

# 研究拠点形成事業 平成27年度 実施計画書

## A. 先端拠点形成型

### 1. 拠点機関

日本側拠点機関:	国立大学法人東京大学 生産技術研究所
(フランス)拠点機関:	フランス国立科学研究センター
(スイス)拠点機関:	スイス連邦工科大学ローザンヌ校
(ドイツ)拠点機関:	フライブルグ大学
(フィンランド)拠点機関:	VTT技術研究所
(オランダ)拠点機関:	トウェンテ大学

### 2. 研究交流課題名

(和文): バイオ融合マイクロ・ナノメカトロニクス国際研究拠点

(交流分野: ナノ・マイクロ科学)

(英文): International Research Hub on Bio-fusion Micro-nano Mechatronics

(交流分野: Micro-nano Science)

研究交流課題に係るホームページ:

<http://limmshp.iis.u-tokyo.ac.jp/about-the-laboratory/eujo-limms>

### 3. 採用期間

平成24年4月1日 ~ 平成29年3月31日

(4年度目)

### 4. 実施体制

#### 日本側実施組織

拠点機関: 国立大学法人東京大学 生産技術研究所

実施組織代表者 (所属部局・職・氏名): 生産技術研究所・所長・藤井 輝夫

コーディネーター (所属部局・職・氏名): 生産技術研究所・教授・川勝 英樹

協力機関:

事務組織: 国立大学法人東京大学 生産技術研究所

#### 相手国側実施組織 (拠点機関名・協力機関名は、和英併記願います。)

(1) 国名: フランス共和国

拠点機関: (英文) Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS)

(和文) フランス国立科学研究センター

コーディネーター（所属部局・職・氏名）：（英文）

Laboratory for Integrated Micro Mechatronic Systems,  
Director, Dominique COLLARD

協力機関：（英文） Institut d'Electronique Fundamentale

（和文） 電気基礎研究所

経費負担区分（A型）：パターン1

（2） 国名：スイス連邦

拠点機関：（英文） Ecole Polytechnique Federale de Lausanne (EPFL)

（和文） スイス連邦工科大学ローザンヌ校

コーディネーター（所属部局・職・氏名）：（英文）

Microsystems Laboratory,  
Professor, Juergen BRUGGER

協力機関：（英文） Institute of Microengineering, EPFL

（和文） マイクロ工学研究所 \*Brugger 教授兼務先

経費負担区分（A型）：パターン1

（3） 国名：ドイツ連邦共和国

拠点機関：（英文） University of Freiburg

（和文） フライブルグ大学

コーディネーター（所属部局・職・氏名）：（英文）

Institute for Micro System Technique (IMTEK),  
Professor, Oliver PAUL

協力機関：（英文）

（和文）

経費負担区分（A型）：パターン1

（4） 国名：フィンランド共和国

拠点機関：（英文） VTT Technical Research Center of Finland

（和文） V T T 技術研究所

コーディネーター（所属部局・職・氏名）：（英文）

Microelectronics and Nanotechnology Center (MICRONOVA),  
Senior Scientist, Tommi SUNI

協力機関：（英文）

（和文）

経費負担区分（A型）：パターン1

（5） 国名：オランダ王国

拠点機関：(英文) University of Twente

(和文) トウェンテ大学

コーディネーター (所属部局・職・氏名)：(英文)

MESA+ Institute for Nanotechnology,

Associate Professor, Niels TAS

協力機関：(英文)

(和文)

経費負担区分 (A型)：パターン1

## 5. 全期間を通じた研究交流目標

本研究は、我が国の次世代エレクトロニクスへの高付加価値が期待されているバイオ融合マイクロ・ナノメカトロニクス (英訳：Bio MEMS/NEMS, Bio Micro/Nano Electro Mechanical Systems Technology) の要素技術として、(1) 細胞融合用のマイクロ流体システム、(2) 細胞や組織の状態をリアルタイムで把握するための計測用マイクロエレクトロニクス集積回路、(3) 大面積にわたって細胞処理・化学反応処理するシステム、および、(4) それらを構築するためのロール・ツー・ロール印刷技術とソフト・ナノリソグラフィ技術の研究開発を、EU圏内の研究拠点であるフランス国立科学研究センター (CNRS)、スイス連邦工科大学ローザンヌ校 (EPFL)、ドイツ・フライブルグ大学マイクロ工学研究所 (IMTEK)、フィンランドVTT技術研究所、および、オランダ・トウェンテ大学MESA+研究所との国際共同研究として実施し、各研究項目において世界最先端の研究成果を実現するとともに、研究ネットワーク全体の取り組みとして研究者交流による共同研究を実施して、(1)～(4)の技術を統合した細胞操作・融合のためのバイオ融合マイクロ・ナノメカトロニクス技術を構築する。

## 6. 前年度までの研究交流活動による目標達成状況

本事業第1年目の平成24年度には、実施計画書の予定通りに3件の共同開催セミナーを実施した。S-1の第10回NAMISワークショップ (5月28日～30日、東北大学との共催、宮城県刈田温泉) では研究者リスト外7名を含む35名を参集し、マイクロ・ナノ技術の安心・安全・Better Life応用をテーマとして、とくに東日本大震災以降に国境を超えて横断的に取り組むべき課題に関して議論を深めた。次に、S-2の第6回NAMIS国際スクール (9月10日～14日、東大生産研) では、研究者リスト外27名を含めた国内外の若手研究者94名を参集し、MEMS/NEMSの基礎と応用に関してセミナーと体験学習を実施した。この企画では特に、各国の若手研究者の国籍によらずにプロジェクト形式の班を構成し、共同実験を通して若手の国際的なコミュニケーション能力とリーダーシップ能力の育成をはかる一助とした。S-3のEUJO-LIMMS InfoDay and General Assembly (12月12日～13日、スイス連邦工科大学ローザンヌ校) では研究者リスト外の67名を含む総勢92名を参集し、本事業のマッチングファンドであるEU-FP7プロジェクトに関する欧州研究者向けの活動紹介と、共同研究プロジェクトの説明、勧誘な

どを実施した。また、相手先機関との共同研究実績として、のべ31名（のべ180人日数）を派遣し、共同研究のための打合せ、および、実際に各国研究機関の施設を利用した共同研究を実施した。これは、当初計画ののべ23名（113人日数）よりも充実したものであった。

続いて、事業第2年目の平成25年度にも、実施計画通りに4件の共同開催セミナーを実施した。S-1のLIMMSワークショップ（5月16日～17日、フランスCNR本部、パリ市）では、本事業EUJO-LIMMSに参加する研究者を含めた講師約10名、聴講者約100名（当初計画71名）を参集し、分子・細胞マイクロシステム、バイオ計測・解析、ナノ構造その場観察、低消費電力デバイスに関する講演会を開催した。S-2の第11回NAMISワークショップ（7月8日～10日、米国ワシントン大学、第3国開催）では、本事業の活動を包含する国際研究ネットワークNAMIS（Nano & Micro Systems、東大生産研が運営）の年次ワークショップとして、EU各国のパートナー機関以外にも台湾・国立清華大学、韓国・ソウル国立大学、韓国機械材料研究院、ワシントン大学等から総勢54名（当初計画30名）を参集し、健康・医療のための集積化マイクロ・ナノシステムに関する講演会を開催した。S-3の第7回NAMIS国際スクール（9月2日～5日、韓国・ソウル国立大学、第3国開催）では、大学院生・博士研究員クラスの若手研究者総勢48名（当初計画36名）を参集し、MEMSとNEMSの基礎と応用に関してセミナーと体験学習を実施した。なお、このスクールでは運営上のノウハウをNAMISグループ内で共有するために、隔年で開催地を日本／海外間で移動している。さらに平成25年度には、EUから新たなパートナー機関を迎え入れるための交流ワークショップとして、イギリス、オランダの他数カ国のMEMS／NEMS関連研究機関に声を掛け、総勢約100名を参集して新たな共同研究の可能性を探る交流会を実施した。また、相手先機関との共同研究として、のべ35名（のべ384人日数）を派遣し、共同研究のための打合せと、各国研究機関の施設を利用した共同研究を実施した。これは、当初計画ののべ38名（のべ200人日数）をほぼ達成している。

事業第3年目の平成26年度には、本事業のマッチングファンドであるEU-FP7にエレクトロニクス・ナノテクノロジー・バイオ工学の諸分野においてプレゼンスの高いオランダ・トウェンテ大学が加わり、研究者交流を含めた共同研究を開始した（平成26年9月に実施計画変更申請書を提出）。共同開催セミナーとしては、S-1の第12回NAMISワークショップ（6月2日～4日、ベトナム・ハロン市、第3国開催）では本事業、および、開催国ベトナムの研究者を含めて24名を参集し、MEMS／NEMS向けの先端材料科学に関するワークショップを開催した。S-2のEUJO-LIMMS Workshopでは、新たに加わったトウェンテ大学の研究活動・計画を中心に、事業の進捗状況と今後の計画に関する打合せを実施した。S-3の第8回NAMIS国際スクール（9月1日～5日、台湾・国立清華大学、第3国開催）では、講師19名、若手研究者約50名を参集し、MEMSとNEMSの基礎と応用に関してセミナーと体験学習を実施した。さらに、S-4としてL

I M M S ワークショップ（1月29日～30日、東大生産研）を開催し、本事業の中でもとくに活動が活発なフランスとの共同研究成果に関する報告と今後の運営計画について打合せを実施した。なお、平成26年はL I M M S 発足20周年にあたることから、歴代のL I M M S ディレクタを含めた関係者を集め、長期にわたって国際共同研究を継続できた理由を検討した。その結果として、研究者受入のための専属の支援事務室の存在が大きいことを改めて確認した。なお、L I M M S の歴史、および、その運営に関するノウハウは、E U J O - L I M M S 事業の一環として文書にまとめる作業を実施しており、平成26年度には歴史に関するアーカイブを作成した。また、海外パートナー機関との共同研究の実施のために第3四半期までにのべ26名（のべ205人日数）を派遣している。これは、当初計画の33名（309人日数）よりも少ないが、これは旅費の原資をE U - F P 7 予算に振り分けたことが理由として挙げられる。なお、本事業予算以外の支弁による総数は、派遣・受入のべ108名（のべ4074人日数）である。述べ人日数が多いのは、フランスからL I M M S に1～3年の期間で滞在している研究者が多いことによる。

## 7. 平成27年度研究交流目標

### <研究協力体制の構築>

平成26年度よりこれまでの海外パートナー機関に加えて、新たにトゥエンテ大学が加わった。E U - F P 7 の当初計画では、研究実施期間は平成27年12月までの期限であった。他の研究機関と比べてトゥエンテ大学研究者の実質的活動期間が極端に短く、成果を出しにくいことが予想された。そこでE U - F P 7 事務機構に働きかけて、研究費を要求せずに活動可能な期間（Cost Neutral Period）を6ヶ月延長し、平成28年6月までのプロジェクト延長が認められた。よって研究協力体制構築の観点からの平成27年度目標は、従来同様に海外パートナー機関との共同研究を実施するとともに、トゥエンテ大学との共同研究を特に重視して事業を運営する。また、平成26年5月に開所したフランスC N R S のI E M N 研究所、および、同研究所所在地リール市のOscar Lambret がんセンター病院との共同研究組織S M M I L - E （Seeding Microsystem in Medicine in Lille）に関して、フランス国内で大型の研究費が獲得できていることから、本年度は同組織への研究者派遣を中心にして研究交流を本格的に実施する。

### <学術的観点>

本事業が掲げる研究項目4件に関して、以下の通りの学術的目標を定める。すなわち、項目（1）の細胞融合用のマイクロ流体システムと、（2）の細胞・組織状態をリアルタイムで把握するための計測用マイクロエレクトロニクス集積回路に関しては、これまでに構築した要素技術を組み合わせて、倒立顕微鏡を用いて可視化観測可能な世界初の透明 $\mu$  T A S 基板の実現を目指す。具体的には、液晶ディスプレイ用の薄膜トランジスタ基板の上にP D M S 製のマイクロ流路を貼り合わせて、液中で高周波電圧を印加することにより細胞操作や細胞融合を行うマイクロツールを完成させる。従来の $\mu$  T A S では細胞に導入した蛍光遺伝子の発光を観察することで遺伝子の発現を可視化観測していたが、細胞に与える

影響が大きい点に問題があった。一方、本研究で実施する可視化観測可能な $\mu$ TASでは、細胞に与える影響を最小限に抑制できることから、生成した細胞をその後の組織培養にも使うことができ、当該分野のツールとして大きなインパクトをもたらす可能性がある。また、項目（3）の大面积にわたって細胞処理・化学反応処理するシステムに関しては、フランス・リール市における新たな研究拠点 SMMIL-E との共同研究を開始し、MEMS/NEMS技術の医療応用を実施する。

#### <若手研究者育成>

本事業における共同研究活動は、東大生産研が研究の拠点となり、各国研究機関からの教員・ポスドク・博士課程大学院生の受入と、各国研究機関への日本人若手研究者派遣による国際共同研究として実施する。また、これらの成果を本事業のワークショップ等で若手に報告させることで、国際研究ネットワーク内の次世代研究者間の交流を活性化するとともに、国内外に向けて我が国のプレゼンスを高めるための情報発信の機会とする。さらに、MEMS/NEMS分野の国内外の若手研究者を対象に当該分野の包括的な基礎知識と最先端の応用技術を提供し、開催地の研究内容・特色を生かした体験学習の場として、例年通り1週間程度の国際スクールを開催する。これらの活動を通して、バイオ融合マイクロ・ナノメカトロニクス分野において国際的にビジビリティの高い研究の遂行と、国際的に活躍できる若手研究者の育成に貢献する。

#### <その他（社会貢献や独自の目的等）>

本事業のマッチングファンドであるEU-FP7プロジェクトのワークパッケージ（実施項目）では、フランスCNRSが東大と日仏国際共同ラボ LIMMS を運営しているように、欧州の研究機関が日本の大学・研究機関に進出して新たな研究所を発足するための知見をまとめたロードマップを策定予定である。また、国際共同ラボを運営するにあたり、日本と外国（フランス、スイス、ドイツ、フィンランド、オランダ）研究機関における共同研究や知財に関する制度を比較し、改善点や妥協点を提案することも同時に検討している。

## 8. 平成27年度研究交流計画状況

### 8-1 共同研究

整理番号	R-1	研究開始年度	平成24年度	研究終了年度	平成28年度
研究課題名	(和文) バイオ応用マイクロ・ナノツール (英文) Micro-Nano Tools for Bio Applications				
日本側代表者 氏名・所属・ 職	(和文) 藤田博之・東京大学生産技術研究所・教授 (英文) Hiroyuki FUJITA, Institute of Industrial Science, The University of Tokyo, Professor				
相手国側代表者 氏名・所属・ 職	(英文) Dominique COLLARD, Laboratory for Integrated Micro Mechatronic Systems (LIMMS), CNRS, Director				
参加者数	日本側参加者数	40名			
	(フランス)側参加者数	30名			
	( )側参加者数	名			
27年度の 研究交流活動 計画	<p>共同研究R-1では、おもにフランス国立科学研究センター(CNRS)のバイオ技術と、東京大学生産技術研究所のマイクロ・ナノ加工技術を融合して、バイオ計測・細胞操作を行うマイクロ・ナノツールの研究開発を実施する。</p> <p>東京大学生産技術研究所ではこれまでに、半導体マイクロマシニング技術によってシリコン基板上に微小な機械構造を集積化する一連の技術を構築している。たとえば、印加電圧の静電駆動力によって機械的に駆動するマイクロアクチュエータを応用して、先端半径が数十ナノメートル寸法で尖ったピンセットの間隔を調整し、液中からDNA等の生体分子を選択的に取り出すことに成功している。また、シリコン基板やガラス基板上に線幅10<math>\mu</math>m程度のマイクロ流体チャンネルを形成し、そこに生体由来の微小管を固定して、キネシン酵素で修飾したマイクロ物体を搬送することにも成功している。共同研究R-1では、これらの技術をCNRSとの共同によりさらに発展させて、バイオ計測・操作に応用可能なマイクロ・ナノツールの開発を行う。</p> <p>昨年度までの取り組みの成果により、CNRSとは新たにバイオMEMS技術を用いたがん疾病対策に関する医療分野での共同研究を開始することになった。とくに、リール市のIEMN研究所とOscar Lambretがんセンター病院との共同研究組織SMMIL-E(Seeding Microsystem in Medicine in Lille)の運用を開始した(2014年5月)。当該組織は2015年より現地自治体から大型予算(数十億円規模)の支援を受けて、DNAチップや細胞操作、人工臓器などの研究を本格的に実施することとなった。</p>				

	<p>なお、この共同研究R-1は、東京大学生産技術研究所が実施運営してきたフランスCNR Sとの国際共同組織L I MMSの活動の一環として実施する。本C 2 C事業からは、研究打合せや相手先機関での実験遂行のための出張旅費を支弁し、相手先機関から日本への研究者招聘には、マッチングファンドであるE U-F P 7予算等から支弁する。</p>
<p>27年度の 研究交流活動 から得られる ことが期待さ れる成果</p>	<p>従来のバイオMEMS研究は、半導体微細加工技術に基づく工学的な技術シー ードを起点にした研究が中心であり、いわゆる<math>\mu</math> T A S型のツールを実際の 医療現場で使用するには、ユーザーである医療従事者の技術的要請との乖離 があった。今回新たに、フランス・リール市の医療関係機関との共同研究を 開始することから、とくにがん細胞の解析に関わる診断用ツールに関してよ り実際的なデバイスの研究開発が可能となり、バイオMEMS技術の医療分 野への応用加速が期待される。</p>



整理番号	R-2	研究開始年度	平成24年度	研究終了年度	平成28年度
研究課題名	(和文) ソフト材料マイクロ加工によるフレキシブルMEMS				
	(英文) Flexible MEMS based on Soft-matter Micro Fabrication				
日本側代表者 氏名・所属・ 職	(和文) 金範俊・東京大学生産技術研究所・教授				
	(英文) Beomjoon KIM, Institute of Industrial Science, The University of Tokyo, Professor				
相手国側代表者 氏名・所属・ 職	(英文) Dominique COLLARD, Laboratory for Integrated Micro Mechatronic Systems (LIMMS), CNRS, Director				
	Juergen BRUGGER, Microsystem Laboratory, Ecole Polytechnique Federale de Lausanne, Switzerland, Professor				
参加者数	日本側参加者数	16名			
	(フランス)側参加者数	5名			
	(スイス)側参加者数	6名			
27年度の 研究交流活動 計画	<p>共同研究R-2では、おもにスイス連邦工科大学ローザンヌ校 (EPFL) のソフト材料加工技術と、東京大学生産技術研究所の3次元加工技術、フレキシブル・エレクトロニクス技術を融合して、3次元形状や大面積基板にわたって柔軟に伸縮する新たなMEMSデバイスの設計・製作に関する研究を実施する。</p> <p>従来の半導体微細加工技術では、平坦なウエハ表面にプレーナー技術で薄膜を積層・パタニングする手法が主流であったが、近年ではカーボンナノワイヤやプラスチック材料、有機エレクトロニクスのような柔軟な材料を3次元曲面に加工する需要が高まっている。そこで共同研究R-2では、EPFLが開発した種々のソフト材料を、東京大学が開発した3次元リソグラフィや印刷技術を用いて加工し、非シリコン系のフレキシブルMEMS加工の基礎研究を実施する。特に平成27年度には、伸縮可能な材料の上に電極アレイを構成し、神経細胞の活動を電氣的に計測するマイクロ電極アレイ (MEA) の研究開発を実施する。</p> <p>なお、この共同研究R-2は、フランスCNRSが中心となって獲得したEU-FP7プロジェクトEUJO-LIMMSの一環として、スイスからの研究者をLIMMSに受け入れて実施することから、日本、フランス、スイスの共同研究として位置づけられる。また、本C2C事業からは研究打合せや相手先機関での実験遂行のための出張旅費を支弁し、相手先機関から日本への研究者招聘には、マッチングファンドであるEU-FP7予算を使用する。</p>				

27年度の 研究交流活動 から得られる ことが期待さ れる成果	従来の神経プローブは、アナログ増幅回路やマルチプレクサ回路を集積化したシリコンチップの裏面を剣山状に加工した硬い電極アレイが一般的であったが、脳や末端の神経細胞の活動を非侵襲で計測することは難しかった。一方、フレキシブルに伸縮可能な材料の上に電極アレイを配置する本研究の方式は、測定対象物の動きに柔軟に対応でき、かつ、極力非侵襲な計測が可能となることから、実験動物の活動と神経電位の活動を対応づけて計測するツールとして適しており、将来の脳マシン・インターフェースの手法として基礎的な知見が得られるものと期待される。
---	---

整理番号	R-3	研究開始年度	平成24年度	研究終了年度	平成28年度
研究課題名	(和文) フレキシブル神経プローブ				
	(英文) Flexible Neural Probes				
日本側代表者 氏名・所属・ 職	(和文) 竹内昌治・東京大学生産技術研究所・教授				
	(英文) Shoji TAKEUCHI, Institute of Industrial Science, The University of Tokyo, Professor				
相手国側代表者 氏名・所属・ 職	(英文) Dominique COLLARD, Laboratory for Integrate Micro Mechatronic Systems (LIMMS), CNRS, Director				
	Oliver PAUL, Institute for Micro System Technique, University of Freiburg, Professor				
参加者数	日本側参加者数	10名			
	(フランス)側参加者数	4名			
	(ドイツ)側参加者数	7名			
27年度の 研究交流活動 計画	<p>共同研究R-3では、フライブルグ大学が有する集積回路技術と、東京大学のバイオ計測技術・フレキシブル加工技術を応用して、集積回路上で神経細胞の活動を計測するシステムを構築する。</p> <p>従来の神経細胞プローブは、アンプ等を集積化したシリコン基板の裏側に剣山状の電極を形成し、神経組織に直接差し込む方式が主流であった。これに対して本研究では、計測を行う集積回路上の電極に位置を特定して細胞を固定する技術を開発し、特定細胞の活動を精度良く計測する手法を検討する。特に、集積回路上に柔軟なPDMS材料製の網目状の細胞ネットを配置し、神経細胞の固定とその成長方向を促すことで、神経電位の伝搬の様子を調べる。</p> <p>なお、この研究はCNRSが中心となって獲得したEU-FP7プロジェクトEUJO-LIMMSの一環として、ドイツの研究者をLIMMSに受け入れて実施することから、日本、フランス、ドイツの共同研究として位置づけられる。また、本C2C事業からは研究打合せや相手先機関での実験遂行のための出張旅費を支弁し、相手先機関から日本への研究者招聘には、マッチングファンドであるEU-FP7予算を使用する。</p>				
27年度の 研究交流活動 から得られる ことが期待さ れる成果	<p>集積回路上の特定の部位(電極)に沿って神経細胞を配置し、その成長を促すことで、神経細胞ネットワーク内での電位伝達を観測する新たなバイオMEMSツールを製作する。これにより、神経系の電気信号・物質の分布状態を電気化学的に計測することが可能となる。</p>				

整理番号	R-4	研究開始年度	平成24年度	研究終了年度	平成28年度
研究課題名	(和文) 高密度集積化細胞培養システム				
	(英文) High Density Microhabitat Systems for Cells				
日本側代表者 氏名・所属・ 職	(和文) 藤井輝夫・東京大学生産技術研究所・教授				
	(英文) Teruo FUJII, Institute of Industrial Science, The University of Tokyo, Professor				
相手国側代表者 氏名・所属・ 職	(英文) Dominique COLLARD, Laboratory for Integrated Micro Mechatronic Systems (LIMMS), CNRS, Director				
	Tommi SUNI, Microelectronics and Nanotechnology Center (MICRONOVA), VTT Technical Research Center of Finland, Senior Scientist				
参加者数	日本側参加者数	10名			
	(フランス)側参加者数	2名			
	(フィンランド)側参加者数	11名			
27年度の 研究交流活動 計画	<p>共同研究R-4では、フィンランドVTT研究所がもつ印刷エレクトロニクス・MEMS技術と、東京大学のテラヘルツ素子製作・計測技術を融合して、非破壊で生体組織内の細胞に存在する特定分子を検出するテラヘルツ分光に必要な波長可変フィルタを製作する。</p> <p>これまでの研究成果により、印加電圧の静電力によって制御可能な可変キャパシタを集積化することで、テラヘルツ周波数帯用の波長可変フィルタの基礎検討を実施した。今年度は、この素子を用いてテラヘルツ光分野における光断層計測 (Terahertz Coherence Tomography) の光学系の構築方法に関する研究を実施する。</p> <p>なお、この研究はCNRSが中心となって獲得したEU-FP7プロジェクトEUJO-LIMMSの一環として、フィンランドの研究者をLIMMSに受け入れて実施することから、日本、フランス、フィンランドの共同研究として位置づけられる。また、本C2C事業からは研究打合せや相手先機関での実験遂行のための出張旅費を支弁し、相手先機関から日本への研究者招聘には、マッチングファンドであるEU-FP7予算を使用する。</p>				
27年度の 研究交流活動 から得られる ことが期待さ れる成果	<p>可視光波長領域においては、おもに近赤外を利用することで生体組織の断層写真を非破壊で測定する光断層計測法 (Optical Coherence Tomography) 技術が確立している。本研究ではこの手法をテラヘルツ光領域に拡張して、in vitro で培養した生体組織内の物質の分布状態を観測可能な新たな断層計測法の基礎となる可変テラヘルツ波長フィルタを実現する。また、このデバイスを用いて断層計測するための光信号処理アルゴリズムを新たに提案する。</p>				

整理番号	R-5	研究開始年度	平成26年度	研究終了年度	平成28年度
研究課題名	(和文) 透過型電子顕微のための液体MEMS観察ツール				
	(英文) MEMS Liquid Observation Tools for Transmission Electron Microscope				
日本側代表者 氏名・所属・ 職	(和文) 藤田博之・東京大学生産技術研究所・教授				
	(英文) Hiroyuki FUJITA, Institute of Industrial Science, The University of Tokyo, Professor				
相手国側代表 者 氏名・所属・ 職	(英文) Dominique COLLARD, Laboratory for Integrated Micro Mechatronic Systems (LIMMS), CNRS, Director				
	Niels TAS, Nano-Machining & Device, Transducers Science and Technology Group, MESA+ Institute for Nanotechnology, University of Twente, Associate Professor				
参加者数	日本側参加者数	5名			
	(フランス)側参加者数	2名			
	(オランダ)側参加者数	3名			
27年度の 研究交流活動 計画	<p>共同研究R-5では、昨年度から新たに本事業に加わったオランダ・トウェンテ大学との共同研究として、透過型電子顕微鏡(TEM)内にマイクロ流体チャンネル素子を導入し、液中における分子・原子の挙動を可視化観測する新たなナノツールの研究開発を実施する。</p> <p>東京大学生産技術研究所においては、これまでにTEM内にマイクロ・ピセット素子を装着して、その先端におけるシリコン原子や金属原子のマイグレーションの様子などを高分解能で可視化観測するツールを実現してきた。今回は、トウェンテ大学が有する特殊な薄膜マイクロ流体チャンネル素子をTEM内に導入し、真空度の低下を招かずに液中の分子・原子を観測する手法を研究開発する。</p>				
27年度の 研究交流活動 から得られる ことが期待さ れる成果	<p>従来のTEM内可視化観測は、高分解能で電子顕微鏡観測するための超高真空環境が必須であった。このため、液体を真空内に導入することは技術的に不可能であった。一方今回の研究では、きわめて薄い薄膜2枚に閉じ込められたマイクロ流体を通してTEMの電子を透過する手法を採用したことから、従来の方法では不可能な液体中での分子・原子の挙動観察があらたに可能となる。</p>				

8-2 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9回NAMIS国際スクール」(第三国開催)
	(英文) JSPS Core-to-Core Program “The 9 <sup>th</sup> NAMIS International School”
開催期間	平成27年6月28日 ~ 平成27年7月4日(7日間)
開催地(国名、都市名、会場名)	(和文) カナダ・モンリオール市・モンリオール工科大学
	(英文) Canada, Montreal, Ecole Polytechnique de Montreal
日本側開催責任者 氏名・所属・職	(和文) 川勝英樹・東京大学生産技術研究所・教授
	(英文) Hideki KAWAKATSU, Institute of Industrial Science, The University of Tokyo, Professor
相手国側開催責任者 氏名・所属・職 (※日本以外での開催の場合)	(英文) Yves-Alain PETER, Department of Engineering Physics, Ecole Polytechnique de Montreal, Professor

参加者数

派遣先 派遣元		セミナー開催国 (カナダ)
日本 〈人/人日〉	A.	5/ 35
	B.	2
フランス 〈人/人日〉	A.	5/ 35
	B.	2
スイス 〈人/人日〉	A.	5/ 35
	B.	2
ドイツ 〈人/人日〉	A.	5/ 35
	B.	2
フィンランド 〈人/人日〉	A.	5/ 35
	B.	2
オランダ 〈人/人日〉	A.	5/ 35
	B.	2
合計 〈人/人日〉	A.	30/ 210
	B.	12

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。

<p>セミナー開催の目的</p>	<p>本事業の運営組織である東京大学生産技術研究所は、マイクロ・ナノ技術に関する国際研究ネットワークNAMISを運営しており、この中には、本事業のEUパートナー機関以外にも、韓国・ソウル国立大学、韓国機械材料研究院、台湾・国立清華大学、東北大学、米国・ワシントン大学、カナダ・モントリオール工科大学が参加しており、拠点間で相補的に技術・ノウハウ・研究施設を提供しつつ、研究者交流をベースにした共同研究活動が進められている。</p> <p>NAMISでは、次世代のMEMS/NEMS研究を担う若手研究者の育成事業として、毎年各国持ち回りで5日間の国際スクールを開催し、各拠点から5名程度の博士課程大学院生・ポスドククラスの若手研究者を50名以上集めて、MEMS/NEMSの基礎と応用に関する講義と、開催地研究機関の特色を生かした体験学習を企画している。平成27年度には、当該分野における最大の国際会議 Transduces2015 が北米（アラスカ州アンカレッジ）で開催されることから、その近くに位置するNAMISパートナーであるカナダ・モントリオール工科大学において国際スクールを開催する（第三国開催の理由書を添付）。</p>						
<p>期待される成果</p>	<p>博士課程大学院生・ポスドククラスの若手研究者を対象として、MEMS/NEMS分野の基礎知識を習得させる。また、開催地・モントリオール工科大学の特色を生かして、ナノ技術の微小光学応用その他の体験学習を企画し、各国の若手研究者を国籍によらず混成したプロジェクト班に分けて、ナノ計測等の体験学習を実施する。これにより、日本から参加した若手研究者の国際的なリーダーシップ能力と協調性を育成する。また、当該分野において我が国の研究者が国際的な指導力を発揮し、プレゼンスを高めるための若手研究者ネットワークを醸成する。</p>						
<p>セミナーの運営組織</p>	<p>主催：本研究拠点事業（東京大学生産技術研究所）          共催：フランス国立科学研究センター（CNRS）          共催：カナダ・モントリオール工科大学          共催：LIMMS/CNRS-IIS (UMI-2820)</p>						
<p>開催経費 分担内容</p>	<table border="1"> <tr> <td data-bbox="371 1868 683 1962"> <p>日本側</p> </td> <td data-bbox="683 1868 1385 1962"> <table border="1"> <tr> <td data-bbox="689 1868 884 1912"> <p>内容</p> </td> <td data-bbox="884 1868 1385 1912"> <p>外国旅費 金額 2,500,000 円</p> </td> </tr> <tr> <td colspan="2" data-bbox="689 1912 1385 1962"> <p>合計 2,500,000 円</p> </td> </tr> </table> </td> </tr> </table>	<p>日本側</p>	<table border="1"> <tr> <td data-bbox="689 1868 884 1912"> <p>内容</p> </td> <td data-bbox="884 1868 1385 1912"> <p>外国旅費 金額 2,500,000 円</p> </td> </tr> <tr> <td colspan="2" data-bbox="689 1912 1385 1962"> <p>合計 2,500,000 円</p> </td> </tr> </table>	<p>内容</p>	<p>外国旅費 金額 2,500,000 円</p>	<p>合計 2,500,000 円</p>	
<p>日本側</p>	<table border="1"> <tr> <td data-bbox="689 1868 884 1912"> <p>内容</p> </td> <td data-bbox="884 1868 1385 1912"> <p>外国旅費 金額 2,500,000 円</p> </td> </tr> <tr> <td colspan="2" data-bbox="689 1912 1385 1962"> <p>合計 2,500,000 円</p> </td> </tr> </table>	<p>内容</p>	<p>外国旅費 金額 2,500,000 円</p>	<p>合計 2,500,000 円</p>			
<p>内容</p>	<p>外国旅費 金額 2,500,000 円</p>						
<p>合計 2,500,000 円</p>							
<p></p>	<table border="1"> <tr> <td data-bbox="371 1962 683 2020"> <p>（フランス）側</p> </td> <td data-bbox="683 1962 1385 2020"> <table border="1"> <tr> <td data-bbox="689 1962 884 2007"> <p>内容</p> </td> <td data-bbox="884 1962 1385 2007"> <p>外国旅費 金額 2,500,000 円</p> </td> </tr> </table> </td> </tr> </table>	<p>（フランス）側</p>	<table border="1"> <tr> <td data-bbox="689 1962 884 2007"> <p>内容</p> </td> <td data-bbox="884 1962 1385 2007"> <p>外国旅費 金額 2,500,000 円</p> </td> </tr> </table>	<p>内容</p>	<p>外国旅費 金額 2,500,000 円</p>		
<p>（フランス）側</p>	<table border="1"> <tr> <td data-bbox="689 1962 884 2007"> <p>内容</p> </td> <td data-bbox="884 1962 1385 2007"> <p>外国旅費 金額 2,500,000 円</p> </td> </tr> </table>	<p>内容</p>	<p>外国旅費 金額 2,500,000 円</p>				
<p>内容</p>	<p>外国旅費 金額 2,500,000 円</p>						

	(スイス) 側	内容	外国旅費	金額	2,500,000	円
	(ドイツ) 側	内容	外国旅費	金額	2,500,000	円
	(フィンランド) 側	内容	外国旅費	金額	2,500,000	円
	(オランダ) 側	内容	外国旅費	金額	2,500,000	円
	(カナダ) 側 第三国	内容	開催経費	金額	3,000,000	円



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「第13回NAMISワークショップ」(第三国開催)
	(英文) JSPS Core-to-Core Program “The 13 <sup>th</sup> Workshop of the International Research Network on Nano and Micro Systems”
開催期間	平成27年9月9日 ~ 平成27年9月12日 (4日間)
開催地(国名、都市名、会場名)	(和文) ポーランド・ヴロツワフ市・ヴロツワフ工科大学
	(英文) Poland, Wroclaw, Wroclaw University of Technology
日本側開催責任者 氏名・所属・職	(和文) 藤田博之・東京大学生産技術研究所・教授
	(英文) Hiroyuki FUJITA, Institute of Industrial Science, The University of Tokyo, Professor
相手国側開催責任者 氏名・所属・職 (※日本以外での開催の場合)	(英文) Alain BOSSEBOEUF, University of Paris-South, Professor Andrzej DZIEDZIC, Microengineering Division, Wroclaw University of Technology, Dean, Professor

参加者数

派遣先 派遣元		セミナー開催国 (ポーランド)
日本 〈人/人日〉	A.	2/ 8
	B.	2
フランス 〈人/人日〉	A.	2/ 8
	B.	3
スイス 〈人/人日〉	A.	2/ 8
	B.	2
ドイツ 〈人/人日〉	A.	2/ 8
	B.	2
フィンランド 〈人/人日〉	A.	2/ 8
	B.	2
オランダ 〈人/人日〉	A.	2/ 8
	B.	2
合計 〈人/人日〉	A.	12/ 48
	B.	13

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>本事業の運営組織である東京大学生産技術研究所は、マイクロ・ナノ技術に関する国際研究ネットワークNAMISを運営しており、この中には、本事業のEUパートナー機関以外にも、韓国・ソウル国立大学、韓国機械材料研究院、台湾・国立清華大学、東北大学、米国・ワシントン大学、カナダ・モントリオール工科大学が参加しており、拠点間で相補的に技術・ノウハウ・研究施設を提供しつつ、研究者交流をベースにした共同研究活動が進められている。</p> <p>NAMISでは年に1回の頻度で、各国持ち回りでの研究打合せや成果発表のためのワークショップ（セミナー）を開催しており、平成27年度にはポーランドでの第三国開催が予定されている。このセミナーにはNAMIS関係者20名以上、現地の研究機関から10名以上が参加することから、本事業の研究成果を報告することにより、東大生研のMEMS/NEMS研究を国際的に周知できる（第三国開催の理由書を添付）。</p>		
期待される成果	<p>今回のワークショップにおいては、MEMS/NEMSにおける物理・化学をテーマに各国研究機関からのセミナー講演を開催し、討論を深めることで、特にトリリオンセンサ時代に向けた新規センサや環境からエネルギーを回収して無線センサノードに供給するエネルギーハーベスタに関する各国の最新の研究動向を調査研究する。</p>		
セミナーの運営組織	<p>主催：本研究拠点事業（東京大学生産技術研究所）          共催：フランス国立科学研究センター（CNRS）          共催：ポーランド・ヴロツワフ工科大学</p>		
開催経費 分担内容	日本側	内容	外国旅費 金額 1,500,000 円 合計 1,500,000 円
	(フランス)側	内容	外国旅費 金額 1,500,000 円
	(スイス)側	内容	外国旅費 金額 1,500,000 円
	(ドイツ)側	内容	外国旅費 金額 1,000,000 円
	(フィンランド)側	内容	外国旅費 金額 1,000,000 円
	(オランダ)側	内容	外国旅費 金額 1,000,000 円
	(ポーランド)側 第三国	内容	開催経費 金額 500,000 円

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「LIMMS評価委員会・EUJO-LIMMSワークショップ」
	(英文) JSPS Core-to-Core Program “LIMMS Evaluation Committee / EUJO-LIMMS Workshop”
開催期間	平成27年9月27日 ~ 平成27年9月30日 (4日間)
開催地(国名、都市名、会場名)	(和文) フランス・パリ市・CNRSパリ本部
	(英文) France, Paris, CNRS Headquarter
日本側開催責任者 氏名・所属・職	(和文) 川勝英樹・東京大学生産技術研究所・教授
	(英文) Hideki KAWAKATSU, Institute of Industrial Science, The University of Tokyo, Professor
相手国側開催責任者 氏名・所属・職 (※日本以外での開催の場合)	(英文) Dominique COLLARD, Laboratory for Integrated Micro Mechatronic Systems, CNRS, Director

#### 参加者数

派遣先 派遣元	セミナー開催国 (フランス)	
	A.	B.
日本 〈人/人日〉	A. 4/ 16	B. 4
	A. 10/ 40	B. 10
フランス 〈人/人日〉	A. 3/ 12	B. 2
	A. 3/ 12	B. 2
ドイツ 〈人/人日〉	A. 3/ 12	B. 2
	A. 3/ 12	B. 2
フィンランド 〈人/人日〉	A. 3/ 12	B. 2
	A. 3/ 12	B. 2
オランダ 〈人/人日〉	A. 26/ 104	B. 22
	A. 26/ 104	B. 22
合計 〈人/人日〉	A. 26/ 104	B. 22
	A. 26/ 104	B. 22

- 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>日仏国際共同運営組織LIMMSは、本事業の運営主体である東京大学生産技術研究所の国際共同研究のうち、もっとも活動実績が大きく歴史のあるサブ組織であり、今回のEU-FP7マッチングファンド獲得に大きく貢献している。LIMMSでは時限4年の契約更新のために、CNRS評価委員会による4年毎の期末評価が義務づけられていることから、今回はCNRSパリ本部において外部評価を実施する。</p> <p>また、本事業関係者が集合するこの機会を利用して、EU-FP7の活動報告と、共同研究に関する打合せ、来日を希望する研究者向けの情報提供のためのワークショップを開催する。</p>		
期待される成果	<p>過去4年間のLIMMSの研究活動をCNRS側に報告し、次期4年間の契約更新に向けた事務折衝を行う。また、CNRSが中心となって獲得したEU-FP7予算に対して、日本側がそのマッチングファンドとして本研究拠点形成事業を支援していることをアピールし、国際共同研究へのEU側のコミットメントを高める。さらに、今年度から本格的に始動したフランス・リール市のSMIL-Eプロジェクトの活動内容を、EU内の関係研究者にひろく周知する。</p>		
セミナーの運営組織	<p>主催：本研究拠点形成事業（東京大学生産技術研究所）  共催：フランス国立科学研究センター（CNRS）  共催：LIMMS/CNRS-IIS (UMI-2820)</p>		
開催経費 分担内容	日本側	内容	外国旅費 金額 2,500,000 円 合計 2,500,000 円
	(フランス)側	内容	開催経費 金額 1,500,000 円
	(スイス)側	内容	外国旅費 金額 1,500,000 円
	(ドイツ)側	内容	外国旅費 金額 1,500,000 円
	(フィンランド)側	内容	外国旅費 金額 1,500,000 円
	(オランダ)側	内容	外国旅費 金額 1,000,000 円

### 8-3 研究者交流（共同研究、セミナー以外の交流）

平成27年度は実施しない（表を削除済み）

### 8-4 中間評価の指摘事項等を踏まえた対応

中間評価での指摘事項に関して、下記の対応を実施中・実施予定である。

1. （指摘） p 2、総合評価コメント欄「MEMSツールの医療への実施試験は可能と考えられるが、医療へのMEMSツールの導入はまだ先が長いように思われる」  
（対応） この指摘は大変もつともであることを本事業でも認識している。本事業ではできるところから手を付けて長期にわたって実績を上げることを心がけて、今年度以降に本格実施するSMMIL-Eでの活動に注力する。
2. （指摘） p 2、総合評価コメント欄「若手研究者の育成に関しても本事業に関与した若手が東京大学での本事業や他の関連事業以外で自立できるかどうかの本事業の成功を決定すると考えられる」  
（対応） 本事業で支援を受けた博士学生が、昨年度、学位取得終了後に国内外の研究機関（理化学研究所、Italian Institute of Technology、他）への採用が決定しており、若手育成の成果が出ているものと考えていることから、若手派遣・NAMISスクール事業を今後も継続したい。なお、本事業で支援を受けた博士学生で、本学の博士研究員等に採用されたものが他にも2名いることを申し添える。
3. （指摘） p 3、コメント欄「一方で、優秀でかつ積極的な若手研究者がもともと多数いる機関であると考えると、このプログラムがなくても、この程度の成果はあがったのではないかと考えられる」  
（対応） この指摘ももつともではあるが、本拠点形成事業の交流事業により、個別の研究予算では支弁できなかった新たな研究構想や萌芽的な研究抱負に対して、国際共同研究のきっかけとなる研究者交流が促進されたことも事実である（例：R-5によるTEM内での分子・原子の液中観察ツール開発など）。本事業では、統合バイオメディカルシステム国際研究センターに続く、新たな研究分野の芽を育成するために、研究者の自由な発想を尊重した予算配分計画を心がけたい。
4. （指摘） p 3、コメント欄「研究交流の規模に比較する（中略）相手国との共著論文がなく、相手国との共同発表件数も少ない」  
（対応） 本事業に関わる発表論文は少なからず存在するが、謝辞に関する規定の周知が不足していたため、論文上での本事業に対する謝辞を入れ忘れた発表があった。規定により、これらは本事業の成果発表数から除外している。今後は、謝辞に関する記載を周知徹底したい。

## 9. 平成27年度研究交流計画総人数・人日数

### 9-1 相手国との交流計画

派遣先 派遣元	日本 <人/人日>	フランス <人/人日>	スイス <人/人日>	ドイツ <人/人日>	フィンランド <人/人日>	オランダ <人/人日>	カナダ (第三国)	ポーランド (第三国)	合計 <人/人日>
日本 <人/人日>		10/ 300 (10/ 130)	3/ 15 (4/ 20)	7/ 27 (5/ 100)	1/ 7 (10/ 10)	2/ 20 (2/ 20)	5/ 35 (3/ 9)	2/ 8 (2/ 8)	30/ 412 (36/ 297)
フランス <人/人日>	(20/ 3000)		( )	(5/ 10)	(5/ 10)	(5/ 10)	(5/ 35)	(5/ 20)	0/ 0 (45/ 3085)
スイス <人/人日>	(5/ 200)	(5/ 10)		(5/ 10)	(5/ 10)	(5/ 10)	(7/ 49)	(4/ 16)	0/ 0 (36/ 305)
ドイツ <人/人日>	(5/ 200)	(5/ 10)	(5/ 10)		(5/ 10)	(5/ 10)	(7/ 49)	(4/ 16)	0/ 0 (36/ 305)
フィンランド <人/人日>	(5/ 200)	(5/ 10)	(5/ 10)	(5/ 5)		(5/ 10)	(7/ 49)	(4/ 16)	0/ 0 (36/ 300)
オランダ <人/人日>	(5/ 200)	(5/ 10)	(5/ 10)	(5/ 5)	(5/ 10)		(7/ 49)	(4/ 16)	0/ 0 (36/ 300)
カナダ (第三国)	( )	( )	( )	( )	( )	( )		( )	0/ 0 (0/ 0)
ポーランド (第三国)	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )		0/ 0 (0/ 0)
合計 <人/人日>	0/ 0 (40/ 3800)	10/ 300 (30/ 170)	3/ 15 (19/ 50)	7/ 27 (25/ 130)	1/ 7 (30/ 50)	2/ 20 (22/ 60)	5/ 35 (36/ 240)	2/ 8 (23/ 92)	30/ 412 (225/ 4592)

※各国別に、研究者交流・共同研究・セミナーにて交流する人数・人日数を記載してください。(なお、記入の仕方の詳細については「記入上の注意」を参考にしてください。)

※相手国側マッチングファンドなど、本事業経費によらない交流についても、カッコ書きで記入してください。

### 9-2 国内での交流計画

0 / 0 <人/人日>
--------------

10. 平成27年度経費使用見込み額

(単位 円)

	経費内訳	金額	備考
研究交流経費	国内旅費	0	国内旅費、外国旅費の合計は、研究交流経費の50%以上であること。
	外国旅費	12,900,000	
	謝金	0	
	備品・消耗品購入費	0	
	その他の経費	1,748,000	
	外国旅費・謝金等に係る消費税	952,000	
	計	15,600,000	研究交流経費配分額以内であること。
業務委託手数料		1,560,000	研究交流経費の10%を上限とし、必要な額であること。また、消費税額は内額とする。
合計		17,160,000	