個性と統一像を求めて

—高分子物性15年間の進歩と将来への期待—

斎 藤 信 彦*

学問の発達を過去にさかのぼってながめるとき、全体としてはその流れに必然性があるようにみえる。この必然性は水が高いところから低いところへ流れるようなものでなく、一步一步が研究者の苦心のあとであり、その成果はそれぞれの研究者の能力と努力によるもので、発想の仕方も、展開の仕方も、また表現の仕方もその研究者のいわば人格のあらわれである。しかしそれらの研究を歴史の中に位置づけると、一つの研究は他の研究と関連し、その時点に行なわれたことが当然のように見えてくる。コロンブスの卵であるおそれは十分にがあるが、その意味での必然性をよくはあくしておくことは将来の学問の進歩にかかせないことであらう。またいうまでもなく明らかなことは一つの学問分野の進歩は他の分野の進歩と無関係でなく、相互に深い関係をもっていることである。学問の進歩のためにはわれわれの目はつねに周辺に向けられていなければならない。

そこでほぼ15年間の主な成果を第1表に年表式にら列してみよう。年代式に書けないものは事項を並べてある。

それではこの15年間に一般的にはどのような傾向があったのだろうか。

1. 類型より個性へ

ランダムコイルという模型が、ゴム弾性や溶液の諸性質の解明に果たした役割は大きい。ランダムコイルの分子とは、長さ b のボンドを、つぎつぎにでたらめに並べて得られるようなものである。ボンドの数を n とし、分子の両端間距離をベクトル R で表わすと、その分布は次のようなガウス型になる。

$$W(R) = \left(\frac{3}{2\pi \langle R^2 \rangle} \right)^{\frac{3}{2}} \exp \left(-\frac{3R^2}{2\langle R^2 \rangle} \right) \quad (1)$$

ここに入ってきているパラメーターは $\langle R^2 \rangle$ 一つであって、両端間距離の2乗平均で、

$$\langle R^2 \rangle = nb^2 \quad (2)$$

に等しい。高分子をこのようなモデルで表わすと、分子の違いは、 b のみに帰せられ上のモデルでは分布は温度

にも他のパラメーターにも無関係である。

溶液中でも固体の中でも分子はこのような状態であるとする。このようなモデルで成功したのはゴム弾性や溶液の諸性質の解明であって、高分子のもっている一般的性質を浮きぼりにすることができた。このような仕事は1950年代の初めごろにはほぼ大綱ができたといつてよい。しかし、ランダムコイルという単純化ですまされない事実が、実験の進歩と相まって見出されると、分子の違いをとり上げて、個性を論じなければならなくなる。それは、たとえば、次のようなことがらを問題にする。

1-1. 分子鎖の統計

理想配位にある分子はガウス鎖として近似され、両端間距離 R は重合度 n が大きいとき(1)の型の分布に従う。しかし $\langle R^2 \rangle$ は(2)と異なる。分子構造、分子の内部回転のポテンシャルおよびそれを決定する分子間力をもとにして $\langle R^2 \rangle$ を計算することは分子の個性の研究の第一歩である。

ビニル型 $(-\text{CHR}-\text{CH}_2-)_n$ には R のつき方の立体的な規則性の種類とその有無によってアイソタクチック、シンジオタクチック、アタクチックの区別がある。このような1置換体や $(-\text{CR}_2-\text{CH}_2-)_n$ 型の2置換体のもの、そのほか $(-\text{CHR}-\text{CHR}-)_n$ 型の分子やポリオキシメチレン、ポリジメチルシロキサンなどについて一般的な計算法とともに、具体的な計算結果が得られた。この種の研究は最近10年ぐらゐの間に非常に詳しく行なわれたものであるが、その先駆的研究は1942年の岡の計算であった。一つのボンドとその隣りやその次のボンドのまわりの内部回転が互に独立でないと考えられるときは、計算はしばしばやっかいである。最も簡単なポリエチレンでも、二つの右と左に振れたゴーシュ GG' が相次いで起こるような配位は立体的障害がある。 $\langle R^2 \rangle$ の温度依存性は、粘性のデータや、弾性率の温度依存性から求めることができる。そのほか、鎖のもつ性質として双極子モーメントの2乗平均や、伸長や電場による複屈折の度合も、内部回転のポテンシャルと関係がある。これらの測定から逆に内部回転のポテンシャルを推測して理論的な計算と比べることができる。

なお、排除体積効果は分子鎖の統計の問題であるが、これは鎖の一般的な性質に属するので後に述べることに

* Nobuhiko SAITO 早稲田大学教授・理博
Inquiry for Individuality of polymeric Substances
(these 15 yer Prgress and Prospect of Polymer Physics)

第1表 15年間の高分子物性を中心とした学界のあゆみ

年	固体物性一般	統計力学	高分子物性	生物物理
	dislocation の理論 強誘電体 TiBaO_3 の発見 NMR 中性子回折 トランジスタ発明 I.I.coupling 固体ブラズマ (Bohn-Pines) 太陽電池, ジーン精製法 (Hann) 日本でトランジスタ製造はじまる Maser 高分解能 NMR (Arnold)	気体, 液体, 溶液論 (クラスター展開, 分布関数, 細胞理論) 結晶統計 Brown 運動論 不可逆過程の熱力学・統計力学 Cybernetics, 情報理論 方法 cluster 展開 diagram の方法 経路積分 Green 関数 第二臨界化 Padé 近似 計算機	ゴム弾性, 大変形理論 高分子溶液論, 光散乱 高分子粘性理論 高分子電解質 NMR の高分子への応用 照射高分子の研究 (Sisman-Bopp) グッドヘルカルの単結晶 Rouse 模型 (すねけ近似) 立体的規則性高分子 (Natta) NBS ポリインブチレンの研究 WLF の式 Rouse 模型 (等方的液体相互作用) 単結晶の折れたたみ構造	α -helix (Pauling, Corey) Insulin の二次構造の決定 神経伝導メカニズム (Hodgkin-Huxley) Hersey-Chase の T-ファージの実験 Watson-Crick DNA モデル 筋肉の sliding theory ポリペプチド helix-coil 転移 光合成 Calvin サイクル 密着勾配沈降法による DNA 複製の証明
1951	高分子学会設立			
1952	京大基礎設立 第1回高分子夏季大学 (横浜)			
1953	Int. Conf. Theoret. Phys. 原子力研設立 Staudinger ノーベル賞受賞			
1954	東大核研設立, 原子力予備発足 H-爆弾 (ビキニ)			
1955	原子力平和利用 Genève 会議			
1956	原子力委員会			
1957	東大物性研, 放高研(大阪, 東京)設立 Sputnik			
1958	阪大蛋白質研, 名大ブラズマ研設立 RPPPI 発刊			
1959	高分子学科発足	不可逆過程論 Master equation 刺激応答理論相関関数 Van Hove, Kubo, Prigogine Zwanzig, Mori... の理論 格子振動系	固体内分子運動と緩和の研究 α と密着物性 理想配位と分子構造 濃厚溶液のレオロジー 非線形粘弾性現象 単結晶, 球晶の構造	ミオグロビンの立体構造 (Kendrew)
1960	生物物理学会設立			
1961				
1962	IJAP 発刊	転移 α -平面の特異性 β -平面の特異性	結晶の變形の研究 結晶および球晶の生長の研究 高分子の電気伝導の研究 ガラス転移の研究 生体高分子の研究 固い顔の研究 共重合体の研究	遺伝情報の制御 (Jacob, Monod) 合成 RNA による遺伝情報解読 ヘモグロビンの立体構造 (Perutz) ポリマー (Rich 氏)
1963	京大原子力研設立			
1964		二次転移付近の緩和現象 random system の統計力学 random lattice スペクトル バンド構造 DNA, 生体高分子 その他		アロステリックタンパク (Jacob, Monod) リゾチームの立体構造 tRNA の一次構造
1965	東大計算機センター設立 US-Japan Joint Seminar(高分子物理)			
1966	生物物理特定研究はじまる Int. Symp. Macromolecule (Tokyo, Kyoto)			
1967	第15回高分子夏季大学(蔵王)			

する。

1-2. 分子運動の研究

固体中でも溶液中でも、分子はつねに複雑な熱運動を行なっている。ゴム状弾性や、比熱はその現われである。またこのような熱的平衡にある系のみでなく、力学的または電気的などの刺激を時刻の関数として（たとえば周期的に、あるいはある時間から一定の値に）与えて、その応答をみるという方法でもわかる。一般には後者の方法で観測されるのはある種の緩和現象である。それは観測するタイムスケールあるいは周波数によって異なる。ランダムコイル模型に対するこのような緩和現象はバネ模型あるいは Rouse 模型といわれるもので説明された。くさび型といわれる緩和時間のスペクトルがこの模型によってきれいに再現され、この種の緩和分散現象を主分散と名づけた。

一般の固体の高分子は、一定の周波数に対しても温度を変えることによって緩和のしかたが異なってくる。この現象を温度分散といい、吸収の極大に相当する分散を高温測から、 α 、 β 、 γ …と名づけるのが普通である。このような分散は、もちろん物質によって異なり、その個性そのものの発現である。ポリエチレンでは β 分散が主分散に相当し、 α 分散は結晶に帰因して結晶分散とよばれ、 γ 分散はガラス温度以下において、分子の局所的な運動に対応する局所緩和と考えられている。詳しく調べると、 α 分散も一つではなく、結晶内部によるものと、結晶粒界によるものから成っていることがわかる。実験的にも、理論的にも最も詳しく調べられているのはポリエチレンであるが、ポリ四フッ化エチレン、ポリ三フッ化塩化エチレン（ケル F）、ポリプロピレンなどのほか、側鎖をもった種々のポリアクリレート、ポリメタクリレートについても調べられた。側鎖をもっているものは、側鎖の運動による分散が現われる。物質の種類によって分散がどのように現われ、物質の違いが、分散にどのように変化を与えるかをみることは、高分子の物質研究の最もおもしろいところであり、事実をら列するだけでなく、これを統一的に理解するように努力するのが、物性物理の仕事であるが、その目標への歩みが着実に進んで行われてきた。分子運動の研究は粘弾性のような力学的な方法ばかりでなく、誘電的な方法や、核磁気共鳴法も用いられる。測定の温度や、周波数はなるべく広い範囲であることが望ましく、力学的または誘電的損失を、温度と周波数を両軸として等高線で描きたいいわゆる分散地図のできて上っているものも多数ある。また違った方法は互いに相補なって高分子の分子運動を理解するのに役立つ。特に核磁気共鳴法が積極的に取り入れられ重要な知見をもたらした。スピン-スピン緩和時間 T_2 あるいは吸収線の幅のほかにスピン格子緩和時間 T_1 の測定も行なわれた。

1-3. 結晶の研究

高分子結晶の研究で最も画期的な発見は、1953 年 Schlessinger らによってグッタペルカの単結晶がつくられたことであった。それまでは高分子は一部分が結晶状態にあったとしても、単結晶などはとうていありえないというのが常識であった。その後ポリエチレンでも単結晶が得られたが、そこで再び従来の常識をくつがえす発見が生れた。すなわち、折れたたみ板状結晶である。これは 1957 年 Keller によるものであるが、この種の研究はそれから急速に進んだ。多くの種類の高分子が折れたたみの板状結晶になることがわかった。セルロースのようなかたい分子と考えられていたものも折れたたまれることがわかった。折れたたみは一つの普遍的な属性である。折れたたみの構造がどのようにしてできるかという点では、熱力学的な平衡の立場からのものと、結晶化の速度論的なものとが対立して、さまざまな議論をうんだ。結晶化の温度を上げると板状結晶の厚さが増すこと、高圧力の下では折れたたみのない伸長状態で結晶することなどは重要なきめてとなる実験事実である。しかし、さらに重要な発見は Arlie らの分子量をそろえた試料による研究である。彼らはポリエチレンオキシド ($-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{O}-$) の分子量 12,650 の試料を用いて結晶化温度を変えて板状結晶をこしらえたところ、結晶化温度を上げるにつれて 1 本の長さの $1/4$ 、 $1/3$ 、 $1/2$ 、全長に相当する厚さの単結晶が得られることがわかった。この結果の解釈は残された問題であるが、また分別した試料を用いて、実験をシャープにすることが特に必要であることを教えてくれるものでもあった。

単結晶の構造は分子によって違うことはいうまでもなく、また同じ分子でも条件によっていろいろな morphology が見出され、美しい電子顕微鏡の写真とともに、最も精彩に富んだ活発な分野であった。金属の結晶について導入された dislocation の考えや、結晶成長のメカニズムが、高分子結晶にも適用せられた Moiré 図形の観測から結晶の欠陥などが明らかにされた。

特に立体規則性高分子が合成されたことによって、いままで結晶をつくらないと考えられていたポリスチレンなどが結晶し、いずれも一般的にはラセン状の分子が折れたたまれて単結晶をつくることが明らかになった。ラセン分子についてはまた後に述べる。

結晶性高分子には球晶になっていることは単結晶の発見以前に早くから知られていたことであるが、そこにも、折れたたみの板状結晶がならんでいることが X 線や光学的観測で明らかにされた。

単結晶や球晶に力を加えると、折れたたみの分子がほどこけて伸長した分子の結晶をつくる。そのメカニズムの研究も盛んである。結晶の変形の問題は結晶の変態の問題であり、一方加工とか破壊などという工学的問題と関

連するものであろう。これらの研究には電子顕微鏡の活躍がめざましいが、それは超高圧電子顕微鏡の開発に負うところが大きい。

1-1. で述べた分子鎖の統計の問題では、分子の内部回転のポテンシャルを知ることが必要であった。この知識を与えてくれるものは、結晶の中の分子の間や、基の間の力に関係した物性である。その最も基本的なものは弾性率とか、振動スペクトルである。基の間の力の定数をもとにして弾性率を理論的に計算することや、特に、振動スペクトルを求めることは精力的に行なわれた。実験上では赤外線吸収スペクトルや、ラマン吸収の研究が行なわれた。従来、赤外線吸収は、特定の基の回りの局所的な特有な振動によって構造の決定や物質の同定が行なわれたが、分子全体にわたっての振動を問題にしなければならなくなってきた。振動スペクトルは、結晶の比熱の温度変化に関与する。高分子結晶は、非等方的であるので、比熱曲線にもそのことが現われている。

1-4. 共重合体の研究

共重合体の性質はその組成によって敏感に変わる。特にこれは生体高分子において著しい。生体高分子については別に述べることにするが、共重合体について、フランスの研究者らの成果は、昨年の国際会議において印象の深かったものの一つである。一般に一つの共重合体分子をとりあげると、その共重合成分の配列は一つの分子内ではきまっている。配列にはいろいろな種類があるはずであるから i 種のものの分配関数を Z_i とすると、 i 種の分子の自由エネルギーは

$$F_i = -kT \log Z_i \quad (3)$$

である。一つの系で i 種のものの割合を p_i とするとその系の中の分子の平均の自由エネルギーは希薄溶液では

$$\bar{F} = \sum p_i F_i = -kT \sum p_i \log Z_i \quad (4)$$

で与えられる。一般に Z_i を求めることはむずかしい。しかし

$$Z^* = \sum_i p_i Z_i \quad (5)$$

は比較的容易に求められる。 i 種の分子についてのある物理量を K_i とすると、測定によって得られる値は

$$\bar{K} = \sum p_i K_i \quad (6)$$

である。もし K_i が Z_i より次の式のようにある微分操作でもって導かれるものであれば、

$$K_i = kT \frac{\partial \log Z_i}{\partial \xi} \quad (7)$$

$$\bar{K} = - \frac{\partial \bar{F}}{\partial \xi} \quad (8)$$

であって Z^* からは直接求められない。もちろん $\bar{F}$ の第一近似として $F^* = -kT \log Z^*$ をとることができるが、この近似でよいものと、いけないものがあるだろう。 $\bar{F}$ と F^* の差は低温において著しいであろう。こ

ういう意味では溶液の物性では $\bar{F}$ の代わりに F^* を使うことが許されるだろうが、これが許されない物性もあるだろう。するとこの取扱の限界を調べることも必要である。このような意味での仕事はこれからの問題である。なお、この種の問題はランダム格子のスペクトル、非磁性不純物を含む磁性体の問題、DNA の融解などと同じ型の問題で、最近の統計力学の一つの話題でもある。

2. 新しい物質

立体規則性高分子の出現は高分子の物性の個性の研究に新しい面を開いたことはすでに述べた。もともと、生体高分子は立体規則性をもっているから、そういうものをつくり出すことは合成化学者の夢であったろう。チグラ触媒の発見とそれにつづく Natta の成功はこの夢を実現したものである。このような天然物への模倣は、戦前にはナイロンの発明をあげることができ、またイソブレンなどの合成ゴムの研究もそれにつづくものである。特に最近15年間で重要なものは合成ポリペプチドの研究であろう。ポリグルタミン酸 (PGA) やポリ- γ -ベンジル-L-グルタメート (PBLG) が天然タンパク質の研究に与えた影響は大きい。Doty の研究室が PBLG や PGA を使って、溶液中で溶媒の条件を変えることによってランダムコイルと α -ヘリックスの間に転移の起こることを発見したのは 1955 年ごろであるが、このヘリックス・コイル転移は、タンパク質の変性の問題とつながって、生体高分子の機能を理解するための基礎的現象と考えられるようになった。また天然の DNA や RNA に対し、合成のポリヌクレオチドができたことも、DNA や RNA 自身の物性の研究、そのヘリックス状態や、紫外吸収などの研究のほかに、遺伝のアミノ酸コードの研究にも重要な役割を果たした。それは合成のポリ U が、無細胞系でポリフェニルアラニンをつくり出すことをみつけた Nierenberg の研究が始まりであった。一般に合成高分子の研究には天然に存在するものに近いものを合成しようとする試みと、天然にはないが、可能性として考えられるものを合成しようというものがある。前者には上にあげたもののほかに、セルロースやコラーゲンに見出されたビエゾ高分子があるが、成功しているかどうかは知らない。また合成酵素や、合成のヘモグロビンの研究を上げることがつできる。後者の例は、導電性高分子や耐熱性高分子であろう。いずれも技術的な要求から生れたものであるが、有機半導体の研究が刺激を与えたものでもある。二重結合や、芳香族から成るこれらの物質の特異な物性は、その電子状態によることは明らかであるが、物性の立ち入った研究はまだあまり行なわれていないようである。一方導電性に関連して照射高分子の研究は活発に行なわれた。固相重合によってできた

ポリオキシメチレンは伸長状態の分子の結晶である。そのほか、重合方法の開発によって、枝分れや環状の非線状高分子で、構造のかなりわかったものができるようになった。オリゴマーの研究もここにあげなくてはならない。リビングポリマーによって均一重合度の高分子の得られることも物性の研究に重要である。単結晶のところでも述べたが、重合度、立体規則性、枝分れなど試料の条件を精密にして従来の実験結果をやり直してみることも必要であろう。以上、述べたような新しい合成高分子は、物性の研究に刺激を与えているが、それぞれの物質について詳しい研究は今後の問題であるように思われる。

3. 新しい実験技術

ブロードライン NMR を高分子に応用した最初の論文は 1949 年の Alpert の仕事と思われるが、それ以後、この種の研究は急速に広がった。分子運動の研究に対して NMR の他の方法でみられない直接性がきわめて大きい役割をした。さらに、化学シフトを利用した高分解能 NMR が開発されて、高分子の構造の研究にも直ちに用いられた。そのほか ESR は照射高分子の研究の武器となった。

構造研究の上では紫外線吸収装置の普及や電子顕微鏡の発達があった。ヘリウム液化機もしだいにふえて、熱運動に乱されないで構造解析を行なったり、極低温まで物性測定が行なわれるようになった。また原子炉からの中性子を利用して結晶解析や、その非弾性散乱を使って分子の dynamical な動きをとらえる研究も行なわれ、高分子にも応用され始めた。レーザーが発明されたのは 1960 年であるが、高分子分野ではまず光散乱に使われた。光の強度が大きいという性質によるのであるが、また単色光やコヒーレントであるということによって高分子の Brillouin 散乱や、ラマン散乱の研究にも使われる可能性は十分にある。

4. 天然物研究と合成物研究

前にも述べたように、天然物の模倣が高分子合成の研究の driving force であったが、そもそも高分子研究の始まりはゴムや、デンプンやセルロースなどの天然物研究であった。しかし高分子研究を軌道にのせてそれを推進したのは合成物による研究である。ポリスチレンやポリエチレン、ポリイソブチレンなどをみればわかる。しかし天然物を忘れていたわけではない。ナイロンや合成ゴムや立体規則性高分子などがその例である。その中でも、合成ポリペプチドや合成ポリスクレオチドの研究の重要なことは前にも述べた。ヘリックス・コイル転移の発見は、ポリペプチドの構造の Pauling らの研究がもとにはなっているがそのころまでに行なわれた高分子溶

液論の成果が必要であった。そこで、ラセン構造についての天然物研究と合成物研究の交錯をみることはおもしろいと思われる。それは第 1 表の中でみることができるわけであるが、1951 年の Pauling のポリペプチドの α -helix モデルにつづいて Watson-Crick の DNA の二重ラセンモデルが 1953 年に発表され、その間、Vand や Crick によるラセン構造の X 線回折解析の研究も行なわれた。ポリスチレンなどの立体規則性の合成高分子が結晶状態においてラセン状であることが明らかになる一方、合成ポリペプチドは溶液中において、ラセン状の棒状分子になることがわかり、つづいてヘリックス・コイル転移が発見され、多くの生体高分子がヘリックス状であることもわかってきた。コラーゲンの 3 本ラセン、F-アクチンの 2 本ラセンなどがその例である。時期的には少し前後するが、ポリイソブチレンや、ポリオキシメチレンなど、分子に D, L の区別のないものでも、結晶状態ではラセンであることもわかった。ラセン構造は一つの普遍的な構造といってもよさそうであるが、ここでも、合成物と天然物の研究が互いに他を刺激し示唆を与えた例を見出すことができる。

分子内回転による高分子のコンホメーションの研究が、ランダムコイルの状態の $\langle R^2 \rangle$ と同時に、結晶状態の構造をきめるわけであるが、さらに重要なことはこの研究のつながりとして複雑なタンパク質の高次構造の解明へと進んでいることである。Seheraga の研究はこういう大きな目標をめざしているわけであるが、この種の研究は各所で行なわれることも必要であろう。

5. 排除体積効果

一つの分子鎖の問題として、排除体積効果は共通性をもった問題であるが、1949 年の Flory の理論をはじめとするさまざまな発展は 15 年間の成果のうちで最も大切なものの一つである。排除体積効果のあるときの両端間距離の 2 乗平均 $\langle R^2 \rangle$ と、理想配位の $\langle R^2 \rangle_0$ の比を α^2 とするとき、Flory は 5 乗則

$$\alpha^5 - \alpha^3 = C\sqrt{n}$$

を導いたが、その後 Fixman は

$$\alpha^3 - 1 = C'\sqrt{n}$$

を Kurata-Stockmayer-Roig, Ptitsyn もほぼ同様な関係を導いた。これらを α^3 則というとし、この法則の出た当時は、実験結果は α^3 則が優勢であるかにみえたが、その後の実験に必ずしもそうではなく、 α が 2 以上では α^5 則に近づいて来る。 α が 1 に近いとき、つまり摂動の方法が使える範囲では展開の係数を厳密に求めることができるが、 α の大きいとき、つまり良溶媒ではなんらかの意味で近似にたよらないわけにはいかない。その点に問題のむずかしさがある。このパラメーター α は、溶液の浸透圧や、粘性の問題にも関係しているが、

その完全な解決はまだ将来の問題である。

6. 将来への期待

上に述べたことがらは、私のかかなり片寄った見かたによる、15年間の成果であるが、その中では将来の問題もいくつかふれないわけにはいかなかった。これから、以上述べた研究の延長や、あるいは少しよそおいを変えたものが舞台に出てくることは間違いない。類型から個性へという命題は、物性物理の窮極の目標であって、弾性、溶液物性、複屈折などのマクロな量と、赤外線吸収スペクトルや、旋光性などのセミマクロな量と、分子間力、電子状態などのミクロな量との間の関連を中心とする研究は今後も膨大な量に達するであろう。

新しい物質も続々と合成される。Little の予言した超電導高分子の実現はいろいろ疑問があるようであるが、強磁性や強誘電性をもった高分子の合成も試みられるかも知れない。光感受性高分子の話題もある。

新しい技術の中でレーザーは有望である。その特性は多方面に活用されるだろう。

しかしながら、将来の問題の中で最も大切なものは生

体高分子の研究である。生体高分子のもつ機能の分子メカニズムを明らかにしようとする物性的研究はきわめて乏しい。たとえばリゾチームは Phillips らによってその構造と、酵素作用についてかなりのところまで明らかにされた。酵素作用の induced-fit model が実証されている。またこの結晶をつくることは、合成高分子の結晶よりもむしろやさしうである。しかも、合成高分子と違って構造の不均一性から来るあいまいさが少ない。するとこの結晶の研究、特に分子運動の研究は、機能の問題と関連してもやらなければならない仕事であろう。これは高分子物性研究者の最も得意とする分野でもあるはずである。生体高分子はその生物学的機能のおもしろさのために、基礎的な物性研究が素通りされてしまった感がある。生物の機能という特異的な現象は高分子の一般からすれば病理的なものといってよいであろう。生理的なふつうの高分子のもつ性質がどのようにして病理的にうつるかということは研究に値する問題である。ここでは再び合成のタンパク質が舞台に踊り出て主役を演ずるであろう。合成化学と生物学と物性物理学の協同作業がこの劇の演出者であろう。

高分子学会講演要旨集実費頒布

行 事	開催年月	大きさ	印刷方法	ページ数	頒価(送料とも)
高分子機械材料ゼミナール	42年11月	B 5	オフセット	70	700 円
67年秋季印刷適性講演会	42年10月	B 5	〃	22	500 円
第16回 レオロジー討論会	42年9月	B 5	〃	192	1100 円
第12回 静電気研究発表会	42年6月	B 5	〃	78	955 円
静電気講習会	42年4月	B 5	〃	58	545 円
第4回 高分子と吸湿講習会	42年3月	B 5	〃	58	545 円
紙の加工に関する講演会	42年3月	B 5	〃	42	345 円
'67年春季印刷適性講演会	42年4月	B 5	タイプ・オフセット	40	335 円
重合反応工学講演会	42年5月	B 5	オフセット	12	125 円
Preprints of Scientific Papers 全6冊(英文)	41年9,10月	B 5	タイプ・オフセット	1427	3600 円(送料別)
Polymer Industry in Japan (英文)	41年9月	A 4	オフセット	268	2000 円
第15回 高分子討論会	41年11月	B 5	〃	486	1100 円
高分子機械材料ゼミナール	41年11月	B 5	〃	78	555 円
高分子の構造とレオロジー	41年11月	B 5	〃	64	555 円
調湿と乾燥講習会	40年11月	B 5	タイプ	64	545 円
第9回 高分子と水討論会	40年11月	B 5	〃	52	335 円
多成分系のレオロジー講座	40年11月	B 5	〃	72	545 円
射出成形講習会	40年5月	B 5	〃	68	545 円

上記要旨集は残部が多少ございますのでお頒けします。氏名・送付先を明記し、代金をそえて高分子学会講演会係にお申込み下さい。