



シリーズ：大学・官公庁研究機関の研究室紹介 (128)

Introduction of Research Laboratories (128)

大阪大学 大学院工学研究科 応用化学専攻 高分子材料化学領域

Area of Polymeric Materials Chemistry, Department of Applied Chemistry, Graduate School of Engineering, Osaka University

1. 沿革

大阪大学大学院工学研究科応用化学専攻は1896年の大阪工業学校（化学工芸部，応用化学科）創設に端を発し，大阪工業学校は1929年に大阪工業大学に昇格した。1933年には大阪帝国大学工学部の設置に伴い，大阪帝国大学応用化学科となる。戦後には1949年に新制4年制大学が発足し，1953年には新制大学院が設置された。1968年～1970年に現在の吹田キャンパスに移転し，1995年の大学院重点化により分子化学専攻，物質化学専攻および物質生命工学専攻に組織改編された。2005年に分子化学専攻と物質化学専攻が応用化学専攻となり，現在に至っている。

応用化学専攻は分子創成化学コース，物質機能化学コース，Chemical Science Course (CSC) からなる。分子創成化学コースは分子レベルで化学反応を自由に制御することに主眼をおく教育・研究を担当し，物質機能化学コースは原子・分子の集合体である物質のもつ様々な機能の探求に主眼をおく教育・研究を行っている。CSCは講義を含む全ての教育を英語で行うコースであり，2016年10月に発足した。学部は応用自然科学科の応用化学コースにおいて，化学に関する教育を担当している。平成31年度2月現在で学部には留学生を含めて256人が応用化学コースで学んでいる。大学院は他コースを含めた化学系研究室に修士課程223人（うち留学生30人），博士課程76人（うち留学生23人）が在籍している。CSCの発足後，留学生比率が上昇し，国際化が進んでいる。

応用化学専攻ではマテリアル化学，環境・エネルギー化学，生命化学の3つの研究分野を中心に据え，国際的に高いレベルの研究体制をもちつつ，現代社会の化学に対する期待に応えら

れる人材を育成する教育体制を整えている。工学的視点に立った化学全般に関する基礎知識と幅広い教養を有するとともに，化学分野での専門性に立脚した工学的応用力を身につけた人材の育成を教育目標としている。さらにグローバルな視点も養うことによって，未来創造社会のリーダーとなる人材の育成に取組み，最先端かつ高度な専門性と深い学識，高度な教養，高度な国際性，高度なデザイン力を身に付けさせる教育を実践して

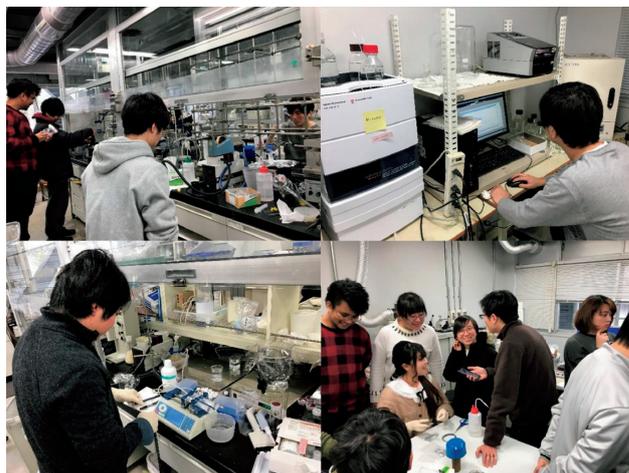


写真2 研究風景



写真1 研究室メンバーの集合写真

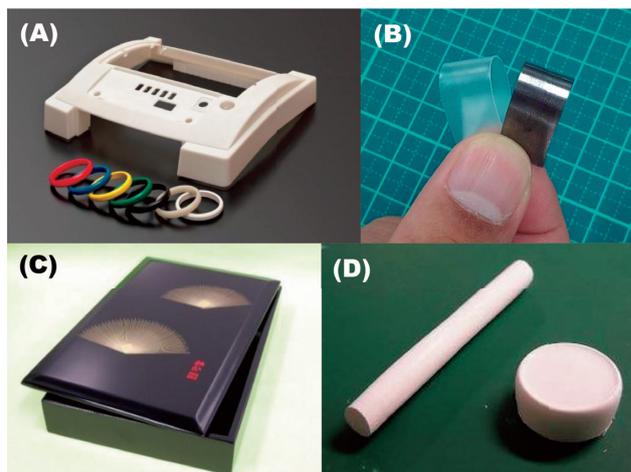


写真3 研究成果の一例：(A) 植物油脂ベースの結晶核剤を用いて作製したポリ乳酸成形品；(B) 高分子酸化技術を利用した汎用樹脂の無電解メッキ；(C) 植物油脂を用いて作製した人工漆；(D) 高分子モノリスラム・ディスク



写真4 研究室機器室全景

いる。

高分子材料化学領域（宇山研究室）は2004年4月に発足した。大阪帝国大学発足時の応用化学科第4講座に端を発し、丸沢常哉先生、八浜義和先生、三川澄先生、城田靖彦先生の研究室を継ぎ、本領域は5代目となる。現在、教員3名、ポスドク2名、秘書2名、技術補佐員2名、招へい教員3名、博士課程学生11名、修士課程学生21名、学部学生5名の合計49名が在籍している（写真1）。特筆すべきは外国人比率が約40%（20人）と高いことである。中国人留學生が大半を占め、加えてアメリカ、マレーシア、フィリピン、インド、台湾の留學生が研究室で勉学に励んでいる（写真2）。

2. 研究紹介

現在、社会では経済成長と環境保全を両立させ、かつ環境を重視した技術イノベーションが必要とされている。宇山研究室では、持続的に発展可能な社会の構築に貢献できる技術（Sustainable Technology）を高分子新素材の開発により具現化することを目標として、グリーン、バイオ、ナノを融合させた新概念・新手法に基づく機能性高分子新材料に関する研究開発を行っている。天然素材は自然界において重要な役割を果たしており、人類によって作られる材料では到底及ばない高性能・高機能の材料である。研究室の一つの柱であるバイオマスプラスチックに関する研究では、バイオマス資源を原料として利用した高分子材料（バイオマスプラスチック）を創製し、ナノレベルで成形加工する手法を開拓することにより、高分子材料に新しい機能を付与することで資源循環、環境保護は元より、再生医療、新エネルギーにも貢献できる技術を開発している。材料の基本的性質と成形加工により生じる新たな特性を融合することで、材料の新用途を創出する研究を実践している。宇山研究室ではこのような取組みにより環境に優しい未来型高分子材料の設計指針を示し、その具現化により大学独自の基盤研究はもとより、産学連携にも積極的に取り組んでいる。

大学の研究成果を社会に還元できた実用化例として、植物油脂を利用した屋根用塗料の開発が挙げられる。エポキシ化植物油脂は油脂より反応性に富み、比較的安価であり、製造量も多いことから新しいバイオベースポリマーの原料として適している。しかし、これらの単独硬化物の物性・機能は低く、実用レベルには達していないため、宇山研究室では有機無機ハイブリッド、セルロースナノファイバーとの複合化等により、植物油脂ポリマーの物性を改善してきた。また、ロジン誘導体を硬化系に添加することで油脂ポリマーの高靱性を達成している。これらの成果を産学連携研究に発展させ、2010年には植物油脂エポキシ化物を組込んだ屋根用塗料を水谷ペイントと共同で開発・上市し、大学での基礎研究を実用化につなげた。アクリル樹脂ポリオールに植物油脂成分を組み組むことで、既存のエポキシ樹脂の欠点である対候性を改善するとともに、イソシア

ネートの使用量を削減した。また、水酸基を有するヒマシ油を用いたバイオベース材料の開発にも取り組み、ポリ乳酸用の結晶核剤を開発した。耐衝撃性はポリ乳酸の約4倍に達し、荷重たわみ温度はポリプロピレン（PP）を超える140℃まで向上し、さらにポリ乳酸の成形性も顕著に改善した（写真3）。

最近セルロースを特性を活かした材料開発に注力している。多孔質材料として、三次元ネットワークの骨格とその空隙（貫通孔）が一体となったモノリスが次世代型多孔材料として注目され、高機能材料へ応用されている。宇山研究室ではセルロースモノリスを酢酸セルロースから作製する技術を開発している。セルロースは容易に誘導化でき、エポキシ基、一級アミノ基、アルデヒド基といった代表的な反応性基をセルロースモノリスに導入した。これらの反応性基を基点とすることで生物活性リガンド分子を容易に固定化でき、創薬をはじめとする様々なバイオメディカル研究の発展に資する高効率・高性能アフィニティークロマトカラムの開発につなげられる。セルロース以外にポリアクリロニトリル、ポリ乳酸、ポリビニルアルコールをはじめとして多くのポリマーからモノリスを作製し、分離材料、電極材料等へ応用している。

また、セルロースの新しい修飾法としてクエン酸変性を検討し、セルロース表面にジカルボン酸を高密度で導入する技術を開発している。クエン酸変性セルロースおよびその誘導体はPPをはじめとする汎用樹脂用途の高性能フィルターとなる。微生物が産生するバクテリアセルロース（BC）を用いて、BCの特異な層状構造を利用した一次元膨潤-収縮材料をはじめとする機能性複合材料を開発している。

酸化による高分子表面の機能化に関する研究にも取り組んでいる。二酸化塩素に対する光照射により発生する高活性化学種を利用することで、温和な条件下で高分子表面に酸素含有官能基が導入できる。二酸化塩素は除菌消臭剤にも使用される安全・安価な試薬であり、光照射といった低エネルギー（低電力）で高分子表面を改質できる。この酸化技術はPPなどの多くのポリマーに適用可能であり、金属との親和性向上による異種材料接着や無電解メッキを達成している。現在、電子材料、自動車用材料をはじめとして幅広い応用研究を企業と共同で推進している。

このように宇山研究室では、バイオマス資源を利用した高分子材料の作製・機能化を中心に高分子材料化学に関する研究に取り組んでいる。研究成果、研究設備（写真4）は宇山研究室ホームページを参照されたい（<http://www.chem.eng.osaka-u.ac.jp/~uyamaken/>）。

3. 連絡先

〒565-0871 大阪府吹田市山田丘2-1
大阪大学大学院工学研究科応用化学専攻 宇山 浩
E-mail: uyama@chem.eng.osaka-u.ac.jp