

Adsorption News

Vol. 27, No. 2 (July 2013)

通巻 No.105

目 次

○巻頭言.....	2
吸着ファミリー	仲井 和之
○研究ハイライト.....	3
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	大場 友則
○第 11 回国際吸着会議 (FOA 11) 特集.....	11
会議概括	宮原 稔
会議レポート	大久保貴広 田中 秀樹 山崎 誠志 藤田 洋崇 森口 勇
参加レポート	伊藤 博光 太田 貴也 荻野 智大 西 政康 中尾亜矢子
○関連学会のお知らせ.....	26
○維持会員一覧.....	31

日本吸着学会
The Japan Society on Adsorption

巻 頭 言

吸着ファミリー

日本ベル株式会社

仲 井 和 之



このたび寺岡靖剛会長の補佐役として2013年度、2014年度の日本吸着学会副会長の仰せつかりました。微力ながら学会のためにがんばりますのでよろしくお願い申し上げます。

本執筆を行うにあたり過去の巻頭言を見直していると、学会における研究のバランスや会員数の増強など改良点が挙げられています。私もそれぞれに同感し改善して行きたいと考えます。しかし一方、吸着学会は、吸着をキーワードに多種多様の分野の人が一堂に集まる良い機会の場でもあります。企業の参加数も35社と決して少なくなく、会員数は約200名とこぢんまりしているが学会参加割合は高い学会です。若手の研究者も育っており前途有望な学会の一つではないかと感じています。このような環境の中、強いて問題を上げるならば、異分野の人の議論があまり活発ではない所ではないでしょうか。理学、工学、材料化学が別々に存在しあまり交流できていないように思います。各分野の研究は個別にどんどん進化しているが、各分野の融合が進んでいないのではないのでしょうか。元々吸着学会は、化学工学会と日本化学会コロイド界面部会それぞれで吸着の研究発表を行っていた研究者同士が、両分野を融合し更なる発展をする目的で、世界にさきがけ日本吸着学会を設立したと記憶しています。この設立趣旨に今一度帰る必要があると考えます。

ではどのようなことが本学会で出来るのでしょうか？異分野ですから、当然話しにくいのは当たり前です。でも古くから、“聞くのは一時の恥、聞かぬは一生の恥”と言われているように、積極的に議論しようではありませんか。こんな材料を開発したけど、何か利用法はないか？このプロセスで利用できるより良い材料はないか？このような分析をしたいのだけれども適切な評価方法はないのか？そのような質問系の発表があっても良いのではないのでしょうか。たぶん吸着学会に参加されている研究者は、他に主となる学会に参加

をしている方がほとんどだと思います。深く掘り下げる学会と新しい考え方やアプリケーションを探索する学会があっても良いと思います。居心地の良い学会、何でも言い合える学会そのような吸着ファミリーを目指すのも良いのではないのでしょうか。そして願わくはファミリーの力を結集し、分野を横断し産官学にて大きなプロジェクトを立ち上げるのも学会の役目ではないのでしょうか。少なくとも私の経験では同業よりも異分野の世界に入って冷や汗をかいた時に新しいアイデアを考えてきましたから。会員の皆様の活発な議論並びに、改良提案をお待ちしております。

少しスペースが余りましたので、先般のボルチモアで開催されたFOA 11の感想を書きたいと思います。日本からの参加者は多く、アメリカに次いで2番目に多かったと思います。またJapan nightも松本先生のご尽力により開催され、参加者からの評判は大変良かったです。また今回から始まったIAS表彰では金子先生が受賞されました。そして宮原先生がMarco Mazzottiより会長を引き継ぎました。このように国際吸着学会においても日本のプレゼンスは大きく保っていました。ただ見習いたいのは、異分野の人の議論は活発に行われていました。またFOA 11に初めて参加した人が約1/4（最終日Peter Monsonが最終日に聞いた時の挙手した人の割合）も居たのはびっくりしました。日本吸着学会（吸着ファミリー）も、もっと新しい研究者を呼び入れたいですね。

仲井 和之 日本ベル株式会社 代表取締役

略歴 1987年3月 関西学院大学大学院理学研究科
修士課程卒業、2001年博士(理学)
1987年4月 日本エム・ケー・エス株式会社入社
1988年4月 日本ベル株式会社設立
2007年6月 (独)理化学研究所客員研究員
2008年4月 信州大学 客員教授
2010年6月 IAS Board of Director

研究ハイライト

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

Molecular Adsorption Behavior and Structure in Hydrophobic Carbon Nanospaces

千葉大学大学院理学研究科
Graduate School of Science
Chiba University

大場 友則
Tomonori Ohba

1. はじめに

ナノサイズに制約された空間（ナノ空間）では、制限されたサイズとその空間場の影響により、吸着分子はバルクとは異なる特異な挙動を示す^{1)~3)}。ナノ空間を利用することで、分子は特異的な吸着挙動を示し、分離・貯蔵・除去・触媒反応等に用いることができる。これらの目的のため、ナノ空間を多量に有する吸着材として活性炭やカーボンナノチューブ、ポーラスシリカ、ゼオライト、多孔性金属錯体など様々な細孔性材料が開発されている。この中で、活性炭や、カーボンナノチューブ、フラーレン、グラフェン等のカーボン材料はカーボンのみを構成元素として骨格構造を形成しているにもかかわらず、様々な構造体を形成することができる⁴⁾。細孔性カーボン材料は特異的に強い吸着サイトが存在せず、ナノ空間構造に由来した特異的な分子吸着場として作用するため、ナノ空間構造由来の分子挙動の変化をも調べることができ、モデル化しやすい利点がある。よって、カーボン材料のナノ空間における特異な分子挙動の解明は分離・貯蔵・除去・触媒反応への利用のみならず、総括的な分子吸着科学の理解を促すことができる。

図1はカーボン細孔性材料が構成するナノ空間の次元性とそれに伴う吸着分子の低次元化のモデルを示している。活性炭はナノグラファイトユニットの空隙にスリット型のナノ空間を有するのために、2次元的なナノ空間となるのに対し、カーボンナノチューブは1次元ナノ空間となり、フラーレンは0次元ナノ空間となる。このように細孔性カーボン材料は細孔を構成する

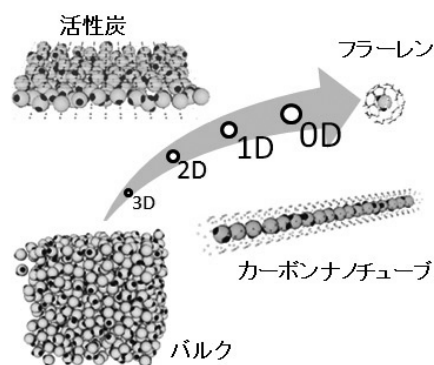


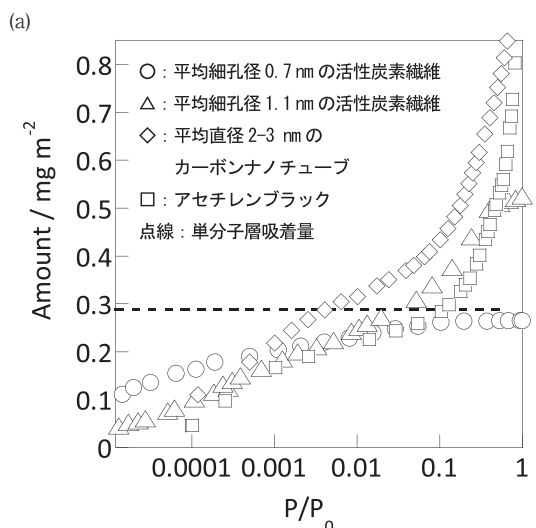
図1 ナノ空間に制限された水分子の低次元化

カーボン壁によって吸着分子の次元性が制限されるために、分子が吸着されると、吸着分子の低次元化を招く。これにより、吸着した分子は低次元の集合構造を形成し、バルクとは全く異なる挙動を示すと考えられる。セクション2では1次元と2次元のナノ空間を有する細孔性カーボン材料の分子吸着挙動を概説する。

また、細孔性カーボン材料の多くは疎水性のナノ空間を有するが、後述するように水分子は水を嫌う疎水性のナノ空間においてさえ、十分量吸着されることが知られている。一方で、同様の化学構造を有するグラファイトやカーボンブラックなどのカーボン表面への水蒸気吸着においては水蒸気が凝縮する圧力である飽和蒸気圧近傍においてさえほとんど吸着されない。疎水性カーボンナノ空間への水蒸気吸着は、疎水性カーボン表面への水蒸気吸着とは全く異なる挙動を示し、長年にわたり研究され続けている。水蒸気吸着等温線による水吸着挙動の理解^{5)~7)}やX線回折による1次元ナノ空間、および2次元ナノ空間での水吸着構造の解明^{8)~11)}、分子シミュレーションによる解析等様々な手法を用いた解析^{12)~14)}がおこなわれている。セクション3、4では1次元、2次元の疎水性カーボンナノ空間における水吸着挙動・構造について概説する。

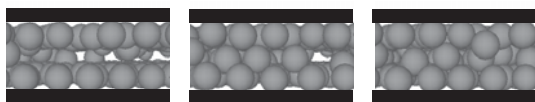
2. カーボン材料への分子吸着

窒素吸着測定はナノ空間の細孔構造を調べるために良く用いられており、その吸着挙動を調べることは一般的な分子吸着機構を解明するだけでなく、正確な細孔構造解析のためにも不可欠である。そのため窒素分子は最もよく研究されている吸着分子の一つである。このセクションではミクロ孔を中心としたナノ空間中の窒素分子吸着機構を吸着等温線、分子シミュレーションの結果から説明する。カーボン表面への窒素吸着ではBET型（IUPACの分類におけるII型）の吸

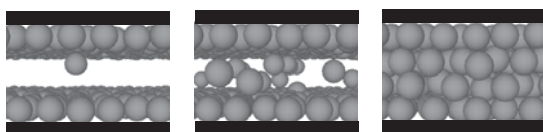


(b) $P/P_0 = 0.001$ $P/P_0 = 0.01$ $P/P_0 = 0.1$

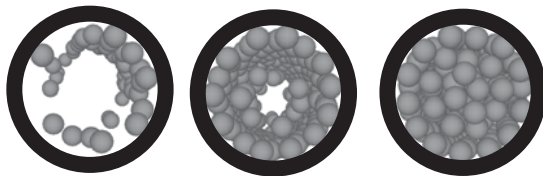
有効細孔径 0.7 nm のスリット型細孔



有効細孔径 1.1 nm のスリット型細孔



直径 2.5 nm のカーボンナノチューブ



グラファイト表面



図2 (a) 77 Kでの窒素吸着等温線、および (b) 分子シミュレーションから得られた $P/P_0 = 0.001, 0.01, 0.1$ におけるスナップショット

着等温線となり、ナノ空間、特にミクロ孔への吸着においては Langmuir 型 (I 型) の等温線となることが知られている。図 2a は平均細孔径 0.7、1.1 nm の活性炭素繊維 (株式会社アドール)、平均直径 2-3 nm のカーボンナノチューブ (産業総合研究所 畠賢治博士より提供) および非細孔性のカーボン材料であるアセチレンブラック (電気化学工業株式会社) の 77 K 窒素吸着等温線を示す。ここで縦軸は α_s 解析 (アセチレンブラックに対しては BET 解析) から求めた比

表面積あたりの窒素吸着量である。また、低压部を拡大表示するため、横軸の相対圧をログスケールで表示した。

窒素の分子占有面積 0.162 nm^2 からカーボン表面に窒素分子が単分子層吸着したときの吸着量は 0.287 mg m^{-2} である。この単分子層吸着量から各カーボン材料への窒素吸着層を推定すると、平均細孔径 0.7 nm の活性炭素繊維はカーボン壁から単分子層の吸着しかみられないが、平均細孔径 1.1 nm の活性炭素繊維はカーボン壁から 2 層目の吸着までみられ、アセチレンブラックはカーボン表面から 2 層目、および 3 層目以降への吸着がみられる。活性炭素繊維の場合、理想的にはナノ空間は 2 つのカーボン壁の空隙として考えることができるので、窒素分子 1 層分の吸着量は上記カーボン表面への吸着量の半分である 0.134 mg m^{-2} に相当する。よって、平均細孔径 0.7、1.1 nm の活性炭素繊維のナノ空間には相対圧 $P/P_0 \sim 1.0$ での吸着量から、それぞれ 2 層、3.5 層窒素が吸着される。活性炭素繊維やアセチレンブラックの 2 次元カーボンナノ空間、またはカーボン表面では吸着等温線の平坦な領域が $P/P_0 = 0.001-0.02$ でみられ、これは単分子層吸着量よりもわずかに小さな値となる。これに対し、カーボンナノチューブの 1 次元カーボンナノ空間では吸着等温線のやや平坦な領域が単分子層吸着量を超える。これは、2 層目への吸着が始まることを示唆している。これはカーボンナノチューブの曲率を有したカーボン壁によって強く安定化され、吸着が促進されたためであると考えられる¹⁵⁾。このカーボン細孔構造の違いによる吸着挙動の違いはグランドカノニカルモンテカルロシミュレーションによって得られたスナップショットからも推測される (図 2 b)^{15), 16)}。カーボンナノチューブへの窒素吸着構造は $P/P_0 = 0.01$ (中央のスナップショット) において 2 層目以降の吸着がかなり進行していることがわかる。

2 次元ナノ空間においても吸着分子が 2 層吸着されるサイズの細孔 (平均細孔径 0.7 nm の活性炭素繊維の場合) では 2 つのカーボン壁からの吸着相互作用の重ね合わせにより、著しく低い圧力 (相対圧 $< 10^{-5}$) からの単分子層吸着サイトへの吸着が始まる¹⁷⁾。吸着分子 3 層以上の細孔サイズである平均細孔径 1.1 nm の活性炭素繊維の場合、単分子層吸着サイトにおいて 2 つのカーボン壁からの吸着相互作用の重ね合わせは十分に得られず、非細孔カーボン材料のアセチレンブラックと比べるとわずかに低压から吸着等温線の立ち

上がりが見られる。このような吸着挙動の細孔径依存性は 77–200 K の広い温度範囲においても同様の結果¹⁶⁾が得られており、狭い細孔ではナノ空間場による吸着分子の強い安定性が顕著に表れる。

平均細孔径 1.1 nm の活性炭素繊維の場合、カーボン壁から 2 層目以降の吸着による吸着等温線の立ち上がり ($P/P_0=0.14$) はアセチレンブラック ($P/P_0=0.25$) と比べると、相当低い圧力である。これは単分子層に吸着した窒素分子により、2 層目吸着分子は安定化され、吸着が促進されるためであると考えられる¹⁷⁾。この前吸着分子による協同的吸着促進効果はグラファイトやグラフェンなどの非細孔性カーボン材料においてもみられる¹⁸⁾が、細孔径 1 nm 程度のナノ空間においてはカーボン壁上の単分子層吸着分子によって、2 層目吸着分子が強く安定化され、単分子層吸着分子による著しい協同的吸着促進効果がみられる。

これらのカーボンナノ空間に対する吸着機構を簡略的に表すと、窒素分子のような一般的な分子においては、単分子層への強い吸着の後に細孔内部への吸着や凝縮がおき、細孔内部に充填される。この機構は単分子層吸着後に 2 層目、3 層目と吸着していくグラファイト表面への吸着機構と比較的近い。セクション 3 では本セクションで述べた窒素分子の吸着機構と比較しつつ、水蒸気吸着機構の違いや特異性等を概説する。

3. 疎水性カーボンナノ空間中の水集合構造

このセクションでは疎水性カーボンナノ空間への水蒸気吸着挙動について概説する。親水性カーボンナノ空間への水蒸気吸着は低圧から吸着がおき、ナノ空間に水分子が充填される。これは表面酸素官能基などの親水性の官能基との強い相互作用により、低圧から水蒸気が吸着されると考えられる^{13),14)}。それに対し、疎水性カーボンナノ空間への水蒸気吸着では、水分子は低圧ではほとんど吸着されず比較的高い圧力で水蒸気吸着が起きるのにもかかわらず、相対圧 ~ 1.0 において水蒸気は十分に充填される。

図 3 a に示す 303 K における活性炭素繊維、アセチレンブラックへの水蒸気吸着等温線から水蒸気吸着機構の検討を開始する。ここで縦軸は 77 K の窒素吸着等温線から求めた比表面積に対する吸着量である。黒塗りのシンボルは水蒸気吸着過程、白抜きのシンボルは水蒸気脱着過程を示している。水蒸気吸着の場合、上記の窒素吸着の機構とは異なり、アセチレンブラックにはほとんど水蒸気は吸着されないが、活性炭素繊維

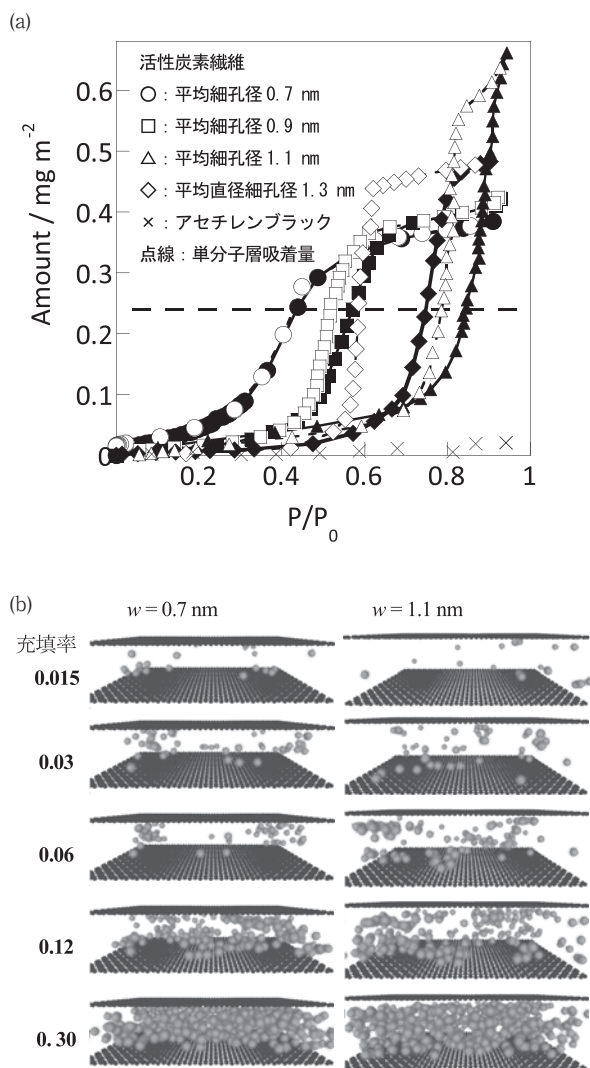


図 3 (a) 303 K での水蒸気吸着等温線と (b) 分子シミュレーションから得られたスナップショット

には吸着される。また、これら疎水性カーボンナノ空間への水蒸気吸着等温線は IUPAC の分類における V 型の吸着等温線となり、低圧では水蒸気を吸着しないが、細孔径によって異なる一定の圧力で著しく水蒸気を吸着する。すなわち、カーボン壁と水分子との相互作用は弱いため、水蒸気を吸着しない疎水的なナノ空間であるが、ある圧力を境に水蒸気を吸着可能になる特性を持つことを意味している。言い換えると、カーボン壁の化学的性質は変化しないため、水分子は疎水性表面には吸着されないが、疎水性カーボンナノ空間には適応して吸着される。また、細孔径 1 nm 程度のミクロ孔において、著しい水蒸気吸着ヒステリシスを示す¹⁹⁾。これらは、窒素分子の吸着機構とは全く異なる機構によって水蒸気吸着がおきることを示唆している。

窒素分子間の相互作用は分散力によって記述するこ

とができ、カーボンナノ空間中で窒素分子はカーボン壁との相互作用が窒素分子間相互作用に比べ非常に強い。一方、水は水素結合によって水分子間相互作用が強く働き、疎水性カーボンナノ空間におけるカーボン壁との相互作用よりも水分子間相互作用が支配的となる。そのために、上述したように一般的分子の一つである窒素分子の吸着機構とは区別して理解する必要がある。

水分子の分子占有面積は 0.125 nm^2 であるため、単分子層吸着量は 0.24 mg m^{-2} となる。窒素分子のときと同様に活性炭素繊維のナノ空間は2つのカーボン壁によって構成されていると考え、ナノ空間中の1分子層吸着量は 0.12 mg m^{-2} となる。よって、平均細孔径が $0.7, 0.9, 1.1, 1.3 \text{ nm}$ の活性炭素繊維に対し、それぞれ3、3、4、5–6層吸着される。これは水分子サイズが 0.28 nm であることから、平均細孔径から予測される層数と大まかに一致しており、疎水性カーボンナノ空間中に十分に充填することを示唆している。また、窒素吸着等温線、および水蒸気吸着等温線から算出された細孔容量とも一致しており、疎水性カーボンナノ空間中に十分に吸着されることをサポートする結果となっている。これに対し、アセチレンブラックへの水蒸気吸着は著しく少なく、最大で 0.02 mg m^{-2} であり、10% 以下の表面被覆率となる。すなわち、疎水性カーボン表面には水蒸気は吸着されないが、疎水性ナノ空間中には水蒸気が吸着される、といえる。

図3bには分子シミュレーションから得られた細孔径 $0.7, 1.1 \text{ nm}$ のナノ空間中の水蒸気充填率 $0.015-0.30$ でのスナップショットを示す。水蒸気吸着の初期過程において、ナノ空間中の水分子が2–3分子からなるクラスターを形成すると急激に吸着が進行し、ナノ空間中に充填される²⁰⁾。水分子クラスターは8–10分子程度に成長し、吸着が進行する。このことはカーボンナノ空間中水分子の小角X線散乱のシミュレーション解析によっても、8–10分子程度のナノクラスターを形成していることがみられ、上記分子シミュレーションの結果とも一致している²¹⁾。

図4に水蒸気を吸着したカーボン材料の小角X線散乱の相関長変化と分子シミュレーションから得られるナノクラスターサイズ変化を示した。ここで、白抜きのシンボルは実験から得られた相関長であり、黒塗りのシンボルは分子シミュレーションから得られたナノクラスターサイズである。相関長は充填率が0から

0.5 までは 0.3 nm から 0.7 nm へと著しく増加するが、その後は緩やかな増加となり、 0.8 nm まで増加する。相関長の変化は水分子が吸着されることによって起きるので、ナノクラスターの成長に置き換えて考えることができる。分子シミュレーションから得られたナノクラスターサイズ変化は 0.3 nm (水1分子のサイズに相当) から急激に成長し、 0.5 nm まで増加する。その後、ナノクラスターサイズは緩やかに増加した。この傾向は大まかに実験で得られた相関長変化とも対応しており、これは水蒸気吸着において、ナノクラスター成長過程とそれに続く充填過程を経て吸着が進行していくことを示唆している²²⁾。ナノクラスターの充填過程での相関長変化、クラスターサイズ変化から疎水性カーボンナノ空間でのナノクラスターのユニットサイズは $0.5-0.8 \text{ nm}$ であると考えられる。これは 8 ± 2 分子のクラスターサイズに相当する。以上のことから、ナノ空間中の充填率の増加に伴い、水分子はダイマーやトリマーから8分子程度のクラスターユニットに急激に成長し、ナノクラスターユニットの単位で吸着が進行し、充填されると考えられる。

上述のように水分子は8分子程度のナノクラスターユニットを形成して吸着されるが、なぜナノクラスターユニットを形成すると疎水性カーボンナノ空間に吸着されるかは明らかとなっていない。そこで、疎水性カーボンナノ空間中でナノクラスターを形成したときの安定性を分子シミュレーションによって検討したところ、水分子が1分子で吸着されたとき、その安定性は約 10 kJ mol^{-1} であるが、ナノクラスターが形成されると、その安定性は著しく増加し、8分子からなるナノクラスターを形成したとき、その安定性は約 40 kJ mol^{-1} となる²³⁾。水蒸気吸着等温線から計算される等量吸着熱は非常に低い充填率においてさえ、 43 kJ mol^{-1} となり、これは上記シミュレーション結果

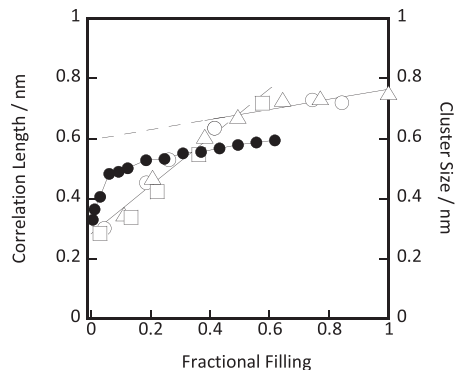


図4 相関長とクラスターサイズ変化

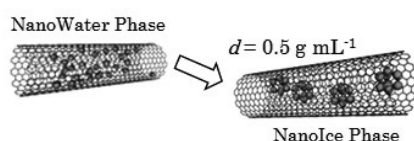
と良い一致を示している。すなわち、8–10分子程度のナノクラスターを形成することで著しく安定化され、疎水性カーボンナノ空間に吸着される。また、バルクの水蒸気凝縮熱 43.6 kJ mol^{-1} と非常に近く、疎水性カーボンナノ空間中で水分子は低充填率、すなわち低密度のときでさえ、ナノクラスター形成によって十分に安定化される。つまり、疎水性カーボンナノ空間において水分子は水分子同士が集合し、ナノクラスターを形成することで、水分子が著しく自己安定化し、吸着されるといえる。

これまでは2次元の疎水性カーボンナノ空間における水分子挙動を紹介した。1次元の疎水性カーボンナノ空間においても、水分子を吸着したカーボンナノチューブ類の小角X線散乱、およびX線回折結果の分子シミュレーションによる解析により、構造・挙動の検討をおこなうと、同様の構造形成、安定化がみられた^{(24)–(26)}。ここでは得られた結果について簡潔に述べる。カーボンナノチューブの1次元ナノ空間中に水蒸

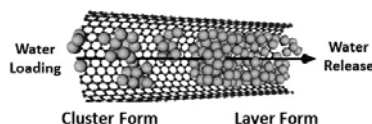
気を吸着させたとき水の構造をX線回折測定により調べたところ、ナノ空間中の水の密度が0.5を超えると、水分子がナノクラスターを形成し始め、液体様の構造から固体様の構造へと構造転移がおきる(図5a)⁽²⁴⁾。また、同様の系において、吸着過程では水分子がナノクラスターを形成することによって著しく安定化するのに対し、脱着過程では層状の吸着構造を形成することによって、1次元ナノ空間の中心部の水分子は一定程度安定化が抑えられ、擬安定化状態となる。このナノクラスター形成による安定化と層状構造による擬安定化によって、スムーズな吸脱着が可能となると考えられる(図5b)⁽²⁵⁾。ナノクラスター形成によって、水分子は疎水性カーボンナノ空間にスムーズに導入されるのに対し、極端に狭い1次元ナノ空間(有効直径0.6 nm)ではクラスターを十分に形成できないことが、赤外分光測定によって示唆された。これは、吸着した水分子の集合構造が狭い1次元ナノ空間によって制限されることにより3次元的なナノクラスター形成がみられないことを示唆している。しかしながら、水分子鎖を形成することで一定程度安定化されるために1次元疎水性カーボンナノ空間中に充填される機構が分子シミュレーションから示唆された(図5c)⁽²⁶⁾。上述のように、ナノクラスター形成が阻害されることで、獲得される安定化エネルギーは少なくなり、十分に安定化しないが、水分子の輸送においては高速輸送が可能となるメリットもある(図5c, d)^{(26), (27)}。カーボンナノホーンのカーボン壁上に0.4 nmの水を通すゲートをあけることで、極めて短い1次元疎水性カーボンナノ空間を調製することができる。このゲートを通る水的高速輸送が水蒸気吸着速度測定から明らかとなった。小角X線散乱から1次元ナノ空間の近傍でナノクラスターを形成していることが示唆され、ナノクラスターが1次元ナノ空間中の水分子の安定化に貢献し、高速輸送と安定化の両方の特性を得ることができる(図5d)⁽²⁷⁾。

このように1次元疎水性カーボンナノ空間中の水分子挙動は2次元疎水性カーボンナノ空間中の水分子挙動と同様に強い水素結合形成によって、疎水性カーボンナノ空間中で安定化されるが、より制約された空間となるために、サイズ制約効果の影響がより顕著に表れる。また、フラーレン中に水分子を閉じ込めることも近年報告⁽²⁸⁾されており、0次元ナノ空間の究極的なサイズ効果の発現が期待される。

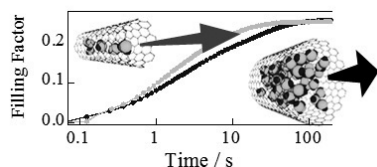
(a) 1次元ナノ空間での水構造転移⁽²⁴⁾



(b) ナノチューブ中での水輸送機構⁽²⁵⁾



(c) 1次元ナノ空間での高速水分子輸送機構⁽²⁶⁾



(d) 水分子透過機構⁽²⁷⁾

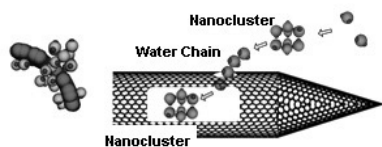


図5 1次元疎水性カーボンナノ空間中の水分子科学

4. 疎水性カーボンナノ空間中への電解液挙動

疎水性カーボンナノ空間中の電解液もバルクとは異なる挙動を示すことが報告されている^{29)–31)}。疎水性カーボンナノ空間中で水分子は水素結合によってナノクラスターを形成し、それによって獲得された自己安定化のために疎水性カーボンナノ空間中で安定化し、吸着、充填される。さらに、そこに電解質が加わったとき、疎水性カーボンナノ空間中電解液の電解質は水和によって水分子と強く結合し、水分子間の水素結合に強く影響を及ぼすと考えられる。

非常に狭いナノ空間において、電解質は著しい脱水和がみられることがX線微細構造から示されている²⁹⁾。また、この結果はカノニカルモンテカルロシミュレーションから得られた細孔径0.6 nmのスリット型細孔中の塩化カリウム水溶液構造からも推測されており、このとき、電解質の水分子との水和数は著しく減少する。また、水和水の構造は通常の水分子間の構造と比べ、極めて秩序的な構造を形成していることが示唆された(図6a)³²⁾。また、同様にカノニカルモンテカルロシミュレーションから得られたカーボンナノチューブ中の塩化ナトリウム水溶液構造もカーボンナノチューブ直径の減少に伴い、著しい脱水和がみられ、直径0.9 nm以下のカーボンナノチューブで水和数は1–2となった(図6b)³³⁾。このような電解質の脱水和にもかかわらず、カーボンナノチューブ直径の減少に対して、電解質の安定性は相当保持される。これは疎水性カーボンナノ空間のサイズ制約効果によって

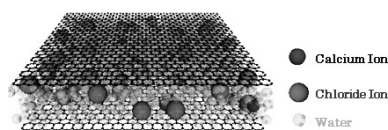
電解質の水和数が著しく制限されるが、水和数減少分の安定性を補うために、電解質は水分子と強く水和することで安定化されるためである。このカーボンナノチューブ中の電解液の構造はX線構造解析からも検討されており、平均直径2–3 nmのカーボンナノチューブ中の塩化ナトリウム水溶液構造を調べると、通常の水分子間の構造と比べ、著しく強い電解質と水分子間の水和構造形成が示唆された(図6c)³⁴⁾。また、この強固な水和構造形成の代わりに水分子間の水素結合は弱められる。これらの結果は上記分子シミュレーションの結果とも一致しており、疎水性カーボンナノ空間中の電解液は電解質と水分子との強固な水和構造形成とそれに伴う水分子間水素結合の弱体化によって、特異的な安定構造を形成する、といえる。

5. まとめ

窒素分子などの一般的な吸着ガス分子の場合、吸着分子とカーボン材料との相互作用が支配的になるために、分子はカーボン壁から単分子層、2層目、3層目と順に吸着されていく。また、吸着挙動はカーボンナノ空間の構造に強く依存する。それに対し、水蒸気吸着の場合、水分子間の相互作用が支配的となるため、一般的な吸着分子とは全く異なる吸着挙動となる。疎水性表面には水蒸気は吸着されないが、疎水性カーボンナノ空間にはナノクラスターを形成することで、吸着される。これはナノ空間のサイズ制約効果によって、水分子が集合しやすくなり、クラスターを形成しやすい環境が整うためであると考えられる。クラスターを形成し始めると、8分子程度のナノクラスターに成長し、ナノ空間中での凝縮が進行すると考えられる。電解液の場合は疎水性カーボンナノ空間中で電解質が強固な水和構造を形成することで、安定化し、吸着される。また、このときの水和数はナノ空間サイズの減少に伴い、著しく減少する。

ここでは、ナノ空間中の水分子挙動解明のための研究を中心として概説をおこなった。また、これら水分子挙動の研究は世界中で活発に研究されており、本論文では我々がおこなった研究成果を簡潔に紹介した。ここで紹介できなかった多くの論文とともに、これらの研究は水分子挙動の解明に貢献し、進歩が続いている。しかしながら、水分子挙動は未だ多くの疑問点が残っており、今後も解明に向け取り組む必要がある。特に水分子挙動を高度にコントロールすることはナノサイエンスの発展に極めて有用である。

(a) 極限ナノ空間における秩序水和構造形成



(b) 脱水和における安定性の保持



(c) 強固な水和構造形成

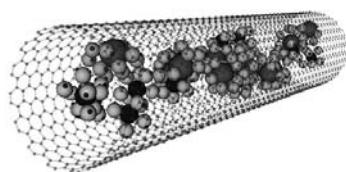


図6 ナノ空間中電解液のナノクラスター形成と水和挙動

6. 謝辞

本研究をおこなうにあたり、カーボン材料を提供いただきました産業技術総合研究所 飯島澄男博士、湯田坂雅子博士、畠賢治博士、信州大学 遠藤守信教授に厚く御礼申し上げます。SPRING-8での測定支援をいただきました金 廷恩 博士、小原 真司 博士に感謝いたします。また本研究をおこなうにあたり助成いただきました日揮・実吉奨学会、イオン工学振興財団に感謝いたします。

【参考文献】

- 1) K. Kaneko, *Colloid Surf. A* **109**, 319 (1996).
- 2) M. E. Davis, *Nature* **417**, 813 (2002).
- 3) S. Kitagawa, R. Kitaura, and S. Noro, *Angew. Chem. Int. Ed.* **43**, 2334 (2004).
- 4) A. K. Geim and K. S. Novoselov, *Nature Mater.* **6**, 183 (2007).
- 5) J. W. McBain, J. L. Porter, and R. F. Session, *J. Am. Chem. Soc.*, **55**, 2294 (1933).
- 6) L. M. Pidgeon, and O. Maass, *J. Am. Chem. Soc.*, **52**, 1053 (1930).
- 7) C. Pierce, R. N. Smith, J. W. Wiley, and H. Cordes, *J. Am. Chem. Soc.*, **73**, 4551 (1951).
- 8) Y. Maniwa, H. Kataura, M. Abe, A. Uda, S. Suzuki, Y. Achiba, H. Kira, K. Matsuda, H. Kadowaki, Y. Okabe, *Chem. Phys. Lett.*, **401**, 534 (2005).
- 9) H. Kyakuno, K. Matsuda, H. Yahiro, Y. Inami, T. Fukuoka, Y. Miyata, K. Yanagi, Y. Maniwa, H. Kataura, T. Saito, M. Yumura, and S. Iijima, *J. Chem. Phys.*, **134**, 244501 (2011).
- 10) T. Iiyama, K. Nishikawa, T. Otowa, and K. Kaneko, *J. Phys. Chem.*, **99**, 10075 (1995).
- 11) R. Futamura, T. Iiyama, A. Hamasaki, and S. Ozeki, *Phys. Chem. Chem. Phys.*, **14**, 981 (2012).
- 12) K. Koga, G. T. Gao, H. Tanaka, and X. C. Zeng, *Nature*, **412**, 802 (2001).
- 13) C. L. McCallum, T. J. Bandosz, S. C. McGrother, E. A. Müller and K. E. Gubbins, *Langmuir*, **15**, 533 (1999).
- 14) M. Jorge, C. Schumacher, and N. A. Seaton, *Langmuir*, **18**, 9296 (2002).
- 15) T. Ohba and K. Kaneko, *J. Phys. Chem. B* **106**, 7171 (2002).
- 16) T. Ohba, D. Nicholson, and K. Kaneko, *Langmuir* **19**, 5700 (2003).
- 17) T. Ohba, T. Suzuki, and K. Kaneko, *Chem. Phys. Lett.* **326**, 158 (2000).
- 18) T. Ohba, A. Takase, Y. Ohyama, and H. Kanoh, *Carbon* (2013).
- 19) T. Ohba and K. Kaneko, *Langmuir* **27**, 7609 (2011).
- 20) T. Ohba and K. Kaneko, *J. Phys. Conf. Ser.* **177**, 012001 (2009).
- 21) T. Ohba, H. Kanoh, and K. Kaneko, *Nano Lett.* **5**, 227 (2005).
- 22) T. Ohba, H. Kanoh, and K. Kaneko, *Chem. Eur. J.* **11**, 4890 (2005).
- 23) T. Ohba, H. Kanoh, and K. Kaneko, *J. Am. Chem. Soc.* **126**, 1560 (2004).
- 24) T. Ohba, S. Taira, K. Hata, K. Kaneko, and H. Kanoh, *RSC Adv.* **2**, 3634 (2012).
- 25) T. Ohba, S. Taira, K. Hata, and H. Kanoh, *J. Phys. Chem. Lett.* **4**, 1211 (2013).
- 26) T. Ohba, K. Kaneko, M. Endo, K. Hata, and H. Kanoh, *Langmuir* **29**, 1077 (2013).
- 27) T. Ohba, H. Kanoh, and K. Kaneko, *J. Phys. Chem. C* **116**, 12339 (2012).
- 28) K. Kurotobi and Y. Murata, *Science* **333**, 613 (2011).
- 29) T. Ohkubo, Y. Takehara and Y. Kuroda, *Microporous Mesoporous Mater.*, **154**, 82 (2012).
- 30) B. S. Fox, O. P. Balaj, I. Balteanu, M. K. Beyer and V. E. Bondybey, *Chem. - Eur. J.*, **8**, 5535 (2002).
- 31) Q. Shao, J. Zhou, L. Lu, X. Lu, Y. Zhu and S. Jiang, *Nano Lett.*, **9**, 989 (2009).
- 32) T. Ohba, N. Kojima, H. Kanoh, and K. Kaneko, *J. Phys. Chem. C* **113**, 12622 (2009).
- 33) T. Ohba and H. Kanoh, *Phys. Chem. Chem. Phys.* **15**, 5658 (2013).
- 34) T. Ohba, K. Hata, and H. Kanoh, *J. Am. Chem. Soc.* **134**, 17850 (2012).



大場友則
千葉大学
大学院理学研究科
助教
博士（理学）

略歴 2000 年 3 月 千葉大学理学部卒業
2003 年 3 月 千葉大学自然科学研究科
博士後期課程修了
2003 年 4 月 日本学術振興会 PD 特別研究員
2005 年 4 月 学習院大学理学部 助手
2006 年 6 月 千葉大学自然科学研究科 助手
2007 年 4 月 千葉大学大学院理学研究科 助教
専門：物理化学、コロイド科学、炭素材料科学

第 11 回国際吸着会議(FOA 11)特集

会議概括

FOA 11 印象記 いろんな意味で East Coast 流

京都大学工学研究科
宮 原 稔

「ボルティモア？」3 年半ほど前に Peter Monson から開催地を聞いた。これまでの米国開催の FOA がすべて西海岸あるいは西部(86 Santa Barbara, 95 Asilomar, 04 Sedona)であったので、Peter はとにかく東部でやりたいらしい。しかし、NY 州 Ithaca 市に住んでいたことのある私にも、あまりなじみのない街だ。「え？(Peter の地元近くの) Boston じゃないの??」という素朴な疑問を呈したら、「きれいなとこだから、ま、とにかく来い」と Peter。ふ～ん、ま、それも良からうと、その時は思ったが、いざ会期が近づいてくると不安が頭をもたげてきた。行ったことのある、某 To 大の Okb 先生やうちのスタッフの某 Wtnb 君からの情報ゆえだ——「犯罪都市」。。。え？ ネットをたぐってみると、何と CrimeBaltimore.com というサイトまであって、日々刻々の事件を地図上に示してくれている。1 日に何十件もの銃撃や強盗——。少々びびったが、よく見ると、会場のある Inner Harbor 区域での発生は極少だし、他の web サイトでの住民の投稿によると「ここは危険」というブロックやストリートに注意せよとのこと。ま、NY 市や DC みたいなものでしょうね。実際、滞在中に危険を感じたことはなかったし、参加者のどなたかが被害にあったという事例もなかったことを、同市の名誉のため、申し添えたい。

しかし困ったのはアルコールだ。犯罪多発ゆえかどうかは知らねど、会議 Venue である Hyatt 近くに酒を売る商店がない。スーパーもない。コンビニみたいな店で「ビールはないか？」と聞くと「うちでは売ってない」「どこか近くはないか？」とさらに聞くと「うちでは売ってないと言ったろ。それだけだ」。……ああ、つれない。。。これも東海岸流だなあ。たまたま横にいたビジネスマン風の紳士に「あんた、知らん？」「う～ん、たしか、あっちの方に 10 ブロックほど行

くと、あったかも」。。。。10 ブロックも歩いたあげくはないかも知れぬようなバクチは御免なので、仕方なく Hyatt に戻ってフロントで尋ねた酒屋の場所は徒歩 30 分。。。ああ、遠い。50 メートルおきのコンビニで酒類を売っている日本の便利さが恋しい(え?…私だけ??)。しかしこの酒類への厳しさも、また東海岸流。はいはい、甘んじて受け入れましょう、我慢しましょう。

イントロが長くなりすぎて恐縮ながら、以下には、もっぱら私の視点からの会議の印象を、いくつかの項目について述べたい。なお、Technical な内容については、他の各位からの報告を参照頂ければ有り難い(すいません)。

【準備と運営】

FOA 10 を思い返せば、いろんな事項について FOA 9 Chair の Marco Mazzotti にメールで問い合わせしていた私だったが、今回 Chair の Peter から、前回 Chair である私への問い合わせ等は非常に少なかった。伝統は尊重しながらもそれに過度にはとらわれず、リーダーとしての裁量を発揮していたと感じる。個人の責任と統率を重視するという点、これも米国流であろう。また、今回は Barr Enterprises というコンベンションのエージェントと契約しており、大方のハンドリングはその業者の Janet Cunningham 女史が引き受けていることも、準備が良好に進んだ要因と思われる。

なお、そのすぐ後の 6 月にパリで開かれた MOF に関する Workshop で、某 Aln Fcs 教授が話の弾みで「FOA 11 はよかったけど、ようけ予算がかかった。。。とぼやいていたとおり、歴代の FOA の参加費(通常、宿泊込みで 10 万円≒1000 ユーロ≒1000 ドルが目安)に比べて、かなり割高だったのは事実だ。しかし、こうしたビジネスライクなハンドリング方式も東海岸流であろうし、今後は、何かと多忙な研究者が務める主催者側の重いロードを軽減する意味で、このような参加費設定も受け入れていくべきであろう。なお、正確な数字は持ち合わせていないが、発表は 400 件近く、参加者数も 300 数十名と、過去に比して何ら遜色のない規模であったことを申し添えておきたい。

【会場とセッション】

Hyatt Regency の2階にコンパクトにまとまっていた。受付のある Foyer の奥に、Banquet にも使われた大きな Ballroom があり（日々の食事にも供用）、その横っ腹に、ぶち抜きにもできる4つの会場が接している。この機能的な会場構成を、Plenary や Parallel に応じてうまく活用がなされており、さらにポスターセッションも同階の反対側のウィングのスペースで開催できていた。会場の便利さについては、まさに「文句なし」といえよう。

Peter が「自分のお気に入り」と自画自賛していたタイマー（経過時間に応じて緑→黄→赤と点灯）に導かれ、セッションはうまく進められていたと思う。ただ、いまだに顔から火が出るのは私自身の Keynote 講演だ。初日の朝イチ（8:30 am）からで、英語の感覚がまったく戻っていないところに、13時間の時差ボケと前日夜 Reception の酒が残ったままの私は、滑らかにしゃべることも、時間を守るにも能わず、特に終盤はスライドを「高速早送り」するしかない体たらく。。。恥ずかしく、申し訳なく、赤面の至りで、ひたすら反省している次第である。

【Social Events】

○5/19(Sun) Reception

……上述の通りで、、、Ballroom でビールもワインも たくさんに いただきました。。。m(T-T)m
○5/20&21(Mon, Tue) Poster/Social

FOA の伝統どおり、ビールやワインなどがふんだんに出され、グラス片手の議論や交歓の声が会場中にあふれ、非常に活気のあるセッションとなった。また、月曜のセッション後は日本人グループで街に繰り出し、名物のクラブケーキをはじめとするシーフードなどを楽しむ夜となった。

○5/22(Wed) Excursion & Japan Night

午後1時からの Excursion は、Hyatt 真ん前の波止場から出港する湾内クルーズである。何かよく分からない魚料理の Lunch つきであったが、う〜む、crab あたりを出してくれるととっても有り難かったのと、酒類は自弁だったというのも、少々もの悲しい。ともあれ、日本を出る際に見た「今週はず〜と雨」との予報がはずれたのは幸いで、景色は最高。湾内から街並みを見渡し、心地よい風を受け「最高、最高……」とご機嫌だったのだが、片道1時間以上もかけて湾入口のボルティモア・ベルトウェイの橋に来る頃には少々

疲れ気味。さらに、来た航路をまったく逆に戻り出発から2時間半後までかかった帰路では、景色にも食傷気味となり、皆、口数も少なくなってきた次第。着岸時には、しかし、黒人の多い乗組員たちがゴスペル風の合唱でハイタッチをしつつ送り出してくれたのが印象的であった。

4時過ぎには、今回から設定された IAS Awards (35歳以下の若手研究者への賞と、この3年間の博士学位取得者から選出する賞) の受賞講演が開かれた。今回は日本人のノミネートはなかったが、今後に向け、博士学位は特にぜひ、ふるっての推薦・応募を願いたい。

同日、夕食後の8時から、これまた恒例の Japan Night である。豊橋技科大・松本先生がご担当下さったが、今回、勝手が違うのは、残念ながら、高級ホテルの会場ゆえに「持ち込み」が許されなかったことである。過去には吸着学会員有志のお助けにより、Sedona でも Sicily でも、日本酒・梅酒・チューハイなど多量の国産酒類をお持ちいただいたが、今回はホテル提供のビールやワインのみ。しかも当然ながら高〜い。。。松本先生には、予算をにらみつつ深いご配慮をいただき、結果としては、多数の参加者を得て盛況だった上に、予算を十分に下回る良好な結果となった。この場を借りて、ご尽力いただいた松本先生に厚く御礼を申し上げたい。

○5/23(Thu) Conference Dinner

浅学ながら「米国南部」が中心と思っていたジャズのバンドが、Washington DC よりも北に位置するこの地で登場し、その演奏の中、宴が繰り広げられた。あまり南に行かずとも、この地域もなかなかジャズは盛んとのこと。演奏で雰囲気はいいのだが、バンドの真正面のテーブルに着席していたせいもあって、2〜3席しか離れていない人との会話でも「どなりあわんと聞こえん」という状況で、声が枯れそうになってしまった。

宴半ばでは、これまた今回から設定された IAS Fellow の選出結果が発表され、Alan Myers、Shivaji Sircar、Kent Knaebel、Gino Baron、Frieder Dreisbach の各氏、および、日本から、鈴木基之先生と金子克美先生がこの荣誉に輝かれた。心からのお祝いを申し上げます。

その後、宴も佳境に入ると、ジャズバンドに代わってステージに出てきたのは、2台の iBook を駆使する DJ であり、会場中央のフロアは瞬く間にディスコスペースに様変わりした。若手やラテン系の参加者らが

元気に踊っているのをほほえましく眺めていると、私に「出てこい」と、迫力のある目つきで手招きをするのは、他ならぬ Peter Monson である。げげげ。しばらく逃げつつも万策尽き、ついにフロアに引っ張り出され、おっかなびっくり、Janet Cunningham 女史とステップを踏んだ私だが、宴の最初に、IAS の President の任を不肖私が拝することが紹介されていたので、「Hey! President!」と若者達にはやし立てられ、酔いも手伝って調子に乗り、その後もずっと、大汗をかき息切れもするほどに踊ってしまった私であった。数日後には筋肉痛に悩まされたのは言うまでもない。

ともあれ、このように若手が元気に存在感を示してくれているのが FOA の誇るべきところと思う。将来に向けて、さらなる発展を FOA と IAS に期待する次第である。

【次回：FOA 12】

以上のように、いかにも東海岸風のテイストで参加者をもてなしつつ、FOA 11 は極めて高いレベルの成功が収められたものと思う。次回の FOA 12 はむろん 3 年後の 2016 年であり、Prof. Andreas Seidel-Morgenstern（独：Max Planck Institute for Dynamics of Complex Technical Systems）を Chairman に、独：Friedrichshafen（Lake Constance）にて開催の予定である。スイスと面したドイツ側湖畔のリゾート地と聞いており、多数の参加をお願い申し上げたい。爽快な地にて、「吸着漬け」の一週間——技術的交流に留まらず、旧交を温め、また新たな友人を得る喜びを、FOA 12 に大いに期待しつつ、駄文にて失礼を申し上げます。

会議レポート

Fundamentals セッションレポート

岡山大学大学院自然科学研究科

大久保 貴 広

2010 年の FOA 10 から早いもので 3 年が経ち、再び FOA 11 の場で発表の機会を得ることができた。筆者にとって 3 回目の FOA となるが、参加した過去 2 回の会議はいずれも日本（2001 年：長崎、2010 年：淡路）での開催とあって、海外で開催される初めての FOA 参加となった。

開催地であるボルチモアは治安の面であまり良い噂がなかったが、会場となった Hyatt Regency とその周辺に限っては特に治安の悪さを感じることはなかった。しかし、会場から離れると少し様子が異なっていた。空港から電車で最寄りの駅まで移動した後に徒歩でホテルまで向かう予定であったが、降車すべき最寄り駅の目の前には大リーグのオリオールズの本拠地である Camden スタジアムがあり、電車の中から球場の様子を眺めているうちに電車の扉が閉まって降車し損ねたので、次の駅で降車した。距離的には十分に歩ける距離だったので、学生と 2 人でホテルに向かって歩いていたのだが、体の大きな怪しい（雰囲気醸し出している）人に絡まれそうになり、急ぎその場を離れて難を逃れたが、到着早々に緊張の場面を体験する羽目になった。

さて、本題の会議レポートであるが、編集局から依頼された分担には「Fundamentals+ α 」と書かれていたが、現地で「個々の興味のある講演を中心に」との最終的な指示を受けたので、当初の分担である Fundamentals のみならず、関連した発表についても記載するつもりで講演を聞いていたが、書き上げてみると当初の分担どおり Fundamentals のみのレポートになった。勿論、他のセッションにも興味深い発表が盛りだくさんであったので、他の方のレポートを御一読頂ければと思う。

本大会はレセプションやエキスカッション等の時間を除いた実質 4 日間で、口頭発表 143 件（3 件の Key-note Lecture を含む）、ポスター発表 230 件の計 373 件もの発表が行われた。運営側も各発表者の持ち時間には気を使っており、非常に過密なスケジュールの中にできる限りの口頭発表を配置した感が伝わってきた。

ここ最近の吸着関連領域の流れを反映して、MOF に関連した研究発表が多かった。また、CO₂ の吸着・吸蔵に関する話題も引き続き多かった印象を受けた。そのような中で Fundamentals セッションでは計 11 件の口頭発表（うち 5 件は Plenary セッション）が行われた。FOA の中核を担うセッションでの発表件数としては少ない気がするが、Molecular Simulation、Transport Phenomena、Adsorbent Characterization、Thermodynamics of Adsorption などの各セッションにも Fundamentals の範疇にも該当する発表が散見されたので、吸着の基礎を議論する機会が失われていることは全くないと思われる。以下、3 件の発表について概略を紹介させてもらう。ただし、日本からの発表については意図的に外してある。前号の Adsorption News に掲載のプログラムをご覧頂き、日本人研究者による興味深い発表があるようなら 11 月に千葉大学で開催される研究発表会場で議論を交わしてもらえれば幸いである。

• Adsorbate-Induced Breathing of Nanoporous Carbon

M. J. Connolly, J. Burrell, and C. Wexler, Univ. of Missouri

固体細孔内への分子の吸着に伴い、細孔の構造が変化することは知られている。例えば、吸着分子の直径の数倍程度の細孔では、吸着分子-細孔壁間の相互作用の大きさにも依るが、細孔のサイズが小さくなる場合がある。一方、吸着分子と同程度か僅かに小さい細孔では、吸着による安定化が大きいために細孔のサイズを拡げる形で吸着する場合もある。Connolly らは、グラフェンにより形成される細孔への吸着に伴う細孔構造の変化を実験・理論の両面から報告した。例えば、MD シミュレーションにより 77 K での水素の吸着を考えた場合、適切な条件を設定すると約 4 atm という比較的低压領域でグラフェン層間を押し拡げて水素が吸着する様子が示された。また、酸化グラフェン（GO）の層間に Benzene-1,4-diboronic acid をピラーとして導入し、スリット型細孔を形成した材料（GOF）を調製し（*Angew. Chem.*, **49**, 902 (2010), *J. Mat. Chem.*, **21**, 11323 (2011)）、分子の吸着に伴う細孔の構造変化を XRD 測定から求めた。その結果、適切な条件の下では分子の吸着に伴い約 10 % 拡張するとの結果が紹介された。ここでの研究に用いている GOF はピラーの導入量を変えることで細孔サイズを 0.6~1.0 nm の間で自由にコントロールできることも

述べていた（ただし、細孔構造の均一性については必ずしも明瞭には述べられなかった）。即ち、ピラーの導入量が多い場合にはグラフェンに対して垂直にピラーが並ぶ一方で、導入量が少ない場合、グラフェン層間の相互作用によりピラーが傾くことで細孔サイズが小さくなるという理屈だ。基礎研究の立場から考えると、細孔壁の化学状態が均一な結晶性のスリット型細孔が得られれば、実験結果と理論計算の結果とを組み合わせた議論の質が飛躍的に向上すると考えられる。本発表で示されたピラー化によるスリット型細孔の創成は均一なスリット型細孔を調製する有力な方法の一つではあるが、細孔壁がグラフェン（または層数が少ない数層グラフェンも含まれると思われる）の場合、分子の吸着に伴う細孔サイズの変化が大きい点を理解しておくべきだとの示唆も含まれているように思えた。

・ Gas “Oversolubility” in Solvents Nanoconfined in Porous Silica: Adsorption-driven versus Bulk-like Solubility Mechanism

N. L. Ho, S. Clauzier, Y. Schuurman, D. Farrusseng, and B. Coasne, Massachusetts Institute of Technology

液体に対する気体の溶解度はヘンリー則に従うことは周知のとおりである。ところが、メソ孔内に制約された液体についてはバルク中の数倍程度の溶解度を示すことが報告されている（例えば、*Chem. Phys. Lett.*, **485**, 299 (2010)）。本発表の筆頭著者である Ho らは溶媒としてオクタメチルシクロテトラシロキサン（OMCT）を MCM-41 の細孔内に吸着させた際、OMCT に対する CO_2 の溶解度がバルク中よりも上昇することを報告している（*Langmuir*, **27**, 8187 (2011)）。その結果も踏まえて本発表では GCMC シミュレーションにより MCM-41 の細孔内での H_2 と CO_2 の溶解度上昇に関する分子レベルでの検討結果が示された。その結果、 H_2 については細孔壁との相互作用が小さいためにバルク中での溶解と同様の傾向を示し、溶媒分子間に H_2 分子が入り込んでいる描像が示された。ただし、OMCT- H_2 間の相互作用よりも細孔壁- H_2 間の相互作用の方が強いことを反映し、細孔壁と溶媒分子層との間の H_2 の数密度が高くなり、溶解度としては僅かではあるが上昇傾向を示すようだ。一方、 CO_2 については、 CO_2 -OMCT および CO_2 -細孔壁間の相互作用共に大きいことから、バルク中での溶液構造とは全く異なる描像を示し、 CO_2 の数密度は細孔の中心付近で最も高くなる。つまり、細孔内で OMCT、 CO_2

双方が受ける相互作用の大きさを強く反映した溶液構造となる。示されたシミュレーション結果は必ずしも驚くべき内容を含んでいるものではなく 2 成分系の吸着現象を追究しているものであったが、細孔内で制約された溶媒に対する気体分子の溶解という観点から捉えた発表という点で新しい視点に基づく研究成果であるとの印象を受けた。

・ Strength and Weakness of the BET Method

J. Rouquerol, F. Rouquerol, P. Llewellyn, R. Denoyel, and K. Sing, Aix-Marseille Univ.

BET 比表面積は解析方法の簡便さから、細孔性材料の特性を示すパラメータとして最も広く用いられている。しかし、ミクロ孔を含む材料では比表面積を過大評価、或いはウルトラミクロ孔を含む場合には過小評価する傾向にあるため、BET 解析を使うことは不適と言われてきた。その一方で、Rouquerol らは既にミクロ孔性材料に対して BET 解析を適用する方法を提唱している（*Stud. Surf. Sci. Catal.*, **160**, 49 (2007)）。今回の発表では MOF のような特殊な材料、即ち、気体の圧力変化により吸着材の構造が変化する場合などについて、BET 解析の結果の妥当性について報告がなされた。例えば、MOF の一つである NU-109（*J. Am. Chem. Soc.*, **134**, 15016 (2012)）を Rouquerol らが提唱する 5 つの条件（ $C > 0$, $n(P_0 - P)$ vs. P/P_0 プロットの傾きが正の領域などの条件）を課して解析すると $4050 \text{ m}^2\text{g}^{-1}$ （ $C = 38$ ）という値が得られた（ちなみに JACS 中で報告されている NU-109 の BET 比表面積は $7010 \text{ m}^2\text{g}^{-1}$ ）。吸着学会の会員の皆様は MOF についての報告の中で、BET 比表面積に関する議論が展開されているのを目にすることも多いと思われる。Rouquerol らの発表要旨中の言葉を引用すると、“BET surface area is quite suitable for following sample preparations, ageing or sintering, and for many comparison purposes.”という指摘どおりであり、その絶対値の議論は引き続き慎重に行うべきである。

今回の FOA では IAS の新たな試みとして設けられた 2 つの賞（IAS Award for Excellence in the Ph.D. Dissertation と IAS Award for Excellence in Publications by a Young Member of the Society）に対する授賞、並びに IAS Fellows の発表が行われた。日本からは信州大学の金子克美先生が IAS Fellow として選ばれた。この場を借りてお慶び申し上げますと共に、ポスター賞や IAS の各賞に日本人の若手研究者が選出されなかった点は少々残念であった。次の機会

には日本の若手研究者の中から選出されることを願うと共に、筆者も若手(?)研究者の一人として国際的にも活躍できるように日々努力を続けようと、思いを新たにできた FOA となった。



写真1 金子先生受賞の様子

Molecular Simulation セッションレポート

京都大学工学研究科

田中 秀樹

今回、FOA 11 が開催された Baltimore は、ネイティブですら危ない場所だと言う。確かに CRIME Baltimore なる HP の crime map を見てみると、theft、robbery のみならず、shooting のマークまでもが、そこかしこに印されている。そんな Baltimore への移動に一抹の不安を覚えながら日本を発った。18日は Washington Dulles 空港の近くに一泊し、19日に陸路、1時間程で Baltimore に到着したのは13時過ぎであった。そして、FOA 11 の会場となるホテル (Hyatt Regency Baltimore on the Inner Harbor) にチェックインをし、目の前の Inner Harbor に繰り出してみたところ、ジョギング・散策をする人々や、買い物客、海上で足漕ぎボートを楽しむ人々など、大変賑やかな観光地といった雰囲気であり、拍子抜けするやら安心するやら、といった具合であった。その後、19時からの Welcome dinner に参加し、多少の時差ぼけには悩まされたものの、比較的ゆったりとしたペースで学会初日となる翌朝を迎えることができた。

FOA 11 の Molecular Simulation セッションでは、Plenary: 8件、Parallel: 17件の発表が行われた。ここでは Plenary Session での発表のいくつかを取り上げ、その概要を報告したい。

(L-102) “Adsorption-induced Flexibility of Porous Materials,” D. Bousquet et al.

本研究は、MIL-53 のひし形 1D 細孔の構造モデルとして、Lennard-Jones (LJ) 原子で構成される、いわゆる toy model を採用し、grand canonical Monte Carlo (GCMC) シミュレーションを用いた自由エネルギー解析によってその吸着誘起構造転移挙動の整理・分類を行ったものである。MIL-53 構造の自由エネルギーについては、ひし形細孔の内角 α に対して bistable なプロファイルを持つと仮定する事で、実測されている *large pore* (lp) 構造と *narrow pore* (np) 構造の発現メカニズムの説明を可能としている。ここで、ある吸着分子を仮定すると、その分子サイズによって MIL-53 のフレームワークと吸着分子間の相互作用ポテンシャル (あるいは Henry 定数) が最大となる α の値 (α_{MCS}) が一意に求められる。この α_{MCS} の値によって、 $lp \rightarrow np \rightarrow lp$ (breathing) や $lp \rightarrow int \rightarrow lp$ (int : np と lp の中間の α 値において出現する安定構造) といった多様な吸着誘起構造転移挙動を分類可能である事が示された。本モデルは、MIL-53 において観測される種々の吸着誘起構造転移挙動を説明可能な、非常に洗練されたものであるが、ここで仮定されている MIL-53 構造の bistable な自由エネルギープロファイルが実在系と合致するかどうか、量子化学計算等を用いた検証が待たれる。

(L-103) “Effects of Wettability on Adsorption and Pressure of Fluids in Nanopores,” Y. Long et al.

本研究は、canonical Monte Carlo シミュレーションによって細孔内に制約された流体の圧力テンソル (細孔壁に平行な成分: p_T 、垂直成分: p_N) を計算し、それが吸着分子と細孔壁との相互作用の強さを表すパラメーター α に依存することを明らかにしたものである。この α 値の増加は、特に細孔壁近傍における p_T の極端な増強をもたらす。例えば、Ar-carbon 細孔系 (87 K, 1 bar) について見てみると、 p_T は 10000 bar のオーダーにも達し、モノレイヤー層の最密構造化が生じる。一方、Hg-carbon 細孔系では α 値 (すなわち wettability) が極めて小さく、 p_T の計算によって、Hg の圧入のためには 1000 bar 程度が必要となることが示された。つまり本研究は、細孔内における流体の擬高圧効果が、 α 値が大きい系においてのみ観測されるべき現象であることを示唆するものである。

(L-104) “Kinetic Study of Methane Isotope Separation on Microporous Materials,” D. Minami et al.

本研究は、 $^{13}\text{CH}_4/^{12}\text{CH}_4$ や $^{12}\text{CD}_4/^{12}\text{CH}_4$ といった安定同位体の分離を目的とし、実験および non-equilibrium molecular dynamics (NEMD) シミュレーションによってアプローチしたものである。活性炭をモデルとするカーボン細孔（細孔径 0.7 nm）への $^{12}\text{CD}_4/^{12}\text{CH}_4$ 混合流体吸着（112 K）に対する NEMD シミュレーション（古典 LJ 分子を仮定）によると、質量の大きな $^{12}\text{CD}_4$ の選択率が一時的に 1.5 にまで達することが報告された。一方、分子間相互作用における量子効果を考慮すると、その選択率は 5.1 にまで達し、分子量の比較的大きなメタン同位体においても量子効果が顕著であることが示された。ただし、両者いずれにせよ、 $^{12}\text{CH}_4$ よりも質量の大きな $^{12}\text{CD}_4$ の細孔内拡散が早い事を意味しており、Knudsen 拡散では説明できない特異な現象が生じているはずであって、そのメカニズムの解明が待たれるところである。

(L-207) “Modeling Adsorption in MOFs with Open Metal Centers by Combining Quantum Mechanics with Molecular Simulation,” M. Jorge et al.

CuBTC (HKUST-1) は open metal site (OMS) を持つことが知られているが、 C_3H_6 吸着において、Cu- π 間相互作用の寄与が顕著である事を明らかにした研究である。本研究ではまず、 C_2H_4 分子と CuBTC クラスタについての DFT 計算 (PBE/DNP) を行うことで C_2H_4 -CuBTC 間相互作用ポテンシャルプロファイルを求め、それに対するポテンシャル関数 (Morse ポテンシャル+power law) のフィッティングを行うことで、C=C 結合上の中点と Cu 原子間に働くべき相互作用ポテンシャルを決定している。そして、これを GCMC 法による CuBTC への C_3H_6 吸着シミュレーションに適用したところ、広い温度範囲 (323 K-423 K) において実験結果を良好に再現可能であることが示された。一方、Cu- π 間相互作用を持たない C_3H_8 では、CuBTC に対する吸着量が減少するが、これも GCMC シミュレーションによって実験結果に合致することが確認された。つまり、CuBTC のような OMS を有する錯体は、パラフィン/オレフィン分離に有望であることを示唆しており、極めて重要な研究報告であると言える。

(L-208) “Anisotropic Elastic Properties of Flexible Metal-organic Frameworks,” A. Ortiz et al.

MIL-53、MIL-47、DMOF-1 といった、いわゆる柔軟多孔性配位錯体の Young 率、線圧縮率、せん断弾性率、Poisson 比を DFT 計算 (B3LYP) により求

めた研究報告である。本研究ではまず、X 線構造解析結果に対して DFT 計算による構造最適化を行った後、さらに種々の方向からのひずみ ($\pm 1\%$) を加えた場合の DFT 計算を実施し、Voigt 表記に基づく線形弾性体の構成式 $\sigma_{ij} = C_{ijkl} \epsilon_{kl}$ (σ_{ij} : 応力、 C_{ijkl} : 弾性係数テンソル、 ϵ_{kl} : ひずみ) を適用することでその弾性係数テンソルを求めるという、非常に洗練された手法を採用している。例えば、ひし形 1D 細孔を持つ MIL-53 (Ga) の **lp** 構造では、ひし型の辺に平行な方向 (有機配位子の分子軸方向) の Young 率は 69.7 GPa と金属並みであるのに対し、ひし形の短軸方向の Young 率は 0.16 GPa と小さく、極めて異方的である事が示された。ただし、本手法は、応力とひずみに線形関係が成り立つ場合についてのみに有効であり、**lp**→**np** といった大きなひずみが生じる構造転移挙動の説明には適用不可能であって、今後の研究の進展が期待されるところである。

以上、5 件の Plenary lecture を紹介させて頂いたが、多孔性配位錯体に関連する研究報告は、実に 8 件の Plenary の内 4 件、17 件の Parallel の内 7 件にも達し、この分野への注目度が極めて大きいことを改めて実感させられた。

今回の FOA 11 では、残念ながら学会最終日の早朝に現地を出発しなければならず、午前のセッションに参加することができなかったが、総じてスマートな学会運営が行われていたように思う。例えば、発表会場の運営スタッフは、本学会からの travel grant (\$500) の供与を受けた博士課程学生および PD (それぞれ学会において口頭/ポスター発表をすることが条件) が担当していたようである。彼らは学会にも慣れているであろうし、現地の学会運営スタッフが少数で済む事、またアルバイト代を travel grant として活用できるという点でとても有効な方法であるように思われた。

FOA 11 会議レポート (Adsorbent Materials)

静岡理科大学
山崎 誠志

今回の FOA に出かける前に天気予報を調べると、期間中は雷雨とのことで、目的地まで飛行機が行ってくれるのか心配していたが、何事もなく無事にシカゴ

経由でボルチモアに着くことができた。空港から会場である Hyatt Regency Baltimore の近くまでは、Light rail という簡易鉄道で移動し、列車の雰囲気や景色など味わい深い経験ができた。また、現地では、連日ハリケーンのニュースが報道されており、自然災害の怖さと日本では考えられない規模の大きさに驚かされた。現地情報はこれぐらいにして、Adsorption News の編集委員長である長崎大学の森口教授から、Adsorbent Materials のセッションのレポート執筆を依頼された。自身は、ゼオライトを主たる研究対象にしているので、MOF その他の材料については、多少理解不足などところがあると思うが、ご容赦願いたい。

FOA 11 では、Adsorbent Materials のセッションは、1 日目の Plenary session で 4 件、2 日目の Parallel session で 6 件、4 日目の Parallel session で 6 件の発表があった。Plenary session の会場は、Parallel session の 3 つの会場をつないだ大きな部屋で行われた。これらのセッションの中で、私見ではあるが気になった発表について報告する。

University of South Carolina の J.A. Ritter (講演番号 L-108, 写真 1) は、シリカベースのアミン化合物を材料とした PSA による CO_2 の分離について話した。燃焼ガスは、大気に比べて高濃度の CO_2 を含んでおり、さらに水蒸気も多量に含んでいるが、この材料は、水はほとんど吸着しないので、水蒸気の影響は受けない点で優れた材料であると言える。この発表と同じようにアミンを用いた CO_2 分離について、2 日目に発表したのが、Georgia Institute of Technology の Christopher Jones (L-211) である。この発表では、poly(ethyleneimine) とヘテロ原子 (Al, Ti, Zr, Ce) を含む SBA 15 の複合材料を吸着剤として、 CO_2 吸着について TG や *in situ* FT-IR を用いた解析を行っている。この材料は、ヘテロ金属を含む SBA 15 を担体にして表面にアミンを担持しているため、表面の酸塩基性が吸着に影響を与えることを示した。

次に、このセッションで扱っている材料としては、世界的な時流もあると思うが、MOF についての発表が多かった。The University of Edinburgh の Ana-Maria Banu (L-105) は、種々の構造の MOF による PSA での水素の精製について、構造と分離効率を GCMC と MD によるシミュレーションで明らかにしていた。また、Chiba University の H. Kanoh (L-212) は、層構造の MOF (ELMs) について、 CO_2 吸着等温線でステップが見られることから、構造と吸着挙動

について明らかにしていた。Toyohashi University of Technology の A. Matsumoto (L-416, 写真 2) は、層構造の MOF (CPLs) の柱となるリガンドの長さや極性に着目した吸着挙動を調べ、種々の分析とシミュレーションを組み合わせ、リガンドの違いによる吸着挙動について発表した。さらに、Zeolitic imidazolate Frameworks (ZIFs) の発表が 2 件 (C. Zhang (L-213) と J.A. Gee (L-215)、いずれも Georgia Institute of Technology) あり、前者は、 $\text{iso-C}_4\text{H}_8/\text{iso-C}_4\text{H}_{10}$, $1-\text{C}_4\text{H}_8/\text{n-C}_4\text{H}_{10}$, $\text{C}_3\text{H}_6/\text{C}_3\text{H}_8$ について、ZIF-8 の粒径によって動的分離が可能であることを示した。後者は、Pulsed Field Gradient NMR と MD を組み合わせた解析で、アルコールに対する拡散を調べ、バイオ燃料の精製に役立つ材料の可能性を発表した。

MOF などの注目されている材料以外でユニークな材料としては、 CO_2 をテンプレートにした多孔性ポリマーの発表である。CNRS/Aix-Marseille University の P.L. Llewellyn (L-107) は、 CO_2 をテンプレートとしてポリアルデヒドとポリアミンで骨格を形成するポリマーについて発表した。この材料は、窒素 (77 K) は全く吸着せず、メタン (30°C) をわずかに吸着するのに対して、30°C で CO_2 をメタンの 8 倍吸着する。これは、吸着サイトのサイズ効果に起因すると述べており、今後が期待できる材料である。



写真 2 Plenary session での J.A. Ritter の発表風景

FOA 11 における Adsorption Separation Process および Environmental Application のセッションに関する報告

東京大学生産技術研究所

藤田 洋 崇

FOA 11 (11th International Conference on Fundamentals

of Adsorption) がアメリカのボルティモアで5月下旬(5/19~24)に開催されました。この度、Adsorption Separation Process および Environmental Application のセッションのレポートを担当いたしましたので、今回の FOA 11 に参加しての印象や感想をまじえて、これらのセッションの感想(総括と書きたいところですが、感想程度に思っていただければ幸いです。)を綴るとともに個人的に興味を持った研究発表の紹介をさせていただきます。なお、私の吸着に関する研究分野は上記が専門であることは間違いなのですが、これらの分野は非常に広範囲であるため、本セッションの全ての分野にたいしてのバックグラウンドに明るいわけではなく、しっかりと理解できていないまま報告をさせていただいているところもあります。また、最終日の前日の深夜に帰国しましたので、5/24の発表(プログラムにおける L 501~L 509)については、要旨程度の内容しか理解できておりません。申し訳ありませんが、これらの点については、あらかじめご了承ください。

それでは、本題である Adsorption Separation Process および Environmental Application のセッションについての報告をさせていただきます。

Adsorption Separation Process では、全部で22件の口頭発表があった。うち、液相吸着が7件でそのほとんどが分離クロマトグラフィーに関するものであった。また、気相吸着は14件で、そのほとんどが燃焼排ガスからの二酸化炭素の分離・回収やバイオガス中のメタンの濃縮など、二酸化炭素の吸着に関するものであった。気相吸着における分離プロセスとしては PSA (VSA、VPSA も含む)、TSA が殆どであり、1件のみ膜に関するものがあった。

Environmental Application のセッションでは、全部で15件の口頭発表があった。こちらは14件が気相吸着であり、1件のみ液相吸着を扱っていた。こちらのセッションでも、二酸化炭素の分離に関する研究がほとんどを占めており、一部、ホルムアルデヒド、水銀をはじめとする有害物質の除去に関する研究があった。

両セッションとも、上記のように燃焼排ガスからの二酸化炭素の分離・回収に関する研究が、件数としてかなりのウエイトを占めていたが、研究自体はかなり飽和に達してきているような印象をもった。吸着剤、プロセス、ともに従来のものを性能でおおきく上回るようなものや目新しいものは、それほどできていな

いように感じられ、これらのセッションでは PSA、TSA における詳細な条件の設定、最適化や実機の設計・運転およびそのエネルギー、コストに関する研究が以前の FOA 10 と比べて大幅に増加したように感じられた。また、二酸化炭素の分離・回収を、様々な場所で適用した(もしくは、適用する場所を探した?) ような研究も多かった。

吸着剤としては、ゼオライト、MOFs などを使用したものが多かった。ただ、MOFs に関しては、水蒸気などへの耐久性に問題があるようで、実用化にはまだ時間がかかるような印象を持った。また、今回の FOA に限定される話かもしれないが、数年前まで盛んに研究されていたメソポーラスシリカ、カーボンナノチューブ、活性炭を用いたものが本セッションではかなり少数であったことが印象的であった。(本セッションで CO₂ の吸着に関するトピックが多かったことで、結果的にそうなっただけかもしれないが。)

以下、個人的に興味を持った研究についていくつか紹介したい。

(L-405) Adsorption and Desorption Performance of Polymeric/Supported Amine Hollow Fibers in CO₂ Capture RTSA Process.

直径 100 μm 程度の中空部分を有する繊維状吸着剤を用いた二酸化炭素濃縮・回収プロセスについての研究である。ファイバーの外側には二酸化炭素を吸着する機能を有するアミン系吸着剤の層があり、中空部は熱媒体を通すことで吸着剤の昇温や冷却が可能である。中空部は著しく細いが熱媒体を通す圧力損失は問題にならないそうである。この吸着剤は熱伝導が著しく良く、熱媒体を切り替えることで短時間でのサーマルスウィングが可能である。アミン系吸着剤は、ゼオライトなどと異なり、水蒸気が高濃度で共存しても高い二酸化炭素吸着性能を発揮する。一方で、脱着を速やかに行うためには、ある程度の昇温が必要であるが、これらの温度スウィングに時間がかかることがアミン系吸着剤を用いるうえでの最大の問題と筆者は感じていた。そのような問題を解決してくれる研究である。

(L-126) Activated Carbon Honeycomb Monolith – Zeolite 13X System to Capture CO₂ from Flue Gases Employing Electric Swing Adsorption.

Electric Swing Adsorption とあるが、ジュール熱で行う TSA である。前記の研究と同じで迅速な TSA を行うことを目的としたものである。確かに脱着のための昇温は迅速にできると思われるが、吸着剤の冷却

に関してはさらなる検討が必要であると考えられる。

以上が、担当したセッションの報告となります。

さて、FOA 11 に参加しての感想です。とにかく日本人の参加者が少ないと感じました。また、輪をかけて吸着分離プロセスに関する日本人の発表は少なかったと思います。吸着分離プロセスの研究発表が材料(吸着剤)開発、吸着理論等の研究と比較してあまり多くないのは、日本での吸着学会でも言えるような気がします。また、全体で見ても、昔は多数存在した液相系の吸着、特に水処理の研究自体も少ないように感じました。私事で大変申し訳ないのですが、私の原点は水処理の研究にあります。そのような状況に直面するにあたり、吸着分離プロセス、水処理の研究者の一員として、今後、これらの分野の研究の発展へ貢献できればと決意を再度新たにした次第であります。

最後に、FOA 11 でお世話になった全ての方に御礼を申し上げて締めさせていただきたいと思います。

Adsorption in Energy Technology セッション、その他

長崎大学大学院工学研究科
森 口 勇

本会議に参加されている何人かの先生方に、編集委員長として会議レポートをお願いする傍ら、「Adsorption in Energy Technology」の分野への日本人研究者の発表がなかったことから自ら一部を執筆させて頂きました。とは言っても、到着日(日曜日)～会議2日目(火曜日)までは、先方の手違いで、ホテルをたらい回しにされ、落ち着いて会場で講演を拝聴できる状況にはなく、研究発表を十分にご紹介できないこと、ご容赦頂きたい。

海外出張にはトラブルは付き物?とは言え、学会会場である宿泊ホテルフロントの対応の悪さに久しぶりに貴重な経験をさせて頂いた。ホテルに到着してチェックインしようとする部屋が確保されていなかった。学会を通して申し込んだはずであるが…。よくある話しで特に驚くことではないが、時差ボケもそっちのけで長々と交渉が始まった。おそらく、ホテルフロントのほぼ全員に、毎日のように同じような説明を繰り返し行ったように記憶する。フロントに立つ人が代わると、一から経緯を説明し、学会 Registration

の証明書を毎回コピーされるのである。帰りのチェックアウト時までも…いやはや、何とも…。

さて、表題に関する発表をなんとかまともに聞けるようになったのは、小職の座長のときからであった。全体として、本セッションも他と類似して、CO₂の吸着・分離材料(MOF、カーボン、ポーラスシリカなど)やプロセスの開発、メタン回収に関する発表が多かった。例えば、ブリュッセル大学(ベルギー)のJ-F. M. Denayer らは、MgMOF-74 のメタンや窒素と CO₂ の混合ガスからの CO₂ 分離特性を調べ、ゼオライト 13X などの吸着材と比較して、特に低压条件でより優れた吸着・分離特性を示すことを報告した(発表題目: A Critical Evaluation of the CO₂ Separation Potential of MnMOF-74)。

SINTEF 社の C. A. Grande らは、天然ガスからの CO₂ 除去(CH₄/CO₂ 分離)に PSA プロセスを利用するために、活性炭を用いて高压条件(50 bar 付近)での CH₄/CO₂ 混合ガスの吸着特性を調べ、幾つかの吸着モデルでの解析を報告した(発表題目: High Pressure Separation of CH₄/CO₂ Using Activated Carbon)。

その他、カーボンナノチューブ間へのナフタレン誘導体のインターカレーションが、ポロシティの制御とともに、ナノチューブの局所電場と CO₂ の四極子モーメントの相互作用にも影響を与え、CO₂ 吸着量を大幅に増加させた報告(F. Khoerunnisa ら、Enhanced CO₂ Adsorptivity of Single Walled Carbon Nanotubes by Polycyclic Aromatic Hydrocarbons-interaction)やカーボン電極材料内の水系電解液の挙動に関する Monte Carlo シミュレーション(K. E. Gubbins ら、Electrochemical Properties of Model Disordered Carbon Electrodes)など、興味深い発表がなされた。

ところで、小職が座長を担当したセッションでは、6 件中 3 件を学生が発表し、それもドクターコースだけでなく、マスターコースの学生も立派な発表をしていた。日本人学生の積極的な発表を期待したい。

以下、FOA 11 のスナップショットを掲載します。学会の雰囲気但至少でも伝われば幸いです。

FOA 11 のスナップショット



写真3 Welcome Dinnerの様子



写真4 Opening Remark (Prof. P. Monson)



写真5 Keynote Lectureの様子

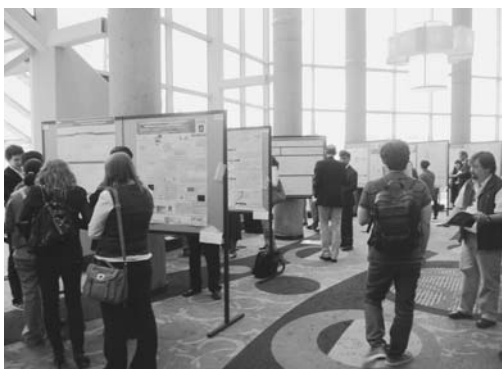


写真6 Poster Sessionの様子



写真7 Excursion (Cruising Baltimore Inner Harbor)



写真8 GALA Dinner (途中から踊りだす…)



写真9 Japan Nightの様子

学生参加レポート

FOA 11 に参加して

信州大学大学院総合工学系研究科

伊 藤 博 光

アメリカのボルチモアで開催された FOA 11 に参加し、研究発表を行いました。私にとって FOA 11 は、二年前にドイツのドレスデンで開催された COPS 以来の海外であり、日本で開催される国際学会とは異なり学会会場だけでなく、それ以外の場面でも英語による会話が求められるという日本国内では味わうことの出来ない貴重な体験となりました。また、この FOA 11 への参加は、私にとって初めての海外でのトラブルの場となりました。それは、アメリカに向かう前日から発症した歯痛が原因です。私が抱えた歯痛は、飛行機に乗る前夜に起こり夜も眠れないほどの痛さで、飛行機内でも十分な睡眠をとることができませんでした。しかしながら、何とか飛行機内での歯痛との激闘に耐え、アメリカ・ボルチモアの会議場に到着することができました。機内では、歯がどうしても痛いとき C.A. の方になんと伝えたら助けてくれるのだろう…『歯』+『痛い』…『tooth』…『ache』あっそうだ、『I have a sever toothache.』といえればいいんだ、なんてことをひたすら考えていました。学会に参加してからは、多くの知識を身に着けたいという気持ちと慣れない環境ということもあり、歯痛を忘れ自身の発表や最先端の研究に対する知識を得ることができました。

学会は、基礎理学的な研究から工学や環境に関する研究について幅広く発表や議論が行われており、また多くの研究者の方々は、ただ単に学会で発表や議論をしているだけではなく、『研究という一つの趣味』を皆で愉しんでいるような雰囲気があり、非常に有意義な時間を過ごされていました。そんな中私はというと、自分の意志はある程度伝えられるのに、英語をちゃんと聞き取ることができず、もっと英語ではなく『英会話』ができればこういった楽しい時間を有意義に過ごせたのにと悔しく思いました。

学会での発表に関して私は、三日目の第二ポスター発表にて発表を行いました。発表の最中は、会場の一番端で発表をしなければならなかったため、あまり私のところまで人が歩いて来ず、初めはほとんど自分のポスターを見に来てくれる方がいませんでした。しか

しながら、時間がたつにつれ、少ないながらもポスターを見に来ていただいた方は、自分の拙い英語を熱心に聞いてくれ、様々な意見を得ることができました。また、私が聞いた他の研究者の発表としては、自分の研究に関係するということもあり、Matthew Connolly 氏の『Adsorbate-induced Breathing of Nanoporous Carbon』という発表が一番印象的でした。彼は、カーボン細孔内に分子が吸着した際の炭素六角網面の挙動について MD を使用して検討を行った結果について発表を行っていました。私は彼の研究成果を聞いた後に、どうしても自身が使用している活性炭のスリット細孔の動きについて彼の見解を聞きたく、発表後に彼のもとを訪ねました。その際に彼は、私の質問に丁寧に答えてくれただけではなく、私の研究にも興味を持ってくれ、有意義な議論を交わすことができました。

最後に、今回の学会では多くのことを学び、多くの方々と交流することができました。また、自分の『英会話』力のなさをしみじみと感じた学会でもあり、次に参加する機会があれば、今回よりも多くの方々と密な議論ができる場としたいと思います。また、私がこのような貴重な体験を得ることができたのは、研究指導してくださった飯山先生、尾関先生並びに今回の FOA 11 参加について助成をいただいたカルゴンカーボン ジャパン基金様の後押しがあったからです。そのため、この場をお借りしてお礼を申し上げます。ありがとうございます。

FOA 11 に参加して

信州大学大学院総合工学系研究科

太 田 貴 也

2013 年 5 月 19 日から 24 日にかけてアメリカのボルティモアで開催された 11th International Conference on the Fundamentals of Adsorption (FOA 11) に参加し、研究発表を行いました。今回、初めて参加する国際学会ということで、研究に関する議論等が英語で行えるのか、非常に不安でした。ホテルのチェックインでも単語を聞き取るのに精いっぱいでしたが、会議が始まり 2 日目になると耳も慣れ、何とか聞き取れるようになっていきました。しかしながら、ネイティブアメリカンの早口な英語には最後まで苦戦しました…。

今回私は、ポスター発表 2 日目の発表ということで、

少し余裕があるつもりでいましたが、いざアメリカに着くと、聞こえてくる言語、見るものすべてが英語になり、コミュニケーションも英語と、英語漬けの生活になったことに加え、時差ボケの影響もあり、疲労困憊の状態でのポスター発表となりました。そこへやってきた一人目は Alexander Neimark 教授でした。さらに、指導教官である飯山先生もやってきて、飯山先生が見ている中 Neimark 教授に自分の研究の紹介をしました。緊張と疲れで頭が回らない中での英語のコミュニケーションは片言なものとなってしまいました。が、何とか自分の研究については伝えることができたのではないかなという手ごたえをつかみ、その後は、あまり緊張することなく英語でのコミュニケーションをはかれたのではないかと思います。ポスター発表を終えたことで、肩の荷が下り、4 日目以降は余裕をもって国際会議に参加できたと思います。

4 日目は午後から Excursion でランチクルーズに出ました。クルザーは 2 隻あり、それぞれに分かれて、ビュッフェ形式のランチをしました。ランチでは、飯山先生が出張で行かれていたアデレード大学の Luis と同席になり、オーストラリアの話や彼の故郷であるコロンビアの話聞きました。その日の夜には、FOA 恒例の JAPAN NIGHT が開催されました。今回はホテルの関係で日本のお酒等はありませんでしたが、多くの方と研究の話やそうでない話をしました。ノースカロライナから来られたエンジニアの方と話をし、アメリカのプラントの規模の大きさ、金額の大きさというスケールの違いに驚きました。

今回、国際学会に参加して、自分の英語力の未熟さを反省するとともに、研究に関する議論だけでなく、多くの人の考えや国の文化というものに触れたことはとても貴重な経験だったと思います。また、自分の視野が広がり、自分の幸運さを実感しました。

最後になりましたが、研究を指導していただいた飯山 拓先生並びに、今回 FOA 11 参加登録料の援助をしていただいたカルゴン カーボン ジャパン基金および日本吸着学会に心からお礼申し上げます。

FOA 11 参加記録

信州大学理工学系研究科

荻野智大

アメリカのボルチモアで開催された FOA 11 に参加

し、研究発表を行いました。一度は雰囲気を知りたいとの思いから参加した初めての国際学会であり、また初めての海外の経験で、様々な刺激を受けることが出来ました。この貴重な経験も、拙い英語で作成した資料や、発表の内容の確認と指導、さらには飛行機の手配や海外への移動に必要な物まで教えて下さった担当教員の飯山先生、先輩方のおかげです。深い感謝とお詫びを申し上げます。

現地には先輩らの後をついていくことで、それほど気構えることなく、着くことが出来ました。海外の雰囲気の違いに飲み込まれつつ、いざ会場に着くと、メインホールでたくさんの海外の方に囲まれました。大きな学会に参加しているという実感をし、最先端の研究の発表、議論が繰り広げられているのを目の前にし、緊張感に包まれました。内容や議論、アイデアや考察の深さに感心し、必死に内容を理解しようと聞き入っていました。また、発表や議論する方の中で心から楽しんでいると感じさせられる方もいらっしゃり、自身が抱いていた研究に対する考え方や態度についてふりかえさせられました。

全体的に応用的な発表も多く、自らの研究に対する別の視点からの考えを持つ良いきっかけを得ることが出来ました。また、吸着が様々な場面で利用されていることも改めて認識でき、より深い興味を持つことが出来ました。しかし、自身の研究分野から少し離れた内容については理解が及ばないことも多く、自身の勉強不足も痛感しました。

自身の発表の際には、聞きに来て下さった方の質問に対して、何とか意図は読み取ることが出来ました。しかし、返答では、使いたい表現が出てこず、単語をつなぎ、身振り手振りを交えながらの説明でありスムーズな受け答えが出来ず、歯がゆい思いをしました。しかし、何とか伝えたいという気持ちで、議論することができ、お褒めの言葉を頂き励みになりました。また、自身の研究への新たなアイデアを生むきっかけを得ることもでき、非常に有意義なものとなりました。

学会中には様々な催しを楽しむことが出来ました。木曜日には食事の後にダンスが催されました。酔いが回ったこともあり、海外の方と一緒に踊ることができ、非常に楽しめました。それまでは、ポスター発表での議論を通してしか海外の方と話せませんでしたが、積極的に話しかけることができ、普段の会話のような砕けたコミュニケーションができました。その中でも談笑することが出来、自身が感じた壁を少し認識でき印

象的でした。英語力の無さから、海外の方との会話に
気後れしていましたが、次の機会ではこの経験を糧に
し、酒の力を借りずとも自らコミュニケーションをと
れるよう英語力をつけたいと感じました。

学会期間中は時間が経つのがとても早く、充実した
時間を過ごすことができました。今回受けたご指摘、
ご助言を基にますます研究に励んでいきたいと思いま
す。

最後になりましたが本学会への参加を支援して下
さったカルゴン カーボン ジャパン基金および日本吸
着学会ならびに関係者の方々に改めてお礼申し上げた
いと思います。ありがとうございました。

FOA 11 に参加して

岡山大学大学院自然科学研究科
西 政 康

5月19日から24日にかけてアメリカのボルチモア
で開催されたFOA 11に参加しました。発表者として
FOAに参加するのは初めてですが、実際には2回目
の参加で、前回の淡路島で行われたFOA 10ではアル
バイトとして参加し、学会の内容もわからないままマイ
クを持って会場内をドタバタ走り回っていたことが
なつかしく感じられました。また、アメリカに行くの
は初めてで楽しみでもあり、その一方で、英語でうま
く研究内容を説明できるか不安もありました。私は1
日目のポスターセッションで発表を行い、数名の外国
人の方に研究内容を紹介することができました。しか
し、緊張と準備・英語力の不足のために、うまく内容
を説明できないことが多々ありました。相手の方の質
問を理解することができず、何度も聞き直し、さらに、
質問を理解して答えようにも英語が出てこず、結局単
語を並べるだけになってしまったりと、自分の英語力
の無さを再認識するとともに、相手の方に申し訳ない
という気持ちで一杯でした。しかし、相手の方も私の
拙い説明を熱心に聞いてくださり、また、貴重な意見
をいただくことができ、とても有意義に過ごせたと思
います。2日目のポスターセッションでは、自分に近
い分野のポスター発表を聴いて回りました。また、初
日からたくさんの研究者の口頭発表を聴き、自分の研
究に活かせるような研究内容もあり、今後の研究に関
してヒントを得ることができました。

22日の夜はJAPAN NIGHTに参加しました。国際

学会に来たので、海外の方と交流を深めようと思い、
どこかのグループに混ぜてもらおうと思ったのですが、
なかなか一步が踏み出せず、しばらく途方に暮れてい
ました。とりあえずビールを飲んで勢いつけて外国人
に話しかけに行こうと意気込み、会場をうろうろして
いたところ、運よくポスター発表を聞きに来てくだ
さった方に声をかけられ、さらに何人か海外の学生と
研究内容についてお話しすることができました。

学会期間を通して、海外の学生と交流できただけで
なく、国内の学生とも知り合うことができました。今
後もたくさんの学会に参加し、交流を深めていきたい
です。

最後になりましたが、今回のFOA 11参加登録費を
援助してくださり、貴重な研究発表の機会を与えてく
ださったカルゴン カーボン ジャパン様に心から感謝
申し上げます。

FOA 11 に参加して

奈良先端大院物質創成科学研究科
中 尾 亜矢子

この度、5月19日から24日にアメリカはボルチモ
アで開催された国際会議 Fundamentals of Adsorption
11に参加し、ポスターの形で研究発表を行いました。
実はこれまでに吸着学会へは一度も参加したことがな
く、また研究室での参加は自分のみ、そしてアメリカ
での国際学会ということで、多少の不安はあったも
のの、「きっと学会参加中に知り合いができるだろう」
と、今思えば恐ろしい程のポジティブな考え方でした。
いざボルチモア・ワシントン国際空港に着いた時、「知
り合いがいらない、英語も満足にできない、孤独だ」
というどうしようもなく不安な気持ちになり、来る前の
ポジティブな考えはどこかに吹き飛んでしまいました。
案の定、相乗りのタクシーを待っている間、周りで同
じ様に待っている人に、「Where are you going?」と
聞き回っていました。しかしながら、ホテルの部屋を
シェアにしたことや、Welcome Dinnerをはじめ、様々
な交流が出来る場がセッティングされており、知り合
いがいらないという状況は一瞬にして吹き飛びました。
ボルチモアの街は、治安があまりよくないと言われて
おり、「なぜそんなところで学会を開くのか?」と思っ
ていましたが、ホテル周辺は港街として整備されてお
り、建物もきれいで人もたくさん行き来し、雰囲気

あるところだったため、この場所を選んだのにも納得することができました。

自信の発表は2日目に行いました。少し分野が異なるので、誰も聞きにきてはくれないのでは？という考えがあったものの、幸いにも多くの方々とディスカッションすることができ、得られた収穫も大変多く、今すぐ日本に帰って検討してみたい気持ちになりました。英語で表現するのが難しい時は、紙に図を書き説明し、とにかく自分の中にある最大限の力を出し切り研究内容を発表し、ディスカッションを行いました。そんな思いが通じたのか、今までの国際学会では体験したことがないくらい盛り上がり、そして貴重なご意見を頂くことが出来ました。今回の発表を通じて、「語学の違い」はもちろんその違いを取り除けるくらい勉強することが一番良いことですが、英語でうまく表現できない、けどどうしても相手に伝えたい、じゃあどう工夫して伝えれば良いのか？というのも大事なことなのではないかと感じました。

また口頭発表の方では、吸着に関わる最新の研究発表に対してはなんとか英語を聞き取れるものの、完全な理解へはまだまだ勉強不足だと痛感しました。しかしながら、発表者の話し方や発表資料の創意工夫などは、日本では英語口頭発表を間近に見て学ぶということはなかなかできないので、大変勉強になりました。また、会場の外で参加者同士が熱心に議論している姿を見て、自分ももっと英語の勉強し、知識を広く取得しなければと思いました。

私にとってこの学会は、知り合いもいないたった一人で初めて参加した学会でしたが、終わってみれば知り合いもたくさんでき、学ぶ事もたくさんあった非常に有意義なものとなりました。あのとき、あの場で学んだ様々な事を今後の自分の研究生生活に役立て、成長していきたいと思います。

最後になりますが、研究指導して下さった藤木教授、ならびに今回の FOA 11 への参加で御意見をいただいた多くの方々、参加登録料の援助を参加して頂いたカルゴン カーボン ジャンパン基金様に心から感謝申し上げます。

関連学会のお知らせ

第 51 回炭素材料夏季セミナー

- 主 催：炭素材料夏季セミナー実行委員会
共 催：炭素材料学会 他
日 時：平成 25 年 8 月 26 日(月)午後～8 月 27 日(火)
会 場：メイプルイン幕張（千葉県千葉市幕張本郷 1-21-1）
JR 幕張本郷駅／京成幕張本郷駅から徒歩 2 分
定 員：60 名
内 容：(1)特別講演、(2)企業の研究トピックスと会社紹介、(3)学生によるポスター発表、
(4)ライジングリサーチャートーク、(5)懇親会

プログラム（予定）

①特別講演会

- 1) 和田徹也先生（電気化学工業株式会社）
「古くて新しい材料／アセチレンブラックおよびカーボンブラック（仮題）」
- 2) 吉田明先生（東京都市大学 工学部）
「炭素材料のラマン分光法による構造分析（仮題）」
- 3) 丹羽修先生（産業技術総合研究所 バイオメディカル研究部門）
「スパッタカーボン薄膜をベースにした生体分子検出、バイオセンサ開発」
- 4) 斎藤幸恵先生（東京大学大学院農学生命科学研究科）
「植物細胞モルフォロジーと炭素構造形成」
- 5) 曾根理嗣先生（宇宙航空研究開発機構）（調整中）
「化学から宇宙への関わり」

②企業の研究トピックスと会社紹介

③学生によるポスター発表

④ライジングリサーチャートーク：博士後期課程学生による講演会

⑤懇親会

参 加 費：共催・協賛学会員 25,000 円、学生 10,000 円、炭素材料学会賛助会員・協賛法人会員 30,000 円、
非会員 35,000 円（宿泊費・食費込み）

申込方法：WEB（https://www.bunken.org/tanso/summer_seminar2013/）から直接申込。炭素材料学会 HP のイベント・求人情報「共催・協賛〔行事〕」のページ内にある第 51 回炭素材料夏季セミナーのお知らせからも申込み可能。

申込締切：平成 25 年 7 月 31 日(木)（ただし、定員になり次第申し込みを締め切ります。）

問合せ先：炭素材料夏季セミナーヘルプデスク E-mail: tanso-summer@bunken.co.jp

第 21 回ゼオライト夏の学校

- 主 催：ゼオライト学会
協 賛：日本吸着学会、触媒学会、石油学会、日本化学会
日 時：2013 年 8 月 29 日(木)午後～8 月 31 日(土)午前 （2泊3日）

場 所：関西セミナーハウス＜修学院キララ山荘＞

〒606-8134 京都市左京区一乗寺竹ノ内町 23

TEL：075-711-2115、<http://www.academy-kansai.com>

〈JR 京都駅から〉

◎地下鉄烏丸線（国際会館行き）「北山駅」所要時間約 16 分

2 番出口 タクシーで約 10 分

◎市バス（5 番系統岩倉操車場前行き）

「修学院道」所要時間約 50 分、下車徒歩約 15 分

講 義：西山憲和先生（大阪大）

「ソフトテンプレート法によるメソポーラスカーボンの合成と応用」

松田亮太郎先生（京都大）

「高選択的気体吸着機能を示す多孔性金属錯体の設計と合成」

山本勝俊先生（北九州市立大）

「ヘテロ配位金属種を骨格に持つ多孔性物質の合成」

多湖輝興先生（北海道大）

「反応工学的考察に基づくゼオライト設計法」

馬場俊秀先生（東工大）

「低級オレフィン転化反応のプロピレン選択性を決定するゼオライト細孔空洞容積の役割」

ポスター発表：20 件程度

参加募集人数：40 名程度

参 加 費：本会学会会員（協賛学会会員を含む）40,000 円、学生 25,000 円、一般 50,000 円。

テキスト・宿泊費・食事代を含みます。当日会場でお支払い下さい。

世 話 人：森 浩亮、松倉 実（ユニオン昭和）、堀内 悠（大阪府大）

申込締切：7 月 31 日(水)

申込方法：以下の情報を下 E-メールにて下記申込先にご連絡ください。

①氏名、②性別、③年齢あるいは学年、④所属（大学の方は研究室まで）

⑤連絡先（住所、電話番号）、⑥メールアドレス、⑦ポスター発表の意向

申 込 先：森 浩亮（大阪大学大学院工学研究科）

E-mail：mori@mat.eng.osaka-u.ac.jp TEL：06-6879-7460

第 10 回アジア・太平洋キッチン&キトサンシンポジウム 第 27 回キッチン・キトサンシンポジウム（併催）

大会 HP <http://www.procomu.jp/apccs2013/>

主 催：日本キッチン・キトサン学会

共 催：日本化学会、日本生物工学会

協 賛：キトサン工業会、グルコサミン研究会、高分子学会、日本応用糖質化学会、日本吸着学会、
日本生化学会、日本 DDS 学会、日本農芸化学会、日本膜学会、日本薬学会（50 音順）

会 期：2013 年 10 月 4 日(金)～8 日(火)

会 場：米子コンベンションセンター（Big Ship、鳥取県米子市末広町 294）<http://www.bigship.or.jp/>
（JR 米子駅から徒歩 5 分）

講演内容：英語による口頭発表およびポスター発表

参 加 費：会員 35,000 円（当日受付 40,000 円）、会員外：40,000 円（当日受付 45,000 円）、

学 生：15,000 円、随行人：25,000 円

発表申込：大会 HP [上記] よりオンライン申込にて受け付けます。6 月 30 日(日)までにお申し込み下さい。プログラム編成は実行委員会にご一任下さい。件数によっては発表形式を変更させて頂く場合がございます。

仮発表申込のお願い：プログラムを編成するため、学会員の皆様には出来るだけ、各研究室等を代表して仮発表の申込をお願いいたします。4 月 30 日(火)までに E-mail (apccs10@procomu.jp) にて 1) 発表責任者名、2) 発表責任者所属、3) 連絡先 E-mail アドレス、4) 発表予定演題数：口頭発表○題、ポスター発表○題、5) 発表希望分野：酵素、医学、化学、物理、応用をお知らせください。

※正式な発表申込は上記要領で別途 6 月 30 日(日)までをお願いいたします。

発表要旨：オンライン投稿にて受け付けます。A 4 判要旨 1 枚（様式は大会 HP からダウンロード下さい）

締 切：6 月 30 日(日)

参加申込：オンライン申込にて受け付けます。事前参加登録は 8 月 20 日(火)まで。

エキスカージン：10 月 7 日(月)11 時から 松江城ほか。花回廊にて懇親会

参加登録費を払われた会員、会員外および随行人は会費に含まれています。

学生および招待者で参加を希望される方は追加会費 15,000 円が必要です。

参加費および懇親会参加費の支払い方法：詳細はシンポジウム HP でご確認ください。

総 会：10 月 5 日(土)18:00~19:00、小ホール（A 会場）

大会組織：委員長：南三郎（鳥取大学）、運営委員長：斎本博之（鳥取大学）

問合せ先：(株)プロコムインターナショナル

〒135-0063 東京都江東区有明 3-6-11 TFT ビル東館 9 階

TEL：03-5520-8821 FAX：03-5520-8820 E-mail：apccs@procomu.jp

第 29 回日本イオン交換研究発表会

主 催：日本イオン交換学会

協 賛：貴学会他

日 時：平成 25 年 10 月 17 日(木)~10 月 18 日(金)

場 所：東北大学青葉山キャンパス 青葉記念会館

〒980-8579 仙台市青葉区荒巻字青葉 6-6-04、電話：022-795-7993

講演申込：

締切：2013 年 8 月 2 日(金)17:00

申込方法：本学会ホームページ (<http://www.jaie.gr.jp>) のトップページ「研究発表会」からお申込みください。指定の書式に従って必要事項を入力、送信してください。

発表形式：口頭（発表 12 分 質疑応答 3 分）またはポスター（90 分を予定）。

口頭発表申し込み件数が多い場合、ポスター発表に変更させていただく場合があります。

講演要旨：

締切：2013 年 9 月 6 日(金)17:00

ホームページ上の「執筆要領」、「見本」に従って要旨原稿を作成してください。

参加申込：ホームページ (<http://www.jaie.gr.jp>) のトップページ「研究発表会」からお申込みください。指定の書式に従って必要事項を入力、送信してください。

締切：2013 年 10 月 10 日(木)17:00

参加費（予約）：一般（6,000 円）、学生（1,000 円）（予約外は 1,000 円増、非会員は予約外扱い）、要旨集のみ（6,000 円）

懇親会：

申込締切：2013 年 10 月 11 日(金)

場所：東北大学青葉山キャンパス 青葉記念会館内 3 階『四季彩』

申込方法：ホームページ (<http://www.jaie.gr.jp>) のトップページ「研究発表会」からお申込みください。

懇親会費：予約 4,000 円、当日 5,000 円（学生 1,000 円）

問合せ先：〒980-8579 宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉 6-6-01-2 東北大学大学院工学研究科

量子エネルギー工学専攻 三村 均（実行委員長）

電話・Fax：022-795-7913 E-mail：symposium@jaie.gr.jp

膜シンポジウム 2013

“膜科学の更なる発展：生命科学進歩に果たす膜科学の重要性”

主催：日本膜学会

開催日：2013 年 11 月 7 日(木)～8 日(金)

会場：〒602-8566 京都市上京区河原町通広小路西入る

京都府立医科大学 附属図書館ホール（下記ウェブサイト地図参照）

http://www.fkpu-m.ac.jp/doc/about/access/traffic_access/kawaramachi_hirokoji.html

特別講演：Essential Regulation of Cell Bioenergetics by Constitutive Ion Channel-mediated Ca^{2+} Transfer to Mitochondria

Kevin Foskett, PhD, Isaac Ott Professor and Vice-Chair of Physiology, Departments of Physiology and Cell and Developmental Biology Perelman School of Medicine, University of Pennsylvania, Philadelphia, Pennsylvania 19104-6085, USA

発表形式：口頭発表あるいはポスター発表（学生賞審査対象はポスター発表のみ）

発表時間：口頭発表（発表 15 分、討論 10 分）（予定）

研究発表申込み締切：2013 年 8 月 3 日(土)必着

以下の事項を記入の上、E-mail にて日本膜学会事務局にお申し込み下さい。

(1)発表題目、(2)所属、(3)研究者（発表者に○印、ただし発表者あるいは共同発表者に会員がいることが必須）、(4)発表内容（150 字程度）、(5)口頭発表かポスター発表の区別、(6)連絡先（氏名、所属、郵便番号、住所、電話、E-mail）

講演要旨締切：2013 年 9 月 13 日(金)必着 執筆要領は申込み者に別途連絡致します。

参加費：主催・協賛学会員 6,000 円（当日 7,000 円）、非会員 9,000 円（当日 10,000 円）、学生 3,000 円、法人（5 名まで参加可）25,000 円

懇親会：2013 年 11 月 7 日(木) 18 時（予定）より

京都府立医科大学附属病院外来診療棟 4 階 レストラン オリゾンテ

会費 6,000 円（当日 7,000 円）

下記ウェブサイトのキャンパスマップにおける 5 が、附属病院です。

<http://www.fkpu-m.ac.jp/doc/about/access/campus/index.html>

申込み・問合せ先：日本膜学会事務局 担当：木下 〒113-0033 東京都文京区本郷 5-26-5-702

Tel/Fax：03-3815-2818、E-mail：membrane@mua.biglobe.ne.jp

運営委員長連絡先：〒602-8566 京都市上京区河原町通広小路 京都府立医科大学大学院医学研究科

細胞生理学 E-mail：marunaka@koto.kpu-m.ac.jp

第 29 回ゼオライト研究発表会

主 催：ゼオライト学会

協 賛：化学工学会、触媒学会、石油学会、日本イオン交換学会、日本エネルギー学会、日本化学会、
日本吸着学会、日本セラミックス協会、日本地質学会、日本粘土学会、日本膜学会、
有機合成化学協会（予定、順不同）

日 時：2013 年 11 月 27 日(水)～11 月 28 日(木)

会 場：東北大学・片平さくらホール（〒980-8577 仙台市青葉区片平 2-1-1、tel：022-767-1080）
<http://www.bureau.tohoku.ac.jp/sakura/newpage1.html>

テ ー マ：ゼオライトやメソ多孔体に関わる材料技術 ～基礎から応用まで～

講演の種類：

- 1) 特別講演（討論を含めて 60 分） 2 件予定
- 2) 総合研究発表（成果がある程度まとまっている研究を総合したもの。したがって、既発表の研究成
果であっても、それらをまとめた内容であればよい。討論を含めて 30 分）
- 3) 一般研究発表（未発表の研究成果の発表。討論を含めて 20 分）

発表使用機器：液晶プロジェクター利用の発表のみ。PC は各自ご用意下さい。

講演申込：総合研究発表及び一般研究発表を募集いたします。

7 月 1 日(月)よりゼオライト学会のホームページ（<http://www.jaz-online.org/>）上の講演申込フォームに
従いお申し込みください。

講演申込締切：8 月 8 日(木)

予稿原稿締切：10 月 25 日(金)（9 月中旬に執筆要領をお送りします。）

予稿送付先：zeolite@res.tagen.tohoku.ac.jp

登 録 費：会員（主催ならびに協賛の学協会の個人会員、およびゼオライト学会団体会員の法人に所属する人を含
む）5,000 円、学生 2,000 円、非会員 10,000 円（予稿集代を含む。当日申し受けます。）

懇 親 会：11 月 27 日(木)講演終了後、同館内にて。参加費 4,000 円（学生 2,000 円）の予定

問合せ先：村松淳司（東北大学多元物質科学研究所）

Tel：022-217-5163、Fax：022-217-5165、e-mail：mura@tagen.tohoku.ac.jp

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 25 年 6 月現在、50 音順)

(株)アドール	ローム・アンド・ハース・ジャパン(株)
大阪ガス(株)	(株)エア・ウォーター総合開発研究所
オルガノ(株)	大阪ガスケミカル(株)
カンタクローム・インスツルメンツ・ジャパン合同会社	カルゴン カーボン ジャパン(株)
(株)キャタラー	協和化学工業(株)
クラレケミカル(株)	栗田工業(株)
興研(株)	(株)重松製作所
システムエンジニアサービス(株)	水 ing 株式会社(株)
(株)西部技研	大陽日酸(株)
谷口商会(株)	千代田化工建設(株)
月島環境エンジニアリング(株)	帝人ファーマ(株)
東京ガス(株)	東ソー(株)
東洋紡績(株)	日本エンバイロケミカルズ(株)
日本たばこ産業(株)	日本ベル(株)
富士シリシア化学(株)	フタムラ化学(株)
マイクロメリテックスジャパン合同会社	三菱樹脂(株)
三菱重工業(株)	ユニオン昭和(株)
ミドリ安全(株)	

編 集 委 員

委員長 森口 勇 (長崎大学)

委 員 瓜田 幸幾 (長崎大学)

大場 友則 (千葉大学)

岡 伸樹 (三菱重工業株式会社)

神田 英輝 (名古屋大学)

田中 秀樹 (京都大学)

宮部 寛志 (立教大学)

三輪 聡志 (栗田工業株式会社)

山崎 誠志 (静岡理工科大学)

(五十音順)

Adsorption News Vol.27 No. 2 (2013) 通巻 No. 105 2013 年 7 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 森口 勇 (長崎大学)

Tel & Fax : 095-819-2669 E-mail: mrgch@nagasaki-u.ac.jp

日本吸着学会ホームページ <http://www.j-ad.org/>

印 刷 〒850-0875 長崎県長崎市栄町 6 -23 株式会社昭和堂

Tel : 095-821-1234 Fax : 095-823-8740

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 & Editor

Professor Isamu MORIGUCHI

Graduate School of Engineering, Nagasaki University, 1-14 Bunkyo-machi,

Nagasaki 852-8521, JAPAN

Tel & Fax : +81-95-819-2669 E-mail: mrgch@nagasaki-u.ac.jp

Home Page of JSAd

<http://www.j-ad.org/>