



人間の指はなぜ5本か

西山 豊(大阪経済大学)



世の中、絶対の真理というものはありません。ごくあたりまえだと思っていた真理が否定され新しい理論が打ち立てられる。古くは天動説と地動説。平行線の第5公準を否定することによって生まれた非ユークリッド幾何学。光の直進性を否定したアインシュタインの相対性理論などがそうである。

私は以前、人間の指はなぜ5本かについて疑問を持ったことがある。これは、その時のレポートで、生物についてのパズルである。

1. 日常の中の疑問

私はその日「キャプテン翼」という少年向けテレビアニメ番組を見ていた。私自身、別にマンガが好きでもサッカーファンでもなかった。ただ、夕食までの暇つぶしに、ぼんやりと眺めていただけである。主人公の少年が絶妙のドライブシュートをきめ、テレビ画面にサッカーボールが大きく映し出されたとき、それを見て、私は「これだ!」と思った。長い間、私の頭の中にかかっていた問題が一気に解決されたからである。

それは、こういう問題である。人間の指は5本であるが、なぜ5本なのか。なぜ5本でなければならないのか。4本でも6本でもなく、わざわざ5本という数字が選ばれた理由はどこにあるのだろうか、という私個人のアマチュアサイエンスとしての素朴な疑問である。

人間の指に関連して、ヒトデの足がある。

「お母さん、ヒトデの足はどうして5本なの?」

「それはね、お空のお星さんが海の中に沈んでそうなのよ」

母親のメルヘンチックな説明に、父親が、

「人の指は5本あるだろう。だからヒトデ(人手)と言うんだよ」

と口をはさむ。

これらの説明で子供が納得すれば、楽しい親子の会話もこれで終るが、もし疑い深い子供がいたなら、大人は返答に困るだろう。

「では、どうして人の指は5本なの?」

父親は、苦しまぎれに、

「人類は、地球が生誕してから今日までの長い長い間に進化してそうなったのだよ。いずれ君が大きくなり、高校や大学で勉強する頃にはきっとわかるよ。その時、ダーウィンの進化論というのを習うよ」

「ふうん、そうなの」

と子供は半信半疑である。父親はかろうじて権威をとりもどす。

しかし、この進化論というのも、なかなか曲者である。生物の進化や系統に疑問が生じたり説明できなくなったとき、人は、それをダーウィンの自然選択説、または突然変異にすりかえるきらいがある。その証拠に、大学へ行っても人の指が5本である理由を誰にも説明してもらえない。ダーウィンや自然選択説を口にするのは、疑問に対する解答ではなく、解明しようとする態度を放棄したことになっているのではないだろうか。

英語ではヒトデのことを star fish (星の魚) と言う。なかなか詩的な命名であるが、科学的ではない。宇宙に散在する星は球体か、少し歪んだ楕円体をしている。人は、光り輝く星からの散乱光を見て、星に五角形をあてて表現したのだ。六角形であってもよい。ちなみに、星印を意味するアスタリスク(*)は六角状である。ただ、正五角形は、黄金分割とも関連して、昔から魔法的シンボルとして尊重されてきた。宇宙の不思議な物体=星に正五角形をあてがうという、人間の文化がつくり出した形である。「星」と「五角形」の因果関係が断たれてしまえば、最早ヒトデの「星の魚」説はこれ以上進展しなくなる。

日本語ではヒトデのことを人手と書く。ヒトデの足と人間の指は、確かに5本である。日本語による

命名は詩的ではないが、事実在即している。ただ不満を言えば、類似を説明しただけで、何故5本かの根本については何ら説明はされていない。

前置きはこれくらいにして、本論に入っていこう。私の結論から言うと、「人間の指がなぜ5本か」はヒトを含む生命の起源に深く関わっていることである。さらに、地球という環境(重力場)にも影響されているのではとも思う。

本論は、大きく分けて2つの命題で構成される。それは、「ヒト(哺乳類)とヒトデ(棘皮動物)の因果性」と「ヒトデの足はなぜ5本か」である。私は、この2つの命題を一風が吹けば桶屋が儲かる一方式で行ってみた。いくつもの原因、結果を直列的につないでみた。この稿を読み終えていただければ、「ヒトの指」と「サッカーボール」の関係をご理解していただけるはずだ。しかし、連結の途中の一箇所でも論理がぐずれば、この論文の価値は皆無に帰してしまう。その判断は読者に委ねることにしよう。

2. ヒト(哺乳類)とヒトデ(棘皮動物)の因果性

まず、ヒトを含む哺乳類の足の指の数が5本を基調としていることを確認しておこう。哺乳類について足の指の数を整理してみると、ヒト、サルなどの霊長目は前脚が5本、後脚が5本、イタチ、アライグマなどの食肉目やカモノハシなどの単孔目も前脚が5本、後脚が5本、コウモリ(翼手目)は前脚が4本、後脚が5本、偶蹄目のイノシシやカバは前脚が4本、後脚が4本、ウシは前脚が2本、後脚が2本、奇蹄目のサイは前脚が3本、後脚が3本、ウマは前脚が1本、後脚が1本となっている。

これ以外の哺乳類で、前脚、後脚の指の数が異なるものも存在するが、全体として言えることは、足の指の数は5本が基本となっていることである。6本は存在しない。ウマやウシの場合は、進化の過程で指の数が減ることによって特殊化(退化)したと一般に説明されている。事実、古代のウマの化石から前脚に4本、後脚に3本(Eohippus)の指のあったものが発見されている。

さて、ヒトの指について、進化論的にどこまで逆のぼれるかについて注目してみよう。カール・セーガンは『COSMOS』(木村繁訳、朝日新聞社)の中で、次のように指摘している。

私たちが5本の指を持っているのは、私たちがデボン紀の魚の子孫だからである。その魚は、ヒレのなかに5本の骨を持っていた。もし私たちが、ヒレの中に4本の骨や6本の骨を持つ魚の子孫だったら、私たちは、両方の手に4本か6本ずつの指を持ち、それをまったく自然なことと考えたことだろう、と。そして、今日の私たちの算法は10を基数とした10進法にしているが、もし事情が違っていたら8進法や12進法がごく当り前のものとして受け入れられていたことだろう、と言及している。

1974年11月、プエルトリコにある米国のアレシボ電波天文台から、銀河系内の球状星団 M13 に向けられた電文、いわゆる宇宙へのメッセージは、10進数ではなく、2進数である。10進数こそ普遍的なものであると信じきっていた私たちにとって、宇宙レベルでは2進法が有効であるとされるのは、何と皮肉なことか。

生物の進化は決して平坦なものではない。しかし、脊椎動物の進化系統図をみる限り、ヒトの手指は、魚類のヒレの中にまで逆のぼることができる。

魚の体には胸ビレと腹ビレが一對ずつ、それに背ビレ、尻ビレ、尾ビレの合計7個のヒレがある。その中で胸ビレと腹ビレが手足のもとになっていて、胸ビレが前肢に、腹ビレが後肢に対応している。

魚類から両生類、爬虫類、哺乳類と進化するにつれても、この4肢の関係はくずれていない。そして、鳥類の場合は前肢が翼となり、後肢は一對の肢として発達し、哺乳類の中でも霊長目のヒトは、直立歩行することによって前肢が手に、後肢が足に進化したものである。

魚類の胸ビレがヒトの手に進化したとする一応の結論を取りつけたものの、果して、魚のヒレの中に5という数字が隠されているのだろうか。残念ながら、現在の魚類の多くは、そのヒレは連続したものであり、ヒトの手指のような形になったものを見つけることができない。

「魚の胸ビレ」から「ヒトデの足」にまで一気に結びつきたいものであるが、ここからは、私の最も苦労した点であるが、いくつかの類縁性と、進化を補強する説明をしておこう。

山田真弓・西田誠・丸山工作『進化系統学』(裳華房)によれば、脊椎動物を逆のぼれば、その類縁性から原索動物、半索動物、棘皮動物などを考えるこ

とがやはり妥当であるとされている。

棘皮動物はその成体が放射相称を示し、脊椎動物との類似点をみいだすことは外見上からは困難であるが、中胚葉の形成過程、浮遊幼生の存在、また生化学的研究からも互いに類縁性が深いとされている。

理論の展開はここで行き詰まってしまったかに見える。そこで視点をかえて、命題の始めと終りである「ヒト」と「ヒトデ」についての共通点を挙げてみよう。

まず、ヒトの指とヒトデの足の機能面から見た関連性である。ヒトの手足は全体長からみるとごく一部であり、ヒトデの足は体長そのものである。ヒトの場合、身体の一部にしかすぎないとみられる手も、機能的にみると決してそうではない。手は、「つかむ」「つまむ」「にぎる」「はさむ」「おす」「ひく」などの数えきれない働きをもっていて、人間の文化は人間の手によって進歩してきたといっても過言ではない。

このことを神経学的に説明するものとして、W. ペンフィールドの「大脳における運動領野の機能局在」というのがある(図1)。大脳(右半球)と身体各部位の神経系統の関連が図化されている。これによると、大脳の領野は顔と手でほとんどが占有されてしまっている。逆に胴体などはごく一部にしかすぎない。神経系統、機能面からも、いかに手指が重要な位置を占めているかが実証されている。

つぎに、比較発生学の立場からヒトとヒトデの関連性をみていこう。19世紀より20世紀の初頭にかけてヘッケルの比較発生学が一世を風靡したことがあ

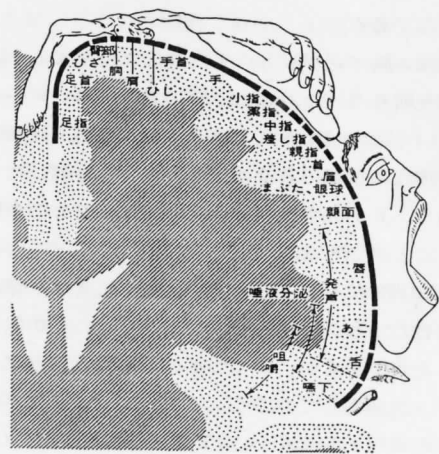


図1 大脳における運動領野の機能局在 (W. Penfield)

る。彼は、個体発生は系統発生の短縮された、しかも急速な繰り返しであるという反復説の命題をつくり、これを生物発生の法則として公式化した。この理論にはいくつかの不備があるにしても、今日でもなお理解されやすいものである。

すべての多細胞生物は、一個の卵と一個の精子の受精から始まる。脊椎動物の成体を比較してみれば、外観は著しく異なるが、個体発生の各段階における胚を比較すれば、サンショウウオもニワトリもブタもよく似た経過をたどるのである(図2)。ヒトは受精後、子宮の胎内において魚に似た時期を経験するとも言われている。ヒトも動物の一員であるため、他の動物と同様に発生の過程を共有している。ヒトに関する発生の実験データや論文が少ないのは、おもに倫理性から来るものであろうが、ヘッケルの理論は決してでたらめではない。ヘッケル流に言えば、ヒトが生まれる前は魚であり、その前はヒトデであったのかも知れない。

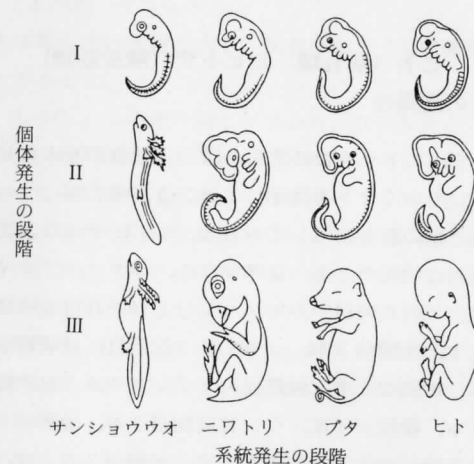


図2 脊椎動物の胚の比較 (Haeckel 原図)

もう一つ、初期発生学の、特に卵割のしかたからヒトとヒトデの類縁性をみていこう。すべての多細胞生物は、受精後、卵割というステップを経る。卵割のされかたは、動物の種類によってさまざまである。一般に、卵黄は卵割をさまたげるので、その分布状態によって卵割の形式がさまざまでくる。ウニ、ヒトデ、ナマコなどの棘皮動物は等黄卵であり、均等に等割される。カエルやイモリなどの両生類は端黄卵であり不等割になる。昆虫類の節足動物は中黄卵であり表割になる。

教科書や参考書にはウニやカエルの例がよく紹介されているが、ヒトデの例はあまり見られない。こ

れも倫理観(気味がわるい)から、あえて選ばれないのだろうが、数少ない資料の中から、石原勝敏編『発生学実験』(共立出版)の中にヒトデの発生のページを見て、私は思わず「ハッ」とした。同じ棘皮動物でありながら、ヒトデの卵割は、ウニの卵割よりさらに均等であったのだ。

さて、哺乳類のヒトであるが、写真はまだ見たことないが、文献によれば、ウサギなどととも等に等黄卵であり等割なのである。初期発生時の卵割の分類でいけば、ヒトデ(棘皮動物)もヒト(哺乳類)も、ともに等黄卵で等割なのだ。

以上のことをまとめると、脊椎動物の進化系統学、魚類の起源、機能面からみた大脳における運動領野、ヘッケルの比較発生学、初期発生における卵割のパターンの類似などから、本論の命題の前半である「ヒト(哺乳類)とヒトデ(棘皮動物)の因果性」についてご理解いただけたと思う。これらの推論には、多少の強引さもあるだろうが、次の命題にとりかかるところにする。

3. ヒトデの足はなぜ5本か

ウニ、ヒトデ、ナマコなどの仲間を棘皮動物という。皮膚には骨板があり、特有の水管系をもち、共通して言えることは5放射相称(回転対称)である。ウニの外観は栗の棘状になっているが、横に切断してみると殻の内面は、中央をこう門にして5放射相称を確かめることができる。

少し余談ではあるが、数学で正五角形を作図するには、かなりの工夫がいる。正三角形や正方形、正六角形などはコンパスと定規で容易にかける。ところが、正五角形になるとそうはいかない。5辺の長さを一定にしても歪んだ五角形になったり、結局は分度器の力を借りて、中心角を

$$360^\circ \div 5 = 72^\circ$$

として一応の完成をみる。分度器を用いずに作図する場合は、もっと複雑な手順を踏まねばならない。人間がこれほど苦勞して描いた正五角形を、ずっと下等動物であるウニやヒトデは、いとも簡単に描きあげてしまうのである。ヒトデのどこに、この高い能力が秘められているのかと疑いたくなる。しかし、この疑問は後でも述べるが、決して能力でもなく、ただ、自然がそうさせているだけである。

さて、後半の命題に入るために、ヒトデの足は5

本が基本であることを再確認しておきたい。ヒトデの足は、5本が圧倒的に多いがもちろん例外もある。ヤツデヒトデは7~10本の足をもち、足は根本から切れやすく、短い足がまじっているのが普通である。アカニチリンヒトデは10~12本の足をもち、めずらしい種類で、砂でい底にすみ貝などを食べ、底びきあみにかかる。タコヒトデは22~39本の足をもっている(『ポケット科学図鑑3, 水生動物』学習研究社)。例外もあるが、ヒトデは5本足が最も多く棲息している。

分布上からみて5本足のヒトデが最も多いとしたが、それは単なる偶然だろうか。この疑問を打ち消すかのように、ある興味ある事実をあげることができる。市川衛『基礎発生学概論』(裳華房)に、ヒトデの足の再生力について紹介がされている。ヒトデの足は、5本のうち1本が失なわれたとしてもすぐ5本になるし、さらに、1本だけからも他の4本を再生して5本の完全な形態にもどることになる。ヒトデの形態を決める遺伝子(DNA)の中には、きっと、5本という数字が刻まれているに違いない。だから、5本足は偶然であると片付けるには、学問上、惜しい気がする。

色々調査してみたが、ヒトデの足が5本である理由が皆無であるわけでもない。M. フィンガーマン、青戸偕爾訳『比較動物学—アメーバからヒトまで』(培風館)には、2つの仮説が紹介されてある。その一つは、放射相称を示す動物で骨板の継ぎ目を頑丈にするには、骨板の数として5個が最小限であるとする構造上からの説明であり、もう一つは、水の流れのある場所に棲息する場合などは、1本の足を上流方向に伸ばし、他の2対の2本の足を左右にして下流方向に伸ばせば、餌を捕えるのにも、危険の接近を察知するのにもバランスよく最高の機能を果たしえるという説明である。後者は、いわゆる「用不用説」の部類である。

足が5本である説明に定説がないのは、決定打がないためであろう。これ以後は私の推論になるが、5本足の理由は構造上頑丈であるとか環境に適合しやすいとかの後天的なものではなく、ヒトデが一個の卵から受精され胚葉が形成されるまでの、初期発生の時期に決められるという先天的なものではないだろうか。

すべての多細胞動物は、卵から発生して個体を形成する。ヒトデもヒトもまったく同じ過程を共有し

ていることは言うまでもない。ヒトについては、K. L. モーレ、星野一正訳『受精卵からヒトになるまで—基礎的発生学と先天異常』（医歯薬出版）に詳しい。卵は受精されると分裂を開始する。発生の初期に見られる細胞分裂を卵割といい、ふつうの体細胞分裂とはやや異なり分裂が急速に行なわれる。その間、娘細胞は成長をとまわず、1個の細胞の大きさは $\frac{1}{2}, \frac{1}{4}, \dots$ というようにしだいに小さくなっていく。卵割によって生じる娘細胞を割球といい、この割球数によってその発生の時期を2細胞期、4細胞期などという。卵割が進み、割球の数がかぞえきれなくなる桑実胚期、胚の内部に卵割腔とよばれる空所が形成される胞胚期をむかえる。胞胚は、やがて陥入によって変形され囊胚になり、内胚葉、外胚葉、中胚葉の三つの細胞層が形成され将来の器官が形成されていくのである。

私は、これらの過程の中に5本足のカギがあると推定する。

形態はいつ決められるのか。ここで発生学の歴史を整理しておこう。古くから前成説というのがあった。これは、卵の中には成体とほぼ同じ形のものがあるが縮小されて、たたみこまれているという説である。当時ようやく実用化されはじめた顕微鏡によって、卵や精子の中にうづくまる「縮小人」がまことしやかに図示されている（Hartsoeker など）。低い倍率の顕微鏡でよくも創造され、それが当時受け入れられたことは驚きに値する。この前成説はすぐに否定されてしまう。H. ドリュージュ（1867-1941）は、ウニ卵を材料とする実験の中で、2細胞期の割球を分離して2つの個体を発生させたり、2つの割球を癒合させることによって1つの個体を発生させることに成功している。この種の実験は、今日ではNHKの教養特集でも報道されることがあり、4細胞期の割球を分離して4頭の羊を得るといったバイオの技術も盛んである。H. シュペーマン（1869-1941）は、体色の異なる2種のイモリの囊胚初期を用い、予定神経域と予定表皮域の交換移植の手術を行なった。その結果、将来、神経系になるはずであった部分が表皮に、表皮になるはずであった部分が神経系になった。囊胚初期には、胚が移植された場所の組織に強く影響されることがわかったが、囊胚後期にはこういう現象はみられない。彼は、囊胚初期でいろいろな移植実験を行なっているうちに、原口のすぐ上に

ある部分（原口^{じょうしん}）だけは、他と異なる特別なたらしきをもっていることを発見し、イモリの第二の胚などを形成させている。学問研究とはいえ2つの頭をもったイモリを発表することは神の冒とくに触れ、非常に勇気のいったことであろう。W. フォークト（1888-1941）は、イモリやカエルの胞胚の表面を生体染色し、その染色した部分を「細胞追跡」し各部分が後に何になるかを図示した。以上まとめると、成体の形態が決められるのは卵割がされていく過程で定められること（後成説）、その時期は2、4細胞期より後、囊胚初期より前ということになる。

4. 卵割再考

私は、卵割のされかた、つまり割球の数や大きさや位置関係が形態を決める重要な因子になっていると思えてならない。この考えを支持するものにクシクラゲによるモザイク卵の実験がある。クシクラゲは正常に発生すると8個のくし板列をもった胚になるが、16細胞期に2分すると4個のくし板列をもった2個の胚が、4分すると割球数に応じて1個、2個または3個のくし板列をもった4個の胚となる。

私は、ヒトデの卵割について再考してみたくなった。ヒトデの卵は、ウニ卵より透明なものが多く発生過程が観察されやすいが、どういう訳かウニほど教材として普及されていない。前掲『発生学実験』の中のヒトデの発生の図をじっくりながめていて、私はいくつかの事実を知ることができた（図3）。それは、ヒトデの卵割はウニの卵割より均等であり、内部がよく見えることである。さらにもっと重要なことに気付いたのである。

一般に卵割は、割球の数が2、4、8…と2のべき乗に増えるにしたがって、割球の体積は $\frac{1}{2}, \frac{1}{4}, \frac{1}{8}, \dots$ となっていくと説明されている。その様子は高校の生物の教科書などで容易に知ることができる。本当にそうなのだろうか？ 確かに2、4細胞期などは割球の体積が半分、その半分に分割されるかのように見える。しかし、この論法でいけば、

$$\text{割球数} \times \text{割球の体積} = \text{総体積}$$

（一定；もとの卵の大きさ）

となり、胞胚期にどうして卵割腔という内部に空腔ができるのかの説明ができなくなる。

卵の細胞膜は、たんぱく質とリン脂質からなっ

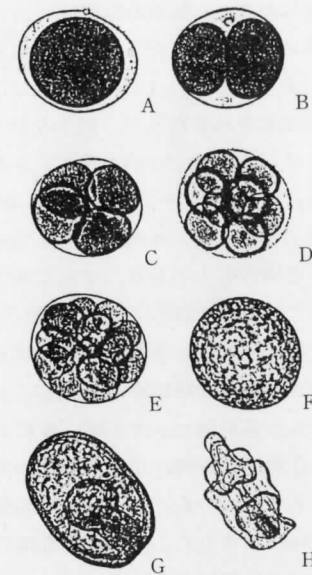


図3 ヒトデの発生（石原勝敏）
A~D：卵割，E：16細胞期，F：胞胚，G：原腸胚，H：ピピンナリア幼生（2細胞期の割球の大きさが不均等にみえるのは、割球の長軸がねじれているため）

図3 ヒトデの発生（石原勝敏）

いる。卵は卵膜でさえぎられていて、卵自身の細胞膜の材料は外からは補給されない。したがって、卵割は「細胞膜の総表面積を一定にして」行なわれると考えたほうがよい。その時、「外側の卵膜の大きさが一定である」という付帯条件を考慮しておかなければならないのは言うまでもない。

従来は細胞の体積に注目されていたが、細胞膜の面積に注目する方が説明し易くなるのではないだろうか。

こうなれば数学の問題になる。球の総表面積を一定にして2のべき乗の数の球に分割し、それらのすべてをもとの球につめるという作業になる。卵の最初の半径を r_0 、体積を V_0 とし、2細胞期の割球の半径を r 、総体積を V とすれば、半径比、総体積の比はそれぞれ、

$$\frac{r}{r_0} = \frac{1}{\sqrt{2}}, \quad \frac{V}{V_0} = \frac{1}{2}$$

となる。これらの比率は2細胞期から4細胞期に入るときも同じである。割球数が2、4、8…と2のべき乗に増えていくにつれ、割球の総体積は $\frac{1}{\sqrt{2}}, \frac{1}{2}, \frac{1}{2\sqrt{2}}, \dots$ と減っていきこれで卵割腔の空腔が説明されることになる。各細胞期の割球の半径を写真から読

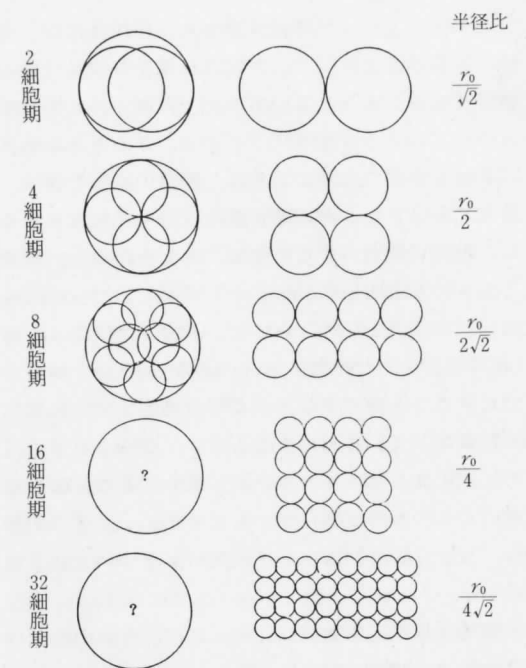


図4 割球の数と大きさ

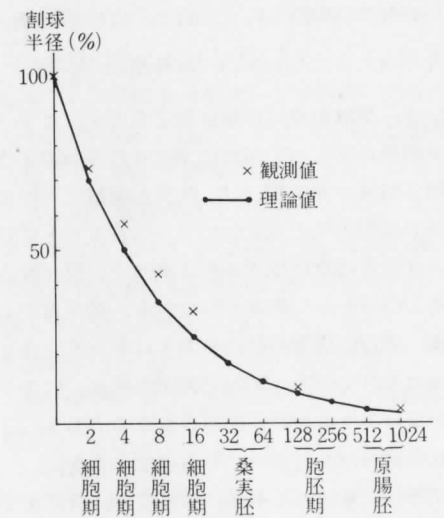


図5 割球半径の推移

みとり、私の計算した理論半径を重ねてプロットしてみると全体としてかなり近い線が出た（図4、5）。

では、なぜ従来、体積を分割しているかのように説明されてきたのだろうか。それはこうである。分割された割球は、最初の半径 r_0 の卵膜に詰めていかねばならない。2、4細胞期では、割球が球としては大きすぎ重くなってしまい、球の形を保つことがで

きない。したがって球は変形され、楕円体になっている。このことが逆に、卵割は体積を分割しているかのイメージを与えているのだ。卵割された割球が、互いにどのような配置につくかは、さまざまな条件によって決定されるであろう。卵黄の成分や性質、位置にもよるし、卵の細胞膜の成分や性質にもよるし、地球の重力の影響も無視できないだろう。割球どおしの安定な位置関係については、D. トムソン、柳田友道他訳『生物のかたち』（東京大学出版会）の「組織細胞または細胞集合体のかたち」という章を参考にすることができる。ここでは細胞膜と生化学的に性質が似ている石けん膜を用いて説明されているが、泡の会合はエネルギー的に最も安定な、最小原理のようなものが働いているとする。ヒトデの卵割も、石けん膜と同様に最小原理にもとづいているに違いない。

前掲『基礎発生学概論』によれば、ウニの卵割は第10回、割球数808個のときをもって終るといわれている。割球数が正確に $2^{10}=1024$ 個になっていないのは、割球が同時に割れていないことを示しているともいわれる。卵割が2, 4, 8, 16, 32, 64細胞期へと割球数が増えるにしたがい、総体積は $\frac{1}{\sqrt{2}}$ 倍ずつ減っていき、割球自身は卵膜にならびだす。ちょうど、泡が表面張力によって周囲に寄せられるかのように、胞胚期に周囲に並ぶ割球は、花火の構造にも似ている。夏の風物詩花火はドーンという音とともに四方八方ほぼ均等に飛び夜空を彩るが、その飛び散る花火は星というもので構成されている。花火は中心に割火薬、周辺に玉皮の約10分の1にあたる大きさの星が詰められている。200~300個の星は、つまりや空気がないように均等に詰められるのであり、ここにも最小原理がはたらいっているであろう。

再び卵割にもどってみる。数字のみに着目するならば割球数は2, 4, 8, 16と2のべき乗であり、この中には5や5の倍数は見つからない。やはりだめか、とこれであきらめてはいけない。今までの議論で確認したのは、卵割がすすむにつれて割球が周囲に移ること、そして、胞胚期に近づくにつれて割球は卵膜の内側に均等に並びだすことであった。したがって、割球数が問題ではなく割球の位置関係こそ問題なのである。卵膜の内面を均等に分けていけばよい。数学的には球の表面を均等に分ける作業になる。もし、割球数 n 個に対応して正 n 面体という

ものが存在したなら、割球の位置はその正 n 面体内に接する球で決められるだろう。例えば正16面体、正32面体、正64面体というものがあれば、割球の配置が即座に理解されるだろう。残念ながら正多面体は n が4, 6, 8, 12, 20の5種類しかないことがわかっている。そこで、少し条件をゆるめたもの（構成する面が必ずしも同一多角形でなくてもよい）に準正多面体というものがあり、それらの中に割球数 n 個に対応するものを探してみると「準正32面体」にでくわす。準正多面体は現在13種類発見されているが、この準正多面体は球にかなり近いことが計算でわかっている。これはサッカーボールでおなじみであるが、正5角形が12個、正6角形が20個の合計32個の面で構成されている。ヒトデの32細胞期の割球の位置関係は、おそらくこの準正32面体に近い関係をしているのではないだろうか。

生物の形態が決められるのは2, 4細胞期よりは後、囊胚初期よりは前であると以前に述べたが、ヒトデの場合形態が決められるのはおそらく32細胞期ごろではないだろうか。この時期は割球の大きさも小さくなり、割球が自由に動き出せるころである。以降は私の単なる想像にすぎない。32細胞期の割球がサッカーボールのようにうまく染色されるなら、きっと細胞追跡がなされるであろう。ヒトデの卵は胞胚期、囊胚期に至っても32細胞期の位置関係がどこかに記憶されていることだろう。胞胚期には動物極植物極とよばれる球面上の2点を結ぶ線を軸とし、原腸陥入が行なわれる。原腸陥入はサッカーボールというなら正5角形の面を真上にして、下から空気を抜いていく動作に似ている。さて、動物極をどこに設定するかであるが、図6, 7に示すように正5多形の面を軸にした方が正6角形の面の場合より放

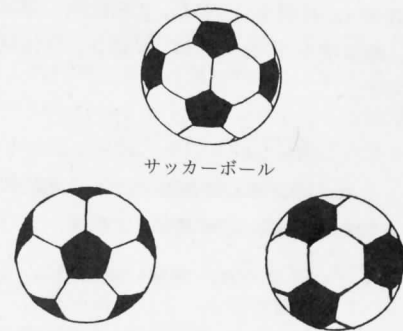


図6 サッカーボールをながめる

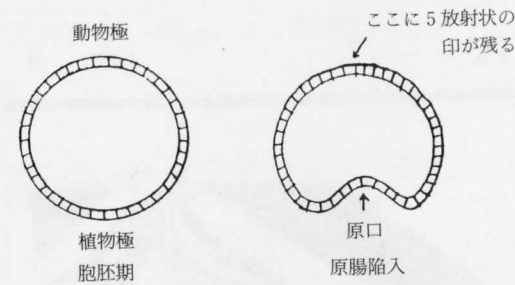


図7 胞胚期と原腸陥入

射対称性が保たれ安定性もよいことが理解される。つまり、6本足のヒトデより5本足のヒトデの方が可能性として高いのである。ヒトデはピピンナリア幼生を経て成体になる。幼生の時期にはまだ5本足の形が発現されていないが、5本という数字は継続して記憶されていることだろう。

5. 万人のための万人の科学を

以上が私の推論である。これでお約束どおり「人の指が5本である理由」と「サッカーボール」が結びつけられたことになる。論理の飛躍や強引さを感じられたかも知れないが、これも「遊び」と了解されたい。

この稿をまとめるにあたって、最近の科学のあり方について私自身が日頃気付いた点を2, 3述べさせていただきます。

バイオ、人工知能、熱伝導などに代表される先端技術には目を見張るものがあるが、これらは本当に科学の内面から出てきたものであろうか。例えば人工知能について言えば、1950年代コンピュータがこの世に出現したその時から叫ばれている。ただし、今日ではAI (Artificial Intelligence) という新しい用語で再来し、何かいまでも実現できるかのような幻想を与える。今流行のファジー・コンピュータもその類である。研究者達は、これのうちのどの分野かに属していないと不安である。乗り遅れては大変だと。先端技術と呼ばれる科学の中身が、科学の本来の姿ならよいが、政府や企業の仕掛けた単なるブームであるなら事は重大である。また、そうした先端技術への関わり方も、ごく限られた研究者に科学が独占されてしまっ、研究所や実験施設に勤務しない大多数の国民は科学の動向を雑誌でつかむだけで、まったく受動的になってしまっている。研究する者と知らされる者の分業化ができあがってしま

っている。だから大多数の国民にとって、科学がブームに左右されるのを恐ろしく思うものである。科学は、やはり万人のための万人のものでなければならない。

次に、身近な問題、根源的な問題に対する軽視があげられる。20世紀もあと10年たらずで終る。今日の学問研究は極めつくされてお、最先端と呼ばれる研究のみをすればよいとする考えが中心である。最近の雑誌や新聞、テレビ・ニュースなどあらゆるマスコミ関係の話題がそれを裏づけている。ニュートンは「リングはなぜ木から落ちるのか」を考えて、万有引力の法則を発見したといわれる。万有引力の法則が先でリングの逸話は後からつけたしたものだという異論もあり、その真偽は定かでないが、日常の現象の中にも根源的な問いかけをすることへの教訓を言っているのであろう。柳の下にいつもどじょうがいるとは限らないが、衆知のこと、一見馬鹿げたことにも「なぜ」を挿入することが大切。科学は疑問を解決することから発展してきたのだから。

本稿のテーマ「人間の指はなぜ5本か」は広くは生命に対する研究に属する。いくら科学が進んだとしても生命のことは永遠の謎であろう。だから、科学はもっと人間の生命にたいする研究に力を注いで欲しい。その際、「遺伝子組み換え」や「試験管ベビー」のように決して興味本意であってはならない。ベトナムの二重胎児のことを思うたびに、科学は平和のためにあるべきだと痛感する。私達の指が5本であるのも、地球と生命の歴史が永い年月をかけて創造してくれたのだから。

参考文献

- 1) カール・セーガン、木村繁訳『COSMOS』朝日新聞社
- 2) 山田真弓・西田誠・丸山工作『進化系統学』裳華房
- 3) 石原勝敏編『発生学実験』共立出版
- 4) 『ポケット科学図鑑3, 水生動物』学習研究社
- 5) 市川衛『基礎発生学概論』裳華房
- 6) M. フィンガーマン、青戸啓爾訳『比較動物学—アメーバからヒトまで』培風館
- 7) K.L. モーレ、星野一正訳『受精卵からヒトになるまで—基礎的発生学と先天異常』医歯薬出版
- 8) D. トムソン、柳田友道他訳『生物のかたち』東京大学出版会
- 9) 西山豊『ヒトデの足はなぜ5本か』『10進法の起源』『くらしのアルゴリズム』ナカニシヤ出版

(にしやま ゆたか)