

## 2024 年度 秋季膜工学サロン タイトル・要旨

サロン A 「水処理」 (C2-101) 対面開催	サロン B 「水処理」 (C2-201) 対面開催
担当：長谷川 進	担当：松岡 淳
シミュレーションによる膜面ファウリング状態の把握 および薬液洗浄での <b>MBR</b> ファウリング抑制技術	水処理用ゼオライト正浸透膜の現在地と展望
東レ株式会社 水処理技術部 水処理プロセス課 課長 羽川和希 氏	早稲田大学 理工学術院先進理工学部 酒井 求 講師
<p>分離活性汚泥法（MBR）は、膜で活性汚泥を固液分離し、清澄なる過水を得るプロセスであり、膜の目詰まり（ファウリング）は避けられない問題である。MBRを安定稼働させるにはファウリング監視・抑制が重要な技術課題である。ファウリングの抑制には、膜面曝気による物理的洗浄が一般的であるが、これに加えて、薬液洗浄を実施することで、さらにファウリングを除去して安定的に運転することができる。</p> <p>しかし、各洗浄効果が曖昧なため、過剰になると膜の劣化や処理コストが増大、逆に洗浄力が不足するとファウリングを十分に除去できない懸念があった。流入原水水質や気候条件等によって刻々と変化する汚泥性状に対して、ファウリングを抑制し MBR を安定的に運転するために、通常運転中は困難である膜のファウリング状態を見極め、適切に洗浄する必要がある。</p> <p>そこで、①運転中の膜ファウリング状態把握、②膜ファウリング状態に応じた薬液洗浄効果の推定を課題とし、それらを解決することで洗浄条件を最適化したファウリング抑制技術を開発した。</p>	<p>省エネルギー型の水処理技術として、正浸透膜法が注目されている。正浸透膜法に用いられる分離膜としては、従来三酢酸セルロースやポリアミドなどの高分子膜が研究・開発されてきた。一方で、近年安定性の高い膜材料として無機膜の研究が盛んに行われている。しかしながら、無機材料を用いた正浸透膜に関する研究は報告例がほとんどない。</p> <p>本サロンでは、早稲田大学 理工学術院先進理工学部 酒井 求 講師をお招きし、ゼオライトを用いた正浸透膜の開発について最近のご研究を紹介していただく。先生は、これまでに無機支持体上に製膜したゼオライト薄膜が正浸透膜として機能することを見出されている。無機膜の正浸透膜特性については、その報告例が極端に少なく、不明な点が多いのが現状である。</p> <p>本講演では、果汁濃縮や重金属イオン除去、廃水処理に関する研究を通じて見えてきたゼオライト正浸透膜の特徴について講演していただく。また、ゼオライト正浸透膜開発についての今後の展望についても議論させていただく予定である</p>

## 2024 年度 秋季膜工学サロン タイトル・要旨

サロン C 「水処理」 (C1-201) 対面開催	サロン D 「機能性薄膜」 (125:自 3) 対面開催
担当：井原一高	担当：舟橋正浩、南 秀人、菰田悦之、堀家匠平、鈴木登代子、小柴康子
家畜ふん尿のバイオガス化と消化液の膜分離	放射光による高速流動現象の構造解析
帯広畜産大学 名誉教授 梅津一孝 氏	高輝度光科学研究センター(JASRI) 研究員 赤田圭史 氏
<p>帯広畜産大学 名誉教授 梅津一孝先生をお招きして、家畜ふん尿のバイオガス化と消化液の膜分離について話題提供を頂きます。概要は以下の通りです。</p> <p>家畜ふん尿は、我が国において 2 番目に多い産業廃棄物である。家畜排泄物処理法において堆肥化やエネルギー利用の推進が明記されている。</p> <p>農業畜産分野において、メタン発酵（嫌気性消化）は乳牛ふん尿の処理のためにとくに大規模酪農場において普及が進んでいる、有機成分の分解によって得られたバイオガスは約 60%のメタンを含むことから、再生可能エネルギーとして電気や熱エネルギーとして利用ができる。多くのバイオガスプラントでは、固定価格買取制度（FIT）による売電収入を得ている。</p> <p>メタン発酵によって家畜ふん尿はすべてバイオガスに変換されるわけではなく、残渣として消化液が排出される。消化液はバイオ液肥とも称され、作物栽培等への活用が望ましい。一方で、有用成分の濃度が低いことから、膜分離技術を用いた濃縮についても検討がされている。これらの内容の概要を紹介し、その展望と課題について述べる。</p>	<p>高輝度光科学研究センター(JASRI) 赤田圭史博士に、放射光を利用した構造解析についての話題を提供していただきます。概要は以下の通りです。多数のご参加をお待ちしております。</p> <p>コロイド懸濁液に高いせん断を印加すると、粘度が急増するシアシックニング（ST）が発生する。この現象はスラリー塗布プロセスでの詰まりの要因となる一方、衝撃により硬化する特性を活かした衝撃吸収材料への利用が提案されており、特性制御のための機構解明が望まれる。しかしその変化は 1 秒以下の短時間で進行するため、数秒～数十秒の時間を要する従来のレオロジー計測での観測は困難であった。</p> <p>本研究では小角 X 線散乱とレオロジー測定を同時に行う Rheo-SAXS を利用して ST 現象の観察を行った。高輝度放射光と高速カメラを利用することで高速時間分解 Rheo-SAXS 測定を実現し、ミリ秒時間分解での構造変化を調べた。得られた結果は、これまで見過ごされていた衝撃せん断に固有のコロイド融解現象を明らかにした。</p>

## 2024 年度 秋季膜工学サロン タイトル・要旨

サロン E 「膜材料合成化学」 (C4-201) 対面開催	サロン F 「ガスバリア膜」 (C2-202) 対面開催
担当：森 敦紀、 岡野健太郎	担当：蔵岡孝治
共役奇数員環を含む非交互炭化水素の合成と性質	無機材料への有機薄膜表面修飾
大阪大学大学院工学研究科 応用化学専攻 小西彬仁 助教	埼玉工業大学工学部 生命環境化学科 田中睦生 教授
<p>高機能な膜材料を創出するためには膜素材となる物質の設計や合成が極めて重要です。膜素材を精密に合成するには最新の有機合成を知り活用することで分子設計戦略が多様に広がります。今回は、新奇な分子構造をもつ <math>\pi</math> 電子系有機化合物の物性と機能に関する研究に積極的に取り組み活躍されている、大阪大学 小西彬仁 先生をお招きし、「共役奇数員環を含む非交互炭化水素の合成と性質」について研究の背景から最近の進展までをご解説いただきます。</p> <p><math>\pi</math> 電子系を構築する有用な反応が多数開発されている今日においても、非交互炭化水素骨格を特徴付ける共役奇数員環 (5-7、5-5、7-7 員環) の構築は難しく、未開拓の分野です。本サロンでは、効率合成法の開発に基づく新しい非交互炭化水素類の創成と、合成した分子骨格に宿る電子状態の詳細説明と機能展開について話題提供いただき、膜材料合成に応用する可能性について情報交換、意見交換したいと考えています。</p>	<p>膜工学サロン「ガスバリア膜」では、有機-無機ハイブリッド材料の作製及びその評価とガスバリア膜の開発及びその評価に携わる研究者やこれから当該分野を勉強しようとする方々を対象として、有機-無機ハイブリッド材料とガスバリア膜をキーワードに意見交換、情報交換を行っています。</p> <p>今回は、有機合成の専門家である 埼玉工業大学 工学部 生命環境化学科 田中 睦生教授をお迎えして「無機材料への有機薄膜表面修飾」と題して、有機-無機ハイブリッド材料合成に有用な有機合成に関する話題を提供して頂きます。ご講演概要は以下の通りです。</p> <p>「さまざまな無機材料の表面修飾には、シラン系表面修飾材料がよく用いられている。その一方で、ムラサキガイの付着性には、産生されたドーパミンが寄与していることが報告されて以降、ドーパミンを用いた表面修飾法について検討がなされている。本講演では、シラン系表面修飾材料とドーパミン系表面修飾材料について紹介する。」</p> <p>本話題について会員の皆様と議論することで、本膜工学サロンでは、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、本膜工学サロンにご参加ください。</p>

## 2024 年度 秋季膜工学サロン タイトル・要旨

サロン <b>G</b> 「ガス分離膜」 (C2-301) 対面開催	サロン <b>H</b> 「ソフトマターの計測評価技術」 (C1-301)
担当：市橋祐一、神尾英治	担当：大西 洋
深層学習と生成 AI を応用した分離膜構造の設計	① X線・中性子小角散乱によるソフトマター構造解析 京都大学 複合原子力科学研究所 佐藤信浩 特定教授
工学院大学先進工学部環境化学科 高羽洋充 教授	② SPM/AFM を用いたソフトマターの分析 神戸大学 / 島津テクノロジー株式会社 森口志穂 氏
<p>本サロンでは、最近進展著しい機械学習の膜分離プロセスへの適用について話題提供いただき、議論することを目的としています。</p> <p>今回は、工学院大学先進工学部環境化学科の高羽洋充教授を話題提供者とし、最近よく耳にする深層学習と生成 AI について、分離膜開発への活用と最近の研究例をご紹介いただき、今後の可能性に関しての議論を深めたいと考えています。</p> <p>講演概要は以下の通りです。</p> <p>“膜分離法では、用途や操作条件に適した膜材料を開発あるいは選定する必要がある。これまでに多くの膜材料や多様な分離系における透過性能が報告されているが、それらを深層学習のデータとして利用することで、最適な分離膜開発の設計指針を得ることが可能となる。特に、深層学習をベースとした生成 AI は、既存の材料に対するデータから、未知の材料の性能を予測することを可能としている。本講演では、膜分離分野に応用される生成 AI アルゴリズムを紹介するとともに、二酸化炭素分離を対象とした高分子膜の新規構造探索を行った例を紹介する。”</p>	<p>① 佐藤信浩先生 (対面とオンラインによるハイブリッド)</p> <p>試料に X線や中性子を入射し、散乱された X線 (中性子) の散乱角と強度の関係から物質内部の微細構造を解析する手法を X線小角散乱 (SAXS)・中性子小角散乱 (SANS) といい、明確な周期構造を持たないゴムやゲル、コロイドなどソフトマターの内部構造解析に広く用いられている。</p> <p>SAXS (SANS) の原理とソフトマター分野への応用法について概説するとともに、SAXS・SANS による食品タンパク質構造解析の研究成果を紹介する。</p> <p>② 森口志穂先生 (オンラインのみ)</p> <p>SPM/AFM(Scanning Probe Microscope/ Atomic Force Microscope)は、サンプル表面の形状をナノメートルオーダーで 3D 観察できる顕微鏡である。表面形状に加えて、電流マッピングや表面電位分布などの電気特性や、弾性率や吸着力などの物理特性を測定できる特徴をもつ。</p> <p>SPM/AFM の測定原理を解説し、最新のアプリケーション、特にソフトマターに対する分析事例を紹介する。</p>

## 2024 年度 秋季膜工学サロン タイトル・要旨

サロン I 「膜バイオプロセス」 (C2-302) 対面開催	サロン J 「有機溶剤超濾過膜」 (C3-302) 随時対応
担当：荻野千秋、丸山達生	担当教員：熊谷和夫
基板表面でパターン化脂質膜とナノ空間を融合した人工生体膜の創成	浸透圧補助逆浸透 (OARO) 法による有機溶剤水溶液の高度濃縮
神戸大学バイオシグナル総合研究センター/農学研究科生命機能科学専攻 森垣憲一 教授	神戸大学先端膜工学センター熊谷和夫 客員教授
生体膜は、脂質二分子膜と膜タンパク質から形成される超分子系でありシグナル伝達、エネルギー変換など多様な機能を司る。我々は、ガラス基板表面にポリマー脂質膜と生体脂質膜を特定パターンで集積化して生体膜の構造と機能を模倣する人工生体膜を開発した。また、パターン化人工生体膜と高分子エラストマー (PDMS) を接着して厚さ 100nm 以下のナノ空間を形成する技術を開発した。パターン化脂質膜とナノ空間を融合した人工生体膜は、生体膜の物性と機能の理解、その工学的活用に新たな可能性を拓くものと期待される。	今回のサロン J では、OARO 法による有機溶剤水溶液の高度濃縮について取り上げる。OARO 法は、RO 膜の透過側にも浸透圧を持った液を流すことで、膜の両側の浸透圧差を減らし、少ない圧力で高濃度に濃縮を行う技術である。 神戸大学では数年前からこの方法を用いた塩類水溶液の濃縮の検討を行ってきたが、4 年程前からは有機溶剤水溶液の濃縮にも利用する研究を行っている。これまでの検討で、有機溶剤によっては 50%近い濃度まで濃縮が可能であることを確かめている。一方で、塩類溶液の場合と異なり、有機溶剤の濃縮では濃度の上昇とともに膜の性質が変化するため、塩類溶液の濃縮とは異なった運転管理手法が必要になる。収率良く安定に高濃縮する上でのポイントなど、我々が得た知見を紹介し、どんな応用展開ができるか参加者と議論したい。

## 2024 年度 秋季膜工学サロン タイトル・要旨

サロン K 「先進膜材料・膜プロセス」 (C4-301) 対面開催	サロン L 「バイオ・メディカル・食品プロセス膜」 (C3-202) 対面開催
担当：吉岡朋久、中川敬三	担当：中塚修志、塩見尚文
シリカ系多孔膜のマイクロポーラス構造制御技術による ガス分離の開発	ナノファイバーを用いた細胞培養技術の新展開と ヘルスケアへの応用
広島大学大学院先進理工系科学研究科 金指正言 教授	神戸大学先端膜工学研究センター 塩見尚史 特命教授
<p>                             サロン K 「先進膜材料・膜プロセス」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の可能性を探ります。                              今回は、広島大学 金指正言 先生をお招きし、「シリカ系多孔膜のマイクロポーラス構造制御技術によるガス分離の開発」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>                             シリカ系多孔膜のアモルファス構造は、Si, O, H から形成され 0.1~0.5 nm のネットワーク間隙を有し、平均細孔径が 0.3~0.35 nm 程度と報告されている。他の無機材料と比較して薄膜での製膜が可能であるため高透過性を有するが、He (動的分子径：0.26 nm)や H<sub>2</sub> (0.289 nm)よりも分子サイズが大きな分離系、例えば、空気分離 (O<sub>2</sub>/N<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>/Ar), 二酸化炭素分離 (CO<sub>2</sub>/N<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>/CH<sub>4</sub>), 炭化水素系分離 (C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>/C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>, C<sub>3</sub>H<sub>6</sub>/C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>)などの分離系には細孔径が小さすぎる。また、焼成過程、とくに水熱条件では SiOH 基のランダムな縮合による緻密化が生じる。このように、(1) シリカネットワークサイズの精密制御、(2) アモルファスシリカネットワークの構造安定化がシリカ膜の大きな研究課題である。本講演では、シリカ系多孔膜のサブナノレベルでの細孔構造制御法、アモルファス構造の安定化 (耐熱性、水熱安定性)、各種ガス分離特性について最新の研究成果も含めて紹介する。                         </p>	<p>                             電解紡糸法 (エレクトロスピンニング) は、高電圧をかけた状態でシリンジからポリマー溶液を吐出する方法であり、電荷の反発力がポリマー液滴の表面張力に打ち勝つと電荷を帯びた噴流が発生し、繊維状のナノ材料が作られる。得られた繊維状のナノ材料は多孔性と高い比表面積をもつことから、さまざまな用途への利用が検討されてきた。特に、近年のエレクトロスピンニングによるナノ材料作製技術の発展は目覚ましく、さまざまな材質や複雑な形状のナノファイバーやナノカプセルを作ることが可能になり、用途がさらに広がりつつある。本サロンでは、このエレクトロスピンニングの最新技術について最初に紹介する。その後、(1)ナノファイバーをスキヤフォールド (足場) として培養した動物細胞の医療分野への利用と(2)二重ノズルを用いたエレクトロスピンニングによるナノ中空糸に微生物や酵素を固定化方法とそれを用いた水質浄化、燃料電池、プロバイオティクスなどへの利用について解説する。                         </p> <p>                             また、演者は神戸女学院大学で細胞の若返りと脱分化に関して細胞工学の立場から研究を行ってきた。演者は 9 月に神戸大学に開設するバイオメディカルメンブレン・オープンイノベーション拠点 (BMO) で研究を行うが、そのテーマのひとつである体細胞を分化転移する技術とナノ繊維技術を組み合わせた新規エクソソームの生産技術、およびその薬効性、あるいはベンチャー企業化の可能性についても紹介する。                         </p>

## 2024 年度 秋季膜工学サロン タイトル・要旨

サロン M 「中国事情について」 (C3-203) 対面開催

担当教員：北河 享

それでも私が中国で商売をする理由

株式会社 a-Sol Japan 門脇 圭 氏

在中 21 年、2003 年 Sars のなか起業、中国国内で 3 社、海外（香港、日本、タイ）に事業を展開。コロナで七転八倒したからこそわかる「なぜ御社の中国工場は儲からないのか???'」を簡単にお伝えします。

2つの儲からない理由

1) サイクルタイムの概念が極めて希薄

↑の内容を細かに説明。過去事例なども紹介。時間の概念が現場には非常に希薄。生産性も考えていない工場がとても多い。

2) 設備は止まってから直す。

予知保全、予防保全の取り組みに関して予算を割いてこなかった。中国での工場設立から年月が経ち老朽化している設備が目立ってきたため、予知保全予防保全不足が顕著になっている。そのため生産設備が止まり、稼働率の悪化が目立つ会社が多い。

(担当教員コメント) 長く中国で日系企業の生産改善指導に当たってこられた門脇様から、企業の中国進出を念頭に置きながら、どうすればよいか、ご自身の体験も交えてお話しいただくようお願いしてあります。