

東北大学大学院理学研究科 助教授

寺崎 治

「配列したミクロ空間での新物質系の創製と物性」

1. 研究実施の概要

[基本構想] ナノメートルスケールの構造を持った物質には量子力学的効果が顕著に現れ、基礎・応用の両面で興味を持たれている。ゼオライト中のカリウムクラスターが強磁性を示すことを既に発見し、注目を集めた。ゼオライト等のマイクロ多孔体が持つナノメートルの空間を利用すると、空間次元の選択、基本的な構造を維持したままクラスターの電子濃度や相互作用の種類と大きさを制御出来る。そこに新しい物性を出現する配列したクラスターを作製して、その構造解析・評価と諸物性を測定する。

この研究を以下の3本柱で進める。

1. ゼオライトを中心としたマイクロ空間として良質な結晶を利用して、配列したクラスターを作製(合成)
2. それら複合系の構造解析と評価(構造解析)
3. 配列したクラスターの物性研究(物性)

2は特に、ゼオライト結晶の構造解析・評価には高分解能電子顕微鏡(HREM)による研究が極めて有力であり、それを推進する。3は、ゼオライト中のアルカリ金属クラスターに関する研究を中心としながらも、その他のクラスター新物質の創製と新しい物性研究についても展開する。ゼオライトなどが形成する空間の幾何学は周期的極小曲面で良く表現でき、この曲面は自己組織化や生体脂質膜の構造と機能の関係に興味を持たれ、ゼオライトの”容器”の役割にも示唆的である。全体として、新しい物質系の創製、その物性の基本的理解、バルク凝縮系の理解へのフィードバック、更に未知の領域へと挑戦する。

この基本構想の下に研究を進めた。

[研究の実施] 配列したマイクロ空間に物質系を創り、その新奇な物性を測定するには、先ず、1と2の課題として、良質な配列した空間、可能であれば大きなゼオライト単結晶を作り、その単結晶を用い構造解析を進めると同時に結晶の方位に依存した物理量を測定する。また、ゼオライトの空隙に、様々なクラスターを配列させるための技術的な問題をクリアする。ゼオライトが与える配列した空間は、径の大きさが最大約15オングストローム、また、一次元チャンネルおよび空隙の三次元連結であるので、ゼオライトに欠ける二次元の空隙を準備すること。また、プロジェクト発足時に15オングストロームより大きな空隙を与えるメソ多孔体の合成が報告され、その構造解析と同時に、それを配列ナノ空間として利用した物質創製にも眼を向ける。一方、構造の明確な分子状クラスターをマイクロ、メソ多孔体細孔内に作製出来れば、その配列集合体としての新しい物性発現に加え、新規な触媒系への展開が期待される。

3の課題は、ゼオライト中のアルカリ金属クラスターが示す物性の研究を重点的に行った。この系が示す物性の全体像を理解するには、より制御された試料作製と測定方法の工夫、種々のアルカリ金属の吸蔵濃度を広い領域にわたり変化させて、高磁場下を含む精密な磁気測定と、広いエネルギー域での光学スペクトルの測定、電子スピン共鳴によるマイクロな情報などから広く物性情報を求めた。

同時に、国内外の活発な研究グループとの共同を随時進め、短い時間で成果を上げるように留意した。

[研究グループと研究分担]

本プロジェクトの核は東北大学大学院理学研究科物理学専攻・ミクロ構造物理グループが担い、東北大学・金属材料研究所（金研）、産業技術総合研究所（産総研、旧物質工学工業技術研究所）島根大学総合理工学部、早稲田大学理工学部、群馬高専のグループとの共同で進めることにした。合成、構造解析、物性の分野は、それぞれ寺崎、金研・平賀、理学研究科ミクロ構造物理・野末が研究統括でスタートしたが、研究を進めるにつれ合成と構造解析グループは一体で行うのが効率的であることが判り、寺崎がまとめて担当した。

[研究成果]

合成および構造評価 統括：寺崎治、（それぞれの課題と責任者を以下に明示）

典型的な配列した空間を与える高純度・高結晶質なゼオライト結晶を、この分野で活発に研究している吉林大学からのポスドクが中心となり合成し、ナノ結晶から大きな単結晶や多数の新型ゼオライトの結晶合成に成功した(Prof. S. QIU, Jilin Univ., CHINA と共同)（東北大理・寺崎治）

二次元空間を含む骨格構造と結晶サイズ、形態の制御を目的として、溶媒および imidazole 系鋳型（構造規制）分子を系統的に変化させて合成を行い、多数の新型結晶を得た。構造解析の結果、合成できた Al-P-O 系ミクロ多孔体の骨格構造と溶媒種やマクロ形態との関係について知見を得た（東大理・杉山和正）。

ナノスケールでの組織構造を精密かつ自在に設計・構築するための化学的手法の開発を、特に層状ケイ酸塩を用いて、構造制御された無機有機ナノ複合物質の合成を行い、従来とは異なる構造のメソ多孔体の合成に成功した。層状アルミノケイ酸塩であるカオリナイトの層間での有機分子の選択的配向を明らかにし、層状ケイ酸塩カネマイトから誘導されるメソ多孔体のメソ孔の表面修飾と包接機能の発現について明らかにした。透明な無機-有機複合体薄膜の合成や、ポアの配列を制御による異方性の発現などの成果も得た（早大理工・黒田一幸）。

構造の明確な分子状クラスターをゼオライトあるいはメソ多孔体細孔内に構築して、クラスターの反応性を利用した新規触媒系の開発を検討した。金属硫化物クラスター、金属酸化物クラスターをホスト-ゲスト相互作用を解明しながらゼオライト細孔内に合成した。解明したクラスターの構造とゼオライト細孔内クラスターの酸化活性、水素化脱硫活性を検討した。クラスターの構造と触媒作用を用いるゼオライトの組成、構造により制御できた（島根大総合理工・岡本康昭）。

ゼオライトの新規合成法の開発を主眼として、層状ケイ酸塩（カネマイトやマガディアイト）からゼオライト合成を試み、MFI, MEL, MOR, FER, SODの合成に成功した。この手法により大きな機械的強度（30 kg / cm² 以上）のゼオライト成形体や、成形体の両面で構造および化学組成の異なった複合成形体（MFI / MOR）も得られた。これら成形体はトルエンとメタノールのアルキル化反応において、約 10% 高いパラ選択性を示した（産総研・清住嘉道）。

LTA, FAU, MFI, AFI 等のゼオライト結晶を合成し、粉末X線回折、電子回折及び高分解能電子顕微鏡法により、これらのフレームワークおよびゲスト物質を導入した系の構造評価を定量的に行う途を拓いた(中部大工・大西直之)。

HREM 法を主な手法として、ゼオライト骨格構造およびその欠陥構造の決定を行い、骨格そのものに対する新たな知見を得るとともに、構造決定の方法論を展開・発展させた。また、ナノクラスター/ゼオライト複合系におけるクラスターの直接観察を通して、サイズや配列の制御を試みた

(東北大金研・大砂哲、平賀賢二)。

新型ゼオライトの合成に成功しても、単位胞が大きいいため粉末X線回折では多数の回折線が重なり構造が解けないことが多い。そこで、微結晶でも単結晶構造解析が出来る方法の確立を図った。すなわち、電子回折強度を多くの晶帯軸入射で定量測定し、構造因子の位相推定をX線回折で発展した「直接法」で行い Kinematical 近似でゼオライトの構造を電子回折強度の定量測定から解けることを、構造未知の SSZ-48 のナノ結晶を用いて示した。骨格構造のみならず一部の鑄型分子の位置も求めることが出来、この手法が密度の小さいゼオライトの構造解析法として極めて有力であることを明らかにした (Dr. P. Wagner, CALTEC, USA, Dr. S. Zones, Chevron, USA と共同) (東北大理・寺崎治、東北大金研・平賀賢二)。

シリカメソ多孔体は、界面活性剤が水中で自己組織を形成し、その境界面上にシリカ・ネットワークが形成されると定性的に理解されている。ところで、メソ多孔体の構造は観測される粉末X線回折線の数少なく、晶系すら確定出来ないのに電子顕微鏡像にはきれいな周期性が観測されることが多い。この周期性に着目して、電子顕微鏡像のフーリエ解析から、構造因子の振幅と位相を求め、3次元メソ多孔体の構造を一義的に決める道筋を確立し、それらの構造解析に始めて成功した。また、世界で初めて壁に有機基を一様に導入した無機 有機ハイブリッドメソ多孔体(稲垣博士)の構造評価に成功した。これらのメソ多孔体の構造を確定できたことにより、それら配列ナノ空間を利用した新物質創製が可能となった。一次元チャンネルが蜂の巣状に配列した MCM-41 と Gyroid surface の MCM-48 を利用して作った Pt クラスタは、それぞれ太さ約 30 Å の Pt 単結晶の nanowire および Pt の 3 次元周期的ネットワークであることを示した。今後、構造が制御された様々なメソ多孔体を鑄型に多様なナノスケールの新奇な物質創製とその物性、更にそれらの機能の実用化が一層期待される(稲垣伸二博士(豊田・中研), Dr. A. Carlsson, Lund Univ., SWEDEN, Profs. G. Stucky, UCSB, USA, R. Ryoo, KAIST, KOREA と共同)(東北大理・寺崎治)。

物性 統括：野末泰夫(東北大理、現 阪大理)

本研究のスタートに先立ち、ゼオライト結晶の配列したナノ空間を利用して作成したアルカリ金属クラスターでは、その中に閉じ込められた s 電子がナノ空間全体に広がり、1s、1p、等の原子とは異なる量子準位が形成されることを光学的測定などによって解明してきた。更に、内径 11 の細孔が単純立方構造で配列したアルミノケイ酸塩ゼオライトの LTA を用いて、カリウムクラスターを配列させた系では、クラスターあたりの s 電子数に依存して強磁性が観測されることを

見だし、その発現機構を解明してきた。しかし、この新物質系の物性を支配するものの正体は依然不明であった。そこで、これらの新奇なナノ構造物質を本格的に作成し、多面的な物性研究を系統的に行うことを基本構想として本研究をスタートした。

高品質の配列クラスター試料の作成と、その広帯域分光、磁気測定、電子スピン共鳴などの研究を系統的に行った結果、配列したナノ空間に量子力学的に閉じ込められた s 電子系では、軌道縮退、および、縮退軌道における巨大なスピン軌道相互作用、軌道整列、エネルギーバンド幅と電子相関、電子格子相互作用などの多くのパラメータがクラスター当たりの s 電子数に依存して変化し、物性に劇的な変化が現れることが明確になった。

まず、アルミノケイ酸塩ゼオライト LTA のカリウムクラスターでは、 s 電子数がクラスターあたり 2 個を越えるとクラスターの $1p$ 軌道に s 電子が分布し、軌道縮退 (2 重縮退) が発生する。この軌道縮退とカリウムイオンの静電ポテンシャル勾配によって、スピン軌道相互作用が劇的に増大する。その直接的影響は、電子スピン共鳴の g 値が低温で劇的に減少するという実験結果に現れた。これにより、原子としては軌道成分を持たない s 電子系であっても、クラスターとしては軌道成分をもち、それが縮退することによってスピン軌道相互作用が飛躍的に大きくなるのが初めて示された。それと同時に、 s 電子数が 2 を以上になると自発磁化が突然発生し、低温・低磁場での磁化が 4 桁も増加する。磁氣的な相互作用としては、基本的には対称交換相互作用によって、クラスターのスピンは反強磁性的に配列するが、 s 電子数が 2 を越えると、隣接スピン間には軌道縮退によって増強された巨大な反対称交換相互作用が発生する。そのために、スピンの従来に無い角度まで大きく傾いて、大きな自発磁化が発生する。このことから、この強磁性は、軌道縮退効果による初めての強磁性であると言えることができる。なお、この系は、赤外分光によって基本的には絶縁体であることが判明し、電子間斥力相互作用の強く効いたモット・ハバード型絶縁体になっていることがわかった。また、核磁気共鳴スペクトルの測定により、隣接クラスターの中間の位置における局所磁場が、大きく非対称になるが、Rb クラスターにおいては、その効果はほとんど現れず、この違いを超格子構造の有無と関連づけて解釈した。

一方、わずかでもクラスターの対称性が低下すると、軌道縮退効果は劇的に減少し、磁性も大きく変化する。例えば、LTA 中のカリウムクラスターにおいて s 電子数が 7 個程度の系を作成すると、磁気モーメントが 70 % 以上の細孔に高密度に分布しているにもかかわらず、磁気モーメント間の交換相互作用はほとんど消失し、常磁性 (キュリー則) が観測される。これは、隣接クラスターの軌道が互いに直交するために交換相互作用がほとんど消失したためと解釈できる。

一方、アルミノケイ酸塩ゼオライト FAU の内径 13 の細孔がダイヤモンド構造で配列した系では金属絶縁体転移が観測される。この転移近傍の金属状態では、温度に依存しない大きなスピン磁化率 1.7×10^{-4} emu/mol が観測される。これはフェルミエネルギー付近に非常に大きな状態密度をもつ状態が存在するためであると考えられる。一方、絶縁体状態ではその様な磁化率は観測されない。これは、FAU では窓径が 7 と大きいために、LTA と比較してバンド幅が広くなり、電子間反発エネルギーと同程度になるからである。FAU では絶縁体相から金属相への転移は、クラスター当たりの s 電子数や化学組成に非常に敏感であることは、この様な状況を反映しているもの

と考えられる。

一方、ゼオライトの均質で周期的なナノ空間を利用して作成した銀ハライドクラスターでは、ゼオライト骨格との相互作用により、ゼオライト単独では存在しない超周期構造が見いだされた。光学スペクトルは化学組成とクラスターサイズに依存して大きく変化し、クラスターの構造と電子励起状態との強い相関が見いだされた。また、AgI と AgBr では、バルク結晶においてそれぞれ直接遷移と間接遷移型の違いがある。その違いによって超微粒子における電子正孔量子閉じ込め効果がことなり、光学スペクトルが大きく異なることが期待されてきた。ゼオライトを用いて、均質なサイズのクラスターを作成した結果、初めてその違いが明白に見いだされた。また、金属ナノ薄膜に閉じ込められた電子系における角度分解光電子分光では、ナノ薄膜間の量子準位や基盤の量子準位との結合の様子が明らかになった。

2 . 主な研究成果

(1)論文発表 (173件)

【合成と構造決定・評価】(寺崎、平賀、杉山、大西、大砂グループ)

1. Direct Observation of "Pure MEL type" Zeolite,
O.Terasaki, T.Ohsuna, H.Sakuma, D.Watanabe & Y.Nakagawa,
Chemistry of Materials **8**(1996), 463-468.
2. High-Resolution Electron Microscopy of Metallic Clusters on Zeolite Surface,
T.Ohsuna, O.Terasaki & K.Hiraga,
Materials Science Engineering **A217/218**(1996), 135-138.
3. MoS₂ Clusters in the Spaces of FAU Zeolite,
Y.Sakamoto, N.Togashi, O.Terasaki, T.Ohsuna, Y.Okamoto & K.Hiraga,
Materials Science Engineering A, **217/218**(1996), 147-150.
4. Pore Wall of the Mesoporous Molecular Sieve derived from Kanemite,
S.Inagaki, Y.Sakamoto, Y.Fukushima & O.Terasaki,
Chem. Materials, **8**(1996), 2089-2095.
5. Slow-Scan CCD Camera Analysis of Electron Diffraction and High-resolution Micrographs of Zeolite TPA/ZSM-5,
N. Ohnishi and K. Hiraga,
Journal of Electron Microscopy, vol. 45(1996), p.85-92.
6. Transmission Electron Microscopy Study of Zeolite TPA/ZSM-5 Using a Slow-Scan CCD Camera,
N. Ohnishi and K. Hiraga,
Materials Science and Engineering, vol. A217/218 (1996), p.142-146
7. Observations on the role of crownether templates in the formation of hexagonal and cubic polymorphs of zeolite Y.
T.Ohsuna, O.Terasaki, S.W.Carr, M.Anderson, V.Alfredsson, J-O. Bovin & D.Watanabe,
Proc. Roy.Soc. London, **452**(1996), 715-740.
8. Surface Structure of Synthesized Mordenite Crystal Studied by Atomic Force Microscopy,
S.Sugiyama, S.Yamamoto, O.Matsuoka,T.Honda, H.Nozye, S.Qiu, J.Yu & O.Terasaki,
Surface Science **377-379**(1997), 140-144.
9. Zeolites and related materials studied by electron microscopy.
O.Terasaki, T.Ohsuna, N.Ohnishi & K.Hiraga,
Current Opinion in Solid State & Materials Science **2**(1997), 94-100.
10. Fabrication and Optical Properties of CdSe Quantum Wires Incorporated within Nanochannels of Chrysotyle Asbestos
ans Sepiolite
V.V.Poborchii, VI.Alperovich, Y.Nozye, N.Ohnishi, A.Kasuya & O.Terasaki
J.Phys. Cond. Matter **9**(1997), 5687-5695.
11. Direct Observation of Unreported Imperfection in Mordenite: Overgrowth of the Different Structure on MOR {110}
S.Yoshida, Y.Tokunaga, K.Kamioka, T.Okada & O.Terasaki
Chem. Letters. 1997, 371-372.
12. Synthesis and characterization of a new microporous aluminophosphate with levyne structure in the presence of HF
G.Zhu, F-S Xiao, S.Qiu, P-C Hun., R.Xu, S.Ma & O.Terasaki
Microporous Materials **11**(1997), 269-273.
13. The First Large-Pore Vanadosilicate Framework Containing Hexacoordinated Vanadium
J.Rocha, P.Brandao, Z.Lin, M.W.Anderson, V.Alfredsson & O.Terasaki
Angew. Chem. Int. Ed. Engl. **36**(1997), 100-102.
14. Electron Microscopic Study on Intergrowth of MFI and MEL: Crystal Faults in B-MEL
T.Ohsuna, O.Terasaki, Y.Nakagawa, S.I.Zones & K.Hiraga
J.Phys. Chem., **101** (1997), 9881-9885.
15. Cubosome Description of the Inorganic Mesoporous Structure MCM-48
V.Alfredsson, M.W.Anderson, T.Ohsuna, O.Terasaki, M.Jacob & M.Bojrup
Chem. Mater., **9** (1997), 2066-2070.
16. Strategies for the synthesis of large zeolite single crystals
S.Qiu, J.Yu, G.Zhu, O.Terasaki, Y.Nozye, W.Pang & R.Xu
Microporous & Mesoporous Mater. **21**, 245-251(1998).
17. Structure Analysis of Mesoporous Material"FSM-16": Studies by Electron Microscopy and X-ray Diffraction
Y.Sakamoto, S.Inagaki, T.Ohsuna, N.Ohnishi, Y.Fukushima, Y.Nozye & O.Terasaki
Microporous & Mesoporous Mater. **21**, 589-596(1998).
18. Growth of Quantum-Confined Indium Phosphide Inside MCM-41
J.R. Agger, M.W. Anderson, M.E. Pemble, O. Terasaki and Y. Nozye.
Journal of Phys. Chem. **102B**, 3345-3353(1998).
19. Structural Characterisation of Micro- and Meso-porous Materials by Electron Microscopy,
O.Terasaki, Y. Sakamoto, J. Yu, Y. Nozye, T. Ohsuna, N. Ohnishi, Y. Horikawa, K. Hiraga, G. Zhu, , S. Qiu, R. Xu & M.
Anderson,
Supramolecular Science, **5**, 189-195 (1998).

20. Solvothermal synthesis and characterisation of new aluminophosphate layers templated by imidazolium ions,
J. Yu, O. Terasaki, I.D. Williams, S. Qiu, & R. Xu
Supramolecular Science, **5**, 297-302 (1998).
21. $\text{Al}_{16}\text{P}_{20}\text{O}_{80}\text{H}_4 \cdot 4\text{C}_6\text{H}_{18}\text{N}_2$: A New Microporous Aluminophosphate Containing Intersecting 12- and 8-Membered Ring Channels
J. Yu, K. Sugiyama, S. Zheng, S. Qiu, J. Chen, R. Xu, Y. Sakamoto, O. Terasaki, K. Hiraga, M. Light, M. B. Hursthouse and J. M. Thomas
Chem. Mater. **10**, 1208-1211 (1998).
22. Synthesis and Characterization of High Quality Zeolite FAU and LTA Single Nanocrystals,
G. Zhu, S. Qiu, Y. Sakamoto, J. Yu, F. Xiao, R. Xu and O. Terasaki
Chem. Mater. **10**, 1483-1486 (1998).
23. Synthesis and Characterization of a New 2-D Aluminophosphate Layer and Structural Diversity in Anionic Aluminophosphates with $\text{Al}_3\text{P}_3\text{O}_{12}^{3-}$ Stoichiometry
J. Yu, K. Sugiyama, K. Hiraga, N. Togashi, O. Terasaki, Y. Tanaka, S. Nakata S. Qiu and R. Xu, *Chem. Mater.*, **10**(1998), 3636-3642.
24. Electron Microscopy of Micro- and Mesoporous Materials
O. Terasaki, Y. Sakamoto, T. Ohsuna, N. Ohnishi, J. Yu & K. Hiraga
Electron Microscopy 1998, Proc. 14th ICEM, Cancun Mexico, 301-302.
25. Synthesis and Structure of a 2-D aluminophosphate: $\text{Al}_3\text{P}_4\text{O}_{16} \cdot 3\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NH}_3$
N.Togashi, J.Yu, S.Zheng, K.Sugiyama, K.Hiraga, O.Terasaki, S.Qiu and R.Xu
J. Mater. Chem., **8** (1998), 2827-2830.
26. Electron crystallographic investigations of nano-crystalline zeolites,
A.Carlsson, M. Kaneda, Y. Sakamoto, J. Yu and O. Terasaki,
Proc. Int. Symposium on Hybrid Analyses for Functional Nanostructure, Kyoto, 1998, 233-234.
27. Quantitative HRTEM Study of Zeolite,
N.Ohnish, T.Ohsuna, Y.Sakamoto, O.Terasaki & K.Hiraga,
Microporous & Mesoporous Mater. **21**, 581-588(1998).
28. High-resolution electron microscopy study of ZSM-12(MTW)
S. Ritsch, N. Ohnishi, T. Ohsuna, K. Hiraga, O. Terasaki, Y. Kubota & Y. Sugi
Chem. Mater., **10** (1998), 3958-3965.
29. Surface Structure of Zeolite LTL Studied by High-Resolution Electron Microscopy
T.Ohsuna, Y.Horikawa, K.Hiraga & O.Terasaki
Chem. Mater. **10**(1998), 688-691.
30. Synthesis and characterisation of microporous titano-borosilicate ETBS-10
J. Rocha, P. Brandao, M. Anderson, T. Ohsuna & O.Terasaki
Chem. Commun. 667-668(1998).
31. Periodic Arrangements of Clusters on LTL Zeolite Surfaces
Y. Horikawa, T. Ohsuna, N. Ohnishi, K. Hiraga & O. Terasaki
Electron Microscopy 1998, Proc. 14th ICEM, Cancun Mexico, 385-386.
32. The Structure of Iron Oxide Implanted Zeolite Y, Determined by High-Resolution Electron Microscopy and Refined with Selected Area Electron Diffraction Amplitudes
A.Carlsson, T.Oku, J-O Bovin, G. Karlsson, Y.Okamoto, N.Ohnishi & O.Terasaki
Chemistry - A European Journal, **5**, 244-249 (1999).
33. Monoclinic $\text{InPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, K. Sugiyama,
J. Yu, K. Hiraga and O. Terasaki
Acta. Cryst. **C55** (1999), 279-281.
34. AFM observation of double 4-rings on zeolite LTA crystals surface
S. Sugiyama, S. Yamamoto, O. Matsuoka, H. Nozoye, J. Yu, G. Zhu, S. Qiu and O. Terasaki
Microporous and Mesoporous Materials **28** (1999), 1-7.
35. Effect of Organic Structure-Directing Agents on the Fine Structure of ZSM-12
Y. Kubota, A. Seriu, Y. Moriyama, Y. Sugi, S. Ritsch, K. Hiraga & O. Terasaki
Proc. 12th International Zeolite Conference, Vol.3(1999), 1693-1700.
36. Electron Microscopy Study of PbI_2 Clusters in Zeolite LTA
Y. Sakamoto, N. Togashi, T. Ohsuna, Y. Nozue & O. Terasaki
Proc. 12th International Zeolite Conference, Vol.3(1999), 2225-2232.
37. Synthesis and Characterization of a Microporous Aluminophosphate $\text{Al}_{16}\text{P}_{20}\text{O}_{80}\text{H}_4 \cdot 4\text{C}_6\text{H}_{18}\text{N}_2$ Containing: Intersecting 12- and 8-Membered Ring Channels
J. Yu, K. Sugiyama, N. Togashi, S. Zheng, S. Qiu, J. Chen, R. Xu, O. Terasaki, K. Hiraga, Y. Tanaka, S. Nakata, M. Light, M. B. Hursthouse and J. M. Thomas,
Proc. 12th International Zeolite Conference, Vol. 3 (1999), 1937-1944.
38. Synthesis of Zeolite LTA Single Crystals From Macro- to Nanometer Size
G. Zhu, S. Qiu, J. Yu, F. Gao, F. Xiao, R. Xu, Y. Sakamoto and O. Terasaki
Proc. 12th International Zeolite Conference, Vol.3(1999), 1863-1870.
39. Formation of a New Layered Aluminophosphate $[\text{Al}_3\text{P}_4\text{O}_{16}] [\text{C}_5\text{N}_2\text{H}_9]_2[\text{NH}_4]$
J. Yu, J. Li, K. Sugiyama, N. Togashi, O. Terasaki, K. Hiraga, B. Zhou, S. Qiu and R. Xu

- Chem. Mater., **11**(1999), 1727-1732.
40. Solvothermal Synthesis and Characterization of a New 3-D Open-framework Aluminosilicate $[Al_2P_3O_{12}][C_4N_3H_{16}]$, B. Wei, G. Zhu, J. Yu, S. Qiu, F-S. Xiao & O. Terasaki
Chem. Mater., **11**(1999), 3417-3419.
 41. The structure of an iron oxide cluster incorporated into Zeolite Y, determined by HRTEM and SAED, A. Carlsson, G. Karlsson, J-O Bovin, T. Oku, Y. Okamoto, N. Ohnishi & O. Terasaki,
Eur. Phys. J. **D9**, 623-626(1999).
 42. A synchrotron powder diffraction study of Na-LTA
K. Hasegawa, E. Nishibori, M. Takata, M. Sakata, N. Togashi, J. Yu & O. Terasaki
Jpn. J. Appl. Phys. , **38**(1999) Suppl.38-1, 65-68.
 43. Electron Diffraction Structure Solution of a Nano-Crystalline Zeolite at Atomic Resolution
P. Wagner, O. Terasaki, S. Ritsch, J. G. Nery, S.I. Zones, M.E. Davis and K. Hiraga
J. Phys. Chem. **B103** (1999), 8245-8250.
 44. A one-dimensionally extended chain aluminophosphate $[NH_3(CH_2)_2NH_3][NH_3(CH_2)_3NH_3]_2[Al_2P_4O_{16}]$, K. Sugiyama, K. Hiraga, J. Yu, S. Zheng, S. Qiu, R. Xu and O. Terasaki
Act. Cryst. **C55**(1999), 1615-1617.
 45. The structure of MCM-48 determined by electron crystallography
A. Carlsson, M. Kaneda, Y. Sakamoto, O. Terasaki, R. Ryoo & H. Joo
J. Electron Microscopy. **48** (1999), 795-798.
 46. Novel Mesoporous Materials with Uniform Distribution of Organic and Inorganic Oxide in their Frameworks
S. Inagaki, S. Guan, Y. Fukushima, T. Ohsuna & O. Terasaki
J. Am. Chem. Soc., **121**(1999), 9611-9614.
 47. Determination of Pore Size and Pore Wall Structure of MCM-41 by Combining Nitrogen Adsorption, Transmission Microscopy
M. Kruk, M. Jaroniec, Y. Sakamoto, O. Terasaki, R. Ryoo & C.H. Ko
J. Phys. Chem. **B104** (2000), 292-301.
 48. $Al_{12}P_{13}O_{52}^{3-}[(CH_2)_6N_4H_3]^{3+}$: An Anionic Aluminophosphate Molecular Sieve with Bronsted acidity
W. Yan, J. Yu, R. Xu, G. Zhu, F. Xiao, Y. Han, K. Sugiyama & O. Terasaki
Chem. Mater. **12**(2000), 2517-2519.
 49. Three-Dimensional Open-framework Nickel Aluminophosphate $[NiAlP_2O_8][C_2N_2H_9]$: Assembly of One-Dimensional $AlP_2O_8^{3-}$ Chains through Ni Octahedra,
B. Wei, J. Yu, Z. Shi, S. Qiu, W. Yan & O. Terasaki;
Chem. Mater. **12** (2000), 2065-67.
 50. Size-controlled synthesis of silicalite-1 single crystals in the presence of benzene-1,2-diol,
C. Shao, X. Li, S. Qiu, F-S. Xiao & O. Terasaki,
Microporous and Mesoporous Materials, **39** (2000), 117-123.
 51. Rational Synthesis of Microporous Aluminophosphates with an Inorganic Open Framework Analogous to $Al_4P_5O_{20}HC_6H_{18}N_2$,
J. Yu, J. Li, K. Wang, R. Xu, K. Sugiyama and O. Terasaki;
Chem. Mater. **12** (2000), 3783-3787.
 52. Light-emitting boron nitride nanoparticles encapsulated in zeolite ZSM-5
X. Li, C. Shao, S. Qiu, F.S. Xiao, W. Zheng, P. Ying & O. Terasaki
Microporous and Mesoporous **40**(2000), 263-269.
 53. Novel Ordered Mesoporous Materials with Hybrid Organic-Inorganic Network in the Frameworks,
S. Inagaki, S. Guan, Y. Fukushima, T. Ohsuna and O. Terasaki,
in "Nanoporous Materials II" (A. Sayari, M. Jaroniec, T.J. Pinnavaia, Eds.), Elsevier, Amsterdam, 2000; Stud. Surface Sci. Catal. **129** (2000) 155-162.
 54. Cubic hybrid organic-inorganic mesoporous crystal with a decaoctahedral shape
S. Guan, S. Inagaki, T. Ohsuna, O. Terasaki,
J. Am. Chem. Soc. **122**(2000), 5660-5661.
 55. Understanding and Utilising Novel Microporous and Mesoporous Catalysts,
M. Anderson and O. Terasaki,
Proc. XVII Iberian-American Catalysis Symposium, Porto, Portugal, July 2000.
 56. Hybrid Ethylene-Siloxane Mesoporous Materials with Cubic Symmetry
S. Guan, S. Inagaki, T. Ohsuna and O. Terasaki,
Proceeding of ISMMS(Quebec)
 57. Unusual Mesophase Formation from an Organosilane Compound Containing Two Silyl Groups in the Molecule
S. Inagaki, S. Guan, T. Ohsuna and O. Terasaki,
Proceeding of ISMMS(Quebec)
 58. TEM Studies of Platinum Nanowires Fabricated in Mesoporous Silica MCM-41
Z. Liu, Y. Sakamoto, T. Ohsuna, K. Hiraga, O. Terasaki, C.H. Ko, H.J. Shin & R. Ryoo:
Angew. Chem. Int. Ed. **39** (2000), 3110-3114.
 59. The Effect of Stirring on the Synthesis of Intergrowths of Zeolite Y Polymorphs
N. Hanif, M.W. Anderson, V. Alfredsson & O. Terasaki,
Phys. Chem. Chem. Phys. **2** (2000), 3349-57.

60. Size-controlled synthesis of silicalite-1 single crystals in the presence of benzene-1,2-diol,
C. Shao, X. Li, S. Qiu, F-S. Xiao & O. Terasaki,
Microporous and Mesoporous Materials, **39** (2000), 117-123.
61. Rational Synthesis of Microporous Aluminophosphates with an Inorganic Open Framework Analogous to $Al_4P_5O_{20}H_6C_6H_{18}N_2$,
J. Yu, J. Li, K. Wang, R. Xu, K. Sugiyama and O. Terasaki;
Chem. Mater. **12** (2000),3783-3787.
62. Light-emitting boron nitride nanoparticles encapsulated in zeolite ZSM-5,
X. Li, C. Shao, S. Qiu, F.S. Xiao, W. Zheng, P.Ying & O. Terasaki,
Microporous and Mesoporous **40**(2000), 263-269.
63. Direct Imaging of the Pores and Cages of three-dimensional Mesoporous Materials
Y. Sakamoto, M. Kaneda, O. Terasaki, D.Y. Zhao, J.M. Kim, G. Stucky, H.J. Shin & R. Ryoo;
Nature **408** (2000), 449-453.
64. Synthesis of New Nanoporous Carbon with Hexagonally Ordered Mesostructure
S. Jun, S. H. Joo, R. Ryoo, M. Kruk, M. Jaroniec, Z. Liu, T. Ohsuna & O. Terasaki;
J. Am. Chem. Soc. **122** (2000) 10712-10713.
65. Template Synthesis of Assymmetrically Mesostructured Platinum Networks
H.J. Shin, R. Ryoo, Z. Liu and O. Terasaki
J. Am. Chem. Soc. **123** (2001), 1246-1247.
66. Arrayed PbI_2 Clusters in the Spaces of Zeolite LTA
N. Togashi, Y. Sakamoto, T. Ohsuna & O. Terasaki;
To be published in Materials Science and Engineering A.
67. Structural Elucidation of Microporous and Mesoporous Catalysts and Molecular Sieve
J.M. Thomas, O. Terasaki, P.L. Gai, W. Zhou and J. Gonzalez-Calbet
To be published in Account for Chemistry(2001).
68. New Microporous and Mesoporous Materials: Elucidation of Their Structures by Electron Microscopy,
O. Terasaki, T. Ohsuna & S. Inagaki,
To be published in Catalysis Surveys from Japan (2001).
69. Comprehensive Characterization of Highly Ordered MCM-41 Silicas Using Nitrogen Adsorption, Thermogravimetry, X-ray
Diffraction and Transmission Electron Microscopy,
M. Jaroniec, M. Kruk, H. J. Shin, R. Ryoo, Y. Sakamoto & O.Terasaki,
To be published in Microporous and Mesoporous Materials.
70. HREM study of channel structure of silica mesoporous SBA-15 and structure of Pt-wires produced in the channels,
Z. Liu, O. Terasaki, T. Ohsuna, K. Hiraga, H. J. Shin & R. Ryoo,
ChemPhysChem 2001, No. 4, 229-231.
71. The synthesis of offretite single crystals in the system containing pyrocedate or F- F
Gao, G. Zhu, S. Qui, B. Wei, C. Shao & O. Terasaki,
Materials Letters **48**, 2001, 1-7.
72. The First Zeolite with Three-Dimensional Intersecting Straight-Channel System of 12- Membered Rings,
Z. Liu, T. Ohsuna, O. Terasaki, M. A. Cambor, MJ Diaz-Cabañas & K. Hiraga
To be published in J. Am. Chem. Soc. (2001).
73. Is electron microscope an efficient magnifying glass for micro- and mesoporous materials ?
O. Terasaki & T. Ohsuna
To be published in Proc. 13th IZC, Plenary lecture.
74. Ordered mesoporous carbon molecular sieves by templated synthesis: the structural varieties,
R. Ryoo, S.H. Joo, S. Jun, T. Tubakiyama & O. Terasaki
To be published in Proc. 13th IZC
75. Control of Crystal Morphology of SBA-1 Mesoporous Silica
S. Che, Y. Sakamoto, O. Terasaki & T. Tatsumi
To be published in Chem. Mater (2001).
76. EM study of novel Pt-nanowires synthesized in the spaces of silica mesoporous materials,
O. Terasaki, Z. Liu, T. Ohsuna, H.J. Shin & R. Ryoo,
To be published in Microscopy and Microanalysis (2001).
77. Ordered Carbon Nanopipes with Tunable Diameter Exhibiting Extraordinary High Dispersion of Pt Nanoparticles
S. H. Joo, S. J. Choi, I. Oh, J. Kwak, Z. Liu, O. Terasaki and R. Ryoo
To be published in Nature (2001).
78. Electron Microscopy Studies in Molecular Sieve Science in Molecular Sieves-Science and Technology, Vol. 2 "Structure and
Structure Determination" eds. Karge/Weitkamp
Springer-Verlag, May, 1999.

【水上、清住グループ】

79. Catalytic activity of a zeolite disc synthesized through solid-state reactions,
I.Kiricsi, S.Shimizu, Y.Kiyozumi, M.Toba, S.Niwa, F.Mizukami,
Microporous and Mesoporous Materials, vol.21, 453-459 (1998).

80. A novel layered silicate with a helical morphology,
Y.Akiyama, F.Mizukami, Y.Kiyozumi, K.Maeda, H.Izutsu, K.Sakaguchi,
Angew. Chem. Int. Ed., vol.38, No.10, 1420-1422 (1999).
81. Transformation of kanemite into silicalite-1: Parameters affecting the cation exchange reaction, M.Salou,
Y.Kiyozumi, F.Mizukami, F.Kooli,
J.Mater.Chem., 2587-2591, 10(2000).
82. Direct observation of the formation process of silicalite films on various substrate,
Y.Kiyozumi, A.Iwasaki, T.Sano,
Microporous and Mesoporous Materials, 38, 75-83 (2000).
83. A New Synthesis Route of TMA-SOD from Layered Silicate,
Y.Kiyozumi,
Proc. of Annual Meeting of 14th American Zeolite Association, 222-225(2001).
84. 「高性能物質分離用ゼオライト膜」 清住嘉道、機能材料 Vol.20, No.10, 50-63 (2000).

【岡本、久保田グループ】

85. ゼオライト細孔内複合硫化物の構築と水素化脱硫反応、岡本康昭、*PETROTECH*, **20** (1997) 389-394.
86. Preparation, Characterization and Catalysis of Intrazeolite Iron Oxide Clusters, Yasuaki Okamoto, Hiroaki Kikuta, Yoshiharu Ohto, Saburo Nasu and Osamu Terasaki, *Stud. Surf. Sci. Catal.*, **105** (1997) 2051-2058.
87. Catalysis and Characterization of Pd/NaY for Dimethyl Carbonate Synthesis from Methyl Nitrite and CO, Yasushi Yamamoto, Tokuo Matsuzaki, Shuji Tanaka, Keigo Nishihira, Kyoji Ohdan, Asumaru Nakamura and Yasuaki Okamoto, *J. Chem. Soc., Faraday Trans.*, **93** (1997) 3721-3727.
88. Intrazeolite Nanocomposite Catalysts: Co-Mo Sulfides for Hydrode-sulfurization, Yasuaki Okamoto and Hiromoto Katsuyama, *AIChE J.*, **43** (1997) 2809-2819.
89. Preparation and Characterization of Zeolite-Supported Molybdenum and Cobalt-Molybdenum Sulfide Catalysts, Yasuaki Okamoto, *Catal. Today*, **39** (1997) 45-59.
90. The Structure of Iron Oxide Implanted Zeolite Y, Determined by High-Resolution Electron Microscopy and Refined with Selected Area Electron Diffraction Amplitudes, Anna Carlsson, Takeo Oku, Jan-Olov Bovin, Gunnel Karlsson, Yasuaki Okamoto, Naoyuki Ohnishi and Osamu Terasaki, *Chem. Eur. J.*, **5** (1999) 244-249.
91. Hydrogenation of Butadiene for the Characterization of Co-Mo Sulfide Catalysts, Yasuaki Okamoto and Takeshi Kubota, *J. Japn Petrol. Inst (Sekiyu Gakkaishi)*, **42** (1999) 107-113.
92. 脱硫触媒の活性サイト構造と分子設計の進歩、岡本康昭、久保田岳志、表面、**37** (1999) 95-107.
93. Preparation and Structure Analysis of Co-Mo Binary Sulfide Clusters Encapsulated in an NaY Zeolite, Yasuaki Okamoto, Hidenori Okamoto, Takeshi Kubota, Hisayoshi Kobayashi and Osamu Terasaki, *J. Phys. Chem. B*, **103** (1999) 7160-7166.
94. Structure and Catalysis of Intrazeolite Co-Mo Binary Sulfide Model Clusters for Hydrodesulfurization, Yasuaki Okamoto, Hidenori Okamoto and Takeshi Kubota, *Stud. Surf. Sci. Catal.*, **130** (2000) 2783-2788.
95. Hydrodesulfurization Activity of Highly Dispersed Co Sulfide Clusters in Zeolite Cages, Takeshi Kubota, Hidenori Okamoto and Yasuaki Okamoto, *Catal. Lett.*, **67** (2000) 171-174.
96. Characterization of the Active Site Structure of Pd and Pd-Promoted Mo Sulfide Catalysts by means of XAFS, Takeshi Kubota and Yasuaki Okamoto, *J. Synchrotron Rad.*, **8** (2001) 645-647.
97. Decarbonylation of Group Six Metal Carbonyl M(CO)₆ (M = Cr, Mo W) Encaged in Faujasite: Basicity of Framework Oxygen, Yasuaki Okamoto and Takeshi Kubota, *Microporous Mesoporous Materials.*, in press.
98. ゼオライト細孔内クラスターの合成、構造、物性、岡本康昭、日本金属学会会報、**7** (2001) in press.
99. Preparation, Characterization and Catalysis of Intrazeolite Molybdenum, Cobalt and Cobalt-Molybdenum Sulfide Clusters: A Molecular Approach to Hydrodesulfurization Catalysts, Yasuaki Okamoto and Takeshi Kubota, *Catal. Surveys Jpn.*, in press.
100. Synthesis and Structure of Co-Mo Sulfide Model Catalysts, Yasuaki Okamoto and Takeshi Kubota, *Trends in Chemical Engineering*, in press.
101. Preparation, Characterization and Catalysis of Intrazeolite Molybdenum, Cobalt and Cobalt-Molybdenum Sulfide Clusters: A Molecular Approach to Hydrodesulfurization Catalysts, Yasuaki Okamoto and Takeshi Kubota, *Catal. Surveys Jpn.*, in press (2001).

【黒田、菅原グループ】

102. T. Kimura, T. Kamata, M. Fujiwara, Y. Takano, M. Kaneda, Y. Sakamoto, O. Terasaki, Y. Sugahara, K. Kuroda: Formation of Novel Ordered Mesoporous Silicas with Square Channels and Their direct Observation by transmission electron Microscopy, *Angew. Chem. Int. Ed.*, **39**, 3855-3859(2000)
103. M. Ogawa, K. Kuroda, J. Mori, Aluminium-containing mesoporous silica films as nano-vessels for organic photochemical reactions. *Chem. Commun.*, 2441-2442 (2000).
104. H. Furukawa, K. Kuroda, T. Watanabe, Adsorption of zinc-metallated chlorophyllous pigments on FSM-type mesoporous silica. *Chem. Lett.*, 1256-1257 (2000).
105. Shimojima, K. Kuroda, Novel layered silica/organic polymer hybrid films with the interface linked by Si-C bonds. *Chem. Lett.*, 1310-1311 (2000).
106. T. Kimura, D. Itoh, N. Okazaki, M. Kaneda, Y. Sakamoto, O. Terasaki, Y. Sugahara, K. Kuroda, Lamellar

- hexadecyltrimethylammonium silicates derived from kanemite. *Langmuir*, **16**, 7624-7628 (2000).
107. Y. Saito, Y. Sugahara, K. Kuroda, Pyrolysis of poly(isopropyliminoalane) to aluminum nitride. *J. Am. Ceram. Soc.*, **83**, 2436-2440 (2000).
 108. M. Ogawa, T. Nakamura, J. Mori, K. Kuroda, Luminescence of tris(2,2'-bipyridine)ruthenium(II) cations ($[\text{Ru}(\text{bpy})_3]^{2+}$) adsorbed in mesoporous silica. *J. Phys. Chem. B*, **104**, 8554-8556 (2000).
 109. N. Miyamoto, K. Kuroda, M. Ogawa, Aggregation of a cationic cyanine dye intercalated in the interlayer space of a layered titanate $\text{Na}_2\text{Ti}_3\text{O}_7$. *Mol. Cryst. Liq. Cryst.*, **341**, 1063-1068 (2000).
 110. K. Kuroda, Orientation of guest molecules and formation of mesoporous silica induced by layered silicate-organic interactions. *Mol. Cryst. Liq. Cryst.*, **341**, 1087-1092 (2000).
 111. N. Khaorapong, K. Kuroda, H. Hashizume, M. Ogawa, Solid state intercalation of 4,4'-bipyridine into the interlayer space of montmorillonites. *Mol. Cryst. Liq. Cryst.*, **341**, 1155-1160 (2000).
 112. S. Murata, H. Hata, T. Kimura, Y. Sugahara, K. Kuroda, Effective adsorption of chlorophyll *a* by FSM-type mesoporous silica modified with 1,4-butanediol. *Langmuir*, **16**, 7106-7108 (2000).
 113. K. Isoda, K. Kuroda, M. Ogawa, Interlamellar grafting of γ -methacryloxypropylsilyl groups on magadiite and copolymerization with methyl methacrylate. *Chem. Mater.*, **12**, 1702-1707 (2000).
 114. Y. Komori, H. Enoto, R. Takenawa, S. Hayashi, Y. Sugahara, K. Kuroda, Modification of the interlayer surface of kaolinite with methoxy groups. *Langmuir*, **16**, 5506-5508 (2000).
 115. F. Cheng, Y. Sugahara, K. Kuroda, Synthesis of a soluble precursor possessing an Nb-N backbone structure and its pyrolytic conversion into niobium-based ceramics. *Bull. Chem. Soc. Jpn.*, **73**, 1299-1305 (2000).
 116. M. Ogawa, M. Tsujimura, K. Kuroda, Incorporation of tris(2,2'-bipyridine)ruthenium(II) in a synthetic swelling mica with poly(vinylpyrrolidone). *Langmuir*, **16**, 4202-4206 (2000).
 117. N. Miyamoto, R. Kawai, K. Kuroda, M. Ogawa, Adsorption and aggregation of a cationic cyanine dye on layered clay minerals. *Appl. Clay Sci.*, **16**, 161-170 (2000).
 118. F. Cheng, Y. Sugahara, K. Kuroda, Preparation of a soluble precursor by an aminolysis reaction of $\text{Zr}(\text{NET}_2)_4$ and its pyrolytic conversion into ZrN. *Chem. Lett.*, 138-139 (2000).
 119. H. Miyata, K. Kuroda, Formation of a continuous mesoporous silica film with fully aligned mesochannels on a glass substrate. *Chem. Mater.*, **12**, 49-54 (2000).
 120. H. Hata, T. Kimura, M. Ogawa, Y. Sugahara, K. Kuroda, Immobilization of photosynthetic pigments into silica-surfactant nanocomposite films
 121. *J. Sol-Gel Sci. Techn.*, **19**, 543-547 (2000).
 122. Y. Komori, M. Miyoshi, S. Hayashi, Y. Sugahara, K. Kuroda, Characterization of silanol groups in protonated magadiite by ^1H and ^2H solid-state nuclear magnetic resonance. *Clay Clay Miner.*, **48**, 632-637 (2000).
 123. Y. Ishikawa, H. Honda, Y. Sugahara: Preparation of Titania from Tetrakis(diethylamino)titanium via Hydrolysis. *J. Sol-Gel Sci. Tech.*, **19**, 365-369 (2000).
 124. Matsumura, Y. Komori, T. Itagaki, Y. Sugahara, K. Kuroda, Preparation of a kaolinite - Nylon6 Intercalation compound, *Bull. Chem. Soc. Jpn.*, in press.

【物性関係】(野末、小平、五十嵐、佐藤グループ)

125. Magnetic Properties of Alkali Metal Clusters in Zeolite Cages, Y. Nozue, T. Kodaira, S. Ohwashi, O. Terasaki and H. Takeo, *Materials Science Engineering A* **217/218** (1996) 123-128.
126. Microoptical Spectroscopy of BiI_3 Molecules Adsorbed in Nano-Channels of Zeolite Single Crystals, Y. Ikemoto, Y. Nozue, S. Qiu, O. Terasaki, T. Kodaira, Y. Kiyozumi and T. Yamamoto, *Materials Science Engineering A* **217/218** (1996) 151-154.
127. Ferromagnetism of Alkali Metal Clusters Incorporated in the Periodic Space of Zeolite LTA, Y. Nozue, T. Kodaira, S. Ohwashi, N. Togashi and O. Terasaki, *Surf. Rev. Lett.* **3** (1996) 701-706.
128. Magnetic and Optical Properties of Sodium Clusters in Zeolite LTA, T. Kodaira, Y. Nozue, S. Ohwashi, N. Togashi and O. Terasaki, *Surf. Rev. Lett.* **3** (1996) 717-720.
129. Electronic Properties of Cluster Crystal Incorporated in Zeolite Crystals, Y. Nozue, T. Kodaira, O. Terasaki and H. Takeo, *Springer Proceedings in Physics* 81, *Materials and Measurements in Molecular Electronics (M3E'96)*, ed. K. Kajimura and S. Kuroda, Springer-Verlag, 1996, pp. 151-162.
130. Electronic Properties and Structure of Clusters in Zeolite Crystals, Y. Nozue, Y. Ikemoto, T. Nakano, O. Terasaki, T. Kodaira and H. Takeo, *Trans. Mat. Res. Soc. Jpn.* **20** (1996) 458-461.
131. Microoptical Spectroscopy of Potassium Adsorbed in Channel-Type Zeolite, Y. Ikemoto, T. Nakano, Y. Nozue, O. Terasaki, T. Kodaira, T. Yamamoto, Y. Kiyozumi and S. Qiu, *Trans. Mat. Res. Soc. Jpn.* **20** (1996) 474-477.
132. NMR Relaxation Study of Na Cluster in Zeolite NaY, M. Igarashi, N. Okubo, R. Yoshizaki, T. Kodaira and Y. Nozue, *Trans. Mat. Res. Soc. Jpn.* **20** (1996) 482-485.
133. ^{23}Na Spin-Lattice Relaxation Measurements in Dehydrated Na-X Zeolite, M. Igarashi, N. Okubo, S. Hashimoto, R. Yoshizaki, D. J. Cha, *Zeitschrift fuer Naturforschung*, Vol.51a (1996) p.657.
134. ゼオライトを利用したホスト-ゲスト複合物質の作成とその新奇特性, 小平哲也, *ゼオライト*, **14**(1), 12(1997).
135. Photoemission study of quantum confinement effects on noble-metal nanofilms, A. Tanaka, K. Takahashi, M. Hatano, K. Tamura, S. Suzuki, and S. Sato, *J. Surf. Anal.* **3**, 468-472 (1997).
136. Optical and Magnetic Properties of Na-K Alloy Clusters Incorporated into LTA, T. Kodaira, Y. Nozue, O. Terasaki and H. Takeo, *Studies in Surface Science and Catalysis*, **105** (1997) 2139-2146.

137. Optical Studies of Nanoscale Materials Incorporated in the Space of Zeolite Crystals, Y. Ikemoto, T. Nakano, Y. Nozue, O. Terasaki and S. Qiu, *Mater. Sci. Eng. B* **48** (1997) 116-121.
138. 配列したアルカリ金属クラスターの物性 ゼオライト結晶を用いたナノスケール新物質 野末泰夫, 池本夕佳, 中野岳仁, *固体物理* **32** (1997) 613-625.
139. ゼオライト中に配列したアルカリ金属クラスターの物性, 池本夕佳, 中野岳仁, 野末泰夫, *超微粒子とクラスター* (Bull. Cluster Science Tech.) **1** (1997) 18-22.
140. 金属クラスターの磁性, 野末泰夫, *化学総説* **38** 「マイクロクラスター科学の新展開」 茅 幸二 編, 16章, pp. 213-227, 1998.
141. Angle-resolved photoemission study of quantized electronic states on Ag nanofilms, K. Takahashi, A. Tanaka, M. Hatano, H. Sasaki, S. Suzuki, and S. Sato, *J. Electron Spectrosc. Relat. Phenom.* **88-91**, 347-351 (1998).
142. ²³Na Nuclear Spin-Lattice Relaxation in Dehydrated Zeolite NaY, Mutsuo Igarashi, Noriaki Okubo, Ryozo Yoshizaki, *Zeitschrift fuer Naturforschung*, Vol.53a, p.442, 1998.
143. ESR and optical studies of cationic silver clusters in zeolite rho, J. Michalik, J. Sadlo, T. Kodaira, S. Shimomura, H. Yamada, *J. Radi. Nucl. Chem.*, **232**, 135(1998)
144. Structural Study of Sodium-Type Zeolite LTA by Combination of Rietveld and Maximum-Entropy Methods, T. Ikeda, F. Izumi, T. Kodaira, and T. Kamiyama, *Chem. Mater.*, **10**, 3996(1998)
145. Metal-Insulator Transition of Potassium Clusters in KX, Y. Ikemoto, T. Nakano and Y. Nozue, Proc. 12th Int. Zeolite Conf. (IZC12), July 5-10, Baltimore, 1998, U.S.A., ed. M.M.J. Treacy, B.K. Marcus, M.E. Bisher and J.B. Higgins, Vol. 3, pp. 2103-2110, Materials Research Society, 1999.
146. Photoemission study of Ag nanofilm grown on pseudomorphic fcc Fe(100), A. Tanaka, H. Sasaki, K. Takahashi, W. Gondo, S. Suzuki, and S. Sato, *J. Phys. Chem. Solids* **60**, 1995-1999 (1999).
147. ゼオライト, 野末泰夫, *実験物理学シリーズ4 「メソスコピック伝導」*, 田沼静一・家泰弘編集, 共立出版, 3.4, pp. 286-291, 1999.
148. Temperature-dependent angle-resolved photoemission study for quantum-well states in Ag nanofilms, K. Takahashi, A. Tanaka, H. Sasaki, W. Gondo, S. Suzuki, and S. Sato, *Phys. Rev. B* **60**, 8748-8752 (1999).
149. Ferromagnetism and Paramagnetism in Potassium Clusters Incorporated in Zeolite LTA, T. Nakano, Y. Ikemoto, and Y. Nozue, *Eur. Phys. J. D* **9** (1999) 505-508
150. Optical and X-ray diffraction study of AgI clusters incorporated into zeolite LTA, T. Kodaira, T. Ikeda and H. Takeo, *Eur. Phys. J. D* **9**(1-4), 601(1999)
151. Incorporation of AgI clusters into the cages of zeolites LTA and FAU observed by optical spectra and X-ray diffraction patterns, T. Kodaira, T. Ikeda, and H. Takeo, *Chem. Phys. Lett.* **300**(3-4), 493(1999)
152. Synthesis of AlPO₄-5 powder by microwave heating: Influence of starting gel pH and reaction time, T. Kodaira, K. Miyazawa, T. Ikeda, and Y. Kiyozumi, *Microporous and Mesoporous Mater.*, **29**(3), 329(1999)
153. Bulk and surface electronic structures of the semimetal Bi studied by angle-resolved photoemission spectroscopy, A. Tanaka, M. Hatano, K. Takahashi, H. Sasaki, S. Suzuki, and S. Sato, *Phys. Rev. B* **59**, 1786-1791 (1999).
154. Temperature dependence of photoemission spectra and x-ray diffraction of Ag nanofilm, A. Tanaka, K. Takahashi, H. Sasaki, W. Gondo, S. Suzuki, S. Sato, M. Tsuchiko, Y. Takahashi, and K. Ohshima, *Jpn. J. Appl. Phys.* **38**, Suppl. 38-1, 336-339 (1999).
155. Growth and angle-resolved photoemission studies of bismuth epitaxial films, A. Tanaka, H. Hatano, K. Takahashi, H. Sasaki, S. Suzuki, and S. Sato, *Surf. Sci.* **433-435**, 647-651 (1999).
156. Electron-phonon interaction of quantum-well states on Ag nanofilms studied by temperature- dependent photoemission spectroscopy, K. Takahashi, A. Tanaka, H. Sasaki, H. Hatano, S. Suzuki, and S. Sato, *Surf. Sci.* **433-435**, 873-877 (1999).
157. Electronic coupling of quantized states in Ag nanofilms with fcc Fe(100) substrates, H. Sasaki, A. Tanaka, K. Takahashi, W. Gondo, S. Suzuki, and S. Sato, *Appl. Surf. Sci.* **169-170**, 495-498 (2000).
158. Optical and ESR Studies of Na Clusters in Zeolite FAU, Y. Ikemoto, T. Nakano, M. Kuno and Y. Nozue, Proc. 10th Int. Symp. Intercalation Compounds, May 1999, Okazaki, *Mol. Cryst. Liq. Cryst.* **341** (2000) 453-459.
159. Magnetic Properties Near the Ferromagnetic-Nonferromagnetic Phase Boundary in Potassium Clusters Incorporated into Zeolite LTA, T. Nakano, Y. Ikemoto and Y. Nozue, Proc. 10th Int. Symp. Intercalation Compounds, May 1999, Okazaki, *Mol. Cryst. Liq. Cryst.* **341** (2000) 461-466.
160. Optical Reflection Spectra of Silicon Clathrate Compounds Ba₈Ag₄Si₄₆₋₅₇, Y. Nozue, G. Hosaka E. Enishi and S. Yamanaka, Proc. 10th Int. Symp. Intercalation Compounds, May 1999, Okazaki, *Mol. Cryst. Liq. Cryst.* **341** (2000) 509-514.
161. Optical Transitions of AgI and AgBr Clusters in Zeolite FAU, T. Kodaira and T. Ikeda, *Mol. Cryst. Liq. Cryst.*, **341**, 1245 (2000)
162. Spin-Spin Relaxation Process of ²³Na-NMR in Na-Loaded NaY, Mutsuo Igarashi, *Mol. Cryst. and Liq. Cryst.*, Vol.341, pp.437, 2000.
163. Magnetic and Optical Properties of K and Na Clusters Arrayed in a Diamond Structure in Zeolite FAU, Y. Ikemoto, T. Nakano, M. Kuno and Y. Nozue, *Physica* **B281&282** (2000) 691-693.
164. Loading Density Dependence of Ferromagnetic Properties in Potassium Clusters Arrayed in a Simple Cubic Structure in Zeolite LTA, T. Nakano, Y. Ikemoto and Y. Nozue, *Physica* **B281&282** (2000) 688-690.
165. ゼオライト中のクラスターにおける量子効果, 野末泰夫, *ゼオライトの科学と工学*, 小野嘉夫・八嶋建明編, 講談社サイエンティフィク, 2.5節, 86-92頁, 2000.
166. ゼオライト細孔へのアルカリ金属原子の閉じこめと配列クラスターの電子物性, 野末泰夫, *表面科学*, **21** (2000) 17-24.

167. Arrangement of Potassium Clusters in the Ferromagnetic Phase of Zeolite K-LTA, T. Ikeda, T. Kodaira, T. Kamiyama, F. Izumi and K. Ohshima, Chem. Phys. Lett., **318**(1-3), 93-101(2000)
168. Arrangement of K clusters in the K-doped Zeolite K-LTA, T. Ikeda, T. Kodaira, F. Izumi and S. Kumazawa, Mol. Cryst. Liq. Cryst., 341, 1251(2000)
169. Ferromagnetic Properties of Rubidium Clusters in Zeolite LTA, T. Nakano, Y. Ikemoto and Y. Nozue, J. Mag. Mag. Mat. **226-230** (2001) 238-240.
170. Insulating Phase of Potassium Clusters Arrayed in Low-Silica Type Zeolite FAU, Y. Ikemoto, T. Nakano, M. Kuno, Y. Nozue and T. Ikeda, J. Mag. Mag. Mat. **226-230** (2001) 229-232.
171. Growth and photoemission studies of Ag nanofilms on pseudomorphic fcc Fe(100), A. Tanaka, H. Sasaki, K. Takahashi, W. Gondo, S. Suzuki, and S. Sato, Appl. Surf. Sci. 169-170, 167-170 (2001).
172. Angle-resolved photoemission study of double Ag-nanofilm structures, K. Takahashi, A. Tanaka, H. Sasaki, W. Gondo, S. Suzuki, and S. Sato, Appl. Surf. Sci. 169-170, 163-166 (2001).
173. ゼオライトLTA中の配列した金属カリウムクラスターの結晶構造解析と新物性, 池田卓史, 野末泰夫, 結晶学会誌 (印刷中) .

(2)口頭発表

【物性関係】(野末、小平、五十嵐、佐藤グループ)

1. Y. Nozue, Optical Studies of Nanoscale Materials Incorporated in the Space of Zeolite Crystals, The 6th NEC Symposium on Fundamental Approaches to New Material Phases "Quantum Optical Phenomena in Spatially Confined Materials" Karuizawa, October 13-17, 1996
2. Y. Nozue, Electronic Properties and Structure of Clusters in Zeolite Crystals, Symposia of Materials Research Society of Japan, Makuhari, May 22-24, 1996
3. Y. Ikemoto, T. Nakano, Y. Nozue, O. Terasaki, T. Kodaira, T. Yamamoto, Y. Kiyozumi and S. Qiu, Microoptical Spectroscopy of Potassium Adsorbed in Channel-Type Zeolite, Symposia of Materials Research Society of Japan, Makuhari, May 22-24, 1996
4. M. Igarashi, N. Okubo, R. Yoshizaki, T. Kodaira and Y. Nozue, NMR Relaxation Study of Na Cluster in Zeolite NaY, Symposia of Materials Research Society of Japan, Makuhari, May 22-24, 1996
5. 中野岳仁, 池本夕佳, 野末泰夫, 小平哲也, 寺崎治, ゼオライト LTA 中の K クラスターの強磁性磁化過程, 日本物理学会(山口), 1996年10月
6. 池本夕佳, 中野岳仁, 野末泰夫, 小平哲也, Shilun Qiu, 寺崎治, ゼオライト MOR のナノチャンネル中のカリウムの電子物性, 日本物理学会(山口), 1996年10月
7. 小平哲也, 中野岳仁, 池本夕佳, 野末泰夫, 竹尾陽敏, ゼオライト LTA 中の Na-K 合金クラスターの光学的・磁氣的性質, 日本物理学会(山口), 1996年10月
8. Y. Nozue, Novel Quantum Mechanical Properties of Cluster Materials Incorporated in Zeolite Crystals, Gordon Research Conference "Zeolitic and Layered Materials", Plymouth State College, Plymouth, New Hampshire, USA, June 15-20, 1997
9. 中野岳仁, 池本夕佳, 野末泰夫, 光野明, 寺崎治, ゼオライト LTA 中の K クラスターの強磁性磁化過程 II, 日本物理学会(名古屋), 1997年3月
10. 池本夕佳, 中野岳仁, 光野明, 野末泰夫, 寺崎治, 小平哲也, ゼオライト FAU 中に配列した K クラスターの磁氣的・光学的性質, 日本物理学会(名古屋), 1997年3月
11. 五十嵐睦夫, 大久保宜昭, 吉崎亮造, 小平哲也, 野末泰夫, Na を吸着させた Y 型ゼオライトの ^{23}Na -NMR の緩和, 日本物理学会(名古屋), 1997年3月
12. 中野岳仁, 池本夕佳, 野末泰夫, 寺崎治, ゼオライト LTA 中の K クラスターの強磁性磁化過程 III, 日本物理学会(神戸), 1997年10月
13. 中野岳仁, 池本夕佳, 野末泰夫, 寺崎治, LTA 中のカリウムクラスターの磁性と光学的性質, ゼオライト学会(長崎), 1997年11月
14. 小平哲也, 池田卓史, 竹尾陽敏, ゼオライト中の $\text{AgX}(\text{X}=\text{Br}, \text{I})$ クラスターの作成とその光学的性質, ゼオライト研究発表会(長崎), 1997年11月
15. T. Kodaira, T. Ikeda and H. Takeo, Stabilization and optical properties of silver halide clusters in zeolites FAU and LTA, The first NIMC international symposium on photoreaction control and photofunctional materials, Tsukuba, 1998, March
16. 野末泰夫, 池本夕佳, 中野岳仁, アルカリ金属クラスターにおけるスピン軌道相互作用の増強効果, 物理学会(千葉), 1998年3月
17. 池本夕佳, 中野岳仁, 野末泰夫, 寺崎治, ゼオライト中の K クラスターの電子スピン共鳴, 物理学会(千葉), 1998年3月
18. 中野岳仁, 池本夕佳, 野末泰夫, 寺崎治, ゼオライト LTA 中の K クラスターの磁性, 物理学会(千葉), 1998年3月
19. 小平哲也, 池田卓史, 竹尾陽敏, ゼオライト FAU, LTA 中の銀ハライドクラスターの励起子, 日本物理学会(千葉), 1998年3月
20. 池本夕佳, 中野岳仁, 野末泰夫, ゼオライト FAU 中のカリウムクラスターの電子スピン共鳴, 超微粒子とクラスター懇談会(大阪), 1998年4月
21. 中野岳仁, 池本夕佳, 野末泰夫, ゼオライト LTA 中のカリウムクラスターの磁性, 超微粒子とクラスター懇談会(大阪), 1998年4月
22. 野末泰夫, 池本夕佳, 中野岳仁, アルカリ金属クラスターにおけるスピン軌道相互作用の増強効果, 超微粒子とクラスター懇談会(大阪), 1998年4月
23. Y. Ikemoto, T. Nakano and Y. Nozue, Metal-Insulator Transition of Potassium Clusters in KX, IZC12, Baltimore, 1998, July
24. T. Nakano, Y. Ikemoto and Y. Nozue, Ferrimagnetic Properties of Potassium Clusters in LTA, IZC12, Baltimore, 1998, July
25. T. Nakano, Y. Ikemoto, and Y. Nozue, Ferromagnetism and paramagnetism in potassium clusters incorporated in zeolite LTA, ISSPIC9, Lausanne, 1998, September
26. Y. Ikemoto, T. Nakano, and Y. Nozue, Electron spin resonance of potassium clusters in zeolite FAU, ISSPIC9, Lausanne, 1998, September
27. Y. Nozue, Y. Ikemoto, and T. Nakano, Enhancement of spin-orbit interaction in alkali metal clusters, ISSPIC9, Lausanne, 1998, September
28. T. Kodaira, T. Ikeda and H. Takeo, Optical and x-ray diffraction study of silver halide clusters in cage type zeolites, ISSPIC9, Lausanne, 1998, September
29. 中野岳仁, 池本夕佳, 野末泰夫, ゼオライト LTA 中の K クラスターの磁性 低電子濃度域, 日本物理学会(沖縄), 1998年9月
30. 池本夕佳, 中野岳仁, 野末泰夫, ゼオライト FAU 中の K クラスターにおける Mott 転移, 日本物理学会(沖

- 縄), 1998年9月
31. 野末泰夫, 池本夕佳, 中野岳仁, ゼオライト中の配列カリウムクラスターの物性と制御, 日本物理学会(沖縄), 1998年9月
 32. 小平 哲也, 池田 卓史, ゼオライト FAU 中の AgBr クラスターの光学的性質, 日本物理学(沖縄), 1998年9月
 33. 中野岳仁, 池本夕佳, 野末泰夫, LTA 中の K クラスターの磁性 K 吸蔵量依存性, ゼオライト研究会(上智大学), 1998年11月
 34. 中野岳仁, 池本夕佳, 野末泰夫, ゼオライト LTA 中の K クラスターの磁性(低 中間電子濃度域), 日本物理学会(広島), 1999年3月
 35. 池本夕佳, 久野桃子, 中野岳仁, 野末泰夫, ゼオライト FAU 中の Na クラスターのフォトクロミズム, 日本物理学会(広島), 1999年3月
 36. 久野桃子, 池本夕佳, 中野岳仁, 野末泰夫, ゼオライト FAU 中の Na クラスターの ESR スペクトルと光学スペクトル, 日本物理学会(広島), 1999年3月
 37. 小平哲也, 池田卓史, ゼオライト中の AgI クラスターの構造と光吸収, 日本物理学会(広島), 1999年3月
 38. 池本夕佳, 久野桃子, 中野岳仁, 野末泰夫, ゼオライト FAU 中の K 及び Na クラスターのフォトクロミズム, 超微粒子とクラスター懇談会(都立大), 1999年5月
 39. Y. Ikemoto, T. Nakano, M. Kuno and Y. Nozue, Optical and ESR Studies of Na Clusters in Zeolite FAU, ISIC10, Okazaki, 1999, May
 40. T. Nakano, Y. Ikemoto and Y. Nozue, Magnetic Properties Near the Ferromagnetic-Nonferromagnetic Phase Boundary in Potassium Clusters Incorporated into Zeolite LTA, ISIC10, Okazaki, 1999, May
 41. Y. Nozue, Novel Electronic Properties of Clusters in Alkali-Metal Intercalated Zeolites, ISIC10, Okazaki, 1999, May
 42. T. Kodaira and T. Ikeda, Optical transitions of AgI and AgBr clusters in zeolite FAU, ISIC10, Okazaki, 1999, May
 43. Y. Ikemoto, T. Nakano, M. Kuno and Y. Nozue, Correlated s-Electron System in Potassium Clusters Arrayed in Zeolite FAU, SCES99, Nagano, 1999, August
 44. T. Nakano, Y. Ikemoto and Y. Nozue, Ferromagnetism of s-electron system in potassium clusters in zeolite LTA, SCES99, Nagano, 1999, August
 45. 池本夕佳, 久野桃子, 中野岳仁, 野末泰夫, ゼオライト FAU (Xタイプ) 中の Na 及び K クラスターの電子状態の違いについて, 日本物理学会(盛岡), 1999年9月
 46. 久野桃子, 池本夕佳, 中野岳仁, 野末泰夫, ゼオライト FAU (X及びYタイプ) 中の Na クラスターの光学スペクトルと ESR スペクトル, 日本物理学会(盛岡), 1999年9月
 47. 中野岳仁, 池本夕佳, 野末泰夫, ゼオライト LTA 中の K クラスターの強磁性発現機構について, 日本物理学会(盛岡), 1999年9月
 48. 中野岳仁, 池本夕佳, 野末泰夫, ゼオライト LTA 中の Rb クラスターの ESR スペクトル幅の異常な増大, 日本物理学会(盛岡), 1999年9月
 49. 小平哲也, 池田卓史, ゼオライト中の CuI クラスターの光学遷移とその配列形態, 日本物理学会(盛岡), 1999年9月
 50. 池本夕佳, 久野桃子, 中野岳仁, 野末泰夫, FAU 中の K 及び Na クラスターのフォトクロミズム, ゼオライト研究会(北見), 1999年10月
 51. 小平哲也, 貝瀬正紘, 竹尾陽敏, 野末泰夫, LTA 中の Na クラスターのフォトクロミズムと光誘起 ESR スペクトル, ゼオライト研究会(北見), 1999年10月
 52. 中野岳仁, 池本夕佳, 野末泰夫, ゼオライト LTA 中の Rb クラスターの磁性, 日本物理学会 2000年春の分科会(関西大), 2000年3月
 53. 池本夕佳, 久野桃子, 中野岳仁, 野末泰夫, 池田卓史, ゼオライト FAU (low silica X) 中の K クラスターの磁気的光学的性質, 日本物理学会 2000年春の分科会(関西大), 2000年3月
 54. 久野桃子, 池本夕佳, 中野岳仁, 野末泰夫, ゼオライト FAU 中の Na クラスターの電子状態 高濃度吸蔵領域, 日本物理学会 2000年春の分科会(関西大), 2000年3月
 55. 中野岳仁, 池本夕佳, 野末泰夫, ゼオライト LTA 中の Rb クラスターの磁性, 超微粒子とクラスター懇談会第4回研究会(仙台), 2000年5月
 56. 久野桃子, 池本夕佳, 中野岳仁, 野末泰夫, ゼオライト FAU 中の Na クラスターの電子状態, 超微粒子とクラスター懇談会 第4回研究会(仙台), 2000年5月
 57. 池本夕佳, 久野桃子, 中野岳仁, 野末泰夫, 池田卓史, ゼオライト FAU (low silica X) 中の K クラスターの磁気的光学的性質, 超微粒子とクラスター懇談会 第4回研究会(仙台), 2000年5月
 58. T. Nakano, Y. Ikemoto and Y. Nozue, Ferromagnetic Properties of Rubidium Clusters in Zeolite LTA, International Conference on Magnetism (ICM2000), Recife, Brazil, 6-11 August 2000.
 59. Y. Ikemoto, T. Nakano, M. Kuno, Y. Nozue and T. Ikeda, Insulating phase of potassium clusters arrayed in low-silica type zeolite FAU, International Conference on Magnetism (ICM2000), Recife, Brazil, 6-11 August 2000.
 60. 野末泰夫, ゼオライト中のアルカリ金属クラスターの物性, 日本物理学会(新潟), 2000年9月
 61. 久野桃子, 池本夕佳, 中野岳仁, 野末泰夫, ゼオライト FAU 中の Na クラスターの電子状態 高濃度吸蔵領域 II, 日本物理学会第55回年次会(新潟), 2000年9月
 62. 池本夕佳, 久野桃子, 中野岳仁, 野末泰夫, 池田卓史, ゼオライト FAU (low silica X) 中の K クラスターの磁気的光学的性質 II, 日本物理学会第55回年次会(新潟), 2000年9月
 63. 中野岳仁, 池本夕佳, 野末泰夫, 池田卓史, ゼオライト LTA 中の Rb クラスターの電子状態, 日本物理学会第55回年次会(新潟), 2000年9月
 64. 小平哲也, 池田卓史, ゼオライト中 AgI クラスターの電子状態に対する格子内アルカリイオンの影響, 日本物理学会(新潟), 2000年9月

65. Y. Nozue, Novel electronic properties of nanoclusters stabilized in regular cages of zeolite crystals, *New Materials, New Properties, New Millennium*, September 8, 2000, Namur, Belgium
66. 小平哲也、池田卓史、A及びX中のAgIクラスターの電子状態と吸着状態におけるホスト-ゲスト相互作用の寄与、ゼオライト研究発表会(東京)、2000年11月
67. 小平 哲也、池田 卓史、Jacek Michalik、Jong-Sung Yu、ZK-4 中の金属クラスターの電子状態と構造、ゼオライト研究発表会(東京)、2000年11月
68. 中野岳仁、池本夕佳、野末泰夫、ゼオライト LTA 中のアルカリ金属クラスターの電子スピン共鳴と軌道縮退、日本物理学会第 56 回年次会(中央大)、2001年3月
69. 中野岳仁、池本夕佳、野末泰夫、ゼオライト LTA 中のアルカリ金属クラスターの磁性と軌道整列、日本物理学会第 56 回年次会(中央大)、2001年3月
70. 池本夕佳、久野桃子、中野岳仁、池田卓史、野末泰夫、ゼオライト FAU (low silica X) 中の K クラスターの磁性 高濃度吸蔵試料、日本物理学会第 56 回年次会(中央大)、2001年3月

(岡本グループ)

71. 岡本康昭、“ゼオライト細孔内ナノストラクチャーの制御と触媒作用”、ミクロ空間反応場を利用する分子機能材料の設計と触媒作用、依頼講演、触媒学会、1977年1月21日。
72. 岡本康昭、“ゼオライト細孔内複合硫化物の調製と触媒作用”、第72回日本化学会、依頼講演、1997年3月28日。
73. Yasuaki Okamoto, “A Molecular Approach to Synergy Generations in Co-Mo Binary Sulfide Catalysts for Hydrodesulfurization”, Korean Institute of Science and Technology, Invited lecture, Oct. 9., 1997, Seoul, Korea.
74. 岡本康昭、“マイクロポアを利用した触媒活性種の合成”、日本化学会中四国地区化学懇談会、依頼講演、平成9年11月22日、宇部。
75. 大西直之、大砂哲、坂本康弘、岡本康昭、寺崎治、平賀賢二、“高分解能電顕法による MoS₂/Na-FAU の構造解析”、ゼオライト研究会、平成9年11月、東京。
76. Yasuaki Okamoto, “Synergy Generation Mechanism in Co-Mo Binary Sulfide Catalyst: A Co-Mo Binary Sulfide Cluster Approach”, *Advances in Desulfurization Technology*, Dec. 1997, Fukuoka.
77. Yasuaki Okamoto, “Intrazeolite Co-Mo Binary Sulfide Clusters as an Active Site Model for Hydrodesulfurization”, 9th ROC-Japan Joint Symposium on Catalysis, Invited lecture, Feb. 1998, Taipei, Taiwan.
78. 岡本康昭、“水素化脱硫触媒の活性サイト構造とその機能”、精密表面材料研究会(触媒学会)依頼講演、平成10年3月、東京。
79. 岡本康昭、“Co-Mo 複合硫化物触媒における機能の分離と統合”、第81回触媒討論会、平成10年3月、大阪。
80. Yasuaki Okamoto, “Intrazeolite Co-Mo Binary Sulfide Clusters for Hydro-treatings”, Third Tokyo Conference on Advanced Catalytic Science and Technology, July, 1998, Tokyo.
81. Yasuaki Okamoto, “Intrazeolite Co-Mo Binary Sulfide Clusters as Active Site Models for Hydrodesulfurization”, Intern. Symp. Molecular Aspects of Catalysis by Sulfides, Sep. 1998, St. Petersburg, Russia.
82. 岡本康昭、久保田岳志、“ゼオライト細孔内 Co-Mo 複合硫化物クラスターの合成と構造解析”、ナノ空間を利用した新物質の創製、平成10年11月26-27日、仙台。
83. 岡本康昭、久保田岳志、“ゼオライト細孔内複合硫化物クラスターの創製と構造解析”、量子効果等の物理現象、平成10年12月21-22日、東京。大西直之、大砂哲、平賀賢二、岡本康昭、坂本康弘、寺崎治、“Y型ゼオライト結晶中に導入した MoS₂ クラスターの分布”、日本電子顕微鏡学会、平成11年3月、東京。大嶋伸之、久保田岳志、岡本康昭、“ゼオライト細孔内に構築されたモリブデン酸化物クラスターのエタノール酸化反応における触媒特性”、日本化学会第76春季年会、平成11年3月、横浜。
84. 久保田岳志、森脇恭子、岡本康昭、“MCM-41 担持 Co-Mo 複合硫化物の調製とキャラクター化”、触媒研究発表会、平成11年3月、東京。
85. 久保田岳志、岡本英哲、小林啓子、岡本康昭、“水素化脱硫反応に高活性を示すゼオライト担持 Co 触媒の調製とキャラクター化”、第84回触媒討論会、平成11年10月1日、秋田。
86. 久保田岳志、岡本英哲、小林啓子、岡本康昭、“ゼオライト細孔内に構築された Co-Mo 複合硫化物クラスターの NO 吸着特性”、日本化学会中国四国支部・九州支部合同大会、1999年10月9日、徳島。
87. 久保田岳志、岡本英哲、小林啓子、岡本康昭、“ゼオライト担持 Co 硫化物触媒の調製とチオフエン脱硫活性”、日本化学会中国四国支部・九州支部合同大会、1999年10月9日、徳島。
88. 久保田岳志、岡本英哲、小林啓子、岡本康昭、“高水素化脱硫活性を示すゼオライト担持 Co 硫化物触媒”、第29回石油化学討論会、1999年11月、福岡。
89. 久保田岳志、岡本英哲、小林啓子、岡本康昭、“CVD 法による高分散 Co 硫化物触媒の調製と水素化脱硫反応活性”、第85回触媒討論会、2000年3月、習志野。
90. 岡本康昭、久保田岳志、小林啓子、岡本英哲、“ゼオライト担持高分散硫化物触媒の NO 吸着特性”、第49回石油学会研究発表会、2000年5月25日、東京。
91. Yasuaki Okamoto, Hidenori Okamoto and Takeshi Kubota, “Structure and Catalysis of Intrazeolite Co-Mo Binary Sulfide Model Clusters for Hydrodesulfurization”, 12th Intern. Congr. Catalysis, Granada, Spain, July 11, 2000.
92. 岡本康昭、“分子サイズの反応器：ゼオライト”、ゼオライト研究の動向と展望、依頼講演、島根—つくば交流会、松江、2000年7月19日。
93. Yasuaki Okamoto and Takeshi Kubota, “Decarbonylation of Group 6 Metal Carbonyl M(CO)₆ (M = Cr, Mo W) Encaged in Faujasite: Basicity of Framework Oxygen”, International Symposium on Zeolites and Microporous Crystals, Sendai, Japan, August 8, 2000.
94. 岡本康昭、“ゼオライト細孔内でのクラスター合成とその触媒作用”、第87回金属物性研究会、ゼオライ

- トの基礎とその応用、依頼講演、松江、2000年9月11日。
95. 久保田岳志、岡本英哲、小林徹也、岡本康昭、“ゼオライト担持 Co 硫化物の分散性と触媒特性：ゼオライト組成依存性”、第16回ゼオライト研究発表会、東京、2000年11月21日。
 96. 久保田岳志、落合啓二、岡本康昭、“CVD法による Co-Mo 硫化物触媒の調製と水素化脱硫反応における担体効果”、第87回触媒討論会、1B03、吹田、2001年3月27日。
 97. 久保田岳志、濱崎有也、岡本康昭、“XAFSによるセレノフェン HDS_{Se} 反応における反応機構の解析”、日本化学会春季年会、2001年3月31日。
 98. 岡本康昭、野村武士、久保田岳志、“CVD法による高分散 Mo 窒化物触媒の調製と触媒特性”、第50回石油学会研究発表会、東京、2001年5月24日。

(黒田グループ)

99. Y. Sugahara, H. Nakashima, Y. Komori, K. Kuroda, S. Hayashi: Solid-state NMR Investigation on Organically-Modified Ceramics Prepared from Alkoxysilanes. US-Japan Workshop "Hybrid 2000" (2000).
100. Y. Sugahara, Y. Saitoh, H. Takeda, S. Koyama: Preparation of Aluminum Nitride from Cage-type Precursors. International Symposium on "Soft Solution-Processing" (SSP-2000) (2000).
101. Y. Sugahara, Y. Saito, H. Takeda, S. Koyama: Cage-Type Poly(alkyliminoalane)s as Precursors to Aluminum Nitride. IRIS-IX (2000).
102. Y. Sugahara, H. Nakashima, S. Koyama, K. Kuroda: Preparation of Silicon Nitride/Aluminum Nitride Composite via Pyrolysis of a Pre-ceramic Polymer. NANO 2000 (2000).
103. Y. Sugahara, W. Sugimoto, M. Shirata, K. Kuroda: Conversion of an Aurivillius Phase into the Protonated Form of the Layered Perovskite via Acid Treatment. France Japan Workshop on Nanomaterials (2000).
104. 下嶋敦, 菅原義之, 黒田一幸: アルキルトリエトキシシラン - テトラエトキシシラン系からの無機 - 有機ナノ複合体薄膜合成における析出温度の影響. 日本化学会第78春季年会 (2000).
105. 小森佳彦, 榎戸洋之, 竹縄亮史, 林繁信, 菅原義之, 黒田一幸: カオリナイト層表面のメトキシ化. 日本化学会第78春季年会 (2000).
106. 石井卓磨, 宮元展義, 黒田一幸, 小川誠: モンモリロナイト層間を利用した陽イオン性アゾベンゼンの配向制御. 日本化学会第78春季年会 (2000).
107. 中村朋之, 森淳一, 黒田一幸, 小川誠: メソポーラスシリカへのルテニウムトリスピリジン錯体の吸着. 日本化学会第78春季年会 (2000).
108. 宮元展義, 黒田一幸, 小川誠: 層状ニオブ酸塩 $K_4Nb_6O_{17}$ 層表面におけるシアニン色素の配列. 第16回ゼオライト研究発表会 (2000).
109. 村田修作, 古川博康, 黒田一幸: ジオールで修飾した FSM の細孔内におけるクロロフィル *b* から *a* へのエネルギー移動. 第16回ゼオライト研究発表会 (2000).
110. 伊藤大悟, 木村辰雄, 黒田一幸: C_n TMA および C_n TEA 界面活性剤を用いたカネマイト-有機メソ構造体の合成. 第16回ゼオライト研究発表会 (2000).
111. 下嶋敦, 菅原義之, 黒田一幸: オルガノアルコキシシラン - テトラアルコキシシラン系からの層状無機有機ハイブリッド薄膜の形成および層間における有機基の重合. 日本セラミックス協会第13回秋季シンポジウム (2000).
112. 中村朋之, 黒田一幸, 小川誠: メソポーラスシリカに吸着したルテニウムトリスピリジン錯体の発光挙動. 日本セラミックス協会第13回秋季シンポジウム (2000).
113. 程飛, 菅原義之, 黒田一幸: $Nb(NEt_2)_4$ から Nb-N 骨格を持つ可溶性前駆体の合成及び熱分解. 第38回セラミックス基礎科学討論会 (2000).
114. 菅原義之: カゴ型構造を持つ化合物を用いた窒化物セラミックスの合成. 第38回セラミックス基礎科学討論会 (2000).
115. 程飛, 菅原義之, 黒田一幸: $Zr(NEt_2)_4$ からの Zr-N 骨格を持つ可溶性前駆体の合成及び熱分解. 日本セラミックス協会2000年会 (2000).
116. 須崎健太郎, 島田智子, 小森佳彦, 林繁信, 菅原義之, 黒田一幸: カテコレート基を有する Ti アルコキシドを前駆物質に用いた SiO_2 - TiO_2 ゲルの合成とその固体 NMR による構造評価. 日本セラミックス協会2000年会 (2000).
117. 日比洋介, 石川佳澄, 菅原義之, 黒田一幸: カテコールにより化学修飾した Sr, Ti を含む二金属アルコキシドの合成とその熱分解. 日本セラミックス協会2000年会 (2000).
118. 津野田悠, 杉本渉, 菅原義之: $Bi_2SrTa_2O_9$ の酸処理による H 型層状ペロブスカイトへの変換. 第16回日本セラミックス協会関東支部研究発表会 (2000).
119. 須崎健太郎, 菅原義之, 林繁信, 黒田一幸: カテコレートを有する Ti アルコキシドを前駆物質に用いた SiO_2 - TiO_2 の合成と固体 NMR による構造解析. 第19回無機高分子研究討論会 (2000).
120. 藤田郁子, 三田村哲理, 黒田一幸, 小川誠: 有機修飾マガディライトへのアルコール吸着. 第44回粘土科学討論会 (2000).
121. 松村麻子, 板垣哲朗, 小森佳彦, 菅原義之, 黒田一幸: カオリナイト-ナイロン6層間化合物の合成. 第44回粘土科学討論会 (2000).
122. 石井卓磨, 宮元展義, 黒田一幸, 小川誠: 光異性化反応を利用したアゾベンゼン-マガディライト層間化合物の構造変化. 第44回粘土科学討論会 (2000).
123. 水上尚子, 辻村政史, 黒田一幸, 小川誠: 層状ポリケイ酸塩 Magadiite への Eu^{3+} のインターカレーション. 第44回粘土科学討論会 (2000).
124. 梅田礼敬, 下嶋敦, 黒田一幸: アルキルモノ-, ジ-, トリメトキシシランの自己組織化を利用した無機-有機ハ

- イブリッド薄膜の合成. 第 39 回セラミックス基礎科学討論会 (2001).
125. 津野田悠, 杉本涉, 菅原義之: Ta 系層状ペロブスカイトから変換された H 型層状ペロブスカイトのインターカレーション反応. 第 39 回セラミックス基礎科学討論会 (2001).
 126. 滋野哲朗, 長尾匡倫, 木村辰雄, 黒田一幸: 新規メソ多孔体 KSW-2 の合成と性質. 第 39 回セラミックス基礎科学討論会 (2001).
 127. Shimojima, Y. Sugahara, K. Kuroda: Structural Control of Inorganic-Organic Multilayered Films Derived from Alkyltriethoxysilane-Tetraethoxysilane Mixtures. International Conference on Colloid and Surface Science (2000).
 128. Shimojima, K. Kuroda: Synthesis of Layered Silica-Organic Polymer Hybrid Films Derived from Alkenyltriethoxysilane and Tetraethoxysilane. International Symposium on "Soft Solution-Processing" (SSP-2000) (2000).
 129. F. Cheng, Y. Sugahara, K. Kuroda: Preparation of Transition Metal Nitrides from Aminolysis Products of Metal diethylamides. 7th International Conference on Ceramic Processing Science (2000).
 130. Y. Sugahara, M. Shirata, W. Sugimoto: Novel Conversion of an Aurivillius Phase $\text{Bi}_2\text{O}_2[\text{SrNaNb}_3\text{O}_{10}]$ into the Protonated Form of the Layered Perovskite by the Selective Leaching of the Bismuth Oxide Sheet. Materials Research Society 2000 Fall Meeting (2000).
 131. N. Miyamoto, K. Kuroda, M. Ogawa: Preparation of a Thin Film of Propylammonium-exchanged $\text{Na}_2\text{Ti}_3\text{O}_7$ and Intercalation with a Cationic Dye. International Symposium on "Soft Solution-Processing" (SSP-2000) (2000).
 132. I. Fujita, K. Kuroda, M. Ogawa: Control of Interlayer Microstructures of a Layered Silicate by Surface Modification with Organochlorosilanes. The 12th Symposium of the Materials Research Society of Japan (2000).
 133. 松村麻子, 板垣哲朗, 小森佳彦, 菅原義之, 黒田一幸, 日本化学会第 78 春季年会, カオリナイト-6-アミノヘキサ酸層間化合物の合成と加熱変化 (2000).