

## ●膜シンポジウム 2017 学生賞受賞者紹介

### P-2S スピンコート法を用いたペロブスカイト型酸化物ナノシート稠密配列による単層薄膜の構築

矢野仁実 (Yano Hitomi) 東京理科大学大学院理工学研究科先端化学専攻, 物質・材料研究機構



この度は、膜シンポジウム 2017において、学生賞を頂き、大変光栄に思います。学会関係者の方々、審査員の先生方、発表に足を運んでくださった皆様に厚く御礼申し上げます。ショートプレゼンテーションおよびポスターの二つの発表を通して、多くのことを学び、非常に良い経験となりました。では本発表の内容を簡単にご説明します。層状化合物を単層に剥離して得られるナノシートは、グラフェンに類似した二次元構造を持ち、様々な優れた特性を示します。また、ナノシートは溶液中に単分散したサンプルとして得られるため、溶液プロセスで薄膜を構築することができます。このとき、隙間や重なりを抑えて稠密に配列させ、ナノレベルの厚みに制御した薄膜にすることで、その機能を最大限に引き出すことが可能となります。従来のナノシートの稠密製膜法（交互吸着法やLB法）では、操作性や製膜時間に課題があり、簡便かつ短時間での製膜を可能とする手法が求められてきました。そこで本研究では、スピンコート法を用いたペロブスカイト型酸化物 ( $\text{Ca}_2\text{Nb}_3\text{O}_{10}$ ) ナノシートの稠密単層薄膜の構築を検討しました。様々な濃度のナノシート有機溶媒ゾルにおいて、回転数を適切に選択することで、ナノシートが互いに重なりをつくらず、基板表面の90%以上を被覆する単層薄膜を、わずか2~3分間で作製することに成功しました。また、このスピンコート操作を繰り返すことにより、ナノシート単層膜がレイヤーバイレイヤー累積した多層膜も構築できることが示されました。今後は、薄膜の特性の評価および他のナノシートとのヘテロ膜の構築を目指して、より一層研究に精進して参ります。最後に、日頃熱心にご指導いただいている物質・材料研究機構の佐々木高義博士、海老名保男博士、東京理科大学の藤本憲次郎准教授、ならびに両研究グループの皆様深く感謝申し上げます。

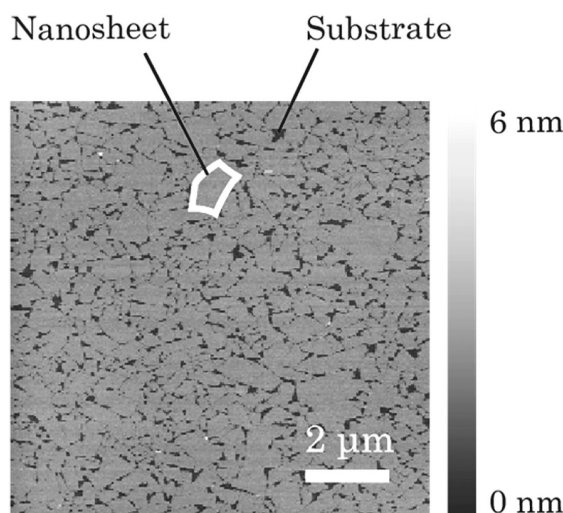
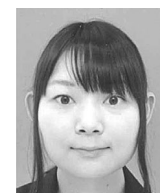


Fig. 1 AFM image of nanosheet monolayer film.

### P-3S シリカ複合膜と高分子ナノろ過膜のイオン透過性能評価

池田 歩 (Ikeda Ayumi) 芝浦工業大学大学院理工学研究科地域環境システム専攻



この度、膜シンポジウム 2017において学生賞を頂き、誠に光栄に思います。この場をお借り致しまして、学会関係者および審査員の先生方、ポスター発表を聞いてくださった皆様に深く感謝申し上げます。以下、簡単ではございますが、今回の発表内容についてご紹介させていただきます。

本研究では対向拡散化学蒸着 (CVD) 法で作製したシリカ複合膜のイオンと中性分子の液体透過性について検討しました。シリカ複合膜は、シリカ源にアルキル基やフェニル基、アミノプロピル基などの有機置換基を導入することで細孔径を制御しています。この各シリカ複合膜の細孔径と水素および水透過率を評価した結果、フェニル基やアミノプロピル基を有するシリカ複合膜は液体分離に適していることを見出しました。そこで、フェニル基をもつ PhTMOS (phenyltrimethoxysilane) を蒸着した膜の液体透過性を調査したところ、イオンの阻止率は中性分子の阻止率よりも高く、シリカ複合膜の表面荷電がイオン分離に影響していることを確認しました。各阻止率に着目すると、高い順に  $\text{MgSO}_4 > \text{MgCl}_2 > \text{NaCl}$  であり、 $\text{MgCl}_2$  の阻止率が最も低くなる一般的な負電荷

高分子ナノろ過膜と傾向が異なりました。この  $MgCl_2$  阻止率が高い理由として  $Mg$  イオンの水和径が  $0.86\text{ nm}$  であり、膜の細孔径  $0.9\text{ nm}$  に近いいため、分子ふるい効果で分離している可能性が考えられます。以上より、イオン分離において PhTMOS 膜は膜表面荷電と分子サイズの影響で分離ができていると推測できます。

本学会では、多くの先生方と議論を交わすことができ、様々なご意見を頂くことができました。今回の受賞を励みに、講演や議論中に学んだことを活かしながら、膜学の進展に貢献できるよう今後より一層研究に精進していきたいと思ひます。最後に、日頃よりご指導いただいている野村幹弘教授や研究室の仲間、並びに留学先でご指導いただきました Mikel Duke 教授に深く御礼申し上げます。

## P-10S 固体アルカリ燃料電池の高耐久化へ向けた芳香族系高分子電解質膜の開発

榊原朱夏 (Sakakibara Ayaka) 東京工業大学物質理工学院応用化学系応用化学コース



このたびは膜シンポジウム 2017 において学生賞を頂き、大変光栄に思ひます。ポスター発表に足をお運びいただいた皆様、並びに学会関係者の方々にお礼を申し上げます。学生賞を受賞出来たのも一重に山口猛央教授、富田育義教授をはじめとした先生方、先輩方のご指導の賜物であり、心より厚くお礼申し上げます。

本研究では、固体アルカリ燃料電池の課題である、電解質膜の化学的耐久性を向上させるため、アルカリやラジカルに対し高い耐久性が期待される全芳香族主鎖骨格を有する新規アニオン伝導電解質 qPPV (Fig. 1) を開発しました。この材料を一般的な電解質膜表面に塗布するという簡便な手法でアニオン伝導膜を作製し、燃料電池として評価したところ、ギ酸を燃料とした実作動条件下でも、高い耐久性を有することを実証しました。

発表では、多くの方々との議論を交わすことができ、また貴重なアドバイスもいただき、大変勉強になりました。この学生賞を励みに、これからも日々精進していきたいと思ひます。ありがとうございました。

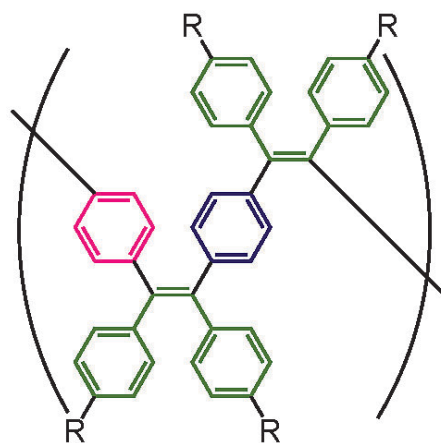


Fig 1 Designed aromatic anion conductive polymer (qPPV).

## P-18S 浸透圧補助低圧逆浸透法を用いた高濃縮膜プロセスの検討

東郷範弘 (Togo Norihiro) 神戸大学大学院科学技術イノベーション研究科科学技術イノベーション専攻



この度は、膜シンポジウム 2017 において学生賞を授与いただき、大変光栄に思っております。学会関係の皆様、ならびにポスター発表に足を運んで下さった方々に厚く御礼申し上げます。

私の研究では、高濃度溶液を膜両側に供給し、浸透圧差を最小限にした状態から行う浸透圧補助低圧逆浸透法の開発を目的としております。本発表ではベンチスケールおよび5インチ径の中空糸膜モジュールを用いた濃縮試験、理論計算による多段式プロセスの設計について報告いたしました。ベンチスケール、パイロットスケールにおいて  $NaCl$  溶液を用いた濃縮試験の結果、通常の逆浸透法では導入が困難な高濃度溶液の濃縮を低圧で行うことに成功いたしました。また、理論計算によって提案した多段化プロセスでは、製塩プロセスにおいて電気透析法で達成している濃度よりも高い値となっており高濃縮が可能であることが明らかとなりました。

今回の発表では、多くの方々から御質問、御意見をいただき有意義な議論を行うことができました。関係者の皆様方に深く御礼申し上げます。今回の受賞を励みに、今後より一層研究に専念し精進していきたいと思ひます。最後になりますが本研究を進めるにあたり素晴らしい研究室環境を整えてくださった松山秀人教授、吉岡朋久教授、並びに熱心なご指導を頂きました中川敬三准教授をはじめとする研究室の方々に深く御礼申し上げます。

## P-19S 金属錯体系イオン液体のカチオンサイズがガス透過挙動に及ぼす影響

松岡 淳 (Matsuoka Atsushi) 神戸大学大学院工学研究科応用化学専攻



この度は膜シンポジウム 2017 において学生賞を授与いただき、大変光栄に存じます。学会関係者の皆様、ポスター発表に足をお運びいただいた方々に心より御礼申し上げます。

本研究ではキャリアとして金属錯体系イオン液体 (MCIL) を用いた促進輸送膜に関する検討を行いました。我々は、酸素キャリアとして酸素吸収性を有する Co (salen) を分子内に含んだ MCIL に注目しており、MCIL の分子を最適に設計することによる、高性能酸素キャリアの開発を目指しております。本発表におきましては、MCIL のカチオンサイズが酸素透過挙動に及ぼす影響に関して報告いたしました。酸素透過係数の評価及び理論解析により、我々が開発した MCIL は、カチオンが大きく粘度が高い場合は固定キャリア、カチオンが小さく粘度が低い場合は移動キャリアのように働くことが示唆されました。これは、粘度が大きい程 MCIL の膜内における運動性が小さいため、固体的に振る舞うためであると考えられます。以上より、MCIL の粘度の違いによって、酸素の透過機構が変化する可能性が示されました。

今回の発表では多くの方と有意義な議論を行うことができ、様々なご質問や研究に対する提言を頂戴することができました。今回の受賞を励みに、今後より一層研究に専念し精進していきたいと思っております。最後に、本研究を進めるにあたり熱心なご指導をいただきました神尾英治助教、並びに日頃から素晴らしい研究環境を整えてくださる松山秀人教授を始めとする研究室の方々に厚く御礼申し上げます。

## P-21S Anti-biofouling of commercial polyamide reverse osmosis membranes using controlled zwitterionic polymer grafted by surface-initiated ATRP

Zhe Yang Center for Membrane and Film Technology, Department of Chemical Science and Engineering, Kobe University



This study reported the novel surface modification technique of polyamide reverse osmosis (RO) membranes for anti-biofouling. Biofouling is one of the major drawbacks for most polyamide RO membranes, which causes the water flux decline, short membrane lifetime and energy-consuming. The surface-initiated atom transfer radical polymerization (SI-ATRP) is a useful technique for the surface modification of water purification membranes with functional polymers. However, the ATRP initiator is difficult to be immobilized directly due to the inactive surface of commercial polyamide RO membranes. In this study, 3-aminopropyltrimethoxysilane (APTES) pretreatment was applied to commercial RO membranes as anchors to introduce ATRP initiators. Zwitterionic polymer was grafted on the polyamide RO membrane by SI-ATRP and the effect of the polymer chain length on biofouling behavior was investigated. It was found that the APTES treatment is an effective method to immobilize ATRP initiators on the polyamide RO membrane surface, and the proper chain length of zwitterionic polymer displayed more excellent anti-biofouling property.

I was so delight to get this award because it is a recognition of my work. And this award will give me more power in my future research. I would like to appreciate Prof. Matsuyama and Assist. Prof. Saeki for giving me a valuable opportunity to present my research in this symposium and know more about other interesting researches in the field of membrane technology.



## P-30S Preparation of perfluorocarbon micelles using SPG membrane emulsification



傅 晓廷 (Fu Xiaoting) 東京大学大学院工学系研究科バイオエンジニアリング専攻

このたびは膜シンポジウム 2017 において学生賞を頂き、大変光栄に存じます。膜シンポジウム関係者の皆様や、審査して頂いた先生方、また本発表に足をお運びいただいた皆様に深く御礼申し上げます。以下、簡単ではございますが、発表の内容をご紹介します。

本研究では組織工学に必要とされる人工酸素運搬体の開発を行いました。パーフルオロカーボン (PFC) は酸素溶解性が高いため、酸素運搬体の材料として期待されています。我々は精密な粒径制御が可能なシラス多孔質ガラス (SPG) 膜乳化法を用いて、PFC ミセルからなる人工酸素運搬体を初めて開発しました。その結果、粒径分布の均一なミセルが作製され、界面活性剤の種類や濃度及び膜細孔径によって粒径が制御できることが示されました。特に、赤血球のサイズと同様の PFC ミセル作製ができたことは、人工酸素運搬体としての応用に役立つと考えられます。また、ミセルが長期保存やポンプでの灌流に対しても高い安定性を示すことが確認されました。さらに、酸素応答性蛍光プローブをミセルに導入することで、酸素濃度インジケータとしての機能を与えました。最後に、低酸素環境に応答して EGFP を発現する Hela 細胞を用いて、PFC ミセルから細胞への酸素供給が可能であることが示されました。今後マイクロカプセル化などにより、さらに機能が向上できると考えられます。

最後になりましたが、本研究に関し様々なご指導ご鞭撻を賜りました伊藤大知先生、太田誠一先生、共同研究者の酒井康行先生、上平正道先生に心より感謝申し上げます。

## P-46S ポリアニリンの酵素的重合反応に与える影響～脂質平面膜とベシクル膜の比較～



福間早紀 (Fukuma Saki) 岡山大学大学院環境生命科学研究科環境科学専攻

この度は膜シンポジウム 2017 において名誉ある学生賞を頂き、大変光栄に存じます。会長の松山秀人先生、運営委員長の中野実先生を始め、学会関係者の皆さま、審査員の先生方、ポスターに足をお運び頂いた皆様方にこの場をお借り致しまして深く御礼申し上げます。今後もこの受賞を励みにし、研究活動に邁進したいと思います。以下に簡単ではありますが、本研究の内容を紹介させていただきます。

ポリアニリンの酵素的重合において、ある種のベシクルを混合した時、導電性のエメラルジン塩を高選択的に重合できるという報告があります。ベシクル膜界面の特徴として、そのダイナミクスが酵素の立体構造、反応性、アミロイド形成といったものの制御に寄与するなど、膜上の反応と膜の界面ダイナミクスには関連性があることが示されてきました。そこで本研究では、高選択率を示す機構におけるベシクル膜全体のたわみの影響を調べるため、ベシクルと同種の脂質平面膜上で重合を行い評価いたしました。すると脂質平面膜では低選択率となり、選択率の向上には膜全体のたわみが必要であることが示唆されました。

本学会では、先生方並びに企業関係者の方々と様々な議論を交わすことができ、大変勉強になりました。最後になりましたが、本研究を遂行するにあたりご指導を賜りました木村幸敬教授、島内寿徳准教授、そして研究室の皆様をはじめ、お世話になった多くの方々に深く御礼申し上げます。

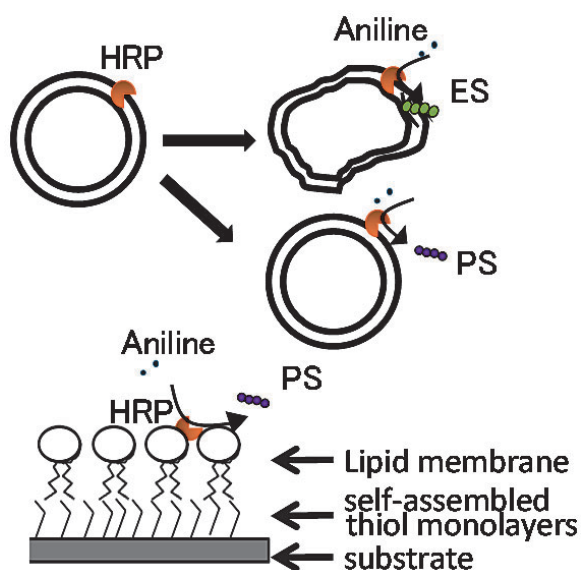


Fig. 1 Relationship between fluctuation of vesicle membrane and reaction selectivity.



田内敦士 (Tauchi Atsushi) 大阪大学大学院基礎工学研究科物質創成専攻

この度は膜シンポジウム 2017 において学生賞という素晴らしい賞をいただき、大変光栄に思っております。学会関係者の皆様、審査して頂いた先生方、ポスター発表に足を運んでいただいた方々に深く御礼申し上げます。以下に簡潔ではありますが本研究の概要を紹介します。

リン脂質の自己集合体であるリポソーム膜は、アミノ酸などのキラル選択的な吸着を始めとする分子認識能を有します。この分子認識能において、リポソーム膜の物理化学的な特性が現象制御に寄与すると考えられていますが、膜表面層の特性を制御する方法論はほとんど報告されていません。そこで本研究ではリポソーム膜に交流電場を印加することで膜特性を変化させ、分子認識能を制御する新規手法を提案しました。正電荷リポソーム膜である DPTAP に対し交流電場を印加することで、膜表面層のみが親水的に変化することが明らかとなりました。また、この膜特性変化により DPTAP に対する D-マンデル酸の吸着量が増加することが明らかとなりました。しかし、L-マンデル酸では電場印加による吸着量増加はみられませんでした。このことより、交流電場はリポソーム膜の分子認識能を制御する効果的な手法であると考えられます。今後は本知見をもとにより高精度な分子認識能の制御を行うことを目標に研究を行っていく所存です。

最後になりましたが、日頃の御指導ならびに本学会発表の場を提供して下さった馬越 大教授、岡本行広准教授、菅 恵嗣助教を始めとする研究室の皆さまに心より感謝申し上げます。

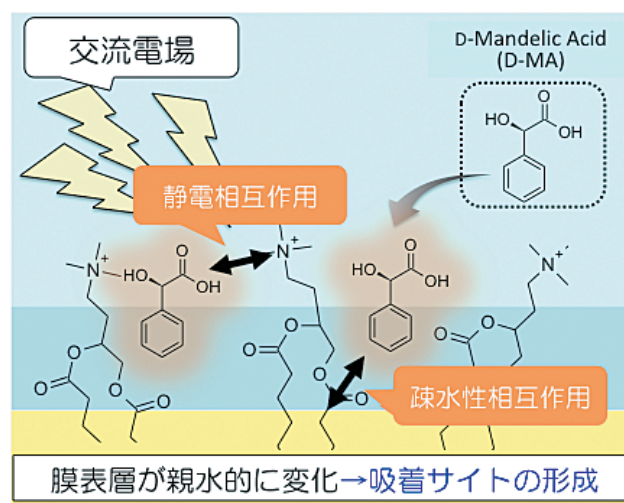


Fig. 1 Illustration of AC electric field effects on DPTAP.