

高機能ナノマテリアルの開発

KATAYAMA, Hirotake / 丸山, 有成 / 守吉, 佑介 / 中村, 暢男 / 浜中, 廣見 / 西海, 英雄 / 片山, 寛武 / 緒方, 啓典 / 西村, 允 / 高山, 新司 / MARUYAMA, Yusei / MORIYOSHI, Yusuke / NAKAMURA, Nobuo / HAMANAKA, Hiromi / NISHIUMI, Hideo / OGATA, Hironori / NISHIMURA, Makoto / TAKAYAMA, Shinji

(出版者 / Publisher)

法政大学マイクロ・ナノテクノロジー研究センター

(雑誌名 / Journal or Publication Title)

法政大学マイクロ・ナノテクノロジー研究センター年報

(巻 / Volume)

2005

(開始ページ / Start Page)

4

(終了ページ / End Page)

17

(発行年 / Year)

2007-03-13

研究成果概要

高機能ナノマテリアルの開発

本研究の目的は、ナノメートルサイズのさまざまな新規ナノマテリアルあるいはナノ構造体を創製し、その特異な構造・物性に基づく新高機能の発現を達成することで、9名のメンバーの個々の研究を総合的に発展させることによって目的の達成を図っている。

以下にプロジェクトメンバーとそれぞれの研究テーマを示す。

- 丸山 有成 (物質化学科) 炭素系新ナノ物質、有機伝導体素子
- 守吉 佑介 (物質化学科) BN ナノチューブ、ダイヤモンドの液相焼結
- 中村 暢男 (物質化学科) ナノサイズ制御による有機強磁性体構築
- 浜中 廣見 (物質化学科) PIXE 法による雲母中の Al ナノ構造の解析
- 西海 英雄 (物質化学科) ナノ構造光触媒の開発
- 片山 寛武 (物質化学科) ナノ物質の分離・分析技術の開発
- 緒方 啓典 (物質化学科) フラーレン・ナノチューブ新複合材料の開発
- 西村 允 (機械工学科) MoS₂/ナノ炭素固体潤滑薄膜の開発
- 高山 新司 (システム制御工学科) 液晶ディスプレイ用薄膜半導体材料の開発

主な研究成果の概要

(丸山グループ)

2005 年度研究成果概要 (丸山)

「高機能ナノマテリアルの開発」を目指して、カーボンナノチューブと DNA との複合物質の合成に向けた試みを継続して行ってきた。

1. 単層カーボンナノチューブの孔径を制御するために、アルコール CVD 法における金属触媒の担持体としてさまざまな孔径のアルミニウム陽極酸化膜 (AAO 膜) を用い、最適条件の探索を行った。目的とした十分な太さの単層ナノチューブを、十分な量で得るまでには到らなかった。
2. 1. で得られたナノチューブを付着した AAO 膜をフィルターとして、超純水中に分散させた DNA (合成二重らせん) を加圧して押し出し、チューブ内に DNA を挿入することを試みた。結果の評価は、TEM 観察およびエネルギー分散型 X 線スペクトロスコーピーにより行った。結果の一部を以下に示す。

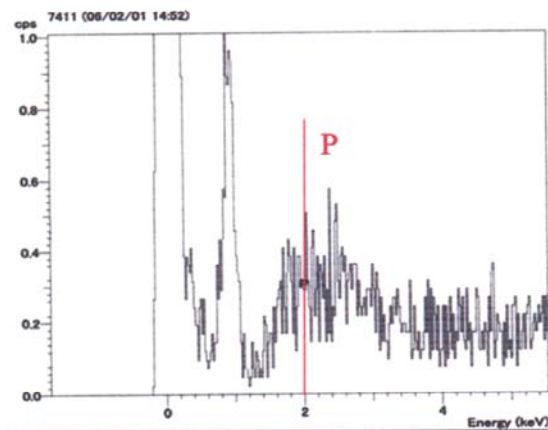
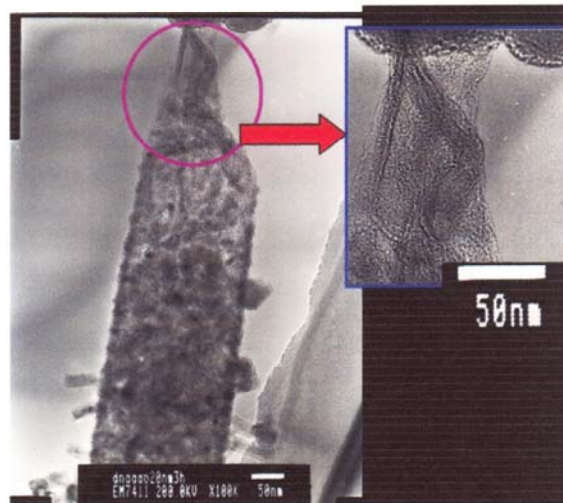


Fig. 18(c) Fe/Co@AAO 膜を用いて反応温度 800℃, 反応時間 3 時間で生成された試料膜への DNA 加圧浸透後の TEM 像および EDS 測定結果

(守吉グループ)

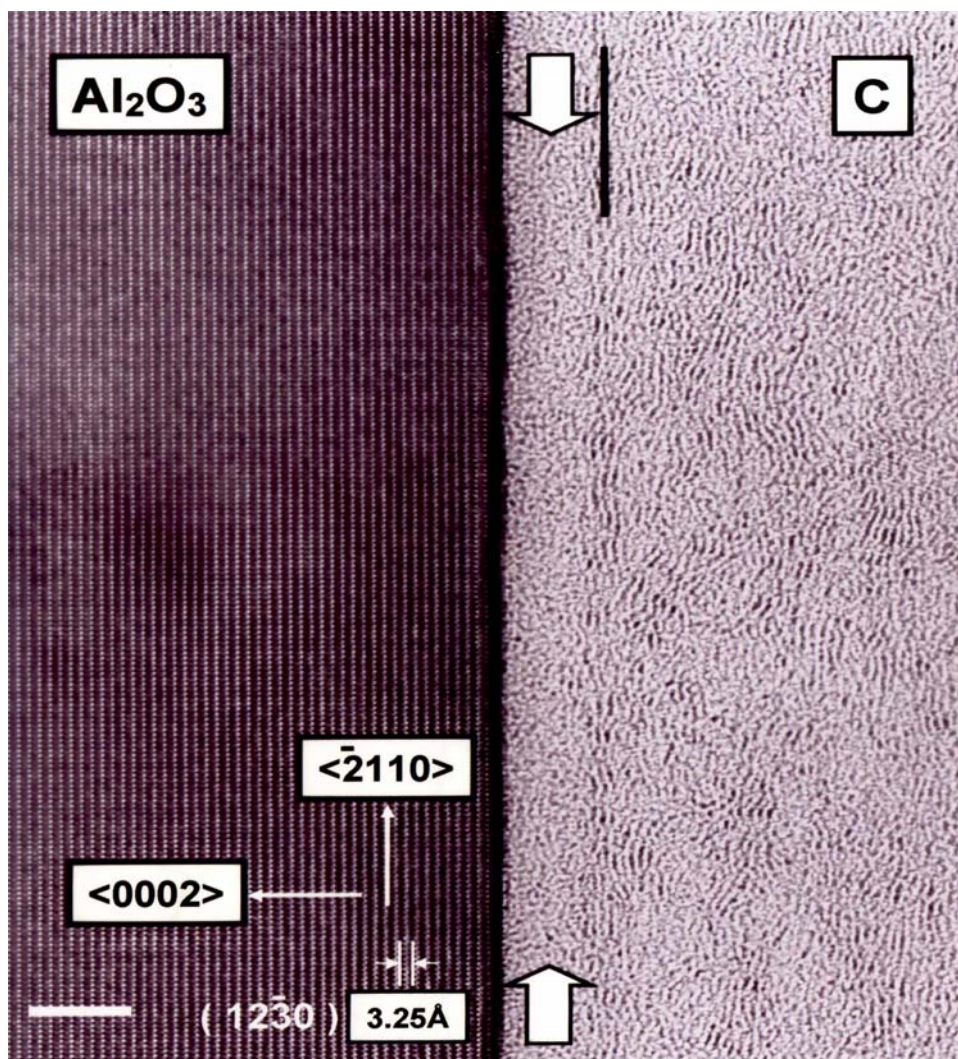
ナノメートルスケールで物性を制御することを目指して、耐スポーリング性材料^注のアルミナ-炭素系焼結体(以下AG-C 焼結体と呼ぶ)を取り上げ、その界面構造の特性を中心に検討した。

AG-C 焼結体は極めて優れた耐スポーリング性材料であり、アルミナ粒子と黒鉛およびフェノール樹脂を原料に、1000℃の熱処理で製造される。本材料の最大の問題は、当該材料のアルミナと黒鉛が化学的に直接結合しているや否やということである。これを明らかにすべく、透過電子顕微鏡観察、局所化学分析、コンピュータシミュレーションを行い、次のような結果を得た。

- 1) アルミナと黒鉛の直接結合はない。
- 2) アルミナと黒鉛はアモルファスカーボンを介して化学結合している。
- 3) アモルファスカーボンはフェノール樹脂から生成する。すなわち、フェノール樹脂が AG-C 焼結体の製造に極めて重要な役割を果たす。
- 4) コンピュータシミュレーションの結果は、アルミナ-アモルファスカーボンの化学結合は、

エネルギー的に、O-Al-Cではなく、Al-O-Cである。

注 熱衝撃に極めて強い耐熱性材料を言う。



上記の写真はアルミナとアモルファスカーボンの界面の高分解写真である。アルミナを$\langle 1230 \rangle$方向から見ている。アモルファスカーボンの矢印間のコントラストが他の部分と比べて変わっており、化学結合の可能性を示唆している。

(中村グループ)

9-アントリルニトロニルニトロキシド, 10-X-9-アントリルニトロニルニトロキシド (X = OMe, OEt, Br) およびこれらの遷移金属錯体 (M = Mn, Co) を合成し、磁化率の測定、X線結晶構造解析を行ったところ、10-エトキシ-9-アントリルニトロニルニトロキシドと Co(hfac)₂ との錯体は強い強磁性的相互作用を示し、既知のコバルト錯体よりも約 30 K も強磁性転位温度が高いことが判明した。

1-(9-アントリル)-3,5-フェニレンビス(*N-tert*-ブチル-*N*-オキシル)を初めとして、アントラセン環と *m*-フェニレンビスアミノキシルとの間のスペーサー (直結, 三重結合, 二重結合) を変えたジラジカルを合成し、ラジカルスピン分布の変化, 磁化率の変化, 結晶構造の変化の関連性を検討した。

2,6,10-トリブロモトリフェニレンから出発してトリフェニレン-2,6,10-トリイルトリス (*N-tert*-ブチル-*N*-オキシル)を合成し、ついでこのラジカルの遷移金属錯体を合成した。SQUID による磁化率測定、X線結晶構造解析を行い、磁気特性と結晶構造との関連を検討した。

1- および 2-ナフチルニトロニルニトロキシドの遷移金属錯体を合成し、磁化率測定とX線結晶構造解析を行った結果、1-ナフチル誘導体と $Mn(hfac)_2$ との錯体は強磁性的挙動を示すことが判り、X線構造を参考にしてこの結果を一次元鎖モデルにより解析した。

1,3,5-トリブロモベンゼンと3-ピリジンボロン酸とから1,3,5-トリ(3-ピリジル)ベンゼンを合成し、この銅錯体を合成した。錯体形成条件の違いにより異種の結晶が生成することをX線結晶構造解析により見出し、磁気特性との関連性を検討した。

(浜中グループ)

SiO_2 にSiをイオン注入するとバルクのSiのバンドギャップより高エネルギーの発光が見られる。これは、Si超微粒子の形成に起因すると考えられている。近年Tiと SiO_2 のコ・スパッタ膜において紫外域にフォトルミネッセンス(PL)が観測された¹⁾。この現象の確認と発光機構解明のため、 SiO_2 中にTiをイオン注入したものを作製し、Tiとのコ・スパッタ膜のPLと比較検討した。

直径50mmの SiO_2 上に $5 \times 5 \times 0.1$ mmのTi板のタブレットを7枚置きターゲットとした。製膜は、高周波マグネトロン(13.56MHz)、電力100W、Arガス流量9ml/min、スパッタ中の圧力を 2×10^{-2} Torrで8時間コーニング7059ガラス板上に製膜した。イオン注入試料は法政大学イオンビーム工学研究所のNT-1500H型タンデム加速器を用いて、Tiイオンを $20 \times 20 \times 0.5$ mm角の石英板に2 MeVのエネルギーで、 1×10^{16} 個/cm²注入した。

PLの励起にはHe-Cdレーザー(325nm)を、検出器には光電子増倍管(R2658)を用いた。He-Cdレーザーをクライオスタット中の試料に照射して、放出されるPLをレンズで収束して光電子増倍管に入射させ、Lock-in ampで増幅して検出する。また、-240°Cまで冷却してのPL測定も行った。

図1は石英基板にTiをイオン注入した試料のPLであるが、これより、PLの測定範囲(350~600nm)においてPLは観測できなかった。図2はコーニングのガラス基板とコーニング基板上に製膜した(膜厚2500Å)ものからのPLである。これより、両者において440nm付近に半値幅(FWHM)約60nmのPLのピークがみられる。またスパッタした方の試料では冷却(30K)することにより、ピーク位置やFWHMは変わらずPLの強度は約2倍に高くなっていることがわかる。なお、Tiイオン注入した試料では熱処理(900°C、Ar中)してもPLは観測されなかった。以上の結果から、Tiと SiO_2 とのコ・スパッタでも SiO_2 にTiをイオン注入した場合でもPLは観測されないと考えられる。故に、440nm付近のPLのピークはコーニングガラスからの発光であると考えられる。

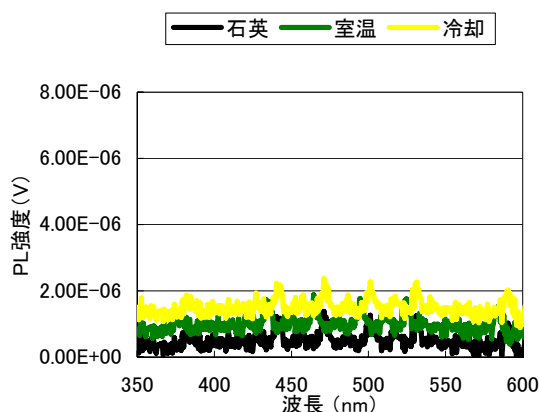


図1 イオン注入TiのPL

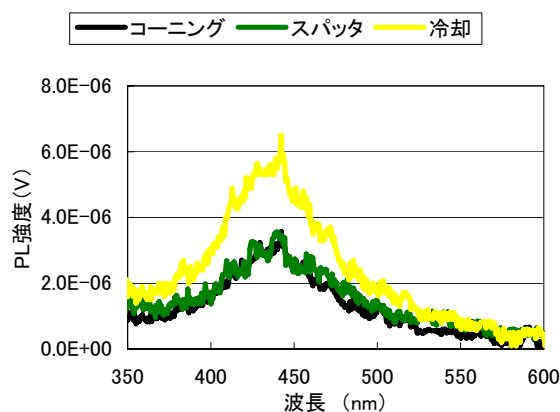


図2 Ti スパッタのPL

(西海グループ)

ノ構造体を活用して環境問題の一つを解決することを目指して、有機溶剤の光分解触媒としてのフラーレンの有用性について検討した結果、フラーレン (C_{60} , C_{70}) 存在下で、フェノールが可視光によって分解されることが明らかとなった。今年度得られた結果は次の通りである。

pH=7におけるフェノール分解初期速度は、

1. フラーレン量に比例する
2. フェノール濃度に比例する (1次反応)
3. 酸素分圧に比例する
4. 入射光強度に比例する

これを説明する反応経路を検討中である。

さらに、超音波を照射すると分解速度が著しく増加することがわかり、これからの課題である。

(緒方グループ)

C_{60} を始めとするフラーレンをベースとして液-液界面析出法により析出する直径サブミクロンオーダーの繊維状結晶であるフラーレンナノワイヤ (F-NW) のうち、 C_{60} -NW, C_{70} -NWの結晶構造および分子ダイナミクスを電子顕微鏡観察、放射光を用いた粉末X線回折測定、広幅および固体高分解能NMR分光法を用いて明らかにした。

図1に室温における C_{60} -NW結晶の ^{13}C -CP/MAS NMRスペクトルを示す。図中143.8ppmのピークは C_{60} であり、135.9、131.2、129.8、126.6および23.4ppmのピークは m -キシレン由来のピークである。これは C_{60} -NWが m -キシレン分子を結晶中に取り込んでいることを示唆している。また、約30ppm付近に炭素の sp^3 結合由来のピーク[4-6]は観測されておらず、当初提案されていた C_{60} -NWの構造モデルである[2+2]シクロ付加によるポリマー化構造の証拠は得ることができなかった。

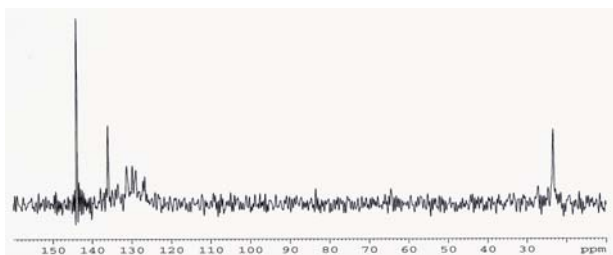


図1 C₆₀-NWの¹³C-CP/MAS NMRスペクトル

図2に広幅C₆₀-NWの¹³C-NMRスペクトルの温度依存性を示す。293K付近ではシャープで等方的なピークが得られているが約250K以下でわずかに非対称なスペクトルへと変化している。このことは固体C₆₀同様にこの温度でC₆₀分子の運動が自由回転から一軸性の拘束回転へと変化していることを示唆している[7]。さらに、約120K以下で線幅は大きく広がり化学シフトの異方性による粉末パターンを示している。このことから、120K以下では結晶中のC₆₀分子の回転運動の周波数が化学シフトの異方性による線幅(数十KHz)以下に低下していることがわかる。

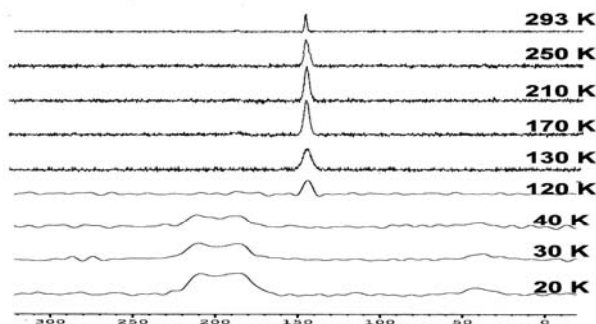


図2 C₆₀-NWの広幅¹³C-NMRスペクトル

さらに、フラーレン誘導体のうち、C₆₁H₂ (dihydrofulleroid)-NWの合成に成功し、その結晶構造および分子ダイナミクスを明らかにした。

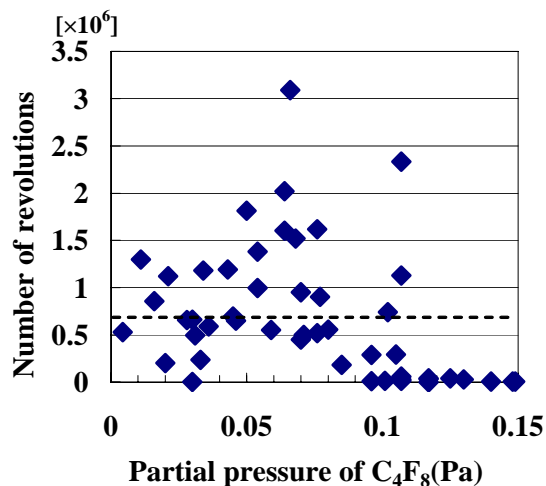
さらに、C₆₀-NWの結晶構造の安定化の方策として紫外線照射によるC₆₀-NWのポリマー化を試み、結晶成長時の*in-situ* 紫外線照射法により、C₆₀-NW結晶表面にポリマー化が起こることを明らかにした。

(西村グループ)

宇宙飛翔体の長寿命化に伴って、MoS₂スパッタ膜のさらなる寿命延長と耐湿性向上が求められている。前年度までに、2ターゲットスパッタリング法によるカーボン-MoS₂複合膜の試作を行い、最適条件下で9倍の寿命延長が可能であることを明らかにした。本法の欠点は、被膜製作に特殊なスパッタ装置を必要とするため、経済性に問題があることである。そこで本年度は、通常のスパッタ装置を用いて被膜の寿命延長を試みた。具体的には、アルゴンガスにフッ化炭素ガスを混合しスパッタリングを行うことである。

被膜寿命は、真空中において繰り返しすべり摩擦で評価した。フッ化炭素ガス分圧と被膜寿命の関係を下図に示す。点線は、最適条件下におけるMoS₂単体膜の平均寿命である。雰囲気ガスをアルゴンガスからフッ化水素混合ガスに変更することにより、寿命は大幅に向上している。現在、この

原因を追及中である。



MoS₂膜の寿命とフッ化炭素分圧の関係

(高山グループ)

ナノテクノロジーの応用に向けて、液晶ディスプレイ用薄膜半導体材料の開発を目指している。現行のITO透明導電膜に代わる低抵抗・低内部応力透明導電膜の開発として、Al or Ti-ZnO膜を水素中で200℃以上の温度で熱処理することによって低抵抗(約 $2 \times 10^{-4} \Omega \text{cm}$)透明導電膜を得ることに成功した(下図1)。さらに抵抗・高熱安定性電極配線膜の開発に向けて、不純物(Al,Ti)濃度の最適化を検討中である。

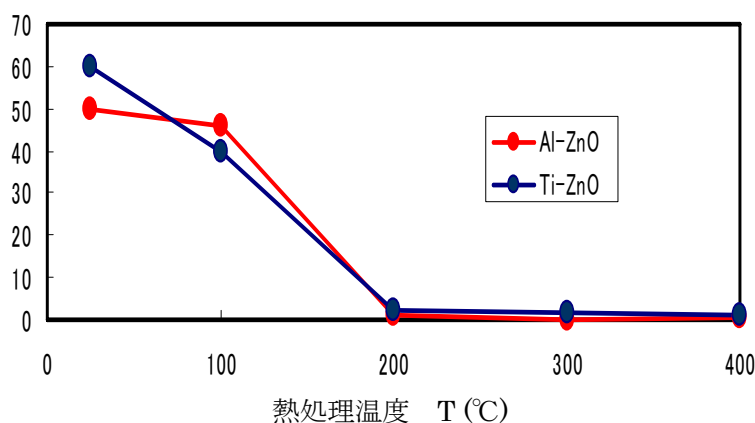


図1 ZnO系膜の水素中焼鈍における電気抵抗変化

また、Alに代わる次世代電子デバイスの配線薄膜材料としてCu合金薄膜の材料探索と熱処理による結晶成長と内部応力変化を検討した。Cu合金膜では250℃以上の熱処理によりヒロックが形成されるがAl合金膜と形成機構が大きく異なることがわかった。内部応力は200℃-300℃で応力緩和が主に起こりヒロック形成温度と一致することがわかった(図2)。

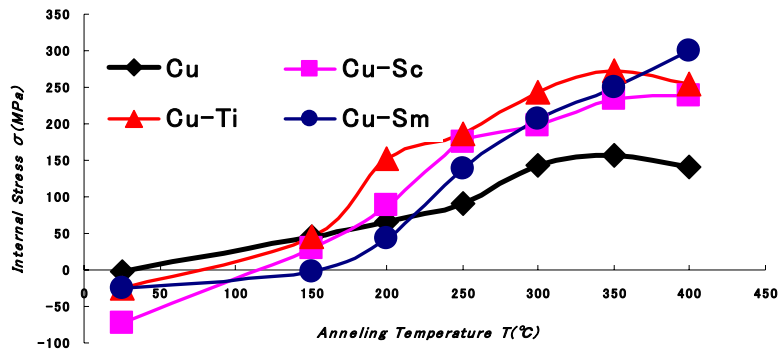


図 2. Cu 合金膜の内部応力の温度依存性

次に、多層膜の内部応力を全反射 X 線回折法（GIXS 法）で測定することを試み、その温度依存性を初めて明らかにした（図 3）

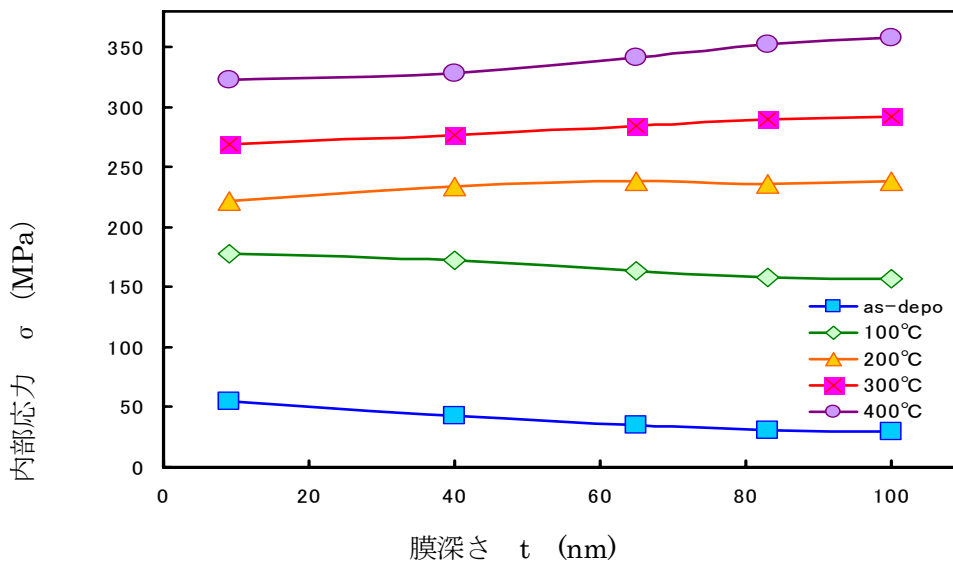


図 3. Cu/Ta 二層膜での Cu 膜断面内部応力分布の温度変化

丸山 有成

<雑誌論文>

- 1) M.Iijima, T.Kato, S.Nakanishi, H.Watanabe, K.Kimura, K.Suzuki, and Y.Maruyama, " STM/STS Study of Electron Density of States at the Bases Sites in the DNA Alternating Copolymers ", Chem. Lett. 34, 1084-1085 (2005).
- 2) M.Iijima, T.Watabe, S.Ishii, A.Koshio, T.Yamaguchi, S.Bandow, S.Iijima, K.Suzuki, and Y.Maruyama, " Fabrication and STM-characterization of novel hybrid materials of DNA/carbon nanotube ", Chem. Phys. Lett. 414, 520-524 (2005).

<学会発表>

- 1) 田中雅之、宮崎尚久、酒井なつき、丸山有成、” C_{60} 結晶の導電性をプローブとした反応条件の最適化”、第28回フラーレン・ナノチューブ総合シンポジウム、名古屋（2005年1月）。
- 2) 飯島 恵、渡部俊昭、石井 瞬、小塩 明、坂東俊治、山口貴司、飯島澄男、鈴木研二、丸山有成、” DNA とカーボンナノチューブの複合材料の作製と評価”、第28回フラーレン・ナノチューブ総合シンポジウム、名古屋（2005年1月）。
- 3) 森 裕幸、西澤 紘、田中 徹、鈴木研二、丸山有成、” 触媒担持体の細孔径制御によるSWNTの直径制御”、第28回フラーレン・ナノチューブ総合シンポジウム、名古屋（2005年1月）。
- 4) 鈴木研二、西澤 紘、丸山有成、” DNA-CNT複合体の合成”、第28回フラーレン・ナノチューブ総合シンポジウム、名古屋（2005年1月）。

守吉 佑介

<論文>

- 1 Yujiro Watanabe, Hirohisa Yamada, Junzo Tanaka and Yusuke Moriyoshi, "Hydrothermal Modification of Natural Zeolites for Adsorption of Ammonium Ions" Journal of Chemical Technology and Biotechnology, **80**,376-380 (2005).
- 2 Yusuke Moriyoshi,Development of Kilns for Pottery, J. Tech. Assoc. Refractories, **25**,77(2005).
- 3 Hideki Monma, Yusuke Moriyoshi, Teruo Urano, and Toshinori Okura, Preparation of Hydroxyapatite Porous Body and Tubular Particles from Gypsum, Phosphorus Research Bulletin, **19**, 166-171(2005).
- 4 X.H.Wang, J.-G. Li, H. Kamiyama, M. Kanda, N. Ohashi, Y. Moriyoshi, T. Ishigaki, Pyrogenic Irog(III)-Doped TiO₂ Nanopowders Synthesized in RF Thermal Plasma: Phase Formation, Defect Structure, Band Gap, and Magnetic Properties, J. Am. Chem. Soc., **127**, 10982-10990(2005).
- 5 Guang Li, Hiroshi Kamiyama, Xiao-Hui Wang, Yusuke Moriyoshi, and Takamasa Ishigaki, TiO₂ nanopowders via radio-frequency thermal plasma oxidation of Organic Liquid Precursors: Synthesis and Characterization, J. Europ. Ceram. Soc., **26**, 423-428(2005).

<学会発表>

- 1 高周波熱プラズマによるカーボンナノチューブの合成における添加金属の効果
渡辺隆行*, 能登谷孝弘, 石垣隆正, 守吉佑介, 2005年3月、名古屋大学
- 2 Yujiro Watanabe¹⁾, Toshiyuki Ikoma, Hirohisa Yamada, Yasushi Suetsugu, Junzo Tanaka, Yusuke Moriyoshi and Yu Komatsu, Characterization of Synthetic Zeolites with Hydroxyapatite, Hawaii, Dec., (2005).
- 3 池上隆康、横山譲、守吉佑介、易焼結性酸化アルミニウム粉末の緻密化における MgO の添加効果、第 43 回セラミックス基礎科学討論会、幕張、1月(2005).
- 4 池上隆康、横山譲、守吉佑介、粉体の成形性に関する理論的解析、第 43 回セラミックス基礎科学討論会、幕張、1月(2005).
- 5 横山譲、池上隆康、守吉佑介、スカンジウム透明焼結体の作成、第 43 回セラミックス基礎科学討論会、幕張、1月(2005).
- 6 神山広志、李継輝、守吉佑介、石垣隆正、液体プリカーサーの RF プラズマ中へのミスト噴霧分解法による窒素ドーブ酸化チタン粒子、第 43 回セラミックス基礎科学討論会、幕張、1月(2005).
- 7 石垣隆正、王暁輝、李継輝、神山広志、守吉佑介、RF 熱プラズマ合成高濃度鉄ドーブ酸化チタン粒子、第 43 回セラミックス基礎科学討論会、幕張、1月(2005).
- 8 熊田美智、関島安盛、中村美穂、中村聡、守吉佑介、山下仁大、分極ハイドロキシアパタイトによるバクテリアの増殖制御、第 110 回無機マテリアル学会学術講演会、東京、6月(2005).
- 9 渡辺雄二郎、生駒俊之、末次寧、山田裕久、小松優、田中順三、守吉佑介、放射性ヨウ素固定化に関する研究、一パルス通電法によるゼオライト/アパタイト複合焼結体の作成一、第 110 回無機マテリアル学会学術講演会、東京、6月(2005).
- 10 宇野光、渡辺雄二郎、横山信吾、田村堅志、生駒俊之、山田裕久、小松優、田中順三、守吉佑介、フリップサイト/アパタイト複合焼結体の作成、第 110 回無機マテリアル学会学術講演会、東京、6月(2005).
- 11 小松正二郎、岡田勝行、風見大介、奥戸昭雄、守吉佑介、New type of BN films with excellent electron field emission properties prepared by plasma-assisted laser CVD、ICONO/LAT2005, May, Mosco2005.
- 12 小松正二郎、風見大介、奥戸昭雄、守吉佑介、岡田勝行、レーザー・プラズマ CVD による sp³結合性 5H-BN 電界電子放出型発光素子の試作と特性 第 52 回応用物理学関係連合講演会、3月、東京、2005.
- 13 小松正二郎、奥戸昭雄、風見大介、田中洋則、守吉佑介、岡田勝行、レーザー・プラズマ複合化 CVD による sp³-5H-BN 電界電子エミッターフラクタル分布、第 52 回応用物理学関係連合講演会 3月、東京、2005.
- 14 小松正二郎、奥戸昭雄、風見大介、デミトリゴルバーク、Yubao Li、守吉佑介、白谷正治、岡田勝行、Electron field emission from self-organized micro-emitters of sp³-bonded 5H boron nitride with exceedingly high current density and low threshold、The 9th International Conference on New Diamond Science and Technology May, Tsukuba, 2005.
- 15 小松正二郎、風見大介、奥戸昭雄、守吉佑介、岡田勝行、パルスレーザー支援プラズマ CVD 法による sp³-結合性 5H-BN 薄膜における電界電子放出エミッターのフラクタル分布、プラズマ科学シンポジウム 2005/第 22 回プラズマプロセッシング研究会、一月、東京、2005.

- 16 小松正二郎、風見大介、奥戸昭雄、守吉佑介、岡田勝行, sp³-結合性 5H-BN 自己造形性電子放出エミッターとその応用, プラズマ科学シンポジウム 2005/第22回プラズマプロセッシング研究会, 一月、東京、2005.
- 17 Yujiro WATANABE, Toshiyuki IKOMA, Hirohisa YAMADA, Yasushi SUETUGU, Yu KOMATSU, Junzo TANAKA, and Yusuke MORIYOSHI, Synthesis of Nano-apatite Crystals on the Surface of Synthetic Zeolites, Sept., Nagoya(2005).
- 18 宇野光、光田村堅志、横山信吾、山田裕久、守吉佑介、梅山潔、天然マイカ/ポリアミド6ナノコンポジットの調製とその性質、第54回高分子討論会、9月、山形(2005).
- 19 目義雄、斉藤祥、本多敦、守吉佑介、第111回無機マテリアル学術講演会、強磁場中スリッブキャストと部分酸化・反応焼結によるアルミナーSiC-ムライト系配向ナノコンポジットの作成、11月、岡山、2005.
- 20 川上雅子、守吉佑介、渡辺雄二郎、小松優、門間英毅、石垣隆正、チタン酸カルシウムを原料とするアパタイトの合成と評価、第111回無機マテリアル学術講演会、11月、岡山、2005.
- 21 渡辺雄二郎、小松優、生駒俊之、山田裕久、田中順三、守吉佑介、ゼオライトとアパタイトの複合焼結によるヨウ素の固定化、第111回無機マテリアル学術講演会、11月、岡山、2005.
- 22 石垣隆正、田中秀樹、栗原雅人、丸山哲、守吉佑介、反応性 SF₆ 含有熱プラズマ中の黒鉛粉末処理とそのリチウムイオン電池負極材への応用、第18回秋季シンポジウム、9月、大阪、2005.
- 23 石垣隆正、李継光、神山弘志、大橋直樹、守吉佑介、高濃度に鉄をドーピングした酸化チタンの紫外および可視光照射下の光触媒特性、第18回秋季シンポジウム、9月、大阪、2005.

中村 暢男

<学会発表>

- 1) ピリジル基を有する配位子とその金属錯体の合成と磁気特性及び結晶構造解析, 2005年9月大阪, 第35回構造有機化学討論会, 西川裕平, 河合克仁, 中村暢男.
- 2) ナフタレンを骨格とするニトロニルニトロキシドラジカルとその遷移金属錯体の構造と磁気特性, 2005年9月大阪, 第35回構造有機化学討論会, 小出泰之, 須藤啓介, 横山智和, 中村暢男.
- 3) アセチレン結合またはエチレン結合を通したI^m-フェニレンビスアミノキシル基上スピンのアントラセン環への伝達, 2005年9月大阪, 第35回構造有機化学討論会, 藤谷徳昌, 坂口崇洋, 中谷 隆, 中村暢男.
- 4) 9-アントリルニトロニルニトロキシド類とその金属錯体の構造および磁気特性, 2005年9月大阪, 第35回構造有機化学討論会, 須藤啓介, 小林健佑, 安斎泰介, 古川俊輔, 山崎晃広, 中村暢男.
- 5) トリフェニレン骨格を有するアミノキシル類とその遷移金属錯体の合成, 磁気特性およびX線結晶構造解析, 2005年9月大阪, 第35回構造有機化学討論会, 市村義貴, 山口智子, 中村暢男.

浜中 廣見

<論文>

1. K. Maeda, K. Hasegawa, M. Maeda, K. Ogiwara and H. Hamanaka 'Rapid Chemical Analysis in Air by High-sensitive High-resolution PIXE Using a v. Hamos Crystal Spectrometer' Int. J. of PIXE 34(2005)389-392.
2. H. Hamanaka, K. Atsumi and F. Nagase 'PIXE Analysis of Prehistoric Pottery

(Middle-Jomon Period) Excavated from Unasawa-Shimonohara Site in Tokyo' Report of Research Center of Ion Beam Technology Hosei University 22(2005)65-69.

3. Wang Jian, Zou Liner, Chen Baoxuel, Chen Lin, Hiromi Hamanaka and Mamoru Iso 'Photoinduced Refractive Index Variance of As₂S₈ Film and its Application in Channel Waveguide Fabrication' Optoelectronics Technology and Information Vo.18, No6, (2005) 13-15. (in Chinese)

<学会発表>

浜中廣見、永瀬歴史人、渥美功二 “粘土焼成に伴う混入不純物の PIXE 分析”，第 24 回イオンビーム工学研究所シンポジウム” 2005 年 11 月 法政大学

西海 英雄

<学会発表>

- 1) H.Nishiumi, Y.Saigusa, Effects of NaOH Concentration on Fluorocarbon Solubility in Methanol, 7th International Conference on Separation Science and Technology, ICSST05-KJ, PE07(Oral), Dongyang University, Yeongju, Korea, Aug.17-19 (2005)
- 2) 西海英雄、天野文貴、成田素子，“可視光触媒としてのフラーレンによるフェノール分解”，PS4-52, ナノ学会第 3 回大会，2005.5.8-10 (仙台市民会館，仙台)
- 3) 西海英雄，平嶋隆伯，三枝悠，“NaOH がメタノールへのフロン溶解度に及ぼす影響”，分離技術会年会 2005, 2005.6.3 (大阪市立大学，大阪)
- 4) 成田素子，天野文貴，西海英雄，“可視光触媒としてのフラーレンによるフェノール分解”，化学工学会第 38 回秋季大会，2005.9.15-18 (岡山，岡山)
- 5) 西海英雄，久保田寿宣，“超臨界二酸化炭素中におけるベンゼンの拡散係数の異常挙動”，化学工学会第 71 年会，2006.3.28-30 (東京工大，東京)

片山 寛武

<論文>

- 1) H. Katayama and K. Amano, “Liquid-Liquid Equilibria of Three Ternary Systems: Water + 2-Butanone + Aliphatic Alcohols (Ethanol, 2-Propanol and 1-Propanol),” J. Chem. Eng. Japan, Vol. 38, no. 7, pp. 459-464 (2005).

<学会発表>

- 1) H. Katayama and M. Miyahara, “Liquid-Liquid Phase Equilibria of Ethanol (or Methanol) + Water Systems Containing Dipotassium Hydrogen Phosphate or Sodium Dihydrogen Phosphate,” The 7th International Conference on Separation Science and Technology-between Korea and Japan, Yeongju, Korea, Aug. 17-19 (2005).
- 2) 片山寛武、広畑美雪” シクロヘキサベンゼン-N-メチルホルムアミドの液液平衡の測定とその応用 “ 化学工学会第 70 年会 (名古屋：2005 年 3 月)
- 3) 片山寛武、渡邊純” マイクロ蒸留塔の作製とその分離性能 “ 分離技術会年会 (大阪：2005 年 6 月)
- 4) 片山寛武、佐藤祐子 ” 大気圧下での 2-ブタノール-水-エチレングリコールの気液平衡の測

定 “ 分離技術会年会 (大阪 : 2005年6月)

<特許申請>

- 1) 片山寛武 エタノール (またはメタノール) + 水 + リン酸塩二液相を利用したバ`付関連物質の連続抽出法、特願 2005-243382 (2005年7月29日出願)

緒方 啓典

<学会発表>

口頭発表

- 1) 土田諭、本橋覚、緒方啓典、“フラーレン・ナノウィスカーの結晶構造 (II)” 第 28 回フラーレン・ナノチューブ総合シンポジウム(名古屋) (2005年1月)
- 2) 土田諭、本橋覚、緒方啓典 “フラーレンナノウィスカーの NMR” 日本物理学会第 60 回年次大会 (千葉) (2005年3月)
- 3) 本橋覚、土田諭、緒方啓典、“フラーレンナノウィスカーの構造(II)” 日本物理学会第 60 回年次大会 (千葉) (2005年3月)
- 4) H.Ogata, M.Mukaiyachi, H.Kamemura, H.Kino, Y.Saito, “Magnetic Properties of O₂ or NO assembly Confined in SWNTs Bundles” Material Reserch Society Spring meeting 2005, SanFrancisco, USA (2005年3-4月)
- 5) 緒方啓典、安田篤弘、平岡研一、齋藤弥八、“内包単層カーボンナノチューブの NMR” 日本物理学会 2005 年秋季大会 (京都) (2005年9月)
- 6) 土田諭、本橋覚、緒方啓典、“フラーレンナノウィスカーの NMR(II)” 日本物理学会 2005 年秋季大会 (京都) (2005年9月)
- 7) 緒方啓典、本橋覚、土田諭、“固体NMRで見たフラーレンナノウィスカーの構造と分子ダイナミクス”, 電気学会「ユビキタス社会のためのナノマテリアル・プロセス技術調査専門委員会 (FNT 研究会)」(東京)

西村 允

<学会発表>

- 1) Kazuhito Sagara, & Makoto Nishimura:” Tribological Properties of Sputtered MoS₂ Films Improved by Various Methods” Proc. International Tribology Conference, Kobe 2005” C-16.
- 2) Kazuhito Sagara, Takuzo Okamoto, Mineo Suzuki, Yoshio Aoki & Makoto Nishimura, “Effect of Aging on Wear Life of Sputtered MoS₂ Films” , Proc. World Tribology Congress 2005” , WTC2005-63944.
- 3) 岡本拓三, 及川俊一, 相良和仁, 鈴木峰男, 青木由雄, 西村允, “MoS₂ スパッタ膜のトライボ特性に及ぼす時効効果の影響 ”, トライボロジー会議予稿集 東京 2005-11, 331-332.

高山 新司

<論文>

- 1) “Temperature Dependence of Stress Distribution in Depth for Cu Thin Films”, S. Takayama、Mat. Res. Soc. Symp. Proc. Vol.854E, U11.11.1- U11.11.6.

<学会発表>

- 1) 「Al 及び Ti 添加 ZnO 膜の特性に及ぼすガス雰囲気中熱処理効果」、高山新司、田上智士、2005 年度春季、第 52 回応用物理学会、(2005、3 月 30 日)、埼玉大学、30p-C-1、P.733.
- 2) 「銅合金薄膜の結晶成長と内部応力の温度依存性」、2005 年春季、第 52 回応用物理学会、(2005、3 月 31 日)、埼玉大学、31a-YC-1、P.1533.
- 3) 「In-Plane 及び Out of Plane 法による薄膜の平面及び断面方向の内部応力の測定」、高山新司、朝比康裕、松原英一郎、日本金属学会 2005 年秋期 (第 137 回) 大会、2005 年 9 月 30 日、S5-8、P.126。