

年報 2005 の発行にあたって

センター長 武田 洋

法政大学マイクロ・ナノテクノロジー研究センターが、2003 年度文部科学省によるハイテクリサーチ・センター整備事業の採択を受けて発足してから 3 年が経過した。計画では本事業は 2007 年度までの 5 年間であるが、2005 年度に中間報告と外部委員による中間評価が行われ、各プロジェクトでは、ほぼ当初の計画通り事業が推進されていることが確認された。

従来技術の限界を超える可能性のある新技術の 1 つとしてのナノテクノロジーの応用には、高機能材料の創製、極微細加工の実現、1 分子計測や 1 分子操作の実現など、種々のブレークスルー技術が考えられる。センター発足から 3 年が経過し、こうした新技術のうち産業界でも話題となり、日常よく耳にする話題のものもある。すでに一部は従来の限界を超える技術として、実用化・事業化の段階に入ったものもある。このようにナノテクノロジーの応用が我々の生活に計り知れない影響をおよぼすことは、誰もが認めるところであろう。

本センターでは、「ナノテクノロジーを活用した全く新しい概念のデバイスの開発」を最終目標に掲げ、3 つのプロジェクト体制による 4 つの研究グループ（高機能マテリアルの開発、マイクロメカトロデバイスの研究、分散耐環境ナノ電子デバイスの研究、生命情報と生体機能のナノバイオロジー）により研究・教育が行われている。ここから生まれた数々の研究成果は、本センターが掲げる最終目標を達成するための基盤技術の確立に大きく貢献していると自負している。

しかし、新たな技術のブレークスルーは、従来の枠組みで組織された各プロジェクトの個別の成果だけでは実現できないことも肝に銘じなければならない。各プロジェクトの研究者が、お互いの分野を超え、複合横断的な真の「知の融合」を成し遂げた時に初めて、新たな付加価値を有する全く新しい概念のデバイスが生み出されるのである。3 年目の中間評価でも、このあたりの本センターの研究体制が今後の課題の一つに挙げられていた。

そして、こうした知の融合による刺激的な教育研究環境こそが、学生を含め将来のナノテクノロジーを担う多くの若い研究者に強烈な印象を与え、そうした刺激からさらに新たなブレークスルーの創出が期待できるのである。大学に置かれた本センターには、こうした人材教育のインキュベーション的な役割も期待されているのである。

この年報 2005 は最終目標に向かう本センターの 3 年目の成果報告書である。関連各位にご高覧いただき、種々のご助言を賜れば幸いである。

法政大学マイクロ・ナノテクノロジー研究センター年報２００５

目 次

- ◆ 年報２００５の発刊にあたって（センター長 武田 洋）
- ◆ 研究成果報告（２００５年４月１日～２００６年３月３１日）
 - ＜研究成果概要と業績（論文、著書、紀要、口頭発表）リスト＞
 - 高機能ナノマテリアルの開発
 - マイクロ・ナノメカトロデバイスの研究
 - 分散型耐環境ナノ電子デバイスの研究
 - 生命情報と生体機能のナノバイオロジー
- ◆ 会議等開催記録

研究成果報告

(2005年4月1日～2006年3月31日)

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。

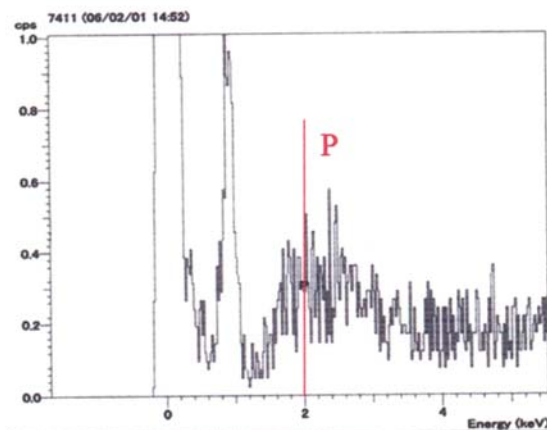
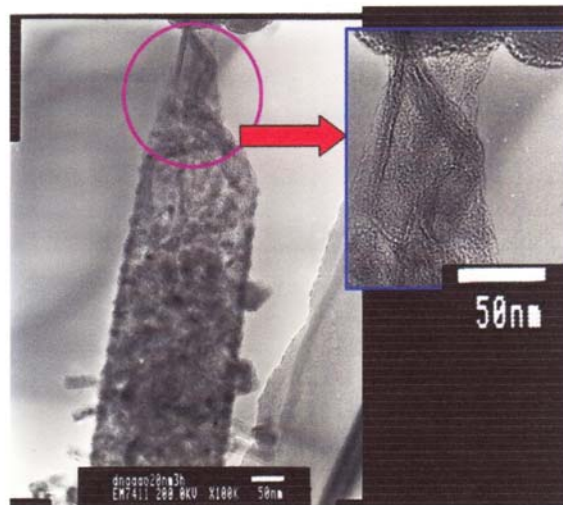


Fig. 18(c) Fe/Co@AAO 膜を用いて反応温度 800℃, 反応時間 3 時間で生成された試料膜への DNA 加圧浸透後の TEM 像および EDS 測定結果

(守吉グループ)

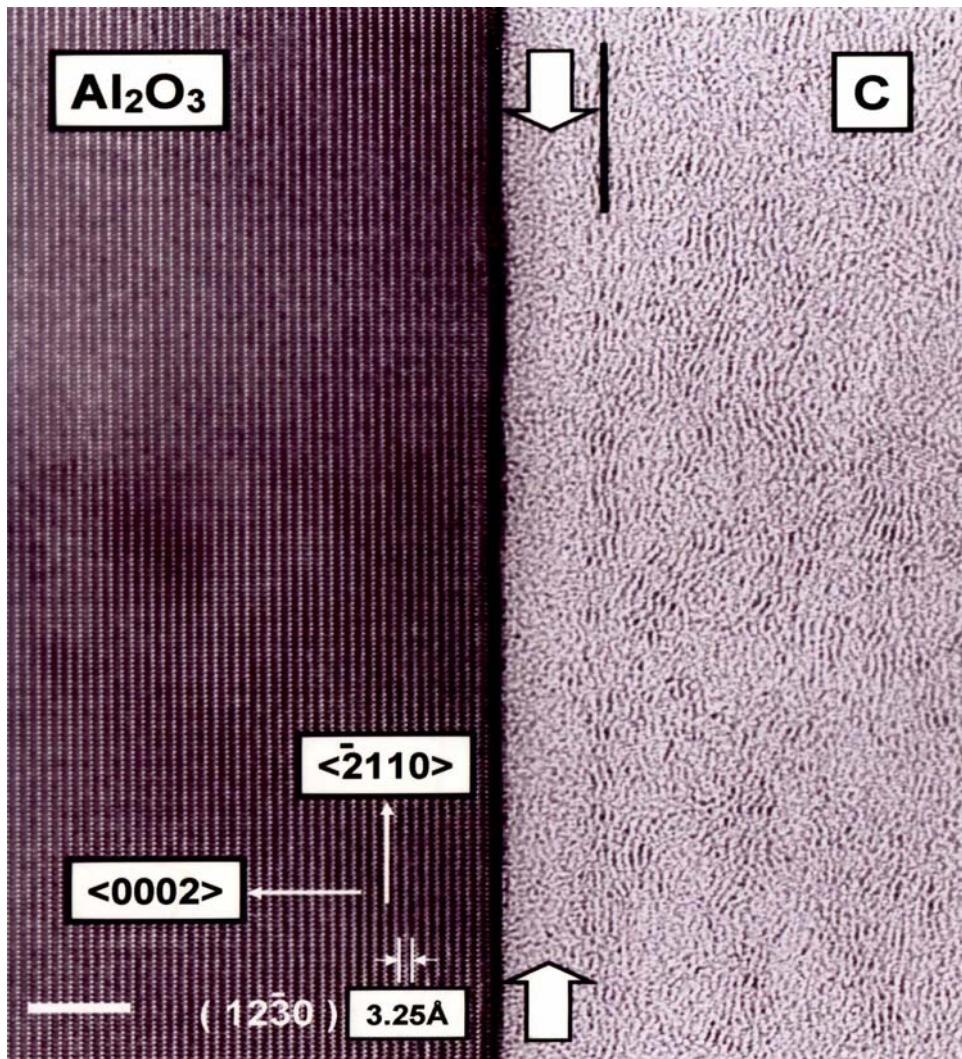
ナノメータースケールで物性を制御することを目指して、耐スポーリング性材料^注のアルミナー炭素系焼結体(以下 AG-C 焼結体と呼ぶ)を取り上げ、その界面構造の特性を中心に検討した。

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が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、アルミナー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パーサー (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)

SiO₂ 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 SiO₂ 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, SiO₂ 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 SiO₂ 上に 5×5×0.1 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 2×10⁻²Torr 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 20×20×0.5mm 角の石英板に 2 MeV のエネルギーで, 1×10¹⁶ 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℃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ガラス基板上に製膜した(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℃、Ar中)してもPLは観測されなかった。以上の結果から、TiとSiO₂とのコ・スパッタでもSiO₂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。

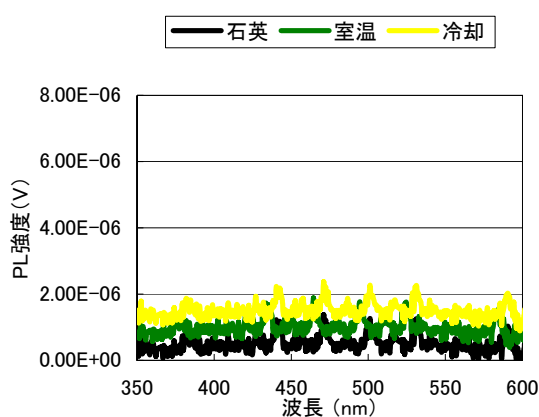


図1 イオン注入TiのPL

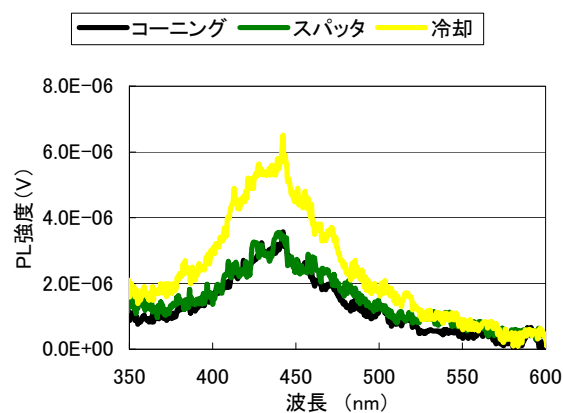


図2 TiスパッタのPL

(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(C₆₀, C₇₀)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ウィスカー (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。

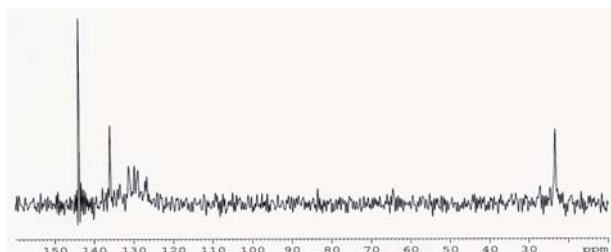


図 1 C_{60} -NW の ^{13}C -CP/MAS NMR スペクトル

図 2 に広幅 C_{60} -NW の ^{13}C -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 C_{60} 同様にこの温度で C_{60} 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 C_{60} 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。

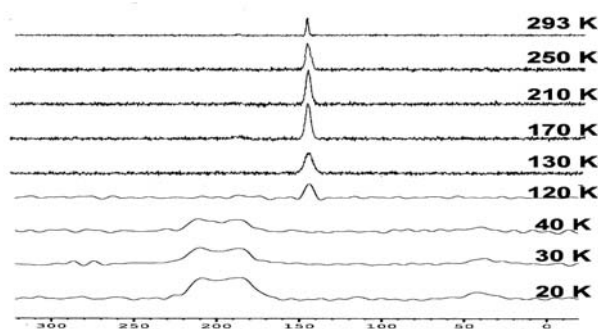


図 2 C_{60} -NW の広幅 ^{13}C -NMR スペクトル

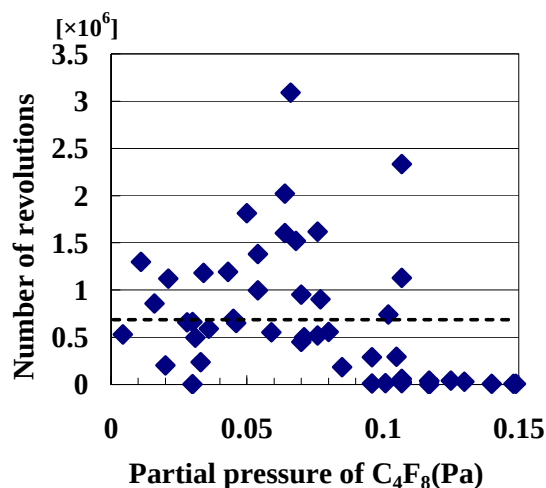
さらに、フラーレン誘導体のうち、 $C_{61}H_2$ (dihydrofulleroid)-NW の合成に成功し、その結晶構造および分子ダイナミクスを明らかにした。

さらに、 C_{60} -NW の結晶構造の安定化の方策として紫外線照射による C_{60} -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、 C_{60} -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、 MoS_2 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- MoS_2 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 MoS_2 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。



MoS_2 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°C 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。

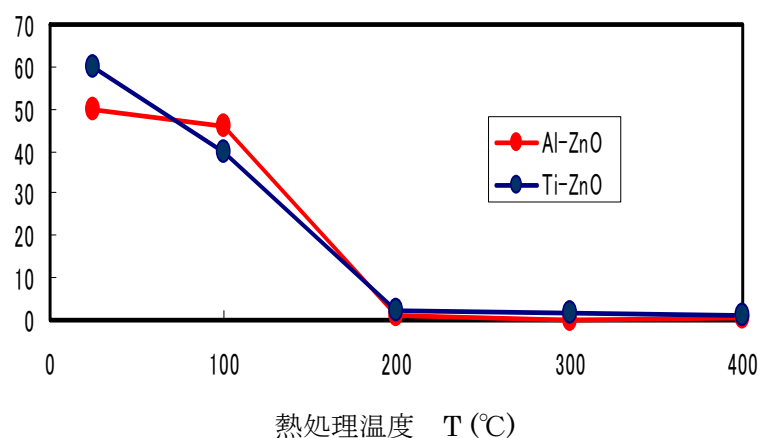


図 1 ZnO 系膜の水素中焼鈍における電気抵抗変化

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°C 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°C-300°C 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)。

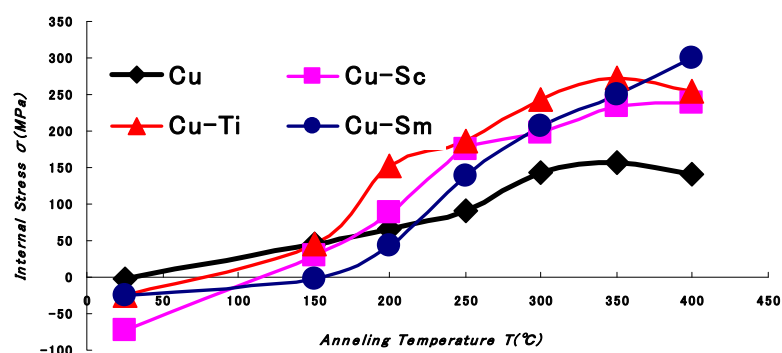


図 2. Cu 合金膜の内部応力の温度依存性

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)

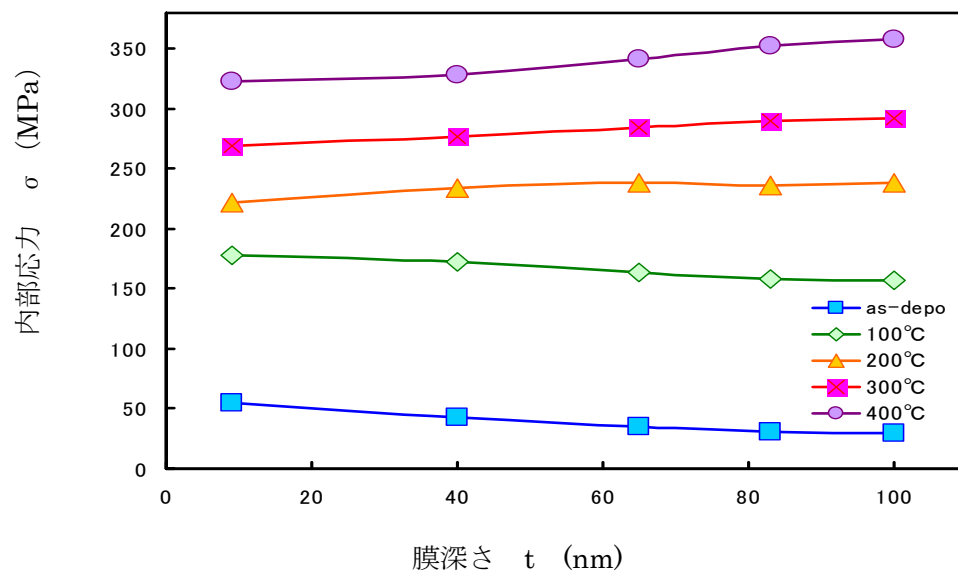


図3. Cu/Ta 二層膜での Cu 膜断面内部応力分布の温度変化

2005年度業績リスト（高機能ナノマテリアルの開発）

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 Ir(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パ酸化チタン粒子、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、王曉輝、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パ酸化チタン粒子、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 sp^3 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 sp^3 -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 sp^3 -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 sp^3 -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、 sp^3 -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、強磁場中スリップキャストと部分酸化・反応焼結によるアルミナ-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 SF_6 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</I>-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” シクロヘキサンーベンゼンー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ッチ関

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 Research 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、30 p -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 年春期、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。

2005年度 研究成果報告概要

マイクロ・ナノメカトロデバイスの研究

工学部システムデザイン学科・田中 豊

工学部機械工学科・御法川 学

1. はじめに

2003年度の研究環境の整備, すなわち, 試作用微細加工環境(マイクロ放電加工機, マイクロプラスト加工機, マイクロ光造形機)および加工結果の計測と評価環境(レーザー顕微鏡システム)、2004年度のマイクロ領域における様々な駆動原理の理論的な検討および予備的な確認実験より立案された「積層一体化構造のマイクロメカトロデバイス」の構想(図1)を受け, 2005年度はこのマイクロメカトロデバイスを具体化するため構造や加工法, 材料の検討, 具体的なモジュールのプロトタイプの製作などを行い, 様々な問題点を明らかにした。

2. マイクロ放電加工機によるマイクロ加工

2. 1 電極の製作と評価

マイクロメカトロデバイスの各種マイクロモジュール(アクチュエータ, バルブ, ポンプ, 信号処理)を製作するにあたり, マイクロ放電加工機が大きな威力を発揮する。

このマイクロ放電加工機は, 電極の製作結果がマイクロモジュールの製作に大きな影響を与える。まず, 電極の素材や形状が製作結果に及ぼす影響を明らかにした。種々の実験の結果, 電極の有効縦横比の特性を明らかにした。特性の一例を図2に示す。加工電極の材質はタングステンである。青線の下領域は電極として加工結果が良好なもの, 赤線の上側は加工不可能な領域である。また電極にはクラックが生じたり, 加工の結果先端が変形することが観察された。これらの関係を踏まえ, マイクロモジュールの加工に必要な電極と, 加工可能なモジュール形状を決めることができる。

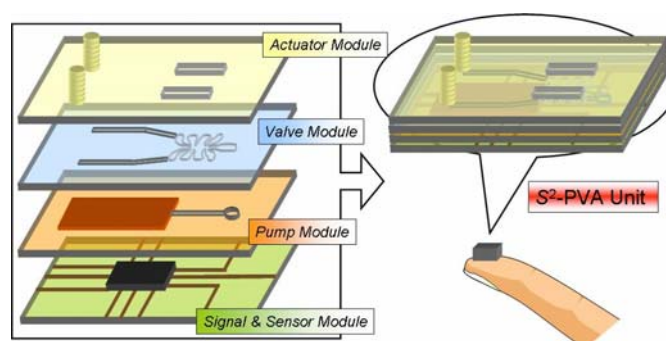


図1 マイクロメカトロデバイスの構想図

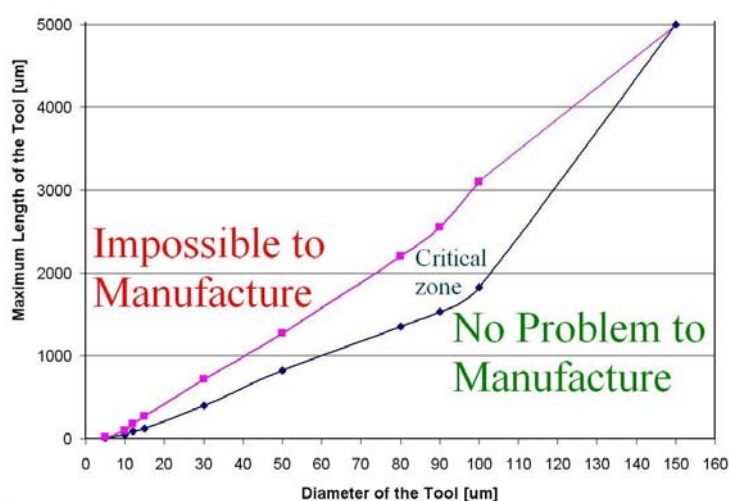


図2 加工電極の外径と全長の関係

2. 2 新しい材料試験法

マイクロ放電加工機のマイクロ加工特性を利用して, 薄板の新しい材料試験方法を提案した。この材料試験法では, 試験片の厚さ方向に極めて小さな直径 $7\mu\text{m}$, 深さ $1\mu\text{m}$ 程度のドットを格子状に多数配置し, 切り

欠きを入れて引っ張り試験を行い、引っ張る前と後でドット格子の変形の様子を観察することで材料特性を推定できることを確認した。

2. 3 マイクロフルイデイクスの製作

放電加工機に付属したCAD/CAMプログラムを利用して、図3に示す複雑な形状のマイクロフルイデイクス素子を製作した。太さの異なる2つの電極を用意し、形状に合わせた加工パスをプログラムすることにより、図4に示す全長300 μm のマイクロフルイデイクスの加工に成功した。このマイクロフルイデイクス素子は、可動部を持たないマイクロバルブモジュールに使用する予定である。またマイクロ放電加工機の転写加工法を用いると、この素子を図5に示すように、同じ形状でアレイ状に多数配置することができることを確認した。この加工法を用いることで、アレイ状に多数配置したマイクロモジュールを製作することができる。

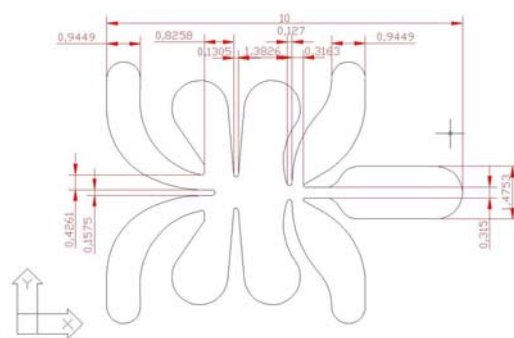


図3 マイクロフルイデイクスの形状と寸法

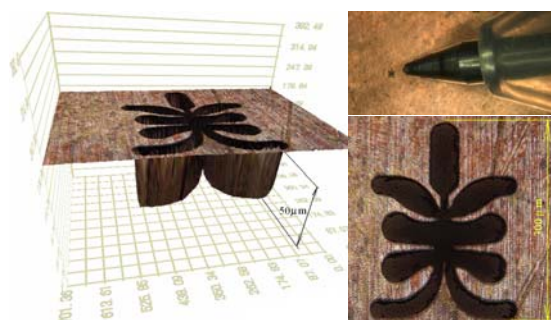


図4 試作したマイクロフルイデイクス

3. 機能性流体を用いたマイクロメカトロデバイス

マイクロバイオケミカルプラントのための高性能マイクロメカトロデバイスの開発を視野に、電界共役流体（ECF）と呼ばれる機能性流体の性質を用いて、マイクロサイズのポンプと、このポンプにより駆動されるブルドン管形マイクロアクチュエータによるマイクロメカトロデバイスを製作した。またポンプやバルブ、アクチュエータを階層構造に組み込んだマイクロメカトロシステムの統合化の問題点の抽出や設計手法の確立をめざし、試作したポンプとアクチュエータを統合化したアクチュエータシステムを試作し、その動作特性を実験的に検討した。

3. 1 マイクロポンプ

図6に示す、全長38mm、全幅17mm、厚さ3mm、流体が通過する流路高さ700 μm の平面形ECFマイクロポンプを試作した。内部電極は楕円形電極を25対、フレキシブル基板上にエッチングにより製作した。図7は試作した2つのポンプの出力特性である。最大出力は、5kV直流電圧印加時に、吐出圧力2.6kPa、吐出流量613 mm^3/s であった。この出力は、想定するマイクロアクチュエータを駆動するには未だ十分とはいえないため、今後、構造や電極

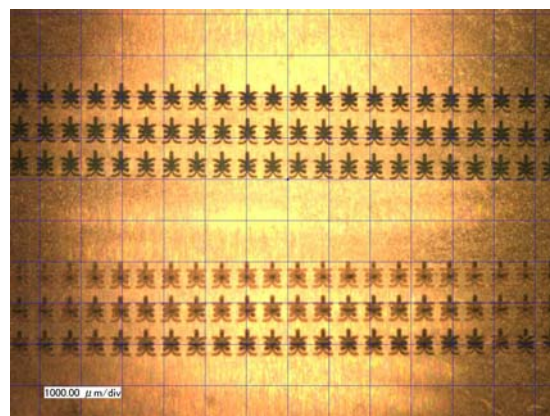


図5 アレイ状マイクロフルイデイクス

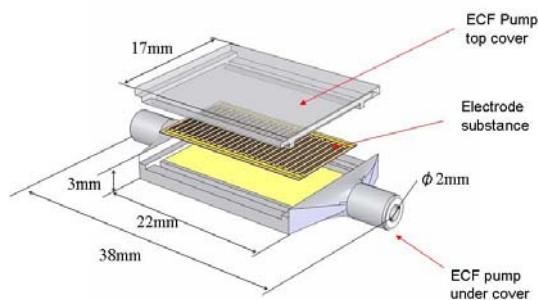


図6 試作した平面形マイクロポンプ

の工夫などにより、さらに高出力なポンプを開発する必要がある。

3. 2 マイクロアクチュエータ

マイクロ領域では摺動部における摩擦抵抗や可動質量の慣性効果が支配的になるため、アクチュエータの駆動原理には可動部が少なく構造が単純な機構が望まれる。マイクロ光造形システムを用いて、図 8 に示す種々の構造のブルドン管形アクチュエータのプロトタイプを試作し、実験的

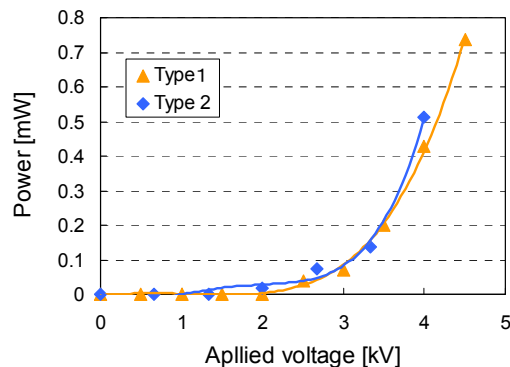


図 7 マイクロポンプの出力特性

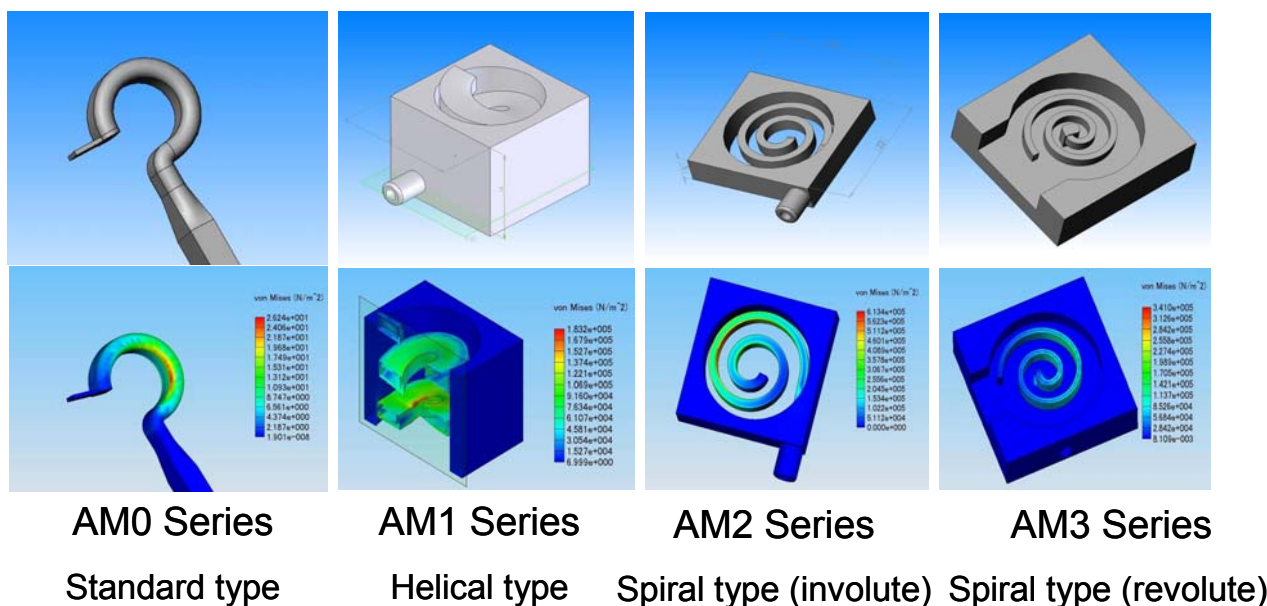


図 8 ブルドン管形アクチュエータ

に動作特性を検討した。また FEM 構造解析により形状による違いを検討した。図 9 に試作したアクチュエータの一例を示す。

検討の結果、内部圧力の変化に伴う材料の変形を利用した体積形アクチュエータは、マイクロ化にあたって有利な駆動原理であることが確認された。しかし、現状の光造形による製法では、小形化には限界があることもわかった。

今後は、加工・制作方法を検討する必要がある。また耐久性などを考慮した材料の選定についても検討する必要がある。



図 9 試作したブルドン管形アクチュエータ

3. 3 機能性流体による駆動されるポンプ・アクチュエータシステム

試作したマイクロポンプとブルドン管形アクチュエータおよび機能性流体供給タンクを統合化したポンプ・アクチュエータシステムにおいて、その動作と出力特性を実験的に検討した。まだ全体の寸法は大きいですが、機能性流体を用いたアクチュエータシステムの可能性が立証された。

以上のように、2005年度は当初の計画目標の概ね 80% の内容を達成した。

2005 年度業績リスト（マイクロナノメカトロデバイスの研究）

田中 豊

<雑誌論文>

- 1) Yutaka Tanaka, Sadahisa Yamada, Naoto Nakamura, Gaku Minorikawa, Development of Microvalve Mechanism Using Fluidics, Proc. 6th JFPS International Symposium on Fluid Power, pp.694-699, 2005-11.
- 2) Yutaka TANAKA, Naoki TAKEMURA, Seiya ISHIKURA, Gaku MINORIKAWA Design and Fabrication of Micro Fluid Power System by Stereolithgraphy, Proc. 6th JFPS International Symposium on Fluid Power, pp.682-687, 2005-11.
- 3) 田中 豊, フルードパワーの挑戦「空気圧を利用したウェアラブルハプティックインタフェース」, フルードパワー（日本フルードパワー工業会誌）, 19巻, 3号, 2005年7月, pp.122-128.
- 4) 田中 豊, 学会における研究委員会の役割, フルードパワーシステム（日本フルードパワーシステム学会誌）, 36巻, 1号, pp.12-13, 2005.
- 5) 田中 豊, パラレルメカニズムを用いた3次元曲げ加工機と加工形状の計測, 油空圧技術, 44巻, 10号, pp.21-27, 2005.
- 6) 田中 豊, フルードパワー産学ガイド2005・研究室紹介, 油空圧技術, 44巻, 11号, pp.74,2005.
- 7) 田中 豊, 第50回フルードパワーに関する国際会議報告, FPIC Quarterly, Vol.13, No.3, 2005.
- 8) 田中 豊, 巻頭言・高度情報化社会という誤謬, FPIC Quarterly, Vol.13, No.1, 2005.
- 9) 田中 豊, 機能性流体を用いたマイクロメカトロデバイスの開発, 科研費特定領域研究「ブレークスルーを生み出す次世代アクチュエータ研究」第2回領域全体会議資料, pp.21-22, 2005年6月.
- 10) 田中 豊, 機能性流体を用いたマイクロメカトロデバイスの開発, 科研費特定領域研究「ブレークスルーを生み出す次世代アクチュエータ研究」第2回公開シンポジウム資料, pp.79-82, 2005年12月.

<学会発表>

- 1) 石倉, 田中 豊, 森山, Jindrich, 光造形法を用いたブルドン管形アクチュエータの試作と検討, ロボティクス・メカトロニクス講演会, 2005-6.
- 2) 小林, 田中 豊, 鈴木, 液中気泡とその除去技術, IFPEX2005 カレッジ研究発表・フルードパワーシステムワークショップ講演論文集, pp.47-48, 2005-8.
- 3) 田中 豊, 高機能メカトロデザイン研究室における流体制御研究, IFPEX2005 カレッジ研究発表・フルードパワーシステムワークショップ講演論文集, pp.49-50, 2005-8.

<その他>

平成 17 年度科学研究費補助金・特定領域研究「ブレークスルーを生み出す次世代アクチュエータ研究」のける（公募研究）「機能性流体を用いたマイクロメカトロデバイスの開発」（研究代表者：田中 豊, 研究分担者：御法川 学）（課題番号：70179795）として採択

御法川 学

<雑誌論文>

- 1) 入門, 御法川 学, 鈴木他, ターボ機械の音質評価に関する研究 (第 1 報), ターボ機械, 2005 年 2 月号, p.71-77, 2005-2.
- 2) 入門, 御法川 学, 鈴木他, ターボ機械の音質評価に関する研究 (第 2 報), ターボ機械, 2005 年 4 月号, p.223-229, 2005-4.
- 3) 御法川 学, 流体振動、騒音発生メカニズムとその対策, 機械設計, 第 49 巻 8 号, p.22-27, 2005-6.
- 4) G. Minorikawa, Hiroshi Irikado et al., Study on Sound Quality Evaluation of Fan Noise, The Journal of the Acoustical Society of America, Vol.118, No.3, Pt.2 of 2, p.1868, 2005-9.
- 5) T. Hirano, S. Mizuki, G. Minorikawa et al., Design and Prototyping of Micro Centrifugal Compressor for Ultra Micro Gas Turbine, Proceedings of the Seventh International Symposium on Experimental and Computational Aerothermodynamics of Internal Flows, Vol.1, pp.71—76, 2005-9.
- 6) Y. Maruta, G. Minorikawa et al., Noise Quality Control of Small High Speed Water Pump by Reducing Separated Flow, Proceedings of 8th Asian International Fluid Machinery Conference, p.735-743, 2005-10.
- 7) S. Mizuki, T. Hirano, G. Minorikawa et al., Micro Centrifugal Compressor for Ultra Micro Gas Turbine, Proceedings of Asian Congress on Gas Turbine 2005 Seoul, AGCT2005-062 (CD-ROM), 2005-11.

<学会発表>

- 1) 平野, 水木, 御法川 学 他, 超小型遠心圧縮機の要素試作, 第 54 回ターボ機械協会仙台講演会, p.12-17, 2005-10.

成果報告概要

分散耐環境ナノ電子デバイスの研究

法政大学工学部

中村徹 安田彰 本間紀之 斉藤利通 大竹孝平 斎藤兆古 早野誠治 三浦孝夫 栗山一男 佐藤政孝

1. 研究の目的

微細加工技術の進歩により単位機能当たりのコストは大幅に削減されてきたが、ナノテクノロジーの進展とともにより多くの機能を集積したチップをさらに低コストで実現することが可能となる。このような低コスト・高機能チップとナノテクノロジーを応用したMEMSチップとを一体化し複数分散使用することにより高度なシステムを実現することが可能になる。このように一体化したチップを多数個分散させて動作させる分散型ナノ電子デバイスでは、チップ間通信をいかに確立するかが重要な課題となる。近距離の通信では他チップとの干渉低減や、消費電力の点から微少電力無線通信技術の確立が重要となる。また、多数個のチップ間での通信を行うためのピアツウピア通信やアドホック通信を自律的に行う必要もある。一方、ナノテクノロジーの進展により、より高度な機能を小さなチップに集積することが可能となるが、耐圧の低下や高温動作での特性劣化など解決すべき課題も多い。シリコン半導体材料に比べ広いバンドギャップを有する GaN および SiC 等のワイドギャップ半導体材料は、摂氏 350 度以上の高温動作、50 GHz・100 V 以上の高周波・高電圧動作を可能にする耐環境電子デバイスが製造可能と期待されているが、材料の持つ高い飽和速度等から期待出来る高耐圧・高周波特性を達成するデバイスは未だ提案されていない。その原因の一つは、不純物ドーピングが結晶成長中になされる以外の方法では確立していないためである。

本研究は分散型ナノ電子デバイスを実現するための基礎技術として、1) チップを数 cm 程度の比較的近距離に配置した場合における通信の確立方法を検討、2) 近距離微少電力無線通信に適した通信方式、回路方式、LSI 構成法の研究を行う。更に高温・高周波・高電圧動作させるためにワイドギャップ半導体材料を用いて、3) イオン注入技術により、GaN および SiC 等ワイドギャップ半導体材料への不純物高濃度化技術の開発、4) 高温動作低抵抗電極の作成と評価、5) 高温・高周波・高電圧動作電子デバイスの作成と動作機構の解析、を行うことを目的とする。

2. 本研究で対象としている分散型耐環境ナノ電子デバイスの課題

ユビキタスシステムと環境については前年度の報告で述べた。将来のユビキタスシステムを実現するためには、情報機器の通信方式や回路方式の基本技術およびそれらを可能にするための電子デバイスの開発が必須である。本研究の課題は以下の通りである。

通信方式、回路方式の課題として、近距離チップ間通信の確立方法と近距離・微少電力無線通信方式が挙げられる。また、これらの方式を実現するために、アナログ・デジタル回路方式、LSI 構成法がある。この様な方式を実現するには、半導体デバイスの高速化と大規模集積化とが必要であるが、高速化、大規模集積化の双方とも従来の延長線上での技術開発には限界が見えており新しい概念による電子デバイスの創製が必要である。そのため、ナノ電子デバイスの課題としては、耐環境に適したデバイス すなわち、GaN および SiC 等ワイドギャップ半導体材料を用いた電子デバイス製造の基本技術を確立することに

ある。さらに、高温動作・低抵抗電極の作成と評価と高温・高周波・高電圧動作電子デバイスの作成と動作機構の解析が挙げられる。

3. 研究内容と研究結果

A. 分散型耐環境ナノ電子デバイス回路・システム

分散電子デバイス回路・システムの実現には、通信技術の確立が不可欠である。特に、数 10cm から数 cm と従来の通信システムに比べ極端に短距離の通信技術が必要となる。通信距離は短いを送受信電力は低く抑える必要があり、従来からある通信技術とは異なった新しいシステムをいかに構築するかが技術課題となる。これらの実現には、従来の技術の組み合わせで対応することは困難で、新しい概念によるシステムの構築が必要である。また、このような短距離通信システムを実現するためには、高精度・高速アナログ／デジタル変換回路、デジタル／アナログ変換回路や周波数変換回路などが基礎技術として重要となる。さらに、これらの回路等を実現するためには、Si デバイスおよびパッシブデバイスの高周波特性、直流特性を正確に把握することが設計を行う上で重要である。まず、これらの特性の測定および評価、また、これらの測定されたデータを元に Si デバイスおよびパッシブデバイスのモデル化を行い、基本機能回路ブロックの設計に用いた。

一方、分散耐環境ナノ電子デバイスではアクチュエータを用いて外界とインターフェイスをとるが、このアクチュエータの駆動回路が重要な構成部品となる。デバイスを分散して配置するためには、高精度かつ電力効率の高い駆動回路が必要となる。

高精度 $\Delta \Sigma$ デジタル・アナログ変換器

短距離通信、アクチュエータ駆動には高精度デジタル・アナログ変換器が必要不可欠である。LSI においては、トランジスタの閾値電圧、容量値、抵抗値などの素子値ばらつきが、変換精度を決定する。このため、これら素子値の影響を低減する方法を我々は提案しているが、そのためには大規模な信号処理回路が必要であった。今回、ばらつきの影響を数個のスイッチのみで実現出来る方法を提案した。

デジタル・アナログ変換器には、アナログ連続時間フィルタ (LPF) を後置し、帯域外雑音を抑圧する必要がある。システム LSI では内部にデジタル・アナログ変換器駆動回路に加え、この LPF や駆動回路を LSI 上に混載する必要がある。LPF は C や R で実現する必要があり、十分な減衰量を得るためには、C, R の実現に多くのチップ面積が必要となる。

昨年度、我々は帯域外の減衰量を保ったままハード規模を大幅に削減できるカスケード型 $\Delta \Sigma$ デジタル・アナログ変換器 (図 1) を提案したが、さらにハード規模を削減できる方法を新たに提案した (図 2)。この手法では、必要となる伝達関数をデジタル回路とアナログ回路ブロックに分割させて実現することにより、内部 DAC を構成する部品のばらつきの影響及び利得のばらつきの影響を低減できる。また、チップ面積が大きくなるアナログ回路ブロックのサイズも低減される。帯域外雑音の減衰量を大きくするためにはアナログ FIR フィルタのタップ数を増やす必要がある。その場合、従来の手法ではばらつきの影響が大きくなり、信号精度が劣化する問題点があったが、提案した方法ではタップ数の増大によっても劣化がない。

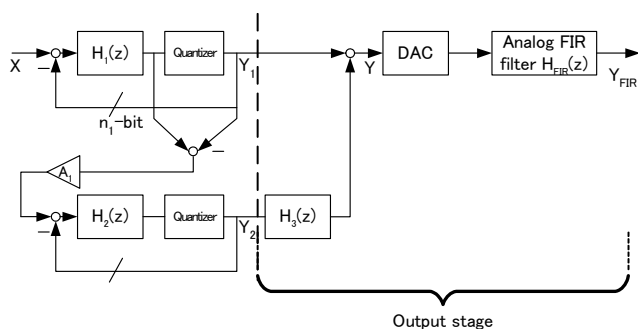


図1 アナログFIRフィルタを用いたカスケード型 $\Delta\Sigma$ デジタル・アナログ変換器

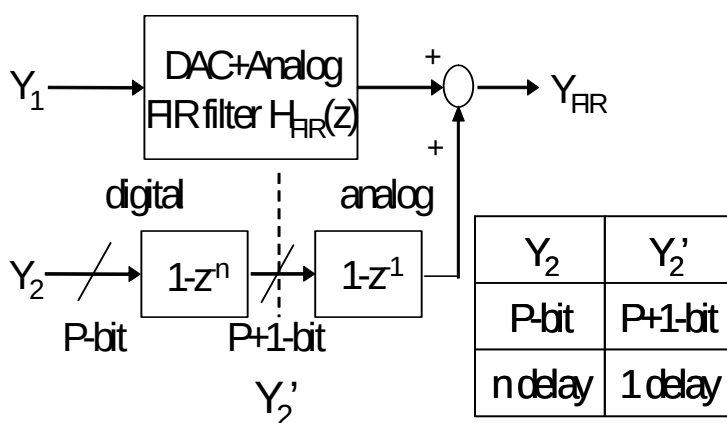


図2 伝達関数をデジタル部とアナログ部に分割し素子精度の影響およびハード規模を低減したカスケード型 $\Delta\Sigma$ 変調器

高精度 $\Delta\Sigma$ アナログ・デジタル変換器

短距離通信の受信部、センサブロックには高精度アナログ・デジタル変換器が必要不可欠である。また、分散ナノ電子システムでは、分散配置された各モジュールに許される消費電力は小さい。したがって、アナログ・デジタル変換器には高精度・低消費電力特性が要求される。一般に精度と消費電力にはトレードオフの関係が存在するため、これらの要求を満たすことは難しい。ここでは、アナログ回路での消費電力に注目し、連続時間 $\Delta\Sigma$ アナログ・デジタル変換の高精度化の手法を提案した。従来の $\Delta\Sigma$ アナログ・デジタル変換器は、離散時間システムであるSC積分器を用いて実現されていた。SC積分器を精度良く動作させるためには、必要とされるサンプリング時間内に演算増幅器の出力をセトリングさせる必要があり、演算増幅器に多くの電流を流す必要があった。SC積分器に換えて連続時間積分器を用いることで消費電流を低減させることが可能であるが、連続時間積分を行うとクロック信号のジッタによって変換特性が著しく劣化する欠点があった。そこで、我々は、図3に示したジッタによる影響を低減する回路構成法を提案した。この手法では、ジッタの影響を大きく受ける内部帰還信号を生成する際に、アナログFIRフィルタを用いて、高域の雑音成分を大幅に低減させている。これにより、 $\Delta\Sigma$ 変調器で最も雑音レベルが高くジッタの影響を受けやすい高域信号が低減され、ジッタが変換精度に与える影響が大幅に低減される。図5に示したように、ジッタ1%の場合、SNRが15dB改善されている。

発生し、雑音特性を大きく劣化させてしまう欠点がある．我々は、図 6 に示した複数のサンプルーホールド(S/H)を用いたサブサンプリングミキサを提案した．この方法では、複数の S/H および積分器により FIR フィルタを実現することが可能で、このフィルタ特性により不要な折り返し雑音成分を効率よく低減することが出来る．S/H の内部構成を図 7 に示す．この回路を用いた場合、図 8 に示すように不要な帯域に鋭いノッチを配置することができ、信号帯域に折り返す雑音を 70dB 程度低減することが可能となる．この回路はサブサンプリングミキサでありながら、スーパーヘテロダイン方式に類似した特性を実現することができる．

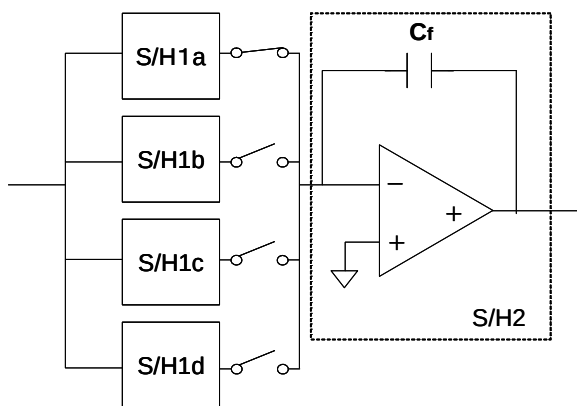


図 6 提案したサブサンプリングミキサ

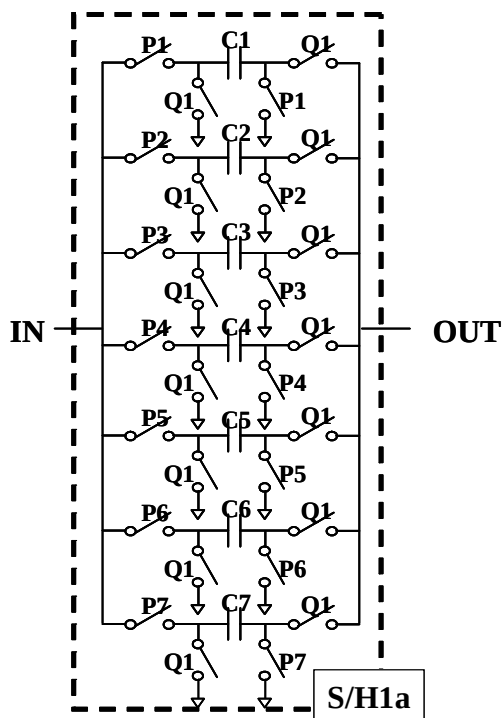


図 7 S/H 回路

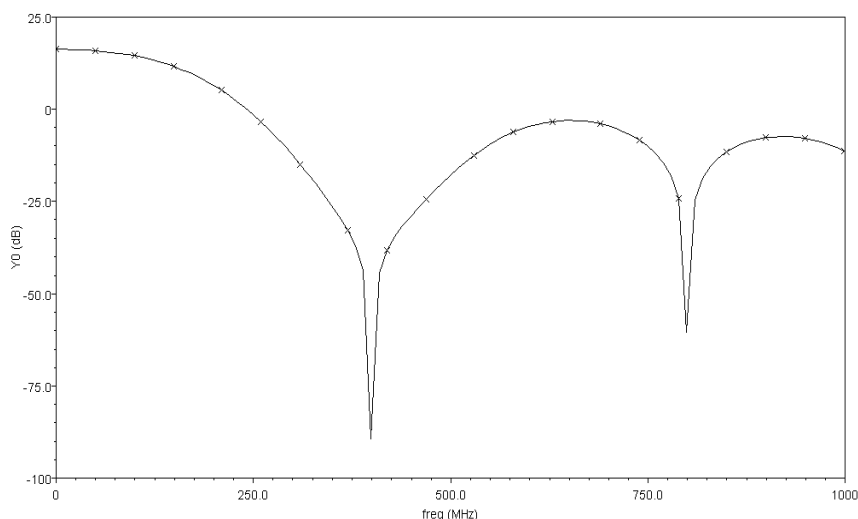


図8 提案したサブサンプリングミキサの折り返し雑音低減特性

スペクトラムシェーピング法を用いた高精度高効率駆動回路

分散耐環境ナノ電子デバイスでは高精度高効率の駆動回路が重要な構成部品となる。高精度信号を LSI 内で生成する方法として $\Delta\Sigma$ 型 DAC があるが、帯域外雑音が多い問題点がある。DAC 出力を LSI 外へ出力する場合であれば、チップ外に受動部品を用いたフィルタを用いることで帯域外雑音を低減することが可能であるが、外付け部品が増え実装面積が増大する。一方、分散耐環境ナノ電子デバイスを用いたシステムは、多くのサブユニットを配置するため、各サブユニットを小型化する必要がある。したがって、DAC および駆動回路を同一シリコン上に構成し、さらに帯域外雑音を除去するフィルタも内蔵させることが望ましい。

図9にフィルタ機能を内蔵させた高精度高効率駆動回路のブロック図を示す。 $\Delta\Sigma$ DAC にアナログ FIR フィルタを後置しこのフィルタで高域の雑音を低減させ、LSI に内蔵可能な CR フィルタでさらに雑音を低減する。さらに、これらのフィルタで除去できない雑音を、帰還型 D 級増幅器で減衰させる。帰還型 D 級増幅器では、高域の雑音がコンパレータで折り返し雑音となり低周波に周波数変換されるが、この雑音は帰還ループ利得により抑圧される。これにより、帯域外雑音が低減されることになる。さらに、図10に示したバランス構造を取り、前年度提案したスペクトラムシェーピング信号を基準信号とすることにより、駆動信号の高精度化、帯域外雑音レベルを低減が実現された。図11にチップ写真を、図12にこの方式の駆動回路を用いた場合の帯域外輻射を示す。輻射雑音を 15 dB 以上低減出来ることが観測された。

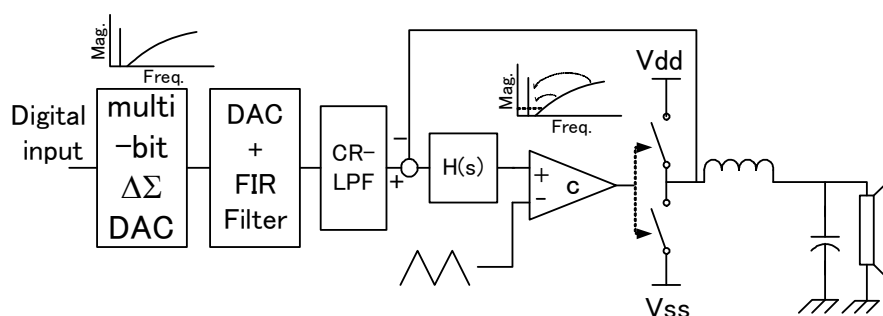


図 9 フィルタ機能を内蔵させた高精度高効率駆動回路

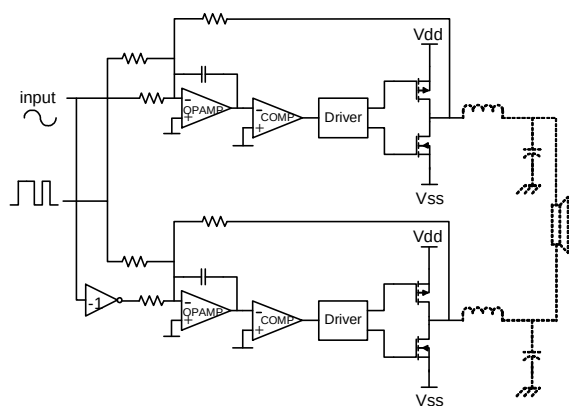


図 10 スペクトラムシェーピングを用いたバランス構成 D 級増幅器

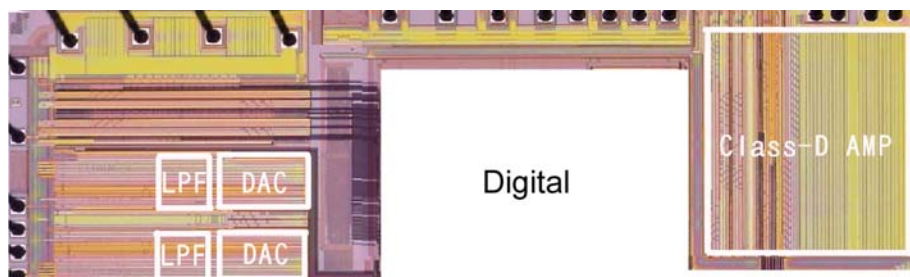


図 11 チップ写真

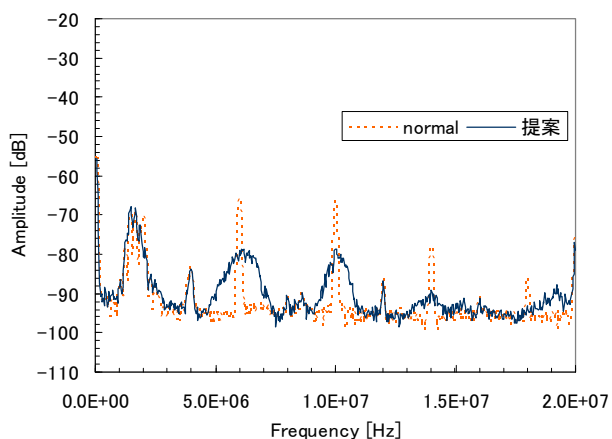


図 12 帯域外雑音輻射

B. 分散型耐環境ナノ電子デバイスと半導体デバイス・プロセス

B-1. GaN へのイオン注入の検討

GaN は Si に比べ、高いキャリア移動度、高い絶縁破壊電界強度を有しているため、高出力、高周波電子デバイス用の材料として注目されている。電子デバイスの高性能化にはデバイスの微細化、デバイス構造の改良などがあるが低い接触抵抗を有するオーミック電極の形成は、デバイス特性向上の手段の基本と

して挙げられる。イオン注入法による不純物ドーピングは基板表面への高濃度不純物層の形成が可能なことから、接触抵抗の低減に有効であると期待できる。しかし、イオン注入法によって高濃度不純物層を形成した GaN へのオーミック電極の特性に関する検討例は少ない。本研究ではイオン注入を行った GaN 上に形成した Ti/Al オーミック電極の電気特性を評価し、低接触抵抗オーミック電極の形成におけるイオン注入法の有用性を検討した。

本研究ではサファイア基板上に成長したアンドープ GaN（厚さ 2 μm ）に、エネルギー150keV、注入量 5.0×10^{13} 、 8.0×10^{13} 、 1.5×10^{14} 、 3.0×10^{14} 、 $5.0 \times 10^{14} / \text{cm}^2$ で Si イオン注入を行った試料を用いた。シミュレーション（SRIM）を用いて計算した GaN 表面の不純物濃度はそれぞれの Si イオン注入量に対して、 1.0×10^{18} 、 1.7×10^{18} 、 3.3×10^{18} 、 6.5×10^{18} 、 $1.0 \times 10^{19} / \text{cm}^3$ であった。図 1 3に SRIM シミュレーションによるイオン注入プロファイルを示す。活性化熱処理は窒素雰囲気中で 1200 °C において 2 分間行った。接触抵抗の測定に用いたオーミック電極は、GaN 表面に蒸着した Ti(50nm)/Al(200nm)を、アルゴン雰囲気中で 550~800 °C において 3 分間熱処理して形成した。基板の電気特性の評価にはホール効果測定を、接触抵抗率の測定には C-TLM 法を用いた。

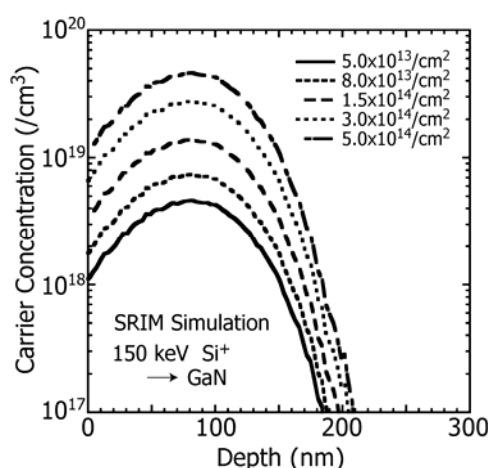


図 1 3 SRIM シミュレーションによるイオン注入プロファイル

図 1 4 にシート抵抗とシートキャリア濃度の注入量依存性を示す。ホール効果測定により測定した活性化熱処理後のシートキャリア濃度は、Si イオン注入量に対してそれぞれ 1.1×10^{13} 、 1.7×10^{13} 、 4.0×10^{13} 、 9.5×10^{13} 、 $2.1 \times 10^{14} / \text{cm}^2$ であり、20~40%程度の活性化率を得た。

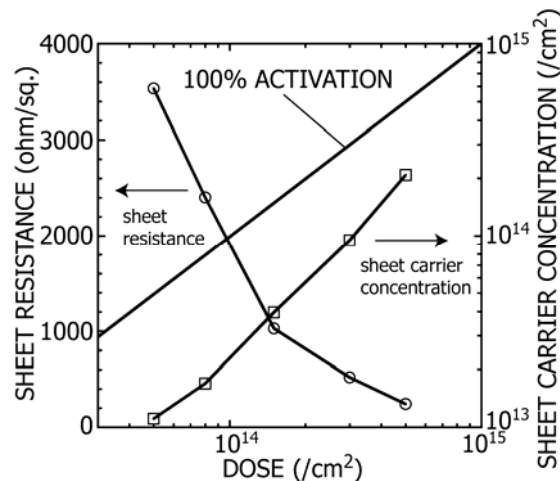


図 1 4 シート抵抗とシートキャリア濃度の注入量依存性

図 1 5 に各熱処理温度における接触抵抗のキャリア濃度依存性を示す。どの注入量において Si イオン注入を行った試料に対しても、600 °C における熱処理によって形成したオーミック電極との接触抵抗率がもつとも小さくなった。5.0 x 10¹³、5.0 x 10¹⁴ /cm² の Si イオン注入を行った基板を用い、蒸着後の熱処理を 600 °C において行った試料の接触抵抗が 2.4 x 10⁻⁶、1.2 x 10⁻⁷ (ohm-cm²)であり、注入量の増加により接触抵抗の大幅な低減が確認できた。

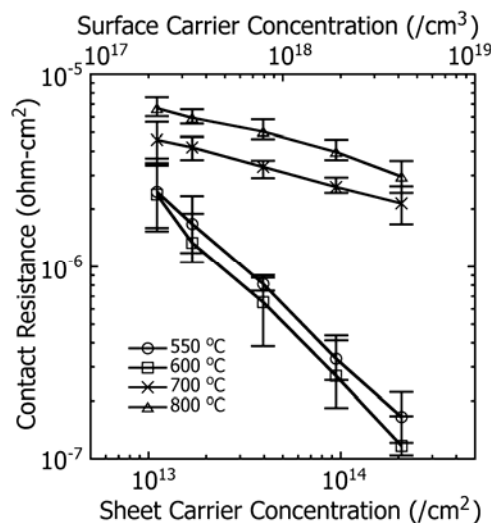


図 1 5 各熱処理温度における接触抵抗のキャリア濃度依存性

GaN/Ti(50nm)/Al(200nm)に 550、600 °C の熱処理を行った試料はキャリア濃度が高くなるにつれ、接触抵抗は大きく低減した。しかし 700 °C 以上の熱処理を行った試料のキャリア濃度の増加による接触抵抗の低減は、550、600 °C の熱処理を行った試料に比べそれほど大きくなかった。これは 700 °C 以上の熱処理では Ti-Al の融解が生じるので、電極の性質が大きく変化し、トンネル電流の割合が減少したためと考えられる。

図 1 6 に GaN/Ti(50nm)/Al(200nm)の 600 °C 熱処理後における接触抵抗の表面キャリア濃度依存性を示す。また、点線は、熱電子放出モデル、熱電子-電界放出モデル、電界放出モデルを加味した A.Y.C.Yu

によって提案されたショットキーバリア高さ 0.27eV のときの理論曲線である。このときの接触抵抗のキャリア濃度依存性の曲線がショットキーバリア高さ 0.27eV のときの理論曲線により一致を示していることがわかる。またこの図より、今回の注入条件でイオン注入を行った GaN と Ti(50nm)/Al(200nm)の金属-半導体接触における電流輸送機構は熱電子-電界放出であることがわかる。

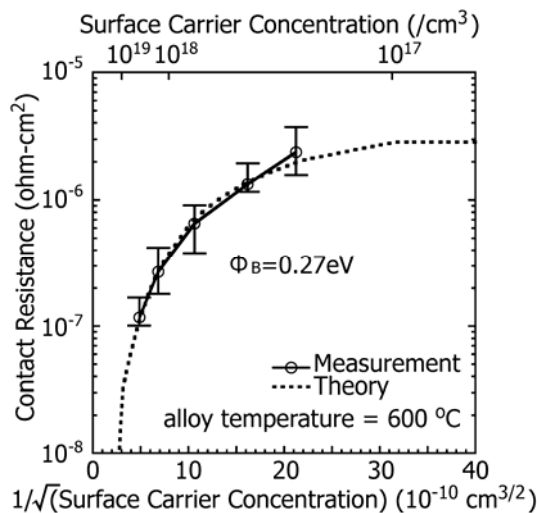


図 1 6 GaN/Ti(50nm)/Al(200nm)の 600 °C 熱処理後における接触抵抗の表面キャリア濃度依存性

GaN 基板への金属シリサイド電極形成実験結果をまとめると、以下のようになる。注入エネルギー 150keV で注入量 5.0×10^{13} 、 $5.0 \times 10^{14} / \text{cm}^2$ の Si イオン注入を行った GaN 基板を用い、活性化アニールを窒素雰囲気中で $1200\text{ }^{\circ}\text{C}$ において 2 分間行った後、Ti(50nm)/Al(200nm)を蒸着し、蒸着後の熱処理を $600\text{ }^{\circ}\text{C}$ において 3 分間行った試料の接触抵抗はそれぞれ 2.4×10^{-6} 、 $1.2 \times 10^{-7} (\text{ohm-cm}^2)$ であり、注入量の増加により接触抵抗の大幅な低減が確認できた。このことから GaN 表面への Si イオン注入による高濃度不純物層の形成が、Ti/Al オーミック電極の接触抵抗の低減に非常に有効であることがわかる。

B-2. SiC へのイオン注入の検討

SiC は低損失電子デバイス用材料として期待されている。SiC によって製造された電子デバイスを低損失化は、電極層の低抵抗化が重要である。ここで、電極層とは高濃度に選択ドーピングされた領域とそれに接触するオーミック電極層からなる。電極層における高濃度選択ドーピング層の形成は SiC ではもっぱらイオン注入法が利用される。これについては、以前よりイオン注入条件およびポストアニール条件（温度、雰囲気、加熱方法）を検討している。一方、その上に形成されるオーミック電極に要求されるのは、低い接触抵抗である。これを形成することにより、SiC を利用した低損失電子デバイスの実現が可能となる。そこで、今年度ではイオン注入法による高濃度ドーピングを併用した SiC への低抵抗オーミック電極形成法について検討した。

一般的に、半導体へオーミック電極を形成する場合、SiC と電極に利用する金属との間に形成されるショットキー障壁高さが重要となる。SiC を電子デバイスに利用する場合は、電子の移動度がホールよりも

優れることから N 型にドーピングされる。この場合、オーミック電極に用いる金属の仕事関数が小さいほど、N 型 SiC との間に形成するショットキー障壁高さが小さくなる。オーミック電極の接触抵抗はショットキー障壁の関数であり、ショットキー障壁高さが小さいほど、オーミック電極の接触抵抗は小さくなる。

そこで、本研究では、4 H-SiC および 3 C-SiC と各種金属とが形成するショットキー障壁高さを調査した。図 1 7 は、N 型および P 型 4 H-SiC および 3 C-SiC 上に真空蒸着法により形成した、Al,Ti,Ni,および Au 電極が形成するショットキー障壁を示す。4 H-SiC および 3 C-SiC とも、Al,Ti,Au および Ni と金属・半導体接触を形成する金属の仕事関数が増加するにつれて、ショットキー障壁高さが増加するのがわかる。

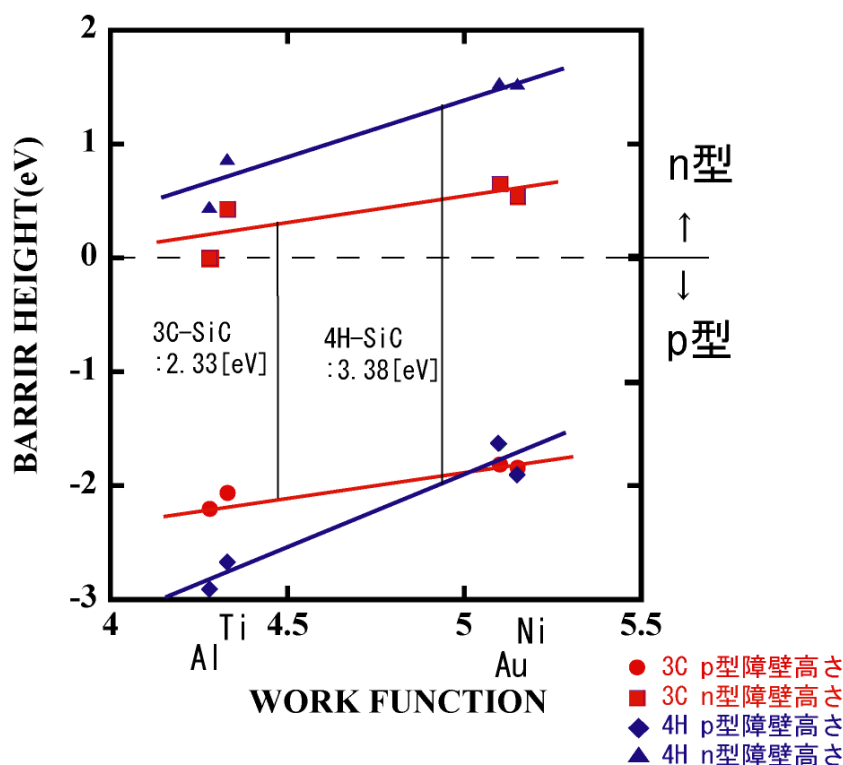


図 1 7 N 型および P 型 4 H-SiC および 3 C-SiC 上に形成した Al,Ti,Au および Ni 電極のショットキー障壁高さ。横軸はそれぞれの金属の仕事関数。

4 H-SiC においては、仕事関数が 1eV 増加するとショットキー障壁高さも同程度増加している。このことから、金属・4 H-SiC 界面ではフェルミ準位のピンニング現象は起らないと考えられる。金属薄膜を半導体上に形成した場合にその金属がオーム性の接触を示すには、ショットキー障壁高さが約 0.4 eV 以下が望ましいことが経験的にわかっている。本研究において調査した金属の場合、もっとも最小のショットキー障壁高さが Al に対して得られており、約 0.4eV であった。このままでは、オーミック電極を形成できても低接触抵抗性の電極を得ることはできない。このような場合はやはり、イオン注入法による電極層の高濃度化（低抵抗化）が必要となる。

一方、3 C-SiC に対するショットキー障壁高さの金属の仕事関数依存性は、4 H-SiC とは幾分異なる傾向を示している。仕事関数が 1eV 増加してもショットキー障壁高さの増加は約 0.3eV だけである。ここで使

用している 3 C-SiC は(100)面方位を有する結晶であり、4 H-SiC は(0001)面方位を有している。3 C-SiC では、金属・3 C-SiC 界面におけるフェルミ準位のピンニングが発生していると示唆される。また、3 C-SiC は、4 H-SiC よりも 1.0eV だけ小さなバンドギャップを有する。このバンドギャップの変化は、SiC では電子親和力の変化にほぼ等しい。このことから、電子親和力と金属の仕事関数の単純な比較だけでは、金属・3 C-SiC 接触界面の電気特性は、4 H-SiC のそれとは異なると示唆される。3 C-SiC では金属とが形成するショットキー障壁高さが 4 H-SiC よりも低いことから、より低接触抵抗を有するオーミック電極が形成できると期待される。

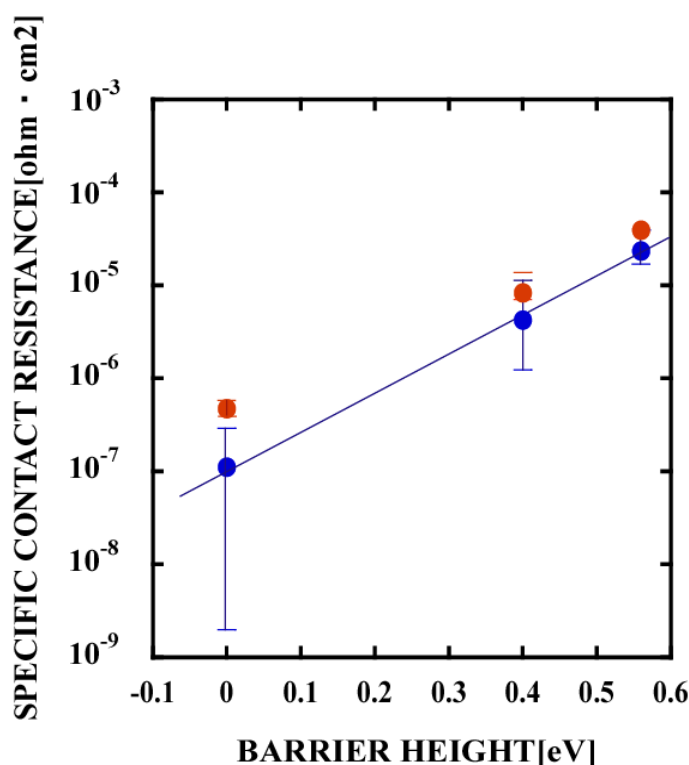


図 1 8 イオン注入 3 C-SiC 上に形成した Al,Ti, Ni 電極の接触抵抗率

図 1 8 は、N 不純物を $7.2 \times 10^{14} / \text{cm}^2$ の注入量でイオン注入した 3 C-SiC 上に形成した、Al,Ti,および Ni 電極が示す接触抵抗率を示す。ここで、グラフの横軸には上述の実験により求めたショットキー障壁高さをを用いている (図 1 7 参照)。なお、イオン注入した 3 C-SiC は、1400℃において熱処理を行い、イオン注入された N 不純物を電氣的に活性化している。シート抵抗は約 $120 \Omega / \square$ であった。図に示すように各金属が示す接触抵抗率は、ショットキー障壁高さに比例している。本研究においてもっとも低いショットキー障壁高さを示した Al では $10^{-7} \Omega \text{cm}^2$ と極めて低い接触抵抗率を示した。一方、約 0.56eV のショットキー障壁高さを示した Ni は、 $10^{-5} \Omega \text{cm}^2$ 台の接触抵抗率を示した。

図 1 9 は、3C-SiC 上に形成した Al, Ti, および Ni オーミック電極を熱処理した場合の、接触抵抗の熱処理温度依存性である。堆積直後に比べて、Al および Ti は熱処理温度ともに接触抵抗率が増加すること

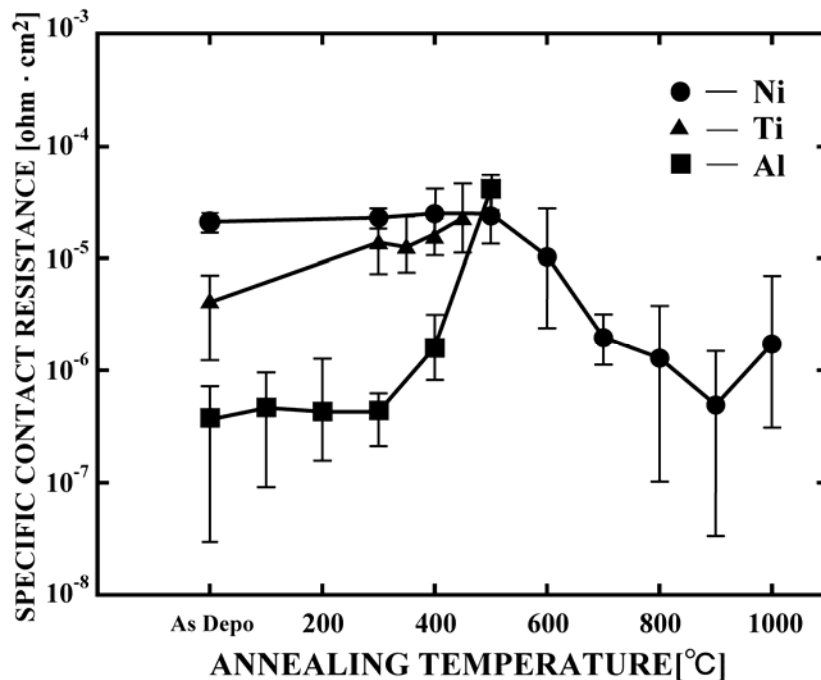


図 19 N イオン注入 3C-SiC 上に形成した Al, Ti, および Ni オーミック電極の接触抵抗率の熱処理温度依存性

がわかった。イオン散乱法などにより界面反応を調べたが特に Al および Ti が SiC と反応していることはなかった。界面における電子構造の変化が起こり、接触抵抗率が増加したものと考えられる。一方、Ni については約 600 度以上の熱処理によって、堆積直後に比べて接触抵抗率が減少した。イオン散乱により界面反応の有無を調べたところ、Ni が SiC と反応し、Ni シリサイドを形成していることがわかった。Ni と SiC との反応は 4H-SiC でも観察されており、Ni が SiC 中の Si と反応すること形成された Ni シリサイドと SiC との界面におけるショットキー障壁が低下し、接触抵抗率が減少したと考えられる。以上のことから、3C-SiC イオン注入層上に形成するオーミック電極には、熱的耐性が高いことおよびシリサイド化によりショットキー障壁高さを低くできることから、Ni がより適していることがわかった。

5. 今後の課題

本年度は分散型耐環境ナノ電子デバイス回路・システムおよびそれらを実現する電子デバイスと半導体デバイス・プロセスについて検討した。回路・システムにおいては、近距離無線通信に適した通信方式の検討と新方式の考案を行った。また、デバイス・プロセスについては、デバイス試作に必至なワイドバンドギャップ半導体への電極形成についての検討を行った。

来年度以降は以下の課題について検討を進める。分散型耐環境ナノ電子デバイス回路・システムに関しては、

1. 上記通信方式を LSI として実現する際の問題点の明確化
2. 分散近距離通信に適した通信用集積回路の開発

また、分散型耐環境ナノ電子デバイス・プロセス技術に関しては

3. ワイドバンドギャップ半導体材料を用いたナノスケールの超微細素子の実現
4. 超微細素子の高温・高電圧下の耐環境特性の確認

研究成果

中村徹

論文

- 1) K. Nomoto, N. Ito, T. Tajima, T. Kasai, T. Mishima, T. Inada, M. Satoh and T. Nakamura, "Double Ion Implanted GaN MESFETs with Extremely Low Source/Drain Resistance", Mat. Res. Soc. Symp. Proc., 2005 Materials Research Society, (2005).
- 2) N. Ito, A. Suzuki, M. Kawamura, K. Nomoto, T. Kasai, T. Mishima, T. Inada, M. Satoh and T. Nakamura, "Fabrication and Electrical Characteristics of Ti/Al Ohmic Contact to Si implanted GaN", Mat. Res. Soc. Symp. Proc., 2005 Materials Research Society, (2005).

学術発表

- 1) 野本一貴、大坪修治、葛西武、佐藤政孝、中村徹、「Si イオン注入 GaN-MESFET の最大ドレイン電流特性の熱処理温度依存性」、2005 年春季 第 52 回応用物理学関係連合講演会、平成 17 年 4 月、p. 1598、(2005)。
- 2) 野本一貴、田島卓、葛西武、佐藤政孝、中村徹、「Si イオン注入 GaN MESFET のオン抵抗低減化の検討」、2005 年秋季 第 66 回応用物理学会学術講演会、p. 1249、平成 17 年 9 月、(2005)。
- 3) 鈴木 彬、河村 光則、葛西 武、佐藤 政孝、中村 徹、「Si イオン注入 (1-100)、(11-20) GaN の結晶性評価」、2005 年秋季 第 66 回応用物理学会学術講演会、p. 1239、平成 17 年 9 月、(2005)。
- 4) 河村 光則、鈴木 彬、松島 孝典、葛西 武、佐藤 政孝、中村 徹、「GaN へイオン注入された Si の活性化率の注入量依存性」、2005 年秋季 第 66 回応用物理学会学術講演会、平成 17 年 9 月、p. 1240、(2005)。
- 5) 伊藤 伸之、葛西 武、佐藤 政孝、中村 徹、「Si イオン注入 GaN 上への Ti/Al オーミック電極の形成と電気特性」、2005 年秋季 第 66 回応用物理学会学術講演会、p. 1242、平成 17 年 9 月、(2005)。
- 6) 野本一貴、田島卓、葛西武、佐藤政孝、中村徹、「Si イオン注入 AlGaIn/GaN HEMT のオン抵抗低減による特性改善」、平成 18 年春季 第 53 回応用物理学関係連合講演会、p. 1502、平成 18 年 3 月、(2006)。
- 7) 田島卓、野本一貴、葛西武、佐藤政孝、中村徹、「サブミクロン T 型ゲート AlGaIn/GaN HEMT へのイオン注入効果」、平成 18 年春季 第 53 回応用物理学関係連合講演会、p. 1503、平成 18 年 3 月、(2006)。

栗山一男

論文

- 1) T. Ishibashi, A. Mizusawa, M. Nagai, S. Shimizu, K. Sato, N. Togashi, T. Mogi, M. Houchido, H. Sano, and K. Kuriyama, Characterization of epitaxial $(\text{Y, Bi})_3(\text{Fe, Ga})_5\text{O}_{12}$ thin films grown by metal-organic decomposition method, J. Appl. Phys. 97, pp. 013516-013520 (2005).
- 2) K. Kuriyama, Y. Mizuki, H. Sano, A. Onoue, M. Hasegawa, and I. Sakamoto, Nuclear reaction analysis of carbon-doped GaN: the interstitial carbon as an origin of yellow luminescence, Solid State Commun. 135, pp. 99-102 (2005).
- 3) K. Kushida, Y. Kaneko, and K. Kuriyama, Optical Band Gap of a New Filled Tetrahedral Semiconductor Li_3AlN_2 , Physics of Semiconductors, 27th International Conference on the Physics of Semiconductors, AIP Conference Proceedings, Vol. 772, pp. 289-290 (2005).
- 4) K. Kuriyama, T. Ishikawa, and K. Kushida, Raman scattering from the filled

tetrahedral semiconductor LiZnAs, Phys. Rev. B 72, pp.233201-3 (2005).

5) K. Kuriyama, M. Ooi, A. Onoue, K. Kushida, M. Okada, and Q. Xu, Thermally stimulated current studies on neutron irradiation induced defects in GaN, Appl. Phys. Lett., 88, pp.132109-1-2 (2006).

斉藤利通

論文

- 1) T. Saito, J. Shimakawa and H. Torikai,
D/A Converters and Iterated Function Systems,
Nonlinear Dynamics, Springer, 44, pp. 37-43, 2006.
- 2) Y. Kobayashi, H. Nakano and T. Saito,
A Simple Chaotic Circuit with Impulsive Switch Depending on Time and State,
Nonlinear Dynamics, Springer, 44, pp. 73-79, 2006.
- 3) Y. Kobayashi, H. Nakano and T. Saito,
A simple nonautonomous chaotic spiking circuit with a refractory threshold,
IEICE Trans. Fundamentals, E88-A, 9, pp. 2464-2467, 2005.
- 4) Y. Kon'no, T. Saito and H. Torikai,
Rich dynamics of pulse-coupled spiking neurons with a triangular base signal,
Neural Networks, 18, pp. 523-531, 2005.
- 5) H. Shimazu and T. Saito,
Analysis of unstable operation in a basic delta modulator for PWM control,
IEICE Trans. Fundamentals, E88-A, 8, pp. 2200-2205, 2005.
- 6) T. Saito, S. Tasaki and H. Torikai,
Interleaved buck converters based on winner-take-all switching,
IEEE Trans. Circuits Syst. I, 52, 8, pp. 1666-1672, 2005.
- 7) Y. Takahashi, H. Nakano and T. Saito,
Hyperchaotic spiking oscillators with periodic pulse-train input,
IEEE Trans. Circuits Syst. II, 52, 6, pp. 344-348, 2005.

学術講演

- 1) Y. Ishikawa, T. Saito, Y. Matsuoka,
Rich dynamics of paralleled dc-dc converters,
Proc. of International Workshop on Nonlinear Dynamics in Electronic Systems, pp. 61-64, 2006.
- 2) T. Ohtani, Y. Kon'no, H. Torikai, T. Saito,
Bifurcation of a spiking neuron with triangular input,
Proc. of International Workshop on Nonlinear Dynamics in Electronic Systems, pp. 135-138, 2006.
- 3) T. Inagaki, Y. Matsuoka, T. Saito, H. Torikai,
A chaotic spiking circuit with period-2 spike-train input,
Proc. of International Workshop on Nonlinear Dynamics in Electronic Systems , pp. 53-56, 2006.
- 4) H. Torikai, Y. Shimizu and T. Saito,
Various spike-trains from a digital spiking neuron:
analysis of inter-spike intervals and their modulation,
Proc. of International Joint Conference on Neural Networks, pp. 7591-7598, 2006.
- 5) T. Yamamichi, T. Saito and H. Torikai,
Genetic learning of digital three-layer perceptrons for implementation of binary cellular automata, Proc. of International Conference on Evolutionary Computation, pp. 10309-10314, 2006.
- 6) Y. Matsuoka, T. Saito and H. Torikai,
Complicated Superstable Behavior in a Piecewise Constant Circuit with Impulsive

Switching, Proc. of IEEE International Symposium on Circuits and Systems, pp. 5523-5526, 2006.

7) S. Akatsu, H. Torikai and T. Saito,
Current-Mode Instantaneous State Setting Method and its application to H-Bridge Inverter, Proc. of IEEE International Symposium on Circuits and Systems, pp. 1683-1686, 2006.

8) A. Tanaka, H. Torikai and T. Saito,
A/D and D/A Converters by Spike-Interval Modulation of Simple Spiking Neurons, Proc. of IEEE International Symposium on Circuits and Systems, pp. 3113-3116, 2006.

9) T. Ehara and T. Saito,
Application of growing self-organizing map to small-world networking, Proc. of International Symposium on Nonlinear Theory and its Applications, pp. 258 - 261, 2005.

10) M. Ohki, H. Torikai and T. Saito,
A simple radial basis ART network: basic learning characteristics and application to area measurement, Proc. of International Symposium on Nonlinear Theory and its Applications, pp. 262 - 265, 2005.

11) Y. Matsuoka, T. Saito and H. Torikai,
Complicated superstable periodic behavior in piecewise constant circuits with impulsive excitation, Proc. of International Symposium on Nonlinear Theory and its Applications, pp. 513 - 516, 2005.

12) T. Saito, Y. Kon'no and H. Torikai,
Rich phenomena of pulse-coupled spiking neurons with triangular waveform input Proc. of International Joint Conference on Neural Networks, pp. 400 - 404, 2005.

13) H. Torikai, H. Hamanaka and T. Saito,
Novel digital spiking neuron and its pulse-coupled network: spike position coding and multiplex communication, Proc. of International Joint Conference on Neural Networks, pp. 3249 - 3254, 2005.

14) T. Yamamichi, T. Saito, K. Taguchi and H. Torikai,
Synthesis of binary cellular automata based on binary neural networks, Proc. of International Joint Conference on Neural Networks, pp. 1361 - 1364, 2005.

15) Y. Matsuoka, T. Saito and H. Torikai,
A piecewise constant switched chaotic circuit with rect-rippling return maps, Proc. of IEEE International Symposium on Circuits and Systems, pp. 3411-3414, 2005.

16) M. Naka, T. Saito and A. Tanaka,
An analog-to-digital converter with dynamic window for optimal rational number approximation, Proc. of IEEE International Symposium on Circuits and Systems, pp. 2064-2067, 2005.

17) Y. Kon'no, T. Saito and H. Torikai,
Rich spike-synchronization phenomena of pulse-coupled bifurcating neurons, Proc. of IEEE International Symposium on Circuits and Systems, pp. 1297-1300, 2005.

三浦孝夫

1) Clustering Web Documents Based on Correlation of Hyperlinks (Extended Abstract), International Special Workshop on Databases For Next Generation Researchers in Memoriam of Prof. Kambayashi (SWOD2005), pp.20-23, 2005, 東京

共著(高橋 功, 三浦 孝夫, 塩谷 勇), 平成 17 年 (2005) 4 月

2) Improving Text Categorization by Synonym and Polysemy, SYSTEMS AND COMPUTERS IN JAPAN, Vol. 36-4, pp.1-8, 2005 April,

共著(上島宏, 三浦 孝夫, 塩谷 勇), 平成 17 年 (2005) 4 月

3) Querying on News Stream Using Random Projection, 3rd International Conference

on Information Technology and Applications (ICITA'2005), pp.185-190, 2005, シドニー, オーストラリア

共著(大内 浩仁, 三浦 孝夫, 塩谷 勇), 平成 17 年 (2005) 7 月

4) Disjunctive Sequential Patterns on Single Data Sequence and its Anti-Monotonicity, International Conference on Machine Learning and Data Mining (MLDM), pp. 376-383, 2005, Leipzig, ドイツ

共著(清水一宏, 三浦 孝夫), 平成 17 年 (2005) 7 月

5) Classifying Melodies by Using EM Algorithm, IEEE Computer Software and Application Conference (COMPSAC), pp.204-210, 2005, エディンバラ, 英国

共著(吉原 幸輝, 三浦 孝夫, 塩谷 勇), 平成 17 年 (2005) 7 月

6) Nearest Neighbor Queries on Extensible Grid Files Using Dimensionality Reduction, IEEE Computer Software and Application Conference (COMPSAC), pp.249-255, 2005, エディンバラ, 英国

共著(三好 涼介, 三浦 孝夫, 塩谷 勇), 平成 17 年 (2005) 7 月

7) Combination Clustering for Web Correlation. IEEE Pacific Rim Conference on Communications, Computers and Signal Processing (PACRIM), pp.434 - 437, 2005, Victoria, BC, カナダ

共著(高橋 功, 三浦 孝夫, 塩谷 勇), 平成 17 年 (2005) 8 月

8) 記述論理を用いた UML 整合性の検証システムの構成と実現, 日本データベース学会 Letters (DBSJ Letters) Vol.4, No.1, 2005, pp.1-4

共著(中西啓之, 三浦孝夫, 塩谷勇), 平成 17 年(2005) 8 月

9) Abstracting Temporal Clusters, Internet Technologies and Applications (ITA 05), 2005, Wrexham, North East Wales, 英国

共著(森 正輝, 三浦 孝夫, 塩谷勇), 平成 17 年 (2005) 9 月

10) Document Retrieval using Projection by Frequency Distribution, IEEE International Conference on Tools with Artificial Intelligence (ICTAI), pp.356-361, 2005, 香港

共著(大内 浩仁, 三浦 孝夫, 塩谷 勇), 平成 17 年 (2005) 11 月

11) Estimating Timestamp From Incomplete News Corpus, Journal of Communications in Information and Systems : Special Issue on Computational Informatics in Data Mining and Information Retrieval, Vol.4-4, International Press, pp.273-288 , 2005

共著(上島 宏, 三浦 孝夫, 塩谷 勇), 平成 17 年 (2005)

12) 選言パターン抽出のオンライン分析, 日本データベース学会 Letters (DBSJ Letters) Vol.4, No.3, pp.9-12, 2005

共著(清水一宏, 三浦孝夫), 平成 17 年(2005) 12 月

斎藤兆古

論文

1. Hisashi End, Toshiyuki Takagi and Yoshifuru SAITO, "Magnetic Currents Representating Magnetomotive Force for Magnetic Field Computation, IEEE Transaction on Magnetics, Vol.41, No.5, MAY 2005, pp.1532-1534.

2. Hisashi Endol, Toshiyuki Takagi, IEEE, and Yoshifuru Saito, "A New Current Dipole Model Satisfying Current Continuity for Inverse Magnetic Field Source Problems," IEEE TRANSACTIONS ON MAGNETICS, VOL. 41, NO. 5, MAY 2005, pp.1748-1751.

3. 井波真弓 (白百合女子大), 斎藤兆古 (法政大), 堀井清之 (白百合女子大), "文学作品の暗黙知情報の可視化 -離散値系ウェーブレット多重解像度解析-", 可視化情報学会誌(特集記事) Vol.25 No.99、(2005年10月) 4-9

4. 斎藤兆古 (法政大), 遠藤久 (東北大学), "知的可視化情報処理 -動画像処理とその応用-", 可視化情報学会誌(特集記事) Vol.25 No.99、(2005年10月)10-15

学術発表

1) 井波真弓 (白百合女子大), 岩崎晴美 (法政大), 宮沢賢治, 土屋宏之 (白百合女子大), 斎藤兆古 (法政大), 堀井清之 (白百合女子大), 深代千之 (東大) "『ファウス

- ト』における宗教—離散値系ウェーブレット多重解像度解析—,”第33回可視化情報シンポジウムB 104 工学院大学2005年7月25日
- 2) 河村憲作, 早野誠治, 斎藤兆古(法政大院), 堀井清之(白百合女子大), ”等価固有値法によるライン信号処理”第33回可視化情報シンポジウム B 105 工学院大学2005年7月25日
- 3) 小杉山格, 早野誠治, 斎藤兆古(法政大院), 堀井清之(白百合女子大), ”可視化画像の幾何学的複雑さ抽出の試み”,第33回可視化情報シンポジウム B 106 工学院大学2005年7月25日
- 4) 山下達也, 早野誠治, 斎藤兆古(法政大院), 堀井清之(白百合女子大), ”速度・加速度ベクトルの可視化とその応用,”第33回可視化情報シンポジウム B 107 工学院大学2005年7月25日
- 5) 寺西正晃, 丸山和夫, 早野誠治, 斎藤兆古(法政大院), 堀井清之(白百合女子大), ”自然界の画像が持つ1/f周波数成分の可視化,”第33回可視化情報シンポジウム B 108 工学院大学2005年7月25日
- 6) 臼田優, 早野誠治, 斎藤兆古(法政大院), 堀井清之(白百合女子大), ”電子回路基板の赤外線可視化画像モーダルウェーブレット解析,”第33回可視化情報シンポジウム B 203 工学院大学2005年7月26日
- 7) 木村祐二, 早野誠治, 斎藤兆古(法政大院), 堀井清之(白百合女子大), ”波動方程式による動体の可視化,”第33回可視化情報シンポジウム B 204 工学院大学2005年7月26日
- 8) 遠藤久, 阿部利彦, 内一哲哉, 高木敏行(東北大), ハ島芳信(日本素材株式会社), 斎藤兆古(法政大), ”三角形ループ電流モデルを用いた励磁電流の可視化と励磁コイルの概念設計,”第33回可視化情報シンポジウム B 205 学院大学2005年7月26日
- 9) 穴吹幸彦, 早野誠治, 斎藤兆古(法政大院), 堀井清之(白百合女子大), ”GVSPM法による3次元電流分布の可視化,”第33回可視化情報シンポジウム B 206 工学院大学2005年7月26日
- 10) 儘田保弘, 早野誠治, 斎藤兆古(法政大院), 堀井清之(白百合女子大), ”電力線の可視化,”第33回可視化情報シンポジウム B 207 工学院大学7月26日
- 11) 田中祐司(法政大院), 遠藤久(東北大), 早野誠治, 斎藤兆古(法政大院), 堀井清之(白百合女子大), ”電気回路における非線形系現象の可視化,”第33回可視化情報シンポジウムB 208 工学院大学2005年7月26日
- 12) 佐藤庸平, 早野誠治, 斎藤兆古(法政大院), 堀井清之(白百合女子大), ”三相交流磁気センサーの高度化と薄板状金属の欠損可視化,”第33回可視化情報シンポジウム B 210 工学院大学2005年7月26日
- 13) 藤咲忠晴, 早野誠治, 斎藤兆古(法政大院), 堀井清之(白百合女子大), ”ピッター法による可視化磁区画像から磁化特性の抽出,”第33回可視化情報シンポジウム B 211 工学院大学2005年7月26日
- 14) 藤枝直樹, 早野誠治, 斎藤兆古(法政大院), 堀井清之(白百合女子大), ”可視化磁界ベクトル場の基準座標系に関する研究,”第33回可視化情報シンポジウム B 212 工学院大学2005年7月26日
- 15) 音川英一, 早野誠治, 斎藤兆古(法政大院), 堀井清之(白百合女子大), ”電気インピーダンス法におけるSensitivity行列法と電気双極子法の実験的検証,”第33回可視化情報シンポジウム B213 工学院大学2005年7月26日
- 16) 河村憲作, 早野誠治, 斎藤兆古, ”インテリジェント差動磁気センサー,”電気学会マグネティックス研究会MAG-06-8、2006年3月
- 17) 田中祐二, 早野誠治, 斎藤兆古, ”鉄共振現象とカオス的振る舞いに関する解析,”電気学会マグネティックス研究会MAG-06-9、2006年3月
- 18) 藤咲忠晴, 早野誠治, 斎藤兆古, ”ピッター法による磁区画像から磁化特性の評価,”電気学会マグネティックス研究会MAG-06-10、2006年3月

- 1) Akira Yasuda, Akinori Ohkubo, Katsuya Ogata, and Hajime Ueno, Takeshi Anzai, Takashi Kimura, Koichiro Ochiai, and Toshihiko Hamasaki, A Single-chip Audio System with Delta-Sigma DAC and Class-D Amplifier, IEEE ISCAS2006, pp. 5740-pp. 5743, May, 2006.
- 2) Koichiro Sato, Akira Yasuda, A second-order continuous-time sigma-delta modulator with Jitter tolerance, IEEE AVLSIWS2005, Data Converters, Oct. 2005.
- 3) Tomoharu Ogihara, Hideto Kondo, Akira Yasuda, A Background Timing Mismatch Compensation Method for Time-interleaved ADC, IEEE AVLSIWS2005, Data Converters, Oct. 2005.
- 4) Takahiro Otsuka, Akira Yasuda, A 900-MHz Front-end Subsampling Mixer using a Halfband FIR filter, IEEE AVLSIWS2005, Radio Frequency I, Oct. 2005.
- 5) kinori Ohkubo, Akira Yasuda, A class-D amplifier using second-order noise shaping, IEEE AVLSIWS2005, Amplifiers, Oct. 2005.
- 6) Masanori Shibata, Akira Yasuda, Koichiro Sato, Tsuyoshi Soga, A CASCADED DELTA-SIGMA DAC WITH AN ANALOG FIR FILTER REDUCING MISMATCH-EFFECTS, IEEE MWSCAS2005, Aug. 2005
- 7) Yoshimasa Serizawa, Jun Tayama, Akira Yasuda, A NEW BACKGROUND CALIBRATION METHOD FOR PRECISE MISMATCH DETECTION OF A PIPELINED ADC, IEEE MWSCAS2005, Aug. 2005

学術講演

- 1) 全 真生, 柴田 政範, 常見 卓也, 安田 彰, ミスマッチの影響を低減したミックスモードカスケード $\Delta\Sigma$ DAC, 電子情報通信学会 回路とシステム (軽井沢) ワークショップ 2006, Apr. 2006.
- 2) 若山大樹, 全 真生, 寺田洋介, 山中洋介, 安田 彰, $\Delta\Sigma$ 変調器を用いた位相比較器の提案, 電子回路研究会 ECT-06-20, pp. 49-54, Jan. 2006.
- 3) 大久保明範, 緒方克哉, 榎本洋一, 安田 彰, 2次ノイズシェーピングを利用するD級増幅器のSNR改善に関する検討, 電子回路研究会 ECT-06-21, pp. 55-60, Jan. 2006.
- 4) 曾我 剛, 上野 創, 安田 彰, "デジタル直接駆動型スピーカに関する検討," 日本音響学会秋季大会, 1-2-26, Sep., 2005.
- 5) 緒方克哉, 安田 彰, 木村 隆, 落合興一郎, 濱崎利彦, "スペクトラムシェーピング法を用いたD級増幅器の放射雑音測定," 電子情報通信学会 ソサエティ大会, C-12-20, Sep, 2005.
- 6) 安田 彰, 柴田 政範, 佐藤 航一郎, 曾我 剛, バンドパス・ミスマッチ・シェーピング機能を持ったカスケード型バンドパス $\Delta\Sigma$ -DAC, 電子情報通信学会 回路とシステム軽井沢ワークショップ, pp. 379 - 384, Apr. 2005.

佐藤 政孝

論文

- 1) K.Nomoto, N.Ito, T.Tajima, T.Kasai, T.Mishima, T. Inada, M. Satoh and T. Nakamura, "Double Ion Implanted GaN MESFETs with Extrelely Low Source/Drain Resistance", Mat. Res. Soc. Symp Pro., 2005 Materials Research Society, (2005).

2) N. Ito, A. Suzuki, M. Kawamura, K. Nomoto, T. Kasai, T. Mishima, T. Inada, M. Satoh and T. Nakamura, "Fabrication and Electrical Characteristics of Ti/Al Ohmic Contact to Si implanted GaN", Mat. Res. Soc. Symp Pro., 2005 Materials Research Society, (2005).

3) M. Satoh, T. Hitomi, and T. Suzuki, "Recrystallization process of phosphorus ion implanted 4H-SiC(112-0)", Nucl. Instr. Method B242, pp. 627-629 (2006).

学術発表

1) 野本一貴、大坪修治、葛西武、佐藤政孝、中村徹、「Si イオン注入 GaN-MESFET の最大ドレイン電流特性の熱処理温度依存性」、2005 年春季 第 52 回応用物理学関係連合講演会、平成 17 年 4 月、p. 1598、(2005)。

2) 野本一貴、田島卓、葛西武、佐藤政孝、中村徹、「Si イオン注入 GaN MESFET のオン抵抗低減化の検討」、2005 年秋季 第 66 回応用物理学会学術講演会、p. 1249、平成 17 年 9 月、(2005)。

3) 鈴木 彬、河村 光則、葛西 武、佐藤 政孝、中村 徹、「Si イオン注入 (1-100)、(11-20) GaN の結晶性評価」、2005 年秋季 第 66 回応用物理学会学術講演会、p. 1239、平成 17 年 9 月、(2005)。

4) 河村 光則、鈴木 彬、松島 孝典、葛西 武、佐藤 政孝、中村 徹、「GaN へイオン注入された Si の活性化率の注入量依存性」、2005 年秋季 第 66 回応用物理学会学術講演会、平成 17 年 9 月、p. 1240、(2005)。

5) 伊藤 伸之、葛西 武、佐藤 政孝、中村 徹、「Si イオン注入 GaN 上への Ti/Al オーミック電極の形成と電気特性」、2005 年秋季 第 66 回応用物理学会学術講演会、p. 1242、平成 17 年 9 月、(2005)。

6) 野本一貴、田島卓、葛西武、佐藤政孝、中村徹、「Si イオン注入 AlGaIn/GaN HEMT のオン抵抗低減による特性改善」、平成 18 年春季 第 53 回応用物理学関係連合講演会、p. 1502、平成 18 年 3 月、(2006)。

7) 田島卓、野本一貴、葛西武、佐藤政孝、中村徹、「サブミクロン T 型ゲート AlGaIn/GaN HEMT へのイオン注入効果」、平成 18 年春季 第 53 回応用物理学関係連合講演会、p. 1503、平成 18 年 3 月、(2006)。

目 的

今世紀は、前世紀から得られつつあるヒトや他の生物種のゲノム情報（DNA 塩基配列）という知的財産を人類の福祉や発展のために利用する時代であるといわれている。そのためには、数万個の遺伝子から成る膨大なゲノム情報の迅速処理・探索技術などの数理工学的解析技術の飛躍的発展に加えて、遺伝子発現（蛋白質生合成）と蛋白質機能の研究を通しての遺伝子の同定が緊急の課題となっている。本プロジェクトでは、1 分子計測や 1 分子操作などのバイオナノテクノロジーを取り入れながら、生命情報解析技術の高度化と有効利用、遺伝子の同定、生命情報の発現・伝達・攪乱メカニズムの解明、細胞機能を基盤にした個体丸ごと生体機能の理解を目指す。

2005 年度は、以下の課題を中心にして研究を進めた。

1. 分子進化に学ぶ蛋白質分子設計（今井グループ）
2. 分子シミュレーションによる蛋白質の立体構造-長鎖状分子の構造と相転移（片岡グループ）
3. 生体と水、生体水の概念（大河内グループ）
4. ゴルジ膜構造体のダイナミクス制御-構造維持と再構築の機構（高月グループ）
5. ゲノム転写の包括制御機構の解明（石浜グループ）
6. ウイルス感染と細胞周期の分子基盤とした解明（本田グループ）
7. 蛋白質機能における水和水の役割（常重グループ）
8. 情動的遺伝子解析
9. アライメント・アルゴリズム (LAYER METHOD)
10. 変異蛋白質の構造と機能
11. 新規蛋白質分子の設計
12. 遺伝子組み換えによる生体内情報伝達系の解析
13. ナノテクノロジーによる生体内情報伝達系の解析
14. 磁気共鳴分光学による蛋白質物性

成 果

【今井グループ】 分子進化に学ぶ蛋白質分子設計

本年度は、逆分子進化法によって祖先型蛋白質の一次構造を推定し、それらを実際に合成してそれらの構造と機能の特性から、自然が行ってきた蛋白質分子設計の原理・方針を学び取ることを意図した。

ミオグロビン、ヘモグロビンに代表されるグロビン蛋白質は、事実上全生物ドメインに遍在する蛋白質であり、原始グロビンから長い年月を経て分子進化することによりミオグロビンやヘモグロビンなどに機能分化してきてきたと考えられている。

我々は、逆分子進化的手法を用いることにより、このグロビンの分子進化とヘモグロビンの持つアロステリック相互作用を獲得するに至ったメカニズムを解明することを目的としている。そこで本研究では、現存生物のミオグロビンのアミノ酸配列をもとに分子進化系統樹を作成し、最尤法により祖先型ミオグロビンのアミノ酸配列を推測した。推測した祖先型ミオグロビンのうち、哺乳類及び脊椎動物の祖先と考えられる配列（n80 及び n182）について、それぞれ実際に大腸菌を使って蛋白質合成を行った。得られた祖先型ミオグロビンは、どちらもミオグロビン特有の吸収スペクトルを示し、1 分子当り 1 個のヘム（プロトポルフィリン IX）を持ち、可逆的な酸素結合能を有することが示された。これら祖先

型蛋白質の酸素結合特性について、現存生物ミオグロビンの文献値や測定データと比較し、グロビンの分子進化について考察した。

【片岡グループ】 分子シミュレーションによる蛋白質の立体構造-長鎖状分子の構造と相転移

1) 長鎖状分子における温度変化にともなう相転移のモンテカルロシミュレーション

長鎖状分子を以下のようにモデル化して、モンテカルロ法によりその構造の温度変化とエネルギーを調べた。30 個の正の電荷を持つモノマーの次に 30 個の負の電荷を持つモノマーが平衡距離からのずれの 4 次の関数で書かれたばねで直線的に結ばれている。隣り合わないモノマー間にはソフトコアポテンシャルと静電的ポテンシャルエネルギーを仮定した。

モンテカルロシミュレーションの方法は通常メトロポリス法とレプリカ交換法を使用した。十分高温で直線的に伸びきった構造から出発して、温度を下げてゆき 2 種類の安定構造を得た。ひとつは直線状の 2 重螺旋構造であり、他の一つは球形に丸まった卵形の構造である。われわれのモデルでは直線状の 2 重螺旋構造の方が最安定である。相互作用エネルギーの各部分の寄与を評価した。

2) 階段関数型ポテンシャルに支配された 2 粒子系における負の膨張率の統計力学的研究

粒子間のポテンシャル関数として、剛体壁の外側に有限の高さをもつポテンシャルの山を階段関数で付け加えた。2 粒子だけが球形セルに存在する有限粒子系を統計力学的に調べた。相互作用は粒子間の距離のみに依存する。この性質のために、カノニカル分配関数を閉じた形で得ることができた。配置空間での積分を実行できたのは、ポテンシャルエネルギーが区分的に定数であるためである。

低温で圧力を体積の関数としてプロットすると、圧力に極大と極小が現れた。これはこの体積付近で相転移に相当する状態変化があると期待されることを示している。この変化は同じ境界条件の下でのモンテカルロ法シミュレーションでも確認した。

またこの球形セルに 2 個を含む系と、多数の粒子を含む系との比較のために、108 個の分子を含む周期系のモンテカルロ法シミュレーションを行って、圧力の体積依存性を比較した。分子当たりの体積で同じ程度の領域に、等温圧縮率が負の領域が $N=2$, $N=108$ 両方の系で確認された。このことから球形セルに 2 個を含む系は巨視的な系と似て相転移に似た状態変化を示すことが分かった。

【大河内グループ】 生体と水、生体水の概念

電子とプロトン濃度（活量）に基づいた ORP（酸化還元電位）-pH による新たな水の評価法を提案し、前回温泉水の評価に応用した。その結果、温泉源泉は電子の多い還元系にあり、湧出後の温泉源泉の時間経過により、酸化されエージングが起こることを明らかにした。さらに、温泉の浴用で一番影響を受ける皮膚についても還元系であり、その内側の体液も還元系、さらに生体を日々維持、成長させるために摂取している野菜・果実、畜産肉類・魚介類すべてが還元系であることを明らかにした。それ故、生体にとって還元系は、非常に重要なキーであることを明らかにした。このことから、生体に近い水を、ORP-pH の観点から“生体水”としての提案を行なうことができた。さらに、人工的に生体水に近い水の製造法についての提案を行い、継続的な入浴で、皮膚の弾力性の向上、髪の毛の艶および滑らかさの向上が実証できた。今後は、これらのメカニズムについて取り組みたいと考えている。

【高月グループ】 ゴルジ膜構造体のダイナミクス制御-構造維持と再構築の機構

ゴルジ装置はダイナミックな膜構造体で、細胞分裂期には断片化して娘細胞に等分に分配され、その後に速やかに膜構造体が再構築されるが、ゴルジ装置の構築と構造維持の機構は明らかでない。ゴルジ装置ダイナミクスに作用する薬剤は、これらの機構を解析する有用なツールとなることが期待される。そこで、ゴルジ装置ダイナミクス作用物質の探索を行った。

ゴルジ装置ダイナミクス作用物質の探索に際して、本作用物質を濃縮する必要がある。ゴルジ装置ダイナミクスと細胞分裂は密接な関係にあることから、細胞増殖阻害物質の中にゴルジ装置ダイナミクス作用物質が濃縮されていることが期待される。そこで、約 5,000 種類の微生物培養抽出物について、まず、細胞増殖に及ぼす作用を検討し、次いで、細胞増殖阻害を認めた抽出物のゴルジ装置ダイナミクスへの作用を検討した。その結果、期待した通り、高頻度でゴルジ装置ダイナミクス作用を認めた。微小管破壊に伴うゴルジ装置のベシクル化と細胞質分散を抑制するものは、全て、ブレフェルジン A によるゴルジ蛋白質の逆行移行も阻害し、且つ、中心体に作用することを認めた。中心体がゴルジ装置ダイナミクスに関与することを提唱したが、これらの結果からも支持された。今後は、選出されたゴルジ装置ダイナミクス作用物質を特定すると共に、それらの作用を明らかにすることによってゴルジ装置ダイナミクスに果たす中心体の機能を明らかにする予定である。

【石浜グループ】 ゲノム転写の包括制御機構の解明

ゲノム遺伝子全セットから、生育環境に応じて、必要な遺伝子を選択し利用する仕組みを解明することを目指し、ゲノム全遺伝子が今日の技術で解析できる大腸菌（約 4,400 遺伝子）をモデル生物として、ゲノム転写の包括制御機構を解析し、以下の成果をえた。1. DNA チップを用いたマイクロアレイ分析によるゲノム全遺伝子の転写パターンを、大腸菌増殖各時期の培養、環境に各種金属を添加した培養、などで実施し、それぞれの環境で転写が昂進または抑制される遺伝子セットを同定した。2. ゲノムの凡そ 1,000 種類の遺伝子から転写プロモーターを単離し、蛍光タンパク GFP をレポーターとするプロモーター活性測定ベクターに挿入したプロモーターコレクションを構築した。これを利用してプロモーター活性と環境応答の網羅的解析を実施した。3. 大腸菌 4,000 遺伝子の転写は、約 300 種類の転写因子で制御されていると推定されている。各転写因子の支配下遺伝子群を同定する目的で、ゲノム DNA 断片コレクションを構築し、純化転写因子が認識結合し、複合体を形成する DNA 断片を単離同定する Genomic-SELEX 法を開発した。大腸菌転写因子約 250 種類を精製し、その 80 種類について、Genomic-SELEX 解析を実施した。4. 調節機能既知の転写因子に関しては、新たに支配下遺伝子を多数同定し、制御ネットワークの全体像を解明できた。5. Genomic-SELEX 法は、とりわけ機能未知の転写因子の調節対象遺伝子群の同定で威力を発揮した。解析した 50 種類の機能未知遺伝子の凡そ半分については、新たに支配下遺伝子群が同定され、大腸菌の自然環境応答のゲノム制御への関わりが示唆された。まとめ： ひとつの生物のゲノム全遺伝子を対象にした転写包括制御の解明を目指した網羅的研究が軌道に乗った。今後、大腸菌転写因子全 300 種の制御ネットワークを解析し、大腸菌転写制御の全体像の解明を目指した全体論的研究を展開したい。

【本田グループ】 ウイルス感染と細胞周期の分子基盤とした解明

インフルエンザウイルスゲノムはマイナス鎖 RNA であり、その転写複製はウイルスの遺伝子にコードされている RNA 依存 RNA ポリメラーゼにより行われる。この酵素は 3 種類の蛋白質 (PB1, PB2, PA) の複合体としてゲノム RNA に結合しウイルス粒子に存在する。細胞に感染すると同時にこの酵素は mRNA 合成を開始し、感染後期にゲノム RNA 合成の鋳型となる cRNA 合成を行う。ウイルス RNA を鋳型とし合成開始機構も構造も全く異なる 2 種類の RNA を一種の酵素が合成するとは考えにくい。ウイルス粒子中に存在するポリメラーゼ

は試験管内でも合成活性を持つが転写活性、即ち mRNA 合成しか行わない。私たちはポリメラーゼ精製に成功し異なる組み合わせの複合体精製にも成功した。これら三種類の組み合わせからなる複合体(二量体、三量体)による試験管内 RNA 合成を行うと興味深いことに PB1-PB2-PA と PB1-PB2 複合体は転写活性のみを現した。一方 PB1-PA 複合体は複製活性のみを示した。この結果からウイルスポリメラーゼは感染細胞中で細胞因子を利用しその機能変換(転写酵素から複製酵素)を行っていることが予測された。そこでウイルスポリメラーゼ各サブユニットと相互作用する細胞内蛋白質を検索した結果 9 種類の細胞蛋白質が同定された。そのうちの一つ PB1c45 のウイルス感染への影響、ポリメラーゼ機能への影響を分析したところこの蛋白質はポリメラーゼ機能を阻害しウイルス増殖を抑制することが明らかとなった。この遺伝子の発現調節機構解析を現在行っている。またウイルスが細胞のどのような周期を好んで感染するかを解析する目的でレーザーシステムを利用しウイルスを一細胞へと運搬する系を名古屋大学工学部福田研究室とともに開発した。一細胞へのウイルス感染の成功により細胞周期とウイルス感染の試みが現在進行中である。

【常重グループ】 蛋白質機能における水和の役割

1888 年にホフマイスターが見つけた中性電解質の鶏卵蛋白凝集沈殿能序列は、蛋白質分子の水和水を、電解質イオンと自由水との網目構造に取り込むことによる蛋白質溶解度低下作用の序列であると考えられている。betaine ($(\text{CH}_3)_3\text{CNHCOOH}$) という両親媒性 kosmotrope は、蛋白質には直接影響を与えずに、溶液中に存在する水分子と強く相互作用することが知られている。本研究では、ホフマイスターシリーズの各電解質ならびに betaine が蛋白質機能、とくに、ヘモグロビンの酸素結合特性に及ぼす効果を明らかにした。 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, $\text{CH}_3\text{COONH}_4$, KNO_3 , NaCl , KH_2PO_4 などの電解質の濃度を 10 mM から 1,000mM まで段階的に高めるにつれて、ヘモグロビンの酸素親和性は単調に低下し、その様子は $\text{CH}_3\text{COONH}_4$ を除いて共通であった。また、酸素親和性に対する betaine 濃度の効果もこれらの中性電解質のそれらと類似していたが、中性電解質と同等の効果を及ぼす betaine の濃度は 1 M~5 M の高い値が必要とされた。これらの結果は、kosmotrope や中性電解質のヘモグロビン機能に与える効果は、アロステリック的な特異効果というよりも水和水を通した間接的な効果によることを意味している。

【平松・関田グループ】 情報的遺伝子解析

- 1) 反応拡散方程式による生命現象の解析を試みている。例えば、神経の情報伝達に関する反応拡散方程式による解析。
- 2) HIV-1 の情報理論的解析の実験的裏付けを理研と協力して実行している。
- 3) 円分数による Duadic 符号, ストリーム暗号の構成を試みている。

【浦谷・田辺グループ】 アライメント・アルゴリズム (LAYER METHOD)

アライメントのアルゴリズムの中心となる新しいブロックソートアルゴリズムの開発を行った。ブロックソートアルゴリズムとは、入力文字列を一つずつ、サイクリックにずらして生成した文字列の集合 S をソートするアルゴリズムである。具体的にはオリジナルの文字列には 0 を、その他の要素には、オリジナルの文字に対して加えられたずらしの文字数をその番号として与える。ブロックソートの結果は Suffix Array と呼ばれ、 $\{0, \dots, N-1\}$ を並べ替えたものである。Suffix Array は与えられた文字列からの部分列の検索や文字列の圧縮に適したコード化に必要となる。逆に言えば、文字列からの部分列検索や文字列圧縮のために必須のプロセスがこのブロックソートであり、ブロックソートは文字列からの部分列検索や文字列圧縮の主要な時間を所要することが知られている。

我々の研究の目的は高速なブロックソートアルゴリズムとその実装の開発であり、その成

果は文字列からの部分列検索や文字列圧縮技術に直接貢献するという意義を持つ。

ブロックソートのためのアルゴリズムとしては ternary partitioning, doubling algorithm, copy method などが知られている。quick sort などの汎用アルゴリズムよりも、 S に属する文字列群の特殊性を利用したアルゴリズムが有利なのは明らかである。我々はこの中でも最も高速といわれている copy method に着目し、copy method を改良したアルゴリズム「layer method」とわれわれが呼ぶ新しい方法を開発した。

実際にプログラムを開発して、layer method の有効性を確認することを試みた。速度に関する一定の感触は得られた（比較的大規模なテストデータでは copy method に比べて高速であることが確認できた）が、具体的にチューニングを行ない、既存研究と本格的に比較するには至っていない。

実装の過程において気づいた点を取り入れた新しいプログラムを開発し、DNAのゲノム列などの具体的なデータに対するパフォーマンスを見る。パフォーマンスが、アルゴリズムや実装のチューニングポイント（軸の選択、データ構造の設計）についてどのように振舞うかを見て、既存研究との比較を行う。

【長井グループ】 変異蛋白質の構造と機能

蛋白質の高次構造と機能発現のメカニズムを解明する目的で、遺伝子工学的手法を用いて蛋白質の任意のアミノ酸に置換を導入した変異蛋白質を合成している。モデル蛋白質として α 鎖2本 β 鎖2本からなる四量体を形成し、酸素の協同的結合解離に関与して生命を支えているヘモグロビンを用いた。蛋白質の高次構造変化は主として円偏光二色性(CD)及び共鳴ラマン分光法を用いた。本年度はヘモグロビンの四次構造変化(R $\rightarrow$ T)に伴って変化する290nmの負のCDバンド(Tマーカーバンド)の起源について5種類の変異体を用いて追求した。その結果、従来考えられていた α 42Tyrや β 37Trpの変化によるのではなく、主に両鎖のC末端付近に位置する α 140Tyrと β 145Tyrの変化によることを明らかにした。また、大腸菌による変異蛋白の合成の際、補欠分子族のヘムの入り方に正常配位の他に逆転配位するものがあることが判明した。その分子種を分離し、分光学的性質、酸素結合機能への影響について調べた。

【磯貝グループ】 新規蛋白質分子の設計

多くの球状タンパク質は、複雑な折りたたみ構造をもっているため、これらをデザインするためには、計算機の利用が欠かせない。我々は、これまでに、計算科学的手法を用いて、任意の立体構造に折りたたまれるアミノ酸配列を設計する手法の研究を行ってきた。この方法では、作りたい立体構造の中にある各アミノ酸部位のタンパク質内部への埋もれ度や二次構造、アミノ酸残基間の親和性など、タンパク質の分子内環境に適合したアミノ酸を選んで並べていくことによって、人工的なアミノ酸配列を設計する。設計した人工タンパク質の合成と構造物性の解析を行い、結果を設計法にフィードバックする。これを繰り返すことによって、設計法の改良を行い、分子内環境と各アミノ酸の適合性を見積もりをある程度正しく出来る様になった。本年度は、この設計法を用いて、 λ ファージ由来DNA結合タンパク質(λ Cro)の立体構造に折りたたまれるアミノ酸配列の設計と合成を行った。 λ Croは、二次構造として α ヘリックスと β シートをもつ古典的な転写因子で、その立体構造は、DNAの2重らせん構造中の大きな溝にフィットするよう精妙にデザインされている。実際に合成された人工Croタンパク質は、これまでの人工タンパク質に特有の問題点であった過度の構造揺らぎが解消されており、良好な構造物性を示す単一の立体構造を形成した。そこで、NMR分光法を使って、その溶液構造を決定した。得られた立体構造は、設計のターゲットとした天然 λ Croモノマー変異体のX線結晶構造と比較して、主鎖RMSD 2.1Åの精度で一致した。本研究は、複雑な折りたたみ構造をもつ人工タンパク質

を、比較的シンプルな計算科学的手法によってデノボ設計することが可能であることを示す。

【中村・飯塚グループ】 遺伝子組み換えによる生体内情報伝達系の解析

細菌は光、酸素、栄養などの環境の変化を感知するために「二成分情報伝達系」というタンパク質ファミリーを多数発達させてきた。本研究ではリガンド結合／解離とそれに伴うタンパク質リン酸化反応の共役のメカニズムの解明に取り組む。「二成分情報伝達系」は動物には存在しないため、このような基本的メカニズムの解明は病原性細菌などに対する抗生物質の開発等に貢献すると期待される。

大腸菌で発現させたジフテリア菌ヘムセンサーのヘム依存的リン酸化

ジフテリア菌は感染時に血液中のヘムを取り込み、ヘム分解酵素で分解することで増殖に必要な鉄元素を取り出す。このヘム分解酵素の遺伝子を発現制御する遺伝子として chrSA が発見された。遺伝学的解析、DNA シーケンスの結果から chrSA 遺伝子は二成分情報伝達系に属するヘムセンサーであることが予測された。我々は昨年度に大腸菌細胞膜に発現させた ChrS タンパク質が自己リン酸化能を有することを明らかにした。今年度の研究では (1) ChrS タンパク質は $MgCl_2$ 存在下でヘム依存的に自己リン酸化活性の上昇を認めることができた。また、(2) 部位特異的変異導入により、21 番目のヒスチジンがヘムによる活性化に重要であることを明らかにした。今後は ChrS タンパク質の可溶化、精製条件を調べる予定である。

【原田グループ】 ナノテクノロジーによる生体内情報伝達系の解析

我々は神経成長因子 (NGF) に蛍光色素 Cy3 を標識し、この蛍光 NGF を用いて、NGF が神経末端に存在する成長円錐膜上の受容体と結合した後の過程を解析している。その結果、1) NGF は、成長円錐膜上の受容体と結合し、初めラメリポディア膜上で 2 次元拡散運動をおこす。このとき、Cy3-NGF・受容体複合体は細胞外に露出した状態である。2) やがて、細胞内アクチンメッシュワークの動きによって成長円錐の周縁から中心部に向かって輸送される。この輸送が開始されるときには Cy3-NGF・受容体複合体はまだクラスターを形成していない。3) 輸送の途中、おそらくはラメリポディアのアクチン骨格系と、神経軸索の微小管系が接する Transition zone と呼ばれる領域で Cy3-NGF・受容体複合体は細胞内に取りこまれる。4) 細胞内に取り込まれた Cy3-NGF・受容体複合体は徐々に大きなクラスターを形成していく。5) クラスター化した Cy3-NGF・受容体複合体の一部が軸索輸送によって細胞体に向かって運ばれていく。という一連の過程を明らかにした。NGF の動きは今回の研究によって明らかになったので、今後は、蛍光タンパク質を用いた受容体の可視化や、細胞内シグナル伝達分子の可視化と合わせて実験をすすめていくことにより、細胞内部に光を入れようと考えている。

【堀グループ】 磁気共鳴分光学による蛋白質物性

1) 強磁場 EPR 法による S=2 整数スピン系の $Mn^{3+}Mb$ の電子状態解析

整数スピン (S=2) 系を持つ Mn^{3+} -ポルフィリン置換 Mb ($Mn^{3+}Mb$) を用いて、S=2 スピン系の電子状態を解析した。S=2 高スピン状態のゼーマンエネルギー準位はスピンハミルトニアン $H = D[S_z^2 - S(S+1)/3] + E(S_x^2 - S_y^2) + \beta \mathbf{S} \cdot \mathbf{g} \cdot \mathbf{B}$ より求まる。 $\Delta S=2$ 遷移を $Mn^{3+}Mb$ の 10GHz 単結晶 EPR で行い、 $g_z=1.93$ 、 $E^2/D=-0.032\text{cm}^{-1}$ である事を報告してきた。D、E の絶対値を決めるために、50GHz 帯の強磁場 (0~12T) EPR を用いて $\Delta S=2$ 以外の遷移を観測し、 $D=-2.44\text{cm}^{-1}$ 、 $E=0.279\text{cm}^{-1}$ である事を報告したが、更に 65、90、122 GHz 帯の高周波数、強磁場 EPR の高感度化を進め、上記 D、E の値が正しい事を確認した。現在論文作成中である。一方、 $Mn^{3+}Mb$ と同じ整数スピン (S=2) 系を持つ還元型高スピンヘム鉄 (Fe^{2+}) を含むデオキシ

Hb、Mb の高周波数・強磁場 EPR 測定に向けて準備を進めている。

2) 高速混合凍結法によるシトクロムP450 反応中間体の捕捉とEPRによる検出

シトクロム P450cam は分子状酸素を活性化して基質(camphor)に一原子酸素を添加するモノオキシゲナーゼ反応を触媒するヘムタンパク質である。この反応サイクル中で P450cam は電子供与体であるプチダレドキシン (以下 Pdx) から 2 度電子を受け取る。反応サイクル中で、P450cam に酸素分子が添加された後の反応は非常に速く、中間体分子種を検出することは困難である。本研究では、高速混合凍結法を用いて、酸素添加後の反応中間体を捕捉し、EPR で検出し、反応メカニズムを解明する事を目的とする。

今回、基質非結合型 P450cam と過酸 (過酢酸) の反応 (Shunt Pathway) における反応中間体を高速混合凍結 EPR 法で検出する事を試みた。200 μ 秒でポルフィリン π カチオンラジカルと考えられる信号が観測された (Compound I の捕捉)。この信号は-65 $^{\circ}$ C で 15 分間昇温するとアミノ酸 (チロシン) ラジカルに移行した (Compound II)。解析を進めている。一方、還元型 450cam/Pdx 複合体と酸素飽和溶液の高速混合凍結法で反応中間体の EPR 測定を行った結果、200~500 μ 秒で O_2^- らしき信号が初めて観測された。解析を進めている。

3) 野生型プチダレドキシン (Pdx) の結晶化とX線結晶構造解析

P450cam の一原子酸素添加反応に於ける電子供与体である Pdx は不安定で、結晶化に成功していなかった。最近、Pdx を安定化する変異型での結晶化が成功し、その構造解析の結果が報告された。我々は野生型 Pdx の高純度精製を試み、安定な Pdx を得、初めて結晶化に成功した。酸化型、還元型 Pdx の X 線結晶構造解析を進めている。

2005 年度業績リスト

今井 清博

<論文>

- 1) Miyazaki, A., Nakanishi, T., Shimizu, A., Mizobuchi, M., Yamada, Y. and Imai, K.: “Hb KOCHI [β 141(H19)Leu $\rightarrow$ Val (g.1404 C $\rightarrow$ G); 144 $\rightarrow$ 146(HC1-3)Lys-Tyr-His $\rightarrow$ O (g.1413 A $\rightarrow$ T)]: a new variant with increased oxygen affinity”
Hemoglobin **29**, 1-10 (2005)

<学会発表>

- 1) 安藝-神 弥生、長友重紀、山本泰彦、長井雅子、今井清博:” 組換えヒト・ヘモグロビンのヘムの配向: 逆配向ヘムを含むヘモグロビンの酸素結合特性”
日本生物物理学会第 43 回年会 3P086 (2005 年 11 月、札幌コンベンションセンター)
- 2) 石田 学、安田 温、山崎伊織、太田元規、磯貝泰弘、今井清博:” 最尤法により推測した祖先型ミオグロビンのアミノ酸配列”
日本生物物理学会第 43 回年会 3P087 (2005 年 11 月、札幌コンベンションセンター)
- 3 見城友崇、常重アントニオ、宮崎源太郎、今井清博:” 硬骨魚類マグロのヘモグロビンのアロステリック特性”
日本生物物理学会第 43 回年会 3P088 (2005 年 11 月、札幌コンベンションセンター)
- 4) 小柳 恵、長友重紀、藤瀬良弘、山田 格、三田 肇、山本泰彦、今井清博:” 潜水哺乳類ミオグロビン、ヘモグロビンの酸素結合特性”
日本生物物理学会第 43 回年会 3P089 (2005 年 11 月、札幌コンベンションセンター)
- 5) 宮崎彩子、中西豊文、清水 章、伊藤嘉行、安藝弥生、今井清博、” 翻訳後修飾を受ける異常ヘモグロビン Hb Sapporo β 143 His $\rightarrow$ Asn $\rightarrow$ Asp”、第 52 回日本臨床検査医学会総会・第 45 回日本臨床化学会年会連合退会 (2005 年 11 月)
- 6) Nagai, M., Aki-Jin, Y., Imai, K. and Nagai, Y.: “Changes of near-UV CD spectrum of human hemoglobin upon oxygen binding”
2005 環太平洋国際化学会議 (2005 年 12 月、ホノルル)

片岡 洋右

<論文>

- 1) Y. Yamada, Y. Ueda and Y. Kataoka, “Replica Exchange Monte Carlo Simulations for folding of Di-block Ployampholyte”, J. Computer Chemistry, 4, 127-130 (2005).
- 2) Y. Kataoka and Y. Yamada, “Negative Expansion in Two-Molecule System with the Step Function outside the Hard Sphere Wall in a Spherical Cell”, J. Comput. Chem. Jpn 5, 47-52 (2006)
- 3) 中村知洋、片岡洋右、” 光受容タンパク質ロドプシン中の発色団レチナールに対するアミノ酸の影響”、法政大学情報メディア教育研究センター報告、19, 43-46 (2006 年 3 月)
- 4) 今井隆明、片岡洋右、” 分子動力学法による塩化カリウムと塩化ナトリウムの気液臨界点と拡散係数”、法政大学計算科学研究センター報告、19, 51-54 (2006 年 3 月)
- 5) 浅沼文彦、片岡洋右、” アルミナ-カーボン系レンガにおけるアルミナと炭素の相互作用エネルギーの検討”、法政大学計算科学研究センター報告、19, 47-49 (2006 年 3 月)

<学会発表>

- 1) 片岡洋右, 山田祐理, “周期的階段関数系の pVT 関係”, 日本コンピュータ化学会 2005 春季年会, (2005 年 5 月)
- 2) 片岡洋右, 山田祐理, “周期的階段関数系の分子動力学”, 第 27 回溶液化学シンポジウム 0-112 (2005 年 11 月)
- 3) 片岡洋右, 山田祐理, “周期的階段関数系の分子シミュレーション,” 第 19 回分子シミュレーション討論会 102S (2005 年 12 月)
- 4) 片岡洋右 “分子系の状態方程式と相転移”, 2006 年春:「第 61 回年次大会」(愛媛大・松山大) 28aRH-3 (2006 年 3 月)

大河内 正一

<論文>

1. S. Okouchi, K. Tsuchida, S. Yoshida, Y. Ishihara, S. Ikeda, and H. Uedaira, “Dynamics of the Hydration of Amino Alcohols and Diamines in Aqueous Solution, 78, 424-429 (2005).
2. 大河内正一、大波英幸、甲村和之、森本卓也、池田茂男、“ORP 評価に基づく塩素殺菌した温泉水の泉質変化”、温泉科学会誌、54, 155-162 (2005).
3. 大河内正一、大波英幸、庄司未来、大野慶晃、池田茂男、阿岸祐幸、萩原知明、鈴木徹、“電解還元系の人工温泉水の皮膚および髪に与える効果”、温泉科学会誌、55, 55-63 (2005).

<著書>

松田忠徳、阿岸祐幸、大河内正一、甘露寺泰雄、“温泉の未来”、くまざ出版、東京 (2005 年 1 月)

<学会発表>

1. 森本卓也、大河内正一、“ORP (酸化還元電位) による”源泉かけながし“温泉の鮮度評価一事例研究 (Ⅱ) 北海道川湯温泉について”、温泉学会第 4 回全国大会報告要旨集、9-11 (2005 年 3 月)
2. 大河内正一、大波英幸、庄司未来、阿岸祐幸、“温泉水 (還元水) の皮膚・髪に与える効果・効能について”、温泉学会第 4 回全国大会報告要旨集、17-20 (2005 年 3 月)
3. 大河内正一、渥美功二、土田和志、吉田史志、石原義正上平恒、“スルホン酸水溶液中における水の動的状態”、日本化学会第 85 回春季年会、1PC-023 (2005 年 3 月)
4. 大河内正一、佐藤亜紀、守吉佑介、“焼成コレマナイトの微生物活性効果について”、日本農芸化学会 2005 年度大会講演要旨集、180 (2005 年 3 月)
5. 大河内正一、佐藤亜紀、小澤美絵、守吉佑介、“焼成コレマナイトに対する防藻評価 (Ⅱ)”、日本防菌防黴学会第 32 年次大会、p. 56 (2005 年 5 月).
6. 大河内正一、佐藤亜紀、大波英幸、守吉佑介、“温泉成分 (ホウ素) の生物活性に与える影響”、無機マテリアル学会第 110 回学術講演会講演要旨集、No. 29 (2005 年 6 月)
7. 大波英幸、大河内正一、大野慶晃、浅井邦康、“マイクロバブルによる人工炭酸泉について”、第 58 回日本温泉科学会大会講演要旨集、41 (2005 年 9 月).
8. 大河内正一、甲村和之、大波英幸、森本卓也、“蒸し湯の ORP-pH 関係”、第 58 回日本温泉科学会大会講演要旨集、42 (2005 年 9 月).
9. 大河内正一、浅井邦康、大波英幸、森本卓也、“入浴剤六一〇ハップ (草津温泉ハップ) の ORP-pH 関係について”、第 58 回日本温泉科学会大会講演要旨集、43 (2005 年 9 月).
10. 大河内正一、大波英幸、福島由美子、佐藤亜紀、浅井邦康、守吉佑介、“多硫化カルシ

ウムの抗菌効果について”、無機マテリアル学会第 111 回学術講演会講演要旨集、46-47(2005 年 11 月)

11. 大河内正一、大波英幸、阿岸祐幸、森本卓也、“電解還元系人工炭酸泉の皮膚及び髪に与える効果・効能について (I)”、第 10 回人工炭酸泉研究会、(2005 年 12 月)。

12. Y.Fukushima, A.Sato, S.Okouchi, ”Evaluation of antimicrobial, antifungal and antialgal activities of calcined colemanite”, PACIFICHEM 2005, 317(Hawaii, 2005 年 12 月)。

13. H.Ohnami, Y.Ohno, K.Kohmura, S.Okouchi, ”Application of water desirable for human body in terms of oxidation-reduction potential (ORP) to pH relationship to human skins and hairs ”, PACIFICHEM 2005, 330(Hawaii, 2005 年 12 月)。

14. K.Atsumi, Y.Ishihara, H.Uedaira, S.Okouchi, ”Dynamics of the hydration of C₆-compounds with two or three hydroxyl groups in aqueous solutions”, PACIFICHEM 2005, 987(Hawaii, 2005 年 12 月)。

<特集記事>

1. 大河内正一、“酸化還元電位 (ORP) と pH から見た健康に適した水”、食品衛生学雑誌、46, J-228-233((2005 年 8 月)。

2. 大河内正一、“新たな水の評価法 ——生体に望ましい水ー”、無機マテリアル学会誌、12, 416-422(2005 年 11 月)。

高月 昭

<論文>

1) Hakamata, W., Muroi, M., Kadokura, K., Nishio, T., Oku, T., Kimura, A., Chiba, S. and Takatsuki, A.: Aglycon specificity profiling of α -glucosidases using synthetic probes. Bioorg. Med. Chem. Lett., 15, 1489-1492 (2005).

2) Watanabe, T., Furukawa, S., Kitamoto, K., Takatsuki, A., Hirata, R., Ogihara, H. and Yamasaki, M.: Vacuolar H⁺-ATPase and plasma membrane H⁺-ATPase contribute to the tolerance against high-pressure carbon dioxide treatment in *Saccharomyces cerevisiae*. Int. J. Food Microbiol., 105, 131-137 (2005).

<学会発表>

1) 本吉正幸、根本修孝、鈴木聡司、高月昭: 「エストロゲン様化合物のゴルジ装置ダイナミクスに及ぼす作用」、日本農芸化学会大会講演要旨集、p. 132, 2005 年、札幌。

石浜 明

<論文>

1) Hayashi, K., Watanabe, T., Tanaka, A., Furumoto, T., Sato-Tsuchiya, C., Kimura, M., Yokoi, M., Ishihama, A., Hanaoka, F. and Ohkuma, Y.: Studies of *Schizosaccharomyces pombe* TFIIIE indicate conformational and functional changes in RNA polymerase II at transcription initiation.

Genes Cells **10**, 207-224 (2005)

2) Imazawa, Y., Hisatake, K., Mitsuzawa, H., Matsumoto, M., Tsukui, T., Nakagawa, K., Nakadai, T., Shimada, M., Ishihama, A. and Nori, Y.: The fission yeast protein, Ker1p, is an ortholog of RNA polymerase I subunit A14 in *Saccharomyces cerevisiae*,

and is required for stable association of Rrm3 and RPA21 in Pol I.

J. Biol. Chem. **280** (12), 11467-11474 (2005)

- 3) Ishihama, A., Shimada, T., Ogasawara, H., Teramoto, J. and Yamamoto, K.:
Transcription factor-promoter interaction networks.
In *Micro-Nano Mechatronics and Human Science* (Fukuda, T., ed.), pp. 165-169
(2005)
- 4) Mitsuzawa, H., Kimura, M., Kanda, E. and Ishihama, A.: Glyceraldehyde-3-
phosphate dehydrogenase associates with RNA polymerase II and interacts with its
Rpb7 subunit.
FEBS Letters **579**, 48-52 (2005)
- 5) Ogasawara, H., Teramoto, J., Hirao, K., Yamamoto, K., Ishihama, A. and Utsumi,
R.: Ogasawara, H., Teramoto, J., Hirao, K., Yamamoto, K., Ishihama, A. and Utsumi,
R.: Negative regulation of DNA repair gene (*uvrA*) expression by ArcA/ArcB two-
component system in *Escherichia coli*.
FEMS Microbiol. Lett. **251** (2), 243-249 (2005)
- 6) Shimada, T., Fujita, N., Maeda, M. and Ishihama, A.: Systematic search for the
Cra-binding promoters using genomic SELEX.
Genes Cells, **10** (9), 907-918 (2005).
- 7) Yamamoto, K. and Ishihama, A.: Transcriptional response of *Escherichia coli* to
external copper.
Mol. Microbiol. **55**(1), 215-227 (2005)
- 8) Yamamoto, K. and Ishihama, A.: Transcriptional response of *Escherichia coli* to
external zinc.
J. Bacteriol., **187** (18), 6333-6340 (2005)
- 9) Yamamoto, K., Hirano, K., Ohshima, T., Aiba, H., Utsumi, R. and Ishihama, A.:
Cross-talks in signal transduction network among all two-component systems in
Escherichia coli.
J. Biol. Chem. **280** (2), 1448-1456 (2005)

<学会発表> (国際会議のみ)

- 1) Ishihama, A.: Understanding the global regulation of genome transcription.
Indo-Japan Workshop "Understanding of Chromatin Structure and Functions", Jan
20-23, 2005, Bangalore, India.
- 2) Ishihama, A.: Identification of the regulatory roles of *Escherichia coli*
transcription factors with unidentified functions. Jawaharlal Nehru Cent. Adv.Sc.
Res. Lecture, Jan. 25, Bangalore, India
- 3) Ishihama, A.: Functional analysis of transcription factors: Strategies and
tactics. RNA Polymerase Workshop, March 21-22, 2005. York, UK

本田文江

<論文>

- 1) Honda, A.: Control of Influenza virus growth by cellular proteins.
Micro-Nano Mechatronics and Human Science(Fukuda, T. ed), IEEE,
pp171-174, 2005

<学会発表>

- 1) Honda, A.: Effect of PB1c45 on influenza virus growth. The 9th Asian-Pacific Conference on Transcription. Taipei, November. 2005
- 2) Honda, A.: Effect of PB1c45 on influenza virus growth. MHS2005 & Micro-Nano COE Advanced Program. Nagoya. November 2005.
- 3) Honda, A.: Host Factor for Influenza Virus replication. 18th RNA polymerase Workshop at University of Birmingham. March, 2006.

常重アントニオ

<学会発表>

- 1) 見城友崇、常重アントニオ、宮崎源太郎、今井清博：“硬骨魚類マグロのヘモグロビンのアロステリック特性”
日本生物物理学会第43回年会 3P088 (2005年11月、札幌コンベンションセンター)
- 2) Haga, T. and Tsuneshige, A.: “Diverse effects of amphipathic-amphoteric kosmotropes on the oxygenation properties of human hemoglobin A”
日本生物物理学会第43回年会 3P109 (2005年11月、札幌コンベンションセンター)

平松 豊一

<論文>

- 1) 松田修三, 平松豊一, 円分数, 暗号及び2次分割, 京大数理解析研究所講究録1420, pp. 142-149 (2005. 4).

<著書>

- 1) 平松豊一, 応用解析序説, 112 ページ, 牧野書店 (2005. 7)
- 2) 平松豊一, 味村良雄 (共訳, M. アイヒラー著) 二次形式と直交群, シュプリンガー・フェアラーク東京, 復刻版, 268 ページ (2005. 10)
- 3) 池山保, 平松豊一, 理工系のための微分積分, 223 ページ, 裳華房 (2006. 3)

<学会発表>

- 1) 西村滋人, 斎藤正顕, 平松豊一, “On a Riemann hypothesis analogue of genus 1 for the selfdual weight enumerators,” 日本数学会 (2005. 9).
- 2) 多田秀樹, 西村滋人, 斎藤正顕, 平松豊一, “情報理論への共変指数の応用について,” SITA 2005 (2005. 11).

長井雅子

<論文>

- 1) Nagatomo, S., Nagai, M., Mizutani, Y., Yonetani, T., and Kitagawa, T.: “Quaternary Structures of intermediately ligated human hemoglobin A and influences from strong allosteric effectors: resonance Raman investigation”, Biophys. J., Vol. 89(2), 1203-1213 (2005).

<学会発表>

- 1) 長井雅子, 長井幸史, “組換えヒト・ヘモグロビンのCD”、第43回生物物理学会年会

3P085 (2005 年 11 月、札幌)

- 2) 安芸 (神) 弥生、長友重紀、山本泰彦、長井雅子、今井清博、“組換えヒト・ヘモグロビンのヘムの配向：逆配向ヘムを含むヘモグロビンの酸素結合機能”、第 43 回生物物理学会年会 3P086 (2005 年 11 月、札幌)
- 3) Nagai, M., Aki (Jin), Y., Imai, K., and Nagai, Y.: “Changes of near-UV CD spectrum of human hemoglobin upon oxygen binding”, Symposium “*New Approaches in Biomedical Spectroscopy*”, Pacificchem 2005 (Honolulu, Hawaii, USA, Dec.15-20, 2005)

中村 寛夫

<論文>

- 1) Tanaka, A., Nakamura, H., Shiro, Y., and Fujii, H. (2006)
Roles of the Heme Distal Residues of FixL in O₂ Sensing: A Single Convergent Structure of the Heme Moiety Is Relevant to the Downregulation of Kinase Activity
Biochemistry 45(8), 2515 – 2523.
- 2) Kurashima-Ito, K., Kasai, Y., Hosono, K., Tamura, K., Oue, S., Isogai, M., Ito, Y., Nakamura, H., and Shiro, Y. (2005)
Solution Structure of the C-Terminal Transcriptional Activator Domain of FixJ from *Sinorhizobium meliloti* and Its Recognition of the fixK Promoter.
Biochemistry 44, (45)14835-14844.
- 3) Kandori, H., Nakamura, H., Yamazaki, Y., and Mogi, T. (2005) Redox-induced protein structural changes in cytochrome bo revealed by Fourier transform infrared spectroscopy and [13C]Tyr labeling. *J. Biol. Chem.* **280**(38):32821-32826.

<学会発表>

- 1) 中川祥子、山口由夏、城宜嗣、齋藤正男、中村寛夫；ジフテリア菌の細胞膜にあるヘムセンサーキナーゼ ChrS タンパク質；第 78 回日本生化学会大会（神戸）
- 2) 佐藤雅俊、城宜嗣、中村寛夫；動物細胞におけるヘム輸送；第 28 回日本分子生物学会年会（福岡）
- 3) 田中敦成、藤井浩、城宜嗣、中村寛夫；酸素センサータンパク質 FixL の自己リン酸化制御におけるヘム遠位側にあるアミノ酸の役割；第 28 回日本分子生物学会年会（福岡）
- 4) 山口由夏、中川祥子、城宜嗣、齋藤正男、中村寛夫；ジフテリア菌二成分情報伝達系ヘムセンサータンパク質 ChrS の自己リン酸化活性について；第 28 回日本分子生物学会年会（福岡）

磯貝 泰弘

<論文>

- 1) Y. Isogai, Y. Ito, T. Ikeya, Y. Shiro, M. Ota: “Design of lambda Cro fold: solution structure of a monomeric variant of the de novo protein” *J. Mol. Biol.* **354**, 801-814 (2005)
- 2) 磯貝泰弘：“望みの立体構造をもった人工タンパク質をデザインする”、バイオニクス、2月号、オーム社、68-69 (2006)

<著書>

- 1) 太田元規, 磯貝泰弘：“タンパク質の分子設計”、*生物工学ハンドブック*（日本生物工学

会編)、コロナ社、pp188-191 (2005)

2) 磯貝泰弘、太田元規：“人工タンパク質設計”、*タンパク質科学-構造・物性・機能* (後藤祐児、谷澤克行、桑島邦博 編)、化学同人、pp 363-371 (2005)

<学会発表>

- 1) 石田学、安田温、山崎伊織、太田元規、磯貝泰弘、今井清博：“最尤法により推測した祖先型ミオグロビンのアミノ酸配列”、第43回日本生物物理学会年会、2005年11月、札幌
- 2) 磯貝泰弘：“天然蛋白質のアミノ酸配列に見るフォールディング中間体の不安定化機構”、第43回日本生物物理学会年会、2005年11月、札幌
- 3) 今村比呂志、磯貝泰弘、竹清貴浩、谷口吉弘、加藤 稔：“コイルドコイル構造をもつペプチド(GCN4-p1)の温度・圧力に対する二次構造安定性”、第43回日本生物物理学会年会、2005年11月、札幌
- 4) Isogai, Y.: "Native protein sequences are designed to destabilize the folding intermediates", The 3rd Open Workshop for "Chemistry of Biological Processes Created by Water and Biomolecules", 2006年1月、岡崎
- 5) Imamura, H., Isogai, Y., Takekiyo, T., Taniguchi, Y., Kato, M.: "Pressure and temperature induced conformational change of coiled coil peptide", The 3rd Open Workshop for "Chemistry of Biological Processes Created by Water and Biomolecules", 2006年1月、岡崎

原田 慶恵

<論文>

- 1) Ohnishi, T., Hishida, T., Harada, Y., Iwasaki, H. and Shinagawa, H.: Structure-function analysis of the three domains of RuvB DNA motor protein. J. Biol. Chem. 280, 30504-30510, 2005
- 2) Sasuga, Y., Tani, T., Hayashi, M., Yamakawa, H., Ohara, O. and Harada, Y.: Development of a microscopic platform for real-time monitoring of biomolecular interactions. Genome Research, 16, 132-139, 2006

<著書>

- 1) 貴家康尋、原田慶恵：分子イメージングによる分子間相互作用解析法の開発。バイオテクノロジージャーナル、羊土社、5(3)、303-305, 2005
- 2) 原田慶恵：1分子イメージング。ソフトナノテクノロジー—バイオマテリアル革命—(田中順三、下村政嗣 監修) 第5編 第4章。シーエムシー出版、314-324, 2005
- 3) Harada, Y.: Microbead Arrays. The Japan Journal, September, 27, 2005
- 4) 原田慶恵：1個の生体分子の運動を観る。総研大ジャーナル、8, 13-15, 2005
- 5) 原田慶恵：ビーズを用いた生体分子間相互作用解析技術の開発。BIO INDUSTRY, シーエムシー出版、22(10)、66-74, 2005
- 6) 原田慶恵：細胞運動解析法。細胞生物学実験法 III 細胞解析法-IV (大熊勝治 編) 2.3. 廣川書店、94-105, 2005
- 7) 谷知己、原田慶恵：神経細胞の軸索伸長反応を引き起こす神経成長因子のふるまい：その1分子解析。生物物理 45(6)、320-323, 2005

<学会発表>

- 1) 原田慶恵：蛍光1分子イメージングや光ピンセット・磁気ピンセットによる1分子操作で生体分子の機能を探る。第11回ナノバイオ磁気工学専門研究会，2005.5.31，東京
- 2) Tani, T. and Harada, Y.：Trafficking of a ligand-receptor complex on the growth cones as an essential step for the uptake of nerve growth factor at the distal end of the axon: a single-molecule analysis. 第58回日本細胞生物学会大会，2005.6.15，さいたま
- 3) Hayashi, M. and Harada, Y.：Direct measurement of the unwinding of a single DNA molecule by T7 RNA polymerase. 第58回日本細胞生物学会大会，2005.6.15-17，さいたま
- 4) Tani T. and Harada, Y.：Single molecule imaging of signal input of nerve growth factor into the growth cone. 15th IUPAB & 5th EBSA International Biophysics Congress, 2005.8.27-9.1, Montpellier, France
- 5) 原田慶恵：Holliday構造DNAの分岐点移動反応の顕微鏡による直接観察。特定領域「生体ナノシステムの制御」全体会議，2005.9.9，東京
- 6) Okabe, K., Ikeda, H., Harada, Y. and Funatsu, T.：Development of real time imaging of specific messenger RNA in a living cell using artificial antisense nucleic acids. 第4回国際核酸化学シンポジウム(SNAC2005)，2005.9.20-22，福岡
- 7) Ohara, O., Sasuga, Y., Harada, Y., Nagase, T., Hijikata, A., Kimura, Y., Kitamura, H., Shimada, K., Kawai, M., Murakami, M., and Koga, H.：Kazusa Mammalian cDNA Resources: The current status and its extension toward development of new gene/protein functional analysis platforms. Comparative and Functional Genomics (BITS) Workshop, 2005.9.27-30, Cambridgeshire, UK
- 8) 原田慶恵：DNA分子モーターの動作原理の解明 研究領域「ソフトナノマシン等の高次機能構造体の構築と利用」平成17年度領域会議，2005.10.13，名古屋
- 9) 原田慶恵：1分子イメージングで生体分子の機能を探る。北海道大学21世紀COE共催シンポジウム「バイオとナノの融合ー生物物理学からのアプローチ」第43回日本生物物理学会年会，2005.11.23-25，札幌（招待）
- 10) 横田浩章，韓龍雲，Allemand, J.-F., Xi, X., Croquette, V., Bensimon, D., 原田慶恵：1分子力学／蛍光同時計測顕微鏡の開発II. 第43回日本生物物理学会年会，2005.11.23-25，札幌
- 11) 岡部弘基，池田壽文，原田慶恵，船津高志：人工核酸を用いた生きた細胞内における特定のmRNAのリアルタイムイメージング。第43回日本生物物理学会年会，2005.11.23-25，札幌
- 12) 韓龍雲，谷知己，林真人，横田浩章，菱田卓，岩崎博史，品川日出夫，原田慶恵：Holliday構造DNA分岐点移動反応に関与するRuvA-RuvB蛋白質複合体の動力学的解析。第43回日本生物物理学会年会，2005.11.23-25，札幌
- 13) 貴家康尋，寺田佳代子，谷知己，小原收，原田慶恵：マイクロビーズアレイ技術を利用した単一細胞タンパク質発現プロファイリング。第43回日本生物物理学会年会，2005.11.23-25，札幌
- 14) 三木俊明，谷知己，原田慶恵：ミトコンドリア・チトクロムbc1複合体の構造変化を可視化する試み。第43回日本生物物理学会年会，2005.11.23-25，札幌
- 15) 山岸舞，貴家康尋，寺田佳代子，原田慶恵，船津高志：mRNAの細胞内ラベリングと運動解析。第43回日本生物物理学会年会，2005.11.23-25，札幌
- 16) 西中太郎，土井ゆうこ，橋本牧子，柴田武彦，原田慶恵，木下一彦，野地博行，八島栄次：RecA-DNA複合体フィラメントのヌクレオチド依存性形状解析。第43回日本生物

物理学会年会, 2005. 11. 23-25, 札幌

- 17) 林真人, 原田慶恵: 1 分子DNA構造変化計測法を用いた臭化エチジウムのDNAへの結合定数の測定. 第 43 回日本生物物理学会年会, 2005. 11. 23-25, 札幌
- 18) Sasuga, Y., Ohara, O. and Harada, Y.: Development of a microscopic platform for real-time monitoring of biomolecular interactions. The 9th Asian-Pacific Conference on Transcription, 2005.12.12-15, Miaoli (台湾)
- 19) 三木俊明, 貴家康尋, 谷知己, 原田慶恵: ミトコンドリアチトクロムbc1 複合体の構造変化を可視化する試み. 第 31 回生体エネルギー研究会, 2005. 12. 19-21, 名古屋
- 20) 野村真未, 原田慶恵, 谷知己: 神経軸索再生に関わる成長円錐の観察. 2006 年生体運動研究研究合同班会議, 2006. 1. 6-9, 東京
- 21) Han, Y-W., Tani, T., Hayashi, M., Hishida, T., Iwasaki, H., Shinagawa, H. and Harada, Y.: Kinetic analysis of Holliday junction branch migration mediated by RuvA-RuvB. Biophysical Society 50th Annual Meeting, 2006. 2. 18-22, Salt Lake City, USA
- 22) Sasuga, Y., Tani, T., Hayashi, M., Yamakawa, H., Ohara, O. and Harada, Y.: Development of a microscopic platform for real-time monitoring of biomolecular interactions using microbead array. Biophysical Society 50th Annual Meeting, 2006. 2. 18-22, Salt Lake City, USA

堀 洋

<論文>

- 1) L. Min, N. V. Strushkevich, I. N. Harnastai, H. Iwamoto, A. A. Gilep, H. Takemori, S. A. Usanov, Y. Nonaka, H. Hori, G. P. Vinson and M. Okamoto: Molecular identification of adrenal inner zone antigen as a heme-binding protein. FEBS Journal **272**, 5831-5843 (2005)
- 2) H. Ishikawa, M. Kato, H. Hori, K. Ishimori, T. Kirisako, F. Tokunaga, and K. Iwai: Involvement of Heme Regulatory Motif in Heme-Mediated Ubiquitination and Degradation of IRP2. Molecular Cell **19**, 171-181 (2005).
- 3) K. Matsuura, S. Yoshioka, T. Tosha, H. Hori, K. Ishimori, T. Kitagawa, I. Morishima, N. Kagawa and M. R. Waterman: Structural diversities of active site in clinical azole-bound forms between sterol 14 α -demethylase (CYP51s) from human and *Mycobacterium tuberculosis*. J. Biol. Chem. **280**, 9088-9096 (2005).

<学会発表>

- 1) 小原 裕二、Rehab F. Abdelhamid、Doreen E. Brown、Gregory A. Juda、Erick M. Shepard、David M. Dooley、堀 洋、高妻 孝光: “シュウドアズリンM16X変異体の分光学的、電気化学的研究”
第 43 回日本生物物理学会年会、2005 年、札幌市
- 2) 堀谷 正樹、八代 晴彦、萩原 政幸、堀 洋: “整数スピン系 (S=2) 系を持つMn²⁺-ポルフィリン置換ミオグロビンの強磁場EPR法による電子状態の解析”
第 43 回日本生物物理学会年会、2005 年、札幌市
- 3) Haruto Ishikawa, Hiroshi Hori, Koichiro Ishimori, Takayoshi Kirisako, Fuminori Tokunaga, Kazuhiro Iwai: “Involvement of heme regulatory motif in heme-mediated

ubiquitination and degradation of IRP2”

第 78 回日本生化学会大会、2005 年、神戸市

- 4) Rehab F. A. Abdelhamid, Yuji Obara, Doreen E. Brown, Erick M. Shepard, Gregory A. Juda, David M. Dooley, Hiroshi Hori, Takamitsu Kohzuma: “Regulation of the Electronic Structure of Blue Copper Active Site from the Second Sphere Coordination”

第 78 回日本生化学会大会、2005 年、神戸市

会議等開催記録

運営委員会

セミナー報告書

会議等開催記録

● 運営委員会（2005年度）

2005. 4.18	第1回運営委員会
2005. 5.16	第2回運営委員会
2005. 6.20	第3回運営委員会
2005. 7.18	第4回運営委員会
2005. 9.16	第5回運営委員会
2005.10.21	第6回運営委員会
2005.12. 9	第7回運営委員会
2006. 1.23	第8回運営委員会
2006. 2.16	第9回運営委員会
2006. 3.14	第10回運営委員会

2005年度 マイクロ・ナノテクノロジー研究センター セミナー開催一覧

	開催日	会 場	演 題	講演者	所属・職	備 考
第1回	2005.6.14(火) 17:00～19:00	小金井キャンパス 西館W304号室	分子解剖学:アロステリック蛋白質分子間クロストークを探って	ツネシゲ 常重アントニ	法政大学 工学部物質化学科・助教授	ナノバイオロジー
			細胞の共生進化とオルガネラ転写装置	タナカ ヒロシ 田中 寛	東京大学 分子細胞生物学研究所	
第2回	2005.6.17(金) 16:00～	マイクロ・ナノテクノロジー 研究センター会議室	電子線によるナノサイズ加工技術	ムライ フミオ 村井 二三夫	独立行政法人 科学技術振興機構	分散電子デバイス
第3回	2005.7.12(火) 17:00～19:00	小金井キャンパス 西館W304号室	枯草菌の細胞分化	サトウ ツトム 佐藤 勉	東京農工大学 共生科学技術研究部	ナノバイオロジー
			枯草菌の2成分制御系の全体像の解明を目指して	オガサワラ ナオキ 小笠原 直毅	奈良先端科学技術大学院大学 情報科学研究科	
第4回	2005.7.14(木) 14:00～	マイクロ・ナノテクノロジー 研究センター会議室	Cat-CVD 法により保護膜形成したC帯100W AlGaIn HEMT	カモ ヨシタカ 加茂 宣卓	三菱電機 株式会社	分散電子デバイス
			0.25umSiGe BiCMOS を用いた UWB 無線通信用 3-10GHz 低雑音増幅回路	シラミズ ノブヒロ 白水 信弘	株式会社 日立製作所	
			E/D-Mode JPHEMT を用いた GSM/UMTS 端末用 アンテナスイッチ MMIC	コハマ カズマサ 小浜 一正	ソニー 株式会社	
			A 900/1500/2000-MHz Triple-Band Reconfigurable Power Amplifier Employing RF-MEMS Switches	フクダ アツシ 福田 敦史	株式会社 NTTドコモ	
第5回	2005.9.22(木) 17:00～19:00	小金井キャンパス 南館AV教室	ヒトヘモグロビン分子中の水素原子を見る試み	バク サンウ 朴 三用	横浜市立大学大学院 国際総合科学研究所・助教授	ナノバイオロジー
			共鳴ラマン分光法によるヒトヘモグロビンの高次構造変化のメカニズムの研究	ナガトモ シゲノリ 長友 重紀	筑波大学大学院 数理物質科学研究科・講師	
第6回	2005.11.7(月) 14:00～16:40	マイクロ・ナノテクノロジー 研究センター会議室	プラズモン共鳴型テラヘルツ帯フォトミキサー ー基本特性とその通倍動作の可能性	オウジ タイイチ 尾辻 泰一	東北大学 電気通信研究所 ブロードバンド工学研究部門	分散電子デバイス
			基板バイアス係数可変SOI MOSFET: 新しい超低消費電力・高速デバイスの提案	ヒラモト トシロウ 平本 俊郎	東京大学生産技術研究所	
			MPU高速動作のための90nm-node部分SOI CMOS技術	ミヤケ シンイチ 三宅 慎一	NECエレクトロニクス株式会社 先端デバイス開発事業部	
第7回	2006.1.17(火)	小金井キャンパス	驚異の細菌運動 ー抵抗が大きいほど速く泳ぐメカニズムー	マガリヤマキオ 曲山 幸生	食品総合研究所 食品工学部・主任研究官	

2005年度 マイクロ・ナノテクノロジー研究センター セミナー開催一覧

	開催日	会 場	演 題	講演者	所属・職	備 考
第7回	17:00～19:00	南館AV教室	ナノ計測によるバクテリアべん毛モーターの機能解析	ソノ 曾和 ヨシユキ 義幸	名古屋大学大学院工学研究科マテリアル理工学専攻応用物理学研究室・博士研究員	ナノバイオロジー
第8回	2006.2.27(月) 17:00～18:00	小金井キャンパス 南館AV教室	巨大ヘモグロビンの構造と機能	フクモリ 福森 ヨシヒロ 義宏	金沢大学大学院 自然科学研究科生命機能専攻	ナノバイオロジー
第9回	2006.2.28(火) 17:00～18:00	小金井キャンパス 南館AV教室	Transcription is prone to generating deleterious R-loops(RNA-DNA hybrids) in both prokaryotes and eukaryotes: mechanisms for R-loop avoidance by co-transcriptional RNA engagement	J. Gowrishankar	Centre for DNA Fingerprinting and Diagnosis, Hyderabad, India	ナノバイオロジー