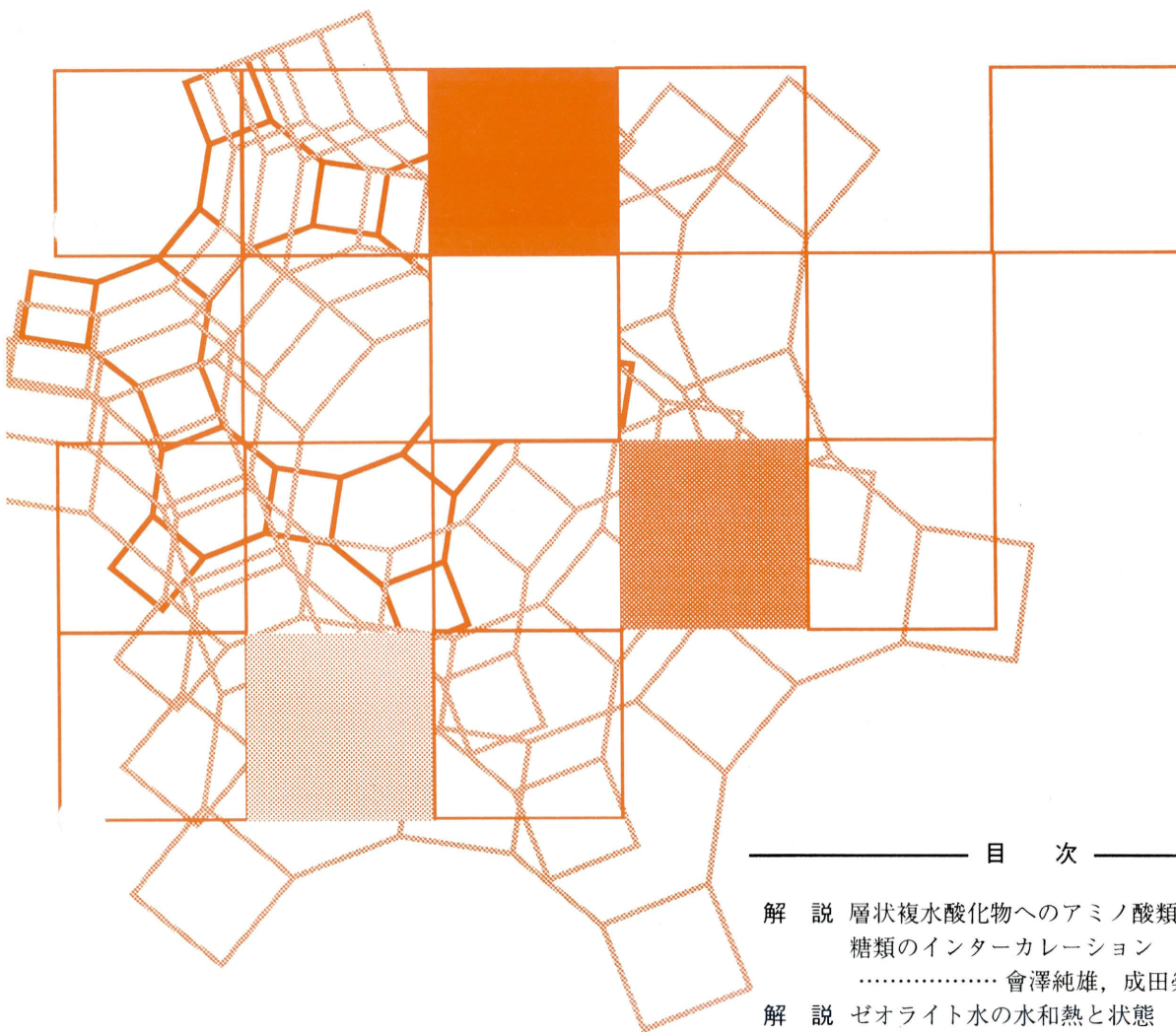


Vol.17
No.3
2000

ゼオライト

ZEOLITE NEWS LETTERS

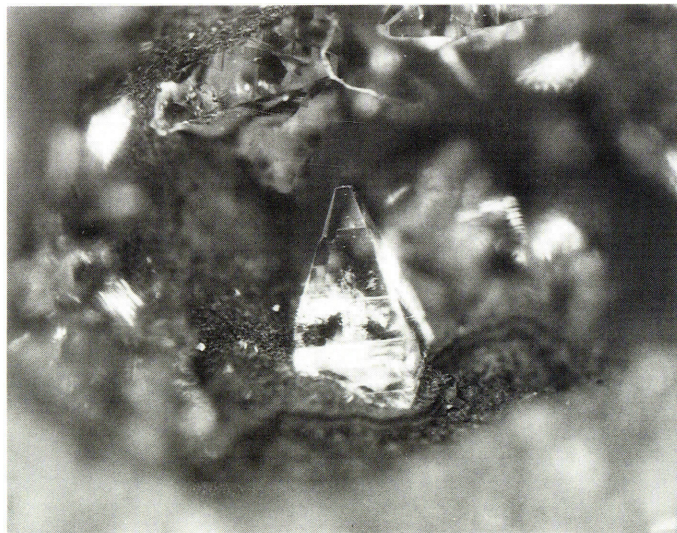
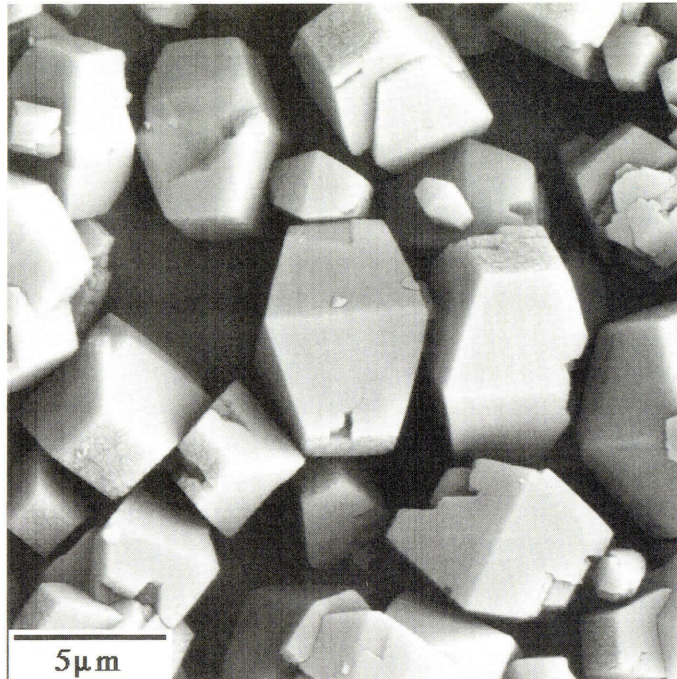


目 次

- 解 説 層状複水酸化物へのアミノ酸類および
糖類のインターカレーション
..... 會澤純雄, 成田榮一 ... 101
- 解 説 ゼオライト水の水和熱と状態
ーゼオライト熱交換剤としての
応用を目指してー
..... 溝田忠人 ... 108
- 解 説 円筒型ゼオライト膜モジュールの開発
..... 近藤正和 ... 114

ゼオライト学会
Japan Association of Zeolite

レポート (118) タイトルサービス (129)
お知らせ (133) 最近の公開特許から (139)
法人会員名簿 (147)



Beta 型ゼオライトの合成物と天然鉱物

(上) F^- イオンを利用した合成物

(提供：大阪府立大学 工学部 山下弘巳，三菱化学株式会社 武脇隆彦)

(下) 天然産Tschernichite, Neer Road Pit Goble, Columbia Co., Oregon, U.S.A.

(提供：豊橋技術科学大学 分析計測センター 加藤正直)

《 解 説 》

層状複水酸化物へのアミノ酸類および
糖類のインターカレーション

會澤純雄, 成田榮一

岩手大学 工学部 応用化学科

化合物の分離や回収, 有害物質の除去, 有用成分の保持および無機-有機系多孔体の合成などの立場から, ホスト物質として層状金属複水酸化物 (LDH) を用い, その層間に有機化合物を取り込ませる (インターカレーション) 研究が活発に行われている。最近ではLDHを陰イオン性粘土としてとらえ, 地球化学的な観点からアミノ酸やポリペプチドあるいは糖や核酸のような生体関連物質をLDH層間に取り込ませる研究も試みられるようになってきた。ここでは, LDH層間への生体関連物質の取り込みに関する最近の研究例を紹介するとともに, 著者らが行っている各種アミノ酸や糖の取り込みについて, 定量的な検討を行った結果を紹介する。これまでLDH層間には陰イオンがおもに取り込まれると考えられてきたが, 両性イオンのアミノ酸や非イオン性の糖が比較的多量に取り込まれ, アミノ酸では側鎖基の性質, 糖では水酸基の数や立体配置によって取り込みに選択性が出るという興味深い現象が認められた。

1. はじめに

無機層状化合物の層間へ有機化合物を取り込むインターカレーション反応は, 無機-有機複合体の合成方法として広く利用されるようになった。とくにナノレベルで無機化合物と有機化合物が複合化した物質は, “ナノ複合体nanohybrid” として新規な構造形成および特性発現への可能性が期待されている¹⁾。近年, 地球環境保全, 省資源および省エネルギーなどを考慮した材料が必要とされており, 今後, 無機-有機複合体の合成は, 新規な材料開発設計への有力な方法と考えられる。

無機層状化合物のひとつである層状複水酸化物 (layered double hydroxide: LDH, 図1) は, 陰イオン交換能を有することから, 陰イオン性粘土として知られており, 天然にもハイドロタルサイト ($\text{Mg}_6\text{Al}_2(\text{OH})_{16}\text{CO}_3 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$) をはじめとして多数存在している²⁾。LDHは機能性材料の合成における前駆体物質やホスト-ゲスト化学におけるホスト物質として注目されており, その他にも触媒, イオン交

換体および制酸剤などに利用されている²⁻⁵⁾。LDHは $[\text{M}^{2+}_{1-x}\text{M}^{3+}_x(\text{OH})_2] [\text{A}^{n-}_{x/n} \cdot y\text{H}_2\text{O}]$ の一般式で表される不定比化合物であり, 陰イオン交換特性を用いた有機化合物/LDH複合体の合成について多くの研究例が報告されている⁶⁾。しかしながら, 有機化合物として, アミノ酸や糖あるいは核酸のような生体関連物質をLDHの層間へ取り込ませる研究例は, 最近までほとんど報告されていなかった。そこで本稿では, LDHへのアミノ酸類および糖類のインターカレーション反応について, 最近の報告例と著者らの研究例をまとめて紹介する。

2. 層状複水酸化物について

2.1 LDHの構造

LDHはbrucite $[\text{Mg}(\text{OH})_2]$ に類似した水酸化物基本層と陰イオンおよび層間水から構成される中間層が交互に積層する構造を有している⁷⁾。基本層は2価金属イオンの一部を3価金属イオンが置換することにより正電荷を帯び, この正電荷は中間層へ陰イオンを取り込むことにより, 結晶全体として電気的中性を保持している。また, 中間層の陰イオンは, 容易にイオン交換が可能である。2価-3価金属イオンは, 様々な組み合わせが可能であり, 2価金属

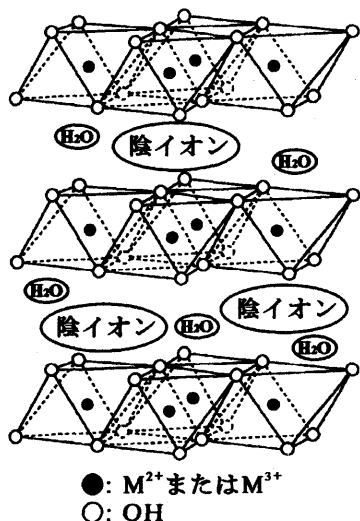


図1 層状複水酸化物の構造

イオンとしては、 Mg^{2+} 、 Ni^{2+} 、 Mn^{2+} 、 Co^{2+} 、 Cu^{2+} および Zn^{2+} など、3価金属イオンとしては Al^{3+} 、 Co^{3+} 、 Mn^{3+} 、 Fe^{3+} および Cr^{3+} などがあげられる⁸⁾。基本層中の3価金属イオンは、2価金属イオンを最大モル比 $M^{2+}:M^{3+}=2:1$ まで置換することができ、その置換量によって基本層の正電荷量、つまり陰イオン交換容量が決定される。最近では、 V^{3+} や Ga^{3+} などの3価金属イオン^{9,10)}、 Zr^{4+} または Sn^{4+} などの4価金属イオンをLDH基本層の一部に固溶させたLDHの合成も報告されている^{11,12)}。中間層の陰イオンとしては、 Cl^- 、 CO_3^{2-} 、 NO_3^- 、 OH^- および SO_4^{2-} イオンなどの無機陰イオンがあげられる¹³⁾。また、LDH層間にイソポリ酸イオンやヘテロポリ酸イオンを取り込み、柱を立てる（ピラー化）ことにより、ゼオライトのような多孔質材料を合成する試みも行われている^{14,15)}。さらに、モノおよびジカルボン酸などの有機陰イオン^{16,17)}、含ハロゲン有機化合物¹⁸⁾、フタロシアニン化合物¹⁹⁾ さらにはDNA²⁰⁾ などもLDH層間へ取り込むことが可能である。

2.2 LDHへのインターカレーション方法

LDHへ陰イオンのインターカレーション方法としては、① 共沈法²¹⁾、② 再構築法^{22,23)}、③ イオン交換法²⁴⁾ および④ 熱反応法²⁵⁾の4種類が知られている。

① 共沈法は、ゲスト成分を含む水溶液に2価-3価金属混合溶液を加えて加水分解し、LDHの沈殿生

成にともなって、ゲストをLDH層間に取り込む方法である。② 再構築法は熱分解-再水和反応とも呼ばれ、まず $CO_3/M^{2+}-M^{3+}$ LDHを焼成して炭酸イオンおよび層間水を取り除き、複酸化物（ハイドロタルサイトでは、NaCl型のMgOにAlが固溶した複酸化物）を得る。これをゲスト成分の含まれる水溶液に添加すると、再水和反応にともない複酸化物が層状構造を再構築し、ゲスト成分を層間へ取り込む方法である。再構築反応は基本層の2価金属イオンに影響され、Mg-Al LDHおよびZn-Al LDHでは、容易に層状構造を再生することができる。しかし、Mn-Al LDHは焼成により安定な酸化物を形成するため、再構築反応が困難である²⁵⁾。また、Co-Al LDHおよびNi-Al LDHは、水熱処理を行わなければ再構築しないことが明らかとなっている。③ イオン交換法は、電荷密度の低い陰イオンを層間に有するLDH、すなわち Cl^- または $NO_3^-/M^{2+}-M^{3+}$ LDHを調製し、これをゲスト成分の含まれる水溶液へ添加することによってイオン交換反応を行い、層間へゲスト成分を取り込む方法である。この方法は、層状構造を破壊することがないため、結晶性の良い有機化合物/ $M^{2+}-M^{3+}$ LDH複合体を得ることができる。④ 熱反応法は、thermal intercalationとも呼ばれ、Carlinoら^{26,27)}によって確立された新しいLDHへのインターカレーション方法である。 $CO_3/M^{2+}-M^{3+}$ LDHとゲスト成分を混合し、加熱することにより、LDHから炭酸イオンを放出しながら融解したゲスト成分を層間に取り込む方法である。

3. 層状複水酸化物へのアミノ酸類および糖類のインターカレーション

3.1 アミノ酸類のインターカレーション

これまで、層状化合物へアミノ酸を取り込む研究例は、地球化学的立場から陽イオン性粘土をホストとして用いた研究がほとんどであった²⁸⁾。しかしながら、これらの研究では粘土鉱物層間へのアミノ酸のインターカレーションばかりでなく、粘土表面への吸着および触媒作用を用いた重合などを目的としている。一方、陰イオン性粘土であるLDHについては、Whiltonら²⁹⁾が、共沈法により酸性アミノ酸であるaspartic acid (Asp) およびglutamic acid (Glu) をMg-Al LDHに取り込ませ、アミノ酸/LDH複合体

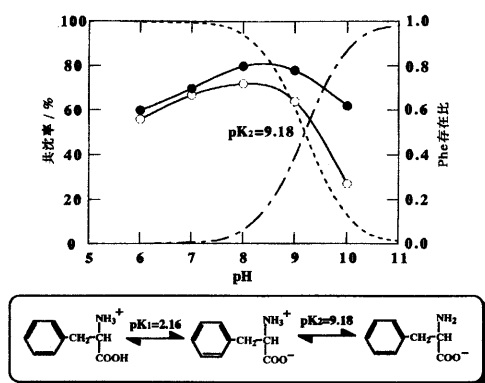


図2 各pHにおける共沈率とPheの存在比

○: ZnCl₂-AlCl₃, ●: Zn(NO₃)₂-Al(NO₃)₃

----- C₆H₅CH(NH₃⁺)COO⁻

- · - · - C₆H₅CH(NH₂)COO⁻

の合成を行った。さらに、二次元的に制御されたLDH層間を反応の場として利用し、Asp/Mg-Al LDH複合体を加熱することにより、LDH層間内でのAspの重合反応についても検討を行っている。しかし、この研究例ではAspおよびGluは、Mg-Al LDHの沈殿生成pHが高いため、LDH層間へ2価の陰イオンとして取り込まれている。また、Fudalaら³⁰⁾は、イオン交換法によりZn-Al LDHへ中性アミノ酸であるphenylalanineおよびtyrosineがLDHに取り込まれることを明らかにしたが、定量的な検討はほとんどなされていない。これまで著者らは、陰イオンではなく両性イオンとして、LDHへのアミノ酸の取り込みについて、様々な方法(再構築法³¹⁾、イオン交換法³²⁾および共沈法³³⁾)によって検討を行ってきた。本節では、アミノ酸/LDH複合体の合成およびアミノ酸の分離、回収という観点から、共沈法によるZn-Al LDHへのアミノ酸の取り込みについて、定量的な検討を行った結果について述べる。

アミノ酸としては、側鎖とLDH基本層との相互作用が少ないと考えられる中性アミノ酸のphenylalanine (Phe, pK₁=2.16, pK₂=9.18)をゲスト成分として取り上げ、LDH沈殿生成にともなうアミノ酸の最適共沈条件について検討を行った。LDH成分としてはLDH沈殿生成のpH範囲が広いZn-Al LDHを選んだ。試薬としてはZnCl₂-AlCl₃(塩化物)とZn(NO₃)₂-Al(NO₃)₃(硝酸塩)を用い、反応温度40℃で共沈率におよぼす熟成時間およびpH

の影響について調べた。その結果、共沈率は1~24 hの熟成で変化せず、むしろ、混合溶液中の共存無機陰イオンに影響されることが明らかになった。また、共沈率はpHにも影響され、pH 6~10の範囲で検討を行った結果、pH 8付近で最も高くなった(図2)。アミノ酸は両性イオンであるため、pHにより化学種が変化し、酸性側では陽イオン、中性では両性イオン、塩基性側では陰イオンとなる。つまり、PheはpH 8付近において大部分が両性イオンとして存在していることになる。したがって、Pheは陰イオンではなく、両性イオンとしてLDH沈殿生成にともなって共沈していることが明らかとなった。さらに、共存する無機陰イオンが、Pheのインターカレーション挙動に影響することがわかった。LDHは電荷密度の高い陰イオンを選択的に取り込みやすいため、塩化物イオンと硝酸イオンを比較した場合、塩化物イオンが取り込まれやすい。固体生成物のXRD図および層間予想図(図3)より、塩化物を用いた場合、Phe/Zn-Al LDH複合体のd₀₀₃は0.78 nmとCl/Zn-Al LDHと一致した。また、1.62 nmに観察される回折ピークは、Phe結晶そのものと一致する。よって、塩化物を用いた場合、PheはLDH層間ではなくCl/Zn-Al LDH基本層表面に大部分が吸着していると考えられた。一方、硝酸塩を用いた場合、Phe/Zn-Al LDH複合体のd₀₀₃は1.88 nmに広がっていることから、PheはLDH層間へ取り込まれていることが明らかとなった。その際Pheは、側鎖のベンゼン環が疎水の相互作用によって一部が重なり、LDH基本層に対して垂直に配位して取り込まれていると考えられた。この面間隔値は、Fudalaら³⁰⁾がイオン交換法で得たPhe/Zn-Al LDH複合体(d=1.80 nm)とほぼ一致している。以上のことから、Pheは共存陰イオンの電荷密度によってLDH層間への取り込みとLDH基本層表面への吸着という2種類の共沈挙動を示した。つぎに、Pheの最適共沈条件下(Zn²⁺/Al³⁺/アミノ酸混合モル比=2/1/1, pH:8, 硝酸塩)において、他のアミノ酸の共沈について検討を行った(表1)。その結果、疎水性の側鎖を有する中性アミノ酸が共沈しやすいことが明らかとなった。leucineやtyrosineのような側鎖に疎水基を有する中性アミノ酸は共沈率も高く、面間隔の拡大も観察された。一方、側鎖にメチル基しかもたないalanineは、側鎖の疎水の相互作用が弱いめほとんど取り込ま

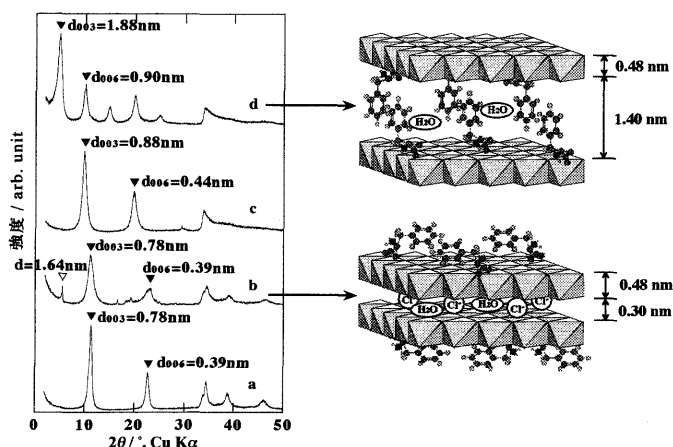


図3 固体生成物のXRD図および層間予想図

a: Cl/Zn-Al LDH, b: Phe/Zn-Al LDH (塩化物), c: NO₃/Zn-Al LDH, d: Phe/Zn-Al LDH (硝酸塩)

表1 各種アミノ酸の共沈率と生成LDHの面間隔値

アミノ酸	共沈率 / %	d ₀₀₃ / nm	層間隔 / nm	備考
alanine	3	0.88	0.40	
leucine	65	2.02	1.54	
phenylalanine	80	1.88	1.40	
tyrosine	72	1.77	1.29	
histidine	42	2.00	1.52	
glutamic acid	41	1.28	0.80	
phenylalanine	—	1.80	1.32	イオン交換法 ²⁹⁾
tyrosine	—	1.75	1.37	イオン交換法 ²⁹⁾
aspartic acid	—	1.11	0.63	共沈法 ²⁹⁾
glutamic acid	—	1.19	0.71	共沈法 ²⁹⁾

れないことがわかった。さらに、酸性および塩基性アミノ酸であるGluおよびhistidineもLDH層間に取り込まれることがわかった。GluはpH 8付近では陰イオンとして存在しているため、静電的引力によって取り込まれると考えられた。Wiltonら²⁹⁾の報告では、Glu/Mg-Al LDH複合体の面間隔値が1.19 nmであるのに対し、Glu/Zn-Al LDH複合体では1.28 nmと約0.1 nm面間隔が広がっている。これは、Mg-Al LDHにおいてGluは2価陰イオンとして層間に取り込まれ、Gluが基本層をより強い静電気力により、架橋した状態になっているためと考えられる。しかし、Zn-Al LDHでは合成pHが8付近であるため、Gluは1価陰イオンの状態である。そのため、GluとLDH基本層の間の静電気相互作用が弱く、面間隔が広がると考えられた。

以上の結果から、Zn-Al LDHへ両性イオンであるアミノ酸を取り込めることが明らかとなった。ア

ミノ酸のインターカレーション挙動はアミノ酸側鎖の性質に大きく影響されることが示された。

3.2 糖類のインターカレーション

これまで、層状化合物への糖類の取り込みについても、研究例は比較的少ない。Kijimaら^{34,35)}は、陽イオン性粘土(Cu²⁺置換モンモリロナイト)や層状リン酸ジルコニウム(α -Zr(PO₄)₂·H₂O)への修飾cyclodextrin (mono-(6- β -aminoethylamino-6-deoxy)- β -cyclodextrin)の取り込みについて検討を行い、得られた複合体の特性について調べている。

最近ではLDHへの糖類の取り込みについても研究されている。Zhaoら^{36,37)}は、NO₃/Mg-Al LDHへイオン交換法により、2種類の修飾cyclodextrin (carboxymethyl- β -cyclodextrin)を取り込ませ、さらに修飾cyclodextrin/Mg-Al LDH複合体による非イオン性の疎水的有機化合物の取り込み挙動や分子ふるい特性について検討を行っている。この場合、ゲストの修飾cyclodextrinは陰イオンであり、比較的イオン交換しやすいため、硝酸イオンとイオン交換することが可能である。また、Arrheniusら³⁸⁾は、地球化学的観点から各種の糖のリン酸塩をイオン交換法によりCl/Mg-Al LDHに取り込んでいる。さらに化学進化の立場からLDH層間におけるゲスト化合物の縮合を試みている。一方、Choyら²⁰⁾はイオン交換法によりNO₃/Mg-Al LDHへ各種ヌクレオチドやDNAの取り込みを行っている。著者ら³⁹⁾

も、 Cl/Mg-Al LDH および Cl/Zn-Al LDH を用い、各種ヌクレオチドがイオン交換法により LDH へ取り込まれることが可能であり、再構築法では LDH 構造を再生しないことを予備的検討から確認している。以上の例はいずれもインターカレーション方法としてイオン交換法を用いており、ゲストはいずれも陰イオンであるため、条件を選択することにより LDH への取り込みが可能であると考えられる。

これに対して、著者ら⁴⁰⁾は $\text{CO}_3/\text{Mg-Al LDH}$ のユニークな特性を生かした再構築法による糖類の取

り込みについて定量的な検討を行った。そこで本節ではおもにその結果を中心に述べる。糖類としては、単糖類（五炭糖および六炭糖）および二糖類を取り上げた。インターカレーション反応は、 $\text{CO}_3/\text{Mg-Al LDH}$ (Mg/Al モル比 2 または 3) を 500°C で 2 h 加熱して酸化物固溶体とし、これを糖類水溶液に添加して 25°C で振とうすることにより行った。

インターカレーション反応は $50 \sim 100$ h で終了し、取り込み量は糖類の構造によって大きく異なることが明らかとなった(図4)。五炭糖において、ribose は deoxyribose の数倍も取り込まれることが明らかとなった⁴¹⁾。六炭糖においても、 $\text{fructose} > \text{galactose} > \text{mannose} > \text{glucose}$ の順で取り込み量が多くなり、化学組成が同じであるにもかかわらず、取り込み量に違いが認められた⁴²⁾。

固体生成物の XRD 図(図5)から、いずれの複合体も MgO に基づく回折ピークが消失し、LDH 構造を再生していることが観察された。通常 MgO の再水和反応により LDH 構造を再生するためには陰イオンが必要である。しかし、糖類は負電荷を持っていないため、水酸化物イオンがホスト層との静電的引力によって取り込まれる。その際、水分子と共に糖類が水素結合によって引きつけられ、LDH 層間に取り込まれたものと考えられた。したがって、ゲス

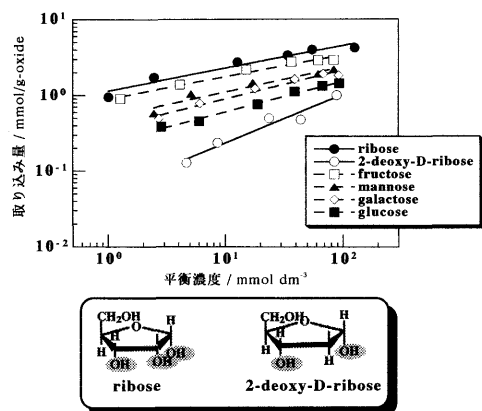


図4 糖類の取り込み等温線

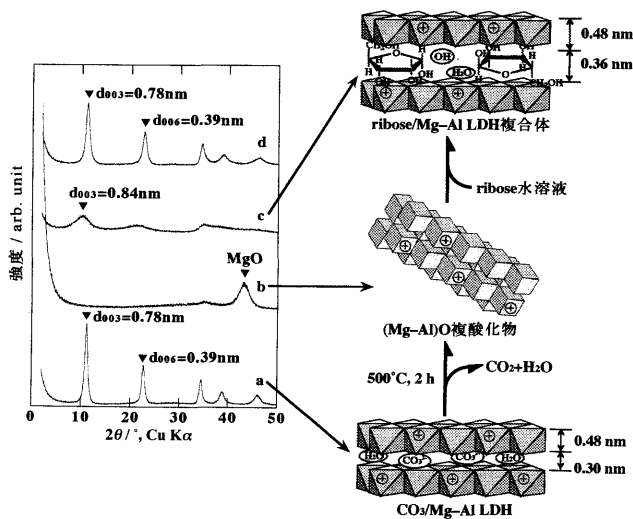
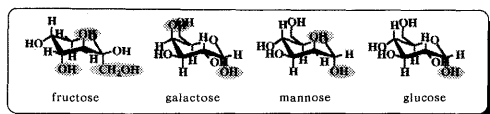


図5 固体生成物のXRD図および層間予想図

- a: $\text{CO}_3/\text{Mg-Al LDH}$, b: $\text{CO}_3/\text{Mg-Al LDH}$ の加熱処理物,
c: ribose/Mg-Al LDH 複合体, d: 2-deoxy-D-ribose/Mg-Al LDH 複合体

表2 axial位のOH基数と取り込み量の関係(六炭糖)

六炭糖	OH基数		取り込み量/ mmol/g-oxide
	α 型	β 型	
fructose	3	3	2.7
galactose	2	1	1.7
mannose	2	1	1.6
glucose	1	0	1.1



ト物質が複数となるため、糖類の取り込み量が増すにつれて層間隙が不均一となり、回折ピーク強度が減少すると考えられた。

五炭糖においては、riboseがdeoxyriboseよりも水酸基数がひとつ多く、六炭糖においては、axial位の水酸基数がfructose > galactose > mannose > glucoseの順に多くなる。その際、水酸基数の増加にともない、取り込み量は増加することが観察された(表2)。このことから、単糖類の取り込みは、おもにLDH基本層と水素結合しやすいゲストの水酸基数に依存していることが明らかとなった。また、2糖類の取り込み量が単糖類よりも著しく少ないことは、分子の屈曲やequatorial位の水酸基による分子内水素結合が優先することによって、LDH基本層との水素結合が弱くなるためと考えられる。なお、分子サイズが大きいかかわらず、 α および β -cyclodextrinもLDH層間に取り込まれたが、これはcyclodextrin分子が筒状で、上下に水酸基が規則的に配列しており、LDH基本層との水素結合力が強いためと考えられる。

以上の結果から、二次元的に制御されたLDH層空間への糖類の取り込みは、糖分子の水酸基数や立体配置に依存し、LDH基本層との糖分子間に働く水素結合によることが示された。

4. まとめ

LDH層間へのアミノ酸類および糖類の取り込みにはある種の選択性あるいは優先性が存在することが定量的な検討から明らかになった。LDHは合成が容易であり、高価な試薬を必要としないことから、工学的には分離、除去あるいは回収などへの応用が可能である。また、地球化学的にはこれまで研究例の

少ない陰イオン性粘土と生体関連物質との特異的相互作用として興味をもたれるところである。

文 献

- 1) 日本化学会編, “季刊化学総説 無機有機ナノ複合物質”, No.42, 学会出版センター (1999).
- 2) W. T. Reichle, *CHEMTECH*, Jan., 58 (1986).
- 3) 張 無限, 阪根英人, 初鹿敏明, 木野村暢一, 鈴木 喬, 無機マテリアル, 3, 225 (1996).
- 4) 島田 紘, 濱岡 晶, 日化, 91 (2000).
- 5) 帝京大学医薬情報室編, “OTCハンドブック’ 94—基礎から応用まで—”, p.184 (1994).
- 6) S. P. Newman and W. Jones, *New J. Chem.*, **22**, 105 (1998).
- 7) 宮田茂男, ゼオライト, **8**, 7 (1991).
- 8) A. De Roy, *Mol. Cryst. Liq. Cryst.*, **331**, 173 (1998).
- 9) F. M. Labajos, M. D. Sastre, R. Trujillano, and V. Rives, *J. Mater. Chem.*, **9**, 1033 (1999).
- 10) M. A. Aramendia, Y. Aviles, V. Borau, J. M. Luque, and J. M. Marinas, *J. Mater. Chem.*, **9**, 1603 (1999).
- 11) S. Velu, D. P. Sabde, N. Shah, and S. Sivasanker, *Chem. Mater.*, **10**, 3451 (1998).
- 12) S. Velu, S. Suzuki, M. Okazaki, T. Osaki, S. Tomura, and F. Ohashi, *Chem. Mater.*, **11**, 2163 (1999).
- 13) F. Cavani, F. Trifiro, and A. Vaccari, *Catal. Today*, **11**, 173 (1991).
- 14) E. Narita, P. Kaviratna and T. J. Pinnavaia, *Chem. Lett.*, 805 (1991).
- 15) 日比野俊行, 網島 群, 無機マテリアル, **7**, 227 (2000).
- 16) 成田榮一, 内山直行, 高橋 諭, 梅津芳生, 日化, 622 (1995).
- 17) F. Kooli, I. Chisem, M. Vucelic, and W. Jones, *Chem. Mater.*, **8**, 1969 (1996).
- 18) M. Lakraimi, A. Legrouiri, A. Barroug, A. De Roy, and J. P. Besse, *J. Mater. Chem.*, **10**, 1001 (2000).
- 19) S. Bonnet, C. Forano, A. De Roy, and J. P. Besse, *Chem. Mater.*, **8**, 1962 (1996).
- 20) J. H. Choy, S. Y. Kwak, J. S. Park, Y. J. Jeong, and J. Portier, *J. Am. Chem. Soc.*, **121**, 1399 (1999).
- 21) M. Kaneyoshi and W. Jones, *J. Mater. Chem.*, **9**, 805 (1999).
- 22) G. W. Brindley and S. Kikkawa, *Clays Clay Miner.*, **28**, 87 (1980).
- 23) E. Narita, T. Yamagishi, K. Tazawa, O. Ichijo, and Y. Umetsu, *Clay Sci.*, **9**, 187 (1995).
- 24) M. Meyn, K. Beneke, and G. Lagaly, *Inorg. Chem.*, **29**, 5201 (1990).
- 25) 成田榮一, 内山博昭, 會澤純雄, 梅津芳生, 粘土科学, **39**,

- 197 (2000).
- 26) S. Carlino and M. Hudson, *J. Mater. Chem.*, **5**, 1433 (1995).
- 27) S. Carlino, *Solid States Ionics*, **98**, 73 (1997).
- 28) J. Bujdak and B. M. Rode, *J. Mol. Evol.*, **45**, 457 (1997).
- 29) N. T. Whilton, P. J. Vickers, and S. Mann, *J. Mater. Chem.*, **7**, 1623 (1997).
- 30) A. Fudala, I. Palinko, and I. Kiricsi, *Inorg. Chem.*, **9**, 38, 4653 (1999).
- 31) 工藤博子, 高橋 諭, 小笠原 渉, 梅津芳生, 成田榮一, 第42回粘土科学討論会要旨集, A15 (1998).
- 32) 高橋政信, 高橋 諭, 小笠原 渉, 梅津芳生, 成田榮一, 日本化学会第76春季年会講演予稿集, 2E1 17 (1999).
- 33) 會澤純雄, 高橋 諭, 小笠原 渉, 梅津芳生, 成田榮一, 日本化学会第76春季年会講演予稿集, 2E1 14 (1999).
- 34) T. Kijima, J. Tanaka, and M. Goto, *Nature*, **310**, 45 (1984).
- 35) T. Kijima and Y. Matsui, *Nature*, **322**, 533 (1986).
- 36) H. Zhao and G. F. Vance, *J. Chem. Soc., Dalton Trans.*, 1961 (1997).
- 37) H. Zhao and G. F. Vance, *Clays Clay Miner.*, **46**, 712 (1998).
- 38) K. Kuma, W. Paplawsky, B. Gedulin, and G. Arrhenius, *Orgin. Life*, **19**, 573 (1989).
- 39) 會澤敏雄, 若松義信, 成田榮一, 国立八戸工業高等専門学校総合技術教育研究センター報, **3**, 7 (1994).
- 40) 石山佳代子, 小笠原 渉, 梅津芳生, 成田榮一, 第42回粘土科学討論会要旨集, A16 (1998).
- 41) K. Ishiyama, W. Ogasawara, S. Takahashi, Y. Umetsu, and E. Narita, *Solid States Ionics*, to be submitted.
- 42) 石山佳代子, 高橋 諭, 小笠原 渉, 梅津芳生, 成田榮一, 日本化学会第77秋季年会講演予稿集, 4P3B0 17 (1999).

Intercalation of Amino Acids and Sugars into Interlayer of Layered Double Hydroxides

Sumio Aisawa and Eiichi Narita

Department of Chemical Engineering, Faculty of Engineering, Iwate University

Increasing attention has been focused on the intercalation of organic compounds into interlayer of layered double hydroxides (LDHs) from viewpoints of separation and recover of organic substances, removal of harmful substances, retention of useful components, synthesis of porous materials *etc.* Recently, the intercalation of the biomolecules in living systems such as amino acids, polypeptides, sugars and nucleic acids into LDHs was also attempted from viewpoint of earth chemistry in which LDHs were regarded as anionic clays. In this article, the recent studies on the intercalation of the biomolecules mentioned above into LDHs are summarized as well as our results of the quantitative researches on the intercalation of amino acids and sugars are also summarized. As the results, not only anion but zwitterion of amino acids and non-ionic molecule of sugars were intercalated into interlayer of various LDHs with indicating the selectivity by the kind of side chain group in amino acids and by the number and configuration of hydroxide group in sugars.

Keywords: Intercalation, Layered Double Hydroxides, Hydrotalcite, Anionic Clay, Amino Acid, Sugar

《 解 説 》

ゼオライト水の水和熱と状態
— ゼオライト熱交換剤としての応用を目指して —

溝田忠人

山口大学 工学部 機能材料工学科

最近、ゼオライト水の熱交換能力が、注目されている。太陽熱や廃熱のような低温熱源の有効利用のために、ある種のゼオライトの大きな熱交換能力を用いてゼオライト-水系ヒートポンプシステムの構築が可能である。この能力の熱力学的な背景が、ゼオライト水の極めて低いエントロピー状態にあることが明らかにされた。このゼオライト水の状態は、将来の省エネルギーに必要な、任意の熱機関の効率の改善を可能にする低温熱源の生成と同値であることが議論されている。

1. ゼオライトの熱交換能力

ゼオライトを熱交換に応用しようという発想は、直接的にはTchernev (1978, 1980) が、太陽熱エアコン、冷蔵庫が実現できる^{1,2)}、としたことに始まる。これらの論文には、電気など他のエネルギーを全く使わず、太陽熱を用いて氷を作ったり、空調ができるという夢のような話が示されている。この論文を最初に読んだ当時、アルミ製錬廃液を使ってゼオライトの合成を行い³⁾、手作りの断熱型熱量計を用いて合成および天然のゼオライトの水和熱を測定⁴⁾していたので、大変興味を引かれた。なぜなら、Na-A型 (LTA) の水蒸気水和熱の測定値から、熱交換能力を計算してみると、天然ゼオライトよりはるかに大きな熱交換能力があることが分かったからである。ゼオライトの熱交換能力が、含水量の関数であることから、含水量を増すために、多価の陽イオンでNa⁺をイオン交換すればよいと考え、種々のイオン交換を行った。その結果、Mg²⁺交換により、良い結果が得られることが判明した⁵⁾。

水和熱の詳細を解明するためには、ゼオライトを種々のレベルに脱水した場合の水分子のエネルギー

的状态を知る必要がある。この場合、各含水状態における微分水和エンタルピーを求めなくてはならない。使用していた断熱型熱量計を用いて、ステップ状に少しずつ水和させて、水和エンタルピーを測定しようとしたが、熱量は精度よく測定できるが、微小な水和量の測定誤差が大きくて、良い結果が得られなかった。一方、いわゆるClausius-Clapeyron法により常温付近で水蒸気圧を測定して水和量を求めようとする、装置内の全ての点で露点に至らないような配慮が必要で、この実現が結構難しく、当時は、ゼオライト水の平衡水蒸気圧が本当に測れているのかどうか疑わしくなるデータしか取れなかった。仕方なく、脱水した試料に水和レベルを変えて段階的に水和させた時の積分水和熱を測定し、その水和熱-水和量曲線の近似曲線を作り、これを微分して微分水和熱を求める方法をとった⁵⁾。これにより、Na-A型ゼオライトの微分水和熱は、脱水状態から水和状態に至る段階で、比較的微分水和エンタルピーがフラットな領域が有ることが分かった⁵⁾。ここで、Mg50-A型 (Na-A型の電荷の50%をMg²⁺で交換したもの) ゼオライトの熱交換能力を例示しよう。100℃で1時間真空加熱を行うと、約15%の脱水がある。この脱水ゼオライトを25℃に冷却して、同温度の水蒸気を吸着させた時の発熱量を断熱型熱量計により測定した。水和量は、水和前後の試料フラ

スコの重さを直接秤量して求める方法をとった⁴⁾。

結果は、 -64 kJ mol^{-1} の積分水和エンタルピーが得られた。したがって、水和ゼオライト1 kgの熱交換能力 Q は、

$$Q = 64 \times \frac{1000 \times 0.15}{18} = 533 \text{ kJ kg}^{-1}$$

となる。この 533 kJ kg^{-1} を氷蓄熱と比べる。 0°C の水の持っている能力を、 0°C の水が融けて 25°C の水になるまでの熱量 Q_{ice} と考えると、

$$\begin{aligned} Q_{\text{ice}} &= (6.01 \times 10^3 + 0.0752 \times 25) / 18 \\ &= 438 \text{ kJ kg}^{-1} \end{aligned}$$

となり、同じ重さあたり、1.2倍以上ゼオライトの方が熱交換能力が大きい。ここで、水の融解エンタルピーを 6.01 kJ mol^{-1} 、水の平均の熱容量を 75.2 J mol^{-1} とした。しかも、ゼオライトは、15%しか脱水しておらず、まだ10%近くゼオライト水を持っているので、脱水温度を上げると更にこの能力は大きくなる。

各種のゼオライトで測定した 100°C 真空脱水処理における熱交換能力 Q の値は、天然ゼオライトのモルデナイトやクリノタイロライトでは $200 \sim 280 \text{ kJ kg}^{-1}$ 、Na-Aでは 490 kJ kg^{-1} 、Mg50-Aでは 530 kJ kg^{-1} 程度である⁵⁾。

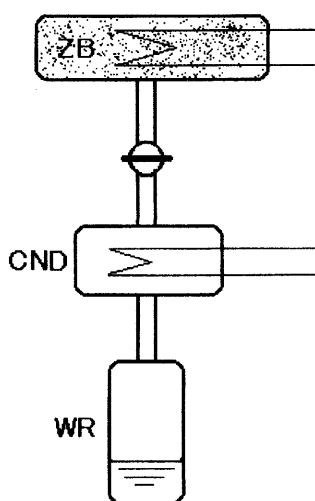


図1 ゼオライトー水系ヒートポンプの概念図

ZB: ゼオライトベッド, CND: 凝縮器, WR: 水溜

2. ヒートポンプシステム

この熱交換能力の利用のために考え出されたのが、ゼオライトー水系ヒートポンプ(図1)である。ゼオライトベッド(ZB)のゼオライトに熱源から熱が供給され温度が上昇し脱水が起こる。水蒸気は凝縮器(CND)で冷却され水になって、水溜(WR)にたまる(脱水過程)。次にコックを閉めて、水蒸気の移動を止めZBを室温に冷やす。これによりZB内部は、極めて水蒸気圧の低い状態になる。コックを開けるとWRから蒸発が起こり蒸発熱で冷却される断熱しておく氷ができる。冷熱は、氷の製造や、冷房に使う。一方ZBの方は水蒸気を吸収して発熱する。この熱を温熱源として使うこともできる(水和過程)。勿論、ZBは放熱して冷やしてやらないと、水和が十分行えない。

3. ゼオライトヒートポンプ方式の利点と欠点

ゼオライトの吸着剤として良い点は、

1) 結晶性でありゼオライト水のエネルギー状態が、比較的均質であるので、脱水・吸水が比較的狭い温度範囲で起こり、効率よく熱の利用ができることである⁶⁾。言い換えると、他のアモルファス系の吸着剤に比べて、高温で吸着可能なことである。すなわち、水蒸気の凝縮過程のCNDの温度もZBの吸着時の放熱温度も室温かそれより少し高い温度でよい。

2) 蓄熱が水を絶つ(断水)ことで行われ、特に断熱装置が不要なことである。これは、温水蓄熱、氷蓄熱等との大きな違いである。したがって長期間、容易にロス無く蓄熱できる。

3) ゼオライトは比較的安定な結晶質であるから、吸・脱水による膨張・収縮が殆どなく、装置への物理的影響が少ない。そのため繰り返し使用によっても、装置の劣化が起こりにくいと考えられる。これは、シリカゲルなどのアモルファス系ないし、粘土などの層状構造の固体吸着材と比べて大きな利点である。

4) ゼオライトと水は共に環境的に安全な物質である。これはフロンなどを用いるコンプレッサー式のヒートポンプに比べて大変な魅力である。

良いところばかりではなく、ヒートポンプを組んだ場合に欠点もある。それらを以下に列挙する。

1) ゼオライトはけい酸塩であり、熱伝導性が低く、熱交換に時間がかかる。したがって、素早いサイクルで運転し難い。

2) かさばる。熱交換能力が高いとはいえ、素早いサイクルで運転できないので、交換能力を高めるためには、大量のゼオライトを使用することになる。

3) 真空の保持。水蒸気圧の低いところで、ヒートポンプを維持する必要がある、少なくとも10Pa程度の低圧を維持できる長期真空環境が必要である。これは、一般の化学装置の圧力保持能力が700Pa程度といわれているのに比べると、加速器や宇宙航空産業などのレベルほどではないが、かなり厳しい条件である。バルブやジョイントシステムの良いものが必要である。

欠点は、特徴の裏返しであり、このような欠点を克服もしくは「許容」しなければ、新しい省エネルギー技術の普及は不可能であろう。

4. ゼオライト水の熱力学的性質

ゼオライト-水系ヒートポンプシステムの能力の源泉が、ゼオライト水の性質にあることは明らかである。このため、ゼオライト水の熱力学的性質を明らかにする必要がある。

従来から、ゼオライト水の熱力学的性質には興味がもたれ、多くの研究がなされてきた。その中でも、ゼオライト水のエン트로ピーを求めて、その状態を記述しようとする研究が重要である。ゼオライト水を水分子の独立成分と仮定して、「水蒸気-水-ゼオライト水-氷」の熱力学的関係より、ゼオライト水のエン트로ピーを推定した^{7,8)}。まず、このH₂Oの4態の間の転移エンタルピーを整理してみると、図2のようになる。これらのエンタルピー変化の値からエン트로ピー変化を求めることができるが、水蒸気が関与する場合、平衡蒸気圧に関して、可逆的な体積仕事を考慮する必要がある。しかし、水蒸気水和が熱量計内で行われる場合、平衡水蒸気圧を同時に測定していないし、測定したとしても、平衡水上気圧は含水量に依存して変化するので、極めて面倒なことになる。したがって、水蒸気水和熱測定が、25℃において、自由水の平衡蒸気圧下で行われたので、第一近似として、その平衡蒸気圧をもって、ゼオライト水の平衡蒸気圧と仮定することとした。H₂O独立成分と仮定して求めたゼオライト水のエン

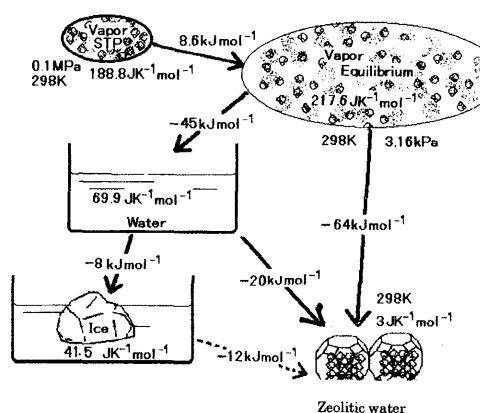


図2 H₂Oの種々な状態の熱力学的関係。エン트로ピーの基準である標準状態 (STP: 298.15 K, 0.1013 MPa) の仮想的な水蒸気, 298 Kの水の蒸気圧下の水蒸気, 273.15 Kの水, 298 Kのゼオライト水のそれぞれの相変化のためのエンタルピーと、各状態のエン트로ピーを示す

トロピーは、 $3.0 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ となり (図2)、ほとんどゼロといっても良い値となった。これは、従来の結果と著しく異なる値である。

例えばJohnsonの研究グループ⁹⁻¹¹⁾, Hemingway *et al.*¹²⁾は、断熱型熱量計を使って、絶対零度から室温程度までの、水和したゼオライトと脱水したゼオライトの両方の熱容量を測定もしくは推定し、その差をゼオライト水の熱容量としてエン트로ピーを算出している。これらの研究では、全てゼオライト水のエン트로ピーは、氷と自由水の中間の値となっている (表1)⁸⁾。一方、ゼオライト水の脱水エンタルピーを測定して、エン트로ピーを評価した論文¹³⁾もあるが、この値も、水のエン트로ピー値と大差ないものとなっている。前者は、方法が、水とゼオライトフレームワークの相互作用 (水和・脱水過程) を無視しており、相互作用が無いとの過程と同じであり厳密ではない。後者は、標準状態の水蒸気のエン트로ピー (25℃, 1気圧で $188.825 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$) を100℃の値と誤って導出し、したがって、平衡水蒸気圧を考慮していないなど、導出の過程に疑問がある¹⁴⁾。これらの値は、ゼオライト水が氷と水の中間の性質を持つべきであるという先入観に基づいて、方法や理論的検討が不十分なまま出された可能性がある。

厳密にゼオライト水のエン트로ピーを求めるには、

表1 ゼオライト中の水と関連物質のエントロピー⁸⁾

T/K	$S^\circ_{zw}/\text{JK}^{-1}\text{mol}^{-1}$	物質	T/K	$S^\circ_{zw}/\text{JK}^{-1}\text{mol}^{-1}$	物質
569.0	85.8	analcite	373.15	58.6	stilbite
660.0	97.2	analcite	373.15	59.8	laumontite
298.15	55.1	analcite	373.15	58.7	phillipsite
569	38.2	heulandite	373.15	62.3	gmelinite
298.15	57	clinoptilolite	373.15	62.4	chabazite
373.15	62.3	clinoptilolite	373.15	60.7	erionite
298.15	32	scolecite*	373.15	60.2	nordenite
298.15	50.5	heulandite	373.15	61.1	faujasite
373.15	59.0	heulandite	298.15	69.9	water
			273.15	41.5	ice**

* natrolite と同じ値

** 化学便覧のデータから計算

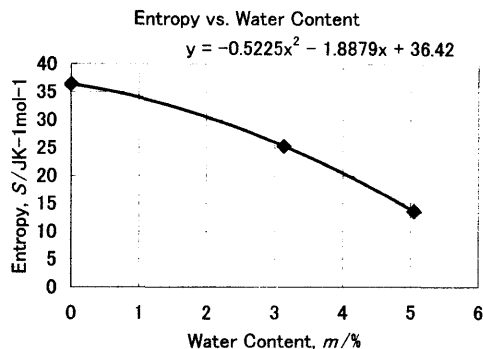


図3 Clausius-Clapeyron法で求められた、298 KにおけるMg50A型のゼオライト水のエントロピー。横軸は水の含水量（重量%）を示す

その温度の平衡水蒸気圧を求め、その時の微分エンタルピーを用いて算出する必要がある。前述のように、装置に常温を含む低温領域で水蒸気圧の測定をすることは結構困難があるが、あえて、これを行うと、図3のようになる。Mg50-A型ゼオライトの重量比5%脱水レベルで、 $13 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ となった。 $3 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ よりは大きい、さらに脱水が進むとエントロピーが低下する傾向を示している。

ゼオライトのフレームワークないしポイド内の水分子との相互作用が、エントロピー低下の主要原因であることは間違いない、なぜなら、この一連の実験の脱水操作では、ポイド中の全水分子の40%以上は残っており、陽イオンへの水の配位は、その残った水分子で十分行われていると考えるのが自然であ

り、その上に水和を行ったからである。そうすると、相互作用の大半は水素結合ということになる。勿論エントロピーの低下の原因には、ポイド内およびポイド間の配列の規則性も寄与するであろう。これらの詳細は、なお検討課題である。

5. カルノー効率を上げる方法としてのゼオライト水の利用

ゼオライト水のエントロピーが極めて低いことが分かってきた。それでは、これをどのように利用できるのだろうか。

一般に、機関の理想効率はカルノー効率で示される。

$$\eta = \frac{T_1 - T_2}{T_1} \quad (1)$$

T_1 , T_2 はそれぞれ、高温熱源、低温熱源の温度である。いかなる機関もこの簡単な式によって規定される効率を越えることはできない、また、 T_2 は、排熱温度と考えられるので、排熱する場所すなわち地球表面の常温付近と固定される。すなわち、 25°C 付近である。したがって、効率を上げうる唯一のパラメータは T_1 であり、 T_1 を上昇させることに、全ての技術が努力を集中してきたと言ってもよい。しかし、高温を得るためには、上質なエネルギー源を沢山使う結果を生み、日本などの先進国は高効率大量エネルギー消費国にならざるを得なかった。

カルノー効率を上げるためには、 T_2 をより低温に

することも有効なはずである。しかし、低温の物質は地球上の資源としては、極地の氷、深層海水など限られており、利用する場所から遠く隔たって存在するため、実際上利用できない。また、低温においては、物質は固体となり、蒸気圧も低くなるので、エネルギーを引き出すことが困難となる。何よりも、低温を作り出すためにエネルギーを大量に消費しなければならないのでは元も子もない。

このジレンマに対して、ゼオライト水は、1つの回答を与える。ゼオライトヒートポンプ(図1)のWRに接して、作業理想気体がカルノーサイクルの排熱過程を行うと考えれば、理解しやすい。低温の水または氷と平衡にある室温のゼオライト水の蒸気圧が、極めて低い事を意味し、その蒸気圧が温度 T_2 を決めていると考える。理論はともあれ、我々の実験によれば、簡単に -18°C が達成できた¹⁵⁾ので、機関の廃熱温度をこの温度まで下げる事は容易である。

もうひとつ重要な点は、このようにエントロピーの低い状態が、水蒸気との平衡により、実際に利用できる点である。エントロピーが低い場合、極低温を想定しがちであるが、一般の物質では、極低温では、蒸気圧が極めて低く、固体であって、エネルギーを引き出すのは容易でないと想像される。しかるに、ゼオライトでは、常温であり、水蒸気を平衡させる事を介して、エネルギーを取り出すことが容易にできる。また、 200°C 以下に加熱・脱水し、室温に冷却するという単純な操作により、ゼオライト水の状態を簡単に再生することができるのである。ということは、逆に見ると 25°C から 200°C 程度までの狭い温度域で、ゼオライト水がドラスティックな変化を受けるということである。

6. まとめ

ゼオライトを熱交換剤(材)の主役に抜擢する可能性について、論じてきた。現在幾つかのヒートポンプを試作し、次第に大型のものへと開発を進めている。その過程で、何故20年前に提案され、現在まで実用化が進まなかったのかを問われ、自分でも不思議に思ってきた。しかし、試行を重ねた結果、やっとその理由が明らかになってきた。Mg50-A型の熱交換能力が、従来の天然ゼオライト等に比べて2倍近いことを見つけたことも大きい。そのMg50-A型を用いても、装置がサイクル運転できなくなって

しまうことがある。この場合、装置内の蒸気圧、温度を丁寧に解析してみると、必ず、空気が進入し、水より前に、ゼオライトボイドを閉塞し、吸着を妨げたり、脱水過程で凝縮器やそこに至るパイプに先回りして、脱水した水蒸気の搬出を塞いでいたりしていることが分かった。要するにこの装置は、水-水蒸気-ゼオライト水のための系で運転可能なものであり、余計な空気などの存在は、邪魔どころか死活問題なのである。ゼオライトの研究者はこの事をよく理解できるはずであるが、ヒートポンプの開発者には中々理解しがたい点である。ゼオライト-水系ヒートポンプを空気中で運転しようという試みが嘗々と行われてきたが、ゼオライトと水の性質を理解していない最たるものと断言できる。シリカゲルなどのアモルファス系においても、同じ事が言えるのであるが、真空を保つのは結構大変な技術であり、 700 Pa 程度で満足していた技術を 10 Pa にせよというのは、かなり技術的なギャップがあるのであろう。したがって、バルブおよびジョイントシステムを、ゼオライトヒートポンプ用に最適なものにする開発が必要である。このことに関しては、ゼオライトの研究者は、全くの素人であろう。このように、ゼオライト-水系ヒートポンプの開発は、ゼオライトと機械装置の両分野の間で、つき詰めることなく取り残されてきたのであろう。

ゼオライトの側でも、「最適なゼオライトの探索」、「ヒートポンプ吸着剤用のゼオライトの設計と合成」、「天然ゼオライトのこの分野への利用」などは大きな課題である。

最後に、このシステムは、広範な熱交換システムとして利用できるばかりでなく、脱水能力を利用する、低温・凍結乾燥機などとしても、省エネルギー的に寄与できるはずであり^{7,16)}、多くの方々の協力で一日も早い実用化を見たいものである。

謝辞：この研究は、平成11年度から3年間で行われるNEDOの新エネルギー・産業技術創造型提案公募事業プロジェクトとして進められている。同時に平成11・12年度(財)中国技術振興センタープロジェクトとして研究会が組織され、援助されている。また(財)日本鉱業振興会から平成11年から3年間の研究助成により主として天然ゼオライトの利用に関して研究会を行っている。このような支援の下に、

本研究が行われ、研究会に参加されている多くの企業、行政機関、研究所、大学の方々の励ましや、援助に負う所が大きい、合わせて感謝する。

文 献

- 1) D. I. Tchernev, Natural Zeolites, L. B. Sand, and F. A. Mumpton (eds.), Pergamon, Oxford, 479 (1978).
- 2) D. I. Tchernev, Proc. 5th Int. Conf. on Zeolite, Rees, L.V.C. (ed.), 788 (1980).
- 3) T. Kasai *et al.*, *Mineral. J.* **17**[4], 170 (1994).
- 4) 溝田忠人, 中山則昭, 熱測定 **25**[3], 67-72 (1998).
- 5) T. Mizota *et al.*, *Thermochim. Acta* **266**, 331 (1995).
- 6) 溝田忠人, 応用鉱物学の新分野, 鉱物学雑誌 **28**[2], 47 (1999).
- 7) 溝田忠人, 資源処理技術 **46**[4], 225 (1999).
- 8) T. Mizota *et al.*, Proc. 13th IPCWS, Physical Chemistry of Aqueous Systems: Meeting the Needs of Industry (1999) (in press)
- 9) G. K. Johnson *et al.*, *Am. Mineral.* **67**, 736 (1982).
- 10) G. K. Johnson *et al.*, *Am. Mineral.* **68**, 1134 (1983).
- 11) G. K. Johnson *et al.*, *Am. Mineral.* **70**, 1065 (1985).
- 12) A. Howell *et al.* **10**, 525 (1990).
- 13) B. S. Hemingway and R. A. Robie, *Am. Mineral.* **69**, 692 (1984).
- 14) L. P. Van Reeuwijk, Mededelingen Landbouwhogeschool Wageningen, Nederland, 74 (1974).
- 15) 溝田忠人, 資源と素材 **115**, 195 (1999).

Hydration Heat and States of Zeolitic Water

— Aiming at the application of zeolites as a heat exchangers —

Tadato Mizota

Department of Advanced Materials Science and Engineering,
Faculty of Engineering, Yamaguchi University

Heat exchange ability of zeolitic water is now interested in many workers. The big total hydration heat of some zeolites enables potential applications as the zeolite-water heat pump system for effective use of low temperature heat sources such as waste heats and the solar energy. The thermodynamic background of the ability has been clarified in view of the low entropy state of the zeolitic water. The state of zeolitic water is discussed to be analogous to the states of materials at very low temperature which contributes to improve the Carnot efficiency of any thermal engines.

Keywords: Zeolite, Zeolitic water, Entropy, Enthalpy, Hydration, Heat pump, Carnot efficiency

《 解 説 》

円筒型ゼオライト膜モジュールの開発

近藤正和

三井造船株式会社 玉機技（開）膜

耐熱性、耐薬品性を有し、浸透気化および蒸気透過分離に優れた廉価な外表面にゼオライト膜を有する円筒状ゼオライト複合膜（外径 12 ϕ ，内径 9 ϕ ，長さ 800 mm）が創製され、モジュール化が検討された。従来の高分子膜モジュールではほとんど無視できた濃度分極と透過蒸気圧力損失が、ゼオライト膜の高選択透過性によりモジュール構造を決定する重要な因子となることが分かった。これら因子への対策を考慮した2種類のモジュールが構築された。両モジュールに用いられた円筒状複合膜は片端が封止処理され、他端が開放されている。ひとつは少流量処理用の二重円筒型膜モジュールで、片封止処理された膜が円管中に挿入され、二重円筒状構造のものである。もうひとつは多流量処理用の円筒型膜モジュールで、片封止処理されたゼオライト膜を両管板から所定ピッチ配列で交互に差し込まれ、片端で固定された構造である。両モジュールとも処理対象流体はこれらゼオライト膜の外側を流れ、膜透過した蒸気は膜の内側を通り開放された膜の他端から真空容器へ放出される。有機溶媒脱水用では、浸透気化および蒸気透過分離に使用され、すでに10基の実績がある。

1. はじめに

浸透気化法は水溶液・非水溶液を問わず、有機溶媒一般の混合物の分離を対象としたもので、膜材料と親和性の高い成分を選択的に透過させて、分離精製する手法である。原理上、蒸留法などで分離が困難な共沸混合物、近沸点混合物、あるいは熱変性しやすく熱分解しやすい物質などの分離精製¹⁾、産業廃水からフェノール等の有害物質の除去・回収^{2,3)}、さらにはバイオマス発酵などから得られる数%のアルコール水溶液の濃縮・分離^{4,5)}と幅広い応用が可能である。しかし、他の膜分離法と違い十分工業的に確立された技術ではなく、これからのいわば次世代の膜分離技術のひとつであるといえる。

最近、高価な多孔質アルミナ支持体上に浸透気化および蒸気透過において高い分離性能を有するZSM-5、NaA型、T型、フォジャサイト（X型とY型）、フェリエライト、モルデナイトなどのゼオライト膜の創製が報告されている⁶⁻¹²⁾ものの、これらの膜の実用化に関する報告はほとんど見あたらない。

ここで問題になるのが膜性能の評価法であろう。膜性能評価には研究の立場とエンジニアリングの立場があるようで、研究の立場において膜の測定基準および性能評価基準が未だ明確に定義されていないため、各研究者の間でも、同じ素材でありながら報告されている膜性能に、大きな差異が認められる。それに対し、エンジニアリングの立場で膜を選定する場合は、透過性と分離性に注目するものの、膜モジュールとしての分離精製に要するコストすなわち原単位、製造原価、エネルギー効率等が評価基準として明確に定義される¹³⁾。本開発では、ゼオライト膜を工業的に使用する目的であるので、膜の評価は明らかにエンジニアリングの立場で行わねばならない。

そこで、低廉な多孔質材料であるアルミナ、クリストバライトおよびシリカの異なる量で構成されるムライト質の多孔円筒状支持体上へのゼオライト製膜が検討され、アルミナ含有量の浸透気化膜分離特性への影響が調べられた。また、そのスケールアップも検討された。その結果、廉価なゼオライト膜の量産が可能となり、浸透気化および蒸気透過分離への適用が実現できた¹⁴⁻¹⁹⁾。これらの詳細は別紙に譲り、ここでは量産化された外表面にゼオライト膜を

有する円筒状ゼオライト複合膜（外径 12 ϕ ，内径 9 ϕ ，長さ 800 mm）実用化のためのゼオライト膜モジュールについて述べる。

2. 円筒型ゼオライト膜モジュール

有機、無機膜にかかわらず工業的に利用するための最少ユニットが膜モジュールである。浸透気化膜モジュールでは，“処理対象液中に高温の有機物が含まれる”，“原理上透過物が膜透過中に液から気相へ相変化するので，蒸発潜熱の補給が必要である”，“膜透過の駆動力が蒸気分圧のため，透過側の蒸気圧力損失を小さくせねばならない”など，他の膜法にはない制約がある。供給物が蒸気である蒸気透過膜モジュールの場合には，蒸発潜熱の補給は不必要である。従来の高分子膜モジュールでは，透過流束が低いためにモジュールの出入り供給液温度差のみを考慮すればよかったが，透過流束が高分子膜より

1 オーダー以上高いゼオライト膜では，モジュール化に際し濃度分極も配慮する必要が生じてきた。

開発されたゼオライト膜モジュールは，少流量処理用の二重円筒型膜モジュールと多流量処理用の円筒型膜モジュールで，上記制約への対処が配慮された構造と成っており，浸透気化および蒸気透過分離に使用できる。

2.1 二重円筒型膜モジュール

少量の処理対象物用に開発された二重円筒型膜モジュールは，片封止処理された膜を円管に挿入・二重円筒管とし，他端が開放されている。膜が直列に並ぶようその二重円筒管を交互に連絡配管された二重円管群が，真空容器に収められた構造である。図1はレンズ洗浄用IPAの精製用に実用化された蒸気透過膜分離用二重円筒型膜モジュールの概要および写真で，ゼオライト膜24本で構成されている。供給蒸気流速を早くし，濃度分極層の成長を抑える目的で，円管と円筒状膜外側の隙間を1 mm程度にし，供給蒸気は円管と円筒状膜外面の間を流れ，膜と親和性のある成分が主に膜の外面から内面に透過する。膜透過した蒸気は膜の内側を流れ，開放された膜片側から真空容器へ放出され，コンデンサーで凝縮される。なお，熱損失による供給蒸気の凝縮を防止するため，真空容器にヒーターが設けられている。

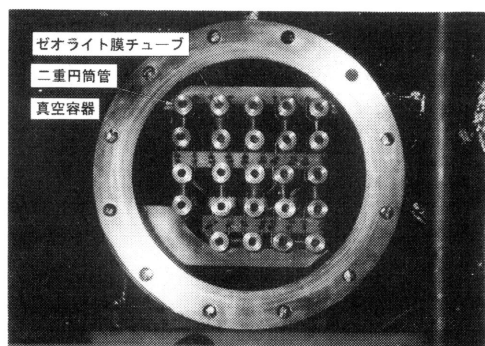
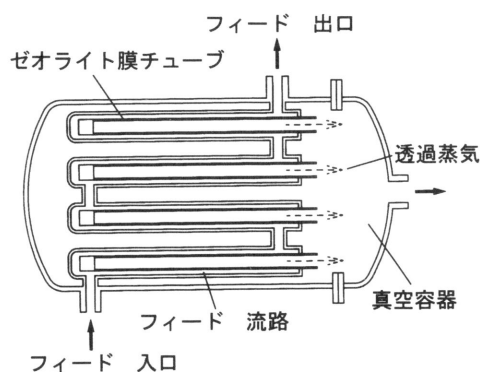


図1 二重円筒型膜モジュールの概要およびIPA精製用蒸気透過膜モジュール（90 wt% IPA 水溶液，10 l/h を 99.5 wt% 以上に精製）

2.2 円筒型膜モジュール

多量の処理対象物用に開発された円筒型ゼオライト膜モジュールは，ゼオライト膜の特徴を活かすために，片面が封止処理されたゼオライト膜を両管板から所定ピッチ配列で交互に差し込まれ，片端で固定された構造である。図2は有機溶媒脱水用に実用化された浸透気化膜分離用円筒型膜モジュールとその概要で，ゼオライト複合膜125本/モジュール，8モジュール/真空容器，2真空容器で構成されている。濃度分極の成長を抑えるため，処理対象流体は膜の外側を流れ，膜外側に設けられた欠円形の邪魔板で加速されかつ乱される。一方，透過物は膜内側を通り真空容器に集められ，コンデンサーで凝縮される。

3. おわりに

従来の高分子膜モジュールではあまり問題となら

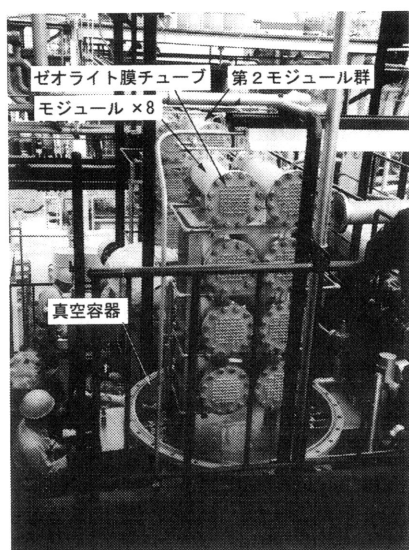
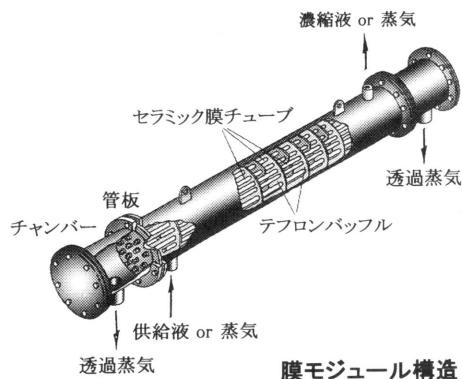


図2 円筒型膜モジュールの概要および有機溶媒脱水用浸透気化膜モジュール（含水10 wt% 溶剤，600 l/h を0.2 wt% 以下に脱水）

なかった供給側での濃度分極，透過側蒸気圧力損失が，ゼオライト膜のモジュール構築ではモジュール効率に影響する重要な因子となった。

これらの因子への対処を配慮した膜モジュール形態は，少流量処理用の二重円筒型膜モジュールと多

流量処理用の円筒型膜モジュールの二種類で，脱水用膜モジュールでは既に実用化されている。両膜モジュールとも浸透気化および蒸気透過分離に使用でき，従来の高分子膜では適用が難しいと考えられていた化学工業や薬品工業，石油精製等でも活用されると期待している。

文 献

- 1) H. L. Fleming, *Chem. Eng. Prog.*, July 1992, p.46.
- 2) M. Kondo and H. Sato, *Desalination* **98**, 147 (1994).
- 3) M. Kondo, *Maku (Membrane)* **20**, 194 (1995).
- 4) 吉川正和ほか，*高分子加工* **37**, 548 (1988).
- 5) 近藤正和，*高分子* **46**, 710 (1997).
- 6) N. Nishiyama, K. Ueyama, and M. Matsukata, *J. Chem. Soc., Chem. Commun.*, 1967 (1995).
- 7) H. Kita, *Maku (Membrane)* **20**, 169 (1995).
- 8) 松方正彦，*表面*, **34**, 385 (1996).
- 9) 松方正彦，*ゼオライト*, **14**, 3 (1997).
- 10) H. Kita, T. Inoue, H. Asamura, K. Tanaka, and K. Okamoto, *J. Chem. Soc., Chem. Commun.*, 45 (1997).
- 11) H. Kita, K. Tanaka, K. Okamoto, and M. Kondo, *Proc. Am. Chem. Soc., PMSE.*, **77**, 327 (1997).
- 12) H. Kita, *Maku (Membrane)* **23**, 62 (1998).
- 13) 近藤正和，第22回高分離機能材料研究会講演要旨集，高分子学会，Ed.24 (1996).
- 14) M. Kondo, J. Abe, Y. Morigami, Y. Matsuo, N. Miyake, H. Kita, and K. Okamoto, *Proc. of ICOM'96*, 390 (1996).
- 15) K. Okamoto, H. Kita, M. Kondo, N. Miyake, and Y. Matsuo, *US Pat.*, 5554286 (1996).
- 16) M. Kondo, M. Komori, H. Kita, and K. Okamoto, *J. Membr. Sci.*, **133**, 133 (1997).
- 17) M. Kondo, Y. Matsuo, Y. Morigami, and J. Abe, *Maku (Membrane)* **23**, 95 (1998).
- 18) M. Kondo, Y. Nakamura, M. Matsuda, and Y. Matsuo, *Proc. 4th Japan-Korea Symp. on Sep. Techn.*, 1049 (1996).
- 19) M. Kondo, Y. Morigami, H. Kita, and K. Okamoto, *Proc. 4th IUMRS Int. Conf. in ASIA* (1997).

Tubular Type Pervaporation Module using Zeolite Membrane

Masakazu Kondo

Mitsui Engineering and Shipbuilding Co. Ltd.,
Industrial Machinery Design Dept.

Pervaporation has attracted increasing attention as an effective and energy efficient technique for separation of azeotropic or close-boiling liquid mixtures. Polymeric membranes have been widely investigated for pervaporation of these liquid mixtures. However, practical application of polymeric membranes has been limited to dehydration of alcohols because of insufficiency of their thermal, mechanical and chemical stability.

The recent development of hydrophilic zeolite membranes, which were derived on the surfaces of porous tubular supports composed of mullite, α -alumina and cristobalite using the hydrothermal synthesis, have made it possible to overcome the above limitations of hydrophilic polymeric membranes. These membranes are available in the form of cylindrical tubes 12 mm in outer diameter, 9 mm in inner diameter and 800 mm in length.

Two tubular-type modules (double tube-type module, tubular-type module) with many pieces of zeolite membrane, which have high pervaporation performance and can be purchased at a low price, were designed in order to make the zeolite membranes viable for industrial application. These membranes used in the two modules are sealed at one end of a support tube. The double tube-type module is composed of a membrane inserted in the steel tube and group of these modules are put in a vacuum vessel. In the tubular-type module, membranes sealed at one end of a support tube are inserted alternatively at the designated pitch from both tube sheet and fixed at the tube sheet.

In both modules, solvents are fed to the outer side of the zeolite membrane and the permeated gaseous mixture through the inside of membrane is collected by condenser.

Keywords: Pervaporation, Vapor permeation, Zeolite membrane, Dehydration of solvents, Double tube-type module, Tubular-type module

《 レポート 》

ゼオライトフォーラムに参加して

エヌ・イー ケムキャット (株) 高木由紀夫

ゼオライトフォーラム『ゼオライトの明日を開く』が6月16日に東京都新宿区の工学院大学新宿校舎にて開催された。今回のフォーラムは、昨年度ゼオライト学会会長でいらした八嶋先生(東工大)の退官を記念して開かれたもので、参加者は講師8名を含め一般85名、学生61名、計146名と盛況であった。内容は多岐にわたり、複数分野と関連する講演も多く、ゼオライトの可能性の広がりを再度勉強することができた。

東大の大久保先生は「ゼオライトを集積場として用いた新規機能性材料の創出」と題し、Nd錯体を内部に含むFAUを溶媒に分散して得た液体レーザー素子が、液相系として最高の発光量子収率を達成されたことを講演された。

東工大の野村先生は「ゼオライト上への分子の吸着—赤外分光法による観測—」という題で、ブテンのゼオライト細孔内への吸着挙動を、IRのデータから明快に説明された。

早大の山崎先生は「ゼオライト鉱物学と応用の新展開」と題して、鉱物学におけるゼオライトの定義分類に関わる問題点を指摘され、「自然は手本である、鉱物は見本である」という哲学を話された。

東工大の馬場先生は「エチレン共存下での $\text{Ag}^+/\text{H-ZSM-5}$ によるメタンの転化反応」という題目で、メタ

ンを転化してC3から芳香族までを生成、 In/H-ZSM-5 はAg体よりもさらに高活性であることを講演された。

岐阜大の窪田先生は「有機SDAを用いる大孔径高シリカゼオライトの合成」との演題で、SDAの機能について話された後、設計したSDAを実際に用いて新規構造をもつゼオライトを合成されたことを説明された。

豊田中研の稲垣先生は「有機基を細孔壁内部に有するメソポーラス物質の合成」と題し、有機シランを用いて新規なメソポーラス物質を合成、しかも形態の制御まで行ったことをお話しになった。

東北大の大砂先生は「TEMによるミクロ・メソ多孔体の構造決定」に関する講演で、ゼオライトの骨格モデルを作る際のTEMの有効な使いかたについてご紹介いただいた。

早大の松方先生は「ゼオライトのCrystal Engineeringの可能性について」との題目で、ミクロからマクロに至る各スケールでの構造制御のお話を、異業種交流から得られた知見を交えて講演された。

今回のフォーラムでは、講師の先生方の広く深い知見に圧倒されると共に、大変参考になるお話をいただくことができた。

最後に、八嶋先生と本フォーラム世話人の帝京科学大難波先生、工学院大五十嵐先生、東工大小松先生に、この場をお借りして謝意を表します。



八嶋建明先生のごあいさつ



野村淳子先生の講演

《 レポート 》

第8回ゼオライト夏の学校レポート

東京大学 大学院工学系研究科 木島まどか, 脇原 徹

「第8回ゼオライト夏の学校」が6月30日から3日間、三重県の賢島で開催された。会場として提供して頂いた旭化成健保賢島保養所の部屋からは英虞湾が望め、勉強だけではもったいない素晴らしい環境であった。1日目は午後に、2・3日目は午前中に合計7件の講演があった。2日目の午後は自由時間の後、夕方からポスター発表会が催された。自由時間には、真珠の養殖地・英虞湾で遊覧フェリーに乗ったり、鳥羽水族館や伊勢神宮に出かけたりと見所の多い土地で観光を楽しむことができた。

講演時間は質疑を含め1件1時間半であったが、どの先生のご講演も内容の濃い興味深いもので、1時間半もあっという間であった。参加者に学生が多かったためか、基礎的事項の解説に始まり、研究をする上で大切なことや、研究のおもしろさを交え、最近のトピックスの紹介まで、いずれも大変勉強になる内容であった。多くの先生が強調されていたことであるが、この夏の学校を通じて、少しばかり「視野を広げる」ことができたと思う。

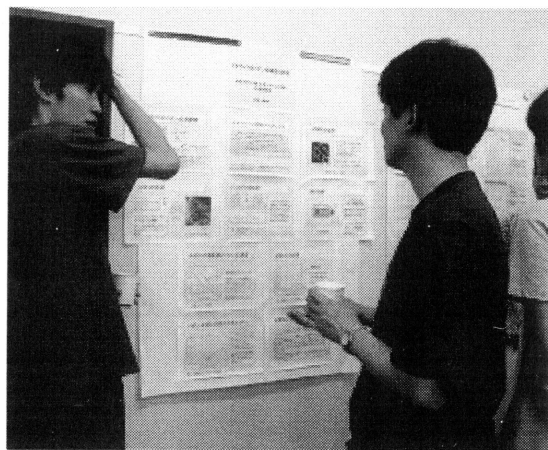
東ソー株式会社の板橋慶治先生は、“ゼオライトの結晶化と骨格内微細構造”という題で、ゼオライト骨格中のAl原子配列、同一のゼオライトの合成法による物性の違いなどに関して講演された。講演中に、同じゼオライトでも使用するSDAによって結晶内の欠陥の密度が異なり、熱的安定性など物性に大きな差異が生じるということが、先生の行われた数多くの実験の一例として紹介された。特に、新型フェリエライトの物性に関するお話は、合成をやっていない人にも大変興味深い内容であったであろう。

早稲田大学理工学部の黒田一幸先生は“メソポーラスシリカの合成と形態制御”という題で、FSM-16の発見からその応用、メソポーラスシリカの最近の展開について講演された。参加者に学生が多いことを考慮して、要旨とは少し内容を変え、「どうしてFSM-16を見つけたか」という裏話的なお話しや、「研究をする上での教訓」を交えてのご講演だった。

メソポーラスシリカの微粒子合成と香水への応用や、カネマイトから合成される新規メソポーラスシリカ「KSW-2」など、興味深い内容が盛りだくさんであった。

工業技術院電子技術総合研究所の岩崎晃先生は、“ゼオライト結晶成長の光学的測定について”という題で、光学顕微鏡によるZSM-5の結晶成長観察について講演された。光の干渉を利用することで、結晶成長の時間変化、双晶の発生などを直接観察するという興味深い内容であった。また、装置作製時の困難などについても言及され、実験の細かいノウハウから結果まで、貴重な講演を聴くことができた。

科技厅無機材質研究所の池田卓史先生は“Powder diffractionで見えるゼオライトの形”という題で、ゼオライトおよびゼオライト中の金属クラスター、吸着分子の構造を粉末X線回折、中性子線回折を用いて解き明かす手法について講演された。解析手法は非常に難しそうではあるが、より精密な手法を用いデータのもつ情報を最大限に引き出していくと、LTA中のKクラスターや $\text{AlPO}_4\text{-5}$ 中のTEA分子のとり3次元構造が電子の広がりというレベルで「絵



熱心なポスター発表の様子



講師の先生方と参加者

に描ける」ことがわかり、非常に興味深かった。

千葉大学理学部の金子克美先生は“ナノ制約空間中の分子系の科学”という題で、主にマイクロ孔内における、分子の吸着状態、特異的な配向構造について講演された。ゼオライトと同じくマイクロ孔をもつ活性炭素繊維の細孔内には深い相互作用ポテンシャルがあり、Xeがクラスター構造をとったり、水やアルコールが固体と似た構造をとったりする可能性について説明された。

名古屋大学大学院工学研究科の服部忠先生は“吸着支配拡散と形状支配拡散NO選択還元反応におけるゼオライト細孔内拡散の影響”という題で、ゼオ

ライト細孔中における炭化水素化合物によるNO還元について講演された。反応工学の基礎知識から、ゼオライト細孔内拡散の特異性まで、本来なら難しい講義を分かりやすく説明された。特に、ゼオライト細孔中の分子拡散の活性化エネルギーは反応の活性化エネルギーより大きくなるという知見は興味深いものであった。

旭化成工業の角田隆先生は“ゼオライト触媒における低級オレフィンの接触転化”という題で、企業における触媒開発において生じた問題とその解決策について講演された。実験室レベルでは触媒活性などひとつの性能だけに着目しがちだが、工業の利用においては様々な問題の全てを解決する必要があることを強調された。その大変さとともに、改善した触媒が実際のプラントで役に立つという、企業ならではの面白さを垣間見ることができた。

2日目の夕方のポスター発表に関して、セッション開始前の簡単な研究紹介の後、活発な議論が行われた。ポスター発表は9件行われた。ジュース（ビール）片手に、親睦を深めながら新鮮な知識に触れることができ、貴重な体験をすることができた。この夕食前の熱意あるディスカッションは、その後の夕食、懇親会へと引き継がれていった。

最後にすばらしい会場、設備を提供して頂きました旭化成健保賢島保養所、講師の先生方、本会を企画して頂いた世話人の佐野庸治先生、角田隆先生に感謝申し上げます。

お知らせ**第16回ゼオライト研究発表会**

第16回ゼオライト研究発表会を、下記要領で、東京の早稲田大学国際会議場で開催いたします。ゼオライトおよびその類縁化合物の基礎と応用の新たな展開を志向します。充実した研究発表と活発な討論の場となりますよう、多数の研究者・技術者の御参加をお願いします。この機会に奮ってご参加下さい。

主 催 ゼオライト学会

共催等 (順不同) 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, 日本セラミックス協会, 日本地質学会, 日本粘土学会, 有機合成化学協会

日 時 平成12年11月21日(火), 22日(水)

会 場 早稲田大学国際会議場(東京都新宿区西早稲田1-20-14, TEL 03-5286-1755) 会場までの地図は <http://www.rise.waseda.ac.jp/sympo/kaigijo.html> をご覧下さい。

テーマ ゼオライトおよびその類縁化合物に関連した基礎から応用まで

登録費 会員(主催ならびに共催等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属する人を含む) 5,000円, 学生 2,000円, 非会員 8,000円(予稿集代を含む。当日申し受けます。)

予稿原稿締切 10月16日(月)

懇親会 11月21日(火) 18:00より, 早稲田大学大隈ガーデンハウス (<http://www.waseda.ac.jp/koho/guide/nisiw.html>) にて。会費 5,000円(学生 2,000円)

講演の種類 1) 特別講演(11月21日) 15:30-16:30 福島喜章氏(豊田中研)「有機/無機ハイブリッド材料の展開」, 16:30-17:30 河村雄行氏(東工大院理工)「分子動力学法とモンテカルロ法によるゼオライトの構造と物性のシミュレーション」, 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。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)

お願い 発表使用機器: OHPに限ります。

問い合わせ先

会場の場所, 交通機関について

松方正彦(早稲田大学 理工学部 応用化学科 FAX. 03-5286-3850, e-mail: mmatsu@mn.waseda.ac.jp)

上記以外の件について

小松隆之(東京工業大学 大学院理工学研究科 化学専攻 FAX. 03-5734-2758, e-mail: komatsu@chem.titech.ac.jp)

プログラム

第一日目 11月21日 (火)

午前の部

A会場	B会場	C会場
<p>(9:30～)</p> <p>A1 A及びX中のAgIクラスターの電子状態と吸着状態に及ぼすホスト-ゲスト相互作用の寄与 (物質研・無機材研) ○小平哲也・池田卓史</p> <p>A2 ZK-4中の金属クラスターの電子状態と構造 (物質研・無機材研・Institute of Nuclear Chemistry and Technology・Hannam大) ○小平哲也・池田卓史・Jacek Michalik・Jong-Sung Yu</p> <p>A3 ジアミンをテンプレートとする新規アルミノホスフェートの合成と結晶構造 (ETH Zurich・物質研・CNRS触媒研) ○前田和之・Christian. Baerlocher・Stefano Caldarelli・Alain Tuel</p> <p>(10:30～)</p> <p>A4 Yゼオライトを鋳型として調製した炭素の長周期的規則構造について (東北大反応研) ○馬志新・京谷隆・富田彰</p>	<p>(9:30～)</p> <p>B1 メソリン酸ジルコニウム多孔体の合成と性質 (上智大理工) ○小澤貴子・安藤淳子・瀬川幸一</p> <p>B2 Synthesis of crystallized mesoporous material of zirconium and niobium mixed oxide (東工大資源研・CREST) ○魯大凌・リビョンジン・野村淳子・堂免一成</p> <p>B3 遷移金属酸化物を混合した複合系メソポーラス酸化物の合成 (東工大資源研・CREST) ○高原佳子・魯大凌・野村淳子・堂免一成</p> <p>(10:30～)</p> <p>B4 結晶構造を有するメソポーラス物質の合成及びキヤクタリゼーション (東工大資源研・CREST) ○リビョンジン・魯大凌・野村淳子・堂免一成</p>	<p>(9:30～)</p> <p>C1 HeulanditeにおけるAl-Si規則分布 (早大理工・静岡理工科大・豊橋技科大) ○山崎淳司・山崎誠志・高石哲男</p> <p>C2 クリノプロクロライトにおけるAl-Si規則分布 (静岡理工科大・早大理工・豊橋技科大) ○山崎誠志・山崎淳司・高石哲男</p> <p>C3 総ブリッカー分子：結晶構造, モルフォロジーの支配因子 (豊橋技科大・早大理工・静岡理工科大) ○高石哲男・山崎淳司・山崎誠志</p> <p>(10:40～)</p> <p>C4 量子分子動力学計算によるイオン交換ゼオライトへの分子吸着挙動 (東北大院工・広島国際学院大工) ○谷島健二・植田裕介・高見誠一・久保百司・宮本明・今村 詮</p>

<p>A5 ベータゼオライトのリアルミネーションに及ぼすpHの影響 (北陸先端大・東ソー) ○水野龍一郎・近江靖則・縄田慎也・福島利久・魚住俊也・佐野庸治</p> <p>A6 層状マンガン酸化物/粘土ナノ複合体の合成ならびに特性 (秋田大工学資源) ○成田修司・布田潔・村上賢治・松永利昭・中田真一</p> <p>A7 マイクロ波加熱による$\text{AlPO}_4\text{-H}_1$、およびH_3の迅速合成 (四国計測・広島大工・工技院四工研・CREST) ○國井勝之・植原和宏・加納博文・山中昭司</p>	<p>B5 Mesoporous titanium phosphate molecular sieves (豊田中研) ○Asim Bhaumik・稲垣伸二</p> <p>B6 SBA-1メソポーラスシリカの合成 (横国大工) ○車順愛・辰巳敬</p> <p>B7 AISBA-15の調製とその触媒性能 (北陸先端大) ○角谷定宣・近江靖則・魚住俊也・佐野庸治</p>	<p>C5 赤外分光法を用いたゼオライト細孔内へのアルカン及びアルケンの吸着の検討 (東工大資源研) ○依田英介・野村淳子・若林文高・堂免一成</p> <p>C6 ゼオライトのリチウムイオン伝導性の評価 (東大院工) ○河津泰幸・大久保達也</p> <p>C7 4Aゼオライトの誘電特性と緩和過程 (豊橋技科大) 石丸一志・○大串達夫</p>
午後の部		
A会場	B会場	C会場
<p>(13:00~)</p> <p>A8 TMA含有新規層状ケイ酸塩—合成条件の検討— (アマチャムファーマシアバイオテック・無機材研・物質研) ○秋山義勝・池田卓史・清住嘉道・水上富士夫</p>	<p>(13:00~)</p> <p>B8 MFIゼオライトのアルカリ溶解溶液からのメソポーラス物質の合成 (早大理工) ○小倉賢・菊地英一・松方正彦</p>	<p>(13:00~)</p> <p>C8 総ゼオライト三次元フレームワークのコンピュータモデリング (群馬大工) ○佐藤満雄</p>

A会場	B会場	C会場
<p>A9 TMA含有新規層状ケイ酸塩からの固相法によるゼオライト合成 (アマシヤム ファルマシア バイオテック・無機材研・物質研・日大工) ○清住嘉道・池田卓史・秋山義勝・水上富士夫・西出利一</p> <p>A10 TMA含有新規層状ケイ酸塩派生体の精密構造解析 (アマシヤム ファルマシア バイオテック・無機材研・物質研・日大工) ○池田卓史・秋山義勝・清住嘉道・水上富士夫・高橋知子・西出利一</p>	<p>B9 ポストシンセシスによるメソ多孔体の細孔径制御 (JCI・豊田中研・岐阜大工・横国大工) ○後藤康友・福岡喜章・大久保貴子・今田安紀・窪田好浩・杉義弘・辰巳敬</p> <p>B10 CnTMAおよびCnTEA界面活性剤を用いたカネマイトー有機メソ構造体の合成 (早大理工) ○伊藤大悟・木村辰雄・黒田一幸</p>	<p>C9 粒子照射によるゼオライトの構造変化 (JFCC) ○佐々木優吉・鈴木敏之</p> <p>C10 ヒドロキシラジカルの発現性に対する磁力の影響力のゼオライト成型体での検証 (宇都宮大工) ○戸部大輔・高寄祐圭</p>
<p>(14:00~)</p> <p>A11 Imidazole系鋳型物質を用いたAl-P-O系物質の合成 (東大理工・東北大院理) ○高島淳矢・杉山和正・田賀井篤平・寺崎 治</p> <p>A12 クリノプロライトの生成領域の検討 (島根大総理工) ○小川秀大・石井 亮・田中秀和・樋野良治</p> <p>A13 80℃におけるCr-Al Gismondineの合成 (東邦大理) ○金沢信之・甲木和子・山本育宏・吉野諭吉</p>	<p>(14:00~)</p> <p>B11 種々の有機基を細孔壁内部に有するメソポーラスシリカの合成 (豊田中研) ○関 土友・稲垣伸二</p> <p>B12 ミクロメソ孔二元細孔多孔体の合成と分離特性 (豊田中研) ○宮澤浩司・稲垣伸二</p> <p>B13 水吸着による有機基含有MCM-41の物性評価に関する研究 (東大工・横国大工) ○五十嵐直子・辰巳 敬</p> <p>B14 均一メソポーラスシリカ壁の構造解析 (愛媛大工・東工大院理工) ○大川政志・山口力・河村雄行</p>	<p>(14:00~)</p> <p>C11 カリウムに富む火山ガラスのゼオライト低温合成 (地質調査所) ○谷口政碩</p> <p>C12 天然ワイラケ沸石の結晶構造の再検討 (地質調査所) ○谷口政碩</p>

井深ホール

特別講演

(15:30～) 有機/無機ハイブリッド材料の展開 (豊田中研) 福嶋喜章

(16:30～) 分子動力学法とモンテカルロ法によるゼオライトの構造と物性のシミュレーション (東工大院理工) 河村雄行

懇親会

(18:00～) 早稲田大学大隈ガーデンハウスにて

第二日目 11月22日 (水)

午前の部

A会場	B会場	C会場
<p>(9:00～)</p> <p>A14 固相法による配向ゼオライト膜の作製 (日大工・物質研) ○濱津隆史・西出利一 清住嘉道・水上富士夫</p> <p>A15 Preparation of oriented MOR membrane on porous α-alumina tube (早大理工) ○G. Li・菊地英一・松方正彦</p> <p>A16 ゼオライト膜を用いた気体分離に関する 計算化学的検討 (東北大院工・広島国際学院大工) ○小林 泰則・黒岩善徳・高見誠一・久保百司・宮 本 明</p>	<p>(9:00～)</p> <p>B15 アルカリ金属カチオン交換ゼオライト細 孔内に吸着したケトンへの光化学過程とその 分子軌道計算による検討 (阪府大工) ○山下弘巳・高田真吾・波田 雅彦・中辻博・安保正一</p> <p>B16 HZSM-5の新鋭点モデル (JST・理研PDC・東北大院理) ○仙洞田洋 子・高橋まさえ・吉良満夫</p> <p>B17 アミノプロピル修飾シリケート類の合成 と塩基触媒活性 (岐阜大工) 河津幸子・○窪田好浩・今田 安紀・杉義弘</p>	<p>(9:00～)</p> <p>C13 Au(I)ZSM-5の吸着特性—Cu(I)および Ag(I)ZSM-5のそれとの比較— (岡山大理) ○太西秀男・黒田泰重・吉川 雄三・熊代良太郎・長尾真彦</p> <p>C14 NaYゼオライトに対するトリフロロメタ ンの吸着 (埼玉大理) ○村田光宏・石渡光正・吉田 俊久</p> <p>C15 AlPO_4系ミクロポーラスタルの水 吸着特性 (広島大工・四国計測・CREST) ○榎原和 宏・國井勝之・山中昭司</p>

A会場	B会場	C会場
<p>(10:00～)</p> <p>A17 電気泳動法によるFAU型ゼオライト膜の合成と評価 (岡山大環境理工) ○清泉崇広・松田元秀・三宅通博</p> <p>A18 ナノサイズゼオライト細孔内におけるネオジム錯体の合成と液体中での強発光 (東大院工・科技団さきがけ21・阪大院工) ○大久保達也・中澤徹・梁宗範・長谷川靖哉・和田雄二・柳田祥三</p> <p>A19 Faujasiteナノ粒子の合成 (東大院工) ○白土智志・大久保達也</p>	<p>(10:00～)</p> <p>B18 四級アンモニウム-シリケート複合体を触媒とするKnoevenagel反応 (岐阜大工) 西崎祐輔・○窪田好浩・今田安紀・杉義弘</p> <p>B19 Fe-ZSM-5を用いたNO_xの選択的還元反応: Fe²⁺サイトと共存ガスとの相互作用について (上智大理工) ○西田忠史・瀬川幸一</p> <p>B20 CH₄-SCRにおけるPd/ゼオライトの安定性に対する共存カチオンの影響 (早大理工) 小倉賢・○下條智子・鹿毛晋・大場淳子・松方正彦・菊地英一</p>	<p>(10:00～)</p> <p>C16 アンモニア吸着熱測定によるフッ素イオン添加法モルデナイトの特性化 (豊橋技科大工・東ソー) ○松本明彦・板橋慶治・加藤正直・堤和男</p> <p>C17 Salt-bearing LSXの調製と窒素吸着特性 (東ソー) ○吉田智・原田敦・神岡邦和・中野雅雄</p> <p>C18 Si/Al比の異なるFAU型ゼオライトに対する窒素・酸素の吸着挙動 (東北大院工・石巻専修大理工) ○田中倫生・斉藤宏秋・山崎達也・山田宗慶</p>
<p>(11:00～)</p> <p>A20 カチオン系ポリマー存在下におけるゼオライトYの合成 (龍谷大理工) ○松本集・藤井一樹・後藤義昭</p> <p>A21 有機基骨格を持つゼオライトの合成 (東大院工・横国大工) ○山本勝俊・高橋要子・辰巳敬</p>	<p>(11:00～)</p> <p>B21総 ゼオライトの酸点との相互作用によるPdOクラスターの安定化 (鳥取大工) ○奥村和・天野次朗・丹羽幹</p> <p>B22 フロン分解触媒の反応機構に関する計算化学的検討 (東北大院工・広島国際学院大工) ○植田裕介・谷島健二・高見誠一・久保百司・宮本明・今村詮</p>	<p>(11:00～)</p> <p>C19 ジオールで修飾したFSMの細孔内におけるクロロフィルbからaへのエネルギー移動 (早大理工) ○村田修作・古川博康・黒田一幸</p> <p>C20 ゼオライトによる蛋白質の吸着 (物質研) ○松井雅義・清住嘉道・水品善之・水上富士夫・坂口謙吾</p>

<p>A22 SDAの異なるハイシリリカFER型ゼオライトの合成と特性 (東ソー) ○弘中基裕・板橋慶治・中野雅雄</p>		<p>C21 N-(2-aminoethyl)-3-aminopropyltrimethoxysilaneで表面修飾されたメソポーラスシリカによるCrO_4^{2-}の選択的吸着 (横国大工) ○横井俊之・辰巳敬・吉武英昭</p>
午後の部		
<p>A会場</p>	<p>B会場</p>	
<p>(13:00～) A23総 水熱合成したMFI型ゼオライトのナノスケールの形態とその触媒活性 (早大理工) 松方正彦・○稲垣怜史・松永育子・嵯峨亜希子・菊地英一 A24 DGC法によるMCM-22の合成 (早大理工) 松方正彦・○星野正大・菊地英一</p>	<p>(13:00～) B23 ゼオライト触媒を用いたカルボニル縮合 (東工大院理工) ○三橋雅人・小松隆之・八嶋建明 B24 Hydration of cyclopentene over MCM-22 catalysts (横国大工) ○Duangamol Nuntasri・呉鵬・辰巳敬 B25 Pt担持MoO_3の水素還元による多孔性MoO_xの生成 (北見工大) 松田 剛・坂上寛敏・○高橋信夫 (14:00～) B26 FSM-16メソ細孔の官能基修飾による固定化金属錯体の調製と触媒反応 (北大触セ) ○藤嶋佳子・福岡 淳・市川勝</p>	
<p>A25 TEOS-TPABr-NaOH-H_2O系からのシリカライト生成・成長過程の観察 (早大理工・日本ガイシ) 松方正彦・○館野潤子・村田 進・富田俊弘・菊地英一 (14:00～) A26 炭素細孔空間を利用したZSM-5の合成とそのキャクタリゼーション (郡馬大工) ○尾崎純一・高橋和宏・大谷朝男・佐藤満雄</p>		

A会場	B会場
<p>A27 フッ素イオン存在下における高シリカゼオライトの合成 (物質研) ○鈴木邦夫・浜川 聡・早川 孝・村田和久</p> <p>A28 固相法によるゼオライト合成におけるアルカリ金属イオンの添加効果 (日大工・物質研) ○中島絃子・西出利一 清住嘉道・水上富士夫</p>	<p>B27総 メソ細孔を利用した金属ナノ細線の合成と触媒作用 (北大触セ) ○福岡 淳・市川 勝</p> <p>B28 メソ細孔内バイメタリックナノ細線の合成、構造と触媒反応 (北大触セ・豊田中研) ○坂本 謙・福岡 淳・稲垣伸二・福岡喜章・市川 勝</p>
<p>(15:10～)</p> <p>A29 シリカライト単結晶の合成 (九大院総理工) ○大西秀和・平良昌紀・甲斐伸二・松田春彦・小島邦裕・吉田 章</p>	<p>(15:10～)</p> <p>B29総 硫黄化合物を用いるメソポーラスシリカ触媒の高活性化 (室蘭工大) ○J. K. A. Dapaah・上道芳夫・杉岡正敏</p>
<p>A30 Lerner法によるZSM-5合成法の検討 (防衛大応化) ○那須野智美・西 宏二・横 森慶信</p>	<p>B30 AIMCM-41を共触媒に用いたオレフィン重合 (北陸先端大) ○新見恒人・椿 新吾・近江 靖則・魚住俊也・佐野庸治</p>
<p>A31 シリカライト1における合成温度の形態への影響 (同志社大工) ○小西直哉・森 康維</p>	<p>B31 メソポーラスシリカを用いる有機合成反応—FSM-16によるアリアルメルメチルハライド類の光反応— (岐阜薬科大・豊田中研) 伊藤彰近・○児玉朋寛・稲垣伸二・正木幸雄</p>
<p>A32 層状ニオブ酸塩$K_4Nb_6O_{17}$層表面におけるシアニン色素の配列 (早大理工・早大教育・科技団さきがけ) ○宮元展義・黒田一幸・小川 誠</p>	<p>B32 ゼオライト担持Co硫化物の分散性と触媒特性: ゼオライト組成依存性 (島根大総理工) ○久保田岳志・岡本英哲・小林徹也・岡本康昭</p>

タイトルサービス

MICROPOROUS AND MESOPOROUS MATERIALS

Vol. 37 No. 1-2

May 2000

Influence of zeolite factors affecting zeolitic acidity on the propane aromatization activity and selectivity of Ga/H-ZSM-5

V. R. Choudhary, K. Mantri and C. Sivadinarayana	1
Growth of ZSM-5 films on alumina and other surfaces	9
R. Lai, Y. Yan and G. R. Gavalas	9
Siliceous mesoporous molecular sieves derived from crown ether surfactants	21
C. Danumah, S. M. J. Zaidi, G. Xu, N. Voyer, S. Giasson and S. Kaliaguine	21
A calorimetric investigation of CO, N ₂ , and O ₂ in alkali-exchanged MFI	33
S. Savitz, A. L. Myers and R. J. Gorte	33
One-step synthesis of high capacity mesoporous Hg ²⁺ adsorbents by non-ionic surfactant assembly	41
J. Brown, R. Richer and L. Mercier	41
Supercritical processing of functionalized size selective microporous materials	49
Y. Shin, T. S. Zemanian, G. E. Fryxell, L.-Q. Wang and J. Liu	49
Synthesis and characterization of zeolite beta containing oxide clusters of antimony and vanadium	57
W. Li, L. Luo, H. Yamashita, J. A. Labinger and M. E. Davis	57
Synthesis of A-type zeolite membrane using a plate heater and its formation mechanism	67
S. Yamazaki and K. Tsutsumi	67
Molten-salt method for the synthesis of zeolitic materials. I. Zeolite formation in alkaline molten-salt system	81
M. Park, C. L. Choi, W. T. Lim, M. C. Kim, J. Choi and N. H. Heo	81
Molten-salt method for the synthesis of zeolitic materials. II. Characterization of zeolitic materials	91
M. Park, C. L. Choi, W. T. Lim, M. C. Kim, J. Choi and N. H. Heo	91
In situ zeolite Na-X coating on glass fibers by soft solution process	99
K. Okada, K. Kuboyama, T. Takei, Y. Kameshima, A. Yasumori and M. Yoshimura	99
Contrasting effects of γ -irradiation on the role of sorbed water assisting the protonic conduction in US-HY zeolite	107
M. B. Sayed	107
Coordination and properties of cobalt in the molecular sieves CoAPO-5 and -11	117
J. Poner, J. Ejka, J. Ddeck and B. Wichterlová	117
RUB-23: a new microporous lithosilicate containing spiro-5 building units	129
S. H. Park, P. Daniels and H. Gies	129
Preparation of microporous membranes by TEOS/O ₃ CVD in the opposing reactants geometry	145
S. Nakao, T. Suzuki, T. Sugawara, T. Tsuru and S. Kimura	145
The synthesis and characterisation of JBW-type zeolites. Part A: Sodium/potassium aluminosilicate, Na ₂ K[Al ₃ Si ₃ O ₁₂]·0.5H ₂ O	153
A. M. Healey, G. M. Johnson and M. T. Weller	153
The synthesis and characterisation of JBW-type zeolites. Part B: Sodium/rubidium aluminogermanate, Na ₂ Rb[Al ₃ Ge ₃ O ₁₂]·H ₂ O	165
A. M. Healey, P. F. Henry, G. M. Johnson, M. T. Weller, M. Webster and A. J. Genge	165
Energetics of formation and hydration of ion-exchanged zeolite Y	175
S. Yang and A. Navrotsky	175
Characterization of the microporosity of chromia- and titania-pillared montmorillonites differing in pillar density. I. Adsorption of nitrogen	187
M. Sychev, T. Shubina, M. Rozwadowski, A. P. B. Sommen, V. H. J. De Beer and R. A. van Santen	187

Honeycomb monoliths of activated carbons for effluent gas purification	
M. Yates, J. Blanco, P. Avila and M. P. Martin	201
Study of the coordination of Cu^{2+} in zeolite Y: Interaction with water and ammonia	
A. Delabie, K. Pierloot, M. H. Groothaert, B. M. Weckhuysen and R. A. Schoonheydt	209
Enhanced n-hexane diffusion in partially filled MCM-41 of different surface hydrophobicity probed by NMR	
F. Courivaud, E. W. Hansen, S. Kolboe, A. Karlsson and M. Stöcker	223
Cd-exchanged heulandite: symmetry lowering and site preference	
J. Stolz, P. Yang and T. Armbruster	233
A review of zeolite-like porous materials	
Y. Ma, W. Tong, H. Zhou and S. L. Suib	243

MICROPOROUS AND MESOPOROUS MATERIALS

Vol. 37 No. 3

June 2000

Diffuse reflectance infrared and temperature-programmed decomposition studies of (η^6 -benzene)tricarbonylchromium(0) and (η^6 -anisole)tricarbonylchromium(0) on NaX zeolite	
W. M. Shirley and S. P. Scoville	271
Tailoring the pore size of mesoporous sulfated zirconia	
D. J. McIntosh and R. A. Kydd	281
Synthetic investigation of CIT-5 catalyst	
Y. Kubota, S. Tawada, K. Nakagawa, C. Naitoh, N. Sugimoto, Y. Fukushima, T. Hanaoka, Y. Imada and Y. Sugi	291
Large-pore molecular sieve MnAPO-50: synthesis, single-crystal structure analysis and thermal stability	
N. N. Tuar, A. Risti, A. Meden and V. Kaui	303
Microporous 18 Å Al-pillared vermiculites: preparation and characterization	
F. J. del Rey-Perez-Caballero and G. Poncelet	313
Factors affecting the preparation of alumina pillared montmorillonite employing ultrasonics	
S. P. Katdare, V. Ramaswamy and A. V. Ramaswamy	329
NH_4^+ , Cu^{2+} , Zn^{2+} , Cd^{2+} and Pb^{2+} exchange for Na^+ in a sedimentary clinoptilolite, North Sardinia, Italy	
A. Langella, M. Pansini, P. Cappelletti, B. de Gennaro, M. de' Gennaro and C. Colella	337
The effect of digestion on the surface area and porosity of alumina	
G. K. Chuah, S. Jaenicke and T. H. Xu	345
Effect of preparation conditions on the porous properties of coprecipitated Al_2O_3 - SiO_2 xerogels synthesized from aluminium nitrate nonahydrate and tetraethylorthosilicate	
K. Okada, T. Tomita, Y. Kameshima, A. Yasumori, T. Yano and K. J. D. MacKenzie	355
Studies on natural STI zeolite: modification, structure, adsorption and catalysis	
J. Li, J. Qiu, Y. Sun and Y. Long	365
Synthesis of TS-1 in fluoride medium. A new way to a cheap and efficient catalyst for phenol hydroxylation	
J. L. Grieneisen, H. Kessler, E. Fache and A. M. Le Govic	379

MICROPOROUS AND MESOPOROUS MATERIALS

Vol. 38 No. 1

July 2000

Editorial. Microporous and mesoporous membranes and membrane systems	
M. Stöcker	1
Zeolite membranes - state of their development and perspective	
J. Caro, M. Noack, P. Kölsch and R. Schäfer	3

Faujasite-type films synthesized by seeding	
M. Lassinantti, J. Hedlund and J. Sterte	25
Preparation of transparent thin films of lamellar, hexagonal and cubic silica-surfactant mesostructured materials by rapid solvent evaporation methods	
M. Ogawa and N. Masukawa	35
Synthesis and permeation studies of ferrierite/alumina composite membranes	
T. Matsufuji, S. Nakagawa, N. Nishiyama, M. Matsukata and K. Ueyama	43
The effect of seed size on the growth of silicalite-1 films on gold surfaces	
V. Engström, B. Mihailova, J. Hedlund and A. Holmgren, J. Sterte	51
Transport properties of alumina-supported MFI membranes made by secondary (seeded) growth	
G. Xomeritakis, S. Nair and M. Tsapatsis	61
Direct observation of the formation process of silicalite films on various substrates	
A. Iwasaki, T. Sano and Y. Kiyozumi	75
Permeation of linear and branched alkanes in ZSM-5 supported membranes	
B. Millot, A. Méthivier, H. Jobic, H. Moueddeb and J. A. Dalmon	85
Oriented films of mesoporous MCM-41 macroporous tubules via pulsed laser deposition	
K. J. Jr. Balkus, A. S. Scott, M. E. Gimon-Kinsel and J. H. Blanco	97
Preparation and characterization of oriented MAPO-39 membranes	
L. Washmon-Kriel and K. J. Jr. Balkus	107

MICROPOROUS AND MESOPOROUS MATERIALS

Vol. 38 No. 2-3

August 2000

Synthesis of aluminophosphate and derived materials with the ZON structure-type	
L. Sierra, J. Patarin and J. L. Guth	123
Vapor phase ethylation of naphthalene with ethanol over molecular sieve catalysts	
G. Kamalakar, M. R. Prasad, S. J. Kulkarni, S. Narayanan and K. V. Raghavan	135
Adsorption studies with gmelinite zeolites containing mono-, di- and tri-valent cations	
O. Chiyoda and M. E. Davis	143
Synthesis of free-standing chabazite-type films	
H. Lee and P. K. Dutta	151
Characterization of Fe ²⁺ -containing natural clinoptilolite and its interaction with saccharides	
B. Concepción-Rosabal, J. Balmaceda-Era and G. Rodríguez-Fuentes	161
Chemical, structural, and catalytic characteristics of Al-MCM-41 prepared by pH-controlled synthesis	
B. Lindlar, A. Kogelbauer and R. Prins	167
Synthesis and characterization of Mu-14: an aluminosilicate zeolite with ITE-type topology	
V. Valtchev, J.-L. Paillaud, T. Lefèbvre, D. Le Nouen and H. Kessler	177
Adsorption behavior of some gas molecules in Ω -zeolite pores	
T. Yamazaki, H. Nishimura and S. Ozawa	187
Influence of coke on the acid properties of a USHY zeolite	
H. S. Cerqueira, P. Ayrault, J. Datka and M. Guisnet	197
A microscope FTIR mapping study on diffusion of hydrocarbons in single silicalite crystal particles	
Y. S. Lin, N. Yamamoto, Y. Choi, T. Yamaguchi, T. Okubo and S.-I. Nakao	207
Deactivation of medium pore zeolite catalysts by butadiene during n-butene isomerization	
G. D. Pirngruber, K. Seshan and J. A. Lercher	221
ZSM-5 membrane synthesis with organic-free mixtures	
R. Lai and G. R.avalas	239
Zeolite syntheses using diamines: evidence for in situ directing agent modification	
J. C. Vartuli, G. J. Kennedy, B. A. Yoon and A. Malek	247

Reaction of NO with copper ions in Cu(II)-exchanged ZSM-5 zeolite: electron spin resonance, electron spin echo modulation and Fourier transform infrared spectroscopy

S.-K. Park, V. Kurshev, Z. Luan, C. W. Lee and L. Kevan	255
Synthesis and characterization of new CoAPSO-40 and ZnAPSO-40 molecular sieves.	
Influence of the composition on the thermal and hydrothermal stability of AlPO_4 -40-based materials	
J. P. Lourenço, M. F. Ribeiro, C. Borges, J. Rocha, B. Onida, E. Garrone and Z. Gabelica	267
A study of the dealumination methods for zeolite L	
P. Bartl and W. F. Hölderich	279
Zeolite Cu-ZSM-5: material characteristics and NO decomposition	
B. Ganemi, E. Björnbom, B. Demirel and J. Paul	287
Preparation, characterisation and catalytic activity of ITQ-2, a delaminated zeolite	
A. Corma, V. Fornés, J. M. Guil, S. Pergher, Th. L. M. Maesen and J. G. Buglass	301
Layered aluminophosphates III. Crystal structure and thermal properties of the novel layered aluminophosphate UiO-18	
K. O. Kongshaug, H. Fjellvåg and K. P. Lillerud	311
Diffusivities in the binary components system within MFI-type zeolite crystals	
T. Masuda, Y. Fujikata, H. Ikeda and K. Hashimoto	323
Synthesis, further characterisation and catalytic activity of iron-substituted zeolite LTL, prepared using tetrahedral oxo-anion species	
K. Latham, C. I. Round and C. D. Williams	333
Preparation and characterization of terbium palygorskite clay as acid catalyst	
D. M. Araújo Melo, J. A. C. Ruiz, M. A. F. Melo, E. V. Sobrinho and M. Schmall	345
Encapsulation and luminescent property of tetrakis (1-(2-thenoyl)-3,3,3-trifluoroacetate) europium <i>N</i> -hexadecyl pyridinium in modified Si-MCM-41	
Q. Xu, L. Li, B. Li, J. Yu and R. Xu	351
Equivalency of the Dubinin-Polanyi equations and the QM based sorption isotherm equation.	
A. Mathematical derivation	
J. B. Condon	359
Equivalency of the Dubinin-Polanyi equations and the QM based sorption isotherm equation.	
B. Simulations of heterogeneous surfaces	
J. B. Condon	377
The synthesis of stable, hydrophobic MCM-48/ VO_x catalysts, using alkylchlorosilanes as coupling agents for the molecular designed dispersion of $\text{VO}(\text{acac})_2$	
P. Van Der Voort and E. F. Vansant	385
Encapsulation of copper(II) complexes with pentadentate N_3O_2 Schiff base ligands derived from acetylacetone in NaX zeolite	
R. Ferreira, M. Silva, C. Freire, B. de Castro and J. L. Figueiredo	391
Absolute configuration and domain structure of AlPO_4 -5 studied by single crystal X-ray diffraction	
G. J. Klap, H. van Koningsveld, H. Graafsma and A. M. M. Schreurs	403
The in situ phase transitions occurring during bicontinuous cubic phase formation	
S. Pevzner and O. Regev	413
Synthesis of high-silica ZSM-5 in microgravity	
J. Warzywoda, N. Baç, G. A. Jr. Rossetti, N. van der Puil, J. C. Jansen, H. van Bekkum and A. Jr. Sacco ..	423
Molecular modeling studies on zeolite catalysts for shape-selective electrophilic substitution: formation of xylenes	
S. B. Waghmode, P. Bharathi, S. Sivasanker and R. Vetrivel	433
Synthesis of a range of anion-containing gallium and germanium sodalites	
G. M. Johnson, P. J. Mead and M. T. Weller	445

お知らせ

第44回粘土科学討論会

期 日：2000年10月2日，3日，4日（見学会）

共 催：ゼオライト学会 ほか

会 場：北海道大学学術交流会館

日 程：

10月2日

9:00 - 12:00 口頭発表（2会場）

13:00 - 15:00 特別講演（I），（II）

15:30 - 17:30 シンポジウム

18:00 - 懇親会（北海道大学百年記念館）

10月3日

9:00 - 11:00 口頭発表（2会場）

11:00 - 12:00 総会

13:00 - 15:00 口頭発表（2会場）

15:00 - 17:00 ポスター討論

特別講演：

(I) 「化石で探る地球の歴史」 箕浦名知男（北海道大学総合博物館）

(II) 「Research and developments in clay-organic composite materials」 B. Theng (Manaaki Whenua Landcare Research, New Zealand)

シンポジウム：粘土・有機相互作用 — 生命の粘土鉱物起源説の検証 —

見学会：札幌市郊外で粘土鉱物ゆかりの地の探索：江別市セラミックアートセンター，北海道工業試験所野幌分場ほか。

連絡先：北海道大学大学院理学研究科生物科学専攻 山岸皓彦（TEL. 011-706-2769 または011-706-3810, FAX. 011-706-4909, e-mail: yamagish@sci.hokudai.ac.jp）

第11回キャタリシススクール

主 催：触媒学会関東地区事業委員会

共 催：(株)大倉理研，(株)島津製作所，日製産業(株)，日本電子(株)，日本分光(株)，理学電機(株)，ユアサアイオニクス(株)

協 賛：ゼオライト学会 ほか

期 日：11月13日（月）～17日（金）

教 室：スクーリングは早稲田大学理工学部

参加費：70,000円（共催／協賛学会員），100,000円（一般）

申込締切：定員（50名）になり次第

プログラム

11月13日（月）

・「触媒反応とは何か」 岩本正和（東工大資源研）

・「吸着と反応速度」 内藤周式（神奈川大工）

・「工業触媒」 浅岡左知夫（千代田化工）

・「錯体触媒」 穂田宗隆（東工大資源研）

11月14日（火）

・「触媒調製(1) 金属・酸化物」 三浦 弘（埼玉大工）

・「触媒調製(2) ミクロ・メソポーラス」 松方正彦（早稲田大理工）

・「キャラクターゼーション概論」 紫籐貴文（東大院理）

・「酸塩基」 馬場俊秀（東工大院理工）

・「金属／吸着種」 野村淳子（東工大資源研）

11月15日（水）キャラクターゼーション実習（共催各社）

11月16日（木）触媒研究一日体験

11月17日（金）

・「反応工学」 五十嵐 哲（工学院大工）

・「触媒劣化」 室井高城（エヌ・イー ケムキャット）

・「燃料電池」 渡辺政廣（山梨大工）

・「光触媒」 工藤昭彦（東京理科大）

・「環境触媒」 小淵 存（資環研大気圏環境保全部）

申込先：〒400-8185 甲府市武田4-3-11 山梨大学 工学部 循環システム工学科 小宮山政晴，TEL/FAX. 055-220-8185（直通）E-mail: komiyama@mail.yamanashi.ac.jp

日本吸着学会・日本溶媒抽出学会連合年会
第14回日本吸着学会研究発表会
第19回溶媒抽出討論会

主催：日本吸着学会，日本溶媒抽出学会

期日：2000年10月19日（木）～20日（金）

協賛：ゼオライト学会 ほか

会場：日本原子力研究所 東海研究所

〒319-1195 茨城県那珂郡東海村白方白根2-4,
TEL 029-282-6256)

総合受付：大講堂

一般発表：

A会場（大講堂・日本吸着学会研究発表会）

S会場（先端基礎研究センター棟・溶媒抽出
論会）

ポスター発表：

P会場（先端基礎研究センター棟1Fホール）

特別講演：A会場（大講堂）

懇親会：阿漕が浦クラブ（2000年10月19日（木）
18:00～20:00）

参加登録予約申込締切：2000年9月14日（木）

参加登録費（含要旨集代）：

主催・協賛学会会員 6,000円，学生 2,000円，
その他 10,000円，予約申込者は1,000円割引（予
約申込の場合は9月14日（木）までに参加費をお
振込ください）

懇親会 5,000円（予約），7,000円（当日）

参加登録予約申込方法：

参加費，懇親会費とも郵便振込にてお支払いくだ
さい。

【郵便振替口座番号：00190-2-189901】

【加入者名：連合年会事務局】

申込及び問い合わせ先：

〒319-1195 茨城県那珂郡東海村白方白根2-4
日本原子力研究所 物質科学研究部 抽出分離化学
研究グループ 長縄弘親
TEL. 029-282-6256, FAX. 029-282-6723
E-mail: rengou@nucef.tokai.jaeri.go.jp

固体NMR講習会（基礎編）

恒例の講習会を下記のように予定しております。
ゼオライトの分野において固体NMRは大いに活
躍しています。ゼオライト学会主催の講習会の第
1回は、「固体NMR」でした。今回は，原点にか
えり，「固体NMR講習会（基礎編）」としてレク
チャーと実習をあわせて予定しています。対象試
料は，ゼオライトやメソポーラスシリカ，アルミ
ナなどの無機物を中心にしてゼオライト以外の固
体触媒や有機化合物も補足的に扱います。なお，
開催時期は下記のとおりですが，本件は平成12年
度の企画行事です。

主催：ゼオライト学会

期日：2001年1月（期日は未定，終日1日のみ）

会場：日本電子（株）本社

〒196-8558 東京都昭島市武蔵野3-1-2

主な内容：

- 1) レクチャー（講師は物工研・林繁信氏，日本
電子・杉沢寿志氏，秋田大・中田氏の3名[予定]）
 - ・固体NMRの基礎（できることとできないこと）
 - ・測定の実際（注意点など）
 - ・固体NMRの役に立つ使い方（測定と解析のコツ）
 - ・新しい測定・解析法など
- 2) 測定実習
 - ・装置見学・説明
 - ・測定の手順など（基礎）
 - ・モデル試料（ゼオライトなど）の測定

定員：20人を予定（講師を除く）

連絡・申し込み先：

中田真一（秋田大学）

〒010-8502 秋田市手形学園町1-1

秋田大学工学資源学部環境物質工学科

E-mail: snakata@ipc.akita-u.ac.jp

TEL. 018-889-2437, Fax. 018-837-0404

（できるだけE-mailをお願いします。）

INTERNATIONAL SYMPOSIUM "INDUSTRIAL APPLICATIONS OF ZEOLITES"

October 22-25, 2000

Brugge, Belgium

SYMPOSIUM VENNE

Old St. Jans Coneference Centre

Mariastraat 38 - 8000 Brugge

Tel. +32 50 33 56 66

(only valid during the Symposium)

SECRETARIAT

Industrial Application of Zeolites

c/o Technologisch Instituut vzw

Desguinlei 214, B-2018 Antwerpen, Belgium

TEL. +32 3 216 09 96

FAX. +32 3 216 06 89

e-mail: zeo@conferences.ti.kviv.be

URL <http://www.ti.kviv.be/conf/zeo.htm>

PROGRAM

SUNDAY, OCTOBER 22, 2000

17:00 ~ 18:30

Pre-registration at the Old St. Jans Conference Centre,
Mariastraat 38, Brugge

Welcome drink at the Brewery: De Halve Maan

MONDAY, OCTOBER 23, 2000

08:00 ~ Registration

09:00 ~

Applications of zeolites in petroleum refining

T. F. Degnan Jr., *ExxonMobil Corporation, Corporate
Strategic Research, Annandale, NJ, USA*

09:45 ~

Where and how shape selectivity of molecular sieves
operates in refining and petrochemical catalytic processes
C. R. Marcilly, *Institut Français du Pétrole, Rueil
Malmaison, F*

10:30 ~ Coffee break + Poster Session

SESSION 1: CATALYTIC PROPERTIES

11:30 ~

Synthesis, spectroscopic and catalytic properties of cobalt
and copper ions in aluminophosphates with chabazite-
like structure. Studies of the NO reactivity

L. Marchese and M. Albertazzi, *Dip. di Scienze e
Tecnologie Avanzate, Università del Piemonte Orientale
"A. Avogadro", Alessandria*, A. Frache, E. Gianotti and
G. Martra, *Dip. di Chimica IFM, Università di Torino*,
B. Palella and R. Pirone, *Istituto di Ricerche sulla
Combustione, CNR, Napoli*, P. Ciambelli, *Dip. di Ingegneria
Chimica e Alimentare, Università di Salerno, I*

12:00 ~

Brønsted acid sites in multichannel zeolite frameworks
G. P. Mitchell, C. L. Stevens, M. J. Walworth, H. P.
Yiu and V. Zholobenko, *Dept. of Chemistry, Keele
University, Staffordshire, UK*

12:30 ~ Lunch

SESSION 2: SYNTHESIS OF ZEOLITES

14:00 ~

Zeolite membranes – state of their development and
perspectives

M. Noack, P. Kölsch, R. Schäfer, P. Toussaint and J.
Caro, *Institut für Angewandte Chemie Berlin-Adlershof
e. V., Berlin*, I. Sieber, *Hahn-Meitner-Institut, Berlin, D*

14:30 ~

New insights of the catalytic activity of molybdate and
tungstate anions in the synthesis of zeolites

K. Mukhopadhyay, *Homogeneous Catalysis Division,
National Chemical Laboratory, Pune*, S. Mukhopadhyay,
Chemistry Dept., Indian Institute of Technology, Mumbai,
S. Sainkar, *Special Instruments Laboratory, National
Chemical Laboratory, Pune, IND*

15:30 ~ Coffee break

16:00 ~

Synthesis of SSZ-31 by hydrothermal and dry gel
conversion method

R. Bandyopadhyay, Y. Kubota, M. Ogawa and Y. Sugi,
Dept. of Applied Chemistry, Gifu University, N. Sugimoto,
Japan Chemical Innovation Institute, Tokyo, Y. Fukushima,
Toyota Central R&D Labs. Inc., Aichi, J

16:30 ~

Synthesis of MFI type ferrisilicates and its application
as catalysts for the selective oxidation of cyclohexane
and benzene

S.-S. Nam, Y. H. Yeom, H. S. Chun, S. B. Kim and K. W. Lee, *Chemical Technology Division I, Korea, Research Institute of Chemical Technology, Yusong, Taejon, ROK*

18:00 ~

Drink at the Town Hall of Brugge followed by a boat trip on the canals.

TUESDAY, OCTOBER 24, 1999

KEYNOTELECTURES

08:30 ~

Syntheses of zeolites for industrial applications

A. Peters, W. R. Grace, *Columbia, MD, USA*

09:15 ~

Physical and reactive separations with zeolites

C. G. Coe, *Air Products and Chemicals Inc., Allentown, PA, USA*

10:00 ~

New materials discovery for industrial applications

M. W. Schoonover and M. J. Cohn, *UOP LLC, Des Plaines, IL, USA*

10:45 ~ Coffee break

SESSION 3: APPLICATION IN ADSORPTION

11:15 ~

Industrial zeolites for adsorption processes

A. Pfenninger, *Zeochem, CU Chemie Uetikon AG, Uetikon, CH*

11:45 ~

Cost savings available by the optimisation of molecular sieve adsorbents in dynamic or regenerative applications

P. Hawes, *Zeochem Europe, CU Chemie Uetikon AG, Uetikon, CH*

12:15 ~ Lunch

13:45 ~

New trends in air separation adsorbents

M. T. Grandmougin, R. Lebec and D. Plée, *Groupement de Recherches de Lacq, G. Dona, CECA, Paris la Defense, F*

14:15 ~

Adsorption of volatile organic compounds, CO_x and NO_x contaminants in highly siliceous materials

J. P. Bellat, O. Bertrand, F. Bouvier, M. Broyer, V. François, S. Maure, C. Paulin and G. Weber, *Université*

de Bourgogne, CNRS - UFR ST, LRRS - UMR 5613, Dijon Cedex, F

14:45 ~ Coffee break + Poster Session

SESSION 4: APPLICATION IN CHEMICAL SYNTHESIS

15:45 ~

Base catalyzed synthesis of vinylpyridines from picolines over basic modified zeolites

S. J. Kulkarni, G. Madhavi, K. V. Murthy, V. Viswanathan and K. V. Raghavan, *Catalysis Group, Indian Institute of Chemical Technology, Hyderabad, IND*

16:15 ~

Synthesis of the oleyl 4-hydroxy butanoate using faujasites as catalyst

N. Sanchez, T. García, M. Martínez and J. Aracil, *Chemical Engineering Dept., Complutense University, Madrid, E*

16:45 ~

Selective cyclization of C₄₊ alcohols/carbonyls, formaldehyde and ammonia to heterocyclics over modified zeolites

S. J. Kulkarni, N. Srinivas, V. Radha Rani and K. V. Raghavan, *Catalysis Group, Indian Institute of Chemical Technology, Hyderabad, IND*

17:15 ~

Hydroxylation of benzene to phenol with N₂O

B. Wichterlová, P. Kubánek and Z. Sobalík, *J. Heyrovsky Institute of Physical Chemistry, Academy of Sciences of the Czech Republic, Prague, CZ*

19:30 ~ Banquet in Brugge (optional)

WEDNESDAY, OCTOBER 25, 2000

KEYNOTELECTURES

08:30 ~

Zeolites for fine chemicals production

M. G. Clerici, *EniTecnologie, San Donato Milanese (Milano), I*

9:15 ~

The AlphOxTM process or the one step hydroxylation of benzene into phenol by nitrous oxide. Understanding and tuning the ZSM-5 catalyst activities

P. P. Notté, *Solutia Inc. - Pensacola Plant & Technical Center, Cantonment, FL, USA*

10:00 ~ Coffee break

SESSION 5: REFINING AND PETROCHEMICALS

10:30 ~

Improvement of some refining processes using a new LAY zeolites

M. Levinbuk, *Moscow Oil and Gas University*, L. M. Kustov, T. V. Vasina and O. Masloboishchikova, N. D. Zelinsky, *Institute of Organic Chemistry, Moscow*, M. Pavlov, *Ishimbai Catalyst Factory, Ishimbai, RUS*, J. P. Fraissard, *Université de Pierre et Marie Curie, Paris, F*, V. A. Khavkin and I. E. Gorbatkina, *Scientific Research Institute of Oil Refining, Moscow, RUS*

11:00 ~

ASATTM : a new distillate hydroprocessing catalyst sulfur tolerant dearomatization helps refiners to meet European 2005 specifications

V. Kurth, G. Burgfels, D. C. Huang, W. M. Faris, E. Köhler, D. Hopkins, F. L. Tungate and F. Schmidt, *Catalyst R&D, Süd-Chemie AG/United Catalyst Inc., Heufeld, D*

11:30 ~

Conversion of olefins to diesel. Development of a zeolite based catalyst for the COD process

J. Schönlinner, G. Burgfels, F. Schmidt and H. J. Wernicke, *Süd-Chemie AG, Munich, D*, M. de Pontes and H. L. Roberts, *Central Energy Fund (Pty) Limited, Sandton, ZA*

12:00 ~ Lunch

13:00 ~

On the possibilities of selective dehydroisomerization of n-butane into isobutene over bifunctional zeolite catalysts

D. Lukyanov and T. Vajnova, *Dept. of Chemical Engineering, UMIST Centre for Microporous Materials, Manchester*, J. Dwyer, *Dept. of Chemical Engineering and Chemistry, UMIST Centre for Microporous Materials, Manchester*, W. J. Smith, *BP Chemicals Ltd, BP Amoco Research and Engineering, Sunbury on Thames, UK*

13:30 ~

Benzene alkylation with propane on HZSM-5 and Ga-modified HZSM-5 zeolites

C. Bigey and B.-L. Su, *Lab de Chimie des Matériaux Inorganiques, FUNDP - University of Namur, B*

SESSION 6: ENVIRONMENTAL APPLICATIONS

14:00 ~

Catalytic removal of nitrous oxide from nitric acid tail gases

M. Kögel and T. Turek, *Institut für Chemische Verfahrenstechnik, Universität Karlsruhe*, A. Tissler, *AlSi-PENTA Zeolithe GmbH, Schwandorf, D*

14:30 ~

Application of H-ZSM5 on SCR reaction at high temperature

S. M. Jung and P. Grange, *Unité de Catalyse et Chimie des Matériaux Divisés, Université Catholique de Louvain, Louvain-la-Neuve, B*

15:00 ~ Coffee break

15:20 ~

H-type zeolite catalysts for the oxidative decomposition of C₂ chlorinated hydrocarbons

R. López-Fonseca, J. R. González-Velasco, A. Aranzabal, J. Gutiérrez-Ortiz and P. Steltenpohl, *Dpto. Ingeniería Química, Universidad del País Vasco/EHU, Bilbao, E*

15:50 ~

Sonophotocatalytic degradation of volatile organic compounds by titania-loaded zeolites and mesoporous materials

P. Smirniotis, L. Davydov, E. P. Reddy and P. France, *Dept. of Chemical Engineering, University of Cincinnati, OH, USA*

16:20 ~ Farewell drink

POSTERS (Monday, October 23, 2000)

1. Polyfunctional metalzeolite catalysts for the combined reactions of oxidation of alkyl alcohols into carboxylic acids and their esterification

A. Aliyev, S. Medzhidova, T. Shakhtakhtinsky, A. Kuliyeu, R. Agayeva, A. Kasum-zade and S. Fatullaeva, *Institute of Theoretical Problems of Chem. Techn., Academy of Sciences of Azerbaijan, Baku, AZER*

2. Oxidative conversion of the lower olefins and paraffins over metalzeolite catalysts

R. D. Mikailov, A. Azizov, V. Yariyev, F. Yunisova, A. Efendiyev and A. Aliyev, *Institute of Theoretical*

- Problems of Chem. Techn., Academy of Sciences of Azerbaijan, Baku, AZER*
3. Chromatographic separation of ion couples nickel-cobalt and cadmium-zinc on modified zeolites
S. Rustamov, *Institute of Theoretical Problems of Chem. Techn., Academy of Sciences of Azerbaijan, Baku, AZER*
 4. Study of diffusion and counter-diffusion of para and ortho xylene in H-ZSM-11 zeolite
R. Roque-Malherbe, *School of Science, Turabo University, Gurabo, PR*, V. Ivanov, *Dept. of Chemistry, Lab of Organic Catalysis, Moscow State University, RUS*
 5. The industrial uses of zeolites in aquacultural systems
J. L. López-Ruiz, J. M. López-Alcalá and J. Pérez Sánchez, *Centro Andaluz Superior de Estudios Marinos, CASEM, University of Cádiz, Puerto Real (Cádiz), E*
 6. Use of hydrophobic faujasite Y and ZSM-5 zeolites for VOCs removal. Influence of the zeolitic structure on adsorption selectivity
M.-H. Simonot-Grange and B. Garrot, *Lab. de Recherche sur la Réactivité des Solides - UMR 5613, Université de Bourgogne--CNRS, Dijon Cedex, F*
 7. Adsorption of N₂, CH₄ and CO on cations exchanged zeolite X
Q. Ren, J. Ma, J. Chen, R. Li and K. Xie, *Institute of Special Chemicals, Taiyuan University of Technology, Taiyuan, PRC*
 8. Synthesis of high-silica zeolites using dibenzyl-dimethylammonium cation
Y. Kubota, M. Hayakawa and Y. Sugi, *Dept. of Chemistry, Gifu University, Gifu*, N. Sugimoto, *Japan Chemical Innovation Inst., Tokyo*, Y. Fukushima, *Toyota Central R&D Labs. Inc., Aichi, J*
 9. Modeling of active acid centres of ultrastable zeolites modified with phosphorus and boron for the n-paraffins isomerization
A. Abramova, Ye. V. Slivinsky and Z. Matieva, *Russian Academy of Sciences, A. V. Topchiev Institute of Petrochemical Synthesis, Moscow*, L. Ye. Kitaev, A. Kubasov and V. Yushchenko, *M. V. Lomonosov Moscow State University, RUS*
 10. Adsorber for purification of gases with the help of zeolites
V. Voznyuk, *Kiev, UKR*, L. Shapovalova, *NAS Ukraine*
 11. Separation of xylenes by selective adsorption on X and Y zeolites. Effect of the compensation cation, temperature and preadsorbed water on the selectivity
J. P. Bellat and J. C. Moïse, *Lab de Recherches sur la Réactivité des Solides, CNRS UMR 5613, Université de Bourgogne, Dijon*, A. Méthivier, *Institut Français du Pétrole, Rueil-Malmaison, F*
 12. Synthesis condition of molecular sieves of ets and etas with tetralkylammonium salts
D. De Luca, P. De Luca and A. Nastro, *Dipt. Pianificazione Territoriale, University of Calabria, Rende (CS)*, M. Turco, *Dipt. Ingegneria Chimica, Università "Federico II", Napoli*, G. Busca, *Istituto di Chimica, Facoltà di Ingegneria, Università di Genova, I*
 13. Synthesis and characterization of levyne type zeolite obtained from gels containing methyl-dabco iodide
C. V. Tuoto and A. Nastro, *Dept. of Chemical Eng. and Materials, University of Calabria, Rende, I*, P. Lentz and J. B. Nagy, *Laboratoire de R. M. N., Fac. Universitaires N. D. de la Paix, Namur, B*
 14. Commercial application of zeolite in MCI catalyst
L. Ling and T. Guangming, *Fushun Research Inst. of Petroleum and Petrochemicals, Liaoning, PRC*
 15. Microwave-assisted zeolite crystallization
H. Kosslick, M. Richter, R. Fricke, M. Noack and J. Caro, *Institute für Angewandte Chemie Berlin-Adlershof e.V., Berlin, D*
 16. The influence of the amounts of tetrapropylammonium hydroxide on the synthesis of titanium silicalite-1
S.-B. Cheng, W. Wu and E.-Z. Min, *SINOPEC, Research Institute of Petroleum Processing, Beijing, PRC*
 17. A study of catalytic performance in isomerisation of the C8 aromatic cut for different zeolite structures
E. Merien, S. Lacombe and F. Alario, *Division Cinétique et Catalyse, Institut Français du Pétrole, Rueil-Malmaison, F*

最近の公開特許から**国内特許****【公開】**

- 2000-70333: クラブラン酸カリウムおよび結晶性アモキシシリンナトリウムを含有する医薬組成物 (スミスクライン ビーチャム PLC)
- 2000-70647: 人工ゼオライトによるダイオキシンを主とした環境ホルモンなど有害化学物質の吸着除去および分解の方法 (逸見彰男, 坂上越朗)
- 2000-70659: 除湿材および除湿装置 (シャープ)
- 2000-70722: 排ガス浄化用触媒 (日産自動車)
- 2000-70761: 電気集塵極とそれを用いた空気清浄機および空気調和機 (船井電機)
- 2000-72426: 活性炭製造方法, 調湿用活性炭及び調湿用建材 (大協建設, ワタリ, 架谷昌信, 渡辺藤雄)
- 2000-72431: 無機メソ多孔質材料の耐熱性を向上させる方法 (工業技術院長)
- 2000-72435: ゼオライトの製造方法 (住友金属工業)
- 2000-72601: 哺乳類動物摘出臓器の保存方法 (神奈川大学)
- 2000-72609: 土壌病害発病抑制資材 (土壌保全研究所)
- 2000-72727: 光学活性 α -置換- β -アミノケトン誘導体の製造方法 (三井石油化学工業)
- 2000-72728: 光学活性 α -置換- β -アミノケトン誘導体の製造方法 (三井石油化学工業)
- 2000-72737: オキシムの製造方法 (三菱瓦斯化学)
- 2000-72896: 把手被覆用熱収縮性チューブ (帝人, 帝人化成)
- 2000-73058: ゼオライト入り炭化土, その製造方法および用途 (日立造船)
- 2000-73088: 微細な結晶質二珪酸塩 (クラリアント GMBH)
- 2000-73089: 漂白洗浄剤組成物 (花王)
- 2000-73096: 粒状ノニオン洗剤組成物及びその製造方法 (ライオン)
- 2000-73226: 人造繊維および繊維製品 (西川公一, 金子敬吉, 大竹渉太)
- 2000-73295: 紙塗工用防湿性組成物 (武田薬品

工業)

- 2000-73333: ベントナイト粒状物とベントナイト粒状物の製造方法とベントナイト混合土質材料と遮水工法 (日本国土開発, 豊順洋行)
- 2000-78959: 魚介類内蔵の処理方法 (日立金属)
- 2000-79338: 気体分離用吸着剤 (東ソー)
- 2000-79339: 還元水を作るゼオライトと活性炭からなる機能性活性炭セラミックス (佐々木学, 吉田範行)
- 2000-79345: フッ素化合物の製造方法 (ダイキン工業)
- 2000-80067: オキシムの製造方法 (三菱瓦斯化学)
- 2000-80140: イミダゾール誘導体を触媒としたヒドロキシ化ポリブタジエンをベースとするポリウレタン配合物 (エルフ アトケム SA)
- 2000-80176: 高分子リチウムイオン電池用高分子フィルム及びその製造方法 (ネクセル バッテリー CO LTD, エレクトロケム オートメーション INC)
- 2000-80286: 樹脂組成物 (鐘紡, カネボウ化成)
- 2000-84336: 金属カチオンで交換されたXゼオライトの粒子を製造するための方法 (レール リクイッド SA ブール レチュード エ レクスプロワタシオン デ プロセデ ジョルジュ クロード)
- 2000-84364: 微量一酸化窒素および過剰酸素含有混合ガスの浄化方法 (東京瓦斯)
- 2000-84365: 内燃機関の排気浄化装置 (日産自動車)
- 2000-84408: 吸着シートおよび吸着素子 (西部技研)
- 2000-84544: 水の浄化剤 (シントーファイン)
- 2000-84593: 糞尿の発酵促進剤 (福地工業)
- 2000-85850: 鮮度保持用緩衝シートとその緩衝シートを用いた包装方法 (王子キノクロス, 東北資源開発)
- 2000-86232: 変性層状珪酸塩およびその製造方法, それを含有するポリエステル樹脂組成物およびその製造方法 (三井石油化学工業)
- 2000-86233: 鉄含有結晶性アルミノシリケート (出光興産)
- 2000-86325: 消臭抗菌塗材および消臭抗菌板材 (大平洋炭鉱)
- 2000-86369: 多機能性素材及びその製造方法 (大

平洋炭鉱)

- 2000-86418: 雑草の発芽抑制剤 (九州耐火煉瓦, 山都屋)
- 2000-86560: 芳香族化合物の水酸化方法 (東レ)
- 2000-86578: 酢酸メチルの製造方法 (三菱瓦斯化学)
- 2000-86608: メチルエチルケトンオキシムの製造方法 (三菱瓦斯化学)
- 2000-86672: アルミノキサン, オレフィン類重合用触媒及びオレフィン系重合体の製造方法 (出光石油化学)
- 2000-86766: Si-H 含有環状ポリシロキサンの製造方法 (ジーイー東芝シリコン)
- 2000-86908: 非汚染性樹脂材料 (三洋電機)
- 2000-87091: 洗浄剤組成物 (花王)
- 2000-87096: 粉末洗浄剤組成物 (花王)
- 2000-88153: シリコーンゴムチューブ (三洋電機, 十川ゴム)
- 2000-88403: 空気調和機 (松下冷機)
- 2000-88455: アルゴンの回収精製方法及び装置 (日本酸素)
- 2000-93137: 食品保存性向上剤及びその適用法 (紀文食品)
- 2000-93791: 楕円状吸着剤粒子およびガス生成プロセスにおけるその使用 (レール リクイッド SA プール レチュード エ レクスプロワタシオン デ プロセデ ジョルジュ クロード)
- 2000-93801: 還元のための硫化による触媒の硫化方法 (アンスチ, フランセ デュ ペトロール)
- 2000-93802: 炭素および元素状硫黄の存在下での触媒の硫化方法 (アンスチ, フランセ デュ ペトロール)
- 2000-93803: 排気ガス浄化用触媒及び排気ガス浄化方法 (日産自動車)
- 2000-93804: 炭化水素油用水素化処理触媒及びその製造方法 (コスモ総合研究所, コスモ石油)
- 2000-93805: ゼオライト系触媒の再生法および触媒再生装置 (神戸製鋼所, 三菱化成)
- 2000-93811: 還元媒質中での触媒の硫化方法 (アンスチ, フランセ デュ ペトロール)
- 2000-93946: 浄水用吸着剤及び水の浄化方法 (東レ)
- 2000-93947: 水処理用充填剤及び水処理方法 (東レ)
- 2000-93957: 浄水膜及び浄水方法 (東レ)
- 2000-95570: セラミックス成形に用いられるスラリー用解膠剤 (佐賀県)
- 2000-95734: 触媒としてアルミノケイ酸塩を用いて単置換芳香族炭化水素からパラ選択性を高くしてニトロアレンを製造する方法 (カウンスル オブサイエンティフィック アンド IND リサーチ)
- 2000-95979: 室内汚染対策用水性塗料 (関西ペイント)
- 2000-95980: 室内汚染対策用水性塗料 (関西ペイント)
- 2000-96069: 石油の処理方法および触媒 (日揮)
- 2000-96473: 故紙原料より粘着性物質を除去しその粘着作用を抑制する方法 (アルフレッド ボーレン, ゲアハルト ケルン, ハイנטツ デュリンガー)
- 2000-96633: 雨水貯留装置 (三菱樹脂)
- 2000-96799: 壁材及びその施行方法 (大阪瓦斯)
- 2000-100559: 発光装置 (松下電器産業)
- 2000-102729: 固体酸触媒の製造方法 (ジャパンエナジー)
- 2000-102736: 光触媒体の製造方法 (三洋電機, 鳥取三洋電機)
- 2000-103002: 消臭機能を有する化粧材 (大日本印刷)
- 2000-103613: ホウ素含有ゼオライトの合成方法 (化学技術戦略推進機構)
- 2000-103751: アルコールの製造方法 (デグサ ヒュルス AG)
- 2000-103760: アジピン酸の製造方法 (住友化学工業)
- 2000-103806: 粒状固体と官能基との反応によるオレフィン重合用の架橋されていないモノシクロペンタジエニル金属錯体触媒 (ユニオン カーバイド CHEM アンド プラスチックス テクノロジー CORP)
- 2000-103858: 抗菌性付加反応型シリコーンゴムの製造方法 (三洋電機, 十川ゴム)
- 2000-103896: 柔軟性架橋ポリオレフィンフォーム製品 (ノルトン SA ペルフォルマンス プラスティック)
- 2000-104037: 1 液湿気硬化型ウレタン樹脂組成物及びその製造方法 (コニシ)
- 2000-104123: 焼鈍金属板およびその製造方法ならびに箱焼鈍炉 (川崎製鉄)

- 2000-104457: 複層ガラス (セントラル硝子)
2000-104458: 複層ガラス (セントラル硝子)
2000-105003: 冷凍機ユニット (三洋電機)
2000-107270: 抗菌・脱臭フィルタ (大同特殊鋼, 日本発条)
2000-107604: チタン含有珪素酸化物触媒, 該触媒の製造方法及びプロピレンオキシドの製造方法 (住友化学工業)
2000-107605: チタン含有珪素酸化物触媒, 該触媒の製造方法及びプロピレンオキシドの製造方法 (住友化学工業)
2000-107609: 光触媒担持体 (島津製作所)
2000-107793: 生澱粉またはタンパク質を分解し得る微生物を利用したバイオリアクターおよび排水処理システム (滋賀県, 日本発酵機構余呉研究所)
2000-108149: 表面に模様を有する熱硬化性樹脂成形品の製造方法 (積水化学工業)
2000-108998: アライメント測定治具 (日本電気エンジニアリング)
2000-109414: 化粧料 (花王)
2000-109443: メチラルルの製造方法 (旭化成工業)
2000-109469: プロピレンオキシドの製造方法 (住友化学工業)
2000-109470: オキシラン化合物の製造方法 (住友化学工業)
2000-109585: 透湿防水シート (大日本印刷)
2000-109599: 硬化型組成物 (丸尾カルシウム)
2000-109690: ゼオライト膜用耐熱性樹脂シール材 (ノリタケカンパニーリミテド)
2000-109723: 1液1固相ケイ酸塩ビヒクル常温硬化無機塗料の製造方法及び1液ケイ酸塩ビヒクル常温硬化無機塗料 (グリーンケミー)
2000-109838: 土壌改質剤 (水沢化学工業)
2000-109853: 多環芳香族炭化水素の水素化方法 (日本石油)
2000-109854: 軽油の水素化脱硫方法 (日本石油)
2000-109855: 軽油の水素化脱硫装置及び方法 (日本石油)
2000-109856: 軽油の水素化脱硫方法 (日本石油)
2000-109860: 軽油及びその水素化脱硫方法 (日本石油)
2000-110064: 機能性を有する繊維構造物 (東レ)
2000-117021: 空気清浄化フィルター (三菱製紙)
2000-117031: 空気清浄機 (富士通ゼネラル)
2000-117037: 空気中の酸素ガスの濃縮方法 (東ソー)
2000-117057: 排ガス中の未燃炭化水素酸化触媒の耐久性向上方法 (東京瓦斯)
2000-117108: 液状炭化水素製造用触媒および液状炭化水素の製造方法 (工業技術院長)
2000-117113: 排ガス浄化用触媒とその製造法 (次世代排ガス触媒研究所)
2000-117114: メチルアミン製造触媒及び該触媒の製造方法 (三菱瓦斯化学)
2000-117118: 空気浄化用光触媒体 (松下電器産業)
2000-119024: 六弗化タングステンの製造方法 (三井石油化学工業)
2000-119085: コンポスト組成物及びコンポスト活性化剤 (水沢化学工業)
2000-119412: 抗菌性延伸フィルム (徳山曹達)
2000-119667: 脱硫器およびそのメンテナンス方法 (松下電器産業)
2000-121162: 空気清浄機能付ファンヒータと脱臭方法 (松下電器産業)
2000-121179: 炭化水素系冷媒を用いた冷凍装置 (三洋電機)
2000-121241: N_2O , C_nH_m 及び/又は NO_x 不純物を含む極低温の流体を精製する方法 (レール リク イッド SA プール レチュード エ レクスプロワ タシオン デ プロセデ ジオルジュ クロード)
2000-126564: ゼオライト膜エレメントの製造方法 (ノリタケカンパニーリミテド)
2000-126590: 吸着剤及び吸着除去方法 (東ソー)
2000-126594: 排気ガス浄化用触媒 (日産自動車)
2000-126600: 多金属硫化物触媒および前記触媒の合成方法 (アンスチ, フランセ デュ ペトロール)
2000-126602: パラジウム担持ゼオライト成型触媒及びその製造方法 (日本石油)
2000-126603: 排気ガス浄化用触媒及びその製造方法 (日産自動車)
2000-128520: イモゴライトの製造方法 (逸見彰男, 坂上越朗)
2000-128521: 多孔質層状珪酸及びその製造方法 (黒田一幸, 日本化学工業)
2000-128523: ゼオライト成形法 (三菱化成)
2000-128524: 成形用ゼオライト組成物, その成形

物及びその成形体（三菱化成）

2000-128810: パラクロロエチルベンゼンの製造方法（三菱化成）

2000-128811: パラクロロエチルベンゼンの製造方法（三菱化成）

2000-135419: 排ガス浄化システム（日産自動車）

2000-140549: 二酸化炭酸の除去方法（東ソー）

2000-140550: ガス流れから亜酸化窒素を分離するプロセス（レール リクイッド SA プール レチューード エ レクスプロワタシオン デ プロセデ ジョルジュ クロード）

2000-140628: 吸着性に優れた吸着材およびその製造方法（昭和鉱業、陶山容子）

2000-140644: 排ガス浄化用触媒及び排ガス浄化方法（トヨタ自動車）

2000-140867: COD 成分含有水の処理方法（栗田工業）

2000-143224: 多孔性炭素材の製造方法及びそれにより得られた多孔性炭素材（日本酸素）

2000-143233: 高純度ゼオライトの製造方法（太平洋炭鉱）

2000-143234: アロフェンおよびイモゴライトからの人工ゼオライトの製造方法（逸見彰男、坂上越朗）

2000-143235: 構造化剤の前駆体を用いる EUO 構造型ゼオライトの調製方法及び C8 芳香族化合物の異性化触媒としてのその使用（アンスチ、フランセ デュ ペトロール）

2000-143236: ゼオライト材料種を用いる EUO 型構造を有するゼオライトの調製方法及び AC8 異性化触媒としてのその使用（アンスチ、フランセ デュ ペトロール）

2000-143237: 低シリカフォージャサイト型ゼオライトの製造方法（東ソー）

2000-143317: ゼオライト含有補修材料（鉄道総合技術研究所、三菱金属）

2000-143429: 歯科材料、その製法及び歯科コンボジット中でのゼオライト充填剤の使用（デグサ ヒュルス AG）

2000-143665: ゼオライトの製造方法（工業技術院長）

2000-153149: 吸着分離剤及び置換芳香族異性体の吸着分離方法（東レ）

2000-153159: 排ガス浄化触媒及び排ガス浄化方法

（東ソー）

2000-153160: 排ガス浄化用触媒及びその製造方法（トヨタ自動車）

2000-153164: 触媒担持用球形担体の製造方法（住友金属鉱山）

2000-154018: 結晶性ミクロ多孔体の中間体の製造方法（久保田鉄工）

2000-154019: 小形のゼオタイプ結晶の製造方法（ハルドール トプサー AS）

2000-154388: 流動接触分解におけるガソリン中の硫黄の低減（モービル オイル COPR, ダブリュアール グレース アンド CO）

【公表】

2000-502605: ゼオライト含有粒状固体の活性を増加させる方法（デービス ロバート イー, パーソリック デビッド ビー）

2000-502692: 1-(2-メチルブチル)-4-メチルベンゼンの製造（オプタテック OY）

2000-502948: モレキュラーシーブ及びその製造方法（エクソン CHEM パテンツ INC）

2000-502951: スルフィド、スルフォキシド、スルフォンまたはスルフォネート基からなる結合基を介して結合しているリガンドを有する樹脂の調製法（マッシー UNIV）

2000-503881: キレート剤および悪臭吸収剤を含有する悪臭抑制システムを有する吸収製品（プロクター アンド ギャンブル CO）

2000-504323: 膜を用いる分離法（エクソン リサーチ アンド ENG CO）

2000-504691: フッ素含有モルデナイトを用いてベンゼンのアルキル化を行って線状アルキルベンゼン類を製造する方法（ハンツマン ペトロケミカル CORP）

2000-504959: キレート剤を含有する悪臭抑制システムを有する吸収製品（プロクター アンド ギャンブル CO）

2000-505481: ハロゲン化物による応力腐食割れに対して高い抵抗性を有する装置での炭化水素の処理（シェブロン CHEM CO エル エル シー）

2000-505710: 臭気制御手段を備えた積層複合吸収性構造（プロクター アンド ギャンブル CO）

2000-505833: 屋外使用の改良された真珠光沢顔料（エンゲルハード CORP）

- 2000-506060: 酸化反応を促進するためのチタンゼオライト又はバナジウムゼオライト及び不活性網布をベースとする網状触媒 (パー アー エス エフ AG)
- 2000-506484: 結晶性メタロホスフェート (ノルスク ヒドロ AS)
- 2000-506485: 結晶性メタロホスフェート (ノルスク ヒドロ AS)
- 2000-506922: 改良されたアルミノケイ酸塩 (クロスフィールド LTD)

US Patent

FLEXIBLE LIGHT PIPE FOR SIDE-LIT APPLICATIONS. ASSIGNEE(s): Rohm & Haas Company, PATENT NO.: 6,091,878 (20000718), FILED: (19971120)

GAS PHASE ALKYLATION METHOD AND CATALYST. ASSIGNEE(s): Fina Technology, Inc, PATENT NO.: 6,090,991 (20000718), FILED: (19990227)

METHOD OF MAKING AN IMPROVED CATALYST CONTAINING ZEOLITE TREATED WITH BORON TRICHLORIDE, THE PRODUCT FROM SUCH METHOD, AND THE USE THEREOF IN THE CONVERSION OF HYDROCARBONS. ASSIGNEE(s): Phillips Petroleum Company, PATENT NO.: 6,090,990 (20000718), FILED: (19980305)

ISOPARAFFINIC LUBE BASESTOCK COMPOSITIONS. ASSIGNEE(s): Mobil Oil Corporation, PATENT NO.: 6,090,989 (20000718), FILED: (19981013)

METHOD FOR RECOVERING ALKYL VINYL ETHER. ASSIGNEE(s): Nippon Shokubai Co Ltd (JP), PATENT NO.: 6,090,988 (20000718), FILED: (19980318)

METHOD OF PRODUCING FATTY ACID LOWER ALKYLESTER FROM FAT AND OIL. ASSIGNEE(s): Lonford Development Limited (JP), PATENT NO.: 6,090,959 (20000718), FILED: (19980903)

PROCESS FOR MAKING ANTIMICROBIAL AGENTS IN AQUEOUS DISPERSION FORM CONTAINING 2-(4-THIAZOLYL)-BENZIMIDAZOLE ALONE OR IN COMBINATION WITH 1,2-DIBROMO-2,4-DICYANOBUTANE. ASSIGNEE(s): Calgon Corporation, PATENT NO.: 6,090,832 (20000718), FILED: (19950731)

AQUEOUS BASED SURFACTANT COMPOSITIONS. ASSIGNEE(s): Albright & Wilson UK Limited (GB), PATENT NO.: 6,090,762 (20000718), FILED: (19980310)

PROCESS FOR THE PREPARATION OF A MOLECULAR SIEVE ADSORBENT FOR SELECTIVELY ADSORBING METHANE FROM A GASEOUS MIXTURE. ASSIGNEE(s): Indian Petrochemical Corp Ltd (IN), PATENT NO.: 6,090,738 (20000718), FILED: (19980309)

PROCESS FOR PURIFYING CLAY BY THE HYDROTHERMAL CONVERSION OF SILICA IMPURITIES TO A DIOCTAHEDRAL OR TRIOCTAHEDRAL SMECTITE CLAY. ASSIGNEE(s): AMCOL International Corporation, PATENT NO.: 6,090,734 (20000718), FILED: (19980318)

NONAQUEOUS SECONDARY BATTERY. ASSIGNEE(s): Fuji Photo Film Co Ltd (JP), PATENT NO.: 6,090,506 (20000718), FILED: (19970801)

ULTRAVIOLET-SCREENING COMPOSITE PARTICULATE AND PROCESS FOR THE PRODUCTION THEREOF. ASSIGNEE(s): Kao Corporation (JP), PATENT NO.: 6,090,373 (20000718), FILED: (19980819)

BIAXIALLY-ORIENTED METALLOCENE-BASED POLYPROPYLENE FILMS. ASSIGNEE(s): Fina Technology, Inc, PATENT NO.: 6,090,325 (20000718), FILED: (19970924)

ORGANIC POSITIVE TEMPERATURE COEFFICIENT THERMISTOR. ASSIGNEE(s): TDK Corporation (JP), PATENT NO.: 6,090,314 (20000718), FILED: (19990128)

WASTE PROCESSING METHOD AND WASTE PROCESSING APPARATUS. ASSIGNEE(s): Kabushiki Kaisha Toshiba (JP), PATENT NO.: 6,090,291 (20000718), FILED: (19980819)

MOLECULAR SIEVES AND PROCESSES FOR THEIR MANUFACTURE. ASSIGNEE(s): Exxon Research & Engineering Co, PATENT NO.: 6,090,289 (20000718), FILED: (19970403)

HYDROTREATING CATALYST COMPOSITION AND PROCESSES THEREFOR AND THEREWITH. ASSIGNEE(s): Phillips Petroleum Company, PATENT NO.: 6,090,274 (20000718), FILED: (19981229)

PROCESS FOR CONVERTING A CRACKED GASOLINE USING A ZEOLITE-BASED CATALYST MATERIAL. ASSIGNEE(s): Phillips Petroleum Company, PATENT NO.: 6,090,272 (20000718), FILED: (19981228)

ENHANCED OLEFIN YIELDS IN A CATALYTIC PROCESS WITH DIOLEFINS. ASSIGNEE(s): Exxon Chemical Patents Inc, PATENT NO.: 6,090,271 (20000718), FILED: (19970610)

CHROMIUM NITRIDE FILM AND METHOD FOR FORMING THE SAME. ASSIGNEE(s): Showa Denko K K (JP), PATENT NO.: 6,090,223 (20000718), FILED: (19980625)

PROCESS FOR GAS SEPARATION BY ADSORPTION WITH VARIABLE PRODUCTION RATE. ASSIGNEE(s): L'Air Liquide, Societe Anonyme pour l'Etude et l'Exploitation des Procédes Georges Claude (FR), PATENT NO.: 6,090,185 (20000718), FILED: (19981218)

METHOD AND APPARATUS FOR EXTINGUISHING FIRES. ASSIGNEE(s): R-Amtech International, Inc, PATENT NO.: 6,089,326 (20000718), FILED: (19990415)

METHOD FOR RECOVERY AND REUSE OF GAS. ASSIGNEE(s): Aeronex, Inc, PATENT NO.: 6,089,282 (20000718), FILED: (19980508)

FLUID STORAGE AND DISPENSING SYSTEM. ASSIGNEE(s): Advanced Technology Materials, Inc, PATENT NO.: 6,089,027 (20000718), FILED: (19990428)

METHOD OF PURIFYING A LEAN EXHAUST GAS AND CATALYTIC SYSTEM THEREFOR. ASSIGNEE(s): Degussa-Huls Aktiengesellschaft (DE), PATENT NO.: 6,089,015 (20000718), FILED: (19980514)

ENGINE EXHAUST SYSTEM WITH REDUCED HYDROCARBON EMISSIONS. ASSIGNEE(s): Corning Incorporated, PATENT NO.: 6,089,014 (20000718), FILED: (19990608)

REGENERABLE THERMAL INSULATION AND COOLING ELEMENTS INSULATED THEREBY. ASSIGNEE(s): MVE, Inc, PATENT NO.: 6,087,581 (20000711), FILED: (19980608)

PROCESS FOR PRODUCING AN ETHER COMPOUND. ASSIGNEE(s): Idemitsu Kosan Co Ltd (JP), PATENT NO.: 6,087,539 (20000711), FILED: (19971020)

METHOD FOR PRODUCING ALKYL CARBOXYLATES BY MULTI-STAGE ESTERIFICATION INTERRUPTED WITH A DEHYDRATION STEP. ASSIGNEE(s): Toray Industries, Inc, Soda Aromatic Co Ltd (JP), PATENT NO.: 6,087,527 (20000711), FILED: (19980921)

TITANIUM SILICATE MOLECULAR SIEVE OXIDATION CATALYSTS AND THE PRODUCTION THEREOF. ASSIGNEE(s): Engelhard Corporation, PATENT NO.: 6,087,514 (20000711), FILED: (19981020)

EPOXIDATION PROCESS FOR ARYL ALLYL ETHERS. ASSIGNEE(s): The Dow Chemical Company, PATENT NO.: 6,087,513 (20000711), FILED: (19990521)

COTTON SOIL RELEASE POLYMERS. ASSIGNEE(s): The Procter & Gamble Company, PATENT NO.: 6,087,316 (20000711), FILED: (19981103)

PROTEASE VARIANTS. ASSIGNEE(s): Novo Nordisk A-S (DK), PATENT NO.: 6,087,315 (20000711), FILED: (19970507)

DETERGENT COMPOSITION WITH LOW-ODOR CATIONIC SURFACTANT. ASSIGNEE(s): The Procter & Gamble Company, PATENT NO.: 6,087,314 (20000711), FILED: (19990419)

SOAKER COMPOSITIONS. ASSIGNEE(s): The Procter & Gamble Company, PATENT NO.: 6,087,313 (20000711), FILED: (19990825)

COATED DETERGENT TABLET. ASSIGNEE(s): The Procter & Gamble Company, PATENT NO.: 6,087,311 (20000711), FILED: (19990604)

LIQUID CLEANING COMPOSITIONS CONTAINING SELECTED MID-CHAIN BRANCHED SURFACTANTS. ASSIGNEE(s): The Procter & Gamble Company, PATENT NO.: 6,087,309 (20000711), FILED: (19991104)

REDUCTION OF NOX IN THE EXHAUST GASES FROM INTERNAL COMBUSTION ENGINES CONTAINING EXCESS OXYGEN. ASSIGNEE(s): ASEC Manufacturing, PATENT NO.: 6,087,295 (20000711), FILED: (19980630)

PROCESS FOR THE PREPARATION OF A MOLECULAR SIEVE ADSORBENT FOR SELECTIVELY ADSORBING OXYGEN FROM A GASEOUS MIXTURE. ASSIGNEE(s): Indian Petrochemical Corporation Limited, PATENT NO.: 6,087,289 (20000711), FILED: (19980309)

PRIMER WITH ELECTROCHEMICALLY INERT PARTICULATE AND PROCESS FOR FABRICATING SAME. ASSIGNEE(s): Mitsubishi Chemical Corporation (JP), PATENT NO.: 6,087,045 (20000711), FILED: (19980709)

FLUID-JET DEPOSITION OF RADIOACTIVE MATERIAL FOR BRACHYTHERAPY DEVICES. ASSIGNEE(s): International Brachytherapy s a, PATENT NO.: 6,086,942 (20000711), FILED: (19980527)

PROCESS FOR PREPARING ZEOLITES USING SUBSTITUTED-PIPERIDINIUM CATIONS. ASSIGNEE(s): Chevron U S A Inc, PATENT NO.: 6,086,848 (20000711), FILED: (19971217)

PROCESS FOR THE REMOVAL OF SILICA FROM AN ALKALINE SOLUTION CONTAINING SODIUM ALUMINATE. ASSIGNEE(s): Alcan International Limited (CA), PATENT NO.: 6,086,834 (20000711), FILED: (19980619)

APPARATUS FOR EVALUATING A SOLID CATALYST AND EVALUATION METHOD USING THE APPARATUS. ASSIGNEE(s): Idemitsu Kosan Co Ltd (JP), PATENT NO.: 6,086,832 (20000711), FILED: (19971208)

METHOD OF MAKING BAMBOO FIBER AND INORGANIC BODY. ASSIGNEE(s): ASK Corporation (JP), PATENT NO.: 6,086,804 (20000711), FILED: (19960710)

OXYGEN SCAVENGING METAL-LOADED ION-EXCHANGE COMPOSITION. ASSIGNEE(s): W R Grace & Co-Conn, PATENT NO.: 6,086,786 (20000711), FILED: (19990621)

SOLID PEROXO COMPOUNDS AND PEROXY COMPOUNDS STABILIZED BY COATING. ASSIGNEE(s): Solvay Interlox GmbH (DE), PATENT NO.: 6,086,785 (20000711), FILED: (19981118)

DEPOSITION SYSTEMS AND PROCESSES FOR TRANSPORT POLYMERIZATION AND CHEMICAL VAPOR DEPOSITION. ASSIGNEE(s): Quester Technology, Inc, PATENT NO.: 6,086,679 (20000711), FILED: (19971024)

METHOD AND APPARATUS FOR EXTRACTING METALLIC CONTAMINANTS FROM SUBSTRATES. INVENTOR(s): Greenleigh, Stephen H., Chester, James W., Rozelle, Peter L., Dewees, Matthew D., PATENT NO.: 6,085,911 (20000711), FILED: (19970807)

AIR CONDITIONER. ASSIGNEE(s): Matsushita Electric Industrial Co Ltd (JP), PATENT NO.: 6,085,531 (20000711), FILED: (19990330)

METHOD AND APPARATUS FOR DECOMPOSING HAZARDOUS SUBSTANCES USING HIGH FREQUENCY WAVES TO PROVIDE ENVIRONMENTALLY SAFE FIXATION ASHES IN AN INCINERATOR. INVENTOR(s): Akae, Yukoh, Kote, Kazuo (JP), PATENT NO.: 6,084,149 (20000704), FILED: (19980824)

DEHYDROGENATION CATALYST AND DEHYDROGENATION PROCESS USING SAID CATALYST. ASSIGNEE(s): Phillips Petroleum Company, PATENT NO.: 6,084,145 (20000704), FILED: (19980407)

CATALYTIC COMPOSITION AND PROCESS FOR THE ALKYLATION OR TRANSALKYLATION OF AROMATIC COMPOUNDS. ASSIGNEE(s): Enichem Synthesis S p A (IT), PATENT NO.: 6,084,143 (20000704), FILED: (19980715)

METHOD OF MAKING AN IMPROVED ZEOLITE CATALYST, A PRODUCT FROM SUCH METHOD, AND THE USE THEREOF IN THE CONVERSION OF HYDROCARBONS. ASSIGNEE(s): Phillips Petroleum Company, PATENT NO.: 6,084,142 (20000704), FILED: (19980512)

TRIETHYLENEDIAMINE AND PIPERAZINE SYNTHESIS USING ZEOLITE CATALYSTS MODIFIED WITH A SILICON-CONTAINING COMPOUND. ASSIGNEE(s): Air Products and Chemicals, Inc, PATENT NO.: 6,084,096 (20000704), FILED: (19980409)

SUBSTITUTED AZAHETEROCYCLECARBOXYLIC ACID. ASSIGNEE(s): Pfizer Inc, PATENT NO.: 6,083,943 (20000704), FILED: (19990319)

WATER-SOLUBLE OR WATER-DISPERSIBLE CROSS-LINKED NITROGENATED COMPOUNDS IN WASHING AND CLEANING AGENTS. ASSIGNEE(s): BASF Aktiengesellschaft (DE), PATENT NO.: 6,083,898 (20000704), FILED: (19990512)

DETERGENT COMPOSITIONS IN TABLET FORM. ASSIGNEE(s): The Procter & Gamble Company, PATENT NO.: 6,083,895 (20000704), FILED: (19980205)

AUTOMATIC DISHWASHING DETERGENTS COMPRISING BETA.-KETOESTER PRO-FRAGRANCES. ASSIGNEE(s): The Procter & Gamble Company, PATENT NO.: 6,083,892 (20000704), FILED: (19990219)

HERBICIDAL COMPOSITION. ASSIGNEE(s): Tokuyama Corporation (JP), PATENT NO.: 6,083,873 (20000704), FILED: (19980901)

HYDROCARBON CONVERSION CATALYST COMPOSITION AND PROCESSES THEREFOR AND THEREWITH. ASSIGNEE(s): Phillips Petroleum Company, PATENT NO.: 6,083,865 (20000704), FILED: (19981014)

SYNTHETIC, CRYSTALLINE, POROUS MATERIAL CONTAINING OXIDES OF SILICON, TITANIUM AND GALLIUM. ASSIGNEE(s): Eniricerche S p A (IT), PATENT NO.: 6,083,864 (20000704), FILED: (19981130)

FUEL CELL. ASSIGNEE(s): Sanyo Electric Co Ltd (JP), PATENT NO.: 6,083,638 (20000704), FILED: (19980410)

POLYESTER COMPOSITION AND FILMS PRODUCED THEREFROM. ASSIGNEE(s): Toray Industries, Inc (JP), PATENT NO.: 6,083,617 (20000704), FILED: (19961211)

INCONTINENT GARMENTS. ASSIGNEE(s): Nextec Applications, Inc. PATENT NO.: 6,083,602 (20000704), FILED: (19950607)

METHOD AND CATALYST FOR CATALYTICALLY OXIDIZING A LOW CONCENTRATION OF H₂S IN A GAS TO GIVE SULPHUR. ASSIGNEE(s): Elf Exploration Production (FR), PATENT NO.: 6,083,471 (20000704), FILED: (19971119)

THERMAL STORAGE AGENT, MANUFACTURING METHOD THEREOF, THERMAL STORAGE MATERIAL, MANUFACTURING METHOD THEREOF, THERMAL STORAGE DEVICE AND ACCUMULATING METHOD. ASSIGNEE(s): Nippon Shokubai Co Ltd (JP), PATENT NO.: 6,083,417 (20000704), FILED: (19971118)

PROCESS FOR DESULFURIZING AND AROMATIZING HYDROCARBONS. ASSIGNEE(s): Phillips Petroleum Company, PATENT NO.: 6,083,379 (20000704), FILED: (19980714)

ABSORBENT MATERIAL AND PRODUCTION THEREOF. ASSIGNEE(s): Eka Chemicals AB (SE), PATENT NO.: 6,083,347 (20000704), FILED: (19970324)

PROCESS FOR PURIFYING INERT FLUIDS BY ADSORPTION ON LSX ZEOLITE. ASSIGNEE(s): L'Air Liquide, Societe Anonyme pour l' Etude et l' Exploitation des Procedes Georges Claude (FR), PATENT NO.: 6,083,301 (20000704), FILED: (19981203)

DUAL MODE AIR TREATMENT APPARATUS AND METHOD. ASSIGNEE(s): Gas Research Institute, PATENT NO.: 6,083,300 (20000704), FILED: (19980825)

PROCESS FOR FABRICATING A SORBENT-BASED GAS STORAGE AND DISPENSING SYSTEM, UTILIZING SORBENT MATERIAL PRETREATMENT. ASSIGNEE(s): Advanced Technology Materials, Inc, PATENT NO.: 6,083,298 (20000704), FILED: (19980831)

APPARATUS AND METHOD FOR PURIFYING NATURAL GAS VIA CRYOGENIC SEPARATION. ASSIGNEE(s): Cryo Fuel Systems, Inc, PATENT NO.: 6,082,133 (20000704), FILED: (19990205)

ODOR CONTROL MATERIAL. ASSIGNEE(s): Centro Ricerche Fater P & G S p A (IT), The Procter & Gamble Company (US), PATENT NO.: 6,080,908, FILED: (19981217)

OLEFIN PURIFICATION BY ADSORPTION OF ACETYLENICS AND REGENERATION OF ADSORBENT. ASSIGNEE(s): BP Amoco Corporation, PATENT NO.: 6,080,905 (20000627), FILED: (19980212)

ISOMERIZATION PROCESS. ASSIGNEE(s): Mobil Oil Corporation, PATENT NO.: 6,080,904 (20000627), FILED: (19961009)

ZEOLITE BASED CATALYST CONTAINING ZINC, BORON AND PHOSPHORUS AND METHOD OF MAKING SUCH ZEOLITE BASED CATALYST. ASSIGNEE(s): Phillips Petroleum Company, PATENT NO.: 6,080,901 (20000627), FILED: (19990921)

PREPARATION OF OLEFINIC COMPOUNDS AND CARBOXYLIC DERIVATIVES THEREOF. ASSIGNEE(s): Albemarle Corporation, PATENT NO.: 6,080,888 (20000627), FILED: (19970108)

ETHYLENE POLYMER. ASSIGNEE(s): Mitsubishi Chemical Corporation (JP), PATENT NO.: 6,080,827 (20000627), FILED: (19970626)

WATER-DISPERSIBLE BLOCKED ISOCYANATE COMPOSITION, AND WATER-BASE PAINT COMPOSITION AND WATER-BASE ADHESIVE COMPOSITION USING THE SAME. ASSIGNEE(s): Nippon Polyurethane Industry Co Ltd (JP), PATENT NO.: 6,080,812 (20000627), FILED: (19990813)

POLYMER MODIFYING AGENT. ASSIGNEE(s): Polymer Process Technologies, Inc, PATENT NO.: 6,080,805 (20000627), FILED: (19981102)

POROUS MOISTURE-ABSORBING AND DESORBING POLYMER AND A METHOD FOR MANUFACTURING THE SAME. ASSIGNEE(s): Japan Exlan Company Limited (JP), PATENT NO.: 6,080,797 (20000627), FILED: (19990528)

METHOD FOR CLEANING HYDROCARBON-CONTAINING GREASES AND OILS FROM FABRIC IN LAUNDRY WASHING APPLICATION. INVENTOR(s): Crutcher, Terry, PATENT NO.: 6,080,713 (20000627), FILED: (19980213)

POWDER DETERGENT COMPOSITION AND METHOD OF MAKING. ASSIGNEE(s): Amway Corporation, PATENT NO.: 6,080,711 (20000627), FILED: (19980310)

PENTASIL-TYPE MOLECULAR SIEVE CONTAINING COMPOSITION AND ITS PREPARATION METHOD. ASSIGNEE(s): China Petrochemical Corporation, Research Institute of Petroleum Processing (JP), PATENT NO.: 6,080,698 (20000627), FILED: (19980917)

PROCESS FOR MAKING A COMPOSITION THAT IS USEFUL FOR CONVERTING LOWER VALUE AROMATICS TO HIGHER VALUE AROMATICS. ASSIGNEE(s): Phillips Petroleum Company, PATENT NO.: 6,080,697 (20000627), FILED: (19981007)

REDUCTION OF MALODOUR. ASSIGNEE(s): Novo Nordisk A/S (DK), PATENT NO.: 6,080,391 (20000627), FILED: (19980813)

ZEOLITE SSZ-48. ASSIGNEE(s): Chevron U S A Inc, PATENT NO.: 6,080,382, FILED: (19971217)

METHOD OF ABATING NOX AND A CATALYTIC MATERIAL THEREFOR. ASSIGNEE(s): Engelhard Corporation, PATENT NO.: 6,080,377 (20000627), FILED: (19950427)

EXHAUST GAS PURIFICATION CATALYST WITH IMPROVED HYDROCARBON CONVERSION. ASSIGNEE(s): Degussa Aktiengesellschaft (DE), PATENT NO.: 6,080,375 (20000627), FILED: (19971112)

METHOD OF FORMING AND SHAPING PLASTICIZED MIXTURES. ASSIGNEE(s): Corning Incorporated, PATENT NO.: 6,080,345 (20000627), FILED: (19980715)

CHEMICAL METHODS FOR REMOVING CONTAMINANTS FROM WATER. ASSIGNEE(s): Biomin Inc. PATENT NO.: 6,080,319 (20000627), FILED: (19980618)

POINT-OF-USE WATER PURIFICATION SYSTEM WITH A CASCADE ION EXCHANGE OPTION. INVENTOR(s): Kelada, Maher I.. PATENT NO.: 6,080,313 (20000627), FILED: (19970829)

ZEOLITE CATALYST ACTIVITY ENHANCEMENT BY ALUMINUM PHOSPHATE AND PHOSPHORUS. ASSIGNEE(s): Exxon Chemical Patents, Inc. PATENT NO.: 6,080,303 (20000627), FILED: (19980311)

COMPOSITION AND METHODS FOR CLEANING SURFACES. ASSIGNEE(s): Calgon Corporation. PATENT NO.: 6,080,244 (20000627), FILED: (19980921)

GAS TREATING APPARATUS. ASSIGNEE(s): Nichias Corporation (JP). PATENT NO.: 6,080,227 (20000627), FILED: (19981104)

NITROUS OXIDE PURIFICATION BY PRESSURE SWING ADSORPTION. ASSIGNEE(s): UOP LLC. PATENT NO.: 6,080,226 (20000627), FILED: (19980930)

STILBENE COMPOUNDS AND THEIR USE. ASSIGNEE(s): Ciba Specialty Chemicals Corporation. PATENT NO.: 6,080,208 (20000627), FILED: (19981222)

MOTOR-VEHICLE PASSENGER-COMPARTMENT AIR-CLEANER. INVENTOR(s): Kim, Sinil. PATENT NO.: 6,080,059 (20000627), FILED: (19991020)

GAS ENGINE WITH A GAS FUEL REFORMING DEVICE. ASSIGNEE(s): Isuzu Ceramics Research Institute Co Ltd (JP). PATENT NO.: 6,079,373 (20000627), FILED: (19980512)

APPARATUS AND METHOD FOR DETECTING DETERIORATION OF NOX CATALYST IN DIESEL ENGINE. ASSIGNEE(s): Komatsu Ltd (JP). PATENT NO.: 6,079,203 (20000627), FILED: (19980402)

PROCESS FOR MAKING ZEOLITE CONTAINING ZINC BORATE COMPOSITION, THE COMPOSITION AND THE USE THEREOF IN HYDROCARBON CONVERSION. ASSIGNEE(s): Phillips Petroleum Company. PATENT NO.: 6,077,984 (20000620), FILED: (19980901)

HALOGENATED POLYMER COMPOSITIONS CONTAINING A METAL COMPOUND STABILIZER AND A COATED ACID ABSORBER COSTABILIZER. ASSIGNEE(s): Hammond Group, Inc. PATENT NO.: 6,077,882 (20000620), FILED: (19990726)

PROCESS FOR PREPARING A GRANULAR DETERGENT. ASSIGNEE(s): Lever Brothers Company Division of Conopco, Inc. PATENT NO.: 6,077,820 (20000620), FILED: (19990304)

CELLULASE ACTIVITY CONTROL BY A TERMINATOR. ASSIGNEE(s): The Procter & Gamble Company. PATENT NO.: 6,077,818 (20000620), FILED: (19981013)

ゼオライトの科学と工学

小野嘉夫／八嶋建明・編

A5判・270頁・定価：本体4,900円（税別）

新刊

新材料と環境保全・浄化を充実した第3作。ゼオライト膜、メソ多孔体物質、アルミノリン酸塩など新材料を加え、環境浄化プロセスに重点をおき時代の要請に対応。新材料の基礎科学、新しい解析手法も詳解。

主な内容

1 ゼオライトの構造と合成：ゼオライトの種類と構造／リン酸塩系ゼオライト類似物質／メソ多孔体／ゼオライト膜の調製／ゼオライト合成のメカニズム／ゼオライトの微細構造／有機ゼオライトの合成と性質 2 ゼオライトの物理化学的性質：電子顕微鏡で何がわかるか／固体NMRで何がわかるか／プローブ分子の吸着・脱離で何がわかるか／量子化学で何がわかるか／ゼオライト中のクラスターにおける量子効果 3 ゼオライトの吸着とイオン交換：吸着平衡／吸着特性とその制御／ゼオライト吸着剤の特徴／吸着分離／イオン交換平衡／イオン交換特性の応用 4 ゼオライトの触媒作用：ゼオライト触媒の特徴／酸性と触媒作用／塩基性と触媒作用／遷移金属カチオンの担持と触媒作用／形状選択性 5 ゼオライトを触媒に用いる反応プロセス：石油精製へのゼオライト触媒の利用／石油化学へのゼオライト触媒の応用／液相酸化反応への応用／ファインケミカルズ合成への応用 6 環境浄化とゼオライト：自動車排ガス浄化／生活環境浄化／抗菌剤



ゼオライト 基礎と応用

原 伸宜・高橋 浩／編

A5判 342頁定価：本体7,282円（税別）

主な内容

ゼオライトの一般的性質と構造、分子ふるい、吸着分離、触媒反応、石油化学における応用と工業のプロセスなどを詳述。さらに天然ゼオライトの利用や排ガス・排水処理など公害対策まで、ゼオライトのすべてを紹介する。



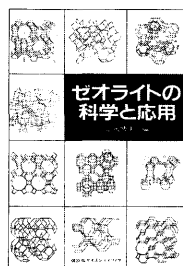
ゼオライトの 科学と応用

富永博夫／編

A5判 232頁定価：本体4,369円（税別）

主な内容

ZSM-5など新しいゼオライトの登場により急速に展開した応用技術と、それを支える基礎科学の最新の知識を詳述。新たに天然ゼオライトの章を設け、前著「ゼオライト—基礎と応用」とあわせてゼオライトのすべてを網羅。



東京都文京区音羽2-12-21
振替 00180-1-3930

講談社

編集部 ☎ 03(3235)3701
販売部 ☎ 03(5395)3624

ゼオライト学会法人会員名簿

(平成12年8月現在, 五十音順)

- | | |
|----------------------|--------------------|
| 1. 旭化成工業(株) | 24. (株) 豊田中央研究所 |
| 2. 出光興産(株) | 25. 日揮(株) |
| 3. イハラケミカル工業(株) | 26. 日本化学工業(株) |
| 4. エヌ・イー ケムキャット(株) | 27. 日本ケッチェン(株) |
| 5. 鹿島建設(株) | 28. 日本鋼管(株) |
| 6. (株) クボタ | 29. 日本酸素(株) |
| 7. (株) コスモ総合研究所 | 30. 日石三菱(株) |
| 8. 昭和電工(株) 総合研究所 | 31. 日本ビルダー(株) |
| 9. 触媒化成工業(株) | 32. 日本ベル(株) |
| 10. (株) ジャパンエナジー | 33. 日本モービルカタリスト(株) |
| 11. 新東北化学工業(株) | 34. 富士石油(株) |
| 12. 住友化学工業(株) | 35. 北陸電力(株) |
| 13. 住友金属鉱山(株) 中央研究所 | 36. 丸善石油化学(株) |
| 14. エア・ウォーター(株) | 37. 水澤化学工業(株) |
| 15. 千代田化工建設(株) | 38. 三井化学(株) |
| 16. 帝人(株) | 39. 三菱化学(株) |
| 17. 東京ガス(株) | 40. 三菱重工業(株) 技術本部 |
| 18. 東ソー(株) | 41. ヤマホ工業(株) |
| 19. 東ソー(株) 東京研究所 | 42. ユニオン昭和(株) |
| 20. 東燃(株) | 43. ユニチカ(株) |
| 21. 東燃化学(株) | 44. ライオン(株) |
| 22. 東北電力(株) 研究開発センター | 45. 三菱レイヨン(株) |
| 23. 東洋シーシーアイ(株) | |

編集後記

科学技術の基本的な部分をどこかに置き忘れてしまったために重篤な不具合が発生した、というようなことを、このところしばしば見聞します。科学技術によって糧を得ている私たちにとっては、他人事ではなく以って他山の石として、襟を正したいと思います。もしかしたら、これらは、自然法則からの警鐘なのかもしれません。ところで、警鐘は一般には悪い出来事の兆しといえますが、一方で自然法則はポジティブなことの兆しも私たちに示唆してくれることがあるようです。ニュートンのりんごや、フレミングのペニシリンなど。セレンディピティーと言うそうですが、火で炙れば蒸気が出るというゼオライトの発見も、実は幸運な偶然が端緒だったのかもしれません。市井の一技術者としては、ささやかながらも幸運な自然からの贈り物を見誤らないような眼が持てたらと思います。

(Y. T.)

ゼオライト (Zeolite News Letters) 編集委員

委員長

山崎淳司 (早大理工)

Editors-in-Chief

Atsushi Yamazaki (Waseda University, Tokyo)

幹事

里川重夫 (東京ガス)

Managing Editors

Shigeo Satokawa (Tokyo Gas Co. Ltd., Tokyo)

大久保達也 (東大大学院工)

Tatsuya Okubo (The University of Tokyo, Tokyo)

荻原成騎 (東大大学院理)

Shigenori Ogihara (The University of Tokyo, Tokyo)

川勝 健 (触媒化成工業)

Ken Kawakatsu (Catal. Chem. Ind. Co., Ltd., Kitakyushu)

久保百司 (東北大学院工)

Momoji Kubo (Tohoku University, Sendai)

穴戸哲也 (広島大工)

Tetsuya Shishido (Hiroshima University, Hiroshima)

杉本道雄 (出光興産)

Michio Sugimoto (Idemitsu Kosan Co. Ltd., Sodegaura)

鈴木邦夫 (工技院物質研)

Kunio Suzuki (Natl. Inst. Mater. Chem. Res., Tsukuba)

高木由紀夫 (エヌ・イー ケムキャット)

Yukio Takagi (N. E. CHEMCAT Corp., Tokyo)

馬場俊秀 (東工大大学院理工)

Toshihide Baba (Tokyo Institute of Technology, Tokyo)

日比卓男 (住友化学工業)

Takuo Hibi (Sumitomo Chemical Co. Ltd., Tokyo)

森下 悟 (東ソー)

Satoru Morishita (TOSOH Corp., Ayase)

吉川正人 (東レ)

Masahito Yoshikawa (Toray Ind., Inc., Nagoya)

ゼオライト Vol.17, No.3 平成12年9月10日発行

発 行 **ゼオライト学会**

〒680-0945 鳥取市湖山町南4-101

鳥取大学 工学部 物質工学科 丹羽研究室内

Tel. 0857-31-5256 Fax. 0857-31-5256

e-mail: zeo@chem.tottori-u.ac.jp

(連絡はFax またはe-mail にてお願いいたします。)

印 刷 有限会社 オフィス・ソフィエル

〒101-0032 東京都千代田区岩本町1-6-7 宮沢ビル601

Tel. 03-5821-7120 Fax. 03-5821-7439