

サロン A 「水処理」 (C2-101)	サロン B 「水処理」 (C4-301)
担当教員：長谷川進	担当教員：松岡 淳
「膜ファウリングについて考える」～ MF 膜編 ～	「表面開始グラフト重合の機能膜への応用」
<p>これまで、当サロンでは、膜のファウリングについて、発生機構の解明、抑制対策など多数の先生方をお招きして検討してきたが、今回は、それらを総括するとともに、これまで得られた知見から、特に、MF 膜ファウリングに対する考察と抑制対策について議論したい。</p> <p>膜ファウリングの対策は、ファウリング物質の特定から始まるが、当機構の機器利用でも使用可能な、TOC、LC-OCD、EEM、QCM 等の分析手段を用いたファウラント解析について概説する。また、ファウリングを生じた膜を洗浄する場合の洗浄剤の選択や効果的な洗浄方法についても紹介する。</p> <p>当サロンが、膜ファウリングについての、ユーザー側からの悩みのお題提供の場、メーカー側からの対応策の提案の場と、双方に益となる情報交換の場となれば幸いである。</p> <p>本サロンは、膜を使用して水再生、水処理をしているユーザーおよび膜を用いた水再生プロセスのメンテナンスに係るメーカーの方々に特にお勧めである。</p>	<p>分離膜の分野においても、膜表面の物性はファウリング性に影響するなど、非常に重要です。膜表面の物性を制御する方法としては、製膜時に高分子を添加するブレンド法や、製膜後に別の高分子等を吸着させるコーティング法、表面に耐ファウリング性の素材を化学結合で結合させるグラフト法などが考えられます。材料のバルク特性を変化させることなく、安定に表面のみを改質する方法として、グラフト法は有望です。</p> <p>本サロンにおきましては、東京農工大学 工学部 化学システム工学科の大橋 秀伯先生に「表面開始グラフト重合の機能膜への応用」と題してご講演をいただきます。</p> <p>表面開始グラフト重合は、材料の表面から機能性ポリマーを生やす手法であり、材料に表面特性を付与する効果に加えて、側鎖含有率の高いビニルポリマーの分離膜化にも使うことが可能です。ナノろ過膜等に耐ファウリング性を付与する場合には、孔径の変化を防ぐために短いグラフトポリマーを生やす必要があります。一方で、ビニルポリマーの分離膜化では、多孔質膜基材の数百 nm の細孔を埋めるために、非常に長いグラフトポリマーを生成する必要があります。グラフトポリマーを作り分けるための、表面開始 ATRP 法とプラズマグラフト重合法を紹介し、また、大気圧プラズマによる展開もご紹介いたします。ご興味をお持ちの方は是非ご参加ください。</p>

<p style="text-align: center;">サロンC 「機能性薄膜」 (C1-201)</p>	<p style="text-align: center;">サロンD 「膜材料合成化学」 (4E-209)</p>
<p style="text-align: center;">担当教員：石田謙司、 菰田悦之、 堀家匠平、 小柴康子</p>	<p style="text-align: center;">担当教員：森 敦紀、 岡野健太郎、 鈴木登代子</p>
<p style="text-align: center;">「クライオ電子顕微鏡を活用した燃料電池の研究開発」</p>	<p style="text-align: center;">「ヘテロテレキリック PDMS の新規合成方法と膜材料への応用」</p>
<p>今回は、日本ゴア合同会社の高橋真一先生をお招きし、燃料電池触媒層の開発におけるクライオ電子顕微鏡の利用に関して話題を提供して頂きます。講演概要は以下の通りです。</p> <p>「電解質膜をイオン伝導媒体とする高分子固体電解質膜形燃料電池(PEFC)は、自動車をはじめとする移動体を中心に、クリーンなエネルギー源としての活用が期待されている。PEFCの発電は、水素と酸素(空気)の電気化学反応に基づく。この電気化学反応は、高分子電解質膜の両面に形成された、白金に代表される触媒粒子を含む触媒層において進行する。したがって触媒層のマイクロ/マクロ構造は、燃料電池の発電性能を決める上で重要な役割を果たす。</p> <p>触媒層の製造は、量産性の点から湿式塗工法を用いることが多い。湿式塗工工程において、最初に高分子電解質、白金触媒担持カーボン粒子を溶媒に分散させた触媒インクを作製する。その後、触媒インクを基材に塗布・乾燥させて触媒層を得る。したがって、必要な性能を発現できる触媒層を得るうえで、触媒インクの状態(内部構造)が果たす役割は大きい。一方、触媒インクは高固形分濃度、かつ黒色の触媒担持カーボン粒子を含有するため、分光学的な構造分析が難しいという課題がある。</p> <p>この課題に対して、生物分野で広く活用され、また2017年のノーベル化学賞受賞でも話題となった「クライオ電子顕微鏡法」が注目されている。触媒インクを急速凍結・構造を固定することにより、流動性のある触媒インクの構造を可視化するものである。本講演では、「クライオ電子顕微鏡法」の概要、および燃料電池の研究開発への適用例を紹介する。」</p>	<p>ヘテロテレキリックポリマーとは開始末端と停止末端にそれぞれ異なる官能基を有する、合成難易度の高いポリマーです。一方、PDMSは生体材料、電子デバイスなど、様々な分野で有用とされる材料でありながら、その精密重合方法、とりわけヘテロテレキリックPDMSの合成方法に関する例はごくわずかです。今回は、本学工学研究科社会人ドクターコースに在籍する岡山陽一氏をお招きし、同氏が米国カリフォルニア大学サンタバーバラ校において実施した、反応性の高いヒドロシリル基を開始末端に導入したヘテロテレキリックPDMSの新規合成方法、続くヒドロシリル化による様々な官能基への変換方法、新たな開始剤の設計について解説いただきます。さらに、PDMSボトルブラシ架橋ネットワーク形成による極低弾性率のポリマー膜形成についても話題提供いただきます。</p>

<p style="text-align: center;">サロンE 「ガスバリア膜」 (C2-202)</p>	<p style="text-align: center;">サロンF 「ガス分離膜」 (C2-301)</p>
<p style="text-align: center;">担当教員：蔵岡孝治</p>	<p style="text-align: center;">担当教員：市橋祐一、 神尾英治、</p>
<p style="text-align: center;">「金属水酸化物ナノ構造体を前駆体とした金属有機構造体(MOF)配向膜の作製とその分離膜・ガスバリア膜としての可能性」</p>	<p style="text-align: center;">「CHA 型ゼオライト膜の合成と CO<sub>2</sub> 分離特性」</p>
<p>本膜工学サロンでは、大阪公立大学 大学院工学研究科 岡田 健司准教授をお迎えして「金属水酸化物ナノ構造体を前駆体とした金属有機構造体(MOF)配向膜の作製とその分離膜・ガスバリア膜としての可能性」と題して、話題を提供して頂きます。概要は以下の通りです。</p> <p>「近年、次世代のマイクロ多孔質材料として金属有機構造体 (MOF あるいは PCP) が注目を集めている。MOF は構成する有機分子および金属イオンの種類によりその細孔構造 (サイズ・形状) および化学・物理特性の設計が可能であることから、サイズ排除効果によるガス選択的な吸着・分離を利用した分離膜・ガスバリア膜への実用化が期待されている。しかし、一般的に MOF は微粒子で得られ、“膜”としての成形が困難であることがその実用化の障壁の一つとして挙げられる。講演者は、金属水酸化物ナノ構造体を前駆体とした MOF 配向膜の形成を報告してきた (Adv. Funct. Mater., 2014, 24, 1969, Nature Mater., 2017, 16, 352, Angew. Chem. Int. Ed., 2019, 58, 6886, Chem. Sci., 2020, 11, 8005 など)。本講演では、この MOF 配向膜の形成手法および分離膜・ガスバリア膜としての可能性について講演する予定である。」</p> <p>本話題について会員の皆様と議論することで、有機-無機ハイブリッド材料の様々な分野への応用、新規なガスバリア膜の開発などについて今後の具体的な研究課題や研究体制などを含めて、その方向性を検討したいと思います。ご興味のある方は、是非ご参加ください。</p>	<p>本サロンでは、関西大学 環境都市工学部 エネルギー環境・化学工学科 准教授 荒木 貞夫 先生よりご講演をいただきます。ご講演概要は以下の通りです。</p> <p>ゼオライト膜は、一般的に化学的安定性および機械的強度に優れているとともに、均一な細孔径、大きな細孔容積、および優れた熱安定性を有しており、分子ふるい的にガスを分離できる材料として期待されている。ゼオライトは多孔質のアルミノケイ酸塩の総称であり、広義にはアルミニウムを含まないケイ酸塩やアルミノフォスフェートなどのマイクロ多孔性物質もゼオライトと呼ばれている。中でも CHA 型ゼオライトは、0.38 nm の細孔径を有し、天然ガスやバイオガスに含まれる CO<sub>2</sub> とメタンの分離に適している。また、球状空間が連結した 8 員環細孔を有し、細孔容積が大きいため、CHA 型ゼオライト膜は高い CO<sub>2</sub> 透過性を期待できる。</p> <p>講演者はこれまで、CHA 型ゼオライト膜において、合成方法に関する検討や耐久性向上について研究・開発を行ってきた。例えば、ハイシリカ CHA 型ゼオライトの合成には、その構造を形成するために有機構造規定剤(OSDA)として、N,N,N-trimethyl-1-adamantammonium hydroxide が用いられているが、より汎用性が高い OSDA である Tetraethyl ammonium hydroxide を用いた高シリカ CHA 型ゼオライト膜の調製が可能であることを報告している。また、高い耐熱性を持つ CHA 型チタノシリケート膜においても、従来の調製方法よりも簡便な方法で合成可能であることも報告している。本公演では、これらの研究を中心に、詳細な調製条件や CO<sub>2</sub> 分離特性について紹介する予定である。</p>

<p style="text-align: center;">サロンG 「膜バイオプロセス」 (C1-301)</p>	<p style="text-align: center;">サロンH 「有機溶剤超ろ過膜」 (C4-201)</p>
<p style="text-align: center;">担当教員：荻野千秋、丸山達生</p>	<p style="text-align: center;">担当教員：熊谷和夫</p>
<p style="text-align: center;">「生分解性ポリエステルフィルムの海洋分解過程における分子間水素結合の可視化」</p>	<p style="text-align: center;">「神戸大学の OSN 膜、OSRO 膜による有機溶媒分離」</p>
<p>当サロンでは、人間発達環境学研究科・教授の佐藤春実先生に、生分解性フィルムの分子内構造解析に関して、分光学的アプローチによる研究についてご講演いただきます。</p> <p>テラヘルツスペクトルや低波数領域のラマンスペクトルには、高分子の分子間水素結合に起因する振動モードが観測されることが知られている。生分解性ポリエステルであるポリカプロラクトン (PCL) のテラヘルツスペクトルおよび低波数領域を含むラマンスペクトルを測定し、量子化学計算を用いて、PCL に存在する分子間水素結合の有無や部位について検討した。また、海洋分解過程における PCL フィルムのラマンマッピング測定により、生分解の進行に伴う分子間水素結合の変化の様子を可視化することに成功した。</p>	<p>今回のサロンHでは、神戸大学でこれまでに検討してきた OSN 膜、OSRO 膜について、発表済みのデータからひとまとめで紹介することを計画している。神戸大学がこれまでに開発した OSN 膜、OSRO 膜は、耐溶剤性ポリマーをベースとした有機膜と、無機材料をベースとした無機膜とがある。有機溶媒の膜分離における難しさは、対象とする有機溶媒が多種多様であることにある。そのため、親水性溶媒に対しては親水性の膜、疎水性溶媒に対しては疎水性の膜が必要になる。つまり、対象溶媒に応じた素材を選び、製法を検討し、性能のチューニングを行う膜開発が必要になる。また我々は最近、有機溶媒と水の混合液からの膜ろ過分離、即ち蒸留や浸透気化によらない有機溶媒の濃縮にも注目している。このあたりの現状についても可能な範囲で紹介する。</p>

<p>サロン I 「先進膜材料・膜プロセス」 (C2-201)</p>	<p>サロン J 「バイオメディカル・食品プロセス膜」 (C3-203)</p>
<p>担当教員：吉岡朋久、 中川敬三</p>	<p>担当教員：加藤典昭</p>
<p>「高透水性・高濁度対応膜モジュールの開発と応用」</p>	<p>「ウイルスフィルターの機能、応用、構造、メカニズム」</p>
<p>サロン I では、これまでにない膜材料や製膜法、またそれらの様々な物性・利点に焦点を当て、分離膜の高性能化と新たな膜プロセスへの応用可能性を探ります。</p> <p>今回は、株式会社クラレ 藪野 洋平 様 をお招きし、「高透水性・高濁度対応膜モジュールの開発と応用」に関する話題提供をして頂きます。ご興味をお持ちの方は是非ご参加下さい。</p> <p><b>【講演概要】</b></p> <p>水の除濁技術において、砂ろ過法は短時間かつ大量処理可能で低コストであるという特長から、長く主流技術となっている。水処理膜を用いた除濁膜モジュールは、処理水質に優れる、省スペースなど様々な利点があるが、①水処理コストが高い、②高濁度水に弱いという弱点によって、適用できる範囲が限定されてきた。</p> <p>今後、除濁膜がより広く社会に普及していくには、①大量の水を短時間に処理できる技術（高透水性）、②高濁度時でも安定運転できる技術（高濁度対応）が必要と考え、当社では高透水性・高濁度対応をキーワードに継続的な技術開発を行っている。</p> <p>本講演では、当社で販売している高透水性・高濁度対応膜モジュール&lt;ピューリア®&gt;GL の開発概要について触れ、実用例を含めた応用事例をご紹介すると共に、今後の膜開発の方向性について講演する。</p>	<p>本サロンでは、旭化成メディカルのバイオプロセス事業部グローバルマーケティング部シニアコンサルタントの白瀧様をお招きして、同社が世界に先駆けて開発したウイルスフィルターの成り立ちから最新の応用、品質保証の仕組み（バリデーション）などについて話題提供頂く。旭化成の膜研究部門には、約半世紀前に上出氏、真鍋氏など同社の繊維・膜研究を先導する方々が在籍し、1980年代に彼らにより当時 HIV 薬害問題を引き起こしていた血液製剤(その後はバイオ医薬品へ展開)の安全性の担保、製造プロセスに革命をもたらした日本発のウイルスフィルター(Planova)が開発され、新市場の形成と共に、多くの技術賞を獲得された。またセルロースという汎用素材を最も高付加価値に高めた商品としても注目できる。白瀧氏は、上記両氏の門下生として開発に従事され、旭化成のバイオプロセス事業への展開と共に歩んで来られた方であり、同社の理念である「昨日まで世界になかったものを」を正に体現されてきている。これまで、膜機構のフォーラムや膜サロンでは、ウイルスフィルターのユーザー側からバイオフィーマプロセスの工程の一つとして、膜法でのウイルス除去が紹介されてきたが、膜メーカーの側から、ウイルス除去膜（除去だけでなく、血液製剤や抗体医薬などの高スループットも実現しなければならないことも重要）に関して語っていただく。昨年の AMS13 にて白瀧氏が Planova 関連の報告をされた際に、特に日本の膜分離研究者のウイルスフィルターへの馴染みが意外に薄いと感じられており、Planova の登場のインパクトを知らない世代の方々にも、是非参加して頂ければ幸いである</p>

**サロン K 「水処理」 (C2-302)**

担当教員： 井原一高

「水処理技術としての磁気分離法の展望と課題  
～マイクロプラスチックと流出油の分離回収～」

大阪大学大学院工学研究科 環境エネルギー工学専攻准教授 秋山庸子先生をお招きして、水質浄化への磁気分離法の適用可能性と、新たな磁気分離法の開発のための試みについて話題提供を頂きます。概要は以下の通りです。

磁気分離法は、磁気力という物理的外力を分離対象に作用させることにより、物質を分離する方法である。遠隔で水中の特定の物質にのみ力を作用させ、分離することができるという利点を持つ。磁氣的二次廃棄物が少ないことや圧力損失が小さい点で、他の水処理法に対して長所を持つ。磁気分離の概要と、既存手法に対する長所と短所、実用化への課題について述べる。

次に、磁気分離法の具体的な研究事例として、近年世界的な問題になっている海洋マイクロプラスチックと、タンカーの座礁などによって海洋に流出した重油の磁気分離法による回収について紹介する。前者のマイクロプラスチックは、旋回流（サイクロン）と磁場を組み合わせ手法により、強磁性粒子の一つであるマグネタイトにマイクロプラスチックを吸着させ、濃縮する手法を検討している。一方、後者の流出油は、マグネタイトを界面活性剤の代わりに用いて油を抱合し、ピッカリングエマルジョン化することで効率的に回収することを検討している。いずれの手法も、強磁性粒子を添加する磁気シーディング法であるが、添加したマグネタイトを回収して再利用する持続可能な手法を検討している。これらの手法についての実験とシミュレーションの基礎研究を紹介し、その展望と課題について述べる。