目 次

| 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 (2014 年 4 月 1 日~ 2015 年 3 月 31 日) | ć |
|--|----|
| 1. 研究プロジェクトの目的・意義 | 5 |
| 2. 基本テーマの概要 | Ę |
| (1) エネルギー獲得・低環境負荷技術の開発 | Ę |
| (2) 資源再生利用・環境浄化技術の開発 | Ę |
| (3) プラント実現のためのエコソリューション技術の活用 | (|
| 3. 研究組織 | (|
| 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 | 1 |
| 2. 研究成果の概要 | 1 |
| 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およびバイオマスを活用した | |
| 機能性材料開発 (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(曽和 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) | 1 |
| (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) | 1 |
| (5) 環境低負荷次世代半導体デバイスの開発 (中村 徹) | 10 |
| 4. 基本テーマ内および基本テーマ間の連携 | 13 |
| 5. 今後の課題 | 19 |
| 6. 研究業績 | 2 |
| (1) 緒方 啓典 | 2 |
| (2) 木村 啓作 | 2 |
| (3) 曽和 義幸 ··································· | 2 |
| | 2 |
| (5) 栗山 一男 | 2 |
| (6) 明石 孝也···································· | 20 |
| (1) T11 IIX | 4 |
| 第 2 章 資源再生利用・環境浄化技術の開発 | 29 |
| 1. 研究の目的 | 3 |
| 2. 研究成果の概要 | 3 |
| 3. 研究内容とその成果 | 3 |
| (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) | 3 |
| (山本 兼由) | 3 |
| (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) | 33 |
| (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) | 3 |
| 4. 基本テーマ内および基本テーマ間の提携について | 3 |
| 5. 今後の課題 | 30 |
| 6. 研究業績 | 3 |
| (1) 佐藤 勉 | 30 |

| (2) 山本 兼由 | 37 |
|--|----------|
| (3) 石垣 隆正 | 39 |
| (4) 杉山 賢次 | 40 |
| | |
| 第3章 プラント実現のためのエコソリューション技術の活用 | 41 |
| 1. 研究の目的 | 43 |
| 2. 研究成果の概要 | 43 |
| 3. 研究内容とその成果 | 43 |
| (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 (田中 豊) | 43 |
| (2) タービン翼列の超高負荷化(辻田 星歩) | 46 |
| (3) マイクロファンの風量, 騒音, 振動評価手法の開発 (御法川 学) | 48 |
| (4) アクチュエータの高性能化に関する研究(安田 彰・田沼 千秋) | 50 |
| 4. 基本テーマ内および基本テーマ間の連携 | 52 |
| 5. 今後の課題 | 53 |
| 6. 研究業績 | 53 |
| (1) 田中 豊 | 53 |
| (2) 辻田 星歩 | 55 |
| (3) 御法川 学 | 55 |
| (4) 安田 彰 | 56 |
| | |
| 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 | 59 |
| • 1. 研究業績 ······ | 61 |
| (1) 安部 公博 | 61 |
| (2) 石黒 亮 | 61 |
| (3) 石浜 明 | 62 |
| (4) 梅村 徹 | 64 |
| (5) 川岸 郁朗 | 64 |
| (6) 島田 諭 | 65 |
| (7) 島田 友裕 | 65 |
| (8) 高井 和之 | 66 |
| (9) 田沼 千秋 | 68 |
| (10) 常重 アントニオ | 68 |
| (11) 長井 雅子 | 68 |
| (12) 長田 敏行 | 69 |
| (13) 西村 智朗 | 70 |
| (14) 西山 宗一郎 | 70 |
| (15) 堀切 文正 | 71 |
| (16) 松川 豊 | 71 |
| (17) 三浦 孝夫 | 71 |
| (18) 三島 友義 | 72 |
| (19) 守吉 佑介 | 73 |
| (20) 門間 英毅 | 73 |
| (21) 山本 康博 | 73 |
| | |
| 参考資料 | 75 |
| 4 1 3 1 Me BB III 54 64 | |
| 1. セミナー等開催記録 2. 運営委員会開催記録 | 76 76 |
| / 1975 197 1984 194 194 194 194 194 194 194 194 194 19 | 76 |

年報 2014 の発刊にあたって

法政大学マイクロ・ナノテクノロジー研究センターは、文部科学省の「私立大学学術研究高度化推進事業」ハイテク・リサーチ・センター整備事業に採択されたのを受けて、2003 年度に設立されました. 以来、本研究センターは、法政大学の「自由と進歩」の建学の精神の基に、従来の技術の限界を超える可能性のある新技術の 1 つとして、ナノテクノロジーを根幹の共通技術として精力的な研究を行ってきました.

2008 年度からは、文部科学省の「私立大学戦略的研究基盤形成支援事業」に採択された「マイクロ・ナノテクノロジーによる細胞内部操作技術と生体機能模擬技術の開発」という 5 年間の研究プロジェクトの研究拠点となりました.

2013 年度からは、「グリーンテクノロジーを支える次世代エネルギー変換システム」を研究テーマとした研究が、文部科学省の「私立大学戦略的研究基盤形成支援事業」に採択され、新たなステップを踏みだしました。過去 10 年間に挙げたマイクロ・ナノテクノロジー技術の成果を研究の基盤として、安全、安心に人類が生活できる社会環境を形成保持し、産業の発展と住み良い社会が両立した持続可能社会を実現するために、エネルギー問題を解決し、限りある資源を有効利用することを目指しています。

新しい研究プロジェクトでは,「エネルギー獲得・低環境負荷技術の開発」,「資源再生利用・環境浄化 技術の開発」、「プラント実現のためのエコソリューション技術の活用」という3つの基本テーマを設けま した. 1 つめの「エネルギー獲得・低環境負荷技術の開発」では、再生可能エネルギー源として資源的制 約のない材料を使用する有機-無機複合型太陽電池,また生物エネルギーを活用する高ストレス耐性光合 成生物・生体分子モーターを対象として、「エネルギー獲得」技術の開発を行っています.さらに、グラ フェンなどを利用した先端デバイスの実証・高集積化,白金代替触媒の高機能化で「低環境負荷」技術を 追究しています.2 つめの「資源再生利用・環境浄化技術の開発」では,持続可能な地球環境保全を目指 します、そのため、植物系バイオマスや細菌の高機能化と環境浄化への応用、高光触媒活性コーティング 技術・生分解性ハイブリッド高分子材料の開発を行っています. 3 つめの「プラント実現のためのエコソ リューション技術の活用」では、資源再生利用、エネルギー獲得といったグリーンテクノロジー技術を実 用的なオーダーで実現するために、ターゲットプラントの開発を目指しています.ラピッドマニュファク チャリング、マイクロ加工、マイクロ流体制御、マイクロアクチュエータ、高効率・低環境負荷型電子・ 機械デバイスなどの要素技術を活用し、持続可能な社会構築のためのエコソリューションをすすめていま す、本研究センターは、これらの研究グループを統合して、研究成果の早期実現を図ります。また、優れ た潜在能力を有する学生の教育のため最先端の研究設備を有効に学部・大学院教育へ活用すると同時に、 得られた研究成果は学部・大学院での教育に反映させるほか、社会に向けて発信します。

本年報は、上記の新しい研究プロジェクトの開始 2 年目の研究成果を報告するものです。本研究センターは、2014 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 (2014年4月1日~2015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,

- ・次世代有機ー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の活用

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

本基本テーマプロジェクトでは,

- ・高出力密度を有するマイクロ液圧アクチュエータの開発
- ・タービン翼列の超高負荷化
- ・マイクロファンの風量,騒音,振動評価方法の開発
- 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の活用という3つの基本テーマを設けている. さらに、各基本テーマの下に4つずつのサブテーマを設けている. 学内の理工学部、デザイン工学部、生命科学部から合計24名の専任教員が兼担研究員として、これらのテーマの研究に従事している. 各基本テーマにそれぞれ2、3名ずつのポストドクター(PD)とリサーチアシスタント(RA)を、プロジェクト全体でそれぞれ8名程度雇用し、若手研究者を育成するとともに、研究の遂行に参加させている. 兼

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

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

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



図1 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一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

2014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) バルクヘテロ接合型有機薄膜太陽電池の活性層における添加剤効果およびアニール効果が、活性層の分子集合状態のモルフォロジーに与える影響について、顕微ラマン分光法および固体 NMR分光法を用いて調べた. ハロゲン化鉛系ペロブスカイト型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 TiO₂ に代わるメソポーラス材料について調べた. 直接メタノール型燃料電池 (DMFC) の燃料極として各種ナノカーボン材料を取り上げ、ナノカーボン材料へのイオン照射が局所構造、金属ナノ粒子の担持状態、メタノール酸化特性に与える影響について系統的に調べた. 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高純度一原子層シートの作製技術について検討した. マイクロ波プラズマ照射法 (MPI) を用いて生物系廃棄物である籾殻およびコーヒー抽出残渣物から CNT, CNS 以外の有用ナノカーボン材料の合成を行った. リグニンの中間代謝物を用いて高い電気伝導率を持つ繊維状結晶の開発に成功した.
- 2) 複数イオン種を利用できるべん毛モーターについて、入力イオンエネルギーを独立に制御しながら、高速カメラを利用してモーター出力を計測した。乾燥耐性を持つシアノバクテリアである *Anabaena* sp. PCC 7120 (以降 *Anabaena*) からの光合成装置を粗精製することに成功した。光合成装置の機能解析に関しては、脂質の配位に関与する光合成装置上のアミノ酸残基を置換した変異株の解析から、光合成装置の構成脂質分子のひとつであるホスファチジルグリセロールの光合成電子伝達における役割の一端を明らかにした。
- 3) 正極材料に LiMn₂O₄, 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.
- 4) 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、 α -Al₂O₃ に担持させた.
- 5) 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およびバイオマスを活用した機能性材料開発 (緒方 啓典・木村 啓作)

I. 次世代太陽電池の開発に関する基礎研究

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.2014年度に行った主な研究は下記の通りである.

- 1. バルクへテロ接合型有機薄膜太陽電池において、ジョードオクタンやオクタンジチオールなどの添加剤を成膜時に加えることにより、太陽電池特性が顕著に向上することが報告されている。この添加剤効果については、各種構造評価法により薄膜中のドナーおよびアクセプターのドメイン構造をコントロールし、アクセプター分子の適度な凝集に寄与していること等が報告されているが、詳細なメカニズムについては解明されていないのが現状である。我々は、ミクロな観点から1,8-ジョードオクタン(DIO)および1,8-オクタンジチオール(ODT)の添加および同薄膜のアニール処理がP3HT/PCBM バルクへテロ薄膜中の分子のモルフォロジーに与える影響について、顕微ラマン分光法および固体NMR分光法を用いて調べた。その結果、Raman 散乱スペクトルより DIO もしくは ODT 添加およびアニール処理により P3HT の分子配向性が向上することを明らかにした。さらに、「3C-CP/MAS NMR、T_{IH}測定より DIO および ODT 添加およびアニール処理により PCBM の結晶性向上、ミクロ相分離構造を形成することを明らかにするとともに、P3HT および PCBM 層のドメインサイズの見積もりを行った。
- 2. 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 TiO₂に代わるメソポーラス材料として、メソポーラスシリカを取り上げ、同膜上へのペロブスカイト結晶(CH₃NH₃PbBr₃)の成膜を行った結果、従来の TiO₂を用いた場合に比べて、より高い結晶性を有するペロブスカイト結晶を作製することが出来ること、TiO₂よりも高い蛍光消光を示すことを明らかにした.
- 3. 液体燃料を用いた最もシンプルな燃料電池の一つとして注目されている直接メタノール型燃料電池 (DMFC) の燃料極として各種ナノカーボン材料を取り上げ, 同薄膜上に電気化学的手法により金属ナノ粒子を担持させ, そのメタノール酸化特性を系統的に調べている. 2014 年度は, ナノカーボン材料へのイオン照射が局所構造, 金属ナノ粒子の担持状態, メタノール酸化特性に与える影響について系統的に調べた. その結果, イオン照射によりメタノール酸化特性が向上することを明らかにした.
- 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高純度一原子層シートの作製技術を確立し、同薄膜を出発材料とする高品質の多層膜シートの開発を行った. グラフェンオキシドの合成雰囲気を嫌気的にし、表面状態を制御することにより、その電気物性を半導体に変化

させることが可能である. 現在, グラフェンオキシド多層膜シートの電子散乱と電子輸送特性, 光学特性, 熱安定性に関する基礎研究を行っており, グラフェンオキシド多層膜シートの基板応 用とした太陽電池の電極の開発を行う予定である.

Ⅱ. バイオマスを活用した機能性材料開発

- 1. 農業および林業未利用物など生物系廃棄物の中から有用物を選択的に抽出し、高付加価値の機能性材料を合成することは現代の重要な課題である. 2014 年度はマイクロ波プラズマ照射法 (MPI)を用いて生物系廃棄物である籾殻およびコーヒー抽出残渣物から CNT, CNS 以外の有用ナノカーボン材料の合成を行った. 生成した試料を分析した結果, 生物系廃棄物の種に関係なくグラフェンナノシート (GNS), CNT, グラフェン化した CNT (g-CNT) が主たる生成物であることが分かった. 2~5 層のグラフェンで構成された GNS は大量のグラファイトエッジを持っていることが分かった. また, CNT は直径 50~200 nm で長さ数百 μm 程度のものが得られることが分かった. g-CNT は CNT を数層のグラフェンで繋げた特徴ある構造であり、GNS の構造に似ていることが分かった. 籾殻およびコーヒー抽出残渣物の主成分は、セルロース、ヘミセルロース、リグニンであり、本研究の手法は自然界に最も多く存在する植物系バイオマスに適応することが可能である.
- 2. 樹木の細胞壁成分の約 $15\sim30\%$ を占めるリグニンは、地球上で最も多量に存在する芳香族系バイオマスであるが、構造が非常に複雑で分解され難く、一部が香料等として利用されているだけで多くが廃棄されているのが現状である。リグニンを付加価値の高い機能性材料に変換することで活用できれば、石油の高度利用技術に代替できるバイオマス利用技術として循環型社会の形成に大きく貢献するものと期待される。我々は、グラム陰性細菌代謝機能を用いて作製されるリグニンの中間代謝物である 2-pyrone-4,6-dicarboxylic acid に着目し、様々なイオン、有機分子との錯体形成の可能性を検討してきた。その結果、室温で $4.8\times10^{-2}\Omega$ cm の電気抵抗率を有する繊維状結晶の開発に成功した。さらに、同結晶について直径数百 $nm\sim$ 数 μ m を有する繊維状結晶の選択的作製・直径制御が可能であることを明らかにした(図 1-3-1)。

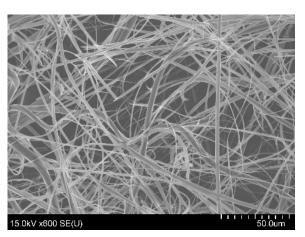


図1-3-1. リグニン分解物質を用いて作製した 導電性繊維状結晶のSEM像

(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(曽和 義幸・水澤 直樹)

生物のもつ精密なエネルギー変換装置である光合成装置と分子モーターに着目し、分子レベルで

のエネルギー変換機構の解明と利用技術の開発を目指した研究を行っている.

大腸菌を含む多くのバクテリアは、べん毛とよばれるらせん状の繊維をスクリューのように回転させて水中を泳ぎ、より良い環境へと移動する。べん毛の回転は、その根元の細胞膜に埋まる直径がわずか 45 nm のべん毛モーターによって駆動される。大腸菌べん毛モーターは、イオン流からエネルギーを獲得して、毎分約2万回転もの高速駆動機構、1 ms 以内に回転方向の切り替えを完了するスイッチ機構、100%に近い高効率エネルギー変換機構をもつ。また、モーターは、回転モーター本体(回転子、固定子)、回転軸、軸受け、自在継ぎ手、スクリューとして機能するタンパク質でできた部品が自己集合して構築される。これらナノスケールで機能する部品群から得られる情報は、将来マイクロ・ナノスケールで安定に自律駆動する高効率アクチュエータの創出への基盤になると期待でき、「エネルギー獲得・低環境負荷技術の開発」に資するものと考える。

2014年度は、複数イオン種を利用できるべん毛モーターについて、入力イオンエネルギーを独立 に制御しながら、高速カメラを利用してモーター出力を計測した。その結果、イオン種が異なって も駆動力に従って力学仕事へと変換し、エネルギー効率は一定であるという結果が得られた。

光合成については、高い安定性をもつ光合成装置の単離法を確立し、これを用いて光合成反応機構の解明を目指すとともに本装置の産業方面への応用の可能性を探る研究を行っている。本研究では、環境ストレス耐性をもつシアノバクテリアの光合成装置を用いることにより、光合成の分子機構および安定化機構の解析を効果的に進めることを戦略としている。高温に耐性を示すシアノバクテリアとして、Synechocystis sp. PCC 6803(以降 Synechocystis)、乾燥耐性をもつシアノバクテリアとして、Anabaena を材料として採用し、昨年度より、これらシアノバクテリアの光合成装置である光化学系Ⅱ複合体(系Ⅱ)の単離・精製法の確立を目指している。昨年度は、Synechocystis において系Ⅱ標品の単離に成功した。本年度は、Anabaena からの系Ⅱ複合体の単離・精製を試みた。Anabaena の系Ⅱの構成サブユニットのひとつ(CP47)に遺伝子工学的手法によりヒスチジンタグを付与した細胞を用いて、Ni-カラムクロマトグラフィーの一段階精製で、系Ⅱの粗精製標品を得ることに成功した。光合成生物をストレス条件に曝すと、光合成装置がストレス耐性を獲得する現象が報告されており、高安定性の光合成装置を得るために適した実験系であると考えられた。そこで、Synechocystis の細胞を通常の培養温度より高い温度(38℃)で培養したところ、通常温度(28℃)で培養した細胞よりも光合成装置が高温耐性を獲得することがわかった。

近年,我々の研究により,脂質が光合成装置の機能および安定化において重要な役割を果たしていることが明らかになりつつある。本研究では,高機能化光合成装置の開発の情報基盤となる,光合成装置の特定部位に結合する脂質の機能解明に焦点を絞った。昨年度に引き続き,Synechocystisを用いて,系 Π に内在する脂質の配位に関与するアミノ酸残基を改変し,脂質の結合不全(を期待した)変異体の作製と解析を行った。系 Π に含まれる脂質のうち,唯一負電荷をもつグリセロ脂質のホスファチジルグリセロール (PG) に注目し,これまで,系 Π に5分子以上存在するPGのうち,電子伝達成分 Q_A 近傍に存在する2分子に配位する反応中心タンパク質D1上のアミノ酸残基を改変した変異体の解析を行ってきた。本年度は本変異株の解析をさらに詳細に行い,変異株ではPGの結合量が減少していること,系 Π の構築はできるものの, Q_A の酸化還元電位が異常になり,次の電子伝達成分である Q_B への電子伝達が阻害されていることが明らかになった。これらPG分子の野生株本来の部位への配位が,系 Π の正常な電子伝達において欠かせないと考えられる。また,他の部

位に結合する PG についても、配位能のない他のアミノ酸残基へ置換した変異株を作製し、その電子伝達活性を測定したところ、大部分の変異株で系II の電子伝達異常が観察された.

(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 100×100 ミクロン平方の電池の試作を行った。まず、微小電池を埋め込むため、面方位(100)シリコン単結晶基板上に厚さ $0.55\mu m$ の SiO_2 層を形成し、さらに電極用のポリシリコン層(約 300Ω)を $0.45\mu m$ 堆積した。その上にリチウムイオンブロッキング層として SiO_2 ($0.4\mu m$ 厚) Si_3N_4 ($1.6\mu m$ 厚)を形成した。このブロッキング層内に正極材料を埋め込むための溝(面積 $100\mu m \times 100\mu m$,深さ $2\mu m$)を,ポリシリコン層が露出する深さまでドライエッチングにより切削した。この溝にアセチレンブラックを 1.5 w t、%程度添加した正極材料 $LiMn_2O_4$ を筆者らの開発したブルーゲル・スピンコーティング法(K. Kushida and K. Kuriyama、Applied Physics Letters、76、2238(2000)により形成し、ラマン分光法により 2000 20000 により形成し、ラマン分光法により 20000 20000 により形成を確認した。さらに固体電解質としてスピンコーティング法により 20000 2000

100×100 μ m LiMn2O4 / PMMA / Li 電池構造

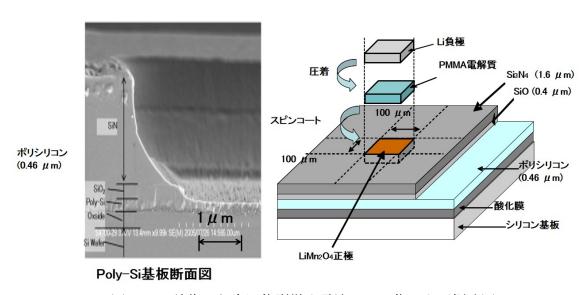


図1-3-2. 試作した全固体型微小電池のSEM像および概略図

(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) において、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開発を進めている.Pt系触媒では、蒸発・凝集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、 α - Al_2O_3 に担持させた.

共沈法では、 $AgNO_3$ と $Ni(NO_3)$ ・ $6H_2O$ を蒸留水に溶解させ、そこに α - Al_2O_3 粉末を加えた後に、アンモニア水で pH=8 に調整して沈殿粒子を生成させた.逆共沈法では、同様の手順にて溶液を作製し、 α - Al_2O_3 粉末を加えたものを、多量のアンモニア水中に滴下して沈殿粒子を生成させた.均一沈殿法では、同様の手順にて溶液を作製し、 α - Al_2O_3 粉末を加えた後に、尿素を加えて 100° で撹拌して沈殿粒子を生成させた.それぞれの方法にて生成した沈殿粒子をろ別によって回収し、大気中で一晩乾燥させた後に 500° Cで 1h 煆焼し、触媒粒子を得た.また、触媒粒子の高温保持過程における劣化挙動を調査するために、これらの触媒粒子を 500° Cで $0\sim24h$ の熱処理を行った.触媒性能の評価では、すすのモデルとして活性炭を用い、活性炭と触媒粒子の混合試料の一定昇温速度における熱重量測定を行い、 50° の活性炭が燃焼した時の温度 $T(50^{\circ})$ を活性炭酸化温度とした.

図 1-3-3 に共沈法、均一沈殿法、逆共沈法の 3 種類の方法で作製した触媒粒子を用いた場合の活性炭酸化温度を、 500° の高温保持時間の関数として示す。均一沈殿法で作製した触媒粒子を用いた場合に、T(50%)が最も低く、すす酸化触媒性能に優れていた。また、 500° C、24 h の高温保持においても、性能が維持されていることが分かる。図 1-3-4 に示すように均一沈殿法で作製した触媒粒子では高温保持過程における銀粒子の成長は見られなかった。

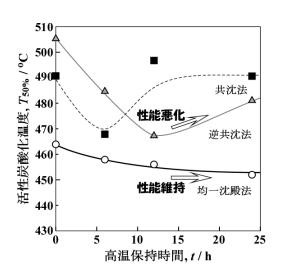


図 1-3-3. 各種沈殿法により作製した Ag-NiO 担持 α - Al_2O_3 粒子の活性炭酸化触媒性能の高温寿命評価

(a) 高温保持前 (b) 高温保持後 (500℃, 12 h) α-Al₂O₃ 200 nm 200 nm

図 1-3-4. 高温保持前後の Ag-NiO 担持 α-Al₂O₃ 粒子の透過電子顕微 鏡像

(5) 環境低負荷次世代半導体デバイスの開発(中村 徹) 研究の目的:

2014年度は、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.

実験条件:

電子デバイス作成のためには、SiC 基板上のグラフェン膜の導電性評価が必須である。また、SiC 基板内部に導電層を形成することにより高密度な回路が実現できる。そのため、Pイオンまたは Al

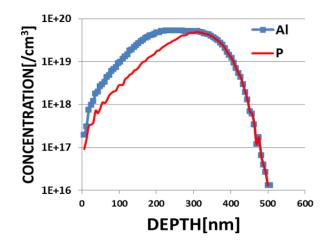


図 1-3-5. SRIM シミュレーション結果

実験結果および考察:

作成した試料を以下では次の通りとして表示する. すなわち,プラズマ処理を行わず 1500℃にて 30 分間の熱処理を行った試料 (a),プラズマ処理を行い 1500℃にて 30 分間の熱処理を行った試料 (b),Pイオン注入後にプラズマ処理を行わず 1500℃にて 30 分間の熱処理を行った試料 (c),Pイオン注入後にプラズマ処理を行い 1500℃にて 30 分間の熱処理を行った試料 (d),Al イオン注入後にプラズマ処理を行わず 1500℃にて 30 分間の熱処理を行った試料 (e),Al イオン注入後にプラズマ処理を行い 1500℃にて 30 分間の熱処理を行った試料 (f) とする. 各試料のラマンスペクトルを図 1-3-6 に示す.グラフェンを示す G バンドのピークと 2D バンドのピークが全ての試料表面から検出されていた.よって,プラズマ処理の有無またはイオン注入の有無に関係なく,1500℃にて 30 分間熱処理を行うことで SiC 基板上にグラフェンが形成できることがわかる.また,図 1-3-7 はラマンマッピング結果である.マッピングは 2D バンドの半値幅でグラフェンの厚さ変化を判断した.グラフェン

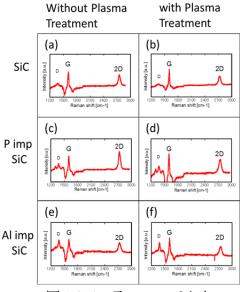


図 1-3-6. ラマンスペクトル

Without Plasma
Treatment

SiC

(a)

(b)

(b)

(c)

(d)

Al imp
SiC

(e)

(f)

図 1-3-7. ラマンマッピング

の厚さは、厚い順に赤、黄、緑、青で示している. 注入を行わない試料では、プラズマ処理の有無に関わらず表面内でのグラフェン厚さ変化が少ないことがわかった. P イオン注入または Al イオン注入を行った試料では、プラズマ処理を行わないとグラフェン厚さの変化が大きかったのに対し、プラズマ処理を行うことでより均一にグラフェンが形成されていた. 図 1-3-8に Hall 測定結果を示す. 未注入の試料において、プラズマ処理無しの試料では n 型かつ移動度が 136 cm²/Vs に対して、プラズマ処理を行うと n 型かつ移動度 389 cm²/Vs になり、移動度が大きく改善していた. P イオン注入を行った試料では、プラズマ処理の有無に関係な

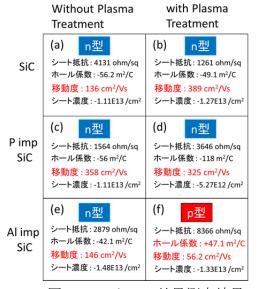


図 1-3-8. ホール効果測定結果

く n 型であり、移動度の大きな差異は見られなかった。Al イオン注入を行った試料では、プラズマ処理無しのもので n 型の移動度 $146~cm^2/Vs$ に対し、プラズマ処理を行った試料では p 型の移動度 $56.2~cm^2/Vs$ となっていた。

結論:

プラズマ処理を行うことで、SiC 基板上に均一なグラフェンを形成することが出来た。また、Al イオン注入とプラズマ処理を組み合わせることで SiC 基板上にp型のグラフェンを形成することが出来た。しかし、今回作成したグラフェンの移動度は理論的な移動度よりも低い値であったため、さらなるグラフェンの質向上に向けて改善する必要がある。

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、有機一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。さらに、中村徹研究員のグラフェンを用いた電子デバイスの開発の研究成果を太陽電池の開発に応用することをめざし、2015年度より、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、有機一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進めている。曽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り、べん毛モーターと電気モーター、流体モーターとの類似性や相違点やモーター特性の一つである出力トルク計測法について、工学の観点から御法川学研究員、田中豊研究員と共同研究を進めている。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。

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) 2014 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、対象とする有機ー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. バイオマスを活用して開発した機能性材料を用いてエネルギーデバイスを作製し、その特性評価を行うとともに、高効率化のための指針を明らかにする.
- 2) Anabaena で得られた系Ⅱ標品はまだ粗精製段階であり、さらにグリセロール密度勾配遠心法などを用いて精製度を上げていく必要がある。また、2014 年度末に導入した光合成電子伝達反応解析システムにより、細胞・光合成装置を高温ストレス、乾燥ストレスに曝したときの光合成特性の変化を解明する。環境ストレス処理を施しストレス耐性が向上した細胞より、系Ⅱ標品を単離・解析することにより、環境ストレス耐性のしくみを明らかにする。また、系Ⅱに結合する全ての PG の機能を明らかにするために、PG 結合部位に関する変異株の解析をさらに詳細に進める。
- 3) 2014 年度の結果は、シリコン基板に埋め込んだ 2 次電池が微小電池として動作する可能性を示唆するものであるが、放電容量や出力に関しては今後さらに改善していく必要がある.
- 4) 2014 年度までの研究では、 α -Al₂O₃ に Ag-NiO 系粒子を担持させて、その触媒性能と寿命を評価してきた. 今後は、助触媒として作用する(Ce,Zr)O₂ 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、(Ce,Zr)O₂ 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) 環境低負荷次世代半導体デバイスとして,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た.今後は,イオン注入された SiC 基板導電層に単層および数層グラフェン膜を選択的に成長する技術を開発した. 2015 年度は,SiC 基板上に形成したグラフェン膜デバイスの電気特性を評価することを目的とする.

6. 研究業績

(1) 緒方 啓典

論文

- 1) Zhipeng Wang, Mao Shoji, Keisuke Baba, Toshiyuki Ito, and <u>Hironori Ogata</u>, "Microwave plasma-assisted regeneration of carbon nanosheets with bi- and trilayer of graphene and their application to photovoltaic cells", Carbon **67** (2014) 326-335.
- Zhipeng Wang, <u>Hironori Ogata</u>, Shingo Morimoto, Masatsugu Fujishige, Kenji Takeuchi, Yoshio Hashimoto, Morinobu Endo, "Structure changes of MPECVD-grown carbon nanosheets under high-temperature treatment", Carbon 68 (2014) 360-368.
- 3) Zhipeng Wang, <u>Hironori Ogata</u>, Shingo Morimoto, Masatsugu Fujishige, Kenji Takeuchi, Yoshio Hashimoto, Morinobu Endo, "Synthesis of carbon nanosheets from Kapton polyimide by microwave plasma treatment", Carbon **72** (2014) 421-424.
- 4) Zhipeng Wang, <u>Hironori Ogata</u>, Shingo Morimoto, Masatsugu Fujishige, Kenji Takeuchi, Yoshio Hashimoto, Morinobu Endo, "High temperature-induced growth of graphite whiskers from fullerene waste soot", Carbon **90** (2015) 154-159.
- 5) Zhipeng Wang, <u>Hironori Ogata</u>, Shingo Morimoto, Masatsugu Fujishige, Kenji Takeuchi, Hiroyuki Muramatsu, Takuya Hayashi, Josue Ortiz-Medina, Mohd Zamri Mohd Yusop, Masaki Tanemura, Mauricio Terrones, Yoshio Hashimoto and Endo Morinobu, "Microwave plasma-induced graphene-sheet fibers from waste coffee grounds", Journal of Materials Chemistry A **3** (2015) 14545-14549.
- 6) Zhipeng Wang, <u>Hironori Ogata</u>, Shingo Morimoto, Josue Ortiz-Medina, Masatsugu Fujishige, Kenji Takeuchi, Hiroyuki Muramatsu, Takuya Hayashi, Mauricio Terrones, Yoshio Hashimoto, Morinobu Endo, "Valorizing Rice Husks to Synthesize Nanocarbons by Microwaves Plasma Irradiation: From Graphene and Carbon nanotube to Graphenated Carbon Nanotubes", Carbon **94** (2015) 479-484.

解説記事

1) <u>緒方 啓典</u>, 王 志朋, 森本 信吾, 橋本 佳男, "マイクロ波プラズマ CVD 法によるバイオマスを原料としたナノカーボンの合成", 企画特集「ナノテクノロジーEXPRESS」 <第 40 回 > NanotechJapan Bulletin, 8 巻, 1 号 (2015) 252-256.

国際会議発表

- 1) <u>Hironori Ogata</u>, "The Effect of Solvent Additives on Morphology and Dynamics of Polymer Based Organic Bulk Heterojunction Solar Cells Studied by Solid-State NMR", The 8th International Symposium on Organic Molecular Electronics, 2014/05/15, Tokyo, Japan.
- 2) Zhipeng Wang, <u>Hironori Ogata</u>, Shingo Morimoto, Masatsugu Fujishige, Kenji Takeuchi, Yoshio Hashimoto, Morinobu Endo, "Microwave Plasma-Assisted Assemble of Few-Layer Graphene on Carbon Nanoparticles from Coffee grounds", The 1st Joint International Symposium between AMERI and ICST, Nagano, Japan, 2014/07/25.
- 3) <u>Hironori Ogata</u>, Saki Kawano, Sayo Ishikawa, "Solid-State NMR Studies on the Effect of Solvent Additives on Morphology of Polymer Based Organic Bulk Heterojunction Solar Cells", KJF-ICOMEP

- 2014(International Conference on Organic Materials for Electronics and Photonics), Tsukuba, Japan, 2014/09/23.
- 4) <u>Hironori Ogata</u>, Shohei Hayase, Haruhiko Yoshitake, Zhipeng Wang, "Synthesis and Electrocatalytic Performance of Platinum-based Nanoparticles Electrodeposited on Nanocarbon Materials for Methanol Oxidation", The 7th International Symposium on Surface Science, Matsue, Japan, 2014/11/06.
- 5) <u>Hironori Ogata</u>, Shohei Hayase, Haruhiko Yoshitake, Zhipeng Wang, "Synthesis and the catalytic performance for methanol electrooxidation of Pt-based nanoparticles on carbon nanocarbon materials by one-step electrodeposition", 2014MRS Fall Meeting, Boston, USA, 2014/12/03.

学会発表

- 1) <u>緒方 啓典</u>, 田畑 裕夢, 関根 亮典, 井上 和美, 片岡 洋右, "単層カーボンナノチューブに内 包されたチオフェンオリゴマー分子の構造と動的性質", 日本コンピュータ化学会 2014 春季年 会, 東京工業大学, 東京, 2014/05/29.
- 2) 門間 英毅, 守吉 佑介, 川島 健, <u>緒方 啓典</u>, "ドロマイト M2+イオン水溶液系反応 (M=Ba, Zn, Pb)", 無機マテリアル学会第 128 回学術講演会, 日本大学理工学部, 東京, 2014/06/05.
- 3) Saki Kawano, Sayo Ishikawa and <u>Hironori Ogata</u>, "Solid-State NMR Studies on the Aggregated Structures of Organic Bulk Heterojunction Solar Cells with Solvent Additives", The 47th Fullerenes-Nanotubes-Graphene General Symposium, Nagoya University, Nagoya, 2014/09/03.
- 4) Shohei Hayase, Haruhiko Yoshitake, Tomoaki Nishimura, Wang Zhipeng and <u>Hironori Ogata</u>, "Synthesis and electrocatalytic activities of Pt-based nanoparticles supported on ion-irradiated carbon materials", The 47th Fullerenes-Nanotubes-Graphene General Symposium, Nagoya University, Nagoya, 2014/09/03.
- 5) Haruhiko Yoshitake, Shohei Hayase, Wang Zhipeng and <u>Hironori Ogata</u>, "Electrocatalytic properties of Pt-based nanoparticles supported on carbon materials by one-step electrodeposition", The 47th Fullerenes-Nanotubes-Graphene General Symposium, Nagoya University, Nagoya, 2014/09/04.
- 6) Yoshiaki Sano and <u>Hironori Ogata</u>, "Solid State NMR Studies of Proton Dynamics in fullerenol-based composites", The 47th Fullerenes-Nanotubes-Graphene General Symposium, Nagoya University, Nagoya, 2014/09/05.
- 7) 吉竹 晴彦, 早瀬 勝平, 王 志朋, <u>緒方 啓典</u>, "電着法による炭素材料への Pt-Ru 金属ナノ粒子の担持およびメタノール酸化活性評価(II)", 第75回応用物理学会秋季学術講演会, 北海道大学, 札幌, 2014/09/19.
- 8) 早瀬 勝平, 吉竹 晴彦, 西村 智朗, 王 志朋, <u>緒方 啓典</u>, "イオン照射した炭素材料への Pt ナノ粒子の担持およびメタノール酸化活性評価", 第 75 回応用物理学会秋季学術講演会, 北海道大学, 札幌, 2014/09/19.
- 9) 丸山 翔大,中村 祥大,鰐渕 悠真,<u>緒方 啓典</u>,"メソポーラスシリカ(MCM-41)膜上の層状ペロブスカイト化合物の特性評価",第 75 回応用物理学会秋季学術講演会,北海道大学,札幌,2014/09/19.
- 10) Zhipeng Wang, <u>Hironori Ogata</u>, Shingo Morimoto, Masatsugu Fujishige, Kenji Takeuchi, Yoshio Hashimoto, Morinobu Endo, "Vertically-Aligned Carbon Nanosheets on Grafoils for Lithium Ion

- Batteries", The 75th JSAP Autumn Meeting 2014, Hokkaido University, Sapporo, 2014/09/20.
- 11) 横倉 瑛太, 片岡 洋右, <u>緒方 啓典</u>, "分子動力学シミュレーションによる単層カーボンナノチューブに内包されたハロゲン化物の構造とイオン伝導性の評価", 日本コンピュータ化学会2014 秋季年会, 日本大学工学部, 福島, 2014/10/19.
- 12) 佐藤 豊, 片岡 洋右, <u>緒方 啓典</u>, "分子動力学シミュレーションによる単層カーボンナノチューブに内包された硫黄の構造評価",日本コンピュータ化学会 2014 秋季年会,日本大学工学部,福島, 2014/10/19.
- 13) 王 志朋, <u>緒方 啓典</u>, 森本 信吾, Oritiz-Medina Josue, 村松 寬之, 林 卓哉, 藤重 雅嗣, 竹内 健司, 橋本 佳男, 遠藤 守信, "Synthesis of Nanocarbon Structures from Rice Husk by Microwave Plasma Irradiation", 第 41 回炭素材料学会年会,福岡県大野城市,2014/12/08.
- 14) 吉竹 晴彦, 早瀬 勝平, 王 志朋, <u>緒方 啓典</u>, "One-step 電着法を用いた炭素材料への Pt, Pt-Ru ナノ粒子の作製およびメタノール酸化活性の評価", 第 24 回日本 MRS 年次大会, 横浜, 2014/12/11.
- 15) 早瀬 勝平, 吉竹 晴彦, 西村 智朗, 王 志朋, 緒方 啓典, "イオン照射した炭素材料への Pt ナノ粒子の担持およびメタノール酸化活性評価", 第 24 回日本 MRS 年次大会, 横浜, 2014/12/11.
- 16) 佐野 喜章, <u>緒方 啓典</u>, "固体 NMR による水酸化フラーレン系混晶におけるプロトンダイナミクス", 第 24 回日本 MRS 年次大会, 横浜, 2014/12/11.
- 17) Shohei Hayase, Haruhiko Yoshitake, Tomoaki Nishimura, Wang Zhipeng and <u>Hironori Ogata</u>, "Local structures and electrocatalytic activities of Pt nanoparticles supported on ion-irradiated carbon materials", The 48th Fullerenes-Nanotubes-Graphene General Symposium, Tokyo, 2015/02/21.
- 18) Yoshiaki Sano and <u>Hironori Ogata</u>, Effects of water molecules on the proton dynamics in fullerenol solids investigated by solid-state 1H NMR, The 48th Fullerenes-Nanotubes-Graphene General Symposium, Tokyo, 2015/02/22.
- 19) Haruhiko Yoshitake, Shohei Hayase, Wang Zhipeng, <u>Hironori Ogata</u>, "Effects of electrodeposition conditions on the states of Pt-Ru nanoparticles on carbon materials and their electrocatalytic properties toward methanol oxidation", The 48th Fullerenes-Nanotubes-Graphene General Symposium, Tokyo, 2015/02/23.
- 20) Saki Kawano and <u>Hironori Ogata</u>, "Solid-State NMR Studies on the Aggregated Structures of Organic Bulk Heterojunction Solar Cells with Solvent Additives(II)", The 48th Fullerenes-Nanotubes-Graphene General Symposium, Tokyo, 2015/02/23.
- 21) Yutaka Sato, Yosuke Kataoka, and <u>Hironori Ogata</u>, "Molecular structure of chalcogen encapsulated in single-walled carbon nanotubes studied by molecular dynamics simulations", The 48th Fullerenes-Nanotubes-Graphene General Symposium, Tokyo, 2015/02/23.
- 22) Eita Yokokura, Yosuke Kataoka and <u>Hironori Ogata</u>, "Local structure and properties of the alkali halides encapsulated in single-walled carbon nanotubes studied by molecular dynamics simulations", The 48th Fullerenes-Nanotubes-Graphene General Symposium, Tokyo, 2015/02/23.
- 23) <u>緒方 啓典</u>, "電極材料への応用に向けたナノカーボン材料へのイオン照射効果の検討", フラーレンナノウィスカー研究会, (独)物質・材料研究機構, 筑波, 2015/02/25.

- 24) <u>緒方 啓典</u>, 王 志朋, 森本 信吾, 橋本 佳男, "Microwave-Plasma Assisted Assembly of Nanocarbons from Rice Husks: Controllable Growth and Their Characteristics", 分子・物質合成プラットフォーム 平成 26 年度シンポジウム,名古屋大学,名古屋,2015/03/06.
- 25) Zhipeng Wang, <u>Hironori Ogata</u>, Shingo Morimoto, Josue Ortiz-Medina, Masatsugu Fujishige, Kenji Takeuchi, Hiroyuki Muramatsu, Takuya Hayashi, Mauricio Terrones, Yoshio Hashimoto, Morinobu Endo, "Self-Assembly of Graphene- and Carbon-Nanotubes-Based Structures from Rice Husks using Microwave Plasma Irradiation", The 62nd JSAP Spring Meeting, 2015, 東海大学, 神奈川, 2015/03/12.
- 26) <u>緒方 啓典</u>, 河野 紗希, "固体NMR分光法によるバルクヘテロ接合有機薄膜太陽電池への添加 剤効果の解析(II)", 2015 年 第 62 回応用物理学会春季学術講演会, 東海大学, 神奈川, 2015/03/12.
- 27) 森川 弘理, 丸山 翔大, 片山 大輔, <u>緒方 啓典</u>, "ペロブスカイト型太陽電池への銀ナノ粒子添加効果", 2015 年 第 62 回応用物理学会春季学術講演会, 東海大学, 神奈川, 2015/03/12.
- 28) 片山 大輔, 丸山 翔大, 森川 弘理, <u>緒方 啓典</u>, "真空蒸着法を用いた層状ペロブスカイト化合物の成膜と特性評価", 2015 年 第 62 回応用物理学会春季学術講演会, 東海大学, 神奈川, 2015/03/12.
- 29) 吉竹 晴彦, 早瀬 勝平, 王 志朋, <u>緒方 啓典</u>, "One-step 電着法によるナノカーボン材料への Pt-Ru ナノ粒子の担持状態および電極触媒特性評価", 2015 年 第 62 回応用物理学会春季学術講 演会, 東海大学, 神奈川, 2015/03/12.
- 30) 早瀬 勝平, 吉竹 晴彦, 西村 智朗, 王 志朋, <u>緒方 啓典</u>, "イオン照射によるナノカーボン材料の欠陥構造の制御および One-step 電着法による Pt ナノ粒子の担持状態の解析", 2015 年 第62 回応用物理学会春季学術講演会, 東海大学, 神奈川, 2015/03/12.
- 31) 丸山 翔大, 片山 大輔, 森川 弘理, <u>緒方 啓典</u>, "メソポーラスシリカ (MCM-41) 膜上の層状ペロブスカイト化合物の特性評価 (II)", 2015 年 第 62 回応用物理学会春季学術講演会, 東海大学, 神奈川, 2015/03/13.
- 32) <u>緒方 啓典</u>, 大塚 祐一郎, 中村 雅哉, "リグニン系バイオマス 2-pyrone-4,6-dicarboxylic acid を 用いた機能性材料開発", 日本化学会 第 95 春季年会 (2015), 日本大学理工学部船橋キャンパス/薬学部, 千葉, 2015/03/27.
- 33) 桑名 良明, 高橋 りえ, 蛭子 絵野, ガガベ ジーン, 溝口 優司, 大塚 祐一郎, 中村 雅哉, <u>緒</u> <u>方 啓典</u>, "2-pyrone-4,6-dicarboxylic acid を用いた電荷移動錯体の構造および物性(I)", 日本化学 会 第 95 春季年会 (2015), 日本大学理工学部船橋キャンパス/薬学部, 千葉, 2015/03/27.
- 34) 高橋 りえ, 桑名 良明, 蛭子 絵野, ガガベ ジーン, 大塚 祐一郎, 中村 雅哉, <u>緒方 啓典</u>, "2-pyrone-4,6-dicarboxylic acid を用いた電荷移動錯体の構造および物性(II)", 日本化学会 第 95 春季年会 (2015), 日本大学理工学部船橋キャンパス/薬学部, 千葉, 2015/03/27.
- 35) 蛭子 絵野, 桑名 良明, 高橋 りえ, 井上 和美, 大塚 祐一郎, 中村 雅哉, <u>緒方 啓典</u>, "2-Pyrone-4,6-Dicarboxylic Acid 誘導体の合成および物性評価", 日本化学会 第 95 春季年会 (2015), 日本大学理工学部船橋キャンパス/薬学部, 千葉, 2015/03/27.

講演会

1) <u>緒方 啓典</u>, "リグニンを原料とした繊維状導電性材料", 第 3 回 A-STEP 発新技術説明会, JST 東京本部別館ホール (東京・市ヶ谷), 2014/11/27.

(2) 木村 啓作

論文

1) <u>Keisaku Kimura</u> and Seiichi Sato, "Measurement of the index of refraction of micron-meter crystals by a confocal laser microscope – Potential application for the refractive index mapping of micron-meter scale", Review of Scientific Instruments, **85** (2014) 053704-1-6.

(3) 曽和 義幸

論文

1) Tominaga, M., Kawai-Noma, S., Kawagishi, I., <u>Sowa, Y.</u>, Saito, K. & Umeno D. Liquid-based iterative recombineering method tolerant to counter-selection escapes. PLoS One 16, e0119818 (2015) (査読あり)

著書

1) <u>曽和 義幸</u>. バクテリアべん毛モーター. 1分子生物学,原田慶恵・石渡信一編,化学同人,6 章 (2014)

招待講演

- 1) <u>曽和 義幸</u>. 超高効率マイクロ生物モーターの話. スモールファン研究会総会, 法政大学マイクロナノテクノロジーセンター, 東京都小金井市, 2014年12月
- 2) <u>曽和 義幸</u>. 2 種類のイオン流を同時に利用するべん毛モーター. 理研シンポジウム「第 4 回分 子モーター討論会」, 大阪大学, 大阪府吹田市, 2014 年 6 月
- 3) <u>曽和 義幸</u>. 大腸菌内で機能するハイブリッドエネルギー型モーター. 理研シンポジウム「細胞システムの動態と論理 VI」, 理化学研究所, 埼玉県和光市, 2014 年 4 月

学会発表

- 1) <u>Yoshiyuki Sowa</u>, Yong-Suk Che. Visualization of functional components of the bacterial flagellar motor. 第52回 日本生物物理学会年会,札幌コンベンションセンター,北海道札幌市,2014年9月
- 2) Tohru Umemura, Mayumi Kobayashi, Chiho Hara, <u>Yoshiyuki Sowa</u>, Ikuro Kawagishi. Control of the bacterial flagellar motor by cross regulation between non-cognate two-component regulatory systems. 第 52回 日本生物物理学会年会,札幌コンベンションセンター,北海道札幌市,2014年9月

解説

1) <u>曽和 義幸</u>. エネルギーを使い分けるハイブリッド型べん毛モーター-環境に適応するナノマシンの実現に向けて. 化学 69(9), 37-40 (2014)

(4) 水澤 直樹

論文

- 1) Nagai, M., Kobayashi, C., Nagai, Y., Imai, K., <u>Mizusawa, Naoki</u>, Sakurai, H., Neya, S., Kayanuma, M., Shoji, M., Nagatomo, S. Involvement of propionate side chains of the heme in circular dichroism of myoglobin: experimental and theoretical analyses. *J. Phys. Chem. B.* 119:1275-1287, 2015(查読有)
- 2) Yuzawa, Y., Shimojima, M., Sato, R., <u>Mizusawa, Naoki</u>, Yamamichi, K., Suzuki, M., Iwai, M., Hori, K., Wada, H., Masuda, S., Ohta, H. Cyanobacterial monogalactosyldiacylglycerol-synthesis pathway is involved in normal unsaturation of galactolipids and low-temperature adaptation of *Synechocystis* sp.

PCC 6803. *Biochim. Biophys. Acta* 1841:475-483, 2014 (査読有)

学会発表

- 1) 遠藤 嘉一郎, 水澤 直樹, 沈 建仁, 山田 聖人, 鞆 達也, 小松 悠久, 小林 正美, 小林 康一, 和田 元 PSII のプラストキノン結合部位の近傍に存在するホスファチジルグリセロール分子 の役割 第56回日本植物生理学会年会,2015年3月16日~18日(東京農業大学世田谷キャンパス)
- 2) Nagatomo, S., Nagai, Y., Aki, Y., Sakurai, H., Maruyama, N., Imai, K., <u>Mizusawa, Naoki</u>, Ogura, T., Kitagawa, T., Nagai, M. Different roles of the Fe-His bonds of the α and β subunits toward the quaternary structure change of human hemoglobin; oxygen binding properties, resonance Raman, ¹H NMR, and near-UV CD studies of cavity mutants. 7th Asian biological inorganic chemistry conference, 2014年11月(11月20日~12月5日)(ゴールドコースト,オーストラリア)
- 3) Nagatomo, S., Nagai, Y., Aki, Y., Sakurai, H., Maruyama, N., Imai, K., <u>Mizusawa, Naoki</u>, Ogura, T., Kitagawa, T., Nagai, M. Function and structure of mutant hemoglobins with the proximal histidine replaced by glycine in either α or β subunit. 第52回生物物理学会年会 2014年9月25日~27日(札幌コンベンションセンター, 北海道)
- 4) 遠藤 嘉一郎, 水澤 直樹, 沈 建仁, 山田 聖人, 鞆 達也, 小林 康一, 和田 元 ホスファチジルグリセロール結合部位の改変が光化学系 II に及ぼす影響 第 5 回日本光合成学会年会 2014年5月30~31日(近畿大学農学部奈良キャンパス, 奈良県)

(5) 栗山 一男

論文

1) Tukasa Nakamura, Kazuma Kamioka, <u>Kazuo Kuriyama</u>, Kazumasa Kushida, Q. Xu, and Masataka Hasegawa, Compensation Mechanism of DX-like Center in Neutron Transmutation Doped –GaN, Solid State Communication, **205**, pp.1-3 (2015). (查読有)

学会発表

- 1) 内野 将也, 野崎 孝明, <u>栗山 一男</u>, 串田 一雅, "シリコン VLSI 技術を用いて試作した 100×100 ミクロン平方全固体型リチウムイオン 2 次電池"62 回応用物理学会春季学術講演会, 11a-P1-10 (2015 年 3 月).
- 2) 竹内 優作,山下 大輝,<u>栗山 一男</u>,串田 一雅,"Li 窒化物と GaN のプロトンビームを用いた ラザフォード後方散乱法による組成比決定"62 回応用物理学会春季学術講演会,13p-P10-1 (2015年3月).
- 3) 甲斐田 卓也, 西片 直樹, 上岡 一馬, 西村 智明, <u>栗山 一男</u>, 串田 一雅, "水素イオン注入 ZnO バルク単結晶中の水素の挙動:弾性反跳分析評価"62 回応用物理学会春季学術講演会, 12p-P15-3 (2015年3月).
- 4) T. Yamashita, S. Kuwano, <u>Kazuo Kuriyama</u>, and K. Kushida, Optical band gap of Li₈SiN₄ with disordered structure as a cathode material of lithium secondary batteries, Optical Band Gap and Bonding Character of Li₅SiN₃, 第19回三元及び多元化合物国際会議, P8-109, 新潟, 9月1日-9月5日 (2014).
- 5) T. Kaida, K. Kamioka, T. Nishimura, Kazuo Kuriyama, K. Kushida, A. Kinomura, Hydrogen interstitial

- in H-ion implanted ZnO bulk single crystals: Evaluation by elastic recoil detection analysis and electron paramagnetic resonance,第 19 回イオンビームによる物質改質国際会議,ベルギー・ルーヴェン,9 月 14 日 -9 月 19 日(2014).
- 6) T. Nakamura, K. Kamioka, <u>Kazuo Kuriyama</u>, K. Kushida, Q. Xu, and M. Hasegawa, Compensation Mechanism of DX-like Center in Neutron Transmutation Doped –GaN, 第 32 回半導体物理学国際会議, 米国・オースチン, 8月 10 日 8月 16 日(2014).
- 7) T. Nakamura, K. Kamioka, <u>Kazuo Kuriyama</u>, and K. Kushida, Thermally Stimulated Current Studies on Proton Irradiation Induced Defects in GaN, 第 32 回半導体物理学国際会議, P10, 米国・オースチン, 8月 10 日 8月 16日(2014).
- 8) Y. Takeuchi, T. Yamashita, <u>Kazuo Kuriyama</u>, and K. Kushida, Optical Band Gap and Bonding Character of Li₅SiN₃, 第 32 回半導体物理学国際会議, Q2, 米国・オースチン, 8 月 10 日 8 月 16 日 (2014).

(6) 明石 孝也

学会発表

- 1) Kaori KOBIYAMA, <u>Takaya AKASHI</u>, Effect of Ni Addition on the Formation of SiC-ZrSiO₄ Porous Composites and Thermal Cyclic Oxidation Behavior, International Symposium on High-temperature Oxidation and Corrosion 2014, P54s, Hakodate, Hokkaido Japan, 2014-6.
- Yuto ANDO, <u>Takaya AKASHI</u>, Evaporation of Gallium Suboxide from Mixture by Carbothermal Reduction and Deposition of Gallium Trioxide on Different Substrates by Oxidation, International Symposium on High-temperature Oxidation and Corrosion 2014, P58s, Hakodate, Hokkaido Japan, 2014-6.
- 3) Kenya HIRAI, Kiyoshi KOBAYASHI, <u>Takaya AKASHI</u>, Yoshio SAKKA, Fabrication Process on Highly Sinterable Powder of Lanthanum Silicate Oxyapatite, The Eighth International Conference on the Science and Technology for Advanced Ceramics, 25pKP18, Mielparque-Yokohama, Kanagawa Japan, 2014-6.
- 4) 平井 拳也, <u>明石 孝也</u>, 小林 清, 目 義雄, 水を用いた湿式法による高焼結性オキシアパタイト型ランタンシリケート粉末の調製,日本セラミックス協会 第 27 回秋季シンポジウム, 1PF05, 鹿児島大学(鹿児島県), 2014-9.
- 5) 染谷 直登, <u>明石 孝也</u>, NiO 分散 AI 中間層を用いたイットリア安定化ジルコニアとステンレス 合金の接合と酸素ガスシール性評価,日本セラミックス協会 第27回秋季シンポジウム,2R24, 鹿児島大学 (鹿児島県), 2014-9.
- 6) <u>明石 孝也</u>, 中根 貴行, 安藤 祐人, 川島 健, 炭素熱還元-酸化法によるガリウム含有混合物 からの酸化ガリウムの分離・回収, 無機マテリアル学会第 129 回学術講演会講演要旨集, pp.54-55, アバンセ(佐賀県), 2014-11.
- 7) 鈴木 翔太, <u>明石 孝也</u>, 炭素熱還元法による酸化インジウムスズからのインジウム分離・回収, 無機マテリアル学会第 129 回学術講演会講演要旨集, pp.56-57, アバンセ(佐賀県), 2014-11.
- 8) 太田 崇紀, <u>明石 孝也</u>, CeO_2 を分散させた Al 中間層によるイットリア安定化ジルコニアとステンレス合金の接合,第 53 回セラミックス基礎科学討論会講演要旨集, p.22,京都テルサ(京

- 都府), 2015-1.
- 9) 伊藤 智貴, <u>明石 孝也</u>, ブルーゲル法により作製した Ag 担持(Ce,Zr) O_2 粉末のすす酸化触媒特性, 第 53 回セラミックス基礎科学討論会講演要旨集, p.31, 京都テルサ(京都府), 2015-1.
- 10) 勝村 俊規, <u>明石 孝也</u>, 片山 英樹, 鉄鋼材料の水素侵入による表面の状態変化, 表面技術協会 第131 回講演大会要旨集, p.19, 関東学院大学(神奈川県), 2015-3.

(7) 中村 徹

国際学会発表

- 1) Yohei Otoki, Masatomo Shibata, Hitachi Metals, Kazuki Nomoto, Akihisa Terano, Naoki Kaneda, Tomoyoshi Mishima, <u>Tohru Nakamura</u>, "High-breakdown-voltage and low-on-resistance GaN p-n junction diodes on free-standing GaN substrates", SPIE Photonics West 2015, Gallium Nitride Materials and Devices X, 9363-41, (2015). (查読有)
- 2) Toru Sugimachi, Yusuke Shiina, Daiki Aoyagi, Tomoaki Nishimura, <u>Tohru Nakamura</u>, "Graphene Grown on Ion-Implanted 4H-SiC and an Effect of Pre-Plasma Treatment", 2014 MRS Spring Meeting, DD6.11, 2014 San Francisco, Paper Number:1878188.0, (2014). (查読有)
- 3) Hayao Kasai, Takuya Oikawa, Hiroki Ogawa, Tomoyoshi Mishima and <u>Tohru Nakamura</u>, "Threshold Voltage Control of GaN MISFETs Using Tilt Angle Ion Implantation of Magnesium", International Workshop on Nitride Semiconductor 2014 (IWN2014), WeEP12, (2014). (查読有)
- 4) Takuya Oikawa, Yusuke Saijo, Shigeki Kato, Tomoyoshi Mishima, <u>Tohru Nakamura</u>, "Formation of definite GaN p-n junction by Mg-ion implantation to n--GaN epitaxial layers grown on a high-quality free-standing GaN substrate", 19th International Conference on Ion Beam Modification of Materials(IBMM2014), PC86, (2014). (查読有)
- 5) Kazuhiro Mochizuki, Tomoyoshi Mishima, Yuya Ishida, Yoshitomo Hatakeyama, Kazuki Nomoto, Naoki Kaneda, Akihisa Terano, Tmonobu Tsuchiya, Hiroyuki Uchiyama, Shigeki Tanaka, <u>Tohru Nakamura</u>, "A proposal to apply effective acceptor level for presenting increased ionaization ratio of Mg acceptors in extrinsic all photon-recycled GaN", Materials Science Forum, (2014) vol.778-780, pp.1189-1192. (查読有)

国内学会発表

- 1) 葛西 駿, 及川 拓弥, 木村 純, 三島 友義, <u>中村 徹</u>, 「Mg イオン注入を用いた GaN MISFET のノーマリーオフ化」, 第 75 回応用物理学会秋季学術講演会, 19p-PB2-10, (2014).
- 2) 椎名 裕亮, 杉町 徹, 青柳 大輝, 西村 智朗, <u>中村 徹</u>, 「プラズマ処理によるイオン注入 4H-SiC 上の p-type グラフェン層の形成」, 第 75 回応用物理学会秋季学術講演会, 18a-PA3-5, (2014).
- 3) 西城 祐亮,及川 拓弥,加藤 茂樹,三島 友義,<u>中村 徹</u>,「n型 GaN への Mg イオン注入による pn 接合の形成」,第 75 回応用物理学会秋季学術講演会,19p-PB2-9,(2014).
- 4) 高橋 賢伍, 野本 一貴, 三島 友義, <u>中村 徹</u>, 「自立 GaN 基板上のイオン注入縦型バイポーラトランジスタ」, 第 75 回応用物理学会秋季学術講演会, 19p-PB2-12 (2014).
- 5) 木村 純, 葛西 駿, 三島 友義, <u>中村 徹</u>, 「p-GaN 基板上自己整合型イオン注入 MISFET の高耐 圧化」, 第 75 回応用物理学会秋季学術講演会, 19p-PB2-11 (2014).

第2章

資源再生利用・環境浄化技術の開発

1. 研究の目的

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

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

2. 研究成果の概要

- 1) 我々は、固体表層に吸着性のあるコントロール可能な胞子をつくる枯草菌株の作製に成功しているが、今年度は、さらに藍藻が生育する水環境で枯草菌を増殖させると藍藻の増殖を著しく抑制することを明らかにした. 作製した枯草菌株を用いた水環境浄化の実用化に向けて、大きく研究を前進させることができた.
- 2) これまでの研究で、大腸菌のゲノム機能を改変するゲノム育種法により、金属を高蓄積する大腸菌の開発に成功した. 今年度は、生体内の金属ホメオスタシスに関与する硫黄および pH に対する大腸菌ゲノム発現制御ネットワークを明らかにした. これらの知見は、大腸菌を用いた金属回収技術の向上に寄与できる.
- 3) 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酸化チタンを見いだした. TiO_2 に高濃度のニオブを添加した粉末試料を高温で熱処理すると、準安定なアナターゼ相から 安定相であるルチル相への相転移、 TiO_2 以外の第三相の生成が進行し、可視光下での光触媒活性が顕著になった.
- 4) 3 種類の異なるリビング重合法を組み合わせることで、生分解性高分子であるポリカプロラクトンと汎用プラスチックであるポリスチレンから構成される新規高分子化合物の精密合成に成功した.

3. 研究内容とその成果

(1) 細菌の環境応答機構の解析と環境浄化への応用

(佐藤 勉)

前年度,我々は水環境中で分散しない固相表面に吸着する枯草菌胞子(spsM 変異株)の作製に成

功したことを報告した(Abe et al. PLoS Genet. 2014, ニュースリリース 2014 10 月). 本年度は、実用性を目指し、この細菌株を用いて水環境浄化への応用を試みる研究を行った. 一般に、湖水・河川等に過剰な有機物が流入すると藍藻類が増殖し、光が遮られる. そのためその環境で生息する他の生物の生育が阻害され、生態系の破壊が進むとされている. 一方、一部の細菌は藍藻類の生育を阻害する物質を生産することが報告されている. 本研究では、まず、枯草菌の藍藻の生育阻害能を調べた. 藍藻 (Synechocystis PCC 6803) と 4 種類の枯草菌およびその類縁の Bacillus amyloliquefaciens をそれぞれ共培養し、クロロフィル a を定量することにより藍藻の生存率を測定した. その結果、すべての株が藍藻の生育阻害能を有することが確認された(図 2-3-1). 一方、枯草菌の spsM 変異胞子はガラス表面に付着する性質を持つ. このガラス表面付着胞子の蒸留水による洗浄後の発芽・成長能を調べた. 野生型および spsM 変異胞子を含むガラス試験管を、水で洗浄した後、その試験管を用いて培養を行った. その結果 spsM 変異型でのみ、迅速な増殖が観察された. 野生型は、ガラス表面に付着する胞子がほとんど存在しないため、洗浄した場合、ガラス容器に胞子が残らないが、spsM 変異株の場合はガラスに吸着した大量の胞子が発芽・成長したと考えられる. 実用化に向けた研究として大きく前進した.

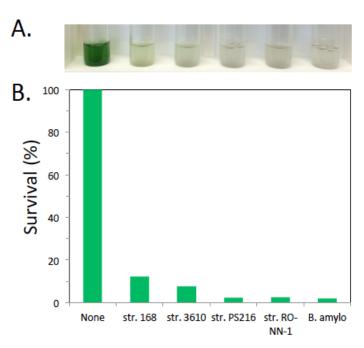


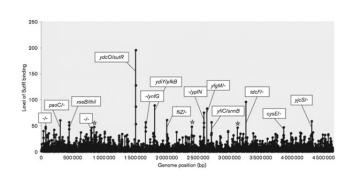
図 2-3-1. 枯草菌および B. amyloliquefacience による藍藻の生育阻害

A. BG11 培地で前培養した Synechocystis PCC 6803 と M9 最小培地で前培養した 枯草菌各株を混合し、BG11+5 mM グルコース培地で 28℃で 5 日間培養した. 各培養液中の Synechocystis の菌体量の指標として、クロロフィル a 量を定量した. B. Synechocystis のみの培養液中の Synechocystis 菌体量を 100%としたときの枯草菌を入れた各サンプル中の菌体量を示す. str. 168: B. subtilis 168, str. 3610: B. subtilis 3610, str. PS216, B. subtilis PS216, str. RO-NN-1: B. subtilis RO-NN-1, B. amylo: B. amyloliquefaciens FZB42

これらの研究は、安部公博客員研究員および藍藻類の研究を専門とする水澤直樹教授(エネルギー獲得・低環境負荷技術の開発)との連携により行われた.

(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る。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ている。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。これらの転写因子遺伝子の大腸菌細胞内発現を網羅的に調べた結果、実際に環境変化により発現が変動することを確認し、そのパターンから転写因子を分類することができた(Yamamoto et al., 2014)。また、原子間力顕微鏡を用いた一分子解析から、転写因子 Crp による新しい転写制御システムを明らかとした(Nakano et al., 2014)。これまでに実施しているモデル細菌である大腸菌を対象とした約300種の転写因子による制御系を解析から、金属ホメオスタシスに関与する硫黄恒常性(Yamamoto et al., 2015)とpH 恒常性(Yamanaka et al., 2014)で機能する転写因子を同定した。



Apable Confidence Apable Confidence Apable Confidence C

図 2-3-2. 大腸菌の硫黄恒常性を制御する転 写因子 SutR の全ゲノム結合位置 (Yamamoto et al., 2015)

図 2-3-3. 大腸菌の pH 恒常性を制御する転写 因子 YdeO(Yamanaka et al., 2015)

機能未知転写因子YdeOが大腸菌ゲノム上で直接制御する遺伝子を同定するためChIP-chip解析を行った結果,計七箇所のYdeO結合領域を見出した.トランスクリプトーム,RT-qPCR,レポーター解析の結果より,YdeOが直接活性化する遺伝子群を同定した.これらの結果より,新しいYdeO〉GadE 転写カスケード制御とYdeO>YiiS 転写カスケード制御の存在を示した.

自然界では殆どが酸化状態で存在する硫黄は生物を構成する主要な成分であるが、生体への同化システムの全体像は明らかではない。Genomic SELEX による大腸菌の機能未知転写因子 YdcN (SutRと改名)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、大腸菌ゲノム上に SutR が硫黄還元、システイン合成、Fe-S 合成に関わる遺伝子群を制御する新しい硫黄同化レギュレーターであることを示した。SutR レギュロンは、大腸菌の自然環境中における硫黄同化を制御する新しいシステムを示唆した。

(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)

前年度に引き続き、 TiO_2 に価数の異なる金属イオン Nb^{5+} をドープした微粒子をプラズマ法で合成した。このプラズマ合成粉末は、平衡状態では約 10at.%が固溶限であるニオブが 25at.%という高濃度

まで TiO₂ 中に非平衡ドーピングされているという大きな特徴をもつ. この高濃度ニオブ添加酸化チタン粉末を高温で熱処理し, 粒径・構成相の変化, 紫外光および可視光下における光触媒活性を調べた.

熱処理前に粒径 20-30 nm であった球状粒子は、熱処理により粒成長が進行し、900℃の熱処理粉末中の粒径は約 70 nm になった.一方,ニオブ無添加 TiO_2 粉末では粒径が $1\mu\text{m}$ 以上となり,著しい粗大化の進行が見られた.粉末 X 線回折で粉末の構成相を調べると,合成粉末はアナターゼ,ルチルのみから構成されていた.700℃程度の比較的低温で熱処理した粉末では,ルチル/アナターゼ の構成比は変化しなかった.熱処理温度を上げることで,アナターゼからルチルへの相転移が始まり,900℃においてアナターゼは全てルチルに変化した.粒径変化同様,アナターゼからルチル相への相転移はニオブ添加により抑制され,転移温度が上昇した.また,熱処理温度の増加とともに固溶した Nb が脱離,析出した.750℃以上の温度で熱処理をした粉末中には,新たに TiNb_2O_7 のピークが現れた.光触媒活性を評価するため微粒子を分散したメチルオレンジ色素水溶液に可視光(波長 405 および 436 nm の混合)を照射して,色素の脱色の進行で光触媒活性を調べた.図 2-3-4 に熱処理温度と光触媒活性の関係を示す.横軸,縦軸は,それぞれ,熱処理温度, $\ln(C_0/C)$ を示している.ここで, C_0 は光照射前のメチルオレンジ水溶液の吸光度,C は照射時間 120min の吸光度である.熱処理試料では可視光下での光触媒活性が顕著になった.最も触媒活性が向上したのは 850℃で熱処理した 25at%添加 25at9%末試料であり,アナターゼからルチルへ相転移が十分に進行し,同時に 25at9%の全成し,25at9%末試料であり,アナターゼからルチルへ相転移が十分に進行し,同時に 25at9%の全成し,25at9%末試料であり,アナターゼからルチルへ相転移が十分に進行し,同時に 25at9%の生成し,25at9%末試料であり,アナターゼからルチルへ相転移が十分に進行し,同時に 25at9%の生成し,25at9%末試料であり,アナターゼからルチルへ相転移が十分に進行し,同時に 25at9%の生成し,25at9%末試料であり,アナターゼからルチルへ相転移が十分に進行し,同時に 25at9%の力は対力を対力に進行し,

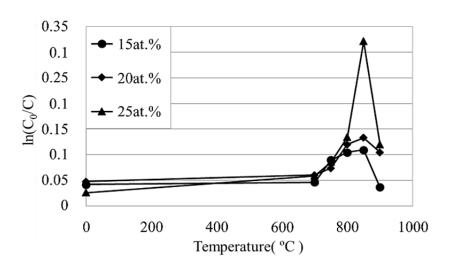


図 2-3-4. 高濃度ニオブ (15-25at.%) 添加 TiO₂粉末の 可視光照射下における光触媒活性

(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)

生分解性セグメントであるポリカプロラクトンと汎用プラスチックであるポリスチレンを構成セグメントとする ABA 型トリブロック共重合体の合成を試みた. 詳細は以下の通りである(図 2-3-5). まず、tert-ブチルジメチルシリロキシプロピルリチウム(水酸基をシリルエーテルで保護したアニオン開始剤)を用いたスチレンのリビングアニオン重合を行ったのち、シリルエーテルの脱保護反応することで、 α 末端に水酸基を有するポリスチレンを合成した. 続いて、 α 末端の水酸基を反応

開始点としてカプロラクトンの開環重合を行うことで、ポリスチレン (PS) とポリカプロラクトン (PCL) から構成される AB ジブロック共重合体を得た。この共重合体の PCL セグメント ω 末端に存在している水酸基と 2-ブロモ-2-メチルプロピオン酸クロリドとのエステル化反応により α -ブロモエステル基を導入したのち、これを反応開始点とするスチレンの原子移動ラジカル重合を行うことで、目的の ABA 型トリブロック共重合体を合成した。各反応段階において、生成ポリマーの分子量は設計値をよく一致し、分子量分布が狭いことから、一次構造の制御された共重合体の精密合成に成功した。

図2-3-5. 3種類の異なるリビング重合法を組み合わせた, 生分解性ポリカプロラクトンを含むABA型トリ ブロック共重合体の精密合成

4. 基本テーマ内および基本テーマ間の提携について

サブテーマ「細菌の環境応答機構の解析と環境浄化への応用」において、佐藤勉研究員が担当する藍藻に対する枯草菌の浄化作用の研究では、藍藻類の研究を専門とする水澤直樹研究員(基本テーマ「エネルギー獲得・低環境負荷技術の開発」)との連携により研究を推進している。本研究では、藍藻の増殖を水質の汚染指標としている。枯草菌の投入による藍藻の増殖阻害効果について意見交換を重ねることにより、両者の専門性を活かした研究が進められている。

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、可視光下の光触媒活性の発現メカニズムに関して、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 進めている.また、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」)が担当するサブテーマ「次世代有機-無機複合型太陽電池の開発」において、光電デバイスを構成する無機素材に関して連携を進めた.

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によって 合成された高分子材料について、「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、微生物を用いた毒性評価を行い、成果を収めている. さらに、研究目的で ある高分子材料の設計と生分解性評価に向けて予備調査と意見交換を行い、両者の連携を深化させ ている.

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) 藍藻が存在するガラス水槽などに spsM 変異株を添加することにより藍藻を死滅させ、さらに、水槽の水換えを行った場合でも、ガラス表面に付着した spsM 変異胞子が、発芽成長することにより、一定数の枯草菌を水槽内に保つことが可能であるか検証する必要がある. 2) 大腸菌ゲノム機能発現について、特に未解明な部分が多い細菌間コミュニケーションの制御メカニズムの解明を行う. さらに、大腸菌細胞恒常性機能を改良し、金属に関連した環境浄化などに貢献する応用への展開を検討する必要がある. 3) 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下の光触媒活性を、比較的容易な微粒子合成法であるメカノケミカル法、超音波重畳溶液法などで合成された複合酸化チタン微粒子に応用する必要がある. 4) 新規高分子化合物であるため、酵素を用いた分解反応について詳細に検討する必要がある.

6. 研究業績

(1) 佐藤 勉

論文

1) Kimihiro ABE, Yuta KAWANO, Keito IWAMOTO, Kenji ARAI, Yuki MARUYAMA, Patrick EICHENBERGER, <u>Tsutomu SATO</u>. Developmentally-regulated excision of the SPβ prophage reconstitutes a gene required for spore envelope maturation in *Bacillus subtilis*. PLoS Genet. 2014 10(10):e1004636 (査読有)

*SubtiWiki 2014 11 月の Papers of the month として紹介された.

http://subtiwiki.uni-goettingen.de/wiki/index.php/Previous_papers_of_the_month

- 1) 安部 公博, 高松 拓夫, 河野 裕太, <u>佐藤 勉</u>: 「枯草菌 SPβ ファージを介した *spsM* 遺伝子再構築機構の解析」日本ゲノム微生物学会年会,神戸大学(2015年3月8日)
- 2) 高松 拓夫, 河野 裕太, 安部 公博, <u>佐藤 勉</u>: 「枯草菌染色体上に存在する SPβ プロファージ の secondary *attB* site の解析」日本ゲノム微生物学会年会, 神戸大学(2015 年 3 月 7, 8 日)
- 3) <u>佐藤 勉</u>, 安部 公博, 河野 裕太, 岩本 敬人:「細胞分化に伴うプロファージによる遺伝子再構築」日本分子生物学会年会, パシフィコ横浜(2014年11月25日)
- 4) 安部 公博, 岩本 敬人, 津田 嵩平, 高松 拓夫, 佐藤 勉:「構造遺伝子を分断するプロファー

- ジ」ファージ研究会,三重大学(2014年9月5日)
- 5) 高松 拓夫, 河野 裕太, 安部 公博, <u>佐藤 勉</u>: 「枯草菌 SPβ の組換え関連遺伝子と att sites」ファージ研究会, 三重大学 (2014 年 9 月 4 日)
- 6) 津田 嵩平,河野 裕太,安部 公博,<u>佐藤 勉</u>:「有胞子細菌のプロファージによる遺伝子再構築の多様性」ファージ研究会,三重大学(2014年9月4日)
- 7) 安部 公博, 河野 裕太, 岩本 敬人, 高松 拓夫, 津田 嵩平, <u>佐藤 勉</u>: 「有胞子細菌の胞子形成 と遺伝子再編成」グラム陽性菌ゲノム機能会議, 鶴岡 (2014年9月4日)
- 8) 岩本 敬人,稲井 貴志,井之口 紫苑,安部 公博,<u>佐藤 勉</u>:「枯草菌胞子最外層の役割」 グラム陽性菌ゲノム機能会議,鶴岡(2014年9月4日)
- 9) 河野 裕太,高松 拓夫,安部 公博,<u>佐藤 勉</u>:「枯草菌 SPβ プロファージによる Integration/Excision の制御機構」グラム陽性菌ゲノム機能会議, 鶴岡(2014年9月4日)
- 10) 安部 公博, 河野 裕太, 高松 拓夫, <u>佐藤 勉</u>: 「枯草菌 SPβ ファージを介した *spsM* 遺伝子の再構築」微生物研究会, 東京農業大学 (2014 年 7 月 26 日)
- 11) 岩本 敬人,稲井 貴志,井之口 紫苑,安部 公博,<u>佐藤 勉</u>:「枯草菌胞子最外層の役割」微生物研究会,東京農業大学(2014年7月26日)
- 12) 津田 嵩平, 安部 公博, 佐藤 勉:「プロファージを介した遺伝子再構築の多様性」微生物研究会, 東京農業大学(2014年7月26日)

その他

1) <u>佐藤 勉</u>:「ウイルス DNA による遺伝子再構築の発見-宿主ゲノムに潜むウイルス DNA の働き-」ニュースリリース, http://www.hosei.ac.jp/NEWS/newsrelease/141010.html (2014 年 10 月 10 日)

(2) 山本 兼由

論文

- 1) <u>Yamamoto, Kaneyoshi</u>, Nakano, Masahiro, Ishihama, Akira. (2015) Regulatory role of transcription factor SutR (YdcN) in sulfur utilization in *Escherichia coli*. Microbiology 161(Pt 1):99-111. (Editor's choice) (查読有)
- 2) Yamanaka, Y., Oshima, T., Ishihama, Akira, and <u>Yamamoto, Kaneyoshi</u> (2014) Characterization of the YdeO Regulon in *Escherichia coli*. PLoS One 9(11): e111962. (査読有)
- 3) <u>Yamamoto, Kaneyoshi</u>, Nonaka, G., Ozawa, T., Takumi, K., and Ishihama, Akira. (2014) Induction of the *Escherichia coli yijE* gene expression by cystine. Biosci. Biotechnol. Biochem. 27:1-5. (查読有)
- 4) <u>Yamamoto, Kaneyoshi</u>, Watanabe, H., and Ishihama, Akira. (2014) Expression levels of transcription factors in *Escherichia coli*: growth phase- and growth condition-dependent variation of 90 regulators from 6 families. Microbiology 160(Pt 9):1903-1913. (查読有)
- 5) Nakano, M., Ogasawara, H., Shimada, Tomohiro, <u>Yamamoto, Kaneyoshi</u>, and Ishihama, Akira. (2014) Involvement of cAMP-CRP in transcription activation and repression of the *pck* gene encoding PEP carboxykinase, the key enzyme of gluconeogenesis. FEMS Microbiol. Lett. 355(2):93-99. (查読有)
- 6) <u>Yamamoto, Kaneyoshi</u> (2014) The hierarchic network of metal-response transcription factors in *Escherichia coli*. Biosci. Biotechnol. Biochem. 78(5):737-747. (査読有)

7) Kinoshita, E., Kinoshita-Kikuta, E., Shiba, A., Edahiro, K., Inoue, Y., <u>Yamamoto, Kaneyoshi</u>, Yoshida, Myu, and Tohru Koike T. (2014) Profiling of protein thiophosphorylation by Phos-tag affinity electrophoresis: evaluation of adenosine 5'-O-(3-thiotriphosphate) as a phosphoryl donor in protein kinase reactions. Proteomics 14(6):668-679. (查読有)

招待講演

- Yamamoto, Kaneyoshi. Regulation of genome expression in *Escherichia coli*. India Institute of Science Seminar, Bangalore, India, 2015.
- 2) <u>山本 兼由</u> 細胞内でレアメタルを高蓄積する大腸菌のゲノム育種とその応用, 文部科学省特別 経費プロジェクト「レアメタル戦略グリーンテクノロジー創出への学際的教育研究拠点の形成」 シンポジウム, 高知, 平成 26 年 12 月
- 3) <u>Yamamoto, Kaneyoshi</u>. Systematic analysis of the transcriptional regulatory roles of nucleoid core protein H-NS in *Escherichia coli*. 17th Transcription assembly meeting, Bangalore, India, 2014.

学会発表

- 1) 小川 綾乃, 石浜 明, <u>山本 兼由</u> 大腸菌 DNA 結合性転写因子 FimZ による定常期細胞の伸展 化機構 日本農芸化学会 2015 年度大会, 岡山, 平成 27 年 3 月
- 2) Yamanaka, Y., Winardhi, R. S., Yan, J., Kenney, L. J., Ishihama, Akira, <u>Yamamoto, Kaneyoshi</u>. Silencing of the Gad cluster genes by H-NS in *Escherichia coli*. BLAST XIII, Arizona, USA, Jan., 2015
- 3) <u>山本 兼由</u>, 山中 幸, 大島 拓, 石浜 明 細菌ヒストン様タンパク質 H-NS によるゲノム転写 制御の機能解析 第 37 回日本分子生物学会年会, 横浜, 平成 26 年 12 月
- 4) 小川 綾乃, 石浜 明, <u>山本 兼由</u> 大腸菌レスポンスレギュレーターFimZ による細胞形態制御 第 37 回日本分子生物学会年会, 横浜, 平成 26 年 12 月
- 5) 石黒 亮,渡辺 すみ子,渡邊 裕斗,<u>山本 兼由</u>,石浜 明 筋萎縮性側索硬化症の封入体成分 TDP-43 タンパク質は RNA 立体構造を認識する 第 37 回日本分子生物学会年会,横浜,平成 26 年 12 月
- 6) 吉多 美祐, 石浜 明, <u>山本 兼由</u> EvgA, RcsB, UhpA による大腸菌酸耐性のクロスレギュレーション 第11回 21世紀大腸菌研究会, 盛岡, 平成26年6月
- 7) 小川 綾乃, 石浜 明, <u>山本 兼由</u> DNA 結合性転写因子による細菌形態制御の研究 第 11 回 21 世紀大腸菌研究会,盛岡,平成 26 年 6 月
- 8) 吉岡 佐知子,小島 渓晃,<u>山本 兼由</u> 大腸菌のセシウム感受性に関与する遺伝子の探索 日本 防菌防黴学会 第 41 回年次大会,東京,平成 26 年 4 月

解説

1) <u>山本 兼由</u> (2014) 細胞内でレアメタルを高蓄積する大腸菌のゲノム育種と応用 ケミカルエンジニヤリング, 2014年4月号 (VOL.59 No.4)

その他

 Robert M. Macnab Memorial Travel Awards on The Bacterial Locomotion and Signal Transduction (BLAST) XIII, "SILENCING OF THE GAD CLUSTER GENES BY H-NS IN ESCHERICHIA COLI" presented by Yuki Yamanaka, Ricksen S Winardhi, Jie Yan, Linda J Kenney, Akira Ishihama, and <u>Kaneyoshi Yamamoto</u>, Jan., 2015

(3) 石垣 隆正

論文

- 1) Sharif Abdullah Al-Mamun, <u>Takamasa Ishigaki</u>, "Influence of Hydrogen Peroxide Addition on Photoluminescence of Y₂O₃:Eu³⁺ Nanophosphors Prepared by Laser Ablation in Water", *J. Am. Ceram. Soc.*, **97** [4], 1083-1090 (2014). (查読有)
- 2) 高橋 聡志, 打越 哲郎, 小林 清, 鈴木 達, 目 義雄, <u>石垣 隆正</u>, "静電吸着法により設計された粉末均一混合体からのランタンシリケートオキシアパタイトセラミックスの作製", *J. Soc. Inorg. Mater.*, *Jpn.*, **21**, 155-161 (2014). (査読有)
- 3) Chenning Zhang, Tetsuo Uchikoshi, Ji-Guang Li, Takayuki Watanabe, <u>Takamasa Ishigaki</u>, "Photocatalytic activities of europium (III) and niobium (V) co-doped TiO₂ nanopowders synthesized in Ar/O₂ radio-frequency thermal plasmas", *J. Alloys Compd.*, **606**, 37-43 (2014). (查読有)

- 1) Asuka Watanabe, Reiko Nakajima, <u>Takamasa Ishigaki</u>, "Nb-doped titanium oxide nanoparticles synthesized by laser ablation in liquid", 3rd Conference on Advanced Nanoparticle Generation and Excitation by Lasers in Liquids, P-14(2014年5月19日, ホテル JALCITY 松山, 松山市).
- 2) Mamoru Shida, Sharif Abdullah Al Mamun, <u>Takamasa Ishigaki</u>, "Target conditions affecting the productivity of Y₂O₃ nanoparticles by laser ablation in water", 3rd Conference on Advanced Nanoparticle Generation and Excitation by Lasers in Liquids, P-15 (2014年5月19日, ホテルJALCITY 松山, 松山市).
- 3) Sharif Abdullah Al-Mamun, <u>Takamasa Ishigaki</u>, Tetsuo Uchikoshi, Masatomo Sumiya, "Influence of surface hydrogenation on the phase formation in Y₂O₃ nanoparticles by the laser ablation in aqueous solutions", 3rd Conference on Advanced Nanoparticle Generation and Excitation by Lasers in Liquids, 3O-35(2014年5月21日,ホテル JALCITY 松山,松山市).
- 4) <u>石垣 隆正</u>,大石 晟子,"チタン源として三塩化チタンを用いて水熱合成した二酸化チタン微粒子",粉体粉末冶金協会平成 26 年度春季大会,3-22A(2014年6月4日,早稲田大学,新宿区).
- 5) Ayumu Yamasaki, <u>Takamasa Ishigaki</u>, Tetsuo Uchikoshi, "Fabrication of Textured Hematite Ceramics Using Magnetic Orientation Processing", 8th International Conference on Science and Technology for Advanced Ceramics, 25pKP15(2014年6月25日, メルパルク横浜, 横浜市).
- 6) 藤田 俊二,山崎 歩,<u>石垣 隆正</u>,打越 哲郎,"高磁場配向プロセスを用いた Ti ドープへマタイト配向焼結体の作製",日本セラミックス協会第 27 回秋季シンポジウム,3G01 (2014 年 9月11日,鹿児島大学,鹿児島市).
- 7) 打越 哲郎, 高橋 聡志, 小林 清, 鈴木 達, 目 義雄, <u>石垣 隆正</u>, "オキシアパタイト型ランタンシリケート配向バルク体の作製とその特性評価", 無機マテリアル学会第 129 回学術講演会, (36) (2014 年 11 月 21 日, アバンセホール, 佐賀市).
- 8) 中田 祐介, <u>石垣 隆正</u>, 辻本 吉廣, 張 晨寧, 打越 哲郎, "可視光活性な高濃度 Nb 添加複合酸化チタン光触媒", 第 53 回セラミックス基礎科学討論会, 2B03 (2015 年 1 月 9 日, 京都テルサ, 京都市).
- 9) 山崎 歩, 打越 哲郎, 名嘉 節, 石垣 隆正, "強磁場コロイドプロセスによるヘマタイト配向体

- の作製と異方特性評価",第 53 回セラミックス基礎科学討論会,2E05 (2015 年 1 月 9 日,京都 テルサ,京都市).
- 10) 渡部 明日香,中島 麗子,力丸 敬太,<u>石垣 隆正</u>," H_2O_2 添加水中の液相レーザーアブレーション法による TiO_2 ナノ粒子の合成",第 53 回セラミックス基礎科学討論会,2A11(2015 年 1月 9日,京都テルサ,京都市).
- 11) 角田 啓, 大澤 健男, 大橋 直樹, <u>石垣 隆正</u>, "高周波マグネトロンスパッタリング法による ZnO 薄膜の極性制御", 第 62 回応用物理学会春季学術講演会, 14a-D1-2 (2015 年 3 月 12 日, 東海大学, 平塚市).
- 12) 中浦 拓也, 原田 善之, 王 剣宇, 長田 貴弘, 関口 隆史, 知京 豊裕, 鈴木 摂, <u>石垣 隆正</u>, 角谷 正友, "MOCVD 法を用いて成長した N ドープ ZnO 膜のアニール効果", 第 62 回応用物理 学会春季学術講演会, 12a-D1-3 (2015 年 3 月 12 日, 東海大学, 平塚市).
- 13) 則 道子, <u>石垣 隆正</u>, 打越 哲郎, "均一沈殿法による Fe 及び Al ドープ ZnO 微粒子の合成", 日本セラミックス協会 2015 年年会, 1L23 (2015 年 3 月 18 日, 岡山大学, 岡山市).
- 14) 石井 沙耶花, <u>石垣 隆正</u>, "水酸化亜鉛を原料とした酸化亜鉛微粒子の水熱合成", 日本セラミックス協会 2015 年年会, 1P159 (2015 年 3 月 18 日, 岡山大学, 岡山市).

(4) 杉山 賢次

- 1) 大川 夏芽, <u>杉山 賢次</u>, 側鎖にシンナモイル基を含む両親媒性トリブロック共重合体の合成と 表面構造解析, 第 4 回 CSJ 化学フェスタ 2014, 2014 年 10 月 16 日, タワーホール船堀
- 2) 若林 佑弥, 山田 岳史, 山田 真也, <u>杉山 賢次</u>, 鎖末端にシンナモイル基及びイオン結合性パーフルオロアルキル基を有するポリスチレンの合成, 第 4 回 CSJ 化学フェスタ 2014, 2014 年 10 月 15 日, タワーホール船堀
- 3) 阿部 辰哉, 木村 謙斗, 田中 佐保里, 赤松 剛至, 富永 洋一, <u>杉山 賢次</u>, ポリエチレングリコールセグメントを有するスターポリマーの合成とイオン伝導性評価, 第4回 CSJ 化学フェスタ 2014, 2014 年 10 月 14 日, タワーホール船堀
- 4) 阿部 辰哉,木村 謙斗,田中 佐保里,赤松 剛至,富永 洋一,<u>杉山 賢次</u>,ポリエチレングリコールセグメントを有するリチウムイオン伝導性スターポリマーの合成,第 63 回高分子討論会,2014 年 9 月 25 日,長崎大学
- 5) 江頭 桜太, 井上 享一, <u>杉山 賢次</u>, 鎖末端にカルボキシ基を有するスターポリスチレンの合成と接着性評価, 第63回高分子討論会, 2014年9月25日, 長崎大学
- 6) 若林 佑弥, 山田 岳史, 山田 真也, <u>杉山 賢次</u>, 鎖末端にシンナモイル基及びイオン結合性パーフルオロアルキル基を有するポリスチレンの合成,第63回高分子討論会,2014年9月25日, 長崎大学
- 7) 大川 夏芽, <u>杉山 賢次</u>, 側鎖にシンナモイル基を含む両親媒性トリブロック共重合体の合成と 表面構造解析, 第63回高分子討論会, 2014年9月25日, 長崎大学
- 8) 大脇 由子,山田 真也,<u>杉山 賢次</u>,ポリマー鎖末端に導入された光応答基によるフィルム表面 の分子運動性の制御,第63回高分子討論会,2014年9月25日,長崎大学

第3章

プラント実現のための エコソリューション技術の活用

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。

2014 年度は、高出力密度を有するマイクロ液圧アクチュエータの開発においては、高い出力密度を持つ小形液圧駆動アクチュエータシステムの開発において、電極形状と電極対の組み合わせや構造を工夫することで ECF アクチュエータのさらなる小形化を進めるとともに、ECF の流動メカニズムの解明のために数学モデルの構築と流動シミュレーションを行った。また福祉・医療分野への応用として、マイクロ ECF アクチュエータを用いた皮膚感覚刺激装置の試作を行った。超高負荷軸流タービン円環翼列(UHLTC)をマイクロガスタービンへ適用することを目的に、最終モデルの2倍の外径(80 mm)を有する UHLTC を対象に、翼端間隙および翼形状の変化が空力性能に与える影響について実験的に調査した。マイクロファンの風量、騒音、振動評価手法の開発においては、騒音のトーン成分の評価法に関して主観実験(官能検査)手法の一つである一対比較法を用いて聴覚とトーン成分の関係を詳細に調べ、特に情報機器から生じる騒音の評価方法を確立することを目指した。アクチュエータの高性能化に関する研究においては、マルチレベル出力可能な駆動回路を試作し、その動作の確認と使用素子数の少ないレベルシフタ回路を使用することでレベルシフタ回路の面積を削減し、マルチレベル化よる回路面積増大を影響の少ない高電圧駆動回路を提案した。

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 (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。図 3-3-1 はアクチュエータの自重と出力密度の最新データによる調査結果である。領域 A の従来の液圧駆動アクチュエータは、大形化とともに出力密度が小さくなるが、液圧駆動アクチュエータは、領域 B の電気駆動アクチュエータに比べ、出力密度は一桁以上大きい。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の領域から大きく離れた領域 C に分類される。またエネルギー獲得・低環境負荷技術の開発テーマの研究グループと意見交換し、ナノ領域での生体分子モータのアクチュエータ特性と人工物アクチュエータの特性との比較も進めている。さらに機能性流体の一種である電気粘性流体 (ERF) は電気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。電場によって流体の粘度を制御できることから様々な応用が期待できる。

2014 年度はこうしたアクチュエータの特性比較を進めるとともに、機能性流体の特長を活かし、電界共役流体(ECF)と電気粘性流体(ERF)を用いたマイクロアクチュエータ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高出力密度を有する ECF アクチュエータとその応用

今年度は電極形状と電極対の組み合わせや構造を工夫することで ECF アクチュエータのさらなる小形化を進めるとともに、ECF の流動メカニズムの解明のために数学モデルの構築と流動シミュレーションを行った. また福祉・医療分野への応用として、マイクロ ECF アクチュエータを用いた皮膚感覚刺激装置の試作を行った. 図 3-3-2 に親指上の ECF アクチュエータ電極形状、図 3-3-3 に皮膚感覚刺激装置を示す. 正電極は全長 2.9 mm, 先端径 130μm の炭化タングステンの針状、負電極は厚さ 300 mm の黄銅板に 300μm の円形穴が開いている. これらの電極を組み合わせた内蔵した筐体の上部表面にシリコーン製の薄膜を成形して組み込み、ECF ジェット流の流体パワーによりわずかに突起状に変形させる構造である. 2014 年度は、印加電圧 3 kV で皮膚感覚刺激の試作装置の動作確認を行った. また成果の一部は、2014 年 10 月 22 日に台湾で開催された国際会議 18th International Conference on Mechatronics Technology 2015 で発表された.

②ERF を用いた小形ソフトブレーキの検討

マイクロマウス競技用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を提案し、その構造や動作特性を検討した。図 3-3-4 に小形 ER ブレーキの構造図、図 3-3-5 に試作したラージスケールモデルの電極対を示す。この 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 枚の円板で上下 2 層の電極対を構成する。2014 年度はラージスケールモデルの試作と動作確認を行った。また成果の一部は、2014 年 10 月 18 日に山梨県甲府市(山梨大学)で開催された日本機械学会山梨講演会で発表された。

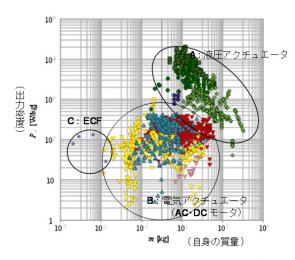
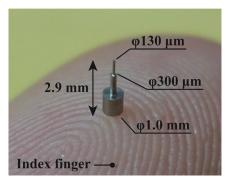
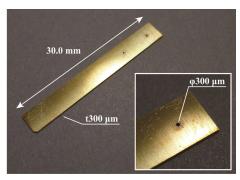


図 3-3-1. アクチュエータ質量と出力密度の比較

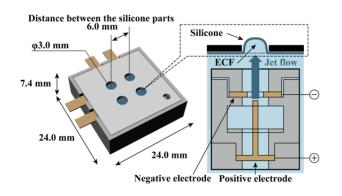


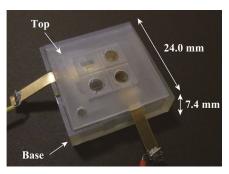


(a) 針状正電極

(b) 穴状負電極

図 3-3-2. ECF アクチュエータ電極形状





(a) 構造図

(b) 外観の写真

図 3-3-3. 皮膚感覚刺激装置

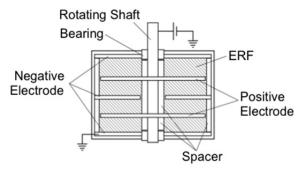
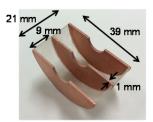
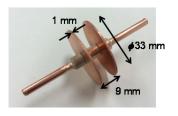


図 3-3-4. 小形 ER ブレーキの構造図



Fixed half semilunar negative electrodes



Rotating plate-shaped positive electrodes

図 3-3-5. 試作したラージスケールモデルの電極対

(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高負荷化は、翼枚数および段数の削減により、ガスタービンの軽量化および小型化を可能にする.したがって、マイクロガスタービンなどの開発および高性能化においては重要な課題となる.しかし高負荷化は、翼間圧力勾配を増大させるため、翼列流路内で発生する強い二次流れによる空力損失の増加が予測される.さらに、タービン回転動翼の先端とケーシング静止壁面間の間隙の存在は、翼面圧力差により間隙部を通過する漏れ流れを生じさせる.この漏れ流れは主流との干渉により漏れ渦を形成し損失を増加させる.

本研究では、超高負荷軸流タービン円環翼列(UHLTC)をマイクロガスタービンへ適用することを目的に、最終モデルの 2 倍の外径(80 mm)を有する UHLTC を対象に、翼端間隙および翼形状の変化が空力性能に与える影響について実験的に調査した.

①試験装置

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 3-3-6 に示す. 測定部内のタービン段は、静翼と動翼(図 3-3-7)で構成される単段軸流タービンである. 作動流体の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と放出される. 試験装置後方にはトルクメータ、減速機、サーボモータが接続されており、動翼の回転数はサーボモータにより制御した. 本研究の評価対象である 3 種類の UHLTC の動翼形状(図 3-3-8)は、圧力面(PS)は同一形状で最大翼厚が異なり、Original 翼を基準に最大翼厚を厚くした翼を Up 翼、薄くした翼を Down 翼とした. 全ての動翼において転向角 $(=\alpha+\beta)$ は 160° である. また、動翼の流路高さに対する翼端間隙高さ TCL は 2%と 3%に設定した.

②トルク性能

図 3-3-9 に 2 種類の TCL における各翼形状の修正トルク τ_c と修正回転数 N_c の関係を示す. 翼形状の変化による影響に着目すると,各 TCL で Up 翼の τ_c が最も大きく,Down 翼の τ_c が最も小さくなっている.これはそれぞれの TCL における絶対流出角が Up 翼で最大,Down 翼で最小となるためである.Up 翼において絶対流出角が最大となった要因は,他の翼形状と比較して最大翼厚が最も厚く,翼間流路後半部における翼間流路幅が狭くなり(図 3-3-8),動翼出口で最も増速するためである.つぎに,TCL の変化による τ_c への影響に着目すると,全ての翼形状で TCL の減少に伴い τ_c が増加している.この原因として,TCL の減少は翼高さの増加に加えて,翼端間隙を通過する漏れ流れの減少により翼間通過流量を増加させるためと考えられる.以上の結果から,最大翼厚の増加による絶対流出角の増加がトルクを増加させ、また,翼端間隙高さの減少は翼高さの増加に加えて翼間通過流量を増加させることが分かる.

③タービン段効率

図 3-3-10 にタービン段効率 η_c および相対流入角 γ と修正回転数 N_c の関係を示す。各 TCL において,Up 翼の η_c が最大となった。また,TCL の減少に伴い全ての翼形状で η_c が向上しており,Up 翼および Original 翼では約 4%,Down 翼では約 2%向上した。これは,図 3-3-9 に示した絶対流出角の増加に伴う τ_c の増加および空力損失の減少に起因すると考えられる。しかしながら,TCL の変化

により、Original 翼および Down 翼の η_c の大小関係が逆転している。これは、Original 翼は Down 翼と比較して、TCL の減少に伴う τ_c の増加量および空力損失の減少量が増加したためと考えられる。以上の結果から、翼形状の変化により Up 翼のタービン段効率が最高となることが分かった。また、翼端間隙高さの減少はトルクの増加および空力損失の減少により、タービン段効率を向上させることが分かった。しかしながら、今回の実験では図 3-3-10 から分かるように最大効率点のデータが取得できていない。これは、減速機の最高回転数および圧力センサの制約により初期回転数を 5000rpm以上には設定できなかったためであり、最大効率点となる γ は今回の試験範囲外にあると考えられる。したがって、試験装置の高回転化による試験範囲の拡大が重要な課題である。

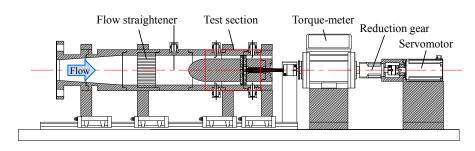


図 3-3-6. 超高負荷タービン小型円環翼列風洞試験装置

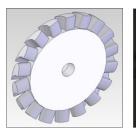




図 3-3-7. 動翼円環翼列

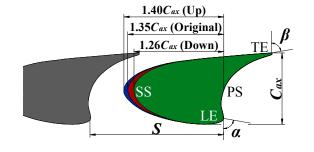


図 3-3-8. 3 種類の動翼形状

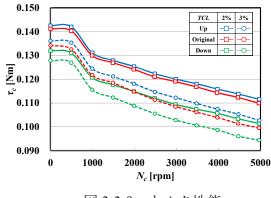


図 3-3-9. トルク性能

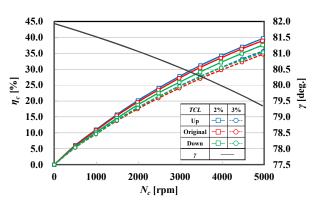


図 3-3-10. タービン段効率

(3) マイクロファンの風量、騒音、振動評価手法の開発(御法川学)

①マイクロファン騒音のトーン性評価手法に関する研究

情報機器や AV 機器から発生する騒音は,騒音レベル自体は小さいが,静粛な住環境においては 耳障りになる.この原因の主要なものに,騒音に含まれる純音(トーン)成分がある.トーン成分 は,冷却ファンやモーターの回転,構造の音響モードなどにより生じ,オーバーオール騒音レベル に対する寄与が大きいだけでなく,聴覚上も不快な成分になる.成分が聴覚に与える影響について はいくつかの評価モデルが提案されているが,複合的に発生するトーン成分についての指標はまだ 十分に吟味されていない.

そこで本研究では、トーン成分の評価法に関して主観実験(官能検査)手法の一つである一対比較法を用いて聴覚とトーン成分の関係を詳細に調べ、特に情報機器から生じる騒音の評価方法を確立することを目指した.

情報機器から生じるトーン成分の国際的な評価指標に関しては、ISO7779、ECMA-74 などに規定された、Tone to Noise Ratio(以下 TNR)(図 3-3-11)および Prominence Ratio(以下 PR)(図 3-3-12)がある.これらは、騒音の卓越周波数成分がその周辺の臨界帯域のノイズ成分に対して顕著である場合、Prominent discrete tone として区別する手法を示したものであり、注目する卓越周波数成分の定量的な指標として品質管理の点でも有用であるが、実際の騒音は複数の卓越周波数成分が存在し、騒音全体の耳障り指標としては不十分である.いっぽう、Terhardt や Aures により提案された Tonalityというトーン性指標は、騒音全体のトーン性を評価する指標として知られているが、各種の重み成分を計算する必要があり、汎用的とは言い難い.そこで、本研究では、対象騒音の卓越成分の TNRおよび PRをパワー加算して dB表示する Total Tone to Noise Ratio(以下、TTNR)および Total Prominence Ratio(以下 TPR)を提案し、騒音のトーン性との相関を官能検査によって調べた.実験は小型ファン騒音および合成音を用い、その結果、心理的なうるささ指標であるラウドネスが一定またはわずかに減少する場合でも、TTNR および TPR は、主観的なトーン性との相関が高いことがわかった.また、Tonality では感度が不十分な場合でも、TTNR および TPR は主観的なトーン性に対する感度が十分高いことがわかった.

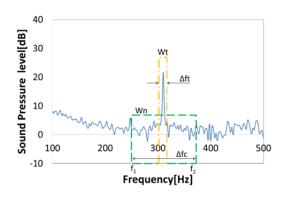


図 3-3-11. TNR の算出手法

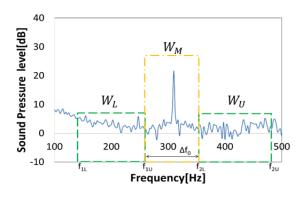


図 3-3-12. PR の算出手法

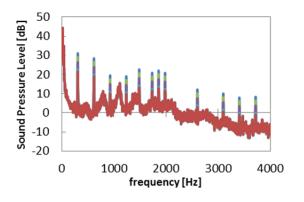


図 3-3-13. 試験に用いたファン騒音①

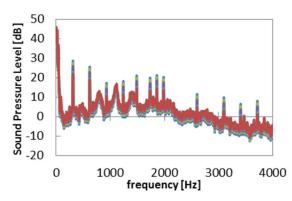


図 3-3-14. 試験に用いたファン騒音②

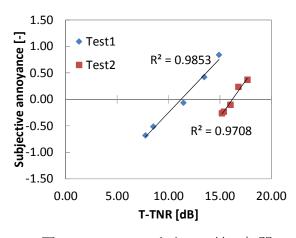


図 3-3-15. TTNR とトーン性の相関

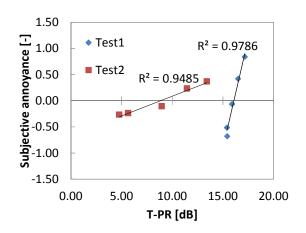
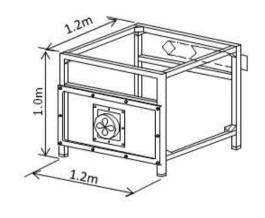


図 3-3-16. PR とトーン性の相関

②マイクロファンの騒音・振動測定評価手法に関する研究

マイクロファンの騒音および振動測定法として規定されている ISO10302-1,2 においては、音響プレナムと呼ばれるファンに空力的負荷をかけた状態で騒音および振動を計測する装置を使用することが規定されている。その際、設定風量は、プレナムの風量調整スライダを全開、80%、20%とすることとなっているが、これらが必ずしもファンの実際の動作点(筐体のシステムインピーダンス曲線との交点)を示すものではなく、またファンの設計点風量(すなわちファンの最高効率点風量)とも異なっているため、ファンの静音性能を正しく比較することができないという問題がある。そこで、上記の規格にこれらの測定点を追加することを検討している。この作業は、任意団体であるスモールファン研究会(主宰:御法川)および ECMA TC26 Acoustics - Task Group 1, Noise and vibration measurement of small air-moving device(スモールファンの騒音・振動測定、以下 TG1)(Convener:御法川)の活動として、INCE technical meeting(2014年9月開催のINTERNOISE2014と同時開催)においても議題とし、ターボ機械誌 2015年1月号の特集記事にて概説した。





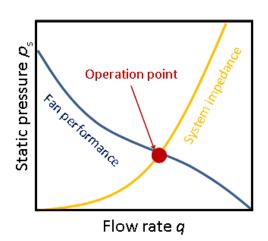


図 3-3-18. ファンの動作点

スコープ (活動範囲):

- IT 機器の冷却に使われるスモールファンの騒音・振動計測と分析に関する規格とテクニカル・レポートの開発・維持
- IT 機器の冷却に使われるスモールファンの騒音・振動問題の検討と、推奨される技術的な解決策の提案

作業項目:

- ECMA-275 の維持 (ISO の対応諸規格 ISO 10302 シリーズ Part 1, Part 2 の検討を含む)
- スモールファンからの騒音・振動に関わる技術開発と諸問題, さらには, IT 機器の効率 的な冷却のための他の関連する技術のモニタリング
- スモールファンの騒音・振動問題のための勧告, 例えば, 規格の開発

表 3-3-1. ECMA TC26-TG1 の狙いと計画

(4) アクチュエータの高性能化に関する研究(安田 彰・田沼 千秋)

①高電圧圧電駆動回路の低消費電力化

小型で低消費電力、応答速度が速く制御しやすいなどの理由からアクチュエータとして圧電素子の需要が高まっている。圧電素子は印加電圧に応じて形状を変化させることのできる素子であり、オーディオ機器、インクジェット、センサーなどに用いられている。圧電素子をアクチュエータとして駆動させるためには高電圧の駆動回路が必要であり、駆動回路は高耐圧プロセスで設計する必要がある。高耐圧のプロセスは低耐圧のプロセスに比べ、素子面積が大きく、高電圧の駆動回路は面積が大きくなる傾向にある。また、圧電素子のアクチュエータは電気的には容量性の負荷であるため、印加電圧のマルチレベル化など印加電圧の変化量が小さくなると駆動に必要電力も小さくなる。しかし、駆動回路の出力レベル数が増大すると、それに応じてMOSトランジスタの耐圧を保護するために必要なレベルシフタ回路の数も増大する。レベルシフタ回路は駆動回路の耐圧を保護しつつ、高電圧で駆動するために高耐圧プロセスで作成する必要があり、回路面積が大きくなる。

本年度は、マルチレベル出力可能な駆動回路を試作し、その動作の確認と使用素子数の少ないレベルシフタ回路を使用することでレベルシフタ回路の面積を削減し、マルチレベル化による回路面積増大を影響の少ない高電圧駆動回路を提案した.

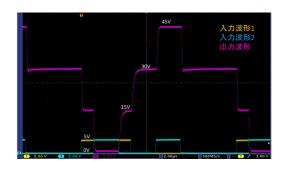


図3-3-19. 駆動回路試作評価波形

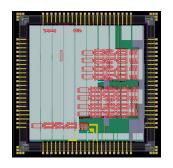


図3-3-20. 試作チップのレイアウト

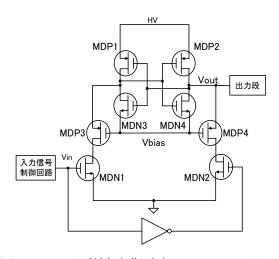


図3-3-21. 小型低消費電力レベルシフタ回路

②低消費電力デジタル直接駆動ブラシレス DC モータシステム

デジタル直接駆動技術を用いたモータ駆動システムをこれまで提案してきた.本年度は、ブラシレスDCモータシステムをベースに、デジタル直接駆動技術を適用し、速度制御を行った.デジタル直接駆動技術を用いることで、最大出力時のみならず、従来のPWMドライブ方式では効率が低下する低出力時の効率を改善することが可能となった.

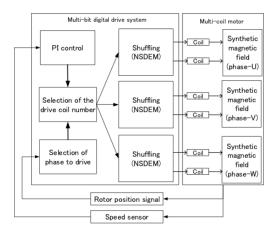


図 3-3-22. 提案するデジタル直接駆動ブライスレスモータの速度制御システム

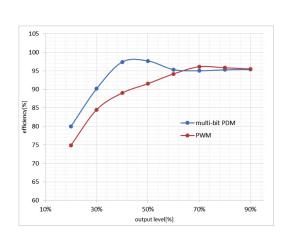


図 3-3-23. ドライバ回路の効率

③圧電 MEMS における Ar プラズマが Si 基板に及ぼす影響

Ar プラズマは、成膜プロセス技術、Micro Electro Mechanical Systems (MEMS)プロセス技術において基板表面の改質・洗浄、フォトマスクの除去、微細加工などに用いられている。Ar プラズマの照射によって Si 基板表面の結晶構造が乱れ、Ar 原子が残留することが報告されている^[1]。Ar 原子が Si 基板表面に残留すると、基板の反り、フォトマスクの発泡、薄膜のピンホールが発生する可能性があり、MEMS プロセスで問題となる^[2]。これまでの研究で、Si 基板での Ar 原子の離脱条件を確認したが、Ar 原子が Si 基板表面に残留する原因は究明できていない。

そこで、Si 基板と Al_2O_3 基板に出力 300 W で Ar プラズマ処理を 5 min 行い、オージェ電子分光法 (AES) によって Ar 原子の基板表面残留量、白色光干渉法顕微鏡によって基板の反り、X 線回折測 定によって結晶構造を測定した.

図 3-3-24 と図 3-3-25 に、Ar 原子を Si 基板表面に着脱させたサンプルを白色光干渉法顕微鏡によって測定した結果を示す。図 3-3-25 に示されるように、Si 基板は Ar 原子の着脱によって圧縮方向へ変形することが確認された。Ar 原子は Si 表面の結晶構造を破壊しているのでなく、別の原理で残留していると考えられる。

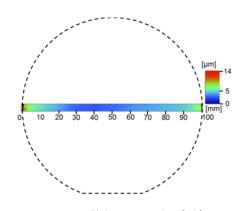


図3-3-24. Si基板の反り測定結果

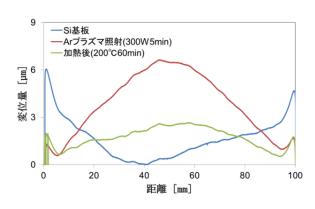


図3-3-25. Si基板の変位量測定結果

【参考文献】

- [1] O. V. Yazyev et al. Phys. Rev. Lett. 96 (2006) 157601.
- [2] T. Sakata et al. IEEJapan, (2013) 6PM3-PSS-14.

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.

基本テーマ間の連携においては、アクチュエータの超小型化に関して、基本テーマ「エネルギー獲得・低環境負荷技術の開発」における研究テーマ「大腸菌べん毛モーター」(曽和義幸准教授)の原理と機構についてディスカッションし、その評価法およびモデル作成についての助言を行った。また、マイクロファンの性能・騒音・振動測定法の開発に関する学外者との勉強会(スモールファン研究会)において、当該テーマを紹介し、応用可能性について意見交換を行った。

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、高い出力密度を持つ小形液 圧駆動アクチュエータシステムの開発において、ECF アクチュエータのさらなる小形化、高効率化 を進め、応用展開について探索する.

タービン翼列の超高負荷化においては、要素寸法や形状が流体損失に与える影響をさらに明確化 すべく、試験装置の高回転化による試験範囲の拡大が重要な課題である.

マイクロファンの風量,騒音,振動評価手法の開発においては,新たに提案された騒音のトーン 成分の評価法に関して汎用性を高めるべく,トーン成分の抽出法や各種のファン騒音に対する有用 性を確認するとともに,規格化への提案書の作成を目指す.

アクチュエータの高性能化に関する研究においては、圧電駆動回路のさらなる高電圧、低消費電力化、低消費電力デジタル直接駆動ブラシレスDCモータシステムの低出力時の効率改善などを図る. また、基本テーマ間の連携においては、アクチュエータのさらなる小型化・高効率化に関して、生体模擬利用技術の可能性を探るとともに、機械効率の計測方法などに関して協力支援を進める.

6. 研究業績

(1) 田中 豊

論文

- 1) 坂間 清子, <u>田中 豊</u>, 鈴木 隆司, 気泡除去装置の設計と評価に関する研究(第2報 スパイラル 係数を用いた放気口径と流出口径の選定), 日本フルードパワーシステム学会論文集, 45巻, 5 号, pp.79-84, 2014-9. (査読有)
- 2) <u>Yutaka Tanaka</u>, Sayako Sakama, Hiroyuki Goto, Experimental investigation of effective bulk modulus of oil with entrained air bubbles, Proceeding of The 12th International Conference on Motion and Vibration (MoVic2014), 2D22, 2014-8. (查読有)
- 3) <u>Yutaka Tanaka</u>, Sayako Sakama, Shinichi Yokota, Kazuo Nakano, Comparative Study on Performance of Fluid Power and Electric Actuators, Proceedings of the 3rd China-Japan Joint Workshop on Fluid Power, pp.53-57, 2014-8.
- 4) Hiroyuki Harada, <u>Yutaka Tanaka</u>, Stimulation Actuator for Walking Support: Two-point Threshold on Planta Pedis, Proc. ICMT2014 in Taipei, Paper-ID-65, 2014-10. (査読有)
- 5) Sayako Sakama, <u>Yutaka Tanaka</u>, Rhushi Suzuki, High Efficiency Bubble Eliminator for Hydraulic Systems, Proceedings of the 9th JFPS International Symposium on Fluid Power, Matsue, 2D1-4, pp.431-434, 2014-10. (查読有)

招待講演

- 1) <u>田中豊</u>, 特別講演・油圧技術の特徴と最新応用事例, TAMA-TLO 産学連携事業発表会 2014 資料集, 2014-12.
- 2) <u>田中 豊</u>, 油圧動力伝達システムの高強度化, 第 68 回精研シンポジウム・高機能流体アクチュエータ, pp.20-29, 2015-3.

学会発表

- 1) <u>田中豊</u>, 下薗, 平面駆動形リニアパルスモータの応答特性の改善, 第 14 回機素潤滑設計部門 講演会講演論文集, 日本機械学会[No.14-6], pp.141-142, 2014-4.
- 2) 坂間 清子, <u>田中 豊</u>, 鈴木, 気泡除去装置の形状パラメータの最適化(気泡径の違いによる比較), 平成 26 年春季フルードパワーシステム講演会講演論文集, pp.37-39, 2014-5.
- 3) 坂間 清子, <u>田中 豊</u>, 東春那, 五嶋, 油中気泡の除去が油の体積弾性係数におよぼす影響, 平成 26 年春季フルードパワーシステム講演会講演論文集, pp.40-42, 2014-5.
- 4) <u>田中豊</u>, 広く大きな六自由度の可動範囲を持つ平面運動形三脚パラレルメカニズム (新たな用途を目指して), 広域多摩地域の大学発・新技術説明会資料集, pp.3-8, 2014-8.
- 5) 坂間 清子, <u>田中 豊</u>, 鈴木, 油中気泡の分離除去システム, IFPEX2014 カレッジ研究発表展示 論文集, pp.7-8, 2014-09-17.
- 6) <u>田中 豊</u>, 坂間 清子, 五嶋, 鈴木, 油中気泡の分離除去による油圧システムの性能向上, IFPEX2014 カレッジ研究発表展示論文集, pp.9-10, 2014-09-17.
- 7) 五嶋, 坂間 清子, <u>田中 豊</u>, 気泡を含む油の体積弾性係数の測定, IFPEX2014 カレッジ研究発表展示論文集, pp.11-12, 2014-09-17.
- 8) <u>田中豊</u>,神戸,林田,横田,枝村,機能性流体による高機能メカトロシステムのデザイン, IFPEX2014 カレッジ研究発表展示論文集,pp.13-14,2014-09-17.
- 9) <u>田中豊</u>, 渡辺 幸平, 丸山 諒人, 瀬戸口 小織, 五嶋, パラレルメカニズムの産業応用に関する研究, IFPEX2014 カレッジ研究発表展示論文集, pp.14-15, 2014-09-17.
- 10) <u>田中 豊</u>,油圧の特長と最新事例の紹介,IFPEX2014「油圧の魅力とその可能性に迫る!」セミナー配布資料,pp.1-2,2014-09-19.
- 11) 渡辺 修平, 坂間 清子, 五嶋 裕之, <u>田中 豊</u>, 気泡を含む油の体積弾性係数モデルの比較, 日本機械学会山梨講演会講演論文集, pp.7-8, 2014-10.
- 12) 服部 美月, 坂間 清子, <u>田中 豊</u>, 鈴木 隆司, 気泡除去装置の流れ解析(気泡混入量の違いによる比較), 日本機械学会山梨講演会講演論文集, pp.9-10, 2014-10.
- 13) 神戸 晴夏, 坂間 清子, 外川 貴規, <u>田中 豊</u>, ER 流体を用いたマイクロロボット用制動装置の 設計, 日本機械学会山梨講演会講演論文集, pp.11-12, 2014-10.
- 14) <u>田中豊</u>, 液圧・空圧・電磁アクチュエータの特徴と性能比較(マイクロからヒュージまで), 日本機械学会 No.14-105 講習会(日本機械学会機素潤滑設計部門主催)「産業に役立つアクチュ エータ研究開発の最前線」資料, 2014-12.

解説

- 1) <u>田中 豊</u>, 巻頭言「フレッシュメンに贈る材料」,油空圧技術,53巻,4号,pp.1,2014-4.
- 2) <u>田中 豊</u>, 巻頭言・IFPEX (メーカ) 特集号発刊にあたり, 油空圧技術, 53巻, 10号, p.1, 2014-9.
- 3) <u>田中豊</u>, 巻頭言・IFPEX2014 カレッジコーナーに見る最新技術・特集号発刊にあたり,53巻,12号,p.1,2014-11.
- 4) <u>田中豊</u>, 巻頭言・「これがフルードパワーの魅力だ!」特集号発刊にあたり,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),45巻,第4号,pp.152,2014-7.(査読有)
- 5) 田中 豊, ASME/BATH FPMC2013会議におけるフルードパワー技術研究動向,フルードパワー

システム (日本フルードパワーシステム学会誌), 45巻, 第4号, pp.178-180, 2014-7. (査読有)

6) <u>田中豊</u>, 人や環境と調和したメカトロニクスの概念, 機械の研究, 第67巻, 第1号, pp.4-10, 2015-1.

その他

受賞

1) <u>田中 豊</u>, (一社) 日本機械学会機素潤滑設計部門優秀講演表彰, Evaluation of Motion with Washout Algorithm for Flight Simulator of Tripod Parallel Mechanism, 第13回機素潤滑設計部門講演会発表論文, MDTD95号, 2014年4月21日.

(2) 辻田 星歩

論文

- 1) Toshiyuki Hirano, Mizuki Takano, <u>Hoshio Tsujita</u>, Effect of double air injection on performance characteristics of centrifugal compressor, Journal of Thermal Science, Vol.24, No.1, pp.10-16, 2015. (查読有)
- 2) Masanao Kaneko, <u>Hoshio Tsujita</u>, Numerical Investigation of Influence of Tip Leakage Flow on Secondary Flow in Transonic Centrifugal Compressor at Design Condition, Proceedings of The 5th Asian Joint Workshop on Thermophysics and Fluid Science, USB, JP25, pp.1-6, 2014-9.

学会発表

- 1) 川畑 裕, 倉田 英治, <u>辻田 星歩</u>, 岩上 玲, 山方 章弘, 木村 太治, ラジアルタービンの排気 ディフューザ内の流れの挙動に関する研究, 日本機械学会東北支部第50期総会・講演会論文集, USB, No2015-1, 189, 2015-3.
- 2) 荒井 翔太, 小林 洋一, <u>辻田 星歩</u>, 超高負荷軸流タービン円環翼列の空力性能ー翼端間隙および翼形状の影響ー, 日本機械学会東北支部第50期総会・講演会論文集, USB, No2015-1, 190, 2015-3.
- 3) 高橋 良平, 小暮 啓太, <u>辻田 星歩</u>, 超高負荷タービン円環翼列内の流れの数値解析-入射角と 翼形状の影響-, 日本機械学会東北支部第50期総会・講演会論文集, USB, No2015-1, 191, 2015-3.
- 4) 金子 雅直, <u>辻田 星歩</u>, 翼端漏れ流れが設計点における遷音速遠心圧縮機内の流れの挙動に及 ぼす影響, 第27回翼列研究会講演予稿集, 2014-11.
- 5) 米村 淳, 金子 雅直, <u>辻田 星歩</u>, 超小型遠心圧縮機内部流れの数値解析-羽根車入口コーン形 状の影響-, 第42回日本ガスタービン学会定期講演会講演論文集(電子版), CD, B-5, 2014-10.
- 6) 高野 瑞樹, 平野 利幸, <u>辻田 星歩</u>, 2本の吹込みによる遠心圧縮機の性能特性に及ぼす影響について, 日本機械学会2014年度年次大会DVD, No14-1, J0530304, 2014-9.
- 7) 金子 雅直, <u>辻田 星歩</u>, 翼端漏れ流れが設計点における遷音速遠心圧縮機内の二次流れに与える影響, 日本機械学会2014年度年次大会DVD, No14-1, J0530205, 2014-9.

(3) 御法川 学

論文

1) 西口 誠人, 井土 久雄, 御法川 学, 高流速に伴い発生する合流配管における流動励起振動の特

- 徴と評価方法, 日本機械学会論文集, Vol. 80, No.812 (2014年4月)
- 2) Masato NISHIGUCHI, Hisao IZUCHI, <u>Gaku MINORIKAWA</u>, Investigation of Characteristic of Flow Induced Vibration Caused by Turbulence Relating to Acoustically Induced Vibration, Proceedings of the ASME 2014 Pressure Vessels & Piping Conference PVP2014-28600(2014 年 7 月)
- 3) 西口 誠人, 井土 久雄, <u>御法川 学</u>, 合流角度および分岐配管径が合流配管の流動励起振動に与える影響, 日本機械学会論文集, ID: 14-00413 (2015 年 2 月)

学会発表

- 1) <u>Gaku Minorikawa</u>, Wanho Jeon, Taegyun Lim and Hyongi Hong, Prediction and identification of the aerodynamic noise source on small axial fan, proceedings of NOISE-CON2014(2014 年 9 月)
- 2) Taegyun Lim, Wanho Jeon, Hyongi Hong, <u>Gaku Minorikawa</u> and Masaharu Miyahara, Computational study on the aeroacoustic characteristics of a cooling fan in notebook personal computers using CFD result, Proceedings of International Workshop on Environmental Engineering, No.109(2014年11月)
- 3) Takao Yamaguchi, <u>Gaku Minorikawa</u> and Masayuki Kihara, Study on evaluation of the pure tone for small fan, Proceedings of Internoise2014(2014年11月)
- 4) 高橋 一馬,深津 拡也,平野 利幸,<u>御法川 学</u>,小型軸流ファンの性能評価に関する研究,第 33 回数理科学講演会講演論文集(2014年8月)

招待講演

1) 白井 一弘, <u>御法川 学</u>, 新しいカテゴリーの航空機 Light Sport Aircraft, 第 52 回飛行機シンポ ジウム 特別講演 (2014 年 10 月)

解説

1) <u>御法川 学</u>, 君塚 郁夫, 中山 俊明, Ecma TC26 タスクグループ1: スモールファンの騒音・ 振動測定 設立のねらいと展望, ターボ機械 2015 年 1 月号(2015 年 1 月)

(4) 安田 彰

論文

1) Yuki Watanabe, Takahisa Kawabe, Satoshi Saikatsu, Michitaka Yoshino, and <u>Akira Yasuda</u>, A Delta-Sigma DAC with a Jitter Shaper Reducing Jitter Noise, 2014 International Conference on Analog VLSI Circuits, pp. 123-pp. 128, Oct., 2014. (查読有)

- 1) 松尾 遥,塩澤 純,中村 智寛,本山 佳樹,<u>安田 彰</u>,吉野 理貴,マルチビット駆動システム を用いたトルクむらの解消,電子情報通信学会全国大会大会,A-1-13,3月10日,2015年
- 2) 本山 佳樹,塩澤 純,中村 智寛,松尾 遥,<u>安田 彰</u>,吉野 理貴,ΔΣ変調器を用いたマルチ ビット駆動による高周波電流の低減,電子情報通信学会全国大会大会A-1-12,3月10日,2015 年
- 3) 赤松 雄貴, <u>安田 彰</u>, 吉野 理貴, 中村 有輝, 石川 悠介, 高橋 大, 遅延素子バラツキを考慮 した TDC に関する一考察, 電子情報通信学会 全国大会大会, C-12-37, 3月13日, 2015年
- 4) 中村 有輝, 渡邉 裕紀, 西勝 聡, <u>安田 彰</u>, 吉野 理貴, 遅延器を用いた TDC のノイズ低減に 関する研究, 電子情報通信学会 全国大会大会, C-12-38, 3月 13日, 2015年

- 5) 石川 武道, 吉野 理貴, <u>安田 彰</u>, 森山 誠二郎, 設計手順やノウハウのデータ管理によるデジタルスピーカシステム設計効率化の試み, 電気学会, 電子回路研究会, ECT-15-013, 1月, 2014年(高知県)
- 6) 高橋 壮佳, 戸野村 厚樹, 原島 昇, <u>安田 彰</u>, 吉野 理貴, デジタル直接駆動スピーカの大電力 化, 電子情報通信学会 ソサエティ大会大会, A-10-2, 9月24日, 2014年
- 7) 戸野村 厚樹, 高橋 壮佳, 西勝 聡, <u>安田 彰</u>, 吉野 理貴, マルチビット信号によるパラメトリックスピーカのデジタル直接駆動, 電子情報通信学会 ソサエティ大会大会, A-10-1, 9 月 24 日, 2014 年
- 8) 渡邉 裕紀, 西勝 聡, <u>安田 彰</u>, 吉野 理貴, ナイキスト周波数に零点を持たせクロックジッタ の影響を低減した Δ Σ DAC, 電子情報通信学会, 全国大会, C-12-10, 3月 18日, 2014年

著書

1) 安田 彰, 岡村 喜博, ハイレゾオーディオ技術読本, オーム社, 2014年10月

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) <u>Kimihiro ABE</u>, Yuta KAWANO, Keito IWAMOTO, Kenji ARAI, Yuki MARUYAMA, Patrick EICHENBERGER, Tsutomu SATO. Developmentally-regulated excision of the SPβ prophage reconstitutes a gene required for spore envelope maturation in *Bacillus subtilis*. PLoS Genet. 2014 10(10): e1004636. (査読有) 本論文はSubtiwiki (http://subtiwiki.uni-goettingen.de/) において, Paper of the Month (November 2014) に選ばれた.

学会発表

- 1) <u>安部 公博</u>, 高松 拓夫, 河野 裕太, 佐藤 勉: 「枯草菌 SPβ ファージを介した *spsM* 遺伝子再構築機構の解析」日本ゲノム微生物学会年会, 神戸大学(2015年3月8日)
- 2) 高松 拓夫, 河野 裕太, <u>安部 公博</u>, 佐藤 勉: 「枯草菌染色体上に存在する SPβ プロファージ の secondary *attB* site の解析」日本ゲノム微生物学会年会, 神戸大学(2015 年 3 月 7, 8 日)
- 3) 佐藤 勉, <u>安部 公博</u>, 河野 裕太, 岩本 敬人: 「細胞分化に伴うプロファージによる遺伝子再構築」日本分子生物学会年会, パシフィコ横浜(2014年11月25日)
- 4) <u>安部 公博</u>, 岩本 敬人, 津田 嵩平, 高松 拓夫, 佐藤 勉:「構造遺伝子を分断するプロファー ジ」ファージ研究会, 三重大学(2014年9月5日)
- 5) 高松 拓夫, 河野 裕太, <u>安部 公博</u>, 佐藤 勉: 「枯草菌 SPβ の組換え関連遺伝子と *att* sites」ファージ研究会, 三重大学 (2014 年 9 月 4 日)
- 6) 津田 嵩平,河野 裕太,<u>安部 公博</u>,佐藤 勉:「有胞子細菌のプロファージによる遺伝子再構築の多様性」ファージ研究会,三重大学(2014年9月4日)
- 7) <u>安部 公博</u>, 河野 裕太, 岩本 敬人, 高松 拓夫, 津田 嵩平, 佐藤 勉: 「有胞子細菌の胞子形成 と遺伝子再編成」グラム陽性菌ゲノム機能会議, 鶴岡(2014年9月4日)
- 8) 岩本 敬人,稲井 貴志,井之口 紫苑,<u>安部 公博</u>,佐藤 勉:「枯草菌胞子最外層の役割」 グラム陽性菌ゲノム機能会議,鶴岡(2014年9月4日)
- 9) 河野 裕太,高松 拓夫,<u>安部 公博</u>,佐藤 勉:「枯草菌 SPβ プロファージによる Integration/Excision の制御機構」グラム陽性菌ゲノム機能会議,鶴岡(2014年9月4日)
- 10) <u>安部 公博</u>,河野 裕太,高松 拓夫,佐藤 勉:「枯草菌 SPβ ファージを介した spsM 遺伝子の再構築」微生物研究会,東京農業大学(2014年7月26日)
- 11) 岩本 敬人,稲井 貴志,井之口 紫苑,<u>安部 公博</u>,佐藤 勉:「枯草菌胞子最外層の役割」微生物研究会,東京農業大学(2014年7月26日)
- 12) 津田 嵩平, <u>安部 公博</u>, 佐藤 勉:「プロファージを介した遺伝子再構築の多様性」微生物研究 会, 東京農業大学(2014年7月26日)

(2) 石黒 亮

学会発表

1) 石黒 亮, 渡辺 すみ子, 渡邊 裕, 山本 兼, 石浜 明: 筋萎縮性側索硬化症の封入体成分 TDP-43

- タンパク質は RNA 立体構造を認識する. 第 37 回日本分子生物学会年会(横浜)2014 年 11 月 25-27 日
- 2) 長嶺 誠和, 大瀧 菜月, 森 重之, 佐々木 麻子, 平本 真介, 春田 和彦, <u>石黒 亮</u>, 中村 義一: 抗 IL-17 アプタマーは C57BL/6J マウスにおける IL-23 誘導乾癬様皮膚炎を抑制する. 第 37 回 日本分子生物学会年会(横浜) 2014 年 11 月 25-27 日

(3) 石浜 明

論文

- 1) Kaneyoshi YAMAMOTO, Masahiro NAKANO and <u>Akira ISHIHAMA</u>: Regulatory role of transcription factor SutR (YdcN) in sulfur utilization. *Microbiology*, **161**(1), 99-111 (2015) (查読有)
- 2) Hiroshi OGASAWARA, Seina OHE and <u>Akira ISHIHAMA</u>: Role of transcription factor NimR (YeaM) in sensitivity control of *Escherichia coli* to 2-nitroimidazole. *FEMS Microbiol. Lett.* **362** (1), 1-8 (2015) (查読有)
- 3) Tyrrell CONWAY, James P. CREECY, Scott M. MADDOX, Maddox, Joe E. GRISSOM, Trevor L. CONCLE, Tyler M. SHADID, Jun TERAMOTO, Phillip San MIGUEL, Tomohiro SHIMADA, <u>Akira ISHIHAMA</u>, Hirotada MORI, and Barry L. WANNER: Unprecedented high-resolution view of bacterial operon architecture revealed by RNA sequencing. *mBio* 5(4): e01442-14 (2014) (查読有)
- 4) Yuki YAMAMOTO, Taku OSHIMA, <u>Akira ISHIHAMA</u> and Kaneyoshi YAMAMOTO: The Role of YdeO regulator for *Escherichia coli* response to acidic and anaerobic stresses. *PLoS one* **9**(11): e111962 (2014) (查読有)
- 5) <u>Akira ISHIHAMA</u>, Ayako KORI, Etsuko KOSHIO, Kayoko YAMADA, Hiroto MAEDA, Tomohiro SHIMADA, Hideki MAKINOSHIMA, Akira IWATA and Nobuyuki FUJITA: Intracellular concentrations of transcription factors in *Escherichia coli*: 65 species with known regulatory functions. *J. Bacteriol.* **196**(15), 2718-2727 (2014) (查読有)
- 6) Kaneyoshi YAMAMOTO, Hiroki WATANABE and <u>Akira ISHIHAMA</u>: Expression levels of transcription factors in *Escherichia coli*: Growth phase-dependent variation of 94 regulators from 7 families. *Microbiology* **160**(9), 1903-1913 (2014) (查読有)
- 7) Kaneyoshi YAMAMOTO, Gen NONAKA, Takahiro OZAWA, Kazuhiro TAKUMI and <u>Akira ISHIHAHMA</u>: Induction of the *Escherichia coli yijE* gene expression by involved in cystine. *Biosci. Biotechnol. Biochem.* **27**, 1-5 (2014) (查読有)
- 8) Tomohiro SHIMADA, Yukiko YAMAZAKI and <u>Akira ISHIHAMA</u>: The whole set of constitutive promoters recognized by RNA polymerase RpoD holoenzyme in *Escherichia coli. PLoS ONE* **9**(3): e90447 (2014) (查読有)
- 9) Masahiro NAKANO, Hiroshi OGASAWARA, Tomohiro SHIMADA, Kaneyoshi YAMAMOTO and <u>Akira ISHIHAMA</u>: Involvement of cAMP-CRP in transcription activation and repression of the *pck* gene encoding PEP carboxykinase, the key enzyme of gluconeogenesis. *FEMS Microbiol. Lett.* **355**(2), 93-99 (2014) (查読有)
- 10) Tomohiro SHIMADA, Kaori SHIMADA, Makoto MATSUI, Yuichiro KITAI, Jun IGARASHI, Hiroaki

- SUGA and <u>Akira ISHIHAMA</u>: Roles of cell division control factor SdiA: Recognition of quorum sensing signals and modulation of transcription regulation targets. *Genes Cells* **19**(5), 405-418 (2014) (查読有)
- 11) Omaya DUDIN, Jahannes GEISELMANN, Hiroshi OGASAWARA, <u>Akira ISHIHAMA</u>, and Stephan LACOUR: Repression of flagella genes in exponential phase by CsgD and CpxR, two crucial modulators of *Escherichia coli* biofilm formation. *J. Bacteriol.* **196**(3), 707-715 (2014) (查読有)
- 12) Akiko SHIRATSUCHI, Naoto SHIMAMOTO, Mao NITTA, Tran Quoc TUAN, Afwa FIRDAUSI, Mitsuko GAWASAWA, Kaneyoshi YAMAMOTO, <u>Akira ISHIHAMA</u> and Yoshinobu NAKANISHI: Role of σ³⁸ in prolonged survival of *Escherichia coli* in *Drosophila*. *J. Immunol*. **192**, 666-675 (2014) (查読有)

- 1) 石黒 亮,渡辺 すみ子,渡邊 裕斗,山本 兼由,<u>石浜 明</u>:筋萎縮性側索硬化症の封入体成分 TDP-43 タンパク質は RNA 立体構造を認識する.第 37 回日本分子生物学会年会,2014.11.25-27, パシフィコ横浜.
- 2) 浦野 浩行, <u>石浜 明</u>, 小笠原 寛: 異なる環境シグナルを認識するふたつの二成分制御系 YedV/YedW, CusS/CusR による共通標的遺伝子発現制御機構の解明. 第37回日本分子生物学会 年会, 2014.11.25-27, パシフィコ横浜.
- 3) 小笠原 寛, 小口 卓也, 佐野 晃太郎, 島田 友裕, <u>石浜 明</u>: CRP (cyclic AMP recepter protein) によるバイオフィルム形成調節因子 MlrA の発現制御機構の解明. 第 37 回日本分子生物学会年会, 2014.11.25-27, パシフィコ横浜.
- 4) 小川 綾乃, <u>石浜 明</u>, 山本 兼由: 大腸菌レスポンスレギュレーターFimZ による細胞形態制御. 第 37 回日本分子生物学会年会, 2014.11.25-27, パシフィコ横浜.
- 5) 山本 兼由, 山中 幸, 大島 拓, <u>石浜 明</u>:細菌ヒストン様タンパク質 H-NS によるゲノム転写 制御の機能解析. 第 37 回日本分子生物学会年会, 2014.11.25-27, パシフィコ横浜.
- 6) H. Yoshida, Tomohiro SHIMADA, Y. Maki, S. Furuike, M. Ueta, C. Wada, A. Wada, and <u>Akira ISHIHAMA</u>: Systematic search for stress-response factors influencing the 100S ribosome formation. 2014 FEBS-EMBO, 2014.8.30-9.4, Palais des Congres de Paris
- 7) 吉田秀司,島田 友裕,牧 泰史,古池 晶,上田 雅美,和田千恵子,和田 明,<u>石浜 明</u>:100S リボソーム形成に影響を与えるストレス応答因子群の探索.第 16 回 日本 RNA 学会, 2014.7.23-25,ウインク愛知・名古屋.
- 8) 吉田秀司,島田 友裕,牧 泰史,古池 晶,上田 雅美,和田千恵子,和田 明,<u>石浜 明</u>:100S リボゾーム形成に関与するストレス応答因子群の探索.第 37 回日本分子生物学会年会, 2014.11.25-27,パシフィコ横浜.
- 9) 山中 幸, 志波 優, 山本 健太郎, 川岸 郁朗, 吉川 博文, <u>石浜 明</u>, 山本 兼由: 大腸菌 GadE による核様体抑制プロモーターの活性化. 第 11 回 21 世紀大腸菌研究会, 2014.6.5-6. ホテル大 観(盛岡・岩手).
- 10) 小笠原 寛, 石塚 俊行, <u>石浜 明</u>: 大腸菌バイオフィルム形成統括制御因子 CsgD の新規発現調 節機構の探索と機能解析. 第 11 回 21 世紀大腸菌研究会, 2014.6.5-6. ホテル大観(盛岡・岩手).

11) 島田 友裕, 山崎 由紀子, 田中 寛, <u>石浜 明</u>: 大腸菌 RNA ポリメラーゼ RpoD ホロ酵素によって認識される Constitutive Promoters の探索と解析. 第 11 回 21 世紀大腸菌研究会, 2014.6.5-6. ホテル大観 (盛岡・岩手).

(4) 梅村 徹

学会発表

1) <u>Tohru UMEMURA</u>, Mayumi Kobayashi, Chiho HARA, Yoshiyuki SOWA, Ikuro KAWAGISHI: シグナル伝達分子間のクロストークを使った鞭毛の回転方向を制御する新しい方法日本生物物理学会第51回年会, 2014-9.

(5) 川岸 郁朗

論文

- 1) Hiremath, G., Hyakutake, A., Yamamoto, K., Ebisawa, T., Nakamura, T., Nishiyama, S., Homma, M., and <u>Kawagishi, Ikuro</u>: Hypoxia-induced localization of chemotaxis-related signaling proteins in *Vibrio cholerae*. *Mol. Microbiol.* **95:** 780-790 (2015). DOI: 10.1111/mmi.12887【查読有】
- 2) Tominaga, M., Kawai-Noma, S., <u>Kawagishi, Ikuro</u>, Sowa, Y., Saito, K., and Umeno, D.: Liquid-based iterative recombineering method tolerant to counter-selection escapes. *PLoS One* **10:** e0119818 (2015). DOI: 10.1371/journal.pone.0119818【查読有】
- 3) Yamamoto-Tamura, K., <u>Kawagishi, Ikuro</u>, Ogawa, N., and Fujii T.: A putative porin gene of *Burkholderia* sp. NK8 involved in chemotaxis toward β-ketoadipate. *Biosci. Biotechnol. Biochem.* **79:** 926-936 (2015). DOI: 10.1080/09168451.2015.1006571【查読有】

- 1) 川崎 一則, 稲葉 岳彦, 小林 恵美子, 西山 宗一郎, 川岸 郁朗: 大腸菌内膜における走化性レセプターTar の局在性に関する急速凍結レプリカ電子顕微鏡法による検討. 第11回21世紀大腸菌研究会, 2014年06月05日~06日, ホテル大観(岩手県盛岡市).
- 2) Nishiyama, S., Jinguji, M., and <u>Kawagishi, Ikuro</u>: In search of thermosensing regions of the multimodal sensor Tar. 日本生物物理学会第 52 回年会, 2014 年 09 月 25 日~27 日, 札幌コンベンションセンター (北海道札幌市).
- 3) Umemura, T., Kobayashi, M., Hara, C., Sowa, Y., and <u>Kawagishi, Ikuro</u>: Control of the bacterial flagellar motor by cross regulation between non-cognate two-component regulatory systems. 日本生物 物理学会第 52 回年会, 2014 年 09 月 25 日~27 日, 札幌コンベンションセンター(北海道札幌市).
- 4) Yamamoto, K., Tamai, R., Inaba, T., Sowa, Y., and <u>Kawagishi, Ikuro</u>: Expression of the xenobiotic efflux transporter AcrD is induced by the deletion of outer membrane channel gene *tolC*. 日本生物物理学会 第 52 回年会, 2014 年 09 月 25 日~27 日, 札幌コンベンションセンター (北海道札幌市).
- 5) Yamazaki, M., Yamamoto, K., Tamai, R., Sowa, Y., and <u>Kawagishi, Ikuro</u>: Dynamics of the xenobiotic efflux transporter components MdtB and MdtC in the cytoplasmic membrane of *Escherichia coli*. 日本 生物物理学会第52回年会, 2014年09月25日~27日, 札幌コンベンションセンター(北海道札幌市).
- 6) Kawasaki, K., Inaba, T., Kobayashi, E., Nishiyama, S., and Kawagishi, Ikuro: A quick-freezing replica

electron microscopic analysis for the localization of chemoreceptors on bacterial inner membranes. 日本生物物理学会第 52 回年会,2014 年 09 月 25 日 \sim 27 日,札幌コンベンションセンター(北海道札幌市).

- 7) 橋本 優, 大津 知子, 木村 祐史, 風見 紗弥香, 曽和 義幸, 瀧口 優, 安藤 太郎, 川岸 郁朗, 伊藤 博康:光渦三次元トラップで生物の回転運動を操作・計測する. 日本生物物理学会第 52 回年会, 2014年09月25日~27日, 札幌コンベンションセンター(北海道札幌市).
- 8) 小野木 汐里, 佐越 紀秋, 鈴木 大介, 西山 宗一郎, 川岸 郁朗: コレラ菌走化性受容体ホモログ MLP の温度依存的な発現制御. 第 97 回日本細菌学会関東支部総会, 2014 年 10 月 31 日, 東京ドームホテル (東京都文京区).
- 9) 沢田 孝,梅村 徹,西山 宗一郎,山本 兼由,曽和 義幸,川岸 郁朗:大腸菌ヒストン様蛋白質 H-NS によるべん毛モーター回転制御能の解析.第 97 回日本細菌学会関東支部総会,2014年 10月 31日,東京ドームホテル (東京都文京区).
- 10) 高木 智彦, 青木 里菜, 沢田 孝, 梅村 徹, 曽和 義幸, 西山 雅祥, 川岸 郁朗: 大腸菌べん毛 モーター回転に対する高圧力の影響. 第20回べん毛研究交流会,2015年3月1日~3日, 合歓の郷(三重県志摩市).
- 11) 西山 宗一郎, 小野木 汐里, 川岸 郁朗: コレラ菌走化性受容体ホモログ遺伝子発現の温度制御. 第20回べん毛研究交流会,2015年3月1日~3日,合歓の郷(三重県志摩市).
- 12) 山本 健太郎, 玉井 怜, 稲葉 岳彦, 曽和 義幸, 川岸 郁朗: 大腸菌異物排出トランスポーターの 膜内動態を探る. 第 20 回べん毛研究交流会, 2015 年 3 月 1 日~3 日, 合歓の郷(三重県志摩市).
- 13) 川岸 郁朗: RND 型異物排出系構成蛋白質の分子イメージング. 2014 年度遺伝研研究会「単細胞の増殖メカニズムの先端的研究」, 2015 年 3 月 23 日~24 日, 国立遺伝学研究所講堂(静岡県三島市).
- 14) 西山 宗一郎, 川岸 郁朗: 菌走化性受容体ホモログの培養温度依存的制御. 第88回日本細菌学会総会,2015年3月26日~28日,長良川国際会議場(岐阜県岐阜市).

(6) 島田 諭

論文

1) Mizunuma, Y., Ikeuchi, A., Yamamoto, S., Yamaguchi, Y., Satoh, T., <u>Shimada, Satoshi</u>: "Twitter Bursts: Analysis of their Occurrences and Classifications", The Eighth International Conference on Digital Society (ICDS 2014), Barcelona, Spain (2014) (査読付き論文)

学会発表

1) <u>島田 諭</u>, 大森 宏, 羽生 和紀, 山下 雅子: "位置情報付きソーシャルコンテンツの多面的な分類手法の検討", 第 7 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), 福島/郡山, 平成 27 年 (2015).

(7) 島田 友裕

論文

1) Conway, T., Creecy, J. P., Maddox, S. M., Grissom, J. E., Conkle, T. L., Shadid, T. M., Teramoto, J.,

- San, Miguel, P., <u>Shimada, Tomohiro</u>, Ishihama, A., Mori, H. and Wanner B. L. Unprecedented high-resolution view of bacterial operon architecture revealed by RNA sequencing. MBio. 5, e01442-14. (2014)
- 2) Ishihama, A., Kori, A., Koshio, E., Yamada, K., Maeda, H., <u>Shimada, Tomohiro</u>, Makinoshima, H., Iwata, A. and Fujita, N. Intracellular Concentrations of Transcription Factors in Escherichia coli: 65 species with known regulatory functions. *Journal of Bacteriology*. 196, 2718-27. (2014)
- 3) Nakano, M., Ogasawara, H., <u>Shimada, Tomohiro</u>, Yamamoto, K. and Ishihama, A. Involvement of cAMP-CRP in transcription activation and repression of the pck gene encoding PEP carboxykinase, the key enzyme of gluconeogenesis. *FEMS Microbiology Letters*. 355, 93-9. (2014)
- 4) <u>Shimada, Tomohiro</u>, Shimada, K., Matsui, M., Kitai, Y., Igarashi, J., Suga, H. and Ishihama, A. Roles of Cell Division Control Factor SdiA: Recognition of Quorum Sensing Signals and Modulation of Transcription Regulation Targets. *Genes Cells*. 19, 405-18. (2014)

学会発表

1) <u>島田 友裕</u>,山梨 智也,鮒 信学,田中 寛.大腸菌におけるメタボリックスイッチ制御機構の 解明.日本農芸化学会 2015 年度大会.

(8) 髙井 和之

論文

- 1) Alexander Panich, Vladimir Yu Osipov and <u>Kazuyuki Takai</u>, Diamagnetism of carbon onions probed by NMR of adsorbed water, New Carbon Mater., 29, 392-397 (2014) (查読有)
- 2) Takafumi Ishii, Susumu Kashihara, Yasuto Hoshikawa, Jun-ichi Ozaki, Naokatsu Kannari, <u>Kazuyuki Takai</u>, Toshiaki Enoki, Takashi Kyotani, A quantitative analysis of carbon edge sites and the estimation of carbon sheet size from the number of edge sites in high-temperature treated, non-porous carbons, Carbon, 80, 135-145 (2014) (查読有)
- 3) Kaori Sugii, <u>Kazuyuki Takai</u>, Satoshi Tsuchiya, Shinya Uji, Taichi Terashima, Hiroki Akutsu, Atsushi Wada, Shun Ichikawa, Jun-ichi Yamada, and Toshiaki Enoki, Magnetic Torque Studies of π–d System κ-(BDH-TTP)2FeX4 (X = Br, Cl), J. Phys. Soc. Jpn., 83, 023704(1-4) (2014) (查読有)
- 4) Kazumichi Yokota, <u>Kazuyuki Takai</u>, Yasuhiko Kudo, Yoshiaki Sato and Toshiaki Enoki, Polaron coupling in graphene field effect transistors on patterned self-assembled monolayer, Phys. Chem. Chem. Phys., 16, 4313-4319 (2014) (查読有)
- 5) Yoshikazu Ito, <u>Kazuyuki Takai</u>, Akira Miyazaki, Vajiravelu Sivamurugan, Manabu Kiguchi, Yoshihiro Ogawa, Naotake Nakamura, Suresh Valiyaveettil, Tomofumi Tada, Satoshi Watanabe and Toshiaki Enoki, Anomalous metallic-like transport of Co-Pd ferromagnetic nanoparticles cross-linked with π -conjugated molecules having a rotational degree of freedom, Phys. Chem. Chem. Phys., 16, 288-296 (2014) (査読有)
- 6) Kirill Bogdanov, Anatoly Fedorov, Vladimir Osipov, Toshiaki Enoki, <u>Kazuyuki Takai</u>, Takuya Hayashi, Victor Ermakov, Stanislav Moshkalev, Alexander Baranov, Annealing-induced structural changes of carbon onions: High-resolution transmission electron microscopy and Raman studies, Carbon, 73, 78-86

(2014) (査読有)

- 7) Jun-ichi Takashiro, Yasuhiko Kudo, Si-Jia Hao, <u>Kazuyuki Takai</u>, Don. N. Futaba, Toshiaki Enoki, Manabu Kiguchi, Preferential oxidation-induced etching of zigzag edges in nanographene, Phys. Chem. Chem. Phys., 16, 21363-21371 (2014) (查読有)
- 8) Jun-ichi Takashiro, Yasuhiko Kudo, Satoshi Kaneko, <u>Kazuyuki Takai</u>, Takafumi Ishii, Takashi Kyotani, Toshiaki Enoki and Manabu Kiguchi, Heat-treatment effect on the electronic and magnetic structures of nanographene sheets investigated through electron spectroscopy and conductance measurements, Phys. Chem. Chem. Phys., 16, 7280-7289 (2014) (查読有)
- 9) Si-Jia Hao, V. L. Joseph Joly, Satoshi Kaneko, Jun-ichi Takashiro, <u>Kazuyuki Takai</u>, Hitoshi Hayashi, Toshiaki Enoki and Manabu Kiguchi, Magnetic edge-states in nanographene, HNO3-doped nanographene and its residue compounds of nanographene-based nanoporous carbon, Phys. Chem. Chem. Phys., 16, 6273-6282 (2014) (查読有)
- 10) Yasuhiko Kudo, Manabu Kiguchi, Jun-ichi Takashiro, <u>Kazuyuki Takai</u>, Toshiaki Enoki, Development of edge state on graphite surface induced by Ar+ irradiation studied using near-edge X-ray absorption fine structure spectroscopy, Carbon, 72, 152-159 (2014) (查読有)

招待講演

1) <u>髙井 和之</u>, 走査プローブ顕微鏡測定の基礎とグラファイト・グラフェンへの応用, 炭素材料学会 炭素材料セミナー, 2012 年 10 月 17 日

- <u>Kazuyuki Takai</u>, Kenta Kogane, Hidekazu Touhara, Yoshiyuki Hattori, Structure and electronic properties of nanodiamond and its fluorination effect, APS March meeting, Bulletin of the American Physical Society APS March Meeting 2015 Volume 60, Number 1, BAPS.2015.MAR.L14.2, March, 2015
- 2) 梅原 太一, <u>髙井 和之</u>, ヒドラジン吸着によるグラフェンの電子輸送特性の変調, 日本物理学 会第 70 回年次大会予稿集, 21aAC-6, p1245, 2015 年 3 月
- 3) Akinori Izumiyama, <u>Kazuyuki Takai</u>, Influence of the surface structure of substrate for proximity effect on Graphene, Abstract of The 48th Fullerenes-Nanotubes-Graphene General Symposium 1P-28, p72, March 2015
- 4) Kenta Kogane, Hidekazu Touhara, Yoshiyuki Hattori, <u>Kazuyuki Takai</u>, Structure and electronic properties of nanodiamond and its fluorination effect, Abstract of The 48th Fullerenes-Nanotubes-Graphene General Symposium 1P-38, p82, March 2015
- 5) Keisuke Nakamoto, Takashi Akatsu, <u>Kazuyuki Takai</u>, Structure and electronic properties of epitaxial graphene and its molecular adsorption effect, Abstract of The 48th Fullerenes-Nanotubes-Graphene General Symposium 2P-38, p126, March 2015
- 6) Tomoki Yamashina, Takuya Isaka, Kadumi Inoue, Yoshiaki Matsuo, <u>Kazuyuki Takai</u>, Evaluation of magnetism of chemically active sites in graphene oxide / nanographene, Abstract of The 48th Fullerenes-Nanotubes-Graphene General Symposium 3P-29, p161, March 2015
- 7) Taichi Umehara, <u>Kazuvuki Takai</u>, Effect of hydrazine adsorption on Graphene FET characteristic,

- Abstract of The 48th Fullerenes-Nanotubes-Graphene General Symposium 3P-32, p164, March 2015
- 8) 黄金 健太, 東原 秀和, 服部 義之, <u>髙井 和之</u>, ナノダイヤモンドの電子物性と構造及びそのフッ素化効果, 炭素材料学会第41回年会予稿集, 1C03, p35, 2014年12月
- 9) 山科 智貴, 井坂 琢也, 井上 和美, 松尾 吉晃, <u>髙井 和之</u>, 酸化グラフェン/ナノグラフェン における化学活性点の磁性による評価, 炭素材料学会第 41 回年会予稿集, 3A03, p169, 2014 年 12 月
- 10) 黄金 健太, <u>高井 和之</u>, フッ素化によるナノダイヤモンドの構造及び, 電子物性の変化, 第 10 回ESR入門セミナー, 2014 年 5 月
- 11) 中本 健太, <u>高井 和之</u>, Magnetic properties of two-dimensional electron system using a large-area graphene, 第10回ESR入門セミナー, 2014年5月

解説

1) <u>髙井 和之</u>, グラフェンの幾何学的変調および異種物質との界面相互作用についての物理化学的 解明に基づいた新たな機能性材料の開拓, 炭素, 263 巻, 123-124 (2014)

(9) 田沼 千秋

学会発表

1) 關 雅志, <u>田沼 千秋</u>, Si, Al_2O_3 基板への Ar プラズマの影響, 第 75 回応用物理学会秋季学術講演会, 19P-S9-5,2014-9

講演

 <u>田沼 千秋</u>, インクジェットヘッドの基礎知識と開発トレンド, R&D 支援センターセミナー, 2014-12-11

(10) 常重 アントニオ

学会発表

- 1) <u>TSUNESHIGE, Antonio</u>, TOKORO, T., Insight into the origin of allostery: stepwise reconstruction of an allosteric protein from its subunits, 18th International Biophysics Congress, Aug. 3-7, 2014, Brisbane, Australia.
- 2) <u>TSUNESHIGE, Antonio</u>, SUGAWARA, K., KANAORI, K. (2014) "Functional modulation in a typical allosteric protein revisited Beyond 'T' and 'R'", *Biophysical J.* **106**, 475a. 58th Annual Meeting Biophysical Society, Feb. 15-19, 2014, San Francisco, California, USA
- 3) KURITA, Y., DOSAKA, N., <u>TSUNESHIGE</u>, <u>Antonio</u>, OKOUCHI, S. "Application of ORP (Oxidation-Reduction Potential) to freshness assessment of fresh fishes and meat", 58th Annual Meeting Biophysical Society, Feb. 15-19, 2014, San Francisco, California, USA

(11) 長井 雅子

論文

1) <u>Masako NAGAI</u>, Chika KOBAYASHI, Yukifumi NAGAI, Kiyohiro IMAI, Naoki MIZUSAWA, Hiroshi SAKURAI, Sabro NEYA, Megumi KAYANUMA, Mitsuo SHOJI, Shigenori NAGATOMO,

Involvement of Propionate Side Chains of the Heme in Circular Dichroism of Myoglobin: Experimental and Theoretical Analyses, The Journal of Physical Chemistry B, Vol. 119, pp.1275-1287, 2014-12. (查読有)

2) <u>Masako NAGAI</u>, Yukifumi NAGAI, Kiyohiro IMAI, Saburo NEYA, Circular Dichroism of Hemoglobin and Myoglobin, Chirality, Vol. 26, pp.78-82, 2014-1. (查読有)

学会発表

- 1) Shusei HASHIHARA, Miki OKUMURA, Shigenori NAGATOMO, <u>Masako NAGAI</u>, Takashi OGURA, Teizo KITAGAWA, Mafumi HISHIDA, Yasuhisa YAMAMOTO, Kazuya SAITO, Relationship between oxygen affinity and coordination state of normal or abnormal chain in half-met Hb Ms (ハーフメト Hb M における酸素親和性と正常鎖,異常鎖の配位状態との関係)(1P093),第 52 回日本生物物理 学会年会抄録集,pp.S59,2014-9(札幌).
- 2) Shigenori NAGATOMO, Yukifumi NAGAI, Yayoi AKI, Hiroshi SAKURAI, Natsumi MARUYAMA, Kiyohiro IMAI, Naoki MIZUSAWA, Takashi OGURA, Teizo KITAGAWA, <u>Masako NAGAI</u>, Function and structure of mutant hemoglobins with the proximal histidine replaced by glycine in either α or β subunit (α 鎖あるいは β 鎖の近位ヒスチジンがグリシンに置換された変異ヘモグロビンの機能と構造) (1P094), 第 52 回日本生物物理学会年会抄録集, pp.S59, 2014-9 (札幌).

(12) 長田 敏行

論文

- 1) <u>Nagata, Toshiyuki</u>, DuVal, A. and Crane, P.R.: Engelbert Kaempfer, Genemon Imamura and the origin of the name *Ginkgo. Taxon* Vol. 64, 131-136, 2015-2 (査読あり)
- 2) <u>長田 敏行</u>, Ashley DuVal, Peter R. Crane: イチョウの学名 *Ginkgo biloba* の起源, 日本植物園協会誌 Vol. 49, 65-67, 2014-12 (査読あり)
- 3) 長田 敏行, 加藤竹斎扁額から見えてきたもの, 遺伝 Vol. 68, 484-487, 2014-11

編著

- 1) Widholm, J.M., Kumlehn, J. and <u>Nagata, Toshiyuki</u> (eds.): Biotechnology in Agriculture and Forestry. Vol. 69, *Biotechnological Approaches to Barley Improvement*. (Kumlehn, J. and Stein, N. eds.) Springer-Verlag, 2014-10
- 2) Widholm, J.M., Kumlehn, J. and <u>Nagata, Toshiyuki</u> (eds.): Biotechnology in Agriculture and Forestry. Vol. 68, *Commercial Plant-Produced Recombinant Protein Products*. (Howard, J.A. and Hood, E.E. eds.) Springer-Verlag, 2014-8
- 3) Widholm, J.M., Kumlehn, J. and <u>Nagata, Toshiyuki</u> (eds.): Biotechnology in Agriculture and Forestry. Vol. 67, *Convergence of Food Security, Energy Security and Sustainable Agriculture*. (Songstad, D.D., Hatfield, J.L. and Tomes, D.T. eds.) Springer-Verlag, 2014-6

著書

1) 長田 敏行, イチョウの自然誌と文化史, p.204, 裳華房, 2014-2

招待講演

1) 長田 敏行,メンデルブドウは来日して100年を迎えた(公財)日本メンデル協会講演会、長野

県下諏訪町町民センター 2014-11

学会発表

1) <u>長田 敏行</u>, Ashley DuVal, Peter R. Crane: イチョウの学名の起源, 日本植物園協会大会, 富山市, 2014-6

その他

- 1) <u>長田 敏行</u>, メンデルブドウは小石川の地で 100 年を迎えた!, 小石川植物園後援会ニュースレター28, 1-3, 2014-6
- 2) <u>長田 敏行</u>, 公益財団法人日本メンデル協会の出発にあたって, 日本メンデル協会通信 28, 1-2, 2014-2

(13) 西村 智朗

論文

- 1) R. Matsumura, Y. Kinoshita, Y. Tojo, T. Sadoh, <u>Tomoaki Nishimura</u>, M. Miyao, Self-Organized Travelling-Zone-Melting Growth of a-Ge/Sn/c-Ge Stacked-Structures for High-Quality GeSn, ECS Journal of Solid State Science and Technology, Vol.3, pp.340-343, 2014. (查読有)
- 2) Toru Sugimachia, Yusuke Shiinaa, Daiki Aoyagia, <u>Tomoaki Nishimura</u> and Tohru Nakamura, Graphene Grown on Ion-Implanted 4H-SiC and an Effect of Pre-Plasma Treatment, MRS Proceedings, Vol 1693, 2014, DOI: http://dx.doi.org/10.1557/opl.2014.673. (查読有)

招待講演

1) <u>西村 智朗</u>, 中エネルギーイオン散乱及びラザフォード後方散乱分析用シミュレーションプログラムの開発, 領域 1 シンポジウム, 日本物理学会第 70 回年次大会 (2015 年), 22pAN-4, 2015-3.

学会発表

- 1) 甲斐田 卓也, 西片 直樹, 上岡 一馬, <u>西村 智朗</u>, 栗山 一男, 串田 一雅, 水素イオン注入 ZnO バルク単結晶中の水素の挙動: 弾性反跳分析評価, 応用物理学会秋季学術講演会講演予稿集 (CD-ROM), Vol.62nd Page.ROMBUNNO.12P-P15-3, 2015-2.
- 2) 早瀬 勝平, 吉竹 晴彦, <u>西村 智朗</u>, WANG Zhipeng, 緒方 啓典, イオン照射によるナノカーボン材料の欠陥構造の制御および One-step 電着法による Pt ナノ粒子の担持状態の解析, 応用物理学会秋季学術講演会講演予稿集(CD-ROM), Vol.62nd Page.ROMBUNNO.12P-D6-13, 2015-2.
- 3) 椎名 裕亮, 青柳 大輝, 中村 徹, <u>西村 智朗</u>, プラズマ処理によるイオン注入 4H-SiC 上の p-type グラフェン層の形成, 応用物理学会秋季学術講演会講演予稿集 (CD-ROM), Vol.75th Page.ROMBUNNO.18A-PA3-5, 2014-9.
- 4) 早瀬 勝平, 吉竹 晴彦, 緒方 啓典, <u>西村 智朗</u>, WANG Zhipeng, イオン照射した炭素材料への Pt ナノ粒子の担持およびメタノール酸化活性評価, 応用物理学会秋季学術講演会講演予稿集 (CD-ROM), Vol.75th Page.ROMBUNNO.19A-B1-9, 2014-9.

(14) 西山 宗一郎

論文

1) Geetha HIREMATH, Akihiko HYAKUTAKE, Kentaro YAMAMOTO, Tatsuaki EBISAWA, Tomoyuki

NAKAMURA, <u>So-ichiro NISHIYAMA</u>, Michio HOMMA, and Ikuro KAWAGISHI, Hypoxia-induced localization of chemotaxis-related signaling proteins in *Vibrio cholerae*, Molecular Microbiology Vol.95, No.5, pp.780-790, 2015-2. (查読有)

学会発表

- 1) <u>西山 宗一郎</u>, 小野木 汐里, 川岸 郁朗, コレラ菌走化性受容体ホモログの培養温度依存的制御, 第88 回日本細菌学会総会予稿集, pp.153, 2015-3.
- 2) 西山 宗一郎, 小野木 汐里, 川岸 郁朗, コレラ菌走化性受容体ホモログ遺伝子発現の温度制御, 2014 年度べん毛交流会, 2015-3.
- 3) <u>西山 宗一郎</u>, 神宮司 将晃, 川岸 郁朗, 多刺激受容センサーTar の温度感知領域の探索, 第 52 回日本生物物理学会年会プログラム集, S109, 2014-9.

(15) 堀切 文正

学会発表

1) <u>堀切 文正</u>, 柴田 憲治, 末永 和史, 渡辺 和俊, 野口 将希, キレート剤を用いた大口径非鉛 KNN 圧電薄膜のウエットエッチング(II), 応用物理学会講演会, 2014-9.

(16) 松川 豊

学会発表

1) 関 純一, <u>松川 豊</u>, OpenFOAM による EHD 流れの数値シミュレーション, 第 28 回数値流体力 学シンポジウム講演論文集, A04-1, 2014-12.

(17) 三浦 孝夫

論文

- 1) 加瀬 雄一郎, <u>三浦 孝夫</u>: Mining Classes by Multi-label Classification, 15th conference internationale sur l'extraction et la gestion des connaissances (EGC) 2015, Luxembourg, 平成 27 年 (2015) 1月 (査読あり論文)
- 2) 白井 匡人, 柳沢 孝, <u>三浦 孝夫</u>: Context-based Query using Dependency Structures based on Latent Topic Model, Journal on Data Semantics (JoDS) Vol. 3-3 (Sep., 2014), pp.157-168, ISSN: 1861-2032(Paper), 1861-2040 (Online), Springer Verlag, 平成 26 年(2014)9月(査読あり論文)
- 3) 白井 匡人, <u>三浦 孝夫</u>: Online Classification with Partially Labelled Texts, International Conference on Web Intelligence (WI) 2014, a special session on Complex Methods for Data and Web Mining, Warsaw, Poland, 平成 26 年(2014)8月(査読あり論文)

- 白井 匡人, 三浦 孝夫:時間変化を考慮した能動学習によるストリームのマルチラベル分類, 第7回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム(DEIM2015),福島,平成27年(2015)
 3月
- 2) 奥村 直也, <u>三浦 孝夫</u>: ニュース記事クラスタの知的ラベル付け, 第7回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム (DEIM2015), 福島, 平成27年 (2015) 3月

- 3) 濱崎 邦秀, 三浦 孝夫:最大エントロピーモデルとデータマイニングを用いた多重ラベル分類, 第7回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム(DEIM2015),福島,平成27年(2015) 3月
- 4) 森山 諒, 三浦 孝夫: 領域依存文節分かち書き規則抽出, 第7回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム(DEIM2015), 福島, 平成27年(2015)3月
- 5) 加瀬 雄一朗, <u>三浦 孝夫</u>: 多重同時関係を考慮した多重ラベル分類, 第7回データ工学と情報 マネジメントに関するフォーラム (DEIM2015), 福島 (学生プレゼンテーション賞受賞), 平成 27年 (2015) 3月
- 6) 小中 史人, <u>三浦 孝夫</u>: 語の並びを考慮した意味類似度手法の提案, 第7回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム (DEIM2015), 福島, 平成27年 (2015) 3月
- 7) 北尾 健大, 三浦 孝夫: 鏡像を利用した Q 学習の高速化, 2015 年電子情報通信学会総合大会 ISS 特別企画「学生ポスターセッション」, 滋賀県草津市, 平成 27 年 (2015)3 月
- 8) 富永 拓弥, 三浦 孝夫: リンク解析による重要段落抽出, 2015 年電子情報通信学会総合大会 ISS 特別企画「学生ポスターセッション」, 滋賀県草津市, 平成 27 年(2015) 3 月
- 9) 宮川 大毅, 三浦 孝夫: 複数プレーヤによるナッシュ均衡解, 2015 年電子情報通信学会総合大会 ISS 特別企画「学生ポスターセッション」, 滋賀県草津市, 平成 27 年(2015)3 月
- 10) 白井 匡人, 三浦 孝夫: トピックモデルに基づくニュースストリームのオンライン分類, 電子情報通信学会データ工学研究会 (DE), 情報処理学会 第 159 回データベースシステム研究会 (SIG-DBS), 情報処理学会 第 115 回情報基礎とアクセス技術研究会 (SIG-IFAT) 合同研究会, 九州大学, 福岡, 平成 26 年 (2014) 8 月
- 11) 加瀬 雄一郎, $\underline{=$ 浦 孝夫</u>:線形混合モデルによるニュースコーパスの多重ラベル分類,電子情報通信学会 知能ソフトウェア工学研究会(KBSE),東京,平成 26 年(2014)5 月

(18) 三島 友義

論文

- 1) Takeshi Tanaka, Naoki Kaneda, <u>Tomoyoshi Mishima</u>, Yuhei Kihara, Toshichika Aoki, and Kenji Shiojima, Roles of lightly doped carbon in the drift layers of vertical n-GaN Schottky diode structures on freestanding GaN substrate, Jpn. J. Appl. Phys., Vol.54, No.5, pp. 041002, 2015-3. (查読有)
- 2) Kazuhiro Mochizuki, Akihisa Terano, Takashi Ishigaki, Tomonobu Tsuchiya, <u>Tomoyoshi Mishima</u>, Naoki Kaneda, Numerical Determination of Schottky Barrier Height of Nickel/n-Type Gallium Nitride Diodes Formed on Free-standing Substrates, Journal of Modern Mathematics Frontier, Vol.3-2, pp. 29-33, 2014. (查読有)

- 1) Takuya Oikawa, Yusuke Saijo, Shigeki Kato, <u>Tomoyoshi Mishima</u>, and Tohru Nakamura, Formation of Definite GaN p-n Junction by Mg-Ion Implantation to n--GaN Epitaxial Layers Grown on a High-Quality Free-Standing GaN Substrate, IBMM2014(the 19th International Conference on Ion Beam Modification of Materials), 2014-9. (查読有)
- Hayao Kasai, Takuya Oikawa, Hiroki Ogawa, <u>Tomoyoshi Mishima</u> and Tohru Nakamura, Threshold Voltage Control of GaN MISFETs Using Tilt Angle Ion Implantation of Magnesium, IWN2014

- (International Workshop on Nitride Semiconductors), 2014-8. (査読有)
- 3) 高橋 賢伍, 野本 一貴, 三島 <u>友義</u>, 中村 徹, G自立 GaN 基板上のイオン注入縦型バイポーラトランジスタ, 応用物理学会講演会, 2014-9.
- 4) 木村 純, 葛西 駿, 中村 徹, 三島 <u>友義</u>, p-GaN 基板上自己整合型イオン注入 MISFET の高耐 圧化, 応用物理学会講演会, 2014-9.
- 5) 葛西 駿, 及川 拓弥, 木村 純, <u>三島 友義</u>, 中村 徹, Mg イオン注入を用いた GaN MISFET の ノーマリーオフ化, 応用物理学会講演会, 2014-9.
- 6) 西城 祐亮, 及川 拓弥, 加藤 茂樹, <u>三島 友義</u>, 中村 徹, n型 GaN への Mg イオン注入による pn 接合の形成, 応用物理学会講演会, 2014-9.

(19) 守吉 佑介

解説

1) <u>守吉 佑介</u>, 門間 英毅, 川島 健, ドロマイト, 耐火物誌, 耐火物技術協会, Vol.66, 364-373 (2014). (査読有)

学会発表

- 1) 栗田 善彰, 首藤 紳介, <u>守吉 佑介</u>, 大河内 正一, 水素発生期剤としての水素化ホウ素ナトリウムの美容・健康への応用, 無機マテリアル学会, 第129回学術講演会, 佐賀, 11月(2014).
- 2) 栗田 善彰,迎 洋介,首藤 紳介,<u>守吉 佑介</u>,大河内 正一,輸液の水素化に対する水素化マグネシウムの応用,無機マテリアル学会,第128回学術講演会,東京,6月(2014).
- 3) 門間 英毅, <u>守吉 佑介</u>, 川島 健, 緒方 啓典, ドロマイト $-M^{2+}$ イオン水溶液系反応, 無機マテリアル学会, 第 128 回学術講演会, 東京, 6 月 (2014).

(20) 門間 英毅

論文

1) T. Okura, K. Kawada, N. Yoshida, <u>Hideki Monma</u>, K. Yamashita: 「Synthesis and Na⁺ conduction properties of Nasicon-type glass-ceramics in the system Na₂O-Y₂O₃-R₂O₃-P₂O₅-SiO₂ (R=rare earth) and effect of Y substitution」: *Solid State Ionics*, **262**, 604-608 (2014)

学会発表

1) <u>門間 英毅</u>, 守吉 佑介, 川島 健, 緒方 啓典: 「ドロマイトー M^{2+} イオン水溶液系反応挙動(M=Zn, Pb)」第 128 回無機マテリアル学会, 東京, 2014.6.5

解説

1) 守吉 佑介, 門間 英毅, 川島 健:「ドロマイト」耐火物, 66 (8), 364-373 (2014)

(21) 山本 康博

シンポジウム論文

1) T. Furuya, T. Sato, T. Matsumura, Y. Okabe, S. Suzuki, K. Ishibashi and <u>Yasuhiro Yamamoto</u>, Crystallization Properties of CeO₂ Thin Films Deposited by MOCVD with Additional TEOS Introduction, Proc. 33rd Sympos. Mat. Sci. and Eng., Research Center of Ion Beam Technology, Hosei

- University No.33, pp. 70-76 (2015)
- 2) K. Hara, K. Kumagai, Y. Haraguchi, S. Suzuki, K. Ishibashi and <u>Yasuhiro Yamamoto</u>, Structure Evaluation of Pr Oxide Films Deposited by Sputtering, Proc. 33rd Sympos. Mat. Sci. and Eng., Research Center of Ion Beam Technology, Hosei University No.33, pp. 58-63 (2015)
- 3) Y. Arai, K. Kimata, M. Koizumi, K. Ishibashi, S. Suzuki and <u>Yasuhiro Yamamoto</u>, Continuous In-situ Resistivity Measurement of Transparent Conductive Aluminum Doped Zinc Oxide Films during Annealing in O₂ and N₂, Proc. 33rd Sympos. Mat. Sci. and Eng., Research Center of Ion Beam Technology, Hosei University No.33, pp. 64-69 (2015)
- 4) W. Sekine, T. Kashiwagi, J. Konishi and <u>Yasuhiro Yamamoto</u>, Ion Beam Induced Interfacial Amorphization in SiGe/Si, Proc. 33rd Sympos. Mat. Sci. and Eng., Research Center of Ion Beam Technology, Hosei University No.33, pp. 52-57 (2015)
- 5) K. Jujiyama, T. Ohsawa, Y. Notani, K. Hara, K. Aoki, K. Ishibashi, S. Suzuki and <u>Yasuhiro Yamamoto</u>, Electrical and Crystallization Properties of Al Doped CeO₂ Thin Films Deposited by Reactive RF Sputtering with O₂ Introduction, Proc. 33rd Sympos. Mat. Sci. and Eng., Research Center of Ion Beam Technology, Hosei University No.33, pp. 77-82 (2015)

- T. Osawa, K. Aoki, K. Fujiyama, T. Okazaki, H. Kamata, Y. Notani, K. Hara, Keiji Ishibashi, S. Suzuki and <u>Yasuhiro Yamamoto</u>, Effect of Al Doping on Crystallization and Electrical Property of CeO₂ Films Deposited by RF Magnetron Sputtering, TF-TuP10, Pacific Rim Symposium on Surfaces, Coatings and Interfaces (PacSurf 2014)
- 2) Takashi Osawa, Y. Notani, K. Hara, K. Aoki, K. Fujiyama, K. Ishibashi, S. Suzuki, and <u>Yasuhiro Yamamoto</u>, Electrical and Crystallization Properties of Al Doped CeO₂ Thin Films Deposited by Reactive RF Sputtering with O₂ Introduction,TF-TuP11, Pacific Rim Symposium on Surfaces, Coatings and Interfaces (PacSurf 2014)
- 3) 原 健太, 熊谷 健大, 原口 祐太郎, 鈴木 摂, 石橋 啓次, 山本 康博, スパッタ法により形成した Pr 酸化膜の構造評価, 第75回応用物理学会秋季学術講演会 [17p-A11-9], (2014)
- 4) 野谷 祐貴,原 健太,大澤 隆志,青木 和也,藤山 啓太,鈴木 摂,石橋 啓次,<u>山本 康博</u>, O_2 導入 Ar スパッタ法により形成した Al 添加 CeO_2 薄膜の特性評価,第 75 回応用物理学会秋季学 術講演会 [17p-A11-10], (2014)

参考資料

1. セミナー等開催記録

2014 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 |
|--------------|------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|--------------------------------|---------------------|------------------|
| 2014.7.28(月) | 法政大学 小金井 | 3D プリンタはモノづくりに「革命」を起 こすのか | 水野 操 | (有)ニコラデザイン・アンド・ テクノロジー代表取締役 | 「プラント実現 のためのエコ | |
| 弟3凹 | 第 3 回 15:00~17:00 西館 W202 教室 | エコソリューション技術に利用する 3D モノづくり手法 | 御法川 学 | 法政大学理工学部 | ソリューション 技術」 | |
| 第4回 | 法政大学 2014.11.12(水) 小金井 | | 高効率エネルギー変換社会に資す るリチウムイオン電池の展開 | 金村 聖志 | 首都大学東京都市環境科 学研究科 | 「エネルギー 獲得·低環境 |
| 55:30~17:15 | 30~17∶15 西館 W303 教室 | リチウムイオン電池の超小型化 | 栗山 一男 | 法政大学理工学部 | 負荷技術の 開発」 | |

2. 運営委員会開催記録

| 2014. 4.22 | 第 | 1 | 回運営委員会 |
|--------------|---|----|--------|
| 2014. 5.27 | 第 | 2 | 回運営委員会 |
| 2014. 6.24 | 第 | 3 | 回運営委員会 |
| 2014. 7.15 | 第 | 4 | 回運営委員会 |
| 2014. 9.30 | 第 | 5 | 回運営委員会 |
| 2014. 10. 21 | 第 | 6 | 回運営委員会 |
| 2014. 11. 18 | 第 | 7 | 回運営委員会 |
| 2014. 12. 16 | 第 | 8 | 回運営委員会 |
| 2015. 1.20 | 第 | 9 | 回運営委員会 |
| 2015. 2.24 | 第 | 10 | 回運営委員会 |
| 2015. 3.17 | 第 | 11 | 回運営委員会 |