

Adsorption News

Vol. 6, No. 2 (April 1992) 通巻No.20

目 次

巻頭言

活性炭と共に45年.....北川 睦夫 2

研究ハイライト

アパタイトへの分子吸着の赤外分光による研究.....石川 達雄 3

Tea Break

マクスウェルの魔物.....若泉 章 9

技術ハイライト

LO-FIN PAS (新型水素PSA)山口 俊雄 10

日本吸着学会奨励賞を受賞して.....安部 郁夫 18

.....峯元 雅樹 18

日本吸着学会技術賞を受賞して.....(株)ガステック 19

.....日鉄化工機(株) 19

第4回「吸着の基礎」に関する国際プログラム (予定) 21

ポスター論文リスト (予定) 25

日本吸着学会第6回研究発表会のお知らせ.....29

第3回吸着シンポジウムのお知らせ.....30

会 告.....30

日本吸着学会

The Japan Society on Adsorption

巻頭言

活性炭と共に45年

北川 睦夫



昭和21年夏、中国中南部より復員し大阪市立工業研究所に復職し、再び研究所生活を送るようになった。当時を思い起こすと国内外の文献、実験器具、薬品はほとんどなく、硫酸のようなものさえ武田薬品工業研究所から施してもらったこともあり、研究ができるという状況でなかった。そのなかで私は生物化学課所属であった関係上、ペニシリン培養液からペニシリン抽出、精製研究テーマが与えられ、早朝から午後10時頃まで休む暇なく頑張ってきたが、若い時代の思い出として心に深く残っている。当時、ペニシリン培養液中の抗生物質（ペニシリン）は単位が極めて低く、活性炭による濃縮精製が第一段階であり活性炭により吸着度合いが異なり、有機溶媒による脱着度合いが変る為、数種の活性炭について検討を行ない活性炭の持つ機能性に変化を感じた。これが活性炭と私の出会いである。続いて塩素化テルペンの製造研究で活性炭を塩素化触媒と使用し、効果を上げることができ、益々活性炭に興味を示すようになり活性炭について製造、応用の研究を続けることにした。偶々精糖工業での活性炭の需要が急増し、砂糖、澱粉糖の脱色に有効な活性炭は塩化亜鉛賦活活性炭であることを知り、薬品賦活活性炭の製造研究をテーマとして研究を続けた。

この頃、国公立工業試験機関でも活性炭関連問題がよく持ち込まれたので近畿地方工業技術連絡会議（近工連）でも化学部会に活性炭小部会を作り、大阪市立工業研究所（阪市工研）を中心に業界の要求に答えることにした。昭和20年代は粉末活性炭が中心であったがそれ以降は粒状活性炭が次第に需要を増し、これらについても製造、応用実験を行った。近工連活性炭小部会の事業は非公開であったが昭和30年代前半は活性炭関連事業でも特に問題はなかった。後半に入って昭和38年に大工研活性炭技術研究会を作り、メンバーは大学、国公立工業研究機関職員、活性炭メーカー、プラントメーカー、活性炭使用工業の技術者で構成し、事務所を阪市工研内に置き、公開に踏みきり、活性炭に関する研究を推進し、製

造や応用技術の向上を図ることにした。

昭和40年代に入って社会の発展と共に私たちを取り巻く環境が次第に変化し、大気汚染、水質汚濁が顕著になり、その防除対策が必要となり、これらに著効を示す活性炭の需要が激増してきた。

活性炭と共に過ごして来た45年を振り返ってみる。その炭素構造は有機物が黒鉛構造になる一過程段階のものであり、特殊なものを除き800～1000℃の温度が必要で、この条件が活性炭を小さな枠内から出ることを阻害している。活性炭の最近の研究を見ると繊維化、細孔の制御等がみられるがこの範囲内の変化であり、この枠から出ないことには、特異な活性炭は見出せないのではないか。

北川睦夫 活性炭技術研究会・会長・工学博士

経歴 昭和16年岐阜薬学専門学校卒業

同年 大阪市立工業研究所入所

昭和21～51年

復職、活性炭に関する研究に従事

昭和38年京都大学より工学博士を授与（塩化亜鉛賦活活性炭に関する研究）

昭和48年現職



研究ハイライト

アパタイトへの分子吸着の 赤外分光による研究

大阪教育大学化学教室 石川 達雄
IR Study on Adsorption of Molecules on Apatites

1. はじめに

赤外分光法は固体の表面構造や吸着分子の構造を知る有力な手段である。この方法は他の分光法に比べ比較的簡単に行え、得られる情報も多いため、界面や触媒科学で広く用いられている^{1,2)}。最近ではFTIRの普及により、手軽に高感度の測定ができるようになった。

当研究室では、無機系微粒子の調製とそれらの表面および細孔構造、分子やイオンの吸着特性などを調べている。その中で、吸着剤や生体セラミックスとして知られるアパタイト微粒子の表面構造とその表面でのいろいろな分子の吸着をFTIRで研究したものを紹介する。

2. アパタイトの表面構造

2.1 カルシウムヒドロキシアパタイト³⁾

アパタイトの中で最もよく研究されているのは、骨や歯の主成分であるカルシウムヒドロキシアパタイト

$\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ (CaHAP) である。このCaHAPの微粒子を加圧成形し、真空セル中でいろいろな温度で処理したあと真空下、室温で測定した透過IRスペクトルを、 2000cm^{-1} 以上で高感度のPbSeセンサーと石英ビームスプリッターを用いたFTNIR分光器で測定したところ、図1のようになった。 3570cm^{-1} に鋭い OH^- イオンによる吸収帯、 3300cm^{-1} にブロードな吸収帯、 3670cm^{-1} に小さな吸収帯が認められる。これらの吸収帯を帰属するため、 D_2O の吸脱着を行った。吸脱着を繰り返すことにより、いずれの吸収帯も小さくなり、それぞれ低波数側に新たに吸収帯が現れる。 D_2O 吸脱着前後の波数の比が同位体比 ($\nu_{\text{OH}}/\nu_{\text{OD}}1.357$) に近いことから、これらの吸収帯がOHの伸縮振動によることがわかり、低波数側に現れたものはそれぞれのOD帯である。また、H-D交換のされ易さからそのOH基の存在状態をある程度知ることができる。図1の吸収帯では、 $3670\text{cm}^{-1} > 3300\text{cm}^{-1} > 3570\text{cm}^{-1}$ の順にH-D交換され易い。つまり、 3670cm^{-1} 帯に相当するOH基はより外部に 3570cm^{-1} 帯に相当するものはより内部に存在する。処理温度が高くなると、 3570cm^{-1} 帯はほとんど変わらないが、 3300cm^{-1} 帯は小さくなる。他方 3670cm^{-1} 帯は図2のように大きくなり 3682 、 3673 と 3659cm^{-1} 帯に分かれる。これらのことから、 3570cm^{-1} 帯は内部 OH^- に、 3300cm^{-1} 帯は吸

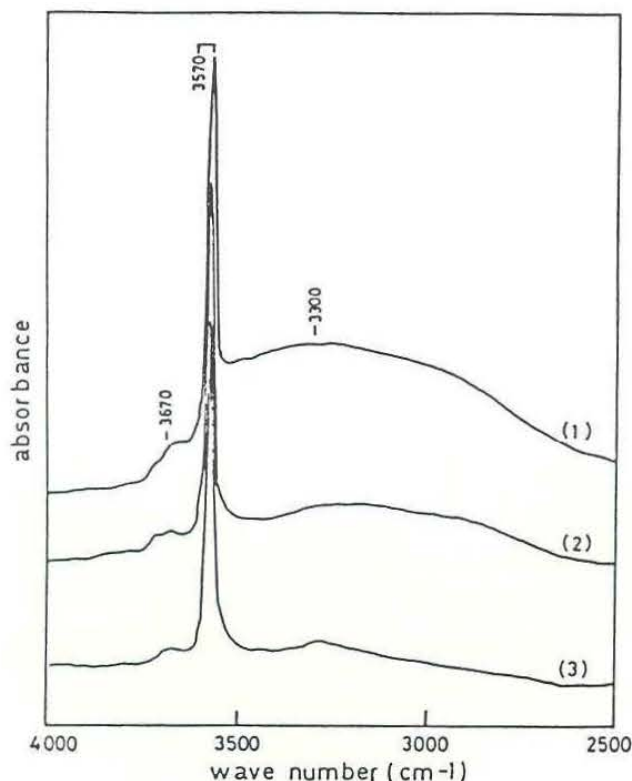


Fig.1 IR spectra of CaHAP treated in vacuo at 423, (1), 573 (2), and 773 K (3). The weight of sample was 15mg.

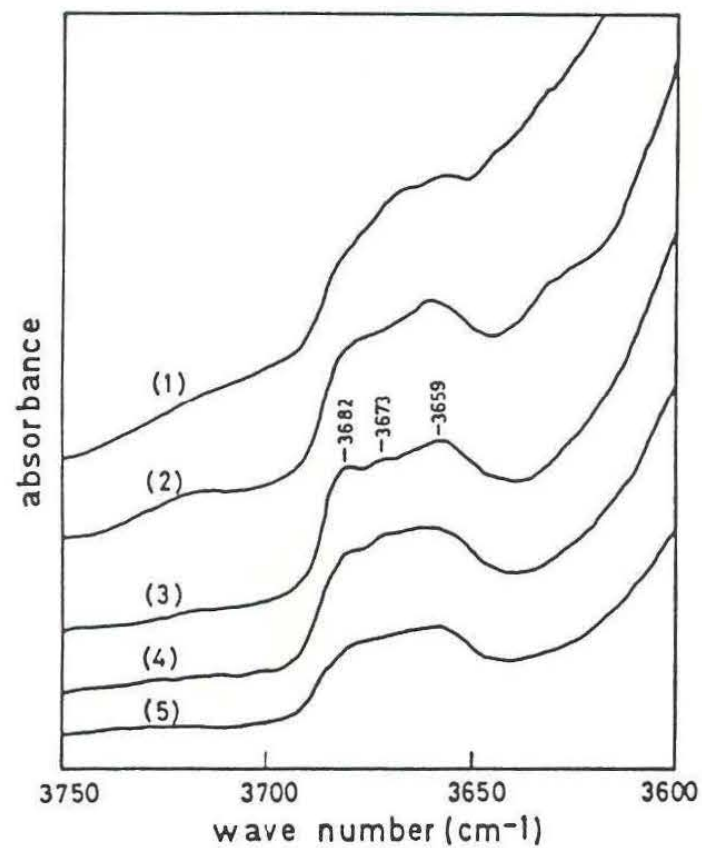


Fig.2 IR spectra of CaHAP treated in vacuo at 373(1), 473(2), 573(3), 673(4), and 773K(5). The sample weight was 100mg.

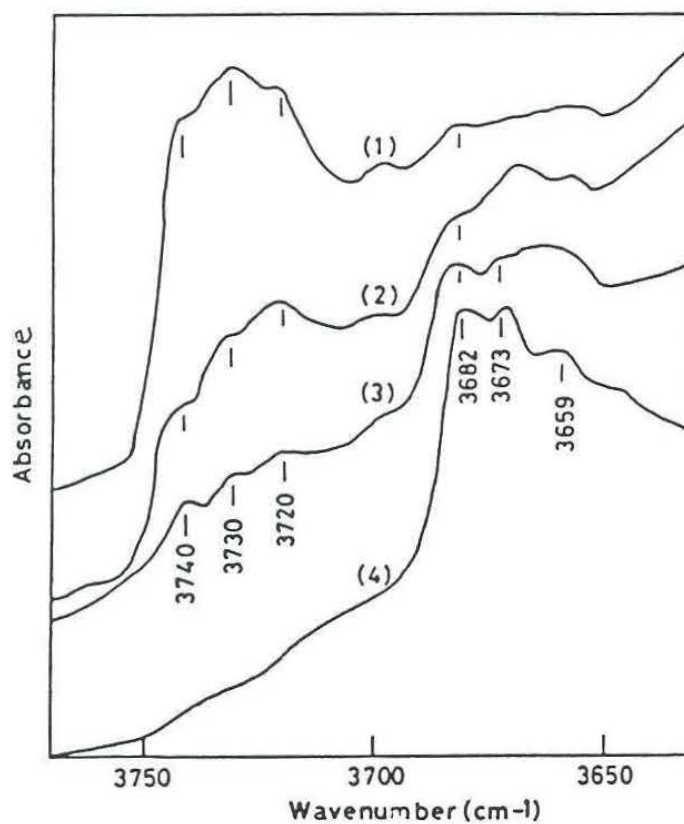


Fig.3 FTIR spectra of CaHAP prepared by aging in a Pyrex vessel for various periods : (1)10, (2)6, (3)2, and (4)0h.

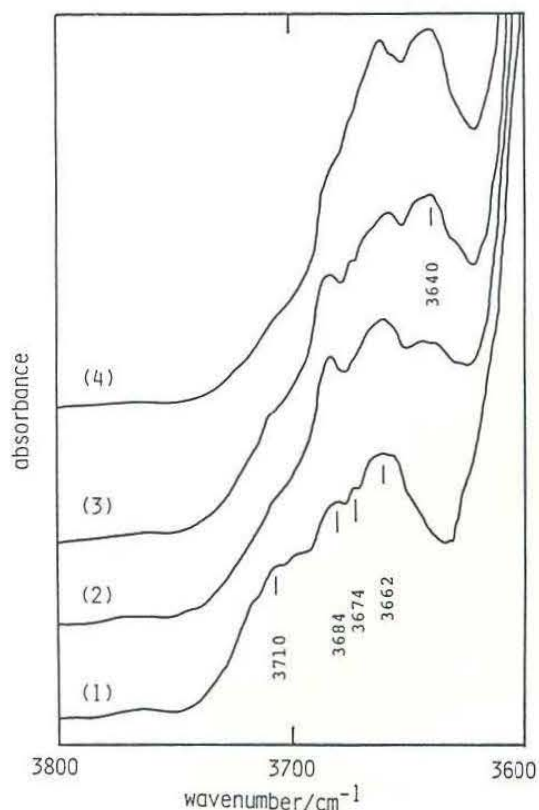


Fig. 4 IR spectra of the SrHAP with varied Sr/P ratios. The samples were treated in vacuo at 573K for 2h. The Sr/P ratio; (1) 1.71, (2) 1.62, (3) 1.59, (4) 1.51.

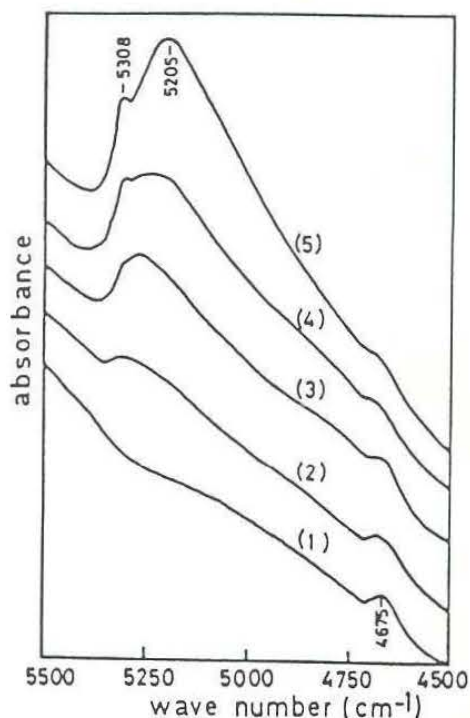


Fig. 5 IR spectra of CaHAP adsorbing various amounts of water : (1) 0, (2) 0.34, (3) 0.81, (4) 1.1, and (5) 2.3 mmol g⁻¹. The temperature of pretreatment was 573K. The sample weight was 100mg.

着水と粒子表面の格子欠陥部分にある水分子の水素結合したOH基に帰属される。一方、小さな3682、3673および3659cm⁻¹帯はいろいろな分子の吸着や金属イオンの交換吸着によって消えることから、表面のOH基によるもので、CaHAPの結晶構造からP-OH基であると考えられる。したがって、3種類の表面P-OH基が存在することになる。これらの表面P-OH基による吸収帯は300°C以上で処理しないとはっきりせず、CaHAP表面には水がかなり強く吸着している。

2.2 シリカ被覆アパタイト⁴⁾

CaHAP粒子はCa(OH)₂などの水溶液（アルカリ性）から調製するため、ガラス容器を使うとシリカが混入する。通常は数%以下である。しかし、Pyrexガラス容器を使って調製したCaHAPの真空下でのIRスペクトルは図3のようになる。表面P-OH基に加え、3740、3730および3720cm⁻¹に吸収帯が現れる。いろいろな方法で帰属を行ったところ、これらの吸収帯は表面Si-OHによることが分かった。このことは、僅かなシリカがCaHAP表面の構造に大きく影響することを示している。また、調製時にシリカの混入が予想される場合には、表面状態を十分に調べる必要があることを示唆している。これをヒントに我々はシリカ被覆CaHAP粒子の調製を行った。いろいろな濃度のケイ酸塩溶液でCaHAPを処理すると、シリカ被覆の程度が異なる粒子が得られ、それらの表面をFTIRやXPSなどによって調べた。

2.3 ストロンチウムアパタイト⁵⁾

CaHAPのカチオンをSrで置き換えたSr₁₀(PO₄)₆(OH)₂ (SrHAP) 粒子は、CaHAPと同様にSr(OH)₂溶液にH₃PO₄を加えることにより容易に調製できる。得られたSrHAP粒子は長さ約20nm、幅約200nmの均一な棒状である。調製時にSr²⁺とPO₄³⁻の比を変えると、Sr/Pのモル比が異なるSrHAPができる。これらのIRスペクトルは図4のようにSr/P比によってかなり異なる。いろいろな方法で帰属を行ったところ、3682、3674および3662cm⁻¹帯は表面P-OH基に、Sr/P比が化学量論比1.67より小さい試料で認められる3640cm⁻¹帯はOH⁻欠陥にある水分子のOH基に、またSr/P比が1.67より大きい試料の3710cm⁻¹帯は表面のPO₄³⁻欠陥にあるHCO₃⁻かH₂CO₃のC-OH基によると考えられる。このように、SrHAPのSr²⁺またはPO₄³⁻の欠陥によって表面OH基の種類が変化する。

3. アパタイトへの分子吸着

3.1 水分子吸着³⁾

図5に、いろいろな量の水を吸着させたときの近赤外領域でのスペクトルを示す。 4675cm^{-1} 帯は表面P-OH基の結合音の吸収帯で、吸着量が多くなると小さくなる。一方、吸着とともに 5205 と 5308cm^{-1} に吸収帯が現れ大きくなる。これら2吸収帯は吸着水分子の結合音の吸収帯である。前述のように表面P-OH基の基本振動の吸収帯は 3670cm^{-1} 付近に3本現れるが、これらは水の吸収帯と重なるため、吸着による変化がはっきりしないが、結合音ではこのように別れて現れるので、定量的な取扱ができる。 5308cm^{-1} 帯は水蒸気の吸収帯に近く、吸着した水分子の自由OH基に、低波数側の 5205cm^{-1} 帯は吸着した水分子の水素結合したOH基によると考えられる。図6には、表面P-OH基帯(4675cm^{-1})の吸光度と吸着水量の関係を示した。吸着量の少ないときは吸光度は変わらないが、さらに吸着量が多くなると吸光度が減少し、単

分子吸着量以上で一定となる。このことから、吸着の初期は表面P-OH基以外に吸着し、つづいて表面P-OH基が吸着サイトになることがわかる。しかし、単分子層ができたあとも表面P-OH基の約1/3が吸着に使われていない。以上のことから、図7のような水分子の吸着モデルが考えられる。

3.2 メタノールとヨウ化メチルの吸着⁶⁾

CaHAPにメタノールを吸着させると、 2845 と 2950cm^{-1} にメタノールの CH_3 基の基本振動帯が、 4407cm^{-1} に結合帯が現れる。図8に、 4407cm^{-1} 帯と表面P-OH基の基本振動帯(3682cm^{-1})の吸光度と吸着メタノール量の関係を示した。前述の水分子吸着と同様に、吸着の初期では表面P-OH基帯は変化せず吸着サイトになっていない。吸着量が多くなるとその吸収帯は小さくなり、単分子吸着量で消えてしまい、水分子吸着とは異なる。メタノールはかなりの量不可逆吸着し、 300°C で真空排気

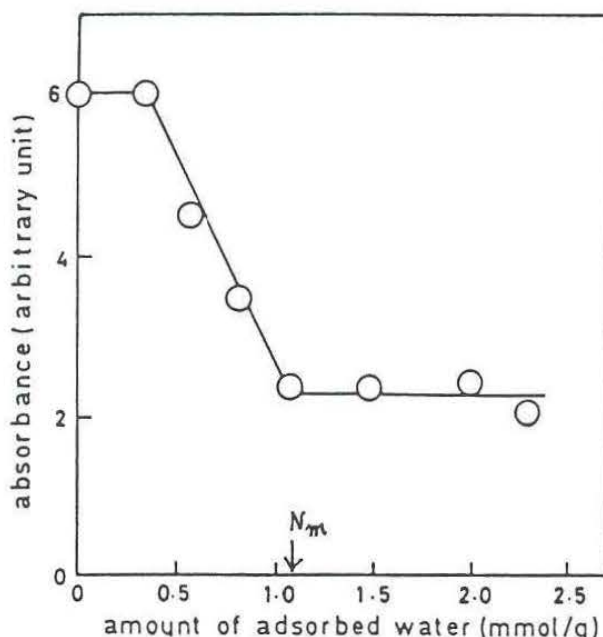


Fig. 6 Relation between the absorbance of the 4675cm^{-1} band and the amount of adsorbed water.

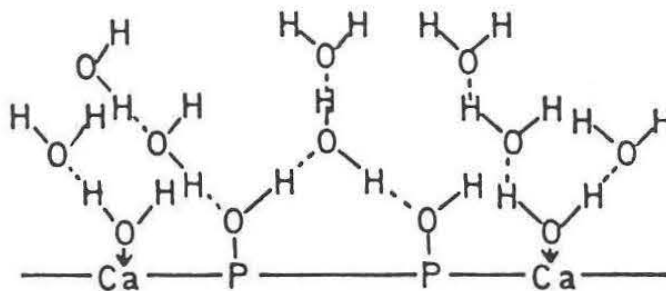


Fig. 7 Model of the adsorption of water on HAP.

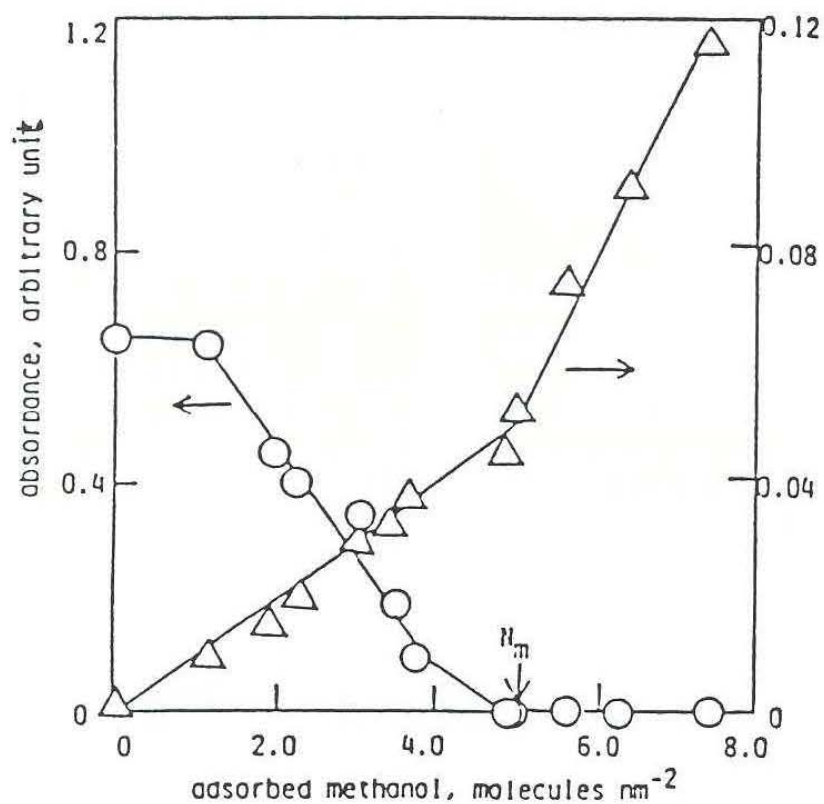


Fig.8 The relation between the IR absorbances of P-OH band at 3682cm^{-1} (○) and C-H band at 4407cm^{-1} (Δ) and the amount of adsorbed methanol. The pretreatment temperature was 573K .

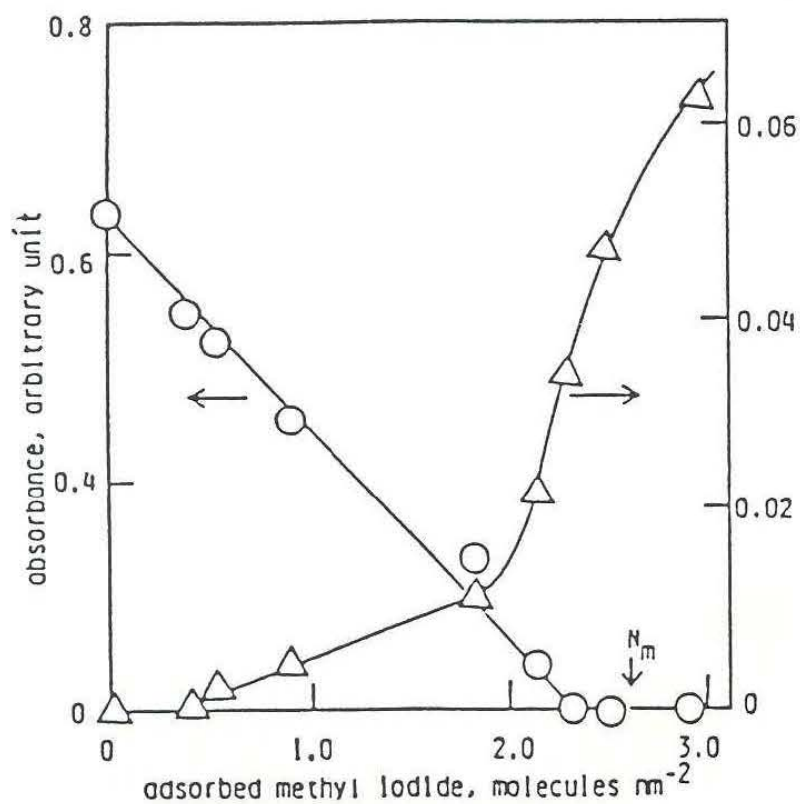


Fig.9 The IR absorbances of P-OH band at 3682cm^{-1} (○) and C-H band at 4470cm^{-1} (Δ) as functions of the amounts of adsorbed methyl iodide. The pretreatment was 573K .

してもCH₃基帯がのこり、P-OH基帯も完全に元へもどらない。したがって、P-OH基の一部がメトキシ化されている。

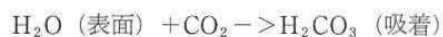
ヨウ化メチルを吸着させたときのCH₃基の結合帯(4470cm⁻¹)と表面P-OH基帯の吸光度と吸着量の関係を図9に示した。メタノールや水吸着と異なり、P-OH基帯は吸着の初期から吸着量ともに直線的に小さくなり、単分子層吸着量付近で消滅する。さらに、吸着の初期ではヨウ化メチルが吸着しているにもかかわらずCH₃基帯が現れない。また、メタノール吸着と違い、真空排気するとCH₃基帯は消滅するが、試料重量は吸着前にもどらない。XPSで表面にヨウ素が残存することが確認できた。これらのことから、次のような反応が起こっているかも知れない。

- 1) -Ca (表面) + CH₃I (吸着) → -CaICH₃ (表面)
- 2) -CaICH₃ (表面) + -P-OH → -P-OCaI (表面)
+ H₂ (気相)

3.3 炭酸ガスの吸着⁵⁾

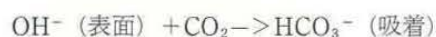
人の歯のエナメル質は2-4%のCO₃²⁻イオンを含むアパタイトからなる。このCO₃²⁻の存在は歯の性質例えば弱酸による侵食すなわち虫歯になり易さなどと関係があるため、CO₃²⁻イオンのアパタイト中への取り込みやその存在状態がこれまで盛んに研究されている。しかし、CaHAPへのCO₂の吸着についてはあまり調べられておらず、FTIRを使った吸着の研究は筆者の知る限りではない。CaHAPと似た構造のSrHAPを使って、CO₂の吸着機構を研究した結果を以下に述べる。

用いたSrHAPは2.3で述べたSr/P比の異なる試料である。どのSrHAPも室温でCO₂を不可逆吸着し、Sr/P比が化学量論比1.67より大きいものが不可逆吸着量が多い。Sr/P比が1.67より小さい試料すなわちSr欠陥SrHAPについて、CO₂吸着によるIRスペクトルの変化を調べたところ、2.3で述べた表面P-OH基帯と表面OH⁻欠陥部にある水分子のOH基帯はCO₂吸着により小さくなり、とくに後者の吸収帯は吸着量の少ないところで消滅する。また、CO₂吸着にともない3690cm⁻¹に吸収帯が現れる。排気するとP-OH基帯はほとんど回復するが、OH⁻欠陥水分子のOH基帯は消えたままである。3690cm⁻¹帯は排気後も認められる。この3690cm⁻¹帯をいろいろな方法で調べたところ、表面C-OH基に帰属できた。以上のことから、不可逆吸着は次のような反応によると考えられる。



C-OH基はこのH₂CO₃によるもので、100°C以上の排気で分解し吸着前の水分子のOH基帯が再び現れる。

一方、PO₄欠陥SrHAPでは、CO₂吸着により3694cm⁻¹に吸収帯が現れ、これも吸着量の少ないところで大きくなり、排気後も認められる。この吸収帯はSr欠陥SrHAPでの3690cm⁻¹帯よりもやや高波数であるが、C-OH基に帰属される。PO₄欠陥はCO₃²⁻やOH⁻イオンによって補われることが知られている。したがって、CO₂不可逆吸着サイトとして、次のように表面OH⁻イオンが働いている可能性がある。



4. おわりに

表面OH基は金属酸化物表面ばかりでなくアパタイト表面にも存在し、いろいろな分子の吸着サイトになっていることが分かった。また、不可逆吸着機構も明らかにすることができた。

筆者らは、これまで含水酸化鉄^{7,8)}、単分散ヘマタイト⁹⁾、マイクロポーラスヘマタイト¹⁰⁾、酸化チタン¹¹⁾などの表面とそれらへの分子吸着をFTIRで研究した。

文 献

- 1) 長谷川正知, 原納淑郎, 松下薫一訳, L. H. Little 著“吸着と赤外線吸収スペクトル”, 化学同人, 1971.
- 2) 近藤精一, 石川達雄, 安部郁夫, “吸着の科学” 丸善, 1991.
- 3) T. Ishikawa, M. Wakamura and S. Kondo, Langmuir, **5**, 140-144 (1989).
- 4) T. Ishikawa, M. Wakamura, T. Kawase, and S. Kondo, Langmuir, **7**, 596-599 (1991).
- 5) T. Ishikawa, H. Saito and K. Kandori, submitted to J. Chem. Soc. Faraday.
- 6) T. Ishikawa and S. Kondo, “Fundamentals of Adsorption”, ed. A. B. Mersmann and S. E. Scholl, Chemical Engineers, New York, 321-330 (1991).
- 7) T. Ishikawa, S. Nitta and S. Kondo, J. Chem. Soc. Faraday **1**, **82**, 2401-2410 (1986).
- 8) T. Ishikawa, H. Sakaiya and S. Kondo, J. Chem. Soc. Faraday **1**, **84**, 1941-1948 (1988).
- 9) K. Kandori, Y. Kawashima and T. Ishikawa, J. Chem. Soc. Faraday Trans., **87**, 2241-2246

(1991).

10) T. Ishikawa, W. Cai and K. Kazuhiko, J. Chem. Soc. Faraday Trans., in press.

11) K. Kandori and T. Ishikawa, J. Colloid Interface Sci., in press.

Tea Break

マクスウェルの魔物

空気から酸素を分離するのに必要な最低のエネルギー（理論仕事）は、 $0.083\text{kWh}/\text{Nm}^3\text{O}_2$ である。それに対して、現在工業的に行われている低温精留法（深冷分離）によれば、 $0.40\sim 0.45\text{kWh}/\text{m}^3\text{O}_2$ である。約5倍のエネルギーが必要である。多い分は製造プロセスの各段階でのロスである。これらを少しでも減らそうと、努力が続けられている。

近年になって、吸着分離法も工業的に実用されるようになった。エネルギー原単位としては、深冷法と大体同じオーダーである。工業的には、エネルギー原単位が低いことはもっとも重要で、省エネルギーは、地球環境問題でも基本課題である。しかし実用面では、その他にも設備コストの大小、運転管理や保守の難易、使用側の条件などが勘案されて、深冷法、吸着法が使い分けられている。

吸着法（PSA）で、はじめに実用されたのは、ゼオライトである。それはよく知られているように、酸素よりも窒素を多く吸着する。空気中の窒素の量は酸素の4倍である。だから、少ない酸素の方を多く吸着する吸着剤があれば、より効率がよいのではないかと多くの技術者は考えたに違いない。分子ふるいカーボンが、そういうタイプの吸着剤として、実用されるようになった。

最近では膜分離も登場してきた。まだ酸素は富化（40%台）程度だが、窒素は高い純度のガスが得られる。膜素材の開発もたいそう活発である。いずれ、分離係数 α と透過速度 P のグラフの上で、より右上にくる素材が実用されるであろう。

マクスウェルの魔物というのがいるそうだ。これは気体をいれた箱の中に一つの小さな扉を付けた隔壁を作り、そこに番人がいて、速度の大きい分子と小さい分子を区別して、大きい分子だけを一方に通すと、扉を閉め



石川達雄 大阪教育大学化学教室
教授

東京理科大学大学院修士課程昭和
42年修了

千葉大学理学部助教授、クラーク
ソン大学研究員などを経て昭和62
年より現職

る能力をもっているそうだ。

正しい統計熱力学的理解は別として、あたかも、善人と悪人を区別する、地獄の閻魔様にも似ている。この魔物は、速度だけではなく、分子の大きさや、隔壁との作用を区別する能力もあるかも知れない。

気体、液体を問わず、必要な物質と無用（または有害）な物質を分離することは、生産活動の基本的な部分である。ここでは省エネルギーを達成することは、いま特によくいわれる地球環境問題でも基本的に重要な役割をもつ。すばらしい能力を有する魔物におすみつきを頂けるような膜素材を創製したいと考えている。

日本酸素(株)山梨研究所 若泉 章



技術ハイライト

LO-FIN PSA(新型水素PSA)

東洋エンジニアリング株式会社 山口 俊雄
LO-FIN PSA(Advanced Hydrogen PSA)

1. はじめに

PSA(Pressur Swing Adsorption)技術は化学、石油精製、製鉄、電子材料等の産業分野で、広く採用されている代表的吸着技術である。技術の原理はシンプルで、フィードガス中の特定の不純物ガスを吸着剤に吸着させ、そののち系内圧力を低圧に振り吸着不純物を脱着させる。吸脱着操作の繰り返しにより不純物ガスを分離する技術で、操作は自動化されており、高純度ガスを手軽に回収率良く製造できる。

運転の自動化、制御技術の進歩、要素機器の機械的信頼性の向上により、急速に多くの産業分野で採用されるようになった。適用分野は広範囲で、 H_2 、 CO の回収・精製のみならず空気からの N_2 、 O_2 の製造、さらには CO_2 の回収、 H_2O の除去(乾燥)に適用されている。

その中で水素PSAの需要は化学産業分野のみならず、時代を背景とした地球環境問題からの脱硫・水素化精製用水素、電子材料用高純度水素の供給分野において着実に増大している。水素製造プロセスの中でガス分離操作は重要な要素技術であり、また最近の省エネルギー、省力化、省資源化、大型化指向を背景にPSA技術は特に注目されるものである。しかしながら水素PSAの技術革新は、 N_2 、 O_2 PSA分野の技術進歩に比べると、需要分野、開発環境、技術の成熟度等の違いによりあまり活発とは言えなかった。

このような状況下で東洋エンジニアリング(株)はオラン

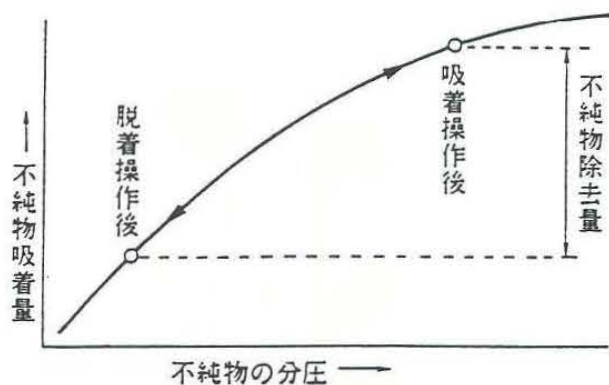


図1 PSA法の原理

ダESSEX社及び鹿島石油(株)と共同で、PSA技術の中でも従来法PSAよりも経済的で高い水素回収率が得られる新型LO-FIN PSAの商品化を行った。

LO-FIN水素PSAの最初の商業設備はエチレンオフガスからの水素回収で、1988年3月に稼働を開始し現在まで順調に稼働している。さらにスチームリフォーミングガス、石油精製オフガスからの水素回収で実績を保有している。本稿ではLO-FIN水素PSAのユニークな原理、特徴、実績性能等について紹介を行う。

2. PSAの原理

PSA技術の原理を図1に示す。図中の線は吸着等温線を示し、温度変化がない状態では吸着剤への不純物吸着量は不純物のガス分圧によって決定される(現実には吸脱着熱による温度変化は存在するがここでは考えない)。PSA操作は高圧状態で吸着操作が行われ、その後低圧状態への減圧及び低圧状態でのパージガス流により脱着操作が行われる。概念的には系内の圧力変動(Pressure Swing)によりフィードガス中の不純物が除去される。

工業的PSA設備においてはフィードガス流、製品水素流、パージガス流の流量変動をなくし、連続化を行うべく複数の吸着塔を使用し、それらをシーケンシャルに

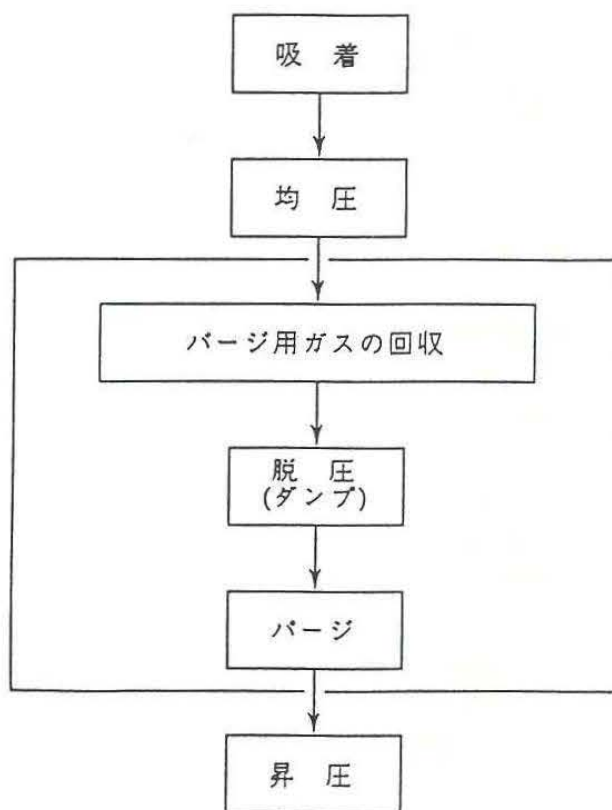


図2 PSA運転のステップ

コントロールしている。PSA設備のOne Cycleでの一般的な運転ステップを図2に示す。

吸着工程終了後、塔内頂部の残留水素は他塔との均圧操作により回収される。均圧操作の回数はほぼ吸着塔数により決まり、吸着圧力が高い場合は水素回収率に大きく関係する。減圧回収ガスの最後部流はパージガスとして回収される。

水素回収率は所定のPSA設備に対して、サイクル当たり供給されるフィードガス量、その間に消費されるパージガス量、脱圧による系外への排出ガス量によって決定される。設備への時間当たりのフィードガス量は一定であるので、サイクルタイムを長くすればサイクル当たりのフィードガス量だけが増え、水素回収率は増大することになる。

3. LO-FIN PSAの原理・特徴

LO-FIN PSAの基本原理はオランダESSEX社により発明されたものである。LO-FIN PSAは、従来法PSAと比較すると図2のブロックフロー中の四角で囲まれた工程で、ガスの流れが異なっている。設備的には後述の図6に示すように従来法PSAに新たにLO-FINリテーナーが設置される。

LO-FIN法と従来法との吸着塔残留ガスの回収／利

用方式の違いを図3に示す。水素PSAでは通常、吸着工程終了後の吸着塔に残留する製品グレイドの残留ガスを昇圧塔との均圧操作により回収している。そして減圧回収ガスの最後部流をパージガスとして回収し利用するのが通例で、パージガス回収工程では減圧ガス中に不純物がリークしやすくなっている。回収パージガスの濃度プロファイルを図3中に象徴的に示す。

従来法ではそのまま他塔のパージに使用するので、吸着塔をでる減圧回収ガスの最後部流が不純物で汚れていると（不純物がLast-Out）、パージ工程が終了した時点でパージ塔トップの吸着剤に不純物が蓄積することになる。この状態で昇圧工程を経て吸着工程に入り原料ガスを吸着塔ボトムより導入すると製品純度の低下が起こる。

これに対してLO-FIN法では、減圧回収パージガスの濃度プロファイルのリテーナーにより反転させるので、従来法と異なり汚れたガスが最初に入り（不純物がFirst-In）高純度ガスが最後に入るようになる。後流部の高純度ガスのリンス（ゆすぎ）効果によりパージ塔トップの吸着剤はクリーンな状態に再生され、吸着工程では高純度の製品水素が得られる。従来法で高純度の製品水素を得るには、吸着工程でのサイクル当たりのフィードガス量をLO-FIN法により小さくする必要がある。

従って、LO-FIN法は従来法よりサイクル当たりの

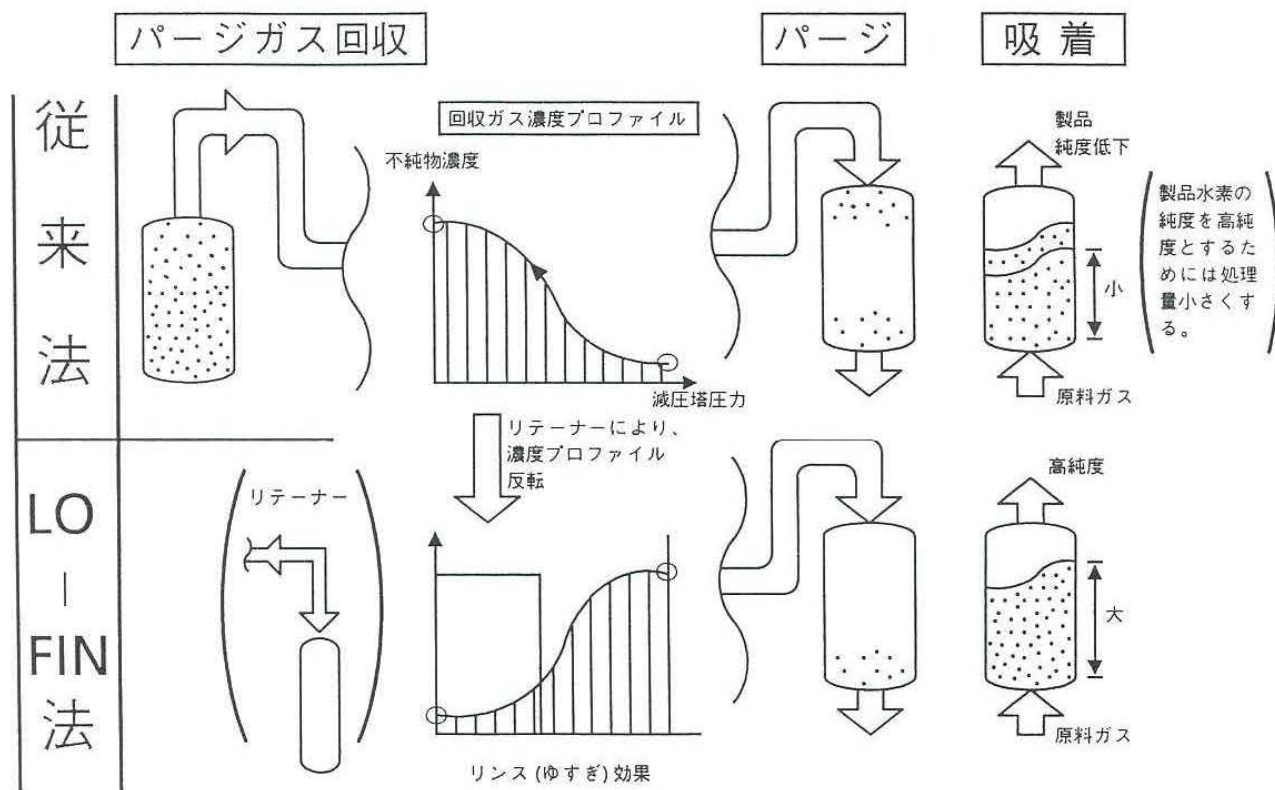


図3 吸着塔残留ガスの回収／利用方式

表1 フィード原料のタイプ

フ ィ ー ド 原 料	代 表 成 分
1) 水素製造プロセスでの水素精製 a) 天然ガス、軽質炭化水素、メタノール 水蒸気改質ガス b) 重質炭化水素分解ガス又は水蒸気改質ガス (部分酸化法又はTHR水蒸気改質法による)	H ₂ , CO, CO ₂ , C1 H ₂ O, (CH ₃ OH) H ₂ , CO, CO ₂ , C1 C ₂ , H ₂ S, H ₂ O
2) 水素回収システムでの水素精製 a) 石油化学プラントオフガス等 エチレンオフガス スチレンオフガス ブタジエンオフガス オキシプラント アンモニアパージガス メタノールパージガス b) 製油所オフガス(1) C1~C5, H ₂ Sを含むガス c) 製油所オフガス(2) C6以上, アロマティックスを含むガス d) 石炭液化・石炭利用設備オフガス (COG等)	CH ₄ , N ₂ , C ₂ H ₄ , C ₂ H ₆ CO, CO ₂ , CH ₄ , BTX C1~C4 CO, CO ₂ , CH ₄ NH ₃ , N ₂ , CH ₄ , Ar CH ₃ OH, CH ₄ , Ar, CO, CO ₂ H ₂ , C1~C5 (H ₂ S) H ₂ , C1~C6 BTX等 H ₂ , C1~C6, BTX, sulfur NO _x , O ₂ 等

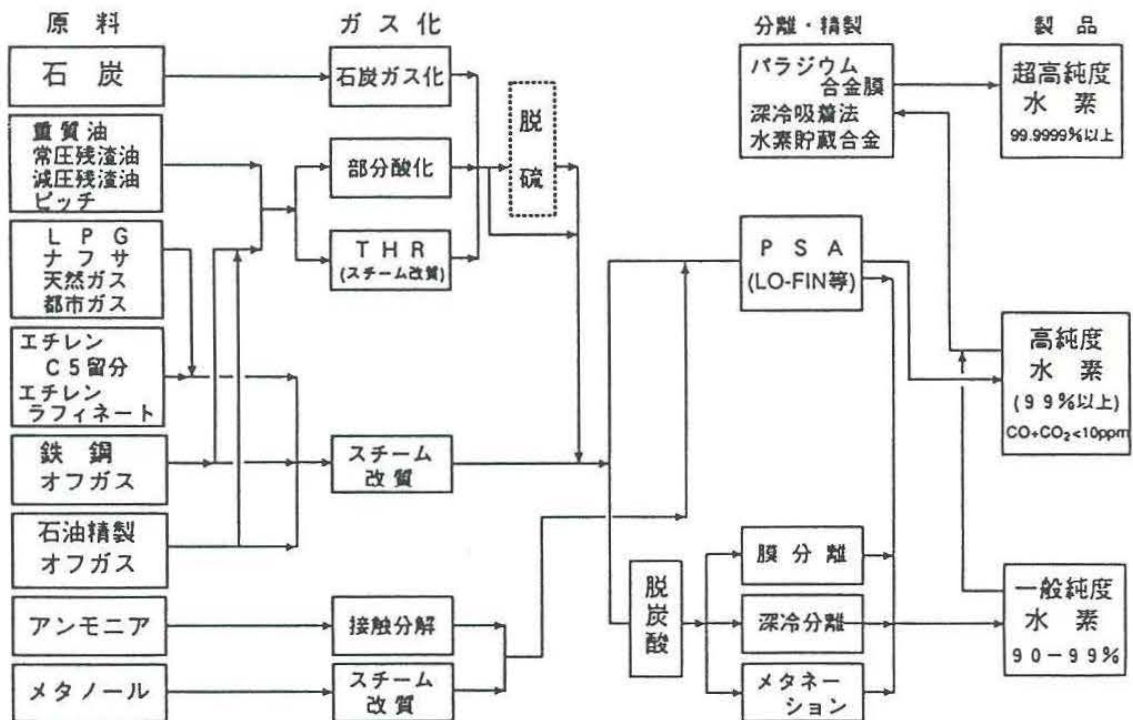


図4 水素製造プロセスのブロックフロー

フィードガス量を大きくすることが可能となり、同時に従来法よりも汚れたバージガスを使用できる。

以上よりLO-FINリテーナーを導入することで次の効果が得られる。

- ① 水素回収率がアップする。(別の見方をすれば、従来法より高い高純度水素を得ることができる。)特にプロセスに組み込んだ時に、原単位の向上、原料フィードストックの低減、プラントトータルの設備費低減に大きな力を発揮する。
- ② 吸着工程での吸着剤の非有効部分の占める割合が小さくなり、結果的に吸着剤が少なくて良い。

4. LO-FIN PSAの利用

LO-FIN PSAにより処理できるフィード原料のタイプは従来法PSAと同じであるが、適用分野を把握するために表1にその代表的フィード原料のタイプを示す。

またPSA技術は水素製造プロセスにおける、主流となる水素精製技術である。他のガス分離技術との違いを明かにするために、水素製造プロセスのブロックフローを図5に示す。

5. LO-FIN PSAの性能

(1) LO-FIN効果

石油精製オフガスからの水素回収における、LO-FIN PSAのプロセス性能について実証試験結果をベースに述べる。

実証設備は汎用性の大きい6塔式とし、設備のフロー

概念図を図5に、その概略仕様を表2に、設備本体の写真を図6に示す。原料ガスは商業プラントより、表3に示す2種類のガスが導入されている。

運転はリテーナーを使用するLO-FIN法と、リテーナーを使用しない従来法PSAの両方の運転モードでデータ収集を行った。データ整理例を図7、図8に示す。

LO-FIN PSAによるリファイナーブリードガスからの水素回収に於いて、LO-FIN効果すなわち水素回収率の向上はほぼ全域で認められるが、吸着圧力/バージ圧力比大、フィードガス中メタン濃度大になるにつれ、大きくなることが確認された。従来法との比較で確認されたLO-FIN効果を表4に示す。

又、LO-FIN法の場合、吸着工程ガス線速度を従来法PSAの1.5倍に上げても水素回収率がほぼ同じとなる領域がある。これは製品純度の領域によっては吸着剤が従来法PSAの略70%でも良いことを示している。

(2) LO-FIN PSA設備の技術的信頼性

実証設備を含めたLO-FIN PSAの実績表を表5に示す。最初のコマーシャル設備はすでに3年以上を経過している。B、C、Dのコマーシャル設備は設計値以上の性能で順調に稼働しており、吸着剤の劣化は見られず、重要機器の切り換えバルブも全く問題ない。LO-FIN PSAはロード変動に対して非常に追従性の良いことを特徴としているが、急激なロード変動に対しても計画以上の追従性能を持っている。スタートアップ・シャットダウン操作を含め、自動運転設備としての優秀性も明らか

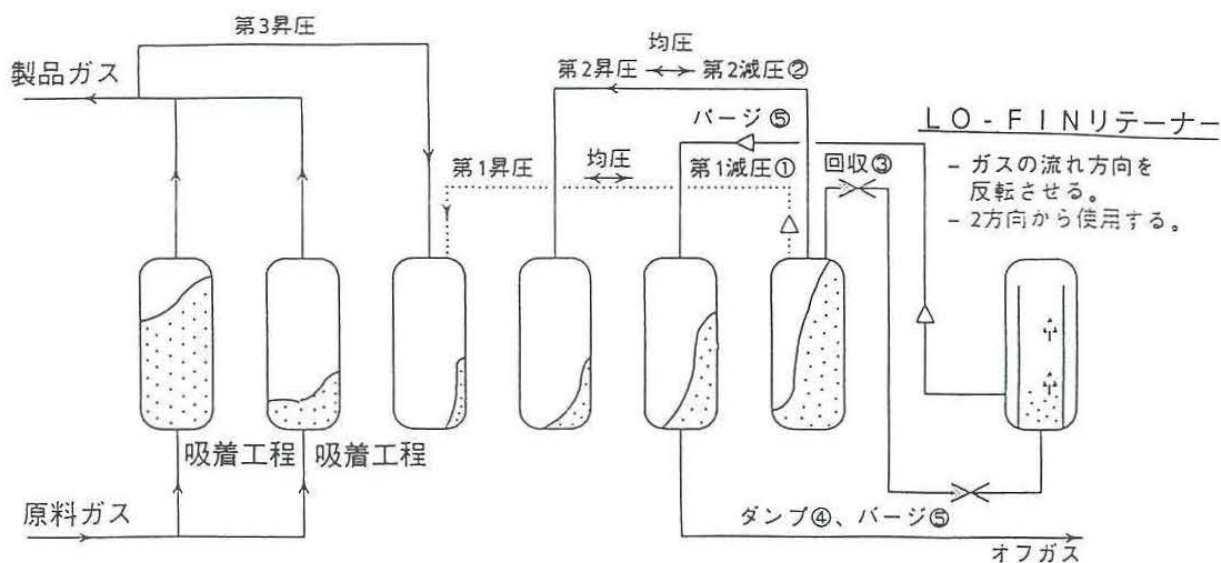


図5 LO-FIN PSA
ガス流れ概念図 (6塔システム)

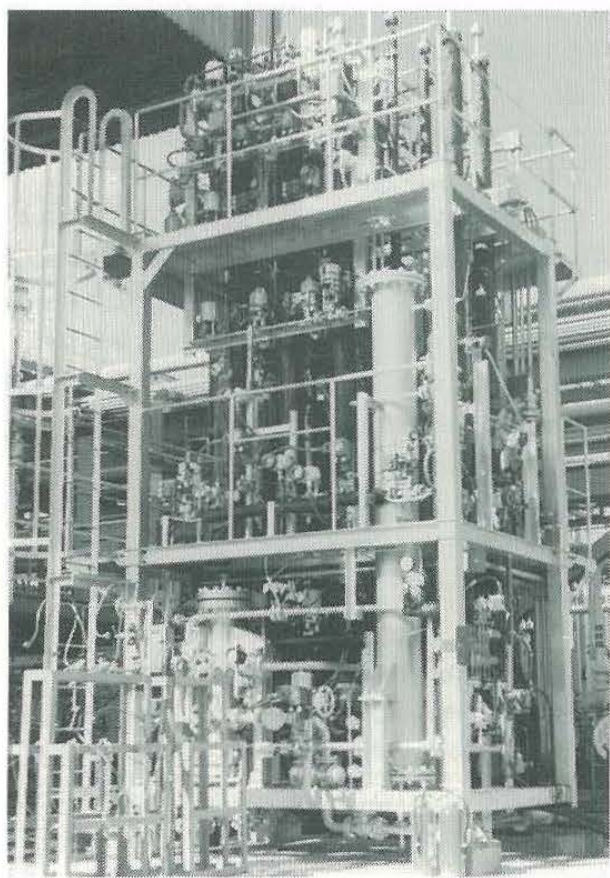


図6 LO-FIN PSA 実証設備

表2 実証設備の概略仕様

吸着塔数；6塔
リテーナー；1セット
最高使用圧力；50kg/cm ² G
吸着塔サイズ；100mm×5000mm
吸着剤；2種類
付帯機能；可搬型完全自動方式

表3 フィードガス仕様

	間脱 ブリードガス	接触改質 副生ガス
圧力	Max, 44kg / cm ² G	
温度	Amb.	
ガス組成 Vol. %		
H ₂	75.9	88.5
CH ₄	17.5	3.3
C ₂ H ₆	4.9	4.1
C ₃ H ₈	1.3	2.3
n, iC ₄ H ₁₀	0.4	1.1
n, iC ₅ H ₁₂	tr	0.3
C ₆ ⁺		0.1
N ₂		0.3
H ₂ S	500ppm	

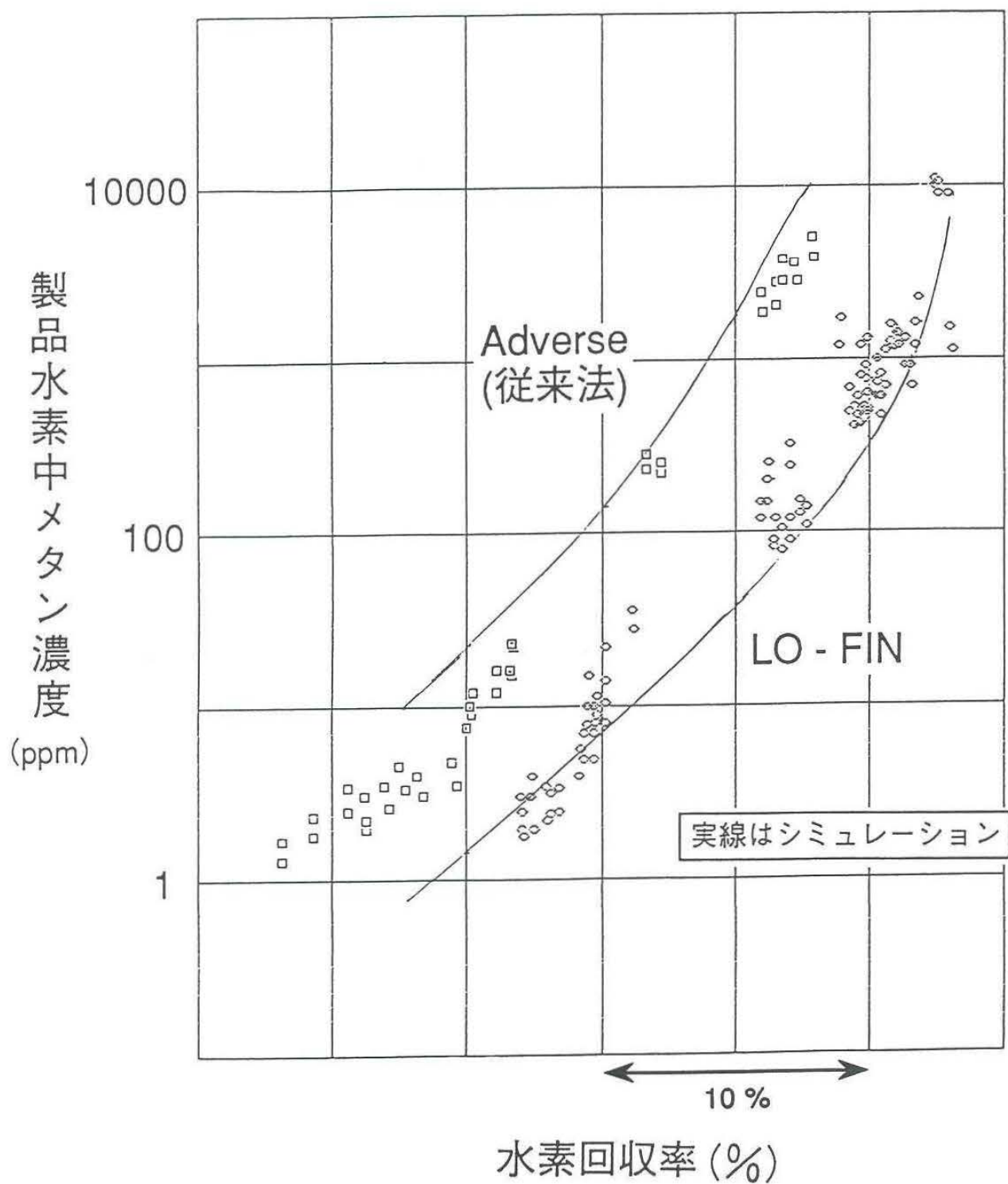


図7 水素回収率（補正）対製品水素純度
 間脱ガス（C1=15.0%）
 40KG吸着／0.75KGページ，20°C

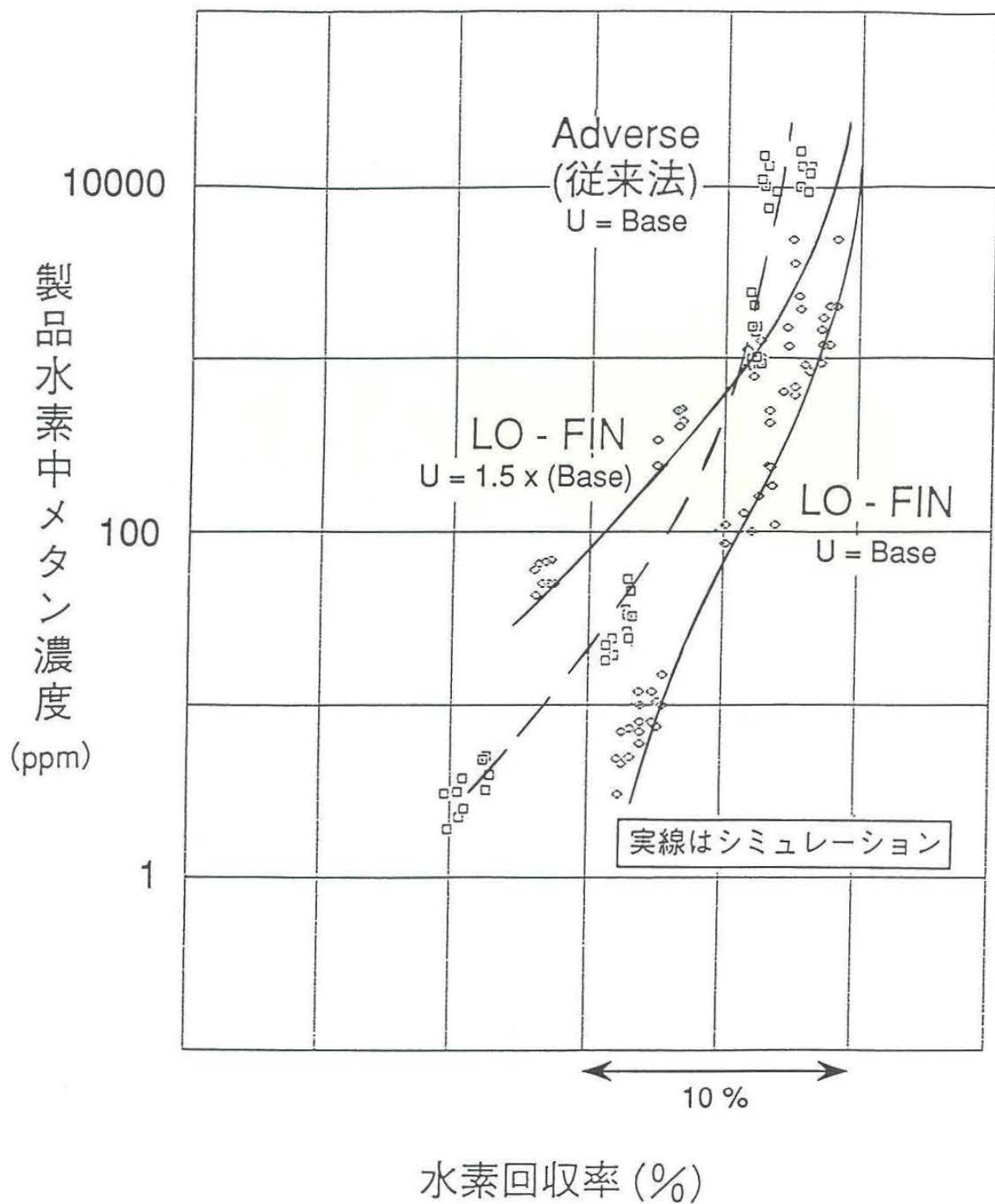


図8 水素回収率（補正）対製品水素純度
間脱ガス（C1=15.0%）
30KG吸着／0.6KGページ，15°C

表4 LO-FIN効果
[比較ベース：吸着工程線速度一定]

吸着圧力 (kg/cm ² G)	パージ圧力 (kg/cm ² G)	フィードガスの メタン濃度 (%)	従来法に対する 回収率の増分 (絶対値%)	水素回収率の 測定範囲
30	0.5	23	6-7	70~90
30	0.5	15	3-5	80~90
30	0.5	3	1-2	85~92
40	0.5	15	4-6	70~90
40	3.5	15	2-4	60~85

表5 LO-FIN PSA実績表
(H₂精製)

件名	原料ガスソース	原料ガス量 流	H ₂ 濃度 (原料ガス中)	運転開始
A	スチーム リフォーマー	1,000Nm ₃ /h	63.0%	1985
B	エチレン オキシゲン	1,450Nm ₃ /h	93.0%	1988
C	エチレン オキシゲン	1,740Nm ₃ /h へ能増	93.0%	1990
D	メタノール 改質ガス	2,855Nm ₃ /h	74.4%	1990
E	石油精製 オフガス	70Nm ₃ /h	71.0% ~90.0%	1990

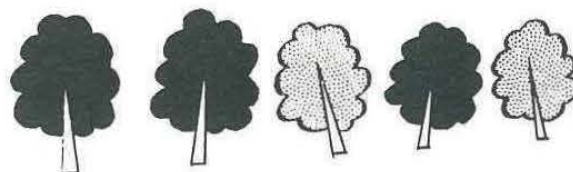
となっている。

6. まとめ

- (1) LO-FIN PSAの採用により、水素回収率の向上、製品水素純度の向上、吸着剤充填量の削減が可能である。
- (2) LO-FIN設備の技術的信頼性は商業設備により実証されている。
- (3) LO-FIN PSAによる水素回収率の向上が地球環境問題の解決に少しでも役立つことを期待すると共に、今後さらに経済的で水素回収率の高い新しいPSA技術の出現を期待したい。



山口俊雄 東洋エンジニアリング
株式会社
総合技術センター
プロセス開発グループ
1968年3月 東京工業大学化学工
学科卒業
1968年4月 三井東圧化学(株)入社
1972年4月 東洋エンジニアリン
グ(株)移籍、現在に至
る。
趣味 登山、水泳



日本吸着学会奨励賞を受賞して

この度は栄誉ある日本吸着学会奨励賞を頂戴し、誠に有り難く喜びにたえません。これも現在まで20年近く御指導いただきました現活性炭技術研究会会長の北川睦夫博士ならびに日本吸着学会の諸先生方のお蔭だと厚く御礼申し上げます。

私は1973年に大阪府立大学大学院修士課程修了と同時に、大阪市立工業研究所の活性炭研究室に研究員として勤務し、北川睦夫博士のもとで活性炭の製造ならびに環境対策への応用などの研究を行ってまいりました。1980年には大阪府立大学から「活性炭に対する有機化合物の吸着機構に関する研究」で工学博士を授与され、その後10年余りにわたって蓄積してきた吸着データをもとに活性炭吸着のデータベースを作成し、さらに吸着等温線の推算法の研究を行ってきました。その間、北川睦夫博士は定年退職され活性炭研究室は閉室となりましたが、1986年に新たな展開をはかるため吸着化学研究室を創設しました。そして翌年にこの日本吸着学会が設立されたわけです。研究室と同じ名前の学会が誕生したことで、私の吸着に対する将来性の判断が正しかったことが裏づけられたこととなり非常に意を強くしました。さらにこの度その吸着学会から奨励賞を戴いたことは研究内容にも評価をしていただいたことであり感慨深いものでした。

受賞の対象となった研究は「活性炭吸着のバイオメディカルへの応用に関する研究」であり、この研究は私が1985年から1年間、米国ユタ大学医学部に客員教授として滞在したときの研究に端を発するものです。

麻酔薬の作用機序に関する研究は全世界で1世紀に渡って行われていますがその本質はいまだに不明です。今世紀始め有機化合物のオリーブオイル／水分配係数と麻酔薬の作用強度との間に相関が見いだされ、今日まで麻酔の作用機序の基礎となっていました。しかし多くの有機化合物にはこの相関関係が成立しますが、肝心の臨床に使用される局所麻酔薬はこの関係から外れます。そこで活性炭への吸着性を測定し、吸着性と麻酔作用強度との相関を調べたところ、臨床麻酔薬を含め多くの化合物について両者の間に高い相関関係を見い出しました。さらに分配と吸着の違いに着目することによって、麻酔は麻酔薬が神経膜へ分配されることによって起こるのではなく、膜界面へ吸着することによって起こるという界面現象であることを見い出しました。

また活性炭への吸着性は疎水性吸着の正確な尺度とな

るため、医薬、農薬の開発によく用いられる定量的構造活性相関という手法の新しいパラメータとして活性炭の吸着データを使用できることを示しました。

このように活性炭吸着法はバイオやメディカル関連の研究に強力な手段を提供するものであり、またこの方法は吸着法の新しい応用形態でもあり、今後の発展が期待されます。

20年間吸着の研究を続けてきましたが、問題を解決してきた量よりも疑問を作り出した量の方が多いような気がします。この度の受賞を弾みとし、さらに吸着研究に努力していきたいと考えていますので、これからも皆様方のご指導ご鞭撻のほど宜しく御願ひ申し上げます。

大阪市立工業研究所 安部 郁夫

このたびは栄ある日本吸着学会奨励賞をいただき、深く感謝しております。今回いただいた学会賞は今までに多大の御教授を賜わった本会会長で明治大学の竹内雍先生、東京大学生産技術研究所の鈴木基之先生はじめ学会の皆様、並びに会社の上司、同僚など多くの方々の御指導、御支援のたまものと深く感謝しております。ここに紙面を借りて厚く御礼を申し上げます。

私は1973年に東京大学化学工学科の修士課程を卒業した後、三菱重工業(株)高砂研究所に勤務し現在に至っております。この間、吸着及び触媒を主としたガス処理技術の研究・開発に携わってきており、具体的には活性炭を用いた溶剤回収装置、Kr、Xeなど放射性希ガスの除去装置、フロン回収装置、脱臭装置及び種々の有害ガス除去装置などの開発を行ってまいりました。又、数年前より、閉鎖環境系における空気浄化システムの開発を行ってきました。これは、宇宙ステーションに代表される閉鎖空間で人間が生活していくために人間の代謝するCO₂を空気中から分離・濃縮した後、呼吸用のO₂として再生するシステムと、その他の多種多様の有害ガスを除去するシステムから構成されているもので、いずれも吸着技術がその中心となっています。この研究に取り組んでいましたところ会社の上司の勧めもあり、鈴木先生の御指導を得てこのテーマで学位を取得することができました。

一方、このような研究・開発の過程には、必ずしも順調にいったものばかりでなく、中にはトラブルが発生したこともあります。例えば、シクロヘキサノン含有ガスを吸着により処理する溶剤回収装置において活性炭が発熱・着火したため装置を運転できなくなる事態になり、そ

の対策に追われて夜も眠れない日々が続いたこともあり
ました。この時は幸いにして竹内先生の御指導を得て、
もう一度吸着の基本にまで立ち帰り、基礎研究を積み重
ねることにより何とかこれを克服することができました。
この内容は化学工学論文集などで御報告した通りで
す。この様な経験も、それを真正面から取り組むことに
より、単にトラブル対策が可能となるのみならず、これ
をベースにした新しい発想の研究へと発展していくよう
に思います。

又、企業の立場からしますと、製品の開発に当って
は、研究を行うだけでなく、これを世の中に受け入れて
もらい、売っていく必要があります。そのためには、社会
のニーズに合致したものを開発する必要があり、システ
ムのシミュレーション技術や最新の高度な制御技術を取
り入れた装置の高付加価値化、あるいは高性能素材(吸着
剤)による装置のコンパクト化、コストダウン化などを
行う必要があります、私もこれらの点を踏まえて広い視野に
立った研究、開発に努めていきたいと考えております。

さらに、最近の国内外の情勢を見ますと、CO₂やCH₄
などによる地球温暖化、SO_xやNO_xによる酸性雨、フ
ロンによるオゾン層破壊、各種有害物による人間の健康
問題あるいは産業廃棄物の処理など地球的規模での環境
問題が大きくクローズアップされております。又、この
環境問題と切り離せないエネルギー問題も人類が生活し
ていく上では極めて重要な課題となっております。これ
らの課題解決に吸着技術がなし得る役割もかなり大きい
ものと思います。私も今後、吸着技術を通して、これら
の課題の解決に少しでも役に立つべく研究に努めてまい
りたいと思います。もちろんこの様な大きな課題は私個人
あるいは一企業でできるわけではありません。本学会
の皆様方より一層の御指導、御鞭撻をお願いする次第
であります。

今回はどうも有難うございました。

三菱重工業(株)高砂研究所 峯元雅樹

日本吸着学会技術賞を受賞して

受賞対象技術：吸着技術を応用したガス測定

この度は、(株)ガステックの技術に対しまして過大な評
価を頂き、第一回の技術賞の榮譽に浴することができま
したことを深く感謝致します。

検知管は、ガスまたは蒸気濃度を測定するための簡易
測定法であり、多くの測定者が望む“簡単に”“早く”
“精度よく”濃度測定することを実現した測定法でもあ
ります。このような特徴を基に我が国では作業環境測定
等に從來から用いられてきましたが、1973年にアメリカ
において、作業環境測定に用いられる検知管に対する国
家検定が行われるに至って、検知管の精度は飛躍的な進
歩を挙げ、検知管の正確さと精度が改めて認識されるよ
うになりました。米国国家検定は、1983年に終了し、1986
年からアメリカの保安用品検定機関であるSEI (Safety
Equipment Institute) が検知管の検定業務を再開しま
した。

SEIでの検定は、1990年10月現在で17種のガスについ
て検定が実施され、幸いにして我が社は、全種に合格す
ることができました。

また、検知管の用途拡大の応用事例としましては、以
下に示すような開発を実施してきました。

- (1) 混合有機溶剤の検知管による測定の可能性について
の研究
- (2) 熱分解器を利用した検知管によるフロンガスの定量
- (3) 悪臭物質簡易測定法として、アンモニア、硫化水
素、スチレン用の検知管およびガス採取装置の開発
- (4) 検知管を用いた水中の微量有機塩素系物質の簡易測
定法

検知管法によるガス測定は、既にほとんどのガスにつ
いて測定実績があり、新規性ガスについては、それらの
応用で測定が可能となるケースが多くなっています。ま
た、特定の用途では、測定対象物質以外の共存物質が測定
精度に影響を及ぼす場合が考えられます。このような場
合、干渉ガスを分離除去するような技術が望まれます。

検知管の最大の利点は、使用頻度の少ないガスであっ
ても、また、他の測定手段では分析の専門家に頼る以外
に方法が無いような場合でも素人が簡単に測定を実施す
ることができ、しかも、使い方さえ間違えなければ、一
定の精度が期待できることでしょう。

今後は、技術賞の名を汚すことなく、益々、技術の発
展に精進する所存です。引続き、諸先生のご指導、ご鞭
撻の程よろしくお願い申し上げます。

(株)ガステック 小松隆 松延邦明 星野房助 小口博史

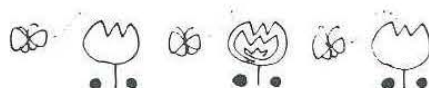
この5年間という短い期間に、ビデオテープ生産量の
著しい増加につれてシクロヘキサノンを含む溶剤回収ブ

プラントのニーズも急増し、かつその規模も10万Nm³/Hを超える大規模な回収設備として、韓国を中心に建設が進められていった。当社の関連実績を見ると、既に欧州、アジア、国内を含め全回収ガス量は、100万Nm³/Hを超えている。ビデオテープ生産工場から排出される溶剤含有排ガスは通常2,000~3,000Vol ppmのシクロヘキサノン、トルエン、MEKの混合溶剤が含まれている。従って10万Nm³/Hの排ガス中には1トン/H以上の溶剤が含まれており、もしこの溶剤を回収しなければ1年間に8,000トン以上の溶剤が大気中に放出される。当社のプラントが回収した溶剤量は年間80万トン、もし回収装置がなければ、そう考えただけでも狭い地球の上に住む一住民として息が苦しくなるような気がする。

一方、テープの生産にかかわられている我ユーザ側からすると、それ以上に8,000トンの溶剤ロス掛ける溶剤単位イコール20億円と言うコスト計算を考えない訳にはいかない。活性炭による溶剤回収プラントはその高い回収率がゆえに大気汚染防止手段としてはほぼ完璧であるといわれているばかりではなく、この年間20億円の有価物回収を行なう有効な手段でもある。ところが、シクロヘキサノンという溶剤は非常に移り気で、活性炭と仲が良い一方で、大の酸素好きときており、挙げ句の果てはその酸素との間にできた自分の落とし子を活性炭の細孔中に大量に残して行くと言うたちの悪さで、活性炭は見る間にその吸着能を失って行く。従来法による溶剤回収方式ではこのため頻繁に活性炭交換を行なわなければならない、年間2億円もの活性炭を消費し、稼働率の低さに泣くと言う状況であった。

低温脱着式溶剤回収装置は、シクロヘキサノンと酸素の仲を断ち切る事、および反応に必要な温度条件を取り去ってやることにより実現した経済的な回収装置である。20億円の回収を、従来の5分の1の活性炭コストで行ない、かつ完璧に大気汚染を防止している。そしてこのたびの受賞は、単に充分な経済性を実現した高度な技術を認めていただいたということだけではなく、少しでも地球環境汚染の防止に貢献したいと努力する一企業の姿勢に対する評価と受けとめ、心から謝意を表すとともに吸着学会のさらなる発展を期待したい。

日鉄化工機株式会社 飯田泰滋



第4回「吸着の基礎」に関する国際会議プログラム（予定）

Program of 4th ICFA (as of 1992/01/25)

May 17 (Sunday)

19:00-21:00 Reception

May 18 (Monday)

8:30-9:00 Opening Remarks

Continuous Separation:

- 9:15-9:40 P. E. Barker, N. J. Ajongwen and G. Ganetsos UK
Simulated Counter-current Chromatographic Bioreactor-Separators
- 9:40-10:05 Y. Takahashi and S. Goto JAPAN
Continuous Separation and Concentration Using an Annular Chromatograph
- 10:05-10:30 G. Storti, M. Mazzotti, L. T. Furlan and M. Morbidelli ITALY
Analysis of a Six Port Simulated Moving Bed Separation Unit

Solvent and Gas Recovery:

- 10:45-11:10 T. Kuma, T. Hirose and M. Goto JAPAN
A New Solvent Recovery Unit by Thermal Swing Honeycomb Rotor of Inorganic Adsorbent
- 11:10-11:35 Y. Takeuchi, H. Iwamoto, S. Asano and M. Harada JAPAN
Application of High Silica Zeolite to Remove Organic Vapors from Industrial Effluent Air
- 11:35-12:00 Y. Matsumura, M. O. Ogasawara and M. Furuse JAPAN
Effective Adsorption and Desorption Systems for Semimetal Hydrides

PSA(1):

- 13:30-13:55 D. K. Friday, M. D. LeVan, J. J. Mahle and L. C. Buettner USA
PSA for Air Purification: Experiments and Modeling
- 13:55-14:20 N. O. Lemcoff, S. J. Doong and A. I. LaCava USA
Modeling of Equalization in Air Separation by Pressure Swing Adsorption
- 14:20-14:45 U. von Gemmingen GERMANY
Pressure Swing Adsorption Processes: Design and Simulation

PSA(2):

- 15:00-15:25 M. D. LeVan and D. T. Croft USA
Direct Determination and Multiplicity of Periodic States of Adsorption Cycles
- 15:25-15:50 I. Park and K. S. Knaebel USA
Swelling-Shrinking Behavior in Packed Beds of Adsorbent during Column Operations
- 15:50-16:15 D. D. Do, X. Hu, P. Gray and P. Mayfield AUSTRALIA
Adsorption and Desorption Dynamics of Hydrocarbons, SO₂ and CO₂ onto Activated Carbon - Rate Mechanisms

Environment:

- 16:15-16:40 H. Yoshida, A. Okamoto, H. Yamasaki and T. Kataoka JAPAN
Breakthrough Curve for Adsorption of Acid Dye on Crosslinked Chitosan Fiber
- 16:40-17:05 B. J. McCoy USA
Effect of Combined Adsorption and Absorption in Migration of Soil Contaminants
- 17:05-17:30 K. Kutics, M-H. Hahn, A. Sakoda and M. Suzuki HUNGARY/KOREA/JAPAN
Adsorption and Biodegradation of Organics in Biological Activated Carbon Beds
- 17:30-17:55 D. M. Ruthven, M. Hussain and R. Desai CANADA
Adsorption of Water Vapour on Activated Alumina

19:30-20:15 PLENARY LECTURE:

- S. Sircar USA
Novel Application of Adsorption Technology

May 19 (Tuesday)

Kinetics(1):

- 8:00-8:25 K. Dahlke and G. Emig GERMANY
Prediction of Zeolites Diffusivities
- 8:25-8:50 G. V. Baron, M. V. Voorde, W. M. Feng and H. Verelst BELGIUM
Diffusion in Zeolite Adsorbents: Measurement, Modelling and Structure - Performance Relation
- 8:50-9:15 C. J. Guo, D. B. Shah and D. T. Hayhurst USA
Effect of Structural Heterogeneity on the Diffusion of Aromatic Hydrocarbons in Large Silicalite Crystals

Kinetics(2):

- 9:15-9:40 J-E Sohn, S-S Lee, S. Yamashita, K. E. Noll, Y. Takeuchi and E. Furuya JAPAN/KOREA/USA
Effect of Functional Groups on Adsorption of Organics Dissolved in Water onto MR Resin Particles
- 9:40-10:05 M. S. Kouyoumdjiev, M. A. G. Vorstman and P. J. A. M. Kerkhof NETHERLANDS
Single and Multicomponent Adsorption from Liquid Phase on Activated Carbon in a Finite-bath Process
- 10:05-10:30 A. Rodrigues, Z. Lu, J. Loureiro and D. LeVan PORTUGAL/USA
Intraparticle Diffusion and Convection in Adsorption Processes

Complex Systems:

- 10:45-11:10 K. T. Chue, G. Grevillot and D. Tondeur FRANCE
Electrosorption on Activated Carbon Bed
- 11:10-11:35 P. Schweighart and A. Mersmann GERMANY
Prediction of Highly Nonideal Ternary Adsorption Equilibria
- 11:35-12:00 A. S. T. Chiang, K. S. Lin and L. Y. Fun TAIWAN, CHINA
Adsorption of Multicomponent Aromatics on Y Zeolite and Silicalite
- 12:00-12:25 Y. Z. Zheng, Y. S. Luo and P. L. Cen CHINA
Adsorption of CO, CO₂, N₂ and CO-CO₂ Gas Mixture on Cu(I)-NaY Zeolite
- 13:30-17:00 **Excursion**
- 19:00-21:00 **Seminar on PSA:** Chairperson: D. Ruthven

May 20 (Wednesday)

- 8:00-8:45 **PLENARY LECTURE:**
M. Okazaki Japan
Role of Capillary Condensation on Adsorption

Bio-related Systems(1):

- 8:50-9:15 N-H. L. Wang and R. D. Whitley USA
Impact of Nonequilibrium Effects in Nonlinear Liquid Chromatography: Protein Aggregation, Denaturation and Slow Sorption Kinetics
- 9:15-9:40 S. M. Ricci, J. Talbot, P. Viot and G. Tarjus USA/France
Adsorption Of Large Molecules: Application of the Random Sequential Adsorption Process
- 9:40-10:05 K-S. Ha, H. Hinago, A. Sakoda and M. Suzuki KOREA/JAPAN
Adsorption of Bovine Serum Albumin on Various Solid Surfaces
- 10:05-10:30 K. Kandori, S. Sawai, Y. Yamamoto, H. Nakashima and T. Ishikawa JAPAN
Adsorption of Albumin on Calcium Hydroxylapatite

Bio-related Systems(2):

- 10:45-11:10 Y. H. Ma, A. Bansal and W. M. Clark USA
Adsorption of Protein and Antibiotic on Porous Alumina Membranes
- 11:10-11:35 M. C. Annesini and F. Gironi ITALY
Competitive Adsorption of Ethanol from Aqueous Solutions of Glucose and Ethanol

- 11:35-12:00 K. Miyabe and M. Suzuki JAPAN
Chromatographic Study of Liquid Phase Adsorption of p-tert-octylphenol on Octadecylsilyl-Silica Gel
- 13:30-15:30 **POSTER SESSION**
- Kinetics(3):**
- 15:30-15:55 L. M. Sun, Ph. Grenier and F. Meunier FRANCE
On the Determination of Diffusion Coefficients by Uptake Rate Measurements
- 15:55-16:20 W. Nieben, H. G. Karge and L. Jozefowicz GERMANY
Thermodynamic and Kinetics Data of Sorption in Zeolites Determined by FTIR
- 16:20-16:45 S. Yiaccoumi and C. Tien USA
A General Algorithm for Calculating Metal Ion Adsorption from Aqueous Solutions
- Kinetics(4):**
- 16:45-17:10 P. Struve, A. Bergmann, A. Brenner, M. Bülow and K. K. Unger GERMANY
Sorption Kinetics of Benzene and p-Xylene on Template Supported and Template Free Gallosilicates
- 17:10-17:35 K. Chihara, N. Yanagisawa and N. Hasegawa JAPAN
Chromatographic Study on Multicomponent Gas Adsorption
- 17:35-18:00 J. Hille, M. Bülow and A. Micke GERMANY
A New Method for Investigation of Sorption Kinetics of Volatile Multi-Component Mixtures on Porous Solids
- 19:00-22:00 **BANQUET**

May 21 (Thursday)

Adsorption on Specified Surfaces(1):

- 8:00-8:25 K. Ogino JAPAN
Adsorption Characteristics of Organic Substances on Surface-modified Carbon Adsorbents: Effects of Surface-chemical Structure of Carbon Adsorbents on Adsorption
- 8:25-8:50 H. Tamon and M. Okazaki JAPAN
Influence of Surface Oxides of Carbonaceous Adsorbent on Liquid-phase Desorption Characteristics of Aromatic Compound
- 8:50-9:15 G. H. Findenegg, R. Rasch and C. Pasel GERMANY
Adsorption of Cationic Surfactants on Uncharged Hydrophobic Surfaces (Graphite)

Adsorption on Specified Surfaces(2):

- 9:15-9:40 J. Li and O. Talu USA
Effect of Structural Heterogeneity on Multicomponent Adsorption: Benzene, Toluene, and p-Xylene Mixtures on Silicalite
- 9:40-10:05 K. Tsutsumi and K. Ban JAPAN
Analysis of Adsorption and Adhesion Behaviors of Modified Carbon Fibers by Means of Inverse Gas Chromatography
- 10:05-10:30 J. A. O'Brien USA
Adsorption of Laterally Interacting Mixtures on Heterogeneous Solid Surfaces: A Model Study

Adsorption on Specified Surfaces(3):

- 10:45-11:10 J. Ragai, S. Selim, K. S. W. Sing and C. Theocharus EGYPT/UK
Cation Uptake and Textural Characteristics of Gels Prepared from Zirconyl Chloride and Ammonium Carbonate
- 11:10-11:35 A. P. Thompson, D. S. Corti, A. L. Myers and E. D. Glandt USA
Studies of Irreversible Adsorption
- 11:35-12:00 V. Mayagoitia and I. Kornhauser MEXICO
Description of Heterogeneous Surfaces in Activated Chemisorption

13:30-15:30 POSTER SESSION

Molecular Simulations(1):

- 15:30-15:55 A. S.-Levy and D. Avnir ISRAEL
On the Origins of the Adsorption-Desorption Hysteresis Loop
- 15:55-16:20 R. D. Kaminsky and P. A. Monson USA
Microscopic Models for Adsorption Equilibrium in Heterogeneous Solids
- 16:20-16:45 M. J. Bojan and W. A. Steele USA
Computer Simulation of the Adsorption of Krypton in Pores of Triangular Cross Section

Molecular Simulations(2):

- 16:45-17:10 T. Demi and D. Nicholson UK
A Molecular Dynamics Study of Adsorption and Transport of Fluid in Model Micropores
- 17:10-17:35 R. F. Cracknell and K. E. Gubbins USA
Molecular Simulation of Adsorption and Diffusion in VPI-5 and Other Aluminophosphates
- 17:35-18:00 K. R. Matranga, F. Karavias, E. I. Segarra, A. Stella, E. D. Glandt and A. L. Myers USA
AdsorbSim Modules for Simulations of Adsorption in Activated Carbon and Zeolites

May 22 (Friday)

Selected Adsorbents:

- 8:00-8:25 P. Wu and P. Zhu CHINA
Adsorption of Low Molecular Organic Acids on Polyvinylpyridine Resin
- 8:25-8:50 V. Strelko USSR
Medical Sorbents Based on Synthetic Active Carbons for Prophylaxy and Treatment of Civilization Diseases
- 8:50-9:15 Y. Xie, G. Yang, J. Qiu, X. Tong, J. Liu and Y. Tang CHINA
Highly Efficient Adsorbents for Separation of Carbon Monoxide

Pore Structures(1):

- 9:15-9:40 C.-Y. Park and S.-K. Ihm KOREA
Analysis on Bimodal Pore Structure in Mercury Porosimetry Using Percolation Approach
- 9:40-10:05 A. Matsumoto, K. Kaneko and J. Ramsay JAPAN/FRANCE
Neutron Scattering Investigations of the Structure and Adsorption Properties of Activated Carbon Fibers
- 10:05-10:30 M. B. Kenny, K. S. W. Sing and C. R. Theocharis UK
The Assessment and Use of High Resolution Adsorption for the Study of Microporous Solids

Pore Structures(2):

- 10:45-11:10 H. Naono, J. Sonoda, K. Oka and M. Hakuman JAPAN
Evaluation of Microporous Texture of Undecomposed and Decomposed Beta-FeOOH Fine Particles by Means of Adsorption Isotherms of Nitrogen Gas and Water Vapor
- 11:10-11:35 N. T.-Pellenq, P. Llewellyn, Y. Grillet and J. Rouquerol FRANCE
Microcalorimetric Comparison of the Adsorption of Various Molecules on Two Microporous Adsorbents: A Model Aluminophosphate and a Natural Clay
- 11:35-12:00 A. V. Neimark USSR/GERMANY
Fractal Models of Adsorption and Calculating Surface Fractal Dimension
- 12:00-12:25 K. Kaneko, N. Setoyama, T. Suzuki and H. Kuwabara JAPAN
Ultramicroporosimetry of Porous Solids by He Adsorption

14:00 IAS Meeting

15:00 Adjourn

ポスター論文リスト (予定)

Poster Presentations at 4th ICFA (1992/01/25)

Industrial Processes

- P1 A. I. Kandybin USA
Modeling of Pressure Swing Adsorption Processes for Bulk Gas Separation on Zeolites
- P2 A. P. Mathews USA
Modelling and Simulation of Adsorption of Volatile Organic Chemicals in Liquid-Solid Fluidized Beds
- P3 C. B. Ching, K. H. Chu, K. Hidajat and M. S. Uddin SINGAPORE
Comparative Study of Flow Schemes for a Simulated Counter-Current Adsorption Separation Process
- P4 C.-T. Chou, C.-L. Wu and A. S. T. Chiang TAIWAN, CHINA
Simulation Study of Air Separation by Complementary Pressure Swing Adsorption
- P5 H. Yanagi, N. Okamoto, F. Komatsu, N. Ono, M. Ogura, M. Nishino and Y. Okamoto JAPAN
Development of Adsorption Refrigerator Using Silicagel- Water Pairs
- P6 H. Yoshida, A. Okamoto and T. Kataoka JAPAN
Recovery of Amine and Paints from Electrodeposition Wastewater by Adsorption on H-Form Resin: Cyclic Operation
- P7 J. Guan and Z. Ye CHINA
Optimization of the Operation Parameters for Rapid Pressure Swing Adsorption
- P8 J. Izumi JAPAN
H₂S Removal from the Offgas of Geothermal Power Plant by PSA
- P9 J.-N. Kim, J.-D. Kim and S.-H. Cho KOREA
Simulation of Oxygen Enrichment by Vacuum Swing Adsorption
- P10 Laszlo Aranyi and Geza Horvath HUNGARY
Mathematical Modelling of Multicomponent Fixed Bed Cryogenic Adsorption
- P11 M. Chlendi, J. Granger, E. Garcin and D. Tondeur FRANCE
Hydrogen Purification by Multicolumn, Multisorbent PSA: Modelling, Design, Optimisation
- P12 M.-L. Liu and H.-F. Chang TAIWAN, CHINA
Study on Treatment of Organic Wastewater with Modified Bertonite Adsorbent
- P13 N. Wakamatsu and Y. Iida JAPAN
Industrial Application of Low-Temperature Steam Desorption System for Solvent Recovery by Activated Carbon
- P14 Q. Shi, R. E. Herzog and J. L. Katz CHINA/USA
Evidences on Adsorption Mechanism in Preventing Scale Formation by Magnetic Water Treatment
- P15 S. Morooka, A. Goto, T. Kago and K. Kusakabe JAPAN
Adsorption Efficiency of Uranium from Seawater with Amidoxime Fiber Balls Packed in a Cage
- P16 S. Ulku TURKEY
Novel Application of Adsorption: Energy Recovery
- P17 T. Yamaguchi, U. Ohkamo, Y. Kobayashi and Y. Nakai JAPAN
Hydrogen Recovery and Purification by LO-FIN PSA

Bio-related Systems

- P18 C. P. Sharma and W. Paul INDIA
Protein Adsorption onto Tantalum: Changes with Oxide Layer and Hydroxyapatite at the Interface
- P19 L. Galati, R. Lavecchia, T. Lavecchia and L. Marrelli ITALY
Adsorption of Human Immunoglobulins on Activated Supports
- P20 M. Goto, T. Imamura and T. Hirose JAPAN
Purification of Enzyme by Affinity Separation with Magnetic Adsorbent
- P21 M. O. N.-Simonnot, M. Bailly and G. Grevillot FRANCE
Investigation of Ion Exchange Phenomena in Frontal Anion Exchange Chromatography of a Protein
- P22 M. Plata, J. L. Casillas, M. Martinez, F. A. Yobo and J. Aracil SPAIN/UK
Modelling Batch Stirred Tank Adsorption of Aspartame Using Modified Amberlite XAD-2 Resins
- P23 M. Wakita, H. Morita and M. Yamaguchi JAPAN

- Effect of Pore Structure on the Adsorption of Coagulation Factor VIII on Aminoethyl- and DEAE- glucomannan Gel*
- P24 N. Kartel, Y. Basova, V. Popov and V. Strelko USSR
Synthetic Carbon SCM as Electrode Materials for the Electrochemical Detoxication of Biological Fluids
- P25 S. Mikhailovsky, M. Levchenko, I. Kononova, A. Puziy and T. Alekseyeva USSR
Adsorption of Proteins on Synthetic Active Carbons and Bioselective Carbonaceous Materials
- P26 S. Ozeki, T. Sato, A. Erikaku, Y. Oohashi and K. Kaneko JAPAN
Adsorption of Polypeptides on Synthetic Chrysotile Asbestos

Adsorption Kinetics

- P27 A. Leitaio and A. Rodrigues ANGOLA/PORTUGAL
Concentration Dependence of Surface Diffusion Coefficient in Dye Adsorption from Aqueous Solution on Activated Carbon
- P28 A. Micke and M. Bulow GERMANY
Evaluation of Diffusion Coefficients for Intracrystalline Molecular Transport Superimposed by First-Order Phenomena in Molecular Sieve Crystals
- P29 E. H. Carlo and D. Koepfenkastrof USA
Kinetics of Adsorption of Rare Earth Elements in Seawater by Apatite, Fe and Mn Oxides
- P30 E. L. Ometsinskaya and V. Volkov USSR
Theoretical Study of the Pores Size Influence on Kinetics of Ion Penetration to Phosphate Zirconium Micropores
- P31 G. Krammer and G. Staudinger AUSTRIA
Capillary Condensation, Heat and Mass Transport Phenomena in a Desulfurization Process
- P32 L. Czepirski and E. K.-Czepirska POLAND
Kinetics of Water Vapours Adsorption in Natural Zeolites
- P33 M. Giona and A. R. Giona ITALY
Off-lattice IFS-Diffusion Simulation in Transport Phenomena
- P34 R. Gutsche and H. Yoshida GERMANY/JAPAN
Surface Diffusion with Concentration Dependent Diffusivity in a Porous Membrane
- P35 R. L. Portsmouth and L. F. Gladden UK
Transport in Zeolites: Application of NMR and Computer Simulations to Probe Adsorption Phenomena
- P36 S. Jha, R. M. Sharma, G. L. Mundhara, H. S. Kar and J. S. Tiwari INDIA
Chromatographic Utility of Sorption Behaviour of Molybdate and Tungstate on Acid-Treated Alumina
- P37 S. Y. Chen, W. G. Liang and S. Y. Peng CHINA
Some Diffusion Rules in Zeolite Molecular Sieves
- P38 W. C. van Lier and J. Visser NETHERLANDS
Mass Transfer to Activated Carbon from Aqueous Solution and from the Gas Phase
- P39 Z. Lu, J. Ye and Z. Ye CHINA
Studies of Mass Transfer Kinetic of Citric Acid Aqueous Solution Sorpted upon the Sorption Resin in Batch Tank

Adsorption Equilibrium

- P40 A. E. McNally, R. R. Mather and K. S. W. Sing UK
Nitrogen Adsorption on Solids of Low Surface Area
- P41 B. Buczek POLAND
Radial Anisotropy of the Active Carbon Particles
- P42 C. Aharoni and M. J. B. Evans ISRAEL/CANADA
A Model for the Filling of Micropores Applicable to Adsorption of Hydrocarbons and Water by Active Carbons
- P43 C. Buttersack and K. Buchholz GERMANY
Adsorption Isotherms Proceeding through a Maximum
- P44 C. Chang and Y. Ku TAIWAN, CHINA
The Effect of Chelating Agents on the Adsorption of Cadmium Ion by Activated Carbon
- P45 D.-Y. Kim, S.-B. Lee and H.-J. Woo KOREA
Comparison Study on Efficiency of LAS Removal by RBC Packed with GAC and Packed with Sand
- P46 F. H. Tezel and G. Apolonatos CANADA

- P47 *Adsorption Equilibrium Studies of CO-CH₄ Gas Mixture on 5A Molecular Sieve Zeolite*
G. Calleja, J. Pau, P. P. Nebreda and J. Ferrer SPAIN
- P48 *Adsorption Equilibria of CO₂, Ethylene and Propane Mixtures on ZSM-5 Zeolites*
G. H. Findenegg, S. Grob and T. Michalski GERMANY
- P49 *Multilayer Adsorption and Pore Condensation in Controlled-Pore Glass: A Test of the Saam-Cole Theory of Mesopore Filling*
G. L. Aranovich USSR
- P50 *Analysis of Structure of Adsorption Solution within Lattice Model*
G. L. Aranovich and A. M. Tolmachev USSR
- P51 *New Polymolecular Adsorption Isotherm and Determination on Its Base of Adsorbents Specific Surface*
G. R. Heal UK
- P52 *Modifications of the Dubinin-Radushkevich Equation for Microporous Adsorption*
I. Abe, N. Ikuta and H. Tatsumoto JAPAN
- P53 *Prediction of Adsorption Isotherms of Organic Compounds from Aqueous Solution on Activated Carbons*
J. A. Hampson and L. V. C. Rees UK
- P54 *Sorption of Ethane and Propane and Their Binary Mixtures in Zeolites*
J. M.-Duda, J. Duda and J. Zajac POLAND
- P55 *The Generalized Sorption Model of Small Molecules in Porous Elastic Materials*
J. U. Keller, R. Staudt and M. Tomalla GERMANY
- P56 *Measurements of Coadsorption Equilibria of Gaseous Mixtures CH₄/N₂ and CH₄/CO on Activated Carbon*
K. Fukuchi, S. Kobuchi and Y. Arai JAPAN
- P57 *Measurement and Prediction of Adsorption Equilibria of Quaternary Organic Solutes from Dilute Aqueous Solutions on Activated Carbon*
M. G. Rao and W. L. Polzer USA
- P58 *Modelling of Sorption Equilibria in Performance Assessment of a High-level Nuclear Waste Repository*
M. Ito, N. Watanabe, I. Suzuki and N. Nishimoto JAPAN
- P59 *New Method of Measuring Gas Adsorption Isotherm by Continuous Volumetric Method*
M. Miyahara and M. Okazaki JAPAN
- P60 *An Estimation of Liquid Phase Adsorption Isotherms Based on the Capillary Phase Separation Concept*
N. A. Makarevich USSR
- P61 *New Approach to Estimating the Multilayer Adsorption Models*
O. Talu USA
- P62 *An Overview of Adsorptive Storage of Natural Gas*
P. B. Balbuena, C. Lastoskie, K. E. Gubbins and N. Quirke USA/UK
- P63 *Theoretical Interpretation and Classification of Adsorption Isotherms for Simple Fluids*
P. C. Chiang, J. H. You, T. F. Lin and P. Chang TAIWAN, CHINA
- P64 *Evaluation of Adsorption of VOCs on Adsorbents*
T. Ishikawa, N. Kodaira and K. Kandori JAPAN
- P65 *Adsorption of Water and Organic Molecules on Gamma-FeOOH*
T. Nitta, M. Nozawa and S. Kida JAPAN
- P66 *Adsorption Characteristics of Gases on Active Carbons of High Surface Area*
T. R. Rybolt and X. Zhang USA
- P67 *Two Surface Virial Analysis of Rare Gas Adsorption on Boron Nitride and P33 Graphite*
W. Sievers and A. Mersmann GERMANY
- P68 *Prediction of High Pressure Multicomponent Adsorption Equilibria*
Y. Yuxun and Z. Hongkui CHINA
- An Improvement to the Flory-Huggins VSM*

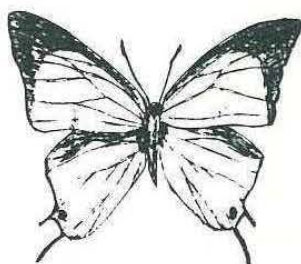
Molecular Simulation

- P69 *Gas Adsorption in Micropores of Activated Carbons by Molecular Simulation*
A. Sakoda, T. Kasuh and M. Suzuki JAPAN
- P70 *Computer Simulations of Benzene Adsorbed on Graphite. III. 85-298 K.*
A. Vernov and W. A. Steele USSR/USA
- P71 *A Statistical Theory on the Adsorption of Aromatics in ZSM-5*
C. K. Lee, A. S. T. Chiang and F. Y. Wu TAIWAN, CHINA/USA
- P72 *Molecular Statistical Calculations of the Adsorption Equilibria of Single and Double Component Gaseous Systems in NaX Zeolites*
M. F. Gilyazov and A. M. Tolmachev and Y. K. Tovbin USSR

- P73 M. Kubo, A. Miyamoto and T. Inui JAPAN
Dynamic Behaviours in the Diffusion of Adsorbed Molecules in the Micropore of Zeolites as Investigated by Molecular Dynamics and Computer Graphics
- P74 P. Brauer, H. R. Poosch, M. V. Szombathely, M. Heuchel and M. Jaroniec GERMANY/USA
Evaluation of the Micropore-Size Distribution Function from Gas Adsorption Data by Using a Simple Molecular Model
- P75 R. Pellenq and D. Nicholson UK
Two Body and Many Body Interactions for Argon Adsorbed in Silicalite Zeolites
- P76 S. Jiang, C. Rhykerd, P. B. Balbuena, L. A. Pozhar and K. E. Gubbins USA
Adsorption and Diffusion of Methane in Carbon Pores at Low Temperatures
- P77 S. M. Lai, P. C. Tseng and Y. K. Chuah TAIWAN, CHINA
Computer Simulation and Performance Analysis of a Purged Rotary Dehumidifier
- P78 Y. K. Tovbin and E. V. Votyakov USSR
Application of the Lattice-Gas Model for Computing Thermal Desorption Spectra of Non-dissociating Particles on the Non-Uniform Surface
- Novel Adsorbents**
- P79 A. I. Bortun and V. V. Strelko USSR
Synthesis, Sorptional Properties and Application of Spherical Granulated Titanium and Zirconium Hydroxophosphates
- P80 A. Matsumoto, K. Tsutsumi and K. Kaneko JAPAN
Preparation and Characterization of TiO₂-coated Microporous Carbons
- P81 E. Furuya, N. Watanabe, S. Asano, M. Harada and S. Morishita JAPAN
Adsorption of Organics onto High Silica Zeolite
- P82 F. R.-Reinoso, R. Torregrosa, Y. Nakayama and K. Hosokawa SPAIN/JAPAN
The Effect of gamma-Irradiation on the Pore Structure of Carbonized and Activated Almond Shells
- P83 H. Tamon and M. Okazaki JAPAN
Design of Metal Impregnated Activated Carbon for Removal of Carbon Monoxide
- P84 J. Caro, M. Bulow, G. Finger, J. Kornatowski, J. R.-Mendau and L. Werner GERMANY
Molecular Sieves as Materials for Nonlinear Optics and Membranes
- P85 J. Imai, T. Suzuki, S. Ozeki and K. Kaneko JAPAN
Adsorption Sensitive Electrical Conductivity of Microporous Carbon Fiber
- P86 K. Guo, D. Chen and L. Tan CHINA
Study on Production of Active Carbon from Char Wet Pyrolyzed from Pulping Spent Liquor
- P87 K. Hosokawa, K. Shimizu and Y. Nakayama JAPAN
Gamma-Irradiation Effects on Formation of Adsorbate Materials - 1. Madake Bamboo
- P88 M. Niwa, K. Yamazaki, Y. Nakatsuka and Y. Murakami JAPAN
New Molecular Sieving Zeolites with Pore Openings Controlled by Chemical Vapor Deposition of Silicon Alkoxide
- P89 M.-H. Zhang, Y.-Y. Huang, J.-H. Gao and S. Li CHINA
A Study of the Improved Adsorbent Bentonite Adsorbing Phosphine
- P90 N. Ayuzawa, T. Suzuki and M. Suzuki JAPAN
Adsorption Characteristics of Yatsugatake Volcanic Ash Soil for Toxic Ions
- P91 N. Kurata, S. Anada and M. Kawaguchi JAPAN
Competitive Adsorption of Polymer Chains at Fractal Surfaces
- P92 T. K. Ghosh, A. L. Hines and J. W. Farmer USA
Modification of Adsorbent Surface Properties by Using Neutron Flux Irradiation
- P93 T. Suzuki, T. Hatsushika, M. Miyake and A. Nakamura JAPAN
Cation-exchange Characteristics of Some Inorganic Lattice Ion Ion-exchangers
- P94 X. Shao, M. Guo and M. Z. Liao CHINA
Studies on Adsorption Properties of SCO in Collophane System by ESCA
- P95 Y. D. Glinka, S. N. Naumenko, V. M. Ogenko and A. A. Chujko USSR
Nonlinear Interaction of the Laser Irradiation with the Chromat-anions (CrO₄²⁻) Adsorbed on the Dispersed Silica Surface
- P96 Y. Nakayama, C. Yamasaki, K. Hosokawa and J. J. Freeman JAPAN/UK
A Study of the Surface Character of Gamma-irradiated Starch Carbons
- P97 Yu. L. Zub, M. Ya. Gorockovatskaya, A. A. Chuiko and A. M. Nesterenko USSR
Polysiloxane Matrices with Functional Groups as a Basis of New Sorbents

Characterization of Adsorbents

- P98 G. G. Stavropoulos and G. P. Sakellariopoulos GREECE
Porosity Characteristics of Lignite Chars
- P99 Geza Horvath HUNGARY
Micropore Structures and the Problems of Their Determination
- P100 K. Nakai, J. Sonoda, S. Kondo and I. Abe JAPAN
Analysis of Surface and Pores of Activated Carbons by Adsorption of Various Kinds of Gases
- P101 L. K. Koopal and C. H. W. Vos NETHERLANDS
Heterogeneity Characterization by Adsorption
- P102 M. Harper USA
Methods of Characterizing Sorbents for Air Sampling Purposes
- P103 N. A. Eltekova and Y. A. Eltekov USSR
Characteristics of Pore Structure of Adsorbents by Macromolecules Adsorption
- P104 W. Sun and C. A. V. Costa and A. E. Rodrigues PORTUGAL
Evaluation of Adsorption Equilibria and Bidisperse Transport Properties of Adsorbents Using a Diffusion Cell
- P105 Xie, C. Yuan, L. Ma and K. Guo CHINA
Heterogeneous Micropore Structure and Vapor Adsorption in Activated Carbons
- P106 Z. Zhang and W. Xie CHINA
Phosphorus Removal by Alumina



日本吸着学会第6回研究発表会のお知らせ

主 催 日本吸着学会
 共 催 化学工学会ら15学会

1. 日 時 平成4年11月30日(月)、12月1日(火)
2. 場 所 栃木県総合文化センター
 (宇都宮本町1-8、
 TEL 0286 (43) 1000)
 第1会議室 (研究発表会、総会)
 ギャラリー (ポスター発表)
 第2会議室 (控え室; コーヒー、紅茶、
 日本茶並びにクローク)
 特別会議室 (理事・評議会、控え室)
 (1会場で2日間の発表)

3. 参加費 当日 5,000円
 予約 4,000円

4. 懇親会 日時 平成4年11月30日(月)
 会場 宇都宮東武ホテルグランデ4F
 (宇都宮本町5-12
 TEL 0286 (27) 0111)
 会費 6,000円
 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・問い合わせ先 〒321 宇都宮市石井町2753
 宇都宮大学工学部応用化学科
 遠藤 敦
 TEL 0286-61-3401内線509
 FAX 0286-63-2726事務室

第3回 吸着シンポジウムのお知らせ

本年から吸着シンポジウムの名称のもとに、吸着討論会を含めて、2日間の下記日程にて、千葉幕張にて開催します。詳細は追ってお知らせしますが、吸着の基本的実験および解析に役立つコースと、将来吸着制御に重要となる「吸着と場」の討論を企画しています。

会 場 幕張メッセ国際会議場

日 時 平成4年8月21日(金)

吸着基礎理論と基本実験法

平成4年8月22日(土)

吸着と場

なお、8月21日には懇親会も企画しております。奮ってご参加下さるようお願いします。

連絡先 千葉大学理学部 金子 克美 内2617

TEL 0472-51-1111 尾関寿美男 内2621



会 告

事務局からのお知らせ

1991年度も間もなく終わろうとしております。この一年間のシンポジウム、討論会および研究発表会を通じて、本学会の会員の活動が日本の吸着に関する研究や開発の躍動の中心となっていることと、情報の発生源となつて来ていることを実感しています。

この一年間で会員数は維持会員45社、正会員311名となりました。本学会の多彩な会員による相互の刺激によって一層豊かな思考がもたらされるものと期待されます。

1月に1992年度会費ご納入のお願いを致しましたところ、既に多数の会員から会費のご納入をいただきました。有り難うございました。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お願い申し上げます。
(松村 記)

会員名簿

1991年11月20日以降の新入会員および会員の所属、連絡先などの変更をお知らせします。

1. 維持会員(新入会員)

会員の名称	代表者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	内線
三菱重工業(株) 技術本部長崎研究所 (91-9003M)	代表者	朝 鍋 定 生			
	連絡担当者	化学研究室 泉 順			
サンデン(株) (92-9001M)	代表者	技術本部R&D担当参事 平 賀 正 治			
	連絡担当者	技術本部 研究部 佐 藤 元 春			

2. 正会員(新入会員)

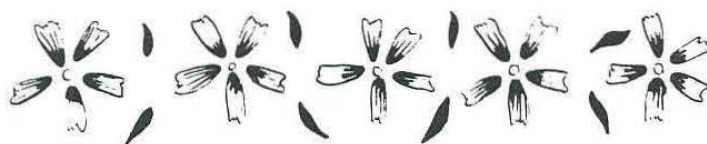
氏 名	勤 務 先	連 絡 先 住 所	電話番号	内線
坪 井 泉 (91-0044R)	大阪大学基礎工学部化学工学科			
織 戸 保 成 (91-0045S)	早稲田大学大学院理工学研究科修士1年			
王 正 明 (91-0046R)	千葉大学理学部学生			
瀬 川 幸 一 (92-0001R)	上智大学理工学部化学科			
広 津 孝 弘 (92-0002R)	工業技術院四国工業技術試験所 システム技術部海洋資源開発研究室			
品 田 利 彦 (92-0003E)	工業技術会(株)			

3. 維持会員（変更）

会員の名称	代表者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	内線
東洋エンジニアリング㈱ (87-9016M)	代 表 者	基本設計本部 武 内 勝 彦	:		
	連絡担当者	基本設計本部 武 内 勝 彦(87-0050E)	:		
帝人㈱医療岩国製造所 医 療 第 二 工 場 (89-9002M)	代 表 者	技術班長 山 田 章 生	:		
	連絡担当者	技術班長 山 田 章 生	:		

4. 正会員（変更）

氏 名	勤 務 先	連 絡 先 住 所	電話番号	内線
武 内 勝 彦 (87-0050E)	東洋エンジニアリング㈱基本設計本部			
遠 藤 敦 (87-0138R)	宇都宮大学工学部応用化学科			
宮 田 克 美 (87-0142E)	ユニチカ㈱エンジニアリング事業本部 京都エンジニアリング部			
池 田 明 (87-0150E)	三菱化成㈱黒崎工場品質保証部			
大 串 達 夫 (87-0163R)	豊橋技術化学大学第5工学系			
松 浦 宏 則 (87-0178E)	三菱油化エンジニアリング㈱鹿島支社設計部			
古 川 隆 久 (88-0003E)	奥多摩工業㈱ゼオライト事業部開発課			
中 山 祐 輔 (88-0004R)	愛媛大学工学部応用化学科			
南 誠 (90-0018E)	日本化学工業㈱研究開発本部			
藤 本 千 郷 (90-0021E)	新日本製鐵㈱先端技術研究所解析科学研究部			
矢 口 和 彦 (90-0027E)	富士デヴィソン化学㈱研究室担当			
坊 木 佳 人 (90-0033R)	近畿大学薬学部衛生化学教室			
田 房 直 也 (91-0001E)	㈱カワタ商品開発部			
杉 浦 正 治 (91-0011E)	㈱豊田中央研究所材料三部多孔材料研究室			
丹 羽 幹 (91-0012R)	鳥取大学工学部物質工学科			
向 井 達 夫 (91-0017E)	新日本製鉄㈱新素材事業本部 電子産業基礎部材事業部			
西 畑 秀 樹 (91-0022E)	レンゴー㈱福井研究所第一研究部第二研究室			



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)
	古橋 信義 (オルガノ㈱)	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 (日鉄化工機㈱)
	塩田 堅 (三菱化成総研)	若泉 章 (日本酸素㈱) (五十音順、敬称略)

Adsorption News Vol. 6, No. 2 通巻No.20 4年4月15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)