

# Adsorption News

Vol. 5, No. 3 ( July 1991 )

通巻 No.17

## 目 次

巻頭言	
吸着 (学会) 雑感.....堤 和男	2
論説	
酸素事業と地球環境問題.....関 宏次	3
技術ハイライト	
半導体工場におけるプロセスガスの末端精製技術 .....野村三千昭	4
研究ハイライト	
五酸化バナジウム球形微粒子と水との相互作用 .....橘高 茂治	7
東京大学生産技術研究所シンポジウム「吸着分離の科学 と工学」開催.....鈴木 基之・迫田 章義	13
本棚.....鈴木 基之	15
会員紹介	
大平洋金属株式会社.....	16
日本吸着学会第5回研究発表会のお知らせ.....	17
第6回イオン交換セミナー.....	18
国際イオン交換会議'91.....	18
会告.....	19

日 本 吸 着 学 会

The Japan Society on Adsorption

## 巻頭言

### 吸着（学会）雑感

堤 和男



日本吸着学会も発足後4年を経過し、研究発表会も本年静岡大学で第5回目が開催されることとなり、当初から関係する者として喜ばしい限りである。

昭和60年秋に豊橋技術科学大学において「中部化学関係学協会支部連合大会」（通称、中化連）が開催された際何かシンポジウムをやることになっていたが、誰も名乗りを挙げなかったので、高石教授（現名誉教授）と相談して「吸着」についてやろうと急遽計画をした。もともと中部出身ではないので「中化連」についても余り熱心ではなく、また中部地区だけでシンポジウムが成功するとは思えなかったので、講師は全国規模でまた対象分野を「化学」、「化学工学」、および「物理」として、計画書を組織委員会に提出した所、すんなりOKが出た。各分野の専門家と相談して人選を行い、11月末の寒い1日にシンポジウムを成功裡に終えた。その折り、同じ「吸着」を研究するにも専門分野によりかなり指向、手段などが異なっていることが実感され、懇親会の席で「学会」の必要性が議論されたのを覚えている。

それから紆余曲折の1年余を経て、学際的な「日本吸着学会」が発足したのはご存知の通りである。第1回研究発表会も昭和62年秋に豊橋技術科学大学で行い、翌年には京都にて「国際吸着シンポジウム」も開催され、研究会以外にも順調に活動が拡大していることは、この分野が古くからありながら今日的な学問であることを実証している。本年は「吸着生研シンポジウム」、来年には「第4回国際吸着会議」の開催も予定され、益々活発な学会になることが予測され、若手研究者には大きな刺激となる。

筆者の担当する講座は「複合材料化学」を専門とするので、学生へのテーマは必ずしも「吸着」ばかりではない。その中で「吸着」に関連したテーマを担う者は、その測定および解析の煩雑さに先ず音を上げるようである。その際には昔の（といっても15年前位）装置がいかにかに操作が大変で、よく壊れたかを言い聞かせている。ただ、近年は地球環境の悪化の解決、代替エネルギーあるいは省エネルギーなどの分野に「吸着」がいかにかに関与し、また身近な生活の場でも「剤」が大いに活躍していることを理解してくれるようで、教育者としては喜ばしい。

「吸着」を中心とした界面現象の研究は20世紀になっ

て著しく発展してきた。Langmuir あるいはBETの吸着等温線の解析がその一例であろう。筆者の研究対象材料の一つであるゼオライトは、その発見は18世紀にさかのぼる。しかし、特異的な吸着（収着）現象は60年程前の鮫島実三郎東大教授およびMcBainの研究結果に端を発する。「固体が分子のふるい作用を有する」という当時としては驚異的な事実を発見したその結果は、残念ながら日本ではそれほど注目されることもなく、むしろ米国においてガソリンのオクタン価向上という軍事的需要と相まって盛大な研究が行われた。より合目的で機能的な新しい「A型ゼオライト」の合成が行われ、戦後日本が工業的に疲弊しきっている間に、「分子ふるい現象」を利用した触媒へとその応用が拡大されるに至った。その後もZSM-5に代表される耐熱、耐酸性で特異的な触媒活性を有するものや、酸素の18員環で細孔入口を形成するVPI-5など新規なゼオライトはすべて米国で発明されている事実は、日本の学会が横の連結にいかにかに欠けているかを示すことではなかろうか。

「学際的」という表現が言われるようになって久しいが、日本特有のセクショナリズムの壁を打ち破ることがいかに難しいかは様々な場で実感する。2つの学会をジョイントさせて研究会を開こうとすれば、両者の利害に一致がなければまず不可能であり、これは伝統ある学会ほどその傾向が顕著である。

幸いにして「日本吸着学会」は設立時から会則に「学際的」とうたっており、その成果も十分にうかがえる。総合的な吸着学会としては世界初であるのだから、さらに世界をリードするような「吸着科学」の基盤として発展するように祈念する。

堤 和男 豊橋技術科学大学物質工学系教授  
理学博士

本会常任理事

1968年 東京大学大学院理学系博士課程中途退学

東京大学生産技術研究所助手、講師を経て

1981年 豊橋技術科学大学助教授

1986年より現職

## 論 説

### 酸素事業と地球環境問題

#### 関 宏次

弊社はその名のとおりに、空気を圧縮液化して分離された酸素、窒素、アルゴンガスおよび空気分離装置をはじめ各種ガスを販売する会社で、80年前にドイツから酸素アセチレン溶接機などを輸入していた山武商会（山武ハネウエル）の山口社長が、ガス事業に注目し、時の日本銀行副総裁高橋是清氏（後の総理大臣）に相談して設立したのが創業の第一歩。原料が空気でタダだから儲かりそうだというのが設立の理由の一つだそうだが、実際はガスを分離するため空気を圧縮する必要があるこれに要する電力が原料のようなものである。

当時、酸素は高压容器（ボンベ）に充填し運搬するもので、ボンベでは製品1に対し10倍の重量を必要とし輸送効率の悪いものだが、主に溶接、切断、医療用として使用された。輸送形態を大きく変えたのは昭和29年わが国最初の液化酸素工場を川崎に建設したことである。酸素を液化することにより、容積が800分の1となるため、輸送コストが低減し、低価格で多量の酸素が供給可能となった。液化酸素は、戦後復興のため急成長した造船を始め化学、鉄鋼分野で、液化窒素は保安及び酸化防止用として、化学、金属、半導体、ガラス分野で、液化アルゴンは、ステンレス、単結晶シリコン引上げ用に使用されるようになった。ガス体から液体に変えたことが、第一の転換期であった。

第二の転換期は、酸素製鋼で多量の酸素が使用されるようになり、これに対応するため、逸早くオンサイトプラント方式（ユーザーの構内にプラントを設置し配管でガスを供給する方式）を導入したことである。昭和39年、日新製鋼、近隣の化学工場向けの周南工場の一号機から始まったオンサイトプラントは10社、11工場を数えるようになった。以上のように酸素事業は、各産業の発展と共に成長してきた。

弊社山梨研究所ではこれら工業ガスの新しい利用技術の開発を進めている。特に力を入れているのは酸素燃焼技術の開発である。燃料として固体（微粉炭）液体（灯油、重油）ガス体（LPG）夫々扱っている。

酸素燃焼の特徴は、火炎温度が2500～2600℃あり空気燃焼の1500～1600℃に比べ高温で、このため火炎中で多量のラジカルが生成していること、酸化・還元雰囲気容易にできること、燃焼速度が早く高速の火炎が得られることがあげられる。その他の特徴として空気と異な



り窒素を含まないため燃焼排ガス量が大幅に低減（1/4～1/5）できかつサーマルNO<sub>x</sub>の発生を防止できることである。

従来酸素燃焼の応用技術としては、マチール・スクラップ溶解用電気炉、アルミ溶解炉、キューボラ、ロータリーキルン等電力又は空気燃焼の補助熱源として用いられ溶解速度促進による増産が目的であった。

最近鉄鋼では高炉羽口への微粉炭吹き込みに伴う酸素富化、硫化鉍を原料とする非鉄金属の製錬では排ガス中のSO<sub>x</sub>の回収装置を小型化するための酸素利用、フェロアロイ製錬では酸素燃焼エネルギーによる一部電力代替が実用化されている。

炭酸ガスによる地球温暖化、酸性雨による森林破壊、フロンによるオゾン層の破壊、化学物質及び廃棄物による汚染等、地球環境保全が問題となっている昨今、この問題解決のため本技術をいかに展開するかが当研究所の大きな課題となっている。

酸素燃焼は、他のエネルギーに比べ低価格になっており金属の製錬、溶解用電力の代替エネルギーとして省エネルギー即ち炭酸ガスの発生抑制が図れるため、スチールスクラップを初めとして各種電気炉への応用が考えられる。次ぎに廃棄物処理に関してはフッ素化合物、トリクレンやPCB（ポリ塩ビフェニール）のように空気中では安定な物質も酸素中では容易に燃焼するためこれら難燃性廃棄物の処理、又ごみ焼却時に発生する灰の処理が問題となっているが、酸素燃焼により灰分は溶融し固形化するこめ無公害化技術として期待できる。

空気燃焼の代替としては省エネルギー上その特徴を生かせる分野に限定されるが、排ガス中の炭酸ガスが高くその回収が容易になるため酸素燃焼による発電の検討も進められている。

酸素は地球に優しい物質であるが、本技術をより広く展開するためには、その利用効率の向上と酸素発生電力原単位の低減が今後の課題である。

---

#### 関 宏次

日本酸素株式会社技術本部山梨研究所所長

1960年3月 慶応義塾大学工学部応用化学科卒業

同年4月 日本酸素株式会社入社

## 技術ハイライト

### 半導体工場におけるプロセスガスの 末端精製技術

Gas purification technology at point of use in the  
semiconductor factories.

日本酸素株式会社 野村三千昭

#### はじめに

半導体産業では集積度の増加にともない、超高純度のプロセスガス（窒素、酸素、水素およびアルゴンなど）が要求されるようになってきた。

これらの要求に対応するため、工業ガスメーカーやガス精製装置メーカーの各社はプロセスガスのガス精製技術向上のために研究開発を行っている。

当社も半導体工場に超高純度のプロセスガスを供給するための触媒吸着式ガス精製装置（処理量：1～300 N m<sup>3</sup>/h）を開発した<sup>1)</sup>。これにより、プロセスガス中に含まれる不純物濃度が1成分あたり10ppb以下のレベルの超高純度のプロセスガスを供給できるようになった。

従来は半導体工場の中のガスヤードにこれらのガス精製装置を設置して、半導体製造装置へ供給されるプロセスガスを精製していた。

しかしながら、半導体工場の規模が大きくなる場合にはガス供給配管の口径が大きくなったり、ガス精製装置から半導体製造装置までの配管が長くなったりして、配管内壁からの微量の脱ガスによりプロセスガスが汚染され、プロセスガスの純度が低下する現象が生じている。

このような問題を解決するため、最近、半導体製造装置の直前に小型の末端精製器を設置して、使用するガス

の純度をさらに高純度化しようという傾向が見られ、現在ではこの“末端精製”の考え方がユーザーに受け入れられつつある。

そこで、このような要求に対応するために図1に示すような不活性ガス用と水素ガス用のインライン式精製器（処理量：1～50 Nl/min）を開発した。

図1 インライン式精製器のI型とU型の外観

#### 1. 精製原理

これらの精製器は、反応剤と吸着剤が充填された反応吸着筒（反応剤の代わりに触媒が充填されているものは触媒吸着筒）およびガス中のパーティクルを除去するためのフィルターより構成されている。

精製器の構成を図2に示す。

#### 1-1 不活性ガス用インライン式精製器

この精製器は窒素、アルゴンおよびヘリウムなどの不活性ガス中に含まれる酸素、水素、一酸化炭素、二酸化炭素および水分などの不純物を以下に示す原理で除去することができる。

まず、不活性ガス中に含まれる酸素、水素および一酸化炭素は反応吸着筒の前段に充填されているニッケル反応剤（50wt. %Ni/けいそう土）と室温（25°C）で反応し除去される。その反応式をそれぞれ(1)、(2)および(3)式に示す。



次に、残りの不純物である二酸化炭素と水分が反応吸着筒の後段に充填されている合成ゼオライト（モレキュラーシーブス）による吸着除去される。



図1 インライン式精製器のI型とU型の外観

## 1-2 水素ガス用インライン式精製器

この精製器は水素ガス中に含まれる酸素、一酸化炭素、二酸化炭素および水分などの不純物を以下に示す原理で除去することができる。

まず、水素ガス中に含まれる酸素は、触媒吸着筒の前端に充填されているパラジウム触媒 (0.5wt. %Pd/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) の作用で水素と室温 (25°C) で反応し、水分を生じる。

その反応式を(4)に示す。



次に、一酸化炭素の濃度に比べ酸素がその必要化学量論以上に含まれる場合は、一酸化炭素は(5)式のように室温 (25°C) で酸素と反応し、二酸化炭素を生ずる。



そして、はじめから原料ガスに含まれていた、および(4)、(5)で発生した水分と二酸化炭素は不活性ガス用インライン式精製器と同様に触媒吸着筒の後段に充填されている合成ゼオライト (モレキュラーシーブス) により吸着除去される。

## 2. インライン式精製器を構成する配管材料および部品の仕様

この末端精製器は半導体工場の中でも最も品質の高いガスが要求される場所に使用されるので、精製器を構成する配管材料および部品は水分をはじめとする脱ガスやパーティクルの発生や滞留を極力抑えるものでなければならない。

そこで、配管材料および部品の接ガス部の材質として

SUS316 Lの電解研磨処理 (electro-polished) したものを採用した。

半導体工場では通常、polytetrafluoroethylene系樹脂のメンブレンのガスフィルターが使用されているが、このタイプのフィルターはメンブレンから微量の水分が発生する問題があった。最近、その問題を解決する方法として、水分の発生が抑えられたセラミック製や金属製のエレメントのフィルターが開発されている。

そこで、この精製器にはセラミック製のエレメントのフィルターを採用した。

## 3. インライン式精製器の性能

ガス精製技術の進歩もさることながら、ガス分析技術の進歩も目覚ましく、最近、大気圧イオン化分析計 (以下APIMS) が着目され、超高純度ガス供給設備の評価等に使用され始めている<sup>2)</sup>。APIMSを用いるとガス中に含まれている水分をはじめとする酸素、二酸化炭素およびメタンなどの不純物を1 ppb以下のレベルで正確に分析できる。

そこで、不活性ガス用インライン式精製器に所定量の窒素ガスを流通させ、このAPIMSを用いて、その出入口の窒素ガス中に含まれる不純物濃度を測定した。窒素ガス中に含まれる一酸化炭素については濃縮ガスクロマトグラフ分析法で分析した。原料ガスとして、移動式の液体窒素貯槽からの蒸発窒素ガスを使用した。

その結果表1に示す。これより反応剤および吸着剤を採用している不活性ガス用インライン式精製器を使用して窒素ガス中に含まれる水分を2 ppbまで、また酸素、一酸化炭素および二酸化炭素を1 ppb以下まで除去できることを確認した。

この結果より、合成ゼオライト (モレキュラーシーブス) による室温 (25°C) での物理吸着で窒素ガス中に含

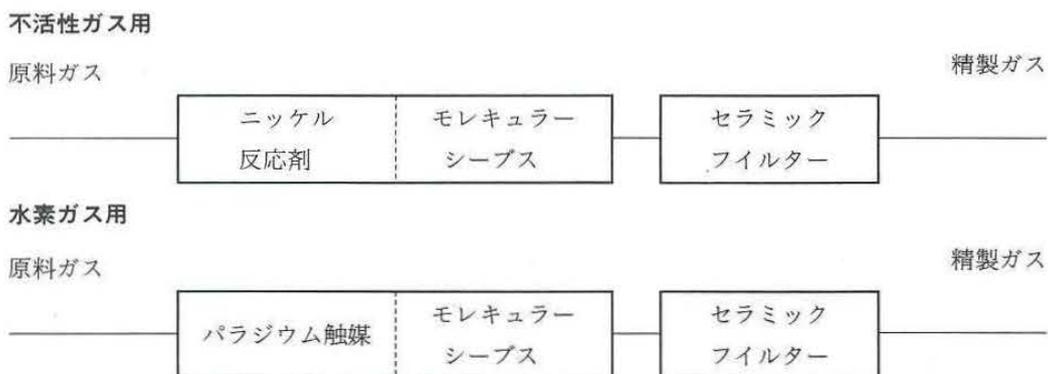


図2 インライン式精製器の構造

表1 不活性ガス用インライン式精製器の出入口  
ガス中に含まれる不純物濃度の測定結果

不純物成分	入口ガス中の不純物濃度 (ppb)	出口ガス中の不純物濃度 (ppb)	分析方法
O <sub>2</sub>	290	< 1	APIMS分析
CO <sub>2</sub>	11	< 1	APIMS分析
CH <sub>4</sub>	< 1	< 1	APIMS分析
H <sub>2</sub> O	10	2	APIMS分析
CO	97	< 1	濃縮ガスクロマトグラフ分析

まれる水分を2 ppbまで、また二酸化炭素1 ppb以下まで除去できることがわかった。

次に、ガス中に含まれる不純物と同様に問題となるのがパーティクルである。これはガス中にパーティクルが多くふくまれるとLSI製造プロセスで歩留り低下の原因になると考えられているからである。

そこで、不活性ガス用および水素ガス用インライン式精製器に3 Nl/minの窒素ガスを流通し、その出口ガス中に含まれるパーティクル量をレーザー式パーティクルカウンターで測定した。測定回数はどちらの場合も10回とした。

その結果、どちらの場合も0.11 μm以上の粒径をもつパーティクルは検出されなかった。(パーティクル濃度は1個/ft<sup>3</sup>未満であった。)

これより、インライン式精製器に採用されているエレメントがセラミック製のフィルターにより0.11 μm以上の粒径をもつパーティクルがほぼ完全に除去されていることがわかった。

#### おわりに

半導体工場でプロセスガスの末端精製として要求されつつある反応剤(触媒)および吸着剤を採用したインライン式精製器の精製原理、構成部品の仕様および性能について紹介した。

このインライン式精製器は半導体産業向けに開発されたものであるが、その他の分野、例えば高感度の分析計のキャリアガスの精製や校正用のゼロガス発生装置としてガス分析関連の分野にも適用できると考えられる。

今後も半導体分野やガス分析関連の分野で、より高品質のプロセスガスが要求されることが予想され、ガス精製技術のさらなる発展が期待される。

#### 引用文献

- 1) Minoru Murakami, Michiaki Nomura, Catalyst-adsorption type purifiers for ultra-pure gas supply, Gas Separation and Purification, 2, 95-102 (1988)
- 2) 三井泰裕, ULSI用高純度ガス中の超微量不純物分析技術, 56巻, 11号, 1466-1472 (1987)



#### 筆者紹介

野村 三千昭

日本酸素株式会社

電子機材事業本部 技術部

1983年3月 鹿児島大学大学院工学研究科  
修士過程修了

1983年4月 日本酸素株式会社入社、現在に至る。

趣味: バスケットボール、読書

## 研究ハイライト

### 五酸化バナジウム球形微粒子と水との相互作用

Specific interaction of water molecules with spherical vanadium pentoxide particle

岡山理科大学理学部 橘高茂治

金属酸化物と水は共に自然界で極有りふれた物質であるが、それぞれ化学的に多様で複雑な挙動を示す物質でもある。また相互にかかり合う現象も非常に多岐にわたっている。筆者は今までその界面現象（吸着、表面帯電）に興味を持って種々の系について研究を行ってきた<sup>1-10)</sup>。特に興味ある発見は、 $\text{SnO}_2$ 、 $\text{Cr}_2\text{O}_3$ 、 $\text{ZnO}$ の均一表面上において水が二次元相として相変化を起こすことである<sup>4)</sup>。この稿では五酸化バナジウムと水との特異な相互作用について述べる。

#### 1. 五酸化バナジウム ( $\text{V}_2\text{O}_5$ ) 球形粒子の作製

固体表面における上記のような吸着分子の挙動を調べ

るためには単一の結晶面だけを持つ試料をもとめ、気体の吸着量を精度良く測定する必要がある。通常は $\text{MgO}$ 等ほぼ等方性の結晶とか、雲母のように薄片化し易い物質しかこの条件を満たすことはできない。筆者はその目的のために金属酸化物一般についてこのような条件を満たす試料を得る方法を求める努力を重ねてきた。その試みの一つとして金属酸化物を高温で熔融して液滴化した後、それを結晶の晶癖を利用して結晶化し、特定の面だけに囲まれた結晶粒子を得ようとした<sup>9, 11-13)</sup>。その方法は $\text{O}_2-\text{H}_2$ 炎( $200^\circ\text{C}$ )中に原料粉末を $\text{O}_2$ ガスと共に導入し熔融球形化するものである。 $\text{TiO}_2$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Cr}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Mn}_2\text{O}_3$ 等の金属酸化物については球形粒子化に成功したが、単一結晶面を持ったものを得ることはできなかった。しかし $\text{V}_2\text{O}_5$ については図1 aの電子顕微鏡写真に見られるように中空の微粒子が得られ、これを高倍率で観察すると、表面に平行な001のフリンジが見られる<sup>9)</sup> (図1 b)。すなわち全粒子表面が(001)面からなるモザイク構造を持った $\text{V}_2\text{O}_5$ 球形粒子が得られた。このような粒子が得られる過程について筆者は次のように考えている。得られた粒子の大きさが、数 $10\ \mu\text{m}$ の $\text{V}_2\text{O}_5$ の焼結体である原料粒子に比べてかなり小さい。

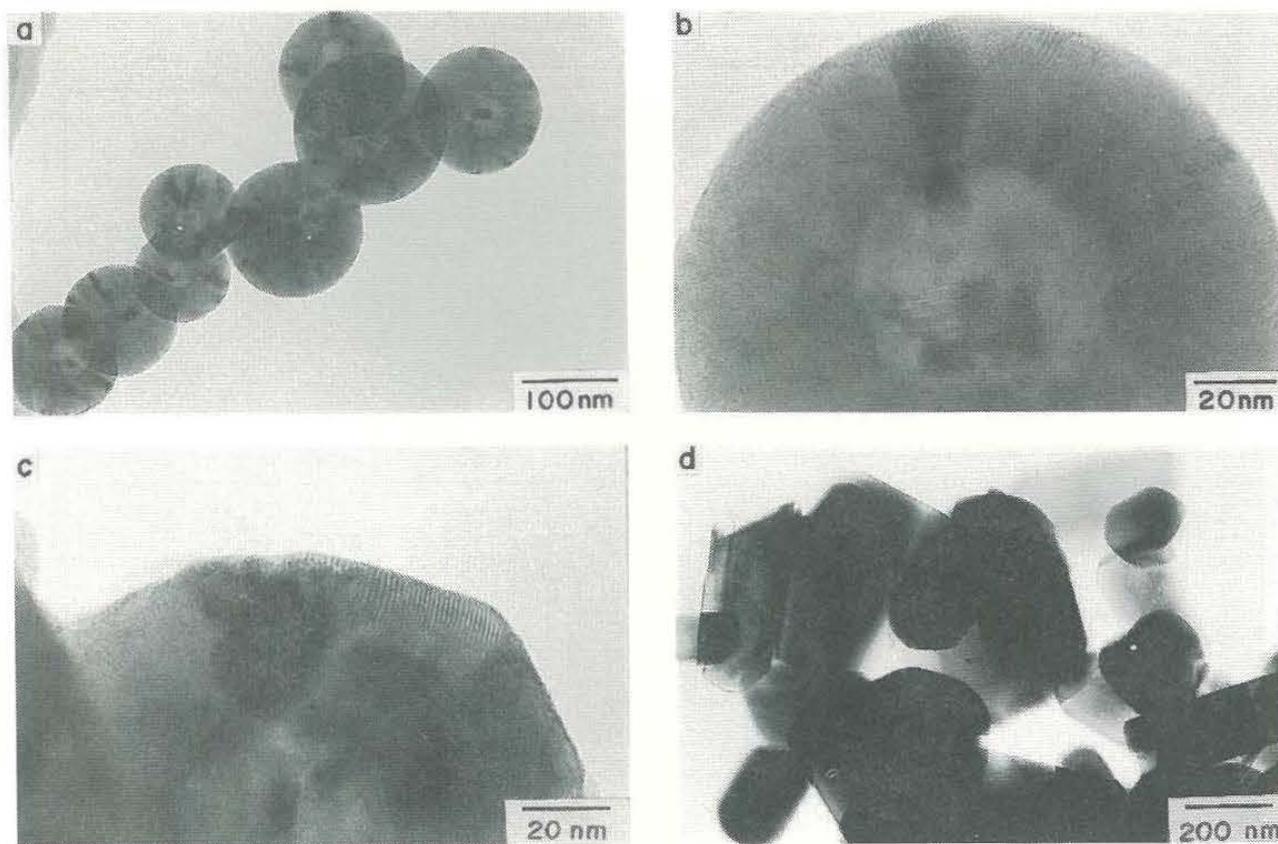


図1  $\text{V}_2\text{O}_5$ 球形粒子の透過電子顕微鏡写真。  
処理温度 ( $^\circ\text{C}$ ) : a, b, 未処理 ; c, 400 ; d, 600.

このことは $O_2-H_2$ 炎中で粒子の破碎が起こっていることを示している。相図によると、 $V_2O_5$ は $1800^\circ C$ 辺りで $O_2$ を放出して $V_2O_4$ に分解される。そして計算によると、試料が急激に $2000^\circ C$ まで加熱されると固体中の酸素圧力は $1.7\text{toncm}^{-2}$ となる。従って原料粒子が炎に導入されたときこの圧力によって容易に破裂して微小粒子化が起こっても不思議でない。こうしてできた $V_2O_4$ 片は冷却されると途中で $V_2O_5$ に再酸化される。この物質の融点は $680^\circ C$ と低いためそれは溶融して微小液滴となるのであろう。通常微粒子の中空体、例えばガラスの中空微粒子が、その溶融体に強い気流を吹き込むことによって得られることを考えると、 $O_2-H_2$ 炎中では速い炎の流れがこの条件を満たしているともよいであろう。

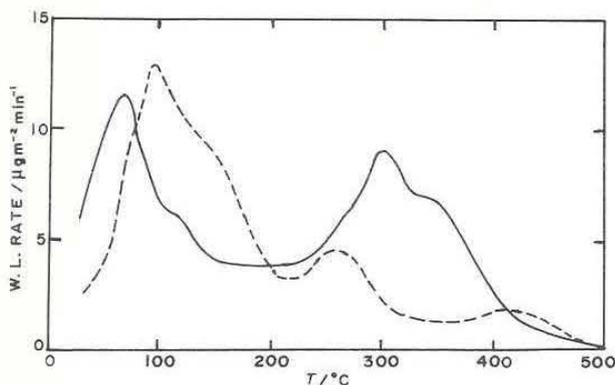


図2  $V_2O_5$ 球形粒子の真空中(実線)および $O_2$ 中における熱重量減少スペクトル。昇温速度： $1^\circ C\text{min}^{-1}$ 。

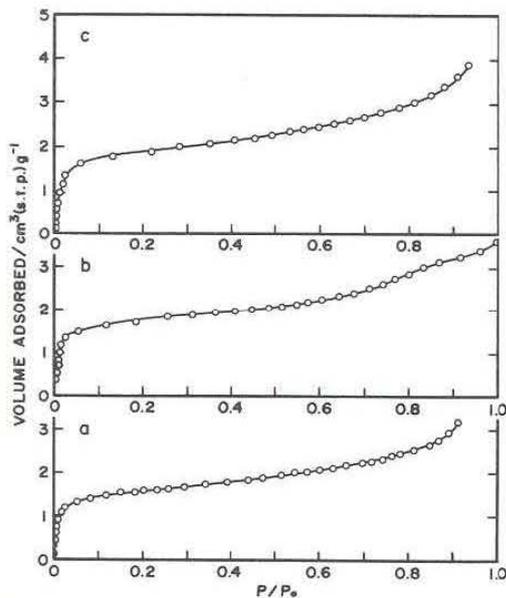


図3  $V_2O_5$ 粉末および球形粒子への $-196^\circ C$ におけるKrの吸着等温線。a,  $V_2O_5$ 粉末；b, 未処理球形粒子；c,  $400^\circ C$ 処理。

この試料を加熱すると、 $V_2O_5$ のドメインの隣合ったものが合一結晶化して、粒子は露出した(001)面の数を減少した多面体粒子となる(図1c)。図2にはこの球形粒子の真空中および $O_2$ 中における昇温脱離スペクトルを示す。室温から $200^\circ C$ 迄の脱離ピークは脱水によるものであり、真空中における $250^\circ C$ 以上のものには $O_2$ の脱離が加わる。 $500^\circ C$ 以上になると結晶化が更に進んで大きくなったドメインが分裂して微小単結晶粒子となる(図1d)。

このような変化を示す球形粒子の表面均一性を液体 $N_2$ 温度におけるKr吸着によって調べた。図3に原料の $V_2O_5$ 粉末のものと球形粒子へのKrの吸着等温線を示す。前者では吸着等温線はII型である(図3a)のに対して、球形粒子のものは階段状等温線となった(図3b)。二つ目のステップの高さが一つ目の2倍になっていることからこれは一層目と、二層目の吸着によるものである。このような等温線は吸着表面が均一であることと、吸着分子間の相互作用による二次元凝縮が起こることを示唆している。試料を加熱すると、電子顕微鏡写真(図1b)で見られたように $V_2O_5$ の(001)面が発達しているにもかかわらず、吸着等温線の二つ目のステップは失われた(図3c)。このことは $V_2O_5$ の整頓された結晶面が必ずしもKrの吸着層にとって二次元的相互

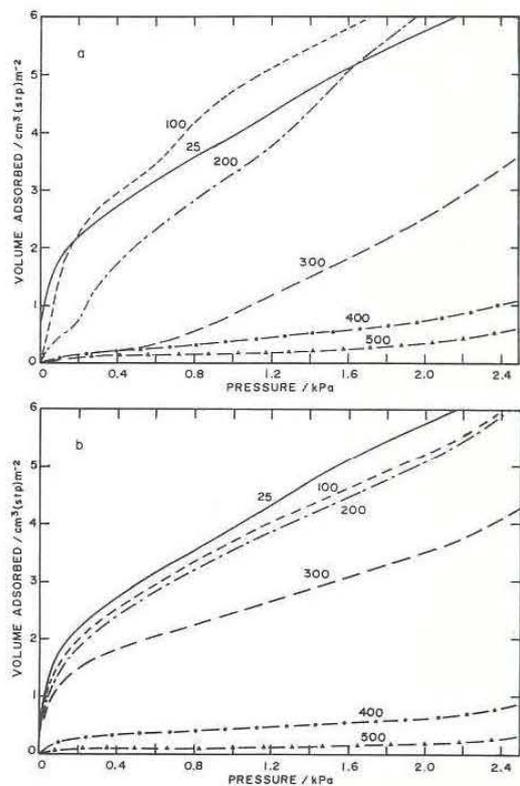


図4  $V_2O_5$ 球形粒子への $25^\circ C$ における $H_2O$ の吸着等温線。a, 一次吸着；b, 二次吸着。

作用に適した構造を持っていないことを示している。

## 2. $V_2O_5$ 球形粒子と $H_2O$ との相互作用

$V_2O_5$ は酸化反応の触媒としてその存在の意義が大きく $H_2O$ の存在は通常この機能にとってむしろ厄介で、両者の関係についてはあまり多くの研究は見当たらない。図4 aと図4 bには球形粒子を真空中で加熱した後、25°Cで測定した $H_2O$ の吸着等温線（一次）とその後25°Cで真空引きした試料に吸着した等温線（二次）とを示す<sup>14)</sup>。ここで注目すべき点の一つは、低温度処理試料への吸着量が $H_2O$ の最密充填の単分子吸着量 $0.36\text{cm}^{-3}(\text{s, t, p})\text{m}^{-2}$ に比べて異常に大きい事である。二つ目は、通常の熱処理した金属酸化物への吸着では二次の吸着は一次のものに比べて小さくなるのに対して、 $V_2O_5$ 球の場合には、逆に二次の方が大きくなる傾向がある。また、昇温脱離スペクトルとの関係を見ると、試料に残存する $H_2O$ が多い程一次の吸着量も大きい。加熱した試料においてこの事実をあてはめると、一次吸着によって試料を水和することによってその $H_2O$ に対する吸着量が増すことになる。このような現象は、 $SiO_2$ のような比較的疎水性の表面への一次の $H_2O$ 吸着に

よって表面水酸基が形成され、これが水の物理吸着サイトとなる現象に似ている<sup>15)</sup>。しかしこれは固体表面で起こる現象であり、ここでの異常に大きな吸着量とその特異な性質を説明することはできない。従ってここに観察された挙動は、固体自身も含めた状態の変化に起因するものであろう。

図5 aには粒子 $H_2O$ に1 h接触した時の粒子の表面領域の高分解能電子顕微鏡写真である<sup>16)</sup>。この水和処理によって $V_2O_5$ 結晶ドメイン間の粒界にV字形の浸食が見られる（A部分）。そして $V_2O_5$ 粒子結晶（001）面上に大きな層間隔を持った層状物質の析出が見られる（B部分）。 $H_2O$ 接触時間を増すとこの相が更に成長し（図5 b）、やがてこの相だけからなる中空粒子が現れる（図5 c）。明らかに $H_2O$ はモザイク構造を持つ $V_2O_5$ 球形粒子をその粒界部分から溶解し、別の物質として結晶化している。図5 cの粒子の電子回線パターン（図5 d）は、従来いわゆるバナジン酸ゾル（五酸化バナジウム水和物、 $V_2O_5 \cdot nH_2O$ ）として知られたものの回折パターンと完全に一致した<sup>17)</sup>。この物質は、層状構造を持ち $H_2O$ の添加量を増すと、 $H_2O$ の層として数10層インターカレートすることが分かっている。従って、こ

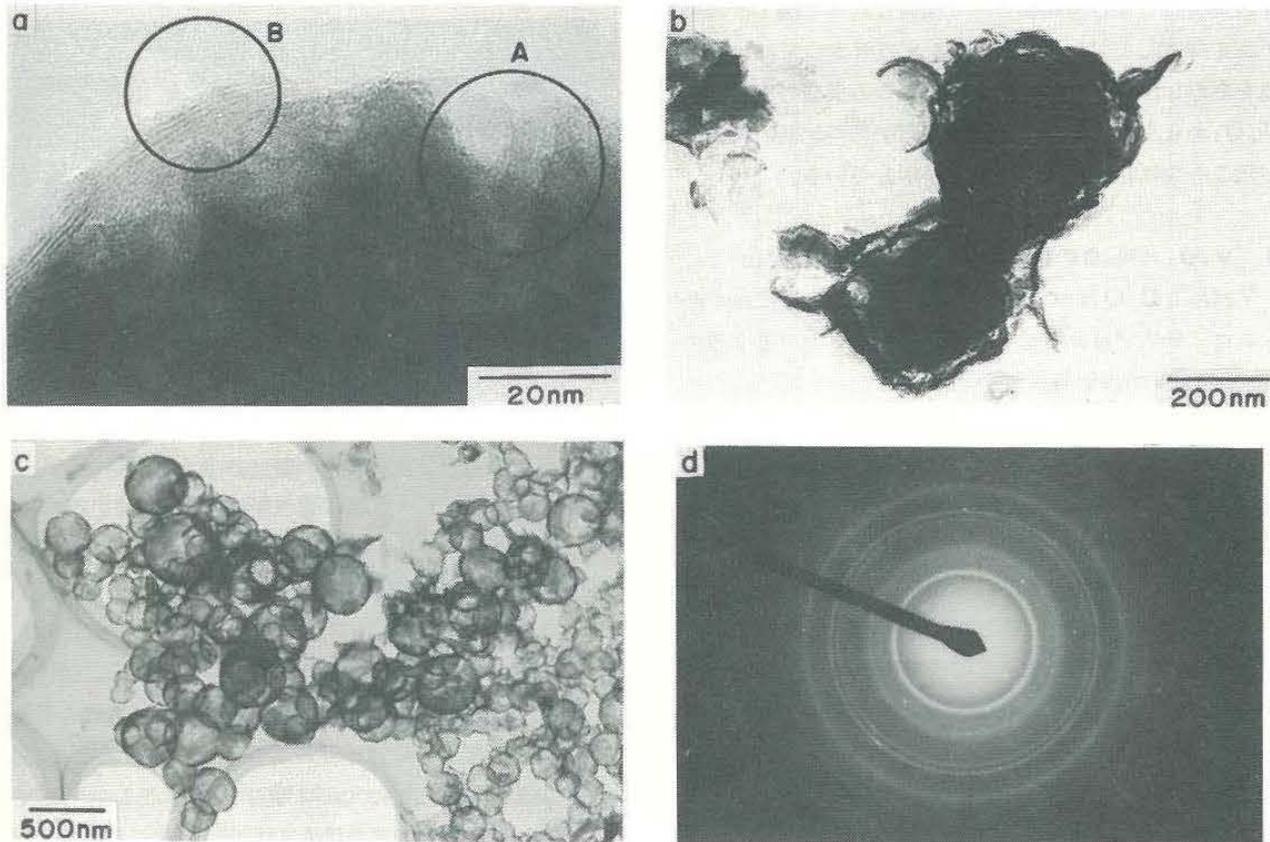


図5  $V_2O_5$ 球形粒子と水との相互作用の透過電子顕微鏡観察、接触時間 (h) : a, 1 ; b, 2 ; c, 10. d, cの回折パターン、

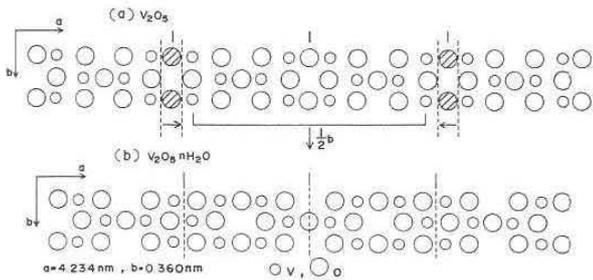


図6  $V_2O_5$ (a)および $V_2O_5 \cdot nH_2O$ (b)のa-b構造モデル。

ここで得られた結果は作られたばかりの $V_2O_5$ 球形粒子、あるいは加熱後一度 $H_2O$ の吸着を行った試料には部分的に $H_2O$ をインターカレーションし易い $V_2O_5 \cdot nH_2O$ 相が形成されていると考えてよいであろう。

ところでこの水和物の結晶構造については、Legendre等の電子線回折による報告があるものの<sup>17)</sup>無水 $V_2O_5$ 結晶の凝集体と考えられてきた<sup>18)</sup>。 $V_2O_5$ は本来c-軸方向に重なりを持つ層状物質であるが、図5 a-5 cの一連の電子顕微鏡観察から、この水和物が単に $V_2O_5$ 結晶層間への $H_2O$ のインターカレーションによってできたものでないことは明らかである。筆者は水熱合成により結晶性の良い水和物をつくり、その電子線回折パターンの解析からこの物質のa-b構造に対して図6 bのモデルを提案した<sup>19)</sup>、これは図6 aの無水の $V_2O_5$ の構造を变形したものである。これら二つの構造の違いから、 $V_2O_5$ から水和物になるためには原子の再配列、再結合が起こらなければならないことを示している。

### 3. $V_2O_5 \cdot nH_2O$ の吸着特性の熱処理による変化

$V_2O_5 \cdot nH_2O$ はバナジン酸ゾルとして非常に古くからコロイド化学者の興味を集めてきた。その一番の理由は、このゾルが流動複屈折を示すことであった<sup>20)</sup>。これはゾル中でのコロイドのテクスチャーが繊維状であるためとされてきた<sup>21)</sup>。ところが、バナジン酸ゾルを凍結乾燥した試料を電子顕微鏡観察によって調べてみると、それは約30nmの厚さのフィルムであった(図7 a)<sup>22)</sup>。またその面に垂直に観察された電子線回折パターンは図5 dと同じくhk0のものであった。この試料を加熱して行くとその電子顕微鏡による暗視野像に繊維状ストリークが現れた(図7 b)。これはフィルム中に繊維状 $V_2O_5 \cdot nH_2O$ が存在することを示している。これらの事実は $V_2O_5 \cdot nH_2O$ コロイドには繊維状テクスチャーを持つものと、薄い膜状のものが共存し、その結晶方位(c-軸)を揃えていることを示す。試料を加熱すると、フィルムは図7 cの同一結晶方位を示す輝面からなる暗視野

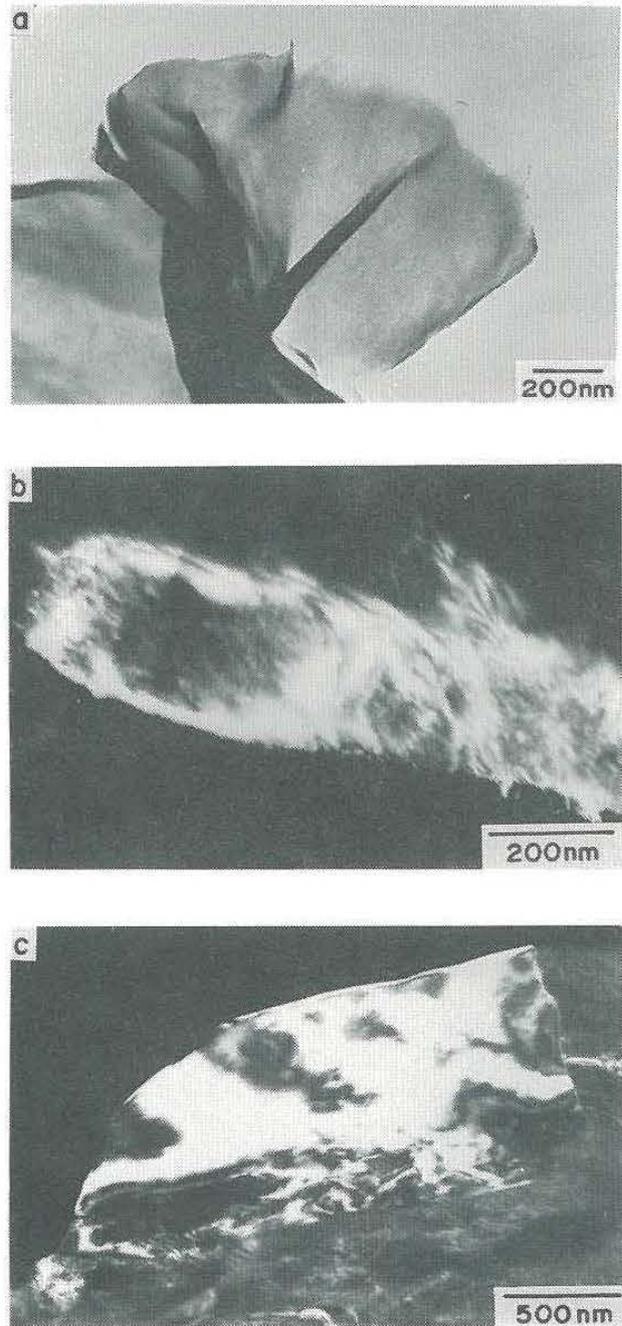


図7  $V_2O_5 \cdot nH_2O$ の透過電子顕微鏡写真, a,  $V_2O_5 \cdot nH_2O$ , 熱処理( $^{\circ}C$ ) 試料の暗視野像: b, 310; c, 340,

像を与えた。これはフィルムが単結晶化されたことを示している。

この凍結乾燥試料について熱処理温度を変えてKrの吸着を行った(図8)。未処理の試料において球形粒子のものに似た階段状吸着等温線が得られた。この形は250 $^{\circ}C$ 迄は処理温度と共に次第に明瞭になっている。300 $^{\circ}C$ 以上で加熱すると、二つ目のステップが消えて、II型の等温線となった。この吸着特性の変化は、球形粒子を加熱したときのKrの吸着等温線の変化と一致している。

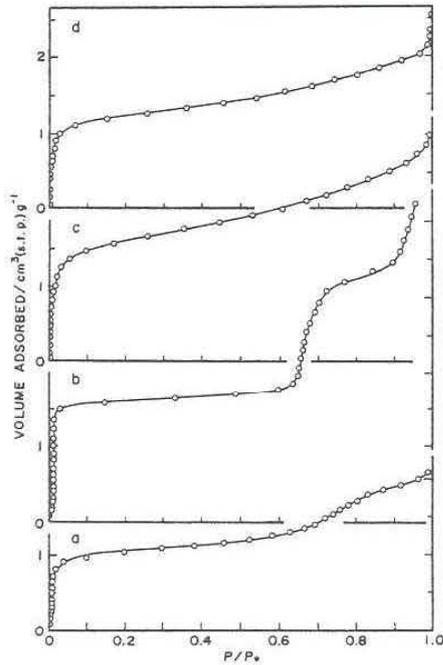


図8  $V_2O_5 \cdot nH_2O$ の熱処理によるKrの吸着等温線の変化。処理温度(°C): a, 未処理 b, 250; c, 300; d, 500.

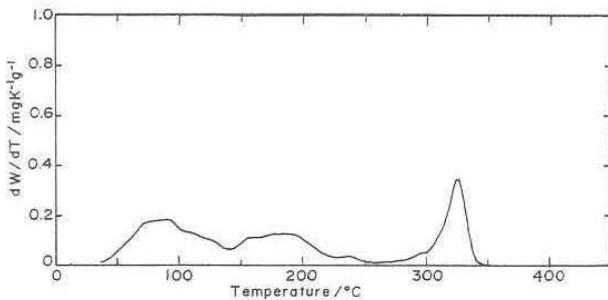


図10  $V_2O_5 \cdot nH_2O$ の $O_2$ 中における熱重量変化。昇温速度:  $1^\circ C \text{ min}^{-1}$ .

このゾルをガラス板に塗って(001)面を配向、乾燥した試料の反射XRD観察(図9)および、凍結乾燥試料の昇温脱離スペクトル(図10)の観察によると、水和物は $300^\circ C$ で脱水され、(001)面を保ったままトポクテックに斜方晶系 $V_2O_5$ となることが分かった。以上の結果は球形粒子におけるKrの吸着特性の熱処理による変化を説明しているようである。即ち、電子顕微鏡観察では球形粒子表面への存在は確認されなかったが、球形粒子が得られた段階ですでに表面に $V_2O_5 \cdot nH_2O$ の層ができていと考えられる。

図11には熱処理した試料への水の吸着等温線を示す<sup>22)</sup>。前処理温度が $250^\circ C$ までは吸着はほぼ可逆的である。それ以上になると前述の構造変化と対応して吸着量は著しく減少する。これはこの物質の水和物としての層

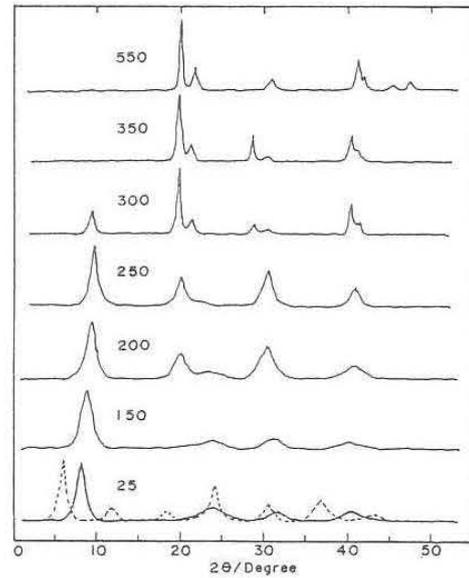


図9  $V_2O_5 \cdot nH_2O$ の $O_2$ 中における熱処理による反射XRDパターンの変化。破線は空气中で観察された結果。用いたX線はCuK $\alpha$ 線。

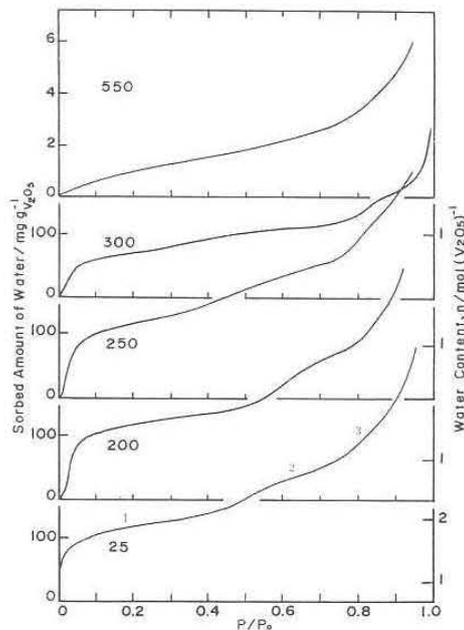


図11  $V_2O_5 \cdot nH_2O$ の熱処理(°C)による $H_2O$ の吸着等温線の変化。

構造が失われるためである。かくしてこの物質の $H_2O$ 吸着特性の熱処理による変化が前述の球形粒子における $H_2O$ の吸着等温線の変化の原因となっていると考えて良いであろう。

ところで、未処理の試料に対する $H_2O$ の吸着等温線に、1 molの $V_2O_5$ あたり吸着量約1.5 molと2.7 molにステップが現れる。XRDの解析の結果はそれぞれのステップに対して1.12 nmと、1.47 nmの層間隔を与えた。

前者の吸着量は図 6 b の単位格子あたり 12 個の  $H_2O$  分子を配当することになる。この単位格子には 24 個の等価な V イオンと、12 個の c 軸方向のチャンネルが存在する。おそらくこれらのいずれかが水に対する吸着サイトになるものと思われる。後者の吸着量は前者の約 2 倍となっており、層間隔の増大 (0.26 nm) が  $H_2O$  の約一分子層の厚みに相当することを考慮に入れると、2 層目の吸着を示している。現在、これらの  $H_2O$  水の吸着状態を確定するため結晶性のよい試料を作製し、i. r. 測定、熱測定、XRD 測定等による研究を進めている。

#### 4. 終わりに

本稿では  $V_2O_5$  球形粒子と  $H_2O$  との異常に大きな相互作用が、粒子中に含まれている  $V_2O_5 \cdot nH_2O$  の存在によって起こるものであることを示した。従来から知られている  $V_2O_5 \cdot nH_2O$  の物理化学的特性には次のものがあげられる。(1) この物質が極めてイオン性の強い層状化合物であることから層間に種々の極性分子がインターカレートされる。(2) 強い酸性酸化物であることから、層間の  $H_2O$  がプロトンを解離して、陽イオンとイオン交換する。(3) 構造中の V (V) は V (IV) に還元され易く、それによって導入された電子の V イオンによる束縛は弱く、ポーラロンを生ずる。従って、無水の酸化物に比べて約 1000 倍大きな電気伝導性をもっている。(4) また容易に製膜することができる。これら特性についての筆者の研究はまだ緒についたばかりで、今回は余り多くは述べられなかった。実際のところこの物質の結晶構造はまだ完全には決定されておらず、またこの物質の実用化も極く限られたものである。今後この構造の決定と特性の基礎的理解が深められ、さらに材料化学的に新しい機能が開発されることが望まれる。

#### 文 献

1. S. Kittaka, K. Morishige, T. Fujimoto, and T. Morimoto, *J. Colloid Interface Sci.*, **72**, 191 (1979).
2. S. Kittaka, J. Nishiyama, K. Morishige, and T. Morimoto, *Colloids and Surfaces*, **3**, 51 (1981).
3. K. Morishige, S. Kittaka, S. Iwasaki, and T. Morimoto, *J. Phys. Chem.*, **85**, 570 (1981).
4. K. Morishige, S. Kittaka, and T. Morimoto, *Surface Sci.*, **109**, 291 (1981).
5. S. Kittaka, K. Morishige, J. Nishiyama, and T. Morimoto, *J. Colloid Interface Sci.*, **91**, 117

(1983).

6. Y. Kuroda, S. Kittaka, K. Miura, and T. Morimoto, *Langmuir*, **4**, 210 (1988).
7. T. Morimoto, H. Nakahata, and S. Kittaka, *Bull. Chem. Soc. Jpn.*, **51**, 3387 (1978).
8. S. Kittaka, and T. Morimoto, *J. Colloid Interface Sci.*, **75**, 398 (1980).
9. S. Kittaka, S. Sasaki, and T. Morimoto, *J. Mat. Sci.*, **22**, 557 (1987).
10. S. Kittaka, S. Yamanaka, N. Yanagawa, and T. Okabe, *Bull. Chem. Soc. Jpn.*, **63**, 1381 (1990).
11. T. Morimoto, T. Kadota, H. Yanazawa, and S. Kittaka, *Bull. Chem. Soc. Jpn.*, **53**, 26 (1980).
12. T. Morimoto, and S. Kittaka, *J. Colloid Interface Sci.*, **78**, 356 (1981).
13. S. Kittaka, and T. Morimoto, *Bull. Chem. Soc. Jpn.*, **54**, 2882 (1981).
14. S. Kittaka, S. Sasaki, N. Ogawa, and N. Uchida, *J. Solid State Chem.*, **76**, 40 (1988).
15. T. Morimoto, M. Nagao, and J. Imai, *Bull. Chem. Soc. Jpn.*, **44**, 1282 (1971).
16. S. Kittaka, T. Arai, and N. Uchida, *Bull. Hiruzen Res. Inst.*, No. 13, 39 (1987).
17. J. J. Legendre and J. Livage, *J. Colloid Interface Sci.*, **94**, 75 (1983).
18. E. Suito and K. Takiyama, *Proc. Jpn. Acad.*, **30**, 752 (1952).
19. S. Kittaka, N. Uchida, H. Miyahara, and Y. Yokota, *Mat. Res. Bull.*, **26**, No. 4 (1991) in press.
20. H. Freundlich and H. Dannenberg, *Z. Phys. Chem.*, **117**, 87 (1926).
21. Von H. Thiele and G. Kienast, *Kolloid Zeit.*, **127**, 134 (1952).
22. S. Kittaka, Y. Ayatsuka, K. Ohtani, and N. Uchida, *J. Chem. Soc. Faraday Trans. I*, **85**, 3825 (1989).



橋高茂治

岡山理科大学理学部教授 理学博士  
1966年 岡山大学大学院理学研究科  
修士課程修了  
岡山理科大学理学部助手、講師、助  
教授を経て、1981年より現職

## 東京大学生産技術研究所シンポジウム「吸着分離の科学と工学」開催

東京大学生産技術研究所シンポジウム「吸着分離の科学と工学」が、平成3年5月20（月）～21（火）の2日間、同研究所第1・第2会議室で開催された。同研究所が主催、文部省および日本吸着学会の共催というかたちで行なわれ、海外からの参加者16名を含めて参加者数は約120名であった。このシンポジウムは、来年5月に京都で開催予定の「第4回国際吸着会議」のScientific Advisory Boardが集まる、いわば予備会議としても位置づけられており、吸着分離の分野において現在世界のトップレベルの研究を活発に行なっている研究者を招待し、我が国の研究者を交えて、最近の吸着分離の進歩や動向を理学と工学双方の立場からじっくりと討論することを意図した。

シンポジウムのプログラムは表1に示した通りである。シンポジウムは、圧力スイング吸着（PSA）プロセス、クロマト法等の吸着分離プロセス、吸着平衡と速度、吸着剤の4つのセッションからなり、それぞれのセッションでは海外からの招待講演等に行き続いて、別途討論の

時間を設けて、一般参加者を交えて熱心な討論が展開された。

今日、吸着分離操作は従来の化学・石油・医薬品産業等にとどまらず、生化学・医学・環境など多方面へますますその応用分野を広げている。この時期に、吸着に携わる国の内外の科学者や技術者が一同に会して情報を交換し、また親睦を深めたことは極めてタイムリーであり意義の深いことであったと思われる。

また、本シンポジウムの翌日5月22日（水）にはScientific Advisory Board会議が開かれ、来年京都での国際会議の日程、時間割り振り、発表論文等の概要が決定された。

最後に会議に対する御援助をいただいた勸生産技術研究奨励会、ならびに文部省学術国際局および日本吸着学会に深くお礼申し上げます。なお、本シンポジウムのプロシーディングスが近日中に発行される予定です。

（東京大学生産技術研究所 鈴木基之・迫田章義）



表1 生研国際シンポジウム「吸着分離の科学と工学」プログラム

5月20日(月)	5月21日(火)
10:00-10:30 吸着分離—序論 鈴木基之、東京大学生産技術研究所	
<b>第1部 吸着分離プロセス—PSA</b>	
10:30-11:10 圧カスイング吸着の最近の動向 S.Sircar: エア—プロダクト(アメリカ)	
11:10-11:50 ガス分離のための新しい圧カスイング吸着 E. Richter: DMT (ドイツ)	
11:50-12:10 圧力温度スイング吸着 川井利長: 神奈川大学	
12:10-12:30 討論 広瀬 勉: 熊本大学 迫田章義: 東京大学生産技術研究所	
<b>第2部 吸着分離プロセス—クロマトグラフィー</b>	
14:00-14:40 クロマト分離 K. K. Unger: グーテンベルグ大学(ドイツ)	
14:40-15:00 置換クロマト分離 A. S. T/Chiang: 国立中央大学(台湾)	
15:00-15:40 向流・疑似向流吸着プロセス D. M. Ruthven: ニューブルンズウィック大学(カナダ)	
15:40-16:00 コーヒーブレイク	
16:00-16:30 固定層吸着による溶剤回収の最近の発展 竹内雍: 明治大学	
16:30-17:00 無機膜による反応と分離 Y. H. Ma: ウースター工科大学(アメリカ)	
17:00-17:20 超臨界流体による吸着剤の再生 Pingdong Wu: 浙江大学(中国)	
17:20-18:00 討論 鈴木基之: 東京大学生産技術研究所 茅原一之: 明治大学	
	<b>第3部 吸着平衡と速度</b>
	9:00-9:20 イオン交換ZSM-5ゼオライトへのガス吸着 小沢泉太郎: 東北大学
	9:20-9:40 活性炭素繊維の分子吸着能 金子克美: 千葉大学
	9:40-10:10 液固界面における吸着の基本原則 G. Findenegg: ベルリン大学(ドイツ)
	10:10-10:50 モンテカルロ法によるゼオライトのガス吸着のシミュレーション Alan L. Myers: ペンシルベニア大学(アメリカ)
	10:50-11:10 コーヒーブレイク
	11:10-11:30 多孔性膜中における表面・ポア—並列拡散 吉田弘之: 大阪府立大学
	11:30-12:10 ゼオライトへの多成分ガス吸着 M. Bulow: 物理化学中央研究所(ドイツ)
	12:10-12:40 討論 田門肇: 京都大学 古谷英二: 明治大学
	<b>第4部 吸着剤</b>
	14:00-14:30 シリカ吸着剤 近藤精一: 福井工業大学
	14:30-15:00 成型ゼオライト Hanju Lee: 延世大学(韓国)
	15:00-15:20 水からの界面活性剤吸着への疎水性ゼオライトの応用 堤和男: 豊橋技科大学
	15:20-15:40 コーヒーブレイク
	15:40-16:20 炭素吸着剤における細孔の発達 K. S. W. Sing: ブルネル大学(イギリス)
	16:20-16:40 高比表面積活性炭の製造と吸着特性 音羽利郎: 関西熱化学
	16:40-17:00 討論 松村芳美: 労働省産業医学総合研究所 尾関寿美男: 千葉大学

## 本棚

### 「イオン交換……高度分離技術の基礎」

妹尾学・阿部光雄・鈴木喬／編

講談社サイエンティフィック社刊(276 p、定価 5,900円)

本書は、序文にも触れられているように、イオン交換学会のいわば発足記念の出版物として、学会の全面的なバックアップのもとに企画刊行されたものであり、その意味で我が国のこの分野の科学技術のレベルを知るには最良の図書となった。

執筆者としては、編者3名に加え、板垣孝治、上松敬禧、大矢晴彦、片岡健、川喜田哲哉、鈴木康雄、高見沢行雄、武田邦彦、田中龍夫、田中良修、甘楽和夫、富田功の各氏が内容を分担されている。

内容構成として

第一章 イオン交換の理論 (28 p)

第二章 有機イオン交換体の構造と機能 (42 p)

第三章 無機イオン交換体の構造と機能 (101 p)

第四章 高度分離技術 (81 p)

よりなり、付表として代表的なイオン交換材料の一覧資料 (13 p) が掲載されている。

ページ数の配分に見られるように第三章無機イオン交換体に関する記述に多くの力が注がれており、特にイオン交換材料としての観点から、現在極めて活発な展開が見られる研究の動向が理解出来るようになっている。この分野は材料研究としては必ずしも未だ体系化の努力に至っているとは言えぬようであるが、ゼオライト、酸化物/含水酸化物、ヘテロポリ酸、リン酸塩(ヒドロシキアパタイト)、無機層状化合物の各節において、執筆者を中心とする研究が纏められている。

第一章、第二章はこれに比してある程度体系化された分野に関する要領良い記述がなされているが、有機イオン交換体に関する近年の展開は、むしろ第四章において取り上げられている事象報告の大部分が有機イオン交換体を用いていることからそちらを通じて理解されよう。

第四章においては、高度分離技術として、バイオ分離、稀土類元素の分離、ウランの同位体分離、いくつかの膜分離、超純水、殺菌、イオン記憶型交換体などの節が立てられている。

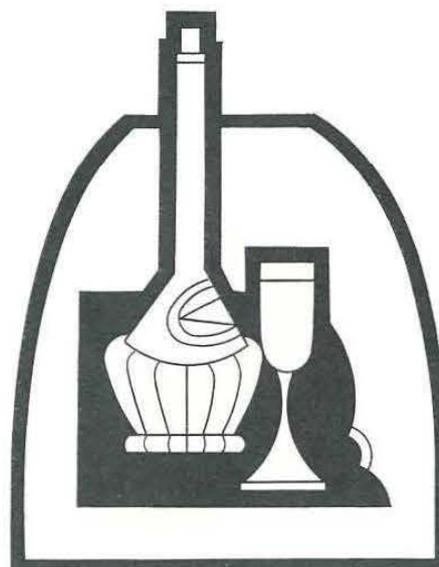
それぞれの著者によりそれぞれの各論、事例の紹介が行なわれており、この分野に関する研究者、学生の参考になることが多いと思われる。ただ、言わずもがなのことではあるが、“高度分離”とは何か、そこにおけるイ

オン交換の果たしうる役割は何かなどの掘下げがあると、より普遍的な価値を持ったであろう。

吸着・イオン交換などに依存する分離の発展においては、分離用材料(剤)の開発、吸着・イオン交換現象の科学、その応用面でのニーズのブレークダウンによる問題の抽出、その問題解決のためのプロセス設計手法の4つの軸をバランス良く広げていくことが必要である。その意味で、今後の発展に本書は一定の役割を果たしてくれるものと考えられる。

全体としてこじんまりと纏まることなく、また所々に執筆者、編者の熱意が感じられるという点でも、一読をお薦め出来る図書である。

(鈴木基之)



## 会員紹介

### 太平洋金属株式会社

#### 太平洋金属のなりたち

昭和24年日本曹達(株)より分離独立し、日曹製鋼(株)として発足以来、昭和34年設立の太平洋ニッケル(株)を合併し、昭和45年に現太平洋金属(株)となりました。業容も当初の砂鉄銹からフェロニッケル、合金鉄への変更拡大を経て、現在では、フェロニッケルのトップメーカーとしての基盤を確立し、更に鉱石からの一貫製造法によるステンレス鋼の生産、金属粉末、ニッケル系合金、ロックウール、純鉄そして当学会に関連する活性炭の製造と幅広く展開し将来への飛躍を目指しております。

#### 活性炭の製造

昭和47年、東南アジアに豊富に賦存するパームやしコ

コナッツやしを原料とし、これまで砂鉄銹で培かって来たロータリーキルンの技術を応用し、活性炭の製造を開始致しました。

化学工業用などの吸着剤として、ユニークな特徴を有する活性炭も近來民生用としても利用が急速に拡がりをみせ、製造メーカーとしても、日夜新分野の動向把握など、その対応に大わらわとなって来ました。空気清浄化、悪臭除去、タバコフィルター、オゾン分解、自動車ガソリン吸着、クリーニング溶剤回収、カイロなど、各種分野での新用途が開発され、活性炭によせられる期待も年々増加する趨勢です。当社としても、タバコフィルター（キャビン）に当社活性炭を採用していただいて以来、民生用に向けて新製品の開発に向けて鋭意開発を志向しております。従来 of 工業用の分野では水処理ほか環境保全向として技術の変更発達に合わせ、適正な活性炭を供給するべく努力を重ねております。

#### 当社活性炭銘柄と用途

種類	銘柄	用途
気相用 破碎炭	P G 1 A～3 A	空気の清浄化、タバコフィルター、悪臭の除去、溶剤の回収、防毒マスク、自動車蒸発ガソリンの吸着、放射性物質の吸着、触媒。
液相用 破碎炭	P L 1 A～5 A 1 B～5 B	上水道の脱臭および有機物の除去、各種廃水の処理、清涼飲料水、醸造用水、飲料水の精製、クリーニング溶剤の脱色精製、メッキ液の再生、食品薬品の脱色精製、使い捨てカイロ、オゾン分解。
粉末炭	P L 1 P～5 P	上水道の脱臭および有機物の除去、各種廃水の高次処理、清涼飲料水、醸造用水、飲料水の精製、工業用水の前処理、クリーニング溶剤の脱色精製。

#### 会社概要

設立：昭和24年12月

資本金：194億円

代表者：取締役社長 奈古屋 嘉茂

人員：1,170名

本社：〒100 東京都千代田区大手町1-6-1 TEL 03-3201-6661

八戸製造所：〒031 青森県八戸市遠山新田 TEL 0178-47-7121

新潟工場：〒950-31 新潟県新潟市太郎代山辺 TEL 025-255-3161

執筆：太平洋金属(株)研究開発部・副部長 速水清之進 Tel 03-3201-6674 (直通)

## 日本吸着学会 5 回研究発表会のお知らせ

日 時 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)

内 容 一般講演の他、特別講演として「PSAの研究・技術の現状(仮題)」川井利長氏(神奈川大学工学部)さらに「暮らしの中の吸着」と題したシンポジウムで、「飲料水と吸着」中野重和氏(阪市工研)、「室内環境浄化と吸着」、「食品鮮度保持のための吸着」、「医療と吸着」高井信治氏(東大生研)などの講演を予定しています。

交 通 J R 浜松駅-遠鉄バス西じゅんかん「勤労会館前」(10分)

東名 浜松 I C または浜松西 I C からいずれも約20分

### 講演ならびにポスター発表申込方法

ハガキもしくはハガキ大の用紙(1人につき1枚)に①題目、②氏名(講演者には○印)、③所属、④連絡先、⑤講演の概要(100字程度)を記入して、下記に郵送して下さい。申込者には原稿用紙をお送り致します。なお、今回は、発表件数の都合によりポスター発表も計画しております。ポスター発表を希望する場合には、ポスター発表希望と赤ペンで付記して下さい。また事務局よりポスター発表をお願いすることもありますのであらかじめご了承下さい。

講演申込締切 7月31日(水)

講演要旨締切 9月30日(月)

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 053-471-1171 (内線:369)

F A X 053-471-0249

### 参加申込方法

ハガキもしくはハガキ大の用紙(1人につき1枚)に①氏名、②所属、③連絡先、④懇親会参加の有無を記して、上記に郵送して下さい。なお、参加費、懇親会費は郵便局備え付けの郵便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:東京 9-538358

参加登録料 一般 4,000円 学生 2,000円

(11月1日以降各1,000円増)

懇親会参加費 6,000円

参加申込締切 10月31日(水)

## 第6回イオン交換セミナー

—人間環境とイオン交換—人と地球にやさしく

主催 日本イオン交換学会 協賛 日本吸着学会ほか

日時 7月22日(月)～24日(水)

会場 昭和薬科大学町田キャンパス(町田市東玉川学園3-3165)

参加申込締切 定員(100名)なり次第

第1日(7月22日)

講義I.有機イオン交換体による分離法の基礎(阪府大) 片岡健

講義II.無機イオン交換体による分離法の基礎(東工大) 阿部光雄

1. 人間-環境科学の現状(東大生産研) 鈴木基之
2. 酸性雨の現状と対策(神奈川大) 井川 学
3. 水環境からの汚染物質・細菌の除去(山梨大) 鈴木 喬

懇親会

第2日(7月23日)

4. ピリジニウム型樹脂による細菌およびウイルスの捕捉(京工繊大) 川端成彬
5. 放射性廃棄物質の処理成分におけるイオン交換反応の活用(原子力研) 久保田益充
6. 医療とセンサー技術(国立リハビリセ) 山内 繁
7. 医薬品製剤とイオン交換(昭和薬大) 松本光雄
8. 微生物の産生する酵素阻害物質(昭和薬大) 青柳高明

第3日(7月24日)

見学会(予定)

参加費(テキスト・懇親会費を含む) 会員:35,000円、大学・官公庁関係20,000円、会員外40,000円、学生5,000円。参加申込方法・送金方法 詳細は下記までお問い合わせ下さい。

申込先 194 東京都町田市東玉川学園3-3165 昭和薬科大学分析化学研究室 第6回イオン交換セミナー係(電話(0427)21-1554、FAX(0427)21-1588)

## 国際イオン交換会議'91

International Conference on Ion Exchange '91

主催 日本イオン交換学会 協賛 日本吸着学会ほか

日時 10月2日(水)～4日(金)

会場 東京工業大学百年記念館(東京都目黒区大岡山2-12-1)

討論テーマ 1) 基礎研究、2) 新材料の合成、3) ク

ロマトグラフィー、4) 水純化、5) 環境、6) 膜、7) 湿式精練、8) 分離の科学と技術。

使用言語 原則として英語。

Keynote Lecturs

1. A Novel Approach to the Use of Ion Exchange and Adsorption Media for the Processing of Pharmaceutical and Biological Substances (Consultant, USA) R. Kunin
2. New Ion Exchange Materials: Their Synthesis, Structure and Ion Exchange Properties (Texas A&M Univ., USA) A. Clearfield
3. The Hogfeldt Three-parameter Model, A Useful Approach for Summarizing Data in Ion Exchange (The Royal Inst. Technol., Sweden) E. Hogfeldt
4. Spectroscopic Observations on the Features of Complex Formation in the Ion-exchange Phase (Kyushu Univ., Japan) H. Waki
5. Novel Swelling Mica: Synthesis, Characterization and Cation Exchange (Penn. State Univ., USA) S. Komarneni
6. Ion Exchange Behavior of Some Amime Intercalates of  $\alpha$ -Tin (IV) Hydrogen Phosphate Monohydrate (Univ. Reading, UK) M. Hudson
7. Intercalation Behavior of Some Organic Bases in Zirconium Phosphate Crystallites (Ochanomizu Univ., Japan) I. Tomita
8. Advance in Continuous Ion Exchange (Loughborough Univ. Technol., UK) M. Streat
9. Properties and Multipurpose Use of Chelatin Resins with Oligo (Ethyleneamine) Moieties in Water Treatment (Inst. Chem. Technol., Czechoslovakia) Z. Matejka
10. Phosphates and Phosphonates of Tetravalent Metals as Ion Exchanger, Intercalating Agents and Molecular Sieves (Univ. Perugia, Italy) U. Costantino
11. Fibrous Ion Exchangers: New Materials for Hydrometallurgy (Inst. Phys. Org. Chem., USSR) V. S. Soldatov
12. Chromatographic Peaking of Toxic Contaminants during Water Treatment by Ion Exchange (Univ. Houston, USA) D. A. Clifford
13. A Perspective of Application of Ion Exchange

for Waste Water Treatment (Technical Univ, Lublin, Poland) L Palowski

14. Removal of Toxic Ions by Apatites as a Lattice Ion Ion-Exchanger (Yamanashi Univ., Japan) T. Suzuki

15. Ion Exchange Resin Performance in Condensate Demineralizers Operated with Morpholine (Rohm & Haas Co., USA) J. T. McNulty

16. Ion Exchange Separations in Mixed Aqueous - Organic Solvent Media - Present Status and Future Trends (Univ. Vienna) J. Korkisch

17. Electrodialysis Methods in Separation and Enrichment of Metal Ions (Nat. Bureau Oceanogr., China) J. Mo

18. Transport Processes in Ion Exchange Membranes (Univ. Glasgow, UK) R Paterson

Banquet 10月3日(木) 18時から、虎ノ門パストラルにて開催、会費5,000円

参加登録予約締切 6月30日(金)

参加登録料 予約: 40,000円、学生20,000円

参加申込・送金方法 詳細は下記あてお問い合わせ下さい。

申込先 152 東京都目黒区大岡山2-12-1 東京工業大学理学部化学科 阿部(光)研究室 国際イオン交換会議 91事務局(電話(03)3726-1111 内線2221、FAX(03)3729-0099・理学部化学科事務室)

美坂 康有(栗田工業)

(☆印は常任理事)

### 評議員

広瀬 勉(熊本大)	泉 順(三菱重工)
新田 友茂(大阪大)	納富 優(東洋カルゴン)
遠藤 敦(宇都宮大)	笠倉 忠夫(日本ガイシ)
後藤 繁雄(名古屋大)	松田 泰(ミドリ安全)
安部 郁夫(大阪市工研)	田村 修治(ロームアンドハース)
荒井 康彦(九州大)	森下 悟(東ソー)
石川 達雄(大阪教育大)	山下 精一(東京有機化学)
小沢泉太郎(東北大)	黒田 修(日立製作所)
川崎順二郎(東京工業大)	武内 勝彦(東洋エンジニアリング)
須藤 義孝(東京工業高専)	川井 雅人(日本酸素)
盛岡 良雄(静岡大)	糸賀 清(武田薬品)
古谷 英二(明治大)	鞍馬 一美(クラレケミカル)
安田 祐介(富山大)	山崎 真彦(住友重機エンバ イロテック)
仲井 和之(日本ベル)	水嶋 清(北炭化成)
江村 英樹(重松製作所)	小松 隆(ガステック)
山極 清一(協和化学)	高橋 和宏(日本無線)
津島 泰彦(帝人)	角 誠之(川崎製鉄)
後藤 繁雄(第一燃料工業)	速水清之進(太平洋金属)
田中 清造(三光化学)	隅利 實(西部技研)
今井淳一郎(テイカ)	高橋 仁(興研)

## 会 告

### 日本吸着学会役員

(1991年4月~1993年3月)

会 長 ☆竹内 雅(明治大)

副会長 岡崎 守男(京都大)

荻野 圭三(東京理科大)

石丸 公生(大阪ガス)

監 事 川井 利長(神奈川大)

宮原 昭三(オルガノシステムエンジニアリング)

理 事 ☆鈴木 基之(東京大)

☆鈴木 喬(山梨大)

☆堤 和男(豊橋技科大)

☆松村 芳美(産業医学総合研)

浦野 紘平(横浜国大)

☆勢渡 巖(荏原インフィルコ)

☆原 行明(日鉄化工機)

青木 一三(千代田化工機)

山本 高敬(丸谷化工機)

### Adsorption News編集委員

委員長 鈴木喬(山梨大)

金子 克美(千葉大) 古藤 信義(オルガノ)

橘高 茂治(岡山理科大) 鈴木謙一郎(丸谷化工機)

迫田 章義(東京大) 原行 明(日鉄化工機)

田門 肇(京都大) 若泉 章(日本酸素)

茅原 一之(明治大) 塩田 堅(三菱化成総研)

初鹿 敏明(山梨大)

### 日本吸着学会奨励賞(東洋カルゴン賞)

#### 授賞対象者推薦のお願い

日本吸着学会では、昨年度に引続き今年度も11月に開催されます総会において若手研究者を対象に奨励賞の授与を行い、表彰する予定です。

対象者は授賞年度において45歳未満の研究者(大学、研究機関、企業)とし、本年度も3名程度を選考する予定です。選考は過去3年間に発表された3件程度の論文に関して行います。

本奨励賞の対象者をご推薦下さい。自薦、他薦のいづ

れでも結構です。推薦される方は、対象者に関する下記の事項および論文のコピーを9月末までに事務局にご送付下さいますようお願い致します。

①氏名、 ②生年月日、 ③所属、 ④研究歴、 ⑤対象となる論文

◎日本吸着学会技術賞の創設について（竹内雍）

- ・ 本学会の本年度支出として30万円を拠出し、基金を創設する。
- ・ 技術賞趣意書および規約を会長、理事の間で確定する。
- ・ 確定した技術賞趣意書および規約を評議員に郵送し、承認を得る。
- ・ Adsorption News 紙上でこの賞の創設、趣意書、規約および応募方法を知らせる。
- ・ 授賞は年間2～3件とし、企業間からの推薦、自薦を対象として選考する。対象は維持会員の企業内の技術者または技術グループとし、企業または企業の経営者とはしない。
- ・ 授賞者は総会の折りに表彰し、記念盾（1グループにつき1つ）および表彰状（対象グループの各メンバーに各1枚）を授与する。
- ・ 授賞対象となった技術を有する維持会員はその年度の会費を1口追加支払いする。

#### 本学会の文献情報システムへの協力の状況

(1) 国立国会図書館

本学会が刊行する出版物（Adsorption News および研究発表会講演要旨集）は総て国立国会図書館に送付され、収納されています。国会図書館では、これらの出版物に対する海外からの文献照会などの要求に対応しています。

(2) Chemical Abstracts

Adsorption News の記事がChemical Abstracts に掲載されることとなりました。本誌に与えられた雑誌コード番号CODENはADNWENです。Adsorption News の記事の中の研究ハイライトと技術ハイライトの一部（引用文献を含む記事のみ）が対象となる予定です。

(3) 日本科学技術情報センター（JICST）

JICSTからの研究発表会講演要旨集に対するコピーサービスの要求には事務局で対応しています。

#### 会費納入のお願い

本年度の維持会員会費および個人会員会費の納入は順調で、お陰様で既に約80%の会員からご納入いただきました。まだ未納の方はなるべく早い機会に下記宛にご納入下さいますようお願い申し上げます。

本学会に関するご連絡、お問い合わせ、会員名簿記載事項の訂正または変更、および会費のお振込等には会員番号を明示して下さいますようお願い申し上げます。

郵便振替口座 横浜6-11074 日本吸着学会

## 日本吸着学会会員名簿（新入会員）

本誌Vol. 5、No. 1に掲載以降、本年1月31日迄に受け付けた新入会員（正会員9名）をご紹介します。1991年5月10日現在の会員数は維持会員40社、正会員284名です。なお、勤務先、住所などに変更あるいは訂正が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。

最近の名簿の訂正につきましては、近く発行予定の会員名簿にて記載させていただきます。

#### 正会員

氏名	勤務先	連絡先住所	電話番号	内線
游 汝 謙				
安 武 昭 典	三菱重工(株) 長崎研究所 化学研究室			
北 口 久 継	新日本製鉄(株) 中央研究本部 熱エネルギー研究C			
堀 水 正 記	日本軽金属(株) 蒲原ケミカル工場 開発部			
松 本 明 彦	豊橋技術科学大学 物質工学系			
岡 田 佳 巳	千代田化工建設(株) 研究開発センター R&Dタスクグループ			
古 市 弘	三菱化成(株) 総合研究所 第1研究部門 プロセス開発室			
斉 藤 範 之	三菱化成(株) 総合研究所 第1研究部門 プロセス開発室			
杉 浦 正 治	(株)豊田中央研究所 研究10部 多孔材料研究室			