

目 次

年報 2013 の発刊にあたって	1
------------------------	---

第 1 編 グリーンテクノロジーを支える次世代エネルギー変換システム 研究成果報告（2013 年 4 月 1 日～ 2014 年 3 月 31 日）	3
---	----------

1. 研究プロジェクトの目的・意義	5
2. 基本テーマの概要	5
(1) エネルギー獲得・低環境負荷技術の開発	5
(2) 資源再生利用・環境浄化技術の開発	5
(3) プラント実現のためのエコソリューション技術	6
3. 研究組織	6

第 1 章 エネルギー獲得・低環境負荷技術の開発	9
---------------------------------------	----------

1. 研究の目的	11
2. 研究成果の概要	11
3. 研究内容と研究結果	11
(1) 緒方 啓典	11
(2) 明石 孝也	12
(3) 栗山 一男	12
(4) 曾和 義幸	13
(5) 中村 徹	13
(6) 水澤 直樹	15
(7) 木村 啓作	15
4. 今後の課題	15
5. 研究業績	16
(1) 緒方 啓典	16
(2) 明石 孝也	18
(3) 栗山 一男	19
(4) 曾和 義幸	20
(5) 中村 徹	21
(6) 水澤 直樹	22
(7) 木村 啓作	23

第 2 章 資源再生利用・環境浄化技術の開発	25
-------------------------------------	-----------

1. 研究の目的	27
2. 研究成果の概要	27
3. 研究内容とその成果	28
(1) 細菌の環境応答機構の解析と環境浄化への応用（佐藤 勉・山本 兼由）	28
(2) 高可視光活性な環境浄化光触媒コーティング技術の開発（石垣 隆正）	29
(3) 環境浄化生分解性ハイブリッド高分子材料の開発（杉山 賢次）	30

4. 今後の課題	31
5. 研究業績	31
(1) 佐藤 勉	31
(2) 山本 兼由	32
(3) 石垣 隆正	34
(4) 杉山 賢次	36
 第3章 プラント実現のためのエコソリューション技術	37
1. 研究の目的	39
2. 研究概要	39
3. 研究成果の報告	39
(1) 高出力密度を有するマイクロ液圧アクチュエータの開発（田中）	39
(2) タービン翼列の超高負荷化（辻田）	41
(3) マイクロファンの風量，騒音，振動評価手法の開発（御法川）	43
(4) アクチュエータの高性能化に関する研究（安田・田沼）	45
4. 今後の課題	48
5. 研究業績	49
(1) 田中 豊	49
(2) 辻田 星歩	50
(3) 御法川 学	51
(4) 安田 彰	52
 第2編 マイクロ・ナノテクノロジー研究センター基盤研究業績	53
1. 研究業績	55
(1) 安部 公博	55
(2) 石浜 明	56
(3) 長田 敏行	58
(4) 島田 友裕	59
(5) 田沼 千秋	59
(6) 長井 雅子	59
(7) 西山 宗一郎	60
(8) 西村 智朗	61
(9) 三浦 孝夫	62
(10) 三島 友義	62
(11) 守吉 佑介	63
(12) 門間 英毅	64
 参考資料	65
1. セミナー等開催記録	66
2. 運営委員会開催記録（2013 年度）	66

年報 2013 の発刊にあたって

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。以来、本研究センターは、法政大学の「自由と進歩」の建学の精神の基に、従来の技術の限界を超える可能性のある新技術の 1 つとして、ナノテクノロジーを根幹の共通技術として精力的な研究を行ってきました。

2008 年度からは、文部科学省の「私立大学戦略的研究基盤形成支援事業」に採択された「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」という 5 年間の研究プロジェクトの研究拠点となりました。

2013 年度からは、「グリーンテクノロジーを支える次世代エネルギー変換システム」を研究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だしました。過去 10 年間に挙げたマイクロ・ナノテクノロジー技術の成果を研究の基盤として、安全、安心に人類が生活できる社会環境を形成保持し、産業の発展と住み良い社会が両立した持続可能社会を実現するために、エネルギー問題を解決し、限りある資源を有効利用することを目指しています。

新しい研究プロジェクトでは、「エネルギー獲得・低環境技術の開発」、「資源再生利用・環境技術の開発」、「プラント実現のためのエコソリューション技術の活用」という 3 つの基本テーマを設けました。1 つめの「エネルギー獲得・低環境負荷技術の開発」では、再生可能エネルギー源として資源的制約のない材料を使用する有機-無機複合型太陽電池、また生物エネルギーを活用する高ストレス耐性光合成生物・生体分子モーターを対象として、「エネルギー獲得」技術の開発を行っています。さらに、グラフェンなどを利用した先端デバイスの実証・高集積化、白金代替触媒の高機能化で「低環境負荷」技術を追究しています。2 つめの「資源再生利用・環境浄化技術の開発」では、持続可能な地球環境保全を目指します。そのため、植物系バイオマスや細菌の高機能化と環境浄化への応用、高光触媒活性コーティング技術・生分解性ハイブリッド高分子材料の開発を行っています。3 つめの「プラント実現のためのエコソリューション技術の活用」では、資源再生利用、エネルギー獲得といったグリーンテクノロジー技術を実用的なオーダーで実現するために、ターゲットプラントの開発をめざしています。ラピッドマニファクチャリング、マイクロ加工、マイクロ流体制御、マイクロアクチュエータ、高効率・低環境負荷型電子・機械デバイスなどの要素技術を活用し、持続可能な社会構築のためのエコソリューションをすすめています。本研究センターは、これら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。また、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、上記の新しい研究プロジェクトの開始 1 年目の研究成果を報告するものです。本研究センターは、2013 年度の成果を踏まえて、目標達成のために一層の研究の発展を目指してまいります。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。

法政大学マイクロ・ナノテクノロジー研究センター
センター長 福田 好朗

第1編

グリーンテクノロジーを支える 次世代エネルギー変換システム編

研究成果報告

(2013年4月1日～2014年3月31日)

1. 研究プロジェクトの目的・意義

本研究では、地球環境問題の解決策を提供するグリーンテクノロジーの基盤技術を開発し、地球環境保全に貢献することを目的とする。「グリーンテクノロジー」を支える「エネルギー変換システム」を中心に据えて研究に取り組むことにより、将来の環境や次世代の利益を損なわないで社会が発展することを指向する。

地震大国の日本におけるエネルギー供給システムを考える際には、大規模集中型のエネルギーシステムの他に、小規模で適材適所にエネルギーを変換、蓄積することが可能な分散型再生可能エネルギーシステムの役割が重要である。このような、小規模分散型エネルギーの獲得および蓄積技術を確立するとともに、資源を有効活用するための小規模リファイナリー技術を構築することを目的とする。低炭素社会、資源循環型社会への要請が高まる中で本研究プロジェクトの果たす役割は大きい。

2. 基本テーマの概要

(1) エネルギー獲得・低環境負荷技術の開発

安全、安心に人類が生活できる社会環境を形成保持し、産業の発展と住み良い社会の実現の持続可能社会を実現するために、将来の環境や次世代の利益を損うことなく社会が発展することを指向した再生可能エネルギー源の開発、環境低負荷技術の開発を行うことが必要である。新たなエネルギー獲得・変換システムの開発、エネルギーを高効率で利用するための高性能デバイスや二次電池の技術開発、省エネルギーのためのデバイスの技術開発に関する基礎および応用研究を展開し、エネルギー獲得技術・低環境負荷技術のための基盤研究および基礎的な応用研究を行う。具体的には、下記の研究目標を掲げ、融合的な研究の推進を目指している。

- ・次世代有機－無機ハイブリッド太陽電池デバイス作製技術の開発
- ・生物エネルギー変換機構の解明とその利用技術の開発
- ・シリコンチップ埋め込み超微小バッテリーの開発
- ・白金代替する環境低負荷長寿命排ガス浄化触媒粒子の開発
- ・環境低負荷次世代半導体デバイスの開発

これらの技術の開発により、省エネルギー、低環境負荷を実現する持続可能社会の構築を目指している。

(2) 資源再生利用・環境浄化技術の開発

科学技術を発展させ社会を高度化するためには、低環境負荷型の科学技術の開発とともに持続可能な地球環境を形成していく必要がある。このため、地球上の限られた資源をリサイクルし環境を保全する技術の導入が欠かせない。「資源再生利用と環境浄化技術」は、持続可能な循環型社会の形成にとって中核となるキーテクノロジーである。

細菌を始めとする微生物は、生態系での分解者の役割を果たす主役となる生物である。現在、バイオ技術の発展により、我々人間は、この細菌のシステムを高機能化させ環境浄化に応用させることが可能となっている。また、有害物質を除去するために光触媒が極めて有効であることが示され、

この分野への注目が高まっている。さらに、資源再生の革新的技術として、低環境負荷型の生分解性プラスチックの開発が求められている。また、地球上の植物バイオマスを機能性の材料に変換することも環境保全にとって重要な課題となっている。

本基本テーマプロジェクトでは、

- ・細菌の環境応答機構の解析と環境浄化への応用
- ・高可視光活性な環境浄化光触媒コーティング技術の開発
- ・環境浄化生分解性ハイブリッド高分子材料の開発
- ・植物系バイオマスを用いた機能性材料の開発と環境浄化技術の開発

これら技術の開発により、高度化する社会を持続させることのできる循環型社会の形成に貢献することを目的としている。

(3) プラント実現のためのエコソリューション技術

資源再生利用、エネルギー獲得といったグリーンテクノロジーを実用的なオーダーで実現するためには、ターゲットプラントの開発が必須である。本サブテーマでは、マイクロ流体制御、マイクロアクチュエータ、高効率・低環境負荷型電子・機械デバイスなどの要素技術の開発を通じ、上記の目的達成に向けた研究を行っている。

本基本テーマプロジェクトでは、

- ・高出力密度を有するマイクロ液圧アクチュエータの開発
- ・タービン翼列の超高負荷化
- ・マイクロファンの風量、騒音、振動評価手法の開発
- ・アクチュエータの高性能化に関する研究
- ・デジタル直接駆動技術を用いた高指向性スピーカの要素開発

これら技術の研究開発により、低 CO₂ 排出の持続可能社会に貢献することを目的とする。

3. 研究組織

本研究組織は、法政大学マイクロ・ナノテクノロジー研究センターを母体として、「学術高度化推進事業研究所規程」に従い概略以下のように組織化されている。

- (1) センター長：研究センター担当理事が兼務し、本研究センターを統括、代表する。
- (2) 副センター長：センター長を補佐し、研究センターの運営に当たる。また、本研究プロジェクトの研究代表者を務める。
- (3) プロジェクトと基本テーマ：「グリーンテクノロジーを支える次世代エネルギー変換システム」というプロジェクトのもとに、図 1-1 に示すように、1. エネルギー獲得・低環境負荷技術の開発、2. 資源再生利用・環境浄化技術の開発、3. プラント実現のためのエコソリューション技術という 3 つの基本テーマを設けている。さらに、各基本テーマの下に 4 つずつのサブテーマを設けている。学内の理工学部、デザイン工学部、生命科学部から合計 24 名の専任教員が兼担研究員として、これらのテーマの研究に従事している。各基本テーマにそれぞれ 2、3 名ずつのポストドクター（PD）とリサーチアシスタント（RA）を、プロジェクト全体でそれぞれ 8 名程度雇用し、若手研究者を育成するとともに、研究の遂行に参加させている。兼担

研究員から、各基本テーマにそれぞれ1名ずつのチーフを選び、それぞれの基本テーマの研究を総括させている。研究代表者は各基本テーマの研究を統合し、プロジェクト全体の研究目的の達成に努めている。

学内の研究員に加えて、8名の学外の研究者を客員研究員または兼任研究員とし、学内の研究員でカバーできないが本プロジェクトにとって重要な研究テーマに関して協力体制を整えている。

- (4) 運営：センター長が招集し毎月一回開催される運営委員会（センター長、副センター長、各基本テーマから2～4名（基本テーマチーフを含む）の運営委員，事務担当者で構成），ほぼ毎月行われているセミナー，および各基本テーマ間の連絡会議において，基本テーマの進捗状況等を各テーマの担当者が報告・協議し，各基本テーマの連携を確認・検証し，センター長および副センター長が各基本テーマ間の調整および研究統括を行っている。



図 1-1 基本テーマと研究の進め方

第 1 章

エネルギー獲得・低環境負荷技術の開発

1. 研究の目的

本研究では、地球環境問題の解決策を提供するグリーンテクノロジーの基盤技術を開発し、地球環境保全に貢献することを目的とする。そのため、中心テーマとして、「グリーンテクノロジー」を支える「エネルギー獲得システム」を重要課題として据えて、将来の環境や次世代の利益を損なわないで社会が発展することを指向する。再生可能エネルギー源として、資源的制約のない材料を使用する有機－無機ハイブリッド型太陽電池、生物エネルギーの活用として、高ストレス耐性光合成生物・生体分子モーターを対象として、「エネルギー獲得」技術の開発を行う。さらに、グラフェンなどを利用した先端デバイスの実証・高集積化、白金代替触媒の高機能化で「低環境負荷」技術を追求する。

2. 研究成果の概要

2013 年度は、エネルギー獲得技術・低環境負荷技術のための基盤研究および基礎的な応用研究を行った。具体的には、有機薄膜太陽電池および有機－無機ハイブリッド型太陽電池およびエネルギー関連デバイスの構成材料の開発、物性評価およびデバイス特性の評価、乾燥、高温など厳しい環境下で生育する光合成微生物から高い安定性をもつ新規の光合成装置を単離精製する手法の開発の基礎研究、さらに生物が持つ分子モーターが機能する様子をリアルタイムに観察するために、光学顕微鏡上においてナノメートル精度で分子の位置を計測することが可能なシステムの開発の基礎研究、SiC 基板へ p 型および n 型不純物原子をイオン注入して所定の領域に導電層を形成する基本技術の開発等を行った。具体的な研究結果は次節に述べる通りである。

3. 研究内容と研究結果

緒方 啓典

2013 年度は下記の研究を行った。

- 1) ザアセン系分子をアクセプターとして用いた各種バルクヘテロ接合型有機薄膜太陽電池を作製し、その太陽電池特性を明らかにした。特に、有機活性層に 1,8-ジヨードオクタン等の添加剤を加えることにより太陽電池特性が向上することを明らかにした。
- 2) 半導体単層カーボンナノチューブ /Si ヘテロ接合型太陽電池において、そのデバイス構造、単層カーボンナノチューブ薄膜構造、成膜方法、半導体純度、Si のドーピングレベルと太陽電池特性の関係を系統的に調べ、同太陽電池の変換効率の制御の可能性を探るとともに、変換効率制限因子についての考察を行った。
- 3) P3HT/PCBM バルクヘテロ接合型有機薄膜太陽電池における添加剤添加に伴う有機活性層薄膜の局所構造変化を明らかにすることを目的として、同薄膜の固体高分解能 NMR 分光法を用いた解析を行った。その結果、添加剤として 1,8-ジヨードオクタンを加えることにより、P3HT および PCBM の各ドメインにおいて結晶性が向上することを明らかにした。さらに、同膜の T_{1H} 測定により、各ドメインサイズの見積もりを行い、1,8-ジヨードオクタン添加によるマイクロ相分離構造の変化の様子を初めて明らかにした。
- 4) カーボンナノシートを原料として、マイクロ波プラズマ CVD 法を用いて作成した 2-3 層グラフェンからなる高品質カーボンナノシート薄膜を用いて Si とのヘテロ接合型太陽電池の作成を行

い、その特性を解明した。

- 5) 液体燃料を用いた最もシンプルな燃料電池の一つとして注目されている直接メタノール型燃料電池 (DMFC) の燃料極として各種ナノカーボン材料を取り上げ、同薄膜上に電気化学的手法により Pt ナノ粒子を担持させ、そのメタノール酸化特性を系統的に調べた。さらに、高活性燃料極触媒材料の開発を目指して Pt-Ru ナノ粒子担持カーボンナノ材料薄膜を作製し、そのメタノール酸化特性を明らかにした。
- 6) 太陽電池材料としての応用が期待されるオリゴチオフェン内包単層カーボンナノチューブの局所構造および相挙動を明らかにすることを目的として、各種構造の単層カーボンナノチューブへのオリゴチオフェンの内包挙動について分子動力学法による計算を行い、その局所構造の予測および分子運動性の評価を行った。
- 7) カーボンナノシートの構造制御法を確立することを目的として、マイクロ波プラズマ CVD 法によって作成したカーボンナノシートの高温処理による局所構造変化の様子を TEM 観察および顕微ラマン散乱分光測定により詳細に明らかにした。
- 8) 我々の研究室で作製に成功した水酸化フラーレンナノシートおよびナノ粒子の形態制御技術確立することを目的として、作製条件の詳細な検討を行うとともに、水酸化フラーレン固体のプロトン伝導特性を固体 NMR 分光法により明らかにした。
- 9) これまで十分に有効活用されてこなかった木材や農産廃棄物に代表される植物バイオマスの主要構成物であるリグニンを出発材料として、微生物機能を利用して生成される芳香族分子を用いることにより直径数 10 nm から数 μm の導電性繊維状結晶の作製に成功し、その結晶構造評価および各種物性評価を行った。

明石 孝也

固相熱分解法や溶液法を用いて様々な組成の Ag-Ni-Co-O 系粒子を作製し、熱重量測定によってこれらの粒子のすす酸化に対する触媒性能の速度論的解析を行うことにより、優れた触媒性能を有する粒子を探索する。本研究では、ディーゼル車用の粒子状物質捕集フィルター (DPF) において、排ガス浄化触媒の活性種として使われる高価な Pt 系触媒に代わる長寿命の酸化触媒粒子の開発を進めている。Pt 系触媒の場合、蒸発・凝集による粒成長のために寿命が限られるため、Pt 系材料よりも酸化雰囲気中における蒸気圧の低い Ag 系粒子、特に $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ に担持させた Ag-NiO 系粒子を共沈法および均一沈殿法を用いて作製した。

共沈法を用いて作製した $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ 担持 Ag-NiO 系粒子では、熱処理前では Ag 粒子はほとんど析出せず、 800°C 、3 h の熱処理によって Ag 粒子の析出を確認した。更なる熱処理 (6 h) により Ag 粒子の粒成長は見られたものの、12 h~24 h 以降の熱処理では粒成長はほとんど見られなかった。また、共沈法を用いて作製した $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ 担持 Ag-NiO 系粒子場合の方が、いずれの熱処理時間においても黒鉛酸化温度 (T50%) が低く、長寿命の酸化触媒粒子として優れていることを明らかにした。

栗山 一男

2013 年度は下記の研究を行った。

- 1) 化合物半導体の照射効果と電氣的・光学的特性

電子線照射 ZnO 及び中性子転換注入 GaN の照射欠陥の生成および回復過程をフォトルミネッセンス、ラマン分光、熱刺激電流法、ラザフォード後方散乱法、電子スピン共鳴法などを用いて評価を行った。(この研究は、京都大学原子炉実験所との「共同利用研究」の一環として実施した。)

2) 化合物半導体中への軽元素イオン注入と電子物性評価

水熱合成法で成長させた ZnO 単結晶に Ge イオンを注入し、照射欠陥の生成および回復過程をフォトルミネッセンス、ラマン分光、熱刺激電流法などを用いて評価を行っている。特に、O の格子位置を評価するために産業技術総合研究所との共同研究で「核反応分析」を実施している。Ge イオンを注入し $10^4 \Omega \text{ cm} \rightarrow 10^{-2} \Omega \text{ cm}$ への低抵抗化を実現し、その起源は格子間 Zn が形成する浅いドナー準位であることをラザフォード後方散乱/イオンチャネリング法及びホール効果測定より明らかにした。

3) シリコン基板埋め込み全固体型リチウムイオン二次電池形成技術の開発

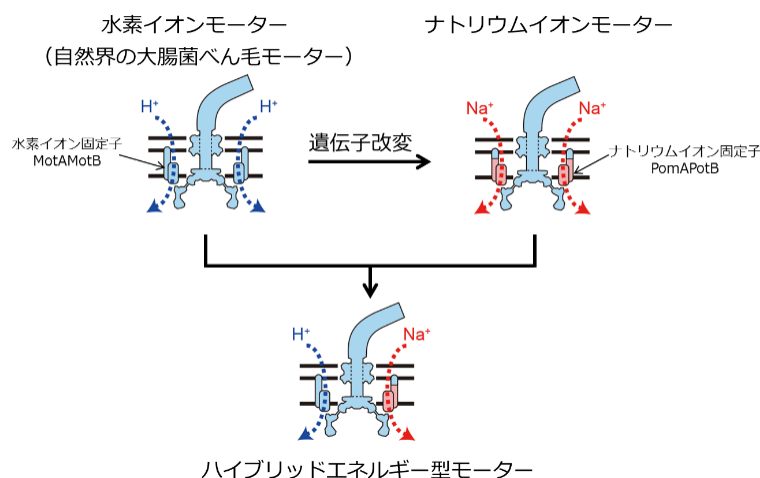
シリコン基板へ $100 \mu \text{ m}$ 平方の微細な全固体型リチウムイオン二次電池を形成する技術を開発している。現在、シリコン基板内へ正極材料 LiMn_2O_4 及び固体電解質 SiO_2 を sol-gel 及びスピニングコート法で作成し、原子間力顕微鏡を用いて充放電特性と正極表面構造変化の相関を評価した。

4) 新しい充填四面体化合物半導体の結晶成長と光物性に関する研究

新しい半導体及び電池の正極材料として Li_8SiN_4 , Li_8GeN_4 , $\text{LiMg}_{0.9}\text{Zn}_{0.1}\text{N}$ などの結晶成長及び光物性等の諸物性を調べた。

曾和 義幸

2013 年度は、自然界では水素イオン流のみをエネルギー源として利用する大腸菌べん毛モーターを、ナトリウムイオン流も同時に利用できる“ハイブリッドエンジン”のように機能させることに成功した。また、外環境のナトリウムイオン濃度に依存して、モーターの回転出力が自動的に最適化されることを明らかにした。このように生物ナノマシンが入力エネルギーに応じて、柔軟にシステムのパフォーマンスを最適化させる仕組みの解明を行った。



中村 徹

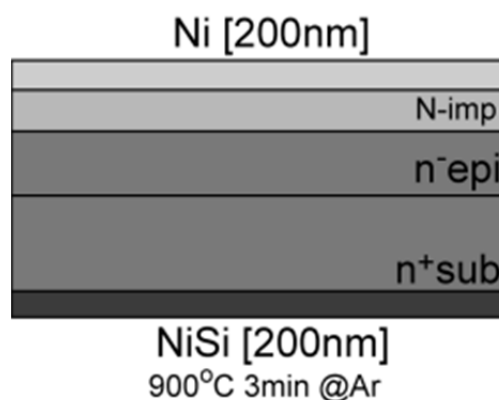
SiC はワイドバンドギャップ半導体である GaN と同様に、現在用いられている Si に比べ絶縁破壊電解強度、飽和電子速度及び熱伝導率など高い物性値を有しており、高温動作、低損失デバイス用

の半導体材料として期待されている。SiC 基板上に形成されたグラフェン膜を応用した電子デバイスは、SiC のワイドバンドギャップ半導体としての利点とグラフェンのゼロバンドギャップ半導体としての利点の双方が応用可能であるため、幅広い応用が考えられる。SiC デバイス作製プロセスにおいてイオン注入はとても重要なドーピング技術である。通常、イオン注入によって引き起こされる試料へのダメージ除去及び注入元素の活性化の手段として 1700℃以上での高温活性化熱処理が用いられているが、この処理によって試料表面が荒れマイクロステップが発生してしまう。この発生したマイクロステップは、表面リーク電流や電極金属の欠如などを引き起こすことが報告されている。現在、表面荒れの増加を避けるために、シラン雰囲気内で活性化熱処理を行う手法や表面をカーボンキャップで覆い活性化熱処理を行う手法などが多く用いられている。これらの手法は表面荒れを抑制させる手段としては確かに効果的であるが、シラン雰囲気内での活性化熱処理での Si 付着の制御やカーボンキャップの剥離など活性化熱処理に必要な工程の増加につながる。一方、活性化熱処理時における SiC からの Si イオンの昇華によって起こるとされるマイクロステップ発生のメカニズムや活性化熱処理前後の表面化学状態の解析などの議論は未だになされていない。また、SiC 基板上にグラフェン膜を形成し、その中に環境低負荷電子デバイスを作成する場合、表面の凹凸はグラフェン膜の特性劣化に繋がる可能性もあるため、高温熱処理を行っても表面荒れの少なくする製造プロセスを確立することは重要課題である。

本研究では、SiC 基板内の任意の位置に不純物をイオン注入し、高温活性化熱処理前にプラズマ処理することによって、表面の残留酸化物を取り除き、マイクロステップの発生を抑制できることを見出し、プラズマ処理を行う条件を最適化し、デバイス作成時においてどのような効果をもたらすかを検証し、電気特性の評価を行った。

これらの結果から以下のような結論を得られた。

- 1) CF₄ プラズマ表面処理によって活性化熱処理による表面荒れを低減しマイクロステップの発生を抑制できる。
- 2) 試料表面に残る残留酸化物である SiCO_x がマイクロステップの発生に強く関与していることが示唆される。
- 3) 低濃度 N イオン注入ショットキーバリアダイオードでは、プラズマ表面処理を行うことによって逆方向リーク電流が低減された。このことから、表面荒れが逆方向リーク電流に強く関与していることが示唆される。



ショットキーバリアダイオードの模式図

水澤 直樹

シアノバクテリアの培養系を確立し、シアノバクテリアから光合成装置の単離法の確立を試みた。光合成装置の安定化などの役割が予想されている脂質に着目し、脂質を結合不全にさせた変異株を作製しその光合成特性を解析し、光合成における脂質の役割を検討した。光合成生物のうち、シアノバクテリアの中には陸上植物に比較してより高い環境ストレス耐性を示すものが存在し、そのようなシアノバクテリアでは、光合成装置自体も環境ストレス耐性、即ち、高い安定性をもつことが期待される。高い安定性をもつ光合成装置は光合成反応機構解明のために役立つと同時に、人工光合成や光合成装置自体を生かした応用研究のツールとしても有望である。本研究では、40℃程度の高温に耐性を示すシアノバクテリアとして、*Synechocystis* sp. PCC 6803（以降 *Synechocystis*）、乾燥耐性をもつシアノバクテリアとして、*Anabaena* sp. PCC 7120（以降 *Anabaena*）を各々研究材料として選抜し、これらの細胞から光合成装置を単離し、その特性を解析した。光合成装置としては、光エネルギーを利用して水を酸化し酸素を発生するというユニークな反応をおこなう光化学系Ⅱ複合体（系Ⅱ）に着目し、シアノバクテリアの培養設備の整備を行い、培養を開始した。次に、細胞から高い酸素発生活性の系Ⅱ複合体を単離する方法の確立を試み、*Synechocystis* については単離に成功した。さらに *Synechocystis* については、系Ⅱに結合する内在性の脂質の機能を明らかにするために、脂質分子の配位に關与する特定部位のアミノ酸残基を改変し、脂質を結合不全にさせた変異体を作製・解析し、脂質の欠乏が光合成特性に与える影響を明らかにした。

木村 啓作

グラフェンオキシドモノシートの基板応用として電子顕微鏡用の基板開発を行った。電子ビームに対する安定性の評価を行うと共に、電子散乱と電子輸送特性に関する基礎物性測定を行った。また、グラフェンオキシドモノシート上にタンパク質一分子と金ナノ粒子を担持する事によりバイオデバイスへ向けた応用を試みた。さらに、電子顕微鏡用のマーカーとなるアルカリハライドナノ粒子の担持方法の開発を行った。

4. 今後の課題

今年度の研究成果を基に、さらに研究を推進する。具体的には、対象とする有機－無機ハイブリッド型太陽電池の種類を拡張し、優れた機能をもつ有機半導体、無機半導体材料の開発、薄膜技術の開発および物性評価を行う。今年度に開発した方法により単離した光合成装置の構造と機能を2014年度に導入予定の光合成電子伝達反応解析システムにより解析を行う。また、*Anabaena* についても系Ⅱの単離法を確立する予定である。脂質結合不全変異株の光合成特性については、生物物理学的な解析も取り入れる多角的な解析を実施する。また、系Ⅱに結合する全ての脂質分子の機能を明らかにするためには、さらに多くの変異株を作製・解析する必要がある。これらの解析を通じて系Ⅱにおける脂質機能の全貌を明らかにする。今年度に開発したシステムを利用して、細菌が持つ高効率化学－力学エネルギー変換系である回転ナノマシン：べん毛モーターの力学特性の評価をおこなう。さらに、選択的に形成された導電層を有する SiC 基板をアルゴン中で高温で加熱し単層および数層グラフェン膜を成長できる条件を見いだす。SiC 基板導電層に単層および数層グラフェン膜を成長する技術を開発し、グラフェン膜を応用した電子デバイスの評価を行う予定である。

5. 研究業績

緒方 啓典

論文

- 1) Zhipeng Wang, Hironori Ogata, Shingo Morimoto, Masatsugu Fujishige, Kenji Takeuchi, Yoshio Hashimoto, Morinobu Endo, “Synthesis of carbon nanosheets from Kapton polyimide by microwave plasma treatment”, *Carbon***72**(2014) 421-424. (査読あり)
- 2) Zhipeng Wang, Hironori Ogata, Shingo Morimoto, Masatsugu Fujishige, Kenji Takeuchi, Yoshio Hashimoto, Morinobu Endo, “Structure changes of MPECVD-grown carbon nanosheets under high-temperature treatment”, *Carbon***68**(2014) 360-368. (査読あり)
- 3) Zhipeng Wang, Mao Shoji, Keisuke Baba, Toshiyuki Ito, and Hironori Ogata, “Microwave plasma-assisted regeneration of carbon nanosheets with bi- and trilayer of graphene and their application to photovoltaic cells”, *Carbon***67**(2014) 326-335. (査読あり)
- 4) Yusuke Moriyoshi, Tadashi Ikemoto, Fumihiko Asanuma, Yousuke Kataoka and Hironori Ogata, “A Consideration about Carbon Bond in AG Refractories”, Journal of Technical Association of Refractories, Japan, Vol.33, No.3(2013) 176-182. (査読あり)
- 5) H.Monma, Y.Hosoi, T.Okura, Y.Moriyoshi and H.Ogata, “Behavior of the $\alpha \rightleftharpoons \alpha'$ Phase Transition in Tricalcium Phosphate”, J. Soc. Inorg. Mater. Japan, 20 (2013) 111-113. (査読あり)

招待講演

- 1) 緒方 啓典, “木質系バイオマスを用いた機能性材料の開発と固体 NMR による解析”, よこはま NMR 構造生物学研究会第 48 回ワークショップ, 理化学研究所横浜研究所, 2014 年 1 月 10 日.

学会等口頭発表

- 1) 吉竹 晴彦, 早瀬 勝平, 王 志朋, 緒方 啓典, “電着法による炭素材料への Pt-Ru 金属ナノ粒子の担持およびメタノール酸化活性評価”, 2014 年第 61 回応用物理学会春季学術講演会, 青山学院大学相模原キャンパス, 2014 年 3 月 20 日
- 2) Zhipeng Wang, Hironori Ogata, Shingo Morimoto, Masatsugu Fujishige, Kenji Takeuchi, Yoshio Hashimoto, Morinobu Endo, “Carbon Nanosheets Grown from Polyimide Film by Microwave Plasma Irradiation”, The 61st JSAP Spring Meeting 2014, Sagami-hara Campus, Aoyama Gakuin University, 2014 年 3 月 19 日
- 3) 緒方 啓典, 石川 紗代, 飯田 裕太, “固体 NMR 分光法によるバルクヘテロ接合有機薄膜太陽電池への添加剤効果の解析”, 2014 年第 61 回応用物理学会春季学術講演会, 青山学院大学相模原キャンパス, 2014 年 3 月 19 日
- 4) Wang Zhipeng, 緒方 啓典, 森本 信吾, 藤重 雅嗣, 竹内 健司, 橋本 佳男, 遠藤 守信, “Structure changes of MPECVD-grown carbon nanosheets under high-temperature treatment”, 分子・物質合成プラットフォーム平成 25 年度シンポジウム, 筑波, 2014 年 3 月 11 日
- 5) Shohei Hayase, Haruhiko Yoshitake, Wang Zhipeng and Hironori Ogata, “Synthesis and characterization of Pt, Pt-Ru nanoparticles on carbon nanomaterials by one-step electrodeposition”, The 46th Fullerene-Nanotubes-Graphene General Symposium, Tokyo, 2014 年 3 月 5 日

- 6) Hiromu Tabata, Akinori Sekine, Kazumi Inoue, Yousuke Kataoka and Hironori Ogata, “Molecular structure of the thiophene oligomers encapsulated in single-walled carbon nanotubes by molecular dynamics simulations”, The 46th Fullerene-Nanotubes-Graphene General Symposium, Tokyo, 2014 年 3 月 5 日
- 7) Yoshiaki Sano, Keisuke Baba and Hironori Ogata, “Investigation of molecular dynamics of fullerenol solids by ^1H NMR spectroscopy”, The 46th Fullerene-Nanotubes-Graphene General Symposium, Tokyo, 2014 年 3 月 4 日
- 8) Naoki Noji, Yoshiaki Sano, Kazumi Inoue, Yousuke Kataoka and Hironori Ogata, “Semiempirical molecular orbital estimation of the relative stability of sulfated fullerene”, The 46th Fullerene-Nanotubes-Graphene General Symposium, Tokyo, 2014 年 3 月 3 日
- 9) H.Ogata, A.Nakano, M.Shoji, J.Kim, “Fabrication and Photovoltaic Properties of Doped Semiconducting Single-Walled Carbon Nanotubes/Si Heterojunction Cells”, 2013MRS Fall Meeting, Boston, MA, USA, 2013 年 12 月 5 日
- 10) Hironori Ogata, Yoshiaki Sano, Keisuke Baba, “Fabrication and Morphology Control of Fullerenol Nanosheets and Nanocrystals”, 26th International Microprocesses and Nanotechnology Conference(MNC2013), Sapporo, 2013 年 11 月 7 日
- 11) 関根 亮典, 井上 和美, 片岡 洋右, 緒方 啓典, “分子動力学法を用いた単層カーボンナノチューブへの環境汚染気体分子の吸着特性”, 日本コンピュータ化学会 2013 秋季年会, 九州大学伊都キャンパス, 2013 年 10 月 19 日
- 12) 田畑 裕夢, 井上 和美, 片岡 洋右, 緒方 啓典, “分子動力学計算によるチオフェンオリゴマー内包単層カーボンナノチューブ内の分子配向”, 日本コンピュータ化学会 2013 秋季年会, 九州大学伊都キャンパス, 2013 年 10 月 18 日
- 13) Hironori Ogata, Atsushi Nakano, Mao Shoji, Jiyoun Kim, “Relationship between carbon nanotube network structure and photovoltaic properties in pristine or doped semiconducting Single-Walled Carbon Nanotube/Si heterojunction cells”, 2013 JSAP-MRS Joint Symposia, Kyoto, 2013 年 9 月 20 日
- 14) 飯田 裕太, 磯田 恭介, 田所 誠, 緒方 啓典, “ザアセン系分子をアクセプターとして用いたバルクヘテロ接合型有機薄膜太陽電池の 1,8- ジョードオクタン添加剤効果”, 第 74 回応用物理学会秋季学術講演会, 京都府同志社大学, 2013 年 9 月 20 日
- 15) 中野 陸, 庄司 真雄, 金 知論, 緒方 啓典, “半導体単層カーボンナノチューブ /Si ヘテロ接合型太陽電池の構造と太陽電池特性の関係”, 第 74 回応用物理学会秋季学術講演会, 京都府同志社大学, 2013 年 9 月 18 日
- 16) 早瀬 勝平, 吉竹 晴彦, 王 志朋, 緒方 啓典, “カーボンナノシート上に担持された Pt/Ru ナノ粒子の合成と構造評価”, 第 74 回応用物理学会秋季学術講演会, 京都府同志社大学, 2013 年 9 月 18 日
- 17) 緒方 啓典, 馬場 啓輔, 佐野 喜章, “水酸化フラーレンナノシートおよびナノ粒子の作製と物性”, 第 74 回応用物理学会秋季学術講演会, 京都府同志社大学, 2013 年 9 月 17 日
- 18) Hironori Ogata, Shohei Hayase, Haruhiko Yoshitake, Wang Zhipeng, “Synthesis and the electrocatalytic performance for methanol oxidation of Pt-based nanoparticles on carbon nanosheets by one-step

electrodeposition”, The 5th International Conference on Recent Progress in Graphene Research (RPGR2013), Tokyo, 2013 年 9 月 12 日

- 19) Zhipeng Wang, Hironori Ogata, Shingo Morimoto, Masatsugu Fujishige, Kenji Takeuchi, Yoshio Hashimoto, Morinobu Endo, “Structure changes of MPECVD-grown carbon nanosheets under high-temperature treatment”, International Conference on Nanoscience & Technology, China 2013, Beijing, China, 2013 年 9 月 5 日
- 20) Hironori Ogata, Yuta Iida, Kyosuke Isoda, Makoto Tadokoro, “Morphology and Photovoltaic Properties of Organic Solar Cells with Azaacene Derivatives” KJF International Conference 2013 on Organic Materials for Electronics and Photonics, Busan, Korea, 2013 年 8 月 29 日
- 21) Shohei Hayase, Haruhiko Yoshitake, Wang Zhipeng and Hironori Ogata, “Synthesis and characterization of Pt-Ru nanoparticles on carbon nanosheets by one-step electrodeposition”, The 45th Fullerene-nanotube-Graphene General Symposium, Osaka University, 2013 年 8 月 7 日
- 22) A. Nakano, J. Kim, M. Shoji and H. Ogata, “Limiting factors of photovoltaic efficiency in semiconducting Single-walled Carbon Nanotubes/Si heterojunction cells: Correlation between cell structure, morphology, interface states and photovoltaic properties”, The 45th Fullerene-nanotube-Graphene General Symposium, Osaka University, 2013 年 8 月 7 日
- 23) 佐野 喜章, 馬場 啓輔, 緒方 啓典, “水酸化フラーレンナノシート・ナノ粒子の形態制御と物性”, 第 45 回 フラーレン・ナノチューブ・グラフェン総合シンポジウム, 2013 年 8 月 7 日

その他

- 1) 緒方 啓典, Gene Frederick Gagabe, 大塚 祐一郎, 中村 雅哉, 大原 誠資
【発明の名称】新規有機電荷移動錯体及びその製造方法
【出願番号】外国出願：PCT/JP2014/057006
国内優先権主張出願：特願2014-052727
【出願日】2014年3月14日

明石 孝也

論文

- 1) Shunya MIHARA, Kiyoshi KOBAYASHI, Takaya AKASHI, Yoshio SAKKA, Chemical Reactivity and its Cathode Properties of LaCoO₃ on Lanthanum Silicate Oxyapatite Electrolyte, Proceedings of The 5th International Symposium on Advanced Ceramics (ISAC-5), Dec. 9-12, 2013, Wuhan, China. (査読なし)

招待講演

- 1) 明石 孝也, 中村 航平, (Ce,Zr)O₂ 固溶体粒子および Ag 系粒子の合成と黒鉛酸化触媒特性評価, 第 49 回熱測定討論会講演要旨集, 2B0940, 習志野 (千葉県), 2013-11.

学会等口頭発表

- 1) Mitsuru MORIYA, Takaya AKASHI, Photo catalytic activity measurement of TiO₂ with net-work structure on alloy substrate, the 23rd Annual Meeting of MRS-J, Yokohama, Kanagawa, Japan, 2013-12.
- 2) 三原 俊哉, 明石 孝也, 小林 清, 目 義雄, オキシアパタイト型固体電解質/LaCoO₃ の反応性及び空気極特性評価, 第 33 回エレクトロセラミックス研究討論会, 2P36, つくば市 (茨城県),

2013-10.

- 3) 小林 清, 鈴木 達, 打越 哲郎, 目 義雄, 北嶋 将太, 三原 俊哉, 高橋 聡志, 明石 孝也, 石垣 隆正, 酸化物イオン伝導性オキシapatiteの合成プロセス開発から電解質特性解明まで, 第33回エレクトロセラミックス研究討論会, 2B10, つくば市 (茨城県), 2013-10.
- 4) 安藤 祐人, 明石 孝也, 炭素熱還元-酸化法による酸化ガリウムの分離・捕集に及ぼす捕集基板の影響, 第29回日本セラミックス協会関東支部研究発表会, 2A07, 埼玉大学 (埼玉県), 2011-9.
- 5) 伊藤 智貴, 明石 孝也, ゴルーゲル法により作製した Ag 担持(Ce,Zr)O₂ 粉末の黒鉛酸化触媒特性, 第29回日本セラミックス協会関東支部研究発表会, 1P03, 埼玉大学 (埼玉県), 2011-9.
- 6) 太田 崇紀, 明石 孝也, CeO₂ 分散 Al₂O₃ 焼結体の耐熱サイクル性評価, 第9回固体イオニクスセミナー, 下呂市 (岐阜県), 2011-9.
- 7) 小桧山 香, 明石 孝也, SiC-ZrSiO₄ 多孔体の焼結性と高温耐酸化性に及ぼす Ni 添加の影響, 第9回固体イオニクスセミナー, 下呂市 (岐阜県), 2011-9.
- 8) 守屋 充, 明石 孝也, 恒川 聡, 幅崎 浩樹, ナノ粒子被覆による Al コート Ni 基板上の表面硬化と耐摩耗性評価, 第9回固体イオニクスセミナー, 下呂市 (岐阜県), 2011-9.
- 9) Kaori KOBIYAMA, Takaya AKASHI, Effect of Ni Addition on the Formation of SiC-ZrSiO₄ Porous Composites and High-temperature Oxidation Behavior, The 7th International Conference on the Science and Technology for Advanced Ceramics (STAC-7), Yokohama, Kanagawa, Japan, 2013-6.
- 10) Mitsuru Moriya, Takaya AKASHI, Satoshi TSUNEKAWA, Hiroki HABASAKI, Wear resistance of ZrO₂ Nanoparticles Mounted on Ni Alloy Plate Evaluated by Ball-on-disk method and Laser microscopy, The 7th International Conference on the Science and Technology for Advanced Ceramics (STAC-7), Yokohama, Kanagawa, Japan, 2013-6.
- 11) Takaya AKASHI, Yuya HASHIMOTO, Thermal Cycling Test for Gas Seal between YSZ and Fe-Cr Alloy Fabricated by Liquid-Phase-Oxidation Joining via ZrO₂-dispersed Al Interlayer, The 19th International Conference on Solid State Ionics (SSI-19), Kyoto, Kyoto, Japan, 2013-6.

その他

- 1) 外国出願特許：発明の名称 金属化合物の濃縮方法, 出願番号 PCT/JP2013/73500, 出願人 法政大学, 発明者 明石 孝也.
- 2) 特許：発明の名称 酸化チタン膜及びその形成方法, 出願番号 特願2013-24774, 出願人 法政大学, 発明者 明石 孝也, 守屋 充.

栗山 一男

論文

- 1) T. Ida, T. Oga, Kazuo Kuriyama, K. Kushida, Q. Xu, and S. Fukutani, Neutron-transmuted carbon-14 in neutron-irradiated GaN: Compensation of DX-like center, The American Institute of Physics Conference Proceedings, Physics of Semiconductors, 31st International Conference on the Physics of Semiconductor, 1566, pp.67-68 (2013). (査読あり)
- 2) K. Kamioka, T. Oga, Y. Izawa, Kazuo Kuriyama, and K. Kushida, Origins of Low Resistivity and Ge Donor Level in Ge Ion-implanted ZnO Bulk Single Crystals, The American Institute of Physics

Conference Proceedings, Physics of Semiconductors, 31st International Conference on the Physics of Semiconductor, 1566, pp.79-80 (2013). (査読あり)

- 3) H. Aoyama, S. Kuwano, Kazuo Kuriyama, and K. Kushida, Optical band gap and disordered structure in Li_8GeN_4 , Journal of Alloys and Compounds, 577, pp.11-14 (2013). (査読あり)
- 4) K. Kamioka, T. Oga, Y. Izawa, Kazuo Kuriyama, K. Kushida, Characterization of the lattice defects in Ge-ion implanted ZnO bulk single crystals by Rutherford Backscattering: Origins of low resistivity, Nucl. Instrum, Method Phys. Res. B, 307, pp.366-369 (2013). (査読あり)

学会等口頭発表

- 1) 甲斐田 卓也, 上岡 一馬, 栗山 一男, 串田 一雅, 木野村 淳, “水素イオン注入 ZnO バルク単結晶の低抵抗化: 核反応分析と電子スピン共鳴による評価” 61 回応用物理学会春季学術講演会, 18a-D2-7 (2014 年 3 月).
- 2) 竹内 優作, 山下 大輝, 栗山 一男, 串田 一雅, “リチウム二次電池正極材料 Li_5SiN_3 の結晶作成と物性評価”, 61 回応用物理学会春季学術講演会, 19a-PG3-10 (2014 年 3 月).
- 3) H. Nakayama, I. Sakamoto, R. Kinoshita, M. Yasumoto, M. Koike, S. Honda, and Kazuo Kuriyama, Structural and Magnetic Properties of Transition Metals Doped ZnO(TM)/ZnO Multilayers, the 2013 JSAP-MRS Joint Symposia, 19p-PM1-5, Kyoto, 9 月 16 日–20 日 (2013).
- 4) 上岡 一馬, 栗山 一男, 串田 一雅, “S イオン注入 ZnO エピタキシャル膜の低抵抗化の起源”, 74 回応用物理学会秋季学術講演会, 28p-PA3-4 (2013 年 9 月).
- 5) 中村 司, 上岡 一馬, 伊田 孝寛, 栗山 一男, 串田 一雅, 徐 虬, 長谷川 雅考, “中性子転換注入不純物で補償された GaN の深いドナー準位” 74 回応用物理学会秋季学術講演会, 28p-PA1-26 (2013 年 9 月).
- 6) T. Yamashita, S. Kuwano, Kazuo Kuriyama, and K. Kushida, Synthesis and physical properties of Li_8SiN_4 as a cathode material of lithium secondarybatteries, 第 17 回結晶成長国際会議, ポーランド・ワルシャワ, 8 月 11 日–8 月 16 日 (2013).
- 7) T. Kaida, K. Kamioka, Kazuo Kuriyama, K. Kushida, and A. Kinomura, Rutherford backscattering and Nuclear reaction analyses of hydrogen ion-implanted ZnO bulk single crystals, 第 21 回イオンビーム分析国際会議, 米国・シアトル, 6 月 23 日–6 月 28 日 (2013).
- 8) K. Kamioka, T. Oga, Kazuo Kuriyama, K. Kushida, and A. Kinomura, Nuclear reaction analysis of Ge ion-implanted ZnO bulk single crystals: The evaluation of the disorder in oxygen lattices, 第 21 回イオンビーム分析国際会議, 米国・シアトル, 6 月 23 日–6 月 28 日 (2013).
- 9) K. Kamioka, Kazuo Kuriyama, and K. Kushida, Rutherford backscattering analysis of S ion-implanted ZnO bulk single crystals: Origins of low resistivity, 第 21 回イオンビーム分析国際会議, 米国・シアトル, 6 月 23 日–6 月 28 日 (2013).

曾和 義幸

論文

- 1) Yoshiyuki Sowa, Michio Homma, Akihiko Ishijima & Richard M. Berry. Hybrid-fuel bacterial flagellar motors in *Escherichia coli*. Proc Natl Acad Sci USA 111, 3436-41 (2014)

- 2) Fan Bai, Yong-Suk Che, Nobunori Kami-ike, Qi Ma, Tohru Minamino, Yoshiyuki Sowa & Keiichi Namba. Populational Heterogeneity vs. Temporal Fluctuation in *Escherichia coli* Flagellar Motor Switching. Biophys. J. 105, 2123-2129 (2013)
- 3) Chien-Jung Lo, Yoshiyuki Sowa, Teuta Pilizota, Richard M. Berry. Mechanism and kinetics of a sodium-driven bacterial flagellar motor. Proc Natl Acad Sci USA 110, E2544-E2551 (2013)
- 4) Masayoshi Nishiyama, Yoshiyuki Sowa, Yoshifumi Kimura, Michio Homma, Akihiko Ishijima & Masahide Terazima. High Hydrostatic Pressure Induces Counterclockwise to Clockwise Reversals of the *Escherichia coli* Flagellar Motor. J. Bacteriol. 195, 1809-1814 (2013)

解説

- 1) 西山 雅祥, 曾和 義幸. 細胞内の水で生命活動を操る！－高圧力下で観るタンパク質水和変調イメージング. 化学 68, 33-38 (2013)

中村 徹

論文

- 1) Hiroki Ogawa, Takuya Okazaki, Hayao Kasai, Kenta Hara, Yuki Notani, Yasuhiro Yamamoto and Tohru Nakamura, “Normally-off GaN MOSFETs with high-k dielectric CeO₂ films deposited by RF sputtering”, Phys. Status Solidi C, 1–5 (2014) / DOI 10.1002/pssc.201300314.
- 2) Hiroki Ogawa, Hayao Kasai, Naoki Kaneda, Tomonobu Tsuchiya, Tomoyoshi Mishima and Tohru Nakamura, “High performance normally-off self-aligned metal gate GaN MISFETs on free-standing GaN substrates”, Phys. Status Solidi C, 1–6 (2014) / DOI 10.1002/pssc.201300440.
- 3) Hayao Kasai, Hiroki Ogawa, Tomoaki Nishimura, Tohru Nakamura, “Nitrogen ion implantation isolation technology for normally-off GaN MISFETs on p-GaN substrate”, Phys. Status Solidi C, 1–4 (2014) / DOI 10.1002/pssc.201300436.
- 4) Kazuhiro Mochizuki, Tomoyoshi Mishima, Yuya Ishida, Yoshitomo Hatakeyama, Kazuki Nomoto, Naoki Kaneda, Tadayoshi Tsuchiya, Akihisa Terano, Tomonobu Tsuchiya, Hiroyuki Uchiyama, Shigehisa Tanaka and Tohru Nakamura, “A proposal to apply effective acceptor level for representing increased ionization ratio of Mg acceptors in extrinsically photon-recycled GaN”, Materials Science Forum Vols. 778-780 (2014) pp 1189-1192, (2014).
- 5) S. Gu1, H. Katayose, K. Nomoto, T. Nakamura, A. Ohoka, K. Lee, W. Lu1, P. M. Asbeck, “High transconductance ion-implanted GaN MISFETs using atomic layer deposited high-k dielectrics”, Physics Status Solidi C, vol. 10, No. 5, pp. 820-823, 18 FEB 2013, DOI: 10.1002/pssc.201200625(2013).
- 6) Kazuhiro Mochizuki, Tomoyoshi Mishima, Yuya Ishida, Yoshitomo Hatakeyama, Kazuki Nomoto, Naoki Kaneda, Tadayoshi Tsuchiya, Akihisa Terano, Tomonobu Tsuchiya, Hiroyuki Uchiyama, Shigehisa Tanaka, Tohru Nakamura, “Determination of Lateral Extension of Extrinsic Photon Recycling in p-GaN by Using Transmission-Line-Model Patterns Formed with GaN p-n Junction Epitaxial Layers”, Jpn. J. Appl. Phys. Vol. 52, No. 8, (2013), DOI:10.7567/JJAP.52.08JN22.
- 7) Hisayuki Higuchi, Noriyuki Homma and Tohru Nakamura, “A 1/f Temperature Fluctuation Mechanism and Some Applications to Electronic Devices”, Jap. J. Applied Physics, Jpn. J. Appl. Phys. Vol. 52, pp.

学会等口頭発表

- 1) 小川 弘貴, 葛西 駿, 伊藤 駿一, 木村 純, 三島 友義, 土屋 朋信, 中村 徹, “金属ゲートイオン注入 GaN MISFET”, 2014 電気学会 電子デバイス研究会 プログラム 2/2, EDD-14-048, (2014).
- 2) H. Ogawa, T. Okazaki, H. Kasai, K. Hara, Y. Notani, Y. Yamamoto and T. Nakamura, “Normally-off GaN MOSFETs with High-k Dielectric CeO₂ Films Deposited by RF Sputtering”, E-MRS 2013 SPRING MEETING L-2, L-24, (2013).
- 3) Hiroki Ogawa, Hayao Kasai, Tomonobu Tsuchiya, Naoki Kaneda, Tomoyoshi Mishima, Tohru Nakamura, “High Performance Normally-off Self-aligned Metal Gate GaN MISFETs on Free Standing GaN Substrates”, 2013 ICNS-10 10th International Conference on Nitride Semiconductors 2013 PROGRAM & EXHIBIT GUIDE P262, DP2.23, (2013).
- 4) Hayao Kasai, Hiroki Ogawa, Tomoaki Nishimura, Tohru Nakamura, “Nitrogen Ion Implantation Isolation Technology for Normally-GaN MISFETs on p-GaN Substrate”, 10th International Conference on Nitride Semiconductors 2013 PROGRAM & EXHIBIT GUIDE p261 DP2.22, (2013).
- 5) 小川 弘貴, 葛西 駿, 土屋 朋信, 金田 直樹, 三島 友義, 中村 徹, “自立 GaN 基板上の自己整合型イオン注入ノーマリーオフ型 MISFET”, 2013 年 第 74 回 応用物理学会秋季学術講演会, P86, 20p-D7-8, (2013).
- 6) 青柳 拓也, 岡田 裕太郎, 中村 徹, “フィールドプレートを有するイオン注入 GaN-HEMT”, 第 74 回応用物理学会秋季学術講演会, 19a-P7-7, (2013).
- 7) 葛西 駿, 小川 弘貴, 西村 智明, 中村 徹, “p-GaN 基板上 MISFET の窒素イオン注入による素子分離”, 第 74 回応用物理学会秋季学術講演会, 19a-P7-6, (2013)
- 8) 杉町 徹, 青柳 大輝, 西村 智朗, 中村 徹, “イオン注入 4H-SiC 表面におけるグラフェン成長とプラズマ処理効果”, 第 74 回応用物理学会秋季学術講演会, 16p-P7-8, (2013).
- 9) 杉町 徹, 青柳 大輝, 西村 智朗, 中村 徹, “Al イオン注入 4H-SiC 表面グラフェン成長と CF₄ プラズマ前処理効果”, 第 2 回結晶光学未来塾 (2013 年 11 月 7 日 @学習院大学 ポスター番号 6), (2013).

水澤 直樹

論文

- 1) Yuzawa Y., Shimojima M., Sato R., Mizusawa Naoki, Yamamichi K., Suzuki M., Iwai M., Hori, K., Wada, H., Masuda, S., Ohta, H. Cyanobacterial monogalactosyldiacylglycerol-synthesis pathway is involved in normal unsaturation of galactolipids and low-temperature adaptation of *Synechocystis* sp. PCC 6803. ***Biochim. Biophys. Acta*** 1841:475-483, 2014 (査読あり)
- 2) Mizusawa Naoki, Sakata S., Sakurai I., Kubota H., Sato N., Wada H. Essential role of digalactosyldiacylglycerol for photosynthetic growth in *Synechocystis* sp. PCC 6803 under high-temperature stress. In ***Photosynthesis Research for Food, Fuel and Future*** (Kuang, T., Lu, C., Zhang, L., eds.) pp.620-624, 2013, Springer (査読あり)

学会等口頭発表

- 1) 遠藤 嘉一郎, 水澤 直樹, 沈 建仁, 山田 聖人, 靱 達也, 小林 康一, 和田 元 ホスファチジルグリセロール結合部位の改変が光化学系 II に及ぼす影響 第 55 回日本植物生理学会年会, 2014 年 3 月 18 日 (富山大学, 富山市)
- 2) Mizusawa Naoki, Sakata S., Kubota-Kawai H., Sakurai H., Wada H. Cyanobacterial Psb28 protein is involved in the repair of photosystem II under high-temperature stress. The 16th international congress on photosynthesis, 2013 年 8 月 11 日～8 月 16 日 (セントルイス, アメリカ合衆国)
- 3) Endo K., Mizusawa Naoki, Shen J.-R., Kobayashi K., Wada H. Effect of site-directed mutagenesis of amino-acid residues interacting with phosphatidylglycerol molecules on the function of photosystem II. Photosynthesis Research for Sustainability- 2013, 2013年6月5-9日 (バクー, アゼルバイジャン)

木村 啓作

論文

- 1) Tatsuya Sugimoto, Keisaku Kimura, Stability of Graphene Oxide Film to Electron Beam Irradiation and Possible Thickness Dependence of Electron Attenuation, Bull.Chem.Soc.Jpn.**86** (2013) 333-338 (査読あり)

第 2 章

資源再生利用・環境浄化技術の開発

1. 研究の目的

高度化する社会のなかで持続可能な地球環境を形成するための技術開発を行う。この中核となるキーテクノロジーである「資源再生利用と環境浄化技術の開発」を行い、持続可能な循環型社会の形成に貢献することが目的である。本プロジェクトでは、環境浄化細菌を高機能化する技術開発、光触媒による環境浄化、生分解性高分子の開発を中心テーマとして、研究・技術開発を行う。具体的には、下記に示す内容を目的としている。

1) 環境浄化細菌のひとつである有孢子細菌の環境応答・細胞分化機構のゲノムレベルでの解析を行う。ここで得られた知見を基に、モデル有孢子細菌である枯草菌の環境浄化能の高機能化を目指す。細菌の環境応答機構の解析と環境浄化への応用を目的として、大腸菌の環境応答におけるゲノム機能発現とその制御分子機構の解明および金属を高蓄積する大腸菌のゲノム育種を行う。2) 有害物質の分解、無害化によりクリーンな生活環境の持続への貢献に資する。微少高エネルギー反応場を利用して合成した複合酸化チタン系微粒子光触媒の高活性化をはかるとともに、基材へのコーティングを行い実用的な光触媒材料の作製を目指す。3) 生分解性ハイブリッド高分子材料の開発、分子レベルから生分解性高分子を再設計する。例えば、耐熱性を付与することで用途の拡大を目指す。生分解を利用することで廃棄に伴うエネルギーコストの削減が期待される。また、生分解性セグメントに用いるポリ乳酸は植物由来であるため、二酸化炭素の排出量削減が期待される。

2. 研究成果の概要

1) 環境ストレスに応答する枯草菌の細胞分化ネットワークを解析し、孢子ポリサッカライド層を欠く変異株の取得に成功した。この変異株の孢子は水溶液中で分散せず、定着性の高いコロニーをつくる。水処理後の菌体の回収に有効である可能性が示された。一方、大腸菌をモデルとする環境中の各種シグナル分子やストレスに対する大腸菌ゲノム機能発現の網羅的な解析を行い、新しい細菌環境応答ゲノム発現システムネットワークを明らかにした。また、それらの知見を環境浄化へ応用する研究として、細菌ゲノム育種法を提案し、金属を高蓄積する大腸菌の開発に成功した。2) 酸化チタンに価数の異なる金属イオンを共ドーピングして、光触媒特性を調べた。酸化チタン微粒子中の相構成、格子欠陥の種類と濃度が光触媒特性におよぼす効果を説明することができた。3) 代表的な生分解性高分子であるポリ(ε-カプロラクトン)と汎用プラスチックであるポリスチレンから構成される新規高分子化合物の合成に成功した。

3. 研究内容とその成果

(1) 細菌の環境応答機構の解析と環境浄化への応用（佐藤 勉・山本 兼由）

時間空間的に変化する枯草菌の細胞分化遺伝子ネットワークの中で、外界との接点になる孢子最外層を構築する遺伝子に着目した。まず、墨汁ネガティブ染色法による顕微鏡観察および HPLC 解析より孢子最外層は約 $2\mu\text{m}$ のガラクトースおよびラムノースを主成分とするポリサッカライドで構成されていることを明らかにした（図 1）。さらに、このポリサッカライド合成には、部位特異的組換え酵素 *SprA* を介して DNA 再編成により再構築される *spsM* 遺伝子が関与することを示した。*sprA* および *spsM* の変異株では孢子最外層であるポリサッカライドが形成されない（図 2）。また、ポリサッカライド層を欠く孢子コロニーは水流による分散がおこらなかった（図 3）。この結果、孢子ポリサッカライド層は、孢子をより遠方へ移動させるために必要な構造であることが示唆された。微生物を用いた水質浄化の問題点の一つは、浄化後の分散した微生物を回収である。本研究で作出した枯草菌孢子は、水環境中で分散しない。水環境中でのコントロール可能な孢子の開発に成功した。

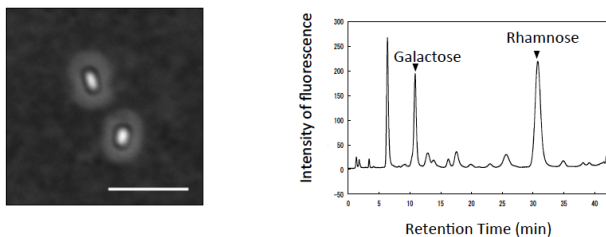


図1. 枯草菌孢子のポリサッカライド層

枯草菌168孢子の墨汁ネガティブ染色（左）：白抜きの線は $4\mu\text{m}$ 、孢子外層（ハロ部分）が検出された。精製したポリサッカライド層のHPLCによる成分分析（右）：ポリサッカライド層はガラクトースとラムノースを主成分であることが示された。

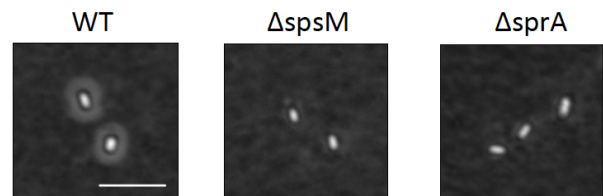


図2. 枯草菌 *spsM* 及び *sprA* 変異株の孢子最外層

枯草菌の野生株 WT（左）は最外層であるポリサッカライド層が検出できるが、*spsM*（中）および *sprA*（右）変異株では検出されない。白抜きの線は $4\mu\text{m}$ 。

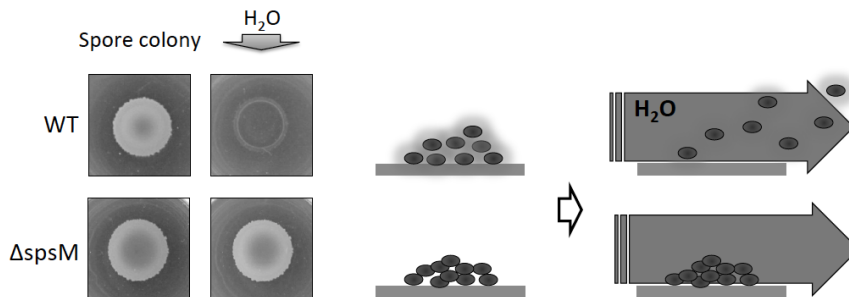


図3. 孢子ポリサッカライド層は孢子を水流により遠方へ移動させる役割をもつ

野生株 (WT) 孢子コロニーは容易に水流で流される（上）。一方、ポリサッカライドをもたない *spsM* 変異株の孢子は固着性が増したコントロール可能な株が構築された。

一方、大腸菌をモデルとする新しい環境条件として、モデル動物とするショウジョウバエ体内を設定し、大腸菌のゲノム発現を解析するシステムを構築した。また、これまでに独自に開発した Genomic SELEX 法や既存 ChIP-chip 法に加え、大腸菌ゲノム機能発現を網羅的に解析する新しい PS-TF 法を開発した。これらによる大腸菌ゲノム機能発現解析の結果より、ハエ体内の生存に必要な転写制御因子の同定（図 4）、モリブデンと細菌性ホルモンシグナル分子に応答する大腸菌ゲノム機能発現ネットワークの全容を明らかにした（図 5）。また、金属に応答する大腸菌ゲノム機能発現ネットワークの遺伝的改変（ゲノム育種）により金属を高蓄積する大腸菌の育種に成功した（図 6）。

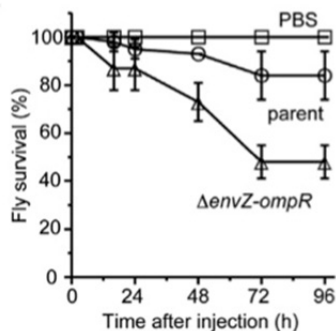


図4. 大腸菌のハエ体内生存に必須な遺伝子 *envZ-ompR*
ハエの体内に大腸菌野生株 (parent) と *envZ-ompR* 欠失株をインジェクションし、経時的にハエ体液を採集し、大腸菌数を測定した結果、*envZ-ompR* 欠失株の生存率が低いことが示された。

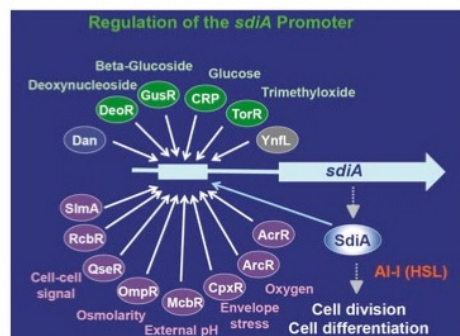


図5. 大腸菌の細菌性ホルモシグナル分子レセプターSdiAの多因子制御システム

大腸菌の細菌性ホルモシグナル分子 (AI-1 [HSL]) レセプターSdiAは転写段階で自身を含む15種類の転写制御因子により発現が制御される新しいモデルを提唱した。

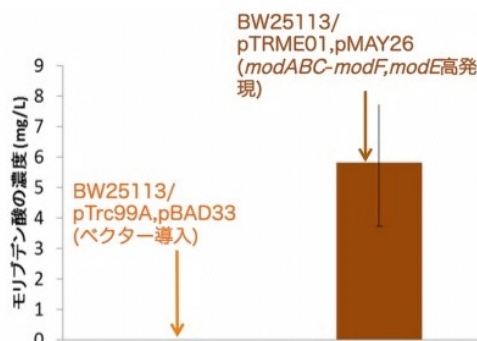


図6. 大腸菌のゲノム育種によるモリブデン酸蓄積能力の付加
大腸菌にモリブデン酸取り込みシステムとモリブデン酸結合タンパク質を高発現させたゲノム育種により、細胞内にモリブデン酸が増加した。

(2) 高可視光活性な環境浄化光触媒コーティング技術の開発 (石垣 隆正)

TiO₂に価数の異なる金属イオン Eu³⁺, Nb⁵⁺を共ドープした微粒子をプラズマ法で合成した。粒径 30-40nm のナノサイズ微粒子は一次粒子が明瞭に見える易分散性の球状粒子からなっていた (図 1)。光触媒活性を評価するため微粒子を分散したメチルオレンジ色素水溶液に紫外光および可視光 (波長 405 および 436nm の混合) を照射して、色素の脱色を調べた。触媒活性の組成依存性は、格子欠陥の生成・消滅に対応した。ニオブ添加無しの時、光触媒活性は紫外光照射、可視光照射下ともに、Eu³⁺添加量の増加とともに低下した。この変化は、Eu³⁺添加で生成した酸素欠陥が、光照射により生成した電子・正孔対の結合中心となったことによる。Eu³⁺添加量を 0.5at.% として、Nb⁵⁺添加量を変化させたときは、紫外光照射、可視光照射ともに、ニオブ添加とともに光触媒活性は向上し、Eu³⁺添加量と同じにな

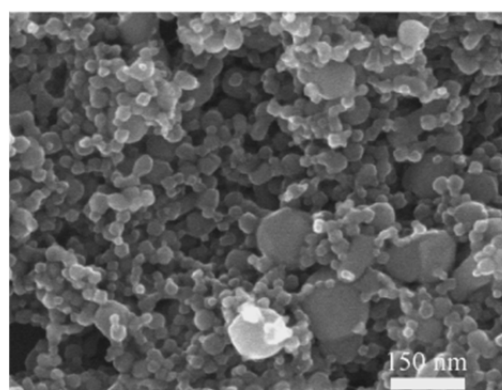


図1 プラズマ合成 0.5 at% Eu および 0.5 at% Nb 共ドープ TiO₂ ナノ粒子
一次粒子が明瞭に見える球状ナノ粒子が生成した。

る Nb^{5+} 添加量 0.5at.% を越えると活性が低下した (図 2)。 Eu^{3+} 、 Nb^{5+} 共ドープした TiO_2 の微粒子の紫外・可視吸収スペクトルは、 TiO_2 ホストによる紫外光域の強い吸収に加えて、波長 500nm 以上の可視光域でも吸収を示した。この吸収に対応して、波長域 600-700nm の可視光照射下での光触媒活性を調べた。 Eu^{3+} 、 Nb^{5+} 0.5at.% 共ドープした TiO_2 微粒子は、比較的長波長の可視光下でも光触媒活性を持つことが示唆された (図 3)。

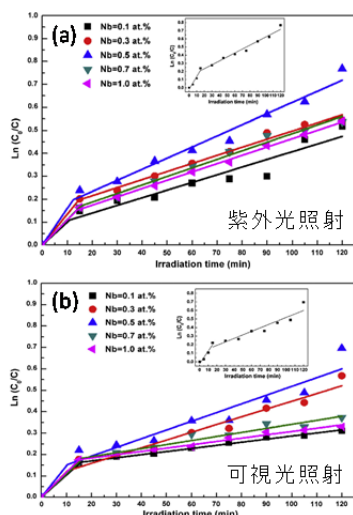


図2 プラズマ合成 0.5at.% Eu, および 0.1-1.0 at.% Nb 共ドープ TiO_2 ナノ粒子を分散したメチルオレンジ溶液の脱色

紫外光照射, 可視光照射ともに, ニオブ添加とともに光触媒活性は向上し, Eu^{3+} 添加量と同じになる Nb^{5+} 添加量, 0.5at.% を越えると活性が低下した。

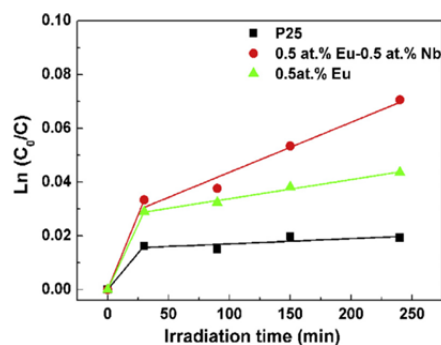


図3 プラズマ合成 0.5 at.% Eu および 0.5at.%Nb 共ドープ TiO_2 ナノ粒子を分散したメチルオレンジ溶液の脱色(照射光の波長: 600-700 nm)

(3) 環境浄化生分解性ハイブリッド高分子材料の開発 (杉山 賢次)

星型ポリマーに着目し, 基礎となる合成法の開拓, および物性評価を中心に検討した。まず始めに, リビングアニオン重合法と定量的な官能基変換反応により鎖末端に 2 個の水酸基を有するポリスチレン ($\text{PS}(\text{OH})_2$) を合成した。続いて, これら 2 つの水酸基を反応開始点としてカプロラク톤の開環重合を行うことで, ポリスチレン (PS) 鎖 1 本, ポリカプロラク톤 (PCL) 鎖 2 本から構成される AB_2 星形ポリマーの合成に成功した (図 1)。ガラス転移温度が -60°C である PCL に 100°C

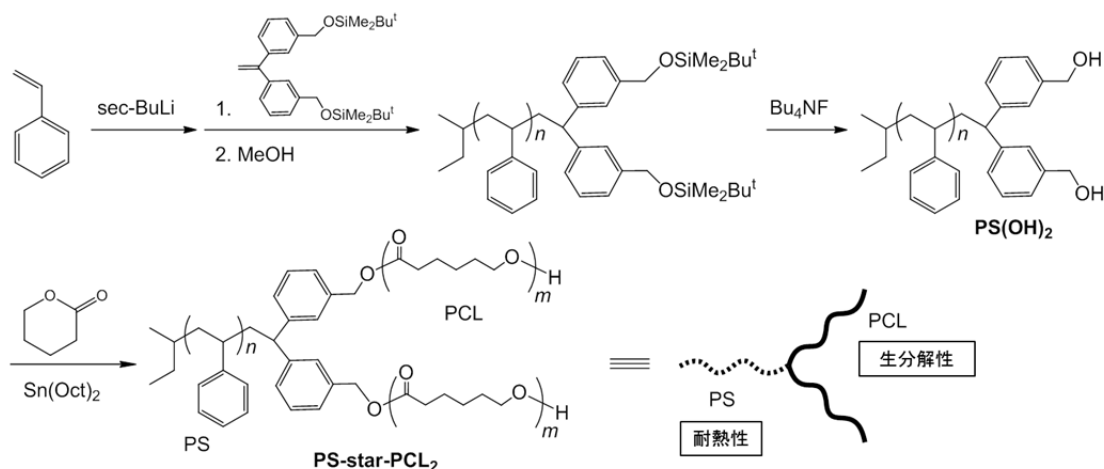


図1. AB_2 型星形ポリマーの精密合成

耐熱性セグメントであるポリスチレン (PS) と生分解性セグメントであるポリカプロラク톤 (PCL) から構成される星形ポリマーの合成経路。リビング重合法を用いているため, 全てのセグメントの分子量が制御されている。

の PS を導入することで熱安定性の向上が期待される。
また、星形構造により加工性形成が保たれる。

以下に示す 4 種類の大腸菌を用い、得られた星形ポリマーの毒性評価を行った。JW0019ΔKm2 (Ap, Km, Tc 耐性なし), DH5α : pBR322 (Ap, Tc 耐性あり), DH5α : pLUX (Km 耐性あり), MG1655 (環境株に近いモデル)。それぞれの菌を含む培地にポリマーをキャストし培養したところ、いずれの場合もハローは観察されなかった。すなわち、星形ポリマー (PS-star-PCL₂) は、従来用いられてきた生分解性ポリマーである PCL と同様、大腸菌に対して毒性を示さないことがわかった。したがって、耐熱性セグメントとして PS を導入した分子設計に現時点で問題は無いことがわかった (図 2)。

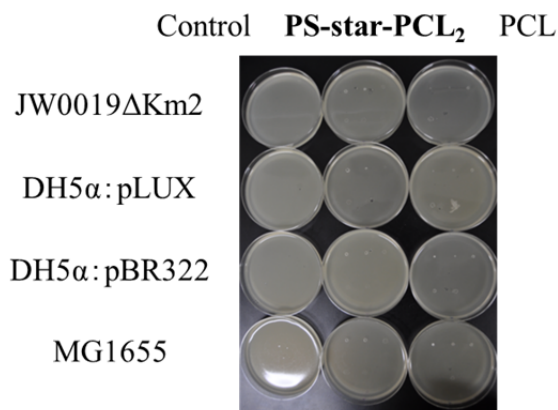


図2. 大腸菌を用いた毒性評価
数種類の大腸菌を用い培養試験を行ったところ、いずれの場合もハローは観察されず、星形ポリマー (PS-star-PCL₂) は大腸菌に対して毒性を示さない。

4. 今後の課題

各サブテーマ毎の今後の課題を以下に記す。1) 枯草菌胞子のポリサッカライド合成の遺伝子ネットワークを解明し、ポリサッカライド合成経路を明らかにする必要がある。また、胞子ポリサッカライド層を欠く変異株を用い水環境中での生育および変異胞子を沈降させ回収可能か評価する必要がある。また、細菌コミュニケーションによる大腸菌ゲノム機能発現について、シグナル分子の探索とそれらを介する制御メカニズムの解明を行ない、大腸菌細胞の恒常性システムを理解する。さらに、細菌細胞恒常性機能を改良し、環境浄化に貢献する応用的研究を行う必要がある。2) 比較的容易な微粒子合成法であるメカノケミカル法、超音波重畳法などにより合成した複合酸化チタン微粒子に可視光照射下の光触媒活性を安定に付与し、高機能化する必要がある。3) 新規高分子化合物であるため、自然環境中へ放出された際の安全性について詳細に検討する必要がある。

5. 研究業績

佐藤 勉

論文

- 1) Kimihiro ABE, Akira YOSHINARI, Takahiro AOYAGI, Yasuhiro HIROTA, Keito IWAMOTO, Tsutomu SATO. Regulated DNA rearrangement during sporulation in *Bacillus weihenstephanensis* KBAB4, Mol. Microbiol. Vol.90, No.2, pp.415-427 (2013) 査読あり

学会等口頭発表

- 1) 河野 裕太, 新井 健司, 中村 甫, 丸山 祐輝, 安部 公博, 佐藤 勉 : 「枯草菌 SPβ による遺伝子再編成の調節機構」日本農芸化学会, 明治大学 (2014 年 3 月 29 日)
- 2) 安部 公博, 岩本 敬人, 稲井 貴志, 佐藤 勉 : 「枯草菌における SPβ プロファージを介した遺伝子再編成と胞子の成熟化」日本農芸化学会, 明治大学 (2014 年 3 月 29 日)

- 3) 津田 嵩平, 吉成 輝, 安部 公博, 佐藤 勉: 「有孢子細菌の孢子形成期における遺伝子再構築の多様性」日本農芸化学会, 明治大学 (2014 年 3 月 29 日)
- 4) 岩本 敬人, 安部 公博, 佐藤 勉: 「枯草菌の孢子形成期に再構築される *spsM* の機能解析」ゲノム微生物学会年会, 東京農業大学 (2014 年 3 月 8 日)
- 5) 安部 公博, 河野 裕太, 新井 健司, 丸山 祐輝, 関 勇吾, 佐藤 勉: 「細胞分化におけるプロファージによる DNA 再編成」ゲノム微生物学会年会, 東京農業大学 (2014 年 3 月 7 日)
- 6) 安部 公博, 岩本 敬人, 佐藤 勉: 「枯草菌における孢子最外層ポリサッカライドの役割」法政大学マイクロ・ナノテクノロジー研究センターシンポジウム, 法政大学 (2014 年 1 月 25 日)
- 7) 安部 公博, 新井 健司, 岩本 敬人, 中村 甫, 丸山 祐輝, 佐藤 勉: 「Prophage-mediated gene reconstitution of *capD* involved in formation of the spore outermost layer in *Bacillus subtilis*」微生物研究会, 東京電機大学 (2013 年 10 月 5 日)
- 8) 安部 公博, 新井 健司, 岩本 敬人, 中村 甫, 丸山 祐輝, 佐藤 勉: 「枯草菌の孢子形成期における DNA 再編成」グラム陽性菌ゲノム機能会議, 茨城 (2013 年 9 月 7 日)
- 9) Kimihiro Abe, Kenji Arai, Keito Iwamoto, Hajime Nakamura, Yuki Maruyama and Tsutomu Sato: 「Prophage-mediated gene reconstitution of *capD* involved in formation of the spore outermost layer in *Bacillus subtilis*」7th International Conference on Gram-Positive Microorganisms, Italy (2013 年 6 月 24 日)
- 10) Kimihiro Abe, Takahiro Aoyagi, Yasuhiro Hirota, Keito Iwamoto and Tsutomu Sato: 「Regulated DNA rearrangement during sporulation in *Bacillus weihenstephanensis* KBAB4」7th International Conference on Gram-Positive Microorganisms, Italy (2013 年 6 月 24 日)

その他

- 1) 新聞記事: Study Findings from Hosei University Broaden Understanding of Prophages, NewsRx, (2013 年11月19日発行)

山本 兼由

論文

- 1) Shiratsuchi, A., Shimamoto, N., Nitta, M., Tuan, Tran Q., Firdausi, A., Gawasawa, M., Yamamoto, Kaneyoshi, Ishihama, Akira, and Nakanishi, Y. (2013) Role for σ^{38} in Prolonged Survival of *Escherichia coli* in *Drosophila melanogaster*. J. Immunol. 192(2): 666-675.
- 2) Shimada, K., Ogasawara, H., Yamada, K., Shimura, M., Kori, A., Shimada, Tomohiro, Yamanaka, Y., Yamamoto, Kaneyoshi, Ishihama, Akira. (2013) Screening of promoter-specific transcription factors: multiple regulators for the *sdiA* gene involved in cell division control and quorum sensing. Microbiology 159(Pt 12): 2501-2512.
- 3) Kurata, T., Katayama, A., Hiramatsu, M., Kiguchi, Y., Takeuchi, M., Watanabe, T., Ogasawara, H., Ishihama, Akira, and Yamamoto, Kaneyoshi. (2013) Identification of the set of genes, including non-annotated *morA*, under the direct control of ModE in *Escherichia coli*. J. Bacteriol. 195(19): 4496-4505.
- 4) Pukklay, P., Nakanishi, Y., Nitta, M., Yamamoto, Kaneyoshi, Ishihama, Akira, and Shiratsuchi A. (2013)

Involvement of EnvZ-OmpR two-component system in virulence control of *Escherichia coli* in *Drosophila melanogaster*. Biochem. Biophys. Res. Commun. 438(2): 306-311.

招待講演

- 1) 山本 兼由 細胞内でレアメタルを高蓄積する大腸菌のゲノム育種とその応用, 第2回グリーンテクノロジーセミナー, 東京, 平成26年3月
- 2) 山本 兼由 細胞内でレアメタルを高蓄積する大腸菌のゲノム育種とその応用, 神戸天然物化学株式会社, 神戸, 平成26年3月
- 3) 山本 兼由 細胞内でレアメタルを高蓄積する大腸菌の作製とその応用, JST 新技術説明会 分野別一環境, 東京, 平成26年1月
- 4) 山本 兼由 大腸菌ゲノムの環境情報伝達適応ネットワーク, 協和発酵バイオ生産技術研究所セミナー, 防府, 平成25年11月
- 5) 山本 兼由 大腸菌の環境適応ゲノム発現制御機構, 国立遺伝学研究所 2013年度研究集会「大腸菌ゲノム転写研究全体像の分析と転写データベース構築」, 三島, 平成25年10月
- 6) Yamamoto, Kaneyoshi. The metal-response regulatory network of *Escherichia coli*. 1st Singapore-Japan-India Joint Symposium on 'Protein-DNA interactions in prokaryotic nucleoid and eukaryotic chromatin', Singapore, July, 2013.

学会等口頭発表

- 1) 山中 幸, 志波 優, 山本 健太郎, 川岸 郁朗, 吉川 博文, 石浜 明, 山本 兼由 大腸菌 GadE によるゲノム発現制御メカニズムの解明 日本農芸化学会 2014年度大会, 東京, 平成26年3月
- 2) 山本 兼由, 山田 佳代子, 岩田 紀子, 小澤 貴博, 富山 あや乃, 千野 拓馬, 石井 絵里, 鈴木 孝太, 尾崎 友紀, 石浜 明 大腸菌システイン合成遺伝子群を制御する CysB-Cbl カスケード 日本農芸化学会 2014年度大会, 東京, 平成26年3月
- 3) 小島 溪晃, 森田 英利, 石浜 明, 山本 兼由 ビフィズス菌との相互作用で誘導される大腸菌 遺伝子(群)の同定と発現制御 日本農芸化学会 2014年度大会, 東京, 平成26年3月
- 4) Takashi Sawada, Eri Ohta, Etsuko Omura, Tohru Umemura, Kayoko Yamada, Che Yong-Suk, So-ichiro Nishiyama, Kaneyoshi Yamamoto, Yoshiyuki Sowa and Ikuro Kawagishi 大腸菌ヒストン様タンパク質 H-NS 変異導入によるべん毛モーター制御能の解析 第19回べん毛研究交流会, 高知, 平成26年3月
- 5) 中野 雅博, 多田 麻里永, 石浜 明, 山本 兼由 システイン代謝遺伝子転写因子 YdcN の包括転写因子としての機能 日本農芸化学会 2014年度大会, 東京, 平成26年3月
- 6) 平 優季, 片山 映, 石浜 明, 山本 兼由 大腸菌 RNA ポリメラーゼに直接結合するタンパク質の網羅的解析 第36回日本分子生物学会年会, 神戸, 平成25年12月
- 7) 山本 兼由, 山中 幸, 大島 拓, 山田 佳代子, 岩田 紀子, 大村 悦子, 崎井 裕貴, 中川 日出子, 渡會 祥, 曾和 義幸, 川岸 郁朗, 石浜 明 大腸菌核様体形成の主要蛋白 H-NS のシステムティックな制御機能解析 第36回日本分子生物学会年会, 神戸, 平成25年12月
- 8) 吉多 美祐, 安達 友美, 渡邊 宏樹, 石浜 明, 山本 兼由 大腸菌の二成分制御系レスポンスレギュレーター間における転写制御ネットワーク 第36回日本分子生物学会年会, 神戸, 平成25年12月

- 9) 小川 綾乃, 吉多 美祐, 石浜 明, 山本 兼由 大腸菌の細胞形態形成制御に関する転写因子群の探索 第 36 回日本分子生物学会年会, 神戸, 平成 25 年 12 月
- 10) 吉多 美祐, 小川 綾乃, 石浜 明, 山本 兼由 大腸菌ゲノム発現制御する主要レスポンスレギュレーター群 日本農芸化学会 2013 年度関東支部大会, 日吉, 平成 23 年 11 月
- 11) 竹内 真実, 倉田 竜明, 石浜 明, 山本 兼由 大腸菌コロニー形成に関与する新奇遺伝子 *morA* 第 12 回微生物研究会, 東京, 平成 25 年 10 月
- 12) 山中 幸, 大島 拓, 石浜 明, 山本 兼由 Transcriptional regulatory cascade for response to acidic and anaerobic stresses in *Escherichia coli* 第 12 回微生物研究会, 東京, 平成 25 年 10 月
- 13) 渡邊 宏樹, 石浜 明, 山本 兼由 大腸菌 K 株の全二成分制御系遺伝子プロモーターの包括的発現解析 第 12 回微生物研究会, 東京, 平成 25 年 10 月
- 14) 島本 尚人, 新田 真緒, 山本 兼由, 石浜 明, 中西 義信, 白土 明子 カタラーゼを利用した大腸菌のショウジョウバエへの持続感染 第 86 回日本生化学会大会, 横浜, 平成 25 年 9 月
- 15) 吉多 美祐, 渡邊 宏樹, 石浜 明, 山本 兼由 細菌情報伝達による環境応答ネットワークの全体像 第 10 回 21 世紀大腸菌研究会, 修善寺, 平成 25 年 6 月
- 16) 平 優季, 片山 映, 矢野 恒一, 河村 富士夫, 石浜 明, 山本 兼由 大腸菌 RNA ポリメラーゼ RpoA タグ株のリボソーム形成能の解析 第 10 回 21 世紀大腸菌研究会, 修善寺, 平成 25 年 6 月
- 17) Yamanaka, Y., Oshima, T., Ishihama, Akira, and Yamamoto, Kaneyoshi. Molecular mechanism for Simultaneous adaptation to both acid and anaerobic conditions in *Escherichia coli*. American Society for Microbiology 113th General Meeting, Denver, USA, May, 2013.

その他

- 1) 新聞記事：日刊工業新聞（2014年1月15日）, 「法政大, 大腸菌でレアメタルを高濃度に蓄積することに成功」
- 2) 山本 兼由 組み換え微生物 特願2013-102752 (2013.5.15)

石垣 隆正

論文

- 1) Takashi Iwamoto, Takamasa Ishigaki, Fabrication of iron oxide nanoparticles using laser ablation in liquids, Journal of Physics: Conference Series, Vol. 441, p.p. 012034 1-5, 2013-6. (査読あり)
- 2) Masatomo Sumiya, Tomohiro Akizuki, Kenji Itaka, Makoto Kubota, Kenta Tsubouchi, Takamasa Ishigaki, Hideomi Koinuma, Effect of hydrogen radical on decomposition of chlorosilane source gases, Journal of Physics: Conference Series, Vol. 441, p.p. 012003 1-6, 2013-6. (査読あり)

招待講演

- 1) 石垣 隆正, 液中レーザアブレーションによる表面制御 Y₂O₃ ナノ粒子の合成, 日本化学会新領域研究グループ「液相高密度エネルギーナノ反応場」第 4 回研究会 (2013 年 5 月 31 日, 愛媛大学, 松山市).
- 2) 石垣 隆正, レーザー誘起液中プラズマによるナノ粒子合成と表面制御, 日本学術振興会「プラズマ材料科学」第 153 委員会第 114 回定例研究会 (2013 年 11 月 1 日, 弘済会館, 千代田区).

学会等口頭発表

- 1) 矢口 健, 石垣 隆正, 均一沈殿法による水溶液からの酸化亜鉛微粒子合成, 粉体粉末冶金協会平成 25 年度春季大会, 3-9A (2013 年 5 月 27 日, 早稲田大学, 新宿区).
- 2) S. Takahashi, K. Kobayashi, T.S. Suzuki, Y. Sakka, T. Ishigaki, T. Uchikoshi, Fabrication of C-axis oriented lanthanum silicate bulk ceramics by magnetic field assisted colloidal processing, The 19th International Conference on Solid State Ionics (2013 年 6 月 3 日, 京都国際会議場, 京都市).
- 3) S. Takahashi, K. Kobayashi, T.S. Suzuki, Y. Sakka, T. Ishigaki, T. Uchikoshi, Fabrication of c-axis oriented lanthanum-silicate bulk ceramics by magnetic field-assisted colloidal processing, The 7th International Conference on Science and Technology of Advanced Ceramics, PP-100 (2013 年 6 月 20 日, メルパルク横浜, 横浜市).
- 4) 渡部 明日香, 中島 麗子, 石垣 隆正, pH を変化させた水溶液中のレーザーアブレーションにより合成した酸化チタンナノ粒子, 第 5 回日本化学会新領域研究グループ「液相高密度エネルギーナノ反応場」研究会, 13 (2013 年 8 月 9 日, 産業技術総合研究所, 江東区).
- 5) Sharif A. Al-Mamun, 石垣 隆正, 液相レーザーアブレーション法 Eu^{3+} ドープ Y_2O_3 ナノ蛍光体合成における H_2O_2 添加効果, 日本セラミックス協会第 26 回秋季シンポジウム, 2C19 (2013 年 9 月 5 日, 信州大学, 長野市).
- 6) 高橋 聡志, 打越 哲郎, 小林 清, 武藤 浩行, 松田 厚範, 石垣 隆正, コロイドプロセスを用いたランタンシリケートオキシapatite の作製, 日本セラミックス協会第 26 回秋季シンポジウム, 2L20 (2013 年 9 月 5 日, 信州大学, 長野市).
- 7) 渡部 明日香, 中島 麗子, 石垣 隆正, Titanium oxide nanoparticles synthesized by laser ablation in aqueous solution of various pH values, 第 26 回プラズマ材料科学シンポジウム, 24p-A-8 (2013 年 9 月 24 日, 九州大学, 福岡市).
- 8) Sharif Abdullah Al Mamun, 石垣 隆正, 酸化イットリウムナノ粒子の液相レーザーアブレーション合成における粒子表面の水素化の影響, 第 33 回エレクトロセラミックス研究討論会, 1B10 (2013 年 10 月 24 日, 文部科学省研究交流センター, つくば市).
- 9) 高橋 聡志, 小林 清, 鈴木 達, 目 義雄, 石垣 隆正, 打越 哲郎, 強磁場コロイドプロセス法を用いたオキシapatite 型ランタンシリケート配向バルク体の作製, 第 33 回エレクトロセラミックス研究討論会, 2P35 (2013 年 10 月 25 日, 文部科学省研究交流センター, つくば市).
- 10) 小林 清, 鈴木 達, 打越 哲郎, 目 義雄, 北嶋 将太, 樋口 透, 三原 俊哉, 高橋 聡志, 明石 孝也, 石垣 隆正, 酸化物イオン伝導性オキシapatite の合成プロセス開発から電解質特性解明まで, 第 33 回エレクトロセラミックス研究討論会, 2B10 (2013 年 10 月 25 日, 文部科学省研究交流センター, つくば市).
- 11) S. A. Al-Mamun, T. Ishigaki, Controlling the liquid condition in the synthesis of Y_2O_3 and $(\text{Y}_{0.95}\text{Eu}_{0.05})_2\text{O}_3$ nanoparticles by laser ablation in water, The 30th Japan-Korea International Seminar on Ceramics, E-02 (2013 年 11 月 21 日, 北九州国際会議場, 北九州市).
- 12) S. Takahashi, K. Kobayashi, T.S. Suzuki, Y. Sakka, T. Ishigaki, T. Uchikoshi, Fabrication and Characterization of c-Axis Oriented Lanthanum Silicate Oxyapatite Polycrystalline Ceramics, The 5th International Symposium on Advanced Ceramics, D-11-18 (2013 年 12 月 11 日, Ramada Plaza Optics

Valley Hotel, 武漢, 中国).

- 13) 渡部 明日香, 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 Nb ドープ TiO₂ ナノ粒子の合成, 第 52 回セラミックス基礎科学討論会, 1A03 (2014 年 1 月 9 日, ウィンクあいち, 名古屋市)
- 14) 山崎 歩, 石垣 隆正, 打越 哲郎, 磁場配向プロセスを用いたヘマタイト配向体の作製, 日本セラミックス協会 2014 年年会, 1G22 (2014 年 3 月 17 日, 慶應義塾大学, 横浜市).

解説

- 1) 打越 哲郎, 板倉 明子, 松永 知佳, 石垣 隆正, 機能性セラミックス微粒子の紫外線防御機構と特性, 表面科学, Vol. 35, No. 1, p.p. 45-49, 2014-1. (査読あり)

杉山 賢次

論文

- 1) Yu-Cheng Chiu, Tzu-Ying Chen, Chu-Chen Chueh, Hung-Yu Chang, Kenji Sugiyama, Yu-Jane Sheng, Akira Hirao, Wen-Chang Chen, High Performance Nonvolatile Transistor Memories of Pentacene Using the Electrets of Star-branched P-type Polymers and Their Donor/Acceptor Blends, J. Mater. Chem. C, Vol.2, pp.1436-1446, 2014-2. (査読あり)

著書

- 1) 杉山 賢次 (分担執筆), 化学便覧 応用化学編 第 7 版, II 基礎的化学技術, 5 章 高分子合成・加工技術, 5.3.3 「付加重合」, pp.64-69, 丸善, 2014

学会等口頭発表

- 1) 中村 綾菜, 松島 聡子, 山田 岳史, 杉山 賢次, イオン結合性パーフルオロアルキル基を含むブロック共重合体の合成とフィルム表面の構造解析, 第 62 回高分子討論会, 金沢大学, 2013 年 9 月.
- 2) 大脇 由子, 山田 真也, 杉山 賢次, クマリン基を用いた含フッ素ポリマーフィルム表面における分子運動性の制御, 第 62 回高分子討論会, 金沢大学, 2013 年 9 月.
- 3) 木村 謙斗, 赤松 剛至, 阿部 辰哉, 杉山 賢次, 富永 洋一, イオン伝導性星型ポリマーの合成と固体高分子電解質としての特性評価, 第 62 回高分子学会年次大会, 京都国際会議場, 2013 年 5 月.
- 4) 山田 岳史, 杉山 賢次, 鎖末端に複数のイオン結合性パーフルオロアルキル基を有するポリスチレンの合成および表面構造解析, 第 62 回高分子学会年次大会, 京都国際会議場, 2013 年 5 月.
- 5) 阿部 辰哉, 木村 謙斗, 赤松 剛至, 富永 洋一, 杉山 賢次, イオン伝導性セグメントを含むスターブロックコポリマーの合成, 第 62 回高分子学会年次大会, 京都国際会議場, 2013 年 5 月.
- 6) 山田 真也, 杉山 賢次, シンナモイル基を用いた含フッ素水溶性ポリマーフィルム表面の安定化, 第 62 回高分子学会年次大会, 京都国際会議場, 2013 年 5 月.
- 7) 大越 芽生, 杉山 賢次, ポリカプロラクトン鎖を含む AB2 型スターポリマーの合成, 第 62 回高分子学会年次大会, 京都国際会議場, 2013 年 5 月.
- 8) 大川 夏芽, 杉山 賢次, 側鎖にオキシエチレンおよびパーフルオロアルキル基を有する両親媒性トリブロック共重合体の合成と表面構造解析, 第 62 回高分子学会年次大会, 京都国際会議場, 2013 年 5 月.

第3章

プラント実現のための エコソリューション技術

1. 研究の目的

本研究は、「日本経済再生に向けた緊急経済対策」に盛り込まれた重点施策を踏まえてグリーンテクノロジーの基盤技術を開発し、日本再生と地球環境保全に貢献するため、中心テーマとして、「グリーンテクノロジー」を支える「エネルギー変換システム」を重要課題として、先端的な電子・メカトロデバイス開発を応用したプラント実現のためのエコソリューション技術の構築を目的とする。

2. 研究概要

資源再生利用，エネルギー獲得といったグリーンテクノロジーを実用的なオーダーで実現するためには，ターゲットプラントの開発が必須である．本サブテーマでは，マイクロ流体制御，マイクロアクチュエータ，高効率・低環境負荷型電子・機械デバイスなどの要素技術の開発を通じ，上記の目的達成に向けた研究を行っている．

2013 年度は，高出力密度を有するマイクロ液圧アクチュエータの開発においては，高い出力密度を持つ小形液圧駆動アクチュエータシステムの開発において，電極の近接配置や凹凸形状により，小形化と高出力化の可能性を確認し，一体化構造に適した小形高出力液圧源の実現を試みた．タービン翼列の超高負荷化においては，超高負荷タービン翼列（UHLTC）内の複雑な二次流れの詳細を明らかにすることを目的に，入射角をパラメータとして UHLTC の直線翼列モデルに対して内部流れの数値解析を実施し，測定結果との比較を行った．マイクロファンの風量，騒音，振動評価手法の開発においては，直径 170mm の小型軸流ファンの空力騒音の主要な成分であるスポークと羽根後流の干渉騒音の発生メカニズムを実験および解析によって明らかにすることを試みた．アクチュエータの高性能化に関する研究においては，MEMS 技術を用いた新規なインクジェットヘッドの開発，水熱合成法による PZT 膜の選択成膜に適したレジストの研究，デジタル直接駆動技術を用いた高指向性スピーカの要素開発を行った．

3. 研究成果の報告

（1）高出力密度を有するマイクロ液圧アクチュエータの開発（田中）

液圧によるパワー伝達はマイクロ環境下でも高出力密度を実現でき，機能性流体 ECF を用いた液圧駆動原理はマイクロ環境下に適している．本研究開発では，これまでの知見を整理し，より小形で高出力なマイクロポンプモジュール（図 1）に必要な電極形状や配置方法について検討した．また新たなマイクロポンプモジュールと電極対を製作し，実験により形状パラメータの最適化を図った小形で高出力なポンプモジュールを提案した．

本研究の最終目標は，システム全体の質量が 20 g，最大定格出力が 10 W，すなわち，最大出力密度が 0.5 W/g の性能を有する高出力密度を有する指先大の大きさの液圧源を含む液圧駆動小形アクチュエータシステム（図 2）の開発である．具体的には，以下の項目を実施し，各成果を得た．

①高い出力密度を持つ小形液圧駆動アクチュエータシステムの開発

図 3 は既存の従来型液圧駆動アクチュエータの特性を最新のデータで再整理したものであり，図 4 はアクチュエータの自重と出力密度の最新データによる調査結果である．領域 A の液圧駆動アクチュエータは，大形化とともに出力密度が小さくなるが，液圧駆動アクチュエータは，領域 B の電

気駆動アクチュエータに比べ、出力密度は一桁以上大きい。東工大・横田らの ECF アクチュエータは、従来の領域から大きく離れた領域 C に分類されることから、ここで開発目標としている小形液圧駆動アクチュエータは、構造上、より一層の小形化が実現できれば、従来より大きな出力密度を達成できる可能性がある。これらの調査結果は、2013 年 10 月 9 日に米国で開催された国際会議 ASME/BATH 2013 Symposium on Fluid Power & Motion Control (FPMC2013) で発表した。

②電極の近接配置や凹凸形状により、小形化と高出力化の可能性確認

ECF マイクロポンプの小形化と高出力化のためのポイントを整理すると、

- ・電極間隔は狭いほどよいがあまり狭いと放電しやすく、限界電極間隔は 0.2mm である。
- ・正負電極の寸法は、針状正電極の径 0.1mm に対して、リング穴径 0.3mm の対応が最も高出力である。
- ・正電極の針と負電極のリング穴は同じ形状でできるだけ同軸上に配置される方がよい
- ・針状正電極の電極エッジ長さ（電極の周囲長さ）は、長いほど高出力である。
- ・針状正電極の突起高さは出力圧力に影響しない。従って小形化には、突起高さはできるだけ小さくする方が望ましい。
- ・リング状負電極の板厚が薄いと大きな出力圧が得られず、厚すぎても出力圧は小さくなる。針状正電極の径 0.1mm、リング穴径 0.3mm の場合、リング状負電極の板厚は 0.3mm が最も高出力である。
- ・正電極をタングステン、負電極を黄銅で製作した電極から大きな出力圧が得られる。

以上の知見を踏まえ、さらに小形化した複数の電極対を配置することにより、小形液圧源の小形化と高出力化の両立への見通しを得た（図 5、図 6）。

③一体化構造に適した小形高出力液圧源の実現

上記課題の実現には、正負電極対をどこまで小形化して近接配置できるかが課題となる。ここでは、高出力を維持しながら、より小形化を目指し、正負の電極を板状の加工電極によるポンプ構造を提案し、従来のマイクロポンプと比較して自重に換算すると約 90 分の 1 の小型化を図った。この電極製作にはノウハウが必要で、実用化にあたり重要となる精密な電極の製法はまだ確立されておらず、新たな電極の製法を検討する必要がある。

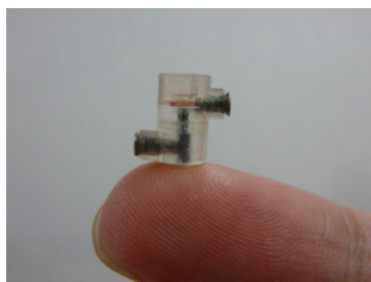


図 1 試作した小型液圧源

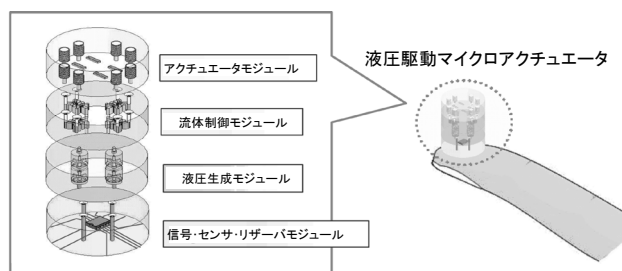


図 2 マイクロ液圧アクチュエータ

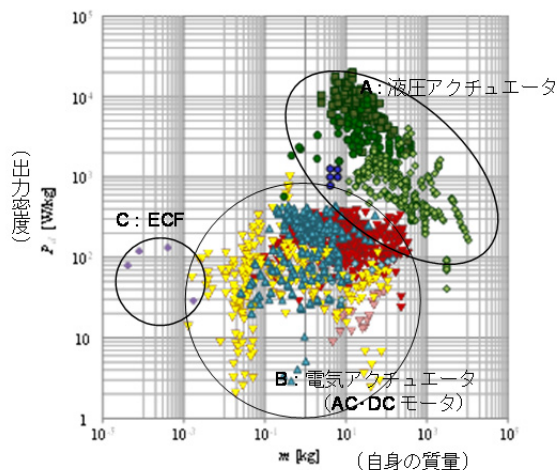


図3 既存アクチュエータ質量と出力密度

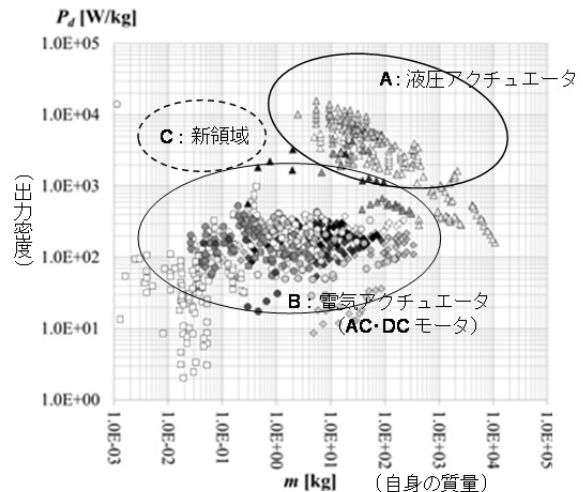


図4 新しいアクチュエータの質量と出力密度

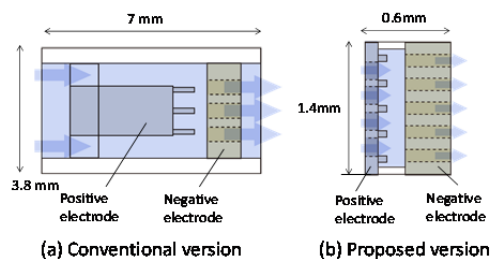


図5 従来ポンプと提案ポンプの構造比較

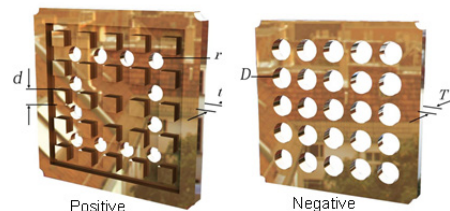


図6 新たな電極対の構造

(2) タービン翼列の超高負荷化（辻田）

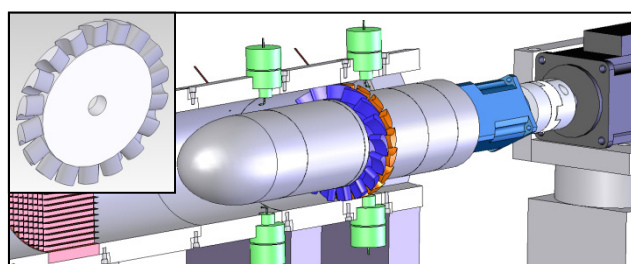
ガスタービンの構成要素であるタービン翼の高負荷化は、翼枚数および段数の削減を可能にし、その結果ガスタービンの軽量化および小型化につながる。したがって、マイクロガスタービンなどの開発および高性能化においては重要な課題となる。タービン翼の高負荷化を図る方法として、翼列のピッチ/コード比または転向角の増加が考えられる。前者は1翼間の通過流量の増加による高負荷化であるが、特に翼負圧面上では離れの発生の可能性を高めてしまう。後者はピッチ方向運動量の変化量の増加に着目しているが、特に二次流れの増強を引き起こす。一方、ガスタービンの熱効率を向上させるには、タービン入口での燃焼ガス的高温化が不可欠であるが、この実現には高圧タービン段の冷却効率の向上が重要となり、現用の空気冷却法では冷却空気流量の増加を必要とする。しかし通常、冷却空気は圧縮機から供給されるため、その量の増加は燃焼器を通過する流量を減少させ、またタービン翼列内においては主流ガスとの混合損失の増加を招く。したがって、ガスタービンの性能を更に向上させるには冷却空気流量の低減が必要であり、タービン翼の高負荷化はその有効な手段の一つと考えられる。

本研究テーマでは、翼内部の冷却孔構造の構築に適した低アスペクト比、低ソリディティおよび高翼厚比の翼列として、160度の高転向角を有する超高負荷タービン翼列（UHLTC）に対して、高負荷化が二次流れおよび損失生成に与える影響を解明する研究を進めている（図1）。これまでの研究結果から、UHLTCにおける二次損失は総損失の40%にまで達し、さらに入射角の増加量によっ

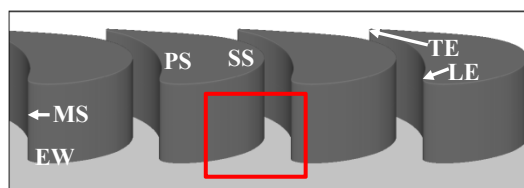
ては50%を超えることが示されている。したがって、性能を劣化させることなく高負荷化を実現し、実機へ適用可能な高負荷タービン翼を開発するには、高負荷化がタービン翼列内部流れへ与える影響を解明し、二次流れの増強を抑制する方法の探求が不可欠となる。二次流れの低減を目的として、傾斜翼、湾曲翼、前縁翼付け根部の形状およびエンドウォールコンタリングなどの、翼または端壁面形状の最適化に関する研究が行われている。これらの形状最適化は、端壁面上の境界層流の加速またはピッチ方向圧力勾配の制御などにより、前縁馬蹄形渦や翼間流路渦の強さおよびそれらに起因する損失生成の低減を図ったものである。UHLTCにこれらの形状最適化を含む二次流れ低減技術を適用するには、翼列流路内における二次流れの構造および端壁付近の流れの詳細を把握する必要がある。また、タービン翼列への入射角は回転数や流量の増減に伴い、負または正へと変化する。そのためタービン翼の設計に際しては、ある程度の幅をもった作動範囲域において損失を低く抑えることが求められる。また、入射角の変化は翼負荷の変化を引き起こすため、二次流れの挙動および損失生成に強く影響を与える。したがって、入射角はタービン翼列性能に影響を与える重要なパラメータの一つである。

本研究においては、UHLTC内の複雑な二次流れの詳細を明らかにすることを目的に、入射角をパラメータとしてUHLTCの直線翼列モデル(図1(b))に対して内部流れの数値解析を実施した。また、その解析結果の妥当性を評価するために、直線翼列試験装置を用いて得られた翼面静圧分布の測定結果との比較を行った。解析結果をもとに、入射角の変化が二次流れの挙動および損失生成に与える影響について明らかにし、さらに形状最適化による二次流れの抑制に必要な知見を得るために、二次流れの挙動と端壁面上の境界層流体の挙動および静圧分布との関係についても調査を行った。

解析結果の例を図2と図3に示す。図2は翼ミッドスパン(MS)での翼面静圧分布の計算結果と実験結果の比較を示している。両結果間で良い一致が得られており、入射角 i の増加に伴う翼負荷の増加および負圧面(図中SS)の前半部における逆圧力勾配域の発生などの特徴を計算結果も捉えていることが分かる。図3は図1(b)中の赤枠付近の流れの様子を示しており、入射角 i の増加に伴い、端壁面(EW)上の馬蹄形渦(Hv)と負圧面(SS)上のはく離渦(Sv)が増強し、それらが互いに干渉しあうことにより損失を増加させることが明らかとなった。



(a) 小型円環翼列試験装置



(b) 直線翼列モデル

図1 超高負荷タービン翼列

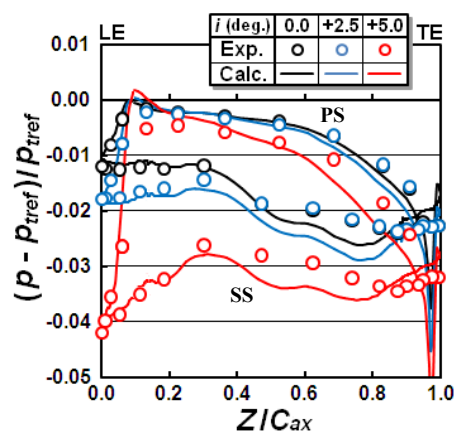


図2 翼面静圧の計算結果と実験結果の比較

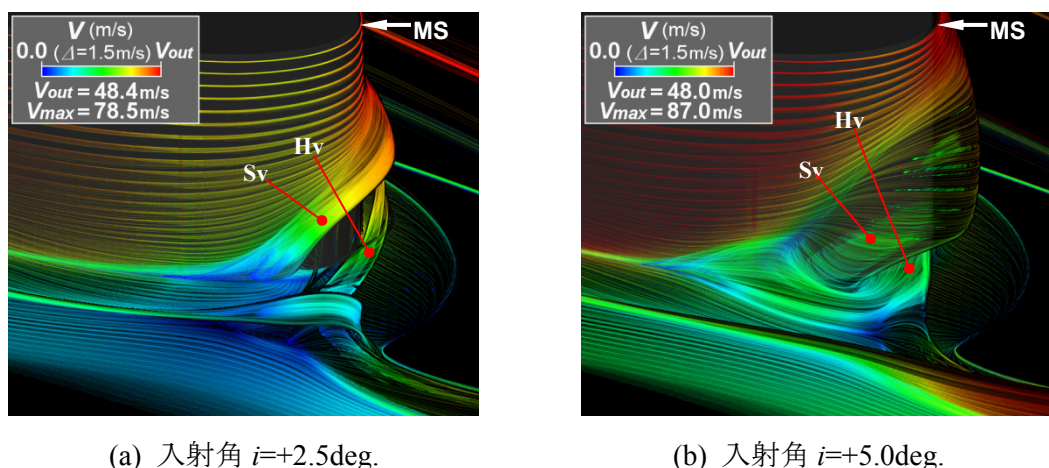


図 3 端壁面上翼負圧面付近の渦構造

(3) マイクロファンの風量，騒音，振動評価手法の開発（御法川）

情報機器の冷却に使用されている小型ファンにおいては，機器の小型化，内部デバイスの高密度実装に伴う排熱量の増大により，ファン自身の一層の小型化，高性能（大風量，大静圧）化が要求される．同時に，一層の省電力化が要求され，結果としてファン効率の向上が求められる．しかし，情報機器に適用される既存の小型ファン（マイクロファン）は，羽根車効率とモーター効率がそれぞれ 20%程度しかなく，その結果，ファンの総合効率は数%台となり，著しく効率が悪い．また，情報機器が利用される空間は静粛な環境であることが多く，小型ファンが発生する空力騒音が主な騒音源となっており，騒音低減についても重要な要求事項となっている．

これらの要求を満たすためには，小型ファン周辺および内部の流れを精密に把握して，性能向上および静音化の方針を立てることが必須となるが，小型ファンの場合には周辺の流路が複雑で，また翼間流路は極めて狭く，かつ流量，圧力の絶対値も小さいために，従来の実験的な流れ計測は困難である．そこで，CFD を用いた内部流れの観察が有効となるが，モデルや計算スキームの取扱いについてはいくつかの解決すべき課題がある．この研究テーマでは，小型ファンの性能向上，静音化に資する CFD のノウハウ確立と，それらを検証するための実験手法の開発を目指すものである．

本年度は，基本的な実験・解析アプローチを確立すべく，情報機器冷却用としては比較的大型の直径 170mm の小型軸流ファンを供試ファンとして，ファンの空力騒音の主要な成分であるスポークと羽根後流の干渉騒音の発生メカニズムを実験および解析によって明らかにすることを試みた（図 1）．

実験においては，供試ファンのスポークおよびケーシングに MEMS マイクロホンを埋め込んで，表面圧力変動を計測した（図 2）．その結果，羽根の通過に伴う周期的な圧力変動を捉えることができ，圧力変動の時刻歴波形の形状が測定位置により異なることを確認した（図 3，図 4）．

解析においては，安定性に優れ定常計算に多く用いられている RANS を時間刻みごとに行う非定常 RANS (URANS) と，非定常な大規模渦を直接計算する LES を用い，計算モデルのメッシュ数などを変えることによって，空力騒音の音源の解像度と放射音の予測精度について検証した（表 1）．その結果，URANS でも羽根の通過に伴う周期的な圧力変動は表現できることがわかったが，広帯

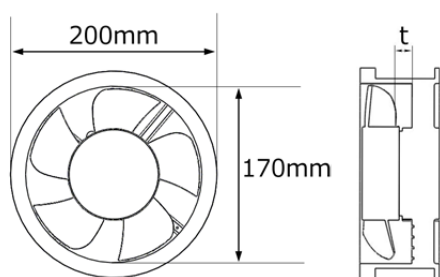


図 1 供試ファン

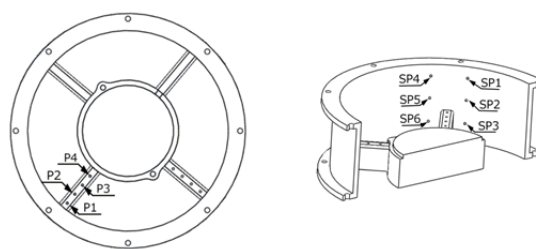


図 2 静圧変動測定用圧力孔の位置

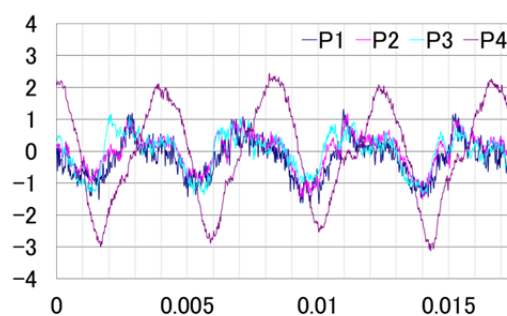
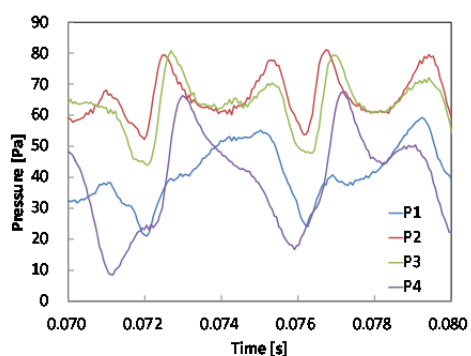


図 3 スポーク表面圧力の時間波形（左：実験 右：解析）

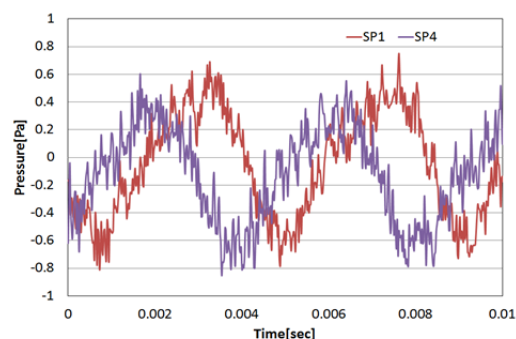
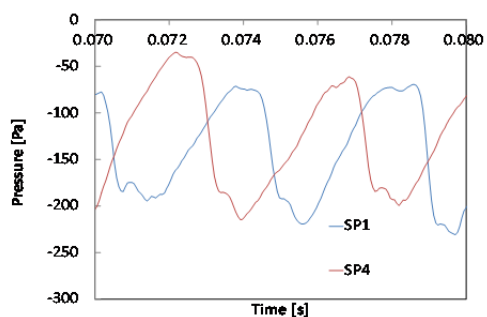


図 4 ケーシング表面圧力の時間波形（左：実験 右：解析）

表 1 空力騒音の計算条件

	Grid no. [Million]	Time step [°/cycle]	Turbulence model
Case1	About 6	1.0	LES
Case2	About 9	1.0	LES
Case3	About 14	1.0	LES
Case4	About 23	1.0	LES
Case5	About 9	2.0	LES
Case6	About 9	0.5	LES
Case7	About 9	1.0	MP $k-\varepsilon$
Case8	About 9	1.0	SST $k-\varepsilon$

域の乱流騒音については、メッシュ数の増加によってより高周波数への対応が可能と考えられる。RANS は計算の安定性や計算時間において LES より優れた点があったが、URANS でメッシュ数や時間刻みを増やしていくと、LES の場合と計算時間があまり変わらなくなってくる。また、URANS では原理的に非定常な流れ場の解析は困難であるため、LES の適用がより良いと思われる。

空力騒音の予測式である Ffowcs-Wiliams & Hawkings の式を用いて、解析結果を音源とした放射音を計算して実験結果と比較した結果、羽根後縁とスポークの距離に応じた干渉騒音の大きさの傾向については実験と一致したが、そのオーダーには差異があった。これは、圧力変動の振幅が実験と解析で異なっているためと思われ、双方のさらなる精度向上が必要である。

(4) アクチュエータの高性能化に関する研究（安田・田沼）

①MEMS技術を用いた新規なインクジェットヘッドの開発（東芝テックと共同研究）

産業用インクジェットの用途拡大により多様なインクへの対応が求められるとともに、小液滴化、多ノズル化が求められるようになった。MEMS技術を用いた新規なインクジェットヘッドの開発に着手した。開発は、構想、設計及び試作ヘッドの測定評価を東芝テックが行い、インクジェットヘッドの試作は、ファウンドリーに委託する体制とした。報告者は、全体をアドバイスすることと、測定評価の一部を担当した。

MEMS 技術を用いたインクジェットヘッドは、Si 基板上に SiO₂ 膜を形成しその上に PZT 膜を形成する構造であり、PZT 膜が形成される部分は、Si 基板が除かれた構造となっている（ダイヤフラム構造）。この構造のインクジェットヘッドを試作してインク液滴の吐出を確認した。しかし、製造の再現性に乏しいこと判明し、その原因調査と対策を検討している。その結果、アクチュエータの特性が劣化しているものがあることがわかった。アクチュエータの特性劣化は、いくつかの原因が考えられるが、圧電体膜（PZT）への電極材料の拡散が原因と推定し、オージェ、XPS、RBS を用いて、PZT 電極界面の状態を調べた。その結果、PZT 成膜温度を下げることで、電極材料の拡散と PZT 膜の特性を両立させる条件を見出すことができた。さらに、再現性の確認を行っている。

②水熱合成法によるPZT膜の選択成膜に適したレジストの研究

ダイヤフラムを用いるインクジェットヘッドのPZT膜の成膜方法として水熱合成法に着目した。水熱合成法は、比較的低温で成膜ができるため、構成する材料の熱膨張係数の差による応力が少ない特徴がある。PZT膜を基板上に選択的に成膜することが可能であれば、プロセスの簡略化が可能である。しかし、水熱合成法によるPZTの成膜には、強アルカリであるKOHを主成分とする溶液が用いられる。一般に半導体などのエッチングプロセスに用いられるレジストは、アルカリ溶液に溶解する材料が用いられている。水熱合成法によるPZT膜の選択成膜には、強アルカリに耐性のあるレジストの開発が不可欠である。

MEMS 技術用に開発されたアルカリ耐性レジストを入手し、PZT 膜の成膜に必要な特性について調査を開始した。このレジストは、Si 基板への応用についていくつかのデータはあるが、PZT 膜の成膜に必要な Ti 基板上への塗布、パターニングの報告はない。今回、スピコート、スプレーコート の二つの方法でレジストの塗布実験を行った。スピコート、スプレーコートとも 5～10μm の厚みのレジスト膜が塗布可能であることを確認した。アルカリ耐性（温度、時間など）試験を行った

ところ、すべてのサンプルで、レジスト膜の剥離現象が発生した。原因の調査と対策を兼ね、プライマーの選択、バッファー層の導入などを実施し、JIS による密着強度試験法を導入して、定量的な評価を行っている。

③無鉛圧電セラミックスを用いたインクジェットヘッドの開発（東芝テックと共同研究）

無鉛圧電セラミックスは、環境保全意識（欧州連合によるRoHS指令など）の高まりを受けて研究開発が活発に行われている。特に、ニオブ酸アルカリ系無鉛圧電セラミックスは、これまで代替が難しいとされていたアクチュエータなどのハイパワー応用分野で、チタン酸ジルコン酸鉛（PZT）系に迫る圧電特性を実現できる可能性があることが広く知られるようになり、材料開発、電子デバイスへの応用に関する研究が活発化している。報告者は、原料メーカー、素子メーカーと共同研究開発体制を構築し、産業用インクジェットヘッドに適した無鉛圧電セラミックスの開発とその圧電特性に適したインクジェットヘッドの設計を行い業界トップクラスの性能を実証した。

産業用インクジェットヘッドでは、シェアモード（すべり変形）と呼ばれる圧電体の変形の形態を用いた構造が広く使われている。これは、圧電体の電圧に対する変形効率が優れており、比較的簡単な構成でインクジェットヘッドが実現できるためである。シェアモード型インクジェットヘッドに使用する圧電セラミックスは、①加工性に優れること、②電極形成が容易であること、③気孔がないこと、④耐熱性があること等の特性が求められる。①②については、圧電セラミックスを構成する材料に微量な添加物を導入することで解決し、③については、気孔のサイズ、単位体積当たりの数等の仕様を明確にすることと、積層法と呼ばれるグリーンシートを多層化する方法で、直径が30 μ m以上の気孔が全くない素材を開発することができた。④は、ニオブ酸アルカリ系無鉛圧電セラミックスが400℃以上のキュリー温度を持つため、インクジェットヘッドの製造プロセスで特に問題となることはない。

また、開発したニオブ酸アルカリ系無鉛圧電セラミックスは、機械的特性、圧電特性がPZT系圧電セラミックスと異なるため、インクジェットヘッド再設計を行った。インクジェットヘッド用に開発した構造解析、流体解析を用いてシミュレーションを行った結果、駆動電圧の増加を許容することで、形状寸法の変更をすることなくインク液滴の吐出が可能であることが示されたため、PZT系圧電セラミックスを用いたインクジェットヘッドと同一の設計とした。

図5に示した試作したシェアモード型インクジェットヘッドは、最小インク液滴が6plあるいは3plとなるように駆動波形を調整して多値記録を行った。多値記録は、同じ大きさのインク液滴を連続して吐出してドットの大きさを制御するマルチドロップ方式を採用した。150dpiヘッドではインク液滴が1ドロップから7ドロップとなるように駆動信号を与えインクジェット専用紙の上にドットを形成した。また、300dpiヘッドではインク液滴が1ドロップから4ドロップとなるように駆動信号を与えインクジェット専用紙の上にドットを形成した。インクジェット専用紙の上に形成されたドットは、インク液滴の数に比例してサイズが大きくなっており、マルチドロップの制御が正確に行われていることを示した（図9）。この結果は、PZT系圧電セラミックスを用いたシェアモードインクジェットヘッドと同等のインク液滴の吐出性能を示しており、無鉛圧電セラミックスを用いたシェアモード型インクジェットヘッドでインク液滴の制御が確実にできることを示した。因みに150dpiヘッドのインク液滴の吐出速度は、9m/sで最大駆動周波数は、4.8kHzであった。また、

300dpi ヘッドのインク液滴の吐出速度は、6m/s で最大駆動周波数は、2.5kHz であった。

無鉛圧電セラミックスを用いたシェアモード型インクジェットヘッドでインク液滴の吐出に成功した。インク液滴の吐出性能は、PZT 圧電セラミックスを用いたインクジェットヘッドとほぼ同等であった。駆動電圧は、2 倍程度高いが、圧電セラミックス材料の特性改良により、低電圧化が可能と考えている。無鉛圧電材料はキュリー温度が高いためプロセス適合性に優れる、緻密な材料であるため微細加工が可能である等の特徴があり、圧電特性の向上により産業用インクジェットヘッド材料として実用化が期待される。

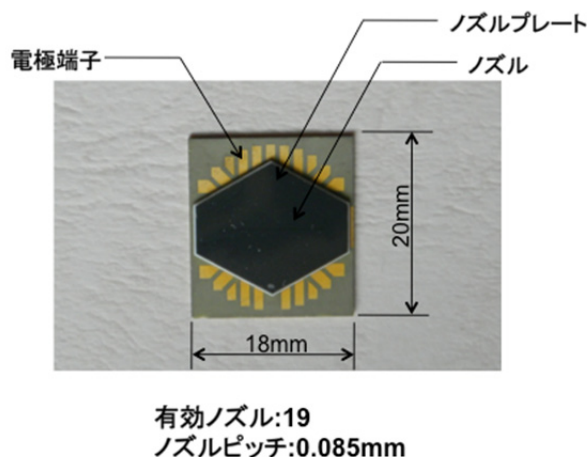


図5 試作したインクジェットヘッドの概観写真

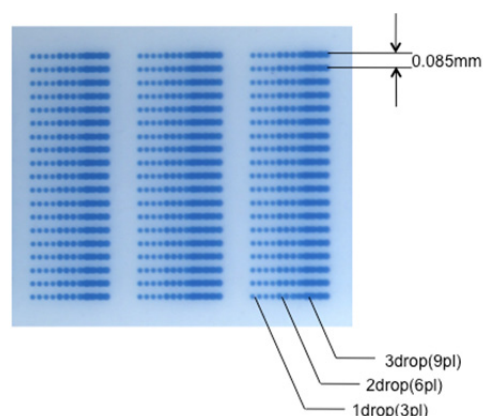


図6 試作したインクジェットヘッドによる印字例

⑤デジタル直接駆動技術を用いた高指向性スピーカ

デジタル直接駆動スピーカは、アナログ回路部品が不要で高精度に音響信号を再生出来るシステムである。このシステムを用いてアレイスピーカを駆動し、それぞれのスピーカを駆動する信号に対して遅延を与えることにより指向性制御を実現する方法を我々は提案している。この方法では、スピーカを駆動する信号は1-bitのスピーカをオンオフするデジタル信号であることから図7に示したように遅延器を容易に実現することが可能である。しかし、位相を制御するだけでは指向特性正面以外の方向に輻射されるサイドローブ特性が劣化する問題があった。本研究では、各スピーカ出力へ利得をつけることによりサイドローブ特性を改善した指向性スピーカを提案した。

デジタル直接駆動スピーカでは、各スピーカへの出力は1bitの信号であり、利得を変えるには、各スピーカを駆動する電圧を変化する必要がある。一方、デジタル直接駆動スピーカでは、各スピーカの使用頻度を均等化することで、各スピーカ間の特性の違いによる雑音や歪みの発生を抑圧している。このため、直接スピーカへの利得を変化させるとスピーカシステム全体の特性が劣化してしまう。そこで、本研究では図8に示した構造を提案している。この方法では、各スピーカを4つのタイムスロットに分けて駆動し、各タイムスロットを別のスピーカ（セグメント）として扱う。このように構成しているため、各スピーカへの利得に重みをつけ、かつ図9に示したように使用頻度の均等化を実現している。ノイズシェーピング・ダイナミック・エレメント・マッチング法（NSDEM）を動作させると使用頻度が均等化され、かつ実際の1つのアレイスピーカの使用頻度に

重み（ここでは、1,2,3,4,4,3,2,1）が付加されていることが分かる。

指向特性のグラフを図 19 に示す。位相に加え、振幅に重みをつけることでサイドローブの 20 dB 以上の抑圧が実現されている。

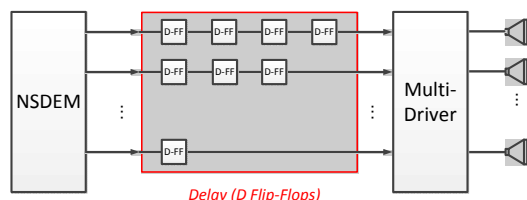


図 7 デジタル直接駆動指向性スピーカ
直接駆動指向性スピーカ

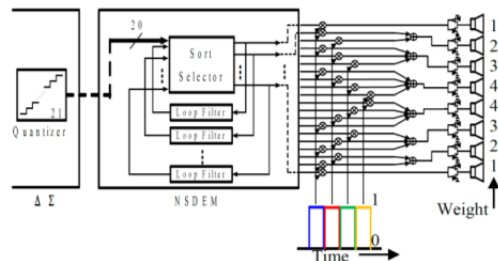


図 8 提案する重み付きデジタル
直接駆動指向性スピーカ

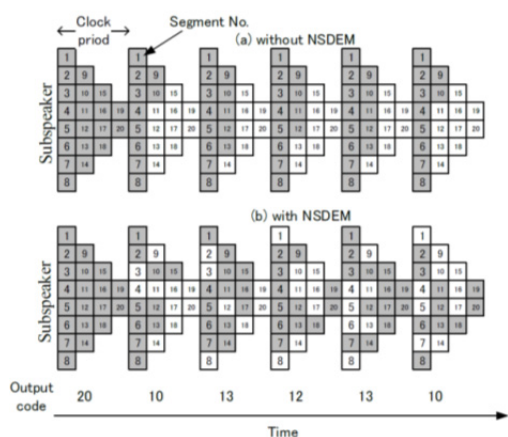


図 9 各スピーカ（セグメント）の
使用頻度

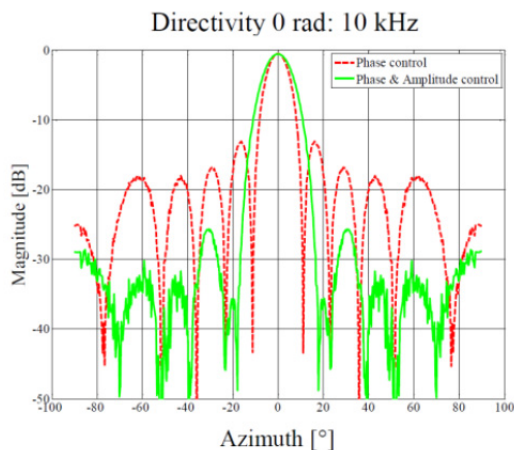


図 10 指向性特性

4. 今後の課題

高出力密度を有するマイクロ液圧アクチュエータの開発においては、外形体積を 90 分の 1 と大幅に小形化できる可能性が示された。しかし、この電極製作にはノウハウが必要で、実用化にあたり重要となる精密な電極の製法はまだ確立されていない。マイクロ放電加工法には限界があることが明らかとなったので、エッチングや半導体加工法など、新たな電極の製法を検討する必要がある。また今後の高出力化のカギは流動原理の解明にあると考えられる。

タービン翼列の超高負荷化においては、今後の課題として、これまでに得られた超高負荷軸流タービン翼列内の二次流れの基本構造に関する情報を分析することにより、二次流れの低減を目的とした翼型の修正を行う。また、小型円環翼列試験装置により、実装に近い状態でのトルクおよび効率などの基本的な空力性能の評価試験を実施する。

マイクロファンの風量、騒音、振動評価手法の開発においては、羽根直径 40mm 以下のマイクロ

ファンにおいて、実装時の狭小な流路を考慮した実験、シミュレーションを行い、実稼働時の風量、騒音、振動の評価手法を確立することを目指す。具体的には、新たに導入した高精度光造形装置によるマイクロファンの試作、マイクロファン性能測定装置の設計製作、CFDの予測精度向上のための解析モデル検討、実装時の流路抵抗（負荷インピーダンス）の設定法に関する提案などを行う予定である。

アクチュエータの高性能化においては、本年度は、音響信号を発生させるアクチュエータとしてスピーカを対象に研究を進め、指向性制御により有効に信号電力を聴取者に届ける手法を提案した。この方式では、高い電力効率および信号精度を保ったまま、聴取者以外へ輻射される電力を従来方式に比較して10 dB以上低減することが可能となっている。今後は、さらなる指向特性の向上を実現する方法を検討する。また、スピーカ以外への本手法の展開を模索する予定である。

アクチュエータの高性能化に関する研究においては、本年度は、音響信号を発生させるアクチュエータとしてスピーカを対象に研究を進め、指向性制御により有効に信号電力を聴取者に届ける手法を提案した。

この方式では、高い電力効率および信号精度を保ったまま、聴取者以外へ輻射される電力を従来方式に比較して10 dB以上低減することが可能となっている。

今後は、さらなる指向特性の向上を実現する方法を検討する。また、スピーカ以外への本手法の展開を模索する予定である。

5. 研究業績

田中 豊

論文

- 1) 坂間 清子, 田中 豊, 鈴木 隆司, 気泡除去装置の設計と評価に関する研究 (第1報 放気口径の選定), 日本フルードパワーシステム学会論文集, 44巻, 2号, pp.43-48, 2013. (査読あり)
- 2) Sayako Sakama, Yutaka Tanaka, Ryushi Suzuki, Performance evaluation of bubble eliminator using swirl flow in hydraulic systems, Proceedings of the 8th International Conference on Fluid Power Transmission and Control (ICFP2013 in Hangzhou), pp.73-76, 2013. (査読なし)
- 3) Yutaka Tanaka, Shohei Arai, Gaku Minorikawa, Hiroshi Takeda, Evaluation of Motion with Washout Algorithm for Flight Simulator of Tripod Parallel Mechanism, Proceedings the 5th International Conference on Manufacturing, Machine Design and Tribology (ICMDT 2013) in Busan, Korea, p.39, 2013. (査読なし)
- 4) Yutaka Tanaka, Sayako Sakama, Kazuo Nakano, Hiroshi Kosodo, Comparative Study on Dynamic Characteristics of Hydraulic, Pneumatic, and Electric Motors, Proceedings of the ASME/BATH 2013 Symposium on Fluid Power & Motion Control, FPMC2013-4459, 2013. (査読あり)
- 5) Sayako Sakama, Yutaka Tanaka, Ryushi Suzuki, Performance Evaluation of Bubble Eliminator in Hydraulic Systems, Proc. ICMT2013 in Korea, BMA01, pp.313-317, 2013. (査読なし)
- 6) Sayako Sakama, Hiroyuki Goto, Ryushi Suzuki, Yutaka Tanaka, Change of oil properties with bubble elimination in hydraulic systems, Proc. 22nd International Conference on Hydraulics and Pneumatics,

Prague, Czech Republic, pp.33-40, 2013. (査読あり)

- 7) Hiroyuki Goto, Sayako Sakama, Ryushi Suzuki, Yutaka Tanaka, Reduction of Cavitation Damage by Elimination of Bubbles in Oil Reservoir, Proc. The 12th International Symposium on Fluid Control, Measurement and Visualization (FLUCOME2013), OS1-02-4, 2013. (査読なし)
- 8) Sayako Sakama, Kazuo Mishina, Yutaka Tanaka, Ryushi, Suzuki, Flow Visualization for Bubble Elimination of Hydraulic Systems, Proc. The 12th International Symposium on Fluid Control, Measurement and Visualization (FLUCOME2013), OS1-03-1, 2013. (査読なし)

学会等口頭発表

- 1) 坂間 清子, 田中 豊, 鈴木, 気泡除去装置の性能評価 (スパイラル係数による評価) 平成25年春季フルードパワーシステム講演会講演論文集, pp.22-24, 2013.
- 2) 田中 豊, 坂間 清子, 中野, 油圧・空気圧と電気モータの特性比較に関する調査研究, 平成25年春季フルードパワーシステム講演会講演論文集, pp.25-27, 2013.
- 3) 田中 豊, 坂間 清子, 油圧・空気圧と電気モータの特性比較に関する調査報告, 電気学会・多自由度新世代アクチュエータの性能評価調査専門委員会, 2013.
- 4) 坂間 清子, 田中 豊, 鈴木, 気泡除去装置の高性能化, 日本機械学会・第13回運動と振動の制御シンポジウムMOVIC2013 (福岡) USB論文集, No.13-18, C33, 2013
- 5) 東 春那, 五嶋 裕之, 坂間 清子, 鈴木 隆司, 田中 豊, 油中気泡の除去が油の特性変化におよぼす影響, 日本機械学会2013年度年次大会 (岡山) 講演論文集DVD, No.13-1, S111025, 2013.
- 6) 田中 豊, 御法川 学, 武田 洋, 三脚パラレルメカニズムを用いたフライトシミュレータの動作解析と評価, 日本機械学会2013年度年次大会講演論文集DVD, No.13-1, J114033, 2013.
- 7) 田中 豊, 横田, 枝村, 機能性流体ECFを用いたマイクロポンプモジュール (小形化と高出力化のための一提案), 平成25年秋季フルードパワーシステム講演会講演論文集, pp.124-126, 2013.
- 8) 坂間 清子, 田中 豊, 鈴木 隆司, 気泡除去装置の形状パラメータの選定法の提案, 平成25年秋季フルードパワーシステム講演会 (神戸) 講演論文集, pp.103-105, 2013.

その他

- 1) Yutaka Tanaka, Innovative Applications on Fluid Power for a Sustainable Future (Invited Talk), Proceedings of the Korea Society for Fluid Power & Construction Equipment (KSFC) 2013 Autumn Conference (韓国フルードパワーと建設機械学会2013年度秋季学術大会), pp.S1-S14, 2013. (招待講演)

辻田 星歩

論文

- 1) Hoshio Tsujita and Atsumasa Yamamoto, Influences of Incidence Angle on 2D-Flow and Secondary Flow Structures in Ultra-Highly Loaded Turbine Cascade, Journal of Thermal Science, Vol.23, No.1, pp.13-21, 2014. (査読あり)
- 2) Hoshio Tsujita, Influence of Blade Profile on Secondary Flow in Ultra-Highly Loaded Turbine Cascades at Off-Design Incidence, Proceedings of ASME Turbo Expo 2013, GT2013-95150, 2013. (査読あり)
- 3) 辻田 星歩, 林 宏樹, 山本 孝正, 超高負荷タービン翼列内の二次流れと損失生成への入射角の

影響, 日本機械学会論文集B編, Vol. 79, No.800, pp.577-593, 2013. (査読あり)

学会等口頭発表

- 1) 宮 正明, 辻田 星歩, 山方 章弘, 岩上 玲, 吹込みによる遠心圧縮機のサージング制御 (ディフューザ内部の流れ挙動), ターボ機械協会信州講演会講演論文集, 2-2, Sept. 13, 2013.
- 2) 川畑 裕, 辻田 星歩, 山方 章弘, 岩上 玲, ラジアルタービン内の流れの油膜法による可視化と数値解析, ターボ機械協会信州講演会講演論文集, 1-2, Sept. 13, 2013.
- 3) 野口 慎, 辻田 星歩, 曲がりダクトによる軸流タービン翼列内の二次流れと損失生成機構の解明 (後縁ウェークの影響), 日本機械学会関東支部第20期総会・講演会論文集, 20603, Mar. 15, 2014.
- 4) 木村 康剛, 金子 雅直, 辻田 星歩, 超小型遠心圧縮機内部流れの数値解析 (羽根車出口翼角度の影響), 日本機械学会関東支部第20期総会・講演会論文集, 20604, Mar. 15, 2014.
- 5) 石井 公二, 辻田 星歩, 超高負荷直線タービン翼列内の流れに関する研究 (入射角および翼端間隙の影響), 日本機械学会関東支部第20期総会・講演会論文集, 20605, Mar. 15, 2014.

御法川 学

論文

- 1) Masato Nishiguchi, Hisao Izuchi and Gaku Minorikawa, Risk evaluation method of AIV(Acoustically Induced Vibration) based on random vibration theory, Proceedings of the ASME Pressure Vessels & Piping Division Conference PVP2013, PVP2013-97487, 2013. (査読なし)
- 2) Yutaka Tanaka, Shohei Arai, Gaku Minorikawa and Hiroshi Takeda, Evaluation of Motion with Washout Algorithm for Flight Simulator of Tripod Parallel Mechanism, Proceedings of 5th International Conference on Manufacturing, Machine Design and Tribology (ICMDT2013), D2-03, 2013. (査読なし)
- 3) Wan-Ho Jeon, Tae-Gyun Lim and Gaku Minorikawa, Prediction and identification of the aeroacoustic noise source on small axial fan using numerical method, Proceedings of InterNoise2013, ID 0603 (CD-ROM), 2013. (査読なし)
- 4) Takumi Kitajima, Tetsuya Sakai, Mitsuo Iwahara, Gaku Minorikawa and Takashi Ohtsuka, Development of a new sound evaluation system using cymbals, Proceedings of InterNoise2013, ID 0610 (CD-ROM), 2013. (査読なし)
- 5) Akihisa Soga, Masao Nagamatsu, Mitsuo Iwahara, Gaku Minorikawa, Mao Takamatsu and Mao Baba, The high frequency noise measurement of an engine by converted nearfield acoustic holography method, Proceedings of InterNoise2013, ID 0644 (CD-ROM), 2013. (査読なし)

学会等口頭発表

- 1) 田中豊, 御法川学, 武田洋, 三脚パラレルメカニズムを用いたフライトシミュレータの動作解析と評価, 日本機械学会2013年度年次大会 講演予稿集, J114033, 2013.
- 2) W. H. Jeon, T. G. Lim, Gaku Minorikawa and Masaharu Miyahara, Analysis of the flow and noise characteristics of small turbo fan in a ultra slim note PC, 韓国騒音振動工学会 秋季騒音振動学術大会 CD-ROM, 2013.

安田 彰

論文

- 1) Yuki Kimura, Akira Yasuda, Michitaka Yoshino, Continuous-time delta-sigma modulator using vector filter in feedback path to reduce effect of clock jitter and excess loop delay, Springer Analog Integrated Circuits and Signal Processing (On line), February 2013. (査読あり)
- 2) Takemichi Ishikawa, Shuma Yokoyama, Noboru Harashima, Dai Takahashi, Jun Shiozawa, Michitaka Yoshino, Akira Yasuda, A Highly Directional Speaker with Amplitude-Phase Control Using a Digitally Direct-Driven System, IEEE International Conference on Consumer Electronics, Jan, 2014. (査読あり)
- 3) Satoshi Saikatsu, Michitaka Yoshino and Akira Yasuda, A Delta - Sigma Modulator with a FIR Filter Reducing Quantization Noise in Signal - band, 2013 International Conference on Analog VLSI Circuits, pp. 17-pp. 20, Oct., 2013. (査読あり)
- 4) Takahisa Kawabe, Satoshi Saikatsu, Michitaka Yoshino, and Akira Yasuda, Background Calibration Technique for a Pipelined ADC Using a Noise-Shaping and Feedback Structure, 2013 International Conference on Analog VLSI Circuits, pp. 64-pp. 68, Oct., 2013. (査読あり)

学会等口頭発表

- 1) 石川 武道, 清水 祐希, 吉野 理貴, 安田 彰, 森山 誠二郎, 設計情報を容易に共有可能なドキュメント化に関する考察, 電気学会, 電子回路研究会, ECT-13-084, Oct., 3, 2013.
- 2) 横山 秀磨, 西勝 聡, 吉野 理貴, 安田 彰, 低EMIデジタル直接駆動型スピーカシステムに適した係数切り替え型NSDEMの検討, 電気学会, 電子回路研究会, ECT-13-088, Oct., 4, 2013.
- 3) 塩澤 純, 石川 武道, 高橋 大, 原島 昇, 吉野 理貴, 安田 彰, マルチビットデジタル直接駆動技術を用いたブラシレスDCモータシステム, 電子情報通信学会 ソサエティ大会, A-1-10, Sep.17, 2013.

その他

- 1) Takemichi Ishikawa, Shuma Yokoyama, Noboru Harashima, Dai Takahashi, Jun Shiozawa, Michitaka Yoshino, Akira Yasuda, CE East Japan Chapter ICCE Young Scientist Paper Award, A Highly Directional Speaker with Amplitude-Phase Control Using a Digitally Direct-Driven System.

第2編

マイクロ・ナノテクノロジー 研究センター基盤研究業績

1. 研究業績

安部 公博

論文

- 1) Kimihiko ABE, Akira YOSHINARI, Takahiro AOYAGI, Yasuhiro HIROTA, Keito IWAMOTO, Tsutomu SATO. Regulated DNA rearrangement during sporulation in *Bacillus weihenstephanensis* KBAB4, Mol. Microbiol. Vol.90, No.2, pp.415-427 (2013) 査読あり

学会等口頭発表

- 1) 河野 裕太, 新井 健司, 中村 甫, 丸山 祐輝, 安部 公博, 佐藤 勉: 「枯草菌 SP β による遺伝子再編成の調節機構」日本農芸化学会, 明治大学 (2014 年 3 月 29 日)
- 2) 安部 公博, 岩本 敬人, 稲井 貴志, 佐藤 勉: 「枯草菌における SP β プロファージを介した遺伝子再編成と胞子の成熟化」日本農芸化学会, 明治大学 (2014 年 3 月 29 日)
- 3) 津田 嵩平, 吉成 輝, 安部 公博, 佐藤 勉: 「有胞子細菌の胞子形成期における遺伝子再構築の多様性」日本農芸化学会, 明治大学 (2014 年 3 月 29 日)
- 4) 岩本 敬人, 安部 公博, 佐藤 勉: 「枯草菌の胞子形成期に再構築される *spsM* の機能解析」ゲノム微生物学会年会, 東京農業大学 (2014 年 3 月 8 日)
- 5) 安部 公博, 河野 裕太, 新井 健司, 丸山 祐輝, 関 勇吾, 佐藤 勉: 「細胞分化におけるプロファージによる DNA 再編成」ゲノム微生物学会年会, 東京農業大学 (2014 年 3 月 7 日)
- 6) 安部 公博, 岩本 敬人, 佐藤 勉: 「枯草菌における胞子最外層ポリサッカライドの役割」法政大学マイクロ・ナノテクノロジー研究センターシンポジウム, 法政大学 (2014 年 1 月 25 日)
- 7) 安部 公博, 新井 健司, 岩本 敬人, 中村 甫, 丸山 祐輝, 佐藤 勉: 「Prophage-mediated gene reconstitution of *capD* involved in formation of the spore outermost layer in *Bacillus subtilis*」微生物研究会, 東京電機大学 (2013 年 10 月 5 日)
- 8) 安部 公博, 新井 健司, 岩本 敬人, 中村 甫, 丸山 祐輝, 佐藤 勉: 「枯草菌の胞子形成期における DNA 再編成」グラム陽性菌ゲノム機能会議, 茨城 (2013 年 9 月 7 日)
- 9) Kimihiko Abe, Kenji Arai, Keito Iwamoto, Hajime Nakamura, Yuki Maruyama and Tsutomu Sato: 「Prophage-mediated gene reconstitution of *capD* involved in formation of the spore outermost layer in *Bacillus subtilis*」7th International Conference on Gram-Positive Microorganisms, Italy (2013 年 6 月 24 日)
- 10) Kimihiko Abe, Takahiro Aoyagi, Yasuhiro Hirota, Keito Iwamoto and Tsutomu Sato: 「Regulated DNA rearrangement during sporulation in *Bacillus weihenstephanensis* KBAB4」7th International Conference on Gram-Positive Microorganisms, Italy (2013 年 6 月 24 日)

その他

- 1) 新聞記事: Study Findings from Hosei University Broaden Understanding of Prophages, NewsRx, (2013 年11月19日発行)
- 2) 安部 公博, プロファージによる遺伝子再編成, 日本ゲノム微生物学会ニュースレター, 第 7 号, 表紙 (2013 年 5 月 20 日発行)

石浜 明

論文

- 1) Dudin, O., Geiselmann, J., Ogasawara, H., Ishihama, Akira, and Lacour, S. (2014) Repression of flagella genes in exponential phase by CsgD and CpxR, two crucial modulators of *Escherichia coli* biofilm formation. *J. Bacteriol.* **196**(3), 707-715.
- 2) Shimada, Tomohiro, Yamazaki, Y., Tanaka, K. and Ishihama, Akira (2014) The whole set of constitutive promoters recognized by RNA polymerase RpoD holoenzyme in *Escherichia coli*. *PLoS ONE* **9**(3): e90447.
- 3) Shiratsuchi, A., Shimamoto, N., Tusan, T.Q., Mitta, M., Firdausi, A., Ogasawara, M., Yamamoto, Kaneyoshi, Ishihama, Akira, and Nakanishi, Y. (2014) Role of σ^{38} in persistent infection and virulence of bacteria in *Drosophila*. *J. Immunol.* **192**(1), 666-675.
- 4) Kurata, T., Katayama, A., Hiramatsu, M., Kiguchi, Y., Takeuchi, M., Watanabe, T., Ogasawara, H., Ishihama, Akira, and Yamamoto, Kaneyoshi (2013) Identification of the set of genes, including non-annotated *morA*, under the direct control of ModE in *Escherichia coli*. *J. Bacteriol.* **195**(19), 4496-4505.
- 5) Lim, C.J., Lee, S.Y., Teramoto, J., Ishihama, Akira, and Yan, J. (2013) The nucleoid-associated protein Dan organizes chromosomal DNA through rigid nucleoprotein filament formation in *Escherichia coli* during anoxia. *Nucleic Acids Res.* **41**(2), 746-753.
- 6) Pukklay, P., Nakanishi, Y., Nitta, M., Yamamoto, Kaneyoshi, Ishihama, Akira, and Shiratsuchi, A. (2013) Regulation of pathogeneticity of *Escherichia coli* by EnvZ-OmpR two-component system in *Drosophila melanogaster*. *Biochem. Biophys. Res. Commun.* **438**(2), 306-311.
- 7) Sato, Y.T., Watanabe, S., Kenmotsu, T., Ichikawa, M., Yoshikawa, Y., Teramoto, J., Imanaka, T., Ishihama, Akira, and Yoshikawa, K. (2013) Structural changes of DNA induced by nucleoid proteins: Growth phase-specific Fis and stationary phase-specific Dps. *Biophys. J.* **105**(4), 1037-1044.
- 8) Shimada, K., Ogasawara, H., Yamada, K., Shimura, M., Kori, A., Shimada, Tomohiro, Yamanaka, Y., Yamamoto, Kaneyoshi, and Ishihama, Akira (2013) Screening of promoter-specific transcription factors: Multiple regulators for the *sdhA* gene involved in cell differentiation and quorum sensing. *Microbiology* **159**(12), 2501-2512.
- 9) Shimada, Tomohiro, Kori, A. and Ishihama, Akira (2013) Involvement of the ribose operon repressor RbsR in regulation of purine nucleotide synthesis in *Escherichia coli*. *FEMS Microbiol. Lett.* **344**(2), 159-165.
- 10) Shimada, Tomohiro, Yamazaki, K. and Ishihama, Akira (2013) A novel regulator PgrR for control of peptide glycan recycling in *Escherichia coli*. *Genes Cells* **18**(2), 123-134.
- 11) Shimada, Tomohiro, Yoshida, H. and Ishihama, Akira (2013) Regulation of the *rmf* gene encoding ribosome modulation factor in *Escherichia coli*: Involvement of cAMP receptor protein. *J Bacteriol.* **195**(10), 2212-2219 (2013)

著書

- 1) Ishihama, Akira (2013) Transcription factors and transcriptional apparatus in bacteria. In: *Encyclopedia*

of Systems Biology (W. Dubitzky, O. Wolkenhauer, K-H. Cho and H. Yokota, Eds), Springer, 2013, pp. 251-265.

招待講演

- 1) Ishihama, Akira: Prokaryotic genome regulation: A revolutionary paradigm. 17th Transcription Assembly Meeting, March 17-18, 2014. Bangalore, India
- 2) Ishihama, Akira: JNCASR Memorial lecture: Multi-factor promoters, multi-target transcription factors and multi-networks of transcription regulation. Jawaharlal Nehru Centre for Advanced Scientific Research, March 15, 2014, Bangalore, India

学会発表

- 1) 秋元 隼風, 長谷川 喬彬, 石浜 明, 前田 理久: 大腸菌における全 tRNA 遺伝子オペロンの発現プロファイルの解析-Fis の関与. 第 36 回日本分子生物学会年会, 神戸, 2013.12.3-6.
- 2) 石浜 明, 島田 佳織, 小笠原 寛, 島田 友裕, 山田 佳代子, 郡 彩子, 山本 兼由, 川岸 郁朗: ひとつのプロモーターを制御するすべての転写因子の PS-TF 法による探索: 大腸菌細胞分裂分化制御因子 SdiA 遺伝子プロモーター. 第 36 回日本分子生物学会年会, 神戸, 2013.12.3-6.
- 3) 島田 友裕, 山崎 由紀子, 田中 寛, 石浜 明: 大腸菌 RNA ポリメラーゼ RpoD ホロ酵素によって認識される Constitutive Promoters の探索と解析. 第 36 回日本分子生物学会年会, 神戸, 2013.12.3-6.
- 4) 小川 綾乃, 吉多 美祐, 石浜 明, 山本 兼由: 大腸菌の細胞形態形成制御に関する転写因子群の探索. 第 36 回日本分子生物学会年会, 神戸, 2013.12.3-6.
- 5) 平 優季, 片山 映, 石浜 明, 山本 兼由: 大腸菌 RNA ポリメラーゼに直接結合するタンパク質の網羅的解析. 第 36 回日本分子生物学会年会, 神戸, 2013.12.3-6.
- 6) 吉多 美祐, 安達 友美, 渡邊 宏樹, 石浜 明, 山本 兼由: 大腸菌の二成分制御系レスポンスレギュレーター間における転写制御ネットワーク. 第 36 回日本分子生物学会年会, 神戸, 2013.12.3-6.
- 7) 山本 兼由, 山中 幸, 大島 拓, 山田 佳代子, 岩田 紀子, 大村 悦子, 崎井 裕貴, 中川 日出子, 曾和 義幸, 川岸 郁朗, 石浜 明: 大腸菌核様体形成の主要蛋白 H-NS のシステマティックな制御機能解析. 第 36 回日本分子生物学会年会, 神戸, 2013.12.3-6.
- 8) 小笠原 寛, 石塚 俊行, 石浜 明: PS-TF screening による大腸菌バイオフィーム統括制御因子 *csgD* プロモーター特異的転写因子の探索. 第 36 回日本分子生物学会年会, 神戸, 2013.12.3-6.
- 9) 加藤 佑輝, 石浜 明, 小笠原 寛: 細菌細胞アミロイド様線維蛋白高発現に応答する転写二成分制御系. 第 36 回日本分子生物学会年会, 神戸, 2013.12.3-6.
- 10) 浦野 浩行, 石浜 明, 小笠原 寛: 大腸菌機能未知二成分制御系 YedV/YedW による遺伝子発現制御機構の解明. 第 36 回日本分子生物学会年会, 神戸, 2013.12.3-6.
- 11) 吉田 秀司, 島田 友裕, 牧 泰史, 古池 晶, 上田 雅美, 和田 千恵子, 和田 明, 石浜 明: 100S リボゾームの形成に関係する *rmf* 遺伝子の転写制御とストレス応答因子群の探索. 第 36 回日本分子生物学会年会, 神戸, 2013.12.3-6.
- 12) Yoshida, H., Shimada, Tomohiro, Maki, Y., Furuike, S., Uea, M., Wada, C., Wada, A. and Ishihama, Akira: Transcription regulation by cAMP-CRP of the *rmf* gene for 10S ribosome formation, The 18th

Annu. Meet. RNA Society, Duvos, Switzerland, June 11-16, 2013.

- 13) 安藤 知菜美, 石浜 明, 山本 兼由: 大腸菌機能未知転写因子 YgeK の機能解析. 日本農芸化学会 2013 大会, 仙台, 2013.3.24-28.
- 14) 平 優季, 片山 映, 矢野 恒一, 河村 富士夫, 石浜 明, 山本 兼由: 大腸菌 RNA ポリメラーゼ RpoA タグ株のリボソーム形成能の解析. 日本農芸化学会 2013 大会, 仙台, 2013.3.24-28.
- 15) 山中 幸, 石浜 明, 山本 兼由: 大腸菌の酸性と嫌気環境へ同時に適応する分子機構. 日本農芸化学会 2013 大会, 仙台, 2013.3.24-28.
- 16) 島田 友裕, 吉田 秀司, 石浜 明: cAMP-CRP による 100S リボソーム形成遺伝子 rnf の転写制御. 第 7 回 日本ゲノム微生物学会若手の会研究会, 富士, 2013.9.19-20.
- 17) 竹内 真実, 倉田 竜明, 石浜 明, 山本 兼由: 大腸菌コロニー形成に関与する新奇遺伝子 *morA*. 第 12 回微生物研究会, 東京電機大, 2013 年 10 月 5 日.
- 18) 山中 幸, 大島 拓, 石浜 明, 山本 兼由: Transcriptional regulatory cascade for response to acidic and anaerobic stresses in *Escherichia coli*. 第 12 回微生物研究会, 東京電機大, 2013 年 10 月 5 日.
- 19) 渡邊 宏樹, 石浜 明, 山本 兼由: 大腸菌 K12 株の全二成分制御系遺伝子プロモーターの包括的発現解析. 第 12 回微生物研究会, 東京電機大, 2013 年 10 月 5 日.

長田 敏行

論文

- 1) Toshiyuki NAGATA, Ashley DUVAL, Michaela SCHMULL, Tamara A. TCHERNAJA, Peter R. CRANE, *Paulownia tomentosa*, A Chinese plant in Japan. Curtis's Botanical Magazine Vol. 30, No. 3, pp. 261-274 (査読あり)
- 2) Peter R. CRANE, Toshiyuki NAGATA, Jin MURATA, Tetsuo OHI-TOMAI, Ashley DUVAL, Mark NESITT, Charles JARVIS, *Ginkgo biloba*, Connections with people and art across a 1000 years. Curtis's Botanical Magazine Vol. No.3, pp. 240-260 (査読あり)
- 3) Toshiyuki NAGATA, Ashley DUVAL, H. Walter LACK, George LOUDON, Mark NESBITT, Michaela SCHMULL, Peter R. CRANE, An unusual xylotheque with plant illustrations from early Meiji Japan. Economic Botany Vol. 67, No. 2, 87-97 (査読あり)
- 4) 長田 敏行, Ashley DUVAL, 東馬 哲雄, 邑田 仁, Peter R. CRANE, 小石川, キュー, ベルリン - ダーレムをつなぐ「加藤竹斎」図版, 日本植物園協会誌 Vol. 48, 112-113 (査読あり)

招待講演

- 1) 長田 敏行, サステイナビリティにより覚醒された科学哲学への関心, 日本科学哲学会, 法政大学, 2013 年 11 月
- 2) 長田 敏行, イチウの生命誌, 日本メンデル協会公開講演会, 長野県下諏訪町, 2013 年 11 月

学会等発表

- 1) 長田 敏行, Ashley DUVAL, 東間 哲雄, 邑田 仁, Peter R. CRANE, 小石川, キュー, ベルリン - ダーレムをつなぐ「加藤竹斎」図版, 日本植物園協会大会, 茨城県つくば市, 2013 年 6 月

その他

- 1) Ig Nobel 化学賞, 2013 年 9 月 12 日, Cambridge, MA

島田 友裕

論文

- 1) Shimada, Tomohiro, Yamazaki, Y., Tanaka, K. and Ishihama, A. The Whole Set of Constitutive Promoters Recognized by RNA polymerase RpoD Holoenzyme of Escherichia coli. *PLoS ONE*. 9, e90447. (2014) (査読あり)
- 2) Shimada, Tomohiro, Kori, A. and Ishihama, A. Involvement of the Ribose operon Repressor RbsR in Regulation of Purine Nucleotide Synthesis in Escherichia coli. *FEMS Microbiology Letters*. 344, 159-65. (2013) (査読あり)
- 3) Shimada, Tomohiro, Yoshida, H. and Ishihama, A. Involvement of Cyclic AMP Receptor Protein in Regulation of the *rmf* Gene Encoding the Ribosome Modulation Factor in Escherichia coli. *Journal of Bacteriology*. 195, 2212-2219. (2013) (査読あり)
- 4) Shimada K, Ogasawara H, Yamada K, Shimura M, Kori A, Shimada Tomohiro, Yamanaka Y, Yamamoto K, Ishihama A. Screening of Promoter-Specific Transcription Factors: Multiple Regulators for the *sdiA* Gene Involved in Cell Division Control and Quorum Sensing. *Microbiology*. 159, 2501-2512. (2013) (査読あり)

田沼 千秋

論文

- 1) C.Tanuma; Progress of Inkjet Printing Technologies and Their Industrial Applications, Proceedings of The 32nd Symposium on Materials Science and Engineering Research Center of Ion Beam Technology Hosei Univ. December (2013)

招待講演

- 1) 田沼 千秋; インクジェットの高性能化と先端応用技術, 第 32 回法政大学イオンビーム工学研究所シンポジウム (2013) 12 月

その他 (ポスター)

- 1) 田沼 千秋; 無鉛圧電セラミックスを用いた産業用インクジェットヘッド, 法政大学マイクロナノテクノロジー研究センター公開シンポジウム (2014) 1 月

長井 雅子

論文

- 1) Shigenori NAGATOMO, Masako NAGAI, Takashi OGURA, Teizo KITAGAWA, Near-UV Circular Dichroism and UV Resonance Raman Spectra of Tryptophan Residues as a Structural Marker of Proteins, The Journal of Physical Chemistry B, Vol. 117, pp. 9343-9353, 2013-7. (査読あり)

学会等口頭発表

- 1) Masako NAGAI, Yukifumi NAGAI, Kiyohiro IMAI, Saburo NEYA, Circular dichroism of hemoglobin and myoglobin, The 14th International Conference on Chiroptical Spectroscopy, Program and Abstracts, P16, Vanderbilt University, Nashville, Tennessee, USA, 2013-6.
- 2) Shigenori NAGATOMO, Masako NAGAI, Takashi OGURA, Teizo KITAGAWA, Some basic properties of near-UV circular dichroism and UV resonance Raman spectra of tryptophan residues in proteins (タン

パク質中のトリプトファン残基の近紫外円二色性と紫外共鳴ラマンスペクトルの特性) (3P053), 第 51 回日本生物物理学会年会抄録集, S64, 2013-10.

山本 康博

論文

- 1) Hiroki Ogawa, Takuya Okazaki, Hayao Kasai, kenta Hara, Yuki Notani, Yasuhiro Yamamoto and Tohru Nakamura, “Normally-off GaN MOSFETs with high-k dielectric CeO₂ films deposited by RF sputtering”, Physica Status Solidi C, 11/ 2, pp. 302-306 (2014) 査読あり
- 2) Y. Notani, T. Okazaki, K. Hara, T. Osawa, K. Hibino, S. Suzuki, K. Ishibashi and Yasuhiro Yamamoto, “Electrical Properties of Al Doped CeO₂ Thin Films Deposited by O₂ Introduced Ar Sputtering”, Proc. 32nd Symposium on Materials Science and Engineering, Research Center of Ion Beam Technology, Hosei University, 32, pp. 52-57 (2013) 査読なし
- 3) K. Hara, T. Okazaki, Y. Notani, T. Osawa, K. Hibino, S. Suzuki, K. Ishibashi and Yasuhiro Yamamoto, “Effect of O₂ Introduction Property of Al Doped CeO₂ Films Deposited by Sputtering Method”, Proc. 32nd Symposium on Materials Science and Engineering, Research Center of Ion Beam Technology, Hosei University, 32, pp. 46-51 (2013) 査読なし
- 4) K. Awane, Y. Kokubo, M. Yomogida, T. Nishimura and Yasuhiro Yamamoto, “Regrowth characteristics of SiGe/Si by IBIEC and SPEG”, Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B, 307, pp. 399-403 (2013) 査読あり

学会発表

- 1) 原 健太, 岡崎 拓也, 野谷 佑貴, 大澤 隆志, 日比野 圭佑, 鈴木 撰, 石橋 啓次, 山本 康博, “スパッタ法により形成した O₂ 導入 Al 添加 CeO₂ 薄膜の評価 (1)”, 第 61 回応用物理学春季学術講演会, 19p-D6-16
- 2) 野谷 佑貴, 原 健太, 岡崎 拓也, 大澤 隆志, 日比野 圭佑, 鈴木 撰, 石橋 啓次, 山本 康博, “スパッタ法により形成した O₂ 導入 Al 添加 CeO₂ 薄膜の評価 (2)”, 第 61 回応用物理学春季学術講演会, 19p-D6-17

海外学会発表

- 1) T. Okazaki, H. Kamata, H. Ogawa, K. Hara, Y. Notani, H. Kasai, S. Suzuki, K. Ishibashi, T. Nakamura, and Yasuhiro Yamamoto, “Effect of Al Doping on Crystallization and Electrical Property of CeO₂ Films Deposited by RF Sputtering”, OPI-24, e-MRS 2013 Spring Meeting, Strasbourg, France

西山 宗一郎

論文

- 1) So-ichiro NISHIYAMA, Andrés GARZÓN, and John S. PARKINSON, Mutational analysis of the P1 phosphorylation domain in *Escherichia coli* CheA, the signaling kinase for chemotaxis, Journal of Bacteriology, Vol.196, No.2, pp.257-264, 2014-2. (査読あり)

- 2) Geetha HIREMATH, So-ichiro NISHIYAMA, Ikuro KAWAGISHI, CheV1 plays an important role in chemotaxis of *Vibrio cholerae*, International Journal of Bioscience, Biochemistry and Bioinformantics, Vol.3, No.2, pp.71-74, 2013-3. (査読なし)

学会等口頭発表

- 1) 西山 宗一郎, 神宮司 将晃, 川岸 郁朗, 大腸菌走化性受容体 Tar ドメイン欠失変異体の温度受容能, 第3回生物物理学会関東支部会, 東京都中野区 (明治大学中野キャンパス), 2014-3.
- 2) 西山 宗一郎, 小野木 汐里, 鈴木 康太, 川岸 郁朗, Temperature control of chemotaxis in *Vibrio cholerae*, 2013 年度べん毛交流会, 広島県広島市 (広島県立大学サテライトキャンパス), 2014-3.
- 3) 西山 宗一郎, 川口 徹也, 川岸 郁朗, コレラ菌アミノ酸走性受容体の同定と解析, 2013 年度国立遺伝学研究所研究会, 静岡県三島市 (国立遺伝学研究所), 2013-11.
- 4) So-ichiro NISHIYAMA, Noriaki SAGOSHI, T. KAWAGUCHI, Kimiko YAMAMOTO, Ikuro KAWAGISHI, Direct and indirect sensing of amino acids in chemotaxis of *Vibrio cholerae*, Receptor Fest XVI, University of California, Santa Barbara (California, USA), 2013-8.

その他：学会等ポスター発表

- 1) 西山 宗一郎, 川口 徹也, 川岸 郁朗, コレラ菌の尿素走性とその検知メカニズムの解析, 第87回細菌学会総会, 東京都江戸川区 (タワーホール船堀), 2014-3.

西村 智朗

論文

- 1) K. Awane, Y. Kokubo, M. Yomogida, Tomoaki Nishimura, Y. Yamamoto, Regrowth characteristics of SiGe/Si by IBIEC and SPEG, Nuclear Instruments & Methods B **307**, 399-403 (2013). (査読あり)
- 2) 関根 渉, 栗根 和隆 (法政大), 西村 智朗, 山本 康博, 「IBIEC と SPEG による Si_{1-x}Gex/Si の再結晶化」, 法政大学イオンビーム工学研究所報告 **33**, 22 (2013). (査読なし)
- 3) 武田 尚也 (法政大 工), 西村 智朗, 「法政大学小金井キャンパス周辺の大気中微小粒子の PIXE 分析」, 法政大学イオンビーム工学研究所報告 **33**, 9 (2013). (査読なし)
- 4) 松井 章 (法政大 大学院工学研究科), 西村 智朗, 中村 徹, 「グラフェンを用いた高抵抗 SiC 基板へのオーミックコンタクト形成に関する研究」, 法政大学イオンビーム工学研究所報告 **33**, 6 (2013). (査読なし)

学会等口頭発表

- 1) 杉町 徹, 青柳 大輝, 西村 智朗, 中村 徹 (法政大 大学院), 「イオン注入 4H - SiC 表面におけるグラフェン成長とプラズマ処理効果」, 応用物理学会秋季学術講演会講演予稿集 **74**, 16P-P7-8 (2013).
- 2) 関根 渉, 山本 康博 (法政大 大学院), 西村 智朗 (イオンビーム工研), 「IBIEC による再結晶化後のアニールによる Si_{1-x}Gex/Si の逆アニール現象」, 応用物理学会秋季学術講演会講演予稿集 **74**, 19A-A12-4 (2013).
- 3) 東條 友樹, 木下 侑紀, 松村 亮, 佐道 泰造, 宮尾 正信 (九大 大学院), 西村 智朗 (法政大 イオンビーム工研), 「a - Ge/Sn/Ge 基板における結晶化と Sn 再分布」, 応用物理学会春季学術講演会講演予稿集 **60**, 27P-G20-6 (2013).

三浦 孝夫

学術論文

- 1) 園田 匠, 三浦 孝夫 : Conditional Collocation in Japanese, *Australasian Document Computing Symposium* (ADCS 2013), Brisbane, Australia, 平成 25 年 (2013) 12 月 査読あり
- 2) 白井 匡人, 柳沢 孝, 三浦 孝夫: Context-based Query using Dependency Structures based on Latent Topic Model, *Journal on Data Semantics* (JoDS) Vol. 2 (Dec., 2013), Special Issue on: Model and Data Engineering, ISSN: 1861-2040 (Online), Springer Verlag, 平成 25 年 (2013) 12 月
- 3) 園田 匠, 三浦 孝夫: Extracting Conditional Collocation, the International Workshop on *Social Media Utilization Environment*(SMUE), the 9th International Conference on *Signal-Image Technology and Internet-Based Systems* (SITIS 2013), Kyoto, Japan, 平成 25 年 (2013) 12 月
- 4) 山口 信, 三浦 孝夫: Incremental Patterns in Text Search, *7th International Symposium on Intelligent Distributed Computings* (IDC2013), Prague, Czech, 平成 25 年 (2013) 9 月
- 5) 園田 匠, 三浦 孝夫: Mining Japanese Collocation By Statistical Indicators, *15th International Conference on Enterprise Information Systems* (ICEIS13), Angers, France, 平成 25 年 (2013) 7 月

学会等研究発表

- 1) 山口 信, 三浦 孝夫 : 変動する検索語の近似文字列検索, 第 6 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 フォーラム), 2014 年 3 月, 兵庫
- 2) 園田 匠, 三浦 孝夫 : 条件付き連語を用いた名詞句の文脈抽出, 第 6 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 フォーラム), 2014 年 3 月, 兵庫
- 3) 白井 匡人, 三浦 孝夫 : トピックモデルに基づく文書ストリームのマルチラベル分類, 第 6 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 フォーラム), 2014 年 3 月, 兵庫
- 4) 白井 匡人, 三浦 孝夫 : オンライントピックモデルによる文書ストリームの適応的分類, 電子情報通信学会データ工学研究会, 国立情報学研究所 (NII), 平成 25 年 (2012) 9 月

学会等口頭発表

- 1) 小中 史人, 三浦 孝夫 : 構造記述を活かした文書検索, 2014 年 電子情報通信学会総合大会学生ポスタセッション (ISS 特別企画), 2014 年 3 月, 新潟
- 2) 濱崎 邦秀, 三浦 孝夫 : SVM における超平面への距離を用いたクラス分類, 2014 年電子情報通信学会総合大会学生ポスタセッション (ISS 特別企画), 2014 年 3 月, 新潟
- 3) 奥村 直也, 三浦 孝夫 : 文書検索における重要度の重み付け, 2014 年電子情報通信学会総合大会学生ポスタセッション (ISS 特別企画), 2014 年 3 月, 新潟
- 4) 森山 諒, 三浦 孝夫 : 隠れマルコフモデルによるシナリオ追跡, 2014 年電子情報通信学会総合大会学生ポスタセッション (ISS 特別企画), 2014 年 3 月, 新潟

三島 友義

論文

- 1) Kazuhiro Mochizuki, Tomoyoshi Mishima, Yuya Ishida, Yoshitomo, Hatakeyama, Kazuki Nomoto, Naoki Kaneda, Tadayoshi Tsuchiya, Akihisa Terano, Tomonobu Tsuchiya, Hiroyuki Uchiyama, Shigehisa Tanaka, and Tohru Nakamura, A proposal to apply effective acceptor level for presenting increased

ionization ratio of Mg acceptors in extrinsically photon-recycled GaN, Materials Science Forum, Vol.778-780, pp. 1189-1192, 2014-3. (査読あり)

- 2) Toshichika Aoki, Naoki Kaneda, Tomoyoshi Mishima, Kenji Shiojima, Alternating current operation of low-Mg-doped p-GaN Schottky diodes, Thin Solid Films, Vol.557, pp. 258-261, 2014-2. (査読あり)
- 3) Kenji Shiojima a, Hisashi Wakayama, Toshichika Aoki, Naoki Kaneda, Kazuki Nomoto, Tomoyoshi Mishima, High-temperature isothermal capacitance transient spectroscopy study on SiN deposition damages for low-Mg-doped p-GaN Schottky diodes, Thin Solid Films, Vol.557, pp. 268-271, 2014-2. (査読あり)
- 4) Toshichika Aoki, Hisashi Wakayama, Naoki Kaneda, Tomoyoshi Mishima, Kazuki Nomoto, and Kenji Shiojima, High-Temperature Isothermal Capacitance Transient Spectroscopy Study on Inductively Coupled Plasma Etching Damage for p-GaN Surfaces, Jpn. J. Appl. Phys., Vol.52, pp. 11NH03, 2013. (査読あり)
- 5) Kenji Shiojima, Toshifumi Takahashi, Naoki Kaneda, Tomoyoshi Mishima, and Kazuki Nomoto, Effect of Inductively Coupled Plasma Etching in p-Type GaN Schottky Contacts, Jpn. J. Appl. Phys., Vol.52, pp. 08JJ08, 2013. (査読あり)
- 6) Kazuhiro Mochizuki, Tomoyoshi Mishima, Yuya Ishida, Yoshitomo Hatakeyama, Kazuki Nomoto, Naoki Kaneda, Tadayoshi Tshuchiya, Akihisa Terano, Tomonobu Tsuchiya, Hiroyuki Uchiyama, Shigehisa Tanaka, and Tohru Nakamura, Determination of Lateral Extension of Extrinsic Photon Recycling in p-GaN by Using Transmission-Line-Model Patterns Formed with GaN p-n Junction Epitaxial Layers, Jpn. J. Appl. Phys., Vol.52, pp. 08JN22, 2013. (査読あり)
- 7) Kazuhiro Mochizuki, Tomoyoshi Mishima, Kazuki Nomoto, Akihisa Terano, and Tohru Nakamura, Optical-Thermo-Transition Model of Reduction in On-Resistance of Small GaN p-n Diodes, Jpn. J. Appl. Phys., Vol.52, pp. 08JN10, 2013. (査読あり)

守吉 佑介

審査付き論文

- 1) H. Monma, Y. Hosoi, T. Okura, Y. Moriyoshi, H. Ogata, Behavior of $\alpha - \beta$ Phase transition in Tricalcium Phosphate, J. Soc. Inorg. Mater. Japan, **20**, 111-113(2013).
- 2) H. Monma, Y. Moriyoshi, T.Kawashima : 「A Novel Reaction of Dolomite with Calcium Chloride Aqueous Solution for the Extraction of Magnesium, *J. soc. Inorg. Mater. Japan*, **20**, 204-208(2013).
- 3) Y. Moriyoshi, T. Ikemoto, F. Asanuma, Y. Kataoka, and H. Ogata, A Consideration about Carbon Bond in AG Refractory, J. Tech. Asso. Ref.. Japan, **33**, 176-182(2013).
- 4) Y. Moriyoshi and T. Akashi, Grain growth and densification in ceramics, J. Tech. Asso. Ref.. Japan, **33**, 168-175(2013).

解説

- 1) 守吉 佑介, 門間 英毅 : 「岩石鉱物の化学風化過程における二酸化炭素の固定化」 石灰, No.572, 19-35 (2012).
- 2) 門間 英毅, 守吉 佑介, 石灰製品の二酸化炭素吸収固定化の研究動向, 石灰, 石灰, NO. 576 23-39, (2013).

受賞

- 1) Yusuke Moriyoshi, Unified International Technological Conference on Refractories, Distinguished Life Member, 国際統一耐火物協会, 研究功績賞 (終身名誉会員), Canada, Victoria 12 Sept., 2013.

特許

- 1) 山口 雅人, 田中 嘉一, 守吉 佑介, 門間 英毅, 難波 蓮太郎, 鈴木 光, 『湿式塗壁材組成物, 湿式塗壁材組成物スラリー及びその製造方法』 2013 年 1 月特許申請.

口頭発表

- 1) 守吉 佑介, 門間 英毅, アパタイトーゼオライト系物質の合成とその性質, サンギ研究会, 東京, 4 月 (2013).
- 2) 守吉 佑介, 情報化技術を支えるセラミックス, 第 12 回イオン研究科学会, 東京 (青山), 7 月 (2013).
- 3) 門間 英毅, 守吉 佑介, 川島 健, ドロマイト- Sr^{2+} 水溶液系反応, 無機マテリアル学会, 第 126 回学術講演会, 船橋, 6 月 (2013).
- 4) 綱島 史典, 福島 未来, 今井 健太, 大河内 正一, 守吉 佑介, 焼成コレマナイト水溶液の抗菌および抗かびへの応用, 無機マテリアル学会, 第 126 回学術講演会, 船橋, 6 月 (2013).
- 5) 綱島 史典, 高井 秀彰, 黒澤 悠哉, 堀江 博道, 守吉 佑介, 大河内 正一, 銀系抗菌剤の植物病原糸状菌に対する抗かび効果, 無機マテリアル学会, 第 127 回学術講演会, 米沢, 11 月 (2013).
- 6) 栗田 繕彰, 上杉 浩之, 守吉 佑介, 大河内 正一, 水素発生基剤としての水素化マグネシウムの入浴剤への応用, 無機マテリアル学会, 第 127 回学術講演会, 米沢, 11 月 (2013).

門間 英毅

研究概要

マグネシウム系耐火物, 金属マグネシウムなどの原料としてわが国で自給できるドロマイト鉱物資源 (主成分: $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$) の重要性と利活用の向上を目指して, 本年度は新反応系であるドロマイト- M^{2+} ($\text{M}=\text{Ca}, \text{Sr}$) 系を検討した. その結果, ドロマイトの分解速度は $\text{M}=\text{Ca} < \text{M}=\text{Sr}$ であり, 反応の見かけ活性化エネルギーは $\text{M}=\text{Ca}$ で約 $90 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, $\text{M}=\text{Sr}$ で約 $70 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ であった. また, $\text{M}=\text{Ca}$ は二酸化炭素を発生させないマグネシウムの分離プロセスに, $\text{M}=\text{Sr}$ は環境汚染ストロンチウムの不溶化にそれぞれ利用可能であることも示した.

論文

- 1) 門間 英毅, 守吉 佑介, 川島 健, 塩化カルシウム水溶液を用いたドロマイトからのマグネシウムの抽出反応, J. Soc. Inorg. Mater., Japan, Vol.20, pp.204-208, 2013-7. (査読あり)

学会等口頭発表

- 1) 門間 英毅, ドロマイト系触媒, 第一回サンギ研究会, 法政大ナノテク研究センター, 2013-4.
- 2) 門間 英毅, 守吉 佑介, 川島 健, ドロマイト- Sr^{2+} 水溶液系反応, 無機マテリアル学会第 126 回学術講演会要旨集, pp.4-5, 2013-6.

解説

- 1) 門間 英毅, 守吉 佑介, 石灰製品による二酸化炭素吸収・固定化に関する研究動向, 石灰, No.576, pp.23-39, 2013-7.

参 考 資 料

1. セミナー等開催記録

2013 年度 マイクロ・ナノテクノロジー研究センター セミナー

	開催日	会 場	演 題	講演者	所属・職	備 考
第1回	2013.8.7(水) 16:50.~18:20	法政大学小金井 東館E104教室	多剤排出トランスポーターの結晶構造、機能とダイナミクス	村上 聡	東京工業大学 教授	世話人: 山本兼由
第2回	2013.8.21(水) 16:50.~18:20	法政大学小金井 東館E104教室	生物という柔らかい機械の基本問題	美宅 成樹	豊田理化学研究所	世話人: 曾和義幸
第3回	2013.8.27(火) 16:50.~18:20	法政大学小金井 東館E104教室	極限環境で駆動する生体ナノマシンの直接観察	西山 雅祥	京都大学白眉センター	世話人: 曾和義幸

グリーンテクノロジーセミナー

	開催日	会 場	演 題	講演者	所属・職	備 考
第1回	2013.11.27(水) 15:00~17:00	法政大学小金井 西館マルチメディア 教室3	新規無機化合物薄膜太陽電池の開発	橋本 佳男	信州大学工学部 電気電子工学科教授	「エネルギー獲得・ 低環境負荷技術の 開発」
			カーボンおよび有機材料を用いた太陽電池の開発	緒方 啓典	法政大学生命科学部 環境応用化学科教授	
第2回	2014.3.12(水) 15:00~17:00	法政大学小金井 東館E105教室	細胞内でレアメタルを高蓄積する大腸菌のゲノム育種	山本 兼由	法政大学生命科学部 生命機能学教授	「資源再生利用・ 環境浄化技術の 開発」
			白いナノバイオテクノロジーが解き明かす深海生物資源の新たな姿	出口 茂	独立法人海洋研究開発機構・ 海洋・極限環境生物圏領域	

マイクロ・ナノテクノロジー研究センター 公開シンポジウム

	開催日	会 場	講演者	所属・職
	2014.1.25(土) 13:00~17:00	法政大学小金井 キャンパス西館 マルチメディア ホール	— グリーンテクノロジーを支える次世代エネルギー変換システム —	
			●基調講演	
			燃料電池の開発の現状と将来展望	横川 晴美 産業技術総合研究所
			栄養飢餓とバイオマス生産の関連性	田中 寛 東京工業大学資源化学研究所
			機能性流体およびMEMS技術を用いたマイクロメカトロニクス	横田 真一 東京工業大学精密工学研究所
			●ポスター展示	

2. 運営委員会開催記録 (2013 年度)

2013. 4. 19	第 1 回運営委員会
2013. 5. 21	第 2 回運営委員会
2013. 6. 18	第 3 回運営委員会
2013. 7. 23	第 4 回運営委員会
2013. 9. 17	第 5 回運営委員会
2013. 10. 22	第 6 回運営委員会
2013. 11. 19	第 7 回運営委員会
2013. 12. 17	第 8 回運営委員会
2014. 1. 21	第 9 回運営委員会
2014. 2. 25	第 10 回運営委員会
2014. 3. 25	第 11 回運営委員会