

総説：秋田大学保健学専攻紀要24(2)：1 - 13, 2016

## ヒトにとって死は不可避なのか（その1） バイオロジーからの検討

新 山 喜 嗣

### 要 旨

地球上に生命が誕生してから37億年になるが、実のところその半分以上を占める20億年の間は生物の死は絶対的なものではなかった。生物に寿命としての絶対的な死が伴うようになったのは、生物が原核生物から真核生物に進化してからのこの17億年間のことである。この絶対的な死をもたらす要因の一つに、ヘイフリック限界の名で呼ばれる細胞分裂の回数制限がある。さらに、生物は加齢に伴って生存に不適切な細胞が増えるが、そのような細胞はアポトーシスと呼ばれるメカニズムによって秩序正しく除去される。このように、生物には身体の内側に積極的に死をもたらす仕組みがあるが、一定の期間を越えて個体が生存しないことが種の存続という点では有利であることから、そのような生物種のみが現在まで地球上に残っているのかもしれない。しかし、将来には予想外の科学技術の進歩によって、生存期間に制限がない生物種が存在しても種の存続に不都合が生じない可能性がある。もっとも、現代の宇宙物理学が示すところでは、生物の身体を構成する原子が宇宙に存在できるのも永遠ではない。このことからすれば、自然科学の中で生命を捉える限り、「永遠の生命」はあくまで相対的なものとなる。

### プロローグ

われわれの生誕には二つの偶然がある。一つ目の偶然は、15万年前に出現したホモ・サピエンスの長い連続の中で、たまたまキリストの生誕から2千年ほど経った20世紀後半から21世紀前半に、自ら選んだわけではないある国家の、これも自ら選んだわけではないある両親の子として出生したという偶然である。二つ目の偶然は、そもそも誕生することもなく、この宇宙の生命の一つであることさえなかったかもしれないのに、それにもかかわらずこの世に生を受け、まさしく生きているという偶然である。

死もまた偶然である。われわれは、予期しなかった原因によって、予期しなかった期日に死を迎えるであろう。たとえば、たまたま検診を怠った臓器のガンによって、あるいは不運にも罹患した感染症によって、場合によっては、突然の災害や事故によって、まるで

予想もしていなかった死の経過をたどるのであろう。この種の死に関わる偶然は、ちょうど前述の生誕に関わる一つ目の偶然に対応するかのようにも見える。なぜなら、どちらの偶然も、理由と時とを自ら選び取ることができないという点で共通しているからである。

ところが、生誕がもつ二つ目の偶然であるこの世にたまたま生を受けたことに対応する死に関わる偶然が存在するかというと、そういった偶然は一見すると見当たらないように思われる。なぜなら、いつか死が到来することは偶然ではなく、われわれにとっては必然であるように思われるからである。実際に、われわれ人類は永遠の生をもった人間の実例を一つも目にすることがない。驚くほどの長寿を全うした人間はいたとしても、その生もやはり時限付きであった。こういったわれわれの経験的な事実は、人間の死が不可避であるという相貌をわれわれに見せつける。このことから、たとえこの世に出現したことは偶然だとしても、一方

で、この世から消え去ることは必然であるという抜きがたい信念をわれわれは得ることになる。

本小論は、このようなわれわれが共有する信念をいったん相対化しようとするものである。つまり、死すべき生という人類の歴史において自明とされてきた教条を臆面もなく検討の俎上に載せようとするものである。一見すると途方もないこの試みは、ひとまずバイオロジーの視点より生命体の一員としての人間の死を見ることから開始するが、いずれバイオロジーの中に収まり切れない形而上学の問題群と何度も顔を合わすことになる。たとえば、ヒトが死を迎える時にいつの時点で命を失ったことになるかを議論しようとするれば、一つの生命体としての「個体」の概念をどのようにとらえるべきか、それまでの生を繋げてきた「同一性」の概念はどうか、生死を分けている「時間」の概念がどうかといったように、たちまち幾つもの形而上学のテーマが隣接していることにわれわれは気づくことになる。

ただし、周知のようにこれら形而上学のテーマはどれをとっても、文明の始まりと共に哲学上の様々な議論が今日まで継続中であり、一定の見解に収斂をみたものはない。しかし、それでも、われわれが死に関して何らかの意見を述べようとする時には、形而上学のどのような見解を自ら選択していることになるのかを、そのつど確認することが必要であろう。本小論の目標は、このような確認の作業を怠らないようにしつつ、ヒトの死が本当に不可避なものかどうかを検討することにある。そして、そのときに今回導きの糸とするのは、現代哲学の中でもとりわけ20世紀から本世紀にかけて英米圏で展開された、個体や時間の問題に関わる分析形而上学であることをここで断りたい。

本小論の全体の流れとしては、当初はバイオロジーに関連した自然科学的な議論を中心とし、その後徐々に形而上学の問題にもコミットしてゆく予定である。まず、本小論の(その1)にある 章では、死の必然性が帰結することになると考えられる、バイオロジーの中での代表的な考え方を見てゆきたい。同じく本小論の(その1)にある次の 章では、同じバイオロジーの中に、今度は死が必然であるという主張への反論がないか探してゆくが、もし反論ができるとすれば、どのような意味で反論が可能かを確認したい。その後、本小論の(その2)に移った以降、 章においていったん医学上の死の問題に触れたあと、 章ではヒトの死では何が失われることになるかを確認したい。この 章からは、それまでの自然科学に基礎をおいた議論に加えて、先述のように現代哲学における形而上学の論点にもしばしば触れることになる。その後、 章と 章では、死の形而上学が議論されることになる。た

たとえば、人間の死と密接に関連する個体、世界、時間、同一性などが議論のテーマとなる。そして、最終章の 章において、ヒトの死は不可避であるかという本小論の問に対する、筆者なりの回答にたどりつく予定である。

本小論の筆者としては、もちろん全章を通して読んでいただければそれに越したことはないが、読者諸姉兄の中には自然科学的な領域に限って関心をもつ、もしくは、人文科学的な領域に限って関心をもつとされる方々もおられるかもしれない。前者のような方々には、まず ~ 章を読まれて、本小論の結論を含む章を読まれていただきたい。また、後者の方々には、~ 章は飛ばして 章から読まれていただきたい。それというのも、どのような領域から本小論の主題である「死は不可避であるか」という問に接近しても、最後の到達点は同じであると思うからである。本小論の主題であるこの問には、終始にわたり死とは何かという困難な問が付随しており、それは、あたかも海底の奥深に沈む謎のようである。おそらく、その謎を見つけるにはいったん海面の下に潜らなければならない。しかし、どの場所から潜ったとしても、最終的に目にする海底に広がる光景は同じであると筆者は信じている。

## ・ 生物にとって死は必然的か

### 1. ヘイフリック限界

#### 細胞の新旧交代

われわれの周囲に存在する生物の多くが、膨大な数の細胞より構成される多細胞生物であり、ヒトもその仲間である。多細胞生物では、大腸菌やアメーバのような単細胞生物とは異なり、体を作っている細胞のうちの相当数を毎日廃棄し、廃棄した分だけ新しい細胞に置き換えている。例えば、ヒトは、人体を構成する60兆の細胞のうちから、その約二十分の一の3000億個の細胞を一日に廃棄し、それを補完するために毎日ほぼ同数の細胞が生産されている。この新たに生産される細胞は、元の細胞のDNAが半保存的複製という仕方でもコピーされ、1個の細胞が2個の細胞へと細胞分裂することによって作られる。一方、廃棄される細胞は、アポトーシスと呼ばれる細胞を死滅させるメカニズムによって秩序正しく分解され、最後に元の細胞はきれいに消失してしまう<sup>1)</sup>。このように、多細胞生物では体の各部分の細胞が絶え間なく新旧交代を遂げることによって、一定の新しさをもった細胞によって構成され続けることが可能となる。

### 新旧交代の停止

ただし、この新旧交代を永遠に続けることができるかという、いつかそれができない日がやってくる。それは、1個の細胞が分裂をすることができる回数は脊椎動物では生物種ごとにあらかじめ決まっており、その回数を過ぎると細胞は分裂を終了してしまうからである。これがヘイフリック限界<sup>2)</sup>である。ヒトのヘイフリック限界は50回~60回である。ヒトの体を作る細胞は、その回数まで分裂をすると、それ以後が分裂による増殖ができないことになる。この細胞増殖の停止は、アポトーシスで死滅する分だけ新しい細胞の生成によって細胞の補完をしていた身体にとって、その補完ができなくなることを意味する。

### 老衰による死

ところで、死に関するわれわれの理解には、事故や災害に遭遇することでもない限り、何らかの疾病に罹患することによって命は失われるとする理解が一般にあるように思われる。このことは、医師においても例外ではないであろう。たとえば、90歳を過ぎたいわゆる超高齢者が死亡したとして、このときに死因を特定することがかなり困難だったとしても、主治医は死亡診断書の死因の欄に「老衰」と記入することにはいったん躊躇するであろう。それは、医師においても、人間が「自然に」死に至ることはなく、たとえ見つけることができなくても、背後に何らかの死に導いた疾病が存在したはずであるという理解があるからである。しかし、もしも120歳の高齢者が特定できる疾患がないままに死亡したとしたら、死亡診断書の死因はどのように記入されるべきだろうか。そのときには、ひょっとすると「老衰」と記入することはそれほど不適切なことではないかもしれない。なぜなら、この120歳という数字はある特別な意味をもつからである。すなわち、精子と卵子から受精卵ができて、それが分裂を繰り返していったとき、ヘイフリック限界の50~60回の細胞分裂をし終えるまでの時間が約120年なのである。したがって、120歳の人間の身体を作る細胞はもはや分裂による増殖は停止し、身体の各部位で進行するアポトーシスによる細胞の死滅のみが一方向性に進むことになる。これはとりもなおさず、ヒトの死を意味する。

### テロメアの秘密

多細胞生物は、種によって寿命が異なるが、それを規定している因子として、近年は真先にこのヘイフリック限界が取り上げられることが多い。実際に、ガラパゴスゾウガメのヘイフリック限界は90回~120回とさ

れているが、ゾウガメ類では180歳の個体が現存する。逆に、ヘイフリック限界が8~10回のマウスは2年ほどの寿命しかもたない。まさしく、ヘイフリック限界は、神がそれぞれの生物種に与えた厳然たる命の持続時間であるかのようなようである。それでは、このようなヘイフリック限界を神はどのようにして生物の中に仕組んだのであろうか<sup>脚注1)</sup>。近年の研究は、細胞のDNA末端にあるテロメアにその秘密を見出した。それは、次のようなメカニズムである。細胞が分裂するときには、2本のDNAの二重鎖がほどけると同時にそれぞれのDNAが鋳型となって新しい二重鎖が形成されるが、DNAのもっとも端にあるテロメアの一部は複製されない。その結果、1回分裂をするごとにその部分のテロメアが短くなる。そして、細胞は分裂を繰り返すうちについてはテロメアは最初の長さの半分程度になるが、細胞はテロメアがこの長さになるともはや分裂できなくなる<sup>3)</sup>。これが、ヘイフリック限界の正体である。実際に、テロメラーゼというテロメアの短縮を防ぐ酵素の活性が高い細胞であるガン細胞では、終結をもたない無限の分裂増殖を続ける。

ともあれ、われわれはヒトという多細胞生物であり、身体の組成を絶えず新しい細胞に取り換えるメカニズムをもつが、同時に、今述べたヘイフリック限界に関連するメカニズムによってその身体の維持には終結点が作られている。このことは、われわれの生が身体に基礎づけられている限り、その生は生物学の秩序に従って必然的な終結点をもつことを示唆しているように見える。

## 2. 生物の進化と死の発生

### 多細胞生物への歴史

地球上に最初の生命が誕生したのは約37億年前であり、その後の長い進化の果てにわれわれ人間がいる。最初の原始生命体は、細胞膜で外界と隔離された1個の細胞体であった。当初は自己複製をRNAが担っていたが、その後、より化学的に安定した性質をもつDNAが遺伝情報を担うようになる。ただし、この時期の生命は大腸菌のように単純な構造から成り、細胞の中にDNAを収納しておく核をもたない「原核生物」であった。生命が原核生物であった期間は長い、その途中で細胞の周りを固い細胞壁で囲われた生物と、周囲が柔らかい細胞膜に覆われただけの生物に分かれることになる。とりわけ、後者の生物は複数の仲間と合体して一つの大きな細胞となる道を選び、そのときに増えた遺伝子は一つに集められて、それら遺伝子を中心にまとめる球状の膜ができる。この球状の膜は核と



呼ばれ、それ以降生物は「真核生物」の時代に入る。もっとも、この真核生物が出現した約17億年前は、生物はまだ1個の細胞だけからなる単細胞生物であった。しかし、この真核生物はその後しだいに複数の細胞が集まって一つの個体を形成するようになり、人間もその中に含まれる多細胞生物へと進化する。これが約10億年前であるが、生物進化の話はいったんここで中断したい。

### はじめ生物に死はなかった

なぜなら、ここまでの進化過程の中に、本小論の主題に関わる重大な出来事が存在するからである。それと言うのも、生命の誕生から約20億年にわたって生物は原核生物として存在したのであるが、この期間は生物に死は存在しなかったのである。たしかに、この原核生物でも熱、放射線、圧力といった物理的な侵襲を加えれば死滅するが、前節で述べたようなヘイフリック限界といったものはもたず、このことから、生存するための環境さえ整えられていれば原核生物は永遠に分裂増殖を続けることができたのである。このことは、地球上の生命出現から現在までの37億年の中で、その半分以上の期間は死は絶対的なものではなかったことを意味する。それでは、原核生物はなぜヘイフリック限界をもたないのだろうか。これは、真核生物のDNAが線状に連結をして両端にテロメアを有するのに対して、原核生物ではDNAが環状となって繋がっているために末端が存在せず、したがって、テロメアを構成する部分もないからである。このことから、原核生物では分裂のたびにテロメアが短縮することもなく、止むことなく分裂を繰り返すことができるのである。

### 死の発生

今から17億年前になり、真核生物が出現して生命の終結点をもつ生物へと進化するが、ただしこの時期の真核生物はアメーバやゾウリムシのような単細胞生物であり、死を定義するうえであいまいさをもつような生物も存在した<sup>4)</sup>。今日、われわれが異論なく生物の死として認めるような身体全体の崩壊は、多細胞生物の出現を待つことになる。単細胞生物が多細胞生物に進化することで新たに保持することになった重要な特徴は、身体の細胞がヘイフリック限界をもつ体細胞の系列と、ヘイフリック限界をもたない生殖細胞の系列に分化するようになったことである。そして、これは二つの系列の細胞は生物としての分業を行うことにより、前者が身体の大部分を構成すると共に生物個体の生や死に関わり、後者がもっぱら遺伝情報を次世代に

引き渡す有性生殖に関わることになった。ここで、注目すべきことがある。それは、このような有性生殖は二本鎖のDNAをもつ生殖細胞がいったん減数分裂をし、一本鎖のDNAをもつ卵子や精子といった配偶子になるという過程を経た上で受精が成立する。そして、この減数分裂はヘイフリック限界を有する線状のDNAをもつ生物だけが可能であり、ヘイフリック限界を有しない環状のDNAをもつ生物では不可能なのである。言い方を換えると、ヘイフリック限界を有する生物だけが有性生殖をすることが可能であり逆も言えるのである。このことが、「性が死をもたらし」と言われることの主な所以であるが、このような性と死の関係は次節の途中で再び触れることになる。

## 3. アポトーシス 細胞の自殺

### C. エレガンス

前節で、多細胞生物の細胞における新旧入れ換えのときに、古い細胞はアポトーシスによって消失することを述べた。ただし、このアポトーシスは新旧の細胞が入れ換わる時だけではなく、細胞が自らを死滅させる様々な場面で重要な役割を果たすことがわかってきた。アポトーシスの研究は、C. エレガンスという体が透明な線虫を対象にして始められた。これは、C. エレガンスが比較的単純なDNA配列をもつことから、遺伝子がどのような働きをするかを分析しやすかったからである。その結果、DNAの中には細胞に死をもたらす「死の遺伝子」があらかじめ組み込まれていることがわかった<sup>5)</sup>。この死の遺伝子にスイッチが入ると、細胞内では自身を構成する要素を分解する酵素が活性化され、細胞は細かく分解される。そして、それら断片は最後にマクロファージなどの異物を取り込む細胞に貪食され、元の細胞は消失してしまう。このアポトーシスによる整序された細胞の消失は、プログラム化された「細胞の自殺」ということができ、生物が外部から予期せぬ侵襲を受けたときに細胞膜が破れて細胞内の物質が細胞外に飛び出すネクローシスとは根本的に異なる現象である。

### 死の遺伝子のスイッチ

それでは、このアポトーシスを発現させるDNA内の死の遺伝子は、先述の細胞の新旧交代の他にはどのような時に作動するのだろうか。その代表的なケースの一つ目は、ガン細胞が自己消滅するときである。ヒトでは体じゅうで毎日5千個に及ぶガン細胞が新たに発生していると考えられているが、免疫細胞の一つであるキラー細胞がそれらを見つけ出してはガン細胞の

細胞膜にある死の遺伝子のスイッチを押す。その結果、ガン細胞はアポトーシスを起して自滅し、体の中にガンの腫瘍塊が成長するのを未然に防いでいる。さて、死の遺伝子が作動するケースの二つ目が、これもある意味で性と死とが密接に関わる場合である。多細胞生物の有性生殖で受精卵ができるときには、いくつかのメカニズムで遺伝子のランダムな組合せが発生する。これにより、同一の種に属する生物であっても、一つとして形質を全く同じにする個体は出現しない。この同一種内での形質的多様性の拡大は、将来に天変地異によって生活環境の大きな変化があった場合にも、その種の中で生き延びる個体が存在する可能性を用意するものであり、種の存続にとって有利なものとなる。ただし、そのような形質の中には、自身の生存に適しないか、あるいは、その形質の蓄積が将来における種の保存にとっても、適しないものもあるだろう。こういった不利をもつ形質は、遺伝子のランダム化だけでなく、生殖細胞のDNAが複製されてゆく過程でDNAに傷ができることでも出現しうる。そして、このような形質をもった受精卵は、分裂増殖を開始した8細胞期の頃にアポトーシスによって自らを死滅させてしまう。すなわち、このような受精卵は発生のもっとも初期の段階で消失し、その後には個体として生長することはない。このように、アポトーシスは、有性生殖によってできた生命の源の段階で自らを自殺させるメカニズムでもある。

#### 4. 老化と死

##### DNA 修復の中止

先に、ヒトのヘイフリック限界は50~60回であり、約120年をかけて細胞はその回数分裂をすると述べた。ただし、人体を構成する全ての細胞が、細胞分裂が停止する最終地点までたどり着くわけではない。細胞の核内にあるDNAは紫外線、宇宙線、活性酸素などにより、絶えず損傷を受ける危険にさらされている。たしかに、一度損傷を受けてもDNAには自らその損傷を元に戻す修復機構が何重にも備わっている。しかし、その修復機構の手によっても最後まで元に戻らない細胞は、修復は中止されてただちにアポトーシスによって死滅する。すなわち、アポトーシスは、損傷が治らないDNAをもつ細胞を消滅させることによって、異常なDNAをもつ細胞が体内で増殖することを防ぐ働きをしている。

##### アポトーシスによる細胞数の減少

若い年齢の人体では、アポトーシスによって消失す

る細胞の数と細胞分裂によって新たに出現する細胞の数はほぼ同数であり、数の上での均衡が取れている。しかし、年齢が重むほど、それまでに体内の細胞のDNAが紫外線、宇宙線、活性酸素にさらされてきた期間は長く、それらによる影響の蓄積も増大してゆくことになる。したがって、高齢者ではDNAの修復を必要とする細胞が増えるが、それと同時に修復ができずにアポトーシスによって死滅する細胞も増える。そして、ついには死滅する細胞の数が新生する細胞の数を凌駕し、これは身体の各部位を構成する細胞数がゆるやかに減少してゆくことを意味する。具体的には、顔面に皺ができ、筋肉は細くなり、骨密度は低下し、毛髪も抜けるか白くなる。これが、いわゆる‘老化’である。

この老化は、全身における運動機能の低下や、外部からの物理的な負荷による骨折などの外傷の受けやすさや、そういった外傷の治りにくさをもたらす。さらには、心臓、肺、肝臓、腎臓といった身体の重要臓器における機能低下をもたらし、それが直接的に、もしくは、間接的に死に至る重篤な疾患にしばしば繋がる。また、日本人の死因の三分の一を占めるガンは加齢によって細胞のDNAに損傷ができ、そういった細胞が今度は逆にアポトーシスをしなくなって無限増殖をする細胞塊に発展したものである。したがって、ガンもこの始まりは老化が原因となっている。これらのことから、これまでに生存した人間の中で、ヘイフリック限界が示す120歳に近い寿命に達した人間はほんのわずかであり、大多数がはるかそれ以前に死を迎えることになる。

##### 生命活動のテンポと寿命

実際のところ、今や世界に冠たる長寿で知られる日本人の平均寿命も、明治後期では40歳程度、昭和初期でも45歳程度であったとされている。もっと以前に遡った縄文時代や弥生時代は、死亡率の高い小児期を乗り越えた成人でも30歳程度であり、室町時代までほぼ同様な年齢であったとされている。このように、今よりも食料の確保が確実ではなく、天変地異に対する防御も脆弱であり、医療による疾病への関与がほとんどない状態では、言い換えると、人間の生物としての自然な命の持続時間は、30年程度であると考えられるのである。30年という数字はいかにも短いようにも見えるが、あながち不自然な数字ではないのかもしれない。

それと言うのも、地球上に生息する哺乳類の体内での生理的活動のテンポを基準とすれば、ヒトの約30年という寿命は相応であると言えそうなのである。一般に、哺乳類における心臓の拍動、呼吸、食物の消化と



いった生理的活動が進むテンポは、体重の4分の1乗に比例すると言われている<sup>6)</sup>。心臓の拍動を例にすると、ヒトでは毎分60回だが、体重30グラムのハツカネズミでは毎分600回で、体重3トンのゾウでは毎分20回である。そして、これは奇妙な一致だが、どの哺乳類も一生のうちの拍動数は約15億回なのである。別の言い方をすれば、哺乳類は心臓を約15億回動かした後に一生を終るのであり、その回数を打つまでの時間が早いか遅いかの違いにすぎないのである。ちなみに、ハツカネズミもゾウもこれに符合した寿命をもち、それぞれ1.5年と80年である。

### 平等な一生の時間

今、生理的活動のテンポと、生物の主観的な時間の流れの速さを一緒だと仮定してみたい。すると、個々の生物種が一生のうちに体験する時間に、それほど大きな差はないことになる。つまり、1分間に600回の心拍動をもつハツカネズミの主観的な1分間はヒトの主観的な1分間の10倍も長いことになり、逆に、ゾウの主観的な1分間はヒトの主観的な1分間よりも短いことになる。ヒトにおいても年齢によって心拍数は異なり、小児の心拍数は多く3歳児では成人の2倍となる毎分120回である。たしかに子供の時の1分間がいかに長かったかは誰もが思いだすところであろう。この仮定が成り立つとすれば、神が生物種に与えた寿命は意外なほどに公平なのかもしれない。このような心臓の拍動を基準に計算すれば、ヒトの寿命は20代後半となり、先述の縄文時代や弥生時代における平均寿命の30年に近い数字となる。

### 寿命の存在と種の存続

さて、ホモ・サピエンスが出現してから約16万年の間、このような30年という寿命であったからこそ、ひょっとすると、現代にわれわれが地球上に存在できているのかもしれないのである。それは、次のような理由からである。先に、ヒトの細胞のDNAは加齢に伴って紫外線、宇宙線、活性酸素などによるダメージが蓄積することを述べたが、これは生殖細胞も例外ではない。したがって、生殖細胞が高齢の親からのものであるほど、受精後の個体自身の生存に不利が生じるだけでなく、種として存続することの不利が生じる確率は高くなる。これは、DNAのダメージが軽微であって、受精卵が8細胞期になってもアポトーシスで自らを消滅させないような場合である。ただし、たとえ一世代の個体としてはダメージが軽微であっても、それが多くの個体で代々引き継がれるようなことがあれば、やがて種としての存続に危機をもたらす性質が濃縮され

てゆく可能性もある。しかし、前述のように人類はその発生からつい最近まで寿命は約30年という、ハイリック限界の120年からするとはるかに短い年数であった。その結果、このような人類の寿命は、高齢での生殖活動を防ぐことになっていったと考えられる<sup>脚注2)</sup>。このように、ヒトにおいて生きる長さが限定されていたことは、ホモ・サピエンスの種としての継続に寄与していた可能性もあながち否定できず、そのときには、寿命があったことによってこそ、現在われわれがこのように地球上に存在できていることになる。

### 死とダーウィニズム

以上、本章では多細胞生物においては、自らの死を誘導するメカニズムが、あらかじめ体内に組み込まれていることを述べた。このことは、多細胞生物の一つであるヒトにとって、個体の死は一見すると科学的合理性に従った必然的な存在のようにも見える。また、本章の最終節では、われわれ人類が今日まで存続できたのも、命に限りがあったことの結果かもしれないことを述べた。これは、適者生存を謳うダーウィニズムの考え方に、寿命を適者の条件として組み込んだものに相当するだろう。これらのことからすれば、ヒトは死すべき存在かどうかを問うことは、自らの出自を忘れた愚行のようにも見えてしまう。そうだとすれば、われわれに用意されている唯一の道は、死を絶対に不可避なものとして確認し、そのことを肅々と受け止めることなのだろうか。しかし、このように即断してしまう前に、次章において、現在まですべての多細胞生物が共通して保持する死という性質を、われわれヒトも他の生物と同様に、個人や種のレベルで保持することが本当に必然的なことなのかを検討したい。

### ヒトは死を避けることができるか

#### 1. ヒトは生物の中で特別な存在なのか

#### 巨大な脳がもたらした死への不安

われわれ人類の歴史では、文明の発生よりもさらに以前から、人々は死について思いを巡らせ、宗教の萌芽を各地で発生させてきた。このときに人類がテーマとした死はとりもなおさずヒトの死であり、他の生物種の死は副次的意義をもつことが多かった。そして現代に至り、われわれが死について議論をするときにも、やはりさしあたってはヒトの死が問題であり、他の生物種の死が語られるときには、ヒトとは異なる文脈で語られることが多い。このことは、一見すると人間の身勝手に見えるかもしれないが、あながち理由がない

わけではない。それは、ヒトだけが自分の死を悩んだり、不安や恐れを抱いたりすると思われるからである。

もちろん、動物も自らの死を回避する行動を示すが、それは自身の個体を存続させようとする本能的で合目的な行動に過ぎないことが多い。このヒトだけがもつ死に対する態度は、生物進化の末にヒト特有の巨大な脳が出現したことに起因することはまちがいない。他の動物の脳とヒトの脳の形態を比較すると違いは瞭然であり、ヒトの脳のみが脳幹や辺縁系の前上方に不自然に大脳皮質が大きくかぶさるように突出しており、とりわけ前頭葉がきわだって発達している。このように、他の動物の中ではグロテスクにも見える異形の脳が、ヒトをして死に対する思考に向かわせたと言えるであろう。

### 人間原理とダーウィニズム

ここで少し唐突に見えるが、「人間原理」について触れることにする。この「人間原理」は、宇宙の状態は、その起源から現在まで全経過を通じて、人間が今に存在できているような宇宙でなければならなかったという、宇宙のあり方を人間存在から規定しようとする一つの思考スタイルである。この「人間原理」に従えば、宇宙を観察する人間が現実存在している以上、その人間の存在を許す環境を用意するために、宇宙は数々の物理定数や初期条件をあらかじめ微調整されていたことになる。「人間原理」では、人間が宇宙を観測するほどに知的な生命体であることが重要な点であるが、この「人間原理」における「宇宙」の規模を縮小して「地球」に読み換えると、われわれはすぐにある種のダーウィニズムに辿り着くだろう<sup>7)</sup>。このような地球バージョンの「人間原理」は、さしあたって本小論の意図に沿うならば、自らの死について思考を巡らせる能力をもつほどに、他の動物と比較すると異形なまで終脳を肥大させた知的生命体であるヒトが現存する以上、地球上の生物の進化の歴史は、その現存を用意するようなものでなければならなかったというものになるであろう。

### 強い人間原理

この「人間原理」は、「弱い人間原理」と「強い人間原理」の二つに区分されることがあり、前者がこの宇宙はたまたま人間がいるような仕組みであったことを主張するのに対し、後者はこの宇宙の仕組みは必ず人間がいるような仕組みでなければならないことを主張する<sup>7)</sup>。ちなみに、地球バージョンでの「強い人間原理」は、40億年にわたる地球上での生物の進化は、必ず人類を誕生させるような特殊なものであるこ

とが必要であったことを要求する。だとすれば、人類の方も、進化に対して特殊性を要求するだけの、自身に関わる特別な性質をいくつか備えていることが期待されるかもしれない。このとき、われわれは強い「人間原理」の中に、生物種の中で人間だけがもつ何らかの特権性を読み取ろうとしていることになる。果たして、人間はそのような特権性をもつのだろうか。

### 多様性をもたらす DNA

さて、それではヒトが神より選ばれた格別な生物かどうか、一つずつその特徴を確認してゆきたい。まず、最初に注目したいのは、生物が種としての同一性を世代を越えて引き継ぐための仕組みについてであり、そのもっとも中心的な役割を果たすのが DNA である。この DNA は、4種類の塩基が一行に長く並んだ構造をしている。そして、その並びの中の一定の部位にある塩基の組み合わせが、その部位に特有のタンパク質を生成する。今述べたように塩基の種類は4つだけであるが、その組み合わせのありかたは無数と言ってもよく、それに応じた数の異なったタンパク質ができあがり、それがゆくゆくは膨大な数の生物種の形成や個々の生物個体の多様な特徴の形成にも関与している。

通常、DNA は二重らせんを形成しているが、1本の DNA 鎖が長いほど DNA 上に並ぶ塩基の数も多い。DNA 上にある塩基の数を生物種ごとに見てゆくと、線虫では9千7百万個、ショウジョウバエでは1億8千万個、カイコでは4億3千万個、カメでは22億個である。ちなみにヒトでは32億個ほどであり、生物種全体の中では多い方と言えそうである。ただし、ネコでは33億個とヒトよりも多く、また、肺魚の仲間には130億個に達するものやミジンコのような微小甲殻類の仲間には670億個に達するものも報告されている。このように、生物種の中にはヒトを遙かに凌駕する長さをもつ DNA 鎖をもつものが存在することがわかる。

### ヒトの遺伝子の総数

もっとも、塩基配列の大部分は遺伝情報とは無関係な意味をなさない配列とされ、先に述べたタンパク質を生成する DNA のひと続きの部分だけがいわゆる「遺伝子」に相当し、これこそがその生物の特徴を規定するものと言える。われわれの記憶に新しいところであるが、ヒトの遺伝子については2002年に解析が完了したことが報告され、その総数は当時3万2千個とされたが、その後もっと少ないことがわかり、現在では2万2千個ほどであるとされている<sup>9)</sup>。さて、この遺伝子の総数を生物種ごとに見てゆくと、大腸菌では4千個、ショウジョウバエでは1万3千個、線虫では



1万9千個と一般にヒトより少ない。しかし、ウニは2万3千個とヒトと同程度であり、マウスにいたっては、2万9千個と遺伝子数でもヒトを上回り、植物イネでは3万7千個に達するとされている。このように、遺伝子数を単純に計算した限りでは、ヒトに何らかの生物種の中での特権性を付与することには無理がありそうである。

### ヒトの染色体数

それでは、DNAがその中に折り畳まれている染色体の数はどうであろうか。この染色体は、高等とされる動物や植物では、互いに形が類似する相同体と呼ばれる2本が対をなしている。有性生殖における受精の直前には、生殖細胞は相同体のいずれか片方を引き継いだ配偶子にいったん減数分裂をする。ヒトの染色体は23対あるが、減数分裂のときにどちらの相同体が選ばれるかで2の23乗である約800万の組み合わせができ、さらに、受精によってその800万の2乗である約70兆の組み合わせができる。同一の両親からでもこれほどの組み合わせが作られることから、現実の世界にまったく瓜二つの人間はいないはずである。このように、染色体の数が多きほど形質の多様性に富む子孫を残すことになるが<sup>(脚注3)</sup>、このような形質の多様性は、ある生物種が周囲環境に適應して生息を図ろうとしたとき、その生息範囲を拡大させることに寄与するであろう。むしろ、この拡大の範囲は、生物に何らかの突然変異が出現し、全く異なる環境へ飛躍的に生息範囲を拡大するときのような大きなものではない。つまり、この染色体の数に由来する多様性は、ある生物種における種の同一性が脅かされることのないまま、生息できる範囲の大きさを規定するものと考えてよいだろう。ここで、現在地球上の全域に空前の個体数を誇っているある大型の生物種に注目してみよう。それはまさしく人類であり、極寒の地を除く陸上のほぼ全ての地域に生息しており、個体数は約70億に達する。他の大型の生物種でこの数に匹敵するものは存在せず、神は人類だけに特別な個体数を許したのだろうか。それでは、ヒトの染色体数を、他の生物種における染色体数と比較してみることにする。カタツムリは12対、ショウジョウバエは14対、ネコは19対、マウスは20対であり、ヒトの23対より少ない。しかし、類人猿であるチンパンジーは24対でヒトよりも多く、他にも、ヒツジは27対、ウシは30対、イヌは39対など、ヒトが突出して染色体数が多いわけではないことがわかる。このことから、現在のヒトという生物種の突出した個体数については、染色体の数に何らかの根拠を見出すことは、まったく困難なように思われる。

### ヒトの脳重量

それでは最後に、脳の大きさに関して、ヒトにおける特殊性の有無を検討してみたい。脳は、生物の運動に関わる遠心性の神経の出発点として、また、感覚に関わる求心性の神経の終着点として全身の統御をつかさどる器官であり、多くは生物の移動方向の先端付近に一塊となって存在する。ヒトの脳重量は1350g程度であるが、ヒトより体重がある陸上動物と較べても、ライオンでは260g、ウシでは490g、ウマでは510g、ゴリラでは550gであることから、きわだってヒトでは脳重量が重いことがわかる。ただし、陸上動物で唯一ゾウだけはヒトを上回り、アフリカゾウでは4200gに達する。また、水生ほ乳類でイルカに分類されるものはヒトと同程度の脳重量をもち、水生ほ乳類でクジラに分類される大きさのものは一般にヒトよりも重く、たとえばゴンドウクジラでは2500gであり、マッコウクジラでは8000gである。このように、脳の重量のみに注目するとヒトを上回る動物種はいくらか存在する。

一方、脳重量と体重との関係を数値化した脳化指数については、ヒトよりも高い数値をもつ動物は陸上にも水中にも存在しない。つまり、身体全体に占める脳の大きさの割合を見たときには、ヒトはもっとも脳が重い動物と言えることになる。しかし、ヒト以外の動物で脳化指数と知的能力との関係を調べると、必ずしも脳化指数が高いことが知的能力に直結しないと言われている<sup>10)</sup>。このことから、今のところ、脳化指数の意義を過度に評価することには慎重であるべきと言えるだろう。したがって、ヒトにおける脳の大きさが、ただちに他の生物からヒトのみを峻別するものとはならないように思われる。

たしかに、ヒトにおける大脳皮質の発達や前頭葉の発達が、他の種とは異なっているのは明らかな事実である。これらは、解剖学のおよび組織学にも複雑なシナプスの繋がりを形成しており、それらの複雑な繋がりがヒトに特徴的な脳の発達に影響していると考えられている。ただし、どのような特徴が重要であるかを判断するとき、観察者が人間という特別な視点をもつことに由来する「観察選択効果」がこの判断を規定する可能性があり、人間がもつ大脳の特徴によって人間を他の生物から峻別することはこの段階では控えておくことにする。

### ヒトは神に選ばれた生物ではない

以上、本節では強い「人間原理」の中にヒトのみが生物種の中で特権性をもちうることを読み取ろうとし、それを裏づけるような自然科学的な特性をヒトがもちうるか否かを検討した。しかし、本節での検討の限り



では、膨大な数の生物種の中で、ヒトのみが何らかの無類な特性をもちうるという見解には至らなかった。そもそも、「人間原理」の真骨頂は、宇宙をその歴史も含めて見渡そうとしたとき、観察者が人間であることに由来する様々なバイアスを自覚的に除去し、より普遍的な視点からの宇宙像を得ようとするところにある。そのことからすれば、人間は観察者であること以上の、何らかの特異性をもつことまでは始めから要求されていないのかもしれない。それは、本節で生物種の中でヒトがもつ特異性を見つけようとしたときも同様であり、特異性を発見できなかったとする答えも元々許されていたものと思われる。そして、そのような答に今回われわれは行き着いた。結局のところ、ヒトは死が付随する多細胞生物の中の一つの生物種に過ぎず、個体数が現在きわだって多いということを除けば、何らかの例外を主張できる特別な生物ではなさそうである。このことからすれば、他の多細胞生物にとって死が必然的であるのと同様に、ヒトの死も必然的なものとみなすことが合理的なようにも思える。しかし、次節では、ヒトに死が付随することを相対化させるようないくつかの事実を、われわれは経験的な世界の中に見てゆきたい。

## 2. 生物としての死を免れうる条件

### 原子や分子が老いることはない

本節の目的は、ヒトに死が付随しないことが可能かどうかを自然科学の範囲の中で検討することにある。これは、第 1 章において述べたヒトがもつと考えられる死の必然性に対して、何らかの反論ができるか試みることでもある。一見すると、このようなヒトの不死に関わる議論は、自然科学的な合理性に反するように見える。なぜなら、自然界にあるあらゆる物体は時間の経過と共に、その物体に特有の「古さ」を自然に獲得するという理解がわれわれにはあり、さしあたって人体においては「老い」がそれにあたるように思われるからである。しかし、「老い」という現象は、先述のように細胞のアポトーシスの増大という生物がもつ特殊なプロセスの結果であり、文字通りに何かが自然に老いてゆくようなことはありえない。身体を構成する分子のさらに基礎となる原子は、1個1個が少なくとも宇宙の中で作られてから数十億年の歴史をもち、それら自体に新しさも古さも無い。言葉を換えるなら、宇宙の存在には始めから老い、古さ、衰弱はなかったのである。実際に、100歳に近い高齢者の皺だらけの皮膚に何らかの理由で切開でも施すようなことがあれば、そこにはみずみずしい皮下組織と筋肉が顔を出し、

それらは生成されてから120日にも満たない若い赤血球で満たされている。

### 体外と体内にある死の必然

ここで確認するが、第 1 章における死の必然性はいわばヒトの体内に装着された必然性である。これに対して、ヒトの体外にも死の必然性があるとすれば、それは、ヒトが不死であることを許さない環境や社会の条件を指すことになるであろう。たとえば、仮に人類がある日から突然に不死となれば、膨れ上がる人口に対して食料の供給、居住区域の確保、大気汚染の除去など乗り越えるべき難題がすぐに立ちはだかるであろう。たしかに、人類の種としての存続のために、これらの難題が個人には死への強制として働くかもしれない。ただし、これらの対外にある死の必然性については、ひょっとすると将来に人類の叡智が解決策を見いだす可能性も残されていよう。一方、体内に装着された死の必然性は、すでに装着が完了しているだけにそれを覆すことは困難なようにも見える。

### 死を必然としない条件

しかし、以前の章で述べたように、地球上の生命における37億年の歴史の中で、その半分以上を占める20億年の間は、生命がまだ原核生物であったことから死は絶対的なものではなかった。また、現存する多細胞生物の中でも、扁形動物や腔腸動物では寿命を有しない種類のものが多い。このことは、われわれが生物に死が付随することに対して、自然の合理性を越えた何らかの神学を読み取る必要がないことを示唆しているように思われる。たしかに、多細胞生物では種としての存続のために、先に述べたようにいくつかの条件が、生物個体に対して死が伴うべきことを要請している。だが、このことを逆にとらえると、それらの条件が別様であったときには、生物個体に必ずしも死が随伴する必要はないことになる。たとえば、次のような例が考えられよう。以前の章に、年齢を重ねるに伴い紫外線や宇宙線などによってDNAが重度の損傷を受けた細胞が増え、これが最後にはヒトを死に導くことを述べた。しかし、もしも損傷したDNAに対する修復能力を今よりも格段に高めるような医療技術が出現し、アポトーシスによって細胞を消滅させる必要がなくなったときには、老いや死を惹起する主要要因の一つがなくなることになる。あるいは、そもそも有害な紫外線や宇宙線などへの曝露を減じる技術を人類が作り上げたときには、もはやヒトのDNAに損傷は生じないことになる。また、より近未来的にはiPS細胞の実用化などの再生医療の進歩によって、ヒトの古くなった

臓器も簡単に交換できるようになるかもしれない。

### 崩れる死の必然性

実のところ、ここでは、今述べたような科学技術の進歩が現実となるかどうか重要な点ではない。問題の核心は、いましがた行なってみたように、このような仮想をわれわれが自由にできる点にある。すなわち、われわれがここまで語ってきた死の必然性は、あくまで経験的な事実に関わる必然性であり、論理的な対象に関わる必然性ではない。たとえば、1 プラス 1 が 2 になるといった論理的必然性は、あらゆる否定を拒否する絶対的な強固さをもつだろう。それに対し、経験的な事実はあくまで現実世界がたまたまそうであったというような偶然的な側面をもつ。したがって、ヒトに死をもたらず経験的な事実を将来人類が消し去るということも、常に可能性として残されている。その限りで、現在の人間がもつとされる死の必然性は、将来まで見渡したときには絶対的なものでなくなる。

### ヘイフリック限界の不成立

このことは、生物が DNA の損傷による死を免れたとしても、われわれに対して厳然とした生の臨界点を形成しているように見えるヘイフリック限界についても同様なことが言える。先述のように、ヘイフリック限界は DNA の両端にあるテロメアの短縮がもたらず細胞分裂の終了である。ただし、われわれの身体の細胞にはヘイフリック限界をもたない細胞もある。それは、卵子や精子などの配偶子の元になる生殖細胞と体細胞を作り出す幹細胞であり、これらの細胞ではテロメアがテロメラーゼによって伸長させられるため永久に細胞分裂を繰り返すことができる。さらに、これは病的な細胞であるが、ガン細胞もテロメラーゼをもつため永久に細胞分裂を繰り返す。今、もしも正常な体細胞においても、テロメラーゼが存在するといった事態が出現すれば、多細胞生物の身体を形成する細胞に関してヘイフリック限界は意味をなさないことになる。このときには、体細胞は無限に分裂増殖ができることになり、生物は永遠の生命を獲得することになるかもしれないのである。

### 自分だけの不死

実は、多細胞生物の体細胞におけるテロメラーゼの活性を調べると、全ての体細胞にテロメラーゼが全く存在しないわけではない。現実には、体細胞にもテロメラーゼ活性の痕跡があるものの、活性が低いためにテロメアを伸長させるに至っていないのである。ひょっとすると、かつてはヘイフリック限界をもたない多細

胞生物種も存在したのかもしれないが、生物の進化の過程でそのような特性をもつ種は存続できなかったのかもしれない。このように、生命の寿命を規定する要因は常に相対的な側面をもつ。したがって、生物の内部環境や外部環境が大きく変化をすれば、死は必然的に必要なものとは言えなくなる。とくにホモ・サピエンスの場合には、自らの環境を能動的に変更しうる科学技術を手にしつつある。先にも触れたことであるが、将来には紫外線、宇宙線、活性酸素などから DNA を保護する手段を講じることは不可能でないと思われ、また、高齢の親が子を残さないことは、良し悪しは別次元の問題として、すでに、ほぼ現実のものとなっている。さらに、人類全体が不死を獲得することではなく、1 人の例外的な人間の不死を考えようとするときには、実現へのハードルはより低くなるであろう。なぜなら、1 人の人間が永遠に生き延びても、おそらくヒトという生物種全体の存続に甚大な影響を及ぼすことはないと思われるからである。

### 生命の主役はどれか

ところで、ここで生物の死を検討するとき、2 種類の死が存在することをわれわれは確認したい。一つ目の死は、生物の一代限りの身体が消失することであり、生物の個体としての死である。これは、身体の大部分を構成する体細胞の死と言えるであろう。二つ目の死は、親から子へと引き継がれる遺伝情報に関するものであり、代々続けられてきた情報伝達の停止としての死である。これは、身体の一部をなす生殖細胞の死と言えるであろう。たしかに、われわれが死について何らかの議論をするときには、もっぱら前者の死を問題とするのが一般的であり、本小論でもここまで一貫して前者の死を問題としてきた。しかし、生命の歴史を見渡す観点から、生命の主人公は生殖細胞が親から子へと引き渡す DNA 情報であり、身体の大部分を占める体細胞は生殖細胞を維持するための副次的な存在に過ぎないという考え方もこれまでには提唱されてきた<sup>11)</sup>。そのような考え方を極端に進めたものが、「生物個体は DNA が自らのコピーを残すために一時的に作り上げた『乗り物』に過ぎない」というような主張である<sup>12)</sup>。このような主張においては、あくまで DNA が生命の主体であり、それが自己同一性を保持しようとし、ときには、突然変異によって一部分を改変したりしながら、ともかくも、DNA の維持や進化こそが生命の目的であるとされる。

### 死は種の消失か個体の消失か

たしかに、地球上に生命が誕生して37億年の間、綿々



と生物進化が続いてきたことに力点を置く視点からは、生殖細胞によってDNA情報が親から子へ残される限り、たとえ生物個体としての親が消失しても生命はDNAとして存続するとみなされるであろう。さしあたり、このような親から子へDNA情報が伝達されてゆく過程の一つ一つを、DNAの類似性によって一束にくくれば、生物の種としての存続を意味することになる。したがって、逆にある類似したDNAについてその伝達の道筋が1本もなくなる事態は、一つの生物種の死を意味することになる。

しかし、生や死の対象をこのように生物種に与える見方は、あくまで限られたコンテキストのもとでのみ可能であろう。すなわち、とりわけ生と死をヒトを出発点として他の生物にも敷衍しようとするときは、やはり生物個体の一世代における生と死が問題となる。なぜなら、われわれの素朴な感覚にとって、生とは今ある体験の連続であり、一方、死とはその連続する体験の停止であると思われるからである。そして、このような生と死の二つの出来事に対しては、一代限りの生物個体における脳を含めた身体の発生と消失の二つがちょうど符合しているのである。

### ホモ・サピエンスの未来

さて、われわれが主題にしようとする一代限りの生物個体の死は、先述のようにあくまで経験的世界のでき事であり、その限りでこの宇宙がたまたまそうであったことに依存する偶然性をもつ。それでは、この宇宙の過去と未来の年表はどのようなものであろうか。まず過去であるが、138億年前にインフレーションに続くビッグバンで宇宙は誕生し、50億年前に太陽が誕生した。その後は既述のように、45億年前に地球が誕生し、37億年前に初めての生命である原核生物が誕生し、17億年前には多細胞生物へと進化する真核生物が誕生し、16万年前にホモ・サピエンスが出現した。一方、予想されている宇宙の将来は次のようなものである。まず、50億年後には太陽が膨張をし始め、地球をその中に飲み込み、いったん赤色巨星となる。その後、太陽は収縮に転じ最後にはサイズの小さい白色矮星となる。これが、120億年後である。もっとも、太陽の膨張に先立つ現在から10億年後には、太陽からの熱量の増加によって地球表面は高温となる。その結果、酵素や水は地球上から消失し、その過程で生物が存在することは困難になると考えられている<sup>13)</sup>。

さらに、一つの生物種が存続していける期間はこれまでの生物進化の歴史をみると限られており、その期間はほ乳類の場合は一般に約200万年程度とされている。これは、ホモ・サピエンスも例外ではない。先に、

ヒトという種全体の不死よりも、一人の人間の例外的な不死の方がより実現しやすいと述べた。しかし、その例外的な人間もヒトという種に紛れ込んだ1個体であるとすれば、その種が減びるときには運命を共にしなければならない。そして、宇宙の将来における年表を見渡した限りでは、ヒトは時限付きの生物種のように見える。しかし、ここまで見渡した向こう100億年余りの間の宇宙の年表に限ると、人類の消滅は絶対的とは言えないかもしれない。というのも、人類の科学技術の進歩は、生物種の存続期間を200万年とする体内や体外の要因に対し、種がその後も存続できるような変更を加えるかもしれない。また、太陽からの熱量の増加や太陽の膨張に対しては、地球環境に似た太陽系外惑星に人類は移住することで難を逃れるかもしれない。このように、人類が存続していける可能性は常にゼロではないのである。

### 宇宙の未来と永遠の命

しかし、時間を極端に延長をして未来を見渡すと事情は全く異なってくる。現代の宇宙物理学が教えるところでは、数百億年後に諸銀河の恒星は次々にブラックホールになり、10の23乗年後には合体したブラックホールに全銀河にあるほとんどの物質が吸収され、10の100乗年後にはそのブラックホールも蒸発する。その後の宇宙はといえば、ブラックホールに飲み込まれなかった原子も宇宙空間にわずかに存在するが、その原子もやがて分解されてしまい、最後には軽くて安定した素粒子のみになるとされている<sup>14)</sup>。つまり、あらゆる物質の元になる原子さえもが、宇宙の終焉では存在しなくなるのである。このように遠い未来まで見渡すと、生物の体を作る材量となる物質は、宇宙の最終局面よりかなり以前の段階で消失していることは明らかである。換言すると、自然科学的世界観に忠実に従う限り、永遠の命はありえないことになる。

### 多元宇宙論での自分の死

ただし、全ての物理学者が支持するわけではないが、近年、宇宙はわれわれが住む宇宙だけが一つ存在するのではなく、複数の宇宙が同時に存在すると考える多元宇宙(マルチバース)論が提案されるようになってきた<sup>15)</sup>。この多元宇宙論では、たとえ先のようにわれわれの住む宇宙が終焉を迎えたとしても、宇宙は限りなく新たに発生し続けることから、いまだ物質を含み、あるいは、いまだヒトという生物種が存在する宇宙もありえることになる。さらに、無数に存在する宇宙の中には自分と瓜二つの人間が存在する宇宙もありえることだろう。しかし、それぞれの宇宙は独立しており、



それらの間で因果関係や物質のやり取りは一切ない。したがって、たとえ自分と瓜二つの人間が未来永劫にどこかの宇宙に存在しえたとしても、あくまで瓜二つという類似性をもちうるだけであって自分そのものではない。このことから、たとえ宇宙が無数に存在したとしても、自分の生が自分のいる宇宙の終焉を越えて存在しうることはありえないことになる。

### 自然科学から見た不死の不可能性

以上、本章では生物学とそれを包含する自然科学における合理性の中で、生命に死が随伴しないことがありうるかについて検討を試みた。その結果、われわれ生物個体の生を制限する個々の要因はあくまで経験的事実であり、それらの要因は様々な可変性をもちうることを確認した。したがって、永遠の生命をいう言葉を、一定の範囲での不死として解釈するならば、常に実現の可能性は残されている。そのときの一定の範囲とは、たとえば向こう数百年とか数千年とか、とにかく限定された時間を意味する。しかし、「永遠」という言葉が生物個体が無限の時間にわたって存在しうることを要求しているとするならば、永遠の生命はありえないことを最後に確認した。つまり、現代物理学の知見に照らす限り、身体を作る原子はいつか存在できなくなるのである。

### 死の形而上学へのステップ

われわれは、ここまでの議論をもって、不死に関する一連の議論の終着点とすることも可能であろう。しかし、振り返るならば、ここまでわれわれは問題の核心にあったはずの死そのものが何であるかという問いに対しては、検討の埒外に置いてきた。それには理由

がある。なぜなら、とりわけ人間の死を問題にするようなときには、経験的世界の合理性をはみだした超越的世界の秩序についても問題としなければならなくなり、もはや自然科学的な規範だけに沿うことができなくなるからである。つまり、ここまでの章では、多くの人々が信頼を置いて日々の生活を送る自然科学の規範に可能な限り沿いつつ、それを越え出ることを慎重に避けていたことになる。だが、はじめの箇所述べたように本小論の目的は、死を自然科学にとどまらず、死が内包する個体や同一性といった形而上学の問題群をも考慮に入れつつ、その上で、死が不可避なものかどうかを問うことにある。本小論では、今後章が進むにつれて徐々にこういった形而上学の主要なテーマにもコミットしてゆくことになる。

### 参考文献

- 1) Kerr JF, Wyllie AH, Currie AR: Apoptosis: a basic biological phenomenon with wide-ranging implications in tissue kinetics. *Br J Cancer* 26: 239-257, 1972
- 2) Hayflick L, Moorhead PS: The serial cultivation of human diploid cell strains. *Experimental Cell Research* 25: 585-621, 1961
- 3) Greider CW, Blackburn EH: Identification of a specific telomere terminal transferase activity in *Tetrahymena* extracts. *Cell* 43 (2 Pt 1): 405-413, 1985
- 4) 高木由臣: 生物の寿命と細胞の寿命 ゾウリムシの視点から。平凡社、東京、1993
- 5) Brown A: In the beginning was the worm:

脚注1) 本小論では、このようにたびたび「神」の名が登場する。ただし、そこに神学的な含意はない。すなわち、本小論での「神」という言葉は、世界の事実が理由もなく偶然にそのようになっており、かつ、その事実が本小論の文脈において重要性をもつときに使用する言葉である。

脚注2) ここでの議論は、ヒトという生物種全体を対象としたものであり、一方、高齢出産の是非に関わる議論やかつての優性思想に関わる議論は、個人々を対象としたものである。問題となる対象が異なっていることに注意されたい。また、ここにおいてヒトの寿命が30歳であるべきことが主張されているわけではない。実際に、現代人は生殖期にあたる年齢を過

ぎた長い後生殖期に子孫を残すことは少なく、種全体の存続に影響を与えることもないはずである。

脚注3) もっとも、個体の複雑な多様性は、このような染色体の相同に由来する膨大な数の組み合わせに加えて、さらに、第1減数分裂の初期に発生する染色体の乗り換えによる自然界における遺伝子組換えや、その後も、同一のDNAから選択的スプライシングによって異なるタンパク質が生成することなどによって生み出される。実際に、元々は同一の受精卵に由来する一卵性双生児も、この選択的スプライシングが関与することなどによって生長と共にわずかず差異が目立つようになる。

- Finding the secrets of life in a tiny hermaphrodite. Columbia University Press: New York, 2003 (長野敬, 野村尚子 訳『はじめに線虫ありき そして, ゲノム研究が始まった』青土, 東京, 2006)
- 6) 本川達雄: ゾウの時間 ネズミの時間 サイズの生物学. 中公新書, 東京, 1992
- 7) 三浦俊彦: ゼロからの論証. 青土社, 東京, 2006
- 8) 三浦俊彦: 論理学入門 推論のセンスとテクニクのために NHK ブックス . 日本放送出版協会, 東京, 2000
- 9) International Human Genome Sequencing Consortium: Finishing the euchromatic sequence of the human genome. Nature 431: 931-945, 2004
- 10) Roth G, Dicke U: Evolution of the brain and intelligence. Trends in Cognitive Sciences 9: 250-257, 2005
- 11) 柳澤桂子: われわれはなぜ死ぬのか 死の生命科学. 草思社, 東京, 1997
- 12) Dawkins CR: The Selfish Gene. Oxford University Press, Oxford, 1991 (日高敏隆, 岸由二, 羽田節子, 垂水雄二 訳『利己的な遺伝子』, 紀伊国屋書店, 東京, 1992)
- 13) Schroder KP, Smith RC: Distant future of the Sun and Earth revisited. Monthly Notices of the Royal Astronomical Society 386: 155-163, 2008
- 14) 千葉証司, 二間瀬敏史: 宇宙の未来. ニュートン別冊 宇宙論 (第2版), ニュートンプレス, 東京, 2012, pp140-157
- 15) Greene B: The Hidden Reality: Parallel Universes and the Deep Laws of the Cosmos. Random House, New York, 2011. (竹内薫監修, 大田直子訳 邦訳『隠れていた宇宙 上, 下』, 早川書房, 東京, 2011)

## Whether human death is inevitable (Part 1): Considerations from biology

Yoshitsugu NIIYAMA

Graduate School of Health Sciences, Akita University

### Abstract

About 3,700 million years have passed since life was first born on the earth. However, for its first 2,000 million years, more than half of this time, death was not yet absolutely bound to occur. It is only after eukaryotic creatures evolved from prokaryotes that organisms started to experience death as an absolute limit to their lifespan. In other words, mortality has existed for only the last 1,700 million years. The first factor that brings the absolute death is the Hayflick limit, the mechanism that restricts the number of times a cell can continue to divide before they can no longer. The second factor is the mechanism allowing for cell "suicide", apoptosis. With age, nonfunctional or harm cells in a creature can increase, but these defective cells are removed in good order through programmed cell death. In this way, there is a physical mechanism inside the body to bring death positively, so that the creature does not survive longer than a certain period of time. It can be said that the only creatures currently remaining on the earth are those creatures with these death-involving mechanisms. However, through possible future advances in science and technology, even perhaps preventing death altogether, the species might be able to survive forever. Yet, present-day astrophysics has shown that even the very atoms that compose our bodies are not eternal. Knowing this, the idea of everlasting life becomes relative, as far as we understand life in the natural sciences.