

Adsorption News

Vol. 22, No. 4 (December 2008) 通巻No.87

目 次

○巻頭言.....	2
科学技術とマジック	阿部郁夫
○平成20年度日本吸着学会学会賞.....	3
○吸着クロニクル.....	7
無機コロイド粒子の表面と吸着	石川達雄
○技術ハイライト.....	12
省エネ型P S A式窒素ガス発生装置の開発	安部敏行
○平成21年度日本吸着学会賞 受賞候補者推薦のお願いと要領.....	16
○第22回日本吸着学会発表会を終えて.....	18
	寺岡靖剛・草場 一
○第18回吸着シンポジウムのお知らせ.....	20
○関連シンポジウム等のお知らせ.....	21

日本吸着学会
The Japan Society on Adsorption

巻 頭 言

科学技術とマジック

環境炭素材料研究所 安部 郁夫



最近テレビでマジックの番組をよく見かけます。その内容は驚くものばかりで、その進歩には目を見張るものがあります。突然マジックの話を持ち出して奇異に思われるかもしれませんが、マジックと科学技術には類似するところがあると以前から思っていたので、巻頭言の内容にはふさわしくないかもしれませんが、これについて書かせていただきます。

吸着現象はマジックではありませんが、着色した水を吸着剤に通すと瞬時に無色透明になるという現象は、やはり一種のマジックです。しかしそこで起こっている現象の真の仕組みは十分には解明されていません。言い換えますと完全なタネ明かしはまだされていないわけです。

マジック三原則の一つに『タネ明かしをしない』というのがあります。タネが分からないから同じマジックを何度観ても楽しめるわけです。科学者が真理を追究するのと似ています。真理が分からないので研究を続けますが、分かっただけで興味が無くなってしまいます。残り二つの原則は『経過を説明しない』と、『同じ手品を繰り返さない』です。つぎにハトを出しますと予告しますと、意外性が無くなりマジックの面白みが半減してしまいます。また同じ手品を何度も見せるとタネがばれやすくなります。

マジック三原則の逆の手法を用いれば吸着現象のタネ明かしができるかもしれません。しかし第一原則の逆は諦めざるを得ないでしょう。すなわち自然は言葉では決してタネ明かしをしてくれません。第二、第三原則の逆はどうでしょう。実験を繰り返し、現象の各ステップを順序だてて整理、考察すれば、自然がどこでマジックのタネを仕込んだのか見えてくる確率は高くなるでしょう。

マジックを上手に見せるための方法にミスディレクションというのがあります。これは観客の意識の誘導法の一つです。たとえばマジシャンが右手を伸ばし、その指先を注視して、素早い動きと同時に花を出現させたり、手に持っていたものを消したりしますと、観客の意識は必ず右手

に集中されます。このとき左手で次のマジックのタネを仕込むわけです。自然が意識的にこのミスディレクションというテクニックを使うことはありませんが、結果的にミスディレクションの術にはまっていることがあります。

ある吸着現象の解明を目的にいくつかのデータを取り、考察をして、一応説明がついたとき、通常はこの時点で考察をやめます。しかし目的とした現象だけに意識を集中したあまり、別の現象がこれらのデータの中に含まれていることを見落としていたかもしれません。私は常にミスディレクション対策を心掛けています。一連の実験データを考察して目的とするタネ明かしができたとしても、そこで考察を止めずに、その中に潜む別のタネを捜すことに努力します。2, 3 日データとにらめっこしていると、案外高い確率で別のタネが見つかるものです。自然現象は単一ではなく多くの現象が複雑に重なって、あたかも一つの現象であるかのように振舞うことがあります。

タネが分かってもマジックとして観客に大きな感動を与えるには道具と練習が必要です。ある吸着現象に科学的な解答が得られても、実生活に役立てるには優れた装置と技術が欠かせません。吸着学会では科学と技術がバランスよく研究・開発されています。学会、産業界の発展のために、アッと驚く吸着マジックを発表したいものです。

環境炭素材料研究所 工学博士 安部 郁夫
(活性炭技術研究会 会長)

略歴

昭和 48 年 3 月 大阪府立大学大学院修士課程修了

昭和 48 年 4 月 大阪市立工業研究所 研 入所

研究主任、研究主幹、有機化学課長、環境技術課長を経て

平成 20 年 3 月 大阪市立工業研究所 定年退職

平成 20 年 10 月 環境炭素材料研究所 設立

現在に至る

2008 年度日本吸着学会学会賞

会員の皆様にご推薦をお願いしておりました平成 20 年度日本吸着学会学術賞、奨励賞(三菱化学カルゴン賞)、技術賞につきまして、学会賞選考委員会における審議を経て、以下のように受賞者が決定されました。第 22 回研究発表会に合わせて開かれました日本吸着学会総会において報告され、引き続き表彰式にて各賞の顕彰が行われました。(各賞の受賞者名、団体名は五十音順)

学術賞

稲垣 伸二 氏 (株)豊田中央研究所先端研究センター)

受賞対象研究：規則状メソ孔物質の合成と機能化



稲垣伸二氏は、1993 年に早稲田大学黒田グループと共同でハニカム状の均一なメソ細孔を有するメソポーラスシリカ (FSM-16) の合成に世界で初めて成功し、モービル社 (米国) とともにメソ多孔物質に関する新しい研究分野を切り開いた。同物質は、吸着科学の分野においても吸着の新しいモデル物質として幅広く研究に利用され、吸着科学に重要な進歩をもたらした。同氏は、その後、有機基とシリカが分子レベルで複合化した骨格をもつメソ孔有機シリカの合成に初めて成功し、メソ孔物質の高機能化に関する研究の新しい潮流を形成した。これらのメソポーラスシリカ及び有機シリカの合成と機能化に関して多くの論文・総説等を発表している。

同氏が開発した規則状メソ孔材料は、新規の吸着、触媒材料などの多方面への応用が期待されており、その成果は日本吸着学会の学術賞を授与するにふさわしいものである。

中野 義夫 氏 (東京工業大学大学院 総合理工学研究科 教授)

受賞対象研究：ゲル/液マイクロ反応・分離システムの構築



中野 義夫氏は、1968 年から無機多孔質構造体と気体が関与する非反応系 (吸着、相変化等) および固体気体間反応系を取り上げ、気体の拡散速度の違いに伴う非等圧現象を見出すとともに、その現象の解析手法およびモンテカルロ法による多孔質固体の構造設計手法を提唱した。その後、研究の対象を 3 次元網目構造を有する高分子ゲル構造体へと拡張し、吸着能・イオン交換能・キレート結合能に加えて、酸化還元能・認識機能・構造記憶機能・触媒機能・環境感応機能といった多機能を付与したゲル/液マイクロ反応・分離システムを提唱し、有害金属イオンの除去をはじめとする環境保全および希少金属・貴金属の分離回収による有価金属の再資源化に関する優れた業績を挙げてきた。特に、高分子ゲルを構成している 3 次元網目のコンフォメーションを温度、光および電場等の外場によって可逆的に操作することで機能発現を制御する手法は、学術のみならず応用技術開発の分野においても高い評価を得ている。

同氏は、無機多孔質構造体および自由度の高い骨格構造を有するゲル構造体の優れた機能を巧みに活用・操作するシステムを提唱するとともに、数多くの環境保全・再資源化技術を開発してきており、その成果は日本吸着学会の学術賞を授与するにふさわしいものである。

吉田 弘之 氏 (大阪府立大学大学院工学研究科 教授)

受賞対象研究：吸着・イオン交換における拡散分離の基礎と応用



吉田 弘之氏は、まず、吸着・イオン交換の基礎的かつ系統的研究によって、イオン交換樹脂粒子内自己拡散係数の推算式、電場を考慮したイオン交換物質移動、直角平衡の破過曲線や断熱吸着塔における温度履歴曲線の解析など、高い評価を得ており、それらの成果は便覧などにも多く引用されている。それらの基礎的研究を発展させ、環境への応用を目指したキトサン系吸着剤の開発にも成功し、染色排水やアミン系排水処理、アミノ酸やたんぱく質の分離などに応用できることを示した。

更に、最近では、有機性廃棄物を亜臨界水などで分解し、資源・エネルギーに転換する廃棄物リファイナリープロセスを提案し、吸着・イオン交換による有価物の分離回収技術の開発に発展させた成果は注目されるべきものである。特に、亜臨界水加水分解や発酵廃液に含まれるリン酸、有機酸、アミノ酸の分離、過熱水蒸気炭化物を用いたタールやメタンガスの分離法の開発は、特筆すべき成果である。これら一連の研究成果は、日本吸着学会の学術賞を授与するにふさわしいものである。

奨励賞（三菱化学カルゴン賞）

大久保 貴広 氏 (岡山大学大学院自然科学研究科 准教授)

受賞対象研究：細孔内の吸着構造からみたナノ溶液化学



ナノ細孔内におけるイオンの水和構造を X 線吸収微細構造(XAFS)測定により調べ、活性炭や単層カーボンナノホーンのミクロ細孔内における Rb イオン水和構造において第 1 水和圏までの距離や配位数が減少し、バルクと比べて圧縮されて歪んだ構造を有していることを明らかにした。一方、超音波を用いた活性炭の細孔サイズ制御や界面活性剤混合条件によるメソポーラスシリカの細孔径制御も可能にするなど、ナノ細孔構造制御に関する研究も行った。

ナノ細孔空間の構造制御および細孔内の溶液構造解明に新たな展開を示した以上の研究は、吸着材やキャパシタなどの電極材料開発のために役立つ全く新しい基礎的知見を提供するものである。よって、同氏の研究は日本吸着学会奨励賞を授与するにふさわしいものである。

田中 秀樹 氏 (京都大学大学院工学研究科 助教)

受賞対象研究：水素同位体吸着における量子力学的効果



理論的にのみ予測されていたナノ細孔への水素同位体吸着における量子力学的効果について、単層カーボンナノホーン(SWNH)や金属配位錯体などを対象として分子シミュレーションと低温吸着実験の両面より研究を行った。特に、77 K における H₂ および D₂ のグランドカノニカルモンテカルロ(GCMC)シミュレーションを行い、SWNH 内部への H₂ 吸着量が D₂ に対して最大 25% も小さくなるなどの結果を示し、77 K においてでも量子力学的効果が顕著であることを明らかにした。同時に、SWNH への H₂ および D₂ 吸着実験(77K)から得

られた吸着比(H_2/D_2)がシミュレーション結果と一致することを明らかにし、この吸着量の差が質量が異なる水素同位体において発現する量子力学的効果の差に起因することを実験的に初めて明らかにした。

以上の研究は、ナノ細孔空間内での吸着現象の理解に大きく貢献するものである。よって、同氏の研究は日本吸着学会奨励賞を授与するにふさわしいものである。

技術賞

荏原エンジニアリングサービス㈱・荏原環境エンジニアリング㈱・㈱荏原製作所

川崎 訓 氏 (荏原エンジニアリングサービス㈱)

伊藤 博文 氏 (荏原環境エンジニアリング㈱)

吉元 俊一 氏 (荏原環境エンジニアリング㈱)

猪狩 智 氏 (荏原環境エンジニアリング㈱)

鈴木 隆洋 氏 (荏原環境エンジニアリング㈱)

篠原 久文 氏 (㈱荏原製作所)

松延 紀至 氏 (㈱荏原製作所)

受賞対象技術：ドライ粉末活性炭注入装置

ドライ粉末活性炭注入装置は、浄水場において、一般的な浄水処理では除去が困難な異臭味原因物質、トリハロメタン及びその前駆物質、その他有機物等を除去するために粉末活性炭を水道原水中に注入する装置であり、従来の同目的の注入設備と比較して、大幅に機器数を削減したシンプルな構成となっている。特徴としては、浄水場の沈砂池や着水井に設置した空気吸引機構を有する攪拌機に、活性炭貯槽下部の定量供給機より分取された粉末活性炭を空気輸送して、原水への注入と攪拌を同時にかつ迅速に行うことを可能としていることである。粉末活性炭を直接注入点まで輸送できるので、従来方式のような輸送装置と注入装置の併設が不要であり、かつ、運転開始から注入までの応答速度が速いことから、突発性水質事故発生時等における緊急対応にも適した装置であるといえる。

以上のように、極めて優れた性能を有し、かつ浄水場の安全な水づくりに貢献している本装置は、日本吸着学会の技術賞を授与するにふさわしいものである。

大阪ガス㈱・大阪ガスエンジニアリング㈱

関 建司 氏 (大阪ガス㈱、大阪ガスケミカル㈱)：

若松 孝彦 氏 (大阪ガスエンジニアリング㈱)

受賞対象技術：吸着式ガス貯蔵システム

一般的な天然ガスおよびバイオガス等のガス貯蔵法はガスを圧縮して貯蔵する方法であり、単位体積当りの貯蔵量およびコストの面で必ずしも満足するものではなかった。そこで、関氏らはこれらの問題点を解決するために、天然ガスおよびバイオガス、またはそれらの主成分であるメタンを大量に吸着する吸着材およびそれを充填する吸着貯蔵タンクを開発することにより、従来の低圧圧縮式タンクに比べて単位体積当りの貯蔵量を25倍に向上させ、かつコストを30%削減することに成功し、世界に先駆けて吸着式ガス貯蔵システ

ムの実用化を行った。さらに、この技術の用途拡大として天然ガス自動車の燃料タンクへの適用を検討し、貯蔵圧力の低圧化（わが国の高圧ガス保安法の適用除外となる低圧域）および低コスト化を実現した。販売実績としては、特に、現在注目されているバイオガスの貯蔵において、従来タイプより高容量、省スペースかつ低コストでのプラント設計・建設が可能であると高い評価を得ており、数多くの実サイトへの導入が図られている。

以上のように、本システムは、ガスの貯蔵・輸送において吸着技術を応用したこれまでにない独創的な開発の成果であり、設備のコストダウンと低圧化による安全性能の向上に大きく貢献するものである。よって、本システムは日本吸着学会の技術賞を授与するにふさわしいものである。

三菱重工業㈱・日本原燃㈱

姉川 弘明 氏 （三菱重工業㈱）

大和矢 秀成 氏 （三菱重工業㈱）

赤澤 逸生 氏 （三菱重工業㈱）

土山 佳彦 氏 （三菱重工業㈱）

荒井 宣之 氏 （日本原燃㈱）

坂上 直哉 氏 （日本原燃㈱）

受賞対象技術：圧カスイング吸着方式による NO_x リサイクル設備

核燃料再処理工程において溶解液中ヨウ素追い出し、及びプルトニウムイオンの酸化に NO_x を用いるが、従来は、硝酸と亜硝酸ナトリウムの反応などで NO_x を発生させていたため、硝酸廃棄物の処理などが問題となっていた。この問題を解決すべく姉川氏らは再処理工程中の脱硝工程から発生する NO_x を圧カスイング吸着方式でリサイクルする新たな技術を開発した。本技術開発は吸着剤の選定、処理、運用条件の設定・検証を重ねた成果であり、本 NO_x 回収技術によれば、厳しい環境下にある原料排ガスからの水分高度除去及び NO_x ガスの高効率分離の安定運用が可能である。本設備は、日本原燃株式会社六ヶ所再処理工場に納入し、2008 年 5 月に検収を受けた。本設備は、廃棄物低減につながるために国際的な評価をうけている。特に、燃料再処理が必要な国々における注目が大きく、今後一層の発展が期待されている。

以上のように、圧カスイング方式を用いる本設備は、日本吸着学会の技術賞を授与するにふさわしいものである。



2008 年度日本吸着学会賞授賞式風景

吸着クロニクル

無機コロイド粒子の表面と吸着

Surface and Adsorption of Inorganic Colloid Particles

神戸親和女子大学発達教育学部

Kobe Shinwa Women's University

Faculty of Human Development and Education

石川達雄

Tatsuo Ishikawa

1. はじめに

無機コロイド粒子はナノ粒子と呼ばれ先端材料として研究開発と応用が盛んに行われるようになっている。コロイド粒子からなる粉体あるいはそれらが集合した多孔体は、大きい比表面積をもち吸着が起こりやすい特徴がある。したがって、ナノ粒子を扱う場合には吸着の知識を必要とし、その評価には吸着測定が有効である。筆者は大学を卒業して以来、種々の無機コロイド粒子の合成、構造、機能について研究し、現在も続けている。得られた粒子の評価には常に吸着を使ってきた。本稿の執筆依頼があり、不本意ながら40年近くの研究を振り返り、一研究者の足跡を紹介するようになった。したがって、吸着に直接関係のないことも含まれるので前もってお断りしておきたい。

2. 研究のスタート

1967年に千葉大学で活性炭の研究をされていた深尾謹之介先生の研究室に就職し、活性炭の脂肪酸への浸漬熱を双子型伝導熱量計で測定した。熱測定は手間が掛かるため、成果が急がれる現在では殆ど行われなくなっている。その年夏ごろ井上勝也先生が八幡製鉄(現新日鐵)から赴任され、活性炭の研究は僅か一年足らずで終わった。カーボンブラックによる SO_2 酸化と表面官能基との関係をしばらく調べたあと、現在も続けている鉄酸化物コロイド粒子の研究を開始した。当時は大気中の SO_2 による鉄鋼の大気腐食が問題になっており、その機構を調べる目的があった。大気中でできる鉄鋼さびは種々の鉄酸化物コロイド粒子(α -、 β -、 γ - FeOOH 、 Fe_3O_4 、非晶質酸化物)を含み複雑なので、最初から実さびを調べるのではなく、各々のさび成分を合成して SO_2 の吸着速度を測

定した。 SO_2 は猛毒で注意して取り扱っていたが少量もれることがあり、それを吸って倦怠感に襲われたことを覚えている。いずれのさび成分も SO_2 を化学吸着し、 β が最も化学吸着し易いことが分かり、 β を多く含む海岸、海洋では SO_2 の影響が大きいことが推測された。 SO_2 の化学吸着状態をIRと熱脱着などで調べたところ、表面酸素と結合し SO_4 、 SO_3 の形で吸着していた。化学吸着以外に表面水酸基に水素結合し、容易に脱離するものもあった。

一般に金属がさびるには、酸素、水、アニオンが必要であるので、水の吸着も調べた。 α と γ では吸着量は同じであったが、 β で吸着量が多くなった。これは β は水分子が入れるが窒素分子が入れないトンネルをもつためであった。水の吸着は主として表面水酸基との水素結合によっておこる。

FeOOH を加熱すると水が脱離し安定なヘマタイト(α - Fe_2O_3)になる。転移の途中では結晶性が低下し、 α と γ では SO_2 吸着活性が高くなったが、その詳細なことはわかっていない。 α と γ への水吸着は処理温度によって変化せず、 β ではトンネルが壊れるため吸着量は低下した。

当時、鉄酸化物粒子(FeOOH)は磁気記録用粉体の出発物質として注目され、企業を中心に活発に研究されていた。その後、磁気分離、医療用として鉄酸化物粒子が使われるようになり、我々の研究も多少注目されるようになった。

3. 環境化学

1970年頃から、環境問題が重要になり大気汚染を防ぐ研究が産官学で盛んに行われるようになり、流行の研究テーマの一つであった。大気汚染物質の一つである SO_2 の吸着を調べていたので、特定研究プロジェクト「環境保全のための化学反応制御」の吸着材の探索の手伝いをするようになった。そこで、これまでの研究を生かして FeOOH 粒子の NO と SO_2 吸着能の向上、共存気体の影響などを調べるようになった。例えば、排ガス中の SO_2 と NO の吸着を想定して流通法混合ガス吸着実験を行った。 SO_2 の吸着では、 O_2 と H_2O の影響は少なく、 CO_2 が吸着量を下げた。一方 NO の吸着では、種々の共存ガスの影響があり、 FeOOH の結晶型によって影響が異なった。とくに、 H_2O と SO_2 を除いたときの吸着量の増加が著しかった。その後、各分子の吸着サイト、吸着の強さ、交換吸着、吸着分子間の反応などの検討によって得られたいろいろな知見から、“ FeOOH の表面化学”がわかってきた。 FeOOH についてのこのような研究はこれまで行われていなかったもので、大気腐食の研究において非常に役に立つことになる。

FeOOH の研究と並行して、新しい吸着材の研究も行った。

千葉大学の近くにあった工業技術院・微生物工業技術研究所（現産総研）の染谷純一郎氏が鉄酸化バクテリアを使って合成した jarosite $[\text{KFe}_3(\text{SO}_4)_2(\text{OH})_6]$ の SO_2 吸着能を調べた。この物質は FeOOH の3～5倍の SO_2 吸着能があることがわかった。バクテリアは簡単には扱えないので、加水分解反応で合成した。 K^+ 以外のカチオンの jarosite も合成し SO_2 と NO の吸着能を比較したが、バクテリア酸化物のような吸着能は得られなかった。jarosite は塩基性塩であるので、他の塩基性塩としてアパタイト $[\text{Ca}_2(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2]$ について調べ始めた。この物質は骨や歯の成分として重要である。アパタイトは耐熱性があり、 Ca(II) を他の金属イオンと置き換えることができ、吸着剤として有望であった。 Fe(II) で置換すると NO 吸着の増加が見られたところで、大阪教育大学へ移ることになったため、中断することになった。

4. 表面と吸着の赤外分光

1981 年に大阪教育大学でシリカゲルの表面を赤外分光法で詳しく調べておられた近藤精一先生の研究室に移った。千葉大学では、主として吸着実験からコロイド粒子の表面と吸着機構を調べていたが、詳細な吸着機構が分からない状態が続いていたので、赤外分光を使うことにより、研究の進展が期待できた。当時は、教員養成大学にしては、理学部と変わらないくらい設備が充実し、スタッフも理科だけで60名ほどいて不自由なく研究ができる状態であった。シリカゲル、 FeOOH 、アパタイトなどへのいろいろな分子の吸着を赤外分光で調べることになった。近藤研究室では絶えず装置の改良が行われ、高感度、自動化が進んでいたもので、詳細なデータを得ることができた。たとえば、高感度重量天秤、高温加熱ができる IR 試料セル、熱量計などが独自に開発されていた。重量天秤はその後改良が進み自動化とマスフィルターを付け、今も毎日使われている。赤外分光用セルは市販品を購入したこともあったが、使いにくく自作セルを使っている。先駆的研究には自作装置が必要であることは、金さえ出せば何でも手に入る現在でも同じである。教育大で赤外分光を始めたときはまだ回折格子型の装置であったが、その後すぐ、FTIR を購入してきた。当時は FTIR はまだ普及されておらず、数千万円もした。また、コンピュータも性能が悪く、ディスクは容量も小さいわりに40cmもあり、現在のものとは比べられない。今では FTIR は高性能のものが手軽に購入できる。

シリカゲルは数 nm の1次粒子が集合したもので、粒子間隙が細孔になる。1次粒子の表面はかなり活性で、処理条件に敏感で、集合状態は容易に変化して細孔構造も変わる。一般

に表面水酸基は自由水酸基、水素結合性水酸基、閉細孔内水酸基があり、IR で区別できる。

シリカゲルは表面水酸基の H とのカチオン交換によって金属イオンを吸着するので、有害重金属や放射性同位体イオンの除去とガラス化による固定に使える。原子炉から放出されるヨウ素同位体は有機ヨウ化物であることが知られており、Ag を担持したシリカゲルへの有機ヨウ化物の吸着を行った。Ag は自由水酸基のプロトンとイオン交換したものと還元されて Ag 粒子で担持されていた。イオン交換した Ag がヨウ化物と反応して AgI が生成し、表面水酸基はアルキコキシ化された。Ag 粒子が増えると吸着量の低下が見られた。また、還元処理するとイオン交換された Ag は AgH になりヨウ化物と反応して炭化水素と AgI が生成し、炭化水素は脱離した。この研究でも、IR が非常に役立った。シリカコロイド粒子はいろいろな用途があり、最近では単分散粒子の構造色を利用したフォトニック結晶、表面改質した機能性材料などが注目されている。いずれの場合にも表面と細孔構造が重要であることは言うまでもない。

さび成分である FeOOH 粒子の表面と分子吸着を IR で調べたところ、結晶型によってかなり異なる IR スペクトルが得られた。スペクトルに現れた吸収帯の帰属を、H-D 交換、イオン交換、分子吸着、加熱処理などによりを行ったところ、表面水酸基は α では2種、 β では3種、 γ では2種存在した。これらは結晶構造から推定される表面水酸基の種類と一致することがわかった。これにより FeOOH への分子吸着機構を明らかにすることができるようになった。その一例として、水分子の吸着について述べる。各 FeOOH の表面水酸基による吸収の強度と水吸着量の関係を求めると、どの吸収も吸着量の増加とともに弱くなり、表面水酸基が吸着サイトになっていることが確かめられた。また、吸光度が減少する様子は結晶型と水酸基によって異なることがわかった。 α では2つの吸収とも吸着の初期では殆ど変化せず、水酸基以外に吸着することがわかった。吸着量が増えると吸光度が低下し単分子層吸着量 (W_m) 付近では吸収が認められなかった。 β では3つの吸収とも吸着の初期から吸着量の増加とともに弱くなり、2つの吸収は W_m で消えるが、残りの吸収は W_m を過ぎても消えることなく徐々に小さくなった。 W_m で消える2つの吸収は外部表面の水酸基で、 W_m 以上でも消えない水酸基は水分子が入りにくいトンネルの壁面のあると解釈された。一方、 γ の1種類しかない表面水酸基の吸収は、吸着量とともに直線的に減少し W_m 付近で認められなくなった。 γ の表面をフラクタル解析したところ、幾何学的に均一であることがわかった。また、吸着相互作用の弱い分子例えば CCl_4 の吸着等温線にステップがみられ、微分

吸着熱が極大を示し、均一な表面でみられる2次元凝縮がおこった。

5. 単分散コロイド粒子

1986年に、近藤先生の紹介で米国のClarkson大学のMatijevicの研究室で1年間研究することになった。機会があれば欧米で研究したいと思っていたが、その機会も無く諦めていた。Clarkson大学はBET理論で有名なBrunauerがいたところで、筆者が滞在したときに亡くなられお目にかかることができなかった。Matijevicは、化学工学関係の方はご存じないと思うが、界面・コロイド分野では著名で、昔から単分散コロイド粒子の合成をされており、現在のナノ粒子合成の基礎となっている。数十年前まではコロイド粒子はほとんど注目されていなかったが、今ではナノ粒子の研究が流行っている。流行の研究は筆者のようなマイペースの凡人には関心がない。Matijevicは人使いの荒いことでも有名で、行く前に相当脅かされた。最初に与えられたテーマはIBMの委託研究でアスペクト比の大きい単分散鉄粒子の合成であった。磁気記録用に使う粒子で単分散化することでいろいろな性能の向上が期待されていた。それまで鉄酸化物を扱っていたので、すぐ実験に取りかかることができた。直接鉄粒子を合成するのではなく、まず単分散ヘマタイト粒子を合成し、水素で還元して鉄粒子を得た。ヘマタイト粒子の形態はほとんど保持されていたが、酸素が抜けるため多孔性になり強度が低下した。多孔度を窒素吸着で調べながらシリカで被覆して安定化することができた。当然ながら還元後の鉄粒子は非常に酸化されやすく、空気中に取り出すと直ちに酸化鉄に戻る。目的の単分散粒子は比較的簡単に合成できたが、酸化を防ぐのに大変苦労した。試行錯誤の末、トルエンに浸すと酸化防ぐことができ、安定な鉄粒子が得られた。トルエン中の微量含まれる酸素と水により粒子表面が緻密な酸化物皮膜で覆われる。他の溶媒も試してみたが、トルエンが酸化皮膜形成に最も適していた。残りの期間で金属リン酸塩、金属炭酸塩の単分散粒子を合成して無事1年が終わった。いろいろな物質の単分散球状粒子が比較的容易に合成することができ、ほとんどがシリカ粒子に見られるように微細な一次粒子が集合し多孔性粒子になっている。このような、多孔粒子の生成過程と構造を調べるのに吸着法が有用である。

講義や雑務から離れ研究に集中できた1年が、その後の研究に大きく影響することになった。鋼材さびの研究ではさび粒子の生成を妨害することが目的であったが、単分散粒子の合成はその逆であったので、研究の視野が広がってきた。また、

いろいろな国の研究者や学生と知り合うことができ、その後も親交が続いている。法人化後は旧帝大を除いて、交付金削減などにより、若い人たちが海外で研究することが難しくなっている。情報は国内でも容易に得られるようになったが、体験は外に出ないと得られない。外国人留学生の受け入れも必要であるが、日本の若い人たちが海外で研究する機会を奪ってはならない。

6. アパタイト

千葉大学で始めた SO_2 とNO除去用吸着剤としてアパタイトの研究を教育大でも続けることになった。しかし、危険な SO_2 とNOは扱えないので、アパタイト粒子の表面と水、 CO_2 、アルコールなどの吸着を調べることになった。まずアパタイトの表面をIRで調べてみたところ、表面水酸基に帰属される吸収が3つずつペアになった2組計6本も認められた。この結果はこれまで調べてきたシリカ、 FeOOH よりも多く、アパタイトの結晶構造からは説明でできず困っていた。しばらくしてから高波数側の吸収がシリカの表面シラノールの吸収に非常に近いことに気付いた。TEM写真ではアパタイト粒子以外は認められず、シリカ粒子も生成していない。そこで、以前に鉄粒子をケイ酸で被覆したことを思い出し、ガラス容器中から溶解したケイ酸がアパタイト表面を被覆するのではないかと考え、テフロン容器で合成してみたところ高波数側の3本の吸収が認められなくなり、低波数側の3本のアパタイトの表面水酸基の吸収だけになった。アパタイトは OH^- を含むので、F交換を試したところ、吸収は変化せず表面 OH^- によるものでない。結晶表面に露出した PO_4 が、表面電荷を中性にするため HPO_4^{2-} か H_2PO_4^- になっていると考え、それらの吸収を表面 P-OH に帰属した。もし、IRで表面を調べずに吸着実験をしていたらケイ酸で覆われたアパタイトへの吸着を調べたことになり、無駄な実験になるところであった。念のため市販品の表面を調べてみたところ、我々が合成したものとはかなり異なるものであった。ガラス容器でアパタイトを合成している人が多いかも知れない。アパタイトに限らず事前に試料を十分調べることが重要であることを痛感した。

アパタイトは歯や骨の硬組織であるばかりでなく、生体中の CO_2 貯蔵、X線などの放射線による有害炭酸ラジカルの生成、骨の老化など CO_2 に関わる研究が医学分野で多くみられたが、吸着を調べた研究は殆ど見当たらなかった。そこで、アパタイトへの CO_2 、水、メタノールなどの吸着をIRとNIR(近赤外)で詳細に調べ、吸着サイトと吸着メカニズムを明らかにした。アパタイトの Ca(II) は陽イオンと交換するため、生体内に有害

金属イオンが取り込まれやすく、Cd によるイタイタイ病が有名で英語にもなっている。いろいろな金属イオンで置換したアパタイト粒子を合成して、それらの構造と機能を調べた。その例として、卒業生の若村正人君(富士通研究所)が開発した光触媒チタンアパタイトがあり、すでにマスクなどに使われおり今後の応用が期待される。

7. さびでさびを防ぐ

鋼材など金属の腐食による経済的損失は、国によって多少異なるが、GDP の約 5% であると言われている。わが国では約 25 兆円になる。さびにくくすれば損失を減らすことできる。このために開発されたメンテナンスフリーまたはメンテナンスミニマムの鋼材が耐候性鋼である。この鋼材は合金元素を少量添加した低合金鋼材である。合金元素種として Cu の働きについては既に千葉大学で井上勝也先生が研究されていた。10 年ほど前に神戸製鋼の中山武典氏とともに、Ti 合金鋼材が Cl⁻を含む環境で高い耐食性を示す理由を解明することになった。そこで、さび成分である α -、 β -、 γ -FeOOH、Fe₃O₄ および非晶質酸化物の 5 種の粒子の生成と構造に及ぼす合金元素(Cr、Ni、Cu、Ti)の影響を詳細に調べるようになった。その結果、すべてのさび成分を微細化する合金元素は見当たらなかった。即ち元素によって影響を及ぼすさび成分が異なる。例えば、Ti のみが Cl⁻環境でのみ見られる β の生成を妨害し、Ti を添加した鋼材が Cl⁻環境で耐食性がよいことと符合する。さび組成は環境によって違うため、環境に合った元素を選択して添加する必要があり、得られた結果は合金元素を選択する際の指針になる。

8. さびサイエンス研究会

実際の鉄さびは複雑で研究しにくいので、これまではさび成分を合成して表面と吸着を調べてきたが、実さびを調べる機会がきた。高度成長期に建設された多くの橋梁が老朽化し、補修、架け替えの時期が近づいている。予算不足で補修せず放置すると突然使えなくなる恐れがある。鋼材の腐食を絶えず評価し、補修する必要がある。10 年ほど前に Misawa Diagram で知られる室蘭工大の三澤俊平先生が中心になり産官学メンバーからなる「さびサイエンス研究会」を発足した。三澤先生突然亡くなられたあと、北海道大学の犬塚俊明先生が引き継がれている。当面の目的は鋼橋梁の腐食評価法とその対策を考えることであった。さび層の評価は電気化学的方法、組成分析、目視法などで行われているが、まだ十分信頼できる方法がない。筆者は吸着法で評価することになった。いろい

ろな環境で生成した多数の実さびについて比表面積を測定し腐食との関係を調べた。先に述べたようにさび層はさび粒子の集合体であり、多孔体である。耐食性はさび層の緻密性に関係するので、さび粒子の大きさを示す比表面積で耐食性を評価しようとした。例えば、いろいろな鋼材を全国の 41 橋で暴露して得られたさびの比表面積は、どの鋼材も飛来塩分量が多くなるにつれ比表面積が小さくなり、さび粒子が大きくなった。海岸地帯と凍結防止剤や融雪剤を使うところでは大きなさび粒子が生成し、さび層の細孔が大きく耐食性が低下する。一方、凍結防止剤などが使われない山間部ではさび粒子は小さく緻密な保護性の高いさび層ができるため腐食が抑制されることがわかった。比表面積の減少すなわちさび粒子サイズの増大に伴いさび層の保護性が低下し腐食量が増加する傾向は殆どの鋼材で見られた。また、比表面積による評価は目視法に評価と大まかには一致する。しかし、後者は手軽にできるが定性的で基準がなく測定者による欠点がある。これまで多数のさび試料を測定し報告してきた結果、吸着法の有効性が腐食関係者から認められるようになった。しかし、吸着測定は専門外の人には難しい実験と思われており、現在のところ中々普及しない。手軽に持ち運びができ誰にでも測定が可能な簡易型装置の開発を進めている。

多孔性であるさび層では大気中の水の吸着や凝縮が起こる。大気の水蒸気圧(湿度)は絶えず変化し、日中は日が当たって乾いているが夜になると結露する。雨が降れば細孔は水で満たされる。このように大気腐食では乾燥・湿潤が繰り返される。しかし、一見乾いているように見えるさび層でも細孔には水が凝縮している。湿度が下がれば大きい細孔中の水は蒸発するが、小さい細孔は満たされたままである。空いている大きい細孔には飛来塩分、SO₂、酸素など腐食を促進する物質が取り込まれるが、水で満たされている小さい細孔では促進物質は取り込まれにくい。また、小さい細孔でのイオンや分子の拡散も大きい細孔中とは異なるであろう。一般に、さび粒子の比表面積は腐食量の増加とともに減少したあと一定になる傾向が見られる。このことはさび粒子がある大きさ以上になるとさび層は保護作用を示さなくなることを示している。一定になった比表面積の値は腐食環境とくに平均湿度に依存し、湿度が高くなると小さくなる。つまり大きい細孔まで水で満たされ保護性を示すようになるからである。一般には水が腐食を促進するとされているが、逆に保護性に役立つことに気付いた。しかし、腐食関係者にはまだ受け入れられていない。吸着測定はさび層の評価に使えるだけでなく、耐食性発現についての新たな知見を与えてくれた。

9. 理科教育

大阪教育大学に移ってから、理科教育の研究もすることになったが、あまり興味が持てずこれまでのコロイド・界面の研究に重点を置いていた。しかし、教員養成大学で教育に直接関係しない研究を続けるのが年毎に難しくなった。法人化後は専門学校(師範学校)化し一段と厳しくなってきたが、研究費を集めてどうにか研究を続けることができた。2007年に退職し私学に移ってからは、研究室には実験設備はなく、初等理科教育での教材開発と環境教育が主な仕事になった。卒論に関係するゼミも週一コマだけで、学生が毎日研究室に来ていたこれまでとは大幅に違った。このため、今までの研究は企業で続けることになった。実験を含め全部自分でするので以前のようにには渉らないが、実験は非常に楽しい。

最近では理科離れが進んで理系クラスが編成できない公立高校も出てきた。小学生は理科とくに実験、生き物が大好きである。子どもはもともと遊びなどを通じ自然に対する感性をもっているが、年齢とともに理科への興味が薄れてくる。これは学校教育と生活環境とくに受験、物質的な豊かさ、過保護などによると思われる。いずれも容易に解決できない。たとえば、小学校教員には理科が苦手な文系の学生が多い。高校で主に生物を履修し、物理、化学を習っていない学生が多い。物理と化学は理科の基礎であり、それらを理解していないと小学校理科でも教えることができない。理科嫌いの学生を減らすために理科の補習を行っており、筆者も担当している。中学レベルの基礎的な内容から教えているが、中学で基礎をつかんでいなかった学生が多いためか、理科嫌いをなくする効果が十分ある。最近、小学校指導要領が改正され基礎となる物理、化学が重視されるようになった。以前は子どもが興味をもつ生物、地学が重視されていた。子どものための科学教室などいろいろな催しが方々で行われ、多くの子どもが参加するようになってから大分経つ。しかし、中、高生の理科嫌いは一向に減らない。興味を持つことと理解することが必ずしも繋がっていないようである。今回の指導要領の改定理由のように、大切なのは学校で基礎的なことを方法変えながら繰り返し学習させることである。

10. おわりに

お恥ずかしい内容の仕事しかできなかったが、40年も研究を続けられたことに満足している。これは指導者と協力者のお陰で、心から感謝している。幸運にもいろいろな場所で仕事ができ、一箇所に留まっていたら得られなかった体験が研究に非常に役立っている。また、場所と研究内容が変わっても研究

の柱は変わらないようにしたことも、研究が長続きた理由であらう。



石川達雄
神戸親和女子大学教授

経歴

- 1967 年3月 東京理科大学大学院理学研究科修士課程化学専攻修了
- 1967 年4月 千葉大学文理学部助手
千葉大学理学部助教授、クラークソン大学研究員、大阪教育大学教授などを経て、
- 2007 年4月 神戸親和女子大学教授、富士化学(株)顧問、大阪教育大学名誉教授

技術ハイライト

省エネ型 PSA 式窒素ガス発生装置の開発 Development of PSA Type Nitrogen Generator for Energy-Saving

大陽日酸株式会社
TAIYO NIPPON SANSO Corporation

安部 敏行
Toshiyuki Abe

1. はじめに

PSA (Pressure Swing Adsorption) 式窒素ガス発生装置（以下、窒素 PSA 装置）は、国内で実用化されて約 30 年が経過するが、その間、防爆シール用、金属熱処理用、電子部品半田付け炉用、食品封入用等の用途に数多く導入されてきた¹⁾。

窒素 PSA 装置は、吸着剤として分子篩炭（MSC ; Molecular Sieving Carbon）が使用されており、酸素と窒素の吸着速度差を利用して空気中の酸素を選択的に吸着除去することにより窒素ガスを発生させている。原料の空気は、空気圧縮機で 0.7~1 MPaG まで昇圧して使用されるため、窒素の分離に必要な消費電力の大部分は空気圧縮機で発生する。

低消費電力型の PSA 装置の開発には、ユーザーの窒素ガス使用量に応じて、空気圧縮機の消費電力を低減する必要がある。一般的な PSA 操作では、窒素ガス使用量が減少しても原料空気量は僅かしか減少しないため、消費電力の低減率は小さい。

そこで、弊社では、ユーザーの窒素ガス使用量に応じて PSA 操作に休止工程を設け²⁾、空気圧縮機のアンロード（無負荷）状態を利用することで窒素 PSA 装置の低消費電力化を試みた³⁾。以下に本開発の概要を報告する。

2. 省エネ方法

2-1. 休止工程

窒素 PSA 装置の構成を図 1 に示す。窒素 PSA 装置で消費電力を低減させるためには、空気圧縮機の消費電力を低減することが必要不可欠である。

一般的なスクリー型空気圧縮機では、圧縮機自体を保護する目的で機内の圧力が上限設定圧力に達するとアンロード（無負荷）状態へと移行するロード・アンロード方式が用いられている。

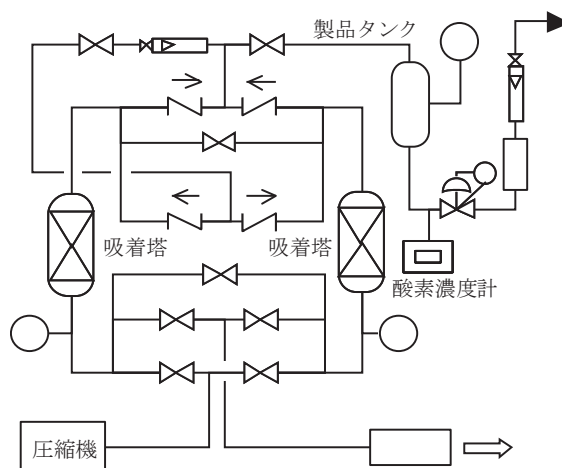


図 1 窒素 PSA 装置の構成

給油式空気圧縮機のロード（負荷）及びアンロード（無負荷）状態における有効電力を図 2 に示す。圧縮機はアンロード状態になると消費電力が大きく低下するため、この時間を長くすることにより低消費電力の運転を実現することができる。

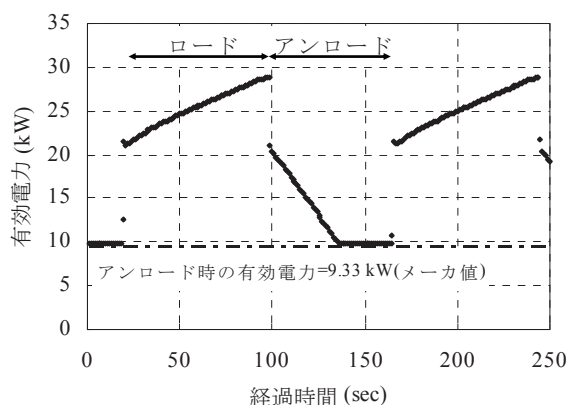


図 2 圧縮機ロード・アンロード曲線

一般的に窒素 PSA 装置の設計は、製品窒素ガスの最大使用量に基づき行われるが、ユーザーではこの最大使用量より少ない量で製品窒素ガスを使用することも多い。このため、使用量が少ない場合は、製品タンクからの送ガスのみで使用量を確保することができ、製品タンクの圧力が規定値に低下するまで空気圧縮機をアンロード状態にすることができる。このとき窒素 PSA 装置を休止状態とする「休止工程」を組み入れることで省エネ型の PSA サイクルが構築できる。

標準の PSA 操作の工程と圧力波形を図 3 に、休止工程を導入した PSA 操作の工程と圧力波形を図 4 に示す。休止工程を用いた PSA 操作では、まず、製品タンクの圧力が上限設定値に到達した時点で吸着塔

の各バルブが「閉」となり、吸着工程を終了し休止工程に移行する。この休止工程では吸着塔に送ガスを行う空気圧縮機もアンロード状態になる。製品窒素ガスの使用により製品タンクの圧力が低下し、下限設定値に達した時、再び均圧工程を経て吸着工程に移行する。この時、吸着塔の入口バルブが「開」となり、空気圧縮機はロード状態に切り替わる。このような操作が製品タンクの圧力変動で繰り返される。

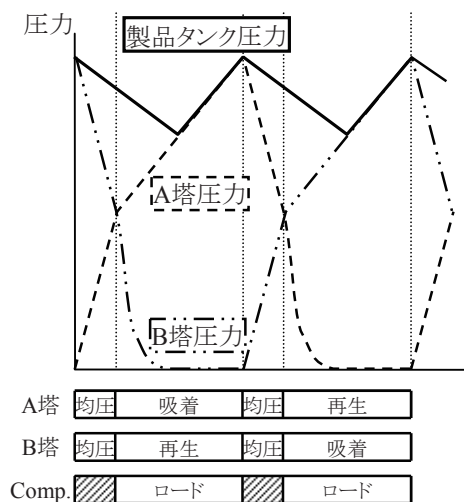


図3 標準操作の工程と圧力波形

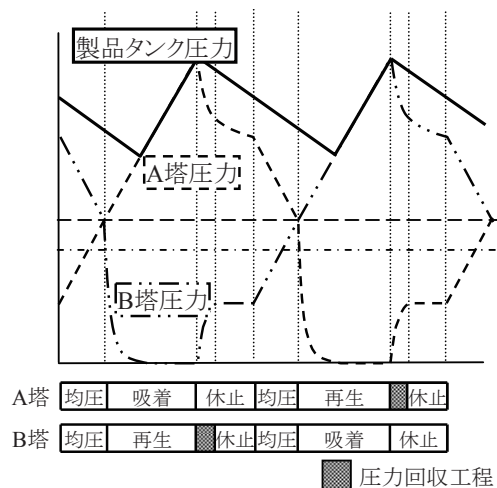


図4 休止工程導入操作の工程と圧力波形

2-2. 自動制御方法

休止工程では、製品タンク内にある製品窒素ガスを提供するのみであるため、製品ガスの使用によって、製品タンクの圧力が徐々に低下していく。また、製品タンクの圧力が下限設定値に到達した後は、空気圧縮機が再びロード状態になり、製品タンクへ製品ガスが

供給される。このサイクルは、製品窒素ガスの純度や圧力に影響されるため、ユーザーのガス使用量に応じた休止工程時間を調節する必要がある。

そこで、製品ガス使用量およびバルブ開閉情報を入力変数とし、さらに製品タンクの圧力を出力変数として運転データのシステム同定を行い、同定した数学モデルを使用することで製品タンク圧力を予測した。

システム同定に使用する数学モデルは、(1)式で表される2入力1出力の自己回帰 (ARX: autoregressive model with exogenous input) モデルを使用した。

$$A(q) \cdot y(k) = [B_1(q) \ B_2(q)] \cdot \begin{bmatrix} u_1(k) \\ u_2(k) \end{bmatrix} + w(k) \quad \cdots (1)$$

ここで、 $A(q)$ 、 $B_1(q)$ 、 $B_2(q)$ は同定パラメータ行列、 $y(k)$ は出力変数のデータ列(製品タンク圧力)、 $u_1(k)$ 、 $u_2(k)$ は入力変数のデータ列(製品流量、バルブ開閉情報)、 $w(k)$ は白色雑音列である。既存の入出力データを使用したシステム同定により $A(q)$ 、 $B_1(q)$ 、 $B_2(q)$ を決定し、決定した $A(q)$ 、 $B_1(q)$ 、 $B_2(q)$ と入力変数から出力変数である製品タンク圧力が予測可能になる。

同定した数学モデルを使用して、25秒先の製品タンク圧力を予測したシミュレーション結果を図5に示す。

製品タンク圧力は吸着工程時に上昇し、休止工程時に下降するため、工程の切替時間に合わせ圧力が上下する。また、製品ガス流量の変動に合わせて製品タンク圧力の振幅も変化する。さらに、製品タンク圧力の実測値と予測値がほぼ等しいことが分かる。実際の制御においては、製品タンク圧力を制御周期毎に予測して休止工程の終了を判別することにより休止工程時間の自動調節が可能になる。

数学モデルによる予測制御を実現するためには、高度なアナログ演算が可能な制御システムを使用する必要がある。しかし、一般的な制御システムである PLC

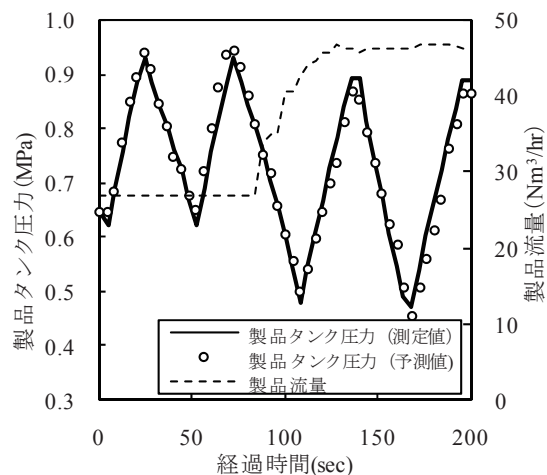


図5 数学モデルによるシミュレーション

(Programmable Logic Controller) は高度なアナログ演算に不向きであるため、数学モデルによる予測制御を組み込むことが難しい。そこで、今回、アナログ演算に特化した自社製の小型プロセスコントローラ (EzMPICS) を制御システムとして採用した。

2-3. 圧力回収工程

窒素 PSA 装置は、一般に 99%~99.99% の製品純度で使用されるが、製品窒素ガスの使用量や PSA 装置の運転状態に関らず製品窒素純度の維持が必要となる。

休止工程は、吸着工程と再生工程を終了した状態で吸着塔の各バルブを「閉」にするため、吸着塔は各々高圧と低圧で保持されることになる。しかし、単に各吸着塔を密閉保持しただけでは、下記に挙げる要因により、製品窒素流量が急激に増加した際に製品窒素純度の低下が生じる。

- i) 休止工程に入ると高圧側の吸着塔内で再吸着が起こり、高圧側の吸着塔内の圧力が減少する。
- ii) 高圧側の吸着塔圧力が減少したまま均圧工程を行うため、低圧側の吸着塔圧力は休止工程を設けない場合に比べて低い圧力までしか上昇しない。
- iii) 休止工程を設けない場合に比べて低い圧力から吸着工程が開始される。
- iv) 一方、製品流量が急増した場合は、吸着工程時の圧力上昇が遅くなる。
- v) 吸着塔の最高操作圧は常に一定に設定されているため、休止工程を設けてかつ製品流量が急増した場合は、定格運転時よりも吸着工程が延長される。
- vi) 吸着工程の延長により吸着剤が破過してしまい製品窒素純度の悪化につながる。

そこで、図 4 に示した様に、吸着工程終了後、休止工程開始と同時に高圧側の塔より低圧側の塔へ圧力を回収する「圧力回収工程」を設けた。圧力回収は、吸着塔内上部の窒素純度が高いガスを、再生ガス供給ラインを利用して、低圧で保持された吸着塔が設定圧力に達するまで行う。

図 1 に示した、製品純度 99.99%、製品流量 30 Nm³/hr の窒素 PSA 装置を用いて、製品窒素流量を仕様流量の 20% から 100% まで急激に増加させた時の酸素濃度の変化を図 6 に示す。圧力回収工程を設けない場合は、酸素濃度が急上昇して上限値 (100 ppm) を超えるのに対し、圧力回収工程を設けた場合は酸素濃度の急激な上昇を抑えることができる。

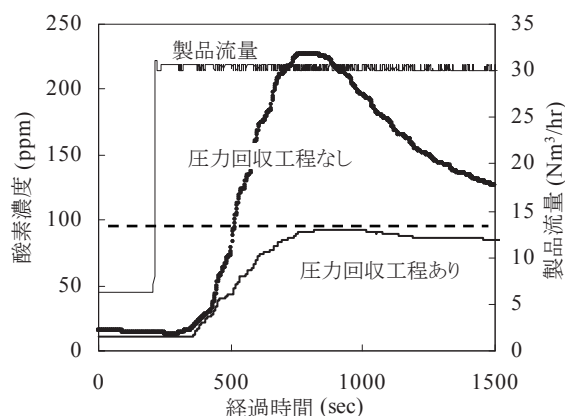


図 6 流量変化時における酸素濃度の経時変化

2-4. 最長休止時間

休止工程は、製品タンクの圧力が下限設定値に達した時に終了となるが、製品窒素ガスを使用しない場合は製品タンクの圧力低下が生じず、休止工程が維持されることになる。しかし、休止工程が長時間続くと、高圧側の吸着塔内でガスの拡散が生じ、吸着塔内のガス組成が均一化される。このため、休止工程終了後の吸着塔上部均圧操作において、片方の塔 (吸着側) の上層が汚染されて、吸着工程初期の製品窒素純度が低下する。

そこで、図 1 に示した窒素 PSA 装置を用いて、休止時間を変えて、製品窒素流量を仕様流量の 0% から 100% まで急激に増加させた時の酸素濃度の変化を図 7 に示す。休止時間が 2 時間以内であれば製品窒素純度の低下は生じないが、2 時間以上では、休止時間が長くなるに伴い、製品窒素純度が低下することが分かる。このため、実プロセスでは、休止工程の最長時間を設定する必要がある。

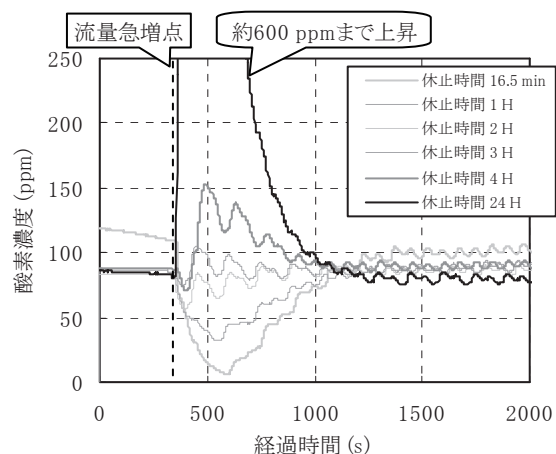


図 7 休止時間変化時における酸素濃度の経時変化

3. 省エネ効率

図 1 に示した窒素 PSA 装置を用いて省エネルギー効率の実証試験を行った。製品取出量と消費電力率の関係を図 8 に示す。通常運転では製品窒素流量が減少しても消費電力の低減は僅かであるが、休止工程を採用した省エネ運転では、製品窒素流量の減少に比例して、消費電力を大きく低減できることが分かる。

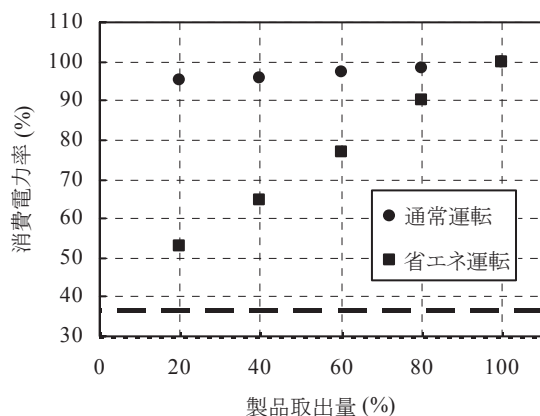


図 8 省エネ効率実証試験結果

4. おわりに

PSA 式窒素ガス発生装置の省エネルギー化を実現するために、製品窒素ガス使用量の変動に合わせた制御系の開発により、連続的な製品流量で安定した製品窒素純度と実用的な省エネ効率を確認できた。

省エネ型 PSA 式窒素ガス発生装置（図 9）は、2006 年 10 月の販売開始以降、各種ユーザーで使

等、PSA システムの改良改善に努めていく所存である。



図 9 省エネ型 PSA 式窒素ガス発生装置

参考文献

- 1) 化学工学会編. 吸着. 化学工業社. 1998. p97-104.
- 2) 青山和弘. 日本酸素. 特開 2003-88721. 2003-3-25.
- 3) 松島洋輔他. 大陽日酸技報. No.25. p25-25. 2006.



安部敏行

大陽日酸株式会社
開発・エンジニアリング本部
機器技術部ジェネレータ技術課長

1983 年 同志社大学工学部
工業化学科卒業
同年 大陽酸素株式会社入社
2004 年 10 月より現職

平成21年度日本吸着学会賞受賞候補者推薦のお願いと要領

学術賞

賞状、副賞ならびに記念品の授与をもって表彰致します。受賞対象者は吸着における科学技術に関する一連の論文、著作等、学術的研究成果が特に優れた正会員とし、1名程度を選考する予定です。

候補者をご推薦ください。自薦、他薦は問いません。推薦される方は下記の事項と論文のコピーを事務局にお送りください。

<送付事項・書類>

1. 候補者氏名、2. 生年月日、3. 所属、4. 略歴（学歴、職歴、研究略歴）、5. 連絡先（住所、電話番号、E-mailアドレスを含む）、6. 受賞対象研究名、7. 研究概要（800字以内）、8. 受賞対象研究に関連する論文、著作等のリスト、9. 代表的な論文等の別刷りあるいはコピー（3件程度）

奨励賞（三菱化学カルゴン賞）

賞状、副賞ならびに記念品の授与をもって表彰致します。受賞対象者は受賞年度において45歳未満の正会員とし、3名程度を選考する予定です。選考は過去3年間に発表された3件程度の論文に関して行います。

候補者をご推薦ください。自薦、他薦は問いません。推薦される方は下記の事項と論文のコピーを事務局にお送りください。

<送付事項・書類>

1. 候補者氏名、2. 生年月日（年齢）、3. 所属、4. 略歴（学歴、職歴、研究略歴）、5. 連絡先（住所、電話番号、E-mailアドレスを含む）、6. 受賞対象研究名、7. 研究概要（800字以内）、8. 対象となる論文リスト、9. 対象となる論文の別刷りあるいはコピー（3件程度）

技術賞

賞状および記念品の授与をもって表彰致します。受賞対象は維持会員である法人に属する技術者または技術グループが開発した技術とし、実用歴、実施例を考慮して2件程度を選考する予定です。

候補技術および開発にあたった技術者（5名以内）をご推薦ください。自薦・他薦は問いません。推薦される方は候補者に関する下記の事項を事務局にお送りください。

<送付事項・書類>

1. 維持会員名、2. 対象技術、3. 対象技術の開発を担当した技術者名（原則5名以内。グループで開発にあたった場合は全員の職・氏名）、4. 連絡先（住所、電話番号、E-mailアドレスを含む）5. 設計図、試験成績書あるいは学会発表など候補技術を証明するもの、6. 実用歴（納入先一覧で可）

●表彰式

2009年秋開催予定の第23回研究発表会期間中に開催予定の2009年度総会の席上で行います。

●受賞講演

学術賞および奨励賞（三菱化学カルゴン賞）の受賞者は、2009年秋開催予定の第23回研究発表会において、それぞれ特別講演および依頼講演をお願いする予定です。技術賞受賞者は、受賞後に開催される吸着シンポジウムでの講演をお願いする予定です。

●送付先

〒852-8521 長崎市文教町1-14 長崎大学工学部応用化学科応用物理化学研究室内
日本吸着学会事務局（担当 森口 勇）

●締切

2009年3月31日（事務局必着）

第 22 回日本吸着学会研究発表会を終えて

九州大学大学院総合理工学研究院
寺岡 靖剛・草場 一

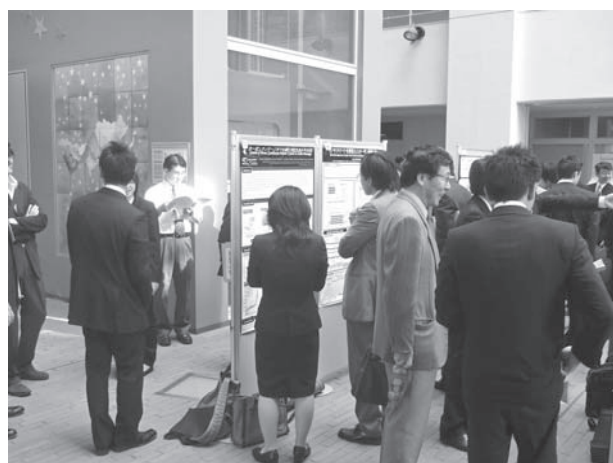
第 22 回日本吸着学会研究発表会は、平成 20 年 10 月 24 日(金)と 25 日(土)の 2 日間、九州大学筑紫地区(福岡県春日市春日公園)で開催されました。九州大学には伊都、箱崎、病院、六本松、大橋、筑紫の 6 つのキャンパスがあります。現在、伊都キャンパスへ統合移転中で、箱崎地区からの工学部移転が完了し、平成 20 年度末には六本松地区が移転します。今回の研究発表会の会場である筑紫地区は福岡市の南部に隣接する春日市と大野城市にまたがる地にあります。約 30 年前の設立当初より学部を持たない独立研究科である総合理工学研究科(現在の総合理工学府)と 2 つの附置研究所が置かれ、これらの連携の下に大学院教育と研究を展開する、九州大学の中でも特色あるキャンパスです。

本研究会では、招待講演(受賞講演)5 件、口頭発表 24 件、ポスター発表 25 件の合計 54 件、参加者 106 名での開催となりました。口頭発表、ポスター発表共に総合研究棟(C-CUBE)にて行われました。総合研究棟は平成 16 年に完成したキャンパス内でも新しい 7 階建ての建物で、1階に図書館と筑紫ホール(口頭発表会場)があります。筑紫ホールは 300 人収容可能であり、キャンパス内では最も大きなホールのため、ゆとりをもって着席していただけたかと存じます。但し、スクリーンの関係上レーザーポインターが見えにくくご迷惑をおかけしました。また、発表会前日の夕方から雨が降り、学会当日 2 日間は雨が上がったのですが、会場内での議論のヒートアップのためかホール内はやや蒸し暑く、10 月下旬にも関わらず初日はクーラー稼働しました。

1 日目は一般の口頭発表に加えて、平成 20 年度学術賞受賞の稲垣伸二氏(豊田中研)による「メソポーラス有機シリカの合成と応用に関する最近の進歩」、中野義夫氏(東工大院総理工)「ゲル/液マイクロ反応・分離システムの構築」、吉田弘之氏(大阪府大院工)による「吸着・イオン交換の廃棄物リファイナー



口頭発表会場の様子



ポスター発表会場の様子

への応用」の 3 講演が行われました。また昼食後には総合研究棟 3 階ギャラリーにてポスター発表が行われ、発表者と質問者の白熱した議論が展開されておりました。参加者全員による全ポスターを対象とした投票の結果、瀬尾知史氏(大阪府大院工)「過熱水蒸気によるヒノキ及び竹の炭化とメタン吸着剤への応用」、清家敦子氏(信州大理)「吸着相のリバースモンテカルロシミュレーションにおける細孔モデルの構築」、三野泰志氏(京都大院工)「スタック型配位空間への分子吸着と構造転移」の 3 氏がポスター賞を受賞されました。会場の予約の都合上、セッション終了と同時にパネルの撤収となってしまいましたが、どれもすばらしい発表ばかりで、まだまだ議論が収束していない様子でした。

1 日目夜の懇親会は同キャンパス内の福利厚生施

設内食堂にて行われました。同施設内には大小2つの食堂があり、当初小さな食堂(喫茶)内での開催を予定しておりましたが、おかげさまで当日参加申込の数が予想外に増加し、急遽大きな会場へと変更になりました。会長の金子克美先生のご挨拶と学会事務局の森口 勇先生の乾杯で始まり、地元の魚介類を用いた寿司、地酒「九州大吟醸」をはじめとした各種酒などをご用意させていただきました。途中ポスター賞の受賞式が行われ、最後に次期会長の田門肇先生のお言葉で閉会となりました。なごやかにご歓談くださいましてありがとうございました。会場から福岡、博多の中心街へ公共交通機関で30分程度ということで、2次会でも夜の福岡を満喫していただけたのではと想像しております。

2日目は一般講演に加えて、平成20年度奨励賞受賞の大久保貴広氏(岡山大院自然)「細孔内の吸着構造からみたナノ溶液化学」、田中秀樹氏(京都

大院工)「水素同位体吸着における量子力学的効果」の2講演が行われました。2日目も口頭発表会場は賑やかで、15時50分の発表終了まで多数の参加者がありました。

今回の口頭発表24件の内容を分類すると、吸着材料の開発10件(炭素系4件、シリカ系3件、その他複合材料など3件)、吸着機構等の理論研究7件、吸着の基礎測定とキャラクタリゼーション3件、化工系プロセス設計・解析4件となり、吸着材料の創製に関する発表がやや多かったようですが、特に分野に偏りが無く、バランスの良い発表内容であったと感じています。

最後に、今回の研究発表会の準備・運営に当り望月和博先生(東京大学)、飯山 拓先生(信州大学)や学会事務局の森口 勇先生(長崎大学)をはじめ、多数の方々のご協力とご支援を頂きました。ここに深く感謝申し上げます。

日本吸着学会「第18回吸着シンポジウム」のお知らせ

「技術賞受賞技術（2007年度、2008年度）の集い—企業における吸着技術の研究開発—」

第18回を迎える2008年度は、2007年度および2008年度に日本吸着学会技術賞を受賞された技術を開発された方々にお集り頂き、技術のポイントや開発の苦労話などをご紹介頂き、参加者の方々、特に企業からの参加者の方々と幅広い意見交換や議論をしようという企画です。終了後には本会合の特長でもあるリラックスした懇親会を開催し、会員相互の交流・親睦を一層充実させることも忘れずに行いたいと思います。企業だけでなく、大学、研究機関等の皆様、ふるってご参加下さい。

（企画幹事 迫田章義、藤田洋崇、望月和博）

主催：日本吸着学会

協賛：（社）化学工学会分離プロセス部会

日時：2009年1月23日（金） 13:00～17:15 その後、懇親会

会場：大阪ガス（株）大会議室

所在地：大阪ガスビル1F

〒541-0051 大阪市中央区平野町4-1-2

アクセス：地下鉄御堂筋線淀屋橋徒歩2分

<http://www.osakagas.co.jp/>

参加費：会員5,000円、会員外10,000円、学生1,000円、懇親会5,000円

（いずれも予定。当日、受付にてお支払いください。）

申込方法：下記申込先まで電子メールまたはファックスにて、氏名、所属、連絡先、電話番号、ファックス番号、電子メールアドレス、会員資格を添えてお申し込み下さい。

申込先：東京大学生産技術研究所 迫田章義

sakoda@iis.u-tokyo.ac.jp Fax 03-5452-5351

プログラム

13:00～14:00

ゼオライトハニカムロータVOC濃縮装置の高度化
（株）西部技研 岡野浩志氏（仮）

14:00～15:00

圧カスイング吸着方式によりNO_xリサイクル設備
三菱重工業（株） 大和矢秀成氏（仮）

15:00～15:15 休憩

15:15～16:15

吸着式ガス貯蔵システム
大阪ガスケミカル（株） 関建司氏

16:15～17:15

ドライ粉末活性炭注入装置
荏原環境エンジニアリング（株） 猪狩智氏（仮）

17:30～ 懇親会

（会場は当日お知らせします。）

関連学会のお知らせ

第20回キャタリシススクール

主催：触媒学会

共催：大倉理研、島津製作所、日本電子、日本分光、日本ベル、日立ハイテクノロジーズ、ユアサアオイニクス、リガク

協賛：日本化学会、化学工学会、高分子学会、色材協会、石油学会、電気化学会、日本イオン交換学会、日本エネルギー学会、自動車技術会、日本機械学会、日本吸着学会、日本表面科学会、日本膜学会、有機合成化学協会、粉体工学会、ゼオライト学会

会期：平成21年6月15日（月）～19日（金）

会場：スクーリングは東京大学（駒場Ⅱキャンパス）

参加申込締切：5月8日（金）定員（50名）になり次第締切

6月15日（月）

1. 触媒反応とは何か（早大）松方正彦
2. 吸着と反応速度（筑波大）富重圭一
3. 触媒反応工学（宇都宮大）伊藤直次
4. 触媒調製Ⅰ（千葉大）佐藤智司

6月16日（火）

1. 触媒調製Ⅱ（横国大）窪田好浩
2. キャラクターゼーションⅠ：担持金属触媒（産総研）白井誠之
3. キャラクターゼーションⅡ：酸・塩基触媒（東工大）小松隆之
4. 触媒劣化（早大）室井高城

6月17日（水）

キャラクターゼーション実習（各分析機器メーカーにおける実習）

6月18日（木）

触媒研究室1日体験（大学の研究室における実習）

6月19日（金）

1. 工業触媒Ⅰ：不均一系触媒（コスモ石油）藤川貴志
2. 燃料電池（出光興産）松本寛人
3. 工業触媒Ⅱ：均一系触媒（三菱化学）高橋和成
4. 環境触媒（名大）薩摩篤

参加費 80,000円（主催／協賛学会員）、100,000円（一般）

申込方法：触媒学会 HP（<http://www.shokubai.org>）より申込書をダウンロードし、下記へ FAX にてお送り下さい。

問合・申込先：〒153-8505 目黒区駒場 4-6-1 東京大学 生産技術研究所 物質・環境部門 小倉賢 電話(03)5452-6321
FAX(03)5452-6322 E-mail: oguram@iis.u-tokyo.ac.jp

ZMPC2009 (International Symposium on Zeolites and Microporous Crystals 2009)

ゼオライト、ミクロ・メソポーラス物質、層状化合物に関する研究発表（口頭およびポスター）を広く募集します。

主催：ゼオライト学会、早稲田大学 Global COE for Practical Chemical Wisdom

協賛：日本吸着学会

会期：2009年8月3日(月)～8月7日(金)

会場：早稲田大学（東京都新宿区）

セッション：1. Mineralogy and Crystallography, 2. Synthesis, 3. Post-synthetic Treatment, 4. Characterization, 5. Ion Exchange, 6. Catalysis, 7. Adsorption and Diffusion, 8. Membranes and Films, 9. Computational Chemistry, 10. Layered Materials, 11. New Porous Materials, 12. Novel Applications, 13. Industrial Applications

Plenary 講演者：Gion Calzaferri (University of Bern, Switzerland), Susumu Kitagawa (Kyoto University, Japan), Alexandra Navrotsky (University of California, Davis, U.S.A.), Miki Niwa (Tottori University, Japan), Clément Sanchez (Pierre and Marie Curie University, France), Rutger A. van Santen (Eindhoven University of Technology, The Netherlands), Stacey I. Zones (Chevron Energy and Technology Company, U.S.A.)

発表申込方法：

ホームページ <http://www.zmpc.org/> からオンラインで行う。2008年12月31日申込締め切り。

問い合わせ先：

〒113-8656 東京都文京区本郷 7-3-1 東京大学大学院工学系研究科化学システム工学専攻

大久保達也 (ZMPC2009 組織委員会 Secretary)

E-mail: zmpc2009@list.waseda.jp, Fax: 03-5800-3806

編 集 委 員

委員長 尾関寿美男 (信州大学)
委 員 飯山 拓 (信州大学) 中原 敏次 (栗田工業株式会社)
岩崎 訓 (大阪市立工業研究所) 中村 章寛 (太陽日酸株式会社)
(五十音順)

Adsorption News Vol. 22 No. 4 (2008) 通巻 No. 87 2008年12月30日発行

事務局 〒852-8521 長崎市文教1-14 長崎大学工学部応用化学科 応用物理化学研究室内
Tel: 095-819-2669 Fax: 095-819-2669 E-mail: jsad@ml.nagasaki-u.ac.jp

編 集 飯山 拓 (信州大学)
Tel: 0263-37-2469 Fax: 0263-37-2559 E-mail: tiiyama@shinshu-u.ac.jp

ホームページ <http://dione.shinshu-u.ac.jp/jsad>

印 刷 〒399-8205 長野県安曇野市豊科2572 有限会社 大気堂
Tel: 0263-72-2425 Fax: 0263-72-8151

General Secretary

THE JAPAN SOCIETY ON ADSORPTION (JSAd)
Department of Applied Chemistry, Faculty of Engineering, Nagasaki University
1-14 Bunkyo-machi, Nagasaki, 852-8521 JAPAN
Tel: +81-95-819-2669 Fax: +81-95-819-2669 E-mail: jsad@ml.nagasaki-u.ac.jp

Editorial Chairman

Professor Sumio OZEKI
Faculty of Science, Shinshu University, 3-1-1 Asahi, Matsumoto, 390-8621 JAPAN
Tel: +81-263-37-2567 Fax: +81-263-37-2559 E-mail: sozeki@shinshu-u.ac.jp

Editor

Taku IIYAMA, Shinshu University
Tel: +81-263-37-2469 Fax: +81-263-37-2559 E-mail: tiiyama@shinshu-u.ac.jp
WWW of JSAd: <http://dione.shinshu-u.ac.jp/jsad>