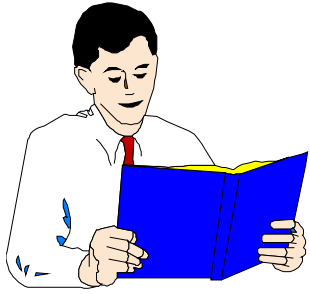


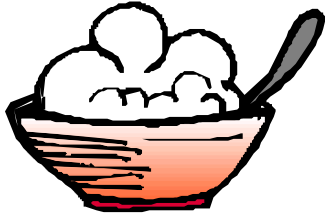
# 生命活動



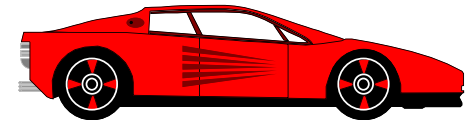
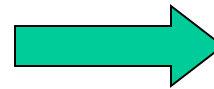
子供が先生に質問しました。

子供：先生。僕たちはなぜご飯を食べるの？

先生：人間は立ったり、歩いたり、話をしたり、頭で考えたり、心臓を動かしたりするね。そのときエネルギーがいるんだ。車だってエネルギーとしてガソリンがないと走らないだろ。それと同じだよ。



イコール

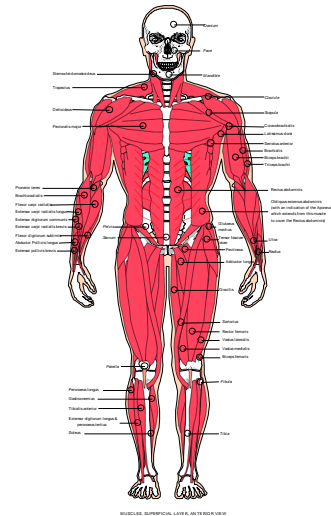
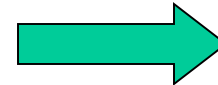
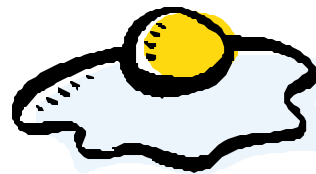
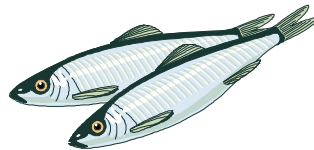
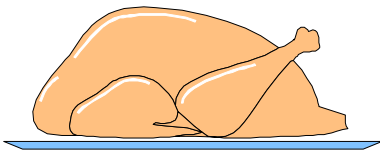


子供：じゃあなぜ、人間は立ったり、歩いたり、話をしたり、頭で考えたり、心臓を動かしたりするの？

先生：それはたった一つの事をするためだよ。

子供：その一つのことって何なの？

先生：それは納豆(肉、魚、たまごなど)を食べるためだ。君の身体はタンパク質でできている。これらのタンパク質を食べないと、そもそも君自身存在できないんだ。



# 生命とは

## 1. 生命現象とは、その他の自然現象とどこが違うのか？

### (1) 自然現象の例

① 雨、風などの気象現象

② 地震や火山の噴火などの地学現象

★これらは全て物理的にエントロピーが増大する現象

◆それに対して生命現象とは、恒常的にエントロピーが減少する現象

## 2. 生物の定義

★生物とは細胞のような単なる空間上の物体を指す言葉ではなく、生命現象を起こす物体と定義しなおす。

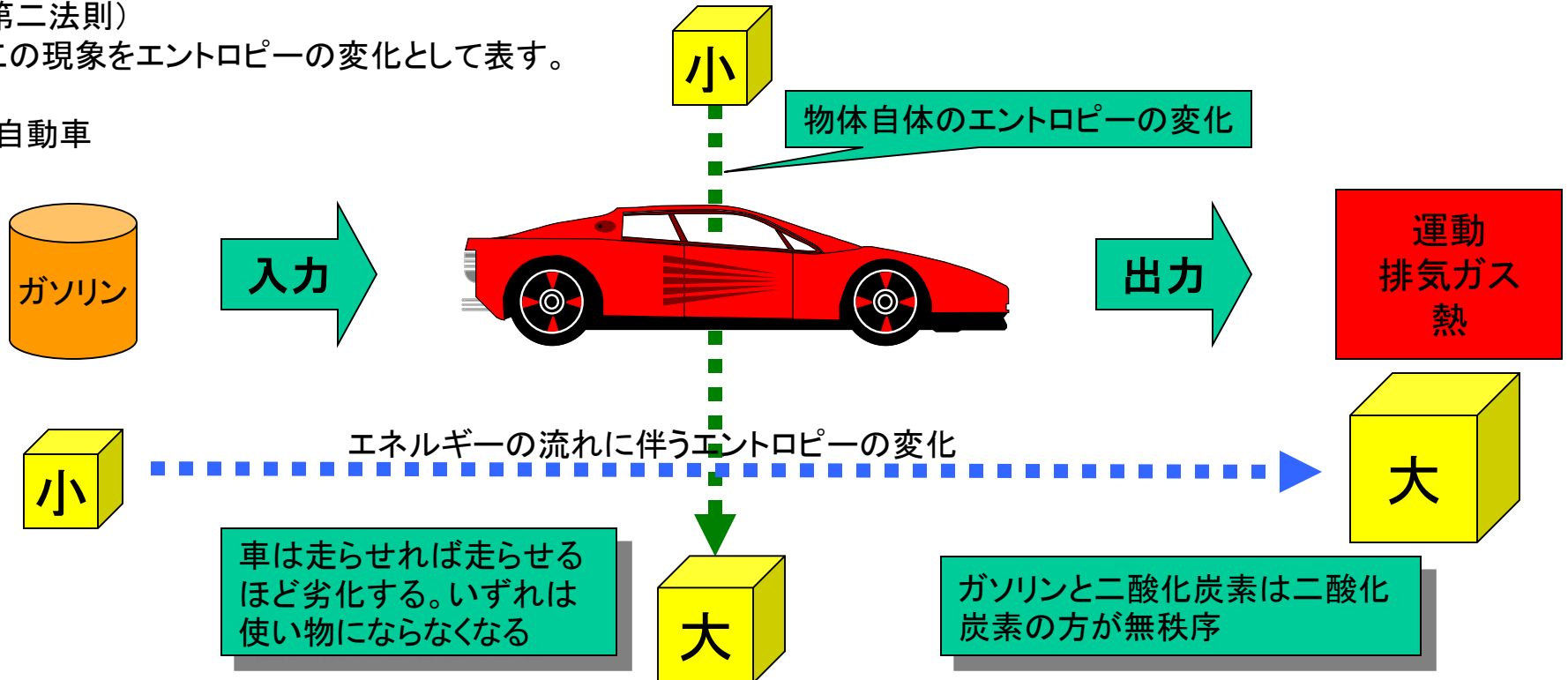
◆宇宙には、地球上の高分子有機化合物を主体とした生命体とは異なる、金属あるいは気体で構成されている生命体も存在するかもしれない。しかし自身の秩序を形成するという性質は普遍である。そうでなければ生物とは言えない。

## 3. なぜ恒常的にエントロピーが減少するのか？

全て閉じられた系(外部とのエネルギーのやり取りを行わない空間)では、エントロピーは増大する。(熱力学の第二法則)

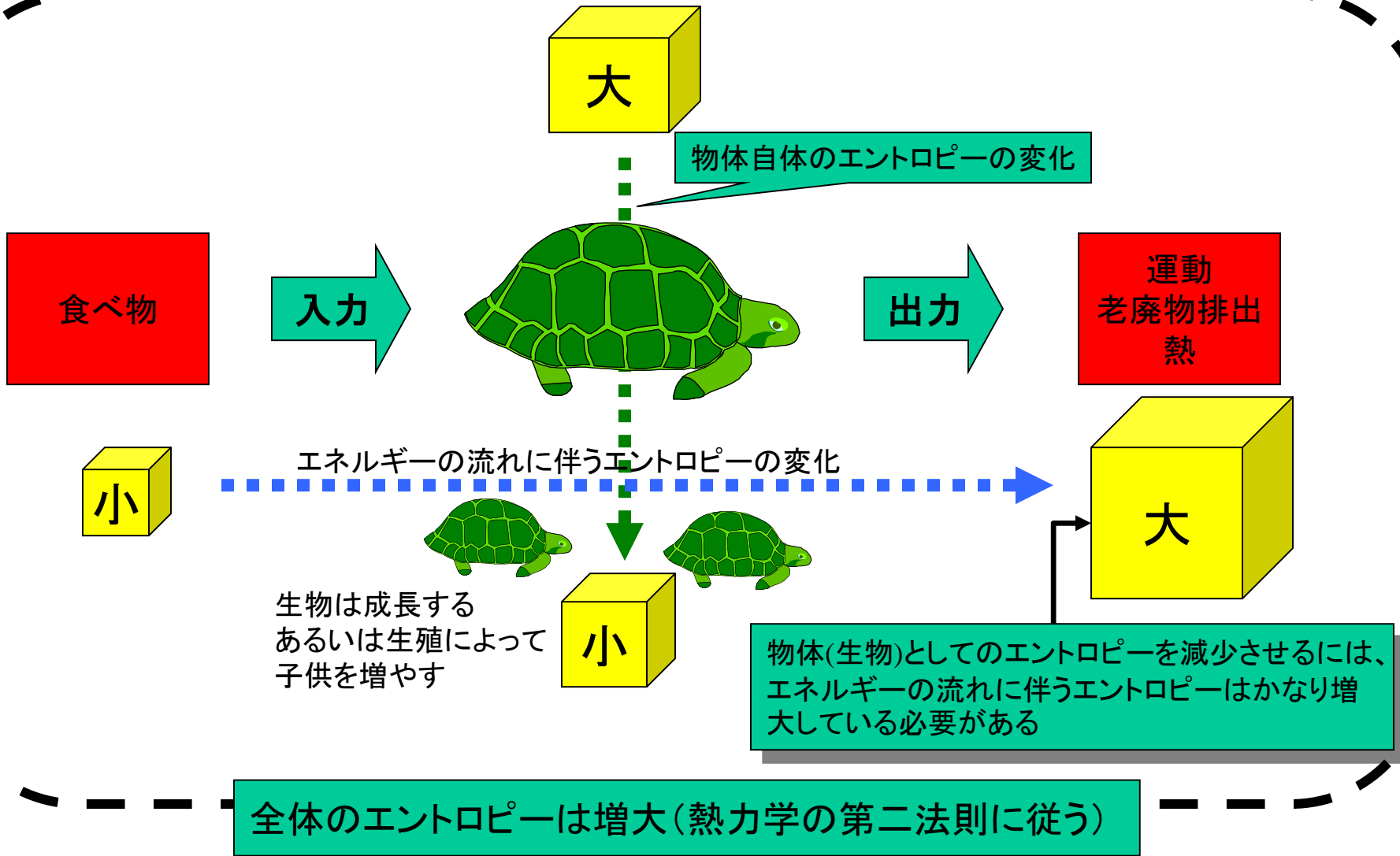
この現象をエントロピーの変化として表す。

### ①自動車



# 生命とは

②生物



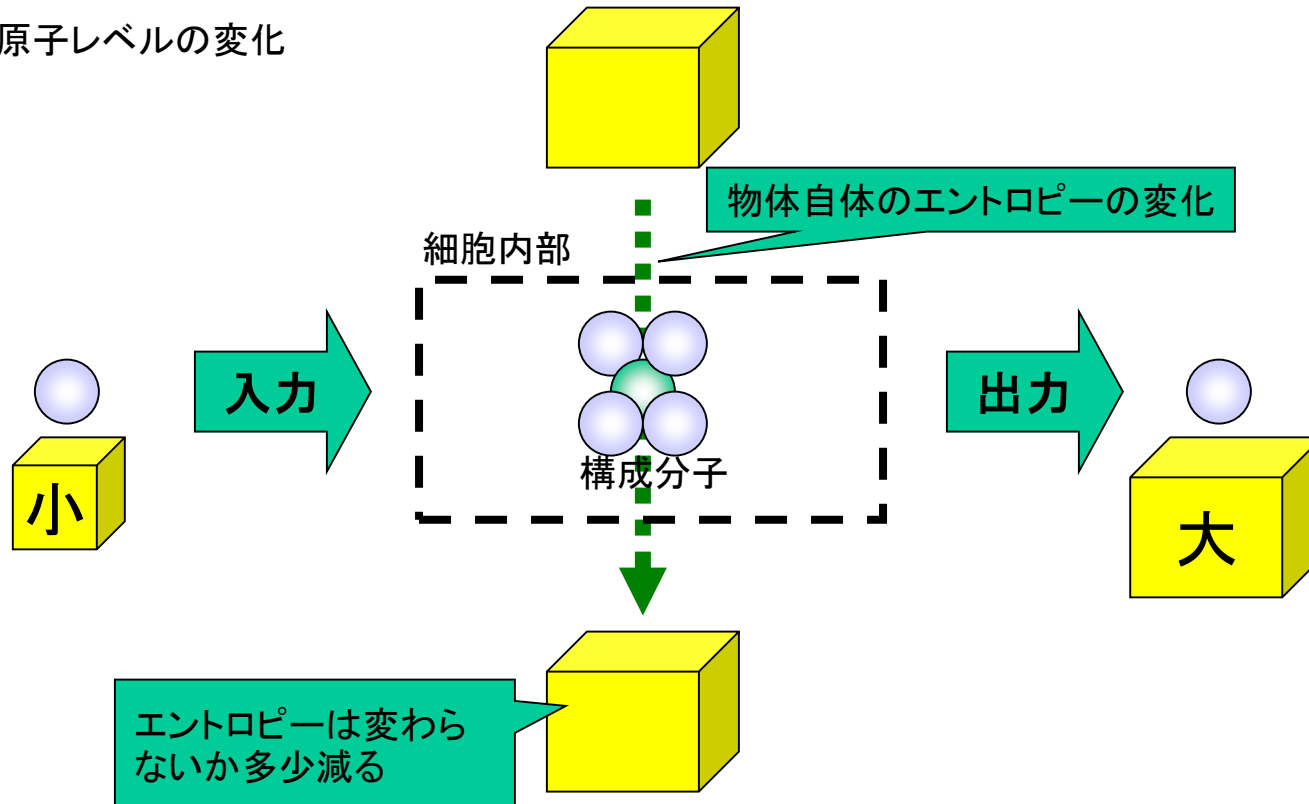
自動車も生物もエントロピーの低いもの(ガソリンや食料)を取り入れて、エントロピーの高いもの(排気ガスや老廃物(糞))を排出している点は同じであるが、ここでの決定的な違いは、自動車自身はエントロピーが増すのに対して、生物は子供を産むことによって自身はエントロピーを減少させている。

# 生命とは

宇宙はビッグバンによって始まった。最初は高温高圧でありそこに秩序(生命現象として営み)はない。やがて冷える過程で様々な素粒子や原子が形成された。宇宙が冷えることは、新たに秩序が生まれることを意味する。その過程の末、やがて生物が誕生する。

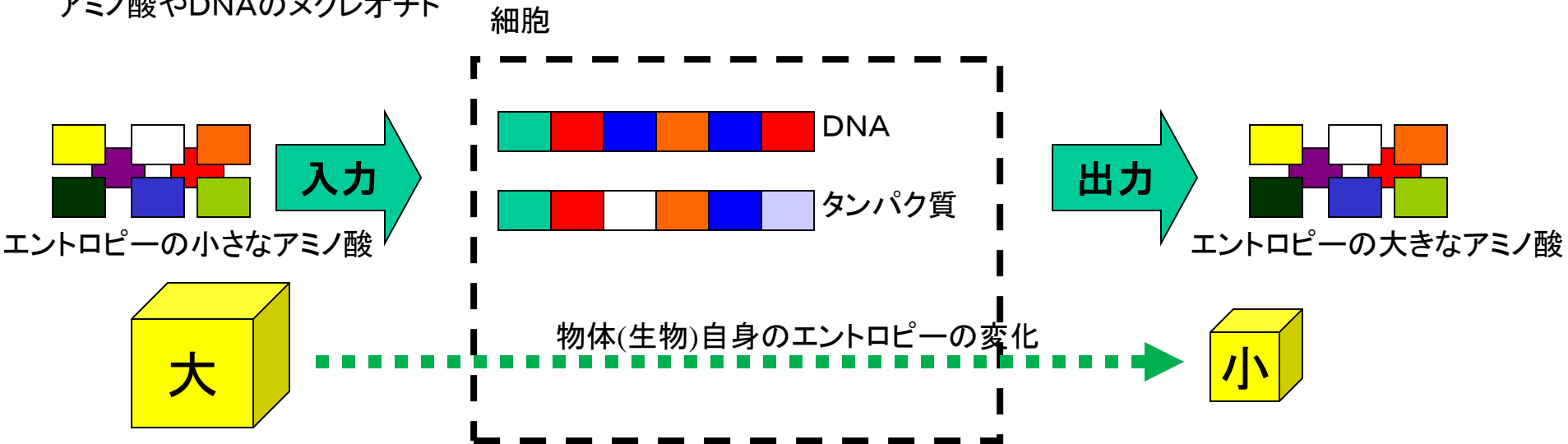
## 5. 生物におけるエントロピー減少のメカニズム

### (1) 原子レベルの変化



# 生命とは

## (2) 分子レベルの変化 アミノ酸やDNAのヌクレオチド

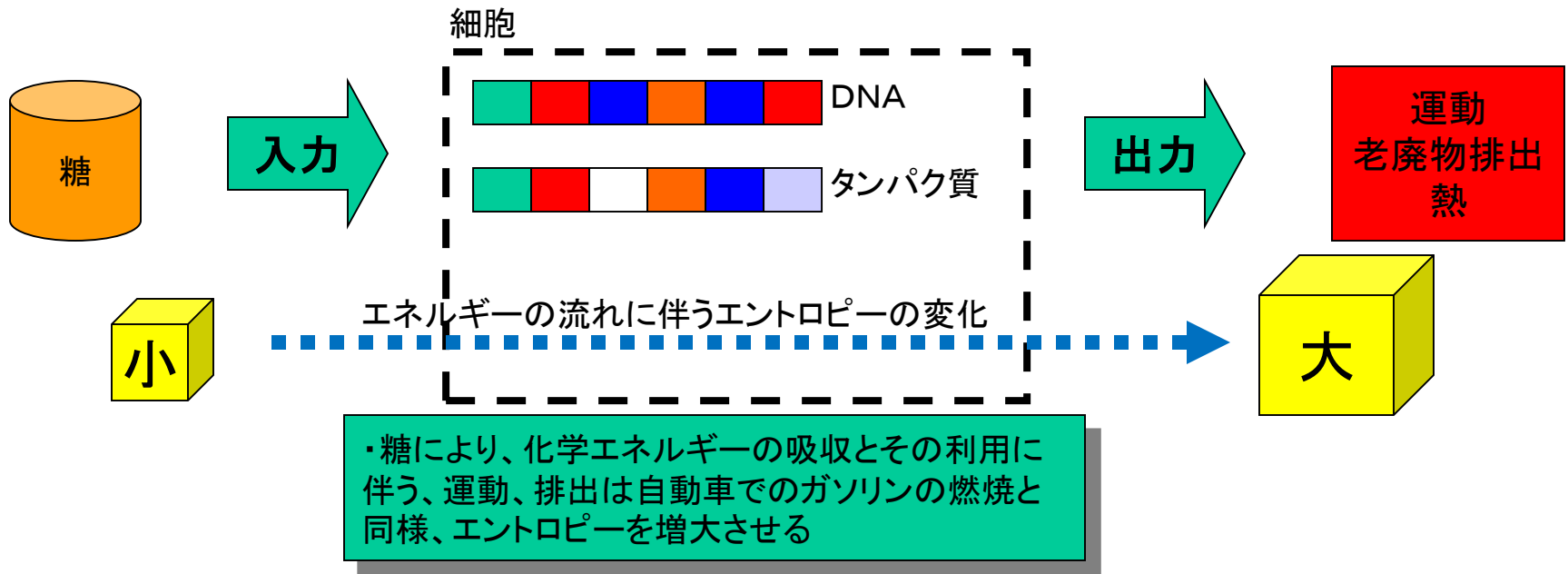


- ・タンパク質は膨大な数のアミノ酸がパズルのように配置された高分子化合物である。その複雑な構成において、一つのアミノ酸が取り除かれても、同様のアミノ酸がその位置に必然的に入ることによって安定性を保っている
- ・タンパク質の構成要素であるアミノ酸を絶えず交換する(アミノ酸の結合力は弱く、加水分解、水素結合トポロジーの変化などで容易に結合から外れる)ことで、エントロピーを下げ、破損箇所の修復が可能となる
- ・アミノ酸分子同士の結合が弱くタンパク質自体は不安定であるにも係わらず常に生物としての機能が維持されるのは、タンパク質を構成する分子が膨大であり、一部機能がいくらでも代替できる箇所を多数有していること、並びに系が複雑であり、アミノ酸の破損箇所があってもパズルのように系が最も安定するアミノ酸を自動的に選び修復を行う。不安定で直ぐに欠落してしまう系は、逆に容易く修復が為される
- ・ただし、修復には限界があり、タンパク質の破損が進むと細胞は死ぬ

# 生命とは

## (3) 細胞レベルの変化

### ① 糖の分解とエネルギーの放出



### 参考

生物は必ずしも、食う方よりも食われる方が劣っているとは限らない。

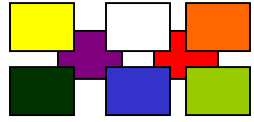
(1) ウイルスは自己の遺伝子を細菌に食べさせることによって、自己を増やすという戦略を取る。

(2) 精子の遺伝子を卵子に食べさせることによって、自己の遺伝子を増殖させるというオスの戦略がある。

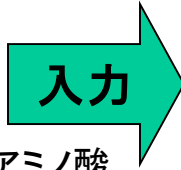
# 生命とは

## (3) 細胞レベルの変化

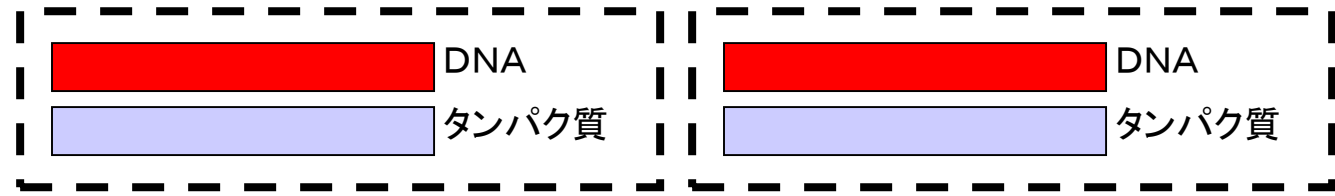
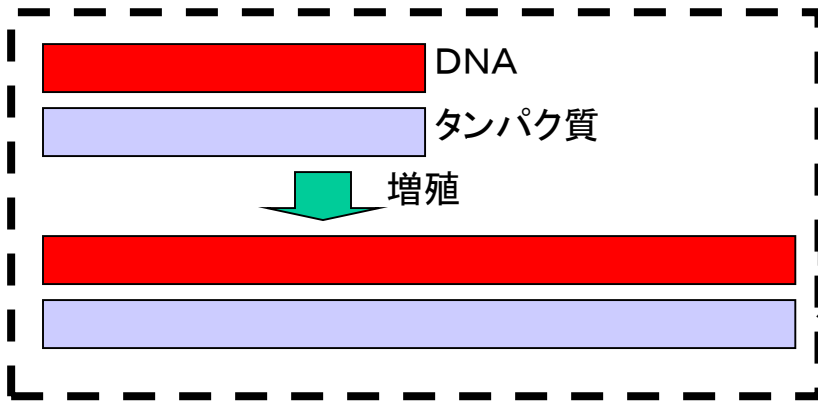
### ②細胞内物質(タンパク質、核酸)の増殖



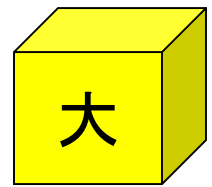
エントロピーの小さなアミノ酸



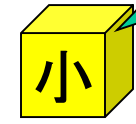
細胞



・細胞が増殖することは新たな秩序の産出となる



物体(生物)自身のエントロピーの変化



・細胞内物質であるタンパク質や核酸は、絶えずその構成要素(アミノ酸、ヌクレオチド)が置換されることによって、自身の構造(ある種の秩序)を維持している。構成要素の供給が過剰となると、今までのタンパク質や核酸は既存量を超えた新たな部分が付け加わることによって、その分量が増加する。やがてタンパク質や核酸が細胞内に充満する。ただし、追加されたタンパク質や核酸は、元々存在していたタンパク質や核酸の部分的複製である。

・細胞を構成している細胞膜は、細胞内で作られる物質によって合成されるが、そこに付着する物質の形状により、その大きさや形がユニークとなる。さて、タンパク質や核酸が細胞内に充満するとやがて化学反応は飽和状態となり増殖は停止するが、タンパク質や核酸が元の量の2倍(完全複製)まで達すると、その結合力の弱さにより分裂する。分裂した場所に新たに残された物質の中に細胞膜を合成するものがあると、膜が生成されやがて細胞自体を二つに分離する。このように細胞は分裂し、アミノ酸、ヌクレオチドの供給がある限り、細胞は永遠に増殖し続ける。

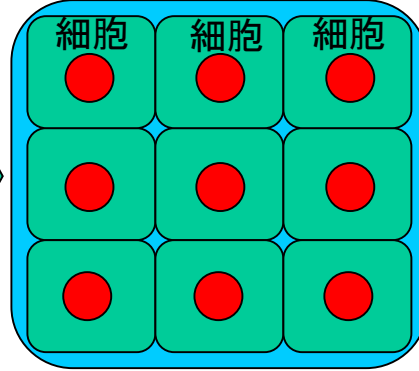
# 生命とは

(4) 個体レベルの変化  
細胞の増殖



取り込み

個体

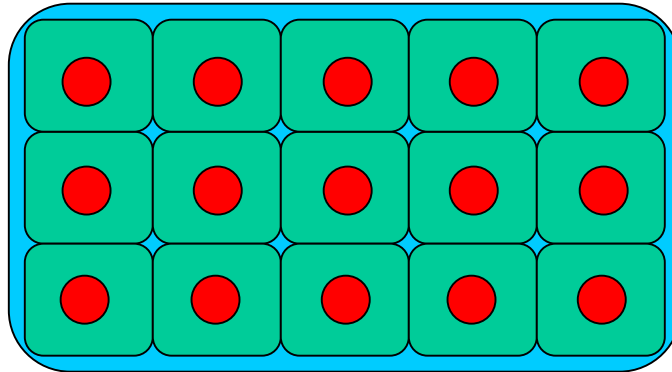


増殖

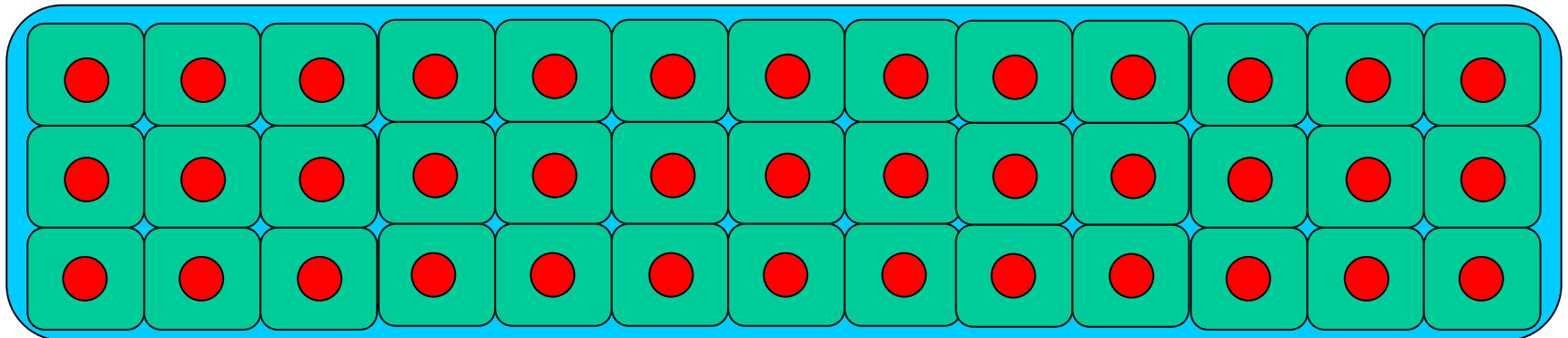
個体



取り込み



増殖



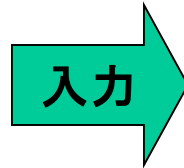
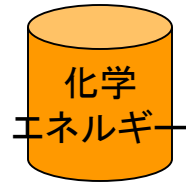
・細胞分裂が繰り返されることによって、細胞は増えつづけ、結果的に個体の身体は永遠に巨大化が進む。(カイメンやサンゴの群体など)

ただし、人間などの動物は身長100メートルの巨人などが現れることはない。個体の大きさには限界がある。それ以上食物の供給があると、個体は身体を肥大化させる代わりに子供を産むのである。このように生命の連続性は維持される。

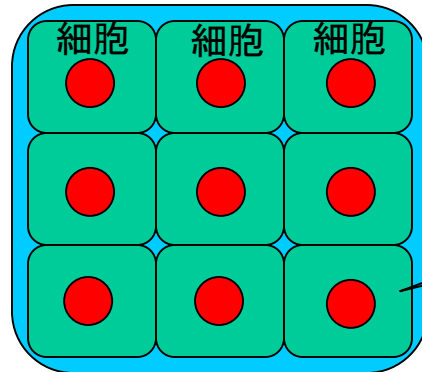
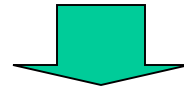
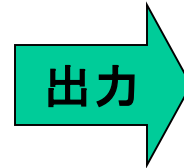
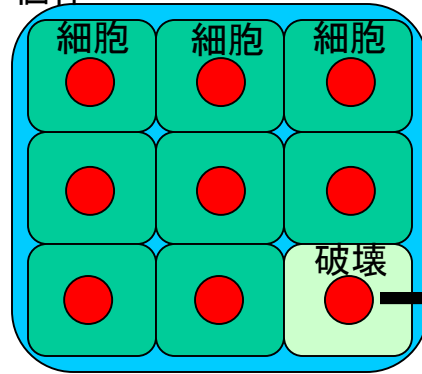


# 生命とは

(4) 個体レベルの変化  
細胞の増殖



個体

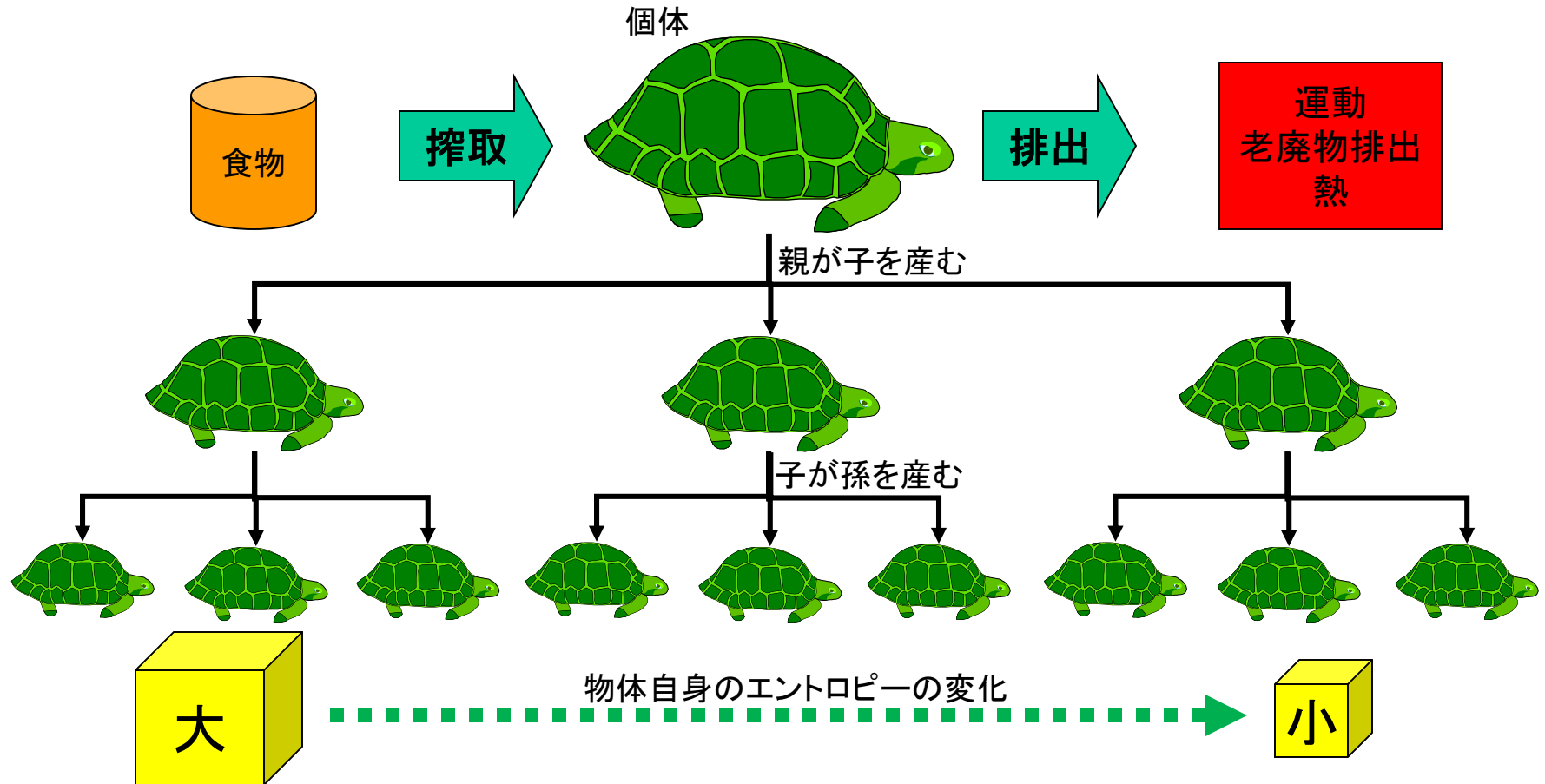


隣の細胞が分裂することによって新たに再生される

- ・もしも個体の身体の大きさに限界がある場合、その構成要素である細胞の数にも限界がある。
- ・細胞の数に限界があれば、その増殖にも限界がある。全ての細胞はやがて死滅するため、個体も死滅する。その唯一の解決策は、細胞の再生である。
- ・細胞のエネルギー交換により細胞は老化を免れ得ない。細胞が機能不能つまり死に陥ると、死んだ細胞はただちに分解され対外に排出されるが、穴を埋めるように、隣の細胞が分裂し、あらたな細胞が再生されることによって、個体が維持される。
- ・ただし、個体の身体に限界があるならば、この細胞の再生にも限界がある。つまり隣の細胞自体が老化しかかっており再生能力がなくなっている場合は、隣の細胞が死んでも細胞は分裂を起こさない。
- ・つまりいずれ個体も死を免れ得ない。

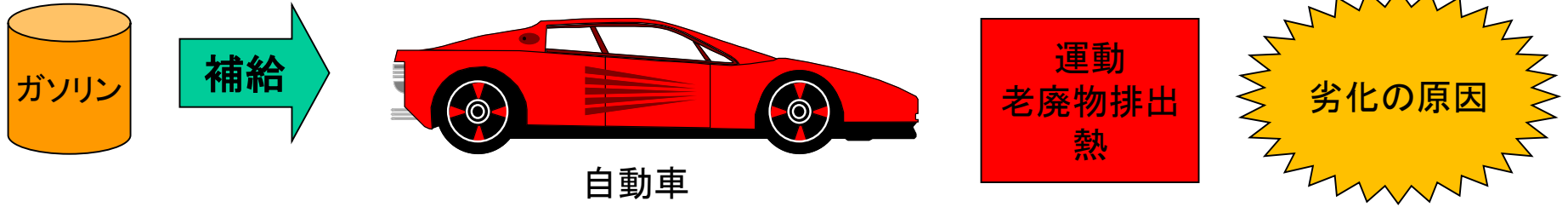
# 生命とは

(5)種レベルの変化

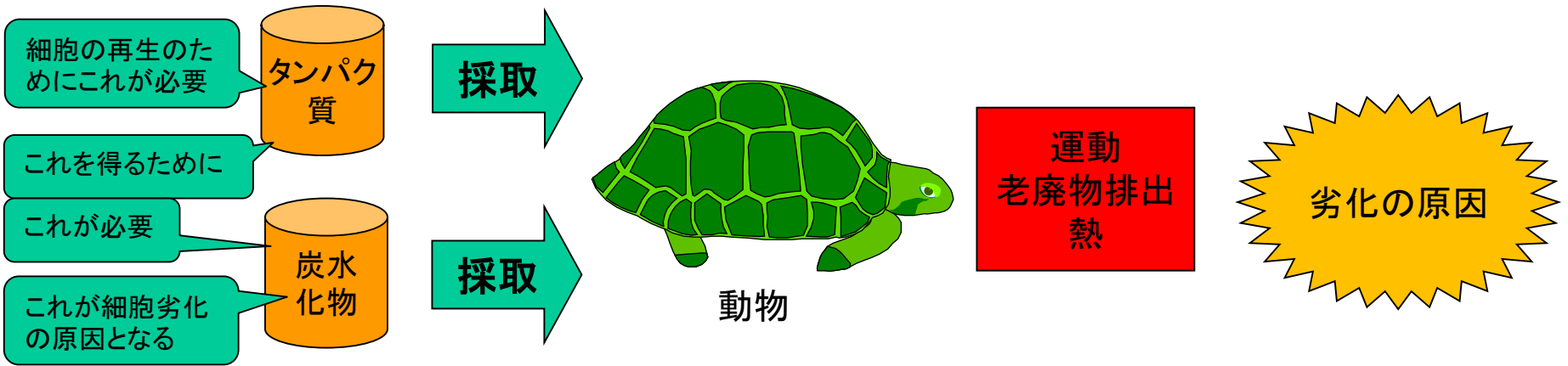


- ・個体の死と共に生物は死滅する。その問題を解決する唯一の手段は、個体自身があらたな個体を再生する。つまり子供を作ることである。身体の大きさに限界がある場合、その構成要素である細胞の数にも限界がある。
- ・一つの個体が死んでもあらたな個体を生み出すことによって、個体が継続して存在する状態が実現する。そのために個体は他から食料、つまり個体および細胞を増殖するための食物を搾取(要するに他の生物を食料として殺す。時には同種の生物と食料または交配をめぐり争う。その際相手を殺害するまでに至る場合もある。その究極の形が人類における戦争である。)
- ・こうして生物は、死滅することなく存在し続けることができる。
- ・しかし他からの採取と争いによってのみ維持される生物の連続性を悲劇と言わずして何というか？ 哀しいことにほとんどの人間はその悲劇に気付いていない。

# 生命とは



車は走らせれば走らせるほど劣化する。いずれは使い物にならなくなる。車の寿命を延ばすには、車に乗らないこと、すなわちエンジンをかけないことである。(それでは車の用を足さないけれど)  
しかし車を走らせなくても、風化(エントロピーの増大)によって、車の劣化は進行する。



動物も同じように身体を使えば使うほど劣化(老化)する。ここで老化した細胞を新しいものと交換すれば、寿命を延ばすことができる。そのためには絶えず細胞の材料になるタンパク質を補給してやらないと、つまり食べないといけない。そのために動物は食料を見つけて採取するという活動(運動)を行う。さらにその運動を行うためのエネルギーを炭水化物と摂取するという形で補給する必要がある。

もし動物が寿命を延ばしたいなら、自動車と同じように運動しないことである。そうすればエネルギーの補給も必要なく、身体の劣化も起こらない。ただし、活発に活動しない。あるいはまったく活動しない(仮死状態の)動物でも、時間の経過とともにエントロピーは増す。生物は活動して細胞を再生しようとしても、あるいは活動せず細胞の劣化を抑えても、いずれ死は免れない。