

研究室紹介

奈良女子大学 理学部化学生命環境学科化学コース 物性物理化学研究室



2015 年度研究室メンバー

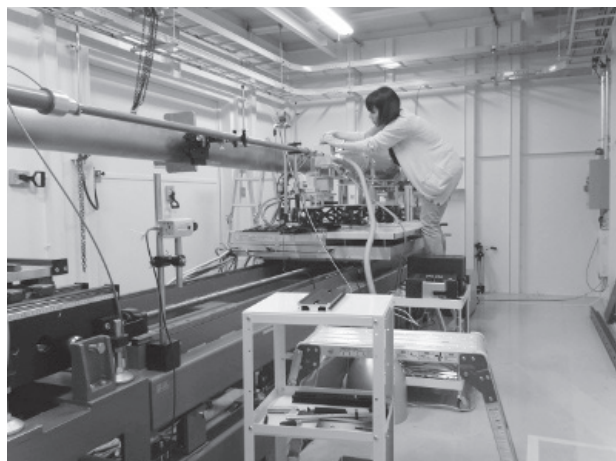
はじめに

奈良女子大学は、2009年に創立百周年の大きな節目を迎えた伝統ある国立女子大学です。文学部、理学部、生活環境学部の3学部から成り、理学部は、数物科学科と化学生命環境学科の2学科で構成されています。数物科学科は数学コース、物理学コース、数物連携コースに分かれ、化学生命環境学科は化学コース、生物科学コース、環境科学コースに分かれています。筆者は、理学部化学生命環境学科化学コースの所属になります。大学院は人間文化研究科があり、博士前期課程は化学専攻、後期課程は共生自然科学専攻に属しています。化学コースの教育研究分野は「物性物理化学」「分子創成化学」「生命機能化学」「物質機能化学」の4大分野から成り、現在17名の教員で教育・研究を展開しています。化学コース1学年あたり30数名の学生が在籍しており、4年生で研究室に配属されて、6~7割が大学院に進学して研究を続けています。研究面では本大学の特徴である少人数教育で行われ、学生一人一人に対してきめ細かい指導ができ、学生は日々熱心に研究に取り組んでいます。筆者は、「物性物理化学」研究分野の「物性物理化学」研究室に属しています。現在の筆者のメンバーは、教員1名（吉村）、大学院博士前期課程2年2名、1年2名、学部4年生2名の計7名で構成されています。

最近の研究内容

研究室では、「合成」と「物性」の両方に力を入れて

研究を進めています。性能の向上や高機能性の発現を目指して、新規構造を有する界面活性剤や両親媒性高分子・オリゴマーの創製に一貫して取り組んでいます。最近では、ポリオキシエチレン鎖およびポリオキシプロピレン鎖に分布をもたない単一鎖長の非イオン界面活性剤、分子内に炭化水素とフッ化炭素の異種の疎水鎖を有するハイブリッドジェミニ型界面活性剤、ジェミニ型を延長した構造の直鎖状および星状トリメリック型界面活性剤、デンドリマー骨格にアルキル鎖を導入した Tadpole 型両親媒性デンドリマー、糖またはポリオキシエチレン鎖のモノマーを重合させた低重合度の両親媒性オリゴマーなど、様々なユニークな構造の両親媒性化合物を分子設



SPring-8 での X 線小角散乱の実験の様子

計・合成しています。これらの水溶液中での基礎的な物性を曇点、クラフト温度、静的および動的表面張力、電気伝導度などの測定により調べ、水溶液中で形成する会合体のナノ構造を動的および静的光散乱、X線および中性子小角散乱、レオロジー、低温透過型電子顕微鏡などを用いて詳細に検討しています。小角散乱の実験では、SPRing-8やJ-PARCなどの施設を積極的に用いて研究を進めています。これらの施設の小角散乱装置を用いることで低濃度溶液のミセルの構造や会合体のコア・シェル構造など、詳細なナノ構造の解析に役立っています。最近の研究例を次に紹介します。

①単一鎖長ポリオキシプロピレンポリオキシエチレン系非イオン界面活性剤

ポリオキシエチレン(EO)鎖を親水基に有するEO系非イオン界面活性剤は、EO鎖とアルキル鎖の両鎖長によって親水性と疎水性のバランス(HLB)を自在に変えることができるため、化粧品や洗浄など多岐にわたる分野で使用されています。一般のEO系非イオン界面活性剤のほとんどは、アルキル鎖とEO鎖の両鎖長に分布があり単一な鎖長ではないため、各鎖長における物性を正確に把握することは困難とされています。そのため、分布をもたない単一鎖長のEO系界面活性剤を用いて物性を評価することは必要不可欠です。そこで筆者らは、既存のEO系非イオン界面活性剤に対してさらなる性能の向上ならびに機能性の発現を目指して、分布をもたないEO系非イオン界面活性剤のEO鎖末端に分布のないポリオキシプロピレン(PO)鎖を導入した、単一鎖長PO-EO系非イオン界面活性剤を新規に分子設計・合成し、水溶液中におけるさまざまな物性評価を行っています。末端にPO鎖を導入することで、EO系と比べて気-液界面における吸着・配向状態が変わり、高濃度領域においてヘキサゴナル液晶の形成を抑制できることを明らかにしています。

②直鎖状および星状トリメリック型界面活性剤

2疎水鎖2親水基構造のジェミニ型界面活性剤の研究は、1990年頃から現在まで膨大な数の論文が報告されています。一方、ジェミニ型構造を単に延長した3疎水鎖3親水基構造のトリメリック型界面活性剤は、分子設計・合成が難しく、合成に使用する試薬が高価であるなどを理由に研究は多くありません。筆者らは、出発物質としてジエチレントリアミンやトリス(2-アミノエチル)アミン、塩化シアヌルを用いることで、数種類のトリメリック型界面活性剤の開発に成功しました。モノメリック型からジェミニ型構造になると、高い界面活性やユニークなミセル特性を発現することが知られていますが、ジェミニ型からトリメリック型に構造が変わったと

きに、臨界ミセル濃度(CMC)やミセル構造にどのように影響を及ぼすかについてはほとんど明らかにされていません。また、モノメリック型からジェミニ型、さらにトリメリック型に構造が変わるときのアルキル鎖数(オリゴマー度)と物性との関係について調べた研究はほとんどなく、従来のモノメリック型界面活性剤ではアルキル鎖長と物性との関係が知られているように、類似構造を有するモノメリック型、ジェミニ型およびトリメリック型界面活性剤のオリゴマー度と物性との関係を調べることは大変興味深いです。最近では、トリス(アミノアルキル)アミン(アルキル=エチル、プロピル)を骨格に用いた星状トリメリック型カチオン界面活性剤の合成を収率よく行い、水溶液中における物性評価を行っています。

③糖またはポリオキシエチレン鎖を用いた両親媒性オリゴマー

著者らは以前より、モノマーと連鎖移動剤のモル比によって重合度が調節できる低分子量のオリゴマー(テロマー)に着目して、分子内にアルキル鎖と種々の構造の親水部を有する両親媒性オリゴマーの開発を行ってきました。最近では、親水部に糖やポリオキシエチレン鎖を用いて、末端に1本のアルキル鎖を有する単鎖型、複数のアルキル鎖を有する多鎖型の両親媒性オリゴマーを分子設計・合成し、それらの物性に及ぼす重合度やアルキル鎖長の影響を検討しています。

さいごに

現在、いくつかの企業や大学、研究機関と共同で研究を進めています。少人数の研究室ながら、学生一人あたりの研究内容は多岐にわたり、新規界面活性剤の合成から物性測定、放射光施設を用いた希薄系でのミセルのナノ構造解析など、全員が日々研究に励んでいます。

2016年9月7日(水)~9日(金)に日本油化学会第55回年会在奈良女子大学で、後藤景子教授(生活環境学部)を実行委員長として開催されます。大学のキャンパスは奈良市中心部の交通至便な場所に位置し、大阪難波駅や京都駅から近鉄奈良駅まで最速で約35分、近鉄奈良駅からキャンパスまで徒歩5分と恵まれた環境にあります。大学近くには世界遺産で知られる東大寺や興福寺、春日大社、鹿で有名な奈良公園があります。いずれも大学から徒歩圏内ですので、年会の合間をみて足を運ばれてはいかがでしょうか。この時期の奈良は観光客で賑わいますので、早めに宿泊を確保されますことをお勧めします。皆様の年会へのご参加を心よりお待ちしております。

(紹介者：吉村倫一)