

# ミンコフスキー時空と主体的意思

## Minkowski's space-time world and subject

橋元淳一郎

### はじめに

生命と非生命の区分は難しい問題であるが、本稿ではそれについては議論しない。一般的に、遺伝子である DNA が細胞壁に守られているものを生命とし、そうでないものを非生命とするという基準で十分である。すなわち、単細胞細菌は生命であり、ウイルスは非生命である。

次に、すべての生命は主観を持つということを前提とする。ここでいう主観は、哲学において定義される主観ではない。単細胞細菌から動物、植物、そして人間に至るまで、あらゆる生命が共通にもつ主体的な自己認識の意思のことである。そういう意味で、すべての生命に共通な主観のことを、本稿では主体的意思と呼ぶことにする。

本稿の目的は、生命の主体的意思が相対論におけるミンコフスキー時空の構造と深く関わっており、過去から未来へという時間の流れ（時間の矢）は、この両者の関わりの中から生まれてくる可能性を論ずることである。

### 1. ミンコフスキー時空の特徴

既知のことであるが、特殊相対論におけるミンコフスキー時空（ミンコ

フスキー空間) の特徴について、いくつかの点を確認しておく。時間と空間の単位は、光速  $c$  を 1 とする自然単位系を採用する。

(1) ミンコフスキー時空の世界距離  $ds$  は、

$$ds^2 = dt^2 - dx^2 - dy^2 - dz^2$$

で定義されるが、このことは幾何学的には、時間  $t$  を実数、空間  $(x, y, z)$  を虚数とすることで実現される。一般に、時間を実数、空間を虚数と表記したテキストが多くみられるが、逆である方が合理的である。

(2) 質量 0 の粒子 (光子など) の世界距離は 0 である。

(以降、一般に世界距離と呼ばれる量を、本稿ではその本来の意味を考慮して、時空長と呼ぶことにする。)

この事実は、ミンコフスキー時空上のすべての事象が、適当な反射鏡を用いて、時空長 0 で結ばれることを意味する。たとえば、原点  $O$  に現在の「私」(「私」は、主観としての私を意味する) がいるとして、現在の「私」は、眼前の鏡  $M_1$  を通じて、過去の私、未来の私と、時空長 0 で結ばれる (図 1)。

また、現在の「私」と非因果的関係にある事象  $A$  は、図 2 のように適

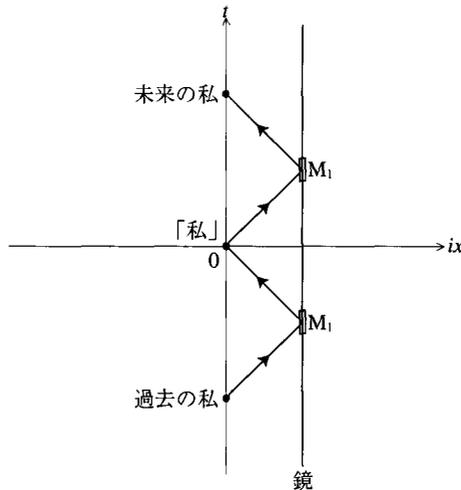


図 1

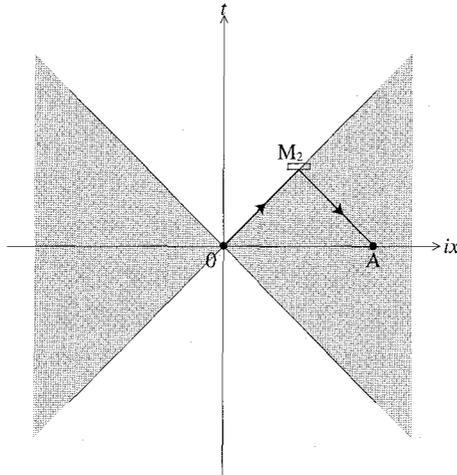


図 2

当な鏡  $M_2$  を置くことによって、時空長 0 で結ばれる（本論とは直接関係しないが、このことは、量子論における非局所性の問題を解決するかも知れない）。

ただしこの鏡  $M_2$  は、図 1 の鏡  $M_1$  と違い、光を過去へと反射する鏡でなくてはならない。我々は未来から過去へ向かう光を観測することはないため、このような鏡の存在を否定するが、論理的にそのような鏡の存在を否定することは出来ない。

(3) 上記のことと関連して、ミンコフスキー時空は空間軸だけでなく時間軸に対しても対称的でなければならない。つまり、過去と未来を区別するような物理法則は存在しない。

質量 0 の粒子（光子）に関していえば、つねに時空長 0 の世界線上にあるそれらの粒子は、過去と未来が一点に縮退しているから、そこに方向性を見いだすことは論理的に不可能である。そのことは、質量を持つ粒子（我々を含めて）から見たとき、過去から未来へ進む光子に対して、つねに未来から過去へ向かう反光子が存在することを意味する。

上記の論理的事実に対して、現実にはなぜ未来から過去へ進む光子が観測されないのか。この謎を解くことも本稿の目的の一つである。

(4) ミンコフスキー時空に描かれた世界線に、動きはない。それは時間と空間を超えて、ただ存在するだけである。

このことは、非常に理解しがたい事実であり、しばしば誤解をされることであるので、あえて卑近な表現でもって説明をしておく。

今、宇宙のすべての事象（137億年前のビッグバンから、はるか未来の宇宙の終末まで）の世界線を描いたミンコフスキー時空を想定する。そういうものが存在することは、我々の宇宙が存在する以上、事実である。このすべての事象が描かれたミンコフスキー時空の様子を「宇宙の絨毯模様」と呼んでおく。なぜ絨毯模様という言葉を使うかといえば、そこに動きはないからである。いわば宇宙のすべての出来事を描いた曼荼羅である。

このような絨毯模様があるというとき、我々は「それでは過去だけでなく、未来の出来事もすべて決まっているのですか」という問いを發したくなる。しかし、そのような問いかけは無意味である。なぜなら、すべての事象がすでに決まっていると想像するとき、そこには、絨毯模様が過去に描かれ、その描かれた絨毯模様を現在の「私」が見ているという、時間の流れが暗に前提とされているからである。絨毯模様が先に作られて、それに従って事象が起こっているのではない！ 絨毯模様は、我々が認識する時間と空間を超えた存在である。それゆえに、ただ存在するだけとしか言いようがないのである。

## 2. 生命はなぜ主体的意思を持つのか

生命は秩序である。しかし、より重要なことは、もろい秩序であるという点である。生命は、つねに自らの外と内にある水分子あるいは自分自身を構成する分子の熱運動と闘わねばならない。単なる物質は、熱運動によって無秩序へと崩壊していく。ダイヤモンドや雪の結晶は、生命でないにもかかわらず秩序を持っているが、それらの秩序は生命の秩序に比べて堅固な秩序である。最終的には熱運動の嵐はそれらの物質的秩序をも崩壊させるが、生命秩序の崩壊はもっと早く、激しい。生命秩序はもろいが、そ

の結果、柔軟性に富み、変形や分裂、融合を可能にする。

生命が獲得する能力の多くは、自然選択によって獲得されたものである。自己増殖によって、生命はまさにねずみ算式に個体数を増やしていくが、このことと突然変異による多様性が、自然選択という篩い分けを促し、生命は進化していく。

生命の起源は未だ定かではないが、生命が自然選択によって最初に獲得した能力は、おそらく生きる意思、すなわち主体的意思であったと思われる。なぜなら、エントロピー増大の嵐によってつねに崩壊の危機にある存在を、できるだけ秩序正しく維持するためのもっとも有効な方法は、生きようとする意思を持つことを置いてほかにないと思われるからである。

モナドのような素子はなく、生命を構成するものは原子・分子以外にないのだとするなら、主体的意思は原子・分子の組み合わせの中から生まれてこなくてはならない。それは、物理法則を超えた一種のシステムであるはずである。

マトウラーナは、それをオートポイエーシスと呼ぶ。オートポイエーシスについては、本稿では論じないが、主観というものを科学的に取り扱うという立場において筆者の考えと共通する。マトウラーナはオートポイエーシスの要件として、「システムとして実現されるような『空間』を画定する」と述べているが、それはそれで認めるとして、ここには文字通り、時間の関与が欠けている。

生命は空間的にはシステムであるが、それだけでは主観あるいは主体的意思の存在を説明できない。本稿が主張することは、主観あるいは主体的意思は、時間的観点からのみ生まれてくるということである。

### 3. 空間としてのシステム、時間としての主観

エントロピーは過去から未来に向かって増大する。物理法則に従う自由な粒子群は、つねにエントロピーを増大させ、すなわち乱雑になる。秩序ある粒子群、たとえば固体結晶は、エントロピーを簡単には増大させずある期間にわたって秩序を維持するが、これらの粒子群を支配するのモまた

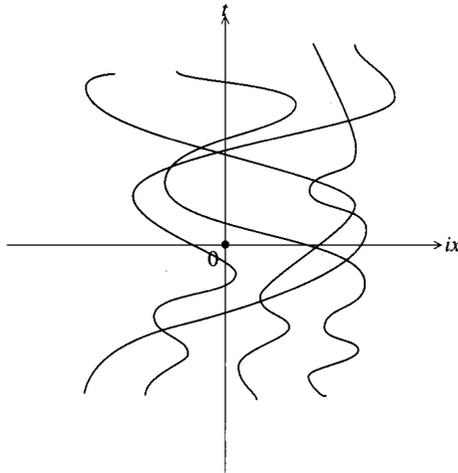


図3 自由粒子の世界線

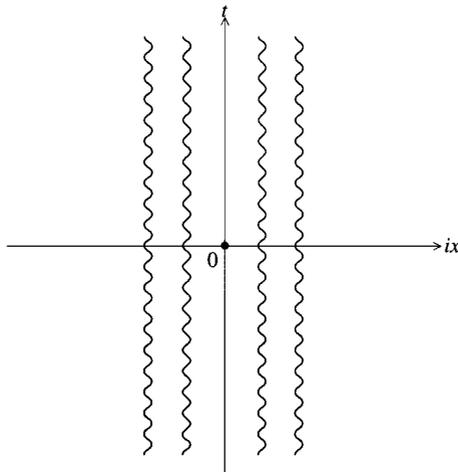


図4 秩序のある粒子群の世界線

単純な物理法則である。自由粒子群と秩序ある粒子群のミンコフスキー時空における世界線を模式的に描けば、図3、4のようである。

ここに描かれた世界線は、動きではなく「絨毯模様」であることは、すでに述べた通りである。

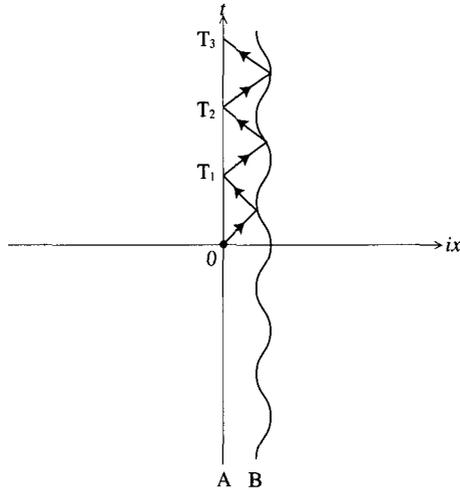


図5 生命秩序の世界線

次に、生命秩序は、どのような世界線を描くかを考えてみる。生命秩序では、粒子 A と粒子 B、あるいは粒子群 X と粒子群 Y、……は、互いに共鳴的なフィードバックを繰り返さなければならない。図 5 において、粒子 A と粒子 B の相互作用は、たとえば粒子 A に対して、時間軸に沿って  $T_1$ 、 $T_2$ 、 $T_3$ 、……という時間連鎖を生じさせるが、粒子 A が  $T_1$  で粒子 B から得た情報は、 $T_2$  に反映されなければならない。また、 $T_2$  で得た情報は  $T_3$  に反映されなければならない。こうしたポジティブなフィードバックこそが、生きるために必要な作業であることはいうまでもない。もし、このフィードバックがなく、粒子が単に物理法則だけに従っているかぎり、生命のもろい秩序はまたたくうちに細胞を崩壊させていくであろう。

$T_1$ 、 $T_2$ 、 $T_3$ 、……の時系列が生じる理由は、細胞に大きさがあるからである。空間的に拡がりを持つ細胞は、その細胞の内部に存在する粒子同士のポジティブ・フィードバックを実現するために、時間的な拡がりを持たねばならない。これは現代物理学における場の考え方からして明らかである。場の量子論は、量子論と特殊相対論を共に充たす理論としての地位を

獲得しているが、そのことは、空間的隔たりを持った存在が因果関係を持つためには、時間的経過が必要なことを物語っている。

細胞内のすべての粒子群が、エントロピー増大の嵐に打ち勝って秩序を維持するためには、空間的にはオートポイエシスで代表されるようなフィードバック・システムを持たねばならないが、このようなシステムは大から小に至るすべての粒子間相互作用が位相をそろえなければならない。このとき、個々の相互作用によって生じる時系列  $T_1$ 、 $T_2$ 、 $T_3$ 、……は、時間軸上に小さな速度ベクトルを形成するであろうが、この速度ベクトルは、ちょうど強磁性体が個々の原子の磁気モーメントの向きをそろえるように、時間軸の正方向に位相をそろえて現れるであろう。

この時間軸上の速度ベクトルの集積こそが、生命の主体的意思そのものではなかろうか。

カントは、「時間は内観の形式である」と述べたが、まさに主観は空間的に現れるのではなく、時間の流れとして我々の内観に立ち現れてくるのである。

#### 4. 未来からの光はなぜ見えないか

以上の考察により、ミンコフスキー時空には3つの相を考えることが出来る。

- (1) 質量0の粒子にとっての縮退した時空。
- (2) 質量を持つ粒子にとっての時空。ここでは、実数としての時間、虚数としての空間が、各点各点の事象を絨毯模様として現出する。この時空は、空間的にも時間的にも対称的であり、各事象は質量0の粒子によって時空長0で結ばれている。
- (3) 主体的意思にとっての時空。主体的意思は、時間軸上の速度ベクトルとして現れ、時間軸にそった動き、すなわち時間の流れが生じる。この時間の流れが、時間の対称性を破り、過去と未来を峻別する。

最後に、主体的意思による時間の流れが、未来からの光を隠すことを、ミンコフスキー時空の特性から導く。

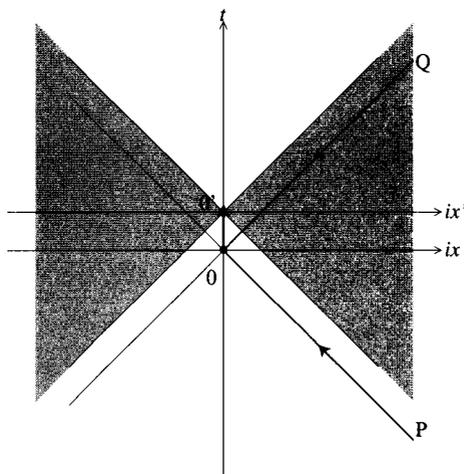


図6 未来からの光  $QO$  は、非因果領域に隠れていく

図6において、 $OO'$ を主体的意思のベクトルとする。点 $O$ に過去からやってくる光を $PO$ 、未来からやってくる光を $QO$ とする。原点 $O$ （現在の「私」）の左右には非因果領域の翼が広がっているが（図の網掛け部分）、この領域はベクトル $OO'$ の動きに応じて未来へ向かって動く。

このとき、過去からの光 $PO$ は非因果領域から現れてくるが、未来からの光 $QO$ は非因果領域に隠れていく。よって、単なる模様としての存在であるとき、点 $O$ には過去からも未来からも対称的に光がやってくるが、ひとたび、 $OO'$ という動きが生じると、未来からの光はつねに隠されることになる。

これが、我々が未来からの光を見ない理由である。

## おわりに

本論考で、残る疑問は、エントロピーの非対称性である。137億年前のビッグバン以来、我々の宇宙は膨張にともないエントロピーを増大させてきた。

この宇宙の「絨毯模様」は、時間軸に対して非対称である。この謎を解

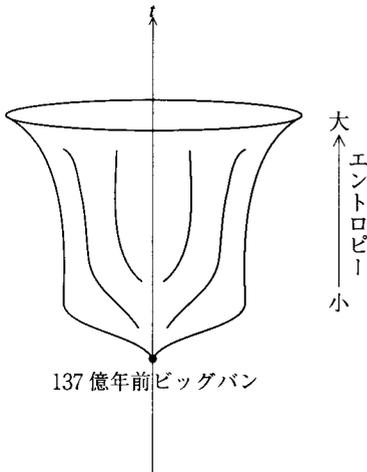


図7 時間非対称な宇宙

決する一つの方法は、多世界宇宙に似た考えを取り入れることである。すなわち、宇宙はエントロピーに関してさまざまな可能性を持っているが、生命が見る宇宙はエントロピーが増大する宇宙だけであるという考え方である。なぜ、生命はそのような宇宙しか見ないのかといえば、エントロピー増大の嵐こそが、生命の主体的意思を存在たらしめている原因だからである。生命はエントロピー増大の嵐と関わっているが、この嵐がなくなることは生命の存在意義が

なくなることでもあるのである。

上記のような考え方を筆者は、「主体的生命原理」と呼ぶことにしているが、これについてはいまだ推測の域を出るものではない。

#### 参考文献

- 1) 橋元淳一郎『時空と生命——物理学思考で読み解く主体と世界』技術評論社 (2009)
- 2) 橋元淳一郎『時間はなぜ取り戻せないのか』PHP 新書 (2010)
- 3) 橋元淳一郎「時間と生命」相愛大学研究論集 第25巻 pp 51-60 (2009)
- 4) 橋元淳一郎『時間はどこで生まれるのか』集英社新書 (2006)
- 5) 橋元淳一郎「時間の創造」相愛大学研究論集 第22巻 pp 179-192 (2006)
- 6) 橋元淳一郎「時間論のための覚え書き (1) ——時間の不可逆性と熱力学第二法則」相愛大学研究論集 第13(1)巻 PP 33-43 (1996)
- 7) H. R. Maturana & F. J. Varela 'Autopoiesis and Cognition' 1980