

Adsorption News

Vol.19, No.4 (December 2005)

通巻No.75

目 次

○巻頭言	
吸着の科学・技術の活力と学会	尾関 寿美男 2
○会告	
平成18年度日本吸着学会賞受賞候補者推薦のお願いと要領 ...	3
新名誉会員の紹介	4
○平成17年度日本吸着学会学会賞	4
奨励賞を受賞して	6
○報告	
第16回吸着シンポジウム「吸着剤、吸着技術の新しい展開」報告	泉 順 9
第19回日本吸着学会研究発表会を終えて	田門 肇 10
○スポットライト	
研究発表会ポスター賞受賞者特集	稲木 由紀、黒田 純二、若林 誠 12
○関連シンポジウム等のお知らせ	15

日本吸着学会
The Japan Society on Adsorption

巻 頭 言

吸着の科学・技術の活力と学会

信州大学理学部 尾関寿美男



数年前までは間違いなく吸着科学や吸着技術の進展には国内外問わず勢いが感じられた。吸着学会が日本に、そして国際的に設立された時期であったから当然の印象であろう。また、自分自身が深く吸着研究に関わっていた時期と重なるからでもあろう。アルミノホスフェート、活性炭素繊維、MCM-41、カーボンナノチューブなどの吸着材料化学の進展、吸着のコンピューターシミュレーションの勃興、自動精密吸着装置や吸着熱量計の開発、エネルギー貯蔵としての燃料吸着や有害物質除去の社会的要請、ナノテクノロジーの流行が活況を支えてきたように思う。今も環境やエネルギー問題の観点からの吸着科学・技術の進展は続いているが、学会にかつての輝きは感じられない。世界的には新規ナノ材料の発見が一段落したり、基礎科学としての吸着のコンピューター科学が大方の成果を挙げつつあること、ナノマニアの息切れなどが要因として挙げられるが、こと日本の吸着研究においては、吸着学会設立を含む種々の吸着関連プロジェクトを支えてきた世代が研究に専念できなくなったり、引退する時期を迎えたことが大きいように思う。いわゆる世代交代の時期を迎えて、求心力が弱まり、戸惑いがあるのかもしれない。吸着学会設立に至る経緯の本当のところはわからないが、環境やエネルギーがらみの大きなプロジェクトが長年動き、その中で吸着科学・技術が求心力をもって育ってきた経緯があるのではないかと想像している。勃興期はいくつかの異なる分野の研究者の集団で、よく言えば学際の色合いが濃く、悪く言えば寄せ集めで、それ故に新鮮で刺激的でそこに参加することで楽しめた時期であったと思われる。成熟期を迎えた今、当時から参加者は新鮮味を感じるものが少なくなり、異分野を理解しようとする気力も萎えつつある世代となり、若い世代はそれとは認識しないまでも違和感を覚えて、吸着学会が

寄せ集めの集団に変質しつつあるのかもしれない。

最近、吸着学会の活動や学会の雰囲気に関心を感じることがあり、これを機会に考えてみたらこのようになった。この感覚は日本に留まらない。吸着への関わり方にもよるので、学会の活力に対する認識そのものが当たっていない恐れもあるが、もしこの感覚が正しいなら何とかしたいものである。若い世代に期待したいが、毛色の違う吸着研究にまで興味をもって拍手喝采するほどの力量を直ちに求めるのは難しいかもしれない。

その意味ではかつての輝きを取り戻すには吸着関連プロジェクトを走らせるのも一つの起爆剤かもしれない。時間をかけて種々の切り口（分野）から一つのテーマにアプローチするやり方は寄せ集め集団を連携集団に引き上げてくれるはずである。とはいえ、研究費を伴う大型プロジェクトを実現することは容易くないし、かといって掛け声だけのプロジェクトでは求心力とはなり得ない。まず、現況が吸着の科学・技術を要求しているか、どのように将来進展し、それゆえ今どのようなプロジェクトを企画すべきかの議論から始めるのがよいかもしれない。残念ながら、わたしは吸着の現況についての認識ができないでいるし、まして将来を展望することは難しい。吸着学会諸兄の識見に期待したい。

尾関寿美男	信州大学理学部	教授、理学博士
履歴	昭和56年3月	名古屋大学大学院理学研究科博士後期課程修了(理博)
	昭和56年10月	千葉大学理学部助手 講師、助教授を経て
	平成9年8月	信州大学理学部教授
	現在に至る	

会 告

平成18年度日本吸着学会賞受賞候補者推薦のお願いと要領

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. 受賞対象研究名、6. 研究概要(800字以内)、7. 受賞対象研究に関連する論文、著作等のリスト、8. 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(三菱化学カルゴン賞)

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歳未満の正会員とし、3名程度を選考する予定です。選考は過去3年間に発表された3件程度の論文に関して行います。

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(年齢)、3. 所属、4. 略歴(学歴、職歴、研究略歴)、5. 受賞対象研究名、6. 研究概要(800字以内)、7. 対象となる論文リスト、8. 対象となる論文の別刷りあるいはコピー

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、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(原則5名以内。グループで開発にあたった場合は全員の職・氏名)、4. 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、5. 実用歴(納入先一覧で可)

●表彰式

2006年9月下旬の第20回研究発表会期間中に開催予定の2006年度総会の席上で行います。

●受賞講演

学術賞および奨励賞(三菱化学カルゴン賞)の受賞者は、2006年9月下旬開催予定の第20回研究発表会において、それぞれ特別講演および依頼講演をお願いする予定です。技術賞受賞者は、2007年の夏に開催される吸着シンポジウムでの講演をお願いする予定です。

●送付先

〒263-8522 千葉県稲毛区弥生町1-33 千葉大学理学部化学科内
日本吸着学会事務局(担当 加納 博文)

●締切

2006年4月1日(事務局必着)

新名誉会員の紹介

さる9月29日に開催された日本吸着学会平成17年度総会において、鈴木喬氏(山梨大学名誉教授)、および、松村芳美氏((社)産業安全技術協会 参与)が本会名誉会員になりました。

鈴木氏は、本会発起人の一人であり、本会理事、Adsorption News 編集委員長、監事を歴任され、1997年には本会学術賞を受賞されました。その他、1997年10月1～3日に山梨大学で行われた日本イオン交換学会との連合年会においては実行委員長を勤められました。

松村氏も本会発起人の一人であり、Adsorption News 編集委員長、本会事務局、理事を歴任され、1993年4月～1997年3月まで本会副会長を務められました。2000年には本会学術賞を受賞されました。

このように、お二方が設立当初から本会の運営と発展にご尽力下さったことは、全ての吸着学会会員の知るところであります。この度本会名誉会員になりましたことは、本学会の名誉でもあります。鈴木氏および松村氏には謹んでお慶び申し上げますとともに、今後とも本学会へのご指導ご鞭撻を賜りますようお願い申し上げます。



平成17年度日本吸着学会学会賞

かねて会員の皆様にご推薦をお願いしておりました平成17年度日本吸着学会学会賞のうち、学術賞、奨励賞(三菱化学カルゴン賞)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19回研究発表会に合わせて開かれました日本吸着学会総会において報告され、引き続き表彰式にて各賞の顕彰が行われました。

学術賞

森重 國光 氏(岡山理科大学理学部化学科 教授 理学博士)

受賞対象研究：規則性メソ多孔体内における毛管凝縮の研究

森重氏は長年にわたり、金属酸化物、ゼオライト、グラファイトなどに対する気体吸着の基礎研究に携わってきた。その研究方法は、精緻な実験データに基づいて、界面現象の本質に迫る大胆な仮説をたて、精密な吸着測定と低温 X 線回折を駆使して、それを立証するものであり、すでに種々の研究において界面現象の理解に大きな貢献をしてきている。特に最近の10年間は、規則性メソ多孔体、FSM-15、MCM-41、SBA 系シリカを用いた細孔内の各種相転移に関する研究において気体の毛管凝縮の科学において極めて重要な知見を提供するものとなっている。

これらの発見は、長い歴史を持つ毛管凝縮に関する既存の解釈を覆すものが多く、世界的に大きな反響を得ている。森重氏の研究成果は、すでに多くの毛管凝縮理論や分子シミュレーションによる研究を実験面で支える優れた研究として世界的評価を得ている。森重氏のこれらの研究は学術賞を授与するにふさわしいものである。

奨励賞（三菱化学カルゴン賞）受賞者

向井 紳 氏（京都大学大学院工学研究科 助教授 博士（工学））

受賞対象研究：氷晶テンプレート法を用いた多孔体の合成と精密構造制御に関する研究

向井氏は氷晶テンプレート法を用い、前駆体の硬さを調節することにより凍結時に発現するモルフォロジーを制御可能であることや、また、ハニカム開口等の μm オーダーの構造の大きさと、メソ細孔の nm オーダーの構造の大きさをそれぞれ凍結条件、解凍後のエージング条件により調節可能であり、お互いに影響を及ぼすことなく独立に制御可能であることを明らかにした。本法はこれまでに、シリカ、チタニアなどの金属酸化物やシリカーアルミナ、シリカーチタニアのような複合金属酸化物、また、レゾルシノールーホルムアルデヒドといった有機ゲルへの適用に成功している。

以上のように、本研究は多孔体のモルフォロジーやナノ構造の制御を可能とし、新規ナノ細孔体の合成とその多孔性を活用した新規機能材料の創製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奨励賞を授与するにふさわしいものである。

王 正明 氏（産業技術総合研究所 研究員 学術博士）

受賞対象研究：層状炭素化合物からのシリカー炭素コンポジットナノ細孔体の創製

王氏は、液相酸化法を用いて、グラファイトを粘土と同様な膨潤性を示すイオン性炭素層状化合物へ転換させ、これにソフト化学的手法を適用して炭素層間にシリカ架橋体を挿入させた後、更に炭化等の手法により層を再び黒鉛化するという独自の手法により、シリカー炭素コンポジットナノ細孔体を合成した。本物質は、ナノ細孔性を有し、また、 $1000\text{m}^2/\text{g}$ を超える高い比表面積をもち、水に対する親和性が炭素質固体とシリカの間にあるため、特殊吸着性を示す吸着剤及び触媒としての応用も期待される。

以上の研究は、これまでにない化学的親和性を有する細孔壁からなるシリカー炭素コンポジットナノ細孔体の合成とその多孔性を活用した新規機能材料の創製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奨励賞を授与するにふさわしいものである。



編集局より：学術賞を受賞されました森重國光氏には次号への記念寄稿をお願いいたしました。

奨励賞を受賞して

受賞対象研究：

氷晶テンプレート法を用いた多孔体の合成と精密構造制御に関する研究

京都大学大学院工学研究科

向井 紳

この度は日本吸着学会奨励賞（三菱化学カルゴン賞）を賜りまして誠に光栄に存じます。本研究を進めるにあたり、多大なご指導、ご助言を賜りました京都大学大学院工学研究科教授の田門肇先生に厚く御礼申し上げます。また、テーマの立ち上げから一緒に頑張ってくれました、現東北大学多元物質科学研究所の西原洋知先生をはじめ、多くの学生のご協力のおかげでこのテーマを展開することができました。この場を借りまして厚く御礼申し上げます。



私が所属しております化学工学専攻分離工学分野では、新たな分離手法の開発、また分離プロセスに不可欠な分離材の開発を目指しており、特に吸着や乾燥操作の利用に力を入れております。分離材の開発に関して言えば、有害物質除去や高度精製分離に利用可能な吸着材に加え、イオンの分離貯蔵材として、リチウムイオン電池や電気二重層キャパシター用の電極材料の開発等も手がけております。

分離材の多くは多孔性の材料ですが、そのほとんどがウェットなプロセスを経由して作製されております。ウェットなプロセスを経由する材料は、最終製品に至るまでに、必ず乾燥工程を経ることになります。一般的に乾燥工程では熱風乾燥が多く利用されますが、乾燥時に除去される溶媒の毛管力のために、材料の細孔特性が損なわれる場合は少なくありません。よって構造が精密に制御された多孔質材料を得るためには、毛管力が生じにくい乾燥法の利用が望ましく、超臨界乾燥や凍結乾燥等がこの目的には適しております。

当研究室では、構造が精密に制御された分離材を作製するために、装置コストや運転コストが比較的安い凍結乾燥を早くから積極的に採用しております。しかし、私が初めて研究に凍結操作を利用したのは、当研究室に所属換えとなりました6年程前のことです。それまでは、1000°C以上の熱処理が当たり前である炭素材料を多く扱っていたため、低温を利用した材料合成は自分に取っては完全に未知の世界でした。当然分からないことだらけでしたので、材料合成に凍結操作を利用しているような文献をいろいろと読むことから始めました。その中で、凍結操作は乾燥のみならず、いろいろな分野

で利用されていることを知りました。“氷晶テンプレート法”が生まれるきっかけとなりました“凍結ゲル化法”と“一方向凍結法”の二つの技術と出会ったのもこの時です。

シリカ等の水ベースのゾルを凍結しますと、分相が起こり、氷ができる一方でゾルが濃縮されてゲル化が起こります。このように凍結による濃縮効果を利用してゲル化を促進する手法が“凍結ゲル化法”です。濃縮による促進効果は非常に大きく、-196°Cといった極低温でも反応が顕著に進みます。室温で長期間放置してもゲル化しないような安定なゾルでも、凍結すると直ぐにゲル化する場合も少なくありません。

もう一つの技術であります“一方向凍結法”では、十分にエージングが進んだ湿潤ゲルを低温の冷媒中に一定速度で挿入していきます。するとゲル内に柱状の水が成長し、これらの水柱の間隙にゲルが押し固められます。このようにして得られた材料を解凍、乾燥しますと多角形断面を有するゲルの繊維が得られます。この手法は長くて強度のある繊維を得ることを目的に開発されたので、得られた材料の細孔特性に関する情報はほとんどありませんでしたが、その原料や作製法を考えると、材料内にそれなりに細孔が発達しているもおかしいと考えました。活性炭素繊維で実証されているように、多孔質材料に繊維状のモルフォロジーを持たせることができれば、材料内の拡散距離が短くてもハンドリングがしやすい等、色々な利点が期待できます。そこで細孔が発達したゲルの繊維を得るべく、実験のトレースをすることにしました。

実験のトレースはうまく行き、予想していたように得られたゲル繊維内には細孔が発達しておりました。また、調製条件をコントロールすることで、繊維径と細孔特性を独立に制御することも分かりました。しかしそこである一つの疑問が生じました。それは一方向凍結法がエージングにより構造が比較的しっかりとした湿潤ゲルにのみ適用されてきたことです。確かに強度のある繊維を得るためには、このような前駆体が望ましいと考えられますが、細孔を発達させるという観点からは、ある程度の柔らかさがあった方が寧ろいいと考えられます。また、凍結がゲル化を促進することを考えると、ゲル化した後の柔らかいゲルのみならず、ゲル化前のゾルにもこの手法が適用可能であると考えられました。前駆体の硬さをいろいろと変えることで、繊維以外のモルフォロジーの発現も期待できるのではと考えました。

シリカをモデル物質に検証実験を行った結果、多角形断面を有する繊維のほかにラメラ状、平板繊維状、マイクロハニカム状の3つのモルフォロジーを発現させることが可能であることを見出しました。また、発現するモルフォロジーは一方向凍結操作を開始する時点での前駆体の硬さを調節することにより、作り分けることが可能であることも分かりました。さらに繊維径、ハニカムピッチといった μm オーダーの構造と nm オーダーの細孔のサイズを独立に制御可能であることも分かって参りました。この手法は理論的にはゾルゲル法で作製可能な材料一般に適用可能であり、現在までにレゾルシノールホルムアルデヒドゲルのような有機ゲルやシリカアルミナ、シリカチタニアゲルのような複合ゲルにも

適用できることも実証しております。

氷を実質的にテンプレートとして利用するこの方法を“氷晶テンプレート法 (Ice Template Method)”と名付けましたが、学生達が頑張ってくれたおかげで、比較的短期間にこの手法の基本的な部分は粗方把握できたように思います。今後

は分離デバイス等、より具体的なアプリケーションへの応用展開を考えております。今回の受賞を励みとし、よりいっそう吸着技術発展のために研究に取り組みたいと思います。今後とも皆様のご指導賜りますよう、よろしくお願い申し上げます。

奨励賞を受賞して

受賞対象研究：

層状炭素化合物からのシリカー炭素コンポジットナノ細孔体の創製

産業技術総合研究所

王 正明

この度は、「層状炭素化合物からのシリカー炭素コンポジットナノ細孔体の創製」を題して日本吸着学会より研究奨励賞を賜りまして、誠に光栄に存じます。本研究の立案及び遂行に当たり、産業技術総合研究所（以後、産総研と略す）四国センターの皆様、

とりわけ、旧海洋資源環境研究部門分離吸着材料開発研究グループ長である（現千葉大学助教授）加納博文先生、（現産総研技術情報調査室長）大井健太氏、産総研健康工学研究センターリスク削減技術研究チーム長兼総括研究員廣津孝弘氏より多大なご指導とご支援を頂き、また、共に実験研究を進めてきた非常勤職員の方々のご協力を頂いたことに心より御礼を申し上げます。

私は吸着科学と出会ったのが十数年前に日本に留学しはじめた頃に遡ることができます。当時の研究室である千葉大学理学部化学科物理化学研究室（現分子化学研究室）で恩師である金子克美教授のご指導の下で、主に炭素多孔体を物質的ベースとする吸着研究に従事しました。当時の研究テーマは新規な多孔質固体の開発ではなく、炭素ナノ細孔内への酸性ガス（NO、SO₂）のマイクロポアフィリング機構の解明という大変基礎的なものでありましたが、お蔭様で、吸着現象全般に関する確実な基礎知識を得ることができました。大学を卒業した後、ガス分離や触媒等に関する幾つかの研究に取り組んでいく内に、ゼオライト、アルミナ等々の伝統的な吸着剤の特性や有用性の多種多様さに肌で感じ、大変感銘を覚えました。また、吸着化学や表面化学の知識を深めて、更に有効に活用していけば吸着や触媒等の研究がこんなに面白くできるかを実際に味わうことができました。そこから、自分の研



究背景を活かし、社会にも重要な価値がある新規な多孔質体をオリジナルなアプローチで開発していこうという目的指向型物質創製研究を自分の研究目標の一つとして掲げることと心に決めました。幸い、6年前異動した産総研四国センターでは、物質合成に関する研究的蓄積が長くあり（必ずしも多孔質体とは限りませんが）、また、研究設備も整えていたので、このような環境の中ですくすく研究することができ、現在の研究成果を上げることができました。

今回の受賞対象である「層状炭素化合物からのシリカー炭素コンポジットナノ細孔体の創製」との研究はそもそも燃料ガス、とりわけメタンの理想的な貯蔵体を開発する目的で始められた研究であります。良く知られているように、一枚のグラフェン層が2630m²/gの理論比表面積を持ち、シングルオールカーボンナノチューブの内・外表面積がそれぞれ1300m²/gの理論値を持つように、薄層のグラフェンシートが様々な特異な性質を呈することができることに、高表面積の実現に寄与することができます。グラフェンのサイズを小さくしていけばいくほど、表面露出原子の増加に伴う比表面積が増加し、極限のベンゼン環やポリアロマ構造では5000-6000m²/gに達することが先の研究報告で公表されています。モンテカルロ分子シミュレーション等の理論計算結果でも一枚のグラフェン層を壁とする理想的なメタン吸蔵体の規則層状幾何構造が存在することが予測されているにもかかわらず、現実にはこのような理想的な吸蔵体の実現されていません。只単純に考えれば、グラファイトの弱い van del Waals 型層間相互作用力に着眼点を置けばこのような規則層状構造が形成できると推察しますが、伝統的に得られた黒鉛層間化合物が化学的に不安定で、しかも非孔質なサンドイッチ構造でありました。そこで、私はグラファイトを液相酸化により粘土と同様な膨潤性を持つイオン性炭素層状化合物であるグラファイト酸化物へ転換させ、これにソフト化学的手法を適用して炭素層間にシリカ架橋体を挿入させた後、更に炭化等の手法により層を再びグラフェン性質に戻すという独自な方法を考案して、このような薄いグラフェン層を壁とする理想的な貯蔵体の創出に挑戦してみました。このような考えに基いて実際に合成実験をやってみると、一見してモンモリロナイト等の層状珪酸塩と類似しているような性質を持つと思われるがちのグラファイト酸化物ですが、表面過剰電荷等の違いにより、通常なピラー化やインクレーション法等のソフト化学的手法と異なるアプローチが必要になることがすぐに分かりました。条件探り等の試行錯誤の後、「分散・層間予備拡張-加水分解法」というアプローチを適用すればシリカのナノ粒子を架橋体とし、薄いグラフェンを壁とす

る新しい多孔性ナノコンポジットを合成することに成功しました。

種々の解析手段により、このナノコンポジットの比表面積が $1000\text{m}^2/\text{g}$ を超えていることが確かめられ、構造中に小さいサイズのグラフェン層の断片が散在していることが分かっています。従って、このコンポジットがグラファイトを前駆体として得られた世界初のものと言えます。この研究成果の重要性は、シリカだけでなく、他の各種の金属酸化物を薄いグラフェン層と複合化させる方法論を初めて提供できたということです。現在この研究の延長線上では炭素と活性な金属酸化物を複合化し、吸着濃縮と触媒作用を併せ持つ新しい物質を開発する研究を始めており、面白い結果を得つつあります。その一方で、現在得られたナノコンポジット中のナノサイズのグラフェン層が乱雑な集合体を成しており、もともと目指した規則層状構造をまだ実現できていません。これも極

めて薄いグラフェン層を持つグラファイト層状化合物の特徴に由来するもので、ある程度は予想した結果であります。最近ではこれを改善するために有機金属種を導入する際に簡便でソフトなメカノケミカル法を導入して、一步前進の成果を得ております。また、ナノコンポジットを鋳型にして薄い層の炭素構造体を架橋体とする新しい多孔質炭素も得つつあります。

一つの仕事を成し得るのに十年掛かるとの言い方もあります。“任が重し、而も道が遠し”という中国の古典にある言葉のように、自分は目標に至る道程のまきに入り口に立っているように感ずるのが今の率直な気持ちです。今回の受賞を賜りましたことを感謝すると共に、これを弾みにして今後もなお一層努力し、精進していきたい所存です。今後ともご指導とご鞭撻のほど宜しくお願いします。

学生会員募集の案内

日本吸着学会では、平成17年度より会員資格として「学生会員」を新設しました。吸着に関する研究を行っている学生諸君、将来吸着に関する科学技術分野での活躍を希望する学生諸君は、日本吸着学会を活動の場や情報収集の場として積極的にご利用頂くために是非学生会員として登録して下さい。

- 学生会員資格：本会の目的に賛同する大学の学部，大学院あるいはこれに準ずる教育機関に在学する個人
- 年会費・入会費：無料
- 学生会員として登録された方には、機関紙「Adsorption News」を送付いたします。また、本会が主催、共催する研究発表会やシンポジウムへは「学生」の資格で参加できます。
- 入会手続き：ホームページより入会申込書をダウンロードし、必要事項を記入の上、学会事務局までお申し込みください。なお、一つの研究室から複数の学生が登録する場合には、まとめてお申し込み下さい。

報 告

第16回吸着シンポジウム「吸着剤、吸着技術の新しい展開」報告

(財)産業創造研究所 柏研究所 化学研究部 泉 順

2005年度の「第16回吸着シンポジウム」は、7月29日(金)、30日(土)に、北九州市八幡西区の北九州プリンスホテルで開催された。吸着シンポジウムでは恒例により、a)開催地区の代表的な吸着関連研究の紹介、b)若手研究者、技術者の吸着剤、吸着技術に関する最新の研究成果、及びc)昨年の技術賞受賞者の研究成果の発表が行なわれた。

発表は、いずれも社会的要請ともなっている高性能機能材、環境、エネルギーに関連する内容であり、企業のビジネスモデルとも対応するテーマである。

これらは、最近注目を集めているテーマであったこともあり25名の参加があり、充実した発表と活発な討論により、有意義な場を提供できることとなった。

本シンポジウムのプログラムは、

- ①混合導電性金属酸化物を用いた酸素分離
九州大学総合理工学研究院 寺岡靖剛氏
- ②イオン吸着式全熱交換器
西部技研(株)開発部 岡野浩志氏

③有機物を対象とした液相オゾン吸着反応の基礎的検討

(財)産業創造研究所 藤田洋崇氏

④リチウムイオン電池負極用ケイ素含有カーボングル微粒子の製造

大阪市立工業研究所環境技術課 長谷川貴洋氏

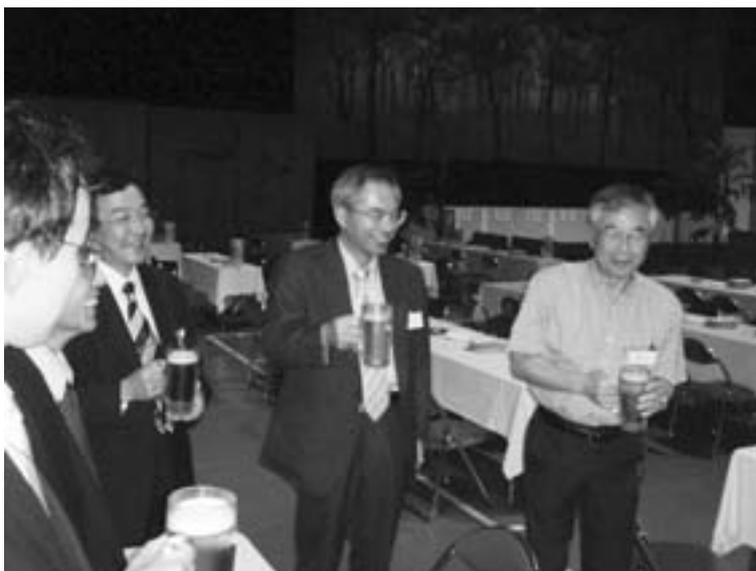
⑤カーボンエアロゲルの細孔形成機構と細孔構造制御

徳島大学工学部 堀河俊英氏

の5件である。

又1日目の発表に続いて、三菱化学カルゴン(株)のご厚意により同工場の見学が実施され、活性炭製造工場を近くで見ることが出来、生産拠点の海外への展開、応用分野の拡大等の紹介もあり、吸着剤及び吸着技術に携わる出席者にとってはとても参考になった。

本シンポジウムは研究発表会では得難い最新の研究内容についてじっくり討論するための会として発足したと聞いている。来年は若手研究者が主催する国際的な研究会として企画されているようであり、吸着技術の発展と充実の為には、より特徴のあるシンポジウムになるのではないだろうか。



第19回日本吸着学会研究発表会を終えて

京都大学大学院工学研究科 田門 肇

第19回日本吸着学会研究発表会は、平成17年9月29日(木)と30日(金)の2日間、京都大学桂キャンパス(京都市西京区京都大学桂)で開催されました。京都大学は、京都市西部を流れる桂川の西岸の丘陵地帯に吉田キャンパス、宇治キャンパスに続く第3のキャンパス「桂キャンパス」を開校し、工学研究科、情報学研究科が吉田キャンパスから順次移転しています。また、学内には「国際融合創造センター」、「桂インテックセンター」を配置し、隣接地には科学技術振興機構と京都市の「研究成果活用プラザ京都」、中小企業基盤整備機構と京都市の「京大桂ベンチャープラザ」が完成し、京都大学の産学連携の拠点として活動を始めています。また、これらの施設は工学研究科、情報学研究科とともに、テクノロジーとサイエンスが融合する「テクノサイエンス・ヒル」を形成する構想が立てられています。既に平成15年の夏に工学研究科の化学系専攻、電気系専攻が、平成16年の9月には建築系専攻と工学研究科事務部が移転を完了しています。交通がやや不便ですが、桂キャンパスは竹藪(有名な西芳寺(苔寺)の借景となっています)に囲まれ、閑静な環境で、研究・教育活動を行っています。この桂キャンパスの紹介も兼ねて、第19回日本吸着学会研究発表会を開催させていただきました。



桂キャンパスに設置されているLED

本研究発表会では特別講演1件、招待講演3件、口頭発表32件、ポスター発表33件の合計69件と例年並みの発表が行われました。講演募集が徹底しなかったのかもしれませんが、講演申し込みが少なく締め切りを6月20日(金)から7月15日(金)に延長しました。最終的には例年並みの講演申し込みがあって安堵しました。今回の発表会では発表枠以上の口頭発表の希望がありましたので、同一研究グループでは2件まで

を口頭発表として、3件以上の申し込みの場合にはポスター発表に変更をお願いいたしました。また、参加予約申し込みも77名と例年より少ないので参加者の減少を心配しましたが、71名の当日参加者があり、参加者は例年より若干多い148名(学生57名)となりました。会員各位のお力添えに御礼申し上げます。



ポスター会場の様子

1日目(29日)は、北川進氏(京都大学教授)による特別講演「金属錯体による新しい多孔性材料」、平成17年度学術賞受賞の森重國光氏(岡山理科大学)による招待講演「規則性メソ多孔体内における毛管凝縮の研究」、奨励賞受賞の王正明氏(産総研)による招待講演「層状炭素化合物からのシリカー炭素コンポジットナノ細孔体の創製」、口頭発表11件、そして33件のポスター発表というスケジュールで研究発表会が進められました。

午後のポスター発表は総合研究棟の学生用の大ラウンジで開催され、発表者と質問者の白熱した議論が展開されておりました。スケジュールがタイトであり、ポスター発表時間が1時間20分しか取れなかったのが悔やまれます。もう少し長くした方がよかったですと思います。ポスター賞は参加者の投票で得票上位3名を受賞者としてしました。今回は、稲木由紀氏(産総研)「Zr含有メソポーラスシリカの水吸着特性」、黒田純二氏(大阪府立大学)「過熱水蒸気による木材の炭化と塩基性ガス吸着剤の製造」、若林誠氏(京都大学)「氷晶テンプレート法を利用した分離デバイスの試作」にポスター賞が授与され、懇親会の席で表彰状と記念品を贈呈しました。受賞者の皆様、おめでとうございます。



ポスター賞受賞者（左から稲木氏、黒田氏、若林氏）

これまでの研究発表会では前例がありませんでしたが、特別講演と総会との間の時間を使って、田門が桂キャンパスの紹介をさせていただきました。新キャンパスの基本コンセプト（スペースマネジメント、環境マネジメント、エネルギーマネジメント）を少しでも理解していただけたかと思えます。

懇親会は本年の4月にオープンしました同キャンパス福利厚生棟のカフェで行われました。本会会長の茅原一之先生のご挨拶と名誉会員の鈴木喬先生の乾杯で始まった懇親会では、竹藪を望める会場でなごやかにご歓談いただきました。また、京都の繁華街に二次会を設けましたが、参加者はそれぞれ京都の夜を楽しんでいただけたと思います。例年の研究発表会にも言えることですが、懇親会に学生の出席が少ないと思います。学会が学生を懇親会に招待するなど、一般会員と学生会員あるいは学生会員間の交流を一層進めて若い人が学会に魅力を感じるような施策を打ち出すことが必要と感じています。

2日目（30日）は、平成17年度奨励賞受賞の向井紳氏（京

都大学）による招待講演「氷晶テンプレート法を用いた多孔体の合成と精密構造制御に関する研究」と21件の口頭発表が行われました。2日目も口頭発表会場は大変に賑やかで、口頭発表件数の関係で終了が17時40分と遅くなりましたが、最後まで多数の参加者がありました。

今回の口頭発表32件の内容を分類すると、吸着材開発5件、吸着装置・システム開発7件、吸着機構などの理論研究15件、吸着の基礎測定とキャラクターゼーション5件でした。特に偏った分野の研究発表が多いわけではなくバランスのよい発表内容であったと感じています。

今回の研究発表会の準備・運営に当たっては、前々回実行委員長の湯浅晶教授（岐阜大学）、前回実行委員長の茅原一之教授（明治大学、現会長）と学会事務局の加納博文助教授（千葉大学）をはじめ、多数の方々のご協力とご支援をいただきました。ここに深く感謝申し上げます。

第20回研究発表会は大阪教育大学の石川達雄教授のお世話で平成18年9月21日（木）、22日（金）に開催されます。多くの会員の方々のご参加をお待ちいたしております。



懇親会風景

スポットライト

研究発表会ポスター賞受賞者特集

Zr 含有メソポーラスシリカの水蒸気吸着特性 Water vapor adsorption properties of Zr-doped mesoporous silica

産業技術総合研究所
National Institute of Advanced
Industrial Science and
Technology (AIST)



稲木由紀、藤崎里子
遠藤 明、山本拓司
大森隆夫、中岩 勝
Yuki Inagi, Satoko Fujisaki,
Akira Endo, Takuji Yamamoto,
Takao Ohmori, Masaru Nakaiwa

この度はポスター賞を頂き、大変光栄に存じます。また、多くの方々に発表ポスターをご覧頂いたうえ、有意義なご指摘、ご意見を賜り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。

<はじめに>

数 nm の均一な細孔を有する材料として MCM-41 や FSM-16 などの新しいメソポーラス物質の合成が報告されて以来、空気中の湿度に対する安定性という観点から水蒸気吸着特性に関して数多くの研究がおこなわれてきました。また従来水蒸気に対する耐久性が弱いとされてきたメソポーラス物質が、金属の導入により耐久性が向上することも報告されています¹⁾。しかし合成法や金属原料によるメソポーラスシリカの特性の比較は詳細に検討されていません。そこで本研究では Zr を含有するメソポーラスシリカを溶媒揮発法などの各種方法で合成し、その水蒸気吸着特性および各試料の水蒸気に対する耐久性について比較検討しました。

<実験>

Zr 含有メソポーラスシリカは Zr 原料に硝酸ジルコニルまたはジルコニウムイソプロポキシド (ZrPr) を用い、水熱合成法²⁾、ゾルゲル法の一つである溶媒揮発法³⁾およびスプレードライ法を用いて合成しました。サンプルの構造は粉末 X 線回折、窒素、水蒸気の吸着測定により評価しました。また、耐久性評価は試料と水を直接触れないようにしてオートクレーブ中に静置し、100°C で 24 時間保持することにより水蒸気処理を行ない、その前後での吸着特性の変化を調べました。

<結果と考察>

窒素吸着および XRD により得られた試料はヘキサゴナル構造を持つ、細孔径 2.8~3.7 nm のメソポーラスシリカと確

認されました。また、25°C における水蒸気吸着等温線は、1 回目以降の水蒸気吸着においてシリカの表面が親水化され低相対湿度における吸着量が増加し、毛細管凝縮による吸着の急激な立ち上がり位置が低相対湿度側にシフトすることが確認されました。

Fig. 1 に耐久性試験前 (1 回の水蒸気吸着後) と試験後の水蒸気吸着等温線を示します。Zr を含むサンプルはシリカのみサンプルに比べ耐久性試験前後での等温線の変化が少ないことがわかります。Zr を含むメソポーラスシリカは、シリカ骨格中に形成される Zr-O-Si 結合がシリカのみ Si-O-Si 結合よりも水蒸気に対する安定性が高いため耐久性が向上すると考えられています。今回の測定においても Zr 含有メソポーラスシリカは合成法の違いに関わりなく、吸着量の減少や立ち上がり位置の移動が少なく構造が維持されていることがわかりました。しかし Zr 原料をアルコキシドにした場合、試験前後での等温線の形状が異なり構造の規則性に低下が見られ、金属原料による耐久性の違いが明らかになりました。

以上のことから、Zr を含有したメソポーラスシリカは耐久性に優れ、触媒や吸着剤として幅広い分野で応用の可能性を示すことがわかりました。

最後になりましたが、この賞をいただけたことを励みに今後の研究に取り組んでいきたいと思っております。今後ともご指導、ご鞭撻のほどよろしくお願いいたします。

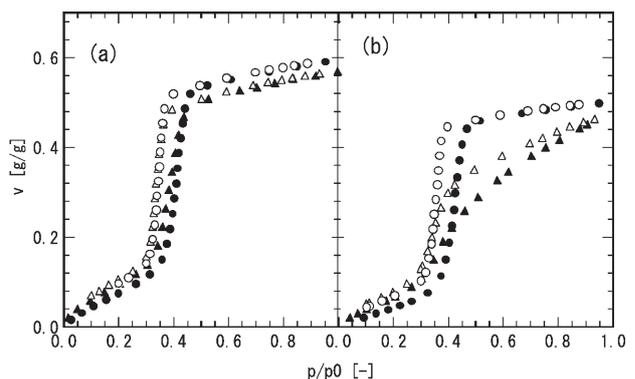


Fig. 1 耐久性試験前後の水蒸気吸着等温線
(a) Zr-doped silica (b) pure silica
(試験前: ●、試験後: ▲)

文 献

- 1) D.H. Park *et al.* J. Chem. Eng. Jpn. 34, 10 (2001) 1321-1324.
- 2) X.X. Wang *et al.* Micropor. Mesopor. Mater. 42 (2001) 269-276.
- 3) A. Endo *et al.* AIChE Journal in press.

過熱水蒸気による木材の炭化と 塩基性吸着剤製造への応用

Carbonization of waste wood to develop adsorbents
for ammonia gas using superheated steam

大阪府立大学大学院工学研究科
物質・化学系専攻 化学工学分野
Department of Chemical
Engineering,
Osaka Prefecture University



黒田 純二・吉田 弘之
細井 章仁・中村 秀美
Junji Kuroda, Hiroyuki Yoshida,
Shouji Hosoi, Hidemi Nakamura

この度はポスター賞を頂き、大変光栄に存じます。また多くの皆様にポスターをご覧頂き、貴重な御指摘、御助言をいただきましたことを深く感謝いたしますと共に、今後の研究の励みとさせていただきます。この場をお借りして、以下に本研究の概要を紹介致します。

<はじめに>

臭気物質の中でもアンモニアは、強烈な臭気を呈し、処理費用が高いため、経済性に優れた処理法の開発が強く望まれています。本研究ではアンモニアを除去・回収するための高性能吸着剤の開発を目的として、過熱水蒸気を用いた廃木材の炭化を行い、アンモニア吸着性能に及ぼす炭化条件の影響について検討しました。さらに炭化木材とフミン酸の複合化を試み、経済性・環境性に優れたアンモニアガス等の塩基性ガス吸着剤の開発を試みました。

<実験>

ヒノキを2×2 mmに裁断し、モデル廃木材として使用しました。バッチ型炭化装置および流動層型炭化装置に過熱水蒸気を供給し、炭化温度(250~600°C)と昇温時間(5~120 min, 420°C)を変化させて炭化物を作製しました。フミン酸の複合化は、減圧下で、作成した炭化物にフミン酸溶液を含浸し、不溶化させました。アンモニアの吸着特性は、カラム法により測定し、得られた破過曲線より吸着等温線を求めました。マクロ孔は水銀圧入式ポロシメータにより評価し、ミクロ孔はアンモニアの吸着量よりDubinin-Radushkevich式を適用し評価しました。作製した吸着剤との比較に(株)キャタラー製の活性炭「GA4-8」、塩基性ガス用添着活性炭「GAH4-8」を用いました。

<結果と考察>

バッチ型炭化装置で作製した炭化物におけるアンモニア吸着量に及ぼす炭化温度は、400°Cが最適でありました(Fig. 1)。市販のものと比較いたしますと、「GAH4-8」よりもミクロ孔容積(NH₃吸着)が2倍程度大きな吸着剤を得ることに成功しました(Table 1)。一方、流動層型炭化装置で得られた炭化物のマクロ孔は、昇温時間を長くすると発達し、その総容積は活性炭の10倍以上に達しました(Table 2)。

流動層型炭化装置で作製した炭化物のアンモニア吸着量は塩基性ガス用添着活性炭「GAH4-8」の8割程度であることから、分子構造内に多数の酸性官能基であるカルボキシル基を持つフミン酸を複合化し、さらに吸着量を大きくすることを試みました。その結果、フミン酸複合化炭化物の吸着量は、GAH4-8の1.6倍、比較のために作製したフミン酸複合化活性炭の2倍の吸着量を示しました(Fig. 2)。吸着量の増加は、得られた炭化物が活性炭に比べマクロ孔が発達しているため、より多くのフミン酸がマクロ孔に入り、アンモニアを吸着する酸性官能基が増加することに起因すると考えられます。

最後になりましたが、本研究を進めるにあたってご指導下さいました吉田弘之、中村秀美両先生に感謝の意を表します。

Table 1 ミクロ孔(NH₃)の容積に及ぼす炭化温度の影響

バッチ型炭化装置	ミクロ孔容積(NH ₃ 吸着) [mm ³ /g]
炭化温度 250°C	45
炭化温度 300°C	97
炭化温度 350°C	129
炭化温度 400°C	203
炭化温度 450°C	153
炭化温度 500°C	125
炭化温度 600°C	147
GAH4-8	113

Table 2 マクロ孔容積に及ぼす昇温時間の影響(420°C)

流動層型炭化装置	マクロ孔累積細孔容積 [mm ³ /g]
昇温時間 5min	2666
昇温時間 40min	2875
昇温時間 90min	2974
昇温時間 120min	3094
GA4-8	277

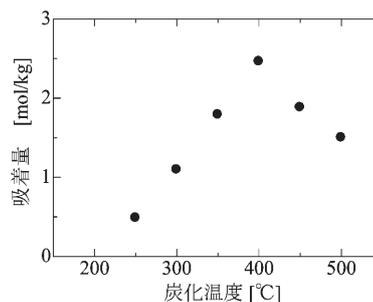


Fig. 1 飽和吸着量に及ぼす炭化温度の影響

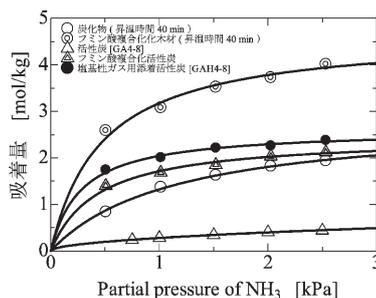


Fig. 2 吸着等温線に及ぼすフミン酸複合化の影響

氷晶テンプレート法を利用した 分離デバイスの試作

Development of a Separation Microdevice Using the
Ice Template Method

京都大学工学研究科化学工学専攻
Department of Chemical
Engineering,
Kyoto University



若林 誠、向井 紳
田門 肇

M. Wakabayashi, S.R. Mukai,
H. Tamon

この度はポスター賞をいただき大変光栄に存じます。また、多くの方にポスターを御覧いただくとともに、有意義な御意見を数多く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。

<はじめに>

近年、マイクロ/メソ孔に加えて均一なマクロ孔を有する多孔質材料 (Ordered Macroporous Material: OMM) が高い反応効率や分離性能を発現するとして注目されています。本研究室では湿潤ゲルを一方方向に凍結した際に *in situ* で生成する微細な氷晶をテンプレートとして利用する氷晶テンプレート法を用いて、シリカゲルやRFカーボンライオゲル等のマイクロ繊維や直線的に発達した規則配列のマクロ孔に加え、材料内部にはマイクロ/メソ孔が発達した階層構造を有するマイクロハニカムを作製に成功しています。この氷晶テンプレート法は従来の手法とは異なり、マクロ孔形成のためテンプレートとして利用される比較的高価なナノ材料や、焼成・薬品処理等のテンプレート除去工程が不要であるため、低コストで環境に優しい階層構造の形成法であると言えます。本研究では氷晶テンプレート法を用いて、モルフォロジーと微細構造が精密に制御されたシリカゲルの特異な構造を活かすことが可能な分離デバイスを試作しました。

<実験>

今回は環境分析での利用が期待される希薄成分の濃縮分離デバイスとしてシリンジ針 (内径=500 μ m、長さ=85mm) 中にモルフォロジーとナノ細孔特性を制御したシリカゲルを充填したものを試作しました。まず、秤量した珪酸ナトリウム溶液をイオン交換した蒸留水で希釈して SiO₂ 濃度 C_0 を調整した後、強酸性イオン交換樹脂とアンモニア水を用いて pH を調整しました。得られたシリカゲルをシリンジ針に充填し

た後、30°C でエージングし、完全にゲル化させた後、一定速度 v_f で冷媒中に挿入することで一方方向に凍結しました。凍結後の試料は50°C で解凍した後、一部の試料については NH₃ 水溶液中でエージングし、ナノ細孔特性の制御を試みました。全ての試料は試料内部に含まれる水を *t*-ブチルアルコールで置換後、-10°C で凍結乾燥しました。

試作したシリカゲル充填針をガス採取器に接続して、微量検体を含む試料ガス100mLを吸引した後、シリンジ針を窒素ガス 1 mL を吸引したガスタイトシリンジに付け替え、ガスクロマトグラフに注入しました。試料ガスには、酢酸エチル、イソブタノール、メチルイソブチルケトン (MIBK)、トルエン各20ng/mLを含む窒素ガスを用い、試料ガス 1 mL を直接注入した時のピーク面積と、試料ガスを吸引、過熱脱着した時のピーク面積から溶剤回収率を算出して分離デバイスとしての性能評価を行いました。

<結果・考察>

得られたシリカゲル充填針をシリンジに装着し、試料ガスを吸引したところ、未充填の針と比較して吸気抵抗が大きくなったものの、いずれのサンプルを用いても数分以内に所定量のガスを吸引することができました。図1には $C_0=1.0$ mol/L、 $v_f=6$ cm/h で作製された試料の GC 分析から得られた溶剤回収率を示しました。疎水性のトルエンを除く3成分の回収率は1回目の注入から約100%を達成しており、十分実用的な吸脱着特性を有しており、今後希薄物質の濃縮分離デバイスの実用化に向けた検討が期待されます。

最後になりましたが、この賞を頂きましたことを励みにして研究に打ち込んで参りたいと思っております。今後とも、御指導御鞭撻のほどよろしくお願いいたします。

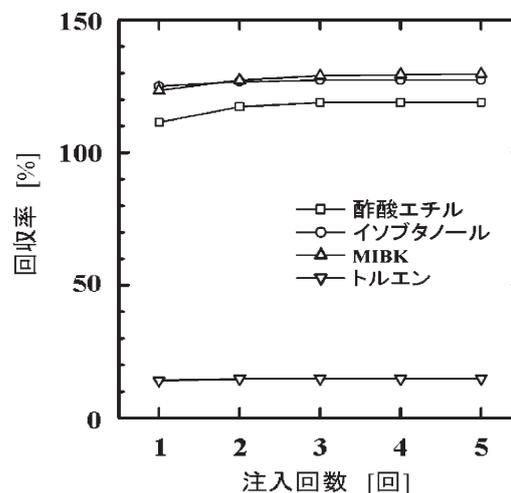


図1 溶剤の累積回収率

関連シンポジウム等のお知らせ

第17回キャタリシススクール

主催：触媒学会

共催：(株)大倉理研、(株)島津製作所、日本電子(株)、日本分光(株)、日本ベル(株)、(株)日立ハイテクノロジーズ、ユアサオイニクス(株)、(株)リガク (予定)

協賛：日本化学会、化学工学会、高分子学会、色材協会、石油学会、電気化学会、日本イオン交換学会、日本エネルギー学会、自動車技術会、日本機械学会、日本吸着学会、日本表面科学会、日本膜学会、有機合成化学協会、粉体工学会、ゼオライト学会 (予定)

期日：平成18年6月12日(月)～16日(金)

教室：スクーリングは東京工業大学(大岡山キャンパス)

参加費：80,000円(主催/協賛学会員)、100,000円(一般)

定員：50名

申込締切：5月10日(水)

時間割：

6月12日(月)

- ・触媒反応とは何か(東工大・岩本先生)
- ・吸着と反応速度(筑波大・富重先生)
- ・触媒反応工学(埼玉大・三浦先生)
- ・キャラクタリゼーション：担持金属触媒(産総研・白井先生)

6月13日(火)

- ・触媒調製①(千葉大・佐藤先生)
- ・触媒調製②(早稲田大・松方先生)
- ・キャラクタリゼーション：酸塩基触媒(東工大・馬場先生)
- ・計算化学(北陸先端大・近江先生)

6月14日(水)

- ・キャラクタリゼーション実習
(各分析機器メーカーにおける実習)

6月15日(木)

- ・触媒研究室1日体験
(大学の研究室における実習)

6月16日(金)

- ・工業触媒(三井化学・西村先生)
- ・触媒劣化(エヌ・イーケムキャット・室井先生)
- ・燃料電池(出光興産・松本先生)
- ・環境触媒(名大・薩摩先生)

問合せ・申込先：

〒152-8550 東京都目黒区大岡山2-12-1-E1-10

東京工業大学大学院理工学研究科化学専攻

小松 隆之

TEL：03-5734-3532、FAX：03-5734-2758

e-mail：komatsu@chem.titech.ac.jp

入会申込書・変更届（正会員用）

平成 年 月 日		会員番号		西暦 年 月 日	
フリガナ名		男・女	生年月日		
最終学歴		卒業年月		学位	
勤務先	名称			職名	
	部署			電話	
	所在地	〒		Fax	
	E-mail				
自宅住所 <small>必ずしも記入の必要はありません</small>	〒		電話	Fax	E-mail
通信連絡先	勤務先・自宅（何れかに○）		本会から E-mail による連絡希望		あり・なし（何れかに○）
紹介者(該当する場合のみご記入ください)					
会員名簿、事務局への問合せ等に対して非公開を希望する項目（該当する項目に○）		自宅住所・自宅電話番号/Fax/E-mail アドレス その他（ ）			
その他・連絡事項					

正会員として入会を希望される場合：上記の申込書に必要事項を記入の上、事務局あて郵便あるいは FAX にてお送りください。なお、申込書の内容を電子メールで送信いただいても結構です。 **正会員年会費：5,000円**
変更の場合：必ず会員番号と氏名を明記の上、該当する項目のみを記入いただき、事務局あて郵便あるいは FAX にてお送りください。なお、必要事項を電子メールで事務局までお知らせいただいても結構です。

平成17年度より会員資格として「学生会員」を新設しました。入会手続は日本吸着学会ホームページを参照ください。

編 集 委 員

委員長 迫田 章義（東京大学）	中原 敏次（栗田工業株式会社）
委員 飯山 拓（信州大学）	中村 章寛（日本酸素株式会社）
神鳥 和彦（大阪教育大学）	湯浅 晶（岐阜大学）（五十音順）
田門 肇（京都大学）	

Adsorption News Vol. 19 No. 4（2005）通巻 No. 75 2005年12月22日発行

事務局 〒263-8522 千葉市稲毛区弥生町1-33 千葉大学理学部化学科 分子化学研究室内
Tel: (043) 290-2784 Fax: (043) 290-2788 E-mail: jsad@pchem2.s.chiba-u.ac.jp

編集 望月 和博（東京大学）
Tel: (043) 251-4327 Fax: (043) 251-1231 E-mail: mochi@iis.u-tokyo.ac.jp

ホームページ <http://envchem.iis.u-tokyo.ac.jp/jsad/>

印刷 〒108-0073 東京都港区三田5-14-3 昭和情報プロセス株式会社
Tel: (03) 3452-8451 Fax: (03) 3452-3294

General Secretary

THE JAPAN SOCIETY ON ADSORPTION (JSAd)

Molecular Chemistry Laboratory, Faculty of Sciences, Chiba University

1-33 Yayoi-cho, Inage-ku, Chiba-shi, Chiba 263-8522 JAPAN

Tel: +81-43-290-2784 Fax: +81-43-290-2788 E-mail: jsad@pchem2.s.chiba-u.ac.jp

Editorial Chairman

Professor Akiyoshi SAKODA

Institute of Industrial Science, University of Tokyo, Meguro-ku, Tokyo 153-8505, JAPAN

Tel: +81-3-5452-6350 Fax: +81-3-5452-6351 E-mail: sakoda@iis.u-tokyo.ac.jp

Editor Kazuhiro MOCHIDZUKI, University of Tokyo

Tel: +81-43-251-4327 Fax: +81-43-251-1231 E-mail: mochi@iis.u-tokyo.ac.jp

WWW of JSAd: <http://envchem.iis.u-tokyo.ac.jp/jsad/>