

Title	科学実践におけるメカニズム概念：使用と意味の分析
Author(s)	菅原, 裕輝
Citation	大阪大学, 2022, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/87806">https://hdl.handle.net/11094/87806</a>
rights	
Note	やむを得ない事由があると学位審査研究科が承認したため、全文に代えてその内容の要約を公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉</a> 大阪大学の博士論文について <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">〈/a〉</a> をご参照ください。

***Osaka University Knowledge Archive : OUKA***

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

## 論文内容の要旨

氏名 (菅原 裕輝)

論文題名

科学実践におけるメカニズム概念：使用と意味の分析

## 論文内容の要旨

## 導入 (第1章)

## 目的 (1.1節)

本研究の主要な目的は、近年の科学哲学において分析対象となっている「メカニズム」という概念が、科学実践のなかでどのように使用されどのような意味を持つかを大規模コーパスや実際の研究計画書、論文、教科書のテキストデータを基にして明らかにすることである (第2章～第5章)。

## 方法論的背景 (1.2節)

Machery (2016) は、従来の科学哲学の方法を「事例研究メソッド」という枠組みで整理したうえで、事例研究メソッドについて、事例についての詳細な理解に基づく点で良い方法ではあるが、事例研究メソッドが、(i) 科学間の違いを捉えられない点と、(ii) 事例選択の際にバイアスに曝される点といった問題を抱えていると指摘している。そのうえでMachery (2016) は、「実験科学哲学」(experimental philosophy of science) によって事例研究メソッドの問題が解決へ導かれるといった方向で議論を進めていく。本研究において行う「実験科学哲学」においては、科学あるいは科学哲学において重要視されてきた事例を優先的に分析対象として扱う形ではなく、例えば科学者や一般市民が実際にどのような言語使用をしているかに関するデータとして、実際に使用されたテキストを用いるという手続きを採った。具体的には、大規模コーパスや多様な科学実践 (研究計画書・論文・教科書) から特定の言語使用に関するデータを抽出した。科学者と一般市民がどのような言語使用をしているかに関するデータを、単一分野に限定しない形 (神経科学分野という学際分野を対象とする形) で収集し分析を行うことにより、事例研究メソッドが抱える二つの問題点を可能な限り回避することを試みた。

## メカニズム概念に関する科学哲学研究に関する背景 (1.3節)

メカニズム概念に関する科学哲学研究を概観すると、(i) メカニズム概念をめぐる哲学研究がメカニズム概念の定義について合意がないという問題や、(ii) メカニズム概念がどの事例まで適応可能かが分かっていないという問題がある。本研究では先行研究が抱えるこうした問題に対して、実際の科学実践における言語使用を基にしてメカニズムという語が多様な形で使用されることを記述するという観点から、問題を捉え直すことが有効であると考えた。

## 分析方法 (1.4節)

本研究では、「メカニズム」という語の使用の分析にあたって、大規模コーパスや、実際の研究計画書・論文・教科書のテキストをデータセットとしている。収集したテキストデータを分析する際 (とりわけ、多様な科学実践におけるメカニズム概念の使用の記述と意味の分析) には、コーパス言語学において近年開発されてきている方法論である「振る舞いプロフィール」(behavioral profile) という方法を採用した (Gries and Otani 2010, pp.326-328)。語の振る舞いを捉えるために多様な言語的側面を記述しデータセットに組み込んだうえで、R Core Team 2019を用いたクラスター分析を行った。本研究では、Gries and Otani (2010) と同様に、振る舞いプロフィールの特定を行う一連の研究を相互に比較可能にするうえで、個体間の距離の計算方法にキャンベラ距離 (canberra)、クラスター間の距離の計算方法にウォード法 (ward) を用いてクラスタリングを行った。クラスタリングの後には、クラスタリングを基にした実際のテキストに対する質的な分析を行った。質的な分析の際には、データから立ち上がってくる内容についてボトムアップ的に分析していくが、科学実践におけるメカニズム概念の意味を分析する際には、

認知言語学の理論枠組みを参照しながら分析を行った。以上に示した形で、本研究では、コーパス言語学において近年発展してきている量的な分析と、伝統的な認知言語学の理論・方法を組み合わせる形で、「メカニズム」という語の多様な使用を記述し、多様な意味を分析した。最後には、メカニズム概念の使用の記述と意味の分析が、科学哲学研究とどのように対応するかについても検討を行った。

### 大規模コーパスにおけるメカニズム概念の使用と意味（第2章）

第2章では、大規模コーパスを活用し、「メカニズム」という語の全体的特徴の記述を行った。本研究ではBritish National Corpus (BNC) のなかから「メカニズム」を目的語とする動詞が含まれる文章をすべて抽出し、そのすべての文章 (1,270件) に対して内容の確認を行い、動詞を抽出し、実際の文章と対照させながらメカニズム概念の特徴を記述した。動詞とジャンルに着目した「メカニズム」の分類を通して、第2章の大規模コーパスを用いた分析を通して、メカニズムを目的語とする動詞を (i) 記述型 (provide) , (ii) 探求型 (investigateなど) , (iii) 関与型 (useなど) , (iv) 発見・理解型 (find / understandなど) の4つに分類し、(i) 記述型が使用の中心となり、(ii) 探求型、(iii) 関与型、(iv) 発見・理解型はその周辺を形成することを示した。

### 神経科学分野の研究計画書におけるメカニズム概念の使用と意味（第3章）

第3章では、Stanford UniversityのWu Tsai Neurosciences Instituteにおいて助成された研究の計画のなかで「メカニズム」という語がどのように使用されているかを分析した。本研究では研究計画書の作成を科学実践の一部と捉え、研究開始過程に書かれる研究計画に焦点を当てた。分析を通して、研究計画書が、研究の内容を筋道立てて伝える文脈である「物語型クラスター」と、研究の内容を簡潔かつ魅力的に伝える文脈である「パッケージ型クラスター」から構成されることが観察された。さらに、研究計画書の物語クラスターにおいては、科学者が探求をしようとする姿勢を観察することができた。その際、メカニズムが主題となり志向性を持つというより、科学者が動作主となり志向性を持つ傾向があることも観察された。本研究では、第2章で記述された「探求型」が、科学者がメカニズムを探求しようとしている点で、研究計画書における科学者の姿勢と対応していると捉え、研究計画における科学者の姿勢を実際のテキストの内容を踏まえ「探求スタンス」と呼ぶこととした。

### 神経科学分野の論文におけるメカニズム概念の使用と意味（第4章）

第4章では、二重視覚システム仮説をめぐるどのような議論がなされているかを記述・分析したうえで、分析対象とする文献を特定し、それらの文献のなかで「メカニズム」という語がどのように使用されているかを分析し、分析を基に科学者のスタンスを記述した。分析を通して、神経科学分野の論文において、科学者がメカニズムの機能を記述したり、その機能について解釈を与えたり説明を与えたり提案を行ったりする実践からなる「議論クラスター」が観察された。論文の議論クラスターにおいては、科学者がメカニズムの機能を説明しようとする姿勢を観察することができた。その際、メカニズムが道具となり、科学研究の対象を結び付ける役割を果たす傾向があることも観察された。本研究では、第4章で記述された「関与型」が、科学者がメカニズムを道具として用いるという形で関わりを持つ点で、論文における科学者の姿勢と対応していると捉え、論文における科学者の姿勢を実際のテキストの内容も踏まえて「関与スタンス」と呼ぶこととした。

### 神経科学分野の教科書におけるメカニズム概念の使用と意味（第5章）

第5章では、事実が構築されていく過程である教科書に着目し、認知神経科学の教科書のなかで「メカニズム」という語がどのように使用されており、科学実践のなかでどのような意味をもつかを分析した。分析を通して、“explain”, “consider”, “understand”といった動詞を用い、既存の知識や研究と「メカニズム」を結び付けながら、説明をしようとしている実践からなる「説明クラスター」が観察された。説明クラスターにおける言語実践において、メカニズムが主題となり志向性を持つことや、メカニズムが道具となることが観察された。本研究では、第2章で記述された「発見・理解型」が、科学者がメカニズムを説明しようとしている点で、教科書における科学者の姿勢と対応していると捉え、教科書における科学者の姿勢を「説明スタンス」と呼ぶことにした。

### メカニズム概念の多様な使用と多様な意味（第6章）

第6章では、神経科学分野の研究計画書・論文・教科書におけるメカニズム概念の使用の記述と意味の分析に関する内容を、大規模コーパスにおけるメカニズム概念の使用の記述内容も踏まえて比較検討し、メカニズム概念を巡る哲学研究への含意を検討した。

研究計画書・論文・教科書を巡る科学実践におけるメカニズム概念の使用と意味を比較すると、例えば動詞については、研究計画書においては探求と関わる動詞、論文においては関与と関わる動詞、教科書においては説明と関わる動詞がそれぞれ共起し、共起する動詞の内容と科学実践の進行過程（研究計画書→論文→教科書）が対応していることも分かった。主語に関する分析では、研究計画書においては科学者が動作主となり、動作主志向性を持つことが観察され、論文においては科学者がメカニズムを道具として使っていることが観察され、教科書においてはメカニズムが主題となり、主題志向性を持つことが観察されており、それぞれで異なる特徴を持つ。メカニズムの扱いに着目すると、研究計画書においてメカニズムは対象だったが、科学研究が進行するにつれて、論文の段階ではメカニズムが道具として使われ、そして教科書の段階ではメカニズムが主題として使われることが明らかになった。

語の使用と科学実践の進展との対応は、それぞれのフェーズで使用された「メカニズム」がメカニズム概念の構成要素をどれくらい満たすかについての分析にも見て取ることができる。具体的には、科学実践のそれぞれのフェーズで使用された「メカニズム」は、哲学研究が示す「メカニズム」概念の構成要素を徐々に満たしていくような形で科学実践が進んでいる。Craver and Tabery (2015) によるメカニズム概念に関する概観では、メカニズム概念の構成要素として「現象」「部分」「組織」「因果」の4つを挙げているが、研究計画のフェーズでは「現象」しか満たさなかったのに対し、論文のフェーズでは「現象」「部分」「組織」については記述が進められているものの、「因果」については十分に記述されていない状態であり、教科書のフェーズでは「現象」「部分」「組織」「因果」について記述が与えられている状態である。こうした分析は、科学哲学者のLindley Dardenによってなされたメカニズムを発見する過程に関する議論（ブラックボックス→グレイボックス→ガラスボックス）とも対応している（Darden 2006, p. 306）。本研究が行った科学実践における言語使用の分析は、メカニズム概念に関する既存の研究を支持するものであると位置づけることが可能である。

## 結論（第7章）

第7章では、本研究の内容を要約したうえで、研究の特色と今後の課題について整理した。本研究の特色として、以下の3点を挙げるができる。

### (1) 量的かつ質的な認知言語学の導入

本研究は、従来の科学哲学研究が採ってきた方法（事例研究メソッド）ではなく、コーパスや実際のテキストを用いた分析方法に基づき、多様な科学実践におけるメカニズム概念の多様な使用の記述・多様な意味の分析を行った。認知言語学分野に対しては、語の分析を科学的概念へ拡張させるという含意を持つ。

### (2) 科学者の主体性・姿勢への着目

認知言語学の枠組みでは、科学者は「動作主」(agent)であり、理論や実験は科学の特徴を理解する上での「道具」(instrument)という位置づけになる。従来の科学哲学は、科学の「道具」の側面に着目することが多かったが、科学の道具を使用する動作主(科学者)に着目することも科学の特徴の理解のうえでは必要である。科学者がそうした科学の道具に対してどのような認識を行い、どのような姿勢で科学実践に臨んでいるかを理解することは、科学の特徴の理解においてもきわめて重要であるが、近年の個別科学を対象とする科学哲学においては科学者の主体性・姿勢に着目した研究は行われてこなかった。本研究は、認知言語学の考えや方法を科学哲学の分析に導入し、科学者の主体性・姿勢に着目した分析を行った。

### (3) 研究対象の独自性・多様性

本研究の特色は、認知言語学と哲学の方法と観点を統合させ、科学哲学においてこれまで分析されてこなかった研究計画書や論文を科学実践の一部と捉え、研究計画や論文における語の使用が科学実践においてどのような意味を持つかを明らかにした点にある。「メカニズム」という科学的概念に関する既存の科学哲学研究(e.g. Machamer, Darden and Craver 2000)は、確立された科学的知識を分析対象とするため、分析対象が科学実践の文脈でどのような意味を持つかを明らかにすることはできず、固定化し静的なものとしてしか概念を分析できていないという問題があった。本研究は、科学的知識が生み出される萌芽の段階、すなわち、研究計画書や論文の作成段階に焦点を当てている。研究計画書や論文に対する分析により、科学における概念の使用がどのような意味を持つかが明らかになり、萌芽的な段階を踏まえた科学実践の理論化が可能となる。

#### 文献情報

Craver, C., & Tabery, J. (2015). Mechanisms in science. *Stanford Encyclopedia of Philosophy*.

Darden, L. (2006). Reasoning in biological discoveries: Essays on mechanisms, interfield relations, and anomaly resolution. Cambridge University Press.

Gries, S. T., & Otani, N. (2010). Behavioral profiles: A corpus-based perspective on synonymy and antonymy. *ICAME journal*, 34, 121-150.

Machamer, P., Darden, L., & Craver, C. F. (2000). Thinking about mechanisms. *Philosophy of science*, 67(1), 1-25.

Machery, E. (2016). Experimental philosophy of science. *A companion to experimental philosophy*, 475-490.

## 論文審査の結果の要旨及び担当者

氏 名 ( 菅 原 裕 輝 )			
	(職)	氏 名	
論文審査担当者	主 査	教 授	森田 邦久
	副 査	教 授	森田 敦郎
	副 査	教 授	田畑 智司 (言語文化研究科)

## 論文審査の結果の要旨

自然科学ではしばしばある現象が発生する「メカニズム」を解明することが目的とされる。しかしそもそも「メカニズム」とはどのような概念であるのか、は科学哲学の分野で長らく分析の対象とされてきたものの、未だ明らかにされたとは言いがたい。

本申請論文「科学実践におけるメカニズム概念：使用と意味の分析」は、メカニズム概念を、従来の事例研究と異なり、科学実践においてどのように使用されているかを認知言語学的な手法により分析したものである。まず、本論文の評価すべき点として、科学哲学の分野で実証的手法を取り入れることは、海外でもまだ数少ないが、国内ではおそらく初めての試みである点である。このような実証的研究をするためには、科学哲学のみならず、自然科学、そして認知言語学の知識も必要とされる困難な研究であり、それをやり遂げたという点で審査員に高く評価された。また、論文の記述は明快であり、例えば対象とされる事例が恣意的である点など、従来の事例研究ではなぜメカニズム概念を明らかにするのに不十分であるかも述べられていた。さて、本論文では、具体的には神経科学分野に焦点を絞り、研究計画書、論文、教科書からメカニズムという語の使用に関するデータを抽出した。そして大規模なテキスト分析により、事例研究のもつ恣意的な事例選択という問題を回避することに成功している。これらテキストデータを分析する際には、コーパス言語学において近年開発されている方法論「振る舞いプロフィール」という方法が採用された。このようにして、メカニズム (mechanism) という言葉が、どのような動詞や前置詞と共起するか、また主語として使われているのか、目的語として使われているのかなどを分析した。その結果、研究計画書、論文、教科書において、それぞれ異なる傾向が見られたというのが、本研究の大きな成果の1つである。すなわち、メカニズムは従来の研究で「現象」「部分」「組織」「因果」の4つの要素からなるとされていたが、研究計画書では、そのうち「現象」のみが、論文では「現象」「部分」「組織」が見られ、教科書において初めて4つの要素すべてが満たされることが見出された。このことは、ある意味で直観によく合う結果である。つまり、研究計画書では、どの現象のメカニズムを研究しようとしているかはわかっているが、同時にその現象のメカニズムが明らかになっていないからこそ研究の対象となっているのであり、また論文の段階ではある程度、その現象のメカニズムは解明されているものの、まだ確定された結果となっていない。それが教科書に掲載される段階において、科学者集団の同意を得た確定されたメカニズムとなるのである。こうした過程を本研究は明らかにしたこともまた重要な成果といえよう。

以上のように、論文審査の結果、本論文は博士(人間科学)の学位を授与するのにふさわしいものと判定した。