

Adsorption News

Vol. 37, No. 4 (January 2024)

通巻 No.147

目 次

○巻頭言.....	2
「ライフ」に寄り添い豊かな未来を」	伊藤 美和
○令和5年度日本吸着学会学会賞.....	3
○第36回日本吸着学会研究発表会開催報告	5
○第36回日本吸着学会研究発表会ポスター賞	8
○第32回吸着シンポジウム（吸着冬の学校）報告	18
○会員探報.....	20
国立研究開発法人 産業技術総合研究所 化学プロセス研究部門／資源循環利用技術研究ラボ(遠藤 明)	
○会告.....	22
日本吸着学会国際交流スカラーシップについて 2024年度日本吸着学会賞受賞候補者推薦のお願いと要領 会員番号について	
○関連学会のお知らせ.....	25
○維持会員一覧.....	27

日本吸着学会
The Japan Society on Adsorption

巻 頭 言

「ライフ」に寄り添い豊かな未来を

オルガノ株式会社 伊藤 美和



当社は1946年にイオン交換樹脂を用いた純水製造装置（当時は「無熱蒸留装置」と称していた）の開発・販売からスタートした水処理総合エンジニアリング会社であり、多様な機能材を駆使した分離精製技術により社会に価値を提供することを目指した応用研究を進めています。

基礎研究を革新の種から生まれた花や実に例えると、企業の役割はその果実を応用し社会実装を行うことであり、基礎研究の健やかな成長のためのサポートと研究者・研究機関との連携は、企業にとって重要な役割と認識しています。また、異なる植物や樹木の共存により豊かな森が生まれるように、異なる視点、異なるバックグラウンドをもつ人々が集い、新しい視点やアプローチが生まれる場として、学会はたいへん優れた環境であると思っています。私自身、大学でお世話になった先生や先輩と、異なる立場や経験を経て、また学会の場で再会するというのも一つの新たな出会いと探求の始まりであると感じました。

本年度の日本吸着学会研究発表会は久しぶりの完全対面式となり、対面ならではの活気と熱量を強く感じました。オンライン環境では得難い、深い議論やアイデアの交換とそのシナジー、会場の熱気と緊張感、研究者間の（時には厳しい）直接的な交流や新たな出会いは、学びや情報の質の向上に欠かせないものだと思います。また、名刺交換、ブレイクタイムでの会話、様々な表情やジェスチャーなど、コロナ前には当たり前と思っていたことの大切さにも改めて気づかされました。

対面の良さを感じる一方で、前回のハイブリッド式も多くの良い面があったと感じています。特にオンラインでのポスターの公開や事前の質疑応答は、アクセスの良さや時間の自由度に大変利点があったと思います。近年の男性の育児休暇取得の増加に見られるように、男女問わず、将来を担う子供たちを育てている最中で時間に制約のある研究者も多くいるかと思います。国際化を含む多様なライフスタイルに寄り添えるよう、デジタル技術の効果的な活用方法を模索してくのも良いのではないかと感じました。

男女雇用機会均等法や育児休業制度の黎明期から企業で女性の働き方の変遷を経験してきたせいか、会議など人が集まる場所では、ついつい女性の参加割合を見てしまいます。本年度の研究発表会の会場では

少々女性の姿がすくないかな、と感じましたが、ポスター発表では多くの若手の女性研究者の活躍が見られ安堵しました。これから、ますます多くの女性が活躍する姿をみられるようになるでしょう。多彩な才能や視点を生かし、多様性を尊重・推進することによりいっそう豊かな成果が得られることを期待しています。

今年度の発表会でも先端技術や社会課題の解決を目指すための研究開発が多く見られました。吸着技術はCO₂削減に代表される環境負荷の軽減、資源の効率的な利用のために不可欠な技術であり新たな吸着剤の開発、吸着機構の解明やシミュレーション、理論に基づいた機能の定量化など吸着学会の役割はますます重要になっていると感じています。

研究や開発が創出する価値に対する持続可能性や社会の健全性への貢献が占める割合は、ますます増加しています。新しい技術や製品の開発段階から使用や廃棄に至るまでのライフサイクルに寄り添い、資源の効率的な利用、廃棄物の削減や処理方法、ユニバーサルな使用方法、安全性など多面的な探求と包括的なデザインが求められています。これらは、循環社会やサーキュラーエコノミーの名の通り、産学官の連携無くしては成り立たない社会的な仕組みであり、私たち企業は、この循環を力強くつなぎ促進するポンプ役にならなければ、と思っています。

社会の価値観の変化に伴い、人のライフスタイルと製品のライフサイクル、このふたつの「ライフ」に寄り添うことが、サステナブルな社会を実現するために大切になっていると思います。多様性のある人材が力強い根となって研究開発の木を大きく育て、企業と共にその果実を社会に届けながら、本学会が未来を生きる子供たちが安心して暮らせる社会を実現するための豊かな森となっていくことを期待し、また、当社のような企業がそれに貢献できればたいへん幸せなことと思っています。

氏名 伊藤 美和

所属 オルガノ株式会社

略歴 1988年 3月 千葉大学理学部化学科卒

1988年 4月 オルガノ株式会社 総合研究所

2013年 4月より 同 開発センター

機能材グループリーダー

令和 5年度日本吸着学会学会賞

会員の皆様にご推薦をお願いしておりました令和 5年度日本吸着学会学術賞、奨励賞、技術賞につきまして、学会賞選考委員会における審議を経て、以下のように受賞者が決定されました。第 36 回研究発表会において彰式を開催し、各賞の顕彰を行いました。

学 術 賞

受賞者：松本明彦 氏（豊橋技術科学大学大学院工学研究科）

受賞対象研究：吸着マイクロカロリーメトリーを中心とした多孔性固体表面への吸着機構の解明

松本氏は、多孔性固体表面への気体吸着現象を微分吸着エネルギーの直接測定によって熱力学的に特性化すると共に、X 線回折やその場測定赤外分光法・磁気共鳴法を併用して、吸着サイトの化学組成や吸着質の吸着状態を微視的に特性化することで、多孔性固体の表面化学に基づく吸着機構の解明を目指した研究を展開した。

まず、ゼオライト、メソ多孔性シリカ、活性炭素、多孔性有機金属錯体などの表面を化学修飾した多孔体への気体吸着について、吸着マイクロカロリーメトリーによる微分吸着エネルギーの直接測定と分光学的手法を併用した吸着現象の研究を展開し、吸着に伴う表面構造の変化、表面化学組成を制御した多孔性固体の吸着特性、触媒活性と吸着エネルギーの相関などを明らかにした。さらに、従来は大気圧以下の室温から 300℃程度で用いられていた吸着マイクロカロリーメトリーを、-70℃の低温および 200 MPa の高圧条件まで測定を可能にする新規装置を設計・構築し、超臨界状態の水素やメタン、二酸化炭素の微分吸着エネルギーの直接測定を実現した。これにより、多孔性金属錯体 ELM-11 への水素やメタンの高圧・低温吸着で、吸着に伴う結晶構造変化に吸着エネルギーが消費されることを実験的に示した。また、低シリカゼオライトへの二酸化炭素吸着において、陽イオン種が吸着に及ぼす影響を解明した。

以上の成果は、多孔性固体の吸着現象において、細孔の表面化学の重要性を示唆するものであり、吸着科学のみならず触媒や新規多孔性材料の開発においても新たな展開に大きく貢献するものである。よって、同氏の研究は日本吸着学会学術賞を授与するにふさわしいものである。

奨 励 賞

受賞者：坂本裕俊 氏（京都大学 高等研究院 物質—細胞統合システム拠点）

受賞対象研究：分子カーボンナノリングの吸着科学への展開

坂本氏は、カーボンナノチューブの部分構造を持つ「分子カーボンナノリング」の中空構造に着目し、この分子集合体を「ベンゼン環のみからなる結晶性多孔体」とみなし、機能発現を志向した研究を推進した。

具体的には、カーボンナノリング集合体の特異的なガス・蒸気吸着等温線を示すことを見出し、これを吸着進行にともなう分子積層構造変化とあわせて合理的に説明した。また、カーボンナノリングの結晶化条件によって同組成の 2 つの結晶多形の作り分けに成功し、ホストの配列と細孔構造の違いで、ゲスト分子の取り込み能が変化することを明らかにした。さらに、カーボンナノリング内空間にヨウ素を導入した複合体への電圧印加により、中性ヨウ素がアニオン性鎖状構造に変化し、電子伝導性と白色発光という従来の有機材料では難しい現象を同時発現させ

ることに成功した。

これらは、合成化学研究が先行していた分子ナノカーボンの分野に吸着科学の視点を導入し、その手法が有効であることを示した。また、今後も新規構造分子ナノカーボンの登場、それに基づく新しい吸着科学の展開が期待できる。以上より、同氏の研究は、日本吸着学会奨励賞を授与するにふさわしいものである。

受賞者：平出翔太郎 氏（京都大学大学院工学研究科化学工学専攻）

受賞対象研究：ゲート型吸着剤を活用した吸着分離プロセスの実用化に向けた基礎研究

平出氏は、ソフト多孔体が示す吸着誘起構造転移（ゲート吸着）現象に関する理論研究を背景とし、このゲート型吸着剤を活用した吸着分離プロセスの有用性を見出してきた。そして、実用化検討に欠かすことのできない吸着カラムを用いた実験および数値計算を実施する上で障壁となっていた、構造転移を示す材料であるがゆえの諸問題に対して、学術的な基礎研究に根ざした検討を重ねてきた。具体的には、ゲート型吸着剤の賦形に際し、吸着に伴う微粉化およびゲート吸着の緩慢化が生じる問題に関して、その原理を解明するとともに現象理解に基づいた新たな賦形手法を確立した。また、吸着カラムの数値モデリングに必須である平衡吸着量および吸着速度の定式化を、統計力学に基づく理論式の導出および時分割 in situ X線回折測定を駆使することにより達成した。

これらの成果は、まさにソフト多孔体の吸着理論と呼べるものであり、剛直な吸着剤を対象としてきた既往の吸着科学の伸展に大きく貢献するものである。また、上記成果を組み込むことでゲート型吸着剤を活用した吸着分離プロセスの詳細検討が現在可能となっており、今後、当該プロセスの実用化を牽引していくものと期待される。よって、同氏の研究は日本吸着学会奨励賞を授与するにふさわしいものである。

技 術 賞

受賞者：仲井和之 氏、重岡俊裕 氏、森 翔吾 氏、中村 薫 氏（マイクロトラック・ベル株式会社）

受賞対象研究：ヘリウムガスを使用しない高精度マノメトリック式ガス吸脱着量測定装置の開発

従来のマノメトリック式吸着装置においては、Heガスを用いたフリースペース測定が一般的である。しかし、近年のHeガスの資源枯渇及び需要拡大によりHeガスの入手が困難となっている。本技術は、Heガスを使用しないで、高精度に吸着量を測定する手法の開発に関するものである。

まず、吸着ガス（窒素等）により空の試料管の体積を事前測定し、秤量した試料重量とその密度から計算された試料体積を差し引くことによりフリースペースを算出する。しかし空試料管と試料採取後の試料管の冷媒の液面は必ずしも一致しない。そこでマイクロトラック・ベル株式会社が開発した独自技術である Advanced Free Space Measurement (AFSM)（2006年吸着学会技術賞）で使用するリファレンス管を利用し、空試料管と試料採取後の測定時点での冷媒の液面変化によるフリースペースの変化をリファレンス管から計算する手法を新たに開発した。このことにより、従来のAFSMによる高精度な吸着量測定精度を保ったまま、吸脱着等温線測定の時間短縮ならびにミクロ孔を持つ試料へのHeガス吸着によるフリースペース測定誤差を排除できる高精度のガス吸着量測定装置の開発に成功した。本技術を搭載したガス吸脱着量測定装置の販売実績は、2023年4月までに BELSORP-MINI X 306台、BELSORP-MAX G 27台、BELSORP-MAX X 16台を達成している。

以上のように、本技術はHeガスの資源枯渇が危惧される将来において、ガス吸脱着量測定を支える重要な基盤技術として益々の需要が期待されるものであり、日本吸着学会技術賞を授与するにふさわしいものである。

第 36 回日本吸着学会研究発表会開催報告

金沢大学新学術創成研究機構 児 玉 昭 雄

2023年12月7日および8日に、石川県立音楽堂交流ホールを会場として第36回日本吸着学会研究発表会を開催いたしました。新型コロナの感染症法上の分類が5類に変更となったことから完全対面で実施しました。完全対面での実施は2019年の名古屋大学での開催以来4年ぶりです。5類に移行にはなったものの新型コロナは相変わらず流行しており、さらにインフルエンザの感染拡大が懸念される状況の中、どれほどの皆様にご参加いただけるのか気掛かりでしたが、参加者数は249名となり、さらに復活開催した懇親会には100名を超える皆様にご参加いただきました。多くの皆様に金沢に足をお運びいただきましたこと、とてもありがたく、心より御礼申し上げます。本来、雪が舞い散る時期ですが、例年になく温暖であり、金沢の冬風情をお感じいただけなかったことは残念でした。

当初、金沢での研究発表会開催は2020年を予定しておりました。コロナ感染拡大により中止とし、今回あらためてお世話する機会を頂戴しました。例年、研究発表会は11月中に開催しております、本年は11月26日まで石川県を舞台に第38回国民文化祭 第23回全国障害者芸術・文化祭「いしかわ百万石文化祭2023」が開催されることから会場の手配が難しく、さらに第39回ゼオライト研究発表会との会期重複を避けるために12月の開催としました。

今回、コロナ禍以前の開催形態に戻すことを目指して、準備と運営を行いました。1日目の昼休みには理事・評議員会を、2日目の昼休みには運営委員会、編集委員会、標準化委員会も開催しました。まずは開催までの道のりです。研究発表会の会場探しは2022年の4月頃より始めました。当初、2019年10月に本会共催で実施した国際会議IMPRES 2019と同じ会場の利用を考えていたのですが、まだコロナ禍にあり、会場の収容人数が本来の半分に抑えられるなど、研究発表会の人数と予算規模に合致する会場の確保に苦労をしました。決して便利とは言えない金沢大学キャンパスでの開催は避けたいと思い、金沢コンベンションビューローに相談したところ、石川県立音楽堂交流ホールを紹介され、運よく、希望日に予約することが

できました。金沢駅からは徒歩1、2分程度、かつ地下道で直結しており、立地良好であったと思います。これに加えて、講演会場とポスター会場、さらに企業展示が同じ空間にあったことで研究発表会に一体感を与えることができたと思っています。

次の心配事は研究発表会の予算です。会場費の増大に備えて、学会には準備金として例年の2倍にあたる40万円を措置願いました。それでも会場設営費や備品の使用料など予算案を立ててみると石川県と金沢市からの助成金を皮算用しても到底足りず、金策に走るようになります。前年度の研究発表会をお世話いただいた信州大学の田中秀樹先生が公益財団法人から研究助成を受けていたことを知り、二匹目の泥鰌を狙ったのですが採択されませんでした。予算の緊縮のため、研究会ホームページは旧来のものを改訂活用、発表申込や参加登録にはgoogle formを利用し、アブストラクトの提出はメールで受け付けることにしました。それでも不足する予算は企業展示や要旨集への広告掲載料で補うべく、地元の業者にも協賛のお願いをいたしました。この結果、7社に出展いただき、また16社より広告掲載・協賛金をいただくことができました。さらに予想を超える参加者数となり、要旨集はPDF版に加えて冊子体も発行できました。しかしながら、一連の対応や作業は相当な負担です。研究発表会の維持継続を考えると現地実行委員会が全てを引き受けるのではなく、作業や役割の分担あるいは外注が必要です。研究発表会を担当して痛感しました。これまで研究発表会をご担当された皆様には心底敬服いたします。同時に本会会長として改革の必要性を感じています。

さて、大会第一日目は、午前8時15分より受付を開始しました。冒頭に実行委員長より挨拶を申し上げた後、午前9時より発表を開始、午前は口頭発表7件と奨励賞受賞講演1件、午後はポスター発表55件、口頭発表7件、学術賞受賞講演1件のプログラム構成としました。ポスター発表は90分間とし、混雑を避けるために、発表番号によって優先説明時間を設定しました。ポスター発表については、学生区分以外の参加登録者の投票により優秀ポスター賞を選出しました。受

賞者は 表山知加さん（信州大学）、佐藤信吾さん（金沢大学）、末次由奈さん（関西大学）、西本圭佑さん（京都大学）、細川毅人さん（金沢大学）、丸田大翔さん（関西大学）の6名でした。1日目の発表が全て終了した後、日本吸着学会総会を4年ぶりに対面で実施しました。続いて、寄付金受領式と学会賞授賞式を執り行いました。寄付金は Verder社より学生奨学支援（特に国際会議出席補助）を目的としてお申し出があったものです。Verderグループを代表してマイクロトラック・ベルの仲井和之社長より寄付の趣旨説明をいただき、目録の贈呈がありました。続く、学会賞授賞式では、松本明彦先生（豊橋技術科学大学）に学術賞が、坂本裕俊先生（京都大学）と平出翔太郎先生（同）に奨励賞が、マイクロトラック・ベル社に技術賞が授与されました。

学会賞授賞式を終えた後、ホテル金沢において懇親会を開催しました。冒頭に申し上げましたように100名を超える参加者を得て、盛大に行うことができました。関健司副会長による乾杯ご発声を皮切りに参加者の活発な交流が随所で見られました。オンライン会議は便利で、また慣れもしましたが、真の交流には対面がよいとあらためて感じました。さて、前述の優秀ポスター賞受賞者6名は懇親会において表彰いたしました。それぞれに簡単なスピーチをお願いしたところ、動じることなく立派に対応されていました。今後の成長が楽しみです。学術賞・奨励賞受賞のお三方にはユーモアを交えたご挨拶をいただき、会場はさらに盛り上がりました。なお、旬であるカニを期待された参加者も多くいらっしゃいましたが、高額でございまして提供できませんでした。また料理も途中で尽きてしまいました。十分に「おもてなし」できなかったことが心残りです。



写真1 研究発表会会場の様子



写真2 ポスター発表



写真3 学会賞受賞者



写真4 懇親会の様子



第二日目には口頭発表 20件と奨励賞受賞講演 1件が行われました。午後5時に終了とするため、午前8時40分から講演を開始しました。朝の早い時間帯と午後の遅い時間帯の参加者が極端に少ないことを心配しておりましたが杞憂でした。第一日目から第二日目の最後まで活発な質疑応答が行われ、大きな問題もなく閉会できました。ありがとうございました。今回、発表件数が多く休憩時間も設けませんでした。発表者および座長の皆様には時間通りにプログラムを進行いただきました。重ねて御礼申し上げます。ただ、ポスター発表から口頭発表へのスムーズな切り替えため、この間には休憩時間を入れるべきでした。

最後になりましたが、本研究発表会の開催にあたり、ご支援をいただきました皆様に御礼申し上げます。公益財団法人 金沢コンベンションビューローには一緒に会場を探していただきました。立派な会場を確保できたことは成功の第一歩でした。アズビル(株)、(株)アントンパール・ジャパン、インフィコン(株)、ヴァイサラ(株)、(株)勝木太郎助商店、コフロック(株)、(株)島津製作所、ジーエルサイエンス(株)、東京理化器械(株)、轟産業(株)、(株)日本サイエンスコア、マイクロトラック・ベル(株)、丸文通商(株)、メイワフォーシス(株)、ヤマト科学(株)、COMSOL合同会社、DKSHマーケットエクспанションサービスジャパン(株)（五十音順、アルファベット順）の各社様には企業展示や広告掲載などによるご支援を賜り、より充実した研究発表会になりました。さらに本会副会長（前運営委員長）の上田貴洋先生、運営委員長の飯山拓先生、総務担当理事の加藤雅裕先生、田中秀樹先生をはじめとする歴代の研究発表会担当の先生方には、会期や参加登録費の設定など本研究発表会の開催準備にあたって多くのご助言をいただきました。そして、実行委員の大坂侑吾先生、藤原翔先生、岡本千夏秘書には長期間にわたる準備作業から当日の運営に至るまで、金沢大学機械工学類環境科学研究所の学生の皆さんには当日の運営に多大な協力をいただきました。今回の研究発表会を成功裏に終えることができたのは皆様のご支援とご協力によるものです。深く感謝申し上げます。



写真5 ポスター賞受賞者

第 36 回日本吸着学会研究発表会ポスター賞

In-situ X線散乱測定機構を備えた高温での蒸気吸着測定装置の開発

Development a new high-temperature adsorption equipment with *in-situ* X-ray scattering system

(ポスター番号：P-16)

信大総理工¹、信大総医理工²、信大理³
表山知加¹、杉山泰啓²、飯山拓³、二村竜祐³

この度はポスター賞を頂きまして、大変光栄に存じます。また多くの方々にポスター発表をご覧いただくとともに、有意義なご指摘、貴重なご意見を賜りましたことに対しまして、心よりお礼申し上げます。以下に本研究の概要を紹介させていただきます。

水は我々人類にとって最も身近な液体ですが、水素結合性に由来した様々な特異性を有しております。我々は、そのような水の特異性に興味を持ち、活性炭が持つ疎水性細孔中に閉じ込められた水について研究を行ってきました。これまでの当研究室の *in-situ* X線散乱測定からの先行研究により、1 nm未満の細孔を持つ活性炭に吸着した水は、極低温から室温まで明確な融解挙動を示さず、室温でも発達した氷様の水素結合ネットワークを形成することを明らかにしています。^[1] それでは、この活性炭細孔中に吸着した水の氷様状態は、室温よりも高温ではどのようなのでしょうか？しかしながら、高温での蒸気吸着状態は、加熱での脱着により吸着状態の制御が困難になるといった理由のために、未だに十分な理解が進んでいません。

そこで、我々は高温での蒸気吸着状態における *in-situ* X線散乱測定を可能とする新規吸着量測定機構の開発を目指しています。(図1) 当吸着機構を有する新規装置は従来の容量法装置とは異なり、吸着媒を導入する試料部と蒸気が発生する液だめ部が、バルブや圧力センサーを介さず接続されています。本機構では液だめ部と試料部を独立に温度制御し、液だめ部の精密な温度制御で導入蒸気圧を正確に変化させることで、吸着量を制御することが可能となります。実際に開発した新規装置では、液溜め部を温度制御し蒸気を試料部に導入すると、 ± 0.06 torrの精度で導入蒸気圧を制御することが可能となりました。次に、本装置を用いて室温よりも高温である 338 Kでの *in-situ* X線散乱測定

定を行い、1 nm未満の活性炭細孔中に吸着した水の水素結合状態の温度依存性について検討を行いました。

本研究では、活性炭試料として株式会社アードルの活性炭 A7 (平均細孔径 0.7 nm) を用い、338 Kにおける水吸着状態での *in-situ* X線散乱測定 (Ultima III: 株式会社リガク, CuK α 線) を行いました。図2に 298 Kと 338 Kにおける、A7細孔中に吸着した水の広

正確な温度制御により導入蒸気圧を
精密に制御し、吸着をコントロール

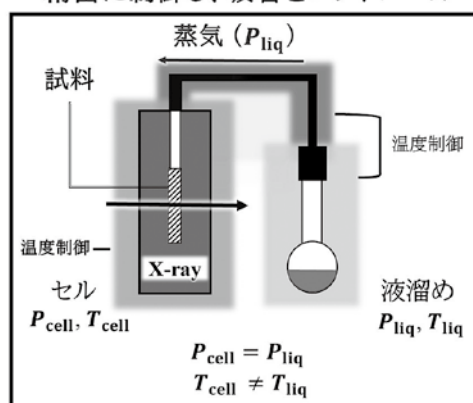


図1 新規高温吸着機構概略図

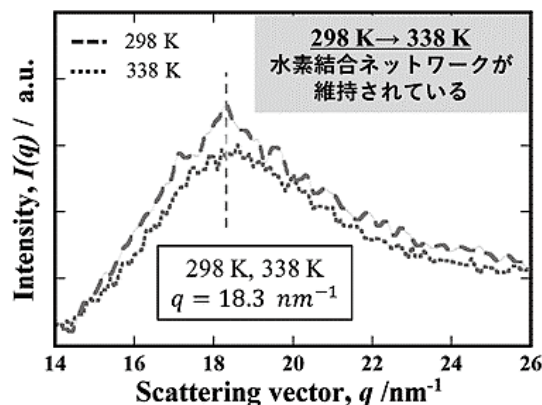


図2 298 K及び 338 Kでの A7細孔中の水の広角 X線散乱曲線

角 X線散乱曲線を示します。1 nm未満の細孔内の水は、298 Kから 338 Kへ温度が上昇してもほとんどピーク位置が変化しませんでした。このことは1 nm未満の疎水性ナノ空間中に閉じ込められた水は、温度が上昇しても発達した水素結合ネットワークを維持し、氷様の状態を堅持していること示唆しています。これは科学的・工業的に非常に重要な知見であり、今後は本装置を用いて標準沸点以上の高温での、水吸着状態の解明を進めていきたいと考えております。

新規吸着装置を開発するために、飯山拓教授や二村竜祐助教を始め、研究室の同朋達にご助力頂きました。私が研究室に所属して初めて行った作業は、3 DCAD による設計や真空ラインの組み立てであり、「本当にここは化学の研究室なのか」と衝撃を受けたことを記憶しております。しかしながら設計や装置製作などのものづくりは案外私の性に合っているようで、現在ではどのようなことでも自由に取り組ませてもらえる環境に感謝しつつ、のびのびとした研究生生活を送っております。改めまして、いつもご指導をいただいている飯山拓教授、二村竜祐助教、および研究室のメンバーに感謝致します。

引用文献

- [1] Y. Sugiyama, R. Futamura, T. Iiyama, *Chem. Lett.* **2022**, 51, 760-764.

急峻なゲート吸着を示すFlexible MOFの 合成・賦形手法確立と吸着分離プロセスへの展開 (ポスター番号:P-20)

京都大学大学院工学研究科化学工学専攻
西本圭佑、平出翔太郎、渡邊哲

この度は吸着学会でポスター賞という荣誉ある賞をいただき、大変感謝しております。多くの方にポスター内容をご覧いただけたことはとても光栄なことであり、くわえて、様々なご質問や意見を賜りましたこと、心より御礼申し上げます。以下に本研究の概要を紹介させていただきます。

Flexible MOFはその柔軟性ゆえに、構造変形してガス分子を取り込むゲート吸着を示し、ある圧力でステップ状に吸着量が変化します。この性質は、小さな圧力揺動で吸脱着を制御できることから、急峻であるほど良いと考えられます。しかし、その傾きは同一MOF種であっても、合成条件や賦形方法次第で変化することが経験的に知られています。そこで本研究では、代表的なFlexible MOFであるELM-11^[1]を対象に、より急峻なゲート吸着を示す粉末の合成法とペレットの賦形手法を検討しました。

まずは粉末の合成法についてです。1.6 mol/Lに調製した4,4'-bipyridineのメタノール溶液を、攪拌中の0.8 mol/Lのテトラフルオロホウ酸銅(II)水溶液に2時間かけて滴下しました。種々の熟成時間の後、吸引濾過と真空乾燥を経てELM-11の水和物であるpre-ELM-11粉末を得ました。これらを加熱処理(真空下、120℃、10時間)することでELM-11とし、そのCO₂吸着等温線を測定すると、熟成時間が長いほどステップが急峻となりました(Fig.1)。そこで、熟成中の粒子を一定時間おきに分取しXRD測定を行った結果、液中でpre-ELM-11が不安定構造(MSS)から安定構造(SS)^[2]へと転移していたことがわかりました。この結果から、前駆体のpre-ELM-11をSS構造にすることでELM-11の吸着挙動がより急峻になると考えています。

この急峻な吸着挙動のELM-11を用いてペレットの作製を行いました。ポリビニルピロリドン(PVP、分子量 36万)とpre-ELM-11、水からなるスラリーを加熱乾燥してペレット(HD)を得ました。この時のPVP含有率はペレットの微粉化を防ぐための最低必

要量である20 wt%としました。粉末と同条件で加熱処理をし、CO₂吸着等温線を測定したところ、ステップ形状が顕著に緩慢化しました(Fig.2)。この問題に対し、我々は液体窒素によるスラリーの瞬間凍結と凍結乾燥を用いた手法が有用であることを見出してお

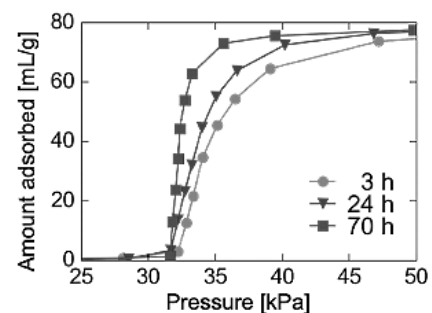


Fig.1 種々の熟成時間における ELM-11粉末のCO₂吸着等温線 (273 K)

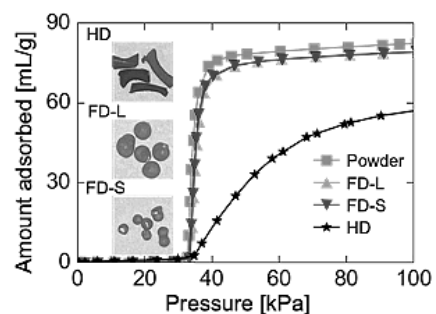


Fig.2 ペレットのCO₂吸着等温線 (273 K)

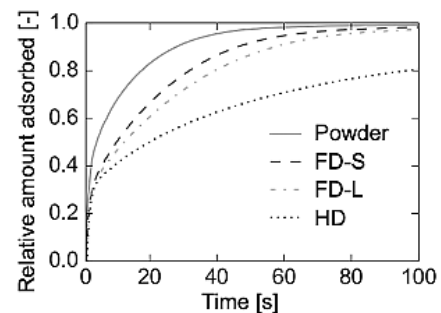


Fig.3 ペレットのCO₂吸着速度測定結果 (273 K)

り^[3]、PVP含有率を5 wt%としても、吸着時に微粉化せず、かつ、粉末サンプルと同等の急峻さを示すペレット (FD-L) の作成に成功しました。さらに、吸着速度を評価したところ、HDよりもFD-Lの方が大幅に大きいことがわかりました (Fig.3)。これはFD-Lが多空隙であり、CO₂がペレット内部へ速く拡散するためだと考えています。そこでさらなる性能改善を志向し、注射針によって液体窒素への滴下時のスラリー径を小さくすることで、2 mm程度の小粒径ペレット (FD-S) を作製したところ、FD-Lよりもさらに吸着速度を改善することができました。

最後になりましたが、本研究を進めるにあたりご指導いただきました皆様に深く御礼申し上げます。

[参考文献]

- [1] A. Kondo *et al.*, *Nano Lett.* **6**, 2581 (2006).
- [2] S. Watanabe *et al.*, *Front. Mater.* **9**, 825592 (2022).
- [3] 齋藤遼太郎, 化学工学会第 53回秋季大会 (長野) (2022).

細孔内カチオン種がGME型ゼオライトの特異的CO₂吸着挙動に与える影響 (ポスター番号：P-27)

関西大工環¹、関西大院理工²
末次由奈¹、安田知弘²、樋口雄斗²、田中俊輔^{1,2}

この度はポスター賞を頂き、大変光栄に存じます。多くの方々に研究発表のポスターをご覧頂くとともに、有意義なご指摘、貴重なご意見を賜りましたこと、心より御礼申し上げます。以下に本研究の概要を紹介させていただきます。

ゼオライトは規則的に配列した均一な細孔を有し、吸着分離剤や触媒、イオン交換剤として工業的に利用されています。特に、ゼオライトの分子ふるい特性を利用した吸着分離剤は、地球温暖化の原因であるCO₂を吸着・回収できることで注目されています。

一般的なゼオライトはI型のCO₂吸着等温線を示すのに対し、本研究で合成したNa⁺型GMEはステップ状の特異的なCO₂吸着等温線を示すことをこれまでに見出してきました。

そこで本研究では、CO₂に対するステップ状の特異的な吸着挙動がどのようなメカニズムで生じるのかを解明するために、CO₂と相互作用を生じるカチオンを種々イオン交換し、細孔内カチオン種と吸着挙動との関係について検討しました。

Fig. 1より、Li⁺型GMEならびにK⁺型GMEはI型のCO₂吸着等温線を示しましたが、吸着量が異なることが確認できました。また、Na⁺型GMEはステップ状の吸着挙動を示し、1段階目はK⁺型GME、2段階目はLi⁺型GMEと同等の吸着量が得られました。

77 KN₂吸脱着測定の結果より、Na⁺型およびK⁺型

GMEはN₂をマイクロ孔に吸着しませんでした。しかし、Li⁺型GMEの場合、N₂をマイクロ孔に吸着しました。これはCO₂吸脱着測定結果と異なる結果となりました。この結果より、Na⁺イオンはN₂分子の吸着を妨げる位置に存在すると推定しました。そこで、Na⁺型GMEのCO₂飽和吸着量とGME骨格容積の観点から考察を行いました。Na⁺型GMEのCO₂吸着等温線に対して、Langmuir-Freundlich式でFittingを行い、ステップ前後での飽和吸着量の差を算出しました。その結果、吸着量の差は全飽和吸着量の約50%に相当することがわかりました。一方、CO₂が吸着すると考えられるStraight channelとGME cageを全細孔容積としたときのGME cageが占める割合は、約47.1%と求まり、ステップ前後での吸着量の差と良好な一致を示しました。このことから、2段階目の吸着は、CO₂がGME cageに進入したことで生じると仮説を立てました。そこで、Na⁺型GMEのCO₂拡散経路についての考察をしました。Na⁺型GMEの場合、CO₂が12員環のStraight channel内のカチオンに吸着後（STEP 1）、ある平衡圧でGME cage入口に存在するNa⁺イオンが移動し、GME cage内にCO₂が吸着する（STEP 2）ことで2段階目の吸着が生じたと考えられます（Fig. 2）。

以上よりLi⁺、K⁺型GMEとは異なり、Na⁺型GME

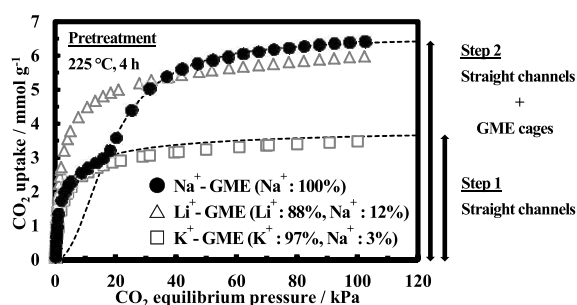


Fig. 1 CO₂ adsorption isotherms of Na⁺, Li⁺ and K⁺-type GME at 298 K

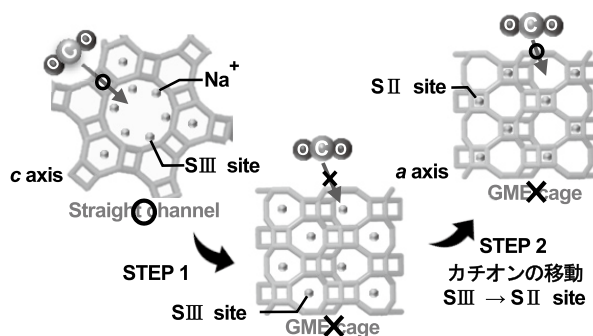


Fig. 2 Hypothesis of CO₂ adsorption behavior on Na⁺-type GME

は Na^+ イオンが移動することにより、ステップ状の吸着挙動を示すことが明らかとなりました。

最後になりましたが、本研究を進めるにあたりご指導を受け賜りました、田中俊輔教授をはじめ、研究室の皆様に厚く御礼申し上げます。

温度スイング条件下における分子ふるい炭素の酸素/窒素吸脱着挙動に関する研究 (ポスター番号：P-30)

金沢大、西部技研
(金沢大)○細川毅人、大坂侑吾、辻口拓也、児玉昭雄
(西部技研)酒井春菜、古木啓明、井上宏志

この度はポスター賞を頂き、大変光栄に存じます。多くの方々に研究発表のポスターをご覧頂くとともに、有意義なご指摘、貴重な意見を賜りましたこと、心より御礼申し上げます。以下に本研究の概要を紹介させていただきます。

酸素富化空気は各濃度帯において様々な利用価値がありますが、今回酸素濃度を30%程度に高めた粗濃縮酸素に着目しました。30%粗濃縮酸素を用いた燃焼では、従来の空気燃焼と比較して約30%の燃料を削減することができ、省エネルギーな燃焼となります。現在、酸素富化空気の製造方法は深冷分離法や圧力スイング吸着法がありますが、これらの方法は粗濃縮酸素製造においてはエネルギーロスが大きいため、今回排熱を利用でき、より省エネルギーな温度スイング吸着法を用いた酸素濃縮プロセスを採用しました。吸着材には分子ふるい炭素(CMS)を選定しました。ゼオライトが窒素吸着材であり、吸着ステップにおいて低温の酸素富化空気を生成するのに対し、CMSは酸素吸着材であり脱着ステップにおいて高温の酸素富化空気を生成します。濃縮酸素を再度濃縮する際にCMSでは次サイクルにおいて熱を回収でき、省エネルギーなプロセスとなるためCMSを選定しました。またCMSは炭素由来の疎水性の材料であるため水蒸気の影響が少ないと考えました。CMSは酸素だけでなく窒素も吸着し、窒素吸着速度より酸素吸着速度が速い特性を利用し分離します。しかし、実際のプロセスにおいてCMSの速度分離特性によって分離濃縮可能であるかが不明であり、また温度・流速・細孔内吸着分布・水蒸気が各分子の吸脱着速度に与える影響も明らかではありません。これらの影響を評価するために吸着材を迅速に加熱冷却し、酸素濃度変化を随時計測可能な外部熱交換型吸脱着速度評価装置を作成しました。反応器には熱交換プレート型反応器を採用し、内部は吸着材充填層と熱交換層が交互に重なっており迅速な加熱冷却を可能にしています。今回、実験では

3つの項目を評価しました。1つ目は脱着温度80℃吸着温度20℃としてCMSの酸素/窒素速度分離機能について、2つ目は脱着温度を80℃から30℃まで10℃毎に設定し脱着速度温度依存性について、3つ目は露点15℃の水蒸気を吸着温度20℃で水蒸気完全吸着させた後に連続サイクル運転時の性能維持能力についてそれぞれ評価しました。1つ目の実験より、酸素/窒素2成分系の実験においても出口酸素濃度経時変化の形状からCMSの速度分離機能は確認でき、分離濃縮が可能であることが分かりました。また2つ目の実験より、脱着温度が高いほど酸素脱着にかかる時間が短いことから、吸脱着速度は温度によって決まり、高温ほど吸脱着速度は速くなることが明らかとなりました。3つ目の実験より、水蒸気を完全に吸着させてからの連続サイクル運転については、脱着温度80℃程度で徐々に水蒸気脱着が進行していき、最終的に水蒸気完全脱着時の結果と同等まで分離濃縮することができました。水蒸気の影響が小さいことから、CMSは除湿工程を必要としない省エネルギーな材料であると言えます。

この成果は、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)の助成事業(NEDO先導研究プログラム/新エネルギー・環境新技術先導研究プログラム「革新的酸素富化TSAによる低環境負荷燃焼技術」)の結果得られたものです。分子ふるい炭素(CMS)は大坂ガスケミカル株式会社より提供を受けました。深く感謝いたします。

最後にはなりますが、本研究を進めるにあたりご指導を賜りました先生方及び株式会社西部技研の方々に厚く御礼申し上げます。

容量法による分子ふるい炭素の空気質吸脱着挙動評価

(ポスター番号：P-46)

金沢大

Kanazawa Univ.

(金沢大)○佐藤信吾、大坂侑吾、辻口拓也、児玉昭雄

(Kanazawa Univ.)○Sato Shingo, Osaka Yugo, Tsujiguchi Takuya, Kodama Akio

この度はポスター賞を頂き、大変光栄に存じます。多くの方々に研究発表のポスターをご覧頂くとともに、有意義なご指摘、貴重な意見を賜りましたこと、心より御礼申し上げます。以下に本研究の概要を紹介させていただきます。

酸素富化空気は医療用酸素、酸化剤など様々な利用方法が存在しています。粗濃縮酸素空気の工業的な製造方法は深冷分離法となっています。しかし深冷分離法による粗濃縮酸素製造の欠点としては設備が大規模であり、オンサイトでの製造ができない点や酸素濃度のミスマッチが生じていることがあげられます。そこで酸素と窒素に吸脱着速度差を有する分子ふるい炭素(Carbon Molecular Sieve：CMS)を利用した排熱駆動型温度スイング吸着(Temperature Swing Adsorption：TSA)による省エネルギー型酸素濃縮プロセスに着目しました。本プロセスは冷却工程で酸素の吸着、加熱工程で酸素の脱着を行うことで酸素富化空気を製造するプロセスであり、酸素とその他の空気質との吸脱着速度差を利用することで選択的に酸素を吸脱着させるものとなっています。本研究では、温度スイング運転条件下において、CMSへの酸素/窒素の吸脱着速度に与える吸着/脱着温度および圧力の影響について実験的に検討を行いました。

作成した温度スイング運転を付与した容量法装置の概略図を図1に示します。2台の恒温槽と圧空弁を用いて温水と冷水を交互に反応器へ流入させることで、反応器を加熱(脱着工程)・冷却(吸着工程)するものとなっています。吸脱着量に関しては、装置内の圧力変化から気体の状態方程式を用いて算出しました。

まずCMSへの酸素/窒素の吸脱着速度を測定したところ、酸素吸着速度が窒素吸着速度に比べ非常に早く、分子ふるい機能の確認を行うことができました。実プロセスでは速度が速い酸素の吸脱着の影響が大きいと考え、酸素の吸着速度に着目し、吸脱着温度や圧

力を変化させて実験を行いました。

図2にあるように酸素の脱着温度のみ変化させた場合は、脱着温度が増加すると脱着速度も増加し、吸着速度には変化がないといった結果が得られました。酸素の吸着温度のみ変化させた場合は、吸着温度が増加すると吸着速度も増加し、脱着速度には変化がないといった結果が得られました。また圧力を変化させた場合は、吸着/脱着速度ともに変化が見られませんでした。

このことからCMSの酸素吸脱着速度は温度依存性があり、圧力変化はCMSの酸素吸脱着速度に影響を与えないことが分かりました。そのため、TSAのプロセス構築を想定すると、CMSの物質移動係数に温度依存性を持たせる必要があると考えられます。

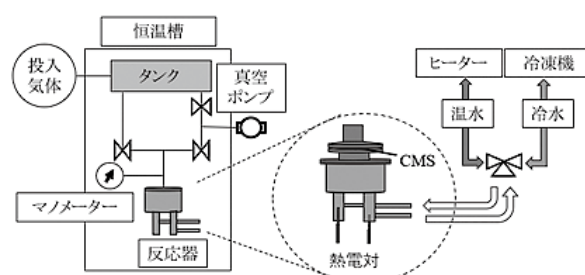


図1 実験装置概略図

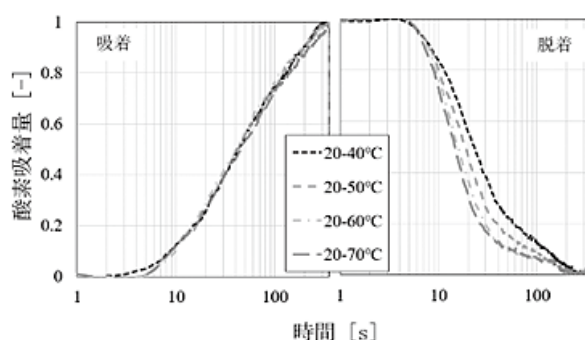


図2 脱着温度変化時の酸素吸脱着速度

この成果は、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）の助成事業（NEDO先導研究プログラム／エネルギー・環境新技術導研究プログラム「革新的酸素富化 TSAによる低環境負荷燃焼技術」）の結果得られたものです。分子ふるい炭素（CMS）につきましては、大阪ガスケミカル株式会社より提供を受けました。深く感謝いたします。

最後になりましたが、本研究を進めるにあたりご指導を賜りました先生方に厚く御礼申し上げます。

金属有機構造体のガラス化を利用した分離・吸着材の合成と評価 (ポスター番号：P-55)

関西大院理工¹、関西大エネ環²、関西大ORDIST³、日本ガイシ⁴
丸田大翔¹、田中俊輔^{1,2,3}、宮原誠⁴、野田憲一⁴

この度はポスター賞を頂き、大変光栄に存じます。諸先生方をはじめ、多くの学会参加者の方々に研究発表のポスターをご覧頂くとともに、有意義なご指摘、貴重なご意見を賜りましたこと、心より御礼申し上げます。以下に本研究の概要を紹介させていただきます。

金属有機構造体 ((Metal-Organic Framework: MOF)) は、従来の多孔質材料と比較して高い比表面積を有することから、有望な分離・吸着材として注目を集めています。MOFを工業的に利用するには高分子ポリマーや、セラミック基板等と複合化したり、成形したりする必要があります。しかし、分離・吸着能を維持しつつ、構造柔軟性を持つ MOF を成形・複合化することは難易度が高い課題です。そこで本研究では、ガラス MOF 法を用いて、ポリマーやセラミック基板等の担体と MOF を複合化することに挑戦しました。本研究で提案したガラス MOF 法は、MOF の一種である ZIF-8 を原料から直接ガラス化したゾルとして調製し、担体と複合化させた後アルコール蒸気と接触させることで結晶転換させる新規手法です。ガラス MOF ゾルは、金属源と配位子がランダムに結合したガラス構造クラスターが溶媒中で分散している状態であると考えられ、溶媒量を変更することでクラスター濃度やゾル粘度を容易に調整可能です。これによりポリマー担体と複合化した後も、一定の空隙を持った吸着材設計が可能となり、充填密度の均一化や MOF の構造柔軟性を維持した吸着能を発現することが期待されます。また、ガラス MOF ゾルをアルミナ等セラミック基板上に塗り広げてから結晶化させることにより、MOF 膜の緻密化に寄与し選択性を向上させることが期待されます。

本研究においては、担体としてメラミンスポンジと陽極酸化アルミナ (AAO) 支持体の二つを選定し、吸着材および分離膜として評価を行いました。XRD パターンから、どちらの担体であってもアルコール蒸気との接触により、ガラス MOF から MOF 結晶への結晶転換が進むことを確認しました。また、メラミン

スポンジとの複合化においては、SEM 画像よりメラミンスポンジのポリマーと ZIF-8 の複合化が確認できるとともに、ZIF-8 粒子単体と比較し、複合化後も一定の比表面積が得られることがわかりました。AAO 支持体との複合化においては、ガラス ZIF-8 ゾルが支持体を完全に被覆できていることが確認され、結晶転換後は放射状の特異的な結晶形が得られました。さらに各種気体透過試験においては、ZIF-8 の細孔径である 4.0 Å 付近での明確な Cut-off が確認され、分子篩能を有する気体分離膜として C₃H₆/C₃H₈ 分離等に有効であることがわかりました。これらのことから本ガラス MOF 法は、分離・吸着能を有する複合体を合成可能であることを実証できました。本研究では ZIF-8 のみを対象としましたが、その他の MOF においてもガラス MOF 化する可能性があり、MOF の汎用性拡大に向け今後の進展が期待されます。

最後になりましたが、本研究を進めるにあたりご指導、ご助言を賜りました、田中俊輔教授をはじめ、共同研究者の方々および研究室の皆様には厚く御礼申し上げます。

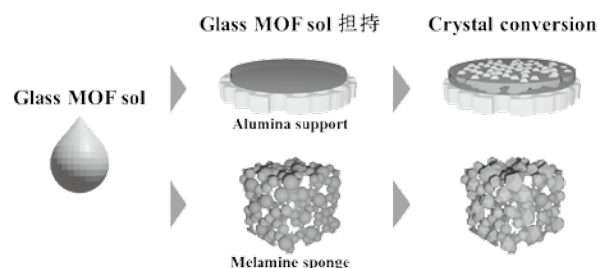


Fig. 1 ガラス MOF ゾルを用いた分離・吸着材の合成概念図

第 32 回吸着シンポジウム(吸着冬の学校)報告

関西大学 エネルギー環境・化学工学科 田 中 俊 輔

2023年12月6～7日にかけて開催しました第32回吸着シンポジウム(吸着冬の学校)についてご報告いたします。新型コロナウイルス感染症の影響で、2020年から3年間中止が続いていた吸着シンポジウムをようやく4年ぶりに開催することができました。吸着の学校の趣旨は、吸着分野に携わる学生・若手研究者が集って学び、活発に意見と経験を交換し合い、研究者同士の関わりと専門知識を深める一助を担うことにあります。それゆえ、本イベントは対面して交流することに大きな意義があります。今回は、コロナ禍明け初めての開催ということもあり、これまで夏に開催されてきた「夏の学校」を「冬の学校」に変えて、第36回日本吸着学会研究発表会のプレシンポとして、石川県青少年総合研修センター(ユースパルいしかわ)にて、1泊2日の合宿形式で開催しました。今回の吸着冬の学校には、講師の先生方を含め、総勢33名(うち学生21名)が参加し、コロナ禍前を思い出させるにぎわいが見られました。本年は、COVID-19が5類感染症に位置付けられ、これまで大きな制限を受けてきた社会経済がポストコロナに向けて大きく動き出し始めた年でもありました。学会活動も例外ではなく、学会活性化を加速させようとする機運が高まっている中で、吸着科学・吸着工学における交流活動の重要性を再認識する学校開催になりました。合宿会場には生き生きとした参加者の笑顔、楽しげにおしゃべりをし

ている姿が再び戻ってきました。それを何よりも嬉しく思ったのは世話人だけではないでしょう。

このような状況の中、開催にこぎつけた今回の吸着冬の学校は、基調講演2件、若手研究発表3件という構成で行われました。山田先生、川尻先生、および若手研究発表を行なってくれました学生3名に、この場を借りて御礼申し上げます。

【基調講演】

(金沢大学) 山田秀尚 先生

「CO₂回収技術(吸収法・吸着法・膜分離法)の基礎、動向と展望」

(名古屋大学) 川尻喜章 先生

「吸着プロセスのモデリング、設計、最適化」

【若手研究発表】

(京都大学) 有馬誉 氏

「Flexible MOFの成形体が示す緩慢なゲート吸着挙動の熱力学解析」

(関西大学) 樋口雄斗 氏

「Na型 GMEゼオライトのCO₂トラップドア吸着特性」

(大阪公立大学) 大島一輝 氏

「量子化学計算とMC計算を組み合わせたMOFの薬物吸着現象の定量的解析」



写真1 基調講演と若手研究発表後の集合写真

吸着冬の学校を無事に終えて、息つく暇なく、参加者は移動車に乗り込んで、研究発表会の会場（石川県立音楽堂交流ホール）になだれ込むように向かいました。手配していたマイクロバスの乗車定員と参加者＋荷物の関係、そして、金沢の朝の通勤ラッシュの時間帯という状況も合わさって、一斉に移動できるか危ぶまれましたが、参加者皆さんの協力のおかげで研究発表会の開始時間に余裕をもって到着できました。ナノ空間の中で特異的に充填される分子のように、参加者人数に比べて狭いバスに密に（身体的にも、心理的にも）乗り合わせていただいた参加者の皆様に御礼申し上げます。

研究発表会の会場では、吸着冬の学校の参加者が近い距離で話し合う様子をそこかしこで目にし、研究者同士が互いに考えを共有しあって、仲間意識を高める雰囲気には世話人冥利に尽きる嬉しさを感じました。改めまして、ご参加いただいた吸着冬の学校の皆様あ



写真2 研究発表会に向かうマイクロバスの中

りがとうございました。また、運営委員長の飯山先生、前運営委員長の上田先生には会の運営全般にわたり多大なご協力を頂きました。心より感謝申し上げます。

吸着冬の学校を通して

信州大学大学院総合理工学研究科理学専攻理科学分野化学ユニット 横山 赴

私はちょうどコロナの大流行が始まっておよそ1年後の2021年に研究室配属でした。配属されてからの2年間は多くの学会やイベントが中止またはオンライン化し、研究室の仲間以外と交流する機会は多くなかったと感じています。そこで今回吸着冬の学校が開催されると聞き、不安や緊張もありましたが参加しようと決心しました。いざ参加してみると学会とは違い暖かい雰囲気でしたが、全員が真剣に吸着について学ぼうという意識がひしひしと感じられる活気にあふれたイベントであり多くの刺激を得られました。もしこのレポートを読んで少しでも興味を持ってくださる方がいらっしゃれば是非来年の夏の学校に参加してください。皆様にお会いできるのを楽しみにしています。

今回の冬の学校では金沢大学の山田先生、名古屋大学の川尻先生、そして3名の博士課程の先輩方の講演がありました。山田先生は二酸化炭素貯蔵・利用の実際と新たな二酸化炭素分離技術に関して、川尻先生にはベイズ推定を用いた解析方法について講演していただきました。どちらの講演も私が研究をしていて躓き、悩んでいた点を解決するきっかけを与えてくださいました。博士課程の先輩方の講演は同年代とは思えないほど洗練されていて大いに刺激を受け、今後の研究をより一層研鑽しようと決意しました。

そして最後に行われた懇親会では他大学の先生方や学生と様々なお話をさせていただきました。冬の学校

には吸着という共通項目がありますが、多種多様な題材について様々な視点から研究している人が集まっています。そういった方々とお話し、私自身の研究の視野が広がったと感じています。また、研究の話だけではなく他愛もない話で盛り上がり、親睦も深まりました。

最後になりますが今回の吸着冬の学校で講演していただいた山田先生、川尻先生、そして先輩の有馬さん、樋口さん、大島さん、田中先生をはじめとして準備・運営をしてくださった関西大学の皆様、私に声をかけてくださった皆様に心より御礼申し上げます。



写真3 吸着冬の学校 自己紹介（1分スピーチ）の様子

会 員 探 訪

国立研究開発法人 産業技術総合研究所 化学プロセス研究部門／資源循環利用技術研究ラボ

はじめに

産業技術総合研究所（以下、産総研）は、経済産業省所管の国立研究開発法人で、全国に12カ所の拠点をもつ国内最大の公的研究機関です。産総研では、常勤の研究者約2200名、事務職・総合職職員約700名、ポストドクやテクニカルスタッフ、大学・企業などからの外来研究員など総勢約10000名が研究活動を行っています。研究拠点も、北は北海道センター（札幌市）から南の九州センター（鳥栖市）まで全国に12の研究拠点があり、研究組織は私の属している材料・化学領域のほか、エネルギー・環境領域、生命工学領域、エレクトロニクス・製造領域、情報・人間工学領域、地質調査総合センター、計量標準総合センターの7領域にまたがる様々な研究分野をカバーしています。吸着に関連する研究者も数多くいますが、本稿では私の関係する研究部門（化学プロセス研究部門）と所内プロジェクトとして組織された融合ラボ（資源循環利用技術研究ラボ）についてご紹介させていただきます。

化学プロセス研究部門

化学プロセス研究部門は2015年4月にスタートした研究部門で、再生可能資源を利用し産業をつなぐ資源循環技術の開発、化学ものづくりを強化するスマートな化学品生産技術の開発を進め、素材・化学産業の競争力強化に貢献することをミッションとしています。「反応プロセス技術」「分離プロセス技術」「材料プロセス技術」「システム設計・評価技術」を4つの重点課題に設定しており、東北センター（仙台）とつくばセンターの2拠点で研究を行っています。最近では、とくに炭素循環技術関連の研究に力を入れており、CO₂分離回収や資源化、プラスチックのケミカルリサイクルに関する多くのプロジェクトや共同研究を実施しています。CO₂分離回収では、吸収法、吸着法、膜分離法それぞれの材料開発や分離プロセス開発、シス

テム設計・評価に関する研究を行っています。また、昨年度東北センターを中心に開始したグリーンイノベーション基金事業「CO₂分離素材の標準評価共通基盤の確立」では、新しく開発されたCO₂分離素材（吸収液、吸着材、分離膜）の標準評価のために必要な設備の準備を進めています（2024年度に稼働開始予定）。吸着に関しては、各種物性評価、構造評価、吸着等温線、破過特性などの基礎特性評価に加え、（規模はそれほど大きくありませんが）PSA/TSAでの分離特性評価や、材料の加速劣化評価を行うための装置類までを準備しています。つくば側でも吸着材料の評価が可能な装置が一通り揃っており、ゼオライト触媒やシリカなどの評価や、精密に吸着等温線を測定する技術の



吸着等温線測定室（つくば）



破過特性評価装置（東北）

開発を行っています。

資源循環利用技術研究ラボ

資源循環利用技術研究ラボは2020年にスタートした比較的新しい組織で、いわゆる「サーキュラーエコノミー」の構築に必要な資源循環に関する要素技術開発とシステム設計・評価技術に関する研究を行っています。複数の研究領域から約130名の研究者が集まり、融合研究を行うための所内プロジェクトとして設置されたもので、エネルギー・環境、生命工学、材料・化学、エレクトロニクス・製造、地質調査、計量標準の6つの技術領域が中心となって、関連する研究ポテンシャルを持つ研究者を横断的に集めてラボを運営しています。研究対象も幅広く、「機能材料循環」「ケミカルリサイクル」「炭素資源循環」「窒素資源循環」「リン資源循環」「資源循環システム設計・評価」の6チームで構成されています。吸着が関係する研究も多く行われており、とくに炭素・窒素・リンの循環においては、排気ガスや排液、廃棄物から効率的に資源を回収するための技術としてゼオライト（CO₂やH₂O）、ブルシアンブルー（NH₃）、イオン交換樹脂（りん）などの吸着材や吸着分離プロセスの研究を行っています。

おわりに

ごく簡単に産総研の研究活動の一端をご紹介させていただきましたが、文章や写真ではお伝えしきれないことも多く、少しでも興味を持っていただいた方がいらっしゃいましたら是非見学に来ていただきたいと思っています。〇〇の設備が見てみたい、技術的な情報がほしい（相談したい）、一緒に研究したい、産総研で働いてみたい（修士課程からの採用も始めました）、等々、なんでも結構ですのでお気軽にご連絡・お問い合わせください。

国立研究開発法人 産業技術総合研究所

化学プロセス研究部門／資源循環利用技術研究ラボ

遠藤 明

〒305-8565 茨城県つくば市東1-1-1 中央事業所5群

Tel：029-861-4653

E-mail：endo-akira@aist.go.jp

化学プロセス研究部門 HP：

<https://unit.aist.go.jp/cpt/>

資源循環利用技術研究ラボ HP：

<https://unit.aist.go.jp/dmc/rctrl/>

会 告

日本吸着学会国際交流スカラーシップ (吸着関連国際学会の参加登録料の援助) について

日本吸着学会は、吸着関連分野を研究する学生諸君が、最先端の研究成果について学びながら海外の研究者と直接交流できる国際会議に積極的に出席することを奨励し、将来国際的に活躍する広い視野を持った研究者に成長してもらうことを願って、国際会議に出席し現地にて自らの研究成果を発表する学生会員諸君に、審査の上、国際交流スカラーシップとして参加登録費を援助します。

FOA (Fundamentals of Adsorption Society Conference) に加え、吸着関連の国際学会、および国際学会の吸着関連セッションを対象とします。

今回、2024年度に開催の学会への参加登録料の援助の募集を下記の要領で行いますので、奮ってご応募下さい。

募集要項

応募資格：国際会議に出席して自ら吸着関連分野の研究発表を行う日本吸着学会学生会員〔指導教員が吸着学会正会員の場合は学生会員扱い（会費無料）となります。そうでない場合は入会申し込みが必要（年会費3,000円）です。〕

ただし、本会以外の団体（学会、法人等、学会の Travel Grantsを含む）から援助が見込まれる者あるいはすでに決定している者は除く。

対象学会：2024年度に開催される国際学会

援助の条件：援助を受けられる場合は、以下の事柄を了解していただきます。

1. 本会会員にふさわしい、しっかりとした研究発表を行うこと。
2. 世界各国から集まる優れた研究者の最新の研究について学び、彼等と積極的に交流して、学術・文化に関するより深い知見を得るように努めること。
3. 会議終了後、速やかに参加報告書を提出すること（本会機関紙“Adsorption News”に掲載予定です）。
4. 発表において日本吸着学会（Japan Society on Adsorption）への謝辞を付すこと。

援助額：参加登録費（学生・早期登録割引）相当額但し10万円を上限とする（上限6件程度を予定）

なお、審査では、これまでの吸着学会研究発表会での発表状況を重視するほか、指導教員毎の申込数、発表内容・形態（口頭・ポスターの別）、国際会議開催場所等により、補助対象学生数を制限する場合があります。

応募方法：下記事項をもれなく記入もしくは添付の上、日本吸着学会 学会賞選考委員会に e-mailで送付して下さい。

1. 申請者氏名（指導教員が本会会員でない場合には申請者の会員番号を併記）
2. 所属・学年
3. 連絡先〔住所、所属（研究室名まで記入）〕、TEL、FAX、e-mailアドレス
4. 指導教員氏名（本会会員の場合には会員番号を併記）
5. これまでの日本吸着学会研究発表会における発表履歴〔発表番号、題目、全ての著者名（発表者に○）〕
6. 参加する国際学会名、ホームページアドレスとその詳細（開催日時、開催場所）、プログラム（外部からの閲覧に制限がない場合にはURLでも可）、参加登録費のわかるもの（URLでも可）
7. 発表タイトル、著者名（全員）※登壇者に○、Paper番号、口頭発表・ポスター発表の別、参加形態（現地対面であること）、発表がプログラムで確認できない場合には発表を証明できるものを添付してください。
8. 参加登録費の額とその支払いを証明するもの（領収書等の写し）※援助が決定した場合には領収書原本を提出いただきます。

応募先および問い合わせ先：日本吸着学会 学会賞選考委員会 e-mail：award@j-ad.org

応募締切：

2024年 4月－6月開催分	2024年 2月末日
2024年 7月－9月開催分	2024年 5月末日
2024年 10月－12月開催分	2024年 8月末日
2025年 1月－3月開催分	2024年 11月末日

2024 年度日本吸着学会賞受賞候補者推薦のお願いと要領

日本吸着学会は、吸着科学の発展に貢献のあった個人、団体に学会賞を授与しています。

学術賞

賞状、副賞ならびに記念品の授与をもって表彰致します。受賞対象者は吸着における科学技術に関する一連の論文、著作等、学術的研究成果が特に優れた正会員とし、1名程度を選考する予定です。

候補者をご推薦ください。自薦、他薦は問いません。推薦される方は下記の事項と論文のコピーを事務局にお送りください。

〈送付事項・書類〉

1. 候補者氏名、2. 生年月日、3. 所属、4. 略歴（学歴、職歴、研究略歴）、5. 連絡先（住所、電話番号、E-mailアドレスを含む）、6. 受賞対象研究名、7. 研究概要（800字以内）、8. 受賞対象研究に関連する論文、著作等のリスト、9. 代表的な論文等の別刷りあるいはコピー（3件程度）

奨励賞

賞状、副賞ならびに記念品の授与をもって表彰致します。受賞対象者は受賞年度において45歳未満の正会員および維持会員である企業等に所属する者とし、3名程度を選考する予定です。選考はおおむね過去5年間に、原著論文、著書、特許、学協会が主催する研究発表会・年会等における口頭発表およびポスター発表、社報、ニュースリリース等により対外的に発表された研究開発の成果に関して行います。

候補者をご推薦ください。自薦、他薦は問いません。推薦される方は下記の事項と業績のコピーを事務局にお送りください。

〈送付事項・書類〉

1. 候補者氏名、2. 生年月日（年齢）、3. 所属、4. 略歴（学歴、職歴、研究略歴）、5. 連絡先（住所、電話番号、E-mailアドレスを含む）、6. 受賞対象研究名、7. 研究概要（800字以内）、8. 対象となる業績のリスト、9. 対象となる業績の別刷りあるいはコピー等（5件以内）

技術賞

賞状および記念品の授与をもって表彰致します。受賞対象は維持会員である法人に属する技術者または技術グループが開発した技術とし、実用歴や実施例を考慮して2件程度を選考する予定です。

候補技術および開発にあたった技術者（5名以内）をご推薦ください。自薦・他薦は問いません。推薦される方は候補者に関する下記の事項を事務局にお送りください。

〈送付事項・書類〉

1. 維持会員名、2. 対象技術、3. 対象技術の開発を担当した技術者名（グループで開発した場合は原則5名以内とし、全員の職・氏名を記載）、4. 連絡先（住所、電話番号、E-mailアドレスを含む）5. 設計図、試験成績書あるいは学会発表など候補技術を証明するもの、6. 実用歴（納入先一覧あるいは開示可能な納入事例など。開示困難な場合には実用歴を証明できる製品の販売台数や売上高などで可）

●表彰式

2024年秋に開催予定の第37回研究発表会会期中に執り行います。

●受賞講演

学術賞および奨励賞の受賞者には、2024年秋開催予定の第37回研究発表会において、それぞれ受賞特別講演をお願いする予定です。技術賞受賞者には、受賞後に開催される吸着シンポジウム等での講演をお願いする予定です。

●送付先（問合せ先）

日本吸着学会 学会賞選考委員会 e-mail: award@j-ad.org

※メール添付による応募書類提出を推奨します。但し、大きなサイズのファイルは送受信に支障が出る場合がございますので、送信後、受信確認のメールが届かない場合は別途ご連絡下さいますようお願いいたします。郵送等をご希望の場合は上記宛てにご相談ください。

●推薦締切

2024年6月末日（必着）

会員番号について

現在、日本吸着学会の会員管理に利用している会員番号は、国際文献社への事務局業務委託に伴い、2019年6月以降、従来の会員番号から変更となっておりますので、ご案内いたします。なお、現在は下記のルールに従って会員番号が振られております。

1. 国際文献社が指定した97が、吸着学会専用の会員番号の最初の2桁となっています。
2. 古い会員番号から変更する際に、在籍する会員番号が古い順に97000001から振られています。
3. 会員区分（維持会員、正会員および学生会員）で区別せず、入会順に会員番号が振られています。
4. 現在の会員番号は、学会誌を送付する際の封筒の宛名欄ならびに会費の請求書に記載されておりますので、ご確認願います。

関連学会会告

コロイド先端技術講座 2023

柔らかい多孔性材料 ―その構造と機能をさぐる―

主催：日本化学会 コロイドおよび界面化学部会

協賛（予定）：イオン交換学会、化学工学会、高分子学会、材料技術研究協会、錯体化学会、色材協会、触媒学会、日本液晶学会、日本化粧品技術者会、日本吸着学会、日本香粧品学会、日本生物工学会、日本生物物理学会、日本熱測定学会、日本農芸化学会、日本膜学会、日本薬学会、日本薬剤学会、日本油化学会、日本バイオマテリアル学会、日本物理学会、日本分析化学会、日本レオロジー学会、表面技術協会、粉体工学会

日時：2024年3月14日(木) 9:35～17:25

会場：日本大学理工学部駿河台校舎タワー・スコラ（東京都千代田区駿河台3丁目）

開催概要：従来、多孔体は「固い」材料として取り扱われてきましたが、近年、構造に柔軟性を持つ多孔性材料が大きな注目を集めています。この柔らかい多孔性材料の代表例は Metal-Organic Framework (MOF) ですが、他にも「柔らかさ」が新しい機能を生み出す重要な働きをしている材料が次々と見出されてきています。このような材料は、その柔らかさに由来する高い分子選択性、除熱特性、生体適合性などの特異な機能から、革新的な分離プロセスや医療技術、蓄電・発電デバイスの実現に向けた重要なキーマテリアルとして大きく期待されています。

本企画では、柔らかい多孔性材料の開発を牽引されている著名な先生方に、「柔らかさ」をキーワードとした多孔性材料の設計、解析、応用までを含めた幅広い視点でのご講演をお願いしました。これを通じて、各々の材料における発現機能の共通点・相違点を深く考察し、今後の開発や応用への展望を議論できる機会を提供いたします。

9:35－9:40 趣旨説明 渡邊 哲（京都大学 大学院工学研究科）

9:40－10:50 【基調講演】「Soft Porous Crystal (SPC) の化学と応用」

北川 進 先生（京都大学 物質－細胞統合システム拠点）

10:55－12:05 【基調講演】「自己組織化の科学：ナノ構造をつくる・ナノ空間をつくる」

藤田 誠 先生（東京大学 大学院工学系研究科）

13:05－13:55 「精密ゲル科学と基礎に立脚したゲルの医療応用」

酒井 崇匡 先生（東京大学 大学院工学系研究科）

13:55－14:45 「グラフェンで作る柔軟なナノポーラス材料」

西原 洋知 先生（東北大学 材料科学高等研究所）

14:45－15:35 「気水界面を利用した多孔性分子ナノシート結晶の創製」

牧浦 理恵 先生（大阪公立大学 大学院工学研究科）

15:45－16:35 「劇的に形を変える多孔性結晶」

佐藤 弘志 先生（理化学研究所 創発物性科学研究センター）

16:35－17:25 「弾性不均一に起因する分子吸脱着の不均一性と非対称性」

高江 恭平 先生（東京大学 生産技術研究所）

参加費：部会員 10,000円 日化・協賛・後援学会員 15,000円 非会員 20,000円 学生（部会員）3,000円 学生（非会員）5,000円

※参加費は全て税込価格となります。

※ご勤務先が法人部会員の場合は部会員、日本化学会法人会員の場合は日本化学会員、協賛学会法人会員の場合は協賛学会員扱いとなります。

申込方法

申込サイト：以下の URL よりお申込み下さい。

<https://colloid.csj.jp/form/view.php?id=35533>

締切：申込は当日まで受け付けますが、対面の申込受付は行いませんので、当日でも上記 URL よりお申し込みください。当日の円滑な運営のために、可能な限り 3/12(火)までのお申し込みにご協力をよろしくお願いいたします。

お支払い方法

お支払いは銀行振込となります。お振込み情報につきましては、お申込み時にご連絡します。

収納業務は(株)ソウブン・ドットコムへ委託しております。

原則、お申込み後のキャンセルは受け付けません。下記のメールアドレスへメールでご相談ください。

※特定商取引法に基づく表記

<https://www.chemistry.or.jp/others/tokusho.html>

お問合せ

日本化学会 コロイドおよび界面化学部会

E-mail : jigyokikaku_02@colloid.csj.jp

維持会員一覧

維持会員として、以下の企業各社にご協力を頂いております。

(令和 6年 1月現在、50音順)

株式会社アドール
エア・ウォーター株式会社
大阪ガス株式会社
オルガノ株式会社
株式会社キャタラー
栗田工業株式会社
株式会社重松製作所
株式会社島津製作所
株式会社西部技研
株式会社タカギ
帝人ファーマ株式会社
東洋紡株式会社
富士シリシア化学株式会社
マイクロトラック・ベル株式会社
株式会社レゾナックユニバーサル

株式会社アントンパール・ジャパン
MHIソリューションテクノロジーズ株式会社
大阪ガスケミカル株式会社
関西熱化学株式会社
株式会社クラレ
興研株式会社
システムエンジニアリング株式会社
水ing株式会社
大陽日酸株式会社
月島環境エンジニアリング株式会社
東ソー株式会社
ニチアス株式会社
フタムラ化学株式会社
三菱重工業株式会社

編 集 委 員

委員長 向井 紳 (北海道大学)

委 員 岩村振一郎 (東北大学)

佐藤 弘志 (理化学研究所)

宮崎 隆彦 (九州大学)

山本 拓司 (兵庫県立大学)

(五十音順)

大坂 侑吾 (金沢大学)

田中 俊輔 (関西大学)

山根 康之 (大阪ガスケミカル株式会社)

余語 克則 (RITE)

Adsorption News Vol. 37 No. 4 (2024) 通巻 No.147 2024年 1月 31日発行

事務局 〒 162-0801 東京都新宿区山吹町 358- 5アカデミーセンター

Tel : 03-6824-9370 Fax : 03-5227-8631 E-mail : info@j-ad.org

編 集 岩村振一郎 (東北大学)

Tel : 022-217-6378 Fax : 022-217-6379 E-mail : shinichiro.iwamura.b7@tohoku.ac.jp

日本吸着学会ホームページ <https://www.j-ad.org/>

印 刷 〒 850-0875 長崎県長崎市栄町 6-23 株式会社昭和堂

Tel : 095-821-1234 Fax : 095-823-8740

General Secretary

THE JAPAN SOCIETY ON ADSORPTION (JSAD)

Academic Center, 358-5, Yamabuki, Shinjuku, Tokyo, 162-0801, JAPAN

Tel : 03-6824-9370 Fax : 03-5227-8631 E-mail : info@j-ad.org

Editorial Chairman

Professor Shin R. MUKAI

Faculty of Engineering, Hokkaido University

N13W8, Kita-ku, Sapporo, Hokkaido 060-8628, JAPAN

Tel : +81-11-706-6590 E-mail : smukai@eng.hokudai.ac.jp

Editor

Shinichiro IWAMURA, AIMR, Tohoku University

Katahira 2-1-1, Aoba-ku, Sendai, Miyagi, 980-8577, JAPAN

Tel : +81-11-217-6378 E-mail : shinichiro.iwamura.b7@tohoku.ac.jp

Home Page of JSAd : <https://www.j-ad.org/>

本誌に記載された著作物を許可なく複製・公開することを禁ずる。

© 2024 The Japan Society on Adsorption