ISSN 0917-9917
CODEN ADNWEM

Adsorption News

Vol. 17, No. 3 (September 2003)　　通巻No. 66

目　　次

○巻頭言
開発についての自問自答 ……川井　雅人　2

○第17回日本吸着学会研究発表会のお知らせ ……　3

○研究ハイライト
二成分ガス吸着解析装置の開発に関する研究
……仲井　和之　7

○技術ハイライト
生活空間の空気浄化装置
……一ノ瀬秀仁　13

○関連シンポジウム等のお知らせ ……　17

日本吸着学会
The Japan Society on Adsorption

巻　頭　言

開発についての自問自答

日本酸素株式会社　川井　雅人

昨今の経済状況に対して、デフレ経済の因って来たるところを解き明かそうと多くの言葉が費やされている。皮相的であることを承知の上で私見を述べれば、過去の日本と先進各国との関係が、そのまま現在の韓国、中国と日本の関係に当てはまると思われる。1960年代、ものまねと揶揄されながら低価格製品を大いに売ったのは誰であったか。今、中国製など低価格製品が国内に氾濫しているが、質的に同じであれば安い方へ消費者の手が伸びるのは当然のことである。今は経済という分野こそ世界を単位として考えざるを得ないが、途上国が追い上げるのも歴史の一齣と認識して、まっとうな生き残りの方策を考える必要がある。化学工業にあっては、輸入資源に付加価値を付けて輸出することが日本の宿命であると言われて久しい。前述の事情から企業の消長が激しい今こそ付加価値自体の質を再検討しなければならない。

かって日本自体が未開拓の市場として企業の前にあった時代には、類似製品と同等の品質でより安くは立派な戦略であった。しかしあらゆる商品がほぼ均等に各家庭に行き渡っている現在は、買い換え以上の購買意欲を喚起することは難しい状態にある。ここで売り上げを伸ばしていくためには、性能あるいは機能として明らかな差別化が達成されていなければならない。一方、中国など新たに購買力を付けた国々が市場として注目されている。このような新市場には世界の有力企業がこぞって参入するから、消費者の前には商品が選り取り見取りの状態で展示されるわけで、ここで勝ち残って行くにはやはり性能あるいは機能として明らかな差別化が必要である。過去においても製品の差別化を目指して研究開発が行われたことは間違いない。しかし我々は前述のような、研究開発の質が企業の存続を左右すると言う経済状況、あるいはそのような時代に生きているとの認識をより強く持つ必要がある。

広く周囲を見渡した議論から自分の世界へ立ち返ると、さて何をどうすれば良いのか。私が携わった工業ガス分野に係わる吸着技術で、ここ数十年にもっとも注目を浴びた技術は間違いなくPSAであろうが、そのような単発的新技術の出現を期待するのは、宝くじに当たるのを待つような感じがぬぐえない。たとえ自らそのような新技術の創出に取り組んでいるとしても、宝の山に行き当たる確率を考えると、それだけに憂き身をやつすのは企業の技術者としては何か違うと思わざるを得ない。

酸素PSAの電力源単位は、この20年間で50%強低減された[1)]。小さな開発の積み重ねによって達成されたこの成果は、誉めそやされることもないが、省エネルギー効果としては絶大なものがある。最近ではシミュレーションを利用した詳細な検討が進んでおり、PSAプロセスとともに吸着剤に係わる特性の最適化が進んでいる[2),3)]。このような検討は華やかさに欠けるため見過ごされがちであるが、積み重なれば前述の大きな改良を生み出すと言う意味でもっと評価されるべきだし、絶え間なく行われなければならない。

研究開発の質として他社製品より優位にあるか無いかの判別は容易である。問題は、どこから優れた研究－企業活動にとって有意義と言う意味で－が生まれるか予測できないことで、前述のどちらの側の仕事をしていても、他方への目配りを忘れずに何者かを生み出そうという気持ちが必要であろう。これは人それぞれの感性の問題であろうか。

参考文献

1）川井、最近の化学工学50、p.97、化学工学会編（1998）
2）特開2003-33618
3）WO 02/96554

川井　雅人　　日本酸素(株)　開発・エンジニアリング本部
山梨研究所　主幹研究員

略歴　　1972年3月　埼玉大学理工学部応用科学科卒
1973年4月　日本酸素(株)入社
1999年4月から現職

第17回日本吸着学会研究発表会プログラム

口頭発表、招待講演、特別講演は岐阜大学工学部講義棟２階201室、日本吸着学会総会は全学共通教育講義棟１階102室、ポスター発表は工学部講義棟２階23～24室で行われます。

第１日目　平成15年９月26日(金)

8：00-17：00　参加受付

9：00-10：20　口頭発表
[座長　尾関寿美男（信州大理)]

1-01　二酸化炭素の炭層固定に関する基礎研究
（京大院工）田門肇、○小川善正、向井紳

1-02　MCM-41メソ孔内の水分子のダイナミクスIII
（岡山理科大理）○高原周一、炭山直也、橘高茂治
（福岡大理）山口敏男
（Laboratoire Leon Brillouin）
Marie-Claire BELLISSENT-FUNEL

1-03　表面シリル化メソ多孔性シリカのクロマトグラフィー分離能と吸着熱の相関について
（豊橋技科大院工）○定久直紀、松本明彦、堤和男

1-04　シリカモノリス固定相を用いるクロマトグラフィーのモーメント解析式
（名古屋工大）○宮部寛志、津田孝雄、G. Guiochon

10：20-11：00　招待講演（奨励賞受賞講演）
[座長　吉田弘之（大阪府大)]

1-A1　金属錯体を用いたナノレベルで構造制御させたミクロポーラス材料の開発およびメタン吸着材への応用
（大阪ガス(株)）関建司

11：00-11：40　特別講演
[座長　湯浅晶（岐阜大)]

1-S1　Application of GIS for Watershed Research
（イスタンブール工科大学）
Dursun Zafer Seker

11：40-12：30　昼食

12：30-14：00　ポスター発表
（工学部講義棟２階23～24室）

P-01　単結晶X線構造解析法によるサブナノ・トンネル中の窒素分子の観察
（岡山大工）片桐利真、○高橋聡、宇根山健治

P-02　トリフルオロ乳酸エステルを用いたピラー工法によるサブナノ・トンネル構築の展開
（岡山大工）片桐利真、○真鍋陽介、宇根山健治

P-03　クロマト法による有機塩素化合物のY型ハイシリカゼオライトへの吸着測定
（明治大）茅原一之、○寺門拓也、二宮太郎、水落久、中尾貴之

P-04　容量法によるMSCへの二成分系気相吸着
（明治大）茅原一之、○藤本奈月

P-05　圧力スイング吸着（PSA）法を用いた有機溶剤回収の最適化
（明治大）茅原一之、金子喬、○愛甲忠弘、小田志錬

P-06　高温高圧水中におけるバイオマスの炭化および炭化物の吸着特性
（東大生研）○望月和博、佐藤伸明、山口教光、迫田章義

P-07　鋳型法による細孔制御炭素材料の有機溶剤ガス吸着への応用
((独)産業医学総合研究所）○安彦泰進、篠原也寸志

P-08　Determination of Energy Parameters of Highly Microporous Activated Carbons by Inverse Gas Chromatography
((株)イーストコア）○東城守夫、Frank Thielmann

P-09　金属塩添加多孔体を用いた廃熱オフライン輸送用水吸着型蓄熱材の開発
（東工大総理工）○諸藤健太郎
（科技団CREST）劉醇一
（東工大総理工）井上由美子、永井恒輝、秋鹿研一

P-10 異径粒子高密度充填 PSA 空気分離の最適化
（名古屋大理工科学総合研究センター）○秋山健、渡辺藤雄、小林敬幸、架谷昌信
（トヨタ車体）藤井隆也、杉浦忠利

P-11 PCB 残渣を原料とした KOH 賦活活性炭の製造
（名古屋大理工科学総合研究センター）○坂田美和、渡辺藤雄、小林敬幸、架谷昌信
（トヨタ自動車）松山喜代志、布尾悦朗

P-12 有機高分子ゲルを用いたネットワーク構造金属酸化物の作製
（(財)産業創造研究所）○清田佳美
（東工大院総理工）中野義夫

P-13 亜鉛導入イオン交換樹脂の炭化挙動と水素吸着性
（芝浦工大院）○高山圭介
（(財)産業創造研究所）清田佳美
（芝浦工大院）村田清、大塚正久
（東工大院総理工）中野義夫

P-14 クロマト法によるテレフタル酸/4,4'-ビピリジン銅錯体のガス吸着速度の検討
（東大生研）○福田剛之
（大阪ガス(株)）関建司
（東大生研）藤井隆夫、下ヶ橋雅樹、迫田章義

P-15 ニトロ多環芳香族の活性炭への吸着
（東京理科大工）○大石大
（東大生研）下ヶ橋雅樹、藤井隆夫、迫田章義

P-16 一連のアルカリ金属イオンで交換した LSX ゼオライトに吸着した^{12}CO および^{13}CO の赤外スペクトル
（石巻専修大理工）○太田里美、山崎達也
（三菱重工業(株)）泉順

P-17 温度スウィング下におけるペロブスカイト型酸化物の酸素収脱着挙動－中温廃熱を利用した酸素分離の検討－
（九大院総理工）○草場一、寺岡靖剛、酒井剛、島ノ江憲剛
（九大先端科学技術共同研究センター）三浦則雄
（九大院総理工）山添昇

P-18 竹繊維活性炭の製造と吸着特性
（大阪市立工業研究所）○岩﨑訓、安部郁夫

P-19 中性アミンを用いるナノポーラス炭素－シリカ複合体の合成
（産業技術総合研究所　四国センター）○王正明、星野尾恭美子、山岸美貴
（千葉大理）加納博文
（産業技術総合研究所　四国センター）大井健太
（姫路工大工）渡辺健次、松尾吉晃

P-20 溶剤蒸気の凝縮分離における前置 Dual Reflux PSA の性能評価
（熊大工）○若杉玲子、廣瀬勉、後藤元信
（金沢大工）児玉昭雄

P-21 細孔径の異なる Zeolite を用いた He 吸着特性評価
（名古屋大院工）○那須英夫
（名古屋大先端技術共同研究センター）小林潤
（名古屋大院工）渡邊藤雄
（名古屋大理工科学総合研究センター）小林敬幸
（名古屋大院工）架谷昌信

P-22 極高表面積活性炭素繊維の調製と細孔構造
（千葉大院自然科学）○ REJIFU. ABUDUREYIMU、加納博文、金子克美

P-23 容量法による臨界点周辺における活性炭への水素吸着挙動
（信州大理）○吉留明仁、飯山拓、尾関寿美男

P-24 モンテカルロ法によるカーボン細孔中の分子集団構造の検討
（信州大理）松村聖美、○大森素基、飯山拓、尾関寿美男

14：00-14：50　招待講演（学術賞受賞講演）
［座長　広瀬勉（熊大工）］

1-A2 吸着とイオン交換の融合による環境浄化材料の開発
（山梨大）鈴木喬

14：50-15：50　口頭発表
［座長　高原周一（岡山理科大）］

1-05 水素同位体のポアフィリングに対する量子 GCMC シミュレーション
（科技団 基礎的研究発展推進事業）○田中秀樹、加納博文、金子克美、湯田坂雅子、飯島澄男

1-06 インク瓶細孔と吸着等温線のヒステリシス－MC シミュレーションによる実証
（広島県立大）○盛岡良雄

1-07　スリット状ナノ細孔内気固平衡関係のモデル化と分子動力学法による検証
（(財)電力中央研究所）○神田英輝
（京大）宮原稔、東谷公

15：50-16：50　口頭発表
［座長　宮部寛志（名古屋工大)］

1-08　超多孔性 PEI キトサン樹脂における有機酸の吸着平衡と粒子内拡散機構
（大阪府大院工）吉田弘之、○齊城吉晶

1-09　モルフォロジーの異なる活性炭素繊維の細孔構造
（(財)産業創造研究所、千葉大理）○宮本淳一
（(株)アドール）松本充司、篠原研一、故島道彦、片山竜男、中島弘行、中東義貴
（千葉大理）加納博文、金子克美

1-10　炭素骨格内に窒素を含む規則性メソ多孔炭素の合成
（(株)豊田中央研究所）○瀬戸山徳彦、福嶋喜章

16：50-17：50　日本吸着学会総会
（全学共通教育講義棟 1 階102室）

18：00-19：30　懇親会（岐阜大学生協第二食堂）

第 2 日目　平成15年 9 月27日(土)

9：00-10：00　口頭発表
［座長　後藤元信（熊大工)］

2-11　一方向凍結ゲル化法によるマイクロハニカム状カーボンゲルの創製
（京大院工）○向井紳、西原洋知、吉田毅、田門肇

2-12　マイクロハニカム状シリカゲルの細孔構造制御
（京大院工）○西原洋知、向井紳、田門肇

2-13　両連続相マイクロエマルションを利用したシリカ多孔構造制御
（長崎大工　科技団さきがけ）○森口勇
（長崎大工）立川裕美、生野由紀、山田博俊、工藤徹一
（九大院総理工）寺岡靖剛

10：00-11：00　口頭発表
［座長　飯山拓（信州大)］

2-14　新規な感温型ヘテロポリマーゲル/亜鉛吸着サイト構造の設計と認識機能を有する液相系触媒の構築
（東工大院）○飴山圭太郎、大宅太郎、中野義夫

2-15　Al(III)添加層状亜鉛水酸化物の構造と性質
（大阪教育大）○石川達雄、松本久美、神鳥和彦、中山武典、坪田隆之

2-16　ペーパースラッジ灰を原料としたゼオライトの合成と吸着特性
（静岡理工科大）○山崎誠志、海野公司、池田龍一

11：00-12：00　口頭発表
［座長　泉順（(財)産業創造研究所)］

2-17　活性炭素繊維によるダイオキシン除去と多成分吸着挙動
（大阪ガス(株)）○森耕三、松井久次、山口直樹、中川喜照

2-18　トリフルオロメチル基を壁面に持つサブナノ・トンネルのガス吸着
（岡山大工）○片桐利真、迎満、高橋聡、宇根山健治
（岡山県工業技術センター）川端浩二
（(財)産業創造研究所）服部義之
（千葉大理）金子克美

2-19　超臨界二酸化炭素中での PSA によるトコフェロールとスクアレンの分離
（熊大工）○王宏涛、後藤元信、佐々木満、広瀬勉

12：00-13：00　昼食

13：00-14：00　口頭発表
［座長　向井紳（京大)］

2-20　ペロブスカイト型酸化物の酸素収脱着能と酸素分離への応用
（九大院総理工）草場一、○寺岡靖剛、山添昇

2-21　極微小シリカゲルを担持したガラスシート捕集剤のトルエン吸着性能
（名古屋工大）○久永真央、稲垣孝憲、宮部寛志、津田孝雄

2-22　層状構造酸化バナジウム水和物の合成と水吸着特性
（岡山理科大理）○橘高茂治、片岡憲彦、池田公哉

14：00-15：00　　口頭発表
［座長　茅原一之（明治大）］

2-23　気相吸着法による CO2/N2の分離用吸着剤
（(財)産業創造研究所）○泉順
（三菱重工業(株)）安武昭典、常岡晋

2-24　高吸着能フミン酸複合化活性炭による塩基性ガス（アンモニア・トリメチルアミン）の吸着特性
（大阪府大院工）吉田弘之、○鈴木貴也

2-25　細孔制御アミノ化セルロース粒子による注射用医薬からのエンドトキシン吸着除去
（熊大工）○坂田眞砂代、中山実、嶋村孝史、國武雅司、平山忠一

15：00-16：00　　口頭発表
［座長　高辻渉（和歌山工業技術センター）］

2-26　キレート繊維による貴金属回収の基礎研究
（前澤工業(株)）○張亮
（九州工大物質工）中村英嗣、大邊修

2-27　粘土層間化合物を用いた砒素吸脱着
（(財)産業創造研究所）○清田佳美
（東工大院総理工）泉康雄、Dilshad Masih

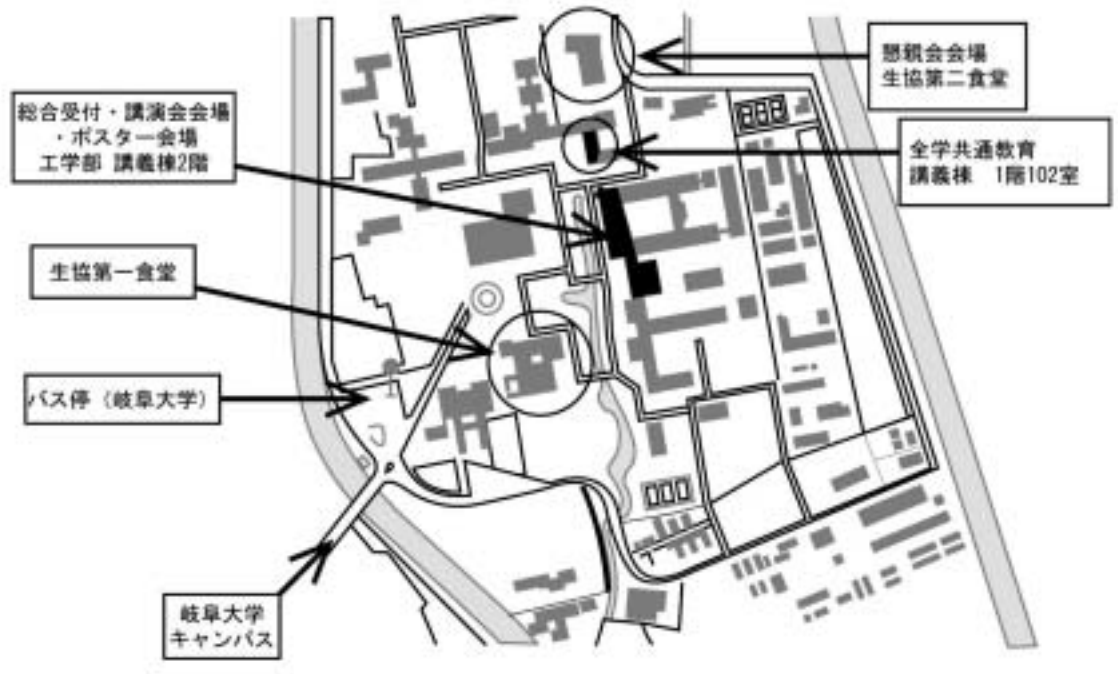
2-28　シリカライトへの水中からのアルコール吸着
（富山工高専）○河合孝恵
（豊橋技科大）堤和男

16：00-16：40　　口頭発表
［座長　山崎誠志（静岡理工科大）］

2-29　吸着相における有機物のオゾン酸化速度の解析
（東大生研）○藤田洋崇、泉順、藤井隆夫、迫田章義

2-30　活性炭吸着における水系混合有機物群の吸着強度の分布特性
（岐阜大）○李富生、湯浅晶、松井佳彦

会場マップ



JR 岐阜駅、もしくは、名古屋鉄道新岐阜駅よりバスにて約20分
会場までの交通についてはホームページ（http://www.green.gifu-u.ac.jp/~yuasa/jsa2003/）をご参照ください。

研究ハイライト

二成分ガス吸着解析装置の開発に関する研究

Development of Automatic Adsorption Apparatus for Binary Gas Mixture

日本ベル株式会社
BEL Japan, Inc.

仲井　和之
Kazuyuki Nakai

1．はじめに

PSA や吸着剤は工業的に多成分のガスを対象に利用される。このような吸着分離法では、少なくとも二成分混合ガスの各成分の吸着等温線を知ることは重要である。二成分ガス吸着の場合、基本的に 4 つのパラメータ（各々成分の吸着量と分圧）を測定する必要がある[1]。このような手法はとても煩雑で時間のかかる手法である。このような実験上の難しさから 2 成分ガス吸着等温線は単成分ガス吸着等温線から理論的に推測されてきた[2]。しかしながら実際の吸着においては、吸着分子と固体表面の相互作用だけではなく、吸着分子同士の相互作用が起こる。

2 成分混合ガスの吸着等温線を測定する手法としては、吸着平衡後各成分の濃度をガスクロマトグラフィーを用いて決定する方法（Volumetric-Chromatographic method）があるが、測定操作が煩雑である[3]。また他の手法としては定容量法と重量法を組み合わせた手法（Volumetric-Gravimetric method）が Keller ら[4,5]と直野・仲井ら[6]によって発表されている。Keller らは CH_4/N_2 と H_2S/CH_4 の等温線を多量の活性炭（約100g）を用い、1 点測定するのに24h 以上費やしている。直野・仲井らは活性炭に対する水/エタノールの混合蒸気の脱着等温線を測定している。この報告は定容量法装置を用い、各吸着平衡ごとにサンプル管を取り外し重量測定した。これら両報告とも、前述したように多大な苦労と時間を要する測定手法である。

本報告では、定容量法と重量法を組み合わせ全自動による 2 成分吸着解析装置を開発し活性炭素繊維に対する 2 成分吸着等温線を測定した。

2．2 成分吸着量測定原理

本方法の原理は、定容量法は全吸着容量 n をモルで計算し、重量法は全吸着量 m を質量で測定することにある。各々の成分の吸着したモルを n_1, n_2、質量を m_1, m_2 とすると次式で表せる。

$$n = n_1 + n_2 \qquad [1]$$

$$m = m_1 + m_2 = n_1 M_1 + n_2 M_2 \qquad [2]$$

M_1 と M_2 はそれぞれの吸着成分の分子量である。もし分子量（M_1, M_2）が十分に異なる場合、式 1、2 を連立させることにより n_1, n_2 を求めることができる。

吸着平衡後のそれぞれの成分の分圧（P_1, P_2）は次式により計算できる。

$$P_1 = (n_{1(\text{dosing})} - n_1)x\{RT/(V_d + V_{s1} + V_{s2})\} \qquad [3]$$

$$P_2 = (n_{2(\text{dosing})} - n_2)x\{RT/(V_d + V_{s1} + V_{s2})\} \qquad [4]$$

$n_{1(\text{dosing})}$, $n_{2(\text{dosing})}$ は初期導入量である。（$V_d + V_{s1} + V_{s2}$）は吸着装置の全内部死容積である（図 1 参照）。T は（$V_{s1} + V_{s2}$）の領域の空気恒温槽の温度である。このように定容量法と重量法を組み合わせることにより 2 成分ガス吸着における 4 つのパラメーター（n_1, n_2, P_1, P_2）を求めることができる。

3．2 成分吸着解析装置の開発[7]

3－1．実験装置（BELSORP BG）

吸着量 n（式 1）と m（式 2）を測定するためには高精度にて重量変化と圧力変化を測定しなければならない。従来の真空天秤を使用する場合、重量変化を感度良く測定できるが、その内部死容積が大きい（数 L）ため吸着による圧力変化を感度良く測定することができない。また測定系内に重量測定天秤が存在するためそれ自身への吸着や腐食の問題がある。

本実験装置には Rubotherm 社が製造する磁気浮遊天秤（以後 MSB とする）を利用した[10]。この天秤は本実験に対し 6 つの利点がある。1）吸着量測定感度が十分である。2）全死容積が吸着による圧力変化測定するのに十分に小さい（MSB 部のみ25ml）。3）重量測定天秤が測定系外に設置され磁力によりサンプルを浮遊させ重量測定している。4）天秤内部に金メッキが施され内部表面がスムースで壁面への吸着が無視できる。5）測定最中にサンプルバスケットを切り離し、重量測定天秤の 0 調節・スパン調節が可能であり長時間測定における天秤のドリフトを補正できる。6）重量法における浮力補正のための流体密度および排除体積測定が可能である。

流路図を図 1 に示す。装置は主に 2 つの部分に分けることができる。図 1 左側の A 部分は重量測定部分で、B 部分はガスおよび蒸気導入部である。C はサンプルバスケットで上部に永久磁石が接続され、圧力容器の上部 D に電磁石をつるした電子天秤が設置される。磁力を利用し電磁石と永久磁石の距離は一定に保たれサンプルの重量変化を圧力容器を通して電子天秤に伝えることが可能である。この構造により MSB は腐食性ガスや高圧ガスの重量法による吸着量測定を可能とした。また MSB は図 2 に示すように測定中に位置変更が可能である。1st step：0 点位置（天秤の長期ドリフトを防ぐ）。2nd step：サンプル重量測定位置（サンプル部の重量が直視天秤に伝わる）。3rd step：流体密度測定位置（既知の体積の Ti シンカーが持ち上がる）。浮力補正は高圧や混合ガスにおける重量法測定において重要である。MSB は分解能10μg、安定性±20μg にて測定が可能である。浮力補正も含めた重量法による吸着量測定精度は±100μg 以内であった。

吸着測定前に系内を排気するためにターボ分子ポンプ排気システムがあり0.001Pa 以下まで真空度が到達するようになっている。ガス導入部は特に蒸気の凝縮を防ぐために353K に温調された空気恒温槽に設置されている。使用したバルブ

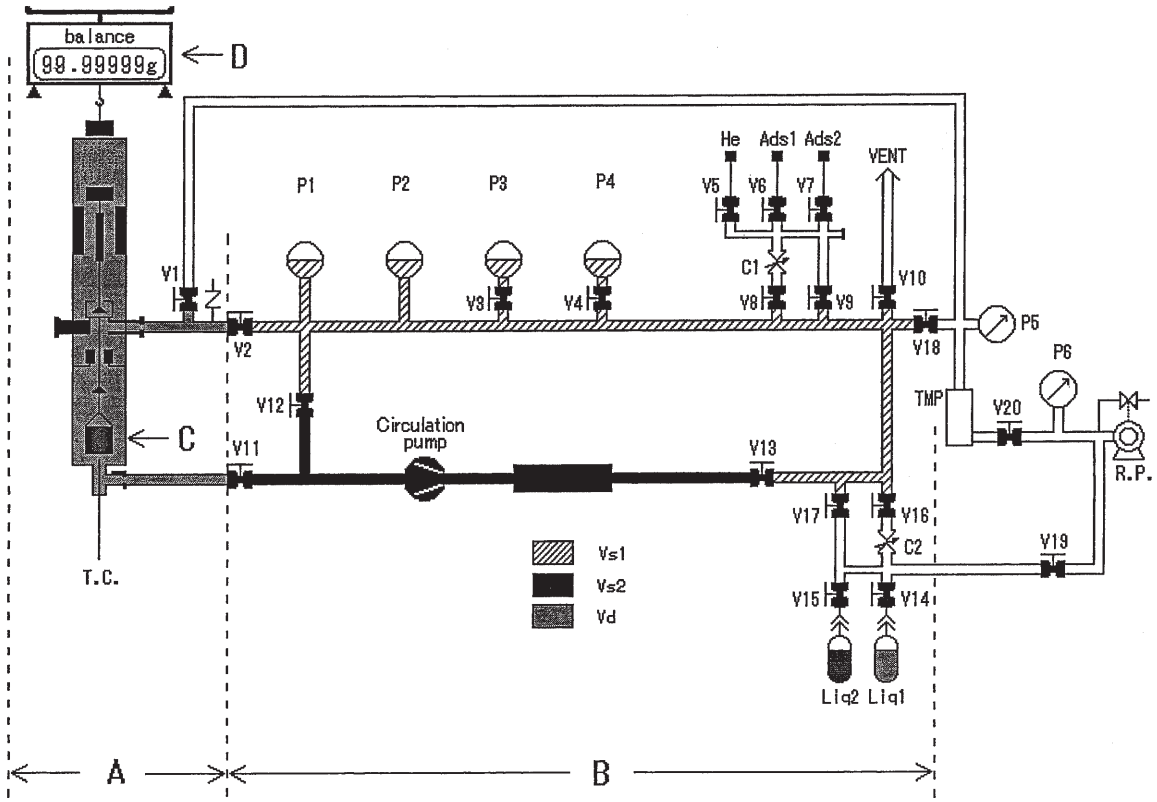


Fig. 1　Flow scheme of automatic adsorption apparatus for binary mixture. (A) weighing system, (B) gas and vapor dosing system.

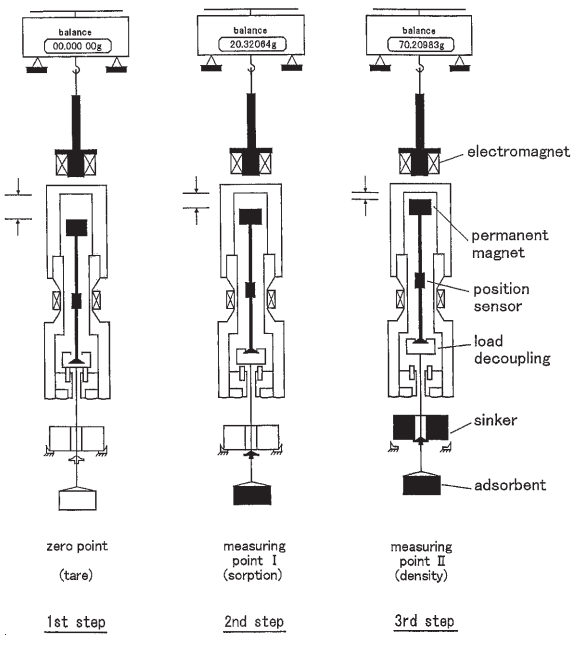


Fig. 2　Procedure of weight measurement by magnetic suspension balance.

や配管類はすべて内面を電解研磨したものを使用し極力蒸気の壁面への吸着量を少なくなるよう配慮した。吸着ガスおよび蒸気は2つの流量調整バルブ（C1,2）と4つの圧力センサー（P1,2,3,4）によって希望する圧力までソフトウェアーにより導入が可能である。4つの圧力センサーにより0.01Paから13MPaまでの測定が可能である。

3－2．測定手順

サンプルを真空加熱排気することにより前処理を行う。次にMSB部を測定温度に設定した後、MSBの死容積(Vd)をHeを用い測定する。また同時に重量法測定時の浮力補正対象になる排除体積を既知の体積のTiシンカー（重量：19.74099g、体積：4.37653±0.00219ml at 20℃ and 103 kPa)と比較し測定する。Heは段階的1～100barまで加圧し5～6点のデータを用い死容積と排除体積を測定する。全内部死容積（$V_d+V_{s1}+V_{s2}$）は270mlとなった。再排気後、吸着ガスあるいは蒸気成分1、2はそれぞれVs1とVs2の部分へ設定した割合にて導入される。その後循環ポンプにて2種の成分を十分に撹拌混合した後にMSBのVd部分に混合ガスが導入され吸着を開始する。

吸着開始後定期的に循環ポンプにより混合ガスを循環させ系内に濃度分布ができないように配慮した。重量法による吸着量はMSBにより測定し、定容量法による吸着量は一般的な圧力の変化量より計算された。吸着速度の1例を図3に示す。本装置は高比表面積活性炭の場合、サンプル量が約1.5gにて測定が可能であり、平衡に到達する時間が1測定点につ

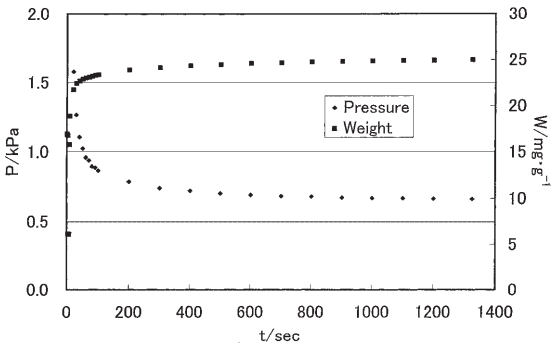


Fig. 3　Kinetic of water and ethanol vapor adsorption on ACF at 300K.

き約30分と短時間に測定できることが可能となった。

4．活性炭素繊維に対する水・エタノール二成分蒸気吸着[7)]

4－1．材料

本研究においてはフェノール樹脂から製作された活性炭素繊維（Kractive FT300-10、クラレケミカル製）を吸着剤として用いた(以後 ACF とする)。ACF はスリット型の細孔を持ち、表面官能基数が少なく疎水性であることが知られている。77K における窒素ガス吸着等温線を定容量型吸着装置(BELSORP 28SA、日本ベル製)[8)]にて測定した。窒素ガス吸着等温線はⅠ型を示し、BET 法による比表面積は1,122m²/g、t-plot[11,12)]より外部表面積10m²/g、マイクロポア容積0.44 ml/g、細孔径0.67nm である。ACF は吸着等温線測定前に453 K、2 h で10^{-3}Pa 以下の真空排気前処理を行い測定を開始した。

4－2．水・エタノール単成分蒸気吸着

ACF に対する水およびエタノールの300K における単成分吸着等温線を定容量型吸着装置（BELSORP 18、日本ベル製)[9)]を用い測定した（図4、5）。横軸は絶対圧（下軸）と相対圧（上軸）で示した。縦軸は吸着量をモル（左側）と単位表面積あたりの吸着量（エタノールの吸着量を窒素による BET 表面積値にて割った値、右側)で表した。水吸着等温線（図4）はⅤ型を示し ACF 表面は疎水性であり表面官能基が少ないことがわかる。相対圧 $P/P^0=0.45$で水吸着量の急激な立ち上がりを見せ、これはマイクロポア内への水の凝縮が起こっているためであると考えられる。エタノール吸着等温線（図5）はⅠ型を示した。等温線の低圧部（$P/P^0=0\sim0.05$）に急激な立ち上がりが見られ ACF のマイクロポア内のグラファイト表面とエチル基の親油性の効果によりエタノール分子がマイクロポアフィリングを起こしていると考えられる。

図4と5の結果を比較すると水とエタノールの ACF に対する吸着はまったく異なった吸着形態を取ることがわかる。しかしながら2成分吸着の場合、ACF のマイクロポア内で水とエタノール分子間の相互作用があるために、これら単成分吸着等温線から2成分吸着等温線を推測することは困難である。

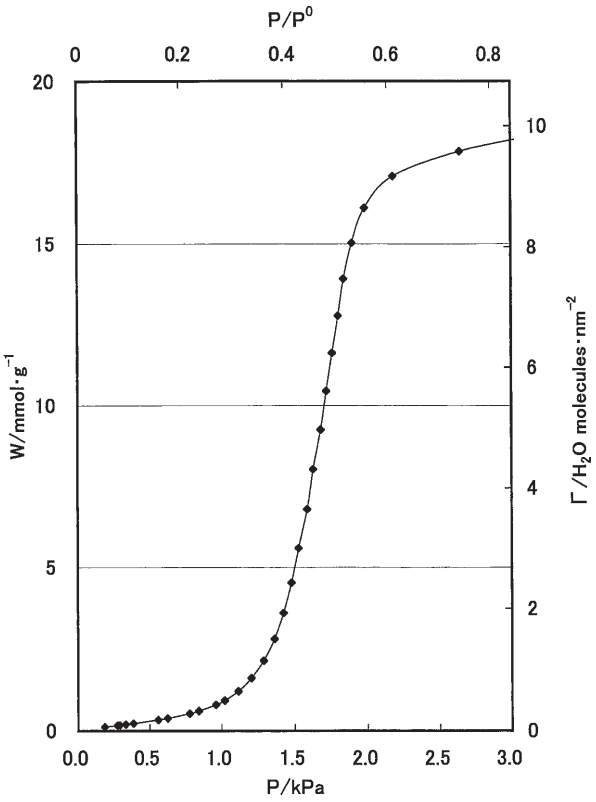


Fig. 4　Adsorption isotherm of water vapor on ACF at 300K.

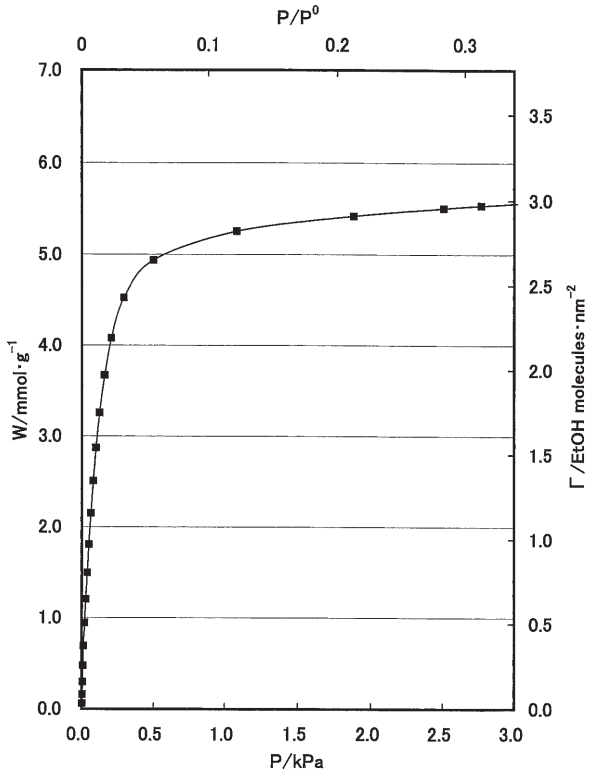


Fig. 5　Adsorption isotherm of ethanol vapor on ACF at 300K.

4－3．水・エタノール二成分蒸気吸着

表1に吸着質の導入量と導入比を示した。

表1．吸着蒸気導入状態

N	導入量（μmol）		導入比（mol%）		導入分圧（kPa）	
	$n_{H2O(dosing)}$	$n_{C2H5OH(dosing)}$	H_2O	C_2H_5OH	H_2O	C_2H_5OH
1	49	38	56	44	0.53	0.41
2	147	115	56	44	1.04	0.82
3	292	229	56	44	1.56	1.22
4	461	361	56	44	1.81	1.41
5	654	511	56	44	2.07	1.61

導入比は測定中（H_2O/C_2H_5OH＝56/44）一定に保たれた。図6に水とエタノール混合蒸気の全吸着量を定容量法Aと重量法Bで示した。この結果を元に式1、2、3、4より各成分の吸着量と分圧を算出した。

図7に吸着質導入量（$n_{EtOH(dosing)}$, $n_{H2O(dosing)}$）に対する各々成分の吸着量（n_{EtOH}, n_{H2O}）を示した。図7の曲線Aからエタノールの導入量と吸着量は実験誤差を考え合わせると全量が吸着していることになる。それゆえ式3、4から計算される吸着平衡後のエタノールの分圧はほぼ0であった。エタノールの単成分吸着等温線は、0-400$\mu molg^{-1}$の範囲において吸着等温線はY軸に沿ってほぼ垂直に立ち上がっている。また、相対圧0.88におけるエタノールの全吸着量は6.4 $mmolg^{-1}$であることより、0-400$\mu molg^{-1}$の吸着量は0-6％の吸着率となる。2成分吸着においてこのような低吸着量範囲は水分子の存在に関わりなくエタノール分子は細孔内に吸着することがわかる。

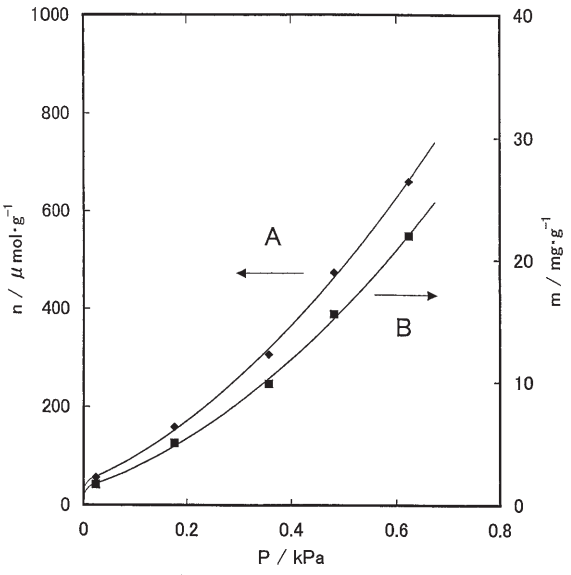


Fig. 6 Adsorption isotherms of mixed vapor of ethanol and water on ACF at 300K.
Curve A is the adsorption isotherm measured by volumetric method; Curve B is the adsorption isotherm measured by gravimetric method.

また反対に図7の曲線Bから、水の導入量に対し吸着量が少なくなっていることがわかる。図4で指摘したようにACFの疎水性表面にはわずかながらの親水性サイトが存在しそのサイトに水分子が吸着しているものと考えられる。図6に示した2成分混合蒸気吸着平衡時の圧力は水の蒸気圧だけであった。図8に単成分吸着と2成分吸着における水の吸着等温線を重ね書きした。水の吸着断面積（0.105nm^2）[11]を考慮するとこの等温線に示される吸着量領域では0-2％の被覆率になる。図8から判るように2成分吸着時の水の吸着量（曲

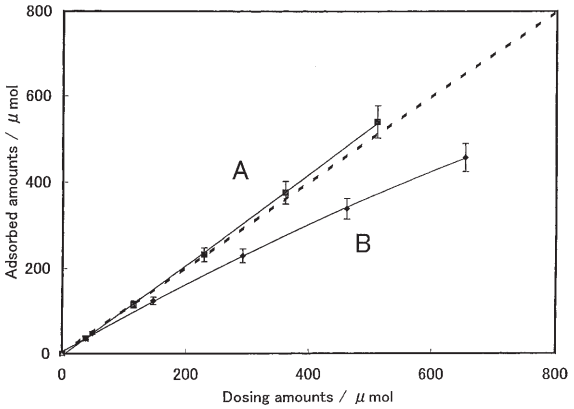


Fig. 7 Relationship between dosing amounts and adsorbed amounts.
Curve A: ethanol; Curve B: water.

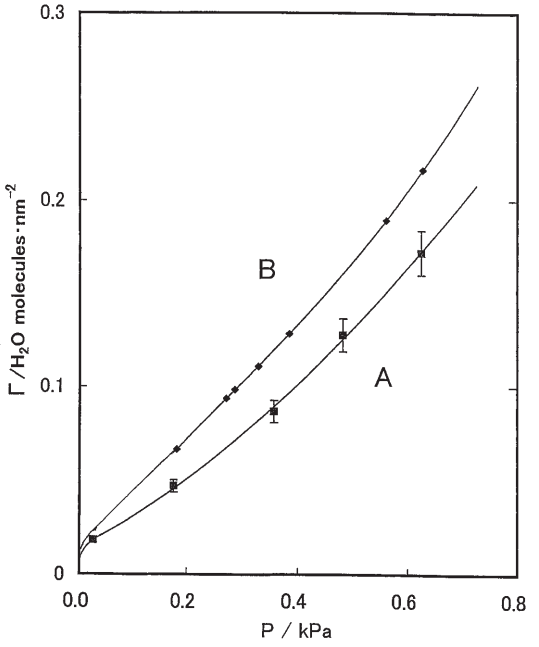


Fig. 8 Adsorption isotherm of water on ACF.
Curve A is the water isotherm for binary mixed vapor of ethanol and water; Curve B is the water isotherm for water vapor.

線A）はわずかに単成分吸着量（曲線B）を下回っている。このことからエタノール分子がACF表面の親水性サイトに1部吸着していることが推測される。

現在のところ式5[12]によるエタノール分子の分離係数S_{EtOH}を計算することは難しい。

$$S_{EtOH}=(n_{EtOH}/n_{H2O})/(P_{EtOH}/P_{H2O}) \quad [5]$$

しかしながら図9より$n_{EtOH}/n_{H2O}\fallingdotseq 1.4$と$P_{EtOH}/P_{H2O}\fallingdotseq 0.0$であることより、S値は100以上であることがわかる。このことより疎水性表面を持つACFは選択的にエタノールを吸着し、ACF吸着剤により水･エタノール混合蒸気から効率的にエタノールを分離することが可能であることが判明した。

5．活性炭素繊維に対する窒素・二酸化炭素2成分高圧ガス吸着

5－1．材料

吸着剤としては前述と同じ活性炭素繊維（ACF）を用いた。

5－2．窒素・炭酸ガス高圧単成分吸着

25℃における窒素および炭酸ガスの高圧単成分ガス吸着等温線をBELSORP-BGを用い重量法により測定した（図9）。窒素および二酸化炭素の物性は下記のとおりである。

表2．窒素および炭酸ガスの基礎物性[13]

ガス種	臨界温度 Tc / K	臨界圧力 Pc / MPa	25℃における飽和蒸気圧 P^0 / MPa
N_2	126.2	3.39	−
CO_2	304.1	7.38	6.42

25℃（298.2K）において窒素ガスは臨界温度を超えており、炭酸ガスは臨界温度付近である。図9からわかるように炭酸ガスの吸着等温線は30barにおける吸着量最大値を示した後次第に減少していく。これは重量法が表面過剰吸着量を測定しているため流体密度と吸着相の密度差が少なくなっているためであると考えられる。この結果よりACFは臨界温度の高い炭酸ガスのほうが吸着しやすいことがわかる。

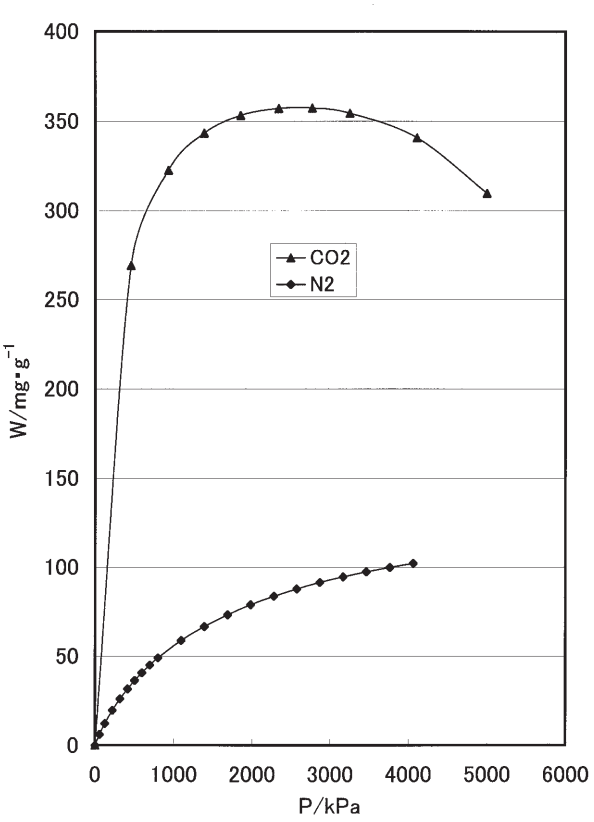


Fig. 9　Adsorption isotherms of CO_2 and N_2 on ACF at 298K.

5－3．窒素・炭酸ガス高圧2成分吸着

25℃における窒素および炭酸ガスの高圧2成分ガス吸着等温線をBELSORP-BGを用い700kPaまで測定した（図10）。表3にガス導入および平衡濃度についての結果を示す。

導入比はほぼ$N_2/CO_2=80/20$で保たれた。しかしながらサンプルがどの程度どの成分を吸着するかは予測することは困難であるので平衡時の気相中のガス成分比は必ずしも一定していない。これは本装置の今後の課題となります。

表3．吸着ガス導入および平衡状態

N	導入分圧 (kPa)		導入比 (mol%)		全平衡圧 (kPa)	平衡分圧 (kPa)		平衡比 (mol%)	
	N_2	CO_2	N_2	CO_2		N_2	CO_2	N_2	CO_2
1	0.5	0.1	80	20	0.6	0.6	0.0	94	6
2	1.0	0.3	80	20	1.2	1.0	0.2	86	14
3	1.5	0.3	81	19	1.7	1.4	0.3	83	17
4	57.4	14.4	80	20	64.4	54.5	10.0	85	15
5	107.6	27.0	80	20	127.8	104.0	23.7	81	19
6	158.4	39.6	80	20	191.8	155.7	36.1	81	19
7	312.0	88.5	78	22	385.6	306.4	79.2	80	20
8	412.6	121.5	77	23	523.4	412.4	111.0	79	21
9	483.3	142.3	77	23	618.6	483.4	135.1	78	22
10	531.3	159.6	77	23	686.0	531.4	154.6	78	22

表４．吸着平衡量および分離係数

N	全吸着量		N_2吸着量		CO_2吸着量		CO_2分離係数
	容量法	重量法	W_{N2}	n_{N2}	W_{CO2}	n_{CO2}	S_{CO2}
	ml(STP)/g	mg/g	mg/g	μmol/	mg/g	μmol/g	
1	0.12	0.26	0	0	0.26	6	−
2	0.28	0.54	0.04	1	0.5	11	48.0
3	0.42	0.76	0.13	5	0.64	15	15.3
4	9.24	15.58	4.51	161	11.07	252	8.5
5	17.40	28.57	9.84	351	18.73	426	5.3
6	24.87	40.93	13.87	495	27.06	615	5.4
7	42.53	70.98	21.96	784	49.02	1114	5.5
8	55.16	95.74	22.05	788	73.68	1675	7.9
9	63.46	112.22	21.71	775	90.52	2057	9.5
10	69.27	123.81	21.37	763	102.44	2328	10.5

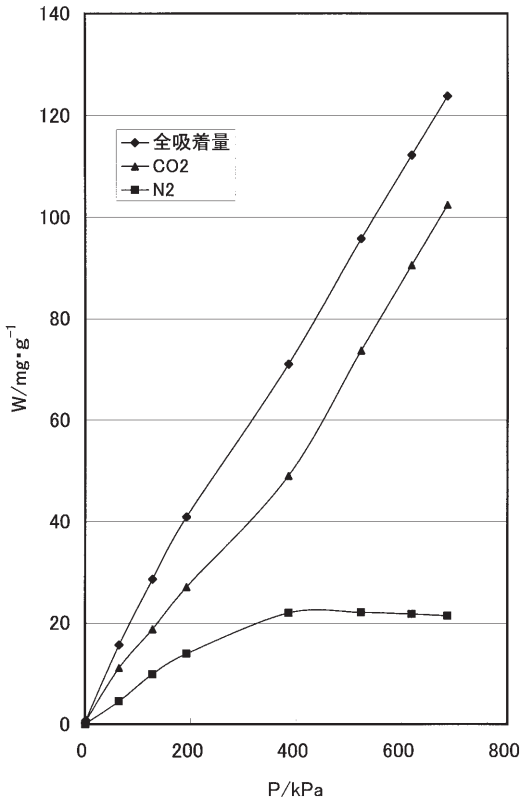


Fig. 10　Binary gas adsorption isotherms of CO_2 and N_2 mixture (20/80) on ACF at 298K.

表４に吸着量およびCO_2分離係数に関する結果を示す。CO_2分離係数は以下の式[12]を用い計算した。

$$S_{CO2}=(n_{CO2}/n_{N2})/(P_{CO2}/P_{N2}) \qquad [6]$$

図10から判るようにACFに対しては炭酸ガスが優先的に吸着することがわかる。平衡時の気相濃度がほぼ一定しているN＝５～９の結果から本ACFの炭酸ガス分離係数は５～10であることが判明した。

６．まとめ

以上のように定容量法と重量法を併用することにより２成分吸着量が簡便に測定できることが可能である。また活性炭素繊維はそのマイクロポア構造と疎水性表面の効果によりエタノールおよび炭酸ガスの分離性能に優れていることを実証した。

文　献

1）Young, D.M., and Crowell, A.D., *in* “The Physical Adsorption of Gases,” Chap. 11. Butterworth, London, 1962.

2）Ruthven, D.M., *in* “Principles of Adsorption and Adsorption Processes,” Chap. 4. John Wiley & Sons, New York, 1984.

3）豊田活、加藤覚、川崎順二郎、化学工学論文集 **12**、640 (1986)。

4）Keller, J.U., Staudt, R., and Tomalla, M., *Ber. Bunsenges. Phys. Chem*. **96**, 28 (1992).

5）Dreisbach, F., Staudt, R., Tomalla, M., and Keller, J. U., “Proceedings of the 5th International Conference on Fundamentals of Adsorption, Pacific Grove, U.S. A.,” Kluwer Academic, Dordrecht/Norwell, MA, 1995.

6）Naono, H., Hakuman, M., Shimoda, M., Nakai, K., and Kondo, S., *J. Colloid Interface Sci*. **182**, 230 (1996).

7）Nakai, K., *J. Colloid Interface Sci*. **240**, 17 (2001).

8）Nakai, K., Sonda, J., Kondo, S., and Abe, I., *Pure & Appl. Chem*. **65**, 2181 (1993).

9）Nakai, K., Sonoda, J., Kondo, S., and Abe, I., “Proceedings of the 5th International Conference on Fundamentals of Adsorption, Kyoto, Japan,” Kodansha, Tokyo, 1992.

10）Loesch, H.W., Kleinrahm, and Wagner, W., *in* “Verfahrenstechnik und Chemieingenieurwesen,” p.117, VDI-Verlag, Dusseldorf, 1994.

11）McClellan, A.L., and Harnsberger, H.F., *J. Colloid*

Interface Sci. **23**, 577 (1967).
12) Yang, R.T., *in* "Gas Separation by Adsorption Processes," Chaps. 1 & 3, Butterworth, Boston, 1987.
13) Reid, R.C., Prausnitz, J.M. and Poling, B.E. in "The Properties of Gases & Liquid", Appendix A, 4th Ed, McGraw-Hill, New York, 1987.

仲　井　和　之
日本ベル(株)　取締役技術開発部部長
1987年　関西学院大学理学研究科修士課程卒業
1987年　日本エム・ケー・エス(株)入社、翌年退社
1988年　日本ベル(株)設立、現職
1992年　日本吸着学会技術賞受賞
2001年　博士（理学）取得（関西学院大学）
趣味：シュノーケリング、スキー

技術ハイライト

生活空間の空気浄化装置
Air Purification Systems in Living Space

ミドリ安全株式会社
Midori Anzen CO., LTD.

一ノ瀬　秀仁
Hidehito Ichinose

1．はじめに

生活空間における空気質問題の対象は、粉塵からガス、臭気へと移行してきている。これらガス、臭気の除去は粉塵のように一様にはいかないので、まず原因となる物質を特定し、その物質にあった除去方法を講ずることが必要となる。

また、エコロジカルな面からみて廃棄物はできるだけ出さないことが望まれることから、これらの除去装置は長寿命であることが要求される。

この観点から、分煙装置用脱臭装置の開発では長寿命が特長である光触媒が使えるような新たな脱臭方式を考案した。また、厨房排気用脱臭装置の開発では長寿命化の阻害因子である油分除去に微生物由来分解酵素の利用を試みた。以下にこれらの概要を報告する。

2．分煙装置用脱臭装置の開発[1)]

2－1．開発の経緯

分煙装置とは、オフィス内の喫煙エリアに設置しタバコの煙を除去して室内に排気する方式の喫煙対策機器として位置づけられる[2)]。

本装置は電気方式と機械方式とあるが、電気方式の場合は概ね①～⑤で構成されている。

①プレフィルター（粗塵除去）、②荷電部（粉塵を荷電）、③集塵部(荷電された粉塵を静電引力で除去)、④脱臭フィルター（粉塵以外の臭気を除去)、⑤送風機

これらのうち、③の集塵部は長期間使用されると粉塵の蓄積により集塵能力の低下や臭気が発生するため、一定期間毎の洗浄メンテナンスが必要となる。このメンテナンス間隔に関しては空気清浄協会の自主基準があるが[3,4)]、タバコの喫煙本数が多い場所では④の脱臭フィルターが付いていても早期に臭気問題が発生するため、効果的な脱臭方法が望まれていた。

2－2．臭気の発生特性

分煙装置使用現場での臭気発生に関するユーザー等の意見を集約すると以下の通りにまとめることができる。

①装置を使い始めてある程度期間が経ってからニオイがする。

②運転開始時、特に朝の臭気が強い。(集塵運転中はさほど気にならない。)

③夏の方が冬よりニオイが強い。

これらの意見について検討した。①については分煙装置で集塵されるのは粒子のみであることから問題となる臭気はタバコタール由来であるということになる[5)]。

②について確認するため、分煙装置で使用された集塵部を密閉容器に放置し経時的に臭気を採取し臭気濃度測定[7)]を行った。この時容器内の臭気濃度は時間と共に増加することが確認された。このことから、分煙装置運転開始時には運転停止の間に貯留していた臭気が一度期に放出されるため臭気が強く感じられる。一方、集塵運転中は臭気の貯留が少ないため臭気の発生は少ないと解釈できる。

③については、使用済みの集塵部を密閉容器に入れ雰囲気の温湿度を変化させて発生臭気量を測定し、温度(10～30℃)と湿度（50～80%RH）の相対的影響について検討したところ、温度の寄与の方が高いことがわかった。このことから、夏は冬より気温が高いために臭気の発生が多くなることが確認された。

2－3．臭気の原因物質

タバコタール中成分に関する文献[6)]より有臭成分を抜き出したところ、これらには低級脂肪酸類、ピリジン、ピロール類、芳香族炭化水素類、リモネンが含まれていた。

集塵部からの発生臭気の原因物質を特定するため、臭気濃度とガス成分濃度との相関性につき検討した。市場で使用さ

れた集塵部を密閉容器内に放置し臭気を発生させ、この臭気の一部は嗅覚試験法により臭気濃度測定[7]し、一部は濃縮－GC・MS法により成分濃度測定を行った。

濃縮に使用した捕集剤は、炭化水素類（リモネンも含む）の場合はTenax TA、シリカゲル、活性炭の組合せ、低級脂肪酸類にはアルカリビーズ、ピロール類･ピリジン用にはOV-17を用いた。成分濃度測定の結果、ピリジン、ピロール類、リモネンは検出されなかった。定量された各物質に対する嗅覚閾値[8,9]より閾希釈倍数（＝物質濃度/嗅覚閾値）を求め、臭気濃度との相関曲線を求めた。

さらに、臭気濃度1000での各成分の臭気濃度に対する寄与率（閾希釈倍数/臭気濃度×100%）を求めたところ、n-酪酸、iso-吉草酸、n-吉草酸の寄与率はそれぞれ3.5%、3.1%、8.1%であったが他の成分トルエン、エチルベンゼン、キシレン（いずれも寄与率0.2%以下）より相対的に高いことがわかった。臭気成分は混合すると相加作用や相乗的作用など複雑な相互作用すると考えられている[10]ことなどを総合すると、複数の低級脂肪酸が相互に作用して臭気を形成しているものと推定された（図１）。

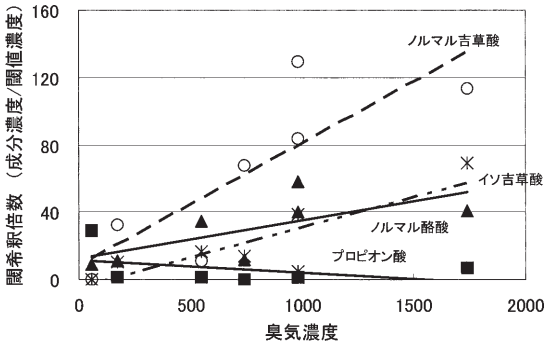


図１．コレクター発生臭気の臭気濃度と低級脂肪酸の閾希釈倍数の関係

２－４．脱臭方式の検討

低級脂肪酸を脱臭する方式としては、オゾン・触媒、活性炭・ゼオライトなどの吸着剤などがあるがこれらはいずれも交換が必要である。

一方、常温で使用可能なものとして光触媒があるが、脱臭能力だけをみると前述の方式より劣る。しかし、紫外線を照射していれば繰返し使用可能な点は魅力的である。

２－２で述べたように集塵部からの発生臭気は分煙装置停止時に貯留するが、運転時には臭気の発生は少ない。このことから、臭気が貯留する分煙装置停止時に脱臭し、分煙装置稼動時には脱臭を停止する。この方式であれば光触媒が利用できるのではないかと考えた。

具体的には、脱臭時にはシャッターを閉じ閉空間を形成し脱臭用ファンを駆動させ、集塵部から発生する臭気を空間内に循環させ光触媒により分解・脱臭する脱臭装置付き分煙装置を試作した。

脱臭ユニットの仕様は光触媒ハニカムフィルターを複数使用し、紫外線ランプはブラックライト（６W、ピーク波長352nm）２本、処理風量は0.11m³/minとした（図２）。

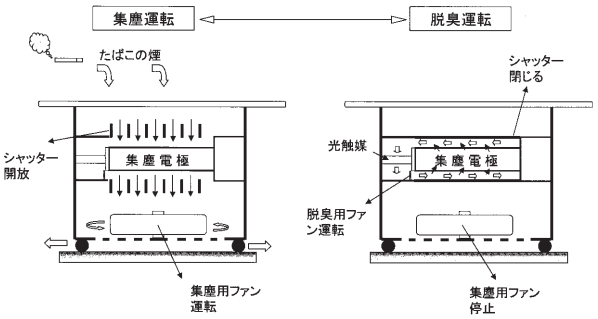


図２．分煙装置用脱臭装置

２－５．脱臭効果の確認

タバコ煙（銘柄：マイルドセブン）300本集塵させた集塵部を脱臭装置付き分煙装置に設置し、0.6m³チャンバー内で14時間脱臭運転した。その後チャンバー内臭気を採取し臭気濃度測定した。この操作を21回繰返した。

また、比較のため脱臭装置が付いていない分煙装置についても同様のテストを実施した。

結果は、累積タバコ煙集塵本数の増加により、集塵電極より発生する臭気濃度が増加するが、脱臭装置付き分煙装置は従来の分煙装置（脱臭装置なし）と比較して発生した臭気濃度は約１/７程度に低減しており、本脱臭装置の有効性を確認することができた（図３）。

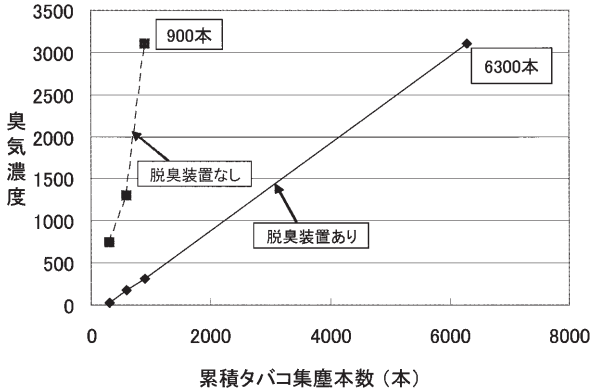


図３．脱臭効果の確認

３．厨房排気用脱臭装置の開発[11~13]

３－１．開発の経緯

最近の悪臭苦情の傾向は、悪臭防止法が制定された昭和46年当時問題とされていた蓄産・各種製造工場型の苦情は激減し、代わりに都市生活･民生型の苦情が急増してきている[14]。この中でも飲食店からの苦情も増え、訴訟にまで至る深刻な

ケースも出てきている。

厨房排気用の脱臭装置には活性炭を用いた装置が使用されていたこともあるが、交換が必要となるため現在はあまり使われていない。その理由として、交換時期が判り難い、交換の手間がかかる等の維持管理面の問題があるからだと思われる。このため交換不要で長期間使用可能な脱臭材の開発が望まれていた。

3－2．脱臭材の劣化要因

吸着作用を有する脱臭材には細孔が存在する。例えば、活性炭の場合はマクロ孔、メソ孔からミクロ孔まで連続した細孔を有するのに対しゼオライトは単一の細孔が存在することが知られている。これらの細孔は吸着の場であることから、汚染物質により目詰まりした場合には早期に性能が低下する可能性がある。ことに、厨房排気中に含まれる油脂分は目詰まりの原因となると思われる。

油脂類は光、熱、空気中の酸素、水分、金属の触媒作用などにより酸化を受け変質していくことが知られている。この現象は油脂の自動酸化と呼ばれている。特に不飽和二重結合をもつリノール酸、リノレイン酸を含む油脂類では、酸化によりヒドロペルオキシドが生成され、ラジカル反応により二量体化が進み、やがては重合体が生成されるといわれている[15]。従って、これらの油脂分を分解することが脱臭材の長寿命化には必要と考える。

3－3．油脂分解酵素、リパーゼの利用

われわれは、油の分解手段として酵素、リパーゼに着目した。リパーゼは下式に示すように、油脂(トリグリセライド)のエステル結合を加水分解する酵素であり、動植物から微生物に至るまで自然界に広く分布することが知られている[16]。

トリグリセリド（油脂)＋水＝グリセロール＋脂肪酸

リパーゼの利用には、微生物由来のリパーゼ自身を酵素固定等の方法で利用する場合とリパーゼを産生する微生物を利用する場合があるが、我々は後者の方法を選択した。

利用するための手段はリパーゼ産生菌を固定化しやすい材料を川瀬の方法[17]に準拠した方法でスクリーニングした。

3－4．再生能確認テスト

我々が開発した厨房排気用脱臭材には、臭気物質に対し吸脱着特性を有する吸着材と前述の方法で選定されたリパーゼ産生菌固定化材が含まれる。

この脱臭材の再生能は3種の系での繰返しテストにより確認された。

①通常使用モデルの系　脱臭材2ｇをカラムに充填し、0.5 L/minで油を200℃で加熱して作製した油分解ガス20 ppmCH4（炭化水素計でのメタン換算濃度）を30分間通気し脱臭材に吸着させた。次に、清浄空気を0.5L/min、15分間通気し脱着させた後、32℃で48時間放置した。その後はこの脱臭材サンプルを用いて上記の操作を繰返した。

②微生物フリーの系　脱着操作時に室内の微生物の混入を防ぐため、脱臭材が充填されたカラムの前に孔径0.2μmのテフロン製のメンブレンフィルターを装着した他は①と同様の操作を行った。

③吸着のみの系　脱着操作を省いた他は①と同様の操作を行った。

テストの結果、③の吸着のみの系では繰返し回数と共に脱臭性能は低下していった。

また、②の微生物フリーの系では性能低下は③よりは緩徐であったが100％の性能復帰はみられなかった。

表1．フィールドテスト結果

設置場所	脱臭材仕様（脱臭材長さ×直列個数）	脱臭材使用個数（個）	風量 (m3/min)	臭気質	臭気濃度		脱臭効率
					入口	出口	
とんかつ店	長さ200mm×３個（総長さ600mm）	126	80	フライ臭	550	170	69%
居酒屋	長さ200mm×３個（総長さ600mm）	27	16	揚げ物臭	1300	230	82%
ｲﾀﾘｱﾝﾚｽﾄﾗﾝ	長さ200mm×３個（総長さ600mm）	108	77	ニンニク臭	1300	420	69%
給食センター	長さ300mm×４個（総長さ1200mm）	400	250	焼肉臭	3100	550	82%
従業員食堂	長さ300mm×４個（総長さ1200mm）	36	12	焼肉臭	1700	230	86%

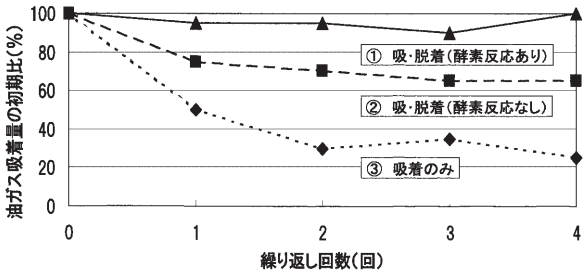


図４．再性能確認テスト

一方、①の通常使用モデルの系では、繰返しの間の性能低下は僅かであり性能復帰が認められた。なお、このテストで用いた脱臭材から Bacillus subtilis が誘出され、この菌はリパーゼ活性試験[16]において陽性を示した（図４）。

３－５．ハニカム成型体でのテスト

開口面が100mm×100mm で長さが200mm および300mm のハニカムフィルターを成型し、各種ダクトに風量に合わせた数量を設置し脱臭テストを行った（図５）。

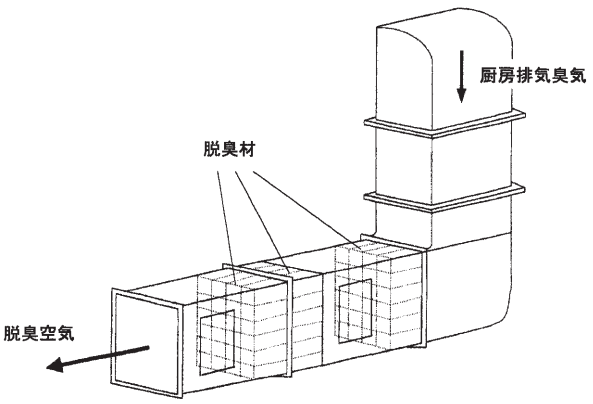


図５．ダクト設置例

ダクト運転時の臭気のピーク時に脱臭材入口と出口の臭気を同時に採取し、嗅覚測定法により臭気濃度を測定[7]し、下式より脱臭効率を求めた。

脱臭効率（%）＝（入口臭気濃度－出口臭気濃度）/
入口臭気濃度×100

モデル調理臭を用いた実験室内テストは、長さ200mm のハニカムを直列に４個並べ（総長さ800mm）、風速3.8m/s で実施した。その結果、カレー臭、焼肉臭、餃子臭およびフライ臭に対して63～88%の除去効果が認められた[12]。

また、実験室内での加速耐久テストは、長さ200mm のハニカムを直列に３個並べ（総長さ600mm）、風速3.8m/s で実施した。その結果、油分解臭に対して15年相当耐久することが確認された[11,13]。

さらに、実際の店舗に脱臭装置を設置し実証テストを行った。脱臭材の仕様は、とんかつレストラン、居酒屋およびイタリアンレストランには長さ200mm のハニカムを直列に３個並べ（総長さ600mm）、給食センターおよび従業員食堂には長さ300mm のハニカムを直列に４個並べ（総長さ1,200mm）テストした。その結果、前者では69～82%、後者では82～86%の脱臭効率が得られた[11]（表１）。

なお、これらの店舗ではその後１年以上性能が維持されていることが確認されているが、設置2.5～14ヶ月が経過した脱臭材より主として Bacillus 属のリパーゼ産生菌が検出され実使用においてもリパーゼと脱臭材の性能持続性との関連性が確認された[13]。

文　献

１）小塩恒、山口裕之、小野口義和、一ノ瀬秀仁：タバコ用集塵機の脱臭方法、p.24～25、第13回におい環境学会講演要旨集、（社）臭気対策研究協会（2000）
２）労働省安全衛生部環境改善室　編：職場における喫煙対策ガイドラインと解説、中央労働災害防止協会（1996）
３）業務用分煙機器性能試験方法指針　JACA No. 36－2000、（社）日本空気清浄協会
４）一ノ瀬秀仁：業務用分煙機器性能試験方法指針について－臭気との関連性を中心として－、p.28～31、第14回におい環境学会講演要旨集、（社）臭気対策研究協会（2001）
５）石津嘉昭、石黒繁夫：たばこの煙を科学する、Surface Control&洗浄設計、22、38～44（1984）
６）Shigeo Ishiguro and Shiro Sugawara : Agric. Biol. 42 (8) 1527～1531 (1978)
７）悪臭法令研究会編：三訂版　ハンドブック　悪臭防止法、ぎょうせい（2000）
８）永田好男、竹内敦文：第28回大気汚染学会要旨集、528（1988）
９）American Industrial Hygiene Association : Odor Thresholds with Established Occupational Health Standards (1989)
10）西田耕之助：消・脱臭技術の現況と将来「消・脱臭技術の進歩と実務（西田耕之助監修）」、p.165～168、総合技術センター（1991）
11）渡辺勝臣、山口裕之、三船裕造、一ノ瀬秀仁：厨房排気用脱臭装置、第15回におい環境学会講演要旨集、p. 64～65（2002）
12）光田恵、大谷学、大森克義、河合新吾、一ノ瀬秀仁、山口裕之：調理臭の臭気特性とその対策、第15回におい環境学会講演要旨集、p.114～117（2002）
13）渡辺勝臣、一ノ瀬秀仁、黒瀬茂雄、奥田舜治、田口文章：厨房脱臭材における性能維持性と微生物の関連性,第16回におい・かおり環境学会講演要旨集、p.82～83（2003）
14）環境庁大気保全局大気生活環境室編集：悪臭防止技術の手引き⑮（飲食店編）、p. 1 ～10、（社）臭気対策研究協会（1999）

15）日本油化学協会編：改訂三版　油脂化学便覧、p.372～376、丸善（1990）
16）岩井美佐子：リパーゼ　その基礎と応用、p.3～46、幸書房（1991）
17）川瀬三雄：バイオリアクター用セラミックス担体、FC Report、12(8)、203～205（1994）

一ノ瀬　秀　仁

1978年３月　上智大学大学院理工学研究科化学専修博士課程前期修了（理学修士）
同年　４月　持田製薬（株）入社
1990年９月　ミドリ安全（株）入社
現職　ミドリ安全株式会社　技術開発部　研究グループ　担当部長
専門分野：有機化学、脱臭技術

関連シンポジウム等のお知らせ

第22回溶媒抽出討論会

主　催：日本溶媒抽出学会
協　賛：日本化学会、化学工学会、日本分析化学会、高分子学会、廃棄物学会、日本イオン交換学会、日本吸着学会、水環境学会、環境科学会、日本膜学会、日本原子力学会、日本薬学会（予定）

会　期：10月10日（金）、11日（土）
会　場：大分市コンパルホール（大分市府内町１－５－38、JR大分駅より徒歩10分）

発表申込締切：７月31日（木）
予稿原稿締切：８月30日（土）
参加登録申込締切：９月30日（火）

参加登録費：一般6,000円、学生2,000円（当日の申込は、それぞれ1,000円アップ）
懇親会費：予約5,000円、当日6,000円（学生はそれぞれ半額）
参加申込方法、参加費支払い方法等は下記ホームページをご覧下さい。
http://mh.appc.oita-u.ac.jp/labo1/
問合先：　〒870-1192　大分市旦野原700
大分大学工学部応用化学科　羽野・平田研究室
TEL/FAX：097-554-7908、E-mail：torisaka@cc.oita-u.ac.jp

炭素材料学会　第24回基礎講習会

開催日：2003年10月27日（月）　10：00～16：50
主　催：炭素材料学会
問合先：〒112-0012 東京都文京区大塚３-11-６　ニッセイ大塚三丁目ビル　炭素材料学会事務局
TEL：03-5940-7640/FAX：03-5940-7980/E-mail：cb-kiso03@r-sipec.jp
会　場：大阪科学技術センター（大阪市西区靱本町１－８－４　TEL：06-6443-5324）
参加費（消費税およびテキスト代含む）：
ａ．炭素材料学会正会員　16,000円　ｂ．賛助会員　21,000円　ｃ．学生　5,000円　ｄ．協賛会員　27,000円
ｅ．非会員　37,000円
テキスト代　3,780円（消費税含む）（「最新の炭素材料実験技術（物性・材料評価編）」を使用します。すでにお持ちの方は

お申し出ください。）
協　賛：(社)日本化学会ほか46団体

予定プログラム：
10：00～11：20　ナノカーボン－定義と日本のアクティビティー－　　稲垣　道夫　愛知工業大学
1．ナノカーボンの定義　2．Nano-sized carbons の新しい合成法　3．Nano-structured carbons 合成の新しい動き
11：25～12：45　炭素材料の電気化学的特性の評価（リチウムイオン電池用負極ならびに電気二重層キャパシタ用電極としての炭素材料）　　白石　壮志　群馬大学
1．炭素材料の電気化学的特性の分類　2．具体的な測定方法　3．リチウムイオン電池用負極としての炭素材　4．電気二重層キャパシタ用電極としての炭素材
13：45～15：15　ナノカーボンの気体吸着性と細孔構造評価　　金子　克美　千葉大学
1．ナノカーボンの幾何学構造とポテンシャル構造　2．ナノカーボンの細孔構造評価法　3．ナノカーボンの気体吸着性　4．ナノカーボンにおける気体吸着の分子シミュレーション　5．ナノカーボンの気体吸着性にみる展望
15：30～16：50　工業材料としてのフラーレン　　大澤　映二　(有)ナノ炭素研究所
1．実用化を阻む最大の課題：粒径および粒形制御　2．水中単分子分散 C60　3．カーボンナノホーン　4．カーボンナノチューブ　5．多層フラーレン　6．超硬質炭素材料「Mackay 結晶」

第８回　関西コロイド・界面実践講座特別企画
グリーンエネルギー用材料の技術と展示　ー来て、見て、知る未来への展望ー

主　催：日本化学会コロイドおよび界面化学部会関西支部・コロイド懇話会
協　賛：日本吸着学会　他
日　時：平成15年11月18日(火)　10：10～16：30
場　所：大阪市立大学文化交流センター　〒530-0001　大阪市北区梅田１-２-２-600（大阪駅前第２ビル６階）

○材料講演（講演30分）
第１講　10：10～10：40「色素増感太陽電池のフィルム化」
講師　日立マクセル株式会社　開発本部 NM 事業推進センター　有機材料グループ　　児島　克典　氏
第２講　10：40～11：10「HIT 太陽電池の開発と展開」
講師　三洋電機株式会社　技術開発本部　マテリアル・デバイス技術開発センターBU　　吉嶺　幸弘　氏
第３講　11：10～11：40「エネルギー材料開発におけるナノ技術　－ゾルーゲル、ハイブリッド技術－」
講師　株式会社 KRI　ナノ材料研究部長　　堀　　正典　氏
○材料展示
12：00～13：20　　別室にてパネル展示とともに、材料展示の下で説明および個別討論を行います。
○応用講演（講演45分＋討議15分）
第４講　13：20～14：20「太陽光発電に関わる最近の材料創製事情」
講師　立命館大学理工学部　電子光情報工学科　　高倉　秀行　氏
第５講　14：20～15：20「次世代二次電池および燃料電池用非晶質固体電解質材料の開発」
講師　大阪府立大学大学院工学研究科　物質系専攻機能物質科学分野　　辰巳砂　昌弘　氏
第６講　15：30～16：30「燃料電池の現状と将来性について」
講師　燃料電池－水素技術懇話会会長　佐賀大学工学部講師　　池田　宏之助　氏

定　員：70名（先着順受付　参加申込締切11月14日(金)）
参加費：主催・協賛学協会会員5,000円、非会員7,000円、学生1,000円
参加申込方法：葉書または FAX で、①氏名、②所属、③住所（連絡先・郵便番号）、④電話・FAX 番号、⑤会員種別、などを明記のうえ下記宛にお申し込み下さい。お申し込みいただいた方には後日詳細案内とともに請求書をお送り致しますので、折り返し銀行振り込みにてご送金下さい。
申込先：〒770-8505 徳島市庄町１-78-１　徳島大学 薬学部 薬学科製剤学研究室　日本化学会コロイドおよび界面化学部会関西支部　嶋林三郎　Tel 088-633-7267、Fax 088-633-9510、e-mail：saburo@ph.tokushima-u.ac.jp

第16回イオン交換セミナー・ポスター研究発表会

主　催：日本イオン交換学会

協　賛：日本化学会、化学工学会、環境科学会、高分子化学会、資源素材学会、ゼオライト研究会、電気化学会、日本海水学会、日本吸着学会、日本原子力学会、日本生物工学会、日本分析化学会、日本膜学会、日本薬学会、無機マテリアル学会

日　時：2003年11月６日(木)　10：00～19：30

場　所：東京工業大学　百年記念館（東急目黒線、大井町線　大岡山下車）

（Ⅰ）　平成15年度理事会・総会：フェライト会議室

10：00～11：00　理事会・総会、表彰式、11：00～12：00　平成15年度受賞講演

（II）　第16回イオン交換セミナー：フェライト会議室（有料、 定員60名）

13：00～16：30

⑴「中国のイオン交換技術について」	（蘭州大学）	Tao Zuyi
⑵「燃料電池システム開発の現状」	（旭化成）	川上　文明
⑶「携帯用小型燃料電池の開発」	（東　芝）	大図　秀行
⑷「トヨタの燃料電池自動車開発について」	（トヨタ自動車）	河合　大洋

（III）　ポスター研究発表会：１階または３階広場（無料）

16：30～18：00　ポスター研究発表

（IV）　懇談会：18：00～19：30、フェライト会議室（無料）

セミナー：参加申込締切：平成15年10月24日(金)。⑴ 氏名、⑵ 申込者連絡先(住所、所属部課、電話番号、FAX 番号、電子メールアドレス)、⑶ 会員(協賛学会のかたは所属学会名)、非会員、学生の区別、⑷ 懇談会参加の有無　【申込者が60名を超えた場合にはお断りする場合があります。】

セミナー参加費：会員・協賛学協会員3,000円、非会員4,000円、学生1,000円

参加費支払方法：郵便振替　加入者番号：00120-2-155043、加入者名：イオン交換セミナー　【企業の方は「参加者の個人名」を明記して下さい。締切日（10月24日）以降は当日会場にてお支払い下さい。】

ポスター研究発表会：発表申込締切：平成15年９月12日(金)、要旨締切：平成15年９月30日(火)。⑴ 和文の「題目、所属、発表者」(講演者に○印)、⑵ 英文の「題目、所属、発表者」、⑶ 申込者氏名、⑷ 申込者連絡先(住所、所属部課、電話番号、FAX 番号、電子メールアドレス)、⑸ 100字程度の講演概要(和文)、⑹ 会員(協賛学会のかたは所属学会名)、非会員、学生の区別、⑺ 懇談会参加の有無　【参加費は無料です。また優秀な発表にはポスター賞が授与されます。】

申込方法：セミナー、研究発表会とも原則として本学会ホームページから（http://www.jaie.gr.jp）

郵送または FAX の場合の申込先および問い合わせ先：相田昌男　〒152-8550 目黒区大岡山２-12-１　東京工業大学原子炉工学研究所 Tel：03-5734-2965、Fax：03-5734-2959、E-mail：zemi-16@jaie.gr.jp

---

入会申込書・変更届（正会員用）

平成　　年　　月　　日				会員番号		
フリガナ 氏　　名				男・女	生年月日	西暦　　年　　月　　日
最終学歴		卒業年月		学位		
勤務先	名　称					
	部　署			職名		
	所在地	〒		電話		
				Fax		
	E-mail					
自宅住所 必ずしも記入の必要はありません	〒 電　話　　Fax E-mail					
通信連絡先	勤務先・自宅（何れかに○）	本会から E-mail による連絡希望		あり・なし（何れかに○）		
紹介者(該当する場合のみご記入ください)						
会員名簿、事務局への問合せ等に対して非公開を希望する項目（該当する項目に○）		自宅住所・自宅電話番号／Fax／E-mail アドレス その他（　　）				
その他・連絡事項						

正会員として入会を希望される場合：上記の申込書に必要事項を記入の上、事務局あて郵便あるいは Fax にてお送りください。なお、申込書の内容を電子メールで事務局まで送信頂いても結構です。　　**年会費（学生を含む）：5,000円**

変更の場合：必ず会員番号と氏名を明記の上、該当する項目のみをご記入頂き、事務局あて郵便あるいは Fax にてお送り下さい。なお、会員番号、氏名と該当事項を電子メールで事務局までお知らせ頂いても結構です。

編　集　委　員

委員長　迫田　章義（東京大学）
委　員　音羽　利郎（株式会社スワトー）
　　加納　博文（千葉大学）
　　川井　雅人（日本酸素株式会社）
　　神鳥　和彦（大阪教育大学）
　　上甲　　勲（栗田工業株式会社）
　　田門　　肇（京都大学）
　　近沢　正敏（東京都立大学）
　　茅原　一之（明治大学）
　　湯浅　　晶（岐阜大学）　　（五十音順）

Adsorption News Vol. 17 No. 3（2003）　通巻 No. 66　2003年 9 月 5 日発行

事務局　〒816-8580　福岡県春日市春日公園 6－1　九州大学大学院総合理工学研究院物質化学部門内
　　Tel：(092)583-7526　Fax：(092)573-0342　E-mail：jsad@mm.kyushu-u.ac.jp
編　集　望月　和博（東京大学）
　　Tel：(043)251-4327　Fax：(043)251-1231　E-mail：mochi@iis.u-tokyo.ac.jp
ホームページ　http://envchem.iis.u-tokyo.ac.jp/jsad/
印　刷　〒108-0073　東京都港区三田 5 -14- 3　昭和情報プロセス株式会社
　　Tel：(03)3452-8451　Fax：(03)3452-3294

General Secretary
　　THE JAPAN SOCIETY ON ADSORPTION (JSAd)
　　Department of Molecular and Material Science, General School of Engineering Sciences
　　Kyushu University, Kasuga-shi, Fukuoka 816-8580, JAPAN
　　Tel : +81-92-583-7526　Fax : +81-92-573-0342　E-mail : jsad@mm.kyushu-u.ac.jp
Editorial Chairman
　　Professor Akiyoshi SAKODA
　　Institute of Industrial Science, University of Tokyo, Meguro-ku, Tokyo 153-8505, JAPAN
　　Tel : +81-3-5452-6350　Fax : +81-3-5452-6351　E-mail : sakoda@iis.u-tokyo.ac.jp
Editor　Kazuhiro MOCHIDZUKI, University of Tokyo
　　Tel : +81-43-251-4327　Fax : +81-43-251-1231　E-mail : mochi@iis.u-tokyo.ac.jp
WWW of JSAd : http://envchem.iis.u-tokyo.ac.jp/jsad/