

研究拠点形成事業
平成 25 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：	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

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/eujio-limms>

3. 採用期間

平成 24 年 4 月 1 日 ～ 平成 29 年 3 月 31 日

(2 年度目)

4. 実施体制

日本側実施組織

拠点機関： 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・中埜良昭

コーディネーター (所属部局・職・氏名)： 生産技術研究所・教授・藤井輝夫

協力機関：

事務組織： 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

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

(3) 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. 研究交流目標

5-1. 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計測用マイクロエレクトロ

ニクス集積回路、(3) 大面積に渡って細胞処理・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)、および、フィンランドVTT技術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、(1)～(4)の技術を統合した細胞走査・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。

5-2. 平成25年度研究交流目標

「研究協力体制の構築」目的に関する平成25年度の目標は、EU側マッチングファンドプロジェクトEUJO-LIMMSにおいて、これまでの海外パートナー機関 (フランスCNRS、スイス連邦工科大学、ドイツ・フライブルグ大学、フィンランド・VTT技術研究所) 以外にもう1箇所の新たなパートナー機関との連携を確立することにある。本件は、EUJO-LIMMSの事業計画にも記載されており、新たなパートナー機関の勧誘・連携を図るためにフランス、および、ドイツにおいて本事業の研究計画とこれまでの成果報告に関するセミナーを開催する予定である。

「学術的観点」に関する平成25年度の目標は、本事業が掲げる研究項目4件に関して、以下の通りである。すなわち、項目(1)の細胞融合用のマイクロ流体システムに関しては、昨年度に開始した透明電極を形成したガラス基板に、新たにマイクロ流体チャンネルを貼り合わせた μ TASを構築し、電気泳動等によって細胞を融合電極近傍に誘導する技術を確立する。また、項目(2)の細胞や組織の状態をリアルタイムで把握するため計測用マイクロエレクトロニクス集積回路に関しては、前項(1)のシステム内に薄膜トランジスタを集積化する設計・製作手法を検討する。項目(3)の大面積に渡って細胞処理・化学反応処理するシステムに関しては、生きた細胞を閉じ込めたハイドロゲルを紐状に加工して、それらを液中で立体的に織り込むことで人工臓器の前段階となる高度な組織構造を形成する技術を検討する。また、項目(4)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に関しては、あらたに印刷技術によるマイクロ加工技術を導入し、印刷したインクによるリフトオフ方式で金属薄膜などのパタニングを行うプロセス技術の研究開発を実施する。なお、これらの研究は、東京大学生産技術研究所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け入れと、各国研究機関への日本人若手研究者の派遣による国際共同研究として実施する。また、これらの成果をワークショップ (本事業のセミナー) において報告することで、国際研究ネットワーク内の共同研究を活性化し、若手研究者向けに新たな研究テーマとして発信する。さらに、マイクロ・ナノ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する場として、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、同じく、国際的に活躍できる若手研究者の育成に貢献する。

なお、本事業の日本側実施組織である東京大学生産技術研究所では、マイクロ・ナノメカトロニクスに関する国際研究ネットワークNAMIS (Nano & Micro Systems) を運営しており、本事業の相手国実施組織はそのネットワークに包含されている。NAMISでは毎年各国持ち回りでセミナー等を開催しており、本事業のワークショップのひとつ(7月)はワシントン大学(米国シアトル市)での開催を予定している。また、国際スクール(9月)はソウル国立大学(韓国ソウル市)での開催を予定している。これらは第3国開催となるため、派遣のための申請書を事前提出する。

6. 平成25年度研究交流成果

(交流を通じての相手国からの貢献及び相手国への貢献を含めてください。)

6-1 研究協力体制の構築状況

本事業の運営主体となる東京大学生産技術研究所とEU各国のパートナー研究機関との間には10年以上にわたる共同研究の実績があり、なかでもフランス国立科学研究センター(CNRS)との間には1995年に発足した国際共同運営ラボLIMMS (Laboratory for Integrated Micro Mechanical Systems)がある。今回のEU-FP7の枠組みでは、このLIMMSを他のEU各国研究機関から来訪する研究者の受け皿として開放し、研究拠点としての機能を充実することを目的として Europe-Japan Opening of LIMMS (EUJO-LIMMS) なるプロジェクトをEU-FP7のINCOLab事業の一環として開始した。また本学振C2C事業は、このEU-FP7のマッチング・ファンド事業に位置づけられている。本事業2年目の平成25年度は、フランスCNRS以外のスイス連邦工科大学ローザンヌ校、ドイツ・フライブルグ大学、フィンランドVTT技術研究所から継続的に研究者を受け入れて共同研究を実施した。研究協力体制の構築にあたり、特に国・研究者の身分によって異なる入国手続きをワンストップで取り扱う窓口として、新たにCNRSからEUプロジェクトの事務を専門とする事務官1名を東大生産研の事務職員として招聘し(東大の自主経費による出向扱い)、LIMMSを運営する事務オフィス(LIMMSオフィス)の機能を充実した。

上記LIMMSは、東京におけるEUと東大との共同運営ラボとして位置づけられている。一方、EUにおけるLIMMSのミラー構造として、日本人研究者を海外に派遣し、現地の大学・研究機関等で共同研究を実施する体制を構築した。この体制ではおもにMEMS技術のバイオ・医療への実地応用を目指しており、フランス・リール市におけるCNRSラボIEMNと現地の病院との共同研究プロジェクトSMMIL-E (Seeding Microsystem in Medicine in Lille) を立ち上げ、平成26年5月の開所を目指して事務体制を構築中である。

なお、平成25年度に実施したS-4の「EUJO-LIMMSワークショップ」(10月25日、ドイツ・フライブルグ大学)では、EU4ヶ国以外の新たな研究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、オランダその他数カ国のMEMS/NE

MS関連研究機関に声を掛け、総数約100名を参集して新たな共同研究の可能性を探るワークショップと個別ミーティングを開催した。その結果、オランダ・トウエンテ大学の附置研究所であるMESA+（メサプラス）を平成26年度中旬以降に新たに迎え入れることが決定した。

6-2 学術面の成果

本事業第2年目の平成25年度には、年度当初に計画した予定通りに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CNRS本部、パリ市）では、本事業とそのマッチング・ファンド事業であるEUJO-LIMMSに参加する研究者を含めた講演者10名と、聴講者約100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等に関する講演会を開催し、各国共同研究者間での情報交換と研究成果の対外的アピールを実施した。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、本事業の活動を含めた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、本事業のEU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、現地ワシントン大学等から総数54名の参加者を参集し、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。本分野は、年間1兆個以上のセンサを消費する「トリリオンセンサ」時代に必要な技術に関するものであり、ネットワーク経由のヘルスケアや社会インフラ監視等への応用が期待されている。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、大学院学生・博士研究員クラスの若手研究者総数48名を参集し、MEMSとNEMSの基礎と応用に関する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。

6-3 若手研究者育成

本事業の運営主体である東京大学生産技術研究所は、過去数年にわたり海外パートナー機関との共同運営による若手研究者向けの国際スクールを毎年開催しており、これにより、博士課程大学院生・博士研究院レベルの若手研究者の専門知識と国際的研究活動能力、交渉力等の育成を図っている。

平成25年度には、上記6-2で述べたようにS-3「第7回NAMIS国際スクール」を開催し、1週間かけてMEMS/NEMS分野の基礎と応用に関するセミナー・体験学習を実施した。特に体験学習では、各国の若手研究者を国籍によらず混成した臨時のプロジェクトチームを形成し、週の前半の講義で学習した内容に基づいて新たな研究テーマを立案することで仮想的に国際研究プロジェクトの計画・立ち上げの交渉を模擬体験し、それ

をプロジェクト申請としてプレゼンするまでの一連の作業を体験させた。この国際スクールに参加した若手研究者は、いずれも少なからぬ確率で派遣元の大学・研究機関の研究者として将来を嘱望された者であり、今回の体験学習で構築された若手研究者ネットワークは、次世代の我が国の研究者が国際的に活躍する際に活用できる貴重な資産になるものと期待される。

6-4 その他（社会貢献や独自の目的等）

本事業は、EU-FP7プロジェクトのマッチングファンド事業として運営している。このプロジェクトでは、EU研究者が東大を研究の活動拠点として活用できるように、研究者受入のための事務的プロトコルを整備するという課題（ワークパッケージ）が企画されている。平成25年度には特に日仏共同ラボLIMMSの運営をサンプルとして、国際共同研究組織を立ち上げるための標準マニュアル案を作成した。すなわち、1995年に遡るLIMMSの歴史を振り返り、国際共同研究を開始した日仏両国の科学技術的背景、共同研究立ち上げにいたる各種契約書（日仏省庁間の合意書、大学間の覚書、研究所間のプロトコル、実際の共同研究契約書、研究所内の誓約書など）をサンプルとして取りまとめた。また、東大に着任した海外研究者が速やかに実質的な研究を開始し、より早く、高い研究成果を出すための支援オフィス（LIMMSオフィス）の機能として、着任前・着任直後・滞在中・離任前の4段階において100項目以上の支援内容をチェックシート形式のリストに編纂した。LIMMSが1995年の創設以来20年近く瑕疵無く運営できている理由がこの支援リストによって国内外に明示的に示される結果となり、我が国の国際共同研究に対する積極的な姿勢が評価された。なお、当該書類は英文で記載されており、我が国以外の研究機関においても、研究者受入の作業マニュアルとして役立つものと思われる。また、このマニュアルは現在設立準備中のSMILE-Eプロジェクト（フランス・リール市）の事務機構にも採用される予定である。

6-5 今後の課題・問題点

研究遂行上の問題は特にない。

本事業の成果により、本事業関連の若手研究者のビジビリティが高まっており、このことは国内外の研究機関から若手ポスト・教員公募のオファーを頻繁に受けることから伺える。なお、平成25年度末には本事業の支援を受けた博士研究員1名が、任期終了後に東大他部局の助教に採用されている。東大生産研の研究活動を支援して戴いている日本学術振興会に深く感謝している。

6-6 本研究交流事業により発表された論文

平成25年度論文総数 7 本

相手国参加研究者との共著 0 本

(※ 「本事業名が明記されているもの」を計上・記入してください。)

(※ 詳細は別紙「論文リスト」に記入してください。)

7. 平成25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, CNRS, Director				
参加者数	日本側参加者数	53 名			
	(フランス) 側参加者数	35 名			
	() 側参加者数	名			
25年度の研究 交流活動	<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・ナノツールを研究開発した。</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。なかでも、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ミクロン程度のマイクロ流体チャネルを形成し、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とともにさらに発展させて、バイオ計測・操作に利用可能なマイクロ・ナノツールの開発を行った。</p> <p>CNRSとの共同研究においては特にこのナノピンセットの研究成果が顕著であり、この技術に基づいて分子計測する手法を発展させ、がん化</p>				

	<p>した細胞を個別に特定するツールの開発とその医療応用に関する研究を進めている。すなわち、リール市のCNRS研究所IEMNと現地の付属病院との共同研究として、DNAチップや細胞操作、人工臓器などの研究を実施する新たなプロジェクトSMMIL-E (Seeding Microsystem in Medicine in Lille) を平成26年5月以降に発足することが決定している。</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従来から実施運営してきたフランスとの国際共同研究組織LIMMSの一環として実施した。なお、本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、相手先機関からの研究者派遣は、マッチングファンドであるEU-FP7予算から支弁した。</p>
25年度の研究交流活動から得られた成果	<p>上記のマイクロピンセットを用いて液中からDNA分子を取り出し、生体高分子としての粘弾性計測や、電気的特性の測定が実施可能なマイクロ・ナノツールを新たに開発し、がん化した細胞をその粘弾性特性から特定する新たなバイオ化学計測のツールに応用する知見を得た。この成果は、平成26年5月以降に発足する新たな国際プロジェクトの基盤となった。</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・准教授				
	(英文) Beomjoon KIM, Institute of Industrial Science, The University of Tokyo, Associate Professor				
相手国側代表者 氏名・所属・職	(英文) Dominique COLLARD, Laboratory for Integrated Micro Mechatronic Systems, CNRS, Director Joergen BRUGGER, Microsystem Laboratory, Ecole Polytechnique Federale de Lausanne, Switzerland, Professor				
参加者数	日本側参加者数			19名	
	(フランス)側参加者数			2名	
	(スイス)側参加者数			7名	

<p>25年度の研究 交流活動</p>	<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）とソフト材料加工技術と東京大学の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した。従来の半導体微細加工技術では平ら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、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次元曲面に加工形成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とともに、バイオセンシングや人工皮膚エレクトロニクスなどの先端的応用を検討した。</p> <p>平成25年度は特に、日本側から若手研究者をEPFLに3ヶ月間派遣して、細胞集団に局所的な熱刺激を与えて細胞反応をリアルタイム計測するマイクロヒーターデバイスの製作とそれを用いた熱解析に関する研究を実施した。このツールは、従来の方法では困難とされてきた加熱中の細胞の温度を実時間で観測するためのものであり、EPFLが所有するフレキシブル・インプリント（パターンの転写）技術を利用してデバイスの製作を行った。</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。なお、本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、相手先機関からの研究者派遣は、マッチングファンドであるEU-FP7予算から支弁した。</p>
<p>25年度の研究 交流活動から得 られた成果</p>	<p>従来より東大生産研ではマイクロヒーターデバイスを用いて細胞の熱刺激と反応の相関（熱ショック反応）を計測する研究をおこなってきた。以前の研究では、加熱中の細胞温度を実時間で計測することが困難であり、温度に対する細胞反応を定量的に解析することが十分には出来なかった。今回新たに構築した計測技術では、白金系のマイクロ抵抗温度計を集積化しており、過渡的な加熱特性を四端子法で精密に計測できる。このことから、各種薬品に対する細胞反応の温度特性を定量的に計測することが可能となり、来年度以降には医薬品開発用のツールとしての応用を検討することが可能となった。</p>

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・准教授				
	(英文) Shoji TAKEUCHI, Institute of Industrial Science, The University of Tokyo, Associate Professor				
相手国側代表者 氏名・所属・職	(英文) Dominique COLLARD, Laboratory for Integrated Micro Mechatronic Systems, CNRS, Director Oliver PAUL, Institute for Micro System Technique, Freiburg University, Professor				
参加者数	日本側参加者数	12名			
	(フランス)側参加者数	2名			
	(ドイツ)側参加者数	8名			
25年度の研究 交流活動	<p>共同研究R-3では、おもにドイツ・フライブルグ大学が所有する集積回路技術と、東京大学のバイオ計測技術とフレキシブル加工技術応用して、神経細胞に直接接触できる柔軟な神経電位計測用マイクロプローブを共同で開発した。また、マイクロ構造内を伝達する熱(フォノン)の解析とその制御、および、熱伝達がセンサに与える影響に関する理化学的観点からの研究に取り組んだ。</p> <p>なかでも平成25年度にはとくに、東大生産研から若手教員1名をフライブルグ大学に派遣し(2年間の予定)、シリコンマイクロ構造内の熱伝達に関する研究に重点的に取り組んだ(派遣のための費用は、東大生産研の他の予算を使用した)。</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、ドイツの共同研究として位置づけられる。なお、本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、相手先機関からの研究者派遣は、マッチングファンドであるEU-FP7予算から支弁した。</p>				

25年度の研 究交流活動から得 られた成果	フライブルグ大学 IMTEKにおける量子光学関連の研究施設を利用して、レーザー光による微小構造体の振動抑制（レーザー冷却）技術に関する実験を行った。機械振動は光や電子の振る舞いに関わる量子力学的な物理とは無縁の現象であると認識されていたが、近年の光機械結合系に関する研究によって新たな物理分野としての開拓が進みつつある。本研究では特にレーザー光による機械振動に適した化合物半導体系フォトニック結晶ナノ構造を設計・製作し、光-機械結合系物理現象を解明する基盤技術を構築した。
-----------------------------	--

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, CNRS, Director Tommi SUNI, Microelectronics and Nanotechnology Center (MICRONOVA), VTT Technical Research Center of Finland, Professor				
参加者数	日本側参加者数	13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			
25年度の研 究交流活動	<p>共同研究R-4では、おもにフィンランドVTT研究所がもつ細胞への化学・電気的ストレス試験技術と東京大学のバイオ応用マイクロ流体技術を融合して、さまざまな条件下での細胞の反応を計測するμTASを共同で開発した。</p> <p>細胞内外の化学反応現象を理解するために、マイクロ流体チャンネル内で細胞を培養して、そこに劇毒物や薬剤、栄養分等の化学的刺激を系統立てて与えたり、また、電流・電圧や磁場、超音波などの物理的刺激を与える新たな原理に基づくμTAS (micro total analysis system) の基盤技術を共同で開発した。</p> <p>なかでも平成25年度にはとくに、厚さ10μm程度のPENフィルム上に印刷技術で100μm角程度の電極を形成し、それを用いてマイクロ物体を静電的に駆動するアクチュエータ機構と、それを用いたテラヘルツ分光装置の基礎検討を実施した。</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、フィンランドからの研究者をLIMMS</p>				

	<p>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。なお、本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、相手先機関からの研究者派遣は、マッチングファンドであるEU-FP7予算から支弁した。</p>
<p>25年度の研究交流活動から得られた成果</p>	<p>テラヘルツ光による物質の可視化観測技術は、分子構造によって吸収スペクトルが敏感に変化することから非破壊で材料の組成を観測するツールとして適している。平成25年度には特に細胞内の物質を特定するテラヘルツ分光計測を目的としたMEMS型のテラヘルツ光可変フィルタの設計と製作を実施した。MEMS技術を応用して基板上に100μm程度の微細な結合共振子の金属パターンを多数配列し、同素子の内部にある可変静電容量の値を制御することで、特定波長のテラヘルツ(300~500GHz帯)の透過率を20%から80%の間で高コントラスト制御することに成功した。この構造をアレイ化して使用することにより、テラヘルツ分光器用の波長フィルタ、空間フィルタとして機能することが期待される。</p>

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「LIMMSワークショップ」 (英文) JSPS Core-to-Core Program “LIMMS Workshop”
開催期間	平成25年5月16日 ~ 平成25年5月17日 (2日間)
開催地(国名、都市名、会場名)	(和文) フランス共和国、パリ市、CNRS本部 (英文) CNRS Headquarter, Paris, France
日本側開催責任者 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 System, CNRS, Director

参加者数

派遣先 派遣元		セミナー開催国 (フランス)
日本 〈人／人日〉	A.	16/ 48
	B.	4
フランス 〈人／人日〉	A.	15/ 29
	B.	43
スイス 〈人／人日〉	A.	0/ 0
	B.	1
ドイツ 〈人／人日〉	A.	0/ 0
	B.	4
フィンランド 〈人／人日〉	A.	0/ 0
	B.	0
合計 〈人／人日〉	A.	31/ 77
	B.	52

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	日仏国際共同研究運営組織LIMMSは、本研究拠点形成事業の運営主体である東京大学生産技術研究所マイクロナノメカトロニクス国際研究センター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、今回の事業のEU-FP7マッチングファンド獲得に大きく貢献している。LIMMSでは年1回の研究成果報告会と、2年・4年毎の中間・期末評価を実施しており、平成25年度の今回は、研究の成果をEU圏内の研究者を対象として報告するとともに、次年度に向けた国際共同研究計画を立案する。		
セミナーの成果	本事業とそのマッチング・ファンド事業であるEU-JO-LIMMSに参加する研究者を含めた講演者10名と、聴講者約100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等に関する講演会を開催し、各国共同研究者間での情報交換と研究成果の対外的アピールを実施した。また、来年度以降にLIMMSに着任を希望する海外研究者との研究内容打合せ・面談を実施した。		
セミナーの運営組織	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)		
開催経費 分担内容 と金額	日本側	内容	外国旅費 金額 5,026,810 円 消費税 4,771 円 合計 5,031,581 円
	(フランス)側	内容	その他経費 金額 500,000 円 合計 500,0000 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11回NAMISワークショップ」
	(英文) JSPS Core-to-Core Program “The 11 th Workshop of the International Research Network on Nano and Micro Systems (NAMIS)”
開催期間	平成25年7月8日 ~ 平成25年7月10日 (3日間)
開催地(国名、都市名、会場名)	(和文) アメリカ合衆国、シアトル市、ワシントン大学
	(英文) USA, Seattle, University of Washington
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) Dominique COLLARD, Laboratory for Integrated Micro Mechatronic System, CNRS, Director Karl F. BOHRINGER, Microelectromechanical Systems (MEMS) Laboratory, University of Washington, Professor

参加者数

派遣先 派遣元	セミナー開催国 (アメリカ)	
	A.	B.
日本 〈人／人日〉	A.	6 / 22
	B.	0
アメリカ (第三国) 〈人／人日〉	A.	0 / 0
	B.	27
フランス 〈人／人日〉	A.	5 / 20
	B.	3
スイス 〈人／人日〉	A.	0 / 0
	B.	2
ドイツ 〈人／人日〉	A.	1 / 4
	B.	0
フィンランド 〈人／人日〉	A.	2 / 10
	B.	3
合計 〈人／人日〉	A.	14 / 56
	B.	35

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	本研究拠点形成事業の実施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 (Micro Nano Systems) を運営しており、この中には、本事業の海外パートナー機関（フランス・CNRS、スイス連邦工科大学ローザンヌ校、ドイツ・フライブルグ大学、フィンランド・VTT技術研究所）以外にも、韓国・ソウル国立大学、台湾・国立清華大学、東北大学のほか、米国・ワシントン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て共同研究活動が進められている。このネットワークでは年に1回の頻度で、各国持ち回りで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25年度にはワシントン大学での開催が決定している。このセミナーには毎年10カ国以上からMEMS分野の研究者が30名程度参加することから、本事業の研究成果を報告することにより、東大生研のMEMS研究の取り組みを国際的に周知する
セミナーの成果	本事業の活動を含めた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、本事業のEU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、現地ワシントン大学等から総数54名の参加者を参集し、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。本分野は、年間1兆個以上のセンサを消費する「トリリオンセンサ」時代に必要な技術に関するものであり、ネットワーク経由のヘルスケアや社会インフラ監視等への応用が期待されている。本セミナーでは、そのようなセンサネット社会に不可欠な要素技術として、各種MEMSセンサだけでなく、センサノードを駆動する新たな自立電源の構築方法について意見を交換した。
セミナーの運営組織	主催：本研究拠点形成事業（東京大学生産技術研究所） 共催：米国・ワシントン大学 共催：LIMMS/CNRS-IIS (UMI-2820)

開催経費 分担内容 と金額	日本側	内容	外国旅費	金額	2,102,161 円
				消費税	2,223 円
				合計	2,104,384 円
	(フランス) 側	内容	外国旅費	金額	円
	(ドイツ) 側	内容	外国旅費	金額	円
	(フィンランド) 側	内容	外国旅費	金額	円
	(アメリカ) 側 第三 国	内容	開催経費	金額	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「第7回NAMIS国際スクール」
	(英文) JSPS Core-to-Core Program “The 7 th NAMIS International School”
開催期間	平成25年9月2日 ~ 平成25年9月6日 (5日間)
開催地(国名、都市名、 会場名)	(和文) 大韓民国、ソウル市、ソウル国立大学
	(英文) Seoul National University, Seoul, Korea
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 System, CNRS, Director Kukjin CHUN, Microsystems & Nanotechnology Lab., Seoul National University, Professor

参加者数

派遣先 派遣元		セミナー開催国 (韓国)
日本 〈人／人日〉	A.	9 / 63
	B.	0
フランス 〈人／人日〉	A.	0 / 0
	B.	12
スイス 〈人／人日〉	A.	0 / 0
	B.	1
ドイツ 〈人／人日〉	A.	0 / 0
	B.	4
フィンランド 〈人／人日〉	A.	0 / 0
	B.	4
韓国 (第三国) 〈人／人日〉	A.	0 / 0
	B.	18
合計 〈人／人日〉	A.	9 / 63
	B.	39

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>本研究拠点形成事業の実施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 (Micro Nano Systems) を運営しており、この中には、本事業の海外パートナー機関（フランス・CNRS、スイス連邦工科大学ローザンヌ校、ドイツ・フライブルグ大学、フィンランド・VTT技術研究所）以外にも、韓国・ソウル国立大学、台湾・国立清華大学、東北大学のほか、米国・ワシントン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て共同研究活動が進められている。特に、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例年合計50名以上集めて、MEMS/NEMSの基礎と応用に関する講義と、各国拠点の特徴を生かした体験学習を企画している。平成25年度には、NAMISグループの韓国・ソウル国立大学での開催が決定している。</p>			
<p>セミナーの成果</p>	<p>大学院学生・博士研究員クラスの若手研究者総数48名を参集し、MEMSとNEMSの基礎と応用に関するセミナーと体験学習を実施した。また、体験学習では、各国の若手研究者を国籍によらず混成した臨時のプロジェクトチームを形成し、新たな研究テーマを立案する作業とそれをプロジェクト申請としてプレゼンするまでの一連の作業を体験させた。今回の体験学習で構築された若手研究者ネットワークは、次世代の我が国の研究者が国際的に活躍する際に活用できる貴重な資産になるものと期待される。</p>			
<p>セミナーの運営組織</p>	<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：ソウル国立大学 共催：LIMMS/CNRS-IIS (UMI-2820)</p>			
<p>開催経費 分担内容 と金額</p>	<p>日本側</p>	<p>内容</p>	<p>外国旅費</p>	<p>金額 566,663 円 消費税 2,293 円 合計 568,956 円</p>
	<p>(韓国)側 第三国</p>	<p>内容</p>	<p>開催経費</p>	<p>金額 500,000 円</p>

整理番号	S-4
セミナー名	(和文) 日本学術振興会研究拠点形成事業「EUJO-LIMMSワークショップ」
	(英文) JSPS Core-to-Core Program “EUJO-LIMMS Workshop”
開催期間	平成25年10月25日(1日間)
開催地(国名、都市名、会場名)	(和文) ドイツ連邦共和国、フライブルグ市、フライブルグ大学 IMTEK
	(英文) IMTEK, Freiburg University, Freiburg, Germany
日本側開催責任者 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
相手国側開催責任者 氏名・所属・職 (※日本以外での開催の場合)	(英文) Oliver PAUL, Institute for Micro Technology, Freiburg University, Professor

参加者数

派遣元	派遣	セミナー開催国 (ドイツ)	
		A	B
日本 〈人／人日〉	A.	10/ 20	
	B.	5	
フランス 〈人／人日〉	A.	2/ 4	
	B.	1	
スイス 〈人／人日〉	A.	1/ 2	
	B.	1	
ドイツ 〈人／人日〉	A.	6/ 6	
	B.	27	
フィンランド 〈人／人日〉	A.	3/ 6	
	B.	0	
合計 〈人／人日〉	A.	22/ 38	
	B.	34	

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	日仏国際共同研究運営組織LIMMSは、本研究拠点形成事業の運営主体である東京大学生産技術研究所マイクロナノメカトロニクス国際研究センター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、今回の事業のEU-FP7マッチングファンド獲得に大きく貢献している。今回は、EU-FP7の枠組みで来日し、共同研究に参加する研究者向けのInformation Day（情報提供）として、MEMS/NEMS関連研究者人口の多いドイツにおいて共同研究と赴任の仕組みに関して説明し、来年度以降の共同研究に関する研究当事者レベルでの打合せの機会とする。		
セミナーの成果	EU4ヶ国以外の新たな研究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、オランダその他数カ国のMEMS/NEMS関連研究機関に声を掛け、総数約100名を参集して新たな共同研究の可能性を探るワークショップと個別ミーティングを開催した。その結果、オランダ・トウェンテ大学の附置研究所であるMESA+（メサプラス）を平成26年度中旬以降に新たに迎え入れることが決定した。		
セミナーの運営組織	主催：本研究拠点形成事業（東京大学生産技術研究所） 共催：フライブルグ大学IMTEK 共催：フランス国立科学研究センター（CNRS） 共催：LIMMS/CNRS-IIS (UMI-2820)		
開催経費 分担内容 と金額	日本側	内容	外国旅費 金額 260,509円 消費税 401円 合計 260,910円
	(フランス)側	内容	外国旅費 金額 円
	(スイス)側	内容	外国旅費 金額 円
	(ドイツ)側	内容	その他経費 金額 500,000円 合計 500,000円
	(フィンランド)側	内容	外国旅費 金額 円

7-3 研究者交流（共同研究、セミナー以外の交流）

平成25年度は実施しない（表を削除済み）。

8. 平成25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	四半期	日本	フランス	スイス	ドイツ	フィンランド	アメリカ [第三国]	韓国 [第三国]	合計
日本	1		14/95 (5/74)	(1/4)	()	2/8 ()	()	()	16/103 (6/78)
	2		(3/14)	(1/91)	()	()	6/34 ()	9/61 (4/25)	15/95 (8/130)
	3		(3/46)	1/91 (2/21)	2/10 (18/808)	()	()	()	3/101 (23/806)
	4		1/85 (9/115)	()	(2/12)	()	()	()	1/85 (11/127)
	計		15/180 (20/249)	1/91 (4/116)	2/10 (20/821)	2/8 (0/0)	6/34 (0/0)	9/61 (4/25)	88/884 (48/1111)
フランス	1	(9/118)		()	()	()	()	()	0/0 (9/118)
	2	(6/167)		()	()	()	(4/16)	()	0/0 (10/167)
	3	(20/851)		()	2/2 ()	()	()	()	0/0 (22/853)
	4	(7/40)		()	()	()	()	()	0/0 (7/40)
	計	0/0 (42/124)		0/0 (0/0)	0/0 (2/2)	0/0 (0/0)	0/0 (4/16)	0/0 (0/0)	0/0 (48/1111)
スイス	1	(1/200)	()		()	()	()	()	0/0 (1/200)
	2	(1/1)	()		()	()	()	()	0/0 (1/1)
	3	()	()		(1/1)	()	()	()	0/0 (1/1)
	4	(1/153)	()		()	()	()	()	0/0 (1/153)
	計	0/0 (3/354)	0/0 (0/0)		0/0 (1/1)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	0/0 (4/354)
ドイツ	1	(1/30)	()	()		()	()	()	0/0 (1/30)
	2	(1/1)	()	()		()	(1/3)	()	0/0 (2/4)
	3	(4/147)	()	()		()	()	()	0/0 (4/147)
	4	()	()	()		()	()	()	0/0 (0/0)
	計	0/0 (6/178)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)		0/0 (1/3)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	0/0 (7/178)
フィンランド	1	(2/324)	()	()	()		()	()	0/0 (2/324)
	2	(2/258)	()	()	()		(2/8)	()	0/0 (4/266)
	3	(1/92)	()	()	(3/3)		()	()	0/0 (4/95)
	4	(1/83)	()	()	()		()	()	0/0 (1/83)
	計	0/0 (6/757)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	0/0 (3/3)		0/0 (2/8)	0/0 (0/0)	0/0 (11/788)
アメリカ [第三国]	1	()	()	()	()	()		()	0/0 (0/0)
	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)
韓国 [第三国]	1	()	()	()	()	()	()		0/0 (0/0)
	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)
合計	1	0/0 (13/170)	14/95 (5/74)	0/0 (1/4)	0/0 (0/0)	2/8 (0/0)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	16/103 (19/168)
	2	0/0 (10/167)	0/0 (3/14)	0/0 (1/91)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	6/34 (7/27)	9/61 (4/25)	15/95 (25/204)
	3	0/0 (25/100)	0/0 (3/46)	1/91 (2/21)	2/10 (24/815)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	3/101 (24/1072)
	4	0/0 (9/376)	1/85 (9/115)	0/0 (0/0)	0/0 (2/12)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	1/85 (20/403)
	計	0/0 (87/1111)	16/180 (20/249)	1/91 (4/116)	2/10 (26/827)	2/8 (0/0)	6/34 (7/27)	9/61 (4/25)	88/884 (111/1111)

※各国別に、研究者交流・共同研究・セミナーにて交流した人数・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。

8-2 国内での交流実績

1	2	3	4	合計
()	()	()	()	0/0 (0/0)

9. 平成25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	0	
	外国旅費	12,663,540	
	謝金	0	
	備品・消耗品 購入費	1,268,611	
	その他の経費	1,446,029	
	外国旅費・謝 金等に係る消 費税	621,820	
	計	16,000,000	
業務委託手数料		1,600,000	
合 計		17,600,000	

10. 平成25年度相手国マッチングファンド使用額

相手国名	平成25年度使用額	
	現地通貨額[現地通貨単位]	日本円換算額
フランス	449.345 [€]	63,079 円相当
スイス	350.917 [€]	49,261 円相当
ドイツ	350.960 [€]	49,267 円相当
フィンランド	350.066 [€]	49,142 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。