

Adsorption News

Vol. 14, No. 3 (September 2000)

通巻No. 54

目 次

○巻頭言	
表面・界面、そして吸着	近沢 正敏 2
○日本吸着学会・日本溶媒抽出学会連合年会 研究発表会および 特別講演プログラム	3
○FOA7スクエア	8
○吸着技術講習会	8
○報告	
“The Second Pacific Basin Conference on Adsorption Science and Technology”を終えて	大竹 芳信 9
“The Second Pacific Basin Conference on Adsorption Science and Technology”に参加して	吉川 正晃 10
○研究ハイライト	
新規合成法を利用したメソ多孔性シリカの細孔径、粒子形状制 御と異種金属元素の導入	松本 明彦 11
○技術ハイライト	
高度浄水処理用粒状活性炭の再生	鈴木 幸治 16
○PRTR・MSDS対象化学物質に関するホームページ	19
○研究室紹介	
熊本大学工学部物質生命化学科 生物工学講座生物化学工学研 究室（広瀬・後藤研究室）	20
○関連学会のお知らせ	
微粒子・分散に関する徹底討論会	15
International Symposium on Physical Basis of Adsorption	21
第21回 炭素材料基礎講習会（10月19日）	24

日本吸着学会
The Japan Society of Adsorption

巻 頭 言

表面・界面、そして吸着

東京都立大学大学院工学研究科 近沢 正敏



大学の教員にとって研究環境が今大きく変化しようとしている。この急変を迎える中、与えられた環境、予算のなかで研究課題の再検討が迫られている。自分自身の研究を振り返り、今後の研究課題を模索する中で感じた事柄について述べてみたい。

新聞紙上での報道からも分かるように、来る21世紀は、化学が一層重要な役割を果たす時代といえよう。20世紀の後半における情報科学、エレクトロニクス、ファインセラミックスの発展には目覚ましいものがある。これらの科学技術の進歩は、新素材、高度な機能や性能を有する材料の開発創製によって支えられている。このような有用材料の作製は、化学およびその応用技術によって初めて可能である。また遺伝子組み替え技術による農作物の増産、環境変化や病虫害に強い農作物の開発、さらに医学面では遺伝子の塩基配列やその機能の解明から新しい治療法、新薬の開発などが期待されている。化学はあらゆる分野に進出し、既成概念の枠を越えその分野の発展を支えている。その意味で化学の学問的深化、応用技術の進歩につれ化学が関係し得る分野や領域は質的にも、量的にも当然広がっていくものと考えられる。

また次世代のキーテクノロジーとして、ナノテクノロジーが指摘されている。機能の高密度化、集積化が年々進んでいく中、ナノテクノロジーの重要性が益々高まっており、これに関して国家的プロジェクトをスタートさせている国もある。ナノテクノロジーの中で基本素材となるナノ粒子、すなわち超微粒子やクラスターの作製が注目されている。ナノ粒子、たとえば1辺が10nmの立方体結晶を考えた場合、表面に存在する原子は、構成原子の大きさや配位数によっても異なるが、粒子を構成している全原子数の約15-20%に達する。したがって超微粒子やクラスターなど、ナノ粒子の物理的、化学的性質は表面支配になる。またバルク粒子の性質とは異なる新奇な物性の発現も期待される。これらの点から、新素材、新奇材料の創製においてナノ粒子の作製、その表面・界面の設計や制御が極めて重要になってきているといえよう。

また材料の物性がしばしば表面支配といわれる場合が多いが、このようなとき表面の内容を厳密に定義せずに使われている例が多い。物性や機能の発現に表面、あるいはある厚みを持った表面層が有効に寄与しているはずである。例えば材料の最表面層の性質が材料の機能発現に密接に関係している現象として、吸着、触媒、イオン交換、濡れ性、印刷、分散、接着など身近で起こっている現象を挙げることができる。また機械的強度や硬度、弾性・塑性変形、物質移動に関係する性質などはある厚みの表面層に密接に依存している。

一方これらの表面、あるいは表面層の分析技術の進歩には目を見張るものがある。新しい原理に基づいて開発されたSTM、AFM、コンピューター処理により高性能、精密化された各種表面分析機器により、表面、および表面層の精密で正

確な状態分析が可能になってきている。すなわち表面分析機器の発展と共に、表面・界面層、あるいはクラスターの状態分析、構造解析が可能となり、それらが材料の物性や機能の発現機構にどのように関わっているのかを詳細に議論できるようになってきた。表面・界面が新しい学問領域として育ちつつあると考えられる。材料の多くの物性が表面支配である点から、これらの領域の学問的発展は今後の高度な機能を有する材料の開発に極めて重要となろう。

表面・界面の問題の一つとして古くから吸着現象がある。私自身が吸着現象と関わりを持つようになったのは、都立大学で吸湿・固結現象の界面化学的解明というテーマに取り組んだ時からで、紆余曲折はあるものの今日まで続いている。吸湿・固結は、非常にありふれた日常身近で起こっている現象であるが、解明されていない事項は沢山ある。たとえば吸着した水がどの程度の集合体になると物質を溶かす性質を有するようになるのか、あるいは何層以上の多分子層になるとバルクな水と同一の性質を持つようになるのか、また固体表面近傍の水の構造と物性は固体表面の作用を受けてどのように変化しているのか、またその影響は固体表面からどの程度の距離まで及んでいるのかなど、私にとって非常に興味深い問題である。粉体工学的には吸湿による付着・凝集が、粉体の特性である流動性、分散性を左右し、重要な問題となっている。また材料の物性、たとえば触媒の化学的活性、電気伝導性や機械的強度に対する吸着水分の影響、あるいは大気中で行われている化学的操作や機械的操作などにおいても吸着水分の影響は大である。吸着水あるいは水があらゆる現象に関与していることから、研究の発展と同時に興味の赴くまま多くの学協会と繋がりができ、色々な情報を得ることができた。水を取り扱ったお陰である。

吸着は表面・界面における基本的な現象であり、工学的に利用や応用が盛んに行われている。また分子をプローブとして表面解析も可能である。表面分析機器の進歩と共に吸着現象の精密解析が可能となってきている現在、吸着が学問的にもまた応用面においても益々発展することを期待すると同時に、今後一層重要となる表面・界面現象の研究に携われたことに感謝したい。

近沢 正敏 東京都立大学大学院工学研究科教授
工学博士

略歴 1967年 名古屋工業大学修士課程修了
1968年 東京都立大学工学部助手
1985年 東京都立大学工学部助教授
1986年 東京都立大学工学部教授
1997年から現職

日本吸着学会・日本溶媒抽出学会連合年會 研究発表会および特別講演プログラム

第14回日本吸着学会研究発表会・第19回日本溶媒抽出討論会

平成12年10月19日(木)

—吸着学会研究発表会(A会場)—

9:50-11:05 [座長 田門肇(京大院工)]

A01 熱再生式ハニカムVOC濃縮ローターの吸着除去高性能化について

(西部技研) 岡野浩志、○山内恒、山田健一郎

A02 吸着材積層ブロックにおける吸着挙動と熱交換

(熊本大工) ○栗屋るみ、児玉昭雄、後藤元信、廣瀬勉
(西部技研) ○岡野浩志

A03 ゼオライトの低温空気分離特性

(名古屋大院工) ○田崎友規、山本英里、小林潤、
渡辺藤雄、小林敬幸、架谷昌信

A04 高純度濃縮型圧力スイング吸着装置における吸着挙動

(熊本大工) ○久保剛雄、児玉昭雄、後藤元信、廣瀬勉

A05 メタクリル酸グリシジルとトリメタクリル酸トリメチロールプロパンとの多孔性共重合体から合成したキレート樹脂のホウ素吸着特性

(四国工研) ○斉涛、苑田晃成、横田洋二、加納博文、
大井健太、廣津孝弘

11:05-12:05 特別講演(A会場)

[座長 茅原一之(明治大理工)]

「キトサンなどをベースにした複合化吸着剤の作製と高度分離」

(阪府大院工) 吉田弘之

13:10-14:40 ポスター発表(P会場)

ポスター番号偶数は13:10-13:55、奇数は13:55-14:40に発表を行います。

P01 ヒドロキシプロピルシクロデキストリンによるビスフェノールAの包接能

(近畿大薬) 棚田成紀、○荒木満美子、川崎直人、
中村武夫(阪市工研) 安部郁夫

P02 層状複水酸化物のフミン質吸着とその再生

(東工大院理工) ○清田佳美、中野義夫

P03 海水からのリチウムの回収を目的とした二酸化マンガン系吸着剤の開発

(佐賀大理工) ○福井健二、井上勝利、吉塚和治

P04 五酸化バナジウム水和物層間における極性分子の配向状態

(岡山理大理) ○岩下孝文、芹沢明洋、橘高茂治

P05 ベクテン酸を基体とした吸着剤による砒素の分離除去

(佐賀大理工) ○塩屋晶和、朱玉山、井上勝利

P06 複合リン酸塩系イオン交換体の合成と吸着特性

(山梨大工) ○小林正太、阪根英人、湯泉正喜、
初鹿敏明、鈴木喬

P07 活性炭のメタノールに対する吸着特性(2)

(重松製作所) ○蔵野理一、山田比呂史
(埼玉大工) 矢嶋龍彦(埼玉大工) 杉山和夫

P08 プラスチックを原料としたKOH賦活炭の水蒸気吸着特性

(名大院工) ○藤田拓也、渡辺藤雄、小林潤、小林敬幸、
架谷昌信

P09 Desorption of Heavy Metals from Clay Mineral by Using Some Chelating Reagents and Water Soluble Oligosaccharides

(佐賀大理工) ○Xueyi Guo, Katsutoshi Inoue
(福岡大工) Kenji Mishima

P10 種々のカチオンで交換したLSXゼオライト細孔内での窒素・酸素分子の吸着状態

(東北大院工) ○田中倫生、斉藤宏秋
(石巻専修大理工) 山崎達也(東北大院工) 山田宗慶

P11 農薬・フミン質共存系の活性炭吸着におけるフミン質濃度の影響

(東京高専) ○須藤義孝、平田房雄、久保陽太

P12 ビスムタイト型化合物のイオン吸着性研究 (2)
(東工大炭素循環素材研究センター) ○辻正道

P13 ホルモン作用物質の活性炭吸着特性
(阪市工研) ○岩崎訓 (近畿大理工) 川嶋誠、田淵高宏、
篠原紀 (阪市工研) 安部郁夫

P14 カーボンウィスカー膜の生成とその応用
(東大生研) 鈴木基之、○Sang-Dae Bae、Yuan-Yao Li、
野村剛志、迫田章義

P15 全熱交換器との組み合わせによるVOC濃縮装置の性能向
上の検討
(西部技研) 岡野浩志、山内恒、○船戸浩史、山田健一郎

P16 活性炭素繊維の分子篩作用によるシクロデキストリン
の選択的吸着挙動
(富山高専) ○河合孝恵 (豊橋技科大) 堤和男

P17 磁場中で配向させたメソポーラスシリカの吸着特性
(信州大理) ○中本清文、小島義弘、尾関寿美男
(神奈川大工) 今井洋子、田嶋和夫

P18 無機イオン交換体及び錯化剤分解用白金触媒を利用し
た放射性廃液の処理
ー高レベル廃液の群分離試験で発生した廃液への適用ー
(原研) ○山岸功、山口五十夫
(高度情報科学技術研究機構) 久保田益充

P19 テトラアルキルアンモニウムイオンによるイオン対抽
出におけるイオン対生成定数とイオン対分配定数に関
する考察
(名工大) ○古川徳昭、内藤哲義、山田碩道

P20 フッ素系界面活性剤のイオン対相分離現象を利用する
希土類金属の均一液液抽出法
(茨大工) ○高橋敦史、五十嵐淑郎

P21 支持液膜法による希薄水溶液からのリチウムの濃縮回収
(阪府大) ○赤井さち子、中村秀美、西機忠昭

P22 使用済みニッケル/水素二次電池の浸出と溶媒抽出操作
(阪府大) ○川端麻衣子、中村秀美、西機忠昭

P23 Pd(II)の2-メチル-8-キノリノール超臨界二酸化炭素抽
出における圧力効果
(茨大理) ○扇柳仁、井村久則、大橋弘三郎
(原研) 目黒義弘、吉田善行

P24 使用済み無電解ニッケルめっき浴からのニッケルの分
離回収
(資源環境技研) ○田中幹也、小林幹男、辰巳憲司

((株)日本カニゼン) 仙波裕隆、齋木幸則

P25 LIX84Iによるアンモニア溶液からのNi(II)の抽出平衡
(資源環境技研) ○田中幹也

P26 二相系での新規Ca錯体と炭酸水素塩との有機反応
(茨大工) ○山本嘉則、傳野慎、中澤歩

P27 ジグリコールアミド化合物を用いるアクチノイド元素
及び核分裂生成元素の溶媒抽出
(原研) ○佐々木祐二、須郷山美、鈴木伸一、館盛勝一

P28 ジグリコールアミド抽出系における放射線分解の影響
(原研) ○須郷山美、佐々木祐二、矢板毅、
高井木の実、館盛勝一

P29 ジアミドによるLn(III)抽出に対するAOTマイクロエマ
ルション系の適用
(原研) ○鈴木英哉、長縄弘規、館盛勝一

14:40-15:40 (座長 泉順 (三菱重工))

A06 活性炭によるFe²⁺、Fe³⁺の酸化還元反応
(宇都宮大院工) ○橋本植寛 (宇都宮大工) 田村寿康
(宇都宮大院工) 吉原佐知雄、白樫高史

A07 組成変換イオン交換体の熱化学的検討 (II)
(山梨大工) 山田将信、○初鹿敏明、鈴木喬

A08 Separation of Precious Metals by Activated Carbons
Immobilized with Polymeric Functional Groups
(九大院工) ○Henry Kasaini、Masahiro Goto、
Shintaro Furusaki

A09 PEI-キトサン樹脂及びキトサン繊維によるCu(II)、Ni
(II)、Co(II)、Cd(II)の吸着 ー平衡特性ー
(阪府大院工) 吉田弘之、○重田武史郎、伊藤恭介

15:40-16:40 (座長 松本明彦 (豊橋技科大工))

A10 単一細孔内での酸素の液体ー固体および固体ー固体間
相転移
(岡山理大理) ○森重國光、荻洲豊

A11 ウルトラマイクロ孔性炭素の細孔径精密決定
(千葉大理) ○古堀良二、鈴木孝臣、金子克美

A12 MCM-41メソ孔内の水分子のダイナミクスII
(岡山理大理) ○高原周一、水野秀一、橘高茂治、
黒田泰重、濱野英明、森俊謙、山口敏男、
Bellissent-Funel Marie-Claire

- A13 X線小角散乱法による細孔内クラスターの形成機構の解明
(信州大理) ○飯山拓、尾関寿美男
(千葉大理) 金子克美

17:00-18:00 吸着学会総会 (A会場)

18:30-20:30 懇親会 (阿漕ヶ浦クラブ)

一溶媒抽出討論会 (S会場) 一

9:50-11:05 [座長 茶山健二 (甲南大理)]

- S01 芳香族カルボン酸による銅(II)イオンの抽出における置換基効果
(名工大) ○林靖秀、内藤哲義、清水洋一郎、山田碩道
- S02 有機リン酸抽出剤とオキシシン類によるガリウムの協同抽出に関する平衡論的考察
(同志社大工) ○近藤和生、松本道明、大久保都世
- S03 カリックス[4]アレーンカルボン酸誘導体の金属抽出に及ぼすナトリウムの添加効果
(佐賀大理工) ○大渡啓介、塩屋晶和、樋口浩隆、井上勝利
- S04 ジチオカーバマイト型油溶性キトサンを用いたベースメタル及び貴金属の抽出
(佐賀大理工) ○中川裕文、若居勝二、井上勝利
- S05 TOPOによる抽出データからみた金属塩の有機相中での安定度について
(東京理大理) ○日下部慧

11:05-12:05 特別講演 (A会場)

[座長 茅原一之 (明治大理工)]

「キトサンなどをベースにした複合化吸着剤の作製と高度分離」
(阪府大院工) 吉田弘之

13:10-14:40 ポスター発表 (P会場)

<発表題目は3-4ページをご参照下さい>

14:40-15:40 [座長 上江洲一也 (九州大工)]

- S06 窒素ドナー含有抽出剤へのソフト金属の選択抽出
(東工大) ○竹下健二、中野義夫、田中元喜
(原研) 松村達郎

- S07 疎水性ゲル状分離剤を用いた金属イオン分離 (VI)
(東京学芸大教) 横山恵理、山崎咲恵子、古寺順一、
○國仙久雄 (無機材研) 小松優

- S08 大環状配位子を側鎖に有する新規抽出試薬の合成と金属イオンの溶媒抽出挙動
(京大化研) ○梅谷重夫 (奈良教育大) 山崎祥子
(宇部高専) 小倉薫

- S09 O, N, S原子をドナー原子とする配位子による金属イオンの溶媒抽出選択性
(甲南大理) ○茶山健二、森智亮、町田玲子、辻治雄

15:40-16:40 [座長 梅谷重夫 (京大化研)]

- S10 Preconcentration and Determination of Trace Amounts of Cobalt(II) As Thenoyltrifluoroacetone Complex with Dibenzo-24-Crown-8 by Synergistic Extraction and Flameless Atomic Absorption Spectrometry
(金沢大理) ○C. T. Camagong, T. Honjo
- S11 配位飽和金属(III)キレートとの共存下におけるランタノイド(III)キレートの抽出増大と共抽出現象
(茨大理) ○亀田直弘、井村久則、大橋弘三郎
- S12 Separation of Lanthanides by Extraction with PC88-A in Dodecane
(名大工) ○アハメド・アブデル・タワーブ、二井晋、川泉文男、高橋勝六
- S13 PC-88Aに抽出されたTi(IV)の逆抽出
(株)太陽鋳工) ○内海美鈴、水谷肇、小野浩昭
(株)関西電力) 古家昌之

17:00-18:00 溶媒抽出学会総会 (S会場)

18:30-20:30 懇親会 (阿漕ヶ浦クラブ)

平成12年10月20日（金）
一吸着学会研究発表会（A会場）一

9:00-10:00 〔座長 後藤元信（熊本大工）〕

- A14 金属担持活性炭によるNO₂の除去
（宇都宮大院工）○茂木貴実（宇都宮大工）田村寿康
（宇都宮大院工）吉原佐知雄、白樫高史
- A15 銅－マンガン複合酸化物による気相有害成分の除去
－COおよびCH₃CHOの除去特性－
（神戸製鋼）○山下岳史、井上聡則、堀井雄二
- A16 PET廃材を原料としたメソ細孔性活性炭の作製
（京大院工）○中川究也、田門肇、鈴木哲夫
（栗本鐵工）永野智史
- A17 乳酸発酵残渣の活性炭化
（京大院工）○福家彰弘、中川究也、杉山徹、鈴木哲夫、
田門肇（北九州テクノセンター）原田芳文
（九工大工）白井義人

10:00-11:00 〔座長 金子克美（千葉大理）〕

- A18 高密度活性炭の作成及びメタンの高効率貯蔵
（東京ガス）○金澤一弘、荒木敏成、猪俣清人、
浦邊安彦
- A19 配位高分子錯体を用いた新規多孔性材料の合成および
そのガス吸着特性
（大阪ガス）○関建司（神奈川大理）森和亮、高見澤聡
- A20 カーボゲル微粒子の作製と水素吸着特性
（京大院工）山本拓司、○杉本剛一、鈴木哲夫、向井紳、
田門肇
- A21 繊維状メソ細孔性シリカの調製と特性化
（豊橋技科大工）○松本明彦、堤和男

11:00-11:40 特別講演（A会場）
〔座長 日下部慧（東京理大理）〕

「関根達也先生追悼講演」
－抽出系で起こる化学平衡の解析－
（東京理大理）長谷川佑子

11:40-12:20 特別講演（A会場）
〔座長 井上勝利（佐賀大理工）〕

「A New Process for Separating Yttrium and the Kinetics
of Mass Transfer」
（中国科学院長春応用化学研究所）李徳謙

13:20-14:20 〔座長 橘高茂治（岡山理大理）〕

- A22 シリカメソ多孔体の高圧ガス吸着特性
（豊田中央研究所）○瀬戸山徳彦、後藤康友、福岡喜章
（岐阜大工）後藤優治、杉義弘
- A23 メソ孔性シリカの吸着ヒステリシスと分子振動回転状態
（千葉大理）○金子克美、田中秀樹
- A24 マイクロキャピラリー操作－顕微吸光法による単一シ
リカゲル微粒子への固相抽出過程のpH依存性
（筑波大理）○関根朝美、中谷清治
- A25 誘電緩和測定によるメソポーラスシリカ上の水のダイ
ナミクス
（信州大理）○中森健文、飯山拓、尾関寿美男

14:20-15:05 〔座長 尾関寿美男（信州大理）〕

- A26 吸脱着熱蓄放熱機能付加活性炭の合成およびその気体
吸着特性
（大阪ガス）○関建司（東大生研）藤井隆夫、迫田章義
- A27 極端低圧域からの気体吸着等温線測定法の開発とその
意義
（千葉大理）○須永基男、鈴木孝臣、金子克美
- A28 塩基性陰イオン交換樹脂による水蒸気の吸着
（阪府大院工）○エーレンシュレーガー・ステフェン、
吉田弘之

15:05-15:50 〔座長 鈴木哲夫（京大院工）〕

- A29 活性炭によるトリハロメタンの動的吸着挙動
（九州松下電器）○佐藤琢磨、松尾直人、松尾孝徳
- A30 PEI－キトサン樹脂によるピログルタミン酸の吸着
（阪府大院）吉田弘之、○重田武史郎、岡本織江
- A31 シリカ系吸着剤における水中溶存オゾンの吸脱着特性
（東大生研）鈴木基之、○藤田洋崇、藤井隆夫、
迫田章義（三菱重工）泉順

一溶媒抽出討論会（S会場）一

9:00-10:00 〔座長 塩盛弘一郎（宮崎大工）〕

S14 ヘプタン/水界面におけるNi(II)及びZn(II)ーピリジルアゾ錯体の生成速度

(阪大理) ○ヨキ・ユリザル、大橋朗、後藤雅士、渡會仁

S15 ヘプタン/水界面におけるPd(II)ーピリジルアゾ錯体の酸触媒生成反応機構

(阪大理) ○大橋朗、渡會仁

S16 逆ミセルによる固液抽出法を利用した変性タンパク質の再生技術

(九州大工) ○後藤雅宏、迫野昌文、河嶋優美、古崎新太郎

S17 水ーアセトニトリル混合溶媒中のクラスターの生成と相分離抽出機構

(佐賀大理工) ○田端正明、高椋利幸
(東大物性研) 長尾道弘(物構研) 大友季哉、足立智宏

10:00-11:00〔座長 吉塚和治(佐賀大理工)〕

S18 LIX860による硫酸アンモニウム水溶液中からのニッケルの抽出機構

(宮崎大工) ○塩盛弘一郎、常友美寿、藤井竜吾、河野恵宣((株)吉玉精鍍) 真隆志

S19 イットリウム(III)と鉄(III)の液体膜輸送一錯化剤による分離の向上ー

(東北大素材工学研) ○安彦高志、津吉玲、星陽崇、秋葉健一

S20 光化学反応による金属の反応変換を利用した高機能性抽出分離システムの開発

(阪大基礎工) ○西浜章平、平井隆之、駒沢勲

S21 ヒドロキシオキシム抽出剤におけるコバルト逆抽出問題の解決ーコバルトの光還元逆抽出ー

(阪大基礎工) ○阪口伸也、西浜章平、平井隆之、駒沢勲

11:00-11:40 特別講演(A会場)

〔座長 日下部懋(東京理大理)〕

「関根達也先生追悼講演」

ー抽出系で起こる化学平衡の解析ー

(東京理大理) 長谷川佑子

11:40-12:20 特別講演(A会場)

〔座長 井上勝利(佐賀大理工)〕

「A New Process for Separating Yttrium and the Kinetics of Mass Transfer」

(中国科学院長春応用化学研究所) 李徳謙

13:20-14:05 〔(座長) 山田碩道(名工大)〕

S22 リン酸系抽出剤によるウラニルイオンの抽出と分子モデリング

(佐賀大理工) ○吉塚和治、篠原隆明、重松宏紀、井上勝利

S23 ランタノイド元素分離のためのジホスホン酸型抽出剤の分子モデリング

(九州大工) ○上江洲一也、山川潤一郎、後藤雅宏、古崎新太郎

S24 新規フッ素含有 β -ジケトンと中性有機リン化合物によるリチウムの抽出特性とその計算化学的検討

(崇城大工) ○迫口明浩、頭師栄太、田北真也、柳屋祐治、中塩文行

14:05-14:50 〔座長 山口学(姫路工大工)〕

S25 含浸樹脂による金属イオンの吸着特性

(関西大工) 芝田隼次、山本秀樹、○角川仁人

S26 シリコンウエハーのエッチング工程から排出される廃酸からの酸の分離

(関西大工) 芝田隼次、○山本秀樹

S27 晶析剥離法による複合粉体材料の製造

(関西大工) 芝田隼次、山本秀樹、笹辺慶、松原隆行、○大石貴敏

14:50-15:35 〔座長 松村達郎(原研)〕

S28 液液攪拌抽出塔の流動特性と抽出特性

(姫路工大工) ○山口学

S29 含浸液膜による放射性模擬廃液の処理

(京都工機大工芸) ○付生生、寺本正明、大西宣昭、松山秀人((株)石川島播磨) 荒井和浩

S30 使用済燃料中の放射性核種の移行挙動

(原研) ○宝徳忍、朝倉俊英、佐藤真人、飯塚勝、藤崎進、磯貝光、伊東芳紀、細谷哲章、峯尾英章、内山軍蔵

FOA7スクエア

1. プログラム概要決定

プログラム委員会およびadvisory boardによる審査の結果、申し込みのあった論文全てを受理することとし、78件を一般口頭発表、201件をポスター発表としました。8月の始めに発表論文に対する受理通知を送付いたしました。座長の人選も現在進めています。プログラムの概要はFOA7ホームページ (<http://pchem2.s.chiba-u.ac.jp/FOA7/>) で見るすることができます。

2. New technology session の招待講演決定

以下の6企業より、吸着技術の応用に関する講演が予定されています。Exxon Mobilは吸着技術の未来展望、NECは新炭素材の吸着への応用、住友重機はダイオキシン除去、日本酸素は窒素PSA、栗田工業は水浄化、大阪ガスは天然ガス貯蔵材に関連する研究発表を行います。詳細はホームページをご覧ください。

3. 2nd circular

10月に2nd circularおよびregistration formをお送りいたします。ご不明な点は下記までご連絡ください。なお、10月よりこれまで事務局を担当してまいりました鈴木孝臣が信州大学へ異動します。ご不便をおかけすると思いますが、10月からは半沢洋子が事務局を担当してまいりますので宜しくお願いいたします。

連絡先：〒263-8522 千葉市稲毛区弥生町1-33 千葉大学理学部化学科 半沢洋子
Tel: 043-290-2770 Fax: 043-290-2788 E-mail: FOA7@pchem2.s.chiba-u.ac.jp

4. ご支援のお願い

日本吸着学会主催の講習会を通じてのFOA7へのご支援をお願いいたします。

吸着技術講習会

—最近の環境政策の動向と吸着の役割—

主催：日本吸着学会

近年PR-TR法、ダイオキシン特別措置法、リサイクル法、室内化学物質少量規制等の環境規制が強化され、関連事業の拡大が期待されています。本講習会では関連する技術動向のみならず、最近の環境政策の動きを捉え、今後どのように吸着を環境関連技術として展開するかを考える機会を設けました。奮ってご参加くださるようご案内いたします。

日時：平成12年12月15日（金） 10:00～17:00

場所：明治大学大学会館（神田御茶ノ水） 5F 父母センター会議室（明治大学駿河台校舎内：東京都千代田区神田駿河台1-1）
JR中央線御茶ノ水駅、御茶ノ水口より日本化学会方面へ徒歩5分

※上記会館への行き方の詳細は<http://www.meiji.ac.jp/campus/suruga.html>をご覧ください。

プログラム：

吸着と環境	迫田 章義	（東京大学 生産研）	10:00～10:45
最近の環境政策の動向	倉坂 秀史	（千葉大学法経学部）	10:45～11:45
活性炭による脱臭技術	前田 武士	（(株)アドール）	13:15～14:00
天然素材による脱臭技術	野田多美夫	（(株)セピオテック）	14:00～14:45
天然素材を用いた吸着材の開発	吉田 弘之	（大阪府立大学工学部）	15:00～15:45
最近の浄水技術	上甲 勲	（栗田工業(株)）	15:45～16:30
総合討論	〈司会〉金子 克美	（千葉大学理学部）	16:30～17:00

参加費：吸着学会会員5万円、非会員6万円

振込先：熊本ファミリー銀行 子飼橋支店 普通預金 2063004 名義：日本吸着学会「後藤元信」

申込・問合せ先：〒263-8522 千葉市稲毛区弥生1-33 千葉大学理学部化学科 半沢洋子

（Tel: 043-290-2770 Fax: 043-290-2788 E-mail: hanzawa@pchem2.s.chiba-u.ac.jp）

報 告

“The Second Pacific Basin Conference on Adsorption Science and Technology”を終えて

クイーンズランド大学化学工学科

大竹 芳信

Yoshinobu Otake

今年5月14日から5日間、“The Second Pacific Basin Conference on Adsorption Science and Technology”が進取の気質に富んだ陽光あふれるトロピカルな街である当地ブリスベン（オーストラリア）でおこなわれた。

観光局から依頼されたわけではないが、私見を交えて簡単にオーストラリアの説明をさせて頂きたい。オーストラリアの基本的な貿易構造は、農牧畜産品と鉱物エネルギー資源という一次産品を輸出し、加工産品を輸入するというもので、日本は輸出国、輸入国としてはそれぞれベストワン、ベスト2にランクインされている。つまりオーストラリアにとっては最も重要な貿易相手国である。1970年代には白豪主義を大転換し、開放的移民政策を打ち出した結果、現在ではイギリス系ヨーロッパ人6割強の「多民族国家」へと変身したと言える。ここには日本国土の約20倍の面積に日本の人口の約1/7の人々が住んでいる。つまりオーストラリアでは1人当たりが占める面積は日本の約140倍であり、これは1辺がおよそ650メートルの正方形の土地に相当する。これを広いとみるか、あるいは意外と狭いものだなとみるかは個人の判断に委ねるが、しかしながらここで住むことをお望みならば、「砂漠、毒グモ、毒蛇、ワニが…」などと言わず、仮にそれらに多少の危害を受けても自然淘汰現象の一端にすぎぬと悠然と受け入れるだけの心の準備はしておいたほうが良さそうである。豪州観光産業のなかにあって、ここオーストラリアのシンボリック的存在であるコアラ/カンガルーがもたらす外貨は無視することができないほどである。そのためであろうかどうかはわからぬが、街では動物用救急車も見かけられる。動物保護に力を入れ、彼等の権利を声高に主張している国オーストラリアでは、人間であることよりも動物であることのほうが幸せではと思ってしまうのは私だけであろうか。

さて、この会議をここオーストラリアで企画担当したOrganising Committee Members（委員長はクイーンズランド大学 Professor Do）の4人は、私を含め全員がオーストラリア以外の国で生まれており、さながら移民国家オーストラリアの縮図を垣間みているようであった。開催側としては、今回の会議で以下の2点に留意した。まず、会議場内外において参加者どうしの交流の場が多くなるよう配慮すること、次に、学会で発表される研究（基調講演、口頭発表、ポスター発表）がアブストラクトではなくフルページの原稿を含む予稿集として受付時には皆様にお渡しできるようにすること、であった。

当会議には、世界吸着学会でも皆様にお馴染みの方々を含め25ヶ国から合計137名の方が参加され、環太平洋という会議の名称を超えた多彩な顔ぶれとなった（写真は参加者全員での記念写真）。本会議は5件の基調講演、60件の口頭発表、そして83件のポスター発表で構成され、その開催期間を、素材、

コンピューターシミュレーション、平衡、速度、プロセスという5つのセッションに分け、各々のセッションでは、まずその分野で御活躍されている方の基調講演に始まり、その後オーラルセッションへと進化した。オーラルセッション終了後は、当日に関連した分野でのポスターセッションが夜遅くまで行われた。会議開催中は、活発なディスカッションの場をサンシャインコースト、ゴールドコーストへとレンタカーや電車で移された方もおられたのではと勝手ながらに推測するが、残念ながらどのようなディスカッションへと展開したのか尋ねる機会がなかった。



The Second Pacific Basin Conference on Adsorption Science and Technology, May 14-18, 2000, Brisbane, Australia

Adsorption News に今回貴重なページを割いて頂いたのは主催者側からお礼を申し上げることにある。まず、本会議開催に当たり多大なるサポートを頂きました日本吸着学会の委員の先生方、そして遠いdown underまでおいで下さった参加者の皆様にこの紙上をお借りして心からお礼を申し上げます。また、御寄付を下さった大阪ガスケミカルと豊田中央研究所にも厚くお礼を申し上げます。

閉会の場においてDo教授より、次回の“The Third Pacific Basin Conference on Adsorption Science and Technology”を2003年に韓国（Lee 教授、Yonsei University）で開催するとの報告があった。

それまでは、ひとまず「グッバイナイト」。

表1 国別参加者数

国名	参加人数	国名	参加人数
日本	30	ハンガリー	2
オーストラリア	26	ポーランド	2
アメリカ合衆国	18	ソ連	2
ドイツ	7	インド	2
フランス	6	香港	2
ベルギー	5	デンマーク	1
台湾	5	ニュージーランド	1
シンガポール	4	イスラエル	1
オランダ	4	インドネシア	1
ポルトガル	4	マレーシア	1
イギリス	4	アルゼンチン	1
韓国	4	イラン	1
中国	3		



大 竹 芳 信

1979年 群馬大学工学部合成化学科卒業
1982年 米国ペンシルバニア州立大学材料科学科修士課程終了
1986年 米国ペンシルバニア州立大学材料科学科博士課程終了
1987年 米国ブラウン大学化学工学科研究員
1989年 大阪瓦斯総合研究所勤務
1997年より 豪州クイーンズランド大学化学工学科勤務

“The Second Pacific Basin Conference on Adsorption Science and Technology” に参加して

大阪ガス株式会社 開発研究部

吉川 正晃

Masa-aki Yoshikawa

“The Second Pacific Basin Conference on Adsorption Science and Technology”は、2000年5月14～18日に、オーストラリアのブリスベンで開催された。ちなみに第1回は、千葉大学金子教授をChairmanとして、1997年に日本のも更津で行われている。今回はクイーンズランド大学のDo教授がChairmanを務め、25ヶ国より137名の参加者を迎えて、活発な発表・討議が交わされた。会場となったのは、ブリスベンの中心部にあり、リゾート感覚あふれるNOVOTELホテルで、relaxした雰囲気の中で過ごすことができた。

日本からは、前述の金子教授を始め、発表者だけで26名と、参加国中最多の参加者を送り込んだ。これは、第1回が日本で行われたことに加え、Do教授の研究室に在籍の大竹氏より、日本語で大変丁寧な参加案内が送られてきた成果であろう。実は、小生国際学会で発表など恐れ多かったのだが、大竹氏とは以前職場の同僚であり、氏の熱心な誘いに応じた次第である。

学会は、健全な街ブリスベンらしく、朝9時から夕刻までのLecturesに引き続き、夜8時から11時までがPoster sessionであり、正にStrong adsorbed状態で没頭することができた（正確には、没頭したい方には最適であった）。Do教授のOpening remarksで、参加者の国別分布を細孔分布に例えた図を出され、日米中がそれぞれ、micro pore、meso pore、macro poreの位置に割り振られたのは、的を射ており実にあふれていた。Plenary Lecturesは、金子教授の「Cluster mediated filling of water and alcohol on microporous carbon alloys」、Michigan大学R. T. Yang教授の「New adsorbents for gas separation by weak chemical bonds」、Penn State大学W.

A. Steele教授の「Computer simulation studies of wetting on heterogeneous surfaces」、そしてMaine大学D. M. Ruthven教授の「Direct measurement of transient concentration profiles in molecular sieve particles and columns by MRI」の4件であった。従って、Sessionも同様の分類で、吸着剤、シミュレーション、吸着剤・吸着過程の解析、そして吸着の応用などの分野から成り、非常に内容豊富で、高いレベルの発表が続いた。個人的には吸着剤分野が最も興味深く、ACF、カーボンナノチューブ、MCM-41、カーボンウイスキーなどの発表が大いに参考になった。

ところでブリスベンは、オーストラリアでは3番目の大都市であり、日本からの観光ツアーもまずここに入国するのが通常のコースだが、直ちに車で1時間余りのゴールドコーストへ移動する事が多く、ゆっくり見て回る機会は少ないようである。今回は、学会の合間を縫って（前述の通り合間は殆ど無いはずであるが）、市内観光ができたのだが、芝生が美しく、ゆったりとして、美術館や博物館、歴史的な建物も多く、また大きなショッピング・モールや気持ちのいいオープンカフェなどがそろい、非常に快適であった。市の真ん中を大きく蛇行するブリスベン川には、観光用のフェリー、City Catという高速艇などが運行しており、これを使い、オーストラリア最大のローンパイン・コアラ保護区などへも行け、飽きる事のない街であった。ただ、小生のような不届き者には、24時間営業のカジノを除くと、多くの店が午後5時にクローズとなるのが、奇異であった。

このような盛大な学会を主催されたChairmanのDo教授とそのスタッフ、中でも、日本の参加者のため尽力された大竹氏に、感謝致します。



吉川 正晃
1987年 京都大学大学院工学研究科修士課程修了
同年 大阪ガス株式会社入社
主に活性炭、活性炭素繊維の製造と応用技術の開発に従事
現在 大阪ガス株式会社開発研究部技術推進室 副課長

お知らせ

前号のAdsorption News Vol. 14, No. 2において、7頁の各欄の最終行が校正段階では正しく記述されていたにも拘わらず、印刷業者のミスにより印刷時に抜け落ちたことが判明しました。

関係各位にはご迷惑をお掛けしたことをお詫び申し上げます。業者には今後同様の過ちが起きないように、対策を充分検討するよう指示しました。

研究ハイライト

新規合成法を利用した メソ多孔性シリカの細孔径、 粒子形状制御と異種金属元素の導入

Novel Pathways for the Preparation of Mesoporous Silica:
Control of Pore Diameter, Particle Morphology and
Incorporation of Aluminum Atom

豊橋技術科学大学工学部
Department of Materials Science,
Faculty of Engineering,
Toyohashi University of Technology

松本 明彦
Akihiko Matsumoto

1. はじめに

細孔径が一定で規則的な細孔構造を有する多孔性固体は気体の吸着を研究する際のモデル物質として重要である。しかし、1980年代まではこうした多孔体はゼオライト、分子ふるい炭素、活性炭素繊維（ACF）等のミクロ多孔体に限られていた¹⁾。しかし、1990年に世界初の規則的なメソ細孔を有するシリケートFSM-16が²⁾、続いて1992年にMCM-41が報告されて以来^{3,4)}、これらをモデル物質として用いたメソ細孔への吸着の研究が進み、吸・脱着ヒステリシスの発現機構や^{5,6)}、メソ細孔内での表面-吸着質分子間、吸着質分子間相互作用に基づく吸着機構・状態などについて新たな知見が得られてきている^{7,9)}。

MCM-41は当初アルミノシリケートあるいはシリカゲルを構造規制剤である4級アンモニウム界面活性剤の存在下、温度範囲373-473Kで水熱熟成することにより調製された^{1,2)}。その後加水分解過程におけるポリケイ酸イオンと界面活性剤カチオン、ハロゲン化イオンなどとの相互作用が細孔構造の発現に関与することが明らかになり¹⁰⁾、テトラエトキシシラン（TEOS）や水ガラスをシリカ源として酸加水分解によっても調製されている^{10,11)}。しかし、これらの合成法の中には得られる試料の細孔構造規則性が十分ではないものや、手順が複雑で再現性に欠けるものが多かった。

そこで、細孔構造規則性に優れたメソ多孔体を再現性よく容易に合成する方法について検討した。また共に細孔径、粒子形状、異種金属元素の導入についても試みた。以下にその結果について紹介する。

2-1. メソ細孔性シリカMCM-41の調製と細孔径制御

MCM-41はTEOSの加水分解を利用して以下の方法で合成した。臭化トリメチルアルキルアンモニウム（アルキル基 $C_{12}H_{25}$ 、 $C_{14}H_{29}$ 、 $C_{16}H_{33}$ 、 $C_{18}H_{37}$ 、 $C_{20}H_{41}$ ）。以後 C_nN と略記； n は炭素数）の0.055mol/L溶液120mLにアルカリ加水分解触媒として9.5gのアンモニア水（25wt%）を加えた溶液を用意する

（ $C_{20}N$ については0.03mol/L溶液を使用）。この溶液を攪拌しながら10mLのTEOSを15分程度かけて徐々に滴下する。TEOSは水に難溶であるため、界面活性剤水溶液に滴下すると油滴状に分散する。このTEOS滴表面で加水分解が起きてシロキサン架橋が進行すると同時にシリカ網に吸着する界面活性剤のミセル生成により多孔化する。加水分解の進行に伴い白いサスペンションになる。これをプフナーロートを用いてろ過し、過剰な界面活性剤を1Lの水で洗った後に、空气中363Kで乾燥、続いて1K/minの昇温速度で823Kまで昇温して5時間保持することにより界面活性剤を焼き出すと試料が得られる（以後 C_nN を用いて合成した試料をMCM-41- C_nN のように示す）。

Fig. 1 に示すように得られた試料の粉末X線回折（XRD）は、六方構造の細孔配列に帰属される回折パターンを示しており、 $C_{14}N$ 、 $C_{16}N$ 、 $C_{18}N$ を用いた場合特に規則性の良い試料が得られた。六方構造の（100）に帰属される $2\theta = 2.1 - 2.8^\circ$ の回折ピークから見積もった細孔の繰り返し距離は C_nN の n が12から18に増大するに従って、メチレン基1個の増加について0.22nmの割合で3.5nmから4.8nmまで直線的に増加する（Table 1）。各試料の窒素吸着等温線は、Fig. 2に示すようにメソ細孔性物質特有のBDDT IV型となった。相対圧（ P/P_0 ）が0.3から0.5の範囲の著しい吸着量の増大はメソ細孔への窒素の毛管凝縮により、 n の小さい試料ほど低 P/P_0 で立ち上がる。平均細孔径は C_nN の n が12から20増大するに従いメチレン基1個の増加について0.40nmの割合で1.76nmから5.04nmまで直線的に増加した。 n の増加に伴う細孔繰り返し距離と平均細孔径

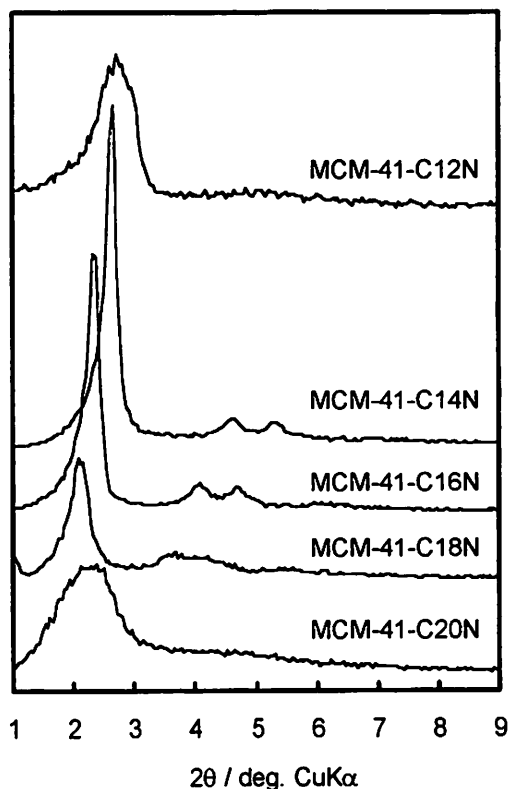


Fig. 1 X-ray diffraction patterns of prepared samples.

Table 1 Properties of MCM-41 samples prepared in heterogeneous medium with n-alkylammonium bromides as templates

sample	specific surface area ^a /m ² g ⁻¹	specific pore volume ^b /m ³ g ⁻¹	hydraulic pore width/nm	repeating distance of pores ^c /nm
MCM-C12N	1450	0.63	1.76	3.5
MCM-C14N	1120	0.74	2.63	3.9
MCM-C16N	1070	0.85	3.19	4.3
MCM-C18N	1050	1.09	4.14	4.8
MCM-C20N	980	1.20	5.04	—

^a Determined by the BET plot. ^b Determined by the Gurvitch rule. ^c Determined by XRD, $(2/\sqrt{3}) d_{100}$.

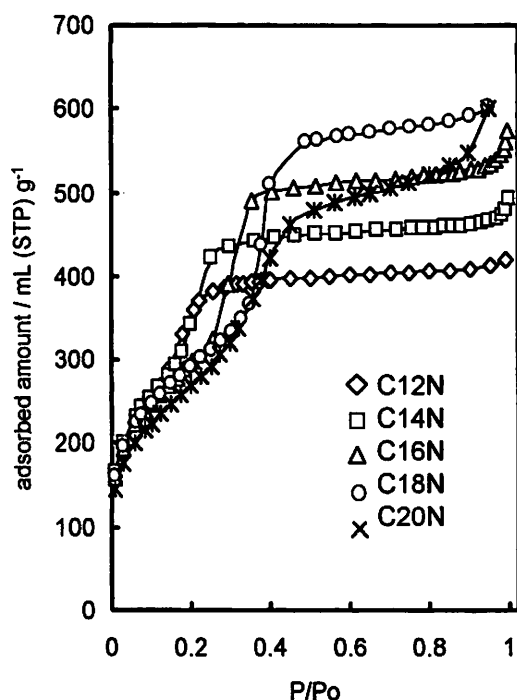


Fig. 2 Nitrogen adsorption isotherms of MCM-41 prepared in heterogeneous system.

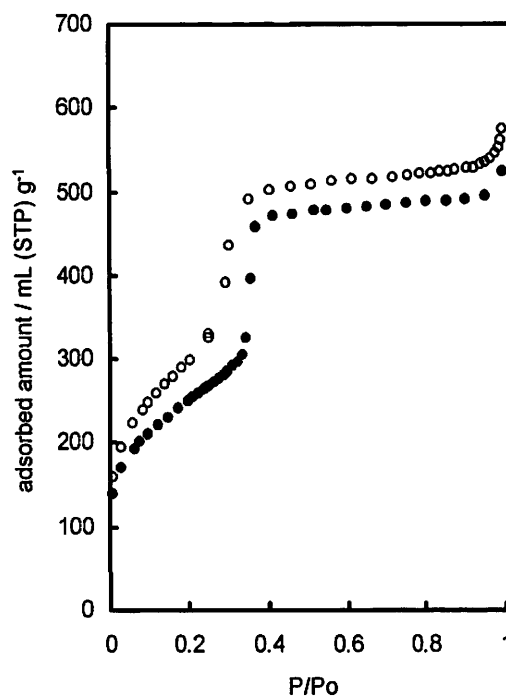


Fig. 3 Nitrogen adsorption isotherms of MCM-41-C16N before/after hydrothermal treatment. Open and closed symbols denote before and after the treatment, respectively.

の増分の違いは、 n が大きくなるにつれて細孔壁の厚みが減少することによる。このように、従来法と同様に本方法でも界面活性剤のアルキル鎖の長さを変えることで、細孔径を容易に制御できる。また、本方法は従来法に比べて合成手順が簡単で細孔構造規則性の良い試料を短時間で調製できるだけでなく、再現性も良い^[2]。

吸着研究のモデル物質、分子の大きさの違いに基づく選択分離への応用にはより均一な細孔径を有する試料が望まれる。上述したTEOSのアルカリ加水分解で得られるMCM-41は細孔構造規則性が従来法と比べて優れてはいるが、細孔径分布に広がりをもつ。これは、MCM-41生成後、水熱処理することにより改善できる^[3,14]。生成直後のMCM-41はシロキサン架橋末端付近にはまだ Q^1 、 Q^2 シリコンが存在する。これら不安定な部位は高いpH条件下の水熱処理により再溶解し、また溶液中のポリシロキサンは脱水縮合する。

TEOSの加水分解終了後pH=11に調節し、378Kで10d水熱処

理した試料の窒素吸着等温線をFig. 3に示す。水熱処理により比表面積は1070m²/gから890m²/gに、細孔容積は0.85から0.80mL/gにそれぞれ若干減少した。しかし毛細管凝縮の起きる P/P_0 は高相対圧側にずれ、 $P/P_0=0.34-0.37$ の非常に狭い範囲で起こった。これは水熱処理により、より均一な細孔の生成と細孔径の増大が起きることを示している。Fig. 4のX線回折の結果も、水熱処理により d_{100} が3.72nmから4.1nmに広がる(細孔の繰り返し長さにして0.4nmの増加)とともに、回折強度の増大より構造規則性が改善されることを示している。また水熱処理により細孔構造だけでなく粒子形状も変化する。水熱処理前は不均一であった粒子(Fig. 5 (a))が水熱処理により棒状に変化した(Fig. 5 (b))。これらの結果は水熱処理により、シロキサン架橋末端近傍の Q^1 、 Q^2 シリコンに連なるシロキサン結合の加水分解による再溶解と、溶液中のポリシロケートの脱水縮合による緻密なシロキサン架橋構造の形成を示唆する。しかし、水熱処理による細孔性の向上はシロキサ

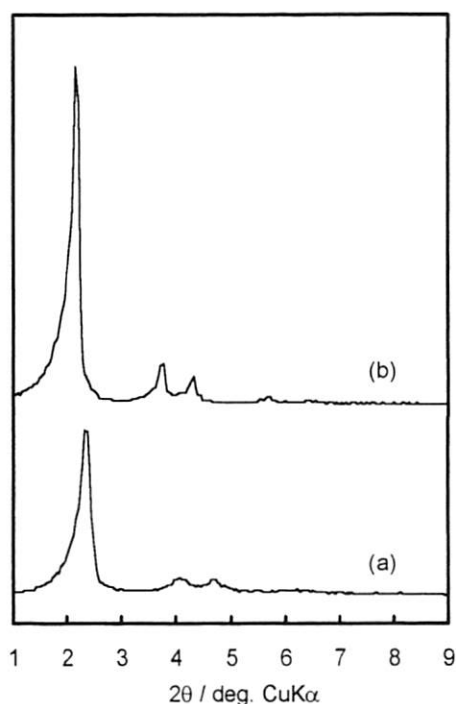


Fig. 4 X-ray diffraction patterns of MCM-41-C16N before /after hydrothermal treatment. (a) and (b) stand for before and after the treatment, respectively.

ンの加水分解とポリシリケート脱水縮合の釣り合いが重要であるとみられ、水熱処理温度が433Kになるとシロキサンの加水分解が優勢となり、細孔性は低下した。

2-2. メソ細孔性シリカの粒子形状制御

多孔体を実際に吸着剤として利用する場合は細孔構造規則性に優れるだけではなく、一定の粒子形状を有するのが肝要である。特に機械的強度に優れた球状に制御できれば、クロマトグラフィーのカラム充填剤などの様々な応用が期待できる。前項の“不均一系”での合成法では、TEOS/界面活性剤アルカリ溶液界面でMCM-41の生成が起きるために粒子形状に影響するTEOS分子の濃度の制御が出来ず、MCM-41粒子形状を制御することが困難であった。無細孔性球状シリカの調製法としてはアルコールを共溶媒としてTEOSを溶解した水溶液系での加水分解（Stöber法）¹⁵⁾が知られている。そこで、Stöber法を応用して球状のMCM-41粒子を調製することを試みた¹⁴⁾。

0.14mol/Lの界面活性剤（C16N）溶液50mLに13.2gのアンモニア水（32wt%）を加える。ここに、TEOSの共溶媒としてエタノールを60mL加えて15min攪拌した後、4.7gのTEOSを一度に添加した。TEOSは直ちに溶解し均一な溶液になると共に加水分解が起きて白いサスペンションを生成する¹⁴⁾。このときの原料組成比は1TEOS:0.3C16N:11NH₃:144H₂O:58ethanolである。サスペンション生成後2h攪拌し、不均一系の合成と同様に濾過、か焼して試料を得た。こうして得られた試料はFig. 5 (c) に示すような平均粒子径620nmの球状粒子であった。XRD測定の結果、六方構造が発達したMCM-41と同様の回折パターンを示した。また、窒素吸着等温線もメ

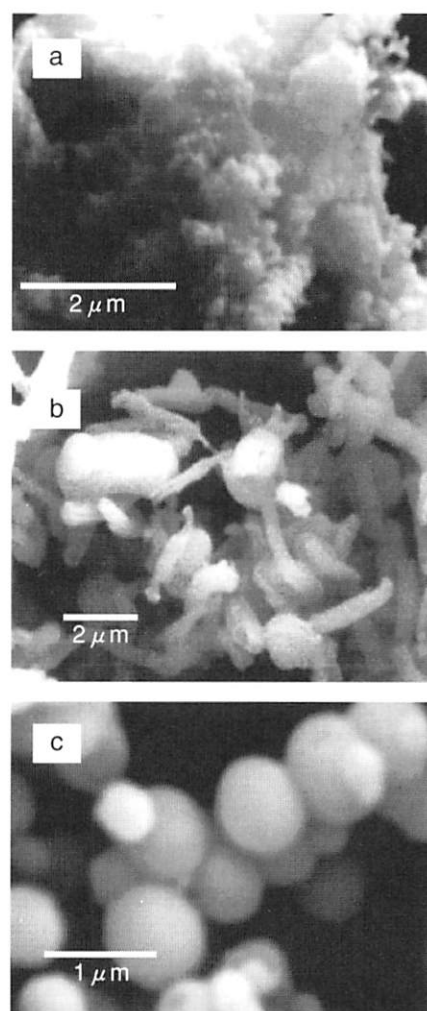


Fig. 5 Scanning electron microscope images of MCM-41 prepared at 298 K in heterogeneous system, (b) after high-pH hydrothermal treatment, (c) prepared in homogeneous medium.

ソ細孔性物質特有のBDDT IV型となり、これから求めた比表面積、細孔容積、平均細孔径はそれぞれ、1100m²/g、0.78mL/g、2.84nmであった。MCM-41-C16Nと同じ界面活性剤を用いたにもかかわらず細孔径が小さいのは、アルコール存在下では界面活性剤のヘッドの静電反撥が弱くなり、ミセル径が減少することによると考えられる。

2-3. メソ細孔性シリカへのAl原子の導入

MCM-41はシリカであり表面はシロキサンおよびシラノールで構成される。このため表面は比較的安定で、化学活性は低い。このためシリカ骨格にSiと原子価が異なるAl原子を導入出来れば極性サイトの発現が期待できる。そこで不均一系合成法において、TEOSにアルミニウムイソプロポキシド（AIP）を添加することでMCM-41のシリカ骨格へのAl原子の導入を試みた¹⁶⁾。AIPは常温でTEOSに溶解しないため真空蒸留したAIPを2-プロパノール溶液にして調製に用いた。Si/Al比はTEOSとAIPの割合を適当に調節することで制御できる。

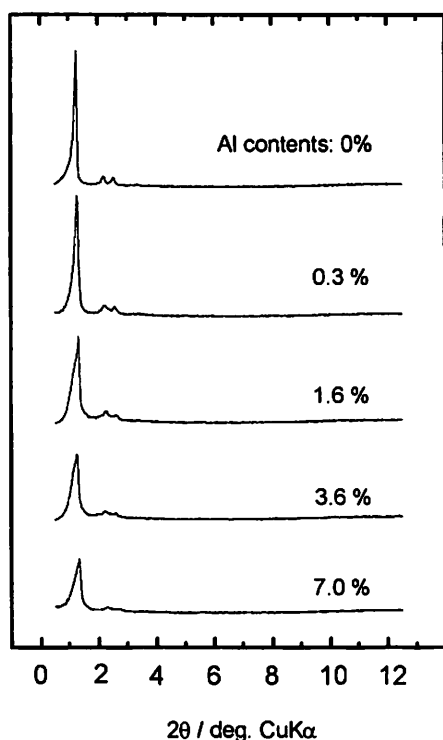


Fig. 6 X-ray diffraction patterns of Al-MCM-41-C14N of different Al contents.

Alの含有率を0-7%に変化させて調製した試料のXRDをFig. 6に示す。いずれの試料も六方構造の細孔配列に帰属される回折パターンを示している。Alの含有量が0から7.0%に増大するに従い d_{100} は3.51から3.30nmに減少し、回折ピーク強度も減少するが、アルコキシド段階で異種原子を添加しても、MCM-41の規則的な細孔構造が保持される。固体 ^{27}Al -NMR測定の結果 (Fig. 7) から、Al原子は主として4配位 (T_d) で存在しており、シリカ架橋構造中のSiと置換していると考えられる。また、Al含有量が増加するに伴い T_d -Alのシグナル強度が増大していることから、AIP量の調節により構造内のAl原子の濃度を制御できると考えられる。

以上のようにTEOSの加水分解を利用することにより細孔構造規則性のよいメソ細孔性シリカが簡便かつ再現性良く合成でき、また、適当な条件の選択により粒子形状の制御、異種原子の導入が可能である。MCM-41は吸着だけでなく、触媒の担体としての利用が研究されており、球状MCM-41はクロマトグラフの分離剤としての応用が期待されている。

文 献

- 1) E. M. Flanigen, in "Introduction to Zeolite Science and Practice", H. van Bekkum, E. M. Flanigen and J. C. Jansen, Eds., Elsevier, Amsterdam, Chapter 2 (1991).
- 2) T. Yanagisawa, T. Shimizu, K. Kuroda and C. Kato, Bull. Chem. Soc. Jpn., 63, 1535 (1990).
- 3) C. T. Kresge, M. E. Leonowicz, W. J. Roth, J. C. Vartuli and

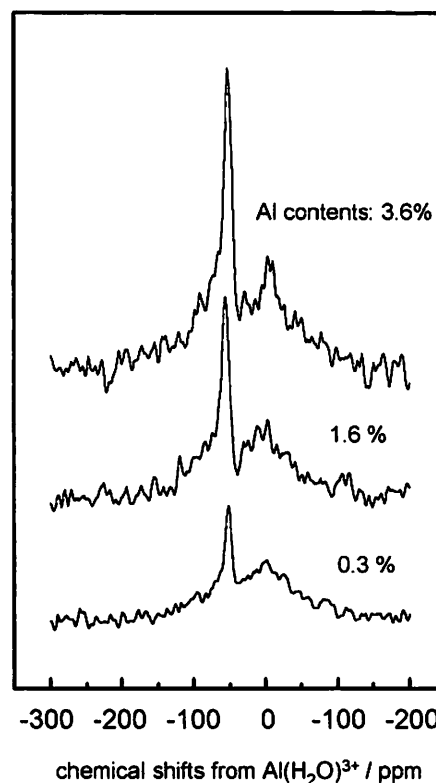


Fig. 7 ^{27}Al -MAS NMR spectra of Al-MCM-41-C14N of different Al contents.

- J. S. Beck, Nature, 359, 710 (1992).
- 4) J. S. Beck, J. C. Vartuli, W. J. Roth, M. E. Leonowicz, C. T. Kresge, K. D. Schmit, C. T. W. Chu, D. H. Olson, E. W. Sheppard, S. B. McCullen, J. B. Hoggins and J. L. Schlenker, J. Am. Chem. Soc., 114, 10834 (1992).
- 5) P. J. Branton, P. G. Hall, K. S. W. Sing, H. Reichert, F. Schüth and K. K. Unger, J. Phys. Chem., Faraday Trans., 90, 2965 (1994).
- 6) S. Inoue, H. Tanaka, S. Inagaki, Y. Fukushima, G. Büchel, K. K. Unger, A. Matsumoto and K. Kaneko, Stud. Surf. Sci. Catal., 128, 167 (2000).
- 7) A. Matsumoto, T. Sasaki, N. Nishimiya and K. Tsutsumi, Langmuir, in press.
- 8) H. Tanaka, T. Iiyama, N. Uekawa, T. Suzuki, A. Matsumoto, M. Grün, K. K. Unger and K. Kaneko, Chem. Phys. Lett., 293, 541 (1998).
- 9) H. Tanaka, A. Matsumoto, K. K. Unger and K. Kaneko, Stud. Surf. Sci. Catal., 128, 251 (2000).
- 10) Q. Huo, D. I. Margolese, U. Ciesla, P. Feug, T. E. Gier, P. Sieger, R. Leon, P. M. Petroff, F. Schüth and G. D. Stucky, Nature, 368, 317 (1994).
- 11) Y. Setoguchi, Y. Teraoka, I. Moriguchi, S. Kagawa, N. Tomonaga, A. Yasutake and J. Izumi, J. Porous Mater., 4, 129 (1997).
- 12) M. Grün, K. K. Unger, A. Matsumoto and K. Tsutsumi, in "Characterisation of Porous Solids IV", Eds. B. McEnaney,

- T. J. May, J. Rouquerol, F. Rouquerol, F. Rodriguez-Reinoso, K. S. W. Sing and K. K. Unger, Royal Society of Chemistry, London, 81 (1997).
- 13) S. Disser, U. Junges, S. Schacht, W. Schmidt, F. Schüth, M. Thieme and A. Wingen, "Abstract of Characterisation of Porous Solids V", DEHEMA, Frankfurt/M, 0-2-2 (1999).
- 14) M. Grün, K. K. Unger, A. Matsumoto and K. Tsutsumi, Microporous Mesoporous Mater., 27, 207 (1999).
- 15) W. Stöber, A. Fink and E. Bohn, J. Colloid Interface Sci., 26, 62 (1968).
- 16) A. Matsumoto, K. Tsutsumi, M. Grün and K. K. Unger, Microporous Mesoporous Mater., 32, 55 (1999).



松本 明彦
豊橋技術科学大学工学部 助手
1990年 千葉大学大学院自然科学
研究科博士課程終了
1991年より現職
専門：吸着化学、界面化学

関連学会のお知らせ

微粒子・分散に関する徹底討論会

微粒子・分散に関する技術は、様々な分野で利用され製品化されています。本講座では例えば、スペクトロタイトレーションによる粉末評価など微粒子・分散に関する実践的な話題を、講師の方々の問題提起を中心として参加者全員による討論を行います。

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12年11月28日（火） 10：10～16：50

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1-1-3-1700（大阪駅第3ビル16F）Tel：06-6344-5425 Fax：06-6344-5524

交通：①JR大阪駅下車 ②JR北新地駅下車 ③阪急梅田駅下車 ④阪神梅田駅下車 ⑤地下鉄谷町線東梅田駅下車 徒歩5分

○講演及び討論 【各60分 講演20分＋討論40分（第5講は講演のみ60分）】

第1講 10：15～11：15 「滴定による粉末評価法」

講師 上村工業株式会社 陳 慧江 氏

第2講 11：15～12：15 「粒度分布測定における問題点」

講師 白石工業株式会社 細井 和幸 氏

第3講 13：00～14：00 「気相法による独立分散金属超微粒子の応用」

講師 (株)アルバックコーポレートセンター 小田 正明 氏

第4講 14：00～15：00 「高温集塵と高温用フィルターの開発動向」

講師 金沢大学大学院自然科学研究科 金岡千嘉男 氏

第5講 15：20～16：20 「微粒子への期待—宇宙ステーション利用次世代材料研究の提案」

講師 宇宙開発事業団 加納 剛 氏

ご質問：本講座では参加者からの問題提起を受け付けます。その中から本講座において可能な限り取り上げたいと考えています。

定員：70名（先着順受付）

参加費：主催・協賛学会会員3,000円 非会員5,000円 学生1,000円

申込：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ください。後日交通等の案内とともに請求書をお送り致しますので、折り返し郵便振り込みにてご送金下さい。

申込先：〒700-0082 岡山市津島中3-1-1 岡山大学工学部精密応用化学科

日本化学会コロイドおよび界面化学部会 関西支部 田里伊佐雄

Tel・Fax：086-251-8069 E-mail：tari@uranus.achem.okayama-u.ac.jp

技術ハイライト

高度浄水処理用粒状活性炭の再生 Regeneration of Granular Activated Carbon Used for Advanced Water Treatment Applications

東洋カルゴン株式会社
CALGON FAR EAST CO., LTD.

鈴木 幸治
Koji Suzuki

1. 高度浄水処理への活性炭の導入

上水の活性炭処理は、当初、粉状活性炭による処理から始まった。夏期などに異臭味が発生すると、その状況に合わせて粉状活性炭を着水井や混和池などに投入し、凝集沈澱処理の間、異臭味物質と接触させることによってこれを吸着処理していた。粉状活性炭による処理は以下のような長所と短所を持つ。

粉状活性炭処理の長所と短所

<長所>

- ・設備の大規模な改造が必要ない
(粒状活性炭では専用の吸着池などが必要)
- ・必要な時期だけの処理が可能

<短所>

- ・粉状活性炭のハンドリングが困難
(粉状のため作業員の作業負荷が高い)
- ・原水の臭気物質濃度変化に追従しにくい
(濃度測定から、処理までタイムラグが発生)
- ・活性炭は全て使い捨てになる

近年、原水が定常的に悪化するようになると粉状活性炭処理では対応しきれない場合が発生し、粒状活性炭処理の導入が検討されるようになった。粒状活性炭処理では、設備の大規模な改造（または新設）が必要になるが、原水水質の変動に左右されることなく常に良質な水道水の供給が可能であり、また、活性炭は再生して繰り返し使用が可能のため、廃棄物も減量することが可能であるなどの利点が評価され、各地で実証試験が行われるようになった。

1990年代に入ると、臭気物質だけでなく、トリハロメタン（THM）の問題も取り上げられ、高度浄水処理は本格的に導入されるようになった。現在では様々な処理フローが提案されているが¹⁾、代表的なものは、図1に示すようなオゾンと粒状活性炭の組み合わせである（砂ろ過が活性炭の後段にくる場合もある）。

オゾンと粒状活性炭を組み合わせた処理フローにおいては、オゾン処理による吸着負荷の低減と活性炭表面に繁殖した生物による生物分解効果が期待され、2～5年程度の長期間、使

用されている。この「長期間使用」が高度浄水処理用活性炭の再生のポイントとなっている。

2. 粒状活性炭の再生

高度浄水処理用粒状活性炭の再生について述べる前に、一般的な再生についてまとめておきたい。粒状活性炭の主な再生方法を表1に示した。

それぞれに長所短所があるが、水処理用として使用された活性炭の多くは「熱再生」によって再生が行われる。

3. 熱再生について

(1) 熱再生のメカニズム

熱再生は使用済の活性炭を再生炉内で低酸素・高水蒸気の条件下で約900℃まで加熱することにより再生が行われる。温度レベルにより次の4つの段階で再生が進行すると言われている。

- ① ～100℃：乾燥（主に水分除去）
- ② 100～250℃：揮発性吸着物質を脱着
- ③ 250～750℃：非揮発性有機物の熱分解及び炭化
- ④ 750～900℃：水性ガス化反応（ $C+H_2O \rightarrow CO+H_2$ ）
により炭素をガス化

(2) 再生設備

再生を行う装置は再生炉と呼ばれるが、現在主に使用されているタイプとしては縦型多段炉とロータリーキルンがある。その特徴を以下にまとめた（図2および表2参照）。なお、弊社の再生炉は縦型多段炉型である。

この再生炉の再生温度と再生炉内滞留時間、また、水性ガス化反応のための水蒸気量を制御することによって最適な再生が行われる。

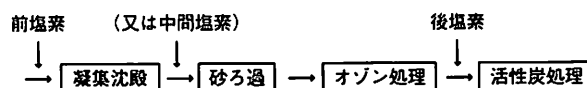


図1 高度浄水処理の代表的な処理フロー

表1 様々な再生方法

薬剤再生	NaOH水溶液等を用い、吸着物を溶解脱着する。
熱風再生	70～200℃に加熱した空気、窒素などを用いて脱着する。
水蒸気再生	100～150℃の水蒸気を用いて脱着する。
熱水再生	50～100℃の熱水（温水）により脱着する。
熱再生	750～1000℃の燃焼ガスにより脱着する。

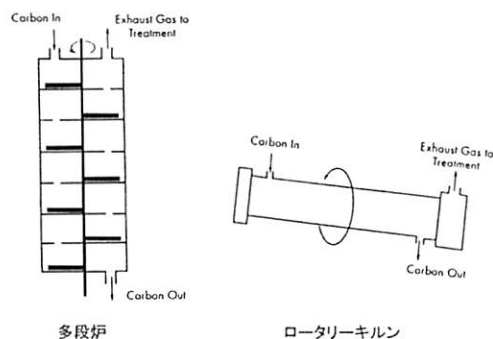


図2 再生炉の図

表2 多段炉とロータリーキルンの比較

項 目	多段炉	ロータリーキルン
1.再生条件の制御		
a.温度制御	各段の温度を制御可能	細かな制御は不可
b.蒸気量制御	各段任意に制御可能	制御可能
2.負荷変動	容易に対処可能	対処可能
3.設置面積	少ない	多い
4.保守点検	容易	やや難しい
5.建設費	高い	安い
6.ランニングコスト		
a.再生ロス	少ない	多い
b.燃料消費量	少ない	多い
c.電力消費量	少ない	やや多い

(3) 過剰再生

上記のような再生装置で再生するわけであるが、再生温度が高すぎたり、酸素が過剰であったり、炉内滞留時間が長すぎると過剰再生となる。過剰再生とは再生の最適状態を行き過ぎることをいい、具体的には上記④の反応によって活性炭自身の炭素（炭素骨格）までがガス化され、吸着性能、硬さなどが低下することを言う。

これをイメージ図としたものが図3である。図3-1は未使用の活性炭の構造を示している。この図で少し太い棒状に示されているのが板状のグラファイト結晶であり、これらが部分的に他の結晶と結合して活性炭を構成している。また、このグラファイトの面間、あるいは端部が吸着点であり、結晶が粗になっている部分がトランスポートポアになると考えられている。

図3-2はこの活性炭に吸着物質が吸着した状態を表している。このような劣化炭を熱再生処理すると、吸着物質の一部は揮発し、残りは炭化されチャーを形成する。チャーは活性炭の骨格である板状のグラファイトの炭素に比べてガス化反応を起こしやすく、熱再生処理でほとんどが除去される。

図3-3は通常の状態で作再生された状態を表している。この図の薄い棒状に示された部分がチャーである。このように一部のチャーが残る場合もあるが、元からあった炭素骨格はしっかり残っており、吸着性能は若干低下するが硬さや再生収率はそれほど低下しない。

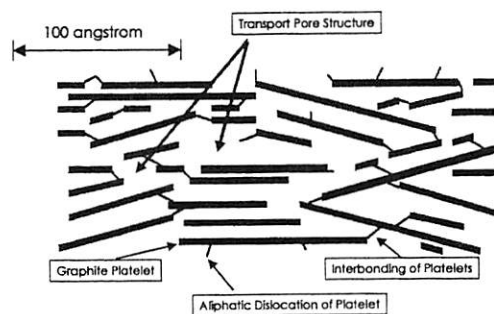


図3-1 活性炭の構造

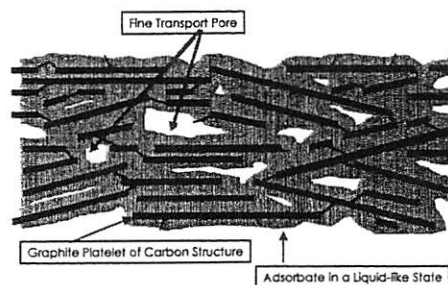


図3-2 劣化炭の構造

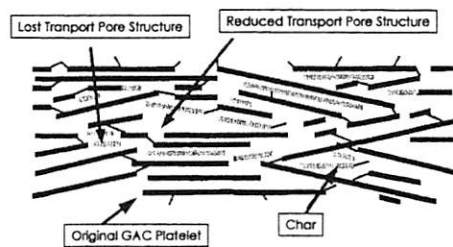


図3-3 再生炭の構造

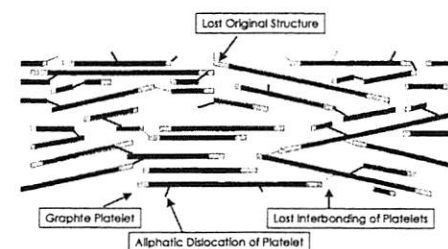


図3-4 過剰再生の活性炭の構造

このチャーを極力除去するように再生条件を調整するわけであるが、それが過度になると過剰再生となる。この状態を示したのが図3-4である。この図のように元々あった骨格さえも消滅してしまい吸着性能や硬さ、再生収率が低下する。

(4) 過剰再生を起こしやすくする原因

再生炉の運転条件は、研究室レベルでの再生試験結果やこれまでの運転実績を元に決定されるが、以下のような場合は過剰再生を起こしやすく、慎重な運転条件の調整が必要になる。

①劣化が激しい場合（吸着量が多い場合）

吸着量が多い場合には、高い再生温度と長い炉内滞留時間が必要になり、過剰再生とならないように条件の制御が難しくなる。また、再生時のロスも多くなる。

②金属類の蓄積が多い場合

Ca, K, Na, Cu, Ni, Sr, Ba等の金属類が活性炭を構成するグラファイト（炭素骨格）上に存在する場合、その触媒効果によりガス化反応が促進されて過剰再生になりやすい。したがって、この場合も再生条件の制御が難しくなる。

4. 高度浄水処理用活性炭の再生

高度浄水処理用活性炭の特徴として使用期間が長くなることは既に述べた。使用期間が長くなると上記で述べた過剰再生を引き起こしやすい条件が揃うことになり、再生条件の決定が困難になる。以下にこれまでに行った再生の実績と現在検討している点についてまとめた。

(1) 劣化の進行と再生による吸着性能回復

図4は、弊社の実再生設備での再生例を示している。このグラフは横軸に劣化炭の揮発分（活性炭に吸着した吸着質の量を表すと考えられている指標）を、縦軸には再生前の劣化炭とこれを再生した再生炭のヨウ素吸着性能を表している。このグラフに表されているデータは基本的に現段階でのベストな条件で再生されたものがほとんどであるが、一部テスト的なデータも含まれていることをお断りしておく。また、再生炭のヨウ素吸着性能が約1000mg/gで頭打ちになるのはこの点が再生炭の再生目標として設定されているからである。

このグラフを見るとヨウ素吸着性能の回復幅は最大でも400mg/g程度であり、それ以上は困難であることがわかる。実際には再生収率及び硬さの維持のため回復幅は300～350mg/g程度と考えている。そのように考えると再生炭のヨウ素吸着性能を900～1000mg/gまで回復させるには、劣化炭のヨウ素吸着性能が600～700mg/g程度のときに再生する必要がある。また、これ以上に劣化すると次第に再生が難しくなり、再生温度の上昇や滞留時間の増加などから、硬度の低下や再生ロスの増加を引き起こしやすくなる。なお、図4に示したデータは、全て石炭系活性炭の場合である。

(2) 金属（カルシウム）の蓄積

上記3. (4) で、金属類の蓄積が再生に影響することは述べたが、具体的に浄水処理で問題となるものにカルシウム（以下Ca）があげられる。原水に含まれるCa量によって、その増加の傾きは異なるがCaは処理水量に比例して直線的に増加していく。これは、前処理として砂ろ過がある場合でも、ない場合でもほぼ同じように増加していく。また、Caは再生ではほとんど減少しないため、原水中のCa濃度が低い場合でも徐々に蓄積していく可能性がある。

Fred S. Cannonらは、浄水場で使用した活性炭へのCaの蓄積が再生反応を促進させることを報告している²⁾。この現象は、的確に制御できれば、再生時間の短縮という利点をもたらす、制御できなければ過剰再生という問題を引き起こす。弊社においても研究室レベルにおいて、この現象を確認している。具体的には数%のCaを含む劣化炭を希塩酸水溶液で洗浄した後、試験炉にて再生した場合、その再生時間は未洗浄の場合よりも長くなった。その一方で同程度まで再生した未洗浄の劣化炭より吸着性能が良くなる現象も見られ、Caによる触媒効果が、速度は速いが、活性炭骨格をも消費するという「荒削りな再生」を引き起こしていることが推測された。

上記のようにCaを除去した場合に吸着性能の回復が良くなることから、劣化炭をあらかじめ酸洗浄してCaを除去した後に再生することも検討している。既に、海外においては、一部の実再生施設に導入されているとも聞いている。弊社においては、試験的には行っているが、作業コストの増加、廃水処理への対応、再生時間延長に伴う生産量低下等の問題があり、現在の所、実施に至っていない。

なお、Caは再生では減少しないと述べたが、再生後にpH調整の目的で希塩酸水溶液で洗浄する場合には、蓄積されたCaの8～9割が除去されることを確認している。したがって、再生後にpH調整を行う場合にはCaが連続的に蓄積されることはない。

(3) 硬さの低下

活性炭処理の前段にオゾン処理がある場合には、活性炭層へ流入する水に溶存オゾンが含まれる。この溶存オゾンは活性炭の炭素と反応し、CO₂等に変化する。この反応により、炭素骨格は消費される。通常のオゾン処理の条件では活性炭に流入する溶存オゾン濃度は非常に低く、活性炭に影響を与えているかどうかかわからない程度である。しかし、長期使用した劣化炭を再生すると予想よりも硬さが低下することがある。この原因として考えられるのはオゾンによる活性炭の変化である。福原らは活性炭にオゾンを通気した場合に硬さが低下することを報告している³⁾。

活性炭を熱再生すると硬さは程度の違いはあれ低下する。しかも、硬さは低下すると元に戻る事が無い。したがって、繰り返し再生を行う場合には1回の再生で低下する硬さをできる限り小さくすることも必要となる。

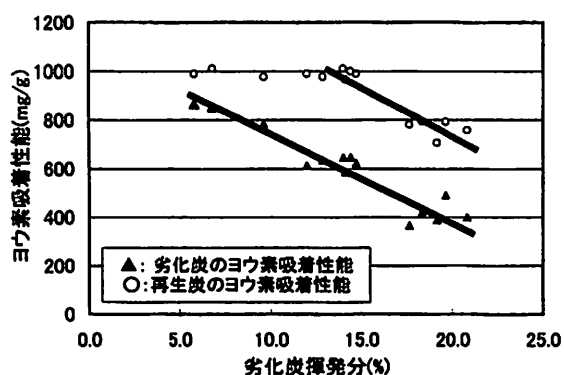


図4 劣化炭揮発分とヨウ素吸着

高度浄水処理で使用した活性炭は、過剰再生になりやすい条件を持ち、また、硬さも低下しやすい。したがって、再生条件の設定が非常に難しく「完全な再生条件」を見つけたのは非常に難しい。現在ではこれらの点に注意して「より最適な再生条件」を見つけれられるように努力している。

5. まとめ

高度浄水処理で使用されている活性炭は、オゾンによる負荷の低減や活性炭上に繁殖する微生物の生物分解効果から、処理水質の観点から見れば5年から6年程度使用可能であるという考え方もある。しかし、再生を行う場合には上記のように長期間使用は好ましくない。再生炭の吸着性能をある程度維持しようとした場合にはやはり早めの再生が必要である。現在、再生炭のヨウ素吸着性能を900mg/g以上とする浄水場が多いが、この場合には劣化炭はヨウ素吸着性能で600mg/g程度、揮発分で15%程度で再生することがとりあえずの目安ではないかと考えている。

また、現在の所、長期使用活性炭の再生は1～2回目の再生しか行われていない。繰り返し再生のデータは、この後蓄積すべきデータであり、上記4. (3) の硬さの状況も合わせて検討が必要であると考えている。

また、データの十分な裏付けはないが、短時間（たとえば1年程度）でヨウ素吸着性能が600mg/gまで劣化したものと、3年程度で劣化したものでは、3年程度使用したものの方が再

生が困難であるように見受けられる。この辺りは金属の蓄積またはオゾンによる影響などとも関係しているのではないかと考えている。可能であればこの辺りについても検討し、さらに最適な再生条件を検討していきたいと考えている。

文 献

- 1) 水道施設設計指針2000, 日本水道協会編, 293-294.
- 2) Fred S. Cannon et al., J. AWWA, 76-89, March (1993).
- 3) 福原ら、水道協会雑誌, 第69巻第2号, 2-11 (2000).



鈴木 幸治
東洋カルゴン株式会社
営業一部主任
平成5年3月 国立東京農工大学大学院
博士課程前期物質生物工
学専攻修了
平成5年4月 三井東圧化学(株)入社
同年 同月 東洋カルゴン(株)出向
上水関連の技術営業を担当

PRTR・MSDS対象化学物質に関するホームページ

1999年7月に「特定化学物質の環境への排出量の把握等及び管理の改善の促進に関する法律」(PRTR法)が成立し、354物質が第1種指定化学物質(PRTRと化学物質安全データシート(MSDS)の対象物質)、81物質が第2種指定化学物質(MSDSのみの対象物質)に決まりました。

このPRTR法が2001年度から本格施行になり、354物質を取り扱っている各種の事業所から、環境への排出量と廃棄物としての移動量が報告され、公開されることになりました。また、435物質を受け渡す場合には、MSDSの提供が義務づけられます。

これに伴い、大学や国公立の試験研究所、民間の企業の研究開発部署の研究者も、使用している化学物質が指定化学物質であるのか否か、また、その毒性や物性はどうかをしっかりと把握して使用物質の選定や管理方法、あるいは教育方法を考えることが求められます。

横浜国立大学環境安全工学研究室とエコケミストリー研究会のホームページ (<http://env.safetyeng.bsk.ynu.ac.jp/ecocemi/>)では、このPRTR・MSDS対象の435物質について、信頼できる情報源を厳選して、7種類の毒性の強さや証拠の確からしさをランク分けして分かりやすい棒グラフで示し、基本的な物性値も併せて提供しています。物質の正式名称やCAS番号、組成式のほか、俗称や略号(ex. トリクロロエチレンは、トリクレン、TCE等)でも検索できるよう工夫されています。また、毒性の意味やランク分けの考え方の解説と情報源、および物性の意味の解説と情報源も示されており、主要な情報源にアクセスすることもできるようになっています。どうぞご参照下さい。

研究室紹介

熊本大学工学部物質生命化学科 生物学講座生物化学工学研究室 (広瀬・後藤研究室)

本研究室は物質生命化学科にある10研究室の中で唯一の化学工学系であり、広瀬勉教授、後藤元信助教授、児玉昭雄助手のスタッフ3人に加え、ポスドク1人、博士学生6人、修士学生9人、4年生9人、客員研究員1人の総勢29人（うち外国人5人）が一丸となって、分離・反応プロセスの開発による地球環境・エネルギー問題の解決に立ち向かっています。

研究分野としては、反応と分離、それに関わるエネルギーの授受は化学変換プロセスの主要素であり、当研究室ではこれらを化学工学的観点より検討して、焦眉の地球環境・エネルギー問題の解決を目指し、「吸着」および「超臨界」をキーワードに次の3つの分野について研究に取り組んでいます。

ガス分離技術への吸着及び固体反応の利用

大気の水蒸気量は岩石の100万分の1で水に比べてさえ250分の1でしかないため、地球環境は大気環境だともいえます。また、気体は単価の安いものが多いので技術の真価が問われるのはまさにこのガス分離の分野です。その一つは多孔質吸着材の利用で、加圧下での吸着と減圧下での脱着を繰り返す圧力スイング吸着（PSA）を中心にこの問題に取り組んでおり、研究室には多くの手作りPSAが動いています。短サイクル時間近似という設計法は既往研究の盲点をついたもので、この考えを基礎に濃縮回収同時操作型2元還流PSA、ピストン駆動PSA、超高濃縮PSAなど新形式を提案して、空気除湿、空気分離、キセノン濃縮、CO₂除去、有機溶剤蒸気回収等に应用しています。また、BaOのような金属酸化物の酸化還元可逆反応に見られる高い酸素選択性を利用した安価な酸素製造法を開発中で、純酸素燃焼によるCO₂の容易な分離濃縮法への適用と共に高温でのヒートポンプとしての利用を目指しています。

超臨界流体を利用した分離・反応プロセス

超臨界流体は臨界温度・圧力を越えた非凝縮性流体であり、特異な性質を有するもので近年、グリーンケミストリーあるいはゼロエミッションの観点から超臨界流体技術は注目されています。当研究室では環境保全への超臨界流体の適用を化学工学的立場から検討してきています。超臨界水あるいは超臨界アルコールを反応場として、(1) 汚泥等の廃棄物の完全酸化分解、(2) プラスチックのモノマー化によるケミカルリサイクル、(3) 加水分解によるバイオマスの資源化などの研究を行っています。また、超臨界二酸化炭素を分離溶媒として、(1) 天然物からの有効成分の非有機溶媒抽出、(2) 吸着技術を組み合わせた複合プロセスによる天然液体混合物の分離、(3) 焼却灰からのダイオキシン類の抽出除去などを開発しています。さらに、マテリアルプロセッシングへの応用と



して、エアロゲルの製造、有機・無機複合材料の製造なども試みています。このように、超臨界流体の特性を高度に利用して材料の微細構造制御から廃棄物処理プロセスの開発に至る研究を進めており、企業との共同研究をはじめ、アメリカ合衆国、カナダ、オーストラリア、トルコ、韓国、エジプト、インド、中国などの研究者との国際共同研究も積極的に推進しています。

吸着操作による低温熱エネルギーの活用

吸着ヒートポンプは非電力かつ60-80℃前後の低級熱を駆動源として冷凍あるいは冷房領域の冷熱を製造できるため、その普及は太陽熱あるいは工場排熱の活用を促進しつつ夏季電力需要（＝二酸化炭素排出量）を低減でき、燃料電池などの分散型発電設備における電熱併給システムに組み込むことにより、エネルギー変換効率の向上に大いに貢献できる技術です。当研究室ではオープンサイクル型の吸着ヒートポンプ「デシカント空調」の性能改善に取り組んでいますが、このプロセスでは水蒸気の吸着（凝縮）・脱着（蒸発）を通して熱のやり取りを行います。その特徴の1つはハニカム回転型除湿機を用いる点ですが、この除湿機ではシート状吸着剤をハニカム形状に成型した“ローター”を用いることにより、広い物質移動表面積、高い熱応答性、そして低い圧力損失を実現し、大容量処理を前提とする空調プロセスに非常に有利となっています。平成11年度からは新エネルギー・産業技術総合開発機構NEDO新規産業創造型提案公募事業に採択され、300m²の敷地にソーラーパネルや空調対象空間を設置して熊本の過酷な夏空の下、その実証試験に取り組んでいますが、デシカント空調の実用化と普及には大きな期待が寄せられており、CNRS（フランス）、Warwick大学（イギリス）および企業と共同でその実用化を急いでいます。この他、熱エネルギーのカスケード利用末端技術の確立を目指して増熱・蓄熱・空調分野へ吸着操作の展開を試みています。

Bio & Chemical Engineering Laboratory
Department of Applied Chemistry and Biochemistry
Kumamoto University

〒860-8555 熊本市黒髪2-39-1

電話：096-342-3664～6 Fax：096-342-3679

Web site

http://www.chem.kumamoto-u.ac.jp/~goto/lab_4.html

関連学会のお知らせ

International Symposium on Physical Basis of Adsorption Post Symposium of International Conference on Colloid and Surface Science

主 催：日本化学会コロイドおよび界面化学部会

共 催：日本吸着学会

会 期：2000年11月10日（金）、11日（土）

会 場：岡山理科大学御津国際交流会館 JR岡山駅よりバスで送迎

口頭発表：

第1日（11月10日） —（9時15分から）—

- 11-1 Selforganization and Transport Mechanisms of Alkali Metals on a Catalytic Metal Surface
(Univ. Hannover, Germany; Sincrotrone Trieste, Italy) ○R. Imbihl, H. Marbach, S. Günther, B. Luerßen, L. Gregoratti, M.Kiskinova
- 10-2 Characterization of Silver Ion Exchanged on ZSM-5-Type Zeolite, Aluminosilicate, and SiO₂ Samples
(Okayama Univ.; Kurashiki Univ. Sci. Arts) ○Y. Kuroda, H. Onishi, T. Mori, Y. Yoshikawa, R. Kumashiro, M. Nagao, H. Kobayashi
- 10-3 NH₃ Insertion Mechanism into Microporous Manganese Oxides
(Shikoku Natl. Ind. Res. Inst.) ○Z.-M. Wang, S. Tezuka, H. Kanoh
- 10-4 An Automated Xe Adsorption to Measure Small BET Surface Area of Several cm²
(Hitachi Ltd.; Utsunomiya Univ.; Tsuyama Natl. College Tech.) ○H. Yanazawa, I. Suzuki, K. Miura
- 10-5 Cluster Variation Theory of the Triple Point of the Triangular Lattice Gas
(Ehime Univ.) ○H. Asada, N. Ohta
- 10-6 Two-Dimensional Solids Formed at Solid-Liquid Interfaces Studied by Neutron Scattering and Calorimetry
(Osaka Univ.) ○A. Inaba
- 11-7 Molecular Modeling of Confined Nano-Phases in Disordered Porous Materials
(North Carolina State Univ., USA) ○K. E. Gubbins
- 10-8 Triple Point of Lennard-Jones Fluid Confined in Slit Nanopores
(Kyoto Univ.) ○M. Miyahara, H. Kanda, K. Higashitani
- 10-9 Liquid-Solid Phase Transitions in a Single Cylindrical Pore
(Okayama Univ. Sci.) ○K. Morishige
- 10-10 Preparation and Characterization of Carbon Gel Microspheres
(Kyoto Univ.) ○T. Yamamoto, T. Sugimoto, T. Suzuki, S. Mukai, H. Tamon
- 11-11 Relaxational Dynamics of Water Molecules at Protein Surface
(Lab. Léon Brillouin, France) ○M.-C. Bellissent-Funel

10-12 Intermediate Structures in Amphiphilic/Water Systems

(Univ. Leipzig; Max-Planck Inst., Germany) ○S. S. Funari, G. Rapp

10-13 Specific Partition of Oligosaccharides in an Aqueous Two-Phase System

(Niihama Natl. College Tech.) E.-C. Kang, K. Akiyoshi, ○J. Sunamoto

10-14 Amorphous-Amorphous Transition of Confined Water

(Okayama Univ.; Fukuoka Univ. Edu.; Univ. Nebraska, USA) ○H. Tanaka, K. Koga, X. C. Zeng

10-15 Wetting and Dewetting of a Polymer Melt on Brushed Surfaces

(Wageningen Univ., Netherlands) ○J. Maas, M. A. Cohenstuet

10-16 Characterization of the Protective Layer of Metal Nanoparticles

(Okayama Univ. Sci.) ○T. Tominaga, M. Takezaki, Y. Sato

第2日 (11月11日) — (8時30分から) —

20-17 Physisorption, Pore Condensation and Pore Freezing of Fluids in Ordered Mesoporous Silica Materials (SBA-15)

(Tech. Univ. Berlin, Germany) A. Schreiber, I. Ketelsen, ○G. H. Findenegg

20-18 Hydrogen Bond-Regulated Micropore Filling of Gas on Organic-Inorganic Hybrid Microcrystals

(Chiba Univ.) D. Li, ○K. Kaneko

20-19 Understanding Freezing Behavior in Porous Materials: Comparison between Experiment and Simulation

(Univ. Adama Mickiewicz, Poland; North Carolina State Univ., USA) ○M. Sliwinska-Bartkowiak, R. Radhakrishnan, K. E.

Gubbins

20-20 Adsorption of Nitrogen and Argon on Graphite

(Tsuyama Natl. College Tech.; Hitachi Ltd.) ○K. Miura, H. Yanazawa

20-21 Magnetoabsorption of Oxygen and Nitrogen at 77K

(Shinshu Univ.) H. Sato, Y. Matsubara, ○S. Ozeki

20-22 Measurement of Zeta Potentials in Concentrated Aqueous Suspensions of Ceramic Powders Using Electroacoustics

(Birmingham Univ., UK) ○R. Greenwood

20-23 Direct Evaluation of Magnetic Effects on Adsorbed Layer in Aqueous Solutions by Atomic Force Microscope

(Okayama Univ.; Kyoto Univ.) ○J. Oshitani, K. Higashitani

20-24 Preparation of Spinels from Different Mn-Sources and Their Ion-Absorbability

(Shikoku Natl. Ind. Res. Inst.; Res. Inst. Solvothermal Tech.) ○X. Yang, H. Kanoh, W. Tang, K. Ooi

20-25 Formation of AgVO₃ Polymorphs from Vanadium Pentoxide Hydrate Involving Intercalation Processes

(Okayama Univ. Sci.) ○S. Kittaka, M. Kawata, N. Wada

ポスター発表

第1日 (11月10日) — (18時05分から) —

1P-1 Swelling and Delamination Behaviors of Birnessite-Type Manganese Oxide by Intercalation of Tetraalkylammonium Ions

(Univ. Tokushima; Shikoku Natl. Ind. Res. Inst.; Res. Inst. Solvothermal Tech.) ○Z.-h. Liu, K. Ooi, H. Kanoh, W. Tang, T. Tomida

- 1P-2 Synthesis of a New Type of Manganese Oxide ($\text{MnO}_2 \cdot 0.5\text{H}_2\text{O}$) Derived from $\text{Li}_{1.5}\text{Mn}_{1.5}\text{O}_3$ and Its Lithium Adsorptive Properties
(Shikoku Natl. Ind. Res. Inst.) ○R. Chitrakar, H. Kanoh, Y. Miyai, K. Ooi
- 1P-3 Selective Hydrothermal Extraction of Lithium from Monoclinic Li_2MnO_3 in H_2SO_4 Solutions
(Res. Inst. Solvothermal Tech.; Shikoku Natl. Ind. Res. Inst.) ○W. Tang, H. Kanoh, Z. Liu, X. Yang, K. Ooi
- 1P-4 Alkali Metal Ion and Li Isotope Selectivities of Acid-Treated Samples of $\text{Na}_{1-x}\text{Zr}_2\text{Si}_x\text{P}_{3-x}\text{O}_{12}$ ($x=0-3$)
(Shikoku Natl. Ind. Res. Inst.) ○Y. Makita, O. Ikai, A. Sonoda, H. Kanoh, T. Hirotsu, K. Ooi
- 1P-5 Analysis of the State of Copper Ion Deposited on TiO_2 Surface—Using $[\text{Cu}(\text{hfac})_2]$ as a Vaporizing Source—
(Okayama Univ.) ○K. Yagi, M. Maruki, Y. Kuroda, Y. Yoshikawa, R. Kumashiro, M. Nagao
- 1P-6 Adsorption of Heavy Metals to Swollen Chitosan Beads
(Tokyo Natl. College Tech.) ○A. Saiga
- 1P-7 Synthesis of New Porous Coordination Polymers Demonstrating the High Methane Adsorption Property
(Kyoto Univ.; Tokyo Metropolitan Univ.; Osaka Gas Co.) ○M. Kondo, S. Noro, K. Seki, S. Kitagawa
- 1P-8 Effect of Site-Selective Ion-Exchange of CuZSM-5 on N_2 Adsorption
(Okayama Univ.) ○R. Kumashiro, A. Itadani, Y. Kuroda, M. Nagao
- 1P-9 Preparation and Characterization of Surfactant-Protected Platinum Nanoparticles
(Okayama Univ. Sci.) Y. Sato, ○M. Takezaki, T. Tominaga
- 1P-10 Transfer of Gold Nanoparticles across a Water/Oil Interface by Stoichiometric Adsorption of Hydrophobic Cations onto Carboxylate-Modified Nanoparticle Surfaces
(Himeji Inst. Tech.) ○O. Momozawa, H. Yao, T. Hamatani, K. Kimura
- 1P-11 The Structure of Ions around Small Bubbles by Using Rotary Cylindrical Cell Technique
(Kyushu Sangyo Univ.; Okayama Univ.) ○M. Sakai, I. Tari
- 1P-12 Dynamics of Water Molecules Adsorbed on Ionic Crystal Surfaces
(Okayama Univ. Sci.; Okayama Univ.; Fukuoka Univ.; Lab. Léon Brillouin, France) ○S. Takahara, S. Kittaka, T. Mori, Y. Kuroda, T. Yamaguchi, M.-C. Bellissent-Funel

参加申込方法：予約登録は締め切りました。参加ご希望の方は、郵便振替によってお申し込みください。通信欄に、氏名・連絡先を明記してください。

振込先：吸着の基礎・国際シンポジウム

振り込み番号：0130-7-14788

参加登録費：一般20,000円（登録料、懇親会費、岡山駅からの送迎を含む） 学生8,000円

※宿泊・弁当を希望の方は別途事務局までお問い合わせください。宿泊については余裕があれば申し受けます。

参加申込締切：2000年10月31日（火）

連絡先：〒700-0005 岡山市理大町1-1 岡山理科大学理学部化学科 吸着の物理的基礎・国際シンポジウム事務局 橋高茂治
(Tel: 086-256-9433 Fax: 086-254-2891 E-mail: kittaka@chem.ous.ac.jp)

第21回 炭素材料基礎講習会

炭素材料は化学式で表すと単純な“C”の一文字です。しかし、身近に存在するものでありながら種々の形態、性質を持ち将来が期待される先進材料です。

本講習会では気鋭の先生方から炭素材料全体像に続いて将来期待される応用例について分かりやすく講義していただくことを企画しております。炭素に興味を持ち始めた方、今一度炭素を見直してみようとお考えの方々の参加をお待ちしております。

日 時：10月19日（木） 10：00～16：30

会 場：化学会館（東京・お茶の水）

主 催：炭素材料学会

協 賛：日本吸着学会 他

受講料：正会員16,000円 賛助会員21,000円 学生5,000円 協賛学協会員27,000円 非会員37,000円

申込先：炭素材料学会事務局

〒113-0033 東京都文京区本郷4-1-4 コスモス本郷ビル8F Tel: 03-3815-8514 Fax: 03-3815-8529

予定プログラム：

10：00～11：00	炭素の材料科学基礎	高橋洋一（中央大学）
11：00～12：00	CVDダイヤモンド及びその関連材料	平田 敦（東京工業大学）
13：10～14：10	グラファイト層間化合物の構造と電子物性	榎 敏明（東京工業大学）
14：15～15：15	多孔性炭素材料への分子吸着	鈴木孝臣（千葉大学）
15：30～16：30	柔軟性グラファイトシート	田尾本昭（松下電器産業(株)）

編 集 委 員

委員長	田門 肇（京都大学）	石川 達雄（大阪教育大学）
委 員	金子 克美（千葉大学）	上甲 勲（栗田工業）
	音羽 利郎（関西熱化学）	近沢 正敏（東京都立大学）
	川井 雅人（日本酸素）	茅原 一之（明治大学）
	迫田 章義（東京大学）	広瀬 勉（熊本大学）

Adsorption News Vol. 14 No. 3 (2000) 通巻No. 54 2000年9月25日発行

事務局 〒860-8555 熊本市黒髪2-39-1

熊本大学工学部物質生命化学科内

TEL (096) 342-3665～3664 FAX (096) 342-3679

E-mail: jsad@chem.kumamoto-u.ac.jp

編 集 鈴木 哲夫（京都大学） TEL (075) 753-5574 FAX (075) 753-3346

印 刷 〒606-8225 京都市左京区百万遍交差点上ル東側

昭和堂印刷所 TEL (075) 721-5441 FAX (075) 702-9903

General Secretary

JAPAN SOCIETY ON ADSORPTION (JSAd)

Department of Applied Chemistry & Biochemistry

Faculty of Engineering, Kumamoto University

2-39-1 Kurokami, Kumamoto 860-8555, JAPAN

TEL: +81-96-342-3665 or 3664 FAX: +81-96-342-3679

E-mail: jsad@chem.kumamoto-u.ac.jp

Editorial Chairman

Professor Hajime TAMON

Department of Chemical Engineering, Kyoto University

Kyoto 606-8501, JAPAN

TEL: +81-75-753-5564 FAX: +81-75-753-3346

E-mail: tamon@cheme.kyoto-u.ac.jp

Editor Tetsuo SUZUKI, Kyoto University, TEL: +81-75-753-5574 FAX: +81-75-753-3346

E-mail: suzuki@cheme.kyoto-u.ac.jp

WWW of JSAd: <http://athena4.cheme.kyoto-u.ac.jp/jsad>