

Adsorption News

Vol. 7, No. 2 (April 1993) 通巻No.25

目 次

巻頭言	
会長に就任して.....岡崎 守男	2
日本吸着学会・日本イオン交換学会連合研究発表会の御案内	3
第4回吸着シンポジウム.....	4
研究ハイライト	
コロイド次元分子集合体を用いた高次ろ過法...阿部 正彦	5
技術ハイライト	
高表面積活性炭の製造プロセス.....音羽 利郎	11
日本吸着学会奨励賞を受賞して.....古谷 英二	14
.....田門 肇	15
日本吸着学会技術賞を受賞して.....大阪ガス株式会社	15
株式会社西部技術	16
日本ベル株式会社	16
丸谷化工機株式会社	17
会員紹介	
富士化学株式会社.....	17
会 告.....	18

日本吸着学会

The Japan Society of Adsorption

巻頭言

会長に就任して

岡崎 守男



はからずも今回、会長に就任することになり、その重責に身の引き締まる思いをしております。お引き受けした以上は精一杯本会の発展のため努力致す覚悟でありますので、会員の皆様方の御協力と御支援を心より願います次第です。

さて本会も創立されて早くも6年が経過しました。その間初代高石会長の2年間は本会の創生期にあたり、学会としての組織・活動・機能の整備に注力され、2代目の竹内会長の4ケ年は引続き学会としての活動充実と共に、来るべき国際会議開催に備えての諸準備に大変な尽力をされたことは周知の通りであります。

今日、学会としての本会の基盤が確立し、加えて懸案であった第4回国際吸着会議も昨年5月京都において予想を超える多数の外国からの参加者を得て大成功裡に開催できたことは両会長をはじめとする関係各位の御尽力のお陰であり、ここに深甚の謝意を表したく存じます。

ここで振り返って本会の今後を考えますと、大きな国際会議の直後でもあり、海外との折々の交流は積極的に進めるべきことは当然として、ここ当分の間は原点に戻って国内活動の充実を計ることが肝要かと思えます。

本誌創刊号の巻頭言「日本吸着学会の発足を祝って」において、高石初代会長は個々の学問分野の中では「吸着」が弱小分野に属しているが故に、多くの専門分野の吸着研究者が、一堂に会して討論しうる場を創出することに本吸着学会の存立理由があることを指摘されておられます。同じ号の竹内前会長（当時副会長）の「日本吸着学会設立の趣旨と設立までの経緯」と題する一文でも同じような趣旨を述べておられます。

現在、本会の行事には例年夏に催される「討論・シンポジウム」と秋の「研究発表会」の二つがあります。どちらの行事も6年を経てすっかり定着し、充実したものとなっています。

筆者個人の独断を許して頂くとすれば、どちらも（特に研究発表会）ちょうど良い規模に達しているように

思います。これ以上発表件数が増せば1会場主義は保たず、本学会の折角の特徴がなくなります。

物理、化学、応用化学、化学工学など多くの分野からの会員で成り立っている本会は決して同じ価値観を持つ研究者の「均質大集団」を目指すのではなく、あくまで夫々の出身分野に固有の価値観を引きづる「異質小集団の連合体」であり続けたいものと願うものです。興味、価値観も異なれば、対象へのアプローチ手法も異なる者同志の積極的交流にこそ相互啓発が生じるものと思います。決して同化を目指す必要はないでしょう。この意味で本会は今までも大変うまく機能してきております。

ここで、もう一つ付け加えておきたいことがあります。それは学問分野としての「吸着」が小粒ながらも今後ますますその輝きを増し続けて欲しいということです。輝きを増すということは、具体的には例えば吸着関連技術の重要性が産業諸技術の中で相対的に拡大することであり、我々の分野の研究成果が他の学問分野に大きなインパクトを与えるようになることです。このためには産学問の研究・技術交流が極めて重要であり、「吸着」分野の研究生家を武器として、周辺分野へ積極的に打って出るような元気のよい会員が数多く輩出して欲しいものです。このような意味でも周辺分野との交流など本会が果たすべき役割は多いのではないかと思います。

最後に再び、本会の運営に対する会員の皆様の暖かい御支援をお願いして会長としてのご挨拶とさせていただきます。

岡崎 守男 京都大学工学部教授

略歴 31年3月 京都大学工学部化学機械学科卒業
31年4月～37年3月 三菱レイヨン(株)勤務
40年5月 京都大学工学部講師
41年4月 同助教授
61年2月 同教授、現在に至る

日本吸着学会・日本イオン交換学会連合研究発表会の御案内

(第9回イオン交換学会研究発表会・第7回吸着学会研究発表会)

主催 日本イオン交換学会、日本吸着学会

協賛 日本化学会、化学工学会他

イオン交換学会と吸着学会の参加者が有益な知見交換および新たな人的交流の輪を広げられるように連合研究発表会を開催致します。共同プログラム、共通の要旨集、および合同懇親会が準備されていますので、是非皆様の御参加をお願い致します。

期日 1993年 11月5日(金) および6日(土)

主題 イオン交換と吸着の接点を求めて

会場 受付 千葉大学自然科学研究科ロビー

研究発表会場 千葉大学 法経学部(自然科学研究科から徒歩1分の相対する位置にあります。)

口頭発表: 105特別大講義室

ポスター: 同上講義室前 ロビー

プログラム:

11月5日 独立プログラム

9:00-11:40 一般発表(8件)

11:40-12:50 昼食

理事会、評議会

12:50-14:30 一般発表(5件)

14:30-14:40 ブレーク

14:40-16:00 一般発表(4件)

16:00-16:30 総会

16:35-17:50 ポスター

18:00-20:00 懇親会

11月6日 共同プログラム 8:30-12:00

特別講演 2件(1件吸着学会)

依頼講演 4件(2件吸着学会)

13:20-15:00 一般発表(5件)

15:00-15:10 ブレーク

15:10-17:10 一般発表(6件)

(口頭発表:28件 予定、第6回では30件)

会費 登録費 関連学会会員:5,000円、非会員:6,000円

(イオン交換学会の要旨集代も含む)(予約外は1,000円増)

懇親会 11月5日(金)

会費 5,000円(千葉大学、カフェテリア)

講演申込締切 7月5日(月)

講演要旨締切 8月31日(火)

講演申込者には要旨作成用紙を送付します。

申込先

〒263 千葉市稲毛区弥生町1-33千葉大学理学部化学科

金子 克美(内線2617)

但し、金子 克美は7~8月は不在のため、問い合わせは尾関寿美男(内線2621)にお願いします。

第4回吸着シンポジウム

吸着技術の最近の進歩

ーシミュレーション、吸着剤、操作ー

第4回吸着シンポジウムを下記のように開催します。本シンポジウムでは、最近注目を集めている分子シミュレーション、新しい吸着剤と吸着操作に関する講演を企画しております。第1日目は吸着装置、操作の新しいコンセプトとモンテカルロ(MC)法と分子動力学(MD)法を用いたシミュレーションに関するシンポジウムを行います。第2日目は新規吸着剤の調製と環境、生物分野への応用に関する話題提供を企画致しました。今回も奮って御参加下さい。

主催 日本吸着学会

1. 日時

平成5年8月19日(木) 10:00-17:00
懇親会 17:30-19:30
20日(金) 9:00-17:00

2. 場所

京大会館
(〒606 京都市左京区吉田河原町15-9
電話075-751-8311)

3. 講師と話題(敬称略)

8月19日(木)

- 前田 武士 (大阪ガス株式会社)
『ピッチ系繊維状活性炭及びそれを利用した溶剤回収装置』
- 武田 邦彦 (旭化成工業株式会社)
『吸脱着による超多段精密分離技術』
- 迫田 章義 (東京大学生産技術研究所)
『ピストン駆動超高速PSA』
- 田中 秀樹 (京都大学工学部)
『水、水溶液及び包接水和物の計算機シミュレーション』
- 新田 友茂 (大阪大学基礎工学部)
『MC法によるスリット状細孔への吸着シミュレーション』
- 三上 益弘 (富士通株式会社)

『表面吸着の分子動力学シミュレーション』

懇親会

8月20日(金)

- 萩原 明於 (京都府立医科大学)
『活性炭吸着抗癌剤の開発と臨床応用』
- 谷 紋幸 (鐘淵化学株式会社)
『血液浄化用吸着剤の開発』
- 高岸 徹 (大阪府立大学工学部)
『高結合性、高選択性高分子の分子設計とその物性：吸着剤への応用』
- 亀川 克美 (九州工業技術試験所)
『膨潤性多孔質炭素の調整とその性質』
- 安保 正一 (大阪府立大学工学部)
『ゼオライトに固定化した銅イオン触媒上のNO吸着種とその光触媒分解反応』
- 田中 栄治 (クラレケミカル株式会社)
『自動車における活性炭の利用』

4. 参加費

予約 日本吸着学会会員(当日入会者を含む)
7,000円(大学官公庁)
15,000円(会社関係)
非会員
12,000円(大学官公庁)
30,000円(会社関係)
学 生
3,000円
当日 2,000円増
懇親会費 6,000円

5. 参加申込方法

ハガキ大の用紙に①氏名、②会員番号(非会員で入会を希望される方はその旨をお書き下さい。)、③勤務先、④勤務先所在地、⑤電話番号、⑥懇親会の参加を記入し、下記申込先にお送り下さい。なお、参加費、懇親会費は郵便局備え付けの郵便局振込用紙にて下記の口座に払い込み下さい。

名義：日本吸着学会 番号：京都4-4015

参加申込締切 7月31日

6. 申込先

〒606-01 京都市左京区吉田本町
京都大学工学部化学工学科 岡崎守男
Tel 075-753-5564 Fax 075-761-5589

研究ハイライト

コロイド次元分子集合体を用いた高次ろ過法

Colloid-Enhanced Ultrafiltration Method

東京理科大学 理工学部 工業化学科
阿部 正彦

1. はじめに

我々は従来より、水中に溶存する有機物、金属イオン、バクテリアなどを吸着除去するために、炭素系吸着剤(活性炭、活性炭素繊維など)やイオン交換樹脂を用いてきたが、最近、ミセルやマイクロエマルジョンなどのコロイド次元分子集合体を用いて有機物の吸着除去(限外ろ過膜を併用)を試みている。

ここで言う吸着は、界面化学的用語に従えば“可溶化”と言うべきであるが、界面活性物質により形成されるコロイド次元分子集合体(ミセル・マイクロエマルジョン、ベシクル、液晶など)の表面や内部に水不溶性物質を凝縮させることを意味するので吸着(吸着)と見なせる。ちなみに、私なりに可溶化現象を大別すると以下の10通り(1. 単純可溶化、2. 複合可溶化、3. 協奏可溶化、4. 競争可溶化、5. 選択可溶化、6. 吸着可溶化、7. 徐放可溶化、8. 標的可溶化、9. 触媒可溶化、10. 固相可溶化)が考えられ、特に、本稿で紹介するミセルやベシクルを用いた吸着除去には上記の1~6が関係する。

まず、限外ろ過膜を併用したミセルやベシクル等のコロイド次元分子集合体による高次ろ過法(Colloid-Enhanced Ultrafiltration Method, CEUF)について述べることにする。

2. CEUF 法

現時点における CEUF 法を分類すると、Table 1 となる。Leung¹⁾により、MEUF 法が水中に溶存するフェノールの除去に適用されて以来、水中からの種々の有機物の除去のみならず金属イオンの除去にも利用されてきている。また、これまでに MEUF 法の発展として、LM-MEUF 法、PEUF 法ならびに IEUF 法が考案され、水流中に溶存する金属イオンを対象とした試みがなされており、我々はまたベシクルを利用した VEUF 法を新規の CEUF 法として、検討している。各法の概説を以下に述べる。

2.1 MEUF 法(ミセルを用いた高次ろ過法)

MEUF 法とは、水流中に溶存する有機物をミセルにより可溶化した後、このミセルを限外ろ過膜を用いて分離することにより、有機物の除去ならびに水の浄化を目的とした方法である。Fig. 1は MEUF 法で用いられる装置の概略図(攪拌セル)である²⁾。図中には示されていないが、このセルが実際には所定温度の循環水の入った容器に組み込まれており、また、限外ろ過を行うための加圧器もセットされている。なお、セルにセットされている限外ろ過膜は、ミセルを通過させない程度の比較的小さなポアサイズを有するセルローズアセテート製のものが一般的に使われている。操作について説明すると、有機物を含む水流中に界面活性剤単独あるいは濃厚溶液(一般に、ミセル形成濃度の10倍以上の濃度)を添加(A)した後、攪拌セルの Retentate (原液) 側に導入する(B)。次に、Retentate 側を加圧すると、微量の可溶化されていない有機物ならびに界面活性剤モノマーは限外ろ過膜を通過して Permeate 側に溶出するが、有機物を可溶化しているミセルは限外ろ過膜を上部の Retentate 側に残存し、結果としてほとんどの有機物が水流中から除去されることになる。

なお、ミセルに可溶化された有機物を回収するために

Table-1 Family of Colloid-Enhanced Ultrafiltration Methods

1. Micellar-Enhanced Ultrafiltration (MEUF)
2. Ligand-Modified Micellar-Enhanced Ultrafiltration (LM-MEUF)
3. Polyelectrolyte-Enhanced Ultrafiltration (PEUF)
4. Ion-Expulsion Ultrafiltration (IEUF)
5. Vesicular-Enhanced Ultrafiltration (VEUF)

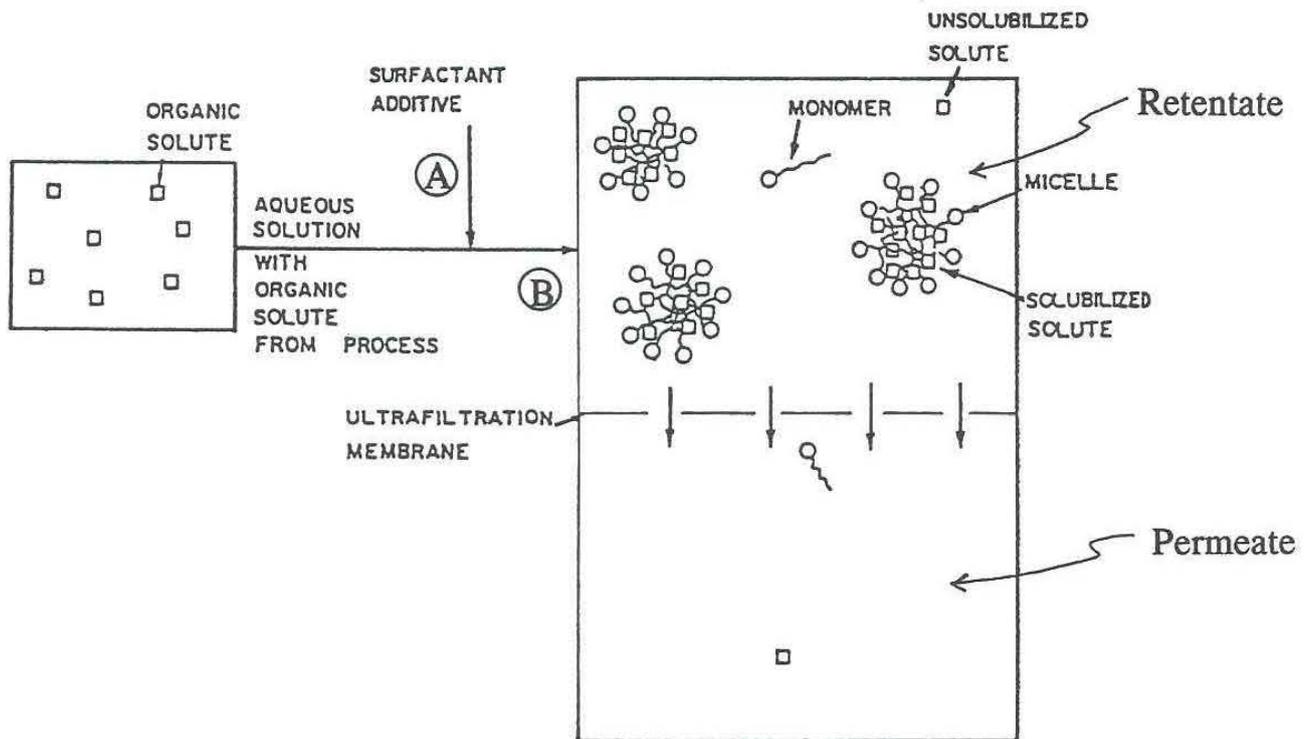


Fig 1 Schematic of Micellar-Enhanced Ultrafiltration

は、ミセルを形成しているイオン性界面活性剤と反対の電荷を有するイオン性界面活性剤を添加して沈澱させて分離する方法が取られている。

Dunn Jr. らは、フェノール類が合成燃料や石油プラントからの排水中に溶存する主要な有害物質であることから、これらのフェノール類のモデル物質として 4-tert-butylphenol (TBP) を取り上げ、その水流中からの除去を MEUF 法を用いて検討している^{2), 3)}。彼らは、カチオン界面活性剤として Cetylpyridiniumchloride (CPC) を用いた場合、99%以上の TBP の除去が可能であり、水流の回収率（供給した水量に対するろ液の量の比）は87%以上であるとしている。また、Gibbsら⁴⁾ は、CPC ミセルを用いて水流中からの種々のアルコール (n-hexanol, n-heptanol, n-octanol) の除去を検討し、71~98.8%の除去が可能であることを報告している。さらに、Bhatら⁵⁾ は、CPC ミセルによるクレゾールの除去を検討し、約98%の除去率ならびに80%の水流回収率を得たとしている。この他にも種々の有機物について MEUF 法が試みられており、一例として、CPC ミセルを用いた場合の種々の有機物の除去率⁶⁾ を Table 2 に示しておく。

イオン性界面活性剤ミセルは有機物を可溶化できると同時に、界面活性剤イオンと反対の電荷を持つ金属イオ

ンをミセル表面に吸着することも可能であり、これまでに MEUF 法による排水中のクロム酸イオン⁷⁾ や銅(II)イオン⁸⁾ の除去が検討されている。例えば、正に帯電している CPC ミセルの表面に負電荷を有するクロム酸イオンを吸着させ、この水溶液を攪拌セルに入れて限外ろ過を行うと、99.9%以上のクロム酸イオンの除去が可能であることが報告されている⁷⁾。

2.2 MEUF 法と SED 法（準平衡透析法）

前述したように、MEUF 法では、可溶化されていない有機物は Permeate 側へ溶出されるため、そのミセル-バルク相（ミセルを除いた水相）間の分配平衡、すなわち可溶化平衡を検討することは、重要な意味を持つ。飽和可溶化量以下での可溶化平衡についての知見を得るための代表的な方法として、蒸気圧測定法⁹⁾、分子ふるい法¹⁰⁾、核磁気共鳴法¹¹⁾、SED 法¹²⁾ がある。なかでも SED 法は簡便で、信頼性の高い結果も得られることから、MEUF 法による有機物の除去を検討するための前段階（基礎的研究）として盛んに行われている。この方法は、Klotzら¹³⁾ により提案され、Huangら¹⁴⁾ の研究を経て、Dunn Jr. ら²⁾ により完成されたものであり、Fig. 2 に示す（株式会社サンテックから販売されている）セルの隔壁間に、ミセルをカットできる透析膜を取り付

Table 2 Removal of Selected Organic Solutes by CPC^a

Solute	Surfactant : CPC	
	K (M ⁻¹) in CPC micelles	Rejection (%)
Toluene	121	97.0
1-Butanol	6	61.5
1-Hexanol	30	88.8
o-Cresol	187	98.0
m-Cresol	190	98.1
Fluorobenzene	52	93.3
o-Chlorophenol	360	98.9
p-Chlorophenol	495	99.2

^aCalculations based on limiting K values at X=0

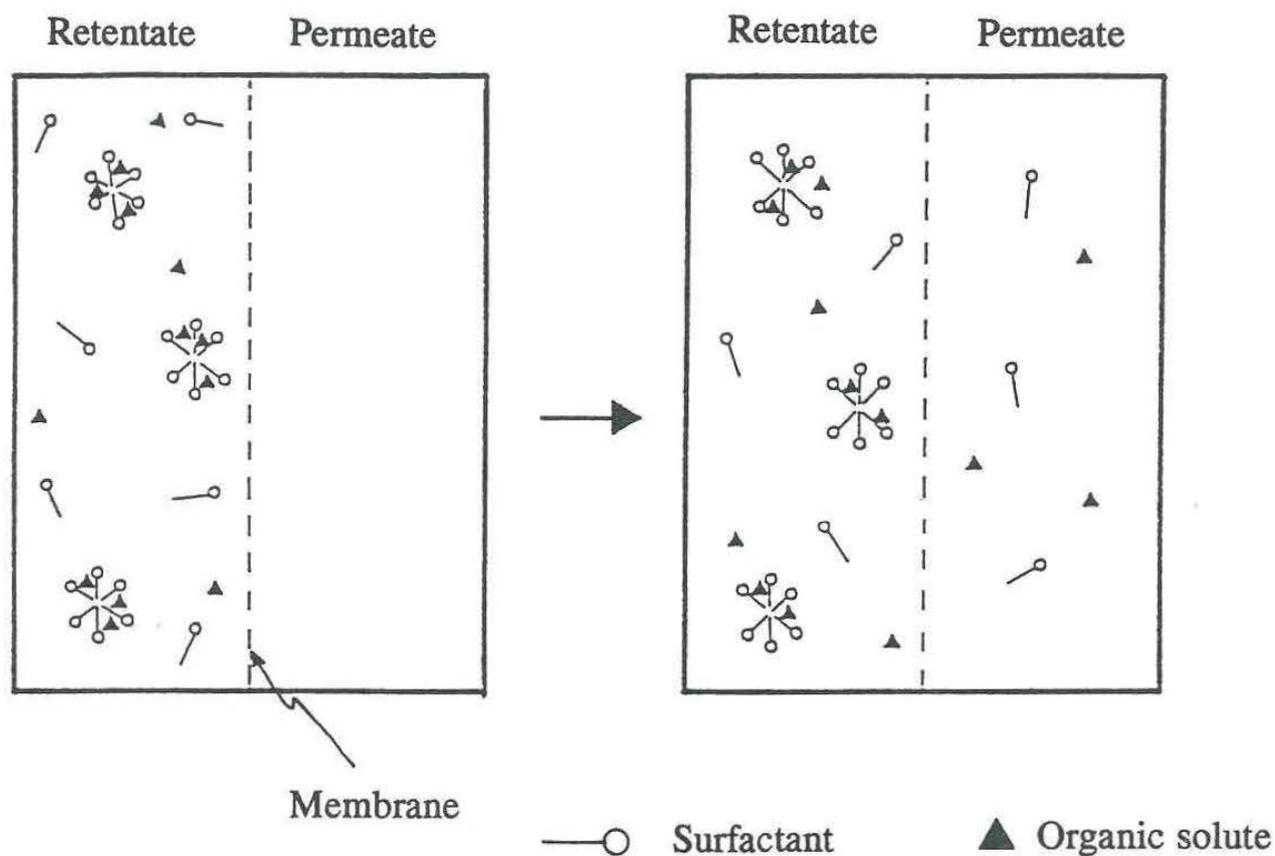


Fig 2 Schematic of SED Method

けたものである。操作としては、可溶化溶液（界面活性剤水溶液と有機物を含む）をセルの Retentate 側へ入れ、Permeate 側には水のみを入れた後（図中の左側のセル）、静置する。所定時間静置後、透析を終了し（図中の右側のセル）、セルの両隔室の界面活性剤ならびに有機物の濃度を定量し、可溶化平衡定数(K)を算出する。ここで、セルの必要静置時間は、界面活性剤単独水溶液について同様の透析実験を行った際、両隔室間で界面活性剤濃度が平衡となるのに要する時間（Permeate 側の界面活性剤濃度が経時変化を示さなくなる時間）である。可溶化平衡定数（ $K; M^{-1}$ ）は、ミセル中における有機物のモル分率(X)とミセルに可溶化されずバルク相に存在する有機物の濃度（ $C; M$ ）の比として次式で与えられる¹⁵⁾。

$$K = \frac{X}{C} \quad (1)$$

(1)式のKの値が大きい場合、有機物はミセル中に分配（可溶化）しやすいことを表す。詳細は省略するが、Permeate 側の溶質の濃度の実験値（ $[\text{Solute}]_{per}^{obs}; tot$ ）と後述の計算値（ $[\text{Solute}]_{per}^{calc}; tot$ ）の差が最も小さくなるように、非線形最小自乗法を用いて界面活性剤ならびに可溶化されている溶質の活量係数と両隔室における溶質濃度（ $[\text{Solute}]_{per}^{calc}; tot$ ）と（ $[\text{Solute}]_{ret}^{calc}; tot$ ）ならびにミセル中の界面活性剤濃度（ $[\text{Surf.}]_{per, mic}$ と $[\text{Surf.}]_{ret, mic}$ ）をコンピューターシミュレーションにより求め、その値を(2)式に代入してKの値を求める。ここで、下つき per および ret は、それぞれ Permeate 側、Retentate 側を表し、tot および mic は全濃度ならびにミセル中濃度を表す。算出方法の詳細については論文^{12), 15), 16)}を参照して頂きたい。

$$K = (1 - X) \quad (2)$$

$$\left(\frac{[\text{Solute}]_{ret}^{obs}; tot - [\text{Solute}]_{per}^{obs}; tot}{[\text{Solute}]_{per}^{obs}; tot [\text{Surf.}]_{ret, mic} - [\text{Solute}]_{ret}^{obs}; tot [\text{Surf.}]_{per, mic}} \right)$$

この様にして求めた種々の有機物の CPC ミセル-バルク相間の可溶化平衡定数を Table 2 に示す。Table 2 から明らかのように、Kの値、すなわち可溶化平衡定数の大きい有機物（P-Chlorophenol > o-Chlorophenol > ... > 1-Butanol）ほど、除去率（P-Chlorophenol > o-Chlorophenol > ... > 1-Butanol）が高くなっている。このことから、SED 法が MEUF 法による除去率の予測に有効であることが分かる。

2.3 LM-MEUF法（配位子を用いた高次ろ過法）

実際の工業排水中には種々のイオンが溶存しているが、

これらすべてのイオンが有害であることは少なく、重金属イオン等の特定のイオンを除去さえすれば環境基準に適応した排水を得ることができる場合がある。また、従来の MEUF 法では、帯電したミセルにより選択的に特定の金属イオンを吸着除去することができないために、水流中に共存イオンが多量に存在すると、対象金属イオンの除去が効率良く行われなかったことがある。LM-MEUF 法は、水流中に界面活性剤と配位子（Ligand）を添加し、この配位子が特定の金属イオンとの間で形成する錯体を、界面活性剤ミセルに可溶化させて、MEUF 法と同じ攪拌セルを用いて限外ろ過を行う方法で、共存イオンの影響を受けずに対象金属イオンを除去することができる。これまでに界面活性剤として CPC、配位子としてアニオン系の N-n-dodecyl-iminodiacetic acid を用いて、カルシウムイオンを多量に含む水流中から銅(II)イオンの除去が検討され、99%以上の銅(II)イオンの除去が報告されている¹⁷⁾。

2.4 PEUF 法（高分子電解質を用いた高次ろ過法）

高分子電解質に金属イオンを吸着させ、攪拌セルを用いて限外ろ過を行う方法である。これまでに、Polystyrene sulfonate（アニオン高分子電解質）による水流中からの銅(II)イオンの除去が検討され、99%以上の銅(II)イオンを除去できることが報告されている¹⁸⁾。PEUF 法では、高分子電解質の Permeate 側への溶出は極めて少なく、新たな金属イオンの分離・濃縮法として期待されている。しかし、高分子電解質は有機物を可溶化しにくいいため、高分子電解質単独による PEUF 法には限界があり、例えば、ミセル等のコロイド次元分子集合体の共存下における PEUF 法として、さらに発展して行くであろう。

2.5 IEUF 法（イオン排除高次ろ過法）

これまで述べてきた MEUF, LM-MEUF, PEUF 法では、有機物や金属イオンがミセルや高分子電解質と共に攪拌セルの Retentate 側に残存するのに対し、IEUF 法では、水流中の金属イオンが、攪拌セルの Permeate 側に溶出し濃縮される。この原理は、分子量の大きいイオン（イオン性ミセル）が膜を通過できないために生じる低分子量イオン（金属イオン）の排除効果（ドナンの膜平衡）である。一例として、Christian らの行った実験¹⁹⁾を紹介する。彼らは、SED セルの Retentate 側に CPC ミセルと銅(II)イオンとの混合水溶液を入れ、Permeate 側には水を入れて24時間静置したところ、60倍の濃縮率（Retentate 側の銅イオン濃度に対する

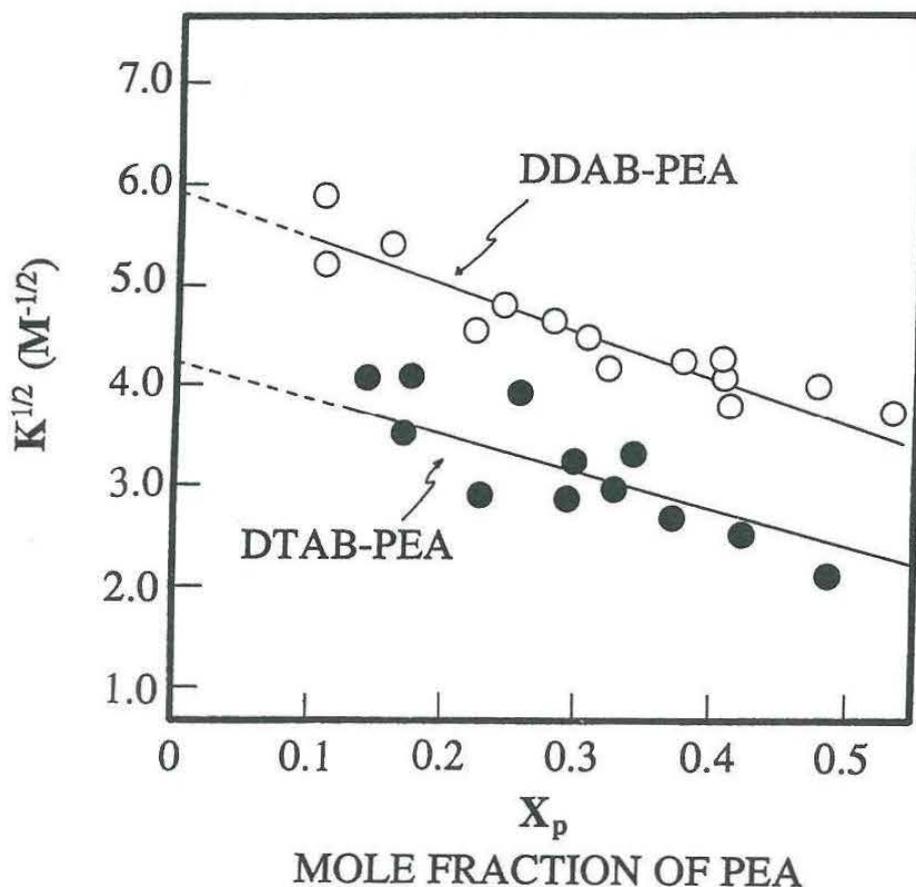


Fig 3 Dependence of solubilization equilibrium constants for the DDAB-PEA system and the DTAB-PEA system on the mole fraction of solute 30°C.

Permeate 側の銅イオン濃度の比)を得ている。IEUF法の大きな利点としては、金属イオンがミセルとは分離されて濃縮されるために、金属イオンならびに界面活性剤の回収・再利用が他の高次ろ過法に比べて容易である点が挙げられる。

3. 新規高次ろ過法—VEUF法

我々は、ベシクルを利用した新規高次ろ過法を試みている。界面活性剤として、ベシクルを形成するDidodecylidimethylammonium bromide (DDAB、カチオン系二鎖型界面活性剤)を、有機物として2-Phenylethanol (PEA)を用い、SED法により界面活性剤ミセルと比較した (Fig. 3)²⁰⁾。なお、可溶化平衡定数の1/2乗と X との間には、直線関係が成立することから¹⁵⁾、縦軸は $K^{1/2}$ で示してある。図から明らかなように、DDABベシクルを用いた場合の可溶化平衡定数は、ミセル(Dodecyltrimethylammonium bromide, DTAB)を用いた場合のそれよりも大きくなった。さらに、DDAB

ベシクルとPEAの混合系の可溶化平衡定数は、他のミセル水溶液 (Sodium dodecyl sulfate (SDS), Dodecylidimethylamine oxide (DDAO)¹⁵⁾)を用いた場合よりも大きいことが分かった。これらの事から、ベシクルはミセルよりも有機物を可溶化しやすく、また、ベシクルを形成する界面活性剤のモノマー濃度 (ミセル形成濃度)は低いことから、ベシクルの利用により、従来のMEUF法の欠点であった界面活性剤モノマーの溶出を抑制できる新規高次ろ過法として期待できるものと考えられる。我々は、これをVEUF法 (Vesicular-Enhanced Ultrafiltration Method)と命名し、検討を進めている。

4. おわりに

本稿で触れたCEUF法は、紙面の関係もあるので読者諸賢の満足ゆく解説とはなり得ないが、その詳細に関しては優れた成書²¹⁾ならびに総説^{22), 23)}があるので参考にして頂ければ幸いである。

また、最近ではオクラホマ大学の研究グループによっ

て、複数の CEUF 法を連結する試みがなされており、除去効率の向上を目指している様である。環境保全や資源のリサイクルが注目される中で、CEUF 法は今後ますます重要なものとなって行くであろう。

参考文献

- 1) P. S. Leung, "Ultrafiltration Membranes and Applications", A.R. Cooper ed., Plenum Press, New York (1979), P. 415.
- 2) R.O. Dunn Jr., J.F. Scamehorn, S.D. Christian, *Sep. Sci. Tech.*, **20**, 257 (1985).
- 3) R.O. Dunn Jr., J.F. Scamehorn, S.D. Christian, *Sep. Sci. Tech.*, **22**, 763 (1987).
- 4) L.L. Gibbs, J.F. Scamehorn, S.D. Christian, *J. Membrane Sci.*, **30**, 67 (1987).
- 5) S.N. Bhat, G.A. Smith, E.E. Tucker, S.D. Christian, J.F. Scamehorn, *Ind. Eng. Chem. Res.*, **26**, 1217 (1987).
- 6) S.D. Christian, J.F. Scamehorn, "Surfactant-Based Separation Processes", J.F. Scamehorn, J.H. Harwell eds., Marcel Dekker, New York (1989), P. 25.
- 7) S.D. Christian, S.N. Bhat, E. E. Tucker, J.F. Scamehorn, D.A. El-sayed, *AIChE J.*, **34**, 189 (1988).
- 8) J.F. Scamehorn, S.D. Christian, R.T. Ellington, "Surfactant-Based Separation Processes", J.F. Scamehorn, J.H. Harwell eds., Marcel Dekker, New York (1989), P. 29.
- 9) G.A. Smith, S.D. Christian, E.E. Tucker, J.F. Scamehorn, *ACS Symp. Ser.*, **342**, 184 (1987).
- 10) A.E. Aboutaleb, A.M. Sakr, H.M. ElSabbagh, S.I. Abdelrahman, *Pharm. Ind.*, **42**, 940 (1980).
- 11) P. Stilbs, *J. Colloid Interface Sci.*, **87**, 385 (1982).
- 12) S.D. Christian, G.A. Smith, E.E. Tucker, J.F. Scamehorn, *Langmuir*, **1**, 564 (1985).
- 13) I.M. Klotz, F.M. Walker, R.B. Pivan, *J. Am. Chem. Soc.*, **68**, 1486 (1946).
- 14) W.M. Huang, P.O.P. Ts'o, *J. Mol. Biol.*, **16**, 523 (1966).
- 15) H. Uchiyama, S.D. Christian, J.F. Scamehorn, M. Abe, K. Ogino, *Langmuir*, **7**, 95 (1991).
- 16) M. Abe, K. Mizuguchi, Y. Kondo, K. Ogino,

H. Uchiyama, J.F. Scamehorn, E.E. Tucker, S.D. Christian, to be submitted.

- 17) J. Klepac, D.L. Simmons, R. W. Taylor, J. F. Scamehorn, S.D. Christian, *Sep. Sci. Tech.*, **26**, 165 (1991).
- 18) K.J. Sasaki, S.L. Burnett, S.D. Christian, E.E. Tucker, J.F. Scamehorn, *Langmuir*, **5**, 363 (1989).
- 19) S.D. Christian, E.E. Tucker, J.F. Scamehorn, B.-H. Lee, K.J. Sasaki, *Langmuir*, **5**, 876 (1989).
- 20) Y. Kondo, M. Abe, K. Ogino, H. Uchiyama, J.F. Scamehorn, E.E. Tucker, S.D. Christian, *Langmuir*, in press.
- 21) J.F. Scamehorn, J.H. Harwell, eds., "Surfactant-Based Separation Processes", Marcel Dekker, New York (1989).
- 22) C.M. Nguyen, S.D. Christian, J.F. Scamehorn, *Tenside Surfactant Detergents*, **25**, 327 (1988).
- 23) S.D. Christian, E.E. Tucker, J.F. Scamehorn, *American Environmental Laboratory*, **2**, 13 (1990).

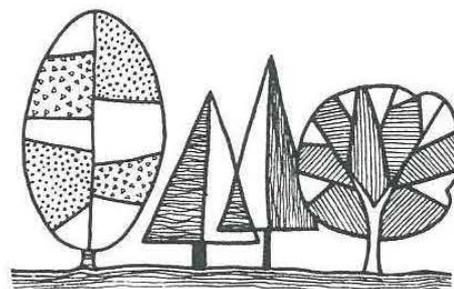


阿部 正彦

東京理科大学工学部工業化学科
助教授

1972年3月 東京理科大学大学院
工学研究科工業化学専攻修士課程
終了

1972年4月 東京理科大学工学
部工業化学科および東京理科大学
界面科学研究所助手、講師並びに
テキサス大学オースチン校博士研
究員を経て、1992年4月より現職
専門：コロイドおよび界面化学



技術ハイライト

高表面積活性炭の製造プロセス

関西熱化学株式会社 音羽 利郎

1. はじめに

石炭あるいは石油コークスなどの炭材に対して、重量比で数倍という多量のアルカリを用いて薬剤賦活する高表面積活性炭は、米国 AMOCO 社で初めて本格的に研究された¹⁾。この頃(1970年代)は、環境関連(浄水等)で高性能活性炭の大型市場が見込まれた事もあり、事業化を狙って AMOCO 社ではパイロット装置の運転の段階まで進められた²⁾。その後この技術はミシガン州の Anderson 社に引き継がれ、1985年より商業生産が開始された。ところがこの Anderson 社も、1989年には活性炭の製造をやめてしまった。

わが国においては、高性能フィルターや電気二重層キャパシター用などをきっかけとして、繊維状活性炭との一部置き換えの形を取りながら高表面積活性炭への関心が高まってきた。関西熱化学株式会社においても、活性炭の高機能化を目的として研究に着手し^{3)・4)}、独自技術により製造研究を開始し、1992年6月に商業設備を完成し、サンプル出荷を開始した。

本稿では、高表面積活性炭の製造技術の全般・得られる活性炭の諸物性・その応用分野などについて紹介したい。

2. 高表面積活性炭の製造技術の全般

まず最初に特許¹⁾や文献²⁾の記述にある、AMOCO 社で開発された技術を概観してみる。原料の炭材は石油コークスあるいは石炭と石油コークスの混合物となっている。どちらかという、石油コークス単独で用いた方が灰分が少なく、活性炭収率も高く好都合のようである。硫黄分や揮発分は活性炭の性質を左右するほどではないが、できれば低い程良い、としている。

この炭材に対して重量比で、0.5～5倍の含水水酸化カリウム(水分2～25%)を加えてよく混合し、300～500°Cに保って脱水してから700～980°Cの範囲で賦活する。賦活後、混合物を冷却し、十分水洗しアルカリ分を取り除き活性炭を得る。水洗により分離したアルカリ分は、賦活中に大部分が炭酸塩に変化しているの、苛性化し KOH に戻してやれば、濃縮して再使用も可能であるとしている。製造の基本フローを図1に示した。

パイロット装置は図2の略図に示したように大きく分

けて6部分から構成されている。1番目は、原料炭材とアルカリの混合・粉碎装置である。2番・3番目は低温炉と高温炉で、いずれも回転らせん錐を備えた間接加熱式ロータリーキルンである。4番目はアルカリ分を溶出させるためのスラリータンク。5番目は水洗と水切りを兼ねたベルト式フィルター。6番目は水分を数%レベルまで落とすフラッシュド라이어である。製造能力は年間45～450トンの範囲である。

工業化に際しての要点は、(1)活性炭収率をいかに最適にするか、(2)アルカリと炭材の混合物が反応器内壁に個着するのをいかに回避するか、(3)プロセスをいかに簡素化するか、の3点に絞られている。

(1)と(2)に関しては、2段加熱法を導入することにより対処している。すなわち、第一段の低温炉により500°C以下の温度域で脱水反応を十分行わせる。そうすると、第二段の高温炉における水性ガス反応($C + H_2O \rightarrow H_2 + CO$)による炭素の無駄な消費が押さえられる。また加熱を二段に分けると、第一段で脱水後に個化しかけた混合物を取り出すことができるため、再粉碎などすれば、高温におけるアルカリと炭材の反応器壁への付着を回避できるというものである。また中間品の取り出しが可能ということは、最適設計などの研究のためにも都合が良

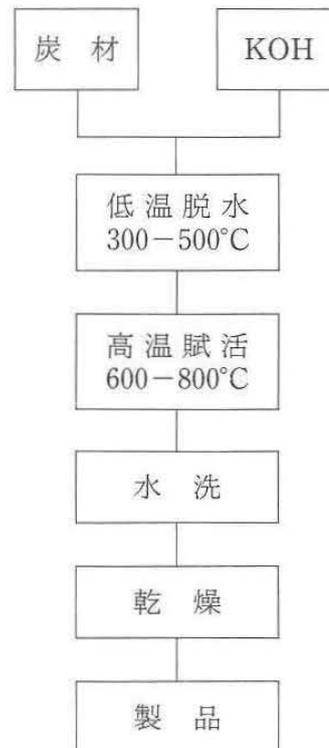


図1 高表面積活性炭の製造フロー

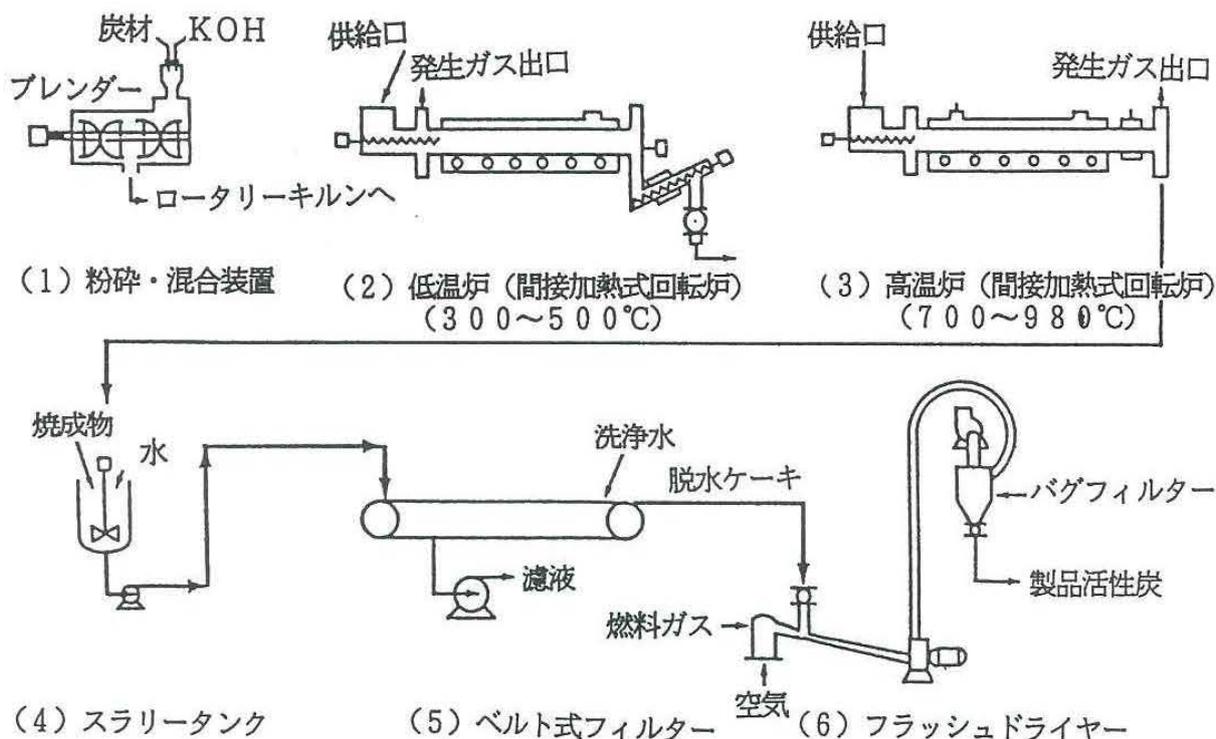


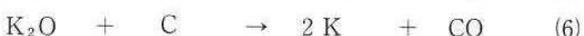
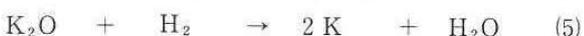
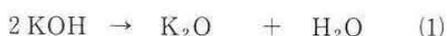
図2 高表面積活性炭のパイロット装置の概念図

いということである。

(3)に関しては、従来の KOH 賦活技術は、水蒸気賦活法の補助的手段にしか用いられていなかったが、今回はアルカリ賦活法に一本化することによりかなり実現されたとしている。

実際この反応は、熔融状態のアルカリと炭素粉のスラリーが賦活の進行とともに固化していくために、反応物のハンドリングが大きな問題となる。さらに反応中の発生ガスの問題、高温賦活時のアルカリ腐食、水洗時の不純物除去等の問題が挙げられる。

発生ガスは、水素がほとんどであり、これは、水酸化カリウムと炭素の反応により発生する。従って反応雰囲気は、最初不活性ガスで置換しておき、その後も常に正圧に保つ等の処置が必要になる。なお賦活機構に関しては、研究例も少なく不明な点が多い。関与すると思われる反応を列挙すると次のようになる。



(1)の脱水反応が、500°C以下で起こり、(2)の水性ガス反応、(3)の水性ガスシフト反応が、カリウム酸化物の存在下で触媒的に進行すると考えられる。発生してくるCO₂はほとんど(4)の反応で炭酸塩になるため、結局発生ガスが水素に富み、ごく一部、CO、CO₂、メタンやタール状物質が見られる。このように主として炭酸カリウムの生成という形で炭素が消費される。また、金属カリウム(沸点762°C)が析出することがある。これは(5)や(6)の反応により、カリウム化合物が、水素あるいは炭素により還元されたためと考えられた。

高温におけるアルカリ腐食の問題に対しては、反応器に耐アルカリ材質のものを用いる必要がある。またアルカリと炭材の混合物の固化による反応器の閉塞に対する工夫がこらされているが、当社においても独自のノウハウを駆使して対処している。

水洗により、ほとんどのアルカリ分は除かれるが、数%レベルになると、水洗を繰り返しただけでは、それ以上の低減は極めて困難である。これには活性炭表面との相互作用が関係しているようである。

以上述べてきたように、この高表面積活性炭は優れた吸着性能をもっているが、製造には困難が多く、従来の活性炭に比べてかなりコスト高になる。AMOCO 社では当初から工業化を見送り、Anderson 社では、せっかく商業生産を開始しながら、比較的早期にその製造を

表1 マックスソープ代表銘柄の性状（粉末品）

銘柄		表面積 (m ² /g)	細孔容積 (ml/g)	水分 (%)	灰分 (%)	充填密度 (g/ml)	粒径(d ₅₀) (μ)
標準品	30-AW	3000以上	1.7以上	40-60	5以下	0.28-0.32	5-40
精製品	30-SPW	3000以上	1.7以上	40-60	2以下	0.28-0.32	5-40
	30-SPD			5以下			
	20-SPW	2000以上	1.1以上	40-60	2以下	0.35-0.45	5-40
	20-SPD			5以下			

表2 マックスソープ代表銘柄の性状（造粒品）

銘柄	粒径 (mm)	表面積 (m ² /g)	細孔容積 (ml/g)	CCl ₄ 吸着 (%)	充填密度 (g/ml)
G-40	4.0φ × 2-6 ^L	2000以上	1.1以上	150以上	0.31-0.37
G-15	1.5φ × 1-5 ^L	2000以上	1.1以上	150以上	0.31-0.37
G-08	0.8φ × 1-3 ^L	2000以上	1.1以上	150以上	0.31-0.37

中止しなければならなかった背景には、このような技術的な側面も少なからず関係しているようである。

当社においては、今まで述べてきた諸問題に対処するため、プラント設計を根本から見直した。そして、新しい技術を用いて、信頼性の高い製品を安全に製造するという事をまず考えて、昨年6月より商業設備によるサンプル出荷をスタートした。今後需要が順調に伸び、次世代プラントに事業拡大していける事を期待している。

3. 高表面積活性炭の諸物性と応用分野

当社商業化プラントで得られた高表面積活性炭は、商品名をマックスソープ (MAXSORB) として販売している。代表的な銘柄の諸物性を表1に示した。吸着性能は、BET表面積と比例的に大きくなるため³⁾、通常の水蒸気賦活炭に比べて、どの銘柄も大きな値が得られている。用途に応じて最適の銘柄を使い分けている。なおマックスソープは、既存の粒状・粉末活性炭に比べてか

なり高コストにつくため、高付加価値化は重要なポイントとなる。その意味では、繊維状活性炭と似ているが、単位体積当たりの充填量が多い特徴などを生かして、独自の分野を開拓していく必要がある。

高付加価値比の具体例としては、造粒・プレート化・シート化・ハニカム化などの成形加工があげられる。ただし、こうした成形加工は、ほとんどの場合バインダーを加える必要があり、少なくともバインダー分の表面積の低下は避けられない。円柱状の造粒品の諸物性の一例を表2に示した。

高表面積活性炭の応用を考える場合、従来用途はもちろんであるが、エレクトロニクス・高性能フィルター・ガス吸蔵・触媒・医療用などの分野で、高付加価値の機能性多孔質炭素材料としての応用展開がとくに期待される。

4. 文 献

- 1) A.N. Wennerberg and T.M.O' Grady, US Patent 4082694 (1978).
- 2) T.M. O' Grady, and A.N. Wennerberg, ACS Symposium Series 303, (1986) 302.
- 3) 音羽利郎, 科学と工業 64 (1990) 331.
- 4) 谷端律男, 音羽利郎, 白石守, 田中信義, アロマティックス, 44 (1992) 14.

日本吸着学会奨励賞を受賞して

この度は日本吸着学会奨励賞（カルボン賞）を賜り大変有難うございます。今回の受賞は、吸着分野の基礎から応用まで丁寧にご教授頂いた明治大学竹内教授と研究題目として「吸着樹脂を用いた液相吸着」をお与え下さったイリノイ工科大学ノル教授によるご指導の賜物で、両先生に心より感謝いたしております。また、ノル先生の元で研究活動を行えるようご紹介頂き、かつ後述します様に今回の研究について貴重なご助言を賜った東京大学鈴木教授に深謝いたします。

私は昭和45年に竹内教授の研究室で1回生として吸着のイロハを勉強させて頂き、学部と修士の学生のときは分子篩カーボンと有機溶剤混合物の系について平衡関係を調べました。高等学校での教員生活の後、昭和50年より数値計算による固定層吸着破過曲線の推算および吸着装置・操作設計法について検討致しました。当時は計算機の性能も良くはなく、計算に大変苦労した思いがあります。しかし、その後の計算機自体の進歩により数値計算が一つの研究課題として成立するようになり、後年になって当時の竹内教授の先見性に驚くやら感謝するやらでした。これらの成果を竹内教授の元で「吸着分離の操作設計に関する研究」とまとめて、昭和57年春に学位を頂きました。翌昭和58年春より鈴木教授のご紹介によりノル教授の元で「樹脂吸着剤内における有機物の拡散(液相吸着)」について研究を始めました。

私が渡米したときは樹脂吸着のプロジェクトが2年目に入ったところで、(1)shallow bed 法で得られた平衡関係とバッチ法で得られた値に差が生じた、(2)濃度差基準の拡散係数は、ある吸着量範囲まで吸着量増加に伴っ



音羽 利郎

関西熱化学株式会社研究所

主任研究員

1978年 京都大学工学部

石油化学科卒業

1984年 京都大学大学院博士過程

終了 工学博士

1984年 米国ピッツバーグ大学化

学科 助手

1986年 関西熱化学株式会社入社

趣味 鉄道探勝

て増大し、その後は一定となるが細孔拡散律速とするには見かけの拡散係数が大きすぎる、ことが問題点であった。このうち平衡関係の差は、比較的簡単にマイクロ粒子内への浸透量の差であると結論付けられた。すなわち、用いた樹脂吸着剤のマクロ粒子は多数のマイクロ粒子から構成されており、固液の接触時間が最大2時間程度のshallow bed 法ではマイクロ粒子の骨格内部へ浸透できないが10日前後の接触時間を取るバッチ法では骨格内部へ吸着質が入れることを見いだした。

一方、拡散機構については1年間の滞在期間中には解決せず、帰国後も引き続いて検討を加えた。まず、液濃度差が粒子内拡散の主たる推進力か検討するために実験温度と溶剤を変えて分子拡散係数が異なる条件下で見かけの粒子内拡散係数を求めた。その拡散係数と分子拡散係数の比が実験温度と溶剤に依存しないことから、粒子内拡散は分子拡散が律速と結論付けた。次に、見かけの拡散係数が細孔拡散係数よりも大きくなる理由について種々の拡散モデルに基づいて検討を加えた。結論として、濃度差と吸着量差による拡散が直列に存在し、濃度差による拡散が支配的であるならば見かけの拡散係数は分子拡散係数に比例し、かつ細孔拡散係数よりも大きくなることが明かとなった。こうなるにはマイクロ粒子間の移動が支配的な場合が考えられるが、当時はモデルを提案する勇気がなく困っていた。ところが、名古屋工業大学での学会で鈴木教授と私がセッション開始時間を間違えたので二人して喫茶室へ行き雑談をしている最中に、鈴木先生も活性炭の系でマイクロ粒子間の移動抵抗を測定しようとしておるとのお話をなされ、私の考えを述べたところ多々ご助言を下さった。これが今日の研究成果につながる大きなきっかけとなった。

今回の受賞から、「研究とは研究者の多大な努力と良き指導者の適切な助言が組み合わせることにより完成する」

ことを身をもって知った。これからも精進するつもりですが、吸着学会諸先生方の叱咤激励とご指導・ご鞭撻の程をよろしくお願ひ申し上げます。

明治大学 理工学部 古谷 英二

この度は日本吸着学会奨励賞を頂戴致しまして、光栄に思いますとともに身の引き締まる思いが致しております。私と吸着研究の出会い、18年前の1974年に京都大学大学院修士課程に進学した時であります。京都大学名誉教授桐榮良三先生、京都大学教授岡崎守男先生にご指導を賜りまして今日まで何とか研究を続けることができました。紙面をお借り致しまして厚く御礼申し上げます。

吸着研究に着手した頃、東京大学名誉教授河添邦太郎先生が主催されておられました「吸着工学研究会」に参加させて頂きました。それ以来、明治大学教授竹内雍先生、東京大学教授鈴木基之先生を始め化学工学関係の諸先生方には学会、研究会を通してご指導を賜りました。さらに、日本吸着学会が1987年に設立され、福井工業大学教授近藤精一先生を始め理学関係の諸先生の研究に対する姿勢を学会で勉強させて頂きましたことは私の研究に大いにプラスとなったことを思い出します。この場をお借り致しまして、日本吸着学会の諸先生方に厚く御礼申し上げます。また、本奨励賞の基金のご援助を賜りました東洋カルボン社殿に謝意を表したいと思ひます。

大学院進学時に多孔性固体内の移動現象に興味を持ち、特に吸着性気体の表面拡散機構の研究を実施致しました。この研究は単分子層以下から多分子層吸着、毛管凝縮領域までの吸着分子の移動モデルを提案し、実験的検証を行うものであります。更に、得られた知見を除湿装置の開発、吸着性材料の乾燥機構の研究に応用してまいりました。次に、吸着平衡の研究では、これまで研究が殆どなされていなかった毛管凝縮下での気相2成分吸着平衡から研究に着手し、海水中のウランの吸着平衡に代表される溶液中での吸着質の溶存状態の影響に検討を加えました。その後、今回の受賞対象となりました活性炭の溶媒再生に関する基礎研究を実施致しました。この研究では種々の有機物を吸着した活性炭の溶媒再生特性に及ぼす芳香族化合物の置換基効果、溶媒効果に関する基礎的検討を加え、吸着剤と有機化合物の電子状態が脱着特性に大きな影響を与えることを指摘致しました。更に、溶媒再生プロセスの工学的検討を行い、実廃水の吸着処理に使用した活性炭の溶媒再生に関する研究を実施しました。この研究が契機となって、現在では、吸着質、吸

着剤の電子状態を分子軌道法で評価し、吸着相互作用を検討する研究を行っております。また、相互作用の研究により得られた知見に基づいて吸着剤の表面改質や金属添着活性炭の設計に関する研究を実施しております。化学工学は吸着装置・操作設計の確立にこれまで寄与してまいりましたが、今後は吸着剤設計の化学工学的手法を確立することが私の研究目標であり、夢でもあります。

日本吸着学会は昨年5月に念願の第4回吸着国際会議を成功裡に開催し、第一期が終了したと感じております。本年からは第二期が始まるわけですが、外交面での成功を基にして内政面に力を入れ、より魅力ある学会に育てていく必要があると感じております。若い人に吸着研究に魅力を感じてもらい、学会の裾野を拡大する必要があるのではと個人的に考えております。このためには、中堅の研究者・技術的の更に一層の努力が必要であります。この時期に奨励賞を授与されたことは私の努力が不十分であり研究を奨励するためであると解釈しており、更に研究・学会活動に精進致したいと思ひます。今後ともご指導、ご鞭撻を宜しくお願ひ致します。

京都大学 工学部 化学工学科助教授 田門 肇

日本吸着学会技術賞を受賞して

この度は、荣誉ある日本吸着学会技術賞をいただき、大阪ガス(株)及び(株)アサヒ製作所ともども誠に有難く思っております。

また、平成5年1月11日付日本クリーニング新聞におきまして、私どもの受賞が、ドライクリーニング業界において高く評価されている旨の記事が紹介され非常に喜んでおります。

ドライクリーニング業界は、フロン、1,1,1-トリクロロエタン、パークロロエチレンを大量に消費する業種であり、その使用量の削減、溶剤の回収が非常に大きな関心事項となっております。

ところが個々のユーザーは、零細企業である場合が多く、可能な限り安価で、操作の簡単な、溶剤回収装置が望まれております。

このような業界事情を背景とし、我々は、繊維状活性炭という優れた吸着材を利用し、

1. ドライクリーニング機本体の1/10のイニシャルコスト

2. 簡易ボイラー並みの小さな設置スペース

3. 完全自動操作

という、業界では初めてのシステムの溶剤回収装置を目標に開発を進めてまいりました。

しかし、この技術は、考案という部分が大きく、学会にて評価されるとは、思いもかけないことであり、本当に嬉しく思っております。

幸いにも我々の溶剤回収装置は、お客様に好評を得、また平成3年度より、大手ドライクリーニング機メーカーであります富士車輛(株)様からも FCD11.2.3OP の名称で販売戴いており、その設置実績は70台を越えるに至りました。

今後は、この榮譽を大切に、微力ながらも、地球環境の保護に貢献したいと考えております。

今後も諸先生、諸先輩方のご指導をよろしくお願い申し上げます。

大阪ガス株式会社

前田 武士、松下 保男、由口 治和、
竹本 哲也、安藤 明男、上田 僚則

受賞対象技術：無機吸着剤ハニカムによる気体分離装置

この度は弊社のハニカム吸着体に関して榮譽ある日本吸着学会技術賞を頂き、身に余る光栄に存じております。

顧みますと、弊社は昭和46年よりハニカム状の機能性をもった積層体の開発を手掛けまして、丁度22年目になります。この受賞のお陰で22年の辛苦が一辺に吹飛んだ気持ちになりまして社員一同感涙にむせびました次第です。弊社のような小規模な企業では到底望むべくもないと思っておりましたので今回の受賞で、小規模でもやればできるという自信が全社員に漲って参りました。ご推薦頂いた明治大学教授の竹内雍様、審査委員の方々に厚く御礼申し上げます。特に熊本大学教授の広瀬勉様には弊社の開発推進に関しましては長い間、手に手を取ってご指導して頂き感謝の外ございません。

振り返ってみますと、弊社は創立以来29年間常に大学の先生方と交流を行い、指導を仰いで参りました。産学共同のはしりと自負しております。今後ますます受賞の喜びを忘れることなく、産業界に役立つ製品を完成したいと決心しております。

今回受賞の対象になった技術は、不燃性無機繊維紙を用いたハニカム積層体に無機質吸着剤をいろいろな方法を用いて担持し、種々な気体を吸・脱着できるように構成したロータリー式の連続吸着装置の開発と実用化に関するものであります。弊社では1984年に従来から吸湿剤

である LiCl を使用してセラミックハニカム積層体の繊維間にじかに活性シリカを合成結合した除湿用ローターを商品化しました。この吸湿体により LiCl 使用の除湿機の種々なトラブルを一挙に解決し、世界16か国で採用されるに至っております。或は1965年に0.15mm厚さの活性炭素繊維ペーパーを用いてハニカム積層ローターを完成し、ロータリー型の有機溶剤濃縮装置を商品化し、従来から使用されていた粒状活性炭による有機溶剤濃縮装置と共に産業界で多く使用されるに至っております。1991年にはシクロヘキサノン蒸気含有の排気から特殊なゼオライト粒子を用いたセラミックハニカム積層ローターを完成し、これを用いた濃縮装置によって活性炭では回収不可能なケトン類蒸気の濃縮除去を実用化しております。

株式会社西部技研

隅 利實、岡野 浩志、泉 宏暁

受賞対象技術：固体表面分子吸着量の精密測定装置

この度は、会社設立後6年目にして光栄なる吸着学会技術賞を賜り深く感謝いたします。

ガス吸着法は、古くから粉体の基礎物性（比表面積・細孔分布）や表面特性を計測する装置として用いられています。しかしガス吸着量測定には時間がかかり、精度も要求されます。

従来から市販されている装置は簡便で精度も高く、多くのエンドユーザが使用していました。その様な時代の中、我々は関西学院大学直野博光教授の力を借りて、より一層の精度向上を追求した定容型吸着装置を日本で初めて開発自動化した。その後、以下に示すような開発を行ってきました。

- 1) 人工知能の導入による測定ポイントの適性化。
- 2) 飽和蒸気圧変動の校正により、高相対圧付近の測定の精度を高め従来ガス吸着装置の細孔分布の上限であった30nm を100nm まで上昇させた。
- 3) ターボ分子ポンプの導入による、真空領域の精度を高めた。
- 4) Dubinin らに始まるの数々の吸着ポテンシャル理論のソフト化によるマイクロポアの解析の多様化。
- 5) 配管・バルブなど真空部品の材質を吟味することにより、アンモニアなど腐食性の高いガスの使用を可能とし、表面酸性度など粉体表面特性の評価を可能とした。

最近では動的吸着の解析として、吸着量だけでなく吸着速度も同時に測定を可能としたこと、また世界で初めて

定容型吸着装置として吸着質として水などの液体を用いる装置（BELSORP18）を開発しています。

今後は吸着量測定装置の高精度化を行い、さらに粉体の解析に役立つ装置化などを計画しています。引き続き厚顔ではありますが、諸先生方のご指導、ご鞭撻のほどよろしくお願い申し上げます。

日本ベル株式会社

義元 得治、仲井 和之、小林 勇、
其田 譲治

このたびは、御選考の結果、平成4年度の技術賞を、弊社の省エネルギー型吸着除湿装置に、授与して戴きまして、社員一同の慶びとするところであります。

本技術は、1952年頃から多く使われている、TSA 式圧縮空気除湿装置を省エネ型に改良した技術です。

そのために、信頼性の高い湿度センサーの開発と、吸着帯の破過点を検出するシステムを自社製のプログラマブル・コントローラにまとめる技術を開発しました。

実用化後、顧客から御好評を頂き、現在270基以上が稼働し、試算によれば、1 KWH を12円としますと、年間4億円の電力料金の節減を達成しています。ちなみにこれを、PSA 式除湿装置と比較すると、年間10億円以上の節減となり、顧客のエネルギー節減の一助となっています。これを機会に、更に社会に貢献する覚悟であり、授賞の御礼の言葉とさせていただきます。

日本吸着学会の益々の御発展を祈ってやみません。

丸谷化工機株式会社

木村 平吉、榎本 俊二、松永 正明、
鈴木 謙一郎

会員紹介

富士化学株式会社

創業60年

当社はケイ酸ソーダを主力製品とする無機化学品製造会社として、創業以来60年の歴史を持ちます。全国的な合理的生産体制により、低価格で高品質のケイ酸ソーダの安定した供給に努め、業界のトップを維持しています。ケイ酸ソーダの主な用途は段ボール用接着剤、鋳型の硬化剤、洗剤用ビルダー、土木用凝結剤等時代と共に移り

変わっていますが、その他にも多くの用途に使用されており、陰ながら20世紀の暮らしの一助になってきたともいえます。当吸着学会に関連したものとしては、吸着剤の代表格であるシリカゲルやゼオライトの原料として使用されていますが、当社の製品にこれらのものは含まれておりません。シリカゲルは昭和40年代に当社の初期の研究において研究開発を重ねた後、親戚会社である富士デヴィソン化学株式会社が引き継ぎ、現在国内トップのシェアを有しています。

研究体制

当社の研究部門は約10年前に新たに設置され、現在千葉県船橋市と大阪市にそれぞれ研究所と研究室があり、合計10数名の研究員により構成されています。小さいながらも小回りが利くという利点を活かして、これからの社会に役立つ素材やケイ酸ソーダの新しい利用法の開発を目指しています。研究員は皆若く、自由で明るい雰囲気の中で発想を柔軟にして意欲的に研究しています。研究部門としては未熟ですが、大学や公共の研究機関からのご指導のもとで徐々に成果が現れつつあります。

新研究所

21世紀に向けた各種の研究をより効率的に進めるため、平成5年末には岐阜県中津川市に新研究所が完成する予定です。新研究所は絵のような外観をしており、どこかSF的なところも感じさせ、おもしろい発想を育ててくれそうです。

会社概要

資本金
4,608万円
従業員
150名
本社及び大阪研究室
大阪市都島区東野田町3-2-33
電話 06 (358) 0185
研究所
千葉県船橋市西浦3-4-3
電話 0474 (35) 2154
工場
船橋、春日井、枚方、北九州

会 告

1993年度が始まりました。単純に前年度の次の年度と云ってしまえばそれまでですが、本学会としては昨年、京都で開催された第4回国際吸着会議を大きな峠として越え、新しい段階に踏み出したと云えます。今後は実質的な研究成果や技術開発の成果が本学会を舞台として開花し、国際的な舞台での日本吸着学会会員の一層の活躍が期待されます。

国際吸着学会に団体会員としての入会申込みを致しました。今までも日本吸着学会の活動が国際吸着学会の発足により刺激となってきた経緯を大切に、国際吸着

学会に連携して行きたいと願っています。

昨年11月の総会で承認されました本学会役員は次の通りです。任期は1993年4月から2年です。本学会の創設以来、学会の運営にご苦勞され、前2期の会長を勤められた竹内 雍前会長(明治大学)のご苦勞に感謝し、今後の相変わらぬご指導をお願いしますと共に、前役員一同のご努力に感謝します。新しく岡崎 守男会長(京都大学)のご指導のもとに、新しく役員をお願いした方々には新鮮な感性をもって学会を運営して頂きたいと期待しています。
(事務局)

日本吸着学会の1993.4～1995.3の期間における役員は次の通りです。

会 長	岡崎守男 (京都大)	評議員	川崎順二郎 (東京工大)	評議員	高橋 仁 (興研(株))
副会長	堤 和男 (豊橋技科大)		橘高茂治 (岡山大)		鞍馬一美 (クラレケミカル(株))
	松村芳美 (産医研)		須藤義孝 (東京高専)		向井達夫 (新日本製鉄(株))
	土屋宏夫 (日本酸素(株))		川口正美 (三重大)		山崎真彦 (住友重機工業(株))
監 事	原 行明 (日鉄化工機(株))		金野正幸 (日本ガイシ(株))		堀井雄二 (神戸製鋼所)
	勢渡 厳 (荏原インフィル(株))		角 誠之 (川崎製鉄(株))		仲井和之 (日本ベル(株))
理 事	★鈴木基之 (東大)		松田 泰 (ミドリ安全(株))		金光 修 (キャタラー工業(株))
	★鈴木 喬 (山梨大)		後藤繁雄 (第一燃料工業(株))		高橋和宏 (日本無機繊維工場)
	★金子克美 (千葉大)		田村修治 (ローム・アンド・		泉 順 (三菱重工業(株)長
	★茅原一之 (明治大)		ハース・ジャパン(株))		崎研究所)
	★納富 優 (東洋カルボン(株))		水嶋 清 (北炭化成工業(株))		津島泰彦 (帝人(株)医療岩国
	★山本高敬 (丸谷化工機(株))		山下精一 (東京有機化学工業(株))		製造所)
	浦野紘平 (横浜国大)		上甲 勲 (栗田工業(株))		平賀正治 (サンデン(株))
	吉田弘之 (大阪府立大)		山田比路史 (株)重松製作所)		高坂 務 (二村化学工業(株)
	青木一三 (千代田化工建設(株))		速水清之進 (太平洋金属(株))		岐阜工場)
	鈴木耕三 (大阪ガス(株)研究所)		武内勝彦 (東洋エンジニア		青木慎治 (株)荏原製作所)
	水内 晃 (オルガノ(株))		リング(株))		松本賢一 (東洋紡績(株))
	★常任理事		田中清造 (三光化学工業(株))	編集委員長	金子克美 (千葉大)
評議員	広瀬 勉 (熊本大)		小松 隆 (株)ガステック)	編集員	茅原一之 (明治大)
	古谷英二 (明治大)		隈 利実 (株)西部技研)		田門 肇 (京都大)
	新田友茂 (大阪大)		峯本雅樹 (三菱重工業(株)高		迫田章義 (東京大)
	盛岡良雄 (静岡大)		砂研究所)		尾関寿美男 (千葉大)
	遠藤 敦 (宇都宮大)		山本耕三 (富士化学(株)研究所)		近沢正敏 (都立大)
	安田裕介 (富山大)		糸賀 清 (武田薬品工業(株))		石川達三 (大阪教育大)
	渡辺藤雄 (名古屋大)		今井淳一郎 (テイカ(株)岡山		音羽利郎 (関西熱化学(株))
	安部郁夫 (大阪市立工業研)		研究所)		古藤信義 (オルガノ(株))
	小沢泉太郎 (東北大)		山極清一 (協和化学工業(株))		上甲 勲 (栗田工業(株))
	荒井康彦 (九州大)		根岸 実 (株)アムコ)		川井雅人 (日本酸素(株))
			中西章夫 (三菱化成(株)総合		(ただし順不同)
			研究所)		

会員名簿

1992年12月25日から1993年2月26日までの新入会員および会員の連絡先の変更をお知らせします。

1. 正会員（新入会員）

氏名	勤務先	連絡先住所	電話番号	内線
本多 剛 92-0023E	三菱化成(株)総合研究所 化成品研究所			
青木 一三 92-0024E	千代田化工建設(株) 技術本部			
斎藤 幸孝 92-0025E	(株)小島製作所 研究開発部			
新井 徹夫 93-0001E	日鉄化工機(株) 機器サービス事業本部 機器営業部			

2. 維持会員（変更）

会員の名称	代表者および連絡担当者		連絡先住所	電話番号	内線
ローム・アンド・ハース・ジャパン(株) 87-9010M	代表者 連絡担当者	取締役社長 RUBEN D. SALAZAR 東京有機化学工業(株)内 イオン交換樹脂ビジネスグループ 田村 修治			
日本無機(株) 結城工場 89-9001M	代表者 連絡担当者	取締役工場長 庄司 圭輔 研究開発部 高橋 和宏			
北炭化成工業(株) 87-9009M	代表者 連絡担当者	取締役社長 錦織 榮 技術本部 水嶋 清			
東京有機化学工業(株) 87-9012M	代表者 連絡担当者	代表取締役社長 滝野 俊夫 東京研究所 研究推進部 山下 精一			
キャタラー工業(株) 91-9002M	代表者 連絡担当者	代表取締役社長 岩渕 明郎 研究開発部次長 金光 修			
三菱重工業(株) 技術本部長崎研究所 91-9003M	代表者 連絡担当者	所 長 朝鍋 定生 化学研究室 泉 順			
富士シリシア化学(株) (富士デヴィソン化学(株)) 社名変更					

3. 正会員（変更）

氏名	勤務先	連絡先住所	電話番号	内線
浦野 紘平 87-0007R	横浜国立大学 工学部 物質工学科 環境安全工学教室			
川井 利長 87-0049R	神奈川大学 工学部 応用化学科			
南 誠 90-0018E	日本化学工業(株) 生産管理部			
宮原 昭三 87-0056E	オルガノシステムエンジニアリング(株)			
井澤 淳二 90-0030E	小松電子金属(株) 平塚製造部 第1生産部			
薄井 耕一 87-0154R	水澤化学工業(株) 特許部			
小川 久男 89-0017E	日本油脂(株) 戸塚工場			
加藤 格 87-0032R	東京工業高専 工業化学科			
上島 直幸 87-0153R	三菱重工業(株)高砂研究所 化学研究室			
鈴木 喬 87-0005R	山梨大学 工学部 化学生物工学科			
橘 高茂治 87-0025R	岡山理科大学 理学部 化学科			
長尾 真彦 87-0043R	岡山大学 理学部			
迫田 章義 87-0058R	東京大学 生産技術研究所 第4部			

氏名	勤務先	連絡先住所	電話番号	内線
阪田 祐作 87-0062 R	岡山大学 工学部 精密応用化学科			
山崎 達也 87-0109 R	東北大学 工学部 分子化学工学科			
聖山 光政 87-0133 E	関西熱化学(株) 研究所			
田中 淳哉 88-0020 E	東邦レーヨン(株) 特許課			
手塚 昌郷 89-0028 R	富山大学 教育学部			
野村 順治 89-0018 E	サイデン化学(株)			
吉田 剛 90-0007 E	出光興産(株) 新燃料部 石炭研究所			
前田 滋 91-0027 E	新日本製鉄(株) 技術開発本部 鉄鋼研究所 ステンレス・チタン研究部			
柴田 貞夫 91-0021 R	放射線医学総合研究所 環境衛生研究部			
杉浦 正治 91-0011 E	(株)豊田中央研究所 材料4部 触媒材料研究室			
牛窪 孝 89-0023 E	三菱化成(株) 総合研究所 理化研究所			
野呂 忠民 87-0129 E	(株)ツルミコール			
矢口 和彦 90-0027 E	富士シリシア化学(株)研究・新事業計画			
Chiang W. Chi 89-0024 E	富士シリシア化学(株) 取締役副社長			
山腰 富雄 87-0167 E	富士シリシア化学(株)			

編集委員

委員長 鈴木 喬 (山梨大学 工学部)	鈴木謙一郎 (丸谷化工機(株))
委員 金子 克美 (千葉大学 理学部)	田門 肇 (京都大学 工学部)
橘高 茂治 (岡山理科大学 理学部)	茅原 一之 (明治大学 工学部)
古藤 信義 (オルガノ(株))	初鹿 敏明 (山梨大学 工学部)
迫田 章義 (東京大学生産技術研究所)	原 行明 (日鉄化成工業(株))
塩田 堅 (三菱化成総研)	若泉 章 (日本酸素) (五十音順、敬省略)

Adsorption News Vol.7 No.2通巻No.25 5年4月20日 発行

発行 日本吸着学会 The Japan Society on Adsorption
 事務局 〒214 川崎市多摩区长尾6-21-1
 産業医学総合研究所労働環境研究部 松村 芳美 部長室
 Tel.044-865-6111
 印刷 〒112 東京都文京区小石川2-3-4 川田ビル
 アイオニクス株式会社

General Secretary

Dr. Y. Matsumura
 National Institute of Industrial Health
 6-21-1, Nagao, Tama-ku, Kawasaki-214
 Tel.044-865-6111

Editorial Chairman

Prof. T. Suzuki (Yamanashi University)