

図5 C₆₀の分子模型とサッカーボール

一方、フラレンは頂点が60で($V=60$)、面が $12+20=32$ で($F=32$)、辺が90で($E=90$)公式を満たしている。

フラレン C₆₀ の研究が急速に進むにつれて、C₆₀ より多い炭素数でサッカーボールに似た構造を持つものや多重構造になったもの、あるいは炭素原子がチューブ状になった「カーボン・ナノチューブ」などが次々に発見されている。カーボン・ナノチューブは、1991年、NECの飯島澄男研究員が発見したもので、バッキーチューブともいわれる。C₆₀ と同じ直径のフラレンが長くなった場合、C₅₀₀ で長さが約61Åになる。ナノチューブの大きな特徴は7員環を含むものが発見されたことである。5員環がフラレンを球状に閉じさせるのに対して、7員環は逆にフラレンを広げる性質をもつ。7員環は、鞍状の曲面(負の曲面率)に発生する。

8. 細胞群配置と5弁の可能性

茎の先端は丸くドーム状になる。丸くドーム状になったときの先端の細胞群はどのように配置するのであろうか。フラレンの発展としてのカーボン・ナノチューブは細長いチューブ状になっていて植物の茎を連想させる。ナノチューブの先端は凸になっていて5員環が存在する。茎はナノチューブと類似するのではないだろうか。これが私の推測である。

1個の細胞が1枚の花弁になるわけではない。数千数万の細胞が1枚の花弁を形成して行くが、ここではそれらを細胞群としておこす。茎頂に存在する細胞群の配置が花の形成、形態に関係している

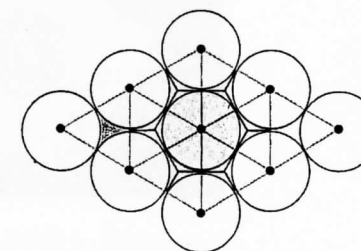
のは事実である。配置がキーとなると、その配置はどのように進行するのか、そして最適配置とは何であるのか、このように考えると、5弁を選択するのは植物にとって難しいことではなく、4弁の選択こそ不安定で難しいのではないかという予感がしてならない。

細胞群の配置についてモデルを考えてみよう。茎頂細胞群を球体(または六角形)と仮定してもよいだろう。まず常識的に考えられるのは平面を正六角形で被うことが最適であるということだ。円板(たとえば硬貨)の六角形状充填は正方形形状充填よりも隙間が狭い。10円硬貨を並べるとき、図6(1)のように六角形を想定して並べるともっとも隙間を狭く並べることができるが、図6(2)のように正方形を想定して並べると隙間が大きくて硬貨が移動しやすい。この理由で六角形状充填が最適配置である。これに関連してミツバチの巣や雪の結晶が正六角形であることはよく知られている。ところが花弁は6枚を選択せず5枚を選択しているのである。

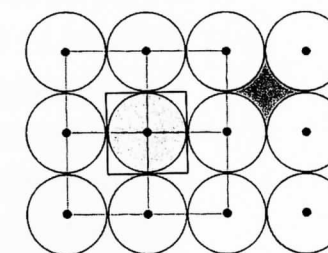
自然におけるフォルムあるいはパターンの生成原理はもっぱら空間あるいは場そのものがもつ作用力ないしは拘束力にあると見られている。植物の葉序などにフィボナッチ数列や黄金比が見出されるが、植物は数学を知らず、ただ単純に最大の空間を占めるように発生する結果が、そう記述できるだけの話である。すべての美とすべての数理は、空間的環境と相互作用する単純な生長系の自然の副産物であるのだ⁷⁾。

そこで私はつぎのような細胞群配置のモデルを作ってみた。まず1つの六角形のまわりに6個の六角形を並べた。1個の六角形は細胞の塊、細胞群とする。この配置は前にみた「六角形状充填」に相当し、図7(1)のように同一平面上に並んでいる。つぎに、周囲の六角形を1個減らして5個にすると、図7(2)のように腕を逆さまにしたように上に凸なフォルムを取るようになる。もし、六角形を1個増やして7個にすると、下に凸なフォルムになるのではと想像されるが、実際は波をうったような鞍形になる。

これらは何を物語っているかということ、中心部に対する周辺部の拡張速度の大小によって、平面は腕や鞍のフォルムに変っていくことを示している。こういう変形が生じるのは空間の性質によるのである。中心部の生長速度が大きくなると丸形でドーム状になり、周

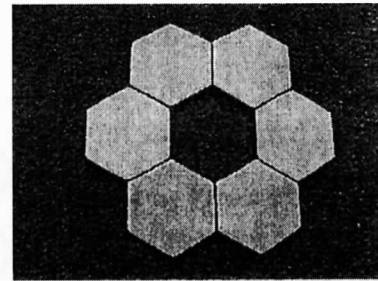


(1) 六角形状充填

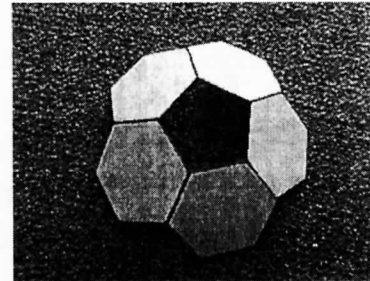


(2) 正方形形状充填

図6 円の稠密充填(S.ヒルデブランド他『形の法則』東京化学同人より引用)



(1) 6個の正六角形



(2) 5個の正六角形

図7 細胞群配置のモデル

辺部の生長速度が大きくなると鞍形になる。シュート頂(茎頂)は生長点であるから、中心部の細胞活動がもっとも盛んであり、形はドーム状で先端に向かって凸になっている。

茎頂の形がドーム状で丸みを帯びているとすると、細胞群の配置は図7(2)に示した状態が想像できる。五角形のまわりに六角形が5個、つまり5つの細胞群が茎を中心に配置されるのだ。これら5つの細胞群はガク片になり、花弁になり、雄しべになり、子房になるのだ。このようにして5弁の可能性が示されたことになる。

逆に、茎頂の形が鞍形であるとすると7弁の可能性も考えられるが、鞍形は不自然で不安定な形である。また中央部より周辺部の成長速度が大きいとは考えにくいので、7弁の可能性は極めて少ないことが想像できる。

6弁の可能性は、茎頂の形が平坦であることだ。もし茎頂が平坦であるなら、細胞群の配置は図7(1)のように茎を中心に6つの細胞群が配置されることになっていて、6弁の可能性がでてくる。しかし茎頂は成長点であるから形が平坦ということは不自然である。したがって6弁の可能性は5弁より小さい。

4弁の可能性は、茎頂の細胞群の配置が、図6(2)の正方形状充填になることだ。正方形状充填は六角形状充填より充填度は低いが、植物細胞が動物細胞より可変性が小さいことを考えるとこのような配置も不可能ではない。正方形状充填として茎が形成され、茎頂細

胞群もそのように配置されているなら、そのうちの1つを茎と仮定すると、そのまわりには4つの隣接する細胞群があるので4弁の花となるであろう。

いずれにしても、茎頂の形が凸状であることから5弁の可能性を推論したことは大きくは間違っていないと思う。

9. ダブネの像

『趣味の園芸』(日本放送出版協会、1997年11月号)に、ハナショウブに異変がとる記事が掲載されていた。ハナショウブは6弁(正確には3枚が内花被で3枚が外花被)が普通であるが、4弁や5弁のものが咲いたというのだ。この記事を読んで思うことは、以前の私だったら4弁や5弁のハナショウブに悩まされたであろうということだ。今回の調査と研究の結果、このような突然変異とも見られる現象もあまり問題にはならなかった。それは生命の連続性で説明できるからだ。

花芽が形成される茎頂に注目すると、茎頂の形がドーム状か平坦かによって、また茎をとりまく細胞群の数によって花卉の数がさまざまであった。花卉の数は遺伝子DNAであらかじめ決定されているわけでもない。遺伝子DNAは概略設計をするだけで、すべてを決定しない。環境や場の状態で花卉の数や形が決定されていくのである。

ハナショウブは6弁が普通であるということは、茎頂は平坦かドーム状のカーブが緩やかであるか、細胞群の配置が図6(1)のように「六角形状充填」になっているからであろう。4弁や5弁のものが突然咲いたということは、配置が図6(2)のように「正方形状充填」になったか、茎頂がドーム状になり図7(2)のようになったかであろう。このような変異が見られても別に不思議なことではない。

以上、花びらはなぜ5枚が多いのかを検討してきたが、私の関心はこれだけにはとどまらない。ヒトデの腕はなぜ5本か、ヒトの指はなぜ5本かなど多くの疑問が未解決である。また、文化、歴史、社会、思想の中にも「5」が潜んでいることが多いが、人間の指が5本であるからとも考えられる。そう思うと、この研究は身近なテ

アマからスタートしたが、もっと大きな意味を持つ研究に見えるのだった。

植物と動物とヒトの関係を連想させるものとして、ギリシャ神話にダブネの像がある(図8)。ダブネの腕は指先から枝に変わり葉に変わり、全身が1本の月桂樹と化す。この不思議な像も私にとっては決して不思議には見えない。動物も植物もヒトも同じに思えるのだ。人間の腕、手、指を植物の茎、枝、葉や花に対応づけることができる。

人間の腕は植物の茎であり、手は枝であり、指は葉であり花びらである。指の数が5本であるように、5弁の花を両手に持っていることになる。これらは発生的にとらえると決してでたらめな説明でもない。2000年前の古代ギリシャ人は私と同じことを考えていたともいえる。こんなことを、ある研究会で私が発表すると、参加者一同が自分自身の両手をみながら、これが花びらなのかと見つめるのであった。

数学のいいところは紙と鉛筆でできることである。また、数学は職業、年齢、性別による差別がなく万人に平等に開かれている。やろうとする意志さえあればいつでも参加できるのだ。そして、自己責任によって何を発表してもよいという自由も保障されている。このような数学が好きで、私は数学研究者にはなれなかったが、アマチュア数学愛好者として数学とつきあってきた。受験の数学や専門の数学ではなく、文化としての数学、数楽の花がもっと咲けばと期待している。

[参考文献]

- 1) 市川衛『基礎発生学概論』裳華房, 1982
- 2) 牧野富太郎『改訂増補・牧野・新日本植物図鑑』北隆館, 1989
- 3) 原襄『植物形態学』朝倉書店, 1994
- 4) 原襄『植物の形態(増訂版)』裳華房, 1984
- 5) 賀来章輔他『植物の生長と発育』共立出版, 1982
- 6) S. ヒルデブランド他『形の法則』東京化学同人, 1994
- 7) P. ステイブンス『自然のパターン』白揚社, 1987
- 8) 西山豊『自然界にひそむ「5」の謎』筑摩書房, 1999

(にしやま・ゆたか/大阪経済大学)



図8 ダブネの像
(阿刀田高『私のギリシャ神話』日本放送出版協会より引用)

10 個の数で作る力学グラフ——日本数学協会の設立に際して

蟹江幸博

§1. はじめに:数の博物学の復権

日本数学協会が生まれます。プロとして数学をするのではなく、受験のために数学をするのではなく、教育をするためにと数学をいじるのでもなく、ただ数学が好きだというだけが目的の団体です。

参加する動機や目的も何でなければならないというわけではない。ただ数学が好きで、数学することが楽しくて、分かったら嬉しくて人に話したくなる。聞いてくれる人いませんか。そういう人の思いが集まってできたのが日本数学協会です。

何をするとおころかはこれから参加する人の活動が決めて行くのです。入ったら何がして貰えるのかと問うのではなく、数学(の文化)のために自分に何ができるかを考えるところです。

参加する人が色んなことを提案し、色んなことをやってみて、色んな人が色んなことを話し合う。年に一度は集まってみる。雑誌があるから投稿してみる。ポツになったらまた挑戦。昔、算額でやったように問題を出し合ったり、面白いことが分かったら自慢し合ったり。地域で小さい集まりを持つのもよし、ホームページで意見を交換するのもよし、自分にできること、したいことを、何でもやったらいい。それを、協会としてサポートできるような形になればいいと思う。

世の中には数学が好きでない人が結構沢山います。教育の場ではそれが問題視されますが、たまには、何もすべての人が好きにならなくてもいいじゃないかと、開き直ってみることにしましょう。数学が好きだと言うと変人のように見られかねない世の中で、好きだぞ! と言って肩でも組めるような集まりがあるのはいいことだと思います。それができれば嬉しいですね。

でも数学はなかなか楽しんで貰えない。他の学問なら、アマチュア愛好家がこんなに肩身の狭い思いをしてないような気がする。どうしてでしょうか。

蝶やトンボやカブトムシを捕まえて標本にする。化石を拾い集めて標本にする。変わった奴だと言われても、世間の目には温かきがある。でも、数学だと妙に冷たい。ほらこんな綺麗などと言って見せ