

平成28年度 研究拠点形成事業（A. 先端拠点形成型）
中間評価資料（進捗状況報告書）

1. 概要

| | | | |
|---------------------|--------------------------|------------------|--|
| 研究交流課題名 (和文) | ラボ交換型生命医科学研究コンソーシアムの立体展開 | | |
| 日本側拠点機関名 | 早稲田大学 | | |
| コーディネーター 所属・職・氏名 | 理工学術院・教授・井上 貴文 | | |
| 相手国側 | 国名 | 拠点機関名 | コーディネーター所属・職・氏名 |
| | シンガポール | 国立シンガポール大学 | Mechanobiology Institute・Director・SHEETZ, Michael |
| | ドイツ | ボン大学 | Life and Medical Sciences Bonn・Professor・HOCH, Michael |
| | イタリア | イタリア技術研究所 | The Center for Micro-BioRobotics・Coordinator・MAZZOLAI, Barbara |
| | 米国 | カリフォルニア大学ロサンゼルス校 | Medical School・Professor・COLWELL, Christopher |

2. 研究交流目標

申請時に計画した目標と現時点における達成度について記入してください。

○申請時の研究交流目標

本課題では、早稲田大学が日本及びシンガポールで確立した顕微鏡基盤技術を、相手国拠点機関が必要とする分子、細胞、臓器を対象とした計測技術へと高度化・先進化するためのスキーム構築を目標とする。相手国拠点機関との『ラボ交換型』連携を基盤とし、応用研究現場からのニーズを取り込みながら本学のシーズを研鑽し、本学の特徴である理工学領域の高度技術と生命現象の知見を活かした次世代の基礎技術を確立する。そのために、国内大学では唯一の海外研究拠点（実験施設）である早稲田バイオサイエンスシンガポール研究所（WABIOS）を活用する。シンガポールは国をあげてバイオ研究に注力しており世界のバイオ研究者が集まっている。その中心的な研究インフラであるバイオポリスに立地するWABIOSはシンガポールのバイオ系研究と日本の早稲田大学の医理工系研究との強力なインターフェースとして機能している。

本事業は、この早稲田大学-WABIOS-シンガポール研究機関という研究体制に、本学がこれまで構築・継続してきた欧米の拠点機関を融合させることにより、我々が誇る先端的計測技術を国際共同研究へと移転させながら進化させる。つまり、早稲田大学とシンガポール研究機関の強固なコネクションが作り出してきた基盤技術を、地域・学術的背景・適用対象などの階層を跨いで立体的に展開させる。

○目標に対する達成度とその理由

上記目標に対する2カ年分の計画について、

十分に達成された

概ね達成された

ある程度達成された

ほとんど達成されなかった

【理由】

2年間で実施された共同研究（シンガポール6件、ドイツ5件、イタリア3件、米国1件）で実際に共同研究先に赴いた人数は、日本から海外拠点へ23名（289人日）、海外拠点から日本へ12名（548人日）であり、および研究者交流（日本から海外拠点へ28名（259人日）、海外拠点から日本へ18名（85人日））を合わせると、日本から海外拠点へ49名（528人日）、海外拠点から日本へ30名（631人日）という規模であった。当初計画の交流人数は2年間で日本からの派遣54名、日本への派遣10名という非対称的な交流を見込んでいたが、前者はほぼ見込み通りの規模だったのに対し、後者は見込みを大きく上回り、対称的に近い交流形態となった。日本から海外拠点へこの規模および共同研究の多彩な内容と質は、「相手国拠点の研究対象を早稲田大学の高度技術を用いて高度化・先進化する」という目標を達成していると考える。これに加えて初年度は国内、2年目はシンガポールで開催した全拠点メンバーを招いてのシンポジウムはそれぞれ盛況で活発なディスカッションが行われ、早稲田大学及び海外拠点の若手研究者や大学院生に海外研究者との討論の場を経験させるよい機会を与えることが出来た。

3. これまでの研究交流活動の進捗状況

(1) これまで（平成28年3月末まで）の研究交流活動について、「共同研究」、「セミナー」及び「研究者交流」の交流の形態ごとに、派遣及び受入の概要を記入してください。※各年度における派遣及び受入実績については、「中間評価資料（経費関係調書）」に記入してください。

○共同研究

【概要】

シンガポール

早稲田大学（東京）の3研究室とWABIOSの2研究室がそれぞれシンガポール国立大学、南洋工科大学およびA*STARの研究室と共同研究を行った。2年間で日本からの派遣は12名（98人日）、シンガポールから日本への派遣は3名（16人日）であり、これにWABIOSと在シンガポール機関との共同研究での相互の研究者の往来が加わる。研究内容は、植物細胞に蛍光タンパク質型プローブを導入し葉緑体の蛍光を回避してデュアルカラーイメージングを行う方法の開発、生きた昆虫の内部状態を観察するための顕微鏡技術およびナノシートを用いた光学的技術開発、メタボリックシンドロームをターゲットとした合成化合物の作成と生体試料での検討、iPS細胞技術をサポートする心筋細胞認識化合物の合成など多岐にわたった。早稲田大学・清水研究室へはシンガポールA*STAR研究者杉井博士の頻繁な来訪（2年間で6回、早稲田から杉井研は2回）による共同研究が行われた。

ドイツ

早稲田大学（東京）の4研究室がそれぞれボン大学LIMESの研究室と共同研究を行った。2年間で日本からの派遣は3名（60人日）、ドイツからの派遣は2名（40人日）であった。研究内容は、ショウジョウバエと蛍光タンパク発現細菌株を用いての細菌の局在や定着の様子の解析、ショウジョウバエの脂肪組織への脂肪蓄積に関与する遺伝子の探索、ミトコンドリア温度感受性蛍光プローブを用いた炎症反応時の細胞内温度変化のリアルタイム観察による炎症反応と温度変化（熱発生）に関する研究、カチオ

ン性脂質ライブラリーとカチオン性リポソームによる免疫賦活化技術の開発、およびゼブラフィッシュにおいてゲノム編集技術の導入法の開発が進行している。LIMES・Hoch 研究室が得意とするモデル系であるショウジョウバエを用い早稲田大学から各種研究対象を設定しての共同研究であったり、早稲田大学から LIMES に技術移転したゼブラフィッシュを用いての分子生物学的技術開発が行われ、互いに持つ技術を利用しより高次の目標を設定した研究が行われている。

イタリア

早稲田大学・武岡研と WABIOS・鈴木研が IIT の研究者と共同研究を行った。2 年間で日本からの派遣は 5 名 (52 人日)、イタリアからの派遣は 6 名 (489 人日)であった。MRI イメージングを可能とするスマート磁性リポソームの開発、次世代ウェアラブルデバイスの基盤技術となる導電性ナノシートのデバイス化を可能とする導電性高分子ナノシートの大量調製法の確立と皮膚電極としての応用技術の開発、ナノ材料を用いた細胞刺激技術の開発など、技術応用指向の IIT との共同研究ならではのテーマの共同研究が進行している。武岡研究室と IIT との共同研究は、イタリアから早稲田大学に半年 (1 名)、3 ヶ月 (1 名) および 1 ヶ月 (1 名) の滞在を伴うものであった。WABIOS の鈴木研究室に IIT から大学院生が 2014 年度と 2015 年度の 2 回、それぞれ 3 ヶ月にわたり滞在し共同研究を行った。

米国

UCLA との共同研究は柴田研究室 (早稲田大学・東京) と Colwell 研究室 (UCLA) との共同研究が進行している。2 年間で日本からの派遣は 3 名 (59 人日)、米国からの派遣は 1 名 (1 人日)であった。マウスを用いた行動実験を中心に行われ、動物の運動と時計遺伝子動態が詳細に検討された。早稲田大学から大学院生が 1 ヶ月 (1 名) および 2 週間 (1 名) UCLA・Colwell 研に派遣され共同研究を行った。

○セミナー

| | 平成 26 年度 | 平成 27 年度 |
|------|----------|----------|
| 国内開催 | 1 (+1) 回 | 1 回 |
| 海外開催 | 1 回 | 3 回 |
| 合計 | 2 回 | 3 回 |

【概要】

2 年間で年一回の全拠点メンバーを招くシンポジウムを 2 回、拠点個別のセミナーを 3 回開催した。また、これに加えて本プログラムから経費を支出しなかったため年度末の報告書に記載しなかったが (表中括弧つき数字)、ボン大学・早稲田大学のシンポジウムが 2015 年 2 月に早稲田大学 (東京) で開催され、本プログラム参加研究者 16 名 (日本 13 名、ドイツ 3 名) およびボン大学学生 3 名と早稲田大学研究者・学生多数の参加があり、活発な討論が行われた。

日本学術振興会研究拠点形成事業「立体展開研究交流シンポジウム」(鴨川・平成 26 年 9 月 11-13 日)

本プログラム参加研究者 38 名 (日本 24 名、シンガポール 2 名、ドイツ 10 名、イタリア 2 名) および 29 名の早稲田大学大学院生が参加した。本プログラムの最初のシンポジウムとして、全拠点のメンバーが一同に会し異分野をまたぎ情報や意見を交換することにより、新たなアイデアや共同研究を創出することを目的とした (米国は不参加)。本大学の研究者を相手側研究者へ知らしめ、既存の国際研究交流についてはその拡充を、また初めて交流の機会を得られる相手側研究者との新しい国際研究交流のきっかけを提供することができた。早稲田以外の拠点メンバー同士はもとより、早稲田メンバーにとっても多くの海外研究者と初めて会い研究内容を話し合う場となり、親睦を深め今後の共同研究・交流の醸成に成功した。一例として本シンポジウムを契機にイタリア IIT の学生がシンガポール・WABIOS へ長

期派遣され、共同研究が行われたことが挙げられる。

日本学術振興会研究拠点形成事業「カリフォルニア大学ロサンゼルス校ニューロサイエンス研究グループ交流」セミナー（ロスアンゼルス・平成 26 年 9 月 8 日）

本プログラム参加研究者 7 名（日本 5 名、米国 2 名）および米国研究者・学生 8 名が参加した。 UCLA は神経科学分野だけでも 300 名を越えるスタッフを擁しており、幅広く研究活動をしている。このセミナーを通して早稲田大学拠点メンバーの研究内容を広くアピールし、共同研究のマッチングの機会とし、研究交流を促進させる。また、Colwell 教授とのグループとは、本研究課題を早々に実践すべく共同研究や学生交流の実際の内容などを詰める話合いも同時に遂行することを目的とした。UCLA とは、さまざまなチャンネルを通して、共同研究や学生交流を行い、研究者の交換や短期派遣を行ってきた。本セミナーを通じて UCLA の関係主要メンバーと本事業参加者との交流の可能性が話し合われた。また、既に交流しているグループではより深化させることができた。

日本学術振興会研究拠点形成事業「立体展開研究交流シンポジウム」（シンガポール・平成 27 年 9 月 7-9 日）

本プログラム参加研究者 52 名（日本 39 名、シンガポール 5 名、ドイツ 5 名、イタリア 3 名）および 108 名の在シンガポール研究者・学生が参加した。 本プログラムの年次のメインシンポジウムとして 5 拠点のメンバーが一同に会し異分野間を横断し情報や意見を交換することにより、新たなアイデアや共同研究を創出することを目的とした（米国は不参加）。シンガポールで開催することで、本拠点メンバーとシンガポールの研究者との交流も図った。シンガポール拠点（Mechano Biology Institute (MBI), シンガポール国立大学 (NUS)) が主催して NUS で一日若手と学生を中心に非公開ワークショップを行い、2 日目と 3 日目は WABIOS が主催して A*STAR で、広く在シンガポール研究者を招いて公開シンポジウムを開催した。MBI の主要メンバーと若手の研究内容を知る機会となったり、また公開シンポジウムは本学の研究者と研究内容をシンガポールの研究者へ知らしめる機会となった。またドイツとイタリア拠点からの参加により、日本-シンガポールのみならず、参加各国の研究者間の交流は大きな成果であった。

日本学術振興会研究拠点形成事業「ボン大学・早稲田大学共同シンポジウム」（ドイツ・平成 27 年 9 月 22 日）

本プログラム参加研究者 16 名（日本 11 名、ドイツ 5 名）およびドイツ研究者・学生 10 名が参加した。 Life & Medical Sciences (LIMES) Institute, ボン大学と本学生命先端医科学センター (TWIns) は従来から共同研究を行っている。LIMES は生命医科学の分野に重点を置いて研究活動を進めている。LIMES とは、長年を通して、共同研究や学生交流を行い、研究者の交換や短期派遣を行ってきた。今回行ったセミナーを通じて LIMES のメンバーと本事業参加者とのさらなる交流があった。また、すでに進行中の共同研究についてのディスカッションが行われた。この機会に新たな共同研究の提案、共同研究の成果の発表についての打ち合わせ等、実質的な情報交換が多くされた。このシンポジウムに先立ち 2 週間、早稲田大学学生が LIMES の研究室でインターンシップ研究を行い、その成果も報告された。

日本学術振興会研究拠点形成事業「カリフォルニア大学ロサンゼルス校ニューロサイエンス研究グループ交流」（ロスアンゼルス・平成 27 年 10 月 6 日）

本プログラム参加研究者 10 名（日本 9 名、米国 1 名）および米国研究者・学生 5 名および日本側学生 3 名が参加した。 初年度に引き続きセミナーを通して本学のコアメンバーの研究内容をアピールし、共同研究のマッチングの機会とし、研究交流を促進させる。昨年度とは分野の異なるメンバー同士による新たなマッチングを期待する。また、Colwell 教授とのグループとは、本研究課題遂行のため共同

研究や学生交流の実際の内容などを詰める話合いも同時に行った。本セミナーを通じて UCLA のメンバーと本事業参加者との新たな交流があった。

○研究者交流

【概要】

シンガポールとの交流は上述の共同研究とセミナー以外に、新たな共同研究・拠点間の交流の打ち合わせ等で早稲田大学拠点メンバーが 2年間で2回(5名, 11人日) シンガポールを訪問した。

ドイツとの交流は上述の多くの共同研究に伴なう研究者の相互派遣やセミナーに加え、以下のように幅広い交流が行われた (日本→ドイツ 17名(208人日), ドイツ→日本 17名(84人日))。

- ・ 26年8月の2週間早稲田大学から10数名の大学院生がボン大学 LIMES に派遣され研究室に分かれて配属され研修を行った。最終日には本プログラムの研究者である3名の早稲田大学の教員も加わり、両大学のワークショップを開催した。
- ・ 26年9月ボン大学大学院生・若手研究者6名が TWIns に研究室に別れて滞在し、共同研究あるいは実験技術習得をした。
- ・ 27年1月にはボン大学コーディネーターの Hoch 教授が早稲田大学(東京)に3週間滞在し講義を行い、また2月2日には上述のようにドイツ拠点メンバー2名と学生3名も加わり TWIns にてボン大学・早稲田大学ワークショップが開催された。
- ・ 27年9月のボン大学におけるセミナーにあわせて、2名の早大院生がボン大学 LIMES に共同研究のため2-3週間滞在し、また1名の早大院生は、LIMES とあわせてドイツ拠点協力研究者である Jurn 研究室(Zurich 工科大学)も訪問し有益な共同研究の打ち合わせを行った。
- ・ 27年9月のボン大学のセミナーの成果のひとつとして新たな共同研究の提案がされ、28年3月にはボン大学から3週間大学院生が早稲田大学(東京)に派遣され共同研究を行った。

イタリアへは上述共同研究以外に2年間で4名(40人日)を派遣し、イタリアからは1名(1日)の日本への訪問があった。イタリア拠点協力研究者との共同研究のため、26年に大学院生2名をナポリ大学に一週間、フィレンツェ大学に研究者を3週間派遣した。前者は海産物から有用化合物を探索するケミカルバイオロジー、後者は神経科学分野での顕微鏡技術に関わる共同研究であり、それぞれ今後の共同研究につながる有用な研究交流であった。

第3国への派遣では、早稲田大学本プログラム参加研究者8名(24人日)がサウジアラビア・アブデュラ王立工科大学(KAUST)を訪問し、ワークショップおよび研究室訪問を通じ、本プログラムの新たな連携拠点としての KAUST の可能性を検討した。KAUST は国王の威信をかけて2009年に設立され、欧米のトップクラスの研究者が呼び寄せられ世界から学生を集めており、すでに世界大学ランキングのトップクラスに食い込んでいる。派遣した大学院生にとっても海外のトップ大学の研究レベルを知るまたとない機会となった。

(2)(1)の研究交流活動を通じて、申請時の計画がどの程度進展したか、「学術的側面」、「若手研究者の育成」、及び「研究教育拠点の構築」の観点から記入してください。

○学術的側面

早稲田大学の要素技術を他拠点の生命科学・生命工学に応用するタイプの共同研究で多くの成果が得られた。

シンガポールと早大(TWIns および WABIOS)との共同研究は、早稲田大学で開発された化合物やプローブ分子をシンガポールの研究室の持つ植物細胞イメージング、昆虫観察・操作技術あるいは心筋や脂

肪細胞を対象にした研究に投入された。

ボン大学と早稲田大学との共同研究も、ボン大学の持つショウジョウバエの代謝研究や免疫系細胞を対象とした基礎生物学的分野に対し早稲田大学で開発した蛍光プローブの使用や、早稲田大学の持つゲノム解析技術の投入、あるいは実験技術の習得など、申請時に計画した共同研究・交流が進行している。

イタリア・IIT は生体や生物材料の技術応用指向が強い特徴に合わせて、早稲田大学で開発したナノシートを用いた皮膚電極・ウェアラブルデバイスの共同開発など、異分野融合の特徴が大きく出ている。

UCLA との交流は基礎医学的分野の共同研究が進行している。マウスを用いた行動実験を中心に行われ、動物の運動と時計遺伝子動態が詳細に検討された。

○若手研究者の育成

2015年9月のシンガポールでのシンポジウムに早稲田大学から参加した大学院生・若手研究者にとっては海外の先端研究拠点を視察する良い機会となり、また、シンガポールのみならずボン大学と IIT 拠点の研究者との交流もあり、大きな刺激となった。また、彼らのポスター・口頭発表は、国立シンガポール大学の大学院生や若手研究者に対しても刺激となったことが期待される。この他2回のボン大学でのセミナーや2回の UCLA でのセミナー、ボン大学での2週間の研究室滞在型のインターンシップ、さらには共同研究のための派遣や海外拠点所属研究者や学生の受入を通じて、大学院学生には海外研究室・外国人研究者に対して物怖じせずディスカッションが対等にできる訓練の場が豊富に提供することができた。

シンガポールのシンポジウム参加をきっかけにして、早稲田大学の修士学生1名が南洋工科大学（シンガポール）の博士課程に進学した。この事例は本当の意味での「人材交流」と解釈でき、学生の積極的な海外研究環境への暴露の顕著な効果の表れと考えている。本プログラムは今後、海外拠点の学生が将来早稲田大学を研究の場として選択するための布石となっていることが期待される。

○研究教育拠点の構築

早稲田大学で新設されたダブルアポイント制度を利用して IIT の本プログラム参加研究者である Greco 博士は早稲田大学客員准教授の資格を得、3ヶ月の滞在中、武岡研での共同研究だけでなく早稲田大学での教育活動にも携わった。Greco 博士に対して日本での教育・研究の機会を提供できたことと、Greco 博士の講義や研究を通じて学生にも大変良い経験を与えることができた。こうしたフレキシブルな教員・研究者の相互交換制度は研究教育拠点構築のための人材交流に非常に有用であることが示された。

早稲田大学 TWIns ではこうした海外からの長期滞在研究者に良好な研究環境を提供するために、TWIns 内に訪問研究者のための研究スペースを確保した。また、大学の長期滞在可能な宿泊施設は整備されており、海外拠点からの訪問研究者の短期・長期の滞在のための良好な住環境が提供されている。

4. 事業の実施体制

本事業を実施する上での、「日本側拠点機関の実施体制」、「相手国拠点機関との協力体制」、及び「日本側拠点機関の事務支援体制」について記入してください。

○日本側拠点機関の実施体制（拠点機関としての役割・国内の協力機関との協力体制等）

TWIns（東京）と WABIOS（シンガポール）が本プログラムのセンター機能を果たしている。TWIns は早稲田大学内の生命系の研究室を集中的に配置し、最先端のバイオ研究機器を共通設備として潤沢に整備し、早稲田大学のみならず同居する東京女子医科大学の臨床・基礎部門との連携のもと、理工と医学の融合研究を行う場として機能している。TWIns には本研究交流により海外研究機関から派遣される研

究者・大学院生の研究スペースを設け研究交流事業を推進している。WABIOS はシンガポールの研究機関・企業への窓口としての機能を担う一方で早稲田大学およびシンガポールの研究者・大学院生の滞在を受け入れ、シンガポールと早稲田大学との人材交流の実質的なインキュベーターとしての機能も持つ。また、WABIOS でも海外拠点研究者の長期受入を行っている。

Super Global University（文部科学省）の支援によりダブルアポイント制度を設けて早稲田大学の教員の資格を付与して海外研究者を中期・長期受け入れる制度が設けられた。これを利用して本プログラム海外拠点の研究者が早稲田大学で教育・研究活動を行った。

広報については、ウェブサイトによる広報を日本語・英語で行っている

(<http://3d.biomed.sci.waseda.ac.jp>)。ここには交流に参加したすべての若手研究者と大学院生の報告を掲載し、実際に行われている活動を具体的に公表し、活動の実態が具体的にわかるようにしている。

○相手国拠点機関との協力体制（各国の役割分担・ネットワーク構築状況等）

早稲田大学はバイオポリス内に WABIOS を設立し、シンガポール国立大学と強力な関係を築いている。また、シンガポール科学技術庁（A*STAR）の留学サポートプログラム（ARAP）を利用して早稲田大学の博士課程の学生がシンガポールの研究室で研究するなど、強固な連携を行っている。2年目のシンポジウム開催においてはホストとしてプログラム作成・会場設置・運営等を WABIOS 事務局と共同で行った。

ボン大学 LIMES は本学 TWIns と同様な機能を有し、医学と理工学の融合研究を展開する新しい研究施設として平成 22 年 4 月に竣工した。この施設内に頭脳循環プログラムの助成を受けた研究者の尽力と Hoch 教授を初め LIMES メンバーの厚意によって Waseda in LIMES が設置され、現在、ゼブラフィッシュの飼育、受精卵への遺伝子導入設備を設置して研究活動を行っている。LIMES は毎年早稲田大学大学院生を 10 名程度研究室インターンシップとして受け入れており、また早稲田大学研究者との毎年のワークショップのホストをしている。

IIT@SSSA とは、共同研究室の相互開設や Italy-Japan ワークショップの開催など多くの共同活動を実施しながら、両大学の博士課程学生の交換派遣を積極的に実施している。本年度はピサにて全拠点メンバーを招くシンポジウムのホストとして運営を担当している。本年度のイタリアでのシンポジウムによりより多くの研究交流が生まれることを期待している。

UCLA とは平成 21 年 7 月に包括協定を締結し、共同研究と研究者・学生交換派遣を実現している。また、平成 23 年度から現在まで UCLA の Cross-disciplinary Scholars in Science and Technology (CSST) プログラムに選抜された早稲田大学の大学院生を毎年 5 名程度参画させ、2 か月余りの研究実習を行っており、既に論文業績も出ている。

○日本側拠点機関の事務支援体制（拠点機関全体としての事務運営・支援体制等）

早稲田大学における事務支援体制は以下の通りである。経理機能については早稲田大学理工学術院で執行管理を統括する「理工センター研究総合支援課」が、拠点運営経費の執行や研究資金の経理処理を厳正に行っている。シンポジウムなどのイベント運営を行っている。知的所有権の管理は早稲田大学研究推進部 TLO が担当し、試料や情報などの提供に関しては早稲田大学成果有体物取扱規程に則って行い、同 TLO はそのための円滑な知財業務を提供している。