

京都大学全学共通少人数セミナー 平成20年度前期

科目名： 創造性とは何か？

担当教員名： 村瀬 雅俊

場所： 基礎物理学研究所

第3回 創造性の本質：対立から統合へ、有限から無限へ

以下の3つの課題について、レポートをまとめて下さい。5/13に、各自が持ち時間3分程度で発表をお願いします。わからない設問は、わからなくてよい。ただし、なぜわからないか、その理由を説明してください。発表の形式は、黒板を用いて説明すること。

1. 第2回目で、○と□という2次元平面構造としての矛盾が、円柱という3次元空間構造を想起することによって、回避しうることを指摘した。

上記と同様のケースを、時間過程について考察せよ。

ヒント：時間過程の矛盾とは何か。その矛盾の統合的な解決とはどのようなものか。

2. 数概念の構築は、「外」の世界における、バラバラな1, 2, 3, 4, などが、同じで異なるというルールを用いて、 $1 \rightarrow 1$ の入れ子構造化によって、「内」なる構造として構成できるという過程から捉えた。

上記を参考にして、A B の2つの文字を有限個つかって、有限から無限を再構成できることを示せ。

ヒント：進化において、単細胞→単細胞への進化と単細胞→多細胞への進化の相異をどのように表現できるか考察せよ。

3. 「歴史としての生命」の第1章から第3章までを読み、読みはじめる前と、読み終えた後の自分をながめ、何がどのように変わったかを簡潔に述べよ。

ヒント：対象認識とメタ認識を意識して、その相異をまとめよ。

理論の飛躍はしばしば理論の内部にある矛盾の発展の結果としておこなわれるといえよう。例えば量子論の発展を見ても、光や物質に対する波動と粒子という互いに矛盾する考え方があって、それらが相互に他を否定する結果として一つの新しい考え方に統一されたのが量子力学であるともいえるであろう。この意味において理論物理学の発展の仕方は弁証法的だともいえるであろう。

湯川秀樹

科学の世界では、よく自然現象とか、自然の実際の姿とか、あるいはその間の法則とかいう言葉が使われるが、これらはすべて人間が見つけるのであって、その点が重要なことである。自然そのものは、もっと違ったものであるかもしれないし、たぶんずっと違ったものであろう。・・・従って科学の本質は、人間と自然との協同作品という点にある。

中谷宇吉郎

## 1. 対立の統合

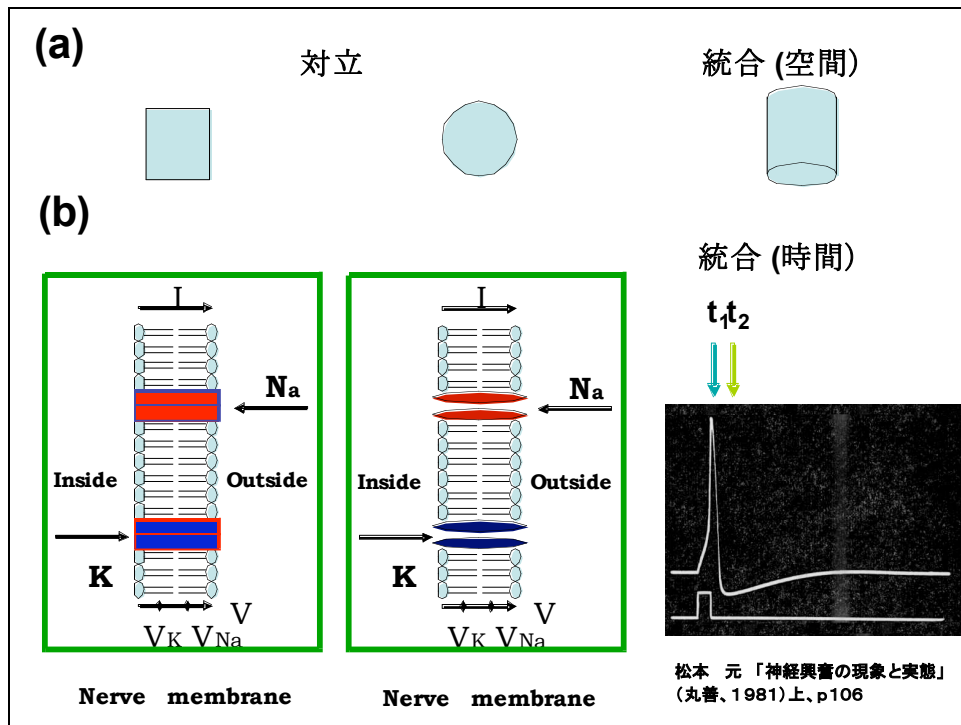
レポート課題で問うていることは、矛盾や対立に直面した際にどのように対処するかということである。上に引用している湯川秀樹と中谷宇吉郎の言葉は、客観主義として考えられてきた自然科学が内在する矛盾や対立こそ、自然科学の弁証法的な発展過程を駆動しているとともに、そもそも人間の主観的観察抜きには客観科学は成立しえないという主張である。

すなわち、科学的‘真理’というものは、その適用範囲を拡大していくにつれて互いに矛盾する事実と直面するのが常である。その際、私たちは互いに矛盾する事実の一方のみを排除し、物事の一面性・明白性に固執したくなる誘惑に駆り立てられる。しかし、それはちょうど何人かの盲人が一匹のゾウに触り、「へびのようだ」、「扇子のようだ」、「丸太のようだ」などと、それぞれが自分勝手に自己主張を繰り返しているようなものではないだろうか。それぞれの主張を補い合わなければ、ゾウという全体の姿は決して捉えられるものではない。同じように、相矛盾しあう事実を一つの全体として統合する‘ものの見方’が障害されている限り、科学の発展は望めない。逆に、相矛盾しあう事実がより高次の‘ものの見方’の中に統合された時、新たな科学的‘真理’が発見されたことになる。

つまり、‘統合の障害’による‘科学崩壊の危機’と‘統合の成立’による‘科学発展の可能性’が共存するのである。しかも科学的‘真理’の探求においては、人間的要素を完全に排除することはできず、その‘客観性’がその時代精神とともに変容することになる。つまり、科学的‘真理’は、その時代に

新たに発見された最新の知識を統合しながら、常に再認識され続けねばならない。そのために、現在の‘常識’は将来の‘非常識’へ、また逆に、現在の‘非常識’は将来の‘常識’へと転化してしまう可能性を、どこまでもはらみつづけることになる。その意味では、科学的‘真理’は、あくまでも主観的‘客観性’を持つに過ぎない。

こうした観点を次の具体例で説明したい。

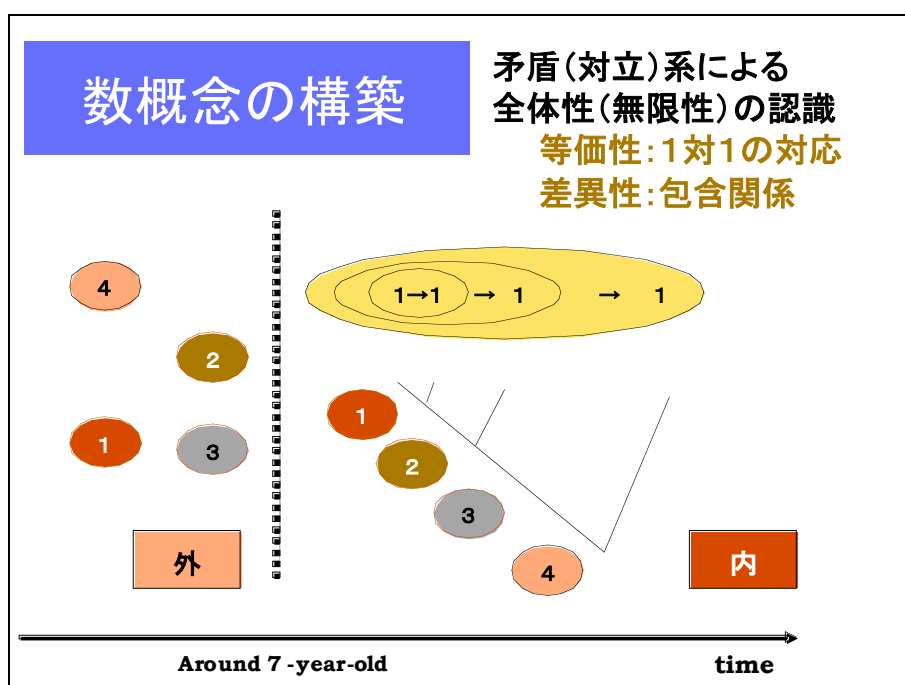


この図は、対立と統合の様相を空間図形と時間過程に関して説明する目的で描いてみた。(a)の場合では、2次元平面で考えると□と○は、対立しているように見えてしまう。しかし、この対立は3次元空間を考えることによって、容易統合することが可能となる。(b)の場合では、同一の神経細胞が同一の刺激に対して興奮している現象が、観測する時間スケールによって、電位の上昇( $t = t_1$ )あるいは電位の下降( $t = t_2$ )といった対立として見えてしまうことを示している。もちろん、私たちは十分に長い時間の観測データをしっているので、その対立は簡単に統合されてしまっている。しかし、実際の問題では、どれくらい十分に時間をかければ、すべての対立が統合しうるか判断することは難しい。ところで、(b)の左の図は、時間における対立的な変化が空間的な対立(同一分子の形態変化)と対応していることを示している。対立に直面した際に、どちらかの状態のみにとらわれていると、1つの全体としての興奮現象は決して理解できない。

## 2. 進化の2形式と創造性の発現

### 2-1. 数概念の構成過程

発達心理学者ジャン・ピアジェ（1952）によると、数概念ができあがるには平均7～8歳の臨界期を超える必要があるという。それ以前の子どもは、1歳から6歳までの間に毎年1つずつ新しい数を習得する。ところが、7～8歳の臨界期を過ぎると、新しい数そのものを習得するのではなく、数を作り上げる操作が習得される。数概念を構成するのに必要な操作とは、1) 等価性、すなわち1対1の対応づけ（見かけの相違にかかわらずに保存される関係）、および2) 差異性、すなわち単位の単純な反復（ $1 + 1 = 2$ 、 $2 + 1 = 3$ 、・・・）に基づく入れ子構造化による包含関係である。

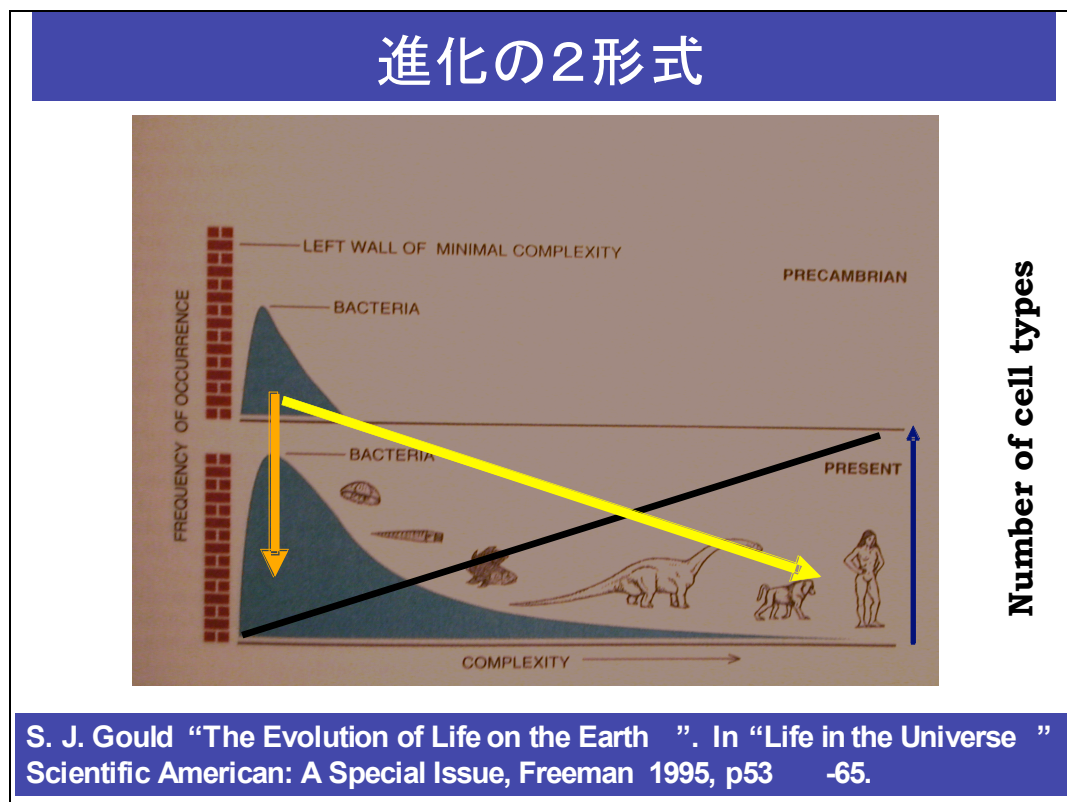


この等価性と差異性からなる有限の操作によって、無限の自然数が構成できるという点は、ダーウィンが自然選択説を提唱する際に、有限の操作として遺伝的変異—すなわち、遺伝による保存性と突然変異による差異性—に着目することによって、無限とも思える生物種の多様性を再構成できることに気づいた点と相同の関係にある。

実際に、認識の個体発生として見られる子どもの数概念の構築をスケッチすると、上の図のように図式化できる。7～8歳の臨界期以前には、外的世界にバラバラに存在していた数が、臨界期以後に、包含関係によって1つの全体として内的構造化が起こると考えることができる。そのメタ認識は、先に指摘したように「外」に開いた構造から「内」に閉じた構造への相転移として捉えられる。

## 2-2. 生物進化の2形式

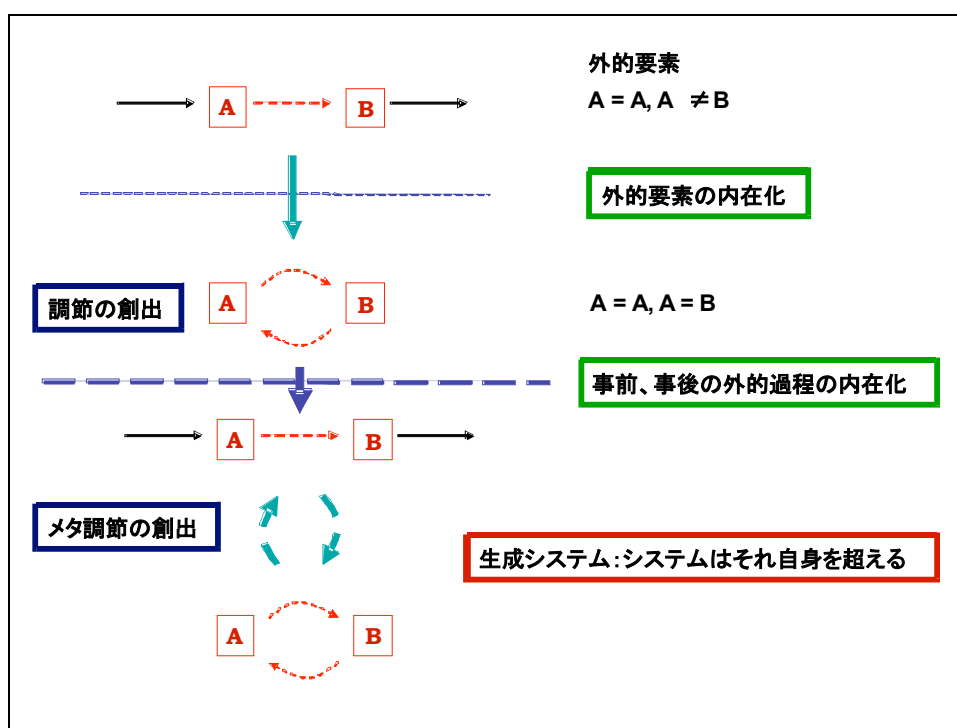
レポートの2つめの課題に、ヒントとして単細胞から単細胞への進化と単細胞から多細胞への進化という2形式を指摘している。それは、以下の図に示すように、横軸に生物の複雑性（大雑把に言えば生物のサイズ）をそして縦軸に生物種の多様性（大雑把に言えば生物種の数、左軸に示す）と各生物種における1個体あたりの細胞型の多様性（大雑把に言えば細胞型の数、右軸に示す）をプロットしてみる。生物種の多様性は、そのサイズが増大すると現象する。その一方で、個体を構成する細胞型の数は増大する。例えば、単細胞ではその種の数が多いが、細胞型の数は1つと少ない。一方、ヒトでは生物種の数はいくつか少ないが、細胞型の数は200種程度とかなり多い。



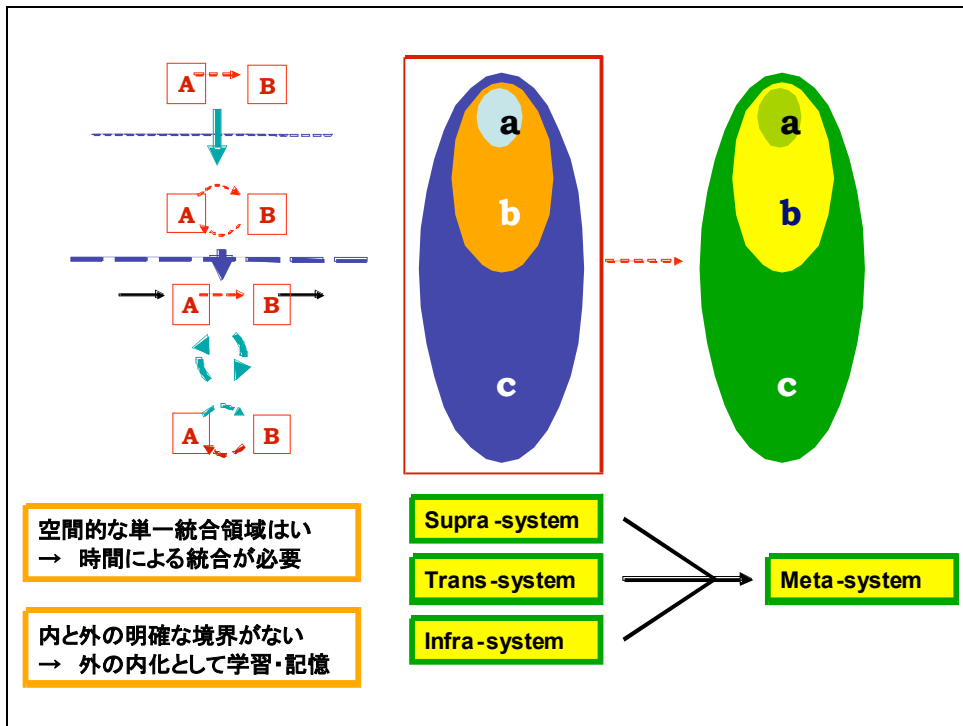
こうした逆相関関係の理由を考えてみよう。ヒトの場合、個体を構成している細胞型の数は多い。そのために、発生過程によって成体になるまでの成熟時間は必然的に長くなる。しかし、その反面、免疫系に代表されるように生体防御機構は進化している。つまり、免疫系のクローン選択（以後の講義で解説）に代表されるように体細胞選択による細胞進化が個体内のさまざまな組織において同時進行することによって、個体として環境に速やかに適応することができる。その結果、個体の寿命も長くなる。さらに、生物個体としてその内部多様性（細胞型の多様性）を増大することによって、種全体としての多様性を大きくしておく必要性はなくなったのである。

ところが、昆虫のような生物サイズの小さい種では、個体を形成している細胞の種類は少ない。そのメリットとして、短時間に発生過程を終えることができる。しかし、そのデメリットとして、細胞の種類が少ないために、有効な生体防御機構を持つことができず、寿命も短くなる。そのために、世代交代を軸とした進化によって環境に適応しなければならず、種の多様性を大きく維持する必要がある。

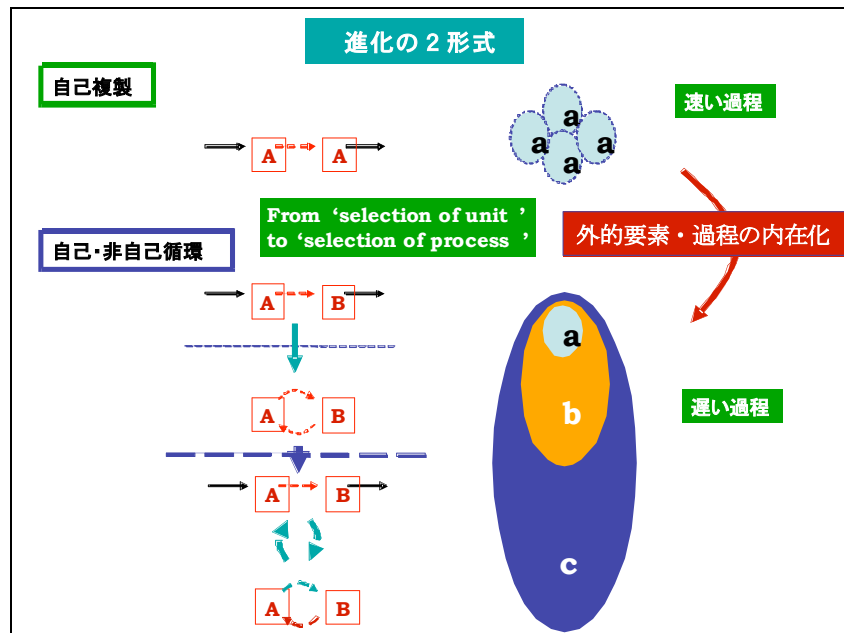
### 2-3. 自己・非自己循環過程としての進化：開いた過程と閉じた過程の循環



上の図示したような、はじめにAがBに変化するという過程だけを考える。 $A \rightarrow B$  で表示した過程は、フィードバックがなく「外」に開いた過程である。つぎに、 $A \Leftrightarrow B$  といったフィードバックのある「内」に閉じた過程を考える。生体では、空間的部域差があるために、AがBに変化する一方で、逆にBがAに変化している。こんどは、 $A \rightarrow B$  から  $A \Leftrightarrow B$  の変化の過程を考える。以下、同じ過程を繰り返していくことによって、高次構造が構成される。



この図に表示したように、過程から過程が作られる過程は、どこまでも続く。要素としては、AとBしかないにもかかわらず、この過程から過程への構成原理は無限の連鎖を生み出しうる。この構造図は、数概念の構成過程を示した入れ子関係図と同型である。ヴァレラ（2001）も指摘しているように、この構成原理は、局所的にも全体的にも等しく成立している。それは、二者択一を越えながら、過去の構造に条件付けられつつ、生成を繰り返す過程の連鎖となる。



さて、いよいよ「創造性とは何か？」という問題の核心に迫ろう。その一例は、「進化」といえる。上の図に示したように、進化には2形式がある。1つは、自己複製という増殖過程における変異と選択の過程である。これは、ダーウィンの自然選択過程である。そして、もう1つが、「外」なる要素・過程を「内」へと内在化する自己・非自己循環過程である。両者の相違は、構成される構造の相違から明白である（図における右上と右下）。一方は単細胞バクテリア的で、他方は多細胞生物的である。後者の特徴として、部分 a と生体個体 c の関係は、単細胞バクテリアと多細胞生物の関係として捉えられる点である。

認識にも、対象認識とメタ認識の2次元があることを、すでに指摘した。進化の2形式というのは、認識の2次元と対応している。要するに、「生命とは何か?」、「認識とは何か?」、「進化とは何か?」、「創造性とは何か?」というあらゆる疑問に対して、私は自己・非自己循環過程と統一的に答えたい。