

みわ塾 講座内容

2003年5月21日(第2回)

毎月1回 原則第3水曜日 2時から4時まで
6時から8時まで(同じ内容)

4月23日(終了)

5月21日

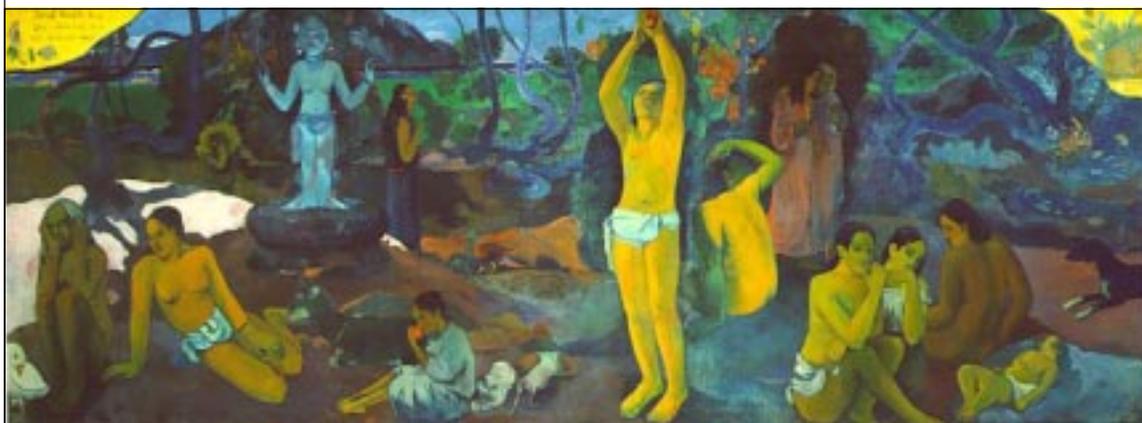
6月18日

7月21日(第4水曜日になりました)

8月29、30、31日 予定(清里 緑陰講座)

9月17日

場所: 新宿区榎町地域センター



この絵の題名を知っていますか? ちょっと長いのですが、次の通りです。
「我々はどこから来たのか、我々はだれか、我々はどこに行くのか」

講座責任者 三輪主彦 e-mail kazmiwa@aol.com

第2回 生命はどこから来たか？

1. 前回の復習

「ここはどこ？ わたしはだれ？」

わたしたち人間にとって、もっとも根元的な問いかけである。さまざまな分野から、この問の答を得ようとして、人々は努力してきた。しかしいまだに確たる答えはない。これからも長い間、おなじ疑問が発し続けられるだろう。

科学的の分野ではこの問いにどう答えようとしているのか、どこまで解明されているのか、ザッと眺めてみるのが、この講座の目的である。

1. 自分の体験できる世界を広げていく時代があった。 探検の時代
2. 未知の世界も探る方法を考え出した。体験主義だけでは行き詰まる。
3. 三角形をつくれれば星までの距離も測ることができる。
4. 星からの情報、明るさ・星の色 で、距離を求める。
5. 測定装置、光学望遠鏡・電波望遠鏡・カミオカンデなどの発達
ハーシェル一家、ハッブル、小柴さん
6. 膨張宇宙（大発見） アインシュタイン一生の不覚
7. 膨張宇宙から逆算、ビッグバン 宇宙の誕生（宇宙の年齢）
8. 宇宙には、はじまりがあった。 はじめの3分間で宇宙はできあがった。

今月の話題 生命はどこから来たか？ へ続く

1. 物質の誕生（生命の元になる物質は最初からあったものではない）
物質ってなんだろう 素粒子って
いつ物質が生まれたか 物質は水素だけだった
2. 生命をつくる材料はなんだろう？
人体はなにからできているか 生命ってなんだ
アミノ酸とタンパク質
3. 超新星の残骸
地球上にはすべての元素がある 太陽系は第3世代の星
ここで元素がつくられた
4. 地球には海がある
アミノ酸の合成 月が生まれた！
生命は海の中で進化した！

生命はどこから来たか？

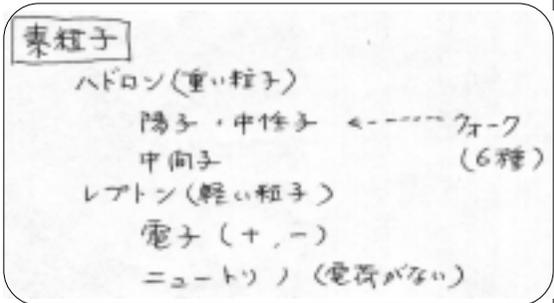
1. 物質の誕生 (生命の元になる物質は最初からあったものではない)

物質ってなんだろう。

国語事典には、物質とはものであり、物体の実質である。実質の量を質量という、とある。もっと単純に言えば「重さをもったもの」でよい。

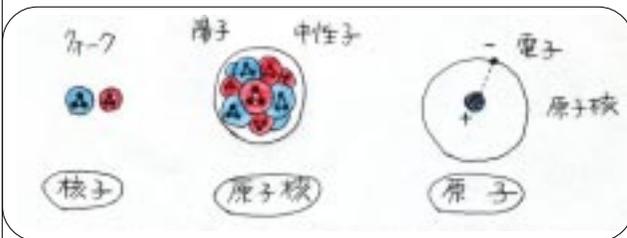
素粒子

物質を構成しているものは、小さく分けると原子である。原子をさらに分けると素粒子になる。素粒子をさらに分けると、

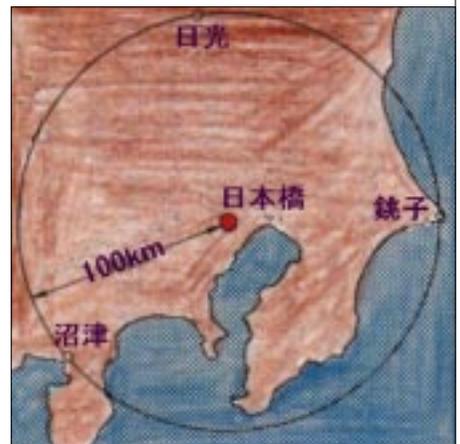


・・・分けられないのだから素粒子というのだから、今の時代ではそれでおしまい。

それらの関係を、下手な絵で描くと左のようになる。クォークは3つで1組になっており、単独では取り出せない。原子核にはクォークが3つ集まった核子(陽子、中性子)が詰まっている。原子核のまわりには電子が回っている。電子は陽子の1/1800の重さしかない。また原子核の大きさは電子軌道の1/10万しかない。



問題1 原子核の大きさを1mのボールに例え、それを日本橋に置くと、電子はどの辺りを回っていることになるか。



いつ物質が生まれたのか

クォークはビッグバンの直後誕生し、1/10万秒後に結合して陽子や中性子を作り、3分後に陽子や中性子が結合して原子核を作った。真空の相転移から、物質が誕生したのだ。

アインシュタインの $E = mc^2$ (Cは光速)

の式はエネルギー (E) と物質 (m) が変換できることを示している。

はじめは水素しかなかった

現在私たちは、下の周期表にあるように約110種の元素を知っている。これらの元素には番号が付いているが、これは何の順番なのだろうか？

水素が1番なのは陽子が1個、電子が1個という単純な構造だからだ。

周期	1	2	13	14	15	16	17	18
1 第1周期 2元素	 1H							 2He
2 第2周期 8元素	 3Li	 4Be	 5B	 6C	 7N	 8O	 9F	 10Ne
3 第3周期 8元素	 11Na	 12Mg	 13Al	 14Si	 15P	 16S	 17Cl	 18Ar
価電子	1	2	3	4	5	6	7	0

水兵リーベぼくのおふね なぁに間がある、シッブすぐくらあ（かかあ好くチッブ、栗まんじゅう 鉄子にどうせあえんがゲルマン……

生物の体をつくる炭素 C は番号は6である。これは陽子6個と電子6個を意味している。たいていの場合原子核内には陽子と同数の中性子（陽子とほぼ同じ重さ）があるので、重さは番号の2倍の12（陽子1個の重さを基準）になる。

問題2 酸素は番号が8である。原子核内に陽子はいくつあるか。質量数はいくつか。

問題3 ウランは原子番号が92であるが、質量数は235である。中性子がいくつあるのか。



ビッグバンの直後、物質が誕生したが、それは素粒子であって、陽子、中性子が集まって原子ができるのは宇宙誕生の3分後である。その原子は最も単純な「水素」である。その後かなりのヘリウムができるが、それ以上に重い原子を誕生させるには時間が不足していた。しばらくの間、宇宙には水素とヘリウムしかなかった。太陽ぐらいの高温でも原子番号の大きい元素を生み出す力はない。それでは生命をつくる炭素や酸素はいつ造られたのだろうか？

2. 生命をつくる材料はなんだろう。

人体はなにからできているか

現在の宇宙(といっても太陽系周辺)と地殻、海水、人体に含まれる元素の割合をあらわしたものが右の図である。宇宙以外は圧倒的に酸素が多く、水素は少ないことがわかる。人体は酸素、炭素、水素、窒素からできている。もし亡くなった後に火葬されたら、 CO_2 、 H_2O 、 NO_2 になって空気中にばらまかれるだけである。逆にいえば、人体は空気、海水などにありふれた元素からできている。



いまの宇宙の物質は、地球上にいる生物の構成材料になっていない。宇宙開闢

のころには水素とヘリウムしかなかったのだから、生命の起源はどれだけさかのぼっても、酸素、炭素など生命の材料ができた後である。それはいったいいつのことだったのだろうか？

生命ってなんだ

材料があり、環境が整えば岩石ができ、海ができることは、なんとなく理解できる。しかしそれらは無生物である。生物というのは生き物であり、材料を集めただけでは、そう簡単には創れそうもない。

生命というのは、山や川、海、空気、機械、ロボット、などどう違うのだろう。ふつう生命というのは次のように定義されている。

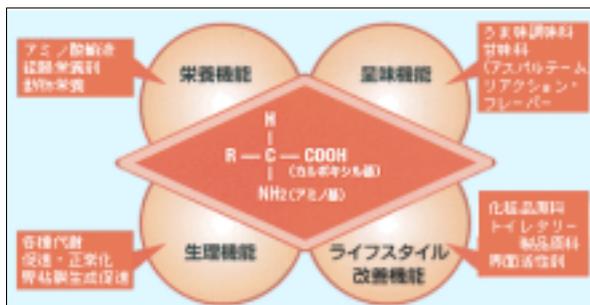
1. 膜(細胞)によって外界と区別されている。
2. 自己複製して子孫を残す
3. エネルギー代謝(たいしゃ)をする

ロボットが太陽電池で半永久的に動き、プログラムに従って次世代ロボットを製作するようになると生物と言えるようになるのだろうか。感情をもったロボットだってすでにいる。

SARSウイルス(Virus)は生物ではない。これは自己複製できないのでふだんはただの物質である。しかし細胞に入り込むと急に指令を発して自己複製をするようになる。細胞に入り込んだウイルスは生命活動をする。ウイルスとは何かを解明すると生命の起源が解明されるかも知れない。

アミノ酸とタンパク質

生物の体を作っているのは水とタンパク質である。人間は10万種類のタンパク質を持っている。タンパク質は数十から数千のアミノ酸が鎖状につながった構造を持っている。体の外からタンパク質を取り入ると、それはアミノ酸に分解されて、体内で再びその生物特有のタンパク質に造りかえられる。



味の素のHPから

20種類のアミノ酸が、さまざまな種類のタンパク質を造る。アミノ酸がどのように並ぶかはDNA(デオキシリボ核酸)が指令を発して決めている。それによってタンパク質はどんな細胞をつくるかきめられる。

そのアミノ酸やタンパク質はC H O N などの元素からできている。どこで、どのようにしてアミノ酸やタンパク質は作られてのだろうか。

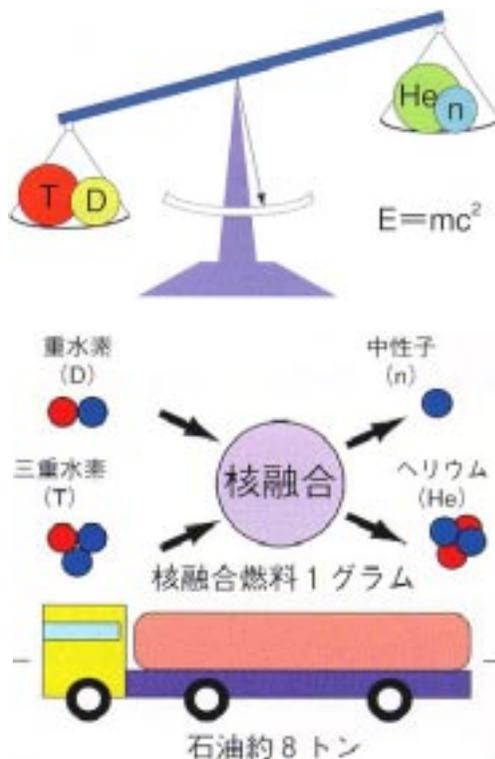
3. 超新星の残骸

地球上にはすべての元素がある

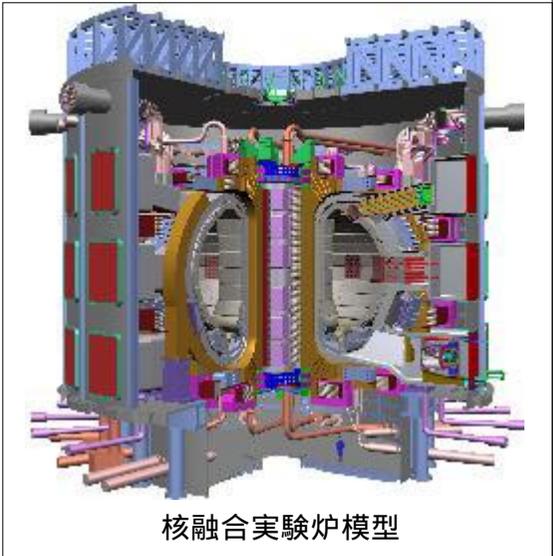
しかしそれらは地球上で作られたものではない。ビッグバンの時には水素とヘリウムができたが、それより重たい元素は超新星の爆発によってできた。その残骸が太陽や地球をつくったのだ。

地球ではできなかった元素を造ってみようという試みが世界中でなされている。番号1の水素から番号2のヘリウムを作ろうというものだ。水素爆弾という実験によって可能性は見いだされているが、制御することは難しい。そんなに難しく危険な試みを各国はなぜやろうとしているのか。

それは核融合の時に質量が欠損することによって莫大なエネルギーがでるからだ。(図上)重水素(D)と三重水素(T)からヘリウムをつくることは太陽内で行われてい



るが、地球上で同じ条件を作り出すことはなかなか大変だ。日本も国際協力でも核融合炉をつくらうとしているが、莫大なお金がかかる。実用化にはあと数十年かかりそうだ。さらに重たい金属である鉄を金に変える「錬金術」はいまでも不可能なのである。



核融合実験炉模型

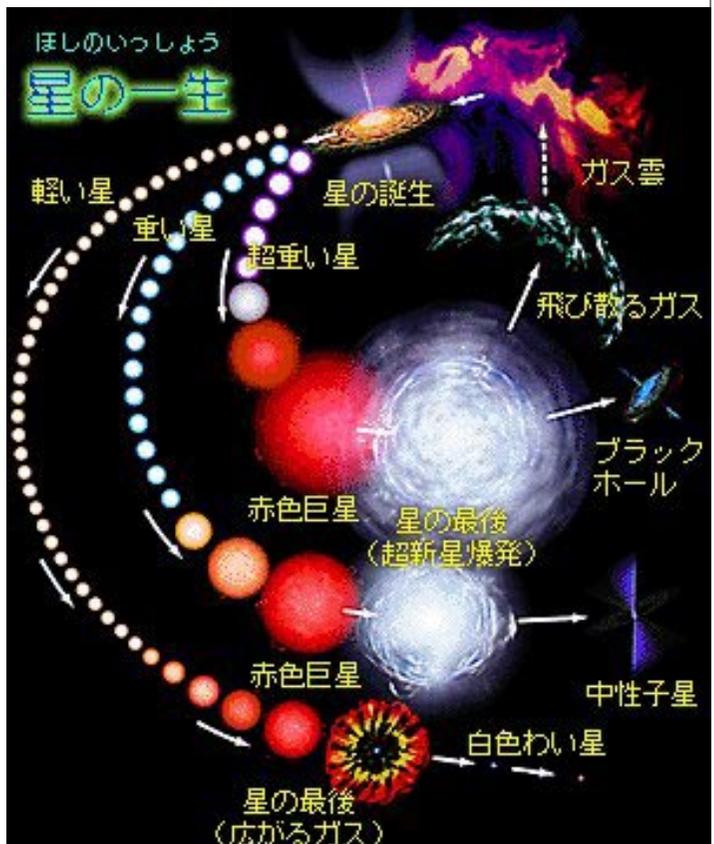
太陽系は第3世代の星

宇宙の星々を観察(スペクトル=色)すると星に含まれる元素がわかる。大きく分けると鉄などの重たい元素を含む星と、あまり含んでいない星々に分けられる。それぞれ種族、種族に分けられ、は若い星々、は年寄り星とされている。さらに最初にできた星々で水素とヘリウムだけの超古い星、種族があったはずなのだが、すべて死に絶えたらしく見つからない。

太陽系は種族に属するから、宇宙の最初からみれば少なくとも第3世代ということになる。ということは先代の遺産をたくさん受け継いでいるのだ。

その遺産は、古い星が爆発を起こして死ぬ直前に作り出した重たい元素である。超高温の太陽でも鉄より重い元素を作ることはできない。超超高温になる超新星(スーパーノバ)によってしか重元素は生まれないのである。

太陽も、地球も、そして地球上にいるすべての生物も超新星の残骸からできたものなのだ。いまでも宇宙のあちこ



ちで超新星が爆発している。そのときに重たい元素が生成され、光（電磁波）とニュートリノが飛び出してくる。

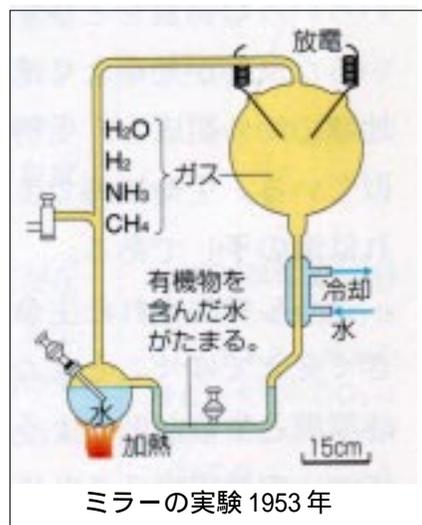
4. 生命はどこでうまれたか？

アミノ酸の合成

生物を作る元素が、超新星爆発によってできることはわかった。それら元素が結合してアミノ酸やタンパク質、DNAなどになったのはいつ、どこだろう。

1953年にアメリカのミラーが右のような実験装置で、アミノ酸の合成に成功した。これで生命をつくる材料が地球上でも合成できることが実証された。しかしその後、地球外から飛んでくる隕石や彗星に多くのアミノ酸が含まれていることが発見された。それらの多くはE K B O (Edgeworth kuiper Belt Object) やさらに外側に広がるオールとの雲からやってくる。ここにも生命の材料が多く存在していることがわかっている。

現在は生命の原材料である元素は超新星爆発ででき、アミノ酸は地球上か宇宙の彼方かどちらかで合成されたとされている。どちらであるかはまだ特定できていない。



Edgeworth kuiper Belt

月が生まれた。地球の動きが安定した

生命そのものが宇宙から飛んできた証拠はない。材料は宇宙から来たかも知れないが、生命は地球上でできたものであるが、

その場所は海の中であろう。地球が誕生したのは46億年前である。この数字は隕石や月の石などから求めたもので、地球上には40億年以上前の証拠はない。

実は誕生直後の地球には火星ぐらいの大きな惑星が衝突したのだ。これをジャイアントインパクトという。これによって地球のかなりの部分が吹き飛ばされ、土星の輪のような状態になった。その後飛び散ったかけらが集まり月になり、残りは再び地球に降り注いだ。

地球のかなりの部分は衝撃で溶け、原始地球名残の岩石はなくなった。

ジャイアントインパクトのあと、地球は冷え、大気や海ができた。海水温は200以上あったが、それはかえって細胞の誕生に好都合であったようだ。当時まだ月は地球の近くにあり、巨大な潮汐力が働いていた。海水は大きく揺すられ、海岸部に泡がたっていた。ある学者はこの泡が細胞になったというアイデアを出している。実験的にはまだ成功していないが、宇宙も泡から生まれたというのと似て、おもしろい。

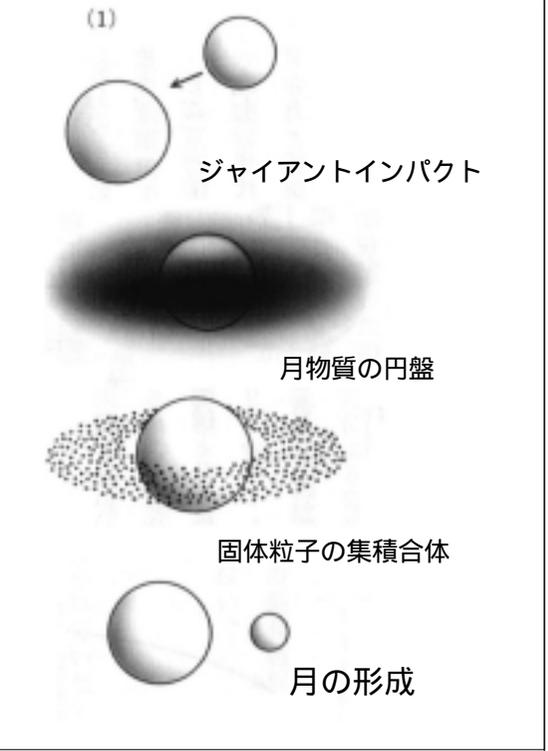
地球と月の関係は、他の惑星に比べると特徴的だ。本体に対してものすごく大きいからだ。このことによって地球と月の運動

は安定になる。例えば自転軸がほんの1度変化しても、地球上では氷河期が訪れるほど環境に影響がでる。自転の安定性は、生命が誕生するための重要要素だ。大きな月がなければ生命は生まれなかったのではないかとされるほどだ。

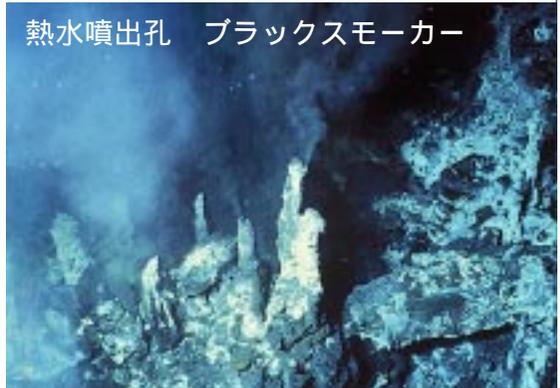
生命は海の中で進化した！

ドロドロに融けた地球の表面を「マグマオーシャン」という。激しい衝突の熱で岩石がとけたもので、今の海とはまったく違う。衝突がやむとだんだん冷えてくる。大気中にあった水蒸気は冷えて、雨となって降ってくる。毎日毎日大気中の水分がなくなるまで降り続いた。ノアの洪水以上だ。そして海が誕生する。水分を失った大気は二酸化炭素と窒素だけになった。まだ酸素は空気中にも海中にもなかった。タイムマシンでその時代に降り立ったとしても、我々はまったく生きていくことはできなかつたはずだ。

しかし現在の生物の中で、酸素もなく、気圧は高く、200もの高温の環境の中で生きているものがある。その生物なら生きていけるかも知れない。



熱水噴出孔 ブラックスモーカー





シロウリガイ 深海6500の写真



チューブワーム 同左写真

現在、海底の熱水噴出孔付近には、最も原始的で酸素を嫌う生物が生息している。細胞がどこで、いつできたかはまだわからないが、初期の地球環境は熱水噴出孔のような場所ではなかったかと推定されている。そんな場所で、最初の生命は誕生し、進化を遂げていったのではないだろうかというのが、近年の生命史の最初のシナリオである。その時期は、ほぼ40億年前のことである。

今回のまとめ

ビッグバンによってエネルギーが物質に変換した。 $E = mC^2$

宇宙は小さかった。原子の中はスカスカだ。

最初の宇宙には水素とヘリウムしかなかった。

人体は水とタンパク質からできている。タンパク質はアミノ酸からできている。

アミノ酸は地球上で合成できる。しかし宇宙にもたくさんある。

生命の入れ物である細胞は海の中でできたらしい。

生命の生まれる頃、月は地球に近く、地球の自転が安定した。

海岸の泡が細胞になったかも知れない。

生命は海底の熱水噴出孔のようなところで進化した。

