ISSN 0917-9917
CODEN ADNWEM

Adsorption News

Vol. 26, No. 3（October 2012） 通巻No.102

目　　次

○巻頭言…………………………………………… 2
研究開発と実用化の狭間で　大塚　清人

○第26回日本吸着学会研究発表会のご案内……………… 3

○第26回日本吸着学会研究発表会プログラム…………… 4

○研究ハイライト………………………………… 10
吸着機能を付与したハニカムを用いた
空気処理技術に関する研究　井上　宏志

○関連学会のお知らせ……………………………… 16

○維持会員一覧…………………………………… 19

日本吸着学会
The Japan Society on Adsorption

巻　頭　言

研究開発と実用化の狭間で

クラレケミカル株式会社　**大　塚　清　人**

吸着学会の理事をさせて頂いております、クラレケミカル株式会社の大塚です。今回、吸着学会誌の紙面をお借りして、会員の皆様方に、御挨拶と、私の、若干の経験を披露させて頂ける事を、とても光栄に思います。

私が“吸着の技術”に興味を持ち始めた発端は、ポリアセチレンの研究です。当時、私が大学院生の頃に、近くの研究室で、ノーベル賞を受賞された白川先生が“ポリアセチレンの研究”をされていました。そこで、ポリアセチレンの合成法を教えて頂くと共に、ポリアセチレンの電気化学的な物性を測定していました。ポリアセチレンは、酸化されやすく、そのために、電極としても劣化しやすい事を痛感しました。

そんなポリアセチレンの欠点を解消するための方法として“ポリアセチレンから水素を除去して、炭素だけの構造にすれば良いのではないか”と考えました。そこから、炭素と活性炭の研究にシフトして行きました。

炭素電極の充放電性能を観察していますと、様々な炭素の構造があり、それぞれの構造に起因した電極性能を示す事も実感しました。その中で、最も、安定的な充放電性能を示すのは、活性炭（電気二重層キャパシター）である事も判りました。当時、電池の充放電装置は市販されていましたが、電気二重層キャパシター用の充放電装置は市販されておらず、自分で充放電装置を作りました。表面積と細孔の大きさを測定し、それと電極性能の関係を測定していた時に“吸着の技術”（細孔の評価技術）を学びました。かなり、泥縄的な吸着技術の習得でした。当時は、活性炭のような細孔の小さい領域では、細孔の正確な測定が困難な場合がありました。そこで、皆で、細孔測定装置の自作もしてみました。今では、何でも、購入出来る時代になっていますが、昔は、考えながら、作れる時代だったと思います。ラジオを自作して、遠くの電波を雑音の中で聴いていた、そんな感覚で、測定装置を自作していました。今でも、研究開発の“原点・初心”とは、そんな気持ちにあるのではないかと、感じています。

オルガノ株式会社の浦井さんが、企業の立場からの意見として、吸着学会への期待を述べられています。各々の研究開発テーマには、その向こうに“実用化”という大きなハードルが存在します。そして、皆で、これを超えなければなりません。

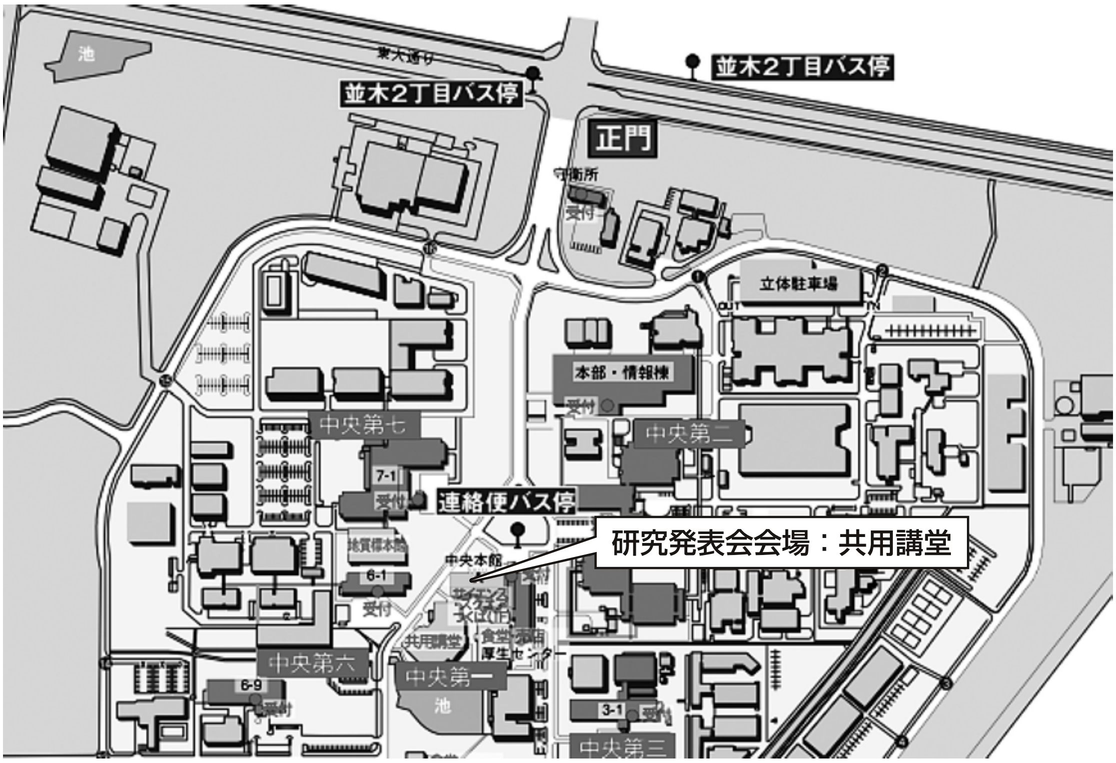
企業は、研究開発を実施し、それによる成果を“製品”という形で社会に提供するのが役割です。新しい製品が社会に受け入れられて販売出来れば、それにより雇用も増大し、世の中の良い循環が生まれて来ます。研究開発を担当する者としては、そんな良い循環を生むための責任があると感じています。吸着学会の活動が、好循環を生む為の“情報発信のコア”になるように、微力ながら尽力してゆきたいと考えています。

大塚清人
クラレケミカル株式会社　取締役
鶴海研究開発センター所長
㈱クラレ　くらしき研究センター
電池材料研究所所長

略歴
1979年３月　東京工業大学有機材料工学科卒業
1981年３月　東京工業大学有機材料工学科修士課程卒業
1981年４月　株式会社クラレ入社
2012年４月　クラレケミカル株式会社取締役　研究開発センター所長
2012年９月　㈱クラレ　くらしき研究センター電池材料研究所　所長を兼務

第26回日本吸着学会研究発表会のご案内

会　　期：平成24年11月14日（水）、15日（木）
会　　場：（独）産業技術総合研究所　つくばセンター中央　共用講堂
（〒305-8561　茨城県つくば市東１－１－１　中央第１）
交　　通：つくばエクスプレス線　つくば駅下車。バスターミナルから関東鉄道バス「荒川沖駅（西口）行（並木経由）」、「筑波宇宙センター経由（学園南循環）」または「桜ニュータウン行」にご乗車下さい。「並木二丁目」下車（所要時間20分、運賃260円）。タクシーの場合、運賃は約1,500円（所要時間約15分）。
詳細につきましては、産総研ホームページをご参照ください。
（http：//www.aist.go.jp/aist_j/guidemap/tsukuba/center/tsukuba_map_c.html）
宿　　泊：各自で手配をお願いいたします。（ホテルは多くありません。お早めに手配をお願い致します。）
懇 親 会：11月14日（水）18：00－20：00　産総研中央食堂２F（詳細は会場にてご案内いたします。）
講演会場：（独）産業技術総合研究所　つくばセンター中央　共用講堂
発表要領：［口頭発表］講演12分、質疑７分、交代１分。プロジェクター（PowerPoint）での発表をお願いします。
［ポスター発表］発表時間１時間30分。ポスターサイズは、発表予定の方に別途ご連絡致します。
参加登録費：［当日登録］日本吸着学会・協賛学会会員：8,000円（官・学）、10,000円（産）、4,000円（学生）
非会員：10,000円（官・学）、12,000円（産）、4,000円（学生）
＊参加登録費には要旨集代を含みます。
懇親会費：［当日登録］　一般8,000円、学生5,000円
研究発表会ホームページ：http：//www.j-ad.org/gakkai26.html　（最新情報はホームページでご確認ください。）
実行委員会（連絡先）：
〒305-8565 茨城県つくば市東１－１－１　中央第５－２
産業技術総合研究所　環境化学技術研究部門　遠藤　明
E-mail：adsorption2012@gmail.com、TEL：029-861-4653（直通）



※事前申込みされた方には別途交通アクセス案内・現地案内図を送付させていただきます。

第26回日本吸着学会研究発表会プログラム

第１日目　平成24年11月14日（水）

9：00－17：00　　参加受付［共用講堂エントランス］
9：50－10：50　　口頭発表
［座長　加藤　雅裕（徳島大院STS研）］

1-01　垂直細孔配列メソ多孔体・グラフェンサンドイッチ複合体の合成
（産総研 環境管理）○王　正明、小菅勝典、吉澤徳子、G. A. Ozin

1-02　磁場中加熱処理した石炭ピッチの細孔形成とその特性
（信州大理）○浜崎亜富、関沼佑哉、坂口あゆみ、尾関寿美男

1-03　速度論的解釈によるミクロ孔性活性炭疎繊維への水吸着現象
（信州大理）○伊藤博光、飯山　拓、浜崎亜富、尾関寿美男

10：55－11：55　　口頭発表
［座長　吉田　将之（日本ベル㈱）］

1-04　圧力温度スイング吸着（PTSA）による水蒸気・二酸化炭素・メタンの分離
（金沢大院）○瀬尾光弘、児玉昭雄、大坂侑吾

1-05　高炉ガスからの４成分系PSAの解析と吸脱着熱による分離成分への影響
（名古屋大院）○黒沼英明、小林敬幸

1-06　PSAにおける製品濃度の時間変動に対する簡易計算法
㈳吸着の研究舎）○広瀬　勉

11：55－13：00　　昼食（理事・評議員会）

13：00－14：30　　ポスター発表（共用講堂ホワイエ）

14：30－15：40　　口頭発表
［座長　田中　秀樹（京大院工）］

1A-1　招待講演１　奨励賞（カルゴン カーボン ジャパン賞）受賞講演
疎水性ナノ空間中での分子集合構造変化に伴う吸着挙動の解明
（千葉大）大場友則

1-07　軽分子混合同位体気体に対する動的量子分子篩効果
（信大 ENCs）南　太規、新村素晴、藤森利彦、○金子克美

1-08　Lennard-Jones 流体のスリット状ナノ細孔内における臨界点降下
（CRIEPI）○神田英輝

15：45－16：45　口頭発表
［座長　飯山　拓（信州大理）］

1-09　アセチレン熱分解処理されたSBA-15シリカ内での窒素の毛管凝縮
（岡山理大理）○森重國光、織田孝徳

1-10　GCMC 法ならびにα_s法による活性炭素繊維の細孔構造評価と細孔径定義
（日本ベル・京大院工）○吉田将之、立石優子、船橋太一、直野博光、仲井和之、田中秀樹、宮原　稔

1-11　拡散反射赤外分光法によるホーランダイト型複合酸化物表面へのガス吸着評価
（東京理大理工）○藤本憲次郎

17：00－17：55　日本吸着学会総会［共用講堂ホール］、奨励賞（カルゴン カーボン ジャパン賞）・技術賞授賞式

18：00－20：00　懇親会［産総研中央食堂２F］

第２日目　平成24年11月15日（木）

９：20－10：40　口頭発表
［座長　山﨑　誠志（静岡理工科大）］

2-12　メソ細孔性シリコンからのLi-Si 合金の調製とその水素吸蔵特性
（千葉大院理）劉勇軍、大場友則、○加納博文

2-13　一方向凍結と水蒸気結晶化を用いたマクロ／ミクロ階層構造ゼオライトの作製
（京大院工）○乗本達彦、佐野紀彰、田門　肇

2-14　ZnMFI 上でおこる室温での水素解離反応における活性な亜鉛種
（岡山大学院自然科学・京都工繊大）○織田　晃、鳥越裕恵、板谷篤司、大久保貴広、湯村尚史、小林久芳、黒田泰重

2-15　ゼオライト鋳型炭素への水吸着シミュレーション
（京大院工）○田中秀樹、稲田洪太郎、西原洋知、京谷　隆、宮原　稔

10：45－11：55　口頭発表

［座長　加納　博文（千葉大院理）］

2-16　メソポーラスシリカ薄膜に吸着した水の分子シミュレーション
（東大院新領域）○山下恭平、大宮司啓文

2-17　多孔性配位高分子のゲート吸着挙動のモデル化
（京大院工）○沼口遼平、山本　愛、杉山隼人、田中秀樹、渡邉　哲、福島知宏、土方　優、堀毛悟史、北川　進、宮原　稔

2A-2　招待講演２ 奨励賞（カルゴン カーボン ジャパン賞）受賞講演
多孔性金属錯体の合成と選択的分子吸着機能に関する研究
（JST-ERATO、京大iCeMS）松田亮太郎

11：55－13：15　昼　　食

13：15－14：55　口頭発表

［座長　板谷　篤司　（岡山大院自然科学）］

2-18　放射性物質除去剤によるセシウムおよびストロンチウムの除去
（水ing㈱・荏原工業洗浄㈱）○槇田則夫、関根智一

2-19　不溶性フェロシアン化物のシリカ-アルミナマイクロハニカムへの包含によるセシウム吸着剤の創製
（北大院工）○木村佳直、吉田誠一郎、荻野　勲、向井　紳

2-20　プルシアンブルー担持繊維へのセシウムの吸脱着速度
（東大生研）○藤田洋崇、藤井隆夫、小尾匡司、石井和之、迫田章義

2-21　タンパク質吸着性におよぼすカルシウムヒドロキシアパタイト粒子のAl, La, Fe-置換の影響
（大阪教育大）○神鳥和彦、戸嶋沙都子

2-22　植物バイオマス廃棄物を原料とした低温創製炭の構造とタンパク質の吸着特性
（首都大院都市環境）○乗富秀富、岩井大輝、田中正彦、加藤　覚

15：00－16：20　口頭発表

［座長　松本　明彦　（豊橋技科大）］

2-23　湿潤条件下におけるNa_2CO_3とK_2CO_3のCO_2貯蔵性
（千葉大院理）○千鷹山英之、大場友則、加納博文

2-24　アルカリ土類金属イオン交換MFI型ゼオライトの二酸化炭素吸着特性
（岡山大院自然科学・京都工繊大）○板谷篤司、鳥越裕恵、織田　晃、大久保貴広、湯村尚史、小林久芳、黒田泰重

2-25　Effect of Methylene Blue Encapsulation on CO_2 Adsorptivity of Single Walled Carbon Nanotubes
（ENCs-Shinshu University）Fitri Khoerunnisa

2-26　PSA法による高炉ガス分離技術の開発
（JFEスチール株式会社）○原岡たかし、茂木康弘、齋間　等

ポスター発表（共用講堂ホワイエ）

P-01　GCMCシミュレーションによるシリンダー型炭素細孔への低級アルコールの吸着に関する研究
（東京電機大院）○浅野大樹、延澤聡美、類家正稔

P-02　GCMCシミュレーションによるスリット型炭素細孔への低級アルコールの吸着に関する研究
（東京電機大院）○佐藤和輝、延澤聡美、類家正稔

P-03　活性炭素繊維への直鎖アルカン吸着の熱量法による検討
（東京電機大院）○延澤聡美、浅野大樹、類家正稔

P-04　層状複水酸化物の再構築挙動評価と水中砒素除去
（名大院工）○野村　肇、鈴木憲司、Wahyudiono、Siti Machmudah、後藤元信

P-05　La-Sr-Co-Fe系ペロブスカイト型酸化物を用いたAir-CO_2圧力スイング下での酸素収着分離に関する研究
（九大院総合理工）○橋本宗馬、草場　一、永長久寛、寺岡靖剛

P-06　アルカリ処理を施したY型ゼオライトへの水蒸気吸着の温度依存性
（徳島大院先端教育部・徳島大院STS研）○木村三千里、加藤雅裕、堀河俊英、中川敬三、杉山　茂

P-07　2, 5-ジメチルテレフタル酸をリンカーにもつIRMOF-1に吸着したベンゼン分子集団が示す熱異常
（阪大院理・阪大博物館）　宮久保圭佑、江口太郎、上田貴洋

P-08　放射線グラフト重合法による不溶性フェロシアン化金属担持セシウム吸着用繊維の開発
（千葉大院工）○平山雄祥、杉山まい、岡村雄介、藤原邦夫、須郷高信、小島　隆、梅野太輔、斎藤恭一

P-09　チタン酸ナトリウム担持繊維を用いた海水中からのストロンチウムの吸着除去
（千葉大院工）○海野　理、平山雄祥、浅井志保、藤原邦夫、須郷高信、小島　隆、梅野太輔、斎藤恭一

P-10　活性炭のミクロ孔内で形成されるカルシウムイオンの水和構造
（岡山大院自然科学）○楠戸智子、大久保貴広、板谷篤司、黒田泰重

P-11　高純度単層カーボンナノチューブの細孔内で形成される亜鉛ナノ溶液の水和構造
（岡山大院自然科学）○西　政康、大久保貴広、板谷篤司、黒田泰重

P-12　鉄含有フォージャサイトの構造とイオン交換特性
（静岡理工科大）○大砂裕司、山﨑誠志、西野英哉、磯部　弘

P-13　アミン担持メソ多孔体における二酸化炭素吸収反応の解析
（地球環境産業技術研究機構（RITE））○山田秀尚、余語克則、渡部　毅、東井隆行

P-14　塩類含有ハイドロゲルによる湿度制御
（大阪市工研）○長谷川貴洋、岩﨑　訓、丸山　純

P-15　ヨウ化カリウム共存下における木質の炭化および賦活
（大阪市工研）○岩﨑　訓、長谷川貴洋、丸山　純

P-16　Atomistic多孔体モデルによる吸着誘起構造転移の分子シミュレーション
（京大院工）〇大崎修司、田中秀樹、山本大吾、渡邉　哲、宮原　稔

P-17　細孔壁ラフネスを考慮したシリカ細孔モデルによる吸着ヒステリシス機構の解明
（京大院工）〇平塚龍将、西山奈津美、森　健吾、田中秀樹、宮原　稔

P-18　ゴミ焼却施設からの二酸化炭素回収
（西部技研）〇岡野浩志、井上宏志、丸山香名江

P-19　電気二重層の原理を用いた硬水の軟水化に関する研究
（関西大）〇木原淳介、野々村成人、中川清晴、小田廣和

P-20　純水素PEFCシステムにおける脱臭機構の小型化に向けた取組み
（東京ガス技術研究所・千葉大院理）〇星　文之、三枝香織、亀田治邦、横井泰治、小嶋夏子、程エン、大場友則、加納博文

P-21　柔らかな多孔性配位高分子を用いたガス分離
（京大iCeMS）〇佐藤弘志、松田亮太郎、北川　進

P-22　ゼオライトを用いたバイオガスメタンの吸着精製の試み
（豊橋技科大院工）〇松本明彦、長谷川雄士

P-23　環境中からの放射性セシウム除去を目指した繊維固定化金属フェロシアニドの開発
（東大生研）〇小尾匡司、石井和之、藤井隆夫、工藤一秋、立間　徹、迫田章義

P-24　不均質場の拡散試験に供する最少基本試料サイズに関するモデル検討
（東洋大自然科学）〇清田佳美、高瀬博康

P-25　オガノシリカ架橋した還元酸化黒鉛の構造
（産総研）楚英豪、関　拓真、〇王　正明、廣津孝弘

P-26　IRMOF-1に吸着したテトラメチルシランが示す熱異常
（阪大院理・阪大博物館）〇牛見建彦、宮久保圭祐、江口太郎、上田貴洋

P-27　溶剤回収PSAへの水蒸気の影響　－実験とシミュレーション－
（明大理工）茅原一之、〇小林　洵、加藤晃久、川原克平

P-28　超臨界CO_2中におけるMSC5Aへの有機化合物の吸着測定　－Stop & Go法による予測－
（明大理工）茅原一之、〇伊東慎悟、新迫昌史

P-29　FAU型ハイシリカゼオライトへの混合有機溶剤の共沸吸着平衡 －分子シミュレーションとDo方式による予測－
（明大理工）茅原一之、〇平良龍晴、山田夏輝、鈴木優介、Duong D. Do

P-30　超臨界CO_2とBTXの２成分系吸着特性　－クロマトグラフィー測定および分子シミュレーション－
（明大理工）茅原一之、〇新迫昌史、伊東慎悟

P-31　クロマト法によるMSC5Aへの多成分系ガスの吸着実験およびシミュレーション
（明大理工）茅原一之、〇野本将史、甘利雄三、中村英紀

P-32　FAU型ハイシリカゼオライトによる有機塩素化合物の吸着速度実験およびMDシミュレーション
（明大理工）茅原一之、〇山田夏輝、平良龍晴、甘利雄三、鈴木優介、富田真司

P-33　等温線、等圧線測定による細孔内固液相転移現象の解明
（信州大院理）〇荻野智大、飯山　拓、尾関寿美男

P-34　エッジリッチなカーボンナノファイバーの微細加工基板上への選択的配置と配向制御
（東大生研）〇吉田　翔、藤田洋崇、高橋勇介、藤井隆夫、迫田章義

P-35　強磁性ナノ粒子を内包した高表面積カーボンナノホーンの作製
（京大院工）〇平間大介、佐野紀彰、田門　肇

P-36　ビオロゲン誘導体の多孔性配位高分子の合成、構造および細孔の物理化学的性質
（京大iCeMS）〇樋口雅一、中村洸平、北川　進

P-37　Mechanism of H_2S adsorption by iron-containing materials at low temperature
（東大院工）○Dinh Thanh Nghia、藤田洋崇、迫田章義

P-38　ガス・蒸気吸着を利用したゼオライト分離膜の構造評価法に関する検討
（早大先進理工）松方正彦、○池田岳郎

P-39　水蒸気脱着型温度スイング吸着プロセスによるCO_2の分離回収
（金沢大院）○川又脩平、大坂侑吾、児玉昭雄

P-40　バイオエタノールの発酵液からの直接気相吸着分離と脱着濃縮
（東大生研）○竹中　梓、藤田洋崇、迫田章義

吸着機能を付与したハニカムを用いた空気処理技術に関する研究

A New Air Treatment Technology Using a Honeycomb Structure with an Added Adsorption Property

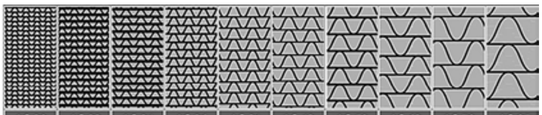
株式会社西部技研技術開発本部
Research and Development Department,
SEIBU GIKEN CO., LTD.
井　上　宏　志
Koji Inoue

1．はじめに

大気環境問題の軽減、解決のための大気環境浄化技術やプロセスの開発は、持続発展社会の実現に不可欠である。しかし、それらがエネルギー多消費型であれば二酸化炭素（CO_2）排出量の増加につながる可能性があるため、低エネルギー消費型技術、プロセスの開発が極めて重要になる。種々の空気処理技術の中で、ハニカム状に成形した吸着材（吸着ハニカム）による吸脱着プロセスを利用した技術は、空気処理に適した低エネルギー技術として注目され、近年、その普及が拡大している。本稿では、吸着ハニカムが多用される湿度コントロール（除湿・空調）と揮発性有機化合物（VOC）の除去に焦点を絞り、汎用性が高く、省エネルギー性に優れた空気処理技術について紹介する。

湿度コントロールについては、デシカント除湿機、デシカント空調機の核心部であるデシカントロータの開発に関する研究結果を述べる。ここで、デシカント除湿とデシカント空調について簡単に説明すると、デシカント除湿は、ドライルーム、食品工場などにおいて低露点乾燥空気を得るための産業用の除湿を指し[1)]、デシカント空調は低温排熱、コジェネ排熱等を熱源として用いる省エネルギー型空調システムをいう[2、3)]。何れも吸着材による水分の吸着－脱着サイクルを利用する点は共通であるが、脱着過程に利用する再生空気入口温度が前者では140℃程度、後者では排熱利用の観点から80℃以下と異なる。本稿では、様々な水蒸気吸着等温線を持つデシカントロータを吸着材（シリカゲル）の合成方法を制御することで製作し、動的除湿性能を測定することで、デシカントロータに適する最適な水蒸気吸着等温線について検討した内容を述べる。

また、光化学スモッグの原因物質の一つであるVOCの排ガスからの除去については、燃焼除去法や吸着ハニカムによるVOC濃縮と燃焼を併用した方法が実用化されているが[4、5)]、本稿では中小事業所への導入を視野に入れた、小型で操作性が良く、低エネルギー駆動型の新規VOC処理システムとして、著者らが手掛けた吸着ハニカム技術とVOCプラズマ分解技術を組み合わせた「吸着プラズマ分解法」に関する技術を紹介する。



	AS-20	AS-22	AS-24	AS-26	AS-31	AS-42	AS-50	AS-63	AS-70	AS-85
P (mm)	2.0	2.2	2.6	2.6	3.4	4.2	5.2	6.4	7.2	9.0
H (mm)	0.85	0.95	1.10	1.40	1.90	2.50	3.00	3.50	4.50	5.20
表面積 (m^2/m^3)	5,400	4,800	4,200	3,500	2,400	2,000	1,700	1,400	1,100	900
セル数 (セル/$inch^2$)	750	600	450	350	200	120	80	60	40	30

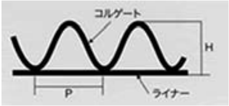


図１　ハニカムの種類と形状

2．吸着ハニカム

ハニカムに吸着材を担持した吸着ハニカムは、広い表面積を有しながら通気抵抗が低く（粒状ペレットの10分の１程度の圧力損失）、軽量でありながら構造体としての充分な強度を有しているなどの特長から、様々な空気処理装置に応用されている[6)]。吸着ハニカムは、0.1秒という短い滞留時間で水分及びVOCを高速交換することを可能とし、あわせて大容量処理に適した空気処理装置の工業化を実現することができる。例えば、湿った空気を瞬時に乾かしたり、空気中に含まれるVOCなどの成分を瞬時に分離したり、臭気を分解することができるなど短時間で大量の空気を処理するのに適した特徴を備えている。

図１にハニカムの種類と形状を示す。除湿・空調及びVOC除去にはAS-31が多く採用され、ハニカムフィルタ用途のうち高性能が要求されるものはAS-22～AS-26が、低圧力損失が要求されるものはAS-50～AS-63が比較的多く採用されている。なお、本稿で用いた吸着ハニカムは、ハニカム形状に加工したのち、吸着材を含浸担持して取り込む方法で製作している。

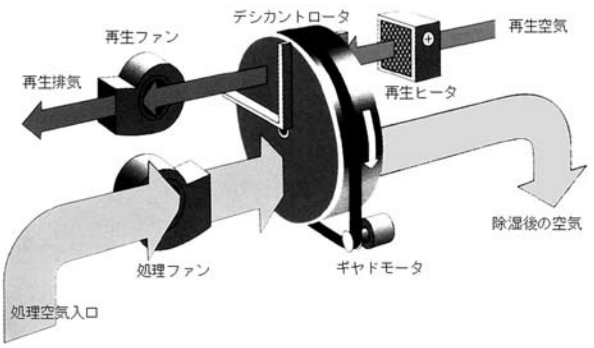


図２　デシカントロータの基本フロー

３．湿度コントロールに関する研究

3.1. デシカントロータ

デシカントロータはセラミック繊維紙をコルゲート状に加工してロータ化したのち、ハニカムマトリックス内部で吸湿性を持つシリカゲルを合成することによって製作される吸着ハニカムの一種である。ロータに親水性ゼオライトを含浸担持させたゼオライトロータも製品化している。

図２にデシカントロータの基本フローを示す。湿度の高い処理空気をデシカントロータに通過させると、処理空気中の水分はデシカントロータに吸着し、乾燥空気として供給される。一方でデシカントロータに吸着した水分を脱着させるため、高温の再生空気をデシカントロータに供給し、水分を脱着させる。デシカントロータは回転しているため、連続的に除湿空気が得られ、かつ、デシカントロータは再生される。デシカント除湿は、デシカントロータで空気中の水分を除湿して低露点空気を得る方式、デシカント空調は、デシカントロータに熱交換器等を組み合わせて快適な温湿度空気を得る方式であることから、装置全体のシステムは異なる[7)]。しかしながら、ともにデシカントロータを使い、それぞれの使用条件においてより高い除湿性能が要求されるという点では共通している。

図３に６種類のシリカゲルロータの水蒸気吸着等温線を示す。No.２のように低湿度側で上に凸の形状を示すロータやNo.４のように水分吸着量が相対湿度に対して直線に近い形状を示すロータ、あるいはNo.３のように低湿度側の水分吸着量は少ないが、高湿度になると水分吸着量が多くなるロータをシリカゲルの合成方法を制御することで製作した。なお、これらロータは、シリカゲルの比表面積、細孔容量、平均細孔径を変化させたことを除いて、他は同じ仕様のロータである。

3.2. デシカント除湿、デシカント空調での動的除湿性能

図４にデシカント除湿条件（T_{R1}=140℃）での動的除湿性能試験結果を、図５及び図６にデシカント空調条件（T_{R1}=80℃、T_{R1}=50℃）での動的除湿性能試験結果を示す。なお、ロータ幅は200mm、最適回転数で試験した。

デシカント除湿条件（T_{R1}=140℃、図４）、デシカント空調条件（T_{R1}=80℃、図５）では、No.２ロータが最も優れた除湿性能を示した。処理入口側から導入された空気は、処理出口側に向かうにつれて、吸着熱

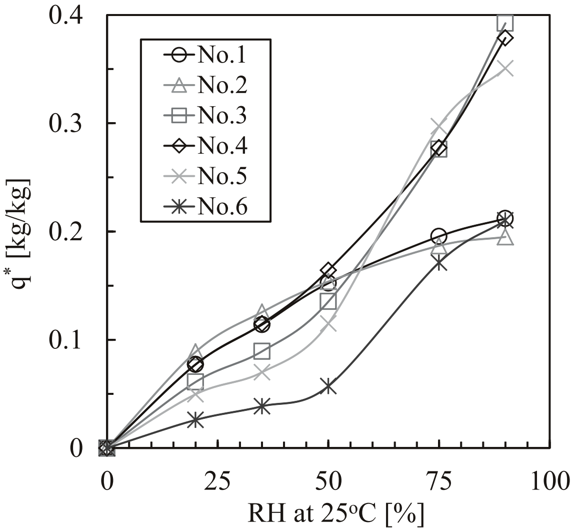


図３　シリカゲルロータの水蒸気吸着等温線

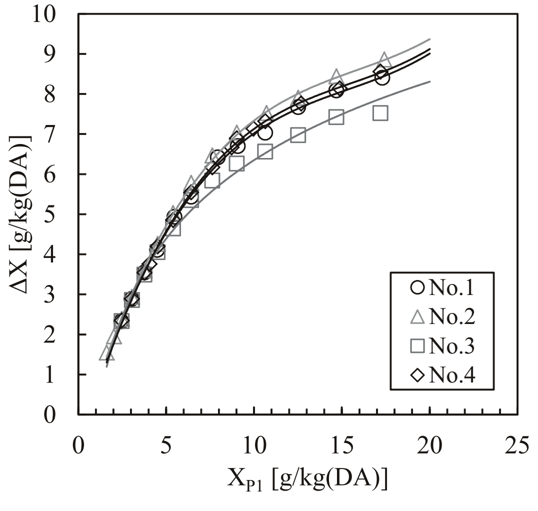


図４　デシカント除湿条件（T_{R1}=140℃）での動的除湿性能試験結果　T_{P1}=30℃、α=1/3、V=2m/s、X_{P1}=X_{P2}

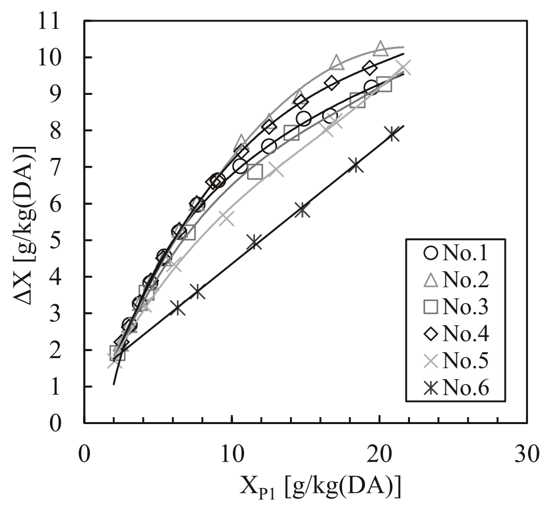


図５　デシカント空調条件（T_{R1}=80℃）での動的除湿性能試験結果　T_{P1}=30℃、α =1/1、V=2m/s、X_{P1}=X_{P2}

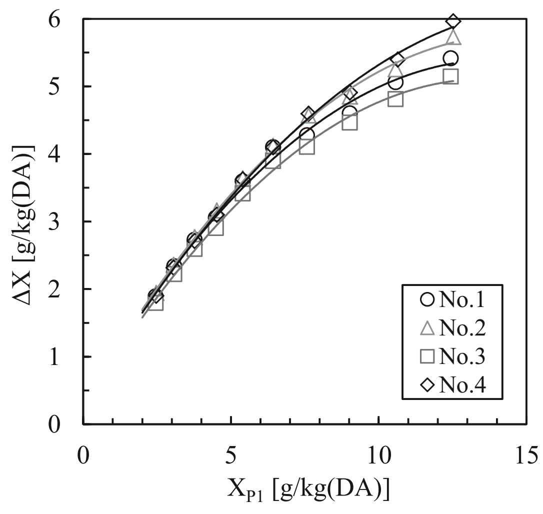


図６　デシカント空調条件（T_{R1}=50℃）での動的除湿性能試験結果　T_{P1}=20℃、α =1/1、V=2m/s、X_{P1}=X_{P2}

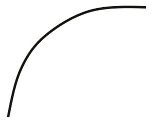
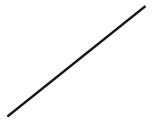
による温度上昇と除湿による絶対湿度の低下によって、相対湿度が大きく低下する。処理出口近傍の相対湿度の低い領域で水分吸着量の多い（水分吸着力の強い）No.２ロータが、T_{R1}=140℃とT_{R1}=80℃の条件で最も適していたと考えられる。一方、デシカント空調条件（T_{R1}=50℃、図６）ではNo.４ロータの動的除湿性能が良好であった。No.４ロータは低湿度から高湿度まで水分を吸着する。再生空気入口温度を50℃まで下げると、処理出口側の相対湿度の低下の程度も少なく、高湿度側や中湿度側の水蒸気の吸着と脱着が重要になるため、No.４ロータが優れた除湿性能を示したと考えられる。これらの結果は、ロータの動的除湿性能は、従来から言われている吸着条件と脱着条件における平衡吸着量の差のみならず、吸着等温線の形状も重要であることを意味している。即ち、最適な吸着等温線形状は再生空気入口温度によって異なり、脱着に十分な熱エネルギーが供給できる140℃、80℃では、水分吸着力が強く低湿度域で水分吸着量の多い水蒸気吸着等温線、50℃では、吸着力が相対的に弱く水分吸着量が相対湿度に対して直線に近い形状で増加する水蒸気吸着等温線を示すシリカゲルロータが適していると考えられる[8)]。

3.3. デシカントロータに適する水蒸気吸着等温線

表１に水蒸気吸着等温線の形状と特長、その用途についてまとめた。低湿度域で水分吸着量の多い水蒸気吸着等温線（低湿度で上に凸）を持つロータは、水分吸着力が強い反面、低温で水分を脱着しにくく、水分吸着容量が小さいことから、デシカント除湿用途、あるいは80℃程度の比較的再生温度の高いデシカント空調用途のロータに適すると考えられる。一方、水分吸着量が相対湿度に対して直線に近い形状で増加する水蒸気吸着等温線（直線）を持つロータは、水分吸着力は弱いが、低温で水分を脱着しやすく、水分吸着量も大きいことから、50℃以下の再生温度の低いデシカント空調用途のロータに適すると考えられる。

ここで示した水蒸気吸着等温線を示す新たなシリカゲルロータを試作して、それぞれデシカント除湿条件、デシカント空調条件で動的除湿性能試験をしたところ、共に市販のシリカゲルロータよりも優れた除湿性能であったことは確認済みである。

表１　水蒸気吸着等温線の形状と特長、その用途

形状		
	低湿度で上に凸	直線
吸着力	強	弱
低温(50℃) 脱着	△	○
吸着容量	小	大
用途	デシカント除湿用 T_{R1}=80℃程度の空調用	T_{R1}=50℃程度 の空調用

記号及び略号

q* ：平衡吸着量 [kg(H_2O)/kg(adsorbent)]
RH ：相対湿度 [%]
T ：温度 [℃]
V ：ロータ前面風速 [m/s]
X ：絶対湿度 [g/kg(DA)]
ΔX：除湿量(=X_{P1}-X_{P2}) [g/kg(DA)]
α ：ゾーン面積比 [－]

添字及び略号

P ：処理空気
R ：再生空気
1 ：空気入口
2 ：空気出口

4．VOC除去に関する研究＜吸着プラズマ分解技術＞

吸着ハニカムを用いた空気処理技術として、ハニカムによるVOCの吸着とプラズマによるVOCの分解を組み合わせた吸着プラズマ分解技術について紹介する[9-11]。

図７に吸着プラズマ分解技術の核心部となる吸着プラズマ分解エレメントの構造を示す。電極Ａと電極Ｂは、誘電体である集成マイカシートでカバーしている。吸着プラズマ分解エレメントは、これらＡ、Ｂの電極板を交互に積層した中に、疎水性ゼオライトを担持した吸着ハニカムを挿入して構成されている。吸着ハニカムは、VOCの分解性能を向上させる効果と、電極板の汚染を防止し吸着プラズマ分解エレメントの性能劣化を抑える効果がある。

図８に実用化検討中の吸着プラズマ分解の概略を示す。電極板間に数kV～十数kVの電圧を印加すると放電が起こり、VOCは吸着プラズマ分解エレメントで吸着・脱着されながら放電場で分解される。一部分解されずに残ったVOCは放電時に生成したオゾンとの反応によって分解されながら、後段の触媒エレメントへと入る。触媒エレメントでは、オゾンの分解によって生じた活性酸素で、残存VOCがさらに酸化分解されて排出される[12, 13]。同システムを搭載した試験機の各種VOCガスの分解率を個別に測定し、本装置の基本的特性を把握した後、接着工場排気口、塗装ブース排気口で実証試験を実施した。

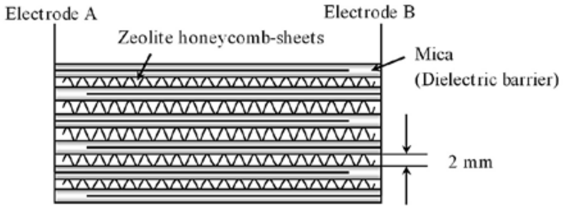


図７ 吸着プラズマ分解エレメントの構造

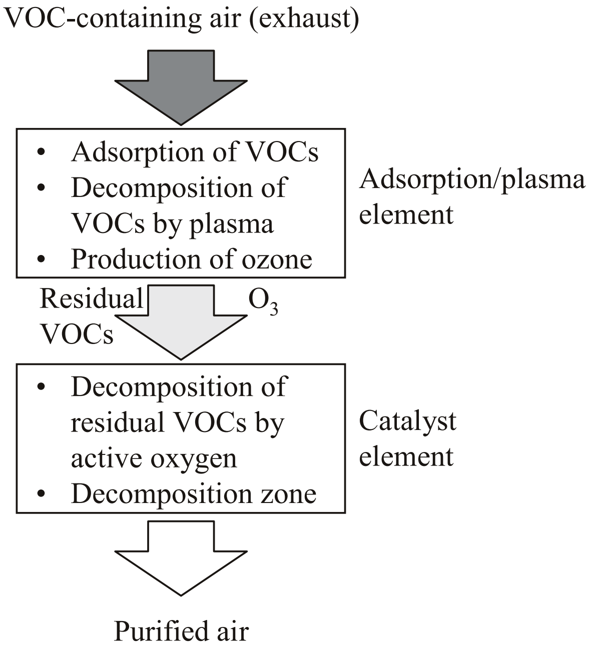


図８ 吸着プラズマ分解の概略

個別分解試験より、本システムではエーテル・エステル類が分解されやすく、次いでアルコール類、炭化水素類、ケトン類（アセトン）であることを明らかにした。また、VOC分子の分解のされやすさは、分解の開始（initiation）に関与する結合の強さである程度説明できること、低温プラズマ場でのVOC分解はある結合が切断されるinitiationステップが起こると、あとは連鎖的かつ容易に分解が進行している可能性があることも示唆された[14]。

図９に接着工場排気口のある一日のVOC濃度を、図10に接着工場排気口での実証試験結果を、図11に塗装ブース排気口での実証試験結果を示す。これら実証試験結果から、接着工場排気口のように、本技術の分解適正濃度（300ppmC）以上のVOCが連続的に排出される場合は分解効率が悪いこと、塗装ブースのようにベース濃度は適正濃度以下で、瞬間的に適正濃度以上のVOCが排出される場合には、吸着と分解現象が協同的に作用して、低いVOC排気濃度を実現できることを確認した。

また、実証試験で明らかになった電気系統の問題点

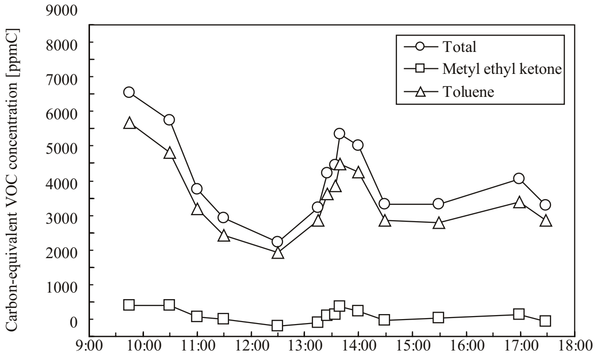


図９　接着工場排気口のある一日のVOC濃度

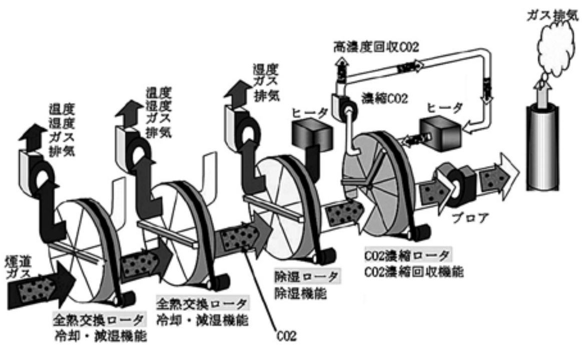


図12　CO_2分離濃縮回収システム

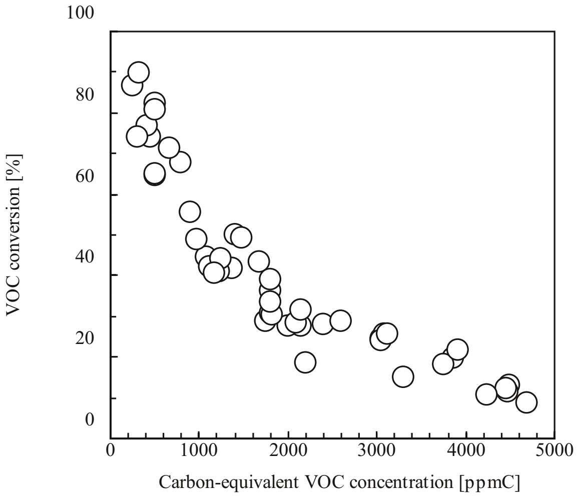


図10　接着工場排気口での実証試験結果

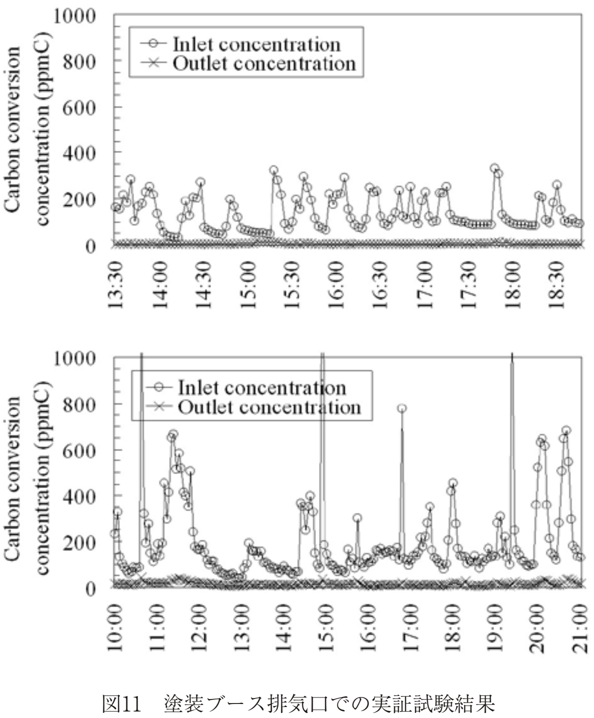


図11　塗装ブース排気口での実証試験結果

も、リーケージ型高電圧トランス、進相コンデンサ、吸着プラズマ分解エレメントを組み合わせた新たな回路を開発、適用することで、電流値と耐久性が改善し、実用化レベルに達することを確認した。

５．吸着ハニカムの次の展開

除湿・空調、VOC除去の次の吸着ハニカムを用いた空気処理技術として、著者らは現在、CO_2を吸着除去、あるいは、CO_2を分離濃縮回収するシステムの開発に取り組んでいる。CO_2の吸着除去用途としては、リチウムイオン二次電池などの研究開発用途として当社で製造販売しているコンパクトドライルームの要素技術として[15]、あるいは、一般空調用途として検討している室内のCO_2や汚染質ガスを除去するとともに、湿度コントロールをする次世代デシカント空調技術などがある。また、CO_2の分離濃縮回収用途としては、10％程度のCO_2を70％程度まで濃縮して、これを原料とした機能性材料（カーボナートモノマー）を開発する福岡県飯塚市のプロジェクトなどがある[16]。図12にCO_2分離濃縮回収システムを示す。煙道ガスから熱、水分、不純ガス物質等を分離して、二酸化炭素を濃縮回収する、現時点での、当社の吸着ハニカムロータ技術の集大成のシステムと考えている。

６．まとめ

デシカントロータの高性能化によって、除湿量増加による装置のコンパクト化や、要求除湿量に対する再生空気入口温度の低減が可能になる。また、吸着プラズマ分解技術を用いた装置を開発することで、VOC排出時のみのVOC除去が可能となるため、一旦運転すると簡単に停止しにくい（24時間運転になることの多い）燃焼除去法等と比較してVOC処理費用（ランニングコスト）の低減が図れる。

著者らは、吸着ハニカムを基盤とする湿度とVOCを対象とする空気処理技術の高度化研究に取り組み、前者に対しては除湿に対する静的特性と動的性能との関係の実験的検証とそれに基づく高性能新ロータの開発を行い、後者に対してはプラズマ分解技術を併用した吸着プラズマ分解技術の提案と実用性を確認した。これらの結果は、吸着ハニカム技術の低エネルギー消費型空気処理技術としての地位を確立、発展させるとともに、環境問題、エネルギー問題の解決に貢献できるものと考えている。

［参考文献］

1）http://seibu-giken.co.jp/desicant/index.html

2）H. Okano, W. Jin, T. Hirose, R. Kuramitsu, E. Taguri, H. Nawata, *Fundamentals of Adsorption* **7**, 926（2001）.

3）財団法人ヒートポンプ・蓄熱センター低温排熱利用機器調査研究会：デシカント空調システム（2006）.

4）H. Yamauchi, A. Kodama, T. Hirose, H. Okano, K. Yamada, *Ind. Eng. Chem. Res.*, **46**, 4316（2007）.

5）山内恒，児玉昭雄，広瀬勉，岡野浩志，山田健一郎，化学工学論文集，**34**, 217（2008）.

6）先端材料技術協会，ハニカム構造材料の応用（2002）.

7）岡野浩志，金偉力，冷凍，**77**, 45（2002）.

8）井上宏志，松隈伸悟，金偉力，岡野浩志，寺岡靖剛，広瀬勉，日本冷凍空調学会論文集，**27**, 327（2010）.

9）浦江英孝，山形幸彦，村岡克紀，山田健一郎，山内恒，岡野浩志，電気学会論文誌，**122-A**（11）, 965（2002）.

10）Y. Yamagata, K. Niho, K. Inoue, H. Okano, K. Muraoka, Jpn *J. Appl. Phys.*, **45**, 8251（2006）.

11）井上宏志，古木啓明，岡野浩志，山形幸彦，村岡克紀，電気学会論文誌，**127-A**（6）, 309（2007）.

12）岡野浩志，井上宏志，NEDO有害化学物質リスク削減基盤技術研究開発 平成16年度成果報告書（2005）.

13）岡野浩志，井上宏志，NEDO有害化学物質リスク削減基盤技術研究開発 平成17年度成果報告書（2006）.

14）K. Inoue, H. Okano, Y. Yamagata, K. Muraoka, Y. Teraoka, *J. Environmental Science*, **23**, 139（2010）.

15）西國原仁美，井上宏志，岡野浩志，2011年度日本冷凍空調学会年次大会講演論文集，159（2011）.

16）井上宏志，丸山香名江，岡野浩志，峯元雅樹，松隈洋介，第25回日本吸着学会研究発表会講演要旨集，15（2011）.

井上　宏志
株式会社西部技研技術開発本部
マネージャー
博士（工学）

1996年　静岡大学大学院農学研究科応用生物化学専攻修士課程修了
1996年　水澤化学工業株式会社入社
2003年　株式会社西部技研入社
2011年　九州大学大学院総合理工学府物質工学専攻博士課程修了
2012年〜　現職

関連学会のお知らせ

第５回　分離プロセス最新技術講座
「二酸化炭素の吸着分離・回収」のご案内

主　　　催：化学工学会分離プロセス部会
協　　　賛：化学工学会エネルギー部会、分離技術会、日本吸着学会

日　　　時：平成24年11月27日（火）13：00～17：45
場　　　所：㈱西部技研本社会議室（福岡県古賀市青柳3108-3）
JR鹿児島本線　古賀駅よりタクシーで20分
※古賀駅改札前に12時30分にご集合下さい。乗合いタクシーで会場に向かいます。

講座の内容：当面続くであろう化石燃料時代においてCCSは重要技術のひとつであり、二酸化炭素の高効率・低コスト分離が求められている。一般的には化学吸収法や物理吸収法が有利と言われるが、実際には、排出源規模や排ガスの性状に応じて最適な分離プロセスを選択する必要がある。今回、本講座では吸着分離に焦点をあてる。まず、二酸化炭素の分離技術とその開発動向を概説し、次に吸着分離プロセスの基礎原理に関する講義を行う。続いて、圧力スイング吸着PSAと熱再生式ハニカムロータによる二酸化炭素分離・回収の実証試験例を報告する。あわせてハニカムロータ製造で国内トップシェアを持つ㈱西部技研本社工場にてハニカムロータ式二酸化炭素分離濃縮装置の他、デシカント除湿機やVOC濃縮装置等の製造工場を見学する。

スケジュール：

13：00－13：45「二酸化炭素の分離技術と開発動向」　福岡女子大学　藤岡　祐一 氏
13：45－14：30「ＰＳＡとＴＳＡの基礎　～共通するものと競合するもの～」　吸着の研究舎　広瀬　勉 氏

休憩15分

14：45－15：30「ＰＳＡ法による高炉ガスからのCO_2分離システム」　JFEスチール株式会社　斉間　等 氏
15：30－16：00「飯塚市クリーンセンターでの二酸化炭素分離回収」　株式会社西部技研　井上　宏志 氏

休憩10分

16：10－17：30　西部技研工場見学
17：45　解散（タクシーで古賀駅へ）
※ご希望があれば、講座終了時（16時）にタクシーを手配することもできます。

参　加　費：会員・共催、協賛団体会員：5,000円　法人会員会社社員：7,000円
（資料代を含む） 学生会員・学生：3,000円　会員外：10,000円

定　　　員：40名

申込方法：１．氏名、２．会員資格、３．勤務先、４．連絡先住所、５．電話番号、６．e-mailアドレス、７．

請求書の要否（要の場合、請求書宛名をご指示ください）をご記入の上、11月13日（火）までに下記申込先までe-mail又はFAXでお申し込み下さい。折り返し、申込確認と参加費送金方法などご連絡いたします。

申込先・問合先：九州大学大学院工学研究院化学工学部門　松隈洋介
〒819-0395　福岡市西区元岡744
E-mail：ymatsu@chem-eng.kyushu-u.ac.jp
電話：092-802-2755　　FAX：092-802-2755

兵庫県立大学Cat-on-cat新規表面反応研究センターシンポジウム2012
「触媒反応と表面科学的反応解析の接点を探る」

主　　催：兵庫県立大学Cat-on-cat新規表面反応研究センター
共　　催：兵庫県立大学高度産業科学技術研究所・産学連携機構、兵庫県放射光ナノテク研究所、触媒学会西日本支部
協　　賛：近畿化学協会、日本化学会近畿支部、日本表面科学会関西支部、日本真空学会関西支部、応用物理学会関西支部、兵庫工業会、ひょうご科学技術協会、表面技術協会関西支部、未踏科学技術協会、日本真空工業会関西支部、日本工業技術振興協会、新産業創造研究機構、日本分析化学会近畿支部、日本分光学会関西支部、日本質量分析学会、日本放射光学会、日本物理学会大阪支部・京都支部、分子科学会、ナノ学会、原子衝突学会、日本材料学会関西支部、日本複合材料学会関西支部、有機合成化学協会関西支部、炭素材料学会、無機マテリアル学会中部支部、日本吸着学会、ゼオライト学会、日本粘土学会、兵庫県中小企業団体中央会
日　　時：2012年12月７日（金）　10：00－17：00 ～ ８日（土）９：00－15：20
場　　所：兵庫県立先端科学技術支援センター　〒678-1205兵庫県赤穂郡上郡町光都３丁目１－１

兵庫県立大学大学院物質理学研究科では、３つの中核的研究領域において研究センターを設立し、研究科の更なる発展を図ろうとしています。そのひとつである「Cat-on-cat新規表面反応研究センター」では、表面および表面近傍で起こる触媒作用に関わる物理的・化学的現象を総合的にとらえ、新たな表面反応の科学を開拓しています。さらに、表面科学現象の研究手法を一般的な化学反応の解析に応用し、特に表面反応の特異な性質が触媒反応全体におよぼす影響を明らかにすることに注力しています。これらの知見は直接触媒科学として活かされるほか、新しい素材や材料開発から大型建造物の劣化検討まで、ほとんどすべての製造業に対して波及効果が期待できます。2011年度には、触媒学会ファインケミカルズ合成触媒研究会主催の「ファインケミカルズ合成触媒国際会議C & FC2011」が奈良で開催されたのに合わせ、そのポストシンポジウムを昨年12月に姫路で開催しました。本年度は、新規な表面科学現象の解析に焦点を当て、触媒反応と表面科学的反応解析の接点を探るシンポジウムを開催いたします。Cat-on-catは触媒上の触媒(catalyst on catalyst)を表しており、新しい触媒を象徴しています。本シンポジウムは、そのような新しい触媒科学と表面科学との関わりを議論するための統合的なプラットフォームであることを特徴としています。この機会に企業の皆様と学内外の研究者に広くご参集いただき、異分野融合によって新しい表面反応研究を推進する契機となることを祈念しております。

参　加　費：一般　5,000円、学生　2,000円

シンポジウムプログラム案

12月７日（金）

10：00－10：05　開会の挨拶　Cat-on-cat新規表面反応研究センター長　杉村　高志

10：05－12：05　招待講演・一般講演

14：00－16：00　招待講演・一般講演

16：15－17：00　特別講演

17：30－19：30　懇親会

12月８日（土）

９：00－10：00　招待講演・一般講演

10：00－11：30　ポスター発表

13：30－14：30　招待講演・一般講演

14：30－15：15　特別講演

15：15－15：20　閉会の挨拶　兵庫県立大学大学院物質理学研究科長　高橋　慶紀

申し込み締切り：平成24年11月９日（金）

申し込み方法：電子メールにて下記にお申し込み下さい。

⑴「Cat-on-catシンポジウム2012申込み」、⑵氏名（ふりがな）、⑶連絡先（勤務先または自宅住所（〒付記）、TEL、FAX，電子メール）、⑷参加区分（特別講演、招待講演、一般講演、ポスター発表の別）

尚、講演予稿はテンプレート（日本吸着学会ホームページ「他学会研究発表会」をご覧ください）をご使用の上、申込みの電子メールに添付してください。

申し込み先：〒678-1205　兵庫県赤穂郡上郡町光都３丁目１－２

（担当実行委員）　兵庫県立大学高度産業科学技術研究所　春山　雄一

TEL/FAX：0791-58-0474／0791-58-0242

E-mail：haruyama@lasti.u-hyogo.ac.jp

会場の案内：兵庫県立先端科学技術支援センター

〒678-1205 兵庫県赤穂郡上郡町光都３丁目１－１　Tel：0791-58-1100

アクセスマップ　http：//www.cast.jp/access/index.html

①ＪＲ西日本「相生」駅から神姫バス「SPring-8」行に乗車「県立大理学部」下車

②駐車場無料

維持会員一覧

維持会員として、以下の企業各社にご協力を頂いております。

（平成24年10月現在、50音順）

㈱アドール	エア・ウォーター㈱
大阪ガス㈱	大阪ガスケミカル㈱
オルガノ㈱	カルゴン カーボン ジャパン㈱
㈱キャタラー	協和化学工業㈱
クラレケミカル㈱	栗田工業㈱
興研㈱	㈱重松製作所
システムエンジサービス㈱	水ing㈱
スペクトリス㈱マルバーン事業部	㈱西部技研
大陽日酸㈱	谷口商会㈱
千代田化工建設㈱	月島環境エンジニアリング㈱
帝人ファーマ㈱	東京ガス㈱
東ソー㈱	東洋紡績㈱
日本エンバイロケミカルズ㈱	日本たばこ産業㈱
日本ベル㈱	富士シリシア化学㈱
フタムラ化学㈱	三菱重工業㈱
三菱樹脂㈱	ミドリ安全㈱
ユニオン昭和㈱	ローム・アンド・ハース・ジャパン㈱

編　集　委　員

委員長　黒田　泰重（岡山大学）

委　員　遠藤　　明（産業技術総合研究所）　　田中　秀樹（京都大学）

大久保貴広（岡山大学）　　宮部　寛志（立教大学）

神田　英輝（電力中央研究所）　　三輪　聡志（栗田工業株式会社）

清田　佳美（東洋大学）　　向井　　紳（北海道大学）

（五十音順）

Adsorption News Vol. 26 No. 3（2012）通巻 No. 102　2012年10月25日発行

事務局　〒920-1192 金沢市角間町　金沢大学理工研究域　機械工学系　内

Tel：076-264-6472　Fax：076-264-6496　E-mail: jsad@se.kanazawa-u.ac.jp

編　集　大久保　貴広（岡山大学）

Tel & Fax: 086-251-7843　E-mail：ohkubo@okayama-u.ac.jp

ホームページ　http://www.j-ad.org/

印　刷　〒700-0942 岡山市南区豊成3-18-7　広和印刷株式会社

Tel：086-264-5888　Fax:：086-262-1525

General Secretary

THE JAPAN SOCIETY ON ADSORPTION（JSAd）

School of Mechanical Engineering, College of Science and Engineering,

Kanazawa University

Kakuma-machi, Kanazawa, Ishikawa 920-1192, JAPAN

Tel：+81-76-264-6472　Fax：+81-76-264-6496

E-mail：jsad@se.kanazawa-u.ac.jp

Editorial Chairman

Professor Yasushige KURODA

Faculty of Science, Okayama University, 3-1-1 Tsushima-naka, Kita-ku,

Okayama 700-8530 JAPAN

Tel & Fax：+81-86-251-7844　E-mail：kuroda@okayama-u.ac.jp

Editor

Takahiro OHKUBO, Okayama University

Tel & Fax：+81-86-251-7843　E-mail：ohkubo@okayama-u.ac.jp

WWW of JSAd: http://www.j-ad.org/