

「ゼノンの逆理」は逆理か？

東京大学名誉教授 元 KCG 情報システム開発研究所 所長

小亀 淳

■ 話の概要 ■

ゼノンの四つの逆理は、何の疑いも持たれず真の逆理・逆説・パラドックス（本論文でこの三つの単語は、まったく同じ意味として扱っている）として信じられ、現在なお、広く受け入れられる最終的解決策が模索され続けている。一方で、特に数学の分野では、数理的に見て、これらの逆説はとっくに解決済みとみなされている。哲学者そのほかの人々は、数学的解決には満足していない。総体的に見れば、2000 年を超える長きにわたって、現在なお、依然解決されていない状態にある。本論文は、「無現」という概念を視覚化する論理的方法を提案する。この視覚化によれば、限らない繰り返しを含む命題が真であるか否かを論理的に分析することが容易に可能になる。この方法により、ゼノンの逆説が、真の逆説ではあり得ず、自己矛盾を含んだ単なる命題にすぎないことが明らかになる。ゼノンの逆説めいた議論が決して解けないのは、逆説でないものを真の逆説として解くことに、さまざまな努力を重ねること自体にある。

■ 1. はじめに ■

「アキレスは亀に追いつけない」や「飛んでいる矢は静止している」で広く知れわたっているゼノンの逆説（または逆理：パラドックス）は、紀元前 4 世紀にアリストテレスの著作ではじめて内容があきらかにされてから、21 世紀の現代に至るまで、延々と語り継がれ、多くの学者／研究者によりその解決が考えられてきた。中には完全に解決できた／できると自称する論説や説明もしばしばあらわれ、ときには、“言いくめられそうになる”こともあるが、それでもやはり、すっきりせず、依然、なにかが“引っ掛かって落ち着かない”，というのが、多くの人々の実感のようである。21 世紀になっても、ゼノンの逆説について書かれた一般向けの書籍が、わが国だけでも毎年のように出版される。万人あるいは大多数を納得させる解決策が出現し、もはや一定の決着を見た過去の命題とは到底言えない。

ところで、誰もが経験することだが、この問題をはじめて知るときは、必ず典型的かつ古典的な「逆説・逆理」の見本・手本として、ゼノンの四つの逆説的議論が、アプリアリに目の前に紹介されるのが常である。逆に言うと、パラドックスとはどんなものか、ゼノンの「アキレスと亀」を教科書として、教えられ、学び、理解させられたといっても過言ではない。また、事実、学者や専門家たちが論じる立場は、あくまで「逆説」の解明から離れることはない。このような「刷り込まれ型（他人依存型）」の知識や信条は、気づかないものの、意外と多い。

自分で直接検討し直し、他人の言う通りでそれ以外ではない、と納得・容認した事実ではない。それが真実と教え込まれた以上、考えるまでもないと割り切っているからである。この割り切りのため、真実を見抜く知力が完全に失われる。

ゼノンの議論は、これを逆説として肯定的に捉え、解明しようとする、無限の繰り返しや無限大・無限小などの大きさ・極限值、空間・空間の一点、時間・時間の経過や一瞬、連続あるいは不連続、などなど、考えだせば言及せざるおえない事項が関連し、まずはそれらの概念の定義・理解の仕方から論じる必要性に迫られる。しかもそのような複数の概念同士の相互関係がうまく整合するような、論理的まとめ上げを確立しなければならない。そのうえ、概念の定義・理解にしても、学問・研究の専門分野ごとに微妙な相違・温度差があるばかりか、同じ研究分野内でも異論がある、などの困難が現実存在し、その思考環境を考えただけでも、問題が決着に向け収束することの、途方もない困難が感じられる。つまり、パラドックスを解こうとする方法自体が、簡明でない。むしろ複雑をきわめ、曖昧ですらある。このような手法で、はたして正解にたどり着けると期待できるであろうか？ 包丁ではなく、束ねた葦で西瓜をたたき割り、中身をさらけだそうとするようなものではないか？

この論文で筆者が主張することは、ゼノンの逆説自体を考察・分析したのち、この「逆説」の正しい解き方を追究することではなく、ゼノンの議論が本質的にどのような意味と意義を持つ／持ち得るものかについて、自分で論理的な分析が加えられるよう、かつその結果が客観的理解につながるよう、誰もが理解できると常識的な論理により、誰にも共通する方法論の基礎を確立するための提案である。それに基づく分析手段は、「葦の束」ではなく、少なくとも「包丁」でなくてはならない。従って、得られた分析結果の理解には、“言いくめられそうになる”ことや、“引っ掛かって落ち着かない”気持、または“納得することもできない”思いからの完全解放がなくてはならない。

結論を言えば、ゼノンの議論は、それ自身の中に自己矛盾を内蔵する、誤った命題の表明にすぎないことが判明する。ゼノンが批判の対象とする「通常説（事象の観測のままのわれわれの理解）」に立ち向かえるような論理ではない。つまり、正常な意味での「逆説・逆理」の主張ではあり得ない。

2000 年以上の長きにわたって、「逆説」でないものを「逆説」としてしか捉えず、それを真っ向から解こうとしたところで、不毛に終わるのは、むしろ当然というか、自然な結果である。それにもかかわらず、「逆説を解明した」とする論説には、ゼノンの言い分自体の中の自己矛盾を指摘した場合を除き（そのような論説は見当たらない）、筆者の指摘する矛盾の容認の上での論説であるから、必ずどこかに不都合・誤りないし自己

矛盾があるはずである。

ゼノンの逆説を、文字通り逆説・逆理として捉え、あれこれ考えられたこと・考えられ続けてきたことが無意味だということではない。その逆である。それらの思索の中から、有益な多くの成果が生みだされた。何より、共通のテーマとして、各分野の立場から論じ合う場を提供すること自体、大変有益である。ただ、「逆説」として問題自体が正しく解決されることはないと言うだけのことである。事実、解決されないからこそ、さらに考察が深められ、あまたの考えが模索され続けている。先に、「逆説」の解明が「束ねた葦で西瓜をたたくようなもの」と評価したが、それは、ありもしない逆説を「逆説」として解こうとする道具にするからで、束ねられた一本一本の葦は、「逆説」を解こうとする努力によって、はじめて生み出された価値ある成果であることも、大いにあり得る。もしかすると、ゼノンは、一見逆理のように見えるかもしれない表現を考案し、運動や時間、無限や連続などの不確かな概念の、さらなる熟考と掘り下げの必要性に目覚めさせることを目論んだのではないか、とさえ思えるほどである。

■ 2. 概念のイメージ化 ■

「概念」は抽象的なものであり、言語で表現され理解される。もともと具象的な対象の中から、共通するものとして抽出された論理的理解である場合以外は、視覚に訴えられないことも少なくない。もし、何かの概念が、可能な限りその特質を失わず、かつ余分なものを含まないで、具象的に視覚化されたイメージに置き換えられる（以下、イメージ化されると言う）なら、積極的に利用すべきである。下手なアナロジーは、雑物が混じり、かえって害をもたらすので避けなければならない。このことを念頭に、ある概念を過不足なくイメージ化するためには、おそらく、すでに理解したと思っている内容に、より「磨きをかける」という再検討が、無自覚であっても、加えられることが推測される。イメージ化された概念の特質を、逆にそのイメージを通じ、しっかり見直すことによって、抽象的理解のままでは気づきがたい、新しい展望と演繹が開ける。概念に対し、誰にも共通する認識が確立される。本論文はその事実の考察と提供であるが、事例として、ゼノンの逆理「そのもの」の分析をとりあげて、議論を展開する。

この章では、ゼノンの逆理を解析するに当たって、現行の諸議論の中に必ず見られる用語を含め、必要な最小限の概念について、共通の認識を持つための準備から始める。

■ 2.2. 矛盾とパラドックスの区別 ■

逆説・逆理(パラドックス)は、正論・正当説または正統説(オソドックス：正しい結論として表現され、客観的事実として認められた命題)に対し、帰結自体に自己矛盾があることを、その説の正当化に使われたのと同じ論理を使い、正統説と相反する正しい命題が成立する事実を見せつけ、一方を立てようとす

れば他方が立たなくなるという、「矛盾の成立」を実証するのが、逆説の本領である。ただし、単語で示される二つの概念同士の場合や、命題同士であっても対立関係が直ちに理解できる場合は、一方を他方の逆説・逆理とは言わない。この場合は「矛盾」そのものである。逆説の中に矛盾の指摘が含まれているが、逆説とは結びつかない矛盾が存在する。

よく知られたパラドックスの一つに、「うそつきのパラドックス」がある。クレタ人が、「クレタ人はうそつきである」と言ったとき、「そうなのか」とそのまま受け入れられそう言い分だが、考えてみると、この命題自体が論理的矛盾を含み、「うそ」なのか「正しい」のか、判断できなくなる（矛盾が両立してしまう）というものである。このとき、条件を変え、クレタ人以外のだれかが言ったとすれば、パラドックスではなくなる。また、「例外を認めない」ことを鉄則にする論理体系を、「例外を一つだけ認める」論理体系に変えれば、クレタ人が言うことの中で、「クレタ人はうそつきである」という命題そのものだけは、この命題の内容に命題自身は拘束されない例外であるとすることができ、パラドックスではなくなる。

たがいに矛盾関係にある二つの命題であっても、それぞれの命題が成立する「思考環境・条件」や「論理体系」が異なる（人為的に異にする）ときは、たがいに矛盾でも逆説でもありえない（ありえなくできる）。逆に、逆説ではない命題を逆説に変貌する創作も可能になる。従って、「パラドックス」を解くにあたっては、『同じ「思考環境・思考条件」で、同じ「論理体系」により、二つの「命題」同士の関係が取り上げられ、議論あるいは分析されなくてはならない』。（ここで取り違えてはならないのは、同じ思考環境とは、正論とされる命題が生み出された思考環境のことで、生み出された正論自体の論旨を思考環境に採用することではない。）この原則を離れ、一方の命題だけが成立する、「偏った思考環境」を設定し、それしか正論はないとする立場から、いまや思考環境を異にする他方を否定することができたところで、逆説・逆理を解決したことにはならない。単なる自己錯誤の押しつけにすぎないのだが、案外この手の議論が少なくない。よく注意して検討すれば、そのからくりが見えてくる。この原則は、きわめて厳格に守られねばならず、ことのほか重大であるから、しっかり記憶に刻んでほしい。

■ 2.1. 可能的無限と現実的無限 ■

無限という概念には、可能的無限（potential infinity）と現実的無限（actual infinity）の二つがあるとされている。たとえば、竹内（1980）は編著『無限と有限』の序説の中で、可能的無限を〈操作的無限〉と名付け、“いくらでも操作が続けられる、つくすことがない”こと、と解説している。竹内は現実的無限を、“有限のものとは隔絶した大きさを持つものとしての無限”と説明し、〈存在としての無限〉と表現している。この訳語のほうがわかりやすいかもしれない。この論文で筆者は適宜、可能的無限を「繰り返し（無限）」、現実的無限を「存在的繰り返し（無限）」と言う。

可能的無限とは、一つのプロセスの中に、それ自身と同じプロセスが「無数に含まれる＝繰り返しが何度でも可能である」ことの指摘である。たとえば、A点からB点まで行くのに、A点とB点の中間点M1まで行かねばならない。M1点からB点まで行くのにその二点の中間点M2点まで行かねばならない。この「繰り返し操作」が、B点に到達する以前に無限に続く、という論理が、可能的無限である。他方、現実的無限とは、たとえば自然数に1を加えると、それより大きな数値が「現実」に得られ、実体の存在が一つ増える。さらに1を足すとさらに大きな数値が増える。この繰り返しは際限なく続けることができ、数値の存在の数（かず）は無限に大きくなる、という考えである。繰り返しのたびに、新たに現実的存在が追加される、または、繰り返しの前の状況とは異なる状況に変わる。

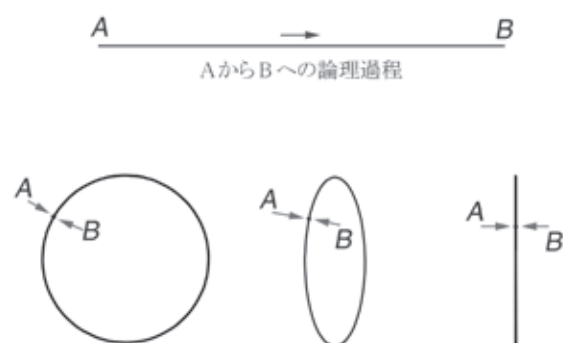
筆者は、可能的無限と現実的無限を、具体的イメージで理解するのが最適と思う。イメージ化することで、新しい知見が得られる。最大のメリットは、抽象的概念が個人差のない理解に統一されることにある。では、どのようにイメージ化するのか、次節で紹介する。

■ 2.3. 可能的無限と現実的無限のイメージ化 ■

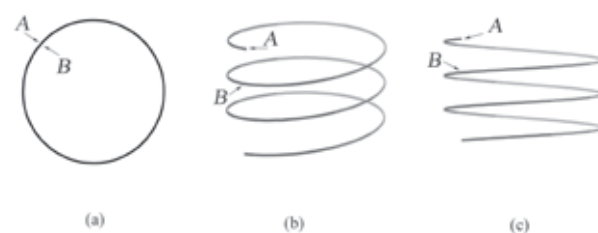
図1に示すように、可能的無限を「円」に、図2に示すように、現実的無限を「コイル」に対応させてイメージ化する。図1と図2の(a),(b),(c)は、それぞれ、(a) 真上から見たとき、(b) 斜めから見たとき、(c) 真横から見たとき)の図である。

図1の上部の直線ABは、AにはじまりBに終わる「完結した論理的命題の一過程（一回限りで成立する過程）」を表している。一般に、BはAと同じ内容ではない。また、この命題自体が、「無限の繰り返しの表現する命題」ではないとする。

図1の下部の円(a),(b),(c)は、同じ過程を無限に繰り返すことができるという可能的無限の概念を、円周上を「一回まわる過程（360°回転）」は、何回でも繰り返すことができるという事実と対応させることにより、イメージ化したものである。これを可能的無限（繰り返し無限）の「円モデル」と呼ぶことにする。円周上のAとBは、同じ位置を占めるが、図1の上部に示された論理過程の始めと終りのAとBに、対応する。



〔図1〕 可能的無限（繰り返し無限）のイメージ化：円モデル



〔図2〕 現実的無限（存在的繰り返し無限）のイメージ化：コイルモデル

なお、ひとこと申し添える。論理の一過程の内容が何らかの収束に向かう場合、必ずゼロになる以外に結末はありえないと信じている人は、この事実をも同時にイメージ化しようとし、円モデルが360°回転するうちに、次第に半径が短縮するモデルを考え、無限の繰り返しが「渦巻き」状になって、ついには消失する＝回転半径がゼロになることを考慮に入れるかもしれない（このモデルは、第4章4.1節で採り上げる）。しかし、円モデルの円周の一巡りは、「論理の一過程」についての永遠の繰り返しのイメージ化であって、論理の内容（が収束を意味するか否かなど）については無関係であるから、円周上の回転を繰り返すごとに、円が小さくなり、遂には最初の「論理の一過程」自体が消滅するようなイメージ化はありえない。それでは「可能的無限」ではなくなる。

次に、現実的無限の持つ特質、すなわち、AからBへの論理的一過程を繰り返すごとに、新しい現実的な事実が生み出されるという事情を、図2(a),(b),(c)に示す。コイル上を、一回まわる過程（360°回転の過程）ごとに、元に戻らず、何らかの現実的事実を発生し、回転前とは異なる状態に移転すること（位置を変えることに対応）をイメージ化したものである。これを現実的無限（存在的繰り返し無限）の「コイルモデル」と呼ぶことにする。

円モデルで可能的無限をイメージ化すれば、可能的無限は、任意の一過程に対し、その繰り返しの述べるだけで、「始めと終わりがある過程」（終りが始めにつながらなくてよい）で繰り返しが可能であれば、どのような場合にも言える論理にすぎず、最初の一過程（最初の360°回転）を除いて、“この繰り返しの論理からは、新しい事実が何も生まれない”ことが、きわめて明確に表示される。言い換えれば、可能的無限の論理は自分自身で閉じており、“自分自身（の最初の一過程の論理内容）とも、他のなにごととも、関係を持ち得ない。従って何事にも影響を与えることができない”事実が、一目瞭然になる。一方、コイルモデルでイメージ化された現実的無限は、同じ過程を一回繰り返すごとに、それ以前と異なる新しい状態・状況が創り出される。新しい状態への移行については、新しい存在を生み出すことのほか、一過程の経過の後、実質的な変化があり、過程の経過以前と異なる場合のすべてについて、考えの対象になる。

二つのモデルで表された「可能的無限」と「現実的無限」の違いは、「円（二次元）」と「コイル（三次元）」が決定的に違うように、違いの特徴が明確に具体化・可視化され、紛れなく

まったく別の概念であることが、はっきり理解される。とくに、「可能的無限＝繰り返し無限」でコトが述べられているとき、意味があるのは、「最初の一回の過程」についての分析や適用だけであることが、容易に理解される。言い換えれば、“同じ論理が繰り返されているときは、最初の一回の過程に限定して議論するべきで、不用意に繰り返しとその議論に巻き込まれる＝繰り返しにトラップされる（わなに捕らわれる）ことがあってはならない”という事実が、当然のこととして理解可能になる。最も大事な認識は、単なる論理的「繰り返し」は、自分自身で閉じる議論の構築・没入であり、無限に続けることも、途中でやめることもできるが、その思考や操作により、外部や自身の論理過程に、何の変更も影響も与えることができない、という、明瞭な認知である。この種の「無限」の議論であることさえ見抜けば、無意味な繰り返しに過ぎないとして、実質的効力の伴わない「無限」の操作に、理由もなく引き込まれる思いを断ち切ることができる。

なお、図1と図2の左側の図(円)が同じになることも、意味がある。図2のほうは、三次元モデルの二次元平面への投影(射影)である。現実的無限(存在的繰り返し無限)も、無限の「繰り返し」が含まれるから、可能的無限と「繰り返し」について共通の性質を持つ。これの事実のイメージ化が、コイルモデルの投影が円モデルと一致することで表わされている。従って、ある事象のイメージ化がコイルモデルである事実をはっきり掴んでいれば、「繰り返し」を強調するため、自らの投影である円モデルを一時的に使うことは差し支えない。

■ 3. イメージ化の効能による逆説の分析 ■

「イメージ化による理解」が、予想以上の効力を発揮する実例として、ゼノンの逆説を採りあげてみよう。一般に言われるゼノンの逆説は四つある。その順番は相互関連のありなしを論じる書物によって異なるが、筆者の議論に関しては、順番には関係ないものの、ゼノンの逆理が最初に具体的に紹介されたのは、アリストテレスの『自然学 (Aristotelis Physica)』であるので、四つの逆理の指名はその順に従う。(アリストテレスの著作そのものを直接見なくても、植村、2002に、アリストテレスのゼノン批判を具体的に取り上げながら自身の見解を述べた論旨明瞭な著作がある。内山編集、2008の第2章も参考になる。)

第一：二分割

第二：アキレスと亀

第三：飛ぶ矢

第四：競技場

ゼノンの四つの逆理のうち、一番有名な、第二の逆説「アキレスは亀に追いつけない」を考えてみよう。

■ 3.1. 第二命題そのものの分析 ■

「アキレスは亀に追いつけない」という逆説の中で、ゼノン

が言っていることの内容を、正確に把握することから始める。われわれが理解するのは、日常聞かされている以下の内容によるものであるから、それを採りあげることにする。

“アキレスが亀を追いかけるとき、まず、亀が元いた位置に到達する必要がある。そのときには、亀は元の位置から先へ進んでいる。この位置にアキレスが追いついたときは、亀はさらに前に進んでいる。この過程はいつまでも繰り返され、終わりを見ることがない。従って、アキレスは亀に追いつくことができない”

議論の背後で暗黙の条件とされていることは、アキレスが亀より速く動くこと、両者の速さが話の途中で勝手に変わらないこと、アキレスが亀を追いかけるといって以上アキレスが最初亀の後方にいること、アキレスも亀も一度も止まらないこと、である。[暗黙の条件は、できる限り単純で、誰もが共通に認識できる必要最小限に想定するべきである。誰も気づかなかった条件を追加すべき指摘を除き、人により異なる拡大解釈を気ままに条件に持ち込んでも、議論のための議論ができるだけで、かえって問題の輪郭と本質をぼやかす。例えば、吉永(2008)]

一方実際にわれわれが経験する「(観測による)事実」から、正しい認知とすることの表現(正統説)は、

“速いほうのアキレスが速くないほうの亀を追いかけたとき、必ず追いつき、追いぬく”

である。アキレスと亀の競争を実際に観測したとして、見たままを理解する内容の、無駄のない「必要かつ十分」な表現であり、かつ一回の競争＝一過程だけを述べている。このとき、当然のこととして言外に想定されている条件は、(逆の言い方になるが)ゼノンの議論とまったく同じである。

この一過程を、“速いアキレスが速くない亀を追いかけたとき、必ず追いつく”で区切ってはならない。アキレスも亀も、追いついた／追いつかれたとたんに停止することが、論理的には可能になってしまい、イメージ化されねばならない。それから先は、アキレスは急停止し一休みするが、亀は依然全力で走り続けるイメージもあり得る。現実の観測にそぐわない。これは、思いのほか重要な事実であり、記憶に留めてほしい。

また、よく言われるように、最初に「よーい・ドン」でスタートするプロセスは、述べられていない。このプロセスが加わると、最初の静止状態から加速という速度の変化をそれぞれ行うという、余分の条件(論理過程)が付加され、余計なプロセスとそのイメージ化が勝手に加えられたことになる。

第2章2.3節の図1の上側に示した、一過程を意味する直線のイメージに即して正統説の過程を検討すると、「AからBへの論理過程」は、“亀より速いアキレスが、亀の後方から亀に向けて同じ速さで走り続け(A)、同じ向きに同じ速さで歩き続ける亀に、追いつき追いぬく(B)”という、一回の過程(一回限りの競争)であることがわかる。それ以外に何も言及されていない。繰り返しなど、どこにも存在しない。われわれが現実に見る「(ゴールのない)かけっこ／競争」は、常にそういうものである。

ゼノンの議論は、それに反し、繰り返し＝「同じプロセスの

反復」が意図的に導入されている。しかも「無限」と抱き合わせである。あきらかに、正統説とゼノンの議論では、論じ方が異なるが、同じことを、言い方を変えて表現することは不可能ではない。では、いまの場合、はたして同じことを採り上げていることになるのであろうか？ 換言すれば、一つの事象＝アキレスと亀とのかけっこについて、正統説とゼノンの議論が、同じ思考環境下で、同じ論理体系内で、同じ事象の異なる表現になっているのであろうか？ 通常理解では、答えは「イエス」のはずである。だからこそ、ゼノンの言い分が「逆説・逆理」たりうる（第2章2.1節の議論参照）。現に、だれもが、正当な逆説として受け止めている。

■ 3・2. はじめて明らかになる ゼノンの第二の逆理の真実 ■

亀より後ろにいる「アキレスが亀に追いつき追いぬく」というのは、追いかけるはじめて考えた状態から、追いつき追いぬく状態まで、一回限りの過程である。つまり、“亀とアキレスの隔たり（ d とする）が、最初は有限の大きさを持つ論理的初期状態であったが（状態A）、次第に狭まり（ $d \rightarrow 0$ ）、最後はゼロ（ $d = 0$ ）になって（状態B）、追いついた途端に追いぬく状態（ $d > 0$ ）に移行する”という、一連の一回限りの過程が、われわれの知っている現実そのものである。（ここで、AとBは、図1と図2にあるAとBに相当する。）イメージモデルでは、図2のコイルモデルに相当する。ただし、図2に示すAからBへの一回の360°回転だけである。あとはない。（B点以後のコイルの表示は、追いつき追いぬいた後の、限りなく続く別の論理過程のイメージ化になる。つまり、以後の360°回転は、距離差 d がゼロから増大しつづけるという、新しい一過程に変わるが、新過程への移行がスムーズにつながるイメージ化であることに注意されたい。）

さて、アキレスと亀の競争での、ゼノンの表現自体のイメージ化には、コイルモデルそのものをあてがうのがよいが、ゼノンが持ち込んだのは、一回限りの一過程の細分化により、一過程の中での限りなく繰り返しの議論であるから、細分化によってはじめて可能になった「存在的繰り返し（無限）」の特質を強調したイメージ化は、コイルモデル自身の二次元平面への投影である「円モデル」によるのが適切である（2.3節の終りの文節参照）。

図2のコイルモデルの最初の一回転だけで表現されるべき“「追いかけて始めて追いつき追いぬく」という一回限りの過程”を、無限に「繰り返し可能な過程」にするために、細分化したときの一過程として、ゼノンは、「アキレスが、亀が元いた位置に追いつき（到達し）かつ通過する」という設定を導入したことになる。[この設定の中に、亀が元いた位置に必ず追いつき（到達し）、しかも追いぬく（通過する）という、もとの一過程の論理的事実が、すでに容認されていることを、決して見逃してはならない。元の一過程を、ただ無限の繰り返しにするための単なる分割であるから、元の論理が保存されている

のは当然である。]「亀が元いた位置」の設定は、図1の円モデルの円周を一回転したとき、議論の出発点A（出発点と言っても、「よいい・ドン」の位置のことではない：論理の出発点）から、追いつくBに至る代わりに、Bとして亀が元いた位置に置き換える設定に変更したことになる。この変更により、一回360°回転する過程だけに意義と意味があり、それで完結するコイルモデルとしてイメージ化すべき一過程事象を、円モデル（二次元平面への自己の投影）の特質を利用し、同じ円周上を無限に回る繰り返しの論理過程へ移行することが、自動的に可能化された。

しかし、円モデルによる堂々めぐりの論理は、言わば自己の内に閉じこもった論理であり、意味があるのは、最初の一回転だけで、自分自身（の論理）にも、他の現実的または論理的事象の何事にも、何の影響も及ぼすことができない「無効力・無効果」な、単なる（論理的）表現にすぎない。そのまま、いつまでも回り続ける限りでは、なんの弊害もないが、なんのメリット（実効果）も生まれない。要するに「繰り返せる」こと自体に論理的誤りはないが、回り続ける以前と「何事も変わらない」。この事実が、ゼノンの言い分に使われている論理過程を円モデルでイメージ化することで明瞭に浮上し、いわば空まわり論理の「もてあそび」にすぎない実態を、だれもが正確に認知できる。円モデルでの最初の一回転が意味するところは、ゼノンでは『アキレスは亀が元いた位置に到達し通過する』ことの認知である。これは正論での「アキレスは亀が現在いる位置に到達し通過する＝アキレスが亀に追いつき追いぬく」ことの認知と本質的に変わらない。（ゼノンの繰り返し過程と、正論の一過程が、共にコイルモデルとその一部でそれぞれイメージできることは先に述べた。）

ゼノンの言い分では、繰り返しているだけなら何事も起きない。ところがこの議論の結びとして、突然『アキレスは永久に亀に追いつけない』と結論を下したとたん、無効力繰り返し論理の「実効化」を狙ったことになり、自己矛盾が表面化する。なぜなら、すでに指摘したとおり、繰り返しの議論の中で、“アキレスが亀のいた元の位置に追いつく（ばかりでなく、追いぬく＝通過する）”という事実がすでに肯定的に使われている（でなければ、ゼノンの堂々めぐりの議論すら不可能になる）。にもかかわらず、「追いつき追いぬく」ことの繰り返しの過ぎない「空転の論理操作」の果てが、いきなり「追いつけない」という具体的事実の飛躍的に直結されており、完全に自己矛盾している。（“いや、自己矛盾ではない：ゼノンは「背理法」を使っているのだ”という反論が予想されるが、後に取り上げる*1。）すなわち、同じ議論（同じ思考環境での同じ論理体系による議論）の中で、隔たり $=d$ がゼロになることを真っ先に前提にし、かつその繰り返しだけを論じた結果、 d が限りなくゼロに近づいても決してゼロになりえないという帰結が、突然飛躍的に主張されている。【*1 背理法かどうかについて、第4章4.4節で詳細に検討する。】

「追いつき追いぬく」と「追いつけず追いぬけない」は完全に矛盾する概念同士であるが、そのことに思い至らなくても、

議論の前提、というより議論そのものの、実質的に「追いつき追いつぬく」とする内容と、それから直結的に演繹される帰結「追いつかない」との間には、飛躍のギャップがあることくらいは、気づけるはずである。ところが、ゼノンは、当然のことのようにこのギャップを無視し、逆に、まるで因果関係でもあるかのように、「追いつき追いつぬく」ことの繰り返しだけから、「追いつかない」と結論している。また、われわれのほうも、何らの疑念も抱かず、肯定的にこの論理過程を受け入れてしまう。そこで、自己矛盾そのものの表明にすぎないゼノンの言い分が、正しい「逆説」として理解・肯定されてしまう／肯定されたことになる。この認知心理は、いったい何に起因するのか？

追いつき追いつぬくことの「繰り返し」にすぎないゼノンの議論の主旨が、突然追いつけない結論になる飛躍に気づけないのは、ゼノンの言い分を聞きつつ、“ある過程の「繰り返し」が、いつまでも続けられる”という可能的無限を論じた「正当な論理」の展開として、肯定的に受け入れる心情でいる（ただし、繰り返し自体は無効な操作であることは念頭から消えている）ところに、“だから「追いつけない」”と言われれば、この「正当な論理」が、現実の事実の否定に有効に働いたものと錯覚してしまうからである。

ここで言う錯覚とは、有意義な論理として正当なのは、「追いつき追いつぬく」にあるだけという真実は埋没され、実効果を持たない終りなく繰り返す結果「終わりが無い」ことのほうだけが「正当な論理」であると、取り違えることである。

われわれが容易に錯覚してしまう原因を、さらに追究してみよう。ゼノンの、結論に至る前の、繰り返しの過程の内容には、否定的要素が何もない。「…がない」という表現は見当たらない。話を結論に導く直前に、“この繰り返しは無限に続けられる＝「終わることがない」”が、初めて出てくる否定的表現である。「終わらない」という否定的表現は（可能的無限の特徴の指摘であり）論理的に正しいから、「終わりが無い」に対する同意・受け入れの認知心理が、一連の議論の結末が「…がない」で結ばれることに不思議はないと思える下地になる。言い換えれば、「正当な論理」による（実際の観測結果の）帰結は「追いつき追いつぬくこと」にあるのに、ゼノンが説得する「繰り返す過程が終わらない」ほうが「正当な論理」に間違いないと判定・納得することに意識が集中しているから、「…ではない」と結論的に否定されるのは、ゼノンの言う通り、「追いつき追いつぬく」ほうだと錯覚する。従って、いつまでも繰り返すことができることだけを述べているにすぎない「終わりが無い」を、「追いつき（追いつぬく）」の否定＝「追いつけない」こととすり替えるトリッキーな主張が、ごく自然に受けられてしまう。

実は、否定されるべきは、一回限りで完結する事象に「繰り返す過程」を導入・設定すること自体である。扱われている素材は、「追いつき追いつぬく」正論と、「追いつぬけない」ゼノンの言い分の二つしかないことは、百も承知でありながら、「繰り返し」の目暗ましにより、目の前で堂々と矛盾の一方だけを押しつけられ、「ごもっとも」と思ってしまう。そうかといって、正調な認知を捨てるわけにもいかず、ゼノンの言い分にある自

己矛盾の誤りにも気づけないから、正調な「逆説」として認知するほか、手だてがない。（「ごもっとも」思うことの正当化が、「ゼノンの議論は背理法によるものだ」と信じ込むことである。これについては、第4章4.4節で別個に論じる。）

以上を要するに、アキレスが当然亀に追いつき追いつぬく現実の事実に対して、何らかの有効性のある真の逆理的な論理的展開が、ゼノンの議論の中のどこにもない。「繰り返し」自体からは何も生まれない（第2章2.3節参照）。それどころか、追いつき追いつぬくことの繰り返しが肯定的に論じた挙句の果てに、繰り返しが「終わらないこと」を「追いつけないこと」にすり替えることをもって結論にするという、論理的に飛躍した帰結を主張したとたんに、「追いつくこと」と「追いつかない」ことを自らの論理の中で両立させる矛盾に陥るという、独断的内容がその正体である。〔筆者の論法は、ゼノンがわれわれを陥れた手法を逆手にとって、逆にゼノンの内部矛盾を暴いたことになる。〕

ゼノンの「アキレスと亀」の逆説は、これまで信じ切られてきたような「逆説・逆理」と言える論理的命題ではなく、繰り返すこと自体には論理に誤りがないというだけで、議論の主体は、自分自身にも外部に対しても、なんら有効性を持ち得ない論理上の自己反復にすぎないのに、議論の主体とは何の脈絡も持たない唐突な結論（しかも、議論の主体とは相反する結論）と結びつけたため、論理的矛盾を創造する演繹に終わった主張であることが、理解されたことと思う。誤りの原因は、本来繰り返しのない一回限りの事象に、繰り返しの論理を恣意的に導入したことにある。この時点で、正論の命題とは異なる思考環境が創作され、それだけでも正論の「逆説」を構成できる立場を失っている。

この事実が明白になった根拠は、ゼノンが利用した「可能的無限」を、円モデルでイメージ化・視覚化した功績にある、と筆者は考える。円モデルで「繰り返しの効果」を検討すれば、その繰り返し自体からは何も結論できないことが、見ただけで理解され、はっきり記憶される。ゼノンの議論が、追いつき追いつぬくことの肯定的繰り返しが論じられているだけであることも、視覚化されたモデルにより、容易に判明する。この認知は強固なもので、簡単には失われない。従って、ゼノンの結論が、木で鼻を括ったような唐突な帰結であり、論理的飛躍がある事実が鮮明に浮かび上がる。

■ 3.3. その他のゼノンの逆理の真相 ■

ゼノンの第一、第三、第四の逆説について考察してみよう。

■ 3.3.1. 第一（二分割）の逆説 ■

ゼノンの第一の二分割の逆説は、「A点からB点へ行こうとしても、A点を動くことはできない」というもので、その論法は、“AからBへ行くためには、その中点C1を通過しなければならないが、AからC1に行くためには、その中点C2を通過せ

ねばならず、この無限の繰り返しのため、結局Aから動くことができない”というものである。

われわれは自分の意思で、動かないでじっとしていることもできるし、動いて場所を変えることもできる。ゼノンが、「動かないで静止している」事実のほうを取り上げ、これに対する逆説を考えたのでないことは確かである。逆に「動くという事実」をまず認めなければ、「動けない」とする結論の命題が、「動ける」とする正論の「逆説」にはなりえない。従って、“AからBへ行くためには、その中点を通過せねばならない”とゼノンが言うとき、実際に中点に行き着く事実を肯定的に語っていると考えなければならない。“そうではない。ゼノンは背理法を使って、自身は「動けない・動かない」立場を堅持しながら、命題の帰結を「仮に肯定」してみせるのだ”とする意見がある（「仮に」と言っても、まずは実際に肯定することと変わりはない）。しかし、命題の帰結を認めれば不合理な結果に至ることの論証は、単なる通常の反論であって、背理法ではない。背理法であるかのように肯定的に理解してしまえば、その時点でゼノンの論法を「正当な論理」として、真っ先に認めてしまったことになる＊1。これが、誤った飛躍的結論を諸々として受け入れる下地になる。

われわれがA点からB点に移動するときの論理的一過程は、「A点を離れB点到着する」という、一回限りの「動き」の過程である。イメージ化は、図2に示すコイルモデルの、最初の360°回転に相当し、以後の継続はない。

ゼノンはこの一過程の中に無限の論理的繰り返しを盛り込むため、AからBへ行くまでに（Bは、Aのすぐそばでもよい）中点を設定し、まずAから中点に「実際に行く」過程を導入した。この設定は、AからBへ行く論理過程と同じ論理過程のコピーを創ったことになる。同時に、（イメージ化したモデルとして円モデルを使って説明すれば、）Aから360°回転を一回終えた時点で、Bに至るのではなく、Bの代わりに中点に至る過程に置換した。ここまでの置換は、アキレスと亀の場合と類似しているが、今回は、2周目以後は再びA点に戻って同じ論理を繰り返す点で、異質のものである。繰り返すたびにA点に戻らねばならないのは、ゼノンの議論が、実際にAから中点まで移動する事実、すなわち「動けること」を肯定的に利用しているからである。そうしなければゼノンの言い分（背理法ではない＊1）自体が成り立たない。この繰り返しは無限に続けられるが、円モデルで事態を把握していれば、繰り返しの議論そのものが、何ら実質的效果をもたらさないのは明らかだから、黙って聞いていればそれですむ。議論の内容が、もっぱらAから動く・動けることを前提にしているので、ゼノンがどのように結論するのか、興味をもって待てばよい。すると突然、予想に反し、“Aから「動けないという事実」が帰結される。無限の繰り返しまでの議論では、「動く・動ける」を肯定する論理だけが使われ、否定的な事実も表現も一切含まれていない。唯一の否定的表現は、最終結論の、繰り返しが「終わらない」という事実だけである。この否定的論理事実を借用し、「動けない」と結びつける以外、ゼノンが目的とする議論の結末を否定で結

ぶことは不可能である。つまり、突然の帰結と実感される原因は、「終わらない」を「動けない」にすり替える論理の飛躍を、われわれが感じるからである。アキレスと亀の場合と同じである。論理を飛躍させた途端に、「動ける」ことを容認し続けた議論の果てに、突然「動けない」ことの容認を両立させるという自己矛盾を、自ら表面化することになった。ゼノンの議論が仮に背理法によるものであるとする立場であっても、背理法の論法の中に、論理の飛躍があってはならない。

自己矛盾があり、どう見ても得体のしれない議論を、正当な「逆説」として認知するわけにいかないのは、自明のことである。

■ 3・3・2. 第三（飛んでいる矢）の逆説 ■

ゼノンの第三の逆説とされている「飛んでいる矢は静止している」はどうであろうか。この逆説は、通常、“飛んでいる矢といえども、任意の「一瞬」には、静止している空間の「一点」にある。これはどの一瞬・どの一点についても言える事実であるから、その繰り返しや積み重ねからは、静止しか生まれない”というように紹介される。これはアリストテレスの最初の紹介によるもので（たとえば植村，2002；入不二，2002），アリストテレスはこの「一瞬」を分析し、これを排除することの論証で、ゼノンの逆説を否定している。

われわれが、自然現象の中に、「飛んでいる＝動いている」と「動いていない＝静止している」を観測するとき、その区別を、時間や空間と関連付けて理解するのではない。知識の不十分な子供でさえ区別できる認知である。まずは、見たままを事実として受け入れ理解する。言い換えれば、観測結果の「動く」という事実はどういうことなのか、「静止する」という事実は何なのかは、すでに観測し了解した結果の理由付けの解明という、次の段階に入った論理的考察である。その結果、時間の「一瞬」や空間の「一点」などの概念の動員が始まる。哲学者・数学者・心理学者などすべての学者が、飛んでいる矢の逆説を考えると、いきなり「一瞬」・「一点」と不可分の議論を展開するのは、おそらくアリストテレスの最初の紹介に影響されたものではないか。

われわれの自然観測による認識は、飛んでいる矢は、「動き続けている・静止していない」であり、このとき実際の現象が示す一過程は、「矢が飛んでいること」・「飛び続けること」だけである。言い換えるとしても、「静止していない」であり、それ以外、何もない。

ゼノンの言い分の裏に何があるかは、次のように考えれば明らかになる。

逆に、静止している矢を考える。「静止している矢は静止している」。これはわれわれの観測事実に基づく認知の、必要かつ十分な言語表現である。ゼノンがこの事実の認知について、逆説を立てようとしたのでないことは明白である。そこで、「飛んでいる矢は静止している」という命題を成立させるためには、まず、議論の対象から静止している状態の矢を完璧に除外しなければならない。つまり、まず「動き続ける矢」の

肯定的認知を前提にしなければ、ゼノンの逆説といわれる命題の論理的樹立は発足できない。(この論法は、背理法ではない。第4章4.4節参照。筆者が現在進めている論法の方が背理法的である。) 矢が「動き続ける(飛び続ける＝静止しない)」ことを不可欠の前提に据えて議論を進めた結果、「動かない＝静止している」と帰結することは、自己矛盾以外のなにものでもない。ゼノン自ら「動き続ける矢」の肯定的認知だけに立っている以上、それと矛盾する結論「矢は静止している」を、ゼノン自ら撤回してもらわなくてはならない。われわれがゼノンの言い分を「逆説(すくなくとも正しい＝自己矛盾のない命題)」として認めることは、矛盾をそのまま容認することになる。誤認の責任をわれわれに転嫁されてはかなわない。

このように論証した以上、“では、私の言い分のどこに矛盾があるか、論理的にはなく具体的に指摘してごらん”とゼノンが逆襲するかもしれない。軽々しくその手に乗らない方が賢明だが、筆者は、空間の一点と、時間の一瞬を重ね合わす(＝同等に扱う)ことにあと思う。空間の一点は、たとえば目の前に置かれたリングが限りなく小さくなり、たとえ消滅しても、その位置(一点)は、自分(観測者)に対して固定できる(静止している)ように思える。しかし、時間の一点に相当する一瞬を「今」とするとき、想定したとたんに過去になり、自分に対して固定できない。従って、時間の一瞬は空間の一点に本質的に重なり得ない。固定できないものを、固定できるところに矛盾がある。

過去の記憶の中なら、一瞬を固定できるではないか、と反論されるかもしれないが、それはイメージとして記憶されている事象との関連の限りにおいての話である。何年何月何日の何時何分…という時刻が、過去に固定された一瞬のように錯覚するが、時計という単なる表示装置のイメージの記憶にすぎない。(時計が示す表示そのものが、時間や時刻・一瞬そのものの定義にはなり得ない。)たとえば、ぐっすり眠った過去の何時間の経過の中に、記憶されている具体的事象は一切ないが、一瞬を固定できるであろうか? 実は、過去の記憶の中には、もはや時間そのものは存在していない・時間そのものは単独に記憶できない。未来は必ず今になるけれども、未来についても同様である。時間そのものの中に一瞬を固定できない。[このような議論を始めると、必ず反論に遭い泥沼に陥るのが常である。]

ところで、「飛んでいる矢は静止している」の上記の批判について、図1や図2のようなイメージ化されたモデルを使っていない*2が、筆者が第二と第一の逆説の実体を、円モデルで初めて明らかにできたと自認するまでは、第三の逆説そのものを批判できる手立てなど、思いもよらなかった。この逆説にも、前二者と同じような論理的誤りがあるに違いないという思いが、「否定しようとしている命題自体を肯定的前提にする(まず、命題自体を肯定する)」という第一・第二に共通する手法を、第三の中にも、見出させたのである。【*2その理由は3.4節で改めて述べる。】

■ 3・3・3. 第四(競技場)の逆説 ■

第四番目の逆説は、競技場の逆理と言われている。“ある隊列L(有限個の個体から成る一つの連なり)の先頭が競技場のA点を通過してから、最後尾が同じくA点を通過するまでの時間をTとする。このとき、Lと同じ構成で同じ速さで動く別の隊列Mの先頭が、Lとは反対向きに、Lの先頭と同時にA点を通過したとする。Mの最後尾がA点を通過するのは、Lの最後尾がA点を通過するのと同時になる。このとき、Lの最後尾もMの最後尾もA点にある。Mの先頭がA点を通過してからMの最後尾がAを通過するまでの時間は、Lのときと同じくTである。要するに、LとMの先頭同士が出会ってから、最後尾同士が同じ位置になるまで、つまり、LとMがすれちがいに要した時間はTである。

ゼノンの言い分の中の、LとMの二つだけに着目しよう。Lの先頭がMの先頭と同じ位置を占めた時刻(ゼノンはこのときMの先頭の位置を、先の議論のA点と同じとみなしている)から、Lの最後尾がMの先頭の位置と一致するまでの時間はTである(隊列Mは動き続けており、従ってMの先頭が逆向きに動いていることは考慮されていない)。この状態では、Lの先頭はMの最後尾の位置にあり、Lの最後尾はMの先頭の位置にある。従って、さらにLは同じ方向に、Lの最後尾がMの最後尾の位置に来るまで動かねばならない(ゼノンはこのときMの最後部の位置をA点と考えている)。その所要時間はTである。つまりLとMの二つの隊列のすれ違いだけに着眼すれば、隊列LとMの先頭同士が出会ってから、最後尾同士が同じ位置になるまでには2倍のT時間かかることになる。

“同一のすれ違いが、一方はT時間かかり、他方が2T時間かかるということは、T時間は2倍のT時間と同じということである”というのが、ゼノンの第四の逆理である。ともに動く二つの隊列のすれ違いと、一方が動かない隊列とのすれ違いを、同じこととする想定が見え見えであるため、誤りが容易に指摘できるからか、古来あまり取り上げられない。逆に、なぜこの言い分が「逆理」になるか、わざわざ「逆理として成立する理由」を創作する議論があるほどである。

■ 3・3・4. この節3・3のまとめ ■

ゼノンの第一から第三までの言い分を、もともと逆説ではないと言い切った論説は、一度も見聞きしていない。円モデルによる可能的無限と、コイルモデルによる現実的無限の「最初の360°回転」利用による、上記筆者の論法の中に、時間や空間または無限などについての哲学的概念や数学的定義・理解について論及がなかった点に留意されたい。われわれの誰もが日常的に持っている知識で理解できることだけが述べられているはずである。

さて、ゼノンの「逆理(もどき)」について、いま一つ重要事項がある。これも、いまだかつて気づかれたことがない。ゼノンは自分の議論を逆説のように受け止めさせるための仕掛け

を設けている。それは『ゼノンの罠（わな）』とでも言うべきものである。その実体の紹介と説明は、ここですより、次章で展開する論説の後のほうが、より適切と思われるので、あらためて第4章4.5節で明らかにする。

ここでこれまでの論説をまとめれば、ゼノンの逆説のそれぞれの解決が、現在に至るまで、万人が納得する決着を見ないのには、当然の理由がある。もともと、逆説でないものを逆説と信じ、「逆説の真面目な解決策」を模索するからである。つまり、問題になっていない（問題にもなり得ないから、もともと正解などない）ことを、問題として認知し、正解を追究しても、空まわるだけである。加えるに、ゼノンの議論の三つまでが、同じ論理的矛盾を自分自身の中に持つ。逆に言うと、“ゼノンの逆理を「逆理として」解決した”とする正攻法の論説がないわけではないが、提案者以外から見れば、その主張自体が、空論（矛盾の無条件容認）であることの証（あかし）になる。従って、それぞれの論説のなかに、具体的な欠陥またはさらなる自己矛盾が指摘されるはずである。[別途必要な議論は、第4章4.1～4.3節で述べる。] かくして、ゼノンの逆理は、解くことが困難な永遠の真理であるかのように、堂々たる「逆理・逆説」の古典として、現代まで引き継がれている。筆者は終止符を打ったつもりでいるのだが、読者はどのように判定されるであろうか？

■ 3・4. ゼノンの逆説自体のイメージ化 ■

ゼノンの逆説そのものは、すでに具体的にイメージ化された形で提案されている。「アキレスと亀」は、抽象的に言えば、“ゆっくり一方向に動き続ける物体を、それより速く動く物体が、後方から追いつき続けるとき、必ず追いつき追いつぬく”という事象（かけっこ競争）についてのイメージ化の一例である。後ろから飛んでくる矢に背を向けて逃げる敵でも構わない。「飛んでいる矢は静止している」は、“動きを続けるものは静止している”とする（と言いたい）抽象的概念を、飛ぶ矢でイメージ化したものである。継続して動き続けているものなら、イメージ化のための具体例はなんでもよい。

筆者が新たにイメージ化したのは、第一・第二のゼノンの議論に含まれている「繰り返し無限」の概念に対するものである。第三についてはそれ自体のイメージ化に加えるに、「一点」と「一瞬」の概念が持ち込まれている。一点のイメージ化は小さな黒点で表せるが、一瞬のほうは、具体的な別物でイメージ化できない「純粋な概念」である。（そもそも、固定したものとして定義の仕様がいない。空間の一点に対応させて考えられることが多いが、空間と時間は明らかに違う。アインシュタインの特殊相対性理論での扱いについては、別途議論が必要である。）そのため、矛盾を指摘する筆者の論法が、第三の場合、他の二つと異なっている。

いったん概念を正しくイメージ化した後は、そのイメージ自体に変更を加えたり、あるいはイメージ自体が持たない属性を加味したりしては、元概念自体を変えることになるから、厳

に禁止されねばならない。ゼノンの逆理の第一・第二の2例では、「動き続ける」と空間の位置とを関連付けることを認めても、「空間のどの位置にも留まることがない」イメージに変更を加えてはならない。第三の「飛んでいる矢」の場合は、動き続ける「一瞬」と、アプリオリに静止しているとしか考えない「空間内の任意の位置（一点）」を対応させることは、元来不可能であり、矛盾を含む。強引な想定は許されない。第一・第二の説については、ゼノンも、その言い分を逆説として受け入れ何とか解こうとするわれわれも、実際のイメージには含まれない「繰り返し」または「可能的無限」を、勝手に勝手に付加するという禁忌を犯している。これが問題解決の方法論的誤りを生み、そのため、本来の命題が持つ明確な輪郭が完全にぼやけてしまった。

筆者は、イメージ化による真相の論理的究明の効果を論じたが、イメージ化されたモデルの扱いを誤れば、とんでもない結果を生むことを、改めて注意したい。概念のモデル化を正確に行うことが第一であり、次に正確にイメージ化されたモデルには、絶対に変更を加えてはならない。特にイメージに無形の論理の変更ないし新論理を加えることは、それも禁止事項だが、目に見えない変更であるだけに、厳重な自制と自省が必要である。

■ 4. ゼノンの逆説は逆理として いかに扱われてきたか？ ■

2400年も前の問題が、現代もなお取りざたされているが、いったいどのように扱われてきたのであろうか？ 筆者の理解ではあるが、学問の専門分野によって、それぞれ固有の特徴的な扱い方・考え方があると思われる。ある専門分野の学者が、他分野の考え方を交えることもあるが、次節以降で、数学と物理学、それ以外の分野の代表として哲学（心理学・論理学も含めてよいと考える）の3分野での扱い方の特徴ないし相違を、筆者なりの分析を加え、分類を試みる。

■ 4・1. 数学を足場にする解決 ■

アキレスと亀や、二分割のパラドックスは、いずれも、繰り返しにともなう空間的距離差の減少、つまり「無限小」に向かう「連続」的な行為が、極限値としてゼロに到達するのかしなのか、に関係している。

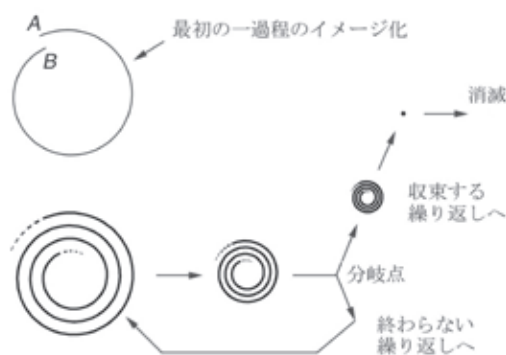
亀に追いつけないのは、アキレスと亀との間の距離差が無限に小さくなくても、決してゼロ（減少の極限としての到達先＝極限値）にはなり得ないという、論理的過程の上に成り立つ。ゼノンはこのことを指摘しようとして、イメージ化すれば第2章図2で表されるコイルモデルの二次元面への投影である円モデルの論理を利用した。

一方、数学を足場にすれば、たとえば数学者深谷（1996）は著書の中で「アキレスと亀」について、“「数学ではとっくに解決済みの逆理に、いまだに関わっている」哲学者”と言い、

足立 (2000) は、“今ではおそらく高校生すら級数の問題としてとらえれば何の矛盾もないのだと頭から思っている”ことであり、反対に、“なぜゼノンの逆理が問題にされるのか、さっぱりわからない”と言う。逆に哲学者植村 (2002) はその著作の中で、“B・ラッセルを初めとする解決法、すなわち無限級数の和は有限であるという数学の命題を対置するやり方は、ゼノンの問題の立て方とは微妙にすれ違ったままで、数学者たちはともかく、哲学者を納得させるには至っていない”と指摘する。筆者は「微妙にすれ違ったまま」という感じの、実態がなにかを、この節で明確にする。

アキレスと亀の競争で、両者の間の距離差 d が“限りなく小さくなる (収束する: $d \rightarrow 0$)”とき、その果てで必ずゼロになる ($d = 0$) のが当然”とする数学的発想が、それ以外の考え方を抑え、優位に立つと信じることに、論理的根拠があるのだろうか? この解析を、例によって概念のイメージ化で検討してみよう。

図3の左側に示すように、アキレスと亀との競争で、亀が元いたところまでアキレスが追いつき追いつぬく一過程を、 360° 回転で表すことは、図1と同じであるが、数学では、次の一回転の過程では、直前の一回転よりアキレスと亀の距離差 d が減少している (事象が収束に向かう: $d \rightarrow 0$) という新しい状態に変化することを考慮に入れ、図1のイメージに加え、 360° 回転の半径が、回転中に絶えず減少する (収束する) ことも同時にイメージ化する。そのため、円モデルではなく、図3の左下のような「渦巻モデル」になる。



【図3】収束する繰り返し過程のイメージ化：渦巻モデル

図3の左上は、アキレスと亀の競争の始めから終わりまでの一過程 (状態AにはじまりBに終わる「繰り返しのない」過程) のイメージ化である。この過程を無限回に変貌するゼノンの繰り返しの論理をイメージ化したものが、左下の渦巻きである (図1に回転半径の収束のイメージ化を加えたもの)。右向きの矢印で示された左から2番目の図は、何回か同じ過程 (360° 回転) を繰り返した後の渦巻きモデルのイメージを示したもので、渦巻きが小さくなっている。これから先、限りなく同じ過程が繰り返されるとして、2通りが考えられ、イメージ化の分岐点になる。どちらに分岐するかは、等価な可能性についての単なる選択の問題であって、どちらに分岐するほうが正しいとか、どちらに分岐しなくてはならないという、客観的な論理上の理由は

ない。二つの可能性の一つは、回転半径が無限に減少 (収束) を続けた極限では、回転半径ゼロという極限値に到達して消滅する ($d = 0$ になる) ことのイメージ化であり、いま一つは、繰り返しは無限に終わることはないことのイメージ化である。この二つを図示したのが、図3の分岐点とその後である。図の右上に至るイメージと、左端のイメージに戻る二つのルートが示されている。後者の元に戻るルートは、回転半径が元に戻ることを意味しているのではなく、縮小図を拡大して見直したもの、と理解されたい。このイメージによる繰り返しは、論理的に終わることがない。ただそれだけで、円モデルと同様、何の実効果も生まない、自分自身で閉じた論理過程である。

数学では、数学独自の論理体系から考え、すでに認めた定理や定義などとの間で不都合を起こさないためには、「無限の繰り返し」が収束する傾向を持つときは、ゼロにならねばならない「制約」がある。そのため、図の右上に至る経路のイメージ化しか取り得ない。選択の根拠は、まったく内部事情 (お家の事情) にあり、やむを得ない選択である。この事実気づかないと、やむを得ない選択が、正当な理由で選択されたものと思いがえることになる。[ただし、微積分学の導入後は、コーシーの $\varepsilon - \delta$ 論法により、極限という無限にかかわる概念を有限の言葉であらわす方法が確立された、とされている (たとえば、深谷, 1996)] イメージ化によって明らかのように、極限値ゼロに到達したとたん、 360° 回転でイメージされた過程自体が消えてなくなることが、見ただけでわかる。無限の繰り返しの論理の自己消滅である。言い換えれば、無限からの完全離脱である。数学者は、自己矛盾のない数学論理で保障されている消滅と理解するから、否定のしようのない事実と受け止める。むしろそれが唯一の正論・正解であり、唯一絶対の理解の仕方であると信じられる原因である。これが、ゼノンの逆理などで数学者の説明を聞くと、手品のように「無限」の過程がいつのまにか思考の対象ではなくなって「有限」に組み込まれてしまう印象を持つ原因である。無限に続く足し算である等比級数が (収束する場合には)、足し算結果 (和) が有限値になってしまうことや、 $0.99999\cdots$ の無限の繰り返しが、 1.0 とまったく等しい (数学の論理では「証明」することすら可能な事実である) などについても同様である。

数学的立場から見て、“「繰り返し」の果てが $d = 0$ になることは、否定のしようもなく、当然それ以外ありえないではないか”と、一方的に言われても、しこりが残るのは、図3の分岐点から先のプロセスとして、どちらか一方に決めなくてはならない理由のないわれわれ数学者以外には、2通りを等価の選択肢として、捉え続けるからである。さらに、われわれは、「かけっこ」で距離差 d が $d \rightarrow 0$ を経て0に至ることを、観測事実として、実はすでに認知している (第3章3.2節参照)。ただし、一回限りの過程として競争を理解する上でのことで、同じ原理を過程の無限の繰り返しの結果として押し付けられることには、上記事由により、反発を感じるのである。反発感の原因がどこにあるかが、図3に示すイメージ化によって、論理的にはっきり理解できたのではなからうか。

われわれのほうも、「繰り返しの（＝収束しない）過程」にこだわり続けても、何の生産的効果をも期待できないことを自覚せねばならない。それなりの理解の仕方（自分への何らかの言い聞かせ）で、ある場合には、数学での論理体系を肯定的に受け入れるしかないと自覚することも大切である。（ただし、ゼノンの逆理の解明については、数学といえども、対処の仕方自体に、他説と同じ根本的誤りがあるから、要注意。）だからと言って、数学者のように、分岐した他方の論理過程を抹消する必要はない。むしろ、図3の全体的イメージは、頭の中に保持し続けるべきである。数学者の中にも、吉田洋一（1960）のような、数学による自明の結果としての解き方に慎重な学者もかつては存在した。『零の発見』は筆者が中学生時代に読んだ古今の名著だが、今読み返して見ても、その思索の深さや直観の鋭さは、「アキレスと亀」についての言及の中にも躍如としている。

さて、実は、以上の論旨よりさらに深い所に、大問題点が二つ残されたままである。

アキレスが次第に亀に追いつく過程を、数学者が収束する無限級数化したとき、無限の加算のままの形ならよいが、その級数の和の形で有限化したまとめは、“アキレスが亀に「追いつく」”までを締めくくったことになる。正論とする一過程の最後は、「追いつき追いぬく」である（第3章3.1節参照）。つまり数学では、アキレスと亀の正論の命題の全過程を、その最終段階で、正確に扱っていない。全過程の最後の締めくくりは、無限級数の和では置き換えられない。図3の右上に至る収束ルートで、最後に「消滅」と書いたが、もっと拡大してみると、「追いつき」がポツンと残っている。一方ゼノンのほうは「追いつけない」と言っているのだから、最終段階で追いつくことも考慮している可能性を排除できないから、この点ではゼノンより劣る扱いである。

まだ大事な事実がある。数学者は、ゼノンの「言い分の一部」を数値化して表現し、無限級数の和の問題に転換した。それは良いとしても、4.5節で指摘するが、ゼノンは、本来繰り返しと関係のない正論の命題に、無限の繰り返しを導入するという「罠」を真っ先に仕掛けた（4.5節参照）。数学者は、この罠にまんまとはまり、数学ですでに自明の自己論理による帰結＝無限等比級数には和という有限値があるという数学的事実を示し、ゼノンの言うとおりの「繰り返しが終わらない」のではなく、立派に終わる、だからゼノンは間違っている、と断定しただけのことである。正論と対立するゼノンの説が、正しい「逆説」として、間違いであることを、正論と同じ論理環境のもとで、論証できたわけではない。事実、同じ論理環境下での「アキレスが亀に追いつく」一過程の数学的取り扱い、無限級数の導入を排除し、未知数二つの一次連立方程式を立て、最初のアキレスと亀の距離差とそれぞれの速さを数値で与えれば、その解として、アキレスが最初からどれだけの距離で、何分後に追いつくかを計算できる。これが、本来の数学が取り上げるべき正道である。その代り、ゼノンの論説にはいっさい触れられない。数学から見て、ゼノンの言い分が「真の逆説」として間

違っていることを論証するのなら、「追いつき追いぬく」を明確に考慮に入れ、正論の思考環境・条件を離れず、自ら無限（級数）を持ち込まず、数学独自の論理体系による、まったく新しい論法を考え直さねばならない。筆者の思うところ、それはたぶん無理である。何となれば、ゼノンの言い分自体が自己矛盾の上に成り立っているのが真実であるからである。数学以外の他分野にも、思考環境の変化を無頓着に行い、問題を解決したとする主張がある。それらを自ら排除し、上記の正調な立場を暗に踏まえ、問題を解こうとして解きえないでいる他分野の実状を、数学者はまず理解しなければならない。

■ 4.2. 哲学でのゼノンの逆説の扱い ■

前節の図3で示した、分岐点で別れる「収束する」と「収束しない」の両者は、互いに矛盾関係にあるルートなので、同じ論理体系の中で、両立不可能である。これに気付かず、両方のルートを渡り歩く議論も頻繁になされている。特に哲学では、この「渡り歩き」が宿命のようである。ゼノンの第三の逆説にいきなり正面から取り組むと、必ず導入を迫られる“時間の「一瞬」”や“空間の「一点」”の理解には、無限小との関連から、渦巻モデルの収束に至るイメージに沿わざるを得ない一方で、時間や空間そのものを考えるときは、いつまで経っても・どこまで行っても終わらない概念という意味で、渦巻モデルの収束に至らないイメージが持たれている。そこで、時間の経過（流れ）／空間の広さが、幅ゼロの一瞬／一点の無限の組み合わせから可能かどうかを問題にし始めると、分岐点以後の二つのルートを同時にたどることになる。いくら考えても、誰もが納得できる客観的結論がなかなか得られないのは、当然の帰結であることが、図3のイメージ化により、きわめて明確に理解できる。論理的に矛盾する二つの概念（ルート）を、矛盾を超えて、同じ論理体系の中で共に生かすべく、二つをなんとか結びつけようとすること自体、原理的に無駄な努力なのである。無理に結びつければ、ゼノンの第三の逆理「飛んでいる矢は静止している」に反論することが難しくなる。「渡り歩き」からの離脱に、数学のような逃げ方のできない哲学は、まことに苦しい立場にあるといわねばならない。そのゆえに、数学者が落ち込んだ過ち（「逆理」でないものを逆理として誤りであると論証する）を冒さないで済んでいるのは、不幸中の幸である。（おそらく、哲学者から猛反発を受けると思うが、哲学にうとい筆者には、どのような対応を迫られるか、予測できない。）

■ 4.3. 物理学から見たゼノンの逆説 ■

物理学は、自然現象の理解を目的にする学問である。その手段は、自然現象の観測にあり、まずありのままを誤りなく見た上で、それを客観的（だれもが同じ）になることを念頭に、簡潔で必要かつ十分な表現で理解する。この点では、一般人が日常経験し理解することとほとんど変わりがない。われわれが常識とすることが、物理学での認識と一致することが多いのは、

このためである。(ただし、古典物理学＝マクロの世界での話。) 同記事象を観測しても、自然現象の正しい観測結果そのままでない表現や理解は、物理学では受け入れられない。つまり、数学では自分自身の論理体系に正否・適否の判断の根拠があり、自然界とは関係なくことが進むが、物理学は正しいのは自然現象そのものだけである。従って、自然現象の中に予期できない新しい事実が発見されたときは、それまでの理解の仕方のほうが変更されねばならない。物理学自体の中に、矛盾を含まない論理体系を樹立することは当然であるが、場合によってはその修正・変更を余儀なくされる。

アキレスと亀の競争の例でイメージ化された、「速さの異なる2物体の相互関係という自然現象の観測において、速いほうが遅いほうを追いかける場合」は、“必ず追いつき追い抜く”という表現が、「だれにとっても、必要かつ十分な、最も簡潔な」自然現象の観測結果の表現である(言い変えても“アキレス亀との距離差が次第に短縮しゼロになり、転じて増大に変わる”である)。その故に、これが採用される。仮に、ゼノンのような理解の仕方では“追いつけない・追い抜けない”結果が正当に帰結されても、観測事実と合わないために採用されない。かといって、ゼノンの言い分を誤りと決めつけたり、排除したりすることもしない。論理的に正しいからと言って、あるいはこのように見ればこうなると主張されても、自然現象の現実と合わない表現・理解の仕方を、取り上げるわけにはいかない、というだけのことである。自然現象のそのままの認知が第一であるから、ゼノンの言い分を抹殺しなければ、正しいと決めた認知が転覆するなど、ありえない。従って、ゼノンの考え方なり表現を、正しい認知に対する「逆説」として位置付ける理由がない。

その故に、放置可能である。逆に言えば、物理学では世上言われる「ゼノンの言い分」を「逆理として議論する舞台」がない。本質的には「物理学での理解」によるゼノンの言い分の扱い(取り立てて「逆説」と認識しない)をそのまま採用しながら、(その事実に気づかず)ゼノンの言い分を正当な「逆説」と肯定しつつ、解決しようとする論説が見られる。たとえば、林晋(2000)編著の中で、野矢が『アキレスは亀を追いぬけないのか』で述べている論法である。「逆説」とみなすためには、物理学から離れた余分な思考環境の設定(野矢説では「言い方」の違いとする設定)が不可欠になり、この設定こそ問題解決の決定的要因と自認するから、真の解決要因である「物理学による認知・理解」が完全に埋没される。野矢説での設定は、『言い方』とする以外に、「理解法」・「見方」・「論理の使い方」・「考え方」等々何でもよい。野矢説は問題解決の決定論になりえない。

村山(2007)は回りくどい議論の末、“これにて、一件落着…”と結んでいる「アキレスと亀」の理解の仕方も、結局は物理学から見た見方そのままの紹介である(ただし村山の議論はこれをもって終わりとするものではなく、四次元時空との関連での話に引き込む)。

物理学での真の逆説は、「シュレディンガーの猫」や、「双子のパラドックス」のように、物理学の論理体系内で矛盾を引き起こす命題に限られる。[参考までに:「シュレディンガーの猫」

の逆説は、和田純夫(1998)により、物理学での新しい概念(「多世界解釈」)の採択を促す命題としての解決法が提案され、「双子のパラドックス」は、千代島(1999)が、「逆説」を解くには、正説と同一の思考環境・論理体系での議論によることの重要性を何度も強調しながら、「逆説」の不成立を論証している。]

筆者の学歴は物理学であるが、物理学の立場からゼノンの逆理を解こうとしたのではない。ごく日常的な理解や論理を基に、どの研究分野の学者や一般人にも共通して理解されるよう、注意しながら、考えを進めたつもりである。

■ 4.4. ゼノンの論法は背理法(帰謬法)か? ■

ゼノンの逆理を取り上げた多くの論説の中には、「アキレスと亀」や「飛んでいる矢」に対する逆説の導き方が、背理法または帰謬法によるものであり、そのうえ、紀元前5世紀のゼノンこそ、背理法の最初の考案者であるとさえ指摘する解説に、何度か出遭った。一例を挙げると、香川(2000)はその著書の中で、「ゼノンが生んだ“背理法”とは何か」と題し、“背理法では、まず、自分とは意見の違う人が認める命題の帰結をいったん受け入れる。ところが、それを認めると矛盾やパラドックスが生じることが、つぎに示される。そこでそもそもの命題の帰結がまちがっているのだという結論が下される”と述べ、引き続いて“この方法は、前提を間違いだとする、矛盾が生じることを示して、前提が正しいのだと主張する場合にも使える”と言っている。

背理法というのは、普通、“ある命題(正しい前提から、正しい論理過程により、正しい結論を導く記述)の帰結の正しさを証明するため、命題の帰結を否定すれば、同じ論理で不都合や矛盾が起きることを導きだし、従って命題の帰結が正しい”ことを証明する論法である、と理解されている(念のため手元にある啓蒙書で調べ直したが、どれも同じである。内井,1981; 三浦,2004; 和田秀樹,2004など)。だからこそ、理に適っていると認知された命題の帰結に背いてみせる論法という意味で、背理法という概念が成立する。しかもこのとき、背く(否定する)のは、あくまで命題の帰結(結論)のほうであって、命題の前提ではない。なぜなら、「前提さえ正しければ、必ず結論が正しい」とは言えないからである。香川は、命題の前提と帰結を混同している。また、背理法の理解の仕方が、本来の理解とは逆である。本来の理解のほうが従になっており、逆の使い方が主になっている。しかも背理法の正しい「逆の使い方」は、命題を肯定すれば、矛盾する結果が生まれる、という論理に戻るから、結局は「反論」そのものでしかあり得ない。香川が背理法として説明した言い分を正しく表現すれば、“自分とは意見の違う人が認める命題の帰結を受け入れる。ところが、それを認めると矛盾(パラドックスではない)が生じることが、示される。そこでそもそもの命題の帰結が間違っているのだという結論が下される”になる。これは「反論すること」そのものの説明であり得ても、背理法の説明にはなっていない。前提が正しくとも、「正しくない論理的処理」のため、正しくない結

論になっていることの指摘である。

だいたい、背理法は、完結した命題の正否について、明確に決着をつけ、命題の正しさを証明する論理である。命題を背理法で議論した結果、どちらが正しいのか考え込まず（パラドックスを提示する）ための論法ではない。まして、「理に背く」と言うとき、命題自体を『理』として、それに背く（逆になる）帰結の方が正しいと短絡する論理ではない。

ゼノンが逆説的に扱おうとした対象の命題は、「AからBへ動ける」・「アキレスは亀に追いつき追いぬく」・「飛んでいる矢は静止していない」であり、それらの命題の前提は、すべて「観測事実そのままの受け入れ」である。（競技場の場合は、通常ของการでも、パラドックスたり得るかどうか検討できるので、論外に置く。）

ゼノンの言い分は、仮に正しいとしても、“見方を変えと、命題＝正論とされていること（ないし常識）に反する事実に至る”という論法、つまり正論が十分条件を満たさないで帰結されたのではないかという指摘と考えることはできるが、「直接的な反論」の域を出ない。（正論が、前提とする観測事実そのものの「必要かつ十分な表現」であることは間違いない。）最初に命題を否定するという仮定がない以上、背理法でないことは明らかである。まして、紀元前5世紀のゼノンが、「アキレスと亀」をはじめ、背理法の最初の案出者であるという独断は、荒唐無稽な当てずっぽうであろう。正調な背理法なら、正論に対し“もしアキレスが亀に追いつけないとすると、空まわりの論理「いつまでたっても追いつけない」を有意義と認めなければならなくなる。だからアキレスは亀に追いつく”となる。背理法の反対を応用する議論なら、“「アキレスが亀に追いつく」ことばかりが「正当な論理（距離差 $d = 0$ になる）」の帰結と思ひ込んでいると、「正当な論理（繰り返しが終わらない＝可能的無限）」で「アキレスが亀に追いつけない」という結論も可能だが、どう説明する？”という議論である（とすれば、多少意味があるように見える）。答えは、“われわれが「追いつく」と認知するのは、それが「正当な論理」だからという理由によるのではなく、観測したままの前提を、もっとも簡潔に表現するという帰結であることによる”である。しかもわれわれが正しいとする上記三つの命題は、それぞれ、正しいと考える前提の、必要かつ十分な表現である。[いまや読者は、真の誤りが、“「正当な論理」で「アキレスが亀に追いつけない」という結論も可能”と言うゼノンのほうにあることを、理解済みのはずである。]

ゼノンの言い分を正当な「逆理」と信じ込む第一の原因は、第1章で述べたとおり「刷り込み」によるが、その正しさを自分なりに確認しておこうとするとき、ゼノンの言い分を“無理やりにでも背理法であると思わなくてはならない”原因は、ゼノンの言い分が、正真・証明の「逆理・逆説」であることをあまりにも強固に信じ切っているため、その論理の筋道の客観的正当性と無欠陥性を、なんとしてでも立証する以外に道はない自己束縛にあると思われる。“ゼノンの言い分は、まさに背理法で生みだされた由緒正しい逆説ですから、安心しましょう”という錦の御旗の確認である。

錦の御旗を必要とする理由は、次のような認知心理にあると思われる。すでに指摘した通り、ゼノンの「アキレスと亀」の言い分には、「追いつき通過する」を繰り返す議論が、突然「追いつけない」結論に直結される論理の飛躍がある。ゼノンの論理が、背理法＝“「否定」を論じて「肯定」に至る過程（これを短絡し「否定」即「肯定」と理解することとし、さらに「肯定」即「否定」になる論理過程であると勝手に転化する）”であることに気づけば、肯定を否定に直結する飛躍は、もはや論理的な飛躍ではない（飛躍と思わず受け入れられる）。つまりゼノンの言い分の結びの飛躍を、無理なく肯定するための受け皿を、自分のほうから進んで用意するのである。この人為的設定（捏造）のため、ゼノンが“「肯定」を論じて突如「否定」に結ぶ”議論（「肯定」と「否定」の順が逆で、背理法ではない論法）を構築している不合理にまったく不感になり、完全に批判力を失う。

筆者は、“ゼノンがその師であるパルメニデスの主張を擁護するための論説で「背理法」を使った”という一般的説明が、四つの逆説的議論そのものが背理法により逆理になると指摘されたものと勘違いしたのか、と推測していた。香川解説を一例として取り上げたのは、なぜ背理法と思うのかが、たまたま、比較的詳しく記述されており、誤りが何に起因するのか、何のためか、わかったと思うからである。べつに香川解説だけを非難するつもりはない。

■ 4・5. ゼノンの罠 ■

ある論理体系の中で、当然の正論または正統説と信じられている命題に対し、正真正銘の逆説・逆理になる命題を突き付けるためには、その命題が、正論が成立するのと同じ論理体系による同じ論理環境での議論であることが、必要条件になる（第2章2.1節参照）。

アキレスと亀の競争という形で具体的に示された事象の、抽象的概念による理解は、“ゆっくり一方向に動き続ける物体を、それより速く動く物体が、後方から追いかけて続けるとき、必ず追いつき追い抜く”である。二つの物体が、それぞれ固有の、たがいに異なる速さを保持しながら、“動き続ける”という、ダイナミックな事象そのものの観測である。必要条件の中に「続ける（持続する・継続する）」が含まれていることは、疑う余地がない。ウサギとカメの競争とは違う。

また、動きが速い・おそいは、観測するだけで認知できる事実であり、速度という概念やその定義は、観測結果から抽出されたものであるから、観測の段階で、それらの知識や定義は不必要であることに、気づかねばならない。蝶が飛ぶのと燕が飛ぶのは、見ただけでどちらが速いかは、子供が見ても自明の理解になる。この認知作用の中に、時間や空間との関連付けは含まれていない。従って、観測とその結果の認知は、空間内の一点（位置）や、時間内の一瞬などの予備知識と一体化されてはじめて可能になる認知ではあり得ない。

ゼノンは自説を主張するにあたり、すべての条件が正論と同

じ議論をしているように見える。すでに第3章3.2節で分析したように、現実の一過程（追いつき追い抜く）自体の、いわばミニチュア版（追いつき通過する）を自説に組み込み、ミニチュア過程を「繰り返す続ける」ことは、正論での“動き続ける”条件を満たすことに他ならないと思わせている。のみならず、この二つを等価と思わせ、「繰り返す続けて終わらない」から「動き＝追いつき続けて終わらない＝追いつけない」とする帰結が、至極当然のように思わせる。

ゼノンの論説は、疑念を抱くことなく表面だけを見れば（それが今までの理解であるが）、十分正論の「逆説」であると認定される資格を備えているようにみえる。ところが、正論が生まれる観測とその理解の中に、「繰り返す続ける」は一切含まれていない。必要条件とされる「継続」は、“動き・運動の「継続」”に限定されている。ゼノンはミニチュア版を取り込むことによって、“運動の「継続」”を満たすと同時に、“繰り返しの「継続」＝無限の過程”をも忍び込ませたのである。この時点で、正論にはなかった思考環境・条件を、誰にも気づかせずに織り込むという『罫』が仕掛けられた。この事実だけから判定しても、ゼノンの言い分が、由緒正しい完璧な「逆説・逆理」たり得る資格はない。

本来、アキレスと亀の競争という事象の観測の理解に、「無限」という概念の関与は一切必要とされない。ところが、『ゼノンの罫』に仕掛けられた“繰り返しの「継続」”の導入により、正論には必要なかった「無限」（現在の概念では、可能的無限と無限小およびその極限と極限值）についての議論にやすやすと落ち込み、単なる論理上の無限の繰り返しの、時間・空間に関係する無限と思いつくという、自縄自縛の思考環境を、われわれ自ら創造し、深みにはまらざるを得ないシナリオが自作演出される。その最初の人物がアリストテレスである。それ以来、俗っぽく言えば、すったもんだの議論の果てに、いまだに決着を見ないでいる。逆に、解決できない事実こそ“ゼノンの説がレッキとした逆理である証拠”と信じられる始末である。

アリストテレスは、ゼノンの逆説にすっかり反論しきれないのは、「無限」を考えないわけにはいかなることにあると気づき、それが原因で、以後アリストテレス派では、意識的に一切「無限」を考えないことにしたということである（たとえばJ. Mazur, 2007）。消極的にすぎる対処法であるが、当時としてはゼノンの罫を直感し、これを避ける最も賢明な措置だったのかもしれない。

■ 4・6. 逆説の命題批判の是非と正否 ■

次のような論証はいかがなものだろうか？

『小亀説では“ゼノンのアキレスと亀の議論は、真の逆説ではない”と論証している。この命題の正しさを背理法で証明する。もし真の逆説なら、ゼノンの言うとおり、アキレスは永久に亀に追いつき追い抜けないことが帰結され、この帰結＝真の逆説を否定できない。一方で、このほうこそ絶対に正しいと確信できる事実＝「アキレスは亀に追いつき追いぬく」だけの認

知を、単独に確立できない自己矛盾の容認を強要される。従って、正論だけが生き残る小亀説の命題は、正当な論理から導かれた逆説の否定である。』

この論法が誰にもすんなり受け入れられることを目指して、この論文が書かれた。

“いや、どのような困難があろうと、いつかは真の逆説として、ゼノンの議論が誤りであることが論証される。われわれはそのために頑張っている。小亀説は所詮物理学の見地（4.3節）以上のものではない”と反論されることが予想される。では、いったい「真の逆説」とは何か？ 正論と同じ論理体系・論理環境・条件を使い「いずれの一方をも論理的に否定できず、正論との両立があくまで可能な命題の樹立だからこそ、逆説たり得る」のが、真の逆説の特質ではないか？ もし真の逆説なら、その命題自体の論理構造に誤りを指摘すれば、正論自体にも影響が及ぶから、攻撃の仕様がでない。ある議論を真の逆説と認めながら、その誤りの指摘に成功するとすれば、その議論が逆説めいてはいるが、逆説ではないことを論証する以外ない（筆者の今回の論説の指導原理である）。逆説と認めることを、そのまま逆説ではないとする論証は自己矛盾である。従って、正論の逆説の誤り究明に成功すること自体、もともと逆説ではなかったことの実証そのものにならざるを得ない。

小亀説は、物理学的な逆説の放置（4.3節参照）ではない。日常的論理を使い、ゼノンの命題自体が矛盾から構成されていることを論証し、逆説どころか、論理的に成立しない命題であることを実証したものである。また、正論とは異なる論理環境に立つこと（繰り返しの無限の導入）を指摘し、その非を論じた。逆説とされる命題の完全抹消が、正論の存続に何の影響も与えないのは、このためである。

■ 5. おわりに ■

“ゼノンの逆説に、どうもうまく反論できない。反論できるという証明を聞かされても、やはりしこりが残って、落ち着かない”という思いは、実は正しい直感である。論理立てて説明できないのに、正しい結論を「直感」というのは、認知心理からみてどのようなプロセスなのか、究明に値する命題であろう。この論文で筆者が提案した「概念ないし思考過程の具体的イメージ化」は、ゼノンの逆説自体が何であるかの論理的解明に応用することを通じ、「直観」としか言いようがないように思える思考過程の論理的分析・解明のための、一つの手立てを提案したものである。

その結果、ゼノンの逆説自体に自己矛盾があるという、だれもが考えもしなかった事実が判明した。従って、ゼノンの説を、真の逆理（自己矛盾がない命題）として容認する基盤の上で、“「逆理」として正しくないことを論証する”という方策では、否定するという議論の方向は「正しい」けれども、否定の対象を「誤っている」。否定しなくてはならないのは、「逆理」として認知した内容ではなく、「逆理」ではないゼノン説の自己矛盾（単なる「誤った命題の構築」）である。この「正しい」け

れども、何かが「誤っている」二つの思い（直観）が交錯するというジレンマのため、自分でどのように考えても、また他人の意見を聞いても、“しこりが残る、落ち着かない”のである。2000年以上、あれこれ考えても、依然“解けない、ひっかかる、釈然としない”いま一つの原因は、実は、ゼノンが結論とする命題自体の中の自己矛盾を、どことも指摘できずに容認せざるを得ない自分自身にもあると言える。

一方で、“ゼノンの逆説をとくに「逆理として解いた」と信じ、安心立命の境地にいる人々は、特別な思考環境の中でだけ成立する論理による自明の帰結を、そのまま一般化できると勘違いしているか、あるいは自説の中の自己矛盾に気づかずにいることが、今回の論説により、包括的に証明されたことにもなる。逆理どころか、矛盾そのものの表明にすぎないゼノンの言い分を、“正真正銘の「逆説」として「解いた」と主張すること自体が、「解いていない」ことの表明になる”という、新たなパラドックスの誕生である。そのいくつかの実例を挙げ、指摘するつもりであったが、一論文としては長くなりすぎるため、また、この論文の目的が個々の論説の非を暴くことではないので、割愛する。しかし、どこかが誤っているに違いないことが決定的であれば、読者各位が多少緻密に検討を加えれば、発見できると思われる。その際、第2章2.1節に述べた批判基準が参考になると思う。

ただ、否定の対象を見誤ったために、解けない命題として認知された「逆説（もどき）」を、何とか解決しようとする絶えない努力と論じ合いが、繰り返し考え直し、時間や空間、無限小とその果て、連続・不連続などについて、さまざまな新しい見解を生み出す成果を挙げるようになった。同時に、新しい自己矛盾も発生し、その回避のため、さらに考えが深められるという「永遠」の「良循環」の場ができた。この、終わりのない思考環境の保全のためには、ゼノンの議論自体が「逆説」ではあり得ないことを論証せず、そっとしておいたほうが良いのかどうか、筆者の思いの中に、新たな矛盾が生まれている。

最後に、筆者の今回の論文は、今までにない結論であるため、とうてい受け入れ難いとする反論が予測される。過去現在の議論は、ゼノンの言い分を真の「逆説」と信じた上での思考法に終始している。たとえゼノンの言い分に疑問を見いだしても、正当な「逆説」になるように、逆に、受け取るほうの理解の仕方なり、モノの検討法・コトの設定なりを自分自身で変える発想と論法が、しばしば取られる。数学や物理学以外の専門分野で多い。この立場から同じ手法／論法で、筆者の論議に反論を加えないでいただきたい。そのような思考法から筆者の発想が生まれたのではなく、「逆説」でないことの立証だけを目指しての思考である。その方法論は第4章4.6節に凝縮されている。当然従来の対処の仕方・考え方は使われていない。使われていても、「向き」が逆である。従って、ゼノンの説が正しい「逆説」であることを、すでに認証済の従来の立場・論理で擁護されても、はじめから噛み合わない。筆者の議論の中の論理的誤りや自己矛盾の直接的な指摘を期待する。

筆者はこの論文を、いわゆる「学術論文」の形式で書きあげ

なかった。その理由は、学術論文のすべてが、結局は、最終解決に至っていない。学術的に扱おうと、どうしても客観的な批判を自ら持てなくなるのである。むしろ、ごく常識的な立場で、学問の対象として問題を考えないならば、その全貌と本質が見えてくる。その事実をクリアー表現したかったからである。

■ 謝 辞 ■

本論文は、筆者がはじめて公表するものであるが、京都コンピュータ学院・学院長長谷川靖子先生のご厚意により、「NAIS journal」に掲載していただけることになった。深く感謝し厚く御礼申し上げる。

【参考文献】

- 学術論文の引用は、意識的に避けている。以下は、一般に書店で入手できる書物ばかりである。
- 足立恒雄（2000）無限のパラドックス。『ブルーバックス B-1278』。講談社。
- 入不二基義（2002）。時間は実在するか。『講談社現代新書 1638』。講談社
- 植村恒一郎（2002）。『時間の本性』。勁草書房。
- 内井惣七（1981）。『いかにして推理するか いかにして証明するか』。ミネルヴァ書房。
- 内山勝利編（2008）。『哲学の歴史』古代Ⅰ。中央公論新社。
- 香川知晶（2000）。『パラドックスの面白さがわかる本』。河出書房新社。
- 竹内啓編（1980）。無限と有限。『東京大学教養講座Ⅰ』。東京大学出版会。
- 千代島雅（1999）。『アインシュタイン「双子のパラドックス」の終焉』。徳間書店。
- 林晋（2000）。『パラドックス!』。日本評論社。
- 深谷賢治（1996）。数学者の視点。『岩波科学ライブラリー 35』。岩波書店。
- Mazur, J.（2007）。The Motion Paradox. Dutton.（松浦俊輔訳（2009）。『ゼノンのパラドックス』。白楊社。）
- 三浦俊彦（2004）。『論理学がわかる事典』。日本実業出版社。
- 村山章（2007）。『四次元時空の哲学』。新泉社。
- 吉田洋一（1939）。零の発見。『岩波新書 R13』。岩波書店。
- 吉永良正（2008）。『アキレスとカメーパラドックスの考察』。講談社。
- 和田純夫（1998）。『シュレディンガーの猫がいっぱい』。河出書房新社。
- 和田秀樹（2004）。『論理的な頭に変わる本』。中経出版。

小亀 淳
kogame jyuni

東京大学名誉教授。
元 KCG 情報システム開発研究所所長。
経歴はアキュム 58P に掲載