

平成 28 年度  
公益財団法人九州先端科学技術研究所 (ISIT)  
活動報告書

Annual Report FY 2016  
Institute of Systems, Information Technologies and  
Nanotechnologies (ISIT)





# 目次

まえがき

公益財団法人九州先端科学技術研究所（ISIT）の目的及び事業（定款より）

<b>1 研究開発事業</b> .....	1
1. 1 定常型研究 .....	1
1. 2 プロジェクト型研究.....	63
1. 3 受託研究 .....	66
1. 4 共同研究 .....	66
1. 5 研究成果の公表及び特許等出願.....	67
<b>2 内外関係機関との交流及び協力事業</b> .....	68
2. 1 交流会・セミナー等の開催.....	68
2. 2 学会・協会活動及び研究会・協議会活動等.....	75
2. 3 国内・海外交流活動.....	76
2. 4 その他の共催・後援・協賛等事業.....	78
2. 5 ISIT コミュニティスペース .....	78
<b>3 コンサルティング事業</b> .....	79
3. 1 コンサルティングの方法.....	79
3. 2 事業活動状況.....	79
<b>4 情報収集・提供事業</b> .....	89
4. 1 書籍、論文資料等の整備.....	89
4. 2 広報誌 .....	89
4. 3 ホームページ.....	90
4. 4 ISIT メールマガジン .....	90
<b>5 人材育成事業</b> .....	91
5. 1 ISIT 技術セミナーの開催 .....	91
5. 2 福岡市 IoT コンソーシアム（FITCO）関連.....	91
5. 3 ビッグデータ&オープンデータ・イニシアティブ九州（BODIK）関連.....	92
5. 4 九州大学分子システムデバイス国際リーダー教育センターとの連携.....	92
5. 5 インターンシップによる人材育成.....	92
<b>6 産学連携による新産業・新事業の創出支援</b> .....	93
6. 1 研究開発拠点形成事業.....	93
6. 2 産学官連携によるイノベーション推進事業.....	93

資料集	99
組織図	100
役員（理事・監事）	101
評議員	101
研究顧問	102
賛助会員（法人会員）	103
賛助会員（個人会員）	104
理事会・評議員会開催状況	105
研究発表・論文・講演等実績 システムアーキテクチャ研究室	106
研究発表・論文・講演等実績 情報セキュリティ研究室	108
研究発表・論文・講演等実績 生活支援情報技術研究室	110
研究発表・論文・講演等実績 ナノテク研究室	111
研究発表・論文・講演等実績 有機光デバイス研究室	112
研究発表・論文・講演等実績 その他	113
研究者プロフィール システムアーキテクチャ研究室	114
研究者プロフィール 情報セキュリティ研究室	116
研究者プロフィール 生活支援情報技術研究室	118
研究者プロフィール ナノテク研究室	120
研究者プロフィール 有機光デバイス研究室	122
研究者プロフィール 産学連携ディレクター・産学連携コーディネータ	123
新聞・雑誌・テレビ報道等実績	125
プレスリリース実績	126

まえがき

現在、ICTの進化により、社会・経済の構造が日々大きく変化する「大変革時代」が到来し、また、国内外ではエネルギーや高齢化社会、自然災害や国家安全保障などの課題が増大、かつ複雑化する中で、科学技術イノベーション推進が益々重要となって来ました。このような時代を先導していくためには、自ら大きな変化を起こし、イノベーションを生み出す研究開発や新しい価値やサービスの創出にチャレンジしていくことができる組織の存在が不可欠となっています。

平成28年1月には、第5期科学技術基本計画が閣議決定され、同年の5月には、科学技術イノベーション総合戦略2016が策定されました。この中でも、未来の産業創造と社会変革に向けた新たな価値創出の取組みなどが示されました。

公益財団法人九州先端科学技術研究所は、平成27年12月に創立20周年の節目を迎えました。これを機に、新たにISITのビジョン「新海プラン2015」を示し、「価値創造に繋がる持続的イノベーションに向けて、IT/NT関連分野における高いオリジナリティがある研究及びその産業界への橋渡し」への第一歩を踏み出しております。具体的には、平成28年4月には「イノベーション推進室」を設置し、平成29年4月にはIT系の3つの研究室を「橋渡し」を重視した実証実験を中心とする「オープンイノベーション・ラボ」へと改編しました。また、平成29年6月には地方発イノベーション創出や理化学研究所との連携を強化すべく、「産学官共創推進室」を設置します。

5つの研究室体制としては、平成28年度が最後となりますので、これまでの研究開発事業に関する活動成果について総括しておきたいと思っております。

AI（人工知能）、及びビッグデータやオープンデータの利活用化に関わる研究、エクサスケールに向けた次世代スーパーコンピュータの要素技術の開発、サイバーセキュリティ対策技術の研究開発、農業・医療・介護等の生活支援に関わるIT技術の研究開発、ナノテクノロジーのバイオ・医療展開の研究開発、有機光デバイスの実用化のための共通基盤技術の開発等を行ってまいりました。

特に、IT分野では、産学官連携によるイノベーション推進事業において、福岡市と共同でIoT関連事業者・大学・金融機関等の連携からなるオープンコンソーシアム、「福岡市IoTコンソーシアム（FITCO）」を平成28年11月に設立しました。また、BODIK（ビッグデータ&オープンデータ・イニシアティブ九州：平成25年12月設立、平成29年2月改称）の活動も一層進めてまいります。

一方、NT分野では、福岡市、九州大学、（公財）九州大学学術研究都市推進機構（OPACK）の四者で連携し、企業や大学等の製品・材料等の分析・解析に関する課題の解決を支援する「よろず相談窓口」を開設し、大手企業から中小企業まで産業界の支援を行っています。

さらに、（公財）福岡県産業・科学技術振興財団（ふくおかIST）、（公財）北九州産業技術推進機構（FAIS）と連携し、「Joint-IFF」として北部九州地域の持続的な地方創生を進める事業も実施しており、ふくおかIST、九州大学学術研究・産学官連携本部（AiRIMaQ）、株式会社産学連携機構九州（九大TLO）、（公財）九州大学学術研究都市推進機構（OPACK）の五機関が連携した「ちいむ百の糸」も一層の情報提供と研究成果の公表に努めているところです。

今後とも、これまで培ってきたテクノロジーの活用や新たな研究開発事業へのチャレンジ、九州大学をはじめ関係機関との連携により、“これからも地域社会とともに”、経済社会の発展に貢献してまいりますので、皆様さまのより一層のご指導並びにご支援を賜りますようお願い申し上げます。

平成29年5月

公益財団法人九州先端科学技術研究所  
研究所長 新海 征治

## 公益財団法人九州先端科学技術研究所（ISIT）の目的及び事業（定款より）

### （目的）

第3条 この法人は、アジア太平洋を中心とした国際的な産学官の協調の下で、システム情報技術（コンピュータを活用して既存の社会システムを再構築し、円滑に運用するために必要となるシステム化技術及びその基盤となる情報技術をいう。）、ナノテクノロジーなどの先端科学技術ならびに関連する科学技術（以下「先端科学技術等」という。）の分野に関する研究開発、内外関係機関との交流及び協力、コンサルティング、情報の収集及び提供、人材育成等を行うことにより、地域の関連企業の技術力・研究開発力の向上及び先端科学技術等の発展と新文化の創造を図り、もって九州地域における先端科学技術等に係る産業の振興と経済社会の発展に資することを目的とする。

### （事業）

第4条 この法人は、前条の目的を達成するため、次の事業を行う。

- (1) 先端科学技術等の分野に関する研究開発
- (2) 先端科学技術等の分野に関する内外関係機関との交流及び協力
- (3) 先端科学技術等の分野に関するコンサルティング
- (4) 先端科学技術等の分野に関する情報の収集及び提供
- (5) 先端科学技術等の分野に関する人材育成
- (6) 先端科学技術等の分野に関する産学官連携による新産業・新事業の創出支援
- (7) 前各号に掲げるもののほか、この法人の目的を達成するために必要な事業

本活動報告書は、これらの事業に関する業務の記録です。

## 1 研究開発事業

### 1.1 定常型研究

定常型研究は ISIT の恒常的な事業であり、中長期的かつ戦略的に重要なテーマについて実施しています。

なお、定常型研究の実施についても、一部、競争的研究資金等を活用しております。競争的研究資金への応募及び実施状況は、「1.2 プロジェクト型研究」に示しています。

#### 1.1.1 システムアーキテクチャ研究室

(テーマ：社会に貢献する最先端コンピュータシステムアーキテクチャに関する研究)

情報システムは、社会基盤として生活や産業に深く関わり必要不可欠のものとなっています。さらにビッグデータやオープンデータの利活用、IoT、AI（人工知能）など情報システムの技術により社会の在り方が大きく変わろうとしています。

システムアーキテクチャ研究室（以下、本研究室）では、社会や産業界と深く関わる情報システムの技術に関し研究開発を行うとともに、共同研究などを通じ、研究成果の社会への普及を促進します。平成 28 年度は、以下の研究に取り組みました。

#### 【研究概要】

##### (1) 競争力あるシステム LSI 及び組込みシステム等の応用に関する研究

###### ・CPS (Cyber-Physical System) に向けた新しい数理モデルの開発と応用に関する研究

実世界の対象から多数のセンサにより得られる情報をコンピュータ上で分析し、分析結果を実世界の対象にフィードバックし制御を行うことで、様々な社会システムの高効率化を実現する CPS (Cyber-Physical System) と呼ばれる IT 統合システムの開発が日米欧で始まっています。CPS は社会を高効率化して便利で快適、安全安心な生活を実現する手段として期待されています。この CPS の実現においては、IoT 化されたセンサ等から収集される大量の数値情報を適切にモデル化（数理モデル化）して確度をあげて効率的に処理することが求められます。そこで本研究では、数値情報を処理する 3 つの新しい数理モデル 1) 統一モデル、2) 複合モデル、3) 統合モデルを提案しました。

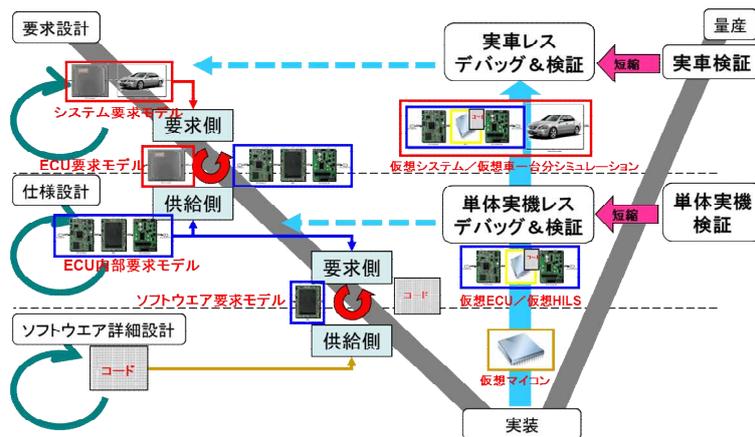
1) については「アナログ設計支援ツール（電子回路設計用ソフトウェア）」を開発しその有用性を確認しました。2) については耳鼻咽喉科の医師と共同で「無呼吸症候群圧力診断手法（医療データ解析手法）」に適用しました。3) については「ハウリングフリー補聴器」に適用し、共同研究企業において試作実証がなされました。

##### (2) カーエレクトロニクスに関わる開発の効率化に向けた研究

車の開発では、自動運転への対応など高度な運転支援や経済性の向上（低コスト化、低燃費化）、排ガス規制対応等のニーズに応えるため、電子化が進んでいます。その機能を担う車搭載の ECU (Electric Control Unit: 電子制御装置) とソフトウェアの開発には期間と開発コストが急増しており、その対応が課題となっています。

ECU の MBD (※) による開発効率化に関わる技術上及びビジネス上の課題の解決に向けたガイドの作成、実証例題の作成、及び、啓発活動等の活動効率的な開発に向けて vECU-MBD WG (virtual ECU Model-Based Development Working Group) 活動を推進しています。

vECU-MBD WG では、vECU-MBD Web サイト (<http://www.vecu-mbd.org/>) 上の公開・登録制サイト「vECU-MBD WG 一般メンバーサイト」において、本 WG で作成した仮想 ECU を用いた開発を導入するためのガイドである「ユーザ導入検討支援ガイド (第 3.1 版)」や、複数の ECU の連成で用いるネットワークのモデル試用の提供を行いました。また、平成 29 年 3 月 9-10 日開催の「オートモティブ・ソフトウェア・フロンティア 2017」にて、本研究室吉松研究員が関連する講演「クラウド活用による車載電子システムのモデルベース開発」を行いました。



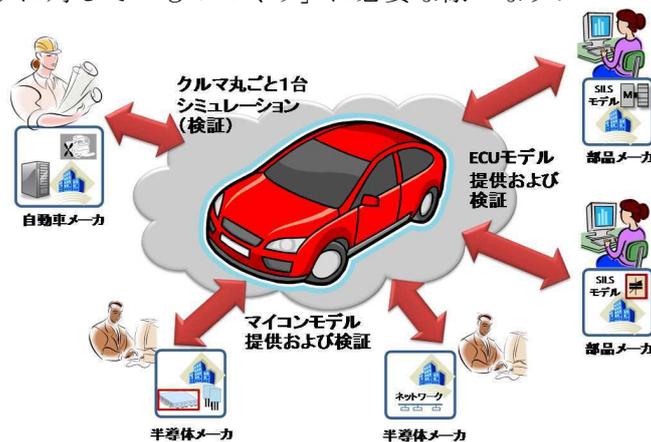
図：モデルベース開発（MBD）のイメージ

※MBD (Model-based Development : モデルベース開発) : 実機ではなくシミュレーションにより開発を行う方法。

### (3) wCloud (=Workshop Cloud : 工房クラウド) の開発と運用

wCloud は、コンピュータを用いた「ものづくり」に必要な機能及びサービスをすべてクラウド上に集結、オールインワン及びワンストップサービスで当該クラウド上での「ものづくり」を可能にするシステムと当該システムによるサービスです。wCloud では以下の 2 種類のサービスを提供し運用(平成 29 年 1 月まで)を行ってきました。同技術については、計算機を用いたモノづくりを行うユーザ（企業、大学、研究機関等の技術者、研究者）に幅広く活用され、オープンイノベーション促進に資すること念頭に、地元事業者での活用を視野に、オープン化（オープンソース化）を進めます。

- ① 計算機リソース : クラウドサービスとして「アマゾン ウェブ サービス」を活用して、ユーザに対して「ものづくり」に必要な計算機リソースを提供。
- ② ツール及び各種コンテンツ : wCloud 独自のサービスである「X”aaS (“X” as a Service)」により、ユーザに対して「ものづくり」に必要な様々なリソース「X」を提供。



図：wCloudのイメージ

### (4) Lab.Cloud (=Laboratory Cloud : ラボクラウド) の開発と運用

Lab.Cloud は、システムアーキテクチャ研究室が開発、運用する教育向けのクラウドサービスです。大学の教員、学生、研究者が求める機能をすべてクラウド上に集結し、オールインワン&ワンストップサービスで、学習・教育・研究を可能とするサービスを提供し運用(平成 29 年 3 月まで)を行ってきました。同クラウドサービスの開発や運用で得られた技

術や知見は、地元事業者へ展開するとともに、同クラウドサービスの技術は、計算機を用いたモノづくりを行うユーザ（企業、大学、研究機関等の技術者、研究者）に幅広く活用され、オープンイノベーション促進に資すること念頭に、オープン化（オープンソース化）を進めます。

- ・ ビデオ教材（講義動画）視聴、クイズ形式の小テスト、掲示板による Q&A やディスカッション等を行うためのソフトウェア（サービス）を提供。
- ・ 仮想的な「演習・実習・実験室」「研究室」に必要なツールやサービスを提供する。
- ・ アバター（講義者の分身キャラクター）を用い、面倒なビデオ撮影を行うことなく、講義動画を教師が容易に作成可能とするソフトウェアを提供。現在、地場IT企業の（株）Fusicが当サービスを利用し、平成26年10月から九州大学へ仮想的な演習・研究室環境を提供しています。
- ・ 平成27年度に引き続き平成28年度も、Lab.Cloudの開発や運用で得た知見を活用し企業と共同でMOOC※1やSPOC※2を提供するためのプラットフォームの開発を行いました。

※1 MOOC (Massive Open Online Course) : オンラインで不特定多数の受講者を対象に、無償講義動画を提供し教育を行う教育方法。

※2 SPOC (Small Private Online Course) : オンラインで学内や企業内の受講者を対象に講義動画を提供し教育を行う教育方法。



図：クラウドを活用した講義環境システム（Lab.Cloud）

#### (5) 「BODIC.org」の開発と運用

近年、利活用の需要が高まっているビッグデータの収集・蓄積・分析や、政府や自治体が所有するオープンデータを活用するためのシステムを開発し、BODIC.org上で自治体等のオープンデータの提供を行いました。

本システムでは、ユーザが自由にデータを追加する事ができ、追加したデータはインターネット上で1つのデータベースとして検索が可能になります。他のWebサービスと簡単に連携させることができるため、本システムを利用した新たなサービスを作成することが可能です。

ビッグデータ&オープンデータを活用した豊かで活力のある地域社会の実現を目指し、本システム（BODIC.org）と「ビッグデータ&オープンデータ・イニシアティブ九州（BODIK）」が運用する「自治体向け無償のデータカタログサイト BODIK ODCS (Open Data Catalog Site)」を統合したプラットフォームの検討を行いました。

#### (6) AI（人工知能）、及び、ビッグデータやオープンデータの利活用化に関わる研究

近年、ビッグデータやオープンデータの利活用において、機械学習を用いた自動化や高度化がアカデミア、産業界で大きな関心を集めています。機械学習を用いたビッグデータやオープンデータの解析や、解析結果のフィードバックへの適用により、様々な産業分野で効率化や高度化の実現が期待されています。

本研究室では、平成 27 年度に AIBOD (人工知能 & ビッグデータ・オープンデータ) 事業室を発足し、人工知能(AI) とビッグデータやオープンデータ (Big data & Open Data) の利活用化に関わる研究や開発に取り組んでいます。

平成 28 年度は、企業と共同で「人工知能/機械学習を用いたツール&データプラットフォーム」の実現に向けたプラットフォームの POC (概念実証:Proof Of Concept) 実験や、大学と共同で「行動センシング・システムに関する研究」等の共同研究を行いました。

#### (7) エクサスケールに向けた次世代スーパーコンピュータの要素技術の開発

エクサフロップス (100 京演算/秒) 級のスーパーコンピュータの研究開発が日本や世界で展開されています。その開発では、高性能化、低消費電力、低故障率など多くの困難な技術課題があり、今までに無い新しい発想に基づく基盤要素技術が求められています。

本研究室では、大規模システムが持つ性能を十分に発揮させるため、重要となるプログラムの最適化技術や高度な通信処理技術について研究開発を行っています。

このような背景のもと、平成 28 年度は、エクサスパコンの実現と活用に重きを置き、3つの研究領域を定め、それぞれの領域で以下のキーテクノロジーとなる基盤技術の研究開発や、技術課題についての調査検討を行いました。

領域 1 次世代の先進的アプリケーションの最適化に関する研究開発

- ・動的最適化技術及びノード間通信技術
- ・コンパイラ最適化処理による実行性能向上度の推定技術開発

領域 2 次世代システムの高性能化に関する研究開発

- ・高性能インターコネクタ通信技術の開発
- ・エクサスケール環境のアプリケーション性能予測技術

領域 3 エクサフロップス級スーパーコンピュータに向けた基盤要素技術の研究開発

- ・エクサスケール向け通信ライブラリの開発と高度利用技術

これらの研究については、企業からの受託研究、大学等とのプロジェクト型研究、企業との共同研究も活用して実施しております。

#### (8) 本研究室におけるプロジェクト型研究・共同研究・受託研究・科学研究費補助事業について (まとめ)

「(1) 競争力あるシステム LSI 及び組込みシステム等の応用に関する研究」に関するもの

- ・地域イノベーション戦略の中核を担う研究者の集積 (JST) : 1. 2. 2 平成 28 年度に実施したプロジェクト P. 64, No. 2

「(3) wCloud (=Workshop Cloud : 工房クラウド) の開発と運用) 及び (4) Lab. Cloud (=Laboratory Cloud : ラボクラウド) の開発と運用)」に関するもの

- ・次世代デジタルラーニングシステムの開発 (企業) : 1. 3 受託研究 P. 66, No. 2
- ・見守りシステム実証 (企業) : 1. 3 受託研究 P. 66, No. 3
- ・MOOC、及び、SPOCに向けたプラットフォーム技術の開発 (企業) : 1. 4 共同研究 P. 66, No. 9
- ・wCloudのプラットフォームツール及びオープンデータ等に関する研究 (企業) : 1. 4 共同研究 P. 67, No. 14
- ・クラウド上における情報システムの革新的な利活用方法についての共同開発 (企業) : 1. 4 共同研究 P. 67, No. 16

「(5) 「BODIC.org」の開発と運用) 及び「(6) AI (人工知能)、及び、ビッグデータやオープンデータの利活用化に関わる研究」に関するもの

- ・ビッグデータ、オープンデータ、及びAIの利活用化に関する研究 (企業) : 1. 4 共同研究 P. 66, No. 8

「(6)AI (人工知能)、及び、ビッグデータやオープンデータの利活用化に関わる研究」に

関するもの

- ・行動センシング・システムに関する研究：1. 4 共同研究 P.67, No.23
- 「(7) エクサスケールに向けた次世代スーパーコンピュータの要素技術の開発」に関するもの
- ・次世代スーパーコンピュータに関する研究開発（企業）：1. 3 受託研究 P.66, No.1
- ・実行時の状況に応じてパケット送信間隔を動的に制御する通信最適化技術（JST）：
  1. 2 プロジェクト型研究 P.64, No.1
- ・コンパイラ最適化技術の開発（企業）：1. 4 共同研究 P.66, No.1

### 【研究詳細】

#### (1) 競争力あるシステム LSI 及び組込みシステム等の応用に関する研究

##### CPS (Cyber-Physical System) に向けた新しい数理モデルの開発と応用に関する研究

実世界の対象から多数のセンサにより得られる情報をコンピュータ上で分析し、分析結果を実世界の対象にフィードバックし制御を行うことで、様々な社会システムの高効率化を実現するCPS (Cyber-Physical System) は、分かりやすく言い換えるとすれば、高度なシミュレーションの応用技術となります。現実世界の制御対象のさまざまな状態を数値化し、定量的に分析することで、従来経験と勘でしかわからなかった熟練者の知見（たとえばアナログ設計や医療診断のノウハウ）を引き出して、非熟練者でも最適解を導き出す仕組みのことで、その成否の鍵は現実世界をコンピュータが扱いやすくする「数理モデル」にあります。

モデル化の工程は、基本的に仮説と検証からなります。仮説を微分方程式で記述し、得られたデータの組合せの中から主要因子を抜き出す統計解析の手法を用いて検証する方法が使われます。これまでは、膨大なデータから人間が気づくことができない仮説に対してはモデル化することができませんでした。近年、人工知能 (AI) 技術が進化し、ディープラーニング (DL) 等の手法を用いることで、人間が仮説を立てることができなくても、機械的に特徴量を引き出すことが可能となりました。しかしながら、このような統計処理や AI 技術からは見出せない数理モデル、すなわち、学問の深化や人間の直観によってのみ見出すことができるタイプの数理モデルも依然として存在し、多数発見されています。新しい数理モデルの作成（発見）は、これらが融合して進んでいくものと考えられます。

このような背景のもと、本研究では、図に示した3つのタイプの新しい数理モデルをたてて具体的なツールやデバイス等で検証を行いました。



図：新しい数理モデルの開発

タイプ1の数理モデルは、現象は連続でも、現象に境界（しきい値）があり、その前後で適用できる法則が異なる場合の数理モデル（異なる階層をつなぐ統一モデル）です。本研究では、拡散電流と移流（ドリフト）電流をもつトランジスタの電流にこの統一モデルを使い、アナログ回路設計で多くのトレードオフ仕様に対する最適解を得る手法に応用しました。

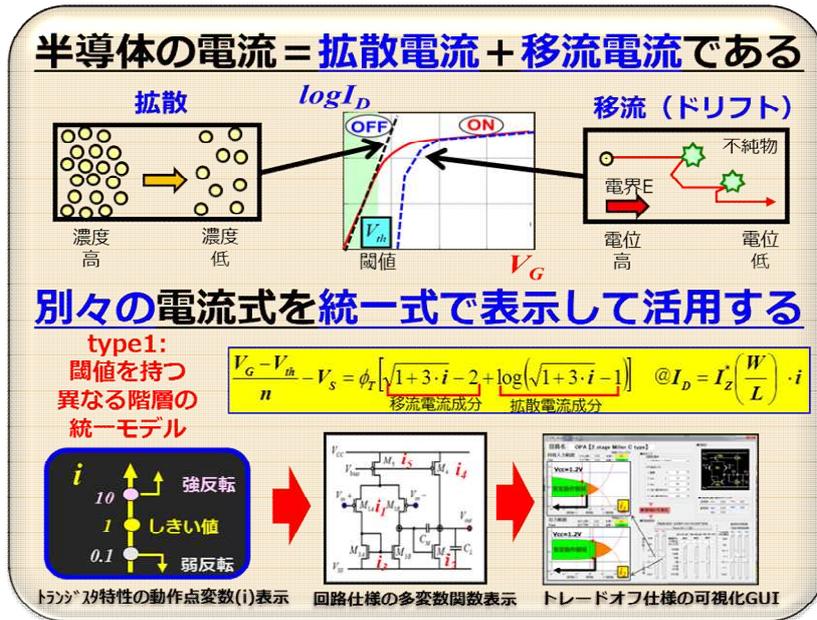
タイプ2の数理モデルは、統計解析で抽出された主要因子の中で、物理法則で表現できる因子は物理式（大抵は非線形）に置き換えて確度をあげていこうとする複合モデルです。本研究では、無呼吸症候群の治療器CPAP（Continuous Positive Airway Pressure）の圧力を、数十の検査項目から主要因子を抽出した結果に対して適用し、実際の治療で検証しました。

タイプ3の数理モデルは、物理学と脳科学という異分野の知見をつなぐ統合モデルです。本研究では、ハウリングという発生原理のよく知られた現象について、現象を完全に断つ動作時に派生する不具合を、ひとの脳機能の特性を利用して緩和する効果を、補聴器に適用して確かめました。

#### (1-1) タイプ1の応用：作る技術(設計) ⇒アナログ設計支援ツール(電子回路設計用ソフトウェア)

タイプ1の応用として我々は、従来、しきい値の前後で別々であったトランジスタ電流式を、「反転度」という無次元変数を新しい指標とした統一式を出発点にしました。この統一式は「電圧＝・・・」の式で、従来の「電流＝・・・」の形には変形できません。しかし電流を先に決めて電圧を設定するアナログ回路設計者には非常に使いやすい式とすることができます。さらに、本モデルの特徴は、統一理論による精確な統一式であるのみならず、10以上で強反転、0.1以下で弱反転、その間が中間状態である穏反転を示す、「反転度」という直観的な変数を用いている所にあります。「反転度」とは電流をしきい値の電流値で割った無次元の指標でトランジスタの動作点（しきい値の動作点は1）を表現します。本統一モデルによって、設計者は、トランジスタのしきい値を意識すること無く、回路に使用する各トランジスタがどの動作状態であるかを容易に机上計算で確認し、温度やプロセスが変わった時の検証ができるようになります。

さらに、種々のアナログ要素回路の特性やアナログ要素回路を組み合わせたシステムの特性は、この「反転度」を用いて表すことができます。すなわち、本モデルを用いると、回路の最適化問題が、各トランジスタの反転度を変数とする多変数関数の最適化問題に帰着させることが可能になります。これが「反転度」導入の有用性のひとつです（[1]-[3]）。我々はこの数理モデルをさらに進めて、多様なトレードオフ特性を、反転度をスライダで動かして動的に解領域を可視化するGUIツールを作成し、詳細な回路シミュレーションを行う前に要求仕様に対する最適化領域が見渡せる、アナログ設計支援ツールとして完成させました（[4][5]）。



図：タイプ1の応用：作る技術(設計)としてのアナログ設計ツール

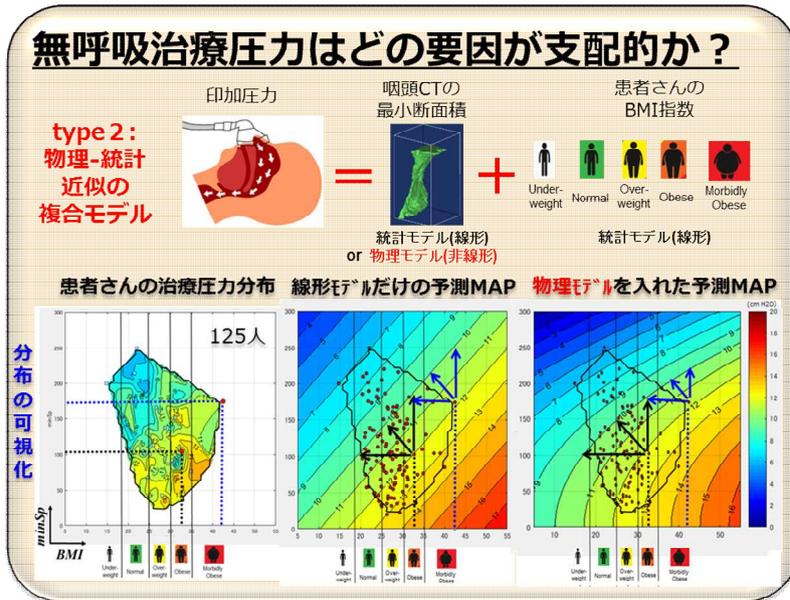
(1-2) タイプ2の応用：診る技術(医療) ⇒ 無呼吸症候群圧力診断 (医療データ解析手法)

タイプ2の応用として我々は、無呼吸症候群の標準治療として使われる CPAP と呼ばれる治療器の初期圧設定について、耳鼻咽喉科の医師と共同研究を行いました ([6][7])。

CPAP の初期圧力は、通常 PSG (Polysomnography) と呼ばれる最低一泊の終夜検査から設定値を割出します。しかし時間とコストの負担が医師と患者双方にかかり、また単発検査であるため患者の体調などによるデータばらつきが大きいという問題点がありました。近年機器の改良が進み、患者の呼吸圧をモニタしながら圧を変える AUTO モードでの処方幅広くおこなわれています。しかしこのとき最低圧と最大圧は医師が設定しますが、圧の設定方法に基準がないことから、多くの場合医師の経験による設定が主流です。この為、マスクからの漏れが原因で過度な圧力が発生し CPAP により心血管系に負担がかかる可能性もあります。また過度の圧は不快感や違和感なども起こし、導入や使用継続の原因ともなりました。

そこで、その場で検査できる咽頭形状や医療検査項目を統計解析して、その中から主要因子を求め多重回帰分析によって設定圧を導出した所、第1因子は咽頭最小断面積、第2因子は意外にも患者の BMI (Body-Mass-Index) で、さらにこれ以上の因子を加えても精度はほとんど変わらない結果となりました。ここで我々は最大圧力と最小断面積の間にベルヌーイの流体則が成立することに着目し、線形回帰式を一部非線形の式で置き換えた所、精度がさらに向上しました。図下段のグラフは、横軸を BMI、縦軸を咽頭最小断面積にしたとき、患者の最大 CPAP 圧力の等高線図を表しています。物理モデルをいれると縦軸の線間が縮む様子がわかります。この回帰式は、実際の医療現場での数値との合致度が高く、コストと労力の節約に大きく貢献しているとの報告を頂いています。

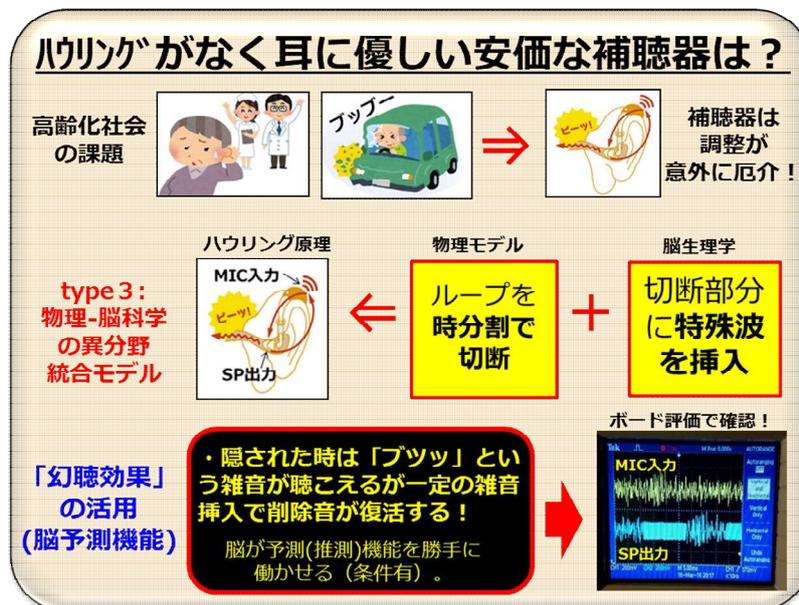
このような2次元等高線 MAP の可視化は、単に患者の最適圧力をその場計算するだけでなく、各患者の治療の方向性を示唆することがあらたな知見となりました。最大圧が 10cm(水圧)以下では CPAP ではなくマウスピースの治療で代用できるといわれています。図中に最大圧 12cm の2人の患者について、示唆される治療の方向性を載せています(上矢印：外科的に切開して断面積を広げる、左矢印：痩せて BMI を下げる、斜め矢印：痩せると狭まっていた咽頭も広がるかもしれないという可能性)。線形モデルでは両ケースとも同じ線分長さですが、物理モデルでは肥満している患者ほど線分が短くなっており(「肥満の人ほど救われる?」)、現在経過観察を行っています。



図：タイプ2の応用：診る技術(医療)としての無呼吸症候群圧力診断

### (1-3) タイプ3の応用：使う技術(医療) ⇒ハウリングフリー補聴器

タイプ3の応用として我々は、共同研究先企業の「ハウリングループを時分割で切断する補聴器」に、脳科学の予測機能モデルを入れることを提案し実証しました([8])。すなわち、マイク入力とスピーカ出力を交互に切断して両者が共鳴しないようにループを組む際、スピーカ出力切断時に、ある条件の特殊波を挿入すると切替雑音が消え、さらに脳が予測機能を勝手に働かせてシームレスに聞こえる効果を、ボード評価で検証、確認しました。



図：タイプ3の応用 使う技術(医療)としてのハウリングフリー補聴器

従来、ハウリング現象は補聴器につきもので、これまでDSP (Digital Signal Processor) チップで処理していましたが完全ではなく、補聴器も高価なものになりました。本補聴器は原理がシンプルでかつ安価に製造できることから、共同研究先企業が大手補聴器メーカーとの製品化を検討しています。

[論文・発表等リスト]

- [1] Takahisa Eimori, Kenji Anami, Norifumi Yoshimatsu, Tetsuya Hasebe and Kazuaki J. Murakami, “Design optimization methodology for Ultra low power analog circuits” , 2013 Pusan-Fukuoka Workshop(3), May 2013.
- [2] Takahisa Eimori, Kenji Anami, Norifumi Yoshimatsu, Tetsuya Hasebe and Kazuaki J. Murakami, “Design Optimization Methodology for Ultra Low Power Analog Circuits using Intuitive Inversion-level and Saturation-level Parameters” , Extended Abstract of the 2013 International Conference on Solid State Device and Materials, pp128-129, September 2013.
- [3] Takahisa Eimori, Kenji Anami, Norifumi Yoshimatsu, Tetsuya Hasebe and Kazuaki J. Murakami, “Analog design optimization methodology for ultralow-power Circuits using intuitive inversion-level and saturation-level parameters” , Japanese Journal Applied Physics, 53, pp.02EE23\_1-7, March 2014.
- [4] 特願 2014-044082「特性演算方法、設計装置及びプログラム」(平成 25 年度)
- [5] 星野忠彦, 栄森貴尚:「睡眠時無呼吸症候群の咽頭容積、断面積測定の有効性に関する検討」第 115 回 日本耳鼻咽喉科学会総会・学術講演会 2014 第 11 群 講演番号 66
- [6] 星野忠彦, 永井鎮夫, 星野哲郎, 栄森貴尚:「睡眠時無呼吸症候群における咽頭腔 CBCT データ処理&解析とその応用」第 117 回 日本耳鼻咽喉科学会総会・学術講演会 2016 第 10 群 講演番号 60
- [7] 平成 27 年度福岡県医療福祉・社会システム分野対応型ロボット・システム関連製品開発支援事業に係る補助事業実施テーマ「補聴器の低消費電力化とハウリングを安価に回避するシステムの開発」

**(2) カーエレクトロニクス分野におけるシステム設計技術の応用及び ECU (電子制御装置) の開発・利活用の高効率化に向けた活動**

車の開発においては、高性能化、高度な運転支援や高機能化、経済性向上(低コスト化、低燃費化)、信頼性・安全性向上、快適性向上や対環境性(排ガス規制への対応)向上等のニーズや社会的要請に応えるため、エレクトロニクス化が急速に進んでいます。その結果として車に搭載される ECU (Electric Control Unit: 電子制御装置) が担う機能の増大、また、その実現に用いられるソフトウェアが大規模化、複雑化しています。そのため ECU の開発に要する期間やコストの増大、あるいは、信頼性の確保への対応が課題となっています。カーエレクトロニクス・プロジェクト推進室では、カーエレクトロニクス分野における設計技術の応用及び ECU の開発・利活用化に向けた活動として以下の活動に取り組みました。

- vECU-MBD WG (virtual ECU Model-Based Development Working Group) の活動の推進

**(2-1) vECU-MBD WG の活動の推進**

vECU-MBD WG は、車の ECU (Electric Control Unit: 電子制御装置) の開発や利活用に関わる、自動車完成車メーカー、部品メーカー、半導体メーカー、ツールメーカー、及び、研究機関(31 機関(平成 28 年 12 月))による集まりです。当該 WG は、ECU の開発に纏わる課題についてより具体的に議論する場として、我国のカーエレクトロニクスに関わる自動車関連産業の振興に貢献することを目的としています。

ECU の機能の増大、ECU で用いられるソフトウェアの大規模化や複雑化に伴う開発期間の長期化や信頼性の維持などの開発上の問題に対応するために、従来の実機を用いた ECU の開発方法に変わり、シミュレーションを用いて開発を行う MBD (Model-based Development: モデルベース開発) を用いた開発方法が注目されています。しかしながら、MBD の本格活用

による ECU の開発を実現するためには、シミュレーションに用いるモデル、ツール、開発プロセス等に関わる課題が指摘されています。

上記の課題に対し、vECU-MBD WG では、車の ECU の開発と利活用の効率化を実現するための技術や開発環境の構築に関する提案を行うことを目的とし、ECU の MBD による開発に関わる技術上、及び、ビジネス上の課題の解決に向けたガイドラインの作成、実証例題の作成、及び、啓発活動等の活動を行っています。

vECU-MBD WG では、vECU-MBD Web サイト (<http://www.vecu-mbd.org/>) 上の公開・登録制サイト「vECU-MBD WG 一般メンバーサイト」において、本 WG で作成した仮想 ECU を用いた開発を導入するためのガイドである「ユーザ導入検討支援ガイド (第 3.1 版)」や、複数の ECU の連成で用いるネットワークのモデル試用の提供を行いました。また、平成 29 年 3 月 9-10 日開催の「オートモティブ・ソフトウェア・フロンティア 2017」にて、本研究室吉松研究員が関連する講演「クラウド活用による車載電子システムのモデルベース開発」を行いました。

### (3) コンピュータを用いた「ものづくり」に必要な機能及びサービスをすべてクラウド上に集結し、オールインワン&ワンストップサービスでクラウド上での「ものづくり」を可能とする wCloud (=Workshop Cloud : 工房クラウド) の開発と運用

wCloud は、コンピュータを用いた「ものづくり」に必要な機能及びサービスをすべてクラウド上に集結、オールインワン及びワンストップサービスで当該クラウド上での「ものづくり」を可能にするシステムと当該システムによるサービスです。

以下の 2 種類のサービスを提供し運用(平成 29 年 1 月まで)を行ってきました。同技術については、計算機を用いたモノづくりを行うユーザ(企業、大学、研究機関等の技術者、研究者)に幅広く活用され、オープンイノベーション促進に資すること念頭に、地元事業者での活用を視野に、オープン化(オープンソース化)を進めます。

- ① 計算機リソース:クラウドサービスとして「アマゾン ウェブ サービス」を活用して、ユーザに対して「ものづくり」に必要な計算機リソースを提供します。これにより、ユーザは自ら計算機リソースを所有することなく、必要な計算機リソースを必要な時に必要なだけ使用することが可能となり、所有コスト(TCO: Total Cost of Ownership)を低減すると同時に、開発期間(TAT: Turnaround Time)の削減が可能となります。
- ② ツール及び各種コンテンツ:wCloud 独自のサービスである「X”aaS (“X” as a Service)」により、ユーザに対して「ものづくり」に必要な様々なリソース「X」を提供します。このリソース「X」としては、ツール、モデル、データ、ノウハウ、トレーニング用コンテンツ、等が用意されています。これにより、ユーザは自らこれらリソース「X」を自己調達することなく、必要なリソース「X」に容易にアクセスして「ものづくり」に活用することが可能となります。

### (4) 大学の教員、学生、研究者が求める機能及びサービスをすべてクラウド上に集結、オールインワン&ワンストップサービスでクラウド上での学習・教育・研究を可能とする Lab.Cloud (=laboratory Cloud : ラボクラウド) の開発と運用

Lab.Cloud (<http://www.laboratorycloud.org>) は、システムアーキテクチャ研究室が開発、運用する教育向けのクラウドサービスです。大学の教員、学生、研究者が求める機能をすべてクラウド上に集結し、オールインワン&ワンストップサービスで、学習・教育・研究を可能とするサービスを提供し運用(平成 29 年 3 月まで)を行ってきました。

同クラウドサービスの開発や運用で得られた技術や知見は、地元事業者へ展開するとともに、同クラウドサービスの技術は、計算機を用いたモノづくりを行うユーザ(企業、大学、研究機関等の技術者、研究者)に幅広く活用され、オープンイノベーション促進に資すること念頭に、オープン化(オープンソース化)を進めます。

- ① MOOC&SPOC プラットフォーム：ビデオ教材（講義動画）視聴、クイズ形式の小テスト、掲示板による Q&A やディスカッション、等の標準的な MOOC&SPOC プラットフォームを提供します。教師は自身の講義を本 MOOC&SPOC プラットフォームにより簡単に受講生に提供することが可能となります。また、受講生は時間や場所を気にすることなく、講義動画を視聴、小テストへの回答やレポートを提出、さらには他の受講生とオンラインでディスカッションしながら自分自身の能力を主体的に向上させて行くことが可能となります。
- ② 仮想的な「演習・実習・実験室」/「研究室」環境：上記の MOOC&SPOC は、通常の講義のために Web 上に設けられた「教室/講義室」に相当します。「Lab. Cloud」はさらに、各種コンピュータツールを用いて演習・実習・実験を行うための仮想的な「演習・実習・実験室」環境、あるいは、研究のための仮想的な「研究室」環境をクラウド上で提供します。計算機リソースは「アマゾン ウェブ サービス」により、また各種コンピュータツールは「Lab. Cloud」が提供する「マーケットプレイス」上で有償/無償で入手して利用します。さらに、一つの「演習・実習・実験室」ないし「研究室」に属する教師や学生、受講生間のコミュニケーション、コラボレーション、コンテンツ共有を円滑に行うための SNS (Social Network Service) も提供します。
- ③ アニメビデオ教材（講義動画）作成：有限会社 BOND の情報番組制作ツール「スマートアバタークリエイター」により、MOOC&SPOC で提供すべきアニメビデオ教材（講義動画）を教師が容易に作成できるよう支援します。この「スマートアバタークリエイター」を用いれば、面倒なビデオ撮影を行うことなく、教師の代わりに「スマートアバター」が音声合成で発声する高精細・高品質の音声付き動画が簡単に作成できます。教師は、パワーポイント等で作成した講義資料及び講義で話すべき内容のテキストを用意し、あとはクラウド上で「スマートアバタークリエイター」による簡単な編集作業を行うだけで、短時間かつ低コストでビデオ教材を完成させることが可能となります。

平成 27 年度に引き続き、平成 28 年度も Lab. Cloud の開発や運用で得た知見を活用し企業と共同で MOOC や SPOC を提供するためのプラットフォームの開発を行いました。また、Lab. Cloud を九州大学大学院システム情報科学研究所・学府及び工学部電気情報工学科の教育用計算機システムの一部として提供しました。（平成 26 年 10 月～平成 29 年 3 月）

#### (5) ビッグデータとオープンデータの収集・蓄積・分析・活用を誰でも一元的に行うことの出来るデータファームコンプレックス「BODIC.org」の開発と運用

近年、ビッグデータ利活用の需要が高まっていますが、そのビッグデータを収集し蓄積・分析するための環境を自前で構築するのは技術面、コスト面でも容易ではありません。また、蓄積したビッグデータを第三者に提供し、さらに一般に公開することについて同様の課題を抱えています。一方、ビッグデータとは別の潮流として、政府や地方自治体が有する各種の情報をオープンデータとして一般に公開し、それを民間による行政サービスやビジネスに活用しようという動きがあります。このオープンデータサイトの構築・運用についても、上記のビッグデータが直面しているのと同じ課題が存在しています。このような現状を踏まえ、BODIC.org (<http://www.bodic.org>) では以下のサービスをパブリッククラウド上で提供しています。

- ① データファーム (Data Farm) プラットフォーム：複数のタイプの異なるデータ収集・蓄積・分析・活用環境を「データファームプラットフォーム」として用意。データ提供者は、所有するデータの種類や利活用の用途に応じて最適なプラットフォームを選択、自身のデータファームとして運用可能。
- ② データマーケットプレイス (Data Marketplace)：データ提供者は自身のデータファーム上のデータをデータマーケットプレイスに出品するだけで、データ利用を希望する

者（データ利用者）に対して有償・無償で当該データを提供可能。データ利用者は、有償で購入したデータ、無償で獲得したデータ、あるいは自分自身が所有するデータ等々をマッシュアップして、ビッグデータ、オープンデータを自由自在に分析・活用可能。

- ③ データ分析ツール：各種のデータ分析ツールをクラウド上に用意。データ利用者はデータをダウンロードすることなく、クラウド上でデータ分析可能。
- ④ データアクセスインタフェース：データ利用者が情報システムやアプリケーションソフトウェアから BODIC.org 上のデータにアクセスするための各種 API (Application Programming Interface) を用意。BODIC.org から収集した各種データをマッシュアップして様々なサービスをデータ利用者は第三者（サービス利用者）に対して提供可能。

また、ビッグデータ及びオープンデータを活用した豊かで活力のある地域社会の実現を目指し、本システム（BODIC.org）と「ビッグデータ&オープンデータ・イニシアティブ九州（BODIK）」（6.2.1（3）に記載）が運用する「自治体向け無償のデータカタログサイト BODIK ODCS（Open Data Catalog Site）」を統合したプラットフォームの検討を行いました。

#### **(6) AI（人工知能）、及び、ビッグデータやオープンデータの利活用化に関わる研究**

近年、ビッグデータやオープンデータの利活用において、機械学習を用いた自動化や高度化がアカデミア、産業界で大きな関心を集めています。機械学習を用いたビッグデータやオープンデータの解析や、解析結果のフィードバックへの適用により、様々な産業分野で効率化や高度化の実現が期待されています。システムアーキテクチャ研究室では、AIBOD（人工知能&ビッグデータ・オープンデータ）事業室を発足し、人工知能（AI）とビッグデータやオープンデータ（Big data & Open Data）の利活用化に関わる研究や開発に取り組みました。

平成 28 年度は、企業と共同で「人工知能/機械学習を用いたツール&データプラットフォーム」の実現に向けたプラットフォームの POC（概念実証:Proof Of Concept）実験や、大学と共同で「行動センシング・システムに関する研究」等の共同研究を行いました。

#### **(7) エクサスケールに向けた次世代スーパーコンピュータの要素技術の開発**

次世代スーパーコンピュータ開発支援室では、「次世代スーパーコンピュータのための基盤要素技術の研究開発」をテーマとして、日々需要が高まりつつある高性能スーパーコンピュータ（以下、スパコン）に向けた革新的な要素技術の研究開発を進めています。

現在、新世代のスパコンとして、ペタフロップス級の 1,000 倍の能力を持つ、エクサフロップス（100 京演算/秒）級のスパコン（以下、エクサスパコン）の研究開発が世界中で展開されており、日本でも 2020 年（平成 32 年）を念頭に本格的な開発が始まっています。このようなスパコン開発では、高性能化、低消費電力、低故障率をはじめとする多くの困難な技術課題が浮き彫りになっており、今までに無い新しい発想に基づく基盤要素技術が求められています。また、このような大規模システムが持つ性能を十分に発揮させるには、今まで以上に洗練されたプログラムの最適化技術や高度な通信処理技術が重要になります。

例えば、最近の CPU は多数のコアを搭載し、さらに各コアは複数の演算器を持っていますが、これらのコアや演算器を遊休させることなく効率良く動作させるためには、まだまだ人手によるプログラムのチューニングが必須となっています。また、スパコンは数万から数十万台の計算ノード（CPU やメモリからなる処理要素）間で相互に通信を行いながら処理を進めます。インターコネクはこの通信を効率良く行うスパコン専用のネットワークであり、通信性能の良し悪しはシステム全体の性能に大きな影響を与えます。したがって、円滑な通信が行えるように、インターコネクにおける通信経路や通信タイミングの緻密な最適化もこれからのスパコンにとって今まで以上に重要となっています。そして、この

ような高性能の計算機システムを活用するためには、実行するアプリケーションをシステムに合わせて高度に最適化する技術がますます必要となってきます。

このような背景のもと、平成 28 年度は、エクサスパコンの実現と活用に重きを置き、研究領域を以下のように定めました。そして、それぞれの領域でキーテクノロジーとなる基盤技術の研究開発や、技術課題についての調査検討を行いました。

**(領域 1) 次世代の先進的アプリケーションの最適化に関する研究開発**

- ・動的最適化技術及びノード間通信技術 … (7-1)
- ・コンパイラ最適化処理による実行性能向上度の推定技術開発 … (7-2)

**(領域 2) 次世代システムの高性能化に関する研究開発**

- ・高性能インターコネクト通信技術の開発 … (7-3)
- ・エクサスケール環境のアプリケーション性能予測技術 … (7-4)

**(領域 3) エクサフロップス級スーパーコンピュータに向けた基盤要素技術の研究開発**

- ・エクサスケール向け通信ライブラリの開発と高度利用技術 … (7-5)

以下に、上記領域 1～3 における平成 28 年度の成果についてまとめます。

**(7-1) 動的最適化技術及びノード間通信技術**

スパコンで実行するアプリケーションへの動的最適化適用について研究を行いました。具体的には、まず、アプリケーション開発者と共に、袖通信の動的最適化についての方針を検討しました。袖通信とは、スーパーコンピュータ上で実行するために適した計算手法の一つであるステンシル計算を行う時に使われる通信パターンです。これは、それぞれのプロセッサコアに割り当てられた行列の端（袖）の部分、隣接する行列を担当するプロセッサと送受信します。行列から袖部分を抽出する処理と抽出されたデータを送信する処理は、小分けにして処理することで高速化が期待されます。しかしながら、どの程度分割してよいかは行列の大きさや袖通信以外に行われている計算、さらにはプロセッサの性能、メモリアクセス性能、通信性能等多岐の要素が入るため一意には決められません。そこで、動的最適化、すなわち、現在実行中の動作から適切な分割単位を選択することで、袖通信性能改善を計りました。

平成 28 年度は、昨年度実装した通信インターフェース上に分割送信機構を実装し、その効果を確認したうえで、動的最適化機構の実装を行いました。

さらに、通信資源最適化に関する研究についても継続して行いました。通信をするためには、通信相手と接続するための時間コスト及び通信相手との接続維持に必要な管理情報や通信バッファのためのメモリコストを要します。そのため、頻繁に通信する相手とは、接続時間を短くするためメモリは保持したままにしておき、あまり通信しない相手とは、通信毎に接続を行うこととしてメモリは保持しないというようなバランスを取ることができると理想的です。本研究では、このバランスを取る処理を動的最適化によって実現するための手法を検討し、実装することを目標としました。平成 28 年度はこれら手法の実装と評価を行いました。また、以上の研究成果の一部を国際会議[1]、ならびに国内研究会[2]で報告しました。

**(7-2) コンパイラ最適化処理による実行性能向上度の推定技術開発**

C 言語をはじめとするコンパイラ型プログラム言語では、コンパイル時の最適化がプログラムの実行性能に大きく影響します。最適化には様々な手法がありますが、それらの最適化手法をコンパイル対象プログラムの個々の部分、あるいは全体に適用することが実行性能向上につながるかどうかをコンパイル時に判断することは一般には困難な問題です。

本研究では、プログラムの実行時間の大部分を占めることが多いループ構造に対して最適化手法（あるいはその組合せ）を適用した場合、実行時間がどのように変化するか機械学習を用いて推定しました。

具体的には、以下の流れにしたがって推定を行いました。最初のプログラム学習段階では、学習プログラム内のループから性能向上度に影響を与えると考えられる特徴量のベクトルを抽出します。次に、ループ毎に最適化手法を適用しコンパイル・実行した後の性能向上度を測定します。そして、これらの学習データから回帰型の推定モデルを作成します。さらに、プログラムの推定段階では、推定対象プログラムのループから抽出した特徴量ベクトルと先に作成した推定モデルから性能向上度を推定します。

平成 28 年度は、前述の機械学習を用いた性能向上度推定モデルや最適化手法の有効性判定モデルの構築方法を検討しました。また、学習データを取得するためのベンチマークセットや特徴量及び機械学習のアルゴリズムの候補を選択し、それらを用いて実行性能の向上度について評価実験を行いました。本研究を進めることで、プログラム毎に最適なコンパイル最適化手法が在ることが判明しましたが、一方で、推定精度の向上／改善にはさらなる学習データの拡充と、特徴量の精選が重要であることもわかりました。

### (7-3) 高性能インターコネク ト通信技術の開発

昨年度に引き続き、スパコンのインターコネク ト（内部ネットワーク）で発生する通信混雑を効果的に抑制するパケットペーシングについて、計算や通信の不均衡がどのような影響を与えるかを実際のスパコンで調査しました。

スパコンで実行されるプログラムは、計算を行う多数のノードを相互接続するインターコネク トと呼ぶネットワークを介して通信を行います。このネットワークでは、日常の道路での交通渋滞と同じように、通信の渋滞（通信混雑）が発生します。この混雑を回避するために、車で言うならば車間距離を空けるように、ノード間の通信データ（パケット）を連続して送らず、間隔を空けながら断続的に送信するのがパケットペーシングです。

実機におけるパケットペーシングの有効性を実証することを目的とし、既存の HPC システムによる検証実験を行いました。具体的には、パケットの送出間隔を制御できる富士通社製「PRIMEHPC FX10」（以下、FX10）を利用して、ランダムリング通信にパケットペーシングを適用した場合の通信性能を詳細に調査しました。ランダムリング通信では、実機におけるパケットペーシングの効果を確認するとともに、メッセージ長やノード数が増加した場合にペーシング効果向上すること実証しました。また、評価対象を主流のスーパーコンピュータ上で実行されるアプリケーションと定め、特に実用的な大規模並列プログラムに対してシミュレーションによる通信ボトルネックの解析を行い、パケットペーシングを施した際の通信の高速化やプログラム全体の高速化の可能性を探りました。

以上の研究成果について、国際会議[3]で報告しました。

### (7-4) エクサスケール環境のアプリケーション性能予測技術

エクサスケール級システムにおけるアプリケーションの実行性能を詳細に評価するためには、ノード演算性能の推定に加え、通信衝突によって発生する通信レイテンシを含めた通信時間の推定が重要となります。通信衝突の様相は、システムのネットワークアーキテクチャやアプリケーションの通信パターンに応じて異なり、通信衝突によって通信タイミングも変化するため、複雑なアプリケーションについては通信状況の把握や机上での通信時間の予測が困難な場合が多くなります。そこで、衝突も含めたエクサスケール級の通信を模擬し、システムの仕様や通信パターンに則した実行時間を算出するインターコネク トシミュレータ NSIM を核としたエクサスケール級アプリケーションの性能推定環境の整備を現在行っています。

最近の大規模インターコネク トに使用されているネットワークインタフェース（NIC）は送信ノードのメモリから受信ノードのメモリへプロセッサを介さずに直接データを転送する RDMA（Remote Direct Memory Access）機能を備えています。MPI と呼ぶ並列システム向けの通信ライブラリではアプリケーションから直接 RDMA を操作するプログラミングモデル

は主流ではありませんが、RDMA には様々な利点があるために将来はアプリケーションレベルにおいても直接 RDMA を操作するようになり、RDMA の重要性が増す可能性があります。昨年度は、これまで開発を行ってきた NSIM と呼ぶインターコネクシミュレータを拡張し、ユーザに使いやすい形で RDMA をサポートした NSIM-ACE を実装し、その良好な性能推定精度を達成していることを確認しました。

平成 28 年度は、高度に複雑化されたスーパーコンピュータ向けプログラムの性能推定を高精度で行うために、NSIM-ACE に対して、実在するスーパーコンピュータと同じインターコネクシミュレータ（前述(7-3)参照）のルーティングポリシーを実装しました。ルーティングポリシーとは、CPU 間のネットワークをたどる道順の決め方であり、これはプログラムの実行性能に大きく影響を与えます。従来の NSIM-ACE では、汎用的なルーティングポリシーを実装していましたが、実際のスーパーコンピュータのポリシーを導入することで、実機に近い性能推定精度を達成できるようになります。今後は性能推定精度について詳細な評価を行う予定です。

#### (7-5) エクサスケール向け通信ライブラリの開発と高度利用技術

エクサスケール向け通信ライブラリ ACP の総合的な性能評価と革新的な利用技術の実証実験を行いました。2011 年より省メモリ技術と動的最適化技術に基づくスケーラブル通信ライブラリ ACP (<http://ace-project.kyushu-u.ac.jp/>) の開発を進めており、2014 年 9 月から本ライブラリの一般公開を開始しています。ACP は、エクサスケール級のスーパーコンピュータの実現に向けた大きな課題のひとつである通信時のメモリ消費量の削減を念頭に、計算機規模に拘わらず少ない使用メモリ量で効率良く通信を行う省メモリ通信技術を実装している。現在は、コード最適化や機能拡張をはじめ、数十ノード程度の小中規模並列計算機システムでの基本的な性能評価を行っており、良好な性能を達成しはじめています。そこで本研究では、数百ノードクラスの大規模並列計算機システムにおける ACP の性能評価を実施し、実用に耐えうる通信ライブラリであることを実証することを目的としました。具体的には、大規模並列計算機システムにおいて、当該ライブラリを使用したアプリケーションプログラムを実行し、実効性能、通信性能、メモリ利用量を調査するとともに、MPI などの従来通信ライブラリやシミュレーションによる性能予測結果との比較評価を行いました。加えて、当該ライブラリの通信機構を活用した、バックエンドサーバ（演算サーバ）とフロントエンドサーバ（可視化サーバ）の連携実行、ならびに複数の MPI プログラムによる協調実行といった、将来に向けたスーパーコンピュータシステムの高度利用技術の実証実験を行いました。

一方、近年では演算サーバでの結果を HDD といった二次記憶に格納せずに、可視化サーバ等に直接送る手法が注目されはじめています。一般的な手法では、演算結果をいったんファイルに出力し、別途可視化サーバから利用しますが、本手法は演算を行いながらリアルタイムに可視化や演算操作をする連携実行を狙っています。演算サーバや可視化サーバは同じドメインのネットワークに接続されていることが多いものの、このような利用形態を実現するプラットフォームは専用システム以外ではほとんどありません。そこで、ACP を利用した直接データ転送機構によって、演算サーバと外部サーバの連携実行が可能であることを示しました。また、ACP を下層に持つ複数の MPI プログラムを同時に実行させ、これらのプログラム間で相互に通信しながら協調実行するプラットフォームを構築し、連成計算といった高次のマルチスケール・マルチフィジックスを対象としたシミュレーションなどに活用できることを示しました。

以上の研究成果は国内フォーラム[4]で報告します。

[論文・発表等リスト] (7-1) ～ (7-5)

- [1] Fukazawa, K., T. Takami, T. Soga, Y. Morie, and T. Nanri: Effective Calculation with Halo communication using Halo Functions, In Proceedings of the 23rd European MPI Users' Group Meeting (EuroMPI 2016), pp.215-216, NY,USA, 2016.
- [2] 深沢圭一郎, 森江善之, 曾我武史, 高見利也, 南里豪志: 並列ステンシル計算における Halo 領域通信の高効率実装, STE シミュレーション研究会 -太陽地球惑星系探査とシミュレーション研究-, 宮城, 2016年8月.
- [3] Hidetomo Shibamura: A Congestion Avoidance Technique Using Packet Pacing toward Exascale Interconnect, poster at exhibitor booth in SC16, Nov. 2016.
- [4] 柴村英智: エクサスケール向け通信ライブラリ ACP の性能評価と高度利用技術の実証実験, 先駆的科学計算に関するフォーラム 2017 (Forum on Advanced Scientific Computing 2017) ～先端的計算科学研究プロジェクト成果報告 plus a bit extra～, 2017年4月.

## 1. 1. 2 情報セキュリティ研究室

### (テーマ：社会システムにおける情報セキュリティの確保)

我々の生活においてコンピュータとネットワークは必要不可欠なものとなっています。この環境の中、情報セキュリティはますます重要な技術の一つとなってきています。情報セキュリティ研究室（以下、本研究室）では、より安全な情報社会の実現を目指して研究を進めています。本研究室では、平成 28 年度の定常型研究のテーマとして、次の項目を掲げ、活動を進めてきました。

- (1) サイバーセキュリティ対策技術の研究開発
- (2) 次世代暗号技術の開発と評価に関する研究
- (3) クラウド&モバイル環境のセキュリティ及びプライバシーに関する研究
- (4) その他研究

### 【研究概要】

#### (1) サイバーセキュリティ対策技術の研究開発

サイバー攻撃は世界各国で実行されており、様々な事案が発生しています。攻撃対象もパソコンやスマートフォンなどの情報端末から、情報システムに広がっています。さらに、自動運転を目指している自動車や、生活を豊かにするための IoT (Internet of Things) 機器などさらに攻撃対象は広がっています。

これら攻撃対象として脆弱性の存在が報告されている自動車システムや IoT 機器のサイバーセキュリティ対策状況や課題を調査するために、国際会議や国内シンポジウムに参加して情報収集を行いました。

また、IoT デバイスに感染する Mirai マルウェア (※) について、プログラム解析 (ソーストレース) を行い、感染の仕組みをまとめました。これらによって得られた知見をもとに、対策手法に関する研究開発を進めています。また、当該分野における研究集会である「サイバーセキュリティワークショップ In 福岡 2016」を九州大学サイバーセキュリティセンター等と共同で開催し、東京オリンピック開催に向けた国レベルのセキュリティ施策の現状や研究開発課題の共有に努めました。

※ マルウェア (malware) とは、不正かつ有害に動作させる意図で作成された悪意のあるソフトウェアや悪質なコードの総称で、コンピュータウイルスやワームなどがあります。

#### (2) 次世代暗号技術の開発と評価に関する研究

暗号技術は情報の保護に必要不可欠なものであり、情報サービスが多様化している現代社会において、なくてはならない技術です。しかし、コンピュータの高機能化 (演算処理の高速化、量子計算機開発の進展) に伴い、その安全性が危惧される状況となっています。本研究では、安全性を確保し、かつ、サービスの多様化にも対応できる暗号方式として注目を集めている耐量子暗号や準同型暗号の開発や評価に取り組んでいます。

具体的には、量子計算機をもってしても計算困難な問題と考えられており、代数曲面暗号の設計に利用されている「求セクション問題」の計算量評価を行い、求セクション問題に安全性が帰着されるような理想的な代数曲面暗号が設計できれば、その暗号の公開鍵サイズは他の耐量子暗号に比べて著しく小さくなる可能性があることを、実験的に確認しました。

また、多変数公開鍵暗号などいくつかの耐量子暗号の安全性の根拠となっている「有限体上の連立方程式を解く問題」の困難性を評価する際に重要となる、「正則性の次数」の 2 つの定義について調査しました。調査結果として、それらの定義の関係や違いが暗号の安全性評価にもたらす影響や、それらを用いた安全性評価の注意点についてまとめました。

さらに、プライバシー保護線形回帰モデルの構成に利用されている準同型暗号の安全性

を解析し、効率的な既知平文攻撃（いくつかの平文と対応する暗号文の組が基地であるという仮定の下での攻撃）を提案しました。これらの研究内容については国際会議及び国内のシンポジウムで発表を行っております。

### (3) クラウド&モバイル環境のセキュリティ及びプライバシーに関する研究

スマートフォンでは様々なアプリケーションをインストール可能とすることで利便性を向上させている一方、プライバシー及びセキュリティ上の懸念が浮かび上がっています。この背景として、スマートフォンはアプリケーションにより用途が大きく広がり、必然的により多くの、しかも個人のプライバシーに深くかかわる情報が集積される事態を招いていることが揚げられます。電話帳や通話履歴、メールの文面など、このようなプライバシー情報を如何に保全するかはユーザに委ねられている現状です。

スマートフォンにおけるプライバシー情報の集約に関連し、電子的な情報を調査し、法廷などに提供できる証拠(エビデンス)として活用可能とするデジタルフォレンジクス技術や、スマートフォン内からプライバシーに関する情報を収集不能（消去あるいは読み取りが不可能、または著しく困難な状態にする）ことで、プライバシーを保護するデジタルアンチフォレンジクス技術が求められています。本研究室では、フォレンジクスとアンチフォレンジクス双方の研究を進めています。

本研究室では、デジタルフォレンジクス技術とアンチフォレンジクス技術（フォレンジクスを妨害する手法）の双方について研究を行い、HTML5 Web ブラウザにおける WebStorage（Web 閲覧記憶データ）の残存メモリエイジ（メモリ上データ）からのフォレンジック調査手法を提案し、国際会議のポスターセッションにて発表しました。

### (4) その他研究

近年、注目を集めている SDN に関するセキュリティや分散型管理暗号方式についての研究開発、評価等に取り組んでいます。

#### ・SDN に関するセキュリティ

SDN とは、Software Defined Network と呼ばれる技術で、インターネットにおいて通信を制御する機器群をソフトウェアにより集中的に制御するものです。

#### ・分散型管理暗号方式

仮想通貨などの偽造や二重使用を防ぐための技術に応用できる暗号技術やブロックチェーンの応用に関する技術

平成 28 年度、SDN に関するセキュリティについては、攻撃検知手法に関する提案を国際会議で 1 件、国内シンポジウムで 2 件発表し、想定したアプリケーションに対するセキュリティ対策についての提案を国内シンポジウムで 1 件発表しました。また、分散型管理暗号方式については、暗号通貨・ブロックチェーンに関する二つの国際学会合に参加し、調査結果をまとめて国内シンポジウムで 1 件発表しました。

### (4) 本研究室におけるプロジェクト型研究・共同研究・受託研究・科学研究費補助事業について（まとめ）

「(3) モバイル環境のセキュリティ/プライバシー及びフォレンジクス」に関するもの

- ・Android アプリケーションのセキュリティ検証技術研究（基盤研究(C) 研究代表者・松本研究員）：1. 2. 3 平成 28 年度に実施した科学研究費補助事業 P.65, No.2

「(4) その他研究・SDN に関するセキュリティ」に関するもの

- ・SDN セキュリティに関する研究（企業）：1. 4 共同研究 P.66, No.2

「(4) その他研究・分散型管理暗号方式」に関するもの

- ・ブロックチェーンの応用に関する調査（企業）：1. 3 受託研究 P.66, No.9

## 【研究詳細】

### (1) サイバーセキュリティ対策技術の研究開発

サイバー攻撃は世界各国で実行されており、様々な事案が発生しています。攻撃対象もパソコンやスマートフォンなどの情報端末から、情報システムに広がっています。さらに、自動運転を目指している自動車や、生活を豊かにするための IoT (Internet of Things) 機器などさらに攻撃対象は広がっています。

これら攻撃対象として脆弱性の存在が報告されている自動車システムや IoT 機器のサイバーセキュリティ対策状況を調査しています。

#### ・自動車システム（車内／車々間ネットワーク含む）のセキュリティの研究について

近年の自動車は、以下に示すように二つの意味でネットワーク化されています。

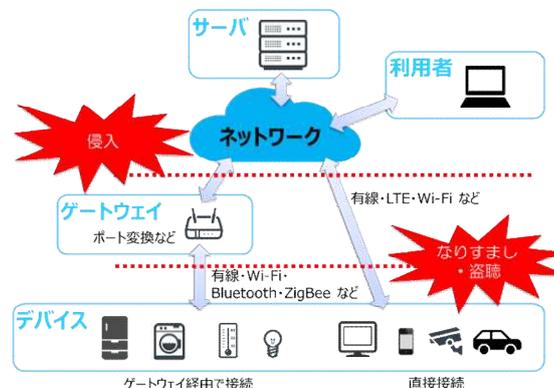
- 1) 燃費や運動性能最適化のためのエンジンやトランスミッション、モーターなどの間の通信、またカメラやミリ波レーダなどの自動ブレーキ制御や車線保持走行制御のための通信のための車内ネットワーク。
- 2) 安全性や渋滞回避、省燃費のための車同士(車車間)、車と道路間(路車間)の通信のためのネットワーク

これらのネットワークに対する攻撃に対する懸念は、自動車に対して無線ネットワーク経由で操作を乗っ取ることが可能なことが実証されたことで顕在化しました。当該自動車メーカーは、危険性が指摘された車種をリコールし、自動車セキュリティは産業界の喫緊の課題となっています。また、米国では、上院議員が自動車のセキュリティに関する法案を提出しており、この課題は産官学の共通課題となっています。

自動車システムセキュリティへの取り組みとして、同分野における代表的学会である ESCAR (Embedded Car Security) の会合である ESCAR ASIA 2016 への参加を行いました。本会では、自動車セキュリティに関する国内外の最新動向として、「VW の自動車セキュリティへの取り組み」というタイトルで講演が行われました。実際の車両における要求と提案されている解決策とのギャップ（課題）を指摘した上で、「大抵の場合において暗号化は必要なく、認証でよい」との見解が示されました。そしてこれらを踏まえた解決策の 1 つとして「MaCAN (Message Authenticated CAN)」を参考にしたチャレンジレスポンスプロトコルが紹介されました。

#### ・IoT (Internet of Things) のセキュリティ技術の研究について

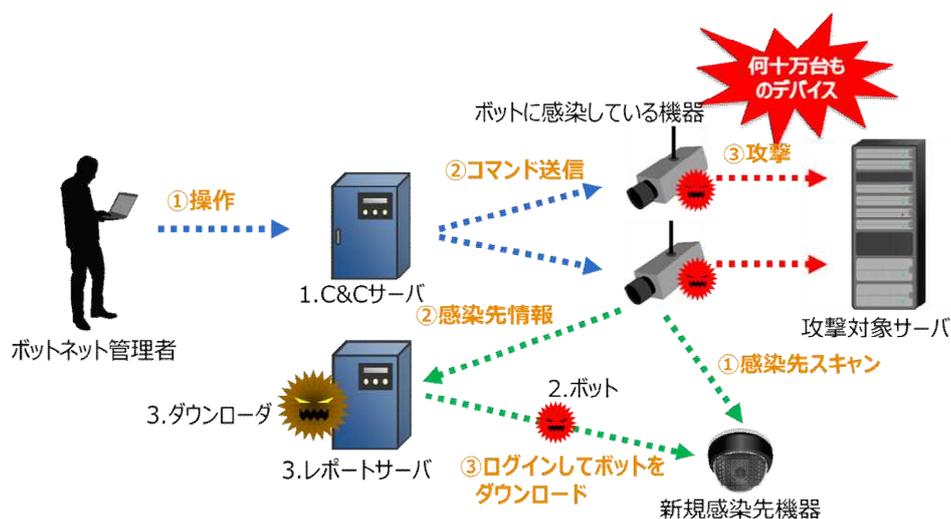
IoT 機器はこれから爆発的に増加していき、IoT 機器のサイバーセキュリティ対策は急を要する状況になっています。IoT 機器の持つリソース(処理能力、記憶容量、給電方式、形状、ネットワーク接続方式、設置条件)に応じて、脆弱性や対策が異なってきます。また、同じものが大量生産されることが多く、コストを掛けられない安価な機器が多く、容易に入手しやすいことも脆弱性を作り出す一要因になっています。



図：IoT 機器への攻撃イメージ

Mirai は、2016 年 8 月にマルウェア調査報告グループによって初めて発見され、2016 年 9 月 20 日の攻撃やフランスのインターネット関連企業である OVH に対する攻撃、DNS サーバプロバイダのダインを標的とした同年 10 月の攻撃といった、かつてないほどの大規模かつ破壊的な DDoS 攻撃に使われてきました。Mirai は、ネットワークカメラや家庭用ルータといった家庭内のオンライン機器 (IoT 機器) をターゲットとして、デバッグ用のポートである telnet を利用して、初期状態のユーザ ID とパスワードを利用して侵入し、感染させボット化していきます。ボット化した IoT 機器は、自律で他の IoT 機器への感染を行う動作になっています。攻撃時には、攻撃者からの指示を受け攻撃を開始します。Mirai は可読性が良く、改変や拡張を誰でも行えるように作られているためこれから更に警戒が必要です。

これらによって得られた知見をもとに、対策手法に関する研究開発を進めています。また、当該分野における研究集会である「サイバーセキュリティワークショップ In 福岡 2016」を九州大学サイバーセキュリティセンター等と共同で開催し、東京オリンピック開催に向けた国レベルのセキュリティ施策の現状や研究開発課題の共有に努めました。



図：マルウェアによる攻撃イメージ

## (2) 次世代暗号技術の開発と評価に関する研究

暗号技術は情報の保護に必要不可欠なものであり、情報サービスが多様化している現代社会において、なくてはならない技術です。しかし、コンピュータの高機能化（演算処理の高速化、量子計算機開発の進展）に伴い、その安全性が危惧される状況となっています。そこで、そのようなコンピュータに関する状況やサービスの多様化にも対応できる暗号方式として、耐量子暗号や準同型暗号などが注目を集めており、そのような暗号方式の開発や評価は、暗号研究の中でも特に重要なものとして位置付けられています。

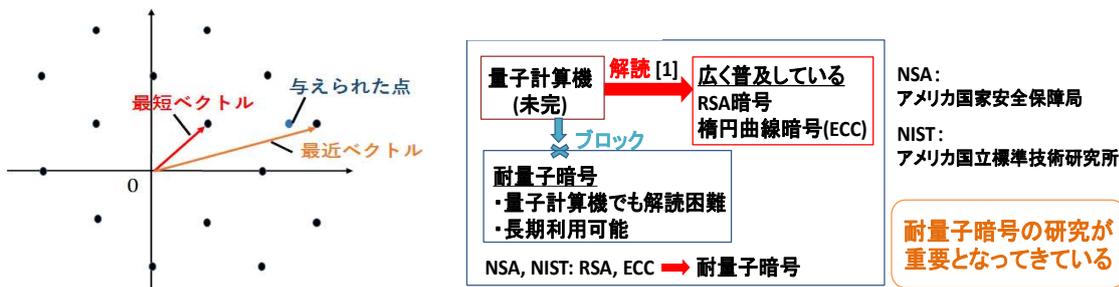
### ・耐量子暗号について

公開鍵暗号は開かれたネットワーク環境下での安全な鍵交換などを実現する必要不可欠な暗号技術となっています。現在、RSA 暗号と楕円曲線暗号が公開鍵暗号の基盤となっています。これらの暗号に対して、計算機性能の向上により懸念される安全性の低下は、安全性パラメータの増大により対処が可能であると考えられてきました。

しかし、1994 年に発表された Shor の量子アルゴリズムによって、実用的な量子コンピュータが完成すると、RSA 暗号や楕円曲線暗号が解読されてしまい、現在の公開鍵暗号基盤が

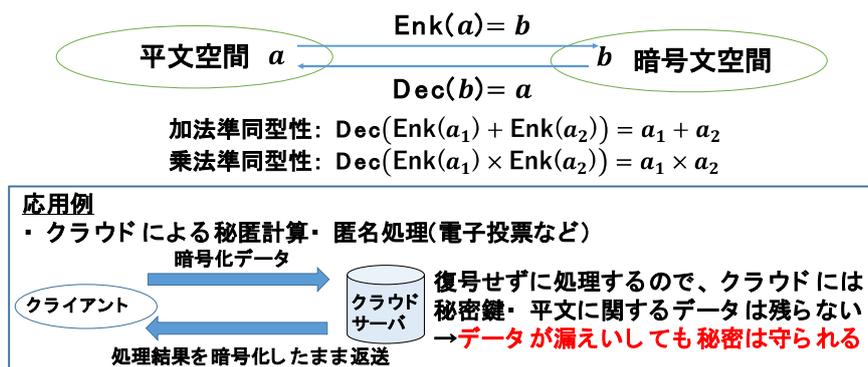
崩壊してしまうことが分かっています。現在でもそれらの暗号にとって脅威となる量子コンピュータの完成の目処はたっていないませんが、量子コンピュータの完成に備えた研究を行う必要があります。実際、アメリカ標準技術研究所やアメリカ国家安全保障局が耐量子暗号の標準化を明言しており、この方面の研究は近年活発になってきています。

量子計算機を用いたとしても解読困難な暗号は耐量子暗号と呼ばれ、そのような暗号を設計するためには、素因数分解問題や離散対数問題に替わる、量子コンピュータの登場後も計算困難な問題を利用して暗号を設計する必要があります。現在までに、最短ベクトル問題や最近ベクトル問題などの格子に関する問題、有限体上の多変数2次連立方程式の求解問題、線形符号の復号問題等が暗号設計に利用されています。



・準同型暗号

また、耐量子暗号だけではなく(完全)準同型暗号などの高性能暗号の開発や評価に関する研究も近年非常に盛んです。準同型暗号は、暗号化された数値データ同士の演算を復号することなく行うことができる暗号です。特に演算回数に制限がない場合は、完全準同型暗号と呼ばれています。準同型暗号は、外部のクラウドサーバーにデータの統計処理などを依頼する委託計算など、クラウドコンピューティングを利用した様々なサービスを安全に提供するために必要不可欠な暗号技術です。完全準同型暗号は、長年実現できずにいましたが、2009年にGentryによって初めて実現されました。このGentryによる発明以降、研究が急速に発展し、今では様々な方式や高速化が提案されている。



【具体的な研究内容】

1. 代数曲面暗号の安全性を支える求セクション問題の計算量評価に関する研究

※本研究は、報告者が東芝でのインターンシップの際に行った研究をISITでさらに発展させたものである。

## 研究の背景

耐量子暗号の構成に利用されている、計算問題(上記の「[耐量子暗号について](#)」を参照)についての解読技術の進歩に伴い、それらの問題を計算困難にするためにはパラメータを大きくする必要があり、その結果、公開鍵のサイズが膨大になってしまうという問題があります。公開鍵サイズの大きさを抑えるためには、上記の問題(最短ベクトル問題など)に替わる新しい計算困難な問題を考察し、その問題を利用した耐量子暗号の設計を行う方法があります。この方向で、有限体上の代数曲面に関する求セクション問題(AS-SFP)の計算困難性を利用した代数曲面暗号(ASC)が 2009 年に提案されました。AS-SFP は代数曲面上に存在するセクションと呼ばれる代数曲線を求める問題です。残念ながら、オリジナルのアルゴリズムは Faugere と Spaenlehauer によって解読されてしまいましたが、破られたのは ASC の一方向性 であり、安全性の根拠であった AS-SFP が解かれたわけではありません。

AS-SFP は有限体上の 1 変数多項式環上のディオファントス問題(有限体上の 1 変数多項式環の元を係数とする多次多変数の方程式の求解問題)と看做すことができます。一般に、有限体上の 1 変数多項式環上のディオファントス方程式に対して有限回の操作で、解をもつか否かを判定するアルゴリズムは存在しないことが知られているため、有限体上の 1 変数多項式環上のディオファントス方程式を解く一般的なアルゴリズムは存在しないことが分かります。このことは単純なディオファントス方程式でも求解困難となることを意味していると考えられ、ディオファントス方程式を公開鍵とし、その解を秘密鍵とすることにより公開鍵(と秘密鍵)のサイズの小さい耐量子暗号の構成が期待できます。

以上のことから、AS-SFP は暗号構成にとって非常に有益な問題と考えられ、今後安全性の高い ASC の新しい暗号化方式が開発されることに期待して、AS-SFP の計算量の定量評価を行うことは耐量子暗号の世界で重要です。

## 研究課題

AS-SFP は有限体上のある多次多変数連立方程式(以後、セクション方程式)を解くことに効率よく帰着できることに注目すれば、セクション方程式の求解問題の計算量を評価すればよいことが分かります。このような連立方程式を解く最も効率の良い方法の一つは、グレブナー基底を計算する方法です。いま、セクション方程式を解くことと、セクション方程式に現れる多項式の集合が生成するイデアルのグレブナー基底を計算することを等価と考えたとき、AS-SFP の計算量をセクション方程式に関するグレブナー基底計算の計算量により評価することができます。

グレブナー基底計算の計算量は計算の途中に現れる中間基底の最大次数に依存することが知られていますが、中間基底の最大次数の見積もりはグレブナー基底計算と同程度に難しいと、考えられています。一方で、セクション方程式に現れる多項式集合(多項式列)が半正則であるとき、中間基底の最大次数の見積もりが容易となり、グレブナー基底計算の計算量の評価が可能となります。そこで、セクション方程式の半正則性の検証及び、実際に AS-SFP の計算量を評価し(理想的な)代数局面暗号の公開鍵サイズを見積もることが研究課題となります。

## 研究成果

### 成果 1. セクション方程式の半正則性に関する評価実験

いくつかの小さなパラメータに対して、AS-SFP から生じる有限体上のセクション方程式に現れる多項式列の半正則性についての評価実験をおこないました。その結果、セクション方程式に現れる多項式列は、ほとんどの場合半正則にならず、グレブナー基底の計算量評価法が使えない場合が多いことが分かりました。ランダムな多項式列は半正則となる確率が高いため、セクション方程式はランダムな連立方程式よりも解きやすくなる確率が高いと考えられます。その一方で、最大次数の値、つまり方程式の求解困難性に関するパラメータを推測することができ、パラメータの取り方次第では、セクション方程式とラン

ダムな連立方程式との求解困難性の差がほとんどなくなる可能性が出てきました。

## 成果2. 求セクション問題の実験的な計算量評価

上記の実験で推測したパラメータを、最大次数ができる限り大きな値をとる(と思われる)ように設定し、その際の計算量を評価しました。また、その評価をもとに求セクション問題への総当たり攻撃と、セクション方程式の求解問題に帰着させてグレブナー基底を用いる攻撃とでは、どちらが効率的であるかを比較しました。その結果、(いくつかのパラメータは固定しているが)総当たり攻撃の方が効率的であることが分かりました。

さらに、総当たり攻撃に対して 128 ビットの安全性を持つパラメータを見積もり、求セクション問題に安全性が帰着されるような理想的な代数曲面暗号を構成できれば、下記表に示すようにその公開鍵サイズは他の耐量子暗号に比べて著しく小さくできることが期待できることが分かりました。

### 128 ビットの安全性を実現できるパラメータと公開鍵サイズ

求セクション問題の解法	パラメータ ( $p, w, d, d_c$ )	公開鍵サイズ
グレブナー基底による方法	(11, 4, 22, 4)	636 ビット
総当たりによる方法	(11, 4, 37, 4)	876 ビット

**総当たりの方が効率的**      **他の耐量子暗号より著しく小さい**

本研究の成果 1 は、2016 年 7 月 13、14 日に山口県で行われた、情報セキュリティ研究会 (ISEC) で発表を行い、情報セキュリティ研究奨励賞を受賞しました。さらに、成果 1 に成果 2 を加えた論文が国際会議 The Fourth International Symposium on Computing and Networking (CANDAR 2016) において、CANDAR Outstanding Papers Award を受賞しました。

## 2. Fang らの準同型暗号の安全性評価に関する研究

### 研究の背景

完全準同型暗号 (FHE) は、演算に関する制限がないため最も好ましいものと言えますが、鍵サイズや暗号文のサイズが膨大であることや、暗号化・復号だけでなく演算処理の時間も遅く、一部応用を除いて実用化は難しい状態にあります。最近では研究が進み、かなりの高速化がなされてきましたが、今でも FHE の応用先には制限が課せられています。

また、FHE の応用も多様化してきています。W. Fang, C. Zhou, B. Yang は安全なプライバシー保護線形回帰モデルの構成に FHE の性質を利用するため、離散対数ベースの FHE を提案しました。彼らの FHE にはモジュラー演算が利用されており、非常にシンプルかつ効率的なものになっています。よって、仮に彼らの FHE の安全性が証明されれば、FHE に関する長年の問題の解決に、大きく前進することになります。

しかし、彼らの FHE は安全性解析が行われておらず、暗号の安全性のレベルを決定するセキュリティパラメータの設定やその他のパラメータの見積もりも行われていません。また、Fang らが提案したプライバシー保護線形回帰モデルの安全性に関しても、シミュレーションにより、ある種の識別不可能性を主張していますが、理論的な議論は一切なく安全性の根拠が乏しい状態にあります。

### 研究課題

先にも述べたように、Fang らが提案した FHE 及びプライバシー保護線形回帰モデルの安全性に不安があるため、それらの安全性評価を行うことが課題です。また、Fang らの FHE は、公開鍵暗号なのか秘密鍵暗号なのかの指定がないため、両方のケースについて安全性評価や、プライバシー保護線形回帰モデルへの応用に特化したものとみなした場合の安全性評価を行う必要があります。

## 研究成果

### 成果1. Fang らの FHE 及びプライバシー保護線形回帰モデルの問題点の指摘・修正

Fang らの FHE 及びプライバシー保護線形回帰モデルの安全性を評価する前に、それらの(安全性以外に関する)問題点を考察しました。その結果、Fang らの FHE は、彼らの論文には書かれていない特殊な条件を課すか、特殊な演算を導入しなければ準同型暗号とはならないことが分かりました。さらに、(特殊な条件や演算を導入しても)演算回数に制限があり、Fang らの暗号は彼らの主張とは異なり FHE ではないことが分かりました。準同型暗号となるような条件や演算を導入することは容易ですが、彼らの暗号を FHE とする修正は容易ではなく、現段階では達成できていません。

また、Fang らのプライバシー保護線形回帰モデルに関しても、安全性とは異なる問題点がいくつかあり、そのままでは、うまくプライバシー保護線形回帰モデルとして機能しないことが分かったため、うまく(プライバシーを保護できているかは別として)線形回帰モデルとして機能するように修正を行いました。

### 成果2. Fang らの準同型暗号の安全性評価

Fang らの準同型暗号の安全性について考察し、それが公開鍵暗号の場合には容易に解読されてしまうことを示しました。秘密鍵暗号と考えた場合には、条件なしの状態では解読に至っていませんが、効率的な既知平文攻撃(いくつかの平文と対応する暗号文の組が与えられているという条件下での攻撃法)を提案し、その有効性を実験により確かめました。また、Fang らの準同型暗号が、彼らが提案したプライバシー保護線形回帰モデルへの応用に特化したものとみなした場合でも、その既知平文攻撃は適用できます。秘密鍵暗号における既知平文攻撃の条件は、決して非現実的なものではないため、Fang らの準同型暗号やプライバシー保護線形回帰モデルは安全であるとは言えず、上記の問題点と合わせて根本的な見直しが必要である、という結果を得ました。

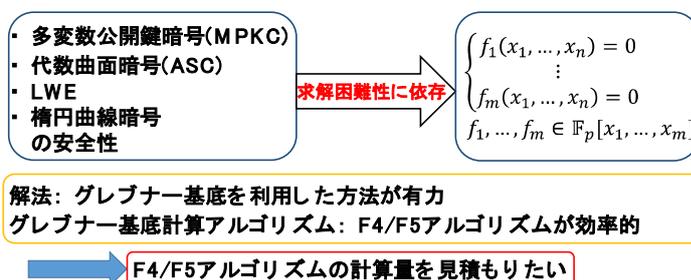
上記の研究成果について、佐賀で行われた「The Ninth Workshop among Asian Information Security Labs (WAIS 2017)」及び沖縄で行われた「2017年暗号と情報セキュリティシンポジウム(SCIS 2017)」において発表しました。

## 3. 2つの正則性の次数の定義の違いに関する研究

有限体上の連立方程式を解く問題は、暗号の研究、特に暗号の安全性評価の場面においてよく現れます。例えば、松本-今井によって初めて構成された多変数公開鍵暗号は、有限体上の多変数2次連立方程式を解く問題が非常に困難(NP-完全)であることを利用している耐量子暗号の候補の一つです(最近が多変数3次の連立方程式も用いられています)。その他にも、別の計算困難な問題を有限体上のある連立方程式に帰着させてその計算量を評価することもあります。例えば、格子暗号で利用されているLearning With Error (LWE)問題、代数曲面暗号の安全性の根拠となっている求セクション問題は、有限体上のある多次多変数の連立方程式を解く問題に帰着できます。

有限体上の連立方程式を解くための手法としては、グレブナー基底を利用した方法などが有名です。グレブナー基底の計算アルゴリズムとしては、Faugere によるF4/F5アルゴリズムが有名です。それらのアルゴリズムの計算量を評価するためには、中間基底の最大次数(以後単に最大次数と呼ぶ)を知る必要があります。しかし、一般には最大次数の計算は実際にグレブナー基底を計算しなければ困難なので、最大次数の代わりによく用いられるF4/F5アルゴリズムの計算量を評価するための指標として、正則性の次数と呼ばれるものがあります。正則性の次数が最大次数をよく近似しており、かつ容易に計算できるか理論的にその大きさを見積もることができれば、正則性の次数を最大次数の代わりに用いてグレブナー基底の評価ができると考えられます。しかし問題となるのは、正則性の次数について異なる二つの定義が存在していることです。一つはDuboisらによる定義で、もう一つ

はBardetらによる定義です。



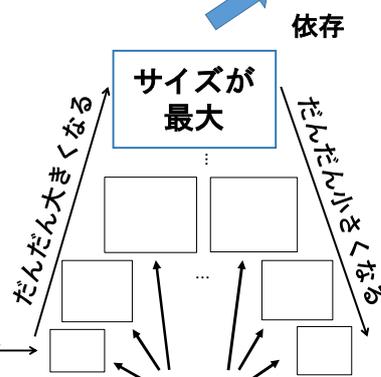
計算量見積もりのカギ: グレブナー基底計算に現れる中間基底の最大次数

最大次数: 一般にはグレブナー基底を計算しないとわからない

↓ 近似の概念

“正則性の次数”

※最大次数を正則性の次数と呼んでいる論文もあり



← グレブナー基底計算で最も時間がかかる部分 ← 各ステップで行階段行列に変形

## 研究課題

グレブナー基底の計算量評価は、重要な耐量子暗号の安全性評価につながるため、先に述べた 2 つの正則性の次数について、それらの違いを把握し、その違いが暗号の安全性評価にどのような影響を及ぼすかどうかを把握することは重要です。また、どちらの定義がより優れているのかも把握する必要があります。

## 研究成果

### 成果1. 2つの正則性の次数と最大次数及び安全性評価との関係

2つの正則性の次数と、それらと最大次数の関係性の調査を行いました。まず、Duboisらの正則性の次数 $d_{\text{reg}}$ は、常に最大次数以下の値をとることが分かりました。そして、Bardetらの正則性の次数 $d_{\text{reg}}$ は、常に最大次数以上の値をとることが分かりました。このことから、以下のようなことが言えます。

- $D_{\text{reg}}$ によりグレブナー基底が現実的な時間で計算不能であると評価できれば、関連する暗号はグレブナー基底による攻撃に関しては安全と言える
- $d_{\text{reg}}$ によりグレブナー基底が現実的な時間で計算不能であると評価できたとしても、関連する暗号が実際にグレブナー基底による攻撃に関しては安全なのかは不明
- $D_{\text{reg}}$ によって暗号が安全でないとは評価されたとしても本当に安全でないかは不明
- $d_{\text{reg}}$ によって暗号が安全でないとは評価できれば本当にその暗号は安全でない

まとめると、2つの正則性の次数にはそれぞれメリット・デメリットがあり、状況によって注意深く使い分けなければならないことが分かります。

さらに、Duboisらの正則性の次数は、Bardetらが正則性の次数を定義するために導入した、 $d$ -正則と呼ばれる概念と深く関係していることが分かり、その関係から(容易ではあ

りませんが)Duboisらの正則性の次数の計算法が得られます(Bardetらの正則性の次数の計算法は(こちら)も容易ではありませんが)すでに確立されています)。

## 成果2. 2つの正則性の次数の精度の検証

これまでの先行研究(正則性の次数により安全性を評価している論文)を調査した結果、Duboisらの正則性の次数の方がより多くの研究で利用されていることが分かった。また、Bardetらの正則性の次数は、考えている連立方程式が正則性または半正則性を満たさない限り、あまり役に立たないと指摘する論文もあります。しかし、Duboisらの正則性の次数が役に立たない例も発見されており、実験結果とともに報告している論文もあります。ところがその場合の、Bardetらの正則性の次数の精度についての実験や報告はなされていないため、本研究では実験(実験回数10回)により検証しました。

最大次数/10回	Duboisらの正則性の次数( $D_{reg}$ )	Bardetらの正則性の次数( $d_{reg}$ )
15 (10回)	2 (10回)	16 (10回)

表より、Bardetらの正則性の次数の精度はDuboisらの正則性の次数の精度を大きく上回る場合もあることが分かります。連立方程式の形は、考えている暗号に依存するため、先に述べたように、どちらの正則性の次数を安全性評価に利用するかは考えている暗号に依存しており、理論的・実験的な結果からどちらの正則性の次数を利用するかを決定する必要があることが分かりました。

上記の研究成果について、沖縄で行われた「2017年 暗号と情報セキュリティシンポジウム(SCIS 2017)」で発表しました。

### (3) クラウド&モバイル環境のセキュリティ及びプライバシーに関する研究

スマートフォンでは様々なアプリケーションをインストール可能とすることで利便性を向上させている一方、プライバシー及びセキュリティ上の懸念が浮かび上がっています。この背景として、スマートフォンはアプリケーションにより用途が大きく広がり、必然的により多くの、しかも個人のプライバシーに深くかかわる情報が集積される事態を招いていることが揚げられます。電話帳や通話履歴、メールの文面など、このようなプライバシー情報を如何に保全するかはユーザに委ねられている現状です。

スマートフォンにおけるプライバシー情報の集約に関連し、電子的な情報を調査し、法廷などに提供できる証拠(エビデンス)として活用可能とするデジタルフォレンジクス技術や、スマートフォン内からプライバシーに関する情報を収集不能(消去あるいは読み取りが不可能、または著しく困難な状態にする)ことで、プライバシーを保護するデジタルアンチフォレンジクス技術が求められています。

本研究室では、デジタルフォレンジクス技術とアンチフォレンジクス技術(フォレンジクスを妨害する手法)の双方について研究を行い、HTML5 WebブラウザにおけるWebStorage(Web閲覧記憶データ)の残存メモリイメージ(メモリ上データ)からのフォレンジック調査手法を提案し、国際会議のポスターセッションにて発表しました。

### (4) その他研究

近年、注目を集めているSDNに関するセキュリティや分散型管理暗号方式についての研究開発、評価等に取り組んでいます。

#### ・SDNセキュリティ

SDN(Software Defined Network)と呼ばれる技術が注目を集めています。これはインターネットにおいて通信を制御する機器群をソフトウェアにより集中的に制御することで、これまでにはない柔軟かつ動的なネットワーク運用を可能にする技術です。このSDNは、ネット

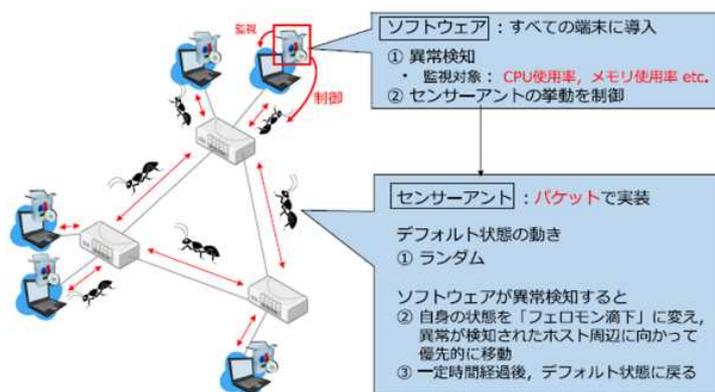
ワークセキュリティの様相を大きく変化するものと考えられます。これを踏まえ、本研究室では、下記2つの側面からネットワークセキュリティに取り組んでいます。

- 1) SDNのもつ柔軟かつ動的な性質により、これまでは非現実的だったセキュリティアーキテクチャが実現可能となる可能性(Security by SDN)
- 2) SDNの集中制御のアーキテクチャにより、ネットワークセキュリティ上に新たな(守るべき)脆弱性がもたらされる可能性(Security for SDN)

【具体的な研究内容】

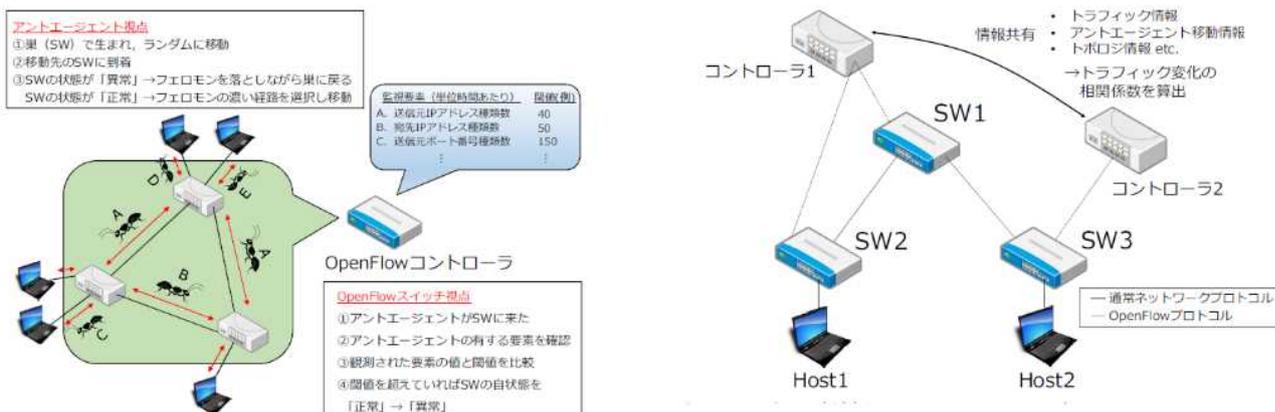
1. OpenFlow を用いた端末非依存なネットワーク攻撃検知手法

多様化する攻撃に対する手段として、従来様々な検知手法が提案されてきた。本研究で有効と判断した先行研究が「マルチエージェントシステムを用いて攻撃を検知するAnt-Based Cyber Defense(ABCD)」である。ただし、この手法では、防衛対象の各端末にソフトウェアの導入を必須としているため、ネットワークに接続する機能を持った組み込み機器などに適用することが難しいという問題が存在する。また、完全分散制御のため、水平SCANのような攻撃を検出できないという問題がある。



本研究では、マルチエージェントシステムを用いた攻撃検知を、Software-Defined Network (SDN) 技術を用いることで機器を改変することがなく導入する手法を提案しました。また、OpenFlow コントローラ同士で適切な情報交換を行い、従来の手法では検知が困難であった広範囲なネットワークに対する攻撃を検知する手法を提案しました。1 台の OpenFlow コントローラは複数の OpenFlow スイッチを制御し、各コントローラの担当ネットワーク内の情報を始めとした様々な情報をコントローラ間で交換することで、広範囲なネットワークへのより幅広い攻撃の検知が可能となりました。

本研究に関して、国際学会で1件、国内シンポジウムで2件の発表を行いました。



## 2. マルチドメイン SDN アプリケーションのセキュリティ評価

SDN を用いることで、ネットワークを動的かつ柔軟に制御することが可能となる。一方で、その柔軟な性質故にセキュリティに問題があるとするネットワーク管理者も少なくない。これまでになかったアーキテクチャを採用するため、どのようにセキュリティを検討していけばよいか分からないことが導入のハードルとなっている。そこで、SDN のシステムを構築する上でのセキュリティ懸念を洗い出すためのセキュリティ評価項目を提案してきた。この評価項目は、自身の組織内で SDN を構築するシングルドメイン上でのセキュリティに着目している。

SDN の構築方法に、異なるドメイン間で情報をやり取りしネットワーク設定を自動化するマルチドメイン SDN と呼ばれるものがある。組織の統合など、これまで異なるポリシーで運用されてきたネットワークの相互接続の機会が増えると、SDN を活用してネットワーク設定を行いたいという要望が増えると予想され、付随してセキュリティも問題となってくる。しかしながら、マルチドメイン SDN については、そのアプリケーションがはっきりしていないこともあり、セキュリティについて検討されてきていないのも事実である。



マルチドメイン SDN のアプリケーションに端末ローミングを設定し、具体的なサービス提供をイメージし、脅威分析及び対策を検討し、国内シンポジウムで1件の発表を行いました。

### 脅威分析

	①端末～SW	②コントローラ間	③データプレーン
C秘匿性	#スイッチを信頼	インターネットの場合は満たせない	インターネットの場合は満たせない
I正当性	端末に依存	#コントローラを信頼	#スイッチを信頼
A可用性	DoSの可能性	インターネットの場合はDoSの可能性	インターネットの場合はDoSの可能性
A説明責任	明示されていない	明示されていない	明示されていない
A真正性	MACのみだと満たせない	#コントローラを信頼	#スイッチを信頼
R信頼性	端末に依存	#コントローラを信頼	#スイッチを信頼

### 対策

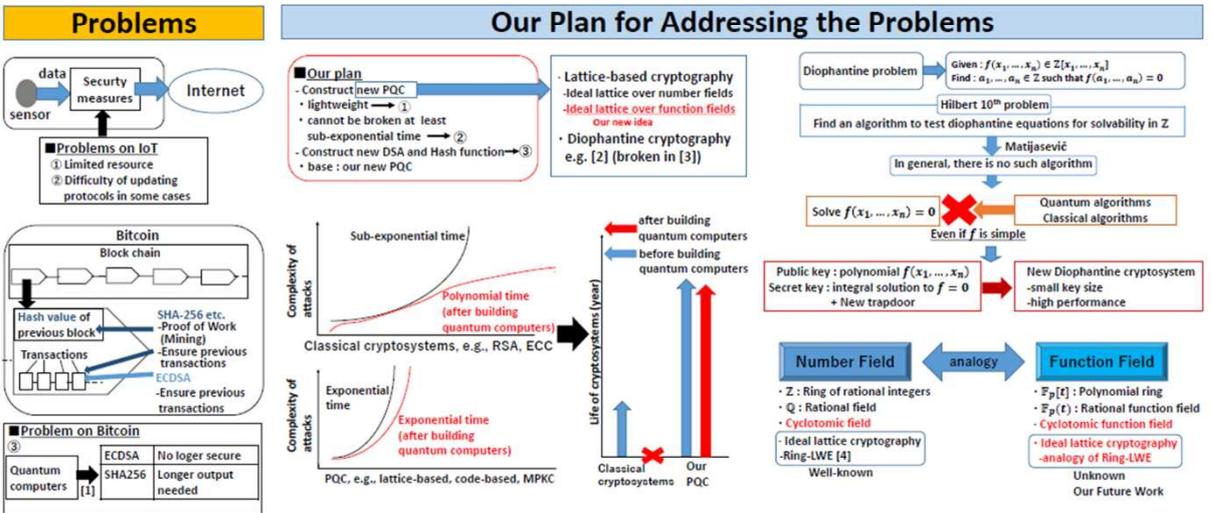
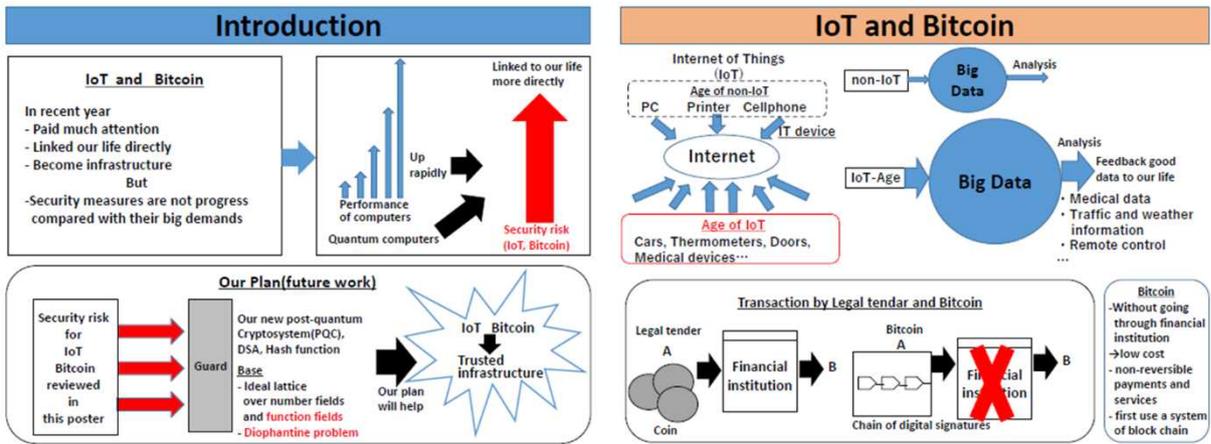
	①端末～SW	②コントローラ間	③データプレーン
C秘匿性	#スイッチを信頼	サーバ証明書と経路暗号化	
I正当性	端末堅牢化	#コントローラを信頼	#スイッチを信頼
A可用性		QoSと異常検知、攻撃耐性評価	
A説明責任	コントローラでのログ保全		
A真正性	認証機構	#コントローラを信頼	#スイッチを信頼
R信頼性	端末堅牢化	#コントローラを信頼	#スイッチを信頼

・分散型管理暗号方式

仮想通貨などの偽造や二重使用を防ぐための技術に応用できる暗号技術やブロックチェーンの応用に関する技術です。

IoT と Bitcoin のセキュリティに関する問題を提示し、ポスト量子暗号からこれらの問題を退所するためのシステムを検討し、提案しました。

また、ブロックチェーンの応用に関する調査を受託し、オフィスや自動車等の資産共有（シェアリングエコノミー）に対するブロックチェーン技術の活用可能性について検討及び技術調査を行いました。



[論文・発表等リスト]

- [1] “円分体に対するイデアル格子上の短い生成元の復元可能性について”, 奥村伸也, 安田雅哉, 高木 剛, 信学技報, Vol. 116, No. 35, ISEC2016-6, pp. 25-32, 2016年5月.
- [2] “2016 Network and Distributed System Security Symposium(NDSS2016)参加報告”, 松本晋一, 千葉大紀, 須崎有康, 朴 美娘, 信学技報, Vol. 116, No. 80, ICSS2016-8, pp. 39-44, 2016年6月.
- [3] “有限体上の代数曲面に関する求セクション問題から生じる連立方程式の半正則性について”, 奥村伸也, 秋山浩一郎, 高木剛, 信学技報, Vol. 116, No. 129, ISEC2016-34, pp. 185-191, 2016年7月.
- [4] “第一回IEEE European Symposium on Security and Privacy参加報告”, 松本晋一, 松浦幹太, 第19回SPT合同研究発表会, (18), 2016年7月.
- [5] “An Estimate of the Complexity of the Section Finding Problem on Algebraic Surfaces”, Shinya Okumura, Kouichiro Akiyama, Tsuyoshi Takagi, The Fourth International Symposium on Computing and Networking, CANDAR 2016.
- [6] “Cryptanalysis of a public key cryptosystem based on Diophantine equations via weighted LLL reduction”, Shinya Okumura, Jintai Ding, Momonari Kudo, Tsuyoshi Takagi, Chengdong Tao, IWSEC2016, Post-quantum Cryptography, 2016年9月.
- [7] “ある種の不定方程式の求解問題に基づく準同型暗号”, 秋山浩一郎, 後藤泰宏, 奥村伸也, 高木 剛, 縫田光司, 花岡 悟一郎, 信学技報, Vol. 116, No. 207, ISEC2016-43, pp. 27-34, 2016年9月.
- [8] “On analysis of recovering short generator problems via upper and lower bounds of Dirichlet L-functions : Part 2”, Shinya Okumura, Mathematical Modelling for Next-Generation Cryptography, 2016年12月.
- [9] “Host Independent and Distributed Detection System of the Network Attack by Using OpenFlow”, Ryosuke Miyazaki, Junpei Kawamoto, Shinichi Matsumoto, Kouichi Sakurai, ICOIN2017, Security, 08-1, 2017年1月.
- [10] “ある準同型暗号の安全性とプライバシー保護線形回帰モデルの問題点について”, 奥村伸也, 櫻井幸一, 2017年暗号と情報セキュリティシンポジウム, 3F2-3, 2017年1月.
- [11] “グレブナー基底計算に関する正則性の次数の2つの定義について”, 奥村伸也, 櫻井幸一, 2017年暗号と情報セキュリティシンポジウム, 4B1-5, 2017年1月.
- [12] “端末ローミングを例としたマルチドメインSDNアプリケーションのセキュリティ評価に関する考察”, 溝口誠一郎, 宮崎亮輔, 山田 明, 山本幸二, 窪田 歩, フォン ヤオカイ, 堀 良彰, 櫻井幸一, 2017年暗号と情報セキュリティシンポジウム, 2D2-4, 2017年1月.
- [13] “第25回USENIX Security Symposium 調査報告”, 山本幸二, 大石和臣, 櫻井幸一, 須崎有康, 千葉大紀, 松本晋一, 森 達哉, 吉岡克成, 2017年暗号と情報セキュリティシンポジウム, 2A2-4, 2017年1月.
- [14] “分散処理によるOpenFlowを用いた端末非依存なネットワーク攻撃検知手法とその評価”, 宮崎亮輔, 川本淳平, 松本晋一, 櫻井幸一, 信学技報, Vol. 116, No. 522, ICSS2016-69, pp. 177-182, 2017年3月.

### 1. 1. 3 生活支援情報技術研究室

#### (テーマ：人間生活を支援するインターフェース環境の実現)

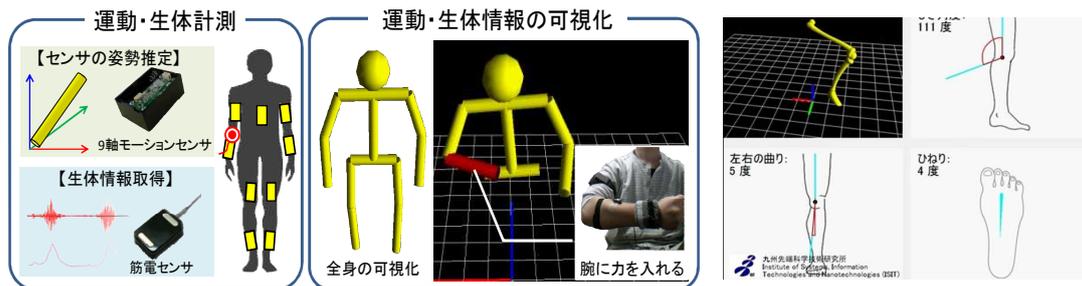
生活支援情報技術研究室（以下、本研究室）では、情報通信技術やロボット技術を利用し、「誰でも」、「いつでも」、「どこでも」という観点から、高齢者や障がい者だけでなく、さまざまな人に安全で健康的、そして豊かな生活を提供できるようなインターフェース環境を実現するための研究開発を行っています。具体的には、以下に挙げる研究を行っています。

#### 【研究概要】

##### (1) 装着型センサを使用した様々な運動・生体情報の計測・可視化に関する研究

人の運動の様子を計測するモーションキャプチャシステムと、心拍などの身体内部の運動の様子（生体信号）や関節角度を取得・計測するセンサ・システムを組み合わせ、それを記録・可視化する人間計測技術の開発に取り組みました。リハビリやスポーツの分野での応用が期待されています。

本研究で実現してきた技術を様々な分野で活用するための取り組みとして、平成 28 年度は、スマートフォンを用いた簡易 HMD (Head Mounted Display) のための頭部の向きのリアルタイム推定技術を用いて、誰でも仮想的に地震を体験できるシステムを開発し、体験者の心理評価を行いました。



装着型センサの使用した運動・生体情報の計測・可視化

関節角度の計測

##### (2) 拡張現実感を用いたエコー検査支援に関する研究

臓器の断面画像を撮る方法として、CT や MRI と比べ安全性が高いエコー検査（超音波診断）がよく用いられます。その際に、臓器の形や操作方法の指示を患者の体上に仮想的に表示し、撮像を補助するシステムの実現に取り組んでいます。将来、遠隔診断を支援するシステムへの応用も目指しています。

平成 28 年度は、HMD (Head Mounted Display) を活用して超音波断層像を検査者の目の前に表示することにより、本来は同時に観察することができない「プローブを操作する手元と超音波断層像を同一視野内に表示することで、初学者の理解の促進を目指したシステムを開発しました。

##### (3) スイング診断システムの開発

ゴルフや野球などのトレーニングや技術向上に役立てるため、選手がスイングする際のグリップの握り方や力の入れ方等を計測し解析するシステムが求められています。

本研究では、ゴルフスイングや野球のバッティングなどの全身運動を計測し力学解析を行うことでスイング時のスキル診断を可能とするシステムの開発を行っています。

具体的には、各手に作用する力を分離して計測することを可能とする力覚センサ搭載ゴ

ゴルフクラブ（スイング診断システム）を開発しました。本システムを用いてスイング中のグリップの左右に作用する力の作用点や作用する方向などの計測を左右別々に行うことで、選手のスイング診断に必要な情報を取得し表示することが可能になりました。

今後は、センサ信号を無線で送信し、また計測・解析結果をリアルタイムで可視化するなどの改良を加え、より実用的なシステム（トレーニング機器）を開発することを目指しています。



スイング診断システム：力覚センサ搭載ゴルフクラブ(左)とスイング診断の様

#### (4) 高周波信号を利用した摂食検知システムの研究

摂食時にユーザが皿の上の食物に接触した際の電気信号（高周波信号）を利用して摂食の検知を行う摂食検知システムの開発を行っています。ユーザがどのような順序で何を食べたのかを検知することが可能となり、健康管理、食事の摂取確認、薬の服用確認等への応用を目指しています。

平成 28 年度は、摂食時の電気信号（高周波信号）を周波数ごとに解析し、どのようなときにどのようなパターンが検知されるかについて観察・考察を行い、一部の食品について様々な条件で実験を行い、周波数分布が主に食品の大きさや種類（構造）によって変化することを明らかにしました。食品の構造によって信号のパターンが変化するという事は、食品の味によって信号のパターンが変化しているという結果を国際会議で発表しました。

得られた知見をもとに、食品の組成に基づいて決定される測定パターン（周波数分布）から食品の味を検出する手法や、食事の中の全てのシーンを通して変化する測定パターン（周波数分布の時間的な変化）からユーザの動作情報を検知する手法について研究を進めています。

#### (5) 農業 SNS プロジェクト

センサや情報ネットワークを通じて得られる農作物生産時の情報（温度、湿度、日射量、作業内容、作業日時、作業等）を自動取得するシステムや、得られた情報を消費者に分かりやすく提示する方式等を研究しています。

平成 28 年度は、スマートフォンやスマートウォッチなどを用いたトマト農家の農作業情報の自動取得について、機械学習を用いることによって昨年度までよりも高精度な情報取得を実現しました。

また、農林水産省のプロジェクトに採択されたことから、イチゴハウス内を移動する環境情報・作物画像計測システムの開発を開始し、九州大学農場において試作機の移動実験を行いました。さらに、本システムで動作する環境情報・作物画像のスマートフォン用可

視化アプリの開発を開始し、アプリに求められる機能や操作性の向上のために 10 軒のイチゴ農家にインタビュー調査を行いました。



農作業情報取得実験の様子。左右のグラフはトマト農家が両腕に着けたスマートウォッチによって計測された加速度及び角速度、下の図はトマトハウス内の農家の位置。

**(6) 本研究室におけるプロジェクト型研究・共同研究・受託研究・科学研究費補助事業について (まとめ)**

「(1) 装着型センサを使用した様々な運動・生体情報の計測・可視化に関する研究」に関するもの

- ・装着型センサによる見える化技術 (企業) : 1. 4 共同研究 P. 66, No. 3

「(2) 拡張現実感を用いたエコー検査支援に関する研究」に関するもの

- ・距離画像を用いた超音波プローブの位置・姿勢計測システムの開発 (若手研究(B) 研究代表者・吉永研究員) : 1. 2. 3 平成 28 年度に実施した科学研究費補助事業 P. 65, No. 1

「(3) スイング診断システムの開発」に関するもの

- ・マルチボディダイナミクスに基づく全身運動の解析方法の確立と応用 (基盤研究(B) 研究代表者・太田研究員) : 1. 2. 3 平成 28 年度に実施した科学研究費補助事業 P. 65, No. 3

「(5) 農業SNSプロジェクト」に関するもの

- ・イチゴの省エネ栽培・収量予測・低コスト輸送技術の融合による販売力・国際競争力の強化 (農林水産省・九州大学) : 1. 2. 2 平成28年度に実施したプロジェクト P. 65, No. 7
- ・次世代農業支援のための高機能センシング技術の開発 (基盤研究(A)、研究代表者・九州大学谷口教授、研究分担者・吉永研究員 光藤研究員) : 1. 2. 3 平成28年度に実施した科学研究費補助事業 P. 65, No. 5

**【研究詳細】**

**(1) 装着型センサを使用した様々な運動・生体情報の計測・可視化に関する研究**

近年、人の運動の様子を計測する方法としてモーションキャプチャの活用が注目されて

います。例えばリハビリやスポーツの分野では、身体の運動を数値化してCGで表現することでトレーニング効果の理解の手助けになることが期待できます。しかし現在主流のモーションキャプチャでは身体に装着した目印を複数のカメラで撮影して人の動き計測するため、カメラから見えづらい複雑な動きやカメラの視野外での運動計測はできず、頻繁には活用されていないのが現状です。そこで本研究室では、カメラの弱点を克服した新たなモーションキャプチャシステムの開発に取り組んでいます。

また、運動計測の現場では筋肉の動きや心拍などの生体情報を計測するセンサも使用されています。しかし、いずれの計測手法も一長一短であり、単一のセンサだけでは十分な情報を得ることができません。そこで我々は各種センサを組み合わせた人間計測技術の開発にも取り組んでいます。

具体的には、加速度・角速度・地磁気を同時に計測できる「慣性センサ」と「生体計測センサ」を人の体に取り付け、運動の様子を記録・可視化するシステムに関する研究・開発を行っています(図 1.1.3-1a)。本システムでは身体の各部位に装着されたセンサによってダイレクトに運動情報を取得できるため、広い競技場やカメラの設置が困難な施設内での計測が可能になりました。さらに、筋電センサを用いて筋肉の活動の有無を認識し、図 1.1.3-1aのように身体CGの対応する部位の色を変化させることで専門家でない人でも身体内外の運動を直感的に理解できるようにしました。さらに、関節角度の自動計測を行うシステム(図 1.1.3-1b)を開発し、センサを装着するだけでリハビリの評価に必要な様々な角度の情報を一度に取得できるようになりました。そのためリハビリの効果の説明の際に「以前と比べて膝が〇〇度曲がるようになった」といった具体的な表現が可能になりました。

さらに、本研究で実現してきた技術を様々な分野で活用するための取り組みとして、本研究で実現してきた技術を様々な分野で活用するための取り組みとして、スマートフォンを用いた簡易HMD(Head Mounted Display)のための頭部の向きの実タイム推定技術を用いて、誰でも仮想的に地震を体験できるVR(Virtual Reality)技術を用いた防災・環境シミュレーションシステムを開発し、体験者の心理評価を行いました。[yoshinaga01-03]。今後も研究を継続することで「いつでも・どこでも・誰でも」利用できるシステムを実現し、計測・可視化技術を必要とするあらゆる分野に貢献していきたいと考えています。

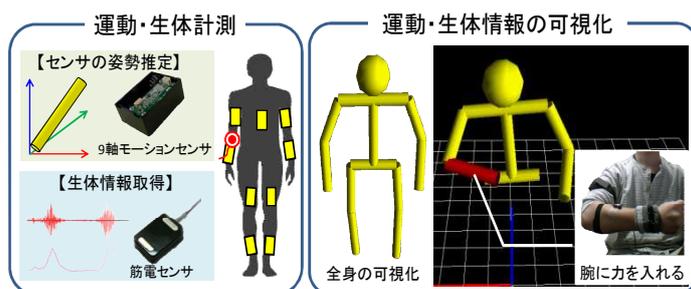


図 1.1.3-1a カメラ不要な装着型モーションキャプチャ

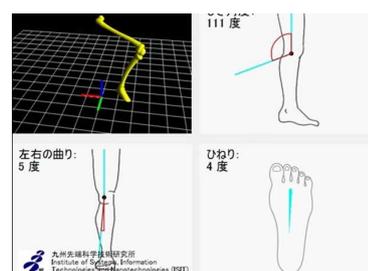


図 1.1.3-1b 関節角度の計測

## (2) 拡張現実感を用いたエコー検査支援に関する研究

エコー検査(超音波診断)とは、医師がプローブを手に持ち、患者の体表に押し当てるだけで臓器の断面画像(以下、断層像)が得られる診断方法で、CTやMRIと比べて安全性が高いことから幅広く用いられています。また、最近ではノートPCタイプの小型装置の普及により被災地や患者宅など場所を問わない診断が実現されつつあります。しかし、プローブは手動で操作を行うため診断に適した断層像の描出には熟練を必要とし、解剖学的知識や撮像経験の乏しい未熟な検査者による撮像は困難であるという問題点がありました。そこで、臓器の形や熟練者の撮像手順をAR(拡張現実感)技術を用いて患者体表上にリアル

タイムに重畳表示し、撮像補助や超音波を用いた治療支援[yoshinaga04]を行うシステムの実現に取り組んでいます。また、通信技術を利用し、遠方の熟練医師による撮像方法の指示をCGで伝達する遠隔診断支援システムへの応用も目指しています。

これまでの研究により、ARを用いることで非熟練者への撮像補助が可能なことが確認できました。しかし、従来研究ではPCのモニターを使用していたためシステム全体が大掛かりでした。そこで、HMD (Head Mounted Display) を使用した情報の可視化に着目し、より簡便で利用しやすいエコー検査支援システムの実現を目指しています。

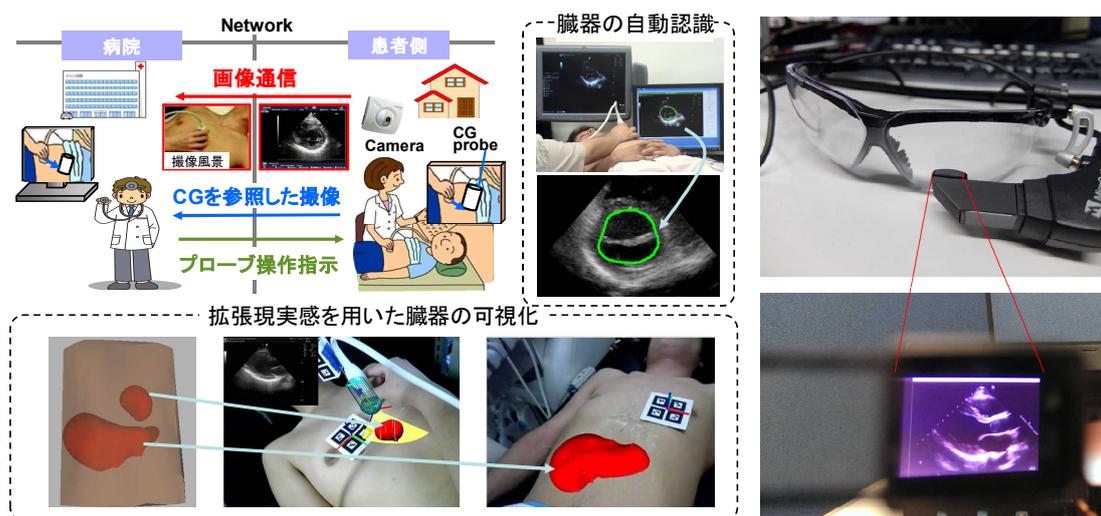


図 1. 1. 3-2 拡張現実を用いたエコー検査支援

### (3) スイング診断システムの開発

ゴルフスイングや野球のバッティングなどの全身運動の力学解析を通じたスキル診断システムの開発を行っています。このようなスイング運動は片手で投げるような腕が構成するオープンループ機構と異なり、このような運動では両腕は、両腕で閉じた構造のクローズドループ機構と呼ばれる力学構造を構成しています。クローズドループ機構は身体の大きな力を直接伝達しやすい構造となっており、左右それぞれの腕の使い方がスイング運動の重要な役割を担っているため、この機構を利用したスイングのメカニズムを解明することによって、スイング運動のスキル診断が可能となります。ところが、通常、左右の手に作用する力を分離して独立に計測することは困難であり、特にスポーツのような動的な運動ではこれまで実現されていませんでした。

そこで、各手に作用する力を分離して計測することを可能とする力覚センサ搭載ゴルフクラブを開発しました (図 1. 1. 3-3)。この装置を利用してスイング運動の力学解析を行うことによって、両手を用いた運動スキルの解明を行い、特に左右の手に作用する力の負荷分配戦略を明らかにすることによって、スイング診断やスイングのスキル獲得支援システムの開発を目指しています。また、計測した力情報から、さらに左右の力の作用点も算出し、力の大きさや向きばかりでなく、グリップのどの位置に力が作用しているかも推定することが可能となりました。この情報はスイング診断にとっては重要な情報となり、本システムを用いることで、スイング中のグリップの握り方等の重要なスキルが解明され、各種スポーツのトレーニング (技術向上) に役立つことが期待されます。

さらに今後は実用化のために、信号を無線で送信し、道具に作用する力や作用点をリアルタイムで可視化することによって、新たなスポーツのトレーニング機器を開発することを目指しています。



図 1.1.3-3 力覚センサ搭載ゴルフクラブ(左)とスイング診断の様子(右)

#### (4) 高周波信号を利用した摂食検知システムの研究

平成 28 年度は、昨年度に引き続き高周波信号を利用して摂食の検知を行う方法の開発を行いました。

本システムは、皿の底部から信号を発生し、ユーザが皿の上の食物に接触した瞬間に形成される、皿→食物→(カトラリ)→人体の経路を利用し、ユーザが携帯するデバイスに信号を送り込むシステムです。この電気的な経路はユーザが食物に接触した時だけ形成されます。一般に食事の時に食べ物に触れるのは摂食の直前だけと考えられるので、受信器が受信する信号は、摂食のタイミングとほぼ同じと考えることができます。

平成 28 年度は、通過する電気信号を周波数ごとに解析し、どのようなときにどのようなパターンが観察されるかについて観察を行いました[mitsudo01]。一つは周波数ごとの信号強度の分布(周波数分布)のパターンで、もう一つは、この周波数分布の時間的な変化のパターンになります。

一つ目のパターンは、主に食品の組成に基づいて決定されるので、食品ごとに変化するはずですが、平成 28 年度の研究では、回路や測定機器を工夫し測定精度を向上させ、予備実験として、一部の食品について様々な条件で実験を行い、周波数分布が主に食品の大きさや種類(構造)によって変化することが明らかになりました。食品の構造によって信号のパターンが変化するという事は、食品の味によって信号のパターンが変化しているということでもあります。このことから、本測定方法をさらに発展させることで、食品の味を検出できる可能性があります。

二つ目は、食事全体の全てのシーンを通して変化します。この変化の中から摂食・接触の瞬間を検出したり、食品のデータを抽出したりするわけです。食品の電気的特性からは、信号の変化を観察することで、食品への接触に加えて接近も検出できると考えられ、食品の種類だけではなく、ユーザの動作などの情報を取ることができると考えられます。得られる情報が多いほど、食事のプロセスについて大量の情報を得ることができるとなります。

本研究では、このように食品の電気的特性を利用して摂食記録を取得することを目指しています。

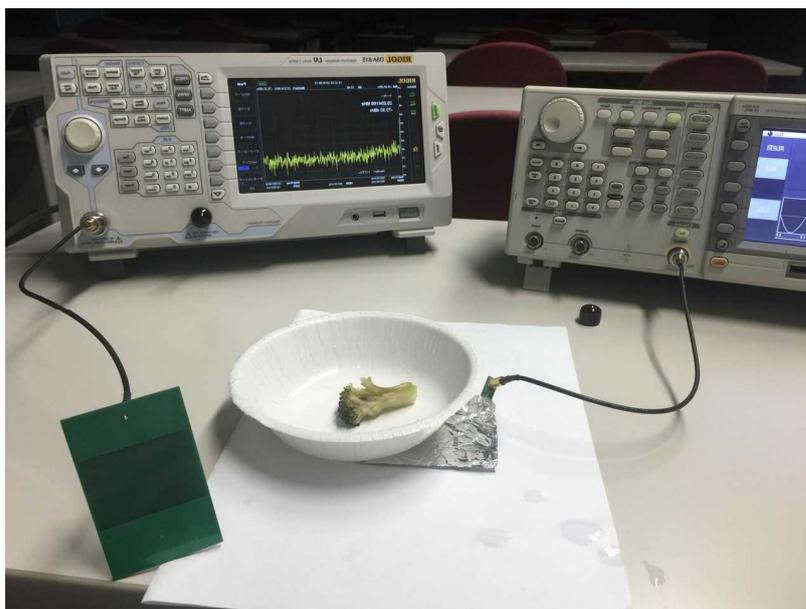


図 1.1.3-4 摂食検知実験の様子

#### (5) 農業 SNS プロジェクト

農業 SNS プロジェクトは、「農業の見える化」と「消費者の見える化」を目標に、農業情報・消費者情報の取得・蓄積・提示を行う情報技術に関する研究を、九州大学、長崎県立大学と共同で進めています。SNS とは、センサ・ネットワーク・システムとソーシャル・ネットワーク・サービスの二つの SNS を指し、それらを結合することで2つの見える化を実現することを提案しています。また、そのための情報計測技術及び可視化技術の研究も行っています。

具体的には、センサや情報ネットワークを通じて得られる農作物生産時の情報（温度、湿度、日射量、作業内容、作業日時、作業者等）を自動取得するシステムや、得られた情報を消費者に分かりやすく提示する方式等を研究しています。

- ・ 農場に環境計測センサを設置して温湿度や日射量などを自動計測する研究 [arita02][arita03]、
- ・ 農作業者の動き情報を両腕にはめたスマートウォッチで計測し、それから農作業者の作業内容を認識するとともに、電波を発信するビーコンを農場にたくさん設置し、農作業者が持っているスマートフォンで受信される電波強度から農作業者の位置を推定することにより、「いつ、誰が、どこで、どの作業をしたのか」という農作業情報を自動的に取得する研究 [arita01][arita04][arita05][arita06] (図 1.1.3-5)、
- ・ Microsoft Kinect（色だけでなく距離も同時に計測することができるカメラ）を用いて農作物を撮影することにより、その色と形状情報を計測する研究 [yoshinaga08][yoshinaga09]、
- ・ 上記の技術で集められた農場や農作物に関する様々な情報を、拡張現実感 (AR) 技術を用いて消費者に提示する研究 [yoshinaga07]

平成 28 年度は、スマートフォンやスマートウォッチなどを用いたトマト農家の農作業情報の自動取得について、機械学習を用いることによって昨年度までよりも高精度な情報取得を実現しました。

また、農林水産省のプロジェクトに採択されたことから、イチゴハウス内を移動する環境情報・作物画像計測システムの開発を開始し、九州大学農場において試作機の移動実験

を行いました。さらに、本システムで動作する環境情報・作物画像のスマートフォン用可視化アプリの開発を開始し、アプリに求められる機能や操作性の向上のために 10 軒のイチゴ農家にインタビュー調査を行いました。

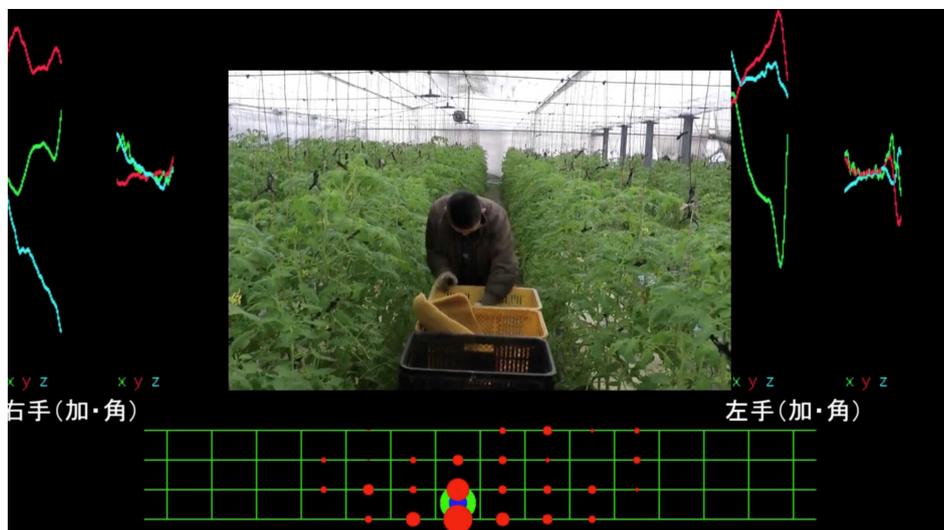


図 1.1.3-5 農作業情報取得実験の様子。左右のグラフはトマト農家が両腕に着けたスマートウォッチによって計測された加速度及び角速度、中央写真はトマトハウス内の農家

## (6) 展示・デモ

本研究室では情報技術やロボット技術の利用した生活支援に関する研究に取り組んでいることから、展示会やイベントでのデモをも積極的にを行い、体験者からの意見の収集も行っています。

装着型センサを使用した運動情報の計測・可視化の成果については、11月に米国で開催された SC16 の CG・可視化研究会ブースにて研究展示を行いました。また、AR/VR 技術の活用について 4 月にバルセロナの UOC (Universitat Oberta de Catalunya) にて講演や現地の研究者・開発者との交流を行いました [yoshinaga05]。

また、農業 SNS プロジェクトでは、九州大学大学院農学研究院、長崎県立大学と共同でアグリビジネス創出フェアに出展し、生産者、農業支援機関、IT 企業など多くの方々と情報交換や意見交換を行いました。

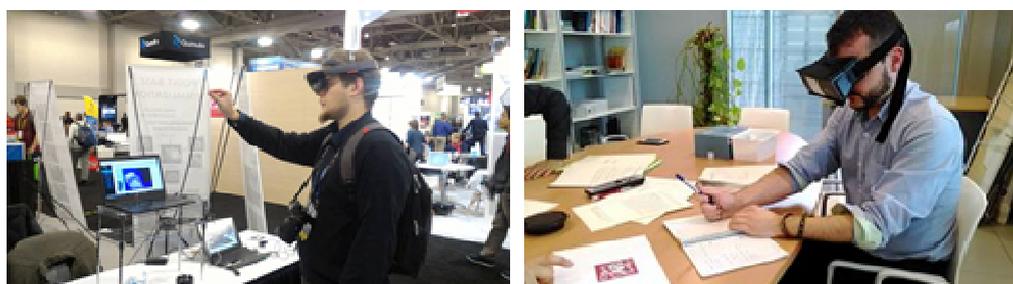


図 1.1.3-6 SC16 での研究展示 (左)、バルセロナの UOC での交流(右)の様子

[論文等リスト]

- [yoshinaga01] 妹尾武治, 吉永 崇, 宮地尚希, 藤井芳孝, “VR 地震という試みについて”, 映像学技報, vol. 40, No. 37, pp. 3-4, 2016. 11
- [yoshinaga02] 妹尾武治, 吉永 崇, 宮地尚希, 藤井芳孝, “没入型ベクション刺激と VR 地震”, 知覚情報研究会, 2017. 02
- [yoshinaga03] 板垣佳那, 檜山和男, 宮地英生, 吉永 崇, “VR 技術に基づくスマートデバイスを用いた防災・環境シミュレーションの可視化システムの構築”, 第 44 回土木学会関東支部技術研究発表会, 2017. 03
- [yoshinaga04] 梶田晃司, 吉永 崇, 小野木 真哉, “超音波診断・治療器具の光学的三次元位置トラッキングとその応用”, 超音波テクノ 2016 年 7-8 月号, pp. 5-9, 2016. 08.
- [yoshinaga05] Interview with Takashi Yoshinaga “Augmented reality will improve our lives”, 2016. 04 (参考 URL : <https://goo.gl/NP4uep>).
- [yoshinaga06] 吉永 崇, 有田大作, “次世代 AR ヘッドマウントディスプレイ HoloLens の紹介”, 第 75 回 CAVE 研究会, 2016. 09
- [yoshinaga07] 石丸俊介, 岡安崇史, 吉永 崇, 有田大作, 井上英二, 平井康丸, 光岡宗司, UX 的手法を用いた消費者向け農業情報提供インターフェースの有効性評価, 農業情報学会年次大会, 2016. 05.
- [yoshinaga08] Atsushige Sakai, Takashi Okayasu, Takashi Yoshinaga, Andori Prima Nugroho, Daisaku Arita, Eiji Inoue, Yasumaru Hirai, Muneshi Mitsuoka, Effective investigation of 3D feature value extraction for plant body surface using rgb-d sensor, International Symposium on Machinery and Mechatronics for Agriculture and Biosystems Engineering (ISMAB), pp. 854-858, 2016. 05.
- [yoshinaga09] 境 淳成, 岡安崇史, 松本千里, 吉永 崇, 有田大作, 谷口 倫一郎, 井上英二, 平井 康丸, 光岡 宗司, 植物栽培空間の時空間情報計測に関する基礎的研究, 農業食料工学会年次大会, 2016. 05.
- [ohta01] 太田 憲, 室伏広治, 第 3 章第 1 節「サイバネティック・トレーニング」, 「オーグメンテッド・ヒューマン-AI と人体科学の融合による人機一体 究極の IF が創る未来」エヌ・ティー・エス, 東京, 2017. 05 (掲載予定)
- [ohta02] 松本拓也, 太田 憲, 仰木裕嗣, 高橋敏之, 間 弘子, 湯川治敏, 走行するサラブレッドの遊脚期における振動数の調整, バイオメカニズム学会誌, Vol. 41, No. 2, 2017 (掲載予定)
- [ohta03] Koji Murofushi, Don Babbitt, Ken Ohta, Supplemental exercises for core stability which utilize the concept of parametric oscillation in the hammer throw, Strength and Conditioning Journal, 2017 (掲載予定)
- [ohta04] 太田 憲, 仰木裕嗣, 有田大作, ゴルフスイング中のグリップに作用する左右 6 分力計測と力の作用点推定, 日本機械学会シンポジウム, スポーツ工学・ヒューマン・ダイナミクス 2016, 2016. 11
- [ohta05] 太田 憲, 澁谷和宏, ゴルフスイング解析装置及びゴルフスイング解析方法, 特許 5912415, 2016. 4
- [ohta06] 太田 憲, 澁谷和宏, ゴルフスイング解析装置及びゴルフスイング解析方法, 特許 6029097 号, 2016. 10
- [ohta07] Kazuhiro Shibuya and Ken Ota, Golf swing analyzing apparatus and method of analyzing golf swing, US Patent No. 9403077, 2016. 08
- [ohta08] Kazuhiro Shibuya and Ken Ota, Golf swing analyzing apparatus and method of analyzing golf swing, US Patent No. 9415290, 2016. 08
- [ohta09] Kazuhiro Shibuya and Ken Ota, Golf swing analyzing apparatus and method of

- analyzing golf swing, US Patent No. 9415291, 2016.08
- [ohta10] Kazuhiro Shibuya and Ken Ota, Golf swing analysis device and golf swing analysis method (US Patent 特許査定済)
- [mitsudo01] Y. Mitsudo, "A food intake detection method using intra-body communication," 2016 IEEE 5th Global Conference on Consumer Electronics, Kyoto, 2016, pp. 1-3.
- [mitsudo02] 光藤雄一 話題の追跡 光空間信号を用いた矩形の読み出し領域を生成する通信方式の研究 月刊 自動認識 29(6) pp.29-35
- [arita01] 橋本幹基, 大西正輝, 興梶正克, 蔵田武志, 島田敬士, 有田大作, 谷口 倫一郎, 歩行運動の両脚相に着目した RGB-D カメラに映る PDR 利用者の同定, 電子情報通信学会パターン認識・メディア理解研究会, pp.129-134, 2017.01.
- [arita02] Andri Prima Nugroho, Takashi Okayasu, Masafumi Horimoto, Daisaku Arita, Takehiko Hoshi, Hidehito Kurosaki, Ken-ichiro Yasuba, Eiji Inoue, Yasumaru Hirai, Muneshi Mitsuoka, Lilik Sutiarmo, Development of a field environmental monitoring node with over the air update function, Agricultural Information Research, Vol.25, No.3, pp.86-95, 2016.10.
- [arita03] 岡安崇史, アンドリ プリマ ヌグロホ, 有田大作, 堀本正文, 廉価なワンボードマイコンを利用した圃場環境と植物生育状態の計測と可視化, スマート農業バイブル, pp.23-26, 2016.10.
- [arita04] 橋本幹基, 有田大作, 島田敬士, 岡安崇史, 内山英昭, 谷口 倫一郎, スマートデバイスを用いた農作業情報の自動計測, 第 19 回画像の認識・理解シンポジウム (MIRU2016), 2016.08.
- [arita05] Yoshiki Hashimoto, Daisaku Arita, Atsushi Shimada, Takashi Yoshinaga, Takashi Okayasu, Hideaki Uchiyama, Rin-ichiro Taniguchi, Measurement and Visualization of Farm Work Information, International Conference on Agriculture Engineering, 2016.06.
- [arita06] Yoshiki Hashimoto, Daisaku Arita, Atsushi Shimada, Takashi Okayasu, Hideaki Uchiyama, Rin-ichiro Taniguchi, Farmer position estimation in a tomato plant green house with smart devices, International Symposium on Machinery and Mechatronics for Agriculture and Biosystems Engineering (ISMAB) 2016, pp.200-205, 2016.05.

#### 1. 1. 4 ナノテク研究室

##### (テーマ：ナノ・バイオ技術による環境対応型社会を実現するための新素材の開発)

ナノテクノロジーは、医療、バイオ、環境、エネルギー、エレクトロニクス、情報通信などの様々な産業分野において、最先端のモノづくりの基盤技術や重要課題解決の鍵となる技術として世界的に注目されています。我が国でも、文部科学省をはじめとする多くの政府機関によってナノテクノロジー関連の国家プロジェクトが進められているほか、16回目を迎えた国際ナノテクノロジー総合展・技術会議 (nano tech 2017) においても、600社もの展示規模で企業や団体が出展するなど、産・官・学ともに盛り上がりを見せています。

ナノテク研究室 (以下、本研究室) では、特にナノテクノロジーの基盤技術として有用な「自己組織化」と「分子認識」を応用し、高次機能を有する新しい材料の開発や材料の構築技術に関する研究を進めています。具体的には、汎用性の高い有機溶媒中で螺旋を形成し、容易に成膜可能な新しい多糖誘導体の開発を進め、実用化を目指しています。また、標的の生理活性物質を選択的に識別することで診断・検査薬に利用可能な蛍光センサを開発しています。さらに、我々の身近な栄養素で生体内において重要な役割を担うグルコースを検出する蛍光センサについても開発を行っています。

これらの研究の一部については、企業と緊密な連携を取りながら、実用化を目指して共同で研究開発を進めています。

##### 【研究概要】

##### (1) らせん形成能を有する天然多糖を用いた機能性材料の創製

らせんを形成する天然多糖が分子レベルの包装材として利用できることを見出し、薬剤運搬体などに応用する検討を行ってきました。

最新の研究では、有機溶剤に可溶で成形加工の容易な多糖誘導体を開発しました。この多糖の溶液を用いることで簡単に丈夫な膜を作製できることを見出し、現在、この膜の精密なナノ構造を活かした高機能・高性能材料の開発に取り組んでいます。

さらに、この膜に水中で化学的な処理を施すことで、膜の状態を維持したまま、その性質が劇的に変わることが明らかとなり、生理活性を有する生分解性の多糖膜を調製することにも成功しました。この生理活性膜を免疫治療等で実用化すべく、現在外部機関との共同研究に向けて進めております。

##### (2) 診断・検査薬を指向した会合型蛍光センサ

細胞の生命活動に不可欠な化学物質や、先天性代謝異常症などの疾患で重要な指標 (マーカー) となる物質を識別し蛍光を発する蛍光センサを開発してきました。

平成 28 年度は、臨床化学検査への応用を想定し、腫瘍マーカーとして知られているアニオン性多糖類(グリコサミノグリカン)の蛍光センシングを検討しました。

※先天性代謝異常症：生まれつき特定の酵素が欠損し代謝が行われず、様々な機能障害を引き起こす疾病。

本成果により、ガンや悪性腫瘍などの指標となる物質を簡単に検出するための方法論が確立され、新聞記事で紹介されました (日刊工業新聞 2016 年 5 月 19 日)。

##### (3) 会合により形成されるナノ粒子を利用した生体関連物質センサの開発

先の (2) の成果のように、会合型の蛍光センサは生体関連物質のセンサとして有用であることが分かっています。

そこで、新たな会合型蛍光センサ分子を開発しました。その分子が形成するナノ粒子は生体に存在するアデノシンリン酸類や特定のタンパク質分子を認識して蛍光が変化するセンサとして働くことを明らかにしました。

#### (4) 蛍光色と蛍光強度比を利用した糖の選択的検出法の開発

糖は身近な化学物質で、栄養素の役割だけでなく、細胞内のシグナル伝達物質としても働くことがわかってきていますが、その機能には未解明な部分が多く残されています。

そこで、生体内で重要な役割を担うグルコースを検出する蛍光センサを開発しました。その結果、特に D-グルコース（ブドウ糖）の検出が可能であることが確認でき、血糖値や尿糖値の安価で簡便な検査キット等への展開が期待できます。

#### (5) 本研究室におけるプロジェクト型研究・共同研究・受託研究・科学研究費補助事業

「(1) らせん形性能を有する天然多糖を用いた機能性材料の創製」に関するもの

・有機半導体二次元高分子の合成（基盤研究(B) 研究代表者・坂本研究員）：

1. 2. 3 平成 28 年度に実施した科学研究費補助事業 P. 65, No. 4

「(2) 診断・検査薬を指向した会合型蛍光センサ」に関するもの

・自己組織化を利用した蛍光イメージング材料の開発（企業）：共同研究準備中

#### 【研究詳細】

##### (1) らせん形成能を有する天然多糖を用いた機能性材料の創製

自己組織化により異種の分子や材料を規則正しく複合化したり集積化したりすることは、新しい機能性材料を設計するための基盤技術となります。我々は天然多糖である  $\alpha$ -1, 3-グルカン（シゾフィランやカードラン）の優れた螺旋形成能に着目し、一次元形状の機能性ナノ材料を開発してきました（図 1. 1. 4-1a）。これらの研究の発展形として、揮発性の汎用有機溶媒中で螺旋を形成することのできる多糖誘導体の開発に最近成功しました（*ACS Macro Lett.* 2017, 6, 21）。この多糖誘導体の溶液からは容易に成膜が可能であり、様々な官能基を規則正しく導入した機能性膜を創製することができました（特願 2016-14796）。さらに、そのような膜を前駆体として利用し、従来になく丈夫で柔軟なカードラン膜を製作することにも成功しました（図 1. 1. 4-1b）。現在このような新しい機能性膜の実用化を目指した研究に継続して取り組んでいます。

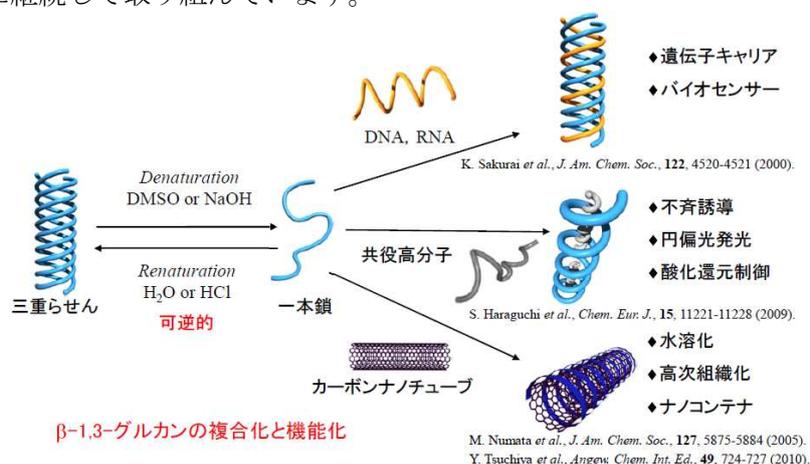
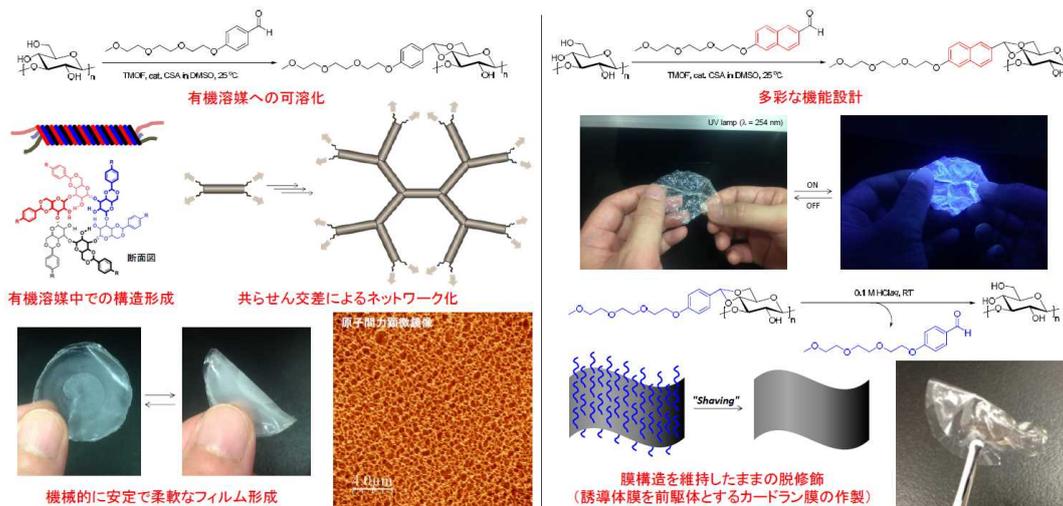


図 1. 1. 4-1: (a) 多糖を利用した一次元ナノ材料



J. Sakamoto et al., *ACS Macro Lett.*, 6, 21-26 (2017), 特願2016-014796

図 1.1.4-1: (b) 「共螺旋交差重合」による機能性材料の創製

## (2) 診断・検査薬を指向した会合型蛍光センサ

生体内で重要な役割を担い、疾患の重要な指標にもなる化学物質を迅速・簡便・高感度に検出する技術が求められています。これまでに我々は、細胞の生命活動に不可欠なアデノシン三リン酸(ATP)や、先天的代謝異常症の重要な指標であるジカルボン酸類を標的として、標的との相互作用により誘起される分子の会合により蛍光シグナルが ON となる“turn-on 型”の蛍光センサを開発してきました。今回、我々は、臨床化学検査への応用を想定し、腫瘍マーカーとして知られているアニオン性多糖類(グリコサミノグリカン)の蛍光センシングを検討しました。

蛍光センサ G2(図 1.1.4-2a)を用い、グリコサミノグリカン(ヘパリン:HEP、コンドロイチン-4-硫酸:ChS、ヒアルロン酸:HA、図 1.1.4-2b)に対する蛍光応答を調べました。その結果、G2 センサは HA 選択性を示しました(図 1.1.4-3)。グリコサミノグリカンを検出する従来の蛍光センサはマイナス電荷密度が最も大きい HEP(4<sup>-</sup>)選択性を示しますが、それとは逆に、本 G2 センサはマイナス電荷密度が最も小さい HA(1<sup>-</sup>)選択性を示すということが分かりました。なぜ HA 選択性を示すのかを明らかにするために、G2 センサの会合状態を調べました。その結果、G2 センサは HEP と H-会合体(図 1.1.4-4a)、HA とは J-会合体(図 1.1.4-4b)を形成することが分かりました。このことから、G2 センサは HA に対して J-会合体を形成し強い蛍光発光を示すことで HA 選択性を発現したといえます。つまり、G2 センサは、会合様式に基づくセンサ応答により選択性を発現させることができるのです。これによって、従来法では検出が困難であった、あるいは、選択性が達成されていなかった、ガンや悪性腫瘍の指標となる HA や ChS を簡便に検出することが可能になりました。

本成果は、標的物質との「結合の強さ」に基づく選択性という従来の分子認識コンセプトとは全く異なるものとして、国際化学誌 *Angewandte Chemie International Edition* に掲載されました。本成果により、ガンや悪性腫瘍などの指標となる物質を簡便に検出するための方法論が確立され、新聞記事で紹介されました(日刊工業新聞 2016 年 5 月 19 日)。

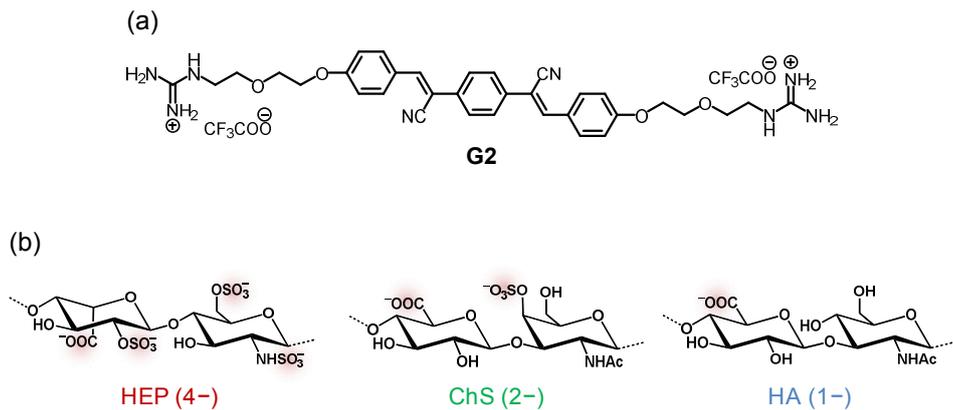


図 1.1.4-2: (a) 蛍光センサ G2 の化学構造、(b) グリコサミノグリカンの化学構造

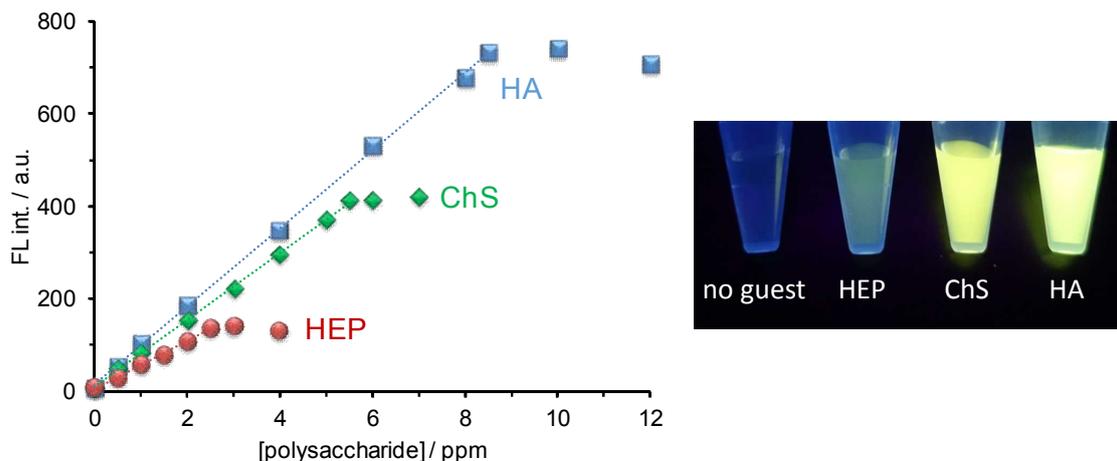


図 1.1.4-3: グリコサミノグリカンに対する蛍光応答

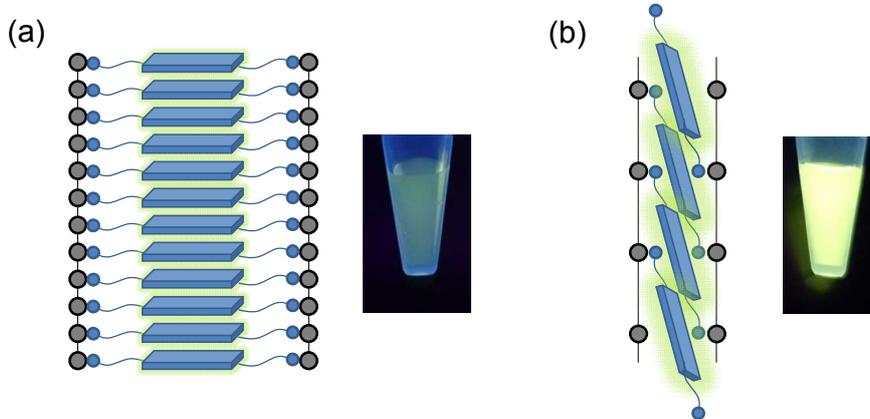


図 1.1.4-4: (a) HEP との H-会合形成による弱蛍光発光、(b) HA との J-会合形成による強蛍光発光

### (3) 会合により形成されるナノ粒子を利用した生体関連物質センサの開発

これまでに、我々は会合型蛍光センサが生体関連物質の検出に有用であることを示してきました。そこで、新たな会合型蛍光センサとして、ペリレンビスイミド (PBI) と呼ばれる骨格を有する化合物 (PyC2ACE) の利用を試みました (図 1.1.4-5a)。PBI は通常は会合によって蛍光が消える (消光する) のですが、分子設計と集合化の方法 (集合化の際の溶媒比率) を工夫することで会合によって蛍光を示すナノ粒子を形成することを新たに発見しました。得られたナノ粒子は生体に存在するアデノシンリン酸類 (AMP, ADP, ATP) の電荷の違いを認識して蛍光強度が変化することが明らかとなりました (図 1.1.4-5b)。また、プ

ロタミンと呼ばれるカチオン性のタンパク質と混合するとナノ粒子の蛍光が大きく増大し、そこにアニオン性の物質を加えると、中でもへパリンと呼ばれる多糖を非常に選択的に認識することが明らかとなりました(図 1. 1. 4-5c, d)。このように、我々は新たな会合型蛍光センサとそれらを利用した生体関連物質の検出に成功しました。

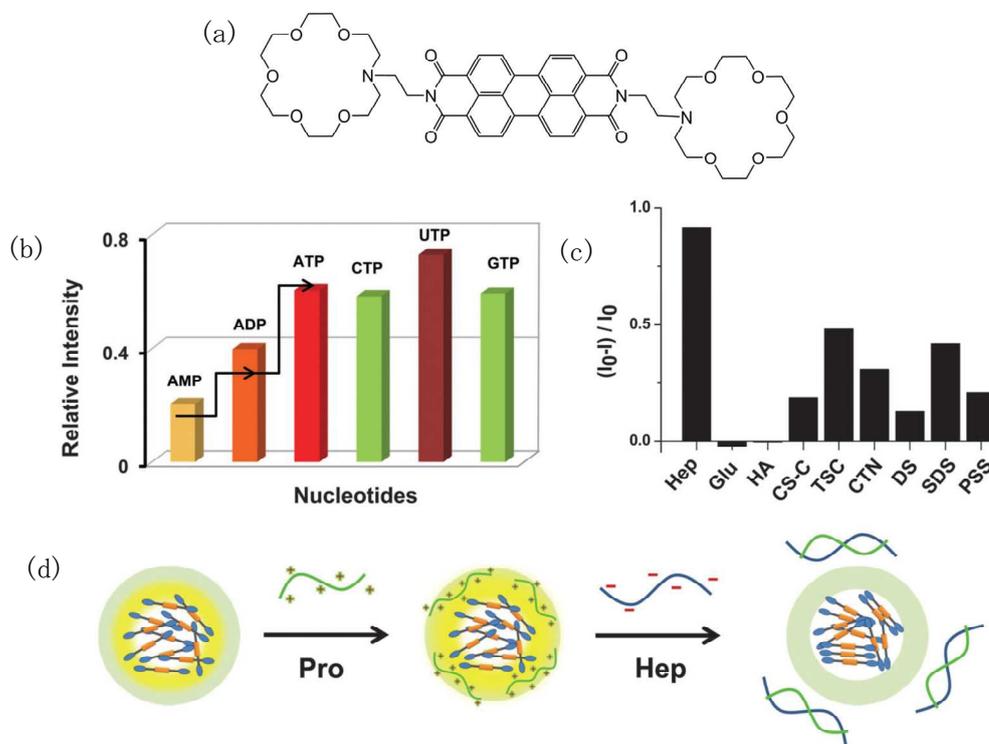


図 1. 1. 4-5: (a) PyC2ACE の構造、(b) ヌクレオチド類の蛍光強度の違い、(c) へパリン(Hep)への選択的な蛍光応答。(d) プロタミン(Pro)を加えた後、へパリンを添加した際のナノ粒子表面と蛍光の変化の関係

#### (4) 蛍光色と蛍光強度比を利用した糖の選択的検出法の開発

糖は栄養素としての役割が良く知られていますが、最近では糖が細胞内でのシグナル伝達物質として働くことが知られてきています。また、糖脂質、糖タンパクの形で、生体関連物質に結合しています。糖がどこに存在するかを確かめる方法の開発は生体内での糖の機能を明らかにするために必要です。しかしながら、糖は比較的単純な分子構造を有し、かつ、種類が膨大であることから検出法が確立されていません。これまでに、糖が有するジオールと呼ばれる部位とボロン酸との結合形成を利用したアプローチが糖の認識系として有用であることが知られており、検出法確立に向けた研究が盛んに行われています。

そこで、我々はこれまで培ってきた会合型蛍光センサとボロン酸を組み合わせた新規糖センシング系の構築を目指しました。会合型蛍光センサにボロン酸を導入した分子(OPV-B)を合成し、糖との混合を試みました(図 1. 1. 4-6a)。その結果、特にD-グルコースと混合した際に混合前後で会合形態の大きな変化が起こっていることが分かり、それに伴って蛍光の色が変化することが分かりました。また、D-グルコースを添加する前後の蛍光強度比からD-グルコース濃度の検出が可能であることもわかりグルコース選択的な検出が可能であることを示しました(図 1. 1. 4-6b)。この成果は Chemistry Letters 誌に掲載され、優秀論文として選定され論文表紙を飾りました。

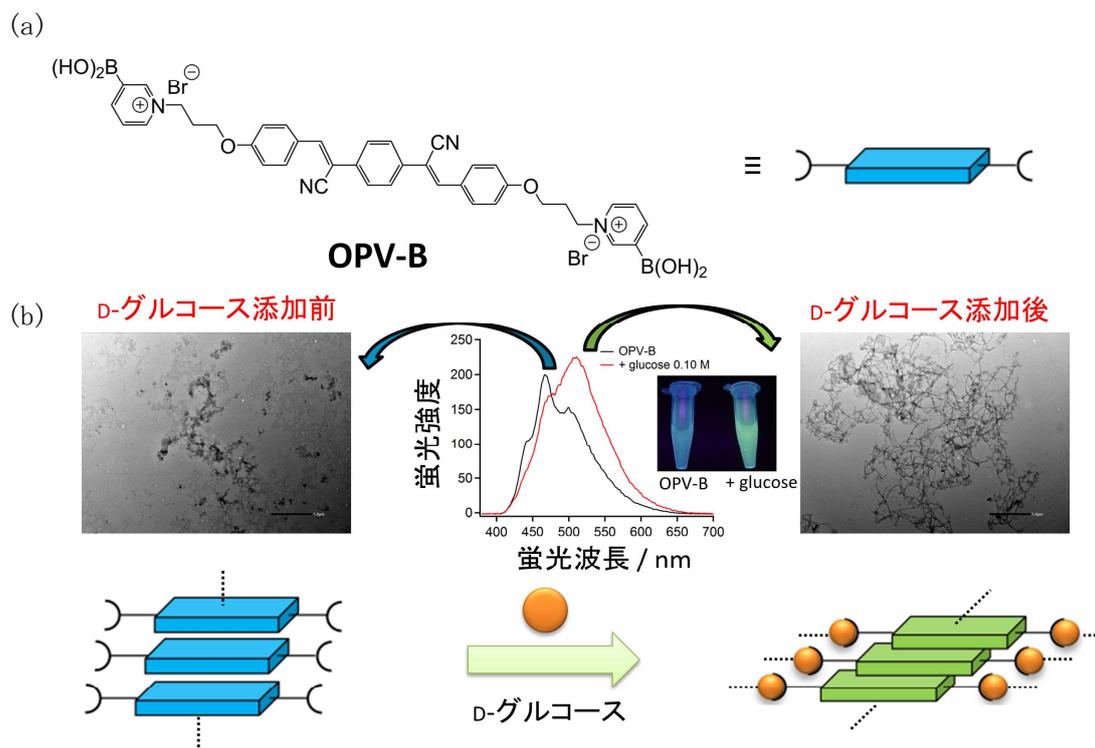


図 1.1.4-6: (a) OPV-B の構造、(b) D-グルコース添加前後の集合形態と蛍光色、蛍光強度の変化

[論文リスト]

- [1] Takao NOGUCHI, Bappaditya ROY, Daisuke YOSHIHARA, Junji SAKAMOTO, Tatsuhiro YAMAMOTO and Seiji SHINKAI; “Emergent Molecular Recognition through Self-Assembly: Unexpected Selectivity for Hyaluronic Acid among Glycosaminoglycans”, *Angewandte Chemie International Edition*, Vol.55, No. 19, pp.5708-5712, May, 2016.
- [2] Bappaditya ROY, Takao NOGUCHI, Daisuke YOSHIHARA, Tatsuhiro YAMAMOTO, Junji SAKAMOTO and Seiji SHINKAI; “Amplified Fluorescence Emission of Bolaamphiphilic Perylene-azacrown Ether Derivatives Directed towards Molecular Recognition Events”, *Physical Chemistry Chemical Physics*, Vol. 18, No. 19, pp.13239-13245, May, 2016.
- [3] 小野文靖, 渡辺久幸, 新海征治; 「糖誘導体を用いたスーパーゲル化剤」, 低分子ゲルの開発と応用, 鈴木正浩監修, シーエムシー出版, 第1章, pp.11-18, 2016, 5月.
- [4] Daisuke YOSHIHARA, Takao NOGUCHI, Bappaditya ROY, Junji SAKAMOTO, Tatsuhiro YAMAMOTO and Seiji SHINKAI; “Ratiometric Sensing of D-Glucose in a Combined Approach of Aggregation-induced Emission (AIE) and Dynamic Covalent Bond Formation”, *Chemistry Letters*, Vol. 45, No. 7, pp. 702-704, July, 2016.
- [5] Youichi TUCHIYA, Takao NOGUCHI, Daisuke YOSHIHARA, Bappaditya ROY, Tatsuhiro YAMAMOTO and Seiji SHINKAI; “Conformation Control of a Conjugated Polymer through Complexation with Bile Acids Generates Its Novel Spectral and Morphological Properties”, *Langmuir*, Vol. 32, No. 47, pp.12403-12412, November, 2016.

- [6] Seiji SHINKAI; “Dynamic Control of Recognition Processes in Host-Guest Systems and Polymer-Polymer Interactions”, *Macrocyclic and Supramolecular Chemistry* (ed R. Izatt), John Wiley & Sons, West Sussex, 2016, Chapter 16, pp. 346-359.
- [7] Junji SAKAMOTO, Rio KITA, Isala DUELAMAE, Masashi KUNITAKE, Megumi HIRANO, Daisuke YOSHIHARA, Tatsuhiro YAMAMOTO, Takao NOGUCHI, Bappaditya ROY and Seiji SHINKAI; “Cohelical Crossover Network by Supramolecular Polymerization of a 4,6-Acetalized  $\beta$ -1,3-Glucan Macromer”, *ACS Macro Letters*, Vol. 6, No. 1, pp. 21-26, January, 2017.
- [8] 野口誉夫, 吉原大輔, 新海征治; 「分子組織化を変換ツールとする蛍光センシング」, *有機合成協会誌*, 第75巻, 第1号, PP.49-61, 2017年, 1月.
- [9] Noriko MIYAMOTO, Sinichi MOCHIZUKI, Seiji SHINKAI and Kazuo SAKURAI; “Finding a Novel Beta-(1 $\rightarrow$ 3)-D-glucan/Polysaccharide Complex and Its Applications for an Immunocyte-targeting Delivery”, *Beta-Glucans: Applications, Effects and Research* (ed Martha COLEMAN), Nova Science Publishers, Inc., New York, 2017, Chapter 1, pp.1-33.
- [10] Munenori NUMATA, Kouta SUGIKAWA, Shuichi HARAGUCHI, Tomohiro SHIRAKI, Shun-ichi TAMARU, Shingo TAMESUE and Seiji SHINKAI; “Supramolecular Wrapping by Beta-(1 $\rightarrow$ 3)-D-glucans toward Polysaccharide-based Functional Materials”, *Beta-Glucans: Applications, Effects and Research* (ed Martha COLEMAN), Nova Science Publishers, Inc., New York, 2017, Chapter 2, pp.35-92.
- [11] Bappaditya ROY, Takao NOGUCHI, Daisuke YOSHIHARA, Junji SAKAMOTO, Tatsuhiro YAMAMOTO and Seiji SHINKAI; “Adaptive Self-assembly Behavior Restrained by Supramolecular Crystallization and Molecular Recognition”, *Chemistry - A European Journal*, Vol. 23, No. 8, pp. 1937-1941, February, 2017.

[講演リスト]

- [1] 新海征治; 「糖質の蛍光イメージングと多糖由来遺伝子キャリアの開発：化学の立場からバイオの世界に迫る」, 第12回「九州大学学術研究都市情報交流セミナー」, 2016年7月13日, 西鉄グランドホテル.
- [2] Takao Noguchi, Seiji Shinkai; “Emerging Molecular Recognition System via Self-Assembly: Unexpected Selectivity for Hyaluronic Acid among Glycosaminoglycans”, *International Symposium on Macrocyclic and Supramolecular Chemistry*, July 10-14, 2016, The K-Hotel Seoul, Korea.
- [3] 新海征治; 「ナノの世界からメガ国家プロジェクトまで～最先端研究チームが地元にある意味は?～」, 福岡経済同友会11月例会, 2016年11月11日, ソラリア西鉄ホテル.
- [4] 新海征治; 「私が観て来た世界からのメッセージ：ナノの世界から巨大国家プロジェクトまで」, 平成28年度日田高等学校「SSH講演会」2016年11月14日, 日田市, 大分県立日田高等学校.
- [5] 新海征治; 「“Bio-inspired” 研究における偶然と必然」, 第3回東京工業大学生命理工学トップリーダーフォーラム, 2016年11月28日, 横浜市緑区, 東京工業大学キャンパス.
- [6] 新海征治; 「リーディングプログラムは何を目指しているか? リーディングプログラムから何を修得するか?」, 九州大学分子システムデバイス国際リーダー教育センター主催「M2対象 分析概論とFiaSを利用した実サンプル分析」, 2016年12月1日, 福岡市産学連携交流センター.
- [7] 新海征治; 「From design of molecular nano-machines to bio-inspired polymer recognition systems (分子ナノマシンの設計から生体に触発された高分子認識系へ)」,

The 11<sup>th</sup> International Polymer Conference, 2016年12月13- 16日, 福岡市, 福岡国際会議場.

- [8] 坂本純二, 新海征治; 「Cohelical Crossover Polymerization of 4,6-Acetalized  $\cdot$ -1,3-Glucan Macromonomers」, The 11<sup>th</sup> International Polymer Conference, 2016年12月13- 16日, 福岡市, 福岡国際会議場.
- [9] 坂本純二; 「共らせん交差による多糖誘導体の分子組織化」, 分子集積化学セミナー, 2017年1月23日, 鳥取, 鳥取大学工学部.
- [10] 新海征治; 「糖質」をベースとするおもしろ材料・三題話～糖センサ, 超分子ゲル, 遺伝子キャリア～」, nano tech 2017 シーズ & ニーズセミナー, 2017年2月16日, 東京ビッグサイト.
- [11] 野口誉夫, 山本竜広, 新海征治; 「分子の自己組織化により創発される蛍光センシング系」, nano tech 2017 第16回国際ナノテクノロジー総合展・技術会議, 2017年2月15～17日, 東京ビッグサイト.
- [12] 新海征治; 「21世紀を生きる諸君へ～ 45年の研究生活を基にしたアドバイス～」, 崇城大学ナノサイエンス学科特別最終講義, 2017年3月1日, 崇城大学.
- [13] 坂本純二; 「二次元高分子の化学合成～分子紐から分子シートへ～」, 日本化学会特別企画講演会「二次元物質の科学—グラフェンなどの分子ナノシートが生み出す世界」, 2017年3月16～19日, 神奈川, 慶應義塾大学日吉キャンパス.
- [14] 吉原大輔, 新海征治; 「電荷中和に伴う凝集誘起発光現象を利用した環境応答型蛍光センサの開発」, 日本化学会第97春季年会, 2017年3月16～19日, 神奈川, 慶應義塾大学日吉キャンパス.
- [15] 木村まい, 田丸俊一, 新海征治; 「分子集積化を利用した病原微生物に有効な材料の開発研究」, 日本化学会第97春季年会, 2017年3月16～19日, 神奈川, 慶應義塾大学日吉キャンパス.
- [16] 田中亜弥, 田丸俊一, 新海征治; 「包摂能を有する多糖からなる刺激応答材料の開発研究」, 日本化学会第97春季年会, 2017年3月16～19日, 神奈川, 慶應義塾大学日吉キャンパス.
- [17] 塔ノ上雪江, 田丸俊一, 新海征治; 「相乗的機能増強を目指した超分子・高分子複合ゲルの開発研究」, 日本化学会第97春季年会, 2017年3月16～19日, 神奈川, 慶應義塾大学日吉キャンパス.
- [18] 黒田尚史, 田丸俊一, 新海征治; 「超分子戦略に基づくハイブリッド型動的機能ナノ材料の開発」, 日本化学会第97春季年会, 2017年3月16～19日, 神奈川, 慶應義塾大学日吉キャンパス.
- [19] 久保美樹, 川内智子, 田丸俊一, 新海征治; 「半人工多岐糖を利用した光エネルギー捕集体の開発研究」, 日本化学会第97春季年会, 2017年3月16～19日, 神奈川, 慶應義塾大学日吉キャンパス.
- [20] 金田拓也, 永原孝輔, 田丸俊一, 新海征治; 「イオン性アモルファス固体を利用した機能材料の研究開発」, 日本化学会第97春季年会, 2017年3月16～19日, 神奈川, 慶應義塾大学日吉キャンパス.

### 1. 1. 5 有機光デバイス研究室

#### (テーマ：次世代有機半導体光デバイスの創製に向けた革新的な共通基盤技術の開発)

現在、有機エレクトロルミネッセンス (EL)、有機トランジスタ、有機薄膜太陽電池デバイスに代表される有機半導体デバイスは、グリーンエレクトロニクス、すなわち環境負荷が小さく、高効率な電子デバイスとして期待され脚光を浴びています。またさらに、有機材料ならではの特色として、低環境負荷な印刷法によって電子デバイスが作製できることや、フレキシブル・軽量性、つまり、プラスチック製の下敷きのように軽く、落としても割れない性質も着目されており、有機半導体デバイスの研究開発は非常に盛んになっています。特に、平成28年度発売される有機ELディスプレイが搭載されたiPhoneの登場によって、iPhone以外のスマートフォンのディスプレイでも、有機ELディスプレイの採用が加速されると考えられています。しかし、有機ELディスプレイでは、フレキシブル化（ある一定の局面を有するフォルダブル化を含む）は、必須の特徴として採用が見込まれていることから、有機ELそのものだけでは無く、フレキシブル化、フレキシブルディスプレイの封止技術等周辺技術開発も喫緊の課題として、多くの企業で研究開発に取り組まれています。

有機光デバイス研究室（以下、本研究室）では、平成28年度も引き続き、九州大学最先端有機光エレクトロニクス研究センター（OPERA）と協力し、各種性能の公正で共通的な評価・解析手法のプラットフォーム化を進める次世代化学材料評価技術研究組合（CEREBE）、山形大学等との共同実施体制で、新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）「次世代材料評価基盤技術開発」を受託し、主にペロブスカイト有機太陽電池の高性能化についてプロセス開発の面から研究を行ってきました。この太陽電池は、高い光電変換効率を持つことから、塗布型太陽電池の本命として世界的な規模で効率競争が繰り広げられています。特に、構成材料の一つに鉛を含むペロブスカイト材料を用いた太陽電池では、チタニア焼結膜を用いた方式において、変換効率20%を超える安定した特性を示し、鉛の回収方法を含めた実証試験の段階に入りつつあります。一方で、鉛の環境負荷に対する懸念は非常に大きく、鉛を代替する材料の開発も急務になっています。このような国等の提案公募型研究制度（国プロ）による研究開発に加えて、企業等との共同研究・受託研究の中で、有機電子デバイスにおける周辺材料の評価開発を行ってきました。

さらに、経済産業省「イノベーション拠点立地支援事業（技術の橋渡し拠点整備事業）」として平成24年度末に開設された「有機光エレクトロニクス実用化開発センター（i<sup>3</sup>-OPERA：（公財）福岡県産業・科学技術振興財団）」の研究開発及び運営について、福岡県、福岡市、九州大学等と協力して取り組み、福岡における有機ELの研究開発拠点づくりの支援を継続しております。本研究室からは、2名がi<sup>3</sup>-OPERAの研究開発を支援し、関連企業との共同研究・委託研究やNDA契約に伴う材料評価を協力して行いました。

#### 【研究概要】

##### (1) 高効率ペロブスカイト太陽電池の開発

本研究室では、これまで「鉛系」ペロブスカイト（※）を用いて10%を超える高い変換効率を実現してきました。しかし、実用化のためには、環境負荷が高い「鉛」を代替する必要があります。平成28年度は「スズ」に着目し、ペロブスカイト太陽電池の脱鉛化に取り組みました。

- ・ 量産化にも適用できる溶媒浸漬法を、スズ系ペロブスカイト薄膜も作製できるように改良しました。
- ・ スズ系ペロブスカイトを用いた太陽電池では、世界最高に匹敵する4.8%の変換効率と駆動寿命安定性を実現しました。

※ ペロブスカイト（構造）：結晶構造の一種であり、結晶構造に由来した特異な半導体特性を示す。太陽電池や半導体レーザー等の次世代半導体素子として期待されています。



Reported Date

図：ペロブスカイト太陽電池の変換効率推移

## (2) ペロブスカイト微粒子分散フォトリフレクティブポリマーの作製と特性評価

フォトリフレクティブ (PR) (※) デバイスの高速化と長波長感度向上を目的として、本研究室では、ペロブスカイト微粒子を感光剤として用いた有機PRデバイスを提案しました。

ペロブスカイト微粒子が、PRデバイスの感光剤として利用できれば、これまで望まれていた近赤外領域で動作するPRデバイスが実現できます。また、ペロブスカイト微粒子は、直接遷移型の励起子を形成するため、応答速度を早くできる可能性があります。

- ・ ペロブスカイト微粒子が感光剤として機能があることを確認しました。
- ・ PRデバイスでは速い応答速度に分類される  $40 \text{ V}/\mu\text{m}$  の電界印加で応答速度  $2 \text{ ms}$  以下を達成しました。

※フォトリフレクティブ (効果)：入射した光の空間的強度分布に応じて結晶内に屈折率変化が誘起される現象。代表的な応用例として、ホログラム、光の伝搬制御があります。

## (3) 有機光デバイス作製・評価を中心とした共同研究・受託研究

有機光エレクトロニクスの研究開発に関する蓄積した知見、技術、ノウハウに加え、さらに共同で研究開発を推進する企業の要望に応えられる評価・開発システムを迅速に取り込むことによって、多くの企業との共同・受託研究を実施しております。

- ・ 企業から受託した研究開発のほとんどのテーマは、フレキシブル及びその封止に関する材料及びプロセスの開発でした。
- ・ 有機光エレクトロニクスが専門ではない企業の研究員の方も理解しやすくなるように、デバイス作製や、評価プロセスの標準化を進めました。
- ・ 有機ELの特性評価技術の標準化においては、地場企業と連携し「有機EL特性評価システム」を構築致しました。この評価システムは、すでに企業及び大学の5社に導入されました。



図：評価中の半透明フレキシブル有機ELデバイス

#### (4) 本研究室におけるプロジェクト型研究・共同研究・受託研究・科学研究費補助事業について (まとめ)

「(1) 高効率ペロブスカイト太陽電池の開発」に関するもの

- ・有機薄膜太陽電池材料の評価基盤技術開発術の開発 (CEREBE (NEDO)) :
  1. 2. 2 平成 28 年度に実施したプロジェクト P. 64, No. 3
- ・太陽電池に製造プロセスに関する評価 (企業) : 1. 4 共同研究 P. 67, No. 10

「(2) 有機光デバイス作製・評価を中心とした共同研究・受託研究」に関するもの

- ・有機 EL デバイス用封止技術の評価 (企業) : 1. 3 受託研究 P. 66, No. 4
- ・有機 EL デバイスの評価 (企業) : 1. 3 受託研究 P. 66, No. 5
- ・有機 EL パネルの試作 (企業) : 1. 3 受託研究 P. 66, No. 6
- ・白色デバイスの作製と評価 (財団) : 1. 3 受託研究 P. 66, No. 7
- ・有機 EL パネルの評価 (企業) : 1. 4 共同研究 P. 66, No. 4
- ・有機 EL デバイスの封止技術の開発 (企業) : 1. 4 共同研究 P. 66, No. 5
- ・フレキシブル有機 EL デバイスの封止技術の開発 (企業) : 1. 4 共同研究 P. 66, No. 6
- ・有機 EL 材料の改質検証 (企業) : 1. 4 共同研究 P. 66, No. 7
- ・有機 EL パネル製造装置の評価 (企業) : 1. 4 共同研究 P. 66, No. 11
- ・フレキシブル有機 EL デバイスに関する研究 (大学) : 1. 4 共同研究 P. 67, No. 15
- ・有機薄膜内微小部位の非破壊劣化機構解析 (大学・財団) : 1. 4 共同研究 P. 67, No. 17
- ・有機 EL デバイスの使用に関する研究 (企業) : 1. 4 共同研究 P. 67, No. 18
- ・有機 EL デバイスの評価 (財団) : 1. 4 共同研究 P. 67, No. 19
- ・有機 EL フレキシブル基板の評価 (財団) : 1. 4 共同研究 P. 67, No. 20
- ・有機 EL デバイス封止性能の評価 (財団) : 1. 4 共同研究 P. 67, No. 21
- ・有機 EL 用材料の評価 (財団) : 1. 4 共同研究 P. 67, No. 22
- ・有機 EL 証明パネル試作と評価 (財団) : 1. 4 共同研究 P. 67, No. 24

#### 【研究詳細】

##### (1) 高効率ペロブスカイト太陽電池の開発

近年、低コストで20%に迫る高い光電変換効率を有する有機無機ペロブスカイト太陽電池が注目されています。最も高い効率が報告されているのはハロゲン化鉛を含むペロブスカイトであり、小さな励起子結合エネルギーに起因する容易なキャリア分離、長い拡散長、少ないトラップに起因した低い再結合確率、大きな吸収係数に起因した高い光利用効率等が特徴として挙げられます。鉛系ペロブスカイト太陽電池の高効率化が進む一方、実用化・量産化を目指した場合、素子の駆動安定性及び環境負荷の高い鉛 (Pb) を含むこと (脱鉛化) に対する検討が必要不可欠となっています。

鉛化合物は水溶液になると毒性を持つという問題を抱えています。そのため、産業化を考慮した場合、ペロブスカイト結晶中の鉛を毒性の低い金属へ置き換えること、即ち脱鉛化が科学的に重要なチャレンジとなっています。脱鉛ペロブスカイトの1つの候補に、Pbに替えてスズ (Sn) を中心金属に配位させた、Sn系ペロブスカイトが報告され始めています。他の金属の候補としてはゲルマニウムをはじめとする14族元素がありますが、所望の酸化状態の化学的不安定性の問題から報告例は少なくなっています。

平成28年度は、Sn系ペロブスカイト太陽電池に焦点を絞り、その製膜条件及び太陽電池特性の向上を目的に研究を遂行しました。

Sn系ペロブスカイトを用いた太陽電池では、N. K. Noel等は、 $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{SnI}_3$ ペロブスカイトを用い1-sun照明下で6.4%の変換効率と、0.88 Vにおよぶ高い開放電圧が得られることを示しました。しかしながら、性能は素子ごとに大きなバラツキを生じ、その原因として $\text{Sn}^{2+}$ が酸化されて生じる $\text{Sn}^{4+}$ のドーピング効果を制御することが困難であることを

指摘しています (*Energy Environ. Sci.*, **7**, 3061-3068 (2014))。その後、 $\text{Sn}^{2+}$ の酸化を抑制するための取り組みがなされています。T. M. Koh等は、 $\text{HC}(\text{NH}_2)_2\text{SnI}_3$ を吸収層に用いたペロブスカイト太陽電池において、メソポーラス $\text{TiO}_2$ 基板を用いた逆構造により変換効率2.1%を達成しています。ここでは、添加物として $\text{SnF}_2$ を用いると、 $\text{Sn}^{2+}$ の酸化を抑制し、バックグラウンド電荷密度が減少しSnペロブスカイトの金属的な導電特性が半導体特性を示すようになることが紹介されています (*J. Mater. Chem. A*, **3**, 14996-15000 (2015))。上述のように安定なSnペロブスカイトを実現するためには、容易に形成される $\text{Sn}^{4+}$ の生成による導電性の薄膜化を抑制することが重要となります。

一方で、高い太陽電池特性を得るためには、ペロブスカイト層のモルフォロジーを制御することも非常に重要であり、作製方法に大きく依存します。Sn系ペロブスカイトでは、その結晶化速度の速さや、溶解性の問題から適用できる手法が限られています。特に、solution-processにおける制御不能な結晶化によって生じるマイクロサイズのピンホールが表面被覆率を低下させ、太陽電池特性の向上の妨げとなってきました。Snペロブスカイトの特性向上に向けては高被覆率を実現するための製膜方法の開発が極めて重要です。

### (1)-1 改良浸漬法による $\text{MASnI}_3$ ペロブスカイト膜の作製と電池特性

一般的な熱アニールを利用した成膜法では、溶媒の沸点や粘性に加え溶媒配位に注目した検討が行われます。適切な溶媒を用いることによって、溶媒を前駆体に配位・安定化させ、適切な加熱条件で溶媒を除去することにより、良質なモルフォロジーを得ることができます。一方、ソルベントアニール法では、熱アニールにおける加熱による溶媒の蒸発は、貧溶媒による溶媒引き抜きに置き換えられ、前駆体溶媒の貧溶媒中への混和(拡散)過程が支配することになります。そのため、溶媒の離脱速度は前駆体溶媒及び貧溶媒の混和性に依存することになります。そこで、より自由度の高い変換速度の制御は、前駆体溶液に用いる溶媒と混和性の異なる溶媒を混合した共溶媒を用いることで実現できると考えました(図1)。これらの条件を満たす溶媒の組み合わせとして、前駆体溶媒にDMSO、前駆体溶媒と混和する貧溶媒としてToluene、混和しにくい溶媒としてHexaneを組み合わせ、Sn系ペロブスカイト膜のモルフォロジー制御を行いました。

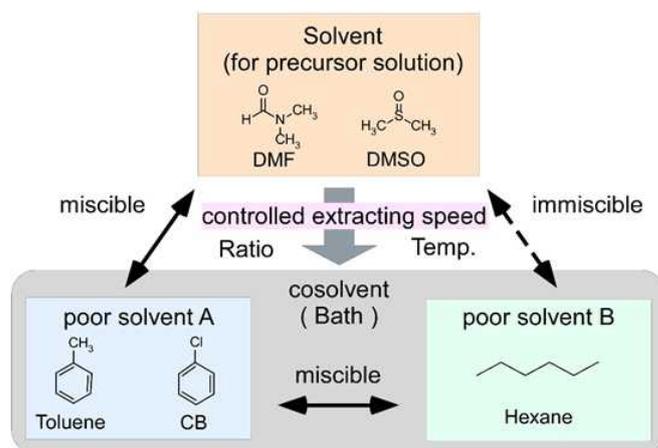


図1. 改良浸漬法の概要

はじめに、溶媒比率と浸漬温度が膜質に与える影響を検討しました。その結果のSEM像の一部を図2に示しました。ここで、特徴的な浸漬条件として、浸漬バス温度 $13^\circ\text{C}$  (LT-)におけるToluene:Hexane= 1:1 (LT-Mix)、T:H= 1:0 (LT-T)、T:H= 0:1 (LT-H)及び $25^\circ\text{C}$  (RT-)におけるT:H= 1:1 (RT-Mix)、T:H= 1:0 (RT-T)、T:H= 0:1 (RT-H)について比較検討しました。低温において、変換速度の速いトルエン (LT-T)では、全面にピンホールが発生し被覆率が低

下していることが分かります。一方、十分に変換速度の遅いヘキサシアン（LT-H）ではアイランド状の粒界形状となっている反面、部分的に空隙が生じていることが分かりました。一方で、混合溶媒（LT-TH）の場合、全面にペロブスカイトが形成され、高い被覆率が実現できていることが分かりました。表面に散見される白く見える粒子は $\text{SnF}_2$ が相分離により析出したものであることが示唆されています。他方、高温において、RT-Mix及びRT-Tではグレイン間のピンホールが大きくなる傾向があることが分かりました。これらの薄膜を用いて太陽電池を作製し、特性を評価したところ、浸漬バス温度が室温の場合、ピンホールに由来するシャント抵抗の低下によって $V_{oc}$ の低下、及び、著しいリーク電流の増大によって、変換効率は1%程度以下に留まりました。さらに、低温かつトルエン溶媒の場合、結晶性の向上によって $I_{sc}$ が向上したもののピンホールの影響によって変換効率は1.7%程度であったにもかかわらず、低温かつMix溶媒の場合、結晶性と被覆率の向上を両立し、2.1%を超える変換効率を実現しました。さらに、Pb系ペロブスカイト太陽電池で得られた知見から、太陽電池作成後、60°Cで熱処理を行うことによって、 $J_{sc}$ の増大とF.F.が改善され、変換効率を著しく向上させることに成功しました。その結果は、図3及び表1に示したとおり、焼結 $\text{TiO}_2$ 層を含まないSn系薄膜ペロブスカイト型太陽電池では世界最高レベルの4.56%の変換効率を実現できました。さらに、Sn系ペロブスカイト太陽電池は、Sn系ペロブスカイト薄膜の結晶成長制御と $\text{Sn}^{2+}$ から $\text{Sn}^{4+}$ への酸化数変化制御が困難であるため、作製バッチ毎に特性が大きく異なる課題がありましたが、適切な浸漬法と熱処理を行うことによって、再現性が非常に高いSn系ペロブスカイト太陽電池を作製できるようになりました。

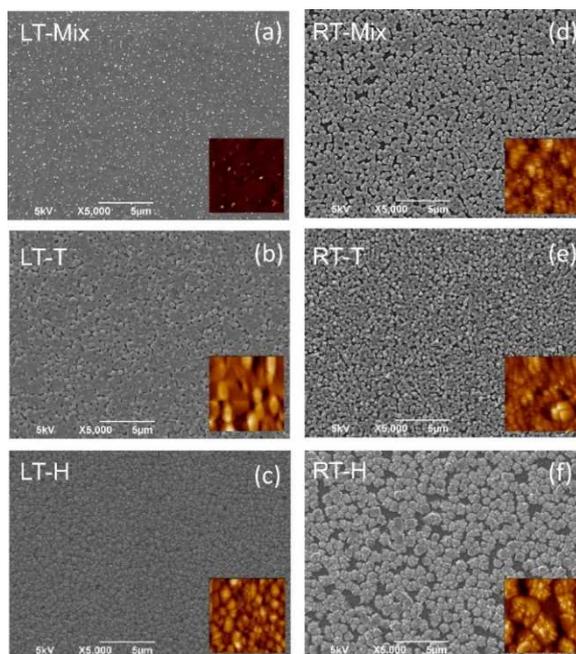


図2. 各条件で作製された $\text{MASnI}_3$ 膜のSEM像とAFM像(挿入図)。  
AFMのスケールは $3\ \mu\text{m} \times 3\ \mu\text{m}$ .

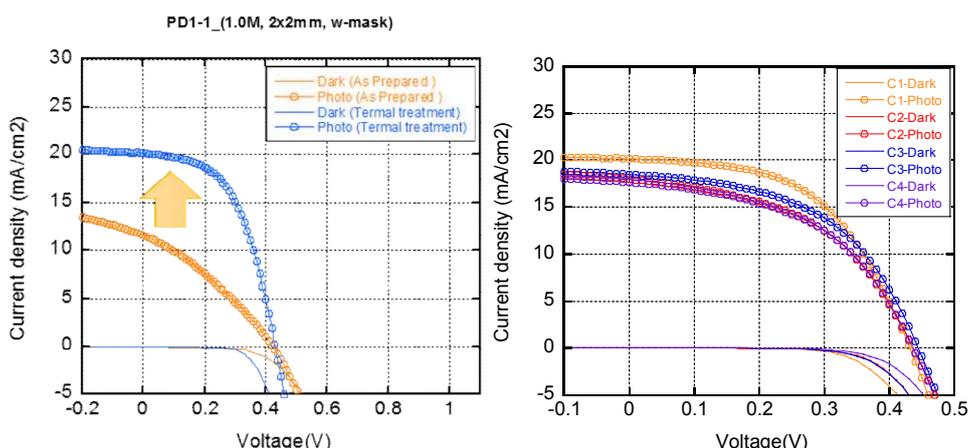


図 3. MASnI<sub>3</sub> 太陽電池の (a) JV 特性、及び、(b) 作製再現性

表 1. 熱処理前後の太陽電池特性の変化

	熱処理前	熱処理後
J <sub>sc</sub> (mA/cm <sup>2</sup> )	11.59	20.16
V <sub>oc</sub> (V)	0.42	0.43
F.F.	0.316	0.524
η (%)	1.55	4.56

### (1)-2 熱的安定な系への展開 (FASnI<sub>3</sub>系)

これまで、メチルアンモニウム (MA) を有機カチオンに用いた Sn 系ペロブスカイト太陽電池の高性能化に取り組んできましたが、熱処理による特性向上だけでなく、使用時想定温度領域における熱安定性に課題があることが分かってきました。そこで、熱的安定性に優れることが報告されているフォルムアミディニウム (FA) を用いた FASnI<sub>3</sub> ペロブスカイトを用いて、熱的安定性を兼ね備えた太陽電池の高性能化に取り組みました。この FA は、FASnI<sub>3</sub> の持つ結晶多形の特徴に由来し、例えば、製膜時のアニール温度として 100°C、150°C、200°C を用いた場合、いずれの温度において処理された膜も同等の X 線回折スペクトルを示し、結晶構造が変化しないことが報告されています。加えて、室温から 150°C までの示差走査熱量測定 (DSC) スペクトルには、相転移を示すヒートフローピークは現れず、また、熱重量測定装置 (TGA) を用いた熱分解温度試験では 150°C までは安定に存在することが報告されています。

まず、これまでの知見を用いて薄膜を作製したところ、薄膜状態でピンホールの光散乱による膜の白濁化が観察され、カチオン種を変更しただけで、太陽電池特性はほぼ得られなくなることが分かりました。そこで、前駆体溶液の最適化や、浸漬法に用いるバスの様々な溶媒比率、温度で成膜状態を確認しました。その結果、FAI と SnI<sub>2</sub> がそれぞれ 1 M、溶媒に DMSO、酸化抑制剤として SnF<sub>2</sub> を 15 wt% 添加した前駆体溶液を用いて、浸漬法のバス溶媒は、6°C の T:H=1:5 vol. ratio のヘキサンが過剰となる混合溶媒を用いることで、緻密な結晶性の高い Sn ペロブスカイト薄膜を得られることを確認しました。図 4 にこの条件で作成した薄膜の SEM 像を示しましたが、わずかにピンホールが残っていることから、図 5 に示した太陽電池特性は、さらに向上できる可能性があります。J<sub>sc</sub> = 19.18 mA/cm<sup>2</sup>、V<sub>oc</sub> = 0.42 V、F.F. = 0.57、η = 4.62 % を得ることができました。これらの値は、報告されている最大効率が得られた FASnI<sub>3</sub> ペロブスカイト太陽電池 (J<sub>sc</sub> = 20.69 ± 0.69 mA/cm<sup>2</sup>、V<sub>oc</sub> = 0.45 ± 0.02 V、F.F. = 0.58 ± 0.03、η = 5.41 ± 0.46 %) と比べると、V<sub>oc</sub> が若干小さいもののほぼ同

等の値が得られていることがわかります。つまり、我々が提案している変換速度が制御可能な改良浸漬法によって、薄膜化が困難である材料においても良質のペロブスカイト膜が再現性良く作製可能であり、高性能な太陽電池特性を示すことから、プロセスの優位性が明らかになりました。しかし、Sn系ペロブスカイト太陽電池で期待される変換効率にはまだ到達できていません。これは、ペロブスカイト太陽電池に必要な半導体特性を示す $\text{Sn}^{2+}$ が形成するペロブスカイトが、わずかな水や酸素、不純物によって酸化され、自然界でより安定な $\text{Sn}^{4+}$ が形成する導電性のペロブスカイトへの変換を完全に抑制できないためと考えられています。今後は、Sn系ペロブスカイト太陽電池の高性能化に関しては還元作用がある材料の探索を行い、また、我々が開発した浸漬法による薄膜作成法を活用できる材料系の探索に引き続き取り組んで行く予定です。

本研究は、ISIT有機光デバイス研究室の研究課題、及び、NEDO「次世代材料評価基盤技術開発」の研究課題として取り組みました。

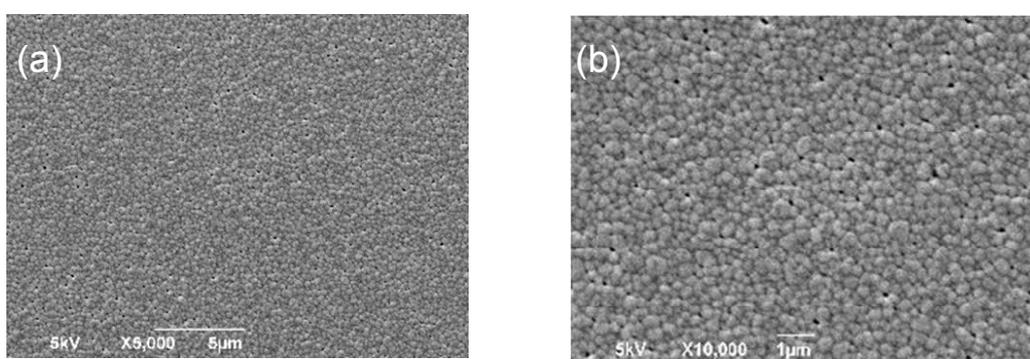


図4. ヘキサリッチ（低温域）で作製されたペロブスカイト膜のSEM像  
(a)5,000倍、(b)10,000倍。加速電圧は共に5kVである。

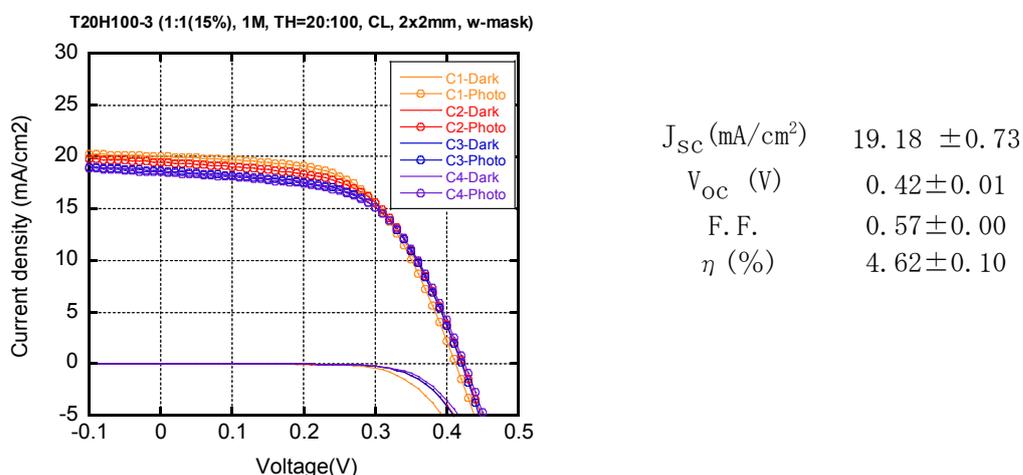


図5.  $\text{FASnI}_3$ ペロブスカイト太陽電池のJV特性と特性パラメータ

## (2) ペロブスカイト微粒子分散フォトリラクティブ(PR)ポリマーの作製と特性評価(共同研究：理化学研究所)

フォトリラクティブ(PR)効果は、光伝導性を有する電気光学材料で発現し、自己湾曲現象や相互相ポンプ共役といったユニークな光制御を可能とします。このPR効果を利用したアプリケーションとして、光断層写真(OCT)や3Dディスプレイなどのイメージ情報処理への応用が期待されています。中でも有機複合材料を用いたPRデバイス（以下有

機PRポリマーデバイス)は、①色素配向による大きな複屈折が得られること、②高分子材料を用いることによる成形・加工性が優れていること③書き込み光を制御することにより、書き込み・消去が容易に行えることから、注目を集めています。近年、有機PRポリマーデバイスの材料や組成の最適化が研究されており、回折効率が100%近くまで到達した例や応答速度が1ms以下を示すデバイスの報告例があります。PRデバイスの特性として、特に①3Dディスプレイ向けにさらなる応答速度の高速化と②医療向けアプリケーションを念頭においた長波長の感度向上が望まれており、我々の研究室では、これら2つの特性を同時に高いレベルで達成できるPRデバイスを作製することを目的として研究を進めてまいりました。なお、本研究は、理化学研究所と共同で進めています。

PRデバイスの高速化と長波長感度向上を目的として我々は、ペロブスカイト微粒子を感光剤として用いた有機PRデバイスを提案しました。ペロブスカイト微粒子を用いる利点としては、ペロブスカイトが長波長まで吸収帯を持つことが挙げられます。MAPbI<sub>3</sub>では780nm、MASnI<sub>3</sub>では1000nmまで吸収帯があるので、PR材料として一般的な感光剤とされるC60やPCBMにくらべて大きく長波長側の感度を向上させることが可能となります。さらにペロブスカイト自身の組成を変えることによりバンドギャップチューニングが可能なが知られており、書き込み光に対応する波長に吸収端を調節することにより、より効率的にPR効果を発現させることができます。さらに応答速度向上のため、キャリア輸送ポリマーとしてトリアリールアミン系のポリマーPTAAを選択しました。PTAAは、アモルファスポリマーとして高い $10^{-2}\text{cm}^2/\text{Vs}$ の移動度を示すことから、高速化に期待が持てます。

以上の点を踏まえ、目標として①ペロブスカイト微粒子がPRデバイスにおいて感光剤として機能することの実証②ペロブスカイト微粒子を用いたPRデバイスの材料最適化を挙げ、研究を進めました。

#### (2)-1 ペロブスカイト微粒子の感光剤としての機能実証

ペロブスカイト微粒子を導入することによる光電流変化を測定しました。図6.(a)に測定結果を示します。図に示すようにペロブスカイト粒子を導入することにより光電流が増大することから、感光剤としての機能があることが実証できました。さらに粒子の濃度を変えることにより光電流が変化することも観察しており、さらなる検討を進めています。図6.(b)にペロブスカイト粒子を導入した場合としない場合での応答速度を示します。ペロブスカイト粒子を導入した場合、40V/ $\mu\text{m}$ の電界印加で応答速度2ms以下を達成できました。

#### (2)-2 ペロブスカイト微粒子を用いたPRデバイスの材料最適化

ペロブスカイト微粒子を導入すると光電流の増大とともに暗電流が増大することがわかっており、さらなる高電圧印加のために、これを低減する必要があります。暗電流低減のために、PRデバイスの材料最適化を検討しました。PRデバイスには、色素分子を配向しやすくするための可塑剤を導入しますが、可塑剤の成分を変更することにより効果的に暗電流が抑制できることを見出しました。しかしながら、可塑剤変更によりさらなる高電圧印加が可能となったものの、応答速度の向上がみられなかったことから、可塑剤の成分変更や分量の検討をさらに進めています。

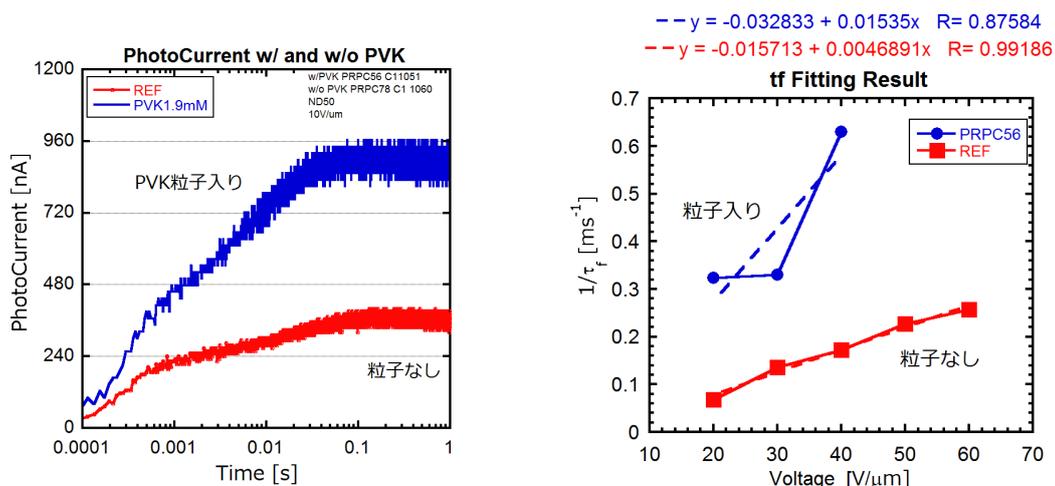


図6. ペロブスカイト微粒子分散PRポリマーの特性 (a)光電流 (b)応答速度の電界依存性

### (3) 有機光デバイス作製・評価を中心とした共同研究・受託研究

有機光エレクトロニクスデバイスは、有機ELでは発光層、有機太陽電池では発電層などデバイスの中核をなす材料が注目されます。しかし、例えば、大気中で安定した動作を実現するためには封止材料/技術、フレキシブル化を実現するためにはフレキシブル基板やフレキシブル封止が必要になります。これら周辺材料/周辺技術と言われる先端材料と先端技術の開発も、有機光エレクトロニクスデバイスの中核をなす材料とともに、現在も日本が圧倒的にリードしている分野です。しかしながら、有機ELを代表とする有機光エレクトロニクスデバイスは韓国を中心とする海外での生産競争力が圧倒的に強い状況にあります。一方、これら材料の日本の開発メーカーも有機EL等の実デバイスを用いた評価までを自社で行うことはインフラ整備や人材確保の観点からも非常に難しい状況にあります。そこで、本研究室は周辺材料開発メーカーと課題の内容や課題解決の難易度により共同研究や受託研究契約を締結し、材料やプロセス開発支援に取り組んでいます。

本研究室が担当した共同研究・受託研究を簡単に分析すると、受託金が発生する契約が10件（国プロ含む）であり、契約金額ベースで、30%が国プロ、残り70%が企業からの共同研究・受託研究という割合になっています。企業との研究内容に関しては、従来から実施している、有機ELの封止プロセス開発、封止材料評価、フレキシブルデバイス用基板評価に加え、平成28年度は、有機太陽電池用材料評価についても受託しました。本研究室にて実施した課題を下記に示します。ただし、課題名や成果については、契約中の秘密保持条項に関わるものについては、概要・概略での表記としています。

相手先	課題名（概略）	契約形態
CEREBE (NEDO)	次世代材料評価基盤技術開発 研究課題②有機薄膜太陽電池材料の評価基盤技術開発	プロジェクト型研究 (共同実施)
(1) 節に成果を記載致しました		
文科省	地域イノベーション・エコシステム形成プログラム	受託研究 (財団からの再委託)
熱活性型遅延蛍光 (TADF) 材料を用いた白色有機ELの開発のため、既存の材料を用いて白色デバイスの作製と評価を受託し、TADF材料で開発すべき特性を明らかにしました。		

企業A	フレキシブル有機EL用封止フィルムの特性評価	受託研究
企業Aが開発した封止フィルムの評価に取り組み、封止フィルムの課題の抽出及び評価手法の構築を行い、材料開発の加速化に貢献しました。		
企業B	有機ELデバイスの面封止プロセスの開発	共同研究
企業Bが開発する高分子材料の真空成膜に関する材料を評価するため、成膜プロセスの開発支援や評価手法、評価用フレキシブル基板の開発を行い、材料開発の加速化に貢献しました。		
企業C	フレキシブル有機EL用基板開発及び評価	共同研究
企業Cが開発したフレキシブルデバイス用基板、封止材、光取りだし基板の評価解析を行い、課題の可視化、改良支援等に取り組みました。		
企業D	有機ELデバイスの薄膜封止用材料の特性評価	受託研究
企業Dが開発する次世代の薄膜封止用有機材料の評価の支援を行い、材料開発及び評価の加速化に貢献しました。		
企業E	有機ELデバイス用塗布型封止材料とプロセス評価	共同研究
企業Eが開発する封止材料用塗布装置の開発支援及びその装置で塗布した標準的な封止材料での封止特性評価を行い、塗布装置開発の加速化に貢献しました。		
企業F	有機デバイス用基板処理手法の開発	共同研究
企業Fが保有する特殊技術が、有機デバイスの製造プロセスへ展開できるか検討及び試作試験を行い、特殊技術の優位性の明確化について支援しました。		
企業G	フレキシブル有機EL用基板評価	受託研究
企業Gが開発した有機EL用フレキシブル基板に、バリア性を付与し、フレキシブル基板のプロセス親和性等から課題抽出を行い、フレキシブル基板開発の加速化に貢献しました。		
企業H	有機太陽電池用材料の評価	共同研究
企業Hが開発した有機光電子デバイス用材料を、ペロブスカイト型太陽電池用材料として適用可能か評価を支援し、材料開発及び用途展開の加速化に貢献しました。		

※他、2社の次年度（平成29年度）以降の契約を前提とした試験的評価に取り組みました。

これらの企業等から受託した研究開発のほとんどは、フレキシブル及びその封止であり、有機光エレクトロニクスデバイスのフレキシブル化は、今後も重要な研究開発課題になることが予想されます。そのため、本研究室としても、フレキシブル有機光エレクトロニクスデバイス及びフレキシブル封止技術の作製プロセス、評価プロセスの強化を行っています。また、企業との受託研究が増えるに従って、デバイス作製や、評価プロセスの標準化を進めています。特に、有機ELの特性評価技術の標準化においては、地場企業と連携し「有機EL特性評価システム」を構築致しました。このシステムは、企業及び大学に導入されています。このように、本研究室では、有機ELの周辺技術の材料評価等を通して、社会貢献（産業貢献）として産学官連携及びオールジャパンとしての競争力強化を支援しています。



図7 評価中のフレキシブル・半透明基板有機ELデバイス（発光面積80mm角）  
フレキシブル基板、フレキシブル透明面封止、プロセス技術が含まれています

[論文リスト]

- [1] “Influence of vacuum chamber impurities on the lifetime of organic light-emitting diodes”, Hiroshi Fujimoto, Takashi Suekane, Katsuya Imanishi, Satoshi Yukiwaki, Hong Wei, Kaori Nagayoshi, Masayuki Yahiro, Chihaya Adachi, SCIENTIFIC REPORTS, 6, 38482(2016)
- [2] “Solution-Processed Organic- Inorganic Perovskite Field-Effect Transistors with High Hole Mobilities”, Toshinori Matsushima, Sunbin Hwang, Atula S. D. Sandanayaka, Chuanjiang Qin, Shinobu Terakawa, Takashi Fujihara, Masayuki Yahiro, Chihaya Adachi, ADVANCED MATERIALS, 28, 10275(2016)
- [3] “Influence of material impurities in the hole-blocking layer on the lifetime of organic light-emitting diodes”, Hiroshi Fujimoto, Masayuki Yahiro, Satoshi Yukiwaki, Keiko Kusuhara, Nozomi Nakamura, Takashi Suekane, Hong Wei, Katsuya Imanishi, Ko Inada, Chihaya Adachi, Appl. Phys. Lett., 109, 243302(2016)
- [4] “Surface planarization effect of siloxane derivatives in organic semiconductor layers”, Sakanoue Kei, Harada Hironobu, Ando Kento, Yahiro Masayuki, Fukai Jun, THIN SOLID FILMS, 597, 212-219 (2016)
- [5] “Silicon based near infrared photodetector using self-assembled organic crystalline nano-pillars”, Ajiki Yoshiharu, Kan Tetsuo, Yahiro Masayuki, Hamada Akiko, Adachi Junji, Adachi Chihaya, Matsumoto Kiyoshi, Shimoyama Isao, APPLIED PHYSICS LETTERS, 108, 151102 (2016)
- [6] “High-coverage organic-inorganic perovskite film fabricated by double spin coating for improved solar power conversion and amplified spontaneous emission”, Toshinori Matsushima, Munetomo Inoue, Takashi Fujihara, Shinobu Terakawa, Chuanjiang Qin, Atula S.D. Sandanayaka, Chihaya Adachi, Chem. Phys. Lett. 661, 131-135 (2016)
- [7] “Characterization of Carrier Transport and Trapping in Photorefractive Polymer Composites Using Photoemission Yield Spectroscopy in Air”, Sho Tsujimura, Takashi Fujihara, Takafumi Sassa, Kenji Kinashi, Wataru Sakai, Koji Ishibashi, Naoto Tsutsumi, Macromol. Chem. Phys. 16, 1785-1791, (2016)
- [8] “Fabrication of high coverage MASnI<sub>3</sub> perovskite films for stable, planar heterojunction solar cells”, Takashi Fujihara, Shinobu Terakawa, Toshinori Matsushima, Chuanjiang Qin, Masayuki Yahiro, Chihaya Adachi, J. Mater. Chem. C, 5, 1121-1127, (2016)
- [9] “Multifunctional Benzoquinone Additive for Efficient and Stable Planar Perovskite Solar Cells”, Chuanjiang Qin, Toshinori Matsushima, Takashi Fujihara, Chihaya Adachi, Adv. Mater. 29, 1603808, (2017)
- [10] “Intrinsic carrier transport properties of solution-processed organic- inorganic perovskite films”, Toshinori Matsushima, Sunbin Hwang, Shinobu, Terakawa, Takashi Fujihara, Atula S. D. Sandanayaka, Chuanjiang Qin, Chihaya Adachi, Appl. Phys. Express, 10, 024103, (2016)
- [11] “N-channel field-effect transistors with an organic-inorganic layered perovskite semiconductor”, Toshinori Matsushima, Fabrice Mathevet, Benoît Heinrich, Shinobu Terakawa, Takashi Fujihara, Chuanjiang Qin, Atula S.D. Sandanayaka, Jean-Charles Ribierre, Chihaya Adachi, Appl. Phys. Lett., 109, 253301 (2016)

[講演リスト]

- [1] 藤本 弘、末包高史、柚木脇智、永吉 香、今西克也、八尋正幸、安達千波矢、「真空チャンバー内の微量不純物がOLEDの寿命に与える影響」、『第23回有機EL討論会例会』、富山市民プラザ、2016年11月
- [2] 末包高史、今西克也、韋 宏、樋口純一、藤本弘、八尋正幸、安達千波矢、「真空チャンバー内の微量不純物の評価」、『第23回有機EL討論会例会』、富山市民プラザ、2016年11月
- [3] 細貝拓也、松崎弘幸、中野谷一、徳丸克己、筒井哲夫、古部昭広、那須圭朗、野村洸子、八尋正幸、鈴木克明、梶 弘典、安達千波矢、「電荷共鳴状態によるTADFの発現とそのメカニズム解明」、『第23回有機EL討論会例会』、富山市民プラザ、2016年11月
- [4] Atula S. D. Sandanayaka, Toshinori Matsushima, Kou Yoshida, Takashi Fujihara, Kenichi Goushi, Jean-Charles Ribierre, Chihaya Adachi, “ Low-threshold Quasi-continuous-wave Organic Semiconductor Laser” KJF International Conference on Organic Materials for Electronics and Photonics 2016 (KJF-ICOMEPEP 2016), 2016.9.4-9.7 (Fukuoka, Japan)
- [5] Takashi Fujihara, Shinobu Terakawa, Toshinori Matsushima, Chuanjiang Qin, Masayuki Yahiro, Chihaya Adachi, “Effect of the combination of solvents on the photovoltaic properties in CH<sub>3</sub> NH<sub>3</sub> PbI<sub>3</sub> perovskite solar cells using solvent-bathing technique” KJF International Conference on Organic Materials for Electronics and Photonics 2016 (KJF-ICOMEPEP 2016), 2016.9.4-9.7 (Fukuoka, Japan)
- [6] Toshinori Matsushima, Sunbin Hwang, Atula S.D. Sandanayaka, Chuanjiang Qin, Shinobu Terakawa, Takashi Fujihara, Masayuki Yahiro, Chihaya Adachi “Very High Carrier Mobilities in Organic-inorganic Perovskite Films” KJF International Conference on Organic Materials for Electronics and Photonics 2016 (KJF-ICOMEPEP 2016), 2016.9.4-9.7 (Fukuoka, Japan)
- [7] Toshinori Matsushima, Sunbin Hwang, Atula S.D. Sandanayaka, Chuanjiang Qin, Takashi Fujihara, Masayuki Yahiro, Chihaya Adachi, “ High-hole-mobility organic-inorganic perovskite field-effect transistors” , SPIE Optics + Photonics 2016, 2016.8.28-9.1 (San Diego Convention Center, San Diego, California, United States)
- [8] T. Matsushima, T. Fujihara, C. Qin, S. Terakawa, Y. Esaki, S. Hwang, A. S.D. Sandanayaka, W. J. Potscavage, Jr., C. Adachi, “ Morphological control of organic-inorganic perovskite layers by hot isostatic pressing for efficient planar solar cells” , The International Conference on Science and Technology of Synthetic Metals in 2016 (ICSM2016), 2016.6.26-7.1 (Guangzhou, China)
- [9] T. Matsushima, T. Fujihara, C. Qin, S. Terakawa, Y. Esaki, S. Hwang, A. S.D. Sandanayaka, W. J. Potscavage, Jr., C. Adachi, “Flat perovskite films for efficient solar cells” , International Krutyn Summer School 2016, 2016.6.12-18 (Krutyn, Masurian Lake District, Poland)
- [10] Toshinori Matsushima, Sunbin Hwang, Atula S.D. Sandanayaka, Chuanjiang Qin, Shinobu Terakawa, Takashi Fujihara, Masayuki Yahiro, Chihaya Adachi “Realization of high carrier mobilities in organic-inorganic perovskite films” , 9th International Symposium on Organic Molecular Electronics (ISOME 2016), 2016.5.18-20, (Niigata Univ., Japan)

- [11] Chuanjiang Qin, T. Matsushima, T. Fujihara, C. Adachi, “Multifunctional Additive for Stable and Efficient Perovskite Solar Cells”, 第77回応用物理学会秋季学術講演会, 2016年9月13日-16日, (朱鷺メッセ：新潟コンベンションセンター)
- [12] 松島敏則, A. S.D. Sandanayaka, C. Qin, 藤原 隆, 安達千波矢, “有機無機ペロブスカイトトランジスタの/n/型特性” 第77回応用物理学会秋季学術講演会, 2016年9月13日-16日, (朱鷺メッセ：新潟コンベンションセンター)
- [13] 藤原 隆, 寺川しのぶ, 松島敏則, Chuanjiang Qin, 八尋正幸, 安達千波矢 “浸漬法を利用した脱鉛CH<sub>3</sub>NH<sub>3</sub>SnI<sub>3</sub> ペロブスカイト膜の作製” 第64回応用物理学会春季学術講演会, 2017年3月14日-17日, (パシフィコ横浜)
- [14] 松島 敏則, Hwang Sunbin, 寺川しのぶ, 藤原 隆, Sandanayaka Atula S.D., Qin Chuanjiang, 安達千波矢 “有機無機ペロブスカイトトランジスタにおける接触抵抗の影響” 第64回応用物理学会春季学術講演会, 2017年3月14日-17日, (パシフィコ横浜)
- [15] Sandanayaka S.D. Atula, Matsushima T., Bencheikh F., Yoshida K., Inoue M., Fujihara T., Goushi K., Ribierre J.-C., Adachi C., “Continuous-wave lasing from organic semiconductor films”, 第64回応用物理学会春季学術講演会, 2017年3月14日-17日, (パシフィコ横浜)

## 1. 2 プロジェクト型研究

ISIT は、地域企業での実用化・事業化につながる研究開発や科学技術の振興による社会的貢献を目指した事業を積極的に支援・推進しています。このような目的に適した国等の提案公募型研究制度や民間の研究助成金等に応募し、研究資金を獲得するプロジェクト型研究を推進しています。平成 28 年度も各種提案公募型研究制度に応募しました。

応募して採択されたプロジェクトについては、プロジェクト型研究として事業運営・推進を行っています。また、平成 28 年度に実施した科学研究費補助事業による研究についても、1. 2. 3 節に記述しています。

### 1. 2. 1 公募型研究制度への応募

平成 28 年度の提案公募型研究制度（H28 年度以降実施分）への応募状況は、次表のとおりです。（採択分については、応募時期の欄に[採択]と表記。）

表 平成 28 年度応募分

No.	プロジェクト名（公募制度名）	提案代表機関・共同研究機関	応募先	応募時期
1	時間・周波数領域分割及びスペクトラム拡散変調方式に基づく新たな高精度測距可能な信号設計法とそのビームフォーミングレーダへの応用（戦略的情報通信研究開発推進事業（SCOPE））	ISIT、福岡大学、一橋大学	総務省	平成 28 年 2 月
2	SMEF.iot (Small & Medium Enterprise Federation for IoT) の組織化 (IoT ネットワーク形成事業)	ISIT、NPO 法人九州組込みソフトウェアコンソーシアム (QUEST)	福岡市	平成 28 年 4 月 [採択]
3	高齢者の特性に合わせた独自のロジックを持つ学習型人工知能を搭載した自動鑑別診断システムの開発（戦略的基盤技術高度化支援事業）	ISIT、芙蓉開発(株)、(株)ロジカルプロダクト、長崎大学	経済産業省	平成 28 年 6 月 [採択]
4	数値モデルを使った人工知能 (AI) による革新的な社会システムの解析・制御技術の創出 (産学共創プラットフォーム共同研究推進プログラム)	ISIT、九州大学、鹿児島大学、九州工業大学、宮崎大学、長崎県立大学ほか全 20 機関・企業	科学技術振興機構 (JST)	平成 28 年 6 月
5	長期利用可能な耐量子暗号認証基盤の設計と評価 (戦略的創造研究推進事業 (ACT-I))	ISIT	科学技術振興機構 (JST)	平成 28 年 7 月
6	イチゴの省エネ栽培・収量予測・低コスト輸送技術の融合による販売力・国際競争力の強化 (革新的技術開発・緊急展開事業)	ISIT、九州大学、長崎県立大学、大分県農林水産研究指導センター、佐賀県農業試験研究センター、長崎県農林技術開発センターほか全 16 機関・企業	農林水産省 (国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構生物系特定産業技術研究支援センター)	平成 28 年 8 月 [採択]
7	長期利用可能な耐量子公開鍵暗号認証基盤の設計と評価	ISIT	栢森情報科学振興財団	平成 28 年 8 月

No.	プロジェクト名（公募制度名）	提案代表機関・共同研究機関	応募先	応募時期
8	大域体上のイデアル格子問題を利用した耐量子公開鍵暗号の設計と解析	ISIT	中島記念国際交流財団	平成 28 年 8 月
9	高齢者ヘルスマonitoringのための非接触式光超音波センサの開発(国際科学技術基盤整備事業(日本台湾研究交流課題))	日本側：理化学研究所 (ISIT) 台湾側：台湾科技大学、清華大学	科学技術振興機構 (JST)	平成 28 年 9 月
10	先端機能材料・デバイス実証開発拠点(地域科学技術実証拠点事業)	ISIT、九州大学、福岡県、福岡市、公益財団法人福岡県産業・科学技術振興財団	文部科学省	平成 28 年 11 月
11	有機系太陽電池を用いた車載発電システムによる CO <sub>2</sub> 削減技術の開発(CO <sub>2</sub> 排出削減対策強化誘導型技術開発・実証事業)	ISIT、次世代化学材料評価技術研究組合 (CEREBA)、京大、山形大、九大	環境省	平成 29 年 2 月
12	高効率発光材料の開発及び評価技術の開発(戦略的省エネルギー技術革新プログラム)	ISIT、次世代化学材料評価技術研究組合 (CEREBA)、金沢工業大、北陸先端大、山形大	NEDO	平成 29 年 2 月 [採択]

### 1. 2. 2 平成 28 年度に実施したプロジェクト

平成 28 年度にプロジェクト型研究として事業運営・推進を行ったプロジェクトを以下に示します。(平成 27 年度以前に採択された継続プロジェクト及び平成 28 年度に採択された新規プロジェクト)

表 平成 28 年度実施分

No.	採択年度	プロジェクト名（公募制度名）	共同研究機関	契約先・応募先	期間*
1	平成 23 年度	実行時の状況に応じてパケット送信間隔を動的に制御する通信最適化技術（戦略的創造研究推進事業 (CREST)）	九州大学、富士通(株)	科学技術振興機構 (JST)	H26. 4. 1 ～ H29. 3. 31
2	平成 24 年度	地域イノベーション戦略の中核を担う研究者の集積（地域イノベーション戦略支援プログラム）	ふくおか IST、九州大学、九州工業大学、北九州市立大学、早稲田大学、福岡大学	文部科学省	H27. 4. 9 ～ H29. 3. 31
3	平成 25 年度	有機薄膜太陽電池材料の評価基盤技術開発（次世代材料評価基盤技術開発）	次世代化学材料評価技術研究組合 (CEREBA)、九州大学	CEREBA・NEDO	H25. 10. 1 ～ H30. 2. 28
4	平成 27 年度	準共鳴型電子サイクロトロン共鳴技術に基づく小型・高密度プラズマ源の開発と、これをコア技術とする 3DIC 作製を目的とした高速ミニマルエッチング装置の開発（戦略的基盤技術高度化支援事業）	(株)新興精機、ナノテクノロジー・インスツルメンツ(株)、長崎大学、東北大学、誠南工業(株)、熊本県産業技術センター	経済産業省	H27. 9. 28 ～ H30. 3. 30

No.	採択年度	プロジェクト名（公募制度名）	共同研究機関	契約先・応募先	期間*
5	平成28年度	SMEF.iot (Small & Medium Enterprise Federation for IoT) の組織化 (IoT ネットワーク形成事業)	NPO 法人九州組込みソフトウェアコンソーシアム (QUEST)	福岡市	H28. 6. 1 ～ H29. 3. 15
6	平成28年度	高齢者の特性に合わせた独自のロジックを持つ学習型人工知能を搭載した自動鑑別診断システムの開発 (戦略的基盤技術高度化支援事業)	芙蓉開発(株)、(株)ロジカルプロダクト、長崎大学	経済産業省	H28. 9. 28 ～ H31. 3. 29
7	平成28年度	イチゴの省エネ栽培・収量予測・低コスト輸送技術の融合による販売力・国際競争力の強化 (革新的技術開発・緊急展開事業)	九州大学、長崎県立大学、大分県農林水産研究指導センター、佐賀県農業試験研究センター、長崎県農林技術開発センターほか全 16 機関・企業	農林水産省 (国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構生物系特定産業技術研究支援センター)	H28. 10. 13 ～ H31. 9. 30

\* 契約書等の期間を記載

### 1. 2. 3 平成28年度に実施した科学研究費助成事業

平成28年度に実施した科学研究費助成事業（文部科学省・日本学術振興会）による研究課題を以下に示します。

No.	研究課題名（種目）	研究代表者	研究分担者	研究期間
1	距離画像を用いた超音波プローブの位置・姿勢計測システムの開発 (若手研究 B)	吉永 崇 (ISIT)	—	平成 25～27 年度 (H28 年度まで延長)
2	Android アプリケーションのセキュリティ検証技術研究 (基盤研究 C)	松本 晋一 (ISIT)	—	平成 26～28 年度
3	マルチボディダイナミクスに基づく全身運動の解析方法の確立と応用 (基盤研究 B)	太田 憲 (ISIT)	瀬尾 和哉 (山形大学)	平成 27～29 年度
4	有機半導体二次元高分子の合成 (基盤研究 B)	坂本 純二 (ISIT)	—	平成 26～30 年度
5	次世代農業支援のための高機能センシング技術の開発 (基盤研究 A)	谷口 倫一郎 (九州大学)	吉永 崇、光藤 雄一 (ISIT)	平成 27～29 年度
6	スーパー抗体酵素による脳腫瘍幹細胞を標的とした革新的治療法の開発 (基盤研究 C)	阿部 竜也 (佐賀大学)	宇田 泰三 (ISIT)	平成 27～29 年度

### 1. 3 受託研究

受託研究は、企業、大学、行政等からの委託を受けて行う研究開発です。平成 28 年度は、以下の内容について実施しました。

No.	件名	委託元
1	次世代スーパーコンピュータに関する研究開発	企業
2	次世代デジタルラーニングシステムの開発	企業
3	見守りシステム実証	企業
4	有機 EL デバイス用封止技術の評価	企業
5	有機 EL デバイスの評価	企業
6	有機 EL パネルの試作	企業
7	白色デバイスの作製と評価	財団
8	地方公共団体のオープンデータ取組推進に係る調査	企業
9	ブロックチェーンの応用に関する調査	企業

※本表におけるいくつかの件名については、相手先との契約により詳細な内容（件名）を記述できないものが含まれており、同じ件名や類似の件名（概要件名）であっても異なる案件を示します。

### 1. 4 共同研究

単独の企業・組織では行い難い研究テーマや、複数の企業や組織で進めた方が効果的な技術等について、共同研究を実施しています。平成 28 年度は、以下の内容について実施しました。

No.	件名	共同研究相手先
1	コンパイラ最適化技術の開発	企業
2	SDN セキュリティに関する研究	企業
3	装着型センサによる見える化技術	企業
4	有機 EL パネルの評価	企業
5	有機 EL デバイスの封止技術の開発	企業
6	フレキシブル有機 EL デバイスの封止技術の開発	企業
7	有機 EL 材料の改質検証	企業
8	ビッグデータ、オープンデータ、及び AI の利活用化に関する研究	企業
9	MOOC、及び、SPOC に向けたプラットフォーム技術の開発	企業
10	太陽電池に製造プロセスに関する評価	企業
11	有機 EL パネル製造装置の評価	企業
12	照明用材料に関する検討	企業
13	生命分子の集合原理に基づく分子情報の科学研究ネットワーク拠点	九州大学分子情報連携研究センター

No.	件名	共同研究相手先
14	wCloud のプラットフォームツール及びオープンデータ等に関する研究	企業
15	フレキシブル有機 EL デバイスに関する研究 (九大 COI 情報モビリティ)	九州大学最先端有機光エレクトロニクス研究センター
16	クラウド上における情報システムの革新的な利活用方法についての共同開発	企業
17	有機薄膜内微小部位の非破壊劣化機構解析	九州大学、公益財団法人福岡県産業・科学技術振興財団
18	有機 EL デバイスの使用に関する研究	企業
19	有機 EL デバイスの評価	公益財団法人福岡県産業・科学技術振興財団
20	有機 EL フレキシブル基板の評価	同上
21	有機 EL デバイス封止性能の評価	同上
22	有機 EL 用材料の評価	同上
23	行動センシング・システムに関する研究	九州工業大学
24	有機 EL 照明パネル試作と評価	公益財団法人福岡県産業・科学技術振興財団

※本表におけるいくつかの件名については、相手先との契約により詳細な内容（件名）を記述できないものが含まれており、同じ件名や類似の件名（概要件名）であっても異なる案件を示します。

## 1. 5 研究成果の公表及び特許等出願

研究成果については、論文や学会、国際会議や研究会等の場で、年間 59 回の発表を行い、また、セミナーやフェアでの展示・説明、さらにホームページや広報誌への掲載等を通じ、広く公表に努めました。

平成 28 年度の論文や学会、国際会議や研究会等での発表実績は、下記のとおりです。

論文	学会	国際会議	講演	シンポジウム	研究会	イベント等参加	その他書籍等	計
7	7	9	15	6	8	1	6	59

特許等の出願については、運動計測技術に関する特許 1 件、高分子材料創製に関する特許（追加発明）1 件、有機無機膜作製法に関する特許（追加発明）1 件の計 3 件を出願しました。また、知財収入（譲渡対価や実施料収入等）については、有機 EL 関連の 3 件（いずれも平成 27 年度以前の特許出願）による収入がありました。

## 2 内外関係機関との交流及び協力事業

国内外の大学、企業、行政、研究機関等との交流会・セミナー等の開催や海外研究交流事業を推進しました。本章では、1)交流会・セミナー等の開催、2)学会・協会活動及び研究会・協議会活動等、3)国内・海外交流活動、4)その他共催・後援・協賛等事業、5)ISIT コミュニティスペースについて紹介します。

### 2. 1 交流会・セミナー等の開催

ISIT では「ISIT 定期交流会」、「ISIT 技術セミナー」、「ISIT 市民特別講演会」等を開催して、地場の企業や市民との交流を図っています。

「ISIT 定期交流会」は、地場の IT・ナノテク関連企業と福岡 SRP 立地企業、大学、行政、ISIT の研究者等との交流を図るとともに、IT・ナノテクに関する最新動向等の情報提供を目的とし、交流事業の一環として開催しています。

「ISIT 技術セミナー」は、地場の IT・ナノテク関連企業・福岡 SRP 立地企業等の研究者・技術者の研究開発力の向上及び最新技術動向の提供を目的に、人材育成事業の一環として実施しています。(詳細は、第5章 人材育成事業 5. 1 に記述)

「ISIT 市民特別講演会」は、年1回程度開催し、主に一般市民を対象として情報提供を行うとともに、ISIT の活動内容の広報を目的に、情報収集・提供事業の一環として行っています。

これらの他に ISIT ナノ・バイオフォーラム、九州大学最先端有機光エレクトロニクス研究センター (OPERA) との共同セミナー、福岡市 IOT コンソーシアム (FITCO)、ビッグデータ&オープンデータ・イニシアティブ九州 (BODIK) 関連のイベント等を開催しました。

#### 2. 1. 1 ISIT 定期交流会

平成 28 年度は、福岡広域連携「JointIFF」及び伊都と百道浜の連携「ちいむ百の糸」による交流活動としてジョイントセミナーや勉強会を開催しました。(2. 3. 1 (3) 及び (4)) に記述)

#### 2. 1. 2 ISIT 市民特別講演会

平成 26 年度より、本研究所が行う研究開発事業のうち、市民の関心が高く身近なテーマを選び、講演会やセミナーを開催しています。平成 28 年度は、以下のとおり開催しました。

平成 28 年度 ISIT 市民特別講演会		参加者	53 名
日時	平成 28 年 11 月 10 日 (木) 13:30~16:30	場所	KDDI 九州総支社 大会議室
<p>■テーマ：「スマホ・ケータイを正しく知って安全に使いましょう」</p> <p>■プログラム</p> <p>13:30~13:35 開会挨拶</p> <p>13:35~14:20 携帯・スマホを巡るトラブル動向 福岡県警察本部 サイバー犯罪対策課・管理官 警視 兼高 廣 氏</p> <p>14:20~15:20 SNS の利用にあたり知っておくべきこと KDDI スマホ・ケータイ安全教室・専任講師 大久保 輝夫 氏</p> <p>15:25~15:55 青少年のスマホ・携帯トラブルの実例と対策 福岡市消費生活センター・アドバイザー 武田 智子 氏</p> <p>15:55~16:15 質疑応答</p> <p>16:15~16:30 閉会挨拶 公益財団法人九州先端科学技術研究所 次長 栗原 隆</p>			
<p>主催：(公財)九州先端科学技術研究所 (ISIT)、KDDI 株式会社九州総支社</p> <p>共催：福岡市教育委員会</p> <p>後援：福岡市、福岡市 PTA 協議会、(公財)福岡市老人クラブ連合会、福岡県地域婦人会連絡協議会</p>			

## 2. 1. 3 ISIT ナノ・バイオフィォーラム

ナノテクノロジーやバイオテクノロジーを対象分野とする地元の研究機関・企業に最新の技術動向等の情報を提供し、交流を深めていくことを目的として、ISIT ナノ・バイオフィォーラムを開催しています。平成 28 年度は、福岡市・九州大学・理化学研究所・(公財)九州大学学術研究都市推進機構 (OPACK) と共催で「理研×九大×福岡市イノベーションフォーラム」として開催しました。

理研×九大×福岡市イノベーションフォーラム 産学連携で創る未来 ～九州企業とのオープンイノベーションを目指して～		参加者	89 名
日時	平成 29 年 3 月 30 日 (木) 13:30～19:00	場所	西鉄グランドホテル 2 階鳳凰の間
<p>■主催者挨拶</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○福岡市 経済観光文化局 理事 合野 弘一 氏</li> <li>○理化学研究所 科学技術ハブ推進本部 科学技術ハブ推進室長 鈴木 隆 氏</li> <li>○九州大学 工学研究院 教授 山田 淳氏</li> <li>・スマートインターフェースフロンティアハブ構想について</li> </ul> <p>■講演・取組紹介</p> <p>【講演 1】エネルギー変換デバイスの分子界面におけるエネルギー移動・変換の実空間観測 理化学研究所 Kim 表面界面科学研究室 主任研究員 金 有洙 氏</p> <p>【講演 2】界面制御による有機 EL デバイスの飛躍的な耐久性の向上 九州大学 工学研究院 主幹教授 安達 千波矢 氏</p> <p>【講演 3】健康・医療産業振興に必要な材料技術－基礎研究から製品化までの道のり－ 九州大学 先端物質化学研究所 教授 田中 賢 氏</p> <p>【取組紹介】イノベーション創出に向けた新たな取り組み 九州先端科学技術研究所 イノベーション推進室 産学連携コーディネータ 山本 竜広 氏</p> <p>【講演 4】ピコ精度を目指す超精密・超微細加工の方向性と可能性 理化学研究所 大森素形材工学研究室 主任研究員 大森 整 氏</p> <p>【講演 5】超精密加工技術による加工の高度化と将来加工プロセスの構築 九州大学 工学研究院 教授 黒河 周平 氏</p> <p>【講演 6】ナノ構造デザインによる物質合成制御や新しいエネルギー変換材料への展開 九州大学 カーボンニュートラル・エネルギー国際研究所 准教授 藤川 茂紀 氏</p> <p>【取組紹介】課題解決型－よろず相談『分析 NEXT』 九州先端科学技術研究所 専務理事 川畑 明 氏</p> <p>【講演 7】九州大学学術研究都市づくりについて 九州大学学術研究都市推進機構 産学連携主幹 岩重 英治 氏</p> <p>■交流会 (17:15～19:00) (併設パネル展示：研究紹介、福岡市・九大学研都市の産学連携の取り組みなど)</p>			
<p>主催：福岡市、九州大学、理化学研究所 共催：(公財)九州先端科学技術研究所 (ISIT)、(公財)九州大学学術研究都市推進機構 (OPACK) 協力：福岡市産学連携交流センター指定管理者 (西鉄ビルマネージメント(株)) 後援：九州経済産業局、一般社団法人九州経済連合会、福岡商工会議所、福岡地域戦略推進協議会、福岡経済同友会</p>			

## 2. 1. 4 有機光エレクトロニクス研究特別室セミナー

九州大学「最先端有機光エレクトロニクス研究センター (Center for Organic Photonics and Electronics Research: OPERA)」において、内閣府の最先端研究開発支援プログラム (平成 21～25 年度)「スーパー有機 EL デバイスとその革新的材料への挑戦(代表者 安達 千波矢 教授)」が実施されました。その成果を社会に還元するためのセミナーを OPERA、九州大学未来化学創造センターと共同で開催しています。平成 28 年度に開催実績は、以下のとおりです。

※開催延期になったセミナーがあるため、回数と開催日の順序が合致しないところがあります。

開催日	セミナー名	講演題目・講師	場所	参加者
平成 28 年 4 月 4 日	第 136 回有機 光エレクトロニ クス研究特別室 セミナー	Inkjet Technology for OLED Mass Production from TFE to RGB Christopher T. Brown PhD, Vice President Process Engineering 広	九州大学共進 化社会システ ムイノベーション 施設 2 階 大会議室	31 名
平成 28 年 4 月 8 日	第 137 回有機 光エレクトロニ クス研究特別室 セミナー	Nanometrology for Organic Semiconductors and Devices Ji-Seon Kim Department of Physics & Centre for Plastic Electronics, Imperial College, London, UK	同上	36 名
平成 28 年 5 月 17 日	第 138 回有機 光エレクトロニ クス研究特別室 セミナー	Skin-inspired Electronic Devices Towards Artificial Skin Ho Hsiu Chou Assistant Professor of Chemistry National Sun Yat-Sen University, Taiwan	同上	27 名
平成 28 年 8 月 2 日	第 139 回有機 光エレクトロニ クス研究特別室 セミナー	TADF の過去、現在、そして未来へ 他 3 件 九州大学 OPERA・安達千波矢 氏 他 3 名	同上	10 名
平成 28 年 9 月 3 日	第 140 回有機 光エレクトロニ クス研究特別室 セミナー	Blue phosphorescent OLEDs: What is their future in displays and lighting? Stephen Forrest Departments of Electrical Engineering and Computer Science, and Physics, University of Michigan	同上	28 名
平成 28 年 9 月 9 日	第 141 回 ISIT 有 機光エレクトロ ニクス研究特別 室セミナー	Effective use of Sri Lankan economic minerals in advanced materials Chandana P. Udawatte Chancellor, Department of Physical sciences and Technology, Faculty of Applied Sciences, Sabaragamuwa University of Sri Lanka	同上	28 名
平成 28 年 9 月 26 日	第 142 回 ISIT 有 機光エレクトロ ニクス研究特別 室セミナー	Excited-State Non-Radiative Decay Processes in Organic Optoelectronic Materials Xian-Kai Chen Laboratory for Computational and Theoretical Chemistry of Advanced Materials, KAUST Solar Center, King Abdullah University of Science and Technology	同上	28 名
平成 28 年 10 月 7 日	第 143 回 ISIT 有 機光エレクトロ ニクス研究特別 室セミナー	Organic semiconductor donor-acceptor heterostructures Frank Schreiber Institute of Applied Physics, University of Tübingen, 72076 Tübingen, Germany	同上	34 名

開催日	セミナー名	講演題目・講師	場所	参加者
平成 28 年 11 月 2 日	第 144 回 ISIT 有機光エレクトロニクス研究特別室セミナー	圧倒的なパフォーマンスを出す組織づくり ～全社員が主体性をもってリーダーシップを発揮するには～  ピョートル フェリクス グジバチ 氏 プロノイア・グループ株式会社 代表取締役 モティファイ株式会社 取締役・チーフサイエンティスト	九州大学共進 化社会システ ムイノベーシ ョン施設 2 階 大会議室	29 名
平成 28 年 11 月 8 日	第 145 回 ISIT 有機光エレクトロニクス研究特別室セミナー	Delayed fluorescence as a tool to obtain highly efficient OLED devices  Przemyslaw Data Durham University, Department of Physics, Durham, United Kingdom	同上	30 名
平成 28 年 11 月 28 日	第 146 回有機光エレクトロニクス研究特別室セミナー	分子認識化学に基づく有機トランジスタ型化学 センサの開発  南 豪 氏 東京大学 生産技術研究所 物質・環境系部門講師 東大卓越研究員	同上	34 名
平成 28 年 12 月 2 日	第 147 回有機光エレクトロニクス研究特別室セミナー	Next Generation AMOLED Display Manufacturing Technologies  G. Rajeswaran, Ph.D. SID Fellow Founder, Director & CEO Grantwood Technologies Inc. & Grantwood Limited (HK)	同上	43 名
平成 28 年 12 月 13 日	第 148 回有機光エレクトロニクス研究特別室セミナー	Bifluorene Single Crystals with Extremely Low-Threshold Amplified Spontaneous Emission  Saulius Jursenas Vilnius University	同上	38 名
平成 28 年 12 月 20 日	第 150 回有機光エレクトロニクス研究特別室セミナー	グローバル社会で活躍するには  松田 憲幸 氏 ソースネクスト株式会社 代表取締役社長	同上	21 名
平成 28 年 12 月 26 日	第 149 回有機光エレクトロニクス研究特別室セミナー	Electronic Plants ( ‘E-Plants’ ) - a New Initiative Within Organic Bioelectronics  Gábor Méhes Linköping University	同上	33 名
平成 29 年 1 月 18 日	第 151 回有機光エレクトロニクス研究特別室セミナー	New Business Development Learning from experiences in DuPont  Ryuichi Hayashi Shibaura Institute of Technology	同上	50 名
平成 29 年 2 月 2 日	第 152 回有機光エレクトロニクス研究特別室セミナー	Organic semiconductor donor-acceptor heterostructure Easy observations of hydrous samples by SEM with NanoSuit method  Yuji Hirai Lecturer / Doctor of Engineering Chitose Institute of Science and Technology	同上	26 名

開催日	セミナー名	講演題目・講師	場所	参加者
平成 29 年 2 月 3 日	第 153 回有機 光エレクトロニ クス研究特別室 セミナー	Beating the Thermodynamic Limit: Photo-Activation of n-Doping in Organic Semiconductors Antoine Kahn Department of Electrical Engineering, Princeton University	九州大学共進 化社会システ ムイノベーション 施設 2 階 大会議室	21 名
平成 29 年 1 月 31 日 2 月 6 日 2 月 10 日	第 154 回有機 光エレクトロニ クス研究特別室 セミナー	Organic TADF Emitters for Light-Emitting Electrochemical Cells and Organic Light-Emitting Diodes Blue-Emitting Materials for Solid-State Lighting Tales from the Supramolecular Photochemistry Crypt ※講師はいずれも Eli Zysman-Colman Reader in Optoelectronic Materials, School of Chemistry, University of St Andrews	同上	20 名 25 名 21 名
平成 29 年 2 月 24 日	第 156 回有機 光エレクトロニ クス研究特別室 セミナー	Self-assembled nanomaterials for flexible photo-electronic polymer devices Cheolmin Park Department Materials Science and Engineering, Yonsei University, Seoul, Korea	同上	21 名
平成 29 年 2 月 27 日	第 157 回有機 光エレクトロニ クス研究特別室 セミナー	Chemical Vapor Deposition Grown Perovskite for Solar Cells/Modules and Light Emitting Diodes Matthew Ryan Leyden Researcher, Energy Materials and Surface Sciences Unit (Yabing Qi group) Okinawa Institute of Science and Technology Graduate University (OIST)	同上	28 名
平成 29 年 3 月 8 日	第 155 回有機 光エレクトロニ クス研究特別室 セミナー	Self-assembled optical microcavities from conjugated polymers and macromolecules Yohei Yamamoto Associate Professor, Division of Materials Science, Faculty of Pure and Applied Sciences, University of Tsukuba	同上	22 名
平成 29 年 3 月 27 日	第 158 回有機 光エレクトロニ クス研究特別室 セミナー	Synthesis and Photophysical studies of organic materials for the development of OLED emitters (Phosphor & TADF) K. Sathiyarayanan Senior Professor, School of Advanced Sciences in VIT, Vellore, India	同上	23 名

## 2. 1. 5 福岡市 IoT コンソーシアム (FITCO) 関連

IoT の活用を推進する福岡市 IoT コンソーシアム (FITCO) 関連のセミナーとして、平成 28 年度は以下のとおり開催しました。(FITCO の目的・趣旨等は 6. 2. 1 (1) に記載)

開催日	イベント名	講演題目・講師	場所	参加者
平成 28 年 10 月 3 日	IPA・QUEST・FITCO IoT 共催セミナー in 九州～IoT で築く九州デジタルイノベーション～	<p>基調講演：「システム思考によるオープンイノベーションの実現」 SEC 所長 松本 隆明 氏</p> <p>IoT 技術講演：「IoT 時代の価値を支えるセーフティ・セキュリティを考慮した開発」 SEC 研究員 小崎 光義 氏</p> <p>IoT 先端事例講演：「デジタル・イノベーション ～IoT/BigData がもたらす市場の変革」 (株)インテック 中川 郁夫 氏</p> <p>パネルディスカッション テーマ：「IoT で築く九州デジタル・イノベーションを成功させるには」 モデレータ：FITCO 会長 村上 和彰</p>	福岡県 Ruby・コンテ ンツ産業振 興センター 5 階セミナー ルーム A・B・ C	116 名
平成 28 年 11 月 29 日	FITCO キックオフ イベント	<p>講演 1：「FITCO Vision について」 九州先端科学技術研究所 (ISIT) 副所長 村上 和彰</p> <p>講演 2：「IoT 推進ラボについて」 経済産業省 商務情報政策局情報処理振興課 課長補佐 上松 真也 氏</p> <p>IoT ベンチャーによるピッチコンテスト</p> <p>講演 3：アマゾン IoT プラットフォームの紹介及び活用事例 アマゾンウェブサービスジャパン株式会社 西日本担当 ソリューションアーキテクト 辻 義一 氏</p>	福岡 SRP セン タービル 2F ホール	160 名
平成 28 年 12 月 19 日	農業 IoT セミナー	<p>講演会 「農業機器メーカーから見た IoT への課題と期待」 株式会社オーレック 代表取締役社長 今村 健二 氏 「IoT/ICT 活用とアグリプレナーの実践・ハッピーマンが 描く未来の産地経営」 テラスマイル株式会社代表取締役 生駒 祐一 氏 「IoT による農業情報の収集とその利用」 九州大学農学研究院環境農学部門 准教授 岡安 崇史 氏</p> <p>パネルディスカッション</p>	福岡 SRP セン タービル 2F 視聴覚 研修室	91 名
平成 29 年 2 月 24 日	ふくおか IoT 祭り in SRP	<p>福岡市 IoT 推進ラボ「LPWA セミナー」</p> <p>FITCO セミナー「空の産業革命 ドローンの基礎」</p> <p>最新 AR/MR デバイス「Microsoft HoloLens」体験会&amp;アイ ディアソン</p>	福岡 SRP セン タービル 2F	280 名

開催日	イベント名	講演題目・講師	場所	参加者
平成 29 年 3 月 14 日	IoT 講演会 ～IoT ビジ ネス最前線 ～	<p>「FITCO 活動報告」 FITCO 会長 村上 和彰</p> <p>「NEC の IoT ビジネス戦略とオープンコラボレーション」 日本電気株式会社 マーケティング・ニュービジネス本 部・IoT 事業開発センター長 岡ノ谷 国典 氏</p> <p>「ARM とともに 15 年、アットマークテクノの IoT 戦略」 株式会社アットマークテクノ代表取締役 實吉 智裕 氏</p> <p>北海道発ベンチャー × 福岡ベンチャー交流会 【東京代表】日本電気株式会社 マーケティング・ニュー ビジネス本部・IoT 事業開発センター長 岡ノ谷 国典 氏 【北海道代表】株式会社アットマークテクノ代表取締役 實吉 智裕 氏 【九州代表】F-PAL 立石 圭太 氏</p>	福岡 SRP セン タービル 2F 視聴覚 研修室	55 名

## 2. 1. 6 ビッグデータ&オープンデータ・イニシアティブ九州 (BODIK) 関連

ビッグデータ&オープンデータを活用した、豊かで活力のある地域社会の実現を目的とする「ビッグデータ&オープンデータ・イニシアティブ九州 (BODIK)」関連のセミナーとして、平成 28 年度は、以下のとおり開催しました。(BODIK の目的・趣旨等は 6. 2. 1 (2)) に記載)

開催日	イベント名	講演題目・講師	場所	参加者
平成 28 年 10 月 1 日	BODIK オープンデ ータ・アイ デアソン	<p>オープンデータで防災・減災ワークショップ～あなたのア イデアで「災害時の困った」を解決しよう～ 協賛：NEC ソリューションイノベータ株式会社九州支社 協力：UDC2016 実行委員会</p> <p>情報提供セミナー1「被災地から減災の知恵を学ぶ」 神戸市企画調整局創造都市推進部 ICT 創造担当課長 松崎 太亮 氏 情報提供セミナー2「IT を活用した市民参加型の防災・減 災を考えるヒント」 オープン・ナレッジ・ジャパン事務局長 東 修作 氏</p>	福岡 SRP セン タービル 2F ホール	37 名
平成 28 年 12 月 12 日	BODIK トーク	第 7 回 BODIK トーク「オープンデータ活用ビジネス」 一般社団法人オープン・コーポレイツ・ジャパン 常務理事 東 富彦 氏	福岡市スタ ートアップ カフェ	27 名
平成 29 年 2 月 24 日	BODIK セミナー	<p>BODIK 会員化記念セミナー</p> <p>基調講演「オープンデータ 2.0」と九州での展開への期待 国際大学 グローバル・コミュニケーション・センター 准教授 庄司 昌彦 氏</p> <p>講演 1「スマートシティを加速するオープンデータプラッ トフォーム」BODIK 副会長 東 富彦</p> <p>講演 2「ビッグデータ&amp;オープンデータで貴社ビジネスを デジタル化する！」BODIK 会長 村上 和彰</p>	福岡 SRP セン タービル 2F 視聴覚 研修室	35 名

## 2. 1. 7 オープンソースカンファレンス 2016 福岡

オープンソースに特化した展示会等での最新情報の提供、ソフトウェアベンダの九州地区担当者間及び全国レベルでの情報交換の場を提供し、技術者のコミュニティづくり、人材育成を通して、地場ソフトウェア産業の競争力向上に貢献することを目的として、オープンソースカンファレンス福岡の開催を支援しています。

平成 28 年度は、以下のとおり開催しました。

オープンソースカンファレンス 2016 福岡		参加者	約 400 名
日時	平成 28 年 11 月 19 日(土) 10:00~18:00	場所	福岡 SRP センタービル 2F
内容	オープンソースに関する最新情報の提供 展示：オープンソースコミュニティ、企業・団体による展示 セミナー：オープンソースの最新情報を提供		
主催：オープンソースカンファレンス実行委員会 共催：株式会社福岡ソフトリサーチパーク 公益財団法人九州先端科学技術研究所			

## 2. 2 学会・協会活動及び研究会・協議会活動等

ISIT における研究開発事業に関わる情報収集及び研究発表等を行うために、下記の情報関連学会の会員となっています。また、ISIT の活動に関わる情報を入手するため、関係する下記の協会・団体の会員となっています。

また、産学連携における学会の重要性に鑑み、企業や大学研究者との人的ネットワークを構築する上でも重要な活動であることから、学会（支部）及び協議会の事務局業務を行っています。

さらに、ISIT において取り組んでいる研究開発内容を企業や大学等の研究者と議論し、技術動向等の情報を地元企業や自治体に提供することを目的とした研究会活動を行っています。

### (1) 学会等への参加

(一社)情報処理学会、(一社)電子情報通信学会

### (2) 協会等への参加

(一財)経済産業調査会、福岡エレコン交流会、(一社)福岡県情報サービス産業協会、九州地域環境・リサイクル産業交流プラザ(K-RIP)、ハイテクノロジー・ソフトウェア開発共同組合(HISCO)、(一社)日本半導体ベンチャー協会(JASVA)等

### (3) 学会等事務局運営

IEEE Fukuoka Section、情報処理学会九州支部

### (4) 協議会等事務局運営

九州 IT 融合システム協議会（2. 2. 1 に記述）

## 2. 2. 1 九州 IT 融合システム協議会（略称：ES-Kyushu）

九州 IT 融合システム協議会（ES-Kyushu）は、九州地域における IT 融合システムに係るネットワーク形成、人材育成、競争力・技術力の強化及び共同の販路開拓等を目的に、「九州全域」及び「産学官」が一体となった組織を構築し、IT 融合システムに関する組織・企業の連携、課題解決、情報発信力・競争力の強化を図り、新事業・新産業の創出等をもって九州経済の発展に寄与することを目的とし活動しています。

- ・発足 平成 19 年 11 月 29 日（九州地域組込みシステム協議会）  
平成 24 年 7 月 13 日（九州 IT 融合システム協議会へ名称変更）
- ・組織 会長：牛島 和夫 九州大学名誉教授  
事務局：公益財団法人九州先端科学技術研究所（ISIT）
- ・Web ページ URL： <http://www.isit.or.jp/ES-Kyushu/>

平成 28 年度の主な活動は、以下のとおりです。

#### [1] 平成 28 年度 九州 IT 融合システム協議会（ES-Kyushu）総会

平成 28 年 8 月 10 日に会員宛に「書面決議書」及び「平成 28 年度総会資料」をメール送信し、平成 28 年 8 月 23 日までの返信をもって、総会決議とする形で実施しました。

#### [2] 連携事業（後援・協賛・共催・参加発表等）

ES-Kyushu として後援・協賛・共催・参加発表等を行った事業は、下記のとおりです。

事業名	開催日
Cloud Days 九州 2016 他（後援）	平成 28 年 6 月 1～2 日
ビジネスショウ&エコフェア 2016（後援）	平成 28 年 6 月 17～18 日
軽量 Ruby 普及・実用化促進フォーラム 2016	平成 28 年 8 月 22 日
ET ロボコン 2016 九州南地区大会（後援）	平成 28 年 9 月 24 日
ET ロボコン 2016 九州北地区大会（後援）	平成 28 年 10 月 2 日
IPA・QUEST・FITCO IoT 共催セミナー in 九州 ～IoT で築く九州デジタルイノベーション～（後援）	平成 28 年 10 月 3 日
X-Tech Innovation 2016（協賛）	平成 28 年 10 月 11 日～2 月 24 日
モノづくりフェア 2016（協賛）	平成 28 年 10 月 26～28 日
IT 融合化講演会 2016 in Nagasaki（後援）	平成 28 年 12 月 1 日
組込み産業地域交流プラザ 2016 in 九州（共催）	平成 28 年 12 月 22 日
Security Days Fukuoka 2017（後援）	平成 29 年 1 月 30～31 日
第 6 回全国組込み産業フォーラム（参加発表）	平成 29 年 2 月 17 日

## 2. 3 国内・海外交流活動

### 2. 3. 1 国内研究交流事業

ISIT では、国内の関係研究機関の活動状況等の情報収集を行うとともに、具体的な研究交流を実施しています。

#### (1) 公益財団法人京都高度技術研究所（ASTEM）との研究交流会

日時：平成 29 年 1 月 17 日（火）13：00～17：00

会場：ISIT オープンスペース

内容：ISIT 設立以来、京都市の京都高度技術研究所（ASTEM）との間で研究交流会を行っています。平成 28 年度は、ASTEM から 5 名、ISIT からは 13 名が参加しました。研究内容の報告では、生活支援情報技術研究室の光藤研究員、情報セキュリティ研究室の山本研究員、ナノテク研究室の坂本研究員が研究発表を行いました。また、ASTEM 側からも 3 名が研究発表を行い、その後の意見交換会でも熱心な議論が行われました。

## (2) 九州大学高等研究院との研究交流会

日時：平成 28 年 12 月 26 日（月）13：30～17：30

会場：九州大学伊都キャンパス・伊都ゲストハウス

内容：九州大学高等研究院と研究交流会を行いました。ISIT からは、情報セキュリティ研究室の奥村研究員、生活支援情報技術研究室の太田研究員、ナノテク研究室の坂本研究員が研究発表を行いました。九州大学高等研究院からも 3 名が研究発表を行い、それぞれの研究についての意見交換を行いました。

## (3) 「JointIFF」交流活動

本研究所（ISIT）と（公財）福岡県産業・科学技術振興財団（ふくおか IST）、（公財）北九州産業学術推進機構（FAIS）との福岡広域連携「JointIFF」による交流活動として、「Joint-IFF セミナー」を開催しました。

第 2 回 Joint-IFF セミナー		参加者	69 名
日時	平成 28 年 10 月 21 日（金） 14:30～19:00	場所	北九州学術研究都市
<p>テーマ『北部九州発のイノベーションをアジア・世界へ』</p> <p>■講演会</p> <p>講演 1：「Joint-IFF の概要と一体として取り組む“地域クオリティの底上げ”」 講師 FAIS 産学連携統括センター長 納富 啓 氏</p> <p>講演 2：「超低炭素化社会のビジネスを探る～アジアをつなぐ新たな研究開発・実装拠点をめざして」 講師 FAIS 産学連携担当部長 藤本 潔 氏</p> <p>講演 3：「課題解決型ーよろず相談「分析 NEXT」～学研都市”伊都”からの挑戦」 講師 ISIT 専務理事 川畑 明</p> <p>講演 4：「IoT 時代の試作・評価拠点を目標して～半導体実装研究開発拠点としての三次元半導体研究センターの取組み～」 講師 ふくおか IST 三次元半導体研究センター 副センター長 野北 寛太 氏</p> <p>■ポスターセッション</p>			
主催：（公財）九州先端科学技術研究所（ISIT）、（公財）福岡県産業・科学技術振興財団（ふくおか IST）、（公財）北九州産業学術推進機構（FAIS）			

また、平成 28 年度は「JointIFF」交流活動の一環として、ISIT、ふくおか IST 及び FAIS の 3 者が連携し、第 11 回国際高分子会議における優れた研究者に、Joint-IFF の冠をつけた賞を各団体から顕彰しました。ISIT Joint-IFF Advanced Nano-bio Award は、東京大学の江島広貴氏に授与しました。

## (4) 「ちいむ百の糸」交流活動

九州大学学術研究・産学官連携本部（AiRiMaQ）、株式会社産学連携機構九州（九大 TLO）、（公財）九州大学学術研究都市推進機構（OPACK）、（公財）福岡県産業・科学技術振興財団（ふくおか IST）及び本研究所（ISIT）からなる伊都和百道浜の連携「ちいむ百の糸（もものいと）」による交流活動として、平成 28 年度は各分野の気鋭の研究者を囲んだ「ちいむ百の糸」勉強会を開催しました。

平成 28 年度「ちいむ百の糸」勉強会		
開催日	タイトル	講師
平成 28 年 5 月 31 日	「ゲノム編集技術の衝撃～化学業界におけるゲノム産業創生の可能性～」	（株）九州食品流通科学研究所 社長 小林 修 氏

平成 28 年 8 月 24 日	「核酸結合型 PPR タンパク質モジュールの強みとゲノム編集が切り拓く未来」	九州大学農学研究院 准教授 中村 崇裕 氏
平成 28 年 12 月 1 日	産-学-産連携を目指した九州大学ギガフォトンNext GLP 共同研究部門の取組	九州大学システム情報科学研究院 教授 池上 浩 氏

### 2. 3. 2 海外研究交流事業

海外研究交流事業は、ISIT と海外研究機関等との間で情報技術に関する最新の研究動向についての情報交換を行い、研究開発の連携協力関係を構築することを目的としています。平成 28 年度の活動は、以下のとおりです。

#### (1) 福岡市・釜山広域市 第 8 回協力事業推進委員会合同会議への参加

福岡市と釜山広域市との経済交流事業の推進を図るため協力事業推進委員会が設置されており、平成 28 年 8 月 18 日に福岡市で開催された標記会議に参加し、釜山テクノパーク政策企画団長と今後の交流のあり方と活性化について協議していくことを確認しました。

### 2. 4 その他の共催・後援・協賛等事業

以下の事業の共催、後援ならびに協賛を行いました。

表 共催・後援・協賛事業等

事業名	開催日
ひろげよう情報モラル・セキュリティコンクール審査（審査会場提供）	平成 28 年 9 月 28 日
「ET ソフトウェアデザインロボットコンテスト 2016 九州北地区大会」（協賛）	平成 28 年 10 月 2 日
「ネットワークストレージのディペンダビリティ、ユーザビリティとセキュリティに対する秘密分散法の応用とその数学モデリング」（共催、ロゴ使用）	平成 28 年 9 月 5～7 日
第 3 回トマトロボット競技会（共催）	平成 28 年 12 月 9～11 日
組込み産業地域交流プラザ 2016 in 九州（後援）	平成 28 年 12 月 22 日

### 2. 5 ISIT コミュニティスペース

IT、ナノテク、科学技術関連で働く方や、IT コミュニティで活動している方々の交流の場として、ISIT コミュニティスペースを開放しています。図書・雑誌の閲覧や備品利用が可能です。事前に ISIT コミュニティスペース会員にご登録いただく必要があります。飲食禁止や原則として土日祝は使用不可等のルールがありますので、詳細は Web ページをご覧ください。

#### 【Web ページ】

「ISIT コミュニティスペース」

<http://www.isit.or.jp/cspace/>

「ISIT コミュニティスペース会員になるには」

<http://www.isit.or.jp/cspace/csmember/>



### 3 コンサルティング事業

本事業は、福岡市内を中心とした九州地域の企業等が、システム技術・情報技術やナノテクノロジーをはじめとする先端科学技術分野において、独自では解決困難な研究開発、製品開発等に関する技術的諸問題の解決支援を目的としています。また、コンサルティングによる相談をきっかけに、本研究所や大学等との共同研究、公募提案等へ進展する事例もあり、相談者と本研究所の研究開発事業・プロジェクト推進事業、産学連携活動等を結びつける役割を持っています。

また、福岡市・九州大学・(公財)九州大学学術研究都市推進機構と連携し、4者連携の福岡型の分析・解析支援ネットワークによる分析・解析よろず相談事業『分析 NEXT』を本研究所のコンサルティング事業の一環として実施しています。

#### 3. 1 コンサルティングの方法

- (1) 申込資格や期限は特に限定していません。
- (2) 相談内容により、窓口相談としての対応（窓口相談担当者からの回答、アドバイスまで）とするか、専門家・研究者・技術者による専門的なコンサルティングまでを行うかどうかを判断します。
- (3) 専門家によるコンサルティングの場合は、「コンサルティング申込書」、「調査票」の提出をお願いしています。専門家によるコンサルティング料金は、以下のとおりです。
  - ・賛助会員 : 1年度間に3時間×賛助会員口数まで無料、以後10,000円/時間
  - ・一般 : 10,000円/時間※実施時間等につきましては、双方調整のうえ、決定いたします

#### 3. 2 事業活動状況

平成28年度のコンサルティング実績は以下のとおりです。なお、本研究所が参画している分析・解析よろず相談事業『分析 NEXT』全体の実績については、6. 2. 2 ナノ・バイオ関連分野の(2)に記載しております。

- (1) 平成28年度のコンサルティング件数は105件でした。窓口相談から1件が公募提案へ、また、上述の『分析 NEXT』ISIT 窓口相談から共同研究1件、相談元企業からの公募提案1件（経済産業省補助金）へ発展しており、相談者と本研究所の研究開発事業・プロジェクト推進事業や産学連携活動等を結びつける役割を果たしています。
- (2) コンサルティング内容の割合は、「ナノ・バイオテクノロジー」54%、「システム・ソフトウェア一般」20%、「通信・ネットワーク」6%、「産学連携」5%、「セキュリティ」2%「その他」13%となっています。このうち「ナノ・バイオテクノロジー」については有機ELに関する内容及び『分析 NEXT』の ISIT コンサルを含んでいます。「システム・ソフトウェア」については IT システムの利活用に関する内容が殆どです。また、提案公募型プロジェクトや支援制度に関する問い合わせ等、「産学連携」や「その他」に分類される内容も一定の割合を占めています。
- (3) コンサルティング相談元の割合は、「その他企業」28%、「地場企業」25%、「個人」28%、「学校」7%、「自治体」4%、「その他」8%となっています。前述のコンサルティング内容との関連では、「ナノ・バイオテクノロジー」については企業からの問い合わせ案件が多く、「システム・ソフトウェア」については個人からの問い合わせが多い、という傾向が見られました。

## 平成 28 年度 コンサルティング実績

No.	コンサルティング内容	時期	備考	内容	相談元
1	総務省の公募事業への提案について	4月1日	窓口相談	産学連携	その他
2	特許の海外出願について	4月6日	窓口相談	その他	地場企業
3	有機半導体デバイスを用いたセンサーデバイスの開発について	4月8日	窓口相談	ナノ・バイオテクノロジー	その他
4	導電性高分子の有機エレクトロニクスデバイスへの応用展開について	4月12日	窓口相談	ナノ・バイオテクノロジー	その他企業
5	経済産業省・戦略的基盤技術高度化支援事業について →公募提案へ	4月14日	窓口相談	産学連携	地場企業
6	電子メールの開封確認について	4月14日	窓口相談	システム・ソフトウェア一般	個人
7	IoT 事業の取り組みについて	4月14日	窓口相談	システム・ソフトウェア一般	その他
8	光取り出しフィルムの評価方法について	4月26日	窓口相談	ナノ・バイオテクノロジー	その他
9	実験装置用小型蒸着源について	5月6日	窓口相談	ナノ・バイオテクノロジー	地場企業
10	人材マッチングに関する情報基盤整備について	5月9日	窓口相談	その他	その他
11	製品の劣化等品質課題について	5月12日	窓口相談 (分析NEXT)	ナノ・バイオテクノロジー	地場企業
12	ドライポンプの有機エレクトロニクス分野へ応用について	5月13日	窓口相談	ナノ・バイオテクノロジー	その他企業
13	金属及び酸化物のエッチング溶液の用途及び開発仕様について	5月16日	窓口相談	ナノ・バイオテクノロジー	その他企業
14	Windows からのネットワーク印刷不良について	5月20日	窓口相談	システム・ソフトウェア一般	個人

No.	コンサルティング内容	時期	備考	内容	相談元
15	iphoneでQRコードを読み取る方法について	5月22日	窓口相談	システム・ソフトウェア一般	個人
16	真空を用いた新規な測定系の構築及び有機デバイスに必要とされる解析項目について	6月1日	窓口相談	ナノ・バイオテクノロジー	その他企業
17	照明材料の改良について	6月2日	窓口相談 (分析NEXT)	ナノ・バイオテクノロジー	地場企業
18	Gmailにおけるメールの振り分け機能について	6月3日	窓口相談	システム・ソフトウェア一般	個人
19	天然色素材料について	6月7日	窓口相談 (分析NEXT)	ナノ・バイオテクノロジー	地場企業
20	Windows10への自動アップデートについて	6月10日	窓口相談	システム・ソフトウェア一般	個人
21	USBメモリの復旧について	6月13日	窓口相談	システム・ソフトウェア一般	個人
22	携帯電話のEメール通信料について	6月14日	窓口相談	その他	個人
23	福岡でのオフショア事業への取り組みについて	6月14日	窓口相談	その他	その他企業
24	テレビの録画データの利活用についての相談	6月16日	窓口相談	その他	その他企業
25	データプラットフォーム新規事業についての相談	6月17日	窓口相談	その他	その他企業
26	Webサイトのリンク先を保存する方法について	6月21日	窓口相談	システム・ソフトウェア一般	個人
27	照明材料の改良について(2)	6月22日	窓口相談 (分析NEXT)	ナノ・バイオテクノロジー	地場企業
28	菌による廃棄物処理について	6月23日	窓口相談 (分析NEXT)	ナノ・バイオテクノロジー	地場企業

No.	コンサルティング内容	時期	備考	内容	相談元
29	有機エレクトロニクスデバイス関係で必要とされる分析項目及び分析用デバイス試作について	6月24日	窓口相談	ナノ・バイオテクノロジー	その他企業
30	新規開発小型るつぼについて	7月6日	窓口相談	ナノ・バイオテクノロジー	その他企業
31	オープンデータの取り組みについての相談	7月8日	窓口相談	その他	自治体
32	DVD のビデオモードと VR モードの違いについて	7月14日	窓口相談	その他	個人
33	マンション内のインターネット回線の接続不良について	7月20日	窓口相談	通信・ネットワーク	個人
34	無線 LAN ルータを用いたインターネット接続について	7月20日	窓口相談	通信・ネットワーク	個人
35	有機半導体を用いた車載センサの開発について	7月26日	窓口相談	ナノ・バイオテクノロジー	その他企業
36	Macintosh からメール添付で受け取った圧縮ファイルの文字化けについて	8月1日	窓口相談	システム・ソフトウェア一般	個人
37	有機 EL 特性評価装置の仕様拡張について	8月2日	窓口相談	ナノ・バイオテクノロジー	地場企業
38	フリット封止について	8月5日	窓口相談	ナノ・バイオテクノロジー	その他企業
39	有機 EL 特性評価について	8月9日	窓口相談	ナノ・バイオテクノロジー	学校
40	Android スマートフォンのデータを SD カードに移動する方法について	8月15日	窓口相談	システム・ソフトウェア一般	個人
41	IoT 事業の取り組みについての相談	8月17日	窓口相談	その他	その他企業
42	戦略的基盤技術高度化支援事業の応募要件について	8月25日	窓口相談	産学連携	その他企業

No.	コンサルティング内容	時期	備考	内容	相談元
43	製品の劣化等品質課題について（２）	8月25日	窓口相談 (分析NEXT)	ナノ・バイオ テクノロジー	地場企業
44	金属ナノプレートについて	9月9日	窓口相談	ナノ・バイオ テクノロジー	学校
45	有機光エレクトロニクス分野における 貴金属の使用について	9月14日	窓口相談	ナノ・バイオ テクノロジー	その他企業
46	照明材料の改良について（３）	9月26日	窓口相談 (分析NEXT)	ナノ・バイオ テクノロジー	地場企業
47	福岡での IoT 事業展開についての相談	9月30日	窓口相談	その他	その他企業
48	菌による廃棄物処理について（２）	10月6日	窓口相談 (分析NEXT)	ナノ・バイオ テクノロジー	地場企業
49	照明材料の改良について（４）	10月11日	窓口相談 (分析NEXT)	ナノ・バイオ テクノロジー	地場企業
50	材料に含まれる成分の定量方法について	10月11日	窓口相談	ナノ・バイオ テクノロジー	その他企業
51	ドライポンプの有機エレクトロニクス 分野へ応用について（２）	10月19日	窓口相談	ナノ・バイオ テクノロジー	その他企業
52	Windows ログイン時のユーザ切り替え について	10月25日	窓口相談	システム・ソ フトウェア 一般	個人
53	小型クラスター型実験用真空蒸着装置 について	10月26日	窓口相談	ナノ・バイオ テクノロジー	学校
54	画像検索表示ソフトについて	11月2日	窓口相談	システム・ソ フトウェア 一般	個人
55	菌による廃棄物処理について（３）	11月4日	窓口相談 (分析NEXT)	ナノ・バイオ テクノロジー	地場企業
56	医工連携事業について	11月4日	窓口相談	産学連携	自治体

No.	コンサルティング内容	時期	備考	内容	相談元
57	iphoneのデータをPCに移す方法について	11月8日	窓口相談	システム・ソフトウェア一般	個人
58	有機エレクトロニクス実験研究で使用する溶媒について	11月9日	窓口相談	ナノ・バイオテクノロジー	その他企業
59	リモートデスクトップ接続について	11月14日	窓口相談	システム・ソフトウェア一般	個人
60	有機ELを応用した装置の開発について	11月15日	窓口相談	ナノ・バイオテクノロジー	その他企業
61	照明材料の改良について（5）	11月15日	窓口相談 （分析NEXT）	ナノ・バイオテクノロジー	地場企業
62	携帯電話からのWebアクセスを制限する方法について	11月16日	窓口相談	セキュリティ	個人
63	照明材料の改良について（6）	11月29日	窓口相談 （分析NEXT）	ナノ・バイオテクノロジー	地場企業
64	デスクトップパソコンでの無線LAN接続について	11月29日	窓口相談	通信・ネットワーク	個人
65	自社開発した有機EL特性評価装置の性能について	12月1日	窓口相談	ナノ・バイオテクノロジー	その他企業
66	有機ELを応用した装置の開発について（2）	12月6日	窓口相談	ナノ・バイオテクノロジー	その他企業
67	菌による廃棄物処理について（4）	12月12日	窓口相談 （分析NEXT）	ナノ・バイオテクノロジー	地場企業
68	ノートPCのタッチパッドの無効化について	12月19日	窓口相談	システム・ソフトウェア一般	個人
69	照明材料の改良について（7） →共同研究に進展、公募提案へ（相談元企業より）	12月20日	窓口相談 （分析NEXT）	ナノ・バイオテクノロジー	地場企業
70	材料に含まれる成分の定量方法について	12月21日	窓口相談	ナノ・バイオテクノロジー	その他企業

No.	コンサルティング内容	時期	備考	内容	相談元
71	有機 EL 特性評価装置の仕様拡張について (2)	12月 22 日	窓口相談	ナノ・バイオテクノロジー	地場企業
72	パソコンからスマートフォンへのデータ転送方法について	1月 5 日	窓口相談	システム・ソフトウェア一般	個人
73	新規開発小型るつぼについて (2)	1月 6 日	窓口相談	ナノ・バイオテクノロジー	その他企業
74	Windows Update が途中で止まる現象について	1月 7 日	窓口相談	システム・ソフトウェア一般	個人
75	Fintech に関する調査について	1月 12 日	窓口相談	その他	地場企業
76	製品の認証取得について	1月 19 日	窓口相談 (分析 NEXT)	ナノ・バイオテクノロジー	地場企業
77	可視光通信に係る技術等について	1月 20 日	窓口相談	通信・ネットワーク	自治体
78	Web ブラウザに保存されているログイン情報の削除方法について	1月 24 日	窓口相談	システム・ソフトウェア一般	個人
79	Microsoft Office IME の入力モード表示について	1月 24 日	窓口相談	システム・ソフトウェア一般	個人
80	ソフトウェアの著作権について	1月 25 日	窓口相談	その他	個人
81	AI ビジネス展開についての相談	1月 25 日	窓口相談	その他	地場企業
82	有機 EL を応用した装置の開発について (3)	1月 25 日	窓口相談	ナノ・バイオテクノロジー	その他企業
83	光取り出しフィルムの評価方法について (2)	2月 7 日	窓口相談	ナノ・バイオテクノロジー	その他
84	総務省・戦略的情報通信研究開発推進事業(SCOPE)について	2月 8 日	窓口相談	産学連携	学校

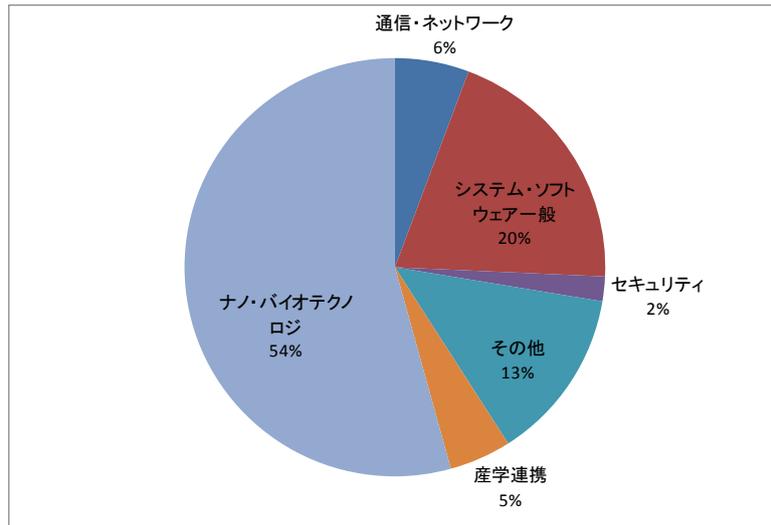
No.	コンサルティング内容	時期	備考	内容	相談元
85	可視光通信に係る技術等について（２）	2月14日	窓口相談	通信・ネットワーク	自治体
86	特許出願後の審査請求について	2月22日	窓口相談	その他	地場企業
87	有機ELを応用した装置の開発について（４）	2月22日	窓口相談	ナノ・バイオテクノロジー	その他企業
88	レーザー顕微鏡の有機エレクトロニクス分野での応用について	2月23日	窓口相談	ナノ・バイオテクノロジー	その他企業
89	Gmailにおける携帯メール宛メールの送信エラーについて	2月23日	窓口相談	通信・ネットワーク	個人
90	iphoneのカメラ画像データのサイズについて	2月24日	窓口相談	システム・ソフトウェア一般	個人
91	FirefoxでのHTTPS接続エラーについて	2月24日	窓口相談	セキュリティ	個人
92	有機半導体デバイスを用いたセンサーデバイスの開発について（２）	2月28日	窓口相談	ナノ・バイオテクノロジー	その他
93	実験装置用小型蒸着源について（２）	3月2日	窓口相談	ナノ・バイオテクノロジー	地場企業
94	有機ELを応用した装置の開発について（５）	3月2日	窓口相談	ナノ・バイオテクノロジー	その他企業
95	有機ELの封止技術について	3月9日	窓口相談	ナノ・バイオテクノロジー	その他企業
96	小型クラスター型実験用真空蒸着装置について（２）	3月9日	窓口相談	ナノ・バイオテクノロジー	学校
97	SUS基板上への有機ELの作製と評価について	3月10日	窓口相談	ナノ・バイオテクノロジー	その他
98	有機ELの特性評価装置について	3月12日	窓口相談	ナノ・バイオテクノロジー	その他企業

No.	コンサルティング内容	時期	備考	内容	相談元
99	フレキシブル有機デバイスの作製及び評価技術について	3月15日	窓口相談	ナノ・バイオテクノロジー	その他企業
100	Windows 上でのパーティション管理ソフトについて	3月21日	窓口相談	システム・ソフトウェア一般	個人
101	菌による廃棄物処理について（5）	3月23日	窓口相談 （分析NEXT）	ナノ・バイオテクノロジー	地場企業
102	製品の認証取得について（2） →取得（相談元企業にて）	3月27日	窓口相談 （分析NEXT）	ナノ・バイオテクノロジー	地場企業
103	フレキシブル有機デバイスの作製及び評価技術について	3月28日	窓口相談	ナノ・バイオテクノロジー	学校
104	試料の電子顕微鏡観察について	3月28日	窓口相談 （分析NEXT）	ナノ・バイオテクノロジー	学校
105	自社装置の有機エレクトロニクス分野での活用について	3月29日	窓口相談	ナノ・バイオテクノロジー	その他

## 平成 28 年度 コンサルティング実績（内容・相談元）

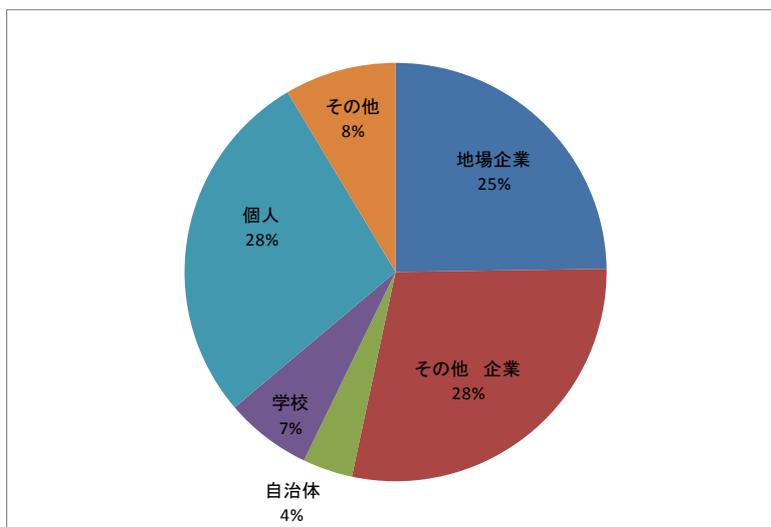
### コンサルティング内容（件数）

通信・ネットワーク	システム・ソフトウェア一般	セキュリティ	その他	産学連携	ナノ・バイオテクノロジー
6	21	2	14	5	57



### コンサルティング相談元（件数）

地場企業	その他企業	自治体	学校	個人	その他
26	30	4	7	29	9



## 4 情報収集・提供事業

九州地域における先端科学技術に係る産業の振興に貢献し、ISIT の成果を広く普及させるために、積極的に情報収集・提供を行っています。

### 4.1 書籍、論文資料等の整備

先端科学技術に関する専門書を中心に各種書籍、学会誌、論文誌等を整備し、最新の研究動向を把握するとともに、賛助会員、福岡 SRP センタービル入居企業等への情報提供サービスを整えています。

表 主な購読雑誌・資料

種別	雑誌・資料名
技術専門誌、科学専門誌	日経エレクトロニクス、日経コンピュータ、トランジスタ技術、Software Design、Newton 等
学会誌	情報処理学会、電子情報通信学会等の学会誌

### 4.2 広報誌

#### (1) 2016 Vol.79 春号

<表紙> 第4回 KDDI 研究所-ISIT 技術セミナーを開催

<レポート>

(1) 九州大学高等研究院及び京都高度技術研究所との交流会実施

(2) プレスリリース情報

九州・山口圏内の「オープンデータ空白地帯ゼロ」を目指したオープンデータカタログサイトを無償で提供するクラウドサービス「BODIK ODCS」

(3) ISIT の事務組織の変更のお知らせ

<別紙> ISIT ナノテク研究室のナノ・バイオ研究への取り組み (8)

・フィデル・カストロ キューバ国家評議会科学顧問の FiaS 視察

・モノづくりフェア 2015 に出展

・nano tech 2016 に出展

・第3回 ISIT ナノ・バイオフィォーラムを開催

・論文紹介

#### (2) 2016 Vol.80 夏号

<表紙> 平成 28 年度 ISIT 研究顧問会議開催

<レポート>

(1) 櫻井室長が九州管区警察局のサイバー対策顧問に

(2) ISIT ナノ研究室の研究内容が日刊工業新聞に掲載されました

(3) 新スタッフ紹介

(4) 新賛助会員紹介

#### (3) 2016 Vol.81 秋号

<表紙> ゲノム編集勉強会を実施

<レポート>

(1) 研究紹介

「長期利用可能な耐量子公開鍵認証 基盤の設計と評価」

情報セキュリティ研究室 奥村 伸也 研究員

- (2) 「市民生活へ貢献する研究開発事例」①  
システムアーキテクチャ研究室「クラウドを活用した講義環境システムの開発」
- (3) セミナー開催のお知らせ
  - ・第2回 Joint-IFF セミナー開催のお知らせ
  - ・ISIT 市民特別講演 「スマホ・ケータイを正しく知って安全に使いましょう」
- (4) インターンシップ紹介
- (5) 新賛助会員紹介

#### (4) 2016 Vol.82 冬号

<表紙> ISIT-KDDI 市民特別講演「スマホ・ケータイを正しく知って安全に使いましょう」  
<レポート>

- (1) 「北部九州発のイノベーションをアジア・世界へ」～Joint-IFF 活動声明 2016～を開催
- (2) 「第2回ちいむ百の糸勉強会」レポート～次世代レーザプロセッシング共同研究体の「産-学-産連携」と大学の新しい役割～
- (3) 福岡市 IoT コンソーシアム (FITCO) 始動
- (4) 第4回 BODIK ワークショップ「データ解析・AI を使ってみよう！」開催報告
- (5) オープンソースカンファレンス 2016 Fukuoka 開催報告
- (6) 分析・解析よろず相談事業『分析 NEXT』本格始動
- (7) 「市民生活へ貢献する研究開発事例」②  
情報セキュリティ研究室「国際的なサイバー攻撃に対する予知技術の研究」
- (8) 新スタッフ紹介、新賛助会員紹介、各種セミナー開催のお知らせ

#### 4. 3 ホームページ

平成8年6月よりホームページを公開し、ISIT の研究内容・成果の紹介、各種イベント、各ワーキンググループ、提案公募の情報等を提供しております。各研究室の研究紹介や ISIT からののお知らせ、スタッフのブログ等の情報を発信しています。是非ご覧下さい。

【URL】 <http://www.isit.or.jp/>

#### 4. 4 ISIT メールマガジン

平成15年度より、(1)提案公募型研究開発助成事業等の公募情報、(2) ISIT のトピックス・活動状況、(3)その他 の情報を電子メールによって積極的に提供し、産学連携による研究開発活動や ISIT に対するご理解の一助として活用いただくことを目的として ISIT メールマガジンを発行しています。

【ISIT メールマガジン URL】 <http://www.isit.or.jp/magazine/>

## 5 人材育成事業

地域の科学技術関連技術者等の技術力・研究開発力向上のためセミナー等を開催するとともに、地域関連企業や国内外から研究者や技術者を受け入れ、人材を育成する活動を行っています。

### 5. 1 ISIT 技術セミナーの開催

ISIT 技術セミナーとして、KDDI 総合研究所と共催で技術者向けに最新の情報セキュリティのセミナーを平成 24 年度より継続して開催しています。平成 28 年度は、あらゆる「モノ」がインターネットにつながる「モノのインターネット (IoT)」関連の情報セキュリティをテーマとして、IoT 時代を見越したビジネスを検討するうえで、最も重要とされるセキュリティについての基本となる知識から、最新の研究成果までを幅広く紹介開催しました。

(1) 第 5 回 KDDI 総合研究所-ISIT 技術セミナー		参加者	41 名
日時	平成 29 年 2 月 13 日 (月) 14:00~17:00	場所	KDDI 九州総支社大会議室
テーマ	『IoT 時代のネットワークセキュリティセミナー』 ～IoT ビジネスの未来とセキュリティの課題～		
<p>講演 1: 『IoT 時代のセキュリティ 今後の動向』 講師 株式会社 KDDI 総合研究所 取締役執行役員副所長 田中 俊昭 氏</p> <p>講演 2: 【研究成果】「SIM を活用した IoT セキュリティ技術」 講師 株式会社 KDDI 総合研究所 ネットワークセキュリティグループ 溝口 誠一郎 氏</p> <p>講演 3: 【研究成果】「IoT セキュリティ基礎技術」 講師 株式会社 KDDI 総合研究所 情報セキュリティグループ 福島 和英 氏</p> <p>講演 4: 「IoT がもたらす社会変化シナリオとセキュリティ」 講師 株式会社 KDDI 総合研究所 フューチャーデザイン 2 部門 1 グループリーダー 斎藤 隆一 氏</p>			
<p>パネルディスカッション: IoT で新たに出現したセキュリティリスクと対策を語る</p> <p>■パネリスト 株式会社 KDDI 総合研究所 取締役執行役員副所長兼セキュリティ部門長 田中 俊昭 氏 佐賀大学全学教育機構 教授 堀 良彰 氏 株式会社 IT 企画 代表取締役 才所 敏明 氏 株式会社ネットワーク応用技術研究所 副社長 小野 喜代志 氏</p> <p>■モデレータ 福岡大学工学部電子情報工学科 教授 大橋 正良 氏</p>			
主催: KDDI 株式会社九州総支社、株式会社 KDDI 総合研究所、公益財団法人九州先端科学技術研究所 (ISIT)			

### 5. 2 福岡市 IoT コンソーシアム (FITCO) 関連

IoT の活用を推進する福岡市 IoT コンソーシアム (FITCO) 関連の人材育成事業として、平成 28 年度は、下記のイベントを開催しました。(FITCO の目的・趣旨等は 6. 2. 1 (1) に記載)

開催日	イベント名	講演題目・講師	場所	参加者
平成 29 年 2 月 24 日	ふくおか IoT 祭り in SRP	「女子だらけの電子工作 2017 光るネイルづくり」 主催: 福岡市 IoT コンソーシアム (FITCO) 協賛: 株式会社 CenterQ 講師: 株式会社 CenterQ 代表取締役 山田 美穂 氏	福岡 SRP セン タービル 2F 特別会議室 1・2	8 名

### 5. 3 ビッグデータ&オープンデータ・イニシアティブ九州 (BODIK) 関連

ビッグデータ&オープンデータを活用した、豊かで活力のある地域社会の実現を目的とする「ビッグデータ&オープンデータ・イニシアティブ九州 (BODIK)」関連の人材育成事業として、平成 28 年度は、下記のイベントを開催しました。(BODIK の目的・趣旨等は 6. 2. 1 (2) に記載)

開催日	イベント名	講演題目・講師	場所	参加者
平成 28 年 10 月 26 日	BODIK ワークショ ップ	「データ解析・AI を使ってみよう！」 株式会社チーム AIBOD CTO トルヴェ アントワン 氏	福岡 SRP セン タービル 2F 視聴覚 研修室	33 名
平成 29 年 2 月 24 日	BODIK ワークショ ップ	「データビジュアライズ入門 ~Tableau(タブロー) ハンズオンセミナー~」 合同会社顧客の声活用社 代表 松田 浩一 氏	福岡 SRP セン タービル 2F 視聴覚 研修室	30 名

### 5. 4 九州大学分子システムデバイス国際リーダー教育センターとの連携

国立大学法人九州大学分子システムデバイス国際リーダー教育センターとの連携に関する協定に基づき、平成 28 年度は、以下のとおり教育カリキュラム実施における協力を行いました。

開催日	教育カリキュラム名等	講師等	場所
平成 28 年 12 月 1 日	博士課程教育リーディングプログラム 分子システムデバイスコース	ISIT ナノテク研究室 吉原 大輔	福岡市産学 連携交流 センター
平成 28 年 9 月 26 日 ~27 日	博士課程教育リーディングプログラム 分子システムデバイスコース グループリサーチプロポーザル中間発表	ISIT 有機光デバイス 研究室 八尋 正幸	九州大学 稲盛ホール
平成 29 年 3 月 21 日	博士課程教育リーディングプログラム 分子システムデバイスコース グループリサーチプロポーザル最終発表会	ISIT 有機光デバイス 研究室 八尋 正幸	九州大学 総合学習 プラザ 206 号室

### 5. 5 インターンシップによる人材育成

大学・大学院の学生を一定期間受け入れるインターンシップによる人材育成を実施しています。受け入れに関しては、ISIT の研究室側と大学側で各種条件を検討し、ISIT 側で受け入れ可能と判断できた場合に実施します。

また、平成 22 年度から九州経済連合会（情報通信委員会）の「先導的 ICT 人材育成施策」との連携を行っており、平成 28 年度は同制度を利用して大学院生（九州内）2 名を受け入れました。

## 6 産学連携による新産業・新事業の創出支援

イノベーション創出に向けて、産学連携コーディネータ等の活動を通じ、IT/ナノテク、カーエレクトロニクス、医療及びバイオ等の幅広い分野での人的ネットワークの形成や産学官連携機能の強化を図るとともに、福岡市と協同でオープンイノベーション促進のためのプラットフォームを構築し、実証実験や産学連携のマッチングによる産学共同研究開発プロジェクトなど新事業の創出に向けた支援やベンチャー研究支援等の活動を推進しています。こうした活動を通じ、ISIT がこれまで行ってきた産学連携をさらに推進し、「産と産」、「産と学」の橋渡しをサポートしていきます。

＊産学連携コーディネータの配置

- ・情報関連分野（平成 17 年 11 月～）
- ・ナノ・バイオ関連分野（平成 20 年 4 月～）

### 6. 1 研究開発拠点形成事業

本研究所は、福岡をはじめとする九州地域において、新たな産業を創造するための研究開発拠点形成に向けた取り組みを行っています。平成 24 年 7 月には文部科学省の「地域イノベーション戦略支援プログラム」(※)として採択された「福岡次世代社会システム推進拠点」に参画し、地域における科学技術拠点形成に貢献しています。

特に有機 EL 分野では、九大学研都市地区を中心に九州大学 OPERA や有機光エレクトロニクス実用化開発センター（(公財)福岡県産業・科学技術振興財団）と連携・協力のもと、福岡における有機 EL 開発拠点づくりに取り組んでおり、九州大学が採択された「革新的イノベーション創出プログラム (COI-STREAM)」(※)に参画しています。

また、熊本県を中心とした「くまもと有機エレクトロニクス連携エリア」にも参画しています。

※「地域イノベーション戦略支援プログラム」とは、地域イノベーション戦略推進地域に選定された地域のうち、文部科学省による支援が地域イノベーション戦略の実現へ大きく貢献すると認められる地域に対して、知的財産の形成や人材育成など、地域の主体的・自立的な活動展開に対する支援を行う事業

※「革新的イノベーション創出プログラム (COI-STREAM)」とは、文部科学省及び独立行政法人科学技術振興機構 (JST) が推進する『10 年後、どのように「人が変わる」のか、「社会が変わる」のか、その目指すべき社会像を見据えたビジョン主導型の研究開発プログラム』

### 6. 2 産学官連携によるイノベーション推進事業

#### 6. 2. 1 情報通信分野

##### (1) 福岡 IoT コンソーシアム (FITCO)

本研究所は、センサーデータを活用した地域の課題解決の事例や知見を共有することにより、IoT 関連分野における新製品・サービスの創出を促進することで、持続可能で多様な人々が参加できる社会の実現を目指し、福岡市と共同で、IoT 関連事業者・大学・金融機関等によるオープンなコンソーシアムである「福岡市 IoT コンソーシアム (FITCO)」を平成 28 年 11 月に設立しました。

平成 28 年度は、以下の活動を実施しました。

##### ① 福岡市 IoT 推進ラボに選定

「地方版 IoT 推進ラボ」(※)に応募し、平成 28 年 7 月 31 日に第 1 弾選定地域「福岡市 IoT 推進ラボ」として選定されました。

※「地方版 IoT 推進ラボ」とは、経済産業省及び IoT 推進ラボが、地域における IoT プロジェクト創出のための取組として募集・選定するもの。



② セミナー・交流会等  
 (平成 28 年度の開催実績は 2. 1. 6 に詳細記述)

③ 人材育成  
 (平成 28 年度の開催実績は 5. 2 に詳細記述)

④ IoT テクノロジー逆見本市の開催  
 技術シーズを求める企業と地場企業（大手、中小、ベンチャー）の持つ優れた技術・製品とのマッチングを促進するため、「現在、必要としている技術・製品・人材」や「中長期的なコラボレーションを前提とした連携の領域」などのニーズ出展企業からの出展に対して FITCO 会員企業又は地場企業からの技術提案を行うビジネスマッチング「IoT テクノロジー逆見本市」を下記のとおり開催しました。

	開催日	ニーズ出展企業	技術提供企業	参加者数
第 1 回	平成 29 年 2 月 10 日	パナソニックエクセルプロダクツ株式会社 シリコンアーティストテクノロジー株式会社	3 社	6 名
第 2 回	平成 29 年 3 月 14 日	日本電気株式会社	3 社	6 名

⑤ IoT ネットワーク形成に係る取り組み  
 福岡市内を中心に、IoT 関連ビジネスに関心を持つまたは既に取り組む企業・団体・大学・金融機関等に幅広く呼びかけネットワーク形成を図るために、ロゴ、ポスターデザインの制作、ホームページの構築、メーリングリストの作成や WG 立ち上げの準備を行い、次年度以降継続して活動するための基盤作りを実施しました。

⑥ 会員の獲得  
 FITCO の会員数は平成 29 年 3 月 31 日時点で 214（法人会員 178 社、個人会員 36 人）となりましたが、IT 系のサプライヤーが多く、ユーザ企業の数が少ないことが課題であることから、次年度以降はユーザ企業にも働きかけていきます。

⑦ ウェアラブル EXPO 出展  
 キックオフイベント（平成 28 年 11 月 29 日開催）で実施した IoT ピッチコンテストに参加いただいた、FITCO 会員企業 8 社と共同で FITCO の PR 及び会員企業の製品紹介等を行うため、第 3 回ウェアラブル EXPO への出展を行いました。

第 3 回ウェアラブル EXPO			来場者数（総計）	15,763 名
日時	平成 29 年 1 月 18 日（水）～20 日（金）		場所	東京ビッグサイト（東京都）
出展内容	FITCO の PR 及び会員企業の製品紹介等 ・株式会社スポーツセンシング ・株式会社 Fusic ・株式会社 Nayuta ・株式会社 CenterQ ・株式会社 IndyGo ・日本コムクエスト・ベンチャーズ合同会社 ・株式会社グローヴノーツ ・株式会社スカイディスク			
主催：リード エグジビション ジャパン 株式会社				

⑧ ワーキンググループ立ち上げの準備  
 会員企業へのアンケートを実施し、社会実証実験を行う 5 つの分野及び分野横断型の 2 つの分野を、以下のとおり立ち上げることにしました。

社会実証実験を行う 5 分野	防災、安全・安心、モビリティ（観光・サービス）、ヘルスケア、農業
分野横断型の 2 分野	ビジネスモデル、基盤技術

次年度以降は、上記 7 分野についてワーキンググループを組織し、「地方版 IoT 推進ラボ」を対象とした経済産業省による IoT ビジネスの創出のための支援スキームを活用して、会員企業の連携による、IoT の社会実証実験の実施を支援していきます。

## (2) ビッグデータ&オープンデータ・イニシアティブ九州 in 九州 (BODIK)

本研究所は、福岡市、福岡市アジア都市研究所 (URC) との 3 者で、ビッグデータ&オープンデータを活用した、豊かで活力のある地域社会の実現を目的とした「ビッグデータ&オープンデータ・イニシアティブ九州」(BigData & OpenData Initiative in Kyushu: 略称 BODIK) を平成 25 年 12 月に設立しました。

平成 29 年 2 月 24 日に、日本語の名称を「ビッグデータ&オープンデータ・イニシアティブ九州」(略称、英語名は変更なし) に変更し、これまでの活動をさらに進めています。

平成 28 年度は、以下の活動を実施しました。

### ① セミナー・交流会等

(平成 28 年度の開催実績は 2. 1. 7 に詳細記述)

### ② 人材育成

(平成 28 年度の開催実績は 5. 3 に詳細記述)

### ③ 九州オープンデータ推進会議 (旧: BODIK 自治体 WG)

BODIK では、九州・山口地域でオープンデータに取り組む自治体を増やすことで、地域の課題解決の促進、経済の活性化に貢献する事を目的として、平成 27 年 6 月に、4 自治体 (福岡県、福岡市、北九州市、久留米市)、福岡アジア都市研究所 (URC)、九州先端科学技術研究所 (ISIT) の 6 者で BODIK 自治体 WG を立ち上げました。

平成 28 年 5 月からは名称を九州オープンデータ推進会議に変え、新たに会員自治体を増やすための活動にも取り組んでいます。九州オープンデータ推進会議で実施した活動は、以下のとおりです。

- ・ 第 1 回九州オープンデータ推進会議 平成 28 年 5 月 31 日 14:30-16:30  
(会議体の立ち上げと方向性についての検討)
- ・ 第 2 回九州オープンデータ推進会議 平成 28 年 8 月 4 日 10:00-12:00  
(カタログサイトの進捗、平成 28 年度イベントについての検討)
- ・ 第 3 回九州オープンデータ推進会議 平成 27 年 11 月 4 日 10:00-12:00  
(海外の活用事例の紹介、語彙についての検討)
- ・ 第 4 回九州オープンデータ推進会議 平成 28 年 12 月 27 日 10:00-12:00  
(飲食店新規営業許可の WG の立ち上げなどの検討)
- ・ 第 5 回九州オープンデータ推進会議 平成 28 年 3 月 8 日 10:00-12:00  
(VLED との連携、新規営業許可 OD の取り組みについて検討)

### ④ BODIK オープンデータカタログサイト (BODIK Open Data Catalog Site)

本研究所では、九州・山口圏内の「オープンデータ空白地帯ゼロ」を目指し、オープンデータカタログサイトを無償で提供するクラウドサービス「BODIK ODCS」を開発し、平成 28 年 3 月から運用を開始しました。

BODIK ODCS を利用することで、自治体が独自のオープンデータカタログサイトを持つことが可能になります。九州・山口圏内の地方自治体のオープンデータを集め、オープンデータの利活用を促進する社会基盤を構築することで、地方創生に貢献することを目指していきます。

平成 28 年度末時点で、BODIK ODCS を利用している自治体は、久留米市、宇部市、佐賀県の 3 自治体となります。

【BODIK ODCS Web サイト】 <http://odcs.bodik.jp/>



#### 【参考】

オープンデータは行政が持っているデータを 2 次利用可能なライセンスで公開することで、行政の効率化、地域の課題解決、地域経済の活性化につなげていく世界的な取り組みです。欧米が先行して取り組んでいます。平成 25 年 G8 サミットでのオープンデータ憲章の合意を受け、日本でも国のオープンデータサイト (DATA.GO.JP) が公開され、先進的な地方自治体が積極的にオープンデータに取り組み始めています。

人口・税収が減少しても枯渇しない資源として、オープンデータの有効利用が期待されており、欧米ではオープンデータを利用して地域の課題解決を行う NPO の活躍やオープンデータを活用したベンチャー企業が成功するなど、活用事例が多数見られるようになってきました。

しかしながら、日本においてはデータが出揃っていないこともあり、同じような状態には至っていません。また、九州・山口地域においてオープンデータカタログサイトを立ち上げている自治体は、まだ多くありません。

### (3) オープンソースカンファレンス 2016 福岡開催支援

平成 19 年度に ISIT 産学連携コーディネータが地域企業約 100 社にヒアリングを行い、その中で OSS (Open Source Software) について知識習得したいとの企業・技術者等の多くのニーズを受けて、平成 18 年度にオープンソース研究会を設置しました。その後、オープンソースコミュニティ間の連携が始まったことから、平成 19 年度からは、オープンソースに特化した展示会等での最新情報の提供、ソフトウェアベンダの九州地区担当者間及び全国レベルでの情報交換の場を提供し、技術者のコミュニティづくり、人材育成を通して、地場ソフトウェア産業の競争力向上に貢献することを目的として、オープンソースカンファレンス福岡の開催を支援しています。(平成 28 年度の開催実績は 2. 1. 8 に詳細記述)

## 6. 2. 2 ナノ・バイオ関連分野

### (1) ISIT ナノ・バイオフォーラム

ナノテクノロジーやバイオテクノロジーを対象分野とする地元の研究機関・企業に最新の技術動向等の情報を提供し、交流を深めていくことを目的として、ISIT ナノ・バイオフォーラムを開催しています。(平成 28 年度の開催実績は 2. 1. 3 に詳細記述)

## (2) 分析・解析よろず相談事業『分析NEXT』

本研究所では、福岡市・九州大学・(公財)九州大学学術研究都市推進機構(OPACK)と4者で連携し、企業や大学等の製品・材料等の分析・解析に関する課題を支援する相談窓口を開設し、産業界(大手企業から中小企業まで)の支援を行っています。

平成28年度は、31企業・大学等から、77件の分析・解析よろず相談がありました。また、現在、改良・実用化支援中の案件は、下記(1)～(8)のとおりです。このうち(8)に関しては、ISITとの共同研究に進展しています。

- (1) オリーブオイルの劣化防止・事業拡大  
(ハラール認証支援)
- (2) 金属製造方法の見直し・改良
- (3) 洗浄剤の改良と認定取得
- (4) 廃油からの有価物回収等
- (5) 紙製品リサイクルと新規食品開発
- (6) マイクロバブル検討
- (7) 成分の抽出・精製方法の改良
- (8) 照明器具の開発支援(共同研究に進展(2017年1月～3月))



## (3) モノづくりフェア 2016 出展

モノづくりフェア 2016(展示規模:304社・団体)に福岡市産学連携交流センター指定管理者である西鉄ビルマネジメント株式会社と共同で出展しました。ISIT全体の活動や分析NEXTなどの取り組みと、ナノテク研究室・有機光デバイス研究室の研究成果を紹介するパネル等を展示しました。

モノづくりフェア 2016			来場者数(総計)	12,615名
日時	平成28年10月26日(水)～28日(金)	場所	マリンメッセ福岡(福岡市)	
出展内容	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ ISIT 紹介</li> <li>・ 「分析NEXT」 紹介</li> <li>・ ISIT ナノテク研究室・有機光デバイス研究室紹介</li> <li>・ 福岡市産学連携交流センター及び分析機器室紹介</li> </ul>			
主催:日刊工業新聞社				

## (4) 国際ナノテクノロジー総合展・技術会議(nano tech 2017) 出展

ナノテクノロジーに関する世界最大の展示会であるnano tech 2017(第16回 国際ナノテクノロジー総合展・技術会議、展示規模:476社・団体)に、九州大学学術研究都市推進機構(OPACK)、九州大学 学術研究・産学官連携本部(AiRIMaQ)、九州大学 最先端有機光エレクトロニクス研究センター(OPERA)、株式会社Kyulux、有機光エレクトロニクス実用化開発センター(i<sup>3</sup>-OPERA)と共同出展しました。会場では、ナノテク研究室と有機光デバイス研究室の最新の研究成果を紹介するパネルや、実際の研究成果サンプル等の展示も行いました。

また、平成28年度初の試みとして、OPACK主催のシーズ&ニーズセミナーを開催し、新海研究所長より“「糖質」をベースとするおもしろ材料・三題話～糖センサ、超分子ゲル、

遺伝子キャリア”という演題の講演を行いました。

nano tech 2017 (第16回国際ナノテクノロジー総合展・技術会議)		来場者数 (総計)	53,106名
日時	平成29年2月15日(水)～17日(金)	場所	東京ビッグサイト(東京都)
出展内容	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ ISIT 紹介</li> <li>・ 福岡市産学連携交流センター紹介</li> <li>・ 「分析NEXT」紹介</li> <li>・ ISIT ナノテク研究室の研究成果紹介</li> <li>・ 有機光デバイス研究室の研究成果紹介</li> </ul>		
主催：nano tech 実行委員会			

#### (5) 三者連携(理研×九大×福岡市) 支援

理化学研究所、九州大学、福岡市による地域発イノベーション創出に向けた三者連携のもと、福岡市が推進する福岡・九州発のイノベーション創出のための仕組みの構築に向けた取組を支援しました。

また、九州地域の企業等を対象とした理研×九大×福岡市イノベーションフォーラムを共催で実施しました。(2. 1. 3に詳細記述)

### 6. 2. 3 産学連携による研究開発支援

#### (1) 競争的研究資金による共同研究開発

産学連携によるプロジェクト提案活動を行い、競争的研究資金によるプロジェクトを実施しています。

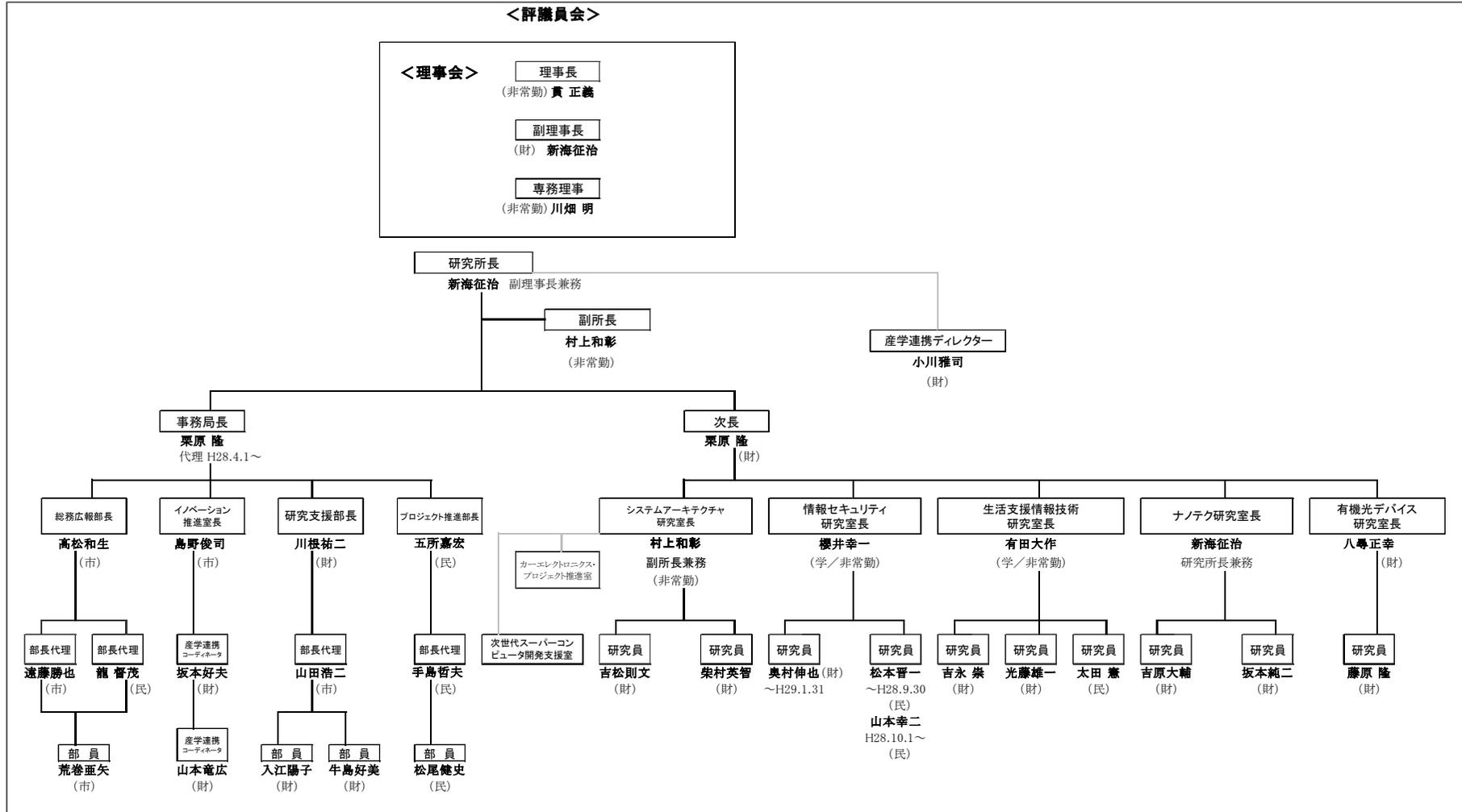
企業が参画したプロジェクトとして、平成28年度に3件のプロジェクトを提案し、これまで採択を受けたものを含め4件のプロジェクトを平成28年度に実施しました。(提案を行ったプロジェクトは1. 2. 1に、採択され平成28年度に実施したプロジェクトは1. 2. 2に詳細を記述)

#### (2) 受託・共同研究

企業等の技術的課題等に対して、受託研究又は共同研究を通して、企業等の研究開発の支援を行っています。(平成28年度に実施した受託研究は1. 3に、共同研究は1. 4に詳細を記述)

## 資料集

# 組織図



平成 29 年 3 月 31 日現在

### 役員（理事・監事）

（五十音順、敬称略）

役職	氏名	所属・役職
理事長	貫 正義	福岡経済同友会 代表幹事
副理事長	新海 征治	(公財)九州先端科学技術研究所 研究所長
専務理事	川畑 明	(株)三菱化学テクノリサーチ 九州センター コーディネータ・特別研究員
理事	荒木 啓二郎	国立大学法人九州大学大学院システム情報科学研究院 院長
	川島 智也	(株)シティアスコム 監査役
	合野 弘一	福岡市 経済観光文化局 理事
	坂本 満	国立研究開発法人産業技術総合研究所 九州センター 所長
	塚元 憲郎	(公財)福岡県産業・科学技術振興財団 専務理事
	土屋 直知	福岡エレコン交流会 会長
	山田 淳	国立大学法人九州大学大学院工学研究院 教授
監事	徳留 正幸	(株)西日本シティ銀行 地域振興部 部次長
	成瀬 岳人	(株)福岡銀行 公務金融法人部長

### 評議員

（五十音順、敬称略）

氏名	所属・役職
石田 佳久	(株)福岡ソフトリサーチパーク 代表取締役専務
伊集院 一人	ハイテクノロジー・ソフトウェア開発協同組合 九州支部長
重光 知明	福岡市 経済観光文化局長
中川 正裕	(一社)九州経済連合会 専務理事
藤本 宏文	(一社)福岡県情報サービス産業協会 会長
若山 正人	国立大学法人九州大学 研究・産学官社会連携担当理事・副学長

平成 29 年 3 月 31 日現在

**研究顧問**

(五十音順、敬称略)

氏名	所属・役職
有川 節夫	元 国立大学法人九州大学 総長
池上 徹彦	元 文部科学省 宇宙開発委員会委員
池澤 直樹	元 (株)野村総合研究所 研究開発センター 主席コンサルタント
斎藤ウィリアム浩幸	(株)インテカー 代表取締役社長 (CEO)

平成 29 年 3 月 31 日現在

賛助会員（法人会員）

（五十音順）

No.	企業名・団体名
1	(株)アドウェルズ
2	(株)インターネットイニシアティブ 九州支社
3	(株)FCCテクノ
4	NEC ソリューションイノベータ(株) 九州支社
5	(株)エフェクト
6	(株)オリズン 福岡支店
7	(株)キューキエンジニアリング
8	グローバルマテリアルズエンジニアリング
9	(一社) 救急医療・災害対応無人機等対応自動支援システム活用推進協議会
10	(公財) 九州経済調査会
11	九州通信ネットワーク(株)
12	九州電力(株)
13	九州旅客鉄道(株)
14	(株)九電工
15	KDDI(株) 九州総支社
16	(株)コア 九州カンパニー
17	西部瓦斯(株)
18	(株)シティアスコム
19	(株)昭和電気研究所
20	(株)新興精機
21	(株)スポーツセンシング
22	住友電装(株)
23	生化学工業(株)
24	(株)正興電機製作所
25	(株)ティーアンドエス
26	(株)東芝 九州支社
27	徳重化学(株)
28	(株)西日本高速印刷
29	(株)西日本シティ銀行
30	西日本鉄道(株)
31	日産化学工業(株)
32	日本システムスタディ(株)
33	日本タングステン(株)
34	日本電気(株) 九州支社
35	(株)ネットワーク応用技術研究所

No.	企業名・団体名
36	(株)野村総合研究所 アプリケーション基盤技術部
37	(株)BCC
38	(株)日立製作所 九州支社
39	(公財)福岡アジア都市研究所
40	(公財)福岡観光コンベンションビューロー
41	(株)福岡銀行
42	(株)福岡ソフトリサーチパーク
43	(公社)福岡貿易会
44	富士通九州ネットワークテクノロジーズ(株)
45	芙蓉開発(株)
46	(株)ブライト
47	(株)マクニカ 福岡オフィス
48	(株)豆蔵
49	(株)三森屋
50	(株)安川電機
51	(株)リードコム
52	(株)ロジカルプロダクト

平成 29 年 3 月 31 日現在

**賛助会員（個人会員）**

（五十音順、敬称略）

No.	氏 名
1	牛島 和夫
2	岡部 秀夫
3	梯 浩一
4	金丸 宗継
5	川畑 明
6	桑山 雅行
7	伊達 博
8	張 漢明
9	富永 浩安
10	長田 正
11	橋本 淳
12	早原 茂樹
13	森光 武則
14	山内 直樹
15	渡邊 保信

### 理事会・評議員会開催状況

会議名	開催日	内容
平成28年度 第1回理事会	平成28年5月9日	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 評議員会の開催 (理事、監事、評議員の選任)</li> </ul>
平成28年度 第1回評議員会	平成28年5月13日	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 理事、監事、評議員の選任</li> </ul>
平成28年度 第2回理事会	平成28年5月25日	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 平成27年度事業報告及び決算</li> <li>・ 評議員会の開催</li> <li>・ 職務の執行状況報告</li> </ul>
平成28年度 第2回評議員会	平成28年6月13日	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 平成27年度貸借対照表、正味財産増減計算書、財産目録</li> <li>・ 平成27年度事業報告</li> <li>・ 平成28年度事業計画書、収支予算書、資金調達及び設備投資の見込みを記載した書類（報告）</li> </ul>
平成28年度 第3回理事会	平成28年6月30日	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 評議員会の開催（理事の選任）</li> </ul>
平成28年度 第3回評議員会	平成28年7月15日	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 理事の選任</li> </ul>
平成28年度 第4回理事会	平成29年3月28日	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 平成29年度事業計画書及び収支予算書等</li> <li>・ 職務の執行状況報告</li> </ul>

## 研究発表・論文・講演等実績 システムアーキテクチャ研究室

(発表時期順)

種別	タイトル	著者・発表者	論文雑誌名・ 学会・研究会名	発表時期
講演	都市 OS は電気羊の夢を見るか？	村上和彰	九州大学共進化社会システム創成拠点シンポジウム	2016/3/18 (H27 年度)
学会	睡眠時無呼吸症候群における咽頭腔 ConeBeamed CT データ処理&解析とその応用	星野忠彦, 永井鎮夫 榮森貴尚, 星野哲朗	第 117 回日本耳鼻咽喉科学会通常総会・学術講演会	2016/5/18 -21
講演	九州発、ビッグデータ・オープンデータ × AI 新挑戦！	村上和彰	ビジネスショウ & エコフェア 2016	2016/6/16 -17
国際会議	Memory Efficient One-Sided Communication Library "ACP" in Globary Memory on Raspberry Pi 2	Yoshiyuki Morie Hiroaki Honda Takeshi Nanri Taizo Kobayashi <u>Hidetomo Shibamura</u> Ryutaro Susukita Yuichiro Ajima	The 36th IEEE International Conference on Distributed Computing Systems (ICDCS 2016)	2016/6/27 -30
国際会議	NSIM-ACE: An Interconnection Network Simulator for Evaluating Remote Direct Memory Access	Ryutaro Susukita Yoshiyuki Morie Takeshi Nanri <u>Hidetomo Shibamura</u>	The 6th International Conference on Simulation and Modeling Methodologies, Technologies and Applications (SIMULTECH 2016)	2016/6/29 -31
講演	パネルディスカッション「IoT で築く九州デジタル・イノベーションの成功の道を探る」モデレータ	村上和彰	IPA・QUEST・FITCO IoT 共催セミナー in 九州 ～IoTで築く九州デジタルイノベーション～	2016/10/3
講演	データ×AI×協働型経済で社会システムを再定義する！	村上和彰	CEATEC JAPAN 2016	2016/10/4-7
講演	人工知能破壊をどう起こすか？	村上和彰	QCon Tokyo 2016	2016/10/24
講演	デジタルラーニングで脳を活性化する！～学びと教育を再定義する 5 + 1 の方法～	村上和彰	e ラーニングアワード 2016 フォーラム	2016/10/28
講演	IoT×AI で私たちの生活はどう変わる？	村上和彰	岡山大学知恵の見本市 2016	2016/11/11

種別	タイトル	著者・発表者	論文雑誌名・ 学会・研究会名	発表時期
講演	都市 OS は電気羊の夢を見るか？	村上和彰	九州大学共進化社会システム創成拠点シンポジウム	2016/3/18 (H27 年度)
講演	私たちの研究と攻殻機動隊	塚本昌彦, <u>村上和彰</u> 栗原 聡, 松田卓也	神戸 IT フェスティバル 2016「攻殻ユニバーシティ」 「攻殻シンポジウム」	2016/11/26
講演	IoT で量を変え、AI で質を変革する！ FITCO が目指す明日の社会	村上和彰	福岡市 IoT コンソーシアムキックオフ	2016/11/29
講演	スパコン利活用で貴社ビジネスに人工 知能破壊 (AI による破壊的イノベーション) を起こす！	村上和彰	神戸商工会議所・ 第 9 回トップセミナー ～ビジネス チャンスを創出し 産業の未来を拓く スーパーコンピュータ～	2017/1/25
講演	クラウド活用による車載電子システムの モデルベース開発	<u>吉松則文</u> , 渡邊 晃	オートモティブ・ ソフトウェア・フ ロンティア 2017	2017/3/9

※「著者・発表者」の表記：全員下線無しは全て ISIT 研究者、一部下線は、下線が ISIT 研究者。

研究発表・論文・講演等実績 情報セキュリティ研究室

(発表時期順)

種別	タイトル	著者・発表者	論文雑誌名・学会・研究会名	発表時期
研究会	円分体に対するイデアル格子上の短い生成元の復元可能性について	奥村伸也, 安田雅哉 高木 剛	電子情報通信学会 情報セキュリティ 研究会 (ISEC)	2016/5/19
研究会	2016 Network and Distributed System Security Symposium (NDSS2016) 参加報告	松本晋一, 千葉大紀 須崎有康, 朴 美娘	電子情報通信学会 情報通信システム セキュリティ研究 会 (ICSS)	2016/6/7
研究会	第1回 IEEE European Symposium on Security and Privacy 参加報告	松本晋一, 松浦幹太	情報処理学会コン ピュータセキュリ ティ研究会 (CSEC)	2016/7/14 -15
研究会	有限体上の代数曲面に関する求セクション問題から生じる連立方程式の半正則性について	奥村伸也, 秋山浩一 郎, 高木 剛	同上	同上
国際会議	Forensics Investigation from Residual Memory Image of WebStorage in HTML5 Web Browser	Shinichi Matsumoto Kouichi Sakurai	The 11th AsiaJoint Conference on Information Security (AsiaJCIS 2016)	2016/8/4-5
国際会議	Our Plan for using Post-Quantum Cryptosystems for trusted Infrastructure	Shinya Okumura Kouichi Sakurai	同上	同上
研究会	ある種の不定方程式の求解問題に基づく準同型暗号	秋山浩一郎, 後藤泰 宏, 奥村伸也, 高木 剛, 縫田光司, 花岡 悟一郎	電子情報通信学会 情報セキュリティ 研究会 (ISEC)	2016/9/2
学会	円分体に対するイデアル格子上の短い生成元の復元可能性について	奥村伸也, 安田雅哉 高木 剛	日本応用数理学会 2016年度 年会	2016/9/12
国際会議	Cryptanalysis of a public key cryptosystem based on Diophantine equations via weighted LLL reduction	Jintai Ding, 工藤桃 成, 奥村伸也, 高木 剛, Chengdong Tao	The 11th International Workshop on Security (IWSEC 2016)	2016/9/12 ~ 14
講演	導手が素数冪の円分体に関する短い生成元の復元問題概説	奥村伸也	九大整数論セミナ ー	2016/10/27
講演	An Estimate of the Complexity of the Section Finding Problem on Algebraic Surfaces	Shinya Okumura Koichiro Akiyama Tsuyoshi Takagi	九大 IMI 暗号学セ ミナー	2016/11/18

種別	タイトル	著者・発表者	論文雑誌名・ 学会・研究会名	発表時期
イベント 等への参加	代数曲面暗号の安全性を支える求セクション問題の計算量評価	奥村伸也 秋山浩一郎 高木剛	日本数学会 異分野・異業種 研究交流会 2016	2016/11/19
論文	On analysis of recovering short generator problems via upper and lower bounds of Dirichlet L-functions : Part 2	Shinya Okumura	Mathematical Modelling for Next-Generation Cryptography	2016/12/1
国際会議	Host Independent and Distributed Detection System	<u>Ryosuke Miyazaki</u> Junpei Kawamoto Shinichi Matsumoto <u>Kouichi Sakurai</u>	The 31st International Conference on Information Networking (ICOIN 2007)	2017/1/11-13
研究会	Security Analysis of a Homomorphic Encryption Scheme Based on Discrete Logarithm Problem	Shinya Okumura Kouichi Sakurai	The Ninth Workshop among Asian Information Security Labs (WAIS 2017)	2017/1/21-22
シンポジウム	グレブナー基底計算に関する正則性の次数の2つの定義について	奥村伸也 櫻井幸一	2017 年暗号と情報セキュリティシンポジウム	2017/1/24-27
シンポジウム	ある準同型暗号の安全性とプライバシー保護線形回帰モデルの問題点について	奥村伸也 櫻井幸一	同上	同上
シンポジウム	第25回USENIX Security Symposium 調査報告	<u>山本幸二</u> , 大石和臣 <u>櫻井幸一</u> , 須崎有康 千葉大紀, 松本晋一 森 達哉, 吉岡克成	同上	同上
シンポジウム	端末ローミングを例としたマルチドメインSDNアプリケーションのセキュリティ評価に関する考察	溝口誠一郎, <u>宮崎亮輔</u> , 山田 明, <u>山本幸二</u> , 窪田 歩, <u>フォンヤオカイ</u> , <u>堀良彰</u> , <u>櫻井幸一</u>	同上	同上
シンポジウム	オンラインソーシャルネットワークにおける就職関連情報のプライバシー漏洩	于 士茜, 石川 朝久 <u>フォン ヤオカイ</u> ヴァルガス ダニロ ヴァスコ ンセロス, <u>櫻井幸一</u>	火の国情報シンポジウム2017	2017/3/1-2
シンポジウム	Packet In メッセージに基づくSDNネットワーク内のDDoS攻撃検知	尤 翔, フォン ヤオカイ, 櫻井幸一	同上	同上
研究会	分散処理によるOpenFlowを用いた端末非依存なネットワーク攻撃検知手法とその評価	<u>宮崎亮輔</u> , 川本淳平 松本晋一, <u>櫻井幸一</u>	電子情報通信学会 情報通信システム セキュリティ研究会 (ICSS)	2017/3/14

研究発表・論文・講演等実績 生活支援情報技術研究室

(発表時期順)

種別	タイトル	著者・発表者	論文雑誌名・ 学会・研究会名	発表時期
論文	A New Vection Stimulus : Immerse yourself in vection	妹尾武治、 <u>吉永 崇</u>	日本バーチャルリアリティ学会論文誌 21(1)	2016/3/31 (H27 年度)
講演	Augmented Reality - Introduction to its applications -	Takashi Yoshinaga	Universitat Oberta de Catalunya (スペイン) 講演会	2016/4/6
その他	Augmented reality will improve our lives	Takashi Yoshinaga	Universitat Oberta de Catalunya (スペイン) Web 広報 「Interviews」	2016/5/2
書籍等	話題の追跡：光空間信号を用いた矩形の 読み出し領域を生成する通信方式の研究	光藤雄一	月刊「自動認識」 2016 年 5 月号	2016/5/10
研究会	Unity で作ろう AR コンテンツ	吉永 崇	可視化情報学会 みえる化研究会	2016/6/29
書籍等	超音波診断・治療器具の光学的三次元位 置トラッキングとその応用	榊田晃司、 <u>吉永 崇</u> 小野木真哉	超音波テクノ 2016 年 7-8 月号	2016/8/1
国際会議	A Food Intake Detection Method Using Intra-body Communication	Yuichi Mitsudo	The 5th IEEE Global Conference on Consumer Electronics (GCCE 2016)	2016/10/11 -14
学会	ゴルフスイング中のグリップに作用する 左右 6 分力計測と力の作用点推定	<u>太田 憲</u> 、仰木裕嗣 有田大作	日本機械学会シン ポジウム：スポー ツ工学・ヒューマ ン・ダイナミクス 2016	2016/11/9 -11

研究発表・論文・講演等実績 ナノテク研究室

(発表時期順)

種別	タイトル	著者・発表者	論文雑誌名・ 学会・研究会名	発表時期
論文	Emergent Molecular Recognition through Self-Assembly: Unexpected Selectivity for Hyaluronic Acid among Glycosaminoglycans	Takao Noguchi Bappaditya Roy <u>Daisuke Yoshihara</u> <u>Junji Sakamoto</u> <u>Tatsuhiro Yamamoto</u> <u>Seiji Shinkai</u>	Angewandte Chemie International Edition	2016/5/4
論文	Ratiometric Sensing of D-Glucose in a Combined Approach of Aggregation-induced Emission (AIE) and Dynamic Covalent Bond Formation	<u>Daisuke Yoshihara</u> Takao Noguchi Bappaditya Roy <u>Junji Sakamoto</u> <u>Tatsuhiro Yamamoto</u> <u>Seiji Shinkai</u>	Chemistry Letters	2016/7/5
国際会議	"Cohelical Crossover Polymerization" of 4,6-Acetalized $\beta$ -1,3-Glucan Macromonomers	Junji Sakamoto Seiji Shinkai	The 11th SPSJ International Polymer Conference (IPC2016)	2016/12/13-16
書籍等	有機二次元物質の基礎	坂本純二	CSJ カレントレビュー第26号	2016/12
書籍等	二次元の物質の科学-グラフェンなどの分子シートが生み出す新世界	坂本純二	CSJ カレントレビュー第26号	2016/12
論文	Cohelical Crossover Network by Supramolecular Polymerization of a 4,6-Acetalized $\beta$ -1,3-Glucan Macromer	<u>Junji Sakamoto</u> Rio Kita Isala Duelamae Masashi Kunitake Megumi Hirano <u>Daisuke Yoshihara</u> <u>Tatsuhiro Yamamoto</u> Takao Noguchi Bappaditya Roy <u>Seiji Shinkai</u>	ACS Macro Letters 2017, 6, 21-26	2016/12/19
学会	二次元高分子の化学合成 ～分子紐から分子シートへ～	坂本純二	日本化学会 第97春季年会	2017/3/16-19
学会	電荷中和に伴う凝集誘起発光現象を利用した環境応答型蛍光センサの開発	吉原大輔、新海征治	日本化学会 第97春季年会	2017/3/16-19

研究発表・論文・講演等実績 有機光デバイス研究室

(発表時期順)

種別	タイトル	著者・発表者	論文雑誌名・ 学会・研究会名	発表時期
書籍等	特集：光を操作する、光で操作する材料 ～有機材料を中心として～	藤原 隆、佐々高史	0 plus E 2016年5月号	2016/5/1
国際会議	Effect of the combination of solvents on the photovoltaic properties in CH <sub>3</sub> NH <sub>3</sub> PbI <sub>3</sub> perovskite solar cells using solvent-bathing technique	<u>Takashi Fujihara</u> Shinobu Terakawa Toshinori Matsushima Chuanjiang Qin <u>Masayuki Yahiro</u> Chihaya Adachi	KJF International Conference on Organic Materials for Electronics and Photonics 2016 (KJF-ICOME 2016)	2016/9/4-7
論文	Role of intermediate state in the excited state dynamics of highly efficient TADF molecules	Takuya Hosokai Hiroyuki Matsuzaki Akihiro Furube Katsumi Tokumaru Tetsuo Tsutsui Hajime Nakanotani <u>Masayuki Yahiro</u> Chihaya Adachi	Proc. SPIE 9941 Organic Light Emitting Materials and Devices XX, 994107	2016/9/30
論文	Fabrication of high coverage MASnI <sub>3</sub> perovskite filme for stable, planar heterojunction solar cells	<u>T. Fujihara</u> , S. Terakawa, T. Matsushima, C. Qin, <u>M. Yahiro</u> and C. Adachi	Journal of Materials Chemistry C	2017/1/6
学会	浸漬法を利用した脱鉛 CH <sub>3</sub> NH <sub>3</sub> SnI <sub>3</sub> ペロブスカイト膜の作製	藤原 隆 寺川しのぶ 松島敏則 Chuanjiang. Qin <u>八尋正幸</u> 安達千波矢	第64回応用物理 学会春季学術講 演会	2017/3/14-17

## 研究発表・論文・講演等実績 その他

(発表時期順)

種別	タイトル	著者・発表者	論文雑誌名・ 学会・研究会名	発表時期
学会	地域産品の輸出促進を図る社会システムデザインに関する基礎研究	都甲康至、栗原 隆	日本デザイン学会第63回春季研究発表大会	2016/7/1-3

## 研究者プロフィール システムアーキテクチャ研究室



公益財団法人九州先端科学技術研究所  
Institute of Systems, Information Technologies and Nanotechnologies (ISIT)

### システムアーキテクチャ研究室

研究室長 **村上 和彰**



■ **本研究室のミッション: より良いシステム構築に資する要素技術の開発と社会への普及**

社会基盤として生活や産業に深く関わる情報システムに関し、その機能および性能の高度化を実現するために、システム設計技術に関する研究開発を行うとともに、共同研究などを通じ、研究成果の社会への普及を促進します。

- 競争力あるシステムLSI及び組み込みシステムのアーキテクチャ、設計プラットフォーム、設計支援技術、ならびに、その応用に関する研究
- カーエレクトロニクス分野におけるシステム設計技術の応用及びECU（電子制御装置）の開発・利活用の高効率化の推進
- エクサスケールに向けた次世代スーパーコンピュータの要素技術の開発
- CPSS（サイバーフィジカルソーシャルシステム）の要素技術、開発方法論、アプリケーションの開発
- クルマをはじめとするモノづくりのためのCAD/CAE環境をクラウドサービス（wCloud: Workshop Cloud = 工房クラウド）として提供

■ **連絡先**

- E-mail: [murakami \[at\] isit.or.jp](mailto:murakami@isit.or.jp) ([at]=@)
- Web: <http://www.isit.or.jp/lab1/>



公益財団法人九州先端科学技術研究所  
Institute of Systems, Information Technologies and Nanotechnologies (ISIT)

### システムアーキテクチャ研究室

研究員 **吉松 則文**



■ **研究概要**

社会基盤として生活や産業に深く関わる情報システムに関し、その機能および性能の高度化の実現のための研究開発と、研究成果の社会への普及を促進します。

- SoC及び組み込みシステムのアーキテクチャ、設計プラットフォーム、設計支援技術、ならびに、その応用に関する研究
- カーエレクトロニクス分野におけるシステム設計技術の応用及びECU（電子制御装置）の開発・利活用の高効率化に関する研究
- HPC(高性能計算)の開発・利用の高効率化に関する研究
- クルマをはじめとするモノづくりのためのCAD/CAE環境をクラウドサービス（wCloud: Workshop Cloud = 工房クラウド）の構築とそのサービスの提供

■ **研究キーワード**

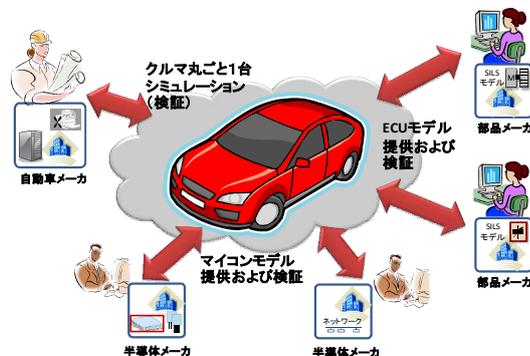
- SoC、組み込みシステム
- カーエレクトロニクス、モデルベース開発
- HPC as a Service
- クラウド

■ **コンサルティング対応可能技術分野**

組み込みシステムのアーキテクチャ、システム設計支援技術、オープンソースソフトウェア、カーエレクトロニクス、クラウド利用技術

■ **連絡先**

- E-mail: [nyoshimatsu@isit.or.jp](mailto:nyoshimatsu@isit.or.jp)
- Phone: 092-852-3453
- Web: <http://www.isit.or.jp/lab1/>



## システムアーキテクチャ研究室

(次世代スーパーコンピュータ開発支援室)

研究員 **柴村 英智**



### ■ 研究概要

スーパーコンピュータ(並列計算機)では、数万から数百万個のCPUコアを同時に動作させる並列処理によって大量の計算を行っています。この並列処理では、CPU間でデータのやりとりを行うためのメッセージ通信が頻繁に発生します。そこで、スーパーコンピュータには、メッセージ通信を円滑に行うために複数のCPUから成る計算ノードを相互に接続する、インターコネク(相互結合網)と呼ぶ専用ネットワークが搭載されています。このネットワークは用途に応じて様々な形態があり、一般の道路と同じように時として深刻な渋滞(通信混雑)が発生します。私の研究は、この通信混雑を「パケットペーシング」と呼ぶ技術によって解消し、円滑な通信を実現すること目的としています。現在は、大規模インターコネクでのパケットペーシングの効果を明らかにするために、ノード数を数万台とした場合や、様々な並列プログラムでのシミュレーションを行っています。また、今後は、パケットペーシングを自動的に最適化する、自動パケットペーシング技術の開発を進める予定です。

### ■ 研究キーワード

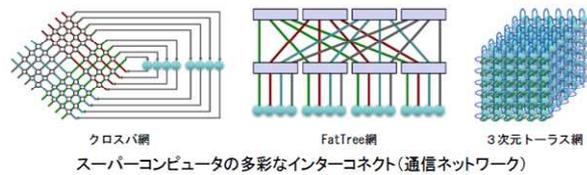
- スーパーコンピュータ、HPC、クラウド
- リンコンフィギャラブルシステム、FPGA
- シミュレーション

### ■ コンサルティング対応可能技術分野

- スーパーコンピュータ、HPC
- クラウド、ネットワーク、シミュレーション

### ■ 連絡先

E-mail: shibamura@isit.or.jp  
電話: 092-852-3450  
URI: <http://www.isit.or.jp/lab1/member/shibamura-hidetomo/>



## 研究者プロフィール 情報セキュリティ研究室



公益財団法人九州先端科学技術研究所  
Institute of Systems, Information Technologies and Nanotechnologies (ISIT)

### 情報セキュリティ研究室

研究室長 **櫻井 幸一**



概要：各研究員の活動を統括する他、九州大学や他大学および民間企業の研究者と連携し、技術的観点から広く情報セキュリティ全般を研究しています。



■ **連絡先**  
E-mail: sakurai [at] isit.or.jp  
([at]=@)  
Phone: 092-852-3450  
Web: <http://www.isit.or.jp/lab2/>

- **サイバー攻撃検出・予知および情報保護**
  - DDoS攻撃を仕掛けるボットネット・ダークネットの検出及び攻撃予知
  - 標的型攻撃などでウイルス・マルウェアが感染したPCの早期検出及び情報保護
- **スマートフォン、自動車、制御システムのセキュリティ**
  - スマートフォン上に集約されるプライバシー情報に対する、アプリによる漏洩可能性の検査
  - 自動車のオンボード通信、車車間/路車間通信、センサ&テレメトリ自動運転の制御情報の保護
  - Stuxnet事件に代表されるような高信頼性制御システムの誤作動をもたらす攻撃からの保護
- **Digital Right Management / Real Money Trading**
  - 電子情報の権利を管理する仕組み作り
  - オンラインゲーム内仮想通貨やBitcoinの現金売買管理の理論的アプローチ
- **内部脅威**
  - 機密情報の利用状況分析と不正利用検知システム
  - パブリッククラウドの管理者による顧客情報利用・流出を阻止するモデル作り
  - 内部情報の外部への売買を抑止するためのゲーム理論的分析と仕組み作り
- **プライバシー保護**
  - ネット検索やクラウドコンピューティングの利用時のプライバシー情報保護
  - ビッグデータの利活用で収集・売買される個人情報の保護
  - マインナバー法の拡張時に利用されるプライバシー保護認証
- **コンピュータフォレンジック**
  - 犯罪捜査の証拠となりうる電子情報の捜査技術次世代暗号
- **次世代暗号**
  - 量子コンピュータ実用化時にも安全な耐量子暗号の開発(格子/多変数多項式/符号ベース暗号)
  - 高性能暗号の社会普及に必要な演算高速化技術(ベアリング演算等)



公益財団法人九州先端科学技術研究所  
Institute of Systems, Information Technologies and Nanotechnologies (ISIT)

### 情報セキュリティ研究室

研究員 **松本 晋一**



■ **研究概要**

現在、富士通九州ネットワークテクノロジーズ(株)より、研究員として出向中です。富士通においては十年以上、通信ソフトウェアの開発および研究に携わってきました。

ISITでは、通信ソフトウェアの開発経験を活かし、スマートフォンをはじめとする通信端末におけるプライバシーに関わる研究を行っています。スマートフォンは近年急速に普及していますが、プライバシー上、重要な情報を集約したものになっています。これは、ユーザが常に携帯し持ち運んでいること、主に個人的な通信を行うためのツールであることから必然とも言えることですが、スマートフォンのアプリケーションによっては、このようなプライバシー上の情報の漏洩を引き起こしうるものがあり、重大な懸念材料となっています。これを防ぐためのスマートフォン用アプリケーションの検証技術に取り組んでいます。

また、このようなプライバシー情報は、犯罪捜査における証拠となりうるものもあります。このような証拠を調査し、法廷で有効なものであると証明するための技術は、デジタルフォレンジクスと呼ばれています。

■ **連絡先**  
● E-mail: smatsumoto@isit.or.jp  
● Phone: 092-852-3454  
● Web: <http://www.isit.or.jp/lab2/matsumotoshinich/>



## 情報セキュリティ研究室

研究員 **奥村 伸也**



**研究概要** 暗号は情報の機密性を確保するために欠かせない技術です。私は理論的・実験的に暗号の研究を行っています。特に、私は耐量子暗号の候補の一つである格子に関する計算困難な問題を利用した格子暗号の設計や安全性解析を中心に研究しています。現在広く普及しているRSA暗号や楕円曲線暗号は、量子コンピュータにより解読されてしまうことが分かっています。そこで、量子コンピュータでも解読が困難な暗号(耐量子暗号)の研究が必要となります。現在でも量子コンピュータは実現できていませんが、技術の進歩は目覚ましいため、早期から耐量子暗号の研究を行うことが重要です。また、準同型暗号や暗号学的多重線形写像等の高機能な暗号の研究も行っています。

### 研究キーワード

- 耐量子暗号
  - ・格子暗号
    - NTRU, LWE, Ring-LWE
  - ・ディオファントス問題の暗号利用
    - 公開鍵暗号(ディオファントス暗号)
    - 鍵交換
- 高機能暗号
  - ・完全準同型暗号
  - ・暗号学的多重線形写像

### コンサルティング対応可能技術分野

公開鍵暗号, RSA暗号, 楕円曲線暗号, ペアリング暗号, 格子暗号

### 連絡先

E-mail: okumura@isit.or.jp  
TEL: 092-852-3460  
WEB: <http://www.isit.or.jp/lab2/>

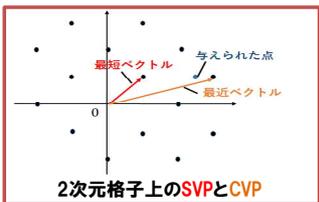
### 参加プロジェクト

- JST, CRESTのメンバー
- 課題「次世代暗号に向けたセキュリティ強化回遊数理モデリング」研究代表者:高木剛(九大IMI)

量子計算機  
(未完)

解読

現在広く普及  
・RSA暗号  
・楕円曲線暗号



耐量子暗号  
多変数公開鍵暗号、符号ベース暗号…  
格子暗号、ディオファントス暗号

注目

- 効率的
- 高機能暗号の実現

注目

- 小さい鍵サイズ

$$x^2 - Dy^2 = 1 \quad (\sqrt{D} \notin \mathbb{Z})$$

ペル方程式

$$x^n + y^n = z^n \quad (n > 3)$$

フェルマー方程式

## 情報セキュリティ研究室

研究員 **山本 幸二**

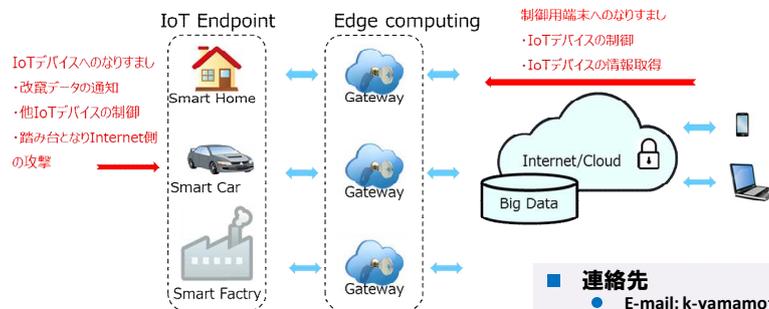


### 研究概要

富士通九州ネットワークテクノロジーズ(株)より、研究員として出向中です。富士通においては20年以上、通信システムのハードウェアからソフトウェアまで幅広い領域の開発に携わってきました。

ISITでは、通信システムの開発経験を活かし、IoT (Internet of Things) セキュリティに関する研究を行っています。IoTはセキュリティ対策の検討が不十分なまま市場への導入が進行しています。Internet/CloudからEdge computingへ侵入しIoT Endpointに配置されるIoTデバイスの制御/情報取得、IoT Endpointから侵入し自IoTデバイス情報の取得情報の改竄データの通知/他IoTデバイスの制御/踏み台となりInternet側への攻撃等が行われることが想定されており、これら攻撃を防止する方法を研究しています。

また、プライバシー保護のための匿名通信システムや健忘性システムの研究も行っています。



### 連絡先

- E-mail: k-yamamoto@isit.or.jp
- Phone: 092-852-3454
- Web: <http://www.isit.or.jp/lab2/yamamotokoji/>

## 研究者プロフィール 生活支援情報技術研究室



公益財団法人九州先端科学技術研究所  
Institute of Systems, Information Technologies and Nanotechnologies (ISIT)

### 生活支援情報技術研究室

研究室長 **有田 大作**



#### ■ 研究概要

次世代ヒューマンインタフェースの実現を目指し、以下の2つの応用分野を事例として研究を行っています。

- 装着型センサによる人間計測  
「リハビリの見える化」のための、リハビリ患者の身体動作情報・生体情報の計測・蓄積・提示に関する研究
- 農業SNSプロジェクト  
「農業の見える化」と「消費者の見える化」のための、農や食の情報計測・蓄積・提示に関する研究  
(下図は実験システムの構成)

#### ■ 研究テーマ・研究キーワード

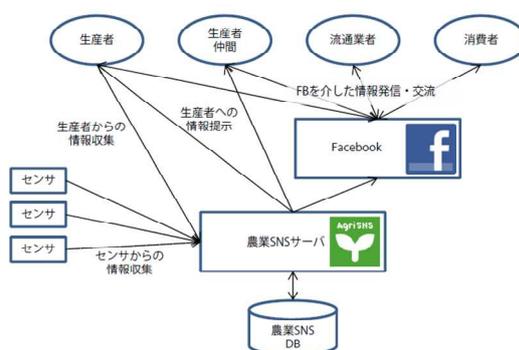
- ヒューマンインタフェース
- センシング
- 可視化
- SNS

#### ■ コンサルティング対応可能技術分野

- 農業SNS

#### ■ 連絡先

- arita@isit.or.jp
- <http://www.isit.or.jp/lab3/member/arita/>
- 農業SNSフェイスブックページ
- <http://www.facebook.com/AgriSNS/>



公益財団法人九州先端科学技術研究所  
Institute of Systems, Information Technologies and Nanotechnologies (ISIT)

### 生活支援情報技術研究室

研究員 **吉永 崇**



#### ■ 研究概要

VR (Virtual Reality) やAR (Augmented Reality) を用いた医療・福祉支援システムの開発など、可視化技術やそれに関連する計測・画像処理技術の応用に関する研究に従事しています。現在はARを用いた超音波診断支援システムに関する研究や、運動計測や生体計測を融合したモーションキャプチャを開発し、リハビリ・スポーツ支援などへの応用を目指した研究に取り組んでいます。

#### ■ 研究キーワード

- 可視化/AR/VR
- モーションキャプチャ・生体計測

#### ■ コンサルティング対応可能技術分野

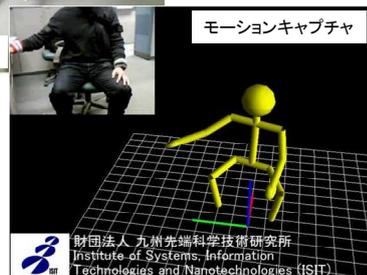
- AR/VR技術を用いた可視化
- KinectやLeap Motionをはじめとするモーションコントローラの活用
- 上記技術のハンズオンセミナー

#### ■ 連絡先

- E-mail: yoshinaga@isit.or.jp
- Phone: 092-852-3460
- Web: <http://www.isit.or.jp/lab3/member/yoshinaga/>  
<http://www.youtube.com/user/YoshinagaTakashi/>



ARを用いた医療支援



モーションキャプチャ

財団法人九州先端科学技術研究所  
Institute of Systems, Information  
Technologies and Nanotechnologies (ISIT)

## 生活支援情報技術研究室

研究員 **光藤 雄一**



### ■ 研究概要

実世界に大量の情報を貼付する機能をもつタグシステムの研究開発に従事しています。主に可視光通信技術をベースとし、光学系の設計や変復調/符号化、復号化システムの構築まで行っています。

### ■ 研究テーマ・研究キーワード

#### 可視光通信技術

- 大容量タグシステム
- 高精度タグシステム

#### 変調技術開発

- DSSS, FH等を応用した変調技術

#### 計測技術開発

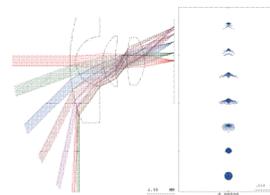
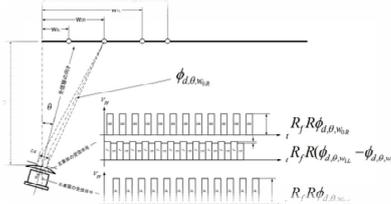
- 光センサ, 生体計測センサ

### ■ コンサルティング対応可能技術分野

- タグシステム
- センサシステム
- 計測システム

### ■ 連絡先

- E-mail: [mitsudo@isit.or.jp](mailto:mitsudo@isit.or.jp)
- Phone: 092-852-3460
- Web: <http://www.isit.or.jp/lab3/member/mitsudo/>



## 生活支援情報技術研究室

研究員 **太田 憲**



### ■ 研究概要

(株) スポーツセンシングより、研究員として出向しております。これまでスポーツ工学の研究に携わり、運動スキルの数理的メカニズムを明らかにし、さらに運動の計測をモーションセンサやモーションキャプチャで計測した結果をフィードバックするようなシステムの開発に関わってきました。ISITでも、同様に、計測したデータを可視化して、様々なスポーツやトレーニングなどに応用することを考えております。

### ■ 研究テーマ・キーワード

- 運動スキルのフィードバックシステム(サイバネティック・トレーニング)
  - 聴覚フィードバック・FES
- 運動スキルの数理解析
  - スイング動作の数理解析
  - 全身運動の数理解析
  - パラメータ励振によるハンマーの加速原理
  - ゴルフスイングの解析(M-Tracer)
- 他
  - ゴルフクラブのシャフトのたわみのメカニズムと、シャフトの最適剛性分布設計

### ■ 連絡先

- E-mail: [ohta@isit.or.jp](mailto:ohta@isit.or.jp)
- Web: <http://www.isit.or.jp/>
- 出向元 (株)スポーツセンシング
  - Web: <http://www.sports-sensing.com/>



## 研究者プロフィール ナノテク研究室



公益財団法人九州先端科学技術研究所  
Institute of Systems, Information Technologies and Nanotechnologies (ISIT)

### ナノテク研究室

研究室長 **新海 征治**



#### ■ 研究概要

他の分子を捕まえたり刺激によって形を変える分子を組み合わせ、分子に仕事をさせることに初めて成功し、いわゆる分子機械の先駆的研究として世界的に高く評価されています。現在は、生体の認識系に比肩できるような人工の分子認識システムを構築することにより、物質が物質を識別するメカニズムの解明と応用利用に取り組んでいます。また、低分子量化合物が自己組織化によって形成するナノファイバー(低分子ゲル)の機能化や、多糖とナノ材料の複合体など、分子をレゴブロックのように組み上げることで構築する新しい機能性材料やナノシステムを開発しています。

#### ■ 研究キーワード

##### 超分子化学

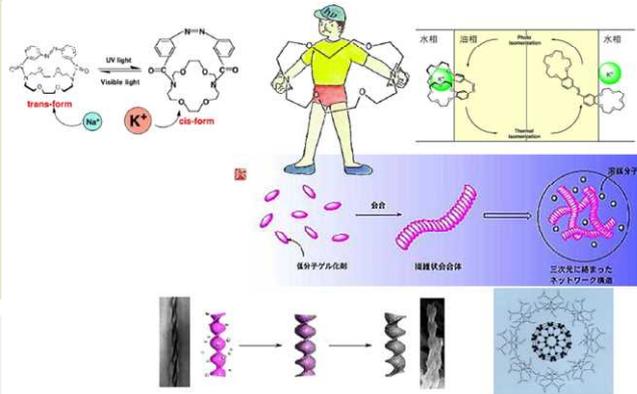
- 分子認識
- 自己組織化
- 分子機械
- 包接錯体
- 低分子ゲル化剤
- 有機・無機ハイブリッド材料
- 多糖複合体

##### ■ コンサルティング対応可能技術分野

有機化学合成、分子センシング、ボトムアップナノテクノロジー

#### ■ 連絡先

E-mail: shinkai@isit.or.jp  
Phone: 092-805-3810  
Web: <http://www.isit.or.jp/>



公益財団法人九州先端科学技術研究所  
Institute of Systems, Information Technologies and Nanotechnologies (ISIT)

### ナノテク研究室

研究員 **吉原 大輔**



#### ■ 研究概要

ナノテク研究室では、「ナノ・バイオ技術による環境対応型社会を実現するための新素材の開発」というテーマのもと研究を進めております。私はこれまでに光応答性材料や分子磁性材料といった分野での研究を行ってきたことから、以下の二つの研究テーマで現在研究を進めております。

- ① 新素材を目指した超分子ナノファイバーの構築
- ② 刺激応答性ゲル化剤の構築

現在、①に関しては、多糖と呼ばれる糖質化合物と種々の分子を複合化させることによる「超分子ナノファイバー」と呼ばれる物質群に関して合成と物性評価を行っております。また、②では光や磁場などの刺激に応答してゲル化の度合いが変化する新規ゲル化剤の合成を行っており、新たな発想で新素材の開発に貢献するために研究を行っております。

#### ■ 研究キーワード

##### 超分子ナノファイバー

- 多糖と金属錯体で構成されるナノファイバー
- 鎖状多糖と機能性分子の複合ナノファイバー

##### 刺激応答性ゲル化剤

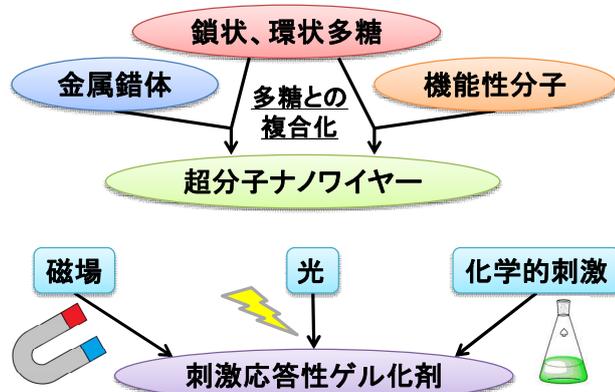
- 磁場に応答するゲル化剤
- 光に応答するゲル化剤

##### ■ コンサルティング対応可能技術分野

分子性材料、磁性材料、光学材料など各種ナノ材料の構築法、物性評価

#### ■ 連絡先

● E-mail: yoshihara@isit.or.jp  
● Phone: 092-805-3810  
● Web: <http://www.isit.or.jp/lab4/>



# ナノテク研究室

研究員 **坂本 純二**



## ■ 研究概要

従来の高分子はモノマーが一次的に重合してできた紐状の分子です。他方、私は多官能性モノマーをバルク中、溶液中、あるいは界面上で、二次的に重合させる技術の開発を行っています。これにより得られたシート状高分子の機能化や組織化・複合化により、従来にない新しい材料の創出を目指しています。

参考文献: J. Sakamoto, et al. "A Two-Dimensional Polymer Prepared by Organic Synthesis" Nat. Chem. 4, 287 (2012); "Organic Synthesis of Periodic 2D Polymers" In: ACS Symposium Series "Sequence-Controlled Polymers: Synthesis, Self-Assembly, and Properties" pp. 368-378 (2014); "Towards 2D and 3D Coordination Polymers: Synthesis of Shape-Persistent Star Monomers with 2,2'-6',2''-Terpyridin-4'-yl Units at the Periphery" Synlett 21, 877 (2010); "Synthesis of Free-Standing, Monolayered Metallo-Organic Sheets at the Air/water Interface" Angew. Chem. Int. Ed. 50, 7879 (2011).

## ■ 研究テーマ・研究キーワード

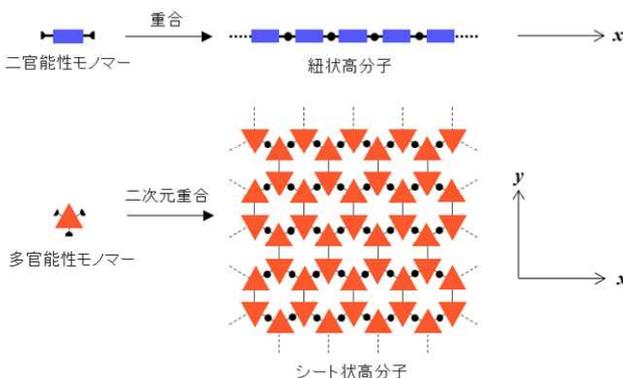
二次元高分子、芳香族高分子、生体関連高分子、高分子トポロジー、刺激応答性材料

## ■ コンサルティング対応可能技術分野

有機合成、構造解析、分子材料、高分子材料、ナノ材料、キャラクタリゼーション、物性評価

## ■ 連絡先

- E-mail: [j-sakamoto@isit.or.jp](mailto:j-sakamoto@isit.or.jp)
- Phone: 092-805-3810
- Web: <http://www.isit.or.jp/lab4/>



## 研究者プロフィール 有機光デバイス研究室



公益財団法人九州先端科学技術研究所  
Institute of Systems, Information Technologies and Nanotechnologies (ISIT)

### 有機光デバイス研究室

研究室長 八尋 正幸



#### ■ 研究概要

有機ELをはじめとした有機半導体への電気刺激と光の相互作用をうまく活用した有機光デバイスに関する研究開発に取り組んでいます。特に、有機ELや有機太陽電池では、劣化機構解析、デバイスのフレキシブル化に関してオリジナルな特徴を有する研究を行っています。また、当研究室では、企業で開発された有機光デバイスの周辺材料・技術に関する評価を支援し、産官学連携を強力に推進しています。

#### ■ 研究キーワード

- 有機光デバイス物理、デバイス特性解析、高性能化
- 熱刺激電流計測を用いた劣化機構解析
- プロセス開発
- 周辺技術・材料評価解析
- フレキシブル化技術開発

#### ■ コンサルティング対応可能技術分野

上記研究分野に関する分析・解析技術等

#### ■ 連絡先

- E-mail: yachiro@isit.or.jp
- Phone: 092-807-4511
- Web: <http://www.isit.or.jp/lab5/>



公益財団法人九州先端科学技術研究所  
Institute of Systems, Information Technologies and Nanotechnologies (ISIT)

### 有機光デバイス研究室

研究員 藤原 隆



#### ■ 研究概要

有機複合材料は、個々の分子が持っている機能(たとえば電荷輸送性や光非線形性)を組み合わせることで、所望の機能を発現する新しい材料として用いることができます。加えて、柔軟かつ軽量であるという無機材料では実現が困難な特長を持っています。このような有機複合材料のもつユニークな特徴に着目し、特に光機能性、電子機能性を利用した新しい光波制御素子を実現することを目的に研究活動を行っています。例として、フォトリラクティブ(PR)ポリマーでは、電荷発生、電荷輸送、電荷トラップ、電気光学効果という4つの機能が必要となります。これらを巧みに設計・調整することでPR表面波という光を界面に沿って伝播させる素子(自己形成光導波路)を実現することができます。さらに、この光導波路は書き換えができることから、フレキシブルな動的な光配線素子等へ応用展開を検討しております。

#### ■ 研究テーマ・研究キーワード

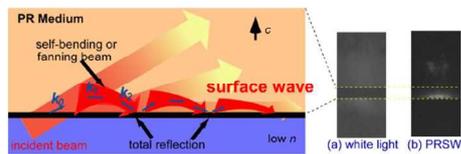
- 応用光学  
光波制御素子、画像処理素子、自己形成導波路
- 有機非線形光学  
フォトリラクティブ効果、電気光学効果、波長変換、導電性ポリマー、非線形光学材料、分子配向、屈折率周期構造

#### ■ コンサルティング対応可能技術分野

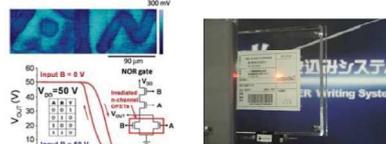
光デバイス設計、プロセス開発、トータルシステム開発、分子配向制御

#### ■ 連絡先

- E-mail: fujihara@isit.or.jp
- Phone: 092-807-4511
- Web: <http://www.isit.or.jp/>



(PR表面波発生)



(物性パターンニング)

## 研究者プロフィール 産学連携ディレクター・産学連携コーディネータ



公益財団法人九州先端科学技術研究所  
Institute of Systems, Information Technologies and Nanotechnologies (ISIT)

### 産学連携ディレクター 小川 雅司



#### ■ 活動内容

企業や研究機関との連携による新しい事業、新技術の創出をめざし、人的ネットワークづくり、ニーズ・シーズの発掘、産学連携のマッチング支援等を福岡市産学連携交流センターを拠点として行っています。ナノテクノロジーをはじめとする先端科学技術分野において、独自では解決困難な商品・研究開発等に関する技術的諸問題や問題解明のための材料開発・分析解析等についてコンサルティングを行っています。

#### ■ コンサルティング対応可能技術分野

有機・無機ナノテクノロジー、機能性高分子材料、ナノ無機材料、ゲル、メンブレン、膜物性改良材料、バイオテクノロジー、医療用材料、医療分析技術、バイオイメージング等、分析・解析技術、総合的分析解析提案

#### ■ 連絡先

- E-mail: [ogawa@isit.or.jp](mailto:ogawa@isit.or.jp)
- Phone: 092-805-3810
- Web: <http://www.isit.or.jp/>



公益財団法人九州先端科学技術研究所  
Institute of Systems, Information Technologies and Nanotechnologies (ISIT)

### イノベーション推進室・産学連携コーディネータ 坂本 好夫



#### ■ 活動内容

IT、特にソフトウェア分野を対象としたコーディネート活動を実施中です。オープンソースカンファレンス福岡の開催、BODIK(ビッグデータ&オープンデータ研究会in九州)の運営、SRP技術者交流会などを通じてSRP地区の活性化に取り組んでいます。

#### ■ コンサルティング対応可能技術分野

公募事業(競争的研究資金)提案支援、IT、ソフトウェア全般、Web、オープンソースソフトウェア、ビッグデータ、オープンデータ、AI、セキュリティ

#### ■ 連絡先

- E-mail: [sakamoto@isit.or.jp](mailto:sakamoto@isit.or.jp)
- Phone: 092-852-3451
- Web: <http://www.isit.or.jp/>

## イノベーション推進室・産学連携コーディネータ 山本 竜広



### ■ 活動内容

ナノテクノロジー、特に、ナノバイオテクノロジー分野を対象とする企業等のコンサルティングや、国プロ等への公募支援を行っています。また、自身も共同研究開発に深く携わり、有望なシーズを自ら創り出し、展開することも行っています。

### ■ コンサルティング対応可能技術分野

ナノテクノロジー、ナノバイオテクノロジー、有機ナノ材料、医療用材料、医療診断・分析技術

### ■ 連絡先

- E-mail: [yamamoto@isit.or.jp](mailto:yamamoto@isit.or.jp)
- Phone: 092-805-3810
- Web: <http://www.isit.or.jp/>

## 新聞・雑誌・テレビ報道等実績

媒体	タイトル	報道日
西日本新聞	櫻井情報セキュリティ研究室長、九州管区警察局のサイバーセキュリティ顧問に就任	平成 28 年 5 月 11 日
日刊工業新聞	尿・血液からがん発見（ナノテク研究室の新海研究所長と野口特別研究員の研究紹介）	平成 28 年 5 月 19 日
NHK 福岡放送局他	産学官連携によるサイバーセキュリティに関する協定締結式（福岡警察本部、九大、九工大、ISIT、トレンドマイクロ）	平成 28 年 6 月 30 日
TNC テレビ西日本「CUBE」	AR 利活用の紹介コーナーにて、超音波診断装置やリハビリ器具における AR 利活用事例を生活支援情報技術研究室・吉永研究員が紹介	平成 28 年 10 月 22 日
毎日新聞「お知らせ」欄	市民特別講演会の案内	平成 28 年 11 月 10 日
西日本新聞	「サイバー犯罪から身を守ろう-携帯会社など講演会」平成 28 年 11 月 10 日の市民特別講演会の内容	平成 28 年 11 月 11 日
マイナビニュース	福岡市や九大などが分析・解析よろず相談事業「分析NEXT」を始動	平成 29 年 2 月 1 日
日本経済新聞	製品・素材の分析支援	平成 29 年 2 月 2 日
日経テクノロジーオンライン	九州大学学術研究都市で企業向け分析・解析支援を本格始動	平成 29 年 2 月 2 日
日経産業新聞	製品・素材の分析 企業向けに支援	平成 29 年 2 月 6 日
TVQ 九州放送「ぐっ！ジョブ」	「業界からひっぱりだこ！ 福岡のセンサ開発会社 未来を変える驚きセンサとは！！」 （株）ロジカルプロダクトの事業内容紹介 本研究所・生活支援情報技術研究室へ出向中の太田研究員の研究開発内容を説明	平成 29 年 2 月 6 日
日本経済新聞	ISIT・九大など問題解決を支援	平成 29 年 2 月 15 日
テレビ西日本	ふくおか IoT まつり in SRP の模様を放映	平成 29 年 2 月 24 日
西日本新聞	九州サイコー会議の特集記事でオープンデータを特集	平成 29 年 3 月 15 日

## プレスリリース実績

日付	タイトル	内容
平成 28 年 7 月 1 日	福岡県警察とサイバーセキュリティに関する協定を締結	福岡県警察が主導となり、国内でも高い知見、技術等を有する（公財）九州先端科学技術研究所を始めとする民間企業や学術機関等 4 者※と協定を締結 ※福岡県警察本部、九州大学サイバーセキュリティセンター、九州工業大学、ISIT、トレンドマイクロ株式会社
平成 28 年 8 月 25 日	福岡市 IoT コンソーシアムの会員の募集を開始	福岡市 IoT コンソーシアムでは、関連組織のネットワークを構築し、防災、安全・安心、観光、ヘルスケア（医療・介護）、サービス（流通・飲食など）の分野でチームを作り IoT の各種実証実験を行っていくことを目指します。
平成 28 年 11 月 7 日	平成 28 年度 ISIT 市民特別講演会「スマホ・ケータイを正しく知って安全に使いましょう」を開催します！	平成 28 年 11 月 10 日開催 ISIIT・KDDI 市民特別講演「スマホ・ケータイを正しく知って安全につかいはいしょう」の案内。警察・携帯キャリア・消費生活センターが一同に会したセミナーである点をアピール。
平成 28 年 12 月 14 日	有機 EL 素子の耐久性に真空中の極微量不純物が影響を与えることを解明～有機 EL 素子寿命の再現性確立と長寿命化に期待～	九州大学よりリリース。 九州大学最先端有機光エレクトロニクス研究センター（OPERA）安達千波矢センター長、公益財団法人福岡県産業・科学技術振興財団 有機光エレクトロニクス実用化開発センター（i3-OPERA）藤本弘研究室長（九州大学 客員准教授）、公益財団法人九州先端科学技術研究所（ISIT）八尋正幸研究室長（九州大学 客員教授）の研究グループは、株式会社住化分析センターとの産官学連携の共同研究において、有機 EL 素子を短時間で製作することにより、素子の耐久性が著しく向上することを見出しました。本研究成果は、2016 年 12 月 13 日（火）午前 10 時（英国時間）に英国国際学術誌 Nature 姉妹紙のオンラインジャーナルである『Scientific Reports』に掲載されました。
平成 28 年 12 月 15 日	『フレキシブル有機 EL パネルの薄膜塗布封止プロセス技術』共同研究	AI メカテック株式会社よりリリース。 「当社は、このたび公益財団法人九州先端科学技術研究所（理事長：貫正義／以下 ISIT）とフレキシブル有機 EL パネルの薄膜塗布封止プロセス技術の共同研究を進めることとしました。」
平成 29 年 2 月 1 日	よろず相談「分析 NEXT」の紹介	福岡市・市制記者クラブと経済記者クラブと両方へリリース。



平成 28 年度  
公益財団法人九州先端科学技術研究所 活動報告書

発行 公益財団法人九州先端科学技術研究所  
平成 29 年 5 月

【事務局、IT 関連研究室】

〒814-0001 福岡市早良区百道浜 2 丁目 1 番 2 2 号  
福岡 SRP センタービル 7 F  
Tel : 092-852-3450 Fax : 092-852-3455

【ナノテク研究室】

〒819-0388 福岡市西区九大新町 4 - 1  
福岡市産学連携交流センター 1 号棟 2 F  
Tel : 092-805-3810 Fax : 092-805-3814

【有機光デバイス研究室】

〒819-0388 福岡市西区九大新町 4 - 1  
福岡市産学連携交流センター 2 号棟 1 F  
Tel : 092-807-4511 Fax : 092-802-6981

Annual Report FY 2016  
Institute of Systems & Information Technologies and Nanotechnologies

Published by Institute of Systems & Information Technologies and  
Nanotechnologies, May 2017

[Office & IT Labs.]

Fukuoka SRP Center Building 7F, 2-1-22 Momochihama, Sawara-ku  
Fukuoka City 814-0001, Japan  
Tel : +81-92-852-3450 Fax : +81-92-852-3455

[Nanotechnology Lab.]

Fukuoka industry-academia Symphonicity  
4-1, Kyudai-Shinmachi, Nishi-ku, Fukuoka City 819-0388, Japan  
Tel : +81-92-805-3810 Fax : +81-92-805-3814

[Innovative Organic Device R&D Lab.]

Fukuoka industry-academia Symphonicity  
4-1, Kyudai-Shinmachi, Nishi-ku, Fukuoka City 819-0388, Japan  
Tel : +81-92-807-4511 Fax : +81-92-802-6981

URL : <http://www.isit.or.jp/>