戦略的創造研究推進事業
ナノテクノロジー分野別バーチャルラボ

研究領域「医療に向けた自己組織化等の分子配列制御による機能性材料・システムの創製」

研究課題「プログラム自己組織化による人工生体情報材料創製」

研究終了報告書

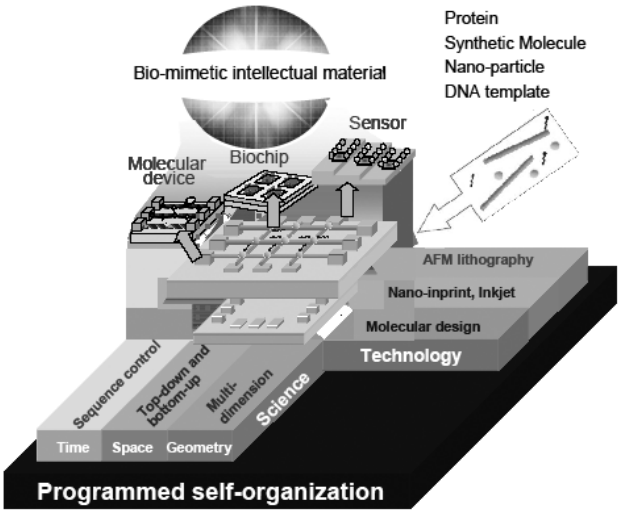
研究期間　平成14年11月～平成19年　9月

研究代表者:川合知二
（大阪大学産業科学研究所、教授）

1　研究実施の概要

半導体の微細加工技術は驚くべき速さで発達を遂げ、現在ではナノスケールの線幅を持つデバイスが日常的な製品となっている。しかし、集積度が高くなるにつれて、その技術は精緻を極めるようになり、製造設備には莫大な投資が必要になっている。一方、自然界に目を向けると、生命には半導体微細加工技術を超える精密なナノスケール構造が溢れている。生命に見られるナノ構造は、極めて小さなエネルギーで、大量且つ迅速に生成されている。このような生命現象に学び、これまでのトップダウン的な微細加工技術とは全く異なる、自己組織化を中心とするボトムアップによるマスプロダクションが重要である。

自己組織化による見事な天然のデバイスに、光合成システムがある。ポルフィリンと呼ばれる色素分子群は、量子論的なコヒーレンスまで考慮された見事なナノスケールの環状構造を作っている。この中で光吸収により生成した励起エネルギーは驚くべき高効率で反応中心へ導かれる。このように精緻なナノスケール構造が、蛋白質や色素分子の単純な自己集合だけで生成するのは難しく、DNAに保存された情報に基づいた発現順序や形態の制御があってはじめて可能であると考えられる。



そこで、我々のグループでは、長年積み上げてきた、DNA を材料として用いる技術、原子レベルの遷移金属酸化物制御技術、原子・分子分解能の表面観察技術を基にして、既存の自己集合の概念に対し、そこに情報を組み入れることで、高度な構造を組み上げていくプロセスとして「プログラム自己組織化」の概念を提唱した。異質な物質群を自己集合によりうまく組み上げていくために、分子設計・ナノインプリント・インクジェット・AFM リソグラフィ等の構造体の構築技術へ、時間制御・空間制御・配置制御という情報を付加する事で、「プログラム自己組織化」による高度な自己組織化的材料やデバイスの形成を目指した。特に、時間順序を制御する「シーケンシャル自己組織化」、自己集合の空間を制御する「トップダウン/ボトムアップの融合」、自己集合の形態を制御する「多次元自己組織化」の 3 つの概念を基軸とした。それぞれのテーマとして、バイオ分子デバイス、生体情報ナノデバイス、多次元自己組織化五感センサ・メモリを設定した。また上記テーマを支える基幹技術として、プローブ顕微鏡による分子識別、計測技術の開発を行った。

バイオ分子デバイスに関しては、まずトップダウン技術で作製したナノギャップ電極上に材料分子を適宜投与していくことにより、自己組織化分子配線を作製した。機能制御分子にスチルベンが結合した分子ワイヤーは、オーミックな伝導性を示した。一方、ジアリルエテンが結合した分子ワイヤーは光スイッチ機能を示し、光スイッチの ON/OFF 比は約 20 であった。このようにナノスケール分子デバイスのデバイス動作を実証した。

また DNA を基礎骨格に用いたデバイス構築も行った。DNA は非常に高い分子認識能力を有する生体高分子であり、塩基配列如何により様々な特異な構造体を形成する。しかし、DNA の電気伝導への寄与は極めて小さい事が明らかとなったので、DNA を構造形成のテンプレートとして用いて、伝導パスには他の分子を用いる方針でデバイスの作製を行った。具体的には、塩基の分子認識能力を利用した分子包摂型 DNA の形成、DNA の外側にあるリン酸アニオンへカチオン性分子を付加する事による分子アレイの形成、DNA-金微粒子-架橋分子の複合構造体の形成の 3 つの方針により研究を進めた。特に、DNA-金微粒子-架橋分子の複合構造体の形成では、反応過程で材料を添加する時間を制御する事でのみ構築可能であり、シーケンシャル自己組織化を体現したものである。また上記の構造体をデバイスとして利用するには、電極への接合が重要になる

事が明らかとなってきた。そこで電極に接合する手法として DNA 中心部への非共有結合接合を検討した。さらに、電極作製技術としてこれまでのナノギャップ電極に加え、トップコンタクト電極形成の重要性を唱え、傾斜蒸着法を用いたナノギャップ電極作製とナノトランスファープリンティングによる電極作製を行った。

生体情報ナノデバイスに関しては、空間的に階層制御されたプログラム自己組織化による原理の解明および、その原理を用いた人工生体情報材料の創成を目指した。空間的に階層制御された人工生体情報材料の創製を、トップダウン・ボトムアップ技術の融合により実施した。DNA やタンパク質に代表される生体分子を対象として、チップ上に個々人の情報が組み込まれ、遺伝情報に限定されず、ひとりひとりの生体情報が内包され、個々人に適した快適な生活環境の実現が可能なバイオチップ創成を目指した。具体的な検出対象として病理・疾病に関係するものを中心に、DNA、蛋白質、酵素反応を選択した。高感度のバイオセンサの作製のためは、特定の生体分子を特異的且つ高感度に検出できなくてはならない。生体分子を検出するあたり、生体に倣うという観点から、生体に見られる著しく高い分子認識能を利用した機構を参考にした。即ち、生体に由来する分子をプローブ分子としてバイオチップの基板や電極付近に配置し、その生体分子間の相互作用を電気信号として検出する機構を考えた。しかし生体に由来する物質群は、概ねシリコン等の既存のデバイス材料に対し相性が良くない。そこでそれぞれの検出対象（DNA、蛋白質、酵素反応）に対し、相性の良い測定手法、基板、電極をそれぞれに検討を行った。これらの手法に加え、デバイス構造の改良から、バイオチップの高感度化を検討した。既存の手法のように、基板乃至電極上に直接プローブ分子を配置した場合、生体プローブが無機固体と反応する事での失活や、検出物質を認識する活性サイトが電極側を向く等の配向性の問題があった。そこで、プローブ分子の活性維持と配向制御のため、ナノウェル電極の開発を行った。このナノウェルに対しても、生体分子の親和性を上げるために、自己組織化単分子膜や脂質二重膜で被覆する事を考えた。ナノウェルを作製する材料、プロセスの工夫、単分子膜、脂質二重膜の組成の変化により、ナノウェル構造に対し脂質ベシクル、脂質二重膜、蛋白質などを選択的に配置する事が可能となった。これはトップダウン的手法により、ナノウェルのサイズを小さくし、そこに生体分子を自己組織化的に配置するというボトムアップ的手法を用いることで可能になった構造であり、トップダウン/ボトムアップの融合の達成形の1つであると考えられる。

多次元自己組織化五感センサ・メモリに関しては、生体の有する五感を定量化する、または、通常の五感では感じられない情報を検知するセンサの開発を目指した。微細化が期待され、且つ比較的単純なデバイス構造が実現できるいくつかのセンサ媒体に注目し、赤外線センサ、ストレスセンサ、嗅覚センサ、味覚センサの開発を行った。また、赤外線センサに関しては、センシングアルゴリズムの研究を平行して行い、市販の赤外線カメラを用いて、群集の将棋倒し・群集なだれを起こす危険な密集状態を、事前に検知する可能性を示した。本プロジェクトで得られた高精度の赤外線センサと、このセンシングアルゴリズムを組み合わせることによって、健常者に混じった障害者の見守りにも発展させることができると考えられる。

また、プログラム自己組織化のためのナノテンプレート作製技術の開発に取り組んだ。本研究では、特に酸化物薄膜のナノ加工を目指して、AFM リソグラフィやナノインプリント・リソグラフィによる加工を行った。その結果、AFM リソグラフィを用いることにより、30nm 級の酸化物薄膜のナノ加工に成功した。また、本プロジェクトにおいて開発された、モリブデン・リフトオフ法とナノインプリント・リソグラフィとを組み合わせる事で、100nm 程度の酸化物ナノアレイを大面積に作製する事に成功した。

プローブ顕微鏡による分子識別、計測技術の開発に関しては、上記の種々のテーマを支えるものである。いずれのテーマにおいても、観測・評価の必要性があるが、既存のプローブ顕微鏡では観測対象としてこなかった情報を含めて観測を行う事で、これまでにない知見が得られると考えた。そこで AFM を基礎とした観測技術として、点接触電流画像化原子間力顕微鏡の開発を行った。一方 STM を用いる事で高分解能での分子識別を目指した。特に生体分子を失活等の無い条件で測定するには、サンプルの作成方法が重要な鍵を握る。生体分子の中でも、大気中での DNA の観察に際し、新たな STM 観察手法を開発した。通常 STM に用いられる基板は、導電性でなくてはならない、しかし、その上に DNA を散布しても、凝集やバンドル化などが見られ、STM の本来

有する分子分解能が必ずしも生かされない。そこで一本の伸びた DNA を観測するために、サンプリングの検討を行った。基板、溶媒。温度を工夫するとともに、DNA 上に有機溶媒で被覆することで、一本の伸びた DNA を観察する事に成功した。

2 研究構想及び実施体制

(1) 研究構想

生体は、DNA のプログラムによって驚くべき精巧かつ高度な"情報材料・システム"を創り上げている。このプログラム自己組織化のメカニズムを取り入れた高機能物質・デバイス・システムの創成は、まさに 21 世紀の科学技術のフロンティアである。そこで、本研究においては、"プログラム自己組織化"の原理の解明・確立と、その原理にのっとった人工的な"生体情報材料"の創製を目指した。

研究開始時（平成 14 年度）において、本プロジェクトは、重要研究課題として次の 4 つのテーマを柱として、研究を進めてきた。

1）バイオ分子デバイス

まず、自己組織化の本質を見極めるべく、有機分子を電極間に逐次に添加する事で達成される、自己組織化配線法によるデバイス作成を目指す。さらに自己組織化を推し進めた概念としてシーケンシャル自己組織化を提唱し、複数の自己組織化プロセスを逐次実施することにより、DNA、金属ナノ粒子、色素分子で構成される組織体を形成し、分子固有の特性を生かしたデバイスを作成することを目指す。

2）生体情報ナノデバイス

トップダウン技術を用いたナノ構造体作成技術を確立し、得られたナノ構造体上にボトムアップ技術を用いて自己組織化的に生体分子同士の反応部位制御および擬似的な生態環境を作製することにより、バイオチップ実現を目指す。

3）多次元自己組織化ナノデバイス

ハイドロキシアパタイトの特徴である蛋白質への極めて高い親和性を有効に活用し、リソグラフィ技術により作製されたハイドロキシアパタイトパターン上にのみ、蛋白質を保持することで、分子配列のプログラムとして使用可能な高密度(高効率)分子配列のためのテンプレートの実現を試みる。またこのテンプレートを利用した生体機能分子検出センサの開発を目指す。

4）プローブ顕微鏡による分子識別、計測技術

上記ナノデバイス実現のための共通基盤技術として、ナノスケールで計測評価するためのプローブ顕微鏡技術の発展を目指した。既存のプローブ顕微鏡では観測対象としなかった情報を含めて観測を行う事で、これまでにない知見が得られると考えた。そこで点接触電流画像化原子間力顕微鏡の技術および STM を用いた、液体中、大気中での高分解能の DNA 観察手法の開発を目指した。

平成 16 年度より、対象系を広げ、無機・有機・バイオ分子をナノスケールで配置、組み合わせる事により視覚障害・聴覚障害者の機能支援を視野に入れた新規ナノセンサ・メモリの開発を、新たにサブテーマ「多次元自己組織化五感センサ・メモリ」として加えることにした。具体的には、赤外線センサや味覚センサ、嗅覚センサ、ストレスセンサなどの開発を目指した。

また、上記デバイスを五感機能支援など医療応用を考慮する場合、得られたシグナルから人にとって有用な情報を解析し取り出すことが重要であり、五感情報センシングアルゴリズムの開発を行った。

また、これらと平行して、センサ媒体の加工および、自己組織化のためのテンプレート作製のために、酸化物基板のナノ加工技術の確立を目指した。

これらにより、いくつか重複する研究内容もあったため、平成 17 年度からは「多次元自己組織化ナノデバイス」は「生体情報ナノデバイス」チームに属することとなり、以降は「バイオ分子デバイス」、「生体情報ナノデバイス」、「多次元自己組織化センサ・メモリ」、「プローブ顕微鏡による分子識別、計測技術の開発」の 4 つのテーマを柱として、研究を進めた。

研究の統括に関しては、大阪大学グループが行い、多次元自己組織化ナノデバイス（後に生体

情報ナノデバイスに組込まれた)の研究を近畿大学グループが受け持った。また東レがストレスセンサの作製を行い、オムロンがセンサのセンシングアルゴリズムの開発を行った。その他の研究テーマは、大阪大学グループが受け持った。

(2)実施体制

研究代表者
川合知二

大阪大学グループ

大阪大学　産業科学研究所　川合研究室(1)
オムロン株式会社　技術本部　センシング研究所(2)
東レ株式会社　先端融合研究所(3)

バイオ分子デバイス(1)
生体情報ナノデバイス(1)
多次元自己組織化五感センサ・メモリ(1)(2)(3)
プローブ顕微鏡による分子識別、計測技術の開発(1)

近畿大学グループ

近畿大学 生物理工学部 本津研究室

生体情報ナノデバイス

3 研究実施内容及び成果

3．1 バイオ分子デバイス(大阪大学 川合グループ)

(1)研究実施内容及び成果

(A) 自己組織化配線法を用いた分子デバイス

1．自己組織化配線法の開発

開発した自己組織化配線法は、界面制御分子、構造制御分子、機能制御分子の 3 種類の分子と、3 つのステップから構成されている。この配線法は、ナノスケールの電極間距離を持つナノ電極を、3 種類の溶液に順次浸けていくだけの簡単な溶液プロセスだけから構成される。ステップ 1 では、電極と界面制御分子を結合する。界面制御分子は、電極と結合し、構造制御分子と結合する化学反応点を持つ π 電子系分子である。ステップ 2 では、化学反応により界面制御分子と構造制御分子を結合する。構造制御分子は、界面制御分子と機能制御分子との 2 つの化学反応

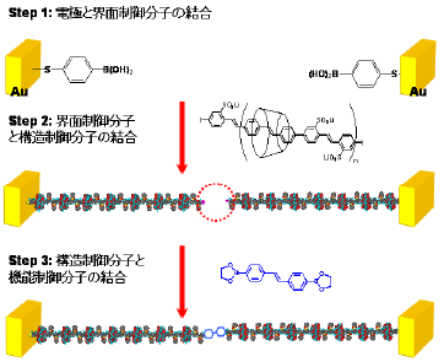


図 1-1 自己組織化配線法の模式図

点を分子の末端に持つ π 電子系分子である。さらに、分子の構造を直線に保ち、電極に対する分子の成長方向を制御するため α-CD で π 電子系が被覆されている。ステップ3では、機能制御分子と構造制御分子を化学反応により結合する。機能制御分子は、構造制御分子と結合する化学反応点を分子の両末端に持つ分子である。この配線法は、3つの制御分子の組み合わせで、様々な機能を持つデバイスを創製することができ、かつデバイス機能を制御することができる汎用性の高い方法である。

界面制御分子にヨードベンゼンチオール、構造制御分子にポリロタキサン、機能制御分子にスチルベンとジアリルエテンを用いた。スチルベンは伝導ワイヤーになり、ジアリルエテンは光スイッチング機能を持つ。ナノ電極上で、分子デバイスを配線した後、分子ワイヤーの電気特性を測定したところ、スチルベンが結合した分子ワイヤーは、オーミックな伝導性を示した。一方、ジアリルエテンが結合した分子ワイヤーは光スイッチ機能を示し、光スイッチの ON/OFF 比は約 20 であった。このようにナノスケール分子デバイスのデバイス動作を実証し、自己組織化による分子デバイスの創製に成功した。(M. Taniguch, et al., JACS (2006))

2. 電極－分子界面の創製

従来の金－チオール結合と比較し、新たな電極－分子界面を開発するための最も約束された方法は、硫黄原子をセレン原子とテルル原子に置換して、金－セレン結合と金－テルル結合を用いることである。そこで、ベンゼンチオール、ベンゼンセレノール、およびビフェニルジテルリドを用いて、金とカルコゲン原子との結合状態、およびその界面の電子状態を光電子分光測定により調べた。

各分子-電極における結合状態を調べるためにX線光電子分光測定(XPS)を行ったところ、金とS、Se、および Te の結合状態を反映したケミカルシフトが観測された。Au-S 結合と Au-Se 結合の化学シフトはそれぞれ-1.1eV と-0.4eV となり、Au-S 結合は、Au-Se 結合より強いイオン性結合であることを明らかにした。ビフェニルジテルリドの単分子膜の XPS 測定を行ったところ、遮光していない状態で単層膜を形成した場合には、テルル酸化物が主に形成され、一方、遮光条件下では Au-Te 結合が主に形成されることが明らかとなった。しかし、遮光の有無に関わらず、テルル酸化物が形成されるため、Au-Te 結合は分子デバイスに不適切であることが分かった。

金-分子界面の電子状態を調べるために、ベンゼンチオールとベンゼンセレノールの単分子膜の紫外光電子スペクトル(UPS)測定を行った。ベンゼンチオールの単分子膜では、状態密度が金のフェルミ準位から 1.2eV 付近から増加するのに対して、ベンゼンセレノールの単分子膜では、状態密度が 0.9eV 付近から増加した。従って、電極から分子の HOMO へのホールの電荷注入障壁が、Au-S 界面より Au-Se 界面の方が小さいことを示している。従って、Au-S 結合、Au-Se 結合、および Au-Te 結合の中では、Au-Se 結合が分子デバイスに最も適した結合であることが明らかとなった。(K. Yokota, et al., JACS (2007))これらの結果と自己組織化配線法を組み合わせることで、よりパフォーマンスの高い分子デバイスが開発できると期待される。

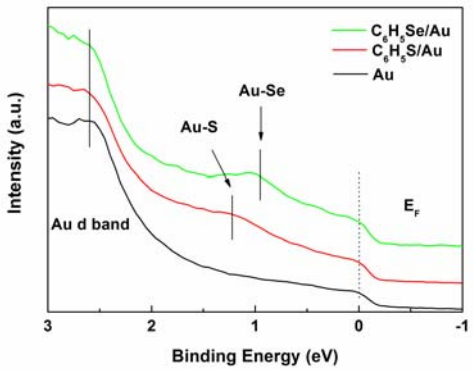


図 1-2 ベンゼンチオールとベンゼンセレノールから作製された Au(111)面上の単分子膜の紫外光電子スペクトル

(B) DNA を用いたプログラム自己組織化デバイス

DNA が有する自己組織化能力を生かした電子デバイスの形成を目標に研究を進めてき

た。DNA は二重らせん構造を持つ、紐状のイオン性高分子で、電子デバイスの観点から二つの大きな特質を有している。ひとつは、遺伝情報の媒体であることからも明らかなように、非常に高い分子認識能力を持ち、多様な自己組織化構造を形成することができる。もうひとつの特徴は、中心軸部分を構成する核酸塩基対には π 電子があり、0.34nm でスタックしているため、電子を導いてナノスケールの1次元導体となる可能性が指摘されてきた。そこで、DNA の電気伝導性について調べたところ、得られる電気伝導は DNA に吸着した水の中を通るイオン電流であり、DNA は電気的に絶縁体であることが明らかになった。(A. Terawaki, et al., APL(2005))

DNA の電気伝導への寄与は極めて小さいことが明らかになったので、DNA は自己組織化テンプレートとして用いて、伝導パスには他の分子を用いる方針でデバイスの形成を行った。具体的には、塩基の分子認識能力を利用した分子包摂型 DNA の形成、DNA の外側にあるリン酸アニオンへカチオン性分子をすることによる分子アレイの形成、DNA、金微粒子、他分子の複合構造体の形成、の 3 つの方針で研究を進めた。

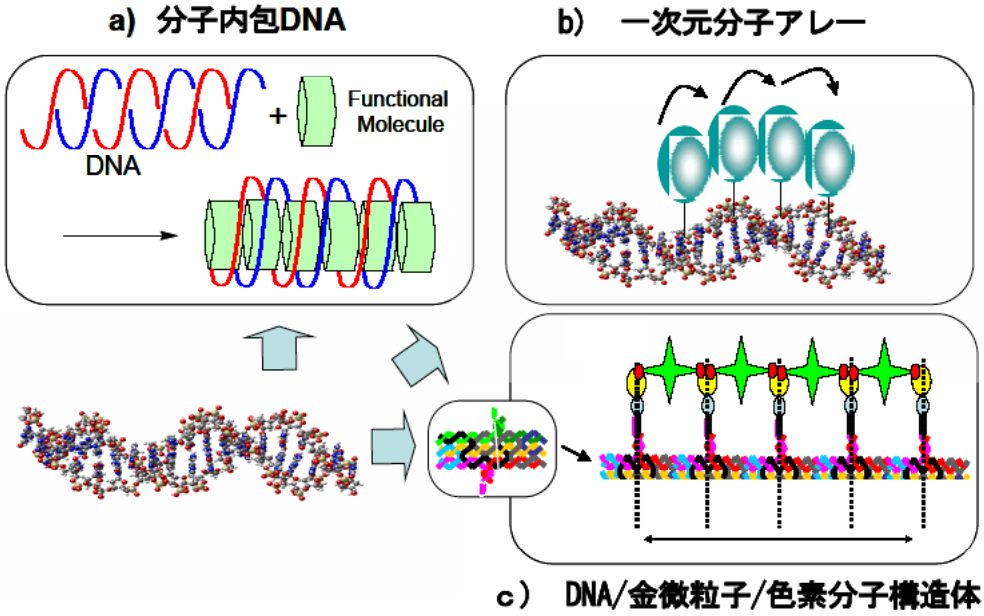


図 1-3 DNA を用いたプログラム自己組織化デバイスの概念図

2. DNA 本体の電気伝導性

DNA の電気伝導度については、さまざまな理論的考察や実験的報告があり、研究開始時点では、絶縁体から金属的で超伝導の近接効果を導くというものまで諸説が入り乱れた状況であった。そこで、まず、テンプレートとして用いる DNA そのものの電気的特性を明らかにした。電子状態計算から、周期的な構造を持つ DNA も数 eV 以上の大きなバンドギャップを持つことが示唆された。(M. Taniguchi and T. Kawai, PRE(2004)) また、バンド計算の対象にした DNA の電子状態を光電子分光法により測定したところ、DNA のフロティア軌道が局在性の強い分子軌道を持つことが明らかとなった。(H. S. Kato, et al., PRL(2004)) 従って、バンド計算と光電子分光測定の結果から、DNA の電子状態が絶縁体、あるいはワイドギャップの半導体であることを明らかにした。さらに、DNA の電子状態が、絶縁体、ワイドギャップの半導体のどちらであるかを明らかにするため、DNA に化学ドーピングを行った。グアニンとシトシンから構成される周期的な DNA にヨウ素をドーピングすると、ドーピング時間に比例して電流値が増加することを見出した。さらに、ヨウ素ドープした DNA の電子状態を

光電子分光とラマン分光測定を用いて調べたところ、導電性高分子と同様に、ドーピングによりポーラロン準位が形成されることを明らかにした。(M. Furukawa, et al., PRB(2007))また、理論計算から、DNA では、塩基分子の分子振動と電荷がカップリングして、スモールポーラロンが形成されることを明らかにした。(M. Taniguchi and T. Kawai, PRE(2005))以上の結果から、周期的な塩基配列を持つ DNA は、ワイドギャップの半導体であることを明らかにした。

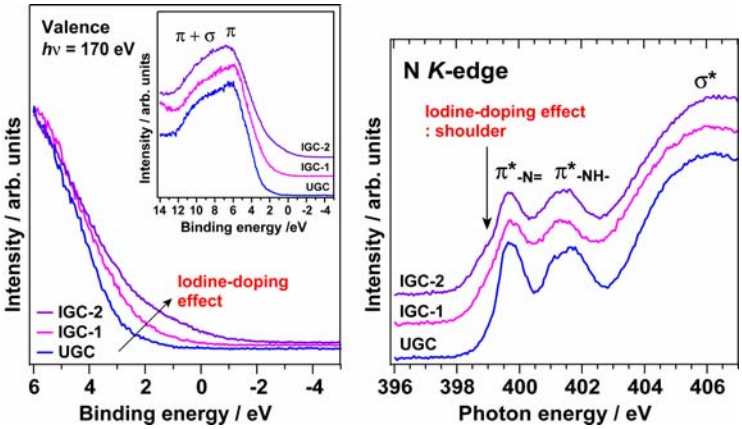


図 1-4　ヨウ素ドープした DNA の光電子分光スペクトル

2. 包摂 DNA

DNAは高い分子認識能を有し、自己組織化する性質を示す。この性質により多様な構造体の構築がなされてきた。しかし機能という観点からは、そもそも物性に乏しく、材料として利用するには非常に難のある物質である。そこでDNAへ効率よく機能を付与するため、また定量性のある手法として、DNA二重螺旋中に他の分子を取り込ませることを考案した。DNAの塩基間の分子認識は、多点の水素結合に依存しており、この水素結合形成能に期待した。そこでまず、塩基の中のチミンに注目した。チミンはDNA中で通常アデニンと対を形成して、二重の水素結合を形成している。しかしチミン分子自体はさらに水素結合可能なサイトが残っているため、これを利用することで三重の水素結合が可能となり、さらに強固な結合の形成が可能となる。そこでチミンを識別する分子として白金ージチオビウレト錯体を考え、短いDNAに対する包摂能を検討した。(K. Adachi, et al., Inrog. Chim. Acta (2005))塩基にチミンを有するチミジル酸の20量体に対し、白金錯体を当量加え反応させた。吸収スペクトルからは、DNAは250nmに、白金錯体は320nmにピークを持つことがわかった。さらに円二色性スペクトルを測定したところ、250nm付近に通常のDNAでは見られない複雑な線形を示し、また包摂させている錯体はアキラルであるにもかかわらず、この錯体に由来する320nm付近にピークを持つようになった。これはDNAが通常の構造をとっていないことを示しており、また包摂されている分子はキラルな環境下にあることで、コットン効果によりピークを生じたと考えられる。また吸収スペクトルから融点測定を行ったところ、260nmと320nmの双方で68度に融点を示すシグモイド曲線となった。上記の結果より、ポリチミジル酸-白金錯体-ポリチミジル酸の複合体が形成されていることが明らかとなった。

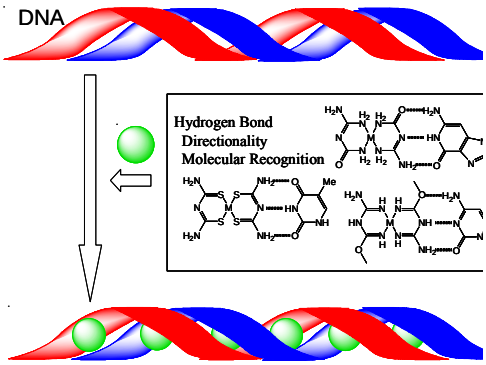


図 1-5　包摂 DNA の作製方法

3. DNA 側鎖のイオン結合を利用した分子アレイ

DNA のリン酸基とカチオン性物質の間で、様々なイオン性複合体が形成される。酸塩基反応を利用して DNA のまわりにポルフィリンを結合した超分子アレイを形成した。(C. Takatoh, et al., Tetrahedron Lett. (2006))このような分子会合体に関する研究は、溶液中において分光学的方法によって多数行われているが、基板上に単一会合体として取り出して、その構造や物性を議論した研究はほとんどない。本プロジェクトにおいて、酸塩基反応によって形成された分子会合体が、乾燥基板上において単一分子レベルで安定に存在し、単離されることを、原子間力顕微鏡による画像観察により明らかにした。(C. Takatoh, et al., Chem. Lett. (2006))

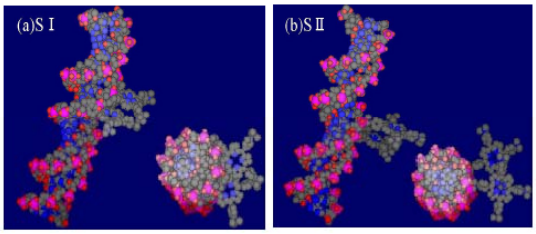


図 1-6 ポルフィリン／DNA 会合体の構造図

この結果から、ポルフィリン／DNA アレイを固体素子の構成要素として利用できることがわかった。これに傾斜蒸着法を用いて電極を接合し、電流－電圧特性の温度依存性を調べたところ、規則正しいアレイ構造を反映して約 20meV という極めて低い活性化エネルギーをもつホッピング伝導を観測した。

また、DNA を用いて、常磁性スピンを有する Mn12 核錯体の分子アレイを形成したところ、20meV 以下の低い活性化エネルギーのホッピング伝導を観測した。Mn12 核錯体／DNA アレイの磁気的性質は、SQUID を用いた測定から、常磁性であることがわかっている。しかし、室温1T の環境下で 30%近い負の磁気抵抗率を観測した。

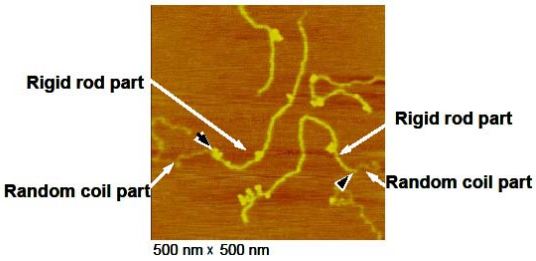


図 1-7 ポルフィリン／DNA 会合体の AFM 像

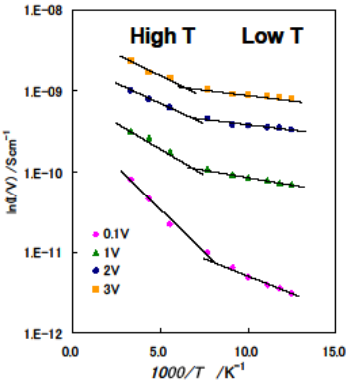


図 1-8 ポルフィリン／DNA 会合体の I-V 特性の温度依存性

4. シーケンシャル自己組織化

有機分子／金微粒子／DNA 構造体の形成

DNA は塩基配列を工夫することにより、特定の繰り返し間隔を持つ構造体をつくることが知られている。本プロジェクトでは、DNA を利用して、微小な電極およびアンカーサイトとして働く金微粒子を決まった間隔で並べ、この間に特定の分子が架橋された構造を作製した。

性質の大きく異なる多成分の要素から構成された自己組織化構造は、均一系で構成要素を混ぜるだけでは形成されない。段階的に

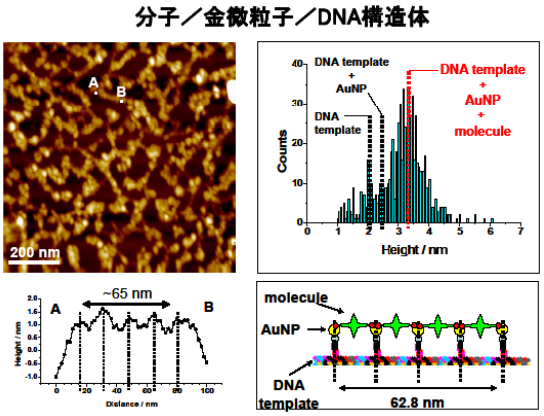


図 1-9 シーケンシャル自己組織化によって作製された分子／金微粒子／DNA ナノ構造体

順序よく反応を進める必要がある。また、溶液中で出来た構造を基板上に置くだけでは、自己組織化構造は展開されず、凝集体が出来ることが多い。非平衡状態で反応を進行させながら、同時に基板上に展開していくことで、この問題を解決した。

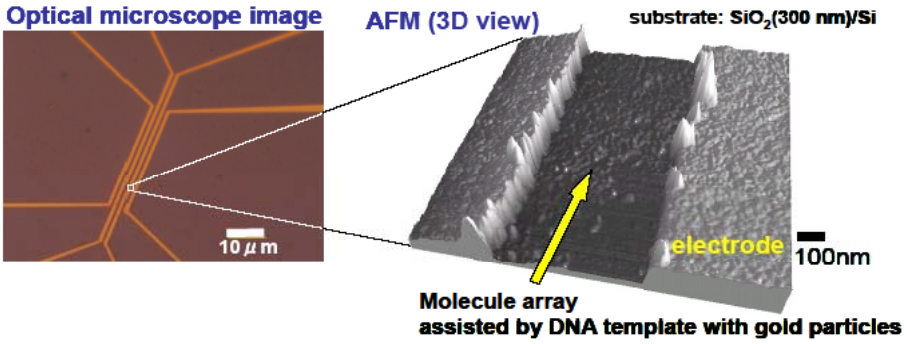


図 1-10　DNA を用いて作製した金微粒子ネットワーク上に、ナノトランスファープリンティング法をにより形成したトップコンタクトナノ電極

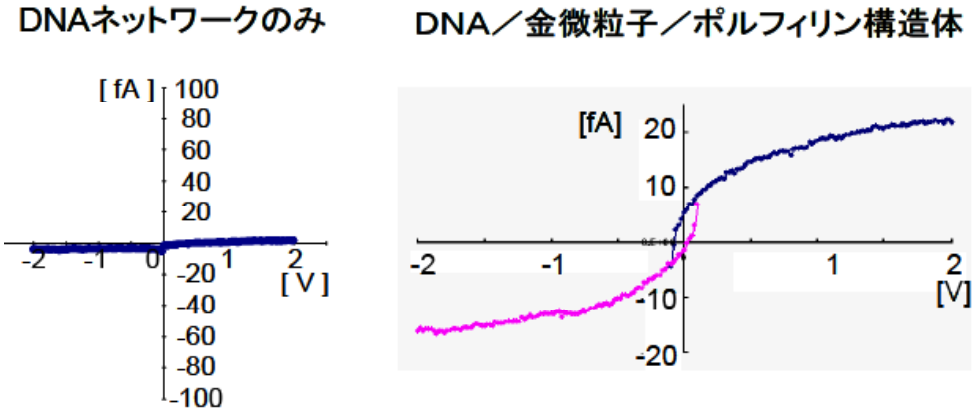


図 1-11　DNA ネットワークおよび、DNA／金微粒子／ポルフィリン構造体の I-V 特性

プラズマプロセスを利用したシーケンシャル自己組織化

シーケンシャル自己組織化において、はじめに形成された自己組織化構造が次のステップに対して反応性を持つこと、また同時に次のステップにより、初めに形成した構造が破壊されないこと、を両立させることが最も困難な要請である。プラズマプロセスは、金微粒子の表面を活性化するだけではなく、金微粒子を基板に固定する働きもあることがわかった。これを利用して、もともと水溶性である金微粒子の脱落を防ぎつつ、水溶性の DNA を結合することができた。（A. Takagi, et al., APL(2006)）

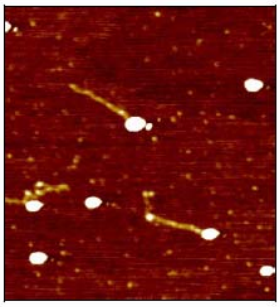


図 1-12 酸素プラズマ処理によるシーケンシャル自己組織化の例。水に対して不溶化したナノパーティクル上に水溶液プロセスで DNA を付着させたもの。

5. DNA 中心部への共有結合接続

DNA 及び DNA 構造体を金電極と架橋すべく、DNA－電極間連結分子の設計、合成を行った。既存の DNA チップ等の研究では、DNA—電極間の連結サイトには主にアルカンチオール構造が用いられており、特にその部分での電荷移動は非常に疑わしかった。そこで架橋分子にπ電子系の広がった電子構造を持たせることで、DNA 或いは構造体内部の電荷移動の情報を、直截に電極まで引き出すことが可能になると考えた。架橋分子の作製にあたり、分子（塩基）認識部位、架橋部位、電極接合部位に分けて設計を行った。当初はベンゼンチオールを末端に有する分子を設計したが、研究の過程で、ベンゼンセレノール分子の有用性が明らかとなり、ヨードベンゼンセレノールと 3-（3,5-ジアミノ 2,4,6-トリアジン）フェニルホウ酸を縮合し、セレン含有の DNA-電極間接合分子とした。欠損を有する DNA に対し合成した分子と混合し、融点測定を行ったところ、欠損の無い DNA と同様の挙動が見られ、欠損を補完しうる分子である事が明らかとなった。

6. トップコンタクトナノ電極形成と自己組織化分子系の電気伝導度計測

トップコンタクト電極形成と電気伝導度計測

分子スケールエレクトロニクスを実現するには、分子に電極を接続する必要がある。これまで、分子の電気特性に関する研究ではあらかじめ作製したナノギャップ電極の上から分子溶液を滴下する実験が主流であった。しかしこの方法では分子の凝集や自己組織化構造の不連続のため、再現性や信頼性に問題があった。自己組織化構造の電気伝導度を計測するためには、あらかじめ基板の上に分子を配列し、その上から電極を形成するトップコンタクトの方法が必要である。しかし、バイオや有機分子は紫外線、電子線、溶剤で痛んでしまうため、これらを使わないでナノサイズの電極を作製する方法が必要である。

傾斜蒸着法を用いたナノギャップ電極形成

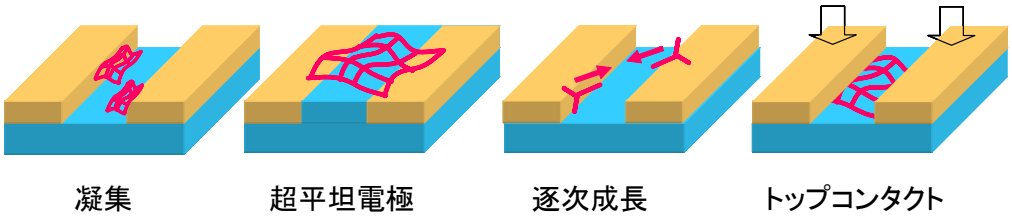


図 1-13 様々な、電極-分子接合法

蒸着源と基板を遠く離し、蒸着源からの熱輻射による基板加熱や蒸着源ビームの平行性を確保した蒸着を行うと、マスクパターンのエッジが極めて急峻な電極を形成することができる。このエッジを利用した傾斜蒸着を行うと、簡便に 10nm レベルのスリット状のギャップを有する電極を形成できる。本プロジェクトにおいて、自家製の装置を開発し、傾斜蒸着法を確立した。この方法を用いると、容易にナノレベルのギャップを有するトップコンタクト接合を形成することができるので、ポルフィリン／DNA 分子アレイ、Mn12 核錯体／DNA 分子アレイの電気伝導性の研究に適用した。

ナノトランスファープリンティングによる電極作製

これまでの報告では、金電極を基板に転写するために、基板に化学修飾を行ったり、加熱を行ったりする必要があった。しかし、これでは、分子が修飾層に覆われてしまう、熱で壊れてしまうなど、分子デバイスへの利用することができない。本プロジェクトでは、兵庫県立大の松井グループと共同で、剥離材を使う方法を開発し、化学修飾や加熱を一切用いないでナノトランスファープリンティングを行うことに成功した。この方法を用いれば、紫外線や電子線なしで、分子の上から複雑な形状を持つ電極を作ることができる。
また、この方法で作った接合は十分小さな接触抵抗を持つことを、ケルビンフォース顕微鏡を用いてポテンシャル画像解析から確認した。（K. Ojima, et al., APL(2005)、特願2003-412356）

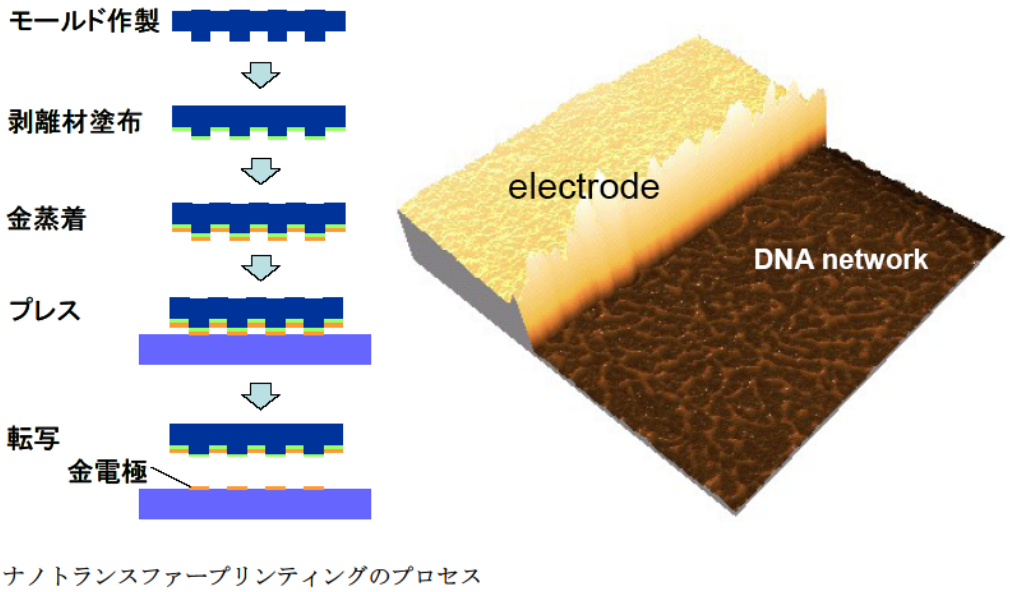


図 1-14 ナノトランスファープリンティングのプロセスと形成された電極の AFM 像

(2)研究成果の今後期待される効果

分子や金属ナノ粒子などを組み合わせたナノ構造体を自己組織化的に形成する研究は広く行われているが、その手法は溶液中に構造体の構成要素を投入し、溶液中あるいは、キャスティングの過程で一挙に自己組織化を行うもの（one pot process）が多い。しかし、極めて異質な複数の物質（材料）で構成される分子デバイスを形成するには、段階的で逐次反応的な自己組織化が必要である。

我々は、デバイスの構成要素を逐次添加するシーケンシャル自己組織化によって、自己組織化配線法によるデバイス作製や、DNA／金微粒子／分子複合ナノデバイスの作製に成功した。このような逐次反応的な自己組織化は、生体内ではありふれたものであり、本研究の手法は、まさにバイオミメティックなデバイス作製手法であると言える。さらに、この段階的な構造体形成過程をさらに詳しく調べることによって、より複雑なナノ構造体形成も可能になることが期待される。

シーケンシャル自己組織化によって作製したナノ構造体を、ナノトランスファープリンティングによって、電極と分子スケールで接合することによって、分子ネットワークデバイスとして動作することが期待される。我々はネットワーク分子に色素分子を用い、光照射を導入することにより、電子のホッピングによる分極伝播動をメカニズムとする脳型デバイスへと進展させることを考えている。「脳」は半導体デバイスとは異なり、神経ネットワーク中の分極の伝播

で動作しており、電荷そのものは局在している。分子ネットワークでは、個々の分子軌道の局在性が強いことから、「脳」により近い動作メカニズムが可能であると考えられる。これは、現在主流となっている脳の回路モデルやアルゴリズムによるシミュレーション研究と一線を画し、物質ベースの人工脳研究につながる可能性を秘めている。

3．2　　生体情報ナノデバイス（大阪大学　川合グループ、近畿大学　本津グループ）

(1)研究実施内容及び成果

空間的に階層制御されたプログラム自己組織化による原理の解明および、その原理を用いた人工生体情報材料の創成を目指した。空間的に階層制御された人工生体情報材料の創成を、トップダウン・ボトムアップ技術の融合により実施した。DNA やタンパク質に代表される生体分子を対象として、チップ上に個々人の情報が組み込まれ、遺伝情報に限定されず、ひとり一人の生体情報が内包され、個々人に適した快適な生活環境の実現が可能なバイオチップ創成を目指した。具体的なバイオチップの検出対象として病理・疾病に関係するものを中心に、DNA、蛋白質、酵素反応を選択した。またそれぞれの検出対象（DNA、蛋白質、酵素反応）に対し、相性の良い測定手法、基板、電極をそれぞれに検討を行った。同時に高感度化に向けた電極構造の改良も行った。具体的には、IS-FET を用いた SNP ジェノタイピング、ハイドロキシアパタイトを用いたバイオチップの作製、ナノウェル構造の構築の3つの方針で研究を進めた。

(A) IS-FET を用いた SNP ジェノタイピング

塩基の正確な対合によって DNA が 2 本鎖を形成するハイブリダイゼーションプロセスは、バイオテクノロジーの分野における重要な反応である。この反応を効率的に利用した生体情報デバイスは、ポストゲノムシークエンス時代のキーテクノロジーとして注目されている。我々は、ペプチド核酸分子（PNA）と電界効果トランジスタ（ISFET）を組み合わせた新規生体情報デバイスを作製し、遺伝子検出の可能性について評価した。PNA は 2-アミノエチルグリシンを骨格とする無電荷の人工核酸分子で熱安定性、塩基配列選択性、塩濃度非依存性などハイブリダイゼーション反応に優れ、また ISFET を用いる事により DNA ハイブリダイゼーションをダイレクトに検出する事が可能となる。

ゲート面にプロトン感受性膜 Ta_2O_5 を有する BAS 社製 ISFET 電極を実験に用いた。ISFET 電極ゲート面にアミノシラン誘導体を導入後グルタルアルデヒドによる架橋を組み合わせ、PNA を固定化した。その後逆反応と平衡関係にあるシッフ塩基の安定化の為 $NaCNBH_3$ により還元処理を行なった。処理後相補鎖 DNA とのハイブリダイゼーション反応を行い、ハイブリ前後の I-V 特性を測定した。結果ハイブリダイゼーション反応によって、静特性飽和電流値の減少また伝達特性閾値電圧の正シフトが観察された。これはポリアニオン性 DNA のハイブリダイゼーションにより正のゲート電圧が相殺された事に起因する現象と考えられる。

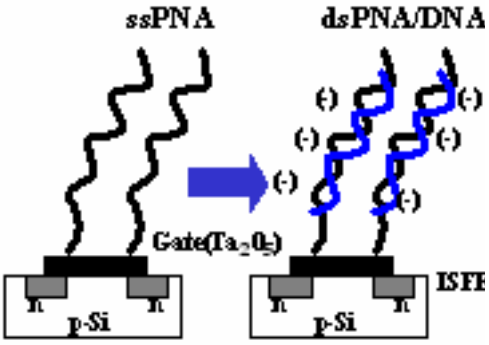


図 2-1　ISFET による DNA 検出の原理図

同時に薬物代謝酵素 CYP2C9 一塩基多型検出の可能性を実証した。(T. Uno et al., Jpn. J. Appl. Phys., T. Ohtake et al., Jpn. J. Appl. Phys., H. Tabata et al., J. Photopolym. Sci. Technol., PCT / JP2005 / 005289)更にマルチゲート構造デバイステンプレート上にリガンド分子を打ち分ける為のインクジェット技術を開発した。

これに付随して、生体分子の自己組織化誘導可能なデバイス構築として、ナノインプリント・リソグラフィによるナノ構造体作製技術を確立した。この技術を利用し電極上にワンホー

ルワンビットのナノ構造体を作製した。またリポソーム、プロテオリポソーム合成法を確立し、ナノ構造体上への平面展開性を AMF また液中 AFM を用いて評価した。結果、2 価カチオンイオン強度をコントロールする事により平面展開性を制御出来る事を確認した。

(B) ハイドロキシアパタイトを用いたバイオチップの作製

本研究においては、生体親和性、生体機能分子吸着性に優れる $Ca_{10}(PO_4)_6(OH)_2$（ハイドロキシアパタイト、以下 HAp）を化学センサ、細胞培養足場に応用することを試みた。この研究において、基本となる技術がレーザーアブレーション法による HAp の薄膜化である。HAp を薄膜化する理由としては、生体親和性、生体機能分子吸着性共に表面の性質を用いた研究であること、また、これらの特徴に乏しい基板と HAp の部位をリソグラフィなどの加工手段で容易にパターニングすることができ、HAp 薄膜が存在する場所にのみ生体親和性、生体機能分子吸着性を持たせたることが期待できるためである。この、HAp の薄膜化において、HAp は複雑な組成を持つ物質であるため、スパッタや蒸着では組成ズレが大きく、ターゲットの組成を保った薄膜作製が行ないやすいレーザーアブレーション法が優れている。

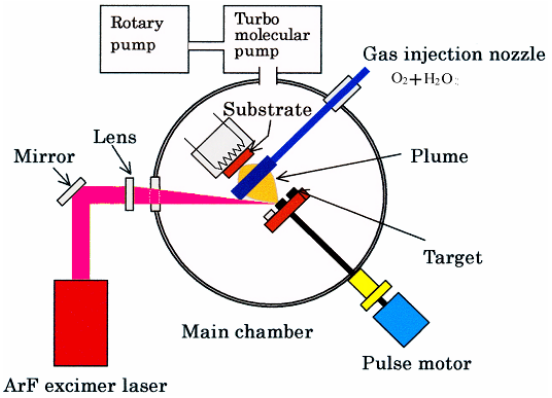


図 2-2 レーザーアブレーション装置の概略

レーザーアブレーション法を用いた HAp の薄膜化について、その手順の概略を述べる。HAp は水酸基を含んだ酸化物であるため、真空槽に酸素と水（水蒸気）を導入した、図 2-2 のような成膜装置を用いた。この際、適切な基板温度と圧力を選ぶことにより、結晶化した HAp を得ることができる。また、アモルファス状態で成膜したのち、電気炉で酸素+水蒸気雰囲気下でポストアニールすることでも結晶化した HAp を作製することができる。

以下に、レーザアブレーション法によって作製した HAp 薄膜による、化学センサに関する研究、細胞培養足場に関する研究、それぞれの結果を述べる。

1. 化学センサについて

HAp が持つ、優れた生体機能分子吸着性を用いることで、表面に分子が吸着することによる表面電気物性の変化を利用した化学センサの作製を考えた。手始めに、表面に水分子が吸着することでその電気抵抗が変化する湿度センサの作製を行った。この際、化学量論組成の HAp は高抵抗の絶縁体であるため、Ca サイトの一部を Na に置換して導電性を向上させることを試みた。その結果、湿度の変化に伴って HAp 薄膜の電気抵抗が大きく変化し、湿度センサとして有効であることが分かった(図 2-3)。

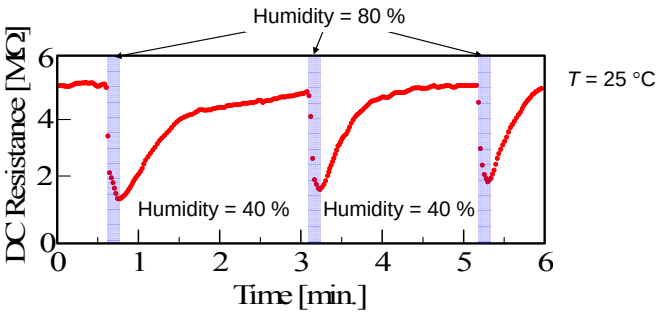


図 2-3 Na-HAp 薄膜による湿度センサの動作結果

さらに、表面に酵素を吸着させることで、特定の基質にのみ応答する酵素センサに応用することを考えた。具体的には、グルコース分解酵素であるグルコースオキシダーゼ(GOx)を用い、グルコースセンサを実現することを試みた。純水 100 ml 中にセンサを

浸漬し、そこへ 10 μg/ml の GOx を 1 ml 滴下し(図 2-4a)、これを 3 回くりかえしたのち、そこへ 250 mg/ml のグルコースを 100 μl 滴下(3 回、図 2-4b)した結果を示す。その際の 100 kHz における交流電気抵抗を測定した。図 2-4 よりグルコースの滴下に伴って、大きく電気抵抗が変化していることがわかる。グルコースセンサは糖尿病の予防・診断においてその有効性が注目されており、医療応用が期待できるセンサの開発の基礎を発掘した。

このセンサは表面の電気物性変化を利用しているため、その結晶性が特性に対して大きな影響を及ぼすことが考えられるが、これまでの実験は全て格子整合性のない基板上で作製した多結晶薄膜であり、その結晶性は低かった。そこで HAp(001)面と不整合 1 %以下とよく格子整合した Al_2O_3(0001)面基板を用いて、(001)配向した HAp を作製することを試みた。実験の結果、基板温度 750℃、ガス圧(O_2+H_2O)100 mTorr、成膜速度 4Å/分という条件で、図 2-5 に示す X 線回折パターンのような、極めて高品質な試料を得ることに成功した。

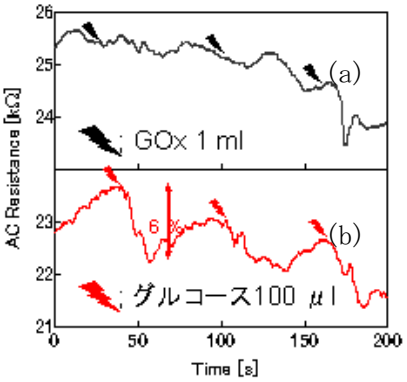


図 2-4 グルコースセンサの結果

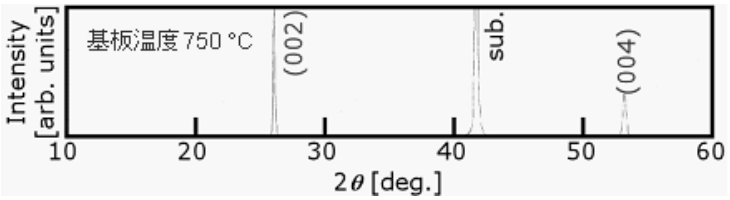


図 2-5 (001)軸配向した HAp 薄膜の X 線回折パターン

HAp が生体機能分子の吸着性に優れることを利用し、簡易で高感度な化学センサとして注目を集めている水晶振動子マイクロバランス(QCM)に HAp 薄膜を組み合わせたセンサの開発を試みた。すなわち、水晶振動子の表面に HAp 薄膜をコーティングしておけば、通常の金電極に対象分子を吸着させるより圧倒的に高感度になることが期待できる。

図 2-6 に、HAp コート QCM センサの実験概略図を示す。実験はリン酸緩衝生理食塩水中(PBS)で、ウシ血清アルブミン(BSA)を滴下した。結果を図 2-7 に示す。これより、通常の水晶振動子センサに比べて感度が 50 倍以上になっており、HAp の持つ優れた生体分子吸着性を活用することに成功したといえる。(特願 2004-253536、PCT/ P2005/15715)

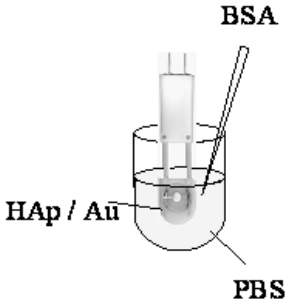


図 2-6 HAp コート QCM センサの実験概略図

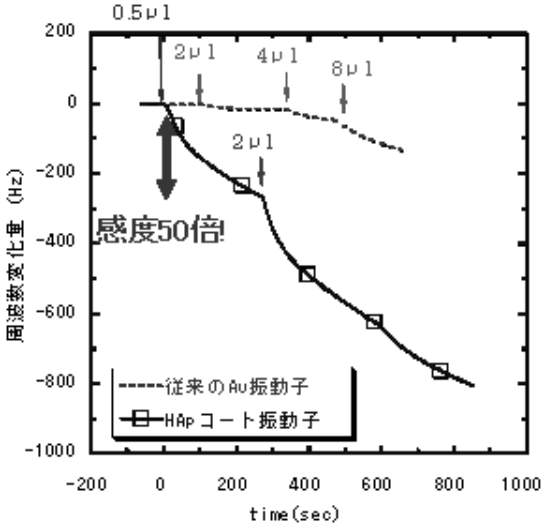


図 2-7 HAp コート QCM センサの BSA 測定結果

2. 細胞培養足場

HAp の最も重要な特徴である生体親和性を用いることで、細胞培養の足場を提供することが期待でいる。特に HAp 薄膜をパターン加工することで、得られる組織の形状を制御することが考えられる。これと、近年報告されている足場表面のマイクロ～ナノレベルの形状が細胞の三次元培養に大きな影響を与えることを組み合わせて、複雑な組織の三次元供培養を行える足場の作製が考えられる。以下に、実験結果を示す。

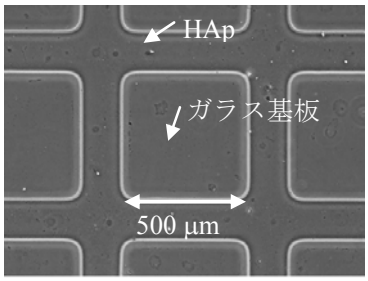


図 2-8　エッチング加工した HAp 薄膜/ガラス基板

まず、フォトリソグラフィとウェットエッチング、リフトオフなどを組み合わせて HAp 薄膜をマイクロレベルで加工することを試みた。ガラス基板上に HAp 薄膜をレーザアブレーション法で作製し、これを加工することで図 2-7 に示す格子パターンを得た。図に示すとおり、容易にエッチング加工できることがわかる。（特願 2004-127341）また HAp 薄膜に、細胞に対して親和性が極めて低いとされるジメチルポリシロキサンを組み合わせ、ジメチルポリシロキサンをフォトリソグラフィおよびリフトオフプロセスにて、表面に HAp が露出している部位とジメチルポリシロキサンが露出している部位を作り分けることで、神経細胞の選択的パターニングを試みた。この表面に神経細胞（ニューロブラストーマ雑種細胞）を均一に播種し、凍結乾燥した試料表面を走査型電子顕微鏡によって観察した(図 2-9)。一見して分かるように、HAp が露出した表面に優先的に細胞が接着しており、選択的な培養が期待できる組み合わせといえる。また、HAp とジメチルポリシロキサンのそれぞれに接着した細胞の接着形態が大きく異なることも分かる(図 2-10)。

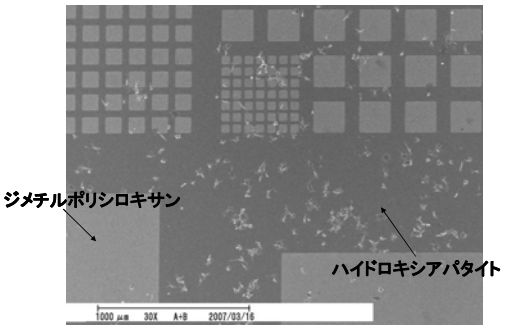


図 2-9　HAp とジメチルポリシロキサンの複合材料による神経細胞の選択的接着

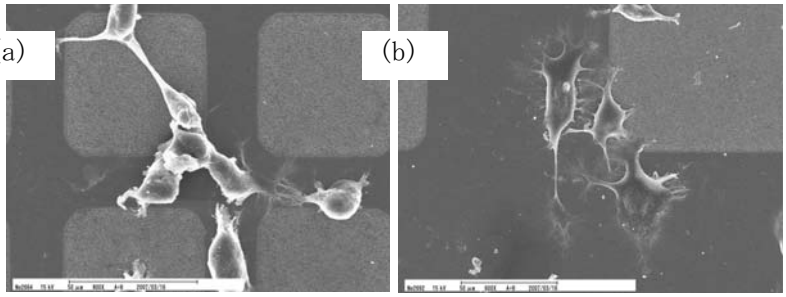


図 2-10　ジメチルポリシロキサン表面(a)と HAp 表面(b)での神経細胞の接着形態

このほか、HAp 薄膜を基板から単離した HAp シートを作製し、これを細胞培養足場として用いる試みを行った。HAp シートを基板から単離する方法として、水溶性の基板を用いた。レーザーアブレーション法を用いて、NaCl 基板上に HAp 薄膜を作製し、その後試料を浸水することで基板を溶解

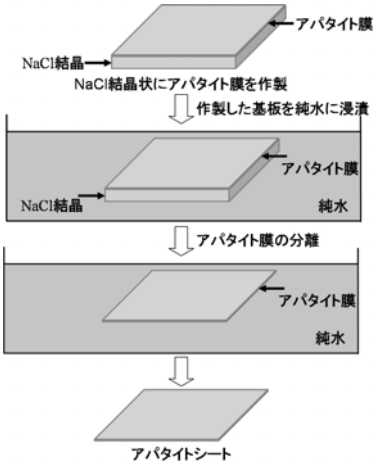


図 2-11　HAp シートの作製方法

させ、HAp シートを単離する(図 2-11 参照)。得られたシート(図 2-12、膜厚 12 μm)は、可撓性をもち、曲面にフィットさせた状態での細胞培養が期待できるものであった。また、得られた HAp シートは透明であるため、細胞の接着や増殖・分化を生きたまま観察するための足場として用いることが期待できる。シャーレ上に HAp シートを置き、スライドガラスで固定したうえで、$2x10^5$ cells/ml に調整したヒト由来骨芽細胞を 2 ml 播種した。これを 5 %炭酸ガス雰囲気中 37 ℃で培養した。得られた細胞シートは、図 2-13 に示すようにピンセットなどで容易に取り扱うことができ、しかも柔軟性を保持している。つまり、実際に組織培養足場として十分期待でき、そのまま生体に移植が可能な足場としての利用へと展開できる。(PCT/ JP2007/55028)

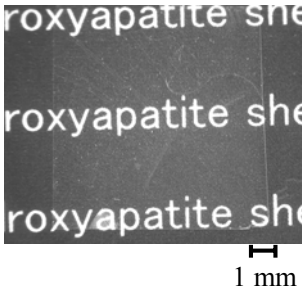


図 2-12 HAp シート

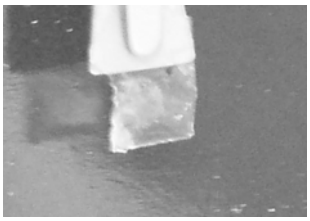


図 2-13 HAp シートを用いた細胞シート

この結果にさらに機能性を付加することを目的に、貫通孔を有する HAp シートの作製に成功した。これは、水溶性の基板にマイクロメートルオーダーの凹凸を作製しておき、その表面に HAp 薄膜を作製したのち、浸水して基板を溶解させることで、マイクロメートルオーダーの凹凸をシートに転写するもので、基板の凹凸の高さが HAp シートの膜厚より大きければ貫通孔を作製できる。実際の実験では、ガラス基板上にアモルファス MgO を成膜した後、直径 50 μm の孔が 100 μm 間隔で配列したメタルマスクを通してさらにアモルファス MgO を成膜する。その上に HAp を成膜して浸水することで、貫通孔を有する HAp シートを作製することに成功した(図 2-14)。

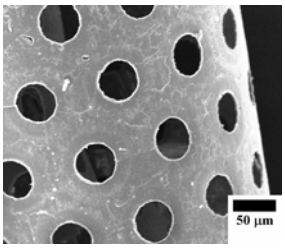


図 2-14 貫通孔を持った HAp シート

(C) ナノウェル構造の構築

近年、DNA、タンパク質、細胞などの様々な生体分子の機能解析や検出のためのバイオチップの開発の必要性が強く求められ、世界的な規模で研究が行われている。バイオチップの開発のための世界的な研究の流れは、①目的とする生体分子を高感度で検出のために微細加工技術(トップダウン)を利用してパターニングした基板にプローブ分子を選択的にアレイ(ボトムアップ)させる研究と②様々な手法(光学・蛍光・表面プラズモン共鳴・水晶振動子電気化学など)で目的とした生体分子を検出する研究とに大別できる。そこで我々のグループでは、検出時間・コストおよび実用化・産業化の観点から電気的な信号処理により様々な生体情報を検出できるナノバイオセンサシステムの構築を目指した(図 2-15)。このシステムは①電気的な信号を検出する金電極の作製(紫外線フォトリソグラフィ)、②トップダウンナノテクノ

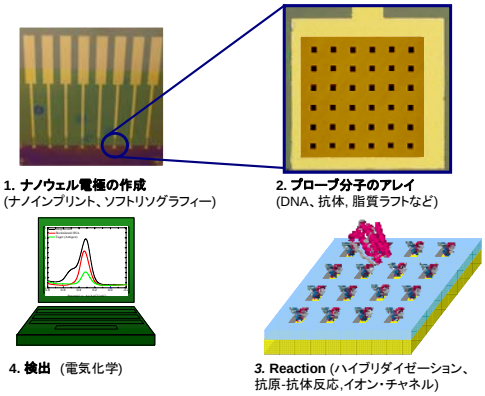


図 2-15 電気化学的なナノバイオセンサシステム

ロジーを利用した金電極先端部分のナノパターニング、③自己組織化を利用したナノ構造体へのプローブ分子の選択的なアレイ化(ボトムアップ)、④目的生体分子とプローブ分子との特異的な相互作用(反応)、⑤反応の電気化学的な検出などで構成される。図1に示すような小型化されたナノバイセンサ(ナノウェル電極)システムの開発は、必要な試薬、反応ボリューム、および検出誤差などを減少させ、費用、効率、速度、および感度などの向上が期待される。

1. 疎水性ポリマーのナノパターニングおよび脂質ベシクルのアレイ化

基板(金電極)のナノパターニング方法としては、集束イオンビーム、電子ビーム、ディップペンナノリソグラフィー、インクジェット印刷、ソフトリソグラフィー、ナノインプリント・リソグラフィー(NIL)などのトップダウンナノテクノロジー技術が一般的に用いられている。我々のグループでは電子ビームリソグラフィーを利用して疎水性ポリマー(ZEP520)をレジストとするナノウェルの底面だけに基板が露出した金ナノウェル電極の作製に成功した。その上にプローブ生体分子(脂質ベシクル)のアレイ化を行った一例を図 2-16 に示すが、ベシクルはナノウェルの中へ選択的にアレイされずポリマー表面に特異的に吸着してしまう結果が得られた。(H. S. Jung, et al., Langmuir (2005), J. M. Kim, et al., J. Am. Chem. Soc. (2005)) NIL を利用して作製した疎水性ポリマー(PMMA)ナノウェルでも同一な結果が得られた。これらの結果は、ZEP や PMMA のような疎水性ポリマーでは生体分子の非特異的な吸着を制御できないことを示している。従って、ナノバイオセンサーシステムの構築のためには、生体分子のプログラム自己組織的なアレイの妨害のみならず検出感度の低下を引き起こす主な原因である非特異的な吸着の制御ができる生体分子耐性材料(poly(ethylene glycol) (PEG)、poly(vinyl alcohol) (PVA)など)を用い、より簡単に安定なナノパターンを作製できる手法を開発する必要があることがわかった。

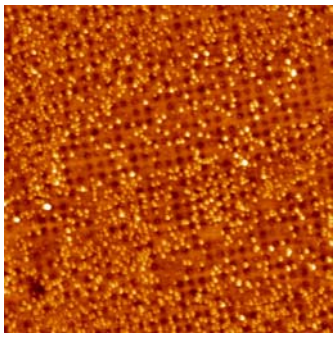


図 2-16 ZEP520 ナノウェルへのベシクルのアレイ

2. ソフトリソグラフィーを利用した生体分子耐性材料のパターニングおよび脂質ベシクルのアレイ化

近年、ソフトリソグラフィと NIL が再現性、生産性、経済性の良いナノパターニング手法としてとして脚光を浴びている。そこで我々は、ソフトリソグラフィーを利用して生体分子耐性 PEG コポリマーをレジストとした 10 マイクロウェル構造体の作製に成功し、PEG コポリマーがマイクロウェル構造体中への生体分子(脂質ベシクル)の自己組織的なアレイを可能にするプログラムとして動作することを確認した(図 2-17a)。(P. N. Kim, et al., Lab on a Chip (2006)) さらに、100nm の PEG コポリマーナノウェル構造体の作製に成功し、ベシクルをナノウェルの中に選択的に固定化することに成功した(図 2-17b)。(P. N. Kim and B. K. Lee, et al., Adv. Mater. (2008)) しかし、PEG コポリマーは水溶液中で基板との接着性や構造的な安定性に弱点があり、より安定な生体分子耐性ナノ構造体の作製が要求される。

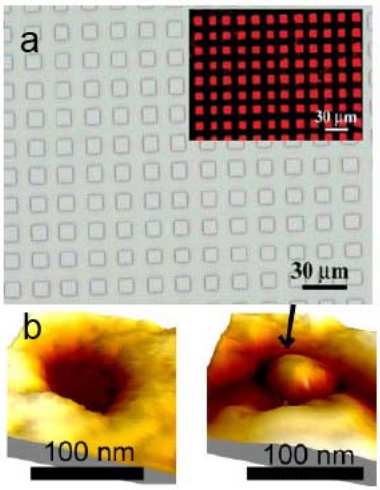


図 2-17 PEG コポリマー(a)マイクロウェル、(b)ナノウェルへのベシクルのアレイ。

3. 紫外線ナノインプリントリソグラフィー（UV-NIL）を利用した生体分子耐性材料のナノパターニングおよび生体分子のアレイ化

PEG や PVA などの生体分子耐性材料はヒドロゲル化することにより水や有機溶媒の中でも安定な構造を保つと知れられている。一方、NIL は 100nm 以下の大面積ナノ構造体の作製が可能なパターニング手法として様々な分野で応用されている。しかしながら、NIL を利用して機械的・科学的に安定なヒドロゲルナノ構造体の作製に成功した例は報告されていない。そこで我々は、光硬化性 PEG および PVA を用いて UV-NIL を行うことにより、機械的・化学的に安定な PEG や PVA ヒドロゲルのナノ構造体の作製、ならびに直接ナノパターニングに世界で始めて成功した(図 2-18,19)。さらに、PVA ヒドロゲルのナノウェル構造体の中の金基板をメルカプトエタノール(ME)とリポポリマー(DSPE-PEG-PDP)の混合自己組織化単分子膜で修飾することにより、生体膜で様々な機能を発揮すると報告されている脂質ラフトを膜タンパク質の活性や機能維持に適切であると提案されているテザー脂質二分子膜の形で PVA ヒドロゲルのナノウェルの中へ自己組織的・選択的にアレイさせることに世界で初めて成功した(図 2-18)。（B. K. Lee, et al., ACS Nano, submitted）また、UV-NIL を利用して PEG ヒドロゲルナノ構造体の作製にも世界で始めて成功した。PEG ヒドロゲルナノウェルの中へ免疫反応検出のプローブである抗体の固定化に挑み、アビジン-ビオチン反応を利用することで、ビオチン化自己組織化単分子膜・ストレプトアビジン・ビオチン化抗体を逐次的・自己組織的・選択的にナノウェルの中へアレイさせることに成功した(図 2-19)。（B. K. Lee, et al., Small, in press）

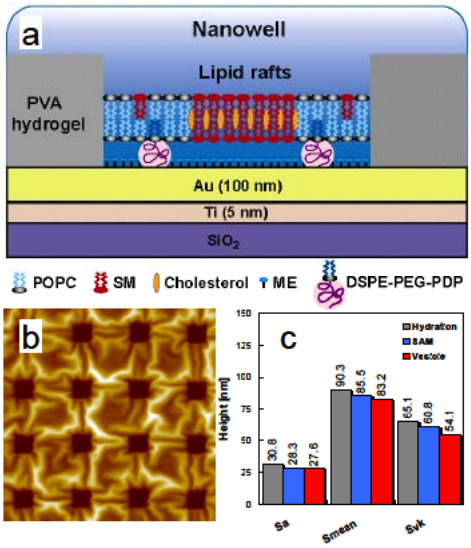


図 2-18　UV-NIL により作製された PVA ヒドロゲルナノウェルへのテザー脂質二分子膜形の脂質ラフトナノアレイ

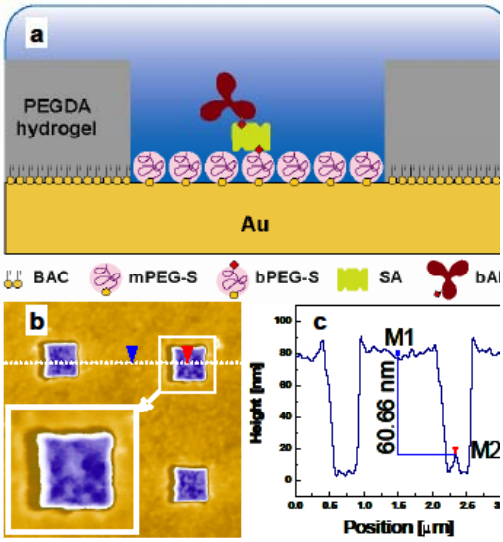


図 2-19　UV-NIL により作製された PEG ヒドロゲルナノウェルへのタンパク質のナノアレイ

4. ナノウェル電極のインテグレーション

上述のように、生体分子耐性材料を用いたナノ構造体作製技術および生体分子の自己組織的なアレイ技術の確立した上、紫外線フォトリソグラフィーで作製した金電極の先端部分(500×500μm^2)に、UV-NILを用いて一定面積(400×400μm^2)だけがパターニングされたナノウェル金電極のインテグレーションに成功した(図2-20)。金電極の先端部分の一定面積だけのナノパターニングは電極側とモールド側のマークを機械的に合わせてインプリントすることで目的する位置に10μm誤差範囲以内でナノパターニングすることが可能になった(図2-20)。しかし、このナノウェル電極の電気化学特性を調べた結果、時間の経過と共に水和によるヒドロゲル層を通じた電子移動現象が見られる。ヒドロゲル層を通じた電子移動は信号対雑音比を下げる大きな原因になるため改善する必要性がある。この問題点は金電極と生体分子耐性材料の間に薄い膜厚でも絶縁性の良い材料の入ったナノ構造体を構築することで改善されると考えられる。

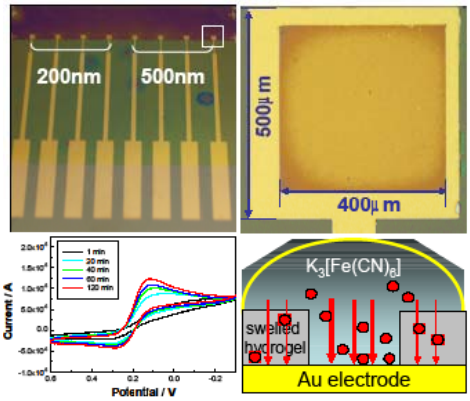


図 2-20 UV-NIL を利用したナノウェル電極のインテグレーションおよび電気化学的な特性

5. 高感度バイオチップへの応用

バイオチップの場合、機能発現のためには一定の高次構造を必要とし、固定化反応自体が蛋白質の機能を損ない相互作用性を失わせる可能性がある。また相互作用部位と基板との相対的な位置関係によっては、相互作用が立体障害を受ける可能性もある。

この問題を解決するため、上記に述べたような機能性脂質を基板上に処理し、蛋白質の活性化を保たせる。その結果、特異的に固定化したアレイチップ上にターゲットタンパク質を特異的に結合させることにより、図のような電気的な信号検出による、特異的及び非特異的反応の識別が可能であることを見いだした。

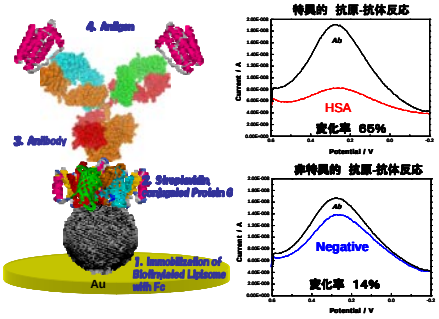


図 2-21 抗原-抗体反応

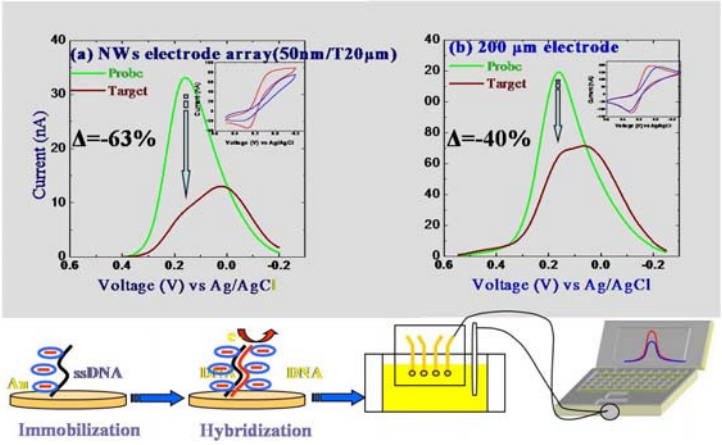


図 2-22 ナノウェル電極を用いた高感度電気化学 DNA チップ

また、ナノウェル電極を用いた DNA チップによる検出の場合、マイクロ電極に比べて検出感度が上がることも分かった。(H. Y. Lee, et al., Appl. Phys. Lett. (2006))

この研究結果は界面で起こる生命機能の研究という観点からも興味深いものであり、またこのタンパク質の自己組織化的配列技術は他の様々なバイオセンサ、バイオナノデバイス分野においても有効である。

(2)研究成果の今後期待される効果

“バイオチップ”用途展開として遺伝子診断分野、分子生物学的解析分野、医薬品と遺伝情報の相関関係を活用した薬理ゲノム学分野、その他環境調査や生物学的あるいは化学的分析分野が考えられる。特に薬理ゲノム学の分野において、薬剤投与前の診断が実用化されれば、市場は飛躍的な拡大が期待される。また薬剤投与前診断により、副作用による患者死亡率の低減、薬剤開発に伴う莫大な開発費用の効率化が期待される。開発効率化は、患者への還元が期待される。

化学センサについては、酵素センサの仕組みを利用したマルチチャネルセンサへの応用を考えている。図 2-21 のような HAp マルチチャネルセンサ構造を作製し、グルコースのほか、尿酸や中性脂質など、多様な生活習慣病に関連した血中分子の分解酵素を HAp 上に固定化し、同時にいろいろな診断が可能な簡易型の血液診断素子として発展させることを行って行きたい。

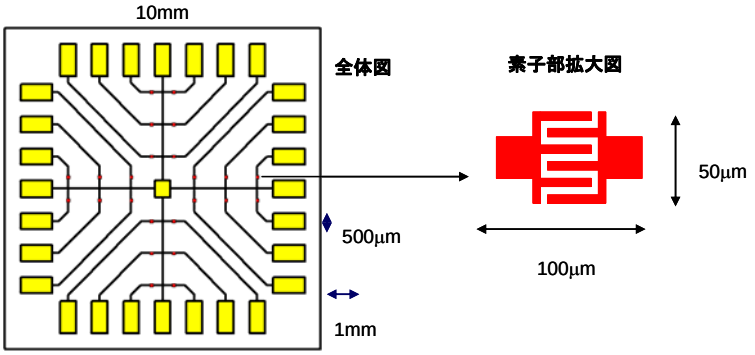


図 2-21　マルチチャネルセンサ構造の例。全体図の白い部分が HAp 薄膜、黄色い部分が金電極である。

QCM センサについても同様に表面に酵素を固定化し、化学センサとしての選択性を持たせることが必要となってくる。また、HAp が歯の主成分であることから、口腔内の環境を擬似的に作り出した上で、齲蝕や着色など、歯の表面で起こる現象をシミュレートすることも期待できる。これらはいずれも、健康維持のために有効なセンサを提供することが期待できる。

細胞培養足場については、HAp シートの発展として、すでに報告されている肝細胞の表面形状に対する挙動の変化などを参考に、リソグラフィ技術などを用いて多様な表面形状を作製したうえで、細胞の接着や増殖形態を調べることを行って行きたい。また、細胞を播種した貫通孔 HAp シートを積層すれば、異なる細胞を空間的には分離したまま、孔を通して細胞が相互作用しながら増殖することが期待できる。これは、従来にない新しい共培養を実現できる方法として興味深い。皮膚や血管など、異なる細胞が積層された構造を手始めに、多様な組織を作製する試みを進めていく予定である。

ナノウェル構造では、プログラム自己組織化に基づいた電気化学的なナノバイオセンサシステムの構築のために努力を尽くし、まずすべてのバイオセンサーシステムで問題になっている非特異的な吸着を制御できる生体分子耐性材料(PEG, PVA ヒドロゲル)のナノパターニング手法を確立した。また、これら生体分子耐性材料のナノ構造体の中への生体分子（自己組織化単分子膜、テザー脂質二分子膜形の脂質ラフト、タンパク質など）の自己組織的なナノアレイ化に成功した。さらに、絶縁性の改善が必要であるが、目的とした位置だけをパターニングしたナノウェル電極のインテグレーションに成功し、計画したナノバイオセンサーシステムの構築の成功が目前である。上述のように、生体分子耐性材料はほとんどの生体分子（脂質、タンパク質）の非特異的な吸着を制御できることから、固定化するプローブ分子を変えるだけで様々な生体分子（DNA、水溶性タンパク質、膜タンパク質）の検出が可能な多機能ナノバイオセンサシステムになると期待される。また、製作が間便で小型の絶縁性の良い電気化学的なナノバイセンサ(ナノウェル電極)システムは、必要な試薬、反応ボリューム、検出誤差の減少および、費用、効率、速度、感度などの向上が可能となり、近い将来脚光を浴びるナノバイセンサシステムとしての産業化が期待される。

3.3　多次元自己組織化五感センサ・メモリ（大阪大学　川合グループ）、（オムロン株式会社）、（東レ株式会社）

(1)研究実施内容及び成果

本サブテーマにおいては、プログラム自己組織化を側面から支える材料開発および基板加工技術の進展を図ることに主眼をおき、活動を行った。

まず、微細化に適しており、かつ比較的単純なデバイス構造が実現できる、いくつかのセンサ媒体の開発を行い、その結果、赤外線センサ、ストレスセンサ、嗅覚センサ、味覚センサの開発に成功した。それと並行して、基板表面のプログラムパターニングのための加工技術の開発を行った。

(A) 各種センサの作製

1．赤外線センサ

$La_{1-x}Ba_xMnO_3$（以下 LBMO）は金属―絶縁体転移にともない急峻な（温度に対する）電気抵抗変化を示し、ボロメータ型センサ材料として有望である。しかし転移温度が室温よりも低いために、室温動作を前提とした場合には感度が既存の材料よりも低くなる。我々は、レーザーアブレーション（PLD）法を用いてこの酸化物を $SrTiO_3$(100)基板上に薄膜化し、膜厚を40nm 程度まで薄くするだけで転移温度が上昇することを見いだした。この結果、薄膜は室温付近で急激な電気抵抗変化を示し、抵抗温度係数TCR（$=(dR/dT)/R$）が4％以上の高い値を持つことが分かった。これはボロメータとしては非常に高感度である。（図 3-1(a)参照）さらにセンサ性能に大きく影響する低周波電気ノイズの膜厚依存性を調べた結果、厚みが50nm未満の領域でノイズの大きさを示すノイズ指数（＝ γ/n、ここで γ は Hooge パラメーター、n はキャリアー濃度）が極めて小さくなる（$10^{-31}m^3$ のオーダー）事を発見した。この結果、膜厚をナノ領域で制御する事により、大幅な感度向上とノイズレベルの低下が実現できた。（図 3-1(b)参照）その相乗効果により、本材料のセンサ能力は既存のボロメータ材料と比べ、室温に置いて約 5 倍向上する事が示された。（特願2005-92164、H. Touyama et al., Appl. Phys. Lett.）

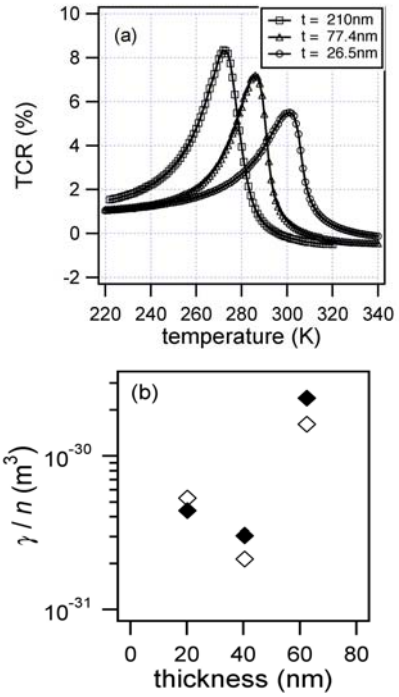


図 3-1　LBMO 薄膜の（a）TCR 及び（b）ノイズ指数の膜厚依存性

また、薄膜の結晶構造をX線回折により詳細に調べた結果、厚みによって結晶構造の晶系が系統的に変化する事を見いだした。厚い薄膜ではバルクと同様の菱面体構造を有しているが、50nm 付近を境に、それより薄い領域では正方晶構造をとる事が明らかになった。薄膜がエピタキシャル成長するため、薄い領域では基板から受ける構造歪みが緩和されない事を示している。この構造変化と、転移温度の上昇・ノイズレベルの低下に良い相関が見られる事から、晶系変化にともなう双晶境界の消失が、これらの物性変化を引き起こしていると推測した。(M. Kanai et al., Phys. Rev. B)

並行して、多次元自己組織化におけるセンシングアルゴリズムの開発を行い、その実施例として、この赤外線センサと組み合わせるオムロンのセンシングアルゴリズム、具体的には動画像中の輝度・色相情報の変化を捉えるアルゴリズムの検討を行った。その結果、このボロメータ型赤外線センサの室温付近での TCR 温度抵抗係数が 4%以上という特長を、棒グラフやサーモグラフィ色として可視化し、人間の視覚に効果的に訴える計測回路およびデータ表示部として実現した。その結果、実際に体表面放射温度の微小な変化を捉える効果を確認した。

これらの成果の一部については、「国際ナノテクノロジー総合展・技術会議(nano tech)」2003-2007 において展示発表した。センサ材料を大阪大学産業科学研究所川合グループが提供し、オムロン株式会社が計測回路及びデータ表示部を作製して、2003 年には赤外線センサ（プロトタイプ）動作の展示を、2004 年には膜の厚みを最適化した薄膜としていない薄膜のセンサ性能を比較表示する展示を行った。（図 3-2）

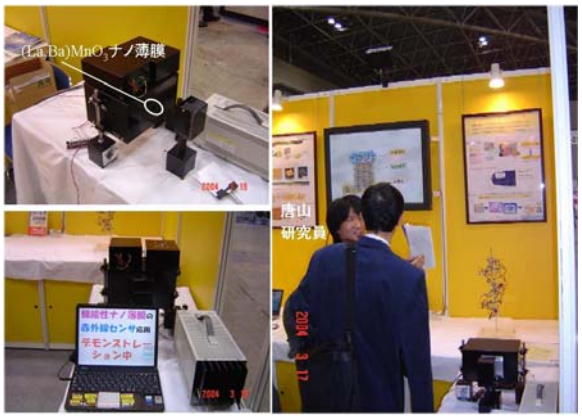


図 3-2　Nanotech 2004 で展示した赤外線センサのプロトタイプ

また、このセンシングアルゴリズムを赤外線センサへ応用することによる、実社会における実験実証例として、群集の将棋倒し・群集なだれを起こす危険な密集状態を、事前に検知する可能性を示した。（竹本英治他、電子情報通信学会総合大会、名城大学、平成 19 年 3 月 22 日）本アルゴリズムは、主として健常者が群集となったときの挙動を、市販の赤外線カメラを用いて見守るものであるが、本プロジェクトで得られた高精度の赤外線センサを用いることによって、健常者に混じった障害者の見守りにも発展させることができると考えられる。

2. ストレスセンサ

本研究では、生体情報センサの測定対象をストレス関連物質とし、生体ストレスの指標物質として知られているグルココルチコイド（GC）およびテストステロンをバイオミメティックに検出する方法を提案した。GC を例にすると、GC と GCR タンパク質(Glucocorticoid Receptor Protein)が結合することにより二量体を形成し、二量体を形成した GCR タンパク質に対して認識配列を有する DNA と反応して GCR タンパク質-DNA 複合体を形成することを利用して、末端をビオチン化した GCR 認識配列 DNA をプローブとして、ストレプトアビジンコートを施したセンサ基板上に固相化し、GC 検出センサを構成した。センサの模式図を図 3-3 に示す。

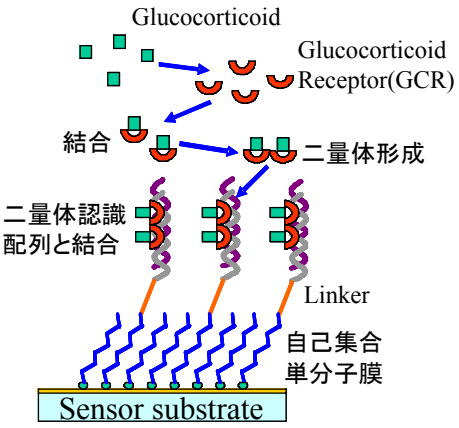


図 3-3　ストレスセンサの模式図

測定原理検証の結果、センサ基板上のストレプトアビジンがコートされた領域において、GCR タンパク質-DNA 複合体の検出を示す強い化学発光（λ=488nm）シグナルが得られたが、センサー基板表面へのグルココルチコイドレセプター（GR）の非特異的吸着による S/N の低下が見られ、吸着抑制によるノイズ低減

が課題であることがわかった。

デバイス化に向けて樹脂基板の非特異吸着を抑制する表面修飾・改質法などについて検討した結果、高配向 DNA 自己組織化分子膜が GC、GCR 等のストレス関連物質の非特異吸着を抑制することを見出し、簡便で再現性の高い GC 検出センサの構成として、センサ基板上に高配向 DNA 自己組織化分子膜を形成し、表面プラズモン共鳴（SPR）との組み合わせが有効であるという結論を得た。

本センサのセンサプローブとして用いる DNA は、GCR 結合配列領域と自己集合配列領域がリンカーを介して結合されていることを特徴とし、この構造によりセンサ表面への生体分子の非特異吸着を抑制しながら、GC 検出センサプローブ密度を調整する事が可能となり、金蒸着基板を基材として前述の膜構成で作製したセンサに、GCR 溶液に検体 GC を添加した溶液を測定試料として用い、以下に示す通り GCR と GCR 認識配列 DNA との特異的な結合を確認した（図 3-4）。

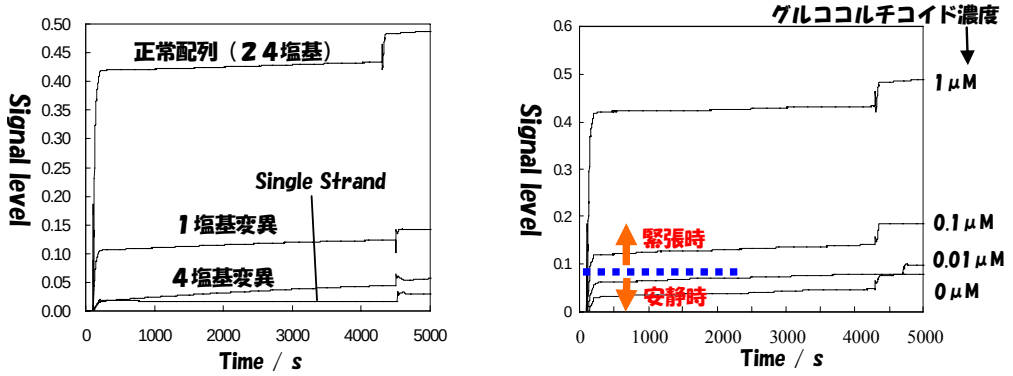


図 3-4 DNA－タンパク質分子間相互作用測定結果
(a)塩基配列の変位による検出シグナルレベルの差異
(b)GC濃度の違いによる検出シグナルレベルの差異

野生型および変異型（塩基置換、塩基対ミスマッチ、一本鎖）の応答配列 DNA を用い、SPR 測定を行った。野生型のシグナル強度が他の 4 倍以上であったことから、結合の特異性が確認された。次に、シグナル強度の GC 濃度依存性を調べた。GC の濃度増加（10～1000 nmol/l）にともないシグナルは直線的に増加したことから、シグナル強度から GC 濃度を決定できることを確認した。検出感度については、少なくとも 10 nmol/l の GC を安定に検出することができた。一般に、安静時の血中 GC 濃度は 5 nmol/l 程度、緊張時の濃度は 30 nmol/l 程度であり、本手法により、両者を判別するストレス関連物質センサの基本性能を実証した。

さらに、ストレス指標の別のホルモンであるテストステロンと GC とを組み合わせて検査することにより、ストレス指標の確度を向上させることを狙い、再現性の高い GC の検出の成果を基に、高配向 DNA 自己組織化分子膜と表面プラズモン共鳴（SPR）を組み合わせ、テストステロンの検出を試みた。

GC と同様に、テストステロンにおいてもその受容体（アンドロゲンレセプター）との複合体が DNA の特異的塩基配列を認識して結合する事が知られており、複合体を効率良く捉えるための認識配列を有する DNA センサプローブを新たに設計した。この設計を基にセンサプローブ DNA を構成する3種類のオリゴ DNA を合成し、センサ基板を作製した。

3. 嗅覚センサ

小型で省電力の薄膜タイプで携帯可能な匂い・香りセンサの開発を試みた。 そのために半導体加工プロセスを応用して、機能性・導電性有機感応膜を電極上にアレイ化し、匂い・香りセンシングに新たな可能性を与えることを目指した。

まず、Thiol SAM 固定化 poly (pyrrole) 膜を電気化学的手法で作製した。金電極を作用電極とし、対電極に白金電極、参照電極に Ag/AgCl 電極を用いた。重合溶液として、Acetonitrile 溶液中に Pyrrole 0.05 M、支持電解質 tetra-n-butyl ammonium perchlorate 0.15 M となるように調製したものを用いた。この重合溶液に各種チオール (PPO-calixthiol、NIPAM-calixthiol、calixthiol、Decanethiol、Thioxyrenol、mercaptoethanol) を固定化した銅微粒子を懸濁させ、電解重合を行った。その後、得られた膜を 24 時間真空乾燥させることで Thiol SAM 固定化 poly (pyrrole) 膜を調製した。

図 3-5 は各種 Thiol SAM 固定化 poly (pyrrole) の NH_3 ガス応答の濃度依存性を示したものである。従来の研究において、Penza らは、poly (pyrrole)を LB 膜として調製したとき、検出限界が 100ppm であると報告している。さらに表面アコーディオン波による測定により、検出限界は 18ppm にまで改善しているが、我々の方法では、calixthiol を鋳型にした Thiol SAM (●, ■, ◆) を固定化することで、数 ppm までガス応答能が改善された。さらに Thioxyrenol (○) や Decanethiol (□)を固定化した poly (pyrrole) 膜はサブ ppm オーダーの低濃度領域で NH_3 を検出できた。

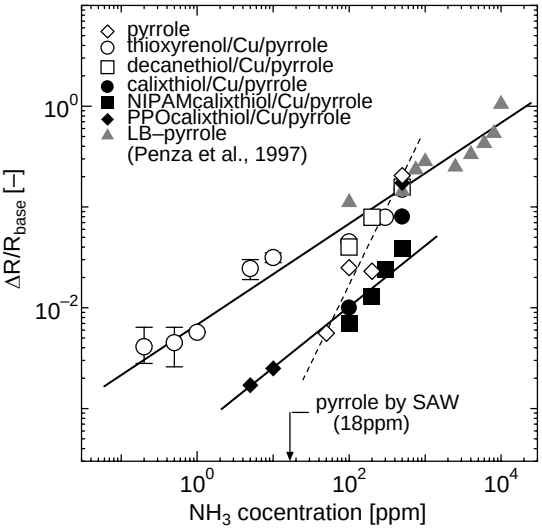
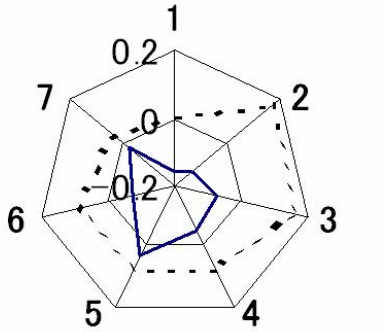


図 3-5 Thiol SAM 固定化 poly (pyrrole) 膜の NH_3 ガスに対する応答特性

図 3-6 は 25℃、湿度 60 % での、NH_3 (500ppm) 、$HS(CH_2)_2OH$ (25 mg/ml) に対する各種有機感応膜 のガス応答を示したグラフである。これらは人間の口臭から最も出る微量ガスで健康状態の判断の指標である。これより、calixthiol を鋳型にした Thiol SAM に対する NH_3、$HS(CH_2)_2OH$ のガス応答に顕著な差が認められ、両者のガス応答パターンを分離できた。このほか、数種類のガスについても抵抗値変化によるパターン化を行うことができた。以上のことから、poly (pyrrole) 膜に Thiol SAM を担持することでセンサ感応膜の感度の向上およびパターン化の精度改善が図れることが示された。また、口臭成分のパターン分離により健康状態の早期診断にも期待される。



1.mercaptoethanol-Cu
2.PPOcalixthiol-Cu
3.decanethiol-Cu
4.calixthiol-Cu
5.poly (thiophene)
6.thioxyrenol-Cu
7.NIPAMcalixthiol-Cu

図 3-6. 各種 Thiol SAM 固定化 poly (pyrrole) 膜による NH_3（破線）, $HS(CH_2)_2OH$（実線）のパターン認識

4. 味覚センサ

本研究においては、生体機能模倣型あるいはリポソームをセンサの薄膜に固定化し、人間の味覚を模倣した高感度な味覚センサ材料として活用することを目指した。リポソームは人間の味覚細胞を模倣した人工的な細胞膜として近年注目が高めてセンサ材料として広く応用されている。しかし、金電極上に固定化すると構造が破壊され単なる脂質二重膜になって細胞膜と同じような機能が失われる。従って、固定化の技術の確立を目指すとともに、味覚物質に対する応答性を電気化学的な手法で確認した.

図 3-7 に金電極へ固定したリポソームの AFM 像を示す。固定化手法としてリポソーム膜を作製する時、1-octadecanthiol を混合して直接金電極表面に化学吸着させた。他の固定化手法と比較して、構造が破壊せず、非常に均一な膜が出来ていることが、AFM 測定により分かった。

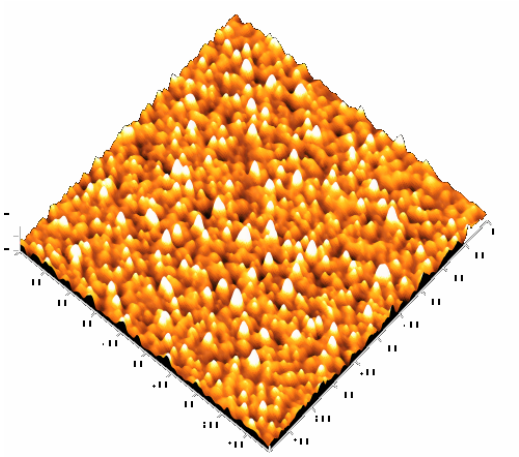


図 3-7 金基板上に展開されたリポソームの AFM 像

固定化したリポソーム膜を用いて苦味・甘味・塩辛さ・酸味に対する電気化学的な応答を調べた。図 3-8 はそれぞれの味に対する電流値の変化を示している。また、異なるリポソーム膜を用い、得られた結果をプロットすることで 4 つの膜に対してパターンを得ることが出来た。(H. S. Jung, et al., Mol. Cryst. and Liq. Cryst.(2007))

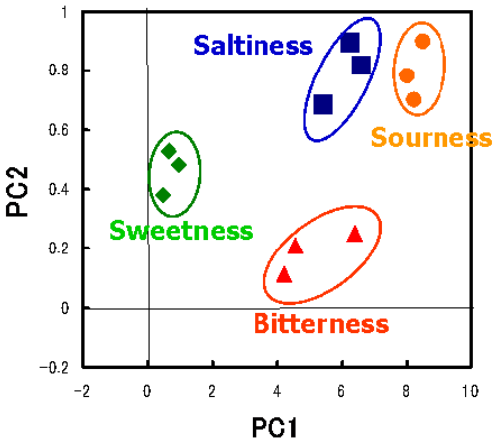


図 3-8 4 種類のリポソーム膜における、4 種類の味覚の電気化学的応答

得られた電気化学応答から4つの味覚物質を識別するために、主成分分析手法で検討した。その結果、4 つのパターンを分離することに成功した。更に、人間の舌でははっきりとは識別することが難しい缶コーヒの味を識別すると、メーカーにより微妙に違う味を判別することができた。

(B) 酸化物表面ナノリソグラフィ技術の開発

(A)において金属酸化物薄膜が高感度な赤外線センサとして、有効に働くことを見た。これを微細加工し、アレイ化することによって、赤外線イメージングが可能になる。また、有機/バイオ分子を自己組織化させるために、金属酸化物基板が有効である。しかし、一般に金属酸化物はナノ加工が難しい。フォトリソグラフィを用いても、1μm 以下の加工を行うのは通常困難である。そこで、本研究においては、プロジェクトを側面から支える基盤技術の向上を目指す目的で、金属酸化物表面のナノリソグラフィ技術の開発を目指した。その結果について順に述べていく。

1. 直接的 AFM リソグラフィ

本研究では、原子間力顕微鏡(AFM)を導電性酸化物薄膜のパターニングに用いた。AFM は、試料表面を原子スケールで観察する手段として広く用いられているが、これを試料表面のナノ加工に応用することができる。通常の AFM 装置を用い、探針に導電性のものを用い、サンプル表面に電界を引加(探針側が負電界)すると走査部分が、酸化し盛り上が

ってくるのが観測される。これは探針部分に吸着した水をマイクロセルとして、試料表面が局所的に陽極酸化されることによると考えられている。物質によっては酸化物パターンをエッチングで選択的に除去することができ、薄膜に溝が形成される。

図 2-9 にこの手法を用いて作製した、LBMO のナノチャネル構造の 3D-AFM 像を示す。チャネル幅は約 30nm であり、約 5μm の長さに渡って均一であった。このナノチャネルの電気特性を測定したところ、バルクと同等の物性を示す、品質の高いものであった。(M. Hirooka, et al., Appl. Phys. Lett. (2006))

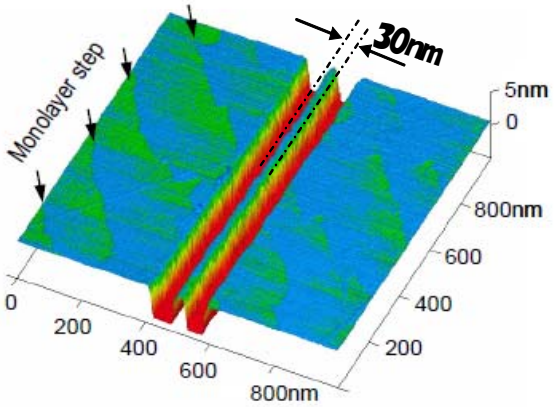


図 2-9 直接的 AFM リソグラフィを用いて作製された LBMO ナノチャネル

LBMO とは対照的に、超巨大磁気抵抗を示す(La,Pr,Ca)MnO_3 のナノチャネル構造体の電気伝導測定を行ったところ、幅 500nm のナノチャネルについては、50K において磁場存在下、3 桁におよぶ急激な抵抗変化を観測していた(図 2-10)。チャネル幅が 1μm、10μm のマイクロチャネルについては、そのような急激な抵抗変化は見られなかった。これは、(La,Pr,Ca)MnO_3 が、電荷秩序絶縁相と強磁性金属相との 2 相の混合状態であり、一つのドメインのサイズが、ちょうどナノチャネルのチャネル幅(500nm)と同程度であり、ナノチャネル中の単一ドメインの相転移によって、ナノチャネルの電気的振る舞いが絶縁体から金属へと急峻に変化したことが原因であると考えられる。(Y. Yanagisawa, et al., Appl. Phys. Lett. (2006))

本研究は、金属酸化物ナノ構造体を作製することにより、新規な物性が見いだされた例である。この現象を利用すれば、酸化物センサの感度の向上が可能であると考えられる。一つの酸化物ドメインを切り出し、光、電場、磁場などの外場によって相転移を誘起することにより、優れた感度が期待できる。

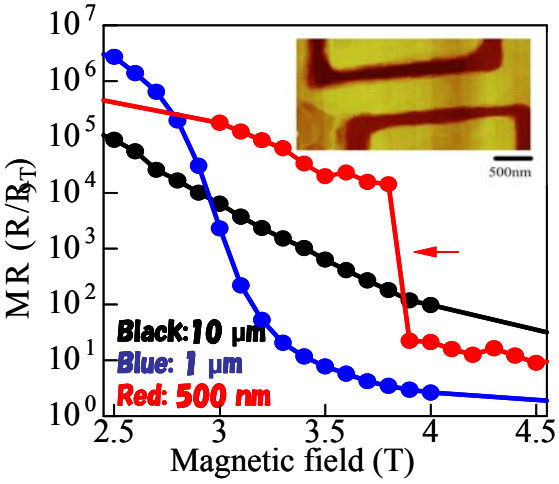


図 2-10 (La,Pr,Ca)MnO_3 ナノチャネル(挿入図)の磁気抵抗効果。(黒 10μm 幅、青 1μm 幅、赤 500nm 幅)

2. モリブデン・ナノマスク-AFM リソグラフィ法

AFM リソグラフィは、酸化物薄膜をナノ加工する手段として非常に有力であるが、適用範囲が限られる。まず、電気化学的反応を利用するため、酸化物薄膜に導電性がなければならない。そのため、絶縁体の加工は原則不可能である。また、導電性があるものでも、AFM による局所的電気化学反応によりパターニングができないものや、FMO($Fe_{2.5}Mn_{0.5}O_4$)のように、パターンが形成してもエッチングによって、除去できないものも存在する。

本研究において、これらの問題を解決でき、ユニバーサルナノ加工技術となりうる、モリブデン・ナノマスク-AFM リソグラフィ法を開発した。まず、酸化物薄膜の上に PMMA 薄膜をスピンコートし、その上に金属膜をスパッタで形成する。続けて、その Mo 薄膜を AFM リソグラフィを用いて加工を行う。Mo は金属であるため AFM による加工が容易で、陽極酸化されると水溶性の MoO_3 となるため、基板を純水中で数分間超音波洗浄するだけで、パターンが

除去できるという利点がある。その MoO_3 の除去後、この Mo マスクをレジストとして、Ar イオンによるドライエッチングを行うことにより、Mo パターンを PMMA 層に転写する。

この Mo/PMMA の 2 層パターンをレジストとして、ドライエッチングまたはウェットエッチングを行うことにより、金属酸化物薄膜を加工する。その後、Mo/PMMA パターンをアセトンで除去することにより金属酸化物薄膜のナノパターンを得る。

図 2-11 に、この手法を用いて作製した FMO の横型電界効果トランジスタを示す。FMO を直接的 AFM リソグラフィで加工すると、ナノパターンは形成するものの、エッチングでパターンを除去することができない。しかし、AFM リソグラフィを用いてモリブデン・ナノマスクを作製し、リン酸でケミカルエッチングを行うことにより、図 2-11 のようなナノパターンが形成できた。これまでにナノチャネルは 50nm 幅、エアギャップ部は 60nm 幅を実現している。(L. Pellegrino, et al., Adv. Mater. (2006))

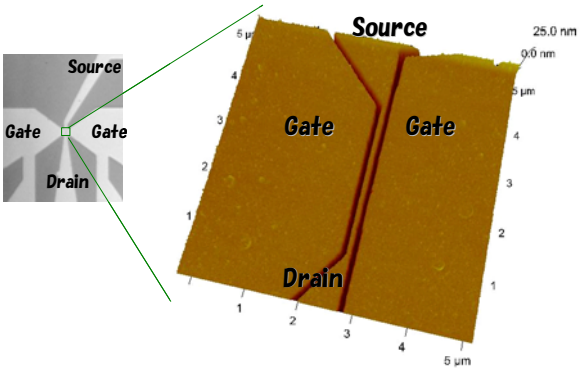


図 2-11　モリブデン・ナノマスクーAFM リソグラフィ法により作製した FMO ナノ FET

3. AFM リソグラフィ-モリブデン・リフトオフ法

直接的 AFM リソグラフィと Mo ナノマスク-AFM リソグラフィ法は、基本的に薄膜に細い溝や細孔を形成するための手法である。本研究においては、酸化物の細線やナノドット作製のための、リフトオフ法をベースとした酸化物ナノ加工法を開発した。

リフトオフ法自体は金属のパターン形成などに広く用いられているが、通常の高分子のレジストを用いたリフトオフ法を単純に金属酸化物のパターン作製に適用した場合、金属酸化物の形成は通常数百℃という高温で行われるため、高分子のレジストは壊れてしまう。

そこで、我々は AFM リソグラフィで加工した Mo ナノマスクをレジストにしたリフトオフ法を試みた。Mo は高融点金属であるため、数百℃の温度でも安定である。Mo リフトオフの手順であるが、まず、アルミナ基板上に厚さ約 20nm の Mo 層をスパッタで形成し、続けて AFM リソグラフィによって MoO_3 のパターンを作製する。MoO_3 層を純水中でエッチングすることによって除去し、幅約 150nm の溝を作成した後、厚さ 10nm の FMO 薄膜を PLD で蒸着した。基板温度は 340℃で行った。これは通常の高分子のレジストならば溶融したり変形したりする温度であるが、モリブデンは高融点金属であるため、そのような溶融或いは変形は決して起こらない。サンプルを冷却後、モリブデン層を過酸化水素水で除去することにより、図 2-12 のようなナノ細線が得られた。

この図から、ナノ細線が、典型的な結晶粒の大きさ(100-300nm)と比べるとほとんど均一で平坦であり、グレイン構造になっていないことがわかる。ゾルゲル法を利用し、酸化物の前駆体溶液をリフトオフ法によりパターンし、それを高温で結晶化させることにより酸化物のナノ構造を得る手法がいくつか報告されているが、これらの研究では、得られた酸化物ナノ構造体はグレイン構造になり、デバイス応用を考える上では問題となる。しかし、本研究において得られたナノ構造体

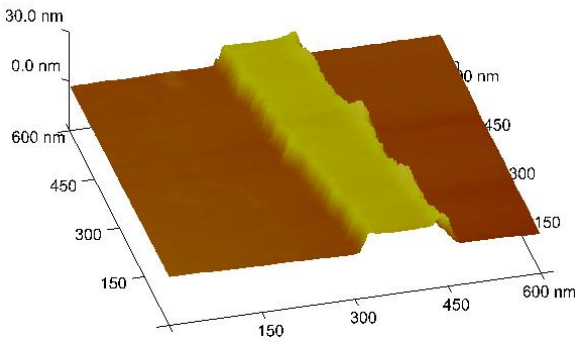


図 2-12. Mo リフトオフ法により作製された FMO ナノ細線の 3D-AFM 像。

は、グレイン構造を取らず平坦であることから、デバイスへの応用も可能な高い品質が期待できる。（N. Suzuki, et al., Adv. Mater., in press、特願 2006-228382）

4. NIL-モリブデン・リフトオフ法

Mo リフトオフ法を大面積加工法へと拡張するために、Mo 膜のパターニングにナノインプリント・リソグラフィ（NIL)を用いる研究も行った。NIL はナノサイズの加工技術として、近年急速に注目を集めるようになっている。

本研究では、光ナノインプリント法を用いて作製された高分子パターンを用い、通常のリフトオフプロセスによって、モリブデンパターンを得る。こうして得られたモリブデンパターン上に FMO を高温下で蒸着し、サンプル冷却後、モリブデンを過酸化水素水で除去することにより FMO のパターンが形成する。

図 2-13 に、得られた FMO パターンの SEM 像を示す。約 120nm のナノアレイが形成しているのが分かる。このナノアレイに対し、X 線回折測定を行ってみたところ、FMO に帰属するピークがはっきりと現れており、FMO ナノアレイが基板からエピタキシャルに成長していることが分かった。（鈴木直毅他, 真空, in press, N. Suzuki et al., Small, submitted）

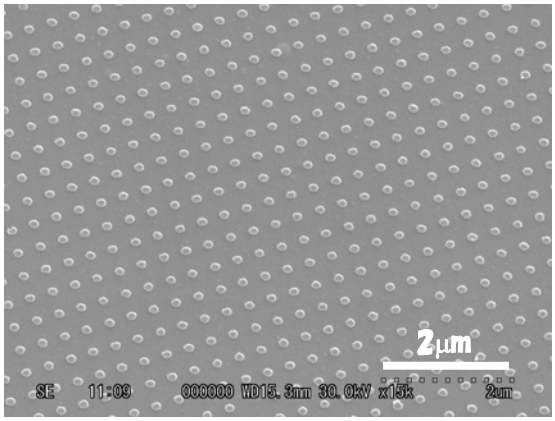


図 2-13 NIL-Mo リフトオフ法により作製した FMO の 120nm ドットパターン

また、この手法により、LBMO 薄膜のパターニングも行ってみた。LBMO のパターニングをする際には、蒸着温度が約 700℃と FMO 形成時よりも高く、これにより蒸着中に Mo 膜が結晶化してしまい、FMO と同様な条件で除去することが不可能であった。

しかし、1M の NaOH と 10^{-3}M の HCl を用いることにより、除去することができた。また、Mo 膜の代わりに Mo/SiO_x の 2 層膜を用いることにより、Mo 膜の結晶化を防ぐことができ、Mo を FMO とほぼ同じ条件で除去することができた。図 2-14 に、Mo/SiO_x の 2 層膜を用いて作製した LBMO の 300nm ドットパターンの SEM 像を示す。本研究においては 200nm 程度までのドットパターンの作製に成功している。また、このナノアレイに対しても、X 線回折測定を行ってみたところ、LBMO に帰属するピークがはっきりと現れており、基板からエピタキシャルに成長していることが分かった。

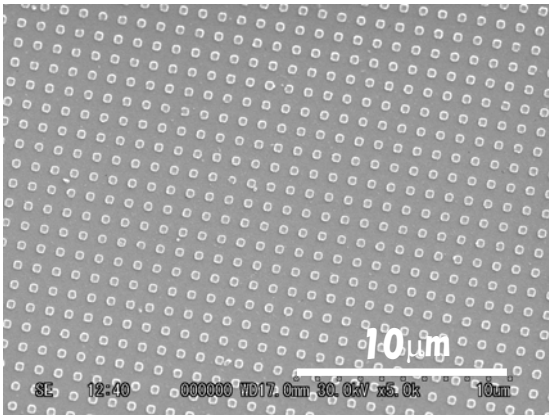


図 2-14 Mo/SiO_x 2 層膜を用いて作製した LBMO の 300nm ドットパターン

(2)研究成果の今後期待される効果

本サブテーマにおいては、多様な外場応答機能を持ついくつかのセンサ材料を開発した。今後は、これらのセンサ材料を、同じく本サブテーマで開発されたナノ加工技術を利用したプログラムパターン上にボトムアップ的に形成し、原子・分子スケールで組み合わせて、

多様な情報に高感度に応答する五感センサの実現が見込まれる。

また、赤外線センサに関しては、LBMO/STO 薄膜を使うことにより、市販の赤外線センサよりも高感度なものが得られている。酸化物の加工は、通常容易ではないが、Mo リフトオフ法により、大面積加工への道も開けたので、将来的には LBMO 素子をアレイ化し、位置敏感性を持たせることによって、赤外線カメラとして用いることが考えられる。

さらに、オムロンが開発したセンシングアルゴリズムを赤外線カメラへ応用することにより、群集の将棋倒し・群集なだれを起こす危険な密集状態を、事前に検知することが可能であることが示された。この研究においては、市販の赤外線カメラを用いて、主として健常者が群集となったときの挙動を見守るものであったが、本プロジェクトで得られた高精度の赤外線センサを用いることによって、健常者に混じった障害者の見守りなどにも発展させることができると期待される。

また、本プロジェクトで開発された酸化物薄膜のナノリソグラフィ技術は、酸化物エレクトロニクスの分野において、大きな進歩をもたらすものである。本プロジェクトにおいて、$(La,Pr,Ca)MnO_3$ ナノチャネルが、チャネル幅を小さくすることにより、磁場存在下、巨大な抵抗変化を示すことを見いだされた。この現象を応用して、一つの酸化物ドメインを切り出し外場によって相転移を誘起することにより、センサやメモリにおいて、優れた ON-OFF 比を実現することが可能であると考えられる。

また NIL-Mo リフトオフ法が有効であることから、将来的には様々な機能性酸化物ナノデバイスの大面積への高集積化がこの手法によって可能になると考えられる。

３．４ プローブ顕微鏡による分子識別、計測技術の開発（大阪大学　川合グループ）

(1)研究実施内容及び成果

本サブテーマにおいては、上記の種々のテーマを支えるものである。いずれのテーマにおいても、観測・評価の必要性があるが、既存のプローブ顕微鏡では観測対象としなかった情報を含めて観測を行う事で、これまでにない知見が得られると考えた。そこで AFM を基礎とした新規の観測技術を開発した。一方 STM を用いる事により、高分解能観察による分子識別を目指した。特に生体分子を失活等の無い条件で測定するには、サンプルの作成方法が重要な鍵を握る。生体分子の中でも、大気中での DNA 観察に際し、新たな STM 測定手法を開発した。

(A) AFM を基礎とした新規の観測技術

点接触電流画像化原子間力顕微鏡 (Point-contact Current-Imaging Atomic Force Microscopy, PCI-AFM)

PCI-AFM は試料と探針のダメージを少なくし、高い分解能と充分な電気的接触を両立して、トポグラフと電流画像を取得する方法である。図 4-1 の模式図のように、タッピングモード測定と、ポイントコンタクト測定をダイナミックに組み合わせることで実現した。（Y. Otsuka, et al., APL(2003)、USPAT 7088-120B2）

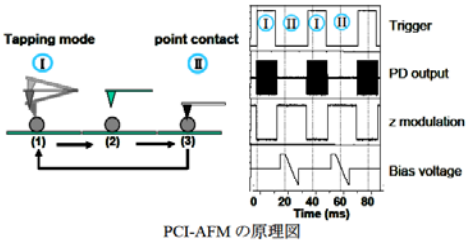


図 4-1　PCI-AFM の原理図

そこで、実際にこれを用いて、DNA の測定を行った。DNA は他の多くのパイ電子を有する高分子と同様に、化学ドーピングによりポーラロンを生成し、ホッピング伝導を示すことが明らかになった。しかし、その電気伝導度は小さいので、単一や少数分子の DNA では、電流は計測器の検出限界以下にすぎない。実際、われわれのグループで開発したナノテスター（PCI-AFM）を利用して、DNA ネットワークの電流経路画像化を行った。湿度 15％程度の乾燥した状態では、電流画像には何も観測されず、検出可能な電流下限値（約 5pA）を超える電流は流れないことがわかった。と

ころが、湿度 60%で測定すると、DNA ネットワークのトポグラフ像に対応する形で、電流画像も観察された。この電流画像には電極からの距離依存性も無いことから、DNA に吸着した水分子層の電気二重層への充放電や、プロトン伝導など、いくつかの可能性が考えられる。これまで DNA の電気伝導に関する多くの実験結果が発表されてきたが、大気中で行われた測定結果に関して再検討を迫る重要なデータを得た。(A. Terawaki, et al., Appl. Phys. Lett)

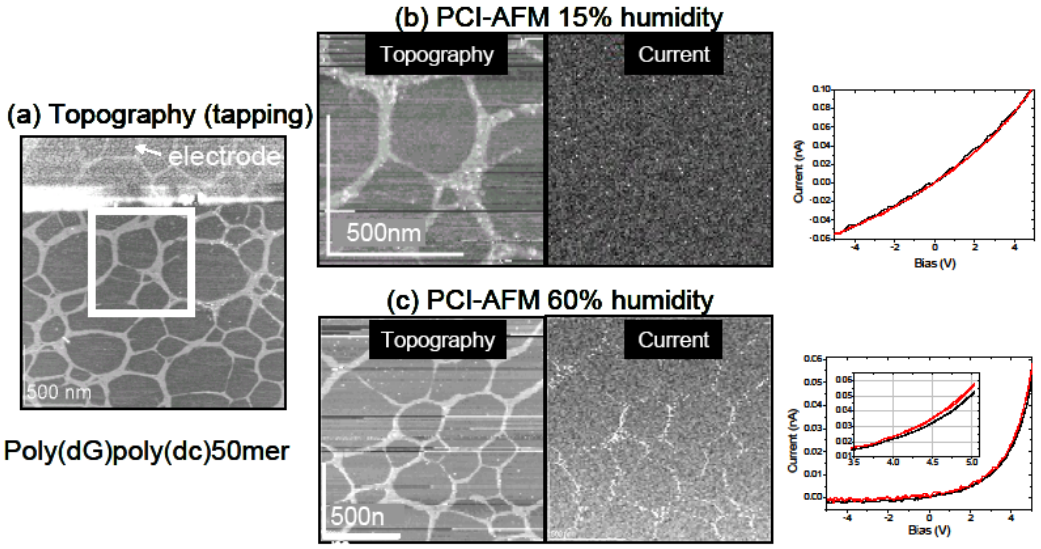


図 4-2 点接触電流画像化原子間力顕微鏡で測定した DNA ネットワーク

(B) 分子デバイス作製と評価のための要素技術の開発

分子を電子部品として、ナノサイズの情報処理デバイスを構築しようとする分子スケールエレクトロニクスが注目を集めている。ナノサイズのリソグラフィや走査プローブ顕微鏡の普及により、ここ数年で、単一分子の電子物性に関する理解は大きく進歩した。しかし、分子スケールエレクトロニクス研究の最も大きな課題は、如何にして、どのような情報システムを組み上げるかについて具体的な展望に欠け、そのための技術もまだ不透明なことにある。

分子によって実現すべき情報システムは、既存の半導体素子の置き換えではなく、熱統計的に不可避である欠陥を許容するようなネットワーク構造によるものであろう。本研究ではこの考えに基づき、自己組織的な分子ネットワークを構築し、このネットワークへの入出力方法を確立した。プログラム自己組織化やシーケンシャル自己組織化の概念を導入し、回路網を構成する異質かつ複数の成分をもつネットワークを形成した。このとき、生物学に関連する物質や手法を援用したボトムアッププロセスを採用することで、高い選択性と特異性を導入した。また、入出力のためには、分子ネットワークに適合したトップダウン手法を開発して、既存のエレクトロニクスへの接続を試みた。

バイオセンサや自己組織化分子デバイスの研究開発をサポートする「見る」・「調べる」ための一分子可視化・計測技術“界面を見て測る技術を我々は独自に開発してきた。
パルス噴霧法の開発により、加熱蒸着できない超分子などの蒸着（基板固定）法が可能となり、清浄表面上の巨大分子の観察においては、原子分子スケールの構造と電子状態の情報を得ることができる世界で唯一の測定技術を確立してきた。(Hiro. Tanaka, et al., Surf. Sci. 539, L531-L536 (2003))

例として、Porphyrin3 分子を環状の Mo-CrownCluster に内包させたモデルと、実際の STM 像及びそれらの電子状態を示すトンネルスペクトルを図 4-3 に示した。(A. Tsuda, et al., Angew.Chem.Int.Ed 46 6327-6331 (2004).)

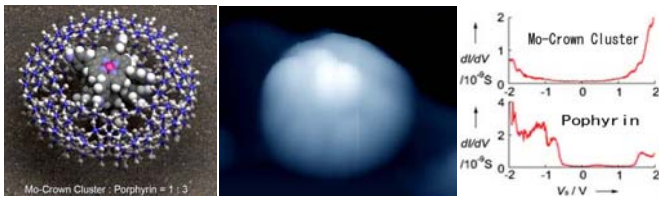


図 4-3　環状の Mo-CrownCluster に内包させた porphyrin3 分子のモデルと、実際の STM 像及びそれらの電子状態を示すトンネルスペクトル

STM を用いる事での DNA の高分解能観測を目指した。特に生体分子を失活等の無い条件で測定するには、サンプルの作成方法が重要な鍵を握る。生体分子の中でも、大気中での DNA の観察に際し、新たな STM 観察手法を開発した。STM に用いられる導電性基板上に DNA を散布しても、概ね凝集やバンドル化などが見られ、STM の本来有する分子分解能が必ずしも生かされない。そこで一本の伸びた DNA を観測するために、サンプリング技術の開発を含めて行った。

金基板をメルカプトアニリンで処理した後、DNA を散布し、その上に有機溶媒であるデカンで被覆した。このデカン中で液中 STM 測定を行った。液中で STM 測定を行う利点として、大気中の水分子吸着による電気化学反応の誘発を抑える事が出来ることや溶媒の気化に伴う DNA の凝集を防ぐ事が出来る事が挙げられる。上記のサンプル作製条件で測定した結果を右図に示す。太くバンドル化した部分も見受けられるものの、一本の二重螺旋の DNA の部分も観察できた。

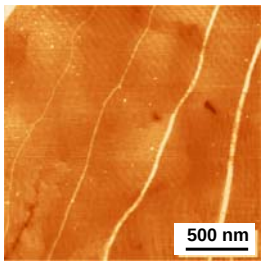


図 4-4　DNA の液中 STM 測定

また、DNA の電気化学的な構造に着目し、さらなる DNA のサンプリング手法を開発した。DNA は良く知られているように、リン酸基の酸素がマイナスにチャージしており、電気化学的に不安定な状態であり、このリン酸基にプラスイオンが付着する事により安定化する。この不安定－安定状態の違いは、図に示すように、DNA の構造へ影響を及ぼす。プラスイオンが不足し、電気化学的に不安定な球状 DNA（図 4-5A）は、45mM の NaCl バッファーの添加によりほぐれ（図 4-5B）、さらに、0.4m/sec の 45mMNaCl バッファー流により伸張する事（図 4-5C）が確認された。

この手法は、DNA の基本構造を利用しているため、DNA 配列に関わらず高い再現性で実現可能である。特にこの手法では、DNA を図 A に示すように、負に帯電し丸まった状態でサンプリングを行う為、高密度 DNA のサンプリングにおいても、凝集する事なく、一様な DNA 分布を実現できるメリットがある（論文投稿中）。実験では、平均(237.2/μm^2 の球状 DNA を金基板上へ一様分布させ、平均 206.4/μm^2 の伸張した DNA 配列を実現した。

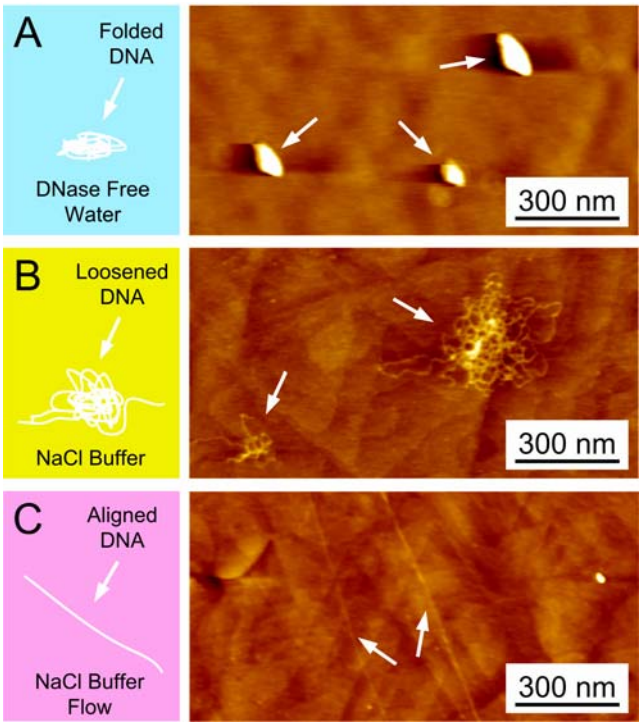


図 4-5　DNA の AFM 像。A:かたくバンドルした DNA。B:NaCl バッファーの添加によりゆるんだ DNA。C:バッファー流により伸張された DNA。

上記のように、直接金基板上へ DNA を凝集させずに伸張し、かつ、濃度分布を制御できる手法は、STM測定を効率的に行う際の重要な要素であり、本研究で得られた大きな成果だと考えられる。

さらに我々は、プログラム自己組織化のコンセプトを元に、DNA オリゴマーのリン酸部位にアルキルアミンを結合させる反応を、水と有機溶媒の界面で起こして単分子膜を作製して、この単分子膜を基板に固定させる手法を開発した（特願 2007-196620）。

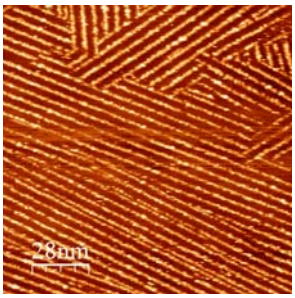


図 4-6　DNA-アルキルアミン複合体の STM 像。

作製した基板を STM で観察して得られた像を右図に示す。DNA—オクチルアミン複合体がダイマーを形成した上でグラファイト基板表面にエピタキシャル配向していることがわかり、DNA はオクチルアミンと結合することで伸張した状態になってグラファイト表面に配列していることが解析結果から得られた。(T. Takami, et al., Appl. Phys. Lett., submitted) 本研究で開発した一本鎖 DNA オリゴマーの伸張固定法によれば、一本鎖ヌクレオチド多量体を単分子膜として固体表面に安定して固定化することができるので、超高真空を用いる従来の方法と異なり、大気圧下で1分子のヌクレオチド多量体（DNA またはRNA）のシークエンシングが可能となる。さらに、本研究により、従来は困難であった DNA や分子ワイヤーの分子内構造の計測の安定性および再現性が向上し、単分子デバイスの実現において鍵となる技術のひとつになると考えられる。

また、ナノ構造を導電接合する要素技術として、硝酸マンガンを用いたナノ導電架橋法を開発した（特願 2007-112431）。例として右図に、探針電極(図 4-7 中 1)に付着してワイヤー状となって引き伸ばされた硝酸マンガン六水和物(図中 2)の SEM 像を示す。このナノ材料の導電接続方法は、液状であるために自由度が大きく、しかも再現性良く良好な導電接続を形成することができ、単電子デバイス、有機分子メモリ等のデバイスにおける導電接続、DNA、タンパク質等の微細な物質を観察する走査トンネル顕微鏡の探針電極との接続等において利用することができる。

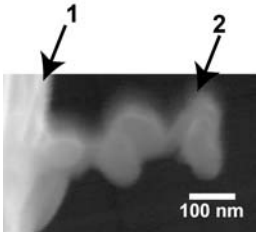


図 4-7　ワイヤー状に引き伸ばされた硝酸マンガン六水和物の SEM 像

(2)研究成果の今後期待される効果

本サブテーマにおいては、既存の測定手法の改良やサンプル作製技術の開発に成功した。今後はこれらの技術を利用する事により、物理現象や生命現象の詳細な理解が可能となり、延いては微細な構成因子から成るデバイスの構築や生体内反応の単分子レベルでの追跡が達成できるであろう。

特に、AFMを基礎とした点接触電流画像化原子間力顕微鏡は、局所的な電子移動の観測を可能にするものであり、微細な物質の導電性評価に必需である。実際に、ナノテスターとして他の研究施設でも採用されており、細部での物性評価をする為に必要な装置として認識されている。即ち分子デバイス等の、微細な構造を有するデバイスが構築された際、局所的或は包括的な評価装置として大きなニーズがあると考えられる。

一方の STM による高分解能観測に関しては、生体分子である DNA を大気圧下で測定したことに大きな意義がある。これまで通常 STM の測定は超高真空下で行われ、生体分子を失活させずに観測するには不向きな測定手法の1つであったといえる。しかしながら、今回の成果が示すように、液中 STM の測定を有機溶媒で被覆したサンプルで行うことによって DNA の測定が可能になった。本研究で新たに開発したサンプル作製手法は、DNA に限らず生体分子全般に対し応用でき、生体内に限りなく近い条件での高分解能測定の可能性を示すものである。即ち生体を構成する要素の詳細な情報が集積された後には、生命現象の定量化への道が拓かれるであろう。

4 研究参加者

① 大阪大学グループ（バイオ分子デバイス、生体情報ナノデバイス、多次元自己組織化五感センサ・メモリ、プローブ顕微鏡による分子識別・計測技術の開発）

氏 名	所 属	役 職	研究項目	参加時期
川合知二	大阪大学産業科学研究所	教授	全体の総括	H14.11～H20.03
田畑 仁	大阪大学産業科学研究所	教授	生体情報ナノデバイス	H14.11～H19.03
松本卓也	大阪大学産業科学研究所	助教授	バイオ分子デバイス、プローブ顕微鏡による分子識別、計測技術の開発	H14.11～H20.03
田中秀和	大阪大学産業科学研究所	助教授	多次元自己組織化五感センサ・メモリ	H16.4～H20.03
谷口正輝	大阪大学産業科学研究所	助手	バイオ分子デバイス	H14.11～H20.03
柳田 剛	大阪大学産業科学研究所	助手	多次元自己組織化五感センサ・メモリ	H18.04～H20.03
崔 龍成	大阪大学産業科学研究所	客員研究員	生体情報ナノデバイス	H14.11～H15.03
李恵ﾘｮﾝ	大阪大学産業科学研究所	特任助教授	生体情報ナノデバイス	H14.11～H20.03
唐山英明	大阪大学産業科学研究所	特任研究員	多次元自己組織化五感センサ・メモリ	H16.04～H16.12
小嶋 薫	大阪大学産業科学研究所	CREST 研究員	バイオ分子デバイス	H15.02～H18.09
大竹才人	大阪大学産業科学研究所	CREST 研究員	生体情報ナノデバイス	H15.02～H17.04
安立京一	大阪大学産業科学研究所	CREST 研究員	バイオ分子デバイス	H15.04～H20.03
鄭 浩燮	大阪大学産業科学研究所	CREST 研究員	多次元自己組織化五感センサ・メモリ	H16.04～H17.03
鈴木直毅	大阪大学産業科学研究所	CREST 研究員	多次元自己組織化五感センサ・メモリ	H17.04～H20.03
李 奉局	大阪大学産業科学研究所	CREST 研究員	生体情報ナノデバイス	H17.05～H20.03
松浦 寛	大阪大学産業科学研究所	CREST 研究員	プローブ顕微鏡による分子識別、計測技術の開発	H17.06～H20.03
高見知秀	大阪大学産業科学研究所	CREST 研究員	プローブ顕微鏡による分子識別、計測技術の開発	H18.10～H19.09

宇野　毅	大阪大学産業科学研究所	CREST 技術員	生体情報ナノデバイス	H15.04～H18.12
金井真樹	大阪大学産業科学研究所	研究補助員	プログラム自己組織化の研究データ整理、及び、図表作製	H15.04～H20.03
管野誉士	大阪大学産業科学研究所	研究補助員	図表作製	H16.04～H16.08
藤林乃理子	大阪大学産業科学研究所	研究補助員	プログラム自己組織化の研究データ整理、及び、図表作製	H15.01～H20.03
玉井千恵美	大阪大学産業科学研究所	研究補助員	プローブ顕微鏡による観察	H18.03～H18.11
山下　牧	オムロン株式会社技術本部	執行役員常務・技術本部長	多次元自己組織化五感センサ・メモリ	H16.04～H18.03
緒方司郎	オムロン株式会社技術本部センシング研究所	所長・主任技師	多次元自己組織化五感センサ・メモリ	H16.04～H18.03
今仲行一	オムロン株式会社技術本部	執行役員常務・技術本部長	多次元自己組織化五感センサ・メモリ	H18.04～H20.03
荒尾真樹	オムロン株式会社技術本部センシング＆コントロール研究所	所長	多次元自己組織化五感センサ・メモリ	H18.04～H18.05
福島善彦	オムロン株式会社技術本部センシング＆コントロール研究所	所長	多次元自己組織化五感センサ・メモリ	H18.05～H20.03
矢野　智	オムロン株式会社技術本部センシング＆コントロール研究所	主幹	多次元自己組織化五感センサ・メモリ	H16.04～H18.07
來海雅俊	オムロン株式会社技術本部センシング＆コントロール研究所	リーダー	多次元自己組織化五感センサ・メモリ	H18.07～H20.03
谷　喜東	オムロン株式会社技術本部センシング研究所	研究員	多次元自己組織化五感センサ・メモリ	H16.04～H20.03

竹本英治	オムロン株式会社技術本部センシング研究所	研究員	多次元自己組織化五感センサ・メモリ	H16.09～H19.07
米原　徹	東レ（株）先端融合研究所	副所長	多次元自己組織化五感センサ・メモリ	H16.10～H20.03
信正　均	東レ（株）先端融合研究所	主幹	多次元自己組織化五感センサ・メモリ	H16.04～H18.10
中村史夫	東レ（株）先端融合研究所	主幹	多次元自己組織化五感センサ・メモリ	H18.10～H20.03
三和敬吏	東レ（株）先端融合研究所	主任研究員	多次元自己組織化五感センサ・メモリ	H16.04～H20.03
日笠雅史	東レ（株）先端融合研究所	主任研究員	多次元自己組織化五感センサ・メモリ	H16.04～H20.03
村上裕二	東レ（株）先端融合研究所	研究員	多次元自己組織化五感センサ・メモリ	H18.03～H20.03
田中慎一	大阪大学産業科学研究所	学生	バイオ分子デバイス	H15.04～H16.03
大塚洋一	大阪大学産業科学研究所	学生	バイオ分子デバイス	H15.04～H18.03
寺脇　歩	大阪大学産業科学研究所	学生	バイオ分子デバイス	H15.04～H16.03
山田郁彦	大阪大学産業科学研究所	学生(D3)	バイオ分子デバイス	H15.04～H20.03
屋嘉比友子	大阪大学産業科学研究所	学生(M2)	生体情報ナノデバイス	H15.04～H16.03
小林俊之	大阪大学産業科学研究所	学生	バイオ分子デバイス	H15.04～H16.03
片岡　誠	大阪大学産業科学研究所	学生	バイオ分子デバイス	H15.04～H17.03
大西正敏	大阪大学産業科学研究所	学生(D3)	多次元自己組織化五感センサ・メモリ	H16.04～H18.10
柳澤吉彦	大阪大学産業科学研究所	学生(D3)	多次元自己組織化五感センサ・メモリ	H16.04～H19.03
廣岡誠之	大阪大学産業科学研究所	学生(M2)	多次元自己組織化五感センサ・メモリ	H16.04～H17.03
山崎龍二郎	大阪大学産業科学研究所	学生(M2)	生体情報ナノデバイス	H16.04～H17.03
李　尚恩	大阪大学産業科学研究所	学生(D3)	生体情報ナノデバイス	H16.04～H20.03
小林　匠	大阪大学産業科学研究所	学生(M2)	生体情報ナノデバイス	H16.04～H20.03
高橋拓也	大阪大学産業科学研究所	学生(D2)	バイオ分子デバイス	H16.04～H20.03

横田一道	大阪大学産業科学研究所	学生(D1)	バイオ分子デバイス	H18.04～H20.03
長島一樹	大阪大学産業科学研究所	学生(M2)	多次元自己組織化五感センサ・メモリ	H18.04～H20.03
川口英幸	大阪大学産業科学研究所	学生(M2)	バイオ分子デバイス	H18.04～H20.03

②近畿大学グループ（生体情報ナノデバイスの研究）

氏　名	所　属	役　職	研究項目	参加時期
本津茂樹	近畿大学生物理工学部	教授	生体情報ナノデバイス	H15.04～H20.03
西川博昭	近畿大学生物理工学部	講師	生体情報ナノデバイス	H15.04～H20.03
楠　正暢	近畿大学生物理工学部	助教	生体情報ナノデバイス	H15.04～H20.03
畑中良太	近畿大学大学院生物理工学研究科	学生(M2)	生体情報ナノデバイス	H17.04～H19.03
今井晴香	近畿大学大学院生物理工学研究科	学生(M2)	生体情報ナノデバイス	H17.04～H19.03
小川敦子	近畿大学大学院生物理工学研究科	学生(M2)	生体情報ナノデバイス	H17.04～H19.03
奥村大地	近畿大学大学院生物理工学研究科	学生(M2)	生体情報ナノデバイス	H17.04～H19.03
田名宗毅	近畿大学大学院生物理工学研究科	学生(M2)	生体情報ナノデバイス	H17.04～H20.03
本間久由樹	近畿大学大学院生物理工学研究科	学生(M2)	生体情報ナノデバイス	H18.11～H20.03
中川雄祐	近畿大学大学院生物理工学研究科	学生(M2)	生体情報ナノデバイス	H19.04～H20.03
和田拓士	近畿大学大学院生物理工学研究科	学生(M1)	生体情報ナノデバイス	H19.04～H20.03
東郷秀孝	近畿大学大学院生物理工学研究科	学生(M1)	生体情報ナノデバイス	H19.04～H20.03
浅野弘樹	近畿大学大学院生物理工学	学生(M1)	生体情報ナノデバイス	H19.04～H20.03

	研究科			

5 招聘した研究者等

氏　名（所属、役職）	招聘の目的	滞在先	滞在期間
徳永　史生（大阪大学、教授）	科学技術振興事業団 戦略的創造研究推進事業研究川合知二研究チーム キックオフミーティングに参加	大阪大学産業科学研究所第2研究棟3F	H15.3.14
吉原　經太郎（北陸先端科学技術大学院大学、教授）	科学技術振興事業団 戦略的創造研究推進事業研究川合知二研究チーム キックオフミーティングに参加	大阪大学産業科学研究所第2研究棟3F	H15.3.14-15
徳永　史生（大阪大学、教授）	科学技術振興事業団 戦略的創造研究推進事業 研究課題「プログラム自己組織化による人工生体情報材料創製」第一回川合チーム合同ミーティング出席	大阪大学産業科学研究所第2研究棟1F 共同プロジェクト室	H15.9.25
石谷　炯((財)神奈川科学技術アカデミー専務理事)	科学技術振興事業団 戦略的創造研究推進事業 研究課題「プログラム自己組織化による人工生体情報材料創製」第一回川合チーム合同ミーティング出席	大阪大学産業科学研究所第2研究棟1F 共同プロジェクト室	H15.9.25
岩田　太（静岡大学、助教授）	大阪大学 産業科学研究所 川合研究室において「プログラム自己組織化による人工生体情報材料創成」に関する研究打ち合わせ、及び、講演	大阪大学産業科学研究所川合研究室	H17.1.17
金　種珉（韓国 東亜大学校、教授）	ナノ領域自己組織化に関する共同研	大阪大学産業科学研究所川合研究室	H17.4.4-7.24

	究のため		
岡畑　恵雄（東京工業大学、教授）	2005 Osaka Univ. / LANL International Workshop on “The Nanoelectronics and Dynamics of DNA” に出席、講演	Waikiki Beach Marriott Resort & Spa （ 2552 Kalakaua Avenue Honolulu - Oahu, Hawaii 96815 USA ）	H17.8.28-9.2
林　健志（九州大学、教授）	2005 Osaka Univ. / LANL International Workshop on “The Nanoelectronics and Dynamics of DNA” に出席、講演	Waikiki Beach Marriott Resort & Spa （ 2552 Kalakaua Avenue Honolulu - Oahu, Hawaii 96815 USA ）	H17.8.28-9.2
中野　幸二（九州大学、助教授）	2005 Osaka Univ. / LANL International Workshop on “The Nanoelectronics and Dynamics of DNA” に出席、講演	Waikiki Beach Marriott Resort & Spa （ 2552 Kalakaua Avenue Honolulu - Oahu, Hawaii 96815 USA ）	H17.8.28-9.2
田中　裕行（大阪大学、助手）	2005 Osaka Univ. / LANL International Workshop on “The Nanoelectronics and Dynamics of DNA” に出席、講演	Waikiki Beach Marriott Resort & Spa （ 2552 Kalakaua Avenue Honolulu - Oahu, Hawaii 96815 USA ）	H17.8.27-9.2
河原　敏男（大阪大学、特任助教授）	2005 Osaka Univ. / LANL International Workshop on “The Nanoelectronics and Dynamics of DNA” に出席、講演	Waikiki Beach Marriott Resort & Spa （ 2552 Kalakaua Avenue Honolulu - Oahu, Hawaii 96815 USA ）	H17.8.28-9.2
Craig J. Benham（University of California, Davis、教授）国籍：アメリカ	2005 Osaka Univ. / LANL International Workshop on “The Nanoelectronics and Dynamics of DNA” に出席、講演	Waikiki Beach Marriott Resort & Spa （ 2552 Kalakaua Avenue Honolulu - Oahu, Hawaii 96815 USA ）	H17.8.28-9.2
Steven J. Koch（Sandia National Laboratories / CINT、ポスドク）国籍：アメリカ	2005 Osaka Univ. / LANL International Workshop on “The Nanoelectronics and Dynamics of DNA” に出席、講演	Waikiki Beach Marriott Resort & Spa （ 2552 Kalakaua Avenue Honolulu - Oahu, Hawaii 96815 USA ）	H17.8.28-9.2
Steven P. Mielke（University of	2005 Osaka Univ. / LANL International	Waikiki Beach Marriott Resort &	H17.8.28-9.2

California, Davis、大学院博士課程学生）国籍：アメリカ	Workshop on “The Nanoelectronics and Dynamics of DNA” に出席、講演	Spa （ 2552 Kalakaua Avenue Honolulu - Oahu, Hawaii 96815 USA ）	
Norbert Reich（University of California, Santa Barbara、教授）国籍：アメリカ	2005 Osaka Univ. / LANL International Workshop on “The Nanoelectronics and Dynamics of DNA” に出席、講演	Waikiki Beach Marriott Resort & Spa （ 2552 Kalakaua Avenue Honolulu - Oahu, Hawaii 96815 USA ）	H17.8.28-9.2
Massimiliano Di Ventra（University of California, San Diego、助教授）国籍：イタリア	2005 Osaka Univ. / LANL International Workshop on “The Nanoelectronics and Dynamics of DNA” に出席、講演	Waikiki Beach Marriott Resort & Spa （ 2552 Kalakaua Avenue Honolulu - Oahu, Hawaii 96815 USA ）	H17.8.28-9.2
Giovanni Zocchi（University of California, LA、助教授）国籍：イタリア	2005 Osaka Univ. / LANL International Workshop on “The Nanoelectronics and Dynamics of DNA” に出席、講演	Waikiki Beach Marriott Resort & Spa （ 2552 Kalakaua Avenue Honolulu - Oahu, Hawaii 96815 USA ）	H17.8.28-9.2
Danny Porath （The Hebrew University、講師）国籍：イスラエル・フランス	2005 Osaka Univ. / LANL International Workshop on “The Nanoelectronics and Dynamics of DNA” に出席、講演	Waikiki Beach Marriott Resort & Spa （ 2552 Kalakaua Avenue Honolulu - Oahu, Hawaii 96815 USA ）	H17.8.28-9.2
Chu Hwan Choi（Harvard Medical School、ポスドク）国籍：アメリカ	2005 Osaka Univ. / LANL International Workshop on “The Nanoelectronics and Dynamics of DNA” に出席、講演	Waikiki Beach Marriott Resort & Spa （ 2552 Kalakaua Avenue Honolulu - Oahu, Hawaii 96815 USA ）	H17.8.28-9.2
Jene A. Golovchenko（Harvard University、教授）国籍：アメリカ	2005 Osaka Univ. / LANL International Workshop on “The Nanoelectronics and Dynamics of DNA” に出席、講演	Waikiki Beach Marriott Resort & Spa （ 2552 Kalakaua Avenue Honolulu - Oahu, Hawaii 96815 USA ）	H17.8.28-9.2
Melik C. Demirel（The Pennsylvania State University、助手）国籍：トルコ共和国・アメリカ永住	2005 Osaka Univ. / LANL International Workshop on “The Nanoelectronics and Dynamics of DNA” に出席、講演	Waikiki Beach Marriott Resort & Spa （ 2552 Kalakaua Avenue Honolulu - Oahu, Hawaii	H17.8.28-9.2

		96815 USA ）	
Anny Usheva（Harvard University、教授）国籍：アメリカ	2005 Osaka Univ. / LANL International Workshop on “The Nanoelectronics and Dynamics of DNA” に出席、講演	Waikiki Beach Marriott Resort & Spa （ 2552 Kalakaua Avenue Honolulu - Oahu, Hawaii 96815 USA ）	H17.8.28-9.2
Dragan Mihailovic（University of Ljubljana、教授）国籍：スロベニア	2005 Osaka Univ. / LANL International Workshop on “The Nanoelectronics and Dynamics of DNA” に出席、講演	Waikiki Beach Marriott Resort & Spa （ 2552 Kalakaua Avenue Honolulu - Oahu, Hawaii 96815 USA ）	H17.8.28-9.2
高見知秀　ヴィジョンアーツリサーチ㈱・上席研究員	高見知秀氏の固体表面上DNAナノ構造体の作成・観察および計測技術が川合教授の研究課題である「プログラム自己組織化による人工生体情報材料創成」と合致するかどうかの研究打合せ	大阪大学　産業科学研究所　川合研究室	H18.8.17-18
庭野道夫　東北大学　電気通信研究所・教授	2006 Osaka Univ. / LANL International Workshop on “The Nanoelectronics and Dynamics of DNA” に出席、講演	Kaanapali Beach Hotel （ 2525 Kaanapali Parkway • Lahaina, Maui, Hawaii 96761 USA ）	H18.8.20-24
田中健太郎　東京大学大学院　理学系研究科　化学専攻・助教授	2006 Osaka Univ. / LANL International Workshop on “The Nanoelectronics and Dynamics of DNA” に出席、講演	Kaanapali Beach Hotel （ 2525 Kaanapali Parkway • Lahaina, Maui, Hawaii 96761 USA ）	H18.8.20-24
櫻井和朗　北九州市立大学　国際環境工学部・教授	2006 Osaka Univ. / LANL International Workshop on “The Nanoelectronics and Dynamics of DNA” に出席、講演	Kaanapali Beach Hotel （ 2525 Kaanapali Parkway • Lahaina, Maui, Hawaii 96761 USA ）	H18.8.20-24
田中裕行　大阪大学　産業科学研究所・助手	2006 Osaka Univ. / LANL International Workshop on “The	Kaanapali Beach Hotel （ 2525 Kaanapali Parkway	H18.8.19-24

	Nanoelectronics and Dynamics of DNA” に出席、講演	• Lahaina, Maui, Hawaii 96761 USA ）	
川井清彦　大阪大学　産業科学研究所・准教授	2007 Osaka Univ. / LANL International Workshop on “The Nanoelectronics and Dynamics of DNA” に出席、講演	PACIFIC BEACH HOTEL（2490 Kalakaua Avenue, Honolulu, Hawaii 96815）	H19.8.26-30
田川美穂　東京大学大学院　総合文化研究科・リサーチフェロー	2007 Osaka Univ. / LANL International Workshop on “The Nanoelectronics and Dynamics of DNA” に出席、講演	PACIFIC BEACH HOTEL（2490 Kalakaua Avenue, Honolulu, Hawaii 96815）	H19.8.26-30
高村禅　北陸先端科学技術大学院大学　マテリアルサイエンス・准教授	2007 Osaka Univ. / LANL International Workshop on “The Nanoelectronics and Dynamics of DNA” に出席、講演	PACIFIC BEACH HOTEL（2490 Kalakaua Avenue, Honolulu, Hawaii 96815）	H19.8.26-30
居城邦治　北海道大学　電子科学研究所・教授	2007 Osaka Univ. / LANL International Workshop on “The Nanoelectronics and Dynamics of DNA” に出席、講演	PACIFIC BEACH HOTEL（2490 Kalakaua Avenue, Honolulu, Hawaii 96815）	H19.8.26-30
田中裕行　大阪大学　産業科学研究所・助教	2007 Osaka Univ. / LANL International Workshop on “The Nanoelectronics and Dynamics of DNA” に出席、講演	PACIFIC BEACH HOTEL（2490 Kalakaua Avenue, Honolulu, Hawaii 96815）	H19.8.25-30
李恵りょん　大阪大学　産業科学研究所・特任教授	2007 Osaka Univ. / LANL International Workshop on “The Nanoelectronics and Dynamics of DNA” に出席、講演	PACIFIC BEACH HOTEL（2490 Kalakaua Avenue, Honolulu, Hawaii 96815）	H19.8.25-30

６　成果発表等

(1)原著論文発表　（国内誌 8 件、国際誌 74 件）

＜国際誌＞

1. “Giant Electric Field Modulation of Double Exchange Ferromagnetism at Room Temperature in The Perovskite Manganite/Titanate *p-n* Junction”, Hide.Tanaka, J.Zhang and T.Kawai: Phys. Rev. Lett., 88, (2002), 027204(1-4).
2. “Rectifying Characteristic in All-Perovekite Oxide Film *p-n* Junction with Room Temperature Ferromagnetism”, J. Zhang, Hide. Tanaka and T. Kawai: Appl. Phys. Lett., 80, (2002),4378-4380.
3. “Control of Electrical Conduction in DNA Using Oxygen Hole Doping”, H.-Y. Lee, Hide. Tanaka, Y. Otsuka, K. Yoo, J. Lee and T. Kawai: Appl. Phys. Lett., 80, (2002), 1670-1672.

4. “DNA Directed Magnetic Network Formations with Ferromagnetic Nanoparticles”, H. Y. Lee, Y. Sacho, T. Kanki, Hide. Tanaka, H. Shirakawa, J. W. Cheon, J. H. Yoon, N. J. Kang, I. Park and T. Kawai: J. Nanoscience and Nanotechnology., 2, (2002), 613-615.
5. “Electric Conductivity of Dye Modified DNA Films With and Without Light Irradiation in Various Humidities”, J. -H. Gu, L. -T. Cai, S. Tanaka, Y. Otsuka, H. Tabata and T. Kawai: J. Appl. Phys., 92, (2002), 2816-2820.
6. “Influence of Humidity on The Electrical Conductivity of Synthesized DNA Film on Nanogap Electrode”, Y. Otsuka, H.-Y. Lee, J.-H. Gu, J.-O. Lee, K.-H. Yoo, Hide. Tanaka, H. Tabata and T. Kawai: Jpn. J. Appl. Phys., 41, (2002), 891-894.
7. “Self-Assembled Dye-DNA Network and Its Photoinduced Electrical Conductivity”, J.-H. Gu, S. Tanaka, Y. Otsuka, H. Tabata and T. Kawai : Appl. Phys. Lett., 80, (2002), 688-690.
8. “Toward The DNA Electronics”, H. Tabata, L.-T. Cai, J.-H. Gu, S. Tanaka, Y. Otsuka, Y. Sacho, M. Taniguchi and T. Kawai: Synthetic Metals, 9480, (2002), 1-4.
9. “A Nano Tester: A New Technique for Nanoscale Electrical Characterization by Point-Contact Current-Imaging Atomic Force Microscopy”, Y. Otsuka, Y. Naitoh, T. Matsumoto and T. Kawai: Jpn. J. Appl. Phys., 41,(2002), L742-L744.
10. “Photo-Induced Ferroelectric Hysteresis Curve in Organic CuPc Photoconductor/Inorganic $BaTiO_3$ Ferroelectric Heterojunction Photomemory”, Y.-G. Park, H.-Y. Lee, Hide. Tanaka, H. Tabata and T. Kawai: Appl. Phys. Lett., 81, (2002), 1318-1320.
11. “CuPc/$PbZr_{0.2}Ti_{0.8}O_3$/(La, Ba)MnO_3 Field Effect Transistor Heterojunction Photomemory”, Y. G. Park, T. Kanki, H. Y. Lee, Hide. Tanaka, T. Kawai: Solid State Electronics Lett., 47,(2003) , 2221-2224.
12. “Electrical-Field Control of Metal-Insulator Transition at Room Temperature in a $Pb(Zr_{0.2}Ti_{0.8})O_3$/La1-$_x$Ba$_x$$MnO_3$ Filed Effcet Transistor”, T. Kanki, Y.-G.Park,, Hide. Tanaka, T. Kawai: Appl. Phys. Lett., 83, (2003), 4860-482.
13. “Magneto-Transport Properties of $La_{0.8}Ba_{0.2}MnO_3$/Antiferromagnetic $LaMO_3$ (M=Cr, Fe) Perovskite Tri-Layered Films”, T. Kanki, Hide. Tanaka and T. Kawai: J. Appl. Phys., 93, (2003), 4718-4721.
14. “Nanoscale Observation of Room-Temperature Ferromagnetism on Ultrathin (La,Ba)MnO_3 Films”, T. Kanki, R. Li, Y. Naitoh, Hide. Tanaka, T. Matsumoto, T. Kawai: Appl. Phys. Lett., 83, (2003), 1184-1186.
15. “Electrical Properties of Poly(dA)-Poly(dT) and Poly(dG)-Poly(dC) DNA Doped with Iodine Molecules”, M. Taniguchi, H. Y. Lee, Hide. Tanaka, T. Kawai: Jpn. J. Appl. Phys. , (2003), 215-216.
16. “Electronic Transport Properties of Free-Base Tape-Porphyrin Molecular Wires Studied by Self-Consistent Tight-Binding Calculations”, K. Tagami, M. Tsukada, T. Matsumoto and T. Kawai: Phys. Rev. B, 67, (2003), 245324-1-7.
17. “Humidity Dependence of Electrical Conductivity in Poly(dG)・Poly(dC) DNA”, M. Taniguchi, Y. Ohtsuka, H. Tabata and T. Kawai: Jpn. J. Appl. Phys., 42, (2003), 6629-6630.
18. “Point-Contact Current-Imaging Atomic Force Microscopy: Measurement of Contact Resistance Between Single-Walled Carbon Nanotubes”, Yoichi Otsuka, Yasuhisa Naitoh, Takuya Matsumoto and Tomoji Kawai: Appl. Phys. Lett., 82, (2003), 1944-1946.
19. “Theoretical Prescriptions for Improving Conductance of Short DNA Segments Sandwiched Between Metal Electrode”, K.Tagami, T.Matsumoto, T.Kawai and T.Tsukada: Jpn. J. Appl. Phys., 42, (2003), 5887-5891.
20. “Toward The DNA Electronics”, H. Tabata, L. T. Cai, J.–H. Gu, S. Tanaka, Y. Otsuka, Y. Sacho, M. Taniguchi and T. Kawai: Synth. Met., 133-134, (2003), 469-472.
21. “Photoinduced Ferroelectric Hysteresis Curve in Organic Photoconductor/Inorganic Ferroelectric Heterojunction Photomemory”, Y. G. Park, H. Y. Lee, Hide. Tanaka, H. Tabata and T. Kawai: J. Kor. Phys. Soc., 42, (2003), S1382-S1385.
22. “AFM Lithography in Perovskite Manganite $La_{0.8}Ba_{0.2}MnO_3$ Films”, Run-Wei Li, Teruo Kanki, Hideaki Tohyama, Jun Zhang, Hidekazu Tanaka, Akihiko Takagi, Takuya Matsumoto and Tomoji Kawai: Journal of Applied Physics, 95, (2004), 7091-7093.
23. “Nano-Scale Modification of Electrical and Magnetic Properties on a Fe_3O_4 Thin Film by AFM Lithography”, Motoyuki Hirooka, Hidekazu Tanaka, Run-Wei Li and Tomoji Kawai:

Applied Physics Letters, 85, (2004), 1811-1813.

24. “Ordered Nano-Islands on (La,Ba)MnO_3 Thin Film Surface by Self-Organization”, R-W. Li, T. Kanki, H. Tohyama, Jun Zhang, Hide. Tanaka and T. Kawai: J.Nanoscience and Nanotechnology, 4, (2004), 982-985.
25. “Origin of Metal-Insulator Transition Temperature Enhancement in $La_{0.8}Ba_{0.2}MnO_3$ Thin Films as Determined by Structural Analysis”, Masaki Kanai, Hidekazu Tanaka and Tomoji Kawai : Physical Review B, 70, (2004), 125109-125117.
26. “Relaxation of Nanopatterns on Nb-Doped $SrTiO_3$ Surface”, Run-Wei Li, Teruo Kanki, Motoyuki Hirooka, Akihiko Takagi, Takuya Matsumoto, Hidekazu Tanaka and Tomoji Kawai: Applied Physics Letters, 84, (2004), 2670-2672.
27. “AFM Imaging of Nanostructure Polypyrrole Doughnuts Shapes Fabricated by Direct Electrochemical Oxidation”, K.Fujikawa, H.S.Jung, J.W.Park, J.M.Kim, H.Y.Lee and T.Kawai: Electrochem. Com., 6, (2004), 461-464.
28. “AFM Phase Lag Mapping for Protein-DNA Oligonucleotide Complexes”, J. M. Kim, H. S. Jung, J. W. Park, H. Y. Lee and T. Kawai: Ana. Chim. Acta, 525, (2004), 151-157.
29. “Direct Deoxyribonucleic Acid Detection Using Ion-Sensitive Field Effect Transistors Based on Peptide Nucleic Acid”, Takeshi Uno, Toshihito Ohtake, Hitoshi Tabata and Tomoji Kawai: Jpn. J. Appl. Pyhs., Vol.43(No.12B), (2004), ppL1584-L1587.
30. “DNA Nano-Patterning with Self-Organization by Using Nanoimprint”, Toshihito Ohtake, Kenichiro Nakamatsu, Shinji Matsui, Hitoshi Tabata, and Tomoji Kawai: Journal of Vacuum Science and Tecnology B, Nov/Dec 22 (6), (2004), 3275-3278.
31. “Electrochemical Assay of Nonlabeled DNA Chip and SNOM Imaging by Using Streptavidin-Biotin Interaction”, HeaYeon Lee, JongWan Park, HoSup Jung, JongMin Kim and Tomoji Kawai: J.Nanoscience and Nanotechnology, 4, (2004), 882-885.
32. “Electrochemical Detection of Nonlabeled Oligonucleotide DNA Using the Biotin-Modified DNA(ss) on Streptavidin-Modified Gold Electrode”, J. W. Park, HeaYeon Lee, J. M. Kim, Ryujirou Yamasaki, Takashi Kanno, Hiroyuki Tanaka, Hidekazu Tanaka and Tomoji Kawai: Journal of Bioscience Bioengineering., 97, (2004), 29-32.
33. “Immobilization of Probe DNA on Ta2O5 Thin Film and Detection of Hybridized Helix DNA by Using IS-FET”, Toshihito Ohtake, Chiho Hamai, Takeshi Uno, Hitoshi Tabata, Tomoji Kawai : Japan Journal of Applied Physics, 43(9A/B), (2004), L1137 - L1139.
34. “SNPs Feasibility of Nonlabeled Ooligonucletides by Using Electrochemical Sensing”, H.Y.Lee, J.W. Park and T. Kawai : Electroanalysis., 16, (2004), 1999-2002.
35. “Stable High Ordered Protein Layers Confirmed by Atomic Force Microscopy and Quartz Crystal Microbalance”, J.M.Kim, R.Yamasaki, J.W.Park, H.S.Jung, H.Y.Lee and T.Kawai : J.Biosci.Bioeng., 97, (2004), 140-142.
36. “A Simple Fabrication Method of Nanogap Electrodes for Top-contacted Geometry : Application to Porphyrin”, Yoichi Otsuka, Yasuhisa Naitoh, Takuya Matsumoto, Wataru Mizutani, Hitoshi Tabata and Tomoji Kawai : Nanotechnology, 15, (2004), 1639-1644.
37. “DNA-Templated Assembly of Au Nanoparticles via Step-by-Step Binding Reaction”, Fumihiko Yamada, Yutaka Sacho, Takuya Matsumoto, Hidekazu Tanaka and Tomoji Kawai : e-Journal of Surface Science and Nanotechnology, Vol.2, (2004), 222-225.
38. “Electronic Structure of Bases in DNA Duplexes Characterized by Resonant Photoemission Spectroscopy Near Fermi Level”, Hiroyuki S. Kato, Masashi. Furukawa, Maki Kawai, Masateru Taniguchi, Tomoji Kawai, Takaki Hatsui and Nobuhiro Kosugi : Phys.Rev.Lett., 93, (2004), 086403-086406.
39. “Electronic Structures of A- and B-DNA Crystals”, Masateru Taniguchi and Tomoji Kawai : Phys.Rev.E, 70, (2004), 011913-011920.
40. “Selective Adsorption of DNA on SiO_2 Surface in SiO_2/SiH Pattern”, Shinichi Tanaka, Masateru Taniguchi and Tomoji Kawai : Jpn.J.Appl.Phys., 43, (2004), 7346-7349.
41. “Synthesis of Long Poly(dG)Poly(dC) DNA Using Enzymatic Reaction”, Shinichi Tanaka, Masateru Taniguchi, Susumu Uchiyama, Kiichi Fukui and Tomoji Kawai : Chem.Commun., (2004), 2388-2389.
42. “Kinetic and Thermodynamic Control Via Chemical Bond Rearrangement on Si(001) Surface”, Chiho Hamai, Akihiko Takagi, Masateru Taniguchi, Takuya Matsumoto, Tomoji

Kawai : Angew.Chem.Int.Ed., 43, (2004), 1349-1352.

43. “Adsorption of DNA Molecule and DNA Patterning on Si Substrate”, Shinichi Tanaka, Masateru Taniguchi and Tomoji Kawai : Proc. DNA-Based Molecular Construction. (2004) AIP Conference Proceedings, 725, (2004), 3-8.
44. “Protein Adsorption on Patterned Hydroxyapatite Thin Films Fabricated Pulsed Laser Deposition”, Masanobu Kusunoki, Masami Kawasima, Hiroaki Nishikawa, Koichi Morimoto, Takashi Hayami, Shigeki Hontsu and Tomoji Kawai, Japanese Journal of Applied Physics, 44 (2005) L326-L327.
45. “Hall Effect in Strained $La_{0.85}Ba_{0.15}MnO_3$ Thin Films”, Teruo Kanki, Takeshi Yanagida, Bertrand Vilquin, Hidekazu Tanaka and Tomoji Kawai : Physical Review B, 71, (2005), 012403.
46. “Nanopatterning of Perovskite Manganite Thin Films by Atomic Force Microscope Lithography”, Run-Wei Li, Teruo Kanki, Hideaki Tohyama, Motoyuki Hirooka, Hidekazu Tanaka, Tomoji Kawai, Nanotechnology, 16 (2005) 28-31
47. “Suppresing low-frequency noise in La0.8Ba0.2MnO3 films by a simple method of controlling film thickness”, H. Touyama, H. Tanaka, T. Kawai and M. Kanai, Applied Physics Letters, 87 (2005) 102504.
48. “Amperometric Immunosensor for Direct Detection Based upon Functional Lipid Vesicles Immobilized on Nanowell Array Electrode”, H.S.Jung, J.W.Park, J.M.Kim, H.Y.Lee and T. Kawai : Langmuir(Article), 21(13), (2005) 6025-6029.
49. “Conductance Measurement of a DNA Network in Nano-Scale by Point Contact Imaging Atomic Force Microscopy”, A.Terawaki, Y.Otsuka, H.Y.Lee, T,Matusmoto, Hide.Tanaka and T.Kawai : Appl.Phys.Lett., 86, (2005), 113901 (1 –3).
50. “Spontaneous Immobilization of Liposomes on Electron-Beam Exposed Resist Surfaces”, J.M.Kim, H.S.Jung, J.W. Park, H.Oka, T.Yukimasa, H.Y.Lee and T.Kawai: J.Am.Chem.Soc.(Article), 127(7), (2005), 2358-2362.
51. “Approach to Electrical Conductance Spectroscopy of Chemical Reactions on Nano-Space”, K.Yokota, M.Taniguchi and T.Kawai : Chem.Phys.Lett., 410, (2005), 147-150.
52. “Fabrication of DNA Nanofibers on a Planar Surface by Electrospinning”, T.Takahashi, M.Taniguchi and T.Kawai : Jpn.J.Appl.Phys., 44, (2005), L860-L862.
53. "Printing electrode for top-contact molecular junction", K. Ojima, Y. Otsuka, T. Matsumoto, T. Kawai, K. Nakamatsu and S. Matsui, Applied Physics Letters 87, 234110 (2005).
54. “Electrical Recognition of Label-Free Oligonucleotides upon Streptavidin Modified Electrode Surfaces”, J.W.Park, H.S.Jung, H.Y.Lee and T. Kawai, Biotechnology and Bioprocess Engineering, 10, 505-509 (2005)
55. “Co-crystallization between a thymine and a metal complex connected by triple hydrogen bonds”, K. Adachi, M. Taniguchi, S. Kawata, and T. Kawai, Inorg. Chim. Acta, 358, 4563 (2005)
56. “Soft lithographic patterning of supported lipid bilayers onto a surface and inside microfluidic channels”, P. N. Kim, S. E. Lee, H. S. Jung, H. Y. Lee, T. Kawai, and K. Y. Suh, Lab on a chip, 6, 54-59 (2006).
57. “Dependence of Ionic Strength for Immobilization of Probing Oligonucleotides onto Streptavidine modified Surface”, R. Yamasaki, J. M. Kim, H. S. Jung, H. Y. Lee and T. Kawai, Biochemical Engineering Journal (BEJ), 29, 125-128 (2006).
58. “Electronic structure of strained $(La_{0.85}Ba_{0.15})MnO_3$ thin films with room-temperature ferromagnetism investigated by hard x-ray photoemission spectroscopy”, Hidekazu Tanaka, Yasutaka Tanaka, Koji Horiba, Munetaka Taguchi, Ashish Chainani, Shik Shin, Daigo Miwa, Kenji Tamasaku, Yoshinori Nishino, Tetsuya Ishikawa, Eiji Ikenaga, Mitsuhiro Awaji, Akihisa Takeuchi, Tomoji Kawai, and Keisuke Kobayashi, Physical Review B, 094403, (2006).
59. “Optical rotation inversion of porphyrin-DNA complexes”, Chikako Takatoh, Takuya Matsumoto, Tomoji Kawai, Takayuki Shitoh and Kazuyoshi Takeda, Tetrahedron Lett. 47, 519-522 (2006).
60. “Single molecular morphology of porphyrin / DNA complex”, ChikakoTakatoh, Takuya Matsumoto, Tomoji Kawai, Takayuki Saitoh and Kazuyoshi Takeda, Chem. Lett. 35, 88-89

(2006).

61. “Well-Oriented NanoWell Arrays Metrics for an Integrated Digital Nanobiosensor”, H. Y. Lee, J. W. Park, J. M. Kim, H. S. Jung, and T. Kawai, Appl. Phys. Lett., 89, 113901-113903 (2006).
62. “Atomic Force Microscopy Observation of Highly Arrayed Phospholipid, Bilayer Vesicle on a Gold Surface”, H. S. Jung, J. M. Kim, J. W. Park, S. E. Lee, H. Y. Lee, R. Kuboi, and T. Kawai, J. Biosci. Bioeng., 102(2006) 28-33.
63. “Self-organized Interconnect Method for Molecular Devices”, Masateru Taniguchi, Yoshihiro Nojima, Kazumichi Yokota, Jun Terao, Kimihiko Sato, Nobuaki Kambe, Tomoji Kawai, J. Am. Chem. Soc. 128 (2006) 15062-15063 (Communication).
64. “Fabrication of sub-50 nm (La,Ba)MnO_3 ferromagnetic nanochannels by atomic force microscopy lithography and their electrical properties”, M. Hirooka, Y. Yanagisawa, T. Kanki, H. Tanaka, and T. Kawai, Appl. Phys. Lett., 89 (2006) 163113.
65. “$(Fe,Mn)_3O_4$ Nanochannels Fabricated by AFM Local-Oxidation Nanolithography using Mo/Poly(methyl methacrlate) Nanomasks”, L. Pellegrino, Y. Yanagisawa, M. Ishikawa, T. Matsumoto, H. Tanaka, T. Kawai, Adv. Materials, 18 (2006) 3099-3104.
66. “Digitalized magnetoresistance observed in (La,Pr,Ca)MnO3 nanochannel structures”, Yoshihiko Yanagisawa, Hidekazu Tanaka, Tomoji Kawai, Appl. Phys. Lett. 89 (2006) 253121.
67. “Nanoscale patterning of (La,Pr,Ca)MnO3 thin film using atomic force microscopy lithography and their electrical properties”, Yoshihiko Yanagisawa, Motoyuki Hirooka, Hidekazu Tanaka and Tomoji Kawai, J. Appl. Phys. 100 (2006) 124316.
68. “Anchoring gold nanoparticles onto a mica surface by oxygen plasma ashing for sequential nanocomponent assembly”, Akihiko Takagi, Kaoru Ojima, Eriko Mikamo, Takuya Matsumoto, and Tomoji Kawai, Appl. Phys. Lett., 90, 043122 (2007).
69. “Functional Lipid Vesicles Based on Artificial Electric-Taster Sensor”, H.S.Jung, Hide.Tanaka, H.Y.Lee, and T.Kawai, Mol. Cryst. Liq. Cryst., 463, 271[553]-279[561] (2007).
70. “Control of the Electrode-Molecule Interface for Molecular Devices”, K. Yokota, M. Taniguchi, T. Kawai, J. Am. Chem. Soc. 129 (2007) 5818-5819.
71. “Facile and Rapid Direct Gold Surface Immobilization with Controlled Orientation for Carbohydrates”, J. H. Seo, K. Adachi, B. K. Lee, D. G. Kang, Y. K. Kim, K. R. Kim, H. Y. Lee, T. Kawai, H. J. Cha, Bioconjugate Chem., 18 (2007) 2197−2201.
72. “Molded nanowell electrodes for site−selective single liposome arrays”, P. Kim, B. K. Lee, H. Y. Lee, T. Kawai, K. Y. Suh, Adv. Mater., 20 (2008) 31−36.
73. “Stepwise Self-Assembly of a Protein Nanoarray from a Nanoimprinted Poly(Ethylene Glycol) Hydrogel” B. K. Lee, H. Y. Lee, P. Kim, K. Y. Suh, J. H. Seo, H. J. Cha, and T. Kawai, Small, DOI: 10.1002/smll.200700865 (early view).
74. “Epitaxial Transition Metal Oxide Nanostructures Fabricated by a Combination of AFM Lithography and Molybdenum Lift-Off”, Naoki Suzuki, Hidekazu Tanaka, Tomoji Kawai, Adv. Mater., DOI: 10.1002/adma.200700646 (early view)

＜国内誌＞

1.「DNA のナノスケール構造と電子状態」、松本卓也、前田泰、内藤泰久、川合知ニ、表面科学 23(2002)178-185.
2.「有機分子／金属界面における電子状態のアライメント」、高木昭彦、古川雅士、田中裕行、松本卓也、川合知二、表面科学 23(2002)616-121.
3.「DNA エレクトロニクス」、 田畑仁、 谷口正輝、 田中裕行、 大塚洋一、 田中慎一、 川合知二 ： 表面科学, Volume 24(Number11), (2003), 677-683.
4.「点接触電流イメージング原子間力顕微鏡の開発」, 大塚洋一, 内藤泰久, 寺脇歩, 松本卓也, 川合知二 ： 表面科学 24 巻 第 9 号 p.573
5.「電界効果トランジスタ Pb(Zr,Ti)O_3/(La,Ba)MnO_3を用いた金属絶縁体転移温度の室温制御」、神吉輝夫、田中秀和, 川合知二 ： 日本応用磁気学会誌, 28, (2004), 356-359.
6.「先端追跡－DNA を用いた自己組織的ナノ構造形成」、松本卓也、表面科学、27、128

（2006）
7.「プログラム自己組織化によるナノ材料・ナノデバイスの創成」、小嶋薫、足立京一、李奉局、李恵りょん・谷口正輝・松本卓也・川合知二、表面科学、27、151（2006）
8.「QCM 法によるハイドロキシアパタイト薄膜および非晶質 $Ca_{10}(PO_4)_6(OH)_2$ 薄膜の生体関連分子吸着特性の評価」、今井晴香、楠正暢、橋本典也、西川博昭、本津茂樹、電気学会論文誌 C 分冊、127（2007）1839-1842

(2)その他の著作物 （総説、書籍など）
＜解説・総説＞
1.「極限界面制御による機能性材料－シリコン　インテグレーション」，田畑仁、川合知二 ： Semiconductor FPD World, 5, (2002), 63-65.
2.「DNA ナノテクノロジー」，田畑仁，川合知二 ： 応用物理, 71, (2002), 1007-1013.
3.「SPM によるナノ物質の電気伝導度測定（化学フロンティア6「分子ナノテクノロジー」）」，松本卓也、川合知二，化学同人, (2002) , 53-64.
4.「DNA 中の電荷移動とその塩基配列依存性」，安立京一 :「化学と工業」, 11 月号, (2003).
5.「ナノテスター: 点接触電流画像化原子間力顕微鏡の開発」，松本卓也，川合知二 ： 応用物理, 72, (2003), 602-604.
6.「ナノワイヤーとしての DNA」，田畑仁，高分子 52 (2003) 126-129.
7.「化学装置 超高感度センサ/バイオセンサ」，田中秀和，川合知二 ： 工業調査会，(月刊誌 2003.3 月号), 59-61(総 110p)
8. Close-up 研究者紹介，田中秀和 : JST News, 2, (2004), 27.
9.「分子スケール電気伝導－ナノエレクトロニクスの視点から－」，松本卓也，谷口正輝，川合知二 ： 固体物理, 39, (2004), 527-536.
10. 「DNA 分子の特徴活かした自己組織化パターン形成 ナノインプリント活用によるナノパターン作製にもチャレンジ」、田畑仁、Nano Tech Weekly（週刊ナノテク）1178（2004）10-11
11. 「AFM リソグラフィーによる機能性酸化物のナノ加工 ～ナノ酸化物スピンエレクトロニクス素子創製に向けて～」，田中秀和、廣岡誠之，柳澤吉彦，川合知二，電子材料 ： 特集「新機能材料とナノテクノロジー」, 2 月号, (2005), 25-29.
12. 特集 ナノバイオテクノロジーの最新動向と将来展望－1 ナノバイオテクノロジーとは（総論），川合知二，電気学会誌（IEEJ Journall）, 125(7), (2005).
13. 「表面ナノ加工とボトムアップナノテクノロジー ～先端・新機能デバイスの創製～」，田中秀和，李恵りょん，川合知二、表面技術誌, 56, (2005), 15-20.
14. 「機能性遷移金属酸化物薄膜の極限ナノ加工」，鈴木直毅、田中秀和、柳澤吉彦、山中理、Luca Pellegrino、李奉局、李恵りょん、川合知二、真空, 51, (2008), 掲載予定

＜書籍＞
1. “Supramolecular Chemistry on Solid Surfaces, in Chemistry of Nanomolecular Systems Towards the Realization of Nanomolecular Devices”, eds. T.Nakamura, T.Matsumoto, H.Tada, K.-I.Sugiura, Springer-Verlag, Berlin Heiderberg 2002., T. Matsumoto, T.Yokoyama, T.Kawai
2. 「イオン工学ハンドブック」，田畑仁（分担執筆），川合知二（分担執筆）： 共立出版, (2002), 933-937.
3. 「ナノテクノロジー入門,」川合知二著 ： オーム社, (2002.4), 総 160p.
4. 「マイクロマシン」，田畑仁（分担執筆），川合知二（分担執筆）： 産業技術サービスセンター, (2002) 294-303.
5. 「図解 ナノテク活用技術のすべて」，川合知二監修，川合知二（分担執筆）,田畑仁（分担執筆）,田中秀和（分担執筆）： 工業調査会, (2002.11), 総 303p.
6. 「ナノテクノロジー大事典」，監修 ： 川合知二，工業調査会, (2003), 総 989 ページ.
7. 「ナノテクノロジー 極微科学とは何か」，川合知二著 : PHP 新書, (2003.1), 総 192p.
8. 「ナノテクノロジーハンドブック」，ナノテクノロジーハンドブック編集委員会編（田中秀和，川合知二他）： オーム社, (2003.5), 総 992p.

9. 「基礎から学ぶナノテクノロジー　ナノ加工技術　～先端・新機能デバイスの創製～」, 平尾一之編（田中秀和, 川合知二他）：化学同人, (2003.3), 総 276p
10. 日経トレンディムック　マンガ先端科学入門　ビジネスマン必読！！, 川合知二, 榊佳之, 安井至 ：日経ホーム出版社, (2003.12), 総 113p.
11. 「つかめ！最新テクノロジー〈4〉ナノテクノロジー　1m の 10 億分の 1 が未来を変える」, 苅宿俊文, 川合知二 ：偕成社, (2004.3) , 47p.
12. 先端化学シリーズⅥ「界面・コロイド、ナノテクノロジー、分子エレクトロニクス、ナノ分析」日本化学会編, 松本卓也, 川合知二（分担執筆）：丸善㈱, (2004.4), 総 310 頁(pp.198-204).
13. 「走査型プローブ顕微鏡による計測」, 松本卓也 ：日本化学会編　第5版　実験化学講座 28 巻ナノテクノロジーの化学, 丸善, (2005), 133-165.
14. 「生産現場・開発現場において役立つ薄膜作製技術」田中秀和（分担執筆）、リアライズ理工センター/リアライズ AT （2006）42-51
15. 「観察例 2－DNA」、松本卓也、表面物性工学ハンドブック第 2 版 第 6 章 SPM、第 2 節 STM、第 3 項、p.292-293（2007）
16. 「分子マニピュレーション」、松本卓也、表面物性工学ハンドブック第 2 版 第 19 章 SPM マニピュレーション、第 2 節、p.769-772（2007）
17. 自己組織化配線法を用いたナノ分子デバイスの開発、谷口正輝、川合知二、ナノ学会会報、Volume 6、Number 1、2007、23-28.

(3)学会発表（国際学会発表及び主要な国内学会発表）
①　　招待講演　　（国内会議　124 件、国際会議　90 件）
＜国際会議＞
1. “Toward the DNA electronics”, H. Tabata（阪大産研）, T. Kawai（阪大産研）, American Vacuum Society 49th International Symposium, Denver, USA, (2002.11.4)
2. “Recent Progress in DNA Electronics”, T. Kawai（阪大産研）, 5th Sweden-Japan QNANO Workshop, 横浜 (2002.12.2-3)
3. “Nanoscale Magnetism Observed by Non-contact Magnetic Force Microscopy”, Takuya Matsumoto（阪大産研）, International Symposium on Scientific and Industrial Nanotechnology 2002, Osaka, Japan (December 12-13, 2002)
4. “Nanobiology and Nanodevices”, T. Kawai（阪大産研）, Osaka University・EU・LMU Forum 2003 on Nanoscience and Nanotechnology in cooperation with CeNS, Germany (2003.1.16-17)
5. “トップダウンアプローチの1つとしての MEMS がナノテクノロジー分野において持ち得る接点について”, T. Kawai（阪大産研）, 16th IEEE International Micro Electro Mechanical Systems Conference, 奈良 (2003.1.20)
6. “Nanostrucutures and electronic properties of Macromolecules: DNAs and porphyrins”, Takuya Matsumoto（阪大産研）, 3rd Korea-Japan Workshop on Nanostructures on Surface, “Nano-scale molecular systems on surfaces, Seoul, Korea (2003.2.7)
7. “Bio-Mimetic Electro Devices”, T. Kawai（阪大産研）, 第 3 回バイオミメティック材料プロセシング国際シンポジウム（BMMP-3）, 名古屋 (2003.1.27-29)
8. “Oxide Nanotechnology”, T. Kawai（阪大産研）, (独)物質・材料研究機構　ナノテクノロジー総合支援プロジェクト「日仏ナノマテリアルワークショップ」新エネルギー・産業技術総合開発機構「nano tech 2003 + Future」, 東京 (2003.3.3-5)
9. “Novel Method of Scanning Probe Microscopy/ Spectroscopy for Nanoscale Mlecular Devices”, Takuya Matsumoto（阪大産研）, Tomoji Kawai（阪大産研）, Second International Conference on Molecular Electronics and Bioelectronics, Tokyo, Japan (2003.3.5-7)
10. “Electrical properties of DNA molecules-Toward the DNA Nano-electronics“, H.Tabata（阪大産研）, Hiro. Tanaka（阪大産研）, M. Taniguchi（阪大産研）, S. Tanaka（阪大産研）, Y. Otsuka（阪大産研）, Y, Sacho, T. Yakabe and T. Kawai（阪大産研）, Second International Conference on Molecular Electronics and Bioelectronics(M&BE2), Tokyo, Japan, (2003.3.7)

11. “Physical and Electrical properties of DNA –From Film, Bundle to Single Molecule–”, H. Tabata（阪大産研）, Hiro. Tanaka（阪大産研）, M. Taniguchi（阪大産研）, S. Tanaka（阪大産研）, T. Kanno（阪大産研）, Y. Otsuka（阪大産研）, Y, Sacho, T. Yakabe and T. Kawai（阪大産研）, International Symposium on Fusion of Nano and Bio Technologies, Tsukuba, Japan, (2003.3.9)
12. “Electrochemical protocol for detecting nonlabeled oligonucleotide DNA chip”, H.-Y. Lee（阪大産研）, J.-M. Kim（阪大産研）, J.-W. Park（阪大産研）（阪大産研）, H.-S. Jung（JST）, and T. Kawai（阪大産研）, Nano Bioelectronics & Systems, Seoul Nat’l University, Korea (August 10, 2003)
13. “Nanoscience and Nanotechnology using Quantum Beams”, T. Kawai（阪大産研）, 13th International Conference on Positron Annihilation, Plenary Lecture, 京都 (2003.9.7-13)
14. “Laser MBE for Construction of Multilayered Metal Oxide Devices Sensitive to External Fields”, T. Kawai（阪大産研）, COLA’03, 7th International Conference on Laser Ablation）, Greece (2003.10.5-10)
15. “DNA 配線について Molecular and Nanowire Interconnects”, T. Kawai（阪大産研）, International Workshop on Smart Interconnects (IWSI), 熱海 (2003.11.6-8)
16. “DNA based electronic and Magnetic devices”, T. Kawai（阪大産研）, Sweden-Japan Workshop on Bionanotechnology, 京都 (2003.11.9-13)
17. “International Symposium of Dry Process 2003”, H. Tanaka（阪大産研）, DNA Nanotechnology Toward Nano-Electronics, Tokyo (2003.11.14)
18. “DNA Nanotechnology Toward Biomolecular Electronics”, T. Kawai（阪大産研）, 7th International Conference on Atomically Controlled Surfaces, Interfaces and Nnnosutructures (ACSIN-7), 奈良 (2003.11.16-20)
19. T. Kawai（阪大産研）, Celebrations-International Nanotechnology Forum (工業技術研究院 30 周年記念祝賀会「国際ナノテクノロジー・フォーラム」), Taiwan (2003.11.19-20)
20. “Nanotechnology toward Human Body Building”, T. Kawai（阪大産研）, ITRI（Industrial Technology Research Institute）30th Anniversary
21. “Electronic properties of biomolecular systems: Toward the realization of bottom-up molecular-scale electronics”, T. Matsumoto（阪大産研）and T. Kawai（阪大産研）, The 5th RIES-Hokudai Symposium on Advanced Nanoscience, Hokkaido University, Sapporo, Japan (2003.12.1-2)
22. “Nanotechnology toward Human Body Building”, T. Kawai（阪大産研）, Nanoscience and Nanotechnology and Quantum Particles (NNQP2003), 東京 (2003.12.15-17)
23. “DNA Nanotechnology”, T. Kawai（阪大産研）, Interdisciplinary Nanoscience Center, CAMP and Department of Physics and Astronomy, University of Aarhus Seminor, Denmark (2004.1.26)
24. “Nanotech in Japan”, T. Kawai（阪大産研）, IBC EUROFORUM, Denmark (2004.1.27-28)
25. “Interdisciplinary Nano-Technology of Bottom-Up and Top-Down for DNA and Bio-Electronics”, H. Tabata（阪大産研）, T. Ohtake（JST）（JST）, T. Uno（JST）, Y. Ohtsuka（阪大産研） and T. Kawai（阪大産研）, International Workshop on Plasma Nano-Technology and Its Future Vision, Takayama, Japan (2004.2.5-6)
26. “Self-Organization of DNA Devices”, T. Kawai（阪大産研）, 物質・材料研究機構『第 9 回極限場研究に関する国際シンポジウム』, つくば (2004.3.1-4)
27. “Nanowells Array-based Ultrasensitive Electrical Bioassay”, Workshop of Nanobioelectronic devices, H.Y.Lee（阪大産研）, T.Kawai（阪大産研） 2004 年 6 月 21 日, Seoul Korea.
28. “One-dimensional Assembly and Local Surface Potential Mapping of Au Nanoparticles on a DNA network.”, F.Yamada（阪大産研）, Y.Otsuka（阪大産研）, A.Takagi（JST）, T.Matsumoto（阪大産研）, H.Tanaka（阪大産研）, T.Kawai（阪大産研）, 8th Int. Conference on Nanometer Scale Science and Technology, Venice, Italy (June 28-July 2, 2004)
29. “Electronic properties of biomolecular system: toward the realization of bottom-up molecular scale electronics”, T. Matsumoto（阪大産研）, T. Kawai（阪大産研）, International Seminar

on Organic-molecular Materials, Shizuoka, Japan (2004.8.8-9)

30. “Nanoscience toward Bio-molecular Electronics”, T. Kawai（阪大産研）, Swiss-Japan Nanoscience Workshop, 奈良 (2004.6.23-25)
31. “Nanotechnology in Japan”, Nano Korea 2004”, T. Kawai（阪大産研）, International Nanotech Symposium & Exhibition in Korea “NT Challenge, Now & Tomorrow”, Korea (2004.8.24-27)
32. “新産業創造指向インターナノサイエンス”, T. Kawai（阪大産研）, 大阪大学サンフランシスコ事務所開所記念講演セミナー, USA, (2004.9.9-10)
33. “Nanotechnology and its Impact to the Semiconductor / FPD Industry SEMI”, T. Kawai（阪大産研）, 国際トレード・パートナーズ会議 2004, Hawaii, USA (2004.10.3-6)
34. “Spin electronics materials and devices”, T. Kawai（阪大産研）, 第 5 回日仏ナノマテリアルワークショップ, France (2004.10.11-13)
35. “Recent Advance in Bio-Nanotechnology”, T. Kawai（阪大産研）, 韓国物理学会、韓国（2004.10.22-23）
36. “Electronic structure and nano-processes on DNA on solid surfaces”, T. Kawai（阪大産研）, 第 10 回 DIET 国際会議, 静岡, (2004.11.8-11)
37. “DNA based nano-scale bio-devices”, T. Kawai（阪大産研）, The First International Symposium on the Functionality of Organized Nanostructures, FON’04), つくば (2004.11.30-12.2)
38. “Scanning Probe microscopy methods for biomolecular electronics”, T. Matsumoto（阪大産研）, T. Kawai（阪大産研）, SANKEN International Symposium on Scientific and Industrial Nanotechnology 2004, Osaka (2004.12.6-7)
39. “Properties and processing of manganite-based thin films and devices prepared by PLD”, Masaki Kanai（JST）, Teruo Kanki（阪大産研）, Takeshi Yanagida（阪大産研）, Motoyuki Hirooka（阪大産研）, Hidekazu Tanaka（阪大産研） and Tomoji Kawai（阪大産研）, Anhui Institute of Optics and Fine Mechanics, Chinese Academy of Science (2004.12.17)
40. “Recent development in Nanoscience and nanotechnologies”, T. Kawai（阪大産研）, Japan-France Workshop on Nanoscience and Nanotechnologies, 東京 (2005.2.23)
41. “E-beam Exposed Blocking Layer Based on Immobilization of liposome and Specific Antibody-Antigen Interaction”, International Conference of molecule-Based Information Transmission and Reception (MB-ITR2005) - Surface and Interface in Nano-Bioelectrocincs, H.Y.Lee（阪大産研）, T.Kawai（阪大産研）, 2005 年 3 月 4 日, Okazaki Japan.
42. 「Electronic Structure of Transition Metal Oxide Thin Films Investigated by Hard X-ray Photoemission Spectroscopy for Room Temperature Spin Electronics」, Hidekazu Tanaka（阪大産研）, Tomoji Kawai（阪大産研）, Keisuke Kobayashi（Spring8）, 2nd US-Japan Workshop on Synchrotron Radiation and Nanoscience 2005 , USA (2005, 4, 5)
43. “Toward Nanostructured Devices for Oxide Spintronics”, T. Kawai（阪大産研）, 2005 Sweden-Japan International Workshop on Quantum Nano-Physics and Electronics, 京都 (2005.4.7-8)
44. “Sensor application using nanotechnology”, T. Kawai（阪大産研）, 先進センサ技術国際シンポジウム, 東京 (2005.6.10)
45. “Construction of transition metal oxide thin films/heterostructures and their application to room temperature spintronics”, Hidekazu Tanaka（阪大産研）, Tomoji Kawai（阪大産研）, The 8th International Symposium on Sputtering and Plasma Processing, Kanazawa (2005, 6, 10)
46. “DNA patterning by nano-imprinting technique and its application for bio-chips”, 田畑仁（阪大産研）, The 22nd International Photopolymer Conference, 千葉大学 (2005. 6. 23 発表)
47. “DNA Nanotechnology in Kawai（阪大産研） Laboratory”, T. Kawai（阪大産研）, 2005 Osaka Univ. / LANL International Workshop on “The Nanoelectronics and Dynamics of DNA”, Hawaii, USA (2005.8.28-31)

48. "Printing electrode for top-contact molecular junction", Kaoru Ojima（JST）, Kenichiro Nakamatsu（兵庫県立大）, Takuya Matsumoto（阪大産研）, Shinji Matsui（兵庫県立大）and Tomoji Kawai（阪大産研）, 2005 Osaka Univ. / LANL International Workshop on "The Nanoelectronics and Dynamics of DNA, Honolulu, USA (Aug. 31, 2005)
49. "Conductivity Measurement of Single/Small Number of DNA", Takuya Matsumoto（阪大産研）, 2005 Osaka Univ. / LANL International Workshop on "The Nanoelectronics and Dynamics of DNA", Hawai, USA (2005.8.28-31)
50. "Enhancement of Integrated Electric Gene Chip Utilizing Nano-Well Array Geometry", H. Y. Lee（阪大産研）, 2005 Osaka Univ. / LANL International Workshop on "The Nanoelectronics and Dynamics of DNA, Honolulu, USA (Aug. 30, 2005)
51. "Electron-molecular-vibration coupling for small polarons in Poly(dA)Poly(dT) and Poly(dG)Poly(dC)", Masateru Taniguchi（阪大産研）, 2005 Osaka Univ. / LANL International Workshop on "The Nanoelectronics and Dynamics of DNA, Honolulu, USA (Aug. 30, 2005)
52. "Construction of Molecular Devices Based on DNA", Keiichi Adachi（JST）, 2005 Osaka Univ. / LANL International Workshop on "The Nanoelectronics and Dynamics of DNA, Honolulu, USA (Aug. 31, 2005)
53. "Conductivity of single or small number of molecules including DNA and Cytochrome c", Takuya Matsumoto（阪大産研）, 54th Fujihara seminar "Symposium of Organic Conductors 50 years", Tomakomai, Japan (2005.9.1-4)
54. "Visualization of Nano-Scale Magnetic Structures of Magnetoresistive (La,Ba)MnO_3 and Granular Fe/ Al_2O_3 by Frequency-Modulation Magnetic Force Microscopy ", Takuya Matsumoto（阪大産研） and Tomoji Kawai（阪大産研）, 6th Pacific Rim Conference on Ceramic and Glass Technology, Maui, U.S.A (Sep.11-16,2005)
55. "Nano Technology and the Global Best Practices of Its Development", Tomoji Kawai（阪大産研）, World Knowledge Forum 2005, October 10-12, 2005 (Korea)
56. "DNA based Biomolecular Electronics", Tomoji Kawai（阪大産研）, 産研－韓国忠南大学共同シンポジウム, October 31 – November 3, 2005 (Korea)
57. "Intelligent Nano Electric-Biosensor on Biomimetic Modified Surface", The 1st CNU-SANKEN Joint Symposium Advanced Materials Science, H.Y.Lee（阪大産研）, T.Kawai（阪大産研）2005 年 11 月 2 日, Daejeon Korea.
58. "Formation of functional oxide thin films by laser ablation for electronics applications", Tomoji Kawai（阪大産研）, Hanyang Fusion Materials, January 22-23, 2006 (Korea)
59. "Programmed self-organization toward single molecular devices", Tomoji Kawai（阪大産研）, The Sixth France-Japan Workshop on Nanomaterials, March 7-8, 2006 (Gateaux Kingdom Sapporo, Sapporo, Japan)
60. "Nano Bio", Tomoji Kawai（阪大産研）, VIP Forum Progressive Roads to Nano-Enabled Products, March 21-22, 2006 (Netherland).
61. "CONSTRUCTUION OF BIO-MOLECULAR DEVICES BASED ON SEQUENTIAL SELF-ASSEMBLY", K. Adachi（JST）, K. Ojima（JST）, M. Taniguchi（阪大産研）, T. Matsumoto（阪大産研）, and T. Kawai（阪大産研）, 第4回ナノテクノロジー総合シンポジウム（JAPAN NANO 2006）東京ビッグサイト, 東京（2006.2.20）
62. "Nano Biochip", Tomoji Kawai（阪大産研）, 21 世紀 COE 産研－CNRS ワークショップ, February 11-15, 2006, (France)
63. "Highly Conductive (Fe,Mn)3O4 Thin Films with Spin Polarization at Room Temperature and Their Application to Nano Spintronic Devices by AFM Lithography", Hide. Tanaka（阪大産研）, T. Kawai（阪大産研）, 2006 MRS (Materials Research Society) Spring Meeting, (San Francisco, USA) April 17-22, 2006
64. "SPM Characterization and Nano-processes on the Surface of Bio-inspired Materials and Devices", Tomoji Kawai（阪大産研）, 8th International Conference on Advanced Surface Engineering (8th ICASE), Tokyo, Japan (2006.4.25-26)
65. "DNA Nanowires; Molecular Imaging, Transport Properties and Device Applicaion", Tomoji

Kawai（阪大産研）, The Seventh International Symposium on Functional π-Electron Systems, Osaka, Japan (2006.5.15-20)

66. “DNA Based Nano-bioelectronics”, Tomoji Kawai（阪大産研）, Winnipeg Symposium on Charge Migration in DNA, Canada (2006.6.6-9)
67. “Charge transport properties of DNA molecules measurements by nano-gap electrodes”, H. Tabata（阪大産研）, Charge Migration in DNA, Manitoba, Canada, Jun.6-9, 2006
68. “Programmed Self-organization for Creation of Bio-inspired Nano-Devices”, Tomoji Kawai（阪大産研）, 名古屋大学エコトピア科学研究所設立記念国際シンポジウム, Nagoya, Japan (2006.6.13)
69. Well-Oriented NanoWell Array Metrics for Integrtaed Digital Nanobiosensore, Center of Scientific Orsay, Paris University, H.Y.Lee（阪大産研）, B.K.Lee (JST), T.Kawai（阪大産研）2006 年 6 月 26 日、Paris France.
70. “Workshop on Nanoscience and Nanotechnology between Sanken and CNRS Towards Creating New Industrius Based on Inter-Nanoscience”, Tomoji Kawai（阪大産研）, Advanced Bio Devices, July 17, 2006 (Orsay, France)
71. “High Resolution STM Imaging of DNA and Related Bio-molecules; Recent Developments”, Tomoji Kawai（阪大産研）, International Conference on Nanoscience and Technology NANO9 meets STM’06, July30-Aug.,2006 (Basel, Switzerland)
72. “Soft Nanolithographic Patterning based Electronic Biosensor”, H. Y. Lee（阪大産研）, The 2nd Nanoelectronics and Dynamics of DNA, 2006 年 8 月 21 日、Maui USA.
73. M. Taniguchi（阪大産研） and T. Kawai（阪大産研）, Influence of sequences and salts on electrical conductivity, 2006 Osaka Univ. / LANL International Workshop on “The Nanoelectronics and Dynamics of DNA”, Hawaii, U.S.A, August 21-22, 2006
74. “Phase Transition Control in Strained Vanadium Dioxides Thin Films”, K. Nagashima（阪大産研）, T. Yanagida（阪大産研）, H. Tanaka（阪大産研） and T. Kawai（阪大産研）, XIII International Workshop on Oxide Electronics, October 8-11, 2006 (Ischia, Italy)
75. “Conductivity of Biomolecular Nanostructures”, Takuya Matsumoto（阪大産研）, Tomoji Kawai（阪大産研）, Handai Nanoscience and Nanotechnology International Symposium, Nov. 20-22, 2006 (Osaka, Japan)
76. “Oxide Nano-Spintronics”, Hide. Tanaka（阪大産研）, T. Kawai（阪大産研）, Commemorative Workshop of Opening SANKEN USA Branch in San Francisco, (San Francisco, USA) December 15-16, 2006
77. “DNA Nano-Science”, Tomoji Kawai（阪大産研）, The First JUNBA (Japanese University Network in the Bay Area) Symposium, January 12, 2007, (カリフォルニア州スタンフォード大学, USA)
78. “High resolution imaging, manipulation and device formation using DNA and protein molecules on surfaces”, Tomoji Kawai（阪大産研）, Gordon Research Conference, February 11-16, 2007 (ロスアンジェルス, Crowne Plaza, USA)
79. “Electronic structures of electron doped ferromagnetic oxides, -Perovskite manganite and spinel ferrite-“, Hide. Tanaka（阪大産研）, T. Kawai（阪大産研）, The 2nd Indo-Japan Seminar “Novel Magnetic Materials and their Electronic Structures”(Tokyo, Japan) February 27-March 1, 2007
80. “SPM for nanobio-science and technology ---single-nucleotide detection of DNA base molecules ---”, Tomoji Kawai（阪大産研）, JEJU 2007 ISPM (International Scanning Probe Microscopy Conference), June 10-14, 2007, (Jeju, Korea).
81. “DNA Nanotechnology toward Future Nanoelectronics”, T. Kawai（阪大産研）, The 3rd Nanoelectronics and Dynamics of DNA, 2007年 8 月 21 日、Hawaii, USA.
82. “Nanoscale hopping conduction through macromolecules”, T. Matsumoto（阪大産研）, The 3rd Nanoelectronics and Dynamics of DNA, 2007年 8 月 21 日、Hawaii, USA.
83. “Construction of biomolecular devices utilizing DNA based on self-assembly”, K. Adachi（JST）, The 3rd Nanoelectronics and Dynamics of DNA, 2007年 8 月 21 日、Hawaii, USA.

84. “Self-assembled biomolecule nanoarray for electronic biochips”, H. Y. Lee（阪大産研）, The 3rd Nanoelectronics and Dynamics of DNA, 2007年 8 月 21 日、Hawaii, USA.
85. Nano-processing of transition metal oxide thin films for the bioelectronics oxide devices”, N. Suzuki（JST）Hidekazu Tanaka（阪大産研）, Satoshi Yamanaka（阪大産研）, BongKuk Lee（JST）, Heayeon Lee（阪大産研）, and Tomoji Kawai（阪大産研）, The 3rd Nanoelectronics and Dynamics of DNA, 2007年 8 月 21 日、Hawaii, USA.
86. "Two-dimensional arrays of DNA oligomers with octylamine ligands", T.Takami (JST), The 3rd Nanoelectronics and Dynamics of DNA, 2007年 8 月 22 日、Hawaii, USA.
87. “Interface and Grain Boundary in Organic Nanoelectronics”, Takuya Matasumoto（阪大産研）, Printed Electronics ASIA07, Sep. 11. 2007 (Tokyo JAPAN)
88. “Programmed Self-organization for NanoBio-devices”, Tomoji Kawai（阪大産研）, 8th International Symposium on Biomimetic Materials Processing（第 8 回バイオミメティック材料プロセッシング国際シンポジウム）、2008.1.21-24、名古屋
89. “Nano-Structured Functional Oxides”, Tomoji Kawai（阪大産研）, International Conference on Nano and Microelectronics (ICONAME-2008)、2008.1.2-5、Puducherry (India)
90. “Nano-structured functional oxides”, Tomoji Kawai（阪大産研）, 7th France-Japan Workshop on Nanosciences and Nanomaterials、『』、2007.10.24-26、Strasbourg (France)

＜国内学会＞

1.「ナノテクノロジーによる高次機能調和材料創成」、川合知二（阪大産研）、日本金属学会 2002 年秋期大会、大阪（2002.11.3）
2.「ナノテクノロジーが拓く新しい科学技術」、川合知二（阪大産研）、(財)日本奨学会親睦会『百華会』、東京（2002.11.6）
3.「ナノテクノロジーから見た機械・加工技術の未来」、川合知二（阪大産研）、生産技術フロンティア 21、名古屋（2002.11.6）
4.「量子ビームを用いたナノテクノロジー」、川合知二（阪大産研）、第 2 回ナノテク支援ワークショップ「ナノ材料・ナノテクノロジーと放射光」、赤穂（2002.11.9）
5.「ナノテクは生活をどう変えるか　―医療、自動車、通信、家電----」、川合知二（阪大産研）、東京テクノ・フォーラム 21、東京（2002.11.12）
6.「チップが変えるバイオテクノロジーと私達の生活」、川合知二（阪大産研）、第 18 回ライフサイエンスセミナー、西宮（2002.11.15）
7.「ナノテクノロジー、そして、新たな市場の創出」、川合知二（阪大産研）、エンジニアシンポジウム 2002、東京（2002.11.15）
8.「遷移金属酸化物薄膜の作製とセンサ応用」、川合知二（阪大産研）、第31回薄膜・表面物理基礎講座、東京（2002.11.20）
9.「ナノテクノロジーと表面科学」、川合知二（阪大産研）、第 22 回表面科学講演大会、東京（2002.11.26）
10. 「ナノテクノロジーとセンシング」、川合知二（阪大産研）、平成 14 年度第 4 回ナノテクノロジーとセンシング技術調査専門委員会、大阪（2002.11.28）
11. 「無機及び有機材料の STM・MFM」、松本卓也（阪大産研）、日本顕微鏡学会関西支部特別企画「SPM セミナー」（2002 年 12 月３日）
12. 「ナノバイオテクノロジー」、川合知二（阪大産研）、第 3 期バイオ研究会－第 2 回研究会、東京（2002.12.11）
13. 「ナノテクノロジー応用関連分野の技術動向」、川合知二（阪大産研）、特許庁　平成 14 年度先端技術研修、東京（2002.12.17）
14. 「ナノテクノロジーが開くバイオテクノロジーの世界」、川合知二（阪大産研）、先進ナノバイオデバイス技術ワークショップ、東京（2002.12.20）
15. 「表面単一分子系の分極と表面分子機能」、松本卓也（阪大産研）、川合知二（阪大産研）、学術創成研究「有機デバイス関連界面の解明と制御」第一回公開シンポジウム、名古屋

(2003.1.8-9)
16. 「分子デバイスの電子物性と素子機能」、松本卓也(阪大産研)、京都大学VBL講義「先端電子材料学」(2002 年 12 月)
17. 「化学の最前線」、川合知二(阪大産研)、第 17 回『大学と科学』公開シンポジウム、東京(2003.1.25-26)
18. 「ナノテクノロジー研究の最前線」、川合知二(阪大産研)、(財)神奈川科学技術アカデミー、神奈川(2003.1.27)
19. 「ナノテクノロジーの近未来像」、川合知二(阪大産研)、日本学術会議 第 52 回理論応用力学講演会、東京(2003.1.29)
20. 「ナノテクノロジーの世界ーその最前線と将来」、川合知二(阪大産研)、先端技術講演会(第 2 回)、大阪(2003.1.31)
21. 「バイオエレクトロニクスを目指して」、田畑仁(阪大産研)、川合知二(阪大産研)、神戸大学機器分析センター公開セミナー「ナノの計測・分析」(2003 年 1 月)
22. 「DNA をベースとした分子エレクトロニクス」、川合知二(阪大産研)、第 1 回ナノテクノロジー総合シンポジウム、東京(2003.2.4)
23. 「ナノテクノロジーによる新産業の創出と現産業の強化」、川合知二(阪大産研)、ぎふナノテク研究推進協議会設立記念講演、岐阜(2003.2.10)
24. 「バイオ技術にチャンス!」、川合知二(阪大産研)、創都ビジネスフェア 2003、大阪(2003.2.14)
25. 「ナノテクノロジーの概要と展望 そして化学工業に期待すること」、川合知二(阪大産研)、関西化学工業協会 平成 15 年 2 月度定例理事会、大阪(2003.2.25)
26. 「ナノテクの応用」、川合知二(阪大産研)、ナノテクノロジー先端科学技術コース、東京(2003.3.1)
27. 「まとめと展望」、川合知二(阪大産研)、(財)神奈川科学技術アカデミー 教育講座、神奈川(2003.3.4)
28. 「ナノ構造・デバイスの電気・電子特性評価法」、松本卓也(阪大産研)、川合知二(阪大産研)、第一回近畿産学官連携フォーラム、大阪(2003.3.11)
29. 「走査プローブ顕微鏡で測る」、松本卓也(阪大産研)、川合知二(阪大産研)、日本化学会イブニングセッション「先端ウォッチング調査:21世紀の化学の潮流を探る」、東京(2003.3.20)
30. 「ナノテクノロジーによるヒューマン・ボディー・ビルディング」、川合知二(阪大産研)、日本化学会 第 83 春季年会(2003)「市民公開講座」「脳の健康の化学」、東京(2003.3.21)
31. 「ナノテクノロジーの基礎とバイオテクノロジーへの展開」、川合知二(阪大産研)、日本薬学会第 123 年会シンポジウム、長崎(2003.3.27-29)
32. 「DNA エレクトロニクスに向けたナノテクノロジー」、田畑仁(阪大産研)、田中裕行、川合知二(阪大産研)、第 50 回応用物理学関連連合後援会「分子バイオナノテクノロジー」シンポジウム(2003 年 3 月)
33. 「バイオ技術とナノテクノロジー」、川合知二(阪大産研)、第 16 回生研学術講演会「ナノテクノロジーの進展とエレクトロニクスへの展開」、東京(2003.4.10)
34. 「DNAをテンプレートとした分子配列の構築」、小嶋薫(JST)、ナノサイエンス・ナノテクノロジー研究ワークショップ、淡路夢舞台国際会議場(2003.4.19)
35. 「分子ナノテクノロジーの現状と展望」、田中秀和(阪大産研)、日本化学会研究最前線講演会、大阪(2003.5.8)
36. 「ヒューマン・ボディー・ビルディング構想」、川合知二(阪大産研)、日本医工学治療学会第 19 回学術大会「さらなる飛躍」、北海道(2003.5.16-18)
37. 「表面技術とナノテクノロジー」、川合知二(阪大産研)、表面技術総合展(METEC'03)特別講演、東京(2003.5.23)
38. 「外場応答機能をもつ酸化物薄膜」、川合知二(阪大産研)、応用物理学会応用電子物性分科会、東京(2003.6.6)

39. 「ナノエレクトロニクスの世界をのぞくアクセサリー代わりに身につけるウェアラブルコンピュータ」、田中秀和（阪大産研），川合知二（阪大産研）、半導体産業新聞フォーラム、東京（2003 年 7 月 3 日）
40. 「ナノテクノロジーの魅力：ヒューマンボディービルディングにむけて」、川合知二（阪大産研）、第 46 回分子科学フォーラム、岡崎（2003.7.16）
41. 「ナノテクノロジーと表面・界面の科学」、川合知二（阪大産研）、第 21 回関西界面科学セミナー「光が拓く表面・界面主役の世界－ナノテク＆バイオへの路－」、徳島（2003.7.31-8.1）
42. 「室温で光・電場・磁場に巨大応答する酸化物デバイス」、川合知二（阪大産研）、第 41 回茅コンファレンス「強相関電子酸化物の物性と応用』、山梨（2003.8.20-23）
43. 「機能調和材料創製をめざしたナノテクノロジー」、川合知二（阪大産研）、第 27 回日本応用磁気学会学術講演会、大阪（2003.9.17）
44. 「強相関電子系 Mn 酸化物ヘテロ構造を用いた室温強磁性の制御」、田中秀和（阪大産研）、第 21 回応用磁気学会「磁性人工膜の物性と機能」専門研究会、大阪（2003.11.7）
45. 「機能調和人工格子による新規センサ・メモリの創成」、田中秀和（阪大産研）、川合知二（阪大産研）、電気関係学会　関西支部連合大会、大阪（2003.11.9）
46. 「ナノテクノロジー研究の展望」、川合知二（阪大産研）、平成 15 年度日本化学会、東京（2003.11.14）
47. 「プログラム自己組織化を用いた新規なバイオデバイスの創製」、小嶋薫（JST)、安立京一（JST)、大竹才人（JST)、宇野毅（JST)、金井真樹（JST）、谷口正輝（阪大産研）、松本卓也（阪大産研）、田畑仁（阪大産研）、川合知二（阪大産研）、ナノ格子新技術開発研究センター第2回シンポジウム、豊田工業大学（2004.1.9）
48. 「ヒューマンボディービルディングへのナノテクノロジー」、川合知二（阪大産研）、多元ナノ材料研究センターシンポジウム、仙台（2004.1.13）
49. 「ナノテクノロジーの将来展望」、川合知二（阪大産研）、第 8 回先端科学技術シンポジウム、大阪（2004.1.14-15）
50. 「分子ナノテクノロジーの展望」、川合知二（阪大産研）、日本化学会外術研究活性化委員会主催　先端ウォッチング「分子ナノテクノロジー：その現状と展望」、大阪（2004.3.26）
51. 「分子系ナノスケール構造の電気・電子特性計測」、松本卓也（阪大産研）、分子スケールエレクトロニクス研究会、岡崎（2004.4.8-10）
52. 「先進ナノバイオチップの開発」、川合知二（阪大産研）、第 5 回関西ナノテクノロジー推進会議　総括シンポジウム、大阪（2004.4.22）
53. 「ナノ科学技術－2020 年」、川合知二（阪大産研）、ナノ学会第２回大会、東京（2004.5.9-11）
54. 「科学・技術への理解と共感を醸成するために」、川合知二（阪大産研）、平成 16 年度日本学術会議主催公開講演会、東京（2004.5.21）
55. 「ナノテクとエネルギー」、川合知二（阪大産研）、(社)四国電気協会、四国電気協会総会記念講演、松山（2004.5.24）
56. 「バイオ分子を観る、操る、デバイスにする」、川合知二（阪大産研）、フロンティアバイオサイエンスコロキウム生命機能研究科研究交流会、大阪（2004.6.9）
57. 「ナノバイオの研究開発およびビジネス化の現状と課題」、川合知二（阪大産研）、ナノテクノロジー推進協議会「バイオ・医療・化粧品分科会講演会」、東京（2004.6.18）
58. 「ナノバイオの展望」、川合知二（阪大産研）、㈱四国新聞社・徳島文理大学ナノテクワールド、高松（2004.6.22）
59. 「ナノテクが開く新しい世界～100 万分の 1 ミリの世界～」、川合知二（阪大産研）、開館 10 周年記念事業　みえアカデミックセミナー2004、三重（2004.7.3）
60. 「ナノテクノロジーの医療応用」、川合知二（阪大産研）、第 18 回阪大未来医療フォーラム、大阪（2004.7.7）
61. 「ナノテクノロジーの現状と将来展望」、川合知二（阪大産研）、平成 16 年度日本試薬協会西部地区講演会、大阪（2004.7.16）

62. 「ナノテクノロジーが開く新しい科学と技術」、川合知二（阪大産研）、(社)大阪倶楽部、大阪（2004.7.21）
63. 「ナノテクノロジーと臨床医工学」、川合知二（阪大産研）、臨床医工学融合研究・教育センター開設記念シンポジウム、大阪（2004.7.25）
64. 「ナノバイオのロードマップとビジネスチャンス」、川合知二（阪大産研）、大阪商工会議所バイオ振興委員会、大阪（2004.7.27）
65. 「ヒューマンボディービルディング計画」、川合知二（阪大産研）、大阪商工会議所定例懇談会、大阪（2004.9.14）
66. 「DNA をベースとした電子回路とバイオチップの開発」、川合知二（阪大産研）、（社）新化学発展協会第 9 回新化学・関西セミナー、大阪（2004.10.27）
67. 「生物分野におけるナノテクノロジーの現状と展望」、川合知二（阪大産研）、農水省ナノテクノロジー研究成果発表会 2004、東京（2004.11.5）
68. 「強相関電子系酸化物ヘテロ構造による室温動作スピントロニクスデバイスの創成」、田中秀和（阪大産研）、川合知二（阪大産研）、名古屋大学物性談話会、名古屋（2004.11.10）
69. 「ナノバイオテクノロジー」、川合知二（阪大産研）、（独）産業技術総合研究所四国センター第 2 回次世代バイオ・ナノ産業技術研究会・講演会、高松（2004.11.16）
70. 「AFM リソグラフィーによる機能性酸化物のナノ加工」、田中秀和（阪大産研）、川合知二（阪大産研）、日本ビーコ㈱ SPM 新技術セミナー、大阪（2004.11.19）
71. 「ユビキタスセンサネットワークにおけるセンサの役割」、矢野智（オムロン）、電気四学会関西支部　専門講習会　－ユビキタスセンサネットワーク技術の最新動向－、中央電気倶楽部、大阪(2004.11.19)
72. 「ナノバイオ産業化への道筋」、川合知二（阪大産研）、大阪府関西バイオコンファレンス 2004、大阪（2004.11.29）
73. 「ナノバイオの今後の展望：1 分子計測バイオチップに向けて」、川合知二（阪大産研）、（独）情報通信研究機構第 2 回研究発表会「ナノ・バイオ研究が創り出す未来の情報通信」、大阪（2004.12.2）
74. 「ナノテクノロジーの現状と将来」、川合知二（阪大産研）、（社）日本電気計測工業会「計測展 2004OSAKA」、大阪（2004.12.8）
75. 「酸化物スピントロニクス」、川合知二（阪大産研）、応用物理学会スピンエレクトロニクス研究会主催第 3 回スピントロニクス入門セミナー、大阪（2004.12.10）
76. 「ヒューマンボディービルディングについて」、川合知二（阪大産研）、大阪商工会議所次世代医療システム産業化フォーラム、大阪（2004.12.10）
77. 「センサネットワークにおけるセンサの位置付けと価値」、矢野智（オムロン）、信学会　第一回センサネットワーク研究会ワークショップ　－情報通信に新しい概念を与えるセンサネットワーク概論－、東京電機大学、東京(2004.12.10)
78. 「強相関電子酸化物ヘテロ構造による室温スピントロニクスデバイス作製」、田中秀和（阪大産研）、川合知二（阪大産研）、東北大学・金属材料研究所ワークショップ、仙台（2005.1.14）
79. 「ナノバイオロジー研究の現状と今後の展望」、川合知二（阪大産研）、第 2 回神戸バイオテクノロジー研究・人材育成センターシンポジウム、神戸（2005.2.21）
80. 「ライフサイエンスとナノテクノロジー」、川合知二（阪大産研）、東京大学先端科学技術研究センター　ナノテクノロジー先端科学技術研修コース、東京（2005.2.25）
81. 「ナノテクノロジーの医療への展開」、川合知二（阪大産研）、第 31 回北地区・北九州歯科医学会、北九州（2005.2.27）
82. 「ナノテクノロジーの医療への展開」、川合知二（阪大産研）、第 4 回日本再生医療学会総会、大阪（2005.3.2）
83. 「DNA の電子物性と伝導性」、川合知二（阪大産研）、DNA ワークショップ『JST ナノテクノロジー分野別バーチャルラボ領域横断企画』、熱海（2005.3.10-11）
84. 「五感とセンサーの未来～安全・安心・環境を支える～」、川合知二（阪大産研）、第 6 回

五感産業フォーラム、大阪（2005.3.18）
85. 「単一あるいは少数分子の電気伝導と金属／分子界面制御：DNA,シトクロムc」、松本卓也（阪大産研）、学術創成ミーティング、大阪（2005.4.19）
86. 「量子ビームとナノテクノロジー」、川合知二（阪大産研）、（社)レーザー学会平成 15 年度通常総会・創立 30 周年記念特別講演会、大阪（2003.5.30）
87. 「ナノテクノロジー～そのダイナミズムの潮流」、川合知二（阪大産研）、関東電気協会講演、東京（2005.5.23）
88. 「次世代バイオチップ開発」、川合知二（阪大産研）、関西ナノテクノロジー推進会議シンポジウム「ナノ加工とナノ造形　～バイオチップ、半導体、ガラス材料への応用～」、大阪（2005.6.13）
89. 「ナノテクノロジーの現状と今後の展望」、川合知二（阪大産研）、第 42 回四国電力㈱、㈱四国総合研究所　研究発表会、高松（2005.7.14）
90. 「絶縁体上ナノ構造の電気特性・電子状態計測－ナノエレクトロニクスのための SPM 新手法－」、松本卓也（阪大産研）、JST ナノ計測ワークショップ　ナノテクノロジー分野別バーチャルラボ領域横断企画、静岡（2005.8.11-12）
91. 「有機・バイオ材料の分子スケール電子機能計測　－ナノテスタの開発と分子エレクトロニクスへの応用－」、松本卓也（阪大産研）、川合知二（阪大産研）、2005 年度精密工学会秋季大会シンポジウム「先端機能材料・表面の原子スケール計測技術」（2005 年 9 月 17 日）
92. 「「表面に生命（いのち）を見る-生体計測技術の新展開-」シンポジウム－イオン感応性電界効果トランジスタ（IS-FET）を用いたDNAセンサー」、宇野毅（JST)、田畑仁（阪大産研）、川合知二（阪大産研）、第66回応用物理学会学術講演会、徳島大学（2005 年 9 月）
93. 「少数または単一分子の電気伝導：DNA、DNA修飾体、およびチトクロムc」、松本卓也（阪大産研）、第2回バイオオプティックス研究会－バイオとオプティックスの融合－、北海道大学（2005.10.15)
94. 「ナノバイオ応用の現状とこれから」、川合知二（阪大産研）、ヒューマンライフサイエンスフォーラム 2005、大阪（2005.10.21）
95. 「ユビキタスセンサネットワークに対するセンサ普及の課題と対応」、矢野智（オムロン）、（社）日本計量機器工業連合会　新技術導入・活用研究会　－ユビキタス・ナノ時代における計量計測技術－、東京都内、平成 17 年 11 月 22 日
96. 「ナノテクノロジーを応用とした人工臓器・人工感覚器　―ヒューマンボディービルディング―　」、川合知二（阪大産研）、日本人工視覚研究会第 1 回研究会、東京（2005.11.26）
97. 「2030 年のナノテクノロジー技術と産業、企業へのメッセージ」、川合知二（阪大産研）、ナノテクノロジーエグゼクティブマネジメントセミナー、東京（2006.1.27）
98. 「分子エレクトロニクスにおけるナノトランスファープリンティングの重要性」、松本卓也（阪大産研）、神奈川科学技術アカデミー（KAST）平成 17 年度 KAST フォーラム3、かながわサイエンスパーク（2006.2.7）
99. 「ナノテクノロジー・ナノバイオテクノロジーの創薬応用」、川合知二（阪大産研）、第 7 回創薬ビジョンシンポジウム、東京（2006.2.22）
100. 「将来の近畿地域の有望産業技術テーマ」、川合知二（阪大産研）、近畿産業クラスター・シンポジウム、大阪（2006.3.9）
101. 「ナノ・バイオ医工融合」、川合知二（阪大産研）、(独)中小企業基盤整備機構　産学連携プライベートセミナー、京都（2006.3.11）
102. 「バイオエレクトロニクスとシリコン技術との融合」田畑仁（阪大産研）、第 53 回応用物理学関係連合講演会シンポジウム「電子デバイスを目指したバイオテクノロジーとナノテクノロジーの融合」、東京（2006.3.23）
103. 「生命を測るセンサ開発－五感センサとナノバイオセンサー」、川合知二（阪大産研）、「生命をはかる」研究会第17回研究会、東京(2006.4.13)
104. 「鳥インフルエンザ、新型感染症、BSE への対応　先端科学（バイオチップ）は外的からどこまで健康を守れるか」川合知二（阪大産研）、「東京テクノ・フォーラム21」15周年記念・公

開シンポジウム、2006 年 7 月 4 日（日本プレスセンター）
105.「有機・バイオ材料のナノスケール電子機能測定」、松本卓也（阪大産研）、有機ビジネステクニカルセミナー　オルガテクノ2006、2006年7月25日　(パシフィコ横浜アネックスホール、横浜)
106. “バイオ／DNA　エレクトロニクスのデバイス応用・展望”、田畑仁（阪大産研）、オルガテクノ2006　有機ビジネステクニカルセミナー、 横浜、 Jul.25-27、 2006
107.「プログラム自己組織化によるナノ材料・ナノデバイスの作成」、松本卓也（阪大産研）、自己組織化現象におけるメカニズムと物性制御および応用動向、2006年7月26日(東京八重洲ホール、東京)
108.「ナノテクノロジーのこれからーナノバイオの展望」、川合知二（阪大産研）、産業技術総合研究所関西センター　第1回ナノテクフォーラム、2006 年 8 月 10 日、（産業技術総合研究所関西センター）
109.「センシング技術展望」、竹本英治（オムロン）、（社）京都工業会、平成 18 年度　産学公連携による技術人材育成事業　電子工学研究科、京都工業会館　平成 18 年 9 月 13 日
110.「有機・バイオ分子のナノスケール電気伝導」、松本卓也（阪大産研）、川合知二（阪大産研）、第三回バイオオプティクス研究会「バイオとオプティクスの融合」2006 年 10 月 13 日、キャンパスイノベーションセンター（東京）
111.「絶縁体表面における表面電気ポテンシャル測定」、松本卓也（阪大産研）、日本顕微鏡学会、走査型プローブ顕微鏡分科会平成 18 年度研究会「原子間力顕微鏡による電位計測ーケルビン力顕微鏡は何をみているのか？ー」、2006 年 12 月 12 日、キャンパスプラザ京都（京都）
112.「有機分子のナノスケール電気伝導　ー科学、物性からデバイスへー」、松本卓也（阪大産研）、第 265 回応化コロキウム、2007 年 2 月 9 日　首都大学東京都市環境科学研究科(東京)
113.「自己組織化配線法による分子デバイス」谷口正輝（阪大産研）、寺尾潤（阪大院工）、川合知二（阪大産研）、第 68 回応用物理学会学術講演会、北海道工業大学、2007年 9 月 4 日～8日
114.「プログラム自己組織化によるナノ材料・ナノデバイスの作成」、松本卓也（阪大産研）、「自己組織化現象におけるメカニズムと物性制御および応用動向」セミナー、2007 年 4 月 27 日（総評会館、東京）
115.「酸化物ナノスピンエレクトロニクス」、田中秀和（阪大産研）、ワークショップ「先端技術の最近のトピックスー新しいデバイスの創成へ向けてー」）2007 年 5 月 18 日（電力中央研究所、東京）
116.「走査プローブ顕微鏡を用いた時間分解静電気力検出」、松本卓也（阪大産研）、川合知二（阪大産研）、2007 年秋季第68回応用物理学学術講演会、2007 年9月4～8日(発表7日) (北海道工業大学、札幌)
117.「走査プローブ顕微鏡による表面電荷の画像化」松本卓也（阪大産研）、第 51 回粘土科学討論会　シンポジウム「粘土、層状化合物を用いた最先端材料研究」、2007 年9月 12 日(北海道大学、札幌)
118.「プログラム自己組織化で生体情報ナノデバイスを創る、観る」川合知二（阪大産研）ナノテクノロジー分野別バーチャルラボ成果報告会「ナノテク・未来への挑戦」シリーズ第 3 弾　バイオ分野ーナノバイオで拓く新しい医療システム実現のために、2008.1.22、東京
119.「プログラム自己組織化を生物に学ぶーナノテクで観る、創るー」川合知二（阪大産研）、第 30 回日本分子生物物理学会年会、第 80 回日本生化学会大会合同大会（BMB2007）、2007.12.11-15、横浜
120.「分子が拓く世界：有機エレクトロニクスをめざして」川合知二（阪大産研）第 15 回エレクトロニクス基礎研究所公開シンポジウム、『』、2007.12.7、大阪
121.「ナノテクノロジーの医療応用ーその最前線と将来展望ー」川合知二（阪大産研）第 169 回生命科学フォーラム、2007.11.5、 東京

122.「ナノバイ オ科学技術のための走査型プローブ顕微鏡:DNA 構成分子・ヌクレオチドの単一検出」川合知二(川合知二)、増原宏先生退職・就任記念事業会、2007.10.19、神戸
123.「ナノテクノロジー最前線―最新技術動向を俯瞰する--」川合知二(阪大産研)、「粉体工業展大阪 2007」における最新情報セミナー、2007.10.17、大阪
124.「アパタイトとバイオセンサー」、本津茂樹(近大生物理工)、第 20 回アパタイト研究会、東京都北区、2007 年 12 月

② 口頭発表 (国内会議 126 件、国際会議 58 件)

＜国際会議＞

1. "DNA-templated assembly of gold nanoparticles", F. Yamada(阪大産研), Y. Otsuka(阪大産研), T. Matsumoto(阪大産研), H. Tanaka(阪大産研), T. Kawai(阪大産研), The 11th International Colloquium on Scanning Probe Microscopy, Sizuoka, Japan (2003.12.11)
2. "Fabrication of Nano-gap Electrodes Without Lithography Technique and Electrical Characteristics of Nano Structured Molecules", Y. Otsuka(阪大産研), Y. Naitoh(阪大産研), T. Matsumoto(阪大産研), W. Mizutani(阪大産研), H. Tabata(阪大産研) and T. Kawai (阪大産研), Annual APS March Meeting 2004, Montreal, Canada (2004.3.22)
3. "Superparamagnetisim of Fe nanoclusters observed by non-contact magnetic force microscopy", T. Matsumoto(阪大産研), Y. Naitoh(阪大産研), K. Sato(阪大産研), Y. Hirotsu(阪大産研), T. Kawai(阪大産研), 12th International Conference on Scanning Tunneling Microscopy/ Spectroscopy and Related Techniques, Eindhoven, the Netherlands (July 21-25, 2003)
4. "Quantitative analysis of DNA hybridization on streptavidin modified electrode for development of nanobiosensor", R. Yamazaki(阪大産研), H. Y. Lee(阪大産研), H. S. Jung (JST), and T. Kawai(阪大産研), Korean physical society-2003 fall meeting, Chejudo, Korea (October 23-25, 2004)
5. "SPM Investigation for an Electrochemical or a Micro-Gravimetric DNA-Sensing Procedure", H.-Y. Lee(阪大産研), J.-M. Kim(阪大産研), J.-W. Park (阪大産研), H.-S. Jung(JST), and T. Kawai(阪大産研), 2003 MRS Fall Meeting, Boston, USA (December, 2, 2003)
6. "Nano-scale characterization of the ultra thin (La,Ba)MnO3 film with room temperature ferromagnetism and their device application", H. Tanaka(阪大産研), T. Kanki(阪大産研), T. Matsumoto(阪大産研), T. Kawai(阪大産研), Material Research Society Fall Meeting 2003, Boston, USA (December 2003)
7. "Electrical conductivity of cytochrome c on a promoter-modified substrate", T. Matsumoto(阪大産研), M. Kataoka(阪大産研), T. Kawai(阪大産研), The 11th International colloquium on scanning probe microscopy, Atagawa, Japan (December 11-13, 2003)
8. "Nano-scale modification of electrical and magnetic properties on Fe_3O_4 thin film by AFM lithography", M. Hirooka(阪大産研), H. Tanaka(阪大産研), R-W. Li(阪大産研) and Tomoji Kawai(阪大産研), The 11th International Colloquium on Scanning Tunneling Probe Microscopy, Atagawa (December, 2003)
9. "DNA Nano-patterning with Self-organization by using Nanoimprint", T. Ohtake(JST), K. Nakamatsu(兵庫県立大), S. Matsui(兵庫県立大), H. Tabata(阪大産研) and T. Kawai (阪大産研), The forty-eighth international conference on electron, ion, and photon beam technology and nanofabrication (EIPBN) 2004 年 6 月 2 日 (San Diego, CA, USA)
10. "Adsorption of DNA Molecule and DNA Patterning on Si Substrate", S. Tanaka(阪大産研), M. Taniguchi(阪大産研), T. Kawai(阪大産研), DNA-Based Molecular Electronics, Institute for Physical High Technology (IPHT), Jena, Germany, (May 13-15、2004)
11. "Tunneling conduction through cytochrome c molecule", M. Kataoka(阪大産研), T. Matsumoto(阪大産研), T. Kawai(阪大産研), 8th Int. Conference on Nanometer Scale Science and Technology, Venice, Italy (June 28-July 2, 2004)
12. "Fabrication method of Nano-gap Electrodes without Wet Process and Electrical Measurement of Nano Structured Molecules", Y. Otsuka(阪大産研), Y. Naitoh(阪大産研),

T. Matsumoto（阪大産研）, W. Mizutani（阪大産研）, H. Tabata（阪大産研） and T. Kawai（阪大産研）, Nano8, Venice, Italy (June 28-July 2, 2004)

13. “Ordered Adlayer of PNA on Au(111) surface”, K. Ojima（JST）, T.Uno（JST）, T.Matsumoto（阪大産研）, T.Kawai（阪大産研）, 8th Int. Conference on Nanometer Scale Science and Technology, Venice, Italy (June 28-July 2, 2004)
14. “Surface Potential Images of Molecular Systems on Insulating Substrates by Frequency-Mode Scanning Force Microscopy”, T.Matsumoto（阪大産研）, F.Yamada（阪大産研）, A.Takagi（JST）, T.Kawai（阪大産研）, Seventh International Conference on non-contact Atomic Force Microscopy, Seattle, USA (September 12-15, 2004)
15. “Direct DNA detection using ion-sensitive field effect transistors (IS-FETs) based on peptide nucleic acid”, Takeshi Uno（JST）, Toshihito Ohtake（JST）, Hitoshi Tabata（阪大産研） and Tomoji Kawai（阪大産研）, SSDM2004 (Solid State Devices and Materials) 2004 年 9 月 15-17 日 (Tokyo, Japan)
16. “Electric-field control of ferromagnetism at room temperature by using $Pb(Zr,Ti)O_3/(La,Ba)MnO_3$ heterostructure”, H. Tanaka（阪大産研）, T. Kanki（阪大産研）, M. Ohnishi（阪大産研） and T. Kawai（阪大産研）, The 11th Oxide electronics workshop, Hakone (2004.10.5)
17. "Adsorption of DNA molecule and DNA Patterning on Si substrate”, S. Tanaka（阪大産研）, M. Taniguchi（阪大産研）, T. Kawai（阪大産研）, Scanning Probe Microscopy in Life Sciences, University Medicine Berlin, Berlin, Germany, (October 13, 2004)
18. “Electric-field control of ferromagnetism at room temperature by using $Pb(Zr,Ti)O_3/(La,Ba)MnO_3$ heterostructure”, Hidekazu Tanaka（阪大産研）, Teruo Kanki（阪大産研）, Masatoshi Ohnishi（阪大産研）, Tomoji Kawai（阪大産研）, Korea Physical Society Meeting, Korea(2004. 10. 21-23)
19. “Conductance measurement of a DNA network in nano-scale by point contact current imaging atomic force microscopy”, Hidekazu Tanaka（阪大産研）, Ayumu Terawaki（阪大産研）, Yoichi Otsuka（阪大産研）, Hea Yeon Lee（阪大産研）, Takuya Matsumoto（阪大産研） and Tomoji Kawai（阪大産研）, Material Research Society Fall Meeting, Boston, USA (2004. 11. 30-12. 3)
20. “Ultrasensitive Electric DNA recognition using Nanowells Array”, Ho-Sup Jung（JST）, Hea-Yeon Lee（阪大産研） and Tomoji Kawai（阪大産研）, MRS2004 Fall meeting, Boston, USA (2004. 11. 30-12. 3)
21. “Electric-field control of ferromagnetism at room temperature on the $Pb(Zr,Ti)O_3/(La,Ba)MnO_3$ heterostructure”, T. Kanki（阪大産研）, M. Ohnishi（阪大産研）, H. Tanaka（阪大産研） and T. Kawai（阪大産研）. Material Material Research Society Fall Meeting, Boston, USA (2004. 11. 30-12. 3)
22. “Direct Printing of Gold Electrode for Molecular-Scale Devices”, K. Ojima（JST）, K. Nakamatsu（兵庫県立大）, T. Kanno（阪大産研）, T. Matsumoto（阪大産研）, S. Matsui（兵庫県立大）, T. Kawai（阪大産研）, The12th International Colloquium on Scanning Probe Microscopy, Atagawa, Japan (December 9-11, 2004)
23. “Conductivity Measurement through Cytochrome c Molecules”, M. Kataoka（阪大産研）, T. Matsumoto（阪大産研）, T. Kawai（阪大産研）, The12th International Colloquium on Scanning Probe Microscopy, Atagawa, Japan (December 9-11, 2004)
24. “Surface Potential Measurement of the DNA-Au Nanoparticle Complex on Insulating Substrate”, F. Yamada（阪大産研）, A. Takagi（JST）, T. Kusaka（阪大産研）, T. Matsumoto（阪大産研）, H. Tanaka, T. Kawai（阪大産研）, The12th International Colloquium on Scanning Probe Microscopy, Atagawa, Japan (December 9-11, 2004)
25. “A Simple Fabrication Method of Nanogap Electrodes for Top-Contacted Geometry: Application to Porphyrin Nanorods and a DNA Network”, Y. Otsuka（阪大産研）, Y. Naitoh（阪大産研）, T. Matsumoto（阪大産研）,
26. W. Mizutani（阪大産研）, H. Tabata（阪大産研）, T. Kawai（阪大産研）, The12th

International Colloquium on Scanning Probe Microscopy, Atagawa, Japan (December 9-11, 2004)

27. “Structure and electrical property of DNA molecules immobilized on the patterned self-assembled monolayers”, Yoichi Otsuka（阪大産研）, Kaoru Ojima（JST）, Takuya Matsumoto（阪大産研）, Hitoshi Tabata（阪大産研）, Tomoji Kawai（阪大産研）, APS March Meeting 2005 (2005.3.21)
28. “Biosensor Consists of Na - Doped Hydroxyapatite Thin Film”, H. Nishikawa（近大生物理工）, M. Kusunoki（近大生物理工）, S. Hontsu（近大生物理工）, M. Kawashima（近大生物理工）, T. Kawai（阪大産研）, American Physical Society March Meeting 2005, Los Angeles, USA, 2005 年 3 月
29. ”A Robot with Networked Facial Image Sensing”, Eiji Takemoto（オムロン）, Hideyuki Kishiba（オムロン）, INSS2005 (Second International Workshop On Networked Sensing Systems) Session D, 平成 17 年 6 月 27 日 (California, San Diego, USA)
30. “Tunneling Conduction of Cytochrome c Molecules”, Takuya Matsumoto（阪大産研）, Makoto Kataoka and Tomoji Kawai（阪大産研）, The Eleventh International Conference on Organized Molecular Films (LB11), Sapporo, Japan (Jun26-30, 2005)
31. “Conduction through Cytochrome c Molecules”, Takuya Matsumoto（阪大産研）, Makoto Kataoka（阪大産研）, Tomoji Kawai（阪大産研）, 13th International Conference on Scanning Tunneling Microscopy/Spectroscopy and Related Techniques in conjunction with 13th International Colloquium on Scanning Probe Microscopy, Sapporo, Japan (July 3-8,2005)
32. “Structure and Electrical Property of DNA Molecules Immobilized on Patterned Hydrophobic / Hydrophilic Surface”, Y. Otsuka（阪大産研）, K. Ojima（JST）, T. Matsumoto（阪大産研）, H. Tabata（阪大産研） and T. Kawai（阪大産研）, 13th International Conference on Scanning Tunneling Microscopy/Spectroscopy and Related Techniques in conjunction with 13th International Colloquium on Scanning Probe Microscopy, Sapporo, Japan (July 3-8,2005)
33. “Potential Mapping of Top-contacted Junctions: Molecules and Nanotransfer Printing Electrode”, Kaoru Ojima（JST）, Kenichiro Nakamatsu（兵庫県立大）, Takuya Matsumoto（阪大産研）, Shinji Matsui（兵庫県立大） and Tomoji Kawai（阪大産研）, 13th International Conference on Scanning Tunneling Microscopy/Spectroscopy and Related Techniques (STM'05), Sapporo, Japan (July 5, 2005)
34. “Nanopatterning of Transition Metal Oxides by the Voltage-Biased Tip of an Atomic Force Microscope”, L. Pellegrino（阪大産研）, E. Bellingeri (ジェノバ大), I. Pallecchi (ジェノバ大), G. Canu (ジェノバ大), A.S. Siri (ジェノバ大) and D. Marré (ジェノバ大), M. Hirooka（阪大産研）, Y. Yanagisawa（阪大産研）, M Ishikawa（阪大産研）, H. Tanaka（阪大産研）, T. Matsumoto（阪大産研）, A. Takagi（JST） and T. Kawai（阪大産研）, 13th International Conference on Scanning Tunneling Microscopy/Spectroscopy and Related Techniques in conjunction with 13th International Colloquium on Scanning Probe Microscopy, Sapporo, Japan (July 3-8,2005)
35. “Recognition of nano-well array based on electric gene chip”, Hea-Yeon Lee（阪大産研）, Ho-Sup Jung（JST）, and Tomoji Kawai（阪大産研）, Young Asian Biochemical Engineers' Community, 2004 年 9 月 YABEC2004、大阪、日本
36. “Electrical properties of ferromagnetic Oxide nano-channels prepared by Atomic Force Microscopy”, Y. Yanagisawa（阪大産研）, L.Pellegrino（阪大産研）, H. Tanaka（阪大産研）, Motoyuki Hirooka（阪大産研）, T. Kawai（阪大産研）, The 12th International Workshop on Oxide Electronics, October 5, 2005 (Massachusetts, USA)
37. “Conduction through Cytochrome c Molecules”, T. Matsumoto（阪大産研）, M. Kataoka（阪大産研）, T. Kawai（阪大産研）, AVS 52nd International Symposium and Exhibition, October 30-November 4, 2005 (Boston, USA.)
38. “Surface Potential Mapping of DNA-protein Complex at Molecular Level”, E. Mikamo（阪大産研）, F. Yamada（阪大産研）, T. Matsumoto（阪大産研）, T. Kawai（阪大産研）, AVS

52nd International Symposium and Exhibition, October 30-November 4, 2005 (Boston, USA.)

39. "Top-contact Junctions for Molecules Electronics: Nanotransfer Printing", K. Ojima（JST）, K. Nakamatsu（兵庫県立大）, Y. Otsuka（阪大産研）, T. Matsumoto（阪大産研）, S. Matsui（兵庫県立大）, T. Kawai（阪大産研）, AVS 52nd International Symposium, October 30, 2005 (Boston, USA)
40. “Fabrication of oxide nano-structure using atomic force microscopy and its electrical properties”, Y. Yanagisawa（阪大産研）, L.Pellegrino（阪大産研）, H. Tanaka（阪大産研）, M. Hirooka（阪大産研）, T. Kawai（阪大産研）, 4th 21st Century COE "Towards Creating New Industries Based on Inter-Nanoscience", November 18, 2005 (Mie, Japan)
41. “Fabrication of Mn-doped Fe3O4 nanochannel structures and application to nano FET devices by AFM Lithography”, Hidekazu Tanaka（阪大産研）, L. Pellegrino（阪大産研）, Y. Yanagisawa（阪大産研）, M. Ishikawa（阪大産研）, T. Matsumoto（阪大産研）, and T. Kawai（阪大産研）, MRS Meeting, November 30, 2005 (Boston, USA)
42. "Creation of bio-mimetic intellectual material based on programmed self-assembly", Kaoru Ojima（JST） and Tomoji Kawai（阪大産研）, The Sixth France-Japan Workshop on Nanomaterials, March 6, 2006, (Gateaux Kingdom Sapporo, Sapporo, Japan).
43. “Application of hydroxyapatite thin film as a biosensor”, H. Nishikawa（近大生物理工）, D. Okumura（近大生物理工）, M. Kusunoki（近大生物理工）, S. Hontsu（近大生物理工）, American Physical Society March Meeting 2006, Baltimore, USA, 2006 年 3 月
44. “Time-resolved scanning force microscopy”, Takuya Matsumoto（阪大産研）, Tomoji Kawai（阪大産研）, 9th International Conference on Non-contact Atomic Force Microscopy, July 16-20, 2006 (Kobe, Japan)
45. “Anchoring Gold Nanoparticles onto Mica Surface by Oxygen Plasma Ashing for Sequential Nanocomponent Assembly”, A. Takagi（JST）, K. Ojima（JST）, E. Mikamo（阪大産研）, T. Matsumoto（阪大産研）, T. Kawai（阪大産研）, International Conference on Nanoscience and Technology NANO9 meets STM’06, July30-Aug.4,2006 (Basel, Switzerland)
46. “Structuring One-dimensional Molecular Array Based on Sequensial Self-assembly”, K. Ojima（JST）, K. Adachi（JST）, M. Taniguchi（阪大産研）, T. Matsumoto（阪大産研）, T. Kawai（阪大産研）, International Conference on Nanoscience and Technology NANO9 meets STM’06, July30-Aug.4,2006 (Basel, Switzerland)
47. “Molecular-Scale Elctrical Properties of DNA-templated Porphyrin Arrays”, C. Takatoh（阪大産研）, T. Matsumoto（阪大産研）, T. Kawai（阪大産研）, K. Takada（荏原総研, T. Saitoh（荏原総研）, International Conference on Nanoscience and Technology NANO9 meets STM’06, July30-Aug.,2006 (Basel, Switzerland)
48. “Heterostructured Oxide Spin Devices using Tuneable Ferromagnetic Semiconductor of High TC Spinel Fe3-xMnxO4 Films”, H. Tanaka（阪大産研）, I. Satoh（阪大産研）, M. Ishikawa（阪大産研）, Y. Yanagisawa（阪大産研）, L. Pellegrino（阪大産研）, and T. Kawai（阪大産研）, XIII International Workshop on Oxide Electronics, October 8-11, 2006（Ischia, Italy）
49. “Preparation of hydroxyapatite sheet with various shapes and its application to programmable tissue engineering scaffold”, H. Nishikawa（近大生物理工）, R. Hatanaka（近大生物理工）, M. Kusunoki（近大生物理工）, S. Hontsu（近大生物理工）, Materials Research Society 2006 Fall Meeting, Boston, USA, 2006 年 11 月
50. Nanopatterning of Poly Ethylene Glycol-Self Assembled Monolayer by Combining Nanoimprint Lithography and Lift-Off Method Bong-Kuk Lee（JST）, Hea-Yeon Lee（阪大産研）, Tomoji Kawai（阪大産研）, 2006 MRS (Materials Research Society) Fall Meeting, Nov. 27 – Dec. 1, 2006 (Boston, USA).
51. “Preparation of Transition Metal Oxides Nano-Array by Imprint Technique using MgO Nano-Mask”, H. Tanaka(阪大産研), N. Suzuki (JST), Y. Yanagisawa(阪大産研), S.Yamanaka(阪大産研), , K. Ojima (JST), B.K. Lee (JST), J.H. Seo (Pohang 大), H.Y. Lee

(阪大産研), M. Kanai (JST), T. Kawai（阪大産研）, 2006 MRS (Materials Research Society) Fall Meeting, Nov. 27 -Dec. 1, 2006 (Boston, USA).

52. "Heterostructured Oxide Spin Devices using Tunable Ferromagnetic Semiconductor of High T_C Spinel $Fe_{3-x}Mn_xO_4$ Films", T. Kawai（阪大産研）, H. Tanaka（阪大産研）, I. Satoh（阪大産研）, M. Ishikawa（阪大産研）, Y. Yanagisawa（阪大産研）, L. Pellegrino（阪大産研）, 2006 MRS (Materials Research Society) Fall Meeting, Nov. 27 – Dec. 1, 2006 (Boston, USA).
53. "Soft Lithographic Patterning of Functional Lipid Vesicles and inside microfluidic channels using Well-Oriented NanoWell Array Metrics for Integrated Digital Nanobiosensors", HeaYeon Lee（阪大産研）, BonkKuk Lee（JST）, Pilnam Kim (ソウル大学、韓国), Kahp Y. Suh (ソウル大学、韓国), and Tomoji Kawai（阪大産研）, 2006 MRS (Materials Research Society) Fall Meeting, Nov. 27 – Dec. 1, 2006 (Boston, USA).
54. "Single molecule recognition imaging by frequency shift detection in liquids", T. Kawahara（阪大産研）, T. Matsumoto（阪大産研）, H. Hokonohara（阪大産研） and T. Kawai（阪大産研）, The 14th International Colloquium on Scanning Probe Microscopy, Dec. 7-9, 2006 (Atagawa, Japan)
55. "Time-resolved electrostatic force detection", T. Matsumoto（阪大産研） and T. Kawai（阪大産研）, The 14th International Colloquium on Scanning Probe Microscopy, Dec. 7-9, 2006 (Atagawa, Japan)
56. "Electrical transport of molecular nanomaterials and interfaces probed by point-contact current-imaging atomic force microscopy", Takuya Matsumoto（阪大産研）, Tomomi Tabuchi（阪大産研）, Yoichi Otsuka（阪大産研）, Tomoji Kawai（阪大産研）, Fourth International Conference on Molecular Electronics and Bioelectronics (M&Be4), March 14-16, 2007 (Tokyo, Japan)
57. "Molecule recognition imaging by frequency shift detection in liquid", Takuya Matsumoto（阪大産研）, 10th International Non-Contact AFM 2007, Sep.16-20 (Antalya Turkey)
58. "Nano-structured Functional Oxides", Tomoji Kawai（阪大産研）, The 14th International Workshop on Oxide Electrics, 2007.10.7-10, Jeju Island(Korea)

＜国内学会＞

1.「DNA ネットワークへの色素修飾と SPM による物性評価」、高東智佳子（阪大産研）、松本卓也（阪大産研）、川合知二（阪大産研）、第 22 回表面科学講演大会（2002 年 11 月）
2.「SPMをベースとした、ナノ構造の電子物性測定法：ナノテスターと電荷移動力顕微鏡」、松本卓也（阪大産研）、川合知二（阪大産研）、関西薄膜表面物理セミナー（2002 年 11 月8-9日）
3.「ポイントコンタクト電流画像化原子間力顕微鏡の開発」、松本卓也（阪大産研）、大塚洋一（阪大産研）、川合知二（阪大産研）、第22回表面科学講演大会（2002 年 11 月 26～28 日）
4.「DNA/金属微粒子複合体の形成：表面電荷制御と電子特性」、山田郁彦（阪大産研）、佐長裕（阪大産研）、田中秀和（阪大産研）、松本卓也（阪大産研）、川合知二（阪大産研）、日本表面科学会第 22 回表面科学講演大会
5.「DNA ネットワークへの静電結合による色素修飾」、高東智佳子（阪大産研）、松本卓也（阪大産研）、川合知二（阪大産研）、第 50 会応用物理学関係連合講演会（2003 年 3 月）
6.「プロモーター修飾基板上におけるシトクロム c の電気伝導測定」、片岡誠（阪大産研）、森本潤（阪大産研）、松本卓也（阪大産研）、川合知二（阪大産研）、第 50 会応用物理学関係連合講演会（2003 年 3 月）
7.「DNA/金属微粒子複合体の形成と表面ポテンシャルの影響」、山田郁彦（阪大産研）、田中秀和（阪大産研）、松本卓也（阪大産研）、川合知二（阪大産研）、第 50 回応用物理学関係連合講演会（2003 年 3 月）
8.「雰囲気制御された DNA ネットワーク構造の電気特性測定」、寺脇歩（阪大産研）、李恵りょん（阪大産研）、大塚洋一（阪大産研）、内藤泰久（阪大産研）、田中秀和（阪大産研）、松本卓也（阪大産研）、川合知二（阪大産研）、第 50 会応用物理学関係連合講演会（2003 年 3

月 29 日）

9.「高分子絶縁膜を用いた有機FETの作製と特性評価」、谷口正輝（阪大産研）、川合知二（阪大産研）、第 50 会応用物理学関係連合講演会（2003 年 3 月 30 日）

10. 「ビスアクリジン蛍光分子の DNA へのインターカレーション」、屋嘉比友子（阪大産研）、谷口正輝（阪大産研）、田畑仁（阪大産研）、川合知二（阪大産研）、第 50 回応用物理学関連連合後援会（2003 年 3 月）

11. 「高分子絶縁体と有機半導体からなる有機電界効果トランジスタの作製・評価」、谷口正輝（阪大産研）・川合知二（阪大産研）、日本化学会第 83 回春季年会（2003 年 3 月）

12. 「ゆらぎと共存の物理－スピン・電荷・双極子～酸化物＆バイオエレクトロニクスに向けて～」、田畑仁（阪大産研）、ナノサイエンス・ナノテクノロジー研究ワークショップ、淡路夢舞台国際会議場（2003.4.17）

13. 「バイオチップ基板応用を目的とした光応答性無機・有機複合デバイスの作製」、金井真樹（JST）、ナノサイエンス・ナノテクノロジー研究ワークショップ、淡路夢舞台国際会議場（2003.4.19）

14. 「DNA の電気伝導性とポルフィリン－DNA 会合体形成の試み」、松本卓也（阪大産研）、田中秀和（阪大産研）、谷口正輝（阪大産研）、川合知二（阪大産研）、第五回“研究会イン沖縄”機能性分子の設計・合成戦略と計測技術の現在そして未来 （2003 年4月 24～25 日）

15. 「酵素反応を用いた長鎖 Poly(dG)・Poly(dC)の合成」、田中慎一（阪大産研）、谷口正輝（阪大産研）、田畑仁（阪大産研）、藤原伸介（阪大院工）、内山進（阪大院工）、福井希一（阪大院工）、川合知二（阪大産研）、高分子学会、山口大学（2003.9.2）

16. 「機能性高分子を用いた有機感応膜ガスセンサ」、鄭浩燮（JST），李恵りょん（阪大産研）、田中秀和（阪大産研）、久保井亮一（阪大産研），川合知二（阪大産研）、日本応用物理学会秋季大会、福岡大学（2003 年 8 月 30 日－9 月 2 日）

17. 「半導体および絶縁膜ともに高分子を用いた有機FETの作製と特性評価」、小林俊之（阪大産研）、谷口正輝（阪大産研）、川合知二（阪大産研）、第 64 回応用物理学会学術講演会（2003.9.2）

18. 「レーザーアブレーション法によるクロマトグラフィー用アパタイト薄膜の作製」、川島将実（近大生物理工）、本津茂樹（近大生物理工）、西川博昭（近大生物理工）、楠正暢（近大生物理工）、川合知二（阪大産研）、第 64 回応用物理学会学術講演会、福岡市、2003 年 8 月

19. 「レーザーアブレーション法による Na ドープハイドロキシアパタイト薄膜の作製」、仲森昌也（近大生物理工）、本津茂樹（近大生物理工）、川島将実（近大生物理工）、西川博昭（近大生物理工）、楠正暢（近大生物理工）、川合知二（阪大産研）、第 64 回応用物理学会学術講演会、福岡市、2003 年 8 月

20. 「固体表面上における DNA の変形と電気伝導」、松本卓也（阪大産研）、高木昭彦（JST）、田上勝規(阪大産研)、塚田捷（早稲田大）、川合知二（阪大産研）、日本物理学会 2003 年秋季大会 （2003 年9月 20～23 日）

21. 「Si(100)2×1 表面におけるカルボニル化合物の付加反応の速度論」、浜井知歩（阪大産研）、松本卓也（阪大産研）、高木昭彦（JST）、谷口正輝（阪大産研）、川合知二（阪大産研）、分子構造総合討論会 2003 （2003 年 9 月 24～27 日）

22. 「SPMリソグラフィーによるFe_3O_4薄膜へのパターニング」、廣岡誠之（阪大産研）、田中秀和（阪大産研）、川合知二（阪大産研）、第 27 回日本応用磁気学会学術講演会、大阪大（2003 年 9 月

23. 「マクロ分子のトンネル伝導：DNA,シトクロムc,ポルフィリン」、松本卓也（阪大産研）、片岡誠（阪大産研）、前田泰（阪大産研）、田上勝規（阪大産研）、塚田捷（早稲田大）、川合知二（阪大産研）、第 84 回春季年会日本化学会 （2004 年3月 28 日）

24. 「分子系ナノスケール伝導測定に適したトップコンタクト型電極形成の試み」、松本卓也（阪大産研）、大塚洋一（阪大産研）、内藤泰久（阪大産研）、小嶋薫（JST)、中松健一郎（兵庫県立大）、松井真二（兵庫県立大）、川合知二（阪大産研）、2004 年春季第 51 回応用物理

学関係連合講演会 （2004 年3月29日）

25. 「プローブ顕微鏡を用いて測定したシトクロムcの電気伝導測定」、片岡誠（阪大産研）、森本潤（阪大産研）、松本卓也（阪大産研）、川合知二（阪大産研）、2004 年春季第 51 回応用物理学関係連合講演会 （2004 年3月29日）
26. 「Au(111)表面でのペプチド核酸単分子膜の形成」、小嶋薫（JST)、宇野毅（JST)、松本卓也（阪大産研）、川合知二（阪大産研）、2004 年春季第 51 回応用物理学関係連合講演会（2004 年3月29日）
27. 「DNA をテンプレートに用いた金属ナノ微粒子の配列」、山田郁彦（阪大産研）、大塚洋一（阪大産研）、松本卓也（阪大産研）、田中秀和（阪大産研）、川合知二（阪大産研）、2004 年春季第 51 回応用物理学関係連合講演会 （2004 年3月29日）
28. 「絶縁体基板上に吸着した DNA・金ナノ微粒子複合体の周波数モード局所ポテンシャル測定」山田郁彦（阪大産研）、松本卓也（阪大産研）、川合知二（阪大産研）、第 51 回応用物理学会関係連合講演会、東京工科大（2004 年 3 月）
29. “Specific arrays of antibody on lipid vesicles modified surface confirmed by quartz crystal microbalance”, H. Y. Lee（阪大産研）, H. S. Jung（JST）, K. Fujikawa（阪大産研）, J. M. Kim（阪大産研）, J. W. Park （阪大産研）, T. Kawai（阪大産研）, 応用物理学関係連合講演会、東京工科大学（2004 年 3 月 28 日-31 日）
30. 「$La_{0.8}Ba_{0.2}MnO_3$ 薄膜を用いた赤外線イメージセンサの作製（II）」、唐山英明（JST）, 田中秀和（阪大産研）, 川合知二（阪大産研）, 小林猛（阪大産研）, 佐藤一成（阪大産研）, 谷喜東（オムロン）、応用物理学関係連合講演会、東京工科大学（2004 年 3 月 28 日-31 日）
31. 「SPM リソグラフィーによる Fe_3O_4 薄膜への電気的、磁気的ナノ修飾」、廣岡誠之（阪大産研）、田中秀和（阪大産研）、李るんうぇい（阪大産研）、川合知二（阪大産研）、第 51 回応用物理学会関係連合講演会、東京工科大（2004 年 3 月）
32. 仲森昌也（近大高専）、本津茂樹（近大生物理工）、川島将実（近大生物理工）、西川博昭（近大生物理工）、楠正暢（近大生物理工）、川合知二（阪大産研）、「Naドープハイドロキシアパタイト薄膜を用いた化学センサ」、第 51 回応用物理学関係連合講演会、八王子市、2004 年 3 月
33. 「ハイドロキシアパタイトパターン上への蛋白質吸着」、楠正暢（近大生物理工）、川島将実（近大生物理工）、西川博昭（近大生物理工）、本津茂樹（近大生物理工）、森本康一（近大生物理工）、川合知二（阪大産研）、第 51 回応用物理学関係連合講演会、八王子市、2004 年 3 月
34. 「傾斜蒸着法によるウェットプロセスフリー・トップコンタクト型ナノギャップ電極の作製」、大塚洋一（阪大産研）、内藤泰久（阪大産研）、松本卓也（阪大産研）、水谷亘（阪大産研）、田畑仁（阪大産研）、川合知二（阪大産研）、第 65 回応用物理学会学術講演会、2004 年 9 月
35. 「DNA をテンプレートとした金パーティクルの一次元配列」、小嶋薫（JST)、安立京一（JST)、松本卓也（阪大産研）、川合知二（阪大産研）、第 65 回応用物理学会学術講演会、2004 年 9 月
36. 「分子系ナノスケール伝導測定に適したトップコンタクト型電極形成の試み（II）」、小嶋薫（JST)、菅野誉士（阪大産研）、仲里卓（阪大産研）、松本卓也（阪大産研）、川合知二（阪大産研）、中松健一郎（兵庫県立大）、松井真二（兵庫県立大）、第 65 回応用物理学会学術講演会、2004 年 9 月
37. 「絶縁体表面上に形成した DNA・微粒子複合体の周波数モード局所ポテンシャル測定」山田郁彦（阪大産研）、高木昭彦（JST）、日下貴生（阪大産研）、松本卓也（阪大産研）、田中秀和（阪大産研）、川合知二（阪大産研）、第 65 回応用物理学会学術講演会 、2004 年 9 月
38. 「AFM リソグラフィーによる室温強磁性体酸化物ナノチャネルの形成とその電気伝導特性評価」、廣岡誠之（阪大産研）、田中秀和（阪大産研）、柳沢吉彦（阪大産研）、川合知二（阪大産研）、第 65 回応用物理学会学術講演会、東北学院大（2004 年 9 月）

39. 「c 軸配向ハイドロキシアパタイト薄膜表面への塩基性タンパク質の優先的吸着」、西川博昭（近大生物理工）、川島将実（近大生物理工）、楠正暢（近大生物理工）、本津茂樹（近大生物理工）、川合知二（阪大産研）、第 65 回応用物理学会学術講演会、仙台市、2004 年 9 月
40. 「Na ドープハイドロキシアパタイト薄膜を用いたバイオセンサ、第 65 回応用物理学会学術講演会」、西川博昭（近大生物理工）、川島将実（近大生物理工）、楠正暢（近大生物理工）、本津茂樹（近大生物理工）、仲森昌也（近大高専）、川合知二（阪大産研）、仙台市、2004 年 9 月
41. 「ハイドロキシアパタイトコート QCM センサ」、楠正暢（近大生物理工）、川島将実（近大生物理工）、西川博昭（近大生物理工）、本津茂樹（近大生物理工）、橋本典也（大歯大）、第 65 回応用物理学会学術講演会、仙台市、2004 年 9 月
42. 「ナノギャップ電極を用いたシトクロムCの電気伝導測定」、片岡誠（阪大産研），内藤泰久（阪大産研），松本卓也（阪大産研），川合知二（阪大産研）、第 65 回応用物理学会学術講演会 （2004 年9月1日）
43. 「$La_{0.8}Sr_{0.2}MnO_3$ 薄膜における転移温度上昇と結晶構造の相関」、金井真樹（JST）、田中秀和（阪大産研）、川合知二（阪大産研）、日本物理学会 2004 年秋季大会、青森大学（2004.9.12）
44. 「周波数検出磁気力顕微鏡による超高分解能磁気微細構造観察」、松本卓也（阪大産研）、内藤泰久（阪大産研）、神吉輝夫（阪大産研）、田中秀和（阪大産研）、川合知二（阪大産研）、第 28 回応用磁気学会学術講演会（2004 年 9 月 21－24 日）
45. 「Pb(Zr,Ti)3/(La,Ba)MnO3 室温強磁性電界効果トランジスタの作製とコンダクティブ AFM を用いた局所電気特性評価」、大西正敏（阪大産研）、神吉輝夫（阪大産研）、田中秀和（阪大産研）、川合知二（阪大産研）、第 28 回日本応用磁気学会学術講演会、沖縄コンベンションセンター（2004 年 9 月 21－24 日）
46. 「バイオ分子を用いたボトムアップ手法による分子デバイス構築の試み」、小嶋薫（JST)、松本卓也（阪大産研）、川合知二（阪大産研）、2004 年度関西薄膜表面物理セミナー（2004 年 11 月 5-6 日）
47. 「Si(100)2x1 表面への有機分子吸着反応における局所電荷の役割」、松本卓也（阪大産研）、川合知二（阪大産研）、2004 年度関西薄膜表面物理セミナー（2004 年 11 月 5-6 日）
48. 「金基板への核酸分子の固定化」、小嶋薫（JST), 松浦 俊彦（阪大産研），宇野毅（JST), 松本卓也（阪大産研），川合知二（阪大産研）、第 24 回表面科学講演大会（2004 年 11 月 8-10 日）
49. 「自己組織化修飾界面を利用したチトクロムc分子のトンネル伝導」、片岡誠（阪大産研），松本卓也（阪大産研），川合知二（阪大産研）、第 24 回表面科学講演大会（2004 年 11 月 8-10 日）
50. 「絶縁体表面上に形成した DNA・微粒子複合体の周波数モード局所ポテンシャル測定」、山田郁彦（阪大産研），高木昭彦（JST），日下貴生（阪大産研），松本卓也（阪大産研），田中秀和（阪大産研），川合知二（阪大産研）、第 24 回表面科学講演大会（2004 年 11 月 8-10 日）
51. 「Na ドープハイドロキシアパタイト薄膜の作製とそのバイオセンサ応用」、西川博昭（近大生物理工）、楠正暢（近大生物理工）、本津茂樹（近大生物理工）、仲森昌也（近大高専）、川合知二（阪大産研）、日本バイオマテリアル学会シンポジウム2004、つくば市、2004 年 11 月
52. 「絶縁体上 FM モードポテンシャル測定における分子・ナノ微粒子のバイアス依存特性」、山田郁彦（阪大産研）、高木昭彦（JST）、松本卓也（阪大産研）、田中秀和（阪大産研）、川合知二（阪大産研）、2005 年春季 第 52 回応用物理学関係連合講演会（2005 年3月 29 日－4月1日）
53. 「ナノトランスファープリンティングにより作製した分子/電極接合の KFM 観察」、小嶋薫（JST)、中松健一郎（兵庫県立大）、松本卓也（阪大産研）、松井真二（兵庫県立大）、川合知二（阪大産研）、2005 年春季 第 52 回応用物理学関係連合講演会（2005 年3月 29 日－

4月1日）

54. 「シトクロム c の少数分子電気特性評価」、片岡誠（阪大産研）、松本卓也（阪大産研）、川合知二（阪大産研）、2005 年春季 第 52 回応用物理学関係連合講演会（2005 年3月 29 日－4月1日）
55. 「分子系ナノスケール伝導測定に適したトップコンタクト型電極形成の試み（III）」、小嶋薫（JST)、中松健一郎（兵庫県立大）、松本卓也（阪大産研）、松井真二（兵庫県立大）、川合知二（阪大産研）、2005 年春季 第 52 回応用物理学関係連合講演会（2005 年3月 29 日－4月1日）」
56. 「絶縁体上 FM モードポテンシャル測定における分子・ナノ微粒子のバイアス依存特性」、山田郁彦（阪大産研），高木昭彦（JST），松本卓也（阪大産研）,田中秀和（阪大産研）,川合知二（阪大産研）、2005 年春季・第 52 回応用物理学関係連合講演会、埼玉大学（2005.3.29-4.1）
57. 「Poly-L-Lysine のナノインプリントによる自己組織化的 DNA ナノパターニング」、大竹才人（JST）、中松健一郎（兵庫県立大）、松井真二（兵庫県立大）、田畑仁（阪大産研）、川合知二（阪大産研）、2005 年春季・第 52 回応用物理学関係連合講演会、埼玉大学（2005.3.29-4.1）
58. 「ハイドロキシアパタイト薄膜の a/c 軸配向制御、第 52 回応用物理学関係連合講演会」、西川博昭（近大生物理工）、川島将実（近大生物理工）、楠正暢（近大生物理工）、本津茂樹（近大生物理工）、川合知二（阪大産研）、さいたま市、2005 年 3 月
59. 「Na ドープハイドロキシアパタイト薄膜を用いたバイオセンサの高感度化」、西川博昭（近大生物理工）、楠正暢（近大生物理工）、奥村大地（近大生物理工）、川島将実（近大生物理工）、本津茂樹（近大生物理工）、仲森昌也（近大高専）、川合知二（阪大産研）、第 52 回応用物理学関係連合講演会、さいたま市、2005 年 3 月
60. 「$SrTiO_3$ 基板上に作製した $La_{0.8}Ba_{0.2}MnO_3$ 薄膜の低周波電気ノイズとその膜厚依存性」、唐山英明（JST）、金井真樹（JST）、田中秀和（阪大産研）、川合知二（阪大産研）、2005 年春季・第 52 回応用物理学関係連合講演会、埼玉大学（2005.3.29-4.1）
61. 「強磁性酸化物ナノギャップ電極の作製とバイオ分子デバイスへの適用の試み」、田中秀和（阪大産研）、李恵よん（阪大産研）、廣岡誠之（阪大産研）、柳沢吉彦（阪大産研）、川合知二（阪大産研）、第 52 回応用物理学会関係連合講演会、埼玉大学（2005 年 3 月 29 日～4 月 1 日）
62. 「AFM リソグラフィーによる$(La,Pr,Ca)MnO_3$ ナノチャネル構造の作製と電気物性評価」、柳澤吉彦（阪大産研），田中秀和（阪大産研），廣岡誠之（阪大産研），川合知二（阪大産研）、第 52 回応用物理学関係連合講演会、さいたま（2005 年 3 月）
63. 「分子系ナノスケール伝導測定に適したトップコンタクト型ナノギャップ電極作製（Ⅳ）」、小嶋薫（JST)、中松健一郎（兵庫県立大）、松本卓也（阪大産研）、松井真二（兵庫県立大）、川合知二（阪大産研）、第66回応用物理学会学術講演会、徳島大学（2005 年 9 月 9 日）
64. 「絶縁体上における FM モードポテンシャル測定のメカニズム」、山田郁彦（阪大産研）、高木昭彦（兵庫県立大）、松本卓也（阪大産研）、田中秀和（阪大産研）、川合知二（阪大産研）、2005 年秋季 第 66 回応用物理学会学術講演会（2005 年9月７－１１日）
65. 「ペロブスカイト Mn 酸化物ナノチャンネル構造の作製と電気物性評価（II）」、柳澤吉彦（阪大産研）、Luca Pellegrino（阪大産研）、廣岡誠之（阪大産研）、田中秀和（阪大産研）、川合知二（阪大産研）、第 66 回応用物理学関係連合講演会（2005 年 9 月 7-11 日）
66. 「ハイドロキシアパタイト薄膜の配向性とその表面へのタンパク質吸着特性の関係」、西川博昭（近大生物理工）、楠正暢（近大生物理工）、本津茂樹（近大生物理工）、第 66 回応用物理学会学術講演会、徳島市、2005 年 9 月
67. 「エレクトロスピニング法による DNA ナノファイバーの作製」高橋拓也（阪大産研）、谷口正輝（阪大産研）、川合知二（阪大産研）、第66回応用物理学会学術講演会、徳島大学（2005 年 9 月 9 日）
68. 「DNA における電子－分子振動相互作用」、谷口正輝（阪大産研）、川合知二（阪大産研）、

日本物理学会 2005 年秋季大会、同志社大学京田辺キャンパス（2005 年 9 月 19 日）

69. 「DNA/強磁性ナノ粒子複合体による分子デバイス」、田中秀和（阪大産研）、李恵りょん（阪大産研）、川合知二（阪大産研）、第20回日本生体磁気学会シンポジウム（2005 年 9 月 22 日）
70. 「ポルフィリン-DNA 結合体の単一分子形態観察」、高東智佳子（阪大産研）、松本卓也（阪大産研）、川合知二（阪大産研）、斎藤孝行（荏原総研）、武田収功（荏原総研）、第25回表面科学講演大会、大宮ソニックシティ（2005.11.17-19）
71. 「ナノスケール絶縁体表面ポテンシャル測定手法の開発」、山田郁彦（阪大産研）、高木昭彦（阪大産研）、松本卓也（阪大産研）、田中秀和（阪大産研）、川合知二（阪大産研）、第25回表面科学講演大会、大宮ソニックシティ（2005.11.17-19）
72. 「ハイドロキシアパタイト吸着層を持つ QCM バイオセンサの作製条件の検討」、今井晴香（近大生物理工），楠正暢（近大生物理工），西川博昭（近大生物理工），本津茂樹（近大生物理工）、平成 17 年電気関係学会関西支部連合大会、京都市、2005 年 11 月
73. 「ハイドロキシアパタイトバイオセンサの作製プロセスの検討」、田宮雅樹（近大生物理工）、西岡佑殊（近大生物理工）、川畑君代（近大生物理工）、楠正暢（近大生物理工）、西川博昭（近大生物理工）、本津茂樹（近大生物理工）、平成 17 年電気関係学会関西支部連合大会、京都市、2005 年 11 月
74. 「シーケンシャル自己組織化による分子デバイスの作製」、小嶋薫（JST)、安立京一（JST)、谷口正輝（阪大産研）、松本卓也（阪大産研）、川合知二（阪大産研）、第 53 回応用物理学関係連合講演会、東京（2006.3.24）
75. 「ナノ構造体の逐次的形成のための酸素プラズマによる金微粒子のマイカ基板への固定」、高木昭彦（JST）、小嶋薫（JST)、美甘江利子（阪大産研）、松本卓也（阪大産研）、川合知二（阪大産研）、第 53 回応用物理学関係連合講演会、東京（2006.3.24）
76. 「ナノギャップ電極を用いた DNA のナノスケール電気伝導度測定」、大塚洋一（阪大産研）、松本卓也（阪大産研）、田畑仁（阪大産研）、川合知二（阪大産研）、第 53 回応用物理学関係連合講演会、東京（2006.3.25）
77. 「周波数モードによる分子吸着絶縁体表面の局所ポテンシャル測定」、山田郁彦（阪大産研）、高東智佳子（阪大産研）、松本卓也（阪大産研）、川合知二（阪大産研）、第53回応用物理学関係連合講演会、東京（2006.3.25）
78. 「DNA を用いたポルフィリンアレーのナノスケール電気物性」高東智佳子（阪大産研）、松本卓也（阪大産研）、川合知二（阪大産研）、斉藤孝行（荏原総研）、武田収功（荏原総研）、第 53 回応用物理学関係連合講演会、東京（2006.3.25）
79. 畑中良太（近大生物理工）、西川博昭（近大生物理工）、楠正暢（近大生物理工）、本津茂樹（近大生物理工）、ハイドロキシアパタイト透明シートの作製、第 53 回応用物理学関係連合講演会、東京都世田谷区、2006 年 3 月
80. 小川敦子（近大生物理工）、西川博昭（近大生物理工）、楠正暢（近大生物理工）、本津茂樹（近大生物理工）、規則的に形状制御されたハイドロキシアパタイト薄膜表面の細胞培養足場への応用、第 53 回応用物理学関係連合講演会、東京都世田谷区、2006 年 3 月
81. 「ハイドロキシアパタイト薄膜を用いたグルコースセンサ」西川博昭（近大生物理工）、奥村大地（近大生物理工）、楠正暢（近大生物理工）、本津茂樹（近大生物理工）、、第 53 回応用物理学関係連合講演会、東京都世田谷区、2006 年 3 月
82. 「ハイドロキシアパタイトを用いたバイオセンサの等価回路による理論的検討」、楠正暢（近大生物理工）、西岡佑珠（近大生物理工）、西川博昭（近大生物理工）、本津茂樹（近大生物理工）、第 53 回応用物理学関係連合講演会、東京都世田谷区、2006 年 3 月
83. 「ハイドロキシアパタイトのタンパク質吸着性とバイオセンサへの応用」、今井晴香（近大生物理工）、楠正暢（近大生物理工）、西川博昭（近大生物理工）、本津茂樹（近大生物理工）、第 45 回日本生体医工学会、福岡市、2006 年 5 月
84. 「人工的な表面構造をもつ細胞培養足場の作製プロセス」、田宮雅樹（近大生物理工）、太田真輔（近大生物理工）、楠正暢（近大生物理工）、西川博昭（近大生物理工）、本津茂樹

（近大生物理工）、第 45 回日本生体医工学会、福岡市、2006 年 5 月
85. 「シーケンシャル自己組織化による異種物質間ナノスケール構造の作製」、松本卓也（阪大産研），小嶋薫（JST), 高木昭彦（JST），大塚洋一（阪大産研），山田郁彦（阪大産研），川合知二（阪大産研）、第 67 回応用物理学会学術講演会、2006 年 8 月 29 日～9 月 1 日（立命館大学びわこ・くさつキャンパス）
86. 「周波数検出による水溶液中のタンパク質分子の画像化」、松本卓也（阪大産研），河原敏男（阪大産研），山口瞳(阪大産研), 川合知二（阪大産研）、第 67 回応用物理学会学術講演会、2006 年 8 月 29 日～9 月 1 日（立命館大学びわこ・くさつキャンパス）
87. 「分子磁石 Mn12 核錯体と DNA 複合体の作成」、山田郁彦（阪大産研），黒田孝義（近大理工），松本卓也（阪大産研），川合知二（阪大産研）、第 67 回応用物理学会学術講演会、2006 年 8 月 29 日～9 月 1 日（立命館大学びわこ・くさつキャンパス）
88. 「有機溶媒中における DNA の STM 測定」松浦寛（JST), 鈴木光治（阪大産研），高木昭彦（JST），松本卓也（阪大産研），川合知二（阪大産研）、第 67 回応用物理学会学術講演会、2006 年 8 月 29 日～9 月 1 日（立命館大学びわこ・くさつキャンパス）
89. 「MgO ナノマスク-インプリント法による遷移金属酸化物ナノ構造アレイの作製」、田中秀和（阪大産研）、鈴木直毅（JST)、柳澤吉彦（阪大産研）、山中理（阪大産研）、小嶋薫（JST)、李奉局（JST）、Seo Jeong Hyun（Pohang 大）、李恵りょん（阪大産研）、金井真樹（JST）、川合知二（阪大産研）、第 67 回応用物理学会学術講演会、2006 年 8 月 29 日～9 月 1 日（立命館大学びわこ・くさつキャンパス）
90. 「モリブデン・リフトオフ法による遷移金属酸化物薄膜の微細構造形成」、鈴木直毅（JST)、田中秀和（阪大産研）、山中理（阪大産研）、小嶋薫（JST)、金井真樹（JST）、川合知二（阪大産研）、第 67 回応用物理学会学術講演会、2006 年 8 月 29 日～9 月 1 日（立命館大学びわこ・くさつキャンパス）
91. 「ペロブスカイト Mn 酸化物ナノチャネル構造の作製と電気物性評価 (Ⅲ)」、柳澤吉彦（阪大産研），Luca Pellegrino（阪大産研），廣岡誠之（阪大産研），田中秀和（阪大産研），川合知二（阪大産研）、第 67 回応用物理学会学術講演会、2006 年 8 月 29 日～9 月 1 日（立命館大学びわこ・くさつキャンパス）
92. 「DNAにおける塩基配列とカウンターイオンの電気伝導への影響」、谷口正輝（阪大産研）、川合知二（阪大産研）、日本物理学会秋季大会、2006 年 9 月 23 日-26 日（日本大学、千葉）
93. 「自己組織化配線法を用いたナノ分子デバイス」、谷口正輝（阪大産研）、野島義弘（阪大産研）、横田一道（阪大産研）、寺尾潤（阪大院工）、佐藤公彦（阪大院工）、神戸宣明（阪大院工）、川合知二（阪大産研）、分子構造総合討論会、2006 年 9 月 23 日-26 日（静岡）
94. 「時間分解された単分子電気伝導による化学反応の検出」、横田一道（阪大産研）、谷口正輝（阪大産研）、川合知二（阪大産研）、分子構造総合討論会、2006 年 9 月 23 日-26 日（静岡）
95. 「QCM 法によるアモルファスアパタイト薄膜の生体関連分子吸着特性の評価」、今井晴香（近大生物理工）、楠正暢（近大生物理工）、橋本典也（大歯大）、西川博昭（近大生物理工）、本津茂樹（近大生物理工）、平成 18 年電気関係学会関西支部連合大会、枚方市、2006 年 11 月
96. 「ハイドロキシアパタイトを用いた細胞センサ用足場の作製」、奥村大地（近大生物理工）、西川博昭（近大生物理工）、楠正暢（近大生物理工）、本津茂樹（近大生物理工）、平成 18 年電気関係学会関西支部連合大会、枚方市、2006 年 11 月
97. 「ハイドロキシアパタイト細胞培養足場への微細構造の作製法」、田宮雅樹（近大生物理工）、和田拓士（近大生物理工）、楠正暢（近大生物理工）、西川博昭（近大生物理工）、本津茂樹（近大生物理工）、平成 18 年電気関係学会関西支部連合大会、枚方市、2006 年 11 月
98. 「生体親和性・吸収性をもつ可撓性透明アパタイト細胞シートの作製」、本津茂樹（近大生物理工）、畑中良太（近大生物理工）、西川博昭（近大生物理工）、楠正暢（近大生物理工）、

速水尚（近大生物理工）、第 28 回日本バイオマテリアル学会大会、東京都世田谷区、2006 年 11 月

99. 機能性酸化物薄膜の極限ナノ加工」、田中秀和（阪大産研）、スパッタリングおよびプラズマプロセス技術部会（SP 部会）第 101 回定例研究会、2006 年 12 月 14 日（東京）

100. 「周波数シフト法SPMを用いたバイオ分子識別と認識」、松本卓也（阪大産研）、表面科学会ソフトナノテクノロジー研究部会ワークショップ「表面ソフトナノテクノロジー」、2007 年 3 月 12 日（東工大ずずかけ台キャンパス、東京）

101. 「振幅制御 AFM を用いた周波数シフト検出による表面電位測定」、高木昭彦（JST）、山田郁彦（阪大産研）、松本卓也（阪大産研）、川合知二（阪大産研）、2007 年春季 第 54 回応用物理学関係連合講演会、2007 年 3 月 27-30 日（青山学院大学相模原キャンパス、神奈川）

102. 「周波数モードによる絶縁体上ポテンシャル測定と水溶液中観察への適用」、松本卓也（阪大産研）、山田郁彦（阪大産研）、岡本和起（阪大産研）、高木昭彦（JST）、川合知二（阪大産研）、2007 年春季 第 54 回応用物理学関係連合講演会、2007 年 3 月 27-30 日（青山学院大学相模原キャンパス、神奈川）

103. 「周波数シフト法による時間分解静電気力検出」、松本卓也（阪大産研）、川合知二（阪大産研）、2007 年春季 第 54 回応用物理学関係連合講演会、2007 年 3 月 27-30 日（青山学院大学相模原キャンパス、神奈川）

104. 「ナノスケール測定法を用いた鉛フタロシアニン薄膜における単一結晶粒の電気特性」、田淵智美（阪大産研）、大塚洋一（阪大産研）、金井真樹（JST）、松本卓也（阪大産研）、田畑仁（阪大産研）、川合知二（阪大産研）、2007 年春季 第 54 回応用物理学関係連合講演会、2007 年 3 月 27-30 日（青山学院大学相模原キャンパス、神奈川）

105. 「Na ドープハイドロキシアパタイトの c 軸配向薄膜作製およびその電気特性」、本間久由樹（近大生物理工）、西川博昭（近大生物理工）、楠正暢（近大生物理工）、本津茂樹（近大生物理工）、第 54 回応用物理学関係連合講演会、相模原市、2007 年 3 月

106. 「ハイドロキシアパタイトとジメチルポリシロキサンを用いた選択的細胞培養足場の作製」、楠正暢（近大生物理工）、東郷秀孝（近大生物理工）、川畑君代（近大生物理工）、橋本典也（大歯大）、西川博昭（近大生物理工）、本津茂樹（近大生物理工）、第 54 回応用物理学関係連合講演会、相模原市、2007 年 3 月

107. 「表面に規則的なマイクロ貫通孔を持ったハイドロキシアパタイトシートの作製」、西川博昭（近大生物理工）、奥村大地（近大生物理工）、畑中良太（近大生物理工）、楠正暢（近大生物理工）、本津茂樹（近大生物理工）、第 54 回応用物理学関係連合講演会、相模原市、2007 年 3 月

108. 「熱赤外線による画像の群集監視」、竹本英治（オムロン）、加賀谷知治（オムロン）、來海雅俊（オムロン）、電子情報通信学会総合大会、名城大学、平成 19 年 3 月 22 日

109. 「モリブデン・リフトオフ法による酸化物エピタキシャル膜の大面積ナノパターニング」鈴木直毅（JST)、田中秀和（阪大産研）、山中理（阪大産研）、李奉局（JST）、李恵りょん（阪大産研）、川合知二（阪大産研）、第 54 回応用物理学関係連合講演会、2007 年 3 月 27-30 日（青山学院大学相模原キャンパス、神奈川）

110. 「ランダムレジスタネットワークシミュレーションによる(La,Pr,Ca)MnO3 ナノチャネル構造の電気物性の解明」柳澤吉彦（阪大産研）、金井真樹（JST）、田中秀和（阪大産研）、川合知二（阪大産研），第 54 回応用物理学関係連合講演会、2007 年 3 月 27-30 日（青山学院大学相模原キャンパス、神奈川）

111. 「分子デバイスに向けた自己組織化配線法の開発」谷口正輝（阪大産研），野島義弘（阪大産研），横田一道（阪大産研），寺尾潤（阪大院工），佐藤公彦（阪大院工），神戸宣明（阪大院工），川合知二（阪大産研）、ナノ学会、筑波、2007 年 5 月 22 日

112. 「モリブデン・リフトオフ法による酸化物エピタキシャル膜の大面積ナノパターニング(II)」鈴木直毅（JST)、田中秀和（阪大産研）、山中理（阪大産研）、川合知二（阪大産研）、第 68 回応用物理学会学術講演会、2007. 9. 4-9. 8（北海道工業大学、北海道）

113.「球状DNAを初期状態とした金表面上へのDNA伸張過程」、松浦寛（JST），山田郁彦（阪大産研），鈴木光治（阪大産研），松本卓也（阪大産研），川合知二（阪大産研）、2007 年秋季第68回応用物理学学術講演会、2007 年9月４～８日(発表7日) (北海道工業大学、札幌)
114.「Na ドープハイドロキシアパタイト薄膜の化学センサ応用」、本間久由樹（近大生物理工）、西川博昭（近大生物理工）、楠正暢（近大生物理工）、本津茂樹（近大生物理工）、2007 年秋季第 68 回応用物理学学術講演会、2007 年 9 月 5 日(北海道工業大学、札幌)
115.「表面に規則的マイクロピラーを持つハイドロキシアパタイトシートの作製」、浅野弘樹（近大生物理工）、西川博昭（近大生物理工）、楠正暢（近大生物理工）、本津茂樹（近大生物理工）、2007 年秋季第 68 回応用物理学学術講演会、2007 年 9 月 6 日(北海道工業大学、札幌)
116.「c 軸配向ハイドロキシアパタイト薄膜の電気特性」、西川博昭（近大生物理工）、本間久由樹（近大生物理工）、楠正暢（近大生物理工）、本津茂樹（近大生物理工）、2007 年秋季第 68 回応用物理学学術講演会、2007 年 9 月 7 日(北海道工業大学、札幌)
117.「伸張固定した DNA オリゴマーの STM 観察」、高見知秀, 安立京一, 田中裕行, 川合知二、第 1 回分子科学討論会, 東北大学, 3P137, 2007 年 9 月 19 日
118.「低俯角からの熱赤外線による画像の群集監視」、川野博樹（オムロン）、竹本英治（オムロン）、加賀谷知治（オムロン）、來海雅俊（オムロン）、電子情報通信学会総合大会、北九州学術研究都市 早稲田大学、平成 20 年 3 月 18 日(予定)
119.「人工歯根表面の細胞挙動シミュレーションを目的としたフォトリソグラフィーによるアパタイトマイクロウェルの作製」、和田拓士（近大生物理工）、東郷秀孝（近大生物理工）、楠正暢（近大生物理工）、橋本典也（大阪歯科大学）、西川博昭（近大生物理工）、本津茂樹（近大生物理工）、平成 19 年電気関係学会関西支部連合大会、神戸市、2007 年 11 月
120.「ハイドロキシアパタイトを用いた神経細胞回路形成技術の検討」、東郷秀孝（近大生物理工）、楠正暢（近大生物理工）、橋本典也（大阪歯科大学）、西川博昭（近大生物理工）、本津茂樹（近大生物理工）、平成19年電気関係学会関西支部連合大会、神戸市、2007年11月
121.「アパタイトコートQCMセンサの歯科応用」、合田祥太郎（近大生物理工）、楠正暢（近大生物理工）、橋本典也（大阪歯科大学）、西川博昭（近大生物理工）、本津茂樹（近大生物理工）、第 11 回生体関連セラミックス討論会、豊中市、2007 年 12 月
122.「可撓性透明アパタイトシートの作製と細胞シート応用」、浅野弘樹（近大生物理工）、西川博昭（近大生物理工）、楠正暢（近大生物理工）、本津茂樹（近大生物理工）、第 11 回生体関連セラミックス討論会、豊中市、2007 年 12 月
123.「GBR 用生体内吸収性アパタイト／有機複合シートの作製と評価」、東郷秀孝（近大生物理工）、浅野弘樹（近大生物理工）、橋本典也（大阪歯科大学）、樋口裕一（大阪歯科大学）、楠正暢（近大生物理工）、西川博昭（近大生物理工）、本津茂樹（近大生物理工）、第 11 回生体関連セラミックス討論会、豊中市、2007 年 12 月
124.「生体内吸収性アパタイト/有機複合ソフトマテリアルの作製とその生体親和性の評価」、東郷秀孝（近大生物理工）、浅野弘樹（近大生物理工）、橋本典也（大阪歯科大学）、楠正暢（近大生物理工）、西川博昭（近大生物理工）、本津茂樹（近大生物理工）、第 20 回アパタイト研究会、東京都北区、2007 年 12 月
125.「薄膜作製技術を用いた可撓性アパタイトシートの作製と細胞培養足場への応用」、浅野弘樹（近大生物理工）、東郷秀孝（近大生物理工）、橋本典也（大阪歯科大学）、西川博昭（近大生物理工）、楠正暢（近大生物理工）、本津茂樹（近大生物理工）、第 20 回アパタイト研究会、東京都北区、2007 年 12 月
126.「アパタイトのバイオセンサー応用～QCMによる歯質表面のシミュレーション～」、楠正暢（近大生物理工）、合田祥太朗（近大生物理工）、橋本典也（大阪歯科大学）、西川博昭（近大生物理工）、本津茂樹（近大生物理工）、第 20 回アパタイト研究会、東京都北区、2007 年 12 月

③　　ポスター発表　　（国内会議 33 件、国際会議 61 件）

＜国際会議＞

1. Nanoscale Electrical Characterization by Point-contact Current-Imaging Atomic Force Microscopy.”, Y.Otsuka（阪大産研）, Y.Naitoh（阪大産研）, T.Matsumoto（阪大産研）, T.Kawai（阪大産研）, International Symposium on Scientific and Industrial Nanotechnology 2002, Osaka, Japan (December 12-13, 2002)
2. “Structure and electronic properties of DNA-metal nanoparticle complex”, F Yamada（阪大産研）, H Tanaka（阪大産研）, T Matsumoto（阪大産研）, T Kawai（阪大産研）, 12th International Conference on Scanning Tunneling Microscopy/Spectroscopy and Related Techniques, Eindhoven. Eindhoven University of Technolog, the Netherlands (2003.7.24)
3. “Photo-coincident time-resolved force detection by non-contact atomic force microscopy”, Takuya Matsumoto（阪大産研）, Tomoji Kawai（阪大産研）, Sixth International Conference on Noncontact Atomic Force Microscopy, Dingle, Ireland (August 31-September 3, 2003)
4. “Development of IR sensor with La1-xBaxMnO3 thin film”, H. Touyama（JST）, H. Tanaka（阪大産研）, T. Kawai（阪大産研）, International Symposium on Scientific and Industrial Nanotechnology 2003, ISIR, Osaka University (November 8- 9, 2003)
5. “Nano-patterning on Transition Metal Oxides by SPM lithography”, M. Hirooka（阪大産研）, H. Tanaka（阪大産研）, R-W. Li（阪大産研） and T. Kawai（阪大産研）, International Symposium on Scientific and Industrial Nanotechnology 2003, ISIR, Osaka University (November 8- 9, 2003)
6. “Nano-lithography on transition metal oxides with room temperature ferromagnetism using Atomic Force Microscopy”, M. Hirooka（阪大産研）, H. Tanaka（阪大産研）, Y. Yanagisawa（阪大産研） and T. Kawai（阪大産研）, International Symposium on Scientific and Industrial Nanotechnology 2003, ISIR, Osaka University (November 8- 9, 2003)
7. “Nano-patterning on Transition Metal Oxides by SPM lithography”, M. Hirooka（阪大産研）, H. Tanaka（阪大産研）, R-W. Li（阪大産研） and T. Kawai（阪大産研）, Novel Quantum Phenometa inTransion Metal Oxide, Sendai (November, 2003)
8. “Fabrication of nano-gap electrode without lithography technique and electrical characteristics of nano structured molecules, Y. Otsuka（阪大産研）, Y. Naitoh（阪大産研）, T. Matsumoto（阪大産研）, W. Mizutani（阪大産研）, H. Tabata（阪大産研） and T. Kawai（阪大産研）, International Symposium on Scientific and Industrial Nanotechnology 2003 (ISSIN-2003), ISIR, Osaka Univ., Japan (2003.12.8)
9. “Structure and electronic properties of DNA-metal nanoparticle comples”, F. Yamada（阪大産研）, H.Tanaka（阪大産研）, T.Matsumoto（阪大産研）, T.Kawai（阪大産研）, International Symposium on Scientific and Industrial Nanotechnology 2003, ISIR, Osaka University, Osaka, Japan (December, 8-9, 2003)
10. “Complex Incorporation in DNA Duplexes”, Keiichi Adachi, Masateru Taniguchi, and Tomoji Kawai, International Symposium on Scientific and Industrial Nanotechnology 2003 (ISSIN-2003), ISIR, Osaka Univ., Japan (2003.12.8)
11. “Alignment of Au nano-particle on HOPG surface”, K. Ojima（JST）, K. Adachi（JST）, F. Yamada（阪大産研）, T. Matsumoto（阪大産研） and T. Kawai（阪大産研）, The 11th International Colloquium on Scanning Probe Microscopy, Sizuoka, Japan (2003.12.11)
12. “Measuring Electrical Conductivity of Molecules with Nano-gap electrodes”, Y. Otsuka（阪大産研）, Y. Naitoh（阪大産研）, T. Matsumoto（阪大産研）, W. Mizutani（阪大産研）, H. Tabata（阪大産研） and T. Kawai（阪大産研）, International Symposium on Scientific and Industrial Nanotechnology 2003 (ISSIN-2003), ISIR, Osaka Univ., Japan (2003.12.11)
13. “Immobilization of probe DNA on Ta_2O_5 thin film and detection of hybridized helix DNA by using IS-FET”, Toshihito OHTAKE（JST）, Chiho HAMAI（阪大産研）, Takeshi UNO（JST）, Hitoshi TABATA（阪大産研） and Tomoji KAWAI（阪大産研）, International Symposium on Scientific and Industrial Nanotechnology 2003 (ISSIN-2003), ISIR, Osaka Univ., Japan

(2003.12.11)

14. “Direct Detection of DNA using ISFET based on PNAPNA-ISFET”, Takeshi Uno（JST）, Toshihito Ohtake）（JST）, Hitoshi Tabata（阪大産研） and Tomoji Kawai（阪大産研）, "Towards Creating New Industries Based on Inter-Nanoscience", 7th SANKEN International Symposium on Hybridization of Chemistry, Biology and Material Science, ISIR, Osaka Univ., Japan (2004.1.13)
15. “DNA Nano-patterning by Nanoimprint and Self-organization”, Toshihito OHTAKE（JST）, Shinji MATSUI（兵庫県立大）, Hitoshi TABATA（阪大産研） and Tomoji KAWAI（阪大産研）, "Towards Creating New Industries Based on Inter-Nanoscience", 7th SANKEN International Symposium on Hybridization of Chemistry, Biology and Material Science, ISIR, Osaka Univ., Japan (2004.1.13)
16. “Bio/DNA chip based on IS-FET”, “Primary process of quantum beam-induced nanofabrication”, “Environmentally conscious electronics packaging”, 産業科学ナノテクノロジーセンター、JST・CREST、nano tech 2004 国際ナノテクノロジー総合展・技術会議、東京ビックサイト 東京国際展示場 4・5 ホール (2004.3.17-19)
17. “Time-Resolved Force Detection using Dynamic-Mode Scanning Force Microscopy”, T. Matsumoto（阪大産研） , T. Kawai（阪大産研）, 8th Int. Conference on Nanometer Scale Science and Technology, Venice, Italy (June 28-July 2, 2004)
18. “Dependence on pH of streptavidin for immobilization of probe ssDNA”, R. Yamasaki（阪大産研）, H. S. Jung（JST）, S. E. Lee（阪大産研）, H. Y. Lee（阪大産研）, T. Kawai（阪大産研）, Young Asian BioEngineering conference (YABEC), Osaka, Japan (September 23-25, 2004)
19. “Discrimination of Tastants Using the Functional Liposomes”, Ho-Sup Jung（JST）, Hea-Yeon Lee（阪大産研） and Tomoji Kawai（阪大産研）, Young Asian Biochemical Engineers’ Community, YABEC2004, Osaka, Japan (September 23-25, 2004)
20. “Nano-lithography on transition metal oxides with room temperature ferromagnetism using Atomic Force Microscopy”, M. Hirooka（阪大産研）, H. Tanaka（阪大産研）, Y. Yanagisawa（阪大産研） and T. Kawai（阪大産研）, 11th International Workshop in Oxide Electronics, Hakone (October, 2004)
21. “Nano-Lithography on transition metal oxides with room temperature ferromagnetism using Atomic Force Microscopy”, 廣岡誠之（阪大産研）、田中秀和（阪大産研）、柳沢吉彦（阪大産研）、川合知二（阪大産研）、韓国物理学会 2004、済州大（2004 年 10 月）
22. “Surface potential measurement of the DNA and Au nanoparticls on insulating substrate”, F.Yamada（阪大産研）, A.Takagi（JST）, T.Kusaka（阪大産研）, T. Matsumoto（阪大産研）, Hide.Tanaka（阪大産研）, T.Kawai（阪大産研）, Sanken International Symposium on Scientific and Industrial Nanotechnology 2004(SISSIN-2004): Advanced Characterization for Nanomaterials, Nanodevices and Nanoprocessing, Osaka, Japan (December 6-7, 2004)
23. “Fabrication of gold electrode by nanotransfer printing”, K.Ojima（JST）, K.Nakamatsu（兵庫県立大）, T.Kanno（阪大産研）, T.Matsumoto（阪大産研）, S.Matsui（兵庫県立大）, T.Kawai（阪大産研）, Sanken International Symposium on Scientific and Industrial Nanotechnology 2004(SISSIN-2004): Advanced Characterization for Nanomaterials, Nanodevices and Nanoprocessing, Osaka, Japan (December 6-7, 2004)
24. “Incorporation of Molecules into the DNA Duplexes”, K. Adachi（JST）, M. Taniguchi（阪大産研）, T. Kawai（阪大産研）, SANKEN International Symposium on Scientific and Industrial Nanotechnology 2004, Osaka, Japan, (December 6-7, 2004)
25. “Investigation of Enzymatic Activity for Lipid Bilayers Patterning by Surface Plasmon Resonance and Atomic Force Microscopy”, S. E. Lee（阪大産研）, H. S. Jung（JST）, F. Yamada（阪大産研）, T. Matsumoto（阪大産研）, H. Y. Lee（阪大産研）, T. Kawai（阪大産研）, International Symposium on Scientific Nanotechnology (ISSIN2004), Osaka, Japan (December 6-7, 2004)
26. “Electric-field control of ferromagnetism at room temperature on the $Pb(Zr,Ti)O_3$/ $(La,Ba)MnO_3$ heterostructure”, T. Kanki（阪大産研）, M. Ohnishi（阪大産研）, H. Tanaka（阪

大産研） and T. Kawai（阪大産研）. 8th SANKEN International Symposium, Osaka (2004.12.6)

27. “Nano-Lithography on transition metal oxides with room temperature ferromagnetism using Atomic Force Microscopy”, Motoyuki Hirooka（阪大産研）, Hidekazu Tanaka（阪大産研）, Yoshihiko Yanagisawa（阪大産研） and Tomoji Kawai（阪大産研）, International Symposium on Scientific and Industrial Nanotechnology 2003, ISIR Sanken, Osaka (2004.12)
28. “Investigation of Enzymatic Activity for Lipid Bilayers Patterning”, S. E. Lee（阪大産研）, H. S. Jung（JST）, H. Y. Lee（阪大産研） and T. Kawai（阪大産研）, International Conference of Towards Creating New Industries Based on Inter-Nanoscience, Shiga, Japan (March 9-20, 2005)
29. “Electrical properties of perovskite manganite (La, Pr, Ca,)MnO_3 thin films”, and nanochannel structures prepared by pulsed laser deposition technique and AFM lithography, Y. Yanagisawa（阪大産研）, H. Tanaka（阪大産研）, L. Pellegrino（阪大産研）, T. Kawai（阪大産研）, Towards Creating New Industries Based on Inter-Nanoscience International Symposium, Shiga, Japan (March 2005)
30. “Nano-scale modification of electrical and magnetic properties on Fe_3O_4 thin film by AFM lithography”, B. Vilquin（阪大産研）, M. Hirooka（阪大産研）, H. Tanaka（阪大産研）, R-W. Li（阪大産研） and Tomoji Kawai（阪大産研）, American Physical Society, Canada (March, 2004)
31. “A Robot with Networked Facial Image Sensing”, Eiji Takemoto（オムロン）, Hideyuki Kisiba（オムロン）, INSS2005 (Second International Workshop On Networked Sensing Systems) Poster P-11, 平成 17 年 6 月 27 日 (California 州 San Diego, USA)
32. “Conductance Measurement of a DNA Network in Nanoscale by Point Contact Current Imaging Atomic Force Microscopy”, Takuya Matsumoto（阪大産研）, Ayumu Terawaki（阪大産研）, Yoichi Otsuka（阪大産研）, HeaYeon Lee（阪大産研）, Hidekazu Tanaka（阪大産研）, and Tomoji Kawai（阪大産研）, 13th International Conference on Scanning Tunneling Microscopy/Spectroscopy and Related Techniques in conjunction with 13th International Colloquium on Scanning Probe Microscopy, Sapporo, Japan (July 3-8,2005)
33. “Kinetic and Thermodynamic Control by Chemical Bond Rearrangement on a Si(001) Surface”, C. Hamai, A. Takagi, M. Taniguchi（阪大産研）, T. Matsumoto（阪大産研）, T. Kawai（阪大産研）, 13th International Conference on Scanning Tunneling Microscopy/Spectroscopy and Related Techniques in conjunction with 13th International Colloquium on Scanning Probe Microscopy, Sapporo, Japan (July 3-8,2005)
34. “Surface Potential and Capacitance Measurement of Molecules on Insulating Substrate”, F. Yamada（阪大産研）, A. Takagi（JST）, T. Matsumoto（阪大産研）, H.Tanaka（阪大産研）, and T. Kawai（阪大産研）,13th International Conference on Scanning Tunneling Microscopy/Spectroscopy and Related Techniques in conjunction with 13th International Colloquium on Scanning Probe Microscopy, Sapporo, Japan (July 3-8,2005)
35. “Surface Potential and Capacitance Image of Molecules on Insulating Substrates”, Takuya Matsumoto（阪大産研）, Fumihiko Yamada（阪大産研） and Tomaji Kawai（阪大産研）, 8th International Conference on Non-Cnntact Atomic Force Microscopy, Bad Essen, Germany (Aug.15-18,2005)
36. “Fabrication of Mn-doped Fe_3O_4 nano-channel structures by AFM Lithography and applications to nano FET devices”, L.Pellegrino（阪大産研）, Y. Yanagisawa（阪大産研）, M. Ishikawa（阪大産研）, T.Yanagida（阪大産研）, T. Matsumoto（阪大産研）, H. Tanaka（阪大産研）, T. Kawai（阪大産研）, The 12th International Workshop on Oxide Electronics, October 5, 2005 (Massachusetts, USA)
37. “Potential Difference Mapping of Molecules and Particles on Insulating Substrate”, F. Yamada（阪大産研）, T. Matsumoto（阪大産研）, H. Tanaka（阪大産研）, T. Kawai（阪大産研）, AVS 52nd International Symposium and Exhibition, October 30-November 4, 2005 (Boston, USA)

38. “Immobilization of DNA Molecules on the Patterned Self-assembled Monolayers and Electrical Properties of DNA molecules by Top-contacted Nanogap Electrodes”, Y. Otsuka（阪大産研）, T. Matsumoto（阪大産研）, H. Tabata（阪大産研）, T. Kawai（阪大産研）, International Symposium on Surface Science and Nanotechnology (ISSS-4), November14-17,2005 (Saitama, Japan)
39. “Surface potential and capacitance measurement of molecules on insulating substrates Molecular Electronics”, F. Yamada（阪大産研）, A. Takagi（JST）, T. Matsumoto（阪大産研）, T. Kawai（阪大産研）, International Symposium on Surface Science and Nanotechnology (ISSS-4), November14-17,2005 (Omiya, Japan)
40. “Lipid Membranes Patterning using PEG Polymers onto Substrates within Microfluidic Channels”, SangEun Lee（阪大産研）, BongKuk Lee（JST）, HeaYeon Lee（阪大産研）, Tomoji Kawai（阪大産研）, Pilnam Kim,(ソウル大学、韓国) Kahp Y. Suh (ソウル大学、韓国), 4th 21st Century COE "Towards Creating New Industries Based on Inter-Nanoscience", November 18, 2005 (Mie, Japan)
41. “Electrochemical Detection and Kinetic Study of Amyloid Fibril Formation”, Bong-Kuk Lee（JST）, Hea-Yeon Lee（阪大産研）, Tomoji Kawai（阪大産研）, 4th 21st Century COE "Towards Creating New Industries Based on Inter-Nanoscience", November 18, 2005 (Mie, Japan)
42. “Fabrication of Mn-doped Fe_3O_4 nano-channel structures by AFM Lithography and applications to nano FET devices”, L.Pellegrino（阪大産研）, Y. Yanagisawa（阪大産研）, M. Ishikawa（阪大産研）, T.Yanagida（阪大産研）, T. Matsumoto（阪大産研）, H. Tanaka（阪大産研）, T. Kawai（阪大産研）、4th 21st Century COE “Towards Creating New Industries Based on Inter-Nanoscience", November 18, 2005 (Mie, Japan)
43. “Surface Potential Microscopy of Adsorbates on Insulating Materials: Imaging and Modeling”, Fumihiko Yamada（阪大産研）, Chikako Takatoh（阪大産研）, Takuya Matsumoto（阪大産研）, Tomoji Kawai（阪大産研）, 9th International Conference on Non-contact Atomic Force Microscopy, July 16-20, 2006 (Kobe, Japan)
44. “Electrical Transport of Molecular Nanomaterials and interfaces Probed by Point-contact Current-imaging Atomic force Microscopy”, T. Matsumoto（阪大産研）, Y. Otsuka（阪大産研）, A. Terawaki（阪大産研）, T. Tabuchi（阪大産研）, T. Yajima（分子研）, Hirohumi Tanaka（分子研）, H. Tabata（阪大産研）, T. Ogawa, T. Kawai（阪大産研）, International Conference on Nanoscience and Technology NANO9 meets STM’06, July30-Aug.4,2006 (Basel, Switzerland)
45. “Surface Potential Microscopy of Adsorbates on Insulating Substrate”, F. Yamada（阪大産研）, C. Takatoh（阪大産研）, T. Matsumoto（阪大産研）, T. Kawai（阪大産研）, International Conference on Nanoscience and Technology NANO9 meets STM’06, July30-Aug.4,2006 (Basel, Switzerland)
46. “High Selective Protein Nanoarray Integrated with Well-Oriented NanoWell Array Metrics for Digital Nanobiosensors”, HeaYeon Lee（阪大産研）, BongKuk Lee（JST） and Tomoji Kawai（阪大産研）, The 3rd International Workshop on Biochips and Environmental Monitoring, August 17-18, 2006 (Osaka, Japan)
47. Electrochemical Detection of Amyloid β-Protein by Amyloid Fibril Elongation, Bong-Kuk Lee（JST）, Hea-Yeon Lee（阪大産研）, Tomoji Kawai（阪大産研）, The 3rd International Workshop on Biochips and Environmental Monitoring, August 17-18, 2006 (Osaka, Japan)
48. “Interaction of Pore Forming Protein Streptolysin O (SLO) with Supported Lipid Bilayers: Nanoscale pore formation and Enhanced electric signal”, Kota Sreenivasa Rao（阪大産研）, Bong-Kuk Lee（JST）, Hea-Yeon Lee（阪大産研）, Tomoji Kawai（阪大産研）, The 3rd International Workshop on Biochips and Environmental Monitoring, August 17-18, 2006 (Osaka, Japan)
49. “Fabrication of Nanometrics for High Selective Biosensor”, HeaYeon Lee（阪大産研）, BongKuk Lee（JST）, Kota Sreenivasa Rao（阪大産研） and Tomoji Kawai（阪大産研）, Sanken International Symposium 2006, September 19, 2006 (Osaka, Japan)

50. Self-Organized Nanopatterning of Poly-Vinyl Alcohol Hydrogel using Capillary Lithography, Bong-Kuk Lee（JST）, Hea-Yeon Lee（阪大産研）, Tomoji Kawai（阪大産研）, Sanken International Symposium 2006, September 19, 2006 (Osaka, Japan)
51. "Electrical and magnetic properties of (La,Pr,Ca)MnO3 manganite nano-channel fabricated by AFM lithography technique", Y. Yanagisawa（阪大産研）, L.Pellegrino（阪大産研）, H. Tanaka（阪大産研）, M. Hirooka（阪大産研）, T. Kawai（阪大産研）, Sanken International Symposium 2006, September 19, 2006 (Osaka, Japan)
52. "Nano-fabrication of Transition Metal Oxides by Molybdenum Lift-off", N. Suzuki（JST）, H. Tanaka（阪大産研）, S. Yamanaka（阪大産研） and T. Kawai（阪大産研）, XIII International Workshop on Oxide Electronics, October 8-11, 2006 (Ischia, Italy)
53. "Electrical and magnetic properties of perovskite manganite nano-channel", fabricated by AFM lithography technique", Yoshihiko Yanagisawa（阪大産研）, Luca Pellegrino（阪大産研）, Motoyuki Hirooka（阪大産研）, Hidekazu Tanaka（阪大産研）, Tomoji Kawai（阪大産研）, XIII International Workshop on Oxide Electronics, October 8-11, 2006 (Ischia, Italy).
54. "Fabrication of Nanometrics for High Selective Biosensor", HeaYeon Lee（阪大産研）, BongKuk Lee（JST）, Kota Sreenivasa Rao（阪大産研） and Tomoji Kawai（阪大産研）, 5th 21st COE International symposium, Dec. 8-9, 2006（Awaji, Japan）
55. "Functional Oxides in Nano-scale", H. Tanaka（阪大産研）, and T. Kawai（阪大産研）, 5th 21st COE International symposium, Dec. 8-9, 2006（Awaji, Japan）
56. "Nano-patterning of epitaxial oxide films by molybdenum lift-off", N. Suzuki（JST）, H. Tanaka（阪大産研）, S. Yamanaka（阪大産研）, B. K. Lee（JST）, H. Y. Lee（阪大産研） and T. Kawai（阪大産研）, 5th 21st COE International symposium, Dec. 8-9, 2006（Awaji, Japan）
57. "Digitalized magnetoresistance observed in phase separated manganite nano-channel structure", Yoshihiko Yanagisawa（阪大産研）, Masaki Kanai（阪大産研）, Luca Pellegrino（阪大産研）, Hidekazu Tanaka（阪大産研）, Tomoji Kawai（阪大産研）, 5th 21st COE International symposium, Dec. 8-9, 2006（Awaji, Japan）
58. "Nano-patterning of epitaxial oxide films by molybdenum lift-off", N. Suzuki（JST）, H. Tanaka（阪大産研）, S. Yamanaka（阪大産研）, B. K. Lee（阪大産研）, H. Y. Lee（阪大産研） and T. Kawai（阪大産研）, 第 5 回ナノテクノロジー総合シンポジウム (JAPAN NANO 2007), February 20, 2007 (Tokyo, Japan)
59. "Application of epitaxial hydroxyapatite thin film as a biosensor", H. Nishikawa（近大生物理工）, H. Homma（近大生物理工）, M. Kusunoki（近大生物理工）, S. Hontsu（近大生物理工）, European MRS 2007 Spring Meeting, Strasbourg, France, 2007 年 5 月
60. "Surface potential and capacitance images of biological molecules on insulating substrates", Takuya Matsumoto（阪大産研）, 10th International Non-Contact AFM 2007, Sep.16-20 (Antalya Turkey)
61. "Large-area nano patterning of transition metal oxide films by the nanoimprint lithography based Mo lift-off technique", N. Suzuki, S. Yamanaka, H. Tanaka, BongKuk Lee, HeaYeon Lee and T. Kawai, The 14th International Workshop on Oxide Electronics, October 7-10, 2007 (Jeju Island, Korea)

＜国内学会＞

1.「ペプチド核酸分子（PNA）およびDNAの固定化に関する定量的評価とPNAチップの開発」、宇野毅（JST）、ナノサイエンス・ナノテクノロジー研究ワークショップ、淡路夢舞台国際会議場（2003.4.20）
2.「生体適合性バイオチップ」、大竹才人（JST）、ナノサイエンス・ナノテクノロジー研究ワークショップ、淡路夢舞台国際会議場（2003.4.19）
3.「DNAの選択的結合能を利用したナノ構造体の構築」、安立京一（JST)、ナノサイエンス・ナノテクノロジー研究ワークショップ、淡路夢舞台国際会議場（2003.4.19）
4.「DNA 塩基と相補的な相互作用をする錯体の合成とその認識能」、安立京一（JST)、谷口正輝（阪大産研）、川合知二（阪大産研）、第 53 回錯体化学討論会　山形大学（2003.9.25）

5. “Development of Electrochemical biochip protocol on biofunctional modification surface”, H.-Y. Lee（阪大産研）, R. Yamazaki（阪大産研）, J.-M. Kim,（阪大産研） J.-W. Park,（阪大産研） K. Fujikawa （阪大産研）, H.-S. Jung（JST）, and T. Kawai（阪大産研）, 産業科学研究所学術講演会、大阪大学（2003 年 11 月 28 日）
6.「赤外線センサ、DNA センサ」、田中秀和（阪大産研）、唐山英明（阪大産研）、鄭浩燮（JST）、谷喜東（オムロン）、川合知二（阪大産研）他、Nanotech 2004（ナノテクノロジー総合展示会）、東京ビックサイト（2004 年 3 月 17 日～19 日）
7. 楠正暢（近大生物理工）、川島将実（近大生物理工）、西川博昭（近大生物理工）、本津茂樹（近大生物理工）、橋本典也（大歯大）、ハイドロキシアパタイト吸着層を持つ QCM センサの開発、日本バイオマテリアル学会シンポジウム 2004、つくば市、2004 年 11 月
8. 西川博昭（近大生物理工）、川島将実（近大生物理工）、楠正暢（近大生物理工）、本津茂樹（近大生物理工）、c 軸配向ハイドロキシアパタイト薄膜の作製とその表面への塩基性タンパク質優先的吸着、日本バイオマテリアル学会シンポジウム 2004、つくば市、2004 年 11 月
9.「AFM リソグラフィーを用いた遷移金属酸化物ナノ構造体の作製」、柳澤吉彦（阪大産研）、Bertrand Vilquin（阪大産研）、田中秀和（阪大産研）、廣岡誠之（阪大産研）、川合知二（阪大産研）、スピンエレクトロニクスにおけるナノ加工と計測ワークショップ、 日本科学未来館みらい CAN ホール（2005 年 1 月）
10. 「ナノテクノロジーによる五感センサの作成」、金井真樹（JST）、柳田剛（阪大産研）、田中秀和（阪大産研）、川合知二（阪大産研）、竹本英治（オムロン）、矢野智（オムロン）、Nanotech2005（ナノテクノロジー総合展示会）、東京ビックサイト（2005 年 2 月 23～25 日）
11. 「Fabrication of Mn-doped Fe3O4 nano-channel structures by AFM Lithography and applications to nano FET」、ペリグリーノ・ルカ（阪大産研）、柳澤吉彦（阪大産研）、石川瑞恵（阪大産研）、佐藤一成（阪大産研）、柳田剛（阪大産研）、松本卓也（阪大産研）、田中秀和（阪大産研）、川合知二（阪大産研）、2005 年秋季 第 66 回応用物理学会学術講演会（2005 年9月７－１１日）
12. ポスター「エレクトロスピニング法による DNA ナノファイバーの作成」高橋拓也（阪大産研）、谷口正輝（阪大産研）、川合知二（阪大産研）、第 54 回高分子討論会、山形大学（2005 年 9 月 20 日）
13. ポスター「水素結合により金属錯体を包摂した DNA の合成」安立京一（JST)、谷口正輝（阪大産研）、川合知二（阪大産研）、第 55 回錯体化学討論会、新潟大学（2005 年 9 月 21 日）
14. 「規則的に形状制御されたハイドロキシアパタイト薄膜表面の細胞培養足場への応用」、小川敦子（近大生物理工）、西川博昭（近大生物理工）、楠正暢（近大生物理工）、本津茂樹（近大生物理工）、第 27 回日本バイオマテリアル学会大会、京都市、2005 年 11 月
15. 「Na ドープハイドロキシアパタイトの電気的特性とバイオセンサへの応用」、奥村大地、西川博昭（近大生物理工）、楠正暢（近大生物理工）、本津茂樹（近大生物理工）、第 27 回日本バイオマテリアル学会大会、京都市、2005 年 11 月
16. 「多次元自己組織化五感センサ・メモリ」、鈴木直毅（JST)、金井真樹（JST）、田中秀和（阪大産研）、竹本英治（オムロン）、矢野智（オムロン）、Nanotech2006（ナノテクノロジー総合展示会）、東京ビックサイト（2006 年 2 月 21～23 日）
17. 「表面プラズモン共鳴法を用いたストレス関連物質検出センサー」、川添直輝（東レ）、日本化学会第 86 春季年会、H18 年 3 月 28 日（日本大学理工学部船橋キャンパス、千葉）
18. 「機能性酸化物を用いた高感度赤外線センサの開発」、鈴木直毅（JST)、金井真樹（JST）、田中秀和（阪大産研）、川合知二（阪大産研）、JST ナノバーチャルラボ成果報告会、2006 年 7 月 15 日（東京国際フォーラムホール）
19. 「透明アパタイトシート上での生細胞観察」、畑中良太（近大生物理工）、西川博昭（近大生物理工）、楠正暢（近大生物理工）、橋本典也（大歯大）、本津茂樹（近大生物理工）、第 67 回応用物理学会学術講演会、草津市、2006 年 8 月
20. 「原子レベルで平坦な基板を用いた高結晶性ハイドロキシアパタイト薄膜の作製」、西川博昭（近大生物理工）、楠正暢（近大生物理工）、本津茂樹（近大生物理工）、第 67 回応用物

理学会学術講演会、草津市、2006 年 8 月

21. 「QCM 法による結晶化アパタイトとアモルファスアパタイトの生体関連分子吸着特性の比較」、今井晴香（近大生物理工）、楠正暢（近大生物理工）、橋本典也（大歯大）、西川博昭（近大生物理工）、本津茂樹（近大生物理工）、第 28 回日本バイオマテリアル学会大会、東京都世田谷区、2006 年 11 月
22. 「表面形状を制御したハイドロキシアパタイト薄膜の細胞接着・増殖」、小川敦子（近大生物理工）、西川博昭（近大生物理工）、楠正暢（近大生物理工）、本津茂樹（近大生物理工）、第 28 回日本バイオマテリアル学会大会、東京都世田谷区、2006 年 11 月
23. 「ハイドロキシアパタイトを用いた選択的細胞吸着足場の作製法」、楠正暢（近大生物理工）、川畑君代（近大生物理工）、橋本典也（大歯大）、西川博昭（近大生物理工）、本津茂樹（近大生物理工）、第 28 回日本バイオマテリアル学会大会、東京都世田谷区、2006 年 11 月
24. 「可撓性透明アパタイトシート上での生細胞観察」、畑中良太（近大生物理工）、西川博昭（近大生物理工）、楠正暢（近大生物理工）、橋本典也（大歯大）、本津茂樹（近大生物理工）、第 28 回日本バイオマテリアル学会大会、東京都世田谷区、2006 年 11 月
25. 「多次元自己組織化五感センサ・メモリ」、鈴木直毅（JST）、金井真樹（JST）、田中秀和（阪大産研）、竹本英治（オムロン）、Nanotech2007（ナノテクノロジー総合展示会）、東京ビッグサイト（2007 年 2 月 21～23 日）
26. 「周波数モードによる水溶液中絶縁体上ポテンシャル測定」、松本卓也（阪大産研），川合知二（阪大産研）、2007 年秋季第68回応用物理学学術講演会、2007 年9月4～8日(発表7日) (北海道工業大学、札幌)
27. 「液中におけるDNAのSTM測定に関する研究II」、松浦寛（JST），鈴木光治（阪大産研），高木昭彦（阪大産研），松本卓也（阪大産研），川合知二（阪大産研）、2007 年秋季第68回応用物理学学術講演会、2007 年9月4～8日(発表6日)(北海道工業大学、札幌)
28. 「機能性酸化物薄膜を用いた高感度赤外線センサの作成と応用」、鈴木直毅（JST）、金井真樹（JST）田中秀和（阪大産研）、川合知二（阪大産研）、川野博樹（オムロン）、Nanotech2008（ナノテクノロジー総合展示会）、東京ビッグサイト（2008 年 2 月 13～15 日）
29. 「QCM 法によるアモルファスアパタイト薄膜の生体関連分子吸着特性の評価」、合田祥太郎（近大生物理工）、雛子芙美代（近大生物理工）、今井晴香（近大生物理工）、楠正暢（近大生物理工）、橋本典也（大阪歯科大学）、西川博昭（近大生物理工）、本津茂樹、平成 19 年電気関係学会関西支部連合大会、神戸市、2007 年 11 月
30. 「アパタイトコート QCM 振動子を用いた歯科用シミュレータの開発」、楠正暢（近大生物理工）、合田祥太朗（近大生物理工）、橋本典也（大阪歯科大学）、西川博昭（近大生物理工）、本津茂樹（近大生物理工）、第 29 回日本バイオマテリアル学会大会、豊中市、2007 年 11 月
31. 「アパタイトチューブおよびアパタイトシーススステントの開発」、本津茂樹（近大生物理工）、浅野弘樹（近大生物理工）、東郷秀孝（近大生物理工）、西川博昭（近大生物理工）、橋本典也（大阪歯科大学）、楠正暢（近大生物理工）、第 29 回日本バイオマテリアル学会大会、豊中市、2007 年 11 月
32. 「炭酸含有アパタイト薄膜の作製とその生体親和性評価」、田名宗毅（近大生物理工）、橋本典也（大阪歯科大学）、西川博昭（近大生物理工）、楠正暢（近大生物理工）、本津茂樹（近大生物理工）、第 29 回日本バイオマテリアル学会大会、豊中市、2007 年 11 月
33. 「GBR 応用のための生体内吸収性アパタイト薄膜/高分子シート複合材料の作製とその生体親和性評価」、浅野弘樹（近大生物理工）、東郷秀孝（近大生物理工）、橋本典也（大阪歯科大学）、西川博昭（近大生物理工）、楠正暢（近大生物理工）、本津茂樹（近大生物理工）、第 29 回日本バイオマテリアル学会大会、豊中市、2007 年 11 月

(4)特許出願

①国内出願 (18 件)

1. 「探針装置」、発明者：松本卓也、内藤泰久、川合知二、出願人：大阪大学長、特

願 2002-245810

2. 「探針装置」、発明者：松本卓也、大塚洋一、内藤泰久、川合知二、出願人：大阪大学長、特願 2002-245811
3. “DNA chip and Biosensor using DNA chip”, 発明者：T. Kawai, H. Y. Lee, J. W. Park, J. M. Kim, H. S. Jung, 出願人：財団法人大阪産業振興機構、Japanese Patent Application Number: 2003-403398
4. 「ナノギャップ電極の製造方法及び該方法により製造されたナノギャップ電極を用いた素子」、発明者：内藤泰久、水谷亘、川西祐司、大塚洋一、松本卓也、田畑仁、川合知二、出願人：独立行政法人産業技術総合研究所、特願 2003-412356
5. 「生体分子と非ケイ素酸化物とを含むゲート電極」、発明者：大竹才人、宇野毅、浜井知歩、田畑仁、川合知二、出願人：科学技術振興機構、特願 2004-88133、出願日：2004 年 3 月 26 日
6. 「探針装置」、発明者：松本卓也、川合知二、出願人：科学技術振興機構、特願 2004-188360、出願日：2004 年 6 月 25 日
7. 「化学バイオセンサおよびその製造方法」、発明者：本津茂樹、西川博昭、楠正暢、出願人：独立行政法人科学技術振興機構、学校法人近畿大学、特願 2004－127340、出願日：平成 16 年 8 月 31 日
8. 「細胞培養足場および細胞培養方法」、発明者：本津茂樹、楠正暢、西川博昭、出願人：独立行政法人科学技術振興機構、学校法人近畿大学、特願 2004－127341、出願日：2004 年 8 月 31 日
9. 「核酸2重鎖を検出するためのカチオン性色素化合物、それを用いた検出方法及び装置」、発明者：高東智佳子、武田収功、斎藤孝行、佐藤弘一、松本卓也、川合知二、出願人：株式会社荏原製作所、特願 2006-525267、出願日：2004 年 09 月 06 日
10. 「微小電極製造方法及びその製造方法によって作製された微小電極」、発明者：松本卓也、松井真二、中松健一郎、小嶋薫、川合知二、出願人：科学技術振興機構、特願 2004-282564、出願日：2004 年 9 月 28 日
11. 「自己組織化材料のパターニング方法、及び自己組織化材料パターング基板とその生産方法、並びに自己組織化材料パターニング基板を用いたフォトマスク」、発明者：大竹才人、田畑仁、川合知二、松井真二、中松健一郎、出願人：科学技術振興機構、特願 2004-287549、出願日：2004 年 9 月 30 日
12. 「自己組織化材料または微粒子を基板上に固定化する方法、および当該方法を用いて作成した基板」、発明者：川合知二、田畑仁、大塚洋一、山田郁彦、松本卓也、出願人：科学技術振興機構、特願 2004-381549、出願日：2004 年 12 月 28 日
13. 「赤外線センサ用薄膜、その製造法、およびそれを用いた赤外線センサ」、発明者：川合知二、唐山英明、金井真樹、田中秀和、出願人：国立大学法人大阪大学、特願 2005-92164
14. 「金ナノ微粒子の固定化法」、発明者：小嶋薫、高木昭彦、山田郁彦、松本卓也、川合知二、出願人：科学技術振興機構、国立大学法人大阪大学、特願 2006-077059、平成 18 年 3 月 20 日出願
15. 「パターニング方法、積層体、並びにアレイ基板および電子デバイス」、発明者：川合知二、田中秀和、鈴木直毅、出願人：国立大学法人大阪大学、特願 2006-228382、平成 18 年 8 月 24 日出願
16. 「磁気抵抗素子およびその製造方法、並びにその利用」、発明者: 松本卓也、山田郁彦、黒田孝義、川合知二、出願人：国立大学法人大阪大学、学校法人近畿大学、特願 2006-229903、出願日：2006 年 8 月 25 日
17. 「ナノ材料の導電接続方法」、発明者：高見知秀、安立京一、川合知二、出願人：独立行政法人科学技術振興機構、特願 2007-112421、出願日 2007 年 4 月 20

日

18. 「一本鎖ヌクレオチド多量体の伸張固定化基板およびその製造方法」、発明者：高見知秀、田中裕行、川合知二、出願人：独立行政法人科学技術振興機構、国立大学法人大阪大学、出願番号：特願 2007-196620、出願日 2007 年 7 月 27 日

②海外出願 (10 件)

1. “Probe device”, 発明者：MATSUMOTO, Takuya, NAITOH, Yasuhisa, KAWAI, Tomoji, 出願人：国立大学法人大阪大学、出願番号 PCT/JP03/03728, US/Canada (登録済み)
2. “Probe device”, 発明者：MATSUMOTO, Takuya, NAITOH, Yasuhisa, KAWAI, Tomoji, 出願人：国立大学法人大阪大学、出願番号 PCT/JP03/03729, US/Canada (登録番号 US 7,088,120 B2)
3. 「探針装置」、発明者：松本卓也、川合知二、出願人：科学技術振興機構、出願日：平成 17 年 3 月 25 日、出願番号 PCT/JP2005/005583
4. 「微小電極製造方法及びその製造方法によって作製された微小電極」、発明者：松本卓也、松井真二、中松健一郎、小嶋薫、川合知二、出願人：科学技術振興機構、出願日 2005 年 3 月 25 日、出願番号 PCT/JP2005/005584
5. 「生体分子に関する形態及び情報を IS-FET を利用して検出する測定法およびシステム」、発明者：大竹 才人、宇野 毅、浜井 知歩、田畑 仁、川合 知二、出願人：科学技術振興機構、出願番号 PCT/JP2005/005289、国際出願日 23.03.2005
6. 「化学センサ装置用の検出子およびその利用」、発明者：本津茂樹、楠正暢、西川博昭、橋本典也、山田泉、出願人：科学技術振興機構、学校法人近畿大学、出願日：平成 17 年 8 月 30 日、出願番号：PCT/ JP2005/ 015715
7. 「自己組織化材料のパターニング方法、及び自己組織化材料パターニング基盤とその生産方法、並びに自己組織化材料パターニング基盤を用いたフォトマスク」、発明者：大竹才人、中松健一郎、松井真二、田畑仁、川合知二、出願人：科学技術振興機構、出願番号 PCT/JP2005/017930、出願日 2005 年 9 月 29 日
8. 「自己組織化材料または微粒子を基板上に固定化する方法、および当該方法を用いて作製した基板」、発明者：川合知二、田畑仁、大塚洋一、山田郁彦、松本卓也、出願人：科学技術振興機構、出願日：2005 年 12 月 27 日、出願番号 PCT/JP2005/023981
9. 「生体親和性透明シート及びその製造方法」、発明者：本津茂樹、西川博昭、楠正暢、畑中良太、出願人：独立行政法人科学技術振興機構、学校法人近畿大学、平成 19 年 3 月 14 日、出願番号：PCT/ JP2007/ 55028
10. 「金属ナノ微粒子の固定化方法」、発明者：小嶋薫、高木昭彦、山田郁彦、松本卓也、川合 知二、出願人：科学技術振興機構、大阪大学、出願日：2007 年 3 月 20 日、出願番号 PCT/JP2007/055719

(5)受賞等

①受賞

1. 講演奨励賞 「電界効果トランジスタ $Pb(Zr,Ti)O_3/(La,Ba)MnO_3$ を用いた室温強磁性状態の制御(II) 」、(社)応用物理学会、平成 15 年 3 月 28 日 (受賞者氏名：神吉輝夫、朴 影根、田中秀和、川合 知二)
2. 紫綬褒章、「機能材料科学」、平成 15 年 4 月 29 日(受賞者：川合知二)
3. 優秀講演賞、「電界効果トランジスタ $Pb(Zr,Ti)O_3/(La,Ba)MnO_3$ を用いた室温強磁性状態の制御」、第 27 回日本応用磁気学会、平成 15 年 9 月(受賞者氏名：神吉輝夫、田中秀和、川合 知二)
4. 学術奨励賞(内山賞)、「電界効果トランジスタ $Pb(Zr,Ti)O_3/(La,Ba)MnO_3$ を用いた

室温における金属－絶縁体温度の制御」、日本応用磁気学会、平成 16 年 9 月（受賞者氏名：神吉輝夫、田中秀和、川合　知二）

5. 優秀ポスター賞、「Nano-Lithography on transition metal oxides with room temperature ferromagnetism using Atomic Force Microscopy」、韓国物理学会、平成 16 年 10 月 25 日　（受賞者氏名：廣岡誠之、田中秀和、川合　知二）
6. 文部科学大臣表彰科学技術賞、「ナノテクノロジーの普及啓発と理解増進」 文部科学省、平成 18 年 4 月 18 日（受賞者：川合知二）
7. 平成 18 年度電気関係学会関西支部連合大会奨励賞、「QCM 法によるアモルファスアパタイト薄膜の生体関連分子吸着特性の評価」、平成 18 年電気関係学会関西支部連合大会、枚方市、平成 18 年 11 月（受賞者：今井晴香、楠正暢、橋本典也、西川博昭、本津茂樹
8. ナノ学会若手優秀発表賞、「分子デバイスに向けた自己組織化配線法の開発」、2007 年 5 月 22 日（受賞者：谷口正輝）
9. 分子科学会奨励賞、「自己組織化を用いたナノスケール分子デバイスの創製」、平成 19 年 9 月 18 日（受賞者：谷口正輝）

②新聞報道

1. 「オーダーメード治療に成功」、毎日新聞、平成 16 年 3 月 2 日
2. 「五感並みセンサー－世界初、阪大が開発」、産経新聞、平成 16 年 6 月 21 日
3. 「赤外線センサー－感度 6 倍の素子」、日経産業新聞、平成 18 年 1 月 27 日
4. 「細胞培養の画期的な「アパタイトシート」」、わかやま新報、平成 19 年 5 月 9 日
5. 「アパタイトで極薄シート」、毎日新聞、平成 19 年 5 月 20 日
6. 「ナノテク利用－半導体微細化の技術加速」、日本経済新聞、2007 年 5 月 25 日
7. 「脱ムーアへの挑戦－自己組織化配線法により分子デバイスを作製」、週刊ナノテク、2007 年 7 月2日

③その他

1. NHK 総合テレビ、わかやま NEWS ウェーブ、平成 19 年 6 月 14 日、18:10~19:00
2. NHK 大阪放送局、かんさいニュース 1 番、平成 19 年 7 月 9 日、18:10~19:00

7　研究期間中の主な活動（ワークショップ・シンポジウム等）

年月日	名称	場所	参加人数	概要
2005, 8, 28-31	2005 Osaka Univ. / LANL International Workshop on “The Nanoelectronics and Dynamics of DNA”	Hawaii	50人	DNA に関わる研究者を招聘し、それぞれに研究内容について討論を行った。
2006. 5. 23	川合チーム合同ミーティング	大阪大学産業科学研究所第二研究棟共同プロジェクト室	20人	JST のプロジェクトの進捗についてそれぞれ報告を行った。
2006, 8, 20-22	2006 Osaka Univ. / LANL International Workshop on “The Nanoelectronics and Dynamics of DNA”	Hawaii	30人	DNA に関わる研究者を招聘し、それぞれに研究内容について討論を行った。
2007, 8, 26-28	2007 Osaka Univ./LANL International Workshop	Hawaii	20人	DNA に関わる研究者を招聘し、それぞれに研究内容

	on "The 3rDNAnoelectronics and Dynamics of DNA"			について討論を行った。

8 研究成果の展開

(1)他の研究事業への展開

本研究において開発された、点接触電流画像化原子間力顕微鏡の開発に関して、JSTナノ・バーチャルラボ相澤領域の大須賀グループの小川サブグループらによって、使用されていて、いくつかの成果が報告されている。

1. Takuji Ogawa et al., Adv. Materals. **18**, 1411-1415 (2006)
2. Takuji Ogawa et al., Nanotechnology, **18**, 095501 (5pp), (2007).

また、研究所間アライアンスにおける北大電子研中村グループによっても使用されている。

さらに、この点接触電流画像化原子間力顕微鏡について、松下電器産業との共同研究契約を結ぶに至った。

傾斜蒸着法の開発は、産業技術総合研究所ナノテクノロジーグループとの共同研究であり、『ナノギャップ電極の製造方法及び該方法により製造されたナノギャップ電極を用いた素子』内藤泰久、水谷亘、川西祐司、大塚洋一、松本卓也、田畑仁、川合知二（特開 2005-175164）という特許を出願しているが、この出願の筆頭者のJST「さきがけ」プロジェクトに繋がった。

プラズマ処理を利用したシーケンシャル自己組織化については、産業技術総合研究所　前田氏の触媒研究へ応用が可能であり、共同研究契約を締結した。

自己組織化配線法の研究は、平成19年度さきがけ（科学技術振興機構）「自己組織化配線法を用いた超高集積分子デバイスの創製」（研究代表者　谷口正輝）へと繋がった。

ハイドロキシアパタイトの研究は、平成 18 年度研究成果活用プラザ大阪（科学技術振興機構）　実用化のための可能性試験「生体材料としての透明アパタイトシートの作製とその形状制御技術の確立」（研究代表者　本津　茂樹）へと繋がった。

(2)実用化に向けた展開

なし

9 他チーム、他領域との活動とその効果

(1)領域内の活動とその効果

なし

(2)領域横断的活動とその効果

なし

10 研究成果の今後の貢献について

(1)科学技術の進歩が期待される成果

＜バイオ分子デバイス＞

本研究において、まずデバイス構成要素の逐次結合による自己組織化配線法により、電極間への導電性分子架橋に成功した。これは既存の分子デバイス群が共有してきた懸案事項（位置決めや電極—分子間の接合等の問題）に対する解であり、分子デバイスの実用化に向けた大きな一歩である。さらにこの結果を基に異質かつ多成分からなる自己組織的構造体の形成のための方法論としてシーケンシャル自己組織化の概念を抽出し、実際に DNA／金微粒子／色素分子構造体の自己組織体形成に成功した。このナノ構造体に、傾斜蒸着法、ナノトランスファープリンティングを用いることによって電極を接続し、実際に動作する分子エレクトロニクス素子が完成することが見込まれる。

また、DNAを用いた Mn12 核錯体の分子アレイにおける磁気抵抗効果は 30%近い負の磁気抵

抗率を観測しており、基礎研究のテーマとしても興味深い。
＜生体情報ナノデバイス＞
本研究において、ナノウェルアレイ電極とプログラム自己組織化のメカニズムを融合することにより生体分子一つ一つの特異的な固定・結合の制御を可能とした。従来のバイオチップでは、生体分子が表面に固定した際にバックグランドシグナルが大きくなり、検出感度が低下するということが見られたが、本研究においてはナノウェルを用いることによって、生体分子の非特異的な結合を抑制することによって、その問題の回避に成功した。今後はこのナノウェルアレイ電極を用いることによって、高感度 DNA センサや免疫センサなどの作製が見込まれる。
本研究で開発したハイドロキシアパタイトシートは、細胞の接着や増殖に対する、足場の形状、性状効果を調べるために有効である。また、各種の増殖因子、抑制因子を吸着することにも優れていているため、多様な因子が細胞と相互作用をする際の観察にも使用できると期待される。これらの利点により、生きた細胞が生体材料とどのような相互作用を示し、組織が構成されていくのか、新たな知見を得ると共に、組織の機能や形状を制御するための基礎的な情報を明らかにすることが考えられる。
＜多次元自己組織化五感センサ・メモリ＞
$(La,Pr,Ca)MnO_3$ 薄膜をナノ加工することによって、外場に対する急峻な変化を観測することができた。この研究を推し進めることによって、ドメイン一個の物性をコントロールすることにより、センサやメモリにおいて優れた on-off 比を実現することが期待される。
NIL-Mo リフトオフ法により、遷移金属酸化物薄膜の 100nm 級の加工を大面積に行うことが可能になった。酸化物薄膜のナノ加工が困難である点は酸化物エレクトロニクスの分野においては難点であったが、この手法により、酸化物素子の高密度化、高集積化が可能になり、大容量酸化物メモリ（FeRAM, MRAM, RRAM）などへの応用が可能になると考えられる。
また、NIL-Mo リフトオフ法により、大面積の金属酸化物ナノアレイが作製可能となったことにより、X 線回折のように本来ナノ構造体単体について行うことは極めて困難である手法が適用できるようになった。そのような物性測定法（他にも例えば、磁化測定、光電子分光測定、各種吸収スペクトル測定など）を様々なナノ構造体アレイに適用することにより、ナノ材料の物性研究を大きく進歩させることが期待される。

(2)社会・経済の発展が期待される成果
＜バイオ分子デバイス＞
本研究で開発された、点接触電流画像化原子間力顕微鏡は、既にいくつかの研究室で用いられるようになっており、機器組み込みの機能として市場性があると考えられる。またナノトランスファープリンティングに関しては、申請者らのオリジナルであり、有機エレクトロニクス市場を専門とするイギリスの調査会社が開催する国際シンポジウムでも、この話題に関する招待を受けた。
＜生体情報ナノデバイス＞
個人の DNA 遺伝情報をチップに埋め込んだ DNA チップやバイオチップによるオーダーメイド医療の実現や、これらのチップを利用して生体が行っているような遺伝情報を利用した医療用形態センサや生体埋親和型ヘルスケアチップの実現が要求されている。本研究成果のナノウェルバイオチップシステムを使用すれば、迅速に生体情報を定量的に評価でき、また、ナノウェルアレイ電極からの電気シグナルをコンピュータへ直結し、迅速なデータ処理を行うことにより、オンラインシステムによる総合診断システムが実現も期待される。
また、本研究で開発されたハイドロキシアパタイトシートを用いた細胞増殖の研究によって、細胞を培養するための最適な足場条件を知ることも可能となる。これは、研究用をはじめとして、細胞培養や組織培養を行なうための足場材料開発に大きな貢献が期待できる。これにより、医療や生体工学、生物学など、様々な分野において、重要な足場材料を提供できると考えている。
また、化学センサの応用を勧めることで、簡易な方法で血中の各種物質濃度を個人で手軽に、しかも同時に測定できるいわば「自己診断チップ」のようなものが期待できる。これは、深刻な問題となっている生活習慣病の予防に貢献するものである。
＜多次元自己組織化五感センサ・メモリ＞

本プロジェクトにおいて、市販されている赤外線センサよりも高感度なセンサを実現した。また、NIL-Mo リフトオフ法により、酸化物素子の大面積高密度集積素子の実現へ道を開いた。これにより、高感度な赤外線カメラが実現することが期待される。また我々が開発したセンシングアルゴリズムと組み合わせることによって、群衆の移動速度を検知し、将棋倒し・群集なだれを予防することが可能であることが見いだされた。これにより、高感度な赤外線カメラの需要の増大につながることが期待される。

また、ストレスセンサに関しては、ストレスの指標となる物質を非標識で検出が可能となったことで、より簡便かつ迅速に測定が可能となる。また、非特異的なノイズが低減できることから、感度・精度の高い検出が期待できる。ストレスの指標となる物質を定量的に検出可能となったことで、被験者が精神ストレスを受けている度合いを数値化でき、日常生活における数値の推移を観察することにより、メンタルケアに対する意識向上や早期治療が期待される。

このような超五感情報センサの開発および、その信号処理技術の向上により、視覚障害・聴覚障害者等の機能の支援を可能にし、例えば介護ロボットを含む多目的産業ロボットへの応用等も期待される。

11 結び

本プロジェクト開始にあたり、我々は情報を組み入れた自己集合による機能性材料の創製を目指し、プログラム自己組織化という概念を提唱した。そこで配列制御に留意し、シーケンシャル自己組織化、トップダウン／ボトムアップの融合、多次元自己組織化の 3 テーマを、自己組織化の具体的理念と設定した。またそれらを支える技術として、プローブ顕微鏡による新しい分子識別・計測技術の開発を行うことを目標とした。それぞれのテーマで得られた、特に重要な知見を以下に示す。

シーケンシャル自己組織化では、自己組織化配線法により、電極間への導電性分子架橋に成功し、分子デバイスの具現化に向けて大きな進歩をもたらした。さらにこの結果を基にして DNA-金微粒子-架橋分子の複合体形成で大きな進歩があった。基板の上という空間的な情報に加え、構成因子を添加する順序という時間的な情報を制御することでのみ形成される系である。即ちこのような系の創出は、時間・空間制御によるシーケンシャル自己組織化の体現にほかならない。

トップダウン／ボトムアップの融合では、高い生体分子親和性を持つナノウェル構造の構築で達成した。ナノインプリント法で形成されるナノウェル構造を、トップダウン的手法により微細化することに成功した。さらに、そのナノウェル構造に、脂質ベシクル等の生体分子を加えると、それがナノウェル内部に選択的に自己配置することを見いだした。これはトップダウン／ボトムアップ融合型自己組織化で達成した成果である。

これと同様にトップダウン的に生体親和性の高いハイドロキシアパタイトで微細構造を作製し、その上だけにボトムアップ的に蛋白質や細胞を配置することに成功した。特に細胞の選択的配置の成功は、多様な組織の培養の可能性を示しており、細胞から組織へと階層を越えるところでの諸問題を解決しうる。

多次元自己組織化では、赤外線センサの特性を、膜厚によってナノメートルオーダーで制御し、市販の赤外線センサよりも高感度なものを作製することに成功した。また、$(La,Pr,Ca)MnO_3$ チャネルの幅を 500nm 程度にすることによって、外場に対して敏感な応答を示すようになることを見いだした。このように、薄膜を面内方向、あるいは垂直方向へと次元制御を行うことにより、薄膜の新たな特性を得ることができた。

プローブ顕微鏡による分子識別・計測技術の開発では、生体分子の様なソフトな物質群の測定を可能にしたことに大きな意義がある。特に STM においては、測定対象は比較的硬い物質、測定環境は超高真空と限定されがちであったが、サンプル作製の工夫により、大気圧下、液中という条件でも DNA の観測が可能であることを示した。即ちこの成果は生体分子全般への応用可能性を示すもので、プローブ顕微鏡を用いた生体分子観測研究の一里塚となる。

上記の事由により、当初の目標に対し、十分乃至それ以上の成果を得たと言える。

今後は、本プロジェクトの成果を踏まえたうえで、この研究テーマを継承し、特に次のテーマにつき重点的に研究を行っていく予定である。

まず、シーケンシャル自己組織化によって作製したナノ構造体を、ナノトランスファープリンティン

グによって、電極と分子スケールで接合することによって、分子ネットワークデバイスとして動作させる研究を行う。さらに論理回路を作製し、脳型分子演算システムの実現を目指す。

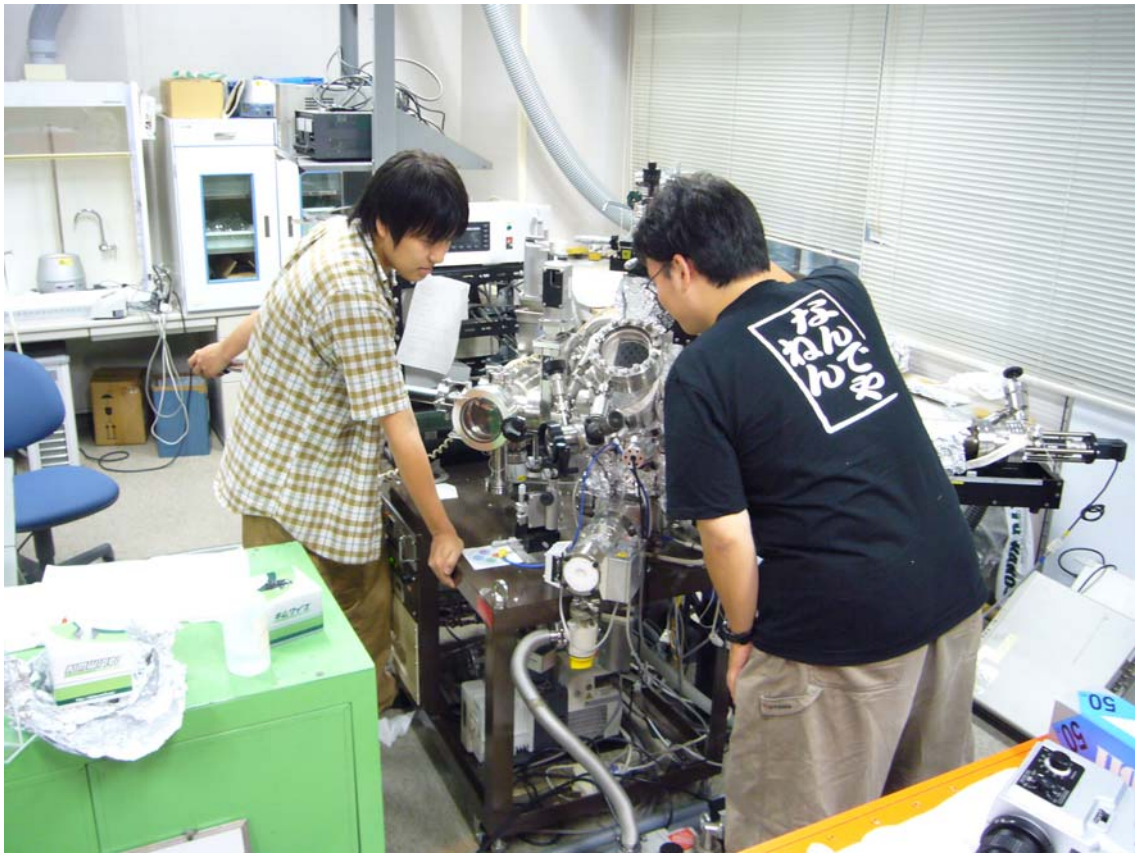
ハイドロキシアパタイトの研究については、 これをリソグラフィ技術で多様な表面形状を作製し、異種の細胞を播種したハイドロキシアパタイトシートを複数積層し、人工皮膚や人工血管など、多様な人工組織を作製する試みを進めていく。

また、ナノウェルを用いた、タンパク質の自己組織化的配列については、これをさらに高感度なバイオセンサへと発展させる。これについては、固定化するプローブ分子を変えるだけで様々な生体分子（DNA、水溶性タンパク質、膜タンパク質）の検出が可能になるので、多機能ナノバイオセンサシステムへの発展も期待される。

また、赤外線センサに関しては、NIL-Mo lift-off 法を用いて赤外線カメラへと発展させ、センシングアルゴリズムを組み込み、製品化を視野に入れた実現を図って行く予定である。

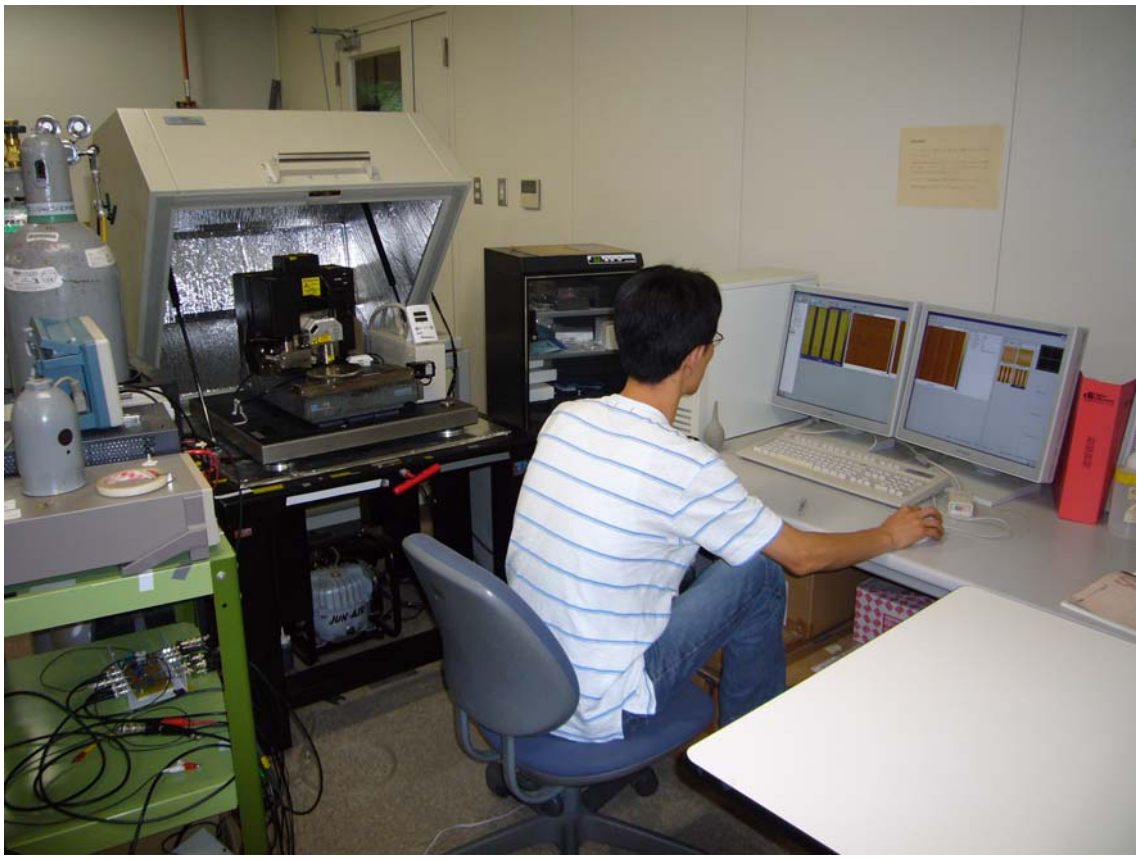
☆"The 3rd Nanoelectronics and Dynamics of DNA"

☆実験室風景（PLD 装置）

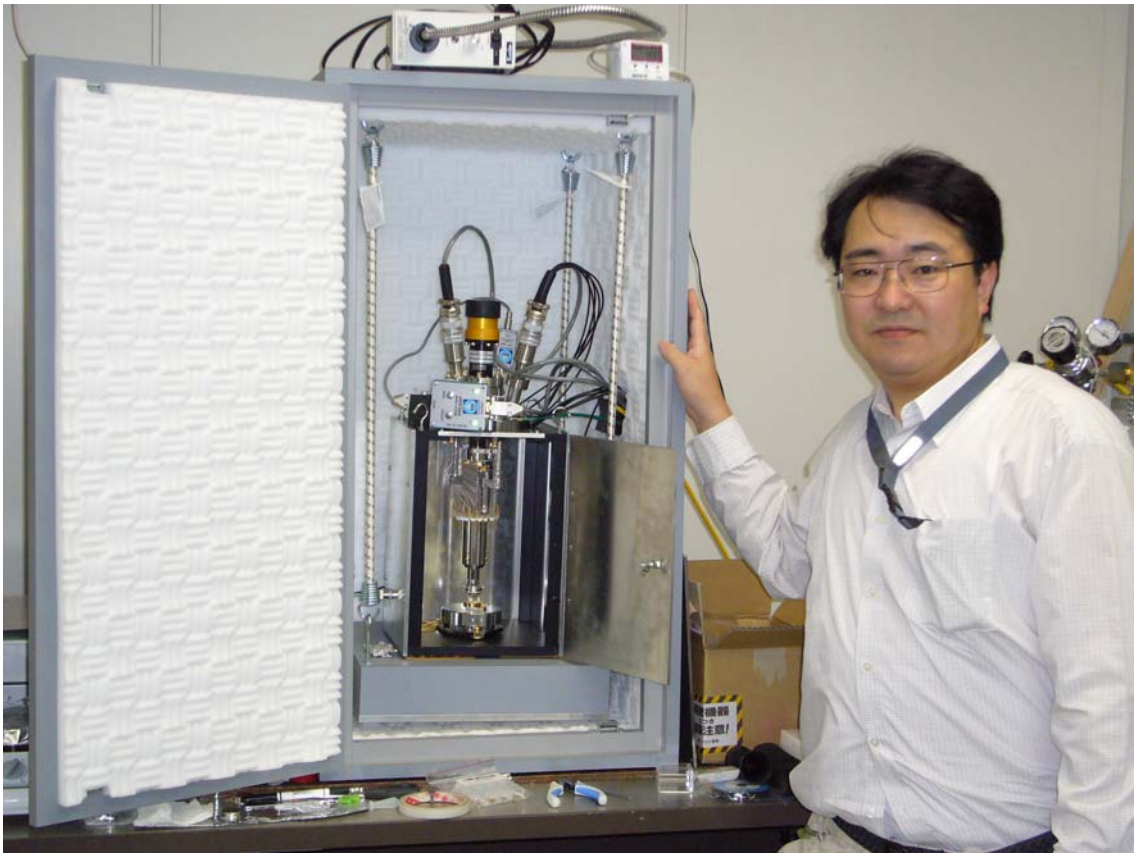


☆Nanoimprint 装置

☆AFM リソグラフィ装置



☆大気中・液中観察用 STM



☆fe-SEM

☆研究室旅行（2007 年 7 月）