

無限を描く試み

パーヴェル・フロレンスキイの数理的宇宙モデル

細川瑠璃

はじめに

本稿の目的は、20世紀初頭のロシアの思想家パーヴェル・フロレンスキイ(1882-1937)による宇宙論を検討し、彼の数学や空間についての思想との関わりから、その宇宙像の特質と意義を解明することにある。

フロレンスキイは、著書『幾何学における虚数性』(1922)の中で地動説を否定し、天動説の復権を主張している。20世紀初頭に天動説を唱えることは単に奇妙なことだけでなく、強い非難的ともなった。たとえば、同時代の詩人ゴロデツキイは『幾何学における虚数性』を「とめどない反啓蒙主義の現れ¹」と評し、共産党員であった数学者コルマンは、「ブルジョアジーの反啓蒙主義の最新の発見に対して」(1933)の中でフロレンスキイの複数の著作を激しく批判し、『幾何学における虚数性』がその中心となっている²。『幾何学における虚数性』は、フロレンスキイに敵対する共産党員たちに、彼が神秘主義者であり反啓蒙主義者であると非難する主要な根拠を与えたことになる。

フロレンスキイはロシア正教の司祭であったが、モスクワ大学で数学を専攻し、国立実験電気工学研究所等の機関で科学者としても働いていた。数学と科学の知識を十分に持ち合わせていたフロレンスキイが、特別な理由もなく天動説を唱えたとは考え難い。『幾何学における虚数性』が発表された1920年代は、数学と神学のみならず、フロレンスキイが極めて多岐にわたる分野に関して論考を残した時期であり、電気技術や化学の研究を行っていただけでなく、ヴフテマス(国立高等芸術工芸工房)で空間論の講義を担当し、芸術家グループ「マコヴェツ」に加わるなど、芸術の分野にも強い関心を寄せていた時期であった。フロレンスキイが20世紀の初頭に、おそらくは当局から批判される可能性を考慮に入れた上で、天動説を主張したのはなぜか、フロレンスキイが示した宇宙観はいかなるものであったのかという問題は、「反啓蒙主義」として片付けられる問題ではなく、彼の数学や空間に関する思想とのつながりの中で分析され

なければならない。

1. フロレンスキイの思想における不連続性

1-1. 連続性と不連続性

『幾何学における虚数性』は全9章から成るが、このうち1章から7章までは、最終的な発表年よりも20年ほど早く、フロレンスキイがモスクワ大学の学生であった1902年に書かれた。フロレンスキイは1900年にモスクワ大学物理数学部の数学科に入学し、ブガーエフ（1837-1903）やエゴロフ（1869-1931）といった数学者たちのもとで学んだ。この1902年という時期は、フロレンスキイがのちに数学者となるルジン（1883-1950）らと共にモスクワ数学会の学生支部に積極的に加わり、数学と哲学に関する著作を執筆し始めた時期にあたる。『幾何学における虚数性』の内容については次章以降で見ていくこととして、ここではこの時期にフロレンスキイがブガーエフから受けた影響と、それによって発展させた思想に着目したい。

ブガーエフは、モスクワ数学会の初期メンバーであると同時にモスクワ心理学協会のメンバーでもあり、自由意志に学問的根拠を与えることを自身の課題の一つとしていた。ブガーエフは1889年にモスクワ心理学協会の機関誌に論文「意思の自由」を寄稿し、1897年の第1回国際数学会者会議では、自由意志の擁護を数学と直接的に関連づけて論じた。ブガーエフはそこで不連続関数を取り上げ、不連続関数を、決定論から解放された独立した個人とその自主性の証拠であるとした。ブガーエフは、古典数学は連続性を強調しすぎており、不連続で自由な自然や社会の現象を無視しているとし、数論と確率論を基盤として、「アリトモロジー」という不連続関数理論を展開した³。

フロレンスキイは論文「世界観の或る前提について」（1904）で、「この教授 [ブガーエフ] は、講義や論文の中で世界観の要素としての不連続性の意味を根気強く示した⁴」と述べ、ブガーエフによって切り開かれた不連続性をめぐる議論を発展させようとしている。フロレンスキイは、連続性の理念は19世紀における支配的な原理であり、この傾向はまず数学から始まって、それからあらゆる学問領域にまで広がったことを指摘する。

数学は実際に連続性が生じるような問題だけを扱うようになり、次第にそのような問題だけが存在するという思考に慣れていった。勿論、顕著な不連続性が現れる問題にも気付か

ないわけにはいかなかったが、そうした問題は無視され、そうした事例の不連続性はごく稀なケースとみなされたり、逆に非常に忌々しい、問題解決の障害とみなされることもあった。純粋な解析学から始まった連続性の習慣、全てをこうした方向性の下でみる習慣は、多くの場合、非常に浅いが広い範囲に拡大し、その結果二つの方向に発展した。一つ目は物理・数学の方向であり、連続性の理念が最も主要な思考様式として幾何学に浸透した。二つ目は生物学の方向である。[...] 数学的理念はすぐに生物学や自然科学の他の領域に根を下ろし、変形されながらライエルやダーウィンの学説にまで発展した。[...] こうした方向性から発展した地質学や生物学の理念は、同時に歴史学や心理学、社会学等にも影響を与えた。最終的に連続性の理念は神学から力学に至るまでの全ての秩序となり、現在ではこれに反することは多くの人にとって異端であるとみなされるように見える⁵。

19世紀の多くの学問領域では、連続性によって物事を記述する傾向が強く現れたが、実際には全ての現象が連続的に説明できるわけではない。生物学における突然変異や、不連続な軌道を持つ電子などが好例である。そうであるにもかかわらず、連続性だけが自然界の原理であると考えすることは、物事の一面しか見ていないことになる。フロレンスキイは主張する。フロレンスキイは、最初にこうした連続性に偏った傾向を生み出してしまったのは数学であるから、数学の方面からこれを解かねばならないという問題意識を強く持っている。

1-2. 現実的無限

不連続性をめぐるフロレンスキイの考察は、ドイツの数学者カントール（1845-1918）の集合論を取り入れたことによって発展を得た。カントールは、無限にはいくつもの種類や階層があることを示したが、その中で、連続的な無限の現れは、不連続な無限の現れの特殊例にすぎないということを明らかにした。カントールは連続体を単なる点の集合として定義したが、フロレンスキイはこれを連続性からその支配力を剥奪したことを意味すると解釈している。集合は不連続な点を一つにまとめたものであり、実数の集合というような連続体は、一定の濃度を持った無限集合であるが、これは様々な濃度をもつ無数の無限集合の一形態であるということの意味しているにすぎない。ここから、フロレンスキイは、不連続性と連続性は単に対立する概念であるのではなく、連続性は不連続性の特殊な一例にすぎず、不連続性が連続性に先立つと

解釈する。フロレンスキイは、幾何学、あるいは空間においても、不連続性は連続性に先立つとし、さらにこれを拡張して、次のように述べる。

存在も、現象の関数的関係も、不連続的なものとみなさなければならない、[...] なぜなら連続性は不連続性の無数の変形の一つにすぎないのであるから⁶。

カントールは、無限を「現実的無限」と「潜在的無限」に分類した。潜在的無限とは無限に増大（減少）する連続的過程を指す。一方、現実的無限とはいかなる有限定数よりも大きな定数であり、数学的実在性をもつ無限である。現実的無限は、過程ではなく実在であるから不連続的である。フロレンスキイは、不連続性が連続性に先立つのと同様に、現実的無限が潜在的無限に先立つという考えを明示している。

潜在的無限が存在し得るためには、無制限な変化が可能でなければならない。しかし無制限な変化が可能であるためには、それぞれものは変化し得ないような、変化のための領域が不可欠である。というのは、そうでなければ、その領域のために変化の領域が延々と必要になってしまうからである。しかしこの領域は無限ではなく、従って、現実的無限である。つまり、あらゆる潜在的無限は、その超限的限界としての現実的無限の存在をすでに前提としている。あらゆる無限の進歩は進歩の無限の目標の存在をすでに前提としており、あらゆる無限の向上は無限の完璧さが認められることを必要としているのである⁷。

ここでフロレンスキイは、連続的な過程としての潜在的無限が成立しうるためには、その可能な変化のための領域としての、不連続な実在としての現実的無限が前提とされなければならないという見解を示している。さらに、こうしたフロレンスキイの無限をめぐる議論は、数学の分野にとどまるものではない。フロレンスキイは、神学的著作である『真理の柱と礎』（1914）において以下のように述べている。

真理は、有限な無限であり、無限な有限である。それは数学的に言えば、現実的無限である⁸。

ここで、真理という語は頭文字を大文字で **Истина** と書かれているが、大森が指摘しているように、フロレンスキイが真理を大文字で記す時、それは神を表している⁹。

1-3. 形

こうした連続性と不連続性をめぐる議論は、1922年に執筆された論文「ピタゴラスの数¹⁰」にも受け継がれている。フロレンスキイはここで、20世紀初頭の学術的進歩の最大の特徴は、不連続性と形に光を当てたことであるとしている。フロレンスキイによれば、ルネサンスから現代に至るまで、全ての概念において甚だ似通った二つの方向性があり、その一つ目は連続性の原理で、二つ目は形の概念の追放であった。フロレンスキイは、連続性と形の追放が互いにどのように関わり合っているかについて、以下のように述べている。

一方の端からもう一方の端へ中間点を通らなければ到達できないこと、これが連続性の原理である。部分と個々の要素を統一するような全体像が現象の中にあられないこと、これが形の否定である。現象が連続的に変化するならば、その現象には、内的大きさ、変化の限界を想定する、部分と各要素との相互の結びつきによってできる全体像がないということである。このことを考えれば、この二つのルネサンス的方向性が同起源で互いに結びついていることがわかる。言い換えれば、連続的变化は形の不在を前提としているのである。このような現象は、内部からの統一的な本質に結びあわされず、自らを取り巻く周囲の環境から区別されることがない。それゆえに漠然としていて大きさをもたず、周囲の環境の中に広がっておりとあらゆる中途半端な意味づけが可能になってしまうのである¹¹。

一方、フロレンスキイは不連続性と形については以下のように述べている。

不連続性が現れるところでは我々は全体を求め、全体があるところでは形が働いている、つまり周囲を取り巻くものからの現実の個別的な境界づけがある。言い換えれば、現実が不連続な性格をもつならば、あるモナド、閉じた分割できない統一体がある。ということは、数えることができる。[...] この世界の個別的分割性、それが数えられることは、今日生まれようとしている世界観においてますます重要な位置を占めるようになっていく¹²。

フロレンスキイは、分子、原子、イオン、電子、磁子、エネルギー量子、電気や磁気の線、結晶、生物の個体、細胞、核、染色体等々、これら全ては原子的あるいはモナド的性格を持っていて、時間や空間でさえ有限の粒状の、原子的なものとみなしている人もいるとして、世界観がこうした不連続性、あるいは形という概念の方へ移行しつつあるとしている¹³。さらに、ここでは深く立ち入らないが、フロレンスキイの思想において、閉じた統一体としての形は、数えるという行為を通じて、数と結び付けられる。連続性に支配されるルネサンス的世界観を、不連続性と、それに関連付けられた現実的無限、形、数という概念の導入によって乗り越えるという姿勢は、フロレンスキイの思想全体を貫いている。

2. フロレンスキイの空間解釈

2-1. 虚数圏の構想

フロレンスキイが宇宙について述べるのは『幾何学における虚数性』の9章のみであり、1章から8章では、虚数の性質が論じられる。1章から8章で行われるのは、数の性質を視覚化する試み、特に捉えがたい虚数の性質に形を付与する試みである。そして、フロレンスキイ自身の言葉を借りれば、「虚数的表象が空間の体系の中に組み込まれるように、幾何学の二次元的表象の領域を拡大」すること、「実数がすでに占めている場所を奪うことなく、虚数的表象のための場所を空間の中に見出す」ことである¹⁴。虚数の表象を、実数の表象と無関係に独立したものとみなすのではなく、両者の関係を示すこと、さらには両方の領域がともにあって初めて全体を成すのだということを示すことがここでのフロレンスキイの狙いである。

虚数を視覚的に表す方法としては複素平面があるが、フロレンスキイはこの従来の複素平面を、「複素数の変数と関数を表現するための素晴らしい補助¹⁵」とする一方で、同時にこの複素平面は「関数の中身のみを考慮に入れた関数の定義¹⁶」に対応したものであって、「全体としての、中身と一つに結びついている形としての関数そのものを見逃している¹⁷」と批判している。ここで明らかになるのは、フロレンスキイの考えにおける、関数の二面性である。一つはここで「関数の中身」と述べられている、個々の数やその変化であり、もう一つは「全体」や「形」と述べられている、関数の変化の領域全体、関数が個々の変化の集合として、全体として形成している形である。従来の複素平面では、一つ目の側面だけが重視されているが、二つ目の側面、形を重視すべきであるというのがフロレンスキイの主張であり、これに適した新たな虚数

解釈を追究することが、『幾何学における虚数性』1章から8章までのテーマである。

フロレンスキイは、複素平面に代わって虚数を視覚的に捉える方法として、実数の領域と虚数の領域を平面の表面と裏面とする解釈を示している。フロレンスキイの考えでは、虚数は実数から独立した存在ではなく、実数と虚数の両方の領域がともにあって初めて一つの全体を成す。

こうした実数との関わりの中で捉えられる虚数の領域、虚数圏は、1章から7章が執筆された1902年頃に構想されたと考えられ、1922年に書かれた9章において宇宙の構造に組み込まれることとなる。フロレンスキイは『幾何学における虚数性』をこうした数の性質についての考察から始め、本稿の3章で見ていくように、それを宇宙論にまで応用しようとするが、フロレンスキイがそれを可能であると考えたこと背景には、数についての以下のような考え方が存在する。フロレンスキイは、先に引用した論文「ピタゴラスの数」において、次のように述べている。

数はある原型であり、理念的な図式であり、思考と存在の第一義的なカテゴリーである。

数は、質的に他の同様の有機体と区別されるような理性的有機体である¹⁸。

論文「ピタゴラスの数」において、フロレンスキイは宇宙のあらゆるものの本質を数で表すことができる可能性について考察するのだが、クザーヌス（1401-1464）¹⁹を思い起こさせるようなこうした考えが前提にあるがゆえに、『幾何学における虚数性』でフロレンスキイは虚数の分析から虚数圏を構想し、後に見ていくように、その数の性質に宇宙の性質を代弁させるのである。

2.2. 空間の多様性と非ユークリッド幾何学

虚数圏という考えがフロレンスキイの宇宙論に発展する過程を見る前に、フロレンスキイの空間論がいかなるものであったかを考察したい。

フロレンスキイの空間論において重要な役割を担っているのは、非ユークリッド幾何学と、非ユークリッド幾何学で記述される非ユークリッド空間である。フロレンスキイは、不連続性と連続性の対比、不連続性の連続性に対する優越性の議論と全く同様に、非ユークリッド空間がユークリッド空間に先立つとしている。フロレンスキイの非ユークリッド幾何学への関心は、

ヴフテマスでの空間論の講義録『造形芸術作品の空間性・時間性分析』（1924-1925）において顕著である。フロレンスキイは、ユークリッド幾何学で記述されるユークリッド空間の特徴について以下のように述べている。

ユークリッド空間には、主に次のような特徴がある。それは均質で、等向的で、連続的で、一貫しており、無限で、はてがない²⁰。

論文「空間の絶対性」（1925）では、ユークリッド空間の特徴として、これに「一義的である」、「三次元である」、「常に0に等しい曲率をもつ」という特徴を加えている²¹。フロレンスキイは、ユークリッド空間の均質性を、全体性や有機的な形に最も敵対するものであるとしている²²。連続的であり、無限に均質に広がるユークリッド空間は、不連続性、形といった概念と相容れない。さらに、フロレンスキイの考えでは、ここに挙げられているユークリッド空間の特徴は、いずれも、そうでない場合の特殊な事例にすぎない。連続的であることは不連続的であることの特殊な事例にすぎず、ユークリッド幾何学の潜在的無限はその変化の領域としての現実的無限を前提とし、常に曲率が0であることは様々な曲率の特殊な一例にすぎず、「一般に空間は、三次元であろうとなかろうと、多義的なものとして考えられなければならない、特別な証拠に基づいている場合のみ、一義的なものとみなされる²³」のである。フロレンスキイは、ユークリッド空間を絶対的なものではなく、数ある空間の一つであり、特殊例にすぎないものと位置づけている。さらに、フロレンスキイはユークリッド空間をカント的であるとし、「カントーユークリッド空間の理論は、具体的で明瞭な世界観から完全に孤立することに全ての名誉をかけている [...] ²⁴」と述べる。

これに対し、非ユークリッド幾何学の考案者の一人、ロバチェフスキイについてフロレンスキイは以下のように述べる。

ニコライ・イワノヴィチ・ロバチェフスキイは、今から100年前に決定的に反カント的な、その当時は挑戦的なアフォリズムとしてしか残らなかった考えを示した。その考えというのは、物理的な世界の様々な現象は、それぞれ異なる空間の中で起こるということ、つまり現象はそれぞれの空間の適切な法則に従うということである²⁵。

フロレンスキイの考えにおいて、非ユークリッド幾何学は、単なる新しい幾何学ということにとどまらない。非ユークリッド幾何学の登場が意味しているのは、現象の記述の仕方は従来のユークリッド幾何学に限定される必要がないということ、それぞれの現象にそれぞれ適した記述の仕方がありうるということである。ここで「それぞれ異なる空間」という言葉で示されているように、フロレンスキイの思想においては、様々な空間が存在しうる。フロレンスキイはユークリッド空間を「通常の幾何学の空間」とし、これ以外にも空間概念は存在するとして、物理学的経験に基づく「物理学的空間」、視覚や聴覚といった知覚に基づく「精神生理学的空間」、芸術家と作品の鑑賞者の経験が結晶化する空間である「美学的空間」を挙げ、この三つの空間はこの順にユークリッド空間から遠ざかるとしている²⁶。自身の空間概念の広さについて、フロレンスキイは以下のように述べる。

聴覚や触覚も明らかにそれ自身の空間を要求するのだが、空間概念のはるかに広大な適用については通常ほとんど熟考されることがない。それだけにはとどまらない。嗅覚、味覚、さらに神秘的経験、思考、感情でさえ、空間的特徴づけと、それらの空間内での配置をも同時に確立させるような相互の調和を有している²⁷。

フロレンスキイの思想においては、非ユークリッド幾何学という語が、数学上の議論を超えて、こうした「通常の幾何学の空間」、「カントーユークリッド空間」を除くあらゆる空間を記述できる可能性をもつ幾何学という意味を含んでいることに注意しなければならない。

ここで、フロレンスキイの使う幾何学という語の意味の広さを検討する必要性が生じる。フロレンスキイは、「力の場」という語を用いて、幾何学について以下のように述べている。

幾何学は力の場によって決定され、力の場は幾何学によって決定される²⁸。

フロレンスキイは力の場という語を、その空間内の物体や媒質によって生じる力の向きと大きさが作り出す領域、力の及ぶ範囲として用いているが、フロレンスキイのいう「力」というものもまた、非常に広範な概念であることに注意する必要がある。たとえば、フロレンスキイのいう「力」には、物理的な力のみならず、「美の力」といったものも含まれており、フロレン

スキイは同じく『造形芸術作品の空間性・時間性分析』の中で、「美の力は、磁力や引力に少しも劣らずに存在している²⁹」と述べている。フロレンスキイの思想においては、何を記述するか、何を記述の対象とするかということと、ユークリッド幾何学も非ユークリッド幾何学も含めてどの幾何学を選択するかということが、互いに強く結びついている。このことは、次節以降で検討するダンテの『神曲』の宇宙と、それを基盤としたフロレンスキイの宇宙論において、極めて重要な役割をもつ。

最後に、フロレンスキイにとって、空間は静的に在るだけではなく、人間がつくるものでもある。

あらゆる文化は、空間を組織する活動であると解釈することができる。ある場合には、それは我々の生活に関係する空間であり、これに対応する活動は技術と呼ばれる。別の場合には、それは思考される空間、現実の思考モデルであり、それを組織する活動は科学と哲学と呼ばれる。最後に、三つ目の場合はこの二つの間に位置するものである。三つ目の空間は、技術の空間であるように見えるが、生活の干渉を許さず、その点は科学と哲学の空間に似ている。このような空間を組織するものは、芸術と呼ばれる³⁰。

フロレンスキイは、芸術家はリズムや色、イメージ等によって空間を満たし、構成するものであるが、こうした空間の組織のうちで最も自由な活動であるのは音楽と詩であるとし、特に詩によって表される空間について、以下のように述べている。

ホメロスの叙事詩やシェイクスピアの戯曲、『神曲』、『ファウスト』などの偉大な作品は、それぞれの空間を完全に明瞭で統一された想像のもとで現実的に示すために、読者に対して極めて大きな努力と、それを作者とともに作ることを要求する³¹。

フロレンスキイによれば芸術家は空間を組織するが、ここで挙げられているように、『神曲』は読者に対しても作者とともにそうすることを求めるような作品であるということを指摘した上で、次節に進むこととする。

2-3. フロレンスキイの『神曲』解釈

『幾何学における虚数性』において、フロレンスキイはダンテの『神曲』で描かれる世界が非ユークリッド空間であるとし、『神曲』の空間を基盤として、自身の宇宙論を形作る。その際、フロレンスキイは『神曲』を空想とはみなしていないことに注意したい。

彼の旅は現実にあったことである。もしこのことを否定する人があるとしても、いずれにせよこの旅は、詩的現実として、つまり描き出され思考された、その幾何学的前提を明らかにするための判断材料を自身のうちに含んだ旅であるとみなされなければならない³²。

フロレンスキイの解釈では、『神曲』で描かれる世界は、ある幾何学のもとで整合性をもって成り立っているものである。それは、前節で見てきたように、一つの空間として在ることと等しい。そしてその幾何学は、ダンテの旅の軌跡そのものから明らかになるとフロレンスキイは考える。フロレンスキイは、幾何学の性質を決定するものとして直線を挙げ、直線の定義のうち最も基本的なものは、直線を二点間の最短距離とすることであると、その距離の測量について次のように述べる。

空間の距離の測量として機能するのは、その距離を踏破するのに費やされた労力である。
[...] 空間の踏破に費やされる労力には様々なものがありうるし、それ故に計測されるものも様々である。それは機械的な仕事量や何らかの物理的過程かもしれないし、そのほかに何らかの精神物理学に属するものかもしれない。我々は距離を物理的な器具を用いて計測することもできるし、費やされた骨折りの直接的な感覚、つまり疲労感で測ることもできる。[...] しかし、何らかの労力を費やすことは不可欠な条件である。それがなければ、距離は評価できないし、空間は意識されない³³。

フロレンスキイは、空間を移動するという行為そのものが幾何学の性質を決定すると考える。『神曲』でいえば、ダンテの移動が、直接的にその空間の幾何学の性質を物語っているのである。それゆえに、『神曲』の空間を解釈しようという試みは、ダンテの地獄から天国への移動の軌跡の分析に集約される。フロレンスキイは、ダンテの移動を次のようにまとめる。

旅はイタリアから始まる。二人の詩人は漏斗状の地獄の崖に沿って下っていく。漏斗状の地獄は、地獄の君主のいる最後の最も狭い円で完結する。この際、二人の詩人は常に垂直方向への下降を保っている—頭を始点、つまりイタリアの方へ、そして足は—地球の中心へ向けて。しかし、詩人たちはルシフェルの腰のあたりに到達すると、二人とも足を地獄めぐりの出発地点であった地球の表面の方へ、そして頭は—その反対の方向に向けるようにして、突然ひっくり返る。[...] この境界を越えて、つまり、地獄めぐりを終えて世界の中心を通過して、詩人たちは「キリストが磔刑された場所」と反対側の半球に出る：彼らは穴状の道を登っていく。

[...] この境界を越えた後、詩人は煉獄山を登り、天国へ上昇していく。—ここで問題がある。それはどの方向なのだろうか。彼らが地球の内部で登ってきた道は、ルシフェルが天から頭を下にして落ちた、その落下によって形成された。つまりルシフェルの落下の起点となった場所は、地球を取り巻く空間のどこか、天のどこかではなくて、ダンテたちが下っていった方向の半球の側にある。煉獄山とエルサレムは正反対の方向に位置する。[...] つまり、ダンテは常に直線方向に移動し、一足を下ってきた場所の方へ向けて天国に立つ。[...] 最終的に彼は逆戻りすることなくフィレンツェに到達する^{34 35}。

フロレンスキイの『神曲』分析において重要であるのは、ダンテとウェルギリウスがルシフェルのいる地点で反転し、地獄の領域から煉獄・天国の領域へと移行したこと、そしてこの反転によって、二人が初めから終わりまで一貫して同じ姿勢で前進していることである。フロレンスキイの『神曲』の解釈には、煉獄の存在が殆ど反映されておらず、「世界の中心」にいるルシフェルを挟んで、地獄と煉獄・天国という二つの領域に大別されている。こうしたフロレンスキイの『神曲』解釈における二圏性については、すでにベセアが指摘している³⁶。ベセアによれば、ダンテの『神曲』は地獄・煉獄・天国の三圏から成るのに対し、フロレンスキイの『神曲』解釈では二圏的に捉えられているが、それは正教に煉獄がないことに起因する³⁷。ここではフロレンスキイが、相反する二つのものが離れがたく結びついて全体、統一体を形成することを美とみなしていることを付け加えておきたい³⁸。

フロレンスキイは、ダンテの移動の軌跡から、『神曲』の世界は非ユークリッド空間であると結論づける。

こうして、常にまっすぐ前進し、途中で一度ひっくり返って、詩人は出発点となった最初の地点に同じ状態で到着する。もし彼が途中でひっくり返らなかったら、出発地点に足を上にした状態で到着しただろう。つまり、ダンテが移動した面は、直線が一度の反転によって元の状態ではじめの位置に戻るような、反転しない直線運動では—はじめの位置にさかさまの状態に戻るような、そういう面である。明らかにこれは以下のような面である。1) 閉じた直線をもつ面としてとらえればリーマン面であり、2) 垂線を反転させる面としてとらえれば単一面である。この二つの特徴はダンテの空間を楕円幾何学の一形態として性格づけるのに十分である。[...] ダンテの空間はまさに楕円空間に酷似しており、これによって宇宙の有限性という中世の表象に光が当てられる。また、現代物理学の観点からも、宇宙空間は楕円で、時間が有限で閉じているのと同様、有限な空間として考えられなければならない³⁹。

フロレンスキイは、ダンテの旅の軌跡によって記述された空間が、メビウスの輪のように閉じた空間であることを示す⁴⁰。ユークリッド幾何学では空間は延々と広がるが、宇宙空間が非ユークリッド幾何学的に閉じたものであるとすれば、宇宙は一つの形を成すものとして捉えられることになる。フロレンスキイがここで「現代物理学の観点からも」と述べているのは、アインシュタインの一般相対性理論において宇宙が閉じた三次元の球面であることが示唆されているからであり、フロレンスキイは『神曲』と一般相対性理論が宇宙の構造に関して同じ結論に達したとみなしている。

3. フロレンスキイの宇宙

3-1. 宇宙の構造

フロレンスキイは、ダンテの『神曲』が非ユークリッド空間であるという結論をもとに、独自の宇宙論を展開する。

『幾何学における虚数性』でフロレンスキイが示した宇宙は、次のように特徴づけられる。それは、非ユークリッド空間であり、地上的領域と天上的領域の二つの領域から成り、そこでは天動説が成り立つということである。本稿2-2で検討したフロレンスキイの非ユークリッド幾何学への見方を踏まえれば、フロレンスキイが宇宙の記述において非ユークリッド幾何学を選

択した時点で、フロレンスキイは初めからカントーユークリッド的世界観を退けているのであり、ユークリッド幾何学では記述できずにとりこぼされていたものを記述しようとしているということを指摘しておきたい。

宇宙が地上的領域と天上的領域の二つから成るとすると、両者の境界がどこにあるのかという問題が生じる。天動説に従って、地球を中心として恒星（恒星天）がその周りを回っているとすると、恒星が地球の周りを1日に1周すると考えなければならない。この考えに基づくと、地球から遠い恒星ほど速いスピードで回っていることになり、最も遠い恒星は、最も早い速度で回っていることになる⁴¹。このことから、フロレンスキイは、最も速い速度、光速 c で回っている恒星は、地球から半径 $R=23\text{時間}3\text{分}56.6\text{秒} \cdot 300000/2\pi$ の地点にあるはずである⁴²と結論づける。これを計算すると27.522天文単位に等しく、その場所は地球を中心と考えると、天王星と海王星の軌道の間にある。フロレンスキイは、これが光速 c を基準にしたときの宇宙の境界であるとする。

次に、フロレンスキイはこうした境界によって隔てられ、また同時に結びつけられてもいる地上的領域と天上的領域に、実数と虚数という性質を与える。フロレンスキイは、相対性理論によれば、観測者に対して動いている物体は縮んで観測され、その大きさは、 $\beta=\sqrt{1-v^2/c^2}$ (v は連動している物体の速度) で得られる値に従って変化するというを用いて、地上、天上、その境界における物体の状態について考察を進める。 $v < c$ のときは β は実数で、これは地上の領域に対応する。 $v = c$ のときは $\beta = 0$ であり、これは地上と天上の境界に対応する。 $v > c$ のとき β は虚数で、これは天上に対応する。ここにおいて、『幾何学における虚数性』1章から8章で論じられた虚数圏が、宇宙論に組み込まれることとなる。フロレンスキイは、境界と天上について以下のように述べる。

地上と天上の境界においては、あらゆる物体の長さは0に等しく、質量は無限であり、時間は、観測される側からみると無限である。別の言い方をすれば、物体はその長さを失い、永遠性に移行し、絶対的な不変性を獲得する。これは、非物体的で長さを持たず不変で永遠の本質であるという、プラトンのいうアイデアの特徴を物理学の用語で書き換えたものではないだろうか。これはアリストテレスのいう純粋な形相ではないだろうか。[...] だが、境界を越えて、 $v > c$ のもとでは時間は逆向きに流れ、それゆえ結果が原因に先行する。つ

まりここでは、既存の因果律は—アリストテレスとダンテの存在論も要求しているように—最終的な因果律、目的論にとって代われ、—限界速度の境界を越えたところには目的の王国が広がっている。ここでは物体の長さや質量は虚数である⁴³。

フロレンスキイが天動説を主張したことの背景にあった、科学と仮説をめぐる議論について触れておきたい。フロレンスキイは、マイケルソン・モーリーの実験の失敗や特殊相対性理論を取り上げ、地動説を証明することはできないとし、その点では地動説も天動説も同等であると考えた。フロレンスキイによれば、「総じて、水晶天、「天空」のあるプトレマイオスの宇宙体系においても、すべての現象はコペルニクスの体系下と同じように起こるはずであるが、[プトレマイオスの体系には]良識と地上や地上的で真に信頼できる経験への忠実さという長所と、哲学的知性との調和があり、幾何学にもかなっている⁴⁴」。フロレンスキイのこのような見解の背景には、ポアンカレらの議論がある。

地球が自転すると仮定する方が便利である、なぜかというところからするとそうした方が天文学の法則がもっとずっと簡単な言葉で表されるからである、[...]。「地球は自転する」という断定は少しも意味がない。というのはどんな実験でもそれを検証することができないからである。[...]あるいはむしろ次のようにいった方がよい、すなわち「地球は自転する」というのと、「地球が自転すると仮定した方が便利である」というこの二つの命題はただ一つと同じ意味を有していて、双方ともに余分なところを持たない⁴⁵。

フロレンスキイが天動説を主張する際の論法は、こうした記述を部分的に踏まえている。天動説をとっても、地動説をとっても、起こる現象に違いはない。その前提の上で、ポアンカレは、地動説のほうが自然界の個々の現象の一貫性を記述するのに便利であるから、地動説を採用すべきであるとされた。同じ前提を共有した上で、フロレンスキイは天動説を採用するが、それは、天動説を用いることによって記述できるようになる何ものかが、地動説で説明できるものよりも、より真であるとフロレンスキイは考えるからである。

3-2. 天動説と宇宙の形

フロレンスキイが天動説にこだわった理由は、宇宙の形と関わりがある。アリストテレス以降、『神曲』にも受け継がれている天動説では、あらゆる原因は宇宙の最も外側である恒星天から、つまり地上的領域の外部から、地上的領域の内部へともたらされる⁴⁶。それに対し、地動説、とりわけ太陽を中心とするコペルニクスの地動説では、運動の原因である重力は宇宙の中心から外側へともたらされる。両者は原因の方向性が逆である⁴⁷。このことから、地動説と、アリストテレスやダンテの天動説とでは、宇宙の形が異なる。

地動説では、運動の原因は中心から外側へ向かう。例えば、宇宙の中心に太陽があるとする。太陽から外側の惑星へ距離に応じて順に伝わっていく。それゆえに宇宙は、外側へ向かって延々と連続的に、ユークリッド空間的に広がっていく。変化のための領域があらかじめ決められていないため、宇宙は全体としての形を持たない。その広がりには潜在的無限である。

天動説では、運動をはじめとするあらゆる変化の原因は外側（恒星天やその外側）から中心（宇宙の最下位にある地球）へ向かう。影響を及ぼす側としての天上的領域と、影響を受ける側としての地上的領域があり、両者はその性質の歴然とした違いゆえに不連続性によって隔てられるが、同時に境界を接している。地上的領域は、変化のための領域を天上的領域の存在によってあらかじめ決められており、宇宙は全体として閉じた形をもつ。

ここで、フロレンスキイが宇宙を非ユークリッド空間としていることに注目したい。フロレンスキイは地上と天上の境界を計算式から求めており、それゆえに地上の領域は有限であるが、ユークリッド空間における有限のような、まっすぐに進めばどこかではてにぶつかるというような有限ではなく、地球の球面上での運動のように、どれほど前進しようともはてがない有限である。どれだけまっすぐに進もうと、連続的プロセスによってそのはてに到達することはない。従って、非ユークリッド幾何学を導入したフロレンスキイの天動説では、地上的領域を無限に連続的に進んでいっても、閉じた地上的領域から出ることはできず、天上的領域へ辿り着くことはない。境界を超えて天上的領域へ入るためには、フロレンスキイの説明によれば、光速を超えて空間を破壊したり、ダンテのように反転したり、なんらかの不連続な変化を経なければならない。こうした不連続性によって結び付けられた天上的領域は、地上的領域からみれば現実的無限である。

3-3. 不連続性と現実的無限の視覚化としての天動説

フロレンスキイは『幾何学における虚数性』の中で、天動説を現代に蘇らせようとする。しかし、『幾何学における虚数性』で展開される天動説は、アリストテレスやプトレマイオス、ダンテの考えそのものではなく、当時の最先端の数学や物理学をも取り入れた、「フロレンスキイの天動説」といって良い、独自の天動説である。フロレンスキイは、アリストテレスの宇宙観から、宇宙は地上と天上に分かれており、あらゆる原因は地上の領域の外側、つまり天上の側からもたらされるという考えを受け継いだ。このことが意味するのは、宇宙は地上と天上という二つの相反する側面から成り、両者は不連続に結ばれているということである。フロレンスキイはこの地上と天上に、平面の表面と裏面のような関係にある実数と虚数の性質を与えた。ダンテの『神曲』からは、宇宙が閉じた非ユークリッド空間であるという考えを受け継いだ。これはまた、アインシュタインの一般相対性理論から導かれる結果とも一致することであった。宇宙が閉じた非ユークリッド空間であるということが意味するのは、宇宙は延々と無限に広がっているのではなく、全体としての形を持っているということである。

以上のことから、フロレンスキイの天動説は、不連続性と形という概念を体現したものであることがわかる。そして、不連続性によって結び付けられた天上的領域は、地上的領域から見れば現実的無限である。この不連続性と現実的無限が、地動説を用いて記述できる諸々の事象よりも優先して、フロレンスキイが記述すべきであると考えた内容である。本稿1-2で指摘したように、フロレンスキイの思想において現実的無限が神と等しいことを考慮に入れるならば、フロレンスキイの宇宙像は、神の存在を、面の表と裏のように人間との不連続で表裏一体な関わりの中で捉えることを、視覚的に示したものでもある。

おわりに

フロレンスキイの宇宙論の根幹には、不連続性、不連続性によってつくられる形、現実的無限がある。モスクワ大学在学中から1920年代にかけてのフロレンスキイの数学や空間についての思想を紐解くと、これらはフロレンスキイがルネサンス的世界観への対抗として、常に重視し、著述の対象としてきた概念であることがわかる。フロレンスキイの宇宙論は、彼の思想全体の中で位置づけ直したとき、決して突飛な発想ではなく、彼の空間論と数学論を宇宙の領域にまで引き上げた結果であるとみなすことができる。

本稿では空間と数学に関する思想に焦点を当ててきたが、途中何度か言及したように、フロレンスキイの宇宙における不連続性が意味するのは、現実的無限としての天上、神である。このことについて、最後に少し触れておきたい。本稿2-3において、フロレンスキイが『神曲』を三圏ではなく二圏として捉えていることを指摘した。この背景には、フロレンスキイが元来、二律背反によって一つの全体が作られることを美とみなしていること、また煉獄のない正教の解釈が影響していることがある。煉獄の有無について、さらに進んで言うならば、フロレンスキイの『神曲』解釈においては、罪というものが考えに入れられていない。奥村⁴⁸は、『神曲』における罪と重力を結び付けて論じ、『神曲』では罪の重さが身体に働く重力として描かれており、罪の重さを背負った亡者が煉獄山を登るにつれ罪＝重さが減っていき、地上樂園で罪が完全に浄化されたとき、身体の重さは零となって天上へ至ると指摘している⁴⁹。一方でフロレンスキイは、本稿3-1で述べた天上と地上の境界の算出においてケプラーの法則を無視していることから明らかであるように、重力もまた考えに入れていない。フロレンスキイにおいては、奥村の指摘が逆の面から成立する。つまりフロレンスキイは、罪も重力も考えに入れていないのである。こうしたフロレンスキイの宇宙論においては、地獄から煉獄、天国へという一方通行の浄化、上昇のプロセスよりもむしろ、受肉と変容の或る種の双方向性があり、天上と地上の表裏一体性が際立つ。フロレンスキイが地上的領域に実数の集合を、天上的領域に虚数の集合を対応させたことは、その両方によってひとつの全体が成るということだけでなく、一方の集合からもう一方の集合への射影の可能性をも表していると考えられる。

¹ Городецкий С. М. Павел Флоренский «Мнимости в геометрии» // Флоренский П. А: Pro et contra / Сост., вступ. ст., примеч. и библиогр. К. Г. Исупова. СПб., 1996. С. 457.

² Кольман Э. Против новейших откровений буржуазного мракобесия // Флоренский П. А: Pro et contra / Сост., вступ. ст., примеч. и библиогр. К. Г. Исупова. СПб., 1996. С. 462-475. なお、発表された1933年という年は、フロレンスキイが「政治的見地において、極端に右派的な帝政支持者である科学者および司祭」という理由で逮捕され、流刑された年である。この年の1月から7月までフロレンスキイの取り調べと尋問が行われていた。(Игумен Андроник. Обзор следственного дела Священника Павла Флоренского 1933 года // Флоренский

П. А. Предполагаемое государственное устройство в будущем: Сборник архивных материалов и статей. Составитель игумен Андроник (Трубачев). М., 2008. С. 48.) コルマンによるこの文章も、取り調べの際の資料として書かれた側面があると推測される。フロレンスキイはこの後、1937年に銃殺される。

³ ブガーエフを中心とするモスクワ数学会の動向や、その背景にあった数学の算術化をめぐる議論については、A. Vucinich, *Science in Russian Culture 1861-1917* (Stanford: Stanford University Press, 1970) に詳しい。

⁴ *Флоренский П. А. Об одной предпосылке мировоззрения // Священник Павел Флоренский. Сочинения в 4 томах. Т.1. М., 1994. С.78.*

⁵ *Флоренский. Об одной предпосылке мировоззрения. С.73-74.*

⁶ *Флоренский. Об одной предпосылке мировоззрения. С. 75.*

⁷ *Флоренский П. А. О символах бесконечности // Священник Павел Флоренский. Сочинения в 4 томах. Т.1. М., 1994. С. 84.*

⁸ *Флоренский П. А. Столп и утверждение Истины // Флоренский Павел Александрович. Т.1 (I), (II). М., 1990. С. 43.*

⁹ 大森雅子『時空間を打破する:ミハイル・ブルガーコフ論』成文社、2014年、207頁。

¹⁰ フロレンスキイは1922年に『形としての数』という著作を準備しており、論文「ピタゴラスの数」はその第1章となる予定であった。『形としての数』は未発表であり、「ピタゴラスの数」は単独でフロレンスキイの死後1971年に出版された。

¹¹ *Флоренский П. А. Пифагоровы числа // Священник Павел Флоренский. Сочинения в 4 томах. Т.2. М., 1996. С. 632-633.*

¹² *Флоренский. Пифагоровы числа. С. 634.*

¹³ *Флоренский. Пифагоровы числа. С. 635.*

¹⁴ *Флоренский П. А. Мнимости в геометрии. М., Лазурь, 1991. С. 11-12.*

¹⁵ *Флоренский. Мнимости в геометрии. С. 9.*

¹⁶ *Флоренский. Мнимости в геометрии. С. 9.*

¹⁷ *Флоренский. Мнимости в геометрии. С. 9.*

¹⁸ *Флоренский. Пифагоровы числа. С. 637-638.*

¹⁹ クザーヌス (1401-1464) は、『知ある無知』で以下のように述べている。「ところで、感覚的なものはすべて、それ自体のうちに充溢している物質的な可能性のゆえに、たえず或る不安定な状態にある。これに反し、—事物を考察するとき—感覚的なものよりももっと抽象的なものは— [...] 最も堅固でわれわれにとって最も確かなものだとわれわれは思うのである。そして、ほかでもない数学的なものがそういうものである。それゆえ、数学に精通した人たちは、探究さるべき事物の原型を、知性によって賢くも探し求めたのである。[...] 名実ともに第一の哲学者であるピユタゴラスは、真理にかんするいっさいの探究を数のうちにおいたではないか。プラトン主義者たちはもちろんのこと、われわれのうちの最大な人たちもまた、ピユタゴラスにしたがった、なかんづく、われわれのアウグスティヌスや、かれの後のポエティウスは、創造者の精神のうちでは、数が創造さるべき事物の第一の原型であったことは疑問の余地がないと主張したほどである。」(ニコラウス・クザーヌス (岩崎允胤、大出哲訳)『知ある無知』創文社、1966年、31頁。)

²⁰ *Флоренский П. А. Анализ пространственности и времени в художественно-изобразительных произведениях. М., Прогресс, 1993. С. 21.*

²¹ *Флоренский П. А. Абсолютность пространственности // Священник Павел Флоренский. Собрание*

- сочинений. Статьи и исследования по истории и философии искусства и археологии. М., Мысль, 2000. С. 277.
- ²² *Флоренский*. Анализ пространственности и времени в художественно-изобразительных произведениях. С. 21.
- ²³ *Флоренский*. Абсолютность пространственности. С. 282.
- ²⁴ *Флоренский*. Абсолютность пространственности. С. 276.
- ²⁵ *Флоренский*. Анализ пространственности и времени в художественно-изобразительных произведениях. С. 5.
- ²⁶ *Флоренский*. Абсолютность пространственности. С. 283-284. このように空間の概念をユークリッド空間に限定せず、精神生理学的空間、美学的空間にまで拡張することは、ポアンカレ（1854-1912）やマッハ（1838-1916）の思想と類似している。ポアンカレは、著書『科学と仮説』（1902）の中で、ユークリッド空間、視覚空間、触覚空間、表象空間というものについて論じている。フロレンスキイは『造形芸術作品の空間性・時間性分析』において、空間の概念を拡張させた人物の一人にポアンカレの名前を挙げている。（*Флоренский*. Анализ пространственности и времени в художественно-изобразительных произведениях. С. 5-6.）
- ²⁷ *Флоренский*. Анализ пространственности и времени в художественно-изобразительных произведениях. С. 51.
- ²⁸ *Флоренский*. Анализ пространственности и времени в художественно-изобразительных произведениях. С. 7.
- ²⁹ *Флоренский*. Анализ пространственности и времени в художественно-изобразительных произведениях. С. 49.
- ³⁰ *Флоренский*. Анализ пространственности и времени в художественно-изобразительных произведениях. С. 55.
- ³¹ *Флоренский*. Анализ пространственности и времени в художественно-изобразительных произведениях. С. 62.
- ³² *Флоренский*. Мнимости в геометрии. С. 46.
- ³³ *Флоренский*. Анализ пространственности и времени в художественно-изобразительных произведениях. С. 12-13.
- ³⁴ 『神曲』にはダンテがフィレンツェへ帰還したという記述はない。フロレンスキイがダンテの旅の最後にフィレンツェへの帰還を書き足さなければならなかったのは、ダンテの旅の起点と終点が一致していること、ダンテが後戻りせず常に前進する形で一筆書きのような軌跡をたどったことを仮定することが、後に述べられる非ユークリッド的解釈のために必要であったからであると考えられる。
- ³⁵ *Флоренский*. Мнимости в геометрии. С. 46.
- ³⁶ D. Bethea, “Florensky and Dante: Revelation, Orthodoxy, and Non-Euclidean Space,” in Judith Deutsch Kornblatt and Richard F. Gustafson, eds., *Russian Religious Thought* (Madison: The University of Wisconsin Press, 1996), pp. 112-131.
- ³⁷ Bethea, “Florensky and Dante: Revelation, Orthodoxy, and Non-Euclidean Space,” p.119-120.
- ³⁸ *Флоренский П. А. У Водоразделов Мысли (Черты конкретной метафизики)*. Т.1. М., Академический Проект, 2013. С. 472-478.
- ³⁹ *Флоренский*. Мнимости в геометрии. С. 46-47.

⁴⁰ フロレンスキイの解釈したダンテの軌跡が、メビウスの輪のような形状であるという指摘は、パルシン（*Паршин А. Н.* Путешествие Данте в ад // Павел Александрович Флоренский / Под ред. А. Н. Паршина, О. М. Седых. М., 2013. С. 251-255.）、セディフ（*Седых О. М.* Архаический космос и современная наука (П. А. Флоренский и В. Г. Богораз) // Павел Александрович Флоренский / Под ред. А. Н. Паршина, О. М. Седых. М., 2013. С. 276-305.）による。

⁴¹ この考えは、アリストテレスが『天界について』で述べている、「より大きな円の速さはより速い」「天の最遠の円運動は単一かつ最速であるが、他の星々の円運動はそれよりも遅く、より多くあることが前提されている」という考えと一致する。（アリストテレス（山田道夫、金山弥平訳）『アリストテレス全集5』岩波書店、2013年、105頁、112頁。）

⁴² バユクとフォードは論文（*Баюк Д. А., Форд Ч. Е.* Данте-Галилей-Флоренский: к апологии замкнутого космоса // Павел Александрович Флоренский / Под ред. А. Н. Паршина, О. М. Седых. М., 2013. С. 256-275.）の中で、フロレンスキイによるこの式の値を23時間56分4.1秒と直して紹介している。

⁴³ *Флоренский*. Мнимости в геометрии. С. 50-51.

⁴⁴ *Флоренский*. Мнимости в геометрии. С. 48.

⁴⁵ アンリ・ポアンカレ（河野伊三郎訳）『科学と仮説』岩波書店、1938年、145-146頁。なお、ポアンカレは続く『科学の価値』（1905）の中で、この記述によって、自身が天動説を擁護したという誤解を招いてしまったと述べている。

⁴⁶ たとえば、『神曲』天国篇の第27歌106-114には、「全宇宙のあり方、すなわちその中心を / 不動にして周囲に他の全天空を回転させるというもの、 / それはこの場所〔宇宙の最も外側〕を起点にはじまっています。 / そしてこの天空は神の知性の他に / 在所を持ちません。神の知性の中にはこれを回転させている / 愛と、これの降らせる力が燃え輝いています。 / 光と愛が一つの輪でこの天空を包含しているのです、 / この天空が他の天空にしているのと同様に。そしてその輪のことは、 / それに宇宙を取り巻かせている方だけが理解していらっしゃいます。」とある。（ダンテ・アリギエリ（原基晶訳）『神曲 天国篇』講談社、2014年、412頁。）

⁴⁷ アリストテレス、プトレマイオスの天動説と、コペルニクスの地動説では原因の方向が異なるという指摘は、ブルーメンベルク（ハンス・ブルーメンベルク（後藤嘉也、小熊正久、座小田豊訳）『コペルニクスの宇宙の生成 I』法政大学出版局、2002年、176-183頁。）によってなされている。

⁴⁸ 奥村大介「重力の観念史」、『哲學』第129号、2012年、43-72頁。

⁴⁹ 奥村大介「重力の観念史」、48-49頁。

Pavel Florensky's mathematical cosmology

Ruri HOSOKAWA

Pavel Alexandrovich Florensky (1882-1937), philosopher, priest, scientist and mathematician, showed a unique cosmology in *Imaginary points in geometry*. He argues that from the viewpoint of the theory of general relativity the cosmos must be closed non-Euclidean space. His conclusion is that the Ptolemaic system, central to the cosmos of Dante's *Divine Comedy*, is valid. This study addresses the interpretation of Florensky's cosmology, focusing especially on his thought related to mathematics and space.

The cosmos, for Florensky, consists of two spheres: the terrestrial sphere, which real number represents, and the celestial sphere, which imaginary number represents. These two spheres are united discontinuously and form the whole.

The essential concepts in Florensky's mathematical thought are discontinuity and actual infinity. Under the influence of Nikolai Bugaev(1837-1903), a prominent mathematician in the 19th century, Florensky studied discontinuous function and then applied the concept of discontinuity to various studies beyond mathematics. Florensky argues that the concept of continuity is dominant in every field in the 19th century. However, not all phenomena are explained by continuity and furthermore, discontinuity precedes continuity. Non-Euclidean space is discontinuous on his view.

Actual infinity, the concept of which was invented in the set theory of Georg Cantor, is related to discontinuity. While potential infinity is conceived as infinite process, actual infinity, which is larger than any other number, is regarded as a mathematical real existence. Florensky expands the concept of actual infinity into the theological thought and describes God as actual infinity.

Florensky's cosmology, which is featured by non-Euclidean space and discontinuity, must be seen as an attempt to overcome the values of the 19th century and to visualize the whole relation between the earth and God, describing God as actual infinity.