

自然と人間との共生

KOSMOS

第10号

公益財団法人 国際花と緑の博覧会記念協会



EXPO'90
FOUNDATION

こすもす

2023

冬



いのち

生命を考える
自然科学の視点から



《生命誌絵巻》 協力：団まりな 画：橋本律子

いのち 生命を考える

自然科学の視点から

今、人類社会の脅威となっている、気候変動や新型コロナウイルス感染症パンデミック、ウクライナ紛争によるエネルギー資源や食料の危機によって、私たちはこれまでの人類社会の価値観や生活スタイルの変更を余儀なくされ、「自然と人間との共生」の重要性がより一層高まっていることに気付かされる。

今号では、相互依存や相互作用により共生する「生命」をテーマに、地球上の多種多様な「生きる」にスポットをあてる。

生命の多様性と 死を巡って

自然科学者が 発言する時代

中村 世界中でベストセラーになった『サピエンス全史』を書いたユヴァル・ノア・ハラリは「人類は戦争と飢餓と感染症を克服して二十一世紀に入った」と言っています。

しかし、現在、ロシアがウクライナに攻め込み、小麦の輸出が止まったことも加わって、食べられない人が増えている。新型コロナウイルスで何年もの間世界中の人の移動が

3

「対談」

生命の多様性と死を巡って

中村桂子

岩槻邦男

11

太古の地球が作った生命

掛川武

14

巨大ウイルスから考える「生命」

中屋敷均

17

寿命は何が決めている？

小林武彦

20

生物多様性はなぜ大切なのか？

五箇公一

中村桂子

J-T生命誌研究館名誉館長
生命誌学者

岩槻邦男

兵庫県立人と自然の博物館名誉館長
植物学者

制限されてもいます。克服したつもりでいた戦争と飢餓と感染症は、実は全く克服していなかった。科学技術によって、なんとなく人間が勝利して、素晴らしい世界になったと思ってきましたが、変わっていないどころか悪くなっているとも言える。もう一度、生きものとしてのヒトを根本から考えなければいけなくなっているのが、現代ではないでしょうか。

岩槻 たしかに、二十世紀には科学に基づく技術が進みましたが、それで社会がよくなっているわけ

ではないですね。

中村 花がきれいとか、自然の中にいると気持ちがいいといったことは、子供でも感覚的にわかっています。その感覚は現代人だけでなく縄文時代の人も共有しています。しかし、感覚でなく、科学的な事実として、DNAが遺伝子の正体と確定されたのは一九五二年、わずか七十年前のことです。それによって全ての生きものはつながっているとはわかった。技術としてバイオテクノロジーが出てきたのは一九七〇年代ですから、まだ五十年しか経っていない。生命科学が広まり、いろいろなことができるかのように見えているかもしれませんが、それをベースに社会を考えることは全くできていません。

こうした中で、しばしば自然科学系と人文科学系を統合して考えることの重要さが言われます。自然科学は個別の事実だけに言及し、「生命とはなにか、人間とはなにか」といった問題は人文科学でやりましょう」というわけです。しか



中村桂子（なかむら・けいこ）
1936年東京都生まれ。ゲノムを基本に生きものの歴史と関係を読み解く新しい知「生命誌」を創出。早稲田大学教授、大阪大学連携大学院教授を歴任後、JT生命誌研究館館長を経て現職。『生命誌とは何か』（講談社）、『生きている不思議を見つめて』（藤原書店）など著書多数。

し、自然科学者こそ、科学的事実として全ての生きものはつながっているということを中心とし、これからの社会を考える役割に積極的に参加しなければならぬ時代だと思っています。

岩槻 統合という課題も、自然科学の研究者と人文科学の研究者が協働し、総合する体制は組まれるものの、双方の志向を一体化する、統合に向けた設計はなかなか生まれてきません。生物多様性に関する課題も、環境問題対応で、直面する問題としての意識は少しずつ高まってきましたが、生物学の

課題としてなかなか統合的な追求に進みません。

中村 ご専門の多様性についても、「多様性を考えましょう」と感覚的に言うのではなく、多様がなければ生きものはいられないし、もし多様にならなければ生きものは生き残っていないと言わなければいけませんね。

岩槻 多様になったから生きものがある。生物が発生したのは多様になることを覚えたからで、つまり、生きものもともと多様なものだと考えます。生きているとは、どういうことかを知るためには、

生きものの多様性とは何か、その原理を説明することが不可欠です。しかし生物学はまだその多様性の現況さえ把握できないでいます。

全体観を 持てなくなった科学

岩槻 自然科学者こそが積極的に発言すべきだというのは、そのとおりですが、例えば私が生物多様性について書くにしても、全体観を書こうとすると自然科学の現在の知見から離れたことも書かなければならなくなり、自然科学者としては学界では評価されません。

一方で、我が領域ではない論文だと思って書いたものも、世間の人を読んだら呪文のようではわからぬ。自然科学の領域で評価される業績をあげようとすると、呪文のような論文を積み重ねないといけない。そういう状況に現代の自然科学者が困われているのも事実です。

中村 私自身の感覚としては、自然科学者も全体観を持つことができると思います。私が尊敬する物

理学から哲学に入られた大森荘蔵先生は、自然科学が明らかにする世界を「密画的」、日常的な暮らしの中で花を見る世界を「略画的」と表現しました。自然科学の論文は「密画」であっても、科学者の

気持ちは「略画的」であることができるとおっしゃった。私もそれが大切だと思います。

岩槻 むしろ逆かもしれませんね。密画だけを描いていたらマニアックになってしまう。本当は全体観を持つことで初めて密画が描けるはずですが、しかし、現代の研究者は密画としての論文を書くことに忙しすぎて、全体観が持てなくなっています。

中村 それがいまの科学の問題ではないでしょうか。自分の専門だけに籠もって、生命というテーマがわかるはずがない。自然に囲まれた中で生きものの多様性を思う時間が持つこと、自然を考えることが、新しい研究のベースになるはずですが。

岩槻 私もそう思いますが、そういう議論が現職の研究者には理解

してもらえなくなってきた。何がそこまで日本の科学を追い詰めてしまったのでしょうか。

中村 すぐに役立つこと、お金にすることがだけをやりたいと言うようになったからでしょう。日本は科学技術立国と言いつつ、そういうことばかりをやってきたために、本当の科学が消えつつある。新型コロナウイルスがワクチンを作れなかった理由の一つも、そこにあると思います。

岩槻 日本でできなかったことがアメリカではできた。しかも、あまり恵まれていなかったカタリオン・カリコさんのような研究者の成果が生まれました。その意味では、決して基礎科学がダメなわけではなく、いまの日本の基礎科学はグローバルで見ればそれなりに進んでいます。それは慰めになります。ただ、役に立つ科学、もっといえば儲かる科学がもて囃される傾向はご指摘のとおりでしょうね。

中村 現代社会は自然から離れよう、離れようとしています。それは継続性のあるシステムではあ

りません。本当に継続性のあるシステムは生きもののシステムです。これからの社会は、生きもののシステムを活かして続いていくシステムを作っていくはずですが、

共通でありながら多様、 多様でありながら共通

中村 最近では生物多様性がよく取り上げられますが、「多様性があるようにする」といった表現を耳にすることがあります。それはちよつとおかしい。さきほどおっしゃったように、多様性こそが生物の本質です。多様性がなかったら

生きものは続かなかったわけですから。

岩槻 「生物多様性」が社会的な話題になったのは、一九九二年に生物多様性条約ができて以降です。ただし、そこでいう生物多様性は、「種の多様性」「遺伝子の多様性」「生態系の多様性」の三つのレベルで、環境問題に対応する生物多様性に限っています。

しかし、生物の多様性はこの三つの階層で理解されるものだけでなく、形態的な多様性もあれば、細胞の多様性もある。つまり生きものに関するあらゆる形質が多様



岩槻邦男（いわつき・くにお）
1934年兵庫県生まれ。植物の種多様性研究の延長上に「生命系」の概念を提唱。京都大学、東京大学、立教大学、放送大学で研究活動を行った後、兵庫県立人と自然の博物館館長を経て現職。『生命系』（岩波書店）、『ナチュラルヒストリー』（東京大学出版局）など著書多数。

なのです。生物の「多様性」は何かが多様だというのではなく、生きものの自体が多様性を体現しているということに尽きます。

いまの多様性の議論——例えば国家戦略で議論すると、生物多様性における三つのレベルに話に戻ってしまふ。多様性を整理して説明するには便利なのかもしれないが、その議論は、生物多様性によっていかに生活が豊かになるかといった感覚的な方向にいつてしまいがちです。

中村 どうしてここまで多様でない生きものは存在できないのかと思うくらい、生物は多様ですね。もう少しとまってもいいのではと思うくらいです(笑)

しかし、多様といっても全てバラバラであるならつまらない。例えば、人間の三十七兆個の細胞は様々に分化していますが、その細胞全てが親からもらったゲノムが入っているという意味では共通です。DNAを使っているという意味では、バクテリアから人間まで全て共通している。全てが共通であり

ながら、非常に多様である。それが、生きものの世界の面白さだと思います。

岩槻 一九七〇年代に、植物の多様性を解析する大型プロジェクトを企画したところ、審査の過程で「科学は普遍的な共通の原理を求めるもので、多様性は科学の対象にはならない」と言われました。しかし、バラバラであれば科学的な分類はできないわけで、自然の系統があるから分類するのです。生きものを扱う以上、生きものの中の共通性を認識して初めて分類が可能であり、多様性が追跡できるわけですから。

中村 ヒトゲノムを解析するとき、地球にいる八十億人近くの多様なゲノムの中の、誰を解析すればヒトゲノムと言えるのかという議論がありました。結論は、誰のゲノムを解析してもヒトゲノムになるというものです。機械なら規格品があって、それから外れたら使い物になりませんが、生きものに規格品はありません。八十億人は全員違っているけれど、誰を解

析してもヒトゲノムになる。人間には機械のような正常と異常はないわけです。生まれてきたらみんな人間で、差別はありません。

現代社会は機械論で動いていまして、共通と多様、正常と異常を対立させますが、これが連続し、総合的に存在するのが生きものです。そこが生きものの面白さです。
岩槻 ヒトという種のゲノムは誰で解析してもいいですが、DNAによって個人を識別もしますね。ヒトと呼ぶ種の認識と、個人を識別することは異なることこそが、生物の分類の基本です。

殺さなければ生きられない

岩槻 生命の話をしていると、私はついついヒトや動物の命だけでなく、生きているもの全てに話を広げたくありません。近頃の道徳教育で命の大切さを取り上げるとき、動物は生きていから大切にしましょうと言います。では植物の花は切っても構わないのか。人間はエネルギー代謝をしなければ生き

ていけないので、何かを殺さなければ生きていけない。それなのに、(植物まで含めて)生きものを殺すことは全て悪いと説くこと自体がおかしいと思います。命はそういうものではないはずですよ。

中村 家の中にアリがでいても殺さないけれど、ゴキブリや蚊は殺しますね。私たちはなんとなくそんなふうに命を区別して暮らしています。命は大切だから「蚊を叩いちやいけません」となれば、マリアアが広がるでしょう。無闇に命を奪ってはいけません、生きものを殺さなければ私たちは生きられない。この矛盾が生きているということであり、面倒なことですよ。

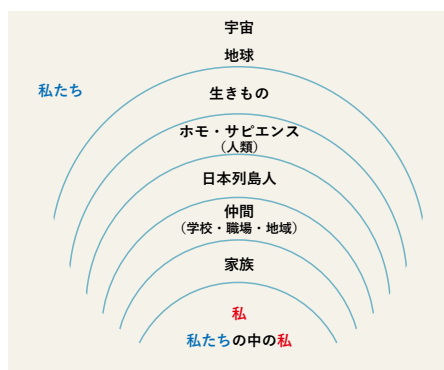
岩槻 生きるとはまさにそういうことです。私が「個体」の生より上の階層の「生命系」の生を意識するように主張するのは、生きものは個体で生を完結していかないことを認識したいからです。

中村 それぞれの生きものが自分を一番大事にするのは当たり前ですから、人間中心になるのは仕方ありませんが、その人間も生態系

の中にいるわけです。ところが最近、人間だけは生態系の外にいると思っている人たちがいます。多様性と言うときも、自分は多様性の世界の外にいると考えて議論している。

SDGs(持続可能な開発目標)をある面評価しますが、「誰も取り残さない」という言葉はあまりに傲慢です。「私も一緒に入って考えましょう」というのが本来の多様性の考え方のはずです。ところが、「多様性を守りましょう」「誰も取り残さないようにしましょう」という上から目線の言葉が多い。本質がわかっていないからだと思います。

岩槻 そこには西欧文明の「人は万物の霊長である」という考え方が反映していると思います。サステイナブル・ユース(持続可能な利用)という言葉は西欧的発想によるものです。日本人が考える「自然と人間との共生」は、人という自分も意識するけれど、自然に生きる生きものたちと一体になって生きようという言い方です。し



中村桂子著『生きている不思議を見つめて』(2021年、藤原書店)より、「私たち」をめぐる概念図。38億年の歴史を有する生きものの一つである人間として生きるという「生命論的世界観」の重要性を指摘している

かし、サステイナブル・ユースには、人という神から選ばれた存在が自然をどう利用するかという意識が垣間見えます。自然を利用するときに、自然がダメにならないように見守ってやりましょうという高慢な見方になっている。だから、サステイナブル・ユースを求めて、サステイナブル・ユースが達成されるはずがない。やはり「自然と人間との共生」を目指したい。日本人は西洋化されたと言われまが、日本人の中でなら、まだまだ「自然との共生」と言うだけでわかりあえるところがあります。

中村 日本人には共生の感覚があり、西洋の人は神様から選ばれた感覚があるというのは、私も感じることもあります。ただ人間は生きものの一つということを基本的に置く「生命誌」は欧米の方にもよく理解されますので、科学はその事実を示す大事な役割を持つと思っています。

岩槻 その一方で、実際の生きものに接するときには命をどう見るかというのは一筋縄ではいきません。昔の田舎では、ハレの日に飼っている鶏を絞めて客に供するのは普通のことでした。私の姪がまだ小学生の頃に、私の父が鶏を絞めるところを見てしまい、それ以来、何十年も経った今も、活き造りの魚や牛肉も食べるのに、トリ肉だけは食べられない。生きものに対するそうした感覚は理屈ではありません。

植物も動物も同じように生きていから殺してはいけない、自然の賜物としてうまく利用しなければいけないと理屈では言いますが、実際に私たちが命に接するときには、ある瞬間、ある断面で出会った命との邂逅が決定的な出来事として意識に残ることがあります。

中村 そこを乗り越えるには、やはり自然科学的な理解と人文的な理解の両方を常に持つしかないと思います。科学だけでものごとを解決するわけではない。だからといって日常的な感覚だけでいいか

社会全体で共有すべき科学的事実

岩槻 生と死の間にセックスを置くのは、人間的な考え方ではないとも言えます。

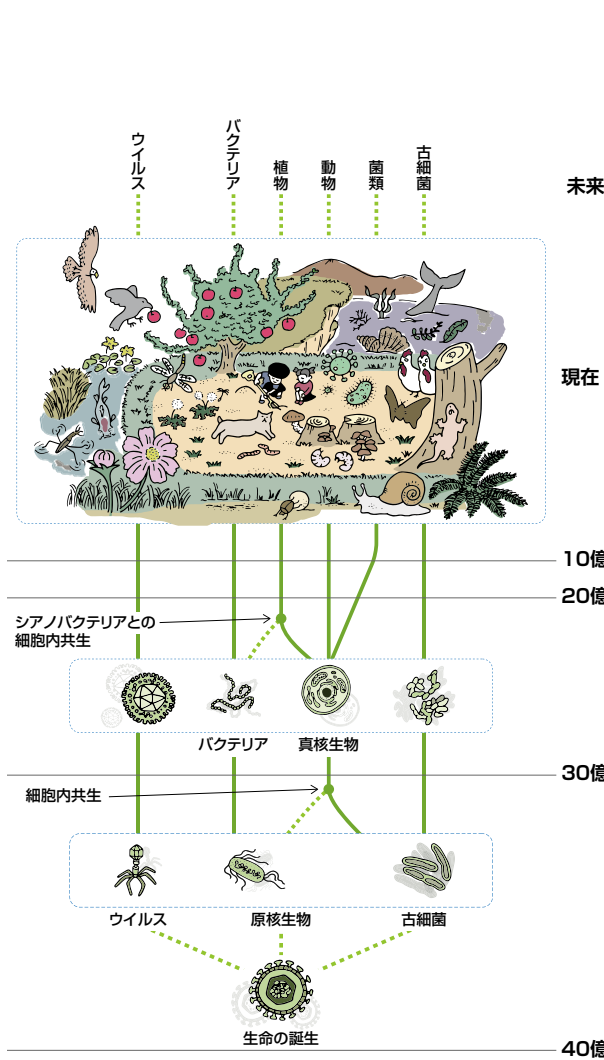
メスは実態としてつながっています。ある意味でメスには死がないとも言えます。

岩槻 生と死の間にセックスを置くのは、人間的な考え方ではないとも言えます。

そして、セックスができてからの生きものの原点はメスですね。体は受精卵からできており、精子はDNAを入れるだけですが、卵子は細胞として続くわけだから、メスは実態としてつながっています。ある意味でメスには死がないとも言えます。

レスから受けている影響の方が大きいかもしれません。知的な影響からいえば、モーツアルトもアリストレスも死んでいません。死は、自分が次の世代に移っていくために抜け殻をどこかへ置いていくだけのことで、あまり重要なことではありません。

中村 死体を抜け殻と言われるとちょっと寂しいですが(笑)、科学的に言えばそういうことになりません。生物が生まれたときには分裂していくわけですから死はなかった。しかし、セックス(性)ができて個体ができるときに、エロス(性)とタナトス(死)が生まれた。



岩槻邦男著『Spherophylon』より、表紙と生物多様性の概念図。本書は、生命発生以来の広大な時空間のなかでの生命活動を「生命系」と名付け、1999年に出版された同名書籍を、20年を経て加筆修正し、英語版で出版された(2023年、BOOKEND)

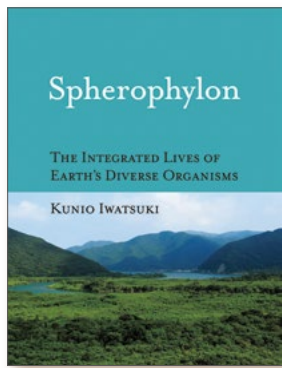
でしようか。もともと二倍体の細胞の始まりは受精の結果ではなく、同等な細胞の合体(同型接合)でした。二倍体の始まりは同型接合です。同等な細胞間から始まり、進化の過程で雌雄の差を生み出した方が有利だからそうやって生きてきた。セックスは後から進化したものです。

中村 なるほど、そうですね。そ

れにしても、死を考えると植物はおもしろいですね。例えば、樹皮は死んでいるのに木自体は生きていますでしょう。

岩槻 樹齢何千年の屋久杉でも茎と根の一番尖端(成長点)は赤ん坊ですからね。赤ん坊と死骸が一体になって生きているわけですね(笑)。

動物は神経があるから生きてい



生命の中の二つのエレメント

岩槻 私は呪文のような論文を書きながら、自分なりに生物多様性をどう理解し、日本的な多様性をどう科学に反映させるべきか、ということを考えてきました。一九九九年に出版した『生命系—生

物多様性の新しい考え』岩波書店(一九九九年)はそのことを書いたものです。今年亡くなったジェームズ・ラブロック(イギリスの未来学者)は、地球を生命体として捉える「ガイア理論」を提案し、生きものも生きていないものもひっくるめて一つの地球生命体だと言いました。それに対して、自然科学でいう命は、DNAで引き継がれている命とそれ以外のものが明確に分けられています。生きものと無機物との間でどんなに頻繁に分子、原子レベルのやり取りがあったとしても、生きているものと生きていないものは違います。

生きものは、三十八億年前にたった一つの型で地球上に出現したものが多様化して、全ての仲間がつながり合う世界を作ってきました。そして、個体や種が生きているのとは違うレベルで、「生物多様性という生」を生きています。それが「生命系」だと書いたわけです。つまり、三十八億年の歴史と地球上の生物圏全体がまとまって一つの生を生きており、そのま

ま生物学の研究対象でもある。それを解析するために、試験管の中で解析することもあれば、フィールドで研究することもある。科学は、そうしたものを含めた全体像を追跡しなければいけない、そういう科学のレベルから生きものの全体像を捉えようとした。「自然と人間との共生」というのはまさに生命系の生を生きることで、ヒトは生命系の中の一つの要素、多細胞体の個体の一つの細胞のようなものです。

中村 そこにゲノムという切り口を入れて「生命誌」を提唱し、大阪の高槻市に「生命誌研究館」を開館したのが一九九三年です。現在の科学が、分析、還元、論理、客観を旗印にしている、生命現象の解明が、生きものや人間のそのものや、命とは何かという問いの答えにつながっていないように感じ、新しい総合的見方が必要と感じました。今起きている多くの問題も個別に局的に、制度や技術で解決しようと思わずに、総合的に理解しなければなりません。

岩槻 日本では入試の勉強はするけれど、科学の勉強はしないところがあって、科学的な理解のレベルが遅れています。自然科学と人文社会科学との融合の欠如が、いまの日本社会に大きな歪みを作っていると思います。

中村 だからこそ、科学的事実として人間はみんなDNAで同じなのだとか、人間は「世界」の外にいるわけではないというように、科学的に明らかになっている事実を共有しながら、一緒に考えていくしかないと思います。

物多様性の新しい考え』岩波書店(一九九九年)はそのことを書いたものです。今年亡くなったジェームズ・ラブロック(イギリスの未来学者)は、地球を生命体として捉える「ガイア理論」を提案し、生きものも生きていないものもひっくるめて一つの地球生命体だと言いました。それに対して、自然科学でいう命は、DNAで引き継がれている命とそれ以外のものが明確に分けられています。生きものと無機物との間でどんなに頻繁に分子、原子レベルのやり取りがあったとしても、生きているものと生きていないものは違います。

生きものは、三十八億年前にたった一つの型で地球上に出現したものが多様化して、全ての仲間がつながり合う世界を作ってきました。そして、個体や種が生きているのとは違うレベルで、「生物多様性という生」を生きています。それが「生命系」だと書いたわけです。つまり、三十八億年の歴史と地球上の生物圏全体がまとまって一つの生を生きており、そのま

ま生物学の研究対象でもある。それを解析するために、試験管の中で解析することもあれば、フィールドで研究することもある。科学は、そうしたものを含めた全体像を追跡しなければいけない、そういう科学のレベルから生きものの全体像を捉えようとした。「自然と人間との共生」というのはまさに生命系の生を生きることで、ヒトは生命系の中の一つの要素、多細胞体の個体の一つの細胞のようなものです。

中村 そこにゲノムという切り口を入れて「生命誌」を提唱し、大阪の高槻市に「生命誌研究館」を開館したのが一九九三年です。現在の科学が、分析、還元、論理、客観を旗印にしている、生命現象の解明が、生きものや人間のそのものや、命とは何かという問いの答えにつながっていないように感じ、新しい総合的見方が必要と感じました。今起きている多くの問題も個別に局的に、制度や技術で解決しようと思わずに、総合的に理解しなければなりません。

生きものは死なない

岩槻 生の対極にあるとされる死について言えば、ヒトは死なないし、あらゆる生きものも死んでいません。ただ、生きものが多細胞体になってから、ある時期になると多細胞体が機械として疲弊するため、子供を作り、使い古した抜け殻を死体として残していくようになった。死体は命の抜け殻であり、命自体はDNAに引き継がれて生き続けます。自分||私から始まる命はありません。自分の命は親から受けた命ですし、その命を子供に伝えていくから、自分がいなくなっても命は生き続けていく。生きものはこのシステムを創って生きてきたわけです。

それだけでなく、ヒトという種の特性とされる文化の面でも、過去の人の影響を受けています。モーツアルトに逢ったことはなくても、モーツアルトと言えは音楽家を思い浮かべるし、いま生きているどここの人よりも、アリストテ

太古の地球が作った生命

掛川 武

地球科学者、東北大学大学院教授

▶かけがわ・たけし 1965年山梨県生まれ。専門は地球科学。生命の起源に関する実験的研究や初期生命探査を行っている。共著に『地球・生命 その起源と進化』（共立出版）など。

生命の起源に関する研究の始まり

地 球は四十六億年前に誕生した。四十六億年前の地球は現在とは比較にならないような過酷な世界であった。当時の地球の

表層の岩石はドロドロに溶け、海すら存在できない世界であった。このような過酷な環境下で生命発生は期待できない。時間が経過し、四十四億年前頃には地球は十分に冷え固まり、海で覆われるようになったとされる。それによって生命を誕生させる環境が整った。地球に残されている最古の岩石は三十八億年前のものである。この岩石には世界最古の生物活動の痕跡も記録されている。すなわち生命の誕生は四十四億年から三十八億年前のある時期ということになる。

この地球で「生命がどのように誕生したのか？」という疑問は永遠の謎であろう。ロシアの生化学者・オパーリン博士が生命の誕生に関する理論を最初に構築した。

この理論は、生命を誕生させるための科学的シナリオである。そのシナリオは一九三六年に出版された『生命の起源』で論じられている。現在行われている生命の起源に関する研究は、オパーリン博士の理論の上に成り立っている。その後、私を含めた多くの科学者は

生命の起源の問題に魅了され、少しでも解決する糸口を見つけようと取り組み続けている。

宇宙におけるアミノ酸の存在

最初の生命を誕生させるためには、まず生命の材料物質を用意することが重要である。生命の材料で最も重要なのがアミノ酸である。近年の小惑星探査機「はやぶさ2」などサンプルリターン計画によって、生命の材料物質に関する関心が大きな注目を集めている。「はやぶさ2」が持ち帰った小惑星リュウグウの岩石からもアミノ酸は見つかっている。一九五七年には、マーチソン隕石と呼ばれる隕石からもアミノ酸が検出されており、宇宙におけるアミノ酸の存在は知られてきている。その後、様々な隕石からもアミノ酸が見つかり、宇宙におけるアミノ酸の普遍的存在が示されてきている。こうした宇宙に普通にあるアミノ酸が隕石という「宅配便」によって地球に運ばれたと、多くの研究者が考え

ている。アミノ酸は簡単に水に溶けるので、隕石中のアミノ酸は、太古の海に溶けこみ、蓄積し生命誕生につながったと思われる（図1）。

その一方でアミノ酸は、地球自身が作り出し、そこから生命が誕生したとする考えも多く存在する。私もその地球で作る派である。主要なアミノ酸は炭素・窒素・酸素・水素からできている。太古の地球の「大気」と「海」は炭素・窒素・酸素・水素の巨大タンクである。この巨大タンクの中にある成分をうまく「合体」させてアミノ酸を作ろうとするのが地球派の主張である。

太古の地球の気象は今以上に過酷であり、落雷現象が頻繁に起こったとされる。アメリカのユリー博士とミラー博士は、この落雷が重要であると考えた。落雷のエネルギーで「大気」と「海」の成分が合体しアミノ酸が生成するところが一九五七年に実験的に示された（「ミラーの実験」と呼ばれている）。

ることを感じていると思われるかもしれませんが、植物も生きています。鋭敏に認識しています。ただし、神経が認識しているわけではない。神経細胞を持たないから他のかたち、他の細胞で認識しているだけのことです。植物は生を感じていないなどとは言わないでほしい。

中村 植物は痛がらないとか。
岩槻 痛がらないのは魚も一緒です。でも、魚も痛がっているだろうという見立てをしてしまう。活き造りは魚が痛がっているから虐待だ、と言うのも擬人的です。ついつい人間の感覚で捉えてしまうわけです。情緒的にはそれでいいのですが、科学ではそれは忘れてほしい。そういうことも、もっとはつきり発信していかなければいけませんね。

「私たち生きもの」から始めよう

中村 現代社会は「私1個」をあまりに強調しすぎてきたと思います。この頃は新型コロナを受けて

「利他」という言葉も流行っています。「自分があつて相手も」ということです。だから、「利他」にはまず「利己」がある。しかし、そもそも生きものが一つでいることはありえません。必ず何かがあります。だから「私」がいるのではなく、「私たち」というものがあつて、その中にたまたま「私」がいるのだというふう考えた方がよいと思います。

「私たち」と言ってすぐに思いつくのは、私たち家族であり、私たち学校の仲間や職場の仲間、そして、私たち日本人、私たち人類ということになっていきます。ここで、私の提案は、まず「私たち生きもの」という感覚を持つことです。命を考える時には、「私たち生きもの」がいて、「私たち生きもの」の中に私たち人類があり、その中に日本人がいてというふうに見えるとおおらかに考えます。

岩槻 ヒトはもっぱら「個」の生を考えますが、自分という「個」だけで生きられる生きものはあり

ません。地球上に生きる生きものはお互いに直接的間接的な関係性を持ち合っており、全部が一体となつて一つの生を生きている。「利他」ではなく、「生命系」の生を生きていることで、生きもの全てを一体として大切にすべきものなのです、自分の細胞なら三十七兆個全てを大切にするように。「人と自然の共生」は、まさにそういうことだと思うし、日本人にはすぐ

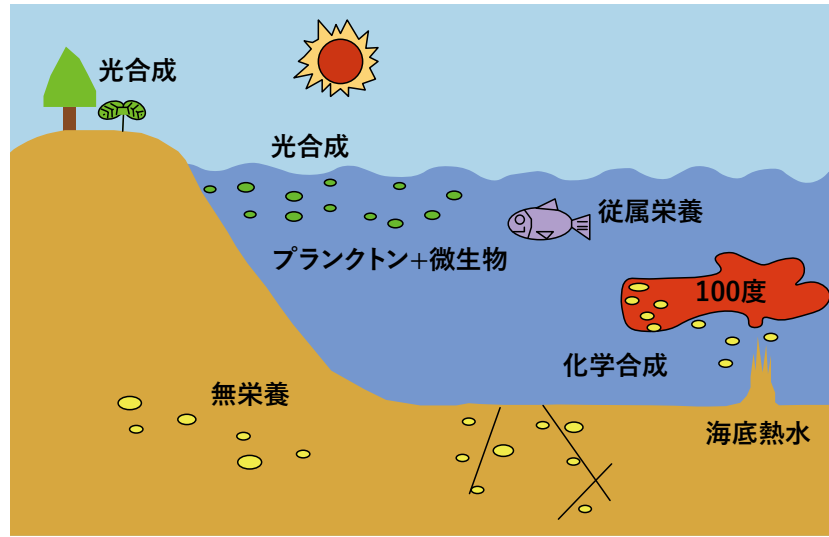
に理解できるはずですが。この理解の仕方を、世界に向けて発信するのも日本の科学者の役割でしょう。

中村 生きものと言えば、必ず私たちが住んでいる地球のことが出てきます。地球が出てくれば必ず宇宙が出てきます。物事を「私たち生きものは」という主語で始めれば、宇宙から自分までが自ずとつながった意識が、日常的に生まれてくるのではないのでしょうか。



小石川植物園（東京大学大学院理学系研究科附属植物園）にて。左手は初代園長の松村任三が学名を付けたソメイヨシノの古木群。岩槻氏も1983年から通算10年間園長を務め、現在も資料研究に通

図2 光合成と化学合成で生きる微生物の違い



緑の楕円が光合成を行う海洋性プランクトンや微生物、黄色の楕円が化学合成を行う微生物

アミノ酸のままでも何も起こらない。すなわちアミノ酸があれば生命は誕生するというわけではないのである。アミノ酸を生命へと進化させるためには、アミノ酸を加工す

る工場が必要である。牛乳からチーズを作るような工場である。多くの研究者は、海底の泥の中や、温泉地域などの地球環境が工場の候補地と考えている(図1)。この

現在の地球環境には極限環境で多くの微生物が息している。極限環境の代表である海底熱水域では百度を超えるような温泉の中で微生物が生きている(図2)。栄養が全くない海底下では岩石の割れ目や地下二メートルくらいの深度に微生物が息する様子が日本人研究者によって見出された。特に陸地の内部や海底下に生きる微生物を地下微生物と呼ぶ。それらの微生物の遺伝子を解析すると、

極限環境で生きる微生物

工場ではアミノ酸同士を組み合わせてタンパク質が作られたであろう。別工場では生命の容器(細胞膜)が準備されたであろう。そこにタンパク質や他の成分を閉じ込める、この容器の中と外で物質のやり取りをできるようにすると、自立した存在になり生命の起源が完結する。こうした一連の生命発生過程が三十八億年前までに完結していた。その証拠がグリーンランドの石の中に残されている。

原始的生物と思われるような遺伝子を持っている場合が多い。地球の表層部分では光合成生物が他の生物の活動を支えている。人間は光合成で生じたコメや麦などの植物を食べて生きている(図2)。こうした生物は従属栄養生物と呼ばれる。光合成や従属栄養の生物はある程度進化した生物と考えられている。その一方で海底熱水活動域や海底で生きる微生物は光合成でも従属栄養でもない、化学合成という生き方をしていいる。海底熱水や海底下岩石内部では水中の成分が化学反応を起こす。化学反応時にエネルギーが生じて、そのエネルギーを使いながら(食べながら)化学合成の微生物は生きている。極限環境で生きる微生物たちは化学反応さえあれば勝手に「生まれる」ことができる。おそらく生命が誕生した時は食べるものもなく、地球自身が極限環境であったことが予想される。そうした観点から極限環境で生きる微生物には生命の起源のヒントがあるのかもしれない。

太古の地球は生命が誕生しやすい惑星

現在の地球の海底では、いたるところで温泉が湧き出している。この現象は海底熱水活動と呼ばれる。太古の地球の海底でも温泉は湧き出していた。ただ太古の海底温泉の組成など現在とは異なっていたとされる。この現在とは異なる太古の海底温泉周辺で最初のアミノ酸ができ、生命も誕生したとする説が根強く人気がある(図1)。

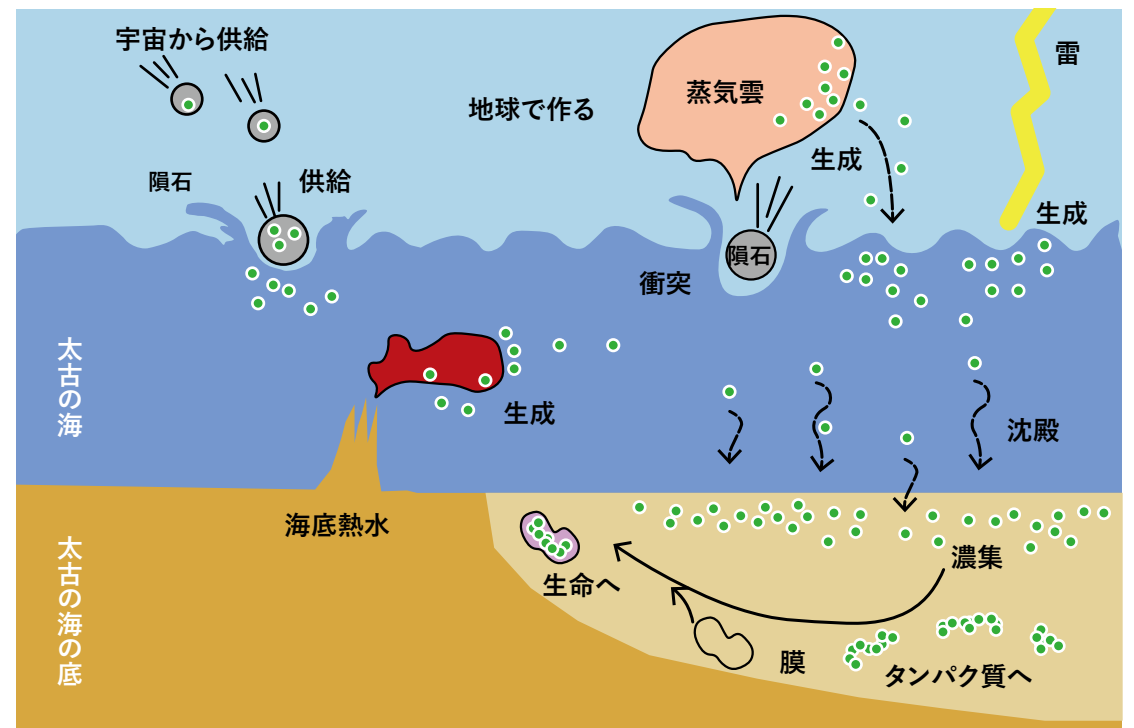
それらに加え太古の地球では隕石の落下が頻りに起こったとされる。太古の地球は今の地球よりも海の面積が広がった。そのためにほとんどの隕石は陸よりも海に衝突することになる(図1)。隕石が海に衝突すると、衝突で膨大なエネルギーが生じる。そのため海水の一部は蒸発し、蒸気雲を作る。この蒸気雲内部は、巨大圧力鍋のような状態になる。この圧力鍋の中で「大気」と「海」の成分が反応し合う。その「大気」と「海」

アミノ酸を生命へと進化させる工場

太古の海の中にアミノ酸が溜まっていたとしても、それだけでは何も起こらず生命も誕生できない。例えば、栄養ドリンクの中には多量のアミノ酸が溶かされている。このアミノ酸は、ほっておいても

の成分が「合体」してアミノ酸を作ることを東北大学のグループは予想した。実際に蒸気雲を再現した実験を行うとアミノ酸ははじめ様々な有機分子が生成されることが明らかになった。アミノ酸を作り出す上で、いずれのケースが重要であったかは科学者の間で意見が分かれるが、全てが複合的に起こったと考えるのが妥当である。これらのことは太古の地球では、ありとあらゆる場所でアミノ酸を作り出すポテンシャルがあったことを意味する。逆に「大気」と「海」という巨大タンクを有した太古の地球は生命が誕生しやすい惑星であったと言える。

図1 生命の誕生のきっかけを作った太古の地球のアミノ酸の起源とその後の進化



図中の黄緑色の丸がアミノ酸のイメージ

ウイルスとは何者か？

二〇二二年七月の『サイエンス』誌に掲載された二つの論文によると、中国・武漢市の「華南海鮮卸売市場」で販売されていた動物から、新型コロナウイルスが初めて人へと感染したのは二〇一九年十一月頃とのことである。新型コロナウイルスが人類へ感染するようになってから、わずか三年しか経っていないことにはどこか驚きもあるが、この三年の間に世界はすっかり変わってしまった。毎日のニュース等で、ウイルスという言葉を聞かない日はないような暮らしが続き、ウイルスもずいぶん和我々の身近な存在になった。しかし、それは一体何者なのか？と問われれば、それに満足がいくような回答をすることは、実は結構難しい。

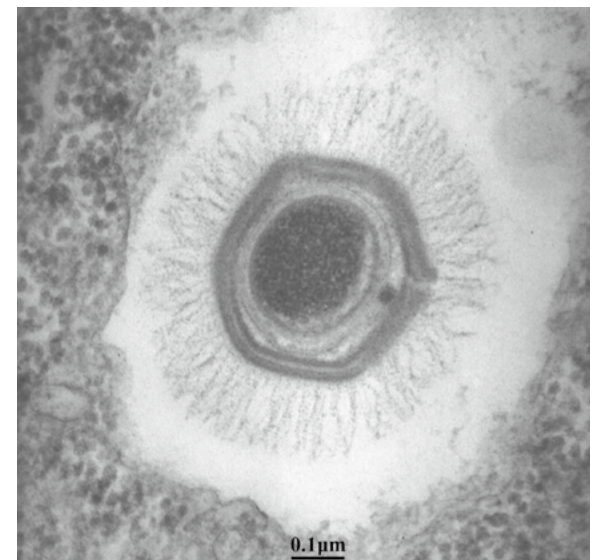
生物学では、細胞を持つ存在が生物と教えられており、この伝統的な定義に従うと、ウイルスは非

Essay・2 巨大ウイルスから考える「生命」

中屋敷 均

植物病理学者、神戸大学教授

▶なかやしき・ひとし 1964年、福岡県生まれ。専門は、植物や糸状菌を材料にした染色体外因子(ウイルスやトランスポゾン)の研究。著書に『ウイルスは生きている』(講談社現代新書)など。



ミミウイルスの電子顕微鏡像
画像提供：International Committee on Taxonomy of Viruses

生物ということになる。しかし、ウイルスは細菌等と同じように私たちの病気の原因となり、伝染して拡がり、また時に変異を起こして進化していく。その生態系における振る舞いは、まさに生物のそれであり、古くからそんなウイルスが生物か、非生物なのかという問題は、論争の的となってきた。特に二〇〇〇年頃より相次いで報告された、それまでのウイルスの

生物並みのゲノムを持つウイルス

最初に見つかった巨大ウイルスは、ミミウイルスである。この奇妙な名前は、「真似る」、また生物学では「擬態」を意味する英語「mimic」からきている。この

とができなかった。つまり、ミミウイルスはかつてのウイルスの定義から逸脱するほど巨大だったのである。

ミミウイルスは、その大きさだけでなく、持っている遺伝子においても規格外であった。通常のウイルスの場合、タンパク質をコードする遺伝子の数は多くても十個程度というのが、大方のイメージである。RNA(リボ核酸)ウイルスとして最大のゲノムを持つコロナウイルスでさえ、持っている遺伝子は十数個である。一方、ミミウイルスは、保有する遺伝子の数が九七九個とされており、まさに桁違いの多さであった。さらに二〇一三年に発見された巨大ウイルスの一種パンドラウイルスでは、保有遺伝子数は二五〇〇個を超え、ゲノムサイズも約二五〇万塩基と報告された。遺伝子数が二五〇〇個、ゲノムサイズが二五〇万塩基というのは、平均的な古細菌と同程度であり、それは「生物並み」としか言いようのないゲノムの姿だったのである。

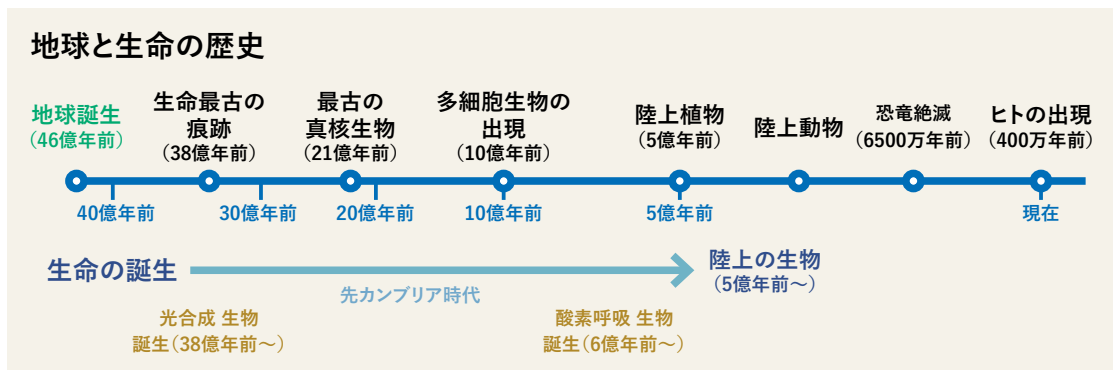
生命を「存在のあり様」で捉える

こういった巨大ウイルスの存在を一体、どう考えたらよいのだろうか。これまでウイルスは、細胞を持たないから生物ではなく、増殖する分子機械のようなものだと見做されることが多かった。単に増殖するだけの分子機械であれば、ゲノム核酸も小さい方が単位時間当たりの増殖数が大きくなって有利だ。だからウイルスのゲノムは小さく、より小さい方へと進化する、そのように考えられてきた。しかし、巨大ウイルスを見てみれば、ウイルスはそんな単純な原理で出来ている分子機械ではなく、生物である細菌と同じ程度のゲノムを持つようになるまで複雑化し、進化できる存在だったのである。

私は「生命」を考える上で最も大切な視点は、「現在の姿かたち」ではなく、この世界における、その「存在のあり様」であると思っている。地球が誕生して四十六億年、生命が誕生してから約四十億

年と言われているが、その歴史を俯瞰できる存在がいるとしたら、「生命」のイメージは、いつの時点でそれを見るかによって印象が大きく異なることだろう。四十億年前であれば、粘土の上で何かの分子が増えているだけ。もしかしたらそんな状態だったのかも知れない。三十五億年前なら、顕微鏡でないと見えない小さな生き物が海の底で百年に一度細胞分裂を行っていた、たとえばそんな景色だったかも知れない。その時点で定義すれば、生命とは一つの細胞からなるものとされただろう。十億年前になれば、多細胞生物が出現し始めるが、もしその時生命を定義すれば、生命とは海の中にもいるものということになっていたかも知れない。生物が陸上上がり始めたのは、わずか五億年前のことなのだ。

しかし、言うまでもなく、そんな生命の定義は適切なものではない。それらは生命の変わりゆく姿の一断片を捉えたものに過ぎないからだ。生命の本質は環境に適応



寿命は何が決めている？

小林武彦

生物学者、東京大学定量生命科学研究所教授

▶こばやし・たけひこ 1963年生まれ。神奈川県出身。専門は、生命の連続性を支えるゲノムの再生(若返り)機構を解き明かす研究。著書に『生物はなぜ死ぬのか』(講談社現代新書)など。

した変化を次々と生み出し、その姿かたちを変えながらも、自己の持つシステムを、強靱さを持って、継続させていくことにある。時には複雑化し、またある時は退行的に単純化し、姿かたちは変わっていく、変幻自在、融通無碍の存在である。そのような存在はこの自然界にあって、本当に特異としか言えない。現在我々が見ている地球の生物達も、恐らく十億年後にはまた違った生物ばかりになっていよう。しかし、その姿は変わっても、生命の「あり様」は、決して変わらない。

進化をもたらす情報の「保存」と「変革」

この生命に特異的な「あり様」は、過去の蓄積をきちんと記憶する「情報の保存」とそれを改変していく「情報の変革」、このベクトルの異なる二つの性質を併せ持つことで成立している。情報を保存する仕組みを持つことで、過去からの有用情報の積み上げが可能と

なり、そこに変異を加える機構が加わることで、より発展した情報への変革、すなわち進化が可能となるのである。この特徴的な性質を成立させている、物理的な基盤は主にDNAやRNAなどの核酸であり、またその保存と変革のサイクルの駆動、すなわち継続的な複製を可能としているのは、広い意味での「環境」である。

生命が物質から進化してきたとする化学進化説をとるなら、初期の「複製」は地球上のどこか特殊な環境下で起こったはずである。すなわち複製に必要な基質やエネルギーがすべて外部から提供されるような環境である。そして、それは細胞構造が先にできていたとしても、その初期における状況は似たようなものであつたらう。生命は、そういった外部環境に複製を著しく依存した状況から、少しずつ少しずつ、その進化のサイクルを回し、途方もない時間をかけて種々の代謝系を獲得し、細胞の中で複製に必要なエネルギーや基

質を作り出せるようになっていったのである。ある意味、それは複製できる「環境」を細胞の中に構築していった歴史であり、そのことで地球上のより多様な環境下で生きていける存在へと変わっていったのである。

融通無碍の存在

ウイルスの世界における「あり様」は、実は生物のそれと何も変わらない。現在のウイルスにとつて複製を可能とする「環境」が、宿主生物の細胞の中という、やや限定されたものというだけのことである。「真正正銘の生物」の中にもウイルスと同じように宿主の細胞の中でしか複製ができないものは決して珍しくなく、その意味ではウイルスだけを仲間外れにする理由は特にない。

様々な巨大ウイルスの発見が示すものは、ウイルスがそういった「環境」を利用して、生物と比肩できる複雑さを持つようになるまで

百年で二倍に伸びた平均寿命

人類は二〇二二年十一月に八十億人に達し、霊長類の間ではもちろん哺乳類でも最も繁栄している種である。ここ二年あまりは新型コロナウイルスに苦しめられてはいるが、最近百年間に多くの大型哺乳動物が大幅にその個体数を減らし、ニホンオオカミなど絶滅した種も多数ある中で、依然個体数を増やしており異例の大躍進中である。

数だけでなく寿命も延びている。日本人を例にあげると、百年前、つまり大正時代の平均寿命はなんと四十歳代であつた。それが今では八十年代半ばまで延び、百年間で平均寿命がなんと二倍近くになっている。もちろん、これはあくまでも「平均」であつて、それぞれの人の寿命が二倍になったわけではない。

平均寿命が延びた最大の理由は、

乳幼児や若年層の死亡率の低下である。栄養状態と公衆衛生の改善により感染症などによる死亡者が減少したことが大きいといえる。現在では多くの人が成人を迎え平均寿命あたりまで生きられるようになった。加えて元気な高齢者も増え、五十年前には百歳以上の人は一五〇人程度だったのに対し、今では十万人に届こうとしている。

寿命の壁

平均寿命が延び、元気な高齢者が増える中で、不思議なことに最大寿命はほぼ延びていない。ギネス認定の人類最長寿者は、フランス人女性のジャンヌ・カルマンさんで、一九九七年に百二十二歳で亡くなられた。二位は福岡県の田中力子(カネ)さんで、百十九歳百七日。田中さんは四年にわたつて世界最長寿者だった。つまり人類の最長寿者だったわけである。残念なこと二〇二二年四月に亡

進化できる「あり様」を持つていたということである。その姿は、我々の遠い祖先が外部環境にすべてを委ねて複製を始めた頃の姿と一体なにが違うのだろうか。たとえば、この先数十億年の間に、現在のウイルスの子孫たちが細胞を持つようになることは、本当にあり得ないのだろうか？ リボソームを獲得することは起こらないのだろうか？ そんな想像の羽を広げるのは楽しいことである。

「ウイルスとは何者か？」という問いは、実は「生物とは何者か？」という問いと同じものである。生物の姿が時間と共に変わってきたように、ウイルスの姿もまた時間と共に変わっていく。それはその中心に、情報の保存とその変革を可能とする物理的な装置が備わっているからであり、それが駆動し次々と姿が変わっていくものは、「存在のあり様」でしか定義できない。そう、彼らもまたこの世界において融通無碍の存在なのである。

くなられた。田中力子さんに代表されるように、日本は世界一の長寿国である。不思議なのは日本だけでなくも百歳以上の高齢者が毎年数千人規模で増えているにもかかわらず、ジャンヌ・カルマンさんの百二十二歳の記録は二十五年間も破られていない。

さらに興味深い事実がある。平均寿命は毎年延びているが、実は最大寿命はほとんど変わっていない。例えば、百十五歳を超えた人は記録が残っている限り、これまでたったの六十数名。言い換えれば、若くして亡くなる人は激減したが、平均寿命あたりでほとんどの人が亡くなっているのである。

人口動態を予測する統計学的な研究でも、人類の最大寿命は百十五〜百二十歳で、それ以上生きるのはほぼ不可能との結果が出てくる。実際に百二十歳を超えた人類は、先ほどのジャンヌ・カルマンさんたった一人で、このあたりに「寿命の壁(限界)」、つまりこ

れ以上生きられないような仕組みがあるとしたか考えられない。

では、この「寿命の壁」の正体はいったい何だろうか？これだけ医療などが発展してもある年齢以上には生きられないようにしているものは何だろうか？この原因が分かれば、もしかすればリミッターの解除が可能となり、不死も夢ではなくなるのかもしれない。

体の大きさと寿命の関係

「寿命の壁」に関連して、以前から言われていることがある。哺乳類を寿命の短い種から長い種に順番に並べてみると、あることに気づく。それは体の大きさである。一般的に体が大きい種ほど寿命が長い。体が大きいと成長に時間がかかるので、その分長生きになり、また親による保護期間も長くなるので、その分も長くなる。体の大きさが寿命の限界というところである。ただこれは長生きになれたからその分、体が大きくなったのか、大きくなったから長生きになった

のか、どちらが原因でどちらが結果かよくわからない。鶏が先か卵が先かと同じ話である。

しかも、例外がいくつもある。極端な例はハダカデバネズミである。一般的なハツカネズミなどの小型のネズミは、体が小さく寿命も二〜三年と哺乳類では最短グループに入る。体の大きなネズミの仲間、たとえばビーバーやカピバラは十年以上生きる。ここまではいいのだが、ハツカネズミと同じくらいの大きさのハダカデバネズミには、なんと三十年近く生きる個体もある。

ハダカデバネズミの長生きの理由は、その暮らしぶりにあるようだ。ハダカデバネズミはアフリカのサバンナにアリの巣のような穴を掘って百頭ほどの集団で暮らしている。アリのように一匹の女王ネズミだけが出産し、その他の個体は分業してそれぞれの役割をこなす。穴蔵生活に適応しており、低体温、低代謝、低酸素でも生きられ、がんにもならず、その結果ハツカネズミの十倍も長生きにな

ったようだ。もう一つの例外はヒトである。私たちの仲間、霊長類のゴリラやオランウータンは、ヒトより体が大きい、寿命は三〜四十年なので、ヒトは他の大型霊長類の二倍以上生きることになる。

ゲノムの壊れやすさが寿命を決定？

「寿命の壁」を決めている体の大きさ以外の原因として、最近の研究（『ネイチャー』二〇二二年）で分かったことがある。それは「変異率」である。変異率とは簡単に言えば、ゲノム（遺伝情報）が一年間でどのくらい変化したかであり、さらに簡単に言えば、遺伝子がどのくらい壊れたかである。ゲノムとはDNAという物質に書き込まれた遺伝情報のことで、GATCという塩基がつながったヒモ状の分子である。ヒトの場合だと三十億個あり、長さにすると一つの細胞に含まれるDNAは約二メートルにもなる。これが細胞の一つ一つの「核」と呼ばれる直径十

マイクロメートル（百分の一ミリメートル）の中にぎゅっと折り畳まれて入っている。このゲノムは、細胞が分裂する前に複製（コピー）されて二倍になり、それぞれが分裂した新しい二つの細胞に分配される。このコピー時にある程度の「ミス」が必ず起こる。コピーミスは、例えばGがTになったり、DNAが切れて一部失われたり、こ



お昼寝中のハダカデバネズミ（上野動物園） 筆者撮影

つたりする。このようなミスが、一年間で何個起こるかが変異率である。

生物学者の見果てぬ夢

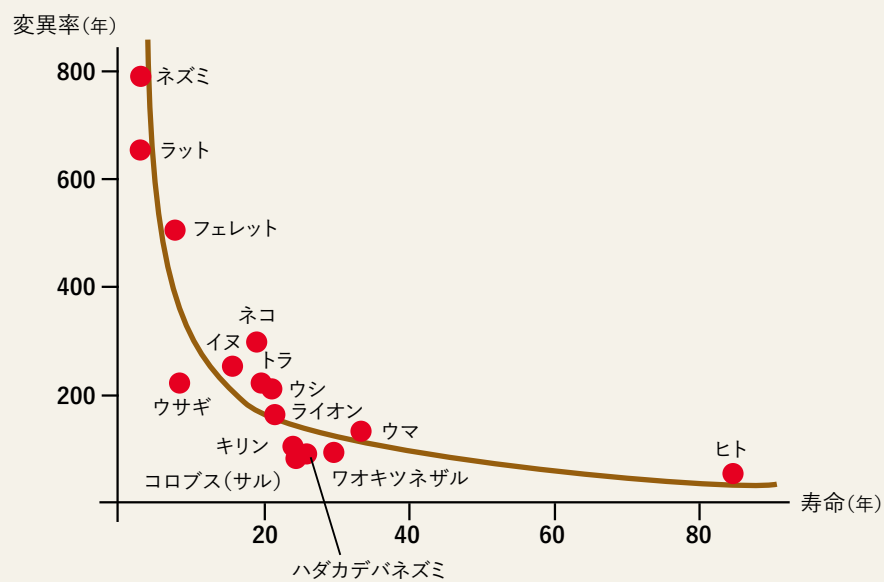
興味深いことに、この変異率の高さが寿命の長さとの綺麗な逆の関係になっている。寿命が二〜三年のハツカネズミが年に約八百個のエラーであるのに対して、寿命三十年のハダカデバネズミは約百個。ヒトは年約八十個のエラーで、哺乳動物中最高レベルの正確さで、寿命も長い。つまりゲノムが壊れやすい生き物は短命で、壊れにくいのが長生きということになり、ゲノムの壊れやすさが寿命を決めているようにみえる。

この「ゲノムの壊れやすさが寿命を決定しているかもしれない仮説」を証明するためには、ハツカネズミのゲノムを壊れにくくして、寿命が伸びるかどうかが調べればよ

い。方法としては、例えばハダカデバネズミのゲノムを壊れにくくするDNAの修復遺伝子をハツカネズミに入れてやれば、うまくいくかもしれない。ただ私たちの知りたいのは、ヒトの寿命を延ばせるのか、「寿命の壁」を打ち破ることができるかである。これは簡単ではないが、理論的には可能である。ただ、すでにヒトのゲノムの壊れにくさは最高レベルにあり、これ以上の改良ができるかという、難しいようだ。すでにヒトは長い進化の過程で、長寿に最適化された仕組みを持っている。

天文学者は、宇宙の果てが知りたいと思っている。これも簡単でないが、人類の「夢」として研究に励んでいる。生物学者も、不老不死とまではいかないまでも、「寿命の壁」を突破する研究を人類の「夢」として行っても多分許されるのだと、私は思う。

図 DNAが変化しやすい(壊れやすい)生き物は寿命が短い



出典：『Nature』vol. 604、2022年（pp. 517-24）より改変

人間社会を支える 生物多様性

地 球は、われわれが知り得る限り、太陽系で唯一生命が繁栄する惑星である。その表面には青く美しい海と緑あふれる大地が広がり、そこに様々な生物種が生命活動を営んで生物圏（バイオスフェア）を形成している。

地球上の生態系は一概ではなく、様々な生態系が存在し、それぞれの生態系の中でエネルギー流動と物質循環が行われる。それと同時に、生態系の間でも物質やエネルギーのフローが存在し、地球全体で巨大な生態系システムとして連動している。加えて、それぞれの地域の生態系がもつ機能が統合されることにより、大気組成や密度、温度、湿度など、生命が息する上での必須環境である生物圏が安定して維持されている。

それぞれの生態系を構成し、その機能を維持しているのは多様な生物種である。生態系における生物種の数の大小を種多様性という。

で言い表すことは難しいが、それぞれの階層性が重要な意味をなし、複雑でありながら、実に機能的な生物システムが生物多様性なのである。

地球上に存在する種は、種名が付けられているものだけでも一八〇万種を超えるとされ、未発見の種を含めるとその総数は一千万種とも一億種とも言われている。これだけの膨大な数の種によって多様な遺伝子プールが維持されると同時に、多様な生態系が全地球上に展開され、地球レベルでの生命活動および物質循環が安定して行われているのである。

そんな生物多様性には、菌類や細菌類、ウイルスなど様々な病原体微生物も含まれる。人間側の都合から考えれば、病原体は厄介な存在にしか映らないが、彼らもまた生物多様性の一員として、太古の時代より、野生生物集団の中で進化を繰り返しており、重要な生態系機能を担ってきたと考えられる。

すなわち、病原体は、自然界に

Essay・4 生物多様性はなぜ大切なのか？

五箇公一
生態学者、国立環境研究所

▶ごか・こういち 1965年、神奈川県生まれ。専門は、保全生態学、農業科学、ダニ学。メディアを通じて環境科学の普及に努める。著書に『これからの時代を生き抜く生物学入門』（辰巳出版）など。

生態系において生物種の数が大きくなる、すなわち種多様性が高くなればなるほど、その食物網ネットワークは複雑になり、エネルギー

ーや物質のフロー・ルートが多岐にわたるので、環境変動や人為攪乱によって生物種の一部が減少した場合でも、系全体の機能は大きく損なわれずに維持され、やがて元の状態に復帰するという具合に系の柔軟性と抵抗力が高まると考えられる。

さらに、各種の生物種集団によって集団内に様々な遺伝子型の個体が存在するほうが、環境変動に対して多様な反応を示すことができるので、集団の生存確率は高まる。これを遺伝子の多様性という。そして、先にも述べた通り、大気中の二酸化炭素を吸収して酸素を供給する森林生態系や水を浄化する湿地生態系など生態系にもバリエーションが存在することに よって、様々な生態系機能が融合され、地域あるいは地球全体の環境安定性が維持されている。これを生態系の多様性という。

さらに大きなレベルでの多様性として景観の多様性がある。地域ごとに地形や気候といった環境要素と、そこに棲む生物たちが作り

過去一千万年間にわたる絶滅の平均速度を十倍〜百倍も上回ることで、報告されている。つまり現代は大絶滅の時代に入っていると、研究者たちは警鐘を鳴らしている。

生物多様性の劣化は、近年問題視される新興感染症リスクにも結びついている。森林伐採や土地改変など生物多様性に対する人為的侵食は、病原体の宿主生物と人間活動圏の接近を意味し、病原体の人間社会へのスピルオーバー（異種間伝播）をもたらすと考えられる。実際に、一九七〇年代以降、エイズ（後天性免疫不全症候群）や、

出す固有の生態系との組み合わせによって独特の景観が構成され、地球上には様々な景観が存在する。景観の多様性は、生物の生息地の多様性を反映するものであり、生物多様性を実感する上での重要な指標となるが、何より、人間にとって、景観の多様性は、精神的なサービスを与えてくれる。新緑や紅葉、清流や青い海など、美しい風景は我々に感動を与え、文化的なインスピレーションを与える。

どこへ行っても全部同じ景観だったら、どれほど退屈で、つまらない世界になるだろう。そのような世界では、今のような、様々な文化や芸術も生まれることはなかったであろう。生物の多様性は、究極的には人間の情緒にも関わる、重要な環境要素と言える。

病原体微生物もまた 生物多様性

このように、遺伝子から種、生態系、さらには景観にいたるまで様々な階層で生物が織りなす多様な世界を生物多様性という。一言

エボラ出血熱、新型インフルエンザなど、致死性の高いウイルス性新興感染症が世界各地で突発し、人間社会を脅かしているが、これら新興感染症に関する病原体の多くは、もともと野生動物の世界に存在していたとされる。人間が彼

生物多様性の危機と 新興感染症

において、特定の生物種の集団サイズが超過し、生態系のバランスを崩すような事態が生じた時に、そうした生物集団に対して寄生もしくは感染を広げること、集団中の抵抗力や免疫の弱い個体を淘汰し、集団サイズを調整するという内なる天敵としての機能を示すと考えられる。

近年、人間活動の肥大化に伴い、野生生物の絶滅が急速に進行して、生物多様性が劣化していることが、重要な地球環境問題の一つとなっている。生物多様性の危機的状況をうけて組織された政府間組織「生物多様性及び生態系サービスに関する政府間科学政策プラットフォーム（IPBES）」が、二〇一九年五月に発表した最新のレポートによれば、地球上の陸域の七十五パーセントは人間の手によって改変されていること、現時点で百万種の動植物が絶滅の危機に瀕していること、この絶滅速度は、

図1 生物多様性の階層性

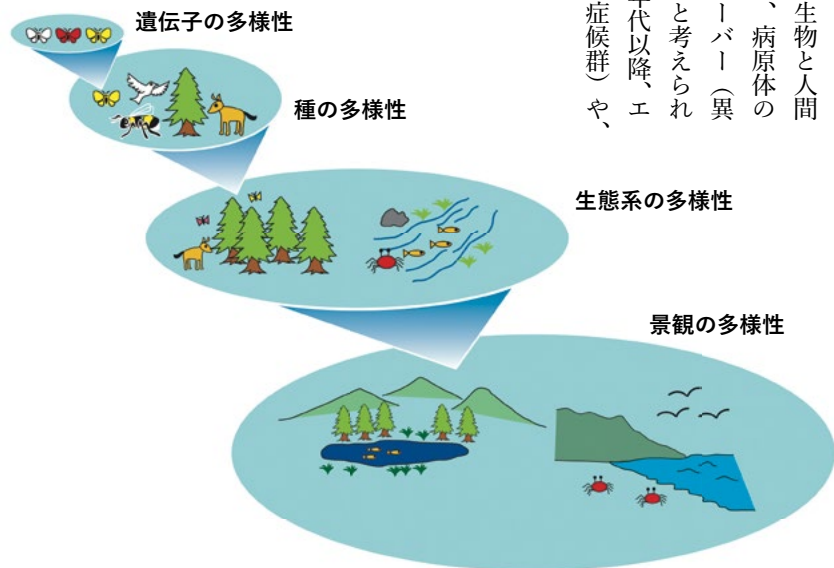
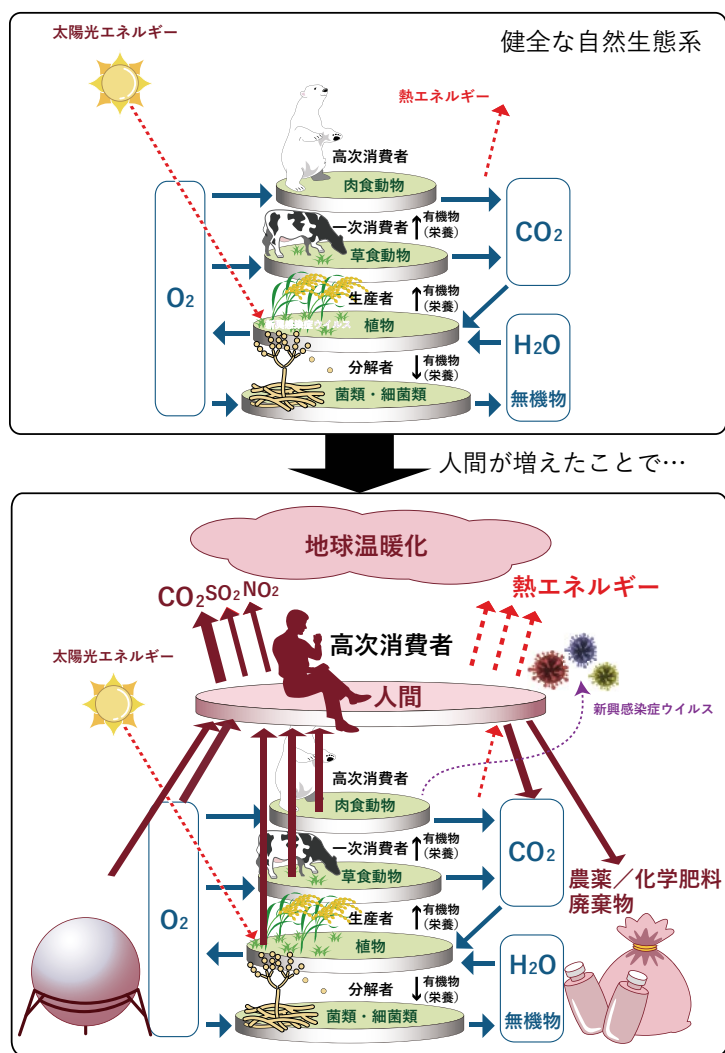


図2 生態系ピラミッドの崩壊と新興感染症ウイルス



自然生態系では、各生物種が利用・消費できる資源量に応じて、そのバイオマス（生物量）が制限されており、ピラミッド構造が形成されることで安定した循環システムが維持される [上図]。しかし、人間は化石燃料を利用してエネルギー補填および生活物資の生産を行い、巨大なバイオマスとして生態系の頂点に君臨することで生態系のバランスを崩し、様々な地球環境問題を引き起こしている。その結果、密度超過となっている人間集団に対して天敵として新興感染症ウイルスが進化してくることとなる [下図]

出典：国立環境研究所地球環境研究センター『ココが知りたい地球温暖化』（成山堂書店、2009年）より改変

支える自然資源（水・空気・食料）が、自然環境の悪化とともに、次第に供給が絶たれようとしている。これまでの資源消費型グローバル社会の歩みを止めて、他の生物種たちとの折り合いをつけながら生きる自然共生社会へと人間社会が舵を切らない限り、我々人類はいずれウイルスやそれ以外の自然からの災害によって、大きな社会崩壊を招くことになることを我々はそろそろ知る必要がある。

ほどの大きなダメージを与えているが、生物はそれでも、この劣悪な環境にも適応し、再び生態系のバランスを取り戻していくように進化を続けると考えられる。そのプロセスにおいて、生物学的にもつと脆弱な我々人間のほうが壊

滅的な事態を迎える可能性が高い。二足歩行する裸のサルである我々人間は、文明や文化を手にして、自らの生息環境を作り変え、自然界から分離した生息域を確保することで生きながらえてきた。つまり、生物学的な進化を経ずし

て、地球上の様々な環境の中に自らの「王国」を築いてきたのである。それゆえに、人間とは、文明や文化を喪失すれば、簡単に自然淘汰を受けて滅んでしまう恐れが高い、極めてもろい存在でもある。そして、いま、その文明や文化を

地球レベルの生態系システムという大きな視点に立てば、この新型コロナウイルスのパンデミックも、起こるべくして起こった自然現象と捉えることができる。本来の自然生態系では、外界から供給されるエネルギーは太陽光エネルギーのみ

新興感染症と地球環境問題

新興感染症と地球環境問題。地球レベルの生態系システムという大きな視点に立てば、この新型コロナウイルスのパンデミックも、起こるべくして起こった自然現象と捉えることができる。本来の自然生態系では、外界から供給されるエネルギーは太陽光エネルギーのみ

らの住処である生物多様性および自然生態系を攪乱したことで、彼らを人間社会に招くことになった。二〇一九年末以降、全人類に深刻な影響を与え続けている新型コロナウイルスも、野生動物由来であると推定されている。新型コロナウイルスの直接の宿主は、二〇二三年一月現在まだ特定されていないが、これまでのゲノム解析の結果から前駆体と考えられるウイルス群がアジア地域のコウモリやセンザンコウなどの野生動物から発見されており、おそらくこの地域の野生動物集団のなかでコロナウイルスが循環と進化を繰り返していると考えられる。

で、植物の光合成から始まり、動物相の食う—食われる関係（食物網）で栄養流動と生命活動エネルギー生産が行われ、全ての動植物は死ねば屍と化して、微生物相によって無機物へと分解され、再び植物の光合成の原料となる、という完全循環型のシステムが維持されてきた。

そこに人間が登場したことで、生態系のバランスと持続性は崩れた。人間は、今や八十億にも迫る巨大な人口で生態系の頂点に立ち、自然生態系からあらゆる資源を搾取しながら、石油などの化石燃料に依存したエネルギー生産および物質生産を繰り返している。その結果、大量に廃棄されるプラスチックなどの化学物質は、自然環境には消費・分解する機能が追いつかないため、環境汚染の引き金となり、大量に排出される温室効果ガスもはや自然の森では吸収しきれず、地球温暖化に結びついている。生物多様性の劣化、廃棄物汚染および地球温暖化という重大な地球環境問題は三位一体で

生物多様性と人間の未来

新型コロナウイルスのような新興感染症に限らず、いま人間社会

あり、その根源は人間によるエネルギーおよび資源の大量消費、そしてその結果としての大量廃棄にある。生態系に大きな負荷を与えるほどまでに過剰に肥大化した動物集団に対しては、生態系のレジリエンス（回復に向かわせる）機能が働き、天敵が進化してくる。環境負荷をもたらしている我々人間にとっての現代の天敵がまさに新興感染症ウイルス群である。比喩的な表現にはなるが、病原性ウイルスたちから見れば膨大なエネルギーを蓄えている人間と社会は格好の獲物であり、感染しない手はない。新興感染症が人間社会を襲ってくる現象は起こるべくして起こる自然の摂理であり、新型コロナウイルスの出現も人為による環境破壊絶頂時代の申し子と言っている。

は地球環境変動に伴う、様々な自然災害の脅威にさらされている。二〇二二年も、日本各地で記録的豪雨により深刻な洪水・土砂災害を被ったが、こうした異常気象による水害は、ここ数年、連続して発生しており、こうした気候の異変は日本に限らず、全世界で生じている。

生態系の劣化により希少種の絶滅が危惧される一方で、害虫や害獣など、人間社会にとって不都合な生物種はその数を増やし続けている。異常気象によって大量発生したサバクワタリバッタがアフリカから西アジアにかけて移動しながら、農作物に甚大な被害を与えたニュースも記憶に新しい。四十億年にもわたって持続してきた生物多様性およびそれが構築する生態系システムは、人間が考えるほどヤワな存在ではない。全球凍結や大隕石の衝突など数限りない歴史的な大異変をかいくぐり、生物は進化を繰り返して、生き延びてきた。人為的な環境破壊は、確かに、生物界に対してかつてない

公益財団法人 国際花と緑の博覧会記念協会
情報誌 KOSMOS——こすもす
第10号
2023年2月1日発行

発行 公益財団法人 国際花と緑の博覧会記念協会
〒538-0036 大阪市鶴見区緑地公園2番136号
TEL:06-6915-4500 FAX:06-6915-4524
URL:<https://www.expo-cosmos.or.jp/>

制作協力 株式会社ブックエンド
デザイン ごぼうデザイン事務所

©Expo'90 Foundation All rights Reserved

編集後記

今号の巻頭対談が行われた小石川植物園には、樹齢300歳と推定される大イチョウ（雌株）があり、明治29（1896）年に種子植物にも精子が存在することが発見された際の研究材料になったことで有名です。古代から仲間が全世界で繁茂していたイチョウですが、現生種は近縁種のない1科1属1種の代表的な植物で、ヒトも同じです。大イチョウを眺めると、人間も自然の摂理のうちに暮らす生きものの仲間であり、地球上の他の種の命を断ち切ることなく、共生していくことの大切さを改めて思います。（花博記念協会K.S.）

『KOSMOS』の誌名にこめた思い

本誌のタイトルは、COSMOSではなく、あえてKOSMOSとしています。どちらも意識・心の領域をも含めた「秩序と調和の宇宙」を意味しますが、真の共生の在り方を探る本誌として、古代ギリシアの哲学者たちが自然科学を論じたときに用いたKOSMOSを使うことで、人類の本質的課題にアプローチしたいと考えています。

表紙の解説

「百塩茶」（ももしおちゃ）、「唐茶」（からちゃ）

茶は土や木など自然の色に近く、生きものの多くは周囲に溶け込むため茶系を身にまとう。江戸時代には、地味を粹とする江戸の嗜好と染色技術の発達が相まって、多様な茶系色が展開した。赤みのある焦茶の百塩茶は、何度も染め重ねて濃い色を出す。浅い黄みがかかった唐茶は、新しさ・美しさを表す名を持ち、江戸時代前期に見られるようになった。

[写真] コシジロヤマドリ、ニホンリス、タナゴモドキ、オオツボゴケ（撮影：左木山祝一）、セタシジミ
——レッドリストより