

KOBE UNIVERSITY  
Research Center for Membrane and Film Technology

ANNUAL REPORT 2021  
先端膜工学研究センター 年次報告書





## センター長あいさつ

先端膜工学研究センターの前身である「先端膜工学センター」は、膜工学に特化した研究と教育を行う為に2007年4月に神戸大学工学研究科に設置されました。大学における膜工学に関する本格的なセンターとしては日本初そして唯一の存在です。



2019年4月より神戸大学の全学組織として、「先端膜工学研究センター」（以下、「膜センター」と略記）と改名し、工学のみならず、科学技術イノベーション・理・農・海事科学の各研究科と連携し、分野融合型の研究を行っています。更に、膜工学について世界トップクラスの拠点として全学的な研究を推進しています。膜センターは2022年4月より、水処理膜研究部門、ガス分離・ガスバリア膜研究部門、機能性薄膜研究部門、膜合成バイオプロセス研究部門、国際共同研究推進部門及び膜技術社会実装部門の6部門に改組を行いました。この報告書では従来の7部門ごとに成果をまとめています。

また膜センターは、現在、アジア・オセアニア・欧米にある計14の膜研究機関と学術協定を締結しています。この海外の膜研究機関との研究者交流により若手人材の育成を行うとともに、研究成果の国際発信、海外の最先端膜研究の情報収集等を積極的に行い、最高レベルの膜開発に取り組んでおります。2014年より毎年神戸大学において膜国際ワークショップ（International Workshop on Membrane in Kobe, iWMK）を開催しており、研究者・学生のみならず、産業界にも世界の膜研究の動向を把握する機会を提供しています。

さらに膜センターは、主に企業会員（現在79社）を中心に構成される「先端膜工学研究推進機構」（一般社団法人）と連携して、企業ニーズを取り込んだ産学連携にも注力しています。

2021年度の先端膜工学研究センターの活動報告をここにまとめました。センターの業績としては、学術論文126件、国際会議発表38件、国内会議発表266件、特許出願14件です。学術論文は昨年度と比較して、12報増加しております。また外部資金の獲得状況としましては、科学研究費補助金約1.2億円（33件）、NEDO助成約3.9億円（24件）、企業との共同研究約1.0億円（48件）およびその他の外部資金を合わせて、約6.5億円の外部資金の獲得を行っております。昨年が約5.0億円でしたので、2021年度は外部資金の獲得額を増加させることができましたと言えます。

今後も、我々膜センターは、皆様のご支援、ご協力を賜りながら、膜工学の最先端レベルの研究開発を進め、世界の環境・エネルギー問題の解決に貢献できる膜センターを目指してまいります。

2022年8月

神戸大学先端膜工学研究センター  
センター長 松山 秀人



# 目次

---

|                              |    |
|------------------------------|----|
| 巻頭言　センター長あいさつ                |    |
| 目次 .....                     | 1  |
| 組織概要 .....                   | 2  |
| 2021 年度をふり返って .....          | 4  |
| 各部門の研究成果と活動                  |    |
| 水処理膜研究部門 .....               | 8  |
| ガス分離・ガスバリア膜研究部門 .....        | 22 |
| 塗布膜研究部門 .....                | 35 |
| 有機薄膜研究部門 .....               | 39 |
| 膜バイオプロセス研究部門 .....           | 43 |
| 膜材料合成化学研究部門 .....            | 51 |
| 膜技術社会実装部門 .....              | 56 |
| 新聞などメディア掲載実績 .....           | 60 |
| ＜付属資料 1＞                     |    |
| 神戸大学先端膜工学研究センター規則 .....      | 62 |
| 神戸大学先端膜工学研究センター運営委員会規程 ..... | 64 |
| ＜付属資料 2＞                     |    |
| 先端膜工学研究センター運営委員会議事概要 .....   | 66 |
| 先端膜工学研究センター部門長会議議事概要 .....   | 67 |

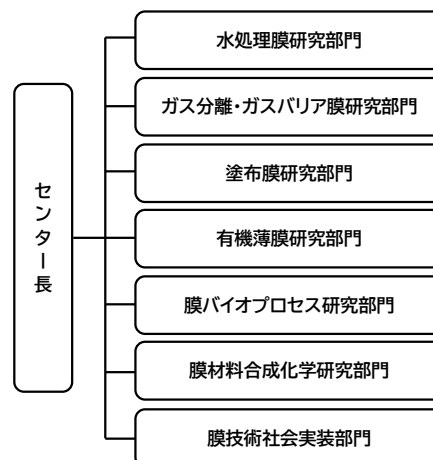
## 本報告書について

この年次報告書は2021年度(2021 年 4 月 1 日から 2022 年 3 月 31 日まで)の神戸大学  
先端膜工学研究センターおよび構成員の活動をまとめたものです。

## 組織概要

神戸大学先端膜工学研究センターは、工・科学技術イノベーション・理・農・海事科学の各学域/研究科と連携し、複数の分野の研究者が密接な協力体制を組むことにより、分野融合型の研究を行っております。

7つの研究部門(水処理膜研究部門、ガス分離・ガスバリア膜研究部門、塗布膜研究部門、有機薄膜研究部門、膜バイオプロセス研究部門、膜材料合成化学研究部門、膜技術社会実装部門)を配し、各研究部門間の連携・協力あるいは融合により、部門の枠組みを超えて組織されています。



### ■ センター構成員

#### 【水処理膜研究部門】

部門長

大西 洋 教授

理学研究科 化学専攻

多田 明夫 准教授

農学研究科  
食料共生システム学専攻

井原 一高 准教授

農学研究科  
食料共生システム学専攻

Rajabzadeh Kahnamouei  
Saeid 特命准教授

工学研究科 応用化学専攻

センター長

松山 秀人 教授

先端膜工学研究センター  
工学研究科 応用化学専攻

佐々木 雄史 助教

先端膜工学研究センター

Kecheng Guan 助教

先端膜工学研究センター

#### 【ガス分離・ガスバリア膜研究部門】

部門長

蔵岡 孝治 教授

海事科学研究科 海事科学専攻

持田 智行 教授

理学研究科 化学専攻

神尾 英治 准教授

工学研究科 応用化学専攻

松岡 淳 助教

先端膜工学研究センター

吉岡 朋久 教授

先端膜工学研究センター  
科学技術イノベーション研究科  
先端膜工学分野

市橋 祐一 准教授

工学研究科 応用化学専攻

谷屋 啓太 助教

工学研究科 応用化学専攻

#### 【塗布膜研究部門】

部門長

菰田 悦之 教授

工学研究科 応用化学専攻

【有機薄膜研究部門】

部門長

石田 謙司 教授

工学研究科 応用化学専攻

堀家 匠平 助教

工学研究科 応用化学専攻

小柴 康子 助手

工学研究科 応用化学専攻

【膜バイオプロセス研究部門】

部門長

丸山 達生 教授

工学研究科 応用化学専攻

荻野 千秋 教授

工学研究科 応用化学専攻

中川 敬三 准教授

科学技術イノベーション研究科  
先端膜工学分野

森田 健太 助教

工学研究科 応用化学専攻

【膜材料合成化学研究部門】

部門長

森 敦紀 教授

先端膜工学研究センター  
工学研究科 応用化学専攻

岡野 健太郎 准教授

工学研究科 応用化学専攻

鈴木 登代子 助教

工学研究科 応用化学専攻

【膜技術社会実装部門】

部門長

新谷 卓司 特命教授

科学技術イノベーション研究科  
先端膜工学分野

山本 一彦 教授

科学技術イノベーション研究科

熊谷 和夫 特命准教授

工学研究科 応用化学専攻

# 2021 年度をふり返って

## ■ 7 月 21 日 第 3 回先端膜工学研究センター成果発表会（参加者 115 名）

2021 年 7 月 21 日（水）、ZOOM を使用したオンラインライブ配信にて第 3 回先端膜工学研究センター成果発表会を開催いたしました。

成果発表会は、松山秀人センター長による挨拶の後、センターに設置された 7 部門（水処理膜研究部門、ガス分離・ガスバリア膜研究部門、塗布膜研究部門、有機薄膜研究部門、膜バイオプロセス研究部門、膜材料合成化学研究部門、膜技術社会実装部門）のセンター構成員より 9 件の研究成果発表を行いました。

参加者の方々より、挙手やチャットによる質問などもあり、対面開催ほどの熱気はありませんが、参加者の皆様の意欲の高さを感じる機会となりました。

事前申込は 128 名、当日は 115 名もの方々にご参加いただきました。



第 3 回成果発表会オンライン配信の様子と当日のプログラム

## ■ 9 月 28 日 膜工学秋季講演会、膜工学サロン（参加者 211 名）

2021 年 9 月 28 日（火）ZOOM を使用したオンラインライブ配信にて 2021 年度 膜工学秋季講演会・膜工学サロンを開催いたしました。

秋季講演会は、神戸大学長 藤澤正人氏の挨拶、松山機構長による先端膜工学研究推進機構の活動報告で始まり、講演会では、文部科学省 科学技術・学術政策局 産業連携・地域支援課 地域支援室 室長 池田一郎氏より「文部科学省における産業連携・地域支援施策の概要」、膜機構会員企業の木村化工機株式会社 開発部 部長 池田博史氏より「化学業界の CO<sub>2</sub> 排出削減に貢献する『ヒートポンプ式蒸留装置』」、中央大学 理工学部人間総合理工学科 理工学研究科 都市人間環境学専攻 教授 山村寛氏より「Membrane Based Revolution 3.0!!」、京都大学大学院 総合生存学館（思修館）特定教授 桑島修一郎氏より「産官学連携の変遷と新たな価値形成」と題して 4 件のご講演をいただきました。

官と学の立場より、イノベーションの社会実装の加速・イノベーション創出への貢献のあり方など、これからの産官学連携についてご講演いただき、企業からは企業の最先端研究の実情を、大学からは最新技術を使った膜作製の構想などをご講演いただき、視野が広がり意欲の高まる講演会となりました。

続く膜工学サロンでは、10 グループに分かれて、各グループ（サロン）15～35 名の参加者にて膜工学に関するテーマについて発表と討論を行いました。

当日は、講演会 211 名、膜工学サロン 206 名にご参加いただき、盛況に終えることができました。



秋季講演会・膜工学サロンの講演および討論の様子

## ■ 10月27日 第2回特定テーマフォーラム（参加者159名）

第2回特定テーマフォーラムは、2021年10月27日（水）にZOOMを使用してオンライン開催いたしました。今回のテーマは「カーボンニュートラルに挑む二酸化炭素分離膜開発と今後の展望」とし、産学の各業界において二酸化炭素分離膜の実用化を目指して精力的に取り組んでおられる講師の方々をお迎えし、全5件のご講演をいただきました。テーマを絞ったことでCO<sub>2</sub>ガス分離に知識の深い参加者の皆様と、いつもより突っ込んだ内容で討論が成されました。

167名の事前参加申込をいただき、当日は159名ものご参加を賜りました。平日のご多用のところ、多くの方々にご参加いただき、有意義な講演会・討論会を開催することができました。

| 講演内容                                                                                                                                                                                                                                                    | 講演者                                                                                                             |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>促進輸送膜によるCO<sub>2</sub>分離・回収技術</p> <p>今般3年10月27日<br/>神戶大学工学部化学系<br/>代表取締役社長<br/>大分大学・神戸大学工学部<br/>菅原 治</p>                                                                                                                                             | <p>13:10~13:50</p> <p>促進輸送膜によるCO<sub>2</sub>分離・回収技術</p> <p>(株)ルネサンス・エナジー・リサーチ<br/>社長 岡田 治 氏</p>                 |
| <p>CO<sub>2</sub>の排出削減と有効利用に貢献するDDR型ゼオライト膜プロセスの開発</p> <p>日揮ホールディングス株式会社<br/>サステナビリティ推進部<br/>技術開発グループ<br/>岡崎 純也</p>                                                                                                                                      | <p>13:50~14:30</p> <p>CO<sub>2</sub>の排出削減と有効利用に貢献するDDR型ゼオライト膜プロセスの開発</p> <p>日揮ホールディングス(株)<br/>主任研究員 岡崎 純也 氏</p> |
| <p>高シリカCHA型ゼオライト膜の特徴とガス分離への応用</p> <p>三菱ケミカル(株)<br/>主席研究員 杉田 美樹 氏</p>                                                                                                                                                                                    | <p>14:30~15:10</p> <p>高シリカCHA型ゼオライト膜の特徴とガス分離への応用</p> <p>三菱ケミカル(株)<br/>主席研究員 杉田 美樹 氏</p>                         |
| <p>イオン液体を分離媒体とするCO<sub>2</sub>分離膜の開発</p> <p>神戸大学大学院工学研究科<br/>准教授 神尾 英治 氏</p>                                                                                                                                                                            | <p>15:20~16:00</p> <p>イオン液体を分離媒体とするCO<sub>2</sub>分離膜の開発</p> <p>神戸大学大学院工学研究科<br/>准教授 神尾 英治 氏</p>                 |
| <p>アミン含有ゲル粒子からなるCO<sub>2</sub>分離膜の開発</p> <p>九州大学大学院工学研究院<br/>准教授 星野 友 氏</p>                                                                                                                                                                             | <p>16:00~16:40</p> <p>アミン含有ゲル粒子からなるCO<sub>2</sub>分離膜の開発</p> <p>九州大学大学院工学研究院<br/>准教授 星野 友 氏</p>                  |
| <p>総合討論</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>検討している技術のアピールポイント</li> <li>検討している技術の実用化分野、今後適用したい実用化分野</li> <li>上記に際して、実用化の障壁となっている点（CO<sub>2</sub>分離膜はまだ大々的には実用化されていない）</li> <li>さらに必要な（向上させたい）膜特性</li> <li>大学の研究者への参画</li> <li>企業の方への参画</li> </ul> | <p>16:40~17:30</p> <p>総合討論</p> <p>モデレーター<br/>先端膜工学研究推進機構長<br/>松山 秀人</p>                                         |

第2回特定テーマフォーラム（上段）講演中の様子と（下段）総合討論の様子、（右）プログラム

## ■ 11月18日～19日 膜国際ワークショップ The International Workshop of Membrane in Kobe 2021(iWMK2021)（参加者176名）

2021年11月18日（木）19（金）に、今年で第8回目となる The International Workshop on Membrane in Kobe, 2021 online を開催いたしました。

18日は、オンラインでの学生ポスター発表を3グループに分けて行いました。1機関2～3名の発表申込があり、合計15研究機関より34名のポスター発表がありました。初のオンラインでの試みでしたが、海外の学生や神戸大学の学生自らが研究を発信することができるいい機会となりました。人気のブースには20名程が参加することもあり、多くの質疑応答が繰り広げられ、他機関交流にも繋げることができました。

二日目の19日は、学術協定を結んでいる海外の膜工学研究機関13機関と神戸大学の研究者による研究発表会を行いました。

はじめに、神戸大学理事・副学長 中村 保先生から開会のご挨拶があり、その後、各膜工学研究機関および膜センターより神戸大学を含め合計17人（うち海外研究者が15人）の研究者が、機関の紹介をはじめ、最新の研究動向

の発表を約 30 分で行いました。研究発表会には、合計 176 名（うち国内企業参加者 18 名）にご参加いただきました。

また今回も昨年同様、時差などの事情で参加できなかった方にご視聴いただくため、ワークショップ後は許可を頂いた講演を、オンデマンドで先端膜工学研究センターホームページより 2 週間（12 月 8 日～22 日）公開しました。

丸二日間と長時間のワークショップとなりましたが、各発表毎に活発な質疑応答が行われ、本学の若手研究員や学生にとっても、世界の膜工学の動向を聴くことができ、今後の研究への学びの場となる有意義な機会となりました。



（左）19 日 研究発表会の様子、（中）18 日 学生オンラインポスター発表用ホームページ、（右）18 日 ポスター発表中のブース内の様子

## ■ 2022 年 3 月 9 日 第 2 回 膜による廃水アンモニア分離ワークショップ（参加者 143 名）

新谷卓司特命教授がプロジェクト代表を務める NEDO エネルギー・環境新技術先導研究プログラム「窒素資源循環のための膜分離を利用した廃水からのアンモニア高効率分離回収の研究開発」について、昨年に引き続き、神戸大学先端膜工学研究センター・科学技術イノベーション研究科共催によりワークショップを開催しました。

まず第 1 部「プロジェクト概要と研究開発成果報告」では、本プロジェクト実施機関より 4 名（神戸大学先端膜工学研究センター 新谷卓司特命教授、株式会社ダイセル事業創出本部事業創出センター主席研究員 浜田豊三氏、工学院大学先端工学部環境化学科 赤松憲樹教授、木村化工機株式会社開発部部長 池田博史氏）より本プロジェクトの研究開発成果を報告いたしました。

続く第 2 部「招待講演」では、日本下水道事業団 技術戦略部技術開発企画課長 糸川浩紀氏、一般社団法人日本有機資源協会 専務理事 柚山義人氏、大阪大学大学院工学研究科機械工学専攻 赤松史光教授 より、現在アンモニア回収が課題となる下水処理や畜産系メタン発酵消化液、アンモニア直接燃焼利用についてアンモニア回収・利用に向けた動向や課題をご講演いただきました。

総合討論においては、大学等研究機関や企業など様々な立場で、プロジェクト終了後の要望などを話し合い、和やかな雰囲気の中、大変有意義な情報交換を行うことができました。

最後に、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）新領域・ムーンショット部主査 田中吉則氏より NEDO における先導研究プログラムの位置づけについてご説明いただき閉会いたしました。常時 100 名以上、合計 143 名が参加する中、盛会のうちに幕を閉じました。



ワークショップ講演および討論の様子、（右）プログラム

## ■ 2022 年 3 月 29 日 膜工学春季講演会、膜工学サロン（参加者 236 名）

2022 年 3 月 29 日（火）、ZOOM を使用したオンラインライブ配信にて 2021 年度 膜工学春季講演会・膜工学サロンを開催いたしました。

2021 年度春季講演会では、神戸大学理事・副学長 河端俊典氏による開会挨拶の後、松山機構長より先端膜工学研究推進機構の紹介および活動報告と合わせて、先端膜工学研究センターにおいて 2022 年 4 月より研究部門の統合および新部門を設立する旨の報告をいたしました。続いて国土交通省 水管理・国土保全局 下水道部流域管理官付流域下水道計画調整官 西 修 氏 より「下水道行政の最近の動向について」と題してご講演いただきました。その後、栗田工業株式会社 開発本部基盤技術グループ第三チーム研究主幹 川勝孝博 氏が「水処理システムにおける膜の役割と課題」、東京大学環境安全研究センター 辻 佳子 教授が「塗布プロセスによる有機/無機半導体薄膜の構造と物性～電子デバイス・エネルギーデバイスへの応用～」、工学院大学先進工学部環境化学科 赤松憲樹 教授が「下排水処理システムにおける省エネ化・創エネ化に貢献する膜分離技術」をテーマにご講演いただきました。

続く膜工学サロンでは、11 のグループに分かれて、各グループ（サロン）10～38 名の参加者にて膜工学に関するテーマについて発表と討論を行いました。

当日は、講演会 236 名、膜工学サロン 233 名にご参加いただき、盛況に終えることができました。



春季講演会・膜工学サロンにて講演および討論の様子

### 【水処理膜研究部門】

#### 1. 構成員

|     |       |                  |                    |
|-----|-------|------------------|--------------------|
| 部門長 | 教授    | 大西 洋             | (理学研究科化学専攻)        |
|     | 教授    | 松山秀人             | (先端膜工学研究センター)      |
|     | 准教授   | 井原一高             | (農学研究科食料共生システム学専攻) |
|     | 准教授   | 多田明夫             | (農学研究科食料共生システム学専攻) |
|     | 特命准教授 | Saeid Rajabzadeh | (工学研究科応用化学専攻)      |
|     | 助教    | 佐々木雄史            | (先端膜工学研究センター)      |
|     | 助教    | Kecheng Guan     | (先端膜工学研究センター)      |

#### 2. 研究の概要と今年度の研究成果

水処理を目的とした分離膜は、水道水を浄化する中空糸膜、海水を淡水化する逆浸透膜、工業廃水をろ過する分離膜など様々な形で産業化され、我々の生活に役立っている。この背景のもと、水処理膜研究部門は水処理膜をさらに高機能化するために必要な知的基盤を構築し、その基盤にもとづいて高機能膜を実現するためのエンジニアリングと社会実装を追求している。高機能な水処理膜の研究開発から新しいサイエンスを見いだしていくことも重要な目標である。

##### ① 処理水-膜界面の分子論的計測評価手法の開発

液体-固体界面の新規計測評価手法として光触媒が放出する溶存酸素 ( $O_2$ ) をを従来比 1000 倍の速度で検出する計測評価法を開発した。この手法を使って、高い効率で自ら水素をつくる  $SrTiO_3$  光触媒が励起光照射によって水中の溶存酸素を吸着するという予想外の挙動を示すことをみいだした。さらに、ダイヤモンド製の全反射プリズムを用いることで、液体中に浸漬した光触媒微粒子の赤外吸収スペクトルを励起光照射下で測定することに成功した。なお、大西はクロスアポイントメント制度を利用して自然科学研究機構分子科学研究所の教授を 2021 年 11 月から 5 年間兼任して「有限の厚さをもつ固液界面のオペランド分子科学研究」を推進することになった。兼任比率は本学 75 : 分子科学研究所 25 である。分子科学研究所が大学共同利用機関として産学官の研究活動に広く門戸を開いていることを本部門の研究開発活動に活かしていきたい。

##### ② 正浸透膜法による水処理を実現する駆動溶液の開発

次世代の水処理、濃縮方法として、省エネルギーな正浸透膜プロセスの開発に取り組んでいる。効率的な正浸透膜プロセスの実現に向けて、正浸透法に適した分離膜の開発や、処理対象溶液よりも高い浸透圧を有する駆動溶液の開発に取り組んでいる。今年度は駆動溶液に関する研究に注力した。駆動溶液には、高い浸透圧を有することや水から容易に回収し、再利用できることの他に、膜からの漏洩性を抑制できることが求められる。そこで、駆動溶液の溶質として用いる高分子の構造をデザインすることによる低漏洩性駆動溶液

の開発や、質量分析計を用いた高分子の膜からの漏洩性に関する詳細な解析を行った。その結果、分岐構造を有する高分子が低い漏洩性を示すことや、高分子の分子量および高分子と膜との間の親和性が漏洩性に影響を及ぼすことが分かった。この検討から、今後、低漏洩性駆動溶液の開発に向けては、高分子の分岐構造、分子量、膜との親和性に着目した研究が必要であると示された。

### ③ 酪農廃水の資源化をめざす分離技術開発

高濃度有機物を含む酪農廃水の資源化を目指して、メタン発酵による再生可能エネルギーの創成と資源循環について研究を行っている。特に小型メタン発酵装置の社会実装を目標に酪農場で実証試験を実施した。また、畜産廃水から排出され生物難分解性物質である動物用抗菌剤を対象とし、磁気力による選択分離や無害化について研究した。さらに、牛乳を含む酪農廃水の環境負荷削減の観点から、界面活性剤に頼らない乳タンパク質の洗浄性向上に関する研究を実施し、洗浄時の消費エネルギー削減について検討を行った。

### ④ 膜を利用した汚濁物質の環境水質モニタリング

陸域からの海域や湖沼への主たる物質供給経路は河川であり、河川を流下して下流に流入する物質総量（負荷量）の正確な測定と推定は重要な研究課題である。この測定に膜を利用したパッシブサンプラーの応用を検討しているが、その測定値の妥当性を検証すべき負荷量の真値の推定が重要となる。このため、年間に12～20個程度の小サイズの水質標本と河川流量データから、負荷量の不偏推定とその信頼区間を算出する一般手法を確立し、その妥当性を米国の複数流域の高頻度データで検証した。今後さらなる負荷量推定値精度の向上とサンプラーの設計を進める。

## 3. 研究業績

### (1) 投稿論文

1. Z. Fu, T. Hirai, H. Onishi. Long-Life Electrons in Metal-Doped Alkali-Metal Tantalate Photocatalysts Excited under Water, *The Journal of Physical Chemistry C*, **125**, 26398–26405 (2021).
2. T. Kosaka, T. Ando, T. Hisatomi, H. Nishiyama, Y. Zhou, K. Domen, Y. Takahashi, H. Onishi. Microelectrode-Based Transient Amperometry of O<sub>2</sub> Adsorption and Desorption on a SrTiO<sub>3</sub> Photocatalyst Excited under Water, *Physical Chemistry Chemical Physics*, **23**, 19386–19393 (2021).
3. H. Sudrajat, M. Kitta, R. Katoh, N. Ichikuni, H. Onishi, H. Dependence of Photoexcited Electron Behavior on Octahedral Distortion in Barium-Doped NaTaO<sub>3</sub> Photocatalysts, *The Journal of Physical Chemistry C*, **125**, 16403–16412 (2021).
4. T. Minato, K. Umeda, K. Kobayashi, Y. Araki, H. Konishi, Z. Ogumi, T. Abe, H. Onishi, H. Yamada. Atomic-Level Nature of Solid/Liquid Interface for Energy Conversion Revealed by Frequency Modulation Atomic Force Microscopy, *Japanese Journal of Applied Physics*, **60**, SE0806 (2021).
5. K. Hashimoto, K. Amano, N. Nishi, H. Onishi, T. Sakka. Comparison of Atomic Force Microscopy Force Curve and Solvation Structure Studied by Integral Equation Theory, *The Journal of Chemical Physics*, **154**, 164702 (11 pages) (2021).
6. M. Kitta, N. Taguchi, H. Sudrajat, H. Onishi. Direct Confirmation of the Dopant Site in Indium-Doped SrTiO<sub>3</sub> Photocatalyst Via Atomic-Scale Analytical Transmission Electron Microscopy Imaging, *Applied Physics Letters*, **118**, 153901 (4pages) (2021).
7. H. Sudrajat, M. Kitta, R. Ito, S. Nagai, T. Yoshida, R. Katoh, B. Ohtani, N. Ichikuni, H. Onishi. The Role of the Shell in Core-Shell-Structured La-Doped NaTaO<sub>3</sub> Photocatalysts, *Physical Chemistry Chemical Physics*, **23**, 8868–8879 (2021).
8. 大西洋, タンタル酸アルカリ光触媒：金属カチオンドーピングによる量子収率向上メカニズム, *触媒*,

63, 108–114 (2021).

9. Tada, A., & Tanakamaru, H. Unbiased estimates and confidence intervals for riverine loads, *Water Resources Research*, 57, e2020WR028170. (2021).
10. Farghali, M., Ahmed, M.M., Kotb, S., Iwasaki, M., Ihara, I. and Umetsu, K.: Steady state of semi-continuous anaerobic digestion of cattle manure under the stress of adding iron and titanium oxide nanoparticles, *Journal of Material Cycles and Waste Management*, **23**, 1930–1937, 2021.
11. Yuhendra, AP, Farghali, M., Mohamed, I.M.A., Iwasaki, M., Tangtaweewipat, S., Ihara, I., Sakai, R. and Umetsu, K.: Potential of biogas production from the anaerobic digestion of *Sargassum fulvellum* macroalgae: Influences of mechanical, chemical, and biological pretreatments, *Biochemical Engineering Journal*, **175**, 108140, (9 pages), 2021.
12. Asaoka, S., Yoshida, G., Ihara, I., Umehara, A. and Yoneyama, H.: Terrestrial anaerobic digestate composite for fertilization of oligotrophic coastal seas, *Journal of Environmental Management*, **293**, 112944, (7 pages), 2021.
13. Gaowa, Sakai, Y., Xie, X., Saha, M.L. and Ihara, I.: Treatment of milking parlor wastewater containing tetracycline by magnetic activated sludge and contact oxidation process, *Progress in Superconductivity and Cryogenics*, **23**, 32–36, 2021.
14. Onodera, T., Sakai, Y., Kashiwazaki, M., Ihara, I. and Saha, M.L.: Application of magnetic activated sludge process for a milking parlor wastewater treatment with nitrogen and phosphorus recovery, *Progress in Superconductivity and Cryogenics*, **23**, 20–25, 2021.
15. 吉田弦, 井原一高, 野菜残渣を基盤投入原料とした食品バイオマスの嫌気性共発酵, *農業施設*, **52**, 81–87, 2021.
16. Yoshida, G., Seyama, T., Andriamanohiarisoamanana, F.J., Hirayasu, H., Kasai, K. and Ihara, I.: High-rate anaerobic digestion of sewage sludge by membrane separation solubilization coupled with UASB process, *Journal of Material Cycles and Waste Management*, **24**, 402–409, 2022.
17. Nawshad Akther, Yuki Kawabata, Sungil Lim, Tomohisa Yoshioka, Sherub Phuntsho, Hideto Matsuyama, Hokyong Shon, Effect of graphene oxide quantum dots on the interfacial polymerization of a thin-film nanocomposite forward osmosis membrane: An experimental and molecular dynamics study, *Journal of Membrane Science*, 2021, **630**, 119309
18. Chen Wang, Myoung Jun Park, Dong Han Seo, Enrico Drioli, Hideto Matsuyama, Hokyong Shon, Recent advances in nanomaterial-incorporated nanocomposite membranes for organic solvent nanofiltration, *Separation and Purification Technology*, 2021, **268**, 118657
19. N. Kato, R.R. Gonzales, A. Nishitani, Y. Negi, T. Ono, H. Matsuyama, Single step preparation of nanocomposite polyamide 6 hollow fiber membrane with integrally skinned asymmetric structure for organic solvent nanofiltration, *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, 2021, **620**, 126538
20. K. Guan, Y. Jia, Y. Lin, S. Wang, H. Matsuyama, Chemically converted graphene nanosheets for the construction of ion-exclusion nanochannel membranes, *Nano Letters*, 2021, **21**, 3495
21. Lei Zhang, Ralph Rolly Gonzales, Titik Istirokhatun, Yuqing Lin, Jumpei Segawa, Ho Kyong Shon, Hideto Matsuyama, In situ engineering of an ultrathin polyamphoteretic layer on polyketone-based thin film composite forward osmosis membrane for comprehensive anti-fouling performance, *Separation and Purification Technology*, 2021, **272**, 118922
22. Rozita M. Moattari, Toraj Mohammadi, Saied Rajabzadeh, Hadi Dabiryan, Hideto Matsuyama, Reinforced hollow fiber membranes: A comprehensive review, *Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers*, 2021, **122**, 284–310
23. Diyana Kamarudin, N. Awanis Hashim, Boon Hoong Ong, Yuriho Kakihana, Mitsuru Higa, Hideto Matsuyama, Multiple Effect of Thermal Treatment Approach on PVDF Membranes: Permeability Enhancement and Silver Nanoparticles Immobilization, *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 2021, **9**, 105769
24. Qin Shen, Yuqing Lin, Pengfei Zhang, Jumpei Segawa, Yuandong Jia, Titik Istirokhatun, Xingzhong Cao, Kecheng Guan, Hideto Matsuyama, Development of ultrathin polyamide nanofilm with enhanced inner-pore interconnectivity via graphene quantum dots-assembly intercalation for high performance organic solvent nanofiltration, *Journal of Membrane Science*, 2021, **635**, 119498
25. Afrillia Fahrina, Mukramah Yusuf, Syawaliah Muchtar, Fitriani Fitriani, Sri Mulyati, Sri Aprilia, Cut Meurah Rosnelly, Muhammad Roil Bilad, Ahmad Fauzi Ismail, Ryosuke Takagi, Hideto Matsuyama, Nasrul Arahman,

- Development of anti-microbial polyvinylidene fluoride (PVDF) membrane using bio-based ginger extract-silica nanoparticles (GE-SiNPs) for bovine serum albumin (BSA) filtration, *Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers*, 2021, **125**, 23-331
26. Mahmoud Rahmati, Saeid Rajabzadeh, Amira Abdelrasoul, Yuki Kawabata, Tomohisa Yoshioka, Hideto Matsuyama, Toraj Mohammadid, Molecular Dynamics Simulation for Investigating and Assessing Reaction Conditions between Carboxylated Polyethersulfone and Polyethyleneimine, *Journal of Applied Polymer Science*, 2021, **138**, 51304
  27. Kishimoto Michimasa, Gonzales Ralph Rolly, Goda Shohei, Yasukawa Masahiro, Kumano Atsuo, Kamio Eiji, Kumagai Kazuo, Matsuyama Hideto, Simulation of thermo-responsive draw solute-driven forward osmosis for enhanced pure water production in seawater desalination, *Industrial & Engineering Chemistry Research*, 2021, **60**, 9548–9559
  28. Ralph Rolly Gonzales, Ahmed Abdel-Wahab, Dong Suk Han, Hideto Matsuyama, Sherub Phuntsho, Hokyong Shon, Control of the antagonistic effects of chlorine oxidative degradation on pressure retarded osmosis thin film composite membrane surface, *Journal of Membrane Science*, 2021, **636**, 119567
  29. Ralph Rolly Gonzales, Lei Zhang, Kecheng Guan, Myoung Jun Park, Sherub Phuntsho, Ahmed Abdel-Wahab, Hideto Matsuyama, Hokyong Shon, Aliphatic polyketone-based thin film composite membrane with mussel-inspired polydopamine intermediate layer for high performance osmotic power generation, *Desalination*, 2021, **516**, 115222
  30. Pengfei Zhang, Wenyi Liu, Saeid Rajabzadeh, Yuandong Jia, Qin Shen, Chuanjie Fang, Noriaki Kato, Hideto Matsuyama, Modification of PVDF hollow fiber membrane by co-deposition of PDA/MPC-co-AEMA for membrane distillation application with anti-fouling and anti-scaling properties, *Journal of Membrane Science*, 2021, **636**, 119596
  31. Yasushi Mino, Naruki Fukukawa, Hideto Matsuyama, Simulation on Pore Formation from Polymer Solution at Surface in Contact with Solid Substrate via Thermally Induced Phase Separation, *Membranes*, 2021, **11**, 527
  32. Yuki Suga, Ryosuke Takagi, Hideto Matsuyama, Recovery of Valuable Solutes from Organic Solvent/ Water Mixtures via Direct Contact Membrane Distillation (DCMD) as a Non-Heated Process, *Membranes*, 2021, **11**, 559
  33. Yuqing Lin, Xuesong Yao, Qin Shen, Takafumi Ueda, Yuki Kawabata, Jumpei Segawa, Kecheng Guan, Titik Istirokhatun, Qiangqiang Song, Tomohisa Yoshioka, Hideto Matsuyama, Zwitterionic copolymer-regulated interfacial polymerization for highly permselective nanofiltration membrane, *Nano Letters*, 2021, **21**, 6525–6532
  34. Pengfei Zhang, Saeid Rajabzadeh, Antoine Venault, Shengyao Wang, Qin Shen, Yuandong Jia, Chuanjie Fang, Noriaki Kato, Yung Chang, Hideto Matsuyama, One-step entrapment of a PS-PEGMA amphiphilic copolymer on the outer surface of a hollow fiber membrane via TIPS process using triple-orifice spinneret, *Journal of Membrane Science*, 2021, **638**, 119712
  35. Hao-Chen Wu, Tomohisa Yoshioka, Keizo Nakagawa, Takuji Shintani, Hideto Matsuyama, Water Transport and Ion Diffusion Investigation of an Amphotericin B-Based Channel Applied to Forward Osmosis: A Simulation Study, *Membranes*, 2021, **11**, 646
  36. K. Guan, Y. Sasaki, Y. Jia, R. R. Gonzales, P. Zhang, Y. Lin, Z. Li, H. Matsuyama, Interfacial polymerization of thin film selective membrane layers: Effect of polyketone substrates, *Journal of Membrane Science*, 2021, **640**, 119801
  37. Hannah Faye M. Austria, Subrahmanya T. M., Owen Setiawan, Januar Widakdo, Yu-Hsuan Chiao, Wei-Song Hung, Chih-Feng Wang, Chien-Chieh Hu, Kueir-Rarn Lee, Juin-Yih Lai, A review on the recent advancements in graphene-based membranes and their applications as stimuli-responsive separation materials, *Journal of Materials Chemistry A*, 2021, **9**, 21510-21531
  38. K. Nakagawa, M. Kunitatsu, K. Yasui, T. Yoshioka, T. Shintani, E. Kamio, K-L. Tung, S. C. E. Tsang, H. Matsuyama, Laminar HNb<sub>3</sub>O<sub>8</sub>-based membranes supported on anodic aluminum oxide with enhanced anti-swelling property for organic solvent nanofiltration, *Journal of Membrane Science*, 2021, **640**, 119799
  39. Zhe Yang, Longting Li, Chi Jiang, Na Zhao, Shenghao Zhang, Yaoli Guo, Yi Chen, Shuangmei Xue, Chenhao Ji, Shuzhen Zhao, Ralph Rolly Gonzales, Hideto Matsuyama, Jianzhong Xia, Q. Jason Niu, Tailored thin film nanocomposite membrane incorporated with Noria for simultaneously overcoming the permeability-selectivity trade-off and the membrane fouling in nanofiltration process, *Journal of Membrane Science*, 2021, **640**, 119863
  40. S.Y. Wang, R.R. Gonzales, P. Zhang, T. Istirokhatun, R. Takagi, A. Motoyama, L.-F. Fang, H. Matsuyama, Surface

- charge control of poly(methyl methacrylate-co-dimethyl aminoethyl methacrylate)-based membrane for improved fouling resistance, *Separation and Purification Technology*, 2021, **279**, 119778
41. Chen Wang, Myoung Jun Park, Dong Han Seo, Sherub Phuntsho, Ralph Rolly Gonzales, Hideto Matsuyama, Enrico Drioli, Ho Kyong Shon, Inkjet printed polyelectrolyte multilayer membrane using a polyketone support for organic solvent nanofiltration, *Journal of Membrane Science*, 2022, **642**, 119943
  42. Qiangqiang Song, Junyong Zhu, Xinpu Niu, Jing Wang, Guanying Dong, Meixia Shan, Bing Zhang, Hideto Matsuyama, Yatao Zhang, Interfacial assembly of micro/nanoscale nanotube/silica achieves superhydrophobic melamine sponge for water/oil separation, *Separation and Purification Technology*, 2022, **280**, 119920
  43. Y. Jia, K. Guan, P. Zhang, Q. Shen, T. Istirokhatun, Y. Lin, H. Matsuyama, Nanostructural manipulation of polyphenol coatings for superwetting membrane surfaces, *ACS Sustainable Chemistry & Engineering*, 2021, **9**, 14525–14536
  44. Nasrul Arahman, Cut Meurah Rosnelly, Y. Yusni, Afrillia Fahrina, Silmina Silmina, Aulia Chintia Ambarita, Muhammad Roil Bilad, Poernomo Gunawan, Saeid Rajabzadeh, Ryosuke Takagi, Hideto Matsuyama, Muhammad Aziz, Ultrafiltration of  $\alpha$ -lactalbumin Protein: Acquaintance of the Filtration Performance by Membrane Structure and Surface Alteration, *Polymers*, 2021, **13**, 3632
  45. Qiangqiang Song, Yuqing Lin, Takafumi Ueda, Titik Istirokhatun, Qin Shen, Kecheng Guan, Tomohisa Yoshioka, Hideto Matsuyama, Mechanism Insights into The Role of Support Mineralization Layer toward Ultrathin Polyamide Nanofilm for Ultrafast Molecular Separation, *Journal of Materials Chemistry A*, 2021, **9**, 26159-26171
  46. Azadeh Nazif, Hamed Karkhanechi, Ehsan Saljoughi, Seyed Mahmoud Mousavi, Hideto Matsuyama, Effective parameters on fabrication and modification of structure and performance of braid hollow fiber membranes: A review, *Membranes*, 2021, **11**, 884
  47. Wenzhong Ma, Xinlei Dai, Pei Qiu, Hanwen Ye, Jing Zhong, Hideto Matsuyama, A Cross-Linking Modification toward a High-Performance Polyimide Nanofiltration Membrane for Efficient Desalination, *ACS ES&T Water*, 2021, **1**, 2485–2496
  48. Titik Istirokhatun, Yuqing Lin, Qin Shen, Kecheng Guan, Shengyao Wang, Hideto Matsuyama, Ag-based Nanocapsule-regulated Interfacial Polymerization Enables Synchronous Nanostructure towards High-performance Nanofiltration Membrane for Sustainable Water Remediation, *Journal of Membrane Science*, 2022, **645**, 120196
  49. Ralph Rolly Gonzales, Noriaki Kato, Hiroki Awaji, Hideto Matsuyama, Development of polydimethylsiloxane composite membrane for organic solvent separation, *Separation and Purification Technology*, 2022, **285**, 120369
  50. Zhiwei Zhou, Yan Jin, Kecheng Guan, Hideto Matsuyama, Yuqing Lin, Jianguo Yu, Removal of heat-stable salts from lean amine solution using bipor membrane electrodialysis, *Journal of Membrane Science*, 2022, **645**, 120213
  51. Qin Shen, Yuqing Lin, Takafumi Ueda, Pengfei Zhang, Yuandong Jia, Titik Istirokhatun, Qiangqiang Song, Tomohisa Yoshioka, Kecheng Guan, Hideto Matsuyama, The Underlying Mechanism Insights into Support Polydopamine Decoration toward Ultrathin Polyamide Membranes for High-performance Reverse Osmosis, *Journal of Membrane Science*, 2022, **646**, 120269
  52. Wataru Kushida, Ralph Rolly Gonzales, Takuji Shintani, Atsushi Matsuoka, Keizo Nakagawa, Tomohisa Yoshioka, Hideto Matsuyama, Organic solvent mixture separation using fluorine-incorporated thin film composite reverse osmosis membrane, *Journal of Materials Chemistry A*, 2022, **10**, 4146-4156
  53. Tijjani El-badawy, Mohd Hafiz Dzarfan Othman, Mohd Ridhwan Adama, Roziana Kamaludin, A.F. Ismail, Mukhlis A. Rahman, Juhana Jaafar, Saeid Rajabzadeh, Hideto Matsuyama, Jamilu Usman, Tonni Agustiono Kurniawan, Yusuf O. Raji, Stanley C. Mamah, Huda Abdullah, Braid-reinforced PVDF Hollow Fiber Membranes for High-efficiency Separation of Oily Wastewater, *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 2022, **10**, 107258
  54. Omid Bakhtiyari, Maryam Ahmadzadeh Tofighy, Saeid Rajabzadeh, Seyedeh-Soghra Hossaini-Zahed, Samaneh Khanlari, Soheil Hadadpour, Hideto Matsuyama, Toraj Mohammadi, Evaluation of Process Condition on Metal Ions Removal from Water Using Goethite Incorporated Nanocomposite Ultrafiltration Adsorptive Membranes, *Water Science and Technology*, 2022, **85**, 1053–1064
  55. Yuki Suga, Ryosuke Takagi, Hideto Matsuyama, Effect of hollow fiber membrane properties and operating conditions on preventing scale precipitation in seawater desalination with vacuum membrane distillation, *Desalination*, 2022, **527**, 115578
  56. Hossein Jalaei Salmani, Hamed Karkhanechi, Sungil Jeon, Hideto Matsuyama, Calculating osmotic pressure of

- liquid mixtures by association theory for sustainable separating of solvents by membrane processes, *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*, 2022, **109**, 137-146
57. Mohammad Kahrizi, Ralph Rolly Gonzales, Lingxue Kong, Hideto Matsuyama, Peng Lu, Jiuyang Lin, Shuaifei Zhao, Significant roles of substrate properties in forward osmosis membrane performance: A review, *Desalination*, 2022, **528**, 115615
  58. Kyohei Umakoshi, Ralph Rolly Gonzales, Noriaki Kato, Pengfei Zhang, Takahiro Ono, Hideto Matsuyama, Effect of polymer-solvent compatibility on polyamide hollow fiber membranes prepared via thermally induced phase separation, *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, 2022, **642**, 128704
  59. X. Yao, R. R. Gonzales, Y. Sasaki, Y. Lin, Q. Shen, P. Zhang, T. Shintani, K. Nakagawa, H. Matsuyama, Surface modification of FO membrane for improving ammoniacal nitrogen ( $\text{NH}_4^+\text{-N}$ ) rejection: Investigating the factors influencing  $\text{NH}_4^+\text{-N}$  rejection, *Journal of Membrane Science*, 2022, **650**, 120429
  60. Micah Belle Marie Yap Ang, Yi-Ling Wu, Min-Yi Chu, Ping-Han Wu, Yu-Hsuan Chiao, Jeremiah C. Millare, Shu-Hsien Huang, Hui-An Tsai, Kueir-Rarn Lee, Nanofiltration Membranes Formed through Interfacial Polymerization Involving Cycloalkane Amine Monomer and Trimesoyl Chloride Showing Some Tolerance to Chlorine during Dye Desalination, *Membranes*, 2022, **12**, 333
  61. Juhana Jaafar, Hadi Nugraha Cipta Dharma, Nurul Widiastuti, Hideto Matsuyama, Saeid Rajabzadeh, Mohd. Hafiz Dzarfani Othman, Mukhlis A Rahman, Nurul Natasha Mohammad Jafri, Nuor Sariyan Suhaimin, Atikah Mohd Nasir, A review of titanium dioxide ( $\text{TiO}_2$ ) based photocatalyst for oilfield produced water treatment, *Membranes*, 2022, **12**, 345
  62. Jiadi Ying, Yuqing Lin, Yiren Zhang, Yan Jin, Xin Li, Qianhong She, Hideto Matsuyama, Jianguo Yu, Mechanistic Insights into the Degradation of Ion Exchange Membrane towards Long-term Application of Real Salt Lake Brines, *Journal of Membrane Science*, 2022, **652**, 120446
  63. Azadeh Nazif, Hamed Karkhanechi, Ehsan Saljoughi, Seyed Mahmoud Mousavi, Hideto Matsuyama, Recent progress in membrane development, affecting parameters, and applications of reverse electrodialysis: a review, *Journal of Water Process Engineering*, 2022, **47**, 102706

## (2) 学会発表

### ○ 国際会議発表論文

1. Onishi, H. An ATR-IR Scheme for Operando Characterization of Semiconductor Photocatalysts, International Iwasawa Conference 2022, on-line, 03月11日, 2022. 【INVITED LECTURE】
2. Kosaka, T.; Teduka, Y.; Ogura, T.; Zhou, Y.; Takahashi, Y.; Hisatomi, T.; Nishiyama, H.; Domen, K.; Onishi, H. Time-Resolved Detection of Oxygen Released in Overall Water Splitting Reaction over  $\text{SrTiO}_3$  Photocatalysts, The International Chemical Congress of Pacific Basin Societies 2020 (Pacifichem2020), Honolulu, USA, 12月16-21日, 2021.
3. Kosaka, T.; Ando, T.; Takahashi, Y.; Hisatomi, T.; Nishiyama, H.; Domen, K.; Onishi, H. Scanning Electrochemical Microscopy for Operand Detection of  $\text{O}_2$  Released on a  $\text{SrTiO}_3$  Photocatalyst Excited under Water, 29th International Colloquium on Scanning Probe Microscopy (ICSPM29), on-line, 12月09-10日, 2021.
4. Kosaka, T.; Zhou, Y.; Hisatomi, T.; Nishiyama, H.; Domen, K.; Takahashi, Y.; Onishi, H. Microelectrode-Based Transient Amperometry of  $\text{O}_2$  Evolution on a  $\text{SrTiO}_3$  Photocatalyst Excited under Water, International Symposium on Surface Science (ISSS-9), online, 11月28日-12月02日, 2021.
5. Onishi, H. Metal Cation Doping to Perovskite-Structured Compounds for Artificial Photosynthesis, The 1st Japan-China Symposium on Catalysis (1st JCSC), on-line, 09月10-12日, 2021.
6. I. Ihara, A. Komatsu, G. Yoshida, K. Umetsu, J.K. Schueller, H. Yamaguchi, Energy-Saving Effect on the Cleaning of Milk Deposits from Inner Surface of Stainless Steel Tubing by Magnetic Abrasive Finishing, The 12th International Forum on Magnetic Force Control, Online, 29-30 October, 2021
7. Hideto MATSUYAMA, Membrane Separation and Purification Technology, Shiny Chem.Honorary Lectureships, National Taiwan University, online, 24 June 2021 【INVITED LECTURE】
8. Hideto MATSUYAMA, Membrane Technology for  $\text{CO}_2$  Separation in Membrane Center in Kobe University, The 3rd Japan-China Forum on Clean Energy, Qingdao Institute of Bioenergy and Bioprocess Technology, online, 27

## September 2021 【INVITED LECTURE】

9. Hideto MATSUYAMA, Researches on multifunctional thin-film nanofiltration membranes in Kobe University Membrane Center, The 5th International Conference on Desalination using Membrane Technology (MEMDES2021), online, 14-17 November 2021 【INVITED LECTURE】
10. Ralph Rolly Gonzales, Li Jing, Hideto Matsuyama, Tris(2-aminoethyl) amine-modified thin film composite forward osmosis membranes for enhanced ammonium concentration and recovery, The 5th International Conference on Desalination using Membrane Technology (MEMDES2021), online, 14-17 November 2021
11. Kecheng Guan, Hideto Matsuyama, Multilayered graphene oxide membranes with confined nanochannels for ion exclusion, The 5th International Conference on Desalination using Membrane Technology (MEMDES2021), online, 14-17 November 2021
12. Hideto Matsuyama, Advanced Membranes and Membrane Processes for Global Separations Challenges, The 2021 International Chemical Congress of Pacific Basin Societies (Pacifichem 2021), online, 16-21 December 2021 【Session Chair】

## ○ 国内会議発表論文

1. 細川大地, 高坂拓夢, 安藤智洋, 高橋康史, 大西洋, タンタル酸ナトリウム光触媒による水全分解反応生成物の時間分解検出, 第129回触媒討論会, オンライン, 03月30日, 2022.
2. 松井恭平, 大西洋, アルミニウムをドーピングしたチタン酸ストロンチウム光触媒の単結晶モデル構築, 第129回触媒討論会, オンライン, 03月30日, 2022.
3. 付哲斌, 大西洋, 全反射赤外分光で水中観測した酸化チタン光触媒の電子励起状態, 第129回触媒討論会, オンライン, 03月30日, 2022.
4. 大西洋, 高坂拓夢, 高橋康史, 久富隆史, 堂免一成, 水の完全分解で生成する溶存酸素のマイクロ電極による時間分解検出, 第129回触媒討論会, 京都/ハイブリッド, 03月28-29日, 2022.
5. 平井琢也, 長坂将成, 一國伸之, 大西洋, タンタル酸ナトリウム光触媒の軟X線吸収分光: 紫外光励起による酸素K吸収端の変化, 日本化学会第102春季年会, オンライン, 03月23-26日, 2022.
6. 橘田晃宜, 大西洋, タンタル酸カリウム単結晶基板上でのタンタル酸ナトリウムの配向成長, 第69回応用物理学会春季学術講演会, オンライン, 03月22-26日, 2022.
7. 大西洋, 半導体光触媒による水の全分解反応: マイクロ電極による生成酸素の時間分解検出, 電気化学会第89回大会, オンライン, 03月15-17日, 2022. 【特別講演】
8. 大西洋, 半導体光触媒のオペランド計測: 赤外分光とマイクロ電気化学, 触媒学会西日本支部キャラクター化講習会, 熊本大学, 01月11日, 2022. 【招待講演】
9. 細川大地, 高坂拓夢, 周縁殊, 高橋康史, 大西洋, タンタル酸ナトリウム光触媒から生成する酸素の水中時間分解検出, 第128回触媒討論会, オンライン, 09月15-17日, 2021.
10. 付哲斌, 平井琢也, 大西洋, 全反射赤外分光で観測した水中タンタル酸アルカリ光触媒の長寿命電子励起状態, 第128回触媒討論会, オンライン, 09月15-17日, 2021.
11. 大西洋, チタン酸ストロンチウム光触媒による水分解反応: マイクロ電極を用いた溶存酸素濃度変化の時間分解計測, 日本セラミックス協会第34回秋季シンポジウム, オンライン, 09月01-03日, 2021. 【招待講演】
12. 檜原優貴, Fetra J. Andriamanohiarisoamanana, 吉田弦, 井原一高, 梅津一孝, 電気化学凝集による家畜糞尿液分からの抗生物質の除去と磁気分離への応用, 第24回日本水環境学会シンポジウム, 2021年9月14-15日.
13. 森川聡太, 砂原翔, Fetra J. Andriamanohiarisoamanana, 吉田弦, 井原一高, 弓削太郎, 梅津一孝, 6次産業型小規模酪農場における液体バイオマスを用いた小型メタン発酵装置の実証試験, 第79回農業食料工学会年次大会, 2021年9月14-15日.
14. 原晃大, 林裕大, 吉田弦, Fetra J. Andriamanohiarisoamanana, 井原一高, 二相式 AnMBR-UASB シス

テムによる食品廃棄物の高速バイオガス化技術の開発－UASB 法による嫌気性膜ろ過液のメタン発酵－，第 79 回農業食料工学会年次大会，2021 年 9 月 14-15 日．

15. 砂原 翔, Fetra J. Andriamanohiarisoamanana, 吉田 弦, 井原 一高, 弓削 太郎, 梅津 一孝, 小型メタン発酵装置からの少量バイオガスを用いた熱エネルギー利用システムの実証試験, 第 79 回農業食料工学会年次大会, 2021 年 9 月 14-15 日．
16. 稲垣 恵太, 吉田 弦, Fetra J. Andriamanohiarisoamanana, 井原 一高, 嫌気性 MBR 廃液を利用した微細藻類培養技術の開発, 第 79 回農業食料工学会年次大会, 2021 年 9 月 14-15 日．
17. 高島 佐代子, 井原 一高, 吉田 弦, John Schueller, 山口ひとみ, 梅津 一孝, 表面平滑化ステンレスパイプによる乳成分洗浄プロセスの消費エネルギー低減, 第 79 回農業食料工学会年次大会, 2021 年 9 月 14-15 日．
18. You Jingyi, Gen Yoshida, Fetra J. Andriamanohiarisoamanana, Ikko Ihara, Kazuya Shimizu, Hideaki Maseda, Kazutaka Umetsu, Survival of Antibiotic Resistant Bacteria during Mesophilic Anaerobic Digestion with Cefazolin-Spiked Dairy Cow Manure, 2021 年度農業施設学会大会, 2021 年 9 月 21-22 日．
19. 林裕大, 吉田弦, Fetra J. Andriamanohiarisoamanana, 井原一高, AnMBR と UASB による食品廃棄物の二相式水素メタン発酵, 2021 年度農業施設学会大会, 2021 年 9 月 21-22 日．
20. 高島佐代子, 井原一高, 吉田弦, John Schueller, 梅津一孝, 山口ひとみ, 牛乳汚れの洗浄プロセスにおける消費エネルギーの低減－表面平滑化の影響－, 2021 年度農業施設学会大会, 2021 年 9 月 21-22 日．
21. J.Y. You, I. Ihara, G. Yoshida, F. Andriamanohiarisoamanana, K. Shimizu, H. Maseda, K. Umetsu, Effect of Cefazolin on the Survival of Antibiotic Resistant Bacteria during the Batch Mesophilic Anaerobic Digestion of Dairy Cow Manure, The 13th Japan-China-Korea International Postgraduate Academic Symposium (Online Conference), September 24-25, 2021.
22. H.B. Chen, F.J. Andriamanohiarisoamanana, G. Yoshida, I. Ihara, Decolorization and nutrient recovery from digestate from coffee waste fed bioreactor: Application of membrane filtration and electrochemical process, The 13th Japan-China-Korea International Postgraduate Academic Symposium (Online Conference), September 24-25, 2021.
23. 森川聡太, 砂原翔, Fetra J. Andriamanohiarisoamanana, 吉田弦, 井原一高, 弓削太郎, 梅津一孝, 酪農場における小型メタン発酵装置の現地試験：発酵槽温度がバイオガス生成に与える影響, 2022 年農業施設学会 学生・若手研究発表会, 2022 年 2 月 19 日．
24. 檜原優貴, Fetra J. Andriamanohiarisoamanana, 吉田弦, 井原一高, 梅津一孝, 家畜糞尿液分に含有する抗生物質の磁気分離－電気化学磁気シーディングにおける溶液 pH の影響－, 2022 年農業施設学会 学生・若手研究発表会, 2022 年 2 月 19 日．
25. You Jingyi, Ihara Ikko, Yoshida Gen, Fetra J Andriamanohiarisoamanana, Shimizu Kazuya, Maseda Hideaki, Umetsu Kazutaka, Effect of anaerobic digestion phase on the survival of antibiotic-resistant bacteria during the batch mesophilic anaerobic digestion with cefazolin-spiked dairy cow manure, 2022 年農業施設学会 学生・若手研究発表会, 2022 年 2 月 19 日．
26. 辻壮一朗, 吉田弦, Fetra J. Andriamanohiarisoamanana, 井原一高, 窒素資源循環のための高濃度アンモニア対応型嫌気性 MBR のスタートアップ, 関西農業食料工学会 第 147 回例会, 2022 年 3 月 3 日．
27. 池田文仁, 森川聡太, 吉田弦, 井原一高, 液体畜産バイオマスの循環利用のための嫌気性膜分離リアクタの開発－固液分離によるメタン発酵の高速化－, 関西農業食料工学会 第 147 回例会, 2022 年 3 月 3 日．
28. 江村寛, 吉田弦, 井原一高, リスク物質処理のための磁気フィルタによる分離・回収プロセスの検討, 関西農業食料工学会 第 147 回例会, 2022 年 3 月 3 日．
29. 野村匠, 陳海博, Fetra J. Andriamanohiarisoamanana, 吉田弦, 井原一高, 梅津一孝, 不溶性アノードを用いた廃棄乳に含有する動物用抗菌剤の分解, 関西農業食料工学会 第 147 回例会, 2022 年 3 月 3 日．
30. 藤井真穂, 高島佐代子, 吉田弦, 井原一高, 梅津一孝, John Schueller, 山口ひとみ, ナノスケール表面を活用した乳タンパク質洗浄プロセスにおける CO<sub>2</sub> 排出削減, 関西農業食料工学会 第 147 回例会, 2022 年 3 月 3 日．

31. 鈴木崇矢, Fetra J. Andriamanohiarisoamanana, 吉田弦, 井原一高, 梅津一孝, 電気化学凝集による乳牛糞尿液分からのテトラサイクリン系抗生物質の分離除去, 関西農業食料工学会 第 147 回例会, 2022 年 3 月 3 日.
32. 川井拓真, 吉田弦, 井原一高, 浅岡聡, 貧栄養海域の肥沃化のための消化液ペレット開発に向けた基礎的検討, 関西農業食料工学会 第 147 回例会, 2022 年 3 月 3 日.
33. 松山秀人, ~Direct Air Capture(DAC)を含めた~膜による CO<sub>2</sub> 分離回収の研究開発動向と展望, 株式会社技術情報センター, オンライン, 2021 年 4 月 28 日【招待講演】
34. Titik Istirokhatun, Yuqing Lin, and Hideto Matsuyama, Engineering of Multifunctional Thin-Film Nanofiltration Membrane Incorporated AgMOF for High Desalination Performance, Antifouling and Antibacterial Properties, 日本膜学会第 43 年会, オンライン, 2021 年 6 月 4 日-5 日
35. Ralph Rolly GONZALES, Lei ZHANG, Hideto MATSUYAMA, In situ engineering of an ultrathin polyamphoteric layer on polyketone-based thin film composite forward osmosis membrane for comprehensive anti-fouling performance, 日本膜学会第 43 年会, オンライン, 2021 年 6 月 4 日-5 日
36. Kecheng Guan, Hideto MATSUYAMA, Chemically converted graphene membrane with ion-exclusion nanochannels, 日本膜学会第 43 年会, オンライン, 2021 年 6 月 4 日-5 日
37. Yuqing LIN, Xuesong Yao, Qin Shen, Yuki Kawabata, Tomohisa Yoshioka, and Hideto Matsuyama, Development of highly-efficient nanofiltration via zwitterionic copolymer incorporation, 日本膜学会第 43 年会, オンライン, 2021 年 6 月 4 日-5 日
38. 坂田悠輔, 新谷卓司, 中川敬三, 佐々木雄史, 松岡 淳, 谷 弘志, 安原主馬, 松山秀人, 吉岡朋久, RO 膜表面への抗菌性分子修飾によるバイオフィウリング制御, 日本膜学会第 43 年会, オンライン, 2021 年 6 月 4 日-5 日
39. 新谷卓司, 膜分離を利用した産業廃水からのアンモニア回収・再利用, 第 24 回日本水環境学会シンポジウム, オンライン, 2021 年 9 月 14 日-15 日【招待講演】
40. Kecheng GUAN, Yuandong JIA, Hideto MATSUYAMA, Superwetting polyketone membranes for oil/water separation, 化学工学会第 52 回秋季大会, 岡山大学津島キャンパス/オンライン開催, 2021 年 9 月 22 日-24 日
41. Pengfei Zhang, Saeid Rajabzadeh, Hideto Matsuyama, One-step entrapment of amphiphilic copolymer on the outer surface of PVDF hollow fiber membrane via TIPS process using triple-orifice spinneret, 化学工学会第 52 回秋季大会, 岡山大学津島キャンパス/オンライン開催, 2021 年 9 月 22 日-24 日
42. Qin Shen, Yuqing Lin, Hideto Matsuyama, Development of ultrathin polyamide nanofilm with enhanced inner-pore interconnectivity via graphene quantum dots-assembly intercalation for high-performance organic solvent nanofiltration, 化学工学会第 52 回秋季大会, 岡山大学津島キャンパス/オンライン開催, 2021 年 9 月 22 日-24 日
43. YAO Xuesong, Yuji SASAKI, Takuji SHINTANI, Keizo NAKAGAWA, Hideto MATSUYAMA, Investigation of the effect of functional groups on FO membrane surface for ammonium selectivity, 化学工学会第 52 回秋季大会, 岡山大学津島キャンパス/オンライン開催, 2021 年 9 月 22 日-24 日
44. Titik Istirokhatun, Yuqing Lin, Hideto Matsuyama, Multifunctional Thin-Film Nanofiltration Membrane Incorporated AgMOF for High Desalination Performance, Antifouling and Antibacterial Properties, 化学工学会第 52 回秋季大会, 岡山大学津島キャンパス/オンライン開催, 2021 年 9 月 22 日-24 日
45. 福島雅之, 弓矢健一郎, 稲田飛鳥, 松岡 淳, 神尾英治, 松山秀人, 分岐型オリゴマーの分子量と親/疎水性が正浸透プロセスの溶質漏洩性に及ぼす影響, 化学工学会第 52 回秋季大会, 岡山大学津島キャンパス/オンライン開催, 2021 年 9 月 22 日-24 日
46. Song Qiangqiang, Yuqing Lin, Qin Shen, Takafumi Ueda, Tomohisa Yoshioka, Hideto Matsuyama, In-situ ultrafine mineralization engineer inter-mediated nano filtration membrane, 化学工学会第 52 回秋季大会, 岡山大学津島キャンパス/オンライン開催, 2021 年 9 月 22 日-24 日
47. 元山愛梨, 松岡 淳, 神尾英治, 松山秀人, UCST 型温度応答性イオン液体の化学構造が相転移挙動に及ぼす影響, 化学工学会第 52 回秋季大会, 岡山大学津島キャンパス/オンライン開催, 2021 年 9 月 22 日-24 日

48. 串田 航, 新谷卓司, 中川敬三, 佐々木雄史, 松岡 淳, 神尾英治, 松山秀人, 新規フッ素含有ポリアミド膜の作製と有機溶剤混合系の分離における特性評価, 化学工学会第 52 回秋季大会, 岡山大学津島キャンパス/オンライン開催, 2021 年 9 月 22 日-24 日
49. Ralph Rolly GONZALES, Sheng-Yao WANG, Li-Feng FANG, Hideto MATSUYAMA, Surface charge control of poly(methyl methacrylate-co-dimethyl aminoethyl methacrylate)-based membrane for improved fouling resistance, 化学工学会第 52 回秋季大会, 岡山大学津島キャンパス/オンライン開催, 2021 年 9 月 22 日-24 日
50. 三宅岳文, 佐々木雄史, 松岡 淳, 新谷卓司, 中川敬三, 松山秀人, 吉岡朋久,  $\text{NH}_4^+$ 濃縮を可能とする正浸透膜の表面改質および性能評価, 化学工学会第 52 回秋季大会, 岡山大学津島キャンパス/オンライン開催, 2021 年 9 月 22 日-24 日
51. 坂田悠輔, 新谷卓司, 中川敬三, 佐々木雄史, 松岡 淳, 谷 弘志, 安原主馬, 松山秀人, 吉岡朋久, 抗菌性分子修飾による逆浸透(RO)膜のバイオフィウリング抑制, 化学工学会第 52 回秋季大会, 岡山大学津島キャンパス/オンライン開催, 2021 年 9 月 22 日-24 日
52. Yuandong Jia, Kecheng Guan, Hideto MATSUYAMA, Nanostructural manipulation of polyphenol coatings for superwetting membrane surfaces, 膜シンポジウム 2021, オンライン, 2021 年 11 月 16 日-17 日
53. 福島雅之, 松岡淳, 弓矢健一郎, 稲田飛鳥, 神尾英治, 松山秀人, 分子量分布を考慮した分岐型オリゴマーの正浸透膜からの漏洩性評価, 膜シンポジウム 2021, オンライン, 2021 年 11 月 16 日-17 日
54. Ralph Rolly GONZALES, Kecheng Guan, Lei Zhang, Yuji Sasaki, Hideto Matsuyama, Modification of aliphatic polyketone membrane substrates for thin film composite membranes for engineered osmosis, 膜シンポジウム 2021, オンライン, 2021 年 11 月 16 日-17 日
55. Kecheng GUAN, Yuandong JIA, Hideto MATSUYAMA, Microstructured coating for superwetting membrane surfaces, 膜シンポジウム 2021, オンライン, 2021 年 11 月 16 日-17 日
56. Titik Istirokhatun, Yuqing Lin, Hideto Matsuyama, Surface Silicification on Polyamide Layer of Thin Film Composite Membrane for Enhancing Antifouling and Separation Property of Nanofiltration, 膜シンポジウム 2021, オンライン, 2021 年 11 月 16 日-17 日
57. Qin Shen, Yuqing Lin, Hideto Matsuyama, Graphene quantum dots (GQD) engineered the polyamide nanofilms for highly-permeable organic solvent nanofiltration (OSN), 膜シンポジウム 2021, オンライン, 2021 年 11 月 16 日-17 日
58. Pengfei Zhang, Rajabzadeh SAEID, Hideto MATSUYAMA, Efficient strategy for enhancement of PVDF hollow fiber membranes anti-fouling and anti-bacterial properties, 膜シンポジウム 2021, オンライン, 2021 年 11 月 16 日-17 日
59. Song Qiangqiang, Yuqing Lin, Hideto Matsuyama, Mechanism Insights into the Role of Support Mineralization Layer toward Ultrathin Polyamide Nanofilm for Ultrafast Molecular Separation, 膜シンポジウム 2021, オンライン, 2021 年 11 月 16 日-17 日
60. 串田 航, 新谷卓司, 中川敬三, 松岡淳, 佐々木雄史, 神尾英治, 松山秀人, フッ素含有モノマーを用いた新規ポリアミド膜の開発と混合有機溶剤分離への応用, 膜シンポジウム 2021, オンライン, 2021 年 11 月 16 日-17 日
61. 松山秀人, 神戸大学先端膜工学研究センターの取り組み, 2021 年度 第 3 回学術交流会, 賢材研究会, 神戸大学工学研究科, 2021 年 11 月 25 日【招待講演】
62. 松山秀人, 神戸大学先端膜工学研究センターにおける膜工学研究紹介, 先端技術を支える単位操作シリーズ 膜材料・膜分離の最前線, 化学工学会関西支部, オンライン, 2021 年 11 月 29 日【招待講演】
63. 小田悠介, 新谷卓司, 松岡 淳, 中川敬三, 神尾英治, 松山秀人, フッ素含有ポリマーのコーティングによる複合膜の作製とナノろ過分離, 化学工学会第 87 年会, 神戸大学/オンライン開催, 2022 年 3 月 16 日-18 日
64. Li Jing, Ralph Rolly Gonzales, Hideto Matsuyama, Forward osmosis thin film composite membrane surface modification using tris(2-aminoethyl)amine for enhanced ammonium recovery, 化学工学会第 87 年会, 神戸大学/オンライン開催, 2022 年 3 月 16 日-18 日
65. Pengfei ZHANG, Rajabzadeh SAEID, Hideto MATSUYAMA, Novel method to immobilize zwitterionic

materials onto PVDF hollow fiber membrane surface, 化学工学会第 87 年会, 神戸大学/オンライン開催, 2022 年 3 月 16 日-18 日

66. Yuandong Jia, Kecheng Guan, Hideto MATSUYAMA, Construction polyphenol microstructure coatings for oil-in-water emulsion separation, 化学工学会第 87 年会, 神戸大学/オンライン開催, 2022 年 3 月 16 日-18 日
67. Li Zhan, Pengfei Zhang, Kecheng Guan, Tomohisa Yoshioka, Hideto Matsuyama, Water Flux Enhancement of PVDF Membrane by a Facile Coating Method for Vacuum Membrane Distillation, 化学工学会第 87 年会, 神戸大学/オンライン開催, 2022 年 3 月 16 日-18 日
68. Istirokhatun Titik, Lin Yuqing, Matsuyama Hideto, High performance polyamide nanofiltration membranes enabled by Ag-based nanocapsule-regulated interfacial polymerization process, 化学工学会第 87 年会, 神戸大学/オンライン開催, 2022 年 3 月 16 日-18 日
69. Shen Qin, Lin Yuqing, Matsuyama Hideto, Graphene quantum dots engineered thin-film nanocomposite membrane for high-performance organic solvent nanofiltration, 化学工学会第 87 年会, 神戸大学/オンライン開催, 2022 年 3 月 16 日-18 日
70. Song Qiangqiang, Matsuyama Hideto, Zwitterionic copolymer interlayer regulated nanofiltration membrane, 化学工学会第 87 年会, 神戸大学/オンライン開催, 2022 年 3 月 16 日-18 日

### (3) 著書

1. 大西洋 (分担執筆), 走査型プローブ顕微鏡 (STM, AFM), 固体表面キャラクタリゼーション 機能性材料・ナノマテリアルのためのスペクトロスコピー, 山下弘巳, 吉田寿雄, 田中庸裕編, 講談社 (2022).
2. 井原一高 (分担執筆), バイオエネルギー再燃, 地域分散バイオマスのための小型メタン発酵装置の開発とエネルギー利用, シーエムシー出版, 全 289 頁, pp. 197-201, (2021).
3. 新谷卓司 (分担執筆), 化学技術のフロンティアシリーズ① サーキュラー・バイオエコノミーを支える分離技術, 第 2 部第 4 章 新規分離技術の導入成功事例, 第 2 部第 2 章 2.3.1 有機溶剤分離膜, 学術研究出版 (2022)

## 4. 競争的資金

### (1) 科学研究費補助金

1. 基盤研究 (A) 「半導体光触媒による水の 4 電子酸化反応: 高効率な逐次物質変換のメカニズム」代表: 大西洋 (8,300 千円)
2. 国際共同研究加速基金 (国際共同研究強化(B)) 「人工光合成の学理: タンタル酸ナトリウム光触媒をプラットフォームとする多国間協働」代表: 大西洋 (3,100 千円)
3. 挑戦的研究 (萌芽) 「固体に挟まれた潤滑油分子の並進運動計測: 単一蛍光分子追跡」代表: 大西洋 (1,300 千円)
4. 基盤研究 (A) 「電子スピン分極の三次元映像化で解く多重励起子・電荷分離立体構造の分子運動効果」分担: 大西洋 (500 千円)
5. 基盤研究 (B) 「畜産環境における耐性菌パンデミック防御のための抗菌剤磁気分離と嫌気性消化への展開」代表: 井原一高 (3,700 千円)
6. 基盤研究 (B) 「メタン発酵消化液ペレットを用いた陸—海を繋ぐ新たな貧栄養海域の肥沃化法」分担: 井原一高 (400 千円)
7. 基盤研究 (B) 「環境での耐性菌出現機構に基づいた持続的公衆衛生インフラの実現」分担: 井原一高 (300 千円)
8. 基盤研究 (C) 「面源負荷量推定の一般化手法の開発」代表: 多田明夫 (1,300 千円)
9. 基盤研究 (A) 「革新的な水処理および創エネルギー技術の構築を目指した次世代型正浸透膜法の体系化」代表: 松山秀人 (7,350 千円)

10. 挑戦的研究（萌芽）「化学プロセス革新を実現する驚異的な省エネルギー性を有する有機溶剤超ろ過法の創出」代表：松山秀人（1,629 千円）
11. 基盤研究（B）「病原性微生物を完全に阻止する膜の創出」分担：新谷卓司（1,000 千円）

## （2）共同型協力研究

1. 人工光合成をめざす半導体光触媒の水中での赤外吸収分光（大阪市立大学人工光合成共同研究拠点共同研究） 代表：大西洋（200 千円）
2. 松山秀人 20 件（72,302 千円）
3. 新谷卓司 1 件（830 千円）

## （3）受託研究, 研究助成等

1. 国立研究開発法人科学技術振興機構（ムーンショット型研究開発事業）「産業活動由来の有害な窒素化合物の循環技術創出—プラネタリーバウンダリー問題の解決に向けて」 分担：井原一高（9,261 千円）
2. NEDO ムーンショット型研究開発事業「産業活動由来の希薄な窒素化合物の循環技術創出—プラネタリーバウンダリー問題の解決に向けて」 代表：松山秀人（140,161 千円）
3. NEDO エネルギー・環境新技術先導研究プログラム「窒素資源循環のための膜分離を利用した廃水からのアンモニア高効率分離回収の研究開発」 代表：新谷卓司（10,000 千円）
4. NEDO エネルギー・環境新技術先導研究プログラム「窒素資源循環のための膜分離を利用した廃水からのアンモニア高効率分離回収の研究開発」 分担：佐々木雄史（10,916 千円）
5. NEDO エネルギー・環境新技術先導研究プログラム「排ガス・廃水中希薄有害物質の無害化・利用技術開発」 代表：熊谷和夫（16,600 千円）

## （4）奨学寄附金等

1. 大西 洋 1 件（250 千円）
2. 井原一高 1 件（250 千円）
3. 多田明夫 1 件（250 千円）
4. 松山秀人 2 件（25,756 千円）
5. 佐々木雄史 1 件（250 千円）
6. 学術相談料 新谷卓司 1 件（400 千円）

## 5. 特記事項

### （1）特許権等知的財産

#### ○ 特許(出願)

1. 発明等の名称：造膜溶液とそれを使用した分離膜の製造方法  
出願者：国立大学法人神戸大学，他 1 名  
発明者：松山秀人，ジョン・ソン・イ，他 2 名  
出願日：2021 年 10 月 4 日  
出願番号：特願 2021-163232
2. 発明等の名称：L i p o m y c e s 属酵母を利用した油脂の製造方法  
出願者：国立大学法人神戸大学，他 1 名  
発明者：松山秀人，熊谷和夫，他 2 名  
出願日：2021 年 11 月 12 日

出願番号：特願 2021-184722

3. 発明等の名称：酢酸の回収方法  
出願者：国立大学法人神戸大学，他 1 名  
発明者：松山秀人，他 5 名  
出願日：2021 年 9 月 7 日  
出願番号：PCT/JP2021/032795
4. 発明等の名称：酢酸の回収方法  
出願者：国立大学法人神戸大学，他 1 名  
発明者：松山秀人，他 5 名  
出願日：2021 年 9 月 7 日  
出願番号：PCT/JP2021/032798
5. 発明等の名称：ポリアミド多孔膜及びその製造方法  
出願者：国立大学法人神戸大学，他 1 名  
発明者：松山秀人，他 4 名  
出願日：2021 年 9 月 24 日  
出願番号：PCT/JP2021/035113
6. 発明等の名称：ナノ濾過膜及びその製造方法  
出願者：国立大学法人神戸大学，他 1 名  
発明者：松山秀人，他 4 名  
出願日：2021 年 9 月 24 日  
出願番号：PCT/JP2021/035114
7. 発明等の名称：医療デバイスの結石付着又は石灰化の抑制化剤、結石付着又は石灰化が抑制化された医療デバイス、及び結石付着又は石灰化が抑制化された医療デバイスの製造方法  
出願者：国立大学法人神戸大学  
発明者：重村克巳，松山秀人，熊谷和夫，梁英敏  
出願日：2022 年 2 月 15 日  
出願番号：PCT/JP2022/005850

## ○ 特許(成立)

1. 発明の名称：酸素吸収能を有する液体、その製造方法およびそれを含む錯体溶液  
出願者：国立大学法人神戸大学，シャープ株式会社  
発明者：松山秀人，神尾英治，松岡淳，中西康哲  
登録日：2021 年 4 月 20 日  
登録番号：特許第 6871872 号
2. 発明の名称：選択性透過膜、その製造方法及び水処理方法  
出願者：国立大学法人神戸大学 栗田工業株式会社  
発明者：川勝孝博，藤村侑，松山秀人、佐伯大輔，奥野健太  
登録日：2021 年 9 月 6 日  
登録番号：特許第 6939742 号
3. 発明の名称：選択性透過膜及びその製造方法、該選択性透過膜を用いる水処理方法  
出願者：国立大学法人神戸大学，栗田工業株式会社  
発明者：川勝孝博、松山秀人、佐伯大輔，高井徹  
登録日：2022 年 1 月 18 日  
登録番号：特許第 7011137 号
4. 発明の名称：造膜溶液とそれを使用した分離膜の製造方法  
出願者：国立大学法人神戸大学，株式会社ダイセル  
発明者：松山秀人，ジョン ソンイル，高尾翔太，浜田豊三  
登録日：2022 年 2 月 17 日  
登録番号：特許第 7026344 号

## (2) 受賞

1. 2021 Hot PCCP Article (注目論文) 「Microelectrode-based transient amperometry of O<sub>2</sub> adsorption and desorption on a SrTiO<sub>3</sub> photocatalyst excited under water」 2021 年 9 月 Kosaka, T.; Ando, T.; Hisatomi, T.; Nishiyama, H.; Zhou, Y.; Domen, K.; Takahashi, Y.; Onishi, H., (Award). Physical Chemistry Chemical Physics 2021.
2. 分離プロセス部会ポスター賞  
表彰団体名：化学工学会第 52 回秋季大会  
対象研究テーマ：UCST 型温度応答性イオン液体の化学構造が相転移挙動に及ぼす影響  
受賞者名：元山愛梨, 松岡 淳, 神尾英治, 松山秀人  
受賞年月日：2021 年 9 月 24 日
3. 優秀学生ポスター学生賞  
表彰団体名：日本膜学会 膜シンポジウム 2021  
対象研究テーマ：Efficient strategy for enhancement of PVDF hollow fiber membranes anti-fouling and anti-bacterial properties  
受賞者名：Pengfei Zhang Rajabzadeh SAEID, Hideto MATSUYAMA  
受賞年月日：2021 年 11 月 17 日
4. 優秀学生ポスター学生賞  
表彰団体名：日本膜学会 膜シンポジウム 2021  
対象研究テーマ：フッ素含有モノマーを用いた新規ポリアミド膜の開発と混合有機溶剤分離への応用  
受賞者名：串田航, 新谷卓司, 中川敬三, 松岡淳, 佐々木雄史, 神尾英治, 松山秀人  
受賞年月日：2021 年 11 月 17 日
5. Desalination Editors Award: The 3rd Young Researcher Oral Presentation Award  
表彰団体名：Membrane Desalination 2021 (MEMDES2021)  
対象研究テーマ：Tris(2-aminoethyl) amine-modified thin film composite forward osmosis membranes for enhanced ammonium concentration and recovery  
受賞者名：Ralph Rolly Gonzales  
受賞年月日：2021 年 11 月 17 日
6. 令和 3 年度学長表彰 (財務貢献)  
表彰団体名：神戸大学  
受賞者名：松山 秀人  
受賞年月日：2021 年 10 月 21 日

# 【ガス分離・ガスバリア膜研究部門】

## 1. 構成員

|     |     |      |                 |
|-----|-----|------|-----------------|
| 部門長 | 教 授 | 蔵岡孝治 | (海事科学研究科海事科学専攻) |
|     | 教 授 | 持田智行 | (理学研究科化学専攻)     |
|     | 教 授 | 吉岡朋久 | (先端膜工学研究センター)   |
|     | 准教授 | 市橋祐一 | (工学研究科応用化学専攻)   |
|     | 准教授 | 神尾英治 | (工学研究科応用化学専攻)   |
|     | 助 教 | 谷屋啓太 | (工学研究科応用化学専攻)   |
|     | 助 教 | 松岡 淳 | (工学研究科応用化学専攻)   |

## 2. 研究の概要と今年度の研究成果

ガス分離・ガスバリア膜研究部門では、地球温暖化の原因となっている二酸化炭素の有資源化を目的とした機能性 CO<sub>2</sub> 分離膜の開発から、これらを利用したメンブレンリアクターの開発、分離された CO<sub>2</sub> を利用する種々の反応、および包装分野や電気電子分野で活用されている機能性ガスバリア膜の検討を行っている。

① 機能性 CO<sub>2</sub> 分離膜の開発、② CO<sub>2</sub> リフォーミングプロセスの開発、③ 分離膜機能を付与した触媒の開発、④ 芳香族系有機キレート配位子を用いた TiO<sub>2</sub>-ZrO<sub>2</sub> 複合ガス分離膜の作製と透過特性評価、⑤ 金属錯体を用いた機能性液体・外場応答膜の開発、⑥ 機能性ガスバリア膜の開発の6つの研究テーマについて、基礎から応用まで多様な研究を推進している。

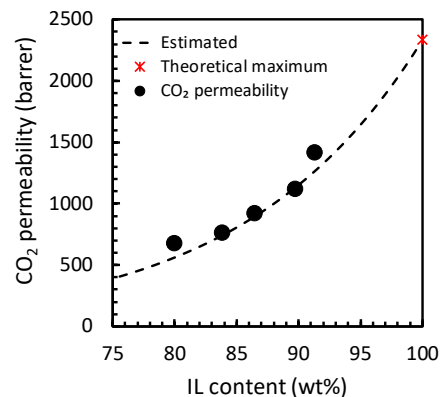
各研究テーマの研究概要と今年度の研究成果は以下の通り。

### ① 機能性 CO<sub>2</sub> 分離膜の開発

CO<sub>2</sub> を選択的に吸収することが可能なイオン液体を含有するゲル薄膜の開発を進めている。無機ネットワークと有機ネットワークから構成される相互侵入網目構造をイオン液体中に形成することで、極めて強度が高く、且つ、80 wt%以上の大量のイオン液体を含有するゲル膜を調製できる。

2021 年度は、イオン液体中で半結晶構造を形成する高分子を1つ目のネットワークとし、イオン液体と高い親和性を有する高分子を2つ目のネットワークとする相互侵入網目構造 (interpenetrating polymer network)

をイオン液体中に形成することによる高強度イオンゲルの開発とその CO<sub>2</sub> 選択透過性能の評価を行った。作製したイオンゲルは、イオン液体含有率が 80 wt%でも約 750 kJ/m<sup>3</sup> の破断エネルギーを有しており、最大 91.3 wt%のイオン液体含有率でもガス透過性能評価に耐えうる機械的強度を保つことを明らかにした。また、その CO<sub>2</sub> 透過速度はイオン液体含有率の増大に伴い指数関数的に増大し、イオン液体含有率 91.3 wt%で



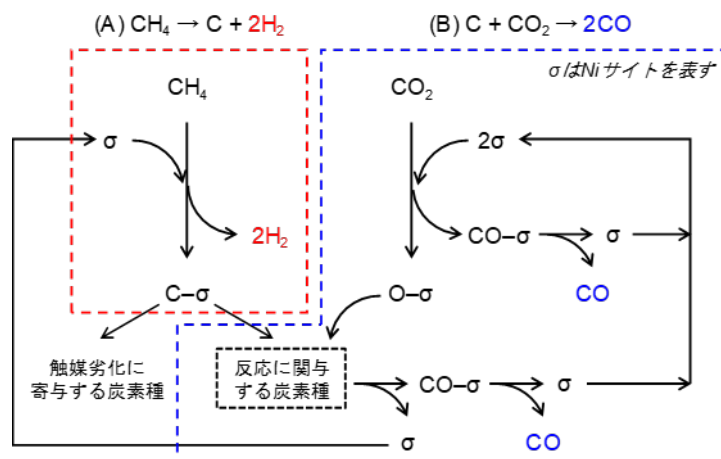
相互侵入網目構造を有する高強度イオンゲル膜の CO<sub>2</sub> 透過係数とイオン液体含有率の関係

は約 1500 barrer の  $\text{CO}_2$  透過係数を有することを明らかにした。一方で、 $\text{CO}_2/\text{N}_2$  選択性は含有するイオン液体の  $\text{CO}_2/\text{N}_2$  溶解選択性と同等であり、作製したイオンゲル膜では約 27 であった。開発したイオンゲルは開放系で作製可能であるため、スピンコーティングやキャスト法などの薄膜形成手法による高性能イオンゲル薄膜の創製が期待できる。

## ② $\text{CO}_2$ リフォーミングプロセスの開発

火力発電所や製鉄所などから発生する高濃度  $\text{CO}_2$  を分離回収しこれを資源として有効利用する  $\text{CO}_2$  リフォーミングを主体とした反応プロセスの開発を行っている。 $\text{CO}_2$  リフォーミングは  $\text{CO}_2$  と天然ガスを反応させて化学原料となる合成ガス ( $\text{CO} + \text{H}_2$ ) を得る反応である。化学的特性を明らかにした触媒開発を行うと共に過渡的な反応条件および操作に関する研究を行うことで高効率な触媒反応プロセスを提案することを目指している。

2021 年度は、炭素蓄積により活性劣化した触媒の再生処理について検討した。この反応は、図に示した(B)の経路が(A)に比べ遅いため、蓄積したコークにより触媒が失活する。これまでに昇温酸化測定 (Temperature Programmed Oxidation、TPO) で明らかにした炭素除去温度を元に、酸化処理条件を様々に変えることで活性回復の程度を評価し、活性回復のために不可欠な操作条件について明らかにした。

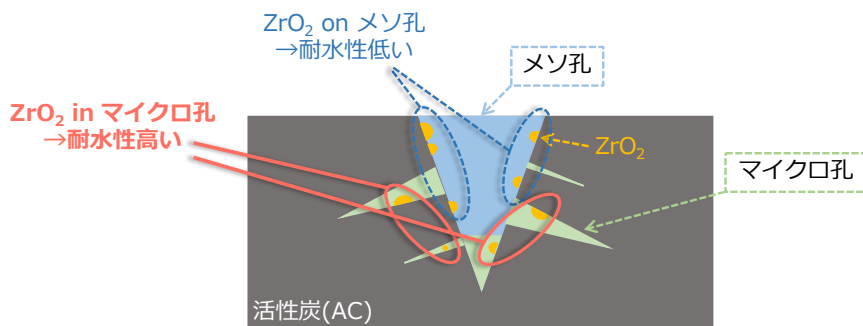


Ni 触媒上でのメタンの  $\text{CO}_2$  リフォーミング反応における想定される反応機構

## ③ 分離膜機能を付与した触媒の開発

分離膜を触媒に導入することで活性点に原料は到達できるが被毒物質は到達できないような触媒の開発を行っている。例えば水は酸点を被毒する物質となるが、反応場での水の分離を行い環境負荷の低減が期待できる水溶媒中での固体触媒反応を目指している。

第 2 級アルコールを水素源としたカルボニル化合物の還元反応 (Meerwein-Ponndorf-Verley 還元、MPV 還元) において、酸・塩基性を効率的に発現するが水に弱い Zr 種を疎水性担体である種々の活性



Zr 担持活性炭触媒における Zr 種の担持イメージ

炭に担持し、耐水性触媒の開発を目指している。これまでに疎水性を示す活性炭では、図のように Zr 種がマイクロ孔内に担持されることで耐水性が発現すると示唆されている。2021 年度は、活性点である Zr 種の多くが規則性多孔体のマイクロ孔内に存在する、金属有機構造体（Metal Organic Frameworks、MOFs）を触媒として耐水性の評価を行った。MOF の配位子構造の変化に伴う、表面性質の違いが耐水性に強く影響することが示唆された。

#### ④ 芳香族系有機キレート配位子を用いた $\text{TiO}_2\text{-ZrO}_2$ 複合ガス分離膜の作製と透過特性評価

膜分離法に用いる膜の中でも無機膜は有機膜等と比較して高い透過性を示し、機械的強度、耐熱性及び耐薬品性に優れるなどの利点がある。本研究ではこの無機膜に有機キレート配位子を導入することにより細孔径を制御し、ガス透過・分離に有効な細孔を増加させる手法に取り組んでいる。有機キレート配位子としては熱に対して安定な芳香族有機キレート配位子（Organic Chelating Ligand, OCL）を用いた（図 1）。

チタンおよびジルコニウムの金属アルコキシドを原料としてとして  $\alpha$ -アルミナ多孔質管上に  $\text{TiO}_2\text{-ZrO}_2\text{-OCL}$  複合ゾルをコーティング・焼成（ゾルーゲル法）することで  $\text{TiO}_2\text{-ZrO}_2$  複合膜は作製される（図 2）。様々なガスの透過性能を測定すると、図 3 に示すように  $\text{TiO}_2\text{-ZrO}_2$  膜と比較して、OCL を配位させた複合膜は分子ふるい性を示すことが確認され、 $\text{TiO}_2\text{-ZrO}_2\text{-MG}$  膜の  $\text{He}/\text{CO}_2$  透過率比は約 40 倍を示した。また、異なる構造を有する有機キレート剤を用いることにより、異なるガス透過性を示すことが確認できた。

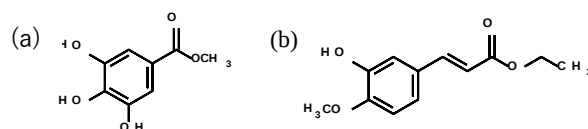


図 1 有機キレート配位子（OCL）

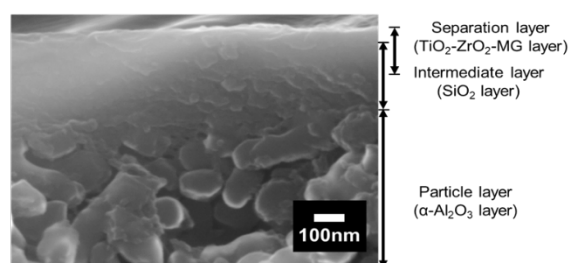


図 2 チタニア-ジルコニア複合膜の電子顕微鏡写

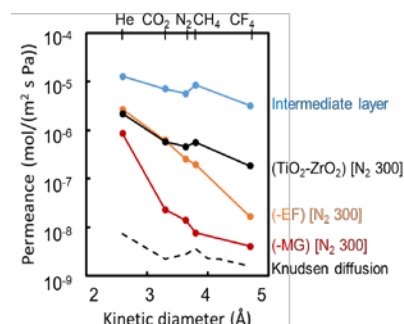


図 3 チタニア-ジルコニア複合膜のガス透過性

#### ⑤ 金属錯体を用いた機能性液体・外場応答膜の開発

金属錯体をカチオンとする機能性イオン液体および機能膜の開発を行っている。これらは金属錯体由来の多彩な機能性を持つソフトマターである。ここでは、これらの物質によるガスや小分子の検知・吸脱着、電子機能性の発現、および機能膜・構造体の形成に関する研究を進めている。

本年度の成果として、第一に、光反応を起こすイオン液体ゲルを開発した。これらのゲルに紫外光を照射すると、より弾性率の高いゲルまたはゴム状固体に転換した。生成物を加熱すると、逆反応が進行した。これらの反応に伴い、イオン伝導度も可逆制御できた。これらは機能性膜

**Metal-Containing Liquids and Membranes**

- Gas/Solvent absorption
- Color/Magnetic changes
- Chemical reactions
- Phase transformations

Solvent indicator

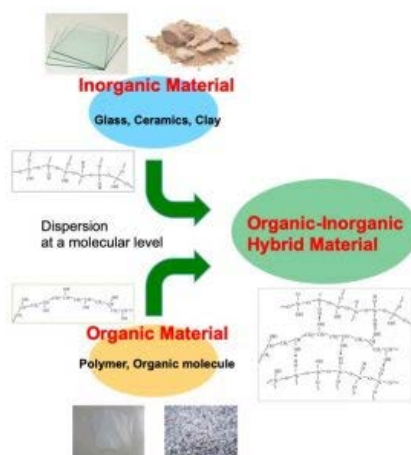
Vapor detection

の構築に適用可能である。第二に、溶媒蒸気で着色する発光性イオン液体を開発した。この液体に溶媒蒸気存在下で UV 光を照射すると、CO ガスの放出を伴って色変化が起こり、同時に蛍光が消光した。第三に、ゲル化剤配位錯体を開発した。この物質を液体に少量加えて紫外光を照射すると、ゲル化剤が放出され、全体がゲルに転換した。生成したゲルは、加熱すると元の液体に戻った。このように、光・熱によるゲルの可逆形成を実現した。

## ⑥ 機能性ガスバリア膜の開発

食品・医療包装分野および電気・電子分野で活用されている耐熱性、耐食性、柔軟性、硬度等を有する機能性ガスバリア膜の開発を行っている。従来、ガスバリア膜材料として用いられてきた有機高分子や生分解性高分子に加えて、高ガスバリア性、耐熱性、耐食性を付与するためにシリカやクレイ等の無機化合物を用いた有機-無機ハイブリッドガスバリア膜の開発を目指している。

2021年度は、ガスバリア性のさらなる向上を目指してグラフェンを分散した高性能なガスバリア膜の開発のために、有機化合物としてガスバリア性に優れるポリアクリロニトリル (PAN)、無機化合物としてシリカを用いた新規な有機-無機ハイブリッドガスバリア膜の作製を検討した。作製した膜のガスバリア性（酸素バリア性、水蒸気バリア性）は、シリカと PAN のハイブリッド化により向上した。この有機-無機ハイブリッド膜にグラフェンを分散することにより、さらにガスバリア性が向上し、ハイブリッド化とグラフェン分散は、ガスバリア性の向上に有効であることが示唆された。



## 3. 研究業績

### (1) 投稿論文

1. Koji Kuraoka and Tomomi Iwasaki, "Preparation and gas barrier properties of cellulose nanocrystal-silica organic-inorganic hybrid gas barrier membranes with crosslinked structures", *Journal of Sol-Gel Science and Technology*, in press.
2. R. Sumitani, T. Mochida, Thermal Properties, Crystal Structures, and Photoreactivity of Ru-Containing Ionic Liquids with Sulfur-Containing Substituents, *J. Mol. Liq.*, 2021, **344**, 117784.
3. R. Sumitani, T. Mochida, Switchable Ionic Conductivity and Viscoelasticity of Ionogels Containing Photo- and Thermo-Responsive Organometallic Ionic Liquids, *J. Mol. Liq.*, 2021, **342**, 117510.
4. S. -Y. Cho, T. Mochida, Luminescent Rhenium-Containing Ionic Liquid Exhibiting Photoinduced Vapochromism, *Chem. Lett.*, 2021, **50**, 1740–1742.
5. H. Kimata, T. Inagaki, T. Mochida, Anion-Ordering Phase Transitions in Biferrocenium and Ferrocenium Salts with the Bis(trifluoromethanesulfonyl)amide Anion, *ACS Omega*, 2021, **6**, 21139–21146.
6. T. Mochida, S. Maekawa, R. Sumitani, Photoinduced and Thermal Linkage Isomerizations of an Organometallic Ionic Liquid Containing a Half-Sandwich Ruthenium Thiocyanate Complex, *Inorg. Chem.*, 2021, **60**, 12386–12391.
7. Takafumi Horie, Kenta Hirai, Norihisa Kumagai, Keita Taniya, Yuichi Ichihashi, Naoto Ohmura, Keigo Matsuda, Hideyuki Matsumoto, Makoto Sakurai, Yoshihide Watabe, Reaction rate enhancement of three-phase hydrogenation using the Taylor flow reactor, *Journal of Advanced Manufacturing and Processing*, 2022, e10116.
8. Tianxiang Chen, Yong Wang, Qi Xue, Ching Kit Tommy Wun, Pui Kin So, Ka Fu Yung, Tai-Sing Wu, Yun-Liang Soo, Keita Taniya, Sarah Day, Chiu C. Tang, Zehao Li, Bolong Huang, Shik Chi Edman Tsang, Kwok-yin Wong, Tsz Woon Benedict Lo, Atomically precise bimetallic metal ensembles with tailorable synergistic effects, *Cell*

9. T. Ohkame, M. Shibuya, K. Nakagawa, T. Shintani, H. Matsuyama, T. Yoshioka, Thin-film composite hollow-fiber nanofiltration membranes prepared from benzonitrile containing disulfonated poly(arylene ether sulfone) random copolymers coated onto polyphenylene oxide support membranes, *Journal of Membrane Science*, 2021, **631**, 119336
10. T. Nakao, M. Akashi, M. Ishibashi, M. Yao, K. Nakagawa, T. Shintani, H. Matsuyama, T. Yoshioka, In situ Nanoporous Structural Characterization of Asymmetric Hollow Fiber Membranes for Desalination using Raman Spectroscopy, *Journal of Membrane Science*, 2021, **631**, 119337
11. Atsushi Matsuoka, Shu Taniguchi, Eiji Kamio, Hideto Matsuyama, Fundamental Investigation of the Rate-Determining Step of CO<sub>2</sub> Permeation through Ion Gel Membrane Containing Amino Acid Ionic Liquid as CO<sub>2</sub> Carrier, *Industrial & Engineering Chemistry Research*, 2021, **60**, 7397–7405
12. Eiji Kamio, Hiroki Kurisu, Tomoki Takahashi, Atsushi Matsuoka, Tomohisa Yoshioka, Keizo Nakagawa, Yuchen Sun, Hideto Matsuyama, Effect of temperature on the osmotic behavior of LCST type ionic liquid solutions as draw solutions in the forward osmosis process, *Separation and Purification Technology*, 2021, **275**, 119164
13. Eiji Kamio, Hiroki Kurisu, Tomoki Takahashi, Atsushi Matsuoka, Tomohisa Yoshioka, Keizo Nakagawa, Hideto Matsuyama, Using reverse osmosis membrane at high temperature for water recovery and regeneration from thermo-responsive ionic liquid-based draw solution for efficient forward osmosis, *Membranes*, 2021, **11**, 588
14. Jinhui Zhang, Eiji Kamio, Atsushi Matsuoka, Keizo Nakagawa, Tomohisa Yoshioka, Hideto Matsuyama, Development of a micro-double-network ion gel-based CO<sub>2</sub> separation membrane from non-volatile network precursors, *Industrial & Engineering Chemistry Research*, 2021, **60**, 12640–12649
15. Jinhui Zhang, Eiji Kamio, Masayuki Kinoshita, Atsushi Matsuoka, Keizo Nakagawa, Tomohisa Yoshioka, Hideto Matsuyama, Inorganic/organic micro-double-network ion gel-based composite membrane with enhanced mechanical strength and CO<sub>2</sub> permeance, *Industrial & Engineering Chemistry Research*, 2021, **60**, 12698–12708
16. Y. Kawabata, R.R. Gonzales, K. Nakagawa, T. Shintani, H. Matsuyama, Y. Fujimura, T. Kawakatsu, T. Yoshioka, Molecular dynamics study on elucidation of polyamide membrane fouling by nonionic surfactants and disaccharides, *Physical Chemistry Chemical Physics*, 2021, **36**, 20313–20322
17. A. Matsuoka, A. Otani, E. Kamio, H. Matsuyama, A gradient viscosity model for estimating CO<sub>2</sub> permeability of amino acid ionic liquid-based facilitated transport membrane, *Separation and Purification Technology*, 2022, **280**, 119847
18. T. Ohkame, K. Minegishi, H. Sugihara, K. Nakagawa, T. Shintani, H. Matsuyama, T. Yoshioka, Hollow-Fiber RO Membranes Fabricated via Adsorption of Low-Charge Poly(vinyl alcohol) Copolymers, *Membranes*, 2021, **11**, 981
19. A. Matsuoka, M. Fukushima, E. Kamio, H. Matsuyama, Fundamental investigation on controlling factors of reverse solute flux of branched thermo-responsive oligomer in forward osmosis process, *Desalination*, 2022, **527**, 115599
20. Jinhui Zhang, Eiji Kamio, Atsushi Matsuoka, Keizo Nakagawa, Tomohisa Yoshioka, Hideto Matsuyama, Novel tough ion gel-based CO<sub>2</sub> separation membrane with interpenetrating polymer network composed of semi-crystalline and cross-linkable polymers, *Industrial & Engineering Chemistry Research*, 2022, **61**, 4648–4658
21. T. Nakao, S. Goda, Y. Miura, M. Yasukawa, M. Ishibashi, K. Nakagawa, T. Shintani, H. Matsuyama, T. Yoshioka, Development of cellulose triacetate asymmetric hollow fiber membranes with highly enhanced compaction resistance for osmotically assisted reverse osmosis operation applicable to brine concentration, *Journal of Membrane Science*, 2022, **653**, 120508

## (2) 学会発表

### ○ 国際会議発表論文

1. T. Mochida, R. Sumitani, Ionic Liquid Derivatives Containing Photoreactive Organometallic Cations: Reversible Transformation into Coordination Polymers in Response to External Stimuli, 6th Iberoamerican Meeting on Ionic Liquids (Virtual Conference), May 24–26, 2021 [Keynote Lecture]
2. R. Sumitani, T. Mochida, Ruthenium-Containing Ionic Liquid Gels Exhibiting Ionic Conductivity Changes in Response to External Stimuli, 6th Iberoamerican Meeting on Ionic Liquids (Virtual Conference), May 24–26, 2021

3. Mitsuru Yasumura, Daiki Shimada, Keita Taniya, Takafumi Horie, Ruri Hidema, Yoshiyuki Komoda, Yuichi Ichihashi, Naoto Ohmura, Hiroshi Suzuki, Satoru Nishiyama, Effect of Modification with amino silane anchor on successive formation of SiO<sub>2</sub> thin layer on the outer surface of hard-shell micro capsules, The 2nd Asian Conference on Thermal Sciences, Fukuoka, Japan (online), October 2021.
4. Shuei Kawada, Yu Nishikawa, Daiki Shimada, Keita Taniya, Ruri Hidema, Takafumi Horie, Yoshiyuki Komoda, Yuichi Ichihashi, Naoto Ohmura, Hiroshi Suzuki, Satoru Nishiyama, Preparation of the ZIF-8-coated silica microcapsules by a batch or semi-batch operation, Pacifichem2021, Hawaii, USA, December 2021.
5. Yuichi Ichihashi, Yufuan Jiyan, Rintarou Hori, Keita Taniya, Satoru Nishiyama, Photocatalytic Decomposition of Water over Picene Thin-Film Photocatalyst as Organic Semiconductor, Pacifichem2021, Hawaii, USA, December 2021.

## ○ 国内会議発表論文

1. 原田直輝、光田祥貢、蔵岡孝治：シリカ/変性ポリビニルアルコール有機-無機ハイブリッドガスバリア膜の作製と膜特性評価、日本包装学会第 30 回年次大会、2021. 7.
2. 蔵岡孝治、中川涼：グラフェンを分散したシリカ/ポリアクリロニトリル有機-無機ハイブリッドガスバリア膜の作製、日本包装学会第 30 回年次大会、2021. 7.
3. 池田真吾、金子和樹、蔵岡孝治：有機-無機コンポジット膜のガスバリア性に対する層状複水酸化物粒径の影響、日本包装学会第 30 回年次大会、2021. 7.
4. 金子和樹、池田真吾、蔵岡孝治：層状複水酸化物を用いた温度応答性を持つ有機-無機コンポジットガスバリア膜の作製、日本包装学会第 30 回年次大会、2021. 7.
5. 文能陽利、蔵岡孝治：生分解性高分子を用いた有機-無機ハイブリッドガスバリア膜の作製、日本包装学会第 30 回年次大会、2021. 7.
6. 宮瀬秀和、蔵岡孝治：グラフェンを分散した有機-無機ハイブリッドガスバリア膜の作製、日本包装学会第 30 回年次大会、2021. 7.
7. 蔵岡孝治、山本峻雅、竹内雄作：アミノ基を有する有機-無機ハイブリッド二酸化炭素（CO<sub>2</sub>）分離膜の CO<sub>2</sub>分離特性、日本セラミックス協会第 34 回秋季シンポジウム、2021. 9.
8. 蔵岡孝治、山本峻雅、竹内雄作：塩基性の異なるアミノ基を有する有機-無機ハイブリッド二酸化炭素分離膜の作製、第 60 回セラミックス基礎科学討論会、2022.1.
9. 平田俊輝、蔵岡孝治：有機構造規定剤用いた有機-無機ハイブリッド二酸化炭素分離膜の作製とその特性評価、第 60 回セラミックス基礎科学討論会、2022.1.
10. 角谷凌、持田智行、サンドイッチ型 Rh 錯体をカチオンとするイオン結晶の相挙動、日本化学会第 102 春季年会（オンライン開催）、2022.3.
11. 堀越亮、角谷凌、持田智行、含フェロセン配位子とルテニウム二核錯体からなる三角形三核錯体の合成と構造、日本化学会第 102 春季年会（オンライン開催）、2022.3.
12. 角谷凌、持田智行、山中正道、光でゲル化剤を放出する金属錯体含有イオン液体、神戸大学研究基盤センター「若手フロンティア研究会 2021」、2021.12.
13. 島田壮人、角谷凌、山添智暉、持田智行、Effects of Substituents on the Photoreactivity of Ionic Liquids Containing Ruthenium Complexes, 第 11 回イオン液体討論会（オンライン開催）、2021.11.
14. 角谷凌、持田智行、山中正道, Gelator-Coordinated Organometallic Ionic Liquids for Photo-Controlled Gelation of Liquids, 第 11 回イオン液体討論会（オンライン開催）、2021.11.
15. 角谷凌、持田智行、山中正道, ゲル化剤光放出能を有するルテニウム錯体の開発：イオン液体ゲルの外場による可逆形成, 第 11 回 CSJ 化学フェスタ 2021（オンライン開催）、2021.10.
16. 角谷凌、持田智行、山中正道, Reversible Formation of Ionic Liquid Gels Through Photochemical Reaction of Gelator-Coordinated Ruthenium Complexes, 錯体化学会第 71 回討論会（オンライン開催）、2021.9.
17. 角谷凌、持田智行, イオン伝導度を外場制御できるルテニウム錯体含有ソフトマターの開発, 第 32 回配

位化合物の光化学討論会（オンライン開催）, 2021.8.

18. Jinhui ZHANG, Eiji KAMIO, Atsushi MATSUOKA, Hideto MATSUYAMA, Inorganic/organic double-network ion gel-based composite membrane with enhanced mechanical strength and CO<sub>2</sub> permeance, 日本膜学会第43年会, オンライン, 2021年6月4日-5日
19. 高橋涼佑, 吉岡朋久, 新谷卓司, 中川敬三, 松岡 淳, 佐々木雄史, 神尾英治, 松山秀人, ポリアミド-TFC 膜特性に及ぼす多孔質セラミック基材の影響, 日本膜学会第43年会, オンライン, 2021年6月4日-5日
20. 植田敬文, 吉岡朋久, 中川敬三, 新谷卓司, 松岡 淳, 神尾英治, 松山秀人, 分子シミュレーションによるゼオライト膜における混合炭化水素ガスの透過特性解析, 日本膜学会第43年会, オンライン, 2021年6月4日-5日
21. 神尾英治, 南方雅之, 松岡 淳, 松山秀人, ナノ粒子/高分子複合ネットワーク形成によるイオン液体含有ゲルの高強度化, 第70回高分子討論会, オンライン, 2021年9月6日-8日
22. Jinhui ZHANG, Eiji KAMIO, Atsushi MATSUOKA, Keizo NAKAGAWA, Tomohisa YOSHIOKA, Hideto MATSUYAMA, Novel tough ion gel-based CO<sub>2</sub> separation membrane with interpenetrating polymer network, 化学工学会第52回秋季大会, 岡山大学津島キャンパス/オンライン開催, 2021年9月22日-24日
23. 南方雅之, 神尾英治, 松岡 淳, 中川敬三, 吉岡朋久, 松山秀人, ナノ粒子/高分子複合ネットワーク形成による高強度イオンゲルの創製, 化学工学会第52回秋季大会, 岡山大学津島キャンパス/オンライン開催, 2021年9月22日-24日
24. 植田敬文, 吉岡朋久, 中川敬三, 新谷卓司, 松岡 淳, 神尾英治, 松山秀人, ゼオライト膜における飽和・不飽和炭化水素気体の透過シミュレーション手法の確立, 化学工学会第52回秋季大会, 岡山大学津島キャンパス/オンライン開催, 2021年9月22日-24日
25. 井原悠都, 吉岡朋久, 中川敬三, 新谷卓司, 松岡 淳, 神尾英治, 松山秀人, 計算支援を用いたTiO<sub>2</sub>ナノ細孔における有機溶剤透過機構の解析, 化学工学会第52回秋季大会, 岡山大学津島キャンパス/オンライン開催, 2021年9月22日-24日
26. 富澤深雪, 吉岡朋久, 中川敬三, 新谷卓司, 松岡 淳, 神尾英治, 松山秀人, TiO<sub>2</sub>-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-有機キレート配位子複合膜の作製とその特性評価, 化学工学会第52回秋季大会, 岡山大学津島キャンパス/オンライン開催, 2021年9月22日-24日
27. 高橋涼佑, 吉岡朋久, 新谷卓司, 佐々木雄史, 松岡 淳, 神尾英治, 松山秀人, 多孔性TiO<sub>2</sub>-ZrO<sub>2</sub>基材を用いたポリアミド複合薄膜の有機溶剤透過特性, 分離技術会年会2021, オンライン, 2021年11月4日-5日
28. Jinhui Zhang, Eiji Kamio, Atsushi Matsuoka, Hideto Matsuyama, An interpenetrating polymer network-based tough ion gel membrane for CO<sub>2</sub> separation, 膜シンポジウム2021, オンライン, 2021年11月16日-17日
29. 瀬川純平, 神尾英治, 松岡 淳, 吉岡朋久, 中川敬三, 松山秀人, Tetra-PEGイオンゲルを用いた高性能二酸化炭素分離膜の開発, 膜シンポジウム2021, オンライン, 2021年11月16日-17日
30. Jinhui Zhang, Eiji Kamio, Atsushi Matsuoka, Hideto Matsuyama, An interpenetrating polymer network-based tough ion gel membrane for CO<sub>2</sub> separation, 膜シンポジウム2021, オンライン, 2021年11月16日-17日
31. 瀬川純平, 神尾英治, 松岡 淳, 吉岡朋久, 中川敬三, 松山秀人, Tetra-PEGイオンゲルを用いた高性能二酸化炭素分離膜の開発, 膜シンポジウム2021, オンライン, 2021年11月16日-17日
32. 中尾崇人, 明石真由美, 石橋美晴, 中川敬三, 新谷卓司, 松山秀人, 吉岡朋久, ラマン分光法を利用した中空糸 RO/NF 膜ナノポーラス構造の in situ 解析, 膜シンポジウム 2021, オンライン, 2021年11月16日-17日
33. 亀井陽介, 吉岡朋久, 中川敬三, 新谷卓司, 松岡 淳, 神尾英治, 松山秀人, 分子シミュレーションによるアモルファスシリカおよびチタニア膜材料のモデル化と構造評価, 第24回化学工学会学生発表会, オンライン, 2022年3月5日
34. 中村日向子, 神尾英治, 松岡 淳, 中川敬三, 吉岡朋久, 松山秀人, MOF/高分子複合ネットワークイオンゲルの強度とネットワーク構造の関係に関する基礎的検討, 第24回化学工学会学生発表会, オンライン, 2022年3月5日

35. 室賀 丈, 神尾英治, 松岡 淳, 中川敬三, 吉岡朋久, 松山秀人, 架橋密度制御によるポリジメチルシロキサン膜のガス透過性能の改良, 第24回化学工学会学生発表会, オンライン, 2022年3月5日
36. 川端真帆, 神尾英治, 松岡 淳, 中川敬三, 吉岡朋久, 松山秀人, アセテート型イオン液体をCO<sub>2</sub>キャリアとする促進輸送膜の開発, 第24回化学工学会学生発表会, オンライン, 2022年3月5日
37. 小林加奈, 松岡 淳, 神尾英治, 松山秀人, 化学構造の異なるポリマー型駆動溶液の正浸透膜からの漏洩性に関する検討, 第24回化学工学会学生発表会, オンライン, 2022年3月5日
38. 麻生凌平, 松岡 淳, 新谷卓司, 中川敬三, 神尾英治, 松山秀人, アセトン中における大豆油のナノろ過膜へのファウリングに関する基礎的検討, 第24回化学工学会学生発表会, オンライン, 2022年3月5日
39. 細川 華, 松岡 淳, 新谷卓司, 中川敬三, 神尾英治, 松山秀人, ポリアミド系有機溶媒ナノろ過膜の透過性に対する分画分子量の影響, 第24回化学工学会学生発表会, オンライン, 2022年3月5日
40. 藤木孝哉, 吉岡朋久, 中川敬三, 新谷卓司, 松岡 淳, 神尾英治, 松山秀人, TiO<sub>2</sub>-SiO<sub>2</sub>-有機キレート配位子複合膜によるアルコール水溶液の浸透気化分離, 第24回化学工学会学生発表会, オンライン, 2022年3月5日
41. 瀬川純平, 神尾英治, 松岡 淳, 吉岡朋久, 中川敬三, 松山秀人, 二酸化炭素分離のためのTetra-PEGイオンゲル薄膜の開発, 化学工学会第87年会, 神戸大学/オンライン開催, 2022年3月16日-18日
42. Jinhui Zhang, Eiji Kamio, Atsushi Matsuoka, Keizo Nakagawa, Tomohisa Yoshioka, Hideto Matsuyama, Development of a high CO<sub>2</sub> permeance composite membrane with an ion gel layer, 化学工学会第87年会, 神戸大学/オンライン開催, 2022年3月16日-18日
43. 松岡 淳, 元山愛梨, 神尾英治, 松山秀人, 異なる水素結合性官能基を有するUCST型温度応答性イオン液体の相分離挙動, 化学工学会第87年会, 神戸大学/オンライン開催, 2022年3月16日-18日
44. 紀ノ岡 健, 吉岡朋久, 中川敬三, 新谷卓司, 松岡 淳, 神尾英治, 松山秀人, 藤村 侑, 川勝孝博, 密度差を推進力とするポリアミド膜における準非平衡透過シミュレーション, 化学工学会第87年会, 神戸大学/オンライン開催, 2022年3月16日-18日
45. 北村俊介, 吉岡朋久, 中川敬三, 新谷卓司, 神尾英治, 松岡 淳, 松山秀人, TiO<sub>2</sub>-ZrO<sub>2</sub>-有機キレート配位子(OCL)複合膜の開発と有機溶剤透過特性, 化学工学会第87年会, 神戸大学/オンライン開催, 2022年3月16日-18日
46. 舘 枝津子, 吉岡 朋久, 中川敬三, 新谷卓司, 松岡 淳, 神尾英治, 松山秀人, 藤木孝人, 有機キレート配位子(OCL)を利用したTiO<sub>2</sub>-SiO<sub>2</sub>-OCL複合水素分離膜の開発, 化学工学会第87年会, 神戸大学/オンライン開催, 2022年3月16日-18日
47. 岩本実久, 吉岡朋久, 中川敬三, 新谷卓司, 松岡 淳, 神尾英治, 松山秀人, 分子動力学シミュレーションによる規則性／アモルファス酸化グラフェン膜における気体透過機構の解明, 化学工学会第87年会, 神戸大学/オンライン開催, 2022年3月16日-18日
48. 吉岡朋久, 非平衡分子動力学法によるミクロ多孔性膜における分子輸送現象の解明とセラミック多孔膜の開発, 化学工学会第87年会, 神戸大学/オンライン開催, 2022年3月16日-18日【学会表彰受賞記念講演】
49. 河田周英, 半回分操作を用いた ZIF-8 包接硬殻シリカマイクロカプセルの調製、2021 年度複雑熱流体工学研究センター学生発表会、兵庫、神戸、2021.7
50. 安村充、潜熱蓄熱材内包マイクロカプセル外表面でのシリカ薄膜形成、2021 年度複雑熱流体工学研究センター学生発表会、兵庫、神戸、2021.7
51. 坂元敦、置換基の異なる有機配位子を用いた Zr-MOF 触媒上での水共存下におけるシンナムアルデヒドの選択還元反応、2021 年度複雑熱流体工学研究センター学生発表会、兵庫、神戸、2021.7
52. 石村 晃一郎、スラグ流を用いたベンゼンの一段階酸化反応、2021 年度複雑熱流体工学研究センター学生発表会、兵庫、神戸、2021.7
53. 徳井 佑也、有機半導体光触媒を用いた可視光照射下における過酸化水素生成と光触媒の抗菌性能、2021 年度複雑熱流体工学研究センター学生発表会、兵庫、神戸、2021.7

54. 堀 麟太郎、有機半導体光触媒薄膜を用いた可視光照射下での水の光分解反応、2021 年度複雑熱流体工学研究センター学生発表会、兵庫、神戸、2021.7
55. 坂元敦、島田大樹、谷屋啓太、市橋祐一、西山覚、Zr-MOF 触媒上での水共存下におけるシンナムアルデヒドの選択還元反応、化学工学会第 52 回秋季大会、オンライン、2021.9
56. 河田周英、島田大樹、大坪拓夢、谷屋啓太、日出間るり、堀江孝史、菰田悦之、市橋祐一、浅野等、大村直人、鈴木洋、西山覚、硬殻シリカマイクロカプセル表面上への ZIF-8 被膜形成方法の検討、第 10 回潜熱工学シンポジウム、兵庫、神戸、2021.11
57. 石村晃一朗、堀江孝史、大村直人、谷屋啓太、市橋祐一、西山覚、スラグ流を用いたバナジウム錯体によるベンゼン液相酸化反応、石油学会、北海道、函館、2021.11
58. 坂元敦、島田大樹、谷屋啓太、市橋祐一、西山覚、含水溶媒中での Zr-MOF 触媒を用いたシンナムアルデヒドの選択還元反応、石油学会関西支部第 30 回研究発表会、大阪、吹田、2021.12
59. 堀麟太郎、江宇帆、谷屋啓太、市橋祐一、西山覚、ピセン誘導体光触媒による水の光分解での水素製造、化学工学会関西大会 2021、オンライン、2021.12
60. 河田周英、島田大樹、大坪拓夢、谷屋啓太、日出間るり、堀江孝史、菰田悦之、市橋祐一、浅野等、大村直人、鈴木洋、西山覚、半回分操作によるシリカカプセル外表面上への選択的 ZIF-8 膜形成、化学工学会第 87 年会、兵庫、神戸（オンライン）、2022.3
61. 安村充、島田大樹、谷屋啓太、堀江孝史、日出間るり、菰田悦之、市橋祐一、大村直人、鈴木洋、西山覚、マイクロカプセル外表面でのシリカ膜形成にシラン修飾剤が及ぼす影響、化学工学会第 87 年会、兵庫、神戸（オンライン）、2022.3
62. 徳井佑也、井元誠志、熊谷和夫、谷屋啓太、市橋祐一、西山覚、可視光照射下におけるピセン誘導体光触媒の抗菌性能評価、化学工学会第 87 年会、兵庫、神戸（オンライン）、2022.3
63. 坂元敦、島田大樹、堀江孝史、谷屋啓太、市橋祐一、西山覚、UiO-66 系有機金属構造体を用いた触媒の耐水性に及ぼす因子の影響、化学工学会第 87 年会、兵庫、神戸（オンライン）、2022.3
64. 石村晃一朗、堀江孝史、大村直人、谷屋啓太、市橋祐一、西山覚、スラグ流を用いたバナジウム錯体上でのベンゼン液相酸化反応、化学工学会第 87 年会、兵庫、神戸（オンライン）、2022.3
65. 堀麟太郎、江宇帆、檀上博史、谷屋啓太、市橋祐一、西山覚、可視光応答性を有するピセン誘導体光触媒の合成とその薄膜化、化学工学会第 87 年会、兵庫、神戸（オンライン）、2022.3
66. 坪田悠花、徳井佑也、堀麟太郎、西山覚、市橋祐一、谷屋啓太、ピセン誘導体光触媒を用いた水の光酸化による過酸化水素生成反応、第 24 回化学工学会学生発表会、オンライン、2022.3
67. 平松昂気、堀麟太郎、徳井佑也、谷屋啓太、市橋祐一、西山覚、ニトロ基を導入したピセン誘導体光触媒による可視光照射下での水の光分解反応、第 24 回化学工学会学生発表会、オンライン、2022.3
68. 市橋 祐一、谷屋 啓太、西山 覚、芳香族炭化水素の選択酸化触媒の開発とその反応メカニズム、第 15 回触媒道場、オンライン、2021.8

### (3) 著書

1. 吉岡朋久（分担執筆）、実例で学ぶ化学工学 課題解決のためのアプローチ, 11 章 無次元数とアナロジー, 16 章 逆浸透膜プロセスによる海水淡水化, 丸善出版（2022）

### (4) その他 解説等

1. 蔵岡孝治, “有機-無機ハイブリッド機能性膜の開発”, セラミックス, **57**[2], 82-85, 2022.
2. 吉岡朋久, 赤松憲樹, 中川敬三, 高羽洋充, 荒木貞夫, 神尾英治, 松岡 淳, 甲斐照彦, 川勝孝博, 大柴雄平, 比嘉 充, 石井克典, 野村幹弘, 佐伯大輔, 都留稔了, 酒井 求, 森山教洋, ICOM2020 特集, 膜, **46**, 98-111, 2021

## 4. 競走的資金

### (1) 科学研究費補助金

1. 基盤研究 (C)「バイオガス分離精製に資するロバスト有機-無機ハイブリッド CO<sub>2</sub> 促進輸送膜の開発」  
代表：蔵岡孝治 (1,170 千円)
2. 基盤研究 (B)「金属錯体で創る機能性液体:物性・反応・空間機能の開拓」 代表：持田智行 (1,900 千円)
3. 挑戦的研究 (萌芽)「イオン液体で配位高分子を創る：融けて塗れ、自己修復する配位高分子の開発」  
代表：持田智行 (2,300 千円)
4. 基盤研究 (B)「精密合成高分子を用いた有機ネットワーク制御によるイオン液体含有ゲルの超高強度化」 代表：神尾英治 (8,200 千円)
5. 基盤研究 (A)「革新的な水処理および創エネルギー技術の構築を目指した次世代型正浸透膜法の体系化」 分担：神尾英治 (350 千円)
6. 基盤研究 (C)「固体触媒上に複数ある活性点の機能発現を制御する、マイクロ流動プロセスの構築」  
代表：谷屋啓太 (910 千円)
7. 基盤研究 (C)「固体触媒上に複数ある活性点の機能発現を制御する、マイクロ流動プロセスの構築」  
分担：市橋祐一 (50 千円)
8. 基盤研究 (C)「カーボンリサイクルを目的としたマイクロ流動層型光触媒反応プロセスの設計」  
分担：市橋祐一 (300 千円)
9. 基盤研究 (C)「カーボンリサイクルを目的としたマイクロ流動層型光触媒反応プロセスの設計」  
分担：谷屋啓太 (100 千円)
10. 基盤研究 (B)「超高透過性多孔性 TiO<sub>2</sub>-ZrO<sub>2</sub>-有機複合膜による有機溶剤液相分離膜の創製」 代表：吉岡朋久 (3,800 千円)
11. 基盤研究 (A)「革新的な水処理および創エネルギー技術の構築を目指した次世代型正浸透膜法の体系化」 分担：吉岡朋久 (700 千円)
12. 基盤研究 (B)「ナノファイバー含有自己修復性コーティングにおける効率的修復剤放出の機構解明と制御」 分担：吉岡朋久 (200 千円)

### (2) 共同型協力研究

1. 蔵岡孝治 3 件 (計 3,320 千円)
2. 市橋祐一 2 件 (計 1,500 千円)
3. 神尾英治 2 件 (計 2,090 千円)
4. 吉岡朋久 3 件 (計 3,163 千円)

### (3) 受託研究, 研究助成等

1. NEDO 先導研究プログラム／エネルギー・環境新技術先導研究プログラム「窒素資源循環のための膜分離を利用した廃水からのアンモニア高効率分離回収の研究開発」 分担：神尾英治 (28,519 千円)
2. NEDO 先導研究プログラム／エネルギー・環境新技術先導研究プログラム「リグノセルロースのワンステップ 3 成分分離と化学品変換の概念実証」 分担：谷屋啓太 (7,000 千円)
3. JST 未来社会創造事業 (探索加速型：地球規模課題である低炭素社会の実現)「新規マイクロカプセル化蓄熱材による低炭素社会の実現」 分担：市橋祐一 (700 千円)
4. JST 未来社会創造事業 (探索加速型：地球規模課題である低炭素社会の実現)「新規マイクロカプセル化蓄熱材による低炭素社会の実現」 分担：谷屋啓太 (500 千円)

5. 第一稀元素化学工業株式会社 2021 年度研究助成金「Zr-MOF の有機配位子構造が耐水性反応場構築に与える影響の計算化学による評価」 代表：谷屋啓太（1,000 千円）
6. NEDO ムーンショット型研究開発事業「産業活動由来の希薄な窒素化合物の循環技術創出—プラネタリーバウンダリー問題の解決に向けて」 分担：吉岡朋久（30,000 千円）
7. 近畿経済産業局 戦略的基盤技術高度化支援事業（サポイン事業）「パラジウム代替新規シリカ複合膜によるオンサイト型水素分離膜モジュールの開発」 分担：吉岡朋久（5,408 千円）
8. NEDO ムーンショット型研究開発事業「産業活動由来の希薄な窒素化合物の循環技術創出—プラネタリーバウンダリー問題の解決に向けて」 分担：松岡 淳（5,000 千円）

#### （4）奨学寄附金等

1. 蔵岡孝治 1 件（750 千円）
2. 持田智行 1 件（250 千円）
3. 市橋祐一 1 件（165 千円）
4. 谷屋啓太 1 件（165 千円）
5. 神尾英治 1 件（170 千円）
6. 吉岡朋久 4 件（1,642 千円）※学術相談料 2 件を含む

### 5. 特記事項

#### （1）特許等知的財産

##### ○ 特許(出願)

1. 発明等の名称：抗菌／アレルギー低減組成物、並びに、菌の増殖抑制方法およびアレルギー低減方法  
出願者：国立大学法人神戸大学  
発明者：市橋祐一，西山覚，谷屋啓太，松山秀人，熊谷和夫  
出願日：2022 年 2 月 10 日  
出願番号：特願 2022-019702
2. 発明等の名称：分離機能層、分離膜及び分離機能層の製造方法  
出願者：国立大学法人神戸大学，他 1 名  
発明者：神尾英治，張勁輝，松山秀人，他 4 名  
出願日：2021 年 9 月 6 日  
出願番号：特願 2021-144903

##### ○ 特許(成立)

1. 喜多隆，川尻庸資，海津利行，内野隆司，西山覚，市橋祐一，谷屋啓太，水畑穰，杉山正和，上野正実、「電池、水素光合成装置および炭素化合物光合成装置」（特許番号 6900024 号）  
出願日：2021 年 9 月 6 日  
出願番号：特願 2021-144903
2. 発明の名称：酸素分離膜  
出願者：国立大学法人神戸大学，シャープ株式会社  
発明者：松山秀人，神尾英治，松岡淳，中西康哲  
登録日：2021 年 4 月 20 日  
登録番号：特許第 6871924 号

#### （2）受賞

1. 優秀学生ポスター学生賞  
表彰団体名：日本膜学会第 43 年会

対象研究テーマ：ポリアミド-TFC 膜特性に及ぼす多孔質セラミック基材の影響  
受賞者名：高橋涼佑, 吉岡朋久, 新谷卓司, 中川敬三, 佐々木雄史, 松岡淳, 神尾英治, 松山秀人  
受賞年月日：2021 年 6 月 5 日

2. 分離プロセス部会ポスター賞  
表彰団体名：化学工学会第 52 回秋季大会  
対象研究テーマ：Novel tough ion gel-based CO<sub>2</sub> separation membrane with interpenetrating polymer network  
受賞者名：Zhang Jinhu, Kamio Eiji, Matsuoka Atsushi, Nakagawa Keizo, Yoshioka Tomohisa, Matsuyama Hideto  
受賞年月日：2021 年 9 月 24 日
3. 分離プロセス部会ポスター賞  
表彰団体名：化学工学会第 52 回秋季大会  
対象研究テーマ：分子シミュレーションによるゼオライト膜におけるオレフィン/パラフィン混合ガス透過性に及ぼす金属カチオンの影響の検討  
受賞者名：植田敬文, 吉岡朋久, 中川敬三, 新谷卓司, 神尾英治, 松岡 淳, 松山秀人  
受賞年月日：2021 年 9 月 24 日
4. 学生賞  
表彰団体名：分離技術会年会 2021  
対象研究テーマ：多孔性 TiO<sub>2</sub>-ZrO<sub>2</sub>基材を用いたポリアミド複合薄膜の有機溶剤透過特性  
受賞者名：高橋涼佑, 吉岡朋久, 新谷卓司, 佐々木雄史, 松岡淳, 神尾英治, 松山秀人  
受賞年月日：2021 年 11 月 5 日
5. 優秀学生ポスター学生賞  
表彰団体名：日本膜学会 膜シンポジウム 2021  
対象研究テーマ：Tetra-PEG イオンゲルを用いた高性能二酸化炭素分離膜の開発  
受賞者名：瀬川純平, 神尾英治, 松岡淳, 吉岡朋久, 中川敬三, 松山秀人  
受賞年月日：2021 年 11 月 17 日
6. 優秀賞  
表彰団体名：第 24 回化学工学会学生発表会  
対象研究テーマ：MOF/高分子複合ネットワークイオンゲルの強度とネットワーク構造の関する基礎的検討  
受賞者名：中村日向子, 神尾英治, 松岡淳, 中川敬三, 吉岡朋久, 松山秀人  
受賞年月日：2022 年 3 月 5 日
7. 優秀学生賞  
表彰団体名：化学工学会第 87 年会  
対象研究テーマ：密度差を推進力とするポリアミド膜における準非平衡透過シミュレーション  
受賞者名：紀ノ岡健, 吉岡朋久, 中川敬三, 新谷卓司, 松岡 淳, 神尾英治, 松山秀人, 藤村 侑, 川勝孝博  
受賞年月日：2022 年 3 月 17 日
8. 学生奨励賞  
表彰団体名：化学工学会第 87 年会  
対象研究テーマ：TiO<sub>2</sub>-ZrO<sub>2</sub>-有機キレート配位子(OCL)複合膜におけるナノ濾過特性に及ぼす OCL の影響  
受賞者名：北村俊介, 吉岡朋久, 中川敬三, 新谷卓司, 松岡 淳, 神尾英治, 松山 秀人  
受賞年月日：2022 年 3 月 17 日
9. 實吉雅郎記念賞  
表彰団体名：公益社団法人 化学工学会  
対象研究テーマ：非平衡分子動力学法によるミクロ多孔性膜における分子輸送現象の解明とセラミック多孔膜の開発  
受賞者名：吉岡朋久  
受賞年月日：2022 年 3 月 18 日
10. 応化クラブ優秀発表賞, 串田 航, 2021 年度 卒業論文/修士論文発表会, 2022 年 3 月 25 日

11. 応化クラブ優秀発表賞, 元山 愛梨, 2021 年度 卒業論文/修士論文発表会, 2022 年 3 月 25 日
12. 応化クラブ優秀発表賞, 岡本 将希, 2021 年度 卒業論文/修士論文発表会, 2022 年 3 月 25 日
13. 応化クラブ優秀発表賞, 細川 華, 2021 年度 卒業論文/修士論文発表会, 2022 年 3 月 25 日
14. 複雑熱流体工学研究センタープレゼンテーション賞, 安村充, 第四回複雑熱流体工学研究センター学生発表会, 2021 年 7 月 29 日
15. 複雑熱流体工学研究センタープレゼンテーション賞, 石村晃一郎, 第四回複雑熱流体工学研究センター学生発表会, 2021 年 7 月 29 日
16. 優秀研究賞, 坂元敦, 日本エネルギー学会関西支部第 66 回研究発表会・石油学会関西支部第 30 回研究発表会, 2021 年 12 月 3 日
17. 学生優秀研究発表賞, 堀麟太郎, 江宇帆, 谷屋啓太, 市橋祐一, 西山覚, 化学工学会関西大会 2021, 2021 年 12 月 15 日
18. 応化クラブ優秀発表賞, 安村充, 2021 年度 卒業論文/修士論文発表会, 2022 年 3 月 25 日
19. 応化クラブ優秀発表賞, 後悠介, 2021 年度 卒業論文/修士論文発表会, 2022 年 3 月 25 日
20. 応化クラブ優秀発表賞, 改發圭祐, 2021 年度 卒業論文/修士論文発表会, 2022 年 3 月 25 日
21. 優秀賞, 坪田悠花, 徳井佑也, 堀麟太郎, 谷屋啓太, 市橋祐一, 西山覚, 第 24 回化学工学会学生発表会, 2022 年 3 月 5 日

## 【塗布膜研究部門】

### 1. 構成員

部門長 准教授 菰田悦之（工学研究科応用化学専攻）

### 2. 研究の概要と今年度の研究成果

塗布膜研究部門では、高分子溶液、ラテックス分散液、粒子分散液など様々な塗料の内部構造の解析および制御手法の構築、それらの塗布および乾燥過程における構造変化についての実験的解析技術構築および現象理解に関する研究を実施している。① 粒子分散液の内部構造解析技術開発、② 粒子分散液の塗布膜形状制御、③ 塗布膜の乾燥過程解析 の3つのグループに分かれ、基礎的材料を用いたモデル系から実生産に用いられる応用系までを対象として、塗布膜作製プロセス全体を俯瞰した多様な研究を推進している。各グループの今年度の成果を簡単に示す。

#### ① 粒子分散液の内部構造解析技術

粒子分散液は多くの場合不透明で内部の様子を直接観察することは困難である。粒子と溶媒の屈折率を一定させた透明な分散液を作製し、添加した磁性粒子に磁力を与えることで粒子間の相互作用を直接観察した。これにより、粒子の大きさと与える力によって相互作用の及ぶ範囲がいかに変化するかを明らかにした。また、導電性粒子に対しては交流インピーダンスを利用した電気的なネットワークの形成およびその破壊挙動を、水中のナノ炭素粒子の分散状態の変化をパルス NMR を利用して調査した。

#### ② 粒子分散液の塗布膜形状制御

粒子分散液は特に粒子濃度が高くなると、流動性が失われ液体的から固体的な特徴を示すようになる。様々な製造工程では粒子分散液の濃厚化が検討されているが、その固体的な分散液から均一な塗布膜を得ることは困難である。これまで卓上塗布装置において塗布時のせん断履歴が塗布膜の均一性に与えることを明らかにしている。そこで、今年度からは工業的に用いられるスリットダイコーターを用いて、均一な塗布膜を得るための指針を得る検討を開始している。ダイコーターで印加されるせん断速度に対応する粘度を用いることで均一な塗布膜を得られることが明らかになった。

#### ③ 塗布膜の乾燥過程解析

ラテックス分散液は、樹脂粒子の水分散液であり、乾燥に伴って樹脂粒子が充填され、粒子同士が融着して均一な塗布膜が得られる。今年度は、剛体粒子を含むラテックス分散液を対象として、剛体粒子が乾燥速度、乾燥応力および塗布膜内部の運動性変化に与える影響を調査した。材料温度変化法により測定した乾燥速度変化から、粒子添加によってラテックス分散液自体の乾燥速度は全く変化しないことを確認した。また、乾燥時に生じる応力には、樹脂が変形しないことで蓄積できる応力が減少することがわかった。さらに、剛体粒子の周囲ではラテックスが不均一に充填され、ラテックス粒子は乾燥末期まで高い運動性を保つことも明らかになった。

### 3. 研究業績

#### (1) 投稿論文

1. Y. Ochi, Z. Cai, T. Horie, Y. Komoda, K-L. Tung, N. Ohmura, Representative shear rate for particle agglomeration in a mixing tank, *Chem. Eng. Res. Des.*, **171**, pp. 73-79(2021)
2. E. Sato, Y. Ochi, H. Horiguchi, K. Takenaka, J. Wu, R. Parthasarathy, Y. Komoda, N. Ohmura, Effect of Baffle Clearance on Scale Deposition in an Agitated Vessel, *ACS Omega*, **6**, 37, pp. 24070–24074 (2021)
3. Y. Komoda, K. Ishibashi, K. Kuratani, R. Hidema, H. Suzuki, H. Kobayashi, Rheological interpretation of the structural change of LiB cathode slurry during the preparation process, *JCIS Open*, **5**, 100038 (2022)
4. Y. Komoda, T. Date, Enhancement of laminar mixing by an anchor impeller with rotationally reciprocating motion, *AIP Advances*, **12**, 015013 (2022)
5. H. Tanaka, Y. Komoda, T. Horie, H. Imakoma, N. Ohmura, Drying rate of latex coating affected by the deformability of resin particles in convection drying, *Euro. Phys. J. E.*, **45**, 2 (2022)
6. Y. Ochi, K. Takenaka, Y. Komoda, N. Ohmura, Friction Factor Distribution at the Side Wall of a Turbulent Agitated Vessel with Baffles Using a MAXBLEND Impeller, *Ind. Eng. Chem. Res.*, **61**, 3, pp. 1514–1522 (2022)
7. H. Hirose, Y. Komoda, T. Horie, N. Ohmura, Topology and dynamics of streakline on the mixing boundary of two-dimensional chaotic flow induced by a rotationally reciprocating anchor impeller, *J. Taiwan Inst. Chem. Eng.*, **131**, 104213 (2022)

#### (2) 学会発表

##### ○ 国際会議発表論文

1. Y. Ochi, Y. Komoda, N. Ohmura, Representative Shear Rate for Agglomeration in Mixing Tank: Impeller Type and Particle Concentration, Proc. of 10th Int Symp. on Mixing in Industrial Processes (2021) p.28 【査読有り】
2. T. Horie, A. Machida, N. Numata, N. Kumagai, K. Suzuki, Y. Komoda, N. Ohmura, Axial and Radial Mixing Characteristics in a Micro-Scale Oscillatory Baffled Reactor, Proc. of 10th Int Symp. on Mixing in Industrial Processes (2021), p.39 【査読有り】
3. Y. Komoda, T. Date, H. Hirose, T. Horie, N. Ohmura, Role of central slits of a rotationally reciprocating plate on fluid mixing, Proc. of 10th Int Symp. on Mixing in Industrial Processes (2021), p.56 【査読有り】
4. Y. Ochi, E. Sato, H. Horiguchi, T. Horie, Y. Komoda, N. Ohmura, Effect of geometrical configuration of baffles on power consumption in a stirred vessel with different impellers, Proc. of 10th Int Symp. on Mixing in Industrial Processes (2021), p.81 【査読有り】
5. H. Hirose, Y. Komoda, T. Horie, N. Ohmura, Effect of rheological properties on the mixing pattern induced by a rotationally reciprocating anchor impeller, Proc. of 10th Int Symp. on Mixing in Industrial Processes (2021), p.93 【査読有り】

##### ○ 国内会議発表論文

1. 菰田悦之, 「アセチレンブラック導電ネットワークのレオインピーダンス解析」, 粉体工学会春期研究発表会 (2021)
2. 吉田兼太郎, 菰田悦之, 大村直人, 鈴木航祐, 堀江孝史, 「せん断流動下における AB ネットワーク構造のインピーダンス解析」, 粉体工学会春期研究発表会 (2021)
3. 菰田悦之, 倉谷健太郎, 「電極スラリー塗布膜の乾燥過程における粒子充填挙動」, 日本化学会第 72 回コロイドおよび界面化学討論会 【招待講演】
4. 森田悠希, Y-T. Chiu, C-L. Sun, 堀江孝史, 菰田悦之, 大村直人, 「振動平板上に設置した液滴内の混合に及ぼす循環流動の効果」, 化学工学会第 52 回秋季大会 (2021)
5. 後藤早由, 菰田悦之, 堀江孝史, 大村直人, 「粒子分散液中におけるプローブの運動性に対する粒子径効果」, 化学工学会第 52 回秋季大会 (2021)

6. 越智友亮, 堀江孝史, 菰田悦之, 大村直人, 「攪拌槽内のせん断速度分布が微粒子凝集に与える影響」, 化学工学会第 52 回秋季大会 (2021)
7. 湯雨昕, 曾林濱, 大坪拓夢, 日出間るり, 堀江孝史, 菰田悦之, 大村直人, 浅野等, 谷屋啓太, 市橋祐一, 西山覚, 鈴木洋, 「シリカ硬殻マイクロカプセルの殻厚, 中空率に関する研究」, 化学工学会第 52 回秋季大会 (2021)
8. 堀江孝史, 谷川仁, 間中敦史, 菰田悦之, 大村直人, 「連続式振動流バッフル反応器による晶析プロセスの強化」, 化学工学会第 52 回秋季大会 (2021)
9. 室谷峻介, 堀江孝史, 薬師寺光, 中田直貴, 伊藤伸一郎, 藤岡沙都子, 菰田悦之, 大村直人, 「低振動レイノルズ数域における振動流バッフル反応器内の混合メカニズムの解析」, 化学工学会第 52 回秋季大会 (2021)
10. 山田紗也, 山上典之, 加藤知帆, 小川智宏, 堀江孝史, 菰田悦之, 大村直人, 「旋回型攪拌翼の旋回径および翼幅が流動・混合特性に及ぼす影響」, 化学工学会第 52 回秋季大会 (2021)
11. 森下凌, 平田雄志, 中尾一成, 堀江孝史, 菰田悦之, 大村直人, 「電磁誘導加熱攪拌翼を用いた攪拌槽内の孤立混合領域の動的変化」, 化学工学会第 52 回秋季大会 (2021)
12. 廣瀬春奈, 菰田悦之, 堀江孝史, 大村直人, 「正逆交互回転アンカー翼を用いた層流下における流体要素のダイナミクス」, 化学工学会第 52 回秋季大会 (2021)
13. 菰田悦之, 鈴木航祐, 吉田兼太郎, 堀江孝史, 大村直人, 「アセチレンブラック分散液の内部構造解析」, 化学工学会第 52 回秋季大会 (2021)
14. 菰田悦之, 杓谷佳彦, 堀江孝史, 大村直人, 祖父江綾乃, 東崎哲也, 西川明良, 「ナノ炭素粒子の水中分散に対するセルロースナノファイバー/カルボキシメチルセルロースの混合効果」, 日本レオロジー学会第 69 回レオロジー討論会 (2021)
15. 中村像, 菰田悦之, 堀江孝史, 大村直人, 「形態の異なるナノシリカ粒子分散液の高分子添加ゲル化挙動」, 日本レオロジー学会第 69 回レオロジー討論会 (2021)
16. 中道沙恵, 菰田悦之, 堀江孝史, 大村直人, 「自己相関関数によるシリカ含有エマルジョン塗料の製膜過程の評価」, 化学工学会関西大会 (2021)
17. 廣瀬春奈, 菰田悦之, 大村直人, 「流脈線に基づいた正逆交互回転攪拌操作における混合領域分断機構の解明」, 化学工学会第 87 年会 (2022)
18. 菰田悦之, 「レオロジーから読み解くスラリーの内部構造」, 日本粉体工業協会微粒子ナノテクノロジー分科会 (2021) 【依頼公演】
19. 菰田悦之, 「微粒子分散手法と分散状態評価の動向」, 日本粉体工業協会湿式プロセス分科会 (2021) 【依頼公演】
20. 菰田悦之, 「粒子分散液の動的内部構造とレオロジー測定に基づく理解」, 化学工学会岡山地区化学工学懇話会第 70 回コロキウム (2022) 【依頼公演】

### (3) 著書

1. 菰田悦之, 分散系のレオロジー～基礎・評価・制御・応用～, NTS. (分担執筆) 第 1 編 第 3 章 pp.81-93 担当, (2021)

### (4) その他 解説等

1. 菰田悦之, 「レオロジー特性に基づく LiB 電極スラリーの内部構造解析」, 化学と工業, Vol.92, No.2, pp.33-39 (2022)
2. 菰田悦之, 「粒子懸濁液の粘度と配管内の圧損解析」, 日本粉体工業協会・粉体技術者養成講座【ろ過】(2022)

3. 菰田悦之,「電気を使ってスラリー内を見てみませんか?」, 日本粉体工業協会・APPIE 産学官連携フェア2021(2021)

#### 4. 競争的資金

##### (1) 共同型協力研究

1. 菰田悦之 6 社 (計 11,150 千円)

##### (2) 受託研究, 研究助成等

1. 菰田悦之 学術相談料 2 件 (計 1,160 千円)

##### (3) 奨学寄附金等

1. 菰田悦之 1 件 (750 千円)

#### 5. 特記事項

##### (1) 受賞

1. プレゼンテーション賞, 廣瀬春奈, 菰田悦之, 大村直人, 流脈線に基づいた正逆交互回転攪拌操作における混合領域分断機構の解明, 化学工学会第 87 年会, 2022 年 3 月 18 日

## 【有機薄膜研究部門】

### 1. 構成員

|     |    |      |               |
|-----|----|------|---------------|
| 部門長 | 教授 | 石田謙司 | (工学研究科応用化学専攻) |
|     | 助教 | 堀家匠平 | (工学研究科応用化学専攻) |
|     | 助手 | 小柴康子 | (工学研究科応用化学専攻) |

### 2. 研究の概要と今年度の研究成果

#### 【研究概要】

有機機薄膜研究部門では、我々のコア技術である「ナノスケール膜厚の有機薄膜構造制御と機能発現」を主軸としながら、量子化学計算に基づく機能性有機分子の探索、ナノ構造制御と薄膜化の両立、新原理に基づく光・電子機能発現とデバイス提案、デバイス機能の安定動作・長寿命化、に関する研究を実施しています。近年では、重合反応、蒸発・昇華過程、薄膜形成（溶媒蒸発や真空蒸着など）、電場印可の瞬間に分子に何が起きているのか？を知るために、幾つかの”その場 (in-situ)”評価装置をくみ上げ、新たな物理化学現象の観測、発見に取り組んでいます。中でも、(1)ナノ構造制御した有機薄膜の新規プロセス開発と構造評価、(2)センシング・創エネ応用に向けた有機強誘電体の基礎と応用、については豊富な研究実績をもち、複数企業様との共同研究を通して社会実装に向けた研究も行っています。



#### 【2021 年度の研究成果】

##### チオフェン dendrimer の巨大な熱電変換特性の発現に関する研究

温度勾配を有する材料の両端に起電力が生じるゼーベック効果を用い、熱エネルギーを電気エネルギーに変換する熱電変換技術は、廃熱を有効利用できる技術として注目を集めている。従来、無機系の熱電材料の研究が行われてきたが、環境中への配置、また将来的には人体に接触した使用を視野に入れ、環境負荷が少なく、しなやかな有機熱電材料への関心が高まっている。しかし、有機熱電変換材料の候補である有機半導体分子の分子構造、電子状態と熱電変換特性との相関は明らかにされていない。そこで本研究では対称性をコントロールした  $\pi$  共役系 dendrimer としてチオフェンが樹状に連結したオリゴチオフェン dendrimer を合成し、キャリア状態の制御のためにドーピング方法の開発と熱電変換特性評価を行い、量子化学計算の結果と合わせて分子構造・電子状態と熱電変換特性との相関を明らかにすることを目指した。

チオフェン dendrimer としてチオフェン環 7 個が 2 回枝分かれして連結している 7T が 2 個繋がった 14T とフェニル基を介して 3 個繋がった Ph-(7T)<sub>3</sub> の 2 種のオリゴチオフェン dendrimer (図 1) を Kumada-Tamao-Corriu coupling、homocoupling によりそれぞれ合成した。

14T、Ph-(7T)<sub>3</sub> のクロロホルム溶液に酸化剤である塩化鉄六水和物(FeCl<sub>3</sub>・6H<sub>2</sub>O)クロロホルム分散液を混合すると、溶液は黄色から濃青色に変化した。14T クロロホルム溶液の UV-vis スペクトルを図 3(a)に示す。ドーピング前と比較してドーピング後に吸収ピークの長波長シフトが観測され、FeCl<sub>3</sub>・6H<sub>2</sub>O 添加による化学ドーピングが示唆された。ドーピング後の 14T キャスト膜の FT-IR スペクトルではドーピング前に観察されたチオフェンの中性状態であるベンゾイド構造に由来する吸収ピークが消失し、新たな吸収ピークが観測された。FeCl<sub>3</sub>・6H<sub>2</sub>O のドーピングにより 14T はベンゾイド構造からチオフェンのポーラロン、バイポーラロン状態に由来するキノイド構造に変化したと考えられた。Ph-(7T)<sub>3</sub> に関しても同様の結果が得られた。図 4 にゼーベック係数測定の模式図とドーピング後の 14T、Ph-(7T)<sub>3</sub> ドロップキャスト薄膜のゼーベック係数測定結果を示す。横軸に  $\Delta T$ 、縦軸に  $-\Delta V$  をプロットすると、正の傾きをもつ直線が得られ、14T、Ph-(7T)<sub>3</sub> ともにメジャーキャリアがホールである p 型半導体特性を示した。直線の傾きから算出されたゼーベック係数の最大値は 14T で  $+135 \mu\text{V} \cdot \text{K}^{-1}$ 、Ph-(7T)<sub>3</sub> で  $+343 \mu\text{V} \cdot \text{K}^{-1}$  であった。この値は無機系熱電変換材料の中で最も性能が高いといわれる Bi<sub>2</sub>Te<sub>3</sub> と同等か、それを上回る値であった。

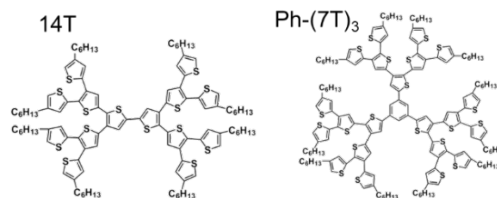


図 1. 14T, Ph(7T)<sub>3</sub> の分子構造

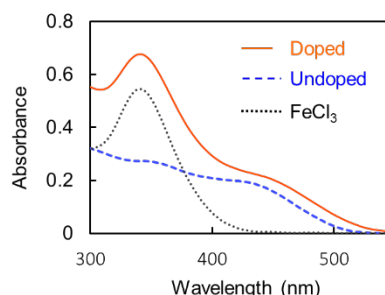


図 2. 14T 溶液の UV-vis スペクトル

量子化学計算より直鎖状オリゴチオフェン 6T、14T、Ph-(7T)<sub>3</sub> の軌道縮退性を評価した。軌道縮退性は分子構造の対称性が高い Ph-(7T)<sub>3</sub> が最も高くなった。軌道縮退性とゼーベック係数を比較すると、ゼーベック係数は 6T の文献値が  $+80 \mu\text{V} \cdot \text{K}^{-1}$  であり、 $6T (+80 \mu\text{V} \cdot \text{K}^{-1}) < 14T (+135 \mu\text{V} \cdot \text{K}^{-1}) < \text{Ph-(7T)}_3 (+343 \mu\text{V} \cdot \text{K}^{-1})$  と、軌道縮退性の大小関係と一致し、構造対称性・軌道縮退の高い分子が高いゼーベック係数を示すことが明らかになった。Mott の式で表されるゼーベック係数  $S$  はフェルミ準位における状態密度の傾きに比例する。今回用いたチオフェン dendrimer で軌道縮退性の高かった Ph-(7T)<sub>3</sub> に FeCl<sub>3</sub>・6H<sub>2</sub>O を用いてドーピングすることで、Ph-(7T)<sub>3</sub> のフェルミレベルが縮退した HOMO レベルに近づき大きなゼーベック係数が得られたと考えられた。

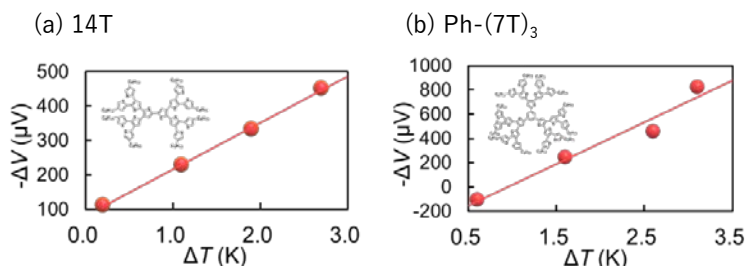
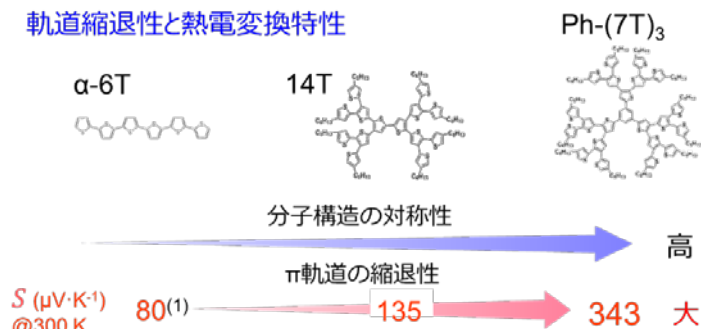


図 3. (a)14T, (b)Ph-(7T)<sub>3</sub> のゼーベック係数測定結果

#### 軌道縮退性と熱電変換特性



(1)は文献値：Tagani et. Al., *J. Phys. Dappl. Phys.* **49**, 12 (2016)

図 4. チオフェン dendrimer の分子構造とゼーベック係数の関連

以上、本研究では新規熱電変換材料としてのチオフェン dendrimer の可能性を示すことができた。また、有機半導体材料において、分子対称性が高い材料では  $\pi$  軌道の縮退が起こり高いゼーベック係数を示す材料になり得ると考えられたことから、新規有機熱電変換材料の分子設計に関する知見を得ることができた。

### 3. 研究業績

#### (1) 投稿論文

1. Y. Sutani, Y. Koshiha, T. Fukushima, K. Ishida, Formation mechanism of ferroelectric poly (vinylidene fluoride-trifluoroethylene) copolymers with in-plane dipole alignment under low electric field from melt and its SPR based pyroelectric sensor, *Polymer*, **228**, pp. 123904-1-10 (2021).
2. 石田謙司, 山田萌菜美, 小柴康子, 福島達也, ジバラキシリレンの真空中での蒸発挙動に関する研究, 応用物理学会 有機分子・バイオエレクトロニクス分科会誌: *M&BE*, **32**, No.2, pp.78-83 (2021).
3. S. Horike, Q. Wei, K. Kirihara, M. Mukaida, Y. Koshiha, K. Ishida, Anomalous n-type conversion of thermoelectric polarity in ionic hydrogels using PEDOT: PSS electrodes, *J. Mater. Chem. C*, **9**, pp.15813-15819 (2021).
4. Y. Nagayama, Y. Kondo, Y. Koshiha, S. Horike, K. Takashima and K. Ishida, Multipoint detection of structural deformation of pulsating 3D heart model using flexible organic piezoelectric-sensor array, *Japanese Journal of Applied Physics*, **61**, SE1014 (2022).

#### (2) 学会発表

##### ○ 国際会議発表論文

1. Y. Koshiha, K. Oki, S. Horike, A. Mori, K. Ishida, Improvement of thermoelectric properties of chemically-doped thiophene dendrimer with carbon nanotube, KJF-ICOMEF 2021, 2021.8.
2. K. Okamoto, Y. Koshiha, K. Ishida, Crystal growth of urea oligomer by ionic liquid assisted vacuum vapor deposition, KJF-ICOMEF 2021, 2021.8.
3. K. Higashida, I. Sugimoto, Y. koshiha, K. Ishida, Formataion of pn-junction phthalocyanine nanorods and I-V measurement using Conductive AFM, KJF-ICOMEF 2021, 2021.8.
4. Y. Nagayama, Y. Kondo, Y. Koshiha, S. Horike, K. Ishida, Multipoint detection of the displacement from heartbeat using flexible organic piezoelectric sensor array, ICFPE 2021, 2021.8.

##### ○ 国内会議発表論文

1. 石田謙司, 山田萌菜美, 小柴康子, 福島達也, ジバラキシリレンの真空中での蒸発挙動に関する研究, 応用物理学会 有機分子・バイオエレクトロニクス分科会 研究会, 2021.6.
2. 石田謙司, 強誘電性分子薄膜による赤外線センサー開発, 第 70 回高分子討論会, 2021.9. 【依頼講演】
3. 小柴康子, 隠岐晃太, 堀家匠平, 福島達也, 森 敦紀, 石田謙司, 量子縮退制御したチオフェン dendrimer の合成と熱電変換特性, 第 70 回高分子討論会, 2021.9.
4. 石田謙司, 有機・高分子材料を用いた環境発電, 第 52 回中部化学関係学協会支部連合秋季大会 (静岡), 2021.10. 【依頼講演】
5. 石田謙司, 樹状分子の空間対称性を活用した熱電変換分子の創出, 神戸大学 新技術説明会, 2021.10. 【依頼講演】
6. 石田謙司, 分極制御したフレキシブル有機強誘電体薄膜のセンサー・創エネ機能, (独) 日本学術振興会 将来加工技術第 1 3 6 委員会 令和 3 年度第 2 回合同研究会, 2021.12. 【依頼講演】
7. 渡邊 啓, 高嶋 一登, 堀江 聡, 石田 謙司, PVDF フィルムを用いたカテーテル型触覚センサの周波数特性の評価, 第 22 回 計測自動制御学会 システムインテグレーション部門講演会, 2021.12.

8. 石田謙司, 堀家匠平, 小柴康子, フレキシブル有機圧電薄膜を用いた心臓拍動検知 / 発電デバイス創出, 電子情報通信学会総合大会 電子情報通信学会, 2022.3. 【依頼講演】
9. 後藤 崇志, 小柴 康子, 堀家 匠平, 石田 謙司, 特異形状を有する銀微粒子の合成及び基礎物性評価, 第 69 回応用物理学会春季学術講演会, 2022.3.
10. 高橋大樹, 堀家匠平, 小柴康子, 石田謙司, 真空下熱重量測定による鎖状アルカン蒸発挙動の鎖長依存性評価, 第 69 回応用物理学会春季学術講演会, 2022.3.
11. 畦田晃希, 堀家匠平, 小柴康子, 石田謙司, 高速時間分解 FT-IR / 強誘電特性の同時測定による P(VDF-TrFE) 薄膜の分極反転ダイナミクス評価, 第 69 回応用物理学会春季学術講演会, 2022.3.
12. 岡本響子, 堀家匠平, 小柴康子, 石田謙司, イオン液体アシスト真空蒸着法による環状尿素結晶の生成と構造解析, 第 69 回応用物理学会春季学術講演会, 2022.3.
13. 田中 雅人, 小柴康子, 堀家匠平, 石田謙司, 生体模倣ゴムに包埋した有機圧電薄膜デバイスの多軸応力解, 第 69 回応用物理学会春季学術講演会, 2022.3.
14. 船木康伸, 小柴康子, 堀家匠平, 石田謙司, 一軸延伸した強誘電性高分子薄膜の分子配向と焦電特性, 第 69 回応用物理学会春季学術講演会, 2022.3.
15. 石田謙司, チオフェン樹状分子のドーピング状態制御と熱電変換特性, NAIST ナノテクノロジープラットフォーム最終総合シンポジウム 2022.3 【依頼講演】

### (3) 著書

1. 石田謙司, 堀家匠平, 環境発電ハンドブック 第 2 版, 機能性材料・デバイス・標準化: Iot 時代で加速する社会実装, エヌ・ティー・エス, (分担執筆) 第 1 章, 3 節 pp.63-71 担当, (2021)

## 4. 競争的資金

### (1) 科学研究費補助金

1. 基盤研究 (A) 「超フレキシブル有機圧電型発電/拍動検知デバイス開発と生体内駆動の検証」  
代表: 石田謙司 (19,370 千円)
2. 基盤研究 (B) 「量子縮退制御したチオフェン dendrimer の巨大な熱電変換機能の創出」  
代表: 小柴康子 (1,700 千円)
3. 基盤研究 (B) 「分子配向 / 界面制御に基づく高性能有機トランジスタ実現のための基盤技術開発」  
分担: 石田謙司 (1,000 千円)

### (2) 共同型協力研究

1. 共同研究 2 件 (計 2,650 千円)

### (3) 受託研究, 研究助成等

1. JST CREST 「高効率非鉛圧電薄膜発電システムの実証展開」 協力: 石田謙司 (5,000 千円)
2. JST さきがけ 「クーロン効果潜熱輸送による放熱型熱電発電素子」 代表: 堀家匠平 (6,545.5 千円)
3. NEDO 先導研究未踏チャレンジ 2050 「昇圧回路不要の熱電発電デバイス」 代表: 堀家匠平 (3,240 千円)

### (4) 奨学寄附金等

1. 石田謙司 1 件 (750 千円)

## 【膜バイオプロセス研究部門】

### 1. 構成員

|     |     |      |                  |
|-----|-----|------|------------------|
| 部門長 | 教 授 | 丸山達生 | (工学研究科応用化学専攻)    |
|     | 教 授 | 荻野千秋 | (工学研究科応用化学専攻)    |
|     | 准教授 | 中川敬三 | (科学技術イノベーション研究科) |
|     | 助 教 | 森田健太 | (工学研究科応用化学専攻)    |

### 2. 研究の概要と今年度の研究成果

本研究部門では、バイオマス由来の糖成分や発酵物質などの効率的な膜分離技術の開発を行っている。更には、膜分離技術と生体関連物質の融合により、生物プロセスにおける膜分離技術の利用および膜材料等の機能化に利用可能な塗膜技術の開発の2つのテーマ(下記)を行っている。

① 微生物発酵前後における基質および発酵代謝物の選択的分離・濃縮

② 合成機能性高分子の単純塗布によるプラスチック表面機能化

具体的には下記の通りである。

#### ① 微生物発酵前後における基質および発酵代謝物の選択的分離・濃縮

当グループでは、バイオプロセスに必用とされる膜システムの展開研究を行っている。2021年度はバイオエタノール、および発酵アルコールの膜濃縮に向けて企業と新規膜分離システムの共同研究を行った。具体的には、微生物発酵ブタノールを小規模の膜分離装置にて連続発酵と連続分離濃縮実験を行った。そして、発酵ブタノールの連続的な選択的分離が可能であることを確認できた。2022年度は、スケールアップと連続分離時における膜のファイリング等について検証を行う計画である。

#### ② 合成機能性高分子の単純塗布による材料表面機能化

2021年度は、プラスチック表面の機能化を、フッ素系合成高分子を用いて行った。ここでは可逆的なフッ素鎖同士の親和性に注目した。炭化フッ素鎖(Rf基)は、それ同士で非共有結合を形成するだけでなく、メタノールにより処理することで、Rf基同士の結合を切り離すことができる。この特性を生かし、簡便に機能性表面の作製・再利用が可能になると考えた。フッ素化表面の材料としてプラスチックを、表面処理としてフッ素系合成高分子による高分子塗布法を用いた。これらのアプローチは、材料の軽量化や低コスト化、使用するフッ素系合成高分子量の最小化、操作の簡便化等の観点から非常に有利である。種々の分析の結果、シンプルな塗布操作によりプラスチック板表面をフッ素化し、その表面が防汚性を示し、またフッ素タグを有する分子を簡便に表面に固定化可能であることを実証した。この固定化したフッ素タグ付き分子は、メタ

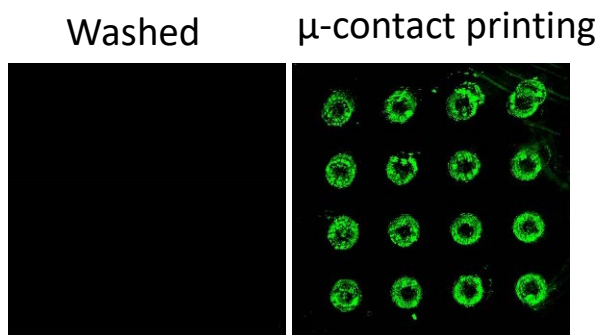


図 フッ素化したプラスチック表面へフッ素鎖間相互作用を利用したマイクロパターニング

ノールにより簡単に脱着可能であり、繰り返しフッ素タグ付き分子の固定化・脱着が可能であることも判明した。ポリジメチルシロキサン製のはんこを用いて、フッ素タグ付き分子をフッ素化表面にマイクロコンタクトプリンティングし、マイクロパターンニング可能であることも明らかにした。これらの成果は、分析チップや診断デバイスの開発に応用可能であると期待される。

## 2. 研究業績

### (1) 投稿論文

1. T. Tsuchii, K. Kaneko, K. Morita, T. Nishino, T. Maruyama, Rewritable surface on a plastic substrate using fluororous affinity. *ACS Appl. Mater. Interfaces*, **14**, 3255-3263 (2022).
2. M. Taniguchi-Ikeda, M. Koyanagi-Aoi, T. Maruyama, T. Takaori, A. Hosoya, H. Tezuka, S. Nagase, T. Ishihara, T. Kadoshima, K. Muguruma, K. Ishigaki, H. Sakurai, A. Mizoguchi, B. G. Novitch, T. Toda, M. Watanabe, and T. Aoi, Restoration of the defect in radial glial fiber cell migration and cortical plate organization in brain organoid model of Fukuyama muscular dystrophy. *iScience*, **24**, 10314 (2021).
3. M. Matsumoto, K. Kaneko, M. Hara, M. Matsui, K. Morita, T. Maruyama, Covalent immobilization of gold nanoparticles on a plastic substrate and subsequent immobilization of biomolecules. *RSC Advances*, **11**, 23409-23417 (2021).
4. S. Yamamoto, K. Nishimura, K. Morita, S. Kanemitsu, Y. Nishida, T. Morimoto, T. Aoi, A. Tamura, T. Maruyama, Microenvironment pH-induced selective cell death for potential cancer therapy using nanofibrous self-assembly of a peptide amphiphile, *Biomacromolecules*, **22(6)**, 2524-2531 (2021).
5. 丸山達生, 合成小分子のひも状ミセルを使ってゲルを作る, がんを殺す, *粉体工学会誌*, **59-3**, 122-126.
6. 丸山達生, ペプチド脂質のガン細胞内での自己組織化と細胞死の誘導, *膜*, **46**, 282-286 (2021).
7. Takahito Nakao, Mayumi Akashi, Miharu Ishibashi, Miyuki Yao, Keizo Nakagawa, Takuji Shintani, Hideto Matsuyama, Tomohisa Yoshioka, In situ nanoporous structural characterization of asymmetric hollow fiber membranes for desalination using Raman spectroscopy, *Journal of Membrane Science*, **631**, pp. 119337 (2021)
8. Keizo Nakagawa, Shintaro Araya, Kai Ushio, Misato Kunimatsu, Tomohisa Yoshioka, Takuji Shintani, Eiji Kamio, Kuo-Lun Tung, Hideto Matsuyama, Controlling interlayer spacing and organic solvent permeation in laminar graphene oxide membranes modified with crosslinker, *Separation and Purification Technology*, **276**, pp. 119279 (2021)
9. Keizo Nakagawa, Misato Kunimatsu, Kengo Yasui, Tomohisa Yoshioka, Takuji Shintani, Eiji Kamio, Kuo Lun Tung, Shik Chi Edman Tsang, Hideto Matsuyama, Laminar HNb3O8-based membranes supported on anodic aluminum oxide with enhanced anti-swelling property for organic solvent nanofiltration, *Journal of Membrane Science*, **640**, pp. 119799 (2021)
10. Takahito Nakao, Shohei Goda, Yuki Miura, Masahiro Yasukawa, Miharu Ishibashi, Keizo Nakagawa, Takuji Shintani, Hideto Matsuyama, Tomohisa Yoshioka, Development of cellulose triacetate asymmetric hollow fiber membranes with highly enhanced compaction resistance for osmotically assisted reverse osmosis operation applicable to brine concentration, *Journal of Membrane Science*, **653**, pp. 120508 (2022)
11. 中川敬三, 二次元ナノシート積層膜による有機溶剤ナノろ過, *膜 (MEMBRANE)*, **47(2)**, 76-83 (2022)
12. T. Sakuragawa, S. Wakai, S. Zhang, H. Kawaguchi, C. Ogino, and A. Kondo, Accelerated glucose metabolism in hyphae-dispersed *Aspergillus oryzae* is suitable for biological production, *J. Biosci. Bioeng.*, **132(2)**, 140-147 (2021.8)
13. P. Kahar, N. Rachmadona, R. Pangestu, R. Palar, D. Triyono, N. Adi, A.B. Juanssilfero, Yopi, I. Manurung, S. Hama, C. Ogino, An integrated biorefinery strategy for the utilization of palm-oil wastes, *Bioresource Technology*, **344(B)**, 126266 (2022.01)
14. H. Kawaguchi, K. Takada, T. Elkasaby, R. Pangestu, M. Toyoshima, P. Kahar, C. Ogino, T. Kaneko, A. Kondo, Recent advances in lignocellulosic biomass white biotechnology for bioplastics, *Bioresource Technology*, **344(B)**, 126165 (2022.01)
15. P. Kahar, A. Itomi, H. Tsuboi, M. Ishizaki, M. Yasuda, C. Kihira, H. Otsuka, N.B. Azmi, H. Matsumoto, C. Ogino, A. Kondo, The flocculant *Saccharomyces cerevisiae* strain gains robustness via alteration of the cell wall

hydrophobicity, *Metabolic Engineering*, **72**, 86-96 (2022.03)

16. N. Rachmadona, Y. Harada, J. Amoah, E. Quayson, M. Aznury, S. Hama, A. Kondo, C. Ogino, Integrated bioconversion process for biodiesel production utilizing waste from the palm oil industry, *Journal of Environmental Chemical Engineering*, **10(3)**, 107500 (2022.03)

## (2) 学会発表

### ○ 国際会議発表論文

1. 森田健太、レストウウィタカルティカ、西村勇哉、石井純、丸山達生、Function Control of Hydrophobic Antimicrobial Molecules by utilizing Self-Assembly of Oligopeptide-Type Low Molecular Weight Hydrogelator, 4th G'L'owing Polymer Symposium in KANTO (GPS-K2021)、online (2021.7).
2. 金光彩雪、富永雄大、西村香音、山本夢弓、田村厚夫、丸山達生、Inhibition of melittin's function by indole derivatives, 4th G'L'owing Polymer Symposium in KANTO (GPS-K2021、online (2021.7).
3. 槌井貴嶺・金子一貴・森田健太・西野孝・丸山達生、Preparation of a plastic surface coated with fluoropolymer that can introduce amino group on the surface, 4th G'L'owing Polymer Symposium in KANTO (GPS-K2021)、online (2021.7).
4. N. Shimizu, S. Kanemitsu, T. Yashiro, K. Morita, T. Aoi, T. Maruyama, Selective death of cancer cells using the overexpressed kinase and a peptide lipid, 2nd International Symposium on Chemistry for Multimolecular Crowding Biosystems (CMBC)2022, Tokyo (2022.1.26).
5. Keizo Nakagawa, Two-dimensional nanomaterial-based membranes for water treatment and organic solvent filtration, Online Lecture Series on "Nanoscience and Nanotechnology" in The Hong Kong Polytechnic University (2021) online 【Invited lecture】
6. Keizo Nakagawa, Advancing Metal Oxide-based Laminar Membranes: Water treatment and Organic Solvent Filtration, International Membrane Conference in Taiwan 2021 (2021) online 【Plenary lecture】
7. Nova Rachmadona, Yusuke Harada, Jerome Amoah, Emmanuel Quayson, Martha Aznury, Shinji Hama, Akihiko Kondo, and Chiaki Ogino, An Integrative Bioconversion Process for Biodiesel Production Utilizing Waste from The Palm Oil Industry, 2021 AFOB MALAYSIA CHAPTER INTERNATIONAL SYMPOSIUM, 22–23 September 2021
8. Daniel A. Alfaro-Sayes, Jerome Amoah, Nova Rachmadona, Shinji Hama, Tomohisa Hasunuma, Akihiko Kondo, and Chiaki Ogino, Immobilization for The Enhancement of Biomass and Lipid Productivity of *Chlorella sorokiniana*, 2021 AFOB MALAYSIA CHAPTER INTERNATIONAL SYMPOSIUM, 22–23 September 2021
9. Daniel A. Alfaro-Sayes, Jerome Amoah, Nova Rachmadona, Shinji Hama, Tomohisa Hasunuma, Akihiko Kondo and Chiaki Ogino, Immobilization for the enhancement of biomass and lipid productivity of *Chlorella sorokiniana*, Young Asian Biological Engineers' Community (YABEC) 2021, 19-20 November, 2021
10. Radityo Pangestu, Prihardi Kahar, and Chiaki Ogino, Metabolic Engineering of *Saccharomyces cerevisiae* BTCC3 for Rapid Gypsum-free Lactic Acid Fermentation, Young Asian Biological Engineers' Community (YABEC) 2021, 19-20 November, 2021
11. Rendi Palar, Prihardi Kahar, Chiaki Ogino, and Akihiko Kondo, THE POTENTIAL XYLOSE ASSIMILATION YEAST BTCC3 STRAIN ENGINEERING FOR BIOETHANOL PRODUCTION, Young Asian Biological Engineers' Community (YABEC) 2021, 19-20 November, 2021
12. Katsumi Ota, Minami Yara, Tomoya Kobayashi, Prihardi Kahar, Akihiko Kondo, and Chiaki Ogino, Secretory production of PETase by *Streptomyces thermoviolaceus* and its characterization, Young Asian Biological Engineers' Community (YABEC) 2021, 19-20 November, 2021
13. Taiki Ono, Tomohiro Suzuki, Haruka Kado, Hirokazu Tsuboi, Takayuki Bogaki, Akio Koda, Yoshio Tsujino, Akihiko Kondo, and Chiaki Ogino, Correlation analysis of stirring blade shape and secreted protein production in filamentous fungi, Young Asian Biological Engineers' Community (YABEC) 2021, 19-20 November, 2021

### ○ 国内会議発表論文

1. 金光彩雪・富永雄大・西村香音・櫻井遥・田村厚夫・丸山達生、インドール系化合物によるメリ

チンの機能阻害、第 70 回高分子学会年次大会、online (2021.5).

2. 金光彩雪・富永雄大・西村香音・櫻井遥・田村厚夫・丸山達生、インドール系化合物によるメリチンの立体構造形成阻害、第 67 回高分子研究発表会（神戸）、online (2021.7).
3. 金光彩雪・富永雄大・西村香音・森田健太・山本夢弓・田村厚夫・丸山達生、インドール系化合物によるメリチン機能阻害の機構解析、第 70 回高分子討論会、online (2021.9).
4. 金光彩雪・富永雄大・西村香音・森田健太・山本夢弓・田村厚夫・丸山達生、メリチンの構造に由来するメリチン結合分子の設計、化学工学会第 52 回秋季大会、online (2021.9).
5. 金光彩雪・富永雄大・西村香音・森田健太・山本夢弓・田村厚夫・丸山達生、阻害対象ペプチドの分子構造を模倣した阻害剤設計、若手フロンティア研究会 2021、神戸大学、2021.12.
6. 槌井貴嶺・金子一貴・西野孝・丸山達生、フッ素同士の親和性を用いた再利用ができる機能性表面の作製、第 70 回高分子学会年次大会、online (2021.5).
7. 槌井貴嶺・金子一貴・西野孝・丸山達生、分子レベルでの機能の書き換えができるプラスチック表面の作製、第 67 回高分子研究発表会（神戸）、online (2021.7).
8. 槌井貴嶺・金子一貴・西野孝・丸山達生、フッ素-フッ素親和性のプラスチック表面上マイクロコンタクトプリンティングへの応用、第 70 回高分子討論会、online (2021.9).
9. 槌井貴嶺・金子一貴・西野孝・丸山達生、フッ素タグ分子のパーフルオロアルキル鎖長がフッ素化表面への固定化に与える影響、化学工学会第 52 回秋季大会、online (2021.9).
10. 槌井貴嶺・金子一貴・森田健太・西野孝・丸山達生、繰り返し利用可能な機能性プラスチック表面の作製、若手フロンティア研究会 2021、神戸大学、2021.12.
11. 清水なつみ・金光彩雪・西村香音・八代朋子・丸山達生、チロシンキナーゼ応答性ペプチド脂質によるガン細胞の選択的殺傷、第 70 回高分子学会年次大会、online (2021.5).
12. 清水なつみ・金光彩雪・八代朋子・丸山達生、チロシンキナーゼ応答性ペプチド脂質の細胞毒性評価、第 67 回高分子研究発表会(神戸)、online (2021.7).
13. 清水なつみ・金光彩雪・八代朋子・丸山達生、ガン細胞を選択的に殺傷するキナーゼ応答性ペプチド脂質、化学工学会 第 52 回秋季大会、online (2021.9).
14. 清水なつみ・金光彩雪・八代朋子・丸山達生、ガン細胞を選択的に殺傷するチロシン含有ペプチド、第 70 回高分子討論会、online (2021.9).
15. 清水なつみ・金光彩雪・八代朋子・丸山達生、チロシン含有ペプチド脂質によるガン細胞の選択的殺傷、神戸大学研究基盤センター 若手フロンティア研究会 2021、online (2021.12).
16. 清水なつみ・金光彩雪・八代朋子・森田健太・丸山達生、チロシン含有ペプチド脂質を用いたガン細胞の選択的殺傷、化学工学会第 87 年会、online (2022.3).
17. 瀬口史歩、槌井貴嶺、金光彩雪、森田健太、丸山達生、L 体短鎖ペプチドと D 体短鎖ペプチドによる自己組織化の検討、第 70 回高分子学会年次大会、online (2021.5).
18. 瀬口史歩、槌井貴嶺、杉本邦久、金光彩雪、森田健太、丸山達生、L 体短鎖ペプチドと D 体短鎖ペプチドの混合による凝集体作製、第 67 回高分子研究発表会(神戸)、online (2021.7).
19. 瀬口史歩、槌井貴嶺、杉本邦久、金光彩雪、森田健太、丸山達生、同配列の L 体短鎖ペプチドと D 体短鎖ペプチドの混合による自己組織化、化学工学会第 52 回秋季大会、online (2021.9).
20. 瀬口史歩、槌井貴嶺、杉本邦久、金光彩雪、森田健太、丸山達生、同配列の L 体短鎖ペプチドと D 体短鎖ペプチドの混合による凝集体作製、第 70 回?分?討論会、online (2021.9).
21. 瀬口史歩、槌井貴嶺、金光彩雪、杉本邦久、森田健太、丸山達生、ステレオコンプレックス形成可能な短鎖ペプチドの検討、化学工学会第 87 年会(神戸)、online (2022.3).
22. 森田健太、レストウウィタカルティカ、西村勇哉、石井純、丸山達生、オリゴペプチドとの co-assembly による薬剤分子の機能制御、第 70 回高分子学会年次大会、online (2021.5).

23. 森田健太、レストウウィタカルティカ、西村勇哉、石井純、丸山達生、短鎖ペプチドの自己組織化による抗菌性分子の機能制御、第 70 回高分子討論会、online (2021.9).
24. 森田健太、レストウウィタカルティカ、西村勇哉、石井純、丸山達生、短鎖ペプチドの自己組織化を利用した疎水性抗菌分子の機能制御、化学工学会第 52 回秋季大会、online (2021.9).
25. 森田健太、西村香音、山本翔太、清水なつみ、青井貴之、田村厚夫、丸山達生、がん細胞内部で自己組織化しアポトーシス死を引き起こすペプチド脂質の開発、化学工学会第 87 年会、神戸+online (2022.3).
26. 丸山達生、ミクロ空間での超分子ゲル形成と機能発現、超分子研究会（高分子学会）、online (2021.5.14).
27. 丸山達生、合成小分子のひも状ミセルを使ってゲルを作る、がんを殺す、粉体工学会 2021 年度春期研究発表会、online (2021.6.2).
28. 丸山達生、ペプチド脂質のガン細胞内での自己組織化と細胞死の誘導、日本膜学会第 43 年会、online (2021.6.4).
29. 木村 俊久・清水 なつみ・森田 健太・丸山 達生、自己組織性ペプチドによるアミド結合の分解、第 24 回化学工学会学生発表会、online (2022.3.5).
30. 神吉 悠介・金光 彩雪・山本 翔太・宮原 弘希・森田 健太・松井 雅樹・丸山 達生、アクリル-ガラス基板間の銅フリークリック反応を利用した接着方法の検討、online (2022.3.5).
31. 吉田 沙理那・槌井 貴嶺・松本 弥万里・森田 健太・丸山 達生、アミノ基提示プラスチック基板上での金ナノ粒子の粒形変化の検討、online (2022.3.5).
32. 林 采香・瀬口 史歩・森田 健太・茶谷 絵理・丸山 達生、アミロイド  $\beta$  線維化を阻害する新たな短鎖ペプチド配列の検討、online (2022.3.5).
33. 中川敬三, Kecheng Guan, 松山秀人, 2 次元ナノチャンネルを有するナノシート積層膜の開発（招待講演）, 第 15 回酸化グラフェンシンポジウム online (2021)
34. 上野 拓洋, 中川 敬三, 新谷 卓司, 松岡 淳, 神尾 英治, 松山 秀人, 吉岡 朋久, 加圧ろ過法を用いた MoS<sub>2</sub> ナノシート積層膜の作製と芳香族化合物還元反応への応用, 日本膜学会第 43 年会, online, 2021 年 6 月 4 日
35. 柏崎 広夢, 中川 敬三, 新谷 卓司, 松岡 淳, 神尾 英治, 北川 裕丈, 高熊 紀之, 松山 秀人, 吉岡 朋久, シリケートナノシート積層膜による有機色素の分離特性, 日本膜学会第 43 年会, online, 2021 年 6 月 4 日
36. 柏崎 広夢, 中川 敬三, 新谷 卓司, 松岡 淳, 神尾 英治, 北川 裕丈, 高熊 紀之, 松山 秀人, 吉岡 朋久, シリケートナノシート積層膜の作製とナノろ過特性の評価, 化学工学会第 52 回秋季大会, online, 2021 年 9 月 24 日
37. 井元 誠志, 中川 敬三, HU Chechia, 新谷 卓司, 松岡 淳, 神尾 英治, 松山 秀人, 吉岡 朋久, カーボンナイトライド/ニオブ酸ナノシート複合膜の光触媒特性と耐ファウリング性の評価, 化学工学会第 52 回秋季大会, online, 2021 年 9 月 24 日
38. 末井 有誠, 中川 敬三, 新谷 卓司, 松岡 淳, 神尾 英治, 松山 秀人, 吉岡 朋久, 森 宏仁, 糸井 伸樹, 後藤 俊樹, 減圧ろ過法により作製したチタン酸ナノシート膜における積層構造と分離性能の関係, 化学工学会第 52 回秋季大会, online, 2021 年 9 月 24 日
39. 牛尾 海, 中川 敬三, Kecheng GUAN, 吉岡 朋久, 新谷 卓司, 松岡 淳, 神尾 英治, 松山 秀人, 酸化グラフェン積層膜の有機溶剤ナノろ過性能に及ぼす支持膜構造の影響, 化学工学会第 52 回秋季大会, online, 2021 年 9 月 24 日
40. 渡辺 智貴, 中川 敬三, 新谷 卓司, 佐々木 雄史, 松岡 淳, 吉岡 朋久, 神尾 英治, 松山 秀人, 多孔性ポリケトン膜の構造制御と W/O エマルジョン分離性能の評価, 化学工学会第 52 回秋季大会, online, 2021 年 9 月 24 日
41. 上野 拓洋, 中川 敬三, 新谷 卓司, 松岡 淳, 神尾 英治, 松山 秀人, 吉岡 朋久, 二硫化モリブデンナノシート積層型膜反応器の作製と芳香族ニトロ化合物還元反応への応用, 分離技術会年会 2021, online, 2021 年

11月5日

42. 渡辺智貴, 中川 敬三, 新谷卓司, 佐々木雄史, 松岡 淳, 吉岡朋久, 神尾英治, 松山秀人, 多孔性ポリケトン膜における膜構造と W/O エマルション分離性能の関係性, 膜シンポジウム 2021, online, 2021 年 11 月 16 日
43. 牛尾 海, 中川敬三, Kecheng Guan, 吉岡朋久, 新谷卓司, 松岡淳, 神尾英治, 松山秀人, 酸化グラフェンを利用した有機溶剤ナノろ過膜: 支持膜構造制御による阻止性能の向上, 膜シンポジウム 2021, online, 2021 年 11 月 16 日
44. 瀬川祐翔, 中川 敬三, 吉岡 朋久, 新谷 卓司, 松岡 敦, 神尾 英治, 松山 秀人, 酸化グラフェン/二硫化モリブデンナノシート積層膜の作製と膜性能に及ぼす複合比の影響, 第 24 回化学工学会学生発表会, online, 2022 年 3 月 5 日
45. 岡本 将希, 中川 敬三, 田中 俊輔, 新谷 卓司, 松岡 淳, 神尾 英治, 松山 秀人, 吉岡 朋久, CuBDC MOF ナノシート用いた吸引ろ過法による積層膜の作製, 第 24 回化学工学会学生発表会, online, 2022 年 3 月 5 日
46. 山本 翔太, 中川 敬三, 新谷 卓司, 松岡 淳, 神尾 英治, 松山 秀人, 吉岡 朋久, シリカナノ粒子と酸化グラフェンの複合多孔体の作製と吸着特性への影響, 化学工学会第 87 年会, online, 2022 年 3 月 18 日
47. 月田 彪斗, 中川 敬三, 新谷 卓司, 松岡 淳, 蓮沼 誠久, 番場 崇弘, 雲北 涼太, 小林 優真, 安枝 寿, 神尾 英治, 松山 秀人, 吉岡 朋久, PVDF 中空糸膜を利用した p-ニトロフェノールの膜抽出, 化学工学会第 87 年会, online, 2022 年 3 月 18 日
48. 中村 優里, 近藤 昭彦, 荻野 千秋, Prihardi Kahar, 壺井 ひかり, 油脂酵母株 *Lipomyces starkeyi* によるポリヒドロキシアルカン酸生産, 第 73 回日本生物工学会大会, 2021 年 10 月 27 日～29 日(WEB)
49. 小林 友哉, 太田 勝己, 屋良 みなみ, 渡邊 直揮, 豊島 正和, 竹中 武藏, 近藤 昭彦, 荻野 千秋, 好熱性放線菌 *Streptomyces thermoviolaceus* の代謝モデル構築とその検証, 第 73 回日本生物工学会大会, 2021 年 10 月 27 日～29 日(WEB)
50. 川元 皓貴, 森下 琢麻, 鷺尾 周, 森田 健太, 西村 勇哉, 佐々木 良平, 近藤 昭彦, 荻野 千秋, ポリフェノール配糖体修飾過酸化チタンナノ粒子開発と細胞損傷効果の検討, 第 73 回日本生物工学会大会, 2021 年 10 月 27 日～29 日(WEB)
51. 壺井 ひかり, Prihardi Kahar, 近藤 昭彦, 荻野 千秋, 酵母における有機酸資化経路の確立とバイオリファイナリー展開, 第 73 回日本生物工学会大会, 2021 年 10 月 27 日～29 日(WEB)
52. 太田 勝己, 荻野 千秋, 齊藤 朱音, 屋良 みなみ, 小林 友哉, 近藤 昭彦, 好熱性放線菌 *Streptomyces thermoviolaceus* による外来性たんぱく質の分泌生産, 第 73 回日本生物工学会大会, 2021 年 10 月 27 日～29 日(WEB)
53. 小野 太暉, 鈴木 智大, 荻野 千秋, 近藤 昭彦, 坊垣 隆之, 坪井 宏和, 加戸 悠, 幸田 明夫, 辻野 義雄, 糸状菌における攪拌翼形状とタンパク質生産分泌生産の相関解析, 第 73 回日本生物工学会大会, 2021 年 10 月 27 日～29 日(WEB)
54. 森下 琢麻, 川元 皓貴, 鷺尾 周, 森田 健太, 西村 勇哉, 大谷 亨, 近藤 昭彦, 荻野 千秋, グルクロン酸修飾過酸化チタンナノ粒子による細胞損傷効果の検討, 第 73 回日本生物工学会大会, 2021 年 10 月 27 日～29 日(WEB)

#### 4. 競争的資金

##### (1) 科学研究費補助金

1. 基盤研究 (B) 代表: 丸山達生 (5,980 千円)
2. 新学術領域研究 代表: 丸山達生 (2,470 千円)
3. 特別推進研究 分担: 丸山達生 (28,470 千円)
4. 研究活動スタート支援 代表: 森田健太 (1,100 千円)
5. 若手研究 代表: 森田健太 (1,200 千円)

6. 基盤研究 (C) 代表：中川敬三 (1,430 千円)
7. 基盤研究 (A) 分担：中川敬三 (350 千円)

## (2) 共同型協力研究

1. 丸山達生 2 件 (計 4,950 千円)
2. 中川敬三 5 件 (計 3,650 千円)

## (3) 受託研究, 研究助成等

1. 池谷化学振興財団助成金 代表：丸山達生 (1,500 千円)
2. LG ジャパン (学術指導) 代表：丸山達生 (500 千円)
3. 川西記念新明和教育財団助成金 代表：森田健太 (1,000 千円)
4. IRMAIL サイエンスグラント横河電機賞 代表：森田健太 (500 千円)
5. AMED 再生医療実現拠点ネットワークプログラム 分担：森田健太 (2,000 千円)
6. 新エネルギー技術研究開発／新エネルギー等のシーズ発掘・事業化に向けた技術研究開発事業 代表：荻野千秋 (5,000 千円)
7. 新エネルギー技術研究開発／ムーンショット型研究開発制度「光スイッチ型海洋分解性の可食プラスチックの開発研究」分担：荻野千秋 (30,000 千円)
8. 新エネルギー技術研究開発／先導研究プログラム/新技術先導研究プログラム 代表：荻野千秋 (35,000 千円)
9. JST／共創の場形成支援プログラム (COI-NEXT)「再生可能多糖類植物由来プラスチックによる資源循環社会共創拠点」 分担：荻野千秋 (15,000 千円)
10. NEDO ムーンショット型研究開発事業「産業活動由来の希薄な窒素化合物の循環技術創出—プラネタリーバウンダリー問題の解決に向けて」 分担：中川敬三 (10,000 千円)

## (4) 奨学寄附金等

1. 丸山達生 1 件 (250 千円)
2. 荻野千秋 1 件 (250 千円)
3. 中川敬三 1 件 (250 千円)

## 5. 特記事項

### (1) 特許等知的財産

#### ○ 特許(出願)

1. 特願 2022-17458「接着構造体及びその製造方法、被着体セット、被着体、並びに活性化アルキン基含有ポリマー」 丸山達生ら
2. PCT/JP2021/019152「徐放性哺乳動物忌避組成物」 発明者 丸山達生ら
3. PCT/JP2021/019153「徐放性哺乳動物忌避組成物」 発明者 丸山達生ら
4. 特願 2021-081783 「オクトシリケート材料を用いた液中物質分離膜及びその製造方法」、発明者 中川敬三ら
5. 特願 2022-019998 「可視光応答型ナノシート複合光触媒膜とその作製方法」、発明者 中川敬三ら

## ○ 特許(成立)

1. 特許番号 6963311 号「ナノシート積層型分離膜及びその製造方法」、発明者 中川敬三ら

## (2) 受賞

1. 吉田 沙理那 化学工学学生発表会優秀賞 (2022.3.5)
2. 林 采香 化学工学学生発表会優秀賞 (2022.3.5)
3. 清水なつみ 神戸大学・若手フロンティア研究会 2021 優秀発表賞 (2021.12.24)
4. 末井 有誠 化学工学会第 52 回秋季大会ポスター賞 (2021.9.24)
5. 上野 拓洋 分離技術会年会 2021 学生賞 (2021.11.7)
6. 渡辺 智貴 膜シンポジウム 2021 学生賞 (2021.11.17)
7. Radityo Pangestu, Young Asian Biological Engineers'Community (YABEC) 2021 Next Generation Award (presented by SCEJ in YABEC2021)

## 【膜材料合成化学研究部門】

### 1. 構成員

部門長 教 授 森 敦紀 (工学研究科応用化学専攻)  
准教授 岡野健太郎 (工学研究科応用化学専攻)  
助 教 鈴木登代子 (工学研究科応用化学専攻)

### 2. 研究の概要と今年度の研究成果

膜材料合成化学研究部門では、各種分離膜、電子材料を指向した有機薄膜を創製するために、有機合成化学、高分子合成化学の新反応開発、機能発現をめざした分子構造設計が遂行されている。① 膜材料合成のための有機合成反応開発、② 膜材料合成のための高分子合成反応開発、③ 膜材料創製のための機能設計の3つのグループに分かれ、基礎から応用まで多様な研究を推進している。

具体的には、各トピックスにおいて

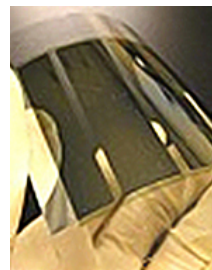
#### ① 膜材料合成のための有機合成反応開発

$\pi$  共役系が拡張したヘテロ芳香族化合物の合成をめざし、遷移金属錯体触媒を利用する各種カップリング反応に取り組んでいる。とくに、効率よく炭素-炭素結合を形成する新反応を開発し、簡便に多置換ヘテロ芳香族化合物を合成するための新手法に取り組み、研究・開発をすすめている。



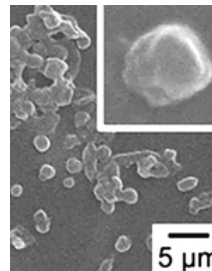
#### ② 膜材料合成のための高分子合成反応開発

ヘテロ芳香族化合物をモノマーとするクロスカップリングを利用する重合反応の開発に取り組んでいる。その際の側鎖官能基の導入法や、導入した官能基が重合反応に耐えうるような高分子合成法開発をめざしている。



#### ③ 膜材料創製のための機能設計

複数の異種モノマーから構造を制御した各種共重合体の合成と、そのモノマー設計に基づく機能発現と、ポリマー微粒子からの塗布膜形成をめざしている。とくに、ポリチオフェン誘導体の微粒子生成において、その共重合体からの均一な球状微粒子調製法開発に取り組んでいる。



2021 年度は、短寿命で不安定な有機金属化合物の捕捉を目標に、*in situ* トランスメタル化法という新しい合成手法に取り組み、ヘテロ芳香族化合物の有機金属種でミリ秒から数秒程度の寿命であることが知られる有機リチウムを亜鉛に金属交換して捕捉することに成功した。また、有機薄膜材料として有用な水溶性ポリチオフェンの創製を、有機溶剤に可溶な前駆体ポリマーとして塗布により薄膜形成後、熱処理するだけで水溶性ポリマーへと変換すると同時に電導性を向上させることに成功した。また、球状の微粒子生成が困難な

ポリチオフェンを、側鎖官能基をオリゴシロキサン結合を有する構造へと修飾することで球状微粒子作製に成功した。

### 3. 研究業績

#### (1) 投稿論文

1. Sonoka Yamamoto, Yushin shibuya, Toyoko Suzuki, Kentaro Okano, Masaki Horie, Atsunori Mori, One-shot Deprotonative Metalation/Transmetalation/Polymerization of Halothiophenes Catalyzed by Nickel Complex for Polythiophene Synthesis, *Synthesis*, 2021, **53(17)**, 3081-3084.
2. Kengo Inoue, Yuxuan Feng, Atsunori Mori, Kentaro Okano, "Snapshot" Trapping of Multiple Transient Azolyllithiums in Batch, *Chem. Eur. J.*, 2021, **27(40)**, 10267-10273.
3. Kazuki Morii, Yuto Yasuda, Daiki Morikawa, Atsunori Mori, and Kentaro Okano, Total Synthesis of Lamellarins G, J, L, and Z Using One-Pot Halogen Dance/Negishi Coupling, *J. Org. Chem.*, 2021, **86(19)**, 13388-13401.
4. Masayasu Hayashi, Jiaqiang Cheng, Kohei Hosokawa, Takumi Hatta, Chi-Hsien Wang, Masaki Horie, Kentaro Okano, Atsunori Mori, Synthesis and racemization studies of winding vine-shaped biphenyl derivatives, *Eur. J. Org. Chem.*, **2021(24)**, 3465-3471.
5. Tomoki Inoue, Sonoka Yamamoto, Yuma Sakagami, Masaki Horie, Kentaro Okano, Atsunori Mori, Cross-coupling polymerization of organosodium for polythiophene synthesis, *Organometallics*, 2021, **40(21)**, 3506-3510
6. Ryo Nakura, Kazuki Inoue, Mayu Itoh, Atsunori Mori, and Kentaro Okano, Preparation of 6-(Triethylsilyl)cyclohex-1-en-1-yl Trifluoromethanesulfonate as a Precursor to 1,2-Cyclohexadiene, *Org. Synth.*, 2021, **98**, 407
7. Kazuki Inoue, Kengo Inoue, Atsunori Mori, and Kentaro Okano, Preparation of 2-(Triethylsilyl)cyclohex-1-en-1-yl Trifluoromethanesulfonate as a Precursor to Cyclohexyne, *Org. Synth.*, 2021, **98**, 509
8. Taro Omura, Yuki Fujii, Toyoko Suzuki, Hideto Minami, In situ Preparation of Inorganic Nanoparticles in Amino-functionalized Porous Cellulose Particles, *J. Appl. Polym. Sci.*, 2021, **138**, 50397(1-9)
9. Keigo Oyama, Musashi Seike, Koji Mitamura, Seiji Watase, Toyoko Suzuki, Taro Omura, Hideto Minami, Tomoyasu Hirai, Yoshinobu Nakamura, and Syuji Fujii, Monodispersed nitrogen-containing carbon capsules fabricated from conjugated polymer-coated particles via light irradiation, *Langmuir*, 2021, **37**, 4599-4610
10. Taro Omura, Toyoko Suzuki, Hideto Minami, Preparation of Salt-responsive Hollow Hydrophilic Polymer Particles by Inverse Suspension Polymerization, *Langmuir*, 2021, **37**, 9371-9377
11. Ryohei Morimoto, Toyoko Suzuki, Hideto Minami, Preparation of polypropylene-composite particles by dispersion polymerization, *Langmuir*, 2021, **37**, 10388-10393
12. Mohammad Zakaria Sarker, Mohammad Mahbubor Rahman, Hideto Minami, Toyoko Suzuki, Mohammad Kawsar Hossain, Hasan Ahmad, Mesoporous amine functionalized SiO<sub>2</sub> supported Cu nanocatalyst and a kinetic-mechanistic degradation study of azo dyes, *Colloids Surfaces A: Physicochem. Eng. Aspects*, 2021, **617**, 12643 (1-13)
13. Chujuan Huang, Toyoko Suzuki, Hideto Minami, Synthesis of micrometer-sized poly(vinyl acetate) particles through microsuspension iodine transfer polymerization: Effect of iodine species in a water medium, *Polymer Chemistry*, 2022, **13**, 640-648

#### (2) 学会発表

##### ○ 国内会議発表論文

1. 井上拳悟, 馮宇軒, 平井俊, 岡野健太郎, 森敦紀, 含窒素芳香族リチウムのハロゲンダンスにおけるハロゲン化亜鉛ジアミン錯体とルイス酸の効果, 有機合成化学協会 第118回有機合成シンポジウム (2021)

2. 八田拓巳, 林 正康, 程 家強, 細川剛平, 王 祺嫻, 堀江正樹, 岡野健太郎, 森 敦紀, 分子不斉つる巻き状ビフェニルの合成とラセミ化挙動, 有機合成化学協会 第41回有機合成若手セミナー「明日の有機合成を担う人のために」(2021)
3. 安田雄登, 岡野健太郎, 森敦紀, ジブロモピロールのダブルアリアル化を用いたラメラリン U の全合成, 有機合成化学協会 第41回有機合成若手セミナー「明日の有機合成を担う人のために」(2021)
4. 山本一貴, ジメタル化合物の合成とスズ選択的な光レドックス反応の開発, 第17回六甲有機合成研究会 (2021)
5. 丸賀有人, ダブルつる巻き状ビフェニル誘導体の合成, 第17回六甲有機合成研究会 (2021)
6. 井上拳悟, 平井俊, 馮宇軒, 岡野健太郎, 森敦紀, ハロゲンダンスにおける複数の短寿命ヘテロ芳香族リチウムの選択的 *In Situ* トランスメタル化に与えるハロゲン化亜鉛ジアミン錯体の効果, 近畿化学協会有機金属部会 第67回有機金属化学討論会 (2021)
7. 安田雄登, 森井一樹, 森川大希, 岡野健太郎, 森敦紀, ハロゲンダンスを鍵としたラメラリン類の全合成, 第63回天然有機化合物討論会 (2021)
8. 井上拳悟, 馮宇軒, 岡野健太郎, 森敦紀, アゾールのハロゲンダンスにおいて発生する複数の短寿命有機リチウムの選択的捕捉, 有機合成化学協会 第37回有機合成化学セミナー (2021)
9. 馮宇軒, カルバゾマイシン類の合成研究, 第18回六甲有機合成研究会
10. 丸賀有人, 田渕浩平, 岡野健太郎, 森敦紀, 分子不斉つるまき状ビフェニルの光学分割, 日本化学会 第102春季年会 (2022)
11. 田渕浩平, 丸賀有人, 岡野健太郎, 森敦紀, ダブルつる巻き状ビフェニルの合成, 日本化学会 第102春季年会 (2022)
12. 山岡勢波, 須佐見幸生, 福岡寛之, 岡野健太郎, 森敦紀, ニッケル触媒を用いる位置規則性の制御されたポリ 1,3-フェニレンの合成, 日本化学会 第102春季年会 (2022)
13. 奥見樹生, 松山大智, 平井俊, 岡野健太郎, 森敦紀, ピロールのハロゲンダンスを鍵とするアトルバスタチンの形式合成, 日本化学会 第102春季年会 (2022)
14. 井上拳悟, 馮宇軒, 岡野健太郎, 森敦紀, 含窒素芳香族リチウムの *in situ* トランスメタル化とルイス酸触媒型ハロゲンダンス, 日本化学会 第102春季年会 (2022)
15. 松山大智, 奥見樹生, 岡野健太郎, 森敦紀, モノブロモピロール誘導体の位置選択的ハロゲンダンス, 日本化学会 第102春季年会 (2022)
16. 中尾彩佳, 井上拳悟, 岡野健太郎, 森敦紀, 2,3-ジブロモピリジンの脱プロトンのリチオ化を経る  $\beta$ -カルボリン誘導体合成, 日本化学会 第102春季年会 (2022)
17. 奥居柚弥, 安田雄登, 岡野健太郎, 森敦紀, ラメラリン U および A3 の全合成, 日本化学会 第102春季年会 (2022)
18. 馮宇軒, 行岡太郎, 岡野健太郎, 森敦紀, カルバゾマイシン A のグラムスケール全合成, 日本化学会 第102春季年会 (2022)
19. 高橋 史弥, 藤井 真奈, 辻田 大起, 鈴木 登代子, 南 秀人, リング状シリカ粒子及びポリスチレン真球状粒子とのコロイド構造体, 高分子学会・第70回高分子学会年次大会(2021)
20. 大仁田 克浩, 大西 未来, 大村 太朗, 脇屋 武司, 鈴木 登代子, 南 秀人, 単分散なバイオベースポリマー粒子の合成, 高分子学会・第70回高分子学会年次大会(2021)
21. 下込 航輝, 竹内 裕也, 向井 健, 田中 義人, 島野 真由美, 鈴木 登代子, 南 秀人, 中空構造を有するフッ素ポリマー粒子の作製, 高分子学会・第70回高分子学会年次大会(2021)
22. 木村 俊司, 辻田 大起, 竹内 裕也, 田中 義人, 島野 真由美, 鈴木 登代子, 南 秀人, 粒子形状を利用した撥水性表面, 高分子学会・第70回高分子学会年次大会(2021)
23. 築地 純一, 中野 貴統, 林 千尋, 鈴木 登代子, 南 秀人, ポリイオン液体粒子を利用した異種材料接着, 日本接着学会・第59回日本接着学会年次大会(2021)

24. 池田 颯, 高橋 史弥, 藤井 真奈, 鈴木 登代子, 南 秀人, シード分散重合法によるポリメタクリル酸メチル粒子の形状制御, 高分子学会関西支部・第 67 回高分子研究発表会(神戸)(2021)
25. 道浦 健, 下込 航輝, 藤井 真奈, 中橋 明子, 舘 秀樹, 鈴木 登代子, 南 秀人, ポリイミド/ポリスチレン複合粒子の作製, 高分子学会関西支部・第 67 回高分子研究発表会(神戸)(2021)
26. 竹村 孝太, 大西 未来, 竹内 裕也, 鈴木 登代子, 南 秀人, 攪拌法によるシリンダー状粒子の変形メカニズムの解明, 高分子学会関西支部・第 67 回高分子研究発表会(神戸)(2021)
27. 小西 満, 大仁田 克浩, 大村 太朗, 脇屋 武司, 鈴木 登代子, 南 秀人, リモネンの沈殿重合法による単分散高分子粒子の作製, 高分子学会関西支部・第 67 回高分子研究発表会(神戸)(2021)
28. 道浦 健, 下込 航輝, 藤井 真奈, 中橋 明子, 舘 秀樹, 鈴木 登代子, 南 秀人, シード分散重合を利用したポリイミド複合粒子の作製, 色材協会・2021 年色材研究発表会(2021)
29. 竹村 孝太, 大西 未来, 竹内 裕也, 鈴木 登代子, 南 秀人, 攪拌法を用いたシリンダー状粒子への変形メカニズムの解明, 色材協会・2021 年色材研究発表会(2021)
30. 池田 颯, 高橋 史弥, 藤井 真奈, 鈴木 登代子, 南 秀人, ポリメタクリル酸メチル粒子の形状制御, 色材協会・2021 年色材研究発表会(2021)
31. 大西 未来, 鈴木 登代子, 南 秀人, ビーズミルを用いた平板状(複合)高分子微粒子の作製, 高分子学会・ポリマー材料フォーラム(2021) (パブリシティ賞受賞)
32. 道浦 健, 下込 航輝, 藤井 真奈, 中橋 明子, 舘 秀樹, 鈴木 登代子, 南 秀人, ポリイミド複合微粒子の合成, 高分子学会・ポリマー材料フォーラム(2021)
33. 竹村 孝太, 大西 未来, 竹内 裕也, 鈴木 登代子, 南 秀人, 攪拌法によるシリンダー状粒子への変形メカニズム, 高分子学会・ポリマー材料フォーラム(2021)
34. 森本 亮平, 鈴木 登代子, 南 秀人, 分散重合によるポリプロピレン複合粒子の調整, 高分子学会・ポリマー材料フォーラム(2021)
35. 向井 健, 藤井 由紀, 山根 三慶, 鈴木 登代子, 南 秀人, シリコーンゴム/汎用ポリマー複合粒子の合成とそのモルフォロジー制御, 日本ゴム協会・第 32 回エラストマー討論会(2021)
36. 竹村 孝太, 大西 未来, 竹内 裕也, 鈴木 登代子, 南 秀人, 攪拌法による棒状粒子の変形メカニズムの解明と新規作製方法, 第 21 回高分子ミクロスフェア討論会
37. 大仁田 克浩, 大西 未来, 大村 太朗, 脇屋 武司, 鈴木 登代子, 南 秀人, バイオベースポリマー中空粒子の作製及び機能化, 第 21 回高分子ミクロスフェア討論会
38. 大西 未来, 鈴木 登代子, 南 秀人, ビーズミルを用いた円盤状(複合)高分子微粒子の作製, 第 21 回高分子ミクロスフェア討論会
39. 藤井 真奈, 築地 純一, 中野 貴統, 鈴木 登代子, 南 秀人, 水素結合を用いた円盤状粒子の自己組織化, 第 21 回高分子ミクロスフェア討論会

### (3) 著書

1. 森 敦紀 (分担執筆), 有機合成のための新触媒反応 101, 東京化学同人, 全 213p., 59 菌頭一萩原反応, 99(触媒移動型連鎖縮合重合 担当 (2021.11.8))

## 4. 競争的資金

### (1) 科学研究費補助金

1. 基盤研究 (B) 代表: 森 敦紀 (7,800 千円)
2. 基盤研究 (B) 代表: 岡野健太郎 (2,900 千円)
3. 基盤研究 (B) 分担: 森 敦紀 (300 千円)

4. 基盤研究 (C) 代表：鈴木 登代子 (1,690 千円)

(2) 共同型協力研究

1. キレート型配位子の設計と応用 (物質・デバイス領域共同研究拠点, 東北大学) 代表：岡野健太郎 (85 千円)

(3) 受託研究, 研究助成等

1. 高効率な資源循環システムを構築するリサイクル技術の研究開発 (NEDO, 原子力機構再委託) 代表：森 敦紀 (10,000 千円)
2. シリコーン架橋でゴム特性を発現するポリチオフェン材料の分子設計と機能創出 (ひょうご科学技術協会 ひょうご学術研究助成) 代表：森 敦紀 (1,000 千円)
3. ヘテロ芳香族炭化水素の三次元配列法の開発としなやかな触媒の創成への挑戦 (公益財団法人 ENEOS 東燃ゼネラル研究奨励・奨学会) 代表：岡野健太郎 (1,000 千円)

(4) 奨学寄附金等

1. 森 敦紀 1 件 (500 千円)

5. 特記事項

(1) 受賞

1. 優秀ポスター賞  
道浦 健, 下込 航輝, 藤井 真奈, 中橋 明子, 舘 秀樹, 鈴木 登代子, 南 秀人  
シード分散重合を利用したポリイミド複合粒子の作製  
色材協会・2021 年色材研究発表会(2021)
2. 優秀ポスター賞  
竹村 孝太, 大西 未来, 竹内 裕也, 鈴木 登代子, 南 秀人  
攪拌法によるシリンダー状粒子への変形メカニズム  
高分子学会・ポリマー材料フォーラム(2021)
3. 広報パブリシティ賞  
大西 未来, 鈴木 登代子, 南 秀人  
ビーズミルを用いた平板状 (複合) 高分子微粒子の作製  
高分子学会・ポリマー材料フォーラム(2021) (パブリシティ賞受賞)

## 【膜技術社会実装部門】

### 1. 構成員

|     |       |      |                  |
|-----|-------|------|------------------|
| 部門長 | 特命教授  | 新谷卓司 | (科学技術イノベーション研究科) |
|     | 特命准教授 | 熊谷和夫 | (工学研究科応用化学専攻)    |
|     | 教授    | 山本一彦 | (科学技術イノベーション研究科) |

### 2. 研究の概要と今年度の研究成果

膜技術社会実装部門では、基礎研究のみならずその研究成果を産業へ応用することが非常に重要であるため、一般社団法人先端膜工学研究推進機構と密に連携を取りながら、産業界のニーズを教育・研究に反映させるとともに、センターで得られた成果の早期社会実装に努めている。また、海外の膜研究拠点との交流・連携を通じて、国際的な先端研究から様々な市場での社会実装に繋がる国際的な共同研究拠点の形成に取り組んでいる。具体的には、① センターで得られた成果の社会実装の実現に向けた検討、② 技術相談、共同研究、委託研究の斡旋、③ 産学連携プロジェクトの立案と公的研究予算申請を軸として推進している。

以下に今年度の実績を示す。

#### ① センターで得られた成果の社会実装の実現に向けた検討

社会実装して普及させるためには技術開発は重要ではあるが、いかに社会のニーズを捉え将来のイノベーションを興すかが重要なポイントとなっている。そこで、それらに向けた取り組みの一環として、一般社団法人先端膜工学研究推進機構への参画企業、センター構成員および学生を対象に年 4 回の MBA(Membrane Business Academy)講座を開設している。日本が世界で強かった 20 世紀のモノ造りだけの時代は終わり、これからはイノベーションを興すためのモノ造りを目指さなければならない。世界で戦える実践的な新規事業創造を考える場として MBA 講座を企画開催している。

#### 第 17 回 MBA 2021 年 5 月 13 日(木)開催

令和 3 年 5 月 13 日(木)に 2021 年度第 1 回目である第 17 回 MBA (メンブレンビジネスアカデミー)を Zoom による Live で開催した。今回の内容は、毎年恒例の「イノベーションのジレンマ」に加え、さらに「最新イノベーション理論」について科学技術イノベーション研究科教授の山本一彦先生より 4 時間に渡りご講演いただいた。特に後半の「最新イノベーション理論」に関しては右図の書籍「ダイナミック・ケイパビリティ」や「両利きの経営」をご自身の解析も入れて分かり易く解説いただいた。

当日までに 40 企業 135 名及び大学関係者 20 名の合計 155 名と大変多くの方々にお申込みいただきました。当日の参加者は 130 名で、皆さまのご協力に感謝いたします。



第 17 回 MBA にて教材として使用した書籍

## 第18回 MBA 2021年8月19日(木)開催

新型コロナウイルス感染が一向に収まる気配が無い中、2021年度2回目となる第18回 MBA（メンブレンビジネスアカデミー）を2021年8月19日（木）に Zoom による Live で開催した。今回の内容は、前回第17回に使用した書籍「ダイナミック・ケイパビリティ」および「両利きの経営」を用いて実施した「最新イノベーション理論」を元にインタラクティブな実践的講義を行った。具体的には図の予習課題を参加申込者に出し「AGC 復活のイノベーション戦略を考察する」と題してスライドを用いて発表していただき、討論を中心に実施した。発表は、オルガノ株式会社様、株式会社日本触媒様、京応化工業株式会社様、廣瀬製紙株式会社様よりの参加者4名に実施いただいた。

当日までに18企業39名及び大学関係者12名の合計51名と大変多くの方々にお申込みいただきました。当日の参加者は同数の51名で、非常に活発な議論ができました。



第18回 MBAにて予習課題教材として使用した記事

## 第19回 MBA 2021年10月7日(木)開催

2021年度第3回目となる第19回 MBA 講座を10月7日（木）に開催した。今回も新型コロナウイルスの影響で Zoom にて実施した。

今回の内容は、神戸大学大学院科学技術イノベーション研究科 先端膜工学分野 博士課程後期課程第一期修了生2名（三菱ケミカル株式会社 疋田真悟氏、株式会社クラレ 萩野洋平氏）からの講演を行なった。

科学技術イノベーション研究科は、先端科学技術に関する研究を行う自然科学系とアントレプレナーシップに関する研究を行う社会科学系が融合し、双方を兼ね備えたいわゆる文理融合型の人財育成を目指している。講演者2名には入学前後での物の見方・考え方の変化を中心にご講演いただいた。

当日までに27企業61名及び大学関係者31名の合計92名の方々と大変多くの方々にお申込みいただきました。当日の参加者は77名でした。皆さまのご協力感謝します。



第19回 MBA 講師のお二人

## 第20回 MBA 2022年1月13日(木)開催

2021年度最後で最終回となる第20回 MBA 講座（最終回）を1月13日(木)に開催した。今回も新型コロナウイルスの影響で Zoom にて開催した。

今回の内容は、最終回として「この 5 年間における活動の総括」を行った。2016 年度に一般企業から神戸大学へ転職し、何故日本の膜ビジネスは儲からないのかといった疑問を抱き、1 年間かけて MBA (Membrane Business Academy) 構想を社系の先生方に相談させていただきながら構築した。翌年の 2017 年度よりこれまでの技術セミナーではなく、確固たる技術に則ったビジネスを展開するためのセミナーを開催したく MBA を企画した。お陰様で 2021 年度で 5 年目を迎えることができ、通算 20 回目の開催となった。今回はこの 5 年間を振り返り総括した。また、この 5 年間多大なるご協力をいただいた山本一彦先生より「総括と今後への期待」についてご講演いただいた。

当日までに22企業51名及び大学関係者38名の合計89名の方々と大変多くの方々にお申込みいただきました。当日の参加者は65名でした。

5年間に渡り皆さま方のご協力に感謝いたします。



(左) 第 20 回 MBA 講師の山本一彦教授、

(右) MBA の企画者・新谷特命教授

## ② 技術相談、共同研究、委託研究の斡旋

一般社団法人先端膜工学研究推進機構への参画企業約 80 社を対象に技術相談や共同研究および委託研究の斡旋を実施している。2021 年度は約 30 社の企業と具体的な技術打合せを延べ約 60 回実施した。内、数社と共同研究に向けた FS (フィージビリティースタディー) を開始している。

## ③ 産学連携プロジェクトの立案と公的研究予算申請

昨年度プロジェクト獲得のための活動を実施した結果、2021 年度には以下 2 件の大型プロジェクトを獲得することができた。

1. NEDO (国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構) が推進するプロジェクト「エネルギー・環境新技術先導研究プログラム」
2. 経済産業省が推進するプロジェクト「戦略的基盤技術高度化支援事業 (サポイン事業)」

また、今年度のプロジェクト獲得活動としては、下記 2 件の応募を行った。

1. NEDO プロジェクト「エネルギー・環境新技術先導研究プログラム」
2. NEDO プロジェクト「官民による若手研究者発掘支援事業 (若サポ)」

以上



## 新聞などメディア掲載実績

---

著作権保護のため、Web 公開はしていません。  
詳細をご希望の方は、先端膜工学研究センターに  
ご連絡ください。

2021 年 4 月 5 日付 水道産業新聞 掲載

著作権保護のため、Web 公開はしていません。  
詳細をご希望の方は、先端膜工学研究センターに  
ご連絡ください。

## <付属資料 1>

### 神戸大学先端膜工学研究センター規則

(趣旨)

第1条 この規則は、国立大学法人神戸大学学則(平成16年4月1日制定)第8条の4第3項の規定に基づき、神戸大学先端膜工学研究センター(以下「センター」という)の組織及び運営について定めるものとする。

(目的)

第2条 センターは、環境・エネルギー問題に対処する世界先導型の研究拠点の確立を目指し、膜工学・膜科学分野における基盤学理の構築及び研究の強化・深化、さらにはこれに資する人材を育成することにより、社会実装を見据えた分野融合型研究を推進することを目的とする。

(部門)

第3条 センターに次の部門を置く。

- (1) 水処理膜研究部門
- (2) ガス分離・ガスバリア膜研究部門
- (3) 塗布膜研究部門
- (4) 有機薄膜研究部門
- (5) 膜バイオプロセス研究部門
- (6) 膜材料合成化学研究部門
- (7) 膜技術社会実装部門

2 各部門に関し必要な事項は、センター長が別に定める。

(職員)

第4条 センターに次の職員を置く。

- (1) センター長
  - (2) 副センター長
  - (3) 部門長
  - (4) 教授、准教授、講師、助教及び助手
  - (5) その他の職員
- (センター長)

第5条 センター長は、センターに主に配置された神戸大学（以下「本学」という。）の専任の教授をもって充てる。

2 センター長は、センターの業務を掌理する。

3 センター長の任期は、2年とし、再任を妨げない。ただし、センター長が欠けた場合における後任のセンター長の任期は、前任者の残任期間とする。

(副センター長)

第6条 副センター長は、センターに配置された本学の専任の教員をもって充てる。

2 副センター長は、センター長の職務を補佐する。

3 副センター長の任期は、2年とし、再任を妨げない。ただし、副センター長が欠けた場合における後任の副センター長の任期は、前任者の残任期間とする。

(部門長)

第7条 部門長は、センターに配置された本学の専任の教員をもって充てる。

2 部門長は、部門の業務を掌理する。

3 部門長の任期は、2年とし、再任を妨げない。ただし、部門長が欠けた場合における後任の部門長の任期は、前任者の残任期間とする。

(教授会)

第8条 センターの業務及び運営に関する事項については、教授会として置かれる神戸大学先端膜工学研究センター運営委

員会(以下「運営委員会」という。)において審議する。

(センター長等の選考)

第9条 センター長、副センター長及び部門長の選考は、運営委員会の議を経て、学長が行う。

(事務)

第10条 センターの事務は、工学研究科事務部において行う。

(雑則)

第11条 この規則に定めるもののほか、センターの運営に関し必要な事項は、運営委員会の議を経て、センター長が定める。

附 則

1 この規則は、平成31年4月1日から施行する。

2 この規則施行後最初に兼務されるセンター長の選考については、第9条の規定にかかわらず、役員会の議を経て、学長が行うものとする。

## 神戸大学先端膜工学研究センター運営委員会規程

(趣旨)

第1条 この規程は、神戸大学教授会規則(平成27年1月27日制定)第6条及び第12条の規定に基づき、神戸大学先端膜工学研究センター運営委員会(以下「委員会」という。)の組織及び運営について必要な事項を定めるものとする。

(審議事項)

第2条 委員会は、神戸大学先端膜工学研究センター(以下「センター」という。)に係る次の各号に掲げる事項について審議し、学長がこれらの事項について決定を行うに当たり意見を述べるものとする。

(1) 管理運営の基本方針に関する事項

(2) センター長、副センター長及び部門長の候補者の選考に関する事項

(3) 組織の改廃に関する事項

(4) 規則等(学長が定めるものに限る。)の制定又は改廃に関する事項

2 委員会は、前項に規定するもののほか、学長及びセンター長がつかさどる次の各号に掲げる教育研究に関する事項について審議し、並びに学長及びセンター長の求めに応じ、意見を述べるができるものとする。

(1) 年次計画に関する事項

(2) 規則等(前項第4号に定めるものを除く。)の制定又は改廃に関する事項

(3) 予算及び決算に関する事項

(4) 前各号に掲げるもののほか、学長及びセンター長がつかさどる教育研究に関する事項

(5) その他学長及びセンター長が意見を求める事項

(組織)

第3条 委員会は、次に掲げる委員をもって組織する。

(1) センター長

(2) 副センター長

(3) 部門長

(4) センターに主に配置された神戸大学の教授

(5) 理学研究科、工学研究科、農学研究科、海事科学研究科及び科学技術イノベーション研究科から選出された教授2人

(6) その他委員会が必要と認めた者

2 前項第5号及び第6号に掲げる委員の任期は、2年とし、再任を妨げない。ただし、欠員が生じた場合の後任者の任期は、前任者の残任期間とする。

3 第1項第5号及び第6号に掲げる委員は、学長が任命する。

(議長)

第4条 委員会に委員長を置き、センター長をもって充てる。

2 委員長は、委員会を招集し、その議長となる。

3 委員長に事故があるときは、あらかじめ委員長の指名する委員がその職務を代行する。

(議事)

第5条 委員会は、委員の3分の2以上が出席しなければ、議事を開き、議決をすることができない。

2 議事は、出席した委員の過半数の賛成をもって決し、可否同数の時は、議長の決するところによる。ただし、第2条第1項第2号の審議事項については、出席した委員の3分の2以上の賛成がなければならない。

(専門委員会)

第6条 委員会に、専門的事項を調査審議するため、専門委員会を置くことができる。

2 専門委員会に関する事項は、委員会が別に定める。

(議事概要の公表)

第7条 委員長は、委員会の議事概要を作成し、原則として2月以内に委員会の承認を得て、速やかにインターネットの利用により公表するものとする。

(事務)

第8条 委員会の事務は、工学研究科事務部において行う。

(雑則)

第9条 この規程に定めるもののほか、委員会の運営に関し必要な事項は、委員会が定める。

附 則

この規程は、平成31年4月1日から施行する。

## <付属資料 2>

### 先端膜工学研究センター運営委員会議事概要

#### ● 第 24 回先端膜工学研究センター運営委員会議事概要

(日 時) 令和 3 年 5 月 24 日 (月) 午後 5 時 00 分～午後 5 時 40 分

(場 所) 工学研究科中会議室 (2W - 207)

(議題)

##### I. 審議事項

1. ネーミングライツについて
2. デジタルサイネージモニターの設置について
3. 年次報告書について

##### II. 報告事項

1. 先端膜工学研究センター長裁量経費の使途について
2. 運営助成金の会計報告について
3. 外部資金等の受入れについて

#### ● 第 25 回先端膜工学研究センター運営委員会(メール審議)議事概要

審議期間 令和 3 年 6 月 8 日～令和 3 年 6 月 15 日

(審議内容)

マレーシア工科大学との学術交流協定の締結について

#### ● 第 26 回先端膜工学研究センター運営委員会(メール会議)議事概要

審議期間 令和 3 年 6 月 15 日～から 6 月 22 日

(審議内容)

センター配置教員の研究基盤域への主配置の可否について

#### ● 第 27 回先端膜工学研究センター運営委員会(メール会議)議事概要

審議期間 令和 3 年 8 月 27 日 (オンライン投票)

(審議内容)

先端膜工学研究センターに主配置する特命助教 (3 名) の採用について

#### ● 第 28 回先端膜工学研究センター運営委員会(メール審議)議事概要

審議期間 令和 3 年 8 月 26 日～8 月 31 日

(審議内容)

工学研究科主配置助教の本センター有機薄膜研究部門への配置について

#### ● 第 29 回先端膜工学研究センター運営委員会(メール審議)議事概要

審議期間 令和 3 年 9 月 24 日～9 月 29 日

(審議内容)

1. フランス IEM (Institut Européen des Membranes) との学術交流協定の締結について
2. 招へい外国人研究者の受入れについて

#### ● 第 30 回先端膜工学研究センター運営委員会(メール審議)議事概要

審議期間 令和 3 年 11 月 30 日～12 月 3 日

(審議内容)

ネーミングライツ部局配分額の使途について

● **第 31 回先端膜工学研究センター運営委員会議事概要**

(日 時) 令和 4 年 1 月 20 日 (木) 午後 5 時 05 分～午後 5 時 50 分

(場 所) 工学研究科中会議室 (2W - 207)

(議題)

1. 令和 4 年度教育研究組織改革の内定について
2. 特命教員の人事について
3. 先端膜工学研究センターに配置する教員について
4. 特命助教の任期更新について
5. 学術研究員の雇用について
6. 先端膜工学研究センターの改組について
7. 外部資金等の受入れについて
8. その他

● **第 32 回先端膜工学研究センター運営委員会(メール審議)議事概要**

審議期間 令和 4 年 3 月 11 日～3 月 15 日

(審議内容)

センター配置特命准教授 (R4.4.1 から特命教授 昇任) の令和 4 年 4 月 1 日付け大学院工学研究科への配置について

**第 3 回先端膜工学研究センター部門長会議議事概要**

(日 時) 令和 3 年 11 月 29 日 (月) 午後 5 時 00 分～午後 5 時 35 分

(場 所) 工学研究科中会議室 (2W - 207)

(議題)

1. 令和 4 年度教育研究組織改革分 (組織整備) 概算要求について
2. 第 4 期中期目標・中期計画に係る評価指標について
3. 学内共同利用施設等の見直しに係るヒアリング結果について
4. 先端膜工学研究センター長裁量経費について
5. その他
  - (1) 外部資金等の受入れについて
  - (2) 運営委員会の開催について





# 2021年度 神戸大学先端膜工学研究センター 年次報告書

2022年 8 月発行

編集・発行: 国立大学法人神戸大学 先端膜工学研究センター

〒657-8501 神戸市灘区六甲台町1-1

電話 078-803-6610

URL: <http://www.research.kobe-u.ac.jp/eng-membrane/center/>