

06 科学系

2015年04月 ホーキング博士語録

一人間の挑戦に限界はない。どんなにひどい人生に思えても、生きていれば希望がある。

(There should be no boundaries to human endeavor. However bad life may seem, while there is life, there is hope.)

ー脳はコンピューターのようなもの。部品が壊れれば動作しなくなる。

壊れたコンピューターには天国も来世もない。

天国は、暗闇を恐れる人間のための架空の世界だよ

ー宇宙創造の理論において、もはや神の居場所はない

ー神の概念に触れずに宇宙のはじまりを論ずるのは難しい。

ー宇宙はなぜ、存在するという面倒なことをするのか？

ー私達はどこにでもある恒星の、

マイナーな惑星に住む、

血統の良い猿にすぎない。

しかし私達は宇宙というものを理解できる。

そのために、ちょっとは特別な存在なのだ。

ータイムトラベル(時間旅行)は実現可能

ーもしも光速に近い速度で航行可能な宇宙船が開発されれば、タイムトラベルは実現可能だと説明している。

ただし、過去に遡ることは「原因と結果の基本原則に反する」として不可能とも指摘している。

ー基本的に宗教と科学の違いは、宗教は権力を基本としており、科学は観察と理由を基本としている

ー科学は勝つ、つじつまが合うから

ー(我々地球人が)宇宙人と接触しようとするのは危険な行為である

コロンブスが新大陸を発見し、ヨーロッパ文化とネイティブアメリカン文化が接触することで、ネイティブアメリカンの文化や価値観が衰退したときのような悲劇が起こるとしている

(我々人類と同じように)目や口、脚はあるだろうが、

マリリン・モンローのような容姿は期待しない方がいいね

ー父親としてどんなアドバイスを子どもたちに伝えていますか、という質問に対して:

一つ目は、足元を見るのではなく星を見上げること。

二つ目は、絶対に仕事をあきらめないこと。

仕事は目的と意義を与えてくれる。それが無くなると人生は空っぽだ。

三つ目は、もし幸運にも愛を見つけることができれば、

それはまれなことであることを忘れず、捨ててはいけない。

- わたしはこの 49 年間、死と隣り合わせに生きてきた。
死を恐れてはいないが、死に急いでもいない。
やりたいことがまだたくさんあるからね
- 人生は、できることに集中することであり、
できないことを悔やむことではない。
- 期待値が「ゼロ」まで下がれば、
自分に今あるものすべてに間違いなく感謝の念が湧く。
- 人は、人生が公平ではないことを悟れるくらいに成長しなくてはならない。
そしてただ、自分の置かれた状況のなかで最善をつくすべきだ。
- 私が人生で学んだことは、自分が今持っている力を全部使えということです。
- 今の仕事を好きになれないのでは、
違う仕事に就いても好きになれない。
今の仕事に一生懸命になれないのでは、
違う仕事でも一生懸命になれない。
今の仕事を好きになって一生懸命やったとき、
次なる道が見えてくるものだ。
そもそも天職はなるものじゃない、
気がついたらなっているものだ
- 私は幸運だ。なぜなら脳は筋肉で出来ていないからだ。

- 「文明が高度に成熟すると、惑星はそれを支えきれなくなり、惑星間旅行ができるようになる前の段階で破たんするから。宇宙時間でいえば、瞬間的に消滅する」

- 「惑星間旅行」はできません。そんなことより、今、我々の築いた高度文明社会が我々人類はもとより、生態系、地球に与えている甚大な問題について考えてください。しかし、私は環境専門家ではないのでいちいち細かいことは言いません。どのようにしたら我々が破たんしないで済むかを真剣に皆で考える時期が来ていることだけ申し述べます。

2015 年 4 月 「冬虫夏草」

眼科医である義理の叔父の講演会がありました。叔父のライフワークはきのここと思っていたのですが、実は「冬虫夏草」というのがそれでした。菌が昆虫の中に住みついて虫を殺してしまいます。そうしてきのこが虫の死骸からよきよき生えてきます。きのこの先端には孢子ができて、それが風で飛ばされてまた別の虫に入ります。冬虫夏草の写真はグロテスクだけど、生物の生き方はかくも多様なのかと感心しました。この歳になってもなお知らないことがいっぱいある。

2015 年 03 月 「四次元時計は狂わない」

立花隆 文春新書

もし、米中印三国が日本のクリーン石炭発電技術を取り入れたら、それだけで、世界の CO2 排出量が 13 億トン（日本の総排出量に匹敵）も減る。

いま現在、世界で最も精確とされ、世界標準時刻を刻むのに用いられているのは、セシウム原子時計。ところがこの時計は数千万年に 1 秒くらい狂う。千万年を秒でかぞえると、十の十五乗だから、これを時間制度 15 桁という。光格子時計は、理論的に十八桁の精度を出せる。一挙に 1000 倍も精度がアップするのだ。時計も、これくらい精度が上がると、全く異質の計測器になる。単なる時間の計測器ではなくなって、アインシュタインの相対性理論でいう、「時空の歪み」を測ることができる計測器になる。

誰でも一日 150Lit（ドラム缶 1 本分）の原尿を生産しているが、腎臓でその水分の 99% をリサイクルして体内に残してくれるから人は干からびないですむ。

2015 年 02 月 「粘菌偉大なる単細胞が人類を救う」 中垣俊之 文春新書

経済をコントロールしようと金利を上げ下げしたり、税金を投入したりします。常に「何かをしなければならない」というのは変な強迫観念で、ちょっと危ないと感じます。改善をしようとして制度に手を入れると、それまで気づいていなかった良かったものも一緒に壊れるので、結局落ち着くところは似たようなものだということになる。人間が作り出すシステムも粘菌と同じで、「残るべくして、残るものが、残る」。本質的にはそうそう変わらないからです。

2014 年 10 月 「生命誕生」 中沢弘基 講談社現代新書

シュレディンガーは「生命を持っているものは崩壊して平衡状態になることを免れている」と、「生きる」という生命現象そのものが「宇宙のエントロピーはつねに極大に向かって増加する」という熱力学第二法則に矛盾することを指摘しました。生物は死んでバラバラに分解するときだけ、第二法則に合致するというのです。この矛盾を、「生物は“負エントロピー”を食べて生きている」と、解き明かしました。動物は他の生物を摂取して、エントロピーの大きな排泄物に変えて排出し、その差額で自分自身のエントロピーを小さく保ち、生命を維持している、と解釈したわけです。

生物進化の“宇宙”は全地球で、その創生以来 46 億年間、熱を放出し続けてきたのです。太陽からくる熱の影響を除いた、地球から宇宙へ放出される総熱流量は 44.2 兆ワット。地球は創世記から 46 億年、熱を放出し続けてきた結果、マグマオーシャンの状態から海ができて、今の穏やかな地球になったわけです。

ニュートリノの発生する放射性元素の核崩壊による熱量を逆算して、地球全体で約 21 兆ワットのエネルギーが生じていることがわかりました。この値は、現在地球から放出されている全熱量のほぼ半分です。したがって残りの半分は、46 億年前に得た熱エネルギーを現在でも宇宙空間に放出して、地球は冷却し続けていることがはっきりしました。

創世記の衝突エネルギーでいったん溶けて均質になった地球は、熱の放出にともなって温

度が下がり、重い重金属元素は核に、軽いアルミニウムやケイ素の鉱物はマントルに、そしてもっと軽い水素（H）、炭素（C）、窒素（N）、酸素（O）などの軽元素は水や大気となって地表に濃集する、そういう層構造に“秩序化”したのです。

地球の進化とは、熱の放出によるエントロピーの低下による構造の秩序化なのです。地球にある H,C,N,O などの軽元素、“地球軽元素”もエントロピーの減少によって秩序化します。その結果が有機分子の生成であり、生命の発生、さらにはその進化なのです。

地球軽元素の秩序化の結果として誕生した地球の生命は、その後も進化し続けています。隕石の海洋衝突の際に、金属鉄やカンラン石も蒸発する。衝撃後蒸発した蒸気流の中で、蒸発した金属鉄は水が分解した酸素と反応して酸化され、蒸気流は水素の強い還元状態になります。窒素も還元されてアンモニアが生成されるはずですが、これが生物有機分子アミノ酸の前駆体となる。

2014年8月 「知っておきたい物理の疑問」 日本物理学会 ブルーバックス

音速：空気中 340m/s。新幹線 83m/s。水中 1,500m/s。鉄 5,950m/s。ダイヤモンド 12,000m/s。
グラファイト 18,800m/s

光はまっすぐ進むというよりは、最も早く目的地に着くよう近道を進む。

2014年8月 「同期する世界」 蔵本由紀 集英社新書

胸の鼓動、呼吸、体内時計、歩行。。私たちは四六時中「リズム」とともに生きています。鳥のはばたき、ホテルの明滅、虫の鳴き声。。いたるところにリズムがあります。リズムとリズムが出合うと、互いに相手を認識したかのように、完全に歩調を合わせてリズムを刻み始める。これが「同期現象」あるいは「シンクロ現象」と呼ばれるものである。

夜は眠くなり、体温、心拍、血圧なども低下します。昼間の活動時にはこれらは高く、栄養代謝も活発です。これらはセロトニン、アドレナリン、コルチゾル、メラトニン等の神経伝達物質やホルモンの分泌活動が昼夜で変動するためです。たとえば、夜間にはメラトニン中の血中濃度が高まって眠気を催し、朝の目覚めとともにセロトニンのレベルが上昇するので意識がはっきりします。鳥たちにとって体内時計は別の機能も持っています。いわゆる「太陽コンパス」の機能です。それは太陽の現在位置と現在の時刻という二つの情報から正しく東西南北を割り出すための装置ですが、この機能でもって鳥たちは飛んでいくべき正しい方位を知るのです。

心臓は自律神経の強い影響を受けています。自律神経とは、運動神経や感覚神経とは別に自動的に体の機能を調整してくれる神経のことですが、とりわけペースメーカー集団には自律神経からの豊富な入力があります。自律神経には交感神経と副交感神経があり、それぞれは固有の神経伝達物質を放出することで、それぞれアクセルとブレーキの役割を果たしています。交感神経はノルアドレナリンを放出して、心拍数を上げます。副交感神経はアセチルコリンを放出することで心拍数を抑えます。

有機物に含まれるエネルギーを利用可能な形に変換するための作業は、細胞内で行われます。それはもっぱら ATP というエネルギー運搬物質を作り出すための作業です。ATP 分子内の化学結合にエネルギーをいったん貯えておいて、通貨のように必要に応じていつでもどこでも使えるようにしておくわけです。ATP は三つのリン酸基を持っていますが、リン酸基が一つ外れて ADP に変化するときエネルギーが発生します。ATP を作るために、ほとんどの生物は二通りの手段を用意しています。第一は酸素を用いずに糖を分解することで ATP を作るやりかた。いわゆる解糖です。第二の手段は細胞呼吸と呼ばれ、それには分子状の酸素が必要です。酸素を取り込んで炭酸ガスを放出するのが普通の呼吸ですが、同様のことが細胞レベルで行われているわけです。ほとんどの生物は細胞内にミトコンドリアという小器官をもっていますが、この作業が行われるのはミトコンドリアにおいてです。

2014 年 04 月 「なぜ男は女より早く死ぬのか」 若原正己 SB 新書

ヒトの場合、1 回の射精で約 2 億個ともいう大量の精子が放出されますが、2 億の半分、つまり 1 億個が X 染色体を持った精子、残りの 1 億個が Y 染色体を持った精子です。もし X 精子が先着すればその受精卵は女の子 (XX) になり、Y 精子が先に受精すれば男の子 (XY) が生まれるというわけです。つまり性を決めているのは卵子ではなく、精子だということになります。

よーいドンで放出された精子は卵子を目指して泳ぎ始めますが、Y 精子のほうが少し軽いので、X 精子より先に卵子に到達しやすいのです。精子は膈内に放出されて、子宮をさかのぼり、輸卵管という細い管に入り込んで、最終的に卵管膨大部というところで卵子と巡りあうわけですが、その道のりは結構遠いのです。そのために、重量の軽い Y 精子のほうが卵子に先に到達しやすい傾向があります。

人間の脳は、左右である程度役割分担しています。右脳は音楽脳と呼ばれ、音楽や機械音、雑音を処理しています。それに対して、左脳は言語脳と呼ばれ、人間の話す声の理解など論理的・知的情報処理をしています。日本人は、言語を理解する左脳で虫の声を聞いていて、西洋人は右脳で聞いているといえます。だから西洋人は虫の声を雑音として認識しているらしいのです。世界的には、西洋人タイプが圧倒的に多く、中国人も韓国人も右脳で虫の声を聞いているといわれます。

2013 年 07 月 「宇宙は無数にあるのか」 佐藤勝彦 集英社新書

質量のある物体を置くとゴムシートが歪み、そのせいで物体同士が引き寄せ合っているように見える。ごく簡単に言うと、それがアインシュタインの考えた重力の仕組みです。超高温の高エネルギー空間では粒子の運動が活発なので、陽子が電子を捕まえることができません。これを「プラズマ (電離)」状態といいます。光は自由に動いている電子にぶつかると散乱してしまうため、プラズマ状態の空間ではまっすぐに進めません。いわば「電子の雲」に閉じ込められた状態になるのです。しかし「火の玉」が膨張するにしたがって、空

間のエネルギー密度が下がるため、やがて電子は陽子に捕まって水素原子になります。自由に動き回る電子がいなくなると、光はそれに邪魔されることなく直進できる。そうなるまでに 38 万年ほどかかりました。「電子の雲」が消えて光がまっすぐ進めるようになったので、これを「宇宙の晴れ上がり」と呼びます。

減速しながら上に向かったボールが、途中から加速することはありません。もし加速するとしたら、「隠れたエネルギー」がボールを下から押しているとしか考えられない。宇宙の場合も、加速膨張しているなら、そのためのエネルギーが必要です。それがダークエネルギーにほかなりません。

インフレーション理論では、宇宙初期に「真空の相転移」が起きたと考えます。相転移とは、たとえば水蒸気が水になったり、水が氷になったりするように、温度などの変化によって物質が異なった状態になることです。真空が「何もないからっぽの状態」であれば相転移はおこりませんが、そこにはエネルギーがあるので、異なった状態になることは可能です。では、真空が相転移を起こすと、どうなるか。私は、宇宙初期にそれが起きたという前提で、アインシュタインの一般相対性理論の方程式を解きました。すると、真空のエネルギーが斥力として空間を押し広げる働きをすることがわかったのです。これが、倍倍ゲームで宇宙を膨張させる原動力にほかなりません。

水から氷への相転移が起きた場合、エネルギーが高い状態から低い状態になるため、その落差によって「潜熱」が生じます。それと同様、真空の相転移による指数関数的膨張が終わると、膨大なエネルギーが放出される。それが熱エネルギーとなって「火の玉」を生み出し、ビッグバンを起こすのです。

60 億年ほど前に始まった加速膨張は、宇宙に残っていた真空のエネルギーによる「第二のインフレーション」である可能性が出てきたわけです。

「宇宙は無数に存在し、それぞれが異なった真空のエネルギー密度を持っている。その中でも、知的生命体が生まれる宇宙のみ認識される。現在の値より大きな値を持つ宇宙では天体の形成が進まず、知的生命体も生まれません。認識される宇宙は今観測されている程度の宇宙のみである。

それぞれの宇宙にはそれぞれの真空のエネルギー密度が決まっており、「どの宇宙も同じ」ではない。その無数の宇宙の中には天体の形成が進む宇宙もあり、そこでは知的生命体が生まれる。したがって、知的生命体に「観測される宇宙」が、その知的生命体を生むのに都合よく見えるのは当たり前だ。

わずかに数値が違うだけで「人間の生まれない宇宙」ができあがる物理定数はいくつもあり、それは基本法則から導き出すことができません。偶然、人間が生まれるように微調整されているとしか思えないのです。しかしそれも、この宇宙が無数にある宇宙の一つにすぎず、無数の宇宙はそれぞれ物理定数が異なると考えれば説明はつきます。

陽子間に働く重力、つまり万有引力は、同じプラスの電荷が持っている陽子同士が反発し合う電磁力、つまりクーロン力の強さの 10 の 36 分の 1 です。「N」はクーロン力を重力で割

ったものですから、その値は「 10^{36} 」となります。

電磁気力には「引力」と「斥力」の両方があり、私たちの日常レベルではほとんどがプラスとマイナスで打ち消しあっているため、その影響を実感することはあまりありません。

もし「N」が 10^{30} （つまり重力が現実の 100 万倍）だったら、天体はこれほど大きくなる必要はない。一つの星を作るのに必要な原子の数が 10 億分の 1 で済みます。重力の強いこうした想像上の世界では、微小な虫でさえ、自分の体を支えるために太い脚を持たなければならない。それより大きな動物が生まれる可能性は皆無だろう。人間くらいの大きさのものは、たちまち重力に潰されてしまう。仮に安定した惑星系が形成されても、 $N=1030$ の宇宙では星から急速に熱が奪われるため、星の寿命は 100 万分の 1 に縮まります。地球上の生命は 46 億年かけて進化しましたが、その仮想宇宙では太陽が 1 万年で寿命を迎えてしまうので、たとえ生命体が生まれても複雑な進化を遂げる時間がありません。

核融合によって質量は減る。そこで失われた質量がエネルギーとなって放出されるから、地球は太陽から多くの熱を受けることができる。この核融合の前後でどれだけ質量が軽くなるかを示すのが「 ϵ 」にほかなりません。その割合は 0.007。もし「 ϵ 」が 0.007 ではなく 0.006 未満だった場合、強い力の大きさが足りないため陽子と中性子がくっつきにくく、重水素が安定しないでしょう。したがってヘリウムも合成されなくなり、宇宙は「水素だけでできた単純なものとなるのです。

物質の密度が一定の値を超えていけば、重力が膨張エネルギーを上回るため、宇宙は途中から収縮を始めます。その境界線のことを「臨界密度」といい、臨界密度と現実の宇宙における物質の密度の比のことを「 Ω 」という記号で表している。宇宙の曲がり具合を示す「曲率」が正の場合は宇宙は途中から収縮に転じます。負の場合は等速膨張が永遠に続きます。この場合重力の影響が弱いので、ガスがなかなか固まりません。そのため 137 億年経った現在でも銀河や星が生まれていなかったはずで、曲率がゼロの場合を「平坦な宇宙」と呼び、重力源となる物質が臨界密度となります。

「 Q 」は、星や銀河、あるいは銀河の集合体である銀河団など大きな構造の「まとめ具合」を示す数。現実の宇宙では、銀河団などの大きな構造の「 Q 」がおおよそ 10 万分の 1 になっていますが、もしこれが 100 分の 1 や 10 分の 1 といった大きな数だったら、どうなるか。銀河団の結合は極度に緊密になり、ほとんどの構造がブラックホールになってしまいます。逆に「 Q 」がもっと小さければ、まとめ具合がゆるすぎて、構造そのものが生まれません。

三次元空間では、重力の強さが距離の二乗に反比例しますが、四次元空間になると距離の三乗に反比例することになります。すると、銀河の中心に近づくほど重力の影響が強くなる。そのため、三次元空間では銀河の中心を回転している恒星が、四次元空間ではスパイラルを描くように中心部に落ちていってしまうのです。これではブラックホールだらけの宇宙にしかありません。

中性子は「ベータ崩壊」という現象によって陽子に姿を変えることができます。弱い力の働

きによって、中性子から電子とニュートリノという素粒子が放出される現象です。電荷がマイナスの電子を放出するので、中性子だったものがプラスの電荷を持つようになる。それと同時にニュートリノがエネルギーを持ち出すので、質量も軽くなり、陽子になるわけです。ですから、もし中性子のほうが軽かったら、ベータ崩壊によって質量が減ってしまうので、陽子にはなれません。逆に、重い陽子のほうが崩壊して中性子になります。そして、中性子は電荷が中性なので電子をとらまえることができず、それだけでは原子を作ることができません。原子が作られなければ、物質もできないのです。中性子と陽子の質量の差は、ほんのわずかしかありません。陽子の質量が実際よりも 0.2%ほど大きくなるだけで、その立場は逆転します。そんな際どい「微調整」によって、私たちの物質世界は支えられているのです。

ディッケイは「宇宙開闢の初期条件は人間が生まれてくるようにデザインされている」と言っています。具体的には主に「平坦性問題」を念頭に置いたものでした。

ワインバーグ・サラム理論は、電磁気力と弱い力がエネルギーの高い状態で一致し、エネルギーが低い状態では別々の力になることを示しています。ならば、宇宙初期の高エネルギー状態では実際に二つの力が一致しており、真空の相転移によってエネルギーが下がったときに二つに分かれたのではないか。エネルギーが低くなれば真空が相転移を起こす。

宇宙の年齢は 137 億年。私たちが見ることのできる「最古の光」は宇宙の晴れ上がりと同時に直進した CMB ですから、それは 137 億年先に見えるはずでしょう。しかし、それを考えるときには、宇宙が膨張していることを計算に入れなければいけません。137 億年かけて光が飛んでいる間に、その空間は広がっているので、距離は伸びている。それを含めて計算すると、137 億年前に出た光は、420 億光年まで遠ざかっていることになるのです。

2013 年 7 月 「世界はゆらぎでできている」 吉田たかよし 光文社新書

物質を構成する究極の最小単位を素粒子といいます。この素粒子が、実はミクロのひもであり、ひもの揺らぎ方がそれぞれ異なるために、別々の素粒子として振舞う。つまり、全ての物質の根源は、ひもの揺らぎにある。

小ささの差がイメージしやすいように、人間の身長を思いきって銀河系の大きさまで拡大したとしましょう。そうすると、原子 1 個のおおきさは地球と太陽の距離くらいになります。ところが、それだけ大胆に拡大しても、素粒子のひもの長さは、やっとな原子 1 個の大きさにしかありません。

もしミクロのひもが何らかの材質でできていれば、その材質を構成している物質が究極の素粒子だということになります。つまり、ミクロのひもは素粒子ではないことになってしまいます。素粒子を構成しているミクロのひもは、そもそも太さはないので、構成している材質もありません。ただ長さのみを持っていて、それが揺らいでいるだけです。この長さを持つということが、超ひも理論の真髄の部分です。

どんどん分割していくと、これ以上はもう分割できないという長さの最小単位にたどり着

きます。それがプランクの長さで、 $1.616 \times 10^{-35} \text{m}$ です。

本当はひもさえなくて、存在しているのは揺らぎだけ。

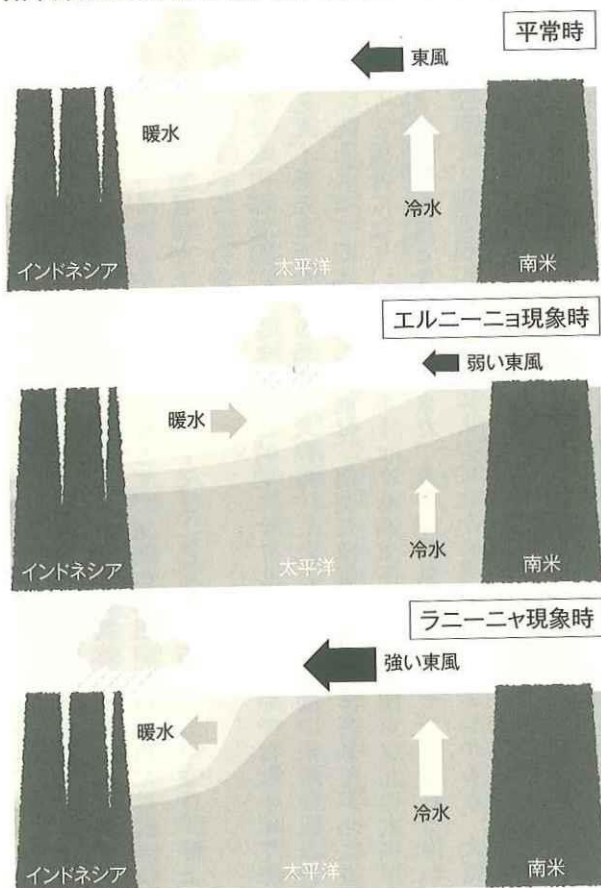
インフレーションという現象で宇宙がどのくらいの速さで引き伸ばされたかという、1兆分の1の、そのまた1兆分の1秒というすごく短い時間に、1兆倍の、そのまた1兆倍より大きなサイズに引き伸ばされた。

空間の中で物質が光の速度を越えて移動したのではなく、空間そのものが光速を越えて引き伸ばされただけなので、特殊相対性理論に矛盾するわけではない。

2013年10月 「異常気象と人類の選択」

江守正多 角川SSS新書

図1 ● エルニーニョ/ラニーニャ現象の仕組み
太平洋赤道域における、大気と海洋の東西断面図



気象庁ホームページ http://www.data.jma.go.jp/gmd/cpd/data/el_nino/learning/faq/whatiselnino.htmlの図に基づく。

温暖化が間違っている可能性はゼロではない。しかし間違っているという証拠は今のところない。

温暖化が正しいかどうか分からないという人がいるのは自然である。しかし、温暖化が間違っているに違いないと断言する人は不自然である。

人類が1年間に消費する1次エネルギーの総量は石油換算120億トン程度ですが、これを地球の表面積で割って単位換算すると 0.03w/m^2 になります。原発の温排水などを含め、人類がエネルギーを使うことによる発熱は、実は地球全体で均すとたいした大きさではない。

気温が上昇すると植物の呼吸や土壌有機物の分解が促進され、陸上生態系が二酸化炭素を吸収しにくくなる。

深刻な、あるいは不可逆的な被害のおそれがある場合には、完全な科学的確実性の欠如が、環境悪化を防止するた

めの費用対効果の大きい対策を延期する理由として使われてはならない。

2013年10月 「ニュートリノでわかる宇宙・素粒子の謎」 鈴木厚人 集英社新書

ニュートリノはあらかじめ原子核の内部に存在するのではなく、ベータ崩壊の際に発生します。宇宙全体を見渡せばクォークや電子よりもはるかに大量に存在します。

自然界にはカリウム 39、40、41 という同位体が存在しており、そのうち 0.012%ほどのカリウム 40 が不安定で、放射性崩壊を起こすたびにニュートリノを発生します。標準的な量のカリウムを摂取している人からは、1 秒間におよそ 3000 個。私たちは自分自身の体から、それだけのニュートリノを放出し続けているのです。

宇宙空間では、さまざまな物質の粒子が飛び回っています。最も多いのは陽子（水素の原子核）で、そのほかはヘリウムなどの原子核。それが宇宙線として四方八方から飛んでくるので、もし地球に大気圏がなかったら、直接浴びてしまうことになり、私たち人間はもちろん、あらゆる生命体は地上に存在できません。しかし実際には大気があるため、宇宙線は空気中の酸素や空気中の窒素などの原子核と衝突してエネルギーを失い、ほかの粒子に姿を変えます。

原子炉では「核分裂反応」によってエネルギーを生んでいるのに対して、太陽の中心部では「核融合反応」という現象によって膨大な熱エネルギーが生じています。簡単に言うと、4 個の水素原子核が融合して 1 個のヘリウム原子核が作られ、その質量差から、エネルギーが生じます。そしてそれに伴ってベータ崩壊が起きる。地球上には、660 億個／秒／cm² の太陽ニュートリノが降り注いでいる。

陽子の大きさを直径 1m の球とすると、その周りを周回する電子の軌道は JR 山手線ほどになる。その隙間を何かが通り抜けても不思議ではありません。

地球内部は全体で 44 テラワットの熱を発しており、それによってマントル対流や大陸移動などの現象が起きています。地球の中心部は 6000・c もの高温とも言われており、地球内部から放出される熱の量は大型の発電用原子炉の 1 万台分をはるかに超えるほどです。

量子力学では、あらゆるものが「波」と「粒」の性質を併せ持つと考えます。電磁波（光）にも最小単位としての素粒子がある。それが「光子（フォトン）」にほかなりません。この光子を投げたり受け取ったりすることによって電磁気力が伝わるのです。電磁気力だけではありません。重力・強い力・弱い力にも、それぞれ力を伝える素粒子が存在します。重力は重力子（グラビトン）、強い力はグルーオン、弱い力は W ボソンと Z ボソンと呼ばれている二種類の弱ボソン。これらを「ゲージ粒子」といいます。ただし重力は三つの力が及ぼしあうミクロの世界では無視できるほど小さいので、標準理論には含まれておらず、重力子もまだ発見されていません。標準理論に含まれるゲージ粒子は、重力を除く三つの力を媒介する 4 種類です。そしてこれらの素粒子に質量を与える素粒子として 1964 年に存在が予言され 2012 年に CERN の加速器で検出されたのが、17 番目の素粒子であるヒッグス粒子でした。この発見によって、標準理論が完成したわけです。

ゲージ粒子のうち重力子だけはあらゆるクォークやレプトンに作用しますが、それ以外の電磁気力、強い力、弱い力を伝える粒子は相手を選びます。たとえば強い力を媒介するグルーオンは、クォークにだけ働きます。その力によって複数のクォークが束ねられ、陽子や中性子や中間子などになっている。したがって、ある粒子がグルーオンを投げている反応が実験で見つかれば、その粒子はクォークだと判別できます。また、電磁気力を媒介する光子は

電荷を持つ粒子としか反応しません。光子を投げていると、それは電荷を持つ粒子だとわかります。逆に、電氣的に中性なニュートリノは光子を投げません。強い力のグルーオンにも反応しないので、ニュートリノが投げるのは弱ボソンだけです。

電磁氣力を媒介する光子と弱い力を媒介する弱ボソンは、高いエネルギー状態ではまったく同じ性質を持っています。ところがエネルギー状態が低くなると、弱い力の粒子のほうは質量を持ってします。光子のほうは質量ゼロのままなので、そうすると別々の粒子に見えるわけです。実は弱ボソンに質量を与える仕組みがピーター・ヒッグスの提唱した「ヒッグス機構」であり、そのメカニズムが存在することを示す証拠がヒッグス粒子でした。ヒッグス粒子は、この電弱統一理論を完成させる上でも不可欠のピースだったのです。

粒子と反粒子の対生成は、何もない真空からエネルギーを一瞬だけ借りることで起きると考えられています。その瞬間にはエネルギー保存法則が破れるのですが、すぐに対消滅してエネルギーに戻れば、借りたものを真空に返すこと g はできるので問題はない。

2013年10月 「宇宙のはじまりの星はどこにあるのか」 谷口義明メディアファクトリ
 現在発見されている星のなかで「最も古い星」について詳細が発表された。春の星座、てんびん座の近くにあるこの星は、地球からの距離が約 190 光年程度で、双眼鏡でも見えるほど近くになる星だ。ハッブル宇宙望遠鏡の観測により、この星の推定年齢は「145 億年プラスマイナス 8 億歳」であることが判明した。スペクトルの分析の結果、微量ながら重元素が検出されたため、残念ながらはじまりの星ではないことがわかっているが、推定年齢が宇宙の年齢より古いかもしれないという謎めいた観測結果は、天文学界に大きな波紋を呼んでいる。

2013年10月 「謎解き海洋と大気の物理」 保坂直紀 講談社ブルーバックス
 水は固体になると膨張して軽くなる。だから氷は水に浮く。もし、氷が液体の水より重かったら、寒い地方の池や湖の表面に張った氷は次々に沈んでいき、やがては全体が氷になってしまう。そんなところで、魚などは生きていけない。

地球一周の距離は約 4 万 km。これを 24 時間で 1 回転するわけだから、赤道上に立っている人は 1700km/h ものスピードで地球と共に回転していることになる。

回転台に乗っていることを忘れる代わりに、ボールに右向きの「コリオリの力」が働いていると考える。台が反時計回りに回転しているか

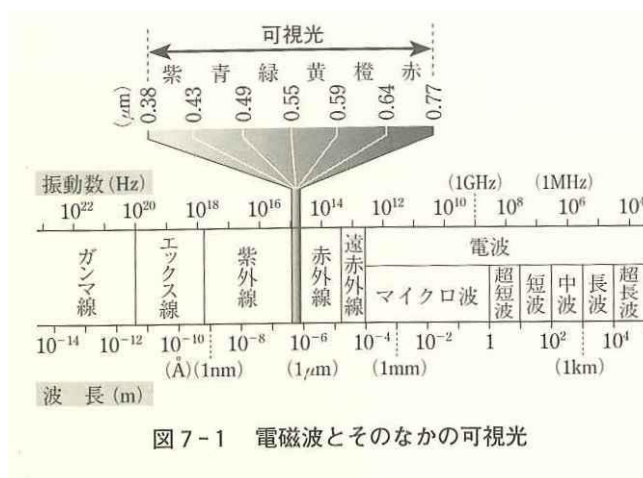


図 7-1 電磁波とそのなかの可視光

ぎり、その台の上で移動する物体には、その進行方向に対して直角右向きの力が働く。
どんなものでも、熱を持っている物体は電磁波を出す。そして、どんな種類の電磁波を出すかは、その物体の温度で決まる。太陽の表面温度は約 6000・c で、放射する電磁波のなかには可視光がたくさん含まれている。この可視光が地球の大気を通過して地表を暖めるのだ。ところが、地球が放射する電磁波は違う。太陽のように熱くはないので、エネルギーの多くは赤外線として放出される。可視光ではなく赤外線として放出されるから、私たちの目にはみえない。地球の表面は、太陽から可視光の形でエネルギーを受け取り、赤外線の形で放出するのだ。大気に含まれる二酸化炭素や水蒸気には、可視光は良く通すけれども赤外線は通しにくいという性質がある。

2013 年 10 月 「放射光が解き明かす驚異のナノ世界」日本放射光学会講談社ブルーバックス
筋肉は、その基本単位である筋繊維にカルシウムイオンが放出されると収縮が起こり、カルシウムイオンを取り除くと弛緩が起こります。つまり、筋肉の収縮・弛緩に伴って、カルシウムイオンが筋繊維の中に入りたり出たりしています。それがスムーズに行われることで、筋肉が円滑に働いているのです。

一般に、細胞の内外では、イオン（ナトリウム、カリウム、カルシウム等）の濃度は大きく異なっています。生体はイオンを細胞への情報伝達などいろいろな目的に使っており、濃度差を維持していくことが生きていることの証ともいえます。生体内の濃度勾配に逆らってイオンを輸送し、濃度差を生み出しているのはイオンポンプタンパク質と呼ばれる膜タンパク質群です。イオンの輸送のために、エネルギーの通貨と呼ばれる ATP の化学エネルギーを使うので、ポンプタンパク質は ATP を分解する酵素でもあります。人間は 1 日に体重と同じくらいの ATP の生産と消費を繰り返しますが、イオンポンプはその 25% を消費すると言われます。筋収縮のために筋細胞中に放出されたカルシウムイオンを、今度は 1 万倍もの濃度差に打ち勝って筋小胞体中に汲み出し、筋肉を弛緩させるのがこのポンプの働きです。もしこのカルシウムポンプがうまく作用しなければ、筋肉が収縮したまま戻らなくなってしまいます。運動中に筋肉がけいれんするのは、まさにこのような状態です。

ショウジョウバエにおける時計遺伝子が発見された。シアノバクテリアの時計か、KaiA、KaiB、KaiC と呼ばれる三つの時計タンパク質だけで 24 時間を正確に刻むことができます。3 種類の Kai タンパク質を試験管内で混ぜ合わせると、これらが互いに作用して、KaiC はリン酸を付与された状態と付与されていない状態のあいだを 24 時間周期で行ったり来たりします。3 種類の Kai タンパク質を混合すると、KaiA は速やかに KaiC に結合して KaiC をリン酸化し、KaiB は KaiA によるリン酸化が終了した後に KaiC と結合し、ゆっくりと脱リン酸化して KaiC から離れることがわかった。

ミオグロビンと呼ばれるタンパク質があります。このタンパク質は、私たちの筋肉の中で、生命活動に欠かせない酸素を血液との間でやりとりしたり、一時的に貯蔵したりする役割を担っています。ミオグロビンの赤い色は鉄を含む色素の色で、酸素はこの鉄にくっついた

り離れたりします。水に棲むほ乳類であるクジラや、長い距離を泳ぎ続ける回遊魚であるマグロやカツオの肉の色が赤いのは、たくさんの酸素を貯蔵する必要があるため、ミオグロビンが多く含まれているからです。

物体を透過したときの X 線の位相シフトを利用すると、吸収を利用する場合に比べて、軽い元素に対しては約 3 桁も感度が向上します。したがって、物体によって、物体による位相シフトの量を画像化できれば、吸収を苦手とするような軽元素で構成された軟組織に対しても造影剤なしに十分なコントラストが得られます。

通常の顕微鏡では、観察する物体に当たる光の波長の半分より小さなものは見ることはできません。このため、可視光線を使った普通の顕微鏡では、可視光線の中でも波長が最も短い紫の光の波長（約 400 ナノメートル）の半分である 200 ナノメートルより小さなものは見ることはできません。

金属が電子を通すのは、金属の中を電子が自由に動き回っているからです。一方、超伝導状態では、電子と電子の間になんらかの引力が働いて二つの電子がペアになり、互いに相手の動きを束縛しあっています。そして、この電子ペアは群れをなして一様に揃った運動をしています。そのため、一つ一つの電子は勝手に動くことができず、多少の邪魔物があっても、同じ運動を続けることを強いられます。つまり、電子は流れ出したら、止まらなくなってしまうのです。これこそが超伝導の正体であるとかんがえられています。

太陽電池の内部では、光が電池材料に吸収されるとマイナスの電子とプラスの正孔が生じそれぞれ正極と負極に分かれて電池の起電力となります。光を照射することにより、光からエネルギーをもらった電子が物質から飛び出してくるとするのは光電効果と光電子分光法の原理と全く同じ。

植物の光合成では、太陽光エネルギーを使って水を酸素と水素に分解した後、酸素を空気中に放出し、水素と二酸化炭素とを利用して、最終的にエネルギー源であるデンプンなどを作り出します。

触媒とは、ある化学反応を促進し、それ自身は反応の前後で変化しない物質。植物の光合成タンパク質は、生物進化が作り出した究極の光触媒といえる。

地震波速度はマントル中を深く潜るにつれ速度は増していきませんが、深さ 2900km 付近で P 波の速度は急激に落ち、5100km 付近で再び速度は上昇します。また S 波は 2900km より先には伝わりません。このことから 2900km と 5100km の境界で外核と内核に分かれており、さらに S 波は横波で液体中を伝わらないことから外核部分は液体状態にあることがわかります。

2013 年 10 月 「ブレイクスルーの科学者たち」竹内薫 PHP 新書

山根公高:燃料電池は決定的な問題があるんです。環境に弱いんです。たとえば潮風に弱い。金属イオンってわかります？金属が水に溶けるとイオンになりますね。そのイオンがあつた燃料電池に入ると壊れちゃうんです。金属イオンが触媒の白金にくっついちゃうんですよ、

ペタペタ、ペタペタ。そうすると表面がカバーされちゃうんで、反応しなくなっちゃう。だから、パワーが出なくなる。硫黄にも弱い。だから温泉地はだめ。それから低温にも弱い。純水を使っていますから、摂氏零度以下の使用時は通常、温めておくんです。

従来の化石燃料は、水素を含めた燃料の中で体積当たりのエネルギー密度が最も高く、液体水素と比べて約4倍なのだ。化石燃料はエネルギーが詰まっている。言い換えると、水素エンジンでは、満タンで走れる距離が化石燃料に比べて1/4になってしまう。

燃料電池というのは電気自動車、つまりモーターです。モーターというのは、あらかじめ出力が決まってるんです。たとえば百馬力出るモーターを積んだら、もう百馬力しか出ない。一方、内燃機関は爆発ですから、とにかくエンジンさえ速く回せば、空気がいっぱい入るんです。その分だけ燃料が爆発し出力を出してくれます。だから、いざ馬力が欲しい時に踏み込めば、回転が上がって、空気をいっぱい取り入れることができるから、燃料を入れて、オアワーが出る。モーターは走り出すときの加速はいい。だが、走っている途中で加速しようとしても、エンジン車のようにはいかない。山道で快適に走ろうとしたらやはり、モーターではダメでエンジン車のほうがいい。燃料電池車は、ゆっくり走ることは得意。速く走るとは下手くそ。

大内一之：世界の海のうちわずか0.1%の海域だけ、湧昇流といって海洋深層水が湧き上がっている場所があるんですね。有名なのは南米西海岸（ペルー沖）とか、アフリカ西海岸（カナリー諸島）。そういう湧昇海域は栄養豊富な深層水が湧き上がっているため、プランクトンが豊富です。そのたった0.1%の海域から世界の魚の50%が生産されている。

2013年10月 「生命はどこから来たのか？」 松井孝典 文春新書

光合成は昔から知られていました。しかし、酸素が水と二酸化炭素のどちらから生まれるのかは分かりませんでした。その後、詳しく調べられた結果、酸素は水分子の分解によって作られることがわかった。光合成では、まず光を効率的に吸収する必要があります。葉緑素が光を吸収しますが、その過程にも光化学系ⅠとⅡというものがあります。Ⅰは700ナノメートルの波長の光を吸収する系で、Ⅱは680ナノメートルの光を吸収する系です。光化学系Ⅱは、光を吸収すると電子が放出され、それを補充するために水分子から電子を奪う際に酸素が発生するメカニズムです。Ⅰでは、それを可能にするために、もう1つの電子伝達系を経由して、電子の受け渡しをしているプロセスです。光合成の明反応では、具体的にはこのようなことが起こっています。

土壌中の鉄も酸化されます。赤色土壌といいます。

嫌気呼吸による生物生産の可能性を考えると、地下生物圏のバイオマスは、地球の全微生物バイオマスの90%に達するという試算もあります。

生物は細胞分裂を通じて増殖します。細胞分裂の場合、細胞の中に細胞小器官も核も全部あり、それが分裂して2つに分かれていきます。細胞レベルでの生命の発生過程は、それぞれに部品を作って合成しているわけではないのです。ところがウイルスは、DNAないしRNA

のコピーを作り、タンパク質を作り、それを合成します。部品を合成して子ウイルスにするというのは、化学進化そのものです。巨大なウイルスが発見されることにより、ウイルスと細胞がどんどん重なってきています。

極限環境下にはウイルスがたくさんいると見られます。その環境に耐性をもつ細菌が生息できるのは、ウイルスがその環境への耐性を与えている可能性が高いのです。ということは、地球上における生命の起源は極限環境下と考えられているので、ウイルスは生命の起源に直結していることとなります。

生物進化の基本は、自然淘汰と突然変異です。先に、分子進化の中立説と、ダーヴィンの自然淘汰説を紹介しました。いずれの進化も遺伝情報は親から子へと垂直方向に伝わっていくのが基本でした。しかし、突然変異が種全体に広まらなければ進化にはつながりません。突然、新しい種が出現する原因について、古生物学的には今でも説明できていませんが、ウイルスがそのような現象を引き起こす可能性があるのは前に述べたとおりです。ウイルスは生物種のなかに水平に伝播していくからです。それが、感染というものです。

RNA ウィルスが増殖する場合、RNA の情報から子ウイルスが作られます。DNA の情報を RNA が転写し、翻訳してタンパク質が作られるのが、普通の情報の流れです。これをセントラルドグマといいます。しかし、RNA から DNA が作られ、その DNA から RNA が転写されタンパク質が作られる、そのようなウイルスが発見されました。それがレトロウイルスです。

海の中にはプランクトンが多量に存在します。そのプランクトンに感染するウイルスも多量に存在し、プランクトンを死滅させることを通じて、生物の炭素循環に関係しているというのです。地球の炭素循環の基本である二酸化炭素の放出や吸収にかかわるといことです。

2013年05月 「強い力と弱い力」 大栗博司 幻冬舎新書

私たちの細胞の中には、DNA と呼ばれる分子があって、これが生命の大切な情報を保っています。セシウムから放出される電子（ベータ線）は、DNA の中で原子が結合しているエネルギーの10万倍の大きさの運動エネルギーを持っています。電磁波（ガンマ線）のエネルギーも同程度。このように高いエネルギーを持つ電子や電磁波が私たちの体内に入り、DNA を横切ると、原子同士の結合が断ち切られてしまいます。

地球の中心の高い熱の約半分当たる20兆wが、弱い力を原因とする原子核反応で生成されていることを明らかにしたのです。地震のエネルギーの半分は弱い力に由来しているのです。

電子のように電荷を持つ粒子は、その周りの電磁場を変化させる。この電磁場の変化が、遠くの粒子の運動に影響を及ぼす。電磁気力は、このようにして離れたところにまで伝わります。電磁場を介して力が伝わるのです。電磁場の変化のいちばん小さな単位は光子なので、

電磁場が力を伝えるということは、光子が行ったり来たりして力を伝えることだとも言ってもできます。場の変化の最小単位としての粒子があるのは、電磁場に限ったことではありません。力を伝える伝える場には、すべて粒子があります。標準模型の強い力と弱い力にもそれを伝える場があり、そのそれぞれに粒子があります。たとえば、強い力の粒子はグルーオン。また、弱い力の粒子は W ボゾンと Z ボゾンと呼ばれています。強い力や弱い力は、これらの粒子が行き来して伝える。このように、力を伝える粒子のことを「ボゾン」と総称します。それに対して、電子やクォークのように物質の直接の構成要素となっている粒子は「フェルミオン」と呼ばれています。フェルミオンとは、一つの状態には一つの粒子があるか、それとも粒子がないか、どちらかしかあり得ないという性質を持つ粒子のことです。ヒッグズ場を「水飴」のようなものだとする説明は、「質量の効果」と「抵抗の効果」を混同しています。質量とは、「運動の状態の変わりにくさ」のことです。加わる力の大きさが同じなら、質量が大きいほど変化は小さくなります。質量が大きいと、止まっているものを動かすのも大変ですが、すでに動いているものは逆に止まりにくくなっています。ガリレオやニュートンに始まる過去 400 年間の科学の発展により、私たちの知る限り、宇宙を支配しているのは数学的に表現された自然法則であることがわかりました。この法則に支配されて進行してゆく宇宙ドラマにおいて、人間は小さな星の上に偶然現われた存在であり、何か特別な役割が与えられているわけではない。宇宙の中に意味を見出すことはできないというのが、ワインバーグの結論でした。

2013 年 05 月 「人間、このタガの外れた生き物」 池田清彦 ベスト新書

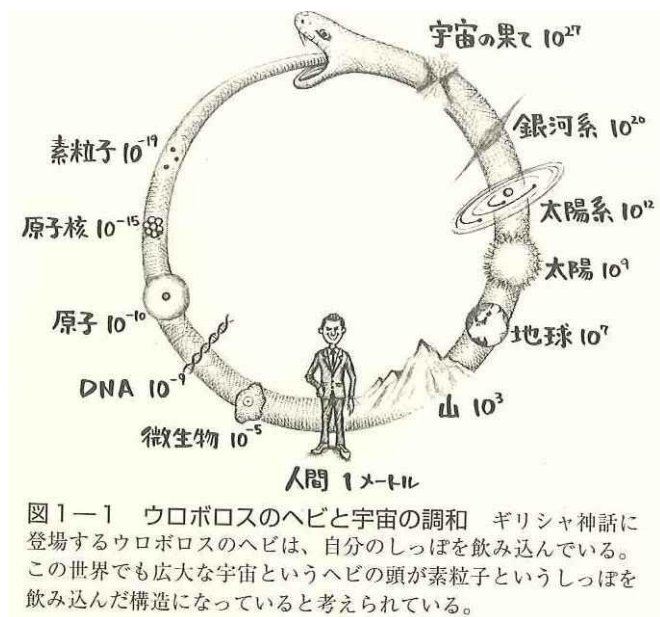
ゴリラだってチンパンジーだって、まったく言語がないというわけではない。チンパンジーもある程度、概念化ができるので、プリミティブな言語はあるが、人間みたいにちゃんとした発音ができない。発音ができない理由は分かっている。喉頭の位置が高いからだ。人間は喉頭がノドボトケの所にあって、ここで声帯を震わせて音を出している。口に抜けるから、そこが共鳴室になって大きな音が出るわけで、喉頭が高いと、声帯の振動があっても、鼻にいきなり抜けるので、音声にならない。

通常、筋肉は骨に溜まっているから動く。顔の筋肉だけが皮膚に溜まっている。表情筋という。だから我々は表情をいろいろなふうに変えることができるわけだ。表情筋を持っていない、もっと下等な動物は表情がないから、喜怒哀楽がよくわからない。カメなどを見ても表情はわからない。昆虫は、完全に外甲殻で表情がないから苦しいんだか痛いんだかわからない。だから毒瓶に放り込んでも、僕らはニコニコ笑って見ていられる。他の動物、たとえば、チンパンジーが毒ガス室に入れられたのをずっと見ていたら、やっぱり悶える表情をするので見ていられなくなる。

2013 年 04 月 「宇宙になぜ我々が存在するのか」 村山斉 ブルーバックス

現在の素粒子論によると、物質は必ずその物質と対になる反物質と一緒に生まれます。これ

を対生成といいます。そして物質と対になっている反物質が出会うと対消滅という現象が起り、物質も反物質も消滅してしまいます。ただ、物質としては消滅してしまいますが、消えてしまった後には、物質と反物質の重さの分だけエネルギーができます。つまり対消滅は物質や反物質の重さがエネルギーに変化する現象といえます。さらに、対消滅で生まれたエネルギーから、別の物質とその反物質のペアが生まれて、変化していくのです。物質の質量すべてがエネルギーに変わってしまったら、つまり、エネルギー効率が100%だったとしたら、エンジンの中でガソリンを爆発させたときのエネルギーの約3億倍のエネルギーを生み出すことができます。



つまり、同じ重さで比較すると、反物質が物質とぶつかると、ガソリンの3億倍のエネルギーが生まれるのです。

0.25gの反物質が、同じ量の物質と出会うと、広島原爆と同じという、とてつもない大きなエネルギーが発生します。私たちは身のまわりに反物質が存在しないおかげで、こうして平和に暮らしていられるわけです。10億分の2くらい物質のほうが反物質よりも多くあったので、反物質が

全部なくなっても、物質が残ることができた。

電磁気力は光子によって伝えられます。

原子がベータ線を放出するベータ崩壊は、よく調べてみると中性子が陽子に変化して、電子とニュートリノを放出していました。このとき、電子とニュートリノを放出するものになっているのが弱い力だったのです。中性子が弱い力を媒介するウィークボソンという粒子を手放すことで陽子に変化していて、手放されたウィークボソンが電子とニュートリノになっていたのです。

力は素粒子によって伝えられており、そのような素粒子のことをボソンといいます。四つの力のうち、電磁気力は光子、強い力はグルーオン、弱い力はウィークボソンというように、それぞれの力を伝えるボソンが発見されています。ところが重力だけは見つかっていません。

重力を伝えるボソンは重力子（グラビトン）という名前がついていますが、まだ発見されていないのです。これは重力が他の三つの力に比べて格段に力が小さいことと関係があると考えられています。

空間を反転させることをパリティ変換といいます。そして、左右や上下を入れ替えても物理

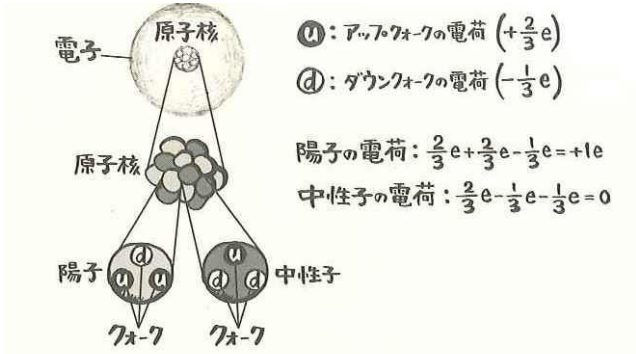


図2-1 原子の中 原子とはもともと「これ以上分割できない粒子」という意味だったが、電子やクォークにまで分割できることがわかっている。

法則に変化がないことをパリティ対称性とよぶ。
地球は太陽から 1 億 5000km 離れているので、光や

	第1世代	第2世代	第3世代
クォーク	u アップ	c チャーム	t トップ
	d ダウン	s ストレンジ	b ボトム
レプトン	ν_e 電子ニュートリノ	ν_μ ミューニュートリノ	ν_τ タウニュートリノ
	e 電子	μ ミューオン	τ タウ
ボソン	γ 光子	Z Zボソン	W Wボソン
	g グレオン		
	H ヒッグス粒子		

図2-4 標準理論であつかわれている素粒子 物質の最小単位である素粒子は全部で17種類あり、物質を形づくるクォークとレプトン、力を伝えるボソン、そしてヒッグス粒子の3つに分類できる。これを標準理論という。

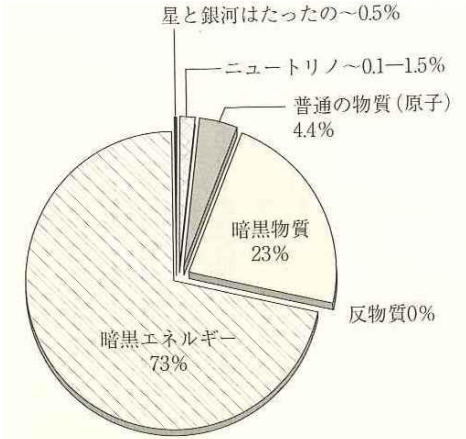


図1-2 宇宙のエネルギー構成 物質は宇宙全体の5パーセントほどで、残りの正体はまだ

ニュートリノが届くまで8.3分かかります。ニュートリノは核融合が行われている太陽の中心部からすぐに出てくるので、8.3分後には地球に届くので

ですが、太陽の中心部はあまりにも密度が高いため光が表面に出てくるまで数千年かかると考えられています。つまり私たちが見ている光は正確にいうと数千年と 8.3分前に作られた光で、ニュートリノは8.3分前につくられているので、その差が現われているのではないか。光で見ると太陽はまだ元気なように見えても、それは数千年前のもので、現在の太陽はニュートリノの数で見ると勢いがなく、実は燃え尽きる寸前なのではないかという説について、実は太陽で作られたニュートリノの一部がミューニュートリノやタウニュートリノに変化してただけで、数が少なくなっているわけではなかった。

地球内部からもニュートリノが生まれている。地球の中にあるウランやヘリウムといった原子が崩壊して、ニュートリノを作っていました。このとき、同時に熱も発生しますので、宇宙に放出される熱量の残りの半分は、地球が自ら生み出していた。

今の宇宙の温度は低く、ヒッグス粒子は凍りついています。電磁気力を伝えるときは光子が

飛んでいますが、凍りついたヒッグス粒子は真空中にたくさん詰まっていますが、電気を持っていませんので光子はヒッグス粒子に気づくことなく進み続けます。ですから、電磁気力は北極から来た磁気の方によって、手に持ったコンパスの N 極を北極のほうに向けるというように、遠く離れた場所まで届きます。

私たちの知っているほとんどの素粒子は、凍りついた宇宙の空間の中で、たくさん詰まっているヒッグス粒子に邪魔されてしまうために、遠くに行けなくなっているのです。そして動けなくなった分だけ重さをもらった。

2013年04月 「本当は怖い動物の子育て」 竹内久美子 新潮新書

テレビ番組や動物園が伝える美談からは決して見えてこない、動物たちの恐ろしく、たくましい真実の姿。

里子の中には里親の愛情の度合いや、どこまでひどいことをやっても許してもらえるかを試すために「試し行動」なるものを示し、里親を翻弄する子がいるといます。里親の方には相当な覚悟がいる。

これまでは母系制社会は父系制社会の集団に滅ぼされやすかった。しかし母系社会には、人が暮らし、子を育てる上で数多くのメリットがある。もし未婚のまま父親のわからない子を身ごもり、出産しても、その子は一族の子に変わりはないということで一族が育ててくれる。現代はもはや男が生身で、それも部族同士などで戦争をする時代ではないのだから、何とか母系制社会に回帰できないか。

人間も動物の一種である以上、子どもを持ったからといって、即座に「スイッチ」が入り、「母親」や「父親」に切り替わるわけではありません。男も女も遺伝子の論理の下、手探りの苦労を重ねながら、どう振舞うべきかと懸命になっている。それだけのことなのです。そんな毎日の中、子につらく当たり、手をあげてしまいたくなるような状況に直面することは誰にでもあります。そのような場合に、まずひと呼吸おいてみましょう。それは本能の喪失などではありません。動物としてごく自然なこと、恥ずかしいことではないと確認するのです。人間は他の動物とは違う、もっと高等だ、などと思い込み、自分を追い詰めるようなことだけはしてはいけません。

2013年01月 「元素周期表で世界はすべて読み解ける」 吉田たかよし 光文社新書

1	2	3	4	5	6	7	8	9
H	Li	Be	B	C	N	O	F	Ne
Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar	
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh
Cs	Ba	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	
Fr	Ra	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	

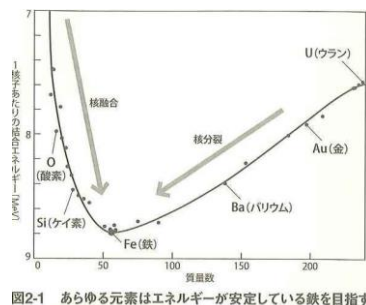
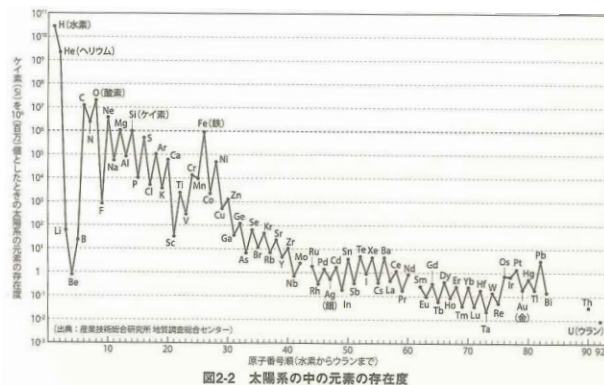
図1-3 セシウムとカリウム、ストロンチウムとカルシウムを関連させて取り込む

		典型元素		遷移元素							
		族(グループ)									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	
周期	1	1 H 水素									2 He ヘリウム
	2	3 Li リチウム	4 Be ベリリウム							10 Ne ネオン	
	3	11 Na ナトリウム	12 Mg マグネシウム							18 Ar アルゴン	
	4	19 K カリウム	20 Ca カルシウム	21 Sc スカンジウム	22 Ti チタン	23 V バナジウム	24 Cr クロム	25 Mn マンガン	26 Fe 鉄	27 Co コバルト	36 Kr クリプトン
	5	37 Rb ルビジウム	38 Sr ストロンチウム	39 Y イットリウム	40 Zr ジルコニウム	41 Nb ニオブ	42 Mo モリブデン	43 Tc テクネチウム	44 Ru ルテチウム	45 Rh ロジウム	54 Xe キセノン
	6	55 Cs セシウム	56 Ba バリウム	57~71 ランタノイド	72 Hf ハフニウム	73 Ta タンタル	74 W タングステン	75 Re レニウム	76 Os オスマニウム	77 Ir イリジウム	86 Rn ラドン
	7	87 Fr フランシウム	88 Ra ラジウム	89~103 アクチノイド	104 Rf ラザホーニウム	105 Db ドブニウム	106 Sg シーボーギウム	107 Bh ボーリウム	108 Hs ハッシウム	109 Mt マイトリウム	
		アルカリ金属		アルカリ土類金属		遷移元素					
				57 La ランタン	58 Ce セリウム	59 Pr プラセオジム	60 Nd ネオジム	61 Pm プロメチウム	62 Sm サマリウム		
				89 Ac アクチニウム	90 Th トリウム	91 Pa パラドキシム	92 U ウラン	93 Np ネプツニウム	94 Pu プルトニウム		

		典型元素																
		族(グループ)																
		10	11	12	13	14	15	16	17	18								
																		2 He ヘリウム
																		10 Ne ネオン
																		18 Ar アルゴン
		28 Ni ニッケル	29 Cu 銅	30 Zn 亜鉛	31 Ga ガリウム	32 Ge ゲルマニウム	33 As ヒ素	34 Se セレン	35 Br 臭素	36 Kr クリプトン								
		46 Pd パラジウム	47 Ag 銀	48 Cd カドミウム	49 In インジウム	50 Sn スズ	51 Sb アンチモン	52 Te テルル	53 I ヨウ素	54 Xe キセノン								
		78 Pt 白金	79 Au 金	80 Hg 水銀	81 Tl タリウム	82 Pb 鉛	83 Bi ヒスマス	84 Po ポロニウム	85 At アスタチン	86 Rn ラドン								
		110 Ds ドームスタチウム	111 Rg レイトゲニウム	112 Cn コペルニウム						ハロゲン	希ガス							
		63 Eu ユロピウム	64 Gd ガドリニウム	65 Tb テルビウム	66 Dy ジスプロシウム	67 Ho ホルミウム	68 Er エルビウム	69 Tm ツリウム	70 Yb イテルビウム	71 Lu ルテチウム								
		95 Am アメリシウム	96 Cm キュリウム	97 Bk バークリウム	98 Cf カルフニウム	99 Es アイズナヒウム	100 Fm フェルミウム	101 Md メンデルビウム	102 No ノーベリウム	103 Lr ローレンシウム								

元素周期表

セシウムを体内に蓄積させないためには、カリウムをとること。ストロンチウムを体内に蓄積させないためには、カルシウムをとること。周期表では、セシウムはカリウムと同じ列の2つ下、ストロンチウムはカルシウムの真下にあります。カリウムは、神経や細胞を働かせる、人体にとって不可欠な元素です。ですから人体は、積極的に体内に取り込もうとします。そのとき、最も外側の電子の数が同じセシウムを、カリウムだと間違っ体内に取り込んでしまうのです。



人体を構成している 60 兆個の細胞の中で、カリウムをまったく利用していない細胞はただのひとつもありません。カリウムは、植物に幅広く含まれています。ジャガイモや緑黄色野菜にはとくに豊富に含まれており、こうした食材を食べることでカリウムも吸収され、筋肉

や神経など全身の細胞に届けられるわけです。ところが、間違って放射性セシウムが含まれたものを食べてしまうと、こちらもカリウムの輸送ルートに乗って全身に届けられてしまいます。そして、体の内側から放射線を撒き散らし、内部被爆を引き起こすわけです。放射性セシウムは、胃がん、肺がん、大腸がん、白血病など、ありとあらゆる悪性腫瘍の原因となります。あらゆる細胞が利用しているカリウムと間違って吸収されることで、セシウムも全身のすべての細胞に届けられてしまうのです。

全身のカルシウムの 98%は骨（主成分はリン酸カルシウム）に存在するため、カルシウムと勘違いされて取り込まれたストロンチウムも、骨に届けられてしまうことに端を発しています。骨に入り込んだ放射性ストロンチウムも、放射線を周囲にばらまきます。もちろん、これによって骨自体にも悪性腫瘍ができます。それが骨肉種です。ただし、放射性ストロンチウムによって、骨肉種よりも桁違いに発生頻度が高くなる悪性腫瘍があります。それが白血病なのです。

大量の赤血球や白血球を量産するため、骨髄では猛烈な勢いで細胞分裂が行われます。体外からの悪影響を受けたら大変だということで、わざわざ体の奥にある骨のさらにその真ん中に、赤血球や白血球の工場を作ったということになります。

ナトリウムのかたまりは、空気中に放置するだけで、酸素と反応してアツという間にイオンに変化してしまいます。水と接触させるともっと大変です。水と激しく反応して水素を発生させ、爆発を起こすこともあります。人体にあるナトリウムは、すべてプラス1価の安定したイオンとして存在しています。ナトリウムというと、塩化ナトリウム、つまり食塩が、私たちにとって最も身近な形ですね。実際、海水中には 2.9%弱、私たちの血液には 0.9%の食塩が溶けています。もちろん、これもプラス1価のイオンという安定した状態です。

細胞を包む膜には、ナトリウムだけが通れる専用の穴と、カリウムだけが通れる専用の穴があります。筋肉も神経も、信号が伝わってくると、まずナトリウム専用の穴が開きます。そうするとナトリウムが多い細胞の外側から、少ない細胞の内側へナトリウムが一斉に入ってきます。入ってくるナトリウムはプラス1価のイオンなので、電氣的にマイナスの状態だった細胞の内側がプラスに変わります。反対に、プラスの状態だった細胞の外側は、プラスが減ったぶんだけマイナスに変わるわけです。こうして細胞の内側と外側でプラスとマイナスが入れ替わります。これがきっかけになって筋肉は自動的に縮み、神経は刺激を伝えるのです。つまり、筋肉や神経のスイッチがオンになった状態は、ナトリウムイオンが細胞の外側から内側に移動することで生じるわけです。

ナトリウムが細胞の中に入ってきて細胞の中がプラスになると、今度はカリウム専用の穴が開きます。するとカリウムが豊富に存在する細胞の内側から、カリウムが乏しい細胞の外側へと、開いた穴を通してカリウムが移動していきます。カリウムもプラス1価のイオンなので、カリウムが出て行った細胞の中は再びマイナスになり、カリウムがやってきた細胞の外側は再びプラスになるわけです。こうして元のオフの状態にリセットされれば、筋肉も神経も、次の刺激に備えられるわけです。

ナトリウムを取りすぎた場合、ナトリウムの濃度を一定に保つには、水分の量を増やして薄めるしかありません。その結果、血液が増えて血管を内側から強力に押すので血圧が上がるというわけです。また、リンパ液も増えるので、顔などがむくみます。

ナトリウムの1日あたりの摂取量は、男性で3500mgが上限だと推奨されていますが、現実には平均して4600mgが摂取されています。一方、女性の場合は、推奨されている上限が3000mgなのに対し3900mgが摂取されています。

レアアースのうち、ランタンやネオジウムなど、原始が比較的軽い「軽希土類」と呼ばれる元素が採掘される鉱床と、ジスプロシウムやイッテルビウムなど原子が比較的重い「重希土類」と呼ばれる元素が採れる鉱床の2種類があるのです。

重希土類が採れる鉱床は、現在のところ中国南部でしか開発されていません。中国南部にはたまたま花崗岩が風化してできた粘土層があり、わずかに含まれるレアアースがイオンになって粘土に付着しています。そこに硫酸アンモニウムなどを流し込むと、レアアースのイオンが溶け出すので、安価に取り出せるという仕組みです。

世界各地にある軽希土類の鉱床の中で、たまたま中国のバイユンオボ鉱床だけが、地表のすぐ近くにあったのです。採掘の費用が劇的に安価ですむため、世界の市場を席卷。他国の鉱床は価格競争に敗れ、開発が遅れてしまったわけです。

今こそ「脱原発」を選択し、日本経済の再生につなげていく決断をしなければいけない。決して未来は暗くない。「脱原発と再生可能エネルギー」は、日本経済再生の起爆剤となるはずだ。

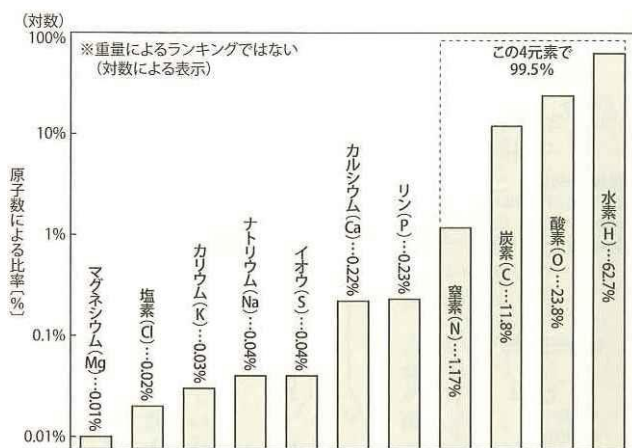


図3-2 人体を構成する元素の一覧(原子の数による比率)

再生可能エネルギーによる「地域分散型電力供給システム」に加え、「防災・減災の国家」は、安心と内需を新たに生み出し、国土作りの新たな指針となるはずだ。それが私の描く日本の未来のひとつの姿である。

核燃料の排泄物は、たとえ近い将来、脱原発社会が実現したとしても、大量に存在し続ける。再処理方式でのガラス固化体にしても、直接処分方式でのキャスクにしても、数十年貯蔵したうえで、最終処分地を確保しなければならない。さらに、最終処分地でこれら放射性物質が安全となるまでに数万年の歳月を要するのだ。しかしながら、この国は、最終処分地のめどすらまだ立っていない。たとえ、原則40年廃炉を決めたとしても、たかが40年間の電力確保と豊かさを享受するために、数万年も処理に要する排泄物を出し続ける権利が果たして現代人にあるのだろうか。未来の子供たちと人類にいったいどんな言い訳をするのだろうか。今回の原発事故に対して私は謙虚でありたい。

敗北を認めずに高いコストをかけ続け、国民に不安という精神的負担を与え続ける原子力行政に、日本もそろそろけじめをつけて、「脱原発」という未来を選択する時期が来たのではないだろうか。

2012年01月 「脳は平気で嘘をつく」 植木理恵 角川 ONE テーマ 21

男女の脳の違いの大きなポイントは、右脳と左脳を繋ぐ「脳梁」にある。脳の研究の結果から、男性よりも女性のほうが脳梁が大きい傾向にあると報告されている。左右の脳をつなぐ脳梁が大きいということは、それだけさまざまなことを同時にこなす情報処理能力や記憶力に優れているということである。

「うちの亭主は私の話を全然聞いてくれない」と嘆いている奥さんをよく見かけるが、それは男女の脳の違いに原因があるのだから嘆いているばかりではしょうがない。亭主が何かをしているときに話しかけてはいないか？何かほかの考え事をしているときに話しかけてはいないか？何かひとつのことに打ち込む集中力は、女性より男性のほうが優れている。

“オタク”と呼ばれる人たちに男性が圧倒的に多い。

なぜすぐに怒ってしまうのか？それは「相手への期待度が高い」ためである。「自分がこう考えているのだから相手もそう考えているだろう」という思い込み。これを心理学では“心の浸潤性”という。浸潤性は女性のほうが男性よりも圧倒的に高い。

自分を良く見せる“自己呈示”と、本来の自分をさらけ出す“自己開示”。人間にとってどちらが精神的にいいかといえば、それはやはり素の自分を出せる自己開示のほうだ。占いやスピリチュアル系のカウンセリングが相変わらず流行っているのも、その場で自己開示をしたような気になれるから。恋愛はひとつの“自己開示”の形である。人はなぜ恋をするのか？それは自己開示と無縁ではない。自己呈示によって成り立っている社会に生きているからこそ、たまには自己開示をして素の自分をさらけ出していくことが非常に大切になってくる。

心理学では、自分の思考や行動を客観的に把握し、なおかつ全体を俯瞰的に捉えられる人のことを「メタ認知能力のある人」と言う。今の時代に求められているリーダー像は「俺について来い」的な熱血漢タイプではなく、自分の思考や行動を客観的に捉え一歩下がって全体を見渡しているメタ認知能力のある「冷静な戦略家」タイプのほうだ。

2012年09月 「ざっくりわかる宇宙論」 竹内薫 ちくま書房

宇宙はおよそ 137 億歳であるといいましたが、じつは我々が目にしているのは、誕生してから約 38 万年経った頃の宇宙です。つまり 137 億年かけて、その当時の光が今、地球に到達しているのです。

光とか電波とかマイクロ波とかは、すべて電磁波で、たんに波長の長さが違うだけなのです。だから、最初は光だったものが、宇宙がどんどん引き伸ばされていくに従って波長が伸びてしまい、いまは電波領域のものになっている。それが宇宙全体に充ちている。これを宇宙背

景放射という。

インフレーションが急激に進んで、急にそれが止まった。そこで潜熱が生じ、その潜熱が原因で大爆発が起こった。ビッグバンは宇宙のはじまりではなく、ビッグバンの前が量子宇宙で、インフレーション後にビッグバンがあった。

時間というのは、実は存在しない。時間というのは、測定してはじめて存在するコトなので。どういう原理に基づいてそれを測定しているかといえば、反復現象です。反復現象に着目するしか、時間を測る方法は存在しません。

いちばん始まりのときというのは、まだ何も反復されている現象が起きていないわけだから、時間は存在しません。測定できないから、そもそも定義すらできない。だから、量子宇宙のはじまりの前というけれど、じつは「前」という概念を適用することができない。要するに、そこは、もはや、時間という観念の通用するところではないのです。

宇宙がはじまってから 38 万年たって、ようやく宇宙が晴れ上がります。「宇宙が晴れ上がる」というのは、イメージとしてはドロドロに溶けていた状態から物質が固まって、光が直進できるようになった感じです。それが、宇宙全体を満たしているビッグバンの名残りです。ビッグバンが冷えた後ですから、ある意味ビッグバンそのものを見ているとっていい。ロケットの地球からの脱出速度がマッハ 20~30。それが、光速になると 90 万。光速はダントツに速いわけですが、問題は、その光速で飛んでも逃れられないほど、ある領域の重力が強くなった場合、それが「事象の地平線」である。

ロケットの乗組員たちは、自分たちがスローモーションになっているということには別に気づきません。なぜ気づかないかというと、心臓の鼓動も、脳の神経のパルスのスピードも、全てが遅くなるからです。だから、乗組員の頭の頭の中では、単純にそれまでと同じ時間の流れだとしか感じられない。彼らの持っている時計も、彼らにはまったく普通に時を刻むように見えます。

ブラックホールを内側からみると、ビッグバンに見える。

たくさんの宇宙があるというのは、ほとんど普通の考えになってきている。

いまこの宇宙にだってすごい数のブラックホールがあるわけでしょう。その 1 個 1 個が、新しい宇宙への産道だとすれば、次の宇宙へ行ったら、その宇宙にもたくさんのブラックホールができるわけだから、無数の宇宙ができるわけです。

電磁力は、ある物質と別の物質の間を“光が行き来すること”です。光子や電波といった光のキャッチボール、それが電磁力の正体です。

強い力はクォーク同士のキャッチボールです。クォーク同士がキャッチボールすることにより、固まっているのです。つまり引力ですね。クォークは素粒子ですが、クォークが 3 つ固まると、陽子または中性子になります。アップクォークが 2 つとダウンクォークが 1 つ集まると陽子。アップ 1 つとダウン 2 つが集まると中性子。原子核は陽子と中性子からできているので、我々のからだや地球や天体もすべて、クォークの塊が基本です。つまり、森羅万象は、強い力によってまとまっているのです。その強い力のキャッチボール球をグルーオン

と言います。英語のグルーは糊を意味しますから、グルーオンは「糊粒子」というニュアンスをもっている。つまりクォークを糊付けしている粒子。

弱い力はイメージしにくい。ウィークボソンと呼ばれる素粒子が媒介する。プラスのウィークボソンとマイナスのウィークボソンと中性のウィークボソンといわれる 3 種類のウィークボソンのキャッチボールをやっているものが弱い力と呼ばれるものの正体なのです。

彼らのキャッチボールをすると、アップクォークがダウンクォークに変わったり。。。つまり陽子と中性子が変わったりするのです。またニュートリノという素粒子の相互作用もウィークボソンが媒介します。

2012年08月 「植物からの警告」 湯浅浩史 ちくま新書

バオバブは次の世代が育っていない。バオバブの外側の樹皮はとても厚くて堅いけれど、内部はやわらかく、多くの水分を含んでいる。野焼きをしても表面は焦げて内部まで熱が届かない。しかし小さな木の場合は違う。野焼きの火力に負けてしまう。またバオバブの種子は、水が十分ないと芽をだせません。近年の雨の降り方がバオバブの種子の発芽を阻止している。

ユーカリというのは樹木のなかでは大変乾燥に強く、成長が速い。さらに、荒地でも育つので、急いで林を回復したり作ったりする必要のあるところでは世界中でユーカリを植えています。さらに近年、上質の紙が取れるということでも植林されています。ユーカリをチップにして、あるいは木材のまま運んできて、それをパルプ材に使うと紙ができます。

ユーカリは、水分を吸い上げる力が非常に強い。ユーカリの林の下を見ると、からからに乾いているところが多い。したがって下草はあまり育たない。さらにユーカリは、葉や幹から揮発性の物質、テルペン系の精油成分を蒸発させています。これが他の生き物に影響を与えます。植物や昆虫、小動物までがこの成分を嫌い、ともすると死んでしまうこともあります。そのためにユーカリの下草は、乾燥と同時にテルペン系の物質による影響を受けて、本当にサイレントといいますか、貧弱な植物の植生になっています。緑ができて、いかにも乾燥地や荒地が森に回復したように見えますが、それはサイレントの森で、極端に言って、「緑の砂漠」と呼びたいほどです。

オーストラリアの内陸は、かつては海でした。それで地下には塩分がたまっていますが、普通はその上に土が堆積して、もともと乾燥している土地ですから、塩分は乾燥してじっとしています。たまに雨が降ってもユーカリの林があれば、林が雨を受け止めてくれます。しかしヒトが 200 年間の間に切り開いて小麦畑だとか牧草地にしてしまうと、大雨が降ると水があふれ出て、低いところへ流れ込むわけです。そして盆地のようなところに水が溜まる。そうすると水が地下まで浸透し、塩分が潮解し、毛細管現象で溶けた塩分が地表近くのところまであがってきます。西オーストラリアは基本的に雨が少ないですから、乾燥したときに水分が飛んでしまうと塩が表面にたっぷり残る。

戦後、マツよりもコンクリートでしっかりと護岸したほうが良いということで護岸工事が

行われました。また日本全国の大きな川もコンクリートで土手を固めたために砂があまりえぐられなくなって、沖に砂が運ばれなくなってしまった。川砂が運ばれなくなったために海砂も減って、砂浜が減り、松林もうまく育たなくなりました。近年、マツタケがとれなくなりました。実はあまりに松葉がつもりすぎると、マツタケは生えなくなるのです。昭和30年代以降、燃料革命が起きて誰も松葉を拾いに行かなくなった。そのために松葉が積もりすぎて富栄養となり、松林の下が肥えすぎて、ほかの雑木が生え、松林自体は衰えてきたのです。

枯れた枝や枯れた木、あるいは松葉を拾ってくることによって、自然に害虫退治をしていました。枯れるというのは、何か虫が、そのなかにカミキリムシの幼虫などがいて枯れるわけですから、それをとって燃やすというのは、天然の害虫退治、害虫駆除であったわけです。それを昭和30年代以降、やらなくなったために、マツノマダラカミキリが媒介するマツの線虫（マツクイムシ）のため全国的にマツが枯れてしまって、海岸のマツまでそういう状態になってしまいました。

2012年07月 「重力とは何か」 大栗博司 幻冬舎新書

もし重力の働き方が少しでも違っていたら、その歴史はまったく変わっていたと考えられています。生まれたと思ったら重力の重みで瞬時に潰れてしまったり、逆にあつという間に膨張して冷え切ってしまい、生命はおろか星ができることさえない、暗い虚無の世界が永遠に続くような宇宙だったはずです。宇宙が長い時間をかけて星や銀河を作り、そこで私たちのような生命体を生み出すことができたのは、重力が「ちょうどいい強さ」だったからです。地球の周りを回る月は、地球に潮の満ちひきを起こすことで地球の自転を減速し、その反作用で自らの公転エネルギーを増加させています。そのため、しだいに地球から遠ざかり、その公転周期は長くなっています。

人工衛星は動いているので地上から見ると時間がゆっくり進みます。光速に比べれば人工衛星の飛行速度は遅いのでわずかな差ですが、人工衛星に搭載された時計は1日に7マイクロ秒、地上の時計より遅れるのです。地球の表面から見ると、地球からの重力が弱い人工衛星に搭載された時計は進んで見える。こちらは、1日に46マイクロ秒。そこから特殊相対論効果で生じる人工衛星の遅れ7マイクロ秒を引くと、1日39マイクロ秒だけ人工衛星の時計は進んでしまう。距離の差は「時間の誤差×光速」に等しいので、たった39マイクロ秒の誤差でも、距離の差は12kmにもなってしまいます。

地球の重力圏からの脱出速度は地球の質量と半径によって決まり、11km/秒となる。太陽からなら629km/秒。

光を飲み込むブラックホールが明るく輝くのは、ブラックホールが強い重力で周りのガスを吸い込んでおり、それが猛烈な勢いで周囲をグルグル回り、そのガスが摩擦熱によって強い光を放つことによる。

現在では多くの銀河の中心に超巨大ブラックホールがあると考えられています。私たちが

暮らす天の川銀河もその中心には太陽の 400 万倍もの質量を持つブラックホールがあることがわかりました。

ビッグバン派は超高温だった時代の痕跡が現在の宇宙にも残っていると予想しました。第二次世界大戦直後の 1948 年のことです。ビッグバンのときの光が空間の膨張とともに宇宙全体に伸ばされ、それが現在の地球にも降り注いでいる。ただしこのビッグバンの「残り火」は、宇宙の膨張によって波長が引き伸ばされているので、可視光線ではありません。それはマイクロ波であり、その電磁波で宇宙全体が満たされている。

人間の皮膚に含まれているメラニンはある長さより短い波長に反応して黒くなる。赤外線の波長はその閾値よりも長いので、いくら浴びてもメラニンは反応しません。しかし紫外線はその閾値を超えたエネルギーを持っているので浴びれば浴びるほど日焼けを起こすのです。

したがって紫外線よりも波長の短い電磁波を浴びれば、人体の受けるダメージは日焼け程度ではすみません。X 線は紫外線よりも波長が短いので、その強いエネルギーで DNA の分子結合を断ち切ってしまう可能性がある。

X 線よりもさらに波長が短いのが、放射性物質から出るガンマ線です。X 線は DNA の結合エネルギーの一万倍のエネルギーを持っていますが、ガンマ線のエネルギーはそれよりも一桁多い。そのため DNA を傷つける可能性も X 線より高くなります。

速度が正確に測定された粒子には、位置がない。たとえば水面の波は広がりがあるので、その波長と位置を同時に決めることはできません。波がどこにあるかと聞かれたら、波全体を指すしかありません。波には正確な位置がない。測れないものは「ない」のです。

標準模型では、素粒子を、物質のもととなるフェルミオンと、そのあいだの力を伝えるボソンに大別します。陽子や中性子の中にあるクォークはもちろん、電子やニュートリノも物質を構成するフェルミオンの一種です。これに対し、光子は、電磁気力という「力」を伝える粒子ですから、ボソンです。また素粒子の質量の起源とされるヒッグス粒子もボソンの仲間を含めます。

マイクロ波は、宇宙の全方向から届くため、宇宙マイクロ波放射と呼ばれています。しかし、これは宇宙全体に完全に均等に広がっているわけではありません。そこには、100 万分の一度のわずかな「ゆらぎ」があります。

現在の宇宙論では、ビッグバンの直前に、宇宙が「インフレーション」と呼ばれる急膨張をしていたと考えています。短時間でそれほどの膨張を起こしたのですから、その速さは光速を上回ります。すると光の届かない「宇宙の地平線」ができる。ブラックホールの事象の地平線と同じです。その近くで粒子が対生成すれば、やはり一方が負のエネルギーを持ったまま地平線の向こうに飲み込まれ、こちら側は正のエネルギーを持つ粒子が残されるでしょう。この宇宙のゆらぎによって空間に濃淡が生まれ、密度の高いところに物質が集まって星や銀河になった。

太陽から 1 億 5000 万 km 離れた地球には、 $1.4\text{kJ} (1.4\text{kw}) / \text{秒} / \text{m}^2$ のエネルギーが届いている。地球全体にすると 170 兆 $\text{kJ} / \text{秒}$ あまりという膨大な量になる。私たち人類はエネルギーに溺れた暮らしをしているとはいえ、その総量とて太陽エネルギーに比べればわずか 1 万分の 1 ほどでしかない。

大地にへばりついて暮らす植物が光合成によって「固定」する太陽エネルギーは、地表面までに届く太陽エネルギーのわずか 0.1% ほどにすぎない。とはいえ、太陽エネルギーがあまりにも巨大なので、地球全体では 1000 億 kw という莫大な量になる。

地球上には 1000 万種とも 3000 万種とも言われる膨大な種類の生き物が暮らしている。だから、わずか一種だけで 1% 近くもエネルギーを必要とする私たち人類は、地球という大家族の中でうまくやっているとはいえない。

赤ちゃんから老人まで、ヒトの平均的な体重を 30kg としたとき、人間の総重量は 2.1 億トンになる。この数字は、全動物の重量 (20 億トン) の 10% 余りにも達しているのだ。

原始的な暮らしを営んでいた 1 万年前の人類は、世界で 300 万～400 万人程度だった。

毎年生産される穀物の総生産高は 20 億トンだ。1g の穀物は、エネルギー量に換算するとおおよそ 16kJ だから、穀物として固定される太陽エネルギーは毎年 3 京 2000 兆 kJ である。この数字は、70 億人の人類が必要とする 2 京 kJ を越えている。余った分は、飼料として家畜の餌に回され、人類のタンパク源を生み出す「原料」となる。

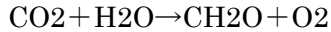
わが国において、原子力エネルギーで発電されている電力を、全て太陽エネルギーで賄うことを想定してみよう。単純に計算すると、おおよそ 15km 四方の土地に降り注ぐ太陽エネルギーを 100% 電力に変換しなければならない。2011 年の時点において、一般的な太陽光発電の効率は 20% 以下だから、この 5 倍以上の面積、つまり横浜駅と東京の浅草寺を結んだ直線を一辺とする正方形を同じ面積の土地を、太陽光発電のために確保しておかなければならない。

蒸気機関車は 1 台数十トン、貨車数十輦を連結すると、その重さは時に 1000 トンに達した。この重厚長大な物体が、単に石炭を燃やすだけで走ることに自体驚きだ。1000 トンもの列車が 50km/h で進む運動エネルギーは 10 万 kw にもなる。石炭 1kg のエネルギー量がおおよそ 3 万 kJ で、蒸気機関車のエネルギー効率がおよそ 10% だから、単純計算すると 30kg/秒もの石炭を燃やし続けなければならない。

複雑な構造を持つ有機分子といえども、数百・c という高温下では小さな分子へとどんどん分解されていき、最終的には自然界で最も単純な有機分子であるメタンへと変化する。もしそこに酸素ガスがあれば、メタンではなく二酸化炭素と水ができあがる。いわゆる燃焼である。だからメタンとは、酸素のないところで有機物を「燃やし」た時にできる気体である。2008 年の統計によると、おおよそ 7000 万トンの天然ガスが輸入されており、その輸入額はなんと 4.6 兆円に達している。この国の国家予算のうちの税収が 37 億円程度だから、いかに私たち日本人がエネルギーに対価を払っているのかがわかる。

現在、化石燃料などの使用によって毎年大気中に放出される二酸化炭素量は 3000 億トンに

達している。



この「CH₂O」とは有機物のことで、その大雑把な化学組成を表している。この反応式は途中の複雑なプロセスを省略して、反応の最初と最後だけを示したものだ。それに、窒素やリンなど他の必須の元素についても省略されている。とはいえ、地球上の炭素の動きを考える上で役に立つ近似式だ。

光合成によって変身する二酸化炭素は、毎年 4400 億トンにも達している。大気中に含まれている二酸化炭素の総量がおよそ 2 兆トンだから、大気中に存在する二酸化炭素の 1 / 5 が毎年有機物に変換されていることになる。生まれ続ける有機物は次から次へと分解され、その際に酸素を消費する。あらゆる場所に潜む、目にも見えない小さな微生物がその重要な担い手だ。たとえば 1cm² の土壌の中には、なんと数十億個もの微生物が暮らし、せっせと有機物を分解し続けている。つまり炭素は、二酸化炭素と有機物の間を行ったり来たりしているのである。これが「炭素サイクル」と呼ばれるものである。

大気中の酸素濃度は年間 3ppm の割合で毎年減少し続けている。現在の酸素濃度の減少速度を、そのまま延長していくと、人類が絶滅するのは 15000 年後だ。

炭素サイクルでは、二酸化炭素と有機物の間を行ったり来たりするだけで、差引きすると何も残らない。ところが自然界ではこのサイクルから脱落する連中が少しばかりいる。

海の中をゆっくり沈んでいくマリンスノーは、プランクトンの死骸などが凝集したもの。大部分は海底で分解されて再び二酸化炭素や水といった、光合成の原料に戻るのだ。しかしごく

一部は分解を免れて海底の泥の中に紛れ込んでしまう。光合成で生み出される有機物全体の約 0.4% (炭素量にして 2 億トンほど) が分解されない有機物として堆積物の中で過ごす。炭素サイクルから抜け出した炭素を火山活動が再び補充する。有機物を含んだ海底堆積物は、年々降り積もっていくと同時に、ベルトコンベアのようにプレートと呼ばれる地球表面を覆う岩盤に乗って水平移動する。そして 1 億年ほど経つと、

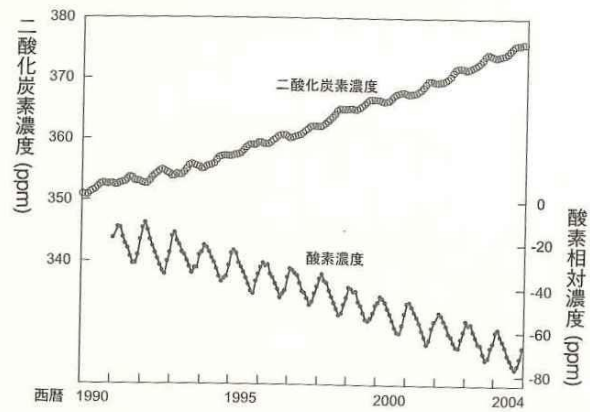


図23 タスマニア（オーストラリア）のグリム岬における大気中の二酸化炭素濃度と酸素濃度の変化（1990年～2005年）。酸素濃度は1985年頃を基準とした相対濃度で示されている。大気中の二酸化炭素が年2ppm弱のスピードで増加しているのに対し、酸素濃度は年3ppmほどのスピードで減少している。

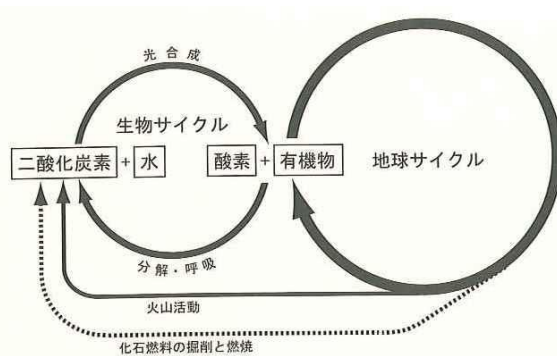


図24 炭素サイクルの概念図。1年に1回転する生物サイクルと、数億年に1回転する地球サイクルが共存している。化石燃料を地中から掘り出して燃焼させることは、地球サイクルから生物サイクルにショートカットを作ることに対応する。

プレートが沈み込む海溝を経て、地球内部へと持ち込まれていく。地球内部へ持ち込まれた有機物の一部は高温高压下で周囲の物質と反応して二酸化炭素になる。火山ガス中に含まれる二酸化炭素は、このような起源をもっている。これを「地球サイクル」と呼ぶ。

現在の気中や海水中に存在する酸素ガスは全部で 1000 兆トンあまりだから、堆積物中に隠

表2 各種のエネルギーを比較した表。右端の「比」とは、70億人の人口を支えるために必要な食糧エネルギー量を1としたときの相対値を表す。

プロセス	エネルギー量 (単位:キロジュール)	比	
埃 京 兆 億			
太陽エネルギー	地表面に到達する太陽エネルギー (1年間)	27 0000 0000 0000	140000
	光合成によって植物が固定するエネルギー (1年間)	300 0000 0000	150
	70億人の人口を支えるために必要な食糧エネルギー (1年間)	2 0000 0000	1
	台風1個の平均エネルギー	1000 0000	0.05
地球内部エネルギー	地表面から放出される地球内部エネルギー (1年間)	140 0000 0000	70
	地球内部で生まれる核エネルギー (1年間)	63 0000 0000	32
	火山活動に使われるエネルギー (1年間)	1300 0000	0.07
	地震による総エネルギー (1年間)	500 0000	0.03
人間活動に関わるエネルギー	人類が消費している一次エネルギー (2008年)	52 0000 0000	26
	人類が消費している総電気エネルギー (2008年)	18 0000 0000	9
	化石燃料に由来する総エネルギー (2008年)	42 0000 0000	21
	原子力発電が生み出す総エネルギー (2008年)	3 0000 0000	1.5
	窒素肥料製造のために費やされるエネルギー (2000年)	5000 0000	0.3

れている有機物は、少なくともそれと同じ 1000 兆トンはある。石油、石炭、天然ガスといった化石燃料とは全て地球サイクル側に含まれる物質であり、人類はそれらを高度な技術を用いて無理やり生物サイクルに引っ張り込んでいる。おかげで生物サイクルを巡る炭素の総量が年々増加し、その必然的な結果として大気中の二酸化炭素が増え、酸素が減っているというわけである。地球内部から地表面にもたらされるエネルギーのうち、半分が核エネルギー

で、残りの半分が地球形成時の熱エネルギーなのである。

地球形成時に溜め込まれた運動エネルギーと核エネルギーのおかげで、地球中心部は 5000・c もの高温になっている。

ウラン 235 の原子核は、中性子一個を吸収してウラン 236 になった途端、きわめて不安定な状態になる。まもなくウラン 236 の原子核は壊れてしまい、質量数 139 のヨウ素や質量数 137 のセシウムなどいくつかの原子核に分裂してしまう。そのとき二個あるいは三個の中性子とともに、大量のエネルギーが放出される。原子核は基本的に、プラス電荷をもつ陽子と、電荷をもたない中性子という二種類の粒子からできている。ウラン 235 の場合、その原子核は 92 個の陽子と 143 個の中性子によって成り立っている。しかし、プラス電荷をもつ陽子をいくつも 1 箇所に集めることは原理的に容易ではない。なぜなら同じ電荷をもつ粒子同志は、「クーロン力」と呼ばれる力でお互いに反発しあうからだ。磁石の N 極同士あるいは S 極同士を合わせるために大きな力が必要なのも同じことである。クーロン力は、距離の二乗に反比例するため、直径が 1 μ のさらに 1 億分の 1 にも満たない極めて小さな原子核の中に多数の陽子を閉じ込めるには莫大なエネルギーが必要となる。このメカニズムを説明するために湯川秀樹は、中間子と呼ばれる陽子を束ねる粒子の存在を予言した。逆に、核分裂によって陽子がばらばらになるということは、陽子を繋ぎ止めていた莫大なエネルギーが原子核から放出されることに他ならない。このエネルギーを瞬時に運動エネルギーに変えるのが原子爆弾であり、ゆっくりと電気エネルギーに変えるのが原子力発電である。

問題を最小限にとどめるには、地球のからくりをトータルで考える必要がある。一部の短所

を矮小化したり、長所の一面をむやみに誇張するやりかたは本質的に間違っただけの解法である。世界を見渡せば、この星に暮らす 70 億人の人々の食料生産を支えるために、原発 150 基分のエネルギーを使っている。つまりエネルギー生産におけるリスクを避けるなら、生活の利便さだけではなく人命をも犠牲にする覚悟が必要となる。そういうバランス感覚である。人間活動が今後も膨張していく限り、バランス感覚はますます重要になっていくだろう。東日本大震災が起き、凶らずして、エネルギーの将来について真剣に議論される時代になった。電力会社と政府の対応に批判の矛先が向いている。しかし、これまでエネルギーの大量消費を助長し、原子力による発電を黙認してきた国民一人一人にもその責任の一端はある。これまで再生可能エネルギーをあまり重視してこなかった以上、切り替えるにはそれなりの時間が必要だ。この直面する問題が、別のより大きな問題や混乱にすりかわることのないように注意深く物事を進めねばならない。

2012 年 06 月 「腸！いい話」 伊藤裕 朝日新書

舌と口腔内、そしてそれに続く咽頭と呼ばれる喉の奥には、味を醸し出す化学物質を感じる「味らい」と呼ばれる細胞群が多数待ち構えています。そして味らいたちは、5 つの基本の味、すなわち、甘味、塩味、酸味、苦味、そして旨味を私たちに脳に伝えてくれます。実は、旨味は、グルタミン酸が作り出すもので、日本人、池田菊苗が今世紀になって初めて発見した味です。それまで西洋人たちには「旨味」はわからなかったのです。だから我々は「外国で食べるものは、なんか大雑把やなあ」と感じてしまうのです。

チョウやハエは前脚に味らいがあるので、脚で味を感じます。

通常 50ml ぐらいしかない胃は、30 倍から 40 倍にも膨れることができます。

小腸は栄養分を十分に吸収できる広い面積を作り出しています。その広さは 200m²、テニスコート 1 面分。

絨網を作っている小腸の細胞の寿命はわずか 24 時間。常にリニューアルして、新たな気持ちで、効率よく栄養を吸収しようとしています。

食物を摂取したときに腸が分泌するホルモンを「インクレチン」と呼びます。腸は食物が入ってきたことや吸収されることを即座に感じ取り、インクレチンを分泌して、いろいろな臓器に指令を出します。膵臓に働きかけて、インスリンの分泌を促し、逆にグルカゴンの分泌を減らします。また脳に作用して、「食べる行動」を変えたり、胃に働きかけて胃の動きの早さを落とします。

空腹は胃が直接感じる。それをグレリンという言葉に変えて、脳に囁きかける。

2012 年 06 月 「女はなぜ突然怒り出すのか」 姫野友美 角川 ONE テーマ 21

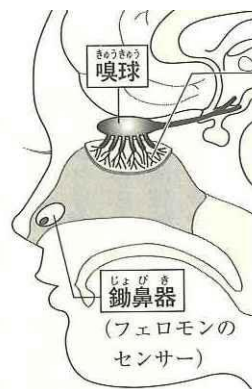
間脳に「前交連」という左右の脳をつなぐ連絡回線があるが、これは言ってみれば「感情の連絡通路」。主に「好き、嫌い、快・不快、怒り、恐怖」などの感情成分を情報として交換しているところだ。この前交連が、おんなのほうが男より太いのである。

いつの時代も男は理想を求め、おんなは現実に縛られるもの。おんなは男の夢やロマンを一応理解はできるが受け入れがたいのである。

おんなの脳は、もともと「いま、目の前のこと」に注意を向けるように設定されている。細かいことによく気がついたり、人をよく気遣ったりするのもこのためだ。

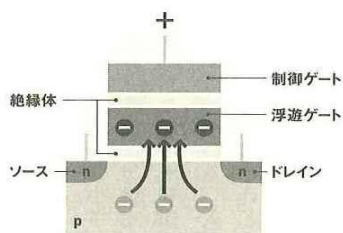
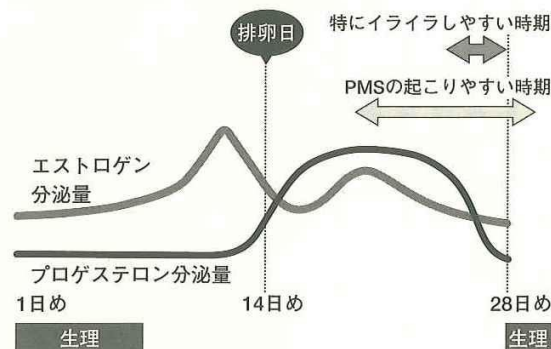
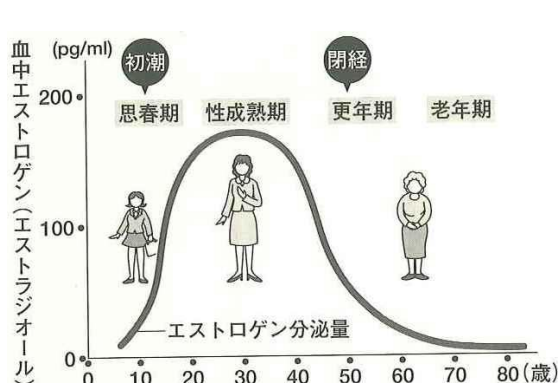
オンナは、「なんとなくそう思うの」という言葉ですべてを片付けてしまいがちなのだ。「わかっちゃうから別に表現しなくていい」という感覚。だから、根本的にオンナは「理由」や「根拠」を説明する必要をあまり感じていない。

女の一生はエストロゲンに支配されている。時代は、「適齢期」などという言葉に死語同然にするくらい、女たちをどんどん仕事へと駆り立てて

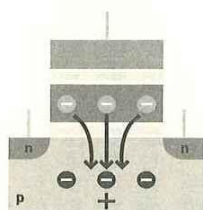


嗅球
嗅上皮と嗅神経
(ニオイを嗅ぎ分ける)

一般のニオイとフェロモンでは、キャッチされる場所も、その情報が送られる脳の場所も違う。一般のニオイを嗅ぎ分けているのは嗅上皮と嗅神経。フェロモンは鋤鼻器でキャッチされるが、ヒトの場合、このセンサー機能が退化する傾向にある。



【 データを書き込む 】
未使用のメモリセルは、浮遊ゲートに電子が入っていない。データを書き込むには、制御ゲートに約20ボルトの正の電圧を加える。すると、p型半導体にあった電子が引き寄せられ、トンネル絶縁体をこえて浮遊ゲートに入る。これが「0」の状態。電圧をなくしても「0」の状態が保たれる。



【 データを消去する 】
p型半導体に約20ボルトの正の電圧を加えると、浮遊ゲートにあった電子がトンネル絶縁体をこえてp型半導体に移動する。これが「1」の状態。電圧をなくしても「1」の状態が保たれる。

いる。そして駆り立てている原因のひとつは女としての「産み、育てる性」を発揮させたいと思わせるほどの魅力を備えた男性が少なくなっていること、もうひとつは結婚し出産後も仕事を続けていけるだけの社会環境が不十分なことだ。

なぜ女は冷え症なのか？快適だと感じる温度が女のほうが男より 2~3℃ 高い。女は男よりも筋肉の量が少ないので、体の熱エネルギーを生み出す力が小さく、また循環血液量も少ない。心臓のポンプの力が女は男よりも弱いいため、末梢まで十分血液を送り出せない。

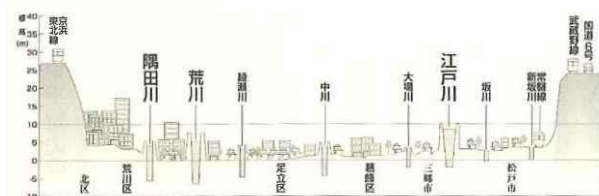
そして毎月出血があるので、血液中の鉄分の量が不足している。つまり、男と女で体が生み出せる「熱」の量が違うからである。

血液中で酸素を運ぶ役割をしているのが赤血球のなかのヘモグロビン。そのヘモグロビンを作る原料になるのが鉄。その鉄が欠乏しているからヘモグロビンが減り、酸素供給不足になる。それで、めまい、動悸、息切れ、吐き気、頭重感などの症状が起こる。

女たちの固い絆は、基本的に「なんだ、あなたも私と同じじゃない」という共感のもとに成り立っているといい。だからひとりだけが極端に成功したり大きな幸せをつかんだりすることは許されない。すると、周りから「なんだあの人だけが。。。」という羨みの目を向けられ、とたんに足を引っ張られてしまうのだ。

男の脳は右脳と左脳の役割分担が比較的きちんとしていて、専門性の高いことを行うのに

図12 首都圏で大雨が降ったときの川の流れの高さと、平面標高図



※国土交通省ホームページより

向いている。だから、遊びでも仕事でも自分の興味のあることとなると素晴らしい集中力を発揮することができる。男に「メカ好き」や「オタク」が多いのもこのためだといっている。だが、その反面、「それ以外のこと」を疎かにしがちになる。つまり、ひとつのことにかかりきりになりやすく、ふたつもみつ

ものことをいっぺんにすることが苦手なのだ。

なにしろ大切なのは、女が「やっぱり自分は特別なんだ」と思える状態をキープしておくこと。

2012年05月 「次に来る自然災害」 鎌田浩毅 PHP新書

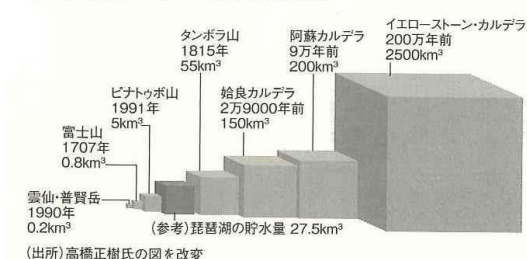
太陽から地球までやってきたエネルギーの約3割は、大気圏に入ってから雲や地上で反射され、宇宙へ消えていきます。さらにエネルギーの約2割は大気圏を通過するときに雲に吸収されます。この結果、太陽放射エネルギーの5割ほどしか地上まで到達しません。太陽から地上に到達したエネルギーは、対流圏内で複雑にエネルギーをやりとりしながら、最後にほぼ同量のエネルギーが宇宙へ出て行きます。入るエネルギーと出るエネルギーが基本的に等しいので、地球の温度は一定に保たれるわけです。

台風はすべて地球上にある「上昇気流」から始まります。最初に上昇気流を生み出す風は、すべて大気中の気圧の差があるところで生じます。気圧の差があると、気圧の高いところから低いところへ向かって空気を流そうとする力が働きます。この空気の動きそのものが風となります。気圧の差が生じるのは、場所ごとの空気の温度に差があるときです。

上昇気流が発生すると、空気は気圧の低い上空へと移動します。この際に空気は、気圧低下に伴って連続的に膨張します。物質は膨張することで、温度が下がるという性質があります。その反対に、物質は圧縮すると温度が上がります。空気の堆積が増えるときには、エネルギ

一を失った結果、温度が下がるのです。よって空気が気圧の低い上空へ移動して膨張すると、空気の温度が下がります。山岳地など標高が高いところで気温が低いのはこのためです。地上の空気には湿気があり、水蒸気が含まれています。この水蒸気が上空では冷やされ、水滴

噴火によるマグマ噴出量の比較



に変わります。

ヒートアイランド現象は夏だけではなく、年間を通じて起きています。気象庁によれば、東京の夏の最高気温は過去 100 年間に 1.4・C 上がりましたが、冬の気温は 4.8・c も上昇しています。ヒートアイランド現象は、冬の夜間から明け方までにもっとも顕著に見られる。日本の復興期と高度経済成長期に大きな地震がなかったのは、ラッキー以外の何物でもない。

2012年03月 「どうして時間は流れるのか」 二間瀬敏史 PHP 新書

中性子からできていて中性子星という星があります。中性子は陽子とともに原子核を構成している素粒子の一種です。中性子星は、非常に重い恒星が大爆発を起こしてできる天体です。太陽より約 8 倍以上重い星は、その一生の最後に大爆発を起こし、極端に明るく輝くので、超新星と呼ばれます。その星の中心部は爆発の反動で急激に縮んで物質が圧縮され、原子核の中の陽子が電子を吸って中性子に変わるという現象がおきます。すると中性子同士の反発力が生じて、収縮にブレーキがかかり、ほとんどが中性子からなる中性子星ができるのです。中性子星は、重さが太陽くらいあるのに、半径が 10km 程度しかない、とても小さく重い星です。ただし最初の質量が太陽の約 30 倍以上あると、ブレーキがかかっても収縮が止まらず、ついにはブラックホールになってしまいます。中性子星は強い磁場を持ち、速い速度で自転しています。非常に強力な磁石が高速で回転していると思ってください。そして磁場の N 極と S 極からビーム状の強い電波を放出しています。ただし、磁場を結ぶ軸と自転軸とは通常は一致していません。そのため、中性子星が自転するにつれて、ビーム状の電波がちょうど灯台の光のように、宇宙のあちらこちらを照らします。中性子星は自転の周期にあわせてパルス状の電波を放つ星、パルサーに見えることとなります。パルサーは宇宙で一番正確な時計だと言うことができます。

陽子が壊れると原始が壊れ、物質も壊れます。陽子の理論的な寿命は 10 の 33 乗年。そこでスーパーカミオカンデに 10 の 33 乗個程度の陽子 (5 万トンの純水の中) を溜め、1 年に 1 個程度の陽子の崩壊を捕まえようとしています。陽子が壊れると素粒子 (陽電子) は他の原子核とぶつかり光を放ちます。その光を、プールの周囲に取り付けられた光電子増倍管と

いう装置で検出しようというのです。

宇宙で起こる現象がすべて可逆現象だったら私たちは過去と未来の区別ができません。時間が流れるのは非可逆現象が存在しているからです。

熱の移動を伴う現象は、一般には元に戻らない非可逆現象です。

波長が $1/2500 \sim 1/1250\text{mm}$ の電磁波を光（可視光）、波長が 1mm 以上の電磁波を電波といいます。

エントロピー増大の法則とは「実現される確率の大きな状態へ変化していく」ことを意味します。

時間や空間は不変のものではなく、どんなに運動をしている人が測っても光の速度が同じになるように、運動状態によって時計の進みや距離を測る物差しが変化します。

特殊相対性理論によると、運動状態によって時間ばかりでなく空間の長さの尺度も変化します。しかも時間と空間は勝手に変化するのではなく、光の速さがどんな運動をする観測者から見ても変わらない様にうまく変化します。

巨大な重力が時間と空間を曲げることによって生まれるのが、光さえ脱出できない不思議な物体、ブラックホールです。

重力によって空間は曲がり、時間が遅れるのです。これを重力によって「時空が曲がる」といいます。アインシュタインはさらに一歩進んで、時空の曲がりそのものが重力であると考えました。あまりに重いものを載せると、ゴム膜は重さに耐え切れずに破れてしまいます。これがブラックホールです。

巨大な力で物質を圧縮すれば、時空の破れであるブラックホールが生まれます。

ブラックホールの近くにおいて、そのために自分もブラックホールの重力によって自由落下している人が見ると、外向きに発した光は秒速 30万 km に見えます。自由落下している人にとっては重力が消えているので、光の速度は遅くなっていないのです。

エントロピー増大の法則を宇宙全体に当てはめると、宇宙の熱的死という結果が必然的に導かれる。宇宙はでこぼこのないスムーズな状態から生まれ、ブラックホールだらけのでこぼこな状態で終わることになります。

星はほとんどが水素からできていますが、中心部の核融合反応でヘリウム、炭素、窒素、酸素、鉄などの元素が作られます。それらが超新星爆発で宇宙空間にばらまかれ、それを材料に地球が生まれ、生命が生まれたのです。

宇宙マイクロ波は宇宙全体をくまなく満たしている。

宇宙マイクロ波背景放射の温度が絶対温度で 3000 度以上のとき、物質はプラズマ状態になっていて、光は頻りに陽子や電子と衝突します。このため光は真っ直ぐ進みません。

宇宙膨張によって、温度が約 3000 度になると、自由に飛び回っていた陽子は電子と結びつき、電氣的に中世の水素原子を作ります。すると光は中性の粒子の間を素通りできるので、雲が晴れたように光はまっすぐ進めるようになります。これを宇宙の晴れ上がりと呼びます。

私たちは時間と空間が消えることを知っています。それはブラックホールの中にある特異点です。ブラックホールの内部では、物質が中心の 1 点にまで落ち込んで密度が無限に大きくなり、それにつれて時空の曲がりも無限に大きくなって、ついに時空が破れます。それが特異点でした。特異点では時空も物質も消えてしまいます。

時空は時間が 1 次元、空間が 10 次元の、合わせて 11 次元と考えられる。私たちの日常経験では空間が 3 次元に見えますが、これは 10 次元空間のうち 7 次元はプランク長さ程度に縮んでいて、どんな実験でもその存在は検証できない。

2012 年 03 月 「生物学的文明論」 本川達雄 新潮新書

褐虫藻という植物プランクトンはサンゴの細部の内部に棲んでいます。サンゴは褐虫藻が光合成で作ったものを食べています。またサンゴの排泄物を褐虫藻は肥やしとして利用しています。褐虫藻はサンゴから素敵な家を提供してもらっています。栄養面でも磷や窒素という熱帯の海で不足しがちな栄養分をサンゴからもらっています。

サンゴ礁の面積は、世界の海の 0.1%しか占めていませんが、海水魚の 1/3 はサンゴ礁の種です。漁業でも、世界の漁獲高の 10%をサンゴ礁が占めています。そのサンゴ礁が今や危機に瀕しています。世界のサンゴ礁で健全なものはたった 1/4 だけ。残り 3/4 は危機的状態にあります。

生活排水にも、肥料を溶かし込んだ農地からの水にも、養分がかなり含まれています。サンゴ礁の海水には養分がほとんど含まれていないため藻類が育たなかったのですが、これで事態が一変します。大型の藻類が育ってサンゴ礁を覆い隠し、光を奪ってしまいます。また、植物プランクトンも発生して、それにより海が濁り、やはりサンゴに光が届きにくくし、ついにはサンゴが藻類に負けてしまいます。

海洋の酸性化とは、増えた大気中の CO₂ が海水に溶け込んで海水がより酸性になることです。酸性化するとサンゴが骨を作りにくくなり、サンゴの成長が抑えられてしまいます。

どうもサンゴは褐虫藻との共生関係が維持できる上限ぎりぎりの温度域で暮らしているというのが現実のようなのです。共生が成り立つためには、サンゴも褐虫藻も、どちらにも利益がなければなりません。高温になると、光合成量は減る上に、褐虫藻のエネルギー消費量は増える。だから結局、サンゴがもらえる食料が減ってしまいます。サンゴは褐虫藻のために、住まいの用意をはじめ、さまざまな出費をしていますから、それに見合うだけの見返りがなければ、共生関係はすぐに解消されてしまうのでしょうか。こう考えると、共生というのは実に微妙なバランスの上に成り立っているものなのですね。生物多様性というのも、きわめて微妙なバランスの上に成り立っているわけです。

毎年、陸から海に流れ込んでくるカルシウムの約半分を、サンゴ礁が炭酸カルシウムとして沈殿させると見積もられており、地球のカルシウムバランスにも重要な役割をサンゴ礁が果たしています。

水の、多くのものを溶かす性質が生命の基礎をなしている。水の沸点は 100・c。これは驚く

べきことなのですね。水の分子量は 18。こんな小さな分子だと沸点は-80・c 程度です。だから室温では気体の状態になっているのが普通です。ところが水の場合、分子同士が引き合っているから気体になりにくく、室温でも液体のままです。液体だと分子はある程度自由に動き回れるし、分子同士の距離もそれほど離れていません。だから反応が起きやすく、水という液体が生命の基本となっているのです。

氷が水に浮くのは、水の不思議な性質の一つです。4・c の水のほうが氷より重いから氷が浮くのです。軽い氷は海の表面を覆い、氷が断熱材となって下の水は外の寒さから守られています。個体である氷が軽いからこそ、水という液体の環境が安定して存在できるのです。普通、固体は液体より重い。分子同士がしっかりと結びついて構造を作るのが固体ですから、液体より体積が小さく比重が重くなるのです。氷のように軽くなるのはほとんど例がありません。このようなことが起こるのは、水が液体の状態に於いても、水素結合により分子同士が結びついて構造を作っており、この構造が氷の構造よりも密に分子が詰まったものだからです。

恒温動物として、体重 500kg のウシ二頭に 10ton の草を食べさせたとします。ウシは 14ヶ月かけて食べきって、そのときの体重の増加は二頭合わせて 200kg になります。この草を体重 2kg のウサギ 500 羽に食べさせても、できる肉の量は恒温動物ならみな同じで 200kg です。ただし時間が違います。小さいものは時間が早い。ウサギは 3ヶ月しかかかりません。それでは 10ton の草を同じ体重 1ton の変温動物が食べたとしましょう。体重 1g のイナゴ 100 万匹に食べさせる。するとイナゴは 9ヶ月かかって草の山を食べつくし、そのときには新しく 2000kg のイナゴ、つまり 200 万匹になっている計算になります。同じ量の草を食べさせても、恒温動物なら 200kg、変温動物なら 2000kg の肉ができるのです。魚も変温動物なので、魚介類を好む日本人の食生活はこの点からも評価されるべきだと思います。また同じ恒温動物を食べるにしても、サイズの小さいものを食べたほうが効率的です。ウシでは 14ヶ月かかるのに、ウサギでは 3ヶ月。

一生の間にゾウもネズミも心臓は 15 億回打ち、どちらも同じく一生に体重当たり 30 億ジュール分の仕事をして死ぬ。時間と体重当たりのエネルギー消費量は反比例しています。だから「1/時間」、つまり「時間の進む速さ」がエネルギー消費量と比例するのです。結局体の中では、エネルギーを使えば使うほど時間は速く進んでいきます。そして一生の間に使えるエネルギーはみな定まった同じ量なので、速い時間の動物は短命ということになるのです。

エネルギーを使うと時間が速くなる。車は 60km/h。人は 4km/h。移動速度は 15 倍。車によって時間が 15 倍速くなっています。

蚊がブーンと飛んでいて、冷たい空気の塊に入り込んだらとたんに時間は遅くなり、そこを出たら時間は再び速まる。こんなふうには時間の速度はふらふらと変わると彼らは感じているかもしれません。私たちは時間が絶対変わらないと考えがちなのですが、こういう時間感を持ってしまうこと自体が人間の体のつくりを反映したものではないでしょうか。

私たち日本人は 1 年あたり原油換算で 4000kg ものエネルギーを使っています。体が使うエネルギーの 40 倍ものエネルギーを私たち一人一人が使っているのです。

体の時間は昔と変わっていないのに、社会生活の時間ばかりが桁違いに速くなっているのが今の社会です。つまり体の時間と社会の時間との間に極端なギャップが存在しています。社会の時間に追いつこうとして疲れ果てている。こんなギャップを抱えながら、幸せだと感じていけるものだろうか。

時間は環境問題。地球温暖化も資源エネルギーの枯渇も、元はと言えばじゃんじゃん石油を燃やして時間を速めているのが原因です。

時間をもう少しゆっくりにして、社会の時間が体の時間とそれほど離れたものではないようにする。そうやって時間環境問題を解決すれば自動的に温暖化もエネルギー枯渇の問題も解決してしまいます。

速い時間とゆっくりの時間とでは時間の質が違う。そしてその時間の中で経験できることに違いがあり、生きている質そのものにも時間によって違いが生じてくるのだろう。

じっくりと時間をかけてつきあってこそが、自分にとってかけがえのない大切なものになっていく。

子供という私を作り、次に孫という私を作りと、私、私、私と渡していくのが生物であり、この固体が減んでも、次世代という形で、ずっと私が永続するのだ。時間的に固体を超えた広がりをもったもの、それが私なのです。

人の場合心臓が 15 億回打っても 41 歳です。寿命が延びたのはごく最近で、昭和 22 年の平均寿命は 50 歳。生物においてはエネルギーを使うと時間が流れます。使わなければ止まる。だから一歩踏み込んだ言い方をすれば、「生物はエネルギーを使って時間を生み出している」のではないのでしょうか。エネルギーをたくさん注ぎ込めば速い時間を作り出せる。エネルギーを少なくすれば緩やかな時間が生まれる。生物はおのおの、時間のベルトコンベアを、エネルギーを使って自分で回している。ネズミはエネルギーをたくさん使ってベルトを速く回す。ゾウはゆっくりと回す。冬眠中はほとんど回さない。生命の時間とは、かようにアクティブなものだと思うのですね。

万物共通の時間にただ流されていくしかないという感覚が、じつに重たく私たちにのしかかっているような気がするのですね。生きるうえでの重荷です。私は時間も操作できるんだ、そして必ずしも長生きだけがいいわけじゃないんだと気づいたとき、なんか肩の荷が軽くなった気がしました。

私たち現代人は、より速く、より長生きにと、時間の欲望を満たすことに莫大なエネルギーを使っています。その結果、温暖化が起こり、資源も枯渇する。これらの問題は次世代に重くのしかかっています。そして、老いの時間を生み出すのは、多大な医療費と介護の費用がかかり、これも赤字国債として次世代の大きな負担になっています。時間への欲望を、これ以上野放しにできなくなったのが現状でしょう。

私は老後はおまけだと思っています。昔はなかったのに、おまけがついた。

2012年03月 「我関わる、ゆえに我あり」 松井孝典 集英社新書

地球は太陽という恒星のまわりを回る惑星のひとつです。太陽を中心とする星の集まりを太陽系といいます。太陽系の外側では、太陽のような質量の天体が1000億個ぐらい、太陽とは質量の異なる天体まで含めると2000億個ぐらいの天体がひとつの集団を作っています。これが銀河系です。銀河系は円盤状の形状をしており、その直径は10万光年ぐらいの広がりがあります。我々の太陽系はその端のほうに位置し、他の天体と一緒に2億~2億5000万年で一周するぐらいの運動をしています。銀河系の外側に行くと物質的にはほとんど何もない空間が広がっていますが、そのところどころには、何千億と推定される数の銀河があることも分かっています。

天体が縮むときに解放される位置エネルギーが重力エネルギーです。

空間と時間を手に入れるということは、「富」を手に入れるということにもつながります。地球システムの物質循環を早め、人間圏に流入する資源を増やすことができるからです。駆動力を手に入れることで、人間は今まで手にしたことの無い「富」を一気に手に入れたのです。

「認識」とは外界の情報を大脳皮質の内部に投影し、内部モデルを作ること。このことは現在を生きている我々にとってその本質に関わる重要な能力です。それは抽象的思考を可能にし、そのことによって人間は、自分自身の経験のみならず、抽象的思考までも情報と言うパッケージにして、他の人間に伝達、共有することができるようになるからです。

集団における情報の共有、ネットワーク化という問題に関わることであり、我々がなぜ共同体をつくり得るのかという問題にも深く関わってきます。これは他の人類にはない特性で、この特性を持つがゆえに、我々は人間圏をつくることができた。

「分かる」ということは、科学のルールに基づいて外界を脳の中に投影し、その結果構築された内部モデルに基づいて解釈すること。

太陽光をより多く利用するという事は、地球の反射率を変えることを意味する。これは物理的には、地球を太陽に近づけることと同じことなのです。

電磁気力と、強い相互作用、弱い相互作用というふたつの力を統合する理論が誕生し、2012年にその理論が予言する、ヒッグス粒子と呼ばれる粒子の存在を示す証拠も発見されました。「ひも理論」によると宇宙はこの宇宙だけではなく、無限にあるということになる。

2012年09月 「ざっくりわかる宇宙論」 竹内薫 ちくま書房

宇宙はおよそ137億歳であるといいましたが、じつは我々が目にしているのは、誕生してから約38万年経った頃の宇宙です。つまり137億年かけて、その当時の光が今、地球に到達しているのです。

光とか電波とかマイクロ波とかは、すべて電磁波で、たんに波長の長さが違うだけなのです。だから、最初は光だったものが、宇宙がどんどん引き伸ばされていくに従って波長が伸びて

しまい、いまは電波領域のものになっている。それが宇宙全体に充ちている。これを宇宙背景放射という。

インフレーションが急激に進んで、急にそれが止まった。そこで潜熱が生じ、その潜熱が原因で大爆発が起こった。ビッグバンは宇宙のはじまりではなく、ビッグバンの前が量子宇宙で、インフレーション後にビッグバンがあった。

時間というのは、実は存在しない。時間というのは、測定してはじめて存在するコトなのです。どういう原理に基づいてそれを測定しているかといえば、反復現象です。反復現象に着目するしか、時間を測る方法は存在しません。

いちばん始まりのときというのは、まだ何も反復されている現象が起きていないわけだから、時間は存在しません。測定できないから、そもそも定義すらできない。だから、量子宇宙のはじまりの前というけれど、じつは「前」という概念を適用することができない。要するに、そこは、もはや、時間という観念の通用するところではないのです。

宇宙がはじまってから 38 万年たって、ようやく宇宙が晴れ上がります。「宇宙が晴れ上がる」というのは、イメージとしてはドロドロに溶けていた状態から物質が固まって、光が直進できるようになった感じです。それが、宇宙全体を満たしているビッグバンの名残りです。ビッグバンが冷えた後ですから、ある意味ビッグバンそのものを見ているといい。

ロケットの地球からの脱出速度がマッハ 20~30。それが、光速になると 90 万。光速はダントツに速いわけですが、問題は、その光速で飛んでも逃れられないほど、ある領域の重力が強くなった場合、それが「事象の地平線」である。

ロケットの乗組員たちは、自分たちがスローモーションになっているということには別に気づきません。なぜ気づかないかというと、心臓の鼓動も、脳の神経のパルスのスピードも、全てが遅くなるからです。だから、乗組員の頭の頭の中では、単純にそれまでと同じ時間の流れだとしか感じられない。彼らの持っている時計も、彼らにはまったく普通に時を刻むように見えます。

ブラックホールを内側からみると、ビッグバンに見える。

たくさん宇宙があるというのは、ほとんど普通の考えになってきている。

いまこの宇宙にだってすごい数のブラックホールがあるわけでしょう。その 1 個 1 個が、新しい宇宙への産道だとすれば、次の宇宙へ行ったら、その宇宙にもたくさんブラックホールができるわけだから、無数の宇宙ができるわけです。

電磁力は、ある物質と別の物質の間を“光が行き来すること”です。光子や電波といった光のキャッチボール、それが電磁力の正体です。

強い力はクォーク同士のキャッチボールです。クォーク同士がキャッチボールすることにより、固まっているのです。つまり引力ですね。クォークは素粒子ですが、クォークが 3 つ固まると、陽子または中性子になります。アップクォークが 2 つとダウンクォークが 1 つ集まると陽子。アップ 1 つとダウン 2 つが集まると中性子。原子核は陽子と中性子からできているので、我々のからだや地球や天体もすべて、クォークの塊が基本です。つまり、森羅万

象は、強い力によってまとまっているのです。その強い力のキャッチボール球をグルーオンと言います。英語のグルーは糊を意味しますから、グルーオンは「糊粒子」というニュアンスをもっている。つまりクォークを糊付けしている粒子。

弱い力はイメージしにくい。ウィークボソンと呼ばれる素粒子が媒介する。プラスのウィークボソンとマイナスのウィークボソンと中性のウィークボソンといわれる 3 種類のウィークボソンのキャッチボールをやっているものが弱い力と呼ばれるものの正体なのです。

彼らのキャッチボールをすると、アップクォークがダウンクォークに変わったり。。つまり陽子と中性子が変わったりするのです。またニュートリノという素粒子の相互作用もウィークボソンが媒介します。

2011年10月 「宇宙のダークエネルギー」 土居守・松原隆彦 光文社新書

ダークマターがあると、その重力によってまわりの天体の運動や光の進む進路に影響を及ぼし、宇宙のどこに存在しているかがわかる。しかも星などに比べてはるかに大量に存在していることがわかっている。つまり夜空に見えている星々の間には、何もない真空が広がっているわけではなく、そこには目に見えないダークマターが大量に存在しているのです。ダークエネルギーがダークマターと決定的に違う点は、ダークエネルギーはある場所に局在することなく、宇宙全体にほぼ一様に存在しているという点です。ダークエネルギーと呼ばれるものが何かを一言で言えば、「宇宙を加速膨張させる原因となるもの」ということになります。

ある車が 30km/h で走っているとき、同じ方向へ時速 10km/h で追いかけて走ってみると、その車は自分に対して 20km/h で進んでいるように見えます。しかし、光についてはそうはならないのです。30万 km/s で進む光に対して、同じ方向へ 10万 km/s で追いかけてみても、光は 20万 km/s には見えません。やはり、30万 km/s で遠ざかっていってしまうのです。時間や空間は「誰にとっても同じもの」という絶対的なものではなく、むしろ観測者の運動に応じて変化する、相対的なものである。

ビッグバン理論では、初期の宇宙は高温で、宇宙全体が光に満ち溢れた状態だったと考えます。この間、光は物質に吸収されたり物質から放出されたりして、頻繁に生まれたり消えたりしています。しかし、宇宙がある程度冷えると、もはや物質と相互作用することがなくなり、そこにあった光はそのまま宇宙に取り残されてしまいます。このような宇宙初期の光は膨張する宇宙を延々と進み続けます。膨張する空間を光が進むと、その光の波長は長くなり、現在の宇宙では非常に弱い電波になります。この弱い電波はちょうどマイクロ波と呼ばれる波長帯であるため「宇宙マイクロ波背景放射」と呼ばれます。

ダークマターを光や電波などの観測によって直接見ることはできません。しかし重力の働きにより、ダークマターはまわりにある物質を引き寄せます。

ダークマターは宇宙一様に広がっているわけではありません。銀河が観測される場所には多く存在し、あまり銀河のない場所にはダークマターも少なくなっています。

宇宙項というのは、簡単に言うと空間に薄く広がったエネルギーです。物質がまったく存在しない真空中にも、宇宙項のエネルギーは存在します。そしてその体積当たりのエネルギーは一定です。そのエネルギーは宇宙が膨張しても薄まりません。空間が大きくなればそれに比例して全体のエネルギーも大きくなるのです。これは通常物質とはまったく異なる性質です。私たちは空間に均等に広がったエネルギーの絶対値を直接測定することはできません。エネルギーというのは通常、その「差」だけが物理的な効果を持つ。

私たちの住む3次元空間は4次元以上の空間に浮かぶ「膜」だという。本来「膜」というのは3次元空間中の2次元的な物体のことです。ここでいう「膜」は、通常膜を一般化した抽象的な概念で、4次元以上の空間に浮かぶ3次元空間のことです。わたしたちはそのような「膜」の上にしか存在できないというのです。

現在の構造をつくるためには、宇宙の初期の物質がほんのわずかだけ非一様になっていて、その密度に「空間的なゆらぎ」があればよいと考えられます。

宇宙の晴れ上がりによってまっすぐ進めるようになった光は、現在までまっすぐ進み続け、驚くべきことにそれが実際に検出されています。その光は実に137億年もの間、遠く宇宙を旅して私たちのところへ届いているのです。宇宙を旅する間に波長がのびて、マイクロ波と呼ばれる電波になっています。この宇宙マイクロ波背景放射は宇宙のあらゆる方向から同じようにやってきます。これが何を意味しているかということ、宇宙の晴れ上がりの時点では宇宙がどこも同じような状態だったということです。宇宙はどこにも特別な場所がなく一様で、どこもかしこもほとんど同じ状態だったのです。

2011年10月 「ゾウの時間ネズミの時間」 本川達雄 中公新書

息を一回スーッと吸ってハーッと吐く間に、心臓は4回ドキンドキーンと打つことがわかる。これは哺乳類ならサイズによらずみんなそうだ。寿命を心臓の鼓動時間で割ってみよう。そうすると哺乳類ではどの動物でも、一生の間に心臓は20億回打つという計算になる。島に隔離されると、サイズの大きい動物は小さくなり、サイズの小さい動物は大きくなる。一匹の肉食獣を養っていくには、その餌として100匹近くの草食獣がいなければならない。ところが島は狭いから、草の量がたとえば10匹の草食獣しか養えないとすると、肉食獣のほうは餌不足で生きていけないが、草食獣のほうは生きていけるという状況が出現する。つまり、島には捕食者がいなくなってしまうわけだ。こういう環境下でゾウは小さくなり、ネズミは大きくなる。偉大に見えるゾウも、できれば「普通の動物」にもどりたのである。ネズミにしたってそうだ。だからこそ捕食者という制約がなくなると、ゾウは小さくなり、ネズミは大きくなって、哺乳類として無理のないサイズに戻っていく。島国という環境では、エリートのサイズは小さくなり、ずば抜けた巨人と呼びうる人物は出てきにくい。逆に小さいほう、つまり庶民のスケールは大きくなり、知的レベルはきわめて高い。「島の規則」は人間にもあてはまりそうだ。いまや、地球はだんだん狭くなり、一つの島と考えなければならない状況にたち至っている。いままでは「大陸の時代」だった。これからは好むと好まざ

ると関わらず「島の時代」になる。だから今こそ、島とはどんな場所なのか、大陸とはどんな場所なのかを、生物学を含め、さまざまな角度から考えてみる必要がある。

動物は呼吸により体の中に酸素を取り込む。この酸素を使って植物を酸化する。酸化の過程で発生するエネルギーは ATP に蓄えられ、この ATP という物質が必要なときに必要な所で、蓄えたエネルギーを放出して、体内エネルギー需要をまかなっている。ミトコンドリアは酸素を使って ATP を作り出しているエネルギー製造装置である。酸素がなくなれば多くの動物はすぐに死んでしまうが、これは、ATP に蓄えられたエネルギーがたちまち底をついてしまうからだ。

細胞そのものの活発さはゾウとネズミとでは違い、大きいとあまり活発でなくなる。

哺乳類では、心臓が1回打つ間に消費するエネルギー量は体重に関係なく、1kgあたり0.738ジュールとなる。一生の間の総エネルギー使用量は、15億ジュールと一定になる。灯油に換算すれば40Litを燃やしたエネルギーに相当する。寿命はサイズによって大きく変わる。ところが一生に使うエネルギー量は体重1kgあたりに換算すると、寿命の長さにはよらず一定である。

日本人成人男子の標準代謝量は68W。

日本人はおおよそ標準代謝量の倍の食料を消費している。昭和61年の石油や石炭などの一次エネルギーの日本での需要は、国民一人当たり4274W。つまり標準代謝量の63倍。エネルギー消費の上からみれば、現代人はゾウのサイズに位置する巨大な生き物になった。

時間は唯一絶対不変のものではない、と動物学は教えている。動物には動物のサイズによって変わるそれぞれの時計があり、われわれの時計では、他の動物の時間を単純には測れない。動物が柱と梁を組み合わせた骨組み構造だったのに対し、植物はレンガ積み建築である。レンガをまんべんなくぎっしりと敷き詰めて積み上げていくのが植物のやり方で、細胞1個がレンガ1個に対応する。植物細胞の細胞壁はセルロースの繊維でできており、引っ張りの力に大変強い。また、植物細胞は高い内圧をもっている。この二つを組み合わせると、大変強い繊維で編んだ袋にパンパンに水を詰めたものだけできあがる。これを植物はレンガとして使う。植物の輸送系では上下につらなれた細胞の天井と底に穴があいて細胞同士がつながっていて、そこを通過して物質が移動していく。つまり細胞の内側を物が動いていくのである。

2011年08月 「太陽熱エネルギー革命」 菊池隆，堀田喜治 日経プレミアシリーズ
石油は主に動物の化石由来。石炭は植物の化石由来。

図表 1-3 国別炭酸ガス累積排出量（産業革命以降）

	億 CO ₂ トン	現在人口1人当たり CO ₂ トン	現在GDP当たり 累積CO ₂ Kg
米国	3,221	1,097	30
旧ソ連	1,426	507	294
中国	887	68	52
ドイツ	781	946	40
英国	717	1,119	45
日本	449	351	9
フランス	317	523	22
インド	272	25	46
カナダ	241	753	31
イタリア	174	299	15
世界全体	315,432	182	33

出所：米エネルギー省 CDIAC (Carbon Dioxide Analysis Center) のデータにもとづき、世界文明センターのワーキンググループが計算。

人類の排出できる炭酸ガス

	大気中の濃度	大気中の量 (億トン)	人為的増加分 (億トン)
産業革命前	280ppm	21,900	
2006年現在	381ppm	29,799	7,899
2100年目標	475ppm	37,152	7,353

出所：IPCC のデータにもとづき、世界文明センターのワーキンググループが計算。
出典：「炭素会計」入門、橋爪大三郎、2008、洋泉社

図表1-4 気温が2度上昇するまでに許される炭酸ガス排出量

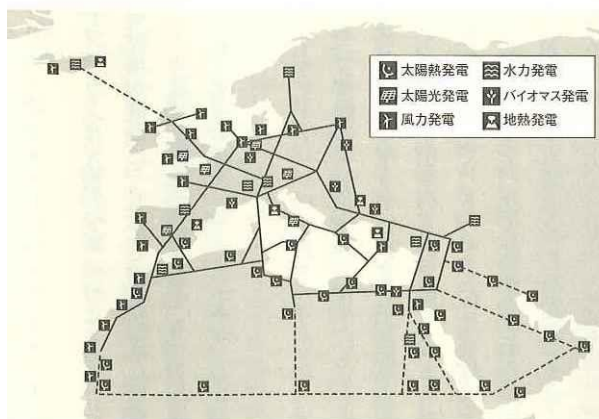
世界全体：7,500億トン (CO ₂ 換算) 2008年の排出量ベースで残された年数	
世界	25
日本	11
EU	12
米国	6
インド	88
インドネシア	67
中国	24

出典：WBGU、Solving the climate dilemma：The budget approach

太陽熱発電のプラントの全寿命で見た場合、コストの 80%は建設関連費。オペレーションの費用は 20%ほど。太陽熱発電プラントの部材を製造し、建設し、20年間運営することによって生じる CO₂ 排出量は、稼動からわずか 3~6ヶ月で回収できる。

デザートテック計画：北アフリカ、中東、EU の民間による再生可能エネルギー発電計画

図表3-1 DESERTECのイメージ



出典：デザートテック財団

年間の化石燃料消費と同等のエネルギーが、全砂漠への日射のわずか 5.7 時間で得られる。

地球上にある砂漠の面積は 3600 万 km²
陸地のほぼ 1/4 が砂漠

600km² の砂漠への日射だけで、世界の電力の年間需要量を創り出すことができる。

太陽熱発電の建設費は 3.3 億円/MW

造水装置

最近ではエネルギー効率の良い逆浸透膜法の採用が増えている。ただ、この方法でも海水から淡水 1m³ を得るに約 4kwh の電力がいる。

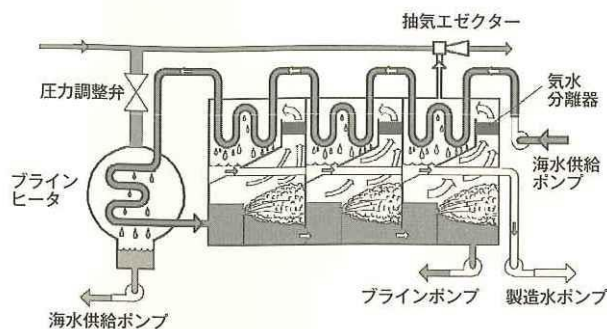
人々が安全で豊かに暮らすには一人当たり年間 4000m³ の水資源が必要とされている。年間 1700m³ 以下になると水ストレスを感じ、さらに 1000m³ 以下になると人の健康や福祉、経済開発に重大な影響を及ぼす。おおまかに、水不足に陥る人々にせめて一人当たり 500m³

の水を提供するとすれば、必要な造水量は2兆 m³ となる。これには年間8兆 kwh の電力が必要であり、世界の総発電量18兆 kwh の40%を占める。

逆浸透膜法とは、水は通すが塩分は通しにくいという特殊な性質を持った「半透膜」と呼ばれる膜を使って真水を得る方法だ。実用プラントでは海水側に55~68気圧の圧力をかけるという。

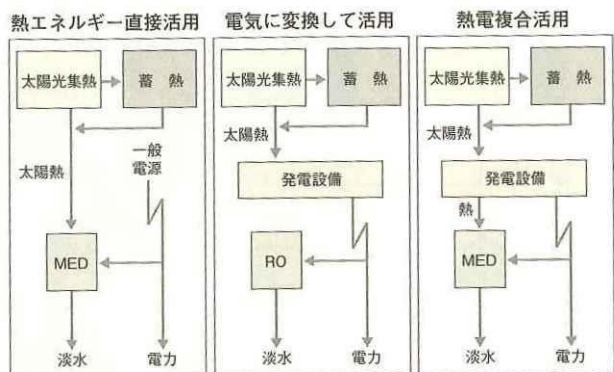
太陽熱を活用した海水の淡水化法

図表5-3 蒸発法海水淡水化技術、フラッシュ蒸留法 (MSF)



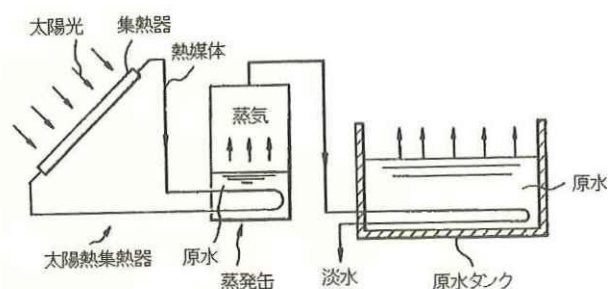
出典：株式会社 ササクラ 技術資料より

図表5-4 太陽熱を活用した海水淡水化の代表的な方式



出典：Concentratin Solar Power for Seawater Desalination by GermanAerospace Center (<http://www.dlr.de/rl/aqua-csp>)

図表5-6 太陽熱小型淡水化装置 (特許第3698730 荏原製作所)



2011年06月 「生態系は誰のため？」 花里孝幸 ちくまプリマー新書

ミジンコは通常はヘモグロビンをあまり持っておらず、体は透明です。ところがミジンコの中には、水中の酸素濃度が低くなると、ヘモグロビンをつくって血液中の濃度を高くするものがあります。ヘモグロビンは、酸素の取り込み効率を上げるので、ミジンコの貧酸素耐性を高めるのです。

人間は化石燃料を使うことによって、人間社会のみならず、野生生物群集を、ひいては地球上の生態系全体を変えているといえそうです。そうすると、将来、化石燃料が枯渇するときがきたらどうなるのでしょうか。化石燃料に強く依存した人間社会はもとより、地球上の生態系全体にも大きな影響が及ぶことになるでしょう。エネルギー資源問題は、人間社会だけ

の問題ではないのかもしれませんが。

2010年11月 「眠れなくなる宇宙の話」 佐藤勝彦 宝島社

宇宙背景放射は、かつて超高温だった宇宙が放っていた光が、その後の宇宙膨張によって波長が引き伸ばされ、電波の形で現在の宇宙に満ちているもの。この宇宙背景放射の強さは、宇宙のどの方向からやってくるのも全く同じ強さになっていることがわかりました。これは、宇宙背景放射の元となる光が生まれた頃の宇宙の温度がどこも同じ温度だったことを意味します。つまり光が生まれたときの宇宙（大きさが今の約 1/1000、ビッグバン以降約 30 万年）は温度や密度が均一の、ほとんどデコボコのない状態だった。しかし物質や熱の移動は光速以上の速さで行うことはできません。かなり大きくなっていく宇宙を均一にするには 30 万年という時間では足りません。このため宇宙はインフレーションという、現在の宇宙の膨張よりもはるかに大きな急膨張をしたと考えます。生まれたばかりの宇宙が、全体にはデコボコだらけであったとしても、ごく狭い領域だけを見ればその中はほぼ一様になっているといえます。その狭い領域が急膨張を遂げれば、その中に住んでいるものにとって「見える範囲」の宇宙はきわめて一様になります。

宇宙は特異点となってしまふ「ある一点」から始まったのではなく、虚数の時間においてどこから始まったのかわからないようにして始まったんだ。そして虚数の時間が実数の時間に変化したときが、トンネル効果の「トンネルを出た」瞬間に当たり、宇宙が姿を現したと考える。

自由に飛び回っていた電子が原子核に引きつけられて原子を硬性するようになります。このためこれまで電子に進路を邪魔されていた光がまっすぐ進めるようになります。これを「宇宙の晴れ上がり」と呼んでいます。この時より過去の宇宙の姿は光ではとらえることができません。

太陽系の近くにある星の運動を観測していると、どの星も運動速度がかなり速いのです。これではどの星も短時間のうちに銀河系から飛び出してしまい、銀河系はバラバラになってしまうはずですが。そうならないためには、非常に大きな重力が働いて、星を銀河系内に引き留めなければなりません。でも目に見えている、つまり光を放っている星やガスだけでは、それほど大きな重力波働きません。つまり、目に見えない物質（暗黒物質、目に見える物質の 10 倍もの重さ）が重力を及ぼしているんです。

宇宙の膨張速度はかつてよりも速くなっています。宇宙の膨張速度を加速するには、何らかのエネルギーが必要です。重力とは逆の反発力を生み出す未知なエネルギーを暗黒エネルギーと呼びます。暗黒エネルギーは宇宙全体に均一に存在している。何か「ある」というのは、それが「ない」部分と比較することによって初めてわかり、その正体を探ることができます。そこらじゅうすべてに「ある」ものは、はたしてあるのかないのかの区別もつけられませんし、正体を探る方法なんて簡単には思いつきません。

宇宙は 10 次元の空間であるという意見もあります。でも私たちは三つの次元しか認識でき

ません。その理由として「10の次元のうち7つの次元が小さく縮んでいるからだ」という説があります。細い糸を遠くから見ると1本のせんにしか見えないので、一次元の存在のように見えますよね。つまり糸の幅の方向、つまり第二の次元は非常に小さいので遠目にはわからなかったんです。これと似たような感じで、空間の7つの次元が縮んでいるとすれば、私たちには認識できないことも説明できるんです。

2010年11月 「宇宙は何でできているのか」 村山 斉 幻冬舎新書

星やガスなど宇宙にあるすべての原子をかき集めても、全エネルギーの4.4%程度。暗黒物質は宇宙全体に偏在しており、それが宇宙の全エネルギーに占める割合は約23%。暗黒物質は、私たちが知っている原子とはまったく違うとはいうものの、それなりに「物質」らしく振舞います。どうということかと、宇宙が膨張するにつれてその密度が薄まるのです。一方、暗黒エネルギーは宇宙という箱がいくら大きくなってもその密度が薄まることはありません。

宇宙は膨張するにつれて温度が下がっていきます。現在の宇宙の温度は摂氏マイナス270°C。現在の温度から逆算すると、宇宙はビッグバンから40万年後に摂氏約3000°Cとなり、そこで初めて光が自由に飛べるようになった。その光の波長は宇宙の膨張によって引き伸ばされ、現在はマイクロ波として観測される。

宇宙の膨張が加速していることがわかった。つまり、「投げたボール」を透明人間のような何物かが後ろから押している。その何者かが暗黒エネルギーだと考えられています。宇宙という「箱」がいくら大きくなっても薄まらずに、その膨張をぐいぐい後押しする謎のエネルギー。そんな得体の知れないものが宇宙の7割を占めているのです。

現在の宇宙には、自然の状態で存在する反物質が見当たりません。これも大きな謎です。その存在が予言されて入るもののまだ見つかっていない粒子。物質の「質量」がそれによって生まれていると考えられる粒子。予想される量はなんと宇宙全エネルギーの10⁶²%。「ヒッグス粒子」と呼ばれています。

重力が空間を曲げるから引力が働く。やわらかい真平らなゴムシートがあるとしましょう。ここに重い鉄球を置くとゴムシートはその部分が下に向かってぐにやりと曲がります。ではそこから数センチメートル離れた位置に別の鉄球を置くとどうなりますか？ゴムシートはさらに曲がり、2つの鉄球は、そのへこんだ部分に向かって転がります。そして最後には、コツンとぶつかる。ゴムシートが目に見えない素材でできていたら、お互いが引き合っくつついたように見えるはずですよ。

地球からの距離が遠ければ遠いほど、私たちは時間を逆行して「昔の宇宙」を見ていることになります。望遠鏡では見えない領域があるのは、それが「遠い」からではありません。そこが「古い時代の宇宙」だから見えないのです。

原子核と電子がバラバラだと、それぞれに電気を持っている。そういう粒子が飛び交っている空間では、光や電波などの電磁波は真っ直ぐに飛ぶことができません。電気を持つ粒子に

ぶつかってしまうからです。ちょうど霧の中では霧の粒子に反射して光が通らないようなものです。これが宇宙生誕後 38 万年にある分厚い壁です。それより向こうからは、光も電波も届きません。どんなに頑張っても観察することができないのです。

小さい物質を見るには顕微鏡の解像度を上げるしかありません。そして、解像度を上げるには、できるかぎり「波長」の短いものを使う必要があります。

波長 3m の FM 電波は建物より短いのでそこに衝突します。しかし AM 電波は建物より波長が長いので、それを回り込んで向こう側まで抜けていきます。別な言い方をすると、FM 電波は建物の存在に「気づき」、AM 電波はそこに建物があるということに「気づかない」。電子の運動エネルギーを高めれば高めるほど振動数が上がり、その波長は短くなる。電子を加速することでエネルギーを高め、観察する対象物にぶつけるのが、電子顕微鏡の仕組みなのです。

恒星内部でヘリウムの核融合反応が起きたときに、ようやく炭素や酸素などの原子が作られます。でも地球のような惑星には炭素や酸素などはできません。恒星の中からそれを宇宙へバラまいてもらう必要があります。

電子のあるところに別の電子は置けませんし、複数のクォークが同じ空間に重なって存在することもできません。一方、排他原理に従わず、同じ場所にいくらでも詰め込めるのがボソンです。不思議な話ですが、たとえば「光子」がボソンの一種だと聞けば納得できるのではないのでしょうか。DVD や光通信で使うレーザーがそうであるように、光はいくらでも重ねて強くすることができます。

荷電粒子は光子を吸ったり吐いたりしますが、その光子を作るにはエネルギーが必要です。それは、どこからか借りなければ手に入りません。どこから調達するかというと、これはもう、「そのへんから」としか言いようがありません。何もない空間からエネルギーを借りてきて、光子を作ります。荷電粒子が作った光子を吐き出し、それをほかの荷電粒子が吸い込むことで、両者の間に力が働く。量子電気力学では電磁気力をこのような光子の交換として考えるのです。

ハドロンからクォークを取り出そうとして引っ張ると、クォークとクォークの間を行き来するグルーオンたちがお互いを強い力で引っ張り合います。このとき働く力はクォークとクォークの距離が離れるほど、すなわちクォークのエネルギーが小さくなるほど強くなる力です。ちょうど、2つのクォークがグルーオンを束ねたゴムひもでつながっているのをイメージするといいいでしょう。距離が離れるほど結びつきが強くなるので、クォークはハドロンの中に閉じ込められ、外に出ることはできません。電磁気力は光子、強い力はグルーオンが媒介する。

弱い力はどんな粒子が媒介するのか？強い力は原子核の直径の 10^{-15} メートルしか届きません。弱い力はその 1/1000 程度です。それしか届かないとすれば、その力を運ぶ粒子は中間子と比較にならないほど重いと予想されます。重い粒子ほど加速器での検出がむづかしい。弱い力が遠くに届かないのは、それを運ぶウィークボソンが重いからに他なりません。一方、

電磁気力を運ぶ光子は質量がないのでどこまでも飛んでいきます。

ウィークボソンが遠くまで飛ぼうとしても、宇宙に充満した何かにゴツゴツとぶつかって行く手を阻まれてしまう。しかしその何かは電気を持っていないので、電磁気力を伝える光子は反応せずどこまでも無限に飛んでいけるのに、ウィークボソンはちょっとしか飛べない。その何かは「ヒグス」というわけです。

鉄の塊を冷やしていくと、スピンの向きが揃っていったほうがエネルギーを得るので、それが揃った結果磁石になる。

二次元の世界に住んでいる住民は、平面上に風車があっても接地している柱が止まって見えるだけです。上のほうで羽根車がぐるぐる回っているとしても、その住民には関係ない。それと同様に 5 次元以上の空間で運動している粒子は、私たちには止まって見えるでしょう。止まっている粒子が持つ質量とは、見えない次元で生じる運動エネルギーなのです。

2010 年 11 月 「太陽系大紀行」 野本陽代 岩波新書

太陽から毎秒 100 万トンの物質が放出されている。太陽の外側にあるコロナから日常的に流れ出しているほか、太陽表面の爆発現象であるフレアが起こると大量の物質が高速で噴出される。これらの物質は太陽風と呼ばれ、地球近辺を秒速 300~900km の速さで吹き抜けていく。温度は 10 万度と高いが、密度が 1m³ 当たり 5~10 個といたって低いため私たちに影響を及ぼすことはない。太陽風は電離してイオンとなった水素とヘリウムで主に構成されており、直接浴びたら生命細胞が破壊されてしまうほど危険なものである。しかし、地球が強い磁場で守られているおかげで、ふだんは何事もなくすごすことができる。

主に水素とヘリウムからなる太陽は太陽系の質量の 99.86% を占め、核融合反応によって水素をヘリウムに変換することで、大量のエネルギーを生み出し、明るく輝いている。八つの惑星は、地球型惑星と木星型惑星の二つのグループに分けられる。地球型惑星はいずれも岩石質で、金属でできた中心核、ケイ酸塩などからなるマントルと地殻で構成される。一方、木星型惑星は、中心に岩石質の核はあるが、そのまわりをガスが取り巻き、固い表面を持たない巨大ガス惑星である。木星型惑星はいずれも環を持っている。

主に水素とヘリウムからなる太陽は太陽系の質量の 99.86% を占め、核融合反応によって水素をヘリウムに変換することで、大量のエネルギーを生み出し、明るく輝いている。

八つの惑星は、地球型惑星と木星型惑星の二つのグループに分けられる。地球型惑星はいずれも岩石質で、金属でできた中心核、ケイ酸塩などからなるマントルと地殻で構成されている。一方、木星型惑星は中心に岩石質の核はあるが、その周りをガスが取り巻き、固い表面をもたない巨大ガス惑星である。

太陽は私たちの銀河に属する 1000 億個の恒星の一つで、平均的な大きさの星である。直径が 1,392,000km (地球の 110 倍)、質量が地球の 330,000 倍という巨大なガスの固まりで、水素 71%、ヘリウム 27%、その他で構成されている。中心核付近の温度は 1500 万度、気圧は 2400 億気圧もあり、毎秒 400 万トンの水素が核融合によってヘリウムに変換され、大量

のエネルギーが作られている。太陽の表面部分は、「光球」と呼ばれ、約 6000・c で、厚さ約 500km の大気の層である。

金星の表面温度は 400・c 以上、90 気圧という灼熱地獄。温室効果ガスである CO₂ が金星大気の 95%以上を占めており、熱を閉じ込めてしまうので気温がひたすら上昇したと考えられている。金星上空 50km から 70km のあいだをくまなく覆う白く輝く雲は、自動車のバッテリー液と同じで、主成分は硫酸である。少しでも触れたら大やけどをするだろう。この濃硫酸は、金星大気中の CO₂、硫化物、水蒸気などが太陽の光に反応することでつくられた。また雲のなかでは強烈な雷が常に発生し、閃光が飛び交っている。金星を地獄のような場所にした CO₂ や硫化物が大気中に多く含まれているのは、金星全域に散らばった 10 万から 100 万もの火山がガスを噴出したからである。

地球の自転によって、中心核のなかの鉄が移動することで電流が生まれ磁場が作られる。この磁場は地球を包む繭のような形をした磁気圏を形成し、太陽からやってくる太陽風が直接地球にあたるのを防いでいる。地球を取り巻く大気の厚さはわずか数十 km と、地球の大きさに比べ非常に薄い。しかし、この大気の果たす役割は大きい。太陽などからやってくる生命にとって有害な X 線や紫外線を吸収し、地球の温度を平均で 14・c に保つ毛布のような役割をしている。また地球めがけてやってくる小天体を摩擦で燃やすことで排除したり。小さくすることで、地表へのダメージを軽減している。十分な質量があるおかげで大気を引きとめておくことができ、太陽からちょうどよい量のエネルギーを受け取る位置にある地球は、液体の水が存在できる唯一の惑星である。そして多様な生命が生息可能な環境に保たれた、奇跡のような惑星である。さまざまな条件がわずかでもちがっていたら、地球は今とまったく異なる惑星になっていたかもしれない。

地球がほかの惑星と大きく違っているように、月もまた 200 個以上も見つまっている太陽系の衛星の中で得意な存在である。親惑星である地球との比率が非常に大きい。38 万 km の距離にある月が地球に及ぼす引力は無視できないほど大きい。日々、潮の干満を起こすだけでなく、月の引力は地球の自転軸の傾きを一定に保つ役割も果たしている。この傾きによって、地球は安定した気候と季節の循環がもたらされる。

2010 年 10 月 「生み出す力」 西澤潤一 PHP 新書

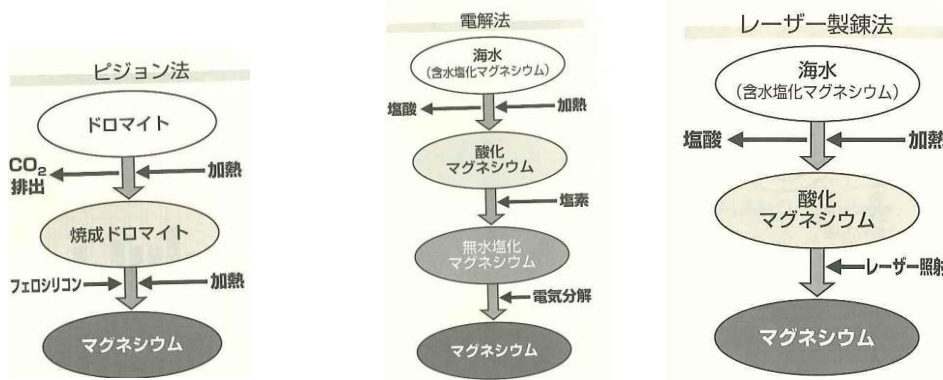
人間の血液中を流れるヘモグロビンは、呼吸で肺に吸い込んだ酸素を動脈経由で全身に運び、一方で全身に溜まった炭酸ガスを静脈経由で肺に運び、呼吸によって吐き出させる働きをします。空気中の炭酸ガスが 4%を超えると、肺で炭酸ガスを放出して空になったヘモグロビンの空席に、酸素が座る前に炭酸ガスが座り込んでしまいます。つまり窒息してしまうのです。

およそ農業の世界では、長きにわたって飛躍らしい飛躍がありません。それは、農家自身が変化を嫌っているからです。毎年同じことを繰り返していれば、とりあえず同じだけの収穫があつて、同じ収入が得られる。その現状に満足しているのです。

雑多な波長の光が混ざった白色光を使うより、半導体を使って特定の波長からレーザーをつくるほうが、コスト面でもはるかに有利になった。

現在の金属精錬には複雑な化学反応が使われています。たとえば製鉄であれば、石炭を燃やすと出る一酸化炭素と、鉄鉱石内に含まれる酸化鉄を反応させて、銑鉄を作ります。さらにこの銑鉄から、炭素やケイ素、マンガン、リンなどの不純物を除く工程が必要になります。そのため、製鉄所は大規模になり、私たちもこれが当たり前だと思っています。

マグネシウム製錬方式



	電解法	ピジョン法	レーザー製錬
建設費用 (1万トン/年)	50億円	1億円	60億円
マグネシウム価格 (建設費用分)	17円/キログラム	0.3円/キログラム	21円/キログラム
最終マグネシウム価格 (燃料含む)	>300円/キログラム	300円/キログラム	20-40円/キログラム
備考 (日本マグネシウム協会提供)	2005年のデータ 2007年以降、操業不可能	ほとんどがコースト・マグネシウム1トン生産に11トン	

しかしこうした工程がなぜ必要かといえ、低いレベルのエネルギーしか用意できないからにすぎません。だから低い温度で進行する化学反応を使うしかないのです。

海水から資源を取り出せば、残るのは淡水。海水に含まれるマグネシウムは1800兆トン。マグネシウムは市場価格が高い。400~600円/g。

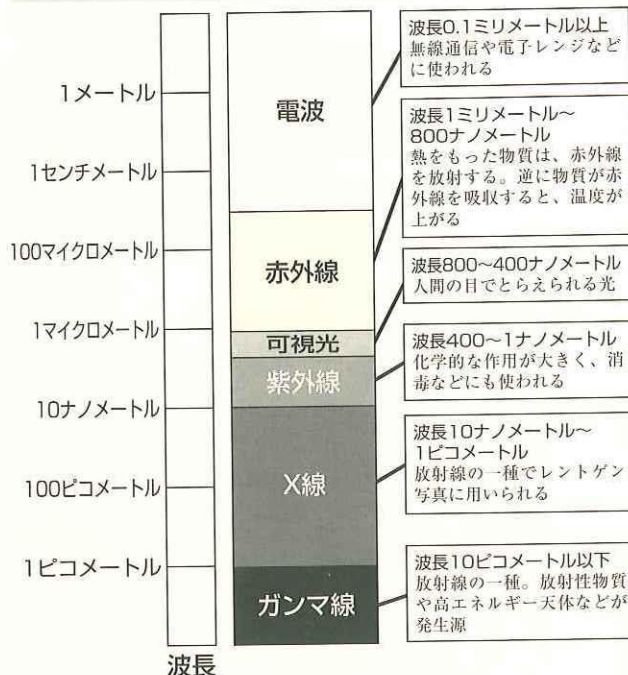
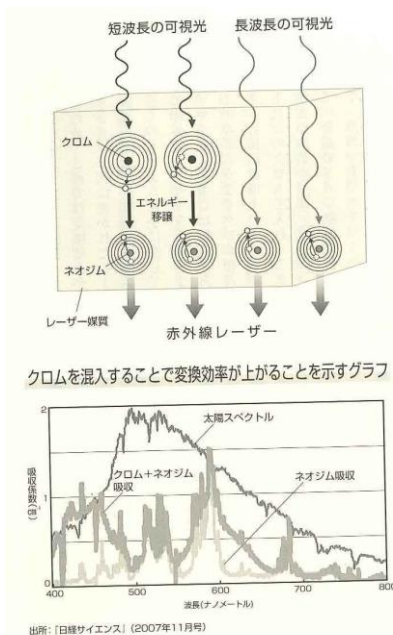
マグネシウムをアルミニウムや亜鉛との合金にすれば軽量で強靱、さらに放熱性の高い金属ができる。チタンの精錬にも使え、需要はいくらでもある。

レーザーの作りかた

海水の化学組成 (塩分3.5%)

元素名	存在量 (グラム/キログラム)
酸素	859.4
水素	107.2
塩素	19.35
ナトリウム	10.77
マグネシウム	1.29
硫黄	0.904
カルシウム	0.412
カリウム	0.391
臭素	0.0673
炭素	0.028
ストロンチウム	0.0081
ホウ素	0.00445
ケイ素	0.0029
フッ素	0.0013
リチウム	1.7×10 ⁻⁴
ヨウ素	6.4×10 ⁻⁵
ウラン	3.3×10 ⁻⁶
金	1.1×10 ⁻⁸
銀	2.8×10 ⁻⁷

電磁波の種類と用途

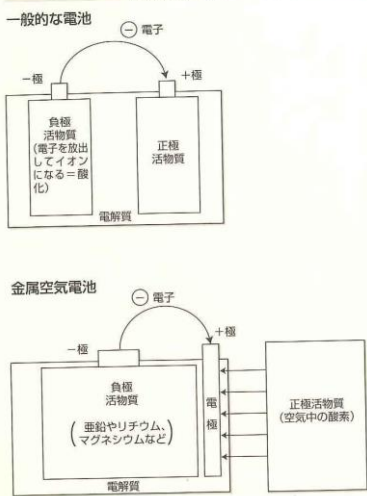


重量当たりの熱量は $25\text{MJ}/\text{kg}$ 。燃料としても使える。リチウムイオン電池の約 7.5 倍の出力が可能。

海水からマグネシウムを取り出し、太陽光励起レーザーで精錬。できた金属マグネシウムを燃料として使用する。燃料として使用したあとに残った酸化マグネシウムは、再び太陽光レーザーで精錬する。マグネシウム循環社会のビジョンである。

	石油	石炭	水素	マグネシウム
コスト	◎	◎	○	(現在の市場価格では) ×
資源量	△	△	○	○
体積エネルギー密度	◎	○	×	○
可搬性、貯蔵性	○	○	×	○
環境負荷	×	×	○	○

電池の仕組み

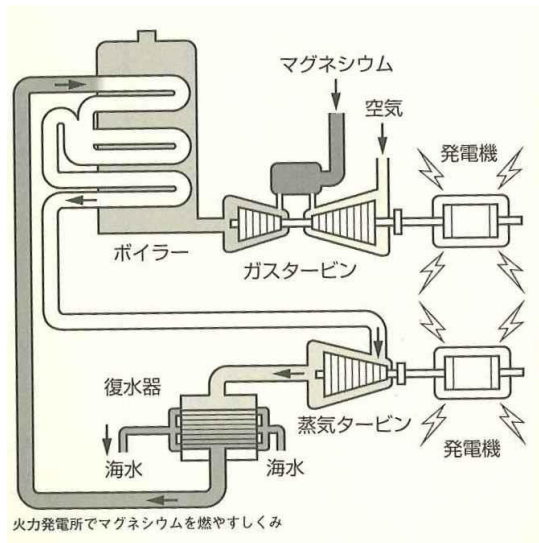


一般的な電池では、マイナス極の活物質が電子を放出し、プラス極の活物質がその電子を受け取って還元されます。一方、空気電池では、プラス極の活物質として空気中の酸素を取り入れて使います。プラス極の物質が必要なくなりますから、従来型の電池に比べて圧倒的にエネルギー密度を高めることができる。

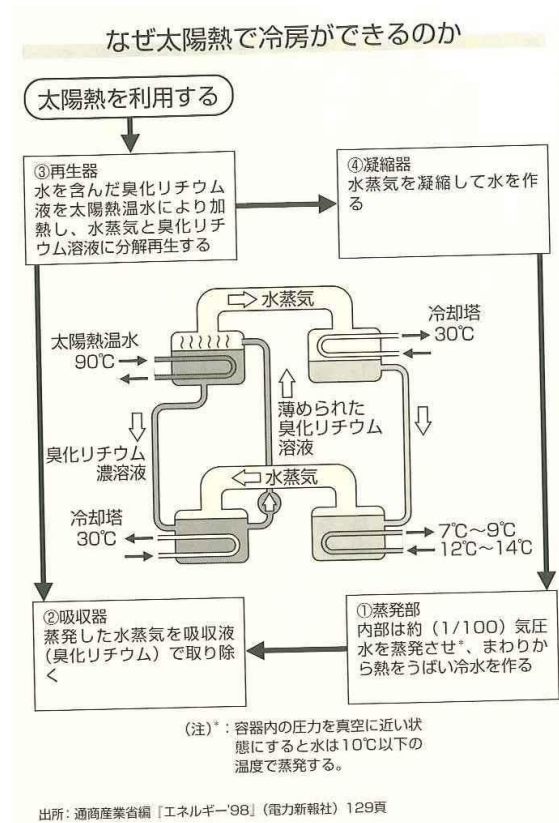
マグネシウム空気電池車は 20kg のマグネシウム補給で 300km 走れる。エネルギー密度は、理論的には電池 1kg 当たり 1350wh 。リチウムイオン電池の 250wh を大きく上回る。

マグネシウムの応用

マグネシウム発電



太陽熱冷房



燃料種類の比較

	石油	石炭	水素	マグネシウム (現在の市場価格では)
コスト	◎	◎	○	×
資源量	△	△	○	○
体積エネルギー密度	◎	○	×	○
可搬性、貯蔵性	○	○	×	○
環境負荷	×	×	○	○

普通乗用車が 500km 走行するために、100kwh のエネルギーが必要だといわれている。

2010年8月 「精子戦争」 ロビン・ベイカー 河出文庫

女性はパートナーよりむしろ別の男性と妊娠しやすい時期にセックスすることのほうが多い。女性には不倫を促進させる気分と態度のサイクルがあるに違いない。彼女の体が遂行している無意識の戦略は、子どもの父親が誰であろうと、彼女の子育てを助けてくれるのいちばん適した人は夫であるということである。これは極めて重要であるので、どんな不倫も発見されてはならないのである。最近、イギリスで行われたある調査によると、私たちの4%が精子戦争によって生まれたとされている。言い換えれば 25人に1人は、自分が今生きて

いられるのは、遺伝的父親の精子が母親の生殖器内で 1 人かそれ以上の男性の精子に勝ったという事実を負っているのである。

無精なブロッカーと呼ばれる精子は、後から来る精子が子宮内へ侵入するのを防ぐ役割をする。キラーと呼ばれる精子たちは、他の男性の精子を見つけ出してやっつけるのが役目。他の精子に出会うと、相手の精子の頭の表面にある化学物質をテストしてみる。それが自分の頭にあるのと同じだとわかるとこいつは味方だと判断して通過し、敵を探しに行く。受精のための精子をエッグゲッターと呼ぶ。

チャイルド・サポート・エージェンシーの報告によると、世界的に見て、実の父親ではない確率は約 15%である。

女性の体は、恋人は夫よりも生まれてくる子どものよい遺伝的父親にはなるが、長期のパートナーとしては適さないと判断した。そのため彼女の体がとった戦略は、恋人からは精子を集めるだけで、それ以外に夫を失うような原因になることは何もしないということであった。つまり彼女は不倫の前と後ろに、夫とセックスをしなければならなかった。そうしなければ夫に疑われてしまうからだ。もちろんどれ一つとして意識的に行われたわけではない。彼女の体は子孫繁栄に最も役立つようなムードや動機、反応など一連の動きを無意識のうちに調整してその目的を達成したのである。意識の上では、彼女は不倫と嘘との間をうまく縫って通り抜け、単に性的快楽や興奮、恐怖を味わっただけである。

2010 年 07 月 「安らぎの生命科学」 柳澤桂子 早川書房

レム睡眠の間にアセチルコリンという神経伝達物質が多量に放出されることがわかっている。アルツハイマー痴呆症は、このアセチルコリンを生産する細胞が死んでしまう病気である。

細胞という空間的な存在に、なぜ記憶という時間のファクターをもったものが定着するのであろうか。しかもそれが眠りと深くかかわっているというのであるから、「私」というものの神秘に感嘆せざるを得ない。自分自身についてどれほどのことも知らないで、私たちは今日も生きているのである。

細胞の中には自分を殺す遺伝子が組み込まれている。生きる必要のあるときには、この自殺遺伝子の働きは他の遺伝子の働きによっておさえられている。ちょうど、毒薬をもたされたスパイのように、組織のために自分が消えなくてはならないときには、いさぎよく死んでいくのである。アポトーシスを妨げると、その個体は正常な生命活動をいとめなくなってしまう。死もまた生の一部である。「私」は、多くの死を内蔵しつつ、60 兆個の細胞の総合として生きているのである。

真理は美しい。かぎりなく美しいと私は思う。なぜ、私たちは真理を美しいと思うのであろうか。科学は広大な宇宙のなかのいろいろな問題を私たちの頭が納得するような方法で説明しようとする。そして、それが説明できたときに至上の喜びを感じる。おそらくこれは人間だけのものつ喜びであるが、人間とはおかしな動物である。

人間がひとたび死を待ち望むほどの状態に追い込まれると、現世で私たちが幸せと
思っているもの——地位や名誉や財産がいかに価値のないものであるかということ
を身にしみ知るようになる。それらのものへの執着をいっさい断ち切り、非常に身
軽になることができる。一枚一枚、衣を脱ぐように執着を断ち切っていくと、つ
いには生に対する執着もなくなる。生に執着しなくなるということは、死をも恐
れないことである。このように心が解き放たれていくと、そこにはエネルギーが
満ち溢れてくる。逆説的に聞こえるかもしれないが、生への執着を断つことは、
生へのエネルギーにあふれることなのである。

2010年07月 「あなたのなかのDNA」 中村桂子 早川書房

生殖細胞がほととちがうのは、それをもっている固体の中ではなんの働きもしない
ことです。脳も心臓も腸も、それぞれの役割をするために細胞の中にあるDNAが
はたらいているのだけれど、卵と精子のなかのDNAは、それを持っている人の体
のなかでははたらきません。

ゲノムは、体の一部にあってほかの細胞全部に命令しているのではなく、一つ
一つの細胞の中に入って命令している。このやりかたで生き物は成功してきたの
ね。

DNAは遺伝するという側面と、体の中で大事な働きをするという側面と、二面
性を持っているのです。

卵母細胞は数百万個あるのですが、でも実際に卵になれるのは、一人の女性が
毎月一つづつ40年排卵したとして480個。まあ、500個程度でしょう。ほとん
どの卵母細胞は卵になることなく死んでしまうのね。

細胞の中のDNAは裸で存在しているのではなくて、染色体というかたちになっ
て存在しています。染色体は23対あって、それらにはみんなDNAがあります。23
本の染色体全部のDNAがあればヒトは生まれて暮らしていけます。このDNA
全部をゲノムというのね。

このDNAの中で、たんぱく質を作る働きをしている部分、それはほんの数%な
んだけれど、それを「遺伝子」とよぶのね。それ以外の95%以上の部分は何を
しているか、まだよくわからない。そういうはたらいていない部分も含めて「
ゲノム」と呼ぶのです。

生物の基本ゆえの強さがメスにはあるような気はしますね。この強さをいかし、
さらにそこにやさしさを加えた生き方、これが人間の女性の生き方かな。

性が生まれて、生殖細胞と体細胞という役割分担ができたとき、体細胞のほう
に「死」という宿命が出てきた。だから、生物学でみると、生あるところにか
ならず死があるのではなくて、性あるところに死があるとなるわけです。生と
死は厳密な意味の対語ではなく、むしろ性と死が生きていくことを支える現
象としてウラハラな関係で存在する。

人間の顔ができるときも、おおざっぱな形を作っておいて、不必要な部分の細
胞が死ぬことによって形ができる。その場合、顔を作っている細胞の中のゲ
ノムが、その情報をもっているのね。死ぬべき場所にある細胞のなかのゲ
ノムは、「ここで死になさい」という命令を出すのです。いつ、どこで死ぬか、
あらかじめ決まっているので、これを「プログラムされた

死」とよぶのですが、性が生まれ、個体を作って生きていくことになったために、とても複雑なことになったのね。

体のなかには二種類の細胞がある。生殖細胞と体細胞です。この二つでは中に入っている DNA のもつ意味が違う。生殖細胞の DNA はたしかに「体の設計図」で、受精卵になり、人間の体づくりの指令を出す。でも体細胞の DNA は特定のたんぱく質を作ることに専門で、体全体を作りかえる能力はないのでしたね。しかも、その人が死ねば体細胞の DNA は消えてしまい、次の世代に続いていくのは生殖細胞の DNA だけということ。

植物の細胞はぜんぶが受精卵と同じに、一つの個体を作る性質をもっています。

地球の資源を私たちが使い尽くして終わっていいのなら別だけれども、生命がつづいていくということを考えると、生命の歴史全体から見た価値観で考えないといけなんでしょう。

35 億年前から続いてきたんだということね。

心地よく暮らすためのものを作り出す能力を持たなければいけないでしょう。そのときに、やっぱり技術は大事な役割をする。ただ、その前提として、生き物の価値観でものを考えようとして、それに合った技術を生み出す必要がある。まず、生命の大切さを思うこと。しかし、思っているだけではダメで、それに基づいた技術がいっしょに動いたときに、次の社会ができるでしょう。それをいま、みんなが模索しているのね。

「生命に眼を向ける」ということは、進化が持っている性質、つまり過程、多様、質という性質も大事にしようということ。技術そのものも、進歩の概念だけで進めてはよくないのではないか。とくに人間という生き物に直接関わる、食物、健康、環境といった分野の技術には、それがあてはまるでしょう。

自分にこだわらないで DNA を考えれば、大腸菌もカエルも人間も同じだ、遺伝子で見ればわたしが死んでもわたしの遺伝子の一部は子どもたちを通して続いていくと考えるのはいい気分ですね。とてもおおらかで。でもそれで終わりではないでしょう。それだけでは、どうしてわたしが悩んだり、笑ったり、人に迷惑をかけたり、かけられたりしながら生きていくのっていうことになるでしょう。DNA が何十億年つづいていこうが、そのなかでこの組み合わせのゲノムをもって生きた存在はわたししかいない。それを大切にしたいでしょう。大きな関係と流れの中にいるわたしという存在を考えたいでしょう。

生命科学は「人間ってなんだろう」ということを知ろうとする分野なのだから、本来は私たち人間への関心、つまりわたしたちはどこから来て、どこへ行く存在なのだろうという疑問や、わたしたちはいったい何者なのだろうという問いへの答えを探す作業をしているのです。ただ、「科学」という方法をとおすので、とにかく物質を手がかりにして歩を進めようというやり方をします。

2010 年 5 月 「生き物をめぐる 4 つのなぜ」 長谷川真理子 集英社新書

哺乳類では、すべての個体はもともと雌になるように遺伝的にプログラムされているのですが、性染色体が XY であった場合には、Y 染色体上にある SRY（雄性決定遺伝子）と呼

ばれる遺伝子が、胚の発生のごく初期に精巣を作るように指令を出します。からだは、一番初めには、精巣にも卵巣にもなれる原生殖器官を備えており、SRY によるこの指令があるとそれを精巣に作り替えます。そうして出来上がった精巣が、男性ホルモンであるテストステロンを生産することにより、以後、次々と雄の特徴を作る遺伝子のスイッチを入れていきます。テストステロンは、実は女性ホルモンであるエストロゲンを作るための前段階の物質なのです。卵巣はまずテストステロンを作り、それを酵素によって女性ホルモンであるエストロゲンに作りかえるのです。

有性生殖は、無性生殖に比べて、親の世代に生じた遺伝子の傷を修復することができる、そのうえ、次々とやってくる寄生者に対抗して身を守ることができる、という二つの点で決定的に有利である。

生命の進化の歴史のどこかで、単細胞の細菌類が互いに少しずつ自分の持っている遺伝子を交換し合うということと、二つの細胞が合体して遺伝子の量が二倍になった状態から、その遺伝子の量を半分にするという技術が合わさって、有性生殖が生まれたのでしょう。

複雑なさえずりも、大きくて美しい飾り羽もそうですが、このような、生存に直接関係のない余分なものを生成するには、余分なエネルギーが必要です。当然ながら個体が持つエネルギーには限りがありますから、そんな余分なものに回せば、生きていくのに必要な分が減ってしまうでしょう。つまり、余分なものはハンディなのです。

そこで、本当に元気がよくて、病気にも強く、力と活力のある雄のみが、このような余分なものにエネルギーを使うことができるのではないかと考えることができます。さえずりや飾り羽などの余分なものがどれほど立派であるかを見ることによって、雌は、本当に元気で活力のある雄を見分けているのではないか、余分なものは、雄の活力を正直に表す指標となっているのではないか。

自己の欲望が満たされたときの「快」は、個人的な「快」ですが、道徳的な判断に従ったときの「快」は、親をはじめとするおとな、他人からの称賛に起因するものです。

道徳的行為が選択されるためには、「罪の意識」「恥」といったネガティブな感情が大事なのではないでしょうか。これは大変強力な感情なので、個人的な欲望の達成を抑えるのに十分な働きをしている。

私たちは、今後二度とつきあうようなことのない他人に対しても、道徳的にふるまいますし、あったこともない他人に対して慈善を行ったりもします。もう見返りはまったく期待することのできない、死ぬ間際の友達に対しても、以前と変わらぬ友情を注ぎ続けます。

2010年5月 「女は男の指を見る」 竹内久美子 新潮新書

人差し指に対する薬指の相対的な長さは、男性ホルモンの代表である、テストステロンのレベルに密接に関連している。

人間の女はいつの頃からなのかわかりませんが、授乳の期間中に発情してセックスができて、排卵は抑えられるというトリックまがいの生理的機能を獲得してしまった

のです。男を惹きつけ、なおかつ受け入れていることができるというのに妊娠しない——そういう摩訶不思議な態勢を編み出したのが人間の女。哺乳類のメスとして最大の発明を成し遂げたといえるでしょう。

メスが短期間に複数のオスを相手にし、一つの卵の受精を巡ってそれらのオスの精子が争うことによって長いペニスが進化してきた。オスは精子をメスの体に送り込む前に、メスの体内に既に入っている別のオスの精子を掻き出してしまうのです。人間のペニスの先に返しがあるのと太くなったのはこのため。人間が射精までに何十回、何百回とスラストするのもこのため。

薬指が動かしづらいということから推測できるのは、薬指というのは何か機能があるというよりは、飾りの指。他人に見せるための指だということです。特に男においては生殖器の出来具合と胎児期のテストステロンレベルの高さ。ということは現在の生殖能力のほどである。女は男の指を見て彼の生殖器の出来具合、生殖能力のほどを見抜いています。

リーダーオスは、テストステロンよりもセロトニンレベルが高いことがわかった。セロトニンは、自信や落ち着き、冷静さなどの性質に関わっている神経伝達物質です。テストステロンはその反対で、攻撃性やリスクを好む性質に関わる。サルの世界ではメスから支持があることも重要で、そういう穏やかな人格者がリーダーの座につく。

男が女より長生きできない最大の原因は、高いテストステロンレベルにあることは間違いありません。

環境からのストレスの最たるものは、バクテリア、ウィルス、寄生虫といった寄生者で、それらに対抗する力、つまり免疫力が体の部位の左右対称さに一番影響を与えることとなります。免疫力が低ければ、成長する過程でバクテリア、ウィルス、寄生虫にやられやすく、身体の左右対称な発達に影響が出るというわけです。そんなわけで体の部位がいかにか左右対称かということが免疫力の客観的な「物差し」になりうるということがわかってきたのです。

シンメトリーなオスほど本当にメスからの引き合いが多いことがわかった。結局のところメスは何らかの性質や特徴を手がかりにシンメトリーなオスを、ひいては免疫力の高いオスを選んでいられるらしい。結論から言ってしまうと、その手がかりとなるものこそが魅力であり、羽の美しさ、声の良さ、匂いの良さといったものなのです。

人間も動物である以上、女が男を厳しく選ぶという原則の内にあり、女はあまり質を問われないということなのです。男は気の毒な存在です。ありとあらゆる手段で鑑定される。しかも女が男を選ぶ際、選ばれる側の男の年齢はといえば、普通 10 代後半から 20 代。せいぜい 30 代にかけてです。この時期に発する声やルックスの良さで、「この男との間に子どもを産んだらどうか」と判定されることになる。だからなのでしょう。若いときほど男の質の差がよりわかりやすく現れるのです。「彼、カッコいいなあ」と思っていた男に、40 代、50 代になって同窓会で再会してみたとする。「ウソッ、あの〇〇もただのオヤジじゃん！」と他の普通の男との差が縮まっていたりしませんか？

女は排卵期という肝心な時期にはちゃんと男の質を見極められるということ。そうでない

時期に見極められない。

女は必ずしもとびきりのいい男と結婚したり、パートナーの関係を結べたりするわけではない。たいていはそこそこの男で手を打っている。そこで排卵期にはその鋭い嗅覚によって本当にいい男を選び、交わり、何も知らないダンナに育てさせる。

「浮気がいけない」が意味するものはいったい何か？浮気で成功する望みのない男たちに都合のよいように作られた論理ではないのか。男は浮気の願望や意欲は皆それぞれにあるものの、実際に成功するのはほんの一握りのいい男だけ。よって男においては浮気は成功しない者が圧倒的なまでの多数派であり、「浮気はいけない」はそれら多数派の男たちからの支持を得る。

世界に誇れる日本の男。ひとつは理系の才能です。

農耕の民であり、海に囲まれているため、他の民族からの侵略を受けることがほとんどなかった我々にとって、他人とのつきあいは自分だけではなく、子々孫々と続いていく。実際の戦いだけではなく、何らかの争いで相手を完膚なきまでに叩いたり、目の前の戦いに勝つために汚い手を使ったり、騙したりすることは、長い目で見ればむしろ損になるのです。人間は過去の出来事を詳しく口で伝える能力を持っているのだから。他人の気持ちがわかりすぎるほどわかってしまい、自分より相手の心を優先するという日本人ならではの性質も、同じような過程を経て備わってきたのでしょう。何千年にもわたった異常な淘汰は、他の民族がどう逆立ちしたって追いつくことができないもの。ならば我々は、国際試合でみすみす勝ちを逃がそうが、日本人は心が弱い、すぐ緊張して失敗する、などと小ばかにされようが、異常なままでいつづければいいのです。

女は男に優れた精子こそを求めるが、優しさや真面目さはそれほど必要ない。

2010年04月 「破られた対称性」 佐藤文隆 PHPサイエンスワールド

場の量子論でいうところの真空とは何もないことではなく、電子がそこに存在すれば、それに応じて電子の状態が変わることをいう。このようなことは、物体の中での電荷があれば、周囲の原子が編極する誘電現象と同じものである。真空をあたかも電荷の存在にレスポンスを示す誘電体のように考えればいいのである。

私たちは現実という足元から、殻を一枚一枚を剥がしているのである。何もないところに現実を構成しようとしているのではない。この「何もない」の概念ほどあいまいなものはないのである。

2010年04月 「時間はなぜ取り戻せないのか」 橋元淳一郎 PHPサイエンスワールド

時間と空間は密接に関連しており、独立に考えることはできない。

空間と時間の違いは、数学的に言えば虚数と実数の違いである。それ以上に空間と時間を区別するものはない。

光にとっては自分が飛んでいるどの二点間の距離も0であり、その経過時間も0である。

2009年12月 「超薬アスピリン」 平澤正夫 平凡社新書

これまで消炎解熱鎮痛薬だったアスピリンが有用な抗血小板薬であることは疑いの余地がない。

アスピリンが認められたら約800億円の薬剤費の節約が可能。(国民医療費は総額30兆円) 血中を浮遊している血小板が血管の破損箇所にあたるとすぐ、他の血小板に信号が送られ、また血管自体も収縮して傷口を小さくする。信号を受けると多数の血小板が傷口に来て付着し凝集し、ふさいで出血を止める。血管が破損していないときは血管の内皮表面、つまり循環する血液がつねに触れる部分の細胞にあるプロスタサイクリンに血小板は働きかけることができず、血液は凝集せずに体内循環をスムーズに行っている。

医療保険の205円ルール。1日の薬の合計が205円以下の場合205円として医療保険側へ請求できる。厚生省はアスピリンを6.4円という最低価格に据え置くことで205円との差額を医療機関に補償している。

熱が高いときアスピリンを飲めば平熱まで熱が下がる。モルヒネを飲めば平熱以下にまで熱が下がって危険な場合がある。

老人班の研究が進み、その細胞には炎症に関わるたんぱく質があることがわかった。そういえばリウマチも炎症でありだからこそアスピリンなどの抗炎症薬が治療に用いられる。リウマチ患者は抗炎症薬で炎症を抑えている。そのため、炎症に関連する老人班も発生しなくて、結局アルツハイマー病にならないのではと推定がなされた。

2009年12月 「ケータイを持ったサル」 正高信男 中公新書

日本の親は子どもに対し、何だかんだと不平をこぼすかもしれないものの、依存してくることを許容しているし、それどころか依存を期待している面も無視できない。それは餌付けされたニホンザルのようなもの。

日本のしつけや保育において、何よりも重視されるのは「思いやり」を持つことと、「すなお」であるということである。かたやアメリカで同様の質問をすると「自尊心を持つ」とか「正義」といった言葉が上位を占める。

親には親の世界があることは、子どもには分からせる必要がある。子どもは子どもとして親がきずなを切るというしつけがほとんど行われなくなっている。

居場所のない夫と子離れできない妻—それが日本の典型的中年夫婦の姿である。

学校を卒業して以来、夫は妻が子ども中心主義に走るのに対抗しようと会社中心主義に奔走してきたものの、40歳を過ぎた中堅どころに達してみると、組織の中でも自宅同様、浮いてしまっていることが多いようだ。父性の影響力が希薄化している。

「プチ挫折」を繰り返し、それを克服し、ハードルを徐々にあげていくことも子育てには必要であり、通常それは父親の役目なのだけれども、夫婦のうちの夫が居場所をなくしてしまうと、その実践の場も一緒になくなってしまうのである。

国家という枠組みによる社会への規制は大きく後退してしまった。そうである以上、家父長制に固執する必然性はもうどこにも存在しない。従来の男のプライドなど無用の長物だろう。男が女々しいことは決して悪いことではない。

これからの特徴を一言で言うなら「親になることの拒否」であろう。乱暴な表現だが、若いカップルにとって子を持つことは「誰かについて全面的に責任を引き受けることへの恐怖」とでも表現できるのかもしれない。あるいは「自分たちが依存される対象となることへの嫌悪」と言い換えても差し支えないだろう。自分たちは実に長期間にわたり、親のスネをかじってきた。単に経済面ではなく、心理面でも親子のきずなを頼りに生きてきた。そういう者たちにとって、自分たちが誰かに関する責任を全面的に引き受けるというのはとてつもない心の重荷となる。その重荷が子を産むことをためらわせる最大の原因なのだと推測される。

2009年08月 「世界は分けてもわからない」 福岡伸一 講談社現代新書

トリプトファンは現在、サプリメントの一種として大量に流通しています。その効能は薬事法の規制に抵触しないよう、明記されていませんが、睡眠導入、安眠効果、時差ぼけ予防もしくはその回復、抗うつ効果などいろいろな作用が「示唆」されています。これはトリプトファンが脳内で代謝されるとセロトニンとメラトニンに変化することをよりどころに誘導された似非科学です。仮に睡眠障害やうつ症状があったとしても、それは単純なトリプトファン摂取不足に由来するものではなく、トリプトファンをいくら補給しても改善効果は見込めない。

チロシンは、トリプトファンと同じグループ、すなわち芳香族アミノ酸に属し、脳内ではドーパミン、アドレナリン、ノルアドレナリンなど重要な神経伝達物質の原料となります。ケシの中ではモルヒネを作り出すための材料にさえなっています。それゆえチロシンは、目覚まし効果、集中力を高める、抗うつ作用がある、等々の触れ込みでサプリメント化されています。しかしこのような直接効果はありません。脳内の代謝はいつもほぼ一定に保たれているからです。

グルタミン酸は食べると吸収され、血液中をぐるぐる回って全身を巡る。しかし脳の中には直接入っていかない。脳の中を通る血管の壁には特別なバリアが張っており、血液注の物質、特にグルタミン酸のようなありふれたものが簡単に脳内に入り込まないようにしている。脳内で必要なグルタミン酸は脳内で合成される。

細胞の中で物質を変換する化学反応はすべて「酵素」というものによって進められる。ある特別な化学反応には、ある特別な酵素が関わっている。タンパク質の分解にはタンパク質分解酵素が、タンパク質のリン酸化にはタンパク質リン酸化酵素が。1000の変換反応があれば、それに対応した1000の酵素が参画している。

酵素の働きを特徴づける特別なアミノ酸配列を決めているのがDNAである。

ランゲルハンス島の細胞は、いくつかに分類される。一番重要な細胞はベータ細胞。インシ

ユリンを作り出し、いつも血糖値をモニタしている。血糖値が高まると、インシュリンは細胞外へ分泌され、血液中を巡る。インシュリンは、他の細胞にとって特別な命令となる。血液中のブドウ糖が余っているから取り込んで利用しなさい。脂肪細胞たちは、それを油脂のかたちで貯蔵し、いつ襲ってくるかわからない飢饉のときにそなえなさい。

現在人間を苦しめる最もポピュラーな病気となった糖尿病は、ある意味で、飢饉状態に適応していたヒトという生物が、一気に飽食の時代に放り込まれた帰結として存在するといってもよい。不足と欠乏に対して適応してきた私たちの生理は、過剰さに対して十分な準備がない。インシュリンは、過剰に対して足を知るための数少ない仕組みだった。それが損なわれたとき、代わりの因子は用意されていなかった。

穀物のでんぷんを糖に変えた後、その糖をアルコールに変える作用を微生物によって行っている。味噌や醤油などの例を挙げるまでもなく、日本は世界的な発酵食品大国です。

「保存料（ソルビン酸）」は微生物の生育を妨げて、腐敗が進行するのを防いでいる物質です。ソルビン酸が、一種の囿物質として微生物の代謝に干渉する。囿とは、似て非なるもの。実はほとんどすべての薬は、生物にとって大切な物質の囿として、つまりニセモノとして働いているのです。

微生物の栄養素として働く物質には、〇〇酸と名のつくものがたくさんあります。乳酸、酢酸、酪酸、ピルビン酸、クエン酸、リンゴ酸、オキサロ酸、グルタル酸。いずれの酸も-COOHという角があります。ソルビン酸にもジグザグ構造の先に-COOHという角が一本ついています。それゆえこの角が付いている他の物質のニセモノになりうるのです。

腸内細菌群は消化管において一種のバリアとして働き、危険な外来微生物の増殖や侵入を防ぎ、日常的な整腸作用を行ってくれています。私たちヒトは全身の細胞をすべて数えるとおよそ 60 兆個からなっているといわれています。しかし、ヒトひとりの消化管内に巣くっている腸内細菌の数はなんと 120~180 兆個。

すべての細胞はたったひとつの細胞、受精卵から出発する。受精卵は細胞分裂によって二細胞となり、DNA をはじめすべての細胞内小器官がコピーされ均等に分配される。

ある細胞がその表面に、たまたま他の細胞にわずかだけ率先して、特別な形の突起を提示する。するとそれに呼応して隣接した細胞はその突起の形に相補的な形の陥没を提示し、両者は相補的に結合する。突起や陥没はタンパク質でできた細胞膜上の小さな分子である。それらが結合したとき双方の細胞に交信がなされる。「君が皮膚の細胞になるのなら、僕は内臓の細胞になるよ」と。

各細胞は、非常に単純な排他的行動ルールに従って、隣接した細胞とだけ交信し、その結果、排他的に自らを変化させる。指導者、つまりマッドラバーは、このプロセスの最初から最後までどこにも存在していない。細胞は互いにまわりの空気を読んで、自分のありかたを決めていたのだから、バラされて前後左右上下の細胞との相互作用が失われてしまうと、自分が何になるべきかわからなくなる。自分を見失ってほどなく死滅してしまう。たとえ栄養分と酸素が十分あったとしても。

この細胞は無個性のまま、自分を探し続ける。そしてシャーレーの中で増え続ける。やがて驚くべきことがわかった。別の受精卵から発生した初期胚の中に、微小なガラスピペットを使って、この細胞を入れてやる。一体何が起こったか。自分探しを続けていた細胞に突然、まわりの空気が現れたのだ。交信が再開された。初期胚にとって、この細胞は本来よそのものであったはずなのに、初期胚でたまたま隣人となった細胞たちもまたこの細胞を受け入れて会話を行いはじめたのだ。

細胞は増殖を繰り返して倍加し、シャーレーの一点から周囲に向かって徐々にコロニーを広げていく。周囲を他の細胞に取り囲まれた、コロニー内部の細部はもはや分裂しなくなる。分裂するのはコロニーの一番外縁の細胞だけである。彼らは読むべき空気をもたらず他者が隣にくるまで増殖を繰り返す。やがて外縁の細胞は、シャーレーの壁面に到達する。

そのとき細胞は、それが物言わぬプラスチックの壁であっても、その暗黙の空気を読み、増殖を停止するのだ。これはコンタクトインヒビションとして知られる現象である。

がん細胞はあるとき急に周囲の空気が読めなくなった細胞、停止命令が聞こえなくなった細胞であると定義できる。コンタクト・インヒビションが作動しなくなった細胞であるがん細胞は、周囲のジグソーピースの上に重なるように、あるいはそれを乗り越えるように多層に積み重なりながら分裂を続行し、無限の増殖を果たす。やがてしれはジグソーパズル全体の生命を損なうにいたる。

分化の程度が進んだ後期の胚や胎児、あるいは成人の中に入った ES 細胞は、まわりの空気を読むことができず、増え続けることしかできない。言葉が通じない世界では、ES 細胞はがん細胞になるしかないのだ。

生命を生命たらしめるバイタルなもの、それは「生氣」である。生物はミクロな部分から成り立っている。そこにプラス α としての「生氣」が加わって初めて生命現象が成立する。プラス α 、それは流れである。エネルギーと情報の流れ。生命現象の本質は、物質的な基盤にあるのではなく、そこでやりとりされるエネルギーと情報をもたらす効果にこそある。細胞は作る仕組みよりも、壊す仕組みのほうをずっとずっと大切にしている。

ランゲルハンスの海を構成する細胞群はすべて消化酵素を作っている。消化酵素を小腸に分泌して、私たちが食べたものをきちんと消化し、栄養素を吸収してくれる。

消化酵素に抱きすくめられたたんぱく質は引っ張られたり、ねじられたりする。このとき、たんぱく質にあってアミノ酸とアミノ酸を連結している-CO-NH 結合に、揺らぎの動作が加わる。するとそこにすかさず水分子が入り込む。結果として結合が切断される。これが繰り返されるうちに、そして消化酵素には多種類があつてさまざまなやりかたで引っ張られ、ねじられたりするうちに、たんぱく質は個々のアミノ酸へと分解されていく。これが消化のプロセスである。消化は何のために行われるのか？小さく砕かないと吸収しにくいからです。現象面だけを見るとこの答えでも間違いではない。が、本当の意義は別なところにある。前の持ち主の情報を解体するため消化は行われる。

死んだと定義した身体から、まだ生きていた細胞の塊を取り出したい。それと同じ動因がヒ

トの出発点にも存在しうる。受精卵およびそれが細胞分裂してできる胚が、脳始以前の、まだヒトではないものと定義しうるなら、それは単なる細胞の塊に過ぎないとみなしうる。そうならば胚を再生医療などの名目でいくらかでも利用しうることになる。

私たちは、本来ランダムなはずのものの中にパターンを見出す。いや、見出さずにはられない。

ATP とはアデノシン三リン酸の略号である。ATP は細胞内でエネルギーを蓄えている基本的なそして一番重要な化学物質である。細胞は酸素を使ってブドウ糖を燃やす。燃やされた糖は熱エネルギーを放出する。しかしこのままだと細胞はいつか温められるだけで、熱はやがて拡散していつてしまう。細胞はエネルギーをもっと多面的な用途に、自宣に応じて使いたい。そこで細胞は糖をゆっくり燃やしながらか、一時、エネルギーを別の形態で備蓄している。それが ATP という物質なのだ。

ATP 分解酵素は単に ATP を分解するわけではない。ATP を分解することによってエネルギーを ATP から取り出し、そのエネルギーを使ってきちんと仕事をしている。それはナトリウムイオンを細胞膜の内側から外側へ汲み出すという仕事である。この仕事によって、細胞は細胞膜の内外にナトリウムイオンの不均衡、つまり濃度勾配を常に作り出している。実はこの不均衡こそが生命現象の源泉となっているのだ。細胞の形態維持、神経インパルスの発生、筋肉の運動、さまざまな活動がナトリウムイオンの濃度勾配に依存している。

2009年07月 「非線形科学」 藤本由紀 集英社新書

地球とその上に住むあらゆるものを活性化する原動力の一つとして、地球規模の対流というエネルギーと物質の循環がある。

小さな卵の葉でびっしり覆われている 35 フィートから 40 フィートの高さの木を想像して欲しい。そこにはどの葉にもホタルがとまっていて、それらが 2 秒に 3 回の割合で完璧に歩調を揃えて発光を繰り返している。発光と発光の合間、木は真っ暗闇となる。

約 1 秒周期で変化する外部からの力に弱く、共鳴して揺れやすい橋が壊れた。人々の歩行ペースは平均して 1 秒に 2 歩。この歩調が原因ではないか。個々人の歩行という「リズム」が互いに同期して、集団として大きなリズムを生み出してしまった。

天井に集音マイクをつけて、拍手の音量を計測した。やがて周期的な強弱が 0.5 秒程度の周期で現れました。個々人は劇場全体の音の変化に我知らず影響され同期している。

無数のリズムに満ちた自然、そのようなリズム間の同期から構造化してくるような自然。

2009年06月 「絵で見る物質の究極」 ブルーボックス 江尻宏泰

電子の運動が変わりエネルギーが減ると、減った分のエネルギーを持った光子が放出される。電子のように物質を構成する基本粒子はフェルミ粒子と呼ばれ、1つの場所に同じ電子は1つだけしか存在できない。光子はボーズ粒子といわれ、1つの場所にいくつでも存在できる。ある電子を刺激するとたくさんの光子が放出されるが、電子は増えも減りもしない。

電子は光子を吸収ないし放出すると、軌道や回り方が変わり、「席」が変わる。

原子内にある電子の場合、外側の電子で1電子ボルト程度、重い原子内の内側の電子でも数万電子ボルト程度である。原子核の場合に比べて何桁も小さい。原子内の電子の結合エネルギーは火力発電に、原子核内の核子の結合エネルギーは原子力発電に広く利用されている。粒子と反粒子が互いに出会うとたちまちにして消滅してしまう。すなわち、それらの粒子内のクォークと反クォークどうしが出会って消滅する。この際、粒子と反粒子の静止質量エネルギーに相当するエネルギーをもった、高エネルギーの中間子や光子が放出される。逆に、エネルギーの高い光子が消滅し、電子と陽電子が生まれることがある。この場合、光子のエネルギーが電子と陽電子の静止質量エネルギーと運動エネルギーに換わる。

陽子や中性子の中で、クォークは張力が一定のゴムひものようなグルオンという湖の粒子で互いに結びついている。クォークを取り出そうとすると、ゴムひもは長く伸び、長さに比例してエネルギーが必要になる。ゴムが伸びてエネルギーがある程度増えると、ゴムひもが切れて、切れ目のところにクォークと反クォークの対ができる。したがって、外に取り出せるのはクォークと反クォークの対、すなわち中間子だ。クォークは単独では取り出せない。宇宙線は極めてエネルギーが高い粒子線なので、大気からのニュートリノのエネルギーも大きく、数十億電子ボルトに及ぶ。超新星の爆発では、ニュートリノだけが透過性がよく、超新星の外に出られるので、第一世代から第三世代にわたって大量のニュートリノが放出される。地球内にはたくさんの放射性元素があり、それらから電子ニュートリノが放出され、地上にやってくる。宇宙空間のあらゆるところにも、種々のニュートリノが飛び交っていることが知られている。宇宙が始まった頃にできたニュートリノで、運動エネルギーも低い。このようなニュートリノはコップ一杯に数万個くらいあり、地球内外のほとんどの物をすり抜けて飛び交っている。これをつかまえることに成功した人はまだいない。

宇宙の物質の質量は主として約9割は見えない暗黒物質でできている。一方、地球の質量はほとんどが原子核である。現在、世界のいくつかの地下観測所で、宇宙の暗黒物質の探索が行われている。主として狙っているのは、有力候補である超対称性粒子だ。超対称性粒子は陽子よりも100倍から1000倍くらい重い可能性があるが、重さは定かではない。宇宙空間の光速の1000分の1くらいの速さでゆっくり漂っている。ニュートリノのように地球も素通りしてしまうのでつかまえるのが大変難しい。

大統一理論では、陽子は崩壊して電子、ミュー粒子、ニュートリノ、光子、中間子などが放出される。このような崩壊は、起こるとしても極めて長い年月がかかる。宇宙の年齢は140億年くらいで11桁の年数。一方、陽子の予想寿命は30桁ほどの極めて長い年数だ。

2009年6月 「イチローの脳を科学する」 西野仁雄 幻冬舎新書

過度のストレスや心配ごとは、コルチゾルというホルモンを分泌させます。コルチゾルは神経細胞に悪い影響を与えるので、ストレスが長く続くと最終的に神経細胞を死に至らせます。

ドーパミンは、脳の活性化、とくに前向きに行動していく際に、重要な作用を発揮します。セロトニンは一般的に神経細胞の活動を押しえるように働きます。

前頭葉が障害されると、知識や知能には大きな変化は認められませんが、自ら判断し決定することができず、予測や計画が立てられなくなり行き当たりばったりになり、状況変化に柔軟に対応できなくて固執的になること、自己抑制がきかなくて粗野になること、などがわかっています。

他人の考えや心情を想像させるような文章を読んでいるとき、脳は、傍帯状溝という部位の神経活動が活発になることが最近わかってきました。

2009年05月 「温度から見た宇宙・物質・生命」 ジノ・セグレ ブルーボックス

私たちの身体は代謝機構を通じて熱を生成している。その熱の約85%は皮膚を通して消散し、残りは発汗と排泄により失われる。

体温を維持する上で、効率の良い冷却機構は保温機構と同じくらい重要である。例えば40°Cの環境に置かれたら、蒸発作用がなければ我慢できずに死んでしまうだろう。冷たい外部環境下で代謝から発生した熱のおよそ25%が、そして気温が高ければもっと多くの熱が蒸発作用で持ち去られる。

サハラ砂漠のナツメヤシの葉陰で自分の体をあおぎながら座っているだけで、人は1日に約8Litの水分を失う。少し運動した場合には16Litもの水分が蒸発する。

数度の体温の増加が侵入してくる細菌を殺す。

体温が0.5°C上昇すると約7%余計に酸素が必要になり、より多くの水分が費やされ、さらに心臓や他の内臓へより多くの負担をかける。発熱は精神の働きを弱め、死にいたらなくとも精神錯乱状態をもたらすことがある。発熱は体全体にショックを与える。

感染者に急死をもたらす猛烈な高熱は、激しい伝染性の感染が家族にまで拡大するのを抑えている。

熱の出入りが釣合うとした簡単な計算では、地球の平均気温は18°Cとなる。だが実際の温度は16°C。

火星には大気がほとんどないので温室効果はほとんど存在しない。火星の赤道では正午に20°Cに達するが夜は-90°Cにも落ち込む。温室効果は地球を30°Cほど、金星を400°Cも上げている。

かつて金星には大量の水と、もしかしたら生命すら存在したであろうが、それはすべて破壊されてしまった。かつてもっと冷たかったこの惑星が加熱されるにつれて水蒸気が上空へ逃げていったと推測できる。上方へ移動する間に、水蒸気は太陽からの強烈な紫外線放射を受け、水分子は酸素と水素に分解してしまった。水素は軽く高速で運動するので、6億年にわたって宇宙空間を逃げていき、ついには水でできた雲はすべてなくなってしまった。最終的に新たな熱平衡に達したが、金星の表面は400°Cになったのである。

太陽系や宇宙のどこかに生命が存在するための条件は3つあると考えられている。一つは

生命につながる化学反応を生じさせることのできるエネルギー源である。二つめは遺伝情報を担う有機分子の存在である。そして三つめは水である。液体の水は必要不可欠で、化学反応のための溶媒であり、かつ媒体なのである。メタンやアンモニアのようなほかの液体がしばしば水に代わる候補として考えられたこともあるが、これらの液体が機能するには特別な環境条件が必要である。私たちの知っている生命には、液体の水が必要なのである。

今から 6500 万年前、非常に大きな 1 兆トンもある小惑星が、地球と衝突し、大気中に膨大な量のチリを吹き上げた。チリは何年にもわたって太陽を覆い隠し、地球表面温度を下げるのに十分な量だった。衝突に続いて起こった“核の冬”の温度変化に対応できなかった恐竜は死滅してしまった。小さくて適応しやすい生物種だけが生き残った。

45 億年前、地球と同じ程度の大きさの小惑星がかすめるようにぶつかった。この衝突によって液状化し、軌道運動をはじめ、冷えて月となった。信じがたい話だがこの説の正しさはアポロ宇宙飛行士が回収した月の岩石によって確認されている。またこの衝突で地球の自転軸は傾いてしまった。この「ビッグ・スプラット」と呼ばれる衝突が月を作り出し、地球を傾けて季節を作り出し、さらに地球の自転にも影響を及ぼして昼と夜が規則的に入れ替わるようになった。

大きな星の中心核が半径数キロメートルまでに収縮する際の重力エネルギーは本当に莫大である。エネルギー保存の法則により、減っていく重力エネルギーは違った形のエネルギーに生まれ変わる。このエネルギーの一部は放射に変換されるが、大部分はニュートリノの運動エネルギーに姿を変える。わずか 10 秒の間にニュートリノは、太陽が 100 億年かかって解放するエネルギーとほぼ同じほどのエネルギーを持ち去るのである。

アインシュタインは質量とエネルギーを結びつけ、重力は基本的にエネルギーに作用するのであって、質量だけに対してではない。光はエネルギーを持っているので、光もブラックホールから抜け出すことはできない。

150 億年の旅をしてきた光子はあらゆる方向から私たちのところへ届くが、そのとき 2.735K 分布という過去痕跡をもたらしてくれる。宇宙はあらゆるところからはじまり、空間自体がそれ以後ずっと広がり続けているのだ。今日の前を右に進んでいった光子と左に進んでいった光子は、今始めて出会った。前に一度も出会ったことがないとしたら、どうしてこの二つの光子は、同じ温度を持つのだろうか。宇宙のごく初期に極めて小さな領域が極度に早く膨張したと考えるしかない。

2008 年 11 月 「雌と雄のある世界」 三井恵津子 集英社新書

雌と雄のある生物では、ゲノムを二そろいもっている細胞と一そろいしかもたない細胞の二種類の細胞が、一つの個体の中に同居している。ゲノムを一そろいしかもたない細胞とは、雌では卵、雄では精子と呼ばれている生殖細胞で、それ以外のすべての組織や器官を作っていてゲノムを二そろいもっているのが体細胞。生殖細胞は世代を超えて分裂を繰り返し、いつまでも絶えることなく生き続け、個体の特徴づけるゲノムを次世代に伝えてゆけるが、体

細胞は個体の死とともに必ず死ぬ。

遺伝子が有限の命しかもたない個体に一世代の間だけ滞在しては、これを乗り捨てて次世代の個体に移る。その連続で、永遠の生命を保ち続ける。

遺伝子そのものが目的を持っているわけではなく、ただ DNA の複製が細胞の中で自然に、「機械的に」続いているだけ。あらゆる動物が遺伝子によって作り出された機械にほかならない。

受精卵がもっている情報は、分化が進むにつれて細胞によっては部分的に封印され、すべては使われないようになってゆくが、情報そのものはほとんどすべての細胞に伝えられてゆく。分化した細胞は、それぞれの能力に応じた役割分担をもつようになる。もとは1個の細胞であったことが信じられないくらい多様な形態となり、多彩な機能をそれぞれが発揮する。個々の細胞の機能は単純化するが、種類が増えることによって系全体、すなわち個体としては機能が複雑化する。これこそ生物がうまくできていると感心させられる。

X 染色体が二つある女性では、血友病や色覚異常などの原因遺伝子が片方にあっても、もう一本の X 染色体にある遺伝子に助けられて、病気を発症しないですむと言われていた。日本ある染色体は、それぞれ巧みに機能していたのだ。免疫に関する遺伝子も X 染色体にあるという。だから女性のほうが丈夫で長生きなのかもしれない。

細胞の増殖を制御する遺伝子に関するものが失われれば、細胞は際限もなく増え続ける。それががん。

人の体では、一日に約 10 億個の細胞が取り除かれる。アポトーシスが始まる時の細胞には形態変化に特徴がみられる。ほとんど丸かった核の形がでこぼこになり、クロマチンが凝集してくる。細胞質も縮まり、核膜が壊れて核が断片化する。さらに細胞そのものも小断片となり、それぞれの断片がマクロファージのような食細胞に取り込まれて分解されてしまう。

ネクローシスの場合は、秩序ある死とはいえない。細胞がふくれあがり、破裂して内容物が放出される。まきちらされる有害物により周囲の細胞は損傷を受け、炎症を起こすこともある。アポトーシスの場合は細胞の内容物が辺りに撒き散らされない。

エントロピー増大を別の言葉で言えば、秩序ある状態から無秩序状態に向かうことで、宇宙には、はじめに非常に高いエネルギーがあって、それが物質となり多様化して、エネルギーがエネルギーとして使えない状態となってゆくことで、ついに宇宙は終焉となる。長い時間にいろいろ新しい物質ができて多様化し分散する中で、たまたま生命もできたにすぎない。生物は多様化したことによって変化する環境に耐えて生きる力を備えてきた。宇宙の中で部分的に見れば確かにそうかもしれない。が、全体的にみたとき、生物は宇宙に存在している物質として滅亡に向かっている。ひたすら死へ向かう生命とは何かを解明できたところに、死とは何かの答えがあるのだろう。

男性は、生命の基本仕様である女性を作り変えて出来上がったものである。だから、ところどころに急場しのぎの、不細工な仕上がり具合になっている。実際、女性の身体にはすべてのものが備わっており、男性の身体はそれを取捨選択しかつ改変したものにすぎない。基本仕様として備わったミューラー管とウォルフ管。男性はミューラー管を敢えて殺し、ウォルフ管を促進して生殖器官とした。それに付随して様々な小細工を行った。かくして尿の通り道が、精液の通り道を借用することになった。ついでに精子を子宮に送り込むための発射台が、放尿のための棹にも使われるようになった。女性は何も無理なことはしない。ミューラー管がそのまま育ち生殖器官となる。女性は何かを殺すこともしない。女性の身体にはいまでもウォルフ管の痕跡が残っている。

メスは太くて強い縦糸であり、オスは、そのメスの系譜をときどき橋渡しする、細い横糸の役割を果たしているにすぎない。生物界においては普通、メスの数が圧倒的に多く、オスはほんの少しいればよい。アリマキのように必要なときだけ作られることもある。本来、すべての生物はまずメスとして発生する。なにごともしなければメスは生物としての基本仕様をまっすぐに進み立派なメスとなる。このプロセスの中であって、貧乏くじを引いてカスタマイズを受けた不幸なものが、基本仕様を逸れて困難な隘路へと導かれる。それがオスなのだ。ママの遺伝子を、誰か他の娘のところへ運ぶ「使い走り」。現在、すべての男が行っていることはこういうことなのである。

アダムがその肋骨からイブを作り出したというのは全くの作り話であって、イブたちが後になってアダムを作り出したのだ。自分たちのために。

受精後 6 週目に、男性となるべき受精卵に運び込まれた Y 染色体上の **SRY** 遺伝子が活性化され、一連のカスケードが動き出す。男性を象徴する器官が作り出される。その中心に睾丸の形成がある。そして睾丸からは大量のテストステロンが、このあと受精 24 週目まで放出され続ける。テストステロンは筋肉、骨格、体毛、あるいは脳に男性特有の変化をもたらす。胎児は全身にこのテストステロンのシャワーを浴びて初めて男になるのだ。テストステロンの分泌はその後、いったん休止する。思春期を迎えると男性の睾丸から再び、大量のテストステロンが放出され、男の子の身体に第二次性徴をもたらす。テストステロンはその後も高い値を維持し、加齢とともにゆっくりと減少していく。つまり男性はその生涯ほとんどにわたってその全身を高濃度のテストステロンにさらされ続けることになる。これが男を男たらしめる源である。とはいえ、同時にテストステロンは免疫系を傷つけ続けている可能性があるのだ。

2007 年 11 月 「宇宙物理学入門」 桜井邦朋 講談社ブルーバックス

エネルギー源として消費される水素核の存在量は有限であるから、ついには中心部の水素核が不足する。そうなるともはや水素核同士の熱核融合反応でエネルギーを取り出すことができない。

中心部の温度はヘリウム核同士の熱融合反応を起こすには低すぎて、このように生成され

たヘリウム核の芯からなる状態では、星を光り輝かせるに足るだけの原子核エネルギーの解放が不可能となってしまいます。その結果中心部の温度が下がり、重力に抗うだけのガス圧による力が失われるので、中心部のガスは自分自身の重力により収縮するようになる。この収縮により、ガスの持つ重力エネルギーがガスの運動エネルギーに転換され、中心部にあるヘリウム核からなる芯の温度が上がっていく。中心部の温度が1億 K以上にまで上がるとヘリウム核同士の融合反応が一気に進み、ベリリウム 8 その後炭素核が合成されることになる。

炭素核と酸素核を主成分とした中心部ができてしまうとさらに中心部の収縮が進み、最後に鉄族の原子核を主成分とした中心部が形成される。鉄族は安定していてこれ以上原子核同士の核融合を通じて核エネルギーを解放するという過程は先へ進まなくなってしまう。

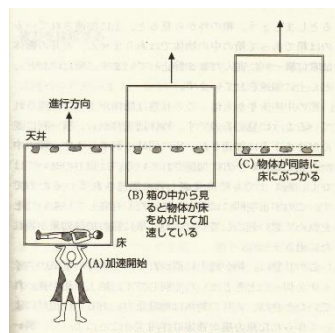
中心部は冷えて収縮を始める。鉄族の原子核からなる中心部は、収縮の過程でこれらの原子核が破碎され、ヘリウム核や陽子、中性子に壊れる。この過程で生成された大量の電子ニュートリノのほとんどは、エネルギーを持って外部空間へ飛び去っていく。そのため、中心部の重力による収縮は加速度的に進み、その密度は異常に高くなる。星の外層部は、この収縮に伴って星の中心部へ向かって落ちていくが、その過程で重力エネルギーが運動エネルギーへと変換されるので、落下していく外層部は強く加熱される。この加熱により落下していく外層部のガス物質は激しく膨張し、これが大爆発として観測されることになる。

太陽質量の8倍以上の重い星は超新星として爆発する。太陽質量の40倍より軽い星では超新星爆発の後に中性子星が形成される。太陽質量の40倍よりさらに重い星では、重力崩壊した中心部の質量が中性子星の限界質量より大きくなってしまいうので中性子星としては存在できず、光さえも外部に出ていけなくなってブラックホールとなる。

宇宙は現在、一様かつ等方に膨張を続けている。この膨張は宇宙のすべての場所で同じように起こっているが、星の集団である銀河は重力の作用が十分に強いので、銀河内の星と星の間の空間が拡大しているわけではない。銀河と銀河の間が拡大しているのである。

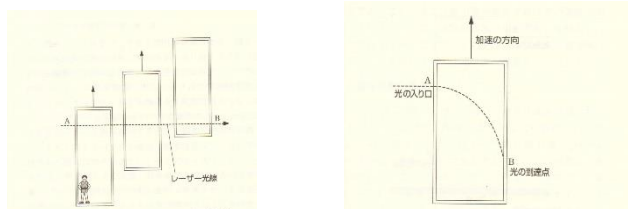
2007年11月 「宇宙のからくり」 山田克哉

加速とは速度が加わることです。箱が上向きに加速されたとき、少年の体（質量）は「加速されたくない！元の速度を永久に保ちたい！」とばかりに加速に対して抵抗します。床はどんどん上向きに加速されるため、少年は床に押し付けられます。

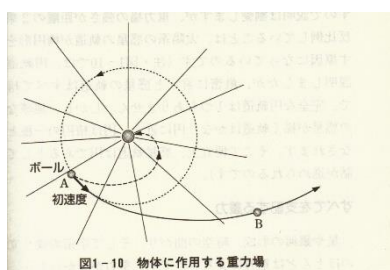


自由の身になっている天井の物体にも同じことが起こります。天井の物体はすべて元の静止状態を維持しますが、箱だけが上向きに加速されるので、横一列に並んだまま天井から離れていきます。少年から見ると、天井の物体は床をめがけて落下していることとなります。

光の速度は秒 30 万 km です。30 万 km は地球の赤道を 7 回り半する距離に相当します。光の正体は電磁波というものです。電磁波は質量を持っていないので、電磁波つまり光は物体ではありません。電磁波のもう 1 つの特徴は、完全な真空でも伝播するということです。A の部分に穴が開いており、そこからレーザー光線が横方向に箱内に入ります。箱は上向きに加速されていますから、レーザー光線は真横に進んでいても、箱はどんどん上に移動していきます。結局レーザー光線が箱の反対側の壁に到達するのは、A 点の穴よりはるか下の B 点となります。さて箱の中にいる少年から見て、箱を通過するレーザー光線は放物線となります。



大きな質量を持つ小さな物体が作る重力場の周りを A 点にボールを置きます。するとボールは A 点での重力場と作用し、中心に向かって引っ張られます。そこで A 点のボールに初速度を持たせます。初速度が適当である場合はボールは大きな物体の回りをぐるぐると回り続けます。これが月が地球の周りを回る説明になります。



もし宇宙からすべての物質が消えてしまったら、宇宙には空間と時間だけが取り残されるというのはとんでもない誤解である。宇宙からすべての物質が消えたときには、同時に空間も時間も消えてしまう。つまり、物質、エネルギー、重力、空間、時間はすべてが密接に絡み合っていて、1 つとして独立に存在するものではありません。

光が秒速 30 万 km という場合は、何に対しての速度なのでしょう？じつは基準がないのです。光は何に対しても秒速 30 万 km です。光を測る人が静止していようが、時速 1 万 km で走っていようが、また光と反対方向に走っていようが、秒速 30 万 km なのです。どうしてかって？誰にもわかりません。要するに光の速度は何がなんでも一定なのです。光の速度を増減する方法はまったくありません。光とはそういうものなのです。

特殊相対性理論では（空間／時間＝光の速度）となっています。つまり時間が縮めば空間も縮まねばならない。

宇宙はいったい「どこ」から発生したのか？答えは「無から発生した」です。時間も空間もない「ところ」。ここで「ところ」という言葉は使えません。空間がないので「ところ」に意味がないからです。このように宇宙の発生は大変イメージしにくい。

宇宙が物体も時間も空間もまったくの「無」から発生したとすると、宇宙には果て(境界)がないことになります。もし果てがあるとすると「どこからどこまでが宇宙なのか？」という疑問が出てきます。

宇宙は開闢直後より膨張するため、その温度は下がっていきます。そして 10^{23} 度以下になると宇宙は過冷却状態に入ります。すると真空中に「潜熱」が潜伏するのです。過冷却状態にある真空は「偽の真空」と言われています。この偽の真空はエネルギーを貯えているだけではなく、宇宙が膨張して空間が広がっていてもそのエネルギーをどんどん増やしていき、エネルギー密度を一定にします。さらに偽の真空はマイナスの圧力を生み出し、マイナスの圧力は反重力効果（斥力）を生み出します。マイナスの圧力から来る反重力が宇宙のインフレーションをもたらしたのです。

潜熱がどっと吐き出されると宇宙の温度は急上昇し、高温高压の状態になります。これが本当の意味でのビッグバンなのです。ビッグバンが起きた後、エネルギーが豊富にあることからインフラトン場の働きによっていろいろな素粒子（クォークや電子など）が生成され、それらはやがて原子を形成します。

宇宙が発生する以前は時間などなく、時間は宇宙の発生と同時に“生まれた”のです。

インフレーションによって宇宙はとてつもなく大きく膨れ上がってしまったのですが、どんなに大きくても宇宙の各部分はすべて同じく 140 億歳です。大きく膨れ上がってから 140 億年が起つわけですから、宇宙は半径 140 億光年よりも桁外れに大きいことになります。地球から 140 億光年以上離れている銀河から発せられた最初の光はまだ地球には届いていません。半径 140 億光年の球が宇宙の地平となります。この球の広がる速度が光の速度なのですから、宇宙の地平は光の速度でどんどん広がっています。

ハッブル定数で表される距離以上の銀河はすべて光より速い速度で我々の銀河から遠のいている。つまり銀河が遠のいているのではなく、銀河を乗せている空間が光より速く広がっているということ。光の速度以上で遠のいている銀河が発する光は、待てど暮らせど地球には絶対届きません。

電子とクォークには内部構造がないとされていますので、電子とクォークは素粒子です。また光の粒子である光子も内部構造がないので素粒子と言えましょう。そのほかに、ニュートリノなど、原子の構成要因になっていない素粒子もあります。

光の粒子である光子の反粒子（反光子）もありますが、光子は電荷を持っていない（電氣的に中性）ので反光子と光子はまったく区別が付きません。光子も真空中から現れたり消えたりします。このように真空中には粒子や反粒子、そして光子がうようよしているのですが、発生

して消滅するまでの時間があまりにも短いため、観測しようとしても測定する前に真空中に消え去ってしまいます。

真空では粒子の出現および消滅が繰り返されていて、これを「量子的ゆらぎ」といつている。インフラトン場によって引き起こされた宇宙のインフレーションが終わる頃、インフラトン場から大量に吐き出されたエネルギー（潜熱と同じ）が光や各種の粒子となり、やがては物質を形成していきます。インフラトン場にあった量子的ゆらぎはインフレーションによって相当に引き伸ばされたものの、宇宙背景放射（ビッグバンの残光）の温度のゆらぎとして現われ、さらには物質の質量密度のゆらぎとなったのです。とにかく宇宙にこのような揺らぎが発生しなかったら、銀河が発生することもなく、人類も発生しなかったこととなります。

2007年11月 「宇宙100の大誤解」 ニール・カミンズ

四季が生じる本当の理由は、地球の自転軸の傾きによる二つの効果、つまり、日光の当たる時間の長さや強さという二つの要素の組み合わせにある。

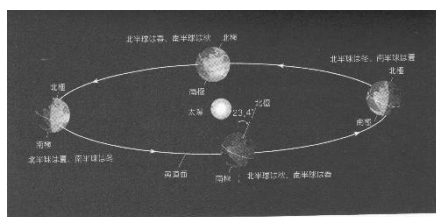
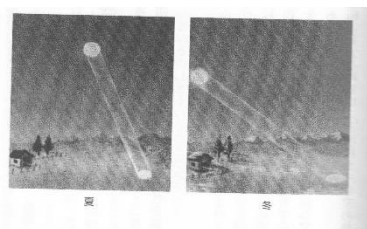


図2-2 自転軸が23.4度傾いた実際の地球
自転軸は軌道をもぐる際、ずっと同じ方向を向いていることがわかります。



空が青いのは空気を構成する窒素分子や酸素分子が太陽光を散乱するとき、青い色の光を強く散乱するためである。

月面での一日の長さはざっと地球の 29.5 日分で、大気といえるほどのものはない。そのため、その温度変化は、正午の 100・c から夜間のマイナス 150・c までと非常に激しい。

2007年10月 「植物はなぜ5000年も生きるのか」 鈴木英治 ブルーボックス

窒素の原子核には陽子 7 個と中性子 7 個があり、そこに中性子が命中すると、陽子を弾き飛ばし自分がその代わりに原子核に収まってしまうので、陽子 6 個、中性子 8 個の放射性炭素ができます。原子の性質は主に陽子の数で決まりますから、元は窒素でも陽子が 6 個になると炭素の性質を持ちます。このように大気上層で放射性炭素が生み出されていますから、大気中の放射性炭素量は今も昔もほとんど変わりません。放射性炭素を含んだ炭酸ガスを取り込んで植物が自分の体を作ると、最初は大気と同じ割合の放射性炭素を持っていても、新たな供給がないので、5730 年で半分という割合で減少していきます。したがって残っている放射性炭素の量を測れば、植物が大気中から炭素を取り込んだ年代が推定できます。

有性生殖は新しい生命の誕生とともに、「個体の死」を生み出したのです。

「生物の個体は DNA の乗り物」であって、個体が長生きするかしないかは大きな問題では

ありません。

植物は動物と違って、同じ場所で新旧の細胞が交代するのではなく、次々と古い細胞の外側に新しい細胞が付け加わっていきます。それでも、細胞の寿命が個体の寿命より短いでは動物と変わりません。

葉も作られるときには細胞分裂が必要ですが、完成してしまうと、一部が虫に食べられても、それを補修するために新たな細胞ができることはありません。光合成という仕事ができる限りは働いて、できなくなったら散っていただけです。

細胞分裂のたびに、DNAの集まりである染色体が複製されます。しかし、実は完全に複製されるわけではなく、染色体の末端が少しずつ短くなるのが細胞分裂回数に限界と深くかかわっています。染色体の末端には「TTAGGG」という塩基性配列が多数繰り返されており、「テロメア」と呼ばれていました。人の場合には10000~20000塩基対ほどのテロメアが各末端についています。細胞分裂のたびに多くの生物ではテロメアが50から100塩基対ずつ短くなってしまいます。テロメアを再生するために、生物にはテロメラーゼという酵素があります。この酵素は卵巣と精巣には存在していて、卵や精子が作られるときテロメアの長さを元にもどして新しい個体を誕生させます。つまり、生殖活動は細胞を若返らせるのです。動物の体細胞は分裂に限界があつて老化するのに対して、植物は老化せずに無限に分裂し続けます。

限られた環境の中で子孫の新個体が生活するためには、親の世代はその場を譲らなければならぬから生物は死んでいくのだ。いわば「プログラムされた死」とでも呼ぶべきでしょう。生物として考えると、子孫を残すことができれば固体の存続はたいして重要ではありません。

2007年09月 「生物と無生物のあいだ」 福岡伸一 講談社現代新書

平均から離れて例外的な振る舞いをする粒子の頻度は平方根の法則に従う。つまり百個の粒子があればそのルート、すなわち10個程度の粒子は平均から外れたふるまいをしている。生命体が百万個の原子から構成されているとすると、平均から外れる粒子数は1000個、つまり0.1%となる。実際の生命現象では百万どころかその何億倍もの原子と分子が参画している。生命現象に必要な秩序の精度を上げるためにこそ「原子はそんなに小さい」、つまり「生物はこんなに大きい」必要があるのだ。

生命とは砂の城のようなもの。この城の内部には、数日前、同じ城を形作っていた砂粒はたったひとつとして溜まっていない。かつてそこに溜まっていた砂粒はすべて波と風が奪い去って海と地にもどし、現在この城を形作っている砂粒は新たにここに盛られたものである。つまり砂粒はすっかり入れ替わっている。そして砂粒の流れは今も動き続けている。にもかかわらず楼閣は確かに存在している。つまりここにあるのは実体としての城ではなく、流れが作り出した「効果」としてそこにあるように見えているだけの動的な「何か」なのだ。ジグソーパズル組み立てるのに全体の絵柄を想定する鳥瞰的な視点、つまり「神の視座」は

必要ない。あるピースを選び、そのピースと結合しうるピースをすべてのピース群から総当り的に探し出すことを行えば、そしてこれを繰り返していけば、ジグソーパズルのネットワークは必然的に構成されていくことになる。パズルのピースは全体を全く知らなくても全体の中の自分の位置を定めることができる。

生命を構成するタンパク質は作られる際から壊される。それでも平衡を維持することができるのはタンパク質のかたちが体現している相補性による。一分子のタンパク質が一分子のパートナータンパク質と相補的な結合（くっついたりはなれたり）を行う。この相補性はきわめて微弱で、ランダムな熱運動の間に、危ういバランスを取っているにすぎない。かすかな口づけを繰り返す。相補性は「振動」しているのだ。

過去試みられた遺伝子ノックアウト実験は、個体に何の異常も起こらないものが多々ある一方で、誕生を迎えないまま胚がその分化を止めてしまうような致命的なケースも多数あった。このような致命的な欠落ではなく、その欠落に対してバックアップやバイパスが可能な場合、動的平衡系は何とか埋め合わせをしてシステムを最適化する応答性と可変性を持っている。平衡系は偶発的なピースの欠落に対してはやわらかくリアクションする。しかし平衡系は人工的なまがい物までは予定していない。一部だけを欠いたピースが周囲のピースと結合した場合、その場所の平衡は成立したと捉えられ、組織化は次のステージへ進んでしまう。ひずみは時間的な経過が進めば進むほどより大きな全体へと波及していく。タンパク質分子の部分的な欠落や局所的な改変のほうが、分子全体の欠落よりも優位に害作用を与える。

生物には時間がある。その内部には常に不可逆的な時間の流れがあり、その流れに沿って折りたたまれ、一度おりたたんだら二度と解くことのできないものとして生物はある。生命とはどのようなものかと問われれば、そう答えることができる。

2007年08月 「松井教授の東大駒場講義録」 集英社新書 松井孝典

地球上から生物圏がなくなるのは五億年ぐらい先のことです。太陽は膨張しており現在も明るくなり続けています。じつは地球が誕生した頃には太陽は今より 30%程度暗かった。太陽は 46 億年かけて今の明るさになり、今後も 1 億年に 1% ぐらいの割合で光度を増しています。一方地球はそうした外的条件の変化に対抗して地表温度を一定に保つために、温室効果ガスである大気中の二酸化炭素を減らしてきました。我々が二酸化炭素を排出しなければ、五億年後には大気中の二酸化炭素は今の 10 分の 1 ぐらいになります。そのような二酸化炭素の濃度では、普通の光合成生物は生きられません。ですからあと五年ぐらい経つと地球上から生物がなくなる。

地球には他の惑星にない特異性があります。たとえば海洋があるとか、生命が存在するとかです。地球の表層に液体の水があります。なぜかという地表が 1 気圧 15・c だからです。太陽が暗くなると温度が下がり、雨量が少なくなり、大気中から二酸化炭素が除去されなくなります。一方、火山活動により大気へ供給される二酸化炭素は気温の影響を受けませんか

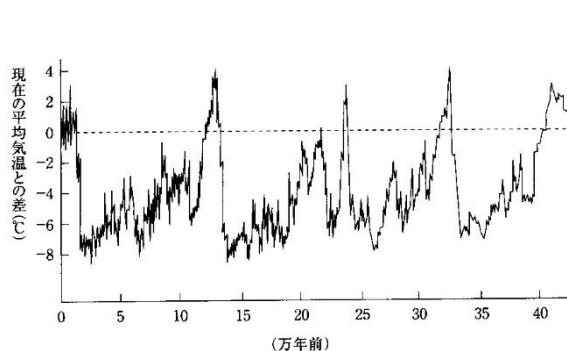
ら以前と変わらず、結果として大気中に二酸化炭素がどんどん増えていきます。二酸化炭素には温室効果があります。すなわち太陽が暗くなり地表が冷たくなってくると、大気中に二酸化炭素が溜まり、その温室効果で地表を暖かくしようとするんです。太陽の光度変化に対して、地球はシステムとして応答している。だから地球環境は安定しているんです。

2020年問題といわれますが、2020年ぐらいを境に、一人当たり配分される食料も資源も減ってくるといわれています。今までは地球システムの中で人間圏が小さかったために、一見すると制約条件がないままに人間圏は右肩上がりに拡大し続けてきました。我々がもっている共同幻想の最たるものが右肩上がりという幻想ですが、それが近い将来に破れるわけですね。それによって人間圏のいろいろなところで現在のシステムの崩壊が始まるでしょう。共同幻想の最もわかりやすい例は貨幣でしょう。貨幣というのは物と物との交換をする、その代わりの媒介物として意味があるわけで、物との交換ができなくなったとき貨幣そのものに価値や意味があるわけではない。貨幣と物の交換は、物が豊富にアルトキハスムーズにいきます。しかし物がなくなってくると貨幣の価値は著しく減少する。貨幣に対する共同幻想が破れるとは、こういうときですね。いくら貨幣を持っていたって、それで食糧を替えなければ餓死せざるを得なくなる。

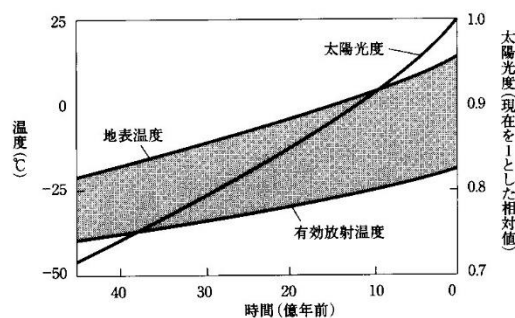
月の公転と自転は一緒ですから、地球上からお月さんを見ている我々にとって、いつも同じ面しか見えませんね。ところがお月さんは表側と裏側とでは様子がまったく違ってきます。裏側には海がほとんどない。

我々が特定フロンのような人工物質を使った結果、最終的に塩素が成層圏にばらまかれ、その塩素が触媒となって、オゾンを通常の酸素分子に変えるという反応がおこる。なぜ南極の上空かといえば、成層圏に入って分解された塩素は大気運動によって極方面に集まっていくメカニズムがあるので、南極上空でオゾンの穴が開く、というのが今のオゾンホールの原因です。

宇宙も地球も生命も、歴史的に変化しているのは、分化するという方向ではないかということです。ではなぜ宇宙や地球や生命が分化するかというと、宇宙が冷え、地球が冷え、地球環境が冷えたからです。だからこれからも冷え続けられれば、未来も分化は続いていくと思いますが、問題は果たして冷え続けられるかということです。



氷床コア試料からわかった過去四〇万年前の気候変動 (IGBP/PAGESに基づく)



太陽は約46億年前には現在の光度の約70パーセントであったと考えられている。

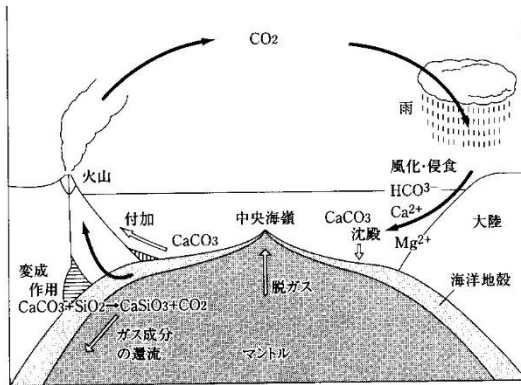
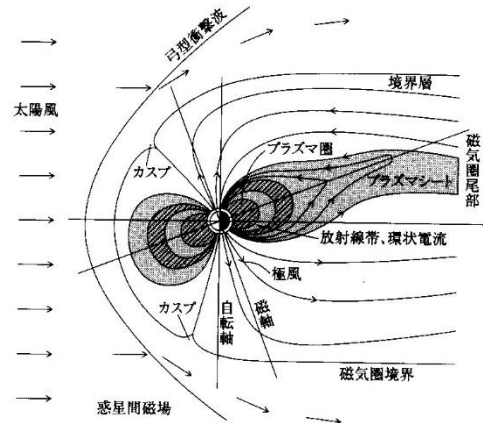


図11 地球とその周辺の空間



2007年05月 「生きているを見つめる医療」 中村桂子 講談社新書

生き物というシステムの働きを見ていると、それが最も重視していることは、継続性であることがわかります。しかしそれは、一つの個体が永遠に続くことではなく、「生きるということ」が続いていくことである。この継続性を支えているのがゲノムなのである。

ゲノムはこれまで38億年間続いてきた実績があり、その中でさまざまな生き物を生んできました。その中の一つとして生まれた「私」。私を支えた唯一無二のゲノムは私とともに消えますが、私とつながるゲノムは、人間の中だけでなく、多くの生き物の中で続いていきます。

“生きている”を見つめるなら、ヒトは進化の過程で性の仕組みと死の仕組みを獲得した存在であり、“生きる”という言葉の中に“老いる”も“死ぬ”も含まれているという事実に向き合わなければなりません。医療の役割は、不老不死ではなく、生きていることを最後まで支えることです。不死性を担うのは生殖細胞の役割であって、体細胞（個体）の役割ではありません。不老不死の願いは、生きていることの意味をしっかりと見つめていないところから生じるものです。

あなたが今生きているという事実が、生き物のつながりを示しているのです。自分自身を大切にすることが、あらゆる人を、それだけでなく生き物すべてを大切にすることにつながります。一人一人を大切に、いのちを大切に医療に支えられた生活を豊かな生活と呼んでよいと思います。ものやお金でははかれない豊かさです。

2007年05月 「ヒートポンプを探せ」 電気新聞ブックス 片倉百樹

湯飲みのお湯が冷めても熱がなくなったのではない。湯飲みの周りの空気中に「薄く散らばった」だけ。散らばった熱を、何らかの方法でもう一度汲み上げて湯飲みに戻せば元のお湯に戻る。その仕組みがヒートポンプ。

熱は高いところから低いところへ流れる性質がある。「空気より低い温度の物質」を使えば、空気中に散らばっている熱を集めることができる。

フロンはその性質上 70・c 以上の温度のお湯を効率よく沸かすのが難しい。エコキュートは冷媒に CO₂ を使うことによりこの温度問題を克服した。

日本のエネルギー消費の約 15%が家庭で使われている。一世帯当たり CO₂ 年間排出量は約 3.5 トン。家庭からの CO₂ 排出量の約 20%が削減可能。すべての家庭の給湯器が COP= 4 のエコキュートに置き換わったと仮定すると全国で 2500 万トンの CO₂ 削減が可能。日本の現在の CO₂ 排出量が約 13 億トンだからおよそ 2%に相当する量の数字。

CO₂ を減らすには火を燃やさないことが一番大切。化石燃料の代わりに自然界から再生可能な熱を集めて利用するヒートポンプは時代の求めていた技術。民生部門の冷暖房・給湯にフルに使えば日本全体で約 1 億トンの CO₂ 削減が可能。さらに産業部門での加熱や乾燥用などに活用すると 3000 万トンの削減量を上積みできる。

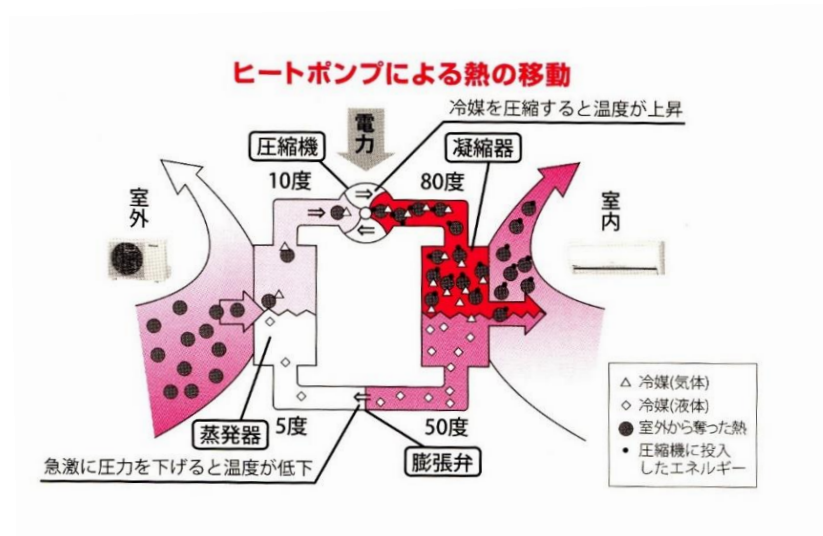
全国 5000 万世帯に対し、2005 年度末時点でエコキュートは 48 万台の普及。圧倒的多数はガス・石油の燃焼式給湯器。エアコンの時代なのに家庭用の暖房は 90%が燃焼式。民生部門の空調・給湯が燃焼式からヒートポンプに置き換わると、原油換算で 4500 万キロリットル相当が空気熱に置き換わる。これは日本の一年間の原油輸入量の約 20%に相当。

一見地味で平凡な熱利用の一技術が最近これほどまでに注目されたのは技術の急速な進歩にある。ヒートポンプの COP の向上を追及した結果、投入されるエネルギーよりも得られる熱エネルギーのほうが多くなるほど水準が上った。直接火を燃やさなくてもずっと効率的に「空気熱」でお湯を沸かせることが可能になった。

ヒートポンプ (COP= 6 の場合) の熱量バランス

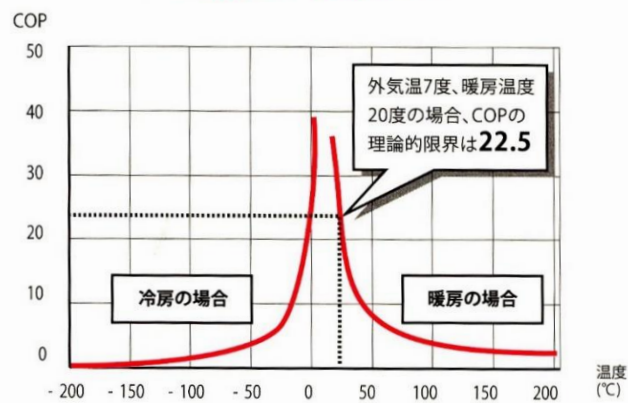


ヒートポンプの仕組み



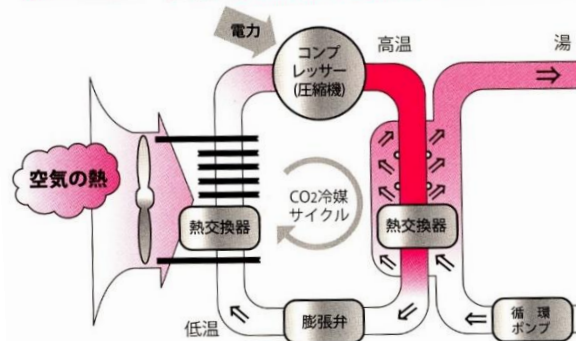
ヒートポンプの COP (成績係数)

ヒートポンプの理論COP (環境温度が7度の場合)



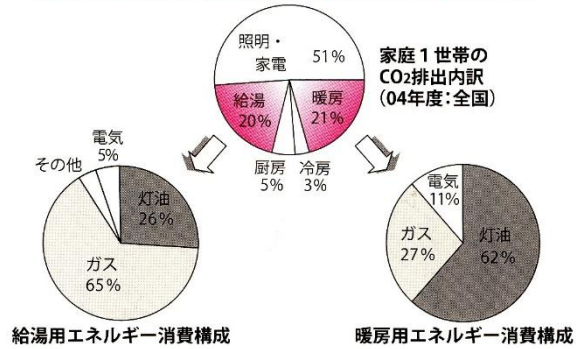
エコキュートの仕組み

CO₂冷媒ヒートポンプ給湯器「エコキュート」の仕組み



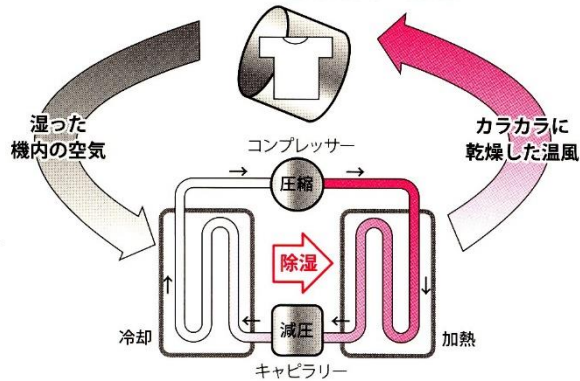
家庭用エネルギー源構成表

暖房・給湯の「脱燃焼化」が家庭の省CO₂のカギ



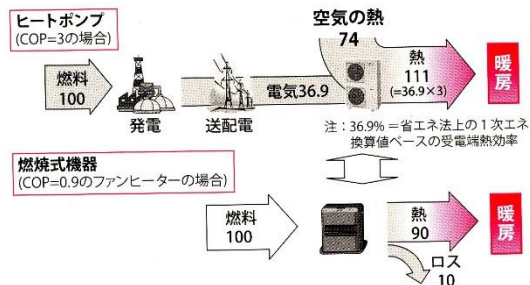
ななめドラム洗濯機方式におけるヒートポンプ利用方法

ヒートポンプ乾燥方式の原理

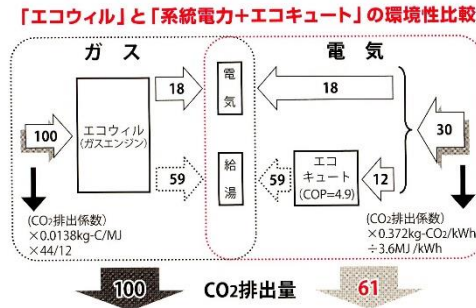


発電所効率とヒートポンプ効率の比較

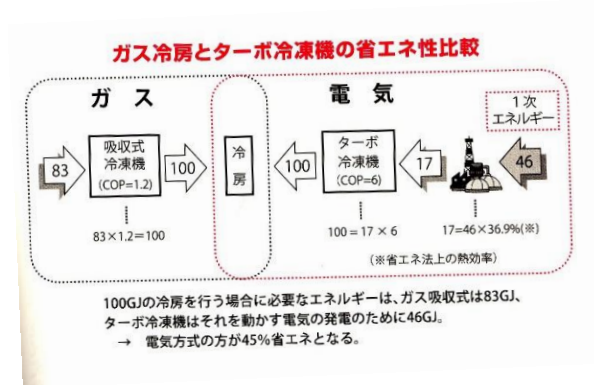
発電所で投入したエネルギーを上回る熱エネルギーが利用できる「ヒートポンプ」



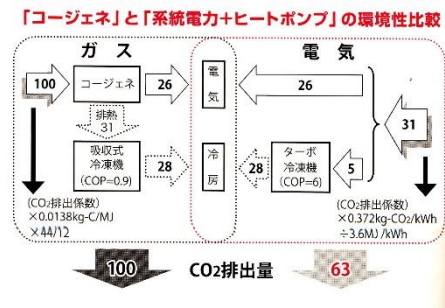
エコウィルとエコキュートの効率比較



ガス冷房とターボ冷凍の比較



コージェネとヒートポンプの効率比較



2007年05月 「物理学者、ゴミと闘う」講談社現代新書 広瀬立成

人のからだは約60兆個の細胞からなり、毎日500億個の細胞が一方では死に、他方では新しく生まれている。

体温は1日のうちに1・c以内の変動しかしないし、血糖値も血液100ccあたり100mgほどに保たれている。ホルモンが体内の水分や塩分を一定に保つ働きをしている。

大量生産された商品は、消費されなければならない。従来の経済学は、資源の採取と廃物の放出を無限に増大しうるかのような「カウボーイ型経済」であった。だが実際の地球は、資

源にせよ廃物にせよ、無限の貯蔵庫などもってはいない。

望ましい社会の尺度として、国内総生産を超えるものを見つけなければならない。経済の真の目的は、際限のない物質的成長ではなく、すべての人のための調和ある充実した持続可能な生活にある。

2005年12月 「ゲノムが語る生命」 中村桂子

生き物はみな DNA を遺伝子としてもっているのであり、個体はそれを続けるために存在するにすぎない。

地球上の生き物すべてが DNA を遺伝子としてもち、そのはたらき方まで同じだとすれば、人間という存在だけが特別であるわけもなく、あらゆる生き物とつながっていることは明らかです。しかもそれは、すべての生物が同一の祖先から生まれたものであることを意味し、生命の起源は三十八億年ほど前ということもわかってきているのです。私という存在が地球全体に暮らす五千万種とも言われる生き物たちと三十八億年という長い時間を共有していると思うと、時間的にも空間的にも驚くほどの広がりを感じ、その広がりをもたせてくれるのが DNA、つまり遺伝子でした。

1998年の秋、ニューデリーで開催された国際児童図書評議会 IBBY での皇后様の基調講演：父がくれた神話伝説の本には、私に、個々の家族以外にも、民族の共通の祖先があることを教えてくれたという意味で、私に一つの根っこのようなものを与えてくれました。本というものは、時に子供に安定の根っこを与え、時にどこへでも飛んでいける翼を与えてくれるものなのです。

生まれて以来、人は自分と周囲の間に、一つ一つ橋をかけ、人とも、物ともつながりを深め、それを自分の世界として生きています。この橋がかからなかったり、かけても橋としての機能を果たさなかったり、時として橋をかける意志を失ったとき、人は孤立し、平和を失います。この橋は外に向かうだけでなく、内にも向かい、自分と自分自身との間にも絶えずかけ続けられ、本当の自分を発見し、自己の確立をうながしていくように思います。

ある日、でんでん虫が、背中の中殻に悲しみがいっぱい詰まっていることに気づき、友達にこれではもう生きていけないと話します。たくさんの友達にそう話すのです。するとどの友達も、私の背中にも悲しみがいっぱい詰まっていると答えるのです。そこで、でんでん虫は、悲しみを抱えているのは自分だけではないのだということに気づき、私は私の悲しみをこらえていかなければならないのだと悟るのです。

子供たちと本とを結ぶ IBBY の大切な仕事をお続けください。

子供たちが、自分の中に、しっかりとした根をもつために

子供たちが、喜びと想像の強い翼を持つために

子供たちが、痛みを伴う愛を知るために

そして、子供たちが、人生の複雑さに耐え、それぞれに与えられた人生を受け入れて生き、やがて一人一人、私どもすべてのふるさとであるこの地球で、平和の道具となっていくため

に。

子供が生まれ、育っていく日々、私は大きな喜びと共に、いいしれぬ不安を感じることがありました。自分の腕の中の小さな生命は、誰かから預けられた大切な宝のように思われ、私はそのころ、子供の生命に対する畏敬と、子供の命を預かる責任に対する恐れとを、同時に抱いていたのだと思います。子供たちが生きていく世界が、どうか平和なものであって欲しいと心の底から祈りながら、世界の不穏な出来事のいずれもが、身近なものに感じられてなりませんでした。

科学や科学技術の専門家が、その成果で特許がとれるかどうかという類の話に巻き込まれている中では、すべてが経済の話になり、欲望を満足させるだけのものになってしまいます。科学は本来、自然を知り、人間を知ること求めてきたのではないのでしょうか。

- 2005年01月 「量子論を楽しむ本」 佐藤勝彦 PHP文庫
「宇宙はわれわれの宇宙だけではなかった」 佐藤勝彦 PHP文庫
「量子力学が語る世界像」 和田純夫 ブルーバックス
「相対性理論を楽しむ本」 佐藤勝彦 PHP文庫
「宇宙は謎がいっぱい」 的川泰宣 PHP文庫

量子論における物質とは：

「ミクロの世界における物質感」、ミクロの世界では我々が普段目にしている物質とはまったく異なる、奇妙で常識外れの性格をもっている。

ミクロの物質は「波」の性質を持つ

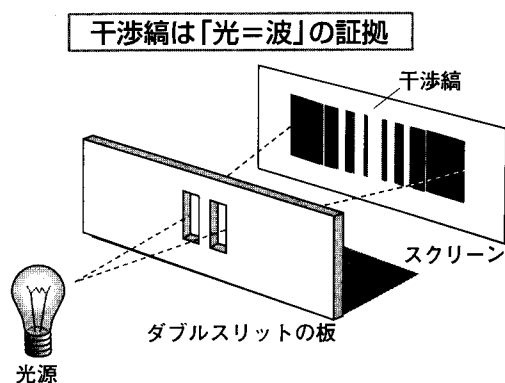


水の波は無数の水の分子の集まりが、全体として波のような運動をしている現象だが、電子は1個だけでも波の性質を示す。波とは「現象」であって「もの」そのものではない。

光が波の性質をあらわすとき：

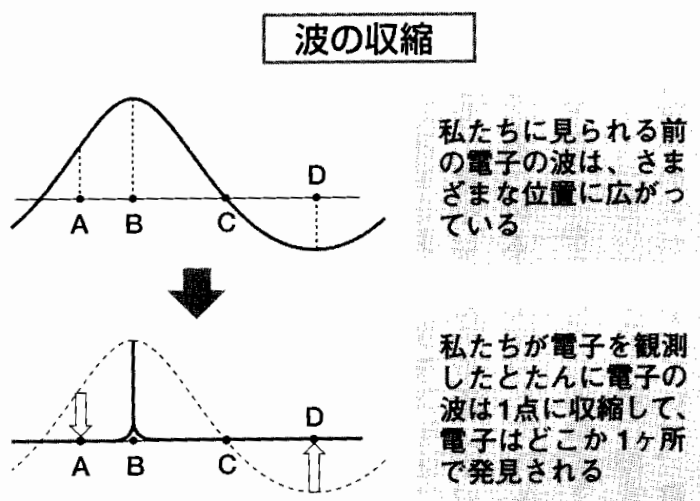
二つのスリットを通過してスクリーンにたどり着いた光は、二つの光の山と山、または谷と谷が重なった部分では干渉によって波の振幅が増す。一方二つの光の山と谷が重なった部分では干渉によって波が打ち消される。この両者がスクリーン上で交互に並ぶために光の明

暗の干渉縞模様ができる。光の粒子説ではこの現象を説明することができない。



シュレディンガー方程式：

物質がどんな「形」の波を持ち、その波が時間の経過とともにどのように伝わっていくのか



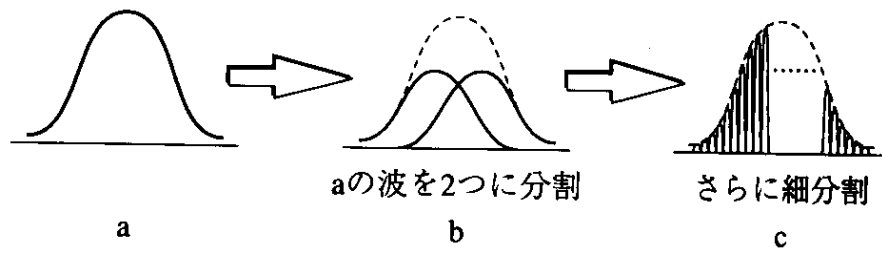
は計算ができる。

箱の中に1個の電子を閉じ込めて、真ん中に仕切り板を入れる。電子は必ず右か左か、どちらかの空間だけで発見される。つまり電子は左右どちらの空間で発見されるかの「確率」である。我々が見ていないとき電子は波のよ

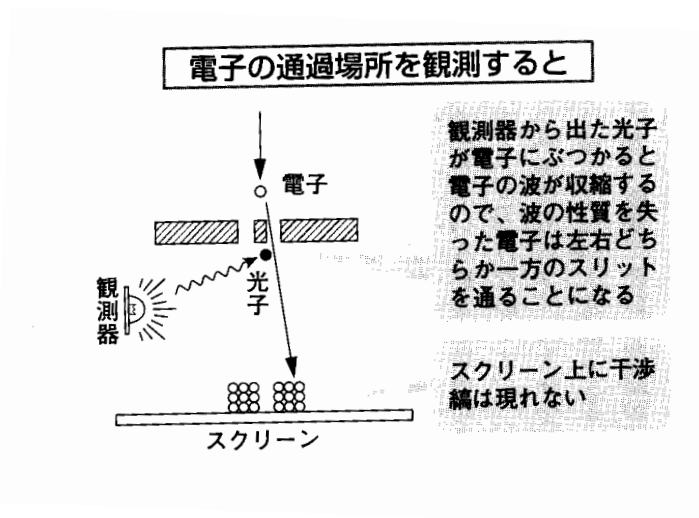
うに広がり、我々が電子を観測すると電子の波は収縮するとも考えられた。

電子のエネルギーはこれ以上減少できないという限度がある。これは山がひとつだけの振動に対応する。一方電子のエネルギーは不連続に変わる。これは山や谷が一つずつ増えていくことに対応する。このことを形式的に（数式的に）解決したのがシュレディンガーの方程式（波動力学）である。電子という粒子ひとつが数式上のひとつの波に対応する。

電子の波がaのような形だったとする。もちろん電子の位置は決まらない。そこでcのようにこの波を位置の決まった細かい波に分解する。分解してできた波ひとつひとつは位置の決まった波でありお互いに共存しあっている。



二つのスリットを通る電子を測定した場合、電子はどちらか一方のスリットしか通らない。
 電子を観測しようとして光子を当てた瞬間に電子の波が収縮してしまうと考える。



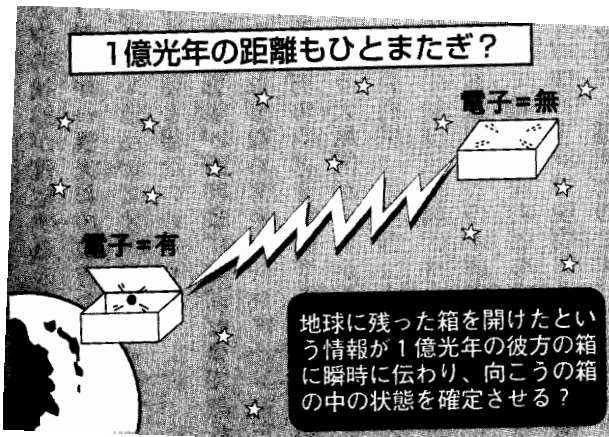
電子には右側の穴を通過してきたという歴史と左側を通過してきたという歴史とがある。それらを組み合わせることによって現在がわかる。無数の歴史が同時進行しているということが波の特徴。
 人間は共存するすべての世界を認識することはできない。どの世界を観測することになるかは偶然で決まっている。
 A が東に動いているという世界を選んだとすれば自動的に B が西に動いている世界だけが選ばれる。それ以外の世界はない (共存度がゼロ)。単に条件を満たす世界が選ばれただけである。
 量子力学は自然を完全に記述していると思われるが人間はその一面しか見ることができない。量子力学の計算方式について問題はまったくない。問題はその存在論 (つまり実在の理解) についてである。

電子の位置と運動量：

電子の位置を決めようとするとも運動量（速度）が決まらない。運動量を決めようとするとも位置が決まらない。

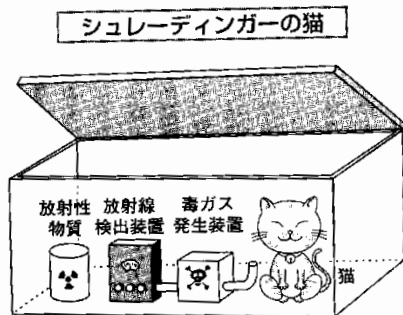
波の収縮で説明つかないこと（シュレディンガーの猫）：

箱の中が見えないとき、電子は左右に分かれた箱の中で「左右それぞれの箱にある状態が重なっている」。つまり箱の中を見る前は電子がどち

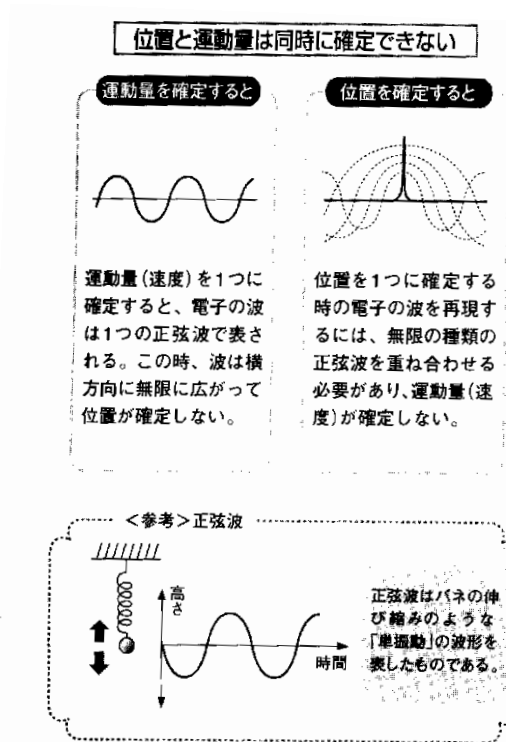


子は一億光年先の箱の中と同時に「ある」か「ない」かのどちらかに収縮するのか？

シュレディンガーの猫



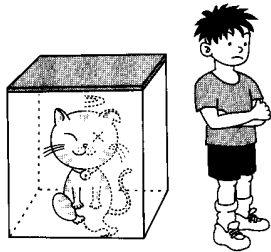
鉄の箱の中に、放射性物質が原子核崩壊すると放射線を出しその放射線を検出して毒ガスを発生する装置と猫を一緒に入れる。この場合蓋を開ける前の猫は「原子核崩壊が起きて死んだ状態」と「原子核崩壊が起きずに生きている状態」の両方が半分ずつ重ね合わせになっている。



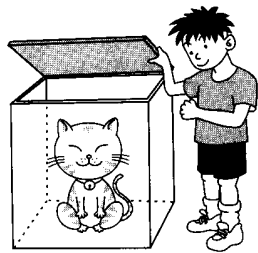
らの箱にいるかはまだ決まっていない。我々が箱の中を見たときに電子の波が収縮して電子が左右どちらかの箱の中で発見される。

箱の中を見る前に半分の箱を一億光年のはるか彼方に持っていった場合、地球に残ったもう半分の箱を開けると電子

猫の生死はどうなっている？



観測する前の猫は
生きている状態と
死んでいる状態が
半分ずつ重なって
いる



観測したとたんに
波が収縮して、猫
の生死はどちらか
に決まる



シュレーディンガー

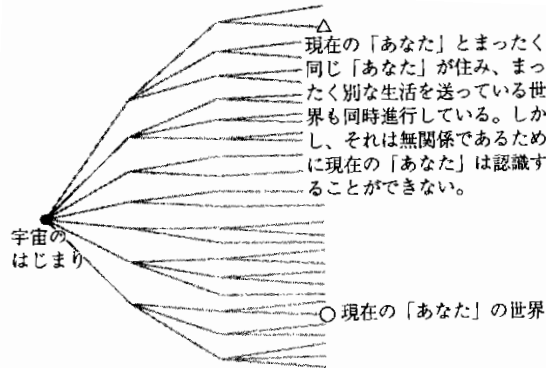
私たちが箱の中を見る前から
猫の生死はどちらか一方に決
まっているはずだ。
だから「生と死が重なっている」
とか「観測したとたんに生死が
決まる」と考える量子論
はおかしいよ。

生きている猫と死んでいる猫とい
う二つの状態は共存している。そ
の箱を覗き込んだ後では、人間が
生きている猫を見たという状態と、
人間が死んでいる猫を見たという
状態が共存している。しかし状態
が共存していても、状態の違いが
マクロなので互いに影響を及ぼし
あうことはない。

多世界解釈：

波は収縮せず広がったままだとい
う解釈

可能性の数だけ次々と枝分かれを繰り返し、その中のひとつが我々の現在宇宙である。「別の自分のいる宇宙」と「自分のいない宇宙」とが同時進行しているという考え方。枝分かれた二つの状態(世界)は二度と重なることがなく、互いに無関係に進行していく。ひとつの状態から始まった宇宙は無数の状態を生み出し、そしてそれらはいくつかの無関係な世界に次第に別れていく。そしてそのうちのひとつがわれわれが現在住んでいる世界なのである。



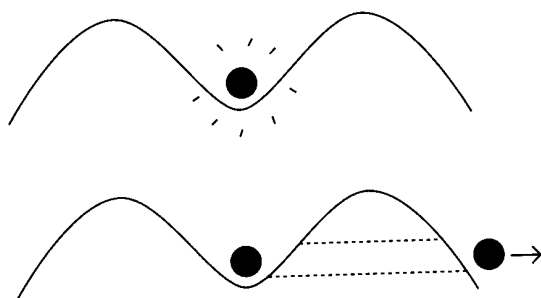
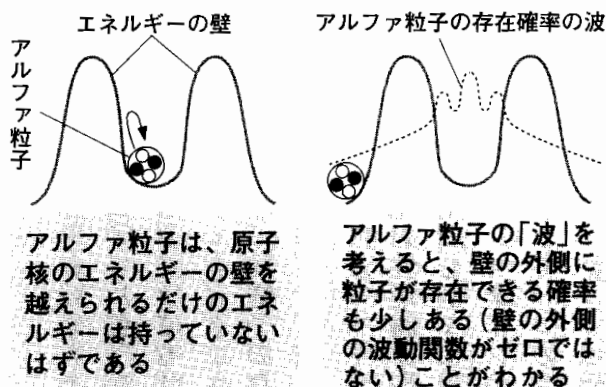
宇宙の始まり（トンネル効果）：

エネルギーレベルのない状態からどうして宇宙が始まった（ビッグバン）か？これを「トンネル効果」で説明することができる。

アルファ崩壊は原子核が崩壊（分裂）してアルファ粒子を放つ現象。原子核の縁にはエネルギーの「壁」があって、アルファ波はその壁を越えて外へは出れない。このままではアルファ崩壊は絶対起こらない。

しかしシュレディンガー方程式にてアルファ粒子位置計算すると、アルファ粒子がエネルギー壁の外側にも存在できる確率のあることを示す。本来越えられないはずのエネルギーの壁をまるでトンネルを掘るようにして通り抜けることが可能である。

アルファ崩壊とトンネル効果



われわれの常識では谷にあるボールは山を越えなければ向こうに行くことはできないが、「トンネル効果」を考えるとボールは自分ですり抜けていく

宇宙のすべての根源が何かから生まれたかという議論には「無」と答えるしかない。半導体やトランジスタの中では自分でトンネルを掘って向こう側へすり抜けていくことは珍しくない現象である。

量子力学では非常に短い時間の中では、状態としては「無」であっても時間や空間やエネルギーは一定の値を取りえず、たえずゆらいていることを明らかにしている。

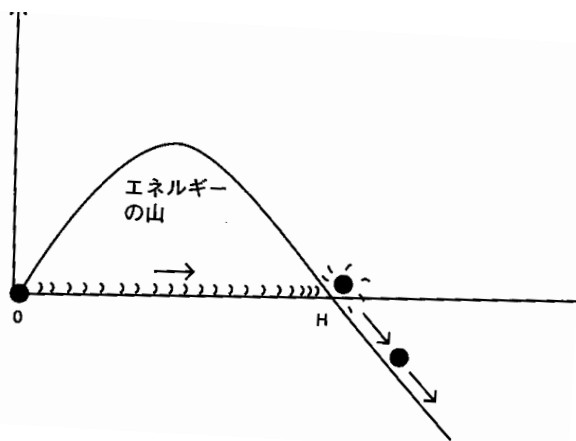
これが「トンネル効果」によってある確率でポーンと飛び出し、一定の値を持った宇宙として現れる。

「真空のエネルギー」で満たされているまん丸いゼロ宇宙が、0 から H のポテンシャル・エネルギーの山をしみ出すように進んでいる状態が虚数の時間を進んでいることに対応している。H のスケールで宇宙が登場してからは実数の時間の中で膨張を始めると考えた。

宇宙の始まり（虚数時間）：

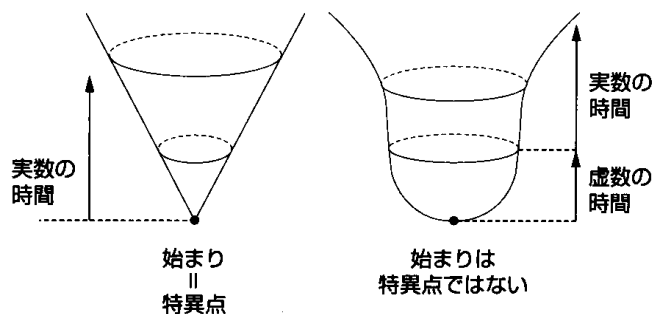
ホーキングは「宇宙は虚数の時間において生まれたと考えれば宇宙誕生のための特異点と

いう考え方をしなくてもよいと考えた。虚数の時間をイメージするのは大変むつかしい。数学的には「空間の一方方向」だと考えられる。宇宙が生れたときには時間はなく、空間の四方向が存在していた。やがて空間のうちの一つの方向が変質し、それが現在の「実数の時間」になった。



特異点を回避する宇宙モデル

〈従来のモデル〉 〈ホーキングのモデル〉



かつて宇宙は小さな領域に閉じ込められていて密度が非常に高く、温度も高温で電子は原子核と電離していた。この中を光が進もうとすると勝手気ままに動き回る電子に跳ね返されてしまった。やがて膨張してだんだん冷えてくると電子が原子核につかまって光が通りやすくなってくる。このかつて高温のプラズマに満ち満ちていたところに放たれた光（電波）が遠い旅をしていま地球に届いている。

宇宙史 150 億年を 1 年間に短縮したカレンダーを作れば 10 月前に地球が誕生。12 月 31 日午後 9 時過ぎに人類が誕生。午後 11 時 59 分 50 秒にピラミッドが作られた。現代科学が急速に進歩してからは 0.1 秒（人の一生）しか経過していない。

ワームホール：

水が沸騰したとき泡がボコボコできるように宇宙もデコボコ（相転移）になる。非常に大きな質量が一点に集中（エネルギーが集中）しているとき空間が極限まで曲げられ中に入ると二度と出てこれなくなる（ブラックホール／ワームホール）。「元の宇宙」と「新しい宇宙」は因果関係も完全に遮断。

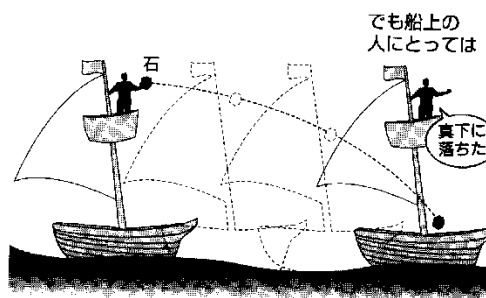
素粒子を高エネルギー状態に加速し正面衝突させるといろいろな粒子と反粒子が生まれる。逆に粒子と反粒子が衝突すると対消滅する。空間とはたえず電子と陽電子が生まれたり消えたりしてゆらいでいる。

10 億個のクォークと 10 億個の反クォークは対消滅して光になる。

残り 1 個のクォークが固まって陽子や中性子をつくり、それが我々の物質を作った。

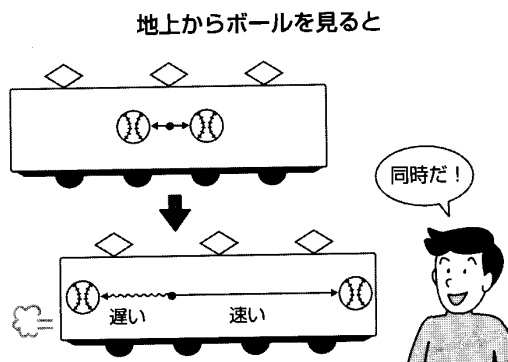
ワームホールでつながった宇宙同士も時間を虚数 P にしたような関係で相互に影響しあっているのではないか？

相対性理論：

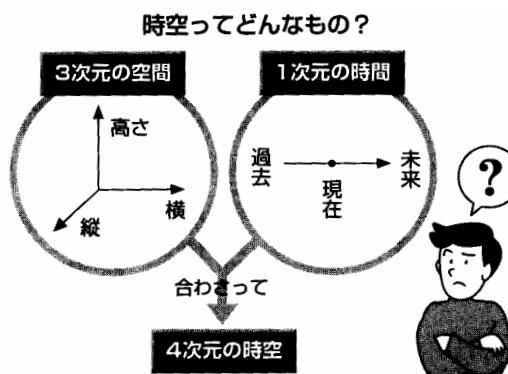


船が動いているのに石が真下に落ちる理由は、石がもともと船と一緒に進んできているからである。このため石は手から離れた後も「慣性」によって船と同じ速さで前に投げ出されながら落ちていく。

一定の速度で走る電車の中央部からボール（光）を同じ速度で同時に投げる。ボール（光）は同時に車両前後の壁にぶつかる。この実験を地上から観察すると前へ投げたボール（光）のほうが長い距離を進むことになる。光の速度は一定であるとすれば前後の光の時間の進み方が違う。止まっている人と、動いている人とは時間の進み方が違う。



宇宙から降り注ぐ宇宙線が地球の大気の原子とぶつかるとミューオンという素粒子ができる。ミューオンが光速で走ったとしても不安定なため 500m で約半分に減る。しかしミューオンは光速近くで運動しているため時間の進み方が遅く、壊れずに地球までたどりつくことができる。時間と速度はお互い影響しあっている。4次元の時空。



エネルギーと質量の関係

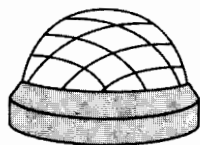
$$E = m \times c^2$$

物質が持つエネルギー = 物質の質量 × 光速の二乗



1円玉6枚(6g)が持つエネルギー

=



東京ドーム1杯分(124万m³)の0℃の水を100℃にできる

物質は質量に光速の二乗をかけた分のエネルギーが姿を変えたもの。

宇宙の質量：

地球にやってきている光に古いものと新しいものがある。数十億年前の光と数百年前の光が同居している。

宇宙の物質の量を宇宙のガスや星の速度をもとに求めた結果が宇宙の明るさをもとに求めた結果より10倍多い。重力を及ぼしているが見えない物質の有力候補としてニュートリノという素粒子を考えた。このニュートリノを発見しそれに質量がある証拠を発見したのが岐阜県神岡町の「カミオカンデ」である。