高分子科学 最近の進歩

高分子金属錯体

主鎖に遷移金属を含む
線状ポリマー

高橋成年・菌頭健吉

Shigetoshi Takahashi・Kenkichi Sonogashira,
大阪大学 産業科学研究所

最近, いろいろな新しい機能を求めて高分子金属錯体の研究が盛んになってきている。金属錯体触媒のポリマーへの固定化, 金属酵素モデルとしての生理活性, 電導性のような物性機能, 錯体生成の選択性を利用した金属の分離など, いろいろな機能が研究されている。また, 金属錯体モノマーの重付加あるいは重縮合, 天然および合成高分子体を適当に modify した高分子配位子に金属を配位させるなどの多くの合成法が報告されている。これら全般にわたって述べることはできないので, ここでは主鎖に遷移金属を含む線状高分子について, 最近の報告を中心にして, メタロセン類縁体ポリマー, 線状配位高分子, 主鎖に金属アセチリド結合を含む有機金属高分子について紹介する。

Polymer-Metal Complexes—Linear Polymer Containing Transition Metals in the Main Chain

高橋成年 大阪大学産業科学研究所 (565 吹田市山田上) 助手・理博 (左)
昭和 38 年大阪大学理学部高分子学科卒, 43 年同大学院理学研究科高分子学博士課程修了。同年阪大産研助手, 現在に至る。専門は有機金属化学, 有機金属高分子。

菌頭健吉 同上・助教授・理博 (右)
昭和 36 年大阪大学大学院理学研究科博士課程修了。同年阪大産研勤務, 助手を経て 43 年より現職。専門は有機金属化学, 有機金属高分子。

1. メタロセン類縁体ポリマー¹⁾

メタロセン類縁体がペンダントになっているポリマーが多く知られているが, それとは別に, 主鎖にメタロセンが含まれるポリマーとしては (I) 型と (II) 型が主体となっている。

まず (I) 型の最も簡単なものは $-X-$ を含まないポリフェロセニレン (III) であるが, これは古く Korshak および Nesmeyanov ら²⁾ がフェロセンを等モ

ルまたは 2 倍モルの過酸化 t -ブチルで処理し, $\bar{M}_n$ が 7,000 までの (III) が得られると報告した。これはその後研究³⁾ で主鎖中にメチレン基やエーテル基が混入していることが明らかにされている。その後リチオフェロセンのラジカルカップリングや $\text{C}_{10}\text{H}_8\text{Fe}-\text{Hg}$ を通る合成法が研究されているが, いずれも分子量, 収率などに問題があった。最近 Neuse ら⁴⁾ は (I) 式のような方法で, 反磁性のポリフェロセニレン (III) を合成, 分別して $\bar{M}_n$ 4,000~7,000 のポリマーを ~15% の収率で得, そのスペクトルを詳しく検討してポリフェロセニレン構造を確認している。Neuse らは, これとは別に 1,1'-ジリチオフェロセンの CuCl_2 などによるカップリング反応で (III) を合成⁵⁾ しているが, この場合に得られるポリマーは強い常磁性を示し, また環化生成物 $[0,0]$ -フェロセノファンが混入していることなど, 重合度の高い純粋なポリフェロセニレンの収率のよい合成に関しては, まだ開発の余地があるようだ。

(I) 型ポリマーの別の型の合成法として, Katz, Rosenberg が 1963 年に, (IV), (V) のように両端に 5 員環を持つジアニオンと FeCl_2 との反応による (VI) 型ポリマーの合成を提案⁶⁾ して以来, 種々の共役ジ

ニオンと Fe^{7+} , Co^{8+} , Ni^{9+} , Mo^{10+} などの金属塩との反応が試みられたが、いずれも (VII) 型の二量体しか得られていない。最近, Katz⁷⁾ らは二量体の生成を押さえるため、両端の5員環の片面が互いに立体障害になるようなヘリセン型のジアニオン (VIII) を用いた (VI) 型ポリマーの合成を提案しているが、(VIII) の合成にはまだ成功していない。

(I) 型で—X—が種々の構造をしているポリマーは古くから研究されているし、(II) 型のポリマーも Cp_2HfCl_2 , (Cp はシクロペンタジエン), Cp_2ZrCl_2 , Cp_2TiCl_2 などと $\text{HO}_2\text{C}\cdot\text{R}\cdot\text{CO}_2\text{H}$, $\text{HON}=\text{C}(\text{R}')\cdot\text{R}\cdot\text{C}(\text{R}')=\text{NOH}$ などとの界面重縮合などで種々のポリマーが合成されており、現在も研究が続けられている。たとえば、1,1'-ジアセチルフェロセンのジオキ

シムと Cp_2TiCl_2 ¹¹⁾ との界面重合で耐熱性ポリマー (IX) が得られているが、不溶性のため明確な characterization はされていない。

主鎖にフェロセンなどを含むポリマーの機能性に関しては、最近特に目立った進展は認められない。

2. 線状配位高分子

ここでの線状配位高分子とは、O, S, N 型配位子をもった、いわゆる Werner 型遷移金属錯体を主鎖に含む線状高分子を指す。一次元白金錯体、 $\text{K}_2\text{Pt}(\text{CN})_4\cdot\text{Br}_0.3\cdot\text{H}_2\text{O}$ などのように固体中でのみ高分子体として存在するようなものは省き、溶液中でも存在しうる程度に安定化された線状ポリマーに限ることとする。これには次の三種 (2, 3, 4 式) の合成法がある。

ビス・キレート剤としてルベアン酸などを用いる (2) 式の合成法は、古く第二次世界大戦中米国の耐熱性ポリマーを目指した軍事研究に端を発するもので、現在でも種々の機能性を目指した研究が行なわれている。最近の例を (5) 式に示す¹²⁾。また (X) に示すように中心金属の d 軌道を Cross Conjugation の中心

に利用して電導性の高いポリマーを合成しようという試みもなされ、共役系キレートとして (XI)^{13), 14)}, (XII)^{14), 15)}, (XIII)¹⁴⁾, (XIV)¹⁶⁾, (XV)¹⁷⁾ などが、また M としては Cu , Fe , $\text{Co}_2(\text{CO})_8$, Ni , Pd , Pt などが用いられ、 $10^{-7} \sim 30 \Omega^{-1}\text{cm}^{-1}$ 程度の電導体が得られている。なかでもキレート剤 (XV) を用いた場合、(XVI) に示すように、ポリマー主鎖に電子吸引性の tetrathiofulvalene と電子供与性の bisdithiolene 金属錯体が縮合した形で交互に配列されているので、特に高い電導性を示し、 $\text{M} = \text{Ni}$ の場合、 $30 \Omega^{-1}\text{cm}^{-1}$ に達すると報告されている。(2) 式の合成法で中心金属が 6 配位構造をとれば、たとえば、ルベアン酸銅などでは (XVII) のように生成したポリマーは三次元構造になる。これらの錯体を線状ポリマーにするには特殊な反応場が必要となる。最近、孫らは層間化合物を利用したルベアン酸銅の線状配位高分子の合成を試みている。粘土鉱物モンモリロナイトの層間に Cu^{2+} とルベアン酸を逐次 intercalate してやると、層間での Cu^{2+} 間

(XVII)

(XVIII)

距離が大きすぎてモノマー錯体が生成する¹⁸⁾が、 Cu^{2+} 間距離が適当な MoO_8 の層間では線状ポリマーが得られる¹⁹⁾。よく似た手法は工業的にも応用され、高分子膜にルベアン酸と Cu^{2+} または Ni^{2+} を逐次しみこませることによって、膜内で構造の規制された配位高分子を合成し、次に膜を延伸して膜中の配位高分子を配向させれば、偏光膜になることが知られている²⁰⁾。

線状の配位高分子には、(XIX) のように二重もしくは三重橋かけの例もある。たとえば、硝酸鉄を注意

(XIX)

(XX)

深く加水分解して得られる $\text{Fe}(\text{OH})_x(\text{NO}_3)_{3-x}$ ($x=2.3\sim 2.5$) なる組成のポリマーは Sephadex で分別可能で、超遠心沈降法による分子量測定の結果は 14 万程度である^{21)~23)}。Block らは -OH 基の代わりに (XX) のような置換 Phosphinous anion で二重橋かけした $\text{Cr}(\text{II})$, $\text{Fe}(\text{II})$, $\text{Mn}(\text{II})$ の配位高分子を合成している。側鎖のオクチル基のため有機溶媒に易溶で分子量 15 万程度のものが得られており、成膜性もよく、オイル、グリースなどの粘度安定剤や帯電防止剤、金属表面の保護などに利用されている^{24), 25)}。

最近、硝酸ニッケルを大過剰の 5-フェニルテトラゾレート (XXIa) で処理して得られる高粘度の桃紫色

(XXIa)

(XXIb)

-N-N-は (XXIa) を示す

溶液が、(XXIb) のような構造の剛直棒状の配位高分子を含むと報告された²⁶⁾。浸透圧法による分子量測定

の結果は、 $\bar{M}_n=7.5\sim 15$ 万で、成膜や紡糸も可能である。また $4.00\times 10^{-3}\text{M}$ の Ni^{2+} 濃度で $[\eta] 3,000\text{ml/g}$ もの高い粘度を示すことから、剛直棒状構造をもった最初の配位高分子と書かれているが、過剰の (XXIa) の存在下のことであり、また溶液状態と固体状態とが直接対応しないなど厳密な溶液論の対象にはなり難い。現在得られている高分子量の可溶性配位高分子は、弱い配位結合が二重または三重橋かけで安定化されたものがほとんどで、解重合しやすいことや、粘度が経時変化することなど高分子の安定性に問題のあるものが多い。

また配位子に官能基をもったモノマー錯体を合成してから、重縮合によってポリマーを合成する (3) 式の

$\text{Mt}(\text{II})$: $\text{Co}(\text{II})$, $\text{Ni}(\text{II})$, $\text{Cu}(\text{II})$

-Ar-:

最近の例としては、白井、北條らの報告がある。(6) 式に示すように、主鎖にフタロシアニン遷移金属錯体を組み込んだ可溶性の配位高分子を合成し、モデル錯体とのスペクトルの比較、粘度、電導性などの測定を行なっている²⁷⁾。ポリマーの電導度は $10^{-11}\sim 10^{-6}\Omega^{-1}\text{cm}^{-1}$ で単量体のポリマー化によって $10^2\sim 10^8$ 倍程度の電導性の向上が見られる²⁸⁾。

さて (4) 式のような、さきに高分子配位子を合成してから主鎖に金属を組み込む方式の応用例としては、高分子シッフ塩基に Ni^{2+} を組み込む (XXII) こと

(XXII)

によって電導度が 3×10^2 倍向上する例がある²⁹⁾。最近、Sawodny らは、(7) 式に示すような高分子シッフ塩基に金属を組み入れた配位高分子の溶媒分子吸着能が、相当するモノマー錯体に比べ著しく向上することを報告している^{30)~32)}。この吸着は可逆的でありそ

の吸着能は中心金属や、Rおよび溶媒分子によって大きく変化するので分子ふるいとしての用途が考えられている。

3. 主鎖に金属アセチリド結合を含む有機金属高分子

前節で述べたように可溶性の配位高分子は解重合しやすいため高分子としての characterization は容易でない。有機ポリマーの炭素鎖に σ 結合で金属を組み入れてやれば解離のおそれはない。M-CH₂~ のような通常の遷移金属-炭素間 σ 結合は不安定であるが、金属アセチリド結合 M-C $\equiv$ C- は安定で、 $[\text{Cu}^{\text{II}}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{C}\equiv\text{C}]_n^{32)}$ や $[\text{Hg}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{C}\equiv\text{C}]_n^{33)}$ などのアセチリド結合で主鎖中に金属を組み入れた高分子錯体が合成されているが、不溶性で characterization は不明確であった。最近、著者らは、平面4配位構造の Pt, Pd のアセチリド錯体 (R₃P)₂M-(C $\equiv$ CR')₂ がきわめて安定であることを利用して、(8), (9) 式に示される脱ハロゲン化水素法で高分

子量の金属ポリインポリマー (XXIIIa, b) を合成した³⁴⁾。これらのポリマーはかさ高いホスフィンのブチル基が主鎖を覆うために有機溶媒易溶である。種々のスペクトルや希薄溶液物性などから、このポリマーが中心金属の平面4配位トランス構造とアセチレン結合の直線性に基づいた剛直棒状構造をとることがわかった³⁴⁾。その後、溶液物性の詳細な検討から、このポリマーが剛直棒状構造と通常のランダムコイル構造の間程度程度の剛さであるとの報告も出されている³⁵⁾。最近、これらのポリマーが剛直棒状構造の示す特徴の一つであるリオトロピック液晶を形成することが確認された³⁶⁾。遷移金属を含むリオトロピック液晶の最初の例である。

一般にポリマーの構造と機能性との関連を調べるた

[a] 重合度の調節と末端基の導入

[b] 金属の種類と金属間距離

[c] 異種金属の配列

[d] 金属間距離の変化

第1図 ポリマー構造のデザイン

めには、ポリマー構造をデザインした錯体ポリマーの合成が必要であるが、この系では第1図に示すような構造のデザインが簡単に実現できる。たとえば、(8), (9) 式のモノマー比を変えれば分子量調節が容易 ($\bar{M}_n = 2 \text{ 万} \sim 12 \text{ 万}$, $n = 30 \sim 200$) であり、また (10) 式の方法ではポリマー末端に種々の極性基も導入できる³⁷⁾ (第1図[a])。従来の (8, 9 式) では合成できなかった

た Ni 系ポリインポリマーも (11) 式に示すような CuI を触媒としたアルキニル配位子交換反応を利用して合成できるようになった³⁸⁾。モノマーの組み合わせを選べば、Pt, Pd が交互に規則正しく配列したポリマーが合成 (第1図[c], および 12 式) される³⁹⁾。

また主鎖中の金属間距離は、用いる α, ω -ジエチニル化合物の種類やポリマーの合成法を適当に選ぶことによって任意に調節できる。たとえば、(13) 式のような酸化カップリング重合を利用すれば、金属間距離は通常の重縮合の2倍になるし⁴⁰⁾、2核錯体を利用すれば、2種類の金属間距離は交互に変化する (第1図[d] および 14 式)⁴¹⁾。

1, 2 節で述べたように、従来主鎖に遷移金属を含む線状の錯体高分子は不溶性とか、溶液中での不安定性のために characterization はほとんどなされてい

なかった。その点、3 節で述べたポリインポリマーは易溶性で、characterization が詳細になされた初めての例であり、高分子合成のデザインも容易に行なえるので構造と機能性の相関を旨とした研究が今後の課題となるであろう。最近 (XXIV) の

ようなフタロシアニン鉄錯体をアセチレンでつないだ高分子錯体を想定し、分子軌道法による計算結果からこのポリマーが新しい型の one dimensional conductor になりうることを示され⁴²⁾、これら金属ポリインポリマーの電導体としての利用の可能性が示唆されている。

文 献

- 1) 総説 E.W. Neuse: *Advances in Macromolecular Chemistry*, **1**, 1 (1968)
- 2) V.V. Korshak, S.L. Sosin, V.P. Alekseeva: *Dokl. Akad. Nauk SSSR*, **132**, 360 (1960); *Vysokomol. Soed.*, **2**, 1332 (1961); A.N. Nesmeyanov, V.V. Korshak, V.V. Voevodskii, N.S. Kochetkova, S.L. Sosin, R.B. Materkova, T.N. Bolonikova, V.M. Chibrikina, N.M. Bazhim: *Dokl. Akad. Nauk SSSR*, **137**, 1370 (1961)
- 3) H. Rosenberg, E.W. Neuse: *J. Organometal. Chem.*, **6**, 76 (1966)
- 4) E.W. Neuse, L. Bednarik: *Macromolecules*, **12**, 187 (1979)
- 5) E.W. Neuse, L. Bednarik: *Transition Met. Chem.*, (Weinheim, Ger.), **4**, 87 (1979); *ibid.*, **4**, 104 (1979)
- 6) T. J. Katz, J. Schulman: *J. Am. Chem. Soc.*, **86**, 3169 (1964)
- 7) T.J. Katz, W. Slusarek: *ibid.*, **101**, 4259 (1979)
- 8) A. Davidson, J. C. Smart: *J. Organometal. Chem.*, **49**, C 43 (1973)
- 9) J. C. Smart, B. L. Pinsky: *J. Am. Chem. Soc.*, **99**, 956 (1977)
- 10) J. C. Smart, C. J. Curtis: *Inorg. Chem.*, **16**, 1788 (1977)
- 11) C. E. Carraher, Jr., M. J. Christensen: *Angew. Makromol. Chem.*, **69**, 61 (1978)
- 12) M. N. Patel, J. B. Patel: *ibid.*, **80**, 171 (1979)
- 13) K. T. McGregor, Z. G. Soos: *Inorg. Chem.*, **15**, 2159 (1976)
- 14) J. T. Wroblewski, D. B. Brown: *ibid.*, **18**, 498, 2738 (1979)
- 15) F. Götzfried, W. Beck, A. Lerf, A. Sebal: *Angew. Chem.*, **91**, 499 (1979)
- 16) B.-K. Teo, F. Wudl, J. J. Hauser, A. Kruger: *J. Am. Chem. Soc.*, **99**, 4862 (1977)
- 17) N. M. Rivera, E. M. Engler: *J. C. S. Chem. Comm.*, **1979**, 184
- 18) S. Son, S. Ueda, F. Kanamaru, M. Koizumi: *J. Phys. Chem.*, **80**, 1780 (1976)
- 19) S. Son, F. Kanamaru, M. Koizumi: *Inorg. Chem.*, **18**, 400 (1979)
- 20) J. C. Bailar, Jr.: "Coordination Polymers and Their Uses" in *Organometallic Polymers* (Ed. C. E. Carraher, Jr., J. E. Sheats, C. U. Pittman, Jr.), Academic Press, New York (1978) p 313
- 21) T. G. Spiro, S. E. Allerton, J. Renner, A. Terzis, R. Bils, P. Saltman: *J. Am. Chem. Soc.*, **88**, 2721 (1966)
- 22) S. E. Allerton, J. Renner, S. Colt, P. Saltman: *ibid.*, **88**, 3148 (1966)
- 23) T. G. Spiro, G. Bates, P. Saltman: *ibid.*, **89**, 5559 (1967)
- 24) G. H. Dahl, O. S. Sprout, N. D. Peschko, B. P. Block: U.S. Clearing House Fed. Sci. Tech. Inform., 1968, A.D. 671, 882 from U.S. Gov. Res. Develop. Rep., 1968, **68** (17) 103
- 25) B. P. Block, G. Dahl: USP 3415781 (Dec. 10, 1968)
- 26) L. Richards, S. N. Bow: *Inorg. Chim. Acta*, **25**, L113 (1977)
- 27) H. Shirai, K. Kobayashi, Y. Takemae, N. Hojo: *J. Polym. Sci., Polym. Lett. Ed.*, **17**, 343 (1979)
- 28) H. Shirai, K. Kobayashi, Y. Takemae, A. Suzuki, O. Hirabaru, N. Hojo: *Makromol. Chem.*, **180**, 2073 (1979)
- 29) M. Hartel, G. Kossmehl, G. Manecke, W. Wille, D. Wöhrle, D. Zerpner: *Angew. Makromol.*, **29-30**, 307 (1973)
- 30) W. Sawodny, M. Riederer: *Angew. Chem.*, **89**, 897 (1977); M. Riederer, E. Urban, W. Sawodny: *ibid.*, **89**, 898 (1978)
- 31) M. Riederer, W. Sawodny: *J. Chem. Res. (S)*, **1978**, 450; (*M*), 5373-5387
- 32) V. V. Korshak, A. M. Sladkov, Y. P. Kurdryavtsev: *Vysokomol. Soedin.*, **2**, 1824 (1960)
- 33) A. S. Hay: *J. Polym. Sci., A-1*, **7**, 1625 (1969)
- 34) K. Sonogashira, S. Takahashi, N. Hagihara: *Macromolecules*, **10**, 879 (1977); S. Takahashi, M. Kariya, T. Yatake, K. Sonogashira, N. Hagihara; *ibid.*, **11**, 1064 (1978)
- 35) M. Motoyama, T. Norisue, A. Teramoto, H. Fujita: *Polym. J.*, **11**, 665 (1979)
- 36) S. Takahashi, E. Murata, M. Kariya, K. Sonogashira, N. Hagihara: *Macromolecules*, **12**, 1016 (1979)
- 37) 高橋成年, 村田英一, 森本秀子, 藺頭健吉, 萩原信衛: 高分子学会予稿集 **28**, 1602 (1979)
- 38) K. Sonogashira, K. Ohga, S. Takahashi, N. Hagihara: *J. Organometal. Chem.*, **188**, 237 (1980)

(394 頁へ続く)

濡れ性の研究

いま昔

谷口 政勝

「谷口君、あんたに至急ぬれる性能を研究してもらいたいですかね。」

1944 年春のことである。筆者の研究室を訪れた恩師の桜田一郎教授がいきなり言い出された。筆者はかくはん棒の手を思わずとめてキョトンとした表情になった。

「ぬれる？ ぬれるといいますと——濡れるのぬれるですか」

「そうそう。濡れるのぬれるです」

この奇妙な対話を私は今も忘れない。

当時、筆者は京大の繊維化学教室に勤めていたが、その数年前から高分子皮膜上での水の接触角を測定していたからこんな研究が持ちこまれたわけ。今でこそ濡れる現象は界面化学の重要な一分野となり、ぬれの用語は慣用されているが、当時日本にはまだそんな用語はなかった。まごついたのも無理はない。

「実は海軍省からの緊急依頼だね」と前置きしての桜田先生の説明はこうである。例えば、潜水艦がポッカリ浮上する。軍艦が波しぶきをもろにかぶる。こんな時水

滴がいつまでも艦の、とくに機器類の表面にべばりついていては困る。できるなら蓮の葉のように水をバラバラはじくような状態が望ましい。つまり濡れにくい状態だ。そんな状態の研究を至急始めてほしいという。

何せ、第二次大戦のさ中であり、わが日本海軍は連日南の海でハデな戦果をあげていた折から、その海軍の緊急依頼と聞いて筆者の若き血潮は簡単に燃えた。悦んで承諾すると「では学生を一人そちらへよこしましょう」となり、やって来た学生が他ならぬ M 君、これが彼の卒研となる。

さて問題は濡れる性能の用語である。それまで筆者らは Wetability, Benetzbarkeit を直訳して湿润性と名づけて学界に発表していたが (1941 年)、これではこれと似て非なる吸湿性と混同されるおそれがないでない。やはり濡れる性質を表すには、ズバリ濡性がよからうとまづ思いついた。がこれを文章で書くぶんにはよいとして、講演する場合ジュ性では皆に通じまい。M 君に相談すると「ははあジュ性？ ジュ性——ジョ性、女性と聞こえますがなあ、ぼくには」なんて禅問答を繰返しているうち、筆者は結核に倒れて再び立てず。療養生活中、彼が筆者と共同名で高分子化学 (1948 年) に濡性と名づけて本研究を発表していたのを知り、彼一体講演会で

は何と発音して発表しよったんか気がかりになってたところで、ジュ性でなくぬれ性という用語がいつの間にか慣用されていることに気づいたのはずっと後の事。

かくて延々実に 20 年近い療養生活に入るが、その長いタイムトンネルを抜けると雪国一ならぬ女子学園だった。浦島太郎が龍宮へ逆戻りした心境で 20 年ぶりに濡れ性の研究を再開。今度は研究対象が高分子皮膜から織物に変わり、共同研究者は当然女子学生とあい成る。

高校を出てまだ間もない彼女たちは濡れ性の用語はもちろん知らない。やむをえず、筆者は冒頭の問答を年々繰返すハメになる。

「君たちにやってもらいたいのには濡れる性質の研究なんですがねえ」、「あら、ぬれる性質？——あの、ぬれるといいますと濡れるのぬれるですか」、「そう。濡れるのぬれるです」、「まあ」と彼女たちは、昔筆者が感じたのとは、ひと味違うとまどいを見せたとたん、間髪を入れず「例えば、洗たくの効果を支配するのは濡れ性そのものですねえ」といってホッとさせたところで、すかさず研究内容の説明に入る。ここんこの呼吸は古稀を迎えた筆者ならでは無理。かくて彼女たちの濡れ性のケツ作研究続々として生まれる。

(兵庫女子短期大学 家政学科・教授、専門＝被服学)

(399 頁より続く)

- 39) K. Sonogashira, S. Kataoka, S. Takahashi, N. Hagihara: *J. Organometal. Chem.*, **160**, 319 (1978)
- 40) S. Takahashi, E. Murata, K. Sonogashira, N. Hagihara: *J. Polym. Sci., Polym. Chem. Ed.*, **18**, (1980) in press.
- 41) S. Takahashi, Y. Ohyama, E. Murata, K. Sonogashira, N. Hagihara: *ibid.*, **18**, 349 (1980)
- 42) M. Hanack, F. F. Seelig, J. Strähle: *Z. Naturforsch.*, **34a**, 983 (1979); F. F. Seelig: *ibid.*, **34a**, 986 (1979)

会誌「高分子」に原稿をお寄せ下さい

会員のための会誌「高分子」として、ひろく会員のみなさまの参画を期待し、下記の原稿の募集をしています。奮って投稿下さるようお願いします。

展望論文： 高分子科学と工業に関連した展望論文で、広い視野で最近の動向や情報を解説できる内容のもの、既発表のものでもよい。あらかじめ、論文題目、内容要旨 (1,000 字程度) を送付下さい。

採用の場合は、あらためてご依頼します。

原稿枚数＝20～30 枚 (360 字詰)

締切期日＝掲載号の 4 カ月前の 30 日

送付先＝会誌「高分子」編集委員会