高分子工学におけるコンピューター利用*

中 条 利 一 郎**

1. は じ め に

「みどりの窓口」で国鉄の特急券を求めようとする、係員が窓口にある端末器に、乗車日、列車名、乗車区間など必要な情報を入れる。すると、ほどなく特急券が印刷されてくる。10年ほど昔であれば、出札口のうしろにファイルをたくさん並べた大きな円卓が回転していて、そこから該当列車のファイルを取り出して、空席があれば特急券に記入し、かなり熟練を要する手つきで、また、ファイルを円卓に投げ込んでいたわけで、今昔の感にたえない。10年前には、特急列車は全国で10本前後しか運転されていなかったのが、今日では新幹線だけでも60本以上運転されており、この量の変化を10年前と同じ方法でうけとめようとする、円卓の直径は膨大なものになるであろう。これに対処するために、コンピューターが導入されて、上述の「みどりの窓口」の光景となるわけである。

一方、以前は特急券を求めようすると売り切れで、やむを得ず急行で旅行しようと思ってホームに上がってみると、隣のホームからくだんの特急が余席十分のまま発車して行き、にがにがしい思いをしたこともたびたびある。これは、窓口ごとに特急券の割当てがあり、割当て分が売り切れれば、係員が売切れと言っていたわけで、全部の窓口の分が売り切れたのではなかったためである。したがって、大きな円卓のファイルを窓口ごとにコンピューターに置き換えただけであれば、今日でもこのにがにがしさから解放されないことになる。あるいは、列車の本数をさらに何割かふやさないと、輸送需要を満たせないことになる。そこで、コンピューターはすべて

秋葉原の乗車券センターに集中配置し、ここにおかれたMARS-101, 102, 103の3台と各窓口の端末器がオンライン化されて、すべての座席がむだなく販売されている。これはコンピューターの導入によりはじめて可能になった体系であり、コンピューターは質の変化も生み出したと考えられる。

コンピューターの利用分野を、事務計算と科学計算にわけて考えることが多いが、この伝統に従えば、上の例は事務計算のそれである。この例に限らず、事務計算の側には、このように、質量両面の変化を伴うものが多い。これに反して、科学計算の側には、量的膨大さのみをコンピューターに肩代わりさせたものが多い。そうして、第3の利用分野ともいえるべき、システムとしての利用も、本来は事務計算と科学計算とを統一されたものであるべきだが、実際は、事務計算の側の発展がもたらしたものである。もともと、コンピューターは科学計算用に開発されたものではあるが、このように、科学計算の面でのコンピューター利用は大きく立ち遅れている。これを、われわれは複雑な微分方程式を解くのに使っているのに、事務屋は四則演算だけに使っているというような論理で、科学計算の進歩性を主張する人があれば、大きな誤謬をおかすことになる。

したがって、小稿でも、単に方程式を解くタイプの問題は意識的に避けることとし、コンピューターでなければ扱えない問題または解法について述べるとしよう。筆者の専門は高分子工学で、そのため、以下に述べる例は「繊維工学」の読者には適切でないかも知れない。しかし、読者には繊維の素材である高分子の話としての読み方のほかに、繊維工学にしばしば現われるランダム現象や試

* Application of Computer to Polymer Engineering.

** R. Chujo. 東京工業大学 高分子工学科

行錯誤現象の具体例としての読み方もあるわけで、なるべく後者の線に沿って話を進めることにしよう。

2. 線型関数空間での考察

従来、われわれの行ってきた研究は、すべて、モデルによる研究ともいうべきもので、ある観測量が与えられたとき、作業仮説として、それが研究者によって選ばれた1個ないしは数個の物理量の関数であると考えて、理論を組み立て実験をすすめてきたわけである。ここで、独立変数として選ばれる物理量の数と種類は、あるときは研究者の直観によって、また、ある場合には予備的な実験の結果に基づいて選ばれるが、その選び方が十分である保証もなければ、たがいに独立であるかどうかさえ疑わしい場合がある。そのため、従来、このような研究方法に批判の眼を向ける人があったが、それらは批判のための批判にすぎなかったり、モデルによる研究ができない人の劣等感の裏返しであるのが実情であった。いわば、モデルによる研究は、人間の思考能力の限界に基づくやむを得ない研究方法であった。

ところが、コンピューターの助けを、なにかずく、記憶容量の大きさの助けを借りることができるようになって、事情が変わってきた。すなわち、観測量を g 、物理量を V_i ($i = 1, 2, \dots, k$) とすれば、 g は k 次元関数空間の中で、ベクトル

$$g = \sum_{i=1}^k C_i V_i \dots\dots\dots (1)$$

で与えられ、 k はコンピューターの記憶容量の限り大きくとれる。ここで、 C_i は実験的に定められる係数で、実際には k としてそれほど大きい値を用いるべきでなく、 C_i の値が相対的に小さいものは無視したほうがかえって精度がよい。たとえば、疲労現象では、モデュラス、密度、温度などを V_i として選べばよい。そうすると、 k 次元空間の中にちりばめられた実験点を包絡する($k-1$)次元の超曲面が得られ、これが古典的な疲労理論に現われる疲労曲面の一般化されたものになる。ロケット用固体燃料 ANB 3066 (88 wt % はポリブタジエンで、その中に充填されている)の主疲労応力 σ_1, σ_2 を 77°C でプロットしてみると第1図のようになり、種々の実験条件のものが、一つの疲労曲線上にあることがわかる。

この例は、独立変数として選んだ。物理量の数が少なすぎて適切な例とはいえないが、科学計算の側のコンピューター利用の立ちおくれも相当解消されるのではなか

ろうか。

- △ ; 1 800 psi/min での一軸疲労
- ◇ ; 800 psi/min での二軸疲労
- ; 0.72 in/in/min での二軸疲労
- ; 一定歪みでの一軸疲労
- ◁ ; 一定応力での一軸疲労
- ◇ ; 45°/min での ずり疲労
- △ ; 試料にヘアライン クラックを生じる点
- △ ; 圧縮疲労でおしつぶれる点

ぬりつぶした点は一定の荷重速度に対する応答が直線からずれる点の応力

(第1図) ロケット用固体燃料 ANB 3066 (88 wt % はポリブタジエンで、その中に充填されている) の 77°C での疲労応力の二次元プロット¹⁾

3. ランダム現象の乱数処理 (1)

高分子は High Polymer という英語が示すように、多くのモノマーが重合してできたものであるが、すでに構造がわかっているリゾチームをはじめとして、生体高分子ではそのシーケンスが高度に規則的であるのに反して、合成高分子の場合は確率法則でシーケンスが定まっている。それと重合度の高いことが重なって、分析機器の発達した今日でも、合成高分子のマイクロ構造は確率パラメーターを求める形で求められているにすぎない。

したがって、分析機器から得られた確率パラメーターを入力として、コンピューターで発生させた乱数に応じて、シーケンスをシミュレートさせることができる。²⁾ また、この方法によって得られたシーケンスの長さを用い

れば、ポリビニル アルコールの場合、融点とこの量とが1対1の対応をすることも知られている。³⁾ これらは、い^{4,5)}ずれも筆者が最近書いた総説の中にも紹介してあるので、これ以上の詳述はやめて、分析機器が与えるアナログ情報から、途中はブラック ボックスのままで、いきなり、必要な情報を与える方法について述べることにしよう。

分析機器が与える情報は、スペクトルなどのいわゆるアナログ情報であって、これをデジタル情報にするために、従来は、検量線を引いたり、強度を求めたり、はなはだしい場合は、スペクトルを切り抜いてその質量から強度を求めたりしていた。こうして得られた情報をコンピューター処理するのでは、いかにコンピューターが高速で演算をしても、前半の過程が時間的、労力的なネックとなって十分な効果を発揮できない。このネックを解消するためには、アナログ量を A/D 変換器を用いてデジタル化し、つぎに得られたデジタル量を用いてコンピューターに強度なども計算させ、ひきつづき、従来コンピューターにやらせていた計算もやらせればよい。デジタル化の過程で、繰り返し測定による S/N 比向上や、平滑化、分解能のエンハンスメントなどを行なえば、さらに正確な情報が得られるが、これについて⁷⁾も、すでに総説の中に紹介してある。

ポリメタクリル酸メチル (PMMA) の高分解能核磁気共鳴 (NMR) スペクトルの一例を第2図⁶⁾に示す。図

(第2図) 設定温度 -30°C 、フェニル マグネシウム プロマイド触媒、トルエン中で重合したポリメタクリル酸メチル(重合中最高温度 32°C)のニトロメタン溶液、 120°C で測定した高分解能NMRスペクトル

中1~8の番号をつけたピークが得られることは各試料に共通であるが、これらの相対強度は重合条件によって異なり、これからマイクロ構造についての情報が得られる。ピーク1~5はメチレン陽子に由来するもので、3はラセミ(または*s*)、他はメゾ(または*i*)ダイアッドに帰属される。ピーク6~8は α メチル陽子に由来するもので、それぞれ、イソタクチック(I)、ヘテロタクチック(H)、シンジオタクチック(S)トリアッドに帰属される。

さて、第2図のスペクトルをチャートリーダーに読み込ませ、JRA-5型コンピューターで上述の処理を行なうと、あらかじめ与えたプログラムにしたがって、第3図

RELATIVE INTENSITIES

INT 1 = 993
INT 2 = 2139
INT 3 = 186
INT 4 = 2443
INT 5 = 930
INT 6 = 9173
INT 7 = 303
INT 8 = 112

TOTAL INTENSITY (CH2) = 6691
TOTAL INTENSITY (CH3) = .9588

DYAD TACTICITIES
MESO = 0.972
RACEMIC = 0.028

TRIAD TACTICITIES
I = 0.956
H = 0.031
S = 0.012

PROBABILITIES
P(I) = 0.972 P(S) = 0.028
P(H) = 0.984 P(S) = 0.016
P(SI) = 0.579 P(SS) = 0.421

ULTIMATE EFFECT
FROM DYAD 3.5545E 00
FROM TRIAD 4.4055E 00

PENULTIMATE EFFECT
STATIONARY 3.8013E 00
NON-STATIONARY 3.8017E 00

NON-STATIONARITY -4.0031E-02

SIMULATION

```

I - I - I - I - I - I - I - I - I - I
- I - I - I - I - I - I - I - I - I - I
- I - I - I - I - I - I - I - I - I - I
* I - I - I - I - I - I - I - I - I - I
- I - I - I - I - I - I - I - I - I - I
- I - I - I - I - I - I - I - I - I - I
- I - I - I - I - I - I - I - I - I - I
- I - I - I - I - I - I - I - I - I - I
- I - I - I - I - I - I - I - I - I - I
- I - I - I - I - I - I - I - I - I - I

```

(第3図) 第2図の高分解能NMRスペクトルから各種確率パラメーター、重合パラメーター、およびシーケンスのシミュレーションすべてをコンピューターに計算させた結果のアウト プット

に示すアウト プットを得る。RELATIVE INTENSITIES (RI) は各ピークの相対強度で、絶対値はもとのスペクトルのスケールによって定まり、その意味では任

意スケールと考えるとよい、TOTAL INTENSITY (TI) は、ピーク 1~5, 6~8 の RI の和で、ベースラインの引き方が正しく、測定に際して磁気飽和の影響がなければ、2つの TI の値の比が構成陽子数の比 2:3 になるはずで、それをみるためにアウト プットさせた、DYAD TACTICITIES 中 RACEMIC はピーク 3 の強度をピーク 1~5 の強度の和で規格化したもの、MESO は 1 からこれを引いたものである。TRIAD TACTICITIES 中、たとえば I はピーク 6 の強度をピーク 6~8 の強度の和で規格化したものである、つぎの PROBABILITIES は生長反応の確率パラメーターで、たとえば P (I) は普通 p_i と書かれるイソタク付加の確率で、MESO の値に等しい。また、たとえば P (IS) は普通 p_{is} と書かれるイソタクチック ダイアドにシンジオタク付加する条件確率で、 $1 - (I/MESO)$ を計算させたものである。ここで、P (I), P (IS) などの記法は、添字、小文字をもたないコンピューターにおけるアウト プットの標準的なものである。ULTIMATE EFFECT, PENULTIMATE EFFECT (PE), NON-STATIONARITY (NS)¹¹⁾ は、いずれも生長反応を記述するパラメーターで、FROM DYAD は $\ln (MESO/RACEMIC)$, FROM TRIAD は $\ln (I/S)$, STATINARY は $\ln (4IS/H^2)$, PE 中の NS は $\ln \{IS/(MESO - I)(RACEMIC - S)\}$, 最後の NS は $\ln \{(MESO - I)/(RACEMIC - S)\}$ を計算させたものである。これらの計算結果に文字 E が現われるが、これは E モードと呼ばれる記法で、たとえば、 $-1.0379E-01$ は -1.0379×10^{-1} を表わしている、最後の SIMULATION が本節のはじめに述べた乱数によるシミュレーションの結果で、上で得た確率に応じて重合度 100 のシーケンスの一例を求めたものである。I, S はそれぞれ、イソタクチック、シンジオタクチック ダイアド (本来なら、 i , s と書くべきだが小文字がない) で、一つの行が終わるとつぎの行につづいている。分子がつながっていることを示すために、文字 I, S をハイフンでつなぐようにしてあり、I から S, あるいは S から I に移るときには、特にアステリスクをアウト プットさせて、I や S のブロックがわかるようにしてある。

このように、確率パラメーターを入力として、乱数処理により、高分子のシーケンスをシミュレートさせることができるし、さらに進んで、分析機器からの出力をそのままコンピューターの入力とすれば、途中はブラックボックスのままで結果を得ることができ、われわれは

分析機器から情報を得るのに、測定以外には労力を必要としない段階まで到達したわけである。

4. ランダム現象の乱数処理 (2)

筆者の所属する大学は、いま、中核派によって、学生大会の決議も経ないで、不法に封鎖されており、小稿も会議の合間を縫って自宅で書いている。このような大学紛争の原因の一つに、大学とか学問に対する世代間の考えや態度のちがいが考えられる。テレビやラジオが発達して、いまの学生はかなり高度の情報を目や耳から入れることに馴れており、おしただいて書物をひもとくというような倫理感の持ち合わせはない。したがって、講義に対しても、昔の学生のように、わからないほどありがた味があるというようなストイックな価値判断をするはずはなく、われわれとしては直接五感に訴える形で講義をする努力が必要である。昨年 7 月の参議院選挙の開票速報をはじめとして、テレビでもしばしば利用されているグラフィック ディスプレー 装置の使用などはその意味できわめて有効と考えるが、予算の点でますますというわけには行かない。そこで、次善の策として、筆者はプロッターに描かせたものをあらかじめ用意することにして、その一例として、ポリメチレン鎖のコンホメーションのシミュレーションの結果を紹介しよう。

高分子の重合過程が確率過程であるだけでなく、できた高分子のとり得る形態、すなわち、コンホメーションも確率的にしか定められない。この問題には排除体積効果という非マルコフ性の因子があるため、高分子科学ないし工学へのコンピューター利用では最も歴史が古く、1954¹²⁾年にその源を求めることができる。その紹介も別の総説⁴⁾にゆずるとして、コンホメーションの理論で採用されている種々のモデルを考慮に入れることによって、コンホメーション¹³⁾がどのように変わっていくかを図示することにしよう。

第 4 図はトランス (t) と 2 つのゴーシュ (g^+ , g^-) の 3 つのコンホメーションがすべて等確率であるモデルに基づいたコンホメーションを乱数処理によってシミュレートし、その結果を xy 面への射影の形で CALCOMP にプロットさせたものである。以下の図も含めて、立方体の中心から各頂点へ向かうベクトルのうち、8 個の頂点を座標 (± 1 , ± 1 , ± 1) で表わしたとき、ベクトルの終点の座標の偶奇性がたがいに同じもの、換言すれば通信理論における Hamming 距離がたがいに 2 であるものが正四面体をつくることを利用している。したがっ

(第4図) トランスと2つのゴーシュコンホメーションが等確率に生じるとしたときのポリメチレン鎖のコンホメーションのシミュレーション CAL COMP によるアウト プット

(第5図) トランスのほうが熱エネルギーの4/3倍安定としたときの第4図と同様の結果

(第6図) トランスのほうが熱エネルギーの4/3倍安定で、かつ (g^+, g^-) , (g^-, g^+) が生じないとしたときの第4図と同様の結果

て、立方体の一稜の長さは主鎖結合の長さの $1/\sqrt{3}$ で、図中のジグザグ部分は、たとえば $(0, 0, 0)$, $(1, 1, 1)$, $(2, 0, 2)$, $(3, 1, 3)$, ……のトランスジグザグ鎖であり、また、直線部分は、たとえば $(11, -3, 3)$, $(12, -2, 2)$, $(13, -1, 3)$, $(14, 0, 2)$, …

(第7図) 第6図のモデルのほかに同じ格子点を2度とおることを禁じたときの第4図と同様の結果

…のトランスジグザグ鎖である。それ以外の折れまがり g^+ または g^- である。第5図は t のほうが g^+ , g^- よりエネルギーにして熱エネルギーの4/3倍安定であるとしたときと同様なプロット、第6図は第5図で考慮した、いわゆる3結合相互作用のほかに、 g^+ と g^- , および g^- と g^+ が相隣ることを排除する形で四結合相互作用を考慮に入れたときと同様なプロット、第7図はこれらの相互作用のほかに、さらに、同じ格子点を2度通ることを排除する形で排除体積効果を考慮に入れたときと同様なプロットである。これらの図は文字どおり一例であって、これらの図の両端間距離を比較して、考慮に入れたモデルのレベルによる両端間距離の変化を議論することは無意味である。しかし、これらの図はいずれも100結合にわたってのプロットだから、モデルのレベルによるトランスゴーシュの割合の変化を議論することは許される。相互作用のレベルとともに、トランスシーケンスが長くなっていくことが、これらの図の比較から明らかであろう。

この例のように、単に乱数処理によってシミュレートさせるだけでなく、その結果をプロッタにより、図の形でアウトプットさせれば、教育面で視覚に訴える形として効果をあげ得るのはもちろん、研究面、技術面でも大きな福音と考えられる。特に、設計を伴う場合は、作図も同時にやらせることができるので、その便宜さははかりしれないものがある。

5. 方程式の繰り返し解法

大小2種類の球が多数個ずつはいっている つぼの中

からランダムに球を1個ずつ取り出して1列に並べる試行を考えてみよう。大球, 小球を取り出す確率は, 大球, 小球の数の割合だけでなく, 大きさのちがいに依存する。したがって, 取り出して並べていくうちに, つぼの中に残っている大球と小球の数の割合も変化していく。換言すれば, 確率パラメーターが時間の関数になっている。ラジカル共重合における生長反応はまさにこのような場合で, 大球, 小球は2種類のモノマー, 大きさのちがいは速度定数のちがいに対応している。この反応は, 統計的定常状態では

$$\frac{d[M_1]}{d[M_2]} = \frac{[M_1]}{[M_2]} \frac{r_1[M_1] + [M_2]}{[M_1] + r_2[M_2]} \dots\dots\dots (2)$$

で記述される。ここで, $[M_1]$, $[M_2]$ は任意の時点(重合率)¹⁴⁾における未反応モノマー1と2のモル分率(つぼの中にある大球, 小球の数の比), $d[M_1]$, $d[M_2]$ はその時点において生長反応にあずかるモノマーのモル分率(大球, 小球がつぼから取り出される確率), r_1 , r_2 はモノマー反応性比(大球, 小球の大きさの比)である。この式の右辺の $[M_1]$, $[M_2]$ は微小時間前の $d[M_1]$, $d[M_2]$ がわかっていなければわからない。したがって従来(2)式を解くときには, 重合率が十分低い場合に限定して, $[M_1]$, $[M_2]$ として, モノマーの仕込みモル比(はじめに つぼの中に入れた大球, 小球の数の比)を近似的に用いるか(2)式を積分して

$$r_2 = \frac{\ln \frac{[M_2]_0}{[M_2]} + \frac{1}{p} \ln \frac{1-p[M_1]/[M_2]}{1-p[M_1]_0/[M_2]_0}}{\ln \frac{[M_1]_0}{[M_1]} + \ln \frac{1-p[M_1]/[M_2]}{1-p[M_1]_0/[M_2]_0}} \dots\dots\dots (3)$$
$$p = (1-r_1)/(1-r_2)$$

を用いるかされていた。ただし, 添字0はモノマーの仕込みモル比である。

科学的にはともかく, 工業的には高重合率で製造されるのが普通であり, $[M_1]$, $[M_2]$ として, モノマーの仕込みモル比を用いる近似は許されない。したがって, 従来の方法にしたがえば(3)式をコンピューターを用いて解くことになり¹⁵⁾(3)式の複雑さを考えれば, コンピューター利用のよい例といえよう。しかし, コンピューターの身になって考えれば, 重合率のピッチを十分小さく取って(2)式を解き, 得られた左辺の値からつぎの重合率ピッチの計算に必要な右辺の値を求め, 繰り返し計算をさせるのも得意なものの一つである。¹⁶⁾この計算は, もちろん, 近似計算であるが, ピッチを小さくすれば, 実験値と対応し得るところまで精度を上げることにはつねに可能であり(FORTTRAN で用いられる倍精度定数より, 実験値の有効けた数が多いことはまず考えられない)

実用上は問題ない。具体的には, あるピッチで計算した結果と, それよりも小さいピッチ(たとえば, 半分とか一けた小さくするとか)で計算した結果を比較して, 実験値の有効けた数の範囲内で両者が一致するまで計算させればよい。また, 記憶装置の $[M_1]$, $[M_2]$ の値を記憶させたところをご破算にしてから つぎのピッチの $[M_1]$, $[M_2]$ の値をその場所に記憶させるのがこのような場合の標準的なプログラムであるから, ピッチを小さくしすぎて記憶容量が不足することもない。

(第8図) ポリ(AN/AOH)の組成比対重合率
曲線仕込みモル比

第8図は塩化亜鉛水溶液中でアクリロニトリル(AN, 添字1)とアリルアルコール(AOH, 添字2)をラジカル共重合させたときの, 共重合物中のANの重合率依存性の実験値と, $r_1=1.53$, $r_2=0.15$ としたときのモノマー1の組成の重合率依存性の上述の方法による計算値とを重ね合わせてプロットしたものである。¹⁷⁾AOHはビニルモノマーではないので(2)式が成り立つかどうかは自明のことではないが, 第8図にみられる実験値と計算値とのよい一致は, この系でもビニルモノマーと同様の共重合反応が生じていることを教えてくれる。

このほかに, たとえば, 緩和スペクトルを複素モデュラスから繰り返し演算によって求められることも知られており, 必ずしも従来の思考形式にとらわれることなく, コンピューター向きの演算方法で処理することの可能性を示唆している。

6. 試行錯誤的解法

はじめにも述べたように, 筆者は繊維工学には素人である。したがって, 以上の記述が高分子工学を例としたものになっているわけであるが, 読者の中でより工業的な問題に関心のある人は, 藤井の総説を読むことをおすすめしたい。そこでは, 繊維工業におけるコンピューター

一の利用の現況が手際よくまとめられている。その中でカラー マッチングへのコンピューターの利用についてふれてあるが、前節のつづきとして、これについてここで簡単に述べてみよう。

前節で述べた繰り返し解法は、その時間的経過が共重合反応とパラレルであった。本節ではその代わりに、問題の解析的解法がない場合、または解析的解法を知らない人間の思考過程とパラレルな時間的経過を考えてみよう。この場合、人間はあてずっぽうにある解を仮定し、その解が与える現象と実際の現象との間に差があれば、その差を縮めるように最初に仮定した解を修正する。これを繰り返せば、正しい解がある場合は、それに限りなく近づけることができる。ただし、実際に人間がやる場合は、忍耐力など他の要素が作用するので、適当なところで打ち切ることが多い。ここで、前節の解法を思い出してみると、これは繰り返し解法的一种であってコンピューターに肩代わりさせることが可能であり、しかもコンピューターには忍耐力などという要素もなければ、1回の試行に要する時間も、人間がやる場合に比べればきわめて小さいという意味において、コンピューター向きの問題といえよう。これを試行錯誤的解法という。

カラー マッチングは、染色工場で熟練した作業員により、色見本と一致したとみなされるまで、染料の混合比を変えていく作業であり、まさに試行錯誤的にアプローチしている例である。ただ、これをコンピューターにやらせようとすると、作業員が目で判断した同定の作業をやらせる必要がある。よく言われているように、コンピューターにとってはパターン認識というのはかなり苦手で、手書きの郵便番号、つまり、たった10個の数字への分類作業がようやくできる段階で、色そのものを同定させるなど、現状では思いもよらない。そこで、対応する物理量に換算して、それが生布も含めて混合染料と色見本とで一致したとみなされるまで、つまり、ある許容限度内で一致するまで試行錯誤を繰り返させる方法がとられる。この方法が原理として考えられたのは1944年²⁰⁾である。また、対応する物理量として、各波長に対する散乱係数、吸収係数と散乱係数との比、三刺激値などが用いられる。

コンピューターにやらせる場合のもう一つの利点として、演算速度が大きいので、何種類もの染料の組み合わせについてマッチングさせられるから、その中で最小コストのものを選ぶことにより、コスト ダウンへの寄与が大きくなることがあげられる。アメリカのある繊維メー

カーでは、コンピューターの導入により、カラー マッチングのコストが50%下げられたということである。日本では、作業員がもともと器用であり、アメリカに比べてコンピューターのレンタルが物価のわりに高く、労務費が安いので、アメリカほどのコスト ダウンは期待できないが、国内のある繊維メーカーでも相当コストを下げることに成功している。その一つの原因は、人間が決める場合は、試行錯誤の回数を少なくするため、色見本に近い色2色とオリブ系1色の3色というような形でマッチさせるのが実際であるのに対して、コンピューターにはそのような制限がなく、3原色でもマッチさせられる点にあると考えられる。このため、国内のある染料メーカーでは、3原色によるマッチングの混合比の表と、それで染色した色見本とをあらかじめ用意し、その都度コンピューターを用いることを避ける方向で努力している。

このように、従来、人間が試行錯誤的に求めてきた問題もコンピューターにやらせることができるようになった。この場合、この例における色のように、人間がas a whole として認識していた量を適当な物理量に換えなければ解けない場合があり、問題点がないとはいえないが、どのような物理量、あるいはその組み合わせが適当かということも試行錯誤的にみつければよいのではなかろうか。

7. お わ り に

コンピューター ブームといわれるようになったのは、ブームという言葉が持っている時定数にくらべると、かなり古い時期であるが、今日なお、企業たると、大学たるとを問わず、若い人でコンピューターについて勉強したいという人の数はすさまじい。ハードウェアについてさておくとすれば、プログラミングについては、各コンピューター メーカーの講習会がひんばんに開かれており、成書もたくさんあるので、そのつぎの段階である、問題解法がわからないためコンピューターを使えない点にこれらの人の悩みがあるようである。小稿で述べてきたことの中から、これらの人が問題解法のいくつかを見いだされることを望んでやまない。

文 献

- 1) J.N. Majerus; J. Poly. Sci., **A3**, 3361 (1965)
- 2) F.P. Price; ACS Polymer Preprint **8**, 183 (1967)
- 3) 鍵山光庸, 中条利一郎; 第17回高分子学会年次大会

講演, 24B13 (1968)

- 4) 中条利一郎; 最新の分析化学, 19, 197 (1968)
- 5) 中条利一郎; 分析機器, 6, 676 (1968)
- 6) 中条利一郎, 坂本正義, 落合周吉; 第18回高分子学会年次大会講演, 18, A07 (1969)
- 7) 中条利一郎, 黒田高致; 第17回高分子学会年次大会講演, 24B15 (1968)
- 8) 中条利一郎; 工業材料, 16, No. 5, 2 (1968)
- 9) 古川淳二; 高分子, 16, 520 (1967)
- 10) R. Chûjô; J. Phys. Soc. Japan, 21, 2669 (1966)
- 11) 中条利一郎; 第17回高分子討論会講演22B09(1968)
- 12) F.T. Wall, L.A. Hiller, Jr., D. J. Wheeler; J. Chem. Phys., 22, 1036 (1954)
- 13) 中条利一郎; 未発表

- 14) F.R. Mayo and F.M. Lewis; J. Am. Chem. Soc., 66, 1594 (1944)
- 15) D.R. Montgomery and C.E. Fry, ACS Polymer Preprint, 8, 216 (1967)
- 16) H.J. Harwood, ACS Polymer Preprint, 8, 199 (1967)
- 17) 榎山善次郎, 山本晃, 鍵山光庸, 中条利一郎; 第17回高分子学会年次大会講演24B12 (1968)
- 18) R.I. Tanner; J. Appl. Poly. Sci., 12, 1649 (1968)
- 19) 藤井虔一; 繊維と工業, 1, 286 (1968)
- 20) R.H. Park and E.I. Stearns; J. Opt. Soc. Am., 34, 112 (1944)

▶ 会費・購読料などの納入について ◀

■ 会費について

昭和44年度上半期(昭和44年4月~44年9月)の会費のご請求をいたしました。

会費は前納願うことになっておりますので未納の方は至急お納め下さい。

■ 送金方法

- i) 請求書に同封の払込用紙(郵便局・銀行)を利用されるのがもっとも便利です。
その他現金など(小切手・為替)の場合は、ご面倒でも書留でお送り下さい。
- ii) 送金の場合 氏名、勤務先、担当業務、送金の明細を明記して下さい。

特に正会員は会員の登録が個人となっておりますので会社からお払い込みの場合は必ず個人名を明記願います。

	1 か 年	半 か 年
正 会 費	2 400 円	1 200 円
学 生 会 費	1 200 円	600 円
海外資料研究部会費(A)	6 000 円	3 000 円
〃 (B)	3 000 円	1 500 円

＝ 勤務先・住所などの変更について ＝

繊維工学, 論文集, 海外資料研究部会などの刊行物の返送誤送が多くなっております。会員各位の住所・勤務先などの移動変更の場合は下記要領にて, 至急ご連絡下さるようお願いいたします。変更通知のない場合はご通知やご案内, 会誌など遅れることとなりますので会員各位のご協力をお願いいたします。刊行物の送り先(勤務先および自宅)の方に○印を付して下さい。

氏 名

勤 務 先 (所在地) (新)

住 所 (自 宅) (新)

購読誌名 繊維工学 論 文 集 海外資料研究部会 (文献集・抄録)

■ あて先 社団法人 日本繊維機械学会 会員係 (大阪市西区靱1丁目118) TEL (443) 4 6 9 1
(大阪科学技術センタービル)