

みわ塾 講座内容

2003年7月23日(第4回)

毎月1回 原則第3水曜日 2時から4時まで
6時半から8時半まで(同じ内容)

4月23日 宇宙には始まりがあった(終了)

5月21日 我々は超新星の星くず(終了)

6月18日 DNAが生物なのか?(終了)

7月23日 幸運な星・地球 (今回)

9月5、6、7日 予定変更(清里 緑陰講座)

9月17日

10月15日

11月19日

12月17日

場所: 新宿区榎町地域センター



講座責任者 三輪主彦 e-mail kazmiwa@aol.com

ホームページ <http://members.aol.com/kazmiwa/>

第3回 幸運な星・地球

1. 前回までの復習

- 第1回目 宇宙に始まりがあった。真空のエネルギーによってビッグバンが引き起こされた。
- 第2回目 はじめにあった元素は水素だけ。我々の体は超新星爆発でできた物質の残骸からできているのだ。
- 第3回目 生物体を操っているのはDNAだが、それは物質だ。生物はどこで意志あるいは知性を獲得したのだろうか？



奇跡的な幸運に恵まれた地球そして生物



第4回 幸運な星・地球

(奇跡的な幸運に恵まれた生物、見えざる手の存在！)

1. 地球とはどんな存在なのか？
どの星にも海があったわけではない。
生物は様々な幸運の中から生まれた。
地球はシステムチックにできている。
2. 幸運な星・地球
ハビタブルゾーン
異形の惑星
となりの火星
3. 昔は海があった。
金星にも火星にもあった。エウロパにもありそうだ。
地球に海があるわけ。
大陸地殻（花崗岩）の存在
4. 地球を取りまくバリエーション。
磁石はなぜ北を指す？
磁石のもとには地球内部にあった。
オゾン層破壊 紫外線の除去
5. 地球と生物の存在は奇跡的確率だ。
我々は選ばれた存在なのかもしれない。
それならなおさら自然に対して謙虚にならなきゃ。

1. 地球とはどんな存在なのか。(見えざる手が働いているのか?)

■ 前回は生物は地球の海の中で進化したという話をした。海があったことを前提にしたが、太陽系の惑星の中で「海」をもつのは地球だけで、大変特殊な星なのである。地球に液体の水、すなわち「海」があり、酸素を含む大気があったから今のように生物の繁栄がある。

■ 今年は火星が大接近(火星は地球より楕円軌道上を回っているために起こる)するが、それにあわせてさまざまな観測がなされる。そのなかで火星には「海」があったかどうか、大きなテーマになっている。おそらく「海があった」という結果がでるだろう。しかし現在、海は存在しない。海が大昔から引き続き存在することは、なかなか難しいことなのだ。

■ 地球を含め、太陽系も各惑星もシステムチックに動いていることが分かっている。それぞれの惑星が勝手に動いているわけではない。木星、土星の巨大惑星が彗星などの天体を受け止めてくれるから、現在の地球は天体衝突から守られている。火星と木星の間にある無数の天体のかけらはなぜできたのか、あるいはこれらがなぜ一つにまとまらなかったのか、私は大変興味を持っているのだが、信頼に足る説明はない。しかし何らかの意味があるのだろう。



1994年SL9彗星が木星に衝突

■ また地球上でも大気、海、大陸がバラバラに存在しているわけではない。二酸化炭素の量が変化すると気温が変化するというシステムについては、一般の家庭でも話題になるくらい身近な存在になった。地球や生物は大変複雑なシステムで動いている。このことを知っておかないと、うまく働いているシステムを破壊して、暴走を招くことになる。

■ 地球のはるか上空には強烈な放射能帯がある。どの星にもあるものではない。地球より小さな月には存在しない。この放射能帯は地球内部の液体の核で発生する磁力線と関連して造られている。この放射能帯によって太陽からくる、生物には有害な宇宙線が取り除かれている。放射能帯がなかったら生物は生きていけない。月で生活しようとしたら、まず最初に宇宙線を除去しなければならない。

■地球システムは奇跡ともいえる働きをしている。二酸化炭素が少し増えても、急激な気温上昇にはつながらな

	地球型惑星				木星型惑星			
	水星	金星	地球	火星	木星	土星	天王星	海王星
大きさ	0.4	1	1	0.5	11	9	4	4
重さ	0.06	0.8	1	0.1	318	95	15	17
密度	1	0.9	1	0.7	0.2	0.1	0.2	0.3
自転周期	59	243	1	1	0.4	0.4	0.7	0.7
距離	0.4	0.7	1	1.5	5.2	9.6	19	30
表面温度	430	470	15	-50	-140	0	-220	-215

いようになっている。まさに見えざる手が働くのである。

このことを考えると、全知全能の神がいて、温度が上がりそうになるとうまく調節弁を開いてバランスをとるようにしているとしたかと思えない。そのバランスの一部を見ておくのが、今回のテーマである。

2. 幸運な星・地球

生物が生まれるためにこれほどうまく条件が整えられている星はないだろう。太陽からの距離、大きさ、重力を造り出す質量、回転する周期、巨大な月の存在などどれをとっても生物の出現を「必然」と考えさせるほどの条件設定である。

● ちょうどいい環境（ハビタブルゾーン）

上の表を見ていただきたい。表面温度が470にもなる金星には住めないし、重力が1/3しかない火星で我々は暮らせるだろうか。木星や土星は10時間で1回転している。昼間は5時間しかない。目まぐるしい生活になりそうだ。

他の惑星の状況をみたら、私たち人間は幸運の星のもとに生まれたものだと言わざるをえない。生物が存在できる範囲をハビタブルゾーン（居住可能範囲）という。太陽系では金星から火星の間がその可能性があるゾーンである。しかし金星、火星には生物はいないようだ。地球で、わが人類は高度な文明を築きあげた。生物にとってこれだけの好条件の星はない。「我々は特別に選ばれた生物なのだ」と思いたくなる。

● 他の惑星との比較

木星型は大きいが軽い。自転の周期は短い。太陽から遠いので、日射量は少なくなる。太陽から離れすぎているので、水はあっても氷になっている。これらの星はハビタブルにはならない。しかし最近木星の衛星の一つであるエウロパ（ヨーロッパ）には表面の氷の下に液体の水があるという報告があり、生物の存在を調べる探査が本格的になってきた。もし本当なら太陽系には意外なところにハビタブルゾーンがあることになる。



木星と土星は巨大惑星である。もし天王星が土星ほどの大きさあったら、どうなるだろう。NHKのジュニア版「宇宙」で毛利さんが解説していたが、3つの惑星はお互いの引力で軌道が乱れ、それぞれが扁平な公転軌道を取り、地球軌道を横切ってぶつかる可能性が高いという。もし3つの巨大惑星だったら地球は存在しなかったろう。

● 異形の惑星

1995年スイスのマイヨールはペガサス座51番星に惑星があることを発見した。その後現在までに100個以上の太陽系以外の惑星が発見されている。巨大望遠鏡でも惑星を直接見ることはできないが、惑星をもっている中心星はフラフラと動くのはわかる。その動きの周期を観測することで、惑星の軌道、重さがわかる。

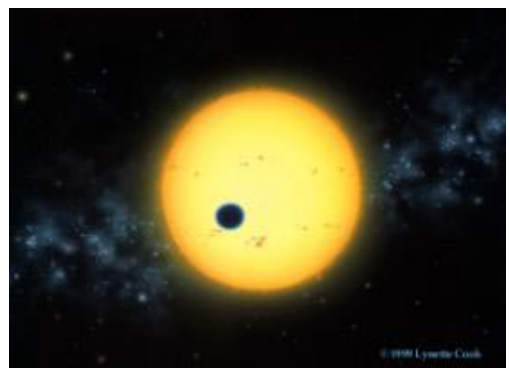
1995年以前は中心星の動きをドップラー効果で観察するための精度が悪く、惑星の発見はなかったのである。

見つかった惑星系は、太陽系とはかなり違う惑星軌道を持っている。

一つは3つ以上の巨大惑星が影響しあって、勝手な公転軌道をまわるエキセントリック・プラネットで、もう一つはほとんどのガスを集めて、中心星のすぐ近くを高速でまわる灼熱巨大惑星「ホットジュピター」であるという。

太陽系の惑星のように円に近い楕円軌道を回っている惑星系も見つかったはいるが数少ない。

木星、土星のような巨大惑星がないとすれば、太陽系の外側から飛んでくる小天体衝突は今の1000倍ぐらいになるという。巨大惑星がバリヤーになってくれているのだ。1994年シューメーカー・レービー第9彗星が20個も木星に衝突した映像がそれを証明してくれた。こんなのがぶつかったら地球はもたない。巨大惑星が地球を守ってくれているのだ。地球は特別に幸運な惑星なのかもしれない。異形の惑星(井田茂NHKブックス2003年)



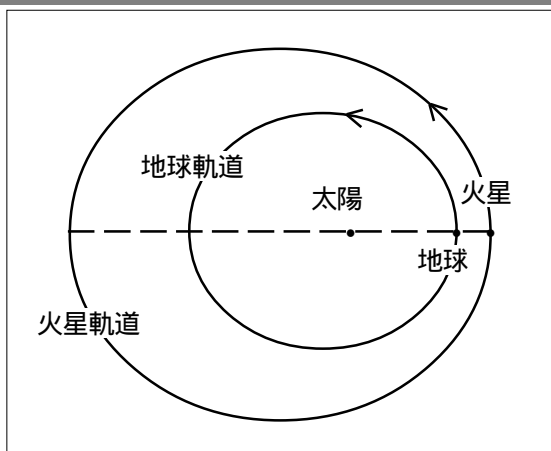
巨大惑星が中心星と重なった想像図

● となりの惑星・火星

今年の8月の27日に火星が大接近する。先年のしし座流星群の時のように、この日を逃すともう何十年も見ることができないなどということはない。この日を見逃しても、9月、10月までがは大丈夫だからご安心を！それに火星の接近はほぼ2年に一度づつ起きている。これほど近づくのは珍しいというが、ふだんの接近とたいした違いはない。まあ話題作りと言った感じで受け取った方がいい。

右図のように火星も地球も太陽を焦点とする楕円軌道を回っている。太陽地球火星が一直線に並ぶことは2年に一度程度あるが、今回はその中でも最も近くなるということで珍しがられている。

大接近といっても5575.8万kmである。光の速度で3分(月までは1秒)かかるので、まあけっこうな距離である。



- 火星の接近が話題になるのは、火星人がいるのではないかと 過去にはいたのではないかという思いがあるからである。1938年アメリカのCBSラジオはスペシャル番組でオーソン・ウェルズ(Orson Welles)は、H.G. ウェルズ(H. G. Wells)の「宇宙戦争」を放送した。これは火星人が地球に攻めてきて大パニックになるSF小説だったが、オーソン・ウェルズの朗読があまりにも真に迫っていたために、ラジオ聞いた人たちは、ほんとうに火星人の来襲があったと思いこみ、全米でパニックが起きた。人々は手に手に銃を持って集まり、火星人と間違えて給水タンクを撃ってしまうと



火星大接近に関する情報

<http://www.miraikan.jst.go.jp/mars/09.html> (科学未来館)

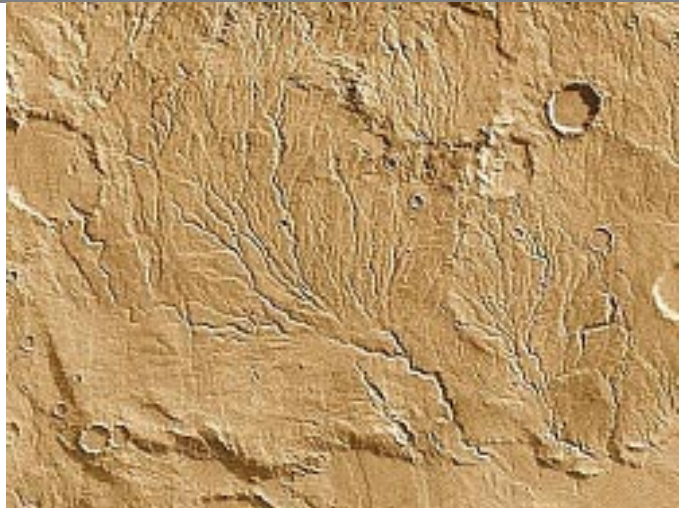
<http://www.ecopolis.city.itabashi.tokyo.jp/edu/kagaku/pr/pr.html> (板橋区)

<http://www.kahaku.go.jp/event/astronomy/> (科学博物館)

<http://www.nao.ac.jp/pio/kanboukai/index.html> (国立天文台)

いう話が伝わった。

現在は火星人はSF小説の中にしか出てこないが、火星表面には水が流れた跡があるので、生物がいたのではないかと考えられている。その直接の証拠を見いだそうとロケットが打ち上げられ、火星探査機(マーズグローバルサーベヤー)が火星表面を動き回っている。しかしカラカラに乾いた火星表面にはその痕跡は見つかっていない。



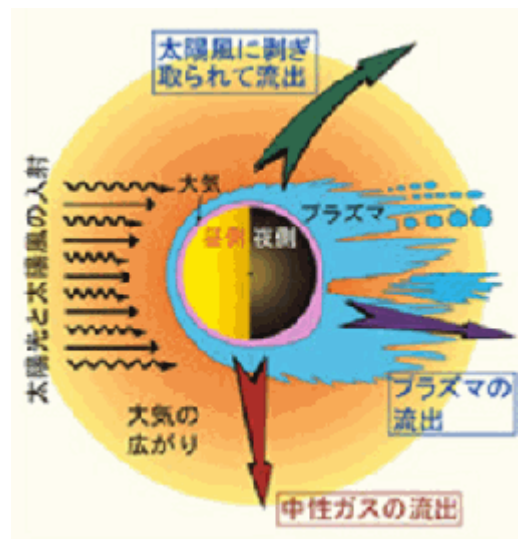
火星の表面、水流の跡？

3. 昔は海があった

●金星も大接近があるのだが、こちらはあまり話題にならない。なぜだろうか。その理由は金星の表面は大量の二酸化炭素に覆われており、近づいても地表そのものが見えないからである。金星は大きさや重さ、重力は地球によく似ており、移住するのに適していると思えるのだが、表面温度は500℃以上で、とても生物が住める状態ではない。二酸化炭素からなる大気の圧力は90気圧もある。地球の海底900mの場所と同じ圧力である。

前の項で金星、地球、火星がハビタブルゾーン(居住可能範囲)と書いたが地球以外は液体の水、海はない。それじゃ生物は生きていけない。確かに現在地表には生物はいないだろう。しかし過去には「海」があったことは確かなのだ。

金星の生成の過程は、地球と同じだった。微惑星の衝突がくり返され固体部分は融けてマグマオーシャンになっていた。微惑星の衝突が少なくなると地表は冷え、周りを取りまいていたガスの中の水蒸気は雨となって降り出し、地表に海をつくる。大気中には大量の二酸化炭素が残った。



地表は冷えたのだが、太陽光線によって地表は暖められる。二酸化炭素が多い大気は温室効果が働きさらに温くなる。海からは蒸発が盛んになり大気中には水蒸気増える。さらに温室効果が働き、超高温になる。

水蒸気は太陽風によって水素と酸素に分解され、軽い水素は吹き飛ばされて、宇宙空間に逃げ出してしまったので、金星から水蒸気がなくなり、もう海ができる可能性はなくなったまま、現在にいたっている。

●地球に海があるわけ

それでは、地球はどうして海を維持することができたのだろうか。その理由は大陸の出現だと考えられている。もし地表全部が海であると金星と同じ状況になったはずだが、大陸ができると岩石が溶けて酸性の海が中和される。すると大気中の二酸化炭素は海にとけ込むようになる。濃度が高まるとカルシウムイオンと反応して炭酸カルシウム(CaCO_3)になり、海底に沈殿し、プレートの動きによって大陸に付加される。

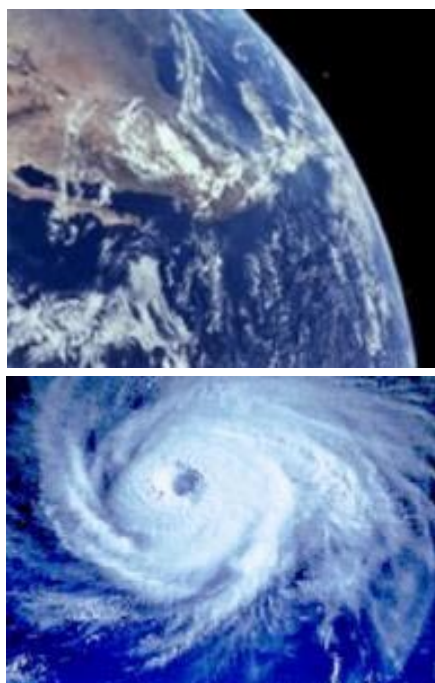
例えば秋吉台や桂林の石灰岩のように。二酸化炭素は「岩石」としてどんどん大陸内に取り込まれる。海が安定して存在するためには、海にとけ込んだ二酸化炭素を固体として、大陸に廃棄するというメカニズムが働かなければならない。

大陸という廃棄物処理場ができた幸運に感謝しなければならない。

地球の表面温度は15℃である。しかし今の大気、海がなかったら - 18℃であることが分かっている。二酸化炭素が全部大気から海にとけ込んだら、地球はとても寒い惑星になる。それどころか海が全部凍ってしまう。

多少の二酸化炭素が大気中に残り、「温室効果」を働かせてくれたので、生物の生活にちょうどいい15℃という適温地球が存在することになったのだ。温室効果はとても悪いことのようにいわれるが、これが働かなければ、生物は生存できなかったのだ。実は大変ありがたいことなのだ。

現在大気中の二酸化炭素量は $0.035\% = 350\text{ppm}$ である。この割合はまさに神さまの手かげんである。最近産業の隆盛、戦争などによって二酸化炭素量が徐々に増えている。温室効果が暴走を始めないように抑制する必要がある。



4．反省なき人類

せっかく神さまがくれた微妙なバランスによって地球システムが維持されているのに、人為的にこのバランスを崩すと地球システムダウンが起きる。冷静な一部の科学者は地球システムはすでに崩壊をはじめていると考え、他の惑星への移住を本気で考えている。本命の移住先は火星のようだ。日本も積極的に関わっている「宇宙ステーション」の建設は、人類の地球脱出計画の第一歩である。科学未来館のホームページをみても火星移住はかなりの科学者が本気で考えていることだということが分かる。

カリフォルニア州マウンテンビュー発——火星を居住に適した惑星に変えることは、困難ではあるが今日の技術で実行不可能というわけではないと『火星に生命がすめるようにする物理学と生物学の会議』に集まった科学者たちは言う。「われわれ人類はいつか(地球を)離れなければならない」とマッケイ氏は言う。「火星は間違いなくその最初のステップとなる。肝心なのは、生命をその起源を超えて広げていくチャンスがわれわれにあるということだ」

さて、火星はハビタブルゾーンにある惑星であるが、いま行っても人類が生活することはできない。しかし太陽はしばらくの間徐々に明るさを増しており、日射量も増える。問題は入ってきた日射をため込む手段である。

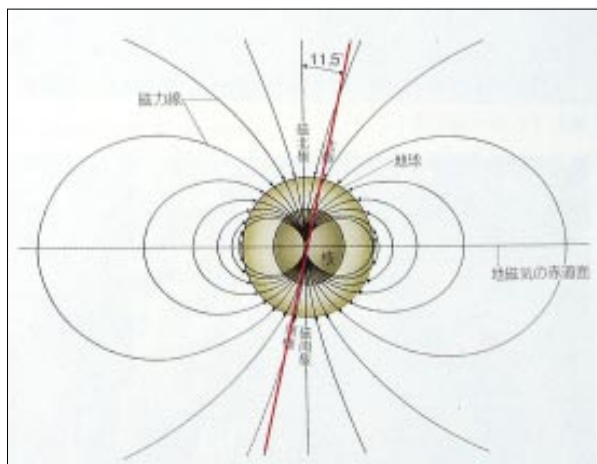
かなり雑な計画ではあるが、火星に二酸化炭素を排出する装置を建設し、温室効果を起こさせると地表温度があがり、火星の両極にある氷が溶けだし、海ができる。海ができれば温和な気候になり生物が住む可能性もでてくる。そこに植物の種をまき森を造れば100年ぐらいで人類が移住できるだろう。一回システムができあがるとあとはその範囲内で活動すれば、よい環境が維持できる。地球での失敗を反省して、火星ではうまくやろうという考えのようである。

4．地球を取りまくバリヤー

●磁石の針が南北を指す。

広大な中国の平原で戦いを有利に進めるため「指南車」が作られた。歯車の組み合わせで方位を測ったという説もあるが、磁石を利用したと考える方が自然だ。磁石の性質を発見したのは古代中国人だ。

コロンブスのアメリカ大陸の発見(？)も羅針盤を備えた船だからこそできた。羅針盤の発明はアラブ人だが、中国からの知識を使ったのだろう。ヨーロッパ人はアラブ人経由でその知識を吸収した。



●なぜ磁石の針は南北を指す？

磁石の針が南北を向くのは、その方向に磁石の針を引きつける磁石が存在するからだ。地球は巨大な磁石なのだ。北極の地下深くにS極があり、南極に地下にN極がある。なぜ磁石があるのかは、地球の内部の様子と関係している。

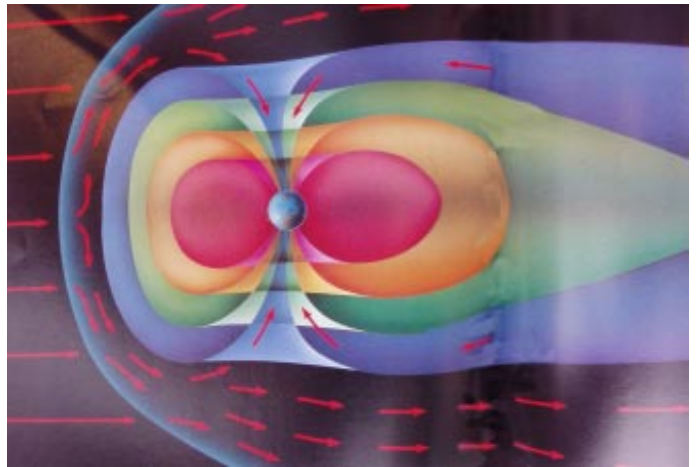
固体地球は大きく3層に分かれている。ごく薄いプレートの下にはマントルがある。この部分は固体の岩石であるが、それより奥深い所では金属地球になっており、「核」(コア)とよばれている。核は2層に分かれており外側が「外核」で、ニッケルと鉄がドロドロに溶けた状態になっている。

ここでちょっと思い出していただきたい。ぐるぐる巻いたコイルの中に鉄棒を出し入れすると電流が発生することを。電流が発生すれば磁力も発生する。地球内部では鉄とニッケルが動き回ることによって電流と磁力が発生している。磁力は目には見えないが、砂鉄を下敷きの上に撒いて、下から磁石を当てるとN極からS極へ磁力線のすじがあらわれるのを見たことがあるだろう。磁石の針はこの磁力線にそって向きを変えるのだ。

磁力線の向きをみると、日本付近では線の方が北ではなく、下を向いているのに気づくだろう。自由に振れる磁石は67°下向きになる。ちなみに北極(正確には磁北極)に行くと磁石のN極は真下を向く。通常使うコンパス(磁石)は水平面だけを動くように工夫されている。北半球で仕様の磁石をオーストラリアにもっていくと、針は動かなくなる。

●磁力線がバリヤーになっている

磁力があると方向を調べるのに便利だということだけのことではない。実は磁力線は私たちにとって、大変なことをしてくれている。宇宙の中には生物に有害な高エネルギーの宇宙線が飛び交っている。この宇宙線を浴びると生物は生きてはいけない。しかしうまく宇宙線はこの磁力線に捕らえられるために、地表にまで届かない。宇宙線が閉じこめられているドーナツ型の部分をバンアレン放射能帯とよばれる。この放射能帯は磁力線に沿って南北極付近の地表近くまで降りてくる。このときに上層大気と反応して輝くのがオーロラである。



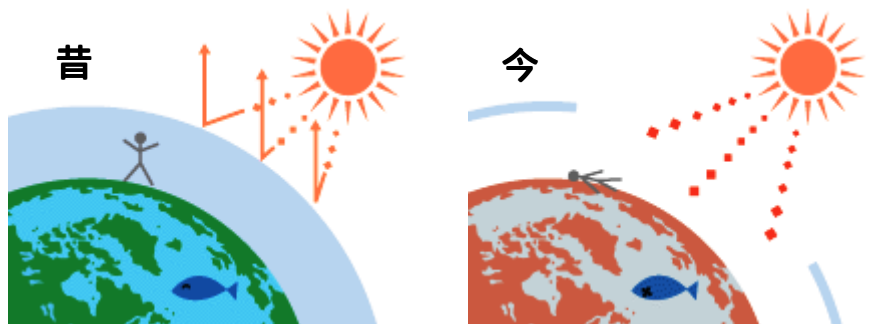
上空大気の現象は地下深くの核の動きと関連しているのである。地球がシステムで動いている現れである。オーロラがきれいだからといって、長年その下にいると宇宙線の影響を受けるかも知れない。

上空大気の現象は地下深くの核の動きと関連しているのである。地球がシステムで動いている現れである。オーロラがきれいだからといって、長年その下にいると宇宙線の影響を受けるかも知れない。

●オゾン層

この層の破壊は多くの人たちが関心を持つようになった地球環境問題である。上空20～30km付近には酸素が紫外線を受けて変化したオゾンの薄い層が存在している。太陽からくる光線のうち紫外線(Ultra Violet)は生物に大変有害である。昔は日光浴をしないと脚気になるとか言われたものだが、今はそれは害になるといわれる。紫外線にはUV-A、UV-Bなど幾種類かのものがあるが、オゾンの減少により有害なUV-Bが増えている。「昔はよかった」といっても昔とおなじ自然があるわけではない。

今から4億年前、地表にはまったく生物は存在しなかった。微生物だって細菌だってまったくい



かった。その理由はまだオゾン層がなかったもので、紫外線が地表に降り注いでおり、生物が海から出ようとすると、すぐに消毒されたからだ。

前回示したようにシアノバクテリアが光合成によって酸素を作り出してくれたおかげで、酸素は海に満ち、大気にも満ちあふれていた。大気上空で紫外線と酸素が反応してオゾンが作られる。結果紫外線は地表まで届かなくなった。

シアノバクテリアは現在の生物の大恩人なのだ。しかし人類はバカなことをした。

アメリカので発明された夢の物質である「フロンガス」に含まれる塩素がオゾン層を破壊するということが分かった。それから数十年、フロンは人間生活のあらゆるところに使われていた。我々もエアコン、冷蔵庫、ウレタン、スプレー、パソコンの基板洗浄、ドライクリーニングなどすべてフロンを使っていた。便利さにかまけて、オゾン層が破壊されることがわかっていながら、それを使い続けた。しかし皮膚ガンが増えるなどの影響が表れ始めたために、あわてて対策をねり、1996年製造禁止が約束された。でもまだエアコンや冷蔵庫の中にフロンは残っている。製造は中止されたが、オゾン層破壊はまだしばらくは続く。一度壊してしまったシステムはなかなか回復はしない。



他の惑星にいる(?)動物

6. 地球と生物の存在は奇跡的な確率だ！

今回は地球が46億年間太陽系の中で安定してくれてくれたおかげで生物が生き延びてきたことを学んだ。ちょっとでも位置が違っていれば、あるいは大陸ができなかったら、磁力線のバリアーがなければ、……。

さまざまな奇跡が重なって地球は存続してきた。

また地球内部には温度調節、オゾン層調節のシステムがうまく働いている。地球の位置を人為的に変えることはできないが、気温やオゾン層の調節機能を変えることは簡単だ。しかしそのシステムがどう機能しているかを確かめもせず、狂わせてしまうことは、我々自分の首を絞めることになる。

このままシステムの狂った地球では生活できなくなるからといって、他の惑星に移住しようなどとは、恐れ知らぬ行為である。自然に対してもう少し謙虚になる必要がある。