

二〇一八年三月

「倫理学紀要」第二十五輯 抜刷

エルンスト・カッシーラーとオスカー・ベツカー

——記号的数学の基礎づけの様式における
両者の対立とその体系的・哲学的意味——

真田 乃 輔

エルンスト・カッシーラーとオスカー・ベツカー

——記号的数学の基礎づけの様式における両者の対立とその体系的・哲学的意味——¹

東京大学大学院博士課程（倫理学） 真 田 乃 輔

はじめに——簡単な歴史的素描、本論の課題とおおまかな結論

われわれの問題の歴史的背景をなしていることがらについてきわめて簡単な概要を与えるところから叙述をはじめたい。

古典集合論に内在する数学的・論理的困難については、一九世紀の末にすでに、ブラリッフォルティ、さらにはこの理論の創設者であるゲオルグ・カントールそのひとによって、すでに明るみにもたらされていた。² ここにあらわとなった二つの「パラドックス」はいずれもその生起を、素朴なたちでの「内包公理」が仮定されていることにより古典的集合論の内部にあつては大きすぎる「集合」をただちに対象化することが許容されるという事情に負っている。もともと、「素朴内包公理」に含まれていた難点はこういつたパラドックスを引き起こすというただこのことだけにとどまらない。そこに登場する「性質」ということはが未規定なままにとどまっているという言語にかかわる困難をも、この「公理」は抱えていた。しかもこちらの難点もまた、ある種のパラドッ

クスと無縁ではなかったのである。³ こういった事情がはたして、集合論の基礎づけの一つの方向を規定した。⁴ 集合論においてはツェルメロ＝フレンケルの体系のうちに完成された一表現を見る、数学一般の基礎づけの一つの基本傾向としての「形式主義」ないし「公理主義」の根本テーゼは、ヒルベルトの「超数学」の「はじめにあるのは記号である、*Am Anfang ist das Zeichen*」⁵とて「哲学的」命題に合致すると言ってもいいだろう。形式主義者は一般に、数学を、根本的には、もろもろの記号とそれらのあいだの可能な結合を規定する一定の諸規則とからなる体系と見る。ヒルベルトの証明論の問題はこうした形式的・記号的体系としての数学の——「真理性」ではなく——「無矛盾性」である。⁶

公理的集合論に数学におけるもつとも基礎的な位置を認める立場に対しては、すでにフランスで、アンリ・ポアンカレが異議を唱えていた。数学的方法的基礎はこのひとつにとつて、完全には形式化されえない「完全帰納法の原理」という「われわれの精神の根本的直観」であった。⁷ 直観主義者の側では、このポアンカレに数人のフランス人数学者が続くが、しかしこのひとたちよりもはるかに徹底していたのがブラウワーである。⁸ 「一つの式にもたらされることがなく一歩ごと具体的に *in concreto* 適用される」「完全帰納法の原理」を「数学のもつ本来の、唯一の力、数学的原直観 *mathematische Urintuition*」と見る点で、ヘルマン・ワイルによれば、ブラウワーはポアンカレと一致する。⁹ ワイルはこのひとの仕事のうち、古典集合論とそれに依拠した解析学が直観において与えられるものの「明証的」領域を超えてほとんど無制約に概念や判断を形成していた時代が経験した最初の透徹した認識批判を認めた。¹⁰ ワイルがこのわずかに年長の数学者の「哲学」に一時期強く傾倒していたことはよく知られている。¹¹ なるほどたしかに、ブラウワーの「最後まで考え抜かれた観念論」において数学は「高度の直観的明晰性を獲得した」。¹² このような徹底した観念論的立場にしたがい、またそれを貫くかぎり、しかしながら数学は同時に、古くよりみずからがもちいてきた単純な論理学的原則（たとえば排中律）や歴史にお

いて獲得してきた多くの有用な原理や（とりわけ「存在」にかんする）命題の放棄を強いられることにもなる。¹³
ブラウワーとワイルは「自分たちに都合が悪く思われるすべてのものを投げ捨ててしまふ〔…〕ことをつうじて数学を基礎づけようとしている」。「このことはしかし、われわれの学を切り刻み、傷つけることを意味している」。¹⁴
愛弟子が直観主義的傾向をいよいよ強くしていく状況を前に、一九二一年から翌年にかけて、ヒルベルトが「数学に、それには集合論のパラドックスをつうじて失われてしまったかにも見える異論の余地なく真であるという名声を取り戻させる」¹⁵ことを意図して、数学基礎論上のみずからの考えを公にするにいたる。¹⁶公理主義の立場に立ちながらそこで、ヒルベルトはあらためて、「公理の無矛盾性を証明するという問題」に向かつてゆくこととなる。もつとも、注意されるべきは、ヒルベルトの消極的意図はけつして、クロネッカーやポアンカレの構成主義を全面的に拒絶し否定することにあつたわけではない、¹⁷ということである。むしろ、「完全帰納法の原理はわれわれの精神の属性」であり、それは「完全帰納法そのものよりほかのしかたでは証明されえない」というそこに含まれている観念論的見解が、徹底した公理主義の立場から否定されているのである。¹⁸——『数学における認識のこんにちの状況』（一九二五）や『数学と自然科学の哲学』（一九二六）においては、ワイルはヒルベルトの「記号数学」にみずからの「数学の哲学」のうちに積極的な位置を認めることになる。——歴史的ことがらについてはひとまずここで叙述を打ち止めにしたい。

さて二〇世紀初頭、このような論争的状况にあつて、哲学の側からも数学の基礎にかんするいくつかの重要な思考の成果が提出された——こちらについては、まとまった歴史的叙述を与えることは差し控えさせていただきたい——。本論はそれらのなかから、一方のエルンスト・カッシーラーが『実体概念と関数概念』（一九一〇）や『認識の現象学』（『シンボル形式の哲学』第三卷（一九二九））といった著作において、他方のオスカー・ベッカー

が『数学的存在』(一九二七)において、それぞれ公にした学説を選び出し、両者を以下、対比してゆくことになる。この際、対比項の選択の独断性については、本論は以下の議論の全体をかけて弁明を与えるしだいである。ここではただ、次の決定的な一事を述べるにとどめておきたい。すなわち、われわれの対比考察は、根本的には、方法にかかわるものである。そしてこの方法論的観点から、『数学的存在』がいかに内容の点ではカッシーラーの学説を部分的に凌駕する射程の広いものであるにせよ、結果として後者に優勢を置くようなかたちで判定を下さざるをえなかった。本論の結論は、本論の議論の展開がどれほど、「認識の現象学」第三部第四章「数学の対象」の末尾にカッシーラーが補遺というかたちで付した、『数学的存在』の存在論的探求に対する自身の認識論的立場からの比較的長い批判的叙述を敷衍するものに、結果としてはなってしまうにしても、新カント派のマルブルク学派において培われ、カッシーラーにおいてその適用に堪んして考えられうるかぎり最大限の拡張を経験した、「批判的方法」が「数学の哲学」における唯一可能な道だと主張するものでは断じてない。他方、『数学的存在』がたどり着いた結論はすくなくとも、「解釈学的現象学」の方法と学としての数学とは完全に異質である、という著者の見解を支持するきわめてすぐれた範例を与えてくれるように思われる。

1 カッシーラーとベッカーの数学の哲学の一致点について

本格的な叙述を、われわれはまず、われわれの論文の副題について弁解を与えるところからはじめなくてはならない。実際、ベッカーは、その方法論的基本傾向にしたがい、著作の表題をかたちづくっている問題の解決を、「直観主義の肩をもつようなかたちで」(ME, S. 196; vol. S. 2) おこなったのだった。対照的に、ヒルベルト的「形式主義」、数学に種的な存在概念をめぐる問題へのその——言うなれば——「記号主義的」接近方式、これに

対して『数学的存在』が与えている論述は一貫して消極的であるように見える。しかしながら批判家は、ヒルベルトがみずからのいわゆる「証明論」において、またワイルが自著『数学と自然科学の哲学』において、それぞれ提示している「純粹な記号数学、*reine symbolische Mathematik*と云う構想」(ME, S. 3) そのものが有している意義をまるごと否定することを意図していたわけではもちろんない。著作においては「数学にかんするヒルベルトの哲学に向けて一部で手厳しい批判が加えられるけれども、この批判は「…」ヒルベルトの深い数学思想がもつ重要な意義については手をつけないうまにしておく」——『数学的存在』はその序文でこのように宣言している。これまた序文のなかであらかじめ表明されているとおり (ME, S. 3)、著作においてベッカーは、カントールの「連続体仮説」に関連してヒルベルトが自身の「証明論」にておこなった——結局のところ「構想の域を出なかった」²⁰——「記号数学的」考究の根底に「実質的な、つまり非記号的な意味」を浮き彫りにすることとなる (vgl. ME, S. 170-180)²¹。つまり『数学的存在』におけるベッカーは、とくにヒルベルトにかんして言えば、その「記号数学」に十分な学的意義を認めつつも、とはいえやはり、みずからの根本問題、すなわち「数学的現象の存在意味、*Seinssinn der mathematischen Phänomene*」というこの問題を完全な解明にもたらずにあたっては、この数学者の「哲学」は、数学的存在を「無矛盾性」の要求に解消してしまうその「形式主義」は、本来的に無力であると見ていた。「…」数学的存在の意味を「存在している *existierend*」形象の無矛盾性のうちに誤って置いてしまうことにより、ひとはただちに視線を形象の存在意味から逸らしてしまっているのである」(ME, S. 189)。その一方で、積極的には、『数学的存在』はいま述べた問題の本来的解明を、歴史的にも (vgl. ME, S. 188)「ことがらにおいても、形式的・演繹的数学よりもいっそう根源的な「実質的」数学」(ME, S. 328) のうちに、数学的存在を「構成可能である」と *Konstruierbarkeit*」と等置する「直観主義」(ME, S. 188) に属する学的態度のうちに、見てとれることになる。

ここまでで叙述してきた内容は、『数学的存在』の基礎的考究といくつかの根本的著作において遂行されたエ
ルンスト・カッシーラーの数学の哲学とを対比するというわれわれの課題にとって決定的に重要なことがらを
含んでいない。むしろ、「認識の現象学」がみずからの哲学的立場から「形式主義」に対して与えている評価は、
『数学的存在』のそれとくらべて、寛容で肯定的であるように見える。直観主義と形式主義が各々提示している
ことがらがいずれも数学的認識にとつて構成的だといふしだいを、「認識の現象学」は示そうとしている (vgl.
ECW 13, S. 444)。とはいえ「認識の現象学」にあつても、この両者のうち認識論的により根源的な内容を含ん
でいるのはやはり前者であつた。ライプニッツは「記号的」認識」と「直観的」認識」とを「分ちちがたく相
互に結びつけていた。前者は、かれによれば、数学の基礎を創り出す。対して後者が気にかけるのは、この基礎
から間断のない証明の鎖をつうじて結論へとさらに歩を進めてゆくことである」(ECW 13, S. 444)。「ヒルベルト
にあつて「はじめに記号があつた」という命題が妥当するのは、かれが次のことを自分の理論の本質的課題と見
なしているがゆえ、またそのかぎりのことである。つまりこの理論は「…」数学的思考を矛盾から防がなくては
ならないのだ。とはいえ、なにかあるものが誤謬を防ぐのに役立つにしても、そのものは、これだけではまだ、
真理の完全で十分な根拠であるわけではなう」(ECW 13, S. 445f.)。

そればかりではない。「認識の現象学」におけるくだんの批判的叙述のなかで、ほかならぬカッシーラーその
ひとが、この存在論的探求と自分の学説とのあいだにある一致があることを認めているのである。この一致はし
かも、たんにうわべだけのものではない。——カッシーラーによれば——原理と帰結における一致なのだ。「わ
たしはベッカーがその探求の出発点を正しくとつていているといふことを、つまりベッカーにかれが「現象学的接
近原理」と呼んでいる例の原理を、完全に承認する」。「ベッカーがこの帰結から引き出した帰結にも、すなわ
ち、数概念が集合概念に優位するという主張「…」にも、「…」わたしは完全に同意する」〔訳者註：原文での強

調のうち、イタリツクに属するものを傍線で、ゲシユペルトに属するものを傍点で、それぞれ訳に反映している」(ECW13, S. 466 (Anm. 158))。もともと、あくまで学説の対比を目標としている本論は、この論点に深く立ち入ることはできない。ここでは一点、二つの一致のうち前者について、次のような簡単な補足をつけ加えておくにとどめたい。先立って著された論攷(一九二三)²³より以来自身の「数学の哲学」を「端から端まで」規定している「原理」を、『数学的存在』においてベッカーはしばしば「超越論的観念論の原理」と呼んでおり、これをみずから、「どのような対象性にも(原理的には、つまり「技術的」困難を措いておけば)なんらかの通路が通じている」(ME, S. 62 (Anm. 1))²⁴とこうぐあい(簡単に)定式化している。「提示可能性の原理 Prinzip der Ausweisbarkeit」とも言つ換えられる(vgl. ME, S. 309f.)の原理は、数学の基礎との関係におつては、「構成可能性」という直観主義に属する要求に合致する。そして、「いかなる数学的に存在する対象も、具体的に concret $\left[\dots \right]$ 遂行可能ななんらか構成をつうじて $\left[\dots \right]$ 「提示され」うるものでなければならぬという直観主義の要求が含まれているのは、あらゆる数学的対象は実際に遂行可能な総合をつうじて獲得されうるものでなければならぬ、という要請にほかならない」(ME, S. 196)。——カッシーラーにあつては、初期の論文『カントと現代数学』(一九〇七)より数学の哲学において貫かれているカント的構成主義は、『実体概念と関数概念』のうちその体系的定式化を得た「論理学的観念論」の一つの特殊な表現である。後者の著作は、第一章の末尾、その「論理学」の根本思想に簡潔な要約を与えている。概念とは、本質的には、「系列項 Reihenglied」とは「原理的に異なる次元に属している」「系列形式 Reihenform」である。すなわち、その「意味」は、その外延を構成する任意の要素を「一箇の関数的総体へと結びあわせることを可能にする産出する, erzeugend 原理」もしくは「法則」のうちに含まれているのであつて、外延そのものには解消されえない。「系列形式」の「存在はもっぱら論理的規定のうちに含まれている」。そして「この規定はつねに、 $\left[\dots \right]$ 定義という総合的作用においてしか表現されえない

2」(ECW6, S. 25f)。

2 カッシーラーとベッカーの超限数解釈

カッシーラーとベッカーの数学の哲学は、その原理が「観念論的」性格をある程度まで共有していることにおいて、その帰結が「順序数」に数の相対的な原形態を認めていることにおいて、たしかに一致している。たんに表面的なものではないこのような一致にもかかわらず、しかしながら両者のあいだには、これまた「認識の現象学」が固有のしかたで問題化しているある深刻な対立がある。この対立は、「超限数」の概念に対してカッシーラーとベッカーが各々与えている解釈のあいだの相違のうちにも、おそらくはもつとも端的な表現を獲得している。われわれがこれより分析の手がかりとしてゆくこの表現は、とりわけてベッカーとのかかわりにおいて、すぐれた「範例」である。それは、『数学的存在』の叙述のかなりの部分が「超限数」の概念の分析に捧げられているという、このたんに外面的な理由のみによるのではない。「数学的なもの」一般について引き出される結論がひとえにこの概念にかかっているようにすら見えるのである。

2・1 カントールの二つの「産出原理」

ゲオルグ・カントールが、解析学に属する特定の問題についての当初のみずからの研究により促されて、独立したしかたで超限(順序)数についてのまとまった体系的議論を展開するにいたったのは一八八(二)三年(「一般集合論の基礎」)においてのことのようである。²⁴そこで数学者は、みずからのこの——言うなれば——「理想的な」数的形象を構成的に提示したことで、われわれの二つの数学の「観念論的」哲学にとって模範的にふるまっ

たのであった。『基礎』に含まれている思考契機のうち、超限順序数の概念を規定し、可能にしている二つの構成的原理——「第一産出原理」と「第二産出原理」——に、『カントと現代数学』や『実体概念と関数概念』におけるカッシーラーも、『数学的存在』におけるベッカーも、ほとんど専一的と言っていいほどに関心を集中させているように見える。

「第一産出原理」は通常の再帰のそれと異なるものではない……有限の実際の整数の形成は、単位をすでに現存している形成されてしまった数に単位をつけ加えてゆく原理にもとづいている。わたしは「……」より高次の整数を産出するに際しても本質的な役割を演ずることになるこの契機を、第一産出原理と名づける。「正の実際の整数」、すなわち自然数の全体がかたちづくる数のクラス——第一のクラス——にかんして、それに属する「最大の数について語ることは矛盾していよう」。数学史においてはるかに重要な意義をもつのはしかし、この地点でカントールの思考が歩みを止めることがなかったということである。「有限の実際の整数」からなる総体のうちに「最大の数」が存在しないのはたしかだが、しかし、この総体が、全体として、「その自然な継起において法則にしたがい与えられているということを表現すべきある新しい数——われわれはこれを ω と名づけよう——を想定することにはなんの妨げもない」。この新たな数を「われわれにもたらした論理的機能」を、カントールは「第二産出原理」と名づける。「定義された実際の整数からなるなんらか一定の継起があり、それら整数のうちいかなる最大の数も存在しない場合、この第二産出原理にもとづいて、それらの数の極限と考えられる、つまり、それらの数のすべてよりも大きな最小の数 *Innen allen nächst grössere Zahl* と定義される一つの新しい数が創造される」²⁵。

2・2 カッシーラー

この叙述が「完全に明らかにしているのは次のことである。すなわち、数の概念はなんらか与えられた経験的

多性を実際に数え上げることから生じてくるのではなく、むしろ、普遍的な思考上の機能にもついているのであり、この機能のおかげでわれわれはなんらか多様なものを、われわれが完全に、一度に、みずからの現前化することのできるそれを産出する法則によって、統一へと結びつけることができるということである」(ECW9, S. 59f.)。2-1のくだりを引いたのちに『カントと現代数学』がただちに続けるこの一節のうちにははつきりと著者の「観念論」が有している「論理的」性格が表われ出ている。カッシーラーが数概念について有している一般の見解は『実体概念と関数概念』に帰属する次の一節のうちに要約される。「数は、根源的なしかたで説明するのであれば、特種・内容的徴表をまったくもたず、ひたすら順序形式もしくは系列形式一般のもつとも普遍的な表現である」(ECW6, S. 63)。『実体概念と関数概念』のなかでカッシーラーが論理学史と科学史のうちに浮き彫りにし、確立しようとしている論理的観点は、内包を外延に優位させることで、おおまかには、概念とは、内的なものであれ外的なものであれ、ともかくあらかじめ存在する諸要素から一定の徴表群が抽象されることで成立するとする古い「アリストテレス的」なそれと決定的に異なっている (ECW6, I. T. 1. K.; ECW9, S. 59ff.)。新たな論理的観点に立つのならば、概念とは、定義により論理的に規定されることで存在へともたらされる、その外延に包括されるべきすべての項を一定の法則にしたがい産出する「系列形式」にはかならない (vgl. bes. ECW6, S. 25f.)。数概念についても事情は同じである。科学的 (vgl. ECW6, I. T. Kap. 2) 数概念の論理的基礎は、なんらか経験的に与えられる事物の総体にも、数えるという心的作用のうちにも、含まれてはいない。ある特定の順序関係が定義をつうじて論理的に規定されることで数の存在はすでに尽くされてしまっている。「数の「本質存在 *Essenz*」はその位置備に尽きている」(ECW6, S. 40)。してみると、超限的な「数」について語ることはやはりなんの困難も「論理学」的にはないことになる。この「理想的要素 *ideales Element*」についても、その各々を一定の系列のうちに一義的なきたで順序にかんして位置づける構成的原理が措定されていて、なおかつ、そ

これらのあいだに通常の数の場合に成り立っているのと類似の算術的演算を定式化することができるというこのことによってもうすでに、十分に「数」なのである (vgl. ECW6, S. 69; ECW9, S. 59ff.)。「無限の数が矛盾したものに見えるのなら、このことは結局のところつねに、なんらか「全体」が把握されるのは、あらかじめその部分個別に通り返けられ、たがいに結びつけられてしまっている場合にかぎられる、という経験主義的予断にもとづいている」(ECW9, S. 60)。数概念を「数える」という心的・経験的作用から論理的に決別させるこうした見解はところで、この概念一般についてカッシーラーが引き出した、われわれの対比考察にとつてきわめて重要なある帰結を含んでいる。『実体概念と関数概念』はカントにすら抗って、時間に数概念の基礎としての地位を認めることを明示的に拒絶している。次に引く、『実体概念と関数概念』第二章の末尾に属している一節のうちには、このことをはっきりと見てとることができるとともに、「有限な数」と「超限数」とのあいだの、あるいは「第一産出原理」と「第二産出原理」とのあいだの論理的連続性を、あらためて確認することができる。「なんらか系列において「続く Folgen」ということの意味は具体的な時間経過 *Zeitfolge* に属しているそれからは独立である。3は2に出来事の継起という意味で続くのではない。そうではなくて、この関係によってはひたすら、3の定義が2のそれを「前提している」という論理的な事情のみがしるしづけられているのだ。同じことがなお厳密な意味で超限数と有限数とのあいだの関係に対して妥当する。数 w を自然数列に属しているすべての有限数の「後に」置くことができるというのは、つまるところもっぱら、基礎づけをおこなう系列におけるこのような概念的依属関係を意味しているのである」(ECW6, S. 69; vgl. S. 40f.)。——「認識の現象学」の前述の箇所でもカッシーラーが『数学的存在』の「数学の哲学」に対して加える批判は、ひとまず、この論点にかかわっている。すなわちそこでカッシーラーは真つ先に、「数領域が構築される際にもとづいていたあの普遍的な「系列原理」を時間という現象に、ベッカーの論文のなかで延々なされているようなやりかたで結びつける、その必然性と権利」を問う

た (ECW13, S. 466 (Anm. 158)) のであった。

2・3 ベッカー

2・3・1 ベッカーの「数学の哲学」の方法

超限数についての『数学的存在』の解釈を、ひいてはこの著作の「観念論的」「数学の哲学」を、フッサールの「形式的、超越論的・構成的現象学」より以上になお根源的なしかたで規定している (vgl. ME, S. 181-190 u. 325) いま一つの方法論的契機について、簡単な説明を加えておきたい：著作の序文においてただちに、ベッカーは以降のみずからの探究がハイデガーの「事実性の解釈学 Hermeneutik der Faktizität」の方法にしたがう旨、宣言している。「解釈学的現象学」の方法を受容したことで、探求ははじめから特有の遡行を強いられることとなった。すなわち、「はじめから〈マテーマ *μάθημα*〉、つまり「数学的なもの」のもつ存在意味への問いは〈マテーマ〉の発端、つまり「〈数学する〉」現存在 *Mathematisierendes Dasein*」としての〈マテーシス *μάθησις*〉へと駆り立てられることとなる」(ME, S. 1)。「われわれにとっては、事実的存在を解釈することが問題である」(ME, S. 183)——このような方法論的命題により原則的にしたがいながら、みずからの叙述を根底的に導く数学にかんするもっとも普遍的な存在論的問いを、『数学的存在』は次のように定式化している：「数学的学は、それが、事実的生の一つのありかたにとらえられるなら、いったいどのような意味をもつのか」(ME, S. 184)。探求を導く方法はまた、「その事実的現存在の、その事実性の意味へと向けて解釈することのできるものとしての人間」を「哲学的問題系の中心点」に位置づけるという点で、「人間学的」とも言われる (ME, S. 185)。——「時間」という表題のもとマールブルクでもたれたハイデガーの講演 (一九二四) の内容の概要を述べたのち、『数学的存在』は、

次のように注記している：ハイデガーは「時間の問題を存在という哲学上の根本問題（存在論的問題）のうち」に置き入れた（ME, S. 223 (Anm. 1)）。時間についての説明と「(人間的) 現存在そのもの」についての説明とのこの連関（ME, S. 221）が、『数学的存在』の「超限数」解釈を根底的に規定することとなった。

2・3・2 「時間」と「超限数」

超限数について『数学的存在』が展開している分析にとって基礎となったのは、いま触れた、マールブルクにてハイデガーがおこなった講演である。この講演の内容を踏まえて、ベッカーは時間についてさしあたり二つの形式——「自然時間 *Natur-Zeit*」と「歴史的時間 *historische Zeit*」——を区別する：「自然時間を歴史的時間と対比しつつ特徴づけているのは、[...] 同じ出来事がみずからをくりかえす *Sich-Wiederholen* 可能性が成り立つということである。これに対し、歴史的時間は反復というものを知らない。極端なかたちでは、次のように言うことができよう。すなわち、(真正の) 将来 *Zukunft* は (真正の) 再来 *Wiederkunft* を排除する」と（ME, S. 224）。「超限的手続き」についてのベッカーの解釈は、端的に言えば、そのうちにこれら二つの時間形式を読み込もうとするものであった。——われわれはもともと、ここでは、「超限的手続き」についてのベッカーの現象学的分析の子細に立ち入ることはできない。本論にここで可能なのはただ、分析が到達した帰結を、それとたったいま述べた時間にかんする区別との連関がはつきり見てとれる程度に、大まかなかたちで提示することのみである。——「超限的手続き」にしても、「有限な」原理ないし「法則」により完全に規定されている、すなわち、対応する系列の「全体」がそれによりすでに尽くされてしまっている、と見なされるかぎりでは、「開いた地平」にしたがうものである。実際、「無限に多くの項が「目の前にある *vorliegen*」にもかかわらず、それらの項が一目で通覧されうるということこそが、終わりのない「開いた地平」、つまり「さらに引き続き *und so weiter*」に属する本

質にほかならない。無限を有限な「思考の産物(Gedanke)」により支配すること、これがどの「地平」もが有している意味である。「開いた地平」という形式的「図式」にしたがうかぎり、「超限的手続き」は、現象としては、特定の体験の「超限的な反復」以上のものではなく、(vgl. ME, S. 105f. u. 107)。——超限順序数をめぐる『数学的存在』の思考をカッシーラーのそれから、それも、前者を後者に優位させつつ、決定的に際立たせる契機はしかし、むしろ、ベッカーがみずからの分析の歩みをこの地点で終えることをしなかつたところにあるように思われる。端的に言えば、カッシーラーが問題化することをしなかつたこの数形象にまつわるよく知られた論理的パラドックス(ブラリッフォルテイ)を、『数学的存在』は現象学的考究の対象としたのである。すでにカントールの「イブシロン数 ϵ -Zahl」²⁶に関係するブラウワーの見解にたとえば依りながら、ベッカーは、二つの「産出原理」にしたがった構成の具体的「遂行 Vollzug」が超限数の「全体」を、それぞれ、第二のクラスの数の「全体」をすら、尽くすことができないという事実を際立たせていた(vgl. ME, S. 127f.)。さらには、第二のクラスに属するきわめて大きな超限数の構成にかかわるオズワルド・ヴェブレンの研究²⁷を立ち入って検討することをつうじてベッカーは、一定の数を下回るすべての超限数を規則的にしるしづける記号的体系の創設という手続きについて、その可能なすべての拡張をあらかじめ規定するような単一の法則というものは存在しないということ、したがって当該手続きの具体的遂行は「そのつどのJewelling」だということ、さらに、拡張をどうまで押し進めても、やはり第二のクラスの数を尽くすにはいたらないということ(このことを強調している(vgl. ME, M. A. VI. B.; S. 112; S. 231f.))。このような類の数学的事例からはたして、ベッカーはみずからのために次のような帰結を引き出したのだった。「それゆえ、原則的に、二つの「産出原理」によりかたちづくられる、超限数からなる系列の全体を支配するような普遍的法則を見つけたすのに成功することはない。このことを直観主義者の術語系のうちで表現すると次のようになる。継起的に導入されてゆく形式的な系列法則からなる系列は、一箇の生成列であり、そ

の「将来、Zukunft」を、あらかじめ見とおすことはできないのである」（ME, S. 112）。この一般的事態の凝縮的表現を、ベッカーは「最大の順序数」という論理的矛盾を含んだ「数的」形象のうちに見とった。「この数、Wにはただ、二つの産出原理により、終わりなく、継続して、駆り立てられてゆく超限的な手続きという、まったくもって未規定的で、「自由な、frei」地平が対応するにすぎない」（ME, S. 112f.）。「開いた地平」なくしては、「超限的手続き」は不可能である。しかし、それが具体的に実行される場面にあつては、「将来」は原則的に暗がりにあるのでなければならぬ。一般に、「具体的遂行には、明るく照らし出された、つまり、あらかじめ見抜かれうる地平などというものが与えられることはけつしてない」（ME, S. 231; vgl. 227f.）。そして真の創造はこの一回的な「遂行」にのみ、それゆえ「歴史的時間」にのみ帰属する（vgl. ME, S. 231f. u. 227f.）。『数学的存在』は「超限的手続き」を次のように「範例」として際立たせている：「[...] 超限的手続きに属する、哲学的に見て（すなわち、存在論的に見て）究極的な意義は、この手続きにおいて終わりのないもの、つまり、いまだ知られぬ将来への進撃 Vorstoß in die unbekannte Zukunft という現象がそれのもっとも先鋭化された概念的現実を得ている、ということのうちに存している [...]」（ME, S. 113）。

3 数学の理論の歴史性と数学の哲学における「観念論」

3・1 ベッカーの「数学の哲学」の「内容」がカッシーラーのそれに対して有している相対的優位について

ベッカーが『数学的存在』においておこなった数学基礎論上の研究にわれわれの対比考察が相対的に高い意義を認める場合、これは、この研究がカッシーラーのそれを密度と量の点ではるかに凌駕している、というただこ

の事情のみに依るわけではない。——この際、それを根底的に方向づけている方法論的契機については完全に度外視することとして——かつて師であったワイルやフッサール²⁸にすら部分的に抗って、この研究がブラウワーの強い直観主義を堅持し続けたというところにこそむしろ、本質的な根柢はある。——「超限的なもの」という無限に属する新たな数学的現象に、またそのうちにこそ、ベッカーがその模範的表現を認めた一般的事態、すなわち、数学的手続きには、それが具体的に「遂行」されるかぎりで、「終わりが無い」ということ、言い換えれば、その行程の可能な全体を一挙に規定しつくしてしまっているような普遍的「法則」が当該手続きにあらかじめ与えられていることはない、というこの事態は、カッシーラーの論理的・方法的探求にあって、すくなくとも詳細に論究されることはなかったように思われる。むしろ、カッシーラーの数学史や科学史にあっても「創造」や「終わりが無い」という契機ははつきりと際立たせられている。たとえば、複素数やデデキントのイデアルに代表されるいわゆる「理想的要素」が数学的理論形成と拡張において果たしている普遍的機能を、「認識の現象学」は、その創造と導入をつうじてそれまでは相互の連関がかならずしも明らかではなかった既存の諸領域が一箇の「全体」へとまとめ上げられる、という事態のうちに見てとっている。ところで、「この全体は、さしあたっては、問題としての全体ではないのがつねである。とはいえ、この問題そのものはすでに、未来に解決される保証を自分のうちに含んでいる」(ECW13, S. 462)。「終わりが無い」は、カッシーラーの科学論においては、科学的理論は、経験の全体とのそのつどの接触をつうじて、全体的な方法的・体系的統一という極限——これは、科学のもちいる理性的方法にとって異質なものの、その彼岸にあるものではない——へと不断に漸近してゆく、という方法論的事態に帰属するにすぎない (Vgl. dazu ECW2, I. Buch. Kap. 11)。他方、ベッカーにあって、このことばは、根本的には、人間の存在が時間により拘束されていて、それゆえ有限であるという存在論的事態を表現したものである。「決定可能性問題」が「直観主義に属する数学的論理学の中心点にあるのは偶然で

はない」ということを指摘したのち、ベッカーは次のように続けている：「というのもこの問題は人間に種的である、あるいはすくなくとも、「有限な」存在者（創造者）に属する問題だからである」（ME, S. 197）。もし仮に、〈数学的手続き一般の基礎には歴史的時間がある〉というこの「人間学的」命題が、〈数学は、それが「手続き」と見なされるかぎり、そのつと過去を引き受け未来を切り拓いてゆく具体的な構成の遂行の「連鎖 Kette」（vgl. ME, S. 233）’ 歴史的過程であり、この過程のはじめから終わりまでを一挙に規定的に与えるような図式ないし法則というものは存在しない〉という程度のことを意味していたのならば、学としての数学のうちに「時間」という契機が含まれるにしても、それはやはり「系列における順序 Ordnung in der Folge」（…）の普遍的図式」（ECW13, S. 466 (Anm. 158)）でしかないというくだんの箇所でのカッシーラーの批判的指摘に抗って、著者はこの命題に全面的に賛同していたことだろう。数学の理論もまた、たんに論理的形式のみではなく、特有の歴史性をも含んでおり、これを保証するのはひとり、構成の具体的「遂行」のみである。

3・2 二つの「観念論」——数学の哲学における「論理的観念論」の可能性と「人間学的観念論」の原理的境界

それだけに、『数学的存在』が根本的には「解釈学的現象学」の「方法」にしたがったという事実が悔やまれる。ベッカーは著作のなかでフッサールより以上にカントを称揚しているように見える（vgl. z. B. ME, S. 324-328）。とはいえ「批判」は、そこにあつてはたして正しいしかたでなされたのだろうか。そのようには思われない。『数学的存在』が含まれている困難の根は、数学的手続きを時間性に基礎づけるやりかたそのものうちにあるのではない。それが「事実性の解釈学」に帰属する方法をみずからの問題の解明のために適用したことのうちにあるのだ。——超限的手続きのうちには、一方では、「開いた地平」という「自然時間」に属する「図式」が含まれていた。

他方ではしかし、この手続きはまた、暗がりにある将来を規定性へともたらし明るくするそのつどの具体的遂行の「終わりのない」連鎖として、一箇の歴史的過程でもあった。「超限的手続きは歴史的契機と非歴史的契機とからなる一箇の興味深い混成物である」(ME, S. 319) というわけである。このことはまた、「数学的なもの」一般についても妥当する。「数学的存在」の本論の最後を飾る「数学的なものの存在意味への問いについての体系的論究(現代の問題状況についての結論的所見)」と題された章において特徴的なのは、「(数学的なもの)は歴史的契機と非歴史的契機との混成物である」というこのきわめて単純な命題が、特有の人類学的見解との関連において意味づけられているということである。言うなれば呪術的・魔術的段階にある「未開の、すなわち「自然的」生は死を知らない」。みずからの存在の有限性をまだ知らない段階にあつては、「相対的に非精神的なありかた」にあつては、「支配」という要求において、人間の現存在と自然ないし「現実的世界」とは依然、直接に結びついている。この無批判な要求が形をなしたものが、たとえば、「思考の全能、予言、魔術、占術」といったごときものである。「われわれ」、すなわち「覚醒した」、つまり歴史的現存在」は、自然とのこのような直接的なかわりを断念してしまった。それとともにまた、いま名を挙げたような文化的諸形象についても、これを放棄してしまった。しかしながらこうしたことによって、「自然支配」へのくだんの要求が声を失ってしまったわけではない。この要求は、現代のわれわれの「事実的存在」の一つのかたちとしての〈数学的なもの〉のうちにも——それも、そのもつとも「純粹な」ありかたにおけるそれ、つまり「純粹数学」のうちにさえ——、またそれにもとづいた数学的自然科学のうちに、息づいている。「将来をあらかじめ見とおすことにより、死を克服すること、自然を支配すること、これこそ数学に基礎づけられた自然科学の業績である。それゆえ数学は、なおも「覚醒した」生にしたがい可能である範囲内で、神話や「前歴史的」時代が所有していた失われた財産への願望を満たしてくれるわけである」。してみると、徹底した——言わば——「有限の立場」に立つベッカーの「実質的数学」とは、

つまるところ、現代の「覚醒した」われわれの生のありかたとして、例の古い要求ないしは願望にしたがい実際に自然へと超越してゆくことを断念した、あるいはこういった要求や願望そのものを可能なかぎり抑制した、一箇の批判的数学だということになるだろう。「数学の「実質性」はそれゆえ、事後的現存在そのものの現存在のかたちの内在的な要求なのであって、その際、なにか意識を超越した「客観性」が顧慮されることはない」(vgl. ME, S. 320-324)。「数学は歴史的時間性を可能なかぎり自然時間により置き換える」(ME, S. 321)という「数学的なもの存在意味への問い」をめぐってなされた探求がおそらくは最後に行き着いたと思われる結論的命題は、「超限的手続き」について、次のような表現を獲得している。超限的手続きに「終わりが無い」ということは「日常的なありかたにおける「世界に類落した」現存在がもつ根底的な抑制を欠いたありかた、Hemmungslosigkeit」に帰属する。あらためて確認されるのは、「超限的なもの」がもつ『数学的存在』においてもつ範例的性格である。「超限的な終わりのなさはそれゆえ、日常的現存在の事実性を理解するにあたって本質的な現象だということが明らかになる」。「超限的なものは「…」まったく具体的な、「歴史的な」現実性を有している」(ME, S. 317)。ベッカーが『数学的存在』のなかで「図式」をも「歴史的時間」の構造のうちに組み入れる (ME, 6. III. C) のはこの結論を維持するためであろう。

この結論にしても、ここにたどり着く過程でベッカーが展開している議論にしても、作爲的である感をぬぐえない。こういったことは、つまるところ、考察の対象に議論のなかでその意味を規定しているものもろのことがら、当該対象とは本来独立に、あらかじめ完成されたかたちです。それに、それも外的に存立している、という事情によるのだと思われる。『数学的存在』の探究はやはり、結果としては、「日常的なありかたにおける「世界に類落した」現存在」がもつ存在論的構造に帰属している一定の空虚な徴表を、数学が歴史的に獲得してきた財産の分析をつうじて、「手続き」としての「数学的なもの」のうちから取り出してみせたものにしかなくはない。

このようにして築かれた共通性はしかし、「数学的なもの」と「日常的現存在の事実性」とのあいだに範例と基礎という存在論的關係が成り立つということをただちに意味するものではない。「解釈学的方法」を問題の解明に役立てるに際して著者が真っ先に試みる旨宣言している、「数学的存在」を人間的現存在の連関のうちに置き入れる」(ME, S. 1)と、このことに、『数学的存在』が成功しているように思われたい。一貫してこの著作のなかにあっても、「日常的な生」と一箇の自立した理念的学としての数学とは、疎遠であることをまったくやめていない。これに加えて事態をなおいっそう深刻にしているのが、「解釈学的現象学」の方法が『数学的存在』において特有の前提との関連において適用にもたらされているということである。ベッカーそのひとが、探求のこの発端をはっきりと意識していた…「数学的なものの存在意味を理解するには、存在論的問題を、まるごと、歴史的なもの、と非歴史的なものとのあいだの、「精神」と「自然」とのあいだの普遍的な乖離へと置き入れなければならぬ」(ME, S. 321)。そしてこの「乖離」は形而上学的性格のものである…「自然(ピュシス)は、歴史的なもの、が内在的であるのとは、対照的に、真に「形而上学的なもの」である」(ME, S. 328)。かくして『数学的存在』は、その端緒より、およそ考えられうるかぎりもつとも致命的な問題を抱えることとなった。この著作におけるベッカーの意図の一つは、本論の著者の理解するかぎりでは、やはり「記号数学」を真に「有限な立場」に立つて基礎づけることであつたのではないかと思われる。もとよりしかし、ヒルベルトの「公理的方法」にしても、ワイルの「記号数学」にしても、いずれも超限的公理を含み、なにより「調和的自然」の形式的構成への寄与を根本においてめがけるものである。³⁰したがって『数学的存在』においては、たがいに形而上学的に区別される二つの「数学」がいずれも有意義なものとして存立していることになるし、そうならざるをえない。みずからの方法が数学に強いるこのような分断、このような作為については、だれよりベッカーそのひとが自覚的であつた…「数学的思想を純粹な、つまり現実から自由な数学的なものへと、われわれはむろんまた後になつてはじめて還元

したわけだが、この還元は一箇の作為的な手続きなのである」(ME, S. 324)。表題を飾る問題そのものについては、『数学的存在』におけるベッカーは結局、完全な解明を断念せざるをえなかった。「批判」〔…〕が「決定的なしかたで規定している」という「数学的なものの存在意味」のほかになお、ベッカーによれば、「数学的存在」という問題」には「解かれていない残余」が含まれている。この「残余」、とりわけて「記号数学」と「コスモス」との関係は、『数学的存在』にとつて真の謎である。「解釈学的意味での」「存在論的観点」が画する「現象学に内在的な領域」の「彼岸」に、この著作におけるベッカーにとつては、「自然的なもの」は存しているからである。みづからが残した問題のために、『数学的存在』は可能な「方法」をその本論の末尾に示唆している (vgl. ME, S. 324-328)。これについてはもはや触れなくておく。いずれにせよ、『数学的存在』の「作為的」叙述が、すくなくとも学としての数学「そのもの」の意味を解明にもたらしているようには、著者には思われないのである。

「人間学的」観点からのベッカーの数学解釈に、「認識の現象学」の前述の箇所で、カッシーラーもまた「作為性」を認めている。一九二九年に公にされた「数学の哲学における、いわゆる「人間学主義」について」なる論文のなかでベッカーが展開しているマルブルク学派批判に応答するかたちで、この哲学者の言うなれば「人間学的」観念論に対して、そこでカッシーラーはまた、みづからの「論理学的観念論」を方法論的に際立たせている。…「論理学的観念論は数学的「対象」の分析からはじめる。この観念論は数学的对象に含まれる固有の規定を、数学的「方法」の、つまり数学的概念形成と問題設定の固有性にもとづいて説明する。そうすることによって、論理学的観念論は数学的对象が含む固有の規定を把握しようとする。この方法そのものがなに「である」かを、論理学的観念論はこの際、もっぱらこの方法に内在するはたらきから見てとる。ところが、主観性が数学者の具体的主観性と解されるかぎり、ほかならぬこのはたらきのうちに、主観性は構成的契機として存してはいないのだ。こういった具体的主観性としての主観性は、むしろ、数学的方法に内在する性能においては意識的に消去さ

れてしまつてゐる」(ECW13, S. 466 (Anm. 158))。『カントと現代数学』以来、カッシーラーは一貫して、数学と数学的对象が「理想的」、観念的性格をもつということを強調している。ポアンカレの実証的研究を踏まえて、たとえば、数学的連続性と体験に属する連続性が区別される(vgl. ECW9, S. 53ff.; ECW10, S. 119ff.)。あるいは、いかに無理数の発見を促した契機が経験に属しているにせよ、しかしこの数的形象の意味根拠はやはり思考のうちに存している(ECW13, S. 479ff.)。それにもかかわらず、観念的学である数学と「自然」「経験」との関係は、この論理学的観念論の体系においてはけつして謎にはならない。というのも、「批判的方法」は、古くは形而上学的、存在的であった(主観・客観)〈形式・素材〉といった対比を、あらかじめ方法的に相対化してしまうからである(vgl. ECW13, Einleitung, I.; E. Cassirer: *Zur Logik der Kulturwissenschaften*, Darmstadt 1971, S. 30f.)。この事情がまた、「対象」のうちに特定の論理的形式を浮き彫りにする「批判」という仕事を可能にしている(vgl. ECW2, Vorr.)。前述のカントにかんする著作においてすでに、カッシーラーは『純粹理性批判』のうちに、「論理学と数学がもつづいている根本的な総合が、経験認識の学的構造をも支配している」(ECW9, S. 78)という見解を際立たせている。「形式」と「素材」とが端緒において歩み入っているこのような関係が、「純粹な数学的概念の感性的現象への適用可能性への認識批判における根本的問いの解」をみずからのうちに含んでいる、と「認識の現象学」では言われる(ECW13, S. 12)。「論理学的観念論」は数学という学そのものの意味を、最終的には、自然認識の構築においてそれが果たす機能のうちに求めることにならう。もともと、問題についてカッシーラーの与えた固有のこたえについては、本論はもはや立ち入ることができない。締めくくりの一点、次のことを述べしておく・すでに述べたとおり、著者はかならずしも、カッシーラーの「論理学的観念論」がなお強く示している合理主義的性格については、これを全面的に受け入れるものではない。とはいえ、批判はまず作為を加えることなく対象を「見る」に徹した。そして、科学としての数学と体験の領域とのあいだにある否定しがたい質的相違

と、どれほど抽象化・形式化されようとも、数学がやはり失うことがない、それどころかますます強くする自然へと向かう傾向を、正しく見てとった。なおかつカッシーラーは、それにこたえるために結局のところ現代の「記号数学」の遂行者にしても「超越」へと跳躍してゆかざるをえなかった自然と数学との関係という問題 (vgl. ME, S. 324-328) を、あくまで認識批判に属するものとして立て、これを解こうとした。他方、あらかじめ独立に存立している方法に固有のしかたでしたがうにあたり、どうあっても必然的であるようには見えない関係を科学としての数学、もっと踏み込んで言えば、たいへんに都合のよい数学的「範例」と日常的生のあいだに創設し、結果、「数学的存在」に修復不可能な亀裂を刻みつけ、そのうえ分断された二つの部分のうちの一方を完全に謎にしてしまったベッカーの「人間学的」観念論は、それが個々の点でそれほど創意工夫に富み、有益な内容を含んでいるにせよ、学としての数学へと接近する道を根本的にとり誤っているように思われるのである。

註

- 1 本論で参考・引用されている文献については、本論ならびに註のなかにすべて記載してある。そのうち欧語のものにかんして、既訳がある場合には、適宜参照されている。ただし、本論でなされている訳出は、対応する既訳が参考になっている場合であっても、それとかならずしも一致するものではない。参考にされた既訳のうち、ここではカッシーラーの著作から次のものを挙げるにとどめたい。「実体概念と関数概念」(山本義隆 訳、みすず書房、一九七九年)、『シンボル形式の哲学』第三卷(岩波文庫)、上(木田元、村岡晋 一 訳、一九九四年)下(木田元 訳、一九九七年)。なお、引用文中の強調はすべて、原文中のそれを反

映したかゞゆかぬ。

- 2 Cf. N. Bourbaki. *Éléments d'histoire des mathématiques*. Springer-Verlag 2007, pp. 46-47.
- 3 「素朴内包公理」の問題については次を参照：ゲネス・キューネン著、藤田博司訳『キューネン数学基礎論講義』（二〇一六、日本評論社）二五・二八頁；vgl. dazu ECW13, 3. T. Kap. 4. II.
- 4 Cf. Bourbaki. *op. cit.*, en particulier pp. 47-49.
- 5 D. Hilbert. Neubegründung der Mathematik. Erste Mitteilung, in: *Gesammelte Abhandlungen*. Bd. III. Springer-Verlag 1970 (S. 157-177), S. 163.
- 6 Vgl. H. Weyl. *Philosophie der Mathematik und Naturwissenschaft*. 8. A. R. Oldenbourg München 2009, S. 76.
- 7 Bourbaki. *op. cit.*, p. 52.
- 8 Cf. *ibid.*, pp. 53-54.
- 9 Weyl. Phil. d. Math. u. Naturw. S. 72.
- 10 Vgl. H. Weyl. Diskussionsbemerkungen zu dem zweiten Hilbertschen Vortrag über die Grundlagen der Mathematik, in: *Gesammelte Abhandlungen*. Bd. III. Springer-Verlag 1968, S. 147f.
- 11 Cf. e. g. C. Reid. *Hilbert*. Springer-Verlag 1994, XVIII.
- 12 H. Weyl. Die heutige Erkenntnislage in der Mathematik, in: *Gesammelte Abhandlungen* Bd. II. Springer-Verlag 1968 (S. 511-542), S. 534; Phil. d. Math. U. Naturw. S. 75.
- 13 Bourbaki. *op. cit.*, p. 55.
- 14 Hilbert. G. A. III., S. 159.
- 15 Hilbert. G. A. III., S. 160.

- 16 Cf. Reid. *op. cit.* p. 155.
- 17 Vgl. dazu Weyl. G. A. III. S. 147; ME, S. 170; ECW13, S. 445.
- 18 Hilbert. G. A. III., S. 159 u. 161.
- 19 O. Becker. Mathematische Existenz, in: *Jahrbuch für Philosophie und phänomenologische Forschung*. Vol. 8. Max Niemeyer Verlag 1927 (S. 439-809).
- 20 P. Bernays. Hilberts Untersuchungen über die Grundlagen der Arithmetik, in: Hilbert. G. A. III. (S. 196-216), S. 205.
- 21 Vgl. dazu z. B. A. Heyting. *Mathematische Grundlagenforschung Intuitionismus Beweistheorie*. Berlin Verlag von Julius Springer 1934, S. 49f.
- 22 Abk. für Ernst Cassirer. *Gesammelte Werke*. Hamburger Ausgabe. Felix Meiner Verlag. 植察に就て数字の発明。
 六上回巻。
- 23 O. Becker. *Beiträge zur phänomenologischen Begründung der Geometrie und ihrer physikalischen Anwendungen*, in: *Jahrbuch für Philosophie und phänomenologische Forschung*. 6 Bd. Halle a. d. S. Verlag von Max Niemeyer (S. 385-560).
- 24 Cf. e. g. S. Lavine. *Understanding the Infinite*. Harvard University Press 1994, III, p. 44.
- 25 G. Cantor. Über unendliche lineare Punktmannigfaltigkeiten. Nr. 5. Grundlagen einer allgemeinen Mannigfaltigkeitslehre, in: *Gesammelte Abhandlungen*. hrsg. v. E. Zermelo. Berlin Verlag v. J. Springer. 1932 (S. 165-209), S. 195.
- 26 定義についてはたのむべきを参照: G. Cantor. Beiträge zur Begründung der transfiniten Mengenlehre, in: G. A. (S.

- 282-356), 20.
- 27 O. Veblen. Continuous increasing functions of finite and transfinite ordinals, in; *Transactions of the American Mathematical Society*. Vol. 9, No. 3, Jul., 1908 (pp. 280-292).
- 28 Vgl. Becker. Beiträge. Einleitung.
- 29 への語は『存在と時間』第三八節「類落と被投性」にも登場する (vgl. M. Heidegger. *Sein und Zeit*. 19. A. Max Niemeyer Verlag 2006, S. 177f.)°
- 30 Vgl. D. Hilbert. Axiomatisches Denken, in; G. A. III (S. 146-156), S. 156; Weyl. Phil. d. Math. u. Naturw. 11; ME, S. 324-328.