

研究拠点形成事業 (A.先端拠点形成型)
最終年度 実施報告書 (平成 24 年度採択課題)

(※本報告書は、前年度までの実施報告書とともに事後評価資料として使用します。)

1. 拠点機関

日本側拠点機関：	同志社大学大学院・脳科学研究科
ドイツ側拠点機関：	ゲッチンゲン大学大学院
フランス側拠点機関：	パリ第5大学

2. 研究交流課題名

(和文)： 神経シナプスナノ生理学拠点の構築

(交流分野： 医歯薬学)

(英文)： Nanophysiology of synapses in the central nervous system

(交流分野： Biomedical Research)

研究交流課題に係るホームページ：

[http:// brainscience.doshisha.ac.jp/news/2016/0119/news-detail-67.html](http://brainscience.doshisha.ac.jp/news/2016/0119/news-detail-67.html)

3. 採用期間

平成 24 年 4 月 1 日～平成 29 年 3 月 31 日

(5 年度目)

4. 実施体制

日本側実施組織

拠点機関：同志社大学大学院・脳科学研究科

実施組織代表者 (所属部局・職・氏名)：脳科学研究科・研究科長・横川隆一

コーディネーター (所属部局・職・氏名)：脳科学研究科・教授・坂場武史

協力機関：独立行政法人理化学研究所、沖縄科学技術大学院大学

事務組織：同志社大学 研究開発推進機構 研究支援課

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：ドイツ

拠点機関：(英文) University of Goettingen

(和文) ゲッチンゲン大学大学院

コーディネーター (所属部局・職・氏名)：(英文)

Medical School・Professor・MOSER Tobias

協力機関：(英文) Neurocure (HU Berlin, FU Berlin, FMP)

(和文) Neurocure (ベルリン大学、ベルリン自由大学、FMP)

経費負担区分：パターン 1

(2) 国名：フランス

拠点機関：(英文) University Paris 5

(和文) パリ第5大学

コーディネーター(所属部局・職・氏名)：(英文) CNRS・Professor・MARTY Alain

協力機関：(英文) Pasteur Inst

(和文) パスツール研究所

経費負担区分：パターン1

5. 研究交流目標

5-1. 平成28年度研究交流目標

<研究協力体制の構築>

昨年度に引き続き、シナプス前終末の生理学、形態学、分子生物学を融合、駆使した共同研究を進めていく。昨年度までに十分研究者ネットワークが構築され、実質的な共同研究は十分行われている。これを継続することは勿論であるが、今後は事業終了後もそれを支える研究費等の裏付けが必要である。学振2国間交流事業に1件採択されているが、それ以外にも活発な申請活動を行う必要がある。本年度のシンポジウムは沖縄科学技術大学院大学(OIST)で行い、OISTのシンポジウムと共催することで国際的なプレゼンスを示すことを期する。

<学術的観点>

最終年度にあたるため、いままでの共同研究成果の取りまとめをおこなう。これまでの共同研究で論文投稿中のものがあり、これを確実に採択されること、さらには現在遂行中の共同研究に関しても順次取りまとめをおこなうことを促進する。これによって、論文数と質のさらなる向上を図る。

<若手研究者育成>

昨年度までに引き続き大学院生、助教クラスの研究のための海外派遣をおこなう。昨年度と同じく、長期派遣が可能な場合はこれをおこなう。また、同志社大ほかの学生の沖縄でのシンポジウム参加を積極的に促すことで、国際レベルの研究水準を体得する機会とする。

<その他(社会貢献や独自の目的等)>

研究成果は速やかに論文として発表するとともに、ホームページなどで公開する。昨年度、本事業のホームページを作成したが、公開内容を今後充実させる。

5-2. 全期間を通じた研究交流目標

神経シナプスにおける神経どうしの情報伝達メカニズム、特に未解明の部分が多いシナプス前終末の動的特性の解明とその分子基盤の確立を目的とする。従来のシナプス研究は、シナプス最終出力であるシナプス応答の電気生理学的測定から終末内の1分子と1機能の対応関係を推定する方法に依存してきた。実際はシナプス前終末の機能はタンパク質分子複合体によって担われている。まず、タンパク質複合体の構造を分子生物学、生化学で推測することが必要である。それを基盤として、先端非線形光学顕微鏡および電子顕微鏡により分子複合体の時空間的動態をナノレベルで解像すること、さらに分子と機能との連関を電気生理学、高速の光学的手法を用いて測定することが、シナプス生理学を今後発展させ、ナノレベルと ms 単位の時空間解像度をもつシナプスナノ生理学へと転換させるために重要である。本申請はこの目的を達成するため、シナプス前終末を専門とする形態学（日本）、生化学、遺伝学（日本、ドイツ）、STED や二光子顕微鏡を用いた非線形光学を用いた生理学（ドイツ、フランス、イギリス、日本）、電気生理学（日本、ドイツ、フランス、イギリス）の研究者を結集して共同研究を計画的におこなうためのものであり、日本側研究者の当該領域でのさらなる発展を目標とする。また、シナプス研究領域の先端的な成果をシンポジウムなどの形で発表すること、若手研究者の海外派遣（若手スタッフ、大学院生）を計画的に行うことによって、次世代の研究者の養成、また若手研究者の国際感覚の涵養にもつなげていく。

目標に対する達成度とその理由

- 研究交流目標は十分に達成された
- 研究交流目標は概ね達成された
- 研究交流目標はある程度達成された
- 研究交流目標はほとんど達成されなかった

【理由】

国際共同研究によって、シナプス前終末機能の分子細胞メカニズムに関して研究成果を上げた。具体的には、シナプス前終末からの伝達物質放出機構の生理学的解析 (Trigo et al., 2012, **PNAS**; Okamoto et al., 2016, **eLife**)、シナプス伝達に関与する分子の同定 (Sakaba et al., 2013, **PNAS**; Soykan et al., 2017, **Neuron**, Lipstein et al., 2013, **Neuron**(事業経費外))、シナプス前終末からの伝達物質放出に関わる Ca チャネルの終末における分布の解像 (Nakamura et al., 2015, **Neuron**) などの成果を生んだ。また、本事業を介して研究者間の議論が進んだことで研究が活性化し、事業の国内側研究成果 (**Neuron** 誌 2 報、**PNAS** 誌 2 報など) や海外側研究成果 (**Neuron** 誌 1 報) が有力誌に掲載された。総計ではこの事業 5 年間を通して **Neuron** 誌 5 報 (さらに事業外で 1 報)、**PNAS** 誌 4 報など、主要雑誌に多数論文が掲載された。これらによって、同志社大学大学院脳科学研究科がシナプス研究の場として認知される結果となったと考えら

れる。特に、全研究期間を通じた交流目標に沿って、電気生理学のみならず、ナノレベルの光学（STED 顕微鏡：Sakaba et al., 2013; 全反射蛍光顕微鏡：Midorikawa and Sakaba 2015）、電子顕微鏡（Nakamura et al., 2015）、生化学（Soykan et al., 2017）、遺伝学（Lipstein et al., 2013(事業経費外); Sakaba et al., 2013) を組み合わせた研究が進展することでシナプスナノ生理学研究と呼べるものが展開できた。

また、シンポジウムをほぼ毎年1回ずつ、日（3回）、独（1回）、仏（1回）で行い、海外研究者との交流の場を設けるとともに、特に最終年度は沖縄科学技術大学院大学とジョイントで国際的にトップクラスの研究者を招聘してシンポジウムを行ったことで、事業内外を問わず、国際的に神経シナプス研究者が集う場として有効に機能したと考えられる。

若手研究者育成としては、2名の国内若手研究者（H25.4～H27.7：パスツール研究所、H26.1～：パリ第5大学）が海外（フランス国）留学するとともに（さらに1名が来年4月からを予定）、参加研究者から他大学の准教授2名、助教3名へとプロモートされるなど、人材の循環が有効に機能した。事業コーディネーターがシニア研究者から中堅研究者への移行が行われるなど、責任ある事業の運営経験を円滑な形で若手中堅研究者が積む機会にもなった。さらに、中堅の参加研究者1名がブレインサイエンス財団塚原伸晃賞を受賞するなど、同志社大学のシナプス研究が国内学界でも着実に評価されたと考えられる。

最後に本事業の発展形として、神経の素子レベルの分子細胞メカニズムを、光学を中心とした解析することで明らかにすることを目的とした日本学術振興会・研究拠点形成事業（A.先端拠点形成型）“光生物学を軸とした神経可塑性研究拠点の形成”が2017年度から同志社大学大学院脳科学研究科を代表機関として採択されており、本事業の成果が評価を受けたものと考えられる。

6. 研究交流成果

6-1. 平成28年度研究交流成果

研究協力体制は過去4年間に十分に形成されており、本年度は最終年度にあたり、研究成果のとりまとめを行った。主要な研究成果としては、神経シナプス前終末シナプス小胞エンドサイトーシスが2経路あることを特定し、シナプス小胞膜エンドサイトーシスと膜タンパク質エンドサイトーシスの分子機構を調べた論文（Okamoto et al., 2016, **eLife**、本論文は大学院生が筆頭でドイツ Brose 研究室との国際共同研究）、小胞エンドサイトーシスの細胞骨格依存性を明らかにしたドイツ Haucke 研究室との共同研究論文（Soykan et al., 2017, **Neuron**）がある。また、海外側の研究で本事業の成果となっているもので、小脳シナプスの持続的伝達を可能にするメカニズムに関する論文（Miki et al., 2016, **Neuron**、フランス Marty 研究室）があり、国内側研究者の論文としても抑制性シナプスのシナプス小胞の pH 制御メカニズム（Egashira et al., 2016, **PNAS**）、グリアによるシナプス伝達制御（Letellier et al., 2016, **PNAS**）などがあった。

若手研究者育成では、まず、大学院生の研究成果が eLife 誌に公刊されたこと、日本学術振興会特別研究員 (DC) に 1 名採用されたこと、若手研究者が他大学の教員 (准教授 1 名、助教 2 名) に採用されたことが主なものとしてあげられる。大学院生、助教クラスの海外派遣に関しては、平成 28 年度は大学院生 1 名、助教 1 名などの派遣 (ドイツ国ベルリン Neurocure、ライプチヒ大学およびオーストリア国 IST) を行った (合計 3 回、1 回あたり平均 9 日程度)。また、沖縄で開催された本事業国際シンポジウムには国内若手研究者 11 名 (うち 1 名はシニアクラス研究者に混じっての講演に抜擢)、大学院学生 9 名 (5 年一貫制を含む博士課程学生 7 名、修士学生 2 名)、海外若手研究者 2 名の参加があり、ポスター発表による意見交換、共同研究打ち合わせなどが活発に行われた。

事業に関しては脳科学研究科ホームページで公開し、一般の方にもアクセス可能な形にした。なお、本事業の成果を基礎とし、ドイツ、フランス側との間ですでに構築された研究者ネットワークを生かし、新たにアメリカの研究者を加えることで、課題名“光生物学を軸とした神経可塑性研究拠点の形成” (代表機関：同志社大学大学院脳科学研究科) を日本学術振興会研究拠点形成事業 A 型として申請し、採択された。

- (1) 平成 28 年度に学術雑誌等に発表した論文・著書 6 本
うち、相手国参加研究者との共著 2 本
 - (2) 平成 28 年度の国際会議における発表 4 件
うち、相手国参加研究者との共同発表 0 件
 - (3) 平成 28 年度の国内学会・シンポジウム等における発表 3 件
うち、相手国参加者との共同発表 0 件
- (※ 「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。)

6-2 全期間にわたる研究交流成果

(1) 研究協力体制の構築状況

- ① 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)

当初は同志社大学の高橋をコーディネーター、同志社大学大学院脳科学研究科 (主に高橋研究室、坂場研究室、高森研究室) を拠点機関とし、生理学研究所 (重本研究室)、理化学研究所 (合田研究室)、沖縄科学技術大学院大学 (高橋研究室) とともに事業を実施した。これらの研究室は共同研究を行うなど事業前からすでに緊密な関係にある。特に高橋と重本とは共同研究を長年にわたって行っており、事業期間中も共同研究論文を公刊している。高橋は同志社大と沖縄科学技術大学院大を兼任しており、両機関の研究者の緊密な連絡を容易にした。事業期間中、重本、合田と高橋、坂場、高森 (同志社大) は頻りに相互の研究室を訪問し、加えて日本神経科学学会などの学会、毎年本事業

の枠内で開催したシンポジウムの場合などで、本事業に関する打ち合わせを行った。同志社大学大学院脳科学研究科（5年一貫制博士課程）は開設直後であり、研究室PIと研究室スタッフが参加研究者となる研究中心の体制であったが、大学院生の増加に伴い、大学院教育の国際化を担う立場も兼ねるようになり、大学院生の海外派遣、共同研究従事を行い、一部は論文公刊につながった。また、大学の雇用により特別研究員1名を雇用し、事業補佐と国際共同研究を行った（最終年度に大学医学部助教として転出）。シンポジウム開催の際に事業外の国内有力研究者を招聘することで、事業に関する認知度を上げるとともに、研究に関してアドバイス、あるいは議論を行う機会を設けた。

途中、2013年に重本が生理学研究所からオーストリアISTに転出し、フランス側の協力研究者の立場となり、高橋、御園生が共同研究を継続した。2015年に高橋が同志社大学を退職し沖縄科学技術大学院大学に専任になったため、その後は坂場がコーディネーターを継承し、理研、沖縄科学技術大学院大の研究者と密接に連携しながら研究業績の充実に努めた。また、5年間の中で、同志社大の他研究室（御園生ほか）の参加を進めることで、同志社大での当該分野での研究拡大を試みた。

② 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）

ドイツ側はゲッチンゲン大学GGNBのTobias MOSERをコーディネーターとし、ゲッチンゲン(MOSER, BROSE, NEHER ほか)、ベルリン(HAUCKE, ROSENMUND)、ライプチヒ(HALLERMANN)、ロンドン(Silver)などであり、シナプスに関する生物物理学的な解析を得意とする研究者と、大規模設備を必要とする分子生物学、遺伝学の研究者を中心とした体制とした。5年間の途中でハエを用いた遺伝学、超解像度顕微鏡を用いた研究を推進するSIGRIST（ドイツ）の参加を得た。フランス側はパリ第5大学のMARTYをコーディネーターとし、二光子顕微鏡を用いたシナプス、細胞生理学を推進するMARTY, LLANO, DIGREGORIOを中心とした体制であり、重本（オーストリアIST）が協力研究者として途中で加わった。これらの研究者は日本側研究者（高橋、高森、合田、坂場ほか）と既に共同研究、連携の実績があった研究者であり、既にあるネットワークを生かしたもので、共同研究、交流には無理のないものであったといえる。

③ 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）

事務支援に関しては、同志社大学大学院脳科学研究科事務室（事業運営）と、同志社大学研究支援課（予算管理、報告書作成支援ほか）が全面的におこなっており、大学側で本事業のための事務補佐員を雇用する措置を行い、事務支援をおこなった。理化学研究所、生理学研究所の研究グループ事務と緊密な連絡をとり、5年間の運営がおこなわれた。これに加えて、大学から雇用された特別研究員1名（山下）が事業補佐、研究者（コーディネーター）側と事務支援側との連携を行った。

(2) 学術面の成果

本事業を通して、シナプス機能の分子細胞メカニズムに関して、生理学、分子生物学、形態学など諸技術を統合した研究を遂行し、研究成果を論文として一流誌に公刊した。海外側との共同研究では、神経シナプス前終末からの伝達物質放出、エンドサイトーシス機構の生理学的解析 (Trigo et al., 2012, **PNAS**; Okamoto et al., 2016, **eLife**)、関与する機能分子の役割の同定 (Sakaba et al., 2013, **PNAS**; Soykan et al., 2017, **Neuron**, Lipstein et al., 2013, **Neuron**(事業経費外))、シナプス前終末の伝達物質放出に関わる Ca²⁺ チャネル分布の電子顕微鏡を用いたナノレベルの解像 (Nakamura et al., 2015, **Neuron**) といった成果が挙げられる。加えて、本事業の国内側研究成果としては、小脳シナプス前終末からの直接記録による解析 (Kawaguchi et al., 2015, **Neuron**)、哺乳類神経シナプス前終末での単一シナプス小胞の動態の解析 (Midorikawa et al., 2015, **Neuron**)、抑制性シナプスのシナプス小胞の pH 制御メカニズム (Egashira et al., 2016, **PNAS**)、グリアによるシナプス伝達制御 (Letellier et al., 2016, **PNAS**) などの成果を生んだ。また、事業枠内での海外側の研究成果として小脳シナプス伝達メカニズムの生理学的解析 (Miki et al., 2016, **Neuron**) がある。総計では、生理学分野を中心であるので論文数は 20 本弱 (19 本) であるが、**Neuron** 誌 5 報 (さらに事業外で 1 報)、**PNAS** 誌 4 報、**Journal of Neuroscience** 2 報、**eLife** 1 報、**Nature Review Neuroscience** 誌 1 報など、主要雑誌に多数論文が掲載された。

上記の研究論文は、電気生理学だけでなく、電子顕微鏡、STED 顕微鏡・全反射蛍光顕微鏡などのナノレベルの光学顕微鏡、生化学、遺伝学などを有機的に組み合わせ、Ca²⁺ 伝達物質放出に関連に関わる分子複合体に焦点を絞ったシナプスのナノ生理学を実践した結果である。

(3) 若手研究者育成

若手研究者では事業参加研究者のうち、2 名の国内若手研究者が海外に留学するとともに (H25.4~H27.7: パスツール研究所、H26.1~: パリ第 5 大学、さらに大学院生 1 名が H30.4 より留学予定)、参加研究者から他大学の准教授 2 名、助教 3 名へとプロモートされた。特に、本事業推進のために同志社大学学内予算によって雇用された特別研究員が、事業最終年度に他大学において助教として雇用され転出したことは、同志社大学が本事業を重視し、また結果として若手研究者のキャリアパスとして機能したことを示している。

脳科学研究科の教育に本事業 (シンポジウム、学生派遣、共同研究) を活用することを試み、成功例としては、大学院生が本事業を利用してドイツへ 3 回渡航し (各回で 2 週間程度滞在)、その研究成果が、海外側研究者 (ドイツ BROSE 研究室) との共著論文の形で **eLife** 誌に掲載されたことがあげられる。全体としても共同研究のための海外派遣(40回)のうち 18 回が若手研究者の派遣である。

コーディネーターをはじめとした事業運営主体がシニア研究者から中堅研究者への

移行が事業期間中に行われたことで、責任ある事業の運営経験を円滑な形で若手中堅研究者が積む機会にもなった。

(4) 国際研究交流拠点の構築

本事業の枠内でシンポジウムを年間1回ずつ開催した。今後5年間も年間1回ずつ開催していく予定であり、同志社大学がシナプス研究の交流の場として国際的に有効に機能しはじめている。

本事業で扱う研究(神経科学・神経生理学)は、国際的なリソースを共有、大規模な設備を用いた国際共同研究というよりは、個人で行う研究を基礎に研究者間の創意工夫による多様な共同研究の集合体であり、この場合、各研究者が国際的に標準的な研究を行っているかどうか重要である。言い換えれば、海外側があえて日本の研究者と共同研究、研究交流を行うことに意義を見出せるかどうか重要である。マッチングファンドを要求される本事業の場合、研究上のメリットがあるかどうか大事になる。この点では、5年間の本事業の枠内でNeuron誌をはじめとする一流誌に論文が多数掲載されたことなど相乗効果によるメリットが認知され、本事業の発展形として申請し採択された研究拠点形成事業に関しても、ドイツ側、フランス側において十分なマッチングファンドを拠出したうえで引き続き有力研究者が参加したことから、同志社大学がシナプス、神経シグナルの研究拠点として海外から評価されていると考えられる。

(5) 社会貢献や独自の目的等

脳科学研究科では、ホームページで事業内容を公開している。脳科学研究科参加各研究室では学部学生に対して研究経験を積ませるリサーチ・インターン制度を設定している。これは、同志社大や他大学の学部学生等に脳科学研究を一定期間、実地に体験してもらうもので、生命科学、脳科学研究への理解を深めてもらうものである。

(6) 予期しなかった成果

参加研究者1名が2015年度ブレインサイエンス財団・塚原伸晃賞を受賞した。また、若手研究者間の研究課題が学振2国間事業に選定されるなど、若手が独自に研究の方向を開拓するようになった。

(7) 今後の課題・問題点及び展望

本事業の発展形として、日本学術振興会研究拠点形成事業“光生物学を軸とした神経可塑性研究拠点の形成”が2017年度から同志社大学大学院脳科学研究科を代表機関として採択されており、本事業の成果が一定の評価を受けたものと考えられる。新たな事業では超解像度顕微鏡を中心とした光学を神経シグナル研究へ取り込み、活用することを主眼にしており、これは本事業の中から生じてきた課題で、当該分野が現状取り組まなければならないものである。これに対応して東京大学、理化学研究所、アメリカの研究

グループと新たに連携を図ることになるが、日進月歩の新たな技術を早急に取り込む必要がある。

同志社大学内で脳科学研究科の3研究室（高橋、高森、坂場）を中心に本事業を進めてきた。この規模としては研究成果を効率的に出したと考えられるが、国際的なクラスの神経科学クラスターとして同志社大が認知されるには相応の規模が必要である。同志社大学には、疾患、システム神経科学で先端の研究者がおり、シナプスの分子細胞メカニズムを回路、疾患のコンテキストの中で見直すことで学内の研究連携を強化し、研究のさらなる活性化を図る必要がある。先端の光学は技術的にはどの分野でも使うものであるため、たとえばこれを横糸にして、連携を図ることも1つの方策である。また、基礎研究者と疾患研究者などの融合、連携を無理のない形で行うことも考えられる。

脳科学研究科が5年間を経て、設置完成を迎えたこともあり、大学院生の国際共同研究への長期的な派遣を進めることも今後の課題である。優秀な学生に関しては、学生期間中に留学させることで、留学による中断を避けるような形のキャリアパスを提案することを今後考える必要がある。

(8) 本研究交流事業により全期間中に発表された論文等

- ①全期間中に学術雑誌等に発表した論文・著書 19 本
うち、相手国参加研究者との共著 5 本
- ②全期間中の国際会議における発表 25 件
うち、相手国参加研究者との共同発表 1 件
- ③ 全期間中の国内発表・シンポジウム等における発表 28 件
うち、相手国参加研究者との共同発表 0 件

(※ 「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28年度及び全期間にわたる研究交流実績状況

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) 神経シナプスナノ生理学拠点の構築 (英文) Nanophysiology of synapses in the central nervous system				
日本側代表者 氏名・所属・職	(和文) 坂場武史・同志社大学大学院脳科学研究科・教授 (英文) SAKABA Takeshi・Doshisha University Graduate school of brain science・Professor				
相手国側代表者 氏名・所属・職	(英文) MOSER Tobias・Uni Goettingen, medical school・Professor MARTY Alain・Univ Paris 5, CNRS・Professor				
28年度の研 究交流活動及び得 られた成果	<p>本年度は最終年度にあたり、研究のとりまとめをおこなった。主な共同研究成果として、シナプス小胞エンドサイトーシス経路の確定 (Okamoto et al., 2016, eLife)、エンドサイトーシスへのアクチン細胞骨格および関連タンパク質 formin の役割の解明 (Soykan et al., 2017, Neuron) が挙げられる。まとめられる論文は今後も積極的に公刊する予定としている。共同研究の枠内での国内研究者の海外派遣は合計8回 (6人、1回あたりの平均滞在日数10日程度) でそのうち若手研究者の派遣は3回 (2人、1回あたりの平均滞在日数9日程度) であった。海外側研究者は沖縄での国際シンポジウムのために来日した際、日本側研究者と共同研究打ち合わせをおこなった。</p> <p>さらに、コーディネーターを中心とした日本側研究者が、共同研究のための訪欧時に、事業終了後である来年度以降の共同研究の可能性に関して海外側研究者と議論をおこない、日本学術振興会研究拠点形成事業に新たに申請、採択された。</p>				

全期間にわたる研究交流活動及び得られた成果の概要	<p>海外側との共同研究では、神経シナプス前終末からの伝達物質放出、エンドサイトーシス機構の生理学的解析 (Trigo et al., 2012, PNAS; Okamoto et al., 2016, eLife)、関与する機能分子の役割の同定 (Sakaba et al., 2013, PNAS; Soykan et al., 2017, Neuron, Lipstein et al., 2013, Neuron(事業経費外))、シナプス前終末の伝達物質放出に関わる Ca チャネル分布の電子顕微鏡を用いたナノレベルの解像 (Nakamura et al., 2015, Neuron) が挙げられる。また、事業枠内での海外側の研究成果として小脳シナプスの伝達メカニズムの生理学的解析 (Miki et al., 2016, Neuron) がある。全体では、Neuron 誌 5 報 (さらに事業外で 1 報)、PNAS 誌 4 報、Journal of Neuroscience 2 報、eLife 1 報など、主要雑誌に多数論文が掲載された。研究交流活動に関しては、合計 40 回、日本からドイツ (HAUKE, BROSE, HALLERMANN, NEHER, ROSENMUND ほか)、フランス (MARTY, LLANO, SHIGEMOTO) へ派遣することをおこなった。このうち 18 回は若手研究者 (大学院生、助教レベル) であり、若手研究者は 1 回あたり平均 2 週間程度滞在し、国際共同研究に従事した。残り 22 回はシニア研究者が中心であった (1 回あたり平均 10 日程度)。海外から日本への派遣は主に国際シンポジウム開催の際に期間を数日から 1 週間程度延長し、共同研究の話し合いをおこなったものが多かった。また、それとは別に共同研究のために 1、2 週間程度の滞在をおこなう例もあった。別途、学会 (Gordon Research Conference ほか) などに参加研究者は頻繁に会うことが多く、そこで研究打ち合わせを十分におこなった。</p>
--------------------------	---

7-2 セミナー

(1) 全期間において実施したセミナー件数

	平成24年度	平成25年度	平成26年度	平成27年度	平成28年度
国内開催	1回	1回	0回	0回	1回
海外開催	0回	1回	0回	1回	0回
合計	1回	2回	0回	1回	1回

(2) 平成28年度セミナー実施状況

整理番号	S-1
セミナー名	(和文) 日本学術振興会アジア研究教育拠点事業「神経シナプスナノ生理学拠点の構築」 (英文) JSPS Core-to-Core Program “Nanophysiology of synapses in the central nervous system “
開催期間	平成28年 9月25日 ~ 平成28年 9月27日 (3日間)
開催地(国名、都市名、会場名)	(和文) 日本、沖縄県、恩納村、沖縄科学技術大学院大学 (英文) Japan, Okinawa, Onna-son, Okinawa Institute of Science and Technology (OIST)
日本側開催責任者 氏名・所属・職	(和文) 高橋智幸・沖縄科学技術大学院大学・教授 (英文) Tomoyuki TAKAHASHI, OIST, Prof.
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)

参加者数

日本 〈人／人日〉	A.	23/ 115
	B.	11 33
ドイツ 〈人／人日〉	A.	5/ 25
	B.	1 3
フランス 〈人／人日〉	A.	5/ 25
	B.	
合計 〈人／人日〉	A.	33/ 165
	B.	12 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	<p>毎年1回行うことにしているシンポジウムの5回目にあたり、今年度は沖縄科学技術大学院大学（OIST）で行う。神経シナプスに関して第一線で活躍する研究者が一堂に会することにより、シナプス研究に関する最新の知見を得ること、研究者間での共同研究に関する議論、とりまとめを第一の目的とする。本年度はOISTのミニシンポジウムとの共催を当該機関に申請しており、採択された場合は、日欧米から国際的な研究者を招へいし、より活発な議論をおこなう予定にしている。</p>	
セミナーの成果	<p>高橋が申請していたOISTのミニシンポジウムが採択されたことにより、OISTとの共催の形で行われた。OIST枠で国際的にトップクラスの分子、機能研究をおこなうシナプス研究者（TRUSSELL, EDWARDS, KAVALALI, FORSYTHE, JONAS, JAHN, BITO, YUZAKI, MOCHIDA 敬称略）を招聘した。拠点形成事業枠では国内側研究者とともに、海外の主要研究者（HAUCKE, SIGRIST, MOSER, HALLERMANN, MARTY など）が参加した。自費による参加者も含め、合計で55名の参加があった。</p> <p>主要研究者による講演とともに、若手研究者によるポスター発表があり、3日間の日程で活発な議論が行われた。それぞれの最新の研究成果を発表するだけでなく、研究者間で活発な議論が行われたことで、今後の研究課題について明らかになったこと、国際的な研究者ネットワーク形成の一助になった。若手研究者には当該分野の研究者がこれだけ集中して参加したシンポジウムは日本では多くなく、刺激になったようである。</p>	
セミナーの運営組織	<p>OISTの高橋が主催し、主に高橋研究室が運営をおこなった。拠点形成事業分の枠に関しては同志社大学の山下がOISTと連携して運営を補佐する形で行った。</p>	
開催経費 分担内容 と金額	日本側	<p>内容 拠点形成事業に参加する日本側研究者の旅費および開催費用一部負担。</p> <p>金額 合計金額：2,902,531円うち国内旅費：2,597,910円、会合費：304,621円</p>
	(ドイツ)側	<p>内容 ドイツ側研究者の渡航宿泊費負担</p>

平成24年度採択課題

	(フランス) 側	内容 フランス側研究者の渡航宿泊費負担
--	-------------	---------------------

7-3 研究者交流（共同研究、セミナー以外の交流）

共同研究、セミナー以外でどのような交流（日本国内の交流を含む）を行ったか記入してください。

（1）平成28年度実施状況

平成28年度は実施していない。

（2）全期間にわたる実施状況概要

事業開始当初は研究者交流が多かったが（平成24年—26年度で合計28件）、後半は海外との共同研究が中心となり、研究者交流はあまりなかった。これは、事業を共同研究主体のものとして考えれば、共同研究がより安定して遂行されることになったことによるものと考えられる。

7-4 中間評価の指摘事項等を踏まえた対応

※中間評価の指摘事項等を踏まえ、交流計画等に反映させた場合、その対応について記載してください。

国際共同研究による論文が少ないという指摘に対しては、事業開始前半は少なかったが、期間後半に *Neuron* 誌をはじめとする当該研究分野を代表する雑誌に論文を多数掲載することができた（*Neuron* 誌 5 報ほか）。若手研究者の共同研究参加を増やすというほうが良いという点に関しては、中間評価以後、大学院生 1 名をドイツ国 BROSE, NEHER 研究室との共同研究のために派遣することを 3 回（1 回の滞在期間 2 週間程度）おこない、結果として、*eLife* 誌に共同研究論文が掲載された。5 年間で他に大学院生 1 名（1 回）、特別研究員 1 名（3 回）を含めて、海外派遣のうち半分近く（40 件中 18 件）が若手研究者派遣となり、派遣期間も平均 2 週間程度（最大 3 か月）と研究をするのに十分な滞在があった。事業期間終了後もさらに研究成果が論文という形になることが期待できる。海外からの研究のための来日が少ないという指摘に関しても、期間後半にドイツ、フランスから共同研究のために 2015 年 5 月、9 月にそれぞれ 1 週間から 10 日ほどの滞在を実現した。また、日本とフランスの若手研究者間の共同研究が川口—TRIGO（フランス側）の日本学術振興会二国間事業に発展し、1 年 1 回フランス側から同志社大学への滞在が行われた（事業経費外）。また、2016 年 9 月の沖縄科学技術大学院大学における国際シンポジウム来日の際に若手研究者とドイツ（HAUCKE, SIGRIST, BROSE）、フランス側(MARTY)の研究者との間で共同研究に関する踏み込んだ話し合いをおこなった。

8. 研究交流実績総人数・人日数

8-1 平成28年度の相手国との交流実績

派遣先 派遣元	四半期	日本	ドイツ	フランス	オーストリア (フランス側参加研究者)	合計
日本	1		()	()	()	0/0 (0/0)
	2		()	()	()	0/0 (0/0)
	3		2/21 ()	1/5 ()	()	3/26 (0/0)
	4		4/35 ()	()	2/25 ()	6/60 (0/0)
	計		6/56 (0/0)	1/5 (0/0)	2/25 (0/0)	9/86 (0/0)
ドイツ	1	(1/3)		()	()	0/0 (1/3)
	2	(5/25)		()	()	0/0 (5/25)
	3	()		()	()	0/0 (0/0)
	4	()		()	()	0/0 (0/0)
	計	0/0 (6/28)		0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	0/0 (6/28)
フランス	1	()	()		()	0/0 (0/0)
	2	(5/26)	()		()	0/0 (5/26)
	3	()	()		()	0/0 (0/0)
	4	()	()		()	0/0 (0/0)
	計	0/0 (5/26)	0/0 (0/0)		0/0 (0/0)	0/0 (5/26)
	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)
合計	1	0/0 (1/3)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	0/0 (1/3)
	2	0/0 (10/51)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	0/0 (10/51)
	3	0/0 (0/0)	2/21 (0/0)	1/5 (0/0)	0/0 (0/0)	3/26 (0/0)
	4	0/0 (0/0)	4/35 (0/0)	0/0 (0/0)	2/25 (0/0)	6/60 (0/0)
	計	0/0 (11/54)	6/56 (0/0)	1/5 (0/0)	2/25 (0/0)	9/86 (11/54)

※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。)

※日本側予算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。(合計欄は()をのぞいた人数・人日数としてください。)

8-2 平成28年度の国内での交流実績

1	2	3	4	合計
0/0 (3/16)	18/89 (2/3)	0/0 (1/1)	0/0 (0/0)	18/89 (6/20)

8-3 全期間にわたる派遣・受入人数

年度	平成24年度	平成25年度	平成26年度	平成27年度	平成28年度
派遣人数 (人)	13名(0名)	12名(0名)	16名(1名)	19名(3名)	9名(0名)
受入人数 (人)	0名(9名)	2名(7名)	0名(2名)	0名(3名)	0名(11名)

※各年度の実施報告書の「相手国との交流実績」に記載の人数を転記してください。相手国側マッチングファンド等日本側予算によらない交流については()で記載してください。

平成24年度採択課題

9. 経費使用総額

9-1 平成28年度経費使用額

(単位 円)

	経費内訳	金額	備考
研究交流経費	国内旅費	2,597,910	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	4,427,329	
	謝金	0	
	備品・消耗品購入費	5,577,580	
	その他の経費	560,181	
	不課税取引・非課税取引に係る消費税	0	
	計	13,163,000	研究交流経費配分額以内であること。
業務委託手数料		1,316,300	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		14,479,300	

9-2 全期間にわたる経費使用額

(単位 千円)

	平成24年度	平成25年度	平成26年度	平成27年度	平成28年度
国内旅費	832	588	213	29	2,598
外国旅費	5,788	6,661	7,085	7,305	4,427
謝金	65	0	0	0	0
備品・消耗品購入費	5,184	5,059	4,503	4,965	5,578
その他の経費	131	188	695	863	560
不課税取引・非課税取引に係る消費税	0	0	0	0	0
合計	12,000	12,496	12,496	13,162	13,163

※各年度の実施報告書の「経費使用額」を千円単位にして転記してください。

10. 相手国マッチングファンド使用額

10-1 平成28年度使用額

相手国名	経費負担区分	平成28年度使用額	
		現地通貨額[現地通貨単位]	日本円換算額
ドイツ	パターン1	110,000 [Euro]	11,000,000 円相当
フランス	パターン1	100,000 [Euro]	10,000,000 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。

※経費負担区分

パターン1：日本側研究者の経費は振興会が、相手国側研究者の経費は相手国側学術振興機関等が負担。

パターン2：派遣国が派遣にかかる費用を負担し、受入国が受入にかかる滞在費等を負担。

10-2 全期間にわたる相手国のマッチングファンドの状況概要

5年間でマッチングファンドドイツ側総額 500,000Euro、フランス側 450,000Euro であり、総額では 950,000Euro (1 Euro=100 円程度として低めに見積もって 9500 万円相当)になる。これは、海外側が主に遺伝学、分子生物学など費用のかかる研究があるためでもある。いずれにせよ、学振から支給された経費を上回る金額を確保しているが、同志社大学が本事業のために独自に負担している費用（業務委託手数料を上回る事務経費分および特別研究費雇用費）を合わせるとほぼ均衡しているものと考えられる。