

Adsorption News

Vol. 16, No. 3 (September 2002)

通巻No. 62

目 次

- 巻頭言
環境・エネルギー・吸着……………嘉数 隆敬 2

- 第16回日本吸着学会研究発表会プログラム…………… 3

- 研究ハイライト
層状複水酸化物の構造設計と水処理特性……………清田 佳美 7

- 技術ハイライト
ゼオライトハニカムによる有機排ガス濃縮分離……………杉浦 勉 11

- 掲示板
平成13年度卒業論文・修士論文・博士論文題目のご紹介…………… 14

- 関連学会のお知らせ
第23回炭素材料基礎講習会…………… 18
ナノ粒子材料の技術と展示…………… 18
環境科学会創立15周年シンポジウム…………… 19

日本吸着学会
The Japan Society on Adsorption

巻頭言

環境・エネルギー・吸着

大阪ガス株式会社 嘉数 隆敬



我が日本代表チームがベルギー代表と引き分け、初めてワールドカップにおいて勝ち点を獲得した記念日である6月4日に、日本政府は京都議定書の批准を決定した。EU、ロシアなどの批准が出そろえば、京都議定書は、温室効果ガスの最大の排出国である米国抜きで、いよいよ発効することになる。それによって、我が国は、第1約束期間（2008-2012年）の温室効果ガスの排出量を1990年比94%にまで抑制・削減することを約束することになる。

地球温暖化による深刻な影響が生じるのは、今世紀後半であると言われているが、温暖化防止のためには、大気中の温室効果ガス濃度を産業革命前の2倍の水準である550ppm程度に落ち着かせなければならず、そのためには、今世紀後半には温室効果ガスの排出を1人年間0.5トン以下に減さねばならない。現在の日本では3トンであることを考えれば、今すぐにもエネルギーシステムの大革命に着手する必要が有り、京都議定書はそのほんの一步にしか過ぎない。

一方代表的な温室効果ガスである二酸化炭素の排出抑制策には、二酸化炭素を排出しないエネルギー源、例えば再生可能エネルギーである太陽光、風力などの利用、原子力の活用以外には、エネルギー変換や消費機器の高効率化や排熱利用促進などの省エネ策がある。1973年の石油危機を契機に、我が国では省エネルギーを進めてきおり、世界的に見てもトップレベルのエネルギー利用効率を実現している。そのため更なる省エネルギーは技術的にもハードルは高く、費用対効果は他国に比べて小さいと思われる。石油危機のようなエネルギー価格の高騰は、省エネルギー＝省マネーとなり、経済的なインセンティブによる自発的な省エネ策の実用化に結びついたが、逆にエネルギーコストの下落は、エネルギーの浪費を生むだけでなく、いくつかの省エネR&Dに冷水を浴びせることになる。エネルギー価格の下落は、消費者の立場からは歓迎すべきものではあるが、実際、昨今のエネルギー事業における規制緩和の影響による電力価格の値下げは、太陽光や風力、バイオマスの経済性をなくし、エネルギー効率の高いガスのオンサイト分散発電さえも駄目にしてしまう側面も併せ持っているのである。

全くの自由競争社会における自発的な省エネ策の普及を夢見るのは楽観的すぎるのかもしれない。やはりある種の強制力の登場は必要なのかもしれない。環境税や炭素税の導入は、その有力な施策の一つと考えられている。国民一人一人から広く薄い負担を募り、その資金を省エネ施策の開発・普及や排出権の購入に当てようという考え方であるが、一般消費の冷え込みを招くことが危惧され、税収の使途や既得権益化に対して不信感をもつ人も少なくない。炭素税の税率や排出権購入費用と省エネ投資費用との関係で、税の支払いや排出権購入の方が安ければ、逆に温室効果ガスの削減量は減ってしまう危険性すらある。

経済・環境・エネルギーのトリレンマの解決策は、永遠の課題であるが、少なくとも温室効果ガス排出を削減できる有効な施策の一つが天然ガスの利用拡大であることは疑いようの無い事実である。天然ガスはメタンを主成分としてほとんど不純物を含まないきれいなエネルギーであり、更に天然ガスを液化したLNGは、前処理段階で脱硫や塵除去を行うので、一層クリーンになっている。CO₂排出量も他の化石燃料に比べて少量であり、優れた特性を有している。

天然ガスを利用する上での課題の一つは、貯蔵方法に関するものである。現在、天然ガスは、圧縮あるいは液化することで貯蔵、輸送されている。比較的低下圧で相当量のガスを常温で貯蔵する手段として、マイクロボラスな吸着材をボンベ内に充填し、ガスを吸着貯蔵させる方法が考えられている。これまでに、天然ガス自動車用の燃料貯蔵の代替として多くの研究がなされてきたが、既存材料（活性炭、ゼオライト等）では吸着量が低いという問題があり、実用化されていない。

我々のグループは、これまでの吸着材とは異なり高吸着性能が期待できる新規な錯体を用いた吸着式天然ガス自動車への応用に加えて、より貯蔵メリットが期待できるガス貯蔵ホルダー（タンク）に対して従来の圧縮式天然ガス貯蔵方式に比べてより高密度で貯蔵できる吸着材を用いた新規な天然ガス貯蔵方式の開発を推進している。これまでのところ、吸着式貯蔵の場合、従来の圧縮式貯蔵に比べて初期設備コストおよび設備サイズの面で優位性があることを見出している。今後は、実用化に向けて検討を進める計画である。

天然ガス導入・普及への努力だけでなく、利用機器の高効率化にも取り組んでいる。天然ガス消費機器を開発する中で、高効率化を果たせば、排ガスの温度は下がり、省エネのために回収すべきエネルギーの価値は確実に下がってしまっている。一方、排熱駆動吸着式冷凍機に見られるように、汲み取りにくくなったエネルギー回収の装置はエネルギー価値に反比例して大きく、高い物につくのが一般的である。このようなジレンマを解決し、強制力の行使によらず、むしろ利益を生む形で実施できる省エネ手段を考案・実現することが技術屋に課された使命であると信じている。ベスト16に止まった我が日本代表チーム同様、精進の日々は続くのである。

嘉数 隆敬	大阪ガス株式会社開発研究部 エネルギー技術研究センター所長
略歴	1979年 京都大学大学院工学研究科工業化学専攻修士課程修了 大阪ガス株式会社入社
	1990年 英国ニューカッスル・アポン・ティン大学博士課程修了
	1999年より現職

第16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、および日本吸着学会総会は信州大学理学部C棟2F大会議室で、ポスター発表は理学部A棟1F多目的ホールで行われます。

11:40-12:30 昼食

12:30-14:00 ポスター発表

第1日目 平成14年10月18日 (金)

9:00-10:00 口頭発表

[座長 加納博文 (千葉大理)]

- 1-01 メゾポーラスカーボンの新規合成法の開発
(長崎大工) ○森口勇、古賀康裕、工藤徹一
(九大院総理工) 寺岡靖剛
(産総研つくばセンター) 児玉昌弘
- 1-02 一方向凍結ゲル化法を用いたマイクロ構造制御シリカゲルの細孔特性
(京大院工) ○西原洋知、向井紳、田門肇
- 1-03 メソ多孔性シリカの細孔性および表面化学構造の制御と吸着特性
(豊橋技科大工) ○古川孝裕、松本明彦、堤和男
(株)豊田中央研究所) 矢野一久、瀬戸山徳彦、福嶋喜章

10:00-10:20 口頭発表

[座長 田門肇 (京大院工)]

- 1-04 鋳型法によるマイクロ孔とメソ孔を持つゼオライトの合成
(千葉大院自然科学) ○陶有勝、田中秀樹、加納博文、金子克美

10:20-10:50 招待講演 (受賞講演)

[座長 田門肇 (京大院工)]

- 1-A1 単成分・2成分全自動吸着装置の開発
—吸着等温線による多孔質カーボンと酸化鉄の解析—
(日本ベル(株)) 仲井和之

10:50-11:40 特別講演

[座長 金子克美 (千葉大理)]

- 1-S1 Adsorption from aqueous solution on activated carbons: Do we now have a predictive theory?
(Pennsylvania State Univ., U.S.A.)
Ljubisa R. Radovic

- P-01 層状構造バナジウム系化合物の酸素吸着挙動
(山梨大工) ○立川利彦、宮嶋尚哉、初鹿敏明、鈴木喬

- P-02 球状セルロース系吸着剤の酸素・窒素吸着特性
(山梨大工) ○内田新二、宮嶋尚哉、初鹿敏明、鈴木喬

- P-03 Ge置換LSXの合成と窒素吸着特性
(東ソー(株)) ○吉田智、平野茂、中野雅雄

- P-04 麻酔排ガスの浄化に関する基礎的検討
(長崎大工) ○常行俊克、古川博志、森口勇、工藤徹一 (九大院総理工) 寺岡靖剛

- P-05 シリケート多孔体ビーズのSO₂吸着特性
(長崎大工) ○立川裕美、古川博志、森口勇、工藤徹一 (九大院総理工) 寺岡靖剛

- P-06 バーミキュライトを用いたシリカ多孔体の合成とそのメタン吸着性について
(産業技術総合研究所) ○石井亮、中辻みのり、王正明、大井健太

- P-07 相変化物質を内包したマイクロカプセルによるメタン吸脱着熱制御
(大阪ガス(株)) ○関建司、八木良晃
(東大生研) 迫田章義、藤井隆夫

- P-08 活性炭によるエタノール・ブタン2成分吸・脱着特性
(名古屋大) ○安田満恵、小林潤、渡辺藤雄、小林敬幸、架谷昌信、鈴木次男、山崎弘二

- P-09 クロマト法による多成分ガス吸着についての検討
(明治大理工) 茅原一之、今別府寛史、○水落久

- P-10 フッ素修飾ナノ空間の水素吸着特性
(産業創造研究所・日本学術振興会) ○服部義之
(千葉大電子光情報基盤技術研究センター) 田中秀樹
(信州大繊維) 沖野不二雄、東原秀和
(産業創造研究所) 熊谷幹郎 (千葉大理) 加納博文
(千葉大理・千葉大電子光情報基盤技術研究センター) 金子克美

- P-11 孟宗竹を原料とする竹炭の性能評価と細孔構造の推定
(東大生研) ○藤井隆夫、鶴達郎、迫田章義
- P-12 巨大分子の水溶液吸着における吸着熱
(東大生研) ○木塚里子、迫田章義
- P-13 シリカ微粒子とアクリル酸誘導体の相互作用
(東京都立大工) 村上陽一
- P-14 Mnイオン交換LSXの吸着特性
(静岡理工科大) ○雨宮弘樹、山崎誠志
- P-15 プラズマ修飾フォージャサイトによるフロン吸着挙動
(静岡理工科大) ○西村智之、山崎誠志
- P-16 分子シミュレーション法によるY型ゼオライトへの有機塩素化合物の吸着の検討
(明治大理工) 茅原一之、○宮本真吾、佐々木剛
- P-17 ハイシリカゼオライトによる混合有機溶剤蒸気の吸着及びシミュレーション
(明治大理工) 茅原一之、○山口秀明、竹内雍
- P-18 蛍光分光XAFSによるパイロオーライトの極微量鉛吸着機構分析
(産業創造研究所) ○清田佳美
(東工大院総合理工) 清瀧史貴、泉康雄
- P-19 Agイオン交換ゼオライトのコールドHC吸着剤への応用
(長崎大工) ○尾上宏之、古川博志、森口勇、
工藤徹一(九大院総理工) 寺岡靖剛
(東ソー(株)) 小川宏、中野雅雄
- P-20 ブロック状多孔質イオン交換体の合成とそのイオン吸着特性
(オルガノ(株)) ○井上洋、山中弘次、吉田晃子
- P-21 モデル式による吸着材の破過特性の予測
(松下電器産業(株)) ○中野幸一、守屋好文、西田博史、
佐野光宏
- P-22 吸着式デシカント空調機性能に与える吸着剤特性の影響
(熊本大) ○児玉昭雄、後藤元信、広瀬勉、岡野浩志
- P-23 異径粒子高密度充填化によるPSA空気分離の高性能化
(名古屋大) ○秋山健、渡辺藤雄、小林敬幸、
架谷昌信(トヨタ車体(株)) 藤井隆也、杉浦忠利
- P-24 溶剤回収に用いる圧力スイング吸着(PSA)の検討
(明治大理工) 茅原一之、○小田志練
- P-25 溶存オゾンの吸着を利用したオゾン処理とそのメカニズム
(東大生研) ○藤田洋崇、藤井隆夫、迫田章義
(三菱重工業(株)長崎研究所) 泉順
- P-26 カーボンウイスキーを有する活性炭膜の開発と水処理への応用
(東大生研) ○斐尚大、藤井隆夫、迫田章義
- P-27 繊維廃棄物由来活性炭の製造と環境ホルモン吸着特性
(阪市工研) ○岩崎訓、安部郁夫
(近大理工) 小池浩哲、篠原紀
- P-28 ナノ金属粒子分散による活性炭の吸着特性変化
(山梨大工) ○宮嶋尚哉、鈴木喬
(産業技術総合研究所) 羽鳥浩章、山田能生
- P-29 フェノール樹脂原料活性炭の細孔制御
(京大院工) ○田村和久、中川究也、向井紳、田門肇
- P-30 ナノポーラス炭素/シリカ複合体の合成条件の検討
(産業技術総合研究所四国センター) ○王正明、
獅々堀和代、星野尾恭美子(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
- P-31 加熱水蒸気による各種有機性廃棄物の炭化とその吸着特性
(大阪府大工) 吉田弘之、○宮上直也、寺嶋正明
- P-32 イオン交換樹脂を用いたメソ孔性活性炭の合成とメソ孔生成機構の検討
(産業創造研究所) ○清田佳美
(東工大院総合理工) 渡辺香織、中野義夫
- P-33 悪臭ガス吸着剤の開発
(東工大国際開発工学) ○金明德、日野出洋文
- P-34 X線小角散乱法による吸着ヒステリシス出現機構の解明
(信州大理) ○飯山拓、小林淑恵、尾関寿美男
- P-35 超臨界CO₂による活性炭からの重質油の脱着
(明治大理工) 茅原一之、○吉田卓志
(大阪ガス(株)) 田窪稔(神奈川大) 川井利長
- P-36 超臨界CO₂中における有機化合物のMSC5Aへの吸着測定及び分子シミュレーション
(明治大理工) 茅原一之、○金子喬、井上佑介、
吉田卓志、臣直毅
- P-37 回折シミュレーションによる細孔内分子集団構造の検討
(信州大理) ○松村聖美、小林淑恵、飯山拓、尾関寿美男

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

1-A2 吸着と高圧
(秋田大) 小沢泉太郎

14:50-15:50 口頭発表
[座長 寺岡靖剛 (九大院総理工)]

1-05 MCM-41メソ孔内におけるメタノール分子OH基のダイナミクス
(岡山理大理) ○高原周一、橋高茂治
(岡山大理) 森俊謙、黒田泰重 (福岡大理) 山口敏男

1-06 FSMの水蒸気吸着特性
(株)豊田中央研究所) 横井豊

1-07 五酸化バナジウム水和物層間水のダイナミクス
(岡山理大理) ○橋高茂治、高原周一
(福岡大理) 山口敏男
(LLB(サクレール・フランス)) M. C. Bellissent Funel
(北大) 武田定

15:50-16:50 口頭発表
[座長 高原周一 (岡山理大理)]

1-08 吸着に伴う細孔内クラスターの構造変化
(信州大理) ○小林淑恵、飯山拓、尾関寿美男

1-09 窒素標準吸着等温線 (カーボン、シリカ) のモンテカルロ・シミュレーション
(広島県立大) 盛岡良雄

1-10 ケージ状細孔内における窒素の毛管凝縮
(岡山理大理) ○森重国光、立石法子、福岡真吾

16:50-17:50 口頭発表
[座長 森重国光 (岡山理大理)]

1-11 ナノカーボンに見られる量子分子篩効果
(千葉大電子光情報基盤技術研究センター) 田中秀樹
(産業創造研) 服部義之 (千葉大理) 加納博文、
○金子克美

1-12 PSA性能予測の代数的方法
(熊大工) ○広瀬勉、後藤元信、児玉昭雄、方英玉

1-13 Mgイオン交換ゼオライトによる空气中微量N₂Oの除去
(日本酸素(株)) ○藤江和彦、中村守光、川井雅人

17:50-18:50 日本吸着学会総会

19:10-21:10 懇親会 (松本東急イン 0263-37-0109)

第2日目 平成14年10月19日 (土)

9:00-10:00 口頭発表
[座長 飯山拓 (信州大理)]

2-14 CuおよびPt担持活性炭によるNO₂除去特性
(宇都宮大院工学研究科) ○阿部有洋、村田麗子、
田村寿康、吉原佐知雄、白樫高史

2-15 FAUゼオライト細孔内のカチオンと¹²COおよび¹³COの相互作用
(石巻専修大理工) ○山崎達也、山須田初美、
太田里美
(三菱重工業(株)長崎研究所) 泉順

2-16 低温気相吸着法によるNa-LSXを使用した¹³COと¹²COの分離
(三菱重工業(株)長崎研究所) ○泉順、蔦谷博之、
安武昭典、朝長成之
(三菱重工業(株)神戸造船所) 齊木秀男、衣笠敦志

10:00-11:00 口頭発表
[座長 山崎達也 (石巻専修大理工)]

2-17 ホウ素同位体のカラム分別挙動
(産業技術総合研究所) ○苑田晃成、横田洋二、
大井健太、廣津孝弘

2-18 シリカ含有ナノポーラス炭素複合体の合成
(産業技術総合研究所四国センター) ○王正明、
星野尾恭美子、雪梅 (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

2-19 脱臭用複合化活性炭の開発と分離プロセスの構築
(大阪府大工) 吉田弘之、○鈴木貴也、細見保史

11:00-11:50 特別講演
[座長 山本周治 (オルガノ(株))]

2-S2 急速ろ過法による粒子分離の高効率化について
(北見工大) 海老江邦雄

11:50-12:40 昼食

12:40-13:10 招待講演 (受賞講演)

[座長 迫田章義 (東大生研)]

2-A3 弱塩基性陰イオン交換樹脂およびキトサン樹脂の
有機酸吸着機構に関する研究

(和歌山県工技センター) 高辻渉

13:10-13:50 口頭発表

[座長 関建司 (大阪ガス(株))]

2-20 熱可塑性樹脂原料活性炭のガス吸着特性

(京大院工) ○中川究也、向井紳、田門肇

2-21 有機性廃棄物の炭化によるリサイクル技術の開発

(NKK総合材料技術研究所) ○石井純、庵屋敷孝思、
岡田敏彦、有山達郎

13:50-14:50 口頭発表

[座長 高辻渉 (和歌山県工技センター)]

2-22 外場応答型多孔性三次元ジカルボン酸銅錯体の合成お
よびその物性

(大阪ガス(株)) 関建司

2-23 リンゴジュースカスによる重金属の吸着・除去

(佐賀大理工) ○井上勝利、ギミレケダル・ナト、
橋元隆児 ((有)山曹ミクロン) 牧野賢次郎

2-24 OH型強塩基性陰イオン交換樹脂における H_3PO_4 、

NaH_2PO_4 、 Na_2HPO_4 および Na_3PO_4 の破過・溶離
(大阪府大工) 実川穂高、○Wilmer A. Galinada、
吉田弘之

14:50-15:30 口頭発表

[座長 尾関寿美男 (信州大理)]

2-25 細孔径制御活性炭の水中クロロホルム除去フィルタへ
の応用

(慶應義塾大) 白鳥彰秀

2-26 超多孔性PEIキトサン樹脂による廃水、廃液からの
 H_3PO_4 、 NaH_2PO_4 、 Na_2HPO_4 および Na_3PO_4 の回収資源
化 —吸着平衡—

(大阪府大工) ○北原浩之、Wilmer A. Galinada、
吉田弘之



*JR松本駅よりバスにて約15分

会場までの交通についてはホームページ (<http://dione.shinshu-u.ac.jp/adsorb/>) を
ご参照ください。

研究ハイライト

層状複水酸化物の構造設計と水処理特性

Physical Property of Layered Double Hydroxide and Its Application to Water Treatment

財団法人 産業創造研究所 柏研究所
Kashiwa Laboratory,
Institute of Research and Innovation

清田 佳美

Yoshimi Seida

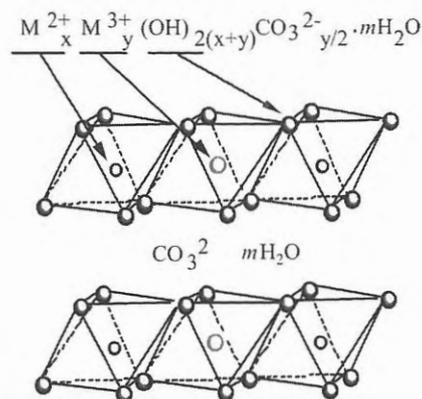


図1 層状複水酸化物の基本構造

1. 緒言

筆者らは、ヒト健康リスクの低い吸着剤という観点から、原料に使用する金属元素をMg, Ca, Feに限定した鉄系吸着剤の検討を行っている。この中で、室温・強アルカリ雰囲気中でMgとFeからなる高結晶の不溶性層状複水酸化物 ($Mg_xFe_y(OH)_{2(x+y)}(CO_3)_{y/2}$) を合成する手法を見出した。ハイドロタルサイト ($Mg_6Al_2(OH)_{16}(CO_3) \cdot 6H_2O$) に代表される層状複水酸化物は、数少ない無機アニオン交換体として既知であり、その構造や合成法は1960年代より詳しく調べられている。層状複水酸化物の構造、熱物性、アニオン交換特性や触媒、除酸剤など種々の工学的応用についてはCavaniらが詳しくまとめている。

筆者らは、MgとFeからなる層状複水酸化物の簡易合成法、物性ならびに難分離性水中ターゲット物質に対する水処理特性について検討した。ターゲット物質として、フミン物質、脂肪酸アニオン性界面活性剤、低濃度の鉛およびリンに注目した。フミン物質とアニオン性界面活性剤はいずれも低分解性有機アニオンである。フミン物質は、水道原水に含まれる難分離性有機物質であり、広範な分子量分布と多様な化学形態ゆえ、吸着剤設計を困難にしている物質である。鉛については、鉛給水管からの微量溶出・飲料水への混入や土壤汚染が社会的問題となっているターゲットである。リンは、多くの排水路において微量検出され、水環境汚染の原因のひとつとなっているターゲットである。これらのターゲットを簡便かつ経済的に除去する手法の開発が望まれていることは周知である。

本研究では、パイロオーライト型 ($Mg_xFe_y(OH)_{2(x+y)}(CO_3)_{y/2}$) およびハイドロタルサイト型 ($Mg_xAl_y(OH)_{2(x+y)}(CO_3)_{y/2}$) の層状複水酸化物を種々合成し、後述のような物性を利用した上記ターゲットに対する水処理特性について検討した。

2. 層状複水酸化物の構造と物性

図1に層状複水酸化物 (LDH) の基本結晶構造を示す。層状複水酸化物は、6配位の2価カチオンが水酸基を介して層状に重合したブルーサイト構造を基本構造としている。2価カチオンの一部を3価カチオンで置換すると電荷不足から層全体で正電荷を帯び層間にアニオン交換能を発現する。350

~500℃の熱処理により脱水および層間アニオンの放出を伴って熱分解し、構成カチオンの酸化物固溶体 (HT) を生成する。この固溶体は水中で水和により層状構造を再度自己形成する (再構築機能)。本化合物は、通常、水熱合成法により合成され、比表面積100m²/g程度の粉末粒子を得ることができる。炭酸イオンに対する選択性が非常に高く、吸着した炭酸イオンは容易に脱着しない。視点を変えれば、炭酸イオンを吸着した結晶は構造的に安定であると考えられることができる。化学組成が水酸化物と類似しており、固体表面は塩基性を帯びる。本化合物は、溶液pHやイオン濃度 (溶液の緩衝容量) に応じて微溶解し、骨格構成元素を放出すると同時に溶液pHを中性付近に中和する溶液緩衝機能を有する。筆者らは、溶液緩衝作用の協同効果によって放出される多価カチオンが凝集・沈殿剤のようにふるまうことを見出している。リン酸水溶液を例として、図2にリン酸水溶液中における層状複水酸化物のカチオン放出量 C_B [g-eq/l] の溶液pHおよび溶液濃度 C_p 依存性 (理論推算値) を示す。pHやイオン濃度等の溶液条件すなわち溶液の緩衝容量に応じて層状複水酸化物が C_B に相当する量の凝集・沈殿剤を放出することを示すものである。溶解性 (層状複水酸化物の緩衝pH) は、層状複水酸化物のカチオン・アニオン組成や結晶化度の調整により制御可能である。

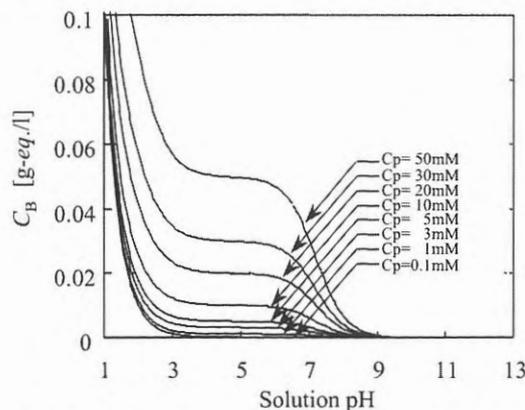


図2 放出カチオン量 C_B の溶液pHならびに溶液濃度 C_p 依存性

3. 有機アニオン吸着特性

図3に層状複水酸化物 (LDH) およびその500℃熱処理物 (HT) のフミン物質 (Aldrich製) に対する吸着等温線を示す。

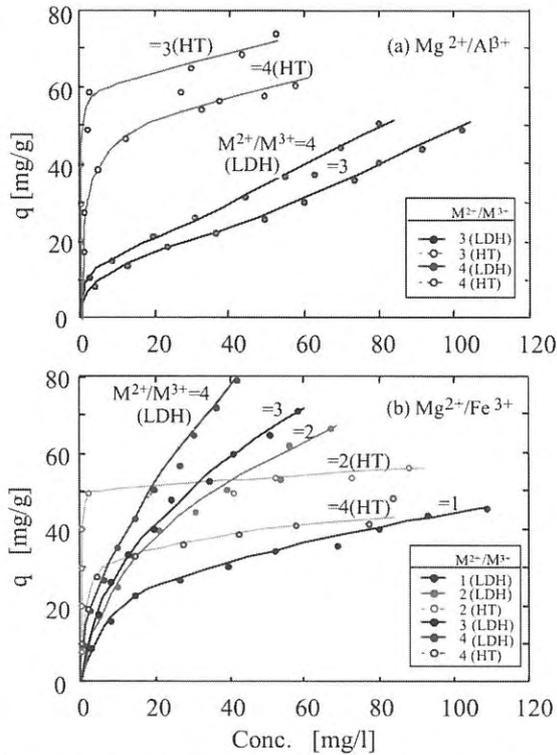


図3 層状複水酸化物(LDH: Mg/Al型, Mg/Fe型)およびその熱処理物 (HT) のフミン物質吸着特性

$M^{2+}/M^{3+} = x$ は構成カチオン種ならびにその組成（モル比）を表している。層状複水酸化物はいずれの濃度域に於いてもフミン物質に対して高い吸着性能を示すことがわかる。フミン物質に対する吸着特性は、層状複水酸化物のカチオン組成（構成元素種とその比率）に大きく依存する。フミン物質は分子量が大きいこと及び使用した層状複水酸化物の層間アニオンは炭酸イオンであるため、フミン物質は吸着剤表面に吸着していると考えられる。フミン物質吸着前後で吸着剤の層間距離（*d*-space）に変化はなかった。一方、熱処理した吸着剤は極低濃度域において非常に有効であることがわかる。熱処理した吸着剤は、水中における層状構造の再構築過程で低分

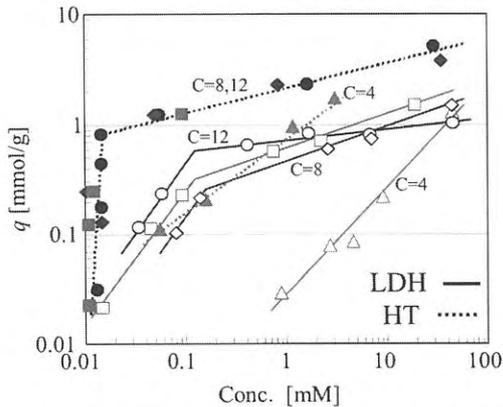


図4 層状複水酸化物 (LDH: Mg/Fe型) およびその熱処理物 (HT) の界面活性剤吸着特性
 C = 4: Sodium butyl benzoic acid, C = 8: Sodium octyl benzoic acid, Sodium octyl benzene sulfonate, C = 12: Sodium dodecyl benzene sulfonate

子のフミン物質を層間に取り込んでいることがフミン物質吸着試料の*d*-spaceの増加より明らかとなった。

炭素鎖長（炭素数C = 4~12）の異なる脂肪族アニオン性界面活性剤に対する吸着等温線を図4に示す。層状複水酸化物、熱処理物ともに、界面活性剤の炭化水素数の増加とともに吸着量は増加する。フミン物質の場合と同様に、熱処理した吸着剤は低濃度域で高い吸着能を示す。界面活性剤の炭素数の増加と共に吸着剤の*d*-spaceは広がり、界面活性剤が層間に吸着しているとわかった。熱処理した吸着剤では、界面活性剤の炭素鎖同士の疎水性相互作用が協同的に働いて層間に取込み易くなり、結果として吸着量が増加すると考えられた。

フミン物質の吸着力は強く、アルカリ洗浄等では脱着できないが、熱処理によって分解・除去可能である。図5に層状複水酸化物単体、フミン物質単体およびフミン物質を吸着した層状複水酸化物の空気中におけるTG/DTA曲線を示す。フミン物質単独では、800℃付近まで分解・ガス化することができないが、層状複水酸化物に吸着したフミン物質は、層状複水酸化物が熱分解する400℃付近の低温度で分解・ガス化することができる。先に示したように、熱分解した層状複水酸化物は水中で再生できる。再生した吸着剤は初回と同等のフミン物質吸着特性を示す。以上の様に、熱処理により吸着剤の再生・繰返し使用が可能である。

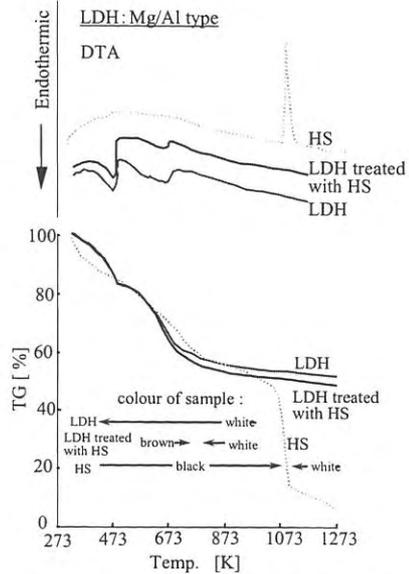


図5 フミン物質を吸着した層状複水酸化物のTG/DTA

4. 微量物質除去特性

4.1 極微量鉛高速除去

パイロオーライト型 (Mg/Fe) 吸着剤をセルロース担体に分散した粒子を充填したカラム (40mmφ×5mm厚) による水中極低濃度Pb (55μg/l) の除去試験結果を図6に示す。図中には水処理用活性炭を充填したカラムによるPb除去試験結果を併せて示した。本試験条件 (Sv = 150min⁻¹) では、吸着剤との接触時間が短いため活性炭では除去困難であるが、パイロオーライト型吸着剤では除去可能である。極低濃度Pb除去性能はPb濃度10~100μg/l、空間速度Sv = ~800min⁻¹、

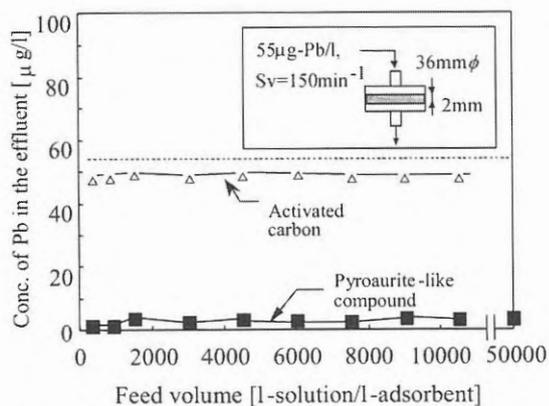


図6 Mg/Fe型吸着剤の極低濃度Pb高速除去試験結果

pH = 3~9の条件に於いて良好であり、極低濃度Pbを高速除去できることが示された。Pb除去過程において、カラムから層状複水酸化物の構成元素（カチオン）の流出が認められるが、その濃度は何れの試験条件に於いても水道水基準以下である。原水処理などでしばしば問題となるフミン物質等の混在による除去性能低下が認められるが、層状複水酸化物と活性炭の併用により除去性能を大幅に改善可能である。吸着したPbは、酸洗浄により容易に脱着できる。

吸着剤の安定性、長期使用時の吸着物質脱離など吸着剤のライフとリスク評価をするうえでターゲットの吸着形態を把握することが有効である。本研究では、吸着剤上のターゲット吸着形態を *in-situ* で調べる手法として蛍光X線吸収微細構造 (XAFS) 分析法を開発し、Pb吸着形態の解析を試みた。図7に本吸着剤に吸着したPbおよび種々の標準比較物質中PbのXAFSスペクトルを示す。極低濃度Pb, pH = 中性付近の溶液条件で吸着したPbのXAFS (XANES) スペクトルは、ゼオライトにイオン交換したPbのXAFSスペクトルに類似しており、Pbは吸着剤のFeに結合した水酸基のプロトンとイオン交換していることが示された。一方、高濃度Pb、低pH水溶液から吸着したPbは、吸着剤表面に、 $2\text{PbCO}_3 \cdot \text{Pb}(\text{OH})_2$ 固溶体と類似

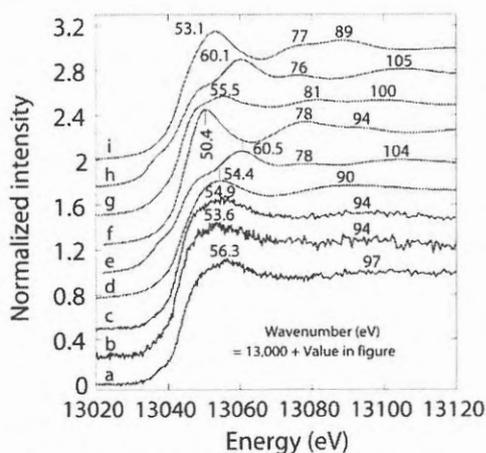


図7 種々のPb化合物のXAFSスペクトル
a~c: 層状複水酸化物に吸着したPb (a: 1mg-Pb/l水溶液から吸着、b, c: 0.1mg-Pb/l水溶液から吸着)、d: Y型ゼオライト吸着Pb, e: PbO, f: $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$, g: $2\text{PbCO}_3 \cdot \text{Pb}(\text{OH})_2$, h: $\text{Pb}_6\text{O}_4(\text{OH})_4$, i: PbCO_3

の化合物を形成して沈着していることがわかった。高濃度Pbでは、吸着剤の溶液緩衝機能と表面塩基性によってPbは瞬時に吸着剤表面に沈着するものと考えられる。

4.2 低濃度リン除去

図8に緩衝容量の異なるリン酸水溶液におけるパイロオーライト型 (Mg/Fe = 2) 吸着剤のリン除去特性を示す (溶液の緩衝容量は、同一濃度のリン酸水溶液に対してpH調整により制御している)。緩衝容量の大きな溶液Aでは、吸着剤の溶液緩衝機能により放出されるカチオン量 C_B が多く (図1参照)、緩衝容量の小さな溶液Bよりも多量のリンを除去している。 C_B とリン除去量の関係を図9に示す。放出されるカチオン量とリン除去量は直線関係にあり、吸着剤のカチオン放出・溶液緩衝機能を利用したリン除去が可能であることを示すものである (低 C_B 域における立ち上がりは、吸着剤への吸着による除去分を含むことによる)。緩衝容量の小さな溶液であっても、溶液を更新すれば、連続的に微量のカチオン放出・溶液緩衝を持続させることが可能である。この原理に従えば、放出されるカチオン量に相応する濃度のリン除去が連続的に可能と考えられる。この概念を基に、吸着剤を充填したカラムを用いて、0.2mg-P/lのリンを含む生活排水 (大和市境川流入の排水路より採取) を連続処理 ($\text{SV} = 2.7\text{min}^{-1}$) した結果を図10に示す。全リン (T-P) の約8割が定常的に除去されている。リン除去量は、吸着等温線から見積もられる吸着量を大きく超える量である。

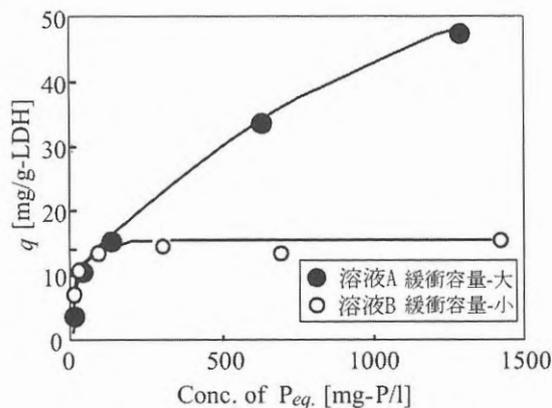


図8 Mg/Fe型吸着剤のリン除去特性

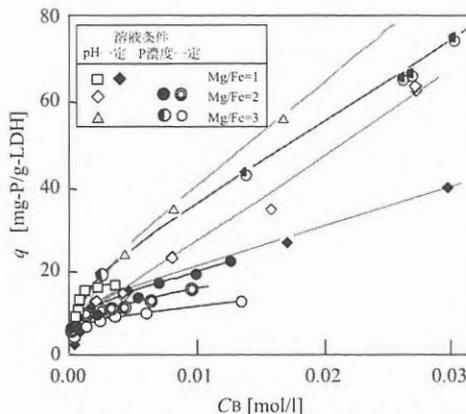


図9 カチオン放出量 C_B とリン除去量 q の関係

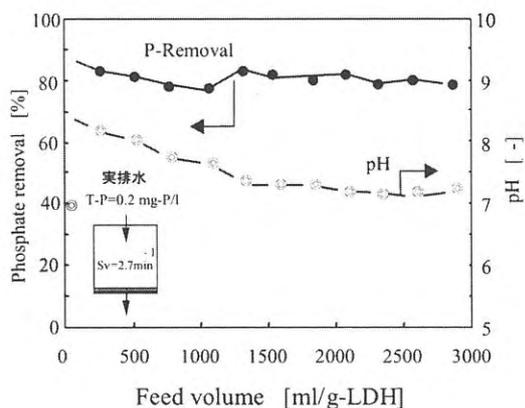


図10 実排水におけるリン除去試験結果 (Mg/Fe型吸着剤)

5. 層状複水酸化物の簡易合成

層状複水酸化物の吸着特性は化合物の組成と結晶性に大きく依存する。オートクレーブを用いた長時間水熱合成により結晶化度の高いハイドロタルサイトをj得る手法が宮田らにより報告されている。筆者らは、超音波単独による反応スラリーの強撹拌・局所加熱と空气中炭酸ガス（炭酸イオン）の同時取込みによって、短時間で高結晶の層状複水酸化物を得る手法を開発した。図11に従来の水熱合成法並びに超音波を用いた手法により合成したハイドロタルサイトの合成時間と結晶子径（003面のX線回折ピークの半値幅）の関係を示す。結晶子径は合成時の撹拌操作の影響を強く受け、撹拌操作を行わない試料の結晶化度は著しく低い（半値幅が大きい）ことがわかる。超音波を用いることによって数十分の短時間で結晶化度の高い（半値幅の小さい）ハイドロタルサイトをj得ることが可能である。

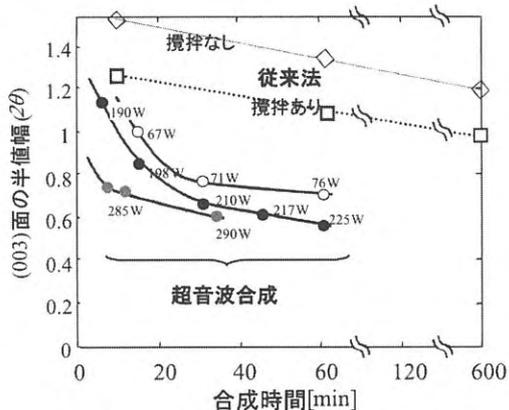


図11 層状複水酸化物の結晶化に及ぼす超音波の効果

6. まとめ

以上のように、層状複水酸化物の構造設計と緩衝機能の利用により難分離のターゲットに対して効果的水処理を行うことが可能である。層状複水酸化物は、この他、有機物との複合化により層間空間サイズの調整と表面疎水性の制御がソフトケミストリーで可能であることや腐食抑制作用を有することなどから、さらに高度な吸着剤を創出する化合物形態として有用であるとj考えられる。

文献

- 1) F. Cavani, F. Trifiro, and A. Vaccari, "Hydrotalcite-type anionic clays: preparation, properties and applications," *Catal. Today*, **11**, 173-301 (1991).
- 2) W. T. Reichle, "Synthesis of anionic clay minerals (mixed metal hydroxides, hydrotalcite)," *Solid State Ionics*, **22**, 135-141 (1986).
- 3) S. Miyata, "Properties and adsorption characteristic of hydrotalcites," *Gypsum & Lime*, **187**, 333-339 (1983).
- 4) Y. Seida and Y. Nakano, "Removal of humic substances by layered double hydroxide containing iron," *Water Res.*, **34**, 1487-1494 (2000).
- 5) Y. Seida and Y. Nakano, "Rapid removal of dilute lead by pyroaurite-like compound," *Water Res.*, **35**, 2341-2346 (2001).
- 6) Y. Seida and Y. Nakano, "Removal of phosphate in dissolution-coagulation process of layered double hydroxide," *J. Chem. Eng. Japan*, **34**, 906-911 (2001).
- 7) Y. Seida and Y. Nakano, "Removal of phosphate by layered double hydroxides containing iron," *Water Res.*, **36**, 1306-1312 (2002).
- 8) Y. Izumi, F. Kiyotaki, and Y. Seida, "X-ray absorption fine structure (XAFS) combined with a fluorescence spectrometer for monitoring trace amounts of element. Lead Adsorption site in the environmental conditions," *J. Phys. Chem. B*, **106**, 1518-1520 (2002); Y. Izumi, F. Kiyotaki, and Y. Seida, "X-ray absorption fine structure combined with fluorescence spectrometry for monitoring trace amounts of lead adsorption in the environmental conditions," *Analytical Chem.*, **74**, 3819-3823 (2002).
- 9) Y. Seida, Y. Nakano, and Y. Nakamura, "Crystallization of layered double hydroxides by ultrasound and its removal property for humic substances," *Clays & Clay Minerals*, **50**, 528-535 (2002).

清田 佳美



財団法人 産業創造研究所 柏研究所
原子力化学工学センター兼化学研究部
主任研究員
出身：新潟市
昭和62年3月 東北大学工学部資源
工学科卒業
平成元年4月 静岡大学工学部化学
工学科助手
平成6年3月 東京工業大学大学院
総合理工学研究科
博士課程中退
平成6年4月 東京工業大学大学院
化学環境工学専攻
助手
平成12年4月 同専攻講師
平成13年4月より現職
趣味：無計画な旅、ななめ読み、もの
創り

近年、ゼオライトハニカムを「ハニローター」に使用するケースが増加する傾向にある。後で詳細について紹介するが、ゼオライトの持つ吸着特性により特定のガスでは活性炭ハニカムに比べて性能が優れる事、触媒活性が低い為ハニカムの寿命が向上できる点から同ハニカムの使用が増加している。

3. ゼオライトハニカムの製造技術

3.1 使用ゼオライト吸着材の選定

弊社ではゼオライトハニカムに使用する疎水性ゼオライトを、処理する対象ガスに対して数種類使い分けている。表1に疎水性ゼオライト種の一例を示す。例えば、細孔径の小さいZSM-5型ゼオライトを使用すると、ケルビンの毛管凝縮理論からも裏付けされるようにイソプロピルアルコール等の分子径が比較的小さいガス（比較的分子量の小さい、沸点の低いガス）の処理に優れる。また、このゼオライトではo-, m-位に置換基を有するキシレン等のガスは、細孔径サイズより分子の大きさが大きいため吸着ができない、いわゆる分子ふるい効果を有する。トルエン等の分子径の比較的大きなガス（比較的分子量の大きい、沸点の高いガス）になるとY型ゼオライトのように細孔径の大きなゼオライトの使用が有効となる。

表1 疎水性ゼオライト吸着材の種類

ゼオライト	細孔径(Å)	BET比表面積(m ² /g)
Y型ゼオライト	8	600
Y型ゼオライト	8	650
モルデナイト	7	400
ZSM-5	5.5	350

低沸点・小分子量ガス処理 → 小細孔径ゼオライト：ZSM-5型ゼオライト等

高沸点・大分子量ガス処理 → 大細孔径ゼオライト：Y型ゼオライト等

同じ種類のゼオライトでもSi/Al比を高くするなどして水分吸着率を減らす事で、水分による有機溶剤の吸着の阻害および脱着効率の低下を防ぐことができ、除去性能が良くなる。しかし極性を有するエタノール、メタノール等のガスは、適度な水分吸着率を有するゼオライトが有効となる。これは、極性が高く水分吸着率の高いゼオライトは極性分子の負末端を静電場により引きつける事で吸着量が増加する効果と、吸着した水分の量が多くなる事で脱着性が低下する現象に起因する。図4に水分吸着率の異なるゼオライトの各種ガスにおける

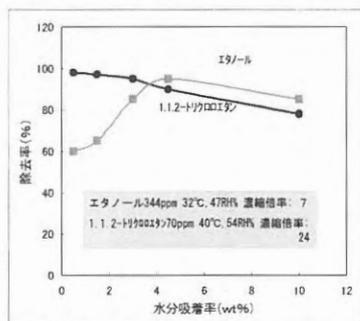


図4 水分吸着率と極性ガスおよび非極性ガスの除去率

る除去性能比較例を示す。極性ガスの場合は、適度な水分を有する事で吸・脱着効率が良くなり除去性能が高くなる。水分吸着率等もゼオライトを選定する際には重要な基準となる。

以上のように処理するガスの種類に応じて最適なゼオライトを選定する事は、ハニカムの性能に大きな影響を与える一つの重要な技術である。

3.2 ゼオライトハニカムの製造方法

弊社では独自の製造方法にてゼオライトハニカムを製造している。その最大の特徴はハニカム中のゼオライト含有比率（重量当たり）が極めて高い事である。ゼオライト含有比率が高ければ吸着材量が多いことによりガス吸着量が増加するのはもちろんであるが、骨格材に対して熱容量の低い吸着材の比率が高い事で、加熱脱着時の効率も向上できる。図5にゼオライト含有比率と濃縮倍率の関係を示す。吸着材の比率が高くなるにつれて著しく濃縮倍率が向上している事がわかる。

弊社ではゼオライト含有比率を向上させる方法について研究を進めてきた。まずゼオライトの高密度が一つの要因であり、一般的にゼオライトは活性炭等に比べ高密度が高く、重量当たりの含有量を高くできる。弊社ではゼオライトの中でも特に高密度の高いゼオライトを選定し採用している。ハニカムを構成する骨格材料についても、多量のゼオライトを保持するには比表面積の大きい骨格材を適用する必要がある。高密度が小さく、比表面積の大きい骨格材となるとやはり有機物の使用が有効となるが、ハニローターに使用されるハニカムは最高200℃の加熱空気により脱着処理を行うため、耐熱性も必要である。弊社ではこの両面から特に骨格材、バインダー種について検討し、耐熱性の高い有機繊維であるアラミド繊維を使用する事、有機・無機バインダーを併用し、後処理で有機バインダーを加熱除去する事で、耐熱性が高くゼオライト含有比率の高いハニカムを製造している。またその製造方法については湿式抄紙法を採用しており、一般的な含浸加工に比べて骨格材内部の繊維の隙間まで吸着剤を含有させる事ができるため、吸着材の含有率が向上でき、また吸着材の脱落が起こりにくい特徴を有する。表2に弊社のゼオライトハニカム組成の一例を示す。現状ではゼオライト含有比率75～80wt%のゼオライトハニカムを使用している。

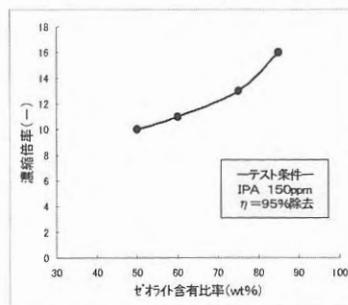


図5 ゼオライト含有比率と濃縮倍率

表2 弊社ゼオライトハニカムの組成例

ゼオライト含有比率 (wt%)	アラミド繊維および無機繊維 (wt%)	無機バインダー (wt%)	坪量 (g/m ²)
75	17	8	75
80	13.6	6.4	100

4. ゼオライトと活性炭ハニカムの特性比較

4.1 吸着濃縮特性

弊社ハニカム吸着材の吸着濃縮性能例を表3に示す。低沸点溶剤および高沸点溶剤に対してはゼオライトハニカムの吸着濃縮性能が、また沸点が100℃付近の溶剤、特に芳香族系の有機溶剤に対しては、活性炭ハニカムが優れていることがわかる。「ハニローター」の濃縮性能に影響を与える因子としては、排気ガスの性状（濃度、温湿度等）、装置操作条件（通気風速、再生温度、濃縮ローター回転数等）、ハニカム吸着材の吸着特性等が上げられる。ハニカム吸着材の吸着特性は、当然ながらそれらベース吸着材自身の吸着特性に依存する。吸着材の溶剤に対する吸着特性も吸着濃縮性能に影響を与える。弊社の活性炭ハニカムと疎水性ゼオライトハニカムの水分吸着等温線を図6に示す。ゼオライトは活性炭に対して水分吸着量が低い特徴を有する。

表3 吸着濃縮性能例

溶剤名	溶剤濃度	温湿度	使用ハニカム	濃縮倍率	再生温度	除去率
トリクレン パークレン混合	計 11ppm	40℃ RH55%	活性炭 ゼオライトB	17 17	130℃ 130℃	94% 83%
スチレン	150ppm	50℃ RH54%	活性炭 ゼオライトA	10 10	130℃ 130℃	96% 91%
N-メチルピロリドン	100ppm	40℃ RH40%	活性炭 ゼオライトA ゼオライトA	10 10 10	130℃ 130℃ 180℃	96% 98% 99%
イソプロパノール	50ppm	30℃ RH50%	活性炭 ゼオライトB	20 20	130℃ 180℃	87% 95%
塩化メチレン	150ppm	30℃ RH50%	活性炭 ゼオライトB	3 3	130℃ 130℃	94% 97%

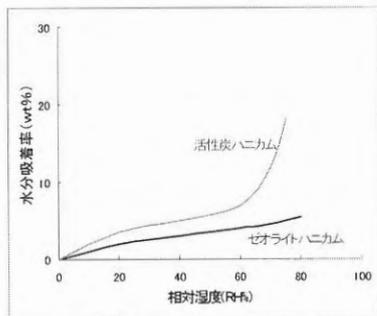


図6 ハニカム吸着材の水分吸着特性

4.2 ハニカム吸着材と溶剤との反応発熱性

活性炭には触媒活性があり、ある種の溶剤との反応発熱性を示すことは良く知られている。特に反応性の高い溶剤としてケトン系溶剤が上げられ、中でもシクロヘキサノン等の環状ケトンの反応性が極めて高い。シクロヘキサノン飽和状態に吸着した活性炭とゼオライトハニカムを所定の条件で昇温し、それらの発熱性および一酸化炭素の発生量を比較したものが図7である。活性炭ハニカムの場合には70℃を越えた辺りから急激な温度上昇と一酸化炭素の発生が見られる。これに対してゼオライトハニカムはそれらが見られない。このような溶剤と活性炭との反応は、アセトン以外のケトンに見られるほか、一部のアルデヒド、さらにはアミン類にも見られる。

4.3 吸着材の劣化

吸着材の劣化原因は大別して2種類ある。吸着材の細孔の

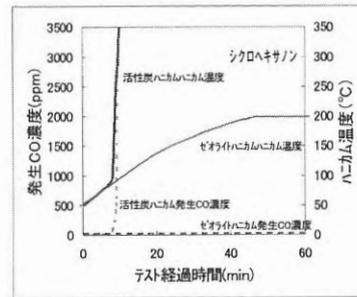


図7 シクロヘキサノンとハニカム吸着材との反応性テスト



図8 吸着材劣化原因の分類

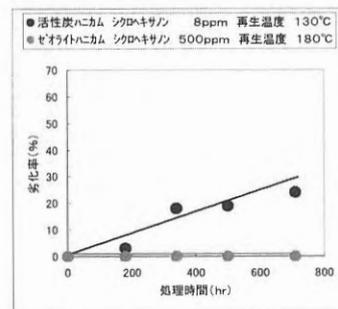


図9 シクロヘキサノンによる吸着材の劣化

閉塞と細孔および吸着材の構造破壊である。劣化原因の分類を図8に示す。活性炭とゼオライトハニカムにおいてそれらの劣化に大きな違いが見られるのは、高沸点（難脱着）物質の生成により吸着細孔が閉塞する場合である。活性炭と重合反応性のある溶剤を活性炭ハニカムで処理した際には、吸着・再生を繰り返す中で重合物を生成し、活性炭の細孔を閉塞する。シクロヘキサノンはその代表例である。活性炭とゼオライトハニカムを用いてシクロヘキサノン含有排気ガスを処理した際の劣化状況を図9に示す。活性炭の劣化は顕著であるが、ゼオライトハニカムの劣化は見られない。

活性炭とゼオライトハニカムにはそれぞれの特徴があり、「どちらかが優位である」という判断はできない。処理する対象ガスや装置運転条件等にて最適なハニカムを選定する必要があり、その選定が重要な技術である。

5. 「ハニローター」システムの適用例

半導体工場からの排ガスを処理するゼオライト「ハニローター」システムの写真を図10に、その処理性能測定結果を図11に示す。吸着除去性能は99%以上を示しており、5年以上に渡り良好な性能を維持している。脱着ガスは、活性炭素織

維「Kフィルター」を使用した固定床溶剤回収装置もしくは燃焼装置等の2次処理装置にて処理されている。

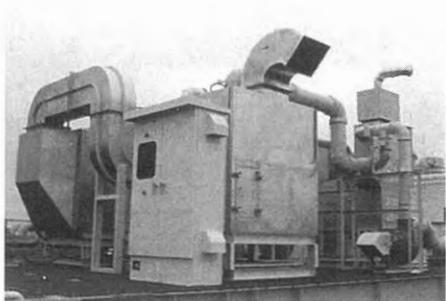


図10 「ハニローター」濃縮処理システム例

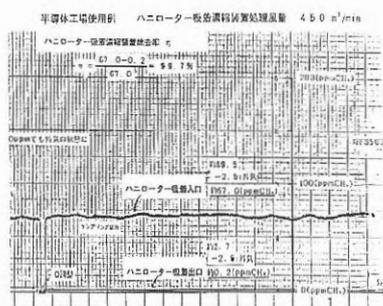


図11 ゼオライト「ハニローター」実処理例

それは結果的に地球温暖化の元凶である炭酸ガスの発生量を増大させることになる。我々排気ガス処理装置メーカーは、このニーズに答えるために、処理装置の開発、改良を進め、より安価で省エネルギーの設備を提供していかなければならないものと考えている。

文 献

- 1) 環境大気保全局特殊公害課: 悪臭防止技術の手引き(12)(小規模事業編)p.41(1995).
- 2) 川田和之, 杉浦 勉: 活性炭技術研究会(資料No. 121)40-41(1996).
- 3) 清水 博監修: 吸着技術ハンドブック, 48-59, NTS(1993).
- 4) 石黒辰吉監修: 最新防脱臭技術集成, 257-333, NTS(1997).
- 5) 竹内 擁監修: 最新吸着技術便覧, 74-81, NTS(1999).
- 6) 原 伸宜, 高橋 浩編: ゼオライトー基礎と応用, 講談社(1965).



杉 浦 勉

東洋紡績株式会社 総合研究所
機能剤開発研究所
AC開発センター室員
1991年3月 信州大学繊維学部精密
素材工学科卒業
1991年4月より現職
専門: 数理物理
連絡先: 〒520-0292 滋賀県大津市
堅田二丁目1番1号
Tel: 077-571-0076
E-mail: tsutomu_sugiura@kt.toyobo.co.jp

6. 終わりに

今後、排気処理のより一層の高度化が要求される事は間違いないが、技術に進歩がなければ、排ガス処理の高度化は設備投資額、さらには使用エネルギー量の上昇を招く。そして、

掲 示 板

平成13年度卒業論文・修士論文・博士論文題目のご紹介

秋田大学工学資源学部環境物質工学科 界面触媒工学研究室

(E-mail: ozawa@ipc.akita-u.ac.jp)

○卒業論文

- 伊藤 秀樹: ビビリジンを吸着プローブとするIR法によるAL架橋体ピラー間隔の検討
- 平川 義典: 秋田杉樹皮の炭素化
- 吉谷 信彦: 天然クリノプチロライトの酸処理による活性化

千葉大学理学部化学科基盤化学講座 分子化学研究室

(http://pchem2.s.chiba-u.ac.jp/)

○卒業論文

- 大丸 貴路: 有機-無機ハイブリッドマイクロ細孔固体に対する水吸着
- 野口 浩志: デザイン細孔体への超臨界ガスのゲート吸着
- 原田洋一郎: 分子篩特性と細孔構造

○修士論文

- 浅井 道博：ナノ細孔性金属の創製とキャラクターゼーション
永田 知子：ナノ細孔性空間中に制約された流体の相転移

○博士課程

- 村田 克之：Fundamental Study on High Pressure Adsorption of Supercritical Gases
田中 秀樹：Molecular Confinement in Nanopores

名古屋大学大学院工学研究科エネルギー理工学専攻 エネルギー変換工学分野

(E-mail: hasatani@nuce.nagoya-u.ac.jp)

○卒業論文

- 市川 真朗：低温薬品賦活法による各種炭素材料を原料とした水蒸気系AHP用活性炭の製造
末永 努：マイクロ波照射によるゼオライト/水系充填層内加熱特性
高杉 直正：デシカント空調用高性能シリカモジュールの開発

○修士論文

- 藤田 拓也：プラスチックを原料とした吸着ヒートポンプ用吸着材の開発

京都大学大学院工学研究科化学工学専攻 界面制御工学分野

(<http://www.cheme.kyoto-u.ac.jp/2koza/>)

○卒業論文

- 三島 唯資：サブミクロン粒子の基板上吸着構造の観察

○修士論文

- 有田 哲也：水溶液中における高分子界面吸着構造と表面間力
坂本 真伸：界面活性剤吸着による疎水化表面間に働く超長距離引力
渡邊 哲：ブラウン動力学法によるコロイド粒子の基板上吸着過程と秩序構造形成の検討
岩原 大：格子ボルツマン法による濡れのダイナミクス

京都大学大学院工学研究科化学工学専攻 分離工学分野

(E-mail: tamon@cheme.kyoto-u.ac.jp, <http://www.cheme.kyoto-u.ac.jp/4koza/>)

○卒業論文

- 秋原 史記：米穀廃棄物からの機能性炭素材料の開発
高木 道哉：炭酸リチウム混合炭化によるリチウムイオン電池負極用アモルファス系炭素材料の不可逆容量の低減
難波 明生：固体廃棄物を原料とした活性炭の作製と液相吸着特性
新田 晃英：サーモポロメトリーを用いた湿潤ゲルの細孔構造評価法

○修士論文

- 児玉 治仁：分子軌道法を援用した一酸化炭素・ホルムアルデヒド分離用金属塩添着活性炭の開発
杉山 徹：カーボゲルのネットワーク構造を利用したヘテロポリ酸固定化法に関する研究
民辻 慎哉：ゾルゲル法を用いたフェノール類からの多孔性炭素材料の創製
西原 洋知：凍結ゲル化法を用いたシリカゲルの形状・微細構造の同時制御

○博士論文

- 山本 拓司：Studies on Mesoporous Carbon Cryogel with Desired Porous Characteristics
(メソ細孔制御カーボンプライオゲルに関する研究)

大阪大学大学院基礎工学研究科化学系専攻 化学工学分野 分子化学工学グループ

(E-mail: nitta@cheng.es.osaka-u.ac.jp, <http://lab4-7.cheng.es.osaka-u.ac.jp/>)

○卒業論文

- 金田 浩史：分子シミュレーションによるMCM-41のモデル作製と吸着性能の評価
福井 明：分子動力学法を用いた気体-固体間のエネルギー授受機構の研究
藤澤 彰利：分子シミュレーションを用いたキシレン異性体/ZSM-5膜系の分離機構の研究
吉田 健吾：量子化学計算による金属酸化物表面の化学修飾法の研究

○修士論文

- 合田 恵吾：分子シミュレーションを用いたNaA型ゼオライト膜のアルコール濃縮機構の研究

大阪教育大学理科教育講座 物理化学研究室

(E-mail: kandori@cc.osaka-kyoiku.ac.jp, <http://www.osaka-kyoiku.ac.jp/~yasukawa/bukka/hp.html>)

○卒業論文

田中 里佳：分子吸着法による各種鋼材さびの高次構造の解析

○修士論文

横山 崇：アバタイトのイオン交換性

大阪府立大学大学院工学研究科物質系専攻 化学工学分野

(<http://web5.chemeng.osakafu-u.ac.jp/index.html>)

○卒業論文

北原 浩之：超多孔性PEIキトサン樹脂による廃水、廃液からの H_3PO_4 、 NaH_2PO_4 、 Na_2HPO_4 及び Na_3PO_4 の回収資源化
—吸着平衡—

鈴木 貴也：塩基性悪臭ガス高吸着能複合化活性炭の開発とその吸着特性

宮上 直也：過熱水蒸気による各種有機廃棄物の炭化とその吸着特性

勢井 崇雅：メタロチオネインの重金属結合特性の解析

○修士論文

姚 欣：キトサン繊維による希少有価金属の吸着：平衡特性

実川 穂高：OH型強塩基性陰イオン交換樹脂カラムにおける H_3PO_4 、 NaH_2PO_4 、 Na_2HPO_4 及び Na_3PO_4 の破過・容離曲線

○博士論文

高辻 渉：Adsorption Mechanism of Organic Acids on a Weakly Basic Ion Exchanger and Highly Porous PEI Chitosan Bead

Steffen Oehlenschlaeger: Adsorption of Carbon Dioxide on Basic Anion Exchange Resins and Their Composites with Chitosan

関西大学工学部化学工学科 反応システム工学研究室

(E-mail: hayashi7@ipcku.kansai-u.ac.jp, <http://www.cheng.kansai-u.ac.jp/CRElab/>)

○卒業論文

阿磨由美子：ゾルゲル法により製造したレゾルシノール樹脂炭化物の細孔特性

鳥山 直樹：ゾルゲル法によるシリカー樹脂複合多孔体の製造

水野 克彦：ジオール類を添加したフェノール樹脂炭化物の細孔構造

吉岡 由佳：有機性廃棄物を原料とした炭酸ガス賦活法による活性炭の製造

國友 隆司：活性炭による有機物の液相吸着特性

岡山大学工学部物質応用化学科 触媒反応化学分野

(E-mail: yssakata@cc.okayama-u.ac.jp, <http://achem.okayama-u.ac.jp/~reacteng/index.html>)

○卒業論文

池田 征弥：電位差滴定による炭素多孔体の細孔表面の酸・塩基特性評価

大塚 淳弘： Cu_2^+ を吸着したイオン交換樹脂を原料とするキャパシタ用炭素系電極の調製

埴岡 亜紀：多孔性炭素板膜によるHCl/H₂O系の浸透気化分離

井田 清信：アナターゼ型TiO₂微粒子高分散炭素多孔体による有機物の光触媒分解

恒石伸一郎：プレス電気炉により調製したメタン吸着炭素材の開発

○修士論文

山崎 大雅：SF₆-N₂混合ガスのPSAプロセスによる分離・回収

岡山理科大学理学部化学科 固体表面化学研究室（橘高研究室）

(<http://surchem1.chem.ous.ac.jp/~root/>)

○卒業論文

小野寺 徹：V₂O₅・nH₂Oゾルからのナノチューブの合成の試み

西田 幸恵：バナジン酸銀のメカノケミカル合成と構造変化

池田 健二：AgVO₃の結晶構造と電気伝導性について

伊田 修司： α -HCrO₂表面水酸基の同位体交換異常

杉本 龍一：Cr₂O₃結晶における水分子の吸着シミュレーションIV

- 手塚 信也：MCM-41メソ孔内の極性分子のダイナミクス（中性子散乱）
 別宮 光貞：MCM-41メソ孔内の極性分子のダイナミクス（誘電率）
 石原 友也：MCM-41中の水を含む混合溶液の組成測定
 二澤 圭：SBA-15メソ孔内における柔粘性結晶の相転移のDSC測定
 秋山 和久：吸着天秤における制御用および測定用プログラムの作成
 榊井 大輔：窒素吸着測定プログラムのWindows化

○修士論文

- 岩下 孝文：金属酸化物表面及び細孔内における極性分子の挙動に関する研究

岡山理科大学理学部化学科 界面構造研究室

(E-mail: morishi@chem.ous.ac.jp, <http://www.chem.ous.ac.jp/~kaimen/>)

○卒業論文

- 東 孝彦：各種シリカ表面に吸着したクリプトン、窒素および水単分子層のX線回折測定
 津下 宏之：球状細孔構造を有するSBA-16の合成
 堂々 巧：グラファイト層間化合物からのスリット状多孔体の合成の試み
 中村 恭子：酸化鉄を支柱とするグラファイト層間架橋多孔体の合成
 濱田 太輔：SBA-15内のシリンドー状細孔内における窒素の相状態と吸着等温線との関係
 林 義明：酸化クロムを支柱とするグラファイト層間架橋多孔体の合成
 平田 勉：シリカを支柱とするグラファイト層間架橋多孔体の合成
 福正 健司：酸化ジルコニアを支柱とするグラファイト層間架橋多孔体の合成
 古西 祐子：金を支柱とするグラファイト層間架橋多孔体の合成
 三浦 健二：連結細孔構造を有するMCM-48への窒素の毛管凝縮
 宮崎 秀俊：インクボトル型細孔の構築の試み

○修士論文

- 伊藤 正隆：MCM-41およびSBA-15への窒素の毛管凝縮

佐賀大学理工学部機能物質化学科 化学工学研究室

(E-mail: inoue@ccs.ce.saga-u.ac.jp, <http://www.ce.saga-u.ac.jp/appchem/chemeng/kakou1.html>)

○卒業論文

- 吉田 美穂：古紙を原料とした金属イオン吸着剤の開発
 林田 丈博：架橋コンブの金属イオン吸着特性
 佐用 友絵：柿渋を原料とする金属イオン吸着剤の開発
 栗山 正之：使用済み鋳型石膏より調製されたヒドロキシアパタイトによるフッ化物イオンの吸着・除去

○修士論文

- 塩屋 晶和：架橋ベクチン酸ゲルの金属イオン吸着特性
 室田 敦史：木質廃棄物からのリグニン誘導体の吸着剤の開発
 福井 健二：リチウムイオンのためのマンガン酸化物吸着剤の開発
 Irena Sedlackova: Development of Adsorption Gels for Metal Ions from Apple Juice Residue

○博士論文

- 篠原 隆明：カリックスアレーン誘導体を基体とした分離分析技術の開発に関する研究

関連学会のお知らせ

第23回炭素材料基礎講習会

主催：炭素材料学会
協賛：日本吸着学会 他
期日：2002年10月8日（火）
会場：化学会館7Fホール（東京・お茶の水）
参加費：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（消費税含む）

テキスト代：3,780円（消費税含む）（『最新の炭素材料実験技術(分析・解析編)』を使用します。すでにお持ちの方はお申し出ください。）

申込方法：氏名、ご所属、ご住所、電話、Fax、E-mail、参加費の区分、テキスト希望有無をご記入の上、下記の炭素材料学会事務局までFax、またはE-mailにてお申送ください。

問い合わせ先：〒113-0033 東京都文京区本郷4-1-4 コスモス本郷ビル 炭素材料学会事務局
Tel: 03-3815-8514 Fax: 03-3815-8529 E-mail: cb-kiso02@r-sipec.jp

ホームページ：<http://www.digital-contents.com/ca/tanso.html>
詳細はホームページをご覧ください。

プログラム：

10:00-11:00	炭素材料の基礎と分析技術	東京工業大学	安田 榮一
11:05-12:05	TEM、画像解析関連	長野工業高等専門学校	押田 京一
13:20-14:20	炭素材の細孔構造の発達とその評価法	京都大学	三浦 孝一
14:25-15:25	小角X線散乱法による細孔構造解析	千葉大学	西川 恵子
15:45-16:45	炭素材料およびカーボンナノチューブのラマンスペクトルによる評価	株式会社 東レリサーチセンター	片桐 元

ナノ粒子材料の技術と展示

— 来て、見て、触るナノ技術 —

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：近畿化学協会・高分子学会・色材協会・触媒学会・粉体工学会・日本材料学会・日本分析化学会・日本セラミックス協会・日本吸着学会・日本化学会コロイドおよび界面化学部会

日時：平成14年11月19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）

Tel: 06-6344-5425 Fax: 06-6344-5524

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

定員：70名（先着順受付）

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：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

プログラム:

○材料講演 (講演15分)

- 第1講 10:10-10:25 「ビトリファイドダイヤモンドホイール“ナノフィニッシャーV”」
講師 ノリタケカンパニーリミテド 開発・技術本部 参事 永田 滉氏
[キーワード] ダイヤモンドホイール、微粒砥粒、微粒砥石、ビトリファイド研磨、研削、シリコン研磨
- 第2講 10:25-10:40 「ナノオーダーの研磨を可能にした"ナノラックス"研磨フィルム」
講師 日立マクセル(株) 記録メディア事業グループ 第1設計部 プロジェクトリーダー 安井 正昭氏
[キーワード] 研磨フィルム、微細加工、ダイヤモンド砥粒、ラッピング、精密研磨、研磨剤
- 第3講 10:40-10:55 「ナノサイズ機能性粒子の合成」
講師 戸田工業(株) 創造本部 技術開発グループ 林 一之氏
[キーワード] ナノ粒子、微粒子、着色粒子、表面改質、無機粒子、機能性粒子
- 第4講 11:00-11:15 「貴金属ナノ粒子を用いた高機能コーティング材料」
講師 日本ペイント(株) 創造技術研究所 小林 敏勝氏
[キーワード] 金、銀、プラズモン、色材、金属調皮膜、塗装
- 第5講 11:15-11:30 「貴金属コロイド」
講師 田中貴金属工業(株) 岡本 浩治氏
[キーワード] 貴金属コロイド、貴金属ナノ粒子、コロイド溶液、コロイド粉末、バイメタルコロイド、コロイド錯体
- 第6講 11:30-11:45 「無機ナノ粒子を利用したディスプレイ用反射防止材料」
講師 住友大阪セメント(株) 新材料事業部 井沢 一氏
[キーワード] SnO₂、ATO、ナノ粒子、分散、表面改質、薄膜
- 第7講 11:45-12:00 「次世代MLCCNi電極ペーストの作製と評価」
講師 大研化学工業(株) 製造技術部 上山 竜祐氏
[キーワード] 積層セラミックコンデンサ、Ni電極、薄層化

○材料展示

13:00-14:30 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8講 14:30-15:30 「液相合成による機能性セラミックス超微粒子製造と応用」
講師 産業技術総合研究所 シナジーマテリアル研究センター環境浄化材料チーム チーム長 淡野 正信氏
[キーワード] 超微粒子、チタニア、導電性、光触媒、液相合成、凝集
- 第9講 15:30-16:30 「金属ナノ粒子・無機微粒子の材料への応用—集積化を通じて」
講師 名古屋大学 大学院工学研究科 物質化学専攻 米澤 徹氏
[キーワード] ナノ粒子、微粒子、自己組織化、自己集積、量子サイズ効果、光学デバイス

○参加者からのご質問:本講座では参加者からの問題提起を受け付け、その中から可能な限り講座で取り上げたく考えます。

環境科学会創立15周年シンポジウム

身のまわりの化学物質を考えよう

- 主 催:(社)環境科学会
協 賛:日本吸着学会 他
日 時:平成14年11月30日(土) 9:00-17:00
場 所:北里大学薬学部コンベンションホール(〒108-8641 港区白金5-9-1)
地下鉄南北線・都営三田線「白金台」駅、徒歩10分
参 加 費:無料。但し、資料代1,000円(当日会場で申し受けます)
申 込 方 法:ファクス又はメールにて「15周年シンポジウム参加」とお書き頂き、住所、氏名、年齢、職業、電話番号を添えてお申し込み下さい。定員(約340名)になり次第締め切らせていただきます。
問 合 せ 先:〒305-0047 つくば市千現2-1-6 つくば研究支援センターC-A-7 社団法人 環境科学会
Tel/Fax: 0298-58-6120 E-mail: jdz07103@nifty.ne.jp

プログラム:

9:00- 9:10	開会挨拶	東京理科大学理工学部	(会長) 二瓶 好正
9:10- 9:40	「シックハウスは今・・・」	東京大学新領域創成科学研究科	柳沢 幸雄
9:40-10:10	「飲み水は今・・・」	北海道大学工学研究科	眞柄 泰基
10:10-10:25	－休 憩－		
10:25-10:45	「環境省の取り組み」	環境省環境保健部企画課	早水 輝好
10:45-11:05	「経済産業省の取り組み」	経済産業省製造産業局化学物質管理課	野中 哲昌
11:05-11:25	「日本化学工業協会の取り組み」	社団法人日本化学工業協会	鳥居 圭市
11:25-11:55	「マスクミの役割は今・・・」	東京工業大学原子炉工学研究科	鳥井 弘之
11:55-13:00	－昼 休－		
13:00-13:30	「ゴミ問題は今・・・」	岡山大学自然科学研究科	田中 勝
13:30-14:00	「土の汚染は今・・・」	独立行政法人国立環境研究所	中杉 修身
14:00-14:30	「法律は今・・・」	福岡大学法学部	浅野 直人
14:30-15:00	「私たちは今。」	淑徳大学国際コミュニケーション学部	北野 大
15:00-15:15	－休 憩－		
15:15-17:00	パネルディスカッション「これからどうする？」		
	パネリスト		
	東京大学生産技術研究所	安井 至	
	株式会社ソニー・ミュージックアーティスツ	村田佳壽子	
	東京大学農学生命科学研究科	中西 友子	
	独立行政法人国立環境研究所	中杉 修身	
	淑徳大学国際コミュニケーション学部	北野 大	
	東京工業大学原子炉工学研究科	鳥井 弘之	
	「他」		

編集委員

委員長 田門 肇 (京都大学)	迫田 章義 (東京大学)
委員 音羽 利郎	上甲 勲 (栗田工業)
加納 博文 (千葉大学)	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)
神鳥 和彦 (大阪教育大学)	湯浅 晶 (岐阜大学) (五十音順)

Adsorption News Vol. 16, No. 3 (2002) 通巻No. 62 2002年9月30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科学部門内
Tel: (092) 583-7526 Fax: (092) 573-0342 E-mail: jsad@mm.kyushu-u.ac.jp

編集 鈴木 哲夫 (京都大学)
Tel: (075) 753-5574 Fax: (075) 753-3346 E-mail: suzuki@cheme.kyoto-u.ac.jp

ホームページ <http://athena4.cheme.kyoto-u.ac.jp/jsad/>

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) 721-4541 Fax: (075) 702-9903

General Secretary

THE JAPAN SOCIETY ON ADSORPTION (JSAd)
Department of Molecular and Material Sciences, Graduate 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 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/>