



夢はバラ色

合成化学における一つの夢

竹 本 喜 一*

最近世間では化学というもののイメージがもう一つ冴えない。いうまでもなくこれには環境汚染や廃棄物処理の問題や、将来の石油原料に対する不安などが一つの原因になっていて、工科系、理科系のいい学生が化学に集まりにくいという状況を生み出している。しかしながら化学工業をはじめ、近年いちじるしく発展して来た材料工学などは、化学なくしては存在し得ないことは周知のところで、科学の世界でのバラ色の夢も、化学をなおざりにして築き得ないことはいうまでもないことと思われる。化学の沈滞を打破するためには物理や生物の領域のように、啓蒙書や一般人の興味を引きつけるような面白いよみものを書く人をどんどん出していく必要が大いにある。

一体化学というものは、本当にそんなに無味乾燥の、手のつけようのない学問なのだろうか、私はもちろん、決してそのようには思わない。それどころか、この年にしてますますはかり知れない興味を覚え始めている今日この頃である。

私が興味をもち、実際に研究室の片隅で手がけている仕事に、「機能性高分子」とともに「化学進化」という領域がある。この問題を一つの例として、化学以外の方々のためにも理解して頂くべく、一つの短い紹介を試みてみたいと思う。

われわれの地球は誕生してから45億年くらいになるという説がよくいわれている。よくはわからないが、その長い歴史の中で、どこかの時点で一つの細胞が誕生し、この地球上にはじめて生命の火が燃やされたことであろう。その時点にいたるまでの、地球表面のはげしい圧力、温度条件下で（もっとも後にはずっとおだやか

なものになったに違いないが）くりひろげられたと思われる、無機、有機高分子の合成を中心とした化学反応をとり扱う学問がこの化学進化と呼ばれる学問であり、化学進化と生命の起源に関して活発な国際会議のもたれていることもご存知の方が多いと思う。

炭酸ガス、アンモニア、水素などといった星間物質を起源として、かんたんな合成から複雑な有機合成へと進み、タンパク、核酸などの高分子合成を経て細胞にたどりつく歴史は、考えてみると気の遠くなるような話である。しかし各段階の有機合成を慎重に考えていくと、大へん面白いアイディアも湧いてくるし、それが生体内で行なわれ一つの大きい学問に成長している「生化学」の合成反応や、前世紀より手がけて来た、地球の歴史からみてまだごく日の浅いわれわれ人間の手になる化学合成や工業化学の反応とも異質な点を沢山もっていることに気づくのである。

いま化学進化における一つの合成例を眺めてみたいと思う。核酸といって、われわれをふくめた動植物の生体内で遺伝情報を伝達したり、タンパク質合成の情報のカギをにぎる、大へん「知的な」高分子は、4種の重要な塩基をその機能発現のために使っているが、その1つにアデニンという化合物が存在する。その構造は少しややこしいけれど、つぎのようであって（●は炭素をあらわす）ふつうの化学的方法ではとても合成がむづかしい。しかしながら、この化

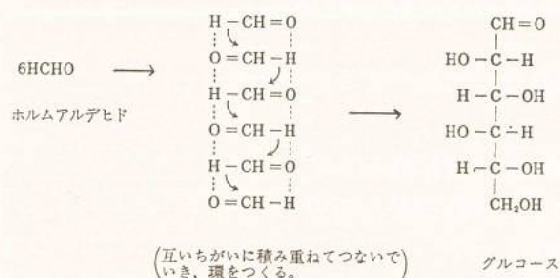


合物は不思議と炭素、チッ素(N)および水素(H)だけから出来ていて、しかも(a)に示した

*竹本喜一 (Kiichi TAKEMOTO), 大阪大学, 工学部石油化学科教授, 工学博士, 高分子化学

ように元素を追っていくとチッ素と炭素とが規則的に交互にならんでいる。明らかにこれは青酸ガス5分子が輪を書いて結合しながらでき上がったものと考えられるが、どうしてこのように秩序だった環の形成が可能なのだろうか、結論を急ぐと、現在ではホルムアミドという、青酸に水のくっついた形の化合物を原料とし、リン酸系の触媒（地球表面の一つの構造）を用いて50%近い収率でアデニンを得る方法が確立されているのである。リン酸系の触媒はアデニンという環状の化合物をデザインするための鋳型であって、このような鋳型にはめこんで形や大きさの決まった物をつくる方法が、地球上に生命が生まれるずっと以前にあったことは大へん面白いことではないだろうか。いうまでもなく、現在の生物の体内で行なわれている重要な化学合成では、みんな鋳型の考えを用いてお好みの化合物が収率よく、選択的につくられている。

このアデニン合成の成功は、いろんな教訓を含んでいるように私には思える。第一に原料（青酸ガス）と生成物とは全く似ても似つかぬ性質と構造をもつものであること、第二にこの複雑な化合物の合成が一段階で可能なこと、第三に収率がよく、副生成物のできにくいこと、などである。青酸ガスが猛毒なガスであるのに、アデニンは無色の結晶で、全く無毒であるばかりか、医薬品においても重要な構造となっていることは極めて対称的で面白いと思う。この合成は、うまくいった最初の重要な例であるが、つぎの合成が成功すれば、その面白さと人類への貢献の大きさははかり知れないものがある。生成物のグルコースはいうまでもなく、でんぷんやセルロースの原料物質である。



このようにしてできてくる物質はみんなタン

パク質や核酸はじめ、生物が高度な機能性材料として利用する高分子化合物である。このような合成の学問への挑戦は、原料物質が省資源的に安価なものであること、触媒に地球表面に普遍的な無機化学物を用いること、生成物が生体に関連のある物質で、しかも副成物を生じないで収率よく得られる点にねらいがあろう。副成物を生じないこと（われわれはこれを単分散 *monodisperse* とも呼んでいる）は、つぎに起り得る生体高分子の合成に極めて有利となり、その極限が、高度の選択性を使命とする、生命ある生体系の反応系の誕生につながるフィロソフィを秘めているように考えられ、面白さのつきないものがある。

私たちの実験では、マレイン酸と尿素といった、単純な構造の化合物から、核酸の構成塩基の一種であるウラシルが合成でき、また同じくマレイン酸とチオ尿素との反応で天然物質に類似の複雑な構造をもつ化合物が見つかっている。

われわれは、自然界で合成される天然物がどんなに複雑なものであっても、決してその合成への挑戦をあきらめてはいけないと思う。「鋳型」の考えをうまく生かして、初期の細胞が大自然に学んだからくりをこんどは人間の手でわがものにしていかねばならないと思う。このからくりは意外と単純なものかも知れない。

最近、機能性高分子という言葉がはやりになって来ている。私は機能性高分子という表現が大へん好きである。従来プラスチック、合成ゴム、合成せんい、合成皮革などとして有用であったいわゆる高分子化合物を化学的に「料理」して、つまり分子のデザインによって新しい機能をもつように仕上げた高付加価値の材料のことで、イオン交換樹脂や感光性樹脂、高分子の触媒、金属を選択的に分離、吸着する樹脂からはじまって、今では酸素をはこぶ樹脂（人工血液）、エネルギー変換系高分子や情報活性をもつ高分子の合成にまで夢がひろがっている。

「亀の甲」をはじめとしているような形や大きさをもつ分子を目的に応じて、効率よく合成するのが従来目的とされてきた「鋳型の化学」であるならば、将来の機能性高分子の合成には分子の集合の認識に立つ「積み木の化学」がぜひ基

礎化学として要求されてこようと思う。積木の化学というのは、一見ばらばらの分子が、ある特定の集合の仕方で寄り集まることによって画期的に見事な機能をもつようになる現象を指すもので、赤血球やリボソームという生体内の分子集合体が自由自在にその構成分子に分けられたり、集合させて元の形に可逆的にもどしたりできることからわかるように、その集合と離散のからくりを解きほぐすことは、次の世紀のはじまりにかけての、われわれ化学者の大きい

夢の一つにちがいない。鑄型の化学から積み木の化学への周辺領域の解明とその利用は、胸がわくわくするほど興味をつきない大テーマであって、国際的にみても、日本がその研究の先頭を切って進んでいることによるこびを禁じ得ないのである。現理と生物の領域と、渾然ととけ合ったこのような新世紀の化学の発展に、私は自信をもってとっくんでいきたいと願っている。

産 業 界 か ら の

ご 原 稿 を 募 集 し ま す

奮ってドシドシご投稿下さい

内 容： 技術解説，新製品紹介，会社・職場の紹介，職場の話題，
随筆，御意見その他

頁 数： 本誌2頁以内
(400字詰原稿用紙8枚以内)

送 稿 先： 〒565 吹田市藤白台5丁目125-18

大阪大学工業会館

社 団
法 人 生 産 技 術 振 興 協 会 宛

- 注 1. 極端なご原稿は編集委員会で掲載をお断わりすることがあります。
2. 掲載のご原稿には、規定の原稿料をお支払致します。
3. 社名・職名・年令・氏名・連絡先と電話番号を明記下さい。
4. 誌上には、社名と氏名だけを発表します。