

科学基礎論学会 2025 年度研究例会 / UNESCO 世界論理学デー記念
ロジックフェスタ 2026

ワークショップ

数学は論理的か/論理は数学的か

企画・司会：藤田博司（愛媛大学）、山田竹志（神戸大学）

提題：池田真治（富山大学）、藤田博司（愛媛大学）、黒川英徳（金沢大学）

概要：数学をする人たちの間では「数学こそが論理的である」とか、「論理とは数学での証明の成り立ちのことである」と素朴に信じられていることが多いが、数学がいまの数学のように認識論や存在論から自由に仕事ができるようになったのはヒルベルト以後、あるいはもっと遅くブルバキ以降であり、数学が論理的であることは自明ではない。一方、論理についても、ヒルベルト以降は、形式的な体系を数学的に論じることこそが論理学であるとされることも多いが、論理を形式的ないし数学的に論じることには懐疑的な立場もある。このワークショップでは、このような話題について、歴史的、数学的、哲学的な視点から考えてみたい。

アブストラクト

[提題 1]

初期近代西洋哲学における数学と論理の関係
ー 〈方法〉の時代におけるライプニッツ普遍数学の位置付けー

池田真治（富山大学）

初期近代は、実験哲学の興隆と数学的実践の拡大に応じて伝統的なアリストテレス論理学の権威が傾いていくなか、帰納や演繹といった推論の運用をめぐる新たな方法が模索された時代である。本発表では、16～17 世紀における方法論の再編を、数学と論理の関係に焦点を当てて概観する。そのうえで、とりわけライプニッツの普遍数学の構想がその流れのなかでどのような独自の位置を占めるのか検討する。

長らく交流がなかった数学と論理にとって重要な転機の一つは、「方法」としての論理学の確立である。16 世紀中葉以降、反アリストテレス主義を掲げるラムスによって論理学改革が着手され、デカルトに先立ち数学が明証性の範型として位置付けられた。また、伝統的なアリストテレス主義陣営たるイエズス会内部でも、数学的方法的・教育的有用性が見直された。エウクレイデス『原論』の新版が普及していくなか、幾何学の厳密な論証構造とその体系は、学問論における数学の位置付けの再考を促した。パッポ

ス由来の数学的手法「分析／総合」が自然学や哲学の方法へと一般化されるようになったのも、こうした背景と無縁ではない。さらに、ザバレラによってアリストテレス論理学が新たに「解析／合成」として方法論的に再整理されるなど、論理学を単なる推論の体系から、諸学に応用可能な探究の「方法」(methodus)へと新しく定位しようとする改革が生じた。もう一つの転機は、同時期になされた数学的方法の革新と数学的実践の拡大である。代数的操作および解析幾何の登場、そして力学への数学的手法の導入は、証明や記号操作に関する新たな理解をもたらした。

以上の前提のもとでデカルトおよびその一派は、スコラ論理学を批判しつつ、数学に見られる明証性と秩序を学問的認識の規範として強調し、哲学的方法の刷新を試みた。しかし、数学の直接的な応用は天文学や機械学などに限定的であったことを反省する必要がある。また、大学では依然としてスコラ論理学に基づく教育が中心的であった。ポール＝ロワイヤル論理学は、こうした従来の論理学と新しい方法論が併存する状況を背景に、新しい論理学教育の確立を目的として形成された。それは、論理学を「観念・判断・推論」という精神のはたらきにかんする技法すなわち「思考の術」(l'art de penser)として再定義する。さらに、それらに秩序をもたらす「方法」——ここで数学が参照される——をもまた論理学の枠内に組み込むことで、伝統的論理学を批判的に継承しつつ、デカルトやパスカルらが提示した数学的実践から抽出した新たな方法に融和する形で伝統的論理学を再編しようとした。

ライプニッツは、こうした諸潮流を前提に、伝統的論理学を尊重しつつも、代数的記号操作や組合せ論的思考(結合法)を手がかりに、新しい論理計算や微分積分、幾何学的記号法(位置解析)などの新たな方法の可能性を探究し、学問全体の体系化を構想した。その普遍計画の中心にある彼の普遍的記号法および普遍数学(mathesis universalis)の構想は、当時ほとんど受容されなかったものの、17世紀の方法論的議論を背景としたこれら多様な潮流の一つの極にして、数学的思考と論理学的分析を独自の観点から一つの枠組みに統合しようとする野心的試みである。数学的実践の拡大・論理学の改革・新たな方法論の探求が複雑に交差する時代において、ライプニッツがいかにして論理と数学の関係を再定義しようとしたのか、明らかにしたい。

[提題 2]

ボレル・ベール・ルベークと五通の手紙

藤田博司(愛媛大学)

「五通の手紙」の名で知られる論争は、1904年に公刊されたツェルメロの整列定理の証明に対するボレルの論評をめぐって、ボレル、ベール、ルベークの3人とアダマールとの間で闘わされた論争であった。ツェルメロの証明に先立って、初期の集合論を解析学へ応用して目覚ましい成果を上げていたボレルたちは、ツェルメロの証明をどう評価したのか。またアダマールは彼らにどう反応したのか。論争に先立って出版されたボレルの《関数論講義》や、ツェルメロの証明と同時期に公刊されたルベークの《解析的

に表示できる関数について》における彼らの立場をも考慮しつつ、数学的対象の存在についてのボレル一派とアダマールとの立場の違いを改めて見直してみたい。また、《エフェクティブ》や《指名する》といったボレル一派のキーワードの意味を考察し、現代の数学研究においてそれらが持ちうる意義を考えてみる。「フランス経験主義」の名で呼ばれ、数学の基礎づけにおいてご都合主義的で深い哲学がないと批判されることもあったボレルたちの数学観が、現代の数学研究の現場にも通じる一貫して実践的な立場であることを明らかにしたい。

[提題 3]

Imitation of rigor and informal rigour

黒川英徳（金沢大学）

1879 年に Frege が Begriffsschrift を発表してから、あと数年で 150 年になる。それ以来、論理学と分析哲学は密接なかかわりを持って発展してきた。Frege、Russell の初期分析哲学では、数学の基礎に関する立場としての論理主義を基軸にして論理学の体系そのものが築かれ、その後論理実証主義ではそうした論理学の体系が学問の規範として採用された。その後も、Quine の哲学、またその他 1970-80 年代くらいまで分析哲学の主流を形成してきた人々（例えば、Dummett、Putnam、Kripke 等）の哲学でも論理学は分析哲学の背骨とも言える役割を果たしていたと言えるだろう。実際、彼らはすべて優れた論理学者でもあった。

その後、分析哲学の広がりや論理学と密接な関係を持った分野を超えて様々な発展を遂げ、論理学を背景としない分析哲学は分析哲学ではないと言えるほど両者が密接な関係をもった時代は過去のものとなったと言えるかもしれない。とはいえ、論理学がなお分析哲学の中で重要な位置を占めているという見方に積極的に反対する者は現在でもそれほど多くはないだろう。

こうした密接な関係にもかかわらず（というより、その密接すぎる関係の故にと言うべきか？）、論理学と分析哲学の関係がそもそもどのようなものであるのか、またどのようなものであるべきなのか、という問題は安易な解答を許さない問題であるように思われる。両者の関係が単に、論理学が分析哲学における基礎理論として使われるというだけにとどまっておらず、「論理学とはそもそも何か？」という問題の形で論理学自体が哲学的考察の主題となってきたという点にこの問題の難しさの一端が起因していることはおそらく間違いない。

しかしながらその問題とは別に、そもそも現代論理学が数学の基礎を考察するための理論として開発されたという歴史的事実もこの問題の難しさに大きく寄与していると言ってよいだろう。現代論理学は、数学の（形式化以前の意味での）「公理化」という歴史的過程と密接に関わって発展し、さらにその後（再帰的公理化可能という意味での）「形式体系」としてその理論化が完成されることになる。論理学がこのような特定の形で理論化をされているということは、（それ自体哲学的に正当化が不可能なわけではな

いにせよ) 言わば歴史的偶然の所産である。数学の基礎を与えるために開発された道具を哲学者は「使っている」に過ぎない。この歴史的事情が論理学と哲学の関係を複雑でわかりにくいものにしていることの一因であるように思われる。このことは(誤解を恐れず大雑把な言い方をするならば) ある種の哲学者、論理学者から哲学における論理学の濫用という形での批判的議論が提起されてきた原因の一つになっている。

本発表ではこのような文脈で提起された、論理学と哲学の関係に関する以下の批判的見解を紹介しかつ比較検討することにより、論理学と哲学の関係はどのようなものであるべきなのかという問題について、改めて考えてみたい。一つは、現代の分析哲学における論理学の使用のされ方に極めて批判的な意見をもつ Mark Wilson の見解である。Wilson の批判的議論はそもそも数学の(上記の意味での)公理化がいかなる文脈のもとで動機づけられたのかに関する独自の歴史観と共に提起されている。二つ目は、Wilson と比べれば比較的中立的な Georg Kreisel の「非形式的厳密性」という方法論的考察である。とはいえ、この方法論は哲学だけではなく数理論理学における「形式化」のあり方自体までを射程に入れ、単なる批判にとどまらず具体的な研究プログラムを提示するという形で、この問題への一つの解答を与えていると言える。前者はこの問題についての論理学の外からの批判的な議論、後者は論理学の中における批判的議論ということになる。(時間が許せば、さらに Pavel Tichý の数学と論理学の関係についての見解をこれらの議論との関係において位置付けることも試みたい。)