

膜工学グループ

Membrane Engineering Group

1. 研究室の概要

物質の分離および新しい機能性材料の開発は先端産業、環境保全、エネルギー保全、リサイクルなどの多くの分野で極めて重要なキーテクノロジーです。本研究グループでは、多孔膜や2次元材料積層膜、イオン液体含有ゲル膜などの新しい機能性分離膜の創製と機能評価、分離メカニズムの解明等、膜工学に特化した研究を行っています。水環境や大気環境等の地球規模の環境保全、人類の持続的発展に貢献する水・大気・エネルギー循環型社会の実現において、機能性膜技術は重要な要素技術と期待されています。有機化学や無機化学、高分子化学に立脚したものづくりの視点と物理化学、流体力学、生化学等に基づく基礎的視点、および化学工学やプロセス工学に基づくアプリケーションからの視点から、膜工学の世界的拠点形成を目指した研究を行っています。研究室は先端膜工学研究拠点 5F, 6F にあります。



2. 構成員(工学研究科 松山研究室、科学技術イノベーション研究科 吉岡研究室)

松山秀人 教授、吉岡朋久 教授、中川敬三 准教授、神尾英治 准教授、新谷卓司 特命教授、熊谷和夫 特命准教授、Rajabzadeh Saeid 特命准教授、佐々木雄史 助教、Kecheng Guan 助教、松岡 淳 助教、曾谷知弘 技術専門職員、学術研究員 6 名、事務職員 4 名、博士課程 15 名、修士課程 26 名、B4 学生 8 名、研究員 11 名



3. 主な研究課題

・機能性分離膜の作製に関する研究

世界的な水不足が大きな環境問題となっています。水不足問題の解決には分離膜による水処理が大きな貢献を果たします。我々は機能性高分子を合成して様々な構造の中空糸膜を作製しています(図 1)。また、自然エネルギーである浸透圧を利用した水処理が可能な革新的省エネ膜である正浸透膜とその正浸透膜を駆動させるための刺激応答性化合物の開発、生体細胞を模倣した新規高機能性膜や、分子 1 個分の厚みしか有さない 2 次元材料を積層した分離膜(図 2)、水中に分散した微小油滴や油中に分散した微小水滴を分離できる膜(図 3)など、新規な機能性分離膜の開発にも取り組んでいます。

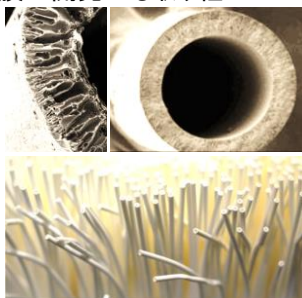


図 1 作製した中空糸膜

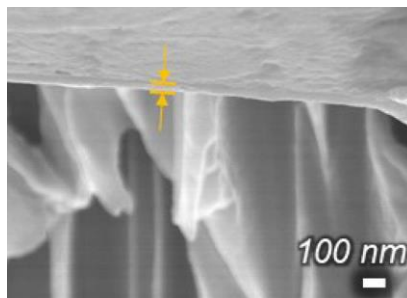


図 2 2D 材料積層膜の TEM 写真



図 3 油水分離膜処理前後の液

・イオン液体含有 CO₂ 選択分離膜の創製

CO₂ を選択的に溶解するイオン液体を大量に保持するイオン液体含有膜は、高速透過性と高い選択性を有する機能性 CO₂ 分離膜です。我々はイオン液体中に無機ナノ材料と高分子から構成される特殊なゲルネットワークを形成することで、80 wt% 以上がイオン液体であるにもかかわらず、極めて高い機械的強度を有するイオン液体含有ゲルを開発し、世界トップクラスの CO₂ 選択透過性能を有する革新的 CO₂ 選択分離膜を創製しました(図 4,5)。

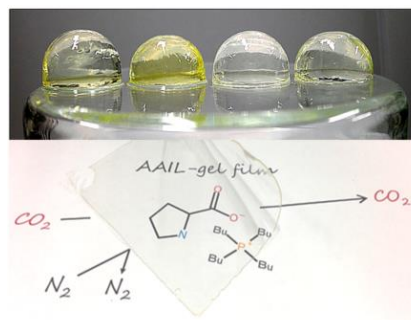


図 4 機能性イオン液体含有ゲル膜

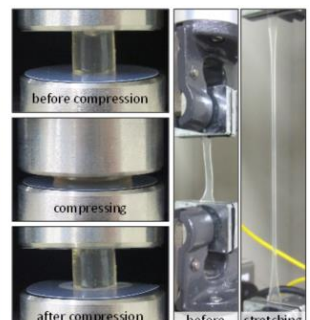


図 5 超高強度イオンゲル

・有機溶媒分離膜の開発

現在、石油精製に代表される有機溶媒の分離法は蒸留法ですが、蒸留法は化学産業全体の 40～50% のエネルギーを消費しているエネルギー多消費プロセスです。膜分離法は相変化を伴う蒸発潜熱を必要としない分離法であるため、蒸留法の 1/100 とも試算される省エネルギーな有機溶媒分離を実現できる可能性があります。我々は、有機溶媒分離に適した高分子の設計や高分子マトリックスの架橋構造制御、2D 材料の利用等により、有機溶媒に溶けた有機化合物や有機溶媒混合液の分離が可能な有機溶媒分離膜の開発に取り組んでいます(図 6)。

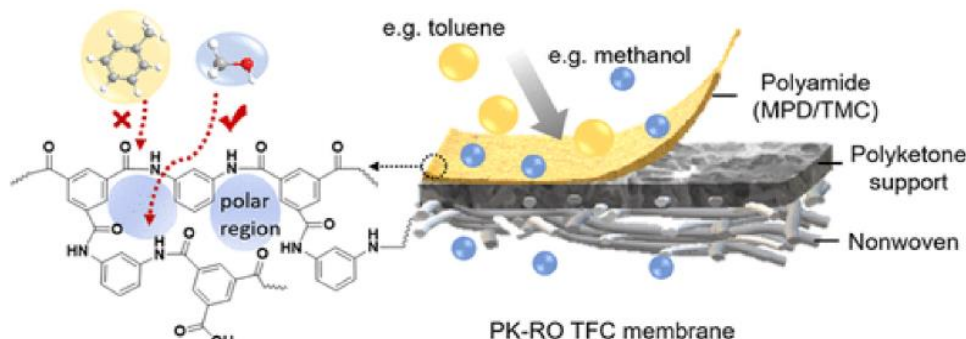


図 6 分子構造設計による有機溶媒分離膜の開発

・表面改質による機能性水処理膜の開発

膜分離による水処理プロセスは省エネルギー性が高く注目されていますが、用途によっては微生物とその生成物による膜の閉塞(バイオフィロウリング)が大きな問題となっています。微生物の膜表面への付着や膜表面での微生物の増殖によりバイオフィロウリングは起こります。そこで、膜の表面に機能性高分子を生長させることにより、微生物が付着しにくい表面や、付着した微生物を死滅させることが出来る表面を形成することで、バイオフィロウリングの抑制できる膜の開発を行っています。また、そのような表面改質技術により、機能性分子を膜表面に修飾することも可能です。例えば、酵素を固定化した膜は、酵素反応と分離を同時に行うことが可能で、酵素固定化メンブレンバイオリアクターとして用いることもできます(図 7)。

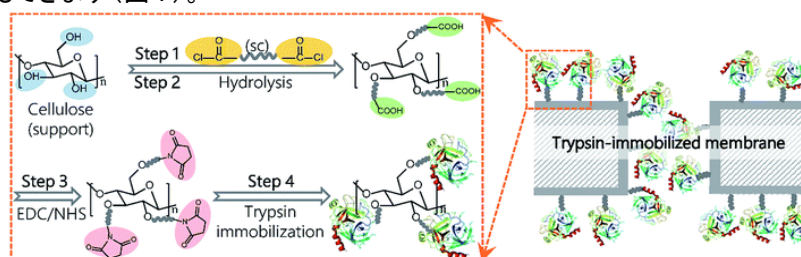


図 7 セルロース性多孔膜表面への酵素固定化スキーム

4. 研究室の特徴

- ・日本で唯一、初の先端膜工学研究センターを神戸大学に設置し、その中心的な活動を行っています。
- ・多くの企業と共同研究を行っています。
- ・留学生が多いため、研究室では英語を使う機会が多いです。
- ・国内の学会はもちろん、海外の国際学会で発表を行うチャンスが沢山あります。
- ・自発的に物事に取り組める人、学ぶ意欲のある人、大歓迎。

