

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 30 年 6 月 13 日現在

機関番号：17102

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2014～2017

課題番号：26370021

研究課題名(和文)現代物理学の知見を用いた時間に関する哲学的諸問題と時間の本質の解明

研究課題名(英文)Explication of philosophical problems concerning time using achievements of modern physics

研究代表者

森田 邦久(Morita, Kunihisa)

九州大学・基幹教育院・准教授

研究者番号：80528208

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,200,000円

研究成果の概要(和文)：現代物理学の成果から時間論における哲学的諸問題にどのように光を当てられるかを中心に研究を進めた。形而上学的時間論における主要な立場のひとつに「現在主義」と呼ばれる立場がある。これは私たちの時間様相に対する直感ともよく合う立場である。しかし、この立場は現代物理学の立場からは受け入れがたいことを示した。この結果はAnnals of Japan Association for Philosophy of Scienceに掲載された。また、こうした成果を発展させ、時間の向きや経過といった問題にまで展開させた論文は、依頼論文として『現代思想』に掲載された。

研究成果の概要(英文)：I clarified that presentism, which is the view that only present is real, cannot be held according to the modern physics. This result appears on the Annals of Japan Association for Philosophy of Science. Furthermore, I also clarified what the phrase 'passage of time' exactly means and how to express the direction of time. This result appears on Gendai Shisou.

研究分野：科学哲学

キーワード：時間

### 1. 研究開始当初の背景

古来、時間に関してさまざまな哲学的議論がなされてきたが、未だ決着がついていない。相対性理論は私たちの直観的な時空概念を大きく変更したため、時間に関する哲学的議論ではよく援用されてきた。一方で、量子力学もじつは私たちの時間概念を大きく変更するのにもかわらず、哲学的時間論においてあまり注目されることはなかった。

### 2. 研究の目的

本研究では、相対性理論や熱・統計力学だけではなく、量子力学 とくに応募者の提案した新しい量子力学の解釈(時間対称的な解釈)を用いて、こうした哲学的議論にあたりし光を当て、時間の本質を解明することを目指した。また、時間に関しては、特殊相対理論はよく援用されてきたが、一般相対性理論やさらに宇宙論の成果はあまり応用されてこなかった。本研究ではこれらの現代物理学のせいからも積極的に哲学的時間論の問題へと応用させて行った。より具体的には、過去と未来の存在性の問題と時間の非対称性の問題を解決することを通して時間の本質に迫った。

### 3. 研究の方法

本研究は主に下記の2つの段階に分けて研究を進めた。(1) 哲学および量子力学的観点からの永久主義の擁護および他の立場の批判。(2) 時間の非対称性に対する従来のアプローチの批判的検討と問題点の解決。そして、より深い問題である時間の方向性の問題の探求。これらの研究目的の達成のために、国内外の学会へ積極的に参加し、情報収集および専門家との議論を行なう。また、これらの研究成果は専門誌へ発表し、最終的に単著にまとめて出版する

### 4. 研究成果

(1) 形而上学的時間論における主要な立場のひとつに「過去や未来は存在せず、現在のみが存在する」というテーゼを中心にする「現在主義」と呼ばれる立場がある。これは私たちの時間様相に対する直感ともよく合う立場である。しかし、特殊相対性理論を考慮に入れると、この考えは維持できないのではないかという疑問が呈されていた。だが、特殊相対性理論は「特殊」という形容詞を冠している通りに、慣性系にしか適用できない理論である。それゆえ、特殊相対性理論が現在主義を否定したとしても、それだけでは、現代科学と現在主義が相容れないとは言えない。そこで、本研究ではまず、より広い適用範囲を持つ一般相対性理論や量子力学では、現在主義が支持できるかどうかを調べた。その結果、これらは、たとえば、共動座標系や量子もつ

れという概念を考慮に入れると、現在主義を積極的に擁護するわけではないが、少なくとも特殊相対性理論のように、否定するものではないことが明らかになった。さらに、一般相対性理論に部分的に量子力学を適用した量子重力理論ではどうかということも調べた。すると、その結果である多宇宙仮説でも現在主義を放棄する必要はないことがわかったが、もし宇宙が「無」から始まったとすると、結果として、初めから因果的に独立である無数の宇宙があり得るので、すべてに共通の「現在」が存在し得ず、それゆえ、現在主義が擁護できないことが明らかになった。

(2) 形而上学的時間論では、時間経過(変化)は実在するという動的時間論(A-理論とも呼ばれる)と、時間経過は実在しないとする静的時間論(B-理論)が対立的である。だが、「時間経過が実在する」という言葉の意味は自明ではない。この意味を、絶対的現在の実在と、それによる世界への影響という観点から定式化した。すなわち、もし絶対的現在なるものが実在するのであれば、どの時点が絶対的現在であるのかによって世界が変化しなければならない。このように考えたとき、現在主義と、過去と現在が実在すると考えるGBUは絶対的現在がどの時点にあるかと世界の間に関係を与えられるが、過去・現在・未来のすべてが同様に実在すると考える永久主義の立場ではこれらの間に影響関係がない、つまり永久主義の立場から絶対的現在の実在を擁護することが難しいことが明らかになった。つまり、動的時間論を支持するならば、その存在論的立場としては、現在主義かGBUを取るしかないことを示した。

(3) 静的時間論の立場では、時間の方向性の問題は時間の非対称性の問題に帰着する。そして、時間の非対称性の問題は哲学の問題というより物理学の問題となる。一方で、動的時間論の立場では、仮に物理学によって時間の非対称性の問題が解決したところで、なお、哲学者が解決する問題として残ることを示した。たとえば、GBUの立場では、過去と現在は実在するが、未来は実在しないので、存在論的に非対称性を表すことができるが、しかし、存在しない側が未来で存在する側が過去であることを示すことは容易ではない(もちろん、定義で決めることは単なる論点先取にすぎない-なぜ過去の記憶だけがあるかなどの問題を解くことができない)。また、過去と未来を平等に扱う(どちらも実在しない)と考える現在主義において提案されている「現在の出来事は未来において確定しているが、過去においては確定していない」という考え方も、現代物理学の基礎方程式が時間対称的であることを考えると、維持できないことを明らかにした。

(4)(3)の現在主義の考え方は、一見、量子力学の標準的な解釈と相性がよいようにみえるが、結局は量子力学の基礎方程式であるシュレーディンガー方程式が時間対称であることから、標準解釈を用いたとしても、現在主義の方向性についての考え方は維持できないということも明らかにした。すなわち、標準解釈によると、現在における系の状態から予測した未来の系は不確定である。ところが、その未来の系が現在になると、系の状態は確定する。それゆえ、先の現在主義の議論が有効であるかのように思えるが、未来が現在になることによって、過去となった(確定していた)現在の系の状態は、シュレーディンガー方程式の時間対称性から不確定になってしまうのである。このことはあまり注目されてこなかったことで重要な成果であり、このような観点からも標準的な解釈が、量子力学の正しい解釈として疑わしいことが言えるだろう。

(5)上記成果に関わる副次的な成果として、アインシュタインの因果律に関する考え方をヒューム哲学などからの影響関係から明らかにした。因果律はもちろん時間に関わる重要な概念であるが、その成立は哲学的にはかならずしも自明ではない。一方で、物理学においても、量子力学の誕生によって、この因果律の成立が疑問に付されるようになった。一般的には、この因果律の不成立を示すかのような点が、アインシュタインの量子力学批判のポイントだとされ、実際、その通りであるが、だが、アインシュタインが因果律をア・プリオリに認めていたわけではない。アインシュタインは、あくまで「物理学というゲーム」を成立させるためには因果律が不可欠だということを示しただけで、因果律が論理必然的に成り立っていると信じていたわけではないことを、アインシュタインの手紙や論文などからうかがい知れる、彼の哲学への、ヒュームらの影響から明らかにした。

#### 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 3 件)

Kunihisa Morita, "Einstein's Criticism of Quantum Mechanics and Humean Philosophy", *Historia Scientiarum* **26-1** (2016), 65-74. [査読あり]

Kunihisa Morita, "Presentism and the Multiverse Hypothesis", *Annals of the Japan Association for Philosophy of Science* **26** (2017), 1-8. [査読あり]

森田邦久、「時間の経過と方向性について」、『現代思想』12月臨時増刊号(総特集=分析哲学) 2017年、121-132頁。[査読なし・

#### 依頼論文]

#### 〔学会発表〕(計 6 件)

Kunihisa Morita, "Einstein's Criticism of Quantum Mechanics and Humean Philosophy", *15th Congress of Logic, Methodology and Philosophy of Science*, University of Helsinki, Finland, 2015年8月。

森田邦久、アインシュタインの量子力学批判とヒューム哲学、九州大学哲学会 平成 27 年度大会(特別講演) 2015年9月。

森田邦久、量子力学の解釈と時間論の立場、日本科学哲学会 第 48 回大会、2015年11月。

森田邦久、「現代物理学で現在主義を擁護できるか」、九州大学 QR プログラムシンポジウム「『現在』という謎~時間の空間化批判」 2016年12月。

森田邦久、二次元時間の可能性、科学基礎論学会 2017年度講演会、2017年6月。

Kunihisa Morita, "Investigation into the World's Temporal Aspects", *2017Asian-Pasific Conference*, National Chung Cheng University, Taiwan, 2017年12月15-16日。[招待講演]

#### 〔図書〕(計 1 件)

森田邦久、『アインシュタイン vs. 量子力学』、2015年1月、京都:化学同人。総頁数:336頁。

#### 〔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:  
国内外の別:

#### 取得状況(計 0 件)

名称:  
発明者:  
権利者:  
種類:  
番号:  
取得年月日:  
国内外の別:

〔その他〕  
ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

森田 邦久 (MORITA, Kunihisa)

九州大学・基幹教育院・准教授

研究者番号：80528208

(2) 研究分担者

( )

研究者番号：

(3) 連携研究者

( )

研究者番号：

(4) 研究協力者

( )