

「知的進化論」人類はどこから来て、どこへ行くのか

齊藤たつき

昨日、三人の講師の方々をご紹介したときにちょっと申し上げたのですが、我々は現在、図1の0億年（図7の 10^{18} 秒）近傍にあります。そこから将来に向けて、複雑に発達した地球システム、社会システムをどのように取り扱うかというところが、社会情報学のもっぱらの領域であります。

まず、昨日の岩田先生のお話ではないですが、主題の「知的進化論」という言葉は全くありません。初めて私が言い出した言葉です。それから、進化という言葉の意味合いも、昨日少し議論がありましたが、いろいろな意味合いでそれぞれ使われております。この辺についてはあとでお話をしようと思います。それで、副題であります——人類がどこから来て、どこへ行くのか——という部分についてもこういうようなテーマでいいのかどうかというご指摘があったのだと思うのです。進化については、生物学者の考え方とか、いろいろあるかと思いますが、先程言いましたように、これは研究分野によって多少ニュアンスが異なることもあり、また最適なものだけが進化するというものでもないと思います。自然選択、いわゆる適者生存の考え方というものがあるわけですが、進化には必ずしも自然選択というのは、必須の条件ではないと思います。それはなぜかといいますと、自然環境に不適格なものが生き残るはずがないというのは、論理的にこれは正しいことです。しかし、論理的に、合理的であっても、実世界ではそうでないということが十分あり得る



齊藤 たつき 氏

ことです。たとえば共生という事実をとってみてもです。それから最近の実験結果では、必ずしも大腸菌その他の実験で、強いものが生き残るだけではなくて、弱いものも数十%、かなり安定した状態で生き残るというような結果もあるようですから、必ずしも自然選択が必須の条件ではないと思います。

我々のもっぱらの関心対象でございます社会的進化、ここでもまた「進化」という言葉が適当かどうか別であります。これは生物学的な進化の延長上にあると、いえなくもないわけですが、我々も生物の一種でありますから、しかし、人が集団化して、今までの生物のシステムになかった新しいシステムを生成するに至った過程というのは、我々は知的機能が主体でありますので、知的進化論の守備範囲になるのではないかとはいふに思いま

す。

実は今月の初めにおこないましたプレ・シンポジウムの際に議論になったのですが、知的というのは普通は、特に情報関係では「インテリジェント」(intelligent)という英語の訳し方をするのです。ところが、私はそうではない。私のいう「知的」は、英語でいうと、—多少「インテリジェント」という意味もあるにはあるのですが—「インテレクチュアル」(intellectual)になります。

ここで、本来のテーマに戻ります。プレ・シンポジウムの際に、「どこへ行くのか」ではなく、「どこに行くべきか」というようなテーマにした方がいいのではないかと、それは規範的な意図をもって臨むべきだという見解がございました。これは、もっともだと私も思います。ここに来ていらっしゃる先生達はよくご存知だと思いますが、かつて、原子エネルギーの解放を人類が手中にしたときに、その危険性ゆえにその利用を平和利用に限定すべきという声明が急遽、出された経緯がございました。それから、現在でいいますと、バイオテクノロジーの進展というのがもし加速されるとしますと、人工的な生物が生産される。人工的な生物が生産されるというのは、かなり刺激的な表現だと思います。そういうことが行われる可能性が十分あります。特に人に関して、ある目的をもって合目的な人というのが生産されかねないというのが、これからの問題であろうかと思えます。

こうした問題も含めて、人間社会の進化のテーマというのは重大であるがゆえに、より十分な議論を慎重に重ねる必要があると私は考えております。したがって、その意味では、当学部にとっても、このテーマは今後の重要な課題の1つと考えています。

しかしながら、何々すべきということもあるかと思いますが、主義とか主張ということも、ここには当然入ってくるわけです。規範ですから、それぞれの価値観、ものの考え方

が入ってくるわけです。そういう主張をあえて控えめにして、あくまでもニュートラルな立場から、今回は議論したいというつもりで、どこから来てどこへ行く、多少無責任になるかと思いますが、中立的な立場で3人の先生方にいろいろなことを教えていただきたいというつもりで企画したわけです。

それで、私が個人的に考えていることをこれからお話したいと思います。私はシステムサイエンスをやっているものですから、このテーマに関しましてもシステム論的なものを見方をするのですけれども、システムとは何か。これもいろいろ、その方面の学会では定義がございまして、もっと専門的な、信号がどうだとか、制御性がどうだとかというような定義の仕方も、実はあるのですけれども、私どもは社会情報を扱っているものですから、できるだけ広範な網をかけなければということがありまして、「システムとは、それを構成する個々の要素にはなかった機能あるいは意味が新たに発生するもの」と定義します。この意味は、今流行りの言葉でいうと、いわゆる「創発」、エマージェンス(emergence)という言葉にあたるわけですが、そういう新しい機能というようなものが発生する構造体だと定義しております。

こういう定義だけではなかなか進まないのです、その定式化をどうするんだという話がございますが、こういうような言い方もできるのです。たとえば、 F_1 を1つのシステムの機能としたときに、そういうものについての集合として考えるということになります。ここで、それぞれ違うんだということが重要なところですね。重なりを含まないということです。これについては、若干、計算例をあとでご紹介したいと思います。

次に、少しこれは私の研究と違うのですが、最近いろいろ勉強した中で、毛色の変わったというのか、面白いものを見方をする研究がございまして、それをひとつご紹介をした

いと思います。これは、ご存じの方もいらっしゃると思うのですが、オックスフォード大学の数学の先生だったと思いますが、ペンローズと、アリゾナ大学の麻酔科の先生のハメロフが、論文をいくつか書いたものをまとめ、この名前がまた、適切かどうかわかりませんが、とにかく日本では「量子脳理論」という書名で出しています。量子と脳をくっつけたということで、「えっ」と思ったので、これをご紹介します。

要約すると、ニューロンの中にマイクロチューブリンという、これは大島先生と岩田先生の研究分野と関連しているのでお詳しいと思うのですが、ニューロンの構成物質であるタンパク質関連物質があります。そこに脳電流が伝播するときに、量子力学的現象が発生しそれが意識を創り出すというものです。つまり、量子干渉が臨界を超えたときに、自己収縮を起こします。これをリダクションを起こすといえます。そのときに意識が発生する。意識というのは、マイクロチューブリンが自己収縮を起こすときに、意識としてそこに表れるというようなことを言っているのです。こういう過程が循環して発生する。それが意識の発生過程だというわけです。ロジャー・ペンローズは数学者で、ハメロフはもっぱらニューロン内の微小管について、医学生理学的な細かいことには詳しいということです。そのお二人がしているという仕事です。

それで、もう少し具体的に、どういうことかということですが、この図2の上の図がニューロンのここが核です。ここが軸索のところで、これは樹状突起のところですが、このところにマイクロチューブリンがあります。チューブリンの複合体をチューブラルといっているのですが、(その構造は)こうなっています。この中を、最近分かってきたことですが、分子モーターと称するようものがあり、いろいろなものを運んでいるという

ことす。特徴的なのは、このところが平行に微小管が並んでいるのです。今、その1つを取り出した拡大図が下の図でございませけれども、ここにちょっと見ると、トウモロコシみたいな格好をしたものがあるのですが、1つはチューブリンと称して、大体8ナノメートルぐらいの長さ、幅が4ナノメートルぐらいです。実は、このマイクロチューブリン、あとでまた拡大図が出てきますが、2つの形態があります。これが13個つきまして、1つの微小管の1周分を形成している、この図はその1つです。1本を形成している。この直径が、約25ナノメートルです。

今のところを少し詳しく描いた絵がこれ(図3)でございまして、ここに描いてあるように、疎水性のポケットが、これは電子の位置ですが、これはちょうど重ね合わせた状態にしたのが下の絵です。とにかく2つの状態を取り得る。このスイッチング速度が、この状態になったり、この状態になったりするのは、どのぐらいの速さかということ、ナノ秒からピコ秒ぐらいの短さの速さで状態が変化する。

図4が、実はこのひとつひとつがこれですけれども、先程のマイクロチューブリンで、全体をチューブラルと言っております。この一断面を平らに、本当はこれは筒状になっているわけですが、平面状に伸ばした状態をシュミレーションしたものです。その状態が、8つの状態の遷移状態、推移状態を表して黒い部分がエネルギーが高いのです。

この状態が初期状態ですが、少しずつパターンが変わって行きます。ここに書いてあるように、1フレームが1ナノ秒。ここでは8ステップの状態が書いてありますが、この状態が次のこの上の図が初期状態であります。が、どんどんこういうふうに変化が来て、この6という状態になりますと、ある臨界状態になります。ここに書いてあり

ますように、量子重力で決定される自己崩壊。これはオーケストレイテッド・オブジェクト・リダクション (Orchestrated Object Reduction) の略 (OR) と書いてありますが、その閾値が実現されますと、途端にここからここが変わってしまうということになります。このときに意識が発生するのだというふうに言っています。

その状態をグラフで対応関係を示したのが下の図でございまして、先程の8つの状態の推移が順に書いてございます。時間的には、ここからここまでが、ここに書いてございますように500ミリセカンド。縦軸がここに書いてございますように、量子のコヒーレンスの便宜的な目安、重ね合わせに発達するチューブリンの数であるということです。ですからこの数を、黒っぽく塗った数を意味していると思っていただいていたのですが、それが、だんだん時間とともにこの部分が多くなって、コヒーレントな量子的な重ね合わせが増えてきて、ある臨界状態に達すると、この波動関数の収縮であるオーケストレイテッド・オブジェクト・リダクションが起こる。この状態になると、コンフィックに戻るわけですが、このときにちょうど鋸歯状波の急峻部分に到達しそこを落ちるときに意識が発生する。この前の状態を前意識過程といいます。以上が、量子脳理論の基本の考え方です。

これが、どのようなことを意味するかということをもとめたのが、これ (OHP) でございます。

それで予測としては、シナプスのギャップが、先程言いましたように横の幅ですが3.5ナノメートル、量子干渉トンネル効果が起こる上限というのが4ナノメートルであります。充分、4以下ですので、あるニューロンとその近郊のニューロンの量子干渉というのがギャップ結合を通り抜けて、1つの量子干渉となっている可能性がある。これは、もう

少し図で表しますとどういうことかといいますと、この (図5) の上の図は、実際の顕微鏡写真でございますけれども、この1つひとつがマイクロチューブリンです。これがタンパク質関連物質で、橋梁といいますか、橋のようにお互いにつながっている。構造的にはこういうところでつながって、協働化している。今言った干渉、ギャップのところ干渉を起こすというのはこの下の図でございまして、このところがシナプスのギャップがございまして、それを模式的に表したものです。こういうところで干渉を起こしている。

2番目としては、ある意識事象に関与している神経節、つまりチューブリンの量というものを計算してみようということなのですが、 $E=h/2\pi T$ とありますが、ここでEというのは1つの重ね合わせ状態の量子エネルギー、hというのはプランクの常数、このTというのは干渉時間ですので、これは岩田先生はご存じかと思いますが、脳波の波長が40ヘルツで、いろいろ同期をとって動いているみたいです。つまり、ある意味では、今の計算機をやっている人からすると、非常に遅いクロックタイムだということです。クロックタイムが今言ったように25ミリセカンド。今、大体一番速いパソコンが1Gヘルツのクロックですから、そういうのから比べたら非常に遅いです。そのクロックタイムで同期をとって動いているというのが、いくつか実験でも確かめられています。一応、それを基準にして、それを時間に直すと25ミリセカンドになります。

それで、これを入れてやりますと、大体 2×10^{10} の10乗。つまり、200億個のチューブリングがあるということが計算でできます。大体これは、ニューロンの数に直すと、1万ぐらいのニューロンになります。

それから3番目の予測としては、これはなかなかこういうものができるかどうかというのは保証の限りではないと思うのですが、も

し原子干渉計というようなものを用いて、今生のリアルな経験というものも、基本的なプランクスケールの時空構造が検証できるようになるかもしれない。なるとは彼らは言っていないませんが、なるかもしれないと。

もう1つの仮説として、これは昨日のお話ではありませんが、大島先生が言った2番目のやり方。秋山先生なら関心があるのではないかと思うのですけれども、もし細胞骨格の組み立てにある種の臨界点があって、それが進化の速度に重大な影響を与えてきたとすれば、こういう考え方をしている人は多いだろうとは思いますが、カンブリア期の爆発、カンブリア爆発というものがあるのですが、そのカンブリア期の初期に出現した生物の化石を調べてみれば、その微小管、つまり細胞骨格の大きさとか、複雑な臨界に達していたことがわかるのではないかと彼らは言っているのです。調べてみれば、そのときに、このところが彼らは関与していると、そこが臨界ということなのです。

それでは最初に戻りまして、システムを先程のように定義したのですが、今、少し変えて、ウェイトを付けたものを考えております。これは、誤解しないでいただきたいのは、これが最終結果ではありません。今、初めてこういうようなところに出すわけですから、これは今後どうなるかわかりませんが、いまのところ、こう私は考えています。

この式

f_j を1つのシステムにおける1つの機能としたとき、

$$F = \{f_j\}, j=1, 2, \dots, n \quad (1)$$

をあるシステムの機能とする。

ここで、 n は1つのシステム内の機能数、

$$f_g \neq f_h, (g \neq h)$$

を意味する。

また、

$$FA = \sum_{i=1}^m w_i k_i, \quad (2)$$

を進化の度合いを示す値と考える。

ここで、 m は1つのシステム内の機能の種類の数、

w_i は重み、

k_i は1つのシステム内のある機能とする。

この(2)は、1から n までのサンメンションになっていきますけれども、これは1つのシステムの中の機能の種類の数だとします。これは、たくさんあるわけです。これは種類の数です。それから、 K_1 の方は、1つのシステム内のある機能とします。ですから、これは重なりは先程言ったようにありません。それぞれ重ならない機能を K_1 としています。

それで、少し数字が出てきて申し訳ないのですが、あとでこれをグラフ、図にしたものをお見せします。ちょっとこれを説明をいたしますが、上に描いてございますのは、一番最初にお見せしました、この時間軸をここに描いてございますように、一応、宇宙が創生された時点をゼロ秒と考えています。それから、10の t 乗時間経っていると見て下さい。マイナス44乗のところ、昨日、佐藤先生からお話があったのですが、最初の分岐があって重力が発生するという時点。それから、こういうような時間経過がございまして、現在はこの辺、我々の存在が大体18乗近辺ですが。

それでは具体的に先程の式に値を入れて計算してみます。機能の種類はまだ有限個、5個しか取っておりません。つまり、 n の数が5です。具体的には、一番上の K_1 というのは力の種類。ですから、ここは最初、ビッグバン開始後10のマイナス44乗秒で重力が発生する。その他のものはその直後発生していくわけです。力の種類というのはせいぜい4種類。

それから、次の K_2 に関しては、これはいろいろな粒子の数でありまして、これも、そうそう大したことはない。

今度、ここ (K_3) は原子の数ですけれども、

この辺になると、ワッと増加する。それだって2桁です。

それから、 K_4 については、これがたくさん増えてくるのですが、特に生命が発生する辺りになると、これが重要になるのですが、これが今、非常に多くなっているのが、実は人工化合物です。ものすごい勢いで今、化合物が生産されております。次から次と、新しいものが出てくる。もちろん、自然にある化合物もいくつかあるわけですが、桁からいうととにかく人間が生産する薬なども含めて、ものすごい種類にのぼります。

そんなものをここのところはウエイトなしで、そのまま足していつている。この辺(K_1 , K_2 , K_3 , K_4)は数が少ないから、こういうように直接の値として示せるのですけれども、こっち(K_5)以降になりますともものすごく増えてきますので、大体どれぐらいの桁かということを表示しています。

これを図にしたものが、これ(図6)でございませうけれども、つまり縦軸というのは結局、ある進化の度合いを表すのです、今の段階で。ということで取って見たわけですが、この辺は重力が発生して、これがハドロンの時代とかレプトンの時代ですが、これは、本当はこの図は、あまり正直な図ではありませんで、縦軸はどんなスケールでとっているんだと言われますと、こういう値をかなり強調して描いているのですが、こっち(右方向)にいけますともものすごく大きな数になるものですから、とにかく描ききれないので、非常にこの辺は誇張して描いてございませう。この辺から、そろそろ原子と称されるものができてくるのです。この辺から、今度は分子ができる。

それで、ここのところで生命が大体17乗ぐらいのところまで生命が発生するわけですが、そこでいろいろなものの多様性が出てくる。特に、ここからここにかけてカンブリア爆発が発生し、それによって非常に多くの生命体

が誕生する。

それで現在はいろいろなものが生産されていて、こういう状態になります。

特にたとえば、これは非常に控えめに最近は見積もっているのですが、インターネットのようなものが普及しますと、それによる機能の増加というものはものすごい数になりまして、大体いくつ、つながっているのか、ほとんど実態は把握できないぐらいの数です。そういうものの発生させる機能というのはいろいろな意味があるのですけれども、インターネットで何をやるか。あるいはその先にどういう情報がぶら下がって、どのぐらいの種類がぶら下がっているかというのは、ほとんど実態はつかめないぐらいの状況です。そういうものは、あまり正確に見積もっていないのですが、ちょっと控えめに見積もっているのがここの値です。そしてこの図(図7)がひとつの進化の度合いを表せるのではないかと考えております。

私の話は、今のところはこれまでしかできないという状態です。もっとも先程言いましたように、我々、知的な存在が社会を構成しているわけですが、そういうものをいかに、たとえば先程ちょっと資料をお見せいたしましたが、こういうようなものをどのようにして見つけだすかということ、今のところ考えられる現実的な方法は、データベースの中に入っている機能を入れておいて、新たな機能と思われるものを入れていって、今までの中に同じような機能がないかどうか検索して、今までのものと違うということが中でわかれば新たに登録していって、カウントアップしていくというようなことをやる。その部分が多少、知的処理だとはいえるのではないかと。いくつかの方法論があるのですけれども、たとえばプロダクションシステムを使うとか、いろいろな方法はあるのですけれども、とにかくそのところは多少、知的といえるような処理が可能ではないかというふうに、今、

考えております。

このようなことをやって、少しでも社

会情報の処理に役立てればと考えております。以上でございます。

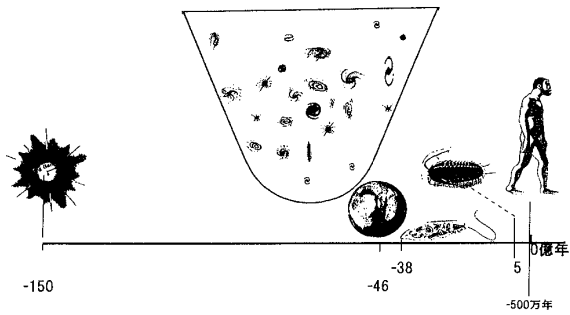


図1 (図の0億年の位置が、ビッグバンから 10^{18} 秒経過した時点である)

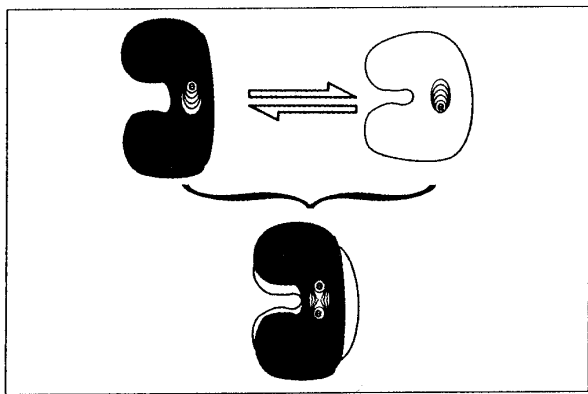
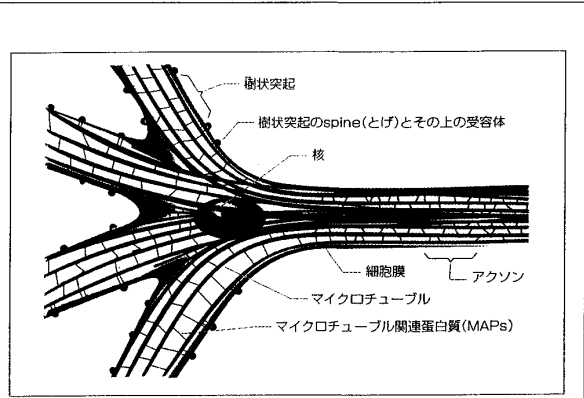


図3

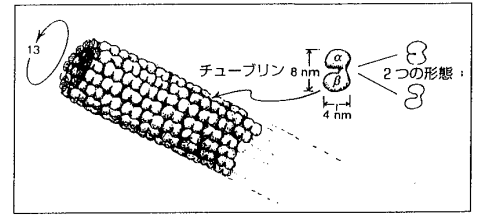


図2 (図2, 図3, 図4の出典は、『ペンローズの量子脳理論』, 徳間書店, 1997)

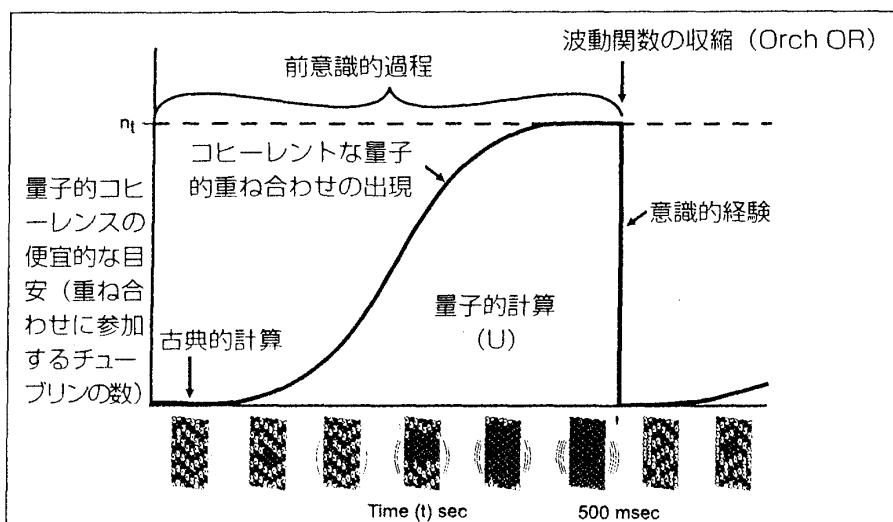
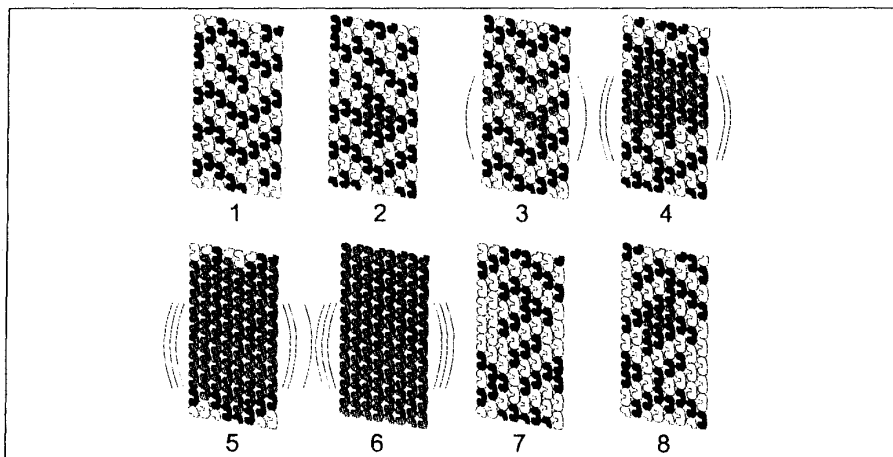
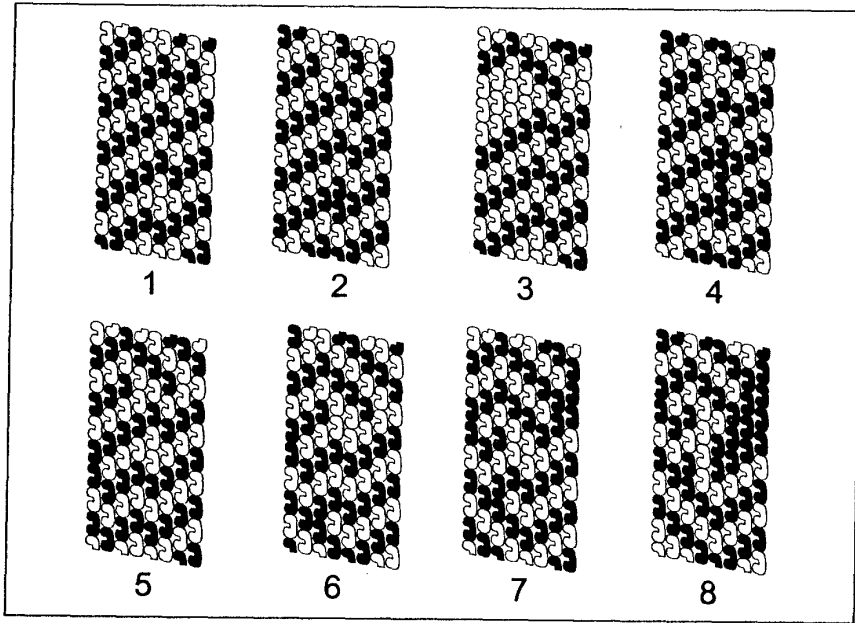


図 4

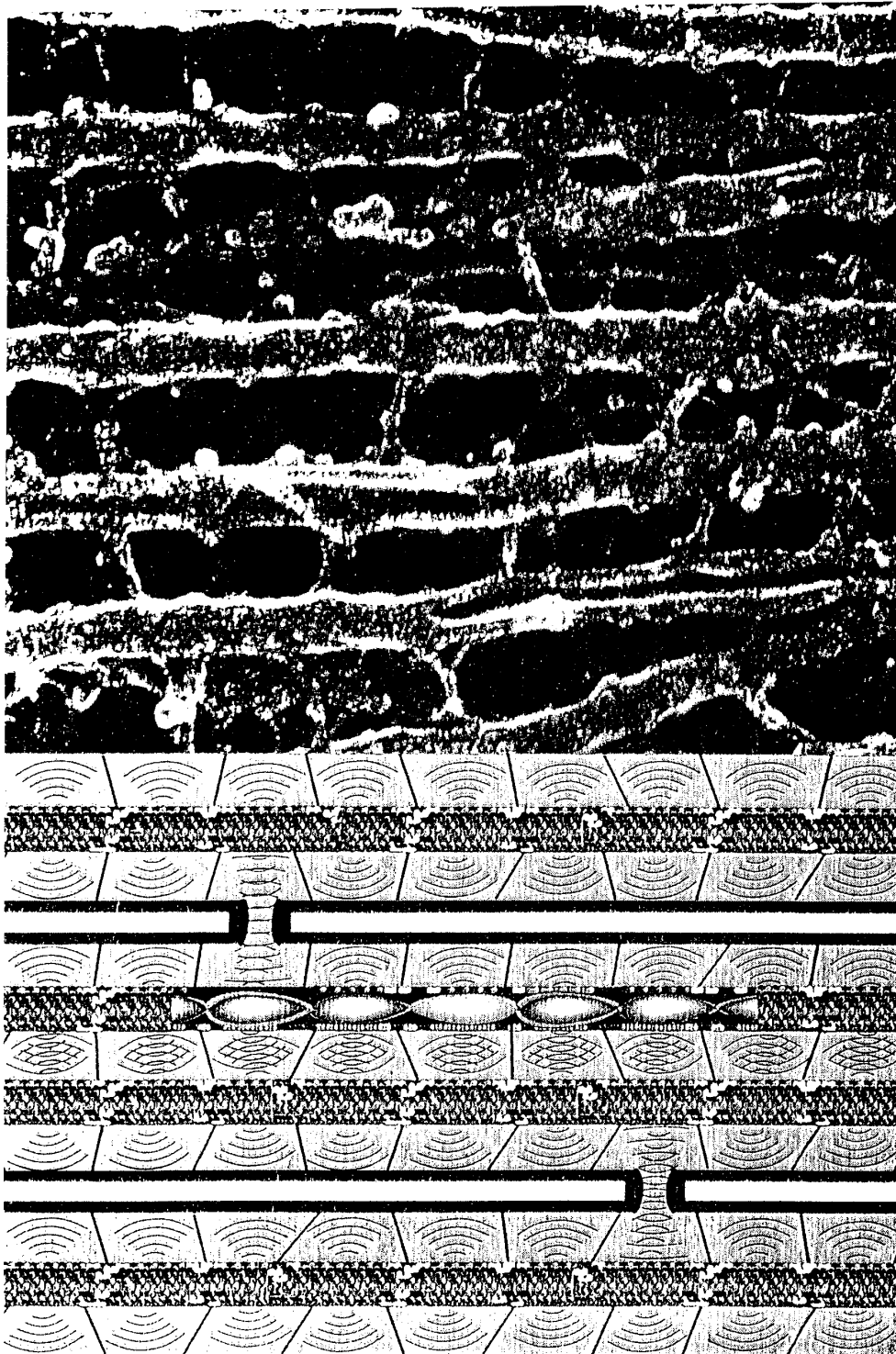


図5 (出典は、『最新脳科学』, 学習研究社, 1997)

kind of function	cosmic time (second): 10^t									
	-44	-36	-6	0	10	13	16	17	18	19
	Value of k_i , FA									
$k_1 = kf$	1	3	4							
$K_2 = kep$	1	15	25							
$K_3 = ka$						103				
$k_4 = km$							10^{-3}	10^{-7}		
$K_5 = kl$								10^{-4}	10^{-9}	
$fk_i = \sum k_i$: Total of function	2	18	29			132	10^{-3}	10^{-4}	10^{-7}	10^{-9}
FA	2	18	29			132	10^{-3}	10^{-7}	10^{-10}	10^{-12}

kf: kinds of forces; $w_1 = 10^0$
 kep: kinds of elementary particles; $w_2 = 10^0$
 ka: kinds of atoms; $w_3 = 10^0$
 km: kinds of molecules; $w_4 = 10^0$
 kl: kinds of lives; $w_5 = 10^3$
 FA: $\sum w_i k_i$ (weighted $\sum k_i$)

図 6

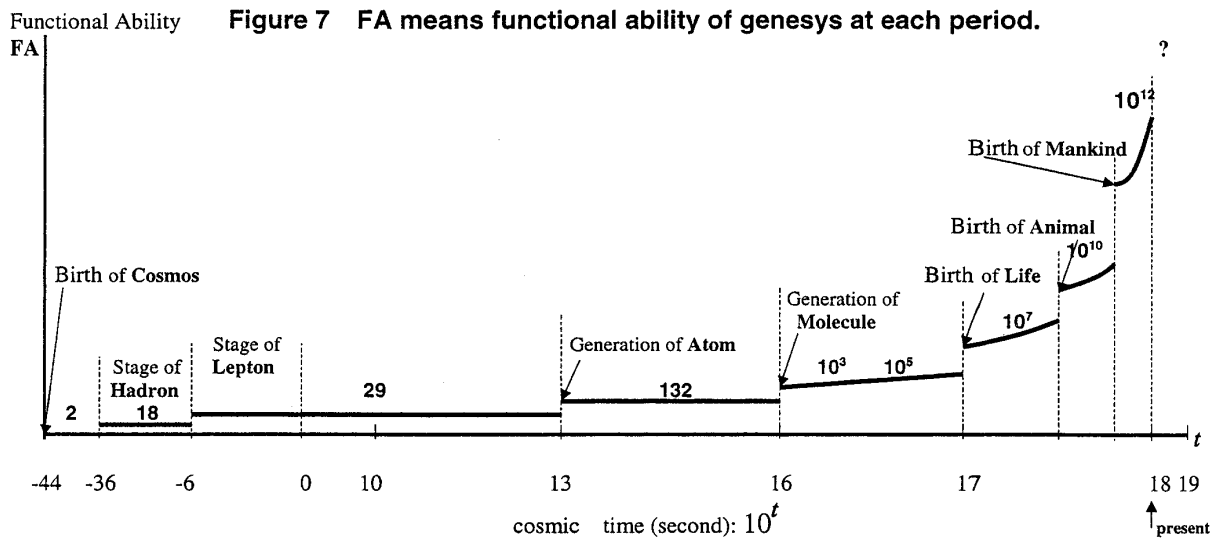


図 7