2014、
448頁

Yasuhiro Suzuki & Reiko Suzuki, Springer
Verlag, *Tactile Score*, 2013, 41pages

唐沢かおり・戸田山和久・山口裕幸・出口康
夫、東京大学出版会、『心と社会を科学する』、
2012、221頁

6. 研究組織

(1)研究代表者

戸田山和久 (TODAYAMA, Kazuhisa)
名古屋大学・情報科学研究科・教授
研究者番号: 90217513

(2)研究分担者

唐沢かおり (KARASAWA, Kaori)
東京大学・人文社会系研究科・教授
研究者番号: 50249348

小佐野重利 (OSANO, Shigetoshi)
東京大学・人文社会系研究科・教授
研究者番号: 70177210

鈴木泰博 (SUZUKI, Yasuhiro)
名古屋大学・情報科学研究科・准教授
研究者番号: 50292983

秋庭史典 (AKIBA, Fumitoshi)
名古屋大学・情報科学研究科・准教授
研究者番号: 80252401