

## 平成17年度科学研究費補助金（基盤研究（S））研究状況報告書

ふりがな（ローマ字）		KANEKO KATSUMI					
①研究代表者 氏名		金子 克美		②所属研究機関・ 部局・職			
				千葉大学・理学部・教授			
③研究 課題 名	和文	ソフトナノスペース中へのクリーンエネルギー気体高密度貯蔵					
	英文	High density storage of clean energy fuel gases in soft nanospaces					
④研究経費		平成15年度	平成16年度	平成17年度	平成18年度	平成19年度	総合計
17年度以降は内約額 金額単位：千円		19,300	17,900	14,400	16,100	11,900	79,600
⑤研究組織（研究代表者及び研究分担者）							
氏名		所属研究機関・部局・職		現在の専門		役割分担（研究実施計画に対する分担事項）	
金子 克美		千葉大学・理学部・教授		物理化学		研究総合統括 ソフトナノ細孔体のナノスペース構造解析 X線回折によるナノスペース中の分子集団構造解析 無機系ソフトナノ細孔体デザインと創製 有機系ソフトナノ細孔体デザインと創製 ソフト細孔体の XAFS による局所構造解析 および表面構造解析 吸着実験、シミュレーション	
加納 博文		千葉大学・理学部・助教授		物理化学			
東郷 秀雄		千葉大学・理学部・助教授		有機化学			
小西 健久		千葉大学・理学部・助手		表面科学			
田中 秀樹		千葉大学・大学院自然科学 研究科・助手		物理化学			
⑥当初の研究目的（交付申請書に記載した研究目的を簡潔に記入してください。）							
<p>本研究の目標は、シングルウォールカーボンナノチューブ（SWNT）を始めとする有力な材料を用いて、クリーンなエネルギーである CH<sub>4</sub> および H<sub>2</sub> の高密度貯蔵を実現するための基礎科学の展開にある。CH<sub>4</sub> と H<sub>2</sub> は常温で超臨界気体のために高圧下でも液化せず、高密度貯蔵は困難である。高密度貯蔵には、固体の極微細孔（ナノ細孔）の分子に対する強い分子ポテンシャルを利用して高密度貯蔵する方向が有力である。なかでも有望な SWNT バンドルは、チューブの内側と外側とが特徴的なナノ分子場を形成するので、バンドル構造を制御した SWNT の研究は意義がある。また、SWNT は純度に課題があるが、シングルウォールカーボンナノホーン SWNH は、高純度で得られ、化学修飾なども可能であり有望である。また、活性炭素繊維 ACF もナノ細孔の形状がスリットであるが、細孔径の違いによるナノ場の効果を検討できる。これらの炭素材料は細孔壁が 1nm 以下と極めて薄く、ソフトであり裏と表からの分子との相互作用が重要である。更に、化学構造の多様性と著しいソフトさを導入しうる有機・無機ハイブリッド錯体ナノ細孔体を創製して分子場を制御し、超臨界 CH<sub>4</sub> と H<sub>2</sub> の高密度貯蔵を実現しようとする。このためにはこれらのナノスペースの分子場がいかなるものかを理解し、かつ制御できなければならない。そこで本研究では、超臨界 CH<sub>4</sub> と H<sub>2</sub> 以外にも N<sub>2</sub> や H<sub>2</sub>O などの蒸気吸着、統計力学シミュレーションならびにその場 X 線小角散乱などを適用して、超臨界 CH<sub>4</sub> と H<sub>2</sub> のこれら極限的に薄い細孔壁からなるナノスペースへの吸着貯蔵原理を明かにする。</p>							

⑦これまでの研究経過 (研究の進捗状況について、必要に応じて図表等を用いながら、具体的に記入してください。)

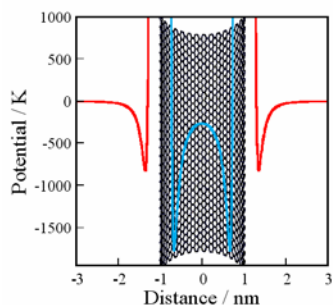


図1. SWNTのN<sub>2</sub>に対するポテンシャル

本研究はナノスペースを有する二つの物質群、①ナノカーボンと②有機無機ハイブリッド錯体に関する研究から構成されている。①に関するナノカーボンとしては、シングルウォールカーボンナノチューブ(SWNT)、シングルウォールカーボンナノホーン (SWNH)、活性炭素繊維 (ACF)が主たる研究対象物質である。SWNTは図1に示すように、単一では内側が

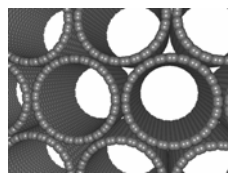


図2. SWNTバンドル

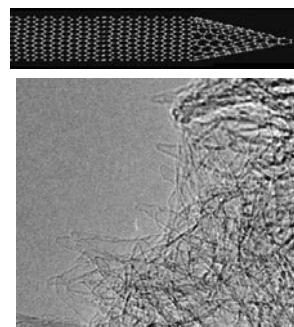


図3. SWNHの粒子モデルとTEMによる集合像

外側よりも著しいポテンシャル場を形成するが、図2に示すようなバンドルを形成すると、チューブ間の間隙空間のほうが深いポテンシャル場となる。したがって、SWNTではチューブの内側と外側とを識別した研究、バンドル構造の制御が大切である。SWNTは金属触媒を多く含む高純度の試料を得がたいために、信頼できる気体吸着実験が困難である。一方、SWNHは触媒金属を用いないために、信頼できる実験結果を得やすいメリットを持つ。しかし、SWNTのような規則的なバンドル構造をとらず、図3に示すような部分配向構造性のコロイド系である。この構造の特徴、粒子の内側と外側の違いを理解し、制御が望まれる。

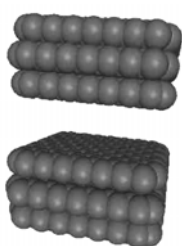


図4. ACFスリット孔

これらのナノカーボンとならんでスリット型のナノスペースを持つACFは、細孔径(スリット幅)が0.7から1.2nmの試料を選ぶことができ、表面酸性基の影響を高温加熱、還元などで変えることが可能である。このために、ナノカーボンとACFの併用によって、ナノ空間の幾何学の違いを明らかにできる。一方、有機無機ハイブリッド錯体は原子量の大きい金属を含んでいるが、配位子をナノスペースの壁とすることができ、かつ配位子を変えてナノスペースの構造制御が可能である。本研究ではCu錯体結晶を用い、その構造を

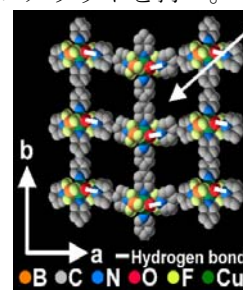


図5. LPCの層構造

図5に示す。図中の矢印部位が空隙であり、ナノスペースリッチの構造であるが、3次元構造を組むときにシートの積層にズレがあり、外界とのつながりがあるナノスペースではなくなる。この特殊な構造体 (Latent porous crystals:LPC) の構造、その制御、吸着性の検討を行った。

物質群①に関する研究経過: SWNTについては市販品 HiPco を用いて、30wt.%に及ぶ鉄触媒の精製除去法の検討を進めながら、ナノ構造と水素吸着性の検討を実施した。HiPcoでは精製を進めると、チューブ構造の破壊が生じ、303Kでの水素吸着量も10MPaで0.1wt.%と少なかった。界面活性剤でのバンドル構造制御も開始しているが、発表に至っていない。未発表ではあるが、SWNTについては、産業創造研究所で作成した試料の精製とキャラクタリゼーションを進めており、HiPcoよりバンドル構造が優れ本研究目的にあっていることを、X線回折、ラマン測定から明らかにした。SWNHについては、名城大学飯島教授からの試料提供を受け、構造制御と気体吸着性の研究を進めてきた。SWNH粒子にナノスケール窓を付与する各種化学的処理法の検討、開孔のための圧縮加圧法などを検討し、水素貯蔵性増大を狙ってパラジウム高分散を実施した。また、SWNHについては、低温におけるH<sub>2</sub>について量子分子篩効果が明瞭に示された。これらの一部は論文公表されている。ナノカーボンとの関係でACFのAr中加熱処理などと水素吸着などの検討をしているが、目だった成果は得られていない。しかし、ACFの疎水性ナノスペースを活用した水蒸気吸着原理、Rb、Cuなどのイオンの配位異常などを明らかにした。一部は論文として公表された。

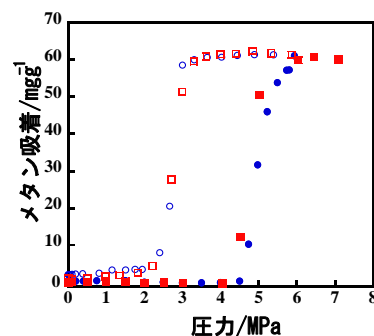


図6. LPCの303Kでの超臨界メタン吸着等温線

物質群②については、LPCを中心に合成法を検討しながらCH<sub>4</sub>、H<sub>2</sub>吸着性、構造との関係を検討している。図6にはLPCの超臨界メタンの吸着等温線を示すが、4MPaで吸着が開始、3MPaで脱着が急激に起こる“吸着ゲート現象”を見出した。反応溶剤の差異によりこのゲート圧が変化することも見出している。このCH<sub>4</sub>吸着量は大きく、体積%で150以上である。しかし、H<sub>2</sub>ではこの現象がみられない。LPCが粉末で得られることから吸着時のX線構造変化のデータが十分には解析しきれていない課題があり、公表が遅れている。漸くJ.Phys. Chem.に投稿中であるが、他の結晶について超臨界CO<sub>2</sub>吸着の研究では共同研究で公表している。現在、その場X線回折法による構造知見をより有効にするための努力中であり、X線吸収法による解析とあわせ、Cu系だけでなく、新たなNi系有機無機ハイブリッド錯体についての研究も実施している。

⑧特記事項 (これまでの研究において得られた、独創性・新規性を格段に発展させる結果あるいは可能性、新たな知見、学問的・学術的なインパクト等特記すべき事項があれば記入してください。)

本研究で得られた成果としては①SWNH を用いてホーン粒子内側と外側のナノ空間を識別して気体吸着性を示したこと、②SWNH 粒子集合体の処理により高い  $\text{CH}_4$  吸着能を実現したこと、③疎水性のカーボンナノ空間における水の疎水化獲得の機構を解明したこと、④潜在性ナノ細孔体である Cu 錯体結晶で  $\text{CH}_4$  の“ゲート吸着”現象を見出し、その機構が 90% 解明されたこと、等が挙げられる。

1) SWNT については触媒不純物の作用で困難であるが、SWNH については単層のカーボン壁の内側 (負の曲率を持つ) と外側 (正の曲率を持つ) のナノ空間の分子に対するポテンシャル場の違いを明瞭に示した。特に、軽い分子である  $\text{H}_2$  と  $\text{D}_2$  では、理論予測がなされていた不確定性原理による量子分子篩効果をシミュレーションと実験で、SWNH では  $\text{D}_2$  のほうが  $\text{H}_2$  より 10% 以上吸着され、それが外側 (粒子間隙) と内側のナノ空間で異なることを明らかにした。単原子層で極限的に薄い細孔体のポテンシャル場が異なるナノスペースの活用法として、通常困難な同位体分離が可能であることを示した

(H.Tanaka et al, J.Amer.Chem.Soc. 印刷中)。(一部は 2004 年吸着基礎国際会議、USA、にて基調講演として発表、2005 年フランスのエネルギーと炭素会議で招待講演にて発表予定)

2) SWNH はコロイド粒子を形成するので、よくぬれるエタノールを利用して、50MPa にて圧縮した SWNH は高密度化し、2003 年度のアメリカエネルギー省の target 値(150 %, 35MPa, 298K)を超えた (図 1)。これは新しい超臨界メタンの貯蔵材の方向を示唆している(E. Bekyarova 等 J. Phys. Chem. 2003)。 (2004 年国際炭素学会基調講演 (USA) に含めて発表)

3) 水分子は  $\text{H}_2$  と  $\text{CH}_4$  と包接化合物であるハイドレートを作ることで知られている。本研究ではナノスペース中でこれらのハイドレートが促進き形成されることを研究する予定である。また、生物学のウオーターチャネルに関連して疎水的ナノ空間中の水の構造と“安定性”については、世界的な議論がある。本研究では ACF のスリット型ナノスペースと SWNH のナノスペース(内側と外側を区別)中の水の安定性を分子シミュレーションとその場小角 X 線散乱 (SAXS)法で調べた。その結果、水分子は 8 から 10 分子が会合してクラスター化すると、ナノスペースで安定化できることを明らかにした。ACF 系では、公表済みであるが、SWNH はこれからである。(T.Ohba et al. J. Amer.Chem.Soc. (2004), Nano Lett.(2005)等) (2004 年 ナノサイエンス学会 オーストラリア、招待講演および上記炭素学会基調講演にて発表)

4) ナノスペースのサイズと形状を化学的にデザイン可能な有機無機ハイブリッド錯体結晶について、⑦で示したように、超臨界  $\text{CH}_4$  の吸着等温線にゲート現象を発見した。これは、ナノレベルの分子バルブという機能を結晶が持っていることを示している。これと同様な現象を示す有機結晶を探索するために、500 以上の類似化合物を合成したが前述の LPC のみが顕著な“ゲート現象”を示すことがわかった。これは新しい分子と固体の相互作用を示唆する重要なものである。結晶構造データの蓄積を待ち、逐次発表予定である。

他にも研究を推進している。水素吸着については 77K については重量%で 10%を超える特殊なナノ構造炭素を見出したが、現在発表準備中である。これは水素エネルギー貯蔵と表面科学の基礎から注目されるであろう。また、ナノカーボンよりは柔らかさにかけるがゼオライトについて、ミクロ孔以外に均一なメソ孔を導入するとことに成功した。これはエネルギー貯蔵化学というよりは、触媒化学で注目されており、J. Amer.Chem.Soc.(2003)に発表以来、好評を得ており Chem.Rev.として関連の仕事などを纏めて公表するところまで達した。また、2005 年のハワイ Pacifichem のシンポジウムで招待講演をする予定である。また、超臨界メタンのナノスペース中の状態をその場 SAXS と分子シミュレーションで明らかにした。これは新しい超臨界気体の解析手法になると期待できる。(T.Ohba et al.J.Phys.Chem.2004)

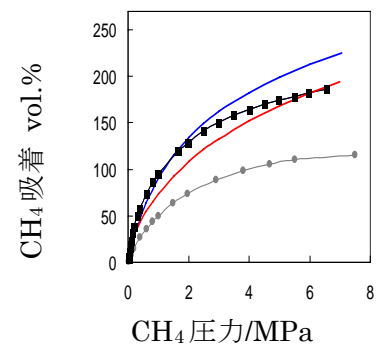


図 1. SWNH 圧縮体の  $\text{CH}_4$  吸着等温線 ■ : SWNH, ● 高表面積活性炭、実線 : バンドル構造の SWNT

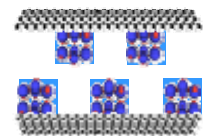


図 2. 疎水性スリット中での水クラスター構造

⑨研究成果の発表状況 (この研究費による成果の発表に限り、学術誌等に発表した論文(掲載が確定しているものを含む。)の全著者名、論文名、学協会誌名、巻(号)、最初と最後のページ、発表年(西暦)、及び国際会議、学会等における発表状況について記入してください。なお、代表的な論文3件に○を、また研究代表者に下線を付してください。)

[発表論文]

1. Question for Nitrogen Adsorption Data Analysis toward Formation of Supermicropores in ZSM-5 Zeolite, Y. Tao, H. Kanoh, K. Kaneko, *Adv. Mater.* In press.
2. Quasi One-dimensional Nanopores in Single Wall Carbon Nanohorn Colloids from GCMC Simulation Aided Adsorption Technique, T. Ohba, H. Kanoh, K. Kaneko, *J. Phys. Chem. B*, In press
- ③ 3. Quantum Effects on Hydrogen Isotope Adsorption on Single-Wall Carbon Nanohorns, H. Tanaka, H. Kanoh, M. Yudasaka, S. Iijima, K. Kaneko, *J. Amer. Chem. Soc.* in press.
4. Nanospace Molecular Science and Adsorption. K. Kaneko, T. Ohba, T. Ohkubo, S. Utsumi, H. Kanoh, M. Yudasaka, S. Iijima, *Adsorption*, in press.
5. Water cluster growth in hydrophobic solid nanospaces, T. Ohba, H. Kanoh, K. Kaneko, *Chem. Euro J.* in press.
6. Highly Ultramicroporosity-Donated Single-Wall Carbon Nanohorn Assemblies C.-Min Yang, H. Noguchi, M. Yudasaka, A. Hashimoto, S. Iijima, K. Kaneko, *Adv. Mater.* In press.
7. Quantum effects on hydrogen adsorption in internal nanospaces of single-wall carbon nanohorns, H. Tanaka, H. Kanoh, M. E.-Merrauoui, W. Steele, M. Yudasaka, S. Iijima, K. Kaneko, *J. Phys. Chem. B*, In press.
8. Synthesis of Mesoporous Zeolite A by Resorcinol-Formaldehyde Aerogel Templating, Y. Tao, H. Kanoh, K. Kaneko, *Langmuir*, . In press.
9. Comparative Study on Pore Structures of Mesoporous ZSM-5 from Resorcinol-formaldehyde Aerogel and Carbon Aerogel Templating, Y. Tao, H. Kanoh, K. Kaneko, *J. Phys. Chem B*. In press.
10. EXAFS Study of Electrolytic Nanosolution Confined in Interstitial Nanospaces of Single Wall Carbon Nanohorn Colloids T. Ohkubo, Y. Hattori, H. Kanoh, T. Konishi, H. Sakai, M. Abe, D. Kasuya, M. Yudasaka, S. Iijima, T. Fujikawa, K. Kaneko, *Physica Scripta*, **T115**, 685-687 (2005).
11. Structures and Stability of Water Nanoclusters in Hydrophobic Nanospaces T. Ohba, H. Kanoh, K. Kaneko, *Nano Lett.* **5**, 227-230 (2005)
12. Theory for Capillary Condensation/Evaporation of Nitrogen in Mesoporous Systems and its Implications for Pore Size Analysis of MCM-41 Silicas and Related Materials, P. Kowalczyk, M. Jaroniec, A.P. Terzyk, K. Kaneko, D.D. Do, An Improvement of the Derjaguin-Broekhoff-de Boer *Langmuir*, **21** 1827-1833 (2005).
13. Nanoscale irregularity analysis of carbon fibre surfaces with a high-resolution  $\alpha_s$ -plot, K. Fukasawa, T. Ohba, H. Kanoh, T. Toyoda and K. Kaneko, *Adsorption Sci. Tech.* **22**, 595-601 (2004).
14. Microporosity development of single wall carbon nanohorn with chemically induced coalescence of the assembly structure, C.M. Yang, D. Kasuya, M. Yudasaka, S. Iijima, K. Kaneko, *J Phys. Chem. B*. **108**, 17775-17782(2004)
15. Direct thermal fluorination of single wall carbon nanohorns. Y. Hattori, H. Kanoh, F. Okino, H. Touhara, D. Kasuya, M. Yudasaka, S. Iijima, and K. Kaneko, *J. Phys. Chem. B* **108**, 9614-9618 (2004) ..
16. Interstitial nanopore change of single wall carbon nanohorn assemblies with high temperature treatment, T. Ohba, T. Omori, H. Kanoh, M. Yudasaka, S. Iijima and K. Kaneko *Chem Phys Lett.* **389**, 332-336 (2004)
17. Cluster-Growth-Induced Water Adsorption in Hydrophobic Carbon Nanopores. T. Ohba, H. Kanoh, K. Kaneko, *J. Phys. Chem.* **108**(39), 14964-14969 (2004).
18. Cluster-Associated Filling of Water in Hydrophobic Carbon Micropores. T. Kimura, H. Kanoh, T. Kanda, T. Ohkubo, Y. Hattori, Y. Higaonna, R. Denoyel, K. Kaneko, *J. Phy. Chem. B* **108**(37), 14043-14048 (2004).
19. Adsorption energy distribution from the Aranovich-Donohue lattice density functional theory, P. Kowalczyk, H. Tanaka, H. Kanoh, K. Kaneko, *Langmuir* **20**, 2324-2331, (2004).
- ⑩ 20. Cluster structures of supercritical CH<sub>4</sub> confined in carbon nanospaces with in situ high pressure small angle X-ray scattering and grand canonical Monte Carlo simulation, T. Ohba, H. Kanoh, K. Kaneko, *J. Phys. Chem. B*, **108**, 27-30 (2004)
21. Affinity transformation from hydrophilicity to hydrophobicity of water molecules on the basis of adsorption of water in graphitic nanopores, T. Ohba, H. Kanoh, K. Kaneko *J. Amer. Chem. Soc.* **126**, 156-1562 (2004)

22. Nanostructure characterization of carbon materials with superwide pressure range adsorption technique with the aid of grand canonical Monte Carlo simulation, M. Sunaga, T. Ohba, T. Suzuki, H. Kanoh, S. Hagiwara, K. Kaneko, *J. Phys. Chem. B*, **107**(49), 13616-13622 (2003)
23. Uniform mesopore-donated zeolite Y using carbon aerogel Templating, Y. Tao, H. Kanoh, K. Kaneko, *J. Phys. Chem. B*, **107**, 10974 (2003)
24. Nanosolution as a new turn of nanoconfinement for fluids  
T. Ohkubo, H. Kanoh, K. Kaneko, *Aust. J. Chem.* **56**, 1013-1016 (2003).
25. Structural anomalies of Rb and Br ionic nanosolutions in hydrophobic slit-shaped solid space as revealed by the EXAFS technique, T. Ohkubo, Y. Hattori, H. Kanoh, T. Konishi, T. Fujikawa, K. Kaneko, *J. Phys. Chem.* **B107**, 13616-13622 (2003).
26. Temperature dependence of micropore filling of N<sub>2</sub> in slit-shaped carbon micropores; Experiment and GCMC simulation, T. Ohba, D. Nicholoso, K. Kaneko, *Langmuir*, **19** (14), 5700 - 5707 (2003) .
27. ZSM-5 having uniform mesopore channels. Y. Tao, H. Kanoh, K. Kaneko, *J. Amer. Chem. Soc.* **125**, 6044 - 6045 (2003)
28. Single-wall nanostructured carbon for methane storage, E. Bekyarova, K. Murata, M. Yudasaka, D. Katsuya, S. Iijima, H. Tanaka, H. Kanoh, K. Kaneko, *J. Phys. Chem.* **107**(20), 4681-4684 (2003).
29. Controlled Opening of Single-Wall Carbon Nanohorns by Heat Treatment in Carbon Dioxide, E. Bekyarova, K. Kaneko, M. Yudasaka, D. Kasuya, S. Iijima, A. Huidobro, F. Rodrigues-Reinoso, *J. Phys. Chem.* **107** (19), 4479-4484 (2003).
30. Kinetic energy of neon atoms adsorbed on activated carbon, D. Nemirovsky, R. Moreh, K. Kaneko, T. Ohba and J. Mayers, *Surface Sci.* **526**, 282-290 (2003)
31. Porous Lanthanide-Organic Frameworks: Synthesis, Characterization, and Unprecedented Gas Adsorption Properties, L. Pan, K.M. Adams, H.E. Hernandez, X. Wang, , C. Zheng, Y. Hattori, K. Kaneko, *J. Amer. Chem. Soc.* **125**, (10), 3063-3067 (2003).

#### 【総説、著書など】

Mesopore-added zeolites: An overview of their preparation, characterization and evaluation of the application, Y. Tao, H. Kanoh, K. Kaneko, Y. Tao, H. Kanoh, K. Kaneko, *Chem. Review*. In press.

ナノマテリアルハンドブック、編集幹事、NTS出版、807ページ (2005)

無機ナノスペース概論、金子克美、ナノマテリアルハンドブック、pp.423-424 (2005)

新時代の多孔性材料とその応用—ナノサイエンスが作る新材料、北川進 編

シーエムシー出版、2章 吸着の基本論 金子克美 pp71-98 (2004).

Nanocarbons—Recent research in Japan, M. Inagaki, K. Kaneko, T. Hishizawa, *Carbon*, **42**, 1401-1417 (2004).

Confined molecules in nanopores, H. Tanaka, M. El-Merraoui, H. Kanoh, K. Kaneko, *Encyclopedia of Nanoscience and Nanotechnology*, H.S. Nalwa ed. **2**, 171-186 (2004).

疎水性ナノ空間中の水の構造と安定性、大場友則、金子克美、*化学*、**59**、72-73 (2004)

. ナノ溶液の正体を求めて—ナノ空間での異常な溶液構造、大久保貴広、加納博文、金子克美、*化学*、**60**、20-23 (2005).

高機能性活性炭、(特集：先端カーボン) 金子克美、遠藤守信、金 龍中、*マテリアルインテグレーション*、**17**、21-28 (2004)

ナノ細孔体を用いたメタン高圧吸着、宮脇仁、金子克美、*Petrotech*, **26**(2), 113-118 (2003)

Surface and hidden surface controlled carbon alloys, K. Kaneko, in *Carbon Alloys*, E. Yasuda, M. Inagaki, K. Kaneko, M. Endo, A. Oya, Y. Tanabe eds. Elsevier, Chap, 457-81 (2003).

#### 【国際会議】

New Scientific Challenges from Nanostructured Colloids , The 11th International Symposium on Advanced Materials, K. Kaneko, Japan, Tokyo, March 2004. 招待講演

Nanospace Molecular Science and Adsorption, The 8<sup>th</sup> International Conference on Fundamentals of Adsorption, K. Kaneko, Adsorption FOA8, USA, Sedona, May 23—28, 2004 基調講演



- Interfacial Nanoscience on Single Wall Carbon, The International Carbon Conference – Carbon04  
K.Kaneko USA, Providence July 基調講演
- New Trends in Interfacial Chemistry on Nanoporous Materials, The 13th International Material Research: Symposium on Sol-Gel Science, K.Kaneko, Mexico, Cancun, August 22-25, 2004 セッションの基調講演
- Quantum Fluids, and Solutions by Nanoconfinement, Pacific Rim Nano Science Conference, K.Kaneko, Australia, Broome, September 7-12, 2004 “Structural Anomalies of Classical Fluids,” 招待講演
- Nanopore Structures and Interfacial Properties of Nanocarbons, International symposium on Nanocarbons 2004,  
 Nagano, K.Kaneko, November 15-18, 2004 招待講演
- Quantum Micropore Filling and Its Application Possibility 基調講演  
 H.Tanaka, Y.Hattori, K. Murata, T. Kodaira, M. Yudasaka, S. Iijima, and K. Kaneko  
 The 3rd Pacific Basin Conference on Adsorption Science and Technology, May 25-29 2003  
 Kyungju, KOREA
- Pore Structures and Adsorptivities for Hydrogen and Methane of Single Wall Carbon Nanohorn Assemblies K. Kaneko, セッション基調講演、Carbon Nanotube Session AIChE November 2003 San Francisco, USA
- Classification and Description of Supercritical Gas Adsorption Isotherms  
 T. Ohmori, K.Murata, Y.Kawase, H. Kanoh, M. Yudasaka\*, S. Iijima\*, K. Kaneko 招待講演  
 AIChE November 2003 San Francisco USA
- Hydrophobicity Gain of Water Molecules in Hydrophobic Nanospaces with Clustering The 3rd TRI/Princeton Workshop on Characterization of Porous Materials From Angstroms to Millimeters  
 June 23-25, Princeton, USA, 2003 招待講演
- Gate Adsorption Mechanism of CO<sub>2</sub> on Organic-Inorganic Hybrid Latent Porous Crystals, H.Noguchi, S.Ohnishi, A.Kondo, K.Nakabayashi, H.Kajiro, H.Kanoh, K.Kaneko, Fundamental of adsorption 8, Sedona, Arizona, USA, May 23-38 2004 一般講演
- Gate Adsorption and Desorption Behaviors of Organic Complex Solids, H.Noguchi, A.Kondoh, H.Kajiro, H.Kanoh, K.Kaneko, The International Symposium on Super-Functionality Organic Device, Chiba, Japan, October 25-28, 2004 一般講演

#### [国内学会発表]

- 有機-無機ハイブリッド錯体結晶へのエタノール処理によるゲート圧への影響、野口浩志、近藤篤、上代洋、加納博文、金子克美、第85回日本化学会春季年会、横浜、3月26-28日、2005
- 金属塩を担持した single-wall carbon nanohorn への水素およびメタン吸着、野口浩志、近藤篤、上代洋、加納博文、金子克美、日本化学会第85春季年会、3月26-28日、2005
- Single Wall Carbon Nanohorn 中での水の構造、大場友則、加納博文、金子克美、日本化学会第85春季年会、横浜、3月26-28日、2005
- 単層カーボンナノホーンの細孔構造発達機構の解明とその特性、内海重宜、加納博文、湯田坂雅子、飯島澄男、金子克美、第31回炭素材料学会年会、高知、12月1-3日、2004
- 有機-無機ハイブリッド錯体に見られるナノバルブ現象の構造論的解明、近藤篤、野口浩志、服部義之、上代洋、加納博文、金子克美、第44回オーロラセミナー・第15回吸着シンポジウム、札幌、8月5-6日、2004
- ゲート吸着に伴う有機-無機錯体の構造変化、近藤篤、野口浩志、服部義之、上代洋、加納博文、金子克美、第18回日本吸着学会研究発表会、神奈川、9月18-19日、2004
- 有機-無機ハイブリッド錯体結晶の N<sub>2</sub>、O<sub>2</sub>、Ar のゲート吸着、野口浩志、大西俊輔、加納博文、金子克美、第83回日本化学会春季年会、東京、3月18-21日、2003
- 有機-無機ハイブリッド錯体におけるメタンゲート吸着の温度効果、野口浩志、近藤篤、上代洋、加納博文、金子克美、第56回コロイドおよび界面化学討論会、徳島、9月8-10日、2003
- 赤外分光法による有機-無機ハイブリッド錯体へのCO<sub>2</sub>吸着、近藤篤、野口浩志、加納博文、金子克美、第56回コロイドおよび界面化学討論会、徳島、9月8-10日、2003
- 水素同位体のポアフィリングに対する量子GCMCシミュレーション、田中秀樹、加納博文、金子克美、湯田坂雅子、飯島澄男、第17回日本吸着学会研究発表会、岐阜、9月26-27日、2003