

# 時間と生命

Lif and Time

橋元淳一郎

## はじめに

カントは、時間を人間悟性がア・プリオリに持つ概念として捉えたが、このア・プリオリな時間は流れている。つまり、私はつねに現在に居て、過ぎ去った過去と、未だ到来しない未来を認識しているが、ちょうど走っている列車の中から外部の景色を見るように、自分の回りで事象は流れている。あるいは、周囲の事象は静止していて、動いているのは自分かも知れない。いずれにしても、我々が認識する時間というのは、このように流れるもので、その向きはつねに同じで、決して未来から過去へと時間が流れることはない。いわゆる時間の矢と呼ぶ方向性がある訳である。

一方で、物理学は時間から主観性を取り去り、唯物的・計量的な時間（と空間）の存在を、すべての物理現象の前提として仮定する。物理学もまた人間理性のおこうな行為であるのだから、このような時間認識もまた一つの時間の存在形式であると言えるだろう。

我々が主観的かつア・プリオリに持っている時間概念を「人間的時間」、物理学が扱う時間を「物理的時間」と呼ぶことにすれば、時間概念に対するさまざまな誤解と困惑は、この人間的時間と物理的時間を同等のものとして扱うことから来ているものと思われる。本論考では、人間的時間と物理的時間を、相互に関係しあうものであることは認めつつ、ア・ブ

リオリな人間の時間概念が、生命進化の過程の中から生まれてきたものである可能性を示したい。

## 1. 物理学における時間

時間と空間が物理現象の生じる「うつわ」（すなわち、他の物理量に先立つ一義的な概念）であることは、すべての物理学の前提であるが、同じ物理学でも、ニュートン力学、相対性理論、量子力学においては、時間に対する認識が決定的に違っている。

ニュートン力学では、絶対空間と絶対時間を前提とする。空間が3次元のユークリッド空間で記述されるのと同様に、時間は1次元の無限に延びる直線座標（やはりユークリッド空間）で表わされるという考え方は、デカルトによるものであり、カントもまたこのデカルトの絶対空間・絶対時間を自らの哲学に取り入れた（もっとも、カントの卓見は、絶対空間・絶対時間を「物自体」すなわち実在とは見なさなかった点である）。しかし、こうした直線の座標軸で表記される時間には、過去から未来に向かって矢印が付加されているにも拘らず、流れる時間は存在しない。ニュートン力学では、現在すなわち時刻  $t=0$  という点はどこにでも取ることができる相対的なものであり、さらに重要なことは、ニュートン力学における物理法則はすべて時間軸に対して対称的である。つまり、時間を未来から過去へと反転しても、すべての物理法則は支障なく成立するのである。

相対性理論における時空は、もっと奇妙なものである。時間と空間は独立に存在するものではなく、観測者の立場によって時間と空間は互いに変換可能なものとなる。時空の一点で生じた事象  $P$  が、観測者  $A$  にとって過去の出来事であっても、観測者  $B$  にとっては未来の出来事であるということは、相対論的には何ら矛盾ではない。また、相対論的時空では、今現在の自分自身とは決して因果関係を持たない時空領域が現れる。非因果領域は、存在はするが決して関係を持たない、いわば「あの世」のようなものである。相対論的時間（時空）は、こうした我々の常識とは相容れな

い奇妙なものではあるが、しかし、そこにもまた時間の流れはない。相対論的物理学においても、物理法則は時間反転可能なのである。

なお、相対性理論において特筆すべきことは、こうした相対性の中において唯一絶対的な物理量が、真空中での光速であるという点である。すなわち、このような意味で相対論は、時間や空間は相対的なものであり、速度こそが絶対的だと主張するのである。

量子論においてもなお、時間は物理現象の前提としての一義的な役割を担っている。しかし、それにも拘らず不確定性原理は、「時刻」の概念を曖昧なものにする。つまり、ある系が持つエネルギーを測定したとき、その系が存在する時刻はまったく不確定になってしまう。逆に、その系の時刻を確定すると、その系の持つエネルギーはまったく不確定になる（無限大のエネルギーを持ってよいことになる）。あるいは、ここでは詳述しないが、量子論においては通常因果律が成立しないことが理論的にも実験的にも証明されている。こうした量子論的事実は、時間もまた実在とはいえない概念であることを示唆している。そして決定的なことは、量子力学の基礎方程式であるシュレーディンガー方程式もまた、時間反転可能であるという事実である。

結論的に言えば、ニュートン力学、相対性理論、量子力学の中にも流れる時間はない。

## 2. エントロピー増大の法則

物理法則の中で、唯一、時間の非対称性を表現しているものは、熱力学第二法則である。すなわち、断熱的な非可逆過程においては、必ずその系のエントロピーは増大する。非可逆過程とは時間反転不可と同義であるから、エントロピー増大と時間の矢は密接に結びついていることになる。しからば、エントロピー増大の法則が時間の流れを生み出しているのかといえば、それは原因と結果を逆に捉えたものに過ぎない。時間の流れを生み出している根源的な原因は別のところにあり、その結果として我々はエントロピー増大の法則を見るのである。

エントロピーという概念は統計的なものである。つまり、それは温度に似た概念で、無数の粒子の集団を扱う場合にのみ現れてくる。乱雑な運動をする無数の粒子の集団において、ある種の秩序概念を持ち込んだ物理量がエントロピーにほかならない。ここに無数の粒子における秩序とは何かという問題が生じてくる。

たとえば、無数の赤い玉と白い玉が部屋の中に散らばっているとしよう。大抵の場合、その散らばり方は乱雑であるが、意識的にせよ無意識的にせよ、部屋の半分に赤い玉が集まり、反対側に白い玉が集まった状態がありうる。この特別の状態は、他の乱雑な散らばり方と、物理的に何が違うのであろうか。熱力学においては、その違いは力学的仕事と熱エネルギーというエネルギーの「質」の差となって現れる。しかし、エネルギーの「質」の差という概念は多分に人間的なものである。力学的仕事はいろいろと「役に立つ」が、熱エネルギーは暖を取るのに「役立つ」くらいである。自然界の素粒子の1つ1つが、役に立つか立たないかなどという場合分けをしているはずもない。

エントロピーの考察からは、人間というよりはもっと広く、生命現象が時間の矢と関係しているのではないかという視座が見えてくる。シュレーディンガーも述べているように、生命は負のエントロピーを食べる存在である。エントロピーが時間の矢と関係し、生命がエントロピーと関係しているとすれば、時間の矢は生命現象抜きには語れない。ミクロの物理法則に時間の矢を見つけることが出来ないのだとすれば、生命の仕組みの中にこそ時間の矢は存在するのではないか。

### 3. 生命とは何か

生命は、いかに小さな単細胞細菌であろうと、膨大な数の原子を含む熱力学的系である。それゆえ、1個の細胞のエントロピーというものを考えることが出来る。もし、1つの細胞が外界から孤立していれば（断熱状態にあれば）、熱力学第二法則によって、細胞を構成する原子や分子はしだいに乱雑な配列を取るようになり、やがて細胞は死に至る。生きて

いる細胞は、エントロピー増大の法則といつも闘っており、原子や分子の配列の秩序を保つべく（すなわち、エントロピーを増大させないように）、外界とのエネルギーのやりとりを行っており、これが生きるということの熱力学的表現である。

細胞はなぜエントロピー増大の法則に逆らうのか。それは細胞が生きているからだ、という答はトートロジーである。そうではない答を探すのであれば、あえて誤解を招きそうな表現を使うが、「細胞がエントロピーの法則に逆らうのは、逆らって秩序を保つ（＝生きる）『意思』を持っているからだ」と答えざるを得ないのではないか。むろん、ここでいう「意思」とは、人間の意思のような意識的なものではない。ただの物質であれば、エントロピー増大の法則によってどんどん原子・分子の配列が崩れていく、それをつねに秩序正しく保とうとする、その無意識的な努力を指して細胞の「意思」とあえて言うのである。

生命が何十億年という歳月にわたって生き続けてきたという奇跡を、単なる偶然と捉えるのは、あまりに説得力に乏しい。細胞はただの物質の集団であって、偶然に生き延びてきたと言うよりは、細胞には生きようとする「意思」があり、その結果、生き残ってきたのだという説明の方がはるかに納得できるのではないか。奇跡は、なぜそのような「意思」が生まれたのかという点にある。

#### 4. 細胞の「意思」の起源と流れる時間の創造

細胞はなぜエントロピー増大の法則に逆らう「意思」を持つことが出来たのか。現代科学の知見からして、もっともあり得る答は、それは自然選択の結果であつたろうということである。

生命は、進化の過程で自然選択の圧力を受けた結果、さまざまな能力を獲得してきた。たとえば、ニコラス・ハンフリーは、霊長類だけが持つと思われる自己意識の起源を次のように説明する。多くの動物種にあって、自然選択は天敵から巧みに逃れる能力を発達させるが、霊長類にあっては天敵は存在せず、生き残りの可否は仲間との集団生活をいかにうまく行う

かにかかってくる。霊長類は、仲間同士の集団生活を生き抜くために、自分の脳の中を覗き相手の脳の中を想像するという能力を自然選択によって発達させた。その結果が自己意識であるというのである（それゆえ、コンピュータがいかに膨大なメモリーを持っても、自己意識は持てない理屈である）。

エントロピー増大の法則は、きわめて過酷な法則である。自然がこれに打ち勝つことは容易ではない。たとえば、純粋な物質の結晶や、よく発達したトルネードは、乱雑になるはずの自然の中に一定の秩序を創り出す。しかし、こうしたいわば偶然の秩序形成は、永きにわたって続くものではなく、きわめて限定的な現象に過ぎない。

むろん、いかなる生命も死をまぬかれ得ない。このことは、すべての生命が必ず最後には、エントロピー増大の法則に屈するということを意味する。しかし、それにも拘らず、生命は比較的長い寿命を全うし、また何十億年もの歳月にわたって代々、エントロピー増大の法則を克服してきた。なぜ、このようなことが可能であったのか。その理由を自然選択に求めることは、きわめて合理的ではなかろうか。すなわち、エントロピー増大の法則に逆らう「意思」を持ちえた細胞が、生き延びたのである。エントロピー増大という強大な外圧に打ち勝つには、「意思」という強力な能力が必要であったのだ。

もし細胞がこうした「意思」を持てば、そこに流れる時間が生まれる。

たとえば、自らの存在を破壊する天敵や自然現象に遭遇したとき、細胞は「逃げる」という選択をする。その方が、自らの秩序を保ち、生きながらえることが出来るからである。また、餌や異性に遭遇すれば、自らの秩序を保ちつづけ、子孫の秩序を創るために、「追う」という選択をする。天敵や餌や異性との遭遇は、自力ではどうすることもできない与えられた「過去」である。それに対して細胞は、「逃げる」か「追う」かという自由を持つことが出来る。この選択の自由こそ、未来にほかならない。

流れる時間は、細胞がエントロピー増大の法則に逆らって秩序を保ち続けようとする刹那刹那の「意思」から生まれるものと思われる。再度強調しておけば、「意思」が生まれた理由は、そのような「意思」を持たない

細胞はたやすく滅びるであろうし、いったん「意思」を獲得した細胞は、自然選択によって間違いなく生き続けるであろうからである。

## 5. 時間の矢の向きはいかにして決まったのか

上述した過去と未来の捉え方は恣意的に見えるかもしれない。しかし、時間の矢、すなわち時間の流れはこのような方向にしか生じえないことを示しておこう。

我々は定まって変更不可能な事象を過去とし、選択の自由を持つ事象を未来とする。しかし、この時間の矢は主観的なものに過ぎない。エントロピー増大の法則を除けば、物理法則の中に時間の矢の存在を暗示するものは何もない。それゆえ、主観だけが時間の矢の向きを決めるのだとしたら、現実の時間の流れとは逆の流れを想像してみよう。この逆向きの時間軸世界の生命は、エントロピー増大の法則の圧力を受けない。なぜなら、逆向きの時間軸世界では、エントロピー減少が自然法則となるからである。この時間逆行世界では、乱雑な配列が「ひとりでに」秩序ある配列に変わっていく。生命の存在を考えなければ、このようなエントロピー減少世界の存在は、べつだん奇異なものではない。というよりも、生命の存在がなければ、世界はあるがままにあるのであり、そこには過去も現在も未来もなく、時間の流れもない。いま、「ひとりでに」秩序が生まれる世界を考えたときに、そこに秩序を保とうとする強い「意思」などというものが進化する必然性はあるだろうか。おそらく、そのような世界で秩序を保っているものは、自然現象として秩序を保っているのであって、そのような世界に決して「意思」などという奇妙なものが生まれる必然性はないであろう。

生命がエントロピー増大の法則に逆らう秩序を持った存在である限り、過去から未来への時間の矢の向きは、エントロピーが増大する向きに一致するのであり、流れる時間という概念もまた、細胞のそのような「意思」から生まれたに違いないと思われる。

## 6. 動物の時間

我々人間は、空間と時間というものが先にあって、その「うつわ」の中に事象が存在するというふうに考えているが、人間以外の生命が、時間という概念を持っているとは思えない。一般に、動物は時空とその中の事象をどのように把握しているのか。想像の域を出ないが、動物は世界を時間と空間に分けずに、「動き」を認識しているのではないだろうか。

たとえば、天敵が近づいてくる、それに対して逃げるという行動を考えたとき、そこには「動き」があるだけで、敵との距離は何メートルで、敵は何秒でここに到達するか、などと考えているはずはない。我々自身の生活においても、遠くから来る車と渡ろうとする横断歩道の関係は、コンピュータの計算ではなく、動物的な速さという直感でなされているはずである。人間の理性は、「動き」から「速度」という概念を導き出し、速度は「距離÷時間」と定義する。この考え方には、距離（空間）と時間が一義的な概念であって、速度は二義的な概念だという暗黙の前提がある。しかし、前述したように、相対性理論では、「真空中の光速」が一義的な概念で、それを不変とするために、距離（空間）や時間が相対的にならざるを得ないのである。

動物は空間や時間ではなく、「動き」を一義的な認識とする。時間の問題を考えるときに、我々はこのような動物の認識する世界のことも考慮すべきではなかろうか。

## おわりに

時間の流れがどこで生まれたかの詳細については、さらなる考察が必要かも知れないが、少なくともそれが生命現象と密接に関わっていることは疑いないと思われる。人間を除き、さらに生命を除いた世界の中に、時間の流れを創造する仕組みはいまのところ見あたらない。物理学においては、時空の研究はきわめて数学的、抽象的なレベルで進んでいるが、それ



にも拘らず、時間の流れについては物理学は何も語らない。

残された疑問は、物理学というよりは哲学的なものにならざるを得ない。しかし、それはあくまで哲学「的」な解明であって、既存の哲学そのものではない。物理学だけではなく、生命科学や進化論や、さまざまな現代的な科学の知見を持ち寄ったところから、世界の根源的な謎を考えていく必要があるのではなからうか。

当面、課題は2つ残ったように思う。

1つは、なぜエントロピー増大の法則という時間非対象な法則が存在するのかという点。これは、秩序とは何かという問題へと行き着く。すなわち、自然は秩序を認識するのか、それとも秩序は生命が存在してはじめて意味を持つのか、あるいは極言すれば、秩序は人間が便宜的に創り出したものに過ぎないのか、という点である。

もう1つの課題は、より包括的なものである。すなわち、ア・プリオリな認識も、物理学を代表とする理性的認識も、どちらも人間の脳が創りだしているものである以上、それは真実の世界認識ではないという点である。時間も空間も物質も、外界と我々の脳との相互作用の結果であり、人間ではない別の脳が相互作用をすれば、別の結果が生れるのはむしろ当然であろう。日高敏隆は『動物と人間の世界認識』の中で、イリュージョンという言葉で世界認識を捉えている。生命科学の進歩は、人間が特別の存在ではなく、1つの動物種に過ぎないという考え方をますます強力に支持している。とすれば、我々人間が時空として捉える世界認識と、犬が認識する「動き」なる世界認識のどちらがより真実に近いかなどということは、軽率には言えないことであろう。

#### 参考文献

- 1 橋元淳一郎『時間はどこで生まれるのか』集英社新書（2006）
- 2 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）
- 3 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）
- 4 橋元淳一郎「『時間の矢』から謎を解く」週刊読書人（2008年1月11日）

号)

- 5 Nicholas Humphrey “The Inner Eye” (1986)
- 6 日高敏隆『動物と人間の世界認識』ちくま書房 (2003)