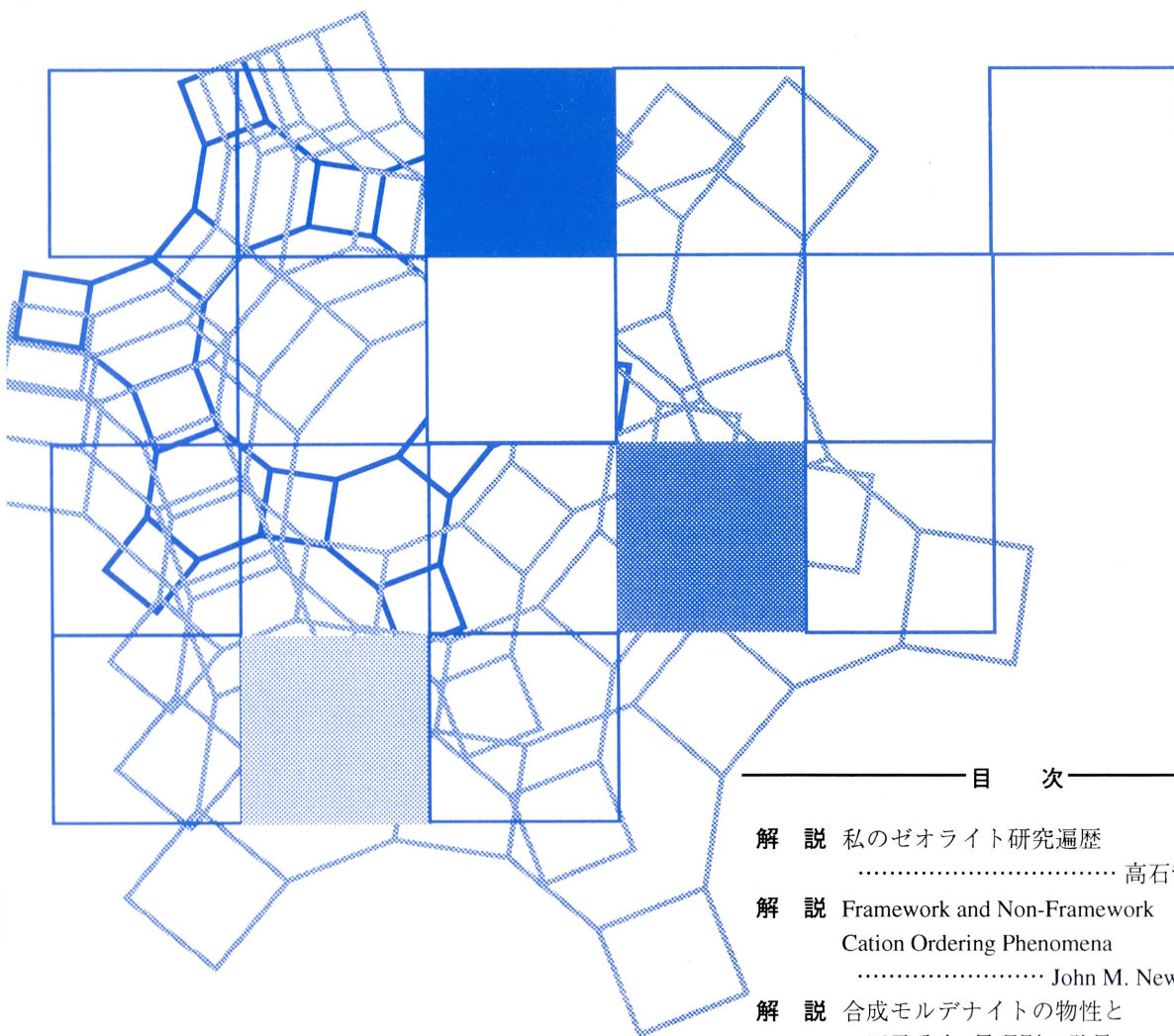


Vol.16
No.3
1999

ゼオライト

ZEOLITE NEWS LETTERS

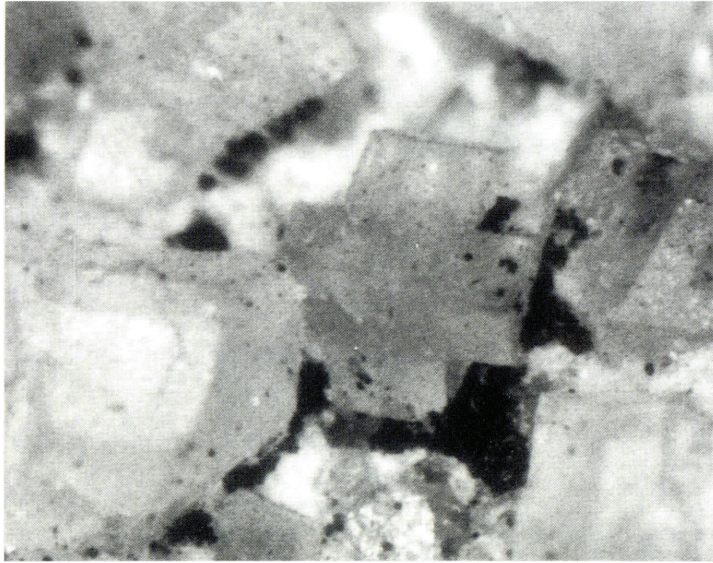


目 次

- 解 説 私のゼオライト研究遍歴
..... 高石哲男 ... 89
- 解 説 Framework and Non-Framework
Cation Ordering Phenomena
..... John M. Newsam ... 99
- 解 説 合成モルデナイトの物性と
Al原子分布5員環則の発見
..... 板橋慶治 ... 104
- 投 稿 高石先生との思い出 堤 和男 ... 110
- 投 稿 Statement honoring Professor
Tetsuo Takaishi Karl Seff ... 113

ゼオライト学会
Japan Association of Zeolite

レポート (114) お知らせ (117, 130)
タイトルサービス (125)
最近の公開特許から (137)
法人会員名簿 (151)



東京都西多摩郡白丸鉱山産 harmotome

(提供：早稲田大学理工学部 山崎淳司)

《 解 説 》

私のゼオライト研究遍歴

高石哲男

豊橋技術科学大学 名誉教授

30余年にわたる私のゼオライト研究を回顧し、いま研究中的問題、将来の課題について述べる。

1. はじめに

私はゼオライトのガス吸着から出発し、 $C^{18}O_2$ と骨格間の ^{18}O アイソトープ交換反応を測り、ゼオライトの反応性を求める手法を完成した。次に、ゼオライト中のAlの規則分布決定法を確立し、Alの規則分布がゼオライトの特性を如何に支配するか、数例を示したが、進行中のものもある。例えば、『Alを2個含む5員環は不安定である』という経験則とか、『結晶成長時のプリカーサ分子中のAl分布が格子中に転写される』など、一部証明したが、完全ではない。現在進行中である。

これらは古典的にストレートに解ける問題だが、そうはいかない問題がある。ゼオライト骨格の柔軟性が主役を演じる現象で、これらをどう理論化するか？目下思案中。

以下、解けた問題、未解決の問題を含めて研究経過を解説する。紙数の制限もあり、かいつまんで話の筋道だけを説明しよう。

2. ガス吸着

2.1 A型ゼオライトのガス吸着

ガス吸着の研究を長く続けてきた関係で、1970年頃小松電子金属の八剣君が『 SiH_4 (分子径 5 Å) 中 1ppm の PH_3 (分子径 4.5 Å) を吸着で取り除けないか？』と相談にきた。『4A型ゼオライトでは両者とも吸着しないし、5A型ゼオライトは両者とも吸着してしまう。適当なイオン交換をしたら、何か良いものが出来るかもしれない。』と極めて無責任な返答をした。聞いた方もいい加減で、『手元にあった

3A型ゼオライトをPbやZnで交換したら、何か変なことが起きた。考えてみて呉れ。』という次第で、A型ゼオライトを本格的に調べることになった。

まず板橋慶治君 (現東ソー) が K_{12} -A の Zn イオン交換等温線を測るとステップが出現し、小松から派遣された遊佐厚君 (現オリンパス研究所所長) と私が吸着特性を測り図1を得た¹⁾。A型ゼオライトの α ケージへの窓は8員環で、 K^+ がこの8員環を塞いでいるから、有効隙間径は普通は3 Åである。図1は『 Zn^{2+} を単位胞当たり3.5個ほど入れると有効隙間径が4.5 Åになる』ことを示している。如何にして有効孔径が4.5 Åになったか？色々調べた結果『 Zn^{2+} イオンの影響で K^+ の住んでいるポテンシャルの底がフラットになり、有極性分子がアタックすると容易に道を空ける。』ことが分かった。

結果を1973年第三回IZCで発表したら、Imperial CollegeのDr.Parsonageが『パーコレーション理論で解析したか？』と質問した。田舎で独りポッチで研究している身には何のことも分からないから【No!】と返答。手の内を見すかしたか、パーティの時パーコレーション理論の何たるかを説明してくれた。そもそもパーコレーション理論は電話回線網の有効活用のため開発されたもので、その後果樹園団地における害虫の伝播防止、地震の機構の説明など広く利用されていた。ところで、A型ゼオライトはHammersleyがパーコレーション理論計算に用いたモデルにピッタリである。遊び心が湧いて、実験的に理論を精密実証をしたのが図2である²⁾。パーコレーション曲線としては、全分野を通じてこれが最高のものと自負している。

UCCのBreckがトランス-1-ブテン、トランス-2-ブテンとシス-ブテンを分離できる点に大変興味を

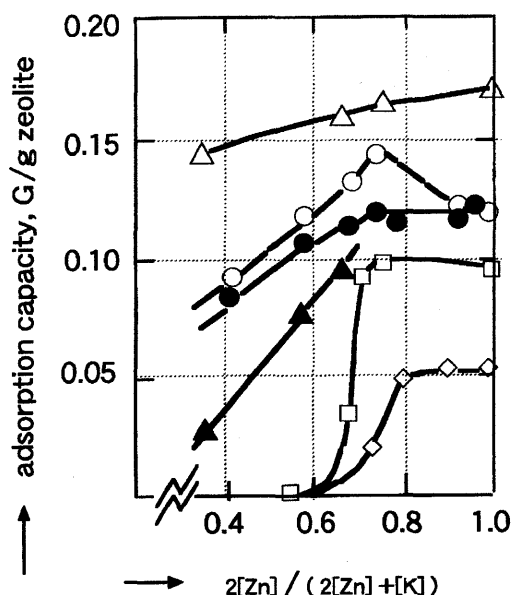


図1 $\text{Zn}_x\text{K}_{12-2x}\text{A}$ ゼオライトの分子ふるい作用¹⁾

◇, SiH_4 ; ▲, PH_3 ; ●, trans-but-2-ene;
○, trans-1-but-ene; □, cis-but-2-ene.
△, NH_3

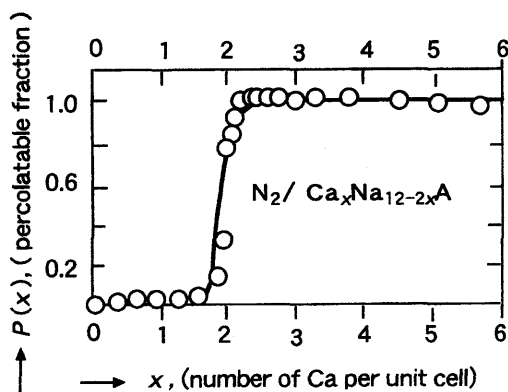


図2 $\text{Ca}_x\text{Na}_{12-2x}\text{A}$ ゼオライトの N_2 吸着におけるパーコレーション作用²⁾ ○, 実測値; 実線, 理論値

示した。誰も実用化しなかったが、ゼオライト特性の多彩性を実現した例として理論的意義は大きい。

PH_3 を多量に含む SiH_4 を(K, Zn)-Aゼオライトのカラムに通すと、 PH_3 濃度は $1/10^6$ に激減する。 PH_3 初期濃度を 10^{-6} とすれば、最終濃度は 10^{-12} になる筈であるが、ガスでは分析出来ないから、小松電子

金属で純化ガスから単結晶を作り抵抗を測ると、ジーマンスでzone refiningを60回かけて漸く達した抵抗値を一発で実現し、twelve-nineの純度であることが実証された。然しこの方法ではorderは出るが、絶対値には誤差を多い。そこで立教原子力研究所の物理の人に、この結晶から放射線固体検出器を作って貰うと素晴らしい性能のものが出来、 1×10^{-12} の精度でPの濃度が求められた。この方法で極高純度Siの標準試料を作り、不純物分析簡便法の検量線作成に利用した。(極高純度Siの話は、拙著解説『極高純度への挑戦』³⁾を参照されたい。)

当時はLSI開発の揺らん期であり、 SiH_4 にdonorやacceptor成分を加えてSi単結晶上にepitaxial膜を積む技術の完成が急がれていた。出発 SiH_4 をきちんと制御してから不純物を加えた方が安定した工程である。某社の担当ボスに其の主旨を説明したが、『先生、私たちはもっと程度の低い事をやっているのです。』とのことで、今の常識では考えられぬ状況だった。さらばと、日本生産技術研究所の五味さんに此の吸着剤を使った SiH_4 purifierを試作して貰い特性を測り、*Rev. Sci. Instrum.*⁴⁾に発表し、同社から売り出して一件落着。実用研究では、特許逃れを防ぐためつまらぬ実験もしなければならぬし、吸着剤の寿命や再生など、科学的には興味のない研究も必要である。これは私の肌にあわないので、以後実用研究はやるまいと思った。

2.2 1次元吸着ガス

吸着現象を基本から理解するには、吸着熱、吸着分子のエントロピー(配置のエントロピーと熱エントロピー)全てを知らねばならない。固体内と異なり、表面では欠陥が矢鱈に多く、表面不均一を無視した理論は絵空事である。吸着の教科書に表面不均一をチョコッと取り入れた理論も載っているが、あまり役に立たない。なるべく均一表面の試料を探しても、理想には遠い。実際Langmuir式で近似できる実験データは今までに3つしかない。こんな状況では、配置のエントロピーと熱エントロピーを別々に求めることなど出来ない。何か理想的な系がないのか?吸着分子が自由飛行していれば、表面が不均一でも分子は平均化されたポテンシャルを感じる。つまり不均一の影響を消すことができる。然し理想的と思われるグラファイト上でも、局在化吸着し易く、不均一性の影響が出てくる。

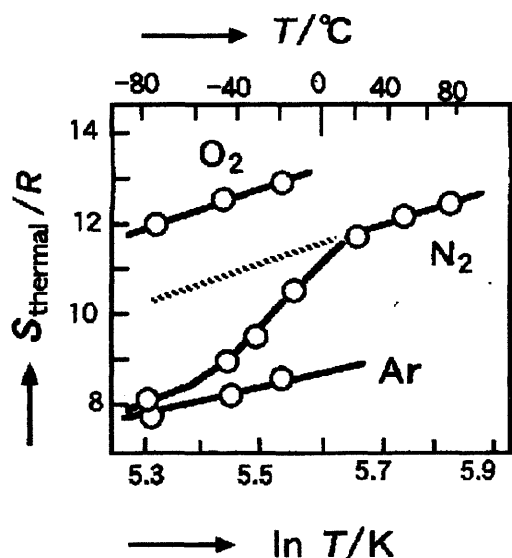


図3 モルデナイトに吸着した分子の熱エントロピー⁵⁾

モルデナイト中の1次元吸着ガス — 思案の末1次元吸着ガスがクローズアップして来た。ゼオライトの1次元ポア—中では分子は四方から引っぱられ、孔壁に縛られず宙に浮くから、自由飛行が実現しやすい。Ar, O₂, N₂のモルデナイトへの吸着等温線(log 吸着量 vs. log P)は低圧域では0.999の相関で直線になり、Henry constant: k_H が正確に求まる。 k_H の温度係数から吸着分子の熱エントロピーを求めると、図3を得る⁵⁾。一方、理想気体分子の熱エントロピー S_{therm} は次式で与えられる:

$$S_{\text{therm}}/R = \text{const.} + n \ln T,$$

$$\text{傾斜 } n = (\text{飛行次元数})/2 + (\text{回転の自由度数})/2 + (\text{ポテンシャル底における振動の自由度数}).$$

図3で、Ar, O₂の傾斜 n はそれぞれ2.5, 3.5で、教科書に載るようなデータである。N₂は高温では $n=3.5$ に、低温では $n=2.5$ に収れんする。N₂は大きな四重極モメントを持ち、孔内の電場との相互作用が大きく、低温では回転が束縛される。一方const.の項からは、ポテンシャル底における振動の周波数が求まる。

O₂は常磁性で、ガス状ではESRで感知できるが、トラップされるとスピン—格子緩和時間が短くなりESR信号が出ない。O₂が本当に1次元ガスになれば、ESRで捕えられる筈である。吸着O₂のESR信号は3次元ガスのものと同じ位置に出て、線幅の圧プロ

ードニングは1次元ガスの衝突時間から計算した値に一致した。これも第三回IZCで発表した。

以上、低吸着量の領域はうまく解析出来たが、吸着量が増し理想気体からズレると解析不可能になる。それは(孔径) > (分子径)のため、密度が増すと1次元性を維持出来なくなり、配置のエントロピーは複雑になり、手がつけられない。(孔径)と(分子径)が接近すれば、密度が増しても1次元性を維持出来るであろう。そこで孔径の小さいフェリエライトが浮上する。

フェリエライト中の1次元吸着ガス — 高吸着量領域まで1次元性を維持していれば、吸着分子同士間の相互作用を正確に求められる。吸着分子同士間のポテンシャルは自由空間中の分子間ポテンシャルとは当然異なる。その差分を問題にするのである。

一般に多体系の相互作用ポテンシャルは対間ポテンシャルの和で近似する。しかし場合によっては、三体効果を考慮する必要も生ずる。まず3個の分子からなる系を考える。全系のエネルギー U_{tot} は次式で与えられる:

$$U_{\text{tot}} = U_{12} + U_{23} + U_{31} + U_{123}$$

ここに U_{ij} は対間ポテンシャル, U_{ijk} は三体項(量子三次摂動エネルギー)で、気体の第三ビリアル係数に効いてくる。吸着エネルギー U_{ads} は

$$U_{\text{ads}} = \sum_i U_{1,i} + \sum_{i,j>i} \sum U_{1,ij} \quad (1)$$

で与えられる。ここに i, j は吸着媒を構成する原子を指定する。この場合の三体項を実験的に分離測定するのは難しい。2個吸着した系の全系のエネルギー U_{tot} は

$$U_{\text{tot}} = U_{\text{ads},1} + U_{\text{ads},2} + U_{12} + \sum_i U_{12,i} \quad (2)$$

で与えられる。三体項 $\sum U_{12,i}$ 中の1つ1つは小さいけれど、和をとると大きくなる。こうして、吸着分子間のポテンシャルは自由空間におけるポテンシャルと異なってくる。精密な測定をしてこの項を求めるのが吸着基礎研究者の間で長年の懸案であったが、EverettもHalseyも成功しなかった。当時の真空技術では無理であった。

さて1980年代前半物理吸着測定に必要な真空技術はほぼ出揃った。これらを採用して私が作った容量法吸着測定装置では、気体圧力1~1000 Torrを5桁

の精度、 $\pm 3 \times 10^{-3}$ K の温度制御、壁からの放出ガスは極めて小さく、 10^{-6} Torr の真空を長時間維持できる。Xe をプローブ・ガスにすれば、[10 cm² の BET 面積を 3 % の精度で測れる]。この装置で大面積を持つゼオライトを測るのだから、記録的高精度のデータを得たわけである。吸着等温線は

$$\ln(P/c) + \ln k_H = 2Bc + (3C/2)c^2 + (4D/3)c^3 + \dots$$

$$c = N_{\text{ads}}/L \quad (3)$$

と表わされる。ここに L はポアー全長、 B , C , D は 1 次元ガスの第二、第三、第四ビリアル係数であり、 k_H , B , C , D とそれらの温度係数まで求まる。(3 次元ガスで C の温度係数まで求めた例は少なく、まして D を測った例は全くない。) B の解析から三体項が大きな反発力であることが分かり、シミュレーション計算の結果と実測値とは大略一致している。

等量吸着熱 q_{st} は Clausius-Clapeyron の関係式で与えられる：

$$q_{\text{st}} = -k[\partial \ln P / (1/T)]_{N_{\text{ads}}} \quad (4)$$

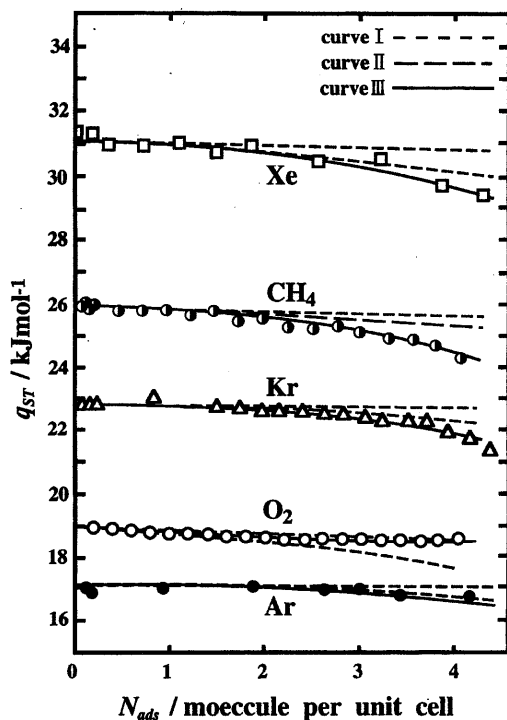


図4 フェリエライトに吸着した1次元ガスの等量吸着熱の吸着量依存⁶⁾

一方 (3) 式から

$$q_{\text{st}} = q_{\text{st}}^0 - k[2cdB/d(1/T) + (3/2)c^2dC/d(1/T) + (4/3)c^3dD/d(1/T) + \dots] \quad (5)$$

図4では、(4)からの値を点で、(5)からの値を線で表わした。(5)の2項目まで(Curve I), 3項目まで(Curve II), 4項目まで(Curve III)と近似を上げていくと、Curve IIIで実測点に収れんする⁶⁾。

たいていの場合 $dB/d(1/T)$, $dC/d(1/T)$, $dD/d(1/T)$ > 0 , つまり吸着分子同士は反発しあうが、 O_2 だけは $dD/d(1/T) < 0$ である。4 量体 $O_2-O_2-O_2-O_2$ では、何らかの凝集力が働いてることを示す。 O_2 のチェーンを作れば半導性を持つかも知れないなど、空想を巡らしたくなる。閑話休題。精度を向上すると、予測もしないことが分かるものである。

2.3 Ca₆A ゼオライト中の反磁性 O_4 分子

O_2 分子の2量体、すなわち反磁性 O_4 の存在は未解決の問題であった。1914年のPerrier & Kamerling-Onnesの実験、Lewisのオクテット説による説明、Paulingの計算と、連綿と論じられて来たが確証は得られず、否定論者が優勢であった。前項で4量体 $O_2-O_2-O_2-O_2$ が捕まったが、2量体 O_2-O_2 の気配は全くない。2量体が出来るとすれば、孤立したカチオンにトラップされた場合で、低温で Ca_6A ゼオライト中の Ca^{2+} 上が有望になる。

真空天秤と磁化率測定器を組み合わせると、吸着量と吸着酸素の磁化率を同時に測ると、吸着酸素の一部は反磁性になっている。反磁性酸素は O_4 であるとして、データを整理すると図5を得る⁷⁾。等温線はよい直線性を示し、万事OK!と思われるが、そうではない。液相や気相なら、 $[O_4]/[O_2]^2 = \text{const.}$ となるが、吸着相ではLangmuirの項 $\theta/(1-\theta)$ が掛かってくる筈である。この矛盾を解かねばならない。

A型ゼオライトの単位胞中には、六員環が8個(うち6個に Ca^{2+} が居る)、四員環が12個含まれている。[O_2 は六員環と四員環上に吸着できるが、 O_4 は Ca^{2+} 上にしか吸着しない]と仮定して計算すると、図5の●を得る。吸着熱、反応熱は次のようになる：kJ/molの単位で、

$$q_{\text{st}}(O_2/Ca) = 12 ; 2(O_2/Ca) = (O_4/Ca) + 2 ;$$

$$2O_2(\text{gas}) = (O_4/Ca) + 26$$

O_4 の形は次のようにして決まる。 O_4 が四角形なら

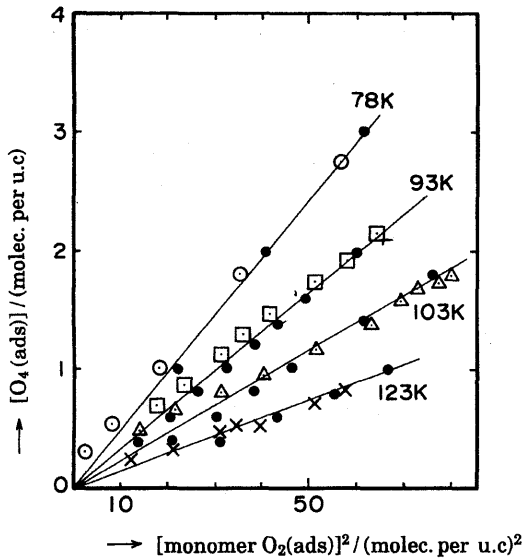
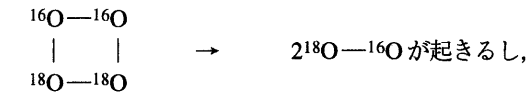


図5 Ca₆Aゼオライトに吸着した酸素分子の磁化率から求めた反磁性分子O₄の濃度⁷⁾



線形なら ${}^{16}\text{O} - {}^{16}\text{O} - {}^{18}\text{O} - {}^{18}\text{O} \rightarrow {}^{218}\text{O} - {}^{16}\text{O}$ は起きない。実測によればアイソトープ交換はおこらないから、O₄は線形である。これはLewisやPaulingの予想に反しているが、分子軌道法では納得できる結果である。

3. 格子の反応性

吸着や触媒に使う場合、欠陥が活性点として働いていないか？心配になる。活性点の格子酸素は、C¹⁸O₂と容易にアイソトープ交換するであろう。また、正常の格子酸素の交換反応性はゼオライトの耐熱性の目安になる。交換反応の研究から色々のことが分かる。

A型ゼオライト — A型ゼオライト中のカチオン分布は徹底的に調べあげてあるので、これとC¹⁸O₂間のアイソトープ交換を温度と組成の関数として測った。学生の遠藤章（現原子力研）が4年間、約6千時間かけて求めた結果を要約すると、以下のとおり。

- 1) 約2%の活性格子酸素があり、欠陥に帰属される。
- 2) 結晶学的に異なる3種の格子酸素について、交換反応速度係数を別々に求めた。

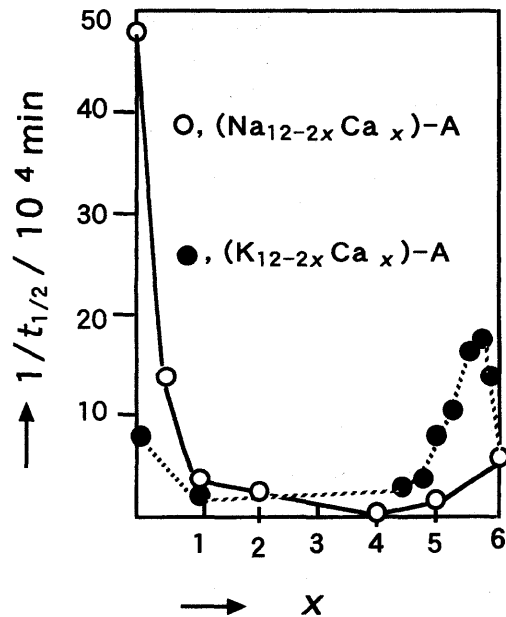


図6 C¹⁸O₂とゼオライト骨格酸素間の¹⁸O交換反応⁸⁾。
t_{1/2}、骨格酸素の半分を交換するに要する時間

- 3) K_{12-2x}Ca_x-A, Na_{12-2x}Ca_x-A (6 ≥ x ≥ 0) について、交換反応速度を求めた。
- 4) 格子酸素の半分が交換されるに要する時間をt_{1/2}とすると、図6を得る。(CO₂ O_{lattice}) · 2 cationなる活性錯体を想定し、既定のカチオン分布を参照すると、図6の複雑なカーブをスマートに説明できる⁸⁾。

ZSM-5 — ZSM-5をGaイオン交換すると、Gaが格子位置に入るとい信じ難い話があった。これは**格子欠陥にGaが入るに違いない**と考えて、アイソトープ交換とH₂Oの吸着カロリメトリーを突き合わせて、予測を証明した。（吸着カロリメトリー関連は以下にも出てくるが、堤和男教授が別論文で詳説する。）1987年ベルギーでのゼオライト・ワークショップのとき、遠藤君が八嶋研の山岸孝司君にアイソトープ交換の有用性を懇切に教えた。山岸君はすぐマス・スペクトロメーターを買って貰い、アトム・インプランテーションをおこない、大成功した。

AIPO₄-5 — UCCでAIPO₄-5の合成に成功したとき、有機不純物の吸着剤（とくに半導体工業用水の処理剤）として期待した。ところがAIPO₄-5は親水性を示し、期待が外れた。【結晶学的には疎水性に

決まっているから、親水性は欠陥に帰せられよう。」と考へて、アイソトープ交換とH₂Oの吸着カロリメトリーを併用して、この予想を定量的に証明した。

750℃でさらに交換を進めると、格子酸素の1/4だけが交換する。AlPO₄-5には結晶学的に4種の酸素(OI, OII, OIII, OIV)があるが、OIIだけが交換反応すると断定できた。最近AlPO₄-5の結晶構造の精密解析が進み、OIIの住むポテンシャル谷はダブル・ミニマムらしいと言われている。それならOIIは反応し易いわけだ。

4. Al-Si規則分布とゼオライトの特性

4.1 Al-Si規則分布決定法

吸着や触媒特性を調べる場合、カチオンの正確な位置が分からぬまま通り過ぎていく。カチオンの位置を知らずに、特性の根本的理解はありえない。カチオンの位置はAlの分布に支配されているが、XRDではAl-Si分布を決定できない。AlとSiのX線散乱能の差がごく小さいからである。Al-Siの短距離オーダーは²⁹Si MAS NMRで求まる。Al-O-Al回避則を満たすAl規則配置を理論的に求めて、²⁹Si MAS NMRスペクトラムに合致するものを選べば、問題解決である。この方針で、1987年ゼオライト・オメガ、1988年ゼオライトLを解いた。この場合、小手先細工の直観的方法を使用しているの、解の唯一性の保証はない。

次に、モルデナイトは直観では解けない。板橋君の実験データ等を仔細に検討すると、3c長周期構造がある。Al規則配置には数千の候補が出てきて、従来法では手も足も出ない。退官後3年かけて一般解法(connectivity-configuration matrices法)を完成して、再挑戦した。この間の実験と理論とのタグマッチについては、板橋君が後続論文で詳説する。

4.2. 5員環の不安定性

モルデナイトの解析中に次の経験則を得た：「Alを2個含む5員環は不安定である」。この経験則から、フェリエライト等多くのペンタシル・ゼオライトでSi/Al=5になることが、自動的に出てくる(以下、Alを2個含む5員環を5-ring (2 Al)と略記する)。高耐熱性のクリノプチロライトは5-ring (2 Al)を含まず、同一骨格で耐熱性の極めて低いヒュウランダイトは5-ring (2 Al)を含む。ヒュウランダイトを脱Alして高耐熱性に転換し、「熱的不安定の原因は5-ring

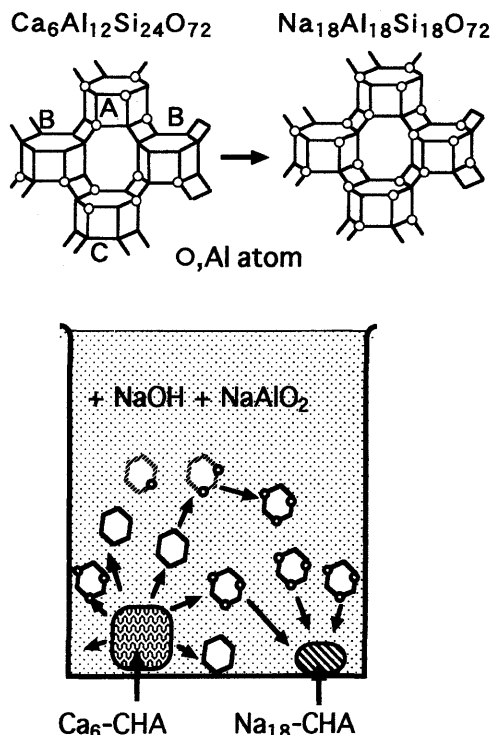


図7 種結晶Ca-チャバザイトからNa-チャバザイトの合成。
プリカーサー分子の振る舞い

(2Al)にある」と実証する実験を計画中である。

1997年Ricchiardi & NewsamはAlフリーのZSM-5にAlを導入するシミュレーション計算をした。Al導入時5員環は揺らいでエネルギー極小点に落ち着くのに時間がかかる。Alを1個導入するだけでも極小点が数個生ずるらしい。彼等はこれを奇数員環不安定性と呼んでいる。Alを2個導入すれば、多分カタストロフになるのでは、と推測される。将来の重要テーマである。

4.3. プリカーサー分子とAl-Si規則分布

チャバザイト — プリカーサー分子がゼオライト結晶表面と縮合(脱H₂Oあるいは脱NaOH)して結晶が成長する。Si(OH)₄やAl(OH)₃がバラバラに降ってきて成長するのではない。そうすると、プリカーサー分子とゼオライト表面のマッチングの良否が結晶の成長を左右する。そして、プリカーサー分子中のAl分布がゼオライト格子中に転写されることになる。Engelhardt社のThrush & Kunickiの実験はこれらを支持している。適切な組成の溶液中で天然

チャバザイト (図7の $\text{Ca}_6\text{Al}_{12}\text{Si}_{24}\text{O}_{72}$) をシードとしてNa-チャバザイト (図7の $\text{Na}_{18}\text{Al}_{18}\text{Si}_{18}\text{O}_{72}$) を合成した⁹⁾。新結晶は天然チャバザイトの上に積もるのではなく、新しい場所に成長する。図示すれば図7のような過程で合成される。そして、結晶成長におけるインダクション期間は次の2段階、(プリカーサー分子が蓄積して臨界濃度に達する) → (プリカーサー分子からの結晶核の生成) に別けられ、シードの役割は「自分が溶けて第一段階を促進する」にある。板橋君の永年の経験によれば、シードが溶ける条件下でのみシードが有効である。この結果も定性的だが上記の見解を支持する。

フォージャサイト — チャバザイトのプリカーサー分子として、 Si_6O_6 環と $\text{Si}_3\text{Al}_3\text{O}_6$ 環があった。これから2種の二次構造単位D6R-3 (Alを3個含んだ2重6員環) とD6R-6 (Alを6個含んだ2重6員環) が出来る。一方、フォージャサイトの骨格も同様の二次構造単位から出来ている。しからば、フォージャサイトのプリカーサー分子も Si_6O_6 環と $\text{Si}_3\text{Al}_3\text{O}_6$ 環であろう。 Si_6O_6 環と $\text{Si}_3\text{Al}_3\text{O}_6$ 環が適当な濃度比で存在するとき、これらを規則的に配列して、色々な対称性の結晶を組み上げられる筈である。それを試みて次の結果を得た：

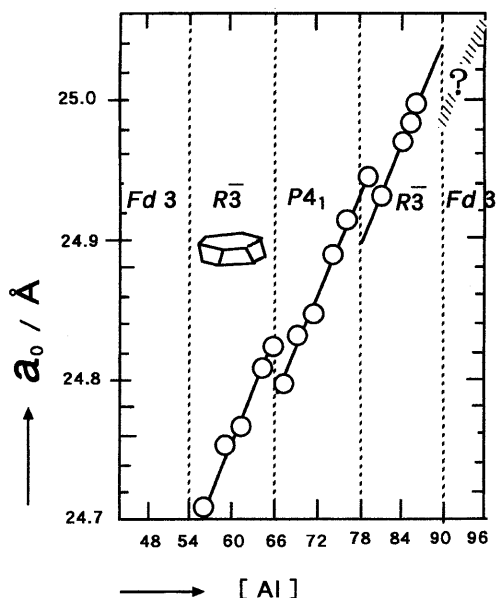


図8 フォージャサイトの構造のAl濃度依存性
 a_0 , 格子常数; [Al], 単位胞当りのAl原子数

$[\text{Si}_3\text{Al}_3\text{O}_6]/[\text{Si}_6\text{O}_6] = 4/4, 5/3, 6/2, 7/1, 8/0$,
あるいは

$[\text{D6R-3}]/[\text{D6R-6}] = 4/0, 3/1, 2/2, 1/3, 0/4$

の組成で規則的配列を得、空間群は $Fd\bar{3}$, $R\bar{3}$, $P4_1$, $R\bar{3}$, $Fd\bar{3}$ (同順) となる。これら理想組成からズレると、 Si_6O_6 環と $\text{Si}_3\text{Al}_3\text{O}_6$ 環の過不足が生ずるが、 $\text{Si}_2\text{Al}_4\text{O}_6$ 等が混入するわけではなく、乱れを含んで不完全乍ら元の空間対称性を維持する。そして、各相間の境界は真ん中にある。図8に、格子常数 a_0 と[Al] (単位胞当たりのAl数) の関係をしめす。上に求めた各相の境界にステップが生ずる¹⁰⁾。なお[Al] = 60 前後の、図示したように平板な $R\bar{3}$ 対称の結晶が合成され、Grace社の特許になっている。以上、理論は実験により広範に支持されている。1995年当時[Al] = 90 ~ 96のデータが無かったが、この組成のLiXゼオライトがPSA法酸素濃縮に有効なことが発見され、合成も進み、試料が入手し易くなった。さらにデーターの蓄積を計画中である。

5員環則 — モルデナイトやフェリエライトの二次構造単位は5-1である。 $\text{Si}_4\text{AlO}_5\text{-SiO}$ に対し $\text{Si}_3\text{Al}_2\text{O}_5\text{-SiO}$ は不安定であるから、プリカーサー分子は $\text{Si}_4\text{AlO}_5\text{-SiO}$ で、これが格子に転写されて、前項の5員環則が成立したのであろう。

一方、ヒュウランドイト格子の二次構造単位は $4-4=1$ であり、プリカーサー分子は4員環で、格子を組む際5-ring (2 Al) の生成を避けようとする。(4-4=1というプリカーサー分子は考えにくい。) 従って5-ring (2 Al) 回避則の束縛は、直接転写に比べて緩く、合成条件によっては5-ring (2 Al) を含むことがあり得る。

4.4 Al-Si 規則分布と双晶

フィリップサイトとハーモトム — フィリップサイト ($(\text{K}, \text{Na}, \text{Ca}_{0.5})_x\text{Al}_x\text{Si}_{16-x}\text{O}_{32}$) とハーモトム (十字沸石, $\text{Ba}_2(\text{Na}, \text{Ca}_{0.5})\text{Al}_5\text{Si}_{11}\text{O}_{32}$) は同一形の骨格を持ち、天然物はすべて双晶をなす。何故か? 答えは「トポロジカルに同等なAl分布が数種あり、それらの相は同じ確立で現われ、互いの相の間で双晶を作る」。図9(a)は仮想的Alフリーのフィリップサイトのac-面の格子である。(201)面はa軸に垂直であるから、本当は斜方晶系であるが、比較のため単斜晶系のc軸を描いてある。さて、(201)面の左右に2種のAl分布を導入すると、格子は図9(b)のようにそれぞれ歪み、【境界面 (201) \perp a 軸】の条件が破れる。垂

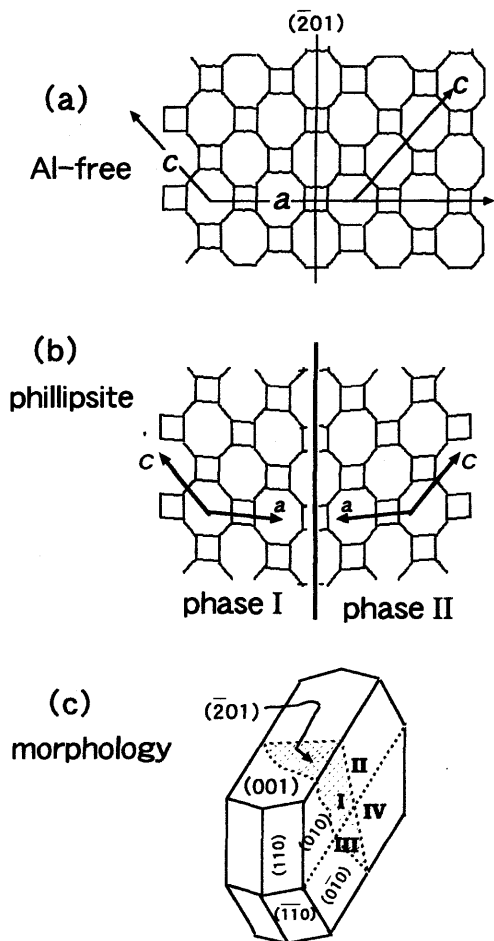


図9 フィリップサイトの骨格, 双晶, モルフォロジーの関係

直からのズレが大きいと、左右両相は結合できない。実測によれば、フィリップサイトとハーモトムでは垂直からのズレは極めて小さい。これはAl導入による格子の歪みが小さく、且つ境界面でAl配置のみだれ (Al-O-Al回避のための再配置) が少ない為である。換言すれば、この条件を満足するAl分布だけが双晶を作る。

ハーモトムには、トポロジカルに同等なAl分布が8種ある。詳しい説明は省くが、これらが上記の条件を満たしているの、十字形の美しい外形をしめす (表紙見返しのSEM写真参照)。何故こんな美しい外形をしめすのか? 今まで全く分からなかったが、Alの規則配列がその原因とは! 自然の妙としか言いようがない。

X線構造解析の破綻 — 一般にX線構造解析では、

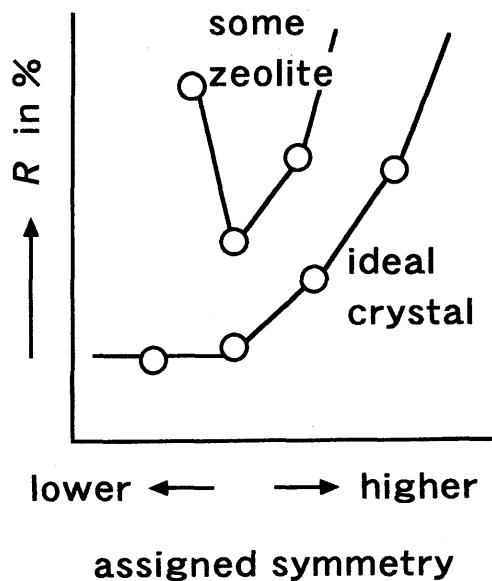


図10 XRD構造解析における相対誤差と採用空間群の関係。
ゼオライトでは最小自乗法がしばしば破綻する

対称度を下げパラメーター数を増せば、相対誤差 R は低下し一定値に収れんする。大容量コンピュータで P_1 対称で解析すれば、自動的に解が得られる筈である。ところが、ゼオライトでは図10のようなことが起こる。対称を低下し過ぎると R が増加する。従来この事実を不問に付してきたが、Al分布を考慮すれば原因は分かる。

フィリップサイトとハーモトムでは、境界面左右で結晶軸方向に測定可能な差が出てくるから、双晶境界面生成フリーエナジーは余り小さくなく、発生頻度は少ない。他方、Si/Al比の大きいゼオライトでは、Al導入量が少なく、導入歪みも小さく、双晶境界面生成フリーエナジーは極く小さくなり、発生頻度は著しく増す。その結果、各相のドメイン・サイズは小さくなり、XRDでは各相を弁別できず、全相の平均回折像を得る。この回折像は、見かけじょう成分各相より高い対称性を持ってしまう。一方、 ^{29}Si MAS NMRは局所情報だから、それぞれの相の対称性を反映して、XRDより低い対称性を与える。XRDは正しい対称性を与えず、正確な原子座標を与えられない。 ^{29}Si MAS NMRは正しい対称性を教えるが、原子座標を与えられない。クリノプチロライト、フェリエライト、モルデナイト等では、この

状況にある。

吸着や触媒作用を原子レベルで理解するには、活性点周囲の原子の座標を正確に知らねばならないが、XRDはこの要望に答えられない。マイクロ・ドメインの影響を考慮して図10の異常を説明し、XRDの与える原子の座標がどのくらい狂っているか? 定量化するため、コンピュータ実験を計画中であるが、これは問題の提示であり解決にはならない。今のところ解決は絶望的である。

5. ゼオライト骨格の柔軟性と多体問題

ZSM-5の空間群は低温で $P2_1/a$ 、高温で $Pnma$ 、多量のパラキシレン吸着下で $P2_12_12_1$ になる。このことはXRDその他で確認されていたが、全体像は分からなかった。堤研究室の学生 中鉢薫が3年がかりで、精密な吸着等温線と吸着熱曲線を測り、私が統計熱力学的解析をし、全貌が明らかになった。詳細は堤教授の後続解説に譲り、ここでは以下の議論に関連する事項にだけ言及する。

日本触媒学会標準試料、ZSM-5-1000Na (Si/Al = 639) のパラキシレン微分吸着熱曲線を352 Kで測ると、微量カチオンによる初期ピークのあと平坦部が続く。平坦部では、ZSM-5の空間群は $Pnma$ 、 $q_{\text{diff}} = 80$ (Na型)、78 (H型) kJ/molである。ピークの高さがNa型とH型で異なるのは当然だが、平坦部はカチオン種に関係ない筈である。7個のユニットセルに1個しかないカチオンが、遠く離れた無縁の27個のサイトの吸着熱を左右している。単純な近距離力では説明できない。骨格が柔軟であり微量の組成変化で変形し、それに応じて吸着、触媒特性も変化するとは考えられない。

1998年ゼオライト研究発表会の特別講演で¹¹⁾、小野嘉夫教授が同根の現象を述べている。H-ZSM-5のOHとD₂間のH-D交換反応で、わずか1% Naイオン交換すると、交換反応速度は45%も低下する。つまり、酸点を孤立したものとして扱えない。

瀬川幸一教授によれば、Si/Al = 5のモルデナイトをEDTAで軽く脱アルミすると、エチレンジアミン合成触媒活性が急増する¹²⁾。新しく活性点が出来たと考えれば目新しいことではない。しかし、NH₃微分吸着熱曲線を見ると、残りの全酸点の強度も減

少している。これは素朴な孤立酸点モデルでは考えられぬ現象である。

ローカルな原子配置では理解できない現象は多々あろうが、研究が精密になり上記3例がやっと陽の目を見た。ゼオライトの特性は、**格子の振動をふくめて、全系のダイナミックな運動に支配されている。カオスやソリトンの概念を利用せねば理解できない**であろう。私も長い遍歴を経て、漸くゼオライトの核心に近づいたようである。核心を究めるには(才能) × (長時間) が不可欠だが、残念ながら、年若い才枯れ余命幾許もなく、ゴールには達せられない。才能溢れる若い人々に後事を託したい。

謝 辞

長年の研究協力者と、日ノ本合成樹脂製作所佐藤和久社長に感謝します。佐藤氏は私の提案を快諾して、ゼオライトのモデル・パーツを製作し全世界に広めて呉れました。このモデル・パーツは能率向上をもたらし、筆舌に尽くせぬ便益を生じました。

文 献

- 1) T. Takaishi, Y. Yatsurugi, A. Yusa, and T. Kuratomi, *J. Chem. Soc. Faraday Trans. I*, **71**, 97 (1975).
- 2) A. Yusa, T. Ohgusgi, and T. Takaishi, *J. Phys. Chem. Solids*, **38**, 1233 (1977).
- 3) 高石哲男, 現代化学, 9月号, p.32 (1978).
- 4) T. Takaishi and Y. Gomi, *Rev. Sci. Instrum.*, **47**, 303 (1976).
- 5) T. Takaishi, A. Yusa, S. Ozawa, and S. Ogino, *J. Chem. Soc. Faraday Trans. I*, **70**, 671 (1974).
- 6) T. Takaishi and T. Okada, *J. Chem. Soc. Faraday Trans.*, **94**, 1507 (1998).
- 7) T. Takaishi, *J. Chem. Soc. Faraday Trans.*, **93**, 1257 (1997).
- 8) T. Takaishi and A. Endoh, *J. Chem. Soc. Faraday Trans. I*, **83**, 411 (1987).
- 9) K. A. Thrush and S. M. Kuznicki, *J. Chem. Soc. Faraday Trans.*, **87**, 1031 (1991).
- 10) T. Takaishi, *J. Phys. Chem.*, **99**, 10982 (1995).
- 11) 小野嘉夫, 第14回ゼオライト研究発表会, 予稿集, p.5 (1998).
- 12) K. Segawa, S. Mizuno, M. Sugiura, and S. Nakata, *Studies Surf. Sci. Catalysis*, **101**, 267 (1996).

Review of My Works in the Field of Zeolite Science

Tetuo Takaishi

Emeritus Professor of Toyohashi University of Technology

I have engaged in the research of zeolite over thirty years. My works cover the adsorption, reactivities of the framework (isotope exchanges between $C^{18}O_2$ and frameworks), determination of the ordered distribution of Al atoms in the framework and its relations to properties of zeolites. In this paper, these are reviewed, and some problems under investigation and important future issues are described.

Keywords: zeolite, entropy of adsorbates, ^{18}O -isotopic exchange, Al-Si ordering in zeolites, origin of twin, O_4

《 解 説 》

Framework and Non-Framework Cation Ordering Phenomena

John M. Newsam

Molecular Simulations Inc.

The interplay between short- and long-range interactions leads to interesting phenomena, both with zeolite constituents as well as with those researching them. In considering over a decade of interactions with Prof. Takaishi and his work, on the occasion of his 77th birthday, it is the number of overlaps in the paths that our separate research interests have followed that is perhaps most notable. It is a privilege to have the opportunity to recount some of these overlaps in a personal fashion and, in so doing, to express my respect for Prof. Takaishi and my appreciation for the many fruitful ideas he has already contributed; I am certain there will be many more.

Keywords: Aluminum distributions, Si-29 NMR, gallosilicates, non-framework cations, structure design, molecular simulation

Although indirect overlaps came earlier, as noted beneath, my first direct, yet still long range interaction with Prof. Takaishi occurred in 1987, immediately following his analysis of aluminum distributions in zeolite omega¹⁾. Having just completed a structural study of the MAZ-framework gallosilicate analog of zeolite omega²⁾, we had scrutinized also aluminosilicate^{3,4)} and gallosilicate⁵⁾ LTL-framework materials using powder neutron diffraction. Of particular interest were the distributions of the framework cations. While ²⁹Si NMR had already yielded detailed information on the local orderings of aluminum and gallium in FAU-framework materials such as zeolite X and Y and their gallosilicate counterparts⁶⁾, these structures have but a single unique T-site (T = Tetrahedral species, Si or Al). Zeolite omega (MAZ-framework) and L (LTL - Fig.1) possess two, with average local environments that are similar in L, but quite different in omega. Thus, for example, the Si-2Al band positions in the ²⁹Si NMR spectrum

of L overlap closely, while those in omega are offset from each other by several ppm. The diffraction data on the LTL-framework materials provided information on the partitioning of aluminum³⁾ or gallium⁵⁾ over the two inequivalent T-sites together with good geometrical data. We then applied a profile analysis method, already well established for analysis of powder diffraction data, to the ²⁹Si NMR spectrum⁷⁾ to help interpretation of the details. The peak positions for both zeolite omega and zeolite L, computed on the basis of our analyses of the geometrical⁸⁾ and compositional⁹⁾ dependencies of the ²⁹Si chemical shifts agreed encouragingly well with experiment¹⁰⁾.

We were, to some degree, satisfied, but Prof. Takaishi was immediately interested in extracting still more from the data. At his direct instigation, we applied profile analysis to the ²⁹Si NMR spectrum of gallosilicate zeolite L. We did not, though, estimate Si-*n*Ga peak positions as the data on the compositional dependence of the ²⁹Si chemical shifts in FAU-framework gallosilicates, the basis for quantifying the deshielding influence of first and second neighbor gallium atoms, was

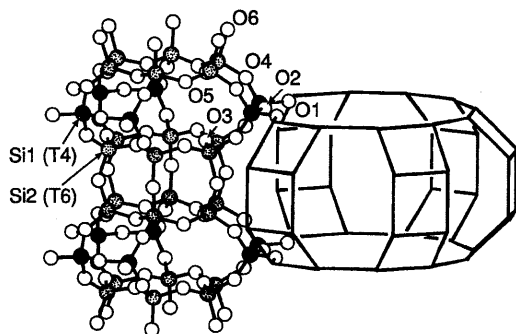


Fig. 1 The LTL-framework structure drawn so as to illustrate the lobe in the one-dimensional 12-ring channels (right), the two crystallographically inequivalent T-sites and the accepted numbering of the framework constituents (after ⁴⁾).

much sparser (Fig.2). Armed with the aluminosilicate and gallosilicate data, Prof. Takaishi developed a detailed analysis of the local aluminum and gallium orderings that reproduced well the experimental Si- n Al and Si- n Ga intensities ¹¹⁾. He also used similar methods to consider aluminum distributions in mordenite ¹²⁾, in zeolite X ¹³⁾, in analcimes ¹⁴⁾, in ZK-19 and chabazite ¹⁵⁾, some of which results were highlighted in this same publication ¹⁶⁾, and in mordenite ¹²⁾. In the lattermost study Prof. Takaishi proposed a limiting composition of Si₄Al for 5-ring units.

The drivers of measured aluminum distributions have been very intensively studied. Loewenstein's rule of Al-O-Al linkage avoidance was known to be followed invariably in Si:Al > 1 materials produced by hydrothermal crystallization. The role of 'Dempsey's rule' of Al-O-Si-O-Al second neighbor avoidance was less clear, and the analysis of Takaishi et al. of mordenite indicated it to be inconsequential ¹⁷⁾. Here, again, our interests intertwined, but from quite different directions. Rather than detailed analyses of combinations of local configurations, in our work we leveraged the burgeoning power of direct computer simulation. We explored how Loewenstein's rule and Dempsey's rule would be manifested in aluminum distributions in LTA and FAU-framework zeolites as a function

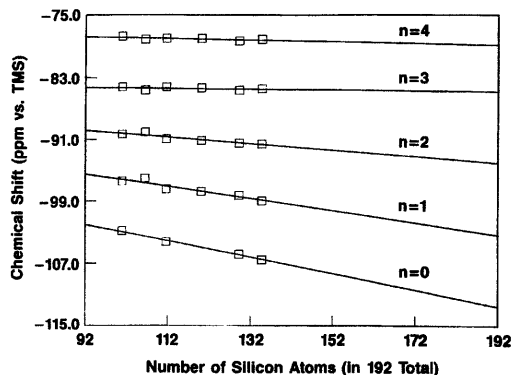


Fig. 2 The quantitative deshielding influence of second-neighbor gallium atoms can be extracted from the distinct variations in the ²⁹Si chemical shift of silicon atoms with 0, 1, 2, 3 and 4 first neighbor gallium atoms, in FAU-framework gallosilicates (for more complete data on aluminosilicates see ⁹⁾).

of Si:Al ratio. Taking periodic models of the actual framework topologies, an extension of precursor work based on cubic and diamond lattices ¹⁸⁾, we used simulated annealing to optimize aluminum distributions subject to variably weighted first and second neighbor avoidance ^{19,20)}.

As would be predicted from Prof. Takaishi's analyses of local orderings, the experimental Si- n Al populations could not be reproduced satisfactorily by these random simulations ¹⁹⁾. The aluminum distributions in zeolites of type X are more ordered that would be developed solely through application of Loewenstein's and Dempsey's rules. Prof. Takaishi explored the concept that the details of a zeolite material might, in fact, convey insight into certain of the molecular controls at synthesis ²¹⁾, a concept also developed in Melchior's detailed analysis of aluminum distributions in FAU-framework materials ^{22, 23)}.

Aluminum distributions warrant scrutiny, given the significant impact they have on intrinsic properties. Prof. Takaishi, for example, has considered the acidity in zeolite L ²⁴⁾ and the distribution of non-framework cations in systems such as sodium zeolite A ²⁵⁾ and analcimes ¹⁴⁾.

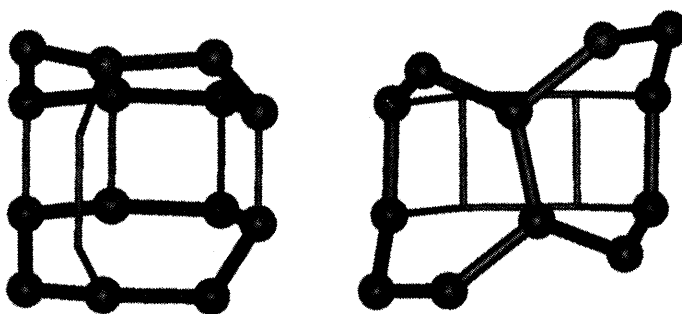


Fig. 3 Two cages suitable for constructing zeolite frameworks, drawn as interconnected T-atom nodes, both of which have two 7-member rings (highlighted with spheres) and face symbols $4^2 4^1 7^2 8^n$ ($n=1$ left, $n=2$ right). The *kqd* cage (left) has been described by J.V.Smith in his compilation of polyhedra and cages (J.V.Smith, private communication 1994). The cage at right has not, to the best of the author's knowledge, been categorized previously and, having a 77 motif, is offered here as the "Takaishi cage".

The latter framework type represents another overlap point, having been the subject of crystallographic studies²⁶⁾. A particularly interesting case is sodium zeolite X, given its complexity, the role of non-framework cation placement in determining properties, and the data available on crystallographic structures and on aluminum distributions. Prof. Takaishi considered which sites would be the most favorable for non-framework sodium cations given assumed local aluminum distributions. For sodium zeolite X he obtained good agreement with the averaged diffraction results²⁷⁾. Our related path in this area, beyond adding to accumulated crystallographic knowledge, was to develop simulation protocols that would be able to automate, reliably, this prediction of non-framework cation configuration. Applied first to zeolites Li-A(BW)²⁸⁾ and A^{28,29)}, then also to zeolite X³⁰⁾, the methodology has been improved substantially³¹⁾ and appears to have broad applicability. It may indeed provide a useful vehicle, sought by Prof. Takaishi, for relating measured non-framework configurations to framework cation distributions.

Short range interactions had opportunity to operate in 1990, at the time of the "Chemistry of Microporous Crystal Meeting" in Tokyo, when I finally had the opportunity to meet Prof. Takaishi in person and to enjoy both scientific and social

discussions. The latter, I well recall, continued over several hours and locales.

Our overlaps predate, though, the first communications and meetings. Our recent consideration, analytically and by simulation, of the effect of varying concentrations of pore-blockage in 1-, 2- and 3-D pore systems^{32, 33)}, steps firmly in the footprints left earlier by Prof. Takaishi who, some 20 years ago now, applied percolation theory to zeolite A with varying degrees of calcium substitution for sodium³⁴⁾ and potassium³⁵⁾. A long-standing interest in developing methods to simulate the behavior of sorbates within microporous crystals³⁶⁾, resonates with Prof. Takaishi's recent considerations of the influence of local environment on the clustering of dioxygen molecules^{37,38)}. With an analysis of possible polyhedral constituents of zeolite frameworks (Fig.3), simulation also provides a route to virtual libraries of zeolite structures.

While never having had the opportunity to be a formal collaborator, these many overlaps evidence that my own research interests have followed closely those of Prof. Takaishi. Based on this close alignment of interests over the past decade or so, I can only guess that Prof. Takaishi is now intrigued by the application of combinatorial and high throughput experimentation techniques^{39,40)}

to opportunities in zeolite science and application. I look forward to stimulating discussions with him on this topic, an appropriately expansive one with which to start the next millennium.

References

- 1) T. Takaishi, "Determination of the distribution of aluminum in zeolitic frameworks", *J. Chem. Soc., Faraday Trans. 1* **83** (1987) 2681-2692.
- 2) J. M. Newsam, R. H. Jarman, and A. J. Jacobson, "Structural Characterisation of Synthetic Gallium Mazzite", *Mater. Res. Bull.* **20** (1985) 125-136.
- 3) J. M. Newsam, "Aluminium Partitioning in Zeolite L", *J. Chem. Soc. Chem. Comm.* (1987) 123-124.
- 4) J. M. Newsam, "The Structures of Dehydrated Potassium Zeolite L at 298K, 78K, and at 78K Containing Sorbed Perdeuterobenzene", *J. Phys. Chem.* **93** (1989) 7689-7694.
- 5) J. M. Newsam, "Structural Characterization of Dehydrated Gallium Zeolite L", *Mater. Res. Bull.* **21** (1986) 661-672.
- 6) G. Engelhardt and D. Michel, *High-Resolution Solid-State NMR of Silicates and Zeolites*, John Wiley, New York 1987.
- 7) J. M. Newsam, M. T. Melchior, and H. Malone, "Full Profile Analysis of the ^{29}Si Spectra of LTL-Framework Zeolites", *Solid State Ionics* **26** (1988) 125-131.
- 8) J. M. Newsam, "Silicon-29 Chemical Shifts in Sodalite Materials", *J. Phys. Chem.* **91** (1987) 1259-1262.
- 9) J. M. Newsam, "The Influence of Second-Neighbor Aluminums on the Isotropic Chemical Shift of ^{29}Si in a Zeolite Environment", *J. Phys. Chem.* **89** (1985) 2002-2005.
- 10) J. M. Newsam, M. T. Melchior, and R. A. Beyerlein, "Improvement and Use of Empirical Estimates of ^{29}Si Chemical Shifts in Zeolites", in M. M. J. Treacy, J. M. White, J. M. Thomas (Eds.): *Microstructure and Properties of Catalysts (MRS Symp. Proc. Vol. 111)*, Materials Research Society, Pittsburgh, PA 1988, p.125-134.
- 11) T. Takaishi, "Ordered distribution of aluminum or gallium atoms in zeolite L", *J. Chem. Soc., Faraday Trans. 1* **84** (1988) 2967-2977.
- 12) T. Takaishi, M. Kato, and K. Itabashi, "Determination of the ordered distribution of aluminum atoms in a zeolitic framework. II.", *Zeolites* **15** (1995) 21-32.
- 13) T. Takaishi, "Ordered Distributions of Al Atoms in the Framework of Faujasite Type and a Chiral Y", *J. Phys. Chem.* **99** (1995) 10982-10987.
- 14) T. Takaishi, "Ordered distribution of Al atoms in the framework of analcimes", *J. Chem. Soc. Faraday Trans. 94* (1998) 1507-1518.
- 15) T. Takaishi, and M. Kato, "Determination of the ordered distribution of aluminum atoms in zeolitic frameworks. Part I", *Zeolites* **15** (1995) 689-700.
- 16) T. Takaishi, "Determination of the ordered distribution of aluminum atoms in zeolitic frameworks", *Zeolites (Japan Zeolites News Letters)* **9** (1994) 89-95.
- 17) T. Takaishi, M. Kato, and K. Itabashi, "Stability of the Al-O-Si-O-Al Linkage in a Zeolitic Framework", *J. Phys. Chem.* **98** (1994) 5742-5743.
- 18) C. M. Soukoulis, "Monte Carlo Simulations of Zeolites", *J. Phys. Chem.* **88** (1984) 4898-4901.
- 19) J. M. Newsam, "Zeolite Structural Problems from a Computational Perspective", in R. von Ballmoos, J. B. Higgins, M. M. J. Treacy (Eds.): *Proceedings from the Ninth International Zeolite Conference, Vol. I*, Butterworth-Heinemann, Stoneham, MA 1993, p.127-141.
- 20) J. M. Newsam, "Computational Approaches in Zeolite Structural Chemistry", in H. Chon, S. I. Woo, S.-E. Park (Eds.): *Recent Advances and New Horizons in Zeolite Science and Technology (Stud. Surf. Sci. Catal. No. 102)*, Elsevier, Amsterdam 1996, p.231-265.
- 21) K. Itabashi, S. Kasahara, and T. Takaishi, "A mechanism of the formation of zeolitic frameworks", *Nippon Kagaku Kaishi* (1989) 318-323.
- 22) M. T. Melchior, D. E. W. Vaughan, and C. F. Pictroski, "Local Environment Fine Structure in the ^{29}Si NMR Spectra of Faujasite Zeolites", *J. Phys. Chem.* **99** (1995) 6128-6144.
- 23) M. T. Melchior and J. M. Newsam, "The Compositional Dependence of ^{29}Si Chemical Shifts in Faujasite Framework Zeolites", in P. A. Jacobs, R. A. van Santen (Eds.): *Zeolites: Facts, Figures, Future (Stud. Surf. Sci. Cat. No. 49)*, Elsevier, Amsterdam 1989, p.805-814.
- 24) K. Tsutsumi, A. Shiraishi, K. Nishimiya, M. Kato, and T. Takaishi, "Effects of structural disorder on the generation of acidic sites in zeolite L", in T. Inui, S. Namba, T. Tatsumi (Eds.): *Chemistry of Microporous Crystals (Stud. Surf. Sci. Catal. No. 60)*, Elsevier and Kodansha, Amsterdam and Tokyo 1990, p.141-148.
- 25) T. Takaishi, T. Ohgushi, and K. Nonaka, "Ordered distribution of cations in zeolite A", in B. Drzaj, S.

- Hocevar, S. Pejovnik (Eds.): *Zeolites: Synthesis, Structure, Technology and Application* (Stud. Surf. Sci. Catal. No. 24), Elsevier, Amsterdam 1985, p.467-473.
- 26) W. B. Yelon, D. Xie, J. M. Newsam, and J. Dunn, "Synthesis and Structural Characterization of Gallosilicates with the Zeolite ANA-Framework", *Zeolites* **10** (1990) 553-558.
- 27) T. Takaishi, "Ordered distribution of Na ions in dehydrated NaX zeolite", *Zeolites* **17** (1996) 389-392.
- 28) J. M. Newsam, C. M. Freeman, A. M. Gorman, and B. Vessal, "Simulating Non-Framework Cation Location in Aluminosilicate Zeolites", *J. Chem. Soc. Chem. Comm.* (1996) 1945-1946.
- 29) J. Lignières and J. M. Newsam, "Simulations of the Non-framework Cation Configurations in Dehydrated Na-Ca and Na-Li Zeolite A", *Microporous and Mesoporous Materials* **28** (1999) 305-314.
- 30) G. Vitale, C. F. Mellot, L. M. Bull, and A. K. Cheetham, "Neutron Diffraction and Computational Study of Zeolite NaX: Influence of SIII' Cations on its Complex with Benzene.", *J. Phys. Chem.* **101** (1997) 4559-4564.
- 31) A. M. Gorman, C. M. Kolmel, C. M. Freeman, and J. M. Newsam, "Accelerated approach to non-framework cation placement in crystalline materials", *Faraday Discussions* **106** (1997) 489-494.
- 32) J. M. Newsam and M. W. Deem, "Effect of Faulting on the Sorption Capacities of Microporous Solids", *J. Phys. Chem.* **99** (1994) 8379-8381.
- 33) M. W. Deem and J. M. Newsam, "Sorption Capacities of Three-Dimensional Crystalline Microporous Materials with Defects", *J. Phys. Chem.* **99** (1994) 14903-14906.
- 34) A. Yusa, T. Ohgushi and T. Takaishi, "Application of percolation theory to ion-exchanged molecular sieves A", *J. Phys. Chem. Solids* **38** (1977) 1233-1236.
- 35) T. Ohgushi, A. Yusa and T. Takaishi, "Percolation of gases into (potassium, calcium)-A zeolites and their cation distribution", *J. Chem. Soc., Faraday Trans. 1* **74** (1978) 613-621.
- 36) C. M. Freeman, D. A. Lewis, T. V. Harris, A. K. Cheetham, N. J. Henson, P. A. Cox, A. M. Gorman, S. M. Levine, J. M. Newsam, E. Hernandez, and C. R. A. Catlow, "Simulating the Behavior of Organic Molecules in Zeolites", in C. H. Reynolds, M. K. Holloway, H. K. Cox (Eds.): *Computer-Aided Molecular Design (ACS Symp. Ser. No. 589)*, American Chemical Society, Washington, DC 1995, p.326-340.
- 37) T. Takaishi, "Dimers of oxygen molecules in the pores of Ca6A zeolite", *J. Chem. Soc. Faraday Trans.* **93** (1998) 1257-1260.
- 38) T. Takaishi, T. Okada, and K. Nonaka, "One-dimensional oxygen gas in the pore of ferrierite and the existence of tetramers of oxygen molecules", *J. Chem. Soc. Faraday Trans.* **93** (1998) 1251-1255.
- 39) J. M. Newsam, C. M. Freeman, and T. Yao, "High Throughput Experimentation: The Role of Computation", *Chemistry Today (Gendai Kagaku)* **332** (1998) 31-37.
- 40) J. M. Newsam and F. Schüth, "Combinatorial approaches as a component of high throughput experimentation (HTE) in catalysis research", *Combinatorial Chemistry* (1999) submitted.

《 解 説 》

合成モルデナイトの物性と Al 原子分布 5 員環則の発見

板橋慶治

東ソー（株）南陽研究所

合成モルデナイト中の規則的 Al 原子分布を決定した解析過程を概説する。Si/Al 比=5~10 の合成モルデナイトの吸着特性および XRD データから 3c 長周期構造を見出し、 ^{29}Si MAS NMR データから Si に置換される Al サイトを推定した。新しい解析手法である connectivity-configuration matrices 法を適用し、物性、特性変化の組成依存性と一致する Al 原子分布を決定した。得られた規則的 Al 原子分布から、2 個の Al 原子を含む 5 員環は不安定であるという、【5-ring(2Al)回避則】を見出した。Loewenstein 則を補足するこの経験則の妥当性と重要性についても述べる。

はじめに

ハイシリカゼオライトの一種である合成モルデナイト（典型組成： $\text{Na}_8[(\text{AlO}_2)_8(\text{SiO}_2)_{40}] \cdot 24\text{H}_2\text{O}$ ）は、Sand らの研究成果¹⁾を基に Norton 社により初めて商品化された。その Si/Al 比は 5~6 程度であった。Si/Al 比 ≥ 6 のモルデナイトは Whittemore 等^{2,4)}によって合成されていたが、構造特性や吸着特性についてはほとんど報告されていなかった。

東ソーでは 1980 年にモルデナイト合成研究をスタートし、比較的短期間に有機アミン類を使用せずに Si/Al 比=5~10 の結晶の工業的生産処方を確立した。商品化に際して、これら一連のハイシリカモルデナイト結晶の物性、特性を自らの手で明らかにしたいという思いが、この研究のスタートであった。

キャラクター化の過程を、順を追って分かりやすく説明したい。

1. 物性と特性

1.1 吸着特性

Si/Al 比が増加し、 Na^+ の数が減ると水分吸着容量は減少し、逆にベンゼン吸着容量は増加する⁵⁾。この吸着特性の変化は、結晶の親・疎水性の変化と一次元細孔であるメインチャンネルの空孔容積の変化によるものである。細孔内のベンゼンを一次元液体と考えると、ベンゼン分子 ($3.2 \times 6.5 \times 7.5 \text{ \AA}$) と

メインチャンネル径 ($6.7 \times 7.0 \text{ \AA}$) の大きさから、ベンゼンは図 1 のように 2 列に並んでおり、陽イオンはベンゼン分子を排除する⁵⁾。すなわち、ベンゼン吸着容量は図 2 に示すように陽イオンの大きさと数に比例する。図 2 の直線は次式で与えられる。

$$N_b = A_M - B_M(N_c - 5.2) \quad \text{at } 5.2 \leq N_c \leq 8$$

であり、

$$N_b = A_M \quad \text{at } N_c < 5.2$$

ここで N_b は単位胞あたりの吸着ベンゼン分子数、 A_M は飽和吸着分子数、 B_M は陽イオン M^+ が排除するベンゼン分子数、 N_c は陽イオン数（単位胞あたりの Al 原子数 [Al] に等しい）である。また、陽イオ

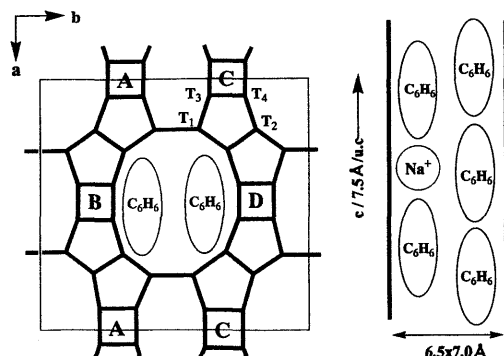
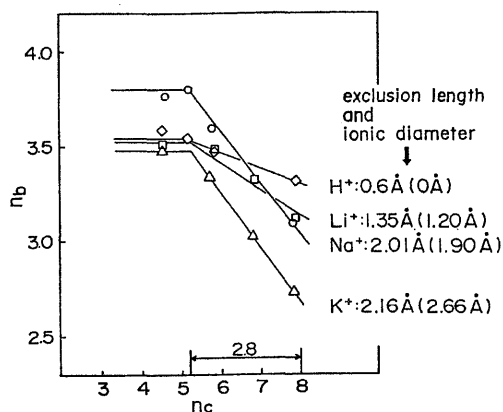


図1 モルデナイト骨格とメインチャンネル内のベンゼン分子吸着モデル

図2 単位胞中の陽イオン数(n_c)と吸着ベンゼン分子数(n_b)

ン M^+ の“exclusion length” l_M (Å) は、ベンゼン分子の長径7.5 Åから

$$l_M = B_M \times 7.5$$

と表され、その値は図2から求めると結晶イオン半径のほぼ2倍に等しい⁶⁾。[Al] = 8 のときメインチャンネル壁側にある陽イオン数は 2.8 ± 0.2 ，[Al] $\leq 5.2 \pm 0.2$ ではメインチャンネルには陽イオンは存在しないことを示している。2.8 という非整数値の理解にはしばらく時間を要した。

1.2 ^{29}Si MAS NMR スペクトルの[Al]依存性

^{29}Si MAS NMR スペクトルの [Al] 依存性を図3に示す。Si($n\text{Al}$) ($n=0\sim 2$) の値はいずれも直線的に増減する⁶⁾。その変化は

$$d[\text{Si}(0\text{Al})]/d[\text{Al}] = -4, \quad d[\text{Si}(1\text{Al})]/d[\text{Al}] = 2$$

$$d[\text{Si}(2\text{Al})]/d[\text{Al}] = 1$$

である。これは図4に示すように、骨格内アルミノシリケート鎖末端の T_x サイト上のAlがSiに置換される場合にのみ起こり得る変化である。環状や鎖状アルミノシリケートの内部のAlがSiに置換されてもこのような変化は起きない。XRD 構造解析^{7,8)} や理論的計算⁹⁾ および ^{29}Si MAS NMR による方法¹⁰⁾ などによる多くの解析結果—4員環の対角線上にAlが存在する—は完全に否定された。また静置法で合成した結晶や他社品のSi($n\text{Al}$) 分布もこれらの直線上に乗る。したがって、骨格中のSi-Al原子配列は合成法や結晶粒子形状に依存せず、[Al] のみによ

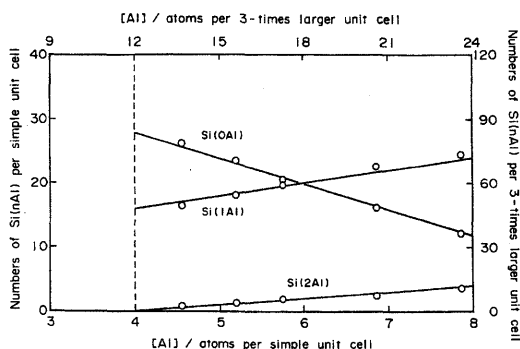
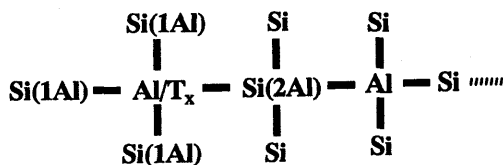
図3 単位胞中のAl原子数([Al])とSi($n\text{Al}$)数との関係

図4 優先的にSiに置換されるAl原子サイトモデル (O原子は省略)

て決まる。

1.3 Stacking faultsの問題

モルデナイトの粉末X線回折図において、(111)，(130)，(241) および (002) などの特定面指数の回折強度は [Al] に比例して変化し、その強度比は直線的に増大する^{5,6)}。イオン交換すると比の値は変化するが、直線性は全く失われない。これは何を意味しているのだろうか？

モルデナイトの構造は一般的には空間群 $Cmcm$ とされているが、図1における4員環の c 軸方向位置の組合せ(表1)により、類似構造群として $Cmmm$ ， $Imcm$ および $Immm$ の3つのタイプがある¹¹⁾。これらの中で、 $Cmcm$ と $Imcm$ ではメインチャンネルは一次元細孔であるが、 $Cmmm$ と $Immm$ ではサイドポケットが貫通して2次元細孔が形成される。二次元細孔が形成されれば吸着特性や触媒特性は大きく変化すると推定される。 $Cmcm$ と $Cmmm$ 構造が共存しているとすると、Si/Al 比の違いによる特定面指数の回折強度の変化を説明できる。この点を明らかにするためにRietveld解析を行った。当初はこの仮定

表1 4員環のc軸方向の位置と構造種

空間群	4員環の相対位置			
	A	B	C	D
Cmmm	0	0	0	0
Cmcm	0	1/2	1/2	0
Immm	0	1/2	0	1/2
Imcm	0	0	1/2	1/2

の基に、結晶のSi/Al比が高いほどCmcm構造の存在割合が増加してstacking faultsが減少すると考えた。しかしながら、詳細解析を行った結果この回折強度の変化は、サイドポケット内のNa⁺、吸着水がSi/Al比の増加と共にメインチャネル方向にシフトするためであることが分った。また計算上存在する筈のCmmmに帰属される回折線は全く検出されないの、X線で検出し得るほどのstacking faultsは存在しないと結論した¹²⁾。

一方、Al含有量の変化に伴う格子定数および各原子サイトの変化も正確に求めることができた。

1.4 長周期構造の発見

含水ゼオライトのRietveld解析による<T-O>ボンド長は誤差が大きく信頼性なし、が高石先生の持論であったが、Rietveld解析による図5のデータ¹²⁾を再検討して次の結論を得た。<T-O>ボンド長の誤差を覚悟で増減の傾向を信頼すれば、AlからSiへの置換により<T-O>が縮む。すなわち、まずT₄上のAlがSiに置き換わる。

ところで、メインチャンネル内の陽イオン数 $2.8 \pm 0.2/\text{u.c}$ をどう解釈するか？ AlとNa⁺が規則的の分布をするならば、整数となるべきである。『 $2.8 \pm 0.2 = 8/3$ と考えれば、c軸方向に3倍の長周期構造がある』— 高石先生の直感である。そして図5の折れ線の折点の座標は3c長周期構造では整数となる。したがって、T₄サイト上のAlに配位した陽イオンがベンゼン分子を排除する。

従来の方法で3c長周期構造のAl分布を求めることは不可能であった。新しい解析法が必要になり、試行錯誤を経て、後に述べるconnectivity-configuration matrices 法を高石先生が創出した。

2. Al原子分布の決定¹³⁾

以上の測定、解析結果から全Al原子分布の決定を

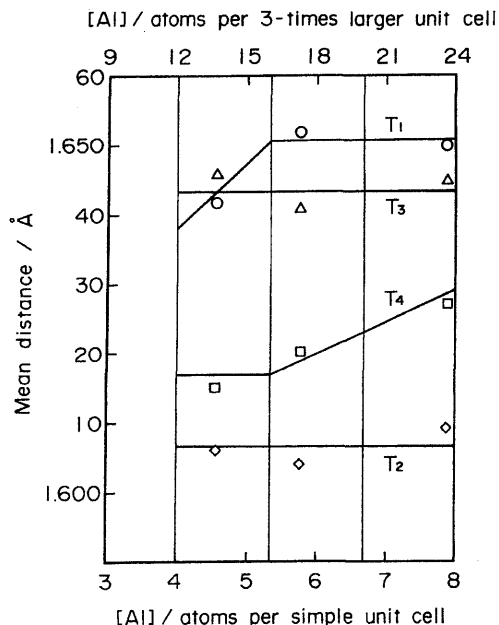


図5 各<T-O>結合距離のAl含量依存性

試みた。Al原子分布は結晶構造と調和して完全に規則的であると考えた。その解析プロセスは極めて複雑なので詳細は原論文に譲り、ここでは結果を単純化して説明する。

2.1 モルデナイトの空間群とTサイト

従来モルデナイトの空間群はCmcmとされていたが、これはAlとSiを区別せずに解析した結果である。Alを規則的に配列し、Al-O-Al結合を回避する空間群はその下位グループであるCcである。対称性が低下するため4種のT原子の等価点数は1/4に減少する。したがって、Tサイトの数は $48 \times 3 \times 1/4 = 36/\text{u.c}$ となり、Alの数は3倍周期の新単位胞では最大6個(= $8 \times 3/4$)となる(非等価なTサイトはT_{ij}のように二重サフィックスで指定する必要がある)。

2.2 Connectivity-configuration matrices 法

単位胞中の全T原子の三次元的結合状態を表記する行列がconnectivity matrixである。モルデナイトの3倍周期の新単位胞では36列36行のmatrixとなる¹³⁾。表2にその一部を示す。表中“1”は酸素原子を挟んでお互いに隣同士であることを示し、“0”はさらにもう一つ先の隣同士、無印はそれから更に

表2 Connectivity matrixの一部

	T_{1j}												T_{2j}												T_{3k}											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	3	5	7	9	11						
$T_{1,1}$	*	*	*	1	*	1							0												1	*	0	0								
$T_{1,2}$	*	1	*	1	*								0												0	*	1	*								
$T_{1,3}$	*	1	*	*	1								0												0	*	1	*								
$T_{1,4}$	1	*	*	*	1								0												0	*	0	*	1							
$T_{1,5}$	*	1	*	1	*								0												0	*	1	*	0							
$T_{1,6}$	1	*	1	*	*								0												0	*	1	*	0							
$T_{1,7}$						*	*	1	*	1	0		0	*	1	*	0								0		1	*	0							

表3 Configuration matrixの一部 (＼はAl原子サイト)

	T_{1j}												T_{2j}												T_{3j}												T_{4j}											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	3	5	7	9	11	1	3	5	7	9	11												
$T_{1,8}$	1	*	1	*	*								0	*	1	*	0								0	*	1	0																				
$T_{1,9}$						\	1	*	*	0	*	1	0												0	1	0	*	*	*	*	*	*	*	*	*												
$T_{2,7}$	0	*	1	*	*								*	1	*	\	*							1	*	*		0	*	1	0																	
$T_{2,8}$	0	0	*	0	1	1	0	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	1	*	*																					
$T_{4,1}$	*	*	*	*	*	*	*	*	1	1	0	0	0	*	*	*	1	0						1	0																							
$T_{4,11}$	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0	0	0	1	*	*	*	0	1						1	0																							
Sum	1	*	1	*	*	\	2	1	*	*	1	1	1	*	*	\	1	*	1	2				1	1	1	1	1	*	*	1	2	1	*	1	2												

表4 トポロジカルに独立な8種のAl原子配列

	I	$T_{1,8}$	$T_{1,9}$	$T_{2,7}$	$T_{2,8}$	$T_{4,1}$	$T_{4,11}$
II	$T_{1,1}$	$T_{1,7}$	$T_{2,12}$	$T_{3,9}$	$T_{4,1}$	$T_{4,5}$	
III	$T_{1,1}$	$T_{1,3}$	$T_{2,5}$	$T_{3,11}$	$T_{4,1}$	$T_{4,9}$	
IV	$T_{1,4}$	$T_{1,7}$	$T_{2,11}$	$T_{3,5}$	$T_{4,1}$	$T_{4,9}$	
V	$T_{1,5}$	$T_{1,8}$	$T_{2,3}$	$T_{3,9}$	$T_{4,1}$	$T_{4,11}$	
VI	$T_{1,7}$	$T_{1,9}$	$T_{2,11}$	$T_{3,5}$	$T_{4,1}$	$T_{4,3}$	
VII	$T_{1,7}$	$T_{1,11}$	$T_{2,9}$	$T_{3,3}$	$T_{4,1}$	$T_{4,11}$	
VIII	$T_{1,11}$	$T_{1,12}$	$T_{2,9}$	$T_{3,3}$	$T_{4,1}$	$T_{4,5}$	

遠く離れていることを示す (*については後に述べる)。

Connectivity matrixの中から, Al原子が存在するであろう n 個のTサイトの n 列分を組み合わせた行列と各行の和を示したのがconfiguration matrixである。その例を表3に示す。行の和が n であればそのサイトのSiは $Si(nAl)$ の結合状態にあることを示している。この組み合わせの検討の結果, $Si(nAl)$ の分布が実測値と一致しているもののみがその結晶のAl配置である。Loewenstein則のみの制限下ではその組合せの数は数百もあるが, NMRスペクトル実測による $Si(nAl)$ 分布と図4の配置を満足するものは表4に示す8通りの組合せしか存在しない。

2.3 候補の絞り込み

脱水ゼオライト中の骨格外陽イオンはAl原子近傍に位置しているので, 陽イオンの実測位置からAlサイトを推定できる。モルデナイトには5種類のイオン交換サイトがあり, イオンの分布はMortier等

より詳細に調べられている¹⁴⁾。前記8通りのAl分布候補についてMortier等によるイオン分布との整合性を調べると, 配列Iのみが実在結晶と同じイオン交換サイトを有し得るとの結論を得た。

図1から分るように, T_2 と T_4 はメインチャンネルに面したサイドポケット入口の8員環上に, そして T_1 と T_3 はサイドポケットの奥の8員環上に存在する。したがって, Si/Al比の増大と共にメインチャンネルサイトのAlが優先的にSiに置換される。

3. 5-ring(2Al) 回避則の発見¹³⁾とその妥当性

モルデナイトの²⁹Si MAS NMRスペクトル中には $Si(0Al)$ がたくさんある。このSiをAlで置換してもAl-O-Al回避則が破られることはない。したがってAl含有量は $[Al] > 8$ となってもよいのではないか?

実験的に $[Al] \leq 8$ となるのは何故か? これは他のハイシリカゼオライトにも共通の疑問であり, Al-O-Al回避則の他に何らかの回避則が働いているに違いない, と推定した¹⁵⁾。

これを求めるためにAl規則分布を再検討すると, 配列II～VIIIにはAlを2個含む5員環(以後, 5-ring(2Al)と略記)が存在するが, 配列Iのみには無いことが分った。また, 5員環中のAlが1個以下の配列を計算で求めると, 配列I以外に3種の組合せが存在するが, それらの配列では $Si(nAl)$ スペクトルが実在結晶と全く異なる¹³⁾。可能な配列の中の一つのみが実現する理由は現段階では明らかではない。結晶化過程における陽イオンを含むアルミノシリケート種および骨格構造全体の安定性に関与していると推定される。

前記のconnectivity matrixにおいて, *は“同一5員環に属する”ことを意味している。5-ring(2Al)回避則を満たすためには, configuration matrixの各行は“\”と“*”を同時に含んではならない。

5-ring(2Al)回避則の妥当性を調べるため, 5員環を含む数種のゼオライトについて, “*”を含むconnectivity matrixを作成して検討を行った。単位胞あたり入り得るAlの最大数 ($[Al]_{max}$), すなわちSi/Al比の最低値を計算して実験値と比較すると表5に示すように両者は良く一致していた。

そこで, 新法則を適用してフェリエライト骨格中のAl原子分布の検討を行った。36列×36行のconnectivity matrix (フェリエライト単位胞あたり

表5 5員環を含むゼオライト骨格中の最大Al原子数

code	zeolite	typical formula	[Al] _{max} /u.c	
			calculated	experimental
MOR	mordenite	$\text{Na}_8[(\text{AlO}_2)_8(\text{SiO}_2)_{40}] \cdot 24\text{H}_2\text{O}$	8	8
FER	ferrierite	$\text{Na}_2\text{Mg}_2[(\text{AlO}_2)_6(\text{SiO}_2)_{30}] \cdot 18\text{H}_2\text{O}$	6	6
HEU	clinoptilolite	$(\text{Na},\text{K})_6[(\text{AlO}_2)_6(\text{SiO}_2)_{30}] \cdot 24\text{H}_2\text{O}$	8	6.9
HEU	heulandite	$\text{Ca}_4[(\text{AlO}_2)_8(\text{SiO}_2)_{28}] \cdot 24\text{H}_2\text{O}$	8	8.5(natural)
MFI	ZSM-5	$\text{Na}_n[(\text{AlO}_2)_n(\text{SiO}_2)_{96-n}] \sim 16\text{H}_2\text{O}$	16	<8

の骨格原子数=36)を作成し、入り得る最大Al数6の場合の配列組合せを求めた。Al原子分布の結晶学的対称性の高いものほど結晶は安定であり、それが実現しているとすると、該当する組合わせは2種しかない。この配列から計算されるSi(nAl) ($n=0 \sim 2$)は実測値とほぼ一致している。この2種のAl原子分布の特徴は6員環にAl原子が3個ずつ入っていることであり、その違いは $Pnmm$ か $I2mm$ かの対称性の違いだけである¹³⁾。

また、HEU型ゼオライトではクリノプチロライトとヒューランダイトについての解析を行った。合成および天然クリノプチロライトでは5員環則が守られているが、天然ヒューランダイトでは5員環則が破られているために耐熱性が劣ることが明らかとなった¹⁶⁾。5員環則にはこのような例外が存在する。5員環に2個のAl原子が入ると非常に不安定になることの好例である。

おわりに

フォージャサイト骨格中のAl, Si原子配列の検討結果から、Si(2Al)は静電的に不安定なためにSi/Al比が同じならばSi(2Al)が最も少ない配列が安定となる、というDempsey則が提唱されている¹⁷⁾。その後、Si/Al比の低い数種のゼオライトについてDempsey則が成立するとの報告がある^{18,19)}。しかしながら上記のように、5員環を多く含みかつSi/Al比が比較的高いゼオライトではこの法則は全く成立していない¹⁵⁾。

実験結果から求められた5-ring(2Al)回避則はLoewenstein則を補完する経験則であり、その意義と信頼性は大きい。5員環を含むゼオライトがハイシリカになり得るのは、この回避則が成立しているからこそである。結晶学的考察を加えればゼオライ

ト中のAl原子サイトを決定することが可能であり、Al原子分布がゼオライトの物性と特性に大きく関与していることは上記のとおりである。固体酸特性の解析やゼオライトの結晶化機構を考える上でも大きな足がかりとなるだろう。

ハイシリカモルデナイトのキャラクターゼーションを自らの手での思い立ってから20年近い月日が流れた。非常に長い時間はかかったが、企業の一研究者の力ではとてもここまでの解析は不可能であった。恩師である豊橋技術科学大学名誉教授 高石哲男先生の御指導のおかげである。手取り足取りして懇切丁寧に教えて頂き、解析研究の本質を体験させていただいた。connectivity-configuration matrices法は高石先生の独創であり、5員環則も先生の発見である。この新法則を“高石則”と名づけることを学会に提案して、長年の御指導に対して御礼を申し上げたい。

文 献

- 1) L. B. Sand, Molecular Sieves, Society of Chemical Industry, London, 71 (1968).
- 2) O. J. Whittemore, *Amer. Mineral.*, **57**, 1146 (1972).
- 3) S. Ueda, H. Murata, and M. Koizumi, *Amer. Mineral.*, **65**, 1012 (1980).
- 4) S. Ueda, T. Fukushima, and M. Koizumi, *J. Clay Science Jpn.*, **22**, 18 (1982).
- 5) K. Itabashi, T. Fukushima, and K. Igawa, *ZEOLITES*, **6**, 30 (1986).
- 6) K. Itabashi, T. Okada, and K. Igawa, *Proc. 7th Intern. Zeolite Conf.*, 369 (1986).
- 7) W. J. Mortier, J. J. Pluth, and J. V. Smith, *Mat. Res. Bull.*, **10**, 1319 (1975).
- 8) M. Ito and Y. Saito, *Bull. Chem. Soc. Jpn.*, **58**, 3035 (1985).
- 9) E. G. Derouane and J. G. Fripiat, *Proc. 6th Intern.*

- Zeolite Conf., 717 (1983).
- 10) P. Bodart, J. B. Nagy, G. Debras, Z. Gabelica, and P. A. Jacobs, *J. Phys. Chem.*, **90**, 5183 (1986).
- 11) J. D. Sherman and J. M. Bennet, *Molecular Sieves*, *ACS* **121**, 52 (1973).
- 12) K. Shiokawa, M. Ito, and K. Itabashi, *ZEOLITES*, **9**, 170 (1989).
- 13) T. Takaishi, M. Kato, and K. Itabashi, *ZEOLITES*, **15**, 21 (1995).
- 14) W. J. Mortier, *Compilation of Extra Framework Sites in Zeolites*, Butterworth Scientific. Ltd., Guilford, 54 (1982).
- 15) T. Takaishi, M. Kato, and K. Itabashi, *J. Phys. Chem.*, **98**, 5742 (1994).
- 16) M. Kato, S. Satokawa, and K. Itabashi, *Stud. Surf. Sci. Catal.*, **105**, 229 (1996).
- 17) E. Dempsey, *Molecular Sieves*, Society of Chemical Industry, London, 293 (1968).
- 18) M. Sato, *Chem. Lett.*, 1195 (1985).
- 19) M. Sato, K. Maeda, and K. Hirasawa, *Stud. Surf. Sci. Catal.*, **84**, 589 (1994).
-

Characteristic Properties of Synthetic Mordenite and Discovery of 5-ring(2Al) Avoidance Rule

Keiji Itabashi

Nanyo Research Laboratory, Tosoh Corporation

Our analytical studies of the determination of ordered distribution of Al atoms in the framework of synthetic mordenite are reviewed. The existence of a super-structure with 3c cell constant was found by adsorption properties and XRD data of the mordenite (Si/Al=5-10). Al sites preferentially substituted by Si were estimated from ^{29}Si MAS NMR data. The ordered distribution of Al atoms in the framework was determined by connectivity-configuration matrices method. The obtained result consistently explained the observed composition-dependence of the characteristic properties of the mordenite. A new rule named as "5-ring(2Al) avoidance rule" in which a 5-ring holding 2Al atoms was unstable was discovered by this study. One can explain various phenomena unsolved in zeolites containing 5-rings by assuming the new rule.

Key Words : mordenite, Al distribution, connectivity-configuration matrices method, 5-ring(2Al) avoidance rule

《 投 稿 》

高石先生との思い出

堤 和男

豊橋技術科学大学

高石哲男先生、喜寿を迎えられてお目出度うございます。

学問上では未だに活発な現役である高石先生にたいし思い出話では失礼になるので、今までの共同研究というより先生のご指導による研究の概観を述べたい。

とは言うものの多少の思い出を記載してもお叱りは受けないだろうから、10年間同じ大学に在籍して受けた強烈な印象にも触れたい。

先生のことを最初に識ったのは大学院の学生時代に日本化学会で行われた「化学者のための群論」がテーマの講習会であった。当然のことながら強烈な講習でした。ノーベル物理学賞受賞者のウイグナーが12歳の時に11歳のフォン・ノイマンに群論を教わって以来生涯劣等感を持ったという話があるが、それほど高レベルの問題ではないにしろ似たような感慨が残っている。次が、1970年同じく化学会講堂で行われた「第2回国際ゼオライト会議」の報告会であった。その会議には記憶する限り日本からは5人が出席し、どういう訳かその報告をする会があり、筆者が吸着・触媒などの報告をした。かなり細かい質問を受け、諸外国の動向に大変興味を持たれていた。その頃は先生がアルカリハライドへの物理吸着の研究から2次元・3次元の規則的細孔への吸着へと仕事を拡張された時期であり、筆者のような若輩にたいしてもゼオライト研究仲間として接していた。その後は、勤務先に訪ねて来られたり学会でお話する機会が急激に増えた。1978年に先生は新設の豊橋技術科学大学に移られ、3年後に筆者も別な講座ではあるが移った。

それからの10年間は先生との会話を通して筆者にとって最も充実した議論と知識の蓄積が可能な時期であった。しかし、同時に研究者の端くれとして己の未熟と非才さを感じさせた10年でもある。先生の偉大さは読者も当然ご理解の筈だからくどくど述べないが、近くでのおつき合いが10年だったのは幸いだったかもしれない。

大学に在籍しある程度の年齢になれば当然管理運営にもタッチせざるを得なくなる。先生も例外ではなく、また普段のご高説から周囲が願って管理者になられたが、その間にもさもありなんという話がいくらでもある。これを話したときりがないので割愛するが、陳腐な表現ながら大変ユニークな管理者で一部の頑迷固陋な人達の批判を除けば拍手喝采であった。特に、若い教官からは絶大な信頼と尊敬を受けた。

大学を退官されて11年、喜寿を迎えられながらも斬新なアイデアと緻密な解析は全く変わらない。「現場で活躍する名誉教授」の称号を差し上げたい。ご近親の方達の多くがご長命とのことなので、是非長生きをされて未熟な後輩達の範になっていただければ幸甚である。

筆者の研究対象のうちゼオライトに関連するものは1/3～1/2であり、その中でも先生との共同研究は結果としてこちらの得意な分野のカロリメトリーの利用による研究が主体である。

80年代の先生の仕事の中に同位体交換反応によりゼオライト内酸素の反応性を決める手法の確立があった。ゼオライトの酸素多員環は「バクバク」と呼吸していると言われている。つまり、酸素は骨格に固定されず常に出入りしている訳である。ご存知のように骨格の酸素もその構造的配置により多種類存

在し、また物質的環境あるいは欠陥の存在によっても異なった種となる。当然その相違により酸素としての反応性も変わり関連する活性も異なってくる。酸素の反応性を ^{18}O でエンリッチした二酸化炭素との交換反応により定量的に解析する手法をZSM-5、-11¹⁾および $\text{AlPO}_4\text{-5}$ ²⁾に適用し、欠陥構造の解明とその活性を熱測定により明らかにし、相関性を求めた。ZSMではGa置換効果を周囲の酸素の反応性の変化として捉え、反応性酸素を定量することでGa置換の場所を明らかにした。また、Ga置換によって生ずる酸点の数をアンモニアの吸着熱測定から求め、Ga数と比較した。これらの結果を併せて、Ga置換が欠陥構造に関係しその欠陥がZSMの調製過程によることを示した。ゼオライトあるいはその関連物質の特性が調製時のノウハウによることは、従来型のゼオライトはもちろん最近のMCM-41やFSM-16にも当てはまる³⁾。後者ではノウハウの確立が実用化への鍵であろう。 $\text{AlPO}_4\text{-5}$ は構造からも、また表面自由エネルギー解析⁴⁾から判断して疎水性のはずだが、水の吸着・吸着熱から一部親水基の存在が示唆される。これも欠陥構造、主として骨格AlまたはPの脱離、に由来しその濃度が同位体交換反応および吸着熱の両方で一致した。このようにゼオライトでは欠陥構造は不可避であり、その定量化を C^{18}O_2 の交換反応により先生が確立した功績は大きい。なお、この研究は筆者の研究室で引き継ぎ、モルデナイトやフォージャサイトの脱Alによる欠陥との関連性の解析に用いている⁵⁾。

アルミノ珪酸塩ゼオライト内ではAlの存在で骨格が負に荷電しそれが基で活性が生じる。したがって、骨格内でのSiとAlの分布を知ることは活性点の解析には不可欠である。構造解析に用いるX線解析では決められず永年の懸案であったが、固体NMRの出現が解決へのきっかけとなった。80年代後半から退官後の現在まで、高石先生は既存の経験則に加えて5員環についての新しい経験則などを基にSi-Al規則分布決定の理論を提唱したことは周知である。すでに多くのゼオライトについて分布が決められたが、その前触れの研究例にゼオライトLがある。プロトン型Lの酸点はストレート孔路の壁面の8員酸素環より成るポート面に位置する。理想構造はポートに1または3個のAlが存在するが、欠陥あるいは不整構造故にその分布の仕方には6種類あることが固体

NMRの解析から明らかになった。アンモニアの吸着熱は吸着量にたいしてステップ型変化を示し、その量と強度はNMR解析の結果と完全に一致した。当然ながら8員酸素環に結合するAlが少ないほど強酸点になる⁶⁾。熱測定はゴミ箱あさりとよく言われるが、測定の感度が高いばかりにあらゆる現象の熱の出入りを拾うからである。特に固体表面の関係する測定はその好例であり、解析に苦勞するが、筆者の知る限り吸着熱と構造との相関性でこれほど美しい結果の報告例は無い。

吸着がゼオライトの相転移を誘起することはよく知られた現象である。ゼオライトは多形構造を示すが、相によっては吸着分子の存在で初めて安定になる相も存在するからである。ZSM-5は低温では $P2_1/n$ だが高温では $Pnma$ に転移する。一方、ある種の吸着分子を有する場合、この転移以外に更に $P2_12_12_1$ まで転移する。平衡圧を増すとそれを緩和すべく吸着容量の大きい相へ転移するわけで、Le Chatelierの平衡移動の法則が具現する。Si含量の多いZSM-5にパラキシレンを吸着すると、吸着等温線はLangmuir型を示しそのLangmuirプロットは相関係数0.9999で直線である⁷⁾。それはこの系が「表面均一性」と「単分子層吸着」というLangmuir理論の条件に合致するからである。飽和吸着量は4分子/単位胞であり、ストレート孔路とジグザグ孔路の交差点に吸着する。平衡圧をさらに増すと、吸着量が再び増しLangmuirプロットは折れ曲がる。すなわち、 $Pnma$ が $P2_12_12_1$ 相になるわけである。 $P2_1/n$ および $Pnma$ 相ではジグザグ孔路の断面はほぼ円形のためパラキシレンは入れないが、 $P2_12_12_1$ では、楕円形に変形するので収容できる。Al量やカチオン種によってそれぞれ挙動が異なるが、高Si/Al比ZSM-5において低温なら2種類の相転移が観察される。これらの相の骨格の差は ac 面の重ね合わせの相違でありintergrowthが起りやすい。したがって、結晶はドメイン構造を取りやすく強磁性体などと同様に履歴現象があり、それが吸脱着等温線に現れる。吸着熱の吸着量依存性を測定すると、転移が起こる際に井戸となる。各相のエンタルピーは吸着量と共に低下するが、転移はエンタルピーの高い相へ起こるために吸着熱に井戸が出来るわけである。 $P2_1/n$ から $Pnma$ への転移では吸着サイトは変わらないので単純だが、 $P2_12_12_1$ 相では2種類の吸着サイトがある

ので複雑である。転移現象および各相の熱力学的パラメータは吸着熱の値と統計熱力学によりすべて定量的に求めることができた。また、転移圧の温度あるいはカチオン依存性も定量的に説明できる。この研究は、従来から知られていた吸着誘起相転移を等温線と吸着熱の測定から初めて本質的に解析した研究である。これも先生の長年にわたる統計熱力学を用いた吸着現象の解明があったからこそ実現した解析例である。

ゼオライト科学への高石先生の貢献のごく一部を分担した者として、このようなかたちでゼオライト学会ニュースレターに拙文が掲載されたことに心から感謝したい。

文 献

- 1) A. Endoh, K. Nishimiya, K. Tsutsumi, and T. Takaishi, *Stud. Surf. Sci. Catal.* **46**, 779 (1989).
- 2) A. Endoh, K. Mizoe, K. Tsutsumi, and T. Takaishi, *J. Chem. Soc., Faraday Trans. 1*, **85**, 1327 (1989).
- 3) A. Matsumoto, T. Sasaki, N. Nishimiya, and K. Tsutsumi, *Langmuir*, to be published.
- 4) K. Tsutsumi and K. Chubachi, *Colloid & Polym. Sci.*, **277**, 83 (1999).
- 5) A. Matsumoto, Y. Usami, and K. Tsutsumi, *J. Chem. Soc., Faraday Trans.*, to be published.
- 6) K. Tsutsumi, A. Shiraishi, K. Nishimiya, M. Kato, and T. Takaishi, *Stud. Surf. Sci. Catal.*, **60**, 141 (1991).
- 7) T. Takaishi, K. Tsutsumi, K. Chubachi, and A. Matsumoto, *J. Chem. Soc., Faraday Trans.*, **94**, 601 (1998).

《 投 稿 》

Statement honoring Professor Tetsuo Takaishi

Karl Seff

Chemistry Department, University of Hawai'i

Congratulations to Professor Tetsuo Takaishi on the occasion of his Seventy-Seventh Birthday!

There is no greater statement that can be made of a scientist than "He loves his science." When he retires and he continues to study science, to read the principal journals, to think, and to write and publish in them, then one sees that he really loved his science for all of years that went before.

I first became aware of Professor Takaishi through his work published in the scientific journals. The first paper of his that I noticed involved using Zn, K-A (zinc and potassium exchanged zeolite A) to remove phosphorus from silicon, specifically phosphine and other polar impurities from silane, for the preparation of ultrapure silicon for the semiconductor industry. We had an opportunity to meet at an international meeting and had an exciting conversation about that. Then, upon Prof. Takaishi's suggestion, we in Hawaii proceeded to prepare a large single crystal of that material and to determine its structure crystallographically. I hope it was useful to Prof. Takaishi, in refining his ideas of how that zeolite was able to selectively remove trace quantities of impurities from silane.

A few years ago, Prof. Takaishi was in Honolulu at an international meeting of Chemical Societies. His purpose was not, however, attendance

at that meeting. It was to visit our research group at the University of Hawaii, to tell us about his current research ideas, and to urge us to do an incisive experiment which could confirm a theory that he was pursuing. It was an honor to us to have him here for that singular purpose, and it was eye-opening to my graduate students to see that he was so deeply involved with his work. They were very impressed.

I have seen Tetsuo Takaishi regularly over the years. He has been a dinner guest at my home in Honolulu. We spent a day together in Honolulu, in the laboratory and at dinner a few years ago. We have talked regularly at International Zeolite Conferences in cities all over the world for twenty years, and we have been at their dinners, parties, and excursions together.

There have been many opportunities to discuss our science seriously and to get silly and have fun.

Everyone in the zeolite community worldwide knows Professor Takaishi. He is either showing his big smile, obviously happy to be amongst his colleagues, seeing the faces of the people whose work he has studied, or he is serious, discussing his science, choosing his words carefully, explaining, teaching, listening, and learning. That is certainly the image that I will have of him in my mind forever.

〈 レポート 〉

講習会「ゼオライトと吸着現象」参加報告

早稲田大学理工学部 小倉 賢

ゼオライト学会主催により毎年行われている講習会が、平成11年度は「ゼオライトと吸着現象」という題目で、5月28日に大阪市福島区の海老江西コミュニティセンターにて開催された。大阪開催にも関わらず、東は東京・茨城、西は山口・大分と、ほぼ日本全国からの参加者22名が集まった。今回はゼオライトへの吸着現象をテーマに、吸着理論、ガス吸着による表面積・細孔容積・細孔径測定法、吸着等温線の解析法などを大阪教育大学名誉教授の近藤精一先生から、最新の吸着理論に関する研究・解析例を日本ベル株式会社の仲井和之先生からご講演を戴いた。近藤先生からは、吸着等温線・吸着等温式の説明、古典的な吸着理論からの「表面積」の算出法、現行の吸着理論では解析できない細孔径領域の話など、非常に多岐に渡るお話を伺うことができた。仲井先生からは、吸着ポテンシャルから導かれた吸着等温式とその問題点、その改善として提唱された

DFT (汎密度関数法) 理論に基づく細孔分布解析の方法を詳細に説明いただいた。各講師の先生方の講演後には質疑応答の時間が設けられ、BETとLangmuirの「表面積」はどちらが正しいのか？そもそもゼオライトの幾何学的な「表面積」とは？吸脱着曲線のヒステリシスに対する考え方は？メソポーラス物質の壁の厚みの測定は？といったゼオライト特有の話題で大変に盛り上がった。これらの質疑応答から、結果の鵜呑みは危険であり吸着現象の中身を良く知ることが非常に大切であることを痛感させられた。また講演の中休みには、日本ベル(株)のご協力により、吸着測定装置および磁気浮遊式天秤装置等を日本ベル(株)大阪営業所にて見学させていただいた。

最後に、本会世話人の横浜国立大学教授辰巳 敬先生、会場設営、資料作成、当日の会場係など大変ご尽力いただきました日本ベル株式会社の方々にこの場をお借りして感謝申し上げます。

「第7回ゼオライト夏の学校」に参加して

昭和電工 (株) 辻 勝行

第7回ゼオライト夏の学校が、6月24日～26日の3日間、長野県茅野市の東京ガス蓼科山荘にて開催された。ちなみに第2回夏の学校もこの山荘で開催されており、参加者の好評を得て再度東京ガスのご好意を仰ぐことになった。今回の学校は片田先生(鳥取大)と里川さん(東京ガス)で開催の準備にあたり、参加者は講師を含めて企業から8名、大学から38名、計46名であった。最終日は晴れたものの、初日、2日目は共に雨で勉強とディスカッション以外にやることのない、絶好の「夏の学校日和」に恵まれた。

講演は1件あたり1時間30分で、その後に30分間休憩というスケジュールであったが、実際には講演中に自由に質問が許されるというスタイルのためか、講演中に質問が相次ぎすべての講演が2時間近くかかりそれでも議論は尽きなかった。残る議論は休憩時間や食事中、さらには、夜の懇親会の席上でも展開されていた。

岐阜大の窪田先生は「有機Structure-Directing Agentと生成ゼオライトの相関」と題し、ハイシリカゼオライト合成における有機カチオンの役割やゼオライト合成に有用な有機カチオンの特性について例を上げて詳しく説明された。特にこれから研究を始める方にとっては有用な情報ばかりで参考になる内容であった。

北陸先端大の佐野先生は「HZSM-5ゼオライトの脱アルミニウムーリアルミネーション挙動」と題してプロトン型ZSM-5ゼオライトの脱アルミ過程について速度論的解析から得られた結論について講演された。骨格外アルミをリアルミネーションする試みについてもお話しいただいて、大変勉強になった。

東大の尾中先生からは「有機合成屋から見たナノ空間の活用法」という題目で、ゼオライトやメソポーラスシリケートを用いた大環状ラクトン類やポリフィリン類の合成に関するお話をいただいた。未発

表の最新のデータを織り交ぜた大変興味深い講演であった。

豊橋技科大の松本先生は「吸着熱測定による細孔性固体表面の特性化」に関する講演で吸着熱測定の基礎から実際の測定結果から導かれる考察に至るまで、吸着熱に関する広範な内容をご教授された。吸着熱測定がゼオライトの解析において如何なる場合に有用で、どのように測定されるのかが素人の私にも十分理解できた。

京大の増田先生は「ダイナミックな手法を利用した触媒の活性点分布の評価」と題して通常の NH_3 -TPDの抱える問題点を解説され、活性点の分布を評価するために先生が開発された測定方法(*dc*-TPD法と*ac*-TPD法)について測定原理から装置、得られたデータの解析結果までご説明いただいた。

広栄化学の阿部先生は「ピリジン塩基類の合成と高選択的触媒プロセスの開発」と題し、アルデヒドとアンモニアからZSM-5をベースとする触媒を用いてピリジン類を選択的に合成するプロセスについてお話しされた。開発の裏話もお聞かせいただいて大変参考になった。



写真1 広栄化学 阿部先生による講義



写真2 好天に恵まれた最終日

ポスター発表は13件で、初日にショートトークと称した簡単な内容紹介とそれに続くフリーディスカ

ッションの時間枠で行なわれた。お酒も手伝って議論は盛り上がり、予定の時間だけではすべての発表を見きれないほど内容の濃いものとなった。夜の懇親会では発表内容に関する議論は勿論、プライベートな内容にまで議論はおよび、参加者がお互いの親睦を深めることに大いに役立った。

時間配分にゆとりのある講演スケジュール、寝る時間を気にする必要のないエンドレスディスカッション、大先生とも気楽に話せる雰囲気、今回の夏の学校も我々若輩者にとって大変勉強になる実り多いイベントであった。今後も益々発展した会となることを心から期待する。最後に、会場提供および色々な面でご支援を頂きました東京ガス株式会社、講師の先生方および開催の準備および運営をなされた世話人の方々に感謝申し上げます。

お知らせ

第15回ゼオライト研究発表会

第15回ゼオライト研究発表会を下記の要領で北海道北見市の市民会館で開催致します。ゼオライトおよびその類縁物質の基礎と応用について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に、多数の研究者・技術者が参加されることを期待します。この機会に奮ってご参集下さい。

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, 日本セラミック協会, 日本地質学会, 日本粘土学会, 有機合成協会

日 時 平成11年10月21日(木), 22日(金)

会 場 北見市民会館(北海道北見市常盤町2-1-10) JR北見駅から徒歩約10分, 女満別空港から北見市内行きバスにて北見バスターミナル下車(約45分)後, 徒歩約10分

テーマ ゼオライトおよびその類縁化合物に関連した研究の基礎から応用まで

登録費 会員(主催並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 9月10日(金)

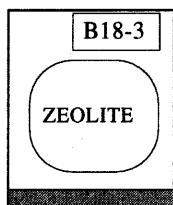
懇親会 10月21日(木) 講演終了後, 会場近くにて。会費 6,000円(学生 3,000円)

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

お願い 発表使用機器: OHPおよびスライド。

スライドは下図のように準備して, 講演30分前までに提出して下さい。

見本



← 講演番号-映写番号

← 赤色に塗る

なお, やむを得ない事情で発表を取り消される場合は, できるだけ早く下記事務局までご連絡下さい。

事務局 〒152-8550 東京都目黒区大岡山2-12-1

東京工業大学 大学院理工学研究科 化学専攻

小松隆之 TEL. 03-5734-3532, FAX. 03-5734-2758,

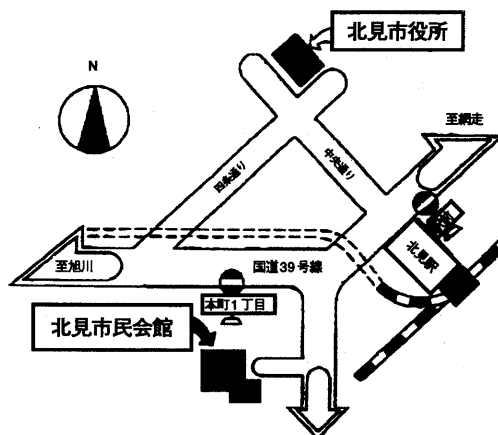
e-mail komatsu@chem.titech.ac.jp

問い合わせ先

松田 剛(北見工業大学 工学部 機能材料工学科)

TEL. 0157-26-9448, FAX. 0157-26-4973, e-mail:

MATSUDA-Takeshi/mtri@king.cc.kitami-it.ac.jp)



プログラム
第一日目 10月21日 (木)

午前の部

A会場	B会場	C会場
<p>(9:30～)</p> <p>A1 メソポレーラスシリカを原料としたベータ型ゼオライトの合成 (三菱化学・Caltech) ○武脇隆彦・Son-Jong Hwang・山下弘美・Mark E. Davis</p> <p>A2 メソポレーラスシリカ薄膜のメソ構造制御(物質研) ○遠藤 明・松本慎一郎・中岩 勝・中根 堯</p> <p>A3 メソポレーラスシリカ薄膜中へのアゾベンゼンの導入と光反応 (早大理工・早大教育・科技団さきがけ) ○森 淳一・黒田一幸・小川 誠</p> <p>(10:30～)</p> <p>A4 有機アルミニウム化合物を用いたAIMCM-41の合成 (北陸先端大) ○高木宏之・近江靖則・魚住俊也・佐野庸治</p>	<p>(9:30～)</p> <p>B1 Cu-ZSM-5によるメタンとエチレンからの芳香族炭化水素の合成 (東工大院理工) ○馬場俊秀・澤田英範・狩浦信介・L. N. Hung・小野嘉夫</p> <p>B2 MCM-41触媒によるアントラセンとナフトキノンのDiels-Alder反応 (帝京科大・東大院総合文化) ○大和田 智・江澤通治・富田康弘・難波征太郎・釘田強志・尾中 篤・橋本直樹</p> <p>B3 ゼオライトを触媒とするアクリロニトリルとイソプロパノールからのN-イソプロピルアクリルアミド合成 (北大院地球環境) ○奥原敏夫・陳 新</p> <p>(10:30～)</p> <p>B4 TS-1を用いたエポキシ化の制御 (横国大工) ○浜田英子・Bhaumik Asim・辰巳 敬</p>	<p>(9:30～)</p> <p>C1 総ゼオライト中の交換イオンと吸着気体分子間の結合状態の解析; IRと吸着熱からの考察 (岡山大理) ○熊代良太郎・黒田泰重・長尾眞彦</p> <p>C2 銅イオン交換ゼオライトによる室温での効率的な窒素吸着; サイト選択的イオン交換 (岡山大理) ○板谷篤司・熊代良太郎・黒田泰重・長尾眞彦</p> <p>C3 MFIゼオライト細孔内におけるベンゼンの吸着状態 (東北大院工) ○山崎達也・萩田篤史・斉藤宏秋</p> <p>(10:40～)</p> <p>C4 Cu-, Co-MFI型ゼオライト内の炭化水素の結晶内拡散係数と有効拡散係数の測定 (京大院工・福井工大・名大院工) ○大久保尚人・増田隆夫・橋本健治・志知 明・薩摩 篤・服部 忠</p>

<p>A5 遷移金属含有FSM-16の合成 (新潟大工) ○藤井政人・鈴木浩正・児玉竜也・北山淑江</p> <p>A6 種々のシリカ源を用いたメソポーラスシリカの合成 (JCII・豊田中研・岐阜大工) ○後藤康友・後藤優治・瀬戸山徳彦・今田安紀・窪田好浩・福岡喜章・杉義弘</p> <p>A7 Mo-SBA-1メソポーラスモレキュレーションの合成 (横国大工・東大院工) ○車 順愛・福田純平・浜川哲康・辰巳 敬</p> <p>(12:00～)</p> <p>ZMPC2000実行委員会 (会場未定)</p>	<p>B5 多孔質担持銅触媒によるエタノールの脱水素縮合反応 (千葉大工) ○袖沢利昭・高橋亮治・佐藤智司・浦野のり子</p> <p>B6 赤外分光法を用いたフェリエライト細孔内の酸点における1-ブテンの異性化に関する研究 (東工大資源研) ○依田英介・野村淳子・若林文高・堂免一成</p> <p>B7 水系における銀イオン交換A型ゼオライトによるヒドロキシシカルの発現性 (宇都宮大院) ○川添徹拓・高畠 裕圭・佐藤正秀・遠藤 敦</p>	<p>C5 Ar吸着法によるアルカリ処理ゼオライトの細孔分布解析 (北大院地球環境) ○鈴木哲生・奥原敏夫</p> <p>C6 ジオールで修飾したFSMによるクロロフィルaの吸着 (早大理工) ○村田修作・秦 英夫・木村辰雄・菅原義之・黒田一幸</p> <p>C7 MCM-41によるメチルアルモキシサンの吸着分離 (北陸先端大) ○萩本 準・土井恵子・近江靖則・魚住俊也・佐野庸治</p>
A会場	B会場	C会場
<p>(13:00～)</p> <p>特別講演 Zeolites, essential materials for clean organic conversion (Delft University of Technology) H. van Bekkum</p>		

午後の部

A会場	B会場	C会場
<p>(14:30~)</p> <p>A8 トリブロツクコポリマーを鋳型としたメソポーラスシリカの合成と構造 (豊田中研) ○宮澤浩司・稲垣伸二</p> <p>A9 Grignard試薬によるMCM-41の表面修飾 (東大院工・横国大工) ○山本勝俊・辰巳敬</p> <p>A10 棺桶型MFIゼオライトの結晶成長過程の検討とキヤラクタリゼーション (早大理工) 松方正彦・○稲垣裕史・松永育子・菊地英一</p> <p>A11 ZSM-5巨大結晶の生成過程の検討 (防衛大化) ○西 宏二・伊藤友紀・伊高賢・横森慶信</p> <p>(15:50~)</p> <p>A12 ソーダライト単結晶上におけるエピタキシャル薄膜成長 (東大院工・科技団さがけ) ○脇原徹・Jacques Plevart・小川吉文・小宮山宏・大久保達也</p>	<p>(14:30~)</p> <p>B8 80℃で合成したFe-Al Gismondineの過酸化水素分解能について (東邦大理) ○甲木和子・米岡省司・森典子・山本育宏・吉野諭吉</p> <p>B9 Al濃度の異なるMCM-22の構造、固体酸性質、および触媒活性の研究 (鳥取大工) ○奥村 和・橋本雅司・三村岳之・丹羽 幹</p> <p>B10 テンプレート除去条件がHZSM-5上の非常に強い酸点濃度に与える影響 (鳥取大工) ○小原淳典・片田直伸・丹羽幹</p> <p>B11 ゼオライト外表面およびシラノール基の反応活性に関する研究 (北陸先端大) ○近江靖則・魚住俊也・佐野庸治</p> <p>(15:50~)</p> <p>B12 メソポーラスシリカへのアルミニウムの導入 (東大院理工) ○櫻井圭二・小松隆之・八嶋建明</p>	<p>(14:30~)</p> <p>C8 疎水性シリカライトの合成とその凝縮性ガスの吸着特性 (物質研) ○島崎富雄・末利浩明・藤原一郎・柳下 宏・遠藤 明・中根 堯</p> <p>C9 ゼオライト表面上における有機分子の規則配列現象に関する計算化学的研究 (東北大理工) 横井靖人・小林泰則・近江靖則・高見誠一・○久保百司・宮本 明</p> <p>C10 カオリン焼結体中のシリカの選択溶解による高強度ZSM-5/ムライト複合体の水熱合成と特性 (佐賀県窯技セ・Penn State Univ.) ○勝木宏昭・古田祥知子・S. Komarneni</p> <p>C11 燃焼反応熱による天然ゼオライトからの傾斜機能材料の作製 (栃木県県南工指・龍谷大理工) ○松本泰治・渡邊尚人・後藤義昭</p> <p>(15:50~)</p> <p>C12 天然ゼオライトを用いた河川水の浄化 (近畿大九工・九国大経済) ○野見山智征・坂本栄治・岡本真琴</p>

<p>A13 フッ化アンモニウムを用いた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>A14 MWW構造を持つチタノシリケートの合成 (東工大院理工) ○呉 鵬・小松隆之・八嶋建明</p>	<p>B13 タンタル系メソポーラス化合物の光触媒能 (東工大資源研・CREST) ○高原佳子・野村淳子・堂免一成</p> <p>B14 メソポーラスシリカ (FSM-16) の触媒活性に及ぼす硫酸化合物の添加効果 (室蘭工大) ○John K.A. Dapaah・L. Andalaluna・小林隆夫・上道芳夫・杉岡正敏</p>	<p>C13 K-置換型ヒュランダイトの結晶構造 (地質調査所) ○谷口政碩</p> <p>C14 青森県高堂山産のリョウ沸石 (地質調査所) ○谷口政碩</p>
<p>第二日目 10月22日 (金)</p>		
<p>午前の部</p>		
<p>A会場</p>	<p>B会場</p>	
<p>(9:00～)</p> <p>A15 貴金属化合物の構造指向剤への応用 (エス・イー・ケムキヤット) ○高木由紀夫・小関千恵子</p> <p>A16 DABCO系有機SDAを用いたゼオライト合成 (岐阜大工・豊田中研) ○本田高久・窪田好浩・今田安紀・後藤康友・福岡喜章・杉義弘</p>	<p>(9:00～)</p> <p>B15 ゼオライトのHC吸脱着機能を利用した脱硝特性の改良 (東ソー) ○小川 宏・青山英和・有賀耕・伊藤雪夫・中野雅雄</p> <p>B16 Ga-ZSM-5上でのメタンによるNOx還元反応の遷移状態 (東北大理工) ○植田裕介・谷島健二・高見誠一・久保百司・宮本 明</p>	

A会場	B会場
<p>A17 リジッドな新規有機化合物を用いたゼオライト合成 (岐阜大工・豊田中研) ○宮島康高・窪田好浩・今田安紀・後藤康友・福島喜章・杉義弘</p> <p>(10:00～)</p> <p>A18 MF1をアルカリ溶解した溶液からの再析出 (早大理工・JFCC) 松方正彦・○館野潤子・奈良泰斗・小倉賢・佐々木優吉・菊地英一</p> <p>A19 アルコール存在下でのゼオライト合成におけるアルカリ金属種の影響 (北陸先端大) ○窪田要一・鈴木敦・荒崎修一・近江靖則・魚住俊也・佐野庸治</p> <p>A20 層状$\text{VOPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$への有機分子のインターカレーションと剥離 (東農工大農・北大院地球環境) ○中戸晃之・古海陽子・山本尚毅・奥原敏夫</p> <p>(11:00～)</p> <p>A21 ゼオライトUTM-1の構造 (東大工・トリノ大・横国大工) ○J. Piévert・山本勝俊・G. Chiari・辰巳敬</p>	<p>B17 NO_x還元反応におけるイオン交換ZSM-5上での反応分子の吸着活性化機構に関する量子化学的検討 (東北大院工) ○谷島健二・植田裕介・高見誠一・久保百司・宮本明</p> <p>(10:00～)</p> <p>B18 Pd/ゼオライト触媒のNO選択還元反応における活性低下機構—ゼオライトの構造変化— (東京ガス) ○里川重夫・山関憲一・内田洋</p> <p>B19 ゼオライト中での錯形成を利用したNO_xセンサー (東大院工) ○井部将也・大久保達也</p> <p>B20 ゼオライト単結晶中のイオン伝導 (東大院工) ○山本直英・林智裕・大久保達也</p> <p>(11:00～)</p> <p>B21 ゼオライトにおけるイオン伝導—骨格構造とカチオン種の影響— (東大院工) ○大久保達也・林智裕</p>

<p>A22 フッ素イオン添加法モデルデナイトの特異な物性と構造 (東ソー・豊橋技科大) ○板橋慶治・加藤正直・松本明彦・堤 和男</p> <p>A23 クリノプロロライトにおけるAlの規則配列 (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>(12:00～)</p> <p>ゼオライトニュースレター編集委員会 (全国) (会場未定)</p> <p>企画委員会 (会場未定)</p>	<p>B22総 LTA中のNaクラスタースターのフォトリミズムと光誘起ESRスペクトル (物質研・東北大院理) ○小平哲也・貝瀬正紘・竹尾陽敏・野末泰夫</p> <p>B23 FAU中のNa及びKクラスタースターのフォトリミズム (CREST-JST・東北大院理) ○池本タ佳・久野桃子・中野岳仁・野末泰夫</p>	
A会場	B会場	午後の部
<p>(13:00～)</p> <p>特別講演 ゼオライト触媒の修飾法—いろいろやってみたこと— (東工大院理工) 八嶋建明</p> <p>(14:30～)</p> <p>A24 ハイドロソルダーライトの加熱による構造変化 (名工研) ○鈴木正哉・藤田 悟・鈴木憲司・柴崎靖雄</p>	<p>(14:30～)</p> <p>B24 ゼオライトを用いた蛋白質分画への応用 (東理大理工・物質研) ○松井雅義・飯島寛・水品善之・坂口謙吾・清住嘉道・水上富士夫</p>	

A会場	B会場
<p>A25 電子線回折強度解析 (直接法) によるゼオライトの構造決定 (東北大金研・東北大理・CIT) ○大砂哲・寺崎 治・Wagner Paul・平賀 賢二</p> <p>A26 電子線結晶学によるMCM-48の構造解析 (東北大理・KAIST) ○金田瑞枝・阪本康弘・Anna Carlsson・Ryong Ryoo・寺崎 治</p> <p>(15:30~)</p> <p>A27 フェリエライトの構造 (防衛大化) ○横 森 慶 信・Juergen Wachsmuth・西 宏二</p>	<p>B25 ゼオライト膜による気体分離の分子動力学シミュレーション (東北大院工) ○小林泰則・森戸英明・水上浩一・高見誠一・久保百司・宮本 明</p> <p>B26 ゼオライト膜の二酸化炭素・窒素分離選択性に与える水分子の影響 (東北大院工) ○水上浩一・小林靖則・森戸英明・高見誠一・久保百司・宮本 明</p> <p>(15:30~)</p> <p>B27 シラン接触分解法によるMFI型ゼオライト触媒膜の細孔径制御と無機ガスからのH₂分離 (京大院工・福井工大) ○増田隆夫・福本直弘・橋本健治</p> <p>B28総 フォージャサイト膜の合成と透過物性 (山口大工) ○喜多英敏・湊田和伸・浅村英俊・岡本健一</p> <p>B29 Dry Gel Conversion法によるBEA膜の合成とその透過特性 (早大理工) 松方正彦・○石川瑞紀・古瀬綾子・野村幹弘・菊地英一</p> <p>B30 Ti-Betaゼオライト合成条件の液相酸化反応への影響 (横国大工) ○後安康秀・辰巳 敬</p>
<p>A28総 アルカリ金属内包ゼオライトの結晶構造と電子・核密度分布 (筑波大・物質研・無機材研・KEK) ○池田卓史・小平哲也・泉 富士夫・熊澤紳太郎</p> <p>A29 Liイオン交換したFAU, LTAの結晶構造 (筑波大・物質研・無機材研) ○池田卓史・小平哲也・泉 富士夫</p>	

タイトルサービス

MICROPOROUS AND MESOPOROUS MATERIALS

Vol. 27 Nos. 2-3

FEBRUARY 1999

Special Issue: Mesoporous Molecular Sieves
Ordered mesoporous materials

U. Ciesla and F. Schüth	131
Modification of mesoporous silicas by incorporation of heteroelements in the framework	
A. Tuel	151
Synthesis and characterization of siliceous and aluminum-containing mesoporous materials from different surfactant solutions	
G. Øye, J. Sjöblom and M. Stöcker	171
Composites of micro- and mesoporous materials: simultaneous syntheses of MF1/MCM-41 like phases by a mixed template approach	
A. Karlsson, M. Stöcker and R. Schmidt	181
Preparation of a mesoporous high surface area titanium oxo phosphate via a non-ionic surfactant route	
M. Thieme and F. Schüth	193
Novel synthesis of spherical MCM-48	
K. Schumacher, M. Grün and K. K. Unger	201
Novel pathways for the preparation of mesoporous MCM-41 materials: control of porosity and morphology	
M. Grün, K. K. Unger, A. Matsumoto and K. Tsutsumi	207
Influence of hydrothermal restructuring conditions on structural properties of mesoporous molecular sieves	
M. Kruk, M. Jaroniec and A. Sayari	217
A comparison of post-synthesis alumination and sol-gel synthesis of MCM-41 with high framework aluminum content	
L. Y. Chen, Z. Ping, G. K. Chuah, S. Jaenicke and G. Simon	231
Synthesis of mesoporous silica with tunable pore size from sodium silicate solutions and a polyethylene oxide surfactant	
L. Sierra and J.-L. Guth	243
Synthesis of mesoporous molecular sieves. Hydrolysis of H_2SiF_6 by a non-ionic polyethyleneoxide surfactant template	
O.-Y. Kwon, S. Kim and S.-W. Choi	255
Characterization of the acid sites in MCM-41-type materials by spectroscopic and catalytic techniques	
M. Hunger, U. Schenk, M. Breuninger, R. Gläser and J. Weitkamp	261
Controlling of morphology and characterization of pore structure of ordered mesoporous silicas	
G. Schuiz-Ekloff, J. Rathousky and A. Zukal	273
The study of MCM-41 molecular sieves by energy-filtering TEM	
K. J. Chao, C. N. Wu, A.-S. Chang and S. F. Hu	287
Micelle-templated silicates as a test bed for methods of mesopore size evaluation	
A. Galarneau, D. Desplandier, R. Dutartre and F. Di Renzo	297
Characterization of copper and zinc containing MCM-41 and MCM-48 mesoporous molecular sieves by temperature programmed reduction and carbon monoxide adsorption	
M. Hartmann, S. Racouchot and C. Bischof	309
Concentration of surface hydroxyl groups on MCM-41	
A. Jentys, K. Kleestorfer and H. Vinek	321

Functionalized micelle-templated silicas (MTS) and their use as catalysts for fine chemicals	
D. Brunel	329
Mesoporous silica-aluminas as catalysts for the alkylation of aromatic hydrocarbons with olefins	
C. Perego, S. Amarilli, A. Carati, C. Flego, G. Pazzuconi, C. Rizzo and G. Bellussi	345
Immobilization and catalytic properties of perfluorinated ruthenium phthalocyanine complexes in MCM-41-type molecular sieves	
S. Ernst and M. Selle	355
A study on the stability of MCM-41-supported heteropoly acids under liquid- and gas-phase esterification conditions	
M. J. Verhoef, P. J. Kooyman, J. A. Peters and H. van Bekkum	365

MICROPOROUS AND MESOPOROUS MATERIALS

Vol. 28 No. 1

MARCH 1999

AFM observation of double 4-rings on zeolite LTA crystals surface	
S. Sugiyama, S. Yamamoto, O. Matsuoka, H. Nozuye, J. Yu, G. Zhu, S. Qiu and O. Terasaki	1
Hybrid catalyst containing a microporous zeolite and a mesoporous cocatalyst forming a pore continuum for a better desorption of reaction products	
R. Le Van Mao	9
Synthesis course of the Ni-SAPO-34 catalyst for methanol-to-olefin conversion	
M. Inoue, P. Dhupatemiya, S. Phatanasri and T. Inui	19
Silica bonded K10 montmorillonite (SBM): a high surface area catalytic clay material	
S. Kawi and Y. Z. Yao	25
Crystallization, characterization and structure of nitrite aluminogermanate sodalite $\text{Na}_5[\text{AlGeO}_4]_6(\text{NO}_2)_2$	
S. Bachmann and J.-C. Buhl	35
Modification of the external surface of ZSM-5 by a metal surfactant	
Z. Hu, L. Wei, J. Dong, Y. Wang, S. Chen and S. Peng	49
Mesopore size and surface area calculations for hexagonal mesophases (types MCM-41, FSM-16, etc.) using low-angle XRD and adsorption data	
V. B. Fenelonov, V. N. Romannikov and A. Y. Derevyankin	57
Investigation of the influence of seeding on the crystallization of zeolite A in the membrane-type reactor	
J. Bronić, B. Subotić and M. Škrebilin	73
Ga_{13} -polyethyleneoxide-modified smectites: relationship between physico-chemical properties and local pillar structure	
E. Montargés, L. J. Michot and P. Ildefonse	83
Crystal structure of $\text{Pb}^{2+}_{44}\text{Pb}^{4+}_5\text{Ti}^{18}\text{O}^{2-}_{17}\text{Si}_{100}\text{AlO}_{92}\text{O}_{384}$, zeolite X exchanged with Pb^{2+} and Ti^{4+} and dehydrated, containing $\text{Pb}_4\text{O}_4(\text{Pb}^{2+}, \text{Pb}^{4+} \text{ mixed})_4$ clusters	
Y. H. Yeom, Y. Kim and K. Seff	103
Pulsed laser deposition of mesoporous niobium oxide thin films and application as chemical sensors	
M. E. Gimon-Kinsel and K. J. Balkus, Jr.	113
Synthesis, characterization and structure of SAPO-56, a member of the ABC double-six-ring family of materials with stacking sequence AABBCBB	
S. T. Wilson, R. W. Broach, C. S. Blackwell, C. A. Bateman, N. K. McGuire and R. M. Kirchner	125
Synthesis and structure of a microporous aluminogermanate with the zeolite rho topology	
G. M. Johnson, A. Tripathi and J. B. Parise	139

Study of cloverite molecular sieves modified by grafting organometallic complexes inside the pores. II. Adsorption properties of cloverite modified by grafting-SnR ₃ fragments (R=Me, Et, <i>n</i> Bu, Cy)	
M. Adachi, J. Corker, H. Kessler, A. de Mallmann, F. Lefebvre and J. M. Basset	155
CGS: cobalt and zinc gallophosphates with a new open-framework topology	
A. R. Cowley and A. M. Chippindale	163
Crystal structure of an ammonia sorption complex of dehydrated fully Ca ²⁺ -exchanged zeolite X	
S. B. Jang, M. S. Jeong, Y. Kim, S. H. Song and K. Seff	173
Controlling the preferred orientation in silicalite-1 films synthesized by seeding	
J. Hedlund, S. Mintova and J. Sterte	185
The effects of thermal and mass diffusivities on the performance of adsorption heat pumps employing zeolite synthesized on metal supports	
M. Tatlier and A. Erdem-Senatarlar	195
Synthesis of hexagonal microporous silica and aluminophosphate by supramolecular templating of a short-chain amine	
M. Eswaramoorthy, S. Neeraj and C. N. R. Rao	205

MICROPOROUS AND MESOPOROUS MATERIALS

Vol. 28 No. 2

APRIL 1999

Special Issue: To the memory of Richard M. Barrer

Obituary: Richard Maling Barrer, F. R. S.	
L. V. C. Rees	vi
Silylation of micro-, meso- and non-porous oxides: a review	
N. R. E. N. Impens, P. van der Voort and E. F. Vansant	217
Synthesis of ECR-18 — a synthetic analog of paullingite	
D. E. W. Vaughan and K. G. Strohmaier	233
The influence of alkali cations on the synthesis of ZSM-5 in fluoride medium	
R. Aiello, F. Crea, E. Nigro, F. Testa, R. Mostowicz, A. Fonseca and J. B. Nagy	241
Synthesis of large single crystals of the large-pore aluminophosphate molecular sieve VPI-5	
J. de Onate Martinez, C. Falamaki, C. Baerlocher and L. B. McCusker	261
Pt agglomeration and entombment in single channel zeolites: Pt/LTL	
M. M. J. Treacy	271
Frequency-response characterization of acid sites in zeolite catalysts using NH ₃ as the probe molecule	
L. V. C. Rees and G. Onyestyák	293
Simulations of the non-framework cation configurations in dehydrated Na-Ca and Na-Li zeolite A	
J. Lignières and J. M. Newsam	305
Ion exchange selectivity of phillipsite for Cs and Sr as a function of framework composition	
M. Adabbo, D. Caputo, B. de Gennaro, M. Pansini and C. Colella	315
FCC catalysts containing the high-silica faujasites EMO and EMT for gas-oil cracking	
A. Haas, D. A. Harding and J. R. D. Nee	325

MICROPOROUS AND MESOPOROUS MATERIALS

Vol. 29 Nos. 1-2

JUNE 1999

Special Issue: Catalysis: Methanol to Hydrocarbons

Methanol-to-hydrocarbons: catalytic materials and their behavior	
M. Stöcker	3
Methanol-to-hydrocarbons: process technology	
F. J. Keil	49
Methanol conversion to hydrocarbons over zeolite catalysts: comments on the reaction mechanism for the formation of the first carbon-carbon bond	
G. J. Hutchings, G. W. Watson and D. J. Willock	67
Selective transformation of methanol into light olefins over a mordenite catalyst: reaction scheme and mechanism	
J. M. Fougerit, N. S. Gnep and M. Guisnet	79
Methanol to hydrocarbons: spectroscopic studies and the significance of extra-framework aluminium	
S. M. Campbell, X.-Z. Jiang and R. F. Howe	91
TG-FTIR and isotopic studies on coke formation during the MTG process	
F. Bauer, E. Geidel, W. Geyer and Ch. Peuker	109
The characteristics of SAPO-34 which influence the conversion of methanol to light olefins	
S. Wilson and P. Barger	117
The use of a jet loop reactor to study the effect of crystal size and the co-feeding of olefins and water on the conversion of methanol over HZSM-5	
K. P. Möller, W. Böhringer, A. E. Schnitzler, E. van Steen and C. T. O'Connor	127
CMHC: coupled methanol hydrocarbon cracking. Formation of lower olefins from methanol and hydrocarbons over modified zeolites	
B. Lücke, A. Martin, H. Günschel and S. Nowak	145
The effect of crystallite size on the activity and selectivity of the reaction of ethanol and 2-propanol over SAPO-34	
I. M. Dahl, R. Wendelbo, A. Anderson, D. Akporiaye, H. Mostad and T. Fuglerud	159
The conversion of methanol to hydrocarbons over zeolite H-beta	
Ø. Mikkelsen and S. Kolboe	173
Structural and chemical influences on the MTO reaction: a comparison of chabazite and SAPO-34 as MTO catalysts	
I. M. Dahl, H. Mostad, D. Akporiaye and R. Wendelbo	185
The effect of crystal size of SAPO-34 on the selectivity and deactivation of the MTO reaction	
D. Chen, K. Moljord, T. Fuglerud and A. Holmen	191
Deactivation and thermal regeneration of zeolite HZSM-5 for methanol conversion at low temperature	
H. Schulz and M. Wei	205

JOURNAL OF POROUS MATERIALS

Vol. 6 No. 2

MARCH 1999

Neutron Diffraction Study of Cement	
M. P. Fang, P. E. Sokol, J. Y. Jehng and W. P. Halperin	95
Comparative Study of the Synthesis and Properties of Polyoxometalate Pillared Layered Double Hydroxides (POM-LDHs)	
H. Nijs, M. De Bock and E. F. Vansant	101

Drying of Ceramic Layers with a Graded Pore Structure	
T. Moritz, G. Werner and G. Tomandl	111
Pore Structure and Thermal Stability of Mesoporous Mullite Fibers Prepared by Crystallization and Selective Leaching of $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$ Glass Fibers	
Takahiro Takei, Shigeo Hayashi, Atsuo Yasumori and Kiyoshi Okada	119
Synthesis of ZSM-5 Membrane on the Anodized Alumina by Adding Promoter Ions	
S. H. Tsai, T. G. Tsai, H. C. Shih and K. J. Chao	127
Influence of Heat Treatments on the Pore and Adsorption Characteristics of Sodium Doped Alumina Pillared Bentonite	
H. Y. Zhu, Q. Ma and G. Q. (Max) Lu	135
Novel Composite Membranes for Gas Separation: Preparation and Performance	
J. C. D. da Costa, G. Q. Lu, H. Y. Zhu and V. Rudolph	143
Ceramic/Polyaniline Composite Porous Membranes	
S.-C. Huang, C.-T. Huang, S.-Y. Lu and K.-S. Chou	153
Synthesis and Crystal Structure of Novel Hollandite Compounds $\text{A}_x\text{Mg}_{x/2}\text{Sn}_{8-x/2}\text{O}_{16}$ (A = K, Rb, and Cs)	
K. Uheda, A. Horiuchi, H. Takizawa and T. Endo	161

JOURNAL OF POROUS MATERIALS

Vol. 6 No. 3

MAY 1999

Mechanical Properties of Woodceramics: A Porous Carbon Material	
H. Iizuka, M. Fushitani, T. Okabe and K. Saito	175
Conductive Papers Containing Metallized Polyester Fibers for Electromagnetic Interference Shielding	
S. Shinagawa, Y. Kumagai and K. Urabe	185
The Properties of Activated Carbon Made from Waste Newsprint Paper	
M. Shimada, H. Hamabe, T. Iida, K. Kawarada and T. Okayama	191
Friction and Wear of Woodceramics Under Oil and Water Lubricated Sliding Contacts	
T. Akagaki, K. Hokkirigawa, T. Okabe and K. Saito	197
Styrene-Divinylbenzene Copolymers: Influence of the Diluents on Absorption and Desorption Properties	
S. Kiatkamjornwong, S. Traisaranapong and P. Prasassarakich	205
Coating and Characterization of Titania Membrane on Porous Ceramic Supports	
K.-S. Chou, K. B. Kao, C. D. Huang and C. Y. Chen	217
Preparation and Properties of Woodceramic Thin Films	
K. Kasai, K. Shibata and H. Endo	227
Graphitization Behavior of Wood Ceramics and Bamboo Ceramics as Determined by X-Ray Diffraction	
H.-M. Cheng, H. Endo, T. Okabe, K. Saito and G.-B. Zheng	233
Preliminary Study on the Use of Chitosan in Nickel Coated Polyester Paper	
P. Jenvanitpanjakul and S. Shinagawa	239
Electromagnetic Shielding Particleboard with Nickel-Plated Wood Particles	
C. Nagasawa, Y. Kumagai, K. Urabe and S. Shinagawa	247
Electrical Properties of Woodceramics	
T. Suda, N. Kondo, T. Okabe and K. Saito	255

お知らせ

第84回触媒討論会A

「ミクロ・メソポーラスマテリアルの
合成と機能」セッション

日時：1999年10月1日（金）9:00～16:15

会場：秋田大学手形キャンパス

プログラム（講演時間 特別：60分、依頼：30分、
一般：15分）

特別講演「ミクロ、メソ多孔体：電子顕微鏡で観えたものと観え（てい）ないもの」

（東北大院理）寺崎 治

依頼講演「CIT-6：ベータ型ジンコシリケートの合成と種々のベータ型ゼオライト合成への利用」

（三菱化学）武脇隆彦

一般講演

- ・「Co置換シリコアルミノホスフェート（CoAPSO-34）の構造と機能」（大分大工）○西口宏泰，石原達巳，滝田祐作
- ・「チタノシリケートメソポア分子ふるい触媒を用いたシクロヘキセンの H_2O_2 酸化」（野口研）○陸新紅，古谷方彦，中嶋 齋
- ・「高温排気したメソポーラスシリカの表面特性」（名大院）○海老ヶ瀬隆，川合健司，稲木孝喜，吉田寿雄，薩摩 篤，服部 忠
- ・「Y型ゼオライトの固体酸性質とパラフィン分解活性」（鳥取大工）○景山泰吉，片田直伸，丹羽 幹
- ・「有機基を直接導入したTi-MCM-41を触媒とする不飽和アルコールの酸化反応」（横国大工）○辰巳 敬，A. Bhaumik
- ・「水熱合成スメクタイト系メソ多孔体の細孔径制御」（東北大反応研・東北工研）○青木久里子，三浦壮弘，白井誠之，鳥居一雄，荒井正彦
- ・「水熱合成スメクタイトによるチオフェン水素化脱硫」（東北大反応研・東北工研）○湊 由依，青木久里子，白井誠之，鳥居一雄，荒井正彦
- ・「n-ペンタンの水素異性化反応における水素のスピルオーバー効果：貴金属+ゼオライトハイブリッド触媒の接触状態依存性」（東大院）○草刈俊

明，富重圭一，藤元 薫

- ・「Synthesis of SSZ-31 by Dry Gel Conversion Method Using 1,6-Diazoniadecanes」（岐阜大工・豊田中研）R. Bandyopadhyay，小川正美，窪田好浩，杉 義弘，杉本憲昭，福嶋喜章
- ・「Ti-MCM-41を触媒とするスルフィドの不斉酸化」（北大触化セ）○広角次朗，田中康裕，岩本正和
- ・「タンタル系メソポーラス化合物の光触媒活性の検討」（東工大資源研・CREST）○高原佳子，野村淳子，堂免一成
- ・「Y型ゼオライト触媒の外表面特性と水素化分解活性」（物質研）○佐藤剛一，西村陽一，島田広道
- ・「Dry Gel Conversion 法によるジンコシリケートの合成」（早大理工）○野村幹弘，菊地英一，松方正彦
- ・「ゼオライトベータ細孔内に取り込まれた TEA^+ の ^{15}N -NMRによるキャラクタリゼーション」（早大理工・秋田大工資）○松方正彦，大崎貴之，菊地英一，中田真一
- ・「メソポーラスモレキュラーシーブMCM-41の固体酸性特性」（帝京科大理工）○清水広幸，大岩宏治，早坂忠春，難波征太郎
- ・「有機アルミニウム化合物によるMCM-41へのAlの導入」（北陸先端大院）○高木宏之，王 正宝，近江靖則，魚住俊也，佐野庸治
- ・「MCM-41により吸着分割したメチルアルモキサンの助触媒性能」（北陸先端大院）○萩本 隼，土井恵子，魚住俊也，近江靖則，佐野庸治，曾我和雄
- ・「ゼオライト外表面の触媒活性に関する研究」（北陸先端大院・東北大院）○近江靖則，佐野庸治，宮本 明
- ・「銅イオン交換メソポーラスアルミノシリケートの酸化還元および触媒特性」（長崎大工）○寺岡靖剛，高橋基信，馬渡芳夫，瀬戸口由加子，朝長成之，安武昭典，泉 順，古川博志，森口 勇，鹿川修一

問合先：討論会参加に関する詳細は，中田（e-mail: snakata@ipc.akita-u.ac.jp, TEL & FAX. 018-889-2437）まで。または「触媒」Vol.41, No.5 (1999), No.6 (1999) をご参照下さい。

日本表面科学会主催 (1999年)

第20回表面科学セミナー

ー 表面分析による材料評価の実際 ー

主 催：日本表面科学会

協 賛：ゼオライト学会ほか

日 時：1999年10月21日(木)～22日(金)

会 場：金属材料技術研究所材料試験所会議室(東京都目黒区目黒2-3-12, TEL. 03-3719-2271)

参加定員：80名(定員に達し次第締切ります)

プログラム：

10月21日(木)

- ・半導体の組成・構造解析事例(NTT-AT) 鈴木峰晴
- ・化合物半導体深さ方向解析事例(JEARC) 田沼繁夫
- ・半導体プロセス解析事例(沖エンジニアリング) 味岡恒夫

・ハードディスク解析事例(HOYA) 田所信幸

・ガラスの表面解析事例(旭硝子) 林 泰夫

・触媒の解析事例(トヨタ中研) 堂前和彦

10月22日(金)

・電池・電極材料の表面解析事例(都立大) 金村聖志

・脆性破面の解析事例(新日鐵) 鈴木 茂

・鉄鋼産業における表面評価の役割(川崎製鉄) 山本 公

・印刷産業における表面評価の役割(大日本印刷) 黒田孝二

・自動車産業における表面評価の役割(日産アーク) 志智雄之

・高分子産業における表面評価の役割(帝人) 三木哲郎

受講料：(テキスト代, 消費税を含む)

申込資格	大学・国公立 研究所	民間企業
表面科学会正会員	20,000円	25,000円
表面科学会維持会員	—	20,000円
表面科学会賛助会員	—	25,000円
表面科学会学生会員	5,000円	—
協賛学協会会員	30,000円	35,000円
学生(非会員)	10,000円	—
その他	35,000円	40,000円

申込締切：1999年10月15日(金)

申込先：〒113-0033 東京都文京区本号2-40-13
本郷コーポレーション402

日本表面科学会 第20回表面科学セミナー係

TEL. 03-3812-0266 FAX. 03-3812-2897

申込方法：受講者1名につき1枚の官製ハガキまたはFAXを使用して下記の項目を記入し, 申込先へ送付下さい。

- (1) 「第20回表面科学セミナー申込」
- (2) 氏名(ふりがなを付けてください)
- (3) 勤務先 所属
- (4) 勤務先所在地(〒付記) TEL/FAX
- (5) 自宅住所(〒付記) TEL/FAX
- (6) 連絡先(自宅または勤務先いずれかを指定)
- (7) 申込資格(参加費表の区分, 所属学会を記入)

第10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), ユアサアイオニクス(株)

協 賛：日本化学会他

期 日：11月8日(月)～12日(金)

場 所：スクーリングは早稲田大学理工学部

参加費：70,000円(主催/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8日(月)「触媒の基礎」

・触媒とは何か(東工大工) 大塚 潔

・触媒表面化学(筑波大物質) 中村潤児

・電気化学触媒(山梨大工) 渡辺政廣

・触媒反応工学(工学院大工) 五十嵐 哲

11月9日(火)「触媒を作る, 見る」

・触媒調製I 金属(埼玉大工) 三浦 弘

・触媒調製II 酸化物(静岡大工) 上野見史

・キャラクターゼーションI 酸塩基(鳥取大工) 丹羽 幹

・キャラクターゼーションII 吸着種(東工大資源研) 野村淳子

11月10日(水)「分析実習(共催各社にて)」

・日製産業(SEM, HRTEM)

・大倉理研(昇温脱離, ガス吸着量測定)

・日本電子(SEM, HRTEM)

- ・日本分光 (FTIR, レーザーラマン)
 - ・島津製作所 (XPS, AFM)
 - ・ユアサアイオニクス (ガス吸着, 表面積測定)
- 11月11日(木)「触媒研究一日体験 (各研究室にて)」
- ・触媒調製コース
 - ・触媒反応コース
 - ・キャラクタリゼーションコース
 - ・表面科学コース
- 11月12日(金)「触媒を使う」
- ・錯体触媒 (東工大工) 穂田宗隆
 - ・触媒劣化 (千代田化工) 高塚透
 - ・環境触媒 (北大工) 岩本正和
 - ・工業触媒 (エヌ・イーケムキャット) 室井高城
- 申込先: 東京工業大学 大学院理工学研究科 物質科学専攻 鈴木榮一 (〒152-8550 東京都目黒区大岡山2-12-1 TEL. 03-5734-2118 FAX. 03-5734-2878 E-mail: esuzuki@o.cc.titech.ac.jp)

ZMPC 2000

INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON ZEOLITES AND MICROPOROUS CRYSTALS

Second Circular / Call for Papers

Sendai International Center, Sendai, Japan

August 6-9, 2000

Organized by Japan Association of Zeolite

International Symposium on Zeolites and Microporous Crystals

The Organizing Committee cordially invites you to participate in the International Symposium on Zeolites and Microporous Crystals (ZMPC 2000). It will be held during August 6-9, 2000 in Sendai, Japan. The Japan Association of Zeolite will organize this meeting as a continuation of ZMPC'93 and '97.

Scope

The Symposium is aimed at promoting the fundamental and applied studies of zeolites, microporous and mesoporous materials, and layered compounds. The major topics of the symposium will be:

1. Mineralogy and Crystal Chemistry

2. Synthesis and Characterization
3. Ion Exchange and Modification
4. Adsorption, Diffusion and Permeation
5. Computational Chemistry
6. Intercalation and Crosslinking
7. Host-Guest Interactions, Quantum Size Effect
8. Catalysis
9. Other Applications

Scientific Program

The program will consist of plenary lectures, invited lectures and contributed papers.

Plenary Lectures

- ・ M. W. Anderson (UMIST, UK), "Growth Models of Microporous and Mesoporous Materials"
- ・ F. Fajula (France, ENSCM), "Unique Surface and Catalytic Properties of Mesoporous Aluminosilicates"
- ・ J. M. Newsam (Molecular Simulations, USA), "High Throughput Experimentation in Zeolite Chemistry: Prospects for Combinatorial and Computational Techniques"
- ・ T. J. Pinnavaia (Michigan State University, USA), "Mesoporous Molecular Sieves with Wormhole Framework Structures"
- ・ T. Tatsumi (Yokohama National University, Japan), "Ti-containing Hydrophobic Zeolites and Mesoporous Molecular Sieves as Liquid-phase Oxidation Catalysts"
- ・ J. Weitkamp (University of Stuttgart, Germany), "Base Catalysis on Microporous and Mesoporous Materials - Recent Progress and Perspectives"

A Partial List of Invited Lecturers

- D. E. Akporiaye (Norway), M. A. Camblor (Spain), B. Chmelka (USA), J. F. Haw (USA), R. F. Lobo (USA), L. McCusker (Switzerland), M. Nakano (Japan), M. Payne (UK), V. Ramamurthy (USA), P. Ratnasamy (India), J. Sauer (Germany), F. Schüth (Germany), M. Tsapatsis (USA), R. A. van Santen (The Netherlands), I. Wang (ROC), O. M. Yaghi (USA), J. Yu (China)

Instruction for Authors

All authors (oral and poster sessions) are requested

to submit an abstract of two pages (1.5 line spacing on A4 or 8" × 11" size paper with margins of at least 2 cm in a camera-ready form), including tables, figures, and references. The first page should include the title of the paper, the name, affiliation and address of the authors underlining the name of author to whom correspondence should be addressed. On the right top of the corner of the abstract, the number of the topics in the Scope in which the paper is to be accommodated, and the authors' preference (Oral, Poster, or Either Oral or Poster) should be indicated.

Selection of the papers and the mode of presentation will be made by the Organizing Committee based on the two-page abstracts. Four copies of the abstract should be sent to Prof. A. Miyamoto, Chairman of the Symposium, by October 31, 1999. Notice of the acceptance and mode of presentation will be sent to the authors by January 31, 2000.

Proceedings

The Proceedings of the Symposium will be published after a scientific review as a special issue of Microporous and Mesoporous Materials including plenary lectures, invited lectures, and oral papers. Manuscripts will be due at the Symposium (August 6, 2000).

Symposium Site

The Symposium will take place at the Sendai International Center. Sendai Tanabata Festival will be held during the Symposium. Main streets are decorated with elaborate decorations and streamers attached to bamboo poles.

Language

All submitted papers and presentations must be in English.

Correspondence

Prof. Akira Miyamoto, Chairman, ZMPC 2000
Department of Materials Chemistry, Graduate
School of Engineering, Tohoku University, Aoba-
yama 07, Sendai 980-8579, Japan.
Facsimile +81-22-217-7235,
Phone +81-22-217-7233

E-mail zmpc2000@aki.che.tohoku.ac.jp

Pre-symposium

"Catalysis and Characterization on Advanced Micro- and Meso-porous Materials", August 5, 2000 at Cooperative Research Center, Akita University, Akita-city, Japan.

Correspondence: Prof. S. Nakata, Akita University
Fax & Tel. +81-18-889-2437, E-mail snakata@ipc.akita-u.ac.jp

Post-symposium

"State-of-the-Art Science of Micro- and Mesoporous Materials Synthesis", August 10-11, 2000 at Rihga Royal Hotel Waseda, Shinjyuku, Tokyo, Japan.

Correspondence: Prof. M. Matsukata, Waseda University
Fax & Tel. +81-3-5286-3850, E-mail mmatsu@mn.waseda.ac.jp

Home Page Address

<http://www.zmpc2000.aki.che.tohoku.ac.jp>

Key Dates

October 31, 1999	Deadline for extended abstract
January 31, 2000	Notice of acceptance
February 29, 2000	Final circular
May 31, 2000	Deadline for registration
August 6, 2000	Symposium begins

International Advisory Board

C. R. A. Catlow (UK), K.-J. Chao (ROC), A. Corma (Spain), M. E. Davis (USA), W. F. Hölderich (Germany), T. Inui (Japan), P. A. Jacobs (Belgium), J. M. Newsam (USA), Y. Ono (Japan), P. Ratnasamy (India), Y. S. Uh (Korea), H. van Bekkum (The Netherlands), J. Weitkamp (Germany), R. Xu (China), T. Yashima (Japan), S. I. Zones (USA)

Organizing Committee

A. Miyamoto, Chairman (Tohoku University),
O. Terasaki, Chairman (Tohoku University), S. Namba, Treasurer (Teikyo University of Sci. and Tech.), M. Niwa, Publication (Tottori University), K. Kuroda, Publication (Waseda University), M. Kubo, Secretary (Tohoku University), Y. Akai (Idemitsu Kosan), Y. Arima (Catalysts & Chemicals Industries), S. Asano

(Tosoh Corporation), S. Asaoka (Chiyoda Corporation), T. Hattori (Nagoya University), M. Imanari (Mitsubishi Chemical), H. Ishida (Asahi Chemical), M. Iwamoto (Hokkaido University), E. Kikuchi (Waseda University), T. Muroi (N. E. Chemcat), S. Ozawa (Akita University), H. Sato (Sumitomo Chemical), T. Sato (Shin Tohoku Chemical Industry), K. Segawa (Sophia University), S. Shimizu (Koei Chemical), T. Tatsumi (Yokohama National University), K. Tsutsumi (Toyohashi University of Technology), K. Torii (Tohoku National Ind. Res. Inst.), H. Uchida (Showa Denko), K. Usui (Cosmo Research Institute), M. Yamada (Tohoku University), S. Yamamoto (Mitsui Chemicals), A. Yamazaki (Waseda University)

TEL. +81-45-441-1283, FAX. 81-45-441-1281

E-mail: ttakatsuka@ykh.chiyoda.co.jp

3-13 Moriya-cho, Kanagawa-ku, Yokohama 221-0022, Japan

· Paul O' Connor

Akzo Nobel Catalysts

TEL. +31-33-4676588, Fax 31-33-4676154

E-mail: paul.oconnor@akzonobel.com

Stationsplein 4, POBox 247, 3800 AE Amersfoort
The Netherlands

申込先：千代田化工建設(株) 高塚 透 (〒221-0022
横浜市神奈川区守屋町3-13 TEL. 045-441-1283
FAX. 045-441-4281 E-mail: ttakatsuka@ykh.
chiyoda.co.jp)

2nd International Symposium on the Deactivation and Testing of Catalysts

March 26-31st 2000, San Francisco

Sponsored by the American Chemical Society,
Petroleum Chemistry Division

In 1995 we organized the first symposium on the deactivation and testing of Hydrocarbon Processing Catalysts. The Symposium was quite a success and we had a large group discussing the difficulties and developments in testing catalysts. Now five years later we think it is time again to review the field and also look at the new developments in the next millennium. Some topics of special interest are: Realistic deactivation of catalysts, Small scale and low cost testing, and Combinatorial Catalyst Research.

Preliminary Timing

Letter of intent September 1st, 1999

Title and summary December 1st, 1999

ACS pre-print paper January 15th, 2000

If you are interested to participate contact one of the organizers:

· Toru Takatsuka

Chiyoda Corporation, R&D Center



THE 2ND INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON MESOPOROUS MOLECULAR SIEVES (ISMMS2000)

Quebec City,

At Loews Le Concorde Hotel

August 27 - September 2nd, 2000

in continuation of ISMMS 98.

CONFERENCE OBJECTIVE

To provide a forum for the most recent advances in the blooming field of mesostructured materials.

CALL FOR PAPER

Contributions are invited in all aspects of the field including self assembly mechanisms, surface dynamics, nucleation-growth, novel syntheses, adsorption and diffusion, surface modifications, new materials and adsorbents, new catalysts and other applications. Any presentation dealing with new developments in the related field of macrostructured materials is also encouraged.

CONFIRMED LECTURERS

The technical programme features exceptional

lecturers:

K.J. Balkus (Dallas); P.G. de Gennes (Paris);
P.A. Jacobs (Leuven); C.T. Kresge (Paulsboro);
G.D. Stucky (Santa Barbara)

as well as seven first rate keynote speakers.

FOR MORE INFORMATION

For any information on the ISMMS 2000 meeting,
please visit our Web site at

<http://www.chm.ulaval.ca/ISMMS2000>

You can also contact the conference planner by
telephone at (418)522-8182 or in North America
(800) 618-8182.

**13th International
Zeolite Conference**

Montpellier, France

July 8-13, 2001

Important dates**2000**

February	Second circular, call for papers
July 15	Submission of abstracts for full papers
October 20	Acceptance of oral and poster presentations

2001

January 12	Full papers due
March 15	Submission of recent research reports
May 1	Final circular and programme
July 5-7	Pre-Conference School
July 8-13	13th IZC
July 14-16	Field Trip

Organizing Committee

General Chairman	F. FAJULA
Scientific Chairman	J. VEDRINE
Secretary	F. DI RENZO
Treasurer	P. MASSIANI
Pre-Conference School	M. GUINET
Field Trip Subcommittee	P. ROCHER
	A. TUEL

Finance

J.-P. GILSON

Publications

A. GALARNEAU

Further information

The second circular, February 2000, will call for Full Papers and Recent Research Reports and will contain information on the scientific and social programme, accommodation and registration.

For additional information contact :

Francois Fajula or Francesco Di Renzo by post
(ENSCM, 8 rue Ecole Normale, 34296 Montpellier
cedex 5, France) phone (+33 (0) 467 14 43 23),
fax (+33 (0) 467 14 43 49) e-mail: ize13@argon.
enscm.fr

**ACCESS IN NANOPOROUS
MATERIALS - II**

Banff, Alberta, Canada

May 25-28, 2000

The Organizing Committee cordially invites you to participate in the Symposium on ACCESS IN NANOPOROUS MATERIALS - II by presenting an oral paper or a Poster. The meeting will take place in beautiful Banff, Alberta, immediately after the 16th Canadian Symposium on Catalysis. It will start on Thursday evening May 25, 2000, and finish on Sunday, May 28, 2000.

SCOPE OF MEETING

We are hoping to bring together investigators from multiple disciplines to discuss complementary approaches and recent advances in this important field. Materials of interest are all those with pore sizes larger than 1 nm. This includes: periodic mesoporous materials such as M41S, FSM16 and related materials, clays, carbon molecular sieves, porous polymers, sol gel and imprinted materials, self assembled organic and other zeolite-like materials. Studies on synthesis, modification, characterization and applications of such materials are welcome.

PLENARY LECTURES

- Pierre Jacobs (KU Leuven, Belgium) "Mesoporous Materials as Catalyst Supports".
- Kazuyuki Kuroda (Waseda University, Tokyo, Japan) "Structural and Morphological Control of Mesoporous Molecular Sieves".
- Jun Liu (Northwest National Lab., Richland, WA, USA) "Synthesis and Applications of Functionalized Nanoporous Materials for Specific Adsorption".
- Galen D. Stucky (University of California - Santa Barbara, CA, USA) "Strategies for the Synthesis of Periodic Meso- and Macroporous Materials".

KEYNOTES LECTURES

- James Clark (University of York, UK) "Functionalised Mesoporous Materials for Green Chemistry".
- Guojun Liu (University of Calgary, AB, Canada) "Diblock and Triblock Thin Films with Nanochannels".
- Thomas J. Pinnavaia (MSU, East Lansing, MI, USA) "Mesostructured Clays for Heterogeneous Catalysis".
- John R. Ripmeester (Stearns Institute for Molecular Sciences, NRC, Ottawa, Canada) "Probing the Pore Space in Mesoporous Solids with NMR Spectroscopy and Magnetic Resonance Microimaging".

Due to the limited time we have, potential participants are kindly encouraged to adhere to the following deadlines :

Accommodation

The meeting will be held at the Banff Park Lodge, 222 Lynx Street, P.O. Box 2200, Banff, Alberta, Canada T0L 0C0, TEL. (403)762-443, FAX. (403) 762-3553, Toll Free in North America: 1-800-661-9266, E-mail: reservations@banffparklodge.com.

Accommodation for the conference may be arranged by contacting the hotel directly.

ORGANIZING COMMITTEE

Chairman: Abdel SAYARI nano2@gch.ulaval.ca

Vice-Chairmen: Mietek JARONIEC [\[scorpio.kent.edu\]\(mailto:scorpio.kent.edu\), Thomas J. PINNAVAIA
\[pinnavai@cem.msu.edu\]\(mailto:pinnavai@cem.msu.edu\)](mailto:jaroniec@</p>
</div>
<div data-bbox=)

Members: B. Grandjean (U. Laval), S. Hamoudi (U. Laval), M. Kruk (KSU), F. Larachi (U. Laval), W. Zhang (MSU)

SCIENTIFIC COMMITTEE

C.J. Brinker (USA), D. Brunel (France), C.R.A. Catlow (UK), M. Cambor (Spain), K. Chao (Taiwan), C.G. Coe (USA), A. Corma (Spain), C. Detellier (Canada), H.C. Foley (USA), M. Fröba (Germany), S. Inagaki (Japan), K. Kaneko (Japan), S. Komarneni (USA), C.T. Kresge (USA), R. Kumar (India), K. Kuroda (Japan), J.A. Lercher (Germany), J. Liu (USA), Th. Maschmeyer (The Netherlands), J. Olivier (USA), E. Prouzet (France), J.R. Ripmeester (Canada), D.M. Ruthven (USA), M. Stöcker (Norway), G.D. Stucky (USA), T. Tatsumi (Japan), K.K. Unger (Germany)

KEY DATES

June 7, 1999	Submission of abstracts (one page, single spacing)
Sep. 6, 1999	Submission of manuscripts
Nov. 12, 1999	Referee's reports
Dec. 10, 1999	Revised manuscripts

CORRESPONDENCE

Dr. Abdel Sayari

Department of Chemical Engineering, Laval University, Ste-Foy, Qc, CANADA G1K 7P4
TEL. 1 (418) 656 3563, FAX. 1 (418) 656 5993, E-mail: nano2@gch.ulaval.ca, URL <http://www.gch.ulaval.ca/~sayari/nano2/>

本誌Vol.16, No.2のp.70に掲載いたしました【お知らせ】の中で、「1st International FEZA Conferenceの【Invite lectures】」と「ACCESS in NANOPOROUS MATERIALS - IIの【招待講演】」の方々の内容が入れ代わっておりました。謹んでお詫び申し上げます。

最近の公開特許から**国内特許**

- 11- 56143: ペット用尿処理材およびその製造方法 (新東北化学工業)
- 11- 56243: 粉末茶類の製造方法及び粉末茶類 (奈良県)
- 11- 56741: 抗菌剤入りスポンジ体 (ブリヂストン, ブリヂストン化成製品東京)
- 11- 56987: 消臭, 抗菌性粒状基材 (日本水処理技研, 太平洋炭鉱)
- 11- 57047: 酸素吸入パイプ (日本空圧システム)
- 11- 57371: 超清浄空気の製造方法 (太陽東洋酸素, 三菱電機)
- 11- 57413: 排ガス浄化触媒装置 (日産自動車)
- 11- 57462: 排ガス処理用の吸着剤 (三浦工業)
- 11- 57470: 空気浄化用触媒構造体 (ダイキン工業)
- 11- 57480: 半導体光触媒複合粒子 (積水化成製品工業)
- 11- 57481: 芳香族炭化水素の変換のための触媒および方法および芳香族炭化水素の製造におけるそれらの使用 (中国石油化工総公司, 中国石油化工総公司上海石油化工研究院)
- 11- 57482: 芳香環水素化用触媒及び軽油の水素化処理方法 (工業技術院長, 葭村雄二, 安田弘之, 佐藤利夫)
- 11- 57483: ϵ -カプロラクタム製造用触媒およびこれをもちいてなる ϵ -カプロラクタムの製造方法 (住友化学工業)
- 11- 57484: 排気ガス浄化用触媒及びその使用方法 (日産自動車)
- 11- 57485: 排気ガス浄化触媒及びこれを用いた浄化方法 (東ソー)
- 11- 57486: ハロゲン含有触媒の製造方法 (出光興産)
- 11- 57490: 触媒ヒータおよびこの触媒ヒータを使用した触媒装置 (松下電器産業)
- 11- 57698: 循環式湯水殺菌吸着装置 (甲斐幸博)
- 11- 57734: 除菌浄水器 (尾崎奈津夫)
- 11- 58567: 合成木材 (積水樹脂)
- 11- 58964: 可逆性感熱記録材料 (三菱製紙)
- 11- 59097: 擬木 (積水樹脂)
- 11- 60212: 金属酸化物構造体およびその製造方法 (福岡県)
- 11- 60236: ゼオライトOU-1 およびその合成方法 (東ソー)
- 11- 60460: 皮膚化粧料 (花王)
- 11- 60514: 低級炭化水素を原料とする芳香族化合物の製造方法 (大阪石油化学)
- 11- 60515: エチルベンゼン製造方法 (旭化成工業)
- 11- 60516: メタキシレンの製造方法 (帝人)
- 11- 60531: 脂環式炭化水素の多価アルコール付加体の製造方法およびそれに用いる触媒 (日本触媒化学工業)
- 11- 60533: 2,2'-ビス (ヒドロキシメチル) アルカナールの製造方法 (三菱化成, 日本化成)
- 11- 60577: ゼオライト合成用有機テンプレート (昭和電工)
- 11- 60804: 抗菌性樹脂組成物及びそれを用いた成形品 (チッソ)
- 11- 60830: ポリオレフィン組成物 (グランドポリマー)
- 11- 60861: 塩化ビニル系樹脂組成物 (日本油脂)
- 11- 60983: モノマー, オリゴマー及び/またはポリマーインターカレントならびに表面修飾剤と層状物とのコインターカレーションによって形成したインターカレーション物及び当該インターカレーションで調製したナノ合成物 (アンコル INTERN CORP)
- 11- 61130: 病害抑止型土壌 (日東化学工業)
- 11- 61209: 貴金属微粒子の分散体及びその製造方法, 並びに分散体を利用した構造体デバイス及びその製造方法 (京都第一科学)
- 11- 61567: 粉体含有ポリエステル繊維の熔融紡糸方法 (日本エステル)
- 11- 61569: 抗菌性複合繊維 (ユニチカ)
- 11- 61708: 触媒効果を用いて大気中の NO_x を除去するコンクリート製品, 及びその製造方法 (フジコン)
- 11- 62049: 室内面構造 (大林組, 内外テクノス, 武田薬品工業)
- 11- 66991: 配線器具 (松下電工)

- 11- 70157: 揮散性薬剤の揮散終了時点が目視可能な機能材 (レンゴー)
- 11- 70304: 速効性に優れた抗菌フィルタ材及びその製造方法 (日新製鋼)
- 11- 70306: 水域浄化設備, 水域浄化用マット, 水域浄化用マットの押え杭用案内装置, ヘド口回収設備および濾過式水域浄化装置の濾過材支持体 (田中産商, 木村知雄)
- 11- 70319: 無機ハロゲン化ガスを含有する排ガスの処理方法及び処理装置 (荏原製作所)
- 11- 70334: 触媒組成物とそれを用いた芳香族炭化水素の転化方法 (東レ)
- 11- 70923: 真空断熱材用ゲッタの包材の印刷 (三菱瓦斯化学)
- 11- 70987: 箸袋 (中国パール販売)
- 11- 71109: 複合材料およびその製造方法ならびに複合材料含有樹脂組成物 (イー アイ デュボン デ ニモアス アンド CO, クニミネ工業, 三井デュボンポリケミカル)
- 11- 71207: 金属ピリチオンを包接するセラミックスの製造法 (カナエ塗料)
- 11- 71305: エチルベンゼンの製造方法 (旭化成工業)
- 11- 71584: ガス状炭化水素を含む廃棄ガスから炭化水素を液状で回収する方法 (システム エンジサービス, 津留祥子)
- 11- 71803: トイレ室 (イナックス)
- 11- 73857: 絶縁ガスを含む電気装置のための吸湿装置 (ジェー ウー セーアルストム テ エデ SA)
- 11- 76391: 創傷治癒を促進させるためのモレキュラーシーブの使用 (ジョンソン アンド ジョンソン メディカル LTD)
- 11- 76696: 衣類乾燥装置 (シャープ)
- 11- 76715: 流量調節構造を有する水質浄化装置 (高城寿雄)
- 11- 76719: 空気浄化フィルタ (高砂熱学工業)
- 11- 76722: 空気浄化フィルタ及びその製造方法及び高度清浄装置 (高砂熱学工業)
- 11- 76806: NO₂ 吸収剤 (日立造船)
- 11- 76810: 凝集ゼオライト吸着剤と, その製造方法および工業ガスの非極低温分離での利用 (セカ SA)
- 11- 76817: 排ガス浄化用触媒 (日産自動車)
- 11- 76825: 排気ガス浄化用触媒 (マツダ)
- 11- 76826: 排気ガス浄化用触媒及びその製造方法 (日産自動車)
- 11- 76827: 排気ガス浄化装置 (マツダ)
- 11- 76828: 排気ガス浄化触媒の製造方法 (次世代排ガス触媒研究所)
- 11- 76829: メタン酸化触媒の製造方法 (東邦瓦斯)
- 11- 76835: 光触媒含有アルミノ珪酸塩粒子とその製造方法, および光触媒含有高分子固体 (ライオン)
- 11- 76981: 重金属含有廃棄物用処理剤及び重金属含有廃棄物の安定化処理法 (日本化薬)
- 11- 77031: 紫外線殺菌浄化方法とその装置 (ライザー工業, 信州セラミックス)
- 11- 79194: 食品包装袋 (中国パール販売)
- 11- 79253: 包装体および包装材料 (三井石油化学工業)
- 11- 79254: ブラウン管用ガラスの梱包方法 (日本電気硝子)
- 11- 79701: ガス発生装置及びガス発生装置を組込んだシステム (佐々木学)
- 11- 79706: 高濃度酸素供給方法およびそれに用いる組成物 (三洋電機)
- 11- 79722: 炭酸ガス固定用炭素粒子 (ユニチカ)
- 11- 79732: 膨潤性フッ素雲母粉体の製造方法 (トピー工業)
- 11- 79743: ホーランド型結晶構造を有するメソポア多孔体及びその製造法 (科学技術庁無機材質研究所長)
- 11- 79808: 人工骨材およびその製造方法 (宇部興産)
- 11- 79823: 銀イオン交換ゼオライトを利用した抗菌性壁材 (篠崎義男, 高崎裕圭, 協同組合 バイオライトユー号)
- 11- 80044: ジアリアルメタンまたはその誘導体の製造方法 (日本石油化学)
- 11- 80056: 環状アルコールの分離取得方法 (旭化成工業)
- 11- 80095: 炭酸ジメチルの製造方法 (日本鋼管)
- 11- 80096: 炭酸ジメチルの製造方法 (日本鋼管)
- 11- 80144: オレフィンの選択的エポキシ化法

(ダイソー)

- 11- 80500: 抗菌性フェノール樹脂成形材料 (住友ベークライト)
- 11- 80615: 防汚塗料組成物 (旭電化工業)
- 11- 80642: 活性エネルギー線硬化型オーバープリントニス組成物 (東洋インキ製造, 凸版印刷)
- 11- 80643: オーバープリントニス組成物 (東洋インキ製造, 凸版印刷)
- 11- 81014: ゴム手袋 (住友ゴム工業)
- 11- 81568: 耐火屋根板 (三晃金属工業)
- 11- 81999: 内燃機関の排気浄化装置 (本田技研工業)
- 11- 82000: 内燃機関の排気浄化装置 (本田技研工業)
- 11- 82192: エンジンの有害成分除去構造及び方法 (日本電装)
- 11- 82924: 加熱炉等における燃焼方法および装置 (森 康夫)
- 11- 83734: ガス検知装置及びガス検知方法 (三菱重工業)
- 11- 84087: 焼却灰の処分方法 (石川島播磨重工業)
- 11- 89918: 抗菌材料 (桜井小夜子)
- 11- 89926: ハイドロコロイドドレッシング材及び当該ハイドロコロイドドレッシング材を用いた機能性外用材 (日東電工, シナネン, 日本ケミカルリサーチ)
- 11- 89953: 防火戸 (田中サッシュ工業)
- 11- 90126: 殺菌部材を有するストレーナ (ティエルバイ)
- 11- 90127: 殺菌部材を有するストレーナ (ティエルバイ)
- 11- 90152: 殺菌部材を有する気液分離器 (ティエルバイ)
- 11- 90153: 殺菌部材を有する気液分離器 (ティエルバイ)
- 11- 90225: 窒素酸化物除去用酸化物触媒材料並びに窒素酸化物除去方法 (京セラ)
- 11- 90226: 排気ガス浄化用触媒 (日産自動車)
- 11- 90235: ディーゼルエンジン排ガス浄化用触媒及び浄化方法 (エヌ イーケムキャット)
- 11- 92105: 酸素濃縮器 (山陽電子工業)
- 11- 92132: 層間支柱を有する粘土の有機複合体

の製造方法 (工業技術院長)

- 11- 92140: ダイオキシン類および酸性物質を含む排ガスの処理剤 (吉沢石灰工業)
- 11- 92191: 軽量骨材の製造方法 (神戸製鋼所, テクノ リソース)
- 11- 92314: 無機系抗菌性組成物 (神東塗料)
- 11- 92321: 線虫の活性抑制剤 (旭化成工業)
- 11- 92564: 高分子量セリシンを抽出して取得する方法 (農林水産省蚕糸 昆虫農業技術研究所, 坪内紘三, 山田弘生, 高須陽子)
- 11- 92769: プラスチックの油化方法 (三井石油化学工業)
- 11- 92771: 廃油の再生方法 (荏原製作所)
- 11- 92790: 洗浄剤 (アクアガーデン ハイテック)
- 11- 93646: 排気ガス浄化装置の故障診断器 (日本電装)
- 11- 99194: 脱臭用組成物及びそれを用いた脱臭装置並びに脱臭方法 (日本クライメイトシステムズ, マツダ)
- 11- 99315: ガスを分離するためのPSA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 プロセダ ジョルジュ クロード)
- 11- 99331: 吸着剤及びその製造方法 (コスモ総合研究所, コスモ石油)
- 11- 99335: 脱硝触媒 (触媒化成工業)
- 11-100332: アルキル化反応生成物の残留オレフィン含有量を低下させる方法 (シェブロン CHEM CO エル エル シー)
- 11-100333: 単一環芳香族炭化水素の重質モノアルキレートをアルキル化する方法 (シェブロン CHEM CO エル エル シー)
- 11-100381: ジアザスピロノニウム塩 (昭和電工)
- 11-100455: 遠赤外線放射性発泡体, 及びこれを用いた遠赤外線放射性製品 (中村康男)
- 11-103715: 水産生物増殖媒体及びそれを利用した海洋牧場 (グリーンカルチャ)
- 11-104218: 抗菌性ペースト (鐘紡, カネボウ化成)
- 11-104430: 気体流の分離のためのPSA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 プロセダ ジョルジュ クロー

ド)

- 11-104431: 高純度一酸化炭素の分離回収方法 (三菱化工機)
- 11-104459: ダイオキシン類の吸着除去装置 (三浦工業)
- 11-104462: 排ガス浄化用触媒一吸着体及び排ガス浄化方法 (日本碍子)
- 11-104491: CO およびNO_xの酸化触媒 (日本化学工業)
- 11-104493: 排気ガス浄化用触媒及び使用方法 (日産自動車)
- 11-106209: 活性炭及びその製造方法 (三菱鉛筆)
- 11-106308: 化粧料 (花王)
- 11-106356: 混合化合物の吸着分離方法 (東レ)
- 11-106359: ブタンジオールの製造方法 (三菱化成)
- 11-106364: ポリエステル中間原料の製造方法 (帝人)
- 11-106538: 発泡体の製造方法 (中野 敏, サンアロー化学, シヤノン)
- 11-106551: 抗菌性のスチレン系発泡性樹脂粒子 (三菱化学ビーエーエスエフ)
- 11-106757: 石炭液化油の安定化方法 (神戸製鋼所, 三菱化成, 日商岩井, 出光興産, コスモ石油)
- 11-107033: 抗菌性セルロース繊維及びその製造方法 (中村憲司, 中村興司)
- 11-107386: 家屋の耐久化方法 (三共薬品工業)
- 11-107740: エンジンの排気浄化装置 (マツダ)
- 11-107744: 排ガス浄化用触媒装置 (トヨタ自動車)
- 11-108409: 全熱交換素子用素材 (ダイキン工業)
- 11-108500: 空調および熱処理技術装置のための収着装置 (エレクトロルックス レジャー アプリアンシィーズ AG)
- 11-108918: 無機分離膜の検査方法 (ノリタケカンパニーリミテド)
- 11-113387: 植物栽培用吸水性樹脂及びそれを用いた植物栽培方法 (昭和電工)
- 11-114359: 揮発性有害物質のプラズマ分解法及びプラズマ分解装置 (工業技術院長)
- 11-114364: 低沸点溶剤含有ガスの処理方法 (東邦化工建設)
- 11-114370: 排ガスの脱硝処理方法及び装置 (三菱重工業)
- 11-114410: 蒸気吸放出材料 (豊田中央研究所, 日本電装)
- 11-114412: 油清浄材及び油清浄装置 (三菱重工業)
- 11-114413: 排ガス浄化用吸着材 (日本碍子)
- 11-114425: パラフィンの異性化用触媒及び異性化方法 (日本石油)
- 11-114549: 製紙汚泥焼却灰からの水質浄化材製造方法 (日本電信電話)
- 11-114581: 入浴水改質器 (東京アオキ, 駒形石灰工業, ツカダ, ワタナベプレス)
- 11-116234: 含水層状ケイ酸塩及び粒状非イオン性洗浄剤組成物 (ライオン)
- 11-116235: 高純度の膨潤性フッ素雲母系鉱物及びその製造方法, 並びにこれを用いてなるポリアミド複合材料 (ユニチカ)
- 11-116238: 無機物質の水性懸濁液及びその使用 (プルースタウファー AG)
- 11-116306: セメント混和材及びそれを含有したセメント組成物 (電気化学工業)
- 11-116416: 植物の成長促進剤及びそれを用いた植物の栽培方法 (宇山静雄, 比嘉健詞)
- 11-116463: 局所洗浄用組成物 (ユニリーバー NV)
- 11-116507: 吸着分離剤及び吸着分離方法 (東レ)
- 11-116513: 高選択的4-プロモスチレンの製造方法 (東ソー)
- 11-116731: 浴室内機器部材 (高木産業)
- 11-117187: 乾燥用ボード及びその製造方法 (特種製紙)
- 11-117713: 化学蓄熱式吸気冷却装置 (日立製作所, 中部電力)
- 11-123330: 排ガス浄化触媒及びその製法 (日野自動車工業)
- 11-123331: 排気ガス浄化用触媒 (日産自動車)
- 11-128746: 有機化合物変換反応に使用される新規触媒 (アンスチ フランセ デュ ペトロール)
- 11-128747: 排気ガス浄化触媒および浄化方法 (大阪瓦斯)
- 11-130406: 一酸化炭素の選択的除去装置及び触媒体の作成方法 (松下電器産業)
- 11-130422: 硫酸処理精製アロフェン土及びその

製造方法 (活生)

11-130424: 結晶性アルミノ珪酸塩の製造方法 (東燃)

11-130425: 結合剤を含有し、リチウムイオン及び二価イオンで交換された粒状A型ゼオライトの製造方法及び空気の吸着分離のためのその使用 (バイエル AG)

11-130426: 亜鉛アルミノケイ酸塩 (エア プロダクツ アンド CHEM INC)

11-131047: 有機-粘土複合体と有機溶剤よりなる組成物 (コープケミカル)

11-137969: 水素同位体の分離・回収方法及びその装置 (岩谷瓦斯)

11-137981: ゼオライト膜担持用基材 (ノリタケカンパニーリミテド)

11-137996: 排ガス浄化用触媒及びその製造方法 (トヨタ自動車)

11-138005: 排ガス浄化用触媒及びその製造方法 (日産自動車)

11-138006: 排気ガス浄化用触媒及び浄化方法 (日産自動車)

11-138007: 排気ガス浄化用複合触媒 (本田技研工業)

11-138008: 排ガス浄化用触媒 (トヨタ自動車, 豊田中央研究所)

11-139820: 着色雲母およびそれを用いた毛髪着色用組成物 (ライオン)

11-139822: 結晶性酸化物及びその製造方法 (三菱化成)

11-139998: ジアルキルナフタレンの製造法 (富士石油)

11-140026: カルボン酸エステルの製造方法 (三菱化成)

11-140068: プロピレンオキサイドの製造方法 (住友化学工業)

11-147002: 元素周期表第VIII族金属錯体化合物の回収方法 (ダイセル化学工業)

11-147041: 排ガス浄化触媒 (日野自動車工業)

11-147042: ヒドロキシカルボン酸誘導体の製造方法 (三菱瓦斯化学)

11-152235: 光学異性体の吸着分離方法およびメントール誘導体 (東レ)

US Patent

USE OF COMPOSITE CATALYST FOR THE DISMUTATION AND/OR TRANSALKYLATION OF ALKYLAROMATIC HYDROCARBONS, INVENTOR(s): Alario Fabio Neuilly sur Seine, Benazzi Eric Montesson (FR), ASSIGNEE(s): Institut Fran cedilla ais du Petrole (FR), PATENT NO.: 5,919,995 (19990706), FILED: (19970207)

PROCESSES FOR PRODUCING ALDEHYDE ACIDS OR SALTS, INVENTOR(s): Packett Diane Lee South Charleston, Eisenschmid Thomas Carl Cross Lanes, Brammer Michael Allen Hurricane, Maher John Michael Charleston (US), ASSIGNEE(s): Union Carbide Chemicals & Plastics Technology Corporation (US), PATENT NO.: 5,919,978 (19990706), FILED: (19970415)

HYDROXIMIC ACID DERIVATIVES, INVENTOR(s): Kirio Yoshie, Maeda Takako, Sasaki Norio, Toshima Norishige, Sawai Nobumitsu, Milligan Bruce (JP), Perez Joseph, Vors Jean-Pierre (FR), Gant Daniel B. Durham (US), ASSIGNEE(s): Rhone-Poulenc Agrochimie (FR), PATENT NO.: 5,919,825 (19990706), FILED: (19980210)

AMIDE ETHER CARBOXYLATE/AMIDE ETHER DETERGENT COMPOSITION, INVENTOR(s): Sakamoto Yuichi, Hayase Taeko, Ide Kazutoshi, Tosaka Masaki, Morii Noriyuki, Shibata Tomoko (JP), ASSIGNEE(s): Kao Corporation (JP), PATENT NO.: 5,919,749 (19990706), FILED: (19951128)

PREPARATION OF SECONDARY ALKYL SULFATE PARTICLES WITH IMPROVED SOLUBILITY, INVENTOR(s): Kazuta Takashi, Ebihara Fukuji (JP), ASSIGNEE(s): The Procter & Gamble Company, (US), PATENT NO.: 5,919,747 (19990706), FILED: (19980908)

ALKALINE LIPOLYTIC ENZYME, INVENTOR(s): Hirayama Satoshi (JP), Halkier Torben (DK), ASSIGNEE(s): Novo Nordisk A-S (DK), PATENT NO.: 5,919,746 (19990706), FILED: (19970828)

ZEOLITE L CATALYST, INVENTOR(s): Verduijn Johannes Petrus, Gellings Pieter Ernst Oostvoorne (NL), ASSIGNEE(s): Exxon Chemical Patents Inc (US), PATENT NO.: 5,919,722 (19990706), FILED: (19970203)

MICROFILTRATION OF ZEOLITES, INVENTOR(s): Potter Mark James (US), ASSIGNEE(s): Exxon Chemical Patents Inc (US), PATENT NO.: 5,919,721 (19990706), FILED: (19950525)

COLOR CLARIFICATION METHODS, INVENTOR(s): Salmon Sonja I., Mishra Anita R. (US), Nielsen Jack B. (DK), ASSIGNEE(s): Novo Nordisk A-S (DK), Novo Nordisk Biochem North America Inc (US), PATENT NO.: 5,919,697 (19990706), FILED: (19961018)

ENZYME AND ENZYME PREPARATION WITH ENDOGLUCANASE ACTIVITY, INVENTOR(s): Schulein Martin, Oxenb.o slashed. Il Karen Margrethe, Andersen Lene Nonboe Birker.o slashed. d, Lassen, S.o slashed. ren Flensted, Kauppinen Markus Sakari, Nielsen Jack Bech (DK), ASSIGNEE(s): Novo Nordisk A-S (DK), PATENT NO.: 5,919,691 (19990706), FILED: (19970320)

MEMBRANES CONTAINING INORGANIC FILLERS AND MEMBRANE AND ELECTRODE ASSEMBLIES AND ELECTROCHEMICAL CELLS EMPLOYING SAME, INVENTOR(s): Grot Walther Gustav, Rajendran Govindarajulu (US), ASSIGNEE(s): E I du Pont de Nemours & Company (US), PATENT NO.: 5,919,583 (19990706), FILED: (19970829)

CONFORMABLE TAPE FOR BONDING A THERMOPLASTIC LENS BLOCKING MATERIAL, INVENTOR(s): Parish Jr. William L., Martin Philip G., Hyde Patrick D. (US), ASSIGNEE(s): Minnesota Mining & Manufacturing Company (US), PATENT NO.: 5,919,563 (19990706), FILED: (19960913)

RECORDING SHEET, INVENTOR(s): Nakano Yukihiro, Miyamoto, Masafumi, Doi Yasuhiro (JP), ASSIGNEE(s): Kao Corporation (JP), PATENT NO.: 5,919,559 (19990706), FILED: (19960923)

PLANT GROWTH REGULATOR, INVENTOR(s): Maekawa Yoshio, Yoshimi Yukihiko, Akiyama Taizoh (US), ASSIGNEE(s): Taki Chemical Co Ltd (JP), PATENT NO.: 5,919,448 (19990706), FILED: (19980223)

PREPARATION OF CRYSTALLINE MICROPOROUS AND MESOPOROUS METAL SILICATES, PRODUCTS PRODUCED THEREBY AND USE THEREOF, INVENTOR(s): Hasenzahl Steffen, Mangold Helmut, Roland Eckehart, Scholz Mario, Thiele Georg (DE), ASSIGNEE(s): Degussa Aktiengesellschaft (DE), PATENT NO.: 5,919,430 (19990706), FILED: (19970619)

AMORPHOUS ALUMINOSILICATE AND PROCESS FOR PRODUCING THE SAME, INVENTOR(s): Harada Atsushi, Funakoshi Hajime, Ozawa Takeshi (JP), ASSIGNEE(s): Tosoh Corporation (JP), PATENT NO.: 5,919,427 (19990706), FILED: (19960426)

USE OF SHEET SILICATES, INVENTOR(s): Bauer Harald (DE), ASSIGNEE(s): Clariant GmbH (DE), PATENT NO.: 5,919,371 (19990706), FILED: (19970327)

REMOVAL OF SULFUR FROM A HYDROCARBON STREAM BY LOW SEVERITY ADSORPTION, INVENTOR(s): Bartek Robert (US), ASSIGNEE(s): Marathon Oil Company (US), PATENT NO.: 5,919,354 (19990706), FILED: (19970513)

INTEGRATED RESIDUA UPGRADING AND FLUID CATALYTIC CRACKING, INVENTOR(s): Serrand Willibald (DE), Hammond David G., Jacobson Mitchell, Pagel John F., Poole Martin C. (US), ASSIGNEE(s): Exxon Research & Engineering Co (US), PATENT NO.: 5,919,352 (19990706), FILED: (19970717)

PROCESS FOR THE PURIFICATION OF A SOLUTION OF LITHIUM SALTS CONTAMINATED BY METALLIC CATIONS AND USE OF THIS PROCESS IN THE PRODUCTION OF ZEOLITES EXCHANGED WITH LITHIUM, INVENTOR(s): Moreau Serge (FR), ASSIGNEE(s): L'Air Liquide Societe Anonyme pour l'Etude et l'Exploitation des Procédes Georges Claude (FR), PATENT NO.: 5,919,287 (19990706), FILED: (19961230)

PSA PROCESS FOR REMOVAL OF NITROGEN OXIDES FROM GAS, INVENTOR(s): Golden Timothy Christopher, Taylor Fred William (US), Kalbassi, Mohammed Ali (GB), Schmidt William Paul (US), ASSIGNEE(s): Air Products & Chemicals Inc (US), PATENT NO.: 5,919,286 (19990706), FILED: (19970306)

DETERGENT COMPOSITION COMPRISING CELLULASE ENZYME AND NONIONIC CELLULOSE ETHER, INVENTOR(s): Baillie Gerard Marcel, Hall Robin Gibson, Guedira Nour-Eddine (GB), ASSIGNEE(s): Procter & Gamble Company (US), PATENT NO.: 5,919,271 (19990706), FILED: (19970630)

DEVICE FOR DRYING WET INTERIOR SURFACES OF HOLLOW CONTAINERS, INVENTOR(s): Cooke Barbara (US), ASSIGNEE(s): La La La Ltd (US), PATENT NO.: 5,918,379 (19990706), FILED: (19971003)

SORBENT-BASED FLUID STORAGE AND DISPENSING VESSEL WITH ENHANCED HEAT TRANSFER MEANS, INVENTOR(s): Tom Glenn M. (US), ASSIGNEE(s): Advanced Technology Materials Inc (US), PATENT NO.: 5,917,140 (19990629), FILED: (19970520)

CARBON DIOXIDE PRESSURE SWING ADSORPTION PROCESS USING MODIFIED ALUMINA ADSORBENTS, INVENTOR(s): Gaffney Thomas Richard, Golden Timothy Christopher, Mayorga Steven Gerard, Brzozowski Jeffrey Richard, Taylor Fred William (US), ASSIGNEE(s): Air Products and Chemicals Inc (US), PATENT NO.: 5,917,136 (19990629), FILED: (19961003)

GAS CONCENTRATION SENSOR AND CONTROL FOR OXYGEN CONCENTRATOR UTILIZING GAS CONCENTRATION SENSOR, INVENTOR(s): Michaels Gregory A., Birangi Homayoun (US), ASSIGNEE(s): Invacare Corporation (US), PATENT NO.: 5,917,135 (19990629), FILED: (19970612)

DEVICE FOR DEPOLYMERIZING USED AND WASTE PLASTICS, INVENTOR(s): Holighaus Rolf, Niemann Klaus, Strecker Klaus, Ullrich Dieter, Hecke Christian (DE), ASSIGNEE(s): VEBA OEL AG (DE), PATENT NO.: 5,917,102 (19990629), FILED: (19970321)

METAL-LIGAND COMPLEX CATALYZED PROCESSES, INVENTOR(s): Bryant David Robert, Nicholson James Clair, Briggs John Robert, Packett Diane Lee, Maher John Michael (US), ASSIGNEE(s): Union Carbide Chemicals & Plastics Technology Corporation (US), PATENT NO.: 5,917,095 (19990629), FILED: (19970311)

PURIFICATION OF .ALPHA.-ACIDS AND .BETA.-ACIDS, INVENTOR(s): Ting Patrick L., Refling Jay R. VanSanford Michael A., Goldstein Henry (US), ASSIGNEE(s): Miller Brewing Company (US), PATENT NO.: 5,917,093 (19990629), FILED: (19971113)

METAL EXCHANGED ZEOLITE CATALYSTS FOR ALCOHOL AMINATION, INVENTOR(s): Vedage Gamini Ananda, Emig Lenore Ann, Li, Hong-Xin, Armor, John Nelson (US), ASSIGNEE(s): Air Products and Chemicals Inc (US), PATENT NO.: 5,917,092 (19990629), FILED: (19980327)

PROCESS FOR PRODUCING CYCLIC ETHERS BY LIQUID PHASE REACTION, INVENTOR(s): Chen Shien Chang, Chu Cheng Chang, Lin Fu Shen, Chou June Yen, Chu Ming Hui (TW), ASSIGNEE(s): Dairen Chemical Corporation (TW), PATENT NO.: 5,917,061 (19990629), FILED: (19980428)

FLAME-RETARDANT THERMOPLASTIC RESIN COMPOSITION, INVENTOR(s): Sagane Hiroshi, Hashitani Ryuki (JP), ASSIGNEE(s): Daicel Chemical Industries Ltd, Techno Polymer Co Ltd (JP), PATENT NO.: 5,916,936 (19990629), FILED: (19970324)

PROCESS FOR PREPARING DETERGENT GRANULES, INVENTOR(s): Aouad Yousef Georges (SR), Dickenson Hayden Guy William (GB), ASSIGNEE(s): The Procter & Gamble Company (US), PATENT NO.: 5,916,867 (19990629), FILED: (19960717)

PREPARATION OF LAUNDRY DETERGENT TABLETS, INVENTOR(s): Davies Alan Phillip, Edwards Sara Jane, Wraige Douglas (GB), ASSIGNEE(s): Lever Brothers Company, Division of Conopco Inc (US), PATENT NO.: 5,916,866 (19990629), FILED: (19970625)

METHOD OF MANUFACTURE OF MOLECULAR SIEVES, INVENTOR(s): Toufar Helge, Toufar Simone (DE), Maher Philip Kenerick, Ojo Adeola Florence, Fitch Frank R., Bulow Martin (US), ASSIGNEE(s): The BOC Group Inc (US), Tricat Management GmbH (DE), PATENT NO.: 5,916,836 (19990629), FILED: (19970401)

COPPER-CLAD LAMINATE WITH PREPREG OF EPOXY RESIN AND ARYL ESTER, INVENTOR(s): Ueda Youichi, Endo Yasuhiro, Shibata Mitsuhiro, Yamasaki Kaori (JP), ASSIGNEE(s): Sumitomo Chemical Company Ltd (JP), PATENT NO.: 5,916,683 (19990629), FILED: (19971104)

RECORDING SHEETS FOR INK JET PRINTING, INVENTOR(s): Fryberg Mario, Kurzen Roland, Haarmann Klaus (CH), Blednick Diane L., Rogers Daniel R.(US),ASSIGNEE(s): Ilford AG (CH),PATENT NO.: 5,916,673 (19990629), FILED: (19970731)

SPIRAL FIXED-BED MODULE FOR ADSORBER AND CATALYTIC REACTOR, INVENTOR(s): Pan Chuen Yong (CA),PATENT NO.: 5,916,531 (19990629), FILED: (19970429)

LOW HUE PHOTOBLEACHES, INVENTOR(s): Willey Alan David (US),ASSIGNEE(s): The Procter & Gamble Company (US), PATENT NO.: 5,916,481 (19990629), FILED: (19960618)

CATALYST FOR THE HYDROISOMERIZATION OF CONTAMINATED HYDROCARBON FEEDSTOCK, INVENTOR(s): Tejada Jorge Alejandro, Romero Yilda Margot, Reyes Editio Jose (VE), ASSIGNEE(s): Intevp, S A (VE), PATENT NO.: 5,916,433 (19990629), FILED: (19971021)

REFRIGERATING OR AIR-CONDITIONING APPARATUS, INVENTOR(s): Yoshida Yuji, Matsuo Mitsuharu, Akiya Takaji, Owa Masaru, Ozeki Masataka (JP), ASSIGNEE(s): Matsushita Electric Industrial Co Ltd (JP), PATENT NO.: 5,916,252 (19990629), FILED: (19971029)

HIGH CAPACITY GAS STORAGE AND DISPENSING SYSTEM, INVENTOR(s): Tom Glenn M. (US),ASSIGNEE(s): Advanced Technology Materials Inc (US), PATENT NO.: 5,916,245 (19990629), FILED: (19980407)

AUTOMOTIVE HYDROCARBON ADSORBER SYSTEM, INVENTOR(s): Buhrmaster Carol L., Hertl William, Patil Mallanagouda D. Socha Jr. Louis S., Williams Jimmie L. (US), ASSIGNEE(s): Corning Incorporated (US), PATENT NO.: 5,916,133 (19990629), FILED: (19970609)

CONTROL OF EXHAUST EMISSIONS FROM AN INTERNAL COMBUSTION ENGINE, INVENTOR(s): Modica Frank S., Barr Mark K., Huff George A., Cayton Roger H., Alexander Bruce D., Kretschmer Richard A. (US), ASSIGNEE(s): BP Amoco Corporation (US), PATENT NO.: 5,916,129 (19990629), FILED: (19970709)

PREFORMED OPHTHALMIC LENS BASE BLOCK, INVENTOR(s): Sedlock Carole, Minneapolis (US), ASSIGNEE(s): Minnesota Mining and Manufacturing Company (US), PATENT NO.: 5,916,017 (19990629), FILED: (19960913)

AIR PURIFICATION PROCESS, INVENTOR(s): Jain Ravi, Tseng James K. (US), ASSIGNEE(s): The BOC Group Inc (US), PATENT NO.: 5,914,455 (19990622), FILED: (19970930)

SEPARATION OF LINEAR FROM BRANCHED HYDROCARBONS USING A CARBON MEMBRANE, INVENTOR(s): Soffer Abraham, Gilron Jack, Cohen Haim (IL), ASSIGNEE(s): Carbon Membranes Ltd (IL), PATENT NO.: 5,914,434 (19990622), FILED: (19970929)

PROCESS FOR PRODUCING POLYMER GRADE OLEFINS, INVENTOR(s): Marker Terry L. (US), ASSIGNEE(s): UOP LLL (US), PATENT NO.: 5,914,433 (19990622), FILED: (19970722)

PROCESS FOR PRODUCING ETHER COMPOUND, INVENTOR(s): Fujii Yasuyuki, Furugaki Hisakazu, Kita Katsumi, Uno Mitsuru, Tamura Eiko, Matsumoto Hiromasa (JP), ASSIGNEE(s): Kao Corporation (JP), PATENT NO.: 5,914,430 (19990622), FILED: (19960705)

CYCLIC PHOSPHONITES AND THEIR USE AS STABILIZERS FOR ORGANIC MATERIALS, INVENTOR(s): Inui Naoki, Kikuchi Taketoshi, Fukuda Kanako (JP), ASSIGNEE(s): Sumitomo Chemical Company Limited (JP), PATENT NO.: 5,914,361 (19990622), FILED: (19970826)

PROCESS FOR MAKING A HIGH DENSITY DETERGENT COMPOSITION VIA POST DRYING MIXING/DENSIFICATION, INVENTOR(s): DeNome Frank William, Lange John Frederick (US), ASSIGNEE(s): The Procter & Gamble Company (US), PATENT NO.: 5,914,307 (19990622), FILED: (19961015)

PEROXYNITRITE BASED BLEACHING SYSTEMS, INVENTOR(s): Madison Stephen Alan, McCallum Jeremy Elliot Bongardt, Rojas Wahl Roy Uwe (US), ASSIGNEE(s): Lever Brothers Company, Division of Conopco Inc (US), PATENT NO.: 5,914,305 (19990622), FILED: (19971029)

PERCARBOXYLIC ACIDS, INVENTOR(s): Sankey John Phillip, James Alun Pryce (GB), ASSIGNEE(s): Solvay Interlox Limited (GB), PATENT NO.: 5,914,303 (19990622), FILED: (19960530)

ABSORBENT AND PROCESS FOR REMOVING SULFUR OXIDES FROM A GASEOUS MIXTURE, INVENTOR(s): Bhattacharyya Alakananda, Foral Michael J., Reagan William J. (US), ASSIGNEE(s): BP Amoco Corporation (US), PATENT NO.: 5,914,293 (19990622), FILED: (19980403)

POINT-OF-USE CATALYTIC OXIDATION APPARATUS AND METHOD FOR TREATMENT OF VOC-CONTAINING GAS STREAMS, INVENTOR(s): Holst Mark R., Olander W. Karl, Tom Glenn M. (US), ASSIGNEE(s): ATMI Ecosys Corp (US), PATENT NO.: 5,914,091 (19990622), FILED: (19960215)

IMMOBILIZED BRANCHED POLYALKYLENEIMINES, INVENTOR(s): Lindoy Leonard Francis, Eaglen Peter Lewis (AU), Alldredge Robert Louis (US), ASSIGNEE(s): Metre-International Inc (US), PATENT NO.: 5,914,044 (19990622), FILED: (19961220)

FLUID FILTERING METHOD, INVENTOR(s): Farley David K. (US), PATENT NO.: 5,914,043 (19990622), FILED: (19980202)

REFORMING PROCESS WITH CATALYST PRETREATMENT, INVENTOR(s): Wilson Charles R., Holtermann Dennis L. (US), ASSIGNEE(s): Chevron Chemical Company (US), PATENT NO.: 5,914,028 (19990622), FILED: (19970110)

SELECTIVE THERMAL AND PHOTOOXIDATION OF HYDROCARBONS IN ZEOLITES BY OXYGEN, INVENTOR(s): Frei Heinz (US), Blatter Fritz (CH), Sun Hai (US), ASSIGNEE(s): The Regents of the University of California (US), PATENT NO.: 5,914,013 (19990622), FILED: (19970613)

PROCESS FOR THE PURIFICATION OF A CRYOGENIC FLUID BY FILTRATION AND/OR ADSORPTION, INVENTOR(s): Gary Daniel, Lardeau Rene, Frayssé Philippe, Castellane Frederic (FR), ASSIGNEE(s): L'Air Liquide, Societe Anonyme pour l'Etude et l'Exploitation des Procédes Georges Claude (FR), PATENT NO.: 5,913,893 (19990622), FILED: (19971128)

METHOD FOR PURIFYING HYDROGEN BASED GAS MIXTURE USING A LITHIUM- EXCHANGED, X ZEOLITE, INVENTOR(s): Bomard Olivier, Jutard Jerome, Moreau Serge, Vigor Xavier (FR), ASSIGNEE(s): L'Air Liquide, Societe Anonyme Pour L'Etude et L'Exploitation des Procedes Georges Claudes (FR), PATENT NO.: 5,912,422 (19990615), FILED: (19980121)

METHOD OF CLEANING SOILED FABRICS, INVENTOR(s): Black Robert H. (US), PATENT NO.: 5,912,406 (19990615), FILED: (19980520)

ENHANCERS SUCH AS ACETOSYRINGONE, INVENTOR(s): Schneider Palte, Damhus Ture (DK), ASSIGNEE(s): Novo Nordisk A/S (DK), PATENT NO.: 5,912,405 (19990615), FILED: (19970220)

RAFFINATE LINE FLUSH IN SIMULATED CONTINUOUS MOVING BED ADSORPTIVE SEPARATION PROCESS, INVENTOR(s): Noe Robert J.L. (US), ASSIGNEE(s): UOP LLC (US), PATENT NO.: 5,912,395 (19990615), FILED: (19980209)

METALLO ALUMINOPHOSPHATE MOLECULAR SIEVE WITH NOVEL CRYSTAL MORPHOLOGY AND METHANOL TO OLEFIN PROCESS USING THE SIEVE, INVENTOR(s): Barger Paul T., Wilson Stephen T., Reynolds Thomas M. (US), ASSIGNEE(s): UOP LLC (US), PATENT NO.: 5,912,393 (19990615), FILED: (19971209)

HIGH EFFICIENCY EPOXIDATION PROCESS, INVENTOR(s): Chang Te (US), ASSIGNEE(s): Arco Chemical Technology L P (US), PATENT NO.: 5,912,367 (19990615), FILED: (19970701)

MEDIUM DENSITY CHLORINATED POLYVINYL CHLORIDE FOAM AND PROCESS FOR PREPARING, INVENTOR(s): Dettmerman Robert Edwin (US), PATENT NO.: 5,912,277 (19990615), FILED: (19980203)

LAUNDRY DETERGENT COMPOSITION COMPRISING SUBSTANTIALLY WATER-INSOLUBLE POLYMERIC DYE TRANSFER INHIBITING AGENT, INVENTOR(s): Van Leeuwen Petrus Johannes (NL), Convents Andre Christian, Busch Alfred, Cachet Thierry Laurent, Joos Conny Erna Alice (BE), ASSIGNEE(s): Procter & Gamble Company (US), PATENT NO.: 5,912,221 (19990615), FILED: (19970620)

LOW FOAMING AUTOMATIC DISHWASHING COMPOSITIONS, INVENTOR(s): Chatterjee Kuntal, Scheper William Michael (US), ASSIGNEE(s): The Procter & Gamble Company (US), PATENT NO.: 5,912,218 (19990615), FILED: (19961212)

LUBRICATING OIL COMPOSITION, INVENTOR(s): Igarashi Jinichi, Matsuyama Yoko, Shikatani Yutaka, Yoshida Toshio (JP), ASSIGNEE(s): Nippon Oil Co Ltd (JP), PATENT NO.: 5,912,212 (19990615), FILED: (19961218)

MULTI-LAYERED SOLID COMBUSTIBLE ARTICLE AND ITS MANUFACTURE, INVENTOR(s): Kim Jong-Hyun, Cirlin Eun-Hee (US), ASSIGNEE(s): Supernova Clean World (US), PATENT NO.: 5,912,192 (19990615), FILED: (19980828)

PROCESS FOR PREPARING ALKYL TERT-BUTYL ETHERS AND DI-N-BUTENE FROM FIELD BUTANES, INVENTOR(s): Nierlich Franz, Olbrich Paul, Droste Wilhelm, Mueller Richard, Toetsch Walter (DE), ASSIGNEE(s): Huels Aktiengesellschaft (DE), PATENT NO.: 5,912,191 (19990615), FILED: (19970724)

ALKALINE CELLULASES, INVENTOR(s): von der Osten Claus, Schulein Martin (DK), ASSIGNEE(s): Novo Nordisk A/S (DK), PATENT NO.: 5,912,157 (19990615), FILED: (19960909)

METHODS OF MEASURING ANALYTES WITH BARRIER WEBS, INVENTOR(s): Caldwell J. Michael (US), ASSIGNEE(s): Nextec Applications Inc (US), PATENT NO.: 5,912,116 (19990615), FILED: (19950607)

RECORDING MATERIAL AND PRODUCTION METHOD THEREOF, INVENTOR(s): Ito Katsuya, Kotani Toru, Suzuki Toshitake (JP), ASSIGNEE(s): Toyo Boseki Kabushiki Kaisha (JP), PATENT NO.: 5,912,085 (19990615), FILED: (19960607)

COMPOSITIONS FOR REDUCING BODY ODOR, INVENTOR(s): Trinh Toan, Bartolo Robert Gregory, Dodd Michael Thomas, Lucas Juliet Marie, Buckner Robin Yager, Kajs Theresa Marie (US), ASSIGNEE(s): The Procter & Gamble Company (US), PATENT NO.: 5,911,976 (19990615), FILED: (19971008)

METHOD FOR MAKING ZEOLITE SSZ-44, INVENTOR(s): Nakagawa Yumi (US), ASSIGNEE(s): Chevron Chemical Company LLC (US), PATENT NO.: 5,911,968 (19990615), FILED: (19970908)

PROCESS FOR PURIFYING EXHAUST GASES, INVENTOR(s): Miyoshi Naoto, Matsumoto Shinichi, Tanizawa Tsuneyuki, Iguchi Satoshi, Tanaka Toshiaki, Takeshima Shinichi, Kanazawa Takaaki, Hayashi Takahiro, Saiki Motohisa, Dohmae Kazuhiko, Yamazaki Kiyoshi, Suzuki Tadashi, Kasahara Koichi, Tateishi Syuji (JP), ASSIGNEE(s): Cataler Industrial Co Ltd, Kabushiki Kaisha Toyota Chuo Kenkyusho, Toyota Jidosha Kabushiki Kaisha (JP), PATENT NO.: 5,911,960 (19990615), FILED: (19951017)

METHOD OF PURIFYING GASES CONTAINING NITROGEN OXIDES AND AN APPARATUS FOR PURIFYING GASES IN A STEAM GENERATION BOILER, INVENTOR(s): Viel Lamare Charles, Hiltunen Matti (FI), Lee Yam (US), ASSIGNEE(s): Foster Wheeler Energia Oy (FI), PATENT NO.: 5,911,956 (19990615), FILED: (19971126)

METHOD AND APPARATUS FOR TRIGGERING AN ARTICLE CONTAINING AN OXIDIZABLE ORGANIC COMPOUND, INVENTOR(s): Becraft Michael L., Sylvia R. Karina, Thomas Jeffrey A. (US), ASSIGNEE(s): Cryovac Inc (US), PATENT NO.: 5,911,910 (19990615), FILED: (19971029)

INSITU ZEOLITE FILTER BED SYSTEM FOR THE REMOVAL OF METAL CONTAMINANTS, INVENTOR(s): Rose Jane Anne (US), PATENT NO.: 5,911,876 (19990615), FILED: (19971020)

SYSTEM FOR GEOTHERMAL PRODUCTION OF ELECTRICITY, INVENTOR(s): Shnell James H. (US), PATENT NO.: 5,911,684 (19990615), FILED: (19970829)

EXHAUST GAS PURIFYING APPARATUS AND METHOD FOR INTERNAL COMBUSTION ENGINE, INVENTOR(s): Tanaka Hiroshi, Itou Takaaki (JP), ASSIGNEE(s): Toyota Jidosha Kabushiki Kaisha (JP), PATENT NO.: 5,911,681 (19990615), FILED: (19970603)

VACUUM STABILIZER AND METHOD FOR THE MANUFACTURE THEREOF, INVENTOR(s): Porta Paolo Della, Manini Paolo, Belloni Fortunato, Ferrario Bruno (IT), ASSIGNEE(s): Saes Getters S P A (IT), PATENT NO.: 5,911,336 (19990615), FILED: (19960607)

DETERGENT AND DISPERSANT COMPOSITIONS FROM HIGH TEMPERATURE POLYMERIZATION PRODUCTS, INVENTOR(s): Freeman Michael Bennett, Larson Gary Robert, Merritt Richard Foster, Paik Yi Hyon, Shulman Jan Edward, Swift Graham, Wilczynski Robert (US), ASSIGNEE(s): Rohm and Haas Company (US), PATENT NO.: 5,910,531 (19990608), FILED: (19970210)

RECORDING SHEET AND IMAGE FORMING METHOD. INVENTOR(s): Kobayashi Takashi, Nomura Tatsuya (JP), ASSIGNEE(s): Fuji Photo Film Co Ltd (JP), PATENT NO.: 5,910,359 (19990608), FILED: (19961003)

ERS-10 ZEOLITE AND PROCESS FOR ITS PREPARATION. INVENTOR(s): Carluccio Luciano, Millini Roberto, Bellussi Giuseppe (IT), ASSIGNEE(s): Eniricerche S p A (IT), PATENT NO.: 5,910,299 (19990608), FILED: (19970305)

EXHAUST MANAGEMENT SYSTEM CONTROL. INVENTOR(s): Hemingway Mark David, Pamphilis Nicholas Alexander (US), ASSIGNEE(s): General Motors Corporation (US), PATENT NO.: 5,910,293 (19990608), FILED: (19970722)

METHOD FOR WATER REMOVAL FROM CORROSIVE GAS STREAMS. INVENTOR(s): Alvarez Jr. Daniel, Spiegelman Jeffrey J. (US), ASSIGNEE(s): Aeronex Inc (US), PATENT NO.: 5,910,292 (19990608), FILED: (19970819)

SURGERY PLUME FILTER DEVICE AND METHOD OF FILTERING. INVENTOR(s): Skalla Randy Marc, Ahrens Carl Austin, Garner Jr. Robert Keith, Wilkinson Bradley Carl (US), ASSIGNEE(s): EnviroSurgical Inc (US), PATENT NO.: 5,910,291 (19990608), FILED: (19960603)

ELECTORHEOLOGICAL FLUID COMPOSITION INCLUDING HYDROCARBON COMPOUND HAVING AT LEAST ONE UNSATURATED BOND. INVENTOR(s): Ono Satoru, Aizawa Ryuji, Asako Yoshinobu (JP), ASSIGNEE(s): Nippon Shokubai Co Ltd (JP), PATENT NO.: 5,910,269 (19990608), FILED: (19970519)

FCC UNIT CATALYST STRIPPER. INVENTOR(s): Senior Richard C., Smalley Christopher G., Holtan Timothy P. (US), ASSIGNEE(s): Mobil Oil Corporation (US), PATENT NO.: 5,910,240 (19990608), FILED: (19980901)

REFRIGERATING APPARATUS. INVENTOR(s): Fujita Makoto, Amo Yoshikazu (JP), PATENT NO.: 5,910,161 (19990608), FILED: (19970402)

DIFUNCTIONAL CATALYST EFFECTIVE IN WAX HYDROISOMERIZATION AND PROCESS FOR PREPARING IT. INVENTOR(s): Carati Angela, Flego Cristina, Calemma Vincenzo (IT), ASSIGNEE(s): Agip Petroli S p A, Eniricerche S p A (IT), PATENT NO.: 5,908,968 (19990601), FILED: (19971120)

CATALYST BASED ON A MORDENITE ZEOLITE MODIFIED WITH CERIUM, AND ITS USE IN THE ISOMERISATION OF AN AROMATIC C8 CUT. INVENTOR(s): Benazzi Eric, Alario Fabio, Marcilly Christian (FR), ASSIGNEE(s): Institut Francais du Petrole (FR), PATENT NO.: 5,908,967 (19990601), FILED: (19960724)

METHOD FOR PRODUCING TRIMETHYLHYDROQUINONE DIESTER. INVENTOR(s): Takahashi Ikuo, Chikamori Masahiro (JP), ASSIGNEE(s): Daicel Chemical Industries Ltd (JP), PATENT NO.: 5,908,956 (19990601), FILED: (19971217)

PROCESS FOR PREPARATION OF EPOXY COMPOUNDS ESSENTIALLY FREE OF ORGANIC HALIDES. INVENTOR(s): Au Andrew T., Nafziger J. Lowell (US), ASSIGNEE(s): The Dow Chemical Company (US), PATENT NO.: 5,908,943 (19990601), FILED: (19961008)

COATED METAL FLUORIDE PARTICLES AND A DENTAL COMPOSITION CONTAINING COATED METAL FLUORIDE PARTICLES. INVENTOR(s): Kawashima Mitsunobu, Hino Kenichi (JP), ASSIGNEE(s): Kuraray Co Ltd (JP), PATENT NO.: 5,908,879 (19990601), FILED: (19970725)

COLON OR ILEUM-SPECIFIC STEROID DERIVATIVES. INVENTOR(s): Brattsand Ralph Lennart, Edman Peter, Hogberg Thomas, Nilsson Stinabritt, Thalen Bror Arne, Ulmius Jan Erik (SE), ASSIGNEE(s): Aktiebolaget Astra (SE), PATENT NO.: 5,908,833 (19990601), FILED: (19961213)

MICROPOROUS CRYSTALLINE MATERIAL, A PROCESS FOR ITS PREPARATION AND ITS USE IN DETERGENT COMPOSITIONS. INVENTOR(s): Zatta Agostino, Mattioli Pier Domenico, Rabaoli Maria Roberta, Radici Pierino, Aiello Rosario, Crea Fortunato (IT), ASSIGNEE(s): Condea Augusta S p A (IT), PATENT NO.: 5,908,823 (19990601), FILED: (19970626)

DYE TRANSFER INHIBITING COMPOSITIONS WITH SPECIFICALLY SELECTED METALLO CATALYSTS. INVENTOR(s): Labèque Regine, Johnston James Pyott (BE), ASSIGNEE(s): Procter & Gamble Company (US), PATENT NO.: 5,908,821 (19990601), FILED: (19961111)

PEROXYACIDS. INVENTOR(s): Oakes John, Thornthwaite David William (GB), ASSIGNEE(s): Lever Brothers Company (US), PATENT NO.: 5,908,820 (19990601), FILED: (19961024)

LUBRICATING OIL FOR COMPRESSION-TYPE REFRIGERATORS. INVENTOR(s): Egawa Tatsuya, Kawaguchi Yasuhiro, Terada Izumi, Shimizu Nobuaki (JP), ASSIGNEE(s): Idemitsu Kosan Co Ltd (JP), PATENT NO.: 5,908,818 (19990601), FILED: (19960517)

COPPER-SILVER ZEOLITE CATALYSTS. INVENTOR(s): Kharas Karl C. C. (US), ASSIGNEE(s): ASEC Manufacturing (US), PATENT NO.: 5,908,806 (19990601), FILED: (19970516)

OXYGEN ABSORBING RESIN, DEOXIDIZING MULTI-LAYER STRUCTURE USING RESIN, AND PACKAGING CONTAINER. INVENTOR(s): Otaki Ryoji, Kashiba Takashi, Ito Yoshiaki (JP), ASSIGNEE(s): Mitsubishi Gas Chemical Company Inc (JP), PATENT NO.: 5,908,676 (19990601), FILED: (19970630)

METHOD FOR MODIFYING AROMA-CONTAINING GAS. INVENTOR(s): Sakano Tadaaki (JP), ASSIGNEE(s): Ajinomoto General Foods Inc (JP), PATENT NO.: 5,908,652 (19990601), FILED: (19971209)

ANIMAL FEED CONTAINING MOLASSES BENTONITE AND ZEOLITE. INVENTOR(s): Kemp Philip W., Nougher Thomas Hall (AU), PATENT NO.: 5,908,634 (19990601), FILED: (19961114)

PROCESS FOR PRODUCING CHLORINE. INVENTOR(s): Abekawa Hiroaki, Ito Yoshiaki, Hibi Takuo (JP), ASSIGNEE(s): Sumitomo Chemical Co Ltd (JP), PATENT NO.: 5,908,607 (19990601), FILED: (19970808)

METHOD FOR PRODUCING HYDROGEN HALIDE AND OXYGEN. INVENTOR(s): Tange Kyoichi (JP), ASSIGNEE(s): Toyota Jidosha Kabushiki Kaisha (JP), PATENT NO.: 5,908,606 (19990601), FILED: (19980911)

APPARATUS FOR GROWING ZEOLITE CRYSTALS FROM AN AQUEOUS SOLUTION. INVENTOR(s): Stenzel Christian, Lenski Harald, Wiesbeck Werner, Demmerle Frank (DE), ASSIGNEE(s): Dornier GmbH (DE), PATENT NO.: 5,908,604 (19990601), FILED: (19961223)

PROCESS OF MAKING POLYPROPYLENE FIBER. INVENTOR(s): Gownder Mohan R., Zamora Eduardo E., Nguyen Jay (US), ASSIGNEE(s): Fina Technology Inc (US), PATENT NO.: 5,908,594 (19990601), FILED: (19970924)

YTTRIUM CONTAINING ZEOLITE Y CRACKING CATALYST. INVENTOR(s): Chitnis Girish K., Kowalski Jocelyn A. (US), ASSIGNEE(s): Mobil Oil Corporation (US), PATENT NO.: 5,908,547 (19990601), FILED: (19930715)

ACTIVATED CLAY COMPOSITION AND METHOD. INVENTOR(s): Brooks David D., Hansen Darlene M., Shaked Dov (US), ASSIGNEE(s): Oil-Dri Corporation of America (US), PATENT NO.: 5,908,500 (19990601), FILED: (19970806)

ORGANIC SOLVENT RECOVERING SYSTEM AND ORGANIC SOLVENT RECOVERING METHOD. INVENTOR(s): Akamatsu Mikio, Seki Kenji, Hata Taketo (JP), ASSIGNEE(s): Toho Chemical Engineering and Construction Co Ltd (JP), PATENT NO.: 5,908,490 (19990601), FILED: (19980112)

DEVICE STRUCTURE FOR IONTOPHORESIS. INVENTOR(s): Higo Naruhito, Adachi Hirotooshi, Meno Tatsuya (JP), ASSIGNEE(s): Hisamitsu Pharmaceutical Co Inc (JP) PATENT NO.: 5,908,400 (19990601), FILED: (19970620)

DEHUMIDIFYING POUCH. INVENTOR(s): Cunanan Joaquin Paz, Heaner David Prince, Hanlon David J. (US), ASSIGNEE(s): Tetra Technologies Inc (US), PATENT NO.: 5,907,908 (19990601), FILED: (19971001)

LOW-PRESSURE MERCURY VAPOUR DISCHARGE LAMP. INVENTOR(s): Ligthart Franciscus A.S., Van Den Bogert Willem J., Van Haastrecht Johannes T.J., Kaiser Renate (DE), ASSIGNEE(s): U S Philips Corporation (US), PATENT NO.: 5,907,216 (19990525), FILED: (19950713)

METHOD AND APPARATUS FOR TREATMENT OF FREON GAS. INVENTOR(s): Harashima Keiichi (JP), ASSIGNEE(s): NEC Corporation (JP), PATENT NO.: 5,907,077 (19990525), FILED: (19970314)

PROCESS FOR SELECTIVELY SEPARATING HYDROGEN, OR BOTH HYDROGEN AND CARBON MONOXIDE FROM OLEFINIC HYDROCARBONS. INVENTOR(s): Ou Di-Yi, Vaughn Stephen Neil, Daniel Lawrence Gilbert (US), ASSIGNEE(s): Exxon Chemical Patents Inc (US), PATENT NO.: 5,907,076 (19990525), FILED: (19970623)

SOLID ACID SUPERCRITICAL ALKYLATION REACTIONS USING CARBON DIOXIDE AND/OR OTHER CO-SOLVENTS. INVENTOR(s): Subramaniam Bala, Clark Michael C. (US), ASSIGNEE(s): The University of Kansas (US), PATENT NO.: 5,907,075 (19990525), FILED: (19970611)

CATALYST COMPOSITION AND PROCESSES THEREFOR AND THEREWITH. INVENTOR(s): Wu An-hsiang, Drake Charles A. (US), ASSIGNEE(s): Phillips Petroleum Company (US), PATENT NO.: 5,907,074 (19990525), FILED: (19970113)

AROMATIC ALKYLATION PROCESS. INVENTOR(s): Ghosh Ashim Kumar (US), ASSIGNEE(s): Fina Technology Inc (US), PATENT NO.: 5,907,073 (19990525), FILED: (19980224)

MULTI-STAGE PROCESS FOR TREATING N-PARAFFINS. INVENTOR(s): Ramirez de Agudelo Maria Magdalena (VE), ASSIGNEE(s): Intevp. S A (VE), PATENT NO.: 5,907,072 (19990525), FILED: (19971202)

PROCESS FOR THE POLYMERIZATION OF CYCLIC ETHER. INVENTOR(s): Setoyama Tohru, Kabata Yoshio, Kanagawa, Kobayashi Mitsuharu (JP), ASSIGNEE(s): Mitsubishi Chemical Corporation (JP), PATENT NO.: 5,907,054 (19990525), FILED: (19970602)

CATALYST FOR PURIFYING AUTOMOBILE EXHAUSTS AND METHOD OF MANUFACTURING THE CATALYST. INVENTOR(s): Park Sang-cheol, Pak Chan-ho (KR), ASSIGNEE(s): Samsung Electro-Mechanics Co Ltd (KR), PATENT NO.: 5,906,958 (19990525), FILED: (19961011)

CATALYST FOR POLYMERIZATION OF AN OLEFIN, AND METHOD FOR PRODUCING AN OLEFIN POLYMER. INVENTOR(s): Hamura Satoshi, Yasuda Hisami, Yoshida Toru, Sato Morihiko (JP), ASSIGNEE(s): Tosoh Corporation (JP), PATENT NO.: 5,906,955 (19990525), FILED: (19971216)

INJECTION MOLDED ARTICLE USED WITH PHOTSENSITIVE MATERIAL. INVENTOR(s): Akao Mutsuo (JP), ASSIGNEE(s): Fuji Photo Film Co Ltd (JP), PATENT NO.: 5,906,813 (19990525), FILED: (19970623)

PROCESS FOR REMOVING AMMONIA FROM GASIFICATION GAS. INVENTOR(s): Leppalahti Jukka (FI), ASSIGNEE(s): Valton Teknillinen Tutkiskeskus (FI), PATENT NO.: 5,906,803 (19990525), FILED: (19970620)

FILTER WITH ZEOLITIC ADSORBENT ATTACHED TO INDIVIDUAL EXPOSED SURFACES OF AN ELECTRET-TREATED FIBROUS MATRIX. INVENTOR(s): Cohen Bernard, Jameson Lee Kirby (US), ASSIGNEE(s): Kimberly Clark Worldwide Inc (US), PATENT NO.: 5,906,743 (19990525), FILED: (19950524)

PROCESS SCHEME FOR PROCESSING SOUR FEED IN ISOMERIZATION DEWAXING. INVENTOR(s): Chou Tai-Sheng (US), ASSIGNEE(s): Mobil Oil Corporation (US), PATENT NO.: 5,906,729 (19990525), FILED: (19971208)

PROCESS FOR INCREASED OLEFIN YIELDS FROM HEAVY FEEDSTOCKS. INVENTOR(s): Iaccino Larry Lee, Coute Nicolas P. (US), ASSIGNEE(s): Exxon Chemical Patents Inc (US), PATENT NO.: 5,906,728 (19990525), FILED: (19960823)

AIR PURIFICATION PROCESS. INVENTOR(s): Jain Ravi, Tseng James K. (US), ASSIGNEE(s): The BOC Group Inc (US), PATENT NO.: 5,906,675 (19990525), FILED: (19970930)

PROCESS AND APPARATUS FOR SEPARATING GAS MIXTURES. INVENTOR(s): Tan Ziming, Toppel Karl O. (US), ASSIGNEE(s): The BOC Group Inc (US), PATENT NO.: 5,906,674 (19990525), FILED: (19971216)

PRESSURE SWING SYSTEM WITH AUXILIARY ADSORBENT BED. INVENTOR(s): Reinhold III, Herbert W., Huber Mark, King David R. (US), ASSIGNEE(s): Nitrotec Corporation (US), PATENT NO.: 5,906,673 (19990525), FILED: (19970515)

CLOSED-LOOP FEEDBACK CONTROL FOR OXYGEN CONCENTRATOR, INVENTOR(s): Michaels Gregory A., Birangi Homayoun, Polaseck David D. (US), ASSIGNEE(s): Invacare Corporation (US), PATENT NO.: 5,906,672 (19990525), FILED: (19970612)

OPTICAL ILLUMINATION DEVICE, INVENTOR(s): Mori Takashi, Yamada Jin, Nagatsuka Jun, Hasegawa Shinichi, Hagiwara Shigeru (JP), ASSIGNEE(s): Nikon Corporation (JP), PATENT NO.: 5,906,429 (19990525), FILED: (19970725)

PROCESS FOR THE ISOMERIZATION OF PARAFFINS, INVENTOR(s): Galperin Leonid B. (US), ASSIGNEE(s): UOP LLC (US), PATENT NO.: 5,905,181 (19990518), FILED: (19971229)

HYDROCARBON CONVERSION CATALYST COMPOSITION AND PROCESSES THEREFOR AND THEREWITH, INVENTOR(s): Drake Charles A., Wu An-hsiang (US), ASSIGNEE(s): Phillips Petroleum Company (US), PATENT NO.: 5,905,179 (19990518), FILED: (19981014)

METHOD OF PRODUCING 1,4-BUTANEDIOL AND TETRAHYDROFURAN FROM FURAN, INVENTOR(s): Fischer Rolf, Pinkos Rolf (DE), ASSIGNEE(s): BASF Aktiengesellschaft (DE), PATENT NO.: 5,905,159 (19990518), FILED: (19970916)

HETEROCYCLIC BIARYL COMPOUNDS AND PHARMACEUTICAL/COSMETIC COMPOSITIONS COMPRISED THEREOF, INVENTOR(s): Diaz Philippe, Nice, Thoreau Etienne (FR), ASSIGNEE(s): Centre International De Recherches Dermatologiques Galderma (FR), PATENT NO.: 5,905,088 (19990518), FILED: (19970630)

SYSTEM FOR DELIVERING HYDROPHOBIC LIQUID BLEACH ACTIVATORS, INVENTOR(s): Chapman Benjamin Edgar, Trinh Toan (US), ASSIGNEE(s): Procter & Gamble Company (US), PATENT NO.: 5,905,067 (19990518), FILED: (19980127)

HYDROTREATING CATALYST COMPOSITION AND PROCESSES THEREFOR AND THEREWITH, INVENTOR(s): Wu An-hsiang, Drake Charles A. (US), PATENT NO.: 5,905,051 (19990518), FILED: (19970604)

LIQUID SEPTIC TANK TREATMENT COMPOSITION, INVENTOR(s): Cooney Jr. Edward Matthew, Smialowicz Dennis Thomas, Tobey Jr. James F., Jiminez Luiz (US), ASSIGNEE(s): Reckitt & Colman Inc, Tobey Jr. James F. (US), PATENT NO.: 5,905,037 (19990518), FILED: (19960808)

PVA-BASE THERMOPLASTIC COPOLYMER AND ITS PRODUCTION PROCESS AND USE, INVENTOR(s): Hanada Kazuyuki, Kuriyama Katsumi (JP), ASSIGNEE(s): Dainichiseika Color & Chemicals Mfg Co Ltd, Ukima Colour & Chemicals Mfg Co Ltd (JP), PATENT NO.: 5,904,974 (19990518), FILED: (19970625)

METHOD AND APPARATUS FOR TREATING AN ARTICLE CONTAINING AN OXIDIZABLE ORGANIC COMPOUND, INVENTOR(s): Becraft Michael L., Ecoeff Martin J., Sylvia R. Karina, Thomas Jeffrey A. (US), ASSIGNEE(s): Cryovac Inc (US), PATENT NO.: 5,904,960 (19990518), FILED: (19971029)

ALUMINOSILICATES, INVENTOR(s): Araya Abraham (GB), ASSIGNEE(s): Crosfield Limited (GB), PATENT NO.: 5,904,914 (19990518), FILED: (19970728)

PROCESS FOR OBTAINING A HIGH-HYDROGEN, LOW-CARBON-MONOXIDE GAS, INVENTOR(s): Bohm Gustav, Staneff Theodor, Steinwandel Jurgen (DE), ASSIGNEE(s): Daimler-Benz AG (DE), PATENT NO.: 5,904,913 (19990518), FILED: (19970130)

METHODS FOR REMOVING AND DECOMPOSING METHYL BROMIDE FROM FUMIGATION, INVENTOR(s): Yates Scott R., Gan Jianying (US), ASSIGNEE(s): The Regents of the University of California, The United States of America as represented by the Secretary of Agriculture (US), PATENT NO.: 5,904,909 (19990518), FILED: (19970821)

PROCESS FOR FLUID CATALYTIC CRACKING OF OILS, INVENTOR(s): Fujiyama Yuichiro (JP), ASSIGNEE(s): Nippon Oil Co Ltd, Petroleum Energy Center (JP), PATENT NO.: 5,904,837 (19990518), FILED: (19971003)

DUAL FEED REACTOR HYDROCRACKING PROCESS, INVENTOR(s): Thakkar Vasant P. (US), ASSIGNEE(s): UOP LLC (US), PATENT NO.: 5,904,835 (19990518), FILED: (19971024)

METHOD OF SUBLIMING MATERIAL IN CVD FILM PREPARATION METHOD, INVENTOR(s): Tasaki Yuzo, Sato Mamoru, Yoshizawa Shuji, Onoe Atsushi, Chikuma Kiyofumi, Yoshida Ayako (JP), ASSIGNEE(s): Dowa Mining Co Ltd, Pioneer Electric Corporation (JP), PATENT NO.: 5,904,771 (19990518), FILED: (19970403)

CELLULASE-CONTAINING WASHING AGENTS, INVENTOR(s): Maurer Karl-Heinz, Weiss Albrecht (DE), ASSIGNEE(s): Henkel Kommanditgesellschaft auf Aktien (DE), PATENT NO.: 5,904,736 (19990518), FILED: (19971121)

DETERGENT COMPOSITIONS CONTAINING POLY-ETHYLENEIMINES FOR ENHANCED STAIN REMOVAL, INVENTOR(s): Gutierrez Eddie (US), Wu Shang-Ren (CN), Racherla Uday, Vermeer Robert (US), ASSIGNEE(s): Lever Brothers Company (US), PATENT NO.: 5,904,735 (19990518), FILED: (19970804)

CLEANING COMPOSITIONS CONTAINING BLEACH AND STABILITY-ENHANCED ENZYMES, INVENTOR(s): Rai Saroj, Scheper William Michael, Taylor Lucille Florence, Caravajal Gregory Stephen, Burckett-St. Laurent James Charles Theophile Roger, Pramod Kakumanu (US), ASSIGNEE(s): The Procter & Gamble Company (US), PATENT NO.: 5,904,161 (19990518), FILED: (19960228)

ALKYLAROMATICS PRODUCTION, INVENTOR(s): Collins Nick A., Mazzone Dominick N., Venkat Chaya R. (US), ASSIGNEE(s): Mobil Oil Corporation (US), PATENT NO.: 5,902,917 (19990511), FILED: (19971126)

PREPARATION OF ARALKANOIC ACIDS AND ESTERS USING MIXED LIGAND CATALYST, INVENTOR(s): Wu Tse-Chong (US), ASSIGNEE(s): Albemarle Corporation (US), PATENT NO.: 5,902,898 (19990511), FILED: (19980226)

CYANOBUTYLATION OF AMMONIA, ALKYLAMINES AND HYDRAZINE WITH 3-PENTENENITRILE, 4-PENTENENITRILE OR MIXTURES THEREOF, INVENTOR(s): Herkes Frank Edward (US), ASSIGNEE(s): E I du Pont de Nemours and Company (US), PATENT NO.: 5,902,883 (19990511), FILED: (19971218)

BLEACHING AGENT, INVENTOR(s): Lagnemo Hans, Jigstam Monica (SE), ASSIGNEE(s): Eka Chemicals AB (SE), PATENT NO.: 5,902,783 (19990511), FILED: (19960823)

DETERGENT COMPOSITIONS COMPRISING STABILISED POLYAMINO ACID COMPOUNDS, INVENTOR(s): Hall Robin Gibson (GB), Willey Alan David (US), ASSIGNEE(s): Procter & Gamble Company (US), PATENT NO.: 5,902,782 (19990511), FILED: (19980205)

SYNTHESIS OF MICROPOROUS CERAMICS, INVENTOR(s): Dismukes John Pickett, Johnson Jack Wayne, Corcoran Jr. Edward William, Vallone Joseph, Pizzulli Jr. James J., Anderson Michael P. (US), ASSIGNEE(s): Exxon Research and Engineering Co (US), PATENT NO.: 5,902,759 (19990511), FILED: (19970121)

ION CONDUCTIVE MATERIAL AND ELECTROCHEMICAL DEVICE COMPRISING THE SAME, INVENTOR(s): Nie Jin, Kita Fusaji, Murakami Koji, Kawakami Akira, Kobayashi Hiroshi, Sonoda Takaaki (JP), ASSIGNEE(s): Hitachi Maxell Ltd (JP), PATENT NO.: 5,902,698 (19990511), FILED: (19960229)

COATED SODIUM PERCARBONATE PARTICLES, A PROCESS FOR THEIR PREPARATION AND THEIR USE, INVENTOR(s): Bertsch-Frank Birgit, Bewersdorf Martin, Klasen Claas-Juergen, Lieser Thomas, Mueller Klaus, Rollmann Juergen (DE), ASSIGNEE(s): Degussa Aktiengesellschaft (DE), PATENT NO.: 5,902,682 (19990511), FILED: (19960116)

ULTRAVIOLET SHIELDING COMPOSITE FINE PARTICLES, METHOD FOR PRODUCING THE SAME, AND COSMETICS, INVENTOR(s): Oshima Kentaro, Kozaki Shunji, Imaizumi Yoshinobu, Miyake Toshio, Nishimura Toru, Tsuto Keiichi, Sugawara Satoshi, Torizuka Makoto (JP), ASSIGNEE(s): Kao Corporation (JP), PATENT NO.: 5,902,569 (19990511), FILED: (19970827)

MATERIAL WITH MICROPOROUS CRYSTALLINE WALLS DEFINING A NARROW SIZE DISTRIBUTION OF MESOPORES, AND PROCESS FOR PREPARING SAME, INVENTOR(s): Lujano Juan, Romero Yilda, Carrazza Jose (VE), ASSIGNEE(s): Intevop S A (VE), PATENT NO.: 5,902,564 (19990511), FILED: (19981026)

FIVE-COORDINATE PHOSPHOROUS COMPOUND, PROCESS FOR PRODUCING THE SAME AND ITS USE, INVENTOR(s): Inui Naoki, Kikuchi Taketoshi, Fukuda Kanako, Sanada Takashi (JP), ASSIGNEE(s): Sumitomo Chemical Co Ltd (JP), PATENT NO.: 5,902,516 (19990511), FILED: (19970807)

OXYGEN GENERATING DEVICE, INVENTOR(s): Phillips Robert John, Simons Adrian (GB), ASSIGNEE(s): Normalair-Garrett (Holdings) Limited (GB), PATENT NO.: 5,902,379 (19990511), FILED: (19970515)

METHOD OF FORMING A CLUMPABLE ANIMAL LITTER MIXTURE, INVENTOR(s): Pattengill Maurice Glenn, Glynn Jerry Dean, Jones Martin Allen (US), PATENT NO.: 5,901,661 (19990511), FILED: (19960808)

INK UNIT FOR USE IN INK JET RECORDING AND INK JET RECORDING METHOD, INVENTOR(s): Ichizawa Nobuyuki, Yui Toshitake, Suzuki Atsushi, Yamashita Kunichi, Hashimoto Ken (JP), ASSIGNEE(s): Fuji Xerox Co Ltd (JP), PATENT NO.: 5,900,899 (19990504), FILED: (19970520)

LUMINESCENT SCREEN INCLUDING A LUMINESCENT ZEOLITE, INVENTOR(s): Kynast Ulrich H., Weiler Volker U. (DE), ASSIGNEE(s): U S Phillips Corporation (US), PATENT NO.: 5,900,695 (19990504), FILED: (19970207)

PROCESS FOR ADSORPTIVE SEPARATION OF METAXYLENE FROM XYLENE MIXTURES, INVENTOR(s): Kulprathipanja Santi (US), ASSIGNEE(s): UOP LLC (US), PATENT NO.: 5,900,523 (19990504), FILED: (19970808)

CATALYSTS FOR CONVERTING METHANE OR PURIFIED NATURAL GAS, PREPARATION THEREOF, AND PROCESS FOR PREPARATION OF ETHYLENE USING THE CATALYSTS, INVENTOR(s): Park Dae Chul, Ahn Pyung Kwon (KR), ASSIGNEE(s): Korean Research Institute of Chemical Technology (KR), PATENT NO.: 5,900,521 (19990504), FILED: (19951114)

AROMATICS ALKYLATION, INVENTOR(s): Mazzone Dominick N., Marler David O., Keville Kathleen M., Green Larry A. (US), ASSIGNEE(s): Mobil Oil Corporation (US), PATENT NO.: 5,900,520 (19990504), FILED: (19950123)

CATALYTIC PROCESS FOR THE SELECTIVE ALKYLATION OF POLYCYCLIC AROMATIC COMPOUNDS, INVENTOR(s): Notte Patrick Pierre Bernard, Poncelet Georges Marie Joseph Luc, Remy Marc Joseph Henri, Lapdinois Pierre Fernand Marcel Ghislain, Van Hoecke Marina Jeanne Madeleine (BE), ASSIGNEE(s): Solutia Inc (US), PATENT NO.: 5,900,519 (19990504), FILED: (19961028)

HEAT INTEGRATION IN ALKYLATION/TRANSALKYLATION PROCESS, INVENTOR(s): Merrill James T., Tudor Joseph Honn (US), ASSIGNEE(s): Fina Technology Inc (US), PATENT NO.: 5,900,518 (19990504), FILED: (19961030)

PRODUCTION METHOD OF 2-CYCLOHEXENE-1-OL, INVENTOR(s): Ishida Hiroshi, Ono Mitsuji, Chono Masazumi (JP), ASSIGNEE(s): Asahi Kasei Kogyo Kabushiki Kaisha (JP), PATENT NO.: 5,900,513 (19990504), FILED: (19980206)

PREPARATION OF AMINES FROM OLEFINS OVER ZEOLITES OF THE TYPE PSH-3, MCM-22, SSZ-25 OR MIXTURES THEREOF, INVENTOR(s): Eller Karsten, Muller Ulrich, Kummer Rudolf, Stops Peter (DE), ASSIGNEE(s): BASF Aktiengesellschaft (DE), PATENT NO.: 5,900,508 (19990504), FILED: (19960718)

HETEROGENEOUS VAPOR PHASE CARBONYLATION PROCESS, INVENTOR(s): Tustin Gerald Charles, Zoeller Joseph Robert, Browning Jr. Horace Lawrence, Singleton Andy Hugh (US), ASSIGNEE(s): Eastman Chemical Company (US), PATENT NO.: 5,900,505 (19990504), FILED: (19980122)

PROCESS FOR THE PREPARATION OF EPSILON-CAPROLACTAM, INVENTOR(s): Teramoto Kouji, Kanda Yu, Tezuka Makoto, Uchibori Toshio, Sano Hidefumi (JP), ASSIGNEE(s): Mitsubishi Chemical Corporation (JP), PATENT NO.: 5,900,482 (19990504), FILED: (19970319)

AROMATIC POLYCARBONATE-STYRENE POLYMER RESIN COMPOSITION, INVENTOR(s): Nishihara Hajime, Watanabe Akihiro (JP), ASSIGNEE(s): Asahi Kasei Kogyo Kabushiki Kaisha (JP), PATENT NO.: 5,900,446 (19990504), FILED: (19960826)

TABLET CONTAINING BUILDERS, INVENTOR(s): Seiter Wolfgang, Jung Dieter, Koch Otto, Stevermann Birgit (DE), ASSIGNEE(s): Henkel Kommanditgesellschaft auf Aktien (DE), PATENT NO.: 5,900,399 (19990504), FILED: (19961010)

MACHINE DISHWASHING TABLETS CONTAINING AN OXYGEN BLEACH SYSTEM, INVENTOR(s): Nicholson John Richard, Piatek Bozena Marianna, Lang David John, Secemski Isaac Israel (US), ASSIGNEE(s): Lever Brothers Company (US), PATENT NO.: 5,900,395 (19990504), FILED: (19961223)

METHOD OF AND PRODUCTS FOR PROMOTING IMPROVED GROWTH OF PLANTS AND MORE WATER-EFFICIENT GROWING SOIL OR OTHER MEDIA AND THE LIKE WITH ZEOLITE CRYSTALS TREATED WITH PREFERABLY WATER-BASED PLANT-DERIVED NUTRIENT EXTRACTIONS AND THE LIKE, INVENTOR(s): Rines Robert H. (US), ASSIGNEE(s): Allor Foundation (US), PATENT NO.: 5,900,387 (19990504), FILED: (19961125)

PROCESS FOR INCREASING THE ACTIVITY OF ZEOLITE CONTAINING PARTICULATE SOLIDS, INVENTOR(s): Davis Robert E., Bartholic David B. (US), ASSIGNEE(s): New Life Catalyst, Inc (US), PATENT NO.: 5,900,383 (19990504), FILED: (19960102)

ALIPHATIC-AROMATIC COPOLYESTERS AND CELLULOSE ESTER/POLYMER BLENDS, INVENTOR(s): Buchanan Charles M., Gardner Robert M., Wood Matthew D., White Alan W., Gedon Steven C., Barlow Jr. Fred D. (US), ASSIGNEE(s): Eastman Chemical Company (US), PATENT NO.: 5,900,322 (19990504), FILED: (19961210)

ANTI-BACTERIAL COMPOSITIONS, INVENTOR(s): Engler Phillip V. (US), ASSIGNEE(s): Zeolitics Inc (US), PATENT NO.: 5,900,258 (19990504), FILED: (19960201)

MAMMALIAN EXCREMENT TREATING MATERIAL AND PROCESS FOR PRODUCING THE SAME, INVENTOR(s): Ito Hiroshi (JP), ASSIGNEE(s): Kabushikikaisha Daiki (JP), PATENT NO.: 5,900,253 (19990504), FILED: (19970709)

DRYING AGENTS FOR NON-FOAMED POLYURETHANES, INVENTOR(s): House David W. (US), ASSIGNEE(s): UOP LLC (US), PATENT NO.: 5,900,226 (19990504), FILED: (19970409)

PROCESS FOR TREATING NITROGEN OXIDE-CONTAINING GAS USING A CERIUM ZEOLITE, INVENTOR(s): Ito Eri (JP), C.M. van den Bleek Cornelis Maria, van Bekkum Herman H., J.C. Jansen Jacobus Cornelis, R.J. Hultermans Ronald Johannes, P. M. Lugt Pieter Martin (NL), ASSIGNEE(s): Technische Universiteit Delft (NL), PATENT NO.: 5,900,222 (19990504), FILED: (19961119)

METHOD OF MAKING PAPER, INVENTOR(s): Nagan Leo E. (US), ASSIGNEE(s): Sortwell & Co (US), PATENT NO.: 5,900,116 (19990504), FILED: (19970519)

METHOD FOR DETERMINING SPECIFIC MATERIAL CHARACTERISTICS, INVENTOR(s): Becker Achim, Menzel Jan (DE), ASSIGNEE(s): Filterwerk Mann & Hummel GmbH (DE), PATENT NO.: 5,898,309 (19990427), FILED: (19961002)

SUPPORTED CATALYST CONTAINING RHENIUM AND ALUMINUM PROCESS FOR THE PREPARATION THEREOF AND USE FOR THE METATHESIS OF OLEFINS, INVENTOR(s): Commereuc Dominique (FR), ASSIGNEE(s): Institut Fran cedilla ais du Petrole (FR), PATENT NO.: 5,898,092 (19990427), FILED: (19970523)

AROMATIC ISOMERIZATION USING A MODIFIED SILICOALUMINOPHOSPHATE, INVENTOR(s): Hammerman John Ivor, Flanigen Edith Marie, Gajda Gregory J., Holmgren Jennifer S., Lesch David A., Patton Robert Lyle, Reynolds Thomas Matthew, Roeseler Cara Moy (US), ASSIGNEE(s): UOP LLC (US), PATENT NO.: 5,898,090 (19990427), FILED: (19971217)

HYDROCARBON AROMATIZATION PROCESS USING A ZEOLITE, INVENTOR(s): Drake Charles A., Wu An-hsiang, Yao Jianhua (US), ASSIGNEE(s): Phillips Petroleum Company (US), PATENT NO.: 5,898,089 (19990427), FILED: (19970828)

PROCESS FOR PREPARATION OF AN ESTER, INVENTOR(s): Takahara Ichiro, Kadobayashi Masumi, Kaminaka Noriaki (JP), ASSIGNEE(s): Matsumoto Yushi-Seiyaku Co Ltd (JP), PATENT NO.: 5,898,077 (19990427), FILED: (19971007)

HYDROCARBON CONVERSION CATALYST COMPOSITION AND PROCESSES THEREFOR AND THEREWITH, INVENTOR(s): Wu An-Hsiang, Drake Charles A. (US), ASSIGNEE(s): Phillips Petroleum Company (US), PATENT NO.: 5,898,011 (19990427), FILED: (19970828)

METHODS AND COMPOSITIONS FOR REDUCING BODY ODOR, INVENTOR(s): Trinh Toan, Bartolo Robert Gregory, Dodd Michael Thomas, Lucas Juliet Marie, Buckner Robin Yager, Kajs Theresa Marie (US), ASSIGNEE(s): The Procter & Gamble Company (US), PATENT NO.: 5,897,856 (19990427), FILED: (19971008)

METHODS AND COMPOSITIONS FOR REDUCING BODY ODOR, INVENTOR(s): Trinh Toan, Bartolo Robert Gregory, Dodd Michael Thomas, Lucas Juliet Marie, Buckner Robin Yager, Kajs Theresa Marie (US), ASSIGNEE(s): The Procter & Gamble Company (US), PATENT NO.: 5,897,855 (19990427), FILED: (19971008)

CATALYTIC CONVERTER HAVING A CATALYST WITH NOBLE METAL ON MOLECULAR SIEVE CRYSTAL SURFACE AND METHOD OF TREATING DIESEL ENGINE EXHAUST GAS WITH SAME, INVENTOR(s): Kharas Karl C. C., Robota Heinz J. (US), ASSIGNEE(s): ASEC Manufacturing (US), PATENT NO.: 5,897,846 (19990427), FILED: (19970127)

METHOD FOR MANUFACTURING CHITOSAN FIBER, INVENTOR(s): Kawasaki Shiro (JP), ASSIGNEE(s): Japan Exlan Company Limited (JP), PATENT NO.: 5,897,821 (19990427), FILED: (19970826)

SPIRAL WOUND EXTRACTION CARTRIDGE, INVENTOR(s): Wisted Eric E., Lundquist Susan H. (US), ASSIGNEE(s): Minnesota Mining and Manufacturing Company (US), PATENT NO.: 5,897,779 (19990427), FILED: (19970213)

DESULFURIZATION PROCESS FOR REMOVAL OF REFRACTORY ORGANOSULFUR HETEROCYCLES FROM PETROLEUM STREAMS, INVENTOR(s): McVicker Gary B., Ho Teh C., Soled Stuart, Daage Michel, Krycak Roman, Miseo Sabato, Buchholz Viktor, Lewis William E. (US), ASSIGNEE(s): Exxon Research and Engineering Co (US), PATENT NO.: 5,897,768 (19990427), FILED: (19970228)

METHOD FOR PRODUCING A COVERING, INVENTOR(s): Sugihara Shozo (JP), ASSIGNEE(s): Sugihara Housei Kogyo Co Ltd (JP), PATENT NO.: 5,897,734 (19990427), FILED: (19961127)

SYNTHESIS GAS DRYING AND CO₂ REMOVAL, INVENTOR(s): Golden Timothy Christopher, Barnes Jr. David Richard (US), ASSIGNEE(s): Air Products and Chemicals Inc (US), PATENT NO.: 5,897,686 (19990427), FILED: (19971022)

HYDROCARBON CONVERSION CATALYST COMPOSITION AND PROCESSES THEREFOR AND THEREWITH, INVENTOR(s): Yao Jianhua, Drake Charles A. (US), ASSIGNEE(s): Phillips Petroleum Company (US), PATENT NO.: 5,895,828 (19990420), FILED: (19970604)

PROCESS OF RECOVERING USEFUL MATERIAL THROUGH CRACKING OF PLASTIC MATERIAL, INVENTOR(s): Takahashi Toshiki, Fukushima Tatsuto, Tanimoto Yoshio, Muraoka Akemi (JP), ASSIGNEE(s): Mazda Motor Corporation (JP), PATENT NO.: 5,895,827 (19990420), FILED: (19970624)

ION ADSORBENT, INVENTOR(s): Mouri Motoya, Kimura Toshio, Ueda Takeshi (JP), ASSIGNEE(s): Takeda Chemical Industries Ltd (JP), PATENT NO.: 5,895,796 (19990420), FILED: (19970814)

IN-SITU CRYSTALLIZED ZEOLITE CONTAINING COMPOSITION (LAI-ISC), INVENTOR(s): Lai Wenyih Frank (US), ASSIGNEE(s): Exxon Research and Engineering Company (US), PATENT NO.: 5,895,769 (19990420), FILED: (19970729)

BATTERY ELEMENT CONTAINING MACROPOROUS ADDITIVES, INVENTOR(s): Clough Thomas J. (US), ASSIGNEE(s): Ensci Inc (US), PATENT NO.: 5,895,732 (19990420), FILED: (19960702)

CATALYTIC COMPOSITIONS AND METHODS FOR SUPPRESSION OF HALOGENATION OF ORGANIC COMPOUNDS WITH OXIDATION PRODUCTS OF HALOGENATED ORGANIC COMPOUNDS IN GASEOUS EMISSION STREAMS, INVENTOR(s): Nguyen Pascaline H., Chen James M., Wan Chung-Zong, Chen Shau-Lin Frank, Hu Zhicheng (US), ASSIGNEE(s): Engelhard Corporation (US), PATENT NO.: 5,895,636 (19990420), FILED: (19971202)

SOLAR COLLECTOR, INVENTOR(s): Groesswang Heinz (AU), PATENT NO.: 5,894,837 (19990420), FILED: (19980223)

EXHAUST EMISSION CONTROL DEVICE FOR DIESEL ENGINES, INVENTOR(s): Wakamoto Koutaro (JP), ASSIGNEE(s): Komatsu Ltd (JP), PATENT NO.: 5,894,728 (19990420), FILED: (19971229)

REDUCTION OF NO_x IN THE EXHAUST GASES FROM INTERNAL COMBUSTION ENGINES CONTAINING EXCESS OXYGEN, INVENTOR(s): Kharas Karl C. C., Henk, Michael George, Robota, Heinz Juergen (US), PATENT NO.: 5,894,068 (19990413), FILED: (19921214)

CATALYST FOR PURIFYING EXHAUST GAS, INVENTOR(s): Takada Toshihiro (JP), ASSIGNEE(s): Toyota Jidosha Kabushiki Kaisha (JP), PATENT NO.: 5,894,013 (19990413), FILED: (19970828)

PURIFYING METHOD AND PURIFICATION SYSTEM FOR LAKES AND MARSHES, INVENTOR(s): Yoda Hiroaki, Nakadaira Shiro, Masuda Toshio, Mizumori Takashi, Tsuzuki Koichi (JP), ASSIGNEE(s): Hitachi Ltd (JP), PATENT NO.: 5,893,978 (19990413), FILED: (19970204)

CATALYTIC REDUCTION SYSTEM FOR OXYGEN-RICH EXHAUST, INVENTOR(s): Vogtlin George E., Merritt Bernard T., Hsiao Mark C., Wallman P. Henrik, Penetrante Bernardino M. (US), ASSIGNEE(s): The Regents of the University of California (US), PATENT NO.: 5,893,267 (19990413), FILED: (19970805)

ゼオライト学会法人会員名簿

(平成11年4月現在, 五十音順)

- | | |
|------------------------|--------------------|
| 1. 旭化成工業(株) | 25. 東洋シーシーアイ(株) |
| 2. 出光興産(株) | 26. (株) 豊田中央研究所 |
| 3. イハラケミカル(株) 研究所 | 27. 日揮(株) |
| 4. エヌ・イー・ケムキャット(株) | 28. 日東化学工業(株) |
| 5. 鹿島建設(株) 技術研究所 | 29. 日本化学工業(株) |
| 6. 川崎製鉄(株) 技術研究所 | 30. 日本ケッチェン(株) |
| 7. (株) クボタ | 31. 日本鋼管(株) |
| 8. (株) コスモ総合研究所 | 32. 日本酸素(株) |
| 9. 昭和シェル石油(株) | 33. 日本石油(株) |
| 10. 触媒化成工業(株) | 34. 日本ビルダー(株) |
| 11. (株) ジャパン・エナジー | 35. 日本ベル(株) |
| 12. 新東北化学工業(株) | 36. 日本モービルカタリスト(株) |
| 13. 住友化学工業(株) | 37. 富士石油(株) |
| 14. 住友金属鉱山(株) 中央研究所 | 38. 北陸電力(株) |
| 15. 大同ほくさん(株) | 39. 丸善石油化学(株) |
| 16. 武田薬品工業(株) 生活環境事業部 | 40. 水澤化学工業(株) |
| 17. 千代田化工建設(株) | 41. 三井化学(株) |
| 18. 帝人(株) | 42. 三菱化学(株) |
| 19. 東京ガス(株) | 43. 三菱重工業(株) 長崎研究所 |
| 20. 東ソー(株) 東京研究センター | 44. ヤマホ工業(株) |
| 21. 東ソー(株) ファインケミカル事業部 | 45. ユニオン昭和(株) |
| 22. 東燃(株) | 46. ユニチカ(株) |
| 23. 東燃化学(株) | 47. ライオン(株) |
| 24. 東北電力(株) 応用技術研究所 | |

本誌Vol.16, No.1に掲載いたしました法人会員名簿の中で、一部社名に誤りがありました。謹んでお詫び申し上げ、あらためて本号に掲載いたします。

編集後記

本号で高石名誉教授に“私のゼオライト研究遍歴”をお書きいただくことになり、つつい昔のことに思いが馳せた。私共のゼオライト研究は1963年に開始したが、当時、高石教授の学友であり、唯一日本名のついた天然ゼオライト・ユガワラライト発見に関し、桜井欽一先生と共同発表された林 瑛氏と、その弟子である月館隆明氏の指導の下に研究を行い、1969年に日本で始めて工業生産に成功することができた。当時、私共の合成研究はA, X, Y, モルデナイト程度であったが、原料にアロフェンを用いた研究等も行い、若き日の小坂丈予先生（現東京工業大学名誉教授）ご指導の下にご一緒に採掘などもした。高石教授に吸着とゼオライト結晶、イオン交換やその測定方法などを御指導いただいたのはこの頃からで、今日まで30数年になる。教授のご指導について思うと、理論に基づく実験を行うのは当然のこととして、データに現れる変化を見落とさないこと、その為には精度の高い測定をする必要があること等の印象が強く残っている。また先生はかねがねゼオライト研究者Barrer教授を大変尊敬しておられるようにお見受けしている。Barrer教授のゼオライト研究の功績はもとより、生涯現役研究者という側面も評価しておられるのではないかと思います。喜寿をお迎えの先生の姿勢と重なってしまう。

これ以上思い出話をすると“私はまだ現役でしてね、まだ過去は回想したくないですね”と先生にお叱りを受けそうなので、ゼオライトを愛する諸兄とともにゼオライトのたいなる発展を祈りつつ筆を置く。

(S. M.)

ゼオライト (Zeolite News Letters) 編集委員

委員長

中田真一（秋田大工学資源）

Editors-in-Chief

Shinichi Nakata (Akita University, Akita)

幹事

山崎淳司（早大理工）

Managing Editor

Atsushi Yamazaki (Waseda University, Tokyo)

相本康次郎（ジャパンエナジー）

Kojiro Aimoto (Japan Energy Corp., Toda)

大久保達也（東大大学院工）

Tatsuya Okubo (The University of Tokyo, Tokyo)

萩原成騎（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., Kawasaki)

里川重夫（東京ガス）

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

宍戸哲也（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)

野末泰夫（東北大大学院理）

Yasuo Nozue (Tohoku University, Sendai)

馬場俊秀（東工大工）

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., Tokyo)

吉川正人（東レ）

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

ゼオライト Vol.16, No.3 平成11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