



著

## 「孫の世代」の構造有機化学

杉浦 健一\*

### “構造有機化学”とは？

英訳：“Physical Organic Chemistry”

中川正澄 著：「構造有機化学」（裳華房）

特異な構造、特異な機能を有する有機分子の設計と合成、及び機能評価

特異な構造：対称性、歪み、反応性、形の面白さ等

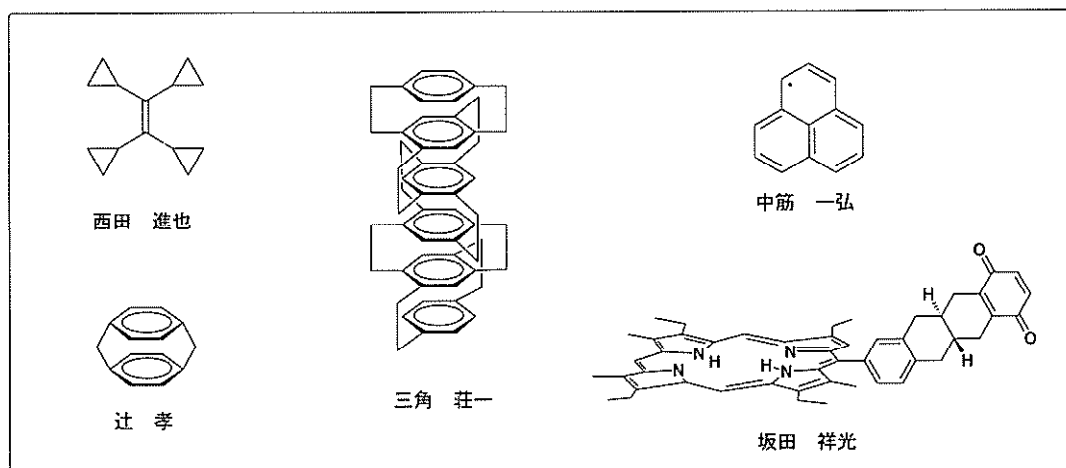


図1 著者が用いている構造有機化学の紹介用OHP

### 1. はじめに

近年、新しい学問領域の萌芽を学際研究の中から見つけていこうとする動きが活発化している。私の様な青二才の研究者でさえも、異なった分野の方々の前で講演をさせて頂く機会が増えている。この際、自分が属している構造有機化学という学問分野を簡潔に説明し、招聘して下さった研究グループと私と

の接点を手掛かりとして、なるべく多くの方々に御興味を持って頂けるような講演を心掛けています。何度かの試行錯誤の結果、講演の冒頭に於いて、下に示したOHPを名刺代わりに用いると、他分野の方々も構造有機化学に対して興味を抱いて頂けることが解った。OHPの中に示した化合物は、私の師が合成した代表的な化合物である。これらの分子は、構造有機化学、と言うよりも、自然科学という大きな枠組みで位置付けられるべき重要な化合物であり、このような分子を例にして構造有機化学という学問を説明すれば、有機化学＝「亀の子ベンゼン」として理解されている他分野の方でも、興味を持って下さるのは至極尤もである。

このOHPを作っている際に、このような御仕事をされた先生方から薫陶を受けることが出来たことを大変名誉に思うと共に、師の優れた業績によって



\* Ken-ichi SUGIURA  
1962年7月20日生  
総合研究大学院大学・数物科学研究科  
修士  
現在、大阪大学産業科学研究所・機能分子研究部門・有機物性化学研究分野、  
助手、博士(理学)、有機合成化学  
TEL 06-6879-8476  
FAX 06-6879-8479  
E-Mail sugiura@sanken.osaka-u.ac.jp

照らし出される自分の拙い成果に恥ずかしさを感じざるを得なかった。柔軟な思考は研究者にとって最も重要なものの一つであるとされてるが、実は、師の強い影響にがんじがらめになって、硬直した思考しかできていないことに改めて気が付く。

構造有機化学は、戦後、急速に発展した種々の機器分析手法を駆使し、有機分子の物理化学的性質を評価し、さらに、より特異な性質を有する分子の合成を目指す領域である。比較的若い学問分野であり、私達の世代は、おおよそ三世目目の「孫の世代」と言える。その本コラムのタイトル「若者」と呼ばれるには年齢を重ねすぎた感があり、気恥ずかしさを感じざるを得ないが、「若者」＝「未熟」と拡大解釈し、「孫の世代」が研究に対して日頃考えていることを記させて頂きたい。

## 2. 「祖父」と「父」の呪縛

昨年(2000年)、研究指導をしている藤本佳伸君(現・阪大工学部修士課程1年次在学)の卒業研究の成果を中心にして、下に示したような四角形分子の報告を行った。

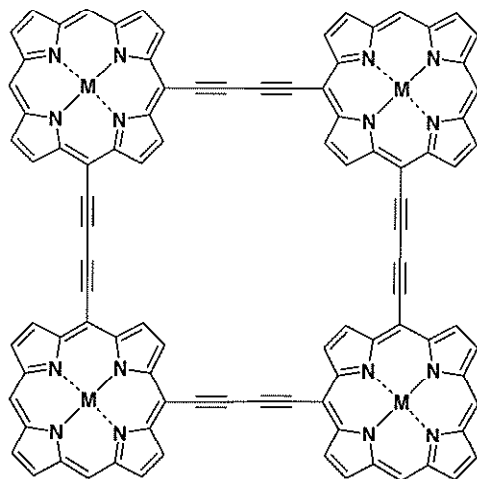


図2 ポルフィリン分子をアセチレン結合で連結させた四角形分子

国際学会直前に雑誌へ掲載された為であろうか、学会会期中、海外の多くの研究者にお褒めの言葉を頂くと共に、「実は、私達も合成しようとチャレンジしていた所だったんだ」と聞くに及び、いち早く合成に成功し、報告できたことを嬉しく思った。しかし、翻って考えてみると、既に世界中の何人かの研究者は同一の化合物の重要性に気が付いており、

実際に合成研究を行っていたのであるから、どれ程の新規性・革新性があったのか、自ら謙虚にならざるを得ない。より根元的には、 $\pi$ 電子系色素分子をアセチレン結合を用いて共役電子系を拡張する分子設計は、「祖父の世代」の中川正澄先生が1960年代に確立された手法である。さらには、このような分子を環状で実現しようとする試みは、「父の世代」の三角荘一先生が助手になられて最初に取り組みされたテーマでもある。「孫の世代」が、「祖父」や「父」の呪縛から抜け出していないことに対し、苛立ちを感じざるを得ない。

ともあれ、このテーマに関しては、拙いながらも第一ステップを踏み出すことが出来た。しかしながら、「孫の世代」が2001年に遂行する化学に足りるだけの新規性をこの分子に付与し得なければ、「祖父」と「父」の哄笑を招くであろう。

## 3. 「有る年代」の研究者

朝、歯を磨いていた時、洗面所の床の模様がポルフィリンと呼ばれる生体由来色素の二次元配列に見えたという理由だけから、図に示したような21量体分子の合成を行った。合成には6年程の年月を費やしてしまいましたが、分子構造の持つ美しさからか、多くの方々に好意的な評価を頂き、大変嬉しく思った。この分子の分子量は2万にも及び、これまでの有機合成化学では扱わなかったような領域に属する。高分子化学は分子量分布を持った混合物を扱っているのに対し、この21量体は水素原子一個に至るまで完全にコントロールされており、その大きな分子量にもかかわらず、不純物を全く含まない純粋物質として単離する事に成功した。これ以外にも、この分子は様々な特徴を有しており、「孫の世代」の構造有機化学者の成果としては、それ程悪い出来ではなかったのではないかと自負している。思いがけないことに、中川正澄先生より、この分子をデザインした大変美しい刺繍をプレゼントして頂いた。「祖父」から「孫」へのお褒めの言葉として大変感激すると共に、さらに研究を発展させなければと、気が引き締まる思いをした。

この成果に対して、谷口昭三先生(茨城工業高等専門学校教授)から、「ある年代の研究者が、ある場所にいることによって初めて出来る研究」と評して頂いた。なるほどと思う。「有る場所」とは、とりもなおさず研究費、研究時間、研究設備、共同研究

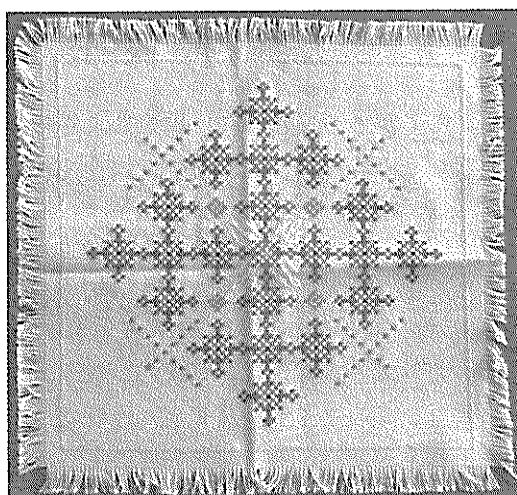
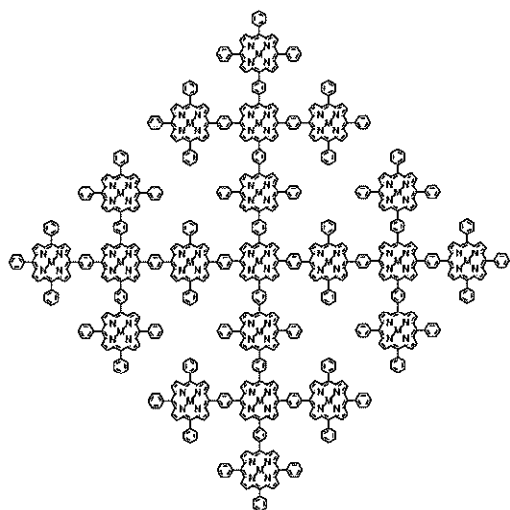


図3 ポルフィリン21量体の分子構造(左)と、中川正澄先生から頂いた21量体分子をデザインした刺繍(右)

者、すべての面で世界最高水準の研究環境を提供してくれた産業科学研究所である。この分子の合成には17段階の有機合成が必要であるが、学生の卒業研究等の一部ではなく、私自身ですべて行った。教官自らがすべてステップの合成を自らの手で行うことは、学生実験や学部運営業務に忙殺される学部の助手という立場では難しかったかも知れない。何不自由無く研究を行うことが出来る研究環境は、「祖父」と「父」の世代の先輩研究者達の絶え間ない努力によって作り出されたものであり、そこにいる「孫」の世代は縦横無尽に活動する義務がある。「有る年代」とは、とりもなおさず、本コラムの題名でもある“若い”と言うことであろう。合成を完了してから、さほど年月を経ているが、中年と呼ばれる世代への扉を叩いている現在、体力と気力の衰えを自覚せざるを得ない。この分子の合成を行っていた頃、深夜に溶剤を切らしてしまっても、停止しているエレベーターをものともせず、片手にクロロホルム、もう片手にはトルエンの一斗缶(合計43Kg)を持って一階から五階まで駆け上がって、直ぐに実験を再開した。今はと言うと、「明日出来ることは、明日やろう」に、方針転換した。

#### 4. 新しい分子が、新しい科学を切り開く

新しい物理現象に基づく新しい測定手段の開発は、学問的波及効果の大きさから、屢々、ノーベル賞の受賞対象となる。結晶構造解析、核磁気共鳴、メスbauer共鳴、走査トンネル顕微鏡等、多くの事例がある。これまでにノーベル賞の受賞対象研究領域

に採択されたことはホスト-ゲストの科学一例だけではあるが(1987年：C. J. Pedersen, D. J. Cram, J. M. Lehn), 我々、構造有機化学者達が合成した分子が、有機化学という狭い範疇を飛び越えて、自然科学の全く新しい一領域を確立することがあることを示したい。例えば、下に示したTCNEとTTFと呼ばれる分子はその代表例である。

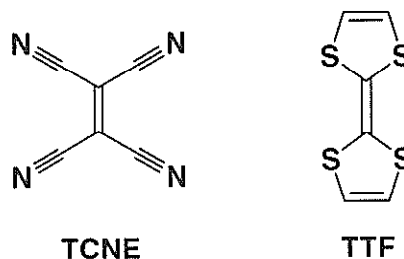


図4 TCNEとTTFの分子構造

一見すると、何の変哲もない、分子量200前後の小分子である。前者は1960年代に米国Du Pont社が行ったシアノ基(-C≡N)が導入された有機化合物の系統的合成研究の途上に見出された。後者は、独Hünig博士が有機分子の酸化還元を調べていく中で、1940年代に別の目的で合成された誘導体が、電子を与えやすい性質を有すると指摘を行った。これらの分子は、有機分子であっても金属元素と同様な酸化還元挙動を示すこと、電子を与えやすい分子(TTF)と電子を受け取りやすい分子(TCNE)を混合するとNa<sup>+</sup>Cl<sup>-</sup>の様な“有機塩”を与えること、ある種の塩は超伝導体や磁石として挙動する事等が知られており、さらには、合成した当の構造有機化

学者が聞いても難解さ故、全く理解できないような“低次元物質系”という物理学の一大分野を確立しており、その大きな波及効果が注目される。勿論、これらの分子は、現在、比較的安価な値段で市販品として容易に入手出来る。

構造有機化学に限らず、各学問分野は自然科学全般に波及効果をもたらすような成果を目指さなければならぬ。恩師の一人の故・西田進也先生は、常々、「教科書に載るような仕事をしなさい」と、アドバイスして下さった。我々が成さねばならないことは、それだけの生命力を有する新しい分子の開発である。「では、どのような分子で？」と聞かれても、現時点では何ら具体的なアイデアを持ち合わせておらず、情けなく思う。少なくとも、ゴテゴテと21個ものポルフィリンをぶら下げていたのでは、大成は望めそうにもない。自分の研究アイデアノートには、短期間で実現可能なものから絶対に不可能な計画まで日々膨れ上がる一方であるが、「孫の世代」の構造有機化学として歴史の風雪に耐え得るだけのものが一つでも含まれているのかどうか、背筋が寒くなる。

## 5. 「言い訳が出来ない」研究所

自分より年下の職員や学生に、「ここは、言い訳の出来ない研究所です。ここで何らかの成果が出せなかったら、世界中どこに行ってもやっていけないでしょう。」等と、説教じみたアドバイスをするのは、私に中年症候群が襲いかかっている確実な証拠であり、「若者」という題名のコラムを締めくくらなければならない。

最後に、笑い話を一つ。理論物理学の先生方の前で講演をさせて頂いた時に受けた質問。「21量体の合成に6年もかかったそうだが、それは、分子が大きいかから、“熟成”にそれだけかかるの？フラスコの中で、もっと“熟成”させておくと、もっと大きな分子が出来る可能性はあるの？」

※ 本稿脱稿以後、白川英樹筑波大学名誉教授が、ポリアセチレンフィルム合成に対してA. J. Heeger, A. G. Macdiarmid博士らと共に2000年度ノーベル化学賞を受賞された。新しい物質が新しい学問分野を創出した事例として、人々の記憶に残ることであろう。

