

# 細胞の起源

桑田義備

高等の生物を個體發生的に見るに、胎性細胞に分化が起つて諸種の組織、器官が形成せられ、夫々特有の機能が行はれてゐる。個體發生は系統發生を繰り返すといふ。即ち此と同様な、細胞の機能的、形態的分化の高度化が系統發達にも見られるのである。系統的に見られる此等の分化にはその根底に遺傳子の突然變異現象が潜んでゐるが、若し原始的遺傳子の間に突然變異により差異を生じたならば、結果に於て此れも亦一つの分化であらう。分化は生物進化の経路を眺めるとき、見逃すことの出来ない一つの大きな基本現象である。

生物の進化には今一つの顯著な現象が見られる。それは集合又は集結現象である。一つの單位體が數多に分割される時、それが集結して一階級上の單位體に再び歸一しようといふ傾向を示す現象である。即ち單細胞生物の散在生活からコロニー生活が營まれるに至り、更に組織形成に進展するところのものである。植物では組織に糸

狀、平面狀並に立體の三種が區別せられ、糸狀と平面狀とは立體のものよりは下等の植物に見られるが、立體のものにも眞組織を形成する場合と偽組織を形成する場合との二つがあつて、偽組織は糸狀組織のコロニーと見做さるべく、立體組織を形成するものの中では下等に屬する植物に發見せられ、此處にも亦コロニー狀態から組織狀態への進展が見られるのである。生物體は此等の組織、殊に高等生物によつては高度に分化せる種々多様の組織によつて構成されてゐるが、元來は單細胞生物の結合に比較すべきものが、結合の必然の結果として分化を來たし種々の形態、機能を有する組織となつたに外ならないものであると見ることが出来るのである。斯様な見方に對し興味ある事實がある。即ち、多細胞生物の個體發生中に於ける生長速度を曲線で表はすと一般にS字形となるが、單細胞生物を培養してもその個體の増加速度の表はす曲線は同じくS字形の範疇に屬するものである

といふ事實がそれである (De Boer, Growth 内より) 此は一定の環境下に於ては細胞の増殖現象、即ち細胞の生存、存続に於て根本的意義を有する此の現象が細胞が分散状態にあると結合状態にあるとに無關係なることを示すものであつて、之に依つて、結合状態の招來すべき生存上の機能的な缺陷が分化により償はれてゐるといふことが見られるのである。茲に分化は集結と直接の關係にあるといふことが見られる。分割は集結を惹起し、集結は分化の成立の基礎となると結論し得よう。而して分化は或る意味に於て分割である。茲に組合せを生じ第二次、第三次の分化の起ることが考へ得る。

(1) 癌には此の分化が缺如してゐるため早晚崩壊する。

細胞即ち原形質體は細胞核と細胞質體とに大別せられ、核内には染色體を包藏し、染色體内には多數の遺傳子が包含されてゐる如き、殆ど極致の程度にまで分化された複雑なる構造を有つてゐる。故に若し上の結論が生命のあるところ凡てに通じるものならば、細胞は必ずや一つの大きな集結乃至集合體から由來したものでなければならぬといふ疑問が生じる。倍數性は一つの集合現象であつて、それが今日の細胞に見られるといふことは、此の集結集合の傾向が今日尙存続されであることを示

すものであるとも考へられ、此見解から一層此の疑問が強められる。今日最小の生活體として認められ得べきものは恐らくウイルス級の大サのものであつて、顯微鏡的に可視の最小生物はバクテリアである。そしてテプスバチルスはその大サ (0.25 $\mu$ ) 莫のモザイクウイルス (0.04 $\mu$ ) の六倍強、恐水病ウイルス (0.125 $\mu$ ) の二倍に過ぎないといふ (R. W. Gerard, Unresting Cells による)。若し上の疑問にして可能であるとすれば、今日の智識に於ては細胞の起原に就き秘密はウイルス級のものとバクテリアとの間に隠されてゐるに違ひなからうと推定される。何となれば、藍藻類の中には細胞としての體制が略ぼ出來上つてゐると見るべき觀察事實があるからである (新家大浦兩氏によれば、オスシラリアその他十數種に於て核の存在を指示する如き染色系構造類似の糸狀構造が認められ得る)。

上に細胞は分散状態からコロニー状態に集合し、更に組織構造に結合するといふことを述べた。若しウイルスも一個の生活體なりとすれば、分散状態からコロニー状態へ、コロニー状態から組織的結合状態へと變遷して行くであらうことが考へられる。組織的に結合したウイルスの集團には集團生活の要求する結果として勿論分化が

起つて來なければならぬ。斯様にして組織化され、組織體制を確立した集團は最早や單なる集團ではなく、一個の單位生物體である。此を原形質體といふことが出来る。勿論此の原形質體を直に今日の高級原形質體に比較することは出来ない。今日の細胞に見られる倍數現象、殊に 1000 倍以上にも昇ると推定されてゐる場合のある事實から考へても、容積に於ても分裂に分裂を重ねて増大し、又分化に於ても容積の増大に伴つて更に更にそれを重ねて來たに違ひなく、又それが可能であらう。而して低級原形質體のバクテリアにはコロニー状態を未だ脱し切れないやうなものがあらうことが考へられる。若し此の推論にして誤なければ、斯様な場合にコロニー状態から分散状態へと實驗的に變化せしめることが可能であり、又再び元の形に復歸せしめることが可能であらう。そして藍藻類では低級形態から高級形態への原形質體の變遷状態が實際顯微鏡的に見られてゐるのである。

近時バクテリアを超音波の機械的振動作用に曝すことによつて菌體を「斷裂破砕」し菌體内に「微小生活體」の存在を證明し得たといはれてゐる（笠原道夫氏外共同研究者）。微小生活體は細菌濾過器を容易に通過し、光學顯微鏡にては不可視なるも電子顯微鏡を用ひて測定し

たところによれば、その大サ結核菌に於て 0.045~0.035 μm 大腸菌に於て 0.07 μm 白色葡萄球菌に於て 0.06~0.07 μm であつて、ウイルスの階級の大サである。而して此等の微小生活體を保有する濾液より培養して得た菌は供試菌と同様なものであるといふ。併し又供試菌より大形なる場合、毒力が減弱されてゐる場合、培養基上の發育不良、又は動物體に注射して血液中に檢出し得る迄に要する日數が對照試験のその三四倍であることなどが報ぜられてゐる。此の實驗の結果は上の推論の妥當性を示すものと見ることが出来る。而して斯様な推論の基礎の上からは、微小生活體培養の結果として再現するバクテリアが供試菌と多少大サ、毒性等に於て差異を示す如き、殊に動物に接種して血液中に檢出し得るまでに要する日數の著しく多きことなど寧ろ當然なりと考へられるのであつて、此等の細菌に「細胞膜」が存在するとしても、それは細胞膜といふよりは寧ろグレンオカブサのコロニーに見る如き膠狀被膜に比較されるべきものであらう。上に想像せる如く、假りにウイルスと呼び得べき微小生活體の集團に組織體制が確立されて原形質體が成立したとすれば、此の場合形態的分化の顯著なるものは恐らく核の形成であらう。それには、此等のウイルスの間に分

化が起つて一部は中央部に座位する傾向をとつて核を形成し、殘部は核質とは著しく異つた方面に變質して細胞質を形成したか、又はウイルスそれ自身の機能體と基質とが分離して、機能體のみが中央部に集つて核を形成し、殘りの基質が之亦集合して細胞質を形成したかの二つの可能性が考へられる。今日の高級原形質體に於ける細胞核なるものは染色體の集合體に外ならないものであつて、染色體は基質を有しその中に遺傳子を包藏してゐる。此の點、並に細胞質體も一つの機能體であるといふ點から考へるに、斯様な場合第一に述べた可能性が寧ろ妥當の如くである。そして核を形成するウイルスの間に分化が起つて夫々今日の遺傳子の如き機能を有つやうになつたとすれば、此等の單位體を一應遺傳子と比較することが出來よう。遺傳子の大きさは其のモザイクウイルスに近す(0.035 $\mu$ )と推定されてゐる(Gornalによる)。

或る單位體が種々の新しい機能體に分化し、それが遺傳子の機能を有つならば、此の分化は結果に於て突然變異である。分化は變化を意味し變化性の存在を指示する。今日實驗的に見る突然變異の多くは此の變化性に基く變化の實現であると見ることが出來よう。

今日の高級細胞核は、上にも述べたやうに染色體の集

合體に外ならないものであるから、核の起原は即ち染色體の起原でもある。然し、核の成立と染色體の成立との間には相當の時間的距離があつたに違ひない。核内分化が進み、その結果として核は染色體に分割され、染色體は又漸時一定の體制を備へる方向に進んで來たに違ひない。勿論今日見るやうな極分裂機構が核形成當時に於て既に存在して居つたといふやうなことは考へられない。

極分裂機構は、恐らく核が一定の體制を整へた染色體なるものに分化されて來たことと直接の關係にある必然の理學的現象であらう。故に、若し藍藻類に於て、此處に想像するやうに原始的核體制のものがあるとなれば、その分裂は直接分裂型の様式によるものであらう。從來の意味に於ける直接分裂なるものの存在は否定せらるべきであるが、分化の低い上のやうな場合には寧ろ肯定すべきであつて、從來の、バクテリア又は藍藻類中に於ける此の種の觀察の結果は正しいと見るのが眞實に近いものと考へられる。

今日極分裂機構が確立されてゐる細胞では、染色體は各々一個の中心分粒を備へてゐる。そして最高度に組織化された染色體では、遺傳子の拵荷體は染色體それ自體よりは寧ろその中に包藏されてゐる染色糸である如き複

雜なる構造となつてゐる。而かも染色糸は螺旋形に回旋してゐるため染色體環は極度に複雑化してゐる。扱て中心分粒は遺傳子が染色體内で一定の位置を占めてゐるやうに、染色體内の一定の位置にある。勿論獨立の體制を備へたものであるから、その進化経路を直に遺傳子のそれと比較することは出来ないが、若しその起原を問ふならば、恐らく之を同じくするものであつて、それが遺傳子とは著しく異なる方向に發展して極分裂機構の成立に大きな役割を演じて來たものであらう。又極分裂との關係に於て重要視されてゐる中心體は、一般に核外構造であるが、下等生物に於て核内起原であることを示す事實が知られて居つて、分裂極に位置を占めることを受動的であると解釋すれば寧ろ中心分粒に比較せらるべく、染色體と同じ起原を有し、此と比較し得べき小體から由來したものの如く考へられる。永い間の問題であつた生毛體も恐らく中心體と起原を同じくするものであらう。核内構造の一つとして見逃がすことの出来ない仁も、一面その下等生物に於ける核分裂時の行動、他面染色體の異常凝縮と遺傳子の不活性現象などから考へて、染色體と起原を同じくするものの如く考へられるのである。

核外構造である色素體、コンドリオゾームも亦恐らく

核と起原を同じくするものではなからうか。此に關ししだ類の色素體に染色體と同様な、一見區別し難き如く類似の螺旋構造が觀察されたことは(湯淺明氏)、尠ならず興味を咬るものである。今同じ階級の大きさにあつて、且つ類似の物理化學的性質を示す二つの間に類似の二次的構造が見られたならば、その二つのものに存在する基礎構造が甚だ密接なる類似關係にあつたことが想像される。此の類似の基礎構造が一定の條件に支配された時に、此に反應して生じた終局の結果が平衡状態に達した終局の構造であつて、此の構造に到達して始めて動が靜に落ち付くのである。此の終局の構造は勿論類似のものでなければならぬ。染色體と色素體とは、今日では機能的に全く別個のものとなつてゐるが、同じ螺旋構造を示し得るといふことは、此の場合に色素體も亦螺旋構造を惹き起す如き基礎構造を有つてゐたといふことで、結局此の基礎構造は染色體のそれと同様なものでなければならぬのである。勿論此の事實からのみで直に色素體は染色體——此の場合には恐らく染色體即核——と起原を同じくするとは言へないが、構造的に同じ道を辿つて來たであらうことが考へられ、色素體の起原に關し有意義なる事實を提供するものと見ることが出來よう。色

素體の螺旋構造は、今日の智識に於ては寧ろ異例に屬する。然し、染色體にしても凡ゆる染色體が螺旋構造であるとは言ひ難い。要は基礎構造なる染色糸の形状によるものである。そして染色糸は理論上、棍棒状でも、桿状でもあり得るのであつて、必しも糸状とは限らないのである。此等の場合に染色體の構造は恐らく簡單であつて、染色糸即染色體と見做される如きものであらう。斯様に考へるならば、色素體のみならず、コンドリオゾームも亦形の上からは染色體と比較され得るやうになる。勿論此の兩者共に染色體の如く核分化の進展に伴つて核から二次的に誘導されたといふ如き進化路を辿つたものではなく、核と起原を同じくする數多の小核様體からそれ自體の分化變遷によつて直接に誘導された構造であらう。そしてコンドリオゾームと色素體との關係は、一般色素體の意味に於て、單なる形態的觀からでは染色體と分核との關係に比較することが出來よう。此の場合、形の變化が機能的の分化又は發達と直接の關係にあることは勿論である。

上のやうに色素體又はコンドリオゾームを染色體即核なる如き構造に比較しても、此等の間に分裂の様式に關し顯著なる差異がある。染色體は縦裂分裂様式であつ

て、色素體又はコンドリオゾームは横斷分裂様式である。然し、分裂の様式は元來横斷の様式が根本の様式であると考へるべきであつて、染色體にしてもその單位構成體の分裂は横斷の様式に屬するものと見るべきである。染色體の縦裂分裂はその單位構成體の秩序的線狀排列に基く自然の結果に外ならない。故に、下等生物に於て若し染色體が成立してゐても、構造的並に機能的に未分化であつたならば、染色體全體が一つの單位體として横斷分裂を行ふのが寧ろ當然である。従來下等生物に於て觀察されてゐる染色體の横斷なる結果は此の意味に於て正しいと見るべきであつて、原始的の未分化細胞は勿論のこと、假令核・細胞質體の體制は確立されてゐても、その核が尙未分化狀態であるならば此等の核も亦横斷の様式によつて分裂すべきである。即ち此等の場合に分裂の様式は所謂直接分裂である。同様に、細胞質體も横斷の様式によつて分裂し、色素體、コンドリオゾーム等々も横斷によつて分裂することに何の不可思議もないであらう。要之、横斷が分裂の根本の様式であるといふを得べく、而かも分裂は生物に特有の増殖方法である。若しウイルスにして一つの生物體としての體制が完成されてゐるものならば、等しく分裂によつて増殖してゐるに違

ひない。そしてその分裂は横断の様式によつて行はれてゐるであらう。此處に興味ある事實は、原形質體は諸種の生活體として知られてゐる構成體——それは分裂によつてのみ増殖し得る構成體——から成るといふことである。此の共通な、分裂によつてのみ増殖し得るといふ特徴を有する此等の構成體は恐らく同一の、そして同じく分裂によつてのみ増殖する特徴を備へたる生活體から分化して來たものであらうことが考へられる。色素體もコンドリオゾームも核とその起原を同じくするものと考へたいのである。そして原形質體は此等の生活體からなる組織化された一つの集團性のものと見たいのである。

原形質體は分裂によつて増殖する生活體(又は生物)の集團生活から出發し、或る程度原形質としての體制を整へた後更に内分裂の結果を齎らす原始的分裂様式によつてその容積を増大して來たと考へても、勿論そこには限度がある。細胞としての一つの體制を完備すれば、一個の單位生物體として外部から生活に必要な材料を攝取しなければならぬ。そして夫れ相當の表面積を必要とする。一般に細胞が大きくなる時表面積はそれに従つて體積に比し小となる。此處に一定の限度が生ずるのである。而かも細胞は許される限り集合に集合を重ねて増大

せんとしてゐる。今日見られる倍數現象は此の傾向が如何に強いかを示すものと見ることが出来るのであつて、細胞の起原に就き集合現象が一つの大きな役割を演じて來たに違ひないであらうことが此の事實によつても強く示唆されるのである。

以上生物の進化には集合と分化とが基本現象としてその道程に一貫して流れてゐるといふ假定の下に細胞の起原に就て考へて來た。此の假定にして誤なければ、宇宙の一員たる生物の進化の根底に潜む上の二つの現象は生物界に特有のものであるといふよりは寧ろ無生物界に於ても亦發見され得る基本現象ではないか、若し物理學者や化學者が此の觀點から凡百の事象を眺めたならば恐らく幾多の興味ある事實が發見されて、それが無生物界から生物界へを一つの體系を形造り其處に生命の起原の問題が生じるのではないかとさへ考へられる。今糖類に就て見るに、單糖類( $C_6H_{12}O_6$ )の葡萄糖の二分子を結合して水を失へば複糖類( $C_{12}H_{22}O_{11}$ )の麥芽糖を生じ更に第三、第四の分子を結合して三糖類( $C_{18}H_{34}O_{16}$ )多糖類( $C_6H_{10}O_5$ )を生じる。集合の例と見るべく、又五炭糖類には八個の、六炭糖類には十六個の同分異性體があり、分化の例と見られよう。そして原形質の主要構

成要素なる蛋白質に就て見るとき、その集合性並に同分異性の遙に顯著なることに驚くであらう。簡單な蛋白質の一つであるアルブミンに於て既に約三百のアミノ酸分子を含むといふ。生物界に見る集合分化現象と蛋白質の此の特性との間には何等か密接なる關係があるのではないかとさへ思はしめる底の顯著な集合分化状態が示されてゐるのである。然し斯様な特性は一般に生物の生産物である有機化合物に顯著であつて、此處に一つの疑問が生じる。それは生物體そのものの主要構成要素である蛋白質が此の世界に現はれた経路は何處に發見し得るやといふ疑問である。茲に於て物質の起原といふやうな窮極の問題にまで關心が唆られる。そして蛋白質の出現の過程は恐らくウイルスの如き微小體の形に於て進められて來たのではないか、而かもそれが生物出現の道程の一部ではないかといふやうな疑問が更に生じて來るのである。物質の起原は物理學の問題であり、生命の起原も亦恐らく窮局に於いて物理學の問題とならう。生物學の取り扱ふ範圍は生命が生れて後の事項に屬する。然し、若し宇宙の萬象が一貫して一つの原理に支配されてゐるとすれば此等の問題も亦生物學にとつて重要である。

集合分化と云つても、その據て起る以所に就ては容易

に之を説明することが出來ない。集合は分割を前提とするといふ點は重視すべきものと考へられるが、恐らく根底に物理學的解析を必要とするものが潜んでゐるであらう。集合の一問題として相同染色體間に現はれる「親和力」の問題は生物學上重要であるが此も窮局に於て物理學の問題に歸するであらう。今此を生物學的に論議することは省略するが、分化に就ては一應此處に生物學的範圍に於てその一般を眺めて見たいと思ふ。實驗的研究の結果によれば分化に二つの形式がある。一つは細胞自身が自發的に分化する自主分化であつて、發育初期に生ずる器官の特徴とするところのものである。他の一つは細胞が特定の隣接細胞乃至組織又は器官との間の相互作用によつて起る從屬分化であつて、例へば、眼の水晶体は表皮から眼球の存在に於て始めて發達するが如きである。又腎組織の一片を人工的に組織培養した時解分化して胎性細胞となるが、此の培養に結締組織の一片を加へた時再び腎組織としての分化が起り來るが如きも此の範疇に屬するものである。此等の場合に眼球並に結締組織は分化の誘導體である。斯様な從屬分化に於て誘導體は死滅體又は單なる化學物質を以ても代行せしめ得るが、分化の起る反應體は一定の反應を得るためには一定の反



應系のものでなければならぬ。例へば、上の例に於て腎組織から解分化された組織は結締組織なる誘導體によつて腎組織として分化するが、乳癌の場合に培養して解分化した組織は結締組織の添加に於て腎組織的(管狀腺)には分化して來ない。乳腺組織的(胞狀管狀腺)に分化して來るのである。一般に生物界の現象は可能因子と實現因子との相互作用によつて實現される。故に従屬分化の場合にも可能因子としての反應體が一定の分化に重要な意味を有するのである。又之とは逆に自主分化の場合にも實現因子としての誘導系が何等かの形式に於て存在しなければならぬ。それは自主分化にしても、發育が一定の段階に達しなければその分化は起らないからである。分化の様式を二つに區別しても、それは實現因子の形が異なるに過ぎないのである。扱て個體發生の過程を考へるとき、或る段階に於ける反應系(可能因子)と他の段階に於ける反應系とは異なるものであるといふことが、前述の腎組織と乳癌組織との培養の結果からも直に點頭かれるところであつて、此の可能因子の差は、言ふまでもなく此等がそこに到達した道程が違つてゐるからである。夫々の反應系が、又誘導體としての夫々の動作系が既に一定の動作系に支配されて一定の反應系から誘

導されて來たものであつて、此等の一定の反應系、一定の動作系も亦同様に夫々の過程を経てそこに到達したものである。斯様に順次逆上つて行けば、結局諸種の個體發生的分化は可能因子としての遺傳子を含む卵子の分裂にその端を發することを知るのである。遺傳子の作用の發現には順序がある。發育の一定の段階に於て一定の遺傳子はその作用を發現し、それが新しい段階(實現因子)となつて次の遺傳子の作用の發現を促し、斯様にして順次發育が進んで行くに違ひない。此の結果は自主分化である。そして自主分化の結果が誘導體となつた場合此處に始めて從屬分化が行はれ得るのである。要之或る分化に到達するためにはその過程は現象の連鎖でなければならぬのであつて、此の連鎖過程を経過することなくして突然に分化され得るものではないと言はねばならぬのである。個體發生に於ける分化は遺傳子の作用の機會的發現の結果であつて、系統發生に於ける分化は遺傳子の突然變異の結果である。遺傳子はその作用を發現して始めてその存在が生物の生存上意義をなすものであるから、個體發生に於てその作用の發現は系統發生に於ける突然變異の發生に比較される。系統發生に於ける突然變異の發生は適者生存の理法に支配されながら生物の進化

を順次段階的に進めて行く。此の段階は個體發生に於て遺傳子に作用の發現の機會を與へる段階に相當する。系統的分化も亦個體發生に於けると同様、その過程は鎖狀形態を示すものでなければならぬ。勿論此の場合には、個體發生の場合に遺傳子作用の發現が鎖狀的に起るに對し、遺傳子そのものの變化性に基く單獨的分化が單に外觀的に鎖狀を形成するに過ぎないものであらう。そして此の鎖狀形態に導くものは適者生存の理法であらう。個體發生に於ける鎖狀の規則的發現も、勿論適者生存の理法の支配の結果としての產物である。

斯く觀じ來たれば、細胞そのものも亦複雑なる組織的構造を有する有機體なるに於ては、一朝にして此の世界に現はれたといふやうなことは到底考へ難いことであつて、必ずや或る非分化體から一連の鎖狀經路を経て今日の形態にまで分化して來たものに違ひない。一つの生理現象にしても、例へば呼吸現象にしても、一連の鎖狀現象であり、又一つの構造の形狀にしても鎖狀的變化の終局の產物である。宇宙の理法に従ひその形に落ち付かざるを得ないのであつて、それがその生物の生存に障害なき限りその構造がその形狀に於て存在し得るといふに止まるといふべきである。染色體の螺旋構造も此の意味に

於て解すべきであつて、之が恐らく染色體は何故螺旋構造であるかといふ疑問に對する解答であらう。染色體は必ず螺旋構造であると考へるべきではなからう。又雌雄の性も、細胞と同様に必ずや非分化狀態から分化したものと考へなければならぬであらう。集合は分割のあるところに於て始めて起るといふ觀點から受精現象を眺めても然か考へられるのである。此處に性の分化の經路を生物學的に論議するの煩を避けるが、此の見地から還元分裂は常型分裂から誘導されたものと考へざるを得ないのである。

分化は多岐に互ることであつて、集合は一に歸することを意味する。若し此の二つの現象が宇宙萬般の事象に通じる眞理ならば、自然は一面に於て破砕であり、一面に於て建設である。動であり靜である。突然變異は動を表はし、メンデルの法則は靜を示してゐる。而して此の二つが生物進化の根幹をなしてゐるのである。「自然は常に現實の背後にあつて、これに廣汎な可能性を供與すると共に、現實に對する強い制約ともなつてゐるのである」といふ（湯川氏、存在の理法）。可能性は動を意味し、制約は靜を意味する。