

Adsorption News

Vol.20, No.2 (June 2006)

通巻No. 77

目 次

○巻頭言	
吸着材料のこれからの展開に向けて	大久保達也 2
○第20回日本吸着学会研究発表会のお知らせ	3
○研究ハイライト	
氷晶テンプレート法を用いた多孔質マイクロ繊維・ マイクロハニカムの合成とその精密構造制御	向井 紳 5
○スポットライト	
二元還流型圧カスイング吸着による揮発性有機溶剤の回収	若杉 玲子 10
○吸着航路 ～次代の国際人～	
クイーンズランド大学留学記	大久保貴広 14
○報告	
環太平洋吸着会議（4th PBAST）参加レポート	野口 大介、本多 大章 16
○会告	
会員移動	17
○掲示板	
平成17年度吸着関連の卒業論文・修士論文・博士論文題目の 紹介	18
○第9回国際吸着会議（FOA9）のお知らせ	20
○関連シンポジウム等のお知らせ	22

日本吸着学会
The Japan Society on Adsorption

巻 頭 言

吸着材料のこれからの展開に向けて

東京大学大学院工学系研究科 大久保達也



私は学生時代より様々なナノ空間材料を扱ってきました。学生時代は分相法多孔質ガラス、その後大学に職を得てからは、ゾルーゲル法によるメソポーラス金属酸化物(アルミナ、チタニア、ジルコニア及びそれらのナノコンポジット)、ゼオライト、メソポーラスシリカ等々、秩序の低い材料から高い材料に興味の対象が段々と移ってきました。これらの材料の代表的な応用用途が吸着です。吸着に限ったことではありませんが、化学系の材料では、その性能が利用条件により大きく変わる(出口がわからないと材料設計ができない)ところに、研究の醍醐味を感じています。

さて、ゼオライトは1896年のFriedelの吸着能の発見、1932年のMacBainの分子ふるい能の発見、1948年のBarrerの人工合成の成功を経て、1954年のUnion Carbide (Linde Division)の合成ゼオライトの商品化に至り、吸着材料としての大きな展開がはじまりました。今日では、触媒、イオン交換と並んで、吸着はゼオライトの最も大きな出口の一つです。有機カチオンを用いた合成法の開発やマイクロポーラスアルミノフォスフェートの合成等のブレイクスルーを経て、1990年代に数多くの新規構造が見出され、現在では160を超えるゼオライト及び類縁物質の骨格構造(Framework Types)が知られるに至っています。International Zeolite Association, The Structure Commissionのホームページ(<http://www.iza-structure.org/>)にゼオライトの最新の情報が掲載されていますので、一度是非ご覧下さい。更に、分子集合体を構造規定剤に用いたメソポーラスシリカの出現により、ゼオライトの限界であった1 nmの壁を大きく超えた規則的ナノ空間

の利用が可能になりました。最近では多孔性金属錯体やカーボンをはじめとする非シリカ系メソポーラス材料など、ナノ空間材料の種類は大きく拡大しています。

しかしながら、新規な材料の吸着や触媒への応用展開は思ったほど進んでいないと思います。その理由の一つは、新しい材料ほど合成が複雑で、入手が困難であるということです。有機系の材料であれば受託合成の引き受け手も多いようですが、新規のゼオライトやメソポーラス材料は国内に受託合成の引き受け手が限られており、このあたりが展開の大きな障害になっているものと思います。

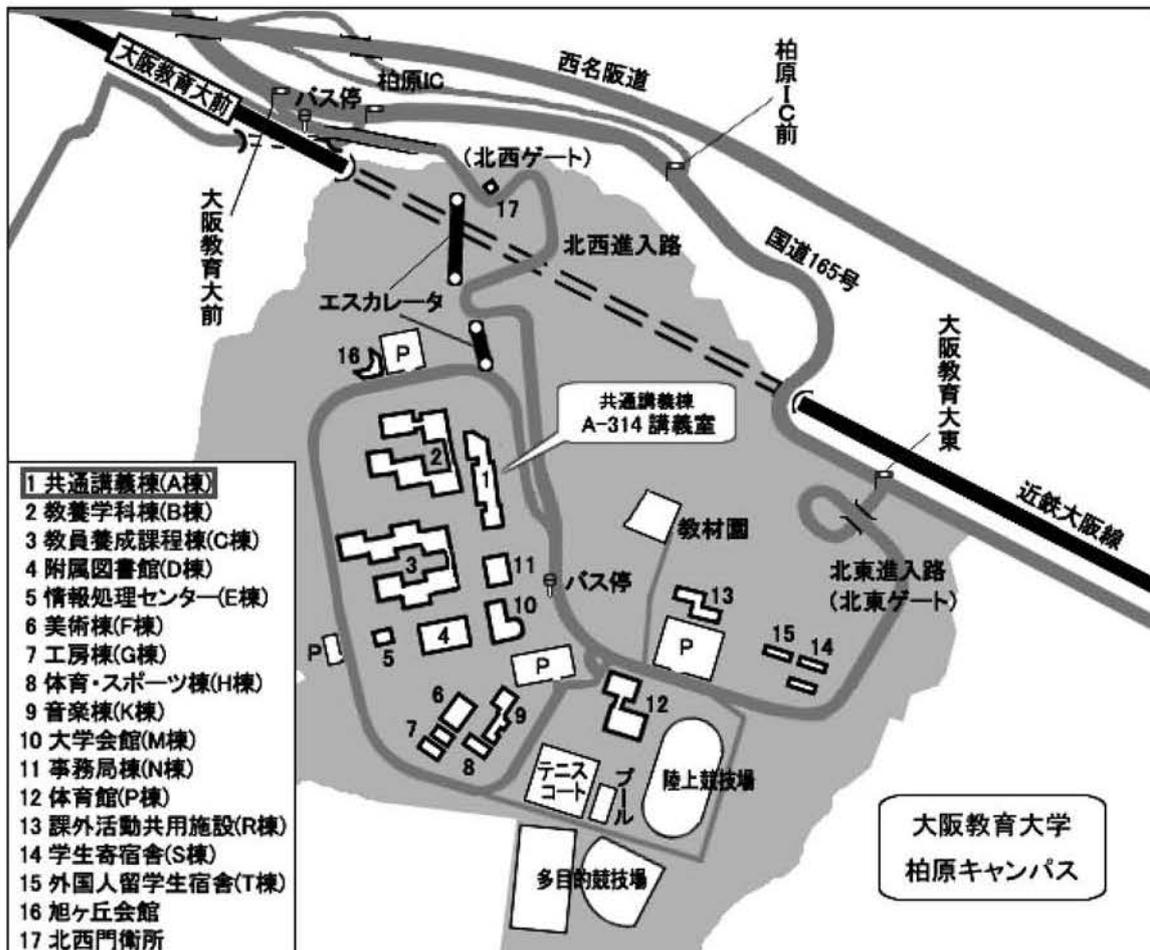
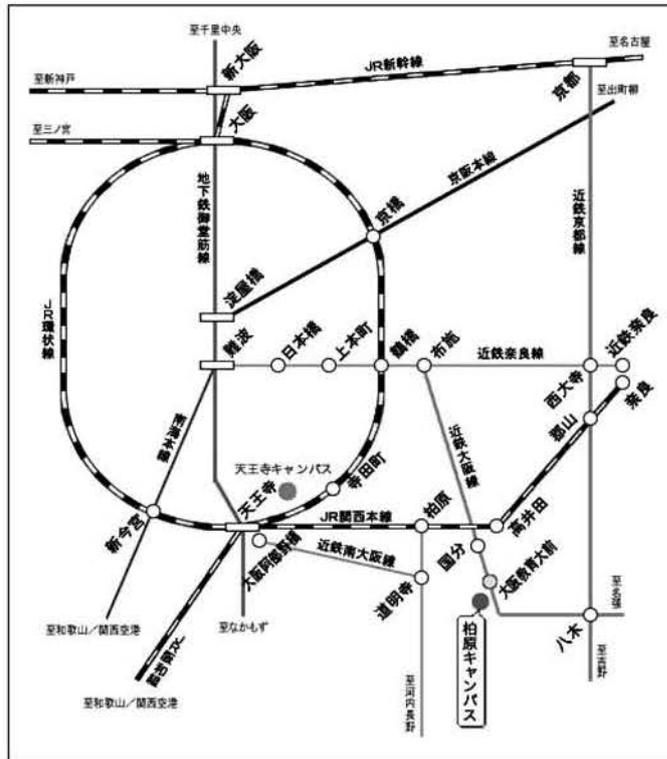
新規ナノ空間「物質」を「吸着材料」に展開させていくためには、合成→応用→合成のフィードバックループをうまくまわすことが必要不可欠です。新規ゼオライトを国内に供給する仕組みをつくるための相談を進めているところですが、様々な分野の方々ともうまく連携を取りながら、吸着の科学と技術の更なる深化と展開に向け、微力ながら貢献できればと考えています。

1983年	東京大学工学部化学工学科卒業
1988年	東京大学大学院工学系研究科化学工学専攻博士課程修了、工学博士 その後、九州大学助手、東京大学助手、Caltech 研究員、東京大学講師、同助教授を経て
2006年	東京大学教授 専門：マイクロ及びメソポーラス材料の合成と応用

第20回日本吸着学会研究発表会のお知らせ

- 会期**：平成18年9月20日(水)、21日(木)
- 会場**：大阪教育大学 柏原キャンパス (〒582-8582 大阪府柏原市旭が丘4-698-1)
- 交通**：近鉄難波駅、日本橋駅から乗車される場合は、上本町駅又は鶴橋駅にて、[榛原]、[名張]、[五位堂]行きに乗り換え [近鉄大阪線大阪教育大前駅] 下車、徒歩約15分。
平日のみ大阪教育大前駅より柏原キャンパスまで、近鉄バスが運行しています。
- 宿泊**：各自でご手配願います。大阪市内が便利です。
- 総合受付**：大阪教育大学 柏原キャンパス 共通講義棟 A-314 講義室
- 講演会場**：大阪教育大学 柏原キャンパス 共通講義棟 A-314 講義室
- ポスター会場**：大阪教育大学 柏原キャンパス 共通講義棟内 ラウンジ
- 発表要領**：口頭発表：講演12分、質疑8分
OHPまたはビデオプロジェクター (Power Point) で発表願います。
ポスター発表：発表時間1時間30分。パネル寸法は発表者に直接連絡。
- 発表申込**：E-mailまたは郵便葉書で、1. 講演題目、2. 発表者氏名、3. 所属(勤務先・学校名等、郵便番号、所在地、Tel、Fax、E-mail) 4. 希望発表形式(口頭またはポスター)を記入し、下記宛にお申し込みください。4.については希望に添えない場合もありますが、ご了承下さい。
- 要旨集原稿**：A4版用紙1ページに、講演題目、1行あけて所属(略称)、氏名(講演者の前に○)、1行あけて要旨を一行あたり45文字、一段送りで記載し、最下行に連絡先(Tel、Fax、E-mail)を記入して下さい。原稿はなるべくE-mailの添付書類(MS-word ver.6.0以上)として下記宛にお送り下さい。なおホームページに原稿のテンプレートファイルを用意しましたので、可能な方はご利用下さい。
- 懇親会**：9月20日(水) 大阪教育大学 柏原キャンパス 学生食堂
- 参加登録費**：学会会員8,000円(官、学)、10,000円(産)
非会員10,000円(官、学)、12,000円(産)
ただし、予約(8/18㍻)申込者は2,000円割引。参加登録費には要旨集代も含まれます。(要旨集のみ購入の場合3,000円)
- 懇親会費**：一般7,000円、学生5,000円。ただし、予約(8/18㍻)申込者は1,000円割引。
- 参加予約申込**：E-mailまたは郵便葉書で、1. 氏名、2. 所属(勤務先・学校名等、郵便番号、所在地、Tel、Fax、E-mail) 3. 懇親会の参加、不参加を記入し、下記宛にお申し込みください。同時に、参加費、懇親会費共に下記に郵便振替にてお支払いください。
- 郵便振替**：口座番号：00990-5-74019
口座名称：日本吸着学会研究発表会実行委員会
- 発表申込締切**：平成18年7月14日(金)(必着)
- 講演要旨締切**：平成18年8月11日(金)(必着)
- 参加予約締切**：平成18年8月18日(金)(必着)
- ホームページ**：<http://www.osaka-kyoiku.ac.jp/~rika/kagaku/jsad/>
- 申込・連絡先**：〒582-8582 大阪府柏原市旭が丘4-698-1
大阪教育大学 教育学部 理科教育講座 神鳥和彦
TEL：072-978-3395 FAX：072-978-3394
E-mail：kandori@cc.osaka-kyoiku.ac.jp

大阪教育大学
柏原キャンパス
アクセスマップ



研究ハイライト

氷晶テンプレート法を用いた多孔質 マイクロ繊維・マイクロハニカムの合成 とその精密構造制御

Synthesis of Porous Microfibers and Microhoneycombs
by Ice Templating and Precise Controlling
of their Micro/Nanostructures

北海道大学大学院工学研究科
Graduate School of Engineering,
Hokkaido University

向井 紳
Shin Mukai

1. はじめに

多孔体は吸着材や触媒として実に様々な分野で利用されている。これらの材料においては、ミクロ/メソ孔が主な機能発現の場となっているが、その機能を最大限に活用するためには、作用を受ける物質そして受けた物質をこれらの細孔に効率的に出し入れする必要がある。そこで近年、ミクロ/メソ孔に加えて規則配列の均一なマクロ孔を備えた、細孔の階層構造を有する多孔体が注目されている。規則配列のマクロ孔を有するこのような材料は一般に Ordered Macroporous Material (OMM) と呼ばれ、その作製法もいくつか報告されている^{1)~5)}。しかし、いずれの方法もマクロ孔形成のためのテンプレートとして比較的高価なナノ材料を利用する上、材料合成後に薬品処理や高温処理といった環境負荷の高い方法でこのテンプレートを除去しなければいけないといった問題点を抱えている。

我々はシリカ等のゾルや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ユニークなモルフォロジーを有する多孔体が作製可能であることを見出した^{6)~10)}。現在までにこの手法を用いて、シリカゲル等のマイクロ繊維やマイクロハニカムの作製に成功している。“氷晶テンプレート法”と名付けたこの手法で得られるゲルは、直線的に発達した規則配列のマクロ孔にミクロ/メソ孔が直結する特異な細孔の階層構造を有し、OMM とみなすことができる。氷晶テンプレート法は従来のテンプレート法と異なり、焼成や薬品処理による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 OMM の作製法であると言える。

本稿では氷晶テンプレート法が誕生した背景及びその概略を紹介し、この手法を用いてナノ材料を作製する際に、モルフォロジーや微細構造を独立にまた精密に制御する方法を紹介する。そして、最後にこの手法の適用範囲について検討した結果について報告する。

2. 氷晶テンプレート法開発の背景

凍結乾燥や凍結濃縮等、凍結操作を利用する重要な工業プロセスは多い。このようなプロセスの中で、凍結ゲル化法として一方方向凍結法をいわば組み合わせることで、氷晶テンプレート法は誕生した。

シリカ等の水ベースのゾルを凍結すると、分相が起こり、純粋な氷ができる一方でゾルが濃縮されてそのゲル化が進行する。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”である¹¹⁾。濃縮による促進効果は非常に大きく、 -200°C といった極低温でもゲル化反応が顕著に進行する。よって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、凍結することでゲル化させることが可能である。

もう一つの技術である“一方方向凍結法”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材料を合成する方法である¹²⁾。一方方向に凍結することでゲル内に柱状の氷が成長し、これらの氷柱の間隙にゲルが押し固められる。このようにして得られた材料を解凍、乾燥すると多角形断面を有するゲルの繊維 (polygonal 繊維) が得られる。

一方方向凍結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ため、凍結前の前駆体には、十分にエージングされたゲルが専ら利用されてきた。しかし、凍結ゲル化法で実証されているように、凍結がゲル化を促進することを考えると一方方向凍結はエージングが進んでいないようなゲル化直後の湿潤ゲルや場合によってはゲル化前のゾルにも適用できると考えられる。また、このように適用範囲を広げることで、異なる細孔特性を有する材料が得られるばかりか、繊維とは異なるモルフォロジーを有する多孔体の合成も期待できる。これを実証すべく、取り扱いが比較的容易であるシリカをモデル物質としてその検証実験を行った。

シリカゲルの作製方法は種々知られているが、ここでは簡便で原料価格が安い次のような方法を採用した。まず、ケイ酸ナトリウム水溶液の pH をイオン交換樹脂とアンモニア水を用いて調節し、均一なシリカゾルを調製した。これを一定時間エージングさせることで得られたゾルやゲルを、液面が一定に保たれた冷媒中に一定速度で挿入し、一方方向凍結を行った。凍結した試料をエージングした後に解凍し、試料に含まれる水をトブタノールに置換した。これを凍結乾燥することにより凍結時の構造を保った乾燥ゲルを得た。

得られた代表的なシリカゲルの SEM 像を図 1 に示す。原料組成、凍結条件が同一であっても、凍結時の試料の状態によって 4 種類の異なる形状が発現することが分かった。(a)は片側に突起を持つ薄膜、(b)は(a)の突起部分と平板部分が分離してできたようなきし麵状の繊維である。(c)はマイクロハニカム、(d)は過去に報告されているような polygonal 繊維である。(a)、(b)の形状はゾルの凍結によって発現し、(c)はゲル化直前のゾルまたはゲル化直後のゲルの凍結によって、(d)は十分エージングを行ったゲルの凍結によって得られた。すなわち、原料内の溶質粒子の運動が制限されるに従って作製されるシリカゲルの形状は(a)→(d)と変化することが分かった。

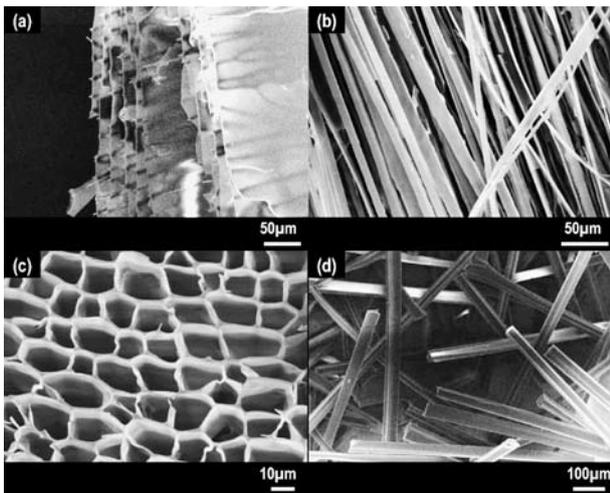


図1 氷晶テンプレート法で作製したシリカゲルのSEM像 (a)薄膜、(b)きし麺状繊維、(c)マイクロハニカム、(d) polygonal 繊維

(c)のようなマイクロハニカムは合成に利用した容器の形状を反映したバルク形状を有する。今回は図2に示すようなポリプロピレンチューブを利用しているため、得られたマイクロハニカムは同図に示すように円柱状である。また、マイクロハニカムの水平断面、垂直断面のSEM像を観察すると、 μm オーダーのストレートなマクロ孔がマイクロハニカム中に発達していることが確認できる。マイクロハニカムの壁の部分の拡大図より、この材料が通常のシリカゲルと同様にナノ粒子によって形成されていることが確認でき、nmオーダーの細孔が十分に発達していることが吸着実験によっても確認された。よってこのようにして得られるマイクロハニカムはマクロ孔にミクロ/メソ孔が直結しているような細孔の階層構造を有するOMMであることが分かる。一方、polygonal 繊維の内部にも径がnmオーダーの細孔が十分に発達していることが吸着実験により確認された。 μm オーダーの径を有するこれらの繊維を束にすれば、その間に μm オーダーのマクロ孔が形成される。よってこの手法によって得られる polygonal 繊維の束も実質的に細孔の階層構造を有するOMMとして利用することが可能である。

種々のOMMの作製が期待されるこの手法は、*in situ*で生成する微細な氷晶を実質的なテンプレートとしている。そこで、この方法を“氷晶テンプレート法 (Ice Templating Method)”と命名した。

3. 氷晶テンプレート法における精密構造制御

氷晶テンプレート法により様々な材料のマイクロ繊維、マイクロハニカムを製造できる可能性が示された。この手法により得られる材料の構造を精密に制御することが可能になれば、使用目的に合わせてテーラーメイドで材料を合成できるようになるため、その用途はさらに広がるものと考えられる。そこでまずは、氷晶テンプレート法で得られる材料の精密構造制御に挑戦した。

構造制御の第一段階は、繊維やハニカムといったモルフォ

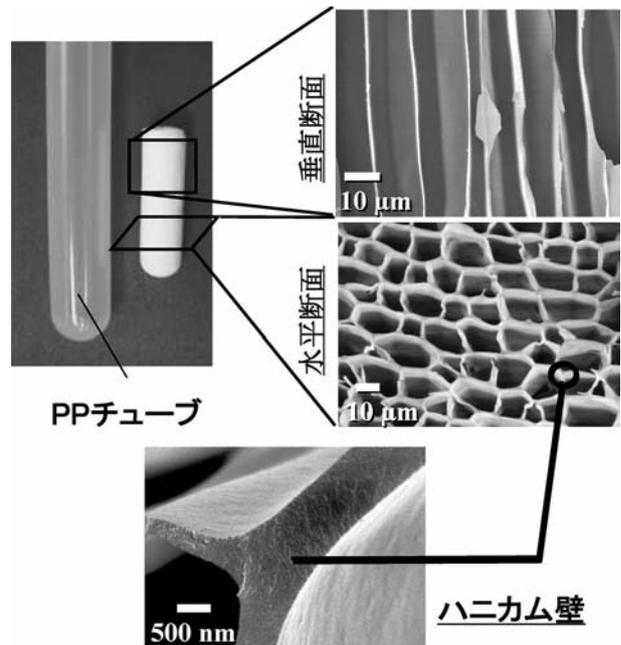


図2 氷晶テンプレート法で作製したマイクロハニカム状シリカゲル

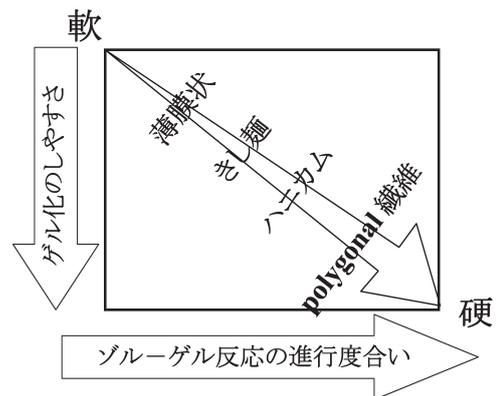
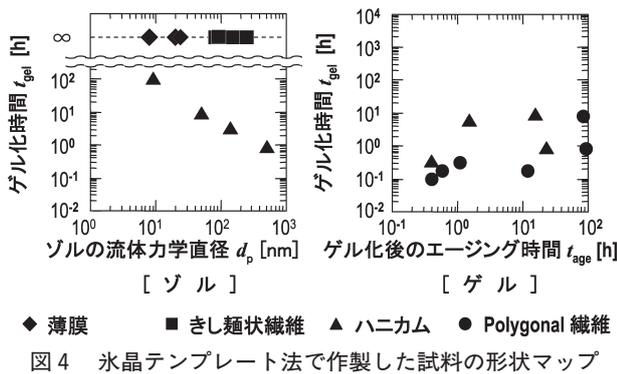


図3 試料の形状マップのイメージ

ロジーの制御である。前述のように氷晶テンプレート法においては、凍結直前の前駆体の硬さによって発現する形状が変化し、柔らかい方から順に薄膜、きし麺状繊維、マイクロハニカムそして polygonal 繊維が得られる。そこで、モルフォロジーを積極的に制御するためには前駆体の硬さをいかに定量的に表現するかがキーポイントとなる。

氷晶テンプレート法で用いる前駆体のゾルやゲルの硬さは、その本質的なゲル化のしやすさと、ゾルーゲル反応の進行の度合いという二つの因子で表現できるものと予想される。本質的なゲル化のしやすさは、原料を混合してからそれがゲル化するまでに要する時間 (ゲル化時間) で評価することが可能である。つまりゲル化時間が短いほどゲル化を起こしやすく、硬くなりやすいと判断することができる。一方、反応の進行の度合いについては、ゾルに関しては反応が進行するとともにそれを構成するコロイド粒子は大きくなっていくので、コロイド粒子径を一つの指標にすることができ

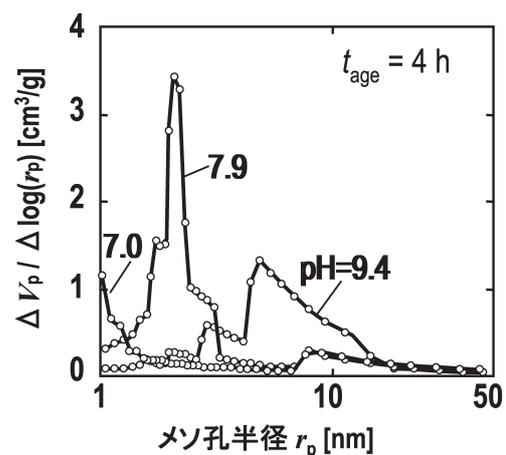
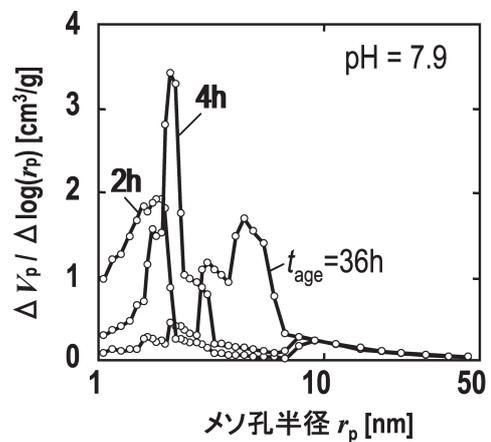
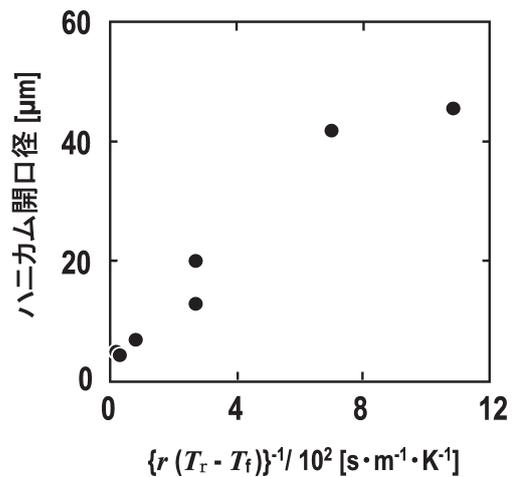


る。ゾルを構成するコロイド粒子の粒子径分布は動的光散乱(DLS)で測定可能な流体力学直径で代表させることができる。湿潤ゲルの反応の進行の度合いの指標としては、ゲル化後の経過時間で評価可能であると考えられる。よって、本質的なゲル化のしやすさと、ゾル-ゲル反応の進行の度合いという二つの因子に対して形状を図3のようにマッピングすれば、左上から右下へ向かって、薄膜、きし麵状繊維、マイクロハニカム、polygonal 繊維とモルフォロジーは変わっていくものと予想される。

そこで、種々の原料溶液から前駆体となるゾルやゲルを調製し、これらに一方向凍結を実施することで現れるモルフォロジーを確認し、上述の方針でマッピングを行った。その結果を図4に示す。右下方向に進むに従って発現するモルフォロジーが薄膜、きし麵状繊維、マイクロハニカムそしてpolygonal 繊維と予想していたように変わっていくことが確認できる。よって、このような形状マップを一旦作成すれば、それを利用することによって、4種類のモルフォロジーを作り分けることが可能となる。

精密構造制御の次のステップとして、繊維径やマイクロハニカムの開口径といった μm スケールの構造制御について検討を行った。 μm スケールの構造制御に関しては、本法と類似の現象である金属融液の一方向凝固を参考にした。金属融液の一方向凝固においては凝固後に現れる柱状晶の間隔は凝固速度 R と凝固面の温度勾配 G の積の逆数に比例することが明らかにされている¹³⁾。これを凍結操作にあてはめると R は凍結速度 r と取ることができ、 G は室温 T_r と凍結温度 T_f との差に比例すると考えることができる。よって、材料の μm スケールの構造は $\{r(T_r - T_f)\}^{-1}$ に比例することが予想される。実際に凍結速度と凍結温度を変化させて実験を行った結果、予想したように $\{r(T_r - T_f)\}^{-1}$ に対し、開口径や繊維径がほぼ直線的に増加することが確認できた。一例としてマイクロハニカムの結果を図5に示す。

精密構造制御の最後のステップは材料内部の細孔構造つまり nm スケールの構造の制御である。一般的に、シリカゲルは湿潤状態でエージングすることにより、シリカゲルを構成しているシリカのナノ粒子の溶出・再析出が促進され、この現象を利用することにより細孔径をコントロールすることができる。そこで、一方向凍結後、解凍した材料を、アンモニアで pH を調節した水溶液の中に入れ、 90°C でエージングを行



い、細孔構造の変化を調べた。マイクロハニカムについて pH を一定としてエージング時間を変化させた場合と、エージング時間を一定として pH を変化させた場合のメソ細孔径分布

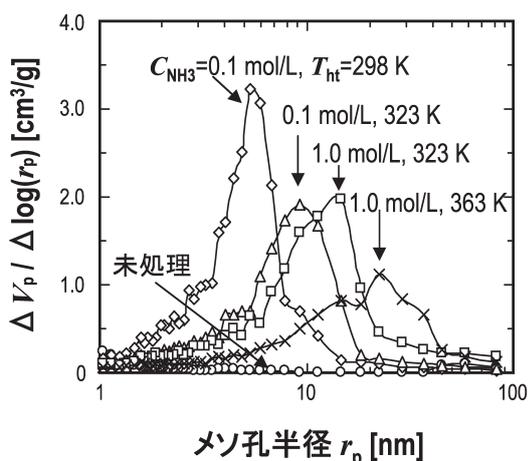


図8 エージングによる細孔径制御
(C_{NH_3} : アンモニア濃度、 T_{ht} : 処理温度)

の変化をそれぞれ図6と図7に示す。いずれの場合においても、解凍後にエージングを行うことで、材料内部の細孔構造を、連続的に変化させることが可能であることが確認できる。

さらに、エージング温度を変化させて、より精密な制御を試みた。その結果、アンモニア濃度を0.1~1.0mol/L、エージング温度を室温~90°Cと変化させることで、メソ孔サイズを1~40nmの範囲内で制御可能であることが明らかとなった。代表的なマイクロハニカム試料の細孔径分布を図8に示す。制御範囲が広がっただけでなく、サイズを大きくした時の分布の広がりがある程度抑制することも可能となっている。

細孔構造制御のためのエージングを開始する段階では μm スケールの構造は既に決まっているため、得られた結果は μm スケールの構造制御とnmスケールの構造制御はそれぞれ独立に行うことができることを示している。

4. 氷晶テンプレート法の適用範囲

氷晶テンプレート法はその原理から言って種々のゲルにも適用可能である汎用性に富む手法であると考えられる。これを実証すべく、まずは有機ゲルへの適用の可能性についての検討を行った。

有機ゲルのモデル物質としてレゾルシノール-ホルムアルデヒド (RF) ゲルを選択した。RFゲルは代表的なメソポーラスカーボンであるカーボングルの前駆体として広く利用されており、ポリマーのナノ粒子のネットワークにより形成される材料である。RFゲルは通常レゾルシノールとホルムアルデヒドを塩基性触媒下でゾルーゲル重合させることで合成される。合成直後は湿潤状態にあるが、これを超臨界乾燥や凍結乾燥といった特殊な方法で乾燥すると、湿潤状態での特異な構造が保持された乾燥ゲルを得ることができる。一般に超臨界乾燥を利用して作製されたゲルはRFエアロゲルと呼ばれ、凍結乾燥を利用して作製されたゲルはRFクライオゲルと呼ばれる。カーボングルはこれら乾燥ゲルを高温の不活性雰囲気中で炭素化することにより得ることができる。合成過程がシリカと似ていることを考えると、氷晶テンプレート法

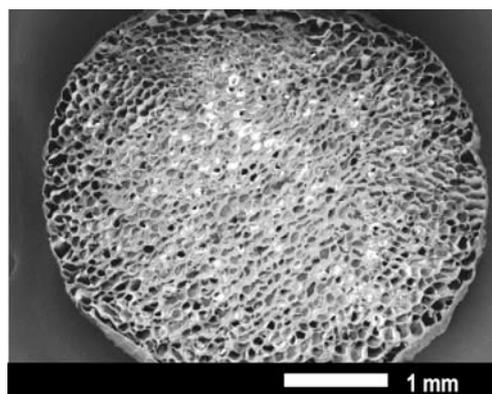


図9 得られた代表的なマイクロハニカム状RFゲルのSEM像

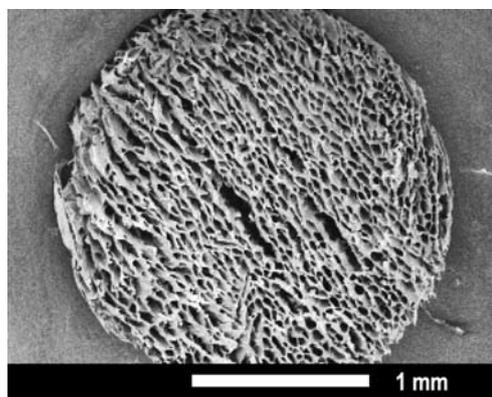


図10 得られた代表的なマイクロハニカム状カーボングルのSEM像

はRFゲルにも適用可能であると考えられる。

試料は次の手順で作製した。まずはレゾルシノールとホルムアルデヒドの混合水溶液に、触媒として炭酸ナトリウムを添加して重合反応を進行させた。得られたゾルに一方向凍結を行ったが、ゾル中のメタノール等の不純物により氷の結晶が直線状に成長せず、均一な構造を有するゲルを得ることができなかった。ゾル中の不純物を除去することは困難であるため、次に湿潤ゲルについて検討を行った。不純物を除去するために、凍結前に純水により十分に洗浄した湿潤ゲルに一方向凍結を行ったところ、ゲル化してから凍結を行うまでのエージング時間を調節することにより、図9に示すようなハニカム状、そして繊維状のRFゲルを得ることに成功した。発現する形状のエージング時間への依存性はシリカの場合とほぼ同じであった。

氷晶テンプレート法により得られたRFゲルのマイクロ繊維やマイクロハニカムの内部には、通常のRFゲルと同様にメソ孔やマイクロ孔が発達している。そこで、RFゲルの細孔の階層構造の制御について検討を行った。その結果、シリカと同様な方法で制御が可能であることが確認できた。つまり繊維径やマイクロハニカムの開口径といった μm スケールの構造については凍結条件を調節することにより、材料内部の細孔構造つまりnmスケールの構造に関しては解凍後のエー

ジング条件を調節することによりそれぞれ制御可能である。

氷晶テンプレート法により得られる RF ゲルは不活性雰囲気中で高温処理することにより炭素化が可能であり、収縮を伴うものの RF ゲルのモルフォロジーを維持したカーボンゲルが得られる。図9のマイクロハニカムを炭素化処理した後の SEM 像を図10に示す。炭素化を行ってもメソ細孔性は維持され、ミクロ孔は寧ろ発達することが確認できた。ミクロ孔はゲルを構成するナノ粒子内に発達することを考えると、氷晶テンプレート法はマクロ孔-メソ孔-ミクロ孔の階層構造を有する炭素の構造体の製造をも可能とする手法であると言える。

シリカ-アルミナ、シリカ-チタニアで見られるように、金属酸化物のゲルは複合化することで、特異な機能を持たせることが可能である。よって、氷晶テンプレート法がこのような金属酸化物の複合ゲルへ適用可能であるかどうかについてもシリカ-アルミナをモデル物質に検討を行った。

シリカ-アルミナの製造法としてはシリカとアルミナ両方の湿潤ゲルをボールミル等で混練する混練法やシリカの湿潤ゲルを酸化アルミを含む溶液に浸漬し、シリカ上にアルミナを沈着させる沈着法等が知られているが、氷晶テンプレート法と容易に組み合わせることが可能な共沈法を採用した。共沈法は共ゲル化法とも呼ばれるが、複数のゾルを混合し、いっしょにゲル化させる方法である。

試料は次の手順で作製した。まず、水ガラス水溶液を調製し、強酸性イオン交換樹脂を用いてその pH を調節した。これに硝酸アルミニウムを添加し、テフロン容器内でゲル化させた。エージング後純水で洗浄し、一方向凍結を行った。凍結完了後、低温そして高温でのエージングを行い、試料内の水を t-ブタノールで置換後に凍結乾燥を行った。最後に空気焼成を行いシリカ-アルミナを完成させた。

氷晶テンプレート法はシリカ-アルミナの湿潤ゲルにも適用可能であり、マイクロ繊維やマイクロハニカムを作製することが可能であることが分かった。また、凍結時に発現するモルフォロジーは凍結前の前駆体の硬さに依存することも明らかになった。代表的なマイクロハニカム状試料の SEM 像を図11に示す。得られた試料はシリカマイクロハニカムと同様な形状をしており、通路のサイズが20~45 μm であることが確認できる。作製試料内にメソ孔やミクロ孔が発達していることも吸着実験により確認できた。

シリカ-アルミナの機能は、その中の Al 原子の分散状態に依存する。Al 原子の分散状態を評価するために EDS を用い、Al の分布状態を測定した。その結果を SEM 像とともに図12に示す。Al 原子が試料内に均一に分布していることが確認できる。このような構造からは固体酸性が期待されるため、アンモニア TPD 法を用い、固体酸特性の評価を行った。図13に得られた代表的な TPD スペクトルを示す。高温領域においてもアンモニアの脱離は起きていることが確認できるが、これは材料内に強酸点が存在することが示唆する。つまり、材料内の Al 原子が固体酸性を発現する形態で存在していることが明らかとなった。さらに原料中の SiO_2 と Al_2O_3 の比に応じて、強酸点量が変化することも確認している。

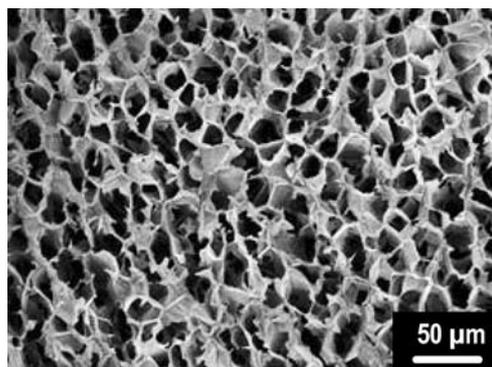


図11 得られた代表的なマイクロハニカム状シリカ-アルミナ

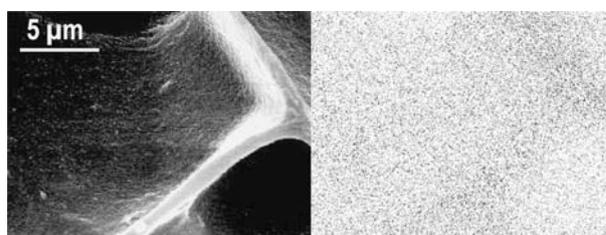


図12 マイクロハニカム状シリカ-アルミナの EDS 分析の結果

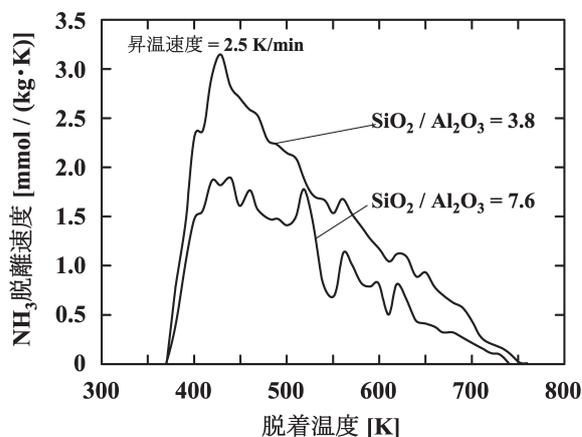


図13 マイクロハニカム状シリカ-アルミナのアンモニア TPD スペクトル

以上より、氷晶テンプレート法はシリカ-アルミナ等の複合ゲルに適用可能であることが実証されたが、今後特異な細孔の階層構造と共に、種々の機能を有する有機や無機のマイクロ繊維、マイクロハニカムの創製が期待される。

5. おわりに

以上、氷晶テンプレート法の開発経緯や概要等を解説させて頂いたが、ストレートなマクロ孔を有し、それにメソ/ミクロ孔が直結しているような多孔質材料の作製に非常に有効な汎用性に富む手法であると考えられる。また、得られる材料の構造制御性も非常に高いため、使用目的に応じて構造をテー

ラーメードで制御することが可能である。現在までの基礎的検討を通して、材料設計の重要パラメータ等がある程度明らかにすることができたが、今後はこのユニークな構造を活かすことができる用途の開発にもチャレンジしていきたいと考えている。

参考文献

- 1) K. Nakanishi, Y. Sagawa and N. Soga, *J. Non-Cryst. Solids*, **134**, 39 (1991)
- 2) S.A. Davis, S.L. Burkett, N.H. Mendelson and S. Mann, *Nature*, **385**, 420-423 (1997)
- 3) O.D. Velev, T.A. Jede, R.F. Lobo and A.M. Lenhoff, *Nature*, **389**, 447-448 (1997)
- 4) A. Imhof and D.J. Pine, *Nature*, **389**, 948-951 (1997)
- 5) B.T. Holland, C.F. Blanford, T. Do and A. Stein, *Chem. Mater.* **11**, 795-805 (1999)
- 6) S.R. Mukai, H. Nishihara and H. Tamon, *Microporous and Mesoporous Materials*, **63**, 43-51 (2003)
- 7) S.R. Mukai, H. Nishihara and H. Tamon, *Chem. Commun.*, 874-875 (2004)
- 8) H. Nishihara, S.R. Mukai and H. Tamon, *Carbon*, **42**, 899-901 (2004)
- 9) S.R. Mukai, H. Nishihara, S. Shichi and H. Tamon, *Chem. Mater.*, **16**, 4987-4991 (2004)
- 10) H. Nishihara, S.R. Mukai, D. Yamashita and H.

Tamon, *Chem. Mater.*, **17**, 683-689 (2005).

- 11) J. Laurie, C.M. Bagnal, B. Harris, R.W. Jones, R.G. Cooke, R.S. Russellfloyd, T.H. Wang and F.W. Hammett, *J. Non-Cryst. Solids*, **147**, 320-325 (1992)
- 12) W. Mahler and M.F. Bechtold, *Nature*, **285**, 27-28 (1997)
- 13) M.C. Flemings, "Solidification processing", McGraw-Hill, New York (1974)



向井 紳

北海道大学大学院工学研究科教授
博士（工学）

平成3年 京都大学大学院工学研究科
化学工学専攻修士課程修了
平成4年 京都大学大学院工学研究科
化学工学専攻博士後期課程
中途退学

平成4年～平成8年 京都大学工学部化学工学科助手
平成8年～平成12年 京都大学大学院工学研究科助手
平成12年～平成18年 京都大学大学院工学研究科助教授
平成18年～ 北海道大学大学院工学研究科教授

専門：化学工学、材料工学

スポットライト

二元還流型圧カスイング吸着による 揮発性有機溶剤の回収

Recovery of Volatile Organic Compounds
by Dual Reflux Pressure Swing Adsorption

八代工業高等専門学校生物工学科
Department of Bioengineering,
Yatsushiro National College of Technology

若杉 玲子
Reiko Wakasugi

1. はじめに

産業面および民生面共に増え続けている多種多様な揮発性有機溶剤（VOC）は、光化学スモッグ等環境汚染の主要な原因の一つとなっており、早急な回収および除去対策が必要とされている。日本では本年4月に、VOC規制を対象とした改正大気防止法が施行され、これを受けて自主管理と法規制により、2000年には28万トンあった排出量を、2010年にはその60%にまで低減させようとしている。現在用いられている

VOC処理プロセスとして、吸収・吸着・冷却などの回収法と燃焼・生物処理などの分解法が併用されているが、発生するガスの濃度、量に応じた処理プロセスの選択が必要となる。低濃度のVOCガスに対して、現行法ではコスト面で採算がとれず濃縮操作が必須となっている。これを受けて筆者らは、各種気体の分離・精製で様々な用途が確立されてきたPressure Swing Adsorption; PSA（圧カスイング吸着）をVOC処理に応用した揮発性溶剤蒸気の濃縮および分離・回収プロセスの開発を行なった。

PSAでは、吸着剤再生のための低圧化でのパージ、いわゆるstripping refluxと、濃縮ガスによる過吸着、いわゆるenriching refluxとの組み合わせで各種のプロセスができるが、ここで溶剤回収に用いられる主なPSAプロセスについて図1を参照していくつか説明する。

①Stripping Reflux PSA

原料ガスを吸着塔（高圧側）へ供給し、出てきた希薄ガスの一部をパージガスとして脱着塔（低圧側）へ供給する。希薄ガス中のVOC濃度を下げることが目的としたプロセスで、脱着塔から排出される濃縮ガス中のVOC濃縮倍率は圧力比以下となるため、原料ガスが低濃度の場合は、濃縮ガス濃度が飽和濃度に達せず凝縮液として回収することが難しい。

②Modified Stripping PSA

Stripping reflux PSAの改良型で、脱着塔出口の濃縮ガス

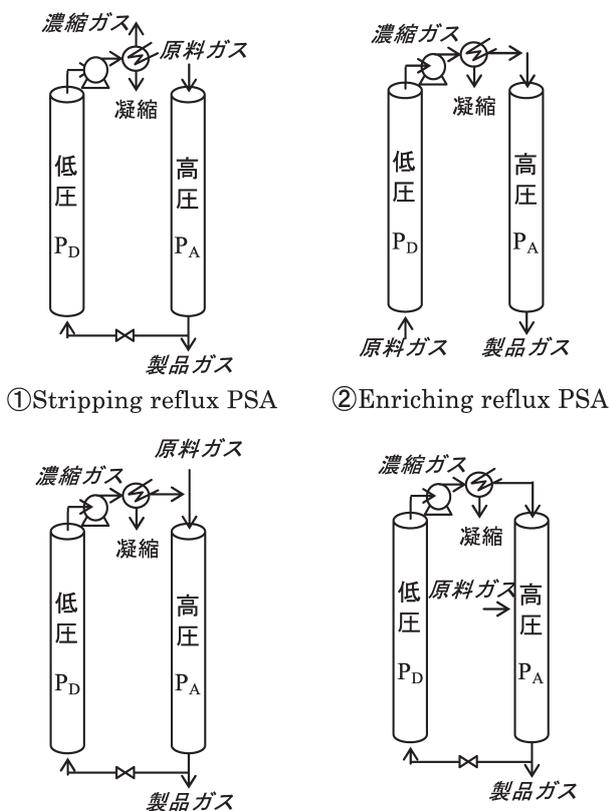
を再び吸着塔へ送り還流させることで吸着工程に入るガス濃度を上げ、脱着塔からの濃縮ガスを飽和濃度以上に上げ凝縮液として回収する。

③Enriching Reflux PSA

原料ガスを脱着塔へ供給することで濃縮ガス中の VOC 濃度を増加させる。凝縮量が増すため濃縮操作に適しているが、stripping reflux PSA と比べ希薄ガス濃度が圧力比以下には下ならず、除去操作としては不向きである。

④Dual Reflux PSA

原料ガスを吸着塔の任意の中間地点に供給するプロセスで、原料供給位置により、stripping reflux PSA と enriching reflux PSA の両機能を兼ね備えたプロセスとできる。



①Stripping reflux PSA

②Enriching reflux PSA

③Modified stripping PSA

④Dual reflux PSA

図1 溶剤回収に用いられる主な PSA プロセス

このうち dual reflux PSA は、低濃度の有機溶剤蒸気を高倍率で濃縮後、後処理を要しない凝縮液として回収することができる新規なプロセスである。また同時に希薄ガス濃度の減少が可能となる。本研究では、低濃度の VOC 蒸気の回収プロセスとして dual reflux PSA プロセスを開発し、その性能および効率の解明を行なった。また、除去特性については enriching reflux PSA との比較を、また dual reflux PSA のプロセス効率に最も影響を及ぼすとされる原料供給位置の影響に着目し検討を重ねた。本稿にそれら結果について記す。

2. 実験

本研究では、実験室規模の 2 塔 dual reflux PSA 装置を作

製し、VOC にエタノールを吸着材に活性炭を用いて実験を行なった。実験装置概略図を図 2 に示す。本装置において、原料供給位置より上部が濃縮部、下部が回収部にあたる。ステンレス製のカラム (長さ 1 m、直径 21mm) にそれぞれ活性炭 (170g、8-32mesh) を充填し吸・脱着塔とした。原料ガスは混合槽内で任意の濃度に調節した後、大気圧下で吸着塔の任意の位置に供給した。吸着塔出口からの希薄製品ガス C_{A1} の一部はパージガスとして脱着塔内に供給され脱着塔出口から濃縮ガスを得ると同時に吸着材の再生を行なった。濃縮ガスは真空ポンプを過ぎた後、大気圧まで加圧され凝縮されることにより、飽和濃度を越える溶剤蒸気を液化し回収した。凝縮後の飽和濃度のガスは吸着塔入口へと再び供給され、原料供給位置で原料ガスと混合した。原料ガス濃度 C_F および希薄ガス濃度 C_{A1} は GC-FID によりガス濃度を測定した。

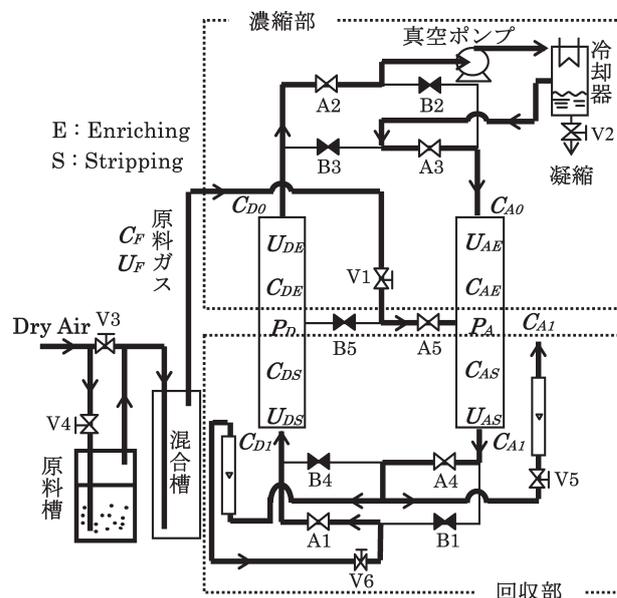


図2 Dual reflux PSA 装置の概略図

3. 結果

3.1 各種 PSA プロセスの比較

種々の PSA プロセス間での濃縮挙動を比較するために、予備的な実験を行なった。表 1 に各 PSA プロセス間でのプロセス挙動および実験条件を示す。回収部特性評価として対原料濃度比 C_{A1}/C_F を、凝縮部特性評価として凝縮液への回収率を示してある。

表 1 種々の PSA プロセス間でのプロセス挙動の比較

Type of PSA	C_{A1}/C_F	Recovery
Stripping Reflux PSA (SR)	~ 0	0
Enriching Reflux PSA (ER)	> 0.5	< 0.5
Modified Stripping PSA (MS)	0.0064	~ 1.0
Dual Reflux PSA (DR)	0.0011	~ 1.0

実験条件: $P_A/P_D=2.0$, $U_{DS}/U_{AS}=1.5$, $C_F=1.2\text{vol}\%$,
Feed flow rate=2 l/min.

表1の結果より、stripping reflux PSA では、濃度比 C_{A1}/C_F はほぼ0 ととても低い、濃縮部出口ガスは凝縮されていない。これは stripping PSA の場合、濃縮部出口ガスは圧力比以上に濃縮されないため、圧力比 $P_A/P_D (= 2)$ では飽和濃度比 $C_{A0}/C_F (= 5)$ の原料ガスに対しては凝縮できない。また、enriching PSA では濃縮部出口の濃縮ガスは低い圧力比 P_A/P_D でも濃縮および凝縮が可能であることが報告 (Yoshida et al., 2003; Wakasugi et al., 2004) されているが、理論的にも濃度比 C_{A1}/C_F は圧力比 P_D/P_A 以下には下げられず、回収率は $(1 - P_D/P_A)$ を越えることはできない。それに対し、本研究である dual reflux PSA では原料供給位置がカラム中央の任意の位置ではあるが、低い濃度比とほぼ完全な回収がなされている。Modified stripping PSA は回収部出口ガスを吸着塔入口に還流させたプロセスで、dual reflux PSA の特殊なプロセスの一つとみなせるが、この modified stripping PSA のプロセス挙動は大変良い。しかし、還流する回収部出口ガスが吸着塔入口で低濃度の原料ガスと混合されるため、dual reflux PSA の効率に比べるとプロセス効率は低下することとなる。

各種 PSA プロセスの比較につづき、dual reflux PSA の性能をさらに検討するため、enriching PSA プロセスとの比較を行なった。図3に結果を示す。結果から、dual Reflux PSA では圧力比の限界を超えて濃度比を低くできており、吸着塔出口の製品ガス濃度を下げることができた。また、図の縦軸 C_{A1}/C_F は溶剤の未回収率を同時に表しており、従って、凝縮液としての回収率はこの値が小さい dual Reflux PSA のほうが相当分だけ向上することが確かめられた。なお dual reflux PSA における半サイクル時間の影響はほとんど見られなかった。

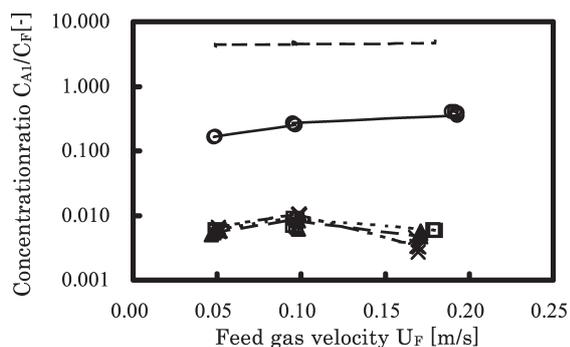


図3 Dual reflux PSA と enriching reflux PSA の性能比較
半サイクル時間：○ER 5 min、△DR 5 min、□DR 2 min、×DR 0.5 min、2 min、×DR 0.5 min

PSA プロセスの特徴の一つは、製品ガスの一部を減圧膨張させて得られる低濃度のパージガスで吸着剤を再生する、いわゆる stripping reflux なる自己再生機能を有することである。従って dual reflux PSA においても、回収部での脱着側対吸着側の流速比 U_{DS}/U_{AS} は運転操作上の重要な変数となる。図4に濃度比 C_{A1}/C_F に及ぼす流速比 U_{DS}/U_{AS} の影響を示すが、流速比とともに濃度比が減少しており、この傾向は

stripping reflux PSA と同様である。流速比 U_{DS}/U_{AS} を対原料流速比 U_{DS}/U_F 基準で表すと

$$U_{DS}/U_{AS} = (U_{DS}/U_F) / (1 + U_{DS}P_D/U_F P_A)$$

となるので、同一の U_{DS}/U_{AS} 値を得るためには、stripping reflux PSA より高い U_{DS}/U_F 値を必要とする。また、脱着塔流速 U_{DS} を上げると、それだけ吸着塔流速 ($U_{AS} = U_F + U_{DS} P_D/P_A$) も上げることになり、吸着塔内の滞留時間を下げて性能低下の要因となるので、流速比 U_{DS}/U_{AS} の過大な値は避けるべきである。

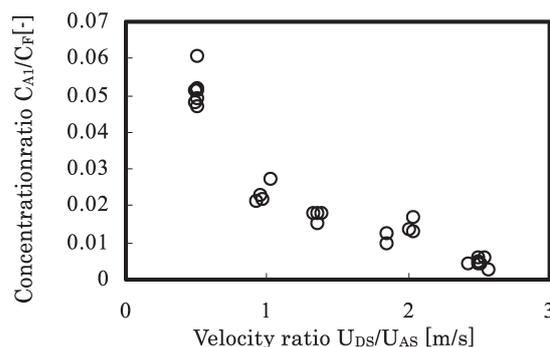


図4 濃度比に対する流速比の影響

実験条件： $P_A = 1 \text{ atm}$ 、 $P_D/P_A = 5 - 6$ 、 $U_F = 0.1 \text{ m/s}$ 、
 $U_{DS}/U_{AS} = 1.2 - 1.5$ 、 $\text{Half cycle time} = 2 \text{ min}$ 、 $C_F = 300 - 400 \text{ ppm}$

3.2 濃度比 C_{A1}/C_F に対する原料供給位置の影響

Dual reflux PSA の最も特異な条件である原料供給位置の違いによるプロセス性能を調べるため、種々の原料供給位置での製品ガス濃度 C_{A1} を測定した。図5にその結果を示した。ここで、 X は吸着塔塔頂から供給位置までの距離を表しており、横軸 $X/L = 0$ および $X/L = 1$ はそれぞれ吸着工程入口および出口である。結果から、濃度比 C_{A1}/C_F を最小にする最適な原料供給位置が存在することが確認された。Modified stripping PSA は、原料を塔頂 ($X = 0$) に供給した場合に相当するが、最適原料供給位置の存在から dual reflux PSA のほうが優れた性能を有することが示された。原料を塔頂に供給したほうが原料ガスの滞留時間を長くとれるので性能がよくなると思われるが、塔内のガス濃度が原料ガス濃度と等しくなる点が必ず存在し、それより下流では原料位置に関わらず同じ濃度分布が形成される。また、それより上流では、ガス流速を極力低くして滞留時間を長くしたほうが原料ガス濃度にまで低下するのに要するカラムの長さを短くすることができる。原料ガス濃度が希薄な場合は吸着塔塔頂より流れ込む凝縮後の飽和ガスとの濃度差がさらに大きくなっているため結果が顕著となり、従って、塔内濃度が原料濃度と等しい位置に原料を供給することにより分離およびプロセス性能が向上することとなる。さらに実験結果から、原料供給位置の違いにより出口濃度比を最小にする、すなわち分離性能を最大にする最適原料供給位置の存在を明らかにできた。

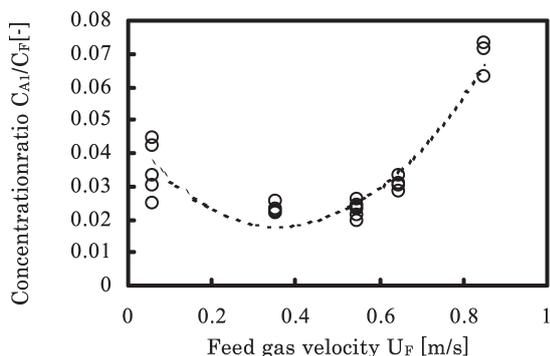


図5 Dual reflux PSA における原料供給位置の影響
 実験条件: $P_A = 1 \text{ atm}$, $P_D/P_A = 5-6$, $U_F = 0.1 \text{ m/s}$,
 $U_{DS}/U_{AS} = 1.2-1.5$, Half cycle time = 2 min., $C_F = 300-400 \text{ ppm}$

3.3 短サイクル時間近似による最適原料供給位置

簡易解析モデルとして提唱された短サイクル時間近似 (Hirose et al., 1986; Hirose, 1987) を dual reflux PSA に応用し、濃縮部および回収部それぞれにおける塔長さを算出することで原料供給位置のプロセス性能のシミュレーションを試みた。吸着等温式を Freundlich 型とし、短サイクル時間近似を用いて数種の Freundlich パラメータ n における原料供給位置と濃度比 C_{A1}/C_F に対する結果を図6に示した。結果より、最適原料供給位置の存在が明らかとなった。また、吸着平衡の非線形性が高まるにつれ、最適原料供給位置は回収部側に位置する結果となった。最適原料供給位置に対する実験結果との比較では必ずしも一致は困難であるが、これは PSA、特に dual reflux PSA での複雑な物質移動が原因し、関係する多様な因子によるものであると考えられる。非線形性の高い系での高濃度の溶剤ガスでは、より長い濃縮部が必要とされる。吸着塔出口濃度 C_{A1} は原料供給位置が濃縮部側 (上部) にある場合原料濃度と等しくなり、これは原料ガスが分離や凝縮をせずに吸着塔を過ぎていることと同じで、このような操作限界は原料ガス濃度が希薄で飽和比 C_F/C_{A0} が小さく、最適原料供給位置が回収部側 (下方) へ移動するにつれてより深刻となる。

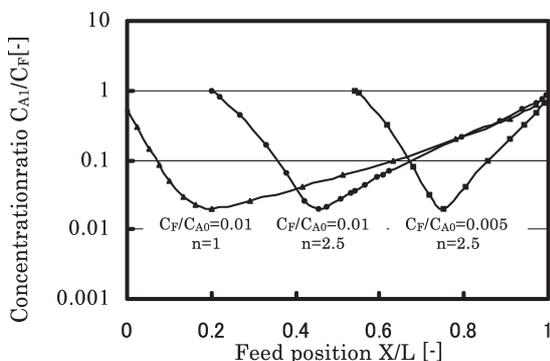


図6 短サイクル時間近似による最適原料供給位置
 実験条件: $P_D/P_A = 0.1-0.2$, $U_{DS}/U_{AS} = 1.5$

また、dual reflux PSA は広いパラメータ範囲で操作できる点において modified stripping PSA や他のプロセスより優位であるといえる。

3.4 原料供給位置の違いによるカラム長の比較

図7に短サイクル時間近似法によるシミュレーションを用いて、原料供給位置によるカラム長の比較を行った結果を示した。横軸は相対値としての吸着塔の高さ、縦軸は吸着塔の入口と出口の濃度比である飽和濃度比を表している。ここで、飽和濃度は原料濃度の100倍、希薄ガス濃度は原料濃度の1%と仮定しており、原料濃度と同濃度の位置に原料を供給した場合 (Case A) と、原料濃度より濃度の高い位置に原料を供給した場合 (Case B) についてそれぞれシミュレーションを行った。結果を、高濃度域 (飽和濃度 C_{A0} から Case B での原料供給位置濃度 C_{Am} まで)、中濃度域 (C_{Am} から原料濃度 C_F まで)、低濃度域 (C_F から希薄ガス濃度 C_{A1} まで) の3つの領域に分けて解析した。高濃度域と低濃度域ではどちらも同じ濃度分布が形成されており、それらの域で塔長さに違いはなかった。違いは中濃度域にあり、原料ガスを原料濃度より高い位置に供給した場合、塔長さが長くなる結果となった。これは、原料ガスを供給した地点より吸着塔中の流速が増すため、原料濃度まで下げるのに要する塔の長さは長くなる結果となる。従って、与えられた塔長さでは原料濃度と同濃度の位置に原料を供給した場合に、希薄ガス濃度を最小にできることとなる。

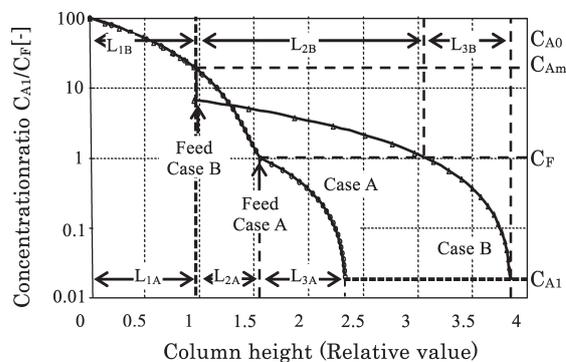


図7 原料供給位置による塔長さの比較

4. おわりに

Dual reflux PSA プロセスでは、凝縮後吸着塔に入る飽和ガスが徐々に吸着され、塔底に向けて濃度が減少する形の濃度分布が塔内に出来ており、原料濃度に相当する濃度の位置が必ず存在する。このことは実験結果からもその最適位置の存在を確認することができた。原料濃度が希薄な場合は、特に吸着塔内の同濃度の位置に原料を供給することで分離性能が向上する。短サイクル時間近似を用いたシミュレーション結果からもその最適原料供給位置が確認され、最適原料供給位置と分離性能の関係を明らかにできた。

本稿は、熊本大学大学院自然科学研究科物質・生命科学専攻科において筆者が行なった研究成果をまとめたものであ

り、寄稿するにあたり、筆者の研究を辛抱強くご指導いただいた廣瀬勉教授（現、吸着の研究舎理事）、後藤元信教授（熊本大学）にこの場をお借りして感謝の意を表します。

参考文献

- 1) Diagne, D., M. Goto and T. Hirose, "Parametric Study on CO₂ Separation and Recovery by Dual Reflux PSA Process", *Ind. Eng. Chem. Res.*, **34**, 3083-3089 (1995)
- 2) Hirose, T. and T. Minoda, "Periodic Steady State Solution to Pressure Swing Adsorption with Short Cycle Time", *J. Chem. Eng. Japan*, **19**, 300-306 (1986)
- 3) Hirose, T., "Short Cycle Time Approximation of Pressure Swing Adsorption with Nonlinear Adsorption Isotherm", *J. Chem. Eng. Japan*, **20**, 339-345 (1987)
- 4) Liu, Y., J.A. Ritter and B.K. Kaul, "Pressure Swing Adsorption Cycles for Improved Solvent Vapor Enrichment", *AIChE J.*, **46**, 540-551 (2000)
- 5) Mc Intyre, J.A., C.E. Holland and J.A. Ritter, "High Enriching and Recovery of Dilute Hydrocarbons by Dual Reflux Pressure Swing Adsorption", *Ind. Eng.*

Chem. Res., **41**, 3499-3504 (2002)

- 6) Wakasugi, R., A. Kodama, M. Goto, T. Hirose and M. Yoshida, "Recovery of Volatile Organic Compounds as Condensate by Pressure Swing Adsorption with Enriching Reflux", *J. Chem. Eng. Japan*, **37**, 374-377 (2004)
- 7) Yoshida, M., A. Kodama, M. Goto and T. Hirose, "Enriching Reflux and Parallel Equalization PSA Process for Concentrating Trace Components in Air", *Ind. Eng. Chem. Res.*, **42**, 1795-1803 (1995)



若杉 玲子

八代工業高等専門学校

生物工学科助手

博士（工学）

2004年3月 熊本大学大学院自然科学

研究科博士後期課程修了

2006年4月より 現職

E-mail : wakasugi@as.yatsushiro-nct.ac.jp

吸着航路 ～次代の国際人～

クイーンズランド大学留学記

東京理科大学総合研究機構 大久保貴広

この度、2006年1月30日から3月24日までの約2ヶ月間、オーストラリア・クイーンズランド州ブリスベンにあるクイーンズランド大学にて勉強する機会を得ることができました。クイーンズランド州と聞いても知らない方もいるかと思いますが、グレートバリアリーフやゴールドコーストといった観光地の名称を聞くと御存知の方も多いのではないでしょうか。クイーンズランド州の州都であるブリスベンは人口約165万人で、オーストラリア第3の都市です。日本からの留学生も大変に多く、朝アパートを出てから帰るまで日本語を耳にしないう日はありませんでした。とても環境はいい街ですが、本格的に英語を習得したい方には少々物足りないかもしれません。

クイーンズランド大学はブリスベ市内と近郷に3つのキャンパスを有し、私が通ったのはその中でも1番大きな St. Lucia キャンパスです。114ヘクタールのキャンパス内は緑あふれる自然豊かなつくりとなっています。このキャンパスでは28,000人以上の学生が勉学に励んでいます。そのうちの約15%が留学生だそうです。

さて、私がお世話になったのは大学内にある ARC Centre for Functional Nanomaterials の Max Lu 教授です。Lu 教

授は主に環境・クリーンエネルギー分野への応用を見据えたナノ粒子、ナノ細孔性材料、吸着膜の開発を専門としており、私もナノ細孔性材料の開発とキャラクタリゼーションに関連したテーマを遂行することとなりました。以下には簡単ではありますが、研究の概要を紹介致します。

オーストラリアに生息するティー・ツリー（学術名：*Melaleuca alternifolia*）から採取されるオイル（ティー・ツリーオイル）は抗菌作用を有していることがわかっており、黄色ブドウ球菌（*Staphylococcus aureus*）に対する抗菌作用もあることが知られています。一方、黄色ブドウ球菌の中には抗生物質に対する耐性が強いものも存在し、メシチリン耐性黄色ブドウ球菌（Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*: MRSA）もその1つです。この菌は、院内感染という観点から非常に深刻な問題となっており、日本においても薬剤耐性菌感染者の9割以上がMRSAによるというデータも報告されています。

ティー・ツリーオイルに関して、西オーストラリア大学のグループがモノテルペンアルコールの α -テルピネオールとテルピネン-4-オールの2つの成分が抗菌作用に重要な役割を担うことを突き止め、これら2つの成分が協同的に作用することが現在までに明らかとなっております。特に、テルピネン-4-オールはティー・ツリーオイルの主成分であり、一般にティー・ツリーオイルの約35~40%の含有率を占めています。また、 α -テルピネオールは含有率にすると3%前後ですが、重要な役割を担っていることはこれまでの研究で明らかとなっております。オーストラリア国内の製薬会社は、これらの成分を超臨界二酸化炭素により濃縮し、製品として販売しています。抗菌効果を発揮する成分を突き止め、実際に製



Lu 教授 (左) と筆者 (右)

品化できたことで、これを実際に医療現場で用いるための応用研究が次のステップとして必要となる訳です。即ち、院内感染防止という観点からは、医療行為を行う者がこれらの溶液を直接用いるのが最も有効ですが、外傷や術後の傷口の場合など、完治するまで抗菌作用を持続させたいことも多い筈です。医療を施す側と医療を受ける側の双方が感染防止に努めれば、MRSA の拡大防止に有効な手法になり得ると考えられます。

以上のような背景から、今回の留学期間中には、MRSA に対する抗菌作用を発揮するモノテルペンアルコールのナノポーラス材料を用いたコントロールリリースの可能性を種々の材料を用いて検討しました。とりわけ本研究では、上述した2つのモノテルペンアルコールが類似した構造を有していることから、テルピネン-4-オール吸着特性を中心に検討しました。

Lu 教授は現在、当該研究センターのヘッドや Journal of Colloid and Interface Science のエディターなどを任されているということもあり非常に多忙で、私が滞在していた約2ヶ月の間も20日以上は海外出張で、他の日も会議などの日々ではありましたが、折を見つけて声をかけて頂き、研究の進捗状況に耳を傾けてくれました。実際に実験全般のサポートをしてくれたのはポストクの Nguyen 博士です。博士は主に粘土鉱物を用いた液相吸着を専門としており、この分野で素人の私に細かに指導して下さいました。

クイーンズランド大学では Lu 教授の他にも吸着関係で世界的に著名な Duong D. Do 教授や Suresh K. Bhatia 教授も研究なさっています。特に Do 教授は3年前に来日の際、研究の御指導をして頂いた関係もあり、今回の滞在中にも何回かお会いできる機会もありました。一緒に昼食を取りながら、研究関連のことや Do 教授の日本での思い出話、そして、日本とオーストラリアにおける研究者の雇用状況など、気楽な話から少々重たい話題までじっくりとお話することもできました。



Do 教授 (左) と筆者 (右)

Lu 教授のグループはマスター以上の学生、ポストク、スタッフを合わせると約50名いるようですが、全体として（教授が中国人ということもあって）中国からの研究者が多く、オーストラリアや他の国からの方々と比べても一番実験量も豊富で熱心に研究していたように感じました。私が実験をしている時も興味深そうに質問をぶつけてきて、お互いに熱く議論したこともありました。また、日本における最近の若手研究者やポストクの現状などを質問されることもあり、以前よりも競争が厳しくなっている状況に驚いている表情も見られました。研究のこと、お互いの国の現状、そして文化や考え方の違いなど様々なことを話す機会を持てたことはとても良かったと感じています。とりわけ、同世代の若手研究者と交流を深めることが出来たことは、今後の研究活動にもプラスになる部分が多いのではないかと思います。

最後になりましたが、2ヶ月という短い間でしたが御指導頂いたクイーンズランド大学の Max Lu 教授、またこのような機会を与えてくださった東京理科大学理工学部の阿部正彦教授、酒井秀樹助教授、東京慈恵会医科大学の大川清教授に深謝申し上げます。また、この度の留学は財団法人医療機器センターの萌芽的先端医療技術推進研究推進事業（ナノメディシン分野）からの援助により実現しました。ここに感謝申し上げます。

大久保 貴 広

東京理科大学総合研究機構研究部 助手
博士 (理学)

平成15年3月 千葉大学大学院自然科学研究科博士後期課程
修了

平成15年4月 日本学術振興会特別研究員 (PD)

平成16年4月より現職

連絡先: 〒278-8510

千葉県野田市山崎2641

E-mail: tkohkubo@rs.noda.tus.ac.jp

Adsorption News ではこのような海外における研究や企業活動、あるいは海外からわが国に来られている方々の体験談など、「次代の国際人」からのご寄稿をお待ちしております。投稿規程などは編集局 (望月) までお問い合わせください。

4th PBAST に参加して

千葉大学大学院 自然科学研究科 野口 大介

中国の天津で開催された The 4th Pacific Basin Conference on Adsorption Science and Technology (4th PBAST、5/22-26) に参加してきました。海外の学会に参加することも中国に行くことも私にとって初めての経験であったために多くの不安を抱えていましたが、この学会でしか得られない経験をする事への期待を胸に、現地へと向かいました。

韓国を經由して天津空港に到着後は、車のクラクションの多さにびっくりして、中国に来たのだなと実感したことを覚えています。ホテルまでの道りを行くタクシーからの景色を眺めながら、これから5日間やっていけるかと急に心配になりました。

学会会場でもある Tian Yu Hotel での Reception では、ホストである天津大学の学生の方たちが、私たちにとてもフレンドリーに話しかけてくれました。そこで驚いたことは、彼らは私たちとほとんど変わらない年齢であるにも関わらず、とても英語が上手だったことです。中国の大学での英語教育が進んでいることを感じました。彼らのおかげで、こちらに到着したときの心配が少し和らぎました。

次の日からセッションが始まり、吸着の分野を代表する様々な国の諸先生方の講演を聞きました。中国の学会らしく、会場の机の上にはジャスミンティーの茶葉の入ったカップが一人一人に用意されており、自分でお湯を注いで、これを飲みながら参加しました。英語での発表のため、私には十分な理解にはとても及びませんが、一部理解することができたときは喜びを感じました。また、どの方も講演の後には必ず質問が飛び交い、チェアマンの方たちが次へ進むのに苦勞するほどの熱い議論が繰り広げられており、他の研究者たちの研究に多くの興味を持たれていることを感じました。会場では、同世代の学生の方たちと話す機会がありました。学会登録をした際に小さなノートをいただきました。このノートは会話では伝わりにくいことを筆談で伝える際に、非常に役に立ちました。特に外国の学生達が積極的に話しかけてくださり、Eメールアドレスの交換をして、今後も連絡が取れるようにしました。

3日目に私はポスター発表を行いました。多くの方々が私の研究に興味を持ってくださり、つたない英語での説明に耳を傾けてくださいました。その中でも著名な教授に有益な助言をいただくことができました。今後の研究を進める上での参考にさせていただきますと思います。また、私のテーマに関連した研究をされている中国の学生の方がおり、彼とは貴重な意見交換をすることができました。ポスターの前に足を運んでくださった人に夢中で説明した2時間でした。私の英語の説明がどれだけきちんと伝わったかは分かりませんが、私にとっては手ごたえを感じることでできた、かけがえのない時間でした。

この日の夕方には、北京料理のレストランでの Banquet がありました。円卓を囲んで、日本のものとは違う本場の中華料理と中国のお酒を味わうことができました。特に本場の北京ダックは格別でした。

翌日には会議の参加者の一部と大型観光バス1台で万里の長城へ見学ツアーに出かけました。徒歩で往復3時間、バスの往復6時間とかなり大変なスケジュールでしたが、幸い天気にも恵まれたため、山の上からの景色を眺めることができました。山道は舗装されていたものの、階段の段差はバラバラで、登るのに苦勞しました。しかし、登りきった山頂では、登りきれた達成感と、一緒に登ったという連帯感が生まれました。また、日本では決して見ることでできない壮大な人工物に、ただただ圧倒されました。道中各国の諸先生方や学生さん達とコミュニケーションが取れたことも貴重な体験でした。

最後に、本学会のチェアマンである Li Zhou 教授をはじめ、天津大学の先生方、学生さん達にはホテルの手配を始め、滞在中に大変お世話になりました。また、本学会の参加登録料を日本吸着学会により援助していただきました。この場を借りまして、心より深く感謝いたします。

The 4th Pacific Basin Conference on Adsorption Science and Technology に参加して

千葉大学大学院 自然科学研究科 本多 大章

中国・天津市で開催された 4-PBAST (5/22-5/26) に参加してきました。発表準備の取り組みが遅れたことと、初めて国際学会に出席するという事で、5月の上中旬はてんてこ舞いでした。今回、ポスター発表をさせて頂き、非常に貴重な経験を得ることが出来ました。

学会の参加についてですが、直通の飛行機がなかったため、韓国の仁川空港を經由して、天津空港に行きました。仁川空港

では、搭乗口の前で2時間程度待ちましたが、期待と不安のせいか、それほど長くは感じなかったです。その後、目的地である天津空港に到着しました。空港では、天津大学の学生の方たちがタクシーの準備をしてくれたので、スムーズにホテルまで行くことが出来ました。ホテルまでの道中、色々と新鮮な風景を見ることが出来ました。砂塵で前方の視界が非常に悪いこと、交差点では車と人が入り乱れてクラクションがあちこちで鳴り響くこと、自転車での通勤・通学の人がたくさんいたことなどです。最初はあまりに人が多く、不快に感じることもありましたが、街全体が非常に活気に溢れていて、日本との違いに新鮮さを覚えました。

3日目の夜にはBANQUETがあり、円卓に8人一組で座る形式でした。運が良いのか、悪いのか、座った席はとにかくお酒好きの方たちが座っていました。グラスが空けば、ついでもらい、ついでもらったらすぐ飲む。ということを経験とやっていたような気分でした。そのため、卓は大盛り上がりでとても楽しむことが出来ました。周りの方はどう感じたかが、非常に心配ですが…。色々な方と腹を割ってしゃべる事が出来たのはとても貴重な経験でした。

4日目は観光があり、万里の長城へ行きました。曇りがちでしたが、雨が降ることもなく、登ることが出来ました。思っていたよりも坂はきつく、汗をかきながら登りました。頂上まで行くと、下の景色がとても素晴らしく、達成感のある登山をすることができました。

会議については、吸着に絞ったものであったため、英語の壁はありましたが、馴染みのある物質や、測定方法も多くあったため、なんとか理解することが出来ました。公演は、著名な方も多く参加していることもあり、活発な議論がされていました。現在の吸着の動向や、問題となっていることなどを知ることが出来、非常に有意義な時間を過ごせました。

私は、3日目のポスター発表に参加しました。いざ、発表になったときに感じたのは、相手の質問の概要は理解することが出来ても、それをすぐに英語で説明することが出来ませんでした。頭の中では、言いたいことは決まっているのですが、どうしても言葉に出来ませんでした。質問の中には、単純なものもあったのにも関わらず、うまく説明することが出来なかったことに、非常に悔しい思いをしました。そんな中、辛抱強く聞いてくださる方々も多くいて、様々な意見やアドバイスを頂きました。さらに、自分の研究に関して、非常に面白いと言って下さる方もいて、自分のやっている研究が意義のあるものなのだと、自信が持てるようになったのは最大の収穫だったと思います。2時間というポスターの時間でしたが、研究の面白さ・難しさ・発表することの大切さを改めて痛感しました。今まで、これだけ多くの外国の方と、長い時間英語で会話するということがなく、不安だらけの学会でしたが、うまくコミュニケーション出来なくても、ジェスチャーや筆談を駆使することで、なんとか相手に伝えることが出来たのは素晴らしい経験でした。同時に、もっと英語が出来たら相手に短時間でより深い議論が出来たのではないかと思います。英語を書く・読む・聴く・話すことを今回ほどやっておけば良かったと感じたことはありません。多くの方に自分の研究を知ってもらいたいという欲求を感じるようになり、これからはさらに英語の能力と吸着に対する理解を伸ばしていきたいと思っています。

最後に、チェアマンである Li Zhou 教授を始めとした天津大学の皆様方、学会登録料の援助を頂いた日本吸着学会、発表のために尽力していただいた、金子先生・加納先生・大場博士にはこの場を借りて厚く御礼申し上げます。

会 告

会員移動

【新入会員】(平成17年4月～平成18年3月)

〈正会員〉

田中 秀樹 京都大学大学院
森貞真太郎 東京工業大学大学院
田中 康裕 (株)タカギ
王 鴻香 (財)産業創造研究所
吉田菜見子 (財)産業創造研究所

〈学生会員〉

宮坂 慶一 Stockholm University
山下 晃司 県立広島大学大学院
黄 宏宇 名古屋大学大学院
犬塚 美紀 長崎大学大学院
寺坂 貴彰 長崎大学大学院

鍋吉 祥平 長崎大学大学院
平井 泰樹 長崎大学大学院
尾形 剛志 東京工業大学大学院
金 演鎬 東京工業大学大学院
梅田 真裕 明治大学大学院
金子 洋介 明治大学大学院
鈴木 良太 明治大学大学院
松本 隆志 明治大学大学院
皆木 肇 明治大学大学院
今井 隆浩 芝浦工業大学大学院
野口 浩志 千葉大学大学院
齋藤友比古 東京大学大学院

掲 示 板

平成17年度 吸着関連の卒業論文・修士論文・博士論文題目の紹介

東京大学生産技術研究所 環境・化学工学研究室 (迫田章義)

(E-mail: sakoda@iis.u-tokyo.ac.jp、http://envchem.iis.u-tokyo.ac.jp/)

○修士論文

大木 崇：窒素安定同位体の吸着分離に関する研究

明治大学理工学部工業化学科 システム化学工業研究室 (茅原一之)

(E-mail: chihara@isc.meiji.ac.jp)

○卒業論文

中島 正利、水井 亮太：圧カスイング吸着 (PSA) を用いた溶剤回収の検討

加藤 翼：クロマト法による MSC5A への多成分ガス吸着についての検討

高橋 潤：クロマト法による有機塩素化合物のハイシリカゼオライトへの多成分吸着測定

木野田達郎：容量法による混合気体の吸着測定

服部 恭治：ハイシリカゼオライトへの有機塩素化合物の吸着平衡と速度の測定と分子シミュレーション

森脇 照雄：ハイシリカゼオライトによる単成分有機溶剤蒸気の吸着実験

山崎 健治：超臨界流体 CO₂ 中における有機化合物の MSC5A への吸着測定

近藤 真司：吸着オゾン処理の実用化に関する研究 (東大生研・迫田教授指導)

○修士論文

鈴木 良太：超臨界流体 CO₂ 中における BTX の MSC5A への吸着測定とそのシミュレーション

皆木 肇：ハイシリカゼオライトへの有機塩素化合物の吸着平衡と速度の測定と分子シミュレーションの検討

金子 洋介：クロマト法および容量法による混合ガス吸着に関する研究

明治大学理工学部 環境化学工学研究室 (古谷英二)

(E-mail: egfuruya@isc.meiji.ac.jp)

○卒業論文

井上 聡：D-グルコースの酸触媒共存下における反応の解明

稲葉 彩乃：フルフラールによる酸触媒共存下での反応の解明

浦 綾香：D-グルコノ-1,5-ラクトンの塩基触媒下における水中反応

古賀 崇彬：コンピューターシミュレーションによる最適な吸着条件の検討

石黒 敦子：樹脂吸着剤の取着特性に与える架強度の影響

長浜谷英明：D-フルクトースの濃塩酸中での反応における樹脂吸着剤の効果

山口 憲光：表面改質シリカゲルによる糖の反応

藤木 淳平：分子シミュレーションを使用した吸着剤の設計法について

○修士論文

村山 崇：D-フルクトースの脱水反応に関する速度論的解析と反応制御の検討

中山 秀一：非線形多成分系におけるクロマト法を利用した粒子内拡散係数の同時決定法に関する研究

金沢大学大学院自然科学研究科 システム創成科学専攻 環境・化学機械システム研究室(児玉昭雄)

(E-mail: kodama@t.kanazawa-u.ac.jp)

○卒業論文

三澤 君廣：二元還流型 PSA による VOC の凝縮分離

村木 真規：同時熱交換型吸着材積層ブロックを用いた除湿操作

山田 雄輔：吸着側流路を分割した還流型デシカント除湿プロセスの開発

○修士論文

辻口 拓也：吸着材デシカントローターにおける熱と物質の同時移動

長滝谷 旭：二塔式圧カスイング吸着法による高濃度二酸化炭素の分離濃縮

○博士論文

安藤 幸助：吸着式デシカント空調プロセスの性能向上に関する研究

名古屋大学大学院工学研究科 エネルギー工学専攻 熱エネルギーシステム工学講座
熱エネルギー研究グループ (松田仁樹)

(E-mail: matsuda@nuce.nagoya-u.ac.jp)

○卒業論文

伊藤 達弥: 石油コークスを原料とする低温 KOH 賦活性炭の水蒸気吸着特性に与える原料中 H/C モル比の影響

○博士論文

Maurice S. Onyango: Modeling of the diffusion and reaction of water soluble anions of fluoride, arsenic and phosphate on surface-tailored zeolite adsorbents

京都大学大学院工学研究科 化学工学専攻 界面制御工学分野 (宮原 稔)

(<http://www.cheme.kyoto-u.ac.jp/2koza/>)

○卒業論文

杉山 隼人: ジャングルジム構造型細孔内における相転移現象の分子シミュレーション

細尾 康元: カーボンナノチューブ間の溶媒を介した相互作用力分散・構造制御の基礎研究一

山本 大吾: デンドリマー内での金属イオン配位特性とナノ粒子形成

水田 駿佑: 移流集積過程におけるストライプ状堆積膜の発現とその構造

○修士論文

森 俊文: ナノ細孔内液液相分離現象の分子シミュレーションによる検討

京都大学大学院工学研究科 化学工学専攻 分離工学分野 (田門 肇、向井 紳、鈴木哲夫)

(E-mail: tamon@cheme.kyoto-u.ac.jp、<http://www.cheme.kyoto-u.ac.jp/4koza/>)

○卒業論文

井戸 聡: 溶媒分子の相違によるフラーレンの吸着挙動の変化に関する MD シミュレーション

奥村 拓也: タンニンゲルの HCl エージングによるカーボンクライオゲル細孔特性の向上

鍛冶舎洋平: 液パルスインジェクション法を用いた珪素包含カーボンナノファイバーの製造

西 祐崇: 氷晶テンプレート法を用いたアパタイトハニカムの創製

藤原 直樹: 氷晶テンプレート法を利用した微量環境物質濃縮デバイスの開発

○修士論文

楠野 円: スリット細孔内におけるフラーレンの液相吸着に関する分子シミュレーション

久松 治: 液パルスインジェクション法を用いたカーボンナノファイバー製造装置のスケールアップの検討

三谷 一紘: 氷晶テンプレート法による複合機能性材料の作製とモルフォロジー制御

若林 誠: 氷晶テンプレート法を用いた分離用モノリスカラムの作製と特性評価

Leokprasirtkul Therdsak: Development of Binder-Free Carbon Xerogel Electrode for Electric Double-Layer Capacitor

大阪教育大学 理科教育講座 物理化学研究室 (石川達雄、神鳥和彦)

(E-mail: kandori@cc.osaka-kyoiku.ac.jp、<http://www.osaka-kyoiku.ac.jp/~kandori/hp.html>)

○卒業論文

阿部 玲子: 人工亜鉛合金さびの組成と形態

山口 文年: $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 酸化生成物の組成と構造に及ぼす金属塩の影響

吉田 倫之: 耐候性鋼さびの窒素吸着による評価

堀 奈津子: ペプチド生成反応を利用したヘマタイト粒子の生成とそのキャラクタリゼーション

桑江 孝則: 球状リン酸鉄粒子の調製とそのキャラクタリゼーション

村田 佳苗: 熱量・吸着量同時測定法によるカルシウムヒドロキシアパタイト粒子へのタンパク質吸着機構の解明

関西大学工学部化学工学科 反応システム工学研究室 (室山勝彦、林 順一)

(E-mail: muroyama@kansai-u.ac.jp、hayashi7@kansai-u.ac.jp、<http://www.cheng.kansai-u.ac.jp/CRElab/>)

○卒業論文

三木 博義: カーボンエアロゲルの電気二重層キャパシタへの応用

吉田 尚史: フェノールー尿素樹脂を原料とした分子ふるい炭素の製造

西山 潤: 汚泥炭化物のメタン発酵への応用

○修士論文

小野由加利：カーボンエアロゲルの細孔構造がキャパシタ性能に及ぼす影響
平山 梨紗：種々のフェノール樹脂を原料とした多孔質炭素の製造 — 細孔構造と炭化物の炭素構造との関係—
古川 聖：活性炭によるメラノイジンの吸着

岡山理科大学理学部化学科 界面構造研究室 (森重國光)

(E-mail: morishi@chem.ous.ac.jp)

○卒業論文

安永 博昭：細孔内物質の構造変化
竹本 洋平：界面活性剤による規則性スリット状多孔体の合成
名和のぞみ：規則性メソ多孔体シリカモノリスの合成
寺田 紗苗：SBA-16シリカモレキュラーシーブの細孔構造の制御
嶋津 里美：面心立方対称の連結球状細孔構造シリカ KIT-5 の合成
仲原 良：SBA-15シリカを鋳型とした多孔性カーボンの合成
広瀬 英美：連結球状細孔内における毛管凝縮および毛管蒸発の測定

○修士論文

立石 昌義：ケージ状構造を有する KIT-5 の細孔径の制御と窒素吸着等温線
上松 寛昭：シリカ細孔内での水の凝固・融解
澤野 弘：酸化クロムおよび酸化コバルト架橋グラファイト多孔体

九州大学大学院工学府 化学システム工学専攻 環境調和システム工学研究室 (峯元雅樹)

(E-mail: minemoto@chem-eng.kyushu-u.ac.jp)

○修士論文

高谷 真介：多成分溶剤吸着・濃縮システムの最適化研究
伊集院幸久：格子ボルツマン法を用いた三次元ハニカム充填材内の速度分布均一化

第9回国際吸着会議 (FOA9) のお知らせ

9th International Conference on Fundamentals of Adsorption

FOA9



May 20-25, 2007

Naxos Beach Resort at Giardini Naxos, Sicily, Italy

Abstracts due: September 15th, 2006

Information, Abstracts and Registration: www.foa9.ethz.ch

Sponsors and Exhibitions: foa9@ethz.ch

Conference Committee

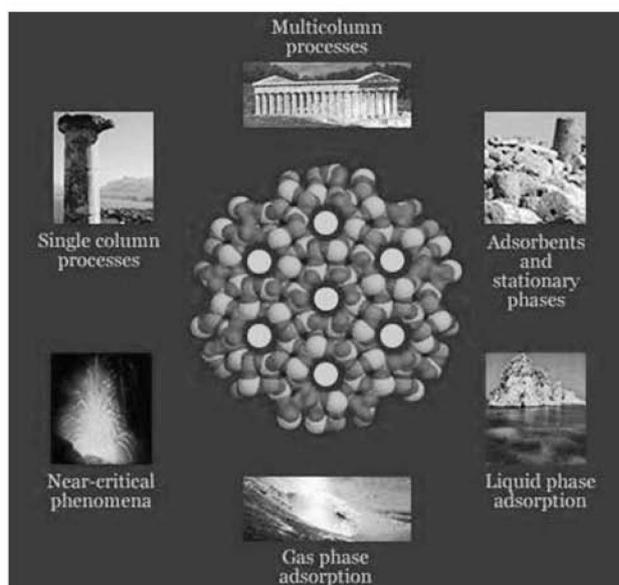
Marco Mazzotti (chair), ETH Zurich - CH
Giorgio Carta, University of Virginia - USA
Minoru Miyahara, Kyoto University - Japan

Conference Secretariat

Raffaella Damerio
AIDIC Italian Association of Chemical Engineering
foa9@aidic.it www.aidic.it

FOA9 Science and Technology

- Fundamentals of adsorption
- Molecular modeling
- Adsorbents and stationary phases
- Liquid phase adsorption
- Gas phase adsorption
- Near-critical phenomena
- Preparative chromatography
- Multicolumn processes
- Bio, energy, environmental systems



FOA9 at Giardini Naxos, Sicily



Hotel Naxos Beach Resort

- Location:
Giardini Naxos, Sicily (Italy)
- Conference Venue:
Hotel Naxos Beach Resort
- Nearest Airport:
Catania Fontanarossa International Airport (50 km)
- Regular Flights to:
Paris, Berlin, Zurich, Munich, Milan, Rome, Amsterdam, Brussels
- Weather in May:
Mild; temperatures are max 27°C and min 18°C
- Excursions:
Taormina, Siracusa
- Famous sites nearby in Sicily:
Palermo, Agrigento, Mt. Etna, Piazza Armerina, Aeolian Islands

関連シンポジウム等のお知らせ

第24回関西界面科学セミナー ―エコマテリアルと界面科学―

主催：日本化学会コロイドおよび界面化学部会関西支部

協賛：日本化学会、日本吸着学会

会期：平成18年7月27日(木)13時から28日(金)12時まで

会場：リゾートレクリエーションセンター アイ・アイ・ランド (大阪府四条畷市逢阪451)

参加申込締切：7月20日(木)定員(50名)になり次第締切

7月27日(木)

1. 太陽光と光触媒による環境浄化とクリーンエネルギー創製―新規な紫外可視光応答型酸化チタン光触媒の開発―

(大阪府大) 安保正一

2. 環境浄化・資源回収用新規吸着・イオン交換剤

(大阪府大・工) 吉田弘之

3. 粘土を利用した環境浄化材料の創製と特性評価

(名大・エコトピア) 笹井 亮

4. 自然環境調和型金属材料

(神戸製鋼・材研) 中山武典

7月28日(金)

5. 環境調和性を有する自己補強型高分子複合材料

(神戸大・工) 西野 孝

6. 文化財の修復と保存

(元興寺文化財研究所) 中越正子

7. 企業における環境問題の取り組み―有害化学物質の管理について―

(日立マクセル) 角谷賢二

参加費：主催協賛団体会員28,000、大学官公庁会員18,000、学生会員12,000、非会員35,000

参加申込方法：氏名、所属、郵便物の届く連絡先、電話とFax番号、e-mailアドレス、会員種別(参加費の分類による)を明記し下記にお申し込み下さい。参加申込書が届きましたら参加費請求書などをお送り致します。お申し込みは、郵送、Fax、E-mailで受け付けます。

申込先：〒582-8582 大阪府柏原市旭ヶ丘4-698-1 大阪教育大学 理科教育講座(化学) 石川達雄

電話、Fax；(0729)78-3394、E-mail；ishikawa@cc.osaka-kyoiku-u.ac.jp

第14回ゼオライト夏の学校

主催：ゼオライト学会 協賛：吸着学会、日本化学会、他

会期：平成18年8月31日(木)～9月2日(土)

会場：鈴鹿サーキットフラワーガーデンホテル(三重県鈴鹿市稲生町7992)

[アクセス] 交通：近鉄白子駅から送迎バス有

参加申込締切：平成18年7月28日(金)

1. 有機の構造規定剤を用いるゼオライト合成(横国大) 窪田好浩

2. メソポーラス物質の合成と高機能化(豊田中央研) 稲垣伸二

3. 金属担持ゼオライトの2元機能触媒作用(東工大) 小松隆之

4. 透過型電子顕微鏡法を用いたナノ空間材料の微細構造解析(JFCC) 佐々木優吉

5. 無機多孔体を鋳型として用いた特異構造ナノカーボンの合成(東北大) 京谷 隆

6. AIPO系ゼオライトの水蒸気吸着特性とその応用(三菱化学科学技術研究センター) 武脇隆彦

ポスター発表募集20件程度

定員：50名

参加費：一般40,000円、学生20,000円(テキスト・宿泊食事・懇親会費を含む)当日会場にて徴収いたします。

参加申込方法：以下の情報を明記の上、西山までE-mailにて申し込みください。1. 氏名、2. 性別、3. 年齢、4. 所属と住所(学生の場合、研究室名と学年)、5. 電話番号、6. メールアドレス、7. ポスター発表の希望の有無

申込先：西山憲和(大阪大学) TEL/FAX 06-6850-6256 E-mail: nisyama@cheng.es.osaka-u.ac.jp

第8回超臨界流体国際シンポジウム 8th International Symposium on Supercritical Fluids (ISSF 2006)

主催：第8回超臨界流体国際シンポジウム組織委員会

オーガナイザー：後藤元信（熊本大学）、阿尻雅文（東北大学）、Buxing Han（中国科学院）、Youn-Woo Lee（ソウル国立大学）

協賛：日本吸着学会、他

日時：2006年11月5日（日）－8日（水）

会場：国立京都国際会館

発表申込：2006年6月15日

参加費：一般55,000円（9月1日まで）60,000円（9月2日以降）、学生30,000円

問い合わせ先：後藤元信（〒860-8555 熊本市黒髪2-39-1 熊本大学工学部物質生命化学科）TEL：096-342-3664、FAX：096-342-3679、E-mail：mgoto@kumamoto-u.ac.jp、ISSF2006事務局（〒101-8449 東京都千代田区神田錦町3-24 住友商事神保町ビル 株式会社ICS コンベンションデザイン内（担当：稲垣 恵、田中貴子））TEL：03-3219-3541、FAX：03-3292-1811、E-mail：issf2006@ics-inc.co.jp（<http://www.chem.kumamoto-u.ac.jp/~issf2006/>）

第16回無機リン化学討論会

主催：日本無機リン化学会

共催：日本吸着学会、他

会期：平成18年11月7日（火）－8日（水）

会場：グランドパレス徳島（JR徳島駅前）

発表申込締切：平成18年7月25日（火）

申込方法：次項を明記して下記アドレスのE-mail又は郵送で申込む。(1)演題、(2)発表者氏名（連名の場合は講演者に丸印を付ける）、(3)所属（研究機関等）、(4)申込者連絡先（郵便番号、所在地、所属、氏名、電話番号、E-mail address）、(5)200字程度の概要（プログラム編成用、分類用キーワード明示）、(6)若手優秀研究発表賞に応募の意思の有無（但し、講演申し込み時に35歳以下の方が応募有資格者。過去に受賞経験のある場合には応募不可）。

予稿原稿提出締切：9月25日（月）、聴講のみの参加登録締切：10月15日（日）、懇親会参加申込締切：10月15日（日）

発表方法：口頭発表のみ。発表時間は、発表10分、討論5分（全15分）を予定。

募集分野：無機リンの化合物が関与する次項のいずれかに関する研究成果。（学問分野での分類）物理学、物理化学、無機化学、材料科学、コロイド及び界面化学、その他；（応用分野での分類）医用/生物系、工業材料/セラミックス、環境系、その他

参加登録費：（予稿集代を含む）（予約）：会員6千円（主催共催学協会会員及び維持法人会員）、非会員7千円、学生2千円。（当日申込）：いずれも前記の1千円増。

懇親会参加費：（予約）一般9千円、学生8千円。（当日申込）いずれも前記の1千円増。

問合せ及び申込先：〒770-8505 徳島市庄町1-78-1 徳島大学薬学部製剤設計薬学/製剤学研究室 鳴林三郎、植野 哲
Tel：088-633-7267、088-633-7268 Fax：088-633-9510 E-mail：saburo@ph.tokushima-u.ac.jp、
sueno@ph.tokushima-u.ac.jp E-mailで連絡の場合はメール本体の表題欄に「無機リン化学討論会」と明示のこと。

第22回ゼオライト研究発表会

主催：ゼオライト学会

共催等（順不同）：化学工学会、触媒学会、石油学会、日本イオン交換学会、日本エネルギー学会、日本化学会、日本吸着学会、日本セラミックス協会、日本地質学会、日本粘土学会、日本膜学会、有機合成化学協会

日時：2006年12月5日（火）～12月6日（水）

会場：タワーホール船堀（<http://www.city.edogawa.tokyo.jp/shisetsu/bunka/bunka1.html>）（〒134-0091 東京都江戸川区船堀4-1-1、tel：03-5676-2211 地下鉄都営新宿線船堀駅北口正面）

テーマ：ゼオライト、メソ多孔体、およびその類縁化合物に関連した研究の基礎から応用まで

講演の種類：1) 特別講演 (討論を含めて60分)、2) 総合研究発表 (討論を含めて30分)、3) 一般研究発表 (討論を含めて20分)

発表使用機器：液晶プロジェクター利用の発表のみとします。PCは各自ご用意下さい。対応が難しい場合には、申し込み時に御相談ください。

講演申込：7月3日(月)よりゼオライト学会のホームページ上の講演申込フォームを用いてお申し込みください。Web申込が利用できない場合には、7月10日までに問い合わせ先までご連絡ください。

講演申込締切：7月21日(金) 申込 URL：<http://wwwsoc.nii.ac.jp/zeolite/event/22form.html>

予稿原稿締切：11月1日(水)

予稿送付先：zeolite@cc.tuat.ac.jp

登録費：会員(主催ならびに共催等の学協会の個人会員、およびゼオライト学会団体会員の法人に所属する人を含む)5,000円、学生2,000円、非会員10,000円(予稿集代を含む。当日申し受けます。)

問い合わせ先：窪田好浩(横浜国立大学工学部物質工学科)

Tel：045-339-3926 or 3941、Fax：045-339-3941、e-mail：kubota@ynu.ac.jp

第17回吸着シンポジウムについて

例年ですと6月発行のAdsorption Newsに案内を掲載しております夏の企画「吸着シンポジウム」ですが、本年度は秋以降の開催で計画を進めております。詳細につきましては、次号(Vol. 20、No. 3：9月)でのご案内を予定しています。

編集委員

委員長 迫田 章義(東京大学)

委員 飯山 拓(信州大学)

岩崎 訓(大阪市立工業研究所)

神島 和彦(大阪教育大学)

中原 敏次(栗田工業株式会社)

中村 章寛(日本酸素株式会社)

湯浅 晶(岐阜大学) (五十音順)

Adsorption News Vol. 20 No. 2 (2006) 通巻 No. 77 2006年6月23日発行

事務局 〒263-8522 千葉県稲毛区弥生町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/>