

生命に關して(一)

富田朋介

概要

第一篇 生命とは何ぞ？

生命は蛋白質である。と云つても生体を組織してをる何十萬種のうちからその一つをとり出した蛋白質が生命と云う訳ではない、之等の蛋白質が相より種々の営みを為して、自己保存即ち物質代謝の体系にある蛋白質が生命なのである。

第二篇 生命はいつ如何にして發生したか？(生命の起源)

生命は偶然に發生したものでなければ永久に存在するものでもない。生命は物質の長い進化の結果發生したものである。出現は乃ち物質の歴史的發展の一段階に於て可能であつた。即ち生命は第一次有機物質の漸次的發展の結果である。

第三篇 生命の根源は実に太陽にあり

生体を構成する蛋白質、脂肪、炭水化物等有機物は凡て植物の光合成によつて無機物の CO_2 と H_2O より六炭種を生成し $6\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O} + \text{水}\text{中}\text{の}\text{エネルギー} \text{ } 764\text{cal 光合成} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{O}_2$ 生命の運動力 ← 内呼吸

この六炭種を基として蛋白質、脂肪、炭水化物が合成され生体を構成する而してこの生体構成物質が内呼吸により分解する際に放出する「エネルギー」が生命の原動力であるこのエネルギーは太陽エネルギーの再現である。然らば生体を構成する物質の面からもその活動原たるエネルギーの面からも生命の根源は実に太陽にある会訳である。

生命に關して(一)

(詳細は阪大医学部第二解剖学教室同窓会雑誌にあり)

第四篇 生命の神秘の扉は開けつつあり

消化作用、呼吸作用など生体内で行われる幾多複雑な化学変化は凡て酵素が受けもっていることは云う迄もない。されば酵素なくして生命はないのである。酵素の本体が蛋白質であることは現在確実となり、酵素と生命現象とは深いつながりを持ち、生命の神秘さが酵素の働きそのものに帰せられると結論しても大きな誤りではないからである。

今や全世界の生化学者達はこの酵素ととりくんでいて着々成果を挙げていることなれば生命の神秘も漸次解明されることであろう。

第一篇 生命とは何か？

昭和三十五年度阪大医学部第二解剖学教室同窓会雑誌に「生命の根源は実に太陽にあり」と云う一文を寄稿した。さて、然らば生命とは何かと云う事に就いて聊か述べなければならぬ破目になつたので、茲に簡単に生命について述べんとするものである。

現代の科学は「生命は蛋白質である」と極めて明快なる答を出しておる。これはつまり、生体を形造つておるものは主として蛋白質であり、生命の営みもその基本は凡て蛋白質の働きによるからである。この説は十八世紀以来強く受け継がれて来た「生命機械論」のチャンピオンであるが、これに対しては「正気論」が真向から対立しておる正気論によると、生体を形造つておるものの外に、正気と云つたような靈気が加わつて初めて生命が生れるので、結局自然科学の力では生命現象の秘密を探る事は不可能であると云うのである。常識的感覚では生命を神秘的なものと考えておるがこの素朴な正気論も最近の生化学の著しい成果によつて根こそぎくつがへされようとしておる。吾々の体は

水分や骨を除いて有機物質特に炭水化物、蛋白質、脂肪がその大部分を占めている事は中学校でも教へておる通りだが、その生体がどうして手を動かしたり足を働かしたり、又体温を保つたり出来るかと云う事がある。食べたものを胃や腸で消化し、栄養分を吸収し、それが血液で体の各部へ運ばれ、体を動かす力になつてゐる事は極当り前の日常の常識であり、大昔の人でもそれ位の事は知つてゐた。しかし栄養分がどんな仕組で手足の力になるかが分らなかつたため、人間の体は一種の靈或は神秘的な力によつて、支配されて色々の働きをするものだと思へてゐた、換言すると吾々が生きてゐるのは、単に食物を食べてそれを体の働きに変えるからではなく、物を食べたりそれを体の働きにかへることが、とりもなおさず生命があるからだとする考え方である。

吾々が生命について考へる時は、ともすると頭腦の高度の働きが生命を支配してゐるようによつて考へ易いが、それは大なる誤りである。勿論腦が人間の全機能を支配してゐる事は事実だが、それは極度に複雑化した体の各部を統制する為めに特殊な器官を一部の細胞（神経細胞）が形造つて発達したものに過ぎない。生命と云うものはこの脳細胞をも含めて体を造つてゐる色々の細胞が、外からとり入れた物質を「エネルギー」に換えたり或は、細胞が内外からの刺激を受けて分裂したりなどして、常に新しい営みを繰り返して行く處に生命の体質がある。生物が無生物と違かう處は、外から物質をとり入れて自分自身の力で営みをする所謂「自己保存作用」つまり物質代謝を行う働きをもつてゐることにある。

吾々が外部からとり入れた食物の内エネルギーとして役立つものは炭水化物及び脂肪である。これ等は消化管内で消化液中の酵素の働きでブドウ糖及び脂肪酸の形にかへられて吸収され、各部の細胞に運ばれそこでグリコーゲンや脂肪の形で貯へられる。又食物中の蛋白質は「アミノ酸」に分解されて初めて吸収され、各部の細胞に運ばれ既存の原形質の働きにより同種蛋白に合成され新陳代謝する。こうした分解合成の間に行われる変化は、理科の実験室で

行つた物質の變化と少しも變りない、只違ふのは變化する物質が恐しく複雑なものと云ふことである。一方細胞内に貯へられたグリコーゲン等エネルギー源物質から体を動かす力と熱をとり出す方法は、普通吾々が火を燃して石炭や瓦斯からエネルギーをとり出す場合と同じようなものと云はれるが、實際は体内では火を燃すよりは遙かに低い温度で人間では大体温温の三十一七度、冷血動物では零度近くでこの變化が行はれる違いがある。誠に不思議なことだが、こうした複雑な變化は凡て蛋白質がなだちする触媒作用、つまりものの性質をかへる時自身自身の性質を何等變へることなく只反應促進の手伝いをする。例へば日常使つておる白金カイロは、白金の小さな粒子をなだちとして、揮発油が徐々に酸化しながら熱を出しておるが、この際の白金の果す役割が触媒作用である。処で生体内の蛋白質には、細胞の組織を作つておるものの外に、特にこの触媒作用のすぐれた蛋白質の一つに酵素と呼ばれるものがある。例の酵母菌中に含まれておるアルコール醗酵をなすものや、吾々の胃液の中で消化作用を行うものも酵素の働きであるが、細胞内の酵素はもつと複雑な働きをやつておる、酵素は現在までに百以上の種類が発見されているが一種類の酵素は只一種類の化學變化のなだちしかないという特別の性質をもつており、幾種類かが一緒になつた一組の作用体は、細胞の中で複雑な變化を幾つもの段階にわけて順序よくやつておる。一例を挙げると細胞中に貯えられた「グリコーゲン」は、十二種類の酵素の働きによつて十二段階の反應をしながらエネルギーを出し、CO₂とアルコールを発生する戦時大流行のビタミンもこの酵素を作る上で必要なものであり、或るビタミンが不足すると特定の酵素作用が弱まり、体に変調を來す。如斯吾々の体は細胞の組織を作る蛋白質と生きる機能つまり、物質代謝を受け持つ蛋白質、即ち酵素の働きによつて生命が保たれている、而して此の酵素方面の研究は我国でも盛んに行はれ、阪大の赤堀教授を始め市原、順田教授等で世界のトップグループを作つておる。

「生命の合成はほぼ成功しておる」次に蛋白質と云う物質そのものが生命なのかと云うことになるが、人間の体を

作つておる何十分種類もの蛋白質の中から、その一つをとり出した処で、その蛋白質が決して生きておる訳ではない、蛋白質が生きておる作用即ち物質代謝をやつて自己保存を続けて行く為めには合成や分解の或る段階だけが単独に起つたりするものでなく、その反応が連絡して例えば糖の分解のような一連の即ちまとまつた結果を生み出さねばならぬ。つまり物質代謝の秩序ある体系を崩さずに営みが続けていかねばならぬ。この状態にある蛋白質が初めて生命と呼ばれるのである。それでは蛋白質そのものに本来生命の靈氣が与へられているのでなく、又蛋白質が物質代謝の体系を作る結びつきをする為めに、靈氣的な力が働いているものでもないことを明かにせねばならぬ。それには蛋白質を化学的に分析し、人工的に合成出来るものだと云うことを実験証明せねばならぬ。

蛋白質は炭素、酸素、水素、窒素などから出来ており、地球上の物質の中で最も複雑な構造を持ち、何十万もの種類を数えるが、分析して仕舞へば僅か三十種類の「アミノ酸」になつて仕舞人体中にある「アミノ酸」は更に少く、僅か十八種類に過ぎない、この「アミノ酸」が次々に鎖のようにながつて蛋白質を作り、比較的小きな蛋白質でも、その一分子の中に二、三百もの「アミノ酸」が含まれていてこの組み合わせ順序の違いにより性質の異つた蛋白質が生れて来る。だから数学の順列組み合わせの計算からも分るように、僅か十八種類の「アミノ酸」から莫大な種類の蛋白質が生れるのも成程とうなづかれる。

さて「アミノ酸」の合成はメタン、水素、アンモニア、水蒸気の混合気体に無声放電を行う方法などが既に各国で行はれている。我国でも阪大の赤堀教授はホルマリン、シアン化水素、アンモニアから単独の「アミノ酸」の状態を経ないで「アミノ酸」の重合物を作ることに成功しており、これに種々の「アルデヒド」が加わつて蛋白質が出来る段階をつきとめるのに今一步の処まで近づいている。さすれば人間の体を作つている蛋白質が試験管内で作られるのもそう遠くはないと云う訳である。

そして次の段階は合成された蛋白質を集めて、どのように統一ある物質代謝をやるかの問題だが、これには既に仏蘭西の化学者ブンゲンベルグテヨングはゼラチン卵の白味から作つた純粹な蛋白質の溶液を混ぜ合せて、その濁つた溶液中に出来る液滴を「コアゼルヴェート」と名付けた。これは溶液中の蛋白質分子が互に綜合して、その集塊が段々大きくなり幾百もの分子が集つて顕微鏡で見られるようになったもので、液滴でありながら簡単な一定の構造と組織をもつており、周囲から有機物を吸収して液滴の中で合成分解をやつているこの「コアゼルヴェート」は、生命をもつた物質の発生の研究に極めて重要な位置を占めている。然しこの段階ではまだ生命と云へないようである。然しこの「コアゼルヴェート」が合成作用によつて成長を続け、不適当な環境のもとでは消失し、自己保存に通じた作用をもつ物質をとり入れたもの丈が生き残つて成長分裂を続けていると考へられている。即ちダーヴィンの進化論の中で唱へている自然淘汰の法則が、比処にも立派に見られるのである。これが酵素の始まりで、酵素の出現は生命の段階へ飛躍するきっかけとなり、多種類の酵素を獲得したものによつて物質代謝の秩序ある体系つまり生命作用が出来るものと見られる。現代の処では細胞内で体系化されている酵素の組み合わせを特別に再現することは出来ないが、これが明らかになつた時には神に代りて人間の手によつて最初の生命が動き出すものと期待されている。

人造蛋白質、人造酵素組織が出来るのと直ぐにも人造の人体組織や、生きた人造人間が出来るかと考へるかも知れないがそれまでには、生物の諸器官や細胞間の複雑なつながり等、完成されなければならぬが、それは蛋白質を造り出すに比べて、より以上の努力が払われなければならないし又、何十萬種の蛋白質の一つ一つの組成が分らなければならぬから、六ヶ敷問題は尚お山積しておる。然し蛋白質の研究によつて生命の知識にも、正にコペルニクスの転換はなし遂げられたと生化学者達は云つている。天文学ではコペルニクスから遂に太陽を捕へる迄に七〇〇〇年を要したが、生命の領域ではその結実はもつと早くやつて来るような勢を見せている。生命を解明する意味でソ連の科学ア

カデミーはバッハ生化学研究所の所長オバーリン博士を、又アメリカではオークリッジ国立研究所のデノビットノベリ博士を中心に生命合成の基礎研究所が盛んに進められていて、此の方面では共に世界をリードしている。

アメリカのデビットノバリー博士を指導者とするオークリッジ国立研究所の生化学者達が、蛋白質の合成に成功したと云う簡単なニュースが先きほどの新聞に伝へられた。

蛋白質といへば、二十世紀前半の生化学者の開拓によつて生物の営みの鍵であり、生命現象に缺ぐことの出来ない物質であることが分つて来ている。しかし生命の本質を追求するには酵素作用、ホルモン作用、免疫作用、などの働きをもつた活性蛋白質を合成せねばならない。この活性は蛋白質を構成するアミノ酸のつながり工合と、立体構造からさまつてくる。詳しいことはまだ分らないが、合成と云つてもノバリー博士等は勿論無機物から作り出した訳ではない。まづ大腸菌の細胞に紫外線やX線を照射してその酵素蛋白を合成する能力を失わせた後、細胞をもこわしてその中身を試験管に入れ、これに予め炭素14（放射性同位元素）で目印をつけた「アミノ酸」を加へ、そこへ更に大腸菌の変異種から抽出したデオキシリボ核酸（DNA）を入れると、劇的に蛋白質が合成（いわゆる生合成）されることが分つたと云ふ、だから「DNA」と蛋白質の関係を追求することによつて、やがては遺伝子の働きを明かに出来るかもしれない。

神秘的なメカニズム

自然界には不思議な現象が多いが、中でもその疑問が深く多くの科学者の探求心をそそるものに、蛋白質合成の機構がある。生物体の複雑な型態や性質は、細胞中の小さな遺伝子によつて子供に伝へられる。このように小さな遺伝子は一体どのようにして間違ふことなく複雑固有な蛋白質を合成して、大きな生物体をつくり上げるのだろうか。このメカニズムは勿論物すごく複雑なものにちがいない。しかし、最近蛋白質と遺伝子の基本体である核酸の分子構造

が、段々明かになるにつれ、分子のレベルに立つて、その現象を見なおしてみると、この解明に一条の手がかりが与へられたことに気が付くのである。

〔DNA〕と遺伝情報

まず核酸とくに遺伝子の基本体と考へられているデオキシリボ核酸(DNA)の方だが、(核酸にはもう一つ蛋白質合成のとき仲介者の役割を果すリボ核酸(RNA)というのがある)、これは図(1)に示すように、おのおの分子がハシゴのように組み合はせて出来ている。これを立体的模型的に表はすと図(2)のようになる。つまりねじれてラセン階段のような分子構造を持つている。両側の二本のラセンに当るものは糖(ぶどう糖)に似た簡単な炭水化物と、磷酸との交互につながつた鎖である。また横板のつながつた二つの塩基(普通酸を中和する能力のある物質)は、シトシン、グアニン、或はチミン、アデニンのどちらからか図(3)に示す二種類とこれ等の左右を取りかへた二種とがある、つまり一本の核酸にはこの四種類の『横板が色々の順序で配列することになる、この配列が遺伝形質を支配する遺伝子のもつ「情報」(つまり)暗号だと考へられる。核酸はその横板が中央から分裂して、同じ情報を「異なつた形で」持つた二本の分子の鎖に分れることができる。これが細胞分裂の機構につながつているのである。

蛋白質分子の個性

一方蛋白質の分子構造は図(4)のように筒状のものの複雑なからみ合ひから出来ている。その筒はある部分では図(5)のようなラセン状で、また他の部分ではもつと複雑に折れ曲がつている。しかし蛋白質分子の全体は、化学構造としては図(6)に示すポリペプチド鎖(「アミノ酸」が長くつながつたもの)からなつていいる。(Rは二十余種の「アミノ酸」残基「アミノ酸」分子の内蛋白質の基本との化学結合に使はれていないフリーな部分)蛋白質分子にはそれぞれ個性があるが、それはポリペプチド鎖の中の「アミノ酸」の配列順序によつてきまつてくる。この配列が筒の形を決

め、更にその全体のからみ合い方を決める。この配列順序が生体内でいろいろの働きをする蛋白質分子の原因になっているものと考えられる。そこで蛋白質合成の問題は遺伝子の中の四種の横板の配列順序―「暗号」が細胞の内でのようにして解説され、二十余種の「アミノ酸」配列順序である「文章」につくられる」とかといふことにかかつている、この問題を具体的に最初にとり上げたのは、アメリカの理論物理学者ガモフであつた。その後多くの研究者達によつて追求されているが、まだ解決されるまでになつていない。このなどを解く一つの方法は配列の分つた〔DNA〕を用いて実際の蛋白質を合成し、その「アミノ酸」のならば具合をしらべることである。しかし現在まだ生化学はその段階に至つていない。

扱而自然科学と人文科学とのかけ橋とも云うべき身体生理学の立場から生命を觀れば、生命は色々の形をとつて現はれる。

即ち生命現象として

図 1

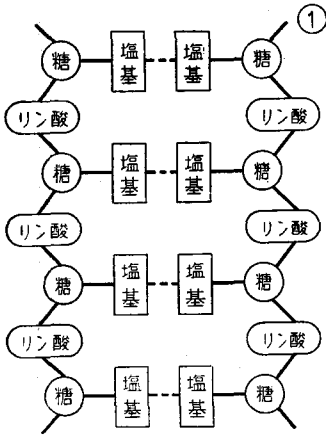


図 2

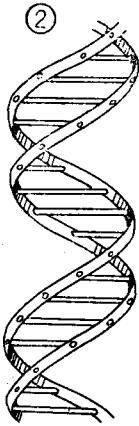
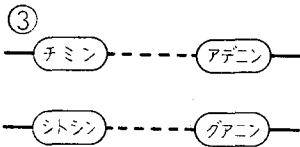


図 3



生命に関して(一)

生命に関して(一)

図 4



- (1) 物質代謝 Metabolism
- (2) 自律運動 Autonomic Movement
- (3) 刺激感受性とそのに対する反応及び印象 Mesability, Reaction, Impressive
- (4) 調整 Regulator
- (5) 生殖 Reproduction
- (6) 発生と成長 Development, Growth
- (7) 再生 Production
- (8) 遺伝 Heredity

図 5

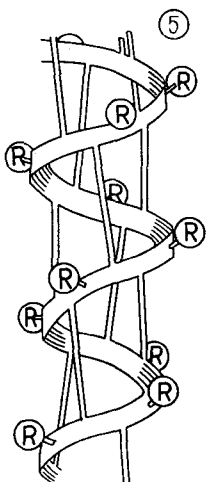
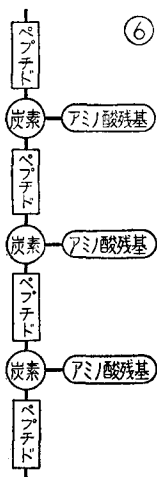


図 6



(9) 進化 Evolution

(10) 適応 Adaptation

この内(1)~(4)は個体維持に役立つ現象で、(5)以下は種属維持に関係する現象である。而して(1)の物質代謝は個体維持の基礎となる現象で(5)の生殖作用は種属維持の根本となるものである。

どんな機械でも原動力なしに動くものはない、まして生命現象と云う微妙の働きを営むものは、それ相当な「エネルギー」が必要である。この「エネルギー」は果して何処から得られるのであるか、試みに生物を極端な悪環境に置いて見ると彼等は先づ成長や繁殖をやめ、動物では運動をもやめて「エネルギー」の損失を防ぎ、免に角どうにかして生命を保とうとするように見える。

こうして極度に生命の営みが切りつめられた時でも、生物が少くとも生きている限りは彼等は最小限度ながらも呼吸をつづけている。米や麦のような休眠中の種子に於てさへも呼吸は止つていない、呼吸が止つた時即ち彼等は死んでいるのである。して見ると呼吸作用こそ生命の営みの中で最も基本的な必要欠くべからざるものであり、恐らくこれが又生命「エネルギー」の根源に関連するものと推察される、そこで吾々の呼吸の際に吸い込む息と、吐き出す息を分析し比較して見るに次の如くである。

	呼 気	吸 気
O ₂	20,75	16,40
CO ₂	0,03	4,10
その他のもの主として		
N.....	79,02	79,60

この表から分ることは呼吸によつて O₂ が消費され CO₂ がふへることである、又呼吸をガラスにふきかけると曇

ることからして水分が出るのである。これ等の変化は普通空气中で火を燃す場合の現象と同じである。機関車や自動車に於てその「エネルギー」の根源である石炭やガソリンなどの燃料が燃える場合にも同様のことが見られる。この場合は燃料が空气中の O_2 と化合して分解し、その際、燃料中に含まれていた化学「エネルギー」が出て来るのである。生体に於ても又何等かの物質が酸化して分解し CO_2 を生ずると同時に生命の原動力となる「エネルギー」が放出されるのであろう。此の場合の何等かの物質とは云う迄もなく細胞構成物質で蛋白質、脂肪、炭水化物である。これ等がとりもなほさず「エネルギー」提供物質である。即ち機関車の石炭、自動車のガソリンに当る而してこれ等のものは食物として外から取り入れられたものであることは改めて云う迄もないことである。

免に角生命が身体に宿るとの考えから身体は内的環境、これに対し身体の外界を外的環境と云うのである。然る時は、生きて行く実相を知るには、内的環境が如何に外的環境と関連性をもつて行くかの関係を明かにすることにあり。身体そのものは物であるから固より物としての身体が物理的法則に従うことは理の当然である。これが自然科学としての生理学である。然るに身体活動の中でも重要な精神活動が物の価値を認識し、価値を創造して行くものであるからその存在の理法を価値概念を抜きにして理解することは至難である。身体はそれ自身物であると同時に精神である、これが人生の本質であり、そこから凡ゆる力が価値が、文化が創造されて行く、これが人文科学としての生理学である。要するに身体生理学は、一方物としての自然科学としての生理学であると同時に、地方生命としては人文科学としての生理学である。即ち身体生理学は自然科学と人文科学とのかけ橋である。

(註) 組織呼吸又は内呼吸とも云いこの際の酵素を酸化酵素と云うのである。

第二篇 生命の起原

次にこの地上に生命がいつ又いつかにして姿を現はしたか、即ち生命の起原の問題であるが、これは既に述べた如く今日尙未解決と云はねばならぬが、それにしても科学の進展と共に漸次解決に向いつつあることは否めない。

古い処では、宗教的に生命は神の創造し給ふものと凡てを神の創造行為に帰していたが、科学が進み人々の求知心が高まるにつれて宇宙の諸現象を科学的に観察するようになった。

生物は屢々好都合の下では無生物から発生すると云う生命の自然発生説、又は偶然発生説を生み十九世紀の中葉迄、即ち仏の大科学者ルイパスツールが出るまで、大略二千年間この説は科学者を始め一般人々の信頼を得ていた。

デカルト(1596 B. C.) や ニュートン(1643~1727) の如き知慧の明星でさえも、生物の偶然発生説を無条件に信仰した。然るにトスカナの医師フランシスコ・レデイ Francesco Redi (1626~1677) はこれまで何世紀もの間、中斷されることなく勢力を振つていた偶然発生説に疑義を挟み、実験的証明によつて始めてこの偶然発生説を破つた。

彼は一六六八年に「昆虫の発生に関する実験」 *Esperien intorno sela generazine degli insetti* なる論文に於て、肉片に生ずる白い小虫は蠅の幼虫に外ならないことを証明する一連の実験事実を記載した。この実験に於て彼は、獣肉、又は魚肉を大きな容器に入れその上をネーブルス製のモスリンで覆い、更に正確を期する為めに容器の上にモスリンを張つた枠を嵌めた。蠅はモスリンの上に蟄集したが、肉片には虫は全然発生しなかつた。彼はモスリンの上にて産みつけられた蠅の卵が、肉片の上に落ちた時にのみ肉片に虫が発生することを成功裡に観察した、この観察から彼が得た結論は、腐敗物質は虫の発生に格好な場処、又は巢を提供するに過ぎない産卵こそ虫の発生になくはならな

い不可欠の予備行為であると、更にフランスの科学アカデミーでは、生物の原発生の問題に光を投ずるような、正確且つ決定的な実験に賞金をかけることにした。そして、この賞金がルイパスツール *Loui Pasteur* (1822~1865) によつて獲得されたのである。彼は偶然發生に關する研究を公刊し、一連の極めて輝かしい実験によつて、各種の有機物溶液、又はその浸出液には微生物の發生が絶対に不可能であることを美事に証明した。於茲生物の偶然發生説は永久に葬り去られた。そこで生命の永久説が頭拾した。即ち、生命は物質そのものと同じく永遠的範疇であるから、生命の起原の問題を提起することさえも誤りである。生命は永遠である。それは単に形を変へる丈で決して死せるものから創造されることは出来ない。

然し、これ等生命に關する偶然發生説も、永久説も、共に同じ一つの誤謬に基いていることが判る。即ち、両説とも二元論的自然觀に立脚しているのである。両説共本質的には同じ一つの假定から、即ち、生命は生物界にのみ妥当なる特殊な原理と力に規定された絶対的自律性を具へたもので、この自律性の本性は無生物界に作用する原理や力とは根本的に違つたものである。と云う考へから出發しているのである。生物界と無生物界とを二元論的に切り離す考へ方とは、反対に生物界にも無生物界にも統一的な力が作用しているとの考へ方からは、生物の偶然發生説は已述の如く不可能であり、非論理的である。已に指摘した如く、如何なる簡単な生物でも驚くべき複雑な構造と組織をもつてゐる。それで生物の偶然的出現を説明する為めには聖アウグスチヌスに倣つて、神の意志による創造行為をもつて来るか、さもなければ或特殊の「活力」の存在を假定して、生命創造をこのものの行為に帰する以外に術がない。事実この問題の全歴史を通じて偶然發生説の信仰は「活力」の思想と固く結合していた。

「活力」思想は先づアリストテレスの「エンテレキー」の概念に現われた。「エンテレキー」は凡ゆる物質を形成した。次に、それは生物の生氣としてパラケルスの生命の精氣、及びヴァンヘルモントの「アルカイ」の概念に現はれ

た。この「アルカイ」とは彼によれば、種子の中に棲み創造及び原発生の過程を決定する原理であつた。而して活力思想は最後にライプニッツの「モナバ」の概念に現はれた。「モナバ」はライプニッツに依れば、一種の靈氣的性質をもつた力の不変的中心である。近世の偶然發生説の支持者達、特にビュツフォンニードム、プーシュー等は最も熱心な活力論者で、彼等は溶液や浸出液の有機物質に生命を与へることが出来るものは活力であり、活力は有機物の極微分子に夫々潜在し、その作用は何等一般的自然法則に拘束されず、全く特殊なものであり、従つて活力の作用によつて無生物は生物に瞬間的に変えられることが出来るのだと信じた。生命連続説或は生命永久説にも、根本的には同じ活力的概念が同じ、二元論的自然觀が潜んでいることは改めて指摘する迄もないことである。生命連続説かどのような形式をとらうとも問題ではない。それ等は常に生物と無生物との間に埋めることの出来ない溝を残すのである。生命がその過去に如何なる起原もたづに永却の昔から存続したのだと主張することは、生物に絶対的自律性を許すことに外ならぬ。

十九世紀の後半に於て既に、生命の起原の問題を等しく唯物論的方法概念に基いて、解決しようとする試みが現はれた。吾々にかかる傾向を先づバスタンの著作の中に発見することが出来る。彼はプーシューとは反対に生物は特殊な活力力アルケビオシスの干渉を受けることなしに、無機物から發生することが出来るものだと考えた。

ダーヴィンはオーレンスへの手紙に於て、このバスタンの実験を批判し、それは全く不可能な問題だと看做した。彼はアルケビオシスの觀念に正当性を認める一方、今日迄偶然發生が一度も証明されていないとを指摘した。

ダーヴィンに依れば生命が或一定時期に或る方法によつて創造されたことは疑ひないが、しかし、それが如何にして行われたか、その点が未知なのであつた。稍々下つてワイズマンも同じ思想を發展させた。彼は活力論的諸傾向を決然と折げ、生命が地球の或一定時期に無生物から發生したことは間違いないと固く信じた。彼の考えによれば最初

吾々に未だ知られていない条件の下に於て、最も簡単な極微の生命様式、即ち「ピオホーレス」が出来、そこから更に時間を経て高等の生物が発生した。

ヘッケルの原生説 Archegony の同じ思想に立脚している。彼は「コスモゾア」説が生命の起原を説明出来るとは信じなかつた、彼によれば地球はその昔有機的生命的の存在を排除する状態にあつたに違ひない、従つて生命は無生物から地球の發展史の一段階に於て発生したことは疑いない。微生物の自然発生が今日觀察出来なくともそれは右の仮定に矛盾するものではない。生物の無生物からの発生は、地球の或る遠い昔に於て可能であつたかも知れない。何故ならば地球の外的諸条件は現在のそれとは著しく異つていたのである。ヘッケルの意見によれば当時原発生によつて出現した生物は、最も下等な又最も簡単な、即ち、蛋白質の一樣な無構造無定形の塊であつたに違ひない。そして左様な原始生物は、太古の海洋中に溶解した諸物質間の相互作用の結果出現したものと考へられた。然し「ヘッケル」は實際にどう云う仕方であつたか、かかる微生物の出現が可能であつたか云うことについては説明しなかつた。彼は生命の起原に關する全問題の重心を、地球の一定時期に於ける特殊な物理的諸条件に置いた。

一方フリーゲルは幾分違つた角度からこの問題に近づいた。彼は生命成立の原因(因果關係)を特殊な外的諸条件の内のみでなく、生体を構成する物質内部の諸性質に求めた。而して彼は、蛋白質の化学性質が生命過程の本質と不可離の關係にあるものと見てそこに彼の全理論の基礎を置いた。

フリーゲルの理論によれば、有機体中の蛋白質には原則的に相違した二つの種類がある。その一つは死んだ或は貯蔵された蛋白質であり、他は生ける原形質的蛋白質である。前者は卵の白味や植物の種子等に貯へられた蛋白質がこれに屬し、化学的には極めて安定した不活発な物質である。微生物のいない処ではこの蛋白質は何時迄も長く保存することが出来る。反之原形質の生きた蛋白質は極度に不安定な物質で、この不安定性又は変化し易い性質がフリー

「アミノ」酸の組み合わせの如何による、換言すれば蛋白質の立体構造によつてきまつて来るのである。凡ゆる生物には多かれ少かれ分解が存在するものであるが、この分解は生ける蛋白質内にある特殊な原子団によつて行われるものである。生ける蛋白質は空気中の O_2 によつて自動酸化を為す能力をもっているものと見なければならぬ。何故ならば生活物質の分解によつて、常に CO_2 が形成されるからである。蓋し CO_2 は炭素原子の直接酸化、及び CO_2 分子の離脱によつて形成されることは出来ない。

死せる蛋白質から得られる生成物又は死せる蛋白質は、全然かかる酸化能力をもっていない。それ故生ける蛋白質は自家分解及び自動酸化の可能な或原子団又は特殊な基(根)を含んでいなければならぬ。フリーエーゲルは種々の観察の結果生ける蛋白質分子の根本特徴は、それがシアン (CN) を含んでいる点にあると云う仮説を提唱した。

さて最後に生命の起原に関して世界的に第一人者であるオパーリン博士の見解を述べて終結せん。

オパーリンに依れば第一に生命の自然発生又は、偶然発生を許容する如き議論の蒸し返しは如何なるものも、これを排撃しなければならぬと云うことである。如何に微小の有機体と雖も又それが一寸目には根本的に見えようとも、単純な有機物溶液に比すれば、それは無限に複雑な構造をもっているのである。それは一定の力動的安定性を有する構造的組織をもっており、組織は各化学的過程の厳密なる整合を基礎としてしているのである。かかる組織が極めて短時間内に簡単な溶液や、浸出液から発生したと云うが如きことは到底考えられないのである。併しだからと云うて吾々は生物と無生物との間に、絶対起へられない区別の溝を掘らねばならぬと云うのではない。吾々の日常的経験は生物とその生命なき環境とを区別すべき事を教へる。併し特殊な「エネルギー」が生物にのみ宿つていると仮定して、それを発見せんとするが如き試みは愚劣であり、そうした多くの企図は凡て失敗に終つたのである。それは十九世紀及

び、二十世紀に於ける生物学の歴史が吾々に残した教訓で、かくて第二に吾々が銘記すべき事柄は、生命は永遠の昔から存在したものでないと言ふことである。生命の特質を形成すべき諸屬性、及び諸徴性の複雑な結合形態は物質進化の歴史的過程に於て、始めて發生したものである。

太古、或る宇宙的事件によつてガス状の集塊が太陽から分離した、このガス状の集塊が吾々の地球を形成すべき資料であつた。このガス状の集塊に流入した太陽、大氣中の炭素、及びその他の諸元素が地球の運命を終局的に決定した。

炭素が爾余の化学元素と相違しておる点は、それが原子結合を形成する特殊な能力を供へており、如何なる生物にも必ず見出されると云う点である。太陽表面と同程度の温度に於ても炭素原子は(C)型の化合物を作るが、温度がそれ以下に降れば更に多数の原子をもつた分子(C₂)型を形成する。従つて最初の灼熱せるガス状の集塊が漸次冷却する過程に於て炭素の重い雲が先づ極めて急速に凝縮し、液体或は固体粒子、即ち炭素の雨や雪の形態をなして地球の第一次中核の極めて本質的な構成部分を形成した。重金属元素鉄と化合した炭素の化学反応は地球の冷却に伴つて進行し、先づ高温度に於て最も安定性ある炭素の化合物、即ち「カーバイト」を生成した。次いで最初の火成岩の皮殻が形成され、これにより、地球大氣と「カーバイト」とか隔離された。その当時の地球大氣は現在のそれとは實質的に相違しており、酸素ガスも窒素ガスも含有せず過熱せる水蒸気で充滿していた。地球大氣と「カーバイト」とを隔離している火成岩の皮殻は、未だ十分に強固でなく内部の溶融物質が、太陽や月の引力によつて汐波現象を起す時は、この巨大な潮波に抵抗出来ず、薄い火成岩の皮殻は内部から溶融体の潮が盛り上つて来れば破れ、溶融物質は割目から填出し皮殻の表面に拡がった。そして地球太氣の過熱せる水蒸気が、この皮殻表面に流出した「カーバイト」と接觸して化学反応を返しかくして有機物の最初の形態即ち炭化水素を形成し、更にこの炭化水素は水の構成炭

素たる酸素を通して、炭化水素の各種の誘導体、即ちアルコール、アルデヒド、ケトン有機酸等々を生成した。同時に又この炭化水素はその当時己に地球表面に出現したアンモニアと化学反応を起し、アミド、アミン、及びその他の窒素誘導体を生成した。かくて地球が益々冷却し、水蒸気の凝縮が可能となり、やがて地上に熱湯の最初の流れを見るに至つた時、この熱湯は已に C, H, O, から成る有機物質を溶解していた。これ等有機物質は恐るべき豊富な化学的潜勢力をもつていた。従つて相互は種々の化学反応を起したばかりでなく、水の構成要素とも種々化学的に反応し、複雑な構造を有する高分子有機化合物を生成した。かくして今日の動植物体を構成している高次有機化合物と同一の有機化合物が形成されたのである。生物学的に最も重要な化合物たる蛋白質も、かかる過程によつて形成されたものであつた。これらの有機物質は、最初は膠状溶液として海洋中の水の中に存在した。これ等有機物質分子は溶液中に分散し万遍なく散在していたが、全体としてはこの分散相は分散媒体と不可分の状態にあつた。しかし各種の物質の膠状溶液が混合するにつれ、新しい特殊な生成物質「コアゼルヴェート」と呼ばれる半溶液膠質ゲルが現はれた。Goeth の "Allee ist aus dem Wasser ent Sprungen, Alles wird durch das Wasser erhalten" は誠に當を得たものと深く感心する外ない。右の過程に於て有機物分子は凝縮し一定の空間的配列をとり、多少とも明瞭な皮膜によつて溶媒から分離するに至つた。かかる「コアゼルヴェート」は「ゲル」の内部に於て膠質粒子は相互に一定した位置に就いた、換言すれば構造の端緒が「コアゼルヴェート」の内部に出現した。かくして「コアゼルヴェート」の小滴は一定度の組成を獲得し、その後の發展は今や外部の媒質の状態のみならず、それ自身の内部的物理化学的構造に規定されるに至つた。而して周囲の水に溶解している有機物質を多かれ少かれ吸収し、これを自己自身に合体せしめ、かくて自己の大きさを會大する可能性を得た、即ち「コアゼルヴェート」の小滴は内部的構造の出現と共にその成長能力を獲得したのである。併しその成長速度は「コアゼルヴェート」内部の物理化学的構造に依存し、その

構造及び吸水物質の化学變化に対する適應度の増大するにつれ増大した。

如斯仕方にて「コアゼルヴェート」の成長競争とも云うべき特殊な状況が発生した。一方「ゲル」の内的物理化学的構造も不変のままに止まることはなく、成長過程を通じて新しい物質の添加及び化学的相互作用によつて絶へず變化した。かくて或る組織は更に完成し或る組織は崩解消失した。換言すれば個々の「コアゼルヴェート」自身がその原因であるが如き自懷作用又自己成長が起つたのである。而して、「コアゼルヴェートゲル」をして溶解物質をより迅速に吸着し、従つて一層迅速な成長を可能ならしむが如き構造上の變化、換言すれば進歩的な性質の構造上の變化のみが「コアゼルヴェート」をして爾後の生存を継続しよう以上の發展を可能ならしめた。特に選ばれた化学過程のみがかくて一層高度に發展した。内的物理化学的組織をもつ膠質系、即ち簡単な最初の有機体が発生したのである。

以上簡単な概観によつて有機物の漸次的進化、即ち最初の最も単純な、又最も原始的物質の諸屬性の上に次第に新たな性質がより高い秩序の法則に従つて一つ一つ、み上げられた事情が、大たい判然したと思う。先づ初めに有機物の簡単な溶解があつた。その構造は有機物組織原子の諸性質及び分子構造に於けるそれ等組織原子の配列に支配された。しかし分子の成長及びそれに伴う複雑性の増加によつて新たな性質が発生し、単純な有機化学的諸關係に更に新しい膠質化学的秩序が加重された。この新しい膠質化学的性質は分子の空間的配列、及び分子の相互關係に規定された。併し有機物のかかる結構も尚末だ第一次生物を出現せしむるには充分ではなかつた。生物の出現にはかかる膠質系が更に進化し、更に高度の秩序に屬する諸性質を獲得し、進んだ組織段階に到達することが必要であつた。そうした段階に至つて初めて生物学的法則が發展し、成長速度の競争、生存競争、自然淘汰等が現存生物の特徴となすが如き物質的組織形態を形成したのである。原始膠質系と極下等生物との間の中間形態をなす色々の組織は、自然淘汰の

結果已に遠い昔の地上から萎く姿を消してしまつた。今日は生命の進化に好適な外的諸条件の存在する処では、如何なる場合にも既に充分発達し高度に組織された無数の生物が発見されるのである。今日は有機物が出現しても永く生存進化することが出来ないそれは直ちに海浄中や空中に棲息する無数の生物に摂取され喰ひ尽されて仕舞うからである。かかる理由によつて今日では有機物進化の過程は直接観察することが出来ないのである。

生命の形成過程に於ける諸段階の時間的経過は、真に驚くべき長さであつて、そのために吾々は自然界に生起した実際の過程を適当な実験室的条件の下に、再現して見ることは出来ないのである。

要之オパーリンは生命の起原に対し、生物は第一次有機物質の漸次的發展の結果であると結論したのである。

(本学教授 生理学)