

高分子材料科学研究室

■研究テーマ

- 未利用資源 (CO₂、硫黄など) を活用した高分子合成方法の開発
- イオン液体を特殊環境場とする重合方法の開発
- Click反応を活用した高分子合成方法の開発

■キーワード

縮合系高分子 遷移金属錯体 イオン液体

■産業界の相談に対応できる技術分野

機能性高分子 (特に、耐熱性高分子、高強度・高弾性率高分子)

■主な設備

ドラフト 実験台

連絡先

化学・生物化学科 米山 賢

TEL : 0277-30-1482 FAX : 0277-30-1402 e-mail : m.yoneyama@gunma-u.ac.jp



米山 賢 准教授

研究概要

昔には天然の存在する高分子(絹、羊毛、綿、木材など)が使われておりましたが、20世紀になると高分子が人工的に合成できるようになり、それ以来様々な高分子が生み出されています。我々は、この様な高分子を活用することにより豊かに生活を可能にし、現在では高分子は欠かせない物質・材料となっております。

より有用な高分子材料を手に入れるためには、確かな分子設計を行うと共に、それを実現するために、多様な合成・重合方法を開発する必要があります。当研究室では、特色ある合成・重合方法の開発を目指して、1) 用いる原料・化合物、2) 反応する際の環境、3) 反応自体の3つの観点から日々研究を重ねております。



研究室内の風景

特徴と強み

1) 未利用資源である硫黄を活用した高分子合成方法の開発

硫黄は、火山国である日本では火口付近に露出していることが多く、馴染のある元素と言えます。16世紀になると、火薬原料として使用するために硫黄鉱山が開発されておりますが、現代では、原油を精製する際の脱硫過程において年間174万t(2019年実績)も硫黄は生産されております。硫黄の用途としては、化学薬品などの工業生産に必要な硫酸の製造、農薬・医薬品の製造、そして、高分子関連ではゴムの加硫処理など様々挙げられますが、その需要は年間51万tに留まっており、100万t近くがアジアを中心に輸出されております。それでも、日本国内には年間20万t近くの硫黄が余剰として残ることになり、このような硫黄を活用することは資源の乏しい日本にとっては大事なテーマとなっております。

当研究室では、硫黄を他の化合物と直接反応させることにより高分子を合成することを目指して、様々研究し、硫黄を含む高分子であるポリチオアミドやポリベンゾチアゾールの合成に成功してお

ります。特に、ポリベンゾチアゾールの場合には、合成に手間がかかるビス(o-アミノチオール)化合物を高分子原料として用いることなしに、市販品であるジアミンとジアルデヒドを活用して硫黄と反応させることにより様々なポリベンゾチアゾールを簡便に合成することができます。また、新しい構造のポリベンゾチアゾールを合成する場合には、比較的合成が容易である新規なジアミンからの合成経路を提供することもできます。



重合装置

2) イオン液体を特殊環境場とする重合方法の開発

イオン液体は、イオンのみからできた塩でありますが、塩化ナトリウムのような通常の塩とは異なり室温で液体状態をとる特徴を有しております。



イオン液体

多くの場合に使われている溶媒は、アセトンやメタノールなどのような分子性化合物ではありますが、イオン液体は、イオンで出来ており、殆ど揮発しないというこれまでは大きく異なる性質・特徴を持っております。このような性質のために、イオン液体は、グリーンな溶媒、あるいは、環境調和型溶媒と呼ばれております。イオン液体自体は、1910年代よりその存在が知られておりましたが、大きな注目を集めるようになったのは2000年からであります。最近では、様々な角度からイオン液体に関する研究がなさ

れおり、年間3800報近い論文が報告されているようになっております。

合成反応の分野では、イオン液体中で反応を行うことで、用いた化合物がこれまでとは違う反応性を示すようになることが報告されております。これは、これまで重合が進み難かった化合物からも容易に反応が進行して高分子が得られる可能性を示しております。当研究室では、反応性の低い芳香族ジカルボン酸やテトラカルボン酸が反応を助ける縮合剤なしに芳香族ジアミンと反応して全芳香族ポリアミドやポリイミドが得られることをこれまでに見出してあります。最近では、従来の方法では必須であったジアルデヒドを用いることなしに、ジアミンのみからポリイミンが得られることを見出してあります。

3) Click反応を活用した高分子合成方法の開発

Click反応とは、温和な条件により位置選択的に高収率で目的の生成物のみが得られる反応の総称であり、特に、1,3-双極子付加環化反応が有名であります。この反応では、アジドとアルキンからトリアゾール環が容易に生成し、その際に触媒としてCu触媒を用いると1,4-構造が、Ru触媒を用いると1,5-構造が選択に生成し、トリアゾール部分の構造を作り分けることが可能となります。当研究室では、この反応を活用することで、同じ原料(ビスアジド化合物とジアルキン化合物)からポリ(1,4-トリアゾール)とポリ(1,5-トリアゾール)を作り分けることに成功しております。

今後の展開

有益な高分子合成方法の探索

今後、さらに1)~3)の合成・重合方法を進化させて、幅広い高分子に応用できるようにすると共に、新たな反応を活用した新規な重合方法の開発に挑戦していきたいと考えております。