予想を越えた制御重合

蒲池 幹治

20年前に思いを馳せると、ラジカル重合の基礎研究で得た知見を実証すべく、生長ラジカルの高分解 ESR スペクトルの観測に腐心していた。すでにわかっているような生長ラジカルの性質も、その酸化還元電位など、反応制御に必要な基礎データとなるとまだまだ不明なことも多く、その辺のデータがそろえば、マンネリ化しかけたラジカル重合の研究に新風を吹き込めるのではないかと考えていた。異分野に目を向けると、コンピュータの発達により、それまで観測できなかった反応中間種の分光学的実測が可能になり、化学反応の本質が少しずつ解明されつつあった。その発展は、重合化学の研究にも大きなインパクトを与え、21世紀初頭には、生長ラジカルの物理化学的性質もかなり明らかになり、活性種の変換による新規高分子合成など、あらたな制御重合が展開していると予測した。

この20年間の進歩に目を向けると、ラジカル重合だけに限ってみても、禁止剤や金属錯体を用いたリビング重合開発や溶媒効果を利用した立体規則性重合などが見いだされ、予想以上の研究成果があがっている。筆者も、ラジカルにも錯体形成の可能性があることを指摘し、その延長として金属錯体の可能性を考えたことはあったが、金属塩を用いる場合には、ラジカルの酸化・還元電位を利用した活性種変換重合のほうが可能性が高いと思い、電子移動反応を用いた研究に注目していた。ラジカル重合の立体規則性の制御は、その溶媒効果の研究を行った体験から側鎖を利用した立体効果しか方法はなく、大きな飛躍は期待できないと思っていた。溶媒効果を活用した立体規則性の向上な

ど考えもしなかったことであった。ラジカル/イオン変換重合に関しては、適当な電子移動剤により可能な例が見いだされ、進歩は遅いが、ある程度予感があたったのではなかろうか？

もうひとつ予測したのは、主鎖にいろいろな、元素を有する新規高分子の合成である。ポリエチレンとポリオキシメチレンの性質の違いを考慮すると、いろいろな元素への変換が可能になれば、高分子の物性にあらたな展望が開けるのではないかと感じていた。核化学の活用により、原子を他の原子に変換する手法を高分子の改質につなげないかと思っていた。常識的に考えれば、エネルギーが大きくて、かなわぬ夢かもしれないが、20年後には人智がそれを乗り越えるかもしれないと考えていた。この種の系統だった研究例をまだ見たことはない。

20年前、まったく予想もしなかったことで、実現している研究分野がある。それは、超分子化学の展開による機能分子の出現である。筆者の研究室で見つかったときの感動は忘れられない。

これから20年後、想像もつかぬ研究の展開を期待したい。

KAMACHI, Mikiharu 福井工業大学・教授、大阪大学名誉教授、理学博士。1961年大阪大学大学院修士課程修了。専門は高分子合成

Controlled Polymerization beyond Expectation

〈1982年1月号掲載〉

基礎研究と新しい高分子

一世を風靡した研究に注目すると、その多くは、20年から30年前に萌芽が見られる。したがって、20年後の2001年に強い関心が寄せられる研究は、既に1970年から1980年にかけて芽ばえている可能性が大きい。筆者の研究領域から、20年後大木に育ちそうな新芽を捜してみると、高速反応、高速現象に対する挑戦が期待される。

近年、測定機器の発展は、目を見張るものがある。20年前は夢であったピコ秒、サブピコ秒の測定技術も著しく進歩し、測定感度さえ向上すれば、一つの化学現象の動的挙動を、絵巻物を見るような感覚でとらえる時代がきつつあるように思われる。このような研究は、化学反応により、生成物が得られる際去来する中間物の同定、定量を可能にし、長年化学者の夢であった化学反応の本質の解明につながっていくであろう。そういう時代がきたとき、反応制御という言葉は真実性を帯びてくる。

このような研究法は、高分子化学へも取り入れられるであろう。複雑な重合反応の動的変化も、ある程度解明され、反応規制を利用してあらたな高分子が作られるようになるのが2001年であると推定する。もう少し具体的に示そう。重合活性種が明白になると、外的条件の調節や適当な第3物質との分子間相互作用を利用して、活性末端の反応性を制御することが可能になってくるであろう。そうすると、ビニル化合物の重合だけ取り上げてみても、イオン重合をラジカル重合に変えたり、ラジカル重合をイオン重合に変換したりする技術が確立し、側鎖に結合している官能基を定序配列させた新しい高分子の合成が可能になっているものと予想する。このような高分子の出現は、側鎖の配列に意味をもたせることが可能になり、新たな機能を有する高分子になることが期待される。このような高分子の出現は、人工光合成や酵素を手本とす

る触媒の開発に対し、高分子鎖の役割に関する基礎データを提供するのではなかろうか？

筆者の研究領域とは異なるが、次に注目しているのは、核化学の高分子合成への利用である。核化学では、現在、 α 線を利用して他の元素へ変換が行われている。この技術は、今後大いに進歩し、他の素粒子も含めた素粒子の化学に発展していくことが予想される。この手法を、高分子の改質に利用し、元素変換により、高分子鎖のところどころを他の元素に変換できれば、種々の元素を含む高分子が出現し、高分子材料としての用途は、無限に広がっていくことが期待される。2001年にはこのような高分子が出現しはじめていると予想する。本誌は新年号、調子のいいところで筆をおく。