法政大学マイクロ・ナノテクノロジー研究センター年報 2010

目 次

年報 2010	の発刊にあたって(センター長 徳安 彰)・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	· 2
研究成果	報告(2010 年 4 月 1 日~2011 年 3 月 31 日)・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	• 3
1.「ナ	ノバイオデバイスの創製」・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	• 4
1.1	研究成果概要	• 4
1.2	研究の目的・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	• 5
1.3	本研究で対象としているナノバイオデバイスの創製の本年度の課題	• 5
1.4	研究内容と研究結果・・・・・・	• 5
1.5	今後の課題・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	• 9
1.6	業績(論文、著書、紀要、口頭発表)リスト・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	11
 2.「細胞内マイクロ・ナノ構造体操作技術の開発」・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・2 		23
2.1	研究成果概要 · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	23
2.2	研究の目的・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	24
2.3	本研究で対象としている生体機能模擬技術の本年度の課題・・・・・	24
2.4	研究内容と研究結果・・・・・	24
2.5	今後の課題·····	25
2.6	業績(論文、著書、紀要、口頭発表)リスト・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	26
3.「生体機能模擬技術の開発」・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・		40
3.1	研究成果概要	40
3.2	研究の目的······	41
3.3	本研究で対象としている生体機能模擬技術の本年度の課題・・・・・	41
3.4	研究内容と研究結果・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	41
3.5	今後の課題······	66
3.6	生体機能模擬技術の開発成果リスト・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	67
		/5
連宮安旦		70
<i> </i>	クセミナー開催記録・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	/6
ころ しょうしょう こうしょう しょうしょう しょうしょう しょうしょう しょうしょう しょうしょう しょうしょう しょうしょう しょうしょう しょうしょう こうしょう しょうしょう しょう		77
注政大学	学マイクロ・ナノテクノロジー研究ヤンターホームページ・・・・・・	יי דד
英文パン	ンフレット(牛体機能模擬技術の開発)・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	78

年報 2010 の発刊にあたって (センター長 徳安 彰)

法政大学マイクロ・ナノテクノロジー研究センターは、文部科学省の「私立大学学術研究高 度化推進事業」ハイテク・リサーチ・センター整備事業に採択されたのを受けて、2003 年度に 設立されました。当初5 年間の研究成果をふまえて、2008 年度からは、「マイクロ・ナノテク ノロジーによる細胞内部操作技術と生体機能模擬技術の開発」を研究基本テーマとした研究が、 文部科学省の「私立大学戦略的研究基盤形成支援事業」に採択され、新たなステップを踏み出 しました。この研究プロジェクトでは、ナノバイオデバイスの創製、細胞内マイクロ・ナノ構 造体操作技術の開発、生体機能模擬技術の開発を3 つの基本課題として、将来の細胞内手術の ための基本技術、種々の階層の生命機能構造体の優れた機能や仕組みを模擬したり肩代わりす る高機能知能獲得型生体模擬マシン(ナノ、マイクロ、ミリレベル)を開発し、将来の身障者 支援システム開発など実生活や社会福祉に役立つ技術へ発展させることを目的として、研究を 進めています。

本プロジェクトの達成により、マイクロ・ナノテクノロジー研究センターを核として、学内 の理工系学部、とくに理工学部、生命科学部、デザイン工学部から成る未来型健康・医療支援 のための研究拠点を形成することが期待されています。すなわち、理工学部では高機能マイク ロチップ、高機能知能獲得人工マシンなどの生体機能模擬技術の開発を、生命科学部ではナノ バイオロジーすなわち細胞内マイクロ・ナノ構造体操作技術の開発と高機能ナノマテリアル、 ナノチップなどの開発を、デザイン工学部ではナノセンサー、ナノマシン・ナノモーターなど のナノバイオデバイスの創製を、それぞれ目指しています。マイクロ・ナノテクノロジー研究 センターは、これらの学部・学科の研究グループを統合して、研究成果の早期実現を図ります。 優れた潜在能力を有する学生の教育のため最先端の研究設備を有効に学部・大学院教育へ活用 すると同時に、得られた研究成果は学部・大学院での教育に反映させるほか、社会に向けて発 信します。

本年報は、上記の研究プロジェクトの開始3年目の研究成果を報告するものです。本プロジ ェクトは5年計画の折り返し点を過ぎ、最終成果に向けたビジョンと計画が求められる段階に 入ってきました。本研究センターは、この3年間の成果を踏まえて、社会的評価に耐えうる成 果の達成を目指して、一層研究に邁進してまいります。本研究センターへのご支援、ご指導を よろしくお願いいたします。

研究成果報告

(2010年4月1日~2011年3月31日)

研究成果概要と業績リスト (論文、著書、紀要、口頭発表)

1. 「ナノバイオデバイスの創製」

1.1 研究成果概要

2010年度「ナノバイオデバイスの創製」基本テーマは下記の研究者(*は学外研究者)によって進められた。

ナノセンサーの開発

御法川学 (理工学部)

辻田星歩(理工学部)

ナノチップの開発

- 緒方啓典(生命科学部)
- 山本兼由(生命科学部)
- 石垣隆正 (生命科学部)
- 明石孝也(生命科学部)
- 杉山賢次(生命科学部)
- *門間英毅(元工学院大学工学部)
- ナノマシン・ナノモーターの開発田中豊(デザイン工学部)

光マニピュレーション技術の開発 岩月正見(デザイン工学部) 本田文江(生命科学部)

光ピンセットの開発

*新井史人(東北大学工学部)

客員研究員・兼任研究員

丸山有成(法政大学名誉教授) 守吉佑介(法政大学名誉教授)

1.2 研究の目的

ナノバイオロジーの研究分野において、細胞内に微細なセンサーを導入して細胞内部の局所的状態を観測した り、細胞内器官・装置、超分子を自在に操作して、それらを補修・移植・交換したりする、いわゆる「細胞内手 術」は、ライフサイエンスの新たな分野を開拓するキーテクノロジーであり、テイラーメイド医療を支える基盤 技術である。基本課題の一つである生体機能模擬技術の開発では、1)高機能ナノマテリアルの開発、2)高機 能マイクロチップの開発、3)高機能分散型電子デバイスの開発、4)外界信号変換器と高機能知能獲得人工マ シンの開発、に力を集中して研究を行い、将来の細胞内手術のための基本技術、種々の階層の生命機能構造体の 優れた機能や仕組みを模擬し、また肩代わりする高機能知能獲得型生体模擬マシン(ナノ、マイクロ、ミリレベ ル)を開発し、将来の身障者支援システム開発など実生活や社会福祉に役立つ技術へ発展させることを目的とし ている。

1.3 本研究で対象としているナノバイオデバイスの創製の本年度の課題

前年度の基礎的な研究成果を融合し、生命体の持つナノ構造体および人工的なナノ構造体の機能と特徴を合わ せた優れた機能体の開発および応用を行うとともに、生体内におけるナノメートルレベルの分子の計測、操作技 術を確立する。

1.4 研究内容と研究結果

機能性流体を用いたマイクロメカトロデバイスの創製

マイクロ領域における流体パワーの利用は、流体パワー伝動システムが持つ大きなパワー密度と機械的摺動部 を持たない閉鎖空間の圧力(応力)変化に伴う変形を利用した簡易な構造原理により、有望なマイクロアクチュ エータ駆動原理の一つである。この事実を実証するため、ナノバイオデバイスの創製プロジェクトの研究チーム では、作動流体に機能性流体の一種である電界共役流体を用いたマイクロポンプやマイクロアクチュエータ、マ イクロバルブの各種モジュールの試作や実験を行い、試作過程で生じる様々な問題点を明らかにしてきた。

これまでは主に、高出力化を目指したマイクロポンプの試作を行い、電極構造や配置を工夫することにより、 従来の成果に比べ、体積が12分の1、吐出圧力が2倍以上の小形・高出力が実現できる指先大のマイクロポン プの試作に成功した。

2010年度は実用化を目指し、さらなる小形・高出力化に取組み、マイクロ放電加工機を駆使して新たな電極 対を試作し、実験により、電極パターンや電極の対応角度、正電極の高さなどの形状パラメータの影響をより詳 細に検討し、小形で高出力なマイクロポンプモジュールのための新しい電極形状の試作と検討をした。

図1は小形化と高出力化のために試作した様々な電極形状である。実験に用いた電極は、正電極に直径1mm のタングステン棒材、負電極には厚さ40µmのステンレス板を使用し、マイクロ放電加工機を用いて形状が対 応関係となるように製作した。図2に圧力測定結果の一例を示す、円形穴-ピン形電極や複合形電極に比べ、 スリット-フィン形電極が大きな圧力を示した。特にスリット-フィン形電極では、(d)のスリットやフィンの 外周長さを長くしたものや、(e)のスリットやフィンの数が多い電極の方が大きな圧力を示した。ECFのジェッ ト流は電界勾配が急峻となる正電極エッジ付近から強く発生することが知られている。スリット-フィン形電極 (a), (d), (e)を比較すると、(e)が最もエッジ部の有効な外周長さが長く、ジェット流の形成に有利であることが要 因である。さらに正電極の突起状高さ hの影響を調べた。図3は図1(a)のスリット-フィン形電極対を用いて、 突起高さを25µm から800µm まで4種類変えて行った圧力測定実験の結果である。電極突起高さによる有意な 違いは見られなかった。したがって小形化のためには、正電極の突起高さは加工できる範囲で、できるだけ小さ くすることが望まれる。

さらに2010年度からは、これまでその現象が一部不明確であった電界共役流体の特異な現象を解明するため、 流動の可視化実験と物理モデルの構築にも取り組んだ。本年度はまず、流動現象の数学モデルの提案と構築を行 い、この数学モデルに基づいた数値シミュレーションのための計算コード制作を行った。ECFの流動現象は不 均一な電界分布により生じるため、電界から力を受ける流体を仮定し、その力により運動する流動現象としてモ デル化した。またこの数学モデルを用いて電界分布から流動現象を計算するシミュレーションコードを自作した。 しかし未だ流動現象を完全に計算し表現するまでには至っていない。さらに特徴的な流動現象の流れの可視化実 験装置を製作し、種々の条件を変えた流動現象を CCD カメラで観測する実験を行った。流れの可視化実験の結 果から、微小電極の形状や配置と流れの特長を把握することが可能となり、今後のシミュレーションによる流れ の数値解析との比較が可能となった。

マイクロファンの風量、騒音、振動評価手法の開発

PC などの情報機器冷却用に利用される小型ファンはマイクロファンと呼ばれ、世界規模で年産 10 数億台が 製造されている製品である。情報機器の小型高性能化に伴ってファンのような冷却デバイスはできるだけ使用し ないのが望ましいが、増大するデバイスの発熱に対応できるのは現在のところファンによる強制空冷しかなく、 ファンには一層の小型化、高性能化、静音化が求められている。いっぽう、図 4 に示すように、マイクロファ ンは流体性能(風量-静圧特性)や騒音・振動の絶対値が非常に小さく、従来規格では測定が困難になっており、 マイクロファンに特化した性能測定および騒音測定方法の確立が求められている。これまで、情報機器の業界団 体である JBMIA (ビジネス機械・情報システム産業協会)の活動の一環として、マイクロファンの風量、騒音、 振動測定規格制定委員会を設立し、御法川が委員長として全体統括ならびに規格の実験検証を実施してきた。こ れまでの知見を反映させ、2010年12月および2011年1月に、JBMS-72シリーズ「音響:スモールファンの 空気伝搬騒音および個体伝搬振動の測定」(第1部:空気伝搬騒音の測定 http://www.jbmia.or.jp/hyojun2/ upload-v3/archive/JBMS-72-1.pdf、第2部: 個体伝搬振動の測定 http://www.jbmia.or.jp/hyojun2/upload-v3/ archive/JBMS-72-2.pdf) が発効となり、参照規格である ISO10302-1 および ISO10302-2 の改訂においても、 参照規格として適用されることとなった。図5はJBMS-72-2において示されているファン振動測定方法の模式 図である。また、サーバーやプロジェクタなどの局所冷却に用いる高速型のマイクロファンの設計手法の確立に 関しても、供試ファンおよび性能測定装置を製作し、諸元が性能に与える影響を実験と解析によって調べた。上 記の成果は、InterNoise2010(国際騒音制御工学会議)において発表した。







図2 電極の違いによる出力圧力



図3 電極突起状高さによる影響



新規ナノマテリアルを用いたナノ構造体の開発とデバイスへの応用

熱プラズマ法により、酸化チタンにニオブを添加したナノ粒子を合成した。通常の溶液法合成ではニオブの固 溶限は10 モル%程度であるが、プラズマ法では25 モル%とはるかに大きな固溶が認められた。構成相は、ル チル相とアナターゼ相であり、ニオブの添加量の増加とともに、アナターゼ相の割合が大きくなった。また、加 熱によるアナターゼ相からルチル相への相転移温度は、ニオブの添加量とともに高温側にシフトした。熱プラズ マ合成酸化チタンは、液中分散性が高く、分散剤添加を最適化すると、粒子がほぼ完全に分散して、一つ一つの 粒子が独立して存在することを見いだした。

アニオンリビング重合法を用いることで、様々な種類の含フッ素ブロック共重合体の精密合成を行った。これ までの知見に基づき、含フッ素ポリマーセグメントにはポリ(メタクリル酸 2-パーフルオロオクチルエチル) (FMA)、一方の非フッ素ポリマーセグメントには、従来のポリスチレン (PS) に加え、ポリイソプレン、ポ リ(メタクリル酸メチル)(PMMA)を用いた。これらのポリマーセグメントは、いずれも汎用のポリマーとし て諸物性がよく知られており、ガラス転移温度、相溶化パラメータが互いに大きく異なることを考慮した。また、 目的のポリマーを合成するための予備実験として、従来困難とされてきた PS、PMMA から構成されるマルチ ブロックコポリマーの新規合成法の開発を試み、3つの反応を繰り返すことで、目的とする一次構造の明確なポ リマーを合成することに成功した。さらに副次的効果として、マルチブロックコポリマーの新規合成法の開発の 過程において、高反応性のベンジルブロミド基、またはα-フェニルアクリロイル基を分子鎖中に位置選択的か つ定量的に導入する新規手法を見いだした。

ssDNA 分子(子牛の胸腺)と、両端を開口した単層カーボンナノチューブ(SWCNT)を、純水中で超音波 撹拌し、水を真空排気することによって黒色金属光沢を持つ薄膜を作製し、その磁気的、電気的、光学的特性を 測定した。電気抵抗率の温度依存性の測定結果より、2次元性の高い金属的導電性をもつ薄膜であることが見出 された。さらに、ラマン分光スペクトルにおける SWCNT の RBM モードの解析から、チューブの太さに依存 した DNA による効果が見出された。これは、DNA がチューブに内包されていることを示唆する結果である。 SEM による形状観察でも、2次元性の高い膜であることが示された。さらに、ラマンスペクトルの解析により、 金属的な電子構造をもつ SWCNT が DNA と強く相互作用することが明らかとなった。また、透過電顕を用い て、DNA 分子がナノチューブの内包されていることを確認し、その分子の運動がチューブの外の電界によって 制御できることも見出した。

アモルファス炭素-酸化アルミニウム粒子の粒界に焦点を当て、その粒界を高分解透過電子顕微鏡観察と分析 電子顕微鏡で調べ、粒界の像の回折コントラスト、高分解イメージ、局所分析および結合状態のコンピュータシ ミュレーションなどを駆使して、この化学結合の起源を詳細に調べた。その結果、アモルファス炭素-酸化アル ミニウム粒子の化学結合、いわゆるカーボンボンド、が分子間結合とごく部分的な共有結合によることを明らか にした。

アパタイト(リン酸水酸カルシウム)の高い耐熱性とゼオライトの高い吸着性とイオン交換性を同時に活用し、 アパタイト被覆ゼオライトによってヨウ素を吸着固定化した後に、焼結固化することにより、ヨウ素を安定に閉 じこめる技術の開発に成功した。

人工骨として臨床応用されているリン酸カルシウムセメントの主要基材である α -リン酸三カルシウム (α -Ca3(PO4)2)のセメント性能の向上を目指し、陽イオン置換による構造不整(格子欠陥)を導入して、 α -リン酸三カルシウムの物質・材料化学的評価を行った。Caよりイオン半径の小さい Mg と Zn、大きい Sr と Baの 固溶による α -リン酸三カルシウムの $\beta \Rightarrow \alpha \Rightarrow \alpha'$ 転移に対する影響を明らかにした。 $\beta \rightarrow \alpha$ 転移温度(純物資: 1180°C)は、Mg および Zn では上昇し、Sr および Ba では低下した。しかし、いずれの場合もセメント性能の 基本である水和反応性は低下し、とくに Mg の作用は大であることを確認した。

α *a* α′ 可逆転移温度(純物資:1430℃)は、これらの置換固溶で影響されないことを初めて明らかにした。 さまざまな液相成長法により、バイオ分野での応用が期待される水酸化フラーレンナノ結晶/ナノシートの作 製に成功した。

1.5 今後の課題

今後はモデルの妥当性の検証を行うとともに、流動メカニズムの数学モデルから、最適な電極配置や形状、流 路構造などの設計パラメータを求め、小形で高出力なマイクロ流体パワー素子を設計・試作し、その出力特性を 明らかにする。今後はモデルの妥当性の検証を行うとともに、流動メカニズムの数学モデルから、最適な電極配 置や形状、流路構造などの設計パラメータを求め、小形で高出力なマイクロ流体パワー素子を設計・試作し、そ の出力特性を明らかにする。マイクロファンの開発においては、ファンの超小型化による効率低下の要因を調査 し、さらなる小型化への対応の見通しを付けていく。また、新たに開発した新規ナノマテリアルの構造、機能制 御技術をさらに高め、ナノチップ等、各種デバイスへの応用に近づけることが必要である。

平成 23 年度

前年度の成果をもとに、ナノバイオデバイスの具体的な目標を設定し、実現化に向けた応用研究を行う。光ピンセットによる一細胞マニピュレーション技術、走査型プローブ顕微鏡を用いた細胞内 DNA、RNA の識別、 採取、医薬品の導入技術と生体模擬人工物質を駆使して、再生医療に役立つ細胞内部操作技術を確立させる。

平成 24 年度

最終年度の研究の総括および融合を目指し、以下の開発を行う。マイクロセンサ、アクチュエータ等に高機能 ナノマテリアルを用いて実装した新構造分散型耐環境ナノ電子デバイスを用いたマイクロチップを実現する。さ らに、本プロジェクトの目玉とする高機能知能獲得人工マシン実現基本技術評価、解析を行い、生体機能肩代わ りマシン開発の基礎技術を確立する。また、一連の研究を進める過程で見出された、新しく追求すべき研究課題 を整理、検討し、今後に取り組む研究計画を立案する。これまでの研究成果を総括すると共に、それらの研究成 果を特許取得や学術論文発表等を通じて、様々な形で社会に還元する。

1.6 業績(論文、著書、紀要、口頭発表)リスト

田中豊

<論 文>

- Yutaka Tanaka, Shinichi Yokota, Design and Fabrication of Micro Pump for Functional Fluid Power Actuation System, Next-Generation Actuators Leading Breakthroughs, Part III Micro Actuators, Chapter 14, pp.153-164, Springer, 2010.
- Yasunobu Hitaka, Yoshito Tanaka, Yutaka Tanaka, Junko Ishii, Development of 6DOF Force Feedback System with Pneumatic Parallel Mechanism, Proceedings of the Fifteenth International Symposium on Artificial Life and Robotics, pp.906-909, 2010-2.
- Ryushi Suzuki, Koichi Nagaishi, Yutaka Tanaka, Bubble Elimination for Efficiency through Fluid Power, Proc. the 7th International Fluid Power Conference (IFK) 2010 in Aachen, CD-ROM, Group 1 Mobile Hydraulics, 2010-3.
- 4) Yasunobu HITAKA, Yoshito TANAKA, Yutaka TANAKA, Junko ISHII, Yin YAOBAO, Development of Pneumatic Parallel Force Feedback, International Journal of Automation Technology, Vol.4, No.4, pp.380-387, 2010.
- Hiroyuki Goto, Yutaka Tanaka, A New Versatile Tube Bending Machine With Hydraulic Parallel Kinematics, Proceeding of the 6th FPNI-PhD Symposium 2010 Vol.2, pp.529-536, 2010-6.
- 6) 五嶋,田中豊,一柳,パラレルメカニズムを用いた曲げ加工機による管材の三次元加工, 日本フルードパワーシステム学会論文集,第41巻,第4号, pp.74-79, 2010-7.

<口頭発表ほか>

- 田中豊,油圧ハイブリッドの技術動向,フルードパワーシステム(日本フルードパワーシステム学会誌),41巻,第4号,pp.183-187,2010-7.
- 2) Yutaka Tanaka, Ryushi Suzuki, Masami Ochiai, Yoshito Tanaka, Bubble Elimination from Hydraulic Fluid with Consideration to Environmental Compatibility, Proc. of the First China-Japan Joint Workshop on Fluid Power, pp.11-14, 2010-8.
- 3) Yutaka Tanaka, Masahiro Ishida, Shinichi Yokota, Kazuya Edamura, Miniaturized and High-Powered Micro Pump Using Electro-Conjugate Fluid, CD-ROM Proceeding of World Automation Congress 2010, TSI Press, 2010-9.
- 4) Yutaka Tanaka, Yuichi Shiga, Hiroyuki Goto, Hiroshi Takeda, Design of Six Degrees-of-freedom Tripod Parallel Mechanism for Flight Simulator, CD-ROM Proceedings of The 14th International Conference on Mechatronics Technology (ICMT 2010), pp.49-53, 2010-11.
- 5) Yasunobu Hitaka, Yoshito Tanaka, Yutaka Tanaka, So-Nam Yun, Development of

Pneumatic Parallel System for Rehabilitation of Wrist Paralysis, CD-ROM Proceedings of The 14th International Conference on Mechatronics Technology (ICMT 2010), pp.58-61, 2010-11.

御法川 学

<著 書>

 御法川 学, 伊藤孝宏, CradleViewer で見る流体工学, 日本工業出版, ISBN 978-4-8190-2202-6, 2010-3

<口頭発表ほか>

- Gaku Minorikawa, Haruyuki Takahashi, Ikuo Kimizuka and Toshiaki Nakayama, Method of vibration measurement using quarter size plenum for noise measurement, Proceedings of INCE Internoise2010 Lisbon ID97, 2010-6
- Gaku Minorikawa, Akihiko Sonoda, Study on high speed small PC cooling fan, Proceedings of INCE Internoise2010 Lisbon ID98, 2010-6
- Tooru Yamauchi, Kenichi Seki, Gaku Minorikawa, Shinya Hasegawa, Mechanical design for sound quality improvement of audio visual equipments, Proceedings of INCE Internoise2010 Lisbon ID852, 2010-6
- 4) 御法川 学ほか, JBMS-72-1 音響-スモールファンの空気伝搬騒音及び個体伝搬振動の 測定-第1部:空気伝搬騒音の測定,(社)日本ビジネス機械・情報システム産業協会, 2012-12

辻田 星歩

<論 文>

- Hoshio Tsujita and Atsumasa Yamamoto, "Complex Secondary Flow and Associated Loss Generation in Ultra-Highly Loaded Turbine Cascade", ASME-GT2010-22594 (2010).
- 2) 辻田星歩,右田和也,"回転曲がりダクトによる遠心羽根車内の二次流れと損失生成機構の解明(第2報,入口ピッチ方向速度分布の影響)",日本機械学会論文集(B編),76巻765号,pp.814-822 (2010).
- 3) 大塚賢太,小松智哉,辻田星歩,山口 諭,山方章弘,"ラジアルタービン内部流れの数 値解析(ノズルベーン角度の影響)",ターボ機械,第38巻,第8号,pp.470-476(2010).

<口頭発表>

- 内田孝宜, 辻田星歩, 平野利幸, "吹込みによる遠心圧縮機のサージングの制御(最適吹込み位置の圧縮機への依存性について)", 2010年度日本機械学会流体工学部門講演会講 演論文集, pp.333-334 (2010).
- 2) 金子雅直, 辻田星歩, "超小型遠心圧縮機内部流れの三次元数値解析", 第 64 回ターボ

機械協会講演会講演論文集, pp.3-8 (2010).

3) 右田和也, 辻田星歩, "回転曲がりダクトによる遠心羽根車内の二次流れと損失生成機構の解明(断面アスペクト比の影響)", 日本機械学会 2010 年度年次大会講演論文集 Vol.7, pp.29-30 (2010).

岩月 正見

<論 文>

 山中玲子,岩月正見,"能の所作の特徴を考える",国際日本学研究叢書 13,2009 年ア ルザス・シンポジウム報告『人体と身体性』,pp.153-173 (2010)

明石 孝也

<雑誌論文>

 Akashi, T., Shimura, T. & Kiyono, H.: "Liquid-Phase Oxidation Joining of Yttria-Stabilized Zirconia via Al/Fe-Cr alloy/Al Interlayers" ECS Trans. 25[25], 147-153 (2010).

<学会発表>

 Akashi, T. & Shimura, T.: "Liquid-Phase Oxidation Joining of Yttria-Stabilized Zirconia and Fe-Cr alloy via Al Interlayer and Oxygen Permeation along the Joined Interface"

International Symposium on High-temperature Oxidation and Corrosion, Zushi, Japan (2010)

- Akashi T. & Shimura, T.: "Liquid-Phase Oxidation Joining of Yttria-Stabilized Zirconia and Fe-Cr Alloy via Al Interlayer as a gas sealing technique for planar SOFCs" 3rd International Congress on Ceramics (ICC3), Nov. 14-18, 2010, Osaka, Japan (2010)
- 明石孝也,志村維大:「液相酸化接合したイットリア安定化ジルコニア/ステンレス合金 界面における酸素ガスリーク評価」
 2010年電気化学秋季大会,厚木市(2010)
- 4) 明石孝也,志村維大:イットリア安定化ジルコニアとステンレス合金の液相酸化接合と 酸素ガスリーク評価」第36回固体イオニクス討論会,仙台(2010)

石垣 隆正

<雑誌論文>

 Zhang, C.-N., Li, J.-G., Leng, Y.-H., Uchikoshi, T., Watanabe, T. & Ishigaki, T.: "(Eu³⁺⁻Nb⁵⁺)-Codoped TiO₂ Nanopowders Synthesized via Ar/O₂ Radio Frequency Thermal Plasma Oxidation Processing: Phase Composition and Photoluminescence" Thin Solid Films, 518, 3531-3534 (2010).

- X. Zhu, Y. Zhou, K. Hirao, T. Ishigaki and Y. Sakka, "Potential Use of Only Yb₂O₃ in Producing Dense Si₃N₄ Ceramics with high Thermal Conductivity by Gas Pressure Sintering", Sci. Technolo. Adv. Mater., 11, 065001_1-11 (2010).
- T. Nishimura, K. Sekine, Y. Yamamoto, N. Hirosaki and T. Ishigaki,: "Fine-grained AlN ceramics from nanopowder by spark plasma sintering", J. Ceram. Soc. Jpn., 118, 1050-1052 (2010).
- X.D. Li, Y. Leng, J.-G. Li, Z.M. Xiu, D. Huo, X.D. Sun and T. Ishigaki, "Hydrothermal Conversion of Degussa P25 into Rutile Nanocrystals and Particle Morphology Control", CURRENT NANOSCIENCE, 6, 110-115 (2010).
- C.-N. Zhang, M. Ikeda, T. UChikoshi, J.-G. Li, T. Watanabe, and T. Ishigaki: "High-Concentration Niobium(V) Doping into TiO₂ Nanoparticles Synthesized by Thermal Plasma Processing", J. Mater. Res., 26, 658-671 (2011).

<著 書>

- J.-G. Li, X.D. Li, X. D. Sun, and T. Ishigaki: "TiO₂ Nanocrystals: Phase Selective and Morphology Controllable Synthesis and their Enhanced Functionality via Doping", Nanomaterials: Properties, Preparation and Processes, Ed. By V. Cabral and R. Silva, NOVA Publishers, Hauppauge, U.S.A., p.p. 59-113 (2010).
- 2) 福長 脩,羽田 肇,牧島亮男,生駒俊之,石垣隆正,大橋直樹,岡田 清,神谷利夫,佐々 木高義,田中順三,細野秀雄,若井史博編集:セラミックス機能化ハンドブック,NTS, (2010).
- 3) 石垣隆正:リチウム二次電池部材写真集,技術情報協会, p.p.44-47 (2011).

<学会発表>

- Li, J.-G., Sun, X.-D. & Ishigaki, T.: "Selective Synthesis and Photocatalytic Performances of Phase-Pure Anatase, Brookite, and Rutile nanocrystals" Fourth International Conference on Science and Technology of Advanced Ceramics (STAC-4), 横浜市 (2010年)
- 2) 秋月智大,角谷正友,石垣隆正,橋本拓也,鯉沼秀臣: "SOG-Si 生成に向けたパルス変 調熱プラズマによる水素ラジカルと SiHCl3 との反応", 第 57 回応用物理学関係連合講演会,平塚市(2010年)
- 3) Li, J.-G. & Ishigaki, T.: "Y₂O₃:Eu³⁺ Red Phosphor Particles Synthesized with Ar/O₂ Thermal Plasma: Phase Structure, Luminescent Properties and the Effects of Sc³⁺ Doping"

Asia Pacific Conference on Plasma Science and Technology/Symposium on Plasma Science for Materials (10th APCPST and 23rd SPSM), Jeju, Korea (2010 年)

4) Zhang, C.-N., Ikeda, M., Uchikoshi, T., Li, J.-G., Watanabe, T. & Ishigaki, T.:

"Photocatalytic Performance of Iron (III) and Niobium(V)-codoped TiO_2 Nanopowders Synthesized by a Radio Frequency Thermal Plasma Process", Asia Pacific Conference on Plasma Science and Technology/Symposium on Plasma Science for Materials (10th APCPST and 23rd SPSM), Jeju, Korea (2010 年)

- 5) Sumiya, M., Akizuki, T., Ishigaki, T., Hashimoto, T., Itaka K. & Koinuma, H.: "Design and preliminary results of innovative Siemens Si process", Renewable Energy 2010, 横浜市 (2010 年)
- 6) 関根圭佑,西村聡之,山本吉信,廣崎尚登,石垣隆正:"窒化アルミニウムナノ粉末の焼結" 第26回日本セラミックス協会関東支部研究発表会,日立市(2010年)
- J.-G. Li, X. Sun, T. Ishigaki: "Selective Synthesis and Photocatalytic Performance of Phase-Pure Anatase, Brookite, and Rutile Nanocrystals", Fourth International Conference on Science and Technology of Advanced Ceramics, Dalian, China (2010 年)
- 8) T. Ishigaki: "Synthesis of functional nanocrystallites through reactive thermal plasma processing", 7th National Conference on Functional Materials and Applications, Changsha, China (2010 年) (Invited lecture)
- 9) 宮崎宏基,坂口 勲,安達 祐,石垣隆正,大橋直樹: "酸化亜鉛表面の平坦化と加工ダメ ージの評価",第30回エレクトロセラミックス研究討論会,新宿区(2010年)
- 10) 渡邉 健, 鈴木麻衣実, 門間英毅, 守吉佑介, 石垣隆正, "溶解・析出による炭酸カルシ ウムの形態変化", 無機マテリアル学会第121回学術講演会, 仙台市(2010年11月)
- 11) 筒井恵美,鈴木麻衣実,門間英毅,守吉佑介,石垣隆正,"析出炭酸カルシウムの形態評価",無機マテリアル学会第121回学術講演会,仙台市(2010年11月)
- 12) 石垣隆正,冷永華,李継光,打越哲郎,"液相プロセスによる炭素被覆ニッケルナノ粒子の合成",無機マテリアル学会第121回学術講演会,仙台市(2010年11月)
- T. Nishimura, K. Sekina, Y. Yamamoto, N. Hirosaki, T. Ishigaki, "Spark Plasma Sintering of AlN Nanoceramics", 3rd International Congress on Ceramics, 大阪市 (2010年)
- 14) C.-N. Zhang, M. Ikeda, T. Uchikoshi, J.-G. Li, T. Watanabe, T. Ishigaki, "Influence of High-Concentration Niobium (V) Doping into Plasma-Synthesized TiO₂ Nano-Size Powders", 3rd International Congress on Ceramics, 大阪市 (2010年)
- 15) J.-G. Li, X. Sun, T. Ishigaki, "Generallized Wet-Chemical Processing of Phosphor Monospheres and the Compositional Impact on Photoluminescence", 3rd International Congress on Ceramics, 大阪市 (2010年11月)
- 16) 石垣隆正,冷永華,李継光,打越哲郎: "炭化ニッケルの熱分解による炭素被覆ニッケル ナノ粒子の合成と中空炭素球への応用",第49回セラミックス基礎科学討論会,岡山市 (2011年)

- 17) 朱新文, Sharif A. A.-M., 中島麗子, 石垣隆正: "液相レーザーアブレーション法による 球状 TiO₂ナノ粒子の合成", 日本セラミックス協会 2011 年年会, 浜松市(2011 年)
- 18) 宮崎宏基,坂口 勲,安達 裕,和田芳樹,石垣隆正,大橋直樹: "研磨による酸化亜鉛 表面の結晶性劣化の検討",第58回応用物理学関係連合講演会,厚木市(2011年)

大波 英幸

<雑誌論文>

 "液相析出法によるフラーレンマイクロ/ナノ結晶の構造",緒方啓典,大波英幸,馬場 啓輔,庄司真雄,本橋 覚,電気学会誌(2011) PHS-11-015.

<学会発表>

- H.Ohnami and H.Ogata, "Structure and Electronic Properties of Na-H-C₆₀ Compounds', International Conference on Science and Technology of Synthetic Metals 2010, Kyoto, Japan, 2010 年 7 月.
- 2) 緒方啓典,大波英幸,馬場啓輔,庄司真雄,本橋 覚,"液相析出法によるフラーレンマ イクロ/ナノ結晶の構造",電気学会フィジカルセンサ研究会,筑波,2011年3月.
- 3) 緒方啓典,大波英幸,"フラーレンナノウィスカー結晶の粉末X線回折による構造評価", 第40回記念フラーレン・ナノチューブ総合シンポジウム,名古屋,2011年3月.

緒方 啓典

<雑誌論文>

- Yusei Maruyama, Satoru Motohashi, Masayuki Tanaka, Hironori Ogata, Biao Zhou, Akiko Kobayashi, Masayuki Shoda, Shunji Bandow, Sumio Iijima, "Some electronic properties and morphological features of hybrid material DNA-SWCNT thin films", *Solid State Communications*, 150 (2010) 1584-1586.
- Hideki Monma, Yuji Hosoi, Toshinori Okura, Hironori Ogata, Yusuke Moriyoshi, "HYDRATION-HARDENING PROPERTIES OF DIVALENT CATION-SUBSTITUTED α-TRICALCIUM PHOSPHATE", *Phosphorus Research Bulletin* 24 (2010) 79-82.
- "液相析出法によるフラーレンマイクロ/ナノ結晶の構造",緒方啓典,大波英幸,馬場 啓輔,庄司真雄,本橋 覚,電気学会誌(2011) PHS-11-015.
- "Carbon nanosheets by microwave plasma enhanced chemical vapor deposition in CH₄-Ar system", Zhipeng Wang, Mao Shoji and Hironori Ogata, Applied Surface Science 257 (2011) 9301-9306.

<学会発表>

 Hideyuki Ohnami and H.Ogata, "Structure and Electronic Properties of Na-H-C₆₀ Compounds', International Conference on Science and Technology of Synthetic Metals 2010, Kyoto, Japan, 2010 年 7 月.

- 2) Mao Shoji and Hironori Ogata, "Synthesis and Structural Study of Polylactic Acid Encapsulated in Single-Walled Carbon Nanotubes", International Conference on Science and Technology of Synthetic Metals 2010, Kyoto, Japan, 2010 年 7 月.
- 3) Y.Maruyama, S.Motohashi, M.Tanaka, H.Ogata, "Some Electronic Properties and Morphological Feature of Hybrid Materiall DNA/SWCNT Thin Films", in The 10th Japan-China Joint Symposium on Conduction and Photoconduction in Organic Solids, October 17-20, 2010, Kyoto Japan.
- 4) 門間英毅,大倉利典,緒方啓典,守吉佑介,細井佑司:「リン酸三カルシウムのα-α' 相転移挙動」
 第 20 回無機リン化学討論会,東北大(2010)
- 5) 細井佑司,大倉利典,門間英毅,守吉佑介,緒方啓典:「α-リン酸三カルシウムの水和 活性におよぼす合成温度と二価金属イオン固溶の影響第」122 回無機マテリアル学会, 船橋市 (2010)
- 6) 緒方啓典,大波英幸,馬場啓輔,庄司真雄,本橋 覚,"液相析出法によるフラーレンマ イクロ/ナノ結晶の構造",電気学会フィジカルセンサ研究会,筑波,2011年3月.
- 7) Z.Wang, M. Shoji and H.Ogata, "Low-temperature Growth of Carbon Nanosheets by Microwave Plasma Chemical Vapor Deposition", 3rd International Symposium on Advanced Plasma Science and its Applications for Nitrides and Nanomaterials, Nagoya, Japan, 2011 年 3 月.
- 8) 馬場啓輔,緒方啓典,"水酸化フラーレンナノ結晶の作製と評価",第 40 回記念フラー レン・ナノチューブ総合シンポジウム,名古屋, 2011年3月.
- 9) 緒方啓典,大波英幸,"フラーレンナノウィスカー結晶の粉末X線回折による構造評価", 第40回記念フラーレン・ナノチューブ総合シンポジウム,名古屋,2011年3月.
- 10) Y. Shibazaki, K.Tanaka and H.Ogata, "Carrier dynamics analysis of P3HT:PCBM organic solar cells by impedance spectroscopy", Sixth International Conference on Molecular Electronics and Bioelectronics, Sendai, Japan, 2011 年 3 月.

杉山 賢次

<雑誌論文>

 Higashihara, T., Sugiyama, K., Yoo, H.-S., Hayashi, M., Hirao, A.: "Combining Living Anionic Polymerization with Branching Reactions in an Iterative Fashion to Design Branched Polymers"

Macromol. Rapid Commun. 31, 1031-1059 (2010).

2) Hsu, J.-C., Sugiyama, K., Chiu, Y.-C., Hirao, A., Chen, W.-C.: "Synthesis of New Star-Shaped Polymers with Styrene-Fluorene Conjugated Moieties and Their Multicolor Luminescent Ordered Microporous Films" Macromolecules 43, 7151-7158 (2010).

- 3) Sugiyama, K., Oie, T., Abouelmagd, A., Hirao, A.: "Synthesis of Well-Defined (AB)n Multiblock Copolymers Composed of Polystyrene and Poly (methyl methacrylate) Segments Using Specially Designed Living AB Diblock Copolymer Anion" Macromolecules 43, 1403-1410 (2010).
- <著 書>

1) 平尾 明, 杉山賢次:「高分子の合成:アニオン重合」, 講談社, pp.297-458 (2010).

<学会発表>

- Sugiyama, K.: "Synthesis of Well-defined Multiblock Copolymers by Means of Living Anionic Polymerization Based on Iterative Methodology" 2010 Japan-Taiwan Bilateral Polymer Symposium, Sapporo, Japan (2010).
- Sugiyama, K.: "Synthesis of Decablock Copolymer Composed of Polystyrene and Poly (methyl methacrylate) Segments by Means of Living Anionic Polymerization Based on Iterative Methodology"

33th Annual Taiwan Polymer Conference, Kaohsiung, Taiwan (2010).

- 3) 新海智照,酒井康博,横山英明,伊藤耕三,杉山賢次:「フッ素を含むブロックコポリマーの超臨界二酸化炭素選択膨潤:二酸化炭素の選択性の影響」
 第 59 回高分子討論会,札幌市 (2010).
- 4) 伊藤真陽,酒井康博,横山英明,伊藤耕三,杉山賢次:「超臨界二酸化炭素によるブロック共重合体の圧力誘起モルフォロジー転移」
 第 59 回高分子討論会,札幌市 (2010).
- 5) 尾家俊行,杉山賢次,松尾悠里,平尾 明:「リビングアニオン重合法を用いた新規のシ ークエンシャルトリブロック共重合体の精密合成」 第59回高分子討論会,札幌市(2010).
- 6) 田中俊資, 杉山賢次, 平尾 明:「m-(ヒドロキシ(tert-ブチル)アミノ)スチレンの保護と アニオン重合」
 - 第59回高分子討論会,札幌市(2010).
- 7) Abou Elmagd, A., Sugiyama, K., Murano, K., Oie, T., Hirao, A.: "Precise Synthesis of Architectural Polymers by Using Chain- Functionalized AB Diblock Copolymers" 第 59 回高分子討論会,札幌市 (2010).
- Abou Elmagd, A., Murano, K., Sugiyama, K., Hirao, A.: "Precise synthesis of exact graft copolymers via new methodology based on living anionic polymerization" 第 59 回高分子学会年次大会, 横浜市 (2010).
- 9) 伊藤真陽,酒井康博,横山英明,伊藤耕三,杉山賢次:「超臨界二酸化炭素によるフッ素 を含むブロック共重合体薄膜のモルフォロジー変化」
 第 59 回高分子学会年次大会,横浜市 (2010).

- 10) 平野智之,小座間洋子,杉山賢次,平尾 明:「ポリ(フェロセニルメチルメタクリレート) セグメントを含むスターポリマーの精密合成」
 第 59 回高分子学会年次大会,横浜市 (2010).
- 11) 村野耕太,上松正弘,黒川良介,杉山賢次,平尾 明:「構造が厳密に制御されたグラフト共重合体の合成と溶液挙動」
 第 59 回高分子学会年次大会,横浜市 (2010).

丸山 有成

<雑誌論文>

- M. Shoda, S. Bandow, Y. Maruyama, S. Iijima, "Probing Interaction between ssDNA and Carbon Nanotubes by Raman Scattering and Electron Microscopy", *J. Phys. Chem. C* 113 (15), 6033-6036 (2009).
- Y.Maruyama, S.Motohashi, M.Tanaka, B.Zhou, A.Kobayashi, H.Ogata, "Some electronic properties and characterization of hybrid (DNA/SWCNT) thin film", *solid state commun.* 150 (2010) 1584-1586.

<著 書>

 Y. Maruyama, S.Bandow, S.Motohashi, "Experimental Studies for the Fabrication and Characterization of hybrid Materials of DNA/Carbon Nanotubes", In Advances in Nanotechnology, Vol.4, Editors: Z.Bartul and J.Trenor, pp.241-260 (2010).

<学会発表>

 Y.Maruyama, S.Motohashi, M.Tanaka, H.Ogata, "Some Electronic Properties and Morphological Feature of Hybrid Materiall DNA/SWCNT Thin Films", in The 10th Japan-China Joint Symposium on Conduction and Photoconduction in Organic Solids, October 17-20, 2010, Kyoto Japan.

守吉 佑介

<雑誌論文>

- 1) 渡辺雄二郎, 旅直之, 藤永薫, 大嶋俊一, 山田裕久, 生駒俊之, 田中順三, 守吉佑介, 小松 優, アルカリ水熱処理による石炭飛灰からの NaP1 型ゼオライトの合成とその環 境浄化材料としての応用, J. Soc. Inorg. Mater. 17, 108-116 (2010).
- 2) Yujiro Watanabe, Toshiyuki Ikoma, Hirohisa Yamada, Yusuke Moriyoshi, Junzo Tanaka and Yu Komatsu, Novel Long-Term Immobilization Method for Radioactive Iodine-129 Using a Zeolite/Apatite Composite Sintered Body, Applied Materials & Interfaces, 1, 1579-1584 (2010).
- 3) H. Monma, Y. Hosoi, T. Okura, H. Ogata, and Y. Moriyoshi, Hydration-Hardening Properties of Divalent Cation-Substituted a-Tricalcium Phosphate,

Phosphorous Research Bulletin Vol. 24, 79-82 (2010).

- Yujiro Watanabe, Toshiyuki Ikoma, Hirohisa Yamada, Yusuke Moriyoshi, Junzo Tanaka and Yu Komatsu, Formation of Hydroxyapatite Nanocrystals on the Surface of Ca-Al Layered Double Hydroxide, J. Am. Ceram. Soc., 93, 1195-1200 (2010).
- 5) Yujiro Watanabe, Yoshinori Miwa, Toshiyuki Ikoma, Hirohis Yamada, Yasushi Suetsugu, Junzo Tanaka, Yusuke Moriyoshi, and Yu Komatsu, Long-term immobilization of strontium ions using zeolite A/calcium phosphate nanocomposites, J. Ceram. Soc. Japan, 118, 1044-49 (2010).

<学会発表>

- 渡辺雄二郎,三橋長治、山田裕久、生駒俊之、末次寧、田中順三、守吉佑介、小松 優、各種リン酸塩溶液によるヨウ素含有ゼオライトAへのアパタイト被覆とアパタ イト系複合焼結体内での熱安定評価、無機マテリアル学会、6月、東京(2010).
- 2) 門間英毅,大倉利典,守吉佑介,二価金属イオンを固溶-リン酸三カルシウムの水和活性 と硬化性,無機マテリアル学会,6月,東京(2010).
- 3) 池谷 崇,遠藤正宣,丸山つかさ,森若専太,手塚大介,遠藤茂寿,守吉佑介,大河 内正一,焼成コレマナイトの木材への含浸の基礎特性(II),無機マテリアル学会, 6月,東京(2010).
- 4) 守吉佑介,若林論文賞受賞講演:ムライトの反応焼結,耐火物技術協会年次講演会, 4月,小倉(2010).
- 5) 渡邉 健, 鈴木麻衣実, 門間英毅, 守吉佑介, 石垣隆正, 溶解・析出による炭酸カル シウムの形態変化, 無機マテリアル学会, 第121回学術講演会, 東北大, 11月, (2010).
- 6) 筒井恵美,鈴木麻衣実,門間英毅,守吉佑介,石垣隆正,析出炭酸カルシウムの形 態評価,無機マテリアル学会,第121回学術講演会,東北大,11月,(2010).
- 7) 池谷 崇,丸山つかさ,守吉佑介,大河内正一,鉄-ヨウ素による重金属イオンの不要化 機構の解明,無機マテリアル学会,第121回学術講演会,東北大,11月,(2010).
- 8) 岩崎志朗,渡辺雄二郎,山田裕久,生駒俊之,田中順三,守吉佑介,ハイドロタルサイト/水酸アパタイト複合体の合成とその水浄化材料としての評価,無機マテリアル学会, 第121回学術講演会,東北大,11月,(2010).
- 9) 岡田礼佳,小澤 清,川島 健,門間英毅,守吉佑介,磯 文夫,マガディアイト/Si-ZSM-11 コンポジットの水熱合成とキャラクタリゼーション,無機マテリアル学会,第121回 学術講演会,東北大,11月,(2010).

<受 賞>

耐火物技術協会, 功労賞 平成 22 年 4 月.

耐火物技術協会, 若林論文賞(ムライトの反応焼結における酸化チタン添加の影響),平成 22年4月.

門間 英毅

<雑誌論文>

難波蓮太郎,門間英毅:「漆喰に抗菌・抗ウイルス効果は期待できるか」
 建材フォーラム No.411, 12-17 (2010).

- Okura, T., Monma, H. & Yamashita, K : "Superionic Conducting Na₅RSi₄O₁₂-type (R=Rare Earth) Glasses and Glass-Ceramics: Crystallization Kinetics and Conduction Properties", Electroceramics XII, Trondheim, Norway, (2010)
- Okura. T., Imai, T. & Monma, H. : "Immobilization of Simulated High Level Nuclear Waste with Magnesium-Zinc-Phosphate Glasses", XIX International Materials Research Congress, Cancun, Mexico, (2010)
- 3) 鈴木庸平,大倉利典,門間英毅:「LiMPO₄(M=Mn,Fe,Co,Ni)型結晶化ガラスの合成と Liイオン導電性」第20回無機リン化学討論会,東北大(2010)
- 4) 門間英毅,大倉利典,緒方啓典,守吉佑介,細井佑司:「リン酸三カルシウムの a-a'相 転移挙動」第20回無機リン化学討論会,東北大(2010)
- 5) Nojima, Y., Okura, T. & Monma, H : "Photoluminescence Properties of Rare-Earth Ion Doped Glass and Glass-Ceramics in the System Na₂O-Y₂O₃-SiO₂"Joint of 3rd. Int. Congress on Ceramics (ICC3) and 23rd Autumn Symp. Ceram. Soc. Japan, Osaka, Japan, (2010)
- 6) 野島裕太,大倉利典,門間英毅:「希土類イオンドープ N2O-Y2O-SiO2系結晶化ガラスの 光ルミネッセンス特性に及ぼす結晶化熱処理条件の影響」第121回無機マテリアル学会, 東北大(2010)
- 7) 今井隆晶,大倉利典,門間英毅:「MgO·ZnO·P₂O₅ 系高レベル放射性廃棄物ガラス固化 体の化学的耐久性評価」第121回無機マテリアル学会,東北大(2010)
- 8) 白井嵩義,大倉利典,門間英毅:「低融点ガラスを用いたセッコウ分散ガラスの合成」第121回無機マテリアル学会,東北大(2010)
- 9) 川田耕司,大倉利典,門間英毅,山下仁大:「Na₂O-R₂O₃-SiO₂(R = Rare Earth)系結晶 化ガラスの導電性に及ぼす置換元素の影響と結晶化熱処理の制御」第121回無機マテリ アル学会,東北大(2010)
- 10) 渡辺 健,石垣隆正,守吉佑介,門間英毅:「溶解・析出による炭酸カルシウムの形態変 化」第121回無機マテリアル学会,東北大(2010)
- 11) 筒井恵美,石垣隆正,守吉佑介,門間英毅:「析出炭酸カルシウムの形態評価」第 121 回無機マテリアル学会,東北大(2010)
- 12) 岡田礼佳,小澤清,荻原俊夫,川島健,門間英毅,守吉佑介,磯文夫:「マガディア イト/Si-ZSM-11 コンポジットの水熱合成とキャラクタリゼーション」第121回無機マ テリアル学会,東北大(2010)

- 13) Imai, T., Okura, T. & Monma, H.: "Leaching Behavior of Magnesium-Zinc-Phosphate Glasses for Nuclear Waste Immobilization" Joint of 3rd. Int. Congress on Ceramics (ICC3) and 23rd Autumn Symp. Ceram. Soc. Japan, Osaka, Japan, (2010)
- 14) Kawada, K., Okura, T. & Monma, H., Yamashita, K. : "Effects of Crystallization Conditions on Conductivity of Na₅YSi₄O₁₂-type Glass-Ceramics" Joint of 3rd. Int. Congress on Ceramics and 23rd Autumn Symp. Ceram. Soc. Japan, Osaka, Japan, (2010)
- 15) 岡田礼佳,小澤清,荻原俊夫,川島健,門間英毅,守吉佑介,横室隆,磯文夫:「アロフェンを原料とする Cs型ゼオライトの合成」
 第122回無機マテリアル学会,船橋市 (2010)
- 16)加藤春樹、川田耕司、大倉利典、門間英毅、山下仁大:「Na5YSi4O12型 Na2O-Y2O3-P2O5-SiO2系結晶化ガラスの導電性と化学的耐久性」
 第122回無機マテリアル学会、船橋市(2010)
- 17) 細井佑司,大倉利典,門間英毅,守吉佑介,緒方啓典:「α-リン酸三カルシウムの水和活性におよぼす合成温度と二価金属イオン固溶の影響第」
 第122回無機マテリアル学会,船橋市(2010)
- 18) 渡辺健,筒井恵美,石垣隆正,守吉佑介,門間英毅:「消石灰の形態制御」第122回無機マテリアル学会,船橋市 (2010)
- 19) 岡部 覚,川田耕司,大倉利典,門間英毅,山下仁大:「ゾルーゲル法による NASICON
 型 Na イオン伝導体の合成と評価」
 第 122 回無機マテリアル学会,船橋市 (2010)

2. 「細胞内マイクロ・ナノ構造体操作技術の開発」

2.1 研究成果概要

2010 年度「細胞内マイクロ・ナノ構造体操作技術の開発」基本テーマは下記の研究者(*は学外研究者)によって進められた。

- 染色体とウィルスの解剖操作技術による遺伝子操作 石浜明(生命科学部)
- 細胞内小器官操作技術の開発と細胞内部環境制御 高月昭(生命科学部)
- 細胞内発現蛋白質の局在、分布、動的挙動
 - 今井清博(生命科学部)
 - 川岸郁朗 (生命科学部)
- 細胞内局所への医薬導入技術
 - 常重アントニオ (生命科学部)
- 細胞分化・増殖の分子機構解析と操作技術開発佐藤勉(生命科学部)
- 細胞内1分子追跡技術の開発 曽和義幸(生命科学部)
- 宿主における細菌日和見感染 *皆川周(京都薬科大学)
- 蛋白質の結晶構造解析
 - *今田勝巳(大阪大学)
- 蛋白質のナノ計測・イメージング*石島秋彦(東北大学)
- 客員研究員・兼任研究員
 - 石田学 (東京薬科大)
 - 小笠原寬(日本学術振興会特別研究員)

2.2 研究の目的

ナノバイオロジーの研究分野において、細胞内に微細なセンサーを導入して細胞内部の局所的状態を観測した り、細胞内器官・装置、超分子を自在に操作して、それらを補修・移植・交換したりする、いわゆる「細胞内手 術」は、ライフサイエンスの新たな分野を開拓するキーテクノロジーであり、テイラーメイド医療を支える基盤 技術である。基本課題の一つである細胞内マイクロ・ナノ構造体操作技術の開発では、細胞における蛋白質動態 解析・細胞内操作ツールの開発と評価、すなわち、膜および細胞質蛋白質の蛍光標識・動態観察技術の開発、転 写制御因子-DNA 相互作用の網羅的解析技術の開発、DNA 結合蛋白質の網羅的解析と染色体操作技術の開発、 細胞内小器官操作プローブの開発、光ピンセットを用いた各種薬剤やウイルス粒子の細胞への搬送技術の開発を 行う。開発されたツールを利用して、将来の細胞内手術のための基本技術の確立を目指す。

2.3 本研究で対象としている生体機能模擬技術の本年度の課題

本年度は、前年度までの研究成果を評価・検討し、以下の解析を行った。バクテリアをモデル系として、遺伝 子発現の包括的解析、環境応答による発現調節の解析、環境応答センサーの機能・動態解析、細胞分化における ゲノム DNA 再編成の解析、生物ナノマシンであるべん毛モーターの機能解析を行った。また、ヘモグロビンタ ンパク質をモデル系として、アロステリー現象の調節メカニズムの解析、変異ヘモグロビンの機能解析、祖先型 ヘモグロビン遺伝子の分子設計と発現を行った。また、ウイルスをモデル系として、イネ細胞における植物ウイ ルスの増殖抑制および抑制解除の機構の解析、インフルエンザウイルス感染による宿主タンパク質の発現誘導機 構の解析を行った。また、ミトコンドリアでの酸化的リン酸化の各過程とゴルジ膜構造体ダイナミクスの相関解 析を行った。

2.4 研究内容と研究結果

大腸菌約 200 種の転写因子の制御機能を解明し、ゲノム転写制御の全体像解明に近づいた。一方、大腸菌単 一細胞の遺伝子発現を観測する装置システムを開発し、プロモーター強度と環境応答の実測に成功した。環境変 化に対してゲノム遺伝情報の発現を変化させる転写制御因子について、細胞内ゲノム分布を解析し、直接的な制 御プロモーターを大腸菌ゲノムについて網羅的に解明した。大腸菌走化性受容体によるアミノ酸識別機構を明ら かにし、温度受容に受容体ペリプラズムドメインが不要であることを示した。コレラ菌において病原性との関連 が示唆されるタンパク質がアミノ酸走性受容体であることを同定した。*B. weihenstephanensis*の細胞分化にお いて DNA 再編成がおこり、栄養増殖期に分断されていた遺伝子が再構築されることを明らかにした。べん毛モ ーター回転を評価するために、高速カメラを使用したシステムの構築をおこなった。これらの成果により、ひと つの生物のすべての転写因子の解明、細胞分化・環境応答系の包括的理解、ナノセンサー・ナノマシンの機能解 明への展望が開けた。

ヘモグロビンにおいてアロステリック効果を示す最少数量体は、一つの接触面しか有しないダイマーから生じ ることは明らかになった。さまざまな変異ヘモグロビン(異常 Hb 及び人工変異 Hb)の解析からその機能に重 要な残基が明らかになった。祖先型ヘモグロビンの発現が確認された。これらの成果により、一般に容認された Perutz による立体化学説と矛盾する新たなアロステリー理論の構築、ヘモグロビンの構造・機能的進化の解明 への展望が開けた。

動物・植物細胞へのウイルス感染とその抑制機構の解明に向けた実験系を構築した。ミトコンドリアでの酸化 的リン酸化の各過程に作用する化学物質のゴルジ膜構造体ダイナミクスへの作用を検討し両作用間の相関を考 察した。

2.5 今後の課題

今年度は、バクテリア・ヘモグロビン・ウイルスをモデル系として細胞という場で起こる生命現象を過解析・ 操作するための基盤的研究を行った。来年度以降は以下の課題について検討を進める。

平成 23 年度

前年度までの研究成果を評価・検討し、蛋白質動態解析・細胞内操作ツールによる細胞機能解析とツールの改 良を行う。すなわち、細菌環境応答系における蛋白質局在および相互作用の動態解析、細菌センサーおよび出力 系の改変と解析、細菌転写因子のゲノム上の局在分布および環境変化に伴う動的挙動の解析、細胞内小器官操作 プローブによる各種小器官作用の探索、細胞表面上でのウイルスのはたらきおよび細胞侵入したウイルスの人為 的移動と感染成立機構の解析、局所導入した薬剤の影響の解析を行う。

平成 24 年度

最終年度の研究の総括および融合を目指し、以下の開発を行う。開発されたツールを利用して、細菌蛋白質の 局在と動態・新規センサーの創製・転写因子・DNA 結合蛋白質の制御による細胞内部環境操作、細胞内小器官 操作プローブを用いた小器官動態機構の解析、細胞表面上および細胞侵入後のウイルスの人為的制御、薬剤局所 導入による細胞操作を行う。

2.6 業績(論文、著書、紀要、口頭発表)リスト

石浜 明

<雑誌論文>

- Shimada, T., Yamamoto, K. and Ishihama, A.: Novel members of the Cra regulon involved in carbon metabolism in *Escherichia coli.* J. Bacteriol. 193, 649-659 (2011)
- Yamamoto, K., Ishihama, A., Busby, S.J.W. and Brainger, D.C.: The *Escherichia coli* K-12 MntR mini-regulon includes *dps* that encodes the major stationary phase DNA-binding protein. *J. Bacteriol.* 193, 1477-1480 (2011)
- Ishihama, A.: Prokaryotic genome regulation: Multi-factor promoters, multi-target regulators and hierarchic networks. *FEMS Microbial Reviews*, **34**, 628-645 (2010)
- Ogasawara, H., Yamada, K., Kori, A., Yamamoto, K. and Ishihama, A.: The *E. coli* csgD promoter: Interplay between eight transcription factors. *Microbiology* 156, 2470-2483 (2010)
- 5) Ogasawara, H., Yamamoto, K. and Ishihama, A.: Regulatory role of MlrA in transcription activation of csgD, the master regulator of biofilm formation in *Escherichia coli. FEMS Microbiol. Lett.* **312**, 160-168 (2010)
- 6) Shimada, T., Fujita, N., Yamamoto, K. and Ishihama, A.: Genomic SELEX for the genome-wide search of regulation targets by transcription factors; SELEX-clos and SELEX-chip procedures. In: *Proc. Internatl. Symp. Micro-Nano Mechatronics Human Sci.* (Fukuda, T. et al., eds), pp. 100-103 (2010)
- 7) Teramoto, J., Yamanishi, Y., Magdy, E-S.H., Hasegawa, A., Kori, A., Nakajima, M., Arai, F., Fukuda, T. and Ishihama, A.: Single live-bacterial cell assay of promoter activity and regulation. *Genes Cells* 15, 1111-1112 (2010)
- Teramoto, J., Yoshimura, S.H., Takeyasu, K. and Ishihama, A.: A novel nucleoid protein of *Escherichia coli* induced under anaerobic growth conditions. *Nucleic Acids Res.* 38, 3605-3618 (2010)
- 9) Terui, Y., Tabei, Y., Akiyama, M., Tomitori, H., Yamamoto, K., Ishihama, A., Igarashi, K. and Kashiwagi, K.: Ribosome modulation factor, an important protein for cell viability encoded by the polymodulon modulon. J. Biol. Chem. 285(37), 28698-28707 (2010)

- Ishihama: Prokaryotic Genome Regulation: Multi-factor promoters, multi-target regulators and multi-factor networks. Japan-India Collaborative Science Program Seminar, Centre for DNA Fingerprinting and Diagnosis (CDFD), March 16, 2010.
- 2) Ishihama: Prokaryotic Genome Regulation: Multi-factor promoters, multi-target

regulators and multi-factor networks. Japan-India Collaborative Science Program Seminar, Centre for Cellular and Molecular Biology (CCMB), March 17, 2010.

3) T. Shimada, N. Fujita, K. Yamamoto, A. Ishihama: Genome-wide Genomic-SELEX Search of Regulation Targets by Transcription Factors. Jacques Monod Commemorative Minisymposium: Gene Expression and Signalling in Bacteria. Institut Pasteur, May 31, 2010.

Ishihama: Prokaryotic Genome Regulation: Multi-factor Promoters and Multitarget Regulators. 11th Asian Conference on Transcription (ACT), Okinawa, July 1-5, 2010.

- Ishihama: Prokaryotic Genome Regulation: Multi-factor Promoters and Multitarget Regulators. 2nd Flurence Conference on Phenotype Microarray Pisa, Italy. Sept. 13-15, 2010.
- 5) Ishihama, H. Ogasawara, T. Shimada, J. Teramoto, A. Kori, K. Yamada, N. Kobayashi, Y. Katayama and K. Yamamoto: Multi-scale molecular genetics of prokaryotic genome regulation. 21st Internatl. Symp. Micro-NanoMechatronics Human Sci., Symp. "Systems Cell Engineering by Multi-scale Manipulation", Nov. 7-10, Nagoya, Japan
- 6) J. Teramoto, S.H. Yoshimura, K. Takeyasu and A. Ishihama: Novel nucleoid protein Dan of *Escherichia coli* induced under anaerobiotic growth conditions. 21st Internatl. Symp. Micro-NanoMechatronics Human Sci., Symp. "Systems Cell Engineering by Multi-scale Manipulation", Nov. 7-10, Nagoya, Japan
- 7) 石浜 明: 細菌細胞の個性: その分子基盤. 九州大学 G-COE「未来分子システム科学」 公開セミナー, 九州大学先導物質化学研究所・福岡, 2010.2.9.
- 8) 石浜明:細菌ゲノム制御全体像解明のための戦略戦術.日本大学学術研究高度化推進 事業公開シンポジウム「病原体抑制遺伝子の解明と感染症の制御」、日大・オープンリサ ーチセンター、2010.2.26.
- 9) 島田友裕,藤田信之,山本兼由,石浜明: 大腸菌転写因子 CRP のゲノム上結合部位 の全体像: Genomic SELEX 法を用いた解析. 第4回ゲノム微生物学会年会,九大・ 福岡, 2010.3.7-9.
- 10) 寺本 潤,吉村成弘,山田佳代子,郡 彩子,竹安邦夫,石浜 明:大腸菌新規核様体タンパク Dan の発見と構造機能解析.特定領域研究「バイオ操作」第8回公開シンポジウム,九州大学医学部,2010.3.11.
- 11) 寺本 潤,山西陽子,大山晃太郎,中島正博,新井史人,福田敏男,石浜明:細菌単一 細胞での転写制御の解析.特定領域研究「バイオ操作」第8回公開シンポジウム,九州 大学医学部,2010.3.11.
- 12) 小笠原 寛,郡 彩子,山田佳代子,山本兼由,石浜 明: 多様な環境要因に応答する csgD

プロモーターの転写制御に関わる分子機構の解明. 日本農芸化学会 2010 大会, 東京大学, 2010.3.27-30.

- 13) 小笠原寛,郡 彩子,山田佳代子,山本兼由,石浜明:バイオフィルム形成統括制御遺 伝子 csgDの多因子による転写制御機構.第7回21世紀大腸菌研究会,グリーンピア南 阿蘇,2010.6.3-4.
- 14) 石浜 明: 大腸菌ゲノム転写制御の新展開. 第9回微生物研究会, 法政大学小金井キャンパス. 2010.6.26.
- 15) 寺本 潤: 単一細胞計測システムによる大腸菌プロモーター強度と制御の解析. 第9回微 生物研究会, 法政大学小金井キャンパス. 2010.6.26.
- 16) 三戸部治郎,渡邉治雄,石浜明,柳原格:桿菌の形態形成に関わる細胞骨格蛋白 RodZの RNA 結合活性を介した赤痢菌病原因子発現への関与.第9回微生物研究会,法政大学小金井キャンパス.2010.6.26.
- 17) 佐藤祐子,吉川祐子,市川正敏,石浜明,吉川研一:核様体タンパク質 Fis と Dps による DNA 折り畳み様式の差異.第48回日本生物物理学会年会,東北大川内キャンパス,2010.9.20-22.
- 18) 片山泰徳,河北寿一,島田友裕,山田佳代子,石浜 明: Genomic SELEX 法を用いた 機能未知転写因子 YbjK の機能解析. 第4回日本ゲノム微生物学会若手の会,神戸セミ ナーハウス, 2010.10.1-2.
- 19) 島田友裕:第4回日本ゲノム微生物学会若手の会,神戸セミナーハウス,2010.10.1-2.
- 20) 寺本 潤:細菌一細胞観測システムの構築と転写制御解析.第4回日本ゲノム微生物学会 若手の会,神戸セミナーハウス,2010.10.1-2.
- 21) 片山泰徳: Genomic SELEX 法を用いた機能未知転写因子 YbjK の機能解析. 第4回日本ゲノム微生物学会若手の会,神戸セミナーハウス, 2010.10.1-2.
- 22) 島田友裕,藤田信之,山本兼由,石浜明: 大腸菌炭素源代謝制御のふたつの転写因子 CRPとCraによるゲノム転写制御の全体像: Genomic SELEX 法を用いた解析.第33 回日本分子生物学会,第83回日本生化学会 合同大会,神戸ポートアイランド. 2010.12.7-10.
- 23) 島田友裕,藤田信之,山本兼由,石浜明:大腸菌炭素源代謝制御のふたつの転写因子 CRPとCraによるゲノム転写制御の全体像: Genomic SELEX 法をもちいた解析.第 33 回日本分子生物学会・第83 回日本生化学会合同大会,神戸ポートアイランド. 2010.12.7-10.
- 24) 山崎 薫,島田友裕,郡 彩子,石浜 明:大腸菌機能未知転写因子 YcjZ の制御機能解析.
 第 33 回日本分子生物学会・第 83 回日本生化学会合同大会,神戸ポートアイランド.
 2010.12.7-10.
- 25) 小笠原 寛,郡 彩子,山田佳代子,山本兼由,石浜 明: バイオフィルム形成統括制御 遺伝子 csgD の多種類転写因子による転写制御機構. 第 33 回日本分子生物学会・第 83

回日本生化学会合同大会,神戸ポートアイランド. 2010.12.7-10.

- 26) 篠原翔太,小笠原 寛,山本兼由,石浜 明: Fe(III)に応答する大腸菌転写因子 BasR の転写制御ネットワークの解明. 第 33 回日本分子生物学会・第 83 回日本生化学会合同 大会,神戸ポートアイランド. 2010.12.7-10.
- 27) 片山泰徳: 大腸菌機能未知転写因子 YbjK の制御標的遺伝子群の同定と制御機能解析.
 第 33 回日本分子生物学会・第 83 回日本生化学会合同大会,神戸ポートアイランド.
 2010.12.7-10.
- 28) 大江星菜,長谷川明子,山田佳代子,小笠原 寛,石浜 明: 大腸菌機能未知転写因子 YeaMの標的遺伝子の同定と制御機能の解明.第33回日本分子生物学会・第83回日本 生化学会合同大会,神戸ポートアイランド.2010.12.7-10.
- 29) 島田佳織, 鍛代悠一, 松井 誠, 島田友裕, 五十嵐 潤, 菅 裕明, 石浜 明: 細胞隔壁制 御因子 SdiA の新規標的遺伝子群の探索と QS シグナル感知機構の解析. 第 33 回日本分 子生物学会・第 83 回日本生化学会合同大会,神戸ポートアイランド. 2010.12.7-10.
- 30) 籾山絵里,島田友裕,山田佳代子,石浜明: 大腸菌外来性機能未知遺伝子 YagI の制御 標的遺伝子群の探索. 第33回日本分子生物学会・第83回日本生化学会合同大会,神戸 ポートアイランド. 2010.12.7-10.
- 31) Teramoto, J., Shohara, E. and Ishihama, A.: Identification of novel regulation targets of the antioxidant OxyR transcription factor in *Escherichia coli*. 第 33 回日本 分子生物学会・第 83 回日本生化学会合同大会,神戸ポートアイランド. 2010.12.7-10.
- 32) 山中 幸,石浜 明,山本兼由: 紫外線によって誘導される大腸菌 YdeO の機能解析.第
 33 回日本分子生物学会・第 83 回日本生化学会合同大会,神戸ポートアイランド.
 2010.12.7-10.
- 33) 大貫章吾,寺本 潤,郡 彩子,石浜 明: 大腸菌機能未知転写因子 YkgD の制御標的遺 伝子群の同定と機能解析.第 33 回日本分子生物学会・第 83 回日本生化学会合同大会, 神戸ポートアイランド.2010.12.7-10.
- 34) 佐藤祐子,吉川祐子,市川正敏,石浜明,吉川研一:大腸菌モデル環境における,増 殖期と定常期の DNA 高次構造変化-ヌクレオイドプロテイン Fis と Dps による DNA の折り畳み,その顕著な差異-(Difference on difference on proteins, Fis and Dps, on DNA conformation)第33回日本分子生物学会,第83回日本生化学会 合同大会,神 戸ポートアイランド. 2010.12.7-10.
- 35) 島田友裕,山本兼由,石浜明:ふたつの転写因子 CRP と Cra による大腸菌炭素源代謝 遺伝子群の転写制御の全体像.日本農芸化学会 2011 年度大会,京都女子大学, 2011.3.25-28.
- 36) 小笠原 寛,山本兼由,石浜 明: バイオフィルム統括転写調節因子 CsgD の機能解明. 日本農芸化学会 2011 年度大会,京都, 2011.3.25-28.
- 37) 島田友裕,山本友裕,石浜明: ふたつの転写因子 CRP と Cra による大腸菌炭素源代

謝遺伝子群の転写制御全体像. 日本農芸化学会 2011 年度大会, 京都, 2011.3.25-28.

今井 清博

<雑誌論文>

S. Neya, M. Suzuki, T. Hoshino, H. Ode, K. Imai, T. Komatsu, A. Ikezaki, M. Nakamura, Y. Furutani and H. Kandon: "Molecular insight into intrinsic heme distortion in ligand binding in hemoprotein",

Biochemistry., Vol. 49, pp. 5642-5650 (2010).

- 2) T. Shibata, S. Nagao, M. Fukaya, H. Tai, S. Nagatomo, K. Morihashi, T. Matsuo, S. Hirota, A. Suzuki, K. Imai and Y. Yamamoto: "Effect of heme modification on oxygen affinity of myoglobin and equilibrium of the acid-alkaline transition in metmyoglobin", *J. Am. Chem. Soc.*, Vol. 132, pp. 6091-6098 (2010).
- 3) Y. Aki, M. Nagai, Y. Nagai, K. Imai, M. Aki, A. Sato, M. Kubo, S. Nagatomo and T. Kitagawa: "Differences in coordination states of substituted tyrosine residues and quaternary structures among hemoglobin M probed by resonance Raman spectroscopy", *J. Biol. Inorg. Chem.*, Vol. 15, pp. 147-158 (2010).
- <学会発表>
 - T. Nakagawa, H. Kajiwara, S. Maku, Y. Ozawa and K. Imai, "Ancestral hemoglobins of Cyclostomata and Osteichthyes as studied by reverse-molecular phylogenetic analyses", 第 48回日本生物物理学会年会(2P112, 2010年9月,東北大学)
 - T. Inao and K. Imai, "Hemoglobin with Cys-93b treated with N-ethylmaleimide shows smaller dissociation into dimmers", 第 48 回日本生物物理学会年会(2P114, 2010年9月, 東北大学)
 - M. Nagai, K. Imai and Y. Nagai, "Involvement of aromatic residues in the quaternary structure transition of human hemoglobin: A near-UV circular dichroism study", 第 48回日本生物物理学会年会(3P109, 2010年9月,東北大学)
 - 4) T. Nakagawa, T. Mori, S. Mouri, Y. Hukumori and K. Imai, "High-level production of the giant hemoglobin subunits of *Oligobrachia mashikoi* by using *Esherichia coli* expression systems", 第 33 回日本分子生物学会年会・第 83 回日本生化学会大会合同大 会 (3P-0254, 2010 年 12 月, 神戸ポートアイランド)
 - 5) T. Nakagawa, Y. Hukumori and K. Imai, "Functional characterization of the two extracelluar giant hemoglobins of tubeworm *Lamellibrachia satsuma*", 第 33 回日本 分子生物学会年会・第 83 回日本生化学会大会合同大会(4P-0273, 2010年12月, 神戸 ポートアイランド)
 - 6) T. Nakagawa, H. Kajiwara, S. Maku, Y. Ozawa and K. Imai, "Ancestral hemoglobins of Cyclostomes and Osteichthyes as studied by reverse-molecular phylogenetic

analyses",第 33 回日本分子生物学会年会・第 83 回日本生化学会大会合同大会 (4P-0274, 2010年12月,神戸ポートアイランド)

- 7) 山本泰彦,柴田友和,長尾 聡,深谷昌史,太 虎林,長友重紀,守橋健二,松尾貴史, 廣田 俊,鈴木秋弘,今井清博,"ミオグロビンの酸素親和性調節機構",第37回生体分 子科学討論会(2010年6月18-19日,山口大学)
- 8) 西村 龍,柴田友和,長尾 聡,深谷昌史,太 虎林,長友重紀,松尾貴史,廣田 俊,鈴 木秋弘,今井清博,石上泉,小倉尚志,根矢三郎,山本泰彦,"へム鉄の電子密度の変 化を通したミオグロビンの機能調節機構の解明",日本化学会第91春季年会(2011年3 月 26-29日,神奈川大学横浜キャンパス)
- 9) 柴田友和,長尾 聡,深谷昌史,太 虎林,長友重紀,守橋健二,松尾貴史,廣田 俊,鈴 木秋弘,今井清博,山本泰彦,"ミオグロビンにおける機能調整の分子機構"日本化学会 第5回関東支部大会(2010年8月30-31日,筑波大学)
- 10) 山本泰彦,柴田友和,長尾 聡,深谷昌史,太 虎林,長友重紀,松尾貴史,廣田 俊,鈴 木秋弘,今井清博,"ミオグロビンにおける外部配位子認識機構",第4回バイオ関連化 学シンポジウム(2010年9月24~26日,大阪大学豊中キャンパス)
- 11) Y. Yamamoto, T. Shibata, S. Nagao, M. Fukaya, H. Tai, S. Nagatomo, K. Morihashi, T. Matsuo, S. Hirota, A. Suzuki, and K. Imai: "Relationship between the Electron Density of Heme Fe Atom and Oxygen Affinity of Myoglobin", 10th European Biological Inorganic Chemistry Conference, Aristotle University of Thessaloniki, Thessaloniki, Greece, June 22-26, 2010

川岸 郁朗

<雑誌論文>

 Nishiyama, N., Ohno, S., Ohta, N., Inoue, Y., Fukuoka, F., Ishijima, A., and Kawagishi, I. (2010) Thermosensing function of the *Escherichia coli* redox sensor Aer. *J. Bacteriol.* 192: 1740-1743.

- 川岸郁朗.大腸菌環境応答シグナル伝達系のイメージングと構成的解析.2010年度国立 遺伝学研究所研究会.国立遺伝研究所.2011年3月
- 2) 西山宗一郎,川岸郁朗. コレラ菌走化性シグナル伝達機構. 2010 年度国立遺伝学研究所 研究会. 国立遺伝研究所. 2011 年 3 月
- 3) 川岸郁朗. 走化性研究の歴史と現状. 第1回走化性勉強会, 東北大学, 2011年1月
- 4) 西山宗一郎,川岸郁朗. 走化性研究の歴史と現状. 第1回走化性勉強会,東北大学,2011 年1月
- 5) 稲葉岳彦,川岸郁朗. 走化性関連タンパク質のイメージング. 第1回走化性勉強会,東 北大学,2011年1月

- 6) 稲葉岳彦,齋藤朋子,川岸郁朗. HaloTag works in Escherichia coli for observation of the chemoreceptor localization / HaloTag を用いた大腸菌走化性受容体の局在観察.第 48回日本生物物理学会年会,東北大学,2010年9月
- 7) 山元季実子,佐越紀秋,西山宗一郎,川岸郁朗. Identification of novel receptors mediating taxis toward amino acids in Vibrio cholerae. / コレラ菌のアミノ酸走化性 に関与する新規受容体の同定.第48回日本生物物理学会年会,東北大学,2010年9月
- 8) Manabu Konishi, Yui Osawa, Soichiro Nishiyama, Masaru Kojima, Yoshiyuki Sowa, Ikuro Kawagishi. Environmental control of the chemoreceptor expression of Vibrio alginolyticus / Vibrio alginolyticus の生育環境による走化性受容体発現制御. 第48回 日本生物物理学会年会,東北大学,2010年9月
- 9) 西山宗一郎,田島寛隆,鈴木一穂,関口英明,山本季実子,川岸郁朗. Recognition of amino acid ligands by Vibrio cholerae chemoreceptors/コレラ菌走化性受容体のアミノ酸リ ガンド認識機構.第48回日本生物物理学会年会,東北大学,2010年9月
- 山川明来子, 澤木浩之, 坂野聡美, 吉本誠之, 稲葉岳彦, 本間道夫, 川岸郁朗. Localization mechanism of the histidine kinase TorS of Escherichia coli controlling. 第48回日本生 物物理学会年会, 東北大学, 2010年9月
- 中村知幸, Geetha Hiremath, 稲葉岳彦, 西山宗一郎, 川岸郁朗. Characterization of chemotaxis-related signaling components of *Vibrio cholerae* that localize to cell pole under microaerobic conditions. 第 48 回日本生物物理学会年会, 東北大学, 2010 年 9 月
- 12) 澤木浩之,山川明来子,坂野聡美,吉本誠之,稲葉岳彦,本間道夫,川岸郁朗.
 Characterization of histidine kinases that localize to the septum in Escherichiacoli.
 第 48 回日本生物物理学会年会,東北大学,2010年9月
- Geetha Hiremath, So-ichiro Nishiyama, Ikuro Kawagishi. CheV proteins are involved in the signaling complex formation in *Vibrio cholerae*. 第 48 回日本生物物理 学会年会,東北大学, 2010年9月
- 14) 鈴木一穂,田島寛隆,鈴木大介,川岸郁朗. Vibrio cholerae 走化性受容体のアミノ酸認 識機構/Amino-acid recognition of chemoreceptors in Vibrio cholerae. 微生物研究会, 法政大学,2010年6月
- 15) Nakamura, S, Kami-ike, N., Sowa, Y., Minamino, T., Berry, R. M. & Namba, K. Rotation assay of the proton-driven bacterial flagellar motor with a gold nanoparticles. 第 48 回日本生物物理学会年会, 東北大学, 2010 年 9 月
- 16) Konishi, M., Osawa, Y., Nishiyama, S., Kojima, M., Sowa, Y. & Kawagishi, I. Environmental control of the chemoreceptor expression of *Vibrio alginolyticus*. 第 48 回日本生物物理学会年会,東北大学,2010年9月
- 17) 山元季実子,佐越紀秋,平 智矢,百江早由加,西山宗一郎,川岸郁朗. コレラ菌のアミノ酸走化性に関与する新規受容体の特性,第4回細菌学・若手コロッセウム,ラフォー

レ修善寺,2010年8月

- 18) 小西 学,大澤優衣,西山宗一郎,小嶋 勝,曽和義幸,川岸郁朗.海洋性細菌 Vibrio alginolyticus の側べん毛発現と相関した走化性受容体発現制御.第4回細菌学・若手コ ロッセウム,ラフォーレ修善寺,2010年8月
- 19) 稲葉岳彦、山川明来子、澤木浩之、坂野聡美、吉本誠之、本間道夫、川岸郁朗.大腸菌 二成分制御系全ヒスチジンキナーゼとレスポンスレギュレーターの局在観察.第4回細 菌学・若手コロッセウム、ラフォーレ修善寺、2010年8月
- 20) 小西 学,大澤優衣,西山宗一郎,曽和義幸,川岸郁朗.海洋性細菌 Vibrio alginolyticus 走化性の生育環境による調節. 微生物研究会,法政大学,2010年6月
- 21) 第7回21世紀大腸菌研究会,グリーンピア南阿蘇,2010年6月
- 22) 川岸郁朗. コレラ菌アミノ酸走性受容体の同定と機能解析. 細菌の膜輸送/膜情報伝達 機構研究会. 休暇村 南阿蘇. 2010 年 6 月
- 23) 稲葉岳彦,川岸郁朗.大腸菌シグナル伝達系タンパク質のイメージング.細菌の膜輸送 /膜情報伝達機構研究会.休暇村 南阿蘇. 2010 年 6 月
- 24) 山川明来子,川岸郁朗. 嫌気応答に関わるヒスチジンキナーゼ TorS の局在メカニズムの 解析. 細菌の膜輸送/膜情報伝達機構研究会. 休暇村 南阿蘇. 2010 年 6 月
- 25) 山本健太郎,川岸郁朗. RND トランスポーターAcrB と AcrD の細胞内動態の観察. 細菌の膜輸送/膜情報伝達機構研究会. 休暇村 南阿蘇. 2010 年 6 月
- 26) 中村大吾,川岸郁朗. 膜タンパク質結合能をもつ転写因子 Mlc の局在変化の観察. 細菌の膜輸送/膜情報伝達機構研究会. 休暇村 南阿蘇. 2010 年 6 月

佐藤勉

<雑誌論文>

T. Kimura, Y. Amaya, K. Kobayashi, N. Ogasawara and T. Sato, "Repression of *sigK* intervening (*skin*) element gene expression by the cI-like protein SknR and effect of SknR depletion on growth of *Bacillus subtilis* cells," J. Bacteriol. Vol.92, no.23, pp.6209-6216 (2010)

<著書>

 佐藤 勉: 農学を学ぶための新生物学 「遺伝情報とタンパク質の合成」(荻原 勲,金勝 一樹,福島 司,福原敏行,船田 良,星野義延編),東京農工大学出版: pp.41-46 (2010).

- 1) 木村 達, 佐藤 勉:「枯草菌胞子形成期の遺伝子再編成を仲介する *skin* element の構造」 第9回微生物研究会, 法政大学小金井キャンパス(2010年6月)
- 2) 飯島庸介,平野貴之,佐藤 勉:「枯草菌胞子形成開始に関与する Spo0E の解析」 第9回微生物研究会,法政大学小金井キャンパス(2010年6月)
- 3) 吉成輝,岩田裕也,佐藤勉:「枯草菌 lytST ysbAB の機能解析」

第9回微生物研究会,法政大学小金井キャンパス(2010年6月)

- 4) 牛込智喜, 佐藤 勉:「枯草菌胞子形成特異的シグマ因子 s^Fの負の活性調節因子をコード する yjbA」グラム陽性菌ゲノム機能会議,南木曽(2010年9月)
- 5) 吉成 輝,岩田裕也,佐藤 勉:「枯草菌 *lytST-ysbAB* 遺伝子の解析」分子生物学会,神 戸(2010年12月)
- 6) 佐藤 勉,牛込智喜:「枯草菌胞子形成特異的シグマ因子 s^Fの負の活性調節因子をコード する yjbA」分子生物学会,神戸(2010年12月)

曽和 義幸

<雑誌論文>

 Sowa, Y., Steel, B. C. & Berry, R. M. A simple back-scattering microscope for fast tracking of biological molecules. *Rev. Sci. Instrum.* 81, 113704 (2010) (appears also in November 15, 2010 issue of *Virtual Journal of Nanoscale Science & Technology*)

- 1) Sowa, Y. Single-molecule analysis of bacterial flagellar motor. *The 1497th Biological Symposium*, 2011 年 3 月
- 2) 曽和義幸,蔡栄淑. 走化性応答の計測. 第1回走化性勉強会,東北大学,2011年1月
- 3) 曽和義幸.細菌べん毛モーターの動きを観る.第4回細菌学・若手コロッセウム、ラフ オーレ修善寺,2010年8月
- 4) Sowa, Y. & Berry, R. M. Discrete steps in fast bacterial flagellar rotation detected by back-scattering microscopy. 第 48 回生物物理学会年会, 東北大学, 2010 年 9 月
- 5) 藤畑将理, 曽和義幸. 誘引物質に対する大腸菌応答のビデオ解析. 微生物研究会, 法政 大学, 2010年6月
- 6) Nakamura, S, Kami-ike, N., Sowa, Y., Minamino, T., Berry, R. M. & Namba, K. Rotation assay of the proton-driven bacterial flagellar motor with a gold nanoparticles. 第 48 回生物物理学会年会, 東北大学, 2010 年 9 月
- 7) Konishi, M., Osawa, Y., Nishiyama, S., Kojima, M., Sowa, Y. & Kawagishi, I. Environmental control of the chemoreceptor expression of *Vibrio alginolyticus*. 第 48 回生物物理学会年会, 東北大学, 2010年9月
- 8) 小西 学,大澤優衣,西山宗一郎,小嶋 勝,曽和義幸,川岸郁朗.海洋性細菌 Vibrio alginolyticus の側べん毛発現と相関した走化性受容体発現制御.第4回細菌学・若手コロッセウム,ラフォーレ修善寺,2010年8月
- 9) 小西 学,大澤優衣,西山宗一郎,曽和義幸,川岸郁朗.海洋性細菌 Vibrio alginolyticus 走化性の生育環境による調節.微生物研究会,法政大学,2010年6月

高月 昭

雑誌論文他なし

常重 アントニオ

<学会発表>

- Ohara, T. and Tsuneshige, A. "Contrasting effects of halides on the structure and function of a multimeric allosteric protein", 47th Annual Meeting of the Biophysical Society Meeting, February 20-24, 2010, San Francisco, USA.
- Tsuneshige, A., Takahashi, K. & Ohara, T. "Splitting of the allosteric function in human hemoglobin with an altered alpha1beta1 interface", 47th Annual Meeting of the Biophysical Society Meeting, February 20-24, 2010, San Francisco, USA.
- 3) Tsuneshige, A. "Overlooked Role of the alpha1beta1 Interface on the Control of Oxygen Affinity in Human Hemoglobin", XVIth International Conference on Oxygen Binding and Sensing Proteins, Antwerp, Belgium. August 22-26, 2010.
- Tsuneshige, A., Nishihara, H., and Inao, T. "The T-R transition cannot fully explain the allosteric transition of a protein", 48th Annual Biophysical Society of Japan, September 20~22, 2010, Sendai, Japan.
- 5) Tsuneshige, A., Yashiro, Y., and Nishihara, H. "The Intradimeric a181 Interface Holds the Key to Allosteric Control in Hemoglobin", 55th Annual Biophysical Society Meeting, March 5-9, 2011, Baltimore, MD, USA.
- Kanaori, K., Tajiri, Y., Tsuneshige, A., and Yonetani, T."Allosteric Mechanism of Oxygen Binding in Hemoglobin", 55th Annual Biosphysical Society Meeting, March 5-9, 2011, Baltimore, MD, USA.

長田 敏行

<雑誌論文>

- Nagata, T.: A journey with plant cell division: Reflection at my halfway stop. Prog. in Botany 71,6-19 (2010).
- 2) Nishii, K., Möller, M., Kidner, C., Spada, A., Mantegazza, R., Wang, C.-N., Nagata, T.: "A complex case of simple leaves: indeterminate leaves co-express ARP and KNOX1 genes." Dev Genes Evol. 220, 25-40 (2010)
- 3) 長田敏行:「植物が水没する時-イネの水没への適応戦略から」遺伝, 64, 6-8 (2010)
- Nishii, K., Nagata, T. Wang, C.-N.: High morphological plasticity in Gesneriaceae meristems: Reversions in vegetative and floral development. Trends in Developmental Biology. 4, 33-40 (2010)

<著書>

- Widholm, J., Lörz, H., Nagata, T. (eds.) Biotechnology in Agriculture and Forestry. Vol. 64 Genetic Modifications of Plants. Kempken, F., Jung, C. eds. Springer (2010)
- Widholm, J., Lörz, H., Nagata, T. (eds.) Biotechnology in Agriculture and Forestry. Vol. 65 Cotton. Zehr, U.B. ed. Springer Heidelberg Dordrecht London New York (2010)
- Widholm, J.M., Nagata, T.(eds.) Biotechnology in Agriculture and Forestry. Vol. 66. Plant Biotechnology for Sustainable Production of Energy and Co-products. Mascia, P.M., Scheffran, J., Widholm, J.M.eds. Springer Heidelberg Dordrecht London New York (2010)
- 4) 長田敏行, 蘭山憧憬, 「小野蘭山」小野蘭山没後 200 年記念誌編集委員会(編) (2010)

<学会発表>

- 清水隆,長田敏行:「細胞分裂誘導因子の同定」日本植物生理学会大会,熊本大学(2010 年3月)
- Nagata, T., Kuwabara, A.: "The role of cell division upon heterophyllous leaf formation in *Ludwigia arcuata*." EMBO Workshop, Ascona, Switzerland (August 2010)

<その他>

- 1) 長田敏行:「小石川植物園の貝塚」小石川植物園ニュースレター 40 号 (2010)
- 2) 長田敏行:「藤井健次郎博士の肖像」日本メンデル協会通信 25 号, 1-3 (2010)

本田 文江

<雑誌論文>

 Gopinath, M., Raju, S., Honda, A. and Shaila, M. S. The host factor Ebp1 inhibits Rinderpest virus transcription in vivo. 2010 Virus Res. Archives of Virology 155 455-462 (DOI: 10.1007/s00705-010-0599-y)

<著 書>

```
1) 本田文江:ゲノム RNA の転写と複製 2010 年 11 月 現代化学 34-38
```

- <口 頭>
 - H. Maruyama, T. Masuda, N. Inoue, A. Honda, T. Takahata, F. Arai, "Optical pH Regulation Using Functional Nanotool Impregnating with Photo-Responsive Chemical for Intracellular Measurement", 2010 International Symposium on Micro-Nano Mechatronics and Human Science, Nagoya, Japan, November 9, 2010
 - Ayae Honda, Koji Kadoi: The mechanism of Ebp1 induction by influenza virus infection. World Congress of Virology Busan Aug. 2010
 - 3) H. Maruyama, K. Kotani, A. Honda, T. Takahata, F. Arai, "Nanomanipulation of
Single Influenza Virus Using Optical Tweezers and Dielectrophoretic Force on a Microfluidic Chip", *10th Nanotechnology Conference: IEEE NANO 2010*, Seoul, Korea, August 18, 2010.

- 4) H. Maruyama, K. Kotani, A. Honda, T. Takahata, F. Arai, "Injection and Laser Manipulation of Nanotool Using Photo Responsive Chemical for Intracellular Measurement", 10th Nanotechnology Conference: IEEE NANO 2010, Seoul, Korea, August 18, 2010.
- 5) H. Maruyama, K. Kotani, A. Honda, T. Takahata, F. Arai, "Nanomanipulation of Single Virus Using Dielectrophoretic Concentration on a Microfluidic Chip", 6th annual IEEE Conference on Automation Science and Engineering, Toronto, Canada, August 22, 2010
- 6) 高畑辰郎,本田文江 ウイルス感染による細胞変化測定 第 24 回桂シンポジウム 東京 2010年3月14日
- 7) 本田文江 インフルエンザウイルス感染細胞と非感染細胞の比較 第3回 CREST 講演
 会 「光で拓く細胞計測の世界」東京,2010年8月31日
- 8) 益田泰輔,丸山央峰,本田文江,新井史人,"能動ウイルスフィルタを用いた単一ウイル ス操作",第11回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会,仙台,2010 年12月25日
- <ポスター>
 - 1)本田文江,杉浦忠男,新井史人:光ピンセット手法利用によるウイルス感染機構の解析から細胞変化解析への新しい展開.日本学術会議主催公開シンポジウム 先端フォトニクスの展望 東京(日本学術会議講堂)2010年4月9日
 - Ayae Honda, Carlum Shiu, Akihiko Ichikawa, Yasuo Suzuki, Fumito Arai, Toshio Fukuda: Selective attachment of influenza virus on the resting cells. Negative Virus Meeting Belgium June. 2010
 - Tetsuya Kawaguchi, Koji Kadoi, Ayae Honda: Induction Mechanism of Ebp1 by Influenza virus infection. Negative Virus Meeting Belgium June, 2010

<その他>

 NANOKOREA AWARD (Certificate of Merit), Injection and Laser Manipulation of Nanotool Using Photo Responsive Chemical for Intracellular Measurement, H. Maruyama, K. Kotani, A. Honda, T. Takahata, F. Arai, NANO KOREA 2010 joint symposium with IEEE NANO 2010, 2010

山本兼由

<雑誌論文>

1) Shimada, T., Yamamoto, K., and Ishihama, A. (2011) Novel members of the Cra

regulon involved in carbon metabolism in Escherichia coli. J. Bacteriol. 193(3), 649-59.

- Ogasawara, H., Yamamoto, K., and Ishihama, A. (2010) Regulatory role of MlrA in transcription activation of csgD, the master regulator of biofilm formation in Escherichia coli. FEMS Microbiol. Lett. 312(2), 160-168.
- Terui, Y., Tabei, Y., Akiyama, M., Higashi, K., Tomitori, H., Yamamoto, K., Ishihama, A., Igarashi, K., and Kashiwagi, K. (2010) Ribosome modulation factor, an important protein for cell viability encoded by the polyamine modulon. J. Biol. Chem. 285(37), 28698-28707.
- Ogasawara, H., Yamada, K., Kori, A., Yamamoto, K., and Ishihama, A. (2010) Regulation of the E. coli csgD promoter: Interplay between five transcription factors. Microbiology. 156(Pt 8), 2470-2483.

<学会発表>

- 1) 山本兼由, David GRAINGER, Stephen BUSBY, 石浜 明 大腸菌 MntR レギュロン の解明, 日本農芸化学会 2011 年度大会, 京都, 平成 23 年 3 月
- 2) 倉田竜明,平松優和,木口悠也,石浜 明,山本兼由 大腸菌 ModE レギュロンにおける生育阻害を示す新規遺伝子 mor1,日本農芸化学会 2011 年度大会,京都,平成 23 年3月
- 3) 島田友祐,山本兼由,石浜 明 ふたつの転写因子 CRP と Cra による大腸菌炭素源代謝 遺伝子群の転写制御の全体像,日本農芸化学会 2011 年度大会,京都,平成 23 年 3 月
- 4) 小笠原寛,山本兼由,石浜明 バイオフィルム形成統括制御遺伝子 CsgD の機能解析, 日本農芸化学会 2011 年度大会,京都,平成 23 年 3 月
- 5) 山中 幸, 石浜 明, 山本兼由 紫外線によって発現誘導される大腸菌 YdeO の機能解析, 第 33 回日本分子生物学会年会・第 83 回日本生化学会大会・合同大会(BMB2010), 神 戸, 平成 22 年 12 月
- 6) 島田友祐,藤田信之,山本兼由,石浜明 大腸菌炭素源代謝制御のふたつの転写因子 CRP と Cra によるゲノム転写制御,第 33 回日本分子生物学会年会・第 83 回日本生化 学会大会・合同大会(BMB2010),神戸,平成 22 年 12 月
- 7) 小笠原 寛,郡 彩子,山田佳代,山本兼由,石浜 明 バイオフィルム形成統括制御遺伝子 csgD の多種類転写因子による転写制御,第33回日本分子生物学会年会・第83回日本生化学会大会・合同大会(BMB2010),神戸,平成22年12月
- 8) 篠原翔太,小笠原 寛,山本兼由,石浜 明 Fe(III)に応答する大腸菌転写因子 BasR の 転写制御ネットワーク,第33回日本分子生物学会年会・第83回日本生化学会大会・合 同大会(BMB2010),神戸,平成22年12月
- 9) Ishihama, A., Ogasawara, H., Shimada, T., Teramoto, J., Kori,A., Yamada, K., Kobayashi, N., and Yamamoto, K. Multi-scale molecular genetics of prokaryotic

genome regulation. 2010 International Symposium on Micro-NanoMechatronics and Human Science, Nagoya, Japan, Nov., 2010.

- 10) 倉田竜明,木口悠也,平松優和,石浜 明,山本兼由 モリブデン酸を感知する転写因子 ModEの機能解析,第4回細菌学・若手コロッセウム,修善寺,平成22年8月
- Hiramastu, M., Kurata, T., Kiguchi, Y., Ogasawara, H., Ishihama, A., and Yamamoto, K. Characterization of transcript from unexpected promoters repressed by molybdate-sensing ModE of E.coli. Asian Conference on Transcription 11 (ACT-11), Okinawa, Japan, July., 2010.
- 12) Tamura, M., Morita, H., Ishihama, A., and Yamamoto, K. Identification of proX promoter induced in Escherichia coli growing with Bifidobacterium longum. Asian Conference on Transcription 11 (ACT-11), Okinawa, Japan, July., 2010.
- 13) 木口悠也, 平松優和, 小笠原 寛, 石浜 明, 山本兼由 大腸菌 ModE レギュロンの解明, 第9回微生物研究会, 小金井, 平成22年6月
- 14) 倉田竜明,平松優和,石浜明,山本兼由 タンパク質をコードしない転写産物による大 腸菌生育阻害の解析,第9回微生物研究会,小金井,平成22年6月
- 15) 山下和哉, 饗場浩文, 石浜 明, 山本兼由 大腸菌の全二成分制御系遺伝子プロモーター の強度測定, 第9回微生物研究会, 小金井, 平成22年6月
- 16) 山中 幸,石浜 明,山本兼由 紫外線照射で発現誘導される YdeO の機能解析,第9回 微生物研究会,小金井,平成22年6月
- 17)小笠原 寛,郡 彩子,山田佳代子,山本兼由,石浜 明 バイオフィルム形成統括制御遺 伝子 csgD の多因子による転写制御機構.第7回 21世紀大腸菌研究会,熊本,平成22 年6月
- 18) Shimada, T., Fujita, N., Yamamoto, K., and Ishihama, A. Genome-wide genomic-SELEX search of regulation targets by transcription factors. Jacques Monod Commemorative Minisymposium: Gene Expression and Signalling in Bacteria. Institut. Pasteur, May, 2010.

3. 「生体機能模擬技術の開発」

3.1 研究成果概要

2010年度生体機能模擬技術の開発基本テーマは下記の研究者によって進められた。

高機能マテリアルの開発 山本康博(工学部)

高機能マイクロチップの開発 栗山一男(理工学部)

坂本勲 (工学部)

高機能分散型電子デバイスの開発

稲田太郎(工学部) 中村徹(理工学部) 佐藤政孝(イオンビーム工学研究所) 西村智朗(イオンビーム工学研究所)

外界信号変換器と高機能知能獲得生体模擬マシン 安田彰(理工学部)

三浦孝夫 (理工学部)

植物細胞の増殖・成長の分子機構の解明と操作技術の開発 長田敏行(生命科学部)

3.2 研究の目的

ナノバイオロジーの研究分野において、細胞内に微細なセンサーを導入して細胞内部の局所的状態を観測した り、細胞内器官・装置、超分子を自在に操作して、それらを補修・移植・交換したりする、いわゆる「細胞内手 術」は、ライフサイエンスの新たな分野を開拓するキーテクノロジーであり、テイラーメイド医療を支える基盤 技術である。基本課題の一つである生体機能模擬技術の開発では、1) 高機能ナノマテリアルの開発、2) 高機 能マイクロチップの開発、3) 高機能分散型電子デバイスの開発、4) 外界信号変換器と高機能知能獲得人工マ シンの開発、に力を集中して研究を行い、将来の細胞内手術のための基本技術、種々の階層の生命機能構造体の 優れた機能や仕組みを模擬し、また肩代わりする高機能知能獲得型生体模擬マシン(ナノ、マイクロ、ミリレベ ル)を開発し、将来の身障者支援システム開発など実生活や社会福祉に役立つ技術へ発展させることを目的とし ている。

3.3 本研究で対象としている生体機能模擬技術の本年度の課題

生体模擬マシン実現に当たって、種々の制御回路が必要である。たとえば、生体内に制御回路を埋め込む場合、 生体へ悪影響を及ぼさない材料を選択する必要がある。また、制御回路は常時動作を行うために低消費電力性能 に優れ、かつ低温~高温環境下での動作を保証する必要がある。ワイドバンドギャップ半導体である窒化ガリウ ム(GaN)や炭化シリコン(SiC)は、生体に悪影響を及ぼすヒ素やリン原子を含まず、また 200℃以上の高温 でも動作可能な材料である。そのため、生体模擬技術の実現に必要な環境性を有するデバイスを製作する上で、 適切な材料といえる。

前年度は、生体模擬素子に必要であるデバイスの高温、高耐圧条件を見いだすために、GaN 材料およびその デバイスの高温特性を取得し、さらに耐環境化でも安定して動作可能なデバイスの試作を行うことを目的とした。 さらに、センサー動作の高機能化を目指し高機能 A/D および D/A 変換器を搭載したマイクロチップを試作しそ の特性の評価を行った。本年度は、昨年度までに得られた研究成果を応用し生体模擬装置駆動デバイスの最適設 計を行い、GaN および SiC 等の高環境性半導体に電流増幅率3以上を有するノーマリーオフ型新構造電子デバ イスを試作し、その電気特性を明らかにした。また、生体機能肩代わりマシン開発の基礎技術を確立するための 集積回路およびその集積回路を用いて生体機能の入出力部分である聴力および声帯機能模擬デジタルスピーカ ーの基礎開発についての検討を行った。

3.4 研究内容と研究結果

A. 高環境性半導体を用いたノーマリーオフ型新構造電子デバイスの試作とその電気特性

A-1. 高環境性半導体 GaN を用いたノーマリーオフ型電界効果トランジスタ

(1) はじめに

ワイドバンドギャップ半導体である GaN(窒化ガリウム)のバンドギャップは 3.4eV であり、Si(シリコン) では 150℃程度とされる電子デバイスの動作上限温度を GaN 系材料では、600℃程度とすることが可能である。 また、GaN の絶縁破壊電界強度は 3.3×10⁶V/cm(Siの 10 倍)、飽和電子速度は 2.7×10⁷cm/s(Si の 3 倍)と 高いことから、高出力・高周波用電子デバイス用材料として期待されている。

代表的な GaN 系電界効果トランジスタ (FET) である高電子移動度トランジスタ (HEMT) は、歪みを持っ たヘテロ接合による 2 次元電子ガスを用いることから、その多くはゲート電圧が零ボルトでも出力電流が流れ る特性を持ついわゆるノーマリーオンデバイスとなる。しかしながら、回路設計の簡素化や消費電力などの問題 から、ゲート電圧が零ボルトでも出力電流が流れないノーマリーオフデバイスが求められる。本研究では Mg をドープした基板を用いて自己整合法によって作成したノーマリーオフ型の GaN 系金属/絶縁膜/半導体構造 (MIS)のFET (MISFET)を試作。評価したのでその結果について述べる。

(2) 実験条件

図 A-1-1 に、MISFET の断面図を示す。基板には、サファイア基板上に成長させた 3µm のアンドープ層 GaN (undoped-GaN) 上に、さらに Mg をドープした 1µm の GaN 層を成長させた基板を用いた。 Mg 濃度はそれ ぞれ 2×10¹⁷/cm³、5×10¹⁷/cm³、1×10¹⁸/cm³、2×10¹⁸/cm³の4 種類の基板を用意した。その上に、ゲート直下の 絶縁膜および保護膜として、マグネトロンスパッタリング装置にて SiNx を 25nm の厚さで堆積した。その後厚 さ 350nm の Poly-Si を E-GUN 真空蒸着装置によって堆積し、リフトオフによってゲートパターンを形成した。 このゲートパターンをチャネル領域部分のイオン注入マスクとして用い、中電流イオン注入装置にてイオン注入 を行った。イオン注入は、²⁸Si イオンを 30keV もしくは 80keV の加速エネルギーにてドーズ量 1×10¹⁵/cm²を 室温で注入した。活性化熱処理は、窒素雰囲気中において 1100℃で 2 分間行った。保護膜にはマグネトロンスパッタリング装置にて堆積した 50nm の厚さの SiO₂ 膜を用い、活性化熱処理後に BHF によってウェットエッチングを行い除去した。SiO₂ 膜を除去した後、Ni を 190nm の厚さで E-GUN 真空蒸着装置により全面堆積させ、窒素雰囲気中にて 550℃の熱処理を 3 分間行うことによってゲートパターンの Poly-Si 層のみをシリサイド 化させ、NiSi 電極を形成した。その後 SPM 洗浄(硫酸と過酸化水素との混合液)によってシリサイド化されていないゲート電極 NiSi 以外の Ni を除去した。最後にソース・ドレイン電極形成を行った。E-GUN 真空蒸着 装置にて Ti/Al を 30nm/200nm の厚さで堆積し、窒素雰囲気中にて 550℃で 1 分間熱処理を行い、ソース、ドレイン電極を形成した。



図 A-1-1 GaN 半導体を用いたイオン注入 MISFET の断面図

(3)実験結果と考察

Mg 濃度が 5×10¹⁷ cm⁻³ で Si イオン注入の加速エネルギーが 30keV の条件で作成したゲート長 2 ミクロンの MISFET のドレイン電流・ドレイン電圧特性を図 A-1-2 に、ドレイン電流・ゲート電圧および相互コンダクタンス -ゲート電圧の伝達特性を図 A-1-3 に示す。ゲート電圧が 0V 以下ではドレイン電流が流れていないことからノ ーマリーオフ動作が得られていることが分かる。なお、閾値電圧は 0.4V であった。ゲート電圧 5V、ドレイン 電圧 15V のとき、最大ドレイン電流 16mA/mm が得られ、ゲート電圧 8V、ドレイン電圧 5V のとき、最大相互 コンダクタンス 7mS/mm が得られた。



図 A-1-2 ドレイン電流のドレイン電圧依存性

図 A-1-3 伝達特性

最大ドレイン電流のゲート長依存性を図 A-1-4 に、最大ドレイン電流のゲート幅依存性を図 A-1-5 に示す。 Mg 濃度が最も高い 2×10¹⁸/cm³の基板を用いた場合、最大ドレイン電流のゲート長依存性のバラツキが多くみ られるが、それ以外の条件では最大ドレイン電流はゲート長の逆数に比例しておりほぼ理論通りの特性が得られ ることが分かった。



図 A-1-4 ドレイン電流のゲート長依存性

図 A-1-5 ドレイン電流のゲート幅依存性

関値電圧のMg濃度依存性を図A-1-6に、サブスレッショルド特性のMg濃度による比較を図A-1-7に示す。 また閾値電圧のゲート長依存性を図A-1-8に示す。図A-1-6から、Mg濃度が上昇するにつれて閾値電圧もプ ラス側にシフトしていくことが分かる。しかし、Mg濃度が最も低い 2×10¹⁷ cm⁻³の基板を用いた場合の MISFETの閾値電圧は負の値となっているが、それ以外の基板ではすべて正の閾値電圧を示した。また、Mg 濃度が 2×10¹⁸ cm⁻³の場合、閾値電圧は殆ど 0V になっている。この原因は図A-1-7からも明らかなように、 サブスレッショルド領域のドレイン電流の立ち上がり電圧も Mg濃度が 2×10¹⁸ cm⁻³以外では Mg濃度が増加 すると立ち上がり電圧がプラス側にシフトするが、Mg濃度が 2×10¹⁸ cm⁻³のみが s ファクターが増大しリー ク電流が大きくなっている。このことから、Mg濃度が 2×10¹⁸ cm⁻³のみが s ファクターが増大しリー ク電流が大きくなっている。このことから、Mg濃度が 2×10¹⁸ cm⁻³のみが s ファクターが増大しリー ク電流が大きくなっている。このことから、Mg濃度が 2×10¹⁸ cm⁻³のみが s 2×10¹⁷ cm⁻³の基 板のみゲート長が 1µm においてショートチャネル効果が表れていることが分かる。これは Mg濃度が低いた めに、空乏層の広がりが大きくなるためであり、Mg濃度が高い基板においては、ゲート長が同じ 1µm にお いてもショートチャネル効果が表れていない。



図 A-1-6 閾値電圧の Mg 濃度依存性

図 A-1-7 サブスレッショルド領域の比較



図 A-1-8 閾値電圧のゲート長依存性

(4) 結論

ゲートをイオン注入時のマスクとして用いる自己整合法により GaN MISFET の作成を行った。Mg 濃度が 5×10¹⁷ cm⁻³以上の基板において正の閾値電圧が得られ、ノーマリーオフ型 GaN 系 MIS 型電界効果トランジス タが形成できることが分かった。また基板の Mg 濃度の上昇に比例し閾値電圧がプラス側にシフトすることが確 認された。特に Mg 濃度が 1×10¹⁸ cm⁻³の基板では、サブスレッショルド領域でのドレイン電流の立ち上がりも OV 以上であることから、デバイスが完全なノーマリーオフ型となっていることが確認された。 A-2. 高環境性半導体 SiC を用いたノーマリーオフ型バイポーラトランジスタ

(1) はじめに

ワイドバンドギャップ半導体である炭化ケイ素(SiC)は、窒化ガリウムに比べて良好なp型電導層を形成で きることから種々のデバイスへの応用が期待されている。生体模擬装置の高性能化には良好なp型およびn型電 導層を有する半導体が回路応用の面からも有利とされる。また、SiC は高電圧動作が可能なため、電力損失の少 ないパワーエレクトロニクスへ応用されつつある。SiC は、化学的、熱的に安定しており、さらに広いエネルギ ーバンドギャップを有しているため 300℃程度の高温状況下でも動作する半導体デバイスの作製が可能である。 また、この SiC は Si に比べて 3 桁程度低いオン抵抗を示している。このため、同じ耐圧を持ったデバイスを考 えた時に空乏層を通過する電荷の移動距離を小さくできるためデバイスサイズを小型化可能である。このため、 スイッチング素子のオン抵抗の低減を実現することができる。

本研究ではオン抵抗低減効果の大きな SiC バイポーラトランジスタについて研究を行った。なお、バイポー ラトランジスタは動作上ノーマリーオフ型特性である。SiC を用いたバイポーラトランジスタに関する発表は数 多く存在するが、そのどれもがエピタキシャル成長に不純物を添加することによってベース、エミッタ領域を形 成し、その後エッチングを行ってベース領域まで削り出すことで作製している。しかし、エッチングを行うこと で、表面には凹凸が形成され配線電極の段切れなどデバイスの信頼性を悪化させてしまう。そのため、表面に凹 凸を形成しないデバイス作製プロセスが必要である。そのプロセスの1つとしてイオン注入法がある。このイオ ン注入法は、基板に対し選択的に不純物の添加が可能であり、また不純物の深さ分布を容易に調整することがで きる。このイオン注入法は、原子間力の結合力が強いために拡散係数が小さく熱拡散による不純物添加ができな い SiC において選択的に *p*. *n*型領域を形成する唯一の手段である。このイオン注入法を用いることで平坦なデ バイス表面や回路、熱によるデバイスの破壊を防ぎ動作を安定させるバラスト抵抗の形成が可能である。そのた め大面積、大電流、高耐圧デバイスの作製を実現することができる。本研究では、イオン注入法のみを用いた 4H-SiC バイポーラトランジスタの作製法を確立しこのデバイスの特性を改善していくことを目的とした。

(2) SiC 基板を用いた バイポーラトランジスタ (BJT) 評価

①実験条件

米国 CREE 社製(0001) 4H-SiC *n*型エピタキシャル基板(厚さ 5µm、ドナー濃度 1×10¹⁶/cm³)を用いて BJT 試作を行った。イオン注入保護膜として酸素雰囲気中にて 1150℃90 分の処理を行いアンドープ SiC 基板表面に 10nm の厚さの酸化膜を形成した。その後、アルミニウムイオンの多段イオン注入を全注入量 4.05×10¹²~ 4.05×10¹³cm²、注入エネルギー170~400keV にてベース領域を形成した。ベース領域形成後に、ベース抵抗低 減のためにベース領域を囲むように高濃度不純物領域を形成した。この領域形成には、全注入量 2.6×10¹⁵/cm²、 注入エネルギー170~400keV にてアルミニウムイオンの多段注入を行った。イオン注入層の活性化のため、真 空中(1×10³Pa) にて 1900℃1 分の熱処理を行った。エミッタ領域を形成するために全注入量 9.2×10¹⁴/cm²、 注入エネルギー15~120keV にて窒素イオンの多段注入を行った。イオン注入層の活性化は真空中(1×10³Pa) にて 1900℃1 分の熱処理を行った。その後、酸素雰囲気中にて 1150℃90 分の処理を再度行い試料表面に配線 層を形成するための保護膜として 10nm の厚さの酸化膜を形成し、続いて酸化膜を厚膜化するために Spin on Glass(SOG)を用いて 170nm の厚さの SiO₂ 膜を形成した。なお、SOG 塗布後の熱処理は窒素雰囲気中にて 1000℃30 分行った。さらに、酸化膜にコンタクトホールを形成しニッケル電極を 120nm、真空蒸着法にて堆積 しアルゴン雰囲気中にて 1000℃5 分の熱処理を行いニッケルシリサイド層を形成した。その後、配線用及び裏 面オーミック電極用の金属としてアルミニウム層を同様に 200nm 堆積した。試作に際しては、ベース不純物濃度のピーク値が 1×10¹⁷、2×10¹⁷、5×10¹⁷、1×10¹⁸/cm³の 4 種類について検討しその特性を評価した。本デバイスの、The Stopping and Range of Ion in the Matter (SRIM) シミュレーションによるエミッタ、真性ベース、ベースコンタクト領域のイオン注入濃度プロファイルを図 A-2-1 に示す。



図 A-2-1 イオン注入濃度プロファイルの SRIM シミュレーション結果

②実験結果

図 A-2-2 にベースピーク不純物濃度 1×10¹⁷/cm³の時のコレクタ電流・コレクタ電圧特性を示す。デバイス寸法 は、エミッタ幅 W_E90µm、エミッタ長 L_E100µm である。ベース電流が 10µA 以下の領域において電流利得 3 を得た。これは、過去に発表された、イオン注入法を用いてエミッタ領域を作製したデバイスに関する報告(電 流利得 1)と比べても高い値である。



図 A-2-2 コレクタ電流—コレクタ電圧特性 Ic-VCE 特性

図 A-2-3 ガンメルプロット

しかし、コレクタ電圧の増加と共にコレクタ電流の線形性が失われ急激な電流値の増加を示している。これは、 ベース不純物濃度が1×10¹⁷/cm³と低いためアーリー効果が起こりやすく、ベース領域に空乏層が拡がって実効 ベース幅が減少するためである。アーリー効果防止のためにベース不純物濃度を増加させると電流増幅率が下が るためにベース不純物濃度の最適化が必要である。また、コレクタ電流がゼロの時に横軸と交差する逆方向飽和 電圧の値が通常のデバイスに比べて非常に高くなっている。この原因はエミッタの抵抗が高いために立ち上がり 時にベース電流がコレクタに流れているためである。図 A-2·3 はピークベース不純物濃度 1×10¹⁷/cm³の時のガ ンメルプロットである。ベース・エミッタ間電圧が 3V 以下の時に理想因子 (n 値) はコレクタ電流では 1.5、ベ ース電流では 2 を示した。この原因としては、SiC 基板およびイオン注入層の結晶欠陥に起因したベース・エミ ッタ間空乏層及び基板表面での正孔電流の再結合が考えられる。また、高電圧時においてベース電流は、高いベ ース層のシート抵抗(数 MQ/□) によりコレクタ電流よりも速く電流曲線が飽和している。図 A-2·4 にコレク タ電流の真性ベース領域ガンメル数依存性を示す。直線で記された線は、傾き・1 の線でありコレクタ電流と真 性ベースガンメル数の理想的な関係を示している。この結果より QBが 10¹⁰/cm²よりも大きい時は直線に沿って コレクタ電流は真性ベースガンメル数の逆数に比例しているためデバイスがほぼ真性領域で動作していること を示している。一方、QBが 10¹⁰/cm²よりも小さい時には空乏層の拡がりによって実効的なベース幅が小さくな り、コレクタ電流は真性ベース以外の領域に流れていることが予想される。



図 A-2-4 コレクタ電流のベースガンメル数依存性





図 A-2-5 ベース電流の流れている領域
 (a)再結合電流を考慮した時(上図)
 (b)再結合電流を考慮しない時(下図)

(3) 改良型 SiC BJT の評価

①試作した BJT の欠点とデバイスの改良

図 A-2-2 に示したようにコレクタ電流・コレクタ電圧特性においてエミッタ領域の抵抗が大きいために逆方向 飽和電圧が大きくなっていることは既に述べた。エミッタ抵抗をより低減するためにはエミッタ濃度を増加させ る必要があるがバンドギャップナローイングによる電流増幅率減少とのトレードオフがおこる。そのため、エミ ッタ抵抗低減にはエミッタ領域を深く形成することが考えられる。より深いエミッタ領域の形成はエミッタガン メル数の増加、すなわちベース電流の低減による電流増幅率向上にたいしても直接効果があるためさらなる性能 の向上が望める。図 A-2-5 に SiCBJT のベース電流の流れている領域の様子を ISE-TCAD シミュレータを用い て調べた結果を示す。この結果より、イオン注入によって形成されたエミッタ・ベース間表面の不純物層にベー ス電流が集中していることがわかる。図 A-2-5(a)は、表面再結合電流を考慮した時のベース電流、図 A-2-5(b) は表面再結合電流を考慮しない時のベース電流。表面再結合電流を考慮しない時にはベース電流がエミッタ領域 下部に流れているが、考慮した時にはベース電流がエミッタ領域端表面に流れていることが分かる。このため、 イオン注入でベース領域を作成したような結晶欠陥が多い基板ではベース電流が真性領域に流れない可能性が あり電流増幅率が低下することが予想される。そこで、ベース電流の流れる領域をエミッタ端表面ではなくエミ ッタ下部に流れるようにすることにより電流増幅率の向上が期待できる。そのための手段としてエミッタ・ベー ス間の領域すなわち外部ベース領域を、ICP ドライエッチング装置を用いて削る方法を用いて改良型 SiC BJT の試作を行った。



図 A-2-6 SiC 半導体を用いた改良型バイポーラデバイスの構造

②実験条件

改良型 4H-SiC BJT の断面図を図 A-2-6 に示す。アンドープ SiC 表面に、イオン注入保護膜として酸素雰囲 気中にて 1150℃90 分の処理を行い 10nm の厚さの酸化膜を形成した。その後、アルミニウムイオンの多段イオ ン注入を全注入量 1.3×10¹³/cm²、注入エネルギー170~600keV にてベース領域を形成した。ベース形成後に、 ベース領域周辺に高濃度不純物ベース領域を形成した。この領域には全注入量 1.2×10¹⁵/cm²、注入エネルギー 170~260keV にてアルミニウムイオンの多段注入を行った。イオン注入層の活性化のため活性加熱処理として アルゴン雰囲気中にて 1700℃30 分の熱処理を行った。その後、深いエミッタ領域を形成するために、窒素イオ ンと燐イオンを合わせた注入を行った。その時のイオン注入条件は、窒素イオンを全注入量 5×10¹⁴/cm²、注入 エネルギー15~90keV、また燐イオンを全注入量 1×10¹⁵/cm²、注入エネルギー260~400keV にて多段注入を行 った。その後、ICP ドライエッチング装置を用いて外部ベース領域のエッチングを行った。エッチング領域の 幅は 3µm、深さは 420nm である。なおイオン注入層の活性化のため活性化熱処理として真空中にて 1900℃1 分の熱処理を行った。その後の作成条件は従来構造と同じとした。本デバイスの SRIM シミュレーションによ るイオン注入不純物濃度プロファイルを図 A-2-7 に示す。



図 A-2-7 改良型 SiCBJT のイオン注入プロファイルの SRIM シミュレーション結果

③実験結果

改良型 SiC BJT のガンメルプロットを図 A・2・8 に、コレクタ電流一コレクタ電圧特性を図 A・2・9 に示す。ガ ンメルプロットからも明らかなように、従来型構造と比較し高いコレクタ電流と低いベース電流を得た。コレク タ電流の立ち上がりにおいて理想因子 n は 1 を示し、拡散電流が支配的であるためコレクタ電流が理想的な値 を示していることがわかる。また、図 A・2・9 から 25.8 という電流利得が得られた。また、コレクタ電流の立ち 上がり電圧が、試作 BJT に比べて 0V 近傍に近づいていることから特性の改善は明らかである。これは、エミ ッタ深さを増加させることによってエミッタ抵抗が低減されただけでなくエミッタガンメル数の増加によって ベース電流が減少し電流増幅率が増加したためである。また、改良型 SiCBJT の特性を ISE-TCAD シミュレー タを用いて計算して求めた特性と比較し検討を行った。改良型 BJT のガンメルプロットと同デバイスのシミュ レーション結果のガンメルプロットを比較した時の特性を図 A・2・10 に示す。改良型 SiCBJT のガンメルプロッ トにおいては、ベース電流及びコレクタ電流の立ち上がり時の傾きがシミュレーションの結果と一致した。再結 合電流が大きく改善された結果、理想的な条件下での特性を示すシミュレーションの値と等しい結果を得ること ができた。



図 A-2-8 改良型 4H-SiC バイポーラトランジスタのガンメルプロット



(4) 結論

生体模擬装置の高性能化に必要なワイドバンドギャップ半導体 4H-SiC 基板を用いたイオン注入バイポーラ トランジスタを作製しその特性の測定を行った。外部ベース領域のエッチングとエミッタ深さの増大によって SiCBJT の電流利得は3から25.8へと改善された。外部ベース領域をエッチングすることによってベース電流 の流れる領域をエミッタ端表面からエミッタ端表面へと変化させたためベース電流が減少し電流利得を向上さ せることが可能になった。

B. 生体機能の出力部分である声帯機能模擬デジタル直接駆動スピーカーの基礎開発

B-1. ΔΣ変調を用いたデジタル直接駆動スピーカー駆動回路の歪み特性改善手法の提案

(1) はじめに

現在、音声信号は CD や DVD にデジタル信号として記録されている。それに対し、スピーカーは未だにアナ ログ信号駆動である。仮にデジタルの信号が入力されてからスピーカーに接続されるまでのシステムをすべてデ ジタル信号で駆動することが出来れば DAC やパワーアンプはオーディオシステムから取り除くことが出来る。

我々は以下の方法により、スピーカーに接続されるまでの工程を全てデジタル信号により処理するデジタルス ピーカーシステムを構成する方法を提案している。

入力のデジタル信号のビット長をマルチビットΔΣ変調器で低減し、さらに出力の 2 進コードを温度計コードに変換し、ON-OFF 駆動の回路を用いて複数のサブスピーカーから出力する。デジタルスピーカーシステムによるメリットには、(1)回路の集積化が容易になる、(2)サブスピーカーの ON-OFF のみで駆動することができ電力効率が良い、(3)ΔΣ変調により帯域外雑音がマルチビット化により低減することが出来ることが挙 げられる。

本研究では、デジタルスピーカーシステムにおいて問題となる、使用される出力素子により生じる非線形性の 影響を低減するサブスピーカーを駆動させるための CMOS ドライバ回路について検討する。

(2) 現在のオーディオシステム

現在使用されているスピーカーを含む一般的なオーディオシステムを図 B-1-1 に示す。CD から出力される PCM 信号は、DAC によりデジタル信号からアナログ信号に変換され、変換された信号はアナログアンプで増 幅される。その後スピーカーを通して音として変換される。

(3) デジタルスピーカーシステム

我々が提案しているデジタルスピーカーシステムのブロック図を図 B-1-2 に示す。CD プレイヤーからのデジ タルデータは、まずマルチビットΔΣ変調器でマルチビット信号に変換される。ここでビット長の低減により生 じた量子化誤差は、高周波領域へノイズシェーピングされる。その為、98dBを越える高い SNR を実現出来る。 その後、出力を等重み信号に変換し(2進数から温度計コードへの変換)、CMOS バッファによりスピーカーを 駆動する。サブスピーカーの音響性能は全て同じで必要があるが、実際には製造精度によるミスマッチにより性 能に誤差が生じる。このミスマッチは音の精度を急激に下げる事になる。例えば、1%の音圧の誤差は SNR を 40dB に減少させることになる。

この劣化を抑えるために、ミスマッチシェーパーを温度計コード変換器と CMOS バッファの間に置く(図 B-1-3)。このミスマッチシェーパーにより、可聴域帯域外の高周波領域へ雑音をシフト出来る。スピーカーの誤 差が大きい程、高次のミスマッチシェーパーが必要となってくる。

(4) 提案手法

デジタルスピーカーは 1,0のデジタル信号(矩形波)でスピーカーを直接駆動する。しかし、CMOS バッフ アでスピーカーを駆動する際に、CMOS バッファのオン抵抗と駆動される素子(LC フィルタとダイナミックス ピーカー)による生じる非線形性により、図 B-1-4 のように波形が変形してしまう。従来の構成でこの影響を低 減するためには CMOS バッファのサイズを大きくしなければならなく、消費電力も増大する。





図 B-1-1 現在のオーディオシステム

図 B-1-2 デジタルスピーカーのブロック図



図 B-1-3 ミスマッチシェーパーを用いたデジタルスピーカーのブロック図

この非線形による影響を低減するための新しい手段として、今回の提案手法では従来の CMOS バッファのみ のドライバ回路を、Δ Σ 変調の構成を用いたドライバ回路を用いて出力素子を駆動することで非線形性による影響を低減する。

また、今回のデジタルスピーカーの構成ではスピーカーは8つであるので、ドライバ回路は8つ必要となる。 通常、高い音質を実現するためには各ドライバ回路のミスマッチが問題となる。しかし、今回のデジタルスピー カーの構成では、各ドライバ回路によるミスマッチはミスマッチシェーパーによって低減されるので各ドライバ 回路のミスマッチはあまり考慮しなくて良い。

以下にデジタルスピーカーの構成要素および、提案するドライバ回路について述べる。

ΔΣ変調器

デジタル信号でスピーカーを直接駆動するには、駆動し易い形に信号を変換しておく必要がある。このシステ ムでは、急峻なノイズシェーピング特性を持つ(マルチビット)ΔΣ変調器を用いる。

音響データとして欲しいのは 20kHz 以下の部分であるので、誤差の影響にローパス型のノイズシェーピング をかけられれば、特性の向上を実現できる。本稿では、より高いノイズシェーピング特性を得るため、次数を上 げた 3 次 Δ Σ 変調器を用いる (図 B-1-5)。 α 1、α 2 及び α 3 の値をそれぞれ 1, 3, 3 として、伝達関数を求め ると(1)式が得られる。





図 B-1-5 3 次 Δ Σ 変調器のブロック図

図 B-1-4 出力素子による影響

 $Y = z^{-3}X + (1 - z^{-1})^3 O$



(B-1-1)より量子化誤差 Q に $(1-z^{-1})^3$ という伝達関数がかかるため、量子化誤差 Q に対して、3 次ノイズシェ ーピングをかけることができる。実際に使用する 3 次 $\Delta \Sigma$ 変調器のノイズシェーピング特性を図 B-1-6 に示す (入力は 1kHz のサイン波)。

図 B-1-6 からも分かるように、可聴域(20kHz 以下)において、3 次ΔΣ変調器により3 次のローパス型の ノイズシェーピング特性(60dB/decade)が得られている事が分かる。また、量子化誤差は出力数が増える程減 少する。そのためサブスピーカーの数が増える程、デジタルスピーカーの性能は向上し、また音圧も上がること になる。そのため、提案する方法を使用する事は、低電圧で高出力の実現に繋がる。

②ミスマッチシェーパー

提案手法では出力素子が複数必要となるため、出力特性が違う素子の場合にはそのバラつきにより雑音が生じる。例えば、スピーカーの音圧特性のバラつきが1%存在したとすると、理論的に S/N は 40dB に減少することになる。バラつきによって生じる誤差にΔΣ変調のように高次のノイズシェーピングをかけることが可能であれば、可聴帯域内の雑音をさらに減少させることが出来る。提案手法では、素子のバラつきによる雑音を低減させるため、NSDEM (Noise Shaping Dynamic Element Matching)を用いる。

図 B-1-7 に NSDEM のブロック図を示す。出力は入力数だけ加算するタイプの DAC と考える。これはデジ タルスピーカーの出力と考えてよい(複数の0,1の出力を加算するスピーカーのため)。NSDEM ではセル各々 の選択を示す0,1信号を複数回積分し、その結果の小さい順に入力数だけセルを選択する。すなわち各セルの 使用の有無の積分値が一定値になるように制御をかける形となっている。これにより、誤差成分は出力において n 次のノイズシェーピングを受ける。このため、従来使用されている1次シェーピング効果を持つ DEM よりも 可聴帯域内の雑音を低減することが可能となる。また、ミスマッチシェーパーのシェーピング特性は使用するル ープフィルタ H(z)によって決定され、各出力はそれぞれの波形を見た場合も、ループフィルタの特性のノイズ シェーピングされた波形となる。

実際に使用するミスマッチシェーパーには、2 次のローパス型のノイズシェーピング特性を持つ NSDEM を 使用した。スピーカー単体の出力スペクトルを図 B-1-8 に、各出力に対して 3%の誤差を与えた時の NSDEM の各出力が合成された時のスペクトルとミスマッチシェーパーなし特性を比較したものを図 B-1-9 に示す。可聴 域(20kHz 以下)において、合成したときのスペクトルと、単体のときのスペクトルはともに 2 次Δ Σ変調器 と同様に、素子のバラつきによる雑音に対しても 2 次のローパス型のノイズシェーピング特性(40dB/decade) があることが確認出来る。



図 B-1-6 3次ΔΣ変調器の出力スペクトル



図 B-1-7 NSDEM のブロック図



図 B-1-8 スピーカー単体の出力スペクト



図 B-1-9 デジタルスピーカー全体の出力スペクトル



図 B-1-10 従来のドライバ回路



図 B-1-11 提案手法のドライバ回路

③ドライバ回路

図 B-1-10 に従来のドライバ回路を示す。従来では信号をそのまま出力するものと、インバーターによって反転させたものと合わせる、プッシュプル構成で LC フィルタとスピーカーを駆動していた。しかし、インバーターに使用する CMOS のオン抵抗と駆動する素子で生じる非線形性の影響によって波形が歪み、雑音となって出力の SNR を劣化させてしまう。

そこで、提案手法では、ドライバ回路において 2 次 Δ Σ 変調器の構成を用いることで、CMOS インバーターで 生じる非線形性に対してミスマッチシェーパーと同じ 2 次のノイズシェーピング特性を与え、非線形性の影響 を低減させる。提案手法の具体的な回路構成を図 B-1-11 に示す。

また、今回のドライバ回路を実現する際、係数に抵抗を用いると、数十kΩの面積の大きなものを使用することになるので、より小さい面積で係数を実現するために抵抗に換え OTA を使用した。

(5) シミュレーション条件

今回、シミュレーションする全体の構成を図 B-1-12 に示す。シミュレーションするに当たり、3 次 Δ Σ 変調 器から温度計コード変換、ミスマッチシェーパーまでのデジタル部は、MATLAB でシミュレーションし、アナ ログ部は CADENCE 社の Spectre を用いて提案するドライバ回路のシミュレーションを行った。また、このと きの出力素子として使用するカットオフ周波数を 50kHz に設定した 4 次バターワース・ローパスフィルタとス ピーカーのモデルを図 B-1-13 に、ローパスフィルタの周波数特性を図 B-1-14 に示す。

今回は入力を 15kHz のサイン波とし、これを MATLAB の 3 次Δ Σ 変調器モデルによって温度計コード 8 値 の 1,0 の信号へと変換する。この信号をミスマッチシェーパーに入力し、ドライバ回路の入力信号を MATLAB で作成した。この入力を Spectre で作成したドライバ回路に入力してシミュレーションした。このとき出力素子 であるローパスフィルタの入力端にある、インダクタンスとスイッチング増幅段となるインバーターのオン抵抗 による時定数が、今回のシミュレーションでは主な非線形性の原因となる。また、表 B-1-1 にシミュレーション 条件をまとめる。



図 B-1-12 デジタルスピーカー全体の構成図



図 B-1-13 出力 LPF とスピーカーのモデル



(6) シミュレーション結果

サブスピーカー単体のローパスフィルタ前の出力波形のシミュレーション結果を図 B-1-15, 16 に示し、ローパスフィルタ後のシミュレーション結果を図 B-1-17, 18 に示す。

ローパスフィルタ前の出力波形である図 B-1-15 とローパスフィルタ後の出力波形である図 B-1-17 の結果 からは共に、提案手法と従来手法の時間領域での違いは殆ど見受けられない。しかし、図 B-1-16、図 B-1-18 のように周波数領域でのシミュレーション結果をみると、可聴帯域内でのノイズフロアが提案手法では約 20dB 近く低減されているのがわかる。また可聴帯域内での SNR には 16.6dB の改善が見られた。次に空気 中でスピーカーから出力される音がすべて合成されると仮定し、8 つすべてのスピーカーの出力を合成した時 のローパスフィルタ前の出力のシミュレーション結果を図 B-1-19, 20 に示す。

図 B-1-19, B-1-20 をそれぞれ比較してわかるようにサブスピーカー単体の時と同様に従来手法の可聴帯域 内でのノイズフロアが約 20dB 上昇しているのがわかる。可聴帯域内でのダイナミックレンジは、従来が 64.2dB に対して提案手法では 80.5dB となり、16.32dB 向上されている。また、図 B-1-19 と図 B-1-20 を比 較してわかるように、従来に比べ提案手法ではより理想に近いシェーピング特性となっている。

Element number	8		
Sampling frequency	5MHz		
DSM order	3rd		
NSDEM order	2nd		
Driver circuit order	2nd		
Cut-off frequency(Low-pass	50hHa		
filter)	JUKHZ		
Low-pass Butterworth filter	4th		
order	4011		
Supply voltage (Driver circuit)	3.3V		
Derrice model	TSMC 0.35um		
Device model	CMOS		

表 B-1-1





図 B-1-18 提案手法と従来手法の出力スペクトル(LPF後)



図 B-1-19 従来手法の出力スペクトル (8素子合成後, LPF 前)



図 B-1-20 提案手法の出力スペクトル (8 素子合成後, LPF 前)

(7) 結論

本研究では、デジタル直接駆動型スピーカーに 2 次ノイズシェーピング特性を持った出力ドライバ回路を用 いることで出力段の CMOS のオン抵抗による非線形性による影響を低減することを提案した。Spectre を用い たシミュレーションにおいて、提案手法によって SNR がサブスピーカー単体の時で 16.6dB、8 つのスピーカー 出力を合成した時で 16.3dB の改善を確認することが出来た。また、8 つの出力を合成した時、従来手法では全 体のシェーピング特性劣化しているのに対して、提案手法では、大きく改善されていた(図 B-1-17, 18)。これ らのことから、提案手法は CMOS のオン抵抗による非線形性による影響を低減する技術として有効であり、サ ンプリング周波数を低くした時も有効であることが分かった。

B-2. デジタル直接駆動型スピーカーを用いた指向性制御法

(1) はじめに

現在、指向性制御スピーカーシステムは様々な場面で必要とされている。例えば屋外での音声案内、また 5.1ch ホームシアターシステムでも、指向性制御スピーカーシステムがあれば 1 つのスピーカーで実現できる。しか し、通常指向性スピーカーの実現には、複数のスピーカーや配線が必要であるが、簡単な構成で実現できる指向 性制御スピーカーシステムは有用である。さらに、このようなオーディオシステムを実現する際には、回路規模 を縮小する必要がある。

現在、使われているオーディオシステムでの指向性制御法では、アナログ回路が多く使われている。アナログ 回路素子はデジタル回路を構成する素子と比較した場合、相対的に大きくまた重量も重く、回路規模の面でも大 きい。

また、指向性の制御を行うためだけに、アナログパワーアンプ、DAC がスピーカーごとに必要になってしま う。仮にデジタルの音声信号が入力されてから、スピーカーに接続されるまでのシステムが、全てデジタル信号 で直接駆動することが出来れば、DAC やアナログパワーアンプをオーディオシステムから取り除くことが出来 る。

実際には、以下の構成で「デジタルスピーカーシステムでの指向性制御」を実現出来る。

(1)入力のデジタル信号をマルチビットΔΣ変調器でビット低減する(デコーダ)、(2)出力の2進コード を温度計コードに変換し、on-off 駆動の回路を用いて、複数の等重みのサブスピーカーから出力する、(3)さら に指向性制御を行うため、ミスマッチシェーパーと CMOS バッファの間に遅延器を挿入する。

以下に提案する「デジタルスピーカーシステムでの指向性制御」におけるメリットを示す。

- ・電気系はすべてデジタル処理になる(アナログ回路不用)
- ・サブスピーカーは on-off のみで駆動される
- ・電力効率が高い
- ・駆動回路の非線形性の影響が小さい
- ・スピーカーごとに DAC、アンプを追加する必要がない
- ・遅延器を追加するだけで、指向性の制御が可能である

本稿ではオーディオアンプ、DAC が必要ないというデジタルスピーカーの特徴に着目し、指向性の付加への 応用を検討した。構成が簡単である点に着目し、指向性の利便性、性能の向上を目指して、新たな遅延回路、ス ピーカーユニットを用いたデジタルスピーカーの指向性制御法について検討する。 (2) 従来手法

スピーカーを含む従来のオーディオシステムでの指向性制御法を図 B-2-1 に示す。CD(またはデジタルオー ディオプレイヤー)からの出力 PCM 信号は、まずそれぞれの遅延器に入力され、DAC によりデジタル信号か らアナログ信号に変換される。変換された信号は、出力レベルが低いため、アナログパワーアンプで増幅される。 指向性制御を行う場合、アンプ、DAC はスピーカーの数だけ必要になる。その後、アナログスピーカーを通し て出力信号は音として出力される。ここで、スピーカーとして必要な性能は以下のとおりである。

- ・ 歪みのレベルが低い
- ・信号対雑音比(SNR)が高い
- ダイナミックレンジが広い
- ・ 周波数帯域が広範囲にわたってフラットである



指向性制御法

(3) デジタル直接駆動スピーカーを用いた指向性制御法

デジタルスピーカーにおける指向性制御法のブロック図を、図 B・2・2 に示す。これはデジタル直接駆動スピー カーシステムに、遅延器をミスマッチシェーパーと CMOS バッファの間に加えたものである。そして、スピー カーユニットをラインアレイの原理に基づき、線上に複数配置したものである。ここで、音速、強める位置、ス ピーカー間隔などを考慮し、遅延器によって各スピーカーの出力を遅らせることで指向性制御を行う。

今回の研究では、指向性の利便性および、性能の向上を実現するため、出力するスピーカーには平面波スピー カーを用いたアレイスピーカーを開発した。従来、スピーカーにはコーン型スピーカーが用いられている。しか し、このスピーカーではグレーティングローブ(目的以外の方向に生じる波面)が発生しやすく、さらに高指向 性の実現は難しかった。そこで、グレーティングローブが出にくく、単一でも指向性が強い平面波スピーカーの 応用を考えた。それらをラインアレイの原理に基づき、配置したものを使用する。

以下にデジタルスピーカーにおける指向性制御法の主な構成要素、および遅延器、平面波スピーカーにおける 音の再生の仕組みについて述べる。

①ミスマッチシェーパー

提案手法では、出力素子が複数必要となる。全ての素子が同じ特性であれば問題は起こらないが、出力特性が

違う素子の場合には、そのバラつきにより雑音が生じる。例えば、スピーカーの音圧特性のバラつきが 1%存在 したとすると、理論的に S/N は 40dB に減少することになる。素子のバラつきによって生じる誤差に対して、 ΔΣ変調のように高次のノイズシェーピングをかけることが可能であれば、可聴帯域内の雑音をさらに減少させ ることが出来る。提案手法では、素子のバラつきによる雑音を低減させるために Noise Shaping Dynamic Element Matching (NSDEM) を用いている。

デジタルスピーカーの原理では、遅延器によって指向性をつけている点以外では、複数のスピーカーからの信 号に時間差が生じ、雑音が完全にキャンセルされず雑音特性が劣化してしまう可能性がある。しかし、ミスマッ チシェーパーが遅延器の前置されており、スピーカー単体出力に対してもノイズシェーピングがかかる。したが って、指向性をつけた点以外でも、雑音の上昇を最小限に抑えることができる。

②ビームステアリング(直線位相アレイ)

今回は、平面波スピーカーをラインアレイスピーカーとして使うことで、面としての指向性が強くなることを 活し、指向性の実現方法として、ビームステアリング方式を採用した。図 B-2-3 に原理図を示す。これは、角度 θの方向に等位相の音波が放射されるように、遅延器によって位相を制御するものである。

③ラインアレイスピーカー

a) ラインアレイの原理

一般的なスピーカーの場合、距離が2倍になると放射面積は垂直・水平方向とも2倍になるため面積は4倍 となり、対面積当たりの音響エネルギーは4分1になる。一方、ラインアレイスピーカーの放射面積は、水平 方向は広がらずに、鉛直方向のみ2倍となる。したがって、音響エネルギーの減衰は半分になる。

この特徴が、指向性制御に適しているため、本稿ではラインアレイスピーカーを採用した。ラインアレイスピ ーカーの音の広がり方を図 B-2-4 に示す。

b) 平面波スピーカー

さらに強い指向性を実現するため、新たなスピーカーユニットとして、平面波スピーカーを採用する。このス ピーカーは、複数のボイスコイルからの力が同位相で、平面の振動板に伝わる。このようにすることで、限りな く平面に近い音波を出すことができる。(図 B-2-5)

この仕組みから、音が前方にのみ伝わりやすく、距離による減衰が少ないという特徴を持つ。つまり平面波ス ピーカー1つでラインアレイスピーカーのような役割を果たす。

これらを線上に配置し、ラインアレイスピーカーを作成した。これに遅延器による位相制御を行うことで高指 向性の実現を目指した。今回、作成した平面波スピーカーを用いたラインアレイスピーカーを図 B-2-6 に示す。 指向性の比較対象として使用した従来のラインアレイスピーカーを図 B-2-7 に示す。

(4) 実験結果

提案した平面波スピーカーの指向性特性を確認するために実機による検証を行った。

入力はCDプレイヤーからSPDIFで変換した信号として、このデジタルスピーカーシステムをFPGAボード、 CMOS バッファ、ラインアレイスピーカーによって実装した。このデジタルスピーカーシステム全体のブロッ ク図を、図 B-2-8 に示す。





図 B-2-4 ラインアレイスピーカーの音の広がり方



図 B-2-5 平面波スピーカーの音の広がり方

図 B-2-7 従来のラインアレイスピーカー



図 B-2-6 今回試作したラインアレイスピーカー



入力デジタルオーディオデータは、アップサンプリングするためにインターポレーション・デジタルフィルタ ーを通し、LR16 ビットの PCM 信号に変換する。このアップサンプルされた信号を m ビットの 3 次Δ Σ 変調 器に入力する。ここでスピーカーのユニットの個数が 8 個の場合、8 個のユニットが表現出来る階調は 0 から 8 の 9 レベルが必要になる。したがって、Δ Σ 変調器の出力としては、この 9 レベルを表現するために 4 ビット が必要になる。つまり、ここで入力ビットの 16 ビットは、サブスピーカーをドライブさせるための 4 ビットに 再量子化されることになる。

出力のスピーカーには、平面波スピーカーによるラインアレイスピーカー(図 B-2-6)を使用した。また、3

次ΔΣ変調器と、2次ローパス型ミスマッチシェーパー、遅延器は FPGA にプログラムしておく。今回の遅延 器は、FPGA に内蔵されているブロック RAM を使用した。FPGA からの出力を CMOS バッファで構成した最 終段で出力する。最終的に、各スピーカー出力が空間で合成されることで、元信号は再生されるが、出力信号は on-off 信号なため増幅にバッファを使用出来る。

提案するスピーカーシステムの指向特性を、図 B-2-9 の条件で測定した。測定は、スピーカーから特定周波数 (今回は 3kHz、8kHz)の sin 波を出力させ、任意の角度においた 1m 先のマイクで 10 度ごとに、最大の音圧 を測る方法を取った。(図 B-2-10)

今回は、指向性をかけていないとき(以下、通常時)と-45 度方向、60 度方向に指向性がつくように制御したものを測定した。3kHz のサイン波を出力したときの、コーン型ラインアレイスピーカー(以下、従来手法)でのポーラパターンを図 B-2-11、平面波ラインアレイスピーカー(以下、提案手法)でのポーラパターンを図 B-2-12 に示す。





図 B-2-11 ポーラパターン 3kHz(従来手法)



図 B-2-12 ポーラパターン 3kHz (提案手法)



これらの図から、目的の方向に指向性を付加できていることが確認できる。従来手法では目的以外の方向に強い指向性がついてしまうグレーティングローブが発生してしまっているのに対し、提案手法で抑制できている。 またローブ幅についても従来手法と比べて、シャープになっていることが分かる。

また、指向特性を数値化して分かりやすくするため、3kHz のサイン波を出力した場合の、指向性を向けた方 向での音圧を、それぞれ表 B-2-1、表 B-2-2 に示す。これらから、正面以外の角度に指向性を付けたとき、正面 方向において、提案手法は従来手法に比べて、15dB以上信号が減衰していることが分かる。また、-45 度方向 に向けたときは約 5dB、60 度方向に向けたときも、約 10dB ほど指向性をつけた角度において、通常時との音 圧差が従来手法と比べて大きくなっていることが分かる。

同様に、8kHzのサイン波を出力したときの、従来手法でのポーラパターンを図 B-2-13、提案手法のポーラパ ターンを図 B-2-14 に示す。3kHz と同様の指向性が確認でき、ローブ幅についてもほぼ同様である。グレーテ ィングローブについては 3kHz の時ほどは抑圧できていないが、従来手法よりも抑圧できていることが分かる。 以上の特性を、表 B-2-1, 2 にまとめた。

sound pressure level (8kHz)				
	at 0°	at - 45°	at 60°	
Normal	88dB	78dB	79dB	
Beam- 45°	82dB	90dB	81dB	
$\operatorname{Beam60}^\circ$	81dB	80dB	92dB	

表 B-2-1 指向性を強めた位置の音圧(従来手法)

表 B-2-2 指向性を強めた位置の音圧(提案手法)

sound pressure level (8kHz)				
	at 0°	at - 45°	at 60°	
Normal	84dB	57dB	58dB	
Beam- 45°	62dB	83dB	64dB	
$Beam 60^{\circ}$	61dB	63dB	83dB	

(5) 結論

本研究では、生体機能の出力部分である声帯機能模擬デジタル直接駆動スピーカーの基礎開発を進めた。生体 では、気管や喉の形状を変化させることで音声の特性を制御しているが、本研究では、これを模擬し、デジタル 信号出力の後段に遅延量を可変可能な遅延素子を配置し、またデジタル直接駆動型平面スピーカーアレイを開発 し、指向性の切り替えを可能にし、高指向性の実現を目指した。 FPGA を用いた実装結果より、スピーカーユニットに平面波スピーカーを使うことで、従来手法と比較して 最大で、-45 度方向に向けたときは約 13dB、そして 60 度方向に向けたときで、約 11dB ほど音圧差が大きく なっていることが確認された。また、ローブ幅も従来と比べて狭くなった。さらにグレーティングローブを抑え る効果も確認できた。これらのことから提案手法は、指向性を制御し、なおかつ高指向性を実現する手段として 有効であることが確認された。

3.5 今後の課題

今年度は、生体模擬素子に必要であるデバイスの高温、高耐圧条件を見いだすために、ワイドバンドギャップ 半導体 GaN で製作した高移動度電界効果トランジスタ HEMT の高温動作特性を取得し、安定して動作可能な デバイスの試作を実装状態で行った。また、アクチュエータ動作の高機能化を目指し高機能 A/D および D/A 変 換器を搭載したマイクロチップを試作しその特性を評価した。来年度以降は以下の課題について検討を進める。

平成 23 年度

生体模擬装置駆動デバイスの向上を目指し、デバイス構造ならびに製作工程の最適化条件を解明する。試作したデバイスを摂氏 200 度以上および 100V 以上の高温、高耐圧条件の環境下で測定し、その特性から、マイクロアクチュエータ等の MEMS デバイスに実装可能なデバイス構造の最適化を図る。さらにはセンサー用高機能A/D および D/A 変換器を搭載したマイクロチップを試作しその特性を測定する。

平成 24 年度

最終年度の研究の総括および融合を目指し、以下の開発を行う。マイクロセンサ、アクチュエータ等に高機能 ナノマテリアルを用いて実装した新構造分散型耐環境ナノ電子デバイスを用いたマイクロチップを実現する。さ らに、本プロジェクトの目玉とする高機能知能獲得人工マシン実現基本技術評価、解析を行い、生体機能肩代わ りマシン開発の基礎技術を確立する。また、一連の研究を進める過程で見出された、新しく追求すべき研究課題 を整理、検討し、今後に取り組む研究計画を立案する。これまでの研究成果を総括すると共に、それらの研究成 果を特許取得や学術論文発表等を通じて、様々な形で社会に還元する。

3.6 生体機能模擬技術の開発成果リスト

栗山 一男

<国際学会・論文>

- 1) K. Kushida, Y. Ichihashi, Y. Suzuki, and K. Kuriyama, Electronic structural difference between Li7VN4 and Li7MnN4 due to the replacement of V with Mn: A simulation by a discrete variational $X \alpha$ method, Physica B 405, pp.2305-2310 (2010).
- 2) Y. Izawa, K. Matsumoto, K. Kuriyama, and K. Kushida, Evaluation of zinc interstitial in Si-ion implanted ZnO bulk single crystals by a Rutherford backscattering study: An origin of low resistivity, Nucl. Instrum. Methods B 268, pp.2104-2106 (2010).

<国内学会>

- 尾賀孝宏,井澤佑介,栗山一男,串田一雅, XU Q., "電子線照射 ZnO バルク単結晶の 永続光伝導:二段階光照射効果",第 71 回秋季応用物理学会学術講演会,Vol. 71, 14P-ZT-11 (2010).
- 2) 尾賀孝宏,井澤佑介,栗山一男,串田一雅,木野村淳, "Alイオン注入 ZnO バルク単結 晶の低抵抗化の起源",第 58 回春季応用物理学会学術講演会, Vol. 58, 27A-BQ-9(2011).
- 3) 井上裕輔,鈴木優平,栗山一男,串田一雅,"Li7V0.5Mn0.5N4の結晶作成と物性評価", 第 58 回春季応用物理学会学術講演会, Vol. 58, 26A-P7-18 (2011).

中村 徹

<国際学会・論文>

- T. Sugimoto, M. Satoh, T. Nakamura, K. Mashimo, H. Doi and M. Shibagaki, "Impact of CF4 Plasma Treatment on the Surface Roughness of Ion Implanted SiC Induced by High Temperature Annealing", Materials Science Forum Vols. 645-648 (2010) pp 783-786.
- T. Tajima, T. Nakamura, Y. Watabe, M. Satoh, T. Nakamura, "Improvement of current gain with etched extrinsic base regions of triple ion implanted SiC BJT", Materials Science Forum Vols. 645-648 (2010) pp 1065-1067.
- 3) T. Tajima, T. Nakamura, M. Satoh and T. Nakamura, "Improvement of Current Gain in Triple Ion Implanted 4H-SiC Bipolar Junction Transistor with Etched Extrinsic Base Regions", "イオン注入 4H-SiC バイポーラトランジスタの高電流利得化" IEEJ Transactions on Electronics, Information and Systems (電気学会論文誌 C), Vol. 130, No. 12, PP. 2188-2191,2010.
- 4) Tomohisa Yabe, Yuuki Sakamoto, Tomoaki Nishimura, and Masataka Satoh,

"Impact of C Ion Irradiation on Chemical and Electrical Properties of Pentacene Organic Film", Ion Beam Modification of Materials, 535 (2010)

- 5) Kazuki Nomoto, Yoshitomo Hatakeyama, Hideo Katayos², Tohru Nakamura, Naoki Kaneda³ and Tomoyoshi Mishima, "Over 1.0 kV GaN p-n Junction Diodes on Free-Standing Substrates", International Workshop on Nitride semiconductors (IWN2010), IWN2010 PROGRAM&ABSTRACTS,, (2010).
- 6) Shinya Taguchi, Kazuya Hasegawa, Kazuki Nomoto and Tohru Nakamura, "Self-Aligned Silicide Gate GaN MISFET with Normally-Off operation", International Workshop on Nitride semiconductors (IWN2010), IWN2010 PROGRAM&ABSTRACTS, IP1.6, P.240, (2010).
- 7) Hideo Katayose, Masanao Ohta, Kazuki Nomoto, Norio Onojima, Tohru Nakamura, "55nm Gate Ion-Implanted GaN HEMTs on Sapphire and Si Substrates", International Workshop on Nitride semiconductors (IWN2010), IWN2010 PROGRAM&ABSTRACTS, IP1.17, P.243, (2010).
- Kazuki Nomoto*, Kazuya Hasegawa, and Tohru Nakamura, "High-temperature operation of GaN based OPAMP on silicon substrate", Phys. Status Solidi C 7, No. 7-8, 1952-1954 (2010)
- 9) Kazuki Nomoto, Yuki Toyoda, Masataka Satoh, Taroh Inada, Tohru Nakamura, "Characterization of silicon ion-implanted GaN and AlGaN", Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B, (2011)

<国内学会>

- 1) 長谷川一也, 野本一貴, 中村 徹, "GaN オペアンプの高温動作", 第 71 回秋季応用物理 学会学術講演会予稿集 (2010).
- 2) 田口真也,長谷川一也,野本一貴,葛西 武,稲田太郎,中村 徹,"自己整合型シリサイ ドゲートノーマリーオフ GaN MISFET に関する研究",第71回秋季応用物理学会学術 講演会予稿集,15a-NH-9,(2010).
- 3) 片寄秀雄,太田理奈雄,野本一貴,葛西 武,小野島紀夫,中村 徹, "微細 T 型ゲート イオン注入 GaN-HEMT に関する研究",第 71 回秋季応用物理学会学術講演会予稿集, 15p-NH-12, (2010).

山本 康博

<国際学会・論文>

- N. Tada, T. Izu, T. Kitaru, H. Shimada,S. Suzuki, K. Ishibashi, and Y. Yamamoto, "Deposition Mechanism and Electrical Property of CeO2 Thin Films by MOCVD with H2O Introduction", ECS Transaction, 41(3) pp.193--199 (2011)
- 2) N. Tada, T. Izu, T. Kitaru, H. Shimada, S. Suzuki, K. Ishibashi, and Y. Yamamoto,

"Deposition mechanism and electrical property of CeO2 thin films by MOCVD with H2O introduction", Prog# E4-1251P, Abstract #1912, 220th ECS Meeting, Oct. 9--14, 20011, Boston MA

<国内学会>

- 1) 多田直裕,木樽智也,島田洋希,鈴木 摂,石橋啓次,山本康博,"H2O 導入 MOCVD 法により作成した CeO2 薄膜の電気特性と構造",31a-D-13,2001 年秋季第72 回応用 物理学会学術講演会
- 2) 浅野慶太郎,山本康博, "スパッタリング法により形成した Al 添加 CeO2 薄膜の電気特性評価", 31-a-D-12, 2001 年秋季第 72 回応用物理学会学術講演会
- <その他>
 - 多田直裕,木樽智也,島田洋希,岡崎拓也、鈴木 摂,石橋啓次,山本康博, "H2O 導入 MOCVD 成膜 CeO2 薄膜の電気特性と構造の温度依存性",第 30 回法政大学イオンビー ム工学研究所シンポジウム

三浦 孝夫

<国際学会・論文>

- 若林 啓, 三浦孝夫, Topology Estimation of Hierarchical Hidden Markov Models for Language Models, 15th International Conference on Applications of Natural Language to Information Systems (NLDB), Cardiff, Wales, 英国, 平成 22 年 (2010) 6月.
- 2) 井越一穂, 三浦孝夫, 塩谷 勇, Multi-Agent System Environment Based on Repeated Local Effect Functions, The Second International Conference on Networked Digital Technologies (NDT), Prague, チェコ, 平成 22 年 (2010) 7 月
- 井越一穂,三浦孝夫,塩谷 勇, Selecting Behavior on Repeated Local Effect Functions, the 2010, IEEE/WIC/ACM International Conference on Intelligent Agent Technology (IAT), Toronto,カナダ,平成22年(2010)8月
- 柳沢 孝, 三浦孝夫, 塩谷 勇, Simplifying Sentences by Frequent Parsing Patterns, the 11th International Conference on Intelligent Data Engineering and Automated Learning (IDEAL), Glasgow, 英国, 平成 22 年 (2010) 9 月
- 5) 揚石亮平, 三浦孝夫, Automatic Extraction of Synonyms Based On Statistical Machine Translation, 22th International Conference on Tools with Artificial Intelligence (ICTAI), Arras, フランス, 平成 22 年 (2010) 10 月
- 6) 勝侯彰文, 三浦孝夫, 塩谷 勇, Approximate String Matching Using Markovian Distance, 3rd Intn'l Sympo. on Parallel Architectures, Algorithms and Programming (PAAP10), Dalian, LiaoNing, 中国, 平成 22 年 (2010) 12 月

<国内学会等>

- 1) 鈴木里奈,三浦孝夫,出席管理システムからの代理返事検出,情報処理学会 第73回全 国大会,5ZC-6,東京工業大学 大岡山キャンパス,東京,平成23年(2011)3月
- 12) 橋爪達矢,三浦孝夫,コーパスに応じた MDS によるクラスタリング,情報処理学会 第 73 回全国大会,2S-4,東京工業大学 大岡山キャンパス,東京,平成23年(2011)3月
- 3) 天野浩太郎,三浦孝夫,会話話者交替規則の検証,情報処理学会第73回全国大会, 4P-8,東京工業大学大岡山キャンパス,東京,平成23年(2011)3月
- 4) 桑原直哉,三浦孝夫,Q 学習による知覚情報の粗視化による追跡動作の学習,情報処理 学会 第73回全国大会,5Q-3,東京工業大学 大岡山キャンパス,東京,平成23年(2011) 3月
- 5) 桜井敬介,三浦孝夫,LSI 文書検索精度に応じた特徴語抽出,情報処理学会 第73回全 国大会,5S-7,東京工業大学 大岡山キャンパス,東京,平成23年(2011)3月
- 6)金井 尭,三浦孝夫,X-means法クラスタリングの規準の違いによる評価 電子情報通信 学会 2011 年総合大会(ISS 学生ポスタセッション),東京都市大学,東京,平成 23 年 (2011)3月
- 7) 絹川貴大,三浦孝夫,組み合わせ問題においての近似法の比較 電子情報通信学会 2011 年総合大会(ISS 学生ポスタセッション),東京都市大学,東京,平成 23 年(2011)3月
- や野佑亮,三浦孝夫,B-treeの性能評価 電子情報通信学会 2011 年総合大会(ISS 学生 ポスタセッション),東京都市大学,東京,平成 23 年(2011)3月
- 9) 小西和也,三浦孝夫,新聞記事の見出しを用いた重要文抽出 電子情報通信学会 2011 年 総合大会(ISS 学生ポスタセッション),東京都市大学,東京,平成 23 年(2011) 3 月
- 10) 吉澤憲人,三浦孝夫, Ajax を用いた書評システム 電子情報通信学会 2011 年総合大会 (ISS 学生ポスタセッション),東京都市大学,東京,平成 23 年 (2011) 3 月
- 11) 桜井雅志,三浦孝夫,分散ストレージ Hadoop Distributed File System の性能評価 電子情報通信学会 2011 年総合大会 (ISS 学生ポスタセッション),東京都市大学,東京, 平成 23 年 (2011) 3 月
- 12) 勝俣彰文,三浦孝夫,動的確率距離による類似文字列検索 電子情報通信学会 2011 年総 合大会(ISS 学生ポスタセッション),東京都市大学,東京,平成 23 年(2011) 3 月
- 13) 白井匡人,三浦孝夫,LDAを用いた著者推定,第3回データ工学と情報マネジメントに 関するフォーラム (DEIM),静岡,平成23年(2011)2月
- 14) 畠中翔太,三浦孝夫,文書間の類似度を用いたランキング手法,第3回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム (DEIM),静岡,平成23年(2011)2月
- 15) 池田雄太,三浦孝夫,グラフィカルモデルでのペトリネットの SLAM II 変換,第3回
 データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム (DEIM),静岡,平成23年 (2011)
 2月
- 16) 新井成一,三浦孝夫,強化学習を用いたエージェントによる自動交渉システム,第3回

データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム (DEIM),静岡,平成23年 (2011) 2月

- 17) 柳沢 孝,三浦孝夫,潜在的トピックに基づく索引語の係り受けを用いた文書検索,第3
 回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム (DEIM),静岡,平成23年 (2011)
 2月.
- 18) 若林 啓,三浦孝夫,入れ子 Forward-Backward アルゴリズムによる階層型 HMM の高速パラメタ推定,第3回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム (DEIM), 静岡,平成23年(2011)2月

安田 彰

<国際学会・論文>

- Hirotaka Tsuchiya, Yoshino Michitaka, Naoto Shinkawa*, Non-member, Hiroyuki Akaba, Akira Yasuda, "A Novel boost Class-D Amplifier using a H-Bridge Circuit," IEEJ Trans. on Electrical and Electronic Engineering, Vol. 5, Issue 6, pp.660-663, Nov. 2010.
- 2) Hirotaka Tsuchiya, Yoshino Michitaka, Naoto Shinkawa*, Non-member, Hiroyuki Akaba, Akira Yasuda, "A Novel Universal-Serial-Bus-Powered Digitally Driven Speaker System with Low Power Dissipation and High Fidelity," Audio Engineering Society 129st Convention," Arreys, No. 8236, Nov., 2010.
- 3) Naoki Komatsu, Akira Yasuda, Shotaro Takahashi, Kei Yamaguchi, "A pipelined ADC using a Background Calibration with a High-pass Mismatch Shaper and Delta-Sigma Modulation," IEEJ AVLSIWS2010, pp. -, Sep., 2010.
- Kazuya Kobayashi, Yusuke Fukasawa, Akira Yasuda, "Noise reduction of TDC by using a GRO TDC and a noise shaping structure," IEEJ AVLSIWS2010, pp. -, Sep., 2010.

<国内学会他>

- 西勝 聡,安田 彰, "ベクトルフィルタを用いた並列ΔΣ変調器に関する研究," STARC フォーラム/シンポジウム 2010. (優秀ポスター賞)
- 2) 岩出充弘,新川尚登,鈴木遼太,國吉大吾,安田 彰, "ΔΣ変調器を用いたデジタルス ピーカ駆動回路の一考察,"電子回路研究会, Apr. 2010.
- 3) 柳田真明,福永弘恭,古賀崇之,本多俊弥,安田 彰, "ベクトルフィルタを用いた並列 Δ Σ変調器の検討,"電子回路研究会,ECT-10-003, pp.11-16, Jan. 21, 2010.
- 二岡祐一,小松直樹,高橋翔太郎,安田 彰,"ΔΣ変調器とハイパスミスマッチシェー パーを用いた自己校正型パイプライン ADC,"電子回路研究会 ECT-10-005, pp.21-26, Jan. 21, 2010.
- 5) 土谷朋寛, 安田 彰, 大谷 孟"デジタルスピーカーにおける消費電力の低減,"電子回路

研究会 ECT-10-001, pp.1-6, Jan. 21, 2010.

- 6) 森山誠二郎,安田 彰,岡村淳一, "Web ブラウザから使える アナログ IP 設計環境(ALB) ~IP の流通と再利用に向けて,"電子回路研究会 ECT-10-008, pp.39-44, Jan. 21, 2010.
- 森山誠二郎,安田 彰,岡村淳一,"アナログ回路登録システムの提案,"電子回路研究会 ECT-10-009, pp.45-50, Jan. 21, 2010.

佐藤 政孝

<国際学会・論文>

- T. Sugimoto, M. Satoh, T. Nakamura, K. Mashimo, H. Doi and M. Shibagaki, "Impact of CF4 Plasma Treatment on the Surface Roughness of Ion Implanted SiC Induced by High Temperature Annealing", Materials Science Forum Vols. 645-648 (2010) pp 783-786.
- T. Tajima, T. Nakamura, Y. Watabe, M. Satoh, T. Nakamura, "Improvement of current gain with etched extrinsic base regions of triple ion implanted SiC BJT", Materials Science Forum Vols. 645-648 (2010) pp 1065-1067.
- 3) T. Tajima, T. Nakamura, M. Satoh and T. Nakamura, "Improvement of Current Gain in Triple Ion Implanted 4H-SiC Bipolar Junction Transistor with Etched Extrinsic Base Regions", "イオン注入 4H-SiC バイポーラトランジスタの高電流利得化" IEEJ Transactions on Electronics, Information and Systems (電気学会論文誌 C), Vol. 130, No. 12, PP. 2188-2191,2010.
- Tomohisa Yabe, Yuuki Sakamoto, Tomoaki Nishimura, and Masataka Satoh, "Impact of C Ion Irradiation on Chemical and Electrical Properties of Pentacene Organic Film", Ion Beam Modification of Materials, 535 (2010).
- 5) Kazuki Nomoto, Yuki Toyoda, Masataka Satoh, Taroh Inada, Tohru Nakamura, "Characterization of silicon ion-implanted GaN and AlGaN", Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B, (2011).
- T. Nishimura, M. Satoh, K. Nomoto, T. Nakamura, T. Mishima, "Site identification of GaN using preferential scattering effect along [1-100] axis", Nuclear Instruments & Method B, 268, 1942-1944 (2010).

西村 智朗

<国際会議・論文>

 T. Nishimura, M. Satoh, K. Nomoto, T. Nakamura, T. Mishima, "Site identification of GaN using preferential scattering effect along [1-100] axis", Nuclear Instruments & Method B, 268, 1942-1944 (2010).
K. Mitsuhara, Y. Kitsudo, H. Matsumoto, A. Visikovskiy, M. Takizawa, T. Nishimura, T. Akita, Y. Kido, "Electronic charge transfer between Au nano-particles and TiO₂-terminated SrTiO₃(001) substrate", Surf. Sci. **604**, 548-554 (2010).

<国内学会>

- 榊原 尚, 冨田稔久, 井川秀彦, 濱田遼介, 城戸義明, NAYLOR Wade, 西村智朗, 山本克治, 松木征史, "動的カシミヤ効果検証実験:実験計画・装置", 第 65 回秋季日本物理学会学術講演会, Vol. 65 No. 2, p115 (2010).
- 2) 宇田純郎,舟橋春彦,新井敏一,松原明,SAEED M.,澤田安樹,池田真也,中西玲於 奈,高橋義朗,今井憲一,五十棲泰人,加藤隆久,戸崎充男,大澤大輔,福田昭,城戸 義明,松木征史,水崎隆雄,西村智朗,山本克治,"高励起 39K および 85Rb リドベル グ原子のシュタルク特性",第65回秋季日本物理学会学術講演会,Vol. 65 No.2, p153 (2010).

稲田 太郎

<国際学会・論文>

 Kazuki Nomoto, Yuki Toyoda, Masataka Satoh, Taroh Inada, Tohru Nakamura, "Characterization of silicon ion-implanted GaN and AlGaN", Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B,(2011)

坂本 勲

<国際学会・論文>

- I. Sakamoto, S. Purwanto, M. Koike, S. Honda, N. Hayashi, Y. Miyamoto, H. Wakabayashi, T. Toriyama and K. Nomura ,Structural and magnetic properties of Fe-Al2O3 films prepared by helicon plasma sputtering, Journal of Physics: Conference Series 217, pp.012099-1 – 4 (2010).
- R. Kinoshita, I. Sakamoto, N. Hayashi, K. Nomura, S. Honda, T. Ishida, S. Iio, H. Tashiro and T. Toriyama, Structural and magnetic properties of Fe and Au ion-implanted Al2O3 single crystals, Japanese Journal of Applied Physics 50, pp.01BE01-1 3 (2011).

<国内学会>

- R. Kinoshita, I. Sakamoto, N. Hayashi, K. Nomura, S. Honda, T. Ishida, S. Iio, H. Tashiro, T. Toriyama, "Structural and magnetic properties of Fe and Au ion-implanted Al₂O₃ single crystals", The 3rd International Symposium on Organic and Inorganic Electronic Materials and Related Nanotechnologies 2010 (2010 年 6 月).
- 2) 岡嵜 聡,坂本 勲,小池正記,本多茂男, "Ar イオン照射 Fe/Si 多層膜の構造,磁気特

性",第23回タンデム加速器及びその周辺技術の研究会(2010年7月).

- 石田智也,木下量介,坂本 勲,林 伸行,田代博之,野村貴美,飯尾 智,本多茂男,鳥山 保, "Fe, Au イオン共注入 Al₂O₃の構造,磁気特性",第 47 回アイソトープ・放射線研究発表会(2010年7月).
- 4) 木下量介,坂本 勲,野村貴美,"ゾル・ゲル法による Fe ドープ Al₂O₃の希薄磁性",第
 47 回アイソトープ・放射線研究発表会(2010年7月).
- 5) I. Sakamoto, S. Okazaki, M. Koike, S. Honda, "Ion irradiation effects in structural and magnetic properties of Co/Cu multilayers", 17th International Conference on Ion Beam Modification of Materials (IBMM 2010) (2010 年 8 月).
- 6) S. Okazaki, R. Kashima, I. Sakamoto, M. Koike, S. Honda, "Irradiation effects on structural and magnetic properties of Fe/Si multilayers prepared by helicon plasma sputtering", 第 20 回日本 MRS 学術シンポジウム (2010 年 12 月).
- 7) 木下量介,中山浩,坂本勲,野村貴美,本多茂男,鳥山保,"イオン照射したFeイオン注入 Al2O3 試料の物理特性",第12回メスバウアー分光研究会シンポジウム(2011年3月)

会議等開催記録

- ・運営委員会
- ・セミナー報告書

会議等開催記録

●運営委員会(2010年度)

2010.	5.	19	第1回運営委員会	2010.	12.	22	第6回運営委員会
2010.	6.	16	第2回運営委員会	2011.	1.	26	第7回運営委員会
2010.	7.	21	第3回運営委員会	2011.	2.	22	第8回運営委員会
2010.	10.	13	第4回運営委員会	2011.	3.	17	第9回運営委員会
2010.	11.	17	第5回運営委員会				

2010年度 マイクロ・ナノテクノロジー研究センター セミナー開催一覧

	開催日	会場	演題	講演者	所属・職	備考
			Si基板上に直接基板貼り合わせにより作製されたSiO2 あるいはAl2O3の埋め込み酸化膜層を有するIII-V-OI MISFETs	横山 正史	東京大学大学院 工学系研究科 電気工学専 攻	
第1回	2010.7.26(月)	マイクロ・ナノテクノ ロジー研究センター	テクノ ミリ波帯動作に向けたGaN系HEMTの高周波・高出力化 渡邊		独立行政法人 情報通信研究機構	<u>生体機能模擬技術</u>
	14:00~17:00	会議室	High-k/Ge CMISFETs用SrGex界面層技術	鎌田 善己	(株)東芝 研究開発センター LSI基盤技術ラ ボラトリー	
	テーマ:化合物	カおよびゲルマ デバイス	High-k/Ge MOSFETにおける電子移動度の向上	西村 知紀	東京大学大学院 工学系研究科	
第2回	2010.10.14(木) 16:00~17:00	法政大学小金井 東館E107教室	The Protein Function Elucidation (www.PrFEcT.org) Project and a few other things	Dr. Barry Wanner	Professor, Purdue University, Department of Biological Sciences, Lafayette, IN 47907, USA	<u>細胞内マイクロ・ナ</u> <u>ノ構造体操作技術</u> の開発
第3回	2010.12.2(木) 16:00~17:00	法政大学小金井 東館E107教室	How do DNA-binding anticancer agents bind to chromatin ?	Dr. Dipak Dusgupta	Professor, Biophysics Division, Saha Institute of Nuclear Physics, Kolkata, India	<u>細胞内マイクロ・ナ</u> <u>ノ構造体操作技術</u> の開発
			有機金属気相成長法によるグラファイト基板上GaN薄膜 の結晶成長	瀧澤 俊幸	パナソニック(株) セミコンダクター社	
第4回		マイクロ・ナノテクノ ロジー研究センター 会議室	量子補正モンテカルロ法によるInGaAs MOSFETの電子 輸送解析	藤代 博記	東京理科大学	 生 <u>体機能模擬技術</u> の開発
	2010.11.22(月) 14:00~16:55		Advantage of Plasma Doping for Source/Drain Extension for Bulk-FinFET	泉田 貴士	(株)東芝 研究開発センター	
	テーマ: グリーンITにおける化合物 半導体電子デバイス		完全空乏型薄膜BOX SOI (SOTB) MOSFETのメタル ショットキー拡散層形成技術	島 明生	(株)日立製作所 中央研究所	

その他

法政大学は、これまで培ってきた「自由と進歩」の精神、および理念・目的として掲 げた「自立的で人間力豊かなリーダーの育成」「最先端の研究の促進」「持続可能な地球 社会への貢献」のビジョンを定め15学部を擁する日本有数の総合大学として、リーデ ィング・ユニバーシティを目指して、全学的に取り組んでいます。それらのビジョンを 具体化するための主要項目には「グローバル化に対応する外国語教育と国際的プログラ ムの充実」「国際的な研究ネットワークの形成」「研究成果を教育・社会へ還元するため の条件整備」が掲げられています。

この方針に従って法政大学マイクロナノテクノロジー研究センターのホームページ を和文と英文のかたちで更新しました。また、設立当初より配布しておりました和文パ ンフレットに加えて英文パンフレット作成が検討されました。英文パンフレットは基本 テーマ毎に作成することとなりました。生体機能模擬技術基本テーマを2010年度に発 行し続いてその他の基本テーマも作成することになっています。

- ・法政大学マイクロナノテクノロジー研究センターホームページ <u>http://www.hosei.ac.jp/nano/</u>
- ・英文パンフレット(生体機能模擬技術) 次ページより掲載



MESSAGE FROM THE DIRECTER

The Micro-Nanotechnology Research Center of Hosei University was established in 2003, following the adoption of MEXT (Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology)'s "High-Tech Research Center" Project for Private Universities. Since then, our Research Center has conducted nanotechnology research into this fundamental common technology with the potential to push back the boundaries of traditional techniques, under the founding spirit of Hosei University, "freedom and progress", around three research projects: developing high-functional nano materials and researching micro-nano mechatro devices, researching distributed environmental nano electronic devices, researching nanobiologies of bioinformatics and bodily function. In 2008, the research under the fundamental theme of "Developing Intracellular Operational Technique and Bodily Function Simulated Techniques using Micro-Nanotechnology" was adopted for MEXT's "Strategic Research Foundation Grant-Aided Project for Private Universities". Our research has focused on the invention of significant nano-bio devices for intracellular operations including the research and development of systems such as intracellular material transport, intracellular environment observation, and intracellular local material injection. Combining and based on the accomplishments of micro-



2 RESEARCH CENTER FOR MICRO-NANO TECHNOLOGY

MISSION AND THEMES

Development of micro-nanotechnology intracellular operational techniques and bodily function simulated techniques using micro-nanotechnology





nanotechnology gained for the last five years, we have reinforced research with the aim of establishing intracellular operational techniques and applying them to future cellular medical care. Moreover, we aim to develop high functional intelligence-acquired bodily simulated machines (nano-, micro-, and milli- level) which simulate or replace the excellent features and structures of vital functions daily from various layers, and also expand them as a useful technology for the actual life and social welfare such as support systems for the physically-disabled.

Ahina Tohugan



Executive Member of the Board of Trustees Akira Tokuyasu



FROM IMAGINATION TO CREATION

FLOOR

ST

The Research Center for Micro-Nano Technology of Hosei University is one of the nation's top research universities. Our project assumes a role of the research center's objective by its commitment to developing the intracellular operational technique and bodily function simulated technique using micro-nanotechnology. In this research center, our project has a clean room of over 297 m2 gross floor area and process and evaluation devices of over 50 for semiconductor devices.

ION IMPLANTATION AREA (CLEAN ROOM, CLASS 10,000)



[MEDIUM CURRENT ION IMPLANTATION] Sample Size: 5 mm × 5 mm chip to 3 inch wafer Kinds of Materials: Si, SiC, GaN, Quartz and others Implantation Energy: 30 to 200 keV at room temperature Ion species: Si, N₂, Ar, O₂





[EBAS (Electron Bombardment Annealing System)] In the EBAS, the rapid heating up to 1900 $^{\circ}$ C in a vacuum is possible. The EBAS is a device used in SiC that needs annealing at the high temperature more than 1500 $^{\circ}$ C. EBAS is a key device for high temperature activation annealing of semiconductors.



OPTICAL MEASURING ROOM

DELIVERABLES OF THIS FLOOR



[1.DEVICE SIMULATION]

[An advanced multidimensional (1D/2D/3D) device simulator] The semiconductor devices can be simulated by advanced quantization models including rigorous Schrödinger solutions and complex tunneling mechanisms for transport of carriers in heterostructure devices like HEMTs and HBTs made from, but not limited to, GaAs, InP, GaN, SiGe, SiC, AlGaAs, InGaAs, AlGaN and InGaN. *MRS Proceedings*, Vol. 1195, 808-04 (2009)

HOSEIUNIV

[2.DESIGNING]

Lithography process masks of devices and circuits are designed using layout programs and made using e-beam lithography.

[3.DEVICE FABRICATION]

GaN-based HEMTs (High Electron Mobility Transistors) with significantly low source and drain contact resistances were fabricated and applied to the integrated circuits.

We also produced 4H-SiC BJTs using ion implantation technology with a high breakdown voltage and a high current gain.

GaN device: IEEE EDL, Vol.28, No.11, 939-941 (2007) SiC device: Materials Science Forum, Vols.645-648, 1065-1067 (2010)



[4.PACKAGING]

This device is an operating amplifier integrating D-mode I/I GaN/AlGaN/ GaN HEMTs, 450 Ω resistors, and a level-shift circuit. The device including 7 HEMTs, 5 resistors and 10 diodes, operated in good condition at temperatures shifting from room temperature to 200 $^\circ\!C$.

Phys. Status Solidi C7, No.7-8, 1952-1954 (2010)

LITHOGRAPHY AREA (CLEAN ROOM, CLASS 100)



[ELECTRON BEAM LITHOGRAPHY]

An electron beam is accelerated by applying high voltage. Microscopic patterns less than 100 nm from on a substrate. The pattern is formed by scanning the electron beam on the substrate to expose the resist covering its surface.

VOICE



Mana Uchinoi BSc Electronics, Electrical and Computer Engineering Research Theme: GaN Bipolar Junction Transistors

[The joy which my research of it is accepted and can be presented in a conference is a motive power to the further work.]

I decided to do my master degree at Hosei University because it is one of the top research universities in Japan. Now that I'm here I believe that it will provide me with great job opportunities after graduation, and I am really happy with my decision.



SEMICONDUCTOR ANALYSIS ROOM



[SIMS (Secondary Ion Mass Spectrometer)]

SIMS is a very sensitive surface analysis technique that can detect a minimal amount of elements in the substrate. The impurity distribution in semiconductors can be measured to form the microstructure.



CREATION FOR THE FUTURE

2ND FLOOR

In our daily lives, we use various products which were created through electric and electronic engineering, for example, PC, cell-phones, digital cameras, audio equipment, etc. The Technology which communicates with the precise signal processing in the electronic circuit which made the input signal the sound wave, a screeen image, an optical radiation, etc., and an external network is required. Furthermore, improving reliability and saving energy are also important. In order to live more comfortably and conveniently by improving product performance, we are conducting researching with graduate and undergraduate students.

ELECTROMAGNETIC SHIELDED ROOM



[Electromagnetic Shielded Room]

Frequency Range: 200 KHz to 10 GHz, Attenuation: 60 to 100 dB" 1/f low noise characteristics for GaN HEMTs and MISFETs are measured in an EM shielded room. Surface fabrication conditions, surface state density strongly affect the 1/f characteristics. IEEE EDL, Vol.29, No.8, 827-829 (2008)

DEVICE MEASURING ROOM



[Network Analyzer] High frequency measurement equipment manufactured by Agilent Technologies. (~50 GHz)

[Mixed-Signal Active Load Pull System]

Fabricated devices are analyzed using Maury automated fundamental and harmonic source and load pull systems. (0.8 GHz~26.5 GHz)

INORGANIC SYNTHESIS TEST ROOM



DELIVERABLES OF THIS FLOOR





TIME-INTERLEAVED DELTA-SIGMA ADC WITH VECTOR FILTERS REDUCED CIRCUIT AREA

 $TI\Delta\Sigma ADC$ can improve both conversion speed and precision. However, increase of circuit area and power introduces a novel method to reduce the circuit size of $TI\Delta\Sigma ADC$ with a vector filter maintaining its performance. It can remove half of the active circuit.



A NOVEL USB-POWRED DIGITALLY-DRIVEN SPEAKER SYSTEM

We propose a novel, digitally-driven speaker system (DDSP) in which a newly devised mismatch shaper method, multi-level noise shaping dynamic element matching (ML-NSDEM) process, is utilized so as to realize high fidelity, high sound power level (SPL), and low power dissipation.

A NOVEL BEAM-FORMING LOUDSPEAKER SYSTEM USING DIGITALLY-DRIVEN SPEAKER

We propose a beam-forming speaker based on a digitally direct-driven speaker system (digital-SP); the proposed speaker employs multi-bit delta-sigma modulation in addition to a line speaker array and a delay circuit. The proposed speaker can be realized only by D flip-flops and digital-SP.



VOICE



Mitsuhiro Iwaide MSc Electrical Engineering Research Theme: Novel USB-Power Digitally-Driven Speaker System [Those who perform love what they're doing.]

I study a digitally-driven speaker system. Why I'm interested in the study because I have liked music since I was a child. The system is new technique of driven speaker. We can use it something because the system is low power and compact size. Our research center has a variety of research equipment. For example, we can measure to use an anechoic box when the system of measurement. We are enjoying doing study in the research equipment.



