

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 6 月 3 日現在

機関番号：14301

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2014～2016

課題番号：26350362

研究課題名(和文) ガリレオの天体観測に関する手稿の研究

研究課題名(英文) Studies on Galileo's Manuscripts of Astronomical Observations

研究代表者

伊藤 和行 (ITO, Kazuyuki)

京都大学・文学研究科・教授

研究者番号：60273421

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)：本研究では、ガリレオ・ガリレイの天体観測に関して、彼の手稿、書簡、観測記録、著作の草稿を、刊行された著作と比較検討することによって考察し、ガリレオの伝統的な宇宙論批判および新しい宇宙論が望遠鏡による観測結果に基づいて、どのように構築されたのかを明らかにした。彼の天体観測は単なる観察ではなく、理論負荷性の大きなものだった。観測結果は地上界とのアナロジーによって理解され、伝統的宇宙論の核心である天上界の不変性と完全性の否定という意図を持って行われた。この研究態度は、月表面、木星の衛星、太陽黒点の観測において一貫して見られ、それを通じて、ガリレオは地上界を天上界へ拡張していったのである。

研究成果の概要(英文)：This study examines the astronomical observations made by Galileo Galilei in his manuscripts (letters, observation notes, and drafts of books) and compares them with his books (*Sidereus nuncius* and *Istoria e dimostrazioni intorno alle macchie solari*). The study clarifies his critique of traditional cosmology and the development of his new cosmology based on the observation results he made using the telescope. His astronomical observations are not merely simple observations, but are highly dependent on theory. The observation results of the celestial world can be understood by their analogy to the terrestrial world, revealing his denial of the invariability and perfectness of the celestial world, which is the core principle of traditional cosmology. We find this attitude of research constantly in his observations of the moon, satellites of Jupiter, and the sunspots, by which Galileo extended the terrestrial world to the celestial world.

研究分野：西欧近代科学史

キーワード：科学革命 ガリレオ・ガリレイ 天体観測 望遠鏡 手稿 宇宙論の革命 『星界の報告』 太陽黒点

1. 研究開始当初の背景

(1) ガリレオ・ガリレイの手稿はほぼ一世紀前に国定版前集の編集者であるアントニオ・ファヴァロ (Antonio Favaro) によって整理され、一部ではあるが活字化されたものが全集に掲載されたこともあり、これまで手稿に関する研究は、運動論に関する二つの手稿 (Ms. 72 と Ms. 74) などごく一部に限定されてきた。天体観測に関しては近年やっと関心が向けられつつあり、『星界の報告』に関して草稿と著作との相違が検討されている程度である。望遠鏡に天体観測に関しては、書簡、観測記録、著作の草稿等の手稿が残されているが、まだ断片的な検討しかなされておらず、『星界の報告』や『太陽黒点論』といった著作の内容との比較を含む、体系的な検討が求められている。

(2) 申請者は、数年来、ガリレオの望遠鏡と天体観測について、『星界の報告』と『太陽黒点論』という著作を中心に考察し、一部の書簡や手稿の検討によって補完するを行ってきた。その成果は、著書『ガリレオ-望遠鏡が発見した宇宙』(中公新書、2013) という形で公表している。その研究過程において、近年のガリレオ研究を検討し、彼の科学的活動の実態を解明するためには、刊行された著作だけでは不十分であり、書簡や手稿の考察が重要であることに気づいた。天体観測に関する手稿の検討を一部行なったが、その際に非常に多くの手稿が、ファヴァロが編集した後、十分には検討されていないことが判明した。また『ガリレオ』執筆の過程で、全集版と手稿を比較する機会があったが、全集の編集者であるファヴァロが手稿を編集している場合もあり、全集ではなく、その元となった手稿に戻って検討を行なうことが不可欠であることに気づいた。

2. 研究の目的

(1) ガリレオ・ガリレイ (Galileo Galilei, 1564-1642) は、ニュートンらと並び、17世紀科学革命の中心的人物として、これまで多くの科学史研究がなされてきた。彼は膨大な手稿と書簡を残しており、それらの検討は、彼の科学的活動の内実を明らかにする上で非常に重要なものと考えられる。彼の刊行された著作の背後に隠されている、科学的活動の実態、新しい研究の着想や発展過程を解明する上での鍵とも言うことができる。本研究は、彼の手稿を、望遠鏡による天体観測に関わるものを中心に、公刊された著作との比較検討を通じて総合的に考察し、彼の科学理論の形成過程を歴史的に解明することを目的とする。

(2) 近年手稿の電子画像データがフィレンツェ国立中央図書館によってウェブ上で公開されており、国定版全集に収められている写真データと合わせることによって、電子画

像データに基づく精緻な読解が可能になった。近年手稿読解に特化された画像検索ソフト Smart-GS も開発されており、それを用いることによってファヴァロのものによらない新たな手稿の読解を目指す。その際に蓄積された読解データは、ガリレオの他の分野の手稿の読解における足掛かりとなることが期待される。

3. 研究の方法

(1) ガリレオの天体観測に関連する手稿、『星界の報告』といった著作の草稿の電子画像データを手に入れないし作成し、それらを読解して、公刊された著作の内容と比較検討する。この過程を通じて、ガリレオが天体観測の記録から出発して、宇宙に関してどのような理論的考察を行ない、著作において発表したのか、その思考過程を解明する。

(2) 草稿の精緻な読解が本研究にとって最も重要な作業であるが、そのために人文学研究、とくに手稿研究に特化された画像データ検索ソフトウェア Smart-GS を用いる。Smart-GS を用いることによってより精緻な読解が可能となるとともに、蓄積された読解データは天体観測以外のガリレオの手稿の読解にも利用可能であり、さらなる研究への橋頭堡となることが期待される。

(3) 具体的な研究対象としては、以下のトピックを扱う。

月表面の観測について

最初の観測対象であった月表面に関する最初の観測報告は、1610年1月7日付の書簡下書きに残されている。この書簡の記述を『星界の報告』前半における月の記述と比較検討し、ガリレオが月表面の起伏の発見に至るまでの過程を解明する。同時に『星界の報告』の草稿と刊本との異同を検討する。

初期の太陽黒点の観察記録について

1612年前半、とくに2月から5月初頭までの太陽黒点の観測記録を読解し、『太陽黒点論』第一日の記述と比較検討する。『太陽黒点論』第一の記述から、ガリレオが、黒点観測の初期の段階で黒点が雲のようなものであると推論していたことがわかるが、そのような考えを抱いたことになった過程を解明する。

木星の衛星の観測について

初期の木星の衛星の観測記録(1610年1月7日から2月下旬)と『星界の報告』の二つの草稿の読解を行ない、『星界の報告』における木星の衛星の記述と比較検討し、『星界の報告』全体の形成過程を検討する。木星の衛星に関する、ガリレオが観測記録から『星界の報告』の記述を作成した過程を考察する。また『星界の報告』刊行以降の木星の衛星の観測記録についても検討を行う。

4. 研究成果

(1) 月表面の観測について

最初の観測対象であった月表面に関する書簡(1610年1月7日付)の記述を『星界の報告』の記述と比較検討し、彼が観測を初めて非常に早い時期に月表面の起伏に気付いたこと、そして彼の月の観測は、何も理論的前提のない観察ではなく、月を地球とのアナロジーで捉えるという観点に基づくものだったことが明らかになった。(「ガリレオの天体観測(1)-月-」参照)

ガリレオが観測によって得たデータは二次元の模様であり、それから三次元の凹凸を結論するためには、両者を繋ぐものが不可欠だったが、その役割を果たしたのが、月と地球とのアナロジーであった。彼は月のクレーターの存在を主張するために、地上において周りを山で囲まれた平地において、早朝太陽の光が斜めに射したときに平地にできる山の陰と同様のものが月でも見えるのだと主張する。このような議論は、天上界と地上界をまったく異なる世界とみなす伝統的な宇宙論の立場から認められ得ないものだった。ガリレオは、この地球とのアナロジーを木星に適用し、木星も月と同様に、地球のように蒸気の球で囲まれていると主張していた。

こうしてガリレオは、天上界の観測結果を地上界の現象とのアナロジーによって解釈し、それを通じて地上界を天上界へ拡張しようとしたのである。こうしてガリレオは伝統的な階層的宇宙論を覆す歩みを始めたと言える。

(2) 初期の太陽黒点の観察記録について

1612年前半(とくに2月から4月)における太陽黒点のラテン語観測記録を Smart-GS を用いて読解し、活字化して公表した。この手稿は2頁ほどの短いものであるが、『太陽黒点論』第一書簡で主張されている、黒点は雲のようなものであるという考えが手稿の中ですでに述べられており、彼がこの考えにいつ至ったのが明らかになった。("Galileo's early observations of sunspots"参照)

大きな黒点を観測するようになってすぐにガリレオは黒点が雲のようなものと記しており、彼は、月の観測のときと同様に地球とのアナロジーによって太陽黒点を理解しようとしていたことが窺われる。さらに『太陽黒点論』第二書簡では、太陽黒点が太陽表面上かすぐ近くにあることを論じた際に、黒点に対して慣性運動の考えを適用していた。ガリレオ慣性運動は、重さを持つ地上の物体を前提としており、水平面上では、物体は加速も減速もしないという「円慣性」と呼ばれるものである。本来地上の物体に対して考えられた法則が無批判に太陽上にある物体に対して適用されていた。『星界の報告』において月と木星に対して適用されていた地上界の天上界への拡張が、太陽にも適用されて

いることが指摘できる。(「ガリレオの天体観測と新しい宇宙論」参照)

(3) 木星の衛星の観測について

木星の衛星の初期観測記録(1610年1月~3月)と『星界の報告』後半部の草稿の電子データに関して Smart-GS を用いて読解を進め、それらの内容を著作『星界の報告』における記述と比較検討した。草稿と著作とでは大きな差異は発見されなかったが、草稿および著作の記述を初期観測記録に比較することによって、前者の1月中旬の部分が後から編纂されたものであることがわかる(「ガリレオの天体観測(2)-木星の衛星-」参照)。

木星の衛星の発見が太陽中心説にとって有利な根拠となったことはすでに指摘されているが、さらに木星の衛星の発見過程において、ガリレオが太陽中心説を支持していたことが大きな役割を果たしていたと考えられる可能性が見いだされた。すなわちガリレオが観測したのは木星の左右を往復する天体の運動であり、それから木星の周りの回転運動を気付く際には、太陽中心論において月が地球の周りを回転していることがモデルになっていたのではないかということである。また伝統的な地球中心説では、すべての天体は地球の周りを回転しており、惑星の周りを回転する天体という考えは存在しなかったことから、ガリレオが太陽中心説を支持していたことは木星の衛星の発見によって有利に働いたと考えられる。

(4) 天体観測と宇宙論の革命

本研究は、ガリレオの天体観測過程を手稿研究に基づいて辿ることを第一の目標として始められたが、当初予想されなかったこととして、彼の天体観測が理論負荷性の高いものだったことが判明した。彼の観測は、当初から太陽中心説の擁護、そして伝統的宇宙への批判を意図して行われていたと考えられるのである。すなわち月の起伏の発見のように、天体観測によって得られた情報は、地球上の現象とのアナロジーによって理解され解釈されているのである。『星界の報告』において月表面と木星に適用されていたアナロジーは、『太陽黒点論』では太陽にも適用され、天上界の不変性と完全性への批判は太陽系全体へ拡大されている。(「ガリレオの天体観測と宇宙論の革命」参照)

ガリレオの天文観測に関する従来の研究では、『星界の報告』と『太陽黒点論』は別個に研究されることがほとんどであり、一つの研究プログラムの中に据えて考察することがなかったと言える。本研究では、両者は、地峡とのアナロジーの適用、そして天上界の不変性と完全性の批判の試みとして、ガリレオは一貫した研究プログラムの中で観測をおこなっていたことが明らかになってきている。このプログラムは、後期の彗星に関する論争や『世界系対話』(我が国での通

称は『天文対話』、1632年刊行)まで繋がるものと考えられる。実際『世界系対話』の前半部分では、『星界の報告』と『太陽黒点論』における月表面や太陽黒点の議論が再び取り上げられていた。

ガリレオが擁護した太陽中心説は、地球の運動にまつわる自然学的な問題を避けられなかったことは周知の通りである。そのことは『世界系対話』のかなりの部分が運動の問題に割かれていることから理解できよう。しかしガリレオの運動論は、天体観測および宇宙論との繋がりという観点からは十分に検討されてこなかったように思われる。『世界系対話』における落下法則の議論は単なる逸話に過ぎないのだろうか、彼の運動論を新しい宇宙論の中に位置付けることを考えることが求められていると考えられる。

(5) 『星界の報告』のテキストの検討と翻訳
本研究の過程で、『星界の報告』のテキストを、月表面および木星の衛星の部分を中心に詳細に読解した。その際に草稿・初版(1610年版)・国定版全集の三つのテキストを比較し、それらの相違について検討した。国定版全集がかなり綴りや句読点を変更している点を確認し、『星界の報告』の新訳を初版に基づいて作成し刊行した。(ガリレオ・ガリレイ『星界の報告』、伊藤和行訳、講談社学術文庫、2017)

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4件)

伊藤和行、ガリレオの天体観測と新しい宇宙論、哲学研究、査読無、第601号、2017(印刷中)

ITO, Kazuyuki, Galileo's early observations of sunspots, 科学哲学科学史研究(PHD Studies)、査読無、第11号、2017、55-64
<http://hdl.handle.net/2433/219632>

伊藤和行、ガリレオの天体観測(2)-木星の衛星-、科学哲学科学史研究、査読無、第10号、43-54
<http://hdl.handle.net/2433/210110>

伊藤和行、ガリレオの天体観測(1)-月-、科学哲学科学史研究、査読無、第9号、2015、103-114
<https://dx.doi.org/10.14989/197249>

[学会発表](計6件)

伊藤和行、ガリレオの天体観測-観測と理論-、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)

伊藤和行、ガリレオ『星界の報告』のテキストをめぐって、日本科学史学会、2016年5月28日、工学院大学(東京都・新宿区)

伊藤和行、ガリレオの天体観測-理論と経験-、科学基礎論学会、2015年6月13日、北海道教育大学札幌校(北海道・札幌市)

伊藤和行、ガリレオの木星観測、日本科学史学会、2015年5月31日、大阪市立大学杉本キャンパス(大阪府・大阪市)

伊藤和行、ガリレオの天体観測における地球のアナロジー、科学史西日本研究大会、2014年12月14日、広島大学東千田校舎(広島県・広島市)

伊藤和行、ガリレオ『星界の報告』における月の図版、日本科学史学会、2014年5月25日、酪農学園大学(北海道・江別市)

[図書](計0件)

[産業財産権]
出願状況(計0件)

取得状況(計0件)

[その他]

ホームページ等
<http://kazu-ito.sakura.ne.jp/GalileoStudies.html>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

伊藤和行(ITO, Kazuyuki)
京都大学・大学院文学研究科・教授
研究者番号: 60273421

(2) 研究分担者(計0名)

(3) 連携研究者(計0名)

(4) 研究協力者(計0名)