

**科学研究費助成事業 研究成果報告書**

平成 29 年 6 月 6 日現在

機関番号：13601

研究種目：研究活動スタート支援

研究期間：2015～2016

課題番号：15H06240

研究課題名(和文)科学の頑健性の分析による科学的实在論の擁護の可能性についての研究

研究課題名(英文)A study on the possibility of defending scientific realism by analyzing the robustness of science

研究代表者

野内 玲 (NOUCHI, Rei)

信州大学・医学部・助教(特定雇用)

研究者番号：60757780

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 1,000,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では先行研究および科学研究の実態調査により、科学の営みとその知識産出過程をモデル化・検証し、科学的实在論(特にチャクラバティの半实在論)を擁護するための議論に適用した。具体的な事例を元にして検討した結果、次の結論に至った。1)頑健性は、科学者が实在性を判断するための一つの基準になりうる。2)しかし頑健性だけを元にして科学的实在論を擁護することは困難である。とりわけ、科学的实在論を支持する重要な論拠である奇跡論法を頑健性モデルによって擁護することが困難であることが分かった。

研究成果の概要(英文)：In this research, I examined prior research and investigated actual situation of scientific research. Then, I modeled and verified scientific activity and its knowledge production process, and applied it to the discussion to defend scientific realism (especially semi-realism of Chakravartty). Based on concrete examples, the following conclusions were obtained. 1) Robustness can be one criterion for scientists to judge the reality of research objects. 2) However, it is difficult to defend scientific realism based solely on robustness. In particular, it turned out that it is difficult to defend the no-miracle argument, which is an important argument supporting scientific realism, by the robustness model.

研究分野：科学哲学

キーワード：科学的实在論

## 1. 研究開始当初の背景

科学的实在論の論争では、人間にとってそのままでは観察が不可能な微視的存在物(实在)について科学理論は真なる記述を与えているかということが問題となる。この論争は1980年代から現在まで、国際学会でも頻りにセッションが開催されているほど、科学哲学の中心的かつ最重要テーマであり続けている。

科学的反实在論からの反論に対して、科学实在論を擁護する論者達は、実体实在論(Hacking 1983; Cartwright 1983)、認識的構造实在論(Worrall 1989)、存在的構造实在論(Ladyman 1989)など、多様な实在論的立場を提唱することで議論を続けてきた。これら实在論的立場(選択的实在論と呼ばれる)の乱立は、互いの正確な区別が困難なほどの概念的混乱を招いており、科学的反实在論への反論がどの程度なされているのか不明瞭である。

これまでの研究では、チャクラバティの半实在論(Chakravartty 1998)を他の選択的实在論と関連付けながら明確に論じ、この論争の残された課題の検討や論争の発展性を探ってきた。中でも個別科学(素粒子物理学、地球科学)を題材にした考察では、「科学の真理性」および「観察可能性」という概念をさらに研究する必要があること、歴史科学の研究対象(たとえばビッグバンや地球上で過去に発生したとされる出来事など)について、科学者はどのような基準で实在性を捉えているのかを再検討するという課題が残されていることが分かった。

これらの研究は知識産出の営みとしての科学的実践により密着する形で、科学的实在論論争の認識論的課題に取り組むという方針で実施したものである。

## 2. 研究の目的

科学哲学一般における流行として、(Wimsatt 1981)を端緒としてソラーヤブーンといったヨーロッパを中心とする実践重視の科学哲学者たちの中で頑健性(ロバストネス)という概念が話題となっている(Soler 2012)。彼らは科学的实在論の論争とは距離を置き、科学の実践自体の概念化をすべく、事例研究を進めているようである。

一方、本研究では彼らと逆のアプローチを取る。本研究の目的は以下である。

- ・ 科学の営みにおける「頑健性」を分析し、そのモデル化を行う。
- ・ 頑健性モデルを用いて科学的知識の産出過程を研究する。
- ・ 頑健性概念の主導的研究者達の関心外である科学的实在論の論争との関連を明らかにし、科学的实在論の立場を擁護

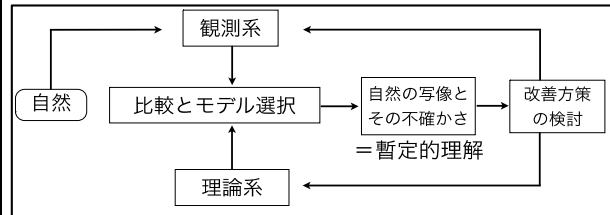
する。

## 3. 研究の方法

本研究は、科学の動態のモデルを、自然科学の発展そのものをデータとして検証するという計画のもとで研究を遂行した。

### 1) 文献学的分析

まず、下図の2経路フィードバックループ構造のモデルを作業仮説として設定した。



以下、このモデルの説明をする。

科学者は「自然」から実験・観察によってデータを獲得する(観測系)。一方で、科学者は観測を裏付ける理論的背景についての研究を進める(理論系)。こういった実験・観測手法が適切なかを手持ちの理論と照らし合わせ(比較とモデル選択)、その時々において最良の自然理解を導き出す(自然の写像とその不確かさ)。しかし自然から得られたデータには常に誤差が入り込んでいる。よって、できるだけその誤差を軽減するように、観測手法も理論モデルも再検討する必要がある(改善方策の検討)。そのため、方策案を観測系と理論系へとフィードバックし、自然の暫定的理解を改善していくことを繰り返す(フィードバックループ)。

こうした一連のプロセスにより、科学的知識が信頼できるのは、科学によって導き出された主張が自然についての真理を単に描くからではなく、誤った場合に改善をなすような仕組みが科学という自然探究システム自体に備わっているから、という仮説を立てることができる。

以上で提示した頑健性モデルを作業仮説とし、科学哲学の先行研究において頑健性という概念がどのように論じられているかを精査した。

### 2) 頑健性モデルの検証と科学的知識を正当化するプロセスの明確化、科学的实在論の論争の再考

科学的实在論論争は科学的主張の認識論的側面を問う論争でもあるという観点から、科学的知識の成立過程と頑健性モデルを元に、科学的实在論の主張を正当化するための考察を行う。特に、現在有力な实在論的立場として論じられているチャクラバティの半

实在論の立場との整合性を中心に検討する。  
チャクラバティは科学理論において、観察対象と装置とが実際に相互作用することで検出可能な「検出性質」と、モデル等で仮説的に設定されるだけの「補助性質」とを区別し、前者にのみ实在性を見出す。ただし、補助性質であっても科学の進展により検出性質とみなされることを受け入れる。つまり、チャクラバティは实在性の基準は変動するという立場をとるのである。

ここで、半实在論の設定する検出性質・補助性質という区分けにおいて、補助性質が検出性質になっていく過程と理論が頑健になっていく過程を重ね、科学の実践のモデルから实在論の立場を擁護することが可能となる。

#### 4. 研究成果

##### 1) 頑健性に関する重要文献の調査

日本においてこれまで言及されることの少なかった下記の3文献を中心に頑健性という概念の分析・モデル構築を行った。

Soler (eds.) (2012) *Characterizing the Robustness of Science: After the Practice Turn in Philosophy of Science*, Boston Studies in the Philosophy of Science, Springer

この文献では、科学の諸分野におけるケーススタディから、頑健性概念の多様な使われ方が研究されていた。

Weisberg, M (2013) *Simulation and Similarity*, Oxford University Press

この文献では科学研究におけるモデルの役割の分析から、シミュレーションにおける頑健性の理解が検討されている。(現在、邦訳が出版され、注目を集めている。邦訳：松王政浩訳(2017)『科学とモデル シミュレーションの哲学 入門』名古屋大学出版会)

Hudson, R. (2013) *Seeing Things: The Philosophy of Reliable Observation*, Oxford University Press

科学の3つのケーススタディを元に、様々な科学的研究対象の観察とその頑健性について考察している。特に、科学における頑健性という概念の役割について否定的な立場から、頑健性に頼らない形での实在論擁護を試みている点が注目に値する。

##### 2) 頑健性モデルによって科学的实在論を擁

護する

前述の文献研究によって得た重要な知見として、分子生物学の事例(メソソームの实在に関する論争)を中心に検討し、奇跡論法という科学的实在論の道具立てが頑健性によって擁護できるかを分析・考察した。

メソソームの事例は以下の点で重要な成果があった。

- ・ 当該論争では物理学の事例がこれまで多く取り上げられており、本研究によって分野間での比較検討が可能となった。
- ・ 電子顕微鏡による細胞観察という容易に実行可能な研究に基づく事例であって、多くの科学者がメソソームの实在に関する議論に参加している。そのため、科学コミュニティにおける科学的知識の浸透過程の分析という課題を十分に実行することが可能となった。

科学的实在論では、理論や観察の結論の収束が科学的知識の信頼性を保証するとしている。しかし、メソソームの観察に関する論争では、観察結果の収束(頑健性)とその实在性は必ずしも結びつかない。もちろん最終的にはメソソームの实在性を否定する結論の「収束」が見られており、頑健性は科学的知識の受容と浸透に際して重要な指標となっていることは確かである。

これらを踏まえ、頑健性という観点から科学的实在論の擁護を検討した結果、下記の結論に至った。まず、頑健性は、科学者が实在性を判断するための一つの基準になりうる。しかしながら、頑健性だけで科学的实在論を擁護することはできない。とりわけ、科学的实在論を支持する重要な論拠である奇跡論法を頑健性モデルによって擁護することが困難であることが分かった。

また、本研究課題を推進する中で、作業仮説として設定した「頑健性モデル」を直接にチャクラバティの半实在論と対応させて検証することには至らなかった。しかしながら、International Workshop on Scientific Realism 2016にて講演した際に知り合った海外の研究者は、地球科学の事例を元に、まさにフィードバックループ型のモデルを提示しており、今後の研究において重要な情報交換を行なっている。

#### 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 1件)

1. 野内玲、書評 戸田山和久『科学的实在論を擁護する』、科学哲学、査読無、49巻1号、2016年、100~104ページ

〔学会発表〕(計 2件)

1. Rei Nouchi, The significance of robustness analysis for scientific realism, International Workshop on Scientific Realism 2016, Center for Applied Philosophy & Ethics, Kyoto University (Sakyo-ku, Kyoto), 30 July 2016.

2. 野内玲、科学の頑健性の分析による科学的实在論の擁護、科学基礎論学会、2016年6月19日、埼玉大学(埼玉県さいたま市)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

野内 玲 (NOUCHI Rei)

信州大学・医学部・助教(特定雇用)

研究者番号: 60757780