

**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：	慶應義塾大学
(ドイツ) 拠点機関：	ミュンヘン工科大学
(英国) 拠点機関：	ユニヴァーシティーカレッジロンドン
(米国) 拠点機関：	スタンフォード大学
(カナダ) 拠点機関：	サイモンフレーザー大学
(スイス) 拠点機関：	スイス連邦工科大学
(オーストラリア) 拠点機関：	ニューサウスウェールズ大学

2. 研究交流課題名

(和文)： 同位体スピントロニクス
(交流分野：数物系)

(英文)： Isotope spintronics
(交流分野：Mathematics and Physics)

研究交流課題に係るホームページ：[http:// www.appi.keio.ac.jp/Itoh_group/spintronics/](http://www.appi.keio.ac.jp/Itoh_group/spintronics/)

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：慶應義塾大学

実施組織代表者 (所属部局・職・氏名)：学長・清家 篤

コーディネーター (所属部局・職・氏名)：理工学部・教授・伊藤公平

協力機関：独立行政法人産業技術総合研究所、東京都市大学、東京大学

事務組織：理工学部学術研究支援課

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） **Technical University of Munich**

（和文） ミュンヘン工科大学

コーディネーター（所属部局・職・氏名）：（英文） **Department of Physics・Professor・**

Martin BRANDT

協力機関：（英文）

（和文）

経費負担区分（A型）：パターン１

（２）国名：英国

拠点機関：（英文） **University College London**

（和文） ユニヴァーシティーカレッジロンドン

コーディネーター（所属部局・職・氏名）：（英文） **London Center for Nanotechnology・**

Royal Society University Research Fellow and Reader・John MORTON

協力機関：（英文） **University of York**

（和文） ヨーク大学

経費負担区分（A型）：パターン１

（３）国名：米国

拠点機関：（英文） **Stanford University**

（和文） スタンフォード大学

コーディネーター（所属部局・職・氏名）：（英文） **Department of Materials Science and**

Engineering・Professor・Paul MCINTYRE

協力機関：（英文） **UC Berkeley**

（和文） カリフォルニア大学バークレー校

経費負担区分（A型）：パターン１

（４）国名：カナダ

拠点機関：（英文） **Simon Fraser University**

（和文） サイモンフレーザー大学

コーディネーター（所属部局・職・氏名）：（英文） **Department of Physics・Professor・**

Mike THEWALT

協力機関：（英文）

（和文）

経費負担区分（A型）：パターン１

(5) 国名：スイス

拠点機関：(英文) ETH

(和文) スイス連邦工科大学

コーディネーター (所属部局・職・氏名)：(英文) Department of Physics・Professor・

Christian DEGEN

協力機関：(英文)

(和文)

経費負担区分 (A型)：パターン1

(6) 国名：オーストラリア

拠点機関：(英文) The University of New South Wales

(和文) ニューサウスウェールズ大学

コーディネーター (所属部局・職・氏名)：(英文) Centre for Quantum Computation & Communication Technology・Professor・Andrew DZURAK

協力機関：(英文) University of Melbourne

(和文) メルボルン大学

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

スピントロニクス (Spintronics) とは、物質の電気特性と磁気特性の双方を制御することにより得られる新しい物理現象を利用して電子・情報通信産業のイノベーションを創成する新しい学術分野である。量子力学的効果を顕在化するための微細加工が不可欠であるため、固体物理学とナノテクノロジーに力点を置いた日本の基幹研究が世界のスピントロニクス研究をリードしてきた。本申請の中心となる慶應義塾スピントロニクス研究センター (以下、慶應スピン研) は、元素戦略および環境保護という観点において特に有用な炭素、ケイ素、ゲルマニウムの安定同位体を自在に制御することから、新しいスピントロニクス材料と新奇な電気・光学・磁気的特性を次々と世界に送り出してきた。

本研究交流では、同位体ダイヤモンドナノプローブによる単一分子核磁気共鳴(NMR)イメージングの実現、同位体カーボンナノチューブやグラフェンによるスピン量子情報処理法の開発、同位体シリコン構造による量子計算手法の確立、同位体ナノ構造による磁気光学素子の開発、同位体シリコン基板上での超伝導量子情報処理と量子制御など、慶應スピン研が世界レベルでの主導権を有する同位体工学をキーワードとした先端基礎研究を中心にすすめる。そしてこれまで以上に当スピン研メンバーと相手国拠点研究機関メンバーの往来を加速し、この協調を基盤として、1) 同位体スピントロニクス研究のハブとして国内外を統合したスピントロニクス国際連携ネットワークを発展させ、2) 世界に散らばる先端的

手法とノウハウを我が国に結集し、3)国境を越えた先端研究の推進と若手研究者を啓蒙する教育プログラムを実施することから、本学術分野の発展に対する我が国のリーダーシップを確固なものとする。

5-2. 平成27年度研究交流目標

<研究協力体制の構築>

8月にR-1, 2, 3に関する拠点メンバーを一同に集め、さらに80名以上の本Core-to-Core事業に直接関与していない世界的主要メンバーを集めた国際会議を高松で開催する。主催は本Core-to-Coreプロジェクトで、本プロジェクトの成果を影響力の強い外部者に発信し、議論を深める。また、10月にはドイツ拠点のミュンヘン工科大学でセミナーを開催する。その他、共通の学会参加を利用した拠点間共同研究に関する打合せを3回以上実施する予定で、毎月のペースで拠点間のビデオ会議を継続することから共同研究の協力体制を強化していく。さらに、慶應スピ研を訪問希望する海外研究者によるセミナーを随時開催していく。

<学術的観点>

プログラム R-1：ミュンヘン工科大学-UCL-サウスウェールズ大-東京都市大-慶應スピ研の協調では、同位体シリコン中の単一リンダーおよび同位体シリコン中の単一量子ドットを量子ビットとして量子計算を実行する研究を進め、Nature誌等のインパクトの高い論文誌への共著論文発表を目指す。また、ドナー不純物磁気共鳴の四重極子相互作用にもとづく制御にも取り組む。プログラム R-2：スタンフォード大-サイモンフレーザー大-慶應スピ研の協調では、スタンフォード大学においてゲルマニウムのナノワイヤーの作製に取り組み、サイモンフレーザー大学ではシリコン同位体構造の光評価、プリンストン大学ではゲルマニウムの磁気共鳴に取り組む。プログラム R-3：ETH-産総研-ウルム大-慶應スピ研の協調では、産総研が同位体ダイヤモンド成長を実施し、それらの試料の基礎評価を慶應で実施し、その結果として選別された試料をETHおよびUlm大学に送り、ETHが磁気共鳴、Ulm大学が少数核スピ磁気共鳴の研究に取り組み、量子センシングとしての発展を広げる。プログラム R-4：ETH-東大-慶應スピ研の協調では、東大が超伝導量子情報処理用の素子と構想を作製し、その実行方法の確立をETH、MITらと協調して進める。

さらに海外における国際会議において多数の招待講演を行い、そこで本Core-to-Coreプログラムの成果を広く発信する。

<若手研究者育成>

8月に高松で開催するR-1, 2, 3に関する拠点メンバーと外部研究者が一同に集まる国際会議に、世界中から若手研究者を50名ほど参加させることにより、最先端研究と交流を通じた若手育成を行う。また、アーヘン工科大学-慶應義塾大学ダブルディグリープログラム(修士課程を両校で学ぶことによりそれぞれの大学から修士号が取得できる協定プログラム)を通して、ドイツ拠点から1名の学生を慶應で受け入れる。また、プログラム横断的なセ

ミナー・スクールを英語を用いて随時開催し、そのビデオ (http://www.appi.keio.ac.jp/Itoh_group/spintronics/)の公開を続行する。

<その他（社会貢献や独自の目的等）>

当プロジェクトのホームページ http://www.appi.keio.ac.jp/Itoh_group/spintronics/にて、当プロジェクトの活動報告を写真や文章で公開するとともに、様々なビデオ講義も収録して発信し続ける。

6. 平成27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

当初目標はR-1, 2, 3に拠点メンバーを集める会議を一回開催する予定であったが、この計画を大幅に拡大し、本事業の中間報告会と位置づける大規模な国際セミナーを8月に高松市で2つ開催した。R-1, R-2, R-4 関連の Silicon Quantum Electronics Workshop と、R-3 関連の Diamond Quantum Sensing Workshop である。

2015年8月3~4日に開催された Silicon Quantum Electronics Workshop には131名が参加した。この内、外国からの参加者は95名で、本 Core-to-Core のコアメンバーがドイツ、英国、米国、カナダ、スイス、オーストラリアの全外国拠点から多数参加した。拠点代表も英国、カナダ、オーストラリアから出席した。2日間で口頭発表36件（内、15件が本 Core-to-Core 関連）、ポスター発表51件（内、6件が本 Core-to-Core 関連）が実施された。本 Core-to-Core 成果の広報という観点から当該領域でのトップ研究者を世界中から集め、彼らの発表と本 Core-to-Core 発表を織り交ぜることに成功した。日本で開催されたワークショップにおいて、我が国からの参加者の倍の参加者が海外から集まったことが、研究領域としての世界レベルでのアクティブ度と、本 Core-to-Core 成果が着目されていることを表している。本ワークショップは JSPS Core-to-Core の主催であったが、海外からの参加者95名はすべて自費による参加で、参加費も各参加者が支払ったことを付記しておく。すなわち、すべてのチームメンバーが、Core-to-Core(A.先端拠点形成型)の取り決めどおり、自国で得た研究費を利用して参加し、また、Core-to-Core に関係していない研究者も自らの意志と財源でわざわざ高松まで飛んできた。R-1, R-2, R-4 関連の中間報告会として、目標を上回る効果を得た。

2015年8月5~7日に開催された R-3 に関する Diamond Quantum Sensing Workshop には103名が参加した。この内、外国からの参加者は33名で、本 Core-to-Core のコアメンバーがドイツ、米国、スイス、オーストラリアから参加した。参加者にはスイス拠点代表が含まれる。3日間で口頭発表25件（内、12件が本 Core-to-Core 成果）、ポスター発表40件（内、12件が本 Core-to-Core 成果）が実施された。ここでも本 Core-to-Core 成果の広報という観点から、当該領域でのトップ研究者を世界中から集め、彼らの発表と、本 Core-to-Core 発表を織り交ぜることに成功した。本ワークショップは藤原科学財団がメインスポンサー（主催）、

JSPS Core-to-Core の共催であったため、海外からの参加者の現地経費（宿泊費、食事、エクスカージョン等）はすべて藤原科学財団が支払ったが、海外からの参加者全員が日本までの旅費を自費で支払ったことを付記しておく。前述の Silicon Quantum Electronics Workshop 同様、Core-to-Core に関係していない研究者も自らの意志と財源でわざわざ高松まで飛んできた。R-3 関連の中間報告会として、目標を上回る成果を得た。

この他、2015 年度は、拠点間のセミナーを慶應において 2 回、米国で 1 回行い、また、共通の学会参加を利用した拠点間共同研究に関する打合せを 4 回実施し、さらに毎月のペースで拠点間のビデオ会議を実施したことにより共同研究の協力体制を強化した。

6-2 学術面の成果

プログラム R-1: ミュンヘン工科大学・UCL・東京都市大・慶應スピン研の協調では、ミュンヘン工科大学との連携でシリコン中の四重極子相互作用の利用による量子情報処理に関する成果をあげ Physical Review Letter 誌に 1 通の共著論文を発表した。UCL との連携ではシリコン中の ^{29}Si 核スピンを量子ビットとして用いる新しい手法を実験的に示し、その成果を New Journal Physics 誌に発表した。また、ニューサウスウェールズ大学と慶應の協調を特に強め、同位体シリコン中の単一リンドナーまたは同位体シリコン中の単一量子ドットを量子ビットとして量子計算を実行する研究に取り組み、Nature 誌 1 通、Nature Nanotechnology 誌 1 通、Science Advances 誌 1 通、Physical Review B 誌 1 通の共著論文を発表するなど大きな成果を得た。プログラム R-2: スタンフォード大・サイモンフレイザー大・慶應スピン研の協調では、スタンフォード大学において 2015 年 10 月に慶應メンバーが 4 名訪れてセミナーを開催した。プリンストン大学と共同でゲルマニウム同位体における電子スピンコヒーレンスの測定に成功し、量子コンピュータ開発応用の可能性に関する議論も含めて、Physical Review Letters 誌に共著論文を発表した。プログラム R-3: ETH・産総研・Ulm 大・慶應スピン研の協調では、2014 年度からの延長として、産総研が同位体ダイヤモンド成長を実施し、それらの試料の基礎評価を慶應で実施し、その結果として選別された試料を ETH および Ulm 大学に送り、ETH が磁気共鳴、Ulm 大学が少数核スピン磁気共鳴の研究に取り組んだ。2015 年度中に発表した共著論文はなかったが、現在投稿中のものが 2 通ある。プログラム R-4: ETH・東大・慶應スピン研の協調では、東大が超伝導量子情報処理用の素子と構想を作製し、その実行方法の確立を ETH、MIT らと協調して進めた。

国際会議招待講演としては、R-1 と R-2 に関連して、9th International Conference on Silicon Epitaxy and Heterostructures (5 月カナダ・モントリオール)、11th International Conference on Ceramic Materials and Components for Energy and Environmental Applications (6 月カナダ・バンクーバー)、SpinTech VIII(8th International School and Conference on Spintronics and Quantum Information Technology) (8 月スイス・バーゼル)、R-3 に関連して 28th International Conference on Defects in Semiconductors (7 月フィンランド・ヘルシンキ)、5th annual NanoMRI Conference (7 月カナダ・Waterloo 大学)、XIV International Conference on Quantum Optics and Quantum Information (10 月ベラルーシ・ミンスク)、EMN Meeting on Vacuum Electronics (11 月アメリカ・ラスベガス) などを行った。これらは本プロジェクトに対する世界の関心の高さを

示している。

6-3 若手研究者育成

8月に高松で開催した Silicon Quantum Electronics Workshop には、世界中から若手研究者・学生が 50 名ほど参加し、最先端研究と交流を通じた若手育成を行った。Diamond Quantum Sensing Workshop には若手研究者・学生が 35 名参加し、世界中から集まった超一流の研究者との議論を通して大きく成長した。また、アーヘン工科大学・慶應義塾大学ダブルディグリープログラム（修士課程を両校で学ぶことによりそれぞれの大学から修士号が取得できる協定プログラム）を通して、ドイツより 1 名の学生が慶應に移動し、2014 年度より慶應で活躍しているミュンヘン工科大学からのダブルディグリー生 1 名とともに本 Core-to-Core プロジェクトを強力に推進した。プログラム横断的なセミナー・スクールを英語により開催し、そのビデオ(http://www.appi.keio.ac.jp/Itoh_group/spintronics/)の公開を続行した。

6-4 その他（社会貢献や独自の目的等）

当プロジェクトのホームページ http://www.appi.keio.ac.jp/Itoh_group/spintronics/でも、活動報告を写真や文章で公開するとともに、そのホームページにプルダウンメニューで様々な最新の研究成果発表、学会発表、各種講義が動画として閲覧できるように設定している。

6-5 今後の課題・問題点

プロジェクトは学術面において極めて順調に推移している一方、後述のとおり、中間評価ではいくつかの指摘を頂戴した。中間評価結果を頂戴したのが 2015 年 12 月末であったため、2015 年度中にすべてに対応することは困難であったが、今後の課題とその対処方法は年度中にまとめた。それを「7-4 中間評価の指摘事項等を踏まえた対応」欄に記す。

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 14 本
うち、相手国参加研究者との共著 7 本

(2) 平成 27 年度の国際会議における発表 49 件
うち、相手国参加研究者との共同発表 8 件

(3) 平成 27 年度の国内学会・シンポジウム等における発表 4 件
うち、相手国参加研究者との共同発表 0 件

(※ 「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) 同位体シリコン・ゲルマニウム・グラフェン・ナノチューブに基づく量子情報処理				
	(英文) Quantum information processing based on isotopically controlled silicon, germanium, graphene, and carbon nanotubes				
日本側代表者 氏名・所属・職	(和文) 伊藤公平・慶應義塾大学理工学部・教授				
	(英文) Kohei Itoh・Keio University Faculty of Science and Technology・Professor				
相手国側代表者 氏名・所属・職	(英文) Martin Brandt・Technical University of Munich・Professor John Morton・University College London・Royal Society University Research Fellow and Reader Andrew Dzurak・University of New South Wales・Professor				
参加者数	日本側参加者数	44名			
	(ドイツ)側参加者数	21名			
	(英国)側参加者数	11名			
	(オーストラリア)側参加者数	7名			
27度の研究交流活動	量子情報処理研究に関する実験のために、2014年9月からミュンヘン工科大学の大学院生1名を1年度間通じて受け入れた。また、8月にはドイツ、英国、オーストラリア拠点の主要メンバーが香川県高松市に一同に会し、Core-to-Core国際会議を主催したことから、当該プロジェクトの中間的成果の発信と、後半部分の発展にむけた共同研究計画を綿密に練った。R-1に関して具体的には、慶應のシリコン試料をミュンヘン工科大学に提供することで、シリコン中のドナー量子ビットに対する四重極子相互作用を明らかにする実験をミュンヘン工科大学で実施することを決めた。これは次頁で述べるPhysical Review Letters誌に発表した成果に続く実験実施に相当する。その結果として得られた成果を共著論文としてまとめる作業を、電子メールの往信と、テレビ電話会議を重ねて実施した。この作業を通じて完成させた論文は、ミュンヘン・慶應共同研究の論文1通として年度末に投稿し、さらに1通の執筆準備を開始した。				

<p>27年度の研究 交流活動から得 られた成果</p>	<p>ミュンヘン工科大学・UCL・東京都市大・慶應スピ研の協調では、ミュンヘン工科大学との連携でシリコン中の四重極子相互作用の利用による量子情報処理に関する成果をあげ <i>Physical Review Letter</i> 誌に1通の共著論文を発表する成果をあげた。UCLとの連携でシリコン中の²⁹Si核スピンを量子ビットとして用いる新しい手法を実験的に示し、その成果を <i>New Journal Physics</i> 誌に発表した。また、ニューサウスウェールズ大学と慶應の協調を特に強め、同位体シリコン中の単一リンドナーまたは同位体シリコン中の単一量子ドットを量子ビットとして量子計算を実行する研究に取り組み、<i>Nature</i> 誌1通、<i>Nature Nanotechnology</i> 誌1通、<i>Science Advances</i> 誌1通、<i>Physical Review B</i> 誌1通の共著論文を発表するなど大きな成果を得た。</p> <p>また、R-1とR-2の成果をもとに9th International Conference on Silicon Epitaxy and Heterostructures（5月カナダ・モントリオール）、11th International Conference on Ceramic Materials and Components for Energy and Environmental Applications（6月カナダ・バンクーバー）、SpinTech VIII(8th International School and Conference on Spintronics and Quantum Information Technology)（8月スイス・バーゼル）において招待講演を行った。</p>
--------------------------------------	--

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) 同位体ナノ構造による磁気光学素子の開発 (英文) Magneto-optics device based on isotope nanostructures				
日本側代表者 氏名・所属・職	(和文) 伊藤公平・慶應義塾大学理工学部・教授 (英文) Kohei Itoh・Keio University Faculty of Science and Technology・Professor				
相手国側代表者 氏名・所属・職	(英文) Paul McIntyre・Stanford University・Professor Mike Thewalt・Simon Fraser University・Professor				
参加者数	日本側参加者数	39名			
	(米国)側参加者数	25名			
	(カナダ)側参加者数	5名			
27度の研究 交流活動	<p>年度開始早々から、Core-to-Core 共著発表論文をまとめるためのメール往信・テレビ電話会議を慶應と海外で実施した。具体的にはシリコン中の中性²⁹Si核スピン量子ビットのデコヒーレンスに関する成果の論文執筆をプリンストン大学、²⁹Si核スピンを量子ビットと利用する工夫をUCLと相手を定め、論文をまとめる作業を遠隔で行い、それぞれ2通の論文として夏までに投稿し、年度内に掲載されるという目標を達成した。一方、拠点(海外)機関のメンバーが共同研究のために海外(拠点)機関に滞在することはなかった。しかし、一昨年まで慶應メンバーであった Pierre-Andre Mortemousque が一昨年慶應で学位取得した後にフランス研究機関にポスドクとして就職し、その彼1名が英国拠点UCLに共同研究を目的として昨年度始めに3週間滞在し、データ取得を重ねた。本研究は Mortemousque 博士が慶應メンバーとして開始した研究であり、それにより上記慶應-UCL 共著論文、すなわち²⁹Si核スピンを量子ビットと利用する工夫をまとめることに成功した。5月と7月には代表者の伊藤がカナダで開催された国際会議にて招待講演を行い、本Core-to-Core 成果を広報すると同時に、カナダや他の拠点メンバーとの打合せを行った。8月にはアメリカ、カナダ拠点の主要メンバーが香川県高松市に一同に会し、Core-to-Core で国際会議を主催し、当該プロジェクトの中間的成果の発信と、後半部分の発展にむけた共同研究計画を綿密に練った。具体的には、カナダ拠点とともに進める同位体を用いた超高感度スピン依存量子ビット分光測定に関する試料構造や測定方法に関する詳細、プリンストン大学とともに進めるゲルマニウム量子ビット実験に関する実験計画の制定などを行った。</p>				

<p>27年度の研究交流活動から得られた成果</p>	<p>スタンフォード大・サイモンフレーザー大・慶應スピ研の協調では、スタンフォード大学においてゲルマニウムのナノワイヤーの作製に取り組み、サイモンフレーザー大学ではシリコン同位体構造の光評価、プリンストン大学ではゲルマニウムの磁気共鳴に取り組んだ。プリンストン大と連携して取り組んだ、ゲルマニウム同位体における電子スピンコヒーレンスの測定の成果は、量子コンピュータ開発応用の可能性に関する議論も含めて Physical Review Letters 誌に共著論文として発表した。</p> <p>また、R-1 と R-2 の成果をもとに 9th International Conference on Silicon Epitaxy and Heterostructures (5月カナダ・モントリオール)、11th International Conference on Ceramic Materials and Components for Energy and Environmental Applications (6月カナダ・バンクーバー)、SpinTech VIII(8th International School and Conference on Spintronics and Quantum Information Technology) (8月スイス・バーゼル) において招待講演を行った。</p>
----------------------------	---

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	<p>(和文) 同位体ダイヤモンドナノプローブによる単一分子 NMR イメージングの実現</p> <p>(英文) Single molecule NMR imaging using isotopically controlled diamond nano probe</p>				
日本側代表者 氏名・所属・ 職	<p>(和文) 伊藤公平・慶應義塾大学理工学部・教授</p> <p>(英文) Kohei Itoh・Keio University Faculty of Science and Technology・Professor</p>				
相手国側代表 者 氏名・所属・ 職	<p>(英文) Christian Degen・ETH・Professor</p>				
参加者数	日本側参加者数	22名			
	(スイス) 側参加者数	8名			
	(ドイツ) 側参加者数	5名			
	(オーストラリア) 側参加者数	5名			
27年度の 研究交流活動	<p>ETH および Ulm 大学との共同研究を強化した。8月第1週にはドイツ、スイス拠点の主要メンバーが香川県高松市に一同に会し、Core-to-Core で国際会議を主催し、当該プロジェクトの中間的成果の発信と、後半部分の発展にむけた共同研究計画を綿密に練った。また、ETH メンバー1名と Ulm 大学メンバー1名（ともに大学院生）が慶應に3日間滞在して共同研究を行った。そして8月第2週にはスイス・バーゼルでの国際会議にて研究代表者の伊藤が招待講演を行った。さらにビデオ会議を毎月のペースで実施し研究交流を深めた。</p>				
27年度の研 究交流活動か ら得られた成 果	<p>ETH・産総研・ウルム大・慶應スピン研の協調では、産総研が同位体ダイヤモンド成長し、それらの試料の基礎評価を慶應で実施し、その結果として選別された試料を ETH および Ulm 大学に送り、ETH が磁気共鳴、Ulm 大学が少数核スピン磁気共鳴の研究に取り組み、量子センシングとしての発展を広げた。</p> <p>R-3 に関連して 28th International Conference on Defects in Semiconductors (7月フィンランド・ヘルシンキ)、5th annual NanoMRI Conference (7月カナダ・Waterloo 大学)、XIV International Conference on Quantum Optics and Quantum Information (10月ベラルーシ・ミンスク)、EMN Meeting on Vacuum Electronics (11月アメリカ・ラスベガス) などで招待講演を行った。</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) 同位体シリコン基板上での超伝導量子情報処理と量子制御 (英文) Quantum information processing and quantum control using superconducting qubits placed on isotopically enriched silicon substrates				
日本側代表者 氏名・所属・職	(和文) 伊藤公平・慶應義塾大学理工学部・教授 (英文) Kohei Itoh・Keio University Faculty of Science and Technology・Professor				
相手国側代表者 氏名・所属・職	(英文) Christian Degen・ETH・Professor				
参加者数	日本側参加者数	20名			
	(スイス) 側参加者数	9名			
	(米国) 側参加者数	2名			
27年度の 研究交流活動	ETH の Andreas Wallraff 教授と Klaus Ensslin 教授との共同研究を深化させた。具体的には、メール往信とテレビ電話会議を通じて、ETH が得意とする超伝導量子ビットと、慶應が得意とするシリコン中のビスマスドナー量子ビットを結合させる実験計画を精査した。その結果、当初の予定以上に研究予算が必要なことがわかった。そこで慶應と ETH と共同で EU 関連の研究予算に応募する準備を始めた。さらに慶應・ETH の間でビデオ会議を毎月のペースで実施し研究交流を深めた。				
27年度の研 究交流活動か ら得られた成 果	ETH・東大・慶應スピン研の協調では、東大が超伝導量子情報処理用の素子と構想を作製し、その実行方法の確立を ETH、MIT らと協調して進めた。特に MIT が、マイクロ波を用いた超伝導量子ビット操作の精緻化に東大と共に取り組んだ。				

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「シリコン量子エレクトロニクスワークショップ」
	(英文) JSPS Core-to-Core Program “Silicon Quantum Electronics Workshop 2015 “
開催期間	平成27年8月3日～平成27年8月4日(2日間)
開催地(国名、都市名、会場名)	(和文) 日本、高松、かがわ国際会議場
	(英文) Kagawa International Conference Hall, Takamatsu, Japan
日本側開催責任者 氏名・所属・職	(和文) 伊藤公平・慶應義塾大学理工学部・教授
	(英文) Kohei Itoh, Keio University・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)

参加者数

派遣先 派遣	セミナー開催国 (日本)	
日本 〈人/人日〉	A.	10/ 30
	B.	26
ドイツ 〈人/人日〉	A.	2/ 8
	B.	4
英国 〈人/人日〉	A.	2/ 8
	B.	9
米国 〈人/人日〉	A.	2/ 8
	B.	27
カナダ 〈人/人日〉	A.	1/ 4
	B.	
オーストラリア 〈人/人日〉	A.	6/ 24
	B.	26
合計 〈人/人日〉	A.	23/ 82
	B.	92

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>R-1「同位体シリコン・ゲルマニウム・グラフェン・ナノチューブに基づく量子情報処理」とR-2「同位体ナノ構造による磁気光学素子の開発」とR-4「同位体シリコン基板上での超伝導量子情報処理と量子制御」に関して、本 Core-to-Core 事業の日本拠点と海外拠点（ドイツ、アメリカ、オーストラリア、英国、カナダ）メンバーが一同に会し、さらに外部から多数の参加を募る国際会議として開催することから、本事業の成果を広く発信するとともに、今後の研究計画を綿密に練る機会をつくる。</p>												
<p>セミナーの成果</p>	<p>本セミナーには131名(相手国以外からの一般参加者39名を含む)が参加した。この内、外国からの参加者は95名で、本 Core-to-Core のコアメンバーがドイツ、英国、米国、カナダ、スイス、オーストラリアの全外国拠点から多数参加した。拠点代表も英国、カナダ、オーストラリアから出席した。2日間で口頭発表36件(内、15件が本 Core-to-Core 関連成果)、ポスター発表51件(内、6件が本 Core-to-Core 関連成果)が実施された。本 Core-to-Core 成果の広報という観点から、当該領域でのトップ研究者を世界中から集め、彼らの発表と、本 Core-to-Core 発表を織り交ぜることに成功した。日本で開催されたワークショップにおいて、我が国からの参加者の倍の参加者が海外から集まったことが、研究領域としての世界レベルでのアクティブ度と、本 Core-to-Core 成果が着目されていることを示した。すなわち、拠点機関だけではなく一般参加も含む R-2、R-4 に関する多くの研究者が一同に会す機会をもつことができ、本 Core-to-Core 成果を多くの方に広報することができた。さらには、この分野に関する多くの研究者と最先端の研究について議論することができ、本事業の発展に大きく貢献することができた。</p>												
<p>セミナーの運営組織</p>	<p>慶應義塾先端研究センター、スピントロニクス研究センター 海外研究拠点</p>												
<p>開催経費 分担内容</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th data-bbox="373 1783 683 1832">日本側</th> <th data-bbox="683 1783 1102 1832">内容</th> <th data-bbox="1102 1783 1383 1832">金額</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="373 1832 683 1881"></td> <td data-bbox="683 1832 1102 1881">会議費</td> <td data-bbox="1102 1832 1383 1881">472,769 円</td> </tr> <tr> <td data-bbox="373 1881 683 1930"></td> <td data-bbox="683 1881 1102 1930">国内旅費</td> <td data-bbox="1102 1881 1383 1930">528,820 円</td> </tr> <tr> <td data-bbox="373 1930 683 1980"></td> <td data-bbox="683 1930 1102 1980">印刷費</td> <td data-bbox="1102 1930 1383 1980">236,520 円</td> </tr> </tbody> </table>	日本側	内容	金額		会議費	472,769 円		国内旅費	528,820 円		印刷費	236,520 円
日本側	内容	金額											
	会議費	472,769 円											
	国内旅費	528,820 円											
	印刷費	236,520 円											

	(ドイツ) 側	内容 外国旅費
	(英国) 側	内容 外国旅費
	(米国) 側	内容 外国旅費
	(カナダ) 側	内容 外国旅費
	(オーストラリア) 側	内容 外国旅費

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「ダイヤモンド量子センシングワークショップ」
	(英文) JSPS Core-to-Core Program “Workshop on Diamond Quantum Sensing 2015 “
開催期間	平成 27 年 8 月 5 日 ~ 平成 27 年 8 月 7 日 (3 日間)
開催地 (国名、都市名、会場名)	(和文) 日本、高松、かがわ国際会議場
	(英文) Kagawa International Conference Hall, Takamatsu, Japan
日本側開催責任者 氏名・所属・職	(和文) 伊藤公平・慶應義塾大学理工学部・教授
	(英文) Kohei Itoh, Keio University・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)

参加者数

派遣先 派遣	セミナー開催国 (日本)	
	A.	B.
日本 〈人／人日〉	A.	14 / 70
	B.	56
ドイツ 〈人／人日〉	A.	4 / 16
	B.	2
米国 〈人／人日〉	A.	1 / 4
	B.	9
スイス 〈人／人日〉	A.	1 / 4
	B.	2
オーストラリア 〈人／人日〉	A.	1 / 3
	B.	5
合計 〈人／人日〉	A.	21 / 97
	B.	74

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	R-3「同位体ダイヤモンドプローブによる単一分子イメージングの実現」に関して、本 Core-to-Core 事業の日本拠点と海外拠点（スイス、ドイツ、アメリカ、オーストラリア）が一同に会し、さらに外部から 70 名程の参加を募る国際会議として開催することから、本事業の成果を広く発信するとともに、今後の研究計画を綿密に練る機会をつくる。		
セミナーの成果	本セミナーには 103 名(相手国以外からの一般参加者 29 名を含む)が参加した。この内、外国からの参加者は 33 名で、本 Core-to-Core のコアメンバーがドイツ、米国、スイス、オーストラリアから参加した。参加者にはスイス拠点代表が含まれる。3 日間で口頭発表 25 件（内、12 件が本 Core-to-Core 関連成果）、ポスター発表 40 件（内、12 件が本 Core-to-Core 関連成果）が実施された。本 Core-to-Core 成果の広報という観点から、当該領域でのトップ研究者を世界中から集め、彼らの発表と本 Core-to-Core 発表を織り交ぜることに成功した。すなわち、拠点機関だけではなく一般参加も含む R-3 に関する多くの研究者が一同に会す機会をもつことができ、本 Core-to-Core 成果を多くの方に広報することができた。さらには、この分野に関する多くの研究者と最先端の研究について議論することができ、本事業の発展に大きく貢献することができた。		
セミナーの運営組織	慶應義塾先導研究センター、スピントロニクス研究センター 海外研究拠点		
開催経費 分担内容	日本側	内容	金額
		会議費	840,994 円
		国内旅費	675,560 円
		印刷費	100,440 円
	(ドイツ) 側	内容	
		外国旅費	
	(米国) 側	内容	
		外国旅費	

	(スイス) 側	内容 外国旅費
	(オーストラリア) 側	内容 外国旅費

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「半導体ナノ工学と光学応用に関するスタンフォード―慶應合同セミナーII」
	(英文) JSPS Core-to-Core Program “Stanford-Keio Seminar on Semiconductor Nanoengineering and Photonics II”
開催期間	平成 27 年 10 月 23 日～平成 27 年 10 月 23 日 (1 日間)
開催地(国名、都市名、会場名)	(和文) アメリカ、スタンフォード、スタンフォード大学
	(英文) Stanford University, Stanford, USA
日本側開催責任者 氏名・所属・職	(和文) 伊藤公平・慶應義塾大学理工学部・教授
	(英文) Kohei Itoh, Keio University・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) Mark Brongersma・Stanford University・Professor
	Paul McIntyre・Stanford 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.	4/ 4
	B.	
米国 〈人／人日〉	A.	3/ 3
	B.	15
〈人／人日〉	A.	
	B.	
合計 〈人／人日〉	A.	7/ 7
	B.	15

- 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	R-2「同位体ナノ構造による磁気光学素子の開発」に携わるプロジェクトメンバーが米国拠点であるスタンフォード大学に集まり、R-2 研究の最新の成果を日米両サイドがセミナー発表すると同時に、今後の研究に関する打合せを行う。		
セミナーの成果	本プロジェクトの核となる「同位体ナノ構造による磁気光学素子の開発」の進展を一般（参加者 15 名）に公開するとともに、米国拠点代表者およびメンバーと日本側メンバーがお互いの成果を発表しあうことにより共同研究の深化につなげた。具体的には、米国側は SiGe ナノワイヤーの作製と発光過程に関する最新の成果を発表し、慶應側は光ファイバーと共振器を結合する手法に関する最新の成果を発表した。最終的には、SiGe ナノワイヤーからの発光を光ファイバーに通し、その光を共振器で保持するという組み合わせを実現する長期的な視点にたつて、思考実験的であるが、共同研究を深める方向性を議論した。		
セミナーの運営組織	Stanford University		
開催経費 分担内容	日本側	内容	金額
		外国旅費	537,080 円
		消費税	42,966 円
	(米国) 側	内容	
		会議費	
	() 側	内容	

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「ダイヤモンド量子磁気光学セミナー」 (英文) JSPS Core-to-Core Program “Diamond Quantum Opto-Magnetics Seminar”
開催期間	平成 27 年 11 月 16 日～平成 27 年 11 月 16 日 (1 日間)
開催地(国名、都市名、会場名)	(和文) 日本、横浜市、慶應義塾大学矢上キャンパス (英文) Keio University Yagami campus, Yokohama, Japan
日本側開催責任者 氏名・所属・職	(和文) 伊藤公平・慶應義塾大学理工学部・教授 (英文) Kohei Itoh, Keio University・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)

参加者数

派遣先 派遣	セミナー開催国 (日本)	
	A.	B.
日本 〈人／人日〉	24 / 24	7
米国 〈人／人日〉	1 / 1	
〈人／人日〉		
合計 〈人／人日〉	25 / 25	7

- 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	R-2「同位体ナノ構造による磁気光学素子の開発」に携わる米国 UC Berkeley のチームメンバーである Andrey Jarmola 博士が慶應を訪ねて、”Experiments with nitrogen-vacancy (NV) centers in diamond at Berkeley”と題する R-2 研究の最新の成果を広く一般にセミナー発表すると同時に、今後の研究に関する打合せを行う。		
セミナーの成果	本プロジェクトの核となる「同位体ナノ構造による磁気光学素子の開発」の進展をプロジェクトメンバー以外の 7 名に公開するとともに、日本側の拠点リーダーを含むプロジェクトメンバー24 名がセミナーに参加し、UC Berkeley での研究進捗状況を把握し共同研究の深化につなげた。		
セミナーの運営組織	慶應義塾先導研究センター、スピントロニクス研究センター		
開催経費 分担内容	日本側	内容 なし	金額
	(米国) 側	内容 外国旅費	
	() 側	内容	

整理番号	S-5
セミナー名	(和文) 日本学術振興会研究拠点形成事業「スピントロニクス俯瞰セミナー」
	(英文) JSPS Core-to-Core Program “Spintronics Overview Seminar”
開催期間	平成 27 年 12 月 17 日～平成 27 年 12 月 17 日 (1 日間)
開催地(国名、都市名、会場名)	(和文) 日本、横浜市、慶應義塾大学日吉キャンパス
	(英文) Keio University Yagami campus, Yokohama, Japan
日本側開催責任者 氏名・所属・職	(和文) 伊藤公平・慶應義塾大学理工学部・教授
	(英文) Kohei Itoh, Keio University・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)

参加者数

派遣先 派遣	セミナー開催国 (日本)	
	A.	B.
日本 〈人／人日〉	14/ 14	52
〈人／人日〉		
〈人／人日〉		
合計 〈人／人日〉	14/ 14	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	<p>R-1 と R-2 にまたがるスピントロニクス分野「スピン流と光磁気効果」の有識者を Core-to-Core 拠点である慶應義塾大学に招き、拠点の最新の成果を広報すると同時に、有識者に最新の成果を講演いただく。有識者の講演には Core-to-Core 国内チームメンバーが参加し、今後の Core-to-Core プロジェクト発展のための参考にする。</p>		
セミナーの成果	<p>以下の4名の有識者を招き講演会を実施した。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 磁気抵抗・トンネル現象の基礎 (三輪 真嗣・大阪大) 2. スピン流の基礎と応用 (村上 修一・東工大) 3. スピン軌道相互作用の基礎と応用 (好田 誠・東北大) 4. スピンの光学操作 (塚本 新・日本大) <p>Core-to-Core メンバー14名に加えて多数の学生が参加し、若手研究者教育も含めてスピントロニクス研究の最先端を俯瞰した。講演者とは実験施設見学も含めて個別に時間をとり、慶應スピントロニクス研究センターにおける Core-to-Core プロジェクトの最新の研究成果を報告した。</p> <p>本事業に対する波及効果は2点ある。1点目は、本プロジェクトにメンバーとして参加する大学院生が本事業の枠組みを超えたスピントロニクスの最前線を学ぶことにより学術研究に対する地平性を広げ、その結果として本事業の発展に必要な新たな視点を涵養することである。2点目は、本事業の枠組みを超えたスピントロニクス最前線研究者に本事業の中心拠点を紹介し、研究成果を伝える広報効果である。これにより本拠点がスピントロニクス全体の視点からも拠点として認識されることが継続できる。</p>		
セミナーの運営組織	慶應義塾先導研究センター、スピントロニクス研究センター		
開催経費 分担内容	日本側	内容 会合費	金額 66,000 円
	() 側	内容	
	() 側	内容	

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
慶應義塾大学・ 教授 伊藤公平	Montreal・ Canada	5月17日～ 5月23日	9th International Conference on Silicon Epitaxy and Heterostructuresで本事業の成果について招待講演。
慶應義塾大学・ 後期博士課程 山田道洋	Montreal・ Canada	5月16日～ 5月24日	9th International Conference on Silicon Epitaxy and Heterostructuresで本事業の成果について発表。
慶應義塾大学・ 後期博士課程 Alain Truong	Montreal・ Canada	5月16日～ 5月23日	9th International Conference on Silicon Epitaxy and Heterostructuresで本事業の成果について発表。
慶應義塾大学・ 准教授 牧 英之	Vancouver・ Canada	6月14日～ 6月20日	11th International Conference on Ceramic Materials and Components for Energy and Environmental Applicationsで本事業の成果について招待講演。
慶應義塾大学・ 教授 伊藤公平	Waterloo・ Canada	7月26日～ 7月31日	5th annual NanoMRI Conferenceで本事業の成果について招待講演。
慶應義塾大学・ 特任助教 宮本 聡	仙台・日本	7月27日～ 7月31日	21st International Conference on Electronic Properties of Two-Dimensional Systemsで本事業の成果について発表。
慶應義塾大学・ 教授 伊藤公平	Basel・ Switzerland	8月11日～ 8月15日	Spintech VIII(8th International School and Conference on Spintronics and Quantum Information Technology) で本事業の成果について招待講演。
慶應義塾大学・ 前期博士課程 井田和則	NY・USA	9月27日～ 10月3日	International Conference on Electron Spectroscopy and Structure 2015で本事業の成果を発表。
慶應義塾大学・ 前期博士課程 小島知也	San Jose・USA	10月17日 ～10月25 日	OSA FiO/LS(The Optical Society's Frontiers in Optics/Laser Science)で本事業の成果について発表。
慶應義塾大学・ 前期博士課程 中川陽介	San Jose・USA	10月17日 ～10月25 日	OSA FiO/LS(The Optical Society's Frontiers in Optics/Laser Science)で本事業の成果について発表。

慶應義塾大学・ 前期博士課程 玉木 翔	San Jose・USA	10月17日 ～10月25 日	OSA FiO/LS(The Optical Society's Frontiers in Optics/Laser Science)で 本事業の成果について発表。
慶應義塾大学・ 准教授 田邊孝純	San Jose・USA	10月19日 ～10月25 日	OSA FiO/LS(The Optical Society's Frontiers in Optics/Laser Science)で 本事業の成果について発表。
慶應義塾大学・ 前期博士修士課 程 山田快斗	Napa・USA	10月22日 ～10月26 日	The 14th International Conference on Nanoimprint & Nanoprint Technology 2015で本事業の成果について発表。
慶應義塾大学・ 前期博士修士課 程 佐々木健人	仙台・日本	12月3日～ 12月4日	PASPS-20(Physics and Applications of Spin-related Phenomena in Semiconductors)にて本事業の成果につ いて発表。
慶應義塾大学・ 前期博士修士課 程 鈴木貴弘	Hawaii・USA	12月15日 ～12月20 日	PACIFICHEM 2015(The International Chemical Congress of Pacific Basin Societies 2015)にて本事業の成果につ いて発表。
慶應義塾大学・ 准教授 早瀬潤子	San Francisco・ USA	2月14日～ 2月19日	SPIE Photonic West 2016 (International Society for Optics and Photonics)で本事業の成果について発 表。

7-4 中間評価の指摘事項等を踏まえた対応

全体としてB評価をいただき、心から感謝します。頂戴しました指摘事項が極めて正確かつ的確であり、反省とともに改善に向けた努力を重ねる所存でございます。中間評価をいただきましたのが、12月であり、その後、卒業論文、修士論文、博士論文の審査に加えて、入学試験等もございました都合上、3月中旬になり慶應義塾大学スピントロニクス研究センターにて定例の運営委員会を開催し、今回頂戴しました指摘事項に対する対応を協議しましたのでご報告いたします。

指摘事項1：多数の教授や准教授が参画している計画と思われるが、日本側参加者間の内部連携、ならびに各参加者による中心課題や関連課題への貢献がややわかりにくいいため、研究交流目標に対する各参加者の役割をより明確にすることが望まれる。

対応1：28年度からそれぞれの貢献が明確になるよう、組織力を高めていきます。運営委員会に参加した6名のスピントロニクス研究センター教員で相談の結果、4月にはセンター所員を集めた定例の全体会議を開催し、研究交流目標に対する各参加者による中心課題や貢献を再定義し、28年度の報告ではわかりやすく提示できるように努力いたします。

指摘事項2：欲を言えば、若手研究者がどのように試料作製や評価技術の開発に参画しているか、評価資料に具体的な記述があるとなおよかったと思われる。

対応2：ご指摘のとおりでした。そのような記述を今後の評価資料には記します。

指摘事項3：関連分野の国際会議に多くの若手参加者がいる場合には、その場での関連機関の参加者を集めたグループセミナーを開催する等の案も効果的な若手交流として期待できるのではないかと。また、国際的なノウハウの結集に関しては、海外拠点での短期の実験への参加では得られない部分が重要であろう。可能であれば、相手国からの長期招へい研究者の人数と滞在期間を増やすとともに、日本からの若手研究者の長期派遣による日常的な研究への参加をより組織的に行うことも必要であろう。

対応3：中間評価資料提出時には開催前であったため記せませんでしたでしたが、2015年8月に高松で開催した国際会議には海外から85名もの多くの若手・学生が参加しました。ここでは、日本の若手と学生がホストとなり研究発表・議論、食事会などの交流を行いました。これにより本Core-to-Coreプログラムのプレゼンスと若手教育成果が大いに上がりました。海外拠点での短期の実験参加で、海外のノウハウを日本に移行する点ですが、これは驚くほど効果的に進んでいます。ビデオ会議等でお互いの問題点を短期派遣前に協議し、先方には日本からの派遣受入れの準備を整えてもらい、実際の派遣滞在中には実験ノウハウを伝授してもらい、それを帰国後に日本で試します。R-3のダイヤモンド量子センシングが良い例ですが、ETHへの短期派遣で学生が光学評価と光NMRに関する実験構築を学び、実験系制御用のコンピュータプログラム（ETHでの自作）を譲り受け、帰国後に慶應にて同様の系を立ち上げました。そのうえで、光学実験系の改良に取り組み、ETHのコンピュータプログラムも大幅に書き換えました。この間、ETHとは定期的に電子メールやビデオ会議で連絡を取り合いました。その後、ETHの学生が慶應を2015年8月に訪れ、ETHに慶應が

改良したプログラムを持ち帰りました。Ulm 大学とも同じ関係で、JSPS Core-to-Core のおかげで、慶應のダイヤモンド量子センシング系は世界トップのものになっています。このように短期招へいは非常に有効なのですが、長期も有効であることは間違いございませんので、28 年度は日本から若手研究者の長期派遣を計画するとともに、ドイツから 2 名の大学院学生が慶應に学籍を移し、日本メンバーとして長期滞在・研究参加します。

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	四半期	日本	ドイツ	英国	米国	カナダ	スイス	オーストラリア	合計
日本	1		()	()	()	4/32 ()	()	()	4/32 (0/0)
	2		()	()	1/7 ()	1/6 ()	1/5 (2/10)	()	3/18 (2/10)
	3		1/4 ()	()	6/45 ()	()	()	()	7/49 (0/0)
	4		()	()	1/6 ()	()	()	()	1/6 (0/0)
	計		1/4 (0/0)	0/0 (0/0)	8/58 (0/0)	5/38 (0/0)	1/5 (2/10)	0/0 (0/0)	15/105 (2/10)
ドイツ	1	()		()	()	()	()	()	0/0 (0/0)
	2	(7/27)		()	()	(2/12)	()	()	0/0 (9/39)
	3	()		()	()	()	()	()	0/0 (0/0)
	4	()		()	()	()	()	()	0/0 (0/0)
	計	0/0 (7/27)		0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	0/0 (2/12)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	0/0 (9/39)
英国	1	()	()		()	()	()	()	0/0 (0/0)
	2	(2/8)	()		()	()	()	()	0/0 (2/8)
	3	()	()		()	()	()	()	0/0 (0/0)
	4	()	()		()	()	()	()	0/0 (0/0)
	計	0/0 (2/8)	0/0 (0/0)		0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	0/0 (2/8)
米国	1	()	()	()		()	()	()	0/0 (0/0)
	2	(3/12)	()	()		(3/18)	()	()	0/0 (6/30)
	3	()	()	()		()	()	()	0/0 (0/0)
	4	()	()	()		()	()	()	0/0 (0/0)
	計	0/0 (3/12)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)		0/0 (3/18)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	0/0 (6/30)
カナダ	1	()	()	()	()		()	()	0/0 (0/0)
	2	(1/4)	()	()	()		()	()	0/0 (1/4)
	3	()	()	()	()		()	()	0/0 (0/0)
	4	()	()	()	()		()	()	0/0 (0/0)
	計	0/0 (1/4)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)		0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	0/0 (1/4)
スイス	1	()	()	()	()	()		()	0/0 (0/0)
	2	(2/7)	()	()	()	(1/6)		()	0/0 (3/13)
	3	()	()	()	()	()		()	0/0 (0/0)
	4	()	()	()	()	()		()	0/0 (0/0)
	計	0/0 (2/7)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	0/0 (1/6)		0/0 (0/0)	0/0 (3/13)
オーストラリア	1	()	()	()	()	(1/9)	()		0/0 (1/9)
	2	(6/27)	()	()	()	()	(1/5)		0/0 (7/32)
	3	()	()	()	()	()	()		0/0 (0/0)
	4	()	()	()	()	()	()		0/0 (0/0)
	計	0/0 (6/27)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	0/0 (1/9)	0/0 (1/5)		0/0 (8/41)
合計	1	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	4/32 (1/9)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	4/32 (1/9)
	2	0/0 (21/85)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	1/7 (0/0)	1/6 (6/36)	1/5 (3/15)	0/0 (0/0)	3/18 (30/136)
	3	0/0 (0/0)	1/4 (0/0)	0/0 (0/0)	6/45 (0/0)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	7/49 (0/0)
	4	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	1/6 (0/0)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	1/6 (0/0)
	計	0/0 (21/85)	1/4 (0/0)	0/0 (0/0)	8/58 (0/0)	5/38 (7/45)	1/5 (3/15)	0/0 (0/0)	15/105 (31/145)

※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
4/4 ()	15/88 (2/10)	1/2 (4/4)	1/2 ()	21/96 (6/14)

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	1,505,080	
	外国旅費	5,817,203	
	謝金	0	
	備品・消耗品 購入費	1,758,210	
	その他の経費	4,966,671	
	外国旅費・謝 金等に係る消 費税	452,836	
	計	14,500,000	
業務委託手数料		1,450,000	
合 計		15,950,000	

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	平成27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	60,000 [ユーロ]	720 万円相当
英国	40,000 [ポンド]	600 万円相当
米国	30,000 [ドル]	360 万円相当
カナダ	20,000 [カナダドル]	170 万円相当
スイス	60,000 [フラン]	660 万円相当
オーストラリア	100,000 [オーストラリアドル]	840 万円相当

※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。