Adsorption News

Vol. 5, No. 2 (April 1991) 通巻 No.16

目 次

±45,7161-			
巻頭		Latter VIV	
	本吸着等温線の測定・・・・・・・・・直野	博光	
	回日本吸着学会研究発表会を終えて阿部	正彦	
吸着:	学会奨励賞を受賞して金子	克美	
		一之	
	吉田	弘之	
研究	ハイライト		
丰	トサンの吸着・イオン交換分離への応用		
	吉田	弘之	
技術	ハイライト		
セ・	ラミック繊維ペーパーコルゲート製品について	7	
		利実	1
会員編			
第一	一燃料工業株式会社		18
Tea	Break		
煙」	草のけむり原	行明	19
会	告		
第	3 回吸着討論会		21
	2 回吸着シンホジウム		
	本吸着学会第 5 回研究発表会のお知らせ		
	環境浄化と活性炭」講習会		
	ルンロ11.1つ ー バーTTD/7 出4日 72		4.

日本吸着学会

The Japan Society on Adsorption

巻 頭 語

気体吸着等温線の測定

直野 博光

今日、ファイン材料としての微粒子の研究が盛んであ る。気体吸着等温線を解析して、微粒子の表面特性や細 孔構造を評価することができる。微粒子のキャラクター を評価する第一歩は、再現性の良い吸着等温線を詳細に 測定することである。例えば、微粒子の細孔構造を調べ ようとすると、窒素ガスの吸・脱着等温線を全相対圧領 域で測定しなければならず、50-80の測定点が必要とな る。合成した微粒子のキャラクターを次々と評価しよう とする研究者や技術者にとって、手動式吸着装置では測 定が追いつかない。しかし最近では、コンピュータを用 いた窒素ガスの自動吸着装置が開発され、吸着等温線の 自動測定が可能となり、等温線の解析プログラムも順次 整備されてきている。このため、窒素ガスによる微粒子 表面や細孔構造の評価が、これまでに比べて容易にでき るようになり、吸着測定に対するこれまでのイメージが 一新される時代となってきた。

ここでは、我々がこれまで進めてきた吸着等温線の測定の経過を紹介する。私が気体吸着に取り組み始めて18年が経過しようとしている。まず、手動式の気体吸着装置を試作することとした。限られた研究費であるため、自作できるものは自作しようと心掛け、アングル、ガラス管、それにハンドバーナーなどを購入して、真空ラインを組み立てた。1年後、表面積が測定できる容量式の吸着装置ができあがった。その後、改良を加えながら、手動式の吸着装置を何台か試作した。また、カーンの電気天秤を利用した重量式の吸着装置も試作した。毎年、新学期が始まると、吸着装置に慣れない学生がガラスを破損する。破損した箇所を修理するため、ハンドバーナーにはずいぶんとお世話になった。

高精度の圧力計とコントロールバルブが開発され、パーソナルコンピュータも手に入るようになり、これらの部品を利用して、自動吸着装置の試作に着手した。試作にあたっては、測定操作が簡単であること、高精度の吸・脱着等温線が得られること、解析結果が見やすいことを心掛けた。最初は、窒素ガスの吸着装置の試作から始めた。コンピュータに精通した学生の助けを借りて、吸着等温線測定のプログラムができた。次の問題は、液



体窒素のレベルを長時間にわたって、一定に保つことである。試行錯誤の後、簡単な原理で作動し、かつレベル変動の少ない(± 1 mm)レベル・コントローラを開発することができた。この吸着装置を用いて窒素ガスの等温線の測定を開始したが、相対圧0.9以上で等温線のばらつきが目立つ。そこで、飽和蒸気圧測定用の参照セルを加えることにより、相対圧0.99までの等温線を再現性良く求めることができた。これに引き続いて、水蒸気吸着等温線の自動測定に取り掛かった。ここでも、2、3の問題に突き当たった。その一つに、吸着装置内壁への水蒸気の吸着がある。この吸着量を正確に求めないと、信頼できる吸着等温線が測定できない。壁への吸着量を求める簡単な方法を見い出した結果、水蒸気吸着等温線の自動測定も可能となった。

問題点を解決するのに随分と時間をかけて、窒素ガス・水蒸気吸着等温線の測定の基礎をつくり、ようやく詳細な等温線が簡単な操作で測定できるようになった。吸着測定を開始した頃を思うと、隔世の感がある。この18年間、研究室の卒研生・大学院生をはじめとして、周囲の方々には大変お世話になった。協力に感謝したい。吸着等温線は、微粒子の評価に今後益々重要となるであろう。自動吸着装置を今後の研究に生かして行きたいと考えている。今後は吸着学会の方々のご協力をぜひお願いする次第である。

現在の所属と職種:関西学院大学理学部教授

最終学歷:1963年広島大学大学院理学研究科博士課程中

退

職 歷:1963年広島大学理学部助手

1966年岡山大学理学部講師 1973年関西学院大学理学部助教授

1979年より現職

第 4 回日本吸着学会 研究発表会を終えて

平成2年11月27日 (火)、28日 (水) の2日間にわたり、標記研究発表会が東京理科大学セミナーハウス (千葉県野田市)で開催された。慣例にしたがいますと、会の世話した者が開催準備から発表会までの経緯を説明することになっておりますので、私小説的になると思いますが述べさせて頂きます。

京都が開催された第3回研究発表会から戻られた荻野 教授(第4回研究発表会実行委員長)から、次回の研究 発表会は野田キャンパスで開催する事が決定された旨を 告げられた時、今だから申し上げますが、正直なところ 学会開催の経験の無い小生に取りまして、「やっかいな 事になったな一」と、目に鱗が化学吸着した思いが致し ました (表情には出ていなかったものと期待いたします が)。気を取り直し、さて準備をと思いつつも勝手が分 からず途方に暮れていた折り、田門先生(京大・工)か ら前回の発表会マニュアル (新一太郎Ver. 3.0 と詳細 な記録書類)送られてきた時には、目に張り付いていた 鱗が意図も簡単に脱着した思いが致しました。こうなれ ばしめたもので、後はお手本に沿ってのルーチンワーク であり、1回目、2回目の会告用原稿は簡単に済んでし まった。良い事は重なるもので、竹内会長より、学会か らの補助金の援助と会の企画は実行委員会の自主性に一 任するとの連絡を頂き、いっそう気が楽になり、早々と、 ホテルの部屋の確保とセミナーハウスの手続きも済ます ことが出来た。

金子先生 (千葉大・理) に実行委員を依頼して、実行 委員長との3人シンポジウムの表題や依頼講演の人選に 入った。シンポジウムのテーマは、時節柄、環境問題を 取り上げる事とし、環境科学と吸着、労働環境と吸着、 酸性雨と大気環境、環境と吸着剤、フロン回収が選ばれ た。また、新しい試みとして、著名な外国人研究者を招 聘したいとの案が提出された。早速、金子先生が各先生 方 {鈴木基之 (東大·生研)、松村芳美 (産医研)、村野 健太郎(環境研)、鈴木 喬 (山梨大・工)、 峯元雅樹 (三 菱高砂研) トに連絡を取られ、出講の内諾も得て下さっ た。また、ペンシルバニア州立大学のスティール教授(前 JPC副編集長、現ラングミュアー編集長) にも連絡を 取って下さり、直ちに特別講演の内諾も得て下さり、小 生は何もしないで済んでしまった。さらに、金子先生が スティール先生の経済的サポートの件もご配慮頂いた。 総合講演については、なかなか決まらず、竹内会長の推 薦もあるのでと実行委員長の荻野教授に申し上げました ところ、しぶしぶながらお引受け頂いた。

講演申込締切日が過ぎた真夏のある昼下がり、実務経験の豊富な迫田先生(東大・生研)、金子先生と小生の 3人でプログラム編成および座長の選定を行いましたが、 提案に対して然したる反対もなく、雑談の十分の1程度 の時間で終わってしまった。

参加申込締切日が近づいても、あまりその数は増加せず、また、実行委員会を経由した宿泊希望者も増えそうになかったので、訂正の手続きを取った。結果的には、30名弱の方々がセミナーハウスに宿泊された。

時は過ぎ、財政面で苦慮していた発表会当日の一ヶ月 前になったある日、常日頃、熱測定の件で大変お世話に なっている東京理工㈱の荻原社長から、パンフレット コーナーの出店依頼のうれしい連絡を頂いた。

発表会当日が近づいたある日、印刷所に依頼しておいた予稿集に不備がある事に気づき、改定版を出す事にしましたが、なかなか思うようにはいかなかった。そのことが発表会当日の朝の混乱を招く導火線となった。

発表会前日、スティール先生もセミナーハウスに宿泊 するため夕方近くには到着された。遠方より当学会の研 究発表会のためにだけこられ、また日本は初めてとの事 もあったので、柏にある高級料亭(?)に誘い、しばし 手話を交えて時を過ごした。

研究発表会第一日目、晴。実行委員会の内部かなり混沌。予稿集の改訂版未着。準備万端のはずだった案内にも不備があり、参加者困惑。その混乱の中で、会は予定通り始まり、シンポジウムが始まった直後には、参加者も150名弱となり、ほっと致しました。昼に、理事会・評議会が開催され、午後からは、一般講演が始まりました。初日の発表も終わった6時頃から、竹内会長が総会の開催を宣言された後、松村事務局長から種々の報告や提案がされ、続いて鈴木基之先生から、今回から新たに設けられた「東洋カルゴン賞」の説明並びに審査報告がなされた。竹内会長から以下に挙げる3名の先生方に、賞状および副賞が手渡された。栄えある賞を授賞された先生方は、金子克美(千葉大・理)、吉田弘之(阪府大・工)、茅原一之(明大・理工)であります。

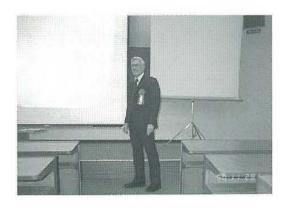
6時40分頃から、宿泊棟の食堂において、懇親会が開催された。実行委員長、会長、スティール先生、授賞された先生方の挨拶の後、会長と実行委員長とスティール 先生と3人による鏡開き、近藤精一先生の音頭による乾杯の後、宴会に入った。

研究発表会第二日目。土砂降り。しかし、会場は熱心 に討論が行われ、言葉で不自由されていると思われるス ティール先生さえも二日間ずーと発表を聞いて(?)おられた。今回のコーヒーブレークの時、用意したドーナツが好評だったのは嬉しかった。2日目は少し多めに仕入れてみましたが、天候のせいもあってか、手伝いの学生の楽しみにしていたつまみ食いができなくなってしまったのは残念。

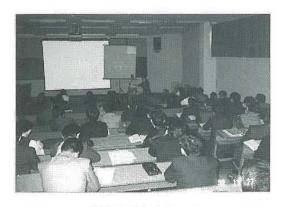
発表会も終了した11月29日朝、宿泊棟玄関で、最後の 参加者、中山先生(愛媛大・工)と学生さん達を送り出 してから、吸った一服は実にうまかった。

発表会までどうにかこぎ着けたのは、田門先生 (詳細なマニュアル)、竹内先生 (バックアップ)、松村先生と山本さん (事務的サポート) のお蔭である。ここに感謝の意を表したい。さらにもう一人、実行委員である金子先生にも感謝の意を表したい。常々、困ったときには金子さんと頼りにしている次第である。最後になりましたが、終始、小生のやりたい様にさせて下さった実行委員長の荻野先生に、心からお礼申し上げます。

現在、会計報告も済み、締切に追われているとはいえ、満ち足りた気分でこの私小説を書いております。今、思いは、執筆途中で耳にした湾岸戦争の早期解決と次回の第5回の研究発表会(静岡大)の世話人の任務も無事終了される様にと祈るばかるです。



スティール教授 (特別講演)



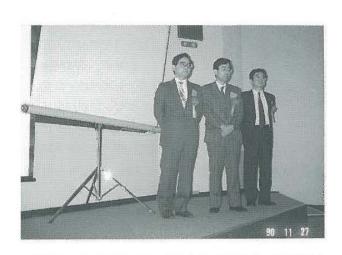
研究発表会会場にて



ポスター会場にて



懇親会会場にて



受賞された方々(左から、金子先生、吉田先生、茅原先生)

東京理科大学理工学部 阿部 正彦

吸着学会奨励賞を受賞して

学問としての吸着科学は大変長い歴史を持ち、基礎科 学のみならず技術に深く根をおろしている。特に1940年 から1960年にかけての吸着科学の成長は、全世界の物理 化学領域を席巻したかのごときであった。しかし、著し い発展のあと分光学と清浄表面科学の進歩によって、物 理化学における吸着科学は衰退していった。果たして、 吸着科学は既に確立したのだろか。大学における研究の 激減にもかかわらず、基礎的観点からの吸着科学の一層 の進展は必要である。特に社会の変化・技術の発展は学 問を孤立させてはおかない。日本吸着学会は吸着工学・ 技術と基礎とが協同的に発展すべきものとして設立され たが、吸着学会奨励賞制度は吸着科学・工学の再創成・ 展開を加速すべく導入されたと思われる。吸着の野に 立って、新しく踏み込むべき山を模索している学究の一 人として、吸着科学の転機の動きを幸いとして、大いに 研鑽を重ねたいと考えている。奨励賞は皆様から受けて いるご援助の貴重なもののひとつであり、皆様の励まし に感謝の念を記したい。更に、今後とも私と私のグルー プの吸着岳の開拓と登山に、アドバイスならびにお励ま しとをお願い致します。現在研究進展中のものとしては、 極微細孔性固体の創製と細孔構造制御、極微細孔構造の 絶対決定、表面・分子の相互摂動分離決定、分子吸着時 の細孔性固体の動的挙動、極微細孔場における分子特異 性などです。

これからは、より一層時間との戦いです。私達だけでなく、多くの基礎分野の若き学徒が、電子・分子・固体の接点である吸着岳への登山に参加される事を期待しています。

奨励賞ありがとうございました。

千葉大学理学部 金子 克美

授賞対象研究:

吸着操作のガス分離および排水処理への応用

この度は、図らずも身に余りある賞を頂戴し、誠にありがたく存じますと同時に身の引き締まる思いを感じております。

栄えある吸着奨励賞をその第一回目をお授けくださいまして誠に有難うございました。本賞の為の基金をご準備くださいました東洋カルゴン株式会社殿に感謝いたします。

1970年に、私は東京大学化学工学科を卒業し、六本木にあります東京大学生産技術研究所の河添先生の研究室に大学院生として、お世話になりました。当時既に、竹内先生は明治大学に移られ、本郷より鈴木基之先生が、生研に来られたばかりの時でした。神奈川大学の川井先生が時々いらしておりました。

河添先生の研究室に置いていただきましてから、丁度 20年になりました。吸着工学の世界にお導きくださいま して河添先生には本当に有難く存じております。鈴木先 生にご指導いただくことになりましたのは、私にとりま して決定的であったように思います。鈴木先生には、吸 着工学に限らず様々な研究の世界と研究の方法をお教え いただきました。今日に至るまで重ねがさねお世話いた だき誠に感謝いたしております。University of California、Davisに留学させていただいて10年になりまし たが、J. M. Smith先生からも、多くのことをお教え いただきました。縁在って竹内先生にお世話いただき8 年前に明治大学に、移籍いたしました。以来現在に至る まで、竹内先生には、研究と教育と諸般の事柄につきま してお教えいただきました。誠に有難く存じております。 川井先生には、PSAに関しまして多くをお教えいただ きました。御礼申し上げねばなりません。

私は1978年に分子ふるいカーボンを対象として「超ミクロ孔内の拡散に関する研究」と題する学位論文を提出し、学位を取得しました。その後、吸着分離操作に関する研究を継続し、圧力スイング吸着操作についてのシミュレーション法の検討、排水中の液存有機物を吸着した活性炭の熱再生の検討、海水ウラン回収の吸着システムの研究などを行い、近年は、排水中の有機物およびコロイド除去を目的とした活性炭による吸着、凝集の研究、種々の圧力スイング吸着操作のシミュレーション法の検討、吸着速度制御のためのCVD法の検討、また基礎的な吸着剤粒内の拡散の研究などを、進めております。

最近の吸着に関する研究状況は世界的に大きく発展また進展しているように思われます。諸先輩の努力により、Fundamentals on adsorptionをはじめいくつかの国際会議が頻繁に開催され、International adsorption societyが設立されました。国内でも本会の設立また本吸着ニュースの発行は我々吸着研究を志すものにとって心強いものがあります。私もおかげさまで海水ウラン回収といった資源エネルギー問題に関与するような大きな吸着のテーマに参加させていただいたり、また研究を進めておりますPSAも実プロセスの方で種々の展開が見られ、最近は地球環境問題に関連する CO_2 のPSAといったテーマも生まれているようで、対応して行かなくては

と思っております。一方で基礎的なデータの整備を進めるような努力も世界的に進展しておるようです。平衡データ、速度データ等の蓄積、整備、供給などにも、参加したいと思っております。計算機シミュレーションも吸着研究の様々な面で更に進展しております。このような状況で、吸着研究者にとってまた私にとってやらねばならないことが、数多いように思われます。微力ではありますが今後とも吸着工学の研究に励みたいと考えておりますので、これからも諸先輩ならびに皆様方のご指導ご鞭撻のほどよろしくお願い申し上げます。

明治大学理工学部工業化学科助教授 茅原 一之

思いもかけず、新設の日本吸着学会奨励賞(東洋カルゴン賞)を戴き、本当に嬉しくまた有り難く思っています。これも長年にわたりご指導いただきました日本吸着学会の諸先生や会員の皆様のおかげだと深く感謝しています。

受賞の対象になりました論文は「イオン交換の排水処理・排ガス処理への応用」に関するもので、いずれもH型強酸性陽イオン交換樹脂を用いて、排水および排ガス中のアミン類を吸着・除去・回収するための基礎的な研究です。ここで、その内容を簡単に述べさせて頂きます。本研究では、(1)~(3)式のリサイクリック操作により、アミンを高濃度で回収することを試みた。即ち、H型樹脂(R・H)とアミン(R'-NH2)を接触させると(1)式の酸・塩基の中和反応によりアミンは樹脂に高選択的に吸着する。吸着したアミンは(2)式の中和反応によりほぼ不可逆的に容離できる。Na型になった樹脂は(3)式の反応でH型に変換し、(1)式の吸着過程に戻す。

$$R \cdot H + R' - NH_2 \rightarrow R \cdot NH_3 - R'$$
 (1)

 $R \cdot NH_3 - R' + NaOH \rightarrow R \cdot Na + R' - NH_2 + H_2O$ (2)

R・Na+HX
$$\rightleftarrows$$
 R・H+NaX (3)
樹脂としては、DIAION SKIB (ゲル型) およびHRK
25 (MR型) を用いた。(1)式の反応に対する単一成分系
の平衡関係は、水溶液系の場合、炭素数 C_0 (アンモニ
ア) \sim C4のアミンではLangmuir式で相関出来、飽和
吸着量は樹脂の変換容量と一致した。C6以上のアミン
では、平衡関係はFreundlich型となり、吸着量は、ア
ミンの炭素数の増加とともに大きくなり、C12では交換
容量の2 \sim 3倍にもなった。以上の平衡関係はゲル型、
MR型樹脂によらずほぼ同じ傾向を示した。しかし、粒
内有効拡散係数はゲル型樹脂のほかMR型樹脂に比べ、
約5倍程度大きいことが分かった。ゲル型樹脂における

粒内有効拡散係数は、アミンの外部溶液濃度とアミン分 子の最大長さの関数として表され、直鎖および側鎖を持 つアミンのいずれにも適用できる粒内有効拡散係数の推 算式を求めた。一方、気相系の場合、10⁻² Paで十分乾 燥した樹脂を用いて実験したが、(1)式に対する平衡関係 はゲル型樹脂ではHenry式で、MR型樹脂ではLangmuir 式で相関出来、飽和吸着量はほぼ完全に乾燥した樹脂で あるにもかかわらず、樹脂の交換容量と一致した。選択 性は、MR型樹脂のほうがゲル型樹脂に比べ極端に高 かった。粒子内拡散はMR型樹脂ではマクロポアー拡散 律速となり、収縮核モデルが適用出来た。MR型樹脂の ポアー拡散係数はゲル型樹脂の約3000倍大きな値を示し た。以上の結果から、アミンの吸着分離には、液相では ゲル型樹脂が、気相ではMR型樹脂が有効であることが 分かった。なお、液相と気相における平衡関係および吸 着拡散機構の類似点および相違点については、論文内で 詳細に議論している。また、(2)式については、平衡関係 および溶離曲線の測定から、ほぼ不可逆的な反応である ことを確認している。さらに、本法が実排水処理に適用 できるかどうかを確認するため、自動車のボディーや事 務用品等の複雑な形状をした金属面の塗装に広く用いら れている電着塗装の廃水 (アミン、各種低分子塗料、溶 剤を含む水溶液) からのアミおよび塗料の分離回収実験 も行っている。電着塗装実廃水を用いた一連の実験から、 アミンおよび塗料が高濃度で回収出来ること、溶剤およ び塗料が樹脂に全く悪影響を及ぼさないこと等を明らか にしている。以上の基礎研究が、アミンを含む排水およ び排ガス処理に少しでもお役に立てば本望です。

私が学会(化学工学協会、現化学工学会)の吸着・イオン交換のセッションで発表を始めた頃(約20年前)、セッションの聴衆は10人にも満たない時があったように記憶しています。それが今では、先生がたの非常なご努力により、立派な日本吸着学会を作って頂き、本当に嬉しく思っています。その間、私は何のお手伝いもせず、後ろからついて来ただけですが、今後は、微力ですが出来る限りご協力させていただきたいと思っています。また、今まで、研究者として末端ででもなんとかやってこれましたのも、先生かたの温かいご指導のおかげと深く感謝しています。今後の研究につきましても、色々と夢を膨らましていますが、これからも皆様のご指導がなければ、とても研究者としてやっていけないと思っています。今後ともどうぞ宜しくお願い申し上げます。

大阪府立大学 吉田 弘之

研究ハイライト

キトサンの吸着・イオン 交換分離への応用 大阪府立大学 吉田 弘之

1. はじめに

キチンは、カニやエビの甲殻、貝、イカ等の軟体動物の器官、昆虫類の表皮、あるいは糸状菌等に10~30数%含まれるバイオポリマーである。地球上でのキチンの年間生成量は、10°トン¹)とも、セルロースに匹敵する10¹¹トン²)とも推定されている。資源の少ない我が国はもとより、国際的にも、その大量に利用可能なバイオポリマー新材料としての重要性が認識されはじめ、色々な分野で数多くの用途が開発されつつあるが、ほとんどが研究段階のようである。

図1にキチン、キチンを脱アセチル化処理して得られるキトサンおよびセルロース分子の単位構造を示した。地球上に大量に存在する2つのバイオポリマーの分子構造が非常に良く似ていることは興味深い。キトサン分子はその単位構造中に酸性領域で解離する $-NH_2$ 基と塩基性領域で解離する-OH基をそれぞれ1個ずつ持っている。これらの解離基の性質をうまく利用すると、キト

サンの吸着・イオン交換分離への応用が期待出来る。特にキトサンは、無害で生体適合性が抜群の素材であるため、これらの特性を合わせ持つ吸着・イオン交換分離剤を開発することも可能と考えられる。

このような観点から、筆者は数年前から、キトサンビーズ (球形粒子) およびキトサン繊維が、蛋白質、アミノ酸、金属イオン、染料等の高度分離剤として利用出来るかどうか実験的に調べるとともに、それらの改良も試みてきた。まだ始めたばかりで研究ハイライトの内容にふさわしいかどうか疑問ですが、今までに得た知見の一部を紹介させていただき、会員の皆様からご批判とコメントを戴ければ幸いです。

2. キトサンビーズ

2-1. 蛋白質の吸着

近年、蛋白質のクロマト分離用樹脂が多数開発され 市販されている。しかし、これらを工業的規模の分離 装置に使用する場合、いずれも①高価である、②柔ら かいためカラム内で圧密が生じ液が流れにくい、③硬 い樹脂も市販されているが価格はさらに高い、等の難 点があり、より安価で硬い樹脂の開発が強く望まれて いる。

一方、キトサンを架橋したキトサン樹脂(球形粒子)

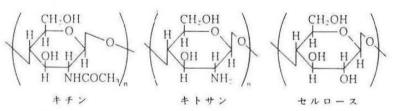


図1 キチン、キトサンおよびセルロース分子の単位構造

表1 キトサン樹脂の諸物性値

	キトパール 3510	キトパール 2510	PEIキトサン 樹脂
アミノ基濃度 (mol/dm wet resin)	0.512	0.815	2.59
第4級アンモニューム基濃度 (mol/d _m ³ wet resin)		0.487	
空間率	0.862	0.896	0.700

は、①市販の液クロ用樹脂に比べ、かなり安価である、 ②無害で生体適合性がよく、血液と直接接触させても 問題が無い、③超多孔構造を持っているにもかかわら ず粒子が硬くカラム内で圧密が生じない、等の好まし い特徴を有している。そこで、このキトサン樹脂が、 蛋白質の分離に適用できるかどうかを調べるため、ま ず牛血清アルブミンの吸着実験を行ってみた。

キトサン樹脂としては、キトサンを架橋しただけの 架橋キトサン樹脂(キトパール3510)およびそれに第 4級アンモニューム基を導入した強塩基性架橋キトサン樹脂(キトパール2510)を使用した。樹脂の諸物性 値を表1^{3.4)}に示した。架橋キトサン樹脂の場合、キトサンのアミノ基のみが存在している。一方、強塩基 性キトサン樹脂の場合、キトサンのアミノ基と導入し た第4級アンモニューム基の両者を持っている。この 官能基の違いによって、以下に示すように蛋白質の吸 着挙動に大きな差が現れてきた。

図2および図3に、架橋キトサン樹脂に対する牛血 清アルブミン(BSA)の吸着平衡関係³⁾を示した。各 曲線はLangmuir式((1)式)に基づく吸着等温線である。

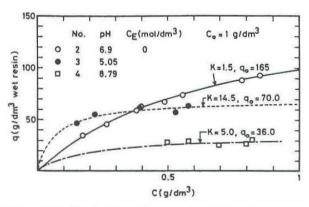


図 2 架橋キトサン樹脂におけるBSAの吸着平衡関係 に及ぼすpHの影響 (____、-----、---- ; (1)式)

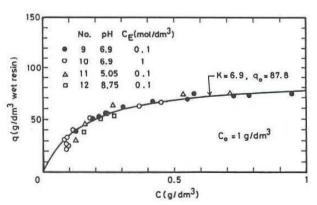


図3 架橋キトサン樹脂におけるBSAの吸着平衡関係 に及ぼす食塩濃度の影響 (---:(1)式)

$$q = \frac{q_0 KC}{1 + KC}$$
(1)

図2は、食塩が共存しない場合の平衡関係に及ぼす pHの影響を調べたものである。pH=5.05、6.9、8.79 は、いずれもBSAの等電点 (pI=4.9) よりアルカリ 側である。平衡関係はpHに強く依存し、吸着量は中 性付近で最も大きくなり、アルカリ側で最小となって いる。図3は、食塩が共存する場合のBSAの吸着平 衡関係を示したものであるが、平衡関係はpHおよび 食塩濃度の影響を受けないという、図2の食塩が共存 しない場合と全く異なる挙動を示している。これは、 等電点よりアルカリ側ではBSAは負に帯電している が、食塩が共存すると負に帯電したBSA分子のまわ りにNa+が引きつけられ、BSAの電荷は中和されて 中性分子となる。従って、食塩共存下では、静電気的 相互作用による結合がなくなり、疎水結合のみによっ てBSAは吸着されることになり、図3のような特異 な挙動を示したものと思われる。従来の市販の蛋白質 分離用の樹脂では、食塩は溶離剤として用いられてい る。濃厚食塩中から蛋白質を分離するには、前処理と

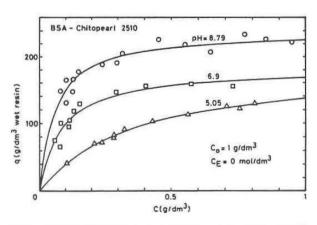


図 4 強塩基性架橋キトサン樹脂におけるBSAの吸着 平衡関係に及ぼすpHの影響 (---;(1)式)

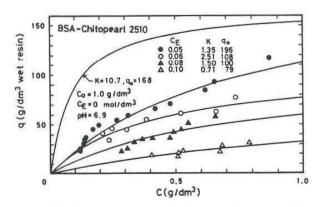


図 5 強塩基性架橋キトサン樹脂におけるBSAの吸着 平衡関係に及ぼす食塩濃度の影響 (---;(1)式)

して脱塩プロセスが必要である。架橋キトサン樹脂を用いると、脱塩および液のpH調整が不要で、直接樹脂と接触させるだけで蛋白質を分離することが出来、また、樹脂に吸着した蛋白質はpH=9程度の緩衝液を流すことにより溶離出来る(図2)。

次に、強塩基性架橋キトサン樹脂におけるBSAの吸着平衡関係^{5,6)}を図4および図5に示した。実線はLangmuir式((1)式)から求めた理論線である。図

4は、平衡関係に及ぼすpHの影響を示したものである。pHの影響は、架橋キトサン樹脂(図2)より顕著で、吸着量はpHの増加に伴って大きくなっている。図5は、食塩が共存する場合の結果であるが、これも架橋キトサン樹脂(図3)とは全く異なり、食塩濃度の増加に伴って吸着量が減少している。食塩濃度が0.2mol/dmでなるとBSAは全く吸着しなかった。即ち、強塩基性架橋キトサン樹脂の場合、市販

表1 PEIキトサン樹脂の金属イオン吸着能

イ オ ン 種	平 衡 pH 値	液相平衡濃度 (ppm
B (III)	7.55	96.31
Mg (II)	7.35	101.28
Al (III)	7.05	98.33
Si (IV)	9.26	52, 19
Ca (II)	7.27	100.17
Ti (II)	6.95	97.80
Cr (VI)	8.85	30.09
Mn (II)	7.32	85,06
Co (II)	7.15	33, 27
Ni (II)	7.14	1.36
Cu (II)	7.27	0.91
Zn (II)	7.19	0.47
Ga (III)	6.88	102,00
Ge (II)	7.84	67.39
As (III)	8,81	109.87
Sr (II)	6.92	99.99
Y (III)	7.02	90.53
Mo (VI)	8, 85	29,02
Cd (II)	7.21	0,21
In (III)	7.01	33,87
Sn (II)	6.80	97.51
Ba (II)	7.05	99.23
Hg (II)	7.05	0.00
Pb (II)	6.91	96.77
La (III)	7.02	96.06
Ce (III)	6.89	99.84
UO ₂ (II)	8.65	0.10

の樹脂と同様、無機塩類が共存しない溶液から蛋白質の吸着に適しており、また樹脂に吸着した蛋白質は0.2 mol/dm程度の食塩を用いて溶離出来る。

以上の結果から、強塩基性架橋キトサン樹脂へのBSA の吸着は、静電気的相互作用によるものと思われる。

2-2. PEIキトサン樹脂による金属イオンの分離

キチンは、いくつかの金属イオンを選択的に吸着することが既に知られている。しかし、架橋キトサンビーズによる金属イオンの吸着に関しては、未だ検討が行われていない。

先に述べた架橋キトサン樹脂のアミノ基濃度は、 $0.5 \text{mol}/\text{dm}^2$ wet resin程度 (表 1) であまり大きな値でない。これを金属イオンの吸着剤として用いた場合、市販のキレート樹脂の $1/2 \sim 1/3$ 程度の吸着容量しか得られない。そこで、筆者等 71 は、キトサン樹脂のアミノ基濃度を高めるため、種々の分子量のポリエチレンイミンを導入したPEIキトサン樹脂を合成した。得られたPEIキトサン樹脂のアミノ基濃度は、分子量 1 万のポリエチレンイミンを導入したものが最も高く、表 1 に示したように従来の樹脂に見られない大きな空隙率を持っているにもかかわらず、市販のキレート樹脂の $2 \sim 3$ 倍の交換容量を示した。

表271に、分子量1万のポリエチレンイミンを導入 したPEIキトサン樹脂の各種金属イオンに対する吸着 能を示した。実験は、PEIキトサン樹脂1mlをpH=7 に調整した100ppmの各金属イオンを含む水溶液80ml と接触させ、平衡に達した後、水溶液中のpHおよび金 属イオン濃度を測定した。最終濃度が0の時、溶液中 の全てのイオンが吸着されPEIキトサン樹脂がそのイ オンに対して高い選択性を示すことを、逆に100ppmの 時、金属イオンは樹脂に全く吸着されないことを意 味している。表から、①PEIキトサン樹脂はHg (II)、 UO, (II)、Cd(II)、Zn(II)、Cu(II) およびNi(II) を高選択的に吸着する、②Ca (II) やMg (II) を全く 吸着しない、③その他のイオンについては選択性に差 が見られる、ことが分かる。PEIキトサン樹脂に良く 吸着するHg (II)、UO2 (II)、Cd (II)、Zn (II) お よびNi (II) について、吸着量のpH依存性も調べたが、 各イオンによってかなりの差が見られた。

図6は、Hg (II) の吸着速度を攪拌槽を用いて調べた結果を示したものである⁸⁾。樹脂としては、PEIキトサン樹脂 (粒径0.32mm) および水銀吸着用として性能が非常に良いと言われている市販のキレート樹脂ユニセレックスUR-120H (粒径0.38mm) それぞれ

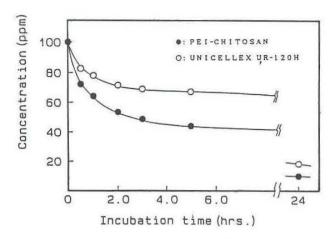


図 6 PEIキトサン樹脂および水銀吸着用キレート樹脂 (ユニセレックスUR―120H) におけるHg (II) の吸着速度の比較

1 ml使用し、100ppmの塩化第 2 水銀溶液400ml (pH = 6.0) と25°Cで接触させた。図から、PEIキトサン樹脂は、UR-120Hに比べ吸着速度がかなり速いことが分かる。これは、PEIキトサン樹脂が、空隙率0.7というかなり大きな多孔構造を持っているため、水銀の粒子内拡散速度がUR-120Hに比べ速くなったためと考えられる。また、吸着容量もPEIキトサン樹脂の方がUR-120Hに比べ大きい。

以上の結果から、PEIキトサン樹脂は種々の金属イオンの分離精製に利用出来るのではないかと思われる。

3. キトサン繊維および架橋キトサン繊維

3-1. 染料の吸着

染色排水処理に吸着法、特に、繊維状活性炭が有効であると言われている。しかし、繊維状活性炭は高価で、加熱再生コストも高く、また吸着した染料を回収して再利用することが出来ない等の理由から、未だ実用化されていないようである。

一方、キトサンはアミノ基を有しているため、このアミノ基と染料との静電気的相互作用を利用すれば、染料の吸脱着が容易に起こるのではないかと考え、キトサン繊維に対する酸性染料、直接染料および塩基性染料との吸着平衡関係を調べてみた9.10,11)。

キトサン繊維(未架橋、ChFと略)としては、キトサンで作られた外科手術用縫合糸を使用した。キトサンは中性~アルカリ性では非常に安定であるが、酸性下、特に有機酸中では溶解する。従って、キトサンを単に繊維状にしたChFは有機酸共存下では吸着剤として使用することが出来ない。そこで、全pH領域で使用可能な架橋キトサン繊維2種(ChF—AおよびChF—B)をChFを架橋することにより作製した。

表3 キトサン繊維および架橋キトサン繊維の物性値

	ChF	ChF—A	ChF—B
繊維径 (μm)	20	20	20
繊維長 (カット) (mm)	3-5	3-5	3-5
アンモニューム基濃度 (mol/kg dry fiber)	4.90	4.51	3, 30
含水率 (kg water/kg dry fiber)	2.32	1.49	1.14
真密度(kg/m³)	1630	1400	1690
みかけ密度(kg/m³)	340	452	574

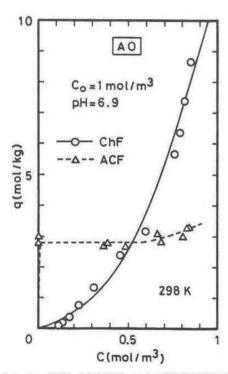


図7 キトサン繊維(未架橋) および繊維状活性炭にお ける酸性染料Acid Orange IIの吸着平衡関係の 比較 (---;(2)式)

ChF一Bの方がChF一Aに比べ架橋の程度が大きい。 表 3 に、キトサン繊維および架橋キトサン繊維の物性値 を示した。キトサン繊維のアミノ基濃度は市販の弱塩 基性樹脂に比べ 3 ~ 4 倍程度大きい。アミノ基濃度お よび含水率は架橋度の増加とともに小さくなっている。

図 7 に酸性染料Acid Orange IIのChFに対する吸着平衡関係を示した。Acid Orange IIは分子量350.3、-SO₃ -Na+基を1個持つ1価の陰イオンである。染料溶液のpHはリン酸緩衝塩を用いて6.9に調整した。

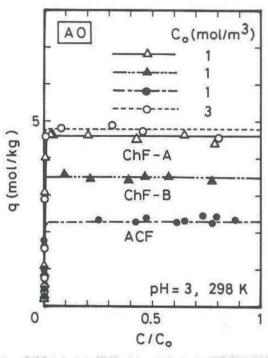


図 8 架橋キトサン繊維 (A、B) および繊維状活性炭 における酢酸共存下でのAcid Orange IIの平衡 関係の比較 (----; (1)式)

図中の実線はB.E.T.有限層吸着式((2)式)に基づく 吸着等温線で実測値を良く相関している。

$$q = \frac{q_m Kx \{1 - (n+1) x^n + nx^{n+1}\}}{(1-x) \{1 + (k-1) x - Kx^{n+1}\}}$$
(2)

比較のため繊維状活性 (ACF) の結果も併記したが、吸着量は、キトサン繊維の方が繊維状活性炭に比べかなり大きくなっている。直接染料Brilliant Yellow(分子量624.6、-SO₃-Na+基 2 個持つ 2 価の陰イオン)についても同様の傾向が見られた。一方、塩基性染料

Crystal Violet(分子量408、1 価の陽イオン)はキトサン繊維には全く吸着しなかった。このように陰イオンの染料はキトサンに良く吸着されるのに対し、陽イオンの染料は全く吸着されないのは、キトサンのアミノ基がpH=6.9においても一部解離して $-NH_3$ +になっているため、陰イオンの染料は静電気的引力により吸着されるが、陽イオンの染料は、逆に、静電気的反発力が発生し、吸着が阻害されるためと考えられる。

図8に、酢酸(酸性染色助剤)共存下(pH=3)におけるAcid Orange IIの吸着平衡関係を示した。酢酸共存下では、未架橋のChFは溶解したが、架橋したChF—AおよびChF—Bは完全に不溶であった。図から選択性は極めて高く、直角平衡と見做すことが出来る。飽和吸着量が各キトサン繊維のアミノ基濃度とほぼ等しくなっている(表 3)ことから、この場合のAcid Orange II(AO^-Na^+)の吸着は主に(4)式のイオン交換反応によると考えられる。

$$R \cdot NH + CH_3COOH \Rightarrow R \cdot NH_2 + CH_3COO -$$
 (3)
 R'

 $\begin{array}{ccc} R.N.H._2 + C.H._3COO - + AO - \rightleftharpoons R.N.H._2 + AO - + C.H._3COO - & (4) \\ \dot{R}' & \dot{R}' \end{array}$

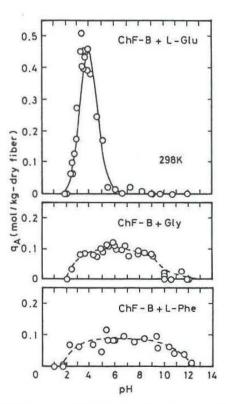


図 9 架橋キトサン繊維 (B) に対するアミノ酸の吸着量のpH依存性 (\longrightarrow ; (I3)式) $C_0 = 2 \text{ mol}/\text{m}^3$ 、 $V = 2 \times 10^{-5} \text{m}^3$ 、 $W = 1 \times 10^{-5} \text{kg}$

ここで、Rはキトサンの単位分子、R'は架橋剤もしくはHである。飽和吸着量は繊維状活性炭に比べChF—Aでは約2倍、ChF—Bでは約1.5倍大きな値を示している。

なお、キトサン繊維および架橋キトサン繊維に吸着 した酸性染料および直接染料は、苛性ソーダ水溶液に よりほぼ不可逆的に溶離し、高濃度染料溶液として回 収出来ることを破過・溶離曲線の実験で確認している。 3-2 アミノ酸の吸着¹²⁾

全pH領域で使用できる架橋キトサン繊維ChF-Bのアミノ酸の吸着分離剤としての適用の可能性を調べた。図 9 に、アミノ酸の吸着量のpH依存性を示した。グルタミン酸(L-Glu、酸性アミノ酸)の吸着量は、pH=4付近で鋭いピークを示し、またグリシン(Gly、中性アミノ酸)およびフェニルアラニン(L-Phe、中性アミノ酸)に比べ大きくなっている。これより、ChF-Bはグルタミン酸の分離に有効と考えられる。そこで、L-Gluの吸着等温線をpH-定の条件で測定した。結果を図10に示した。各吸着等温線は、本実験範囲内でほぼ直線となっている。吸着量はpH=3.7で最も大きく、pH=2.1及びpH=6.07ではほとんど

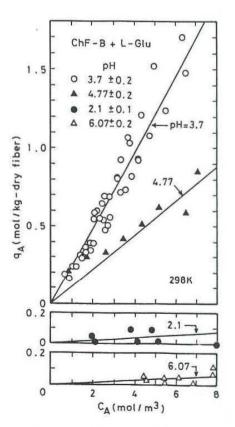


図10 架橋キトサン繊維(B) におけるグルタミン酸の 平衡関係に及ぼすpHの影響(---;(14式)

吸着していない。以上の結果から、発酵溶液等からの L-Gluの分離には、pH=3.7付近でL-Gluを選択 的に吸着させた後、pH<2 あるいはpH>6 の溶離液で溶離すれば、L-Gluの選択的分離回収が可能と思われる。

ChF一BへのGluの吸着平衡について理論的検討も行ってみた。キトサンの酸解離反応は(5)式で与えられる。Gluの解離反応は(6)~(8)式で、またGluのキトサンへの吸着反応は(9)式で示される。(5)~(9)式に質量作用の法則を適用すると、L—Gluの吸着量のpH依存性として(13)式、吸着等温線として(14)式が得られた。

$$\begin{array}{ccc}
R \cdot NH_{2} + \stackrel{K_{R1}}{\rightleftharpoons} & R \cdot NH + H^{+} \\
\dot{R}' & \dot{R}'
\end{array} (5)$$

$$AH_2N^+ \stackrel{K_1}{\rightleftharpoons} A^-HN^+ + H^+$$
 (6)

$$A^{-}HN^{+} \stackrel{K_{2}}{\rightleftharpoons} A^{2}-N^{+}+H^{+}$$
 (7)

$$A^{2-}N^{+} \stackrel{K_{3}}{\rightleftharpoons} A^{2-}N + H^{+}$$
 (8)

$$R \cdot NH_{2} + A^{2} - N^{+} \stackrel{K_{E1}}{\rightleftharpoons} R \cdot NH_{2} + A^{2} - N^{+}$$

$$\dot{R}' \qquad \dot{R}'$$

$$f_{1} = \begin{bmatrix} R \cdot N H_{2} \\ \dot{R} \end{bmatrix}, f_{2} = \begin{bmatrix} R \cdot N H \\ \dot{R} \end{bmatrix}, q_{A} = \begin{bmatrix} R \cdot N H_{2} \dot{A}^{2} - N^{+} \\ \dot{R} \end{bmatrix},$$

$$a_{1} = [A H_{2} N^{-}], a_{2} = [A^{-} H N^{+}], a_{3} = [A^{2} - N^{+}],$$

$$a_{4} = [A^{2} - N], C_{A} = a_{1} + a_{2} + a_{3} + a_{4}$$
(10)

$$f_1 = \frac{Q}{1 + K_{R1} / [H^+]} \tag{11}$$

$$C_{A} = \left(\frac{a_{3}[H^{+}]^{2}}{K_{1}K_{2}} + \frac{[H^{+}]}{K_{2}} + 1 + \frac{K_{3}}{[H^{+}]}\right) a_{3} = \alpha a_{3} \quad (12)$$

$$q_A = \frac{K_{E1} f_1 C_0 / \alpha}{1 + K_{E1} f_1 \gamma / \alpha} , \gamma = \frac{W}{V}$$
(13)

$$q_A = K_{E1} f_1 C_A / \alpha \tag{14}$$

ここで、 C_0 はL一Gluの初濃度(mol/m^3)、Qは固相全アンモニューム基濃度(mol/kg)、Vは液量(m^3)、Wは繊維量(kg)である。グルタミン酸の解離平衡定数は、 $K_1=6.46$ 、 $K_2=5.62\times10^{-2}$ 、 $K_3=2.14\times10^{-7}$ mol/m^3 で与えられる¹³⁾。(5)式の平衡定数はChF一 Bの滴定曲線を測定し、(ll)式から $K_{R1}=0.348$ mol/m^3 を決定した。以上の平衡定数の値を用いて、吸着量のpH依存性および吸着等温線に最も良く合う K_{E1} を決定した。図 9 および図10中の実線は $K_{E1}=0.93\times10^{-3}$ m^3/mol を用いてそれぞれ(3)および(14)式から求めた理

論線で、実測値とほぼ良好に一致している。

4. まとめ

キトサンおよび化学修飾キトサンを吸着・イオン交換分離剤として適用した例を平衡データを中心に示した。吸着速度、破過曲線および溶離曲線等の測定も行っているが、得られたデータからキトサンのこの分野への応用は十分可能と思われる。

文 献

- 1) M.V. Tracey, Chitin, Rev. Pure Appl. Chem. 7, 1 (1957)
- 2) 平野茂博"キチン、キトサンの利用"シーエムシー P.201 (1982)
- H. Yosida and T. Kataoka, Chem. Eng. J.,
 B11 (1189)
- 4) 吉田弘之、片岡 健、化学工学会徳島大会講演要旨 集、P.129 (1989)
- 5) 吉田弘之、片岡 健、西原英喜、化学工学協会第53 年会講演要旨集、P.236 (1988)
- 6) 吉田弘之、片岡 健、西原英喜、第4回日本イオン 交換研究発表講演要旨集、P.31 (1988)
- 7) 吉田弘之、川村佳秀、谷部博昭、片岡 健、高分子 学会北海道支部研究発表会講演要旨集、P.4(1989)
- 8)河村佳秀、三橋正樹、吉田弘之、片岡 健、第38回 高分子学会講演要旨集、P.591 (1989)
- 9) H. Yoshida, S. Fukuda, A. Okamoto, and T. Kataoka, Wat, Sci. Tech., 23, 1667 (1991)
- 10) 吉田弘之、福田誠治、岡本哲英、片岡 健、第 4 回 日本吸着学会研究発表会講演要旨集、42 (1990)
- 11) 吉田弘之、福田誠治、岡本哲英、片岡 健、化学工 学会第56年会講演要旨集 (1991)
- 12) 吉田弘之、岸本 昇、片岡 健、化学工学会第56年 会講演要旨集 (1991)
- 13) 生化学データブック、日本化学会編

吉田 弘之

大阪府立大学工学部講師

昭和44年 大阪府立大学工学部卒業 昭和49年 大阪府立大学大学院博士 課程単位取得退学

昭和49年 大阪府立大学工学部助手 平成元年 同講師

趣 味:カメラ、釣り、野菜作り、 名柴犬作り



技術ハイライト

セラミック繊維ペーパー コルゲート製品について

株式会社西部技研 隈 利 実

セラミック繊維を用いたペーパー(以下C・F・Pと呼ぶ)の利用については最近あらゆる方面に利用され需要は増大している。産業上の利用としては高温用断熱材としての活用、C・F・Pをハニカム形状に成形し積層したブロックを用いた触媒担体用素材、乾式除湿機の吸着体、耐蝕耐熱性全熱交換器用素材、有機溶剤回収用吸着体の素材、微生物の培養床等がある。

現在生産されている $C \cdot F \cdot P$ の厚さは $0.1 \sim 0.3 mm$ が多くその厚さの誤差も $\pm 0.05 mm$ 、坪量は凡そ $50 \sim 150 gr/m^2$ であり、嵩比重は $0.4 \sim 0.6 gr/m^2$ 程度である。構成成分はセラミック繊維 $60 \sim 80\%$ 、無機バインダー $20 \sim 10\%$ 、他は有機バインダーとパルプ又は有機繊維を含んでいる。

C・F・P積層体について: C・F・P積層体を空気あるいは種々なガス処理を目的とする用途に使用するためには可及的に単位体積当りの表面積の広い構造でなければならない。現在使用されているコルゲートの寸法は第2図の通りである。その表面積は凡そ700~3400㎡/㎡を有する。

現在商品化されている形状は上記のように8種類が主 である。コルゲートの成形法は、1対のギアの嚙合い部 分に $C \cdot F \cdot P$ を通しコルゲート形状となし、この頂点に接着剤を塗布し他方より $C \cdot F \cdot P$ ライナーを供給し連続的に成形していくものであり、そのコルゲートの構造は単位体積内の表面積が広い程よく且つその小透孔(フルート)を通過する流体の抵抗(圧力損失 ΔP)が

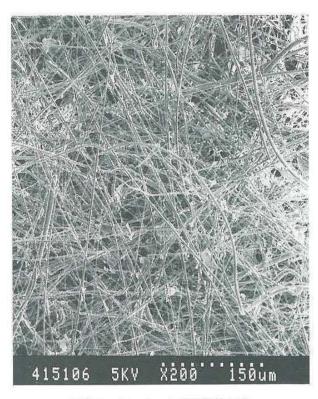


写真1 C・F・Pの顕微鏡写真

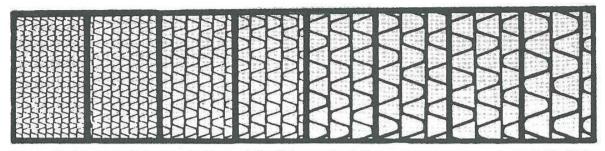
*			坪	g/m^2		37.8		
厚			古	mm		0.167		
密			度	g/cm²		0.346		
抗	3	長	力	kg/15mm	T	2.14		
					Y	1.59		
湿剂	閨	抗强	烫力	kg/15mm	T	0.55		
					Y	0.45		
熱处	1理行	 	長力	kg/15mm	T	0.55	600°C	3時間
					Y	0.36		
引	3	型	度	g	T	33		
					Y	38		
透	2	र्हे	度	see		1.5		
加	熱	残	量	%		35.9	600°C	3時間
熱	収	縮	率	%	T	0.25	450°C	1時間
					Y	0.26		
耐挡	斤度	(3	60°)	口		500	以上	

米	坪	g	/m²	66.9
厚	台	mm		0.198
密	度	g	cm ³	0.338
抗强	長力	T	kg/15mm	2,41
		У	kg/15mm	1.79
ウエ	ット	T	kg/15mm	0.89
強	度	У	kg/15mm	0.62
熱処	理後	T	kg/15mm	0.62
抗引	長力	У	kg/15mm	0.50
引桑	度	T	g	39
		У	g	47
灰	分		%	90.1

単位 (%)

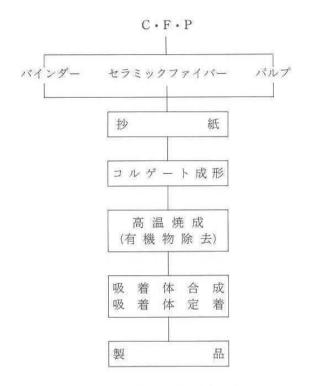
分析項	iΒ	SiO_3	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K_2O	Fe ₂ O ₃
分析	値	57.7	27.3	2.4	6.6	0.06	0.06	0.23

第1図 C・F・Pの物性表、成分表



AS-24 AS-26 AS-31 AS-42 AS-50 AS-63 AS-70 AS-85

第2図 コルゲート寸法(原寸)



第3図 C·F·P積層体の製造工程

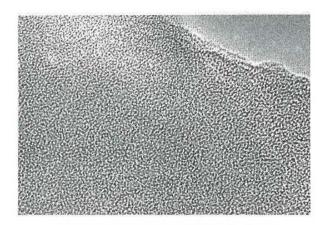
最小となるように成形しなければならない。

C・F・Pコルゲート製品は現在乾式ロータリー除湿機、有機溶剤回収装置、NOx分解用触媒担体、脱臭エレメント等に使用されており一例として乾式ロータリー除湿機に用いる湿度吸着型のローターの製法について述べる。

吸着型除湿ローターについて

コルゲート成形され積層された $C \cdot F \cdot P$ をその中に含有する有機物を除去するために $500 \sim 700^\circ C$ で数時間加熱し(第 3 図参照)、すべて無機物の状態となす。これに水ガラスを含浸し乾燥する。その後酸処理を行う。例えば

Na₂SiO₃+H₂SO₄→SiO₂+Na₂SO₄ 上記の化学的な反応がC・F・P素材の中で行われ活性





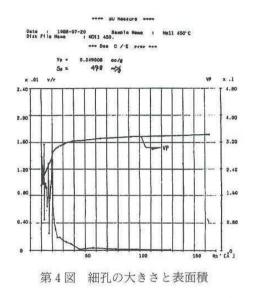
ハローパターン

写真 2 透過形電子顕微鏡写真×200倍 丸大超高圧電子顕微鏡研究室

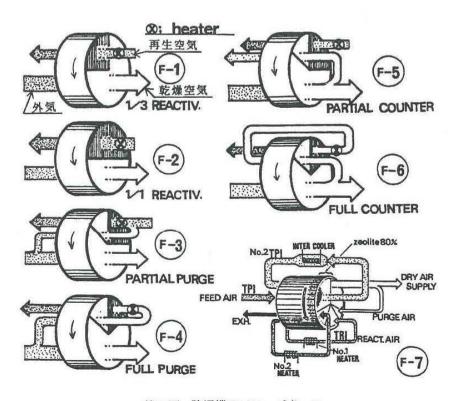
シリカ SiO_2 が $C \cdot F \cdot P$ コルゲート積層体の形状を損なわないでセラミック繊維間隙及び表面に固着結合する。この活性シリカの表面積及びマイクロポアーの大きさは第4図の通りである。即ち半径20Åのマイクロポアーが膨大な数存在しており、その表面積は約500m²/grで無機質吸着剤としては極めて広い表面積を有していることがわかる。

活性シリカの代わりにLiClを使用したハニカム積層体を用いて連続的に乾燥空気を提供する方法は、30年前から開発され商品化されているが、活性シリカをハニカ

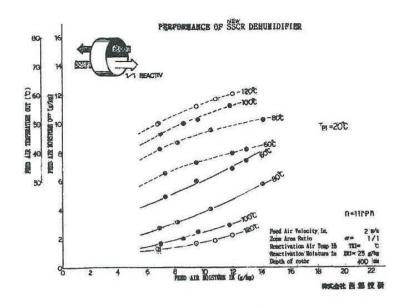
ム状に化学的に合成結合した吸着体の開発は弊社が1984年に商品化したものである。現在除湿装置として種々な用途に採用されているフローパターンは第5図に示す通りである。この吸着ローターを用いた除湿の原理は第5図F-1に示すように、外気を吸着ローターの処理ゾーンに1~3m/sの速さで通過させることにより空気中の湿気は前述のマイクロポアーにことごとく吸着され、乾燥空気となって連続的に提供するもので、一方処理ゾーンで湿気を吸着したローターは矢印の方向に5~



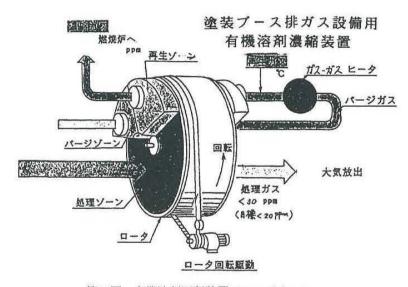
15r·p·h·のゆるやかな速度で回転して再生ゾーンへ と移行し、このゾーンに熱風を通すことによって吸着し ている湿分を連続して脱着し再生する。この再生熱風の 温度は通常の除湿機では100~150°Cであるが、低温再生 型では60~80°Cの熱風を用い省エネルギーを図ることも できる。一方、製薬工場、バッテリー工場、プラスチッ クペレットの乾燥等に採用されている超低露点型では再 生用熱風は160~180°Cを用い、D・P(露点)-50~-75 °Cの乾燥空気を連続して供給することが要求される。尚 この超低露点型の除湿機では活性シリカとモレキュラ シーブとを結合した吸着ローターを用いれば比較的シン プルな装置で可能である。活性シリカのみでは再生温度 を150°C以上上げても再生効率は上昇せず、却って顕熱 を処理ゾーンに持ち込むため除湿性能は低下する傾向を 示す。以上のようにモレキュラシーブを活性シリカ吸着 ローターに適量結合させ、活性シリカと共存させること によって種々な低露点の乾燥空気を提供することができ る。第6図に再生温度の変化と除湿性能との関係を示す。 以上C・F・Pをロータリーハニカム除湿機の吸着体 に用いた例を述べたが、このほかC・F・Pのハニカム 積層体に種々な無機質活性パウダー (モレキュラシーブ、 ハイシリカゼオライト、メタルシリケート、珪酸亜鉛等) を種々な割合で含浸結合することによっていろいろな有 害ガス、有機溶剤蒸気を吸着する吸着体を製造すること



第5図 除湿機のフローパターン



第6回 低温再生型除湿機の性能



第7図 有機溶剤回収装置フローパターン

ができる。また従来から吸着剤として使用されている粉末活性炭を前述の無機吸着剤と混合あるいは部分的にハニカム構造体に含浸結合すれば粉末活性炭のもつ吸着特性と無機質吸着剤の吸着特性の両方を活かしたハニカム吸着体を製造することができる。例えばモレキュラシーブパウダーと粉末活性炭とを混合したものを無機質バインダーと共にC・F・Pハニカム積層体に40~50%(wt)含浸結合したものはモレキュラシーブの特性と活性炭の特性とを充分発揮させることができ、種々な溶剤(キシレン、アセトン、トルエン、MEK、イソブチルアセテート、エチルベンゼン、ペプタン、アルコール類、シクロペキサノン、MIBK等々)を10~20倍に濃縮して90%

以上回収あるいは燃焼して無害化することができる。第 7図は無機溶剤回収装置のフローパターンを示す。モレキュラシーブの内ハイシリカゼオライトを使用すれば、 有機溶剤を含む空気の湿度が高くても回収効率は低下しないというメリットがある。

現在有機溶剤の回収用、又は脱臭用としては活性炭素 繊維あるいは粒状活性炭が使用されているが、活性炭の 欠点は究極的には燃焼する物質であり、特に活性炭素繊 継ペーパーには、有機バインダー、パルプ、有機繊維が 10~15%含有されており、このペーパーをハニカム積層 体として使用する場合その再生温度には限度があり、特 に有機溶剤の種類によっては吸着熱が発生するため(ケ トン類)再生温度の精密なコントロールが必要となる。 以上セラミック繊維を用いたペーパーは、その耐熱性、 耐薬品性、保水性、多孔質等の特徴があり今後も種々な 用途展開がなされると考えられる。一方、現在生産され ているC・F・Pは短繊維 (3 mm以下) が用いられてお り、その引張り強度が比較的弱い欠点がある。長繊維 (5 ~10mm) を使用したペーパーができれば引張り強度が増大しハニカム構造体としての強度も向上するので、種々な圧力のもとで使用できると考えられる。

会員紹介

第一燃料工業株式会社

経営理念

当社は、創業以来、次の経営理念に基づき、会社一体 となり、頭脳と技術を駆使し、社会に貢献しています。

人間の豊かさの創造により利益を生み より多くの社会的貢献を果たす そして、永遠に繁栄すべく

1. 顧客の利益

我々は社業を通じて

- 2. 社員の幸福
- 3. 会社の発展

が同時に達成されることをわが社の基本理念とする

当社は、昭和13年11月、第一燃料商会として、兵庫県 姫路市に、当時、家庭用エネルギーの主力であった固型 燃料の製造販売会社として発足、昭和24年、株式会社へ と改組し、以来、家庭用エネルギーとしての煉炭、豆炭、 また、産業用の鋳物用コークス製造、日本国有鉄道(現 JR)の蒸気機関車用加工燃料(ピッチ煉炭) 製造を行っ てまいりましたが、時代の変遷にも対応し、液体、気体 燃料の流通分野へも積極的に進出、家庭並びに業務用エ ネルギーの安定供給と燃料機器、省エネルギー機器に取 り組むと共に、独自のガス保安システムの確立を計り、 当分野でのトータルコーディネーターとして活躍してお ります。一方、固形燃料加工分野で培った粉体処理技術 (粉砕·分級·混合·混練·分散·固型化·熱処理「乾 燥・焼成・焼結等〕表面改質・コーティング等)を有機 的に結合、アレンジし、鉄鋼用炭素材、副資材等の造粒 加工商品(炭素材・昇熱脱酸材・造滓材・保温材・フ ラックス・特殊金属加工商品・セラミックス関連材料並 びに資源リサイクル化商品等) を製鋼各社のニーズに基 づき造粒加工し、生産工程の合理化、省力化、省エネル ギー化への対応を計り、特に、近年は、各種粉体の超微 粉砕化・ファイン化にも取り組み、高機能性材料として、 吸着剤・触媒・バイオリアクター等の分野へも積極的な

探究を行っております。

固体エネルギーの供給から出発した当社は、総合エネルギーの安定供給と、粉体成型加工技術を通じて、豊かな生活環境造りに貢献すると共に、時代の要求に応じた最先端技術を先取りし、未来を創造する企業として邁進しております。

沿革

昭和13年 姫路市に於いて第一燃料商会として発足し、 固型燃料の製造を開始する。

昭和24年 第一燃料株式会社に改組し、日本国有鉄道の 機関車用ピッチ煉炭の納入指定工場となる。

昭和33年~ 長崎県佐世保市に、成型コークス・固型燃料・製鋼用副資材造粒工場完成

昭和34年 第一燃料工業株式会社に社名変更

昭和34年~43年 全国に営業拠点開設 (姫路・東京・赤穂・小倉・仙台・岡山・福山)

昭和43年~55年 宮城県石巻市に、固型燃料及び製鋼用 炭素材加工工場完成

昭和46年~59年 姫路工場に炭素材ブリケット・ペレット・保温材並びに特殊金属加工製造設 備完成、現在に至る

概要

本 社 兵庫県姫路市飾磨区中島3001番地

電 話 0792-34-7171

資本金 2億1,500万円

従業員数 270名

営業品目 煉炭・豆炭の製造及び、LPG・灯油等、各 種燃料並びに燃料機器、保安システムの販売 製鋼用各種炭素材・造滓材・脱酸材並びに副 資材の製造加工販売

農業用土壌改良材の製造販売

工 場 姫路、石巻、佐世保

営業所 姫路、東京、石巻、赤穂、岡山、小倉、鞍手、 加古川、福山

関連企業 6社

Tea Break

煙草のけむり

「短い髪の大嶋田に衿もとばかりのお白粉の栄えなく見ゆる天然の色白を、これ見よがしに乳のあたりまで胸くつろげて、煙草すばすば長キセル立膝の不作法も咎める人のなきこそよけれ」樋口一葉 "にごりえ"の主人公、お力の描写であるが、一葉は煙草好きで作品執筆中もキセルを手もとから離さず、一服してはペンを走らせ、行き詰るとまた一服という調子だったという。この頃、嫌煙家が増えてきたが、コロンブス以来、嫌煙家と愛煙家はいたようである。ゲーテは大の嫌煙家で「煙草というものは南京虫やニンニクや毒蛇の毒より嫌いなものである」と書いているそうである(宮城音弥:講談社新書「タバコ」より)。

最近は企業の幹部会なども禁煙制にするところが多くなって、それなりに苦労している人も少なくない。外国のレストランでもスモーキングというと、隅の方の悪い席に案内されるし、飛行機も新幹線もオール禁煙で喫煙コーナーを別に指定する成り行きである。実は最近の文献で煙草の煙の中にも史上最強の毒物と云われる"ダイオキシン"が5000ng/N㎡もあると書いてあったので、びっくりして"煙草のけむり"について手近な本を読んでみた。その結果を紹介したい。

煙草のけむりの成分は2000種とも4000種とも云われて いるが、量の多いものを拾うと別表のようになる(伊佐 山芳郎:岩波新書「嫌煙権を考える」)。参考までにそれ ぞれの単独成分の労働環境許容濃度と致死量も便覧から 拾って追加した。煙草の煙の成分は空気や水分を除くと 殆んどが有害物質であり、発がん物質ないし発がん促進 物質である。ある統計では肺がんの死亡率が男で喫煙者 は非喫煙者の4.1倍、女性で2.1倍だそうである。しかし 発がん性が高いと云われるベンゾαピレンなどは20ng/ 本程度で絶対量は少なく、問題はやはり量が多いニコチン のようである。ニコチンは煙草自体には大体16~20mg/ 本含まれているので、直接食べれば子供で1本、大人で3 本で死ぬそうである。勿論、ニコチンの摂取量は煙草の種 類や吸い方 (どこまで吸うか)、煙をどれだけ体内に吸い 込むか等で違うが、気管支の中まで吸い込むと90%以上が 吸収されるそうである。ニコチンは人間の体内で神経細胞 間の信号伝達をするアセチルコリンの代役をするので、信 号伝達の円滑化 (少量の場合) と阻害化 (大量の場合) の 両面の作用を持つのだそうである。私は最初から煙草を喫

まないのでよく分からないのだが、上の作用から少量ならば寝覚めの爽快感や食後の清涼感を持たらすようであるが、大量では毒にしかならない。もっともフィルター付きの煙草は活性炭が入れてあるのでニコチンやタール分の大部分は吸着除去されるのかも知れない。しかし全部吸着してしまっては煙草の味がしないのだそうで、同僚の話では外国煙草は石炭由来の活性炭を使い、国産はヤシ殻炭を使うのが東西の味の違いなのだそうであるが真偽のほどは知らない。

ところで冒頭のダイオキシンであるが、煙草一本の煙の容積は400ml程度だそうであるから計算では2 ng/本になる。ダイオキシンの毒性はC 1 が 4 個付いた2, 3, 7, 8 - 4 塩化ダイオキシン(2, 3, 7, 8 - TCDD) で50%致死量 LD_{50} がモルモットで $0.6\,\mu$ g/kg (体重) だそうである。KCNやNaCNの人の LD_{50} が $2\sim3$ mg/kgであるので単純に比較すると5000倍近い毒性である。これに対するアメリカEPAが決めた人の代謝面からの摂取許容量は1 ng/kg・日だそうであるから、喫煙した場合1本当りの吸収率がどうなるかわからないが、若干気になる数値ではある。もっとも上の2 ng/本はダイオキシンの全異性体を含めた量であり、これを2, 3, 7, 8 - TCDDに毒性を換算すると $1/10\sim1/100$ になるから心配には当らないかも知れない。まあ職場でのティーブレーク時の話の種にしてみて下さい。

煙草の煙の有害成分で多量なもの

(米国製紙巻両切、1973-78年)

	物質名	1 本当 りの量	許容濃度	致死濃度or 致 死 量
気	一酸化炭素	17000 μ g	50ppm	1200ppm
相	アセトアル デヒド	800 "	100 "	LD ₅₀ =1930mg/ kg (ラット)
个日	NOx	350 "	25 "	=
中	シアン化水素	110 "	10 "	120ppm
粒	ニコチン	1500 μ g	0.5mg/m³	50~60mg
子	フェノール	85 "	5ppm	2 g
中	クレゾール	70 "	5 "	8 g

日鉄化工機株式会社

取締役・研究開発本部長 原 行明

会 告

第3回 吸着討論会

主 催 日本吸着学会

日 時 平成3年8月23日 (金)

10:00~17:25 討論会

18:00~

懇親会

場 所 京都市 公立学校共済京都堀川会館

Tel 075-432-6161

ム研究センター)

講師と話題

○安部郁夫 (大阪市立工業研究所) 『疏水性吸着剤に対する有機化合物の平衡吸着

量の推算法』 ○吉田昭彦(松下電器産業株式会社、生活システ

『活性炭を用いた電気二重層コンデンサー』

○大井健太(四国工業技術試験所)

『無機イオン交換体の構造とイオン交換特性』

○馬場由成(佐賀大学、R&Dセンター)

『天然多糖キトサンによる金属イオンの分離』

参加費 討論会:日本吸着学会会員(当日入会者を含む) 2,000円(大学官庁関係)、4,000円(会社関係); 非会員4,000円(大学官庁関係)、8,000円(会 社関係)

懇親会:6,000円、宿泊:6,000円

参加申込方法 ハガキ大の用紙に①氏名、②会員番号(非 会員の場合、入会を希望される方はその 旨お書き下さい)、③勤務先、④勤務先 所在地、⑤電話番号、⑥討論会参加、⑦ 懇親会参加、⑧宿泊希望を下記申込先に お送り下さい。

参加申込締切 7月15日

申込先 〒591 堺市百舌鳥梅町 4-804

大阪府立大学工学部化学工学科 吉田弘之

Tel 0722-52-1161 内線2330

Fax 0722-59-3340 (工学部事務局)

第2回 吸着シンポジウム

『新しい吸着剤の動向』

主 催 日本吸着学会

日 時 平成3年8月24日 (土) 9:00~17:00

場 所 京都市 公立学校共済京都堀川会館

Tel 075-432-6161

講師と題目

○進戸規文(大阪ガス株式会社、開発研究所) 『繊維状活性炭の特性とその機能化』

○三浦孝一(京都大学)

『修飾した石炭、フェノール樹脂等からのMSC カーボンの製造とその応用』

○河崎忠好 (ファルマシア株式会社、バイオモレ キュラーセンター)

『組み換え蛋白質精製のための新しい吸着クロマトグラフィー担体』

- ○川村佳秀(富士紡績株式会社、商品開発研究所) 『多孔性キチン・キトサン樹脂の開発と特性』
- ○工藤慶子、田代孝行(三菱化成株式会社、総合 研究所)

『合成-天然高分子複合化分離剤の開発とその 応用』

- ○西村友伸(㈱神戸製鋼所、化学研究所) 『かん水中からのLi回収用無機イオン交換体 の合成』
- ○前田 滋 (新日本製鉄株式会社、第1技術研究 所)

『鉄錯体の脱臭機能』

○総括討論

参加費 日本吸着学会会員(当日入会者を含む)4,000円(大学官庁関係)、8,000円(会社関係);非会員8,000円(大学官庁関係)、16,000円(会社関係)

参加申込方法 ハガキ大の用紙に①氏名、②会員番号(非 会員の場合、入会を希望される方はその 旨お書き下さい)、③勤務先、④勤務先 所在地、⑤電話番号、および前日の⑥討 論会参加、⑦懇親会参加、⑧宿泊希望を 下記申込先にお送り下さい。

参加申込締切 7月15日

申込先 〒591 堺市百舌鳥梅町4-804

大阪府立大学工学部化学工学科 吉田弘之

Tel 0722-52-1161 内線2330

Fax 0722-59-3340 (工学部事務局)

日本吸着学会第5回研究発表会のお知らせ

第5回の研究発表会を下記のように開催します。第1回から第4回までの研究発表会は、それぞれ豊橋技術科学大学、明治大学、京都大学、東京理科大学の皆様の御尽力により出席者も多く、盛会でした。本学会は学際的な学会であることから、化学、化学工学、物理学の研究者のほか、企業のあらゆる分野からのご参加をお待ちしております。どうぞ今回も奮って御参加ください。

日 時 平成3年11月25日(月)~26日(火)

会 場 浜松市勤労会館

(〒432 浜松市城北1-8-1 電話 053-474-3771)

講演申込締切 7月31日 (水)

講演要旨締切 9月30日 (月)

なお、申込についての詳細は、次号のAdsorption Newsでお知らせ致します。

申込・問合わせ先 〒432 浜松市城北3-5-1

静岡大学工学部材料精密化学科

金子 正治

電 話 053-455-1171 (内線:369)

FAX: 053-455-0249

「環境浄化と活性炭」講習会

[演題] (講師)

あいさつ 9:30-9:45 活性炭技術研究会 北川 睦夫 環境対策における活性炭の役割 9:45-10:45 東京大学・生産技術研究所 鈴木 基之 水中の微量有機汚染物質と活性炭の役割 10:45-11:45 大阪市立工業研究所 中野 重和 活性炭吸着の基礎 11:45-12:30 大阪市立工業研究所 安部 郁夫 活性炭ファイバーの開発と環境浄化 13:30-14:30 東洋紡績(株) 松本 賢一 活性炭による有機溶剤の回収 14:30-15:30 日鉄化工機(株) 原 行明 15:30-16:30 ダイキン工業(株) 出雲 正矩 有機溶剤の処理技術 添着活性炭による有害成分の除去 16:30-17:30 武田薬品工業㈱ 鈴木 正之

主 催 活性炭技術研究会、環境技術研究協会

協 賛 大阪工研協会、近畿化学協会、日本化学会近畿支部、化学工学会関西支部、日本吸着学会

日 時:1991年4月25日(木) 9:30~17:30

会 場:大阪市立工業研究所大講堂

受講対象者:主催、協賛団体会員及び産・学・官一般

受講費:主催、協賛団体及び官庁大学¥12000

問合せ先:活性炭技術研究会

536 大阪市城東区森之宮1-6-50

大阪市立工業研究所組大阪

工研協会内Tel (06) 969-1031

その他¥15000 (テキスト、昼食付き)

環境技術研究協会事務局

530 大阪市北区天満 2-1-20

天満松茂ビル

Tel (06) 357-7611 FAX (06) 357-7612

4

第6回イオン交換セミナー (予告)

平成3年度(第6回)のセミナーは「人間環境とイオン交換(人と地球にやさしく)」と題して、昨年東京都町田市 にキャンパスを移した昭和薬科大学の自然環境豊かな新校舎にて行ないます。内容は今重要な問題となっている環境問題とイオン交換技術との接点、および医学、薬学へのイオン交換技術の応用を主に盛り込む予定です。皆様方のご参加をお待ちしております。

主 催:日本イオン交換学会

協 **賛**:日本化学会、日本薬学会、日本分析化学会、電気化学協会、化学工学会、高分子学会、日本原子力学会、 日本海水学会、日本膜学会、環境科学会、日本吸着学会、石膏石灰学会、ゼオライト研究会

日 時: 平成3年7月22日(月)~23日(火)

会 場:昭和薬科大学町田キャンパス (東京都町田市東玉川学園 3 丁目3165)

セミナー会場:講義棟1階3番教室 懇親会会場:本館1階「ひまわり」

参加申込方法: B 5 用紙に①氏名、②会員番号(非会員は所属協賛学会名があれば明記)、③勤務先名、④勤務先 所在地、⑤職名、⑥電話番号、⑦昼食の要否(原則として弁当を用意致しますが、準備の都合上お 知らせ下さい。)を記入し、下記申込先に郵送またはFAXにてお送り下さい。

申込先: 〒194 東京都町田市東玉川学園 3 丁目3165

昭和薬科大学 分析化学研究室内 第6回イオン交換セミナー係

FAX 0427-21-1588

問い合せ先:昭和薬科大学 分析化学研究室 佐藤利夫、神崎 愷、小暮 誠

Tel 代表 0427-21-1511 (内線2212)、直通0427-21-1554

FAX 0427-21-1588

参加費 (講演テキスト代費、懇親会費を含む)

個人会員:会社関係 35000円 非会員:40000円

:大学官庁 20000円

: 学生会員 5000円

参加費支払方法:郵便振替(東京2-155043 イオン交換セミナー係)でお送り下さい。

*企業の方は必ず参加者氏名を併記して下さい。

参加申込締切:平成3年7月3日(水)、

(定員60名:先着順に受付し定員に達し次第締切と致します。)

セミナープログラム:詳細なプログラムは日本化学会の「化学と工業」誌上および各協賛学会誌上に $5\sim6$ 月頃掲載
載致します。

事務局からのお知らせ

事務局を産業医学総合研究所でお預かりしてから丁度 1年が経過しました。その間、本会の行事も総て盛会裡 に終了しましたことは、これらの行事の実行委員長と実 行委員会の皆様のご尽力によるものと深く感謝しており ます。昨年夏に開催されました吸着討論会と吸着シンポ ジウムの反響も大変良く、役にたつ学会であるとの嬉し い感想もお寄せいただいております。また、第4回研究 発表会終了後に要旨集に対する購入希望やコピーサービ ス希望も頂いております。

会員数も順調に増加し、本年1月末現在で維持会員40 社、個人会員273名を数えております。お陰様で会計も 順調に運営でき、いくらかの余裕も見るようになりまし た。これらは一層お役にたつ方法で使用したいと思って おります。

今後も益々皆様に喜ばれる企画と健全な運営によって 本学会が充実しますように努めたいと思っております。 皆様からのご希望やご意見もお寄せ下さいますようにお 願い申し上げます。

2月に会費納入のお願いを致しましたところ、大多数 の方から既に会費をご納入頂きましたことを紙面を借り てご報告申しあげます。なお、まだご納入いただいてい ない方はなるべく早くご納入下さいますようにお願い申 し上げます。

(松村)

日本吸着学会会員名簿 (新会員)

Vol. 4, No3に掲載以降、本年1月31日迄に受付けました新会員(維持会員1社、正会員13名)をご紹介致します。 1991年1月31日現在の会員数は、維持会員40社、正会員273名です。なお、変更あるいは訂正などありましたら事務局までご一報下さい。FAXあるいは電話でも結構です。

1. 維持会員

会	員	(カ	名	称	代記	麦社	およ	び連絡	担当	者日	氏名	4 会	員房	斤在均	也お。	よび	連絡	格先	住別	i T	話	番	号	内	線
故口		*	無日	鐡	(株)	代	表	者	村	田	朋	美	All C													
新	П	本	数	35X	(74)	連絡	各担	当者	新素材事	業本部井	開達	発部夫														

2. 正会員

氏	G.		名	勤務	先	連	絡	先	住	所	電	話	番	号	内	線
Ш	村	佳	秀	富士紡績㈱商品開発研究所												
須	貝		稔	INTAN PRIMA KARBON	INDUSTRY											
中	村	光	宏	富士電気化学㈱湘西工場 研究技	術本部 電池研究部											
矢		和	彦	富士デヴィソン化学(株) 本社会	研究室											
岸	本		昇	大阪府立大学 大学院 工学部	部 化学工学科											
Ш	田		強	小松電子金属㈱ 技術研究所	第二研究室											
井	澤	淳	\equiv	小松電子金属(株) 技術研究所	研究企画室											
渋	谷	義	人	日本たばこ産業㈱ たばこ中央研究所	第2研究チーム											
新	井	啓	哲	東海カーボン(株) 富士研究所	基礎物性研究室											
坊	木	佳	人	近畿大学 薬学部 生化学科												
石	原	真	興	大日本塗料㈱ 基礎研究部												
中	村		基	静岡大学工学部共通講座 分析	近											
田	房	直	也	(株)カワタ 商品開発部												

日本吸着学会会員名簿(変更および訂正)

名簿記載事項に変更あるいは訂正がありましたので、お知らせ致します。

1. 維持会員

会	員	O	名	称	代表社およ	び連絡担当者氏名	会員所在地および連絡先住所	電	話	番	号	内絲
-	<i>a</i>	Te TT	Lette	/5454	代表者	取締役社長 山 本 高 敬						
丸	谷 1	t I	. 機	(株)	連絡担当者	装置部 装置課 鈴 木 謙一郎						
東	ソ			11-1-1	代 表 者	代表取締役社長 山 口 敏 明						
果	2		_	(44)	連絡担当者	研究本部 研究企画推進室 辻 内 孝 文						
			120		代 表 者	研究開発本部 本部長 美 坂 康 有						
栗	田	I	業	(株)	連絡担当者	研究開発本部 精密分離チーム 織 田 信 博						

2. 正会員

氏			名	勤	務	先	連	絡	先	住	所	電	話	番	号	内	線
小	沢	泉大	に郎	東北大学 工学	:部 生物化学工学	科											
古	谷	勝	昭	日本ペイント傑	中央研究所 第	3 研究室											
橋	本	英	樹	千代田化工建設	(株) 技術企画部												
野	北	舜	介	茨城大学 工学	部 都市システム	工学科											
谷	垣	雅	信	花王㈱ 鹿島研	究所 第4研究室												

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㈱)

 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)

| 構造 | (南山埋料大字 | 埋字部) | 茅原 | 一之 (明治大字 | 上字部) | 古藤 | 信義 (オルガノ(株) | 初鹿 | 敏明 (山梨大学 | 工学部) | では、 |

迫田 章義(東京大学生産技術研究所) 原 行明(日鉄化工機㈱)

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. 5 No. 2 通巻No. 16 1991年4月1日 発行

発 行 日本吸着学会 The Japan Society on Adsorption

事 務 局 〒214 川崎市多摩区長尾 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)