

研究拠点形成事業 平成 27 年度 実施報告書

A. 先端拠点形成型

1. 拠点機関

日本側拠点機関：	大阪大学
(ドイツ)拠点機関：	マックスプランク
(ベルギー)拠点機関：	imec
(英国)拠点機関：	オックスフォード大学
(米国)拠点機関：	パデュー大学
(ノルウェー)拠点機関：	ノルウェー科学技術大学
(フランス)拠点機関：	パリ南大学

2. 研究交流課題名

(和文)：健康と安心安全を支援する高度センシング技術開発に関する国際研究拠点形成
(交流分野：ナノ・マイクロ科学)

(英文)：International Research Collaboration Network for Developing Highly Functional Sensing Devices for Health, Safety and Security
(交流分野：nano・micro science)

研究交流課題に係るホームページ：

http://www.sanken.osaka-u.ac.jp/labs/kikaku/mission/S-CtC_Project/Welcome.html

3. 採用期間

平成 25 年 4 月 1 日 ～ 平成 30 年 3 月 31 日
(3 年度目)

4. 実施体制

日本側実施組織

拠点機関：大阪大学

実施組織代表者(所属部局・職・氏名)：学長 西尾章治郎

コーディネーター(所属部局・職・氏名)：産業科学研究所 教授 松本和彦

協力機関：北海道大学電子科学研究所，東北大学多元物質科学研究所，
東京工業大学資源科学研究所，九州大学先導物質化学研究所、
東京大学大学院新領域創成研究科

事務組織：大阪大学 国際部 国際企画課

相手国側実施組織

(1) 国名：ドイツ

拠点機関：(英文) Max Planck Institute

(和文) マックスプランク

コーディネーター (所属部局・職・氏名)：(英文) Mainz Laboratory・director・
Paul BLOM

協力機関：(英文) University of Groningen

(和文) グローニンゲン大学

経費負担区分 (A型)：パターン1

(2) 国名：ベルギー

拠点機関：(英文) imec (Interuniversity Microelectronics Centre)

(和文) imec (国際研究機関)

コーディネーター (所属部局・職・氏名)：(英文) CTO& senior vice president・Jo DE
BOECK

協力機関：(英文) Holst Centre

(和文) ホルストセンター

協力機関：(英文) Delft University of Technology

(和文) デルフト工科大学

協力機関：(英文) KU Leuven

(和文) ルーベンカソリック大学

経費負担区分 (A型)：パターン1

(3) 国名：英国

拠点機関：(英文) University of Oxford

(和文) オックスフォード大学

コーディネーター (所属部局・職・氏名)：(英文) Department of Physics・
Associate Professor (Director of the Oxford Martin Programme on
Nanotechnology)・Sonia CONTERA

経費負担区分 (A型)：パターン1

(4) 国名：米国

拠点機関：(英文) Purdue University

(和文) パデュー大学

コーディネーター (所属部局・職・氏名)：(英文) Electrical and Computer Engineering・
Professor・David JANES

協力機関：(英文) Drexel University

(和文) ドレクセル大学

協力機関：(英文) University of Washington

(和文) ワシントン大学

経費負担区分 (A 型)：パターン 1

(5) 国名：ノルウェー

拠点機関：(英文) Norwegian University of Science and Technology (NTNU)

(和文) ノルウェー科学技術大学

コーディネーター (所属部局・職・氏名)：(英文) Dept. Structural Engineering・
Professor・Zhiliang ZHANG

協力機関：(英文) Aalto University

(和文) アルト大学

経費負担区分 (A 型)：パターン 1

(6) 国名：フランス

拠点機関：(英文) University of Paris-Sud

(和文) パリ南大学

コーディネーター (所属部局・職・氏名)：(英文) Institut de chimie moléculaire et
des matériaux d'Orsay・Professor・Giang VO-THANH

協力機関：(英文) University de Bourgogne

(和文) ブルゴーニュ大学

協力機関：(英文) Institut Mines-Télécom

(和文) テレコム

協力機関：(英文) University of Rennes 1

(和文) レンヌ第 1 大学

経費負担区分 (A 型)：パターン 1

5. 研究交流目標

5-1. 全期間を通じた研究交流目標

本研究交流計画では、大阪大学産業科学研究所（以下、産研と記述する）を拠点本部とした日欧米研究拠点を形成し、次世代の健康と安心安全を支援する人に優しい高度センシング技術の開発に向けた国際連携研究を行う。内容としては、ソフトマテリアル・デバイス技術と高度情報処理技術とを融合させた、高度センシング技術開発の国際連携基盤研究を計画しており、合わせて、本国際研究拠点活動を通じてのグローバル若手人材育成を図る。具体的には、高度センシング技術開発に向け、(1)バイオ・有機材料(ソフトマテリアル)開発基礎研究、(2)機能性ソフトマテリアルのデバイス化およびセンサー化研究、(3)多様なセンシング情報に基づく情報処理研究、に関する融合共同研究を、海外研究拠点および、海外、国内連携研究機関との緊密な連携のもとに展開する。

海外研究拠点としては、我が国の産研および国内連携研究機関の研究と相補的で、かつ優

れた関連研究を実施しているマックスプランク、imec、パデュー大学、オックスフォード大学、ノルウェー科学技術大学、パリ南大学を選定し、これらの海外拠点機関と連携関係にある周辺の研究機関にも協力を依頼する。また、国内連携研究機関としては、産研と従来から連携関係にある北海道大学電子科学研究所、東北大学多元物質科学研究所、東京工業大学資源化学研究所、九州大学先端物質化学研究所ならびに東京大学大学院新領域創成研究科を選定し、ソフトナノマテリアル分野、情報分野の協力研究体制を敷く。このような、海外、国内研究交流体制のもとで共同研究を実施し、定期的セミナー開催による情報の交換・共有、情報発信ならびに、若手研究者育成を推し進め、将来を見据えたこの分野での教育・研究国際ネットワーク化を図る。

5-2. 平成27年度研究交流目標

<研究協力体制の構築>

本事業は、阪大産研と6つの欧米主要拠点（英国、ドイツ、ベルギー、フランス、ノルウェー、米国）、ならびに、それらと連携するいくつかの連携研究機関から成り立つ。3年目となる今年度からは、当プログラムでのセンシングデバイスの方向を、特にフレキシブル・バイオ・脳波センシングデバイスに絞り込み、それと高度情報処理技術を関係させた国際連携・若手派遣研究交流を展開する。このため、7拠点と協力機関の共同研究内容を整備したうえで、個々の共同研究グループでの研究の特徴を一層鮮明にし、①フレキシブルセンシングデバイス、②バイオセンシング、③センシング高度情報処理、の3方向でのグループ間連携研究を強化する。一方で、研究組織全体の、フレキシブル・バイオ・脳波センシングデバイスと高度情報処理技術の融合的研究に向けた連携を一層促進させる目的で、全拠点の研究担当者、研究者が集結した全体会議をオランダのアイントホーヘン市にあるimec Holst Centerにて開催する。

<学術的観点>

健康・安心安全のためのソフトマテリアル・センシングデバイス創生・高度センシング技術開発を標榜する本プログラム計画を達成させるため、平成25、26年度には海外拠点共同研究機関ならびに協力研究機関と連携し、この研究計画の要素的・基盤的研究である(a) バイオ・有機材料(ソフトマテリアル)開発基礎研究、(b)機能性ソフトマテリアルのデバイス化およびセンサー化研究、および、(c)多様なセンシング情報に基づく情報処理研究を実施してきた。これらの研究はいずれも、学術的にもそれぞれの分野で開拓的な最先端の研究であり、この2年間の研究により、それぞれの分野における発展可能な方向と困難な方向の区分けがほぼ終了したと言える。当拠点間連携研究が目指す「ソフトマテリアル・センシングデバイス創製と高度情報処理技術の融合」を実現するためには、3年目の27年度からは、過去2年間の要素的、基盤的研究をもとにした、「目標への展開研究」が要求される。今年度以降は、前項で述べたように、目標を特にフレキシブル・バイオ・脳波センシングデバイスの創製に絞り込み、それと高度情報処理技術を融合させた国際連携研究を展開する。このため、27年度からは、①フレキシブルセンシングデバイス、②バイオセンシング、③センシング高度情報処理の3テーマのもとに各共同研究グループが連携

し、方向性を確認しながらの研究を展開することになる。学術的には、以下の内容の連携研究を展開することとした。

①フレキシブルセンシングデバイス（共同研究グループ：R1, R2, R5）

- ・フレキシブル有機半導体デバイス技術の開発研究
- ・フレキシブル・ストレッチャブルデバイス回路技術、ナノ配線の開発研究

②バイオセンシング（共同研究グループ：R3, R4, R6）

- ・バイオ関連センシングデバイスの開発研究
- ・バイオセンサー開発研究

③センシング高度情報処理（共同研究グループ：R7, R8, R9）

- ・フレキシブル脳波センシング対応情報処理技術の開発研究
- ・センシングに関するデータベース構築と医療診断への応用研究
- ・高感度・環境センシングによる安全安心高度情報処理技術開発

以上に示したテーマでの連携研究により、(a)ストレス（心労）・センサーの創製、(b)フレキシブル・電位測定デバイスによる脳波センシング、フレキシブル・ストレッチャブル超高感度圧力センシングデバイス創製、(c)情報処理応用・精神・身体状態の診断、などの具体的な応用展開が開けることを確信している。

<若手研究者育成>

今年度も引き続き未来に向けた「頭脳循環」を促進するため、若手研究者の交流を活発に行う。今年度以降の海外若手派遣については、当事業研究テーマに沿った研究成果を挙げる必要性から、派遣期間は 25, 26 年度での標準 1 か月派遣を改め、3 か月の派遣も組み入れる。派遣人数として従来とほぼ同数の 10 名程度の派遣数となる。一方、欧米各拠点研究機関からも日本への 5 名程度の若手研究者を約 1～2 ヶ月間受け入れる。また日欧米双方の指導的立場にある研究者（教授あるいは准教授）は随時、連携共同研究のために互いの研究機関を訪問し、情報交換および研究交流を行う。国際セミナーでは、若手研究者の積極的な参加を企画する。

<その他（社会貢献や独自の目的等）>

本事業のもとで、ソフトマテリアル・センシングデバイスを創製し、さらに先端情報処理技術を導入することによって、医療や安全生活上有用なウェアラブルな高度センシングデバイスを創製することが可能となる。このような開発研究によって、人類が安全・安心のもとに生活できる健康管理環境や生活環境を作り出すことができる（社会貢献）。このような技術開発は、単発的な研究から生まれるものではなく、そのような方向性を持った融合国際研究コンソーシアム形成とその組織内での活発な共同研究・情報交換により初めてスピード感をもって達成できるものである。本事業はそのようなタイプのグローバル研究の先端を走る事業であり、合わせてグローバル若手人材の育成に寄与できる事業である。

6. 平成 27 年度研究交流成果

6-1 研究協力体制の構築状況

各共同研究は、27 年度からは 5-2 に記した連携グループ再編組織のもとで活動を実施

した。

「フレキシブルセンシングデバイス」研究グループ（共同研究：R1, R2, R5）

・マックスプランク・マインツ研との連携（R1）：

27年度はマインツ研に助教1名を40日間派遣した。高移動度のn型およびp型有機半導体の開発研究成果をもとに、フレキシブル光電変換素子やメモリデバイスの基盤となりうる溶液プロセス可能な、両極性半導体デバイスの開発研究を、協力機関と共同して行った。特に、R2, R5グループが進めているカーボンナノチューブを用いた、フレキシブル・ナノ配線技術にヒントを得たドーピング制御法を援用し、移動度 $1\text{ cm}^2/\text{Vs}$ 程度の良好なp型及びn型トランジスタ特性を得ることに成功した。

・imecとの連携（R2）：

27年度はimecに博士後期課程学生1名を3か月派遣し、産研が独自に開発したセンサー用材料をimec滞在中に合成し、かつセンサーデバイスとして作製するとともに、imecのセンサー評価手法により、センサー特性を詳細に評価し、半導体のセンシングメカニズムの解明に資する基礎データを取得することに成功した。これらの研究開発成果につき、論文執筆中であり、2015年アメリカ材料学会の秋季会議（MRS 2015 Fall Meeting）にて学術講演を行った。また、助教2名をimec-Holst Centreに短期（10日間）派遣し、脳波センサー・システムやLSI設計技術、ヘルスケアデバイスについての討論、今後の共同研究の協議を行った。その助教の1名は、imec協力機関であるгент大学、デルフト工科大学も訪問し、ストレッチャブルナノワイヤ導電膜、柔軟デバイス信頼性向上について討論を行い、共同研究の取り組みについて協議した。受け入れ研究では、imec-Holst Centreの連携機関であるEindhoven工科大学より先方の予算措置により修士学生1名が約3か月滞在し、共同研究を推進し、マイクロフルイドセンサの開発の端緒を切り開いた。

7月には、第3回全体会議をimecの協力機関Holst Centre（オランダ）にて開催し、各共同研究報告と共に今後の連携研究の強化について協議した。産研7名（3日）、東工大1名（3日）、imec4名（2名：2日、2名：1日）、Max Planck研1名（2日）、Holst Centre2名が参加した（Oxford大、Purdue大、NTNUはポスター参加）。

・ノルウェー科学技術大との連携（R5）：

27年度には修士学生1名、博士後期課程学生1名を各1か月、准教授1名を1週間派遣し、導電性薄膜、半導体薄膜のストレッチャブル特性の研究を実施、また、7月にはR1, R2グループとの共催のNTNUでのプリンティッド・エレクトロニクス実装技術に関するセミナーを開催しており（産研から6名、imec2名、NTNU10名）、当会議はフレキシブル・ストレッチャブル・センシングデバイス実現に向けての重要な会議となった。

「バイオセンシング」研究グループ（共同研究：R3, R4, R6）

・パデュー大学との連携（R3）：

27年度には修士学生1名を1か月派遣し、グラフェンとナノチューブのコンポジット材料を形成する研究をPurdue大学の学生と共同して遂行した。この技術により導電率が向上したグラフェンを、R1, R2グループとの連携研究のもとバイオセンサーに用いる計画を進めている。これにより、検出電流の増加、雑音耐性の向上に伴うストレスセンサー検出感度

の上昇が期待できる。

・オックスフォード大学との連携 (R4) :

27年度の連携としては、3月に連携研究者の Prof. Christian EGGELING が産研を訪問し、バイオ組織の超高分解能顕微鏡観察法に関する討論と講演を行った。また、MATTHEW 研究室に永井研修士学生1名を1か月派遣、iPS細胞の培養方法、心筋細胞作製技術の習得および自作 PH センサーによる心筋細胞内リソゾームの PH 変化の可視化などの成果を挙げた。永井研では、昨年度派遣者の継続研究により、化学発光性電位センサーによる iPS 細胞由来心筋細胞の電気シグナル変化の可視化にも成功している。27年度は松本研より CONTERA 研究室に修士学生1名を1か月派遣し、大阪大学で研究を行っている人獣感染インフルエンザの感染機構を担うウイルスのヘマグルチニンタンパク質について共同研究を行った。オックスフォード大学の液中原子間力顕微鏡 (AFM) の技術を用いてヘマグルチニンの形状を液中で観察することに成功した。

・パリ南大学との連携 (R6) :

27年度は、いままでの連携研究成果を基に、キラル素子開発に関する共同研究を進め、得られるヘリセン誘導体等のバイオセンシングデバイスへの応用研究を実施することとした。パリ南大に博士後期課程学生1名を40日間派遣し、パリ南大のグループで合成したキラル素子を活用する有機分子触媒の創製と、応用について検討した。派遣した学生の滞在中に論文投稿可能な成果は見いだせなかったものの、中程度のエナンチオ選択性で促進される反応を見いだすことができた。また、パリ南大から教授1名 (6日間)、研究員1名 (1日間) が産研を訪問し、研究討論を行い、特別講演を開催した。

「センシング高度情報処理」研究グループ (共同研究: R7, R8, R9、および研究者交流)

・ドレクセル大学との連携 (R7) :

27年度は、八木教授と満上助教がドレクセル大Nishino教授を訪問し小規模セミナーを開催し、意見交換の結果、「ウェアラブルカメラ映像中の人の注視方向の推定」のテーマで今後の高精度な環境三次元モデル化技術の連携研究を進めることとなった。その後、ネット会議等で議論を継続し、一定の成果を得たが、2月にNishino教授の来阪の機会に、再度上記テーマのミーティングを行い、議論を深めた。それら成果は28年5月、8月の情報関係国内会議にて発表の予定であり、コンピュータビジョン関係国際会議にも論文投稿予定である。

・レンヌ第1大学との連携 (R8) :

モバイル・ウェアラブルデバイスから収集されるビッグデータをマイニングに関する共同研究を25年度からジョセフ・フリーエ大学の TERMIER 准教授と行っていたが、27年度から TERMIER 教授がレンヌ第1大学に転出 (准教授より昇進) したため、レンヌ第1大学を協力機関とし、当共同研究を継続することとなった。27年度には教授1名 (9日間) がレンヌ第1大学を訪問し、電子デバイスから出力される動作ログビッグデータからデバイス動作の検証を行うリアルタイム解析アルゴリズムへの拡張に関する研究・討論を行った。その知見を基に、日本側においてスマートフォンなどに実装可能な超小型の微粒子センサや嗅

覚センサの高信頼化情報技術の開発を開始した。28年度に今後の可能性と展望を明らかにするセミナーをレンヌ第1大学にて開催する予定である。

・ワシントン大学との連携（米国協力機関との研究者交流）：

27年度は准教授1名がワシントン大学 BILMES 教授を1週間訪問し、電子センシングデバイス等から出力される画像データを処理し、特定の被写体とその動きを抽出するための、機械学習最適化の基礎原理の確立を目指す共同研究を行った。28年度からは、ワシントン大学との研究交流成果を発展的に「共同研究 R8」に組み入れ、産研—レンヌ第一大学—ワシントン大学との連携共同研究を展開することとなった。

・KU Leuven との連携（R9）：

27年度には、ルーベン・カトリック大学(KU Leuven) DE RAEDT 教授のもとに、博士後期課程学生1名を2か月半、教授1名を1週間派遣し、推論、機械学習およびデータマイニングについての共同研究を実施した。アンケートに加え、脳波、心拍、皮膚抵抗などの生体センサの情報を活用した個人に適した音楽を推薦する研究を進展させた。

・テレコム研・パリとの連携（フランス協力機関との研究者交流）：

仮想的抑圧（観客、聴衆などによる心理的抑圧状態を想定）による心理状態の変化について、当事業での「研究者交流」を行って来ている。残念ながら、27年度はテレコム研施設の移設工事が入ったため、当「研究者交流」計画は実施できなかった。

6-2 学術面の成果

「フレキシブルセンシングデバイス」研究グループの成果

- ・R2, R5グループと連携し、R2, R5グループが進めているカーボンナノチューブを利用したフレキシブルデバイス用ナノ配線技術にヒントを得たドーピング制御法を用い、移動度 $1 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 程度の良好なp型及びn型トランジスタ特性を得ることに成功した（Max Planck, Mainz研と連携）。
- ・半導体センサーの検出（センシング）部分の各種作製条件を制御し、半導体のセンシングメカニズムの解明に資する基礎データを取得することに成功した。また、脳波センサー・システムやそのLSI設計技術、ヘルスケアデバイスについて討論し、今後の共同研究の協議を行った（imec との連携）。
- ・フレキシブル・センサー用導電性薄膜、半導体薄膜のストレッチャブル特性の研究を実施。7月にはR1, R2グループとの共催のNTNUでのプリンティッド・エレクトロニクス実装技術に関するセミナーを開催した（ノルウェー科学技術大との連携）。

「バイオセンシング」研究グループの成果

- ・センサー用検出電流の増加、雑音耐性の向上（センサー検出感度の向上）を目指したグラフェン/ナノチューブ・コンポジット材料の作成と物性測定の研究を進行させた（パデュー大との連携）。
- ・昨年度派遣者の継続研究により、化学発光性電位センサーによるiPS細胞由来心筋細胞の電気シグナル変化の可視化に成功した。また、人獣感染インフルエンザの感染機構を担うウイルス表面のヘマグルチニンタンパク質について共同研究を行い、オックスフォ

ード大学の液中原子間力顕微鏡 (AFM) の技術を用いてヘマグルチニンの形状を液中で観察することに成功した (オックスフォード大との連携)。

・有機分子触媒存在下でのバナジウム触媒による多環式フェノール類の酸化カップリング反応を検討したところ、有機分子バイオセンシングデバイスとして利用可能なヘテロヘリセン類が効率よく得られた。触媒反応効率の向上ならびに、得られるヘリセン様化合物の応用について検討中である (パリ南大との連携)。

「センシング高度情報処理」研究グループの成果

・高精度な環境三次元モデル化技術に関する連携研究を進めており、8月には小規模セミナーをドレクセル大にて実施し、安心安全を保障するセンシングに関する高度情報処理技術の開発を更に推進させた (ドレクセル大との連携)。

・センシングデバイス実動作中の監視や管理を含めた高信頼化技術の実装を可能とする研究を進展させた。その知見を基に、日本側においてスマートフォンなどに実装可能な超小型の微粒子センサや嗅覚センサの高信頼化情報技術の開発を開始した (レンヌ第1大との連携)。

・個人に適した音楽を選んで推薦するシステムについて研究を行った。特に、その中で用いられる推論、機械学習およびデータマイニングについての共同研究を実施した。アンケートに加え、脳波、心拍、皮膚抵抗などの生体センサのデータを活用することで、従来から馴染みのある曲とは一見無関係な、掘り出し物を発見する手法を考案した (KU Leuven との連携)。

6-3 若手研究者育成

27年度からは、当事業研究テーマに沿った研究成果を挙げる必要性から、派遣期間は25, 26年度での標準1か月派遣を改め、2カ月半派遣(1名)、3カ月派遣(1名)も組み入れた。派遣人数は従来とほぼ同数の11名となった。一方、欧米各拠点研究機関からも日本への11名の研究者を受け入れた(1日~10日間10名、3ヶ月間1名)。また、連携共同研究のため、若手研究者(助教、准教授)5名、教授、特任教授2名が海外拠点機関、協力機関を訪問した。派遣先機関における研究者・指導者・学生との交流も盛んであった。帰国後も研究交流が継続されており、当プログラムの趣旨に沿った国際交流が継続されつつある。

なお、産研では、毎年、派遣若手研究者の派遣報告会を実施しており、派遣者の報告に関しては、産研・研究拠点形成事業ホームページの” Internship Reports” コラムへの英文報告を義務化し、英語による発信能力を向上させた。

6-4 その他(社会貢献や独自の目的等)

本事業のもとで、ソフトマテリアル・センシングデバイスを創生し、さらに先端情報処理技術を導入することによって、医療や安全生活上有用なウェアラブルな高度センシングデバイスを創製することが可能となる。このような開発研究によって、人類が安全・安心のもとに生活できる健康管理環境や生活環境を作り出すことができる本事業はそのようなタイプのグローバル研究の先端を走る事業であり、合わせてグローバル若手人材の育成に寄

与できる事業と考えている。医療や安全生活の上で社会貢献できるとする当事業の考えは、すでに大阪大学のプログラムとして文科省 COI プログラムに取り上げられ（「人間力活性化によるスーパー日本人の育成と産業競争力増進／豊かな社会の構築：2014～」）、産研は当 COI プログラム中で医療関係センシング技術開発の中心として活動しており、「社会貢献」に近づきつつある。

6-5 今後の課題・問題点

27 年度からの研究方向を、フレキシブル・バイオ・脳波センシングデバイスに絞り込み、それと高度情報処理技術を関係させた 国際連携・若手派遣研究交流を具体的に展開することとし、研究の方向を絞ることに関する課題は解決しており、この点については中間評価では良い評価を得ている。それに伴って、①フレキシブルセンシングデバイス、②バイオセンシング、③センシング高度情報処理、の3方向でのグループ間連携研究を強化する方針で進みつつあり、28 年度には、(a)ストレス（心労）センサーの創製、(b)フレキシブル・電位測定デバイスによる脳波センシング、(c)フレキシブル・ストレッチャブル超高感度圧力センシングデバイス創製、(d)情報処理応用・精神・身体状態の診断、などのセンシングデバイス創製研究で成果を挙げる計画である。この計画を実現するために、「海外連携機関との共同研究の一層の深化・展開と、「共同研究グループ間連携」の強化も更に求められている。

6-6 本研究交流事業により発表された論文等

- (1) 平成27年度に学術雑誌等に発表した論文・著書5本
うち、相手国参加研究者との共著 5本
- (2) 平成27年度の国際会議における発表 6件
うち、相手国参加研究者との共同発表 2件
- (3) 平成27年度の国内学会・シポジウム等における発表 5件
うち、相手国参加研究者との共同発表 1件

7. 平成27年度研究交流実績状況

7-1 共同研究

整理番号	R-1	研究開始年度	平成25年度	研究終了年度	平成29年度
研究課題名	(和文) フレキシブル有機半導体デバイスの開発				
	(英文) Development Study on Flexible Organic Semiconductors Devices				
日本側代表者	(和文) 竹谷純一・東京大学大学院新領域創成科学研究科・教授				

氏名・所属・職	(英文) Junichi TAKEYA・Graduate School of Frontier Sciences・The University of Tokyo・Professor	
相手国側代表者 氏名・所属・職	(英文) Paul BLOM・Max Plank Institute (Mainz Laboratory)・Director	
参加者数	日本側参加者数	3名
	(ドイツ) 側参加者数	2名
	(ベルギー) 側参加者数	2名
27年度の研 究交流活動	25, 26年度の日本側の竹谷教授グループと欧州側のBLOM教授による共同研究により、新規塗布型有機半導体デバイスの基礎物性とキャリア伝導機構を解明する研究と、有機強誘電体を用いた低電圧動作型の高性能有機メモリデバイスの開発研究が実施され、成果を挙げた。27年度はこれらの成果のもとに、R2グループR5グループとも連携を強化した、塗布法によるフレキシブル基板上の金属配線を組み合わせた有機半導体トランジスタに関する共同研究を実施し、バイオセンサー用フレキシブル有機半導体デバイス技術の開発研究を進めた。このため、日本側から若手研究者1名をBLOM教授または協力機関(グローニンゲン大学)のもとに1か月派遣し、BLOM教授の関係の若手研究者を1名、1か月程度受け入れた。なお、本共同研究では、R2, R5グループとの連携強化のために、研究題目を従来の「有機半導体デバイスの電荷輸送機構の研究」から標記の題目に変更して実施することとなった。	
27年度の研 究交流活動から得 られた成果	高移動度のn型およびp型有機半導体の開発研究成果のもとに、フレキシブル光電変換素子やメモリデバイスの基盤となりうる溶液プロセス可能な、両極性半導体デバイスの開発研究を、協力機関と共同して行った。特に、R2, R5グループが進めているカーボンナノチューブを用いた、フレキシブル・ナノ配線技術にヒントを得たドーピング制御法を援用し、移動度 $1\text{ cm}^2/\text{Vs}$ 程度の良好なp型及びn型トランジスタ特性を得ることに成功した。 センサー信号を記録するメモリを含めたバイオセンサー用のフレキシブル有機半導体・集積デバイスの開発を目指し、ドーピング量を溶液プロセスによって制御する独自の手法を見出したことにより、高移動度の両極性半導体トランジスタのCMOS回路を構築した。この結果は、28年3月に日本物理学会において、国際共同研究成果として口頭発表を行った。	

整理番号	R-2	研究開始年度	平成25年度	研究終了年度	平成29年度
研究課題名	(和文) 高度センシング・ウェアラブルデバイス・実装技術開発				
	(英文) Development of Advanced Sensing and Wearable Devices and Their Packaging Technologies				
日本側代表者 氏名・所属・職	(和文) 菅沼克昭 大阪大学産業科学研究所 教授				
	(英文) Katsuaki SUGANUMA ・ The Institute of Scientific& Industrial Research ・ Osaka University ・ Professor				
相手国側代表者 氏名・所属・職	(英文) Jo DE BOECK ・ CTO & senior vice president of imec				
参加者数	日本側参加者数	9名			
	(ベルギー) 側参加者数	6名			
	() 側参加者数	名			
27年度の研究 交流活動	25, 26年度は、imec が有するレーザーパターニング技術、ストレッチャブル配線作製技術、産研側が有するソフトナノマテリアル・金属ナノ材料デバイス技術と組み合わせて、次世代フレキシブル・ウェアラブルデバイスに資するストレッチャブル透明導電膜を開発とデバイス実装の共同研究を実施した。また、産研で開発した有機化学合成・電界効果トランジスタ (OFET) 用新規半導体材料の性能向上研究と相補回路構築を imec と共に実施した。27年度は、これらの共同研究を更に発展させるとともに、医療等に適した高感度センシング・ウェアラブル (ストレッチャブル) デバイスの開発に向けた研究を進行させた。このために、R1, R5 グループとも連携を密にした。27年度は、日本側から若手研究者2名を imec に派遣し (3 か月滞在1名、1 か月滞在1名)、imec-ホルストセンターの共同研究者 (アイントホーフエン工科大教授) の学生を3 か月受け入れた。				
27年度の研究 交流活動から得 られた成果	産研が独自に開発したセンサー用材料を大学院生が imec 滞在中に合成し、かつセンサーデバイスとして作製するとともに、imec のセンサー評価手法によって、センサー特性を詳細に評価した。この評価によって、これまで、高真空法でのみ作製されていた特定のセンサーデバイスを大気圧下で、製造できることを見出しただけでなく、産研で得られた半導体センサーの検出 (センシング) 部分の各種作製条件を制御することで、半導体のセンシングメカニズムの解明に資する基礎データを取得することに成功した。これらの研究開発成果は、論文執筆中であり、27年アメリカ材料学会の秋季会議 (MRS 2015 Fall Meeting) にて、学術講演を行った。				

整理番号	R-3	研究開始年度	平成25年度	研究終了年度	平成29年度
研究課題名	(和文) ナノワイヤによるバイオセンシング技術の開発				
	(英文) Bio Sensing using Nanowire				
日本側代表者 氏名・所属・職	(和文) 松本和彦・大阪大学産業科学研究所・教授				
	(英文) Kazuhiko MATSUMOTO・The Institute of Scientific& Industrial Research・Osaka University・Professor				
相手国側代表者 氏名・所属・職	(英文) David JANE, Purdue University, Professor				
参加者数	日本側参加者数	9名			
	(米国)側参加者数	2名			
	()側参加者数	名			
27年度の研 究交流活動	<p>25, 26年度は、パデュー大学に学生を派遣し、パデュー大学の大学院学生と共同でグラフェンと金ナノワイヤのコンポジットの作成の研究を行い、その透過率の改善を行う研究を実施してきた。</p> <p>27年度は、この成果を基に、バイオセンシングに適応したグラフェン/金ナノワイヤ・検出デバイス創成に関する共同研究を継続し、フレキシブル・バイオセンシングの研究に向けた共同研究を展開し、共同研究グループ R4、R6 との連携を強化した。27年度は若手研究者1名を1か月、パデュー大学に派遣した。</p>				
27年度の研 究交流活動から得 られた成果	<p>パデュー大学は、グラフェンとナノワイヤ、ナノチューブのコンポジット材料を形成することで、グラフェンが有するグレインバウンダリーにおける抵抗の上昇を、ナノワイヤ/ナノチューブで橋渡しすることにより、グラフェン本体の導電率をあげる研究を実施している。27年度に大阪大学の修士の学生1名をパデュー大学に派遣して、グラフェンとナノチューブのコンポジット材料を形成する研究をパデュー大学の学生と共同して遂行した。この技術により導電率が向上したグラフェンを、大阪大学が研究遂行しているバイオセンサーに用いることにより、検出電流を増加させ雑音耐性が向上することにより、感度の向上が期待できる。また、パデュー大学の JANE 教授が国際会議である ISANN 2015 にて、共同研究を口頭発表した。</p>				

整理番号	R-4	研究開始年度	平成25年度	研究終了年度	平成29年度
研究課題名	(和文) バイオセンシング現象の解明				
	(英文) Analysis of Bio-sensing Phenomena				
日本側代表者 氏名・所属・職	(和文) 松本和彦・大阪大学産業科学研究所・教授				
	(英文) Kazuhiko MATSUMOTO・The Institute of Scientific and Industrial Research・Osaka University・Professor				
相手国側代表者 氏名・所属・職	(英文) Sonia CONTERA, Department of Physics, University of Oxford, Director of Oxford Martin Program (Lecturer)				
参加者数	日本側参加者数	4名			
	(英国) 側参加者数	3名			
	() 側参加者数	名			
27年度の 研究交流活動	<p>25, 26年度は、優れたバイオセンサー実現のための低分子やタンパク質などの基板上での吸着、結合に関する現象の物理的な解明、ナノメートルレベルの細胞内局所領域における生体分子反応の検出(超解像機能イメージング)に関する研究を実施した。27年度は、これらの研究を基に、R3, R6 グループとも連携・情報交換を密にし、(1)表面を分子で修飾したグラフェンを用いたバイオセンサーの研究をおこない、また、(2)複数の生体分子を同時にバイオセンシングする機構、並びにセンサーの特性解明に関する共同研究を実施し、優れたバイオセンシングデバイス実現に向けた研究を進展させた。27年度は、若手研究者2名をオックスフォード大学に派遣(共に1か月滞在)した。</p>				
27年度の 研究交流活動から 得られた成果	<p>25年度に派遣された若手研究者は、派遣時に学んだ技術を生かし、今年度、iPS細胞由来心筋細胞の培養に成功した。また自身の開発した世界初の化学発光性膜電位センサー、LOTUS-Vを用いて、心筋細胞の電気シグナルの変化を可視化することに成功した。この結果は新規のドラッグスクリーニング方法の開発につながる重要な結果である。27年度の若手研究者派遣1名は、今回の共同研究で、MATTEW先生の研究室にてiPS細胞の培養方法・並びにiPS細胞から心筋細胞の作成技術を習得した。また、新規に作成したpHセンサーを用いて、心筋細胞内のリソソームのpH変化を可視化することに成功した。今回の結果は、未だ詳しく知られていない心筋におけるリソソーム機能や、リソソーム関連疾患の解明に役立つと期待される。</p> <p>27年度の若手研究者派遣もう1名は、大阪大学で研究を行っている人獣感染インフルエンザの感染機構を担うウイルスのヘマグルチニンタンパク質について、オックスフォード大学において共同研究を行った。オックスフォード大学は、液中原子間力顕微鏡(AFM)の技術において高いポテンシャルを有しており、大阪大学側はこのポテンシャルを有効に活用</p>				

	<p>した。すなわち従来ヘマグルチニンの形状は確認されていなかったが、オックスフォード大学の液中 AFM の技術を用いてヘマグルチニンの形状を液中で観察することに成功した。この成果は今後インフルエンザの人類感染を調べていく上で貴重な情報となる。</p>
--	--

整理番号	R-5	研究開始年度	平成25年度	研究終了年度	平成29年度
研究課題名	(和文) プリンテッドエレクトロニクスの特異材料の力学解析				
	(英文) Mechanical Analysis of Nanomaterials for Printed Electronics				
日本側代表者 氏名・所属・職	(和文) 菅沼克昭・大阪大学産業科学研究所・教授				
	(英文) Katsuaki SUGANUMA, The Institute of Scientific and Industrial Research・Osaka University・Professor				
相手国側代表者 氏名・所属・職	(英文) Zhiliang ZHANG, Professor, Director of NTNU Nanomechanical Lab., Dept. Structural Engineering, Norwegian University of Technology (NTNU)				
参加者数	日本側参加者数	3名			
	(ノルウェー)側参加者数	4名			
	()側参加者数	名			
27年度の研 究交流活動	25, 26年度は、ノルウェー科技大(NTNU)とアルト大学との共同研究により、溶液法により創製した透明薄膜半導体・伝導体の機械特性と界面電気特性の研究および導電性接着剤の機械特性および熱抵抗の研究を進めてきている。27年度は、今までの研究成果を基に、ウェアラブル・デバイス材料に求められる機械特性に関する研究を進め、フレキシブル・ストレッチャブル・センシングデバイスの優れた機械特性付与に貢献した。このため、共同研究グループ R1, R2 との連携を強化した。27年度は、共同研究のために若手研究者をノルウェー科技大に1名、1か月派遣し、一方で、ノルウェー科技大から、若手研究者を2名、各1日、受け入れた。これにより、多孔体金属の機械特性モデルの基礎研究が進展した。7月には、ノルウェー科技大(NTNU)にて、プリンテッドエレクトロニクスセミナーを実施した。				
27年度の研 究交流活動から得 られた成果	ノルウェー科技大(NTNU)への若手研究者1ヶ月派遣により、多孔体金属の機械特性モデルの基礎研究が進められた。従来の空孔の体積分率に加えて、微細構造のトポロジーを盛り込むべきことが理解された。今後、引続き共同研究を進める予定である。また、27年7月のプリンテッドエレクトロニクスセミナーにおいては、最新の研究結果を持ち寄り、議論が行われた。特に、フレキシブル配線に関する親展はめざましく、imec から実用レベルに足るウェアラブルデバイスを作成するべく、ハードとソフト部分を破綻なく組み合わせて配線・実装を行う手法が発表された。基礎的な研究としては、産研とNTNU間の共同研究によるフレキシブルおよびストレッチャブル配線の微細構造の解明が進み、導電性を担う導電性粒子間の結合状態が明らかにされた。今までは導電性粒子間の接触による電氣的導通と考えられてきたものが、実は粒子間の焼結を伴っていることがわかった。これは特に銀コート単分散高分子粒子に見出されてお				

	り、銀などの金属薄膜粒子間の低温接合性が今後の性能向上の鍵であることが研究者間で共通認識された。
--	--

整理番号	R-6	研究開始年度	平成25年度	研究終了年度	平成29年度
研究課題名	(和文) 新規反応の開発を基盤とするバイオセンシングデバイスの創製				
	(英文) Development of Novel Bio-sensing Devices Based on New Reaction				
日本側代表者 氏名・所属・職	(和文) 笹井宏明・大阪大学産業科学研究所・教授				
	(英文) Hiroaki SASAI・The Institute of Scientific and Industrial Research・Osaka University・Professor				
相手国側代表者 氏名・所属・職	(英文) Giang VO-THANH, University of Paris-Sud, Institut de Chimie Moléculaire et des Matériaux d'Orsay (ICMMO), Professor				
参加者数	日本側参加者数	7名			
	(フランス) 側参加者数	8名			
	() 側参加者数	名			
27年度の研究 交流活動	25, 26年度は、パリ南大学に大学院生を派遣し、バイオセンサーに適用可能な反応の探索を行った。また、ブルゴーニュ大学の JUDÉ 教授のグループとの連携研究により、光学活性なリン化合物を有機分子触媒として用いることにより、類例のない新規反応の開発研究を進めた。27年度は、これらの成果を基に、パリ南大学に若手研究者1名を40日間派遣し、キラル素子開発に関する共同研究を進め、得られるヘリセン誘導体等のバイオセンシングデバイスへの応用研究を実施した。なお、本共同研究では、バイオセンシング研究グループ R3, R4 との連携を考慮し、研究題目を従来の「新規環境調和型反応の開発」から標記のように変更することとした。また、パリ南大学からは VO-THANH 教授と TOFFANO 教授が産研へ来所し、講演を行った。				
27年度の研究 交流活動から得 られた成果	パリ南大学に博士課程学生1名を派遣し、共同研究としてパリ南大学のグループで合成したキラル素子を活用する有機分子触媒の創製と、応用について検討した。派遣した学生の滞在中に論文投稿可能な成果は見いだせなかったものの、中程度のエナント選択性で促進される反応を見いだすことができた。派遣した学生は、国際感覚が大きく向上し、英語でのディスカッションも積極的に行うようになった。また、パリ南大学から教授1名と研究員1名が来日した際には、研究討論と特別講演の開催により相互理解を深めることができた。				

整理番号	R-7	研究開始年度	平成26年度	研究終了年度	平成29年度
研究課題名	(和文) ヘテロなカメラ群による視点偏在化システムの実現				
	(英文) Omnipresent Vision System by Heterogeneous Cameras				
日本側代表者 氏名・所属・職	(和文) 八木康史・大阪大学産業科学研究所・教授				
	(英文) Yasushi YAGI・The Institute of Scientific& Industrial Research・Osaka University・Professor				
相手国側代表者 氏名・所属・職	(英文) Ko NISHINO・College of Computer and Information・Drexel University・Associate Professor				
参加者数	日本側参加者数	5名			
	(米国)側参加者数	2名			
	()側参加者数	名			
27年度の研 究交流活動	<p>25, 26年度は、ドレクセル大学との「研究者交流」、「共同研究」により、ウェアラブルカメラと環境固定カメラの統合による新たな環境三次元モデル化に向けて議論を重ね、その要素技術と成る撮影画像間の対応点獲得手法について研究を実施した。27年度は、この成果をもとに、高精度な環境三次元モデル化技術に関する研究を実施し、安心安全を保障するセンシングに関する高度情報処理技術の開発を更に推進した。</p> <p>8月に八木教授と満上助教がドレクセル大学を訪問し、日本側・米国側双方の進捗状況や今後の計画について意見交換を行った。またその後も、継続的にネット会議で進捗報告・意見交換を行った。また、2月に、満上助教が研究代表者を務める大阪大学国際共同研究促進プログラムの用務で AssociateProf. NISHINO が産研へ来所され、その機会に再度 Face-to-face のミーティングを行った。</p>				
27年度の研 究交流活動から得 られた成果	<p>渡米時に、日本側・米国側双方の進捗状況や今後の計画について意見交換を行った結果、本プロジェクトに関連する新たな研究テーマとして、「ウェアラブルカメラ映像中の人の注視方向の推定」を着想するに至った。2月の Associate Prof. NISHINO とのミーティングで議論を深め、その成果を、28年3月に国内論文誌および国内学会に投稿した。そして、さらに、28年度秋に予定されているコンピュータビジョンのトップカンファレンスへの投稿を計画している。一方、昨年度まで日本側が中心となり実施していた環境三次元モデル化については、米国側に軸足を移しながら、継続して研究を進めている。こちらについても、28年度秋のトップカンファレンス投稿を計画している。</p>				

整理番号	R-8	研究開始年度	平成26年度	研究終了年度	平成29年度
研究課題名	(和文) 電子デバイスビッグログデータからのデータマイニング				
	(英文) Data mining from big log data of electric devices				
日本側代表者 氏名・所属・職	(和文) 鷺尾 隆・大阪大学産業科学研究所・教授				
	(英文) Takashi Washio・The Institute of Scientific& Industrial Research・Osaka University・Professor				
相手国側代表者 氏名・所属・職	(英文) Alexandre TERMIER, Universite Joseph Fourier, Associate Professor				
参加者数	日本側参加者数	1名			
	(フランス)側参加者数	5名			
	()側参加者数	名			
27年度の研 究交流活動	26年度は、ジョセフ・フーリエ大学との「研究者交流」、「共同研究」により、電子デバイスから出力される動作ログビッグデータからデバイス動作の検証を行う研究課題について、解析アルゴリズムの最適化を目標とした共同研究を行った。27年度はその成果に基づいて、リアルタイム解析アルゴリズムへの拡張に関する共同研究をレンヌ第1大学 TERMIER 准教授と行い、センシングデバイス・高度情報処理に関する研究を推進した。デバイス動作をリアルタイム検証する解析技術は、動作の監視や管理に必須な技術である。27年度は、教授1名がレンヌ第1大学へ9日間滞在し、レンヌ第1大学とジョセフ・フーリエ大学と連携研究を行った。				
27年度の研 究交流活動から得 られた成果	27年度は、電子デバイスから出力される動作ログビッグデータからデバイス動作の検証を行うリアルタイム解析アルゴリズムへの拡張に関する共同研究をレンヌ第1大学 TERMIER 教授と行い、センシングデバイス・高度情報処理に関する研究を推進した。そのため、レンヌ第1大学、ジョセフ・フーリエ大学と連携研究を実施し、研究者1名がレンヌ第1大学に9日間訪問した。これにより、リアルタイム解析アルゴリズムによって、センシングデバイスの実動作中の監視や管理を含めセンシングデバイスの実問題への高信頼な実装が可能になり、センサとしての実用化が促進された。 また、レンヌ第1大学の研究者等との議論の中で、モバイル・ウェアラブル端末に実装することにより社会にとって重要な応用展開が期待される新たなセンシングデバイスの機能が明らかになった。 その知見を基に、日本側においてスマートフォンなどに実装可能な超小型の微粒子センサや嗅覚センサの開発を開始した。				

整理番号	R-9	研究開始年度	平成26年度	研究終了年度	平成29年度
研究課題名	(和文) 機械学習とデータマイニング				
	(英文) Machine learning and data mining				
日本側代表者 氏名・所属・職	(和文) 沼尾正行・大阪大学産業科学研究所・教授				
	(英文) Masayuki Numao・The Institute of Scientific and Industrial Research・Osaka University・Professor				
相手国側代表者 氏名・所属・職	(英文) Luc De Raedt・Department of Computer Science, KU Leuven・Professor				
参加者数	日本側参加者数	2名			
	(ベルギー)側参加者数	2名			
	()側参加者数	名			
27年度の 研究交流活動	26年度より、シンボルを中心とした推論、機械学習およびデータマイニングについての共同研究を imec と緊密な連携関係にあるルーベン・カトリック大学と進めている。27年度は、8月に京都で開催された国際会議にて、Luc De Raedt 教授と研究打ち合わせを行い、ルーベン・カトリック大学へ博士後期課程学生1名を11月中旬から1月中旬までの2か月半、11月に教授1名を1週間派遣した。11月には、ルーベン・カトリック大学にて、共同研究の打ち合わせとミニセミナーを開催し、発表した。				
27年度の 研究交流活動から 得られた成果	推論、機械学習およびデータマイニングについての世界最高レベルの研究グループとの共同研究によって、27年度は、センシングしたデータからの機械学習と、それをを用いた診断に関する情報処理研究について、世界レベルの研究への展開がなされた。具体的には、個人に適した音楽を選んで推薦するシステムについて研究を行った。特に、その中で用いられる推論、機械学習およびデータマイニングについての共同研究を実施した。アンケートに加え、脳波、心拍、皮膚抵抗などの生体センサのデータを活用することで、従来から馴染みのある曲とは一見無関係な、掘り出し物を発見する手法を考案した。11月のルーベン・カトリック大学におけるミニセミナーでは、15名の参加者を得て、発表し、生体センサの情報を活用した音楽の推薦に関する研究を進展させた。また、本国際共同研究によって、若手研究者の自主的な研究活動や、国際研究感覚の醸成がなされた。				

7-2 セミナー

整理番号	S-1
------	-----

セミナー名	(和文) 日本学術振興会研究拠点形成事業「第3回拠点形成総合セミナー」
	(英文) JSPS Core-to-Core Program “3 rd Conference for Fusion to Fabricate Soft-Materials Sensing Devices”
開催期間	平成27年6月29日 ~ 平成27年6月29日 (1日間)
開催地(国名、都市名、会場名)	(和文) オランダ、アイントホーヘン、ホルストセンター
	(英文) The Netherlands, Eindhoven, Holst Centre(imec-NL)
日本側開催責任者 氏名・所属・職	(和文) 松本和彦 大阪大学産業科学研究所、教授
	(英文) Kazuhiko MATSUMOTO, ISIR Osaka Univ. Professor
相手国側開催責任者 氏名・所属・職 (※日本以外で開催の場合)	(英文) Jo DE BOECK, imec, CTO & Senior Vice President

参加者数

派遣先 派遣	セミナー開催国 (オランダ)	
日本 〈人/人日〉	A.	8/ 32
	B.	1
ドイツ 〈人/人日〉	A.	1/ 2
	B.	0
ベルギー 〈人/人日〉	A.	4/ 10
	B.	0
オランダ (imec-Holst Centre側)	A.	2/ 2
	B.	35
合計 〈人/人日〉	A.	15/ 46
	B.	36

A. 本事業参加者 (参加研究者リストの研究者等)

B. 一般参加者 (参加研究者リスト以外の研究者等)

※日数は、出張期間 (渡航日、帰国日を含めた期間) としてください。これによりがたい場合は、備考欄を設け、注意書きを付してください。

セミナー開催の目的	産研と欧米6拠点 (imec, Max Planck, Oxford 大, Paris-Sud 大, NTNU, Purdue 大) のコーディネーターならびに協力機関を含めた当プログラム参加者が一堂に会し、当事業での3回目の全体会議を開催する。(1) センシングデバイス用バイオ・有機材料 (ソフトマテリアル) 開発研究、(2) 機能性ソフトマテリアルのデバイス化、センサー化研究、(3) 多様なセンシング情報に基づく情報処理研究、に関する最新の共同研究成果について発表し、これら基盤・要素的研究をベースにした、今後のバイオ/脳波・ウェアラブルセンシングデバイス創製と情報処理技術の融合に向けての共同研究の進め方に関する討論などを行う。		
セミナーの成果	第3回 C2C 会議は、第4回 imec 阪大国際シンポジウムに相当する6月29日にホルストセンター/ IMEC-NL、アイントホーフェン、オランダで開催された。この会議は、3つのオーラルセッション、imec デモンストレーション、ポスターセッション、Soliance ラボツアーで構成され、総計51名が参画した。内容はフレキシブル有機材料デバイス及びバイオセンシング技術に関する発表がされました。imec デモンストレータネットワーク議論は、ガス検知装置、EEG システム、伸縮 LED デバイス、ウェアラブルデバイスのトピックの4種類から構成されたもので、全体のそれぞれのセッションについて、非常に積極的かつ実りの有るネットワーキングの議論を行いました。C2C 拠点間メンバーで次の共同研究への良好な連携関係が確立できました。		
セミナーの運営組織	Organizing committee: Jo DE BOECK(imec), Sywert BRONGERAMA (Holst Centre), An BEYNS (Holst Centre), Kazuhiko MATSUMOTO, Mototsugu OGURA (ISIR, Osaka University)		
開催経費 分担内容 と金額	日本側	内容:	金額
		国内旅費	2.5 万円
		外国旅費	229.1 万円
		備品・消耗品購入費	0.2 万円
		その他経費	20.7 万円
		消費税	18.4 万円
	(ベルギー・オランダ) 側	内容	会場費、レセプション費他
	(ドイツ) 側	内容	旅費、滞在費
	(英国) 側	内容	ポスター作成・発送費
	(米国) 側	内容	ポスター作成・発送費
	(ノルウェー) 側	内容	ポスター作成・発送費

整理番号	S-2
セミナー名	(和文) 日本学術振興会研究拠点形成事業「プリンテッド・エレクトロニクスセミナー」 (英文) JSPS Core-to-Core Program “Printed Electronics Seminar for Fabricating Soft-Materials Sensing Devices”
開催期間	平成27年7月1日 ~ 平成27年7月2日 (2日間)
開催地(国名、都市名、会場名)	(和文) ノルウェー、トロンハイム、ノルウェー科学技術大学 (英文) Norway, Trondheim, NTNU
日本側開催責任者 氏名・所属・職	(和文) 松本和彦 大阪大学産業科学研究所 教授(プログラム代表) (英文) Kazuhiko MATSUMOTO ISIR Osaka Univ. Professor
相手国側開催責任者 氏名・所属・職 (※日本以外で開催の場合)	(英文) Zhiliang ZHANG, Norwegian University of Science and Technology (NTNU), Professor

参加者数

派遣先 派遣		セミナー開催国 (ノルウェー)
日本 〈人/人日〉	A.	4/ 17
	B.	0
ベルギー 〈人/人日〉	A.	1/ 3
	B.	0
英国 〈人/人日〉	A.	1/ 3
	B.	0
ノルウェー 〈人/人日〉	A.	5/ 10
	B.	1
合計 〈人/人日〉	A.	11/ 33
	B.	1

A. 本事業参加者 (参加研究者リストの研究者等)

B. 一般参加者 (参加研究者リスト以外の研究者等)

※日数は、出張期間 (渡航日、帰国日を含めた期間) としてください。これによりがたい場合は、備考欄を設け、注意書きを付してください。

セミナー開催の目的	<p>欧州拠点の一つであるノルウェー科技大 (NTNU) では、本事業におけるフレキシブルデバイス材料にとり重要な要素である、プリンティッド・エレクトロニクス技術、特にナノワイヤ接合、ナノワイヤ強度に関する産研との共同研究を進めている。今後のフレキシブル・センシングデバイス創製に向けて重要となるプリンティッド・エレクトロニクスに関するセミナーを NTNU で開催し、連携研究を更に進展させる。</p>		
セミナーの成果	<p>参加研究者における最新の研究結果が発表された。特に、PN 接合有機光起電力 (OPV) 電池性能について、およびウェアラブルデバイスのためのフレキシブル配線について発表が行われた。NTNU からは、阪大産研との共同研究の結果として単分散銀コートポリマー粒子を用いた ICA (等方性導電性接着剤) の解析が発表された。注目すべきは、導電性粒子間の電氣的導通は、これまで有機バインダーマトリックスによる粒子間の接触応力により確保されていたと考えられてきたが、十分な導電性を発揮する資料に置いては、粒子間の銀膜同士が焼結して一体となっていることが明らかにされたことである。これにより、フレキシブル配線の高性能化への指針が明確にされた。</p>		
セミナーの運営組織	<p>organizing committee: Ziliang ZHANG, Jianying HE (NTNU), Kazuhiko MATSUMOTO, Katsuaki SUGANUMA, Shijo NAGAO, Mototsugu OGURA (Osaka Univ.) Jo de Boeck (imec)</p>		
開催経費 分担内容 と金額	日本側	内容:	金額
		国内旅費	2万円
		外国旅費	118万円
		備品・消耗品購入費	0万円
		その他経費	0万円
		消費税	10万円
	(ノルウェー) 側	内容 会場費、レセプション費他	
	(ベルギー) 側	内容 旅費、滞在費	
	(英国) 側	内容 旅費、滞在費	

整理番号	S-3
セミナー名	(和文) 日本学術振興会研究拠点形成事業「第2回高度センシングに関するセミナー」
	(英文) JSPS Core-to-Core Program “2 nd Seminar on Advanced Sensing”
開催期間	平成27年8月13日 ~ 平成27年8月13日 (1日間)
開催地(国名、都市名、会場名)	(和文) 米国、フィラデルフィア、ドレクセル大学
	(英文) USA, Philadelphia, Drexel University
日本側開催責任者 氏名・所属・職	(和文) 八木康史・大阪大学産業科学研究所・教授
	(英文) Yasushi YAGI, Institute of Scientific and Industrial Research, Osaka University, Professor
相手国側開催責任者 氏名・所属・職 (※日本以外で開催の場合)	(英文) Ko NISHINO, Drexel University, Professor

参加者数

派遣先 派遣	セミナー開催国 (米国)	
	A.	B.
日本 〈人/人日〉	A.	2/ 10
	B.	0
米国 〈人/人日〉	A.	1/ 1
	B.	0
合計 〈人/人日〉	A.	3/ 11
	B.	0

A. 本事業参加者(参加研究者リストの研究者等)

B. 一般参加者(参加研究者リスト以外の研究者等)

※日数は、出張期間(渡航日、帰国日を含めた期間)としてください。これによりがたい場合は、備考欄を設け、注意書きを付してください。

セミナー開催の目的	ドレクセル大学のProf. NISHINOの研究グループとともにセミナーを開催し、双方の研究成果について意見交換を行う。ドレクセル大学の隣にはペンシルバニア大学があり、そこでコンピュータビジョンの研究を行うProf. SHIの研究グループも参加予定であったが、日程等の都合により、ペンシルバニア大学のProf. SHIが参加できないことから、当初計画していた大規模なセミナーではなく、少人数での意見交換の場として実施した。		
セミナーの成果	日程等の都合により、ペンシルバニア大学のProf. SHIが参加できないことから、当初計画していた大規模なセミナーではなく、少人数での意見交換の場として実施した。このような形態にしたおかげで、日本側・米国側双方の進捗状況について詳細に理解し、深い議論を行うことができたため、「ウェアラブルカメラ映像中の人の注視方向の推定」という新たな研究テーマの着想に至った。		
セミナーの運営組織	organized committee: YasushiYAGI, Ikuhisa MITSUGAMI (Osaka University) Ko NISHINO(Drexel University)		
開催経費 分担内容 と金額	日本側	内容	金額
		国内旅費	28,080円
		外国旅費	289,240円
		消費税	23,139円
	(米国)側	内容	会場費、セミナーに係る備品・消耗品費他

7-3 研究者交流（共同研究、セミナー以外の交流）

所属・職名 派遣者名	派遣・受入先 (国・都市・機関)	派遣期間	用務・目的等
産業科学研究 所・准教授・河 原 吉伸	米国・シアトル・ University of Washington	平成 28 年 2 月 20 日～ 平成 28 年 2 月 28 日(10 日間)	本交流では、機械学習分野における最適化で著名な J. Balmes 教授とその学生と議論を行った。平成 25 年度に行った研究交流では、機械学習に必要な組合せ最適化において、特殊な構造を持った問題への最適化アルゴリズムの開発を行った。今回の交流では、より一般的な構造の場合に対して汎用的に適用可能なアルゴリズムに関する議論・開発を行うとともに、その機械学習における応用の可能性について議論を行った。
産業科学研究 所・教授・沼尾 正行	ベルギー・ルーベン・ ルーベンスリック大 学	平成 28 年 11 月 10 日 ～平成 26 年 11 月 18 日(9 日間)	R9 共同研究において、Sirawit Sopchoke (D1) の海外派遣中に滞在し、共同研究の打ち合わせを行った。また、機械学習とセンサー情報を活用した音楽の生成と推薦について、ミニセミナーを開催し、発表した。参加人数は次の通りであった。 日本側(日本人、タイ人): 2 名 ベルギー側: 15 名
産業科学研究 所・助教・荒木 徹平	国: ベルギー/オランダ・ 市: アントワープ/アイン トホーフェン 機関: アントワープ大学・ デルフト工科大学/ ホルストセンター・ アイントホーフェン 工科大学	平成 28 年 2 月 22 日～3 月 03 日(11 日)	アントワープ大学では、ストレッチャブル Ag ナノワイヤ透明導電膜のアプリケーション作製に向けた進捗状況の報告会を行った。 デルフト工科大学では、柔軟デバイスの信頼性向上に向けて、共同研究の可能性を相談した。 アイントホーフェン工科大学では、生体センサに関して議論を行い、今後共同研究を加速させることで同意を得た。 Holst Center では、ヘルスケアデバイスの研究進捗や今後の取り組みに関して議論した。
産業科学研究 所・特任教授・ 小倉基次	オランダ/ベルギー・ アントワープ/アイン トホーフェン/ルー	平成 28 年 2 月 28 日～3	・ホルストセンター：関谷研究室の紹介と現在取り組んでいる脳波

	ベン・HolstCentre/imec	月 5 日 (7 日)	<p>センサについて報告を行った。ホルストセンターからは、生体センサに関するシステムや LSI 設計技術について報告を受け、今後の共同研究テーマを議論した。</p> <p>imec：関谷研究室の研究内容紹介と脳波センサに関する紹介また有機半導体回路技術について報告を行った。imec 側からは、ISSCC にて採択された論文に関する紹介や、今後の取り組みについてご紹介頂き、連携テーマに関する議論を行った。</p>
産業科学研究所・助教・吉本秀輔	オランダ/ベルギー・アイントホーフエン/ルーベン・HolstCentre/imec	平成 28 年 2 月 27 日～3 月 6 日 (9 日)	<p>・ホルストセンター：関谷研究室の紹介と現在取り組んでいる脳波センサについて報告を行った。ホルストセンターからは、生体センサに関するシステムや LSI 設計技術について報告を受け、今後の共同研究テーマを議論した。</p> <p>imec：関谷研究室の研究内容紹介と脳波センサに関する紹介また有機半導体回路技術について報告を行った。IMEC 側からは、ISSCC にて採択された論文に関する紹介や、今後の取り組みについてご紹介頂き、連携テーマに関する議論を行った。</p>
東京大学院・新領域創成科学研究科・教授・竹谷純一	日本・大阪府・大阪大学産業科学研究所	平成 28 年 2 月 25 日 (1 日)	<p>研究拠点形成事業担当者会議へ参加し、フレキシブルセンシング・デバイスグループとの研究打合せ、R1 フレキシブル有機半導体デバイスの開発の共同研究に関する研究打ち合わせを行った。</p>

7-4 中間評価の指摘事項等を踏まえた対応

中間評価では、いくつかの今後改良を要する点の指摘を受けた。それらを項目に分けて以下に示す。

[研究計画] :

長期展望に立ち、人材交流を含めて、どの機関とどの部分を強化し、有機的なネットワークに成長させるのかという点についても、より具体的な計画を立てる必要がある。今後の計画については、全体会議等で方向性をより明確にするよう、参加者の意思統一を図る必要がある。

[共同研究の成果] :

(1) ソフトマテリアルデバイス技術と情報処理技術を融合した高度センシング技術への展開への一層の努力が望まれる。

(2) 参加機関数、参加研究者数が多いのに対して、論文発表や学会発表数が少ない。特に研究課題の中心となるソフトマテリアルの開発とデバイス技術に関する共同研究を推進する必要がある。

[拠点間ネットワーク] :

各々の機関との交流は進んでいるが、それらを連携させた研究ネットワーク形成としてはまだ成果が見られない。

[若手交流・人材育成] :

(1) 現状では日本側からの研究者、学生の派遣が多くなっているが、今後は、より多くの海外機関からの若手研究者の招聘や、博士後期課程学生の受け入れも望まれる。

(2) 若手研究者人材育成という観点からは、もう少し長期間（2～3ヶ月）の滞在が効果的と思われるが、長期派遣者の数は少ない。

(3) 持続的な世界拠点として、アジア諸国に対する社会貢献、人材育成についても、将来的に検討することを期待したい。

[マッチングファンド]

滞在費・旅費などを相手国側が適切に負担しているが、現時点では十分に得られているとは言えない。対等な協力関係を築くため、海外研究機関からの若手研究者、学生の受け入れにおいて、今後より一層のマッチングファンドの確保を進める必要がある。

これらの指摘に対し、28年度以降は、以下のような対応を行う。

[研究計画] :

当事業では、27年度以降でのセンシングデバイス技術開発の方向を「フレキシブル・バイオ／脳波センシングデバイス」に絞り込み、①フレキシブルセンシングデバイス、②バイセンシング、③センシング高度情報処理、の3方向でのグループ研究を実施しつつあるが、28年度にはこれら①、②、③のグループ研究を一層強化させ、更に29年度には「高度情報処理技術で機能化された新規センシングデバイス創製（プロトタイプの実現）のための拠点間連携研究」として収斂・結実させる計画である。このために、28年度からの国際シンポジウム内容をより戦略的・目的志向型のものに変えて行く。また、ネットワーク

グに関しては、海外機関との上記グループ連携による分野研究内ネットワークの強化と並行して、「強固かつ長期的な、新規フレキシブルセンシングデバイス創製研究・日米欧グローバルネットワークの形成」を求めて行き、これに沿った人材交流を強化して行く。

[共同研究の成果] :

ソフトマテリアルデバイス技術と情報処理技術を融合した高度センシング技術への展開については、上記計画に沿って、28年度、29年度計画の進展に伴い必然的に展開される見込みである。また、論文発表数や学会発表数については、上記①、②、③でのグループ間研究が実りつつあることから、今後、論文発表、学会発表件数は確実に増大する。

[拠点間ネットワーク] :

[研究計画] で述べたように、分野内および分野間の連携を今後一層深めて行くことで、拠点間ネットワークも活発化される見込みである。

[若手交流・人材育成] :

8-1 共同研究計画に示したように、28年度は、「高度情報処理技術で機能化された新規センシングデバイス創製（プロトタイプの実現）」の核となる研究グループの国際連携研究を後押しするために、これらのグループでの長期派遣（2～3か月）、長期受け入れ（2～3か月）を実施する。また、派遣学生にはアジアからの留学生も従来通り対象とする。

[マッチングファンド]

これは、かねてからの懸案事項であり、欧米拠点研究者の努力に負うところ大であるが、そのためには、基本的に「当事業が海外拠点にとって十分にBeneficial、かつPromisingな研究であること」への認識をさらに喚起する必要がある、このための国際シンポジウム内容の工夫、拠点機関訪問による説明、英字媒体による情報交換など、我々側が一層努力する必要がある。

8. 平成27年度研究交流実績総人数・人日数

8-1 相手国との交流実績

派遣先 派遣元	日	月	年	日本	ドイツ	ベルギー	英国	米国	ノルウェー	フランス	オランダ(ベルギー側) (第三国)	合計
日本	1	()	()		()	1/22 ()	()	()	4/6 ()	()	8/31 (1/4)	13/59 (1/4)
	2	()	()		()	1/82 ()	()	3/42 (1/6)	3/19 ()	1/9 ()	1/43 ()	9/195 (1/6)
	3	()	()		()	3/94 ()	1/29 ()	()	()	1/42 ()	(1/8)	5/165 (1/8)
	4	()	()		()	3/12 ()	1/33 ()	1/9 ()	1/34 ()	()	3/15 ()	9/103 (0/0)
	計				0/0 (0/0)	8/210 (0/0)	2/62 (0/0)	4/51 (1/6)	8/59 (0/0)	2/51 (0/0)	12/89 (2/12)	36/522 (3/18)
ドイツ	1	()	()		()	()	()	()	()	()	(1/2)	0/0 (1/2)
	2	()	()		()	()	()	()	()	()	()	0/0 (0/0)
	3	()	()		()	()	()	()	()	()	()	0/0 (0/0)
	4	()	()		()	()	()	()	()	()	()	0/0 (0/0)
	計	0/0 (0/0)			0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	0/0 (1/2)	0/0 (1/2)
ベルギー	1	()	()		()	()	()	()	()	()	(4/10)	0/0 (4/10)
	2	(1/1)	()		()	()	()	()	(1/3)	()	()	0/0 (2/4)
	3	()	()		()	()	()	()	()	()	()	0/0 (0/0)
	4	()	()		()	()	()	()	()	()	()	0/0 (0/0)
	計	0/0 (1/1)	0/0 (0/0)		0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	0/0 (1/3)	0/0 (0/0)	0/0 (4/10)	0/0 (6/14)
英国	1	()	()		()	()	()	()	()	()	()	0/0 (0/0)
	2	()	()		()	()	()	()	(1/3)	()	()	0/0 (1/3)
	3	()	()		()	()	()	()	()	()	()	0/0 (0/0)
	4	()	()		()	()	()	()	()	()	()	0/0 (0/0)
	計	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	0/0 (1/3)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	0/0 (1/3)
米国	1	()	()		()	()	()	()	()	()	()	0/0 (0/0)
	2	()	()		()	()	()	()	()	()	()	0/0 (0/0)
	3	()	()		()	()	()	()	()	()	()	0/0 (0/0)
	4	(1/2)	()		()	()	()	()	()	()	()	0/0 (1/2)
	計	0/0 (1/2)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	0/0 (1/2)
ノルウェー	1	()	()		()	()	()	()	()	()	()	0/0 (0/0)
	2	()	()		()	()	()	()	()	()	()	0/0 (0/0)
	3	()	()		()	()	()	()	()	()	()	0/0 (0/0)
	4	(2/2)	()		()	()	()	()	()	()	()	0/0 (2/2)
	計	0/0 (2/2)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	0/0 (2/2)
フランス	1	()	()		()	()	()	()	()	()	()	0/0 (0/0)
	2	()	()		()	()	()	()	()	()	()	0/0 (0/0)
	3	(2/7)	()		()	()	()	()	()	()	()	0/0 (2/7)
	4	()	()		()	()	()	()	()	()	()	0/0 (0/0)
	計	0/0 (2/7)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	0/0 (2/7)
オランダ (ベルギー側) (第三国)	1	()	()		()	()	()	()	()	()	()	0/0 (0/0)
	2	(2/6)	()		()	()	()	()	()	()	()	0/0 (2/6)
	3	(1/105)	()		()	()	()	()	()	()	()	0/0 (1/105)
	4	()	()		()	()	()	()	()	()	()	0/0 (0/0)
	計	0/0 (3/111)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	0/0 (3/111)
合計	1	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	1/22 (0/0)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	4/6 (0/0)	0/0 (0/0)	8/31 (6/16)	13/59 (6/16)	13/59 (6/16)
	2	0/0 (3/7)	0/0 (0/0)	1/82 (0/0)	0/0 (0/0)	3/42 (1/6)	3/19 (2/6)	1/9 (0/0)	1/43 (0/0)	9/195 (6/19)	9/195 (6/19)	
	3	0/0 (3/112)	0/0 (0/0)	3/94 (0/0)	1/29 (0/0)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	1/42 (0/0)	0/0 (0/0)	5/165 (4/120)	5/165 (4/120)	
	4	0/0 (3/4)	0/0 (0/0)	3/12 (0/0)	1/33 (0/0)	1/9 (0/0)	1/34 (0/0)	0/0 (0/0)	3/15 (0/0)	9/103 (3/4)	9/103 (3/4)	
	計	0/0 (8/123)	0/0 (0/0)	8/210 (0/0)	2/62 (0/0)	4/51 (1/6)	8/59 (2/6)	2/51 (0/0)	12/89 (7/24)	36/522 (18/158)	36/522 (18/158)	

8-2 国内での交流実績

1	2	3	4	合計
()	()	()	1/1 ()	1/1 (0/0)

9. 平成27年度経費使用総額

(単位 円)

	経費内訳	金額	備考
研究交流経費	国内旅費	332,320	
	外国旅費	11,631,260	
	謝金	0	
	備品・消耗品 購入費	826,480	
	その他の経費	637,514	
	外国旅費・謝 金等に係る消 費税	963,210	
	計	14,390,784	
業務委託手数料		1,439,078	
合 計		15,829,862	

10. 平成27年度相手国マッチングファンド使用額

相手国名 (H27年度状況)	平成27年度使用額（依頼したが、回答なし）	
	現地通貨額[現地通貨単位]	日本円換算額
ドイツ	15,000 [Euro]	2,000,000 円相当
ベルギー	15,000 [Euro]	2,000,000 円相当
英国	5,800 [GBP]	1,000,000 円相当
米国	17,390 [Dollar]	2,000,000 円相当
ノルウェー	150,000 [kNOK]	2,000,000 円相当
フランス	15,000 [Euro]	2,000,000 円相当

※交流実施期間中に、相手国が本事業のために使用したマッチングファンドの金額について、現地通貨での金額、及び日本円換算額を記入してください。