

第1編	3
グリーンテクノロジーを支える	3
次世代エネルギー変換システム	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. 研究内容とその成果	12
(1) 次世代太陽電池・エネルギーデバイスの開発 (緒方 啓典・木村 啓作)	12
(2) 生物エネルギー変換機構の解明とその利用技術の開発 (曾和 義幸・水澤 直樹)	13
(3) シリコンチップ埋め込み超微小バッテリーの開発 (栗山 一男)	14
(4) 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 (明石 孝也)	14
(5) 環境低負荷次世代半導体デバイスの開発 (中村 徹・三島 友義)	15
4. 基本テーマ内および基本テーマ間の連携	18
5. 今後の課題	18
6. 研究業績	19
(1) 緒方 啓典	19
(2) 木村 啓作	23
(3) 曾和 義幸	23
(4) 水澤 直樹	24
(5) 栗山 一男	25
(6) 明石 孝也	26
(7) 中村 徹	27
(8) 三島 友義	29
第2章 資源再生利用・環境浄化負荷技術の開発	34
1. 研究の目的	36
2. 研究成果の概要	36
3. 研究内容とその成果	36
(1) 細菌の環境応答機構の解析と環境浄化への応用	36
(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)	38
(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)	39
4. 基本テーマ内および基本テーマ間の連携	40
5. 今後の課題	40
6. 研究業績	41
(1) 佐藤 勉	41
(2) 山本 兼由	42
(3) 石垣 隆正	43

(4) 杉山 賢次	44
第3章 プラント実現のためのエコソリューション技術	46
.....	46
1. 研究の目的	47
2. 研究成果の概要	48
3. 研究内容とその成果	48
(1) 機能性流体パワーを用いたマイクロ液圧アクチュエータとその応用 (田中 豊) ...	48
(2) タービン翼列の超高負荷化 (辻田 星歩)	51
(3) 真空中における接触熱コンダクタンスに関する研究 (御法川 学)	53
(4) アクチュエータの高性能化に関する研究 (安田 彰)	56
4. 基本テーマ内および基本テーマ間の連携	58
5. 今後の課題	58
6. 研究業績	58
(1) 田中 豊	58
(2) 辻田 星歩	59
(3) 御法川 学	60
(4) 安田 彰	61
第2編	64
マイクロ・ナノテクノロジー	64
研究センター基盤研究業績	64
1. 研究業績	66
(1) 安部 公博	66
(2) 石黒 亮	67
(3) 石浜 明	67
(4) 梅村 徹	69
(5) 笠井 大司	69
(6) 川岸 郁朗	69
(7) 鈴木 祥太	72
(8) 島田 友裕	72
(9) 田沼 千秋	73
(10) 常重 アントニオ	73
(11) 長井 雅子	74
(12) 西村 智朗	74
(13) 西山 宗一郎	74
(14) 彭 敬喜	75
(15) 堀切 文正	75
(16) 松川 豊	76
(17) 三浦 孝夫	77
(18) 守吉 佑介	78
(19) 門間 英毅	78
(20) 山本 康博	78
(21) HAO Dong	79
(22) 打越 哲郎	79

参考資料.....	82
1. セミナー等開催記録.....	83
2. 運営委員会開催記録.....	83

年報2016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。2016年4月、法政大学にサステナビリティ実践知研究機構が設立され、本研究センターは、サステナビリティ実践知研究機構マイクロ・ナノテクノロジー研究センターとして研究を推進する重要な役割を果たしています。

本研究センターの歩みを簡単に示してみます。5年間のハイテク・リサーチ・センター整備事業に続き、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」により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。研究所設立からの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。

このグリーンテクノロジープロジェクトでは、「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、窒化ガリウム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、上記のグリーンテクノロジープロジェクトの4年目の研究成果を報告するものです。本研究センターは、2016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 増田 正人

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

(2016年4月1日～2017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な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礎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。

本基本テーマプロジェクトでは、

- ・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
- ・マイクロファンの風量、騒音、振動評価方法の開発
- ・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19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1、2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、12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）、年3～4回程度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 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

2016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。具体的な研究結果の概要は、以下に述べる通りである。

1. ハロゲン化鉛系ペロブスカイト結晶を活性層として用いた太陽電池の電子輸送層として Nb_2O_5 を取り上げ、従来の TiO_2 を用いた場合に比べて、より高いエネルギー変換効率を示すことを明らかにした。さらに、ペロブスカイト太陽電池の新たな電子輸送層としてドーピングした ZnO_2 , SnO_2 、正孔輸送層として、 Cu_2O を取り上げ、それらのキャリア輸送特性とペロブスカイト層の結晶性の相関について検討を行った。また、ハロゲン化鉛系ペロブスカイト半導体薄膜中における欠陥構造と相挙動の関係およびそれらが太陽電池特性に与える影響を明らかにすることを目的として、同薄膜および単結晶試料について各種分光学的手法により有機カチオンの分子運動性の違いを初めて明らかにした。
2. 優れたキャリア輸送特性が期待される単層カーボンナノチューブのチューブ内部の空間への各種材料ドーピングによる電子物性制御を目指して、分子動力学シミュレーションおよび第一原理計算により硫黄内包単層カーボンナノチューブおよびアルカリハライド内包単層カーボンナノチューブの局所構造および電子状態の解析を行った。
3. バルク石墨から出発し湿式法により作成したグラフェンオキシドの一原子層シートを出発材料とする高品質の多層膜シートの開発に成功している。更に、グラフェンオキシドの合成雰囲気を嫌氣的にし、表面状態を制御することにより、電子ビーム照射に対し非常に安定な伝導性のグラフェンオキシドにすることが可能である。太陽電池の透明電極に接する電子輸送層としての開発にも成功し、これを電子材料とするために基本物性として熱安定性、振動特性、分光吸収特性の測定を行った。一層膜では薄膜の厚さが 0.34 nm であり、重金属による染色無しに分子像の観察が導電性膜の場合可能である。導電性の薄膜の例示として、本法をサイズが 20 nm の NADH-ユビキノンドヒドロゲナーゼ分子に適用し、走査透過電子顕微鏡により染色無しでの一分子の実像観察に単純タンパク質として初めて成功した。
4. シアノバクテリア *Anabaena* sp.PCC7120 から高い酸素発生活性を保持する光化学系 II 標品を単離・精製することに成功した。光合成反応中心タンパク質 D1 上にある、脂質の配位に関わるアルギニン残基が電子伝達に重要な役割を果たしていることを明らかにした。

バクテリアべん毛モーターが発生する回転トルクがおよそ 2000pNnm であることを光ピンセット技術で計測することに成功した。

5. 正極材料に LiMn_2O_4 、負極に Li 金属、電解質に PMMA (polymentyl metacrylate) を用いて、全固体型シリコン基板埋め込み 100×100 ミクロン平方の電池の試作を行った。
6. ディーゼル車用の粒子状物質捕集フィルター (DPF) において使われている Pt 系触媒に代わる長寿命の触媒粒子として、Pt 系材料よりも酸化雰囲気中における蒸気圧の低い Ag 系粒子に着目し、Ag-NiO 系粒子を共沈法、逆共沈法および均一沈殿法の 3 種類の方法を用いて作製し、 $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ に担持させた。
7. イオン注入により SiC 基板上所定領域への導電層形成技術を開発し、さらに SiC 基板へ良好なグラフェン膜を形成するためのプラズマ処理技術を開発した。

3. 研究内容とその成果

(1) 次世代太陽電池・エネルギーデバイスの開発 (緒方 啓典・木村 啓作)

有機薄膜太陽電池、有機-無機ハイブリッド型太陽電池等、次世代太陽電池および燃料電池の高効率化および実用化にとって、新規半導体材料の開発とデバイス構造開拓、半導体材料に整合した電極材料の開発、各層の接合界面の電子状態および構造制御技術の開発、耐久性向上、実用化に向けたデバイス作製プロセスの開発は必要不可欠な要素である。これらのエネルギーデバイスの高性能化に資する新物質の開発および基礎物性解明とそれらの作製技術に関する基礎研究を行っている。2016 年度に行った主な研究は下記の通りである。

1. 有機無機複合物質であるハロゲン化鉛系ペロブスカイト結晶を活性層として用いた太陽電池は 20% を越えるエネルギー変換効率を持つことが報告され、さらなる高効率化、耐久性向上に向けた材料開発やデバイス構造の開発に関する研究が行われている。我々は、同太陽電池の電子輸送層 (足場層) として従来用いられてきた TiO_2 に代わる電子輸送層材料として、 Nb_2O_5 を取り上げ、同膜上へのペロブスカイト結晶 ($\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_3$) の成膜を行った結果、従来の TiO_2 を用いた場合に比べて、より高いエネルギー変換効率を示すことを明らかにした。さらに、ペロブスカイト太陽電池の新たな電子輸送層としてドーブした ZnO_2 、 SnO_2 、正孔輸送層として、 Cu_2O を取り上げ、その電子輸送特性とペロブスカイト層の結晶性の相関について検討を行った。
2. 優れたキャリア輸送特性が期待される単層カーボンナノチューブのチューブ内部の空間への各種材料ドーピングによる電子物性制御を目指して、分子動力学シミュレーションおよび第一原理計算により硫黄内包単層カーボンナノチューブおよびアルカリハライド内包単層カーボンナノチューブの局所構造および電子状態の解析を行った。
3. ハロゲン化鉛系ペロブスカイト半導体は、薄膜形成に優れており、優れた集光能力と高いキャリア移動度を持つことから、現在太陽電池材料として現在大きな注目を集めている。これらの太陽電池デバイスの高効率化にとって、高い結晶性および均一性の高いペロブスカイト薄膜形成は必要不可欠な技術である。近年、同化合物において固有の欠陥が電子物性および太陽電池特性に与える影響について報告がなされているが、実際の薄膜中における欠陥構造の詳細については十分に解明されていない。我々は、 $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbX}_3$ ($\text{X} : \text{I or Br}$) 薄膜中の欠陥構造と相挙動の関係およびそれらが太陽電池特性に与える影響を明らかにすることを目的として、同薄膜および単結晶試

料について熱分析および顕微ラマン分光法を用いて、その欠陥構造に伴うメチルアンモニウムカチオンの分子運動性の違いを初めて明らかにした。

4. バルク石墨から出発し湿式法により作成したグラフェンオキシドの一原子層シートを出発材料とする高品質の多層膜シートの開発に成功している。更に、グラフェンオキシドの合成雰囲気とを嫌氣的にし、表面状態を制御することにより、電子ビーム照射に対し非常に安定な伝導性のグラフェンオキシドにすることが可能である。太陽電池の透明電極に接する電子輸送層としての開発にも成功し、これを電子材料とするために基本物性として熱安定性、振動特性、分光吸収特性の測定を行った。一層膜では薄膜の厚さが 0.34 nm と非常に薄く、重金属による染色無しに分子像の観察が導電性膜の場合可能である。導電性の薄膜の例示として、本法をサイズが 20 nm の NADH-ユビキノンドヒドロゲナーゼ分子に適用し、走査透過電子顕微鏡により染色無しでの一分子の実像観察に単純タンパク質として初めて成功した。

(2) 生物エネルギー変換機構の解明とその利用技術の開発 (曾和 義幸・水澤 直樹)

本研究では、光合成生物から高い安定性をもつ光合成装置の単離法を確立するとともに、単離した標品を用いて、光合成諸反応に関わる構成成分の構造と機能を明らかにすること、および生物分子モーターの高エネルギー変換効率を生み出す機構をあきらかにすることを目的としている。

光合成については、遺伝子操作が容易で機能解析に優れるシアノバクテリア *Synechocystis* sp. PCC 6803 (以降 *Synechocystis*) を主に用いて光合成装置である光化学系 II 複合体 (系 II) のインタクトな標品の単離法の確立を目指してきた。本年度は乾燥耐性をもつシアノバクテリア *Anabaena* sp. PCC 7120 から高い酸素発生活性を保持する系 II 標品を単離・精製することに成功し、そのサブユニット組成を明らかにした。また、*Synechocystis* より精製した系 II 標品に 1M トレハロース溶液を添加するだけで、系 II 活性が増大し、複合体の構造と機能がインタクトに近い状態になることを明らかにした。また、高温条件で培養した *Synechocystis* を用いて、通常で培養した細胞から単離した標品に比べ、高温安定性を保持している系 II 標品を単離することに成功した。さらに、系 II の反応中心タンパク質 D1 に結合する脂質ホスファチジルグリセロールの配位に関わるアルギニン残基を他のアミノ酸残基に置換した株の解析により、このアルギニン残基が電子伝達反応と系 II の複合体構築に重要な役割を果たしていることを明らかにした。

生物分子モーターの研究では、高効率エネルギー変換効率を実現するべん毛モーターについて、正確な出力解析をおこなうシステム構築・応用を進めている。生体分子が発生する力を計測するために顕微鏡に組み込んだ光ピンセット技術が良く利用される。昨年度までに、近赤外レーザーを光学顕微鏡の対物レンズに導入することで、マイクロメートル程度の粒子を捕捉する光ピンセット光学系を構築し、高速度カメラと画像解析を組み合わせることで、粒子の動きをナノメートル・サブミリ秒の精度で計測することに成功している。本年度はこのシステムを利用し、べん毛モーターが生み出すトルクの計測をおこなった。その結果、べん毛モーターが発生する最大出力は 2000 pNm 程度であると見積もることができた。この値を元に、今後モーターの入出力関係を求め、エネルギー変換機構に迫りたい。

(3) シリコンチップ埋め込み超微小バッテリーの開発 (栗山 一男)

半導体微細化技術に伴いMEMSデバイスはミクロンサイズまで微細化が可能であるが、エネルギー源である電源の微細化技術が追いついていないのが現状である。本研究では正極材料に LiMn_2O_4 、負極にLi金属、電解質にPMMA (polymentyl metacrylate) を用いて、全固体型シリコン基板埋め込み 200×200 ミクロン平方の電池の試作を行っているが、現在、リチウムイオン二次電池の正極活物質として広く使われているリチウム金属酸化物は導電性が低いため、単独で使用するには抵抗が高くリチウムイオンが移動しにくい。そのため正極活物質の導電材として、粒子のつながりが大きく、複雑な構造を有する炭素を混合したものが正極として使用されている。しかしリチウムと炭素を合成した材料の研究はほとんど行われていない。本研究ではLi-C-N系分子構造に着目した。 Li_2CN_2 (格子定数 $a=3.69 \text{ \AA}$, $c=8.69 \text{ \AA}$, 空間群は $I4/mmm$) の合成は Li_3N (純度99.5%) と炭素をモル比2:1で計量し、粉末状態で混合したものをTa製のるつぼに封入後、 N_2 雰囲気中で 600°C 、6時間の熱処理により作成した。作成した試料は白色を呈しており、大気中において潮解性を示した。粉末X線回折法により、ほぼ単一層が作成されていることが確認された。光吸収測定より 360nm 付近に吸収端が観測され、バンドギャップ値は約 3.5eV と算出された。このバンドギャップ値は、多用されている LiMn_2O_4 正極材料の酸素の $2p$ 軌道から成る価電子帯からMnの $3d$ 軌道への遷移エネルギーに近い値である (K. Kushida and K. Kuriyama, Appl. Phys. Lett. 77,4154 (2000)。また光透過率測定の結果、 Li_2CN_2 は直接遷移型であることが明らかになった。これらの成果は、“ Li_2CN_2 の結晶作成と物性評価”というタイトルで第64回応用物理学会春季学術講演会 (2017年3月) で発表した。今後、この新しい正極材料をシリコンチップに埋め込んだときの電池特性評価を行う予定である。

(4) 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 (明石 孝也)

ディーゼル車用の粒子状物質捕集フィルター (DPF) にて、排ガス中のすす酸化触媒として使われる高価なPt系触媒に代わる長寿命の触媒粒子を開発する。Pt系触媒では、蒸発・凝縮による粒成長が起こり、触媒性能が劣化する。そのため、Pt系粒子よりも酸化雰囲気中における蒸気圧の低いAg系粒子に着目した。2015年度までの研究で、Ag-NiO担持 (Ce,Zr) O_2 粒子の方が、Pt担持 (Ce,Zr) O_2 粒子よりも低い値を示し、活性炭の酸化に対する触媒性能が高いという結果を得た。2016年度の研究では、2015年度までの研究成果に対する再現性を確認することに主眼を置いた。

Ag^+ , Ni^{2+} , Ce^{4+} , Zr^{4+} のイオンを含む水溶液に、沈殿剤としてヘキサメチレンテトラミン (HMT) を加え、 80°C で2h加熱・攪拌し、粉末を沈殿させた。ろ別によって回収した粉末を大気中で一晚乾燥させ、 500°C で1h焼成して煅焼粉末を得た。また、 Pt^{2+} , Ce^{4+} , Zr^{4+} のイオンを含む水溶液からも同様の手順にて煅焼粉末を得た。

得られた2種類の煅焼粉末を 800°C の空気中で0~24hの熱処理を行い、X線回折による相同定と透過型電子顕微鏡 (TEM) による観察を行った。また、熱処理前後の粉末とすすを模した活性炭を混合し、 $2.5\text{K}/\text{min} \sim 40\text{K}/\text{min}$ の一定昇温速度にて熱重量-示差熱測定 (TG-DTA) を行った。活性炭の質量減少が全質量減少の20%になる時の温度 ($T_{20\%}$) をすす酸化温度として評価した。

X線回折により、すべての煅焼試料において (Ce,Zr) O_2 および Ag または Pt を確認した。Ni添加粉末に対しては、電子線回折によりNiOの存在を確認した。図1-1に、熱処理前後のそれぞれの試料のTEM像を示す。Ag-NiO担持粉末ではAgとNiO粒子の凝集が、Pt担持粉末ではPt粒子の凝

集が見られた。図 1-2 に各試料の活性炭 20%酸化温度 ($T_{20\%}$) と熱測定時の昇温速度の関係を示す。いずれの昇温速度においても、Ag-NiO 担持 (Ce,Zr) O_2 の活性炭 20%酸化温度 ($T_{20\%}$) の方が、Pt 担持 (Ce,Zr) O_2 よりも低い値を示した。これにより、Ag-NiO 担持 (Ce,Zr) O_2 粒子の方が、Pt 担持 (Ce,Zr) O_2 の粒子よりも高い活性炭酸化性能を有することを高い再現性で確認した。

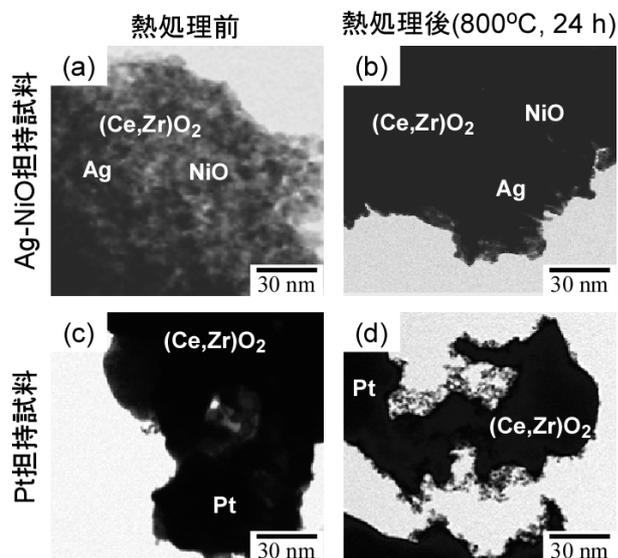


図 1-1 均一沈殿法により得られた Ag-NiO 担持 (Ce,Zr) O_2 粉末および Pt 担持 (Ce,Zr) O_2 粉末の TEM 像。

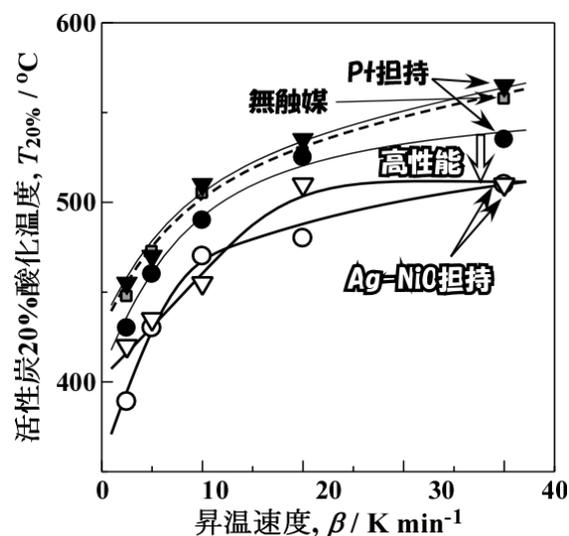


図 1-2 種々の昇温速度で測定した 20%すす酸化温度 ($T_{20\%}$)。○Ag-NiO 担持粉末 (熱処理前) 使用, ▽Ag-NiO 担持粉末 (24h 熱処理後) 使用, ●Pt 担持粉末 (熱処理前) 使用, ▽Pt 担持粉末 (24h 熱処理後) 使用。

(5) 環境低負荷次世代半導体デバイスの開発 (中村 徹・三島 友義)

環境低負荷次世代半導体デバイスとして、昨年度まではグラフェンなどを利用した先端デバイスの開発に関する検討を行ってきた。しかし、環境負荷をさらに低減できる次世代デバイスとして注目されている GaN (窒化ガリウム) 電子デバイスについての検討を同時に行ってきたのでその検討結果について報告する。

GaN は Si と比べ、高い飽和ドリフト速度や、高い電子移動度などの非常に優れた物性値を有している。このことから、GaN は高周波・高出力デバイスとしての応用が期待されている。しかし、幅広い範囲での利用には、解決しなければならない製造プロセスの課題がいくつかある。その一つが、p 型層の選択的領域形成である。CMOS デバイスに代表されるように同一基板内に n 型層と p 型層の形成は必須である。GaN の n 型層形成は Si 原子をイオン注入することで比較的容易に形成できる。p 型層の形成は Mg 原子をイオン注入することで可能であるが、Mg 原子の活性化に必須なアニール温度が高いことや保護膜の最適化が難しいことから、p 型層の形成は非常に困難であり報告された例は少ない。

我々はイオン注入法を用いて p 型層の形成が実現できることを 2014 年に国際学会で報告した。本研究はイオン注入法を用いて環境負荷をさらに低減できる高性能な pn 接合ダイオード (図 1-3) を作成することを目的とし、p 型層が形成できるアニール温度の上限下限を検証した。

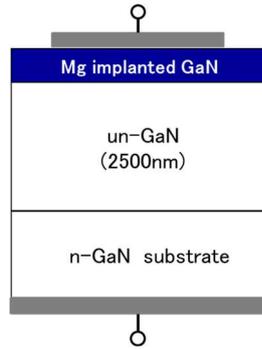


図 1-3 GaN を用いた pn 接合ダイオード

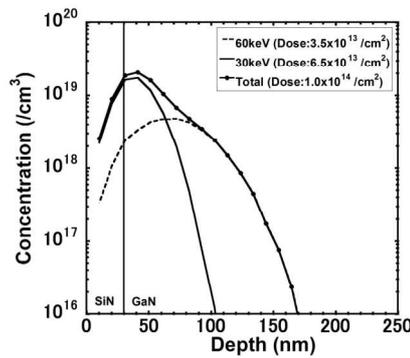


図 1-4 Mg イオン注入プロファイル (SRIM シミュレーション)

P 型層形成は、高品質な自立 GaN 基板の上にエピタキシャル成長した膜厚 2.5 ミクロンのアンドープ層内に Mg イオンを注入して行った。イオン注入保護膜として、プラズマスパッタリング装置によって SiNx を 50 nm 堆積させた。Mg イオン注入は図 3-5-2 の条件で、30 keV, 60 keV, 注入量 $3.5 \times 10^{13}/\text{cm}^2$, $6.5 \times 10^{13}/\text{cm}^2$ で 2 段階注入を行った。注入後、保護膜を除去し、再度 SiNx を 100nm 堆積させた。堆積後、アニール処理を 1230, 1240, 1250°C, 1 分間、窒素雰囲気中で行った。図 1-5 に低温 (77K) でのフォトルミネッセンス (PL) 測定結果を示す。代表的な 3 つのピークが観測された。3.45 eV 付近のピークは、正孔束縛励起子発光 (ABE) と推察される。この ABE 発光は良好な結晶性の場合のみ観測されることから、イオン注入によってダメージを受けた GaN 層がアニール処理によってある程度回復していると考えられる。3.25 eV 付近のピークは、ドナー・アクセプタ再結合発光 (DAP) と推察される。DAP は Mg イオンが起因で引き起こされる発光である。最後に、2.4 eV 付近のピークは、Yellow Luminescence (YL) であり、結晶欠陥などに励起されるピークである。この YL が大きいことから、イオン注入によって起きたダメージは、アニール処理によって多少回復はしているが、まだ残っているダメージが大きいと考えられる。Mg 起因の DAP 発光が最も強い発光を示すのは 1230°C で、また欠陥を示す YL 発光が最も弱い温度条件は 1240°C であることから、Mg の活性化は 1230°C で十分だが、結晶ダメージの回復には温度が低いことが分かった。

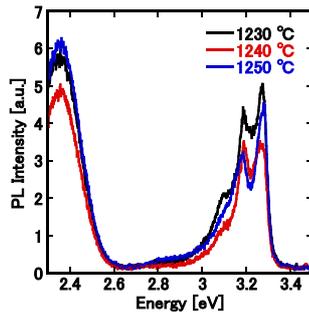


図 1-5 Mg イオン注入層の PL スペクトル

次に、アニール処理後のサンプルの表面にアノード電極として Pd を、裏面にカソード電極として Ti/Al を蒸着し、縦型ダイオードを形成した。図 1-6 に順方向の電流-電圧測定結果を示す。理想的な GaN p-n 接合ダイオードの立ち上がり電圧は約 3V であるが、作成したダイオードの立ち上がり電圧はアニール温度によって変化し 7~8V であった。縦軸を電流密度で整理し対数目盛で描き直した順方向特性の電流成分を解析した結果、本ダイオードは低電流領域で流れるショットキーバリアダイオード (SBD) と高電流領域で流れる pn 接合ダイオードの並列接続特性になっていることが分かった。この SBD は n 型層と Pd 電極で形成され、また順方向立ち上がり電圧が 3V よりも高くなっている理由は Pd 電極とイオン注入層とが良好なオーミック接触になっていないためと考えられる。すなわち、Mg イオン注入によって作成されたダイオード特性は p 型と n 型が混在した領域が存在することが明らかになった。また、アニール温度が 1240°C の場合がもっとも立ち上がり電圧が低くまた直列抵抗が低くなっておりやや良好な p 型層が形成されていることが分かった。しかし、注入層の Mg の活性化が不十分であることから、さらなる検討が必要と思われる。

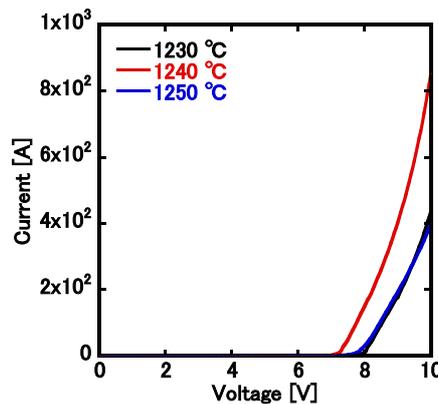


図 1-6 Mg イオン注入ダイオードの電流-電圧特性

高品質な自立 GaN 基板上に成長させた n-GaN 層に Mg イオン注入を行い、フォトルミネッセンス (PL) 測定と電気測定を用いて Mg 注入層の活性化率を評価した。1230~1250°C の温度条件にて p 型層の形成を確認した。その結果、1240°C の試料が結晶性の回復も見られ、抵抗値も低いことから、最も良い条件であると言える。

4. 基本テーマ内および基本テーマ間の連携

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に関しては、緒方啓典研究員は、西村智朗研究員とイオン照射に関わる共同研究を推進しており成果を挙げつつある。また、有機無機ハイブリッド型太陽電池の研究においては、金属酸化物層の役割の解明の基礎研究および新規電子輸送層の開発研究において石垣隆正兼担研究員との共同研究を行っている。また、緒方啓典研究員、木村啓作研究員との間で化学ドーピングしたナノカーボン系分子の p-n 接合、有機-無機薄膜のヘテロ接合を活用した太陽電池の高効率化に向けた研究を前年度に引き続き進めている。曾和義幸研究員の研究テーマであるべん毛モーターのモーター特性解析には、工学・生物学の両面からのアプローチが有効である。現在、べん毛のスクリュウ部分のエネルギー変換効率に着目し、その流体力学的特性の評価を御法川学研究員と協力して進めている。さらに、モーター制御因子の分子生物学解析と出力解析の融合的研究を山本兼由研究員と連携して推進している。また、中村徹研究員は、栗山一男研究員とともに基本テーマ内のシリコンチップ埋め込み超微小バッテリーの開発との連携し検討を行っている。GaN 電子デバイスはシリコンを用いたデバイスよりもより高効率化が実現可能である。GaN 内に超小型バッテリーを埋め込むことによってより高効率に集積回路やアプライアンスが実現できるため、エネルギー獲得・低環境負荷技術を実現する上で必須の電子デバイスである。

5. 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) 2016 年度の研究成果を基に、さらに研究を推進する。太陽電池等エネルギーデバイスの開発研究に関しては、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、さらに優れた機能をもつ半導体ハイブリッド材料の開発を行うとともに、半導体材料に整合した新規電極材料の開発、各層の接合界面の電子状態および構造制御技術の開発、耐久性向上、実用化に向けたデバイス作製プロセスの開発の基礎研究を行う。
- (2) 培養条件と精製条件の最適化により、シアノバクテリアから高い活性をもつ系Ⅱ標品の単離・精製が可能になってきた。今後は、系Ⅱに加え、もうひとつの代表的な光合成装置である光化学系Ⅰ複合体についても単離・精製をおこなう。そして、これらの標品を用いて光合成シートの作製を検討する。また、光合成における脂質の機能に関する研究では、これまで反応中心タンパク質 D1 上に配位する脂質に着目してきたが、次年度はもうひとつの反応中心タンパク質 D2 上に配位する脂質についても解析を行う。
べん毛モーターは複数ユニットが同時に出力発生し、外環境に応じてユニット数が調整されることが知られている。今年度計測したモーター最大トルクは、複数ユニットによって生み出されたものである。今後はユニット当たりのトルクを見積もり、柔軟なモーターユニット数制御メカニズムを明らかにする。
- (3) 正極材料に LiMn_2O_4 、負極に Li 金属、電解質に PMMA (polymethyl metacrylate) を用いて、全固体型シリコン基板埋め込み 200×200 ミクロン平方の電池の試作を行っているが、今後、この新しい正極材料をシリコンチップに埋め込んだときの電池特性評価を行う予定である。
- (4) 今後は、助触媒として作用する $(\text{Ce}, \text{Zr}) \text{O}_2$ に Ag-NiO 系粒子を担持させて、その触媒性能と寿命を評価する。併せて、 $(\text{Ce}, \text{Zr}) \text{O}_2$ に Pt 粒子を担持させたものの触媒性能と寿命も評価する。

- (5) 今後は環境負荷をさらに低減できる次世代デバイスとして注目されている GaN 縦型デバイスについて、高耐圧化と低抵抗化を可能にする構造について検討予定である。

6. 研究業績

(1) 緒方 啓典

論文

- 1) Zhipeng Wang, Hironori Ogata, Gan Jet Hong Melvin, Michiko Obata, Shingo Morimoto, Josue Ortiz-Medina, Rodolfo Cruz-Silva, Masatsugu Fujishige, Kenji Takeuchi, Hiroyuki Muramatsu, Tae-Young Kim, Yoong Ahm Kim, Takuya Hayashi, Mauricio Terrones, Yoshio Hashimoto, Morinobu Endo, “Structural Evolution of Hydrothermal Carbon Spheres Induced by High Temperatures and Their Electrical Properties Under Compression”, *Carbon* **121** (2017) 426-433. (査読有)

招待講演

- 1) 緒方 啓典 (招待講演), “木質系バイオマスを用いた機能性材料の開発”, 第 59 回藤枝会主催講演会, 2016 年 6 月 7 日, (株)フジクラ 本館, 東京
- 2) 緒方 啓典 (招待講演), “ペロブスカイト太陽電池を構成するヘテロ接合薄膜の構造と電子物性”, 「新世代太陽電池の素材開発と性能評価に関するワークショップ」, 2017 年 2 月 28 日, 城西大学, 埼玉

学会発表

- 1) 横倉 瑛太, 片岡 洋右, 緒方 啓典, “DFT・MD 法による単層カーボンナノチューブに内包されたヨウ化セシウムの局所構造と物性評価”, 日本コンピュータ化学会 2016 春季年会 2016 年 6 月 3 日 東京工業大学大岡山キャンパス
- 2) 佐藤 豊, 横倉 瑛太, 片岡 洋右, 緒方 啓典, “分子動力学シミュレーションおよび第一原理計算によるカーボンナノチューブに内包されたカルコゲンの構造評価”, 日本コンピュータ化学会 2016 春季年会 2016 年 6 月 3 日 東京工業大学大岡山キャンパス
- 3) Hironori Ogata and Saki Kawano, “Local structures and crystallinities of bulk heterojunction films constituting organic solar cells studied by Solid-state NMR spectroscopy”, KJF International Conference on Organic Materials for Electronics and Photonics 2016 (KJF-ICOME2016), 2016 年 9 月 5 日, ACROS Fukuoka, Japan.
- 4) Yutaka Sato, Yosuke Kataoka, Eita Yokokura and Hironori Ogata, “Electronic states of chalcogen encapsulated in single-walled carbon nanotubes studied by First-Principles DFT Calculations”, The 51st Fullerenes-Nanotubes-Graphene General Symposium, 2016 年 9 月 7 日, Hokkaido citizens actives center kaderu2・7, Sapporo, Hokkaido, Japan
- 5) Hironori Ogata, Haruhiko Yoshitake, Yutaka Sato, Tomoaki Nishimura, Zhipeng Wang, Shingo Morimoto, Yoshio Hashimoto, Morinobu Endo, “Catalytic properties of non-metal and platinum supported surface-modified nanocarbon materials”, The 51st Fullerenes-Nanotubes-Graphene General Symposium, 2016 年 9 月 7 日, Hokkaido citizens actives center kaderu2・7, Sapporo, Hokkaido, Japan
- 6) Saki Kawano and Hironori Ogata, “Solid-State NMR Studies on the Aggregated Structures in Organic Bulk

- Heterojunction Solar Cells”, The 51st Fullerenes-Nanotubes-Graphene General Symposium, 2016年9月8日, Hokkaido citizens actives center kaderu2・7, Sapporo, Hokkaido, Japan.
- 7) Eita Yokokura, Yosuke Kataoka and Hironori Ogata, “First-principles calculations of electronic states and solid state NMR parameters in alkali halides encapsulated single-walled carbon nanotubes”, The 51st Fullerenes-Nanotubes-Graphene General Symposium, 2016年9月8日, Hokkaido citizens actives center kaderu2・7, Sapporo, Hokkaido, Japan.
 - 8) 木内 宏弥, 竹内 大将, 高野 菜丘, 横倉 瑛太, 稲見 栄一, 緒方 啓典, “ZnO ナノ構造体を電子輸送層に用いたペロブスカイト太陽電池の作製および特性評価 (III) ”, 第77回応用物理学会秋季学術講演会, 2016年9月13日, 朱鷺メッセ, 新潟.
 - 9) 竹内 大将, 木内 宏弥, 高野 菜丘, 横倉 瑛太, 稲見 栄一, 緒方 啓典, “ペロブスカイト太陽電池における金属酸化物層の作製法がキャリア輸送特性に及ぼす効果”, 第77回応用物理学会秋季学術講演会, 2016年9月13日, 朱鷺メッセ, 新潟.
 - 10) Zhipeng Wang, Hironori Ogata, Jet Jet Hong Gan, Michiko Obata, Shingo Morimoto, Josue Ortiz-Medina, Rodolfo Cruz-Silva, Masatsugu Fujishige, Kenji Takeuchi, Hiroyuki Muramatsu, Takuya Hayashi, Mauricio Terrones, Yoshio Hashimoto, Morinobu Endo, “Structural Evolution of Hydrothermal Carbon Spheres Induced by High Temperatures and Their Electrical Properties under Compression”, The 77th JSAP Autumn meeting, 2016, TOKI MESSE, Nigata, Japan, 2016年9月15日
 - 11) 緒方 啓典, 木内 宏弥, 竹内 大将, 高野 菜丘, 横倉 瑛太, 稲見 栄一, “ペロブスカイト太陽電池を構成するヘテロ接合薄膜の構造と電子物性”, 第77回応用物理学会秋季学術講演会, 2016年9月15日, 朱鷺メッセ, 新潟.
 - 12) 横倉 瑛太, 片岡 洋右, 緒方 啓典, “単層カーボンナノチューブに内包されたアルカリハライドの電子状態および固体 NMR パラメーターの第一原理計算”, 第77回応用物理学会秋季学術講演会, 2016年9月15日, 朱鷺メッセ, 新潟.
 - 13) 佐藤 豊, 横倉 瑛太, 片岡 洋右, 緒方 啓典, “分子動力学シミュレーションおよび第一原理計算によるカーボンナノチューブに内包されたカルコゲンの構造評価”, 第77回応用物理学会秋季学術講演会, 2016年9月15日, 朱鷺メッセ, 新潟.
 - 14) 河野 紗希, 緒方 啓典, “固体 NMR 分光法によるバルクヘテロ接合型有機薄膜太陽電池の局所構造解析”, 第77回応用物理学会秋季学術講演会, 2016年9月16日, 朱鷺メッセ, 新潟.
 - 15) Zhipeng Wang, Hironori Ogata, Gan Jet Hong Melvin, Shingo Morimoto, Josue Ortiz-Medina, Ana Laura-Elias, Masatsugu Fujishige, Kenji Takeuchi, Hiroyuki Muramatsu, Takuya Hayashi, Mauricio Terrones, Yoshio Hashimoto and Morinobu Endo, “High temperature induced carbon-related nanomaterials from rice husk: synthesis and characterization”, INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON CARBON NANOTUBE in Commemoration of its Quarter-Century Anniversary (2016-CNT25), 2016年11月17日, Tokyo, Japan.
 - 16) Hironori Ogata and Eiichi Inami, “Study on the Molecular Motions and Defect Structures in Methyl Ammonium Lead Halide Films Constituting Perovskite Solar Cells Studied by Solid-State NMR Spectroscopy”, The 2016 MRS Fall Meeting, 2016年11月30日, Boston, Massachusetts, USA.
 - 17) Hironori Ogata, Eita Yokokura, Eiichi Inami, “Effects of Scaffold Layer on the Crystallinity of Methyl Ammonium Lead Halide Perovskite Films and Carrier Transport Properties in Perovskite Solar Cells”, The

2016 MRS Fall Meeting, 2016 年 11 月 30 日, Boston, Massachusetts, USA.

- 18) Yutaka. Sato, Yosuke Kataoka, Eita Yokokura and Hironori Ogata, “Local structures and electronic states of chalcogen encapsulated in single-walled carbon nanotubes studied by molecular dynamics simulations and First-Principles DFT calculations”, The 2016 MRS Fall Meeting, 2016 年 11 月 30 日, Boston, Massachusetts, USA.
- 19) Eita Yokokura, Yosuke Kataoka and Hironori Ogata, “Local structure and properties of ionic crystals encapsulated in single-walled carbon nanotubes studied by MD simulation and DFT calculations”, The 2016 MRS Fall Meeting, 2016 年 11 月 30 日, Boston, Massachusetts, USA.
- 20) Saki Kawano and Hironori Ogata, “Local structures and crystallinities of bulk heterojunction films constituting organic solar cells with solvent additives studied by Solid-state NMR spectroscopy”, The 2016 MRS Fall Meeting, 2016 年 12 月 1 日, Boston, Massachusetts, USA.
- 21) Hironori Ogata, Eiichi Inami, “Crystallinity and defect structures of methyl ammonium lead halide perovskite films constituting perovskite solar cells”, The 8th Asian Conference on Organic Electronics 2016 (A-COE 2016), 2016 年 12 月 6 日, Uji, Kyoto, Japan.
- 22) 高野 菜丘, 緒方 啓典, “ZnO ナノロッドを電子輸送層として用いたペロブスカイト型太陽電池の作製と評価”, 第 35 回法政大学イオンビーム工学研究所シンポジウム, 2016 年 12 月 7 日, 法政大学小金井キャンパス, 東京.
- 23) 森 達彦, 緒方 啓典, “Cu₂O を正孔輸送層として用いたペロブスカイト型太陽電池の作製および特性評価”, 第 35 回法政大学イオンビーム工学研究所シンポジウム, 2016 年 12 月 7 日, 法政大学小金井キャンパス, 東京.
- 24) 竹内 大将, 緒方 啓典, “ペロブスカイト太陽電池における金属酸化物層の作製法がキャリア輸送特性に及ぼす効果”, 第 35 回法政大学イオンビーム工学研究所シンポジウム, 2016 年 12 月 7 日, 法政大学小金井キャンパス, 東京.
- 25) 木内 宏弥, 緒方 啓典, “Sb-Doped SnO₂ を電子輸送層に用いたペロブスカイト型太陽電池の作製および特性評価”, 第 35 回法政大学イオンビーム工学研究所シンポジウム, 2016 年 12 月 7 日, 法政大学小金井キャンパス, 東京.
- 26) 鈴木 貴明, 片岡 洋右, 緒方 啓典, “分子動力学シミュレーションによるコロネン内包単層カーボンナノチューブの構造評価”, 第 35 回法政大学イオンビーム工学研究所シンポジウム, 2016 年 12 月 7 日, 法政大学小金井キャンパス, 東京.
- 27) 円山 隆治, 緒方 啓典, “金属酸化物太陽電池のための酸化亜鉛フィルムの作製および特性評価”, 第 35 回法政大学イオンビーム工学研究所シンポジウム, 2016 年 12 月 7 日, 法政大学小金井キャンパス, 東京.
- 28) 横倉 瑛太, 片岡 洋右, 緒方 啓典, “単層カーボンナノチューブに内包されたアルカリハライドの電子状態および固体 NMR パラメーターの第一原理計算”, 第 35 回法政大学イオンビーム工学研究所シンポジウム, 2016 年 12 月 7 日, 法政大学小金井キャンパス, 東京.
- 29) 河野 紗希, 緒方 啓典, “固体 NMR 分光法によるバルクヘテロ接合型有機薄膜太陽電池の局所構造解析”, 第 35 回法政大学イオンビーム工学研究所シンポジウム, 2016 年 12 月 7 日, 法政大学小金井キャンパス, 東京.

- 30) 横倉 瑛太, 佐藤 豊, 片岡 洋右, 緒方 啓典, “第一原理計算による単層カーボンナノチューブに内包されたアルカリハライドの電子状態および固体 NMR パラメータ計算”, 第 26 回日本 MRS 年次大会, 2016 年 12 月 21 日, 波止場会館, 横浜
- 31) 佐藤 豊, 片岡 洋右, 横倉 瑛太, 緒方 啓典, “分子動力学シミュレーションおよび第一原理計算によるカーボンナノチューブに内包されたカルコゲンの構造評価”, 第 26 回日本 MRS 年次大会, 2016 年 12 月 21 日, 波止場会館, 横浜
- 32) Dong Hao, Takamasa Ishigaki, Hironori Ogata, Yoshihiro Tsujimoto, Tetsuo, Uchikoshi, “Visible light photocatalytic activity given by high-temperature heat-treatment of solvothermally-synthesized high-concentration niobium doped TiO₂”, 第 55 回セラミックス基礎科学討論会, 2017 年 1 月 13 日, 岡山コンベンションセンター, 岡山.
- 33) Eita Yokokura, Yosuke Kataoka, Hironori Ogata, “DFT calculations of electronic states and solid state NMR parameters in Cesium Iodide encapsulated single-walled carbon nanotubes”, The 52nd Fullerenes-Nanotubes-Graphene General Symposium, 2017 年 3 月 1 日, Tokyo, Japan.
- 34) Saki Kawano and Hironori Ogata, “Studies on the Aggregated Structures and Crystallinities of Bulk Heterojunction Films Constituting Organic Solar Cells”, The 52nd Fullerenes-Nanotubes-Graphene General Symposium, 2017 年 3 月 2 日, Tokyo, Japan.
- 35) Yutaka Sato, Eita Yokokura, Yosuke Kataoka and Hironori Ogata, “Electronic states of chalcogen encapsulated in single-walled carbon nanotubes studied by First-principles DFT calculations(II)”, The 52nd Fullerenes-Nanotubes-Graphene General Symposium, 2017 年 3 月 3 日, Tokyo, Japan.
- 36) 緒方 啓典, 竹内 大将, 木内 宏弥, “有機金属ハロゲン化物ペロブスカイト薄膜における欠陥構造と分子運動性の分光学的研究 (III)”, 第 64 回応用物理学会春季学術講演会, 2017 年 3 月 14 日, パシフィコ横浜, 横浜市.
- 37) 森 達彦, 緒方 啓典, “Cu₂O を正孔輸送層として用いたペロブスカイト型太陽電池の作製および特性評価”, 第 64 回応用物理学会春季学術講演会, 2017 年 3 月 16 日, パシフィコ横浜, 横浜市.
- 38) 木内 宏弥, 竹内 大将, 横倉 瑛太, 稲見 栄一, 緒方 啓典, “ZnO ナノ構造体を電子輸送層に用いたペロブスカイト太陽電池の作製および特性評価 (IV)”, 第 64 回応用物理学会春季学術講演会, 2017 年 3 月 16 日, パシフィコ横浜, 横浜市.
- 39) 竹内 大将, 木内 宏弥, 稲見 栄一, 緒方 啓典, “ペロブスカイト太陽電池における金属酸化物層の作製法がキャリア輸送特性に及ぼす効果 II”, 第 64 回応用物理学会春季学術講演会, 2017 年 3 月 16 日, パシフィコ横浜, 横浜市.
- 40) 緒方 啓典, 竹内 大将, 木内 宏弥, 円山 隆治, 高野 菜丘, “有機金属ハロゲン化物ペロブスカイト太陽電池を構成するヘテロ接合薄膜の構造と電子物性”, 日本化学会第 97 春季年会, 2017 年 3 月 18 日, 慶應義塾大学日吉キャンパス, 神奈川.

(2) 木村 啓作

論文

- 1) “Potential application of atomic layer graphene oxide film for single protein visualization by electron microscopy without staining treatment”, Keisaku Kimura and Tatsuya Sugimoto, *Chem.Lett.*45 (2016) 315-317. (査読有)

(3) 曾和 義幸

論文

- 1) Kasai T & Sowa Y. Measurements of the Rotation of the Flagellar Motor by Bead Assay. *Methods Mol Biol* 1593, 185-192 (2017). (査読無)

招待講演

- 1) Sowa Y., “Single-molecule studies of the chemo-mechanical coupling in the bacterial flagellar motor”, OIST Workshop-Bacterial Flagella, Injectisomes & Type III Secretion Systems, OIST, 沖縄県国頭郡, 2017年3月1日
- 2) 曾和 義幸, “細菌がもつナノマシンの化学-力学共役”, 2016年度 遺伝研研究会「単細胞システム細胞装置のダイナミズム」, 遺伝学研究所 (静岡県三島市), 2017年3月28日

学会発表

- 1) Yamazaki M, Yamamoto K, Nishikawa M, Sowa Y. Kawagishi I, 大腸菌異物排出系トランスポーター MdtB, MdtC 会合の可視化, 第 54 回日本生物物理学会年会, つくば国際会議場 (茨城県つくば市), 2016年11月25日
- 2) Arai K, Kasai T, Takahashi Y, Ito M, Sowa Y., 2 種イオン駆動型べん毛モーターの入力と出力の関係, 第 54 回日本生物物理学会年会, つくば国際会議場 (茨城県つくば市), 2016年11月26日
- 3) Kasai T, Sowa Y., 光ピンセットを用いたバクテリアべん毛モーターの最大トルクの計測, 第 54 回日本生物物理学会年会, つくば国際会議場 (茨城県つくば市), 2016年11月27日
- 4) Sagawa T, Sowa Y. Kawagishi I, Oiwa K, Kojima H, 大腸菌の忌避刺激で見られた時間遅れは FliM の共同的な振る舞いにより説明される, 第 54 回日本生物物理学会年会, つくば国際会議場 (茨城県つくば市), 2016年11月27日
- 5) Endo T, Miyao Y, Yamamoto K, Nishikawa M, Sowa Y. Kawagishi I, 大腸菌二成分制御系 AtoS, AtoC の相互依存的細胞内局在, 第 54 回日本生物物理学会年会, つくば国際会議場 (茨城県つくば市), 2016年11月27日
- 6) Tanaka H, Kazuta Y, Matsukawa T, Naruse Y, Tominari Y, Okada M, Sowa Y. Kawagishi I, Oiwa K, Kojima H, 大腸菌は, アミノ酸種を識別する: データ駆動的アプローチにより明らかにする単細胞生物の化学知覚, 第 54 回日本生物物理学会年会, つくば国際会議場 (茨城県つくば市), 2016年11月27日
- 7) Umemura T, Sowa Y. Kawagishi I, 変性蛋白質センサーとしての大腸菌ヒスチジンキナーゼ BaeS, 第 54 回日本生物物理学会年会, つくば国際会議場 (茨城県つくば市), 2016年11月27日
- 8) 笠井 大司, 曾和 義幸, べん毛モーター回転の強制停止時における発生トルク, 2017 年生体運動研究合同班会議, 神戸国際会議場 (兵庫県神戸市), 2017年1月7日

- 9) Tanaka H, Kazuta Y, Sowa Y, Kawagishi I, Naruse Y, Tominari Y, Okada M, Oiwa K, Kojima H, Quantitative Evaluation of Chemical Recognition of Escherichia coli in a Data-Driven Manner, OIST Workshop-Bacterial Flagella, Injectisomes & Type III Secretion Systems, OIST (沖縄県国頭郡), 2017年3月2日
- 10) Sagawa T, Sowa Y, Kawagishi I, Oiwa K, Kojima H, Analysis of delay in flagellar response of Escherichia coli to chemoeffectors with in vivo and in silico approaches, OIST Workshop-Bacterial Flagella, Injectisomes & Type III Secretion Systems, OIST (沖縄県国頭郡), 2017年3月2日
- 11) Arai K, Kasai T, Takahashi Y, Ito M, Sowa Y, Input-output Relationship of the Bacterial Flagellar Motor, OIST Workshop-Bacterial Flagella, Injectisomes & Type III Secretion Systems, OIST (沖縄県国頭郡), 2017年3月2日
- 12) Kasai T, Sowa Y, Stall Torque of the Bacterial Flagellar Motor Measured by Optical Tweezers, OIST Workshop-Bacterial Flagella, Injectisomes & Type III Secretion Systems, OIST (沖縄県国頭郡), 2017年3月4日
- 13) Momma M, Tsuji Y, Konishi M, Nishiyama S, Nishikawa M, Sowa Y, Kawagishi I, Identification and characterization of novel transducer and soluble receptors for amino acid chemotaxis of Vibrio alginolyticus, OIST Workshop-Bacterial Flagella, Injectisomes & Type III Secretion Systems, OIST (沖縄県国頭郡), 2017年3月4日
- 14) Nishiyama M, Sawada T, Che Y-S, Sowa Y, Harada Y, Kawagishi I, High-Pressure Inhibition of the Interaction between the Bacterial Flagellar Motor and the Response Regulator CheY, OIST Workshop-Bacterial Flagella, Injectisomes & Type III Secretion Systems, OIST (沖縄県国頭郡), 2017年3月4日

(4) 水澤 直樹

論文

- 1) Nagai, M., Nagai, Y., Aki, Y., Sakurai, H., Mizusawa, Naoki, Ogura, T., Kitagawa, T., Yamamoto, Y., Nagatomo, S. Heme orientation of cavity mutant hemoglobins (His F8 → Gly) in either α or β subunits: circular dichroism, ^1H NMR, and resonance Raman studies. Chirality 28:585-592, 2016 Aug. (査読有)

学会発表

- 1) 倉持 里佳子, 片山 光徳, 遠藤 嘉一郎, 石井 麻子, 河合 (久保田) 寿子, 小林 康一, 皆川 純, 和田 元, 水澤 直樹 His タグを付加した CP47 変異株を用いた *Anabaena* sp.PCC 7120 光化学系 II 複合体の精製とその特性 第 58 回日本植物生理学会年会, 2017年3月16日~18日 (鹿児島大学郡元キャンパス, 鹿児島市)
- 2) 松原 真由, 遠藤 嘉一郎, 沈 建仁, 石井 麻子, 小林 康一, 和田 元, 水澤 直樹 ホスファチジルグリセロール分子と相互作用する D1-R140 への部位特異的変異が光化学系 II の機能に与える影響 第 58 回日本植物生理学会年会, 2017年3月16日~18日 (鹿児島大学郡元キャンパス, 鹿児島市)

(5) 栗山 一男

論文

- 1) Y. Takeuchi, T. Yamashita, K. Kuriyama, and K. Kushida, Synthesis and charge-discharge performance of Li_5SiN_3 as a cathode material of lithium secondary batteries, *J. Solid State Electrochemistry*, Vol. 20, pp.1885-1888 (2016). (査読有)
- 2) R. Tsuruoka, A. Shinkawa, T. Nishimura, C. Tanuma, K. Kuriyama, and K. Kushida, Persistent Photoconductivity in Oxygen-Ion Implanted KNbO_3 Bulk Single Crystal, *Solid State Communications*, Vol. 248, pp.120-122 (2016). (査読有)
- 3) Y. Torita, N. Nishikata, K. Kuriyama, K. Kushida, and Q. Xu, Modification of the yellow luminescence in gamma-ray irradiated GaN bulk single crystal, *Proceedings of ICPS2016 (Journal of Physics, IOP (UK))* (in press). (査読有)
- 4) R. Tsuruoka, A. Shinkawa, T. Nishimura, C. Tanuma, K. Kuriyama, and K. Kushida, Persistent photoconductivity in hydrogen ion-implanted KNbO_3 bulk single crystal, *Proceedings of ICPS2016 (Journal of Physics, IOP (UK))* (in press). (査読有)
- 5) N. Nishikata, K. Kushida, T. Nishimura, T. Mishima, K. Kuriyama, and T. Nakamura, Evaluation of lattice displacement in Mg - implanted GaN by Rutherford backscattering spectroscopy, *Nucl. Instrum, Method Phys. Res. B* (in press). (査読有)

著書

- 1) 串田 一雅, 栗山 一男 (分担執筆)「熱刺激電流を用いた材料・デバイス開発の最前線」第7章, 監修: 岩本光正, シーエムシー社 2016.4.5.発行

学会発表

- 1) R. Tsuruoka, A. Shinkawa, T. Nishimura, C. Tanuma, K. Kuriyama, and K. Kushida, Persistent photoconductivity in oxygen-ion implanted KNbO_3 bulk single crystal, 電子材料国際会議 2016 (ICEM2016), シンガポール, 7月4日—7月8日 (2016).
- 2) Y. Torita, N. Nishikata, K. Kuriyama, K. Kushida, and Q. Xu, Modification of the yellow luminescence in gamma-ray irradiated GaN bulk single crystal, 半導体物理学国際会議 2016 (ICPS2016), 北京, 7月31日—8月5日 (2016).
- 3) R. Tsuruoka, A. Shinkawa, T. Nishimura, C. Tanuma, K. Kuriyama, and K. Kushida, Persistent photoconductivity in hydrogen ion-implanted KNbO_3 bulk single crystal, 半導体物理学国際会議 2016 (ICPS2016), 北京, 7月31日—8月5日 (2016).
- 4) K. Sugamata, K. Ikeda, H. Ohta, T. Nakamura, K. Kuriyama, and T. Mishima, Normally-Off Operation of Ion Implanted MISFET on Freestanding GaN Substrates, 窒化物半導体国際会議 2016 (IWN2016), オランダ・フロリダ (米国), 10月2日—10月7日 (2016).
- 5) N. Nishikata, K. Kushida, T. Nishimura, T. Mishima, K. Kuriyama, and T. Nakamura, Evaluation of lattice displacement in Mg-ion implanted GaN by Rutherford backscattering, イオンビームによる材料改質国際会議 2016 (IBMM2016), ウェリントン (ニュージーランド), 10月30日—11月5日
- 6) H. Tsuge, K. Ikeda, S. Kato, T. Nishimura, T. Nakamura, K. Kuriyama, and T. Mishima, Impact of Mg-ion implantation with various fluence ranges on optical properties of n-type GaN, イオンビームによる材料

- 改質国際会議 2016 (IBMM2016), ウェリントン (ニュージーランド), 10月30日—11月5日
- 7) H. Ohta, T. Nakamura, T. Nishimura, K. Kuriyama, and T. Mishima, Plasma-ion induced damage on GaN p-n junction diodes and its recovery by thermal treatment, イオンビームによる材料改質国際会議 2016 (IBMM2016), ウェリントン (ニュージーランド), 10月30日—11月5日
 - 8) 小室 貴之, 栗山 一男, 串田 一雅, “Li₂CN₂の結晶作成と物性評価” 64 回応用物理学会春季学術講演会, 14p-P2-1 (2017年3月).
 - 9) 田代 惇也, 取田 祐樹, 栗山 一男, 串田 一雅, 徐 虬, 木野 村淳 “ZnO バルク単結晶へのガンマ線照射効果: 低抵抗の起源” 64 回応用物理学会春季学術講演会, 25p-P8-9 (2017年3月).

(6) 明石 孝也

招待講演

- 1) 明石 孝也, 勝山 陽介, 松嶋 景一郎: ポリマー支援ゾル-ゲル法と超臨界乾燥による多結晶 SiC 基板への HfO₂ 多孔質厚膜の形成, 耐火物技術協会 第 29 回年次学術講演会, 兵庫県, 2016-4. (若林論文賞受賞講演)

学会発表

- 1) 清野 肇, 飛岡 夏果, 兼澤 大樹, 久保木 友香, 明石 孝也, 気体透過板を利用した炭素熱還元 酸化-酸化による Ga 回収と Sn 混入物からの選択性, 日本セラミックス協会 2017 年年会, 1E18, 東京都, 2017-3.
- 2) 伊藤 清佳, 廣本 祥子, 片山 英樹, 明石 孝也, Mg 合金のための生体内溶解性リン酸カルシウム被膜の開発, 198, 日本金属学会, 東京都, 2017-3.
- 3) 明石 孝也, 酒井 裕香, 久保木 友香, 清野 肇, 熱還元-酸化法による窒化ガリウム含有混合物からの酸化ガリウムの分離・回収, 日本セラミックス協会 第 55 回セラミックス基礎科学討論会, 1A09, 岡山, 2017-1.
- 4) 小倉 知也, 明石 孝也, Ni-YSZ 燃料極/YSZ 電解質の界面抵抗に及ぼす燃料ガス組成の影響, 日本セラミックス協会 第 55 回セラミックス基礎科学討論会, 1E07, 岡山県, 2017-1.
- 5) 伊藤 清佳, 廣本 祥子, 片山 英樹, 明石 孝也, Mg 合金上への生体内溶解性リン酸カルシウム被膜の開発, 2017 つくば医工連携フォーラム, P-12, 茨城県, 2017-1.
- 6) 山口 拓人, 明石 孝也, 渡辺 博道, 酸化物融体の熱物性測定方法の開発, 日本熱物性学会 第 37 回熱物性シンポジウム, B133, 岡山県, 2016-11.
- 7) Yuki SHIMURA, Kiyoshi KOBAYASHI, Tohru S. Suzuki, Tetsuo UCHIKOSHI, Yoshio SAKKA, Takaya AKASHI, Fabrication of dense Ceramics and the Electrical Conductivity Anisotropy of the Textured MgO-Doped Lanthanum Silicate Oxyapatite, PRiME2016 (Pacific Rim Meeting on Electrochemical and Solid-state Science.), 2929, Hawaii, USA, 2016-10.
- 8) Sayaka ITO, Hideki. KATAYAMA, Takaya. AKASHI, Surface Potential Distribution in Corrosion Degradation Process of Organic Coated Steel, PRiME2016 (Pacific Rim Meeting on Electrochemical and Solid-state Science.), 1291, Hawaii, USA, 2016-10.
- 9) Toshiki KATSUMURA, Hideki. KATAYAMA, Takaya. AKASHI, Detection of Hydrogen Permeated Under Atmospheric Corrosive Environment by Surface Potential Measurement, PRiME2016 (Pacific Rim

Meeting on Electrochemical and Solid-state Science.), 1292, Hawaii, USA, 2016-10.

- 10) Yuki SHIMURA, Kiyoshi KOBAYASHI, Takaya AKASHI, Kenya HIRAI, Yoshio SAKKA: Fabrication of the dense ceramics and the electrical conductivity of MgO-doped lanthanum silicate oxyapatite, STAC-9 & TOEO-9, 2PS-37 Ibaraki, Japan, 2016-10.
- 11) Hideki KATAYAMA, Toshiki KATSUMURA, Takaya AKASHI, Application of Surface Potential Measurement for Hydrogen Permeation Behavior, EUROCORR 2016, Montpellier, France, 2016-9.
- 12) 片山 英樹, 勝村 俊規, 明石 孝也, 大気腐食過程における鉄鋼材料中の透過水素の可視化, 表面技術協会 第 134 回講演大会, 2C-06, 仙台, 2016-9.
- 13) 矢野 広将, 打越 哲郎, 明石 孝也, 小林 清, 鈴木 達, SLFC 系層状ペロブスカイト型混合伝導体の特性に及ぼす A サイトイオン欠損の影響, 日本セラミックス協会第 29 回秋季シンポジウム, 1PV05, 広島県, 2016-9.
- 14) 志村 祐紀, 小林 清, 鈴木 達, 打越 哲郎, 目 義雄, 明石 孝也, MgO ドープオキシアパタイト型ランタンシリケートの高配向性焼結体のイオン伝導異方性, 日本セラミックス協会第 29 回秋季シンポジウム, 1V03, 広島県, 2016-9.
- 15) 栗山 真帆, 酒井 裕香, 明石 孝也, 炭素熱還元-酸化法を用いた窒化ガリウム含有混合物からの酸化ガリウムの分離・回収に及ぼす水蒸気の影響, 日本セラミックス協会第 29 回秋季シンポジウム, 2R07, 広島県, 2016-9.
- 16) 山口 隆史, 明石 孝也: NiAl₃ 粒子の酸化焼結を利用した Ni 化合物分散 Al₂O₃ 基コンポジットの作製, 日本セラミックス協会第 29 回秋季シンポジウム, 2R07, 広島県, 2016-9.
- 17) 兼澤 大樹, 小林 奈都紀, 久保木 友香, 清野 肇, 明石 孝也, 気体透過板を用いた還元気化-酸化法による Ga-Sn 混合物からの選択回収, 資源・素材学会 資源・素材 2016 (盛岡), 岩手県, 2016-9.
- 18) 久保木 友香, 石鍋 翼, 松原 沙衣, 清野 肇, 明石 孝也, セラミック製フィルターを利用した還元気化-酸化による Ga 回収における還元剤の検討, 資源・素材学会 資源・素材 2016 (盛岡), 岩手県, 2016-9.
- 19) 明石 孝也, 永井 友理, 均一沈殿法による Ag-NiO 担持 (Ce, Zr) O₂ 触媒粉末の合成とすす酸化触媒性能評価, 粉体工学会 2016 年度春期研究発表会, S-2, 京都府, 2016-5.
- 20) 勝村 俊規, 明石 孝也, 片山 英樹, 鉄鋼材料の透過水素による表面電位分布の変化, 腐食防食学会 材料と環境 2016, B-106, 茨城県, 2016-5.

(7) 中村 徹

論文

- 1) 葛西 駿, 及川 拓弥, 木村 純, 小川 弘貴, 三島 友義, 中村 徹, "Mg 斜めイオン注入 GaN MISFET", 電気学会論文誌 C, (2016/4) Vol.136, No.4, pp.444-448, 2016 年.
- 2) 高誘電率絶縁膜を用いたフィールドプレート電極を有する縦型 GaN ダイオード, 吉野理貴, 堀切文正, 太田博, 山本康博, 三島友義, 中村徹, 電気学会論文誌 C, Vol.136, No.4 pp.474-478, 2016 年.
- 3) Michitaka Yoshino, Fumimasa Horikiri, Hiroshi Ohta, Yasuhiro Yamamoto, Tomoyoshi Mishima and

Tohru Nakamura, "High-k Dielectric Passivation for GaN Diode with a Field Plate Termination", *Electronics*, vol. 5, No. 15, pp.1-7, 2016 年.

- 4) Kazuki Nomoto, Bo Song, Zongyang Hu, Mingda Zhu, Meng Qi, Naoki Kaneda, Tomoyoshi Mishima, Tohru Nakamura, Debdeep Jena, and Huili Grace Xing, "1.7 kV and 0.55 mΩ·cm² GaN p-n Diodes on Bulk GaN Substrates with Avalanche Capability", *IEEE Electron Device Letter*, Vol.37, No.2, pp.161-164, 2016 年.

学術講演

- 1) Kentaro Hayashi, Hiroshi Ohta, Fumimasa Horikiri, Yoshinobu Narita, Takehiro Yoshida, Tohru Nakamura, Tomoyoshi Mishima, "Current crowding caused by surface roughness of vertical GaN p-n diodes", *ISPlasma 2017 (9th International Symposium on Advanced Plasma Science and its Applications for Nitrides and Nanomaterials)*, (2017/3).
- 2) Hirofumi Tsuge, Kiyoji Ikeda, Shigeki Kato, Tomoaki Nishimura, Tohru Nakamura, Kazuo Kuriyama, Tomoyoshi Mishima, "Impact of Mg-ion implantation with various fluence ranges on optical properties of n-type GaN", *IBMM2016 (the 20th International Conference on Ion Beam Modification of Materials)*, (2016/11).
- 3) Hiroshi Ohta, Tohru Nakamura, Tomoaki Nishimura, Kazuo Kuriyama and Tomoyoshi Mishima, "Plasma-ion induced damage on GaN p-n junction diodes and its recovery by thermal treatment", *IBMM2016 (the 20th International Conference on Ion Beam Modification of Materials)*, (2016/11).
- 4) Kota Sugamata, Kiyoji Ikeda, Hiroshi Ohta, Tohru Nakamura, Kazuo Kuriyama, Tomoyoshi Mishima, "Normally-Off Operation of Ion Implanted MISFET on Freestanding GaN Substrates", *International Workshop on Nitride Semiconductors (IWN 2016)*, (2016/10).
- 5) Hiroshi Ohta, Sho Kanazawa, Fumimasa Horikiri, Naoki Kaneda, Tohru Nakamura, Tomoyoshi Mishima, "Process-Damage Recovered Fabrication of High Breakdown Voltage GaN p-n Junction Diodes over 4 kV", *International Workshop on Nitride Semiconductors (IWN 2016)*, (2016/10).
- 6) Michitaka Yoshino, Fumimasa Horikiri, Hiroshi Ohta, Yasuhiro Yamamoto, Tohru Nakamura, Tomoyoshi Mishima, "High-k Dielectric Passivation for GaN p-n Diodes with a Field-Plate Terminated Structure", *International Workshop on Nitride Semiconductors (IWN 2016)*, (2016/10).
- 7) Fumimasa Horikiri, Hiroshi Ohta, Yoshinobu Narita, Takehiro Yoshida, Toshio Kitamura, Tohru Nakamura, Tomoyoshi Mishima, Masayuki Imanishi, Mamoru Imade, Yusuke Mori, "Fatigue Characteristics by the Current Stress in Vertical GaN p-n Junction Diodes Fabricated on Free-Standing GaN Substrate", *International Workshop on Nitride Semiconductors (IWN 2016)*, (2016/10).
- 8) Hiroshi Ohta, Tohru Nakamura, and Tomoyoshi Mishima, "High Quality Free-standing GaN Substrates and Their Application to High Breakdown Voltage GaN p-n Diodes", *IEEE The 2016 International Meeting for Future of Electron Devices, Kansai*, (2016/6).
- 9) 中村 徹, 三島 友義, 池田 清治, 吉野 理貴, "GaN へのイオン注入とデバイスへの応用", 2017 年春期応用物理学会講演会 (2017/3) .
- 10) 林 賢太郎, 柘植 博史, 太田 博, 堀切 文正, 成田 好伸, 吉田 丈洋, 中村 徹, 三島 友義, "p⁺

薄層を用いた自立 GaN 基板上 JBS ダイオード", 2017 年春期応用物理学会講演会 (2017/3) .

- 11) 堀切 文正, 成田 好伸, 吉田 丈洋, 北村 寿朗, 太田 博, 中村 徹, 三島 友義, "自立 GaN 基板上ショットキー接合ダイオード用エピタキシャル層における基板オフ角と PL-YL 発光強度の関係", 2017 年春期応用物理学会講演会 (2017/3) .
- 12) 柘植 博史, 堀切 文正, 成田 好伸, 金田 直樹, 中村 徹, 三島 友義, "p⁺⁺-GaN 薄層を用いた縦型 p⁺⁺-n 接合ダイオード", 2016 年秋期応用物理学会講演会 (2016/9) .
- 13) 林 賢太郎, 太田 博, 堀切 文正, 成田 好伸, 吉田 丈洋, 中村 徹, 三島 友義, "自立 GaN 基板上 p-n 接合ダイオードにおける順方向電流集中領域の検討 II", 2016 年秋期応用物理学会講演会 (2016/9) .

(8) 三島 友義

論文

- 1) Takeshi Tanaka, Kenji Shiojima, Tomoyoshi Mishima, and Yutaka Tokuda, "Deep-level transient spectroscopy of low-free-carrier-concentration n-GaN layers grown on freestanding GaN substrates: Dependence on carbon compensation ratio", *Jpn. J. Appl. Phys.*, (2016/6) vol. 55, pp. 061101-1-4
- 2) 葛西 駿, 及川 拓弥, 木村 純, 小川 弘貴, 三島 友義, 中村 徹, "Mg 斜めイオン注入 GaN MISFET", 電気学会論文誌 C, (2016/4) Vol.136, No.4, pp. 444-448.
- 3) Michitaka Yoshino, Fumimasa Horikiri, Hiroshi Ohta, Yasuhiro Yamamoto, Tomoyoshi Mishima and Tohru Nakamura, "High-k Dielectric Passivation for GaN Diode with a Field Plate Termination", *Electronics*, (2016/4) vol. 5, No. 15, pp.1-7.
- 4) Moe Naganawa, Toshichika Aoki, Tomoyoshi Mishima, and Kenji Shiojima, "Electrical characteristics of Au/Ni Schottky diodes on cleaved m-plane surfaces of free-standing n-GaN substrates", *Jpn. J. Appl. Phys.*, (2016/4) Vol. 55, pp. 04EG06.
- 5) Kenji Shiojima, Shingo Murase, Shingo Yamamoto, Tomoyoshi Mishima, and Tohru Nakamura, "Two-dimensional characterization of ion-implantation damage in GaN Schottky contacts using scanning internal photoemission microscopy", *Jpn. J. Appl. Phys.*, (2016/4) vol.55, pp.04EG05.
- 6) Kazuki Nomoto, Bo Song, Zongyang Hu, Mingda Zhu, Meng Qi, Naoki Kaneda, Tomoyoshi Mishima, Tohru Nakamura, Debdeep Jena, and Huili Grace Xing, "1.7 kV and 0.55 mΩ·cm² GaN p-n Diodes on Bulk GaN Substrates with Avalanche Capability", *IEEE Electron Device Letter*, Vol.37, No.2, (2016/4), pp.161-164.

学会発表

- 1) Fumimasa Horikiri and Tomoyoshi Mishima, "Development of free-standing GaN substrates and high breakdown voltage GaN p-n diodes", *ISPlasma 2017 (9th International Symposium on Advanced Plasma Science and its Applications for Nitrides and Nanomaterials)*, (2017/3), Aichi, Japan.
- 2) Kentaro Hayashi, Hiroshi Ohta, Fumimasa Horikiri, Yoshinobu Narita, Takehiro Yoshida, Tohru Nakamura,

- Tomoyoshi Mishima, "Current crowding caused by surface roughness of vertical GaN p-n diodes", *ISPlasma 2017 (9th International Symposium on Advanced Plasma Science and its Applications for Nitrides and Nanomaterials)*, (2017/3), Aichi, Japan.
- 3) Hirofumi Tsuge, Kiyoji Ikeda, Shigeki Kato, Tomoaki Nishimura, Tohru Nakamura, Kazuo Kuriyama, Tomoyoshi Mishima, "Impact of Mg-ion implantation with various fluence ranges on optical properties of n-type GaN", *IBMM2016 (the 20th International Conference on Ion Beam Modification of Materials)*, (2016/11) Wellington, New Zealand.
 - 4) Hiroshi Ohta, Tohru Nakamura, Tomoaki Nishimura, Kazuo Kuriyama and Tomoyoshi Mishima, "Plasma-ion induced damage on GaN p-n junction diodes and its recovery by thermal treatment", *IBMM2016 (the 20th International Conference on Ion Beam Modification of Materials)*, (2016/11) Wellington, New Zealand.
 - 5) Kenji Shiojima, Shingo Murase, Masataka Maeda, and Tomoyoshi Mishima, "Observation of Initial Stage of Degradation in Ni/n-GaN Schottky Diodes Using Scanning Internal Photoemission Microscopy", *International Workshop on Nitride Semiconductors (IWN 2016)*, (2016/10) Orlando, USA.
 - 6) Kenji Shiojima, Moe Naganawa, and Tomoyoshi Mishima, "Effect of Surface Treatment in Au/Ni Schottky Diodes Formed on Cleaved m-plane Surfaces of Free-Standing n-GaN Substrates", *International Workshop on Nitride Semiconductors (IWN 2016)*, (2016/10) Orlando, USA.
 - 7) Kota Sugamata, Kiyoji Ikeda, Hiroshi Ohta, Tohru Nakamura, Kazuo Kuriyama, Tomoyoshi Mishima, "Normally-Off Operation of Ion Implanted MISFET on Freestanding GaN Substrates", *International Workshop on Nitride Semiconductors (IWN 2016)*, (2016/10) Orlando, USA.
 - 8) Hiroshi Ohta, Sho Kanazawa, Fumimasa Horikiri, Naoki Kaneda, Tohru Nakamura, Tomoyoshi Mishima, "Process-Damage Recovered Fabrication of High Breakdown Voltage GaN p-n Junction Diodes over 4 kV", *International Workshop on Nitride Semiconductors (IWN 2016)*, (2016/10) Orlando, USA.
 - 9) Michitaka Yoshino, Fumimasa Horikiri, Hiroshi Ohta, Yasuhiro Yamamoto, Tohru Nakamura, Tomoyoshi Mishima, "High-k Dielectric Passivation for GaN p-n Diodes with a Field-Plate Terminated Structure", *International Workshop on Nitride Semiconductors (IWN 2016)*, (2016/10) Orlando, USA.
 - 10) Fumimasa Horikiri, Hiroshi Ohta, Yoshinobu Narita, Takehiro Yoshida, Toshio Kitamura, Tohru Nakamura, Tomoyoshi Mishima, Masayuki Imanishi, Mamoru Imade, Yusuke Mori, "Fatigue Characteristics by the Current Stress in Vertical GaN p-n Junction Diodes Fabricated on Free-Standing GaN Substrate", *International Workshop on Nitride Semiconductors (IWN 2016)*, (2016/10) Orlando, USA.
 - 11) Hiroshi Ohta, Tohru Nakamura, and Tomoyoshi Mishima, "High Quality Free-standing GaN Substrates and Their Application to High Breakdown Voltage GaN p-n Diodes", *IEEE The 2016 International Meeting for Future of Electron Devices, Kansai*, (2016/6) Kyoto Japan.
 - 12) Kenji Shiojima, Takeshi Tanaka, Tomoyoshi Mishima, Yutaka Tokuda, "Deep level transient spectroscopy of low-carrier concentration n-GaN layers grown on freestanding GaN substrates", *7th International Symposium on Control of Semiconductor Interfaces (ISCSI-VII) and International SiGe Technology and Device Meeting 2016* (2016/6), Nagoya, Japan
 - 13) Tomoyoshi Mishima and Fumimasa Horikiri, "Development of Freestanding GaN Substrates and 4 kV

Power p-n Junction Diodes", *7th International Symposium on Control of Semiconductor Interfaces (ISCSI-VII) and International SiGe Technology and Device Meeting 2016* (2016/6), Nagoya, Japan

- 14) 中村 徹, 三島 友義, 池田 清治, 吉野 理貴, "GaN へのイオン注入とデバイスへの応用", 2017 年春期応用物理学会講演会 (2017/3)
- 15) 林 賢太郎, 柘植 博史, 太田 博, 堀切 文正, 成田 好伸, 吉田 丈洋, 中村 徹, 三島 友義, "p⁺ 薄層を用いた自立 GaN 基板上 JBS ダイオード", 2017 年春期応用物理学会講演会 (2017/3)
- 16) 堀切 文正, 成田 好伸, 吉田 丈洋, 北村 寿朗, 太田 博, 中村 徹, 三島 友義, "自立 GaN 基板上ショットキー接合ダイオード用エピタキシャル層における基板オフ角と PL-YL 発光強度の関係", 2017 年春期応用物理学会講演会 (2017/3)
- 17) 今立 宏美, 三島 友義, 塩島 謙次, "自立基板の劈開面に形成した n-GaN ショットキー接触の評価 (4) — 金属仕事関数依存性 —", 2017 年春期応用物理学会講演会 (2017/3)
- 18) 柘植 博史, 堀切 文正, 成田 好伸, 金田 直樹, 中村 徹, 三島 友義, "p⁺⁺-GaN 薄層を用いた縦型 p⁺⁺-n 接合ダイオード", 2016 年秋期応用物理学会講演会 (2016/9)
- 19) 林 賢太郎, 太田 博, 堀切 文正, 成田 好伸, 吉田 丈洋, 中村 徹, 三島 友義, "自立 GaN 基板上 p-n 接合ダイオードにおける順方向電流集中領域の検討 II", 2016 年秋期応用物理学会講演会 (2016/9)
- 20) 塩島 謙次, 橋爪 孝典, 堀切 文正, 田中 丈士, 三島 友義, "界面顕微光応答法による n-GaN 自立基板表面の波形モフロジーの 2 次元評価", 2016 年秋期応用物理学会講演会 (2016/9)
- 21) 西城 祐亮, 柘植 博史, 加藤 茂樹, 西村 智明, 三島 友義, 中村 徹, "Mg イオン注入 GaN 層の微視的評価", 2015 年秋期応用物理学会講演会 (2015/9)
- 22) 今立 宏美, 青木 俊周, 三島 友義, 塩島 謙次, "自立基板の劈開面に形成した n-GaN ショットキー接触の評価 (3) — 電流-電圧特性の温度依存性 —", 2016 年秋期応用物理学会講演会 (2016/9)

特許 以下、サイオクスとの共願

- 1) 堀切文正, 三島友義, 「III族窒化物半導体の製造方法およびIII族窒化物積層体」, 日本, 出願番号 特願 2016-253149 (2016.12.27)
- 2) 堀切文正, 三島友義, 「半導体積層物の観察方法, 観察装置, 観察プログラム, および, 半導体装置の製造方法」, 日本, 出願番号 特願 2016-166156 (2016.08.26)
- 3) 堀切文正, 三島友義, 「半導体装置およびその製造方法」, 日本, 出願番号 特願 2016-166155 (2016.08.26)

第2章 資源再生利用・環境浄化負荷技術の開発

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。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

環境浄化細菌である枯草菌の孢子最外ポリサッカライド層構築の基盤となるタンパク質および本研究室で作製ポリサッカライドを欠く *SpsM*-孢子の解析を行った。その結果、孢子ポリサッカライド層はクラスタンパク質である *CotXYZ* を基盤に構築されることが明らかとなった。また、*SpsM*-孢子は油脂成分に移行し、発芽させることで油脂分解能が可能となることが示唆された。

大腸菌に存在する約 300 種類の転写因子のうち、機能が未知であった *YbiH* の制御遺伝子群を新たに同定し、抗生物質の感受性に関与する重要な機能をもつことを明らかとした。これらの結果より、*YbiH* を *CecR* (regulator of cefoperazone and chloramphenicol sensitivity) と命名することを提案した。

高温熱処理により出現する、従来に見られないタイプの可視光活性化チタン系複合触媒を用いてイソプロピルアルコール (IPA) およびアセトアルデヒドの光酸化反応を調べ、IPA、アセトアルデヒドが二酸化炭素に酸化される過程での特異的な特徴を見いだした。

代表的な生分解性ポリマーであるポリカクロラクトン (PCL) と非分解性のポリスチレン (PS) から構成されるブロック共重合を合成し、その生分解挙動を詳細に検討した結果、固体表面における PS の存在率が生分解性に大きな影響を与えていることが見出された。

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)

環境浄化細菌の一つである枯草菌 *spsM* 遺伝子は Sugar epimerase をコードするが、この変異株 (*SpsM*) は孢子最外ポリサッカライド層の構築ができないため、ポリサッカライドを欠く表層が疎水性の胞

子をつくる。これまでの研究で、このSpsM孢子は水環境中で野生株よりも早く沈降すること、固相表面上に吸着することを見出し、枯草菌を用いた環境浄化に有利な性質が付与されることが示された。

本年度は、まず、孢子ポリサッカライドの合成とその基盤となるタンパク質の同定と解析を行った。枯草菌の変異株ライブラリーを用いてポリサッカライドをつくらない遺伝子を網羅的に調べたところ、ポリサッカライドの合成に関わると推定される遺伝子をコードする*spsA-L*、孢子タンパク質として最外に位置するクラストタンパク質をコードする*cotXYZ*、その両方に関わる*cgeAB*、*cgeCDE*の遺伝子変異株において、孢子ポリサッカライド層に異常が見られた。これらのタンパク質とGFPを融合することで、蛍光顕微鏡下でCotZ→(CotY, CotX)→CgeAの順に局在することを明らかにした。また、内部の基盤タンパク質であるCotE変異孢子を用いることで、ポリサッカライド層を孢子から剥離させることに成功した。

一方、SpsM孢子の環境浄化へのさらなる応用を模索した結果、SpsM孢子が油脂への親和性が極めて高いことを見出した。野生株孢子とSpsM孢子を含む水溶液に食用油（油脂）を等量加えたところ、SpsM孢子のみ完全に油脂層に移行した（図2-1A）。さらに、枯草菌は油脂分解する活性を有する

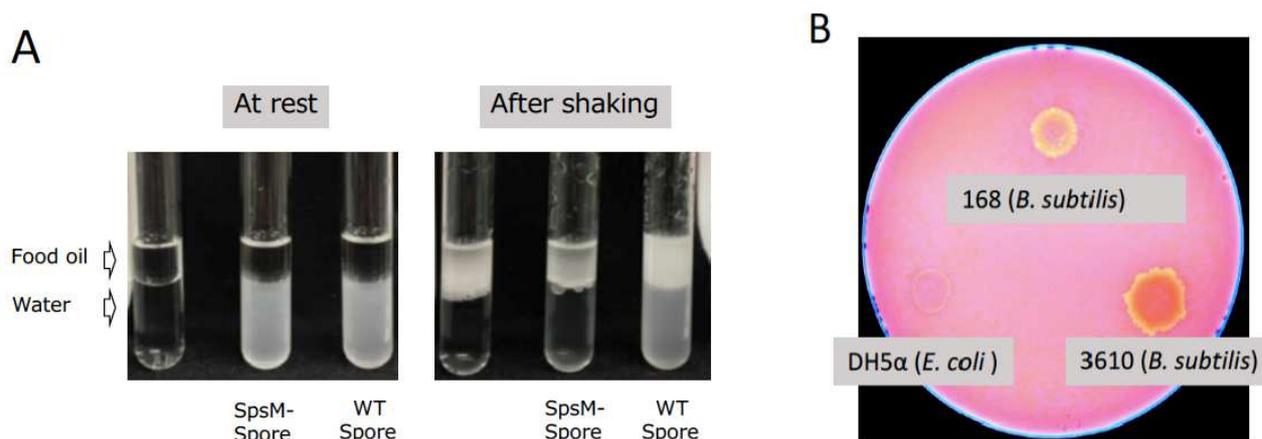


図2-1 (A) 枯草菌SpsM-孢子の油脂層への移行.枯草菌野生株とSpsM株の孢子懸濁液（OD₆₀₀=3）2mlを試験管に入れ、1mlの植物油を重層した。ボルテックスミキサーで1分間混合すると、親水性のポリサッカライド層が欠損した*spsM*変異孢子は、油相に移行した。（水と油のみの試験管は、攪拌後にエマルジョンをつくり白濁する）

(B) 枯草菌の油脂分解.植物油とrhodamine Bを含む寒天培地で枯草菌168株、3610株と大腸菌DH5α株を37°Cで20hr培養した。細菌が植物油を分解して生じた遊離脂肪酸は、rhodamine Bと複合体を作り、UV照射下でオレンジ色の蛍光を発する。

ことが確認された（図2-1B）。SpsM孢子が油脂層に移行し、枯草菌が油脂分解活性を持つことから、この孢子を自然環境中の油脂汚染サイトに投入し、発芽を促すことで油脂を分解させる環境浄化システムの構築が可能であることが示された。

（山本 兼由）

細菌の環境応答は、ゲノム上の多数遺伝子が関わる複合的な現象であり、ゲノム上の遺伝子は転写制御因子により選択的に発現が制御される。大腸菌のゲノム全遺伝情報から約300種類の転写因子

の存在が推定される。Genomic SELEXなど網羅的ゲノムワイドな解析から、YbiH (Yamanaka et al., 2016) の制御遺伝子群を新たに同定し、その機能を明らかとした。

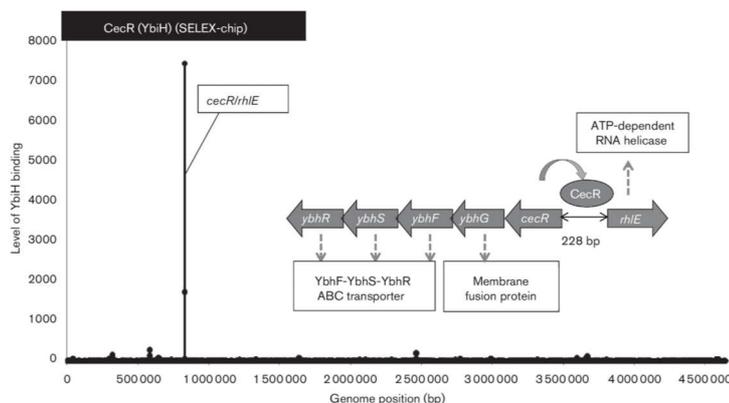


図 2-2 YbiH (CecR) の大腸菌ゲノム上における結合位置

Genomic SELEXによる大腸菌の機能未知転写因子YbiH (CecRで改名) の網羅的ゲノム結合位置の解析とレポーター解析の結果、CecRは大腸菌ゲノム上に一箇所結合し、ABCトランスポーター遺伝子群とヘリカーゼ遺伝子*rhlE*を制御することを示した。また、フェノタイプマイクロアレイ解析の結果、CecRレギュロンは抗生物質セフォペラゾンとクロラムフェニコールに対する感受性に関与することを示した。

(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)

光触媒は光照射により有機化合物や細菌などの有害物質分解や超親水性を発現し、空気浄化、水浄化、抗菌、脱臭、防汚等、幅広く利用されている。現在、可視光照射下でも活性な光触媒が求められており、精力的に研究が行われている。本研究では、前年度に続き、プラズマ法により平衡組成以上に Nb をドーピングした TiO₂ 粉末を高温熱処理することにより発現した可視光活性光触媒特性を調べた。

種々の化学工業プロセスで溶媒として用いられているイソプロピルアルコール (IPA) は光触媒によりアセトンに、アセトンは CO₂ に 2 段階で分解される。図に示したように、熱処理温度試料では IPA からアセトンへの分解が進行した。熱処理により、バンドギャップが低下し、可視光を取り込めるようになったためと考えられる。アセトンから CO₂ への分解は 20, 25at. %Nb をドーピングし、700~900°C で熱処理を行った 4 つの試料のみ確認された。高濃度に Nb をドーピングすると、形成した不純物準位が再結合中心になるが、熱処理によりアナターゼ相の一部がルチル相に転移し、二相が隣接して共存するとホール・励起電子の再結合が抑制され活性が向上したと考えられる。900°C 以上で熱処理によりアナターゼがすべてルチルへと転移すると、相共存による再結合抑制効果が失われ活性が低下した。

さらに、シックハウス症候群、タバコ臭の原因物質であるアセトアルデヒドの可視光下の光触媒による分解特性も調べた。どの試料でも、可視光照射下でアセトアルデヒドから CO₂ への分解が観測された。イソプロピルアルコールの分解と同様に、熱処理を行うことで活性が向上し、ある温度を境にそれ以上の温度で熱処理をすると活性が低下した。また、Nb ドーピング量ごとに最高活性を示した

温度に違いが見られた. 700°C 以上で熱処理を行うことにより市販の代表的ナノサイズ酸化チタン粉末である P25 よりも活性が向上した.

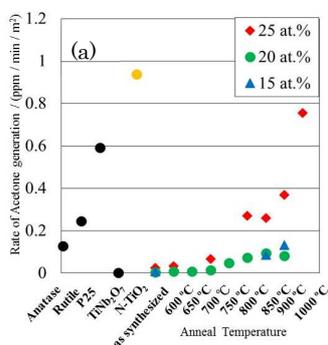


図 2-3 IPA の光触媒分解反応による(a)アセトンおよび(b)二酸化炭素の生成。

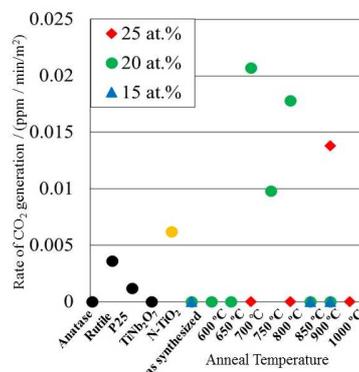
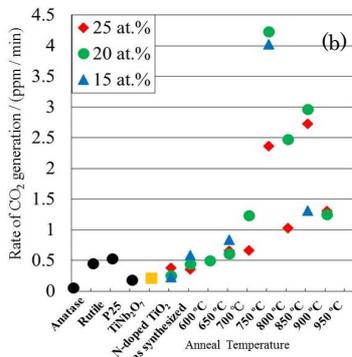


図 2-4 アセトアルデヒドの光触媒分解反応による二酸化炭素の生成。

(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)

生分解性ポリマーであるポリカプロラクトン (PCL) と疎水性ポリマーであるポリスチレン (PS) から構成されるブロック共重合体 PS-PCL, PS-PCL-PS, および非対称星型ポリマーPS-(PCL)₂ の合成を行なった. 反応の各段階において, リビングアニオン重合, 開環重合, 原子移動ラジカル重合を適切に組み合わせることで, 生成ポリマーの分子量や分子量分布の制御に成功した.

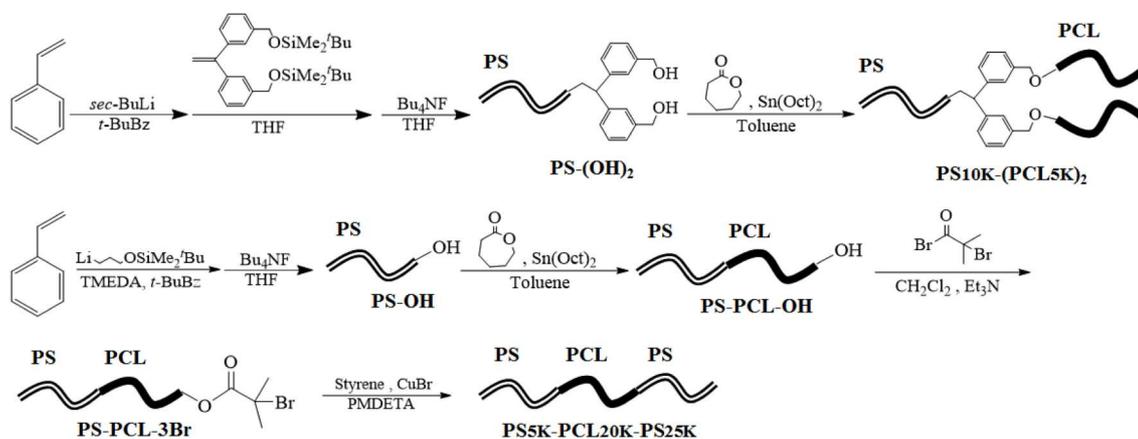


図 2-5 生分解性ポリマー (PCL) を含むブロック共重合体の合成経路

得られたポリマーを製膜し, 酵素による生分解挙動を検討した. まず始めに, PS 含有率の高い PS5K-PCL20K-PS25K (PS:60%) と PS10K-(PCL5K)₂ (PS:50%) の分解反応は, 予想通り全く進行しなかった. 一方, PS 含有率の低い PS5K-PCL20K (PS:20%) と PS2K-PCL16K (PS:11%) を用いた場合, 前者が分解されなかったのに対し, 後者が分解される予想外の結果を得た. わずか 10% の PS 含有率の違いが生分解性に大きな影響を与えていることは興味深い. そこで, X 線光電子分光を用い, ポリマーフィルム表面における PS の存在率を求めたところ, 分解されなかった PS5K-PCL20K では

56%, 分解された PS2K-PCL16K では 38%であった。一般にブロック共重合体において、低表面自由エネルギー成分が含有率よりも多くフィルム表面に濃縮することが知られている。PS5K-PCL20K の場合、PS 含有率は 20%であるが、フィルム表面には PS が 50%以上存在していた。したがって、PS の疎水的表面が形成され、PCL への酵素の接近が妨げられたことで、分解を受けなかったと推定される。一方、PS2K-PCL16K の場合、フィルム表面の PS 存在率が 50%未満であったため、酵素の接近が妨げられることなく、分解反応が進行した。以上の結果、生分解挙動は、ポリマーの組成比のみで一義的に決まるものではなく、フィルム表面の疎水性ポリマーの存在率に依存することが明らかとなった。

4. 基本テーマ内および基本テーマ間の連携

サブテーマ「環境浄化生分解性ハイブリッド高分子材料の開発」担当の杉山賢次研究員と「細菌の環境応答機構の解析と環境浄化への応用」担当の山本兼由研究員との連携により、新規ポリマーフィルムサンプルの生分解性評価に用いる酵素の選定、分解条件に関する討論が行われた。

石垣隆正研究員が担当するサブテーマ「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」において、緒方啓典研究員（基本テーマ「エネルギー獲得・低環境負荷技術の開発」）、打越哲郎兼任研究員と連携して研究を進めた。可視光下の光触媒活性の発現メカニズムに関しては、固体化学に関する研究を専門とする明石孝也研究員（基本テーマ「エネルギー獲得・低環境負荷技術の開発」）と意見交換をして研究を進めた。

5. 今後の課題

枯草菌孢子ポリサッカライドと結合するタンパク質を LC-MS を用いて同定する。また、ポリサッカライドの基盤となるスポアコートタンパク質の構築過程を明らかにする。さらに、SpsM-孢子を油脂を含む培地上で発芽させ、油脂分解までのプロセスを構築する（佐藤）。

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について、機能未知レギュレーターを中心に解析を行う。さらに、これまでに得られた大腸菌ゲノム機能発現制御の分子機構から、金属回収技術に寄与する大腸菌ゲノム育種を行う（山本）。

プラズマ合成酸化チタン粉末の高温熱処理で見いだした可視光照射下で活性な光触媒を、比較的容易な微粒子合成法であるソルボサーマル法、メカノケミカル法などで合成することをめざす。（石垣）。

フィルム表面における疎水性 PS の存在率を制御することで、含有率によらず生分解を受けるフィルムを作製するプロセッシング法、および生分解性を妨げずに機能性を付与できるポリマーについて検討する（杉山）。

6. 研究業績

(1) 佐藤 勉

学会発表

- 1) 安部 公博, 高松 拓夫, 高橋 匠, 佐藤 勉: 枯草菌孢子形成遺伝子の遺伝子再構築, グラム陽性菌ゲノム機能会議, KKR 熱海 (2016年8月29日)
- 2) 鈴木 祥太, 鈴木 颯, 安部 公博, 佐藤 勉: 溶原性ファージの新規標的部位認識機構の獲得機構の解明, グラム陽性菌ゲノム機能会議, KKR 熱海 (2016年8月29日)
- 3) 澤田 燎, 永田 詩織, 小林 和夫, 鈴木 祥太, 安部 公博, 佐藤 勉: 枯草菌・納豆菌のバイオフィルム形成と γ PGA 生産に影響を与える外来因子, グラム陽性菌ゲノム機能会議, KKR 熱海 (2016年8月29日)
- 4) 清水 慎哉, 津田 嵩平, 安部 公博, 佐藤 勉: *Bacillus cereus* ATCC10987 における *gerE* 再構築機構の解析, グラム陽性菌ゲノム機能会議, KKR 熱海 (2016年8月29日)
- 5) 中谷 優星, 岩本 敬人, 安部 公博, 佐藤 勉: 枯草菌孢子における最外層形成過程の解明, グラム陽性菌ゲノム機能会議, KKR 熱海 (2016年8月29日)
- 6) 住吉 泰樹, 鈴木 祥太, 安倍 公博, 佐藤 勉: 枯草菌孢子形成母細胞の栄養細胞への脱分化, グラム陽性菌ゲノム機能会議, KKR 熱海 (2016年8月29日)
- 7) 安部 公博, 高松 拓夫, 高橋 匠, 佐藤 勉: 枯草菌 SP β プロファージによる遺伝子再構築, ファージ研究会, JAMSTEC 横浜研究所 (2016年10月21日)
- 8) 鈴木 祥太, 鈴木 颯, 安部 公博, 佐藤 勉: 異なる *attB* を認識するキメラファージの作製, ファージ研究会, JAMSTEC 横浜研究所 (2016年10月21日)
- 9) 澤田 燎, 永田 詩織, 小林 和夫, 鈴木 祥太, 安部 公博, 佐藤 勉: 枯草菌・納豆菌のバイオフィルム形成と γ PGA 生産に影響を与える外来因子, ファージ研究会, JAMSTEC 横浜研究所 (2016年10月21日)
- 10) 小笠原 太軌, 安部 公博, 佐藤 勉: 枯草菌の SP β 感染防御機構, ファージ研究会, JAMSTEC 横浜研究所 (2016年10月21日)
- 11) 清水 慎哉, 津田 嵩平, 安部 公博, 佐藤 勉: *Bacillus cereus* ATCC10987 における *gerE* 再構築機構の解析, ファージ研究会, JAMSTEC 横浜研究所 (2016年10月21日)
- 12) 鈴木 祥太, 鈴木 颯, 安部 公博, 佐藤 勉: 異なる *att* 部位を認識するキメラファージの作製, 第15回微生物研究会, 日本大学湘南キャンパス (2016年11月5日)
- 13) 住吉 泰樹, 鈴木 祥太, 安部 公博, 佐藤 勉: 枯草菌孢子形成期母細胞の脱分化, 第15回微生物研究会, 日本大学湘南キャンパス (2016年11月5日)
- 14) 櫻井 聡美, 鈴木 祥太, 安部 公博, 佐藤 勉: 枯草菌 site-specific integration vector の構築, 第15回微生物研究会, 日本大学湘南キャンパス (2016年11月5日)
- 15) 澤田 燎, 鈴木 祥太, 安部 公博, 佐藤 勉: 枯草菌・納豆菌のバイオフィルム形成と γ PGA 生産に影響を与える外来因子, 第15回微生物研究会, 日本大学湘南キャンパス (2016年11月5日)
- 16) 橋口 優一郎, 鈴木 祥太, 安部 公博, 佐藤 勉: 枯草菌 *skin element* の excision に関わる *skr* の機能解析, 第15回微生物研究会, 日本大学湘南キャンパス (2016年11月5日)

- 17) 藤澤 剛士, 熊澤 慶美, 鈴木 祥太, 安部 公博, 佐藤 勉: 枯草菌を用いた水質浄化の試み, 第 15 回微生物研究会, 日本大学湘南キャンパス (2016 年 11 月 5 日)
- 18) 佐藤 勉: 細菌の細胞分化を調節するプロフェージ, 第 39 回日本分子生物学会年会, パシフィコ横浜 (2016 年 12 月 2 日)
- 19) 橋口 優一朗, 鈴木 祥太, 安部 公博, 佐藤 勉: 枯草菌孢子形成期における *sigK* 遺伝子再構築の調節機構, 第 39 回日本分子生物学会年会, (2016 年 12 月 1 日)
- 20) 住吉 泰樹, 鈴木 祥太, 安部 公博, 佐藤 勉: 枯草菌孢子形成母細胞の栄養細胞への脱分化, 第 39 回日本分子生物学会年会, (2016 年 12 月 1 日)
- 21) 鈴木 祥太, 鈴木 颯, 安部 公博, 佐藤 勉: 異なる *attB* を認識する新規フェージの構築, 第 11 回日本ゲノム微生物学会年会, 慶応大学湘南藤沢キャンパス (2017 年 3 月 2 日)
- 22) R. Nagasawa, T.Sato, H. Senpuku, "Raffinose Induces Extracellular DNA-Dependent Biofilm Formation of *Streptococcus mutans*", IADR GENERAL SESSION, San Francisco, California, USA, March 22-25, 2017.

(2) 山本 兼由

論文

- 1) Takada, H., Shimada, T., Dey, D., Quyyum, M. Z., Nakano, M., Ishiguro, A., Yoshida, H., Yamamoto, K., Sen, R., Ishihama, A. (2016) Differential regulation of rRNA and tRNA transcription from the rRNA-tRNA composite operon in *Escherichia coli*. *PLoS One* 11(12):e0163057. (査読有)
- 2) Yoshida, K., Sakamoto, A., Terui, Y., Takao, K., Sugita, Y., Yamamoto, K., Ishihama, A., Igarashi, K., and Kashiwagi, K. (2016) Effect of spermidine analogues on cell growth of *Escherichia coli* polyamine requiring mutant MA261. *PLoS One* 11(7):e0159494. (査読有)
- 3) Yamanaka, Y., Shimada, T., Yamamoto, K., and Ishihama, A. (2016) Transcription factor CecR (YbiH) regulates a set of genes affecting the sensitivity of *Escherichia coli* against cefoperazone and chloramphenicol. *Microbiology* 162(7):1253-1264. (査読有)

学会発表

- 1) 小島 文歌, 小川 綾乃, 石浜 明, 山本 兼由 大腸菌レスポンスレギュレーターFimZ の 2 つの機能 第 39 回日本分子生物学会年会, 横浜, 平成 28 年 12 月 (シンポジウム口頭発表に選抜)
- 2) 山内 えりか, 山中 幸, Yan Jie, Linda J Kenney, 西山 宗一郎, 曾和 義幸, 川岸 郁朗, 石浜 明, 山本 兼由 核様体タンパク質 H-NS のタンパク質間相互作用部位の遺伝子サイレンシングにおける役割 第 39 回日本分子生物学会年会, 横浜, 平成 28 年 12 月 (シンポジウム口頭発表に選抜)
- 3) 新野 つばさ, 沼田 理恵子, 石浜 明, 山本 兼由 ビフィズス菌・大腸菌間で機能するクオラムセンシング 第 15 回微生物研究会, 藤沢, 平成 28 年 11 月
- 4) 三宅 裕可里, 石浜 明, 山本 兼由 大腸菌ゲノムの CRISPR-Cas9 システムを用いた遺伝子多重欠失 第 15 回微生物研究会, 藤沢, 平成 28 年 11 月
- 5) 小川 綾乃, 山本 兼由 バクテリアレスポンスレギュレーターによる細胞形態制御機構 第 89 回日本生化学会大会, 仙台, 平成 28 年 9 月 (招待シンポジウム講演)

- 6) 山本 兼由 大腸菌転写因子によるゲノム発現制御ネットワーク 日本遺伝学会第 88 回大会, 三島, 平成 28 年 9 月 (招待ワークショップ講演)
- 7) 新野 つばさ, 山本 兼由 ビフィズス菌と大腸菌で機能するクオラムセンシング 第 2 回法政大学・立教大学微生物研究会, 小金井, 平成 28 年 9 月
- 8) 三宅 裕可里, 山本 兼由 大腸菌ゲノムの CRISPR-Cas9 システムを用いた遺伝子多重欠失 第 2 回法政大学・立教大学微生物研究会, 小金井, 平成 28 年 9 月

(3) 石垣 隆正

論文

- 1) T.Ohsawa, K. Tsunoda, B. Dierre, C. Zellhofer, S. Grachev, H.Montigaud, T. Ishigaki, N. Ohashi, “Crystalline polarity of ZnO thin films deposited under dc external bias on various substrates”, J. Crystal Growth, DOI. 10.1016/j.jcrysgro.2017.01.048 (2017). (査読有)
- 2) T. Ishigaki, “Synthesis of Functional Oxide Nanoparticles through RF Thermal Plasma Processing”, Plasma Chem. Plasma Process., DOI. 10.1007/s11090-017-9788-8 (2017). (査読有, 招待論文)

学会発表

- 1) 石垣 隆正, 志田 守, Sharif A. Al-Mamun, 打越 哲郎, 角谷 正友, “液中レーザーアブレーション法による $Y_2O_3:Eu^{3+}$ 蛍光体ナノ粒子の合成: 粒径および生成相への水溶液 pH の影響”, 粉体粉末冶金協会平成 28 年度春季大会, 3-30A (2016 年 5 月 25 日, 京都工繊大, 京都市).
- 2) 石井 沙耶花, 石垣 隆正, 打越 哲郎, “水酸化亜鉛を原料とした酸化亜鉛微粒子の水熱合成”, 無機マテリアル学会第 132 回講演会, (22) (2016 年 6 月 3 日, 船橋市民文化創造館, 船橋市)
- 3) 米澤 朋典, 辻本 吉廣, 張晨寧, 打越 哲郎, 石垣 隆正, “高濃度ニオブドープ酸化チタンの可視光応答光触媒特性”, 日本セラミックス協会第 29 回秋季シンポジウム, 1K24 (2016 年 9 月 7 日, 広島大, 東広島市).
- 4) 堤大耀, 岡本 裕二, 石垣 隆正, 角谷 正友, “誘導結合型プラズマを用いて生成した水素ラジカルへの窒素の影響”, 第 77 回応用物理学会秋季学術講演会, 15a-B7-14 (2016 年 9 月 15 日, 朱鷺メッセ, 新潟市).
- 5) 岡本 裕二, 堤大耀, 石垣 隆正, F.Z.Dahmani, 角谷 正友, “熱フィラメント法で生成した水素ラジカルによる大気圧下での $SiCl_4$ の分解”, 第 77 回応用物理学会秋季学術講演会, 15p-B10-11 (2016 年 9 月 15 日, 朱鷺メッセ, 新潟市).
- 6) 金丸 峻士, 渡部 明日香, 石垣 隆正, “水溶液中のレーザーアブレーションによる Mn ドープ TiO_2 ナノ粒子の合成”, 無機マテリアル学会第 133 回学術講演会, (11) (2016 年 11 月 10 日, 東北大, 仙台市).
- 7) T. Ohsawa, K. Tsunoda, T. Ishigaki, N. Ohashi, “Crystalline Polarity Control of ZnO Thin Films Grown Under External Electric Bias”, The 10th Asian Meeting on Electroceramics, F12 (2016 年 12 月 5 日, 台北, 台湾).
- 8) 米澤 朋典, 辻本 吉廣, 張晨寧, 打越 哲郎, 石垣 隆正, “高濃度ニオブドープ酸化チタンの可視光応答光触媒特性”, 第 26 回日本 MRS 年次大会, D1-O20-006 (2016 年 12 月 20 日, 横浜市開港記念会館, 横浜市).

- 9) 米澤 朋典, 辻本 吉廣, 張晨寧, 打越 哲郎, 石垣 隆正, “高濃度ニオブ添加複合酸化チタンの可視光照射下における触媒特性”, 第 55 回セラミックス基礎科学討論会, 2A01 (2017 年 1 月 13 日, 岡山コンベンションセンター, 岡山市).
- 10) 郝棟, 石垣 隆正, 緒方 啓典, 辻本 吉廣, 張晨寧, 打越 哲郎, “Visible light photocatalytic activity given by high-temperature heat-treatment of solvothermally-synthesized high-concentration niobium doped TiO₂”, 第 55 回セラミックス基礎科学討論会, 2A02 (2017 年 1 月 13 日, 岡山コンベンションセンター, 岡山市).
- 11) 金丸 峻士, 渡部 明日香, 石垣 隆正, “液相レーザーアブレーション法 TiO₂ ナノ粒子合成における Mn 添加効果”, 第 55 回セラミックス基礎科学討論会, 2A16 (2017 年 1 月 13 日, 岡山コンベンションセンター, 岡山市).
- 12) 石垣 隆正, 中田 祐介, 米澤 朋典, 辻本 吉廣, 張晨寧, 打越 哲郎, “熱プラズマ合成ニオブドーパ酸化チタンナノ粒子の高温熱処理によって得られる可視光活性光触媒”, 第 34 回プラズマプロセス研究会・第 29 回プラズマ材料科学シンポジウム合同会議, 17pB3 (2017 年 1 月 17 日, 北大, 札幌市).
- 13) T. Yonezawa, Y. Tsujimoto, C. Zhang, T. Uchikoshi, T. Ishigaki, “High-temperature heat treatment giving enhanced visible light photocatalytic activity to TiO₂ with high concentration Nb doping”, 41st International Conference and Expo on Advanced Ceramics and Composites (ICACC'17), S8-P029 (2017 年 1 月 24 日, Daytona Beach, 米国).

(4) 杉山 賢次

論文

- 1) Jesse L. Carey, III, Akira Hirao, Kenji Sugiyama, Philippe Bühlmann, "Semifluorinated Polymers as Ion-selective Electrode Membrane Matrixes", *Electroanalysis* **2016**, 28(1), pp. 739-747. (査読有)

学会発表

- 1) Junye Zhang, Kenji Sugiyama, Hideaki Yokoyama, "Fluorine-containing linear triblock copolymer self-assembly in thin film", 2Pd052, 第 65 回高分子討論会 (2016 年 9 月 15 日, 神奈川大学, 横浜市)
- 2) 宇野 翔太, 池田 彩乃, 角田 佑樹, 野呂 拓也, 蔵重 麻純, 杉山 賢次, "パーフルオロオクチルアゾベンゼンユニットを有するポリマーの合成と表面構造解析", 2Pb022, 第 65 回高分子討論会 (2016 年 9 月 15 日, 神奈川大学, 横浜市)
- 3) 近藤 雄大, 山本 兼由, 杉山 賢次, "ポリカプロラクトンセグメントを含むブロック共重合体の合成と生分解性評価", 1Ph014, 第 65 回高分子学会年次大会 (2016 年 5 月 27 日, 神戸国際会議場・神戸国際展示場, 神戸市)
- 4) 嶋田 智宏, 杉山 賢次, "側鎖にダンシル基を有するポリマーの合成とソルバトクロミズム評価", 1Ph006, 第 65 回高分子学会年次大会 (2016 年 5 月 27 日, 神戸国際会議場・神戸国際展示場, 神戸市)
- 5) 福本 啓, 杉山 賢次, "側鎖にトリアルコキシチタンを含むポリマーの合成と表面構造解析", 1Pg009, 第 65 回高分子学会年次大会 (2016 年 5 月 27 日, 神戸国際会議場・神戸国際展示場, 神戸市)

- 6) 廣川 惣一郎, 山本 兼由, 杉山 賢次, "4 本鎖 PCL-b-PNIPAM スターブロックコポリマーの合成と生分解性評価", 1Pd016, 第 65 回高分子学会年次大会 (2016 年 5 月 27 日, 神戸国際会議場・神戸国際展示場, 神戸市)

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. 研究成果の概要

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．

2016年度は，高い出力密度を持つ機能性流体パワーを用いたマイクロ液圧アクチュエータの開発において，機能性流体の一種である磁性流体（MF），電気粘性流体（ERF），電界共役流体（ECF）について，それぞれの機能性流体の特長を活かした小形機械要素への適用を検討した．MFは電気油圧サーボ弁の初段ノズルフラップ駆動用トルクモータの振動減衰装置として，ERFはマイクロロボット用小形ソフトブレーキとして，ECFは生物の蛸の吸盤の原理を模擬した小形吸着アクチュエータ駆動として，それぞれ適用し，その性能特性を検討した．

タービン翼列の超高負荷化においては，超高負荷軸流タービン翼列（UHLTC）をマイクロガスタービンへ適用することを視野に入れ，最終モデルの2倍の外径（80mm）を有するUHLTCを対象に，小型円環翼列風洞試験装置により性能試験を行い，翼端間隙の高さがUHLTCの空力性能に与える影響について調査するとともに，翼端流れの低減技術の一つであるスキュー翼端の高負荷翼に対する効果を検証するために，同技術を適用した直線翼列のUHLTCに対して汎用CFDコードを用いた数値解析を実施した．

真空中における接触熱コンダクタンスに関する研究においては，半導体デバイスの製造に不可欠な微細加工および薄膜形成工程における真空中でのウェハ温度を高精度に制御するための，接触面における接触熱コンダクタンスの把握およびその接触成分とガス成分の各々の特性調査のための測定装置を構築し，基礎的な知見を得た．

アクチュエータの高性能化に関する研究においては，この構造のインクヘッドを試作しその特性を評価した．レーザー変位計変位計により，チャンバーの変位を観測した結果，従来の1つの圧電素子を用いる場合と比較して1.38倍変位が維持されることが確認された．この結果から，滴吐出装置を用いて駆動する圧電素子の数で出力信号を比例制御することができ，駆動信号の位相を制御することにより，圧力室に印加される圧力の大きさと圧力室の印加時間を制御可能とする目途をつけた．

3. 研究内容とその成果

（1）機能性流体パワーを用いたマイクロ液圧アクチュエータとその応用（田中 豊）

液圧によるパワーの伝達はマイクロ環境下でも高出力密度を実現できる．特に機能性流体を用いた液圧駆動原理は，流体中に電極を配置するだけで可動部を持たないため，構造や製作が単純で，大

きな出力密度が得られる。種々のマイクロアクチュエータの先行研究より、機能性流体はマイクロ環境下に適した液圧駆動原理であることが明らかとなっている。特に機能性流体の一種である電界共役流体 (ECF) を用いたマイクロアクチュエータは、従来の動作原理によるアクチュエータと比べ、小形で出力密度が高い。さらに機能性流体の一種である磁性流体 (MF) や電気粘性流体 (ERF) は、磁氣的・電氣的に見かけ上の粘性を変化させることができる機能性流体で、その粘性は短時間で可逆的に変化するという特徴を持っている。磁場や電場によって流体の粘度を制御できることから、機器を小形で単純な構造で構成できる可能性が有り、様々な応用が期待できる。

2016年度はこうした機能性流体の特長を活かし、磁性流体 (MF)、電気粘性流体 (ERF)、電界共役流体 (ECF) を用いた小形機械要素の試作とその応用に取り組んだ。具体的には以下の項目について検討した。

①高い粘性減衰特性を有する MF ダンパとその応用

電気油圧サーボ弁は油圧サーボシステムの重要な構成要素の一つである。油圧サーボシステムの特性は、主にこの電気油圧サーボ弁の特性に支配される。今年度は MF を電気油圧サーボ弁の初段ノズルフラップの振動減衰用ダンパとして適用した。図 3-1 に MF を用いたノズルフラップ形電気油圧サーボ弁の構成を示す。初段のトルクモータの可動電気子とコイルの間のギャップに MF が充填されており、MF の粘性変化により可動フラップは大きな減衰特性を得る。MF はコイル電流が零でも永久磁石の磁界によりギャップ間に留まっている。MF が有る場合と無い場合でトルクモータ駆動電流の正弦波状周波数変化に対するフラップの駆動振幅特性を測定した。図 3-2 に実験結果を示す。0~4.5 kHz の周波数領域に対して固有振動モードの周波数で振幅のピークが大きく減少し、トルクモータの安定性が向上した。この減衰効果は有限要素法による振動解析でも確認された。

本研究は中国・ハルビン工業大学流体制御自動化研究室の李松晶教授、センターPDの彭敬輝博士との共同研究で、その成果は2016年10月28日~30日まで中国・大連で開催された第20回メカトロニクス国際会議で発表され、最優秀論文賞を受賞した (Jinghui Peng, Songjing Li, Yutaka Tanaka, Vibration suppression of the armature assembly in a hydraulic servo-valve torque motor using the magnetic fluid, Proc. 20th International Conference on Mechatronics Technology, October 28-31, 2016, Dalian, China, Best paper awards)。

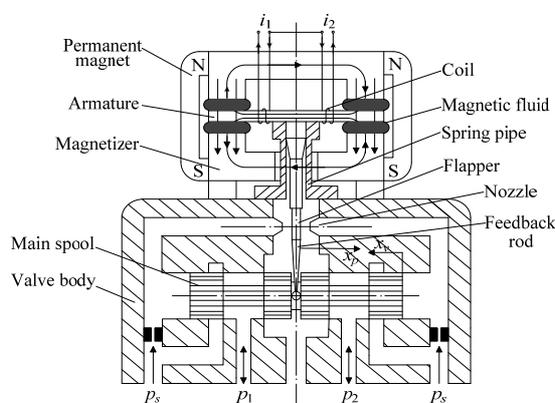


図 3-1 磁性流体を用いたノズルフラップ形電気油圧サーボ弁の構成

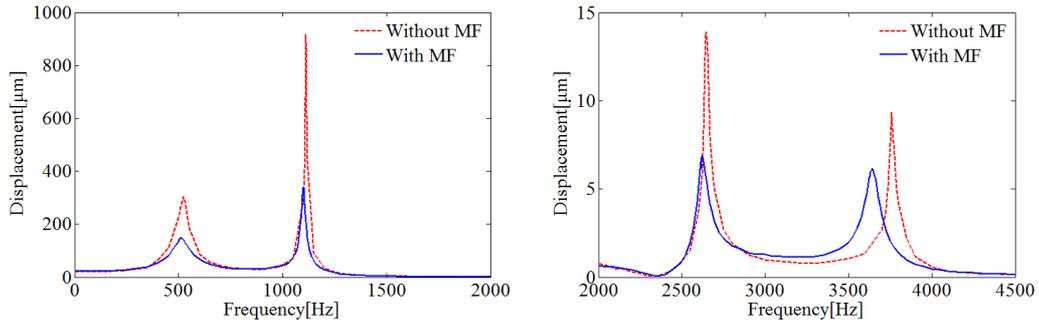


図 3-2 ノズルフラップ駆動用トルクモータの周波数特性 (MF による減衰効果の比較)

②ERF の小形ソフトブレーキへの応用

ERF は電極間の電界の変化により見かけ上の粘性が変化する機能性流体である。小形走行ロボットに ERF を用いた制動装置を搭載することを提案し、その構造や動作特性を検討した。今年度は前年度に引き続き、小形ロボットに搭載するための ERF を用いた可変粘性特性を有する小形制動装置の構造や試作、その動作特性を検討した。図 3-3 に小形 ER ブレーキの構造を示す。この小形 ER ブレーキは、中心軸に固定されて回転する円板状正電極とそれらを挟み込む形の同形状の固定負電極で構成されている。回転する 1 枚の円板で左右 2 層の電極対を構成する。図 3-4 は小形ソフトブレーキに用いた ERF の電界強度に対するせん断応力の特性である。ERF を用いた小形ソフトブレーキの数学モデルを構築し、その制動効果の妥当性をシミュレーションで確認するとともに、小形制動装置を試作し特性の検証を行った結果、ERF を用いた小形ソフトブレーキの制動効果が確認された。

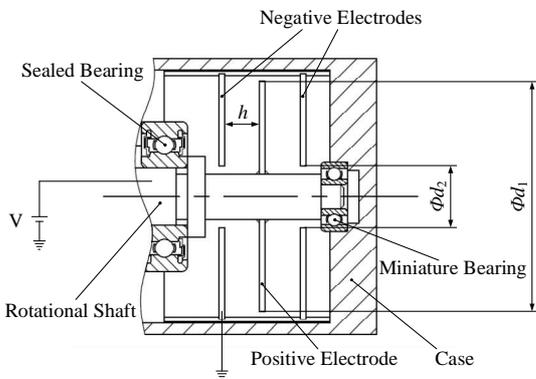


図 3-3 ER ソフトブレーキの構造

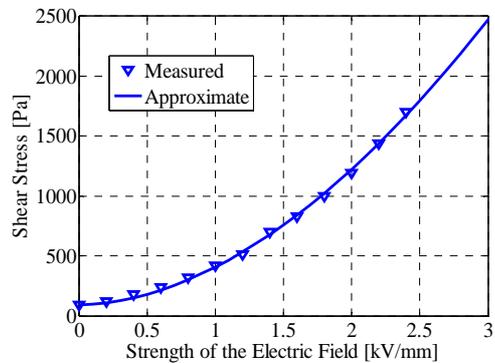
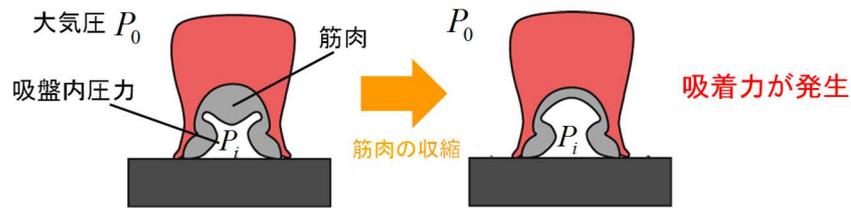


図 3-4 ERF の特性

③高出力密度を有する ECF アクチュエータとその応用

ECF は電極間に直流高電圧を印加すると電極間にジェット流が発生する機能性流体である。この ECF の流動特性を用いて生物の蛸の吸盤の吸着原理を模した小形ソフトアクチュエータを構成した。図 3-5 に吸着用小形アクチュエータの原理、図 3-6 にその構造と試作アクチュエータの外観を示す。ECF ジェットアクチュエータにより流体で満たされた上部の空間を膨張させ、その体積変化により、吸盤内を大気圧よりも低い圧力とすることで吸着力を発生させる。今年度は小形アクチュエータの試作と動作確認を行った。

蛭の吸盤



吸着アクチュエータ

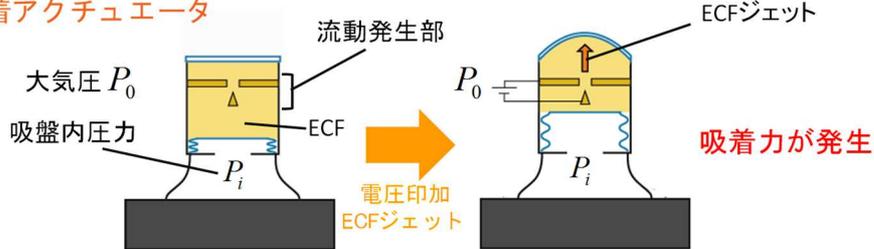


図 3-5 吸着アクチュエータの動作原理

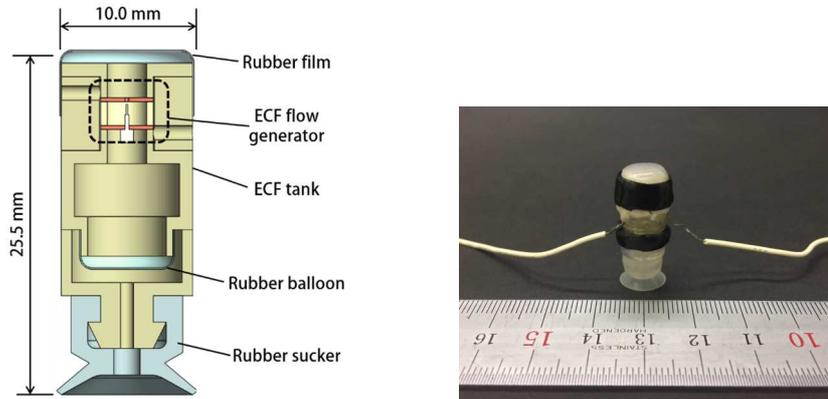


図 3-6 試作小形吸着アクチュエータの構造と外観

(2) タービン翼列の超高負荷化 (辻田 星歩)

ガスタービンの主要構成要素であるタービン翼の轉向角の増加による高負荷化は、タービン段数および翼枚数の削減やタービン径の縮小により、ガスタービンの小型・軽量化およびメンテナンスの簡素化を可能にする。しかしながら、高負荷化は回転する動翼先端と Shroud ケーシング壁面との間隙を通過する流れを強め、それに起因する損失生成の増加によりタービン効率を低下させることが予想される。したがって、昨年度の報告でも言及したように、高負荷かつ高効率の軸流タービンを開発するには、翼端流れの強さに影響を及ぼす因子と考えられる翼端間隙高さが、高轉向角を有する軸流タービンの空気力学的性能に及ぼす影響を明らかにする必要がある。さらに、高負荷翼に対して翼端流れを低減する技術の適応を検討し、その適用による効果を検証する必要がある。

本研究においては、超高負荷軸流タービン翼列 (UHLTC) をマイクロガスタービンへ適用することを視野に入れ、最終モデルの 2 倍の外径 (80mm) を有する UHLTC を対象に、小型円環翼列風洞試験装置により性能試験を行い、翼端間隙の高さが UHLTC の空力性能に与える影響について調査した。さらに、翼端流れの低減技術の一つであるスキューラ翼端の高負荷翼に対する効果を検証

するために、同技術を適用した直線翼列の UHLTC に対して汎用 CFD コードを用いた数値解析を実施した。

①試験装置

空力性能試験に使用した、小型円環翼列風洞試験装置の概略図を図 3-7 に示す。試験装置測定部内のタービン段は、静翼と動翼で構成される単段軸流タービンである。試験装置に供給された圧縮空気は整流格子を通過後、測定部内の静翼で膨張し、動翼を駆動させた後に大気へ放出される。測定部上流の流路中央には熱電対が、測定部のタービン段入口および出口には全圧管と静圧管が周方向にそれぞれ4箇所ずつ設置されている。試験装置出力軸側にはトルクメータおよびヒステリシスブレーキが設置されており、動翼の回転数はヒステリシスブレーキにより制御した。評価対象である UHLTC の静翼と動翼の翼形状および円環翼列を図 3-8 に示す。UHLTC の動翼の轉向角は 160.0° であり、スパン方向に一様翼形状の二次元翼である。動翼の翼端間隙高さ TCL は流路高さの 1%と 3%に設定し、羽根車回転数 5000rpm と 7000rpm の 2 条件に対して性能試験を実施した。

②TCL=1%と 3%の性能試験結果の比較

図 3-9 に流量係数 φ とタービン段効率 η_c の関係を示す。ここで、 φ は軸方向流速と動翼の Midspan での周速の比で定義される。図 3-9 において TCL の 3%から 1%への減少により、タービン段効率は最高で、回転数が 5,000rpm では 12.5%，7,000rpm では 11.4%の向上が認められる。したがって、UHLTC においては翼端漏れ流れが効率に与える影響が大きいことが分かる。

③数値解析条件

解析対象である直線翼列の UHLTC にスキュー翼端を適用した様子を図 3-10 に示す。TCL は 1%に設定し、スキュー深さ $\lambda=0\%$ と 5%に設定して解析を行った。ここで、 λ は翼弦長に対するスキュー深さの割合で定義される。

④数値解析結果

図 3-11 に全圧損失係数の断面質量平均値として定義される総損失 C_{pt} の軸方向分布を示す。ここで、 Z/C_{ax} は翼前縁を 0.0、翼後縁を 1.0 とした軸方向無次元距離である。図 3-11 から、翼列下流においてスキュー翼端の適用により損失が低減することが分かる。

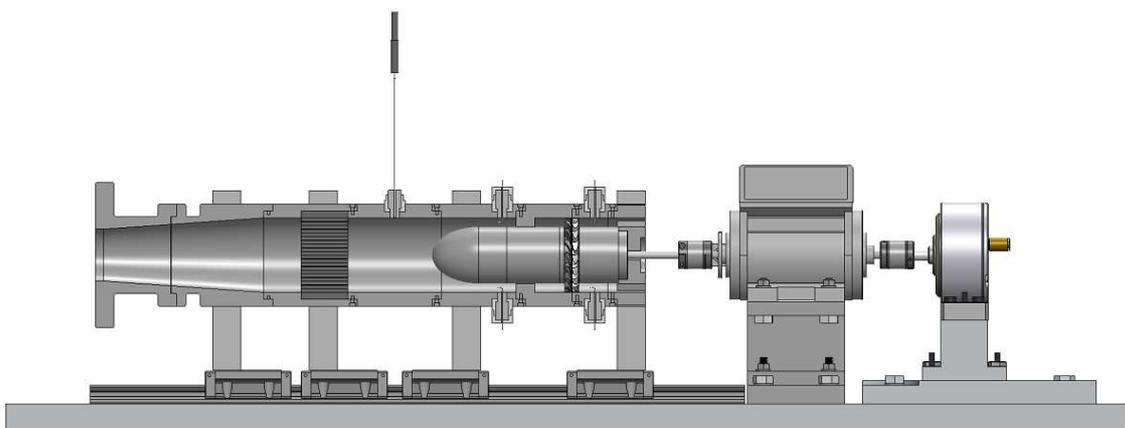
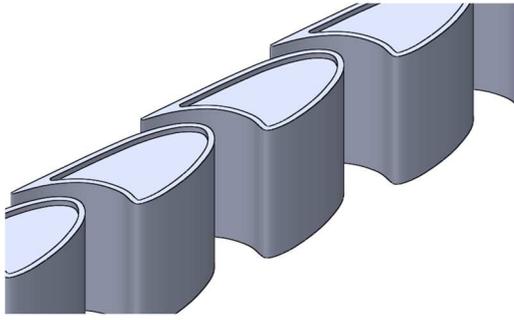


図 3-7 超高負荷タービン小型円環翼列風洞試験装置



(a) 静翼 (b) 動翼
図 3-8 超高負荷タービン円環静動翼列

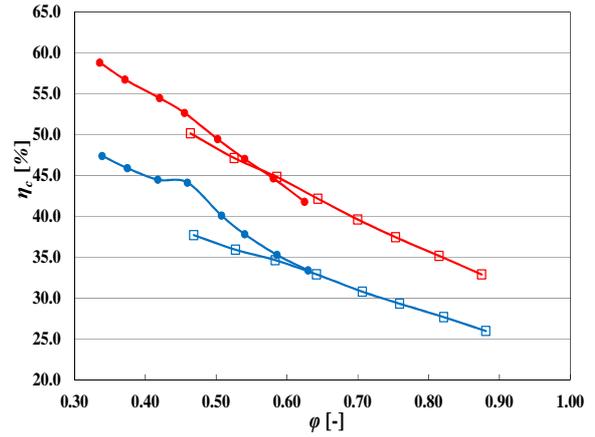


図 3-9 段効率

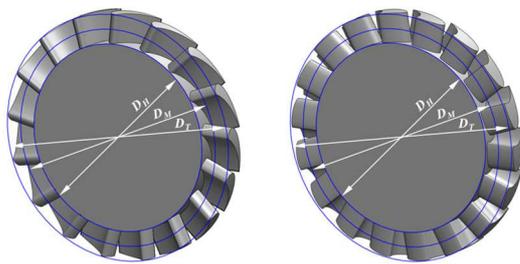


図 3-10 スキアラ翼端を適用した超高負荷直線タービン翼列

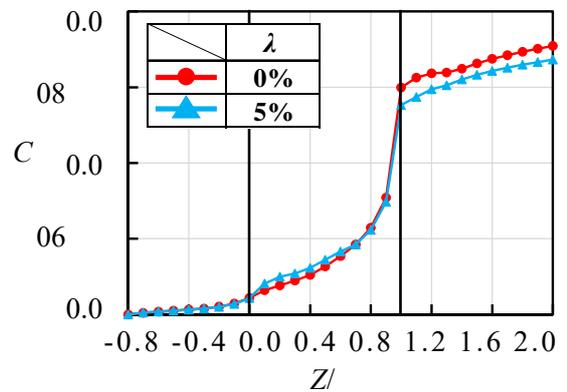


図 3-11 総損失の軸方向分布

(3) 真空中における接触熱コンダクタンスに関する研究 (御法川 学)

半導体デバイスの製造に不可欠な微細加工および薄膜形成工程の多くは真空中でウエハを処理している。微細加工工程、薄膜形成工程で使用されるドライエッチング装置、CVD (Chemical Vapor Deposition) 装置などでは、真空チャンバー内における放電によって荷電粒子や反応活性種を生成し、ウエハ表面に所望の処理を行う。この際、高い処理性能を得るためにはウエハの温度を高精度に制御することが必要となる。上記半導体製造装置の一般的な構成として、ウエハは真空チャンバー内において温度調整されたステージ上に静電チャックで吸着固定される。また、ウエハとステージの接触面には伝熱用ガスが導入される。このため、ウエハとステージ間の伝熱性能を考慮してウエハ温度を最適に制御するためには、接触面における接触熱コンダクタンスを把握する必要がある。特にその接触成分とガス成分の各々の特性を理解することが求められる。そこで本研究では、2016年度に以下の検討を行った。

①実験装置の設計・製作

ウエハとステージの接触状態を模擬しながら接触熱コンダクタンスを測定するために、実験装置を設計・製作した。実験装置の構成を図 3-12、外観を図 3-13 に示す。チャンバー内に上部試料、および下部試料を設置し、各試料に熱電対を 10mm 間隔で 6 点取り付け、各試料の温度分布を測定できるようにした。上部試料の上端部にはラバーヒーターを設置し、下部試料の下端部は冷却水で冷

却した。チャンバー上部には直動の押付機構を設置し、ロードセルを埋設した直動部を介して上部試料上端に所望の押付力を付加し、上部試料と下部試料の接触面圧を目標値に制御した。本実験では、試料の接触面における伝熱用ガスとして空気を使用し、チャンバー内のガス圧を制御することで、接触面における伝熱用ガスの圧力を制御した。このために、チャンバーにはドライポンプ、圧力計、開度調整バルブから成る排気システムを設置し、チャンバー内の圧力（絶対圧力）を 1Pa から 101.3kPa まで任意に調節できるようにした。実験に使用した試料の仕様は表 1 に示す通りである。

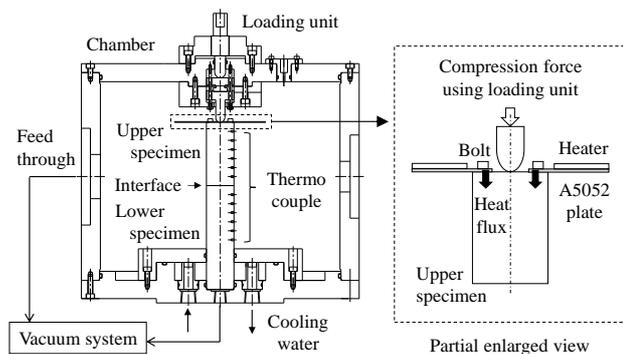


図 3-12 実験装置構成



図 3-13 実験装置外観

表 1 試料の仕様

Material	SUS304
Diameter	30mm
Length	Upper:70mm, Lower:115mm
Surface finish of interface	Lathing
Position of thermocouple	10,20,30,40,50,60mm from interface

②接触熱コンダクタンスの特性評価

半導体製造装置の代表例としてドライエッチング装置を想定すると、ウエハの吸着面圧は数 kPa から数十 kPa 程度であるため、本研究では 6.7kPa から 50kPa の接触面圧範囲で接触熱コンダクタンスを評価することにした。接触面圧 6.7kPa、チャンバー内圧力 100Pa 時における試料内温度勾配の測定結果を図 3-14 に示す。縦軸は試料の温度、横軸は接触面からの距離を示し、熱は左方向から右方向に流れている。図中のプロットは実測値であり、実測値の近似直線から各試料の接触面における温度を外挿すると、上部試料は 44.6℃、下部試料は 26.3℃であり、試料間の温度差 ΔT は 18.3℃であった。また、上下試料の熱伝導率と試料内の温度勾配から熱流束を算出した結果 2102W/m^2 であった。これより、式 1 を用いて接触熱コンダクタンス h を算出すると $115\text{W/m}^2\text{K}$ となる。式 1 の q は接触面に垂直な熱流束 W/m^2 、 dt/dx は試料内の温度勾配 K/m である。

$$h = \frac{q}{\Delta T} \quad \left(q = -\lambda \frac{dt}{dx} \right) \quad (1)$$

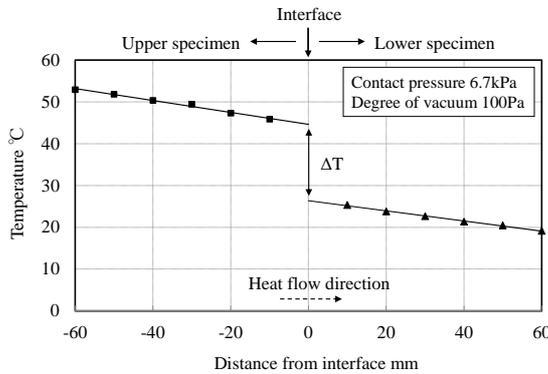


図 3-14 試料内の温度勾配

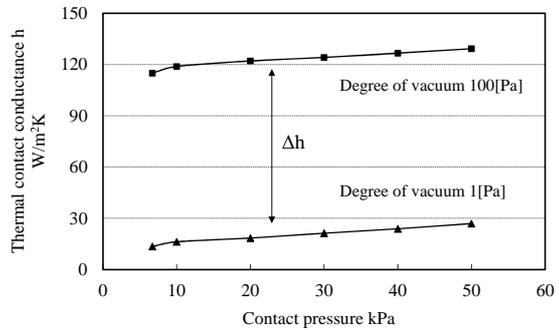


図 3-15 接触熱コンダクタンス

上記と同様の測定方法を用いて、チャンバー内圧力を 1Pa および 100Pa の 2 条件として、接触面圧を 6.7kPa から 50kPa まで変化させた際の接触熱コンダクタンスを測定した。結果を図 3-15 に示す。接触熱コンダクタンスはチャンバー内圧力に関わらず接触面圧に対して同様の変化を示した。また、接触面圧が 6.7kPa から 10kPa 未満の領域では、10kPa 以上の領域に比べて接触面圧の変化量に対する接触熱コンダクタンスの変化量が大きかった。

これらの結果について考察する。まず接触熱コンダクタンスは接触面における、接触成分、微小隙間に介在するガス成分、から成ると考える。チャンバー内圧力に関わらず、接触面圧の増加に伴って接触熱コンダクタンスが増加した理由は、接触面圧に伴って真実接触面積が増加、つまり接触成分が増加したためと考える。また、接触面圧が低い領域における接触成分の特異的な変化は、接触面の微小凹凸の形状特性（初期摩耗高さ等）に起因するものと推察される。次に、ガス成分を検討するために、チャンバー内圧力 1Pa 時の接触熱コンダクタンスを基準として、そこからチャンバー内圧力を増加させた際の接触熱コンダクタンスの増加量を Δh と定義した。 Δh は接触熱コンダクタンスのガス成分の増加量を意味する。 Δh と接触面圧の関係を図 3-16 に示す。 Δh は接触面圧の増減に関わらずほぼ一定であった。この理由は、ガスの流れの形態が自由分子流であったためと考える。

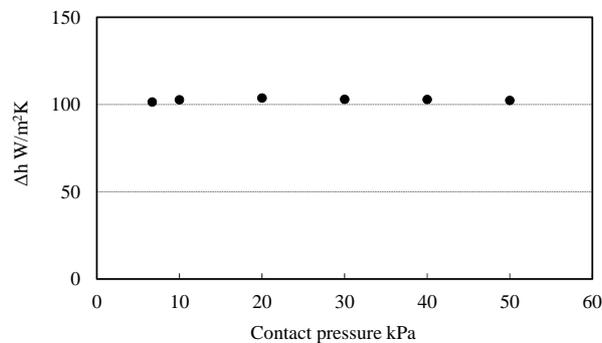


図 3-16 Δh と接触面圧の関係

以上より、接触面圧が変化する外乱が生じた場合でもウェハ温度をロバストに制御する設計指針として、ガス成分の効果を積極的に利用し、伝熱用ガスの圧力を自由分子流領域において高めに設定することが有効であると考えます。

(4) アクチュエータの高性能化に関する研究（安田 彰）

① マルチアクチュエータインクジェットヘッドの実装と評価

インクジェットによる革新的なモノづくりの用途も広がり、インクジェットのさらなる高性能化が求められている。インクジェットヘッドは多様化するインクに対応して高速、安定にインク液滴を制御吐出することが求められる。

高粘度インクの吐出を達成するための方法として、集束超音波を用いてインク液滴を吐出する超音波インクジェット方式がある。高粘度のインク液滴の吐出には、インクに与える圧力波の時間制御が任意にできることが重要と考えられる。我々はこの考えに基づき、図3-17に示した複数のアクチュエータを設けた圧電型インクジェットヘッドによりインクに加える圧力波の時間制御を考案しシミュレーションにより特性を解析した。本年度は、この構造のインクヘッドを試作しその特性を評価した。試作したヘッドを図3-18に示した。レーザー変位計変位計により、チャンバーの変位を観測した結果を図3-19に示す。グラフで縦軸は変位、横軸は時間を示しており、この結果から、従来の1つの圧電素子を用いる場合と比較して1.38倍変位が維持されることが確認された。この結果から、滴吐出装置を用いて駆動する圧電素子の数で出力信号を比例制御することができることが実証された。駆動信号の位相を制御することにより、圧力室に印加される圧力の大きさと圧力室の印加時間を制御可能となる。

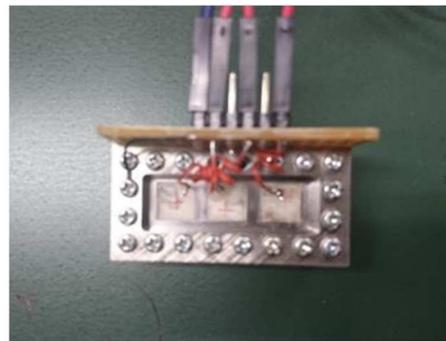
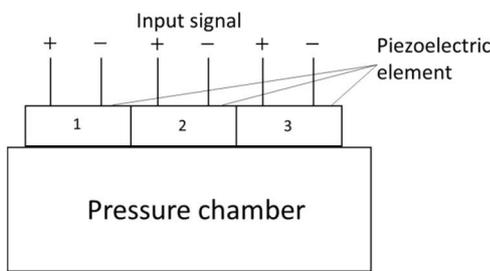


図 3-17 マルチアクチュエータモデル

図 3-18 試作した圧電アクチュエータ

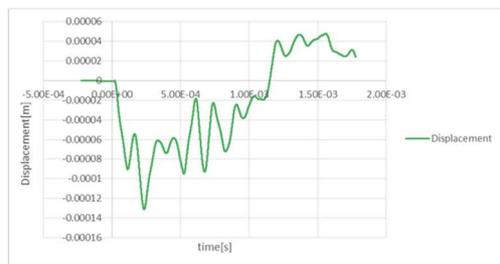


図 3-19 チャンバー変位

②空間ベクトル $\Delta\Sigma$ 変調型マルチコイルモータのベクトル制御方式の提案

我々はアクチュエータ駆動方式として、従来のブラシレスDCモータの各相の励磁コイルを複数に分割したマルチコイルモータおよびこれを用いたデジタル直接駆動方式の提案を行っている。DCブラシレスモータを用いる場合、ベクトル制御が広く用いられている。これまで我々は、従来のベクトル制御方式のモータ制御信号を受け、デジタル直接駆動方式でモータを駆動していた。デジタル直接駆動方式の内部で用いている $\Delta\Sigma$ 変調器をベクトル構成とすることにより、ベクトル制御系とデジタル直接駆動方式を共用させ、デジタル直接駆動モータシステムにベクトル制御と空間ベクトル $\Delta\Sigma$ 変調器を適用したシステムを提案した。これを図3-20に示す。この方式では、ベクトル制御系の α 、 β 信号を直接空間ベクトル量子化器で量子化する。量子化出力は入力にフィードバックされ、その際生じる量子化誤差には積分器によりノイズシェーピングが掛かる。また同時に α 、 β 信号と1対1に対応したU、V、W制御信号を生成することができ、システムの高精度化、単純化を同時に実現できる。このときのベクトル量子化器の量子化レベルを図3-21に示す。また、速度制御を掛けた場合の1相の出力スペクトルを図3-22に示す。グラフより、量子化による雑音は、従来のPWM方式よりも低く、従来のデジタル直接駆動方式と同レベルとなることが確認できる。

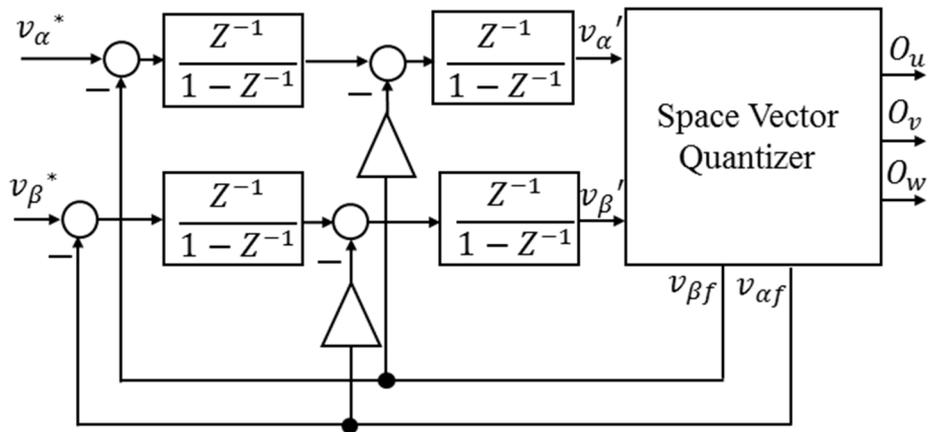


図 3-20 空間ベクトル $\Delta\Sigma$ 変調型モータ駆動システム

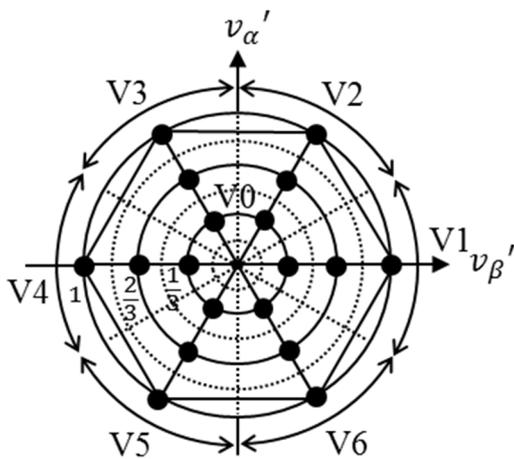


図 3-21 ベクトル量子化図

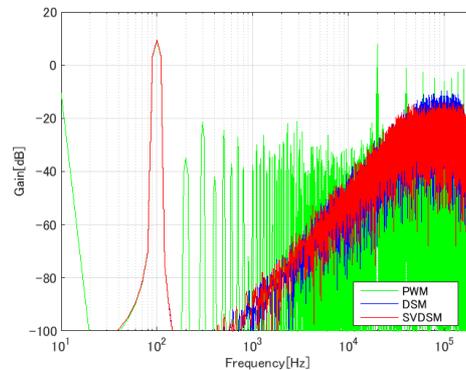


図 3-22 出力スペクトル

4. 基本テーマ内および基本テーマ間の連携

基本テーマ内の連携においては、光造形法を始めとする各種アクチュエータの製造法に関して知見を共有し、研究効率の向上に努めている。さらに海外（中国・ハルビン工業大学）との共同研究も開始された。

基本テーマ間の連携においては、アクチュエータならびの構成要素の超小型化ならびにその適用範囲に関して、適宜情報交換を行っている。

5. 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、各種の機能性流体の特長を活かし、その性能を最大限発揮できる、より簡易な構造の小形アクチュエータを検討する。またこれらの機能性流体の物理特性の発現には高電圧源が必要となるため、今後の実機搭載に際しては、この点を克服する必要がある。

タービン翼列の超高負荷化においては、スキュー深さを変化させて CFD 解析を実施することにより、最適スキュー深さを見つけ出し、さらにそれを適用した小型円環翼列風洞試験を実施する予定である。

真空中における接触熱コンダクタンスに関する研究においては、真空技術は半導体製造以外にも医薬品製造、陶器やガラスの形成、食品の製造や保存など、様々な産業において基盤技術となっており、それらの分野においても真空チャンバー内の対象物の温度管理が必要となる例が多く、本研究から得た知見を様々な産業分野に展開することを検討する。

アクチュエータの高性能化に関する研究においては、インクジェットプリンタヘッドにおける高粘度インクの吐出能力をさらに向上させるべく、インクヘッド構成方法に関してさらに検討を進める。

6. 研究業績

(1) 田中 豊

論文

- 1) Yoshito Tanaka, So-Nam Yun, Yutaka Tanaka, Development of synchronized control system through a pneumatic parallel mechanism and its 3D CG model, Journal of Mechanical Science and Technology 30 (1), 2016, pp.397-403, DOI 10.1007/s12206-015-1244-1 (査読有)
- 2) Jinghui Peng, Songjing Li, Yutaka Tanaka, Vibration suppression of the armature assembly in a hydraulic servo-valve torque motor using the magnetic fluid, Proc. 20th International Conference on Mechatronics Technology, October 28-31, 2016, Dalian, China (査読有)

学会発表

- 1) 田中 豊, 前阪, 三脚パラレルメカニズムを用いたヘッド固定・ステージ可動式プリンタの試作, 日本機械学会第 16 回機素潤滑設計部門講演会講演論文集, B1-3, pp.41-42, 芦原, 2016-4-18.
- 2) 坂間 清子, 増原, 田中 豊, 油圧ロボットのための油中気泡の分離除去装置とその効果, ロボティクス・メカトロニクス講演会 2016 講演論文集, No16-2, 1P1-09b2, 横浜, 2016-06-09.

- 3) 坂間 清子, 田中 豊, 油圧式ピストンモータの性能比較に関する調査研究, 日本機械学会 2016 年度年次大会講演論文集 DVD, No.16-1, J1110101, 九州大, 2016-09-14.
- 4) 坂間 清子, 田中 豊, 油圧動力伝達システムにおける微細気泡の除去方法の提案, 平成 28 年秋季フルードパワーシステム講演会講演論文集, pp.6-8, 青森, 2016-10-19.
- 5) 舟知, 坂間 清子, 田中 豊, 気泡除去装置の形状パラメータの最適化 (流入部長さの影響), 平成 28 年秋季フルードパワーシステム講演会講演論文集, pp.9-11, 青森, 2016-10-19.
- 6) 彭 敬輝, 外川, 田中 豊, ER 流体を用いた小形走行ロボット用制動装置の設計, 平成 28 年秋季フルードパワーシステム講演会講演論文集, pp.100-102, 青森, 2016-10-20.
- 7) 田中 豊, 細田, インクヘッド固定・ステージ可動式プリンタの動作シミュレーション, 日本機械学会山梨講演会講演論文集, No.160-3, pp.149-150, 山梨大 (甲府), 2016-10-22.
- (イ) 池田 濱, 田中 豊, パーソナルモビリティビークル用全方向移動球体式アクチュエータの設計と試作, 日本機械学会山梨講演会講演論文集, No.160-3, pp.151-152, 山梨大 (甲府), 2016-10-22.
- 9) 坂間 清子, 五嶋 裕之, 田中 豊, 油中気泡が油圧アクチュエータの特性におよぼす影響, 日本機械学会山梨講演会講演論文集, No.160-3, pp.153-154, 山梨大 (甲府), 2016-10-22.
- 10) 山田, 御法川 学, 田中 豊, 田沼, ヘッド固定型 3D プリンタ用パラレルメカニズムの設計試作, 日本機械学会第 23 期関東支部講演会, 2017-03-16
- 11) 竹内, 田沼, 田中 豊, カチオン重合型 UV インクを用いた 3D 造形の検討, 第 64 回応用物理学会春季学術講演会, 2017-03-15

解説

- 1) 田中 豊, 総論: メカトロニクス概念とその沿革, 油空圧技術, 55 巻, 5 号, pp.1-4, 2016-5.
- 2) 田中 豊, 展望 (油圧編)・油圧の夢と展望, フルードパワー (日本フルードパワー工業会誌・創立 60 周年記念特集号), 30 巻, 第 2 号, pp.107-109, 2016-5.
- 3) 坂間 清子, 田中 豊, 油圧作動油と気泡, フルードパワーシステム (日本フルードパワーシステム学会誌), 47 巻, 第 4 号, pp.174-177, 2016-7. (査読有)
- 4) 田中 豊 (分担執筆), アクチュエータの組合せによる三脚パラレルメカニズムの開発とその応用, アクチュエータの新材料, 駆動制御, 最新応用技術, 技術情報協会, 2017 年 3 月 31 日出版.

その他

- 1) Jinghui Peng, Songjing Li, Yutaka Tanaka, Vibration suppression of the armature assembly in a hydraulic servo-valve torque motor using the magnetic fluid, Proc. 20th International Conference on Mechatronics Technology (ICMT2016), Best Paper Award, 2016-10.

(2) 辻田 星歩

論文

- 1) 金子 雅直, 辻田 星歩, 短翼を有する遷音速遠心圧縮機内の設計点での流れ場における翼端漏れ流れの影響, 日本機械学会論文集, Vol.82, No.844, p.16-00159, 2016-12. (査読有)
- 2) Kenta OTSUKA, Tomoya KOMATSU, Hoshio TSUJITA, Satoshi YAMAGUCHI, Akihiro YAMAGATA, Numerical Analysis of Flow in Radial Turbine (Effects of Nozzle Vane Angle on Internal Flow),

学会発表

- 1) 蔵本 結生, 辻田 星歩, 矢崎 和貴, 超高負荷タービン翼列の2次元圧縮性流れの数値解析, 日本機械学会東北支部第52期総会・講演会講演論文集, 116, 2017-3.
- 2) 高倉 健介, 辻田 星歩, 超高負荷タービン直線翼列内の二次流れに関する実験的研究(スキューラチップの影響), 日本機械学会関東支部第23期総会・講演会講演論文集, WS0106-03, 2017-3.
- 3) 武田 賢太, 辻田 星歩, 回転曲がりダクトによる遠心羽根車内の二次流れと損失生成機構の解明(入口速度のピッチ方向とスパン方向分布の影響), 日本機械学会関東支部第23期総会・講演会講演論文集, WS0106-05, 2017-3.
- 4) 金子 雅直, 辻田 星歩, 短翼を有する遷音速遠心圧縮機内の低流量作動点での流れ場における翼端漏れ流れの挙動, 第44回日本ガスタービン学会定期講演会講演論文集, A-12, 2016-10.
- 5) 小川 達也, 平野 利幸, 辻田 星歩, 2本の吹込みが遠心圧縮機の性能に及ぼす影響について, ターボ機械協会第76回地方(北見)講演会講演論文集, C2, 2016-9.
- 6) 青木 亮祐, 畑中 健太郎, 辻田 星歩, 岩上 玲, 木村 太治, ラジアルタービンのVGSノズル内の流れに関する実験的研究(ノズル出口流れ場の周方向分布), ターボ機械協会第76回地方(北見)講演会講演論文集, A7, 2016-9.

(3) 御法川 学

論文

- 1) Tae-Gyun Lim, Wan-Ho Jeon and Gaku Minorikawa: Characteristics of unsteady flow field and flow-induced noise for an axial cooling fan used in a rack mount server computer, Journal of Mechanical Science and Technology 30 (10) (2016) 4601-4607 (2016)

学会発表

- 1) Takumi Tandou and Gaku Minorikawa, Evaluation of Thermal Contact Conductance under Low Contact Pressure in Vacuum, Proceedings of the 7th International Conference on Manufacturing, Machine Design and Tribology (ICMDT2017), p.182, 2017-4.
- 2) Ikuo Kimizuka and Gaku Minorikawa: Ecma TR for New Physical Evaluation Method of Prominent Discrete Tone of Noise Emitted from Air-Moving Devices, NOISE-CON2016, NC16_32 (2016年6月)
- 3) Chihiro KAMIO, Tatsuhito AIHARA and Gaku MINORIKAWA: Vibration Analysis of Baby Carriage Using the Multi-Body Dynamics, Proceedings of 2nd International Conference on Mechanical and Production Engineering, pp.173-178 (2016年7月)
- 4) Gaku Minorikawa, Ryo Yasuda, Tae-Gyun Lim and Norihiko Watanabe: Design and prototyping of electric ducted fan for light aircraft, 7th International Symposium on Fluid Machinery and Fluids Engineering, ISFMFE 2016 (2016年10月)
- 5) 丹藤 匠, 御法川 学, 真空中における接触熱コンダクタンスに関する研究, 2017年度春季研究発表講演会論文集, p.97-98, 2017-5.
- 6) 平野 利幸, 大高 敏男, 御法川 学: 小型軸流ファンの性能に関する研究, 日本設計工学会 2016年度春季研究発表講演会 (2016年5月)

- 7) 君塚 郁夫, 御法川 学: 小型ファンからの騒音中の純音成分の音質評価パラメータに関する新提案, 日本機械学会 第 26 回環境工学総合シンポジウム 2016, No.128 (2016 年 7 月)
- 8) 野田 輝揮, 相原 建人, 御法川 学: がたのある 2 自由度ばね-質量系の強制振動解析, 日本機械学会 Dynamics and Design Conference 2016USB 論文集, No.16-15, 134 (2016 年 8 月)
- 9) 神尾 ちひろ, 相原 建人, 御法川 学: 実走行時におけるベビーカーの振動解析, 日本設計工学会 2016 年秋季大会研究発表講演会講演論文集, pp.147-150 (2016 年 10 月)

その他

- 1) 御法川 学, 伊藤 孝宏, 技術コラム (連載) 装置設計者のための騒音の基礎, ソフトウェアクリエイトルホームページ <http://www.cradle.co.jp/tec/column07/index.html> (2016 年連載中)

(4) 安田 彰

論文

- 1) Haruka Matsuo, Yoshiki Motoyama, Satoshi Saikatsu and Akira Yasuda, “Driving a High-Precision Multi-coils-motor by Reducing an Influence of Manufacturing Variations”, DOI:10.17265/1934-8975/2017.01.007, Journal of Energy and Power Engineering 11, 48-55 (2017).
- 2) Yuki Hatsude, Go Harumi, Satoshi Saikatsu, Michitaka Yoshino, Akira Yasuda, “Third-Order Mismatch Shaping Technique with Improved Small Amplitude Input Performance for a Digitally Driven Speaker System”, International Conference on Analog VLSI Circuits, pp. 49-53, 3-2, Aug., (2016).
- 3) Ryosuke Minemura, Satoshi Saikatsu, Go Harumi, Michitaka Yoshino, Akira Yasuda, “Implementation and Measurement of a Delta-Sigma DAC with a Jitter Shaper Reducing Jitter Noise”, International Conference on Analog VLSI Circuits, pp.37-41, 2-4, Aug., (2016).
- 4) Michitaka Yoshino, Akira Yasuda, Seiji Mori, Manabu Ishibe, Chikau Takahashi, Cloud-based Analog LSI CAD system for cooperative design”, International Conference on Analog VLSI Circuits, 4-1, Aug., (2016).
- 5) Go Harumi, Satoshi Saikatsu, Michitaka Yoshino, Akira Yasuda, “Digital Direct-Driven Speaker Architecture Using Segmented Pulse Shaping Technique, 14th IEEE International NEWCAS Conference, DSP and multimedia, Jun., (2016).

学会発表

- 1) 春海 豪, 西勝 聡, 峯村 亮佑, 發出 祐基, 松尾 遥, 安田 彰, “デジタル直接駆動スピーカにおける回路規模削減手法”, 電子情報通信学会ソサエティ大会, A-1-12, 9 月, 2016 年, (北海道札幌市).
- 2) 吉田 知朗, 西勝 聡, 星野 裕也, 吉野 理貴, 安田 彰, 山下 喜一, “AB 級出力段に用いる CMFB 機能を有する V-I 変換レベルシフタの性能評価”, 電子情報通信学会ソサエティ大会, A-1-13, 9 月, 2016 年, (北海道札幌市).
- 3) 峯村 亮佑, 西勝 聡, 春海 豪, 發出 祐基, 松尾 遥, 安田 彰, “フィードフォワード型ジッタシェーピング $\Delta\Sigma$ DAC”, 電子情報通信学会ソサエティ大会, A-1-14, 9 月, 2016 年, (北海道札幌市).
- 4) 赤松 雄貴, 嘉藤 貴博, 松尾 遥, 曾我美 泰隆, 安田 彰, 吉野 理貴, “遅延素子バラツキを考

慮した TDC の変換誤差低減に関する研究”，電子情報通信学会ソサエティ大会，A-1-15，9月，2016年，（北海道札幌市）。

- 5) 峰岸 和輝，松尾 遥，本山 佳樹，吉野 理貴，安田 彰，“マルチコイル巻線法によるモータ出力の変化に関する研究”，電子情報通信学会ソサエティ大会，A-1-16，9月，2016年，（北海道札幌市）。
- 6) 松尾 遥，本山 佳樹，曾我美 泰隆，峯村 亮佑，安田 彰，“相間のバラツキの影響を低減させた高精度マルチコイルモータの実現”，電子情報通信学会ソサエティ大会，A-1-17，9月，2016年，（北海道札幌市）。
- 7) 曾我美 泰隆，松尾 遥，安田 彰，吉野 理貴，“デジタル直接駆動型スピーカの振幅制御による指向性向上”，電子情報通信学会ソサエティ大会，A-1-18，9月，2016年，（北海道札幌市）。
- 8) 布施 政人，曾我美 泰隆，春海 豪，安田 彰，吉野 理貴，“マルチレベル木構造 NSDEM”，電子情報通信学会ソサエティ大会，A-1-19，9月，2016年，（北海道札幌市）。
- 9) 發出 祐基，春海 豪，西勝 聡，安田 彰，吉野 理貴，“デジタル直接駆動型スピーカシステムに用いる NSDEM の小信号特性に関する一考察”，電子情報通信学会ソサエティ大会，A-1-20，9月，2016年，（北海道札幌市）。
- 10) 碓井 孝憲，松尾 遥，峰岸 和輝，安田 彰，“マルチコイルモータ駆動用 $\Delta\Sigma$ 変調器の一考察”，電子情報通信学会ソサエティ大会，A-1-24，9月，2016年，（北海道札幌市）。
- 11) 星野 裕也，安田 彰，山下 喜市，吉田 知郎，吉野 理貴，“アクティブインダクタの高 Q 値化に関する研究”，電子情報通信学会ソサエティ大会，A-1-25，9月，2016年，（北海道札幌市）。
- 12) 佐々木 翔一郎，吉野 理貴，安田 彰，“パルス複製回路を用いたマルチビット $\Delta\Sigma$ TDC”，電子情報通信学会ソサエティ大会，C-12-23，9月，2016年，（北海道札幌市）。
- 13) 星野 裕也，吉田 知朗，古屋 佑樹，安田 彰，“アクティブインダクタを用いたリングオシレータの低雑音化”，電気学会電子回路研究会，ECT-017-028，3月9日，2017年，（東京都小金井市）。
- 14) 古屋 佑樹，發出 祐基，安田 彰，吉野 理貴，森山 誠二郎，“設計資産の有効活用を狙ったデジタルスピーカ開発環境の構築”，電気学会電子回路研究会，ECT-017-036，ECT-017-028，3月9日，2017年，（東京都小金井市）。
- 15) 發出 祐基，西勝 聡，安田 彰，“小信号特性を改善したデジタル直接駆動型スピーカの実装”，電気学会電子回路研究会，ECT-017-042，ECT-017-028，3月9日，2017年，（東京都小金井市）。
- 16) 松尾 遥，本山 佳樹，石間 泉，西勝 聡，安田 彰，“量子化誤差と製造バラツキの影響を低減させた高精度マルチコイルモータの実現”，ECT-017-047，ECT-017-028，3月9日，2017年，（東京都小金井市）。
- 17) 石間 泉，松尾 遥，吉野 理貴，安田 彰，“ $\Delta\Sigma$ 変調器の同期現象に関する研究”，電気学会電子回路研究会，ECT-017-051，ECT-017-028，3月10日，2017年，（東京都小金井市）。

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

(1) 安部 公博

論文

- 1) Kimihiko Abe, Shin-ya Shimizu, Shuhei Tsuda, and Tsutomu Sato. (2017) Characterization of a non prophage(-like) gene-intervening element within *gerE* that is reconstituted during sporulation in *Bacillus cereus* ATCC10987. Scientific Reports, Vol.7, No.1, Article number 11426. (査読有)
- 2) Kimihiko Abe, Takuo Takamatsu, and Tsutomu Sato. (2017) Mechanism of bacterial gene rearrangement: SprA-catalyzed precise DNA recombination and its directionality control by SprB ensure the gene rearrangement and stable expression of *spsM* during sporulation in *Bacillus subtilis*. Nucleic Acids Research Vol.45, No.11, pp.6669–6683. (査読有)

学会発表

- 1) 安部 公博, 高松 拓夫, 高橋 匠, 佐藤 勉:「枯草菌孢子形成期の *spsM* 遺伝子再編成」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講演予稿集, pp.28,2018-1.
- 2) 中谷 優星, 岩本 敬人, 安部 公博, 佐藤 勉:「枯草菌孢子最外層の解析」法政大学 マイクロ・ナノテクノロジー研究センター 公開シンポジウム講演予稿集, pp.28,2018-1.
- 3) 鈴木 祥太, 小林 遼平, 藤澤 剛士, 後藤 夏完, 安部 公博, 佐藤勉:「枯草菌のフェージ改変と変異胞子を用いた環境浄化への応用」法政大学 マイクロ・ナノテクノロジー研究センター 公開シンポジウム講演予稿集, pp.28,2018-1.
- 4) 鈴木 祥太, 鈴木 颯, 安部 公博, 佐藤 勉:「異なる *attB* を認識するキメラフェージの作製」2017年度グラム陽性菌ゲノム機能会議 講演予稿集, pp.25,2017-8.
- 5) 小笠原 太軌, 安部 公博, 佐藤 勉:「枯草菌の SPβ フェージ感染防御機構」2017年度グラム陽性菌ゲノム機能会議 講演予稿集, pp.44,2017-8.
- 6) 安部 公博, 高橋 匠, 佐藤 勉:「枯草菌 SPβ site-specific recombinase を介した *spsM* 再編成機構の解明」2017年度グラム陽性菌ゲノム機能会議 講演予稿集, pp.46,2017-8.
- 7) 清水 慎哉, 津田 嵩平, 安部 公博, 佐藤 勉:「*Bacillus cereus* ATCC10987 における可動性因子 *gin* を介した *gerE* 遺伝子再編成」2017年度グラム陽性菌ゲノム機能会議 講演予稿集, pp.47,2017-8.
- 8) 中谷 優星, 安部 公博, 岩本 敬人, 佐藤 勉:「枯草菌孢子最外層の解析」2017年度グラム陽性菌ゲノム機能会議 講演予稿集, pp.49,2017-8.
- 9) Kimihiko Abe, Takuo Takamatsu, Tsutomu Sato :「Mechanism of bacteria gene rearrangement during sporulation」Molecular Genetics of Bacteria and Phages 講演予稿集, pp.139, 2017-8.
- 10) Tsutomu Sato, Kimihiko Abe, Takuo Takamats :「*Bacillus subtilis* SPβ phage integrase-mediated site-specific recombination during sporulation」19th International Conference on Bacilli & Gram-positive Bacteria 講演予稿集, pp.102, 2017-6.
- 11) Shota Suzuki, Hayate Suzuki, Kimihiko Abe, Tsutomu Sato, :「Construction of chimeric lysogenic phages integrated at distinct target (*attB*) sites in *Bacillus subtilis*」19th International Conference on *Bacilli* & Gram-positive Bacteria 講演予稿集, pp.196, 2017-6.

(2) 石黒 亮

論文

- 1) Takada H, Shimada H, De y D, Quyuuum Md. Z, Nakano M, Ishiguro A, Yoshida H, Yamamoto K, Sen R & Ishihama. Differential regulation of rRNA and tRNA transcription from the rRNA-tRNA composite operon in *Escherichia coli*. *PLoS One*. Dec 22;11(12):e0163057. 2016. (査読有)
- 2) Ishiguro A, Kimura N, Watanabe Y, Watanabe S, & Akira Ishihama. TDP-43 binds and transports G-quadruplex-containing mRNAs into neurites for local translation. *Genes Cells*. 21, pp.466-468, 2016. (査読有)

学会発表

- 1) mRNA 輸送シグナル, グアニン四重鎖の酸化は TDP-43 との結合を阻害する. 石黒亮, 野間崇志, 木村展之, 昆隆英, 石浜明. 第 39 回日本分子生物学会年会 (横浜市) 2016 年 11 月 30-12 月 2 日
- 2) mRNA グアニン四重鎖との分子間相互作用に影響する TDP-43 ALS 変異の同定. 野間崇志, 山本遼介, 下理恵子, 木村展之, 石黒亮, 昆隆英, 第 39 回日本分子生物学会年会 (横浜市) 2016 年 11 月 30-12 月 2 日

(3) 石浜 明

論文

- 1) Ishihama, A.: Building the whole image of genome regulation in the model organism *Escherichia coli* K-12. *J. Gen. Appl. Microbiol.* **63**, 311-324 (2017) (査読有)
- 2) Shimada, T., Momiyama, E., Yamanaka, Y., Yamamoto, K. and Ishihama, A.: Regulatory role of XynR (YagI) in catabolism of xylonate in *Escherichia coli*. *FEMS Microbiol. Lett.* 364 (22) (2017) (査読有)
- 3) Shimada, T., Tanaka, K. and Ishihama, A.: The Whole Set of the Constitutive Promoters Recognized by Four Minor Sigma Subunits of *Escherichia coli* RNA Polymerase. *PLoS ONE* 12(6): e0179181 (2017) (査読有)
- 4) Sugino, H., Usui, T., Shimada, T., Nakano, M., Ogasawara, H., Ishihama, A. and Hirata, A.: A structural sketch of RcdA, a transcription factor controlling the master regulator of biofilm formation. *FEBS Lett.* **591**(13), 2019-2031 (2017) (査読有)
- 5) Urano, H., Yoshida, M., Ogawa, A., Yamamoto, K., Ishihama, A. and Ogasawara, H.: Cross-Regulation between Two Common Ancestral Response Regulators, HprR and CusR, in *Escherichia coli*. *Microbiology* **163**(2), 243-252 (2017) (査読有)
- 6) Ishiguro, A., Kimura, N., Watanabe, Y., Watanabe, S. and Ishihama, A.: TDP-43 recognizes RNA G-quadruplex structures, and controls mRNA transport for local protein synthesis in neurite. *Genes Cells* **21**(5), 466-481 (2016) (査読有)
- 7) Ishihama, A., Shimada, T. and Yamazaki, Y.: Transcription profile of *Escherichia coli*: Genomic SELEX search for regulatory targets of transcription factors. *Nucleic Acids Res.* **44**(5), 2058-2074 (2016) (査読有)
- 8) Shimada, T., Tanaka, K. and Ishihama, A.: Transcription factor DecR (YabO) controls detoxification of

L-cysteine in *Escherichia coli*. *Microbiology* **162**(9), 1698-1707 (2016)

- 9) Takada, H., Shimada, T., Dey, D., Quyuun, M.Z., Nakano, N., Ishiguro, A., Yoshida, H., Yamamoto, K., Sen, R. and Ishihama, A.: Differential regulation of rRNA and tRNA transcription from the rRNA-tRNA composite operon in *Escherichia coli*. *PLoS ONE* **11**(12): e0163057. (査読有)
- 10) Yamanaka, Y., Shimada, T., Yamamoto, K. and Ishihama, A.: Transcription factor CecR (YbiH) regulates a set of genes affecting the sensitivity of *Escherichia coli* against cefoperazone and chloramphenicol. *Microbiology* **162**(6), 1253-1264 (2016) (査読有)
- 11) Yoshida, T., Sakamoto, A., Terui, Y., Takao, T., Sugita, Y., Yamamoto, K., Ishihama, A., Igarashi, K. and Kashiwagi, K.: Effect of spermidine analogues on cell growth of *Escherichia coli* polyamine requiring mutant MA261. *PLoS ONE* **11**(7): e0159494 (2016) (査読有)

著書

- 1) Ishihama, A.: A Revolutionary Paradigm of Bacterial Genome Regulation. In: Stress and Environmental Control of Gene Expression in Bacteria. Ed: Frans J. De Bruijn (John Wiley & Sons), Chapter 2-3, 2016 (査読有)

招待講演

- 1) Ishihama, A.: Transcription profile of the bacterial genome: a revolutionary paradigm. Workshop: Profiling the Functional Landscape of Bacterial Cells. (Invited lecture; Organizer). Valencia, July 7-12, 2017.

学会発表

- 1) Yamamoto, K. and Ishihama, A.: Characterization of uncharacterized transcription factors, YagI, YbiH and YdcN, of *Escherichia coli* by using genomic SELEX system. 7th Congress of European Microbiologists (FEMS2017), Valencia, July 7-12, 2017.
- 2) 小島 文歌, 小川 綾乃, 石浜 明, 山本 兼由: 大腸菌レスポンスレギュレーターFimZの二つの機能。第39回日本分子生物学会年会, 2016年11月30日—12月2日, パシフィコ横浜
- 3) 山内 えりか, 山中 幸, Yan Jie, Linda J. Kenney, 西山 宗一郎, 曾和 義幸, 川岸 郁朗, 石浜 明, 山本 兼由: 核様体タンパク質 H-NS のタンパク質間相互作用部位の遺伝子サイレンシングにおける役割。第39回日本分子生物学会年会, 2016年11月30日—12月2日, パシフィコ横浜
- 4) 石塚 俊行, 太田 あず佐, 石浜 明, 小笠原 寛: 大腸菌バイオフィーム形成統括因子 CsgD の新規発現抑制機構の解明。第10回日本ゲノム微生物学会年会, 2016年3月4-5日, 東工大・大岡山
- 5) 小島 文歌, 小川 綾乃, 石浜 明, 山本 兼由: 大腸菌レスポンスレギュレーターFimZの二つの機能。第39回日本分子生物学会年会, 2016年11月30日-12月2日, パシフィコ横浜
- 6) 山内 えりか, 山中 幸, Yan Jie, Linda J Kenney, 西山 宗一郎, 曾和 義幸, 川岸 郁朗, 石浜 明, 山本 兼由: 核様体タンパク質 H-NS のタンパク質間相互作用部位の遺伝子サイレンシングにおける役割。第39回日本分子生物学会年会, 2016年11月30日-12月2日, パシフィコ横浜
- 7) 石黒 亮, 野間 崇志, 木村 展之, 昆 隆英, 石浜 明: mRNA グアニン四重鎖の酸化は TDP-43 による特異的結合を低下させる。第39回日本分子生物学会年会, 2016年11月30日-12月2日, パシフィコ横浜
- 8) 増井 祥平, 小笠原 寛, 石塚 俊行, 石浜 明: 大腸菌の遊走性とバイオフィーム形成を制御する

新規転写因子の同定と機能解明, 第 39 回日本分子生物学会年会, 2016 年 11 月 30 日-12 月 2 日,
パシフィコ横浜

9) 増井 祥平, 小笠原 寛, 石塚 俊行, 石浜 明: 大腸菌の遊走性とバイオフィーム形成を制御する
新規転写因子の同定と機能解明, 第 39 回日本分子生物学会年会, 2016 年 11 月 30 日-12 月 2 日,
パシフィコ横浜

10) 石塚 俊行, 太田 あず佐, 石浜 明, 小笠原 寛: 大腸菌バイオフィーム形成統括因子 CsgD の新
規発現抑制機構の解明。第 10 回日本ゲノム微生物学会年会, 2016 年 3 月 4 日—5 日

その他

1) Ishihama, A., Shimada, T. and Yamazaki, Y.: TEC (Transcription Profile of *Escherichia coli*) data base.
[www.shigen.nig.ac.jp/ecoli/tec/] (2016)

(4) 梅村 徹

学会発表

1) Umemura T, Sowa Y, Kawagishi I, 変性蛋白質センサーとしての大腸菌ヒスチジンキナーゼ BaeS,
第 54 回日本生物物理学会年会, つくば国際会議場 (茨城県つくば市), 2016 年 11 月 27 日

(5) 笠井 大司

論文

1) Kasai T & Sowa Y. Measurements of the Rotation of the Flagellar Motor by Bead Assay. *Methods Mol Biol* 1593, 185-192 (2017). (査読無)

学会発表

1) Arai K, Kasai T, Takahashi Y, Ito M, Sowa Y, 2 種イオン駆動型べん毛モーターの入力と出力の
関係, 第 54 回日本生物物理学会年会, つくば国際会議場 (茨城県つくば市), 2016 年 11 月 26
日

2) Kasai T, Sowa Y, 光ピンセットを用いたバクテリアべん毛モーターの最大トルクの計測, 第 54
回日本生物物理学会年会, つくば国際会議場 (茨城県つくば市), 2016 年 11 月 27 日

3) 笠井 大司, 曾和 義幸, べん毛モータ回転の強制停止時における発生トルク, 2017 年生体運動
研究合同班会議, 神戸国際会議場 (兵庫県神戸市), 2017 年 1 月 7 日

4) Arai K, Kasai T, Takahashi Y, Ito M, Sowa Y, Input-output Relationship of the Bacterial Flagellar Motor,
OIST Workshop-Bacterial Flagella, Injectisomes & Type III Secretion Systems, OIST (沖縄県国頭郡),
2017 年 3 月 2 日

5) Kasai T, Sowa Y, Stall Torque of the Bacterial Flagellar Motor Measured by Optical Tweezers, OIST
Workshop-Bacterial Flagella, Injectisomes & Type III Secretion Systems, OIST (沖縄県国頭郡), 2017
年 3 月 4 日

(6) 川岸 郁朗

論文

1) I. Kawagishi, I. and S. Nishiyama “Chapter 21: Chemotactic behaviors of *Vibrio cholerae* cells.” *In:*

Minamino, T. & Namba, K. (eds.) *The Bacterial Flagellum: Methods and Protocols*, Methods in Molecular Biology, vol. 1593, pp. 259-271 (2017). Springer Science+Business Media LLC 2017.

口頭発表・シンポジウム

- 1) 川岸 郁朗: 細菌異物排出系構築のメカニズム. 2016 年度遺伝研研究会「単細胞システム細胞装置のダイナミズム」, 国立遺伝学研究所宿泊施設 2 階セミナー室 (静岡県三島市). 2017 年 3 月 27~28 日.
- 2) I. Kawagishi, K. Yamamoto, M. Yamazaki, R. Tamai, K. Kawabata, K. Horikawa, M. Nishikawa, and Y. Sowa: Dynamically regulated assembly of the bacterial xenobiotic efflux complex. OIST Workshop – Bacterial Flagella, Injectisome and Type III Secretion Systems, Okinawa Institute of Science and Technology Graduate University (Kunigami-gun, Okinawa), 2017.3.1-4.
- 3) 松田 茉利子, 城井 哲也, 白鳥 優美, 西山 宗一郎, 佐久間 麻由子, 本間 道夫, 今田 勝巳, 川岸 郁朗: 走化性受容体 Tcp の媒介するクエン酸応答における二価金属イオンの役割. 第 99 回日本細菌学会関東支部総会, 北里大学薬学部コンベンションホール (東京都港区), 2016 年 10 月 6~7 日.
- 4) 西山 宗一郎, 高橋 洋平, 今田 勝巳, 川岸 郁朗: コレラ菌アミノ酸走性受容体 Mlp24 センサードメインの構造と機能. 第 99 回日本細菌学会関東支部総会, 北里大学薬学部コンベンションホール (東京都港区), 2016 年 10 月 6~7 日.
- 5) 遠藤 貴秀, 宮尾 有貴子, 山本 健太郎, 川岸 郁朗: 大腸菌二成分制御系 AtoS, AtoC の細胞内相互依存的局在. 第 2 回 法政大学・立教大学 微生物研究会, 法政大学小金井キャンパス (東京都小金井市), 2016 年 9 月 12 日.
- 6) 山崎 萌, 玉井 怜, 山本 健太郎, 曾和 義幸, 川岸 郁朗: 大腸菌異物排出トランスポートター MdtB・MdtC のヘテロ三量体形成. 第 13 回 21 世紀大腸菌研究会, ホテルグリーンピア南阿蘇 (熊本県阿蘇郡), 2016 年 6 月 2~3 日.

ポスター発表

- 1) 川岸 郁朗, 山崎 萌, 山本 健太郎, 西川 正俊, 曾和 義幸: 大腸菌 RND 型異物排出系トランスポートター MdtB, MdtC のヘテロ三量体形成. 第 90 回日本細菌学会総会, 仙台国際センター (宮城県仙台市), 2017 年 3 月 19~21 日.
- 2) 西山 宗一郎, 高橋 洋平, 今田 勝巳, 川岸 郁朗: コレラ菌アミノ酸走性受容体 Mlp24 のリガンド認識へのカルシウムイオンの関与. 第 90 回日本細菌学会総会, 仙台国際センター (宮城県仙台市), 2017 年 3 月 19~21 日.
- 3) M. Nishiyama, T. Sawada, Y.-S. Che, Y. Sowa, Y. Harada, and I. Kawagishi: High-Pressure Inhibition of the Interaction between the Bacterial Flagellar Motor and the Response Regulator CheY. OIST Workshop – Bacterial Flagella, Injectisome and Type III Secretion Systems, Okinawa Institute of Science and Technology Graduate University (Kunigami-gun, Okinawa), 2017.3.1-4.
- 4) M. Momma, Y. Tsuji, M. Konishi, S. Nishiyama, M. Nishikawa, and Y. Sowa, and I. Kawagishi: Identification and characterization of novel transducer and soluble receptors for amino acid chemotaxis of *Vibrio alginolyticus*. OIST Workshop – Bacterial Flagella, Injectisome and Type III Secretion Systems, Okinawa Institute of Science and Technology Graduate University (Kunigami-gun, Okinawa), 2017.3.1-4.

- 5) T. Endo, Y. Miyao, K. Yamamoto, M. Nishikawa, Y. Sowa, and I. Kawagishi: Interdependent co-localization of the histidine kinase AtoS and the response regulator AtoC of *Escherichia coli*. (大腸菌二成分制御系 AtoS,AtoC の細胞内相互依存的局在.) 第 54 回日本生物物理学会年会, つくば国際会議場 (茨城県つくば市), 2016 年 11 月 25~27 日.
- 6) H. Hata, Y. Nishihara, M. Nishiyama, I. Kawagishi, and A. Kitao: Molecular dynamics study of pressure effects on unbinding of the CheY-FliM complex. 第 54 回日本生物物理学会年会, つくば国際会議場 (茨城県つくば市), 2016 年 11 月 25~27 日.
- 7) S. Nishiyama, Y. Takahashi, K. Imada, and I. Kawagishi: Ca²⁺ potentiates attractant responses to amino acids mediated by the chemoreceptor Mlp24 of *Vibrio cholerae* (コレラ菌走化性受容体 Mlp24 のアミノ酸受容能はカルシウムイオンで増強される.) 第 54 回日本生物物理学会年会, つくば国際会議場 (茨城県つくば市), 2016 年 11 月 25~27 日.
- 8) T. Sagawa, Y. Sowa, I. Kawagishi, K. Oiwa, and H. Kojima: Simulation of delays in repellent responses of *Escherichia coli* using a conformational spread model. (大腸菌の忌避刺激で見られた時間遅れは FliM の共同的な振る舞いにより説明される.) 第 54 回日本生物物理学会年会, つくば国際会議場 (茨城県つくば市), 2016 年 11 月 25~27 日.
- 9) H. Tanaka, Yasuaki Kazuta, T. Matsukawa, Y. Naruse, Y. Tominari, M. Okada, Y. Sowa, I. Kawagishi, and H. Kojima: *Escherichia coli* identify amino-acid species: unicellular organism's chemical perception revealed by using a data-driven approach. (大腸菌は, アミノ酸種を識別する:データ駆動的アプローチにより明らかにする単細胞生物の化学知覚.) 第 54 回日本生物物理学会年会, つくば国際会議場 (茨城県つくば市), 2016 年 11 月 25~27 日.
- 10) T. Umemura, Y. Sowa, and I. Kawagishi: The histidine kinase BaeS of *Escherichia coli* may sense denatured proteins. (変性蛋白質センサーとしての大腸菌ヒスチジンキナーゼ BaeS.) 第 54 回日本生物物理学会年会, つくば国際会議場 (茨城県つくば市), 2016 年 11 月 25~27 日.
- 11) M. Yamazaki, K. Yamamoto, M. Nishikawa, Y. Sowa, and I. Kawagishi: Assembly of the xenobiotic efflux transporters MdtB and MdtC of *Escherichia coli*. (大腸菌異物排出系トランスポーターMdtB, MdtC 会合の可視化.) 第 54 回日本生物物理学会年会, つくば国際会議場 (茨城県つくば市), 2016 年 11 月 25~27 日.
- 12) S. Nishiyama, N. Nishioka, M. Homma, and I. Kawagishi: コレラ菌全走化性受容体ホモログの Che システム帰属 (Che system assignment of all chemoreceptor homologs in *Vibrio cholerae*). 第 53 回日本生物物理学会年会, 金沢大学角間キャンパス (石川県金沢市), 2016 年 9 月 13~15 日.
- 13) 川崎 友芽乃, 塩川 恵理, 川岸 郁朗: 大腸菌走化性受容体遺伝子を調節する新規転写因子の探索. 第 13 回 21 世紀大腸菌研究会, ホテルグリーンピア南阿蘇 (熊本県阿蘇郡), 2016 年 6 月 2~3 日.
- 14) 栗原 俊輔, 中田 恭平, 西山 宗一郎, 川岸 郁朗: 海洋細菌 *Vibrio alginolyticus* の側べん毛発現機構の解析. 第 13 回 21 世紀大腸菌研究会, ホテルグリーンピア南阿蘇 (熊本県阿蘇郡), 2016 年 6 月 2~3 日.

(7) 鈴木 祥太

学会発表

- 1) 鈴木 祥太, 鈴木 颯, 安部 公博, 佐藤 勉, 異なる *attB* を認識する新規ファージの構築, 第 11 回日本ゲノム微生物学会年会 (神奈川県), 2017-3.
- 2) 住吉 泰樹, 鈴木 祥太, 安部 公博, 佐藤 勉, 枯草菌孢子形成母細胞の栄養細胞への脱分化, 第 39 回 日本分子生物学会年会 (神奈川県), 2016-11.
- 3) 橋口 優一郎, 鈴木 祥太, 安部 公博, 佐藤 勉, 枯草菌孢子形成期における *sigK* 遺伝子再構築の調節機構, 第 39 回 日本分子生物学会年会 (神奈川県), 2016-11.
- 4) 鈴木 祥太, 鈴木 颯, 安部 公博, 佐藤 勉, 異なる *att* 部位を認識するキメラファージの作製, 第 15 回微生物研究会 (神奈川県), 2016-11.
- 5) 住吉 泰樹, 鈴木 祥太, 安部 公博, 佐藤 勉, 枯草菌孢子形成期母細胞の脱分化, 第 15 回微生物研究会 (神奈川県), 2016-11.
- 6) 櫻井 聡美, 鈴木 祥太, 安部 公博, 佐藤 勉, 枯草菌 site-specific integration vector の構築, 第 15 回微生物研究会 (神奈川県), 2016-11.
- 7) 澤田 燎, 鈴木 祥太, 安部 公博, 佐藤 勉, 枯草菌・納豆菌のバイオフィルム形成と γ PGA 生産に影響を与える外来因子, 第 15 回微生物研究会 (神奈川県), 2016-11.
- 8) 橋口 優一郎, 鈴木 祥太, 安部 公博, 佐藤 勉, 枯草菌 skin element の excision に関わる *skr* の機能解析, 第 15 回微生物研究会 (神奈川県), 2016-11.
- 9) 藤澤 剛士, 熊澤 慶美, 鈴木 祥太, 安部 公博, 佐藤 勉, 枯草菌を用いた水質浄化の試み, 第 15 回微生物研究会 (神奈川県), 2016-11.
- 10) 鈴木 祥太, 異なる *attB* を認識するキメラファージの作製, ファージ・環境ウイルス研究会合同シンポジウム (神奈川県), 2016-10
- 11) 鈴木 祥太, 鈴木 颯, 安部 公博, 佐藤 勉, 溶原性ファージの新規標的部位認識機構の獲得機構の解明, 2016 年度グラム陽性菌ゲノム機能会議 (静岡), 2016-8.
- 12) 澤田 燎, 永田 詩織, 小林 和夫, 鈴木 祥太, 安部 公博, 佐藤 勉, 枯草菌・納豆菌のバイオフィルム形成と γ PGA 生産に影響を与える外来因子, 2016 年度 グラム陽性菌ゲノム機能会議 (静岡), 2016-8.
- 13) 住吉 泰樹, 鈴木 祥太, 安部 公博, 佐藤 勉, 枯草菌孢子形成母細胞の栄養細胞への脱分化, 2016 年度 グラム陽性菌ゲノム機能会議 (静岡), 2016-8.

(8) 島田 友裕

論文

- 1) Shimada, T., Tanaka, K. and Ishihama, A. Transcription factor DecR (YbaO) controls detoxification of L-cysteine in *Escherichia coli*. *Microbiology*. 162, 1698-1707 (2016)
- 2) Yamanaka, Y., Shimada, T., Yamamoto, K. and Ishihama, A. Transcription factor CecR (YbiH) regulates a set of genes affecting the sensitivity of *Escherichia coli* against cefoperazone and chloramphenicol. *Microbiology*. 162, 1253-1264 (2016)
- 3) Takada, H., Shimada, T., Dey, D., Quyyum, MZ., Nakano, M., Ishiguro, A., Yoshida, H., Yamamoto, K.,

Sen, R. and Ishihama A. Differential regulation of rRNA and tRNA transcription from the rRNA-tRNA composite operon in *Escherichia coli*. *PLoS One*. 11, e0163057 (2016)

- 4) Ishihama, A., Shimada, T. and Yamazaki, Y. Transcription profile of *Escherichia coli*: genomic SELEX search for regulatory targets of transcription factors. *Nucleic Acids Res.* 44, 2058-2074 (2016)
- 5) Shimada, T. and Tanaka, K. Use of a bacterial luciferase monitoring system to estimate real-time dynamics of intracellular metabolism in *Escherichia coli*. *Appl Environ Microbiol.* 82, 5960-5968 (2016)
- 6) Sharma, R., Shimada, T., Mishra, VK., Upreti, S. and Sardesai, AA. Growth inhibition by external potassium of *Escherichia coli* lacking PtsN (EIIANtr) is caused by potassium limitation mediated by YcgO. *J Bacteriol.* 198, 1868-1882 (2016)

(9) 田沼 千秋

論文

- 1) Yoshihiro Ono, Michitaka Yoshino, Akira Yasuda, and Chiaki Tanuma, "Simulation of a liquid droplet ejection device using multi-actuator", Japanese Journal of Applied Physics, 55,07KD10, 2016 (査読有)

学会発表

- 1) 竹内 希, 田沼 千秋, 田中 豊, カチオン重合型 UV インクを用いた 3D 造形の検討, 第 64 回応用物理学会春季学術講演会, 15a-P2-4,2017
- 2) Kei Ozaki, Kengo Ando, Yoshihiro Ono, Akira Yasuda and Chiaki Tanuma, "Study of a liquid droplet ejection device using multi-actuator", Proceedings of Symposium on Ultrasonic Electronics, Vol.37, 2P4-9, 2016
- 3) 關 雅志, 田沼 千秋, ラマン分光と RBS を用いた Ar イオンを照射した Si 基板表面の分析, 第 77 回応用物理学会秋季学術講演会, 16a-B3-3,2016

(10) 常重 アントニオ

論文

- 1) Antonio TSUNESHIGE, [From Catenates and Rotaxanes to Molecular Switches, Sensors, and Cars] *Acta Herediana*, Vol. 59, pp. 36-41, 2016

学会発表

- 1) Shunsuke SAKURAI, Daiki SAWADA, Takashi YONETANI & Antonio TSUNESHIGE, Interactions Between a Classical Protein and a Strong Effector-Revisited, 60th Annual Meeting of the Biophysical Society, February 27~March 3, 2016, Los Angeles, USA
- 2) Tatsunori TOKORO & Antonio Tsuneshige, Reconstruction of an Allosteric Protein From Its Components and the Origin of Allostery Cross-Talk, XIX International Conference in Oxygen Binding, September 12-14, 2016, Hamburg, Germany,
- 3) Y. ISOGAI, H. IMAMURA, S. NAKAE, K. TAKAHASHI, T. SUMI, T. NAKAGAWA, A. TSUNESHIGE & T. SHIRAI, Tracing Evolution of Whale Myoglobin By Resurrecting Ancient Proteins, 54th Annual Meeting of the Biophysical Society of Japan, November 25~27, 2016, Tsukuba, Japan.
- 4) H. NIIHARA, A. TSUNESHIGE & S. OKOUCHI, On the Feasibility of Producing Hot Spring Water

Containing Hydrogen By Light Irradiation (UV), 69th Annual Meeting of the Japanese Society Hot Spring Sciences, November 7-10, 2016, Tonami. Toyama, Japan.

(11) 長井 雅子

論文

- 1) Masako NAGAI, Yayoi AKI, Hiroshi SAKURAI, Naoki MIZUSAWA, Takashi OGURA, Teizo KITAGAWA, Yasuhisa YAMAMOTO, Shigenori NAGATOMO, Heme orientation of cavity mutant hemoglobins (HisF8→Gly) in either or subunits: Circular dichroism, ¹H NMR, and resonance Raman studies. *Chirality*, vol. 28, pp.585-592, 2016. (査読有)

学会発表

- 1) 長友 重紀, 齋藤 一弥, 長井 雅子, 小倉 尚志, 北川 禎三, Distinct Fe-His bond of two subunits in human $\alpha_2\alpha_2$ tetramer hemoglobins and their quaternary structures (四量体ヒトヘモグロビンにおける2つの α 鎖に特有の Fe-His 結合と四次構造), 第 54 回日本生物物理学会年会プログラム集, pp. S125, 2016-11.

(12) 西村 智朗

論文

- 1) 岩渕 倖己, 高井 和之, 西村 智朗, 高井 和之, “基板への Au イオンビーム照射によるグラフェンの構造・電子物性の変調”, 法政大学イオンビーム工学研究所報告 **36** (2017) 19.
- 2) 西村 智朗, “プロトンを用いた弾性散乱分析のための入射ビームコリメーターの検討”, 法政大学イオンビーム工学研究所報告 **36** (2017) 24.
- 3) R. Tsuruoka, A. Shinkawa, T. Nishimura, C. Tanuma, K. Kuriyama, K. Kushida “Persistent photoconductivity in oxygen-ion implanted KNbO₃ bulk single crystal”, *Solid State Communications* **248** (2016) 120. (査読有)

招待講演

- 1) T. Nishimura, “High and medium energy backscattering analysis using computer simulation program”, The Scientific International Symposium on SIMS and Related Techniques Based on Ion-Solid Interactions (SISS-18), Seikei University, 21st July 2016.

(13) 西山 宗一郎

論文

- 1) Kawagishi, I., Nishiyama, S., Chemotactic behaviors of *Vibrio cholerae* cells. *Method Microbiol.* Vol. 1593, pp.259-271, 2017-5. (査読無)

学会発表

- 1) 西山 宗一郎, 高橋 洋平, 今田 勝巳, 川岸 郁朗, コレラ菌アミノ酸走性受容体 Mlp24 のリガンド認識へのカルシウムイオンの関与, 日本細菌学雑誌, Vol.72, pp.92, 2017-3.
- 2) 門間 万里子, 辻 友香子, 小西 学, 西山 宗一郎, 西川 正俊, 曾和 義幸, 川岸 郁朗, Identification and characterization of a novel transducer and a soluble receptor for amino acid chemotaxis of *Vibrio*

alginoliticus, 2016 年度べん毛交流会, 2017-3.

- 3) 西山 宗一郎, 高橋 洋平, 今田 勝巳, 川岸 郁朗, コレラ菌走化性受容体 Mlp24 のアミノ酸受容能はカルシウムイオンで増強される, 第 54 回日本生物物理学会年会プログラム集, S311, 2016-11.
- 4) 西山 宗一郎, 高橋 洋平, 今田 勝巳, 川岸 郁朗, コレラ菌アミノ酸走化性受容体 Mlp24 センサードメインの構造と機能, 第 99 回細菌学会関東支部会, 2016-10.

(14) 彭 敬喜

論文

- 1) Jinghui Peng, Songjing Li, Yutaka Tanaka, Vibration suppression of the armature assembly in a hydraulic servo-valve torque motor using the magnetic fluid, Proc. 20th International Conference on Mechatronics Technology, October 28-31, 2016, Dalian, China (査読有)

学会発表

- 1) 彭 敬輝, 外川, 田中 豊, ER 流体を用いた小形走行ロボット用制動装置の設計, 平成 28 年秋季フルードパワーシステム講演会講演論文集, pp.100-102, 青森, 2016-10-20.

その他 (受賞)

- 1) Jinghui Peng, Songjing Li, Yutaka Tanaka, Vibration suppression of the armature assembly in a hydraulic servo-valve torque motor using the magnetic fluid, Proc. 20th International Conference on Mechatronics Technology (ICMT2016), Best Paper Award, 2016-10.

(15) 堀切 文正

論文

- 1) Michitaka Yoshino, Fumimasa Horikiri, Hiroshi Ohta, Yasuhiro Yamamoto, Tomoyoshi Mishima and Tohru Nakamura, "High-k Dielectric Passivation for GaN Diode with a Field Plate Termination", *Electronics*, (2016/4) vol. 5, No. 15, pp.1-7.

学会発表

- 1) Fumimasa Horikiri and Tomoyoshi Mishima, "Development of free-standing GaN substrates and high breakdown voltage GaN p-n diodes", *ISPlasma 2017 (9th International Symposium on Advanced Plasma Science and its Applications for Nitrides and Nanomaterials)*, (2017/3), Aichi, Japan.
- 2) Kentaro Hayashi, Hiroshi Ohta, Fumimasa Horikiri, Yoshinobu Narita, Takehiro Yoshida, Tohru Nakamura, Tomoyoshi Mishima, "Current crowding caused by surface roughness of vertical GaN p-n diodes", *ISPlasma 2017 (9th International Symposium on Advanced Plasma Science and its Applications for Nitrides and Nanomaterials)*, (2017/3), Aichi, Japan.
- 3) Hiroshi Ohta, Sho Kanazawa, Fumimasa Horikiri, Naoki Kaneda, Tohru Nakamura, Tomoyoshi Mishima, " Process-Damage Recovered Fabrication of High Breakdown Voltage GaN p-n Junction Diodes over 4 kV", *International Workshop on Nitride Semiconductors (IWN 2016)*, (2016/10) Orlando, USA.
- 4) Michitaka Yoshino, Fumimasa Horikiri, Hiroshi Ohta, Yasuhiro Yamamoto, Tohru Nakamura, Tomoyoshi Mishima, " High-k Dielectric Passivation for GaN p-n Diodes with a Field-Plate Terminated Structure",

International Workshop on Nitride Semiconductors (IWN 2016), (2016/10) Orlando, USA.

- 5) Fumimasa Horikiri, Hiroshi Ohta, Yoshinobu Narita, Takehiro Yoshida, Toshio Kitamura, Tohru Nakamura, Tomoyoshi Mishima, Masayuki Imanishi, Mamoru Imade, Yusuke Mori, " Fatigue Characteristics by the Current Stress in Vertical GaN p-n Junction Diodes Fabricated on Free-Standing GaN Substrate", *International Workshop on Nitride Semiconductors (IWN 2016)*, (2016/10) Orlando, USA.
- 6) Tomoyoshi Mishima and Fumimasa Horikiri, " Development of Freestanding GaN Substrates and 4 kV Power p-n Junction Diodes", *7th International Symposium on Control of Semiconductor Interfaces (ISCSI-VII) and International SiGe Technology and Device Meeting 2016* (2016/6), Nagoya, Japan
- 7) 林 賢太郎, 柘植 博史, 太田 博, 堀切 文正, 成田 好伸, 吉田 丈洋, 中村 徹, 三島 友義, " p⁺薄層を用いた自立 GaN 基板上 JBS ダイオード", 2017 年春期応用物理学会講演会 (2017/3)
- 8) 堀切 文正, 成田 好伸, 吉田 丈洋, 北村 寿朗, 太田 博, 中村 徹, 三島 友義, "自立 GaN 基板上ショットキー接合ダイオード用エピタキシャル層における基板オフ角と PL-YL 発光強度の関係", 2017 年春期応用物理学会講演会 (2017/3)
- 9) 林 賢太郎, 太田 博, 堀切 文正, 成田 好伸, 吉田 丈洋, 中村 徹, 三島 友義, "自立 GaN 基板上 p-n 接合ダイオードにおける順方向電流集中領域の検討 II", 2016 年秋期応用物理学会講演会 (2016/9)
- 10) 塩島 謙次, 橋爪 孝典, 堀切 文正, 田中 丈士, 三島 友義, "界面顕微光応答法による n-GaN 自立基板表面の波形モフロジーの 2 次元評価", 2016 年秋期応用物理学会講演会 (2016/9)

登録特許 以下, サイオクスとの共願

- 1) 堀切 文正, 三島 友義, 「III族窒化物半導体の製造方法およびIII族窒化物積層体」, 日本, 出願番号 特願 2016-253149 (2016.12.27)
- 2) 堀切 文正, 三島 友義, 「半導体積層物の観察方法, 観察装置, 観察プログラム, および, 半導体装置の製造方法」, 日本, 出願番号 特願 2016-166156 (2016.08.26)
- 3) 堀切 文正, 三島 友義, 「半導体装置およびその製造方法」, 日本, 出願番号 特願 2016-166155 (2016.08.26)

(16) 松川 豊

論文

- 1) Yutaka Matsukawa, Dissociation Rate Coefficient of Oxygen for O₂ + O Reaction, Transactions of the Japan Society for Aeronautical and Space Sciences, Vol. 59, No. 6, pp. 371-373, 2016-11. (査読有)

学会発表

- 1) 松川 豊, 絶縁性液体の EHD 流れの数値シミュレーション, 第 30 回数値流体力学シンポジウム講演論文集, B08-4, 2016-12.

(17) 三浦 孝夫

論文

- 1) 小中 史人, 三浦 孝夫, Domain Graph for Sentence Similarity, International Conference on Similarity Search and Applications (SISAP 2016), 東京, JAPAN, 平成 28 年 (2016) 10 月
- 2) 北尾 健大, 三浦 孝夫, Fast Reinforcement Learning By Mirror Images, IEEE/WIC/ACM International Conference on Web Intelligence (WI 2016), Omaha, USA, 平成 28 年 (2016) 10 月
- 3) 小中 史人, 三浦 孝夫, Word Similarity based on Domain Graph, 6th International Conference on Model and Data Engineering(MEDI 2016), Almeria, SPAIN, 平成 28 年 (2016) 9 月
- 4) 奥村 直也, 三浦 孝夫, Headline Candidates for News Articles, 5th IEEE International Workshop on Data Integration and Mining (DIM-2016) 2016, Pittsburgh, USA, 平成 28 年 (2016) 7 月
- 5) 北尾 健大, 三浦 孝夫, Accelerating Reinforcement Learning By Mirror Image, the 26th International Conference on Information Modelling and Knowledge Bases (EJC 2016), 2016, Tampere, Finland, 平成 28 年 (2016) 6 月
- 6) 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, 電子情報通信学会情報・システムソサイエティ和文論文誌, Vol.J99-D, No.4, Apr. 2016, 平成 28 年 (2016) 4 月
- 7) 白井 匡人, 劉 健全, 三浦 孝夫, Transfer Learning Using Latent Domain for Document Stream Classification, The Second IEEE International Conference on Multimedia Big Data (BigMM2016), 2016, 台北, 平成 28 年 (2016) 4 月

学会発表

- 1) 後藤 仁, 白井 匡人, 三浦 孝夫, 順序マイニングを用いた系列分類, 第126回情報基礎とアクセス技術研究発表会 (IFAT), 2017, 東京, 平成 29 年 (2017) 3 月
- 2) 井上 眞乙, 白井 匡人, 三浦 孝夫, 能動学習を用いた系列データの自動分類, 第9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 2017), 2017, 高山, 平成 29 年 (2017) 3 月
- 3) 小中 史人, 白井 匡人, 三浦 孝夫, 意味の埋め込み表現を用いた文脈の再学習, 第9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 2017), 2017, 高山, 平成 29 年 (2017) 3 月
- 4) 北尾 健大, 白井 匡人, 三浦 孝夫, カルマン TD 誤差を使用した多重モデル学習, 第9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 2017), 2017, 高山, 平成 29 年 (2017) 3 月
- 5) 加瀬 雄一郎, 白井 匡人, 三浦 孝夫, 制限付き隠れマルコフモデルによる系列モデルの高速推定, 第9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 2017), 2017, 高山, 平成 29 年 (2017) 3 月
- 6) 奥村 直也, 白井 匡人, 三浦 孝夫, 係り受け関係を用いた新聞記事の見出し生成, 第9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 2017), 2017, 高山, 平成 29 年 (2017) 3 月
- 7) 横林 亮平, 白井 匡人, 三浦 孝夫, 高次ランダムプロジェクションを用いた文書検索, 第9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 2017), 2017, 高山, 平成 29 年 (2017)

3月

- 8) 白井 匡人, 劉 健全, 邵 浩, 三浦 孝夫, 転移能動学習を用いた多クラス分類, 第9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 2017), 2017, 高山, 平成 29 年 (2017) 3 月

学会発表 (口頭発表)

- 1) 坂村 華怜, 白井 匡人, 三浦 孝夫, データマイニングを用いたロコミの極性分析, 2017 年電子情報通信学会総合大会学生ポスターセッション, 2017, 名古屋, 平成 29 年 (2017) 3 月
- 2) 三浦 大輝, 白井 匡人, 三浦 孝夫, トピックモデルの妥当性検証, 2017 年電子情報通信学会総合大会学生ポスターセッション, 2017, 名古屋, 平成 29 年 (2017) 3 月
- 3) 横沢 薫, 白井 匡人, 三浦 孝夫, 記事集合の話題抽出, 2017 年電子情報通信学会総合大会学生ポスターセッション, 2017, 名古屋, 平成 29 年 (2017) 3 月

(18) 守吉 佑介

解説

(ア) 守吉 佑介, 耐火物に寄せる期待, Ceramic Data Book, **43**, 114-118 (2015/16) .

学会発表

- 1) 守吉 佑介, ゼオライトの再生化, 第4回ゼオライト研究会, 東京, 平成 28 年 3 月 16 日.
- 2) 八毛 穂高, 高橋 清太郎, 守吉 佑介, 大河内 正一, 遠赤外線発生塗料による水分乾燥における省エネ効果 (II), 無機マテリアル学会, 第 133 回学術講演会, 仙台, 11 月 (2016).
- 3) 守吉 佑介, 粘土質焼結体の微構造の特徴, 第一回焼結研究会, 東京, 11 月 (2016) .

著書

- 1) 守吉 佑介, 陶磁のメモ帳, p.1-190 (2016), 未印刷.

特許

- 1) ヨーロッパ特許, EP1670015B1, **14, 12 (2016)**, Shojiro Komatsu, Yusuke Moriyoshi, Yoshiki Shimizu, and Katsuyuki Okada, SP3/SP Bonding boron nitride thin film having self-forming surface shape being advantageous in exhibiting property of emitting electric field electrons, method for preparation thereof and use thereof.
- 2) 守吉 佑介, 門間 英毅, 山口 雅人, 廃コンクリート, 廃石膏ボードなど建築廃材の簡易有効利用法, (2016), 特許出願。

(19) 門間 英毅

特許

- 1) 守吉 佑介, 門間 英毅, 山口 雅人, 廃コンクリート, 廃石膏ボードなど建築廃材の簡易有効利用法, (2016), 特許出願。

(20) 山本 康博

海外学会発表

- 1) Junya Konishi, Takashi Ohsawa, Setsu Suzuki, Keiji Ishibashi, Sung-Gi Ri, Kenichiro Takahashi, and

Yasuhiro Yamamoto "Electrical Properties of Al₂O₃ Incorporated CeO₂ Thin Films Deposited by RF Magnetron Sputtering", PRiME 2016/230th ECS Meeting, Abstract 1846, October 2-7, 2016, Honolulu, HI

- 2) Kenta Kumagai, Kouta Yamaguchi, Kenta Hara, Setsu Suzuki, Keiji Ishibashi, and Yasuhiro Yamamoto "Structure of Pr Oxide Films on Si Deposited by Reactive Sputtering", PRiME 2016/230th ECS Meeting, Abstract 1849, October 2-7, 2016, Honolulu, HI
- 3) Tomonari Furuya, Takashi Matsumura, Kensuke Kikuchi, Keiji Ishibashi, Setsu Suzuki, and Yasuhiro Yamamoto, "Characterization of Compound Thin Films of CeO₂ and SiO₂ deposited by MOCVD", The Pacific Rim Symposium on Surfaces, Coatings and Interfaces, TF-WeP-8, December 11 - 15, 2016, Venue: Big Island of Hawaii

国内シンポジウム論文

- 1) T. Kashiwagi, K. Iizuka, Y. Ishihama, T. Nishimura gakkaihappyou and Y. Yamamoto, "Ion Beam Induced Interfacial Amorphization in SiGe", Proc. 35th Symp. Mat. Sci. and Eng., Research Center of Ion Beam Technology, Hosei University, pp. 25--30, 2017,
- 2) T. Goto, J. Konishi, Y. Gyogyoku, T. Tamura, S. Ronnun Suzuki, K. Ishibashi, and Y. Yamamoto, "Electrical Properties of Al₂O₃ Incorporated CeO₂ Thin Films Deposited by Magnetron Sputtering", Proc. 35th Symp. Mat. Sci. and Eng., Research Center of Ion Beam Technology, Hosei University, pp. 31--36, 2017
- 3) M. Gomi, T. Furuya, K. Kikuchi, S. Knbara, S. Wada, S. Suzuki, K. Ishibashi, and Y. Yamamoto, "Properties of CeO₂/SiO₂ Compound Films by MOCVD", Proc. 35th Symp. Mat. Sci. and Eng., Research Center of Ion Beam Technology, Hosei University, pp. 37--42, 2017

国内学会発表

- 1) 菊地 健介, 古矢 智也, 鈴木 摂, 石橋 啓次, 山本 康博, "MOCVD 法による CeO₂/SiO₂ 複合酸化膜の生成及び評価", 第 77 回応用物理学会秋季学術講演会 2016 年 9 月 13 日~16 日 朱鷺メッセ

(21) HAO Dong

学会発表

- 1) Hao Dong, 石垣 隆正, 緒方 啓典, 辻本 吉廣, 張晨寧, 打越 哲郎, "Visible light photocatalytic activity given by high-temperature heat-treatment of solvothermally-synthesized high-concentration niobium doped TiO₂", 第 55 回セラミックス基礎科学討論会, 2A02 (2017 年 1 月 13 日, 岡山コンベンションセンター, 岡山市).

(22) 打越 哲郎

学会発表

- 1) T. Yonezawa, Y. Tsujimoto, C. Zhang, T. Uchikoshi, T. Ishigaki, "High-temperature heat treatment giving enhanced visible light photocatalytic activity to TiO₂ with high concentration Nb doping", 41st International Conference and Expo on Advanced Ceramics and Composites (ICACC'17), S8-P029

(2017年1月24日, Daytona Beach, 米国) .

- 2) 石垣 隆正, 中田 祐介, 米澤 朋典, 辻本 吉廣, 張晨寧, 打越 哲郎, “熱プラズマ合成ニオブドープ酸化チタンナノ粒子の高温熱処理によって得られる可視光活性光触媒”, 第34回プラズマプロセス研究会・第29回プラズマ材料科学シンポジウム合同会議, 17pB3 (2017年1月17日, 北大, 札幌市).
- 3) 萩棟, 石垣 隆正, 緒方 啓典, 辻本 吉廣, 張晨寧, 打越 哲郎, “Visible light photocatalytic activity given by high-temperature heat-treatment of solvothermally-synthesized high-concentration niobium doped TiO₂”, 第55回セラミックス基礎科学討論会, 2A02 (2017年1月13日, 岡山コンベンションセンター, 岡山市).
- 4) 米澤 朋典, 辻本 吉廣, 張晨寧, 打越 哲郎, 石垣 隆正, “高濃度ニオブ添加複合酸化チタンの可視光照射下における触媒特性”, 第55回セラミックス基礎科学討論会, 2A01 (2017年1月13日, 岡山コンベンションセンター, 岡山市).
- 5) 米澤 朋典, 辻本 吉廣, 張晨寧, 打越 哲郎, 石垣 隆正, “高濃度ニオブドープ酸化チタンの可視光応答光触媒特性”, 第26回日本MRS年次大会, D1-O20-006 (2016年12月20日, 横浜市開港記念会館, 横浜市).
- 6) 米澤 朋典, 辻本 吉廣, 張晨寧, 打越 哲郎, 石垣 隆正, “高濃度ニオブドープ酸化チタンの可視光応答光触媒特性”, 日本セラミックス協会第29回秋季シンポジウム, 1K24 (2016年9月7日, 広島大, 東広島市) .
- 7) 石井 沙耶花, 石垣 隆正, 打越 哲郎, “水酸化亜鉛を原料とした酸化亜鉛微粒子の水熱合成”, 無機マテリアル学会第132回講演会, (22) (2016年6月3日, 船橋市民文化創造館, 船橋市) .
- 8) 石垣 隆正, 志田 守, Sharif A. Al-Mamun, 打越 哲郎, 角谷 正友, “液中レーザーアブレーション法による Y₂O₃:Eu³⁺蛍光体ナノ粒子の合成: 粒径および生成相への水溶液 pH の影響”, 粉体粉末冶金協会平成28年度春季大会, 3-30A (2016年5月25日, 京都工繊大, 京都市) .

招待講演

- 1) Tetsuo Uchikoshi, “Possibility and Versatility of Electrophoretic Deposition Process”, 招待講演, 1st E2P2L-LINK Seminar, Advanced Materials & Green Chemistry, E2P2L, K11500, 2016-6.

參考資料

1. セミナー等開催記録

2016年度 マイクロ・ナノテクノロジー研究センター グリーンテクノロジーセミナー開催一覧

	開催日	会場	演題	講演者	所属・職	備考
第8回	2016.4.25(月) 15:10~17:10	法政大学 小金井西館 マルチメディアホール	環境汚染物質が存在する土壌での棲息細菌集団の生きざま	津田 雅孝	東北大学 大学院生命科学研究所	「資源再生利用・環境浄化技術の開発」
			孢子細菌の孢子形成メカニズムの解明と環境浄化への応用	佐藤 勉	法政大学 生命科学部	
第9回	2016.10.6(木) 15:10~17:30	法政大学 小金井西館 遠隔・視聴覚室	有機 EL 材料の現状とその応用	城戸 淳二	山形大学 大学院理工学研究科	「プラント実現のためのエコソリューション技術」
			インクジェット法による電子デバイス作成の現状と課題	田沼 千秋	法政大学 理工学研究科	
第10回	2017.3.6(月) 15:10~17:00	法政大学 小金井西館 W303	分子配向を制御した有機薄膜太陽電池及び量子ドット太陽電池の電気化学的評価	福田 武司	埼玉大学 工学部 機能材料工学科	「エネルギー獲得・低環境負荷技術の開発」
			ハロゲン化鉛系ペロブスカイト太陽電池の構造と物性	緒方 啓典	法政大学 生命科学部	

2. 運営委員会開催記録

2016. 4. 19	第1回運営委員会
2016. 5. 24	第2回運営委員会
2016. 6. 21	第3回運営委員会
2016. 7. 19	第4回運営委員会
2016. 9. 20	第5回運営委員会
2016. 10. 25	第6回運営委員会
2016. 11. 15	第7回運営委員会
2016. 12. 13	第8回運営委員会
2017. 1. 24	第9回運営委員会
2017. 2. 14	第10回運営委員会
2017. 3. 7	第11回運営委員会