

宣泰川の的

Thinking of the Universe

宇宙の公案4

撮影/川村 晶

地球の生命史上、初めて自力で大気圏外、すなわち宇宙に到達することのできた生物・ヒト。月に足跡を刻み、多くの探査機を太陽系内に送り、宇宙コロニーや惑星改造、さらには恒星間飛行の可能性にまで想像の翼を広げるにいたったヒト。しかし、宇宙への進出が具現化するにつれ、戦争と平和、経済や環境といったヒトが地球圏内に抱えるさまざまな文明的問題との関わりも余儀なくされている。文明のゆくえや、生物としてのヒトの将来にも重大な影響を及ぼす宇宙開発の意味を、的川泰宣・宇宙科学研究所教授に語っていただく。

1995年3月18日午後5時1分、種子島宇宙センター。太陽が西の空から弱々しく見上げる中を、H-IIロケット3号機が力強い響きと航跡を残しながら宇宙へ旅立った。ロケットは見事な走りを見せ、宇宙実験・観測フリーフライヤー「SFU」と気象衛星「ひまわり5号」を予定どおりの軌道に送り込んだ。いくつもの不具合対策に追われていた私には、この数十日の苦勞が炎と轟音の中に溶けていくような感慨があった。——と同時に「私たちの宇宙開発は人類共同の努力の一環であり、この歴史の大道に沿って全力を尽くしたのなら、自分たちの事業にもっと胸を張っているのではないか」これまで何度も繰り返した自問が、心の底から噴き出してくるのを留めようがなかった。

デヴォン紀の憂鬱

デヴォン紀 今から3億年前 あるサカナたちが陸上へ進出した。

この時期、地上を見回せば、木々の緑も色とりどりの花もない。ただ浸食されてゴツゴツした岩石や丸くなった砂粒が、ゆるやかな起伏を見せており、陸は赤茶けた世界一色に塗りつぶされている。

彩りと言えば、散在する池や沼の水辺に、しばらく前のシルル紀(4億年前)に地上へ出た、トクサやマツバランなどの植物た

ちだけである。彼らは、地球の大気に最近かけられたオゾン層のベールが、太陽からの恐ろしい紫外線を遮ってくれることに、いち早く気づいたのである。

よく見ると、それらの景観の中に動くものもある。動物の中でもっとも早く地上をうかがった昆虫やミミズたちのようだ。だがこの時代、ひとたび池の中を覗き込めば、地上のようすからは想像もつかないほど豊かな生命が息づいている。その主役はサカナたちであった。

今から40億年前、おそらくは水の中で生まれた生命は、6億年前に始まるカンブリア紀に一気にその種類を増やした。エビやカニの仲間、貝の仲間、ウニやナマコの仲間、クラゲやサンゴの仲間——現代の海に住む無脊椎動物の大半が「爆発的」に出現した。さらに、私たちの先祖である脊椎動物、原始的なサカナは、つぎのオルドビス紀(5億年前)に姿を現し、つづくシルル紀に数多くの種類を生み出し、このデヴォン紀に全盛時代を迎えた。

しかし、デヴォン紀には乾季と雨季が代わる代わる訪れた。池の浅瀬に住むサカナたちにとって、これは困ったことだ。乾季がつづくとき水が減る。水温はいやが上にも上昇するので、水に溶けている酸素は減る。サカナたちは呼吸が困難になる。弱って死んだサカナたちが群がるバクテリアは、酸素を使って死体を分解する。大量の酸素が消費され、ますますサカナたちはヒンチに陥る。金魚が水面でバクバクやるように、デヴォン紀のサカナたちも、乾季にはバクバク運動を盛んにやっていたに違いない。デヴォン紀は5千万年つづいた。バクバクの繰り返しによって彼らの体に変化が生じたのも、むべなるかな。食道の一部にできた小さな膨らみはやがて成長して袋となり、バクバクで飲み込んだ酸素を貯えるようになった。原始的な肺を獲得したのである。私

たちの呼吸は、3億年前のサカナたちのバクバクのおかげなのだ。

貧弱な肺とはいえ、この原始肺によって、少々の早魃(かんばつ)ならば耐えることができた。が、デヴォン紀の早魃はさらに過酷さを増し、サカナたちに容赦なく襲いかかった。

サカナの陸上進出

干物にならないので、サカナたちは新しい生き方を探す必要があった。そして大部分のサカナは淡水の池から海へ出た。そこでは浸透圧の調節、新たな食糧の確保、敵からの保身——さまざまな困難はあったが、とくに原始肺と喉とのつながりを巧みに(と言っても突然変異のなせるワザだろうが)断ち切り「浮袋」をつくり出したサカナたちが成功した。彼らは今もお海の支配者である。

うまく体を調節できず、敵を恐れるサカナたち——不器用で臆病なサカナたちは、池や沼にとどまった。その中で、乾季をものともしない驚くべき体をつくった者たちがいる。肺魚の類である。数か月に渡る乾季の際、肺魚は池が干上がる前に泥にもぐり、体から粘液を出して乾かないように対策をとってから、乾季が過ぎるまで空気を呼吸しながら池の底で生きぬく。雨季が来て池に水がたまると、何食わぬ顔で(実際何も食べていなかった)、再び泳ぎ続けるのである。肺魚は、デヴォン紀の池に無数に跋扈し、海へも行かず陸へも行かず、肺とエラを使い分けながら、3億年の間ひたすら池や沼の底で耐え続けたのだ。

さて、サカナたちの中には、海へ進出する勇氣もなく、肺魚のようにひたすら耐えるスタミナもない落ちこぼれがいた。彼らに残された道は、陸へ上がることであった。未知の世界へ進出することは、いかにも敢然と行なわれたように想像しがちだが、し





海から陸へ、陸から空へ——。地球の生命システムは綿々とその生命の鎖を繋ぎながら、自らの生活圏を拡大してきた。生命誕生より40億年。今、その連鎖の中で己の「来し方行く末」を思い底知れぬ星空に期待と不安を抱きながら、ヒト——落ちこぼれのサルたち——は自らの可能性と、新たなる活動領域をめざして旅立とうとしている。



かしろそらく彼らは干上がった池で耐えきれず、仕方なく隣の池に「水を求めて」上陸したに相違ない。

そのうちのある者は干物になり、ある者はあきらめて元へ戻っただろう。幾度も上陸し、幾度も失敗し、その中からついに陸上生活に適応した「もとサカナ」が現れた。陸上生活に適応しようとした者たちにとって最大の困難は、大気と重力とである。大気に対しては肺をつくることで対応し、肺魚のように併用していたエラを捨てることにより適応を完成させる。水中で得ていた浮力の心地よきとは反対の、陸上で受ける過酷な重力に対しては、頭骨・脊椎骨を硬骨化し、胸ビレと腹ビレを前足と後足に変えることで適応を完成した。

デヴォン紀の硬骨魚のうち、条鰭類のヒレはすじと膜だけからできているので、足にはなりそうにもない。骨と筋肉を持つ棒のようなヒレを備えた肉鰭類だけが、ヒレを足に変えることができた。ヒレは言うまでもなく、もともと泳ぐ道具である。しかし棒のようなヒレではうまく泳げる道理がない。だから、陸上に進出したサカナたちは

は、再びサカナとしては落ちこぼれに近い存在であったことが推定される。

肉鰭類の二系統のうち、肺魚は、肺を準備していながらついに陸へは完全には上がらなかった。もう一つの総鰭類は、シーラカンスの仲間と扇鰭類に分かれる。この扇鰭類こそが、上陸した私たちの先祖である。扇鰭類はずっと淡水域にとどまり、デヴォン紀の末にユーステノプロテロンという60センチほどのサカナを生み出す。現在見つかった化石の中で最も両生類に近いサカナであり、小魚を求めて活発に泳ぐ肉食性のサカナである。

さらに同じデヴォン紀の末に、初めて4本の足を持つ脊椎動物、もっともサカナに近い両生類イクテオステガの化石が発見されている。ユーちゃんやイクちゃんに移行する際に、胸ビレを前足に変え、肩・肘・手首に関節をつくった。棒のようなヒレでは支点以上のものにならず「這う」以外になかったが、関節を獲得できたので足は歩行器官としての将来を約束された。ただし足の先に、どうして5本の指ができたのかは解明されていない。もしイクちゃんが6本指を選択していたら、私たちは6進法か12進法を採用していたらどうだろうか。こうして落ちこぼれのサカナたちは、水から陸への生活圏の拡大に成功した。これが「雄々しいまでの決心」の結果ではなく「止むを得ない」行動だったことは、記憶してよい。

ヒト、宇宙へ

ここで地球上の生物進化の歴史を早回しして、一挙にサルからヒトへの移行を完成させよう。このヒトという動物の宇宙への憧れは長い系譜をもっている。この憧れは二つの道をたどった。一つは宇宙の本当の姿への知的好奇心。もう一つは宇宙へ行っ

てみたいという冒険の心。前者は近代科学として花開いた。後者は長い間、空想の中だけで生きつづけた。そして近代科学がバックボーンとなって目を見張るような進展を見たヒトの技術は、宇宙への憧れを空想の世界から解き放った。

100年前、宇宙にあらん限りの想像の翼を上げた「宇宙飛行の父」ツィオルコフスキーのおかげで、ヒトはロケットを宇宙旅行の手段として科学的に見直した。つづいて1920年代から30年代にかけて、「もしかするとヒトは宇宙へ行けるかもしれない」と子感する人々は、世界的なロケット・ブームを演出した。この時代の熱狂的な取り組みは、宇宙への憧れが普遍的に存在する「ヒトの心」であることを印象づける。

この熱狂を受け継ぐ形で、1940年代に名機V-2が、バルト海沿岸の秘密基地ペーネミュンデで完成した。現在のすべてのロケットはこのV-2の直系の子孫である。V-2の技術は、第二次世界大戦の後に、資本主義対社会主義の「代表選手（自称）たるアメリカとソ連という大国に引き継がれて熾烈な宇宙競争が展開された。

そして20世紀の半ば過ぎ、ヒトはついにガガーリンという若者を、宇宙へ送り出すことに成功した。1995年現在、宇宙へのパスポートを有したヒトの数は300人を超えた。彼らが宇宙で体験したさまざまな事実は、ヒトが将来宇宙へ進出した時の貴重な前奏曲を形成するものである。

その前奏曲の演奏者の一人、日本の毛利

衛は「からだの細胞ひとつひとつが丸く外へひろがろうとしている感覚」について報告している。「まるでそれは、自分の細胞が新しい無重力という環境に、懸命に対応しているかのようだった」とも。

ところで、宇宙飛行士たちは、宇宙船から「お出掛け」の時は、宇宙の真空（あるいは無大気）から身を守るために、工夫を凝らした宇宙服を着用する。ここで、サカナが水から陸へ出る時の障害であった「重力と大気」が、正反対の意味で、ヒトが宇宙へ出る時の障害となっていることに注目しよう。いま宇宙への翼をつくり上げたヒトは、3億年前に陸へ出たサカナと、イメージにおいてタブるものがある。サカナは重力のあることに必死で対応し、ヒトは重



力のないことに苦勞している。また、サカナは水中の酸素を呼吸していた環境から、大気中の酸素を呼吸しようとするために自らのからだのつくりを工夫した。ヒトは無大気での生存のために、人工的に酸素を供給するシステムを作っている。重力と大気が問題であることは共通だが、対応は当然ながら随分と異なっている。

それにしても、水を求めて呻吟しつづき必死の歩みをつづけたサカナたちに比べて、地上から宇宙へ出る代表選手たちの姿の何と颯爽としていることか。これは、生活圏の劇的拡大という意味で共通点を持ちながら、しかしその動機づけにおいて両者は大きく異なっているからである。その意味で、ヒトを宇宙へ向かわせた要素のうち「知的好奇心」はこれからも貪欲に生きつづけるに違いない。知的好奇心を放棄した時、ヒトはヒトでなくなる。この点、全世界は、もともと科学に精力を注ぐべきである。さらに、もう一つの要素「冒険したい心」も、あらゆる屁屈を越えて、ヒトの活動領域を開拓していくだろう。大いに知ろうとし、大いにフロンティアへの夢を求める心のはたらきは、サカナが上陸した時にはなかった素晴らしい契機なのである。

進化の途上で

しかし無重力は、ヒトの身体からカルシウムを奪い、無大気は容赦なく放射線の攻撃を可能にする。3億年前のサカナたちのように、ヒトはこの厳しい現実、適応進化を遂げて、新しい活動領域で自在に振舞えるようになるだろうか。

やがてヒトの一部は、月で生活し始めるだろう。ここでも小さな重力は、ヒトの骨からカルシウムを抜き取る。ヒトは、幾世代か後に出現するであろう脚の無残に細い「月の子ども」たちへの覚悟はできている

だろうか。

またヒトの一部は果てしない移住の旅に出るかもしれない。まだ無重力下でのヒトの出産は経験がないが、本当にその旅の途上で、子孫を増やすことが可能だろうか。できたとしても、その子どもたちの姿・形はまだ明確には見えてこない。

技術的には、自らの作った機械（ロボット）を太陽系のどこへでも運ぶことができようになり、ヒト自らも小手調べに近くの宇宙まで出かけることは試みた。つぎの課題は、宇宙で長期間生きぬく技術、地球を含む太陽系内のエネルギーと資源を活用する技術、そして他の惑星をヒト用に改造する技術である。

社会的には、太陽系を住みかとする事業を始めたばかりであるが、しかし地球が一丸となつて宇宙を展望する社会システムが発見されたわけではない。ヒトの宇宙への進出は、そのような発見の動機づけになる予感はある。さらに言えば、ヒトは、故郷の地球を素晴らしいものにする作業にまだ本気で取り組んでいるとは言えない。

そして地球上に住むヒトの意識を眺めると、最近の宇宙開発の進展も手伝って、その宇宙観・地球観は大きな変貌を遂げた。みんな宇宙へ行こう」という考え方、「太陽系全体へ活動領域を拡張しよう」という考え方が各所で芽生えつつはある。が、この「ヒトの意識」に関連して、ここではひとつの問題を提起したい。

3億年前、ヒトの祖先は、海へ思い切つて挑戦できず、かといって、ひたすら渇水に耐える根性のなかった落ちこぼれのサカナだったからこそ、上陸というもつとも不器用な生き方をした。またここでは触れなかったが、樹から降り立って地上で生活を始めたサルも、おそらくは激変する環境に要領よく対応できなかった種類のサルだったのではないかと思えるフシがある。



的川泰宣 (まとかわ・やすのり)

1942年広島県生まれ。宇宙科学研究所 (ISAS) 教授。専攻は、システム工学、軌道工学。ISASの試験ロケットや科学衛星の開発、運用の最前線で活躍。さらにNASDAや諸外国の宇宙機関との関わりを通じたグローバルな視点から、人類にとっての宇宙開発の意味を問い続けている。「現在のような民族国家単位の宇宙開発はいずれ限界に達し、将来的にはより大きな枠組みによるプロジェクトが必要になります。それには、テクノロジーだけでなく、新たな思想や学際的研究領域の開拓など、ヒトの心と知の総力が問われることになるはずです」

その意味で、ヒトは、そもそも地球の環境に対する適応や制御能力を欠いた存在であることを、もつと自覚すべきである。私たちは、「進化」の途上で失敗を謙虚に振り返る「落ちこぼれ」でありたい。ヒトは生物たちのエリートの子孫ではないのである。ここはひとつ用心して、先の「知的好奇心」の対象の中に「わが地球」を一層優先して加えること、「冒険したい心」の中に「みんな宇宙へ」という視点を導入することによって、ヒトの進化の方向を、よりグローバルに見据える努力を始めてみるべきではないだろうか。

20世紀に始まった冷戦は、20世紀の末にいちおうの終結を迎えた。この冷戦は、アメリカとソ連という超大国を疲弊させ、国際的なイニシアティブは多極化の様相を迎えつつある。その一極に、ニッポンという国がある。

しかし、宇宙と地球への挑戦を担うには、ニッポンという国には強い意志が不足している。政治家にもこの分野を世界の

リーダーに育てる意志がない。しかしこの国の国民には、平和への強い決意があり、戦争とは無関係に宇宙に対する科学と技術を急ピッチで育て上げた実績もある。他の国にないこの強みを、ヒトの平和的な宇宙進出と、断固たる地球環境保護への貢献に使うべきである。それが日本に住むヒトの戦後50年の「進化」の証である。

ヒトが「星の王子さま」になるための努力を、日本で開始しようではないか。

宇宙に対する子どもたちの反応を見ると、知的好奇心や冒険心は、ヒトにとって根源的なものだと思いますね。

その点、宇宙開発の未来は、いかに多くの人たちに、その心を保ち続けてもらえるかにかかっています。

宇宙は決して専門知識を持つエリートのものではなく、一般の市民が普遍的な宇宙観・地球観を共有すること。

それが、ヒトの社会に新しい活力を生み、ひいては地球を大事にしようという考えに繋がっていくのですね。

