

【研究室紹介】

名古屋工業大学大学院工学研究科物質工学専攻 大谷・北川研究室

名古屋工業大学大学院工学研究科ながれ領域 教授 大谷 肇
<http://cec.ach.nitech.ac.jp/>

1. はじめに

国立大学法人名古屋工業大学は、名古屋駅からJR中央本線でわずか二駅目の鶴舞を最寄り駅とする、極めて交通至便な場所に位置する工学系の単科大学です。それでいて、目の前には桜の名所としても名高い鶴舞公園が広がっており、都心に近いながら比較的閑静で、恵まれた環境にあります。本学は、筆者が着任した2005年に、前身である官立名古屋高等工業学校の創設から数えて、丁度100周年の節目を迎えたことから伺えるように、長年に渡って培われた伝統に支えられています。「ひとつづくり」、「ものづくり」、「未来づくり」を教育・研究の理念・目標に掲げ、人間性豊かな研究者・技術者の育成を目指しており、事実これまでに産業界の最前線で中核的に活躍する人材を多数輩出してきた実績から、学外においても高い評価が広く定着しています。

2. 研究室の概要

私共の研究室は、工学部生命・物質工学科および大学院工学研究科物質工学専攻における教育・研究を担当しています。生命・物質工学科は、古くは染料あるいは繊維、その後の工業化学・応用化学および高分子材料などの流れを汲む、工学部系の化学系学科です。私共は、その中において分析化学を担当する2研究室のうちの一つになります。研究室の構成教員は、2005年に名古屋大学から着任した筆者、本学出身で2004年に定年退官された津田孝雄教授の薫陶を受けてきた北川慎也准教授、および2007年に博士後期課程・学振特別研究員を経て大阪大学理学研究科から着任された飯國良規助教の3人です。それぞれの経歴からわかるように、研究の方向性は多少異なりますが、機器分析、特にクロマトグラフィーなどの分離を柱とする共通性から、普段は一体となって研究室を運営しています。

教員以外のメンバーは、2011年度を例に挙げると、博士後期課程3名、前期課程18名、卒研配属生11名に、交換留学生・技術補佐員・共同研究員などを含めて、総勢40名にも迫ろうとする極めて大所帯になっています。それでいて、まとまりはよく、皆和気あいあいと学修に励んでいます。もちろん、研究も活発に行っていると自負しており、私の着任後に限っても、北川准教授の日本分析化学会奨励賞受賞を始め、学

生・院生も各地で開催される諸学会において、コンスタントに優秀発表・ポスター賞などを受賞しています。また、2007年からは、耐震補強工事を経てすっかりきれいになった本学19号館の5階のフロアに集中して研究室が配置されており、こうした点も非常に恵まれていると感じています。詳しくは是非上記の研究室webページをご覧ください。

3. 研究内容1～フォトポリマーを分析する

筆者自身は、長年にわたり各種高分子材料の構造解析・キャラクタリゼーションに関する研究に取り組んできました。中でも、光・熱硬化性樹脂に代表される架橋高分子は、あらゆる溶媒に不溶でかつ不融であることから、一般にその解析評価が非常に難しく、高分子の構造キャラクタリゼーションにおいて残された最後の課題ということができると思います。こうした不溶性高分子の分析には、試料を熱エネルギーによりある程度分解し、生成物をオンラインでガスクロマトグラフィー（GC）あるいはGC/MSで分析する、熱分解GC（/MS）の手法が古くからよく用いられてきました。確かに、熱分解GCであれば、不溶性高分子試料であろうとも、ほとんど難なく「測定」することができます。しかし、だからと云って必ずしも「分析」できるとは限りません。最も知りたい架橋点近傍の構造が、熱的にも弱いことが少なくなく、肝心の情報が熱分解により失われがちなためです。

こうした中で近年、有機アルカリなどの反応試薬を作用させて試料高分子を熱分解することにより、高選択性かつ高効率な分解を達成し、それにより通常の熱分解では得難い高分子の貴重な構造情報を引き出すことができる、反応熱分解GCの手法が開発されました。この方法はフォトポリマーなどの架橋性高分子にもしばしば非常に有効で、私共はこれまでに、一連のアクリル系紫外線硬化樹脂をこの方法により解析し、転換率、共重合組成、原料プレポリマーの重合度、および架橋連鎖分布などを総合的に解析することに成功しました。

ただし、この方法では、生成物をGCで解析するという点に制約があります。すなわち、分解生成物が依然として高分子体の場合は、観測することができないという問題です。そこで、われわれは、このような比較的分子量の大きな分解生成物を分析する方法とし

て、マトリックス支援レーザー脱離イオン化質量分析法に注目し、これに相性の良い分解法として、超臨界流体メタノール分解を組み合わせた、新たな解析手法を考案しました。この方法により、アクリル系紫外線硬化樹脂を解析した結果、光硬化の過程では、重合度が1000を超えるような非常に長い架橋連鎖が生成していることを実証することができました。最近ではより構造の複雑な、多成分型紫外線硬化樹脂の、共重合型架橋連鎖の解析などにも応用を拡張しています。また、こうした解析は他の方法ではまず困難であるうえ、産業界ではしばしば強く求められていることから、関連企業との共同研究も積極的に進めています。

4. 研究内容 2～フォトポリマーで分析する

北川准教授のグループは、高速液体クロマトグラフィー (HPLC)、及びHPLCとキャピラリー電気泳動を組み合わせたキャピラリー電気クロマトグラフィーなどに関する、新規分析技術の開発を中心に研究を進めています。近年、こうした手法に用いる分離基材として、スポンジ状の連続多孔体、いわゆる「モノリス」が注目されています。モノリスを用いた分離カラムは、その素材によりシリカモノリスと有機ポリマーモノリスの二種類に大別することが出来ます。一般的に、有機ポリマーモノリスカラムは、適当な組合せのモノマー、架橋剤、細孔形成剤、重合開始剤からなる反応溶液を、カラム内で重合することにより調製します。北川准教授らは、0℃あるいはそれ以下の低温下で光重合して、転換率をあえて低く抑えたモノリスをカラム内に形成させることにより、流路抵抗が小さく、且つ、分離性能の高いモノリスカラムの調製が可能であることを見いだしました。

当研究室で開発した逆相クロマトグラフィー用有機モノリスカラムは、通常のHPLCポンプによる加圧で、標準の100倍にも達する極めて大きな流速での送液を行うことが可能であり、この高流速条件で6成分の試料分離をわずか8秒で行うことに成功しています。さらに、ポンプを使用しなくとも、吸引による通液だけで成分の分離分析が可能なことも示されており、大いに注目されています。

一方、飯國助教は、磁気泳動や電磁泳動などを利用して、微小流路において微粒子を自在に分離・流動する方法を開発する研究に取り組んでいます。このためには、様々なデザインの試験用セルの調製が不可欠ですが、その過程においてフォトリソグラフィーを利用した樹脂による流路形成が大いに役立っています。

5. おわりに

以上ご紹介したように、われわれの研究室では、フォトポリマーは分析の対象としても、また、分析のための道具としても、大きな比重を占めています。実際、このコラムをまとめてみて、私どもが今さらながらフォトポリマーの恩恵に如何にあずかっているかということ、改めて実感した次第です。この先もまだしばらくは、フォトポリマーを大いに頼りにしながら、研究を展開していくことになりそうです。



図1. 分析化学研究室対抗ソフトボール戦ーアナリスト杯2011 記念写真ー5連覇達成!