

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 6 月 1 日現在

機関番号：11301

研究種目：研究活動スタート支援

研究期間：2015～2016

課題番号：15H06011

研究課題名(和文) 科学論文における視覚表象の変化の分析

研究課題名(英文) Change in Visual Representations in a Life Sciences Journal

研究代表者

有賀 雅奈 (ARIGA, Kana)

東北大学・研究推進本部・特任助教

研究者番号：40756623

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 1,800,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、ジャーナル『Cell』の創刊(1974年)以来の総説と記事の図を対象にボトムアップに図の分類枠を構築し、図の経年変化と傾向を分析した。大分類としては、(1)データとしての図、(2)説明のための図、(3)それらの融合という三つのカテゴリーに分かれ、経年変化をみると特にデータとしての図の増加が顕著であった。図は実験技術・表現技術とメディアの進歩に従って種類や表現方法が多様化していると考えられ、科学の議論の拡大や技術の発展を生み出す原動力になっていると考えられた。

研究成果の概要(英文)：Visual representation in science has been frequently discussed in recent decades. However, little is known about the types of visual representations actually used in science as a whole. To clarify trends in scientific visual representation practices, the author constructed a new classification system for figures in a scientific journal and analyzed how such figures have changed since the 1970s. The author focused on one international journal in life sciences, Cell. Thousands of figures from articles in Cell were sampled, grouped into categories using a bottom-up method. The author then constructed a new hierarchical classification system. The three highest-order categories found were 1) figures as data, 2) figures as explanation, and 3) the hybrid of them. Figures diversified based on media shifts and improvement in research technology. It is suggested that the shift of visual media in scientific practice may have changed the style of argument used to present scientific knowledge.

研究分野：科学論

キーワード：視覚表象論 データの視覚化 グラフ サイエнтиフィック・イラストレーション

1. 研究開始当初の背景

現代の科学論文の図の制作と利用は、PCの普及により変化している。特に、写真や3DCG、イメージング画像などのデータと、概念図などのサイエンティフィック・イラストレーション(SI)が同一画面・ソフト上で制作・処理できるようになったことで、本来データであった写真がSIの一部として「絵」のように使われたり、概念図と写真が複雑に組み合わせられたりするなど、絵とデータの互換性が増している。このことは、ウェブ公開される論文誌が増え、グラフィカル・アブストラクト(論文を要約した図版)が登場したことにより、加速しているように見える(図1)。また、芸術性を重視した図、あるいは動画も増加した。これらの図はSI、写真、グラフといった古典的な分類法では捉えられない。

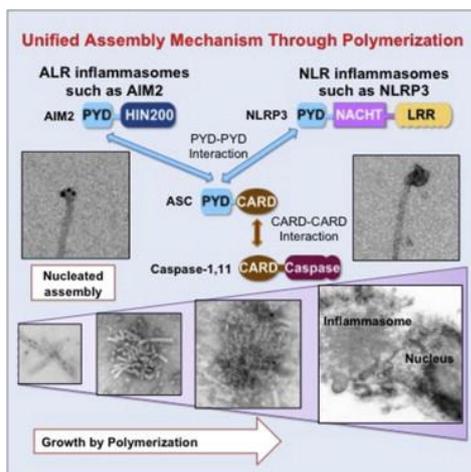


図1 グラフィカル・アブストラクトにおけるデータと概念図の融合例
Lu, A. et al. (2014) Unified Polymerization Mechanism for the Assembly of ASC-Dependent Inflammasomes. *Cell*, 156(6), 1193-1206.より引用

このような融合と多様化は、単順にメディアの変化という技術的な問題のみを意味するのではない。証拠としてのデータと知識の表現であるSIの境界が一部で曖昧になりつつあることを示唆しており、科学の思考のスタイルや、議論のあり方にも変化をもたらしている可能性がある。

上記のような融合的な表象実践を理解するには、ある分野の視覚表象の全体的な傾向を掴み、変化の道のりを明らかにする必要がある。しかし、これまでの研究は理論的あるいはエスノグラフィックな分析が多く、視覚表象全体を分析する研究は少ない。申請者は、科学的議論の中心にある学術雑誌に注目し、マクロな視点から図の分類枠を構築し、それらの変化と背景を示したいと考えた。

2. 研究の目的

現代科学の図の多様性と特徴、そしてその背景にある技術の変化を明らかにするため、本研究では特定の国際学術雑誌に掲載される

図の新たな分類枠を構築し、それがいつ現れ、どう変化したのか経年変化を示すことを目的とした。具体的には1974年創刊の『Cell』の図をもとに分類枠を構築し、創刊以降の図の変化を図示して動向を分析する。この研究により科学の図の現在の動向を明らかにし、図の変化と背景にある実験技術の発展、科学者の実践との関係の解明に貢献することを旨とする。

3. 研究の方法

本研究では生命科学分野で最も知名度の高いジャーナルの一つである『Cell』を分析対象とし、創刊(1974年)以来の総説と記事の図の分類枠を構築したうえで、経年変化を分析した。

まずはジャーナル『CELL』について、エルゼビア社、セルプレス社に許可を得た上で、全記事を収集すると同時に、全巻の記事の著者名やタイトル、頁数、分類などを整理したデータベースを作成した。次に、10年おきに20のオリジナルリサーチの記事を抽出し、その中のfigureを取り出した。一枚のfigureの中には複数のグラフや絵などが含まれる場合があったため、一枚のグラフィックを、「Figureの中にあり、一本の線で囲むことができ、その線の内側で独立して意味を成すことができる視覚的な表現」と定義した。そのうえで、約2000あるグラフィックをMyers(1990)の分類に従って大まかに分類した。その後、分類ごとにグラフィックを印刷してKJ法の方法論を用いてグルーピングし、ボトムアップにカテゴリーを作成した。そして、Myers(1990)の分類を解除した上で、改めてカテゴリーを上位グループに分類し、階層的なグルーピングを行った。これによりグラフィックの分類枠を構築した。

その後、構築したグラフィックの分類枠をもとに、改めて5年おきに20記事を抽出し、約5800のグラフィックを対象に分類を行った。分類の過程では分析枠を何度かブラッシュアップし、グラフィックの分類枠を確立した。分類が終了すると、グラフィックの分類ごとにおいて、出現時期や経年変化、各分類の特徴や慣習を分析した。

4. 研究成果

分類枠の構築の結果としては、上位カテゴリーとして1)データとしてのグラフィック、2)説明としてのグラフィック、3)ハイブリットのグラフィックに分けられた。1)は数字やコードなどのデータを表現したものであり、そのデザインは機械や表現の監修に依存しているものである。これには、機械的復元(Mechanical Reproduction)、バンド/プロットティングイメージ、機械的なデータビジュアライゼーションなどの7種類に分けられた。2)は構造や理論、モデル、手順などを説明する図で、ある程度の表現の慣習はあるものの、

それぞれの科学者によって比較的に自由にデザインされていた。これは構造図、関係図、それらのハイブリッド、その他の4種類に分けられた。3)は1)と2)が融合するグラフィックであった(図2参照)。

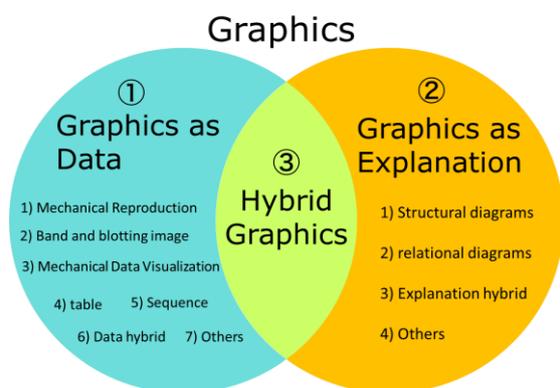


図2 グラフィックの分類

また、グラフィックの大きな動向としては、ページごとのグラフィックの数は1974年と比較し、2009年には6倍に増加していた(図3)。またカラー画像は1990年代以降に急激に増え、現在ではグレースケールよりも数が多いことが明らかになった(図4)。



図3 ページごとのグラフィックの数の変化

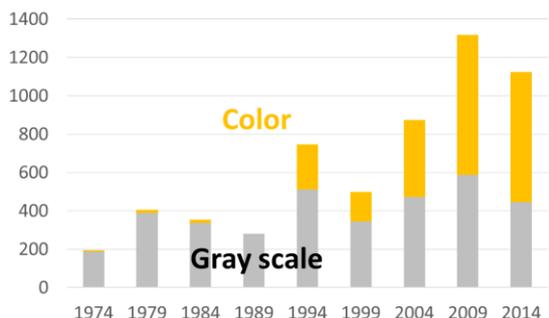


図4 グラフィックの色の变化

また、分類ごとの変化として、1)データとしてのグラフィックが劇的に増加していることが明らかになった。1974年には182のみだったのが、2009年には1207まで増加してい

た(図5)。蛍光顕微鏡の普及や、数値で得られるタイプの実験技術の増加とともに表現のタイプも増加・多様化していると考えられた。2)説明としてのグラフィックについては、1)データとしてのグラフィックと比べると数は少ないものの、1974年が12だったのに対し、2014年は58まで増加していた。内容としては構造図から説明図に変化しており、そこには科学的な議論の対象の変化と作画ソフトウェアの普及が影響していると考えられた。

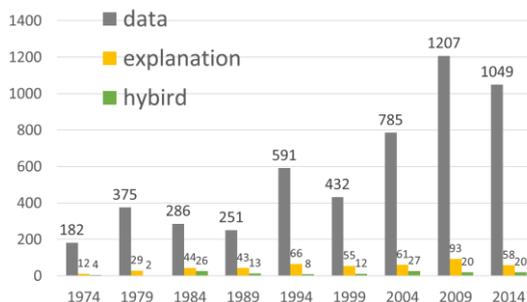


図5 分類ごとの経年変化

グラフィックの解像度や色などの高精度化や表現方法の多様化・簡易化は、科学者が読み取れるデータの幅を拡大していると考えられる。例えば70年代のグレースケール中心の印刷では、現在の赤と緑と黒の非常に詳細なヒートマップのデータは表現しにくく、判別もしにくい。つまり、グラフィックの精度自体が、科学の議論の仕方に影響を及ぼしていると考えられる。また、マイクロアレイや、ビッグデータを扱う実験技術など、一部の実験技術は視覚化技術の多様化・拡大を前提に発展していると考えられた。90年代以降このような実験技術が発展し、図の種類に多様化をもたらしていたと考えられる。新しい技術によるフルカラーで美しいグラフィックはそれだけで論文のインパクトを強めている可能性もある。グレースケール中心の地味な紙面に、初めてフルカラーの3DCGの分子立体構造が現れたとき、当時の研究者の目を引いたということは容易に想像がつく。このように、グラフィックの変化は、科学の議論の拡大と実験技術の発展を生み出す原動力となっており、これを分析することは科学者のデータの認識とも関わる重要領域であると考えられた。

これまでの科学論の視覚表象論の多くは質的、理論的、歴史的な研究であったのに対し本研究では現在利用されている図から新たな分類枠を帰納的に構築する点が特徴的である。また、量的・実証的研究は盲点となっており、この分野の中で他にはない結果を得ることができた。本研究で構築された分類枠は、科学実践の理解を深めるだけでなく、図

の研究倫理やデザインの議論においても有用である。特に、小保方氏の不正問題以降、画像の加工についての議論が盛んになっている。そもそもある分野でどんな図が頻繁に利用され、どんな特徴や慣習があるのか理解することは、図の適切な作成・利用という研究倫理を議論する際に重要である。また、現代の科学者は PC を用いて様々な図を作ることが求められる一方で、制作をサポートするデザイン教育は十分でない。科学者向けのポスターやスライドデザインについてはデザインの研究が始まっているものの、図は分野ごとの利用に関する理解が乏しく、進んでいない。本研究の成果は、科学の図に最適なデザインの方法論を考え、教育する際にも有用と考えられる。

<参考文献>

Myers, G. (1990) "Every picture tells a story: Illustrations in E. O. Wilson's Sociobiology" In Lynch M, Woolgar S (eds) *Representation in Scientific Practice*. Cambridge, MA: MIT Press, 231-265.

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 0 件)

[学会発表] (計 2 件)

① Kana ARIGA, Change in Figures in Life Sciences Since the 1970s, the 2016 History of Science Society Annual Meeting, November 5, 2016, Georgia(USA).

② 有賀暢迪・大西勇喜謙・下嶋篤・有賀雅奈・田中覚, 現代科学における視覚表象の認識論に向けて、応用哲学会第八回年次研究大会、2016年5月18日、慶応大学三田キャンパス(東京都・港区)

[図書] (計 0 件)

[産業財産権]

○出願状況 (計 0 件)

名称:

発明者:

権利者:

種類:

番号:

出願年月日:平成 年 月 日

国内外の別:

○取得状況 (計 0 件)

名称:

発明者:

権利者:

種類:

番号:

出願年月日:平成 年 月 日

取得年月日:平成 年 月 日

国内外の別:

[その他]

ウェブサイト『雅楽堂』

<http://www.kana-science.sakura.ne.jp/index.html>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

有賀 雅奈 (ARIGA, Kana)

東北大学研究推進本部・特任助教

研究者番号: 40756623

(2) 研究分担者

()

研究者番号:

(3) 連携研究者

()

研究者番号: