

連載

シネマ天文案【8】

小さな訪問者

福江 純（大阪教育大学）

1. 見えないヤツラ

イギリスの多才な天文学者、故フレッド・ホイルがウィックラマシンハと著した本に、“宇宙から生命がやってくる”とか“病原体は宇宙からやってくる”というような感じの2冊がある（タイトルはうろ覚え）。だいぶ前に一時期話題になったが、どうも話題になってしまうと敬遠する質なので、読まないでいる間に、いつの間にか、古本屋でも手に入らなくなった。

ホイルたちの論を待つまでもなく、それ以前にも、それ以後にも、生命が、細菌やウィルスなどの形で宇宙から飛来するという考え方はある。もっとも一口に宇宙から飛来すると言っても、大きく二通りの立場がある。

一つは、生命はどこかの始祖惑星で生まれて、それが宇宙空間をわたって、銀河系中に拡がったとする、有名な「パンスペルミア説」だ。すなわち、遙かな昔、どこか遠い惑星上で生命が発生したと想像してみよう。親星が終末を迎えたときに惑星も破壊され、それと同時にその星における生命の歴史も閉じた。しかし、生命の種は休眠状態の“孢子”の形で宇宙空間に放出され、長い時間をかけて星々の海を渡り、他の惑星にたどり着いて生命の種を蒔いていったのだ…。ヴァリエーションはいろいろあるだろう。この「パンスペルミア説／汎精子説」は、今世紀初めにスウェーデンのノーベル化学賞受賞者 S. アレニウス（Svante Arrhenius）が提唱した。パンスペルミア説の欠点は、すぐわかるように、始祖惑星における生命の発生については何も答えていないことだ。

もう一つの立場は、生命の存在を許さない

と思われる過酷な宇宙空間自体において、最初の生命が発生したという考えだ。これについては、後でまた触れたい。

さて、見えるヤツラ、すなわちインベーダー／エイリアンが宇宙からやってくる映画は、名作からB級、凡作、ダメ作まで、無数にあるが、見えないヤツが飛来する映画は案外と思ひ浮かばなかった。ただし、思いついた2作は、どちらもなかなかいい作品である。

2. 『アンドロメダ…』『復活の日』

見えないヤツが主役のSF映画の一つは、監督ロバート・ワイズの『アンドロメダ…』（1971年）だ。公開当時はかなり有名になったが、最近では知らない人の方が多いだろう。しかし、バイオハザードをおそらく一番最初に扱った画期的な映画で、後年の、ダスティ・ホフマンが主演した『アウトブレイク』（1995年）などにも多大な影響を与えているはずだ。原作『アンドロメダ病原体』は、『ジュラシック・パーク』の原作も書いている、マイケル・クライトンである（図1）。



図1 マイケル・クライトン

(<http://wiredforbooks.org/michaelcrichton/>)

ニューメキシコの寒村に一つの衛星カプセルが帰還するところから物語は始まる。衛星スクープ七号。落下を目撃した田舎町の住民が衛星を開けた時、悲劇の幕はきって落とされた。人口わずか48の田舎町ピードモントは、あっという間に全滅。胃潰瘍をわずらったアルコール愛飲家の老人(図2)と、泣き叫ぶ赤ん坊の二人を残して。スクープ七号は一体何を持ち帰ったのか?

そもそも<スクープ計画>は、全く新たな細菌兵器を開発するため、宇宙から新種の細菌を採取することを目的として始められたものだった。ピードモントの惨禍はある意味ではその目的が達せられたのだ。



図2 映画の一シーン (http://www.physics.hku.hk/~tboyce/sf/films/The_andromeda_strain.html)

このピードモントを襲ったバイオハザードに対し、警報<ワイルドファイア>が発動する。ネヴァダ砂漠のワイルドファイア研究所に招集された専門家チームは、手分けして、回収された衛星カプセルと二人の生存者の調査にとりかかる。予想通りカプセル内からある種の病原体が発見される。その病原体は血液の急激な凝固を引き起こし、瞬時にして生物を死に至らしめる恐るべき致死性をもっ

ていた。<アンドロメダ菌株>というのは、この病原体につけられたコード名である。しかしなぜ老人と赤ん坊は生き延びたのか。共通点は? 謎は深まるばかりだ。さらにそのころピードモント上空を飛んだ戦闘機が奇妙な事故を起こして墜落する事件が起きていた。<アンドロメダ菌株>との関連は?

いろいろな謎が明らかにされ始めたとき、ついに研究所内が病原体によって汚染され、物語は一挙にカタストロフィーへ向かう。研究所内の汚染と同時に、設置された核爆弾自爆装置が三分間の秒読みを始めたのだ。ただ一つの解除キーをもつ主人公は解除ステーションまでたどり着けるか!

ワイルドファイア研究所の設定や、<アンドロメダ菌株>は実は宇宙からの生物学的メッセンジャーだったという想定など、当時としてはかなりユニークなアイデアを含んでいる。しかし結局は宇宙からの全く異質の生命体に対して、人類はなすすべもなかったというところだろうか。

もう一つの映画は、主役ではないが、見えないヤツがキーパーソン(というか key thing)となっているものだ。原作小松左京、監督深作欣二で、角川映画の大作『復活の日』(1980年)である(図3、図4)。英語タイトルはそのものズバリの Virus。草刈正雄が主演で、恋人役がオリヴィア・ハッシー、その他に、千葉真一や多岐川裕美などなど多彩な顔ぶれが出演していた。映画化こそ『アンドロメダ…』に遅れを取ったが、一種のバイオハザードを扱った小松左京の原作はクライトンの原作よりずっと前である(1964年)。原作の映画化の場合、原作も映画もどちらも面白い場合もあるが、往々にして、どちらかがイマイチのことが多い。『復活の日』も、重厚さやハラハラ感など原作の持ち味を十分に生かし切れなかったキライはあるが、多岐川裕美が儂げだったぞ。

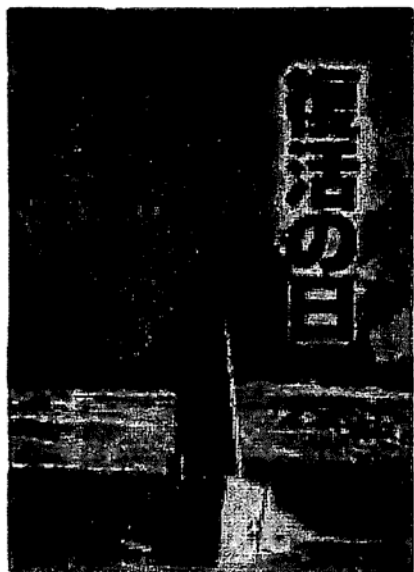


図3 復活の日

(<http://www.jack-p.co.jp/mimi/>)



図4 サントラ版 復活の日

(<http://www.jack-p.co.jp/mimi/>)

この『復活の日』も観たことのある人ほとんど居ないと思うので、粗筋だけ書いておこう。

ヨーロッパ（だったと思う）のとある研究所から細菌兵器 MM-88 が盗まれ、運搬途中に飛行機が墜落して細菌が漏出し、あっという間に地球は全滅してしまう。スパイが盗み出す途中にバイオハザードを引き起こすというのは、いまでは珍しくない設定だ。ゲームの

- ・ 『バイオハザード』を映画化したミラ・ジョヴォヴィッチ主演の『バイオハザード』（2002年）でも同じ設定である。しかし『復活の日』ではバイオハザードで世界が全滅してしまうところが、当時はもちろん現在と比べてもすごい。

もっとも完全に全滅では話はそれでお仕舞いだが、細菌 MM-88 は寒さには弱いため、南極に残った数百人だけが生き残る。しかし、その一握りの生存者にも危機が迫る。当時はといえば冷戦のまっただ中。疑心暗鬼の軍人が報復システムのスイッチを押したまま、無責任にも死んでしまうわけだ。そしてその報復システムのミサイルの目標には南極も入っていることがわかるのである。さらにさらに北米に地震が起こりそうで、地震が起こると報復システムがミサイル攻撃だと勘違いして誤動作しそうなことがわかる。ここで、主人公（地震学者の設定）たちは、唯一残った原潜に乗って、報復システムの解除に向かうのだが…

で、映画版ではどういう扱いだっただか覚えていないが、少なくとも原作では、世界に破滅をもたらした細菌兵器 MM-88 というのは、実はもともとは宇宙から飛来した細菌をさらに強力にしたものだという設定だったのである。

大きな侵略者（エイリアン）も怖いけど、小さな訪問者（ウィルス）も怖い。

3. 生命の起源

炭素や窒素や水素など適当な材料と、電撃や熱水や紫外線など適当なエネルギーがあれば、アミノ酸やヌクレオチドなど、生命の部品を作ることは難しくない、らしい。しかし、その材料がどこにあったのか、そしておそらく同じ場所だろうが、どこで材料から生命の部品が作られ、さらに、どこで生命の部品が組み合わさって最初の生命が発生したかにつ

いては、現在でもわかっていない。

材料の出所として考えられるのは、

- ・地球の原始大気
- ・地球の原始海洋
- ・宇宙空間

の3つである。

1953年、生命の起源に関する一つの画期的な実験が行われた。当時大学院生だったスタンリー・ミラーと指導教官ハロルド・ユーリーが、メタン、アンモニア、水素、水蒸気の混合ガス中で火花放電を行い、それらの単純な分子からアミノ酸など複雑な有機化合物を合成することに成功したのである。つまり彼らは地球の原始大気は還元型大気だと考えていたわけだ。しかし、現在では、実際の地球の原始大気は二酸化炭素や水蒸気や窒素などが主成分で、酸化型大気だと考えられるようになってきている。

では、ミラーたちの実験は意味がなかったかということそうではない。生命に至る前の最初のステップ、単純な分子から複雑な有機化合物の形成までを<化学進化>と呼んでいる（これに対し微生物から高等生物への進化を<生物進化>と呼ぶ）。ミラーたちの実験は、人間の手で初めて行われた化学進化のシミュレーションなのだ。彼らの実験の後、少なくとも原始地球において、原始大気が還元型でなく酸化型だったとしても、化学進化は容易に起こったと信じられるようになったのだ。

また海底熱水噴出孔では、非常に高温の水が噴出していて、その熱エネルギーによって、複雑な有機化合物が容易に生成されるようだ。そしてその高分子化合物自体は何の意味もないが（ガラクタ分子と呼ばれる）、それがちぎれて、うまい具合に、アミノ酸やヌクレオチドなどになっていく場合がある。高分子化合物を生んだ熱エネルギーは、同時に、生命の部品を壊してしまうが、幸い、周囲には冷たい海水が取り巻いているので、壊れずにすむ

- ・部品も出てくる。だから、生命の部品や原始的な生命は、海底熱水噴出孔の近辺で生まれ、そして現在でも誕生しているのかもしれない。

3番目が宇宙空間である。宇宙空間から飛来する隕石に、ときとしてアミノ酸などの有機化合物が含まれていることは、現在では実証されていると言ってよかろう（地球に落下してからの汚染ではなく）。そもそも、電波天文学の進展によって、宇宙空間に有機化合物が存在していることは証明されている。すなわち、1968年のいて座方向のアンモニア分子の発見を皮切りに、翌1969年の典型的な有機化合物ホルムアルデヒド、1970年代のシアノ化合物などなど、環境の非常に厳しい星間空間に続々と複雑な有機分子が発見され始めたのだ（図5）。

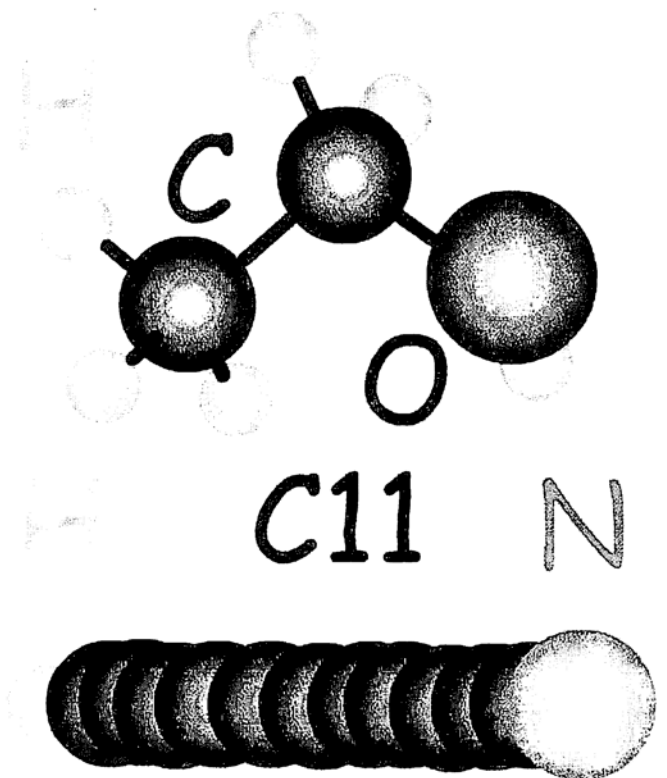


図5 エチルアルコールと長鎖状分子

そして、現在では、星間空間には、実に多

種多様な分子が存在することがわかっている。その中には、水やアンモニアやアルコールのように、身のまわりの世界でもありふれた分子もある。一方、HC₁₁Nのように長い鎖状になっていて地上ではすぐに壊れてしまう分子や、OH 遊離基（ラジカル）のように他の原子分子と結びついてしまうため地上ではほとんど存在しない分子も見つかっている。さらには、フラーレン C₆₀ のような分子さえ見つかっている。

以上のようなことから現在では、惑星上だけでなく、惑星間空間、恒星間空間においても、かなり分子量の大きな有機化合物も容易に形成されると考えられている。実際、エネルギー源としては、紫外線や宇宙線がたっぷりあるのだ。もちろん星間ガス自体はあまりにも密度が希薄なために、簡単な分子が直接合体して高分子になる可能性は小さい。むしろ、星間ガス中に含まれる塵（ダスト）の表面にいろいろな分子が付着し、塵の表面で有機化合物への合成が起こるのだろう。高分子化合物が合成できるなら、ひょっとすれば生命さえ誕生するかもしれない。ま、生命まで生まれたかどうかは別として、化学進化が星間空間で起こり、その結果生じた複雑な有機化合物が、彗星や隕石にのってあるいは暗黒星雲を通過した際などに、空から地球にもたらされたという可能性は否定できないだろう。

ホイルの説は、異端の説として、今日の専門家からは退けられているが、星間空間において化学進化までは起こる可能性は専門家も認めている。もっとも教科書にはそんなことは書いていないが。というより、手元にある教科書（第一学習社の『生物 IB』で、平成 12 年発行のもの）を見てみたら、そもそも生命の起源の話が一言も書いていない（同じく第一学習社の資料集『総合図説生物』には少しだけ書いてある）。学習指導要領外なのだろうが、およそ科学の諸分野でもっとも面白い

起源の話がないのでは、教科書が面白くないはずである。そういえば、昔、『地学 IA』（東京書籍）に関わったときも、是非入れたかった宇宙の階層や起源の話は、指導要領にないということで本文からは外されたが、かろうじて表紙裏と裏表紙裏の見開きページで生き残った。その『地学 IA』は圧倒的なシェアを獲得したのだが、いや、別に、見開きで残った起源の話が理由だと言うつもりではないが（笑）。

4. RNA、タンパク質、ガラクタの世界

ちょっと話がごちゃごちゃしたと思うので、生命のはじまりのあたりを、もう一度、おおまかにまとめておこう（図 6）。

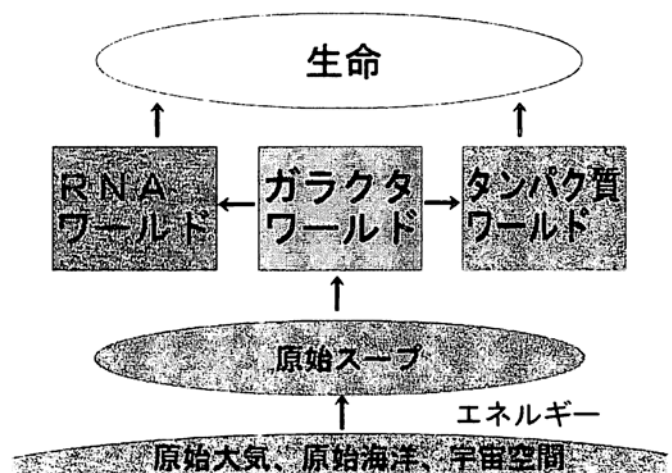


図 6 生命のはじまり

原始大気 and/or 原始海洋 and/or 宇宙空間にあった単純な分子に、電撃や熱や紫外線など何らかのエネルギーが作用して、まず最初にできたのは、原子数が数百とか数千とかの巨大な有機分子（ガラクタ高分子）らしい。いまでも教科書などだと、簡単な分子から、まずアミノ酸・塩基・糖などの低分子化合物ができて、低分子化合物からタンパク質・核酸・多糖類などの高分子化合物ができ、高分子化合物が原始生命に発展していった、と書いてあるようだ。しかし最近の話では、むしろ、最初に一気に、分子数の非常に大きな高

分子化合物ができてしまう可能性が高いと思われるようだ。ただし、この最初の有機高分子自体は、いろいろな分子がデタラメにくっつき合っただけで、それ自体は何の働きもしないものなので、ガラクタ (garbage) と称される。このガラクタ高分子からなる世界が「ガラクタワールド」だ。

つぎに、このガラクタ高分子が先切れていて、中には、アミノ酸や糖などの有用な分子も含まれている。

そのうちアミノ酸は 20 種類ある。たった 20 種類、されど 20 種類である。たった 20 種類のアミノ酸が、そのアミノ基とカルボキシル基の間でペプチド結合を作り、つらなった高分子化合物がタンパク質だ。そしてタンパク質は、生体構造を作る基本要素であると同時に、酵素やホルモンなど生体機能も司っている。このアミノ酸からタンパク質に至る流れが「タンパク質ワールド」である。

一方では、糖にリン酸と塩基が結びついてヌクレオチドと呼ばれる構造単位となり、ヌクレオチドが連なって、リボ核酸 RNA や、さらにはデオキシリボ核酸 DNA を形成していったらう。RNA のヌクレオチドでは塩基の部分に、アデニン (A)・ウラシル (U)・グアニン (G)・シトシン (C) のどれかが入り、DNA では、アデニン (A)・チミン (T)・グアニン (G)・シトシン (C) が入る。この塩基の並びによって、生命の遺伝情報が伝えられているのは有名だろう。こちらが「RNA ワールド」だ。

この (後に生命の情報を担う) RNA ワールドと (後に生命の体となる) タンパク質ワールドが出会ったところに、生命が誕生したのだと考えられている。

ちなみに、ヒトの DNA は幅 2nm 長さ 1.8m もの細い紐状で、そこに含まれるヌクレオチドは約 30 億対もある。ヌクレオチドの塩基が、AAA とか AAG とか 3 つ並んだ並び方が最小単

位の遺伝情報 (コドン) を構成し、この組み合わせが一つのアミノ酸を指定する。4 種類の塩基から 64 通りの並び方が作れるので、20 種類のアミノ酸には十分対応できる。実際には、異なる並び方が同じアミノ酸を指定したり、読み始めの指令や読み終わりの指令など、いろいろな冗長性がある。さらに 20 種類のアミノ酸がいろいろな順序で結合して、あるタンパク質の構造や働きが決まる。タンパク質は平均 300 個のアミノ酸からできているので (たとえば赤血球のヘモグロビンは 574 個のアミノ酸からできている)、それに相当する約 900 個の塩基配列が、いわば一つのタンパク質を合成するための遺伝子に相当する。そしてヒトの DNA には約 30 億個の塩基があるので、 $30 \text{ 億} \div 900 = \text{約 } 300 \text{ 万種類}$ の遺伝子をもつとみなしていいだろう。しかも、実際には、ヒトの遺伝子は約 10 万種類ほどしかなく、したがって、DNA の運ぶ情報のうち数%しか使われていない!

さらに余談だが、1990 年に開始された「ヒトゲノムプロジェクト」、すなわち、ヒトの全遺伝情報—ヒトゲノム—を解読しようという壮大な計画は、当初予定の 2005 年を待たずに完了した。ジェームズ・D・ワトソンが立ち上げた国際的なゲノム研究コンソーシアムと、民間企業に支えられた J・クレイグ・ヴェンターの研究グループと、独立な 2 つの組織が、2003 年 4 月に、ヒトゲノムの全塩基配列を解析したのだ。もっとも、これはあくまでも、ヒトの DNA 地図、いわばヒトの設計図が解読できただけで、設計図の各部分—DNA 配列—がエレベータになるのかトイレになるのか、といった、設計図の表す意味については別の話だ。

5. 生命の対称性の破れ

最後に、D型とL型の問題について、触れておこう。

人や生物など生体のタンパク質はアミノ酸分子でできているが、とくに“L型”アミノ酸と呼ばれるタイプのアミノ酸のみでできている。逆に、生体の遺伝子情報を担う核酸は“D型”リボースのみでできている。

(右手型)と呼ばれ、もう一方は、左に回転する性質—左旋性 (levorotatory) を示すのでL型 (左手型) と呼ばれるのだ。

D型とL型の分子は、化学的性質はほぼ同じなので、たとえば、試験管の中でこれらの有機分子を化学合成すると、D型とL型が1:1の割合で合成される。このような混合物 (ラセミ混合物) は光学活性を示さない。

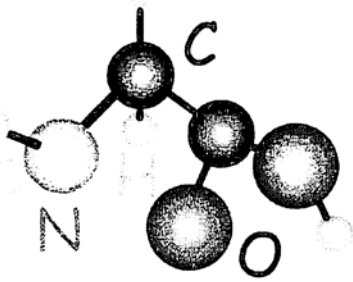
ところが生体内部での合成では、D型かL型のどちらかだけが生成されるのだ—均一ではないので不斉合成と呼ばれる。具体的には、たとえば、生物はL型 (左手型) のアミノ酸だけを使っている。その結果、酵素はある特定の立体構造をとることができ、外部から摂取したL型アミノ酸でできたタンパク質を分解し、生体に吸収できる (逆に、D型アミノ酸は扱えない)。そしてさまざまな酵素反応など生命現象の基礎反応が可能になっているのだ。また同じく、生物はD型の核酸だけ使っているので、有名な二重らせん構造を取ることが可能になり、生命の基本情報である遺伝情報を伝えることが可能になっている。D型とL型の核酸が混ざっていれば、らせんはもつれあい、DNAの複製はできないだろう。

もしL型とD型が等量混ざっていたら、このような秩序だった性質は失われ、生体反応も生体情報も失われてしまうだろう。生命誕生の始原時代に、L型アミノ酸とD型核酸が選択されたそのことが、生命発生の秘密であり鍵なのである。

地球生命において、片方のタイプが選択された理由はまだ解明されていない。いろいろな可能性が提案されているようだが、天文学的に面白い可能性は、中性子星からの強い強い放射によって、D型とL型の対称性が破れるのではないかという説だ。中性子星からは強いシンクロトロン放射が出ているのだが、シンクロトロン放射は円偏光していて、それが結晶構造に影響を与える可能性があるらし

アミノ酸

R 塩基

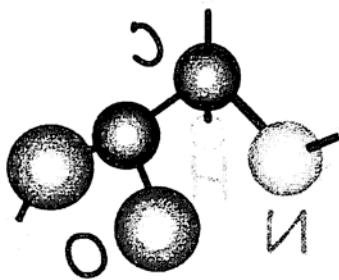


アミノ基

カルボキシル基

基 塩 基

糖 三 糖



基 塩 基 三 糖

糖 三 糖

図7 D型とL型—光学異性体

アミノ酸や核酸などある種の有機分子には、立体構造のみが鏡映対称なD型とL型というタイプが存在することがある (図7)。このD型とL型とでは、構成している原子の種類や数はまったく同じで物理的・化学的性質もほぼ同じなのだが、分子の立体構造だけが鏡に映したように対称的な構造をしているのだ。

このような鏡映対称な分子に偏光を当てると、その偏光面が回転する性質—光学活性と呼ばれる—を示す。そして鏡映対称な分子の片方のタイプは、偏光面を右に回転する性質—右旋性 (dextrorotatory) を示すのでD型

い。実際に、地上のシンクロトロン放射光施設を使った実験でも、D型とL型の量にわずかに違いが出ることが確認されている。

地球が誕生した頃、原始大気・原始海洋・あるいは宇宙空間で、たとえば、D型のアミノ酸もL型のアミノ酸も等量合成されたのだが、中性子星からのシンクロトロン放射の影響で、L型アミノ酸の方がわずかに多くなり（あるいはD型がわずかに少くなり）、その後の合成過程で、あっという間にD型を席卷したのかもしれない。もしそうなら、地球に影響した中性子星の向こう側の宇宙領域では、D型アミノ酸からなる生物が存在しているかもしれないのだ。

“もし”が続くが、さらに面白い可能性が出てくる。もし火星に生命が発生していたとすれば、地球と同じ影響を受けたらうから、火星の生命もL型アミノ酸からなる生命だろう。となると、感染予防をしていなかったという点ではアホだが、『宇宙戦争』の火星人が地球の細菌で全滅するというのはアリだろう。しかし『物体X』のエイリアンが地球人と同化したり、『エイリアン』のエイリアンが地球人に寄生できるかどうかは、あやしい。少なくとも、フィフティフィフティの賭けだ。また同様に、『アンドロメダ…』や『復活の日』のウィルスが、地球生物に影響を与えるかどうか、それらが、L型アミノ酸+D型核酸でできているかどうかにかかっている。

昔、学校の生物はあまり好きではなかったし、いまでも教科書は面白くないけど、どのような分野でも、最前線の話はやはり面白い。そうそう、前回少し触れたが、“オリジン—起源—ビッグバンから生命へ”と題した第16回理論天文学懇談会シンポジウムの話、11本の招待講演をまとめて書籍になるそう。岩波ジュニア新書で2004年の夏刊行予定と聞いている。関心のある人は是非ご覧いただきたい。ぼくは書いてないけれど（笑）。

6. おまけ：ブレイスウェルマシン

有機物質でできた生命にとって、宇宙空間は大変過酷な環境であり、さらに寿命の限られた生命が何万年も宇宙を旅するのは難しいと思われる。では無機質でできた半永久的自律的に活動する物体、すなわちロボットだったらどうだろう？ 宇宙人が他の星に使者を送るときには、自己修復機能を備え、場合によっては自己増殖もする、半永久的に活動できるロボット（マシン）を送る方が効率的である。このようなロボットメッセンジャーを、1960年に提案した提案者（R. N. Bracewell）の名前を取って「ブレイスウェルマシン」と呼ぶことがある。メッセンジャーロボットを送るとしたら、燃費のいいナノマシンだろうという可能性も指摘されている。『アンドロメダ…』の病原体は、もしかしたら、宇宙人が送ってきたメッセンジャーナノマシンだったかもしれない。