

研究室紹介

東京工業大学物質理工学院応用化学系
相・界面工学研究室
下山裕介・織田耕彦・Hung Ying Chieh

1. 研究室の概要

当研究室は、相平衡や相挙動といった「相」の状態と、「界面」の挙動を上手に利用した、微粒子・エマルション・ゲル・分子結晶等の機能性材料をデザインする研究に取り組んでいます。特に、医薬品・化粧品に用いられる製剤化技術、CO₂分離・利用技術の開発を目指し、基礎研究から応用研究まで幅広く進めており、実験と計算・情報技術を駆使した研究を展開しています。研究室は、2011年4月に発足し、現在は、下山裕介教授、織田耕彦助教、Hung Ying Chieh 特任助教、博士課程2名、修士課程11名、学部2名の計18名が在籍しています。

2. 研究内容

医薬品・化粧品分野における製剤化、あるいはCO₂分離・利用技術に役立つ機能性材料を「デザイン」する上で、材料を創る場となる相と界面を「知る」、「利用する」ことを念頭に以下の研究を進めています。

2.1 高圧CO₂による医薬成分分子結晶の形成

体内における医薬成分の溶解性のコントロールや、過剰な投与量の抑制に向けて、医薬成分が形成する分子結晶構造を変化させる手法が挙げられます。例えば、医薬成分と別の物質（共有体）が結晶構造を形成する共結晶は、純粋な医薬成分の結晶と比較して、体内における高い溶解量と溶解速度が期待されます。また、高圧CO₂は、一般的な気体のCO₂と異なり、固体溶質を溶解し、液相や固相へ浸透する性質を有しています。このような高圧CO₂を相として利用し、医薬成分の固相との界面における溶解現象を理解することで、医薬成分共結晶の形成技術の構築・デザインを目指しています。特に、高圧CO₂による脂質成分の融解や、高圧CO₂中でのメカノケミカル効果を駆使した共結晶形成に関する研究も進めています。さらに、高圧CO₂自身が結晶構造を変化させるCO₂駆動型結晶転移といった興味深い成果も得られており、新しい分子結晶相形成技術の開発に取り組んでいます。

2.2 高圧CO₂によるフロー製剤化プロセス

高圧CO₂相と水相、もしくはエマルションが微小流路で形成するスラグ流を利用し、薬剤キャリアとなる微粒子、リポソームをフロープロセスで形成することにも着目して



います。ここでは、高圧CO₂「相」と液相との「界面」による微小空間での混合や流動状態を把握した上で、微粒子・リポソームをデザインすることを目指しています。

2.3 相分離型ゲルによるCO₂吸収剤の開発

二酸化炭素（CO₂）の効率的かつ迅速な分離回収技術の構築を目的として、相分離型ゲルの創製・デザインを目指しています。相分離型ゲルは、CO₂が吸収されることにより、ゲル内で相分離が生じる機能性材料です。このような相分離型ゲルに対するCO₂の吸収・放散挙動を把握し、CO₂の分離・回収技術の構築に向けた相分離型ゲルの設計指針の確立を目指しています。

2.4 分子情報による人工ニューロンの活用

相の状態と界面の挙動を利用した機能性材料の創製・設計において、実験的なデータ蓄積によるアプローチに加え、情報・データ技術を活用したアプローチも積極的に展開しています。特に、量子化学計算から得られる分子情報を入力した人工ニューロンを活用し、相の状態、相挙動、溶解挙動、結晶形成といった多岐にわたる研究への展開を目指しています。

3. 研究室の特徴

当研究室では、「時間を有効に上手に使うこと」を目標とし、日々の研究活動に取り組んでいます。1日の研究活動をする上で、特にコアタイムは設けておりませんが、それぞれの研究室メンバー自身が、その日の計画を立て、時間を有効に上手に使うことができる1日を過ごすことを大切にしています。このように、学生自身が自ら考えた計画に基づき、研究に取り組み、興味深い研究成果を挙げたときは、非常に頼もしく・嬉しく思います。また、今年のコロナ禍の中で実験ができない時間を利用し、理論モデルの構築やプログラミングに取り組み、情報・データ技術を活用した研究を促進することができています。今後も、実験と情報技術を両輪とした研究を進め、日々の研究室メンバーとの「時間」を大切に、研究活動に取り組んでいきます。