

**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：	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

**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

( 1 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：理工学部研究支援センター

**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

## 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たるものとする。

### 5-2. 平成25年度研究交流目標

以下の学術的研究を併記する研究体制で実施する。

プログラム A: 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同位体シリコン・ゲルマニウムに基づく量子情報処理に関する研究、プログラム B: 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同位体ナノ構造による磁気光学材料の開発、プログラム C: ETH-産総研-慶應スピ研の協調では同位体ダイヤモンドナノプローブによる単一分子 NMR イメージング用基礎学理の探求、プログラム D: ETH-東大-慶應スピ研

の協調では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する共同研究の実施。

若手研究者育成という観点からは、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/](http://www.appi.keio.ac.jp/Itoh_group/spintronics/))を公開することから全世界の当該分野の育成に貢献する。また、人的交流において協力機関間で相互に若手研究員を派遣し、学術の発展に不可欠なお互いのノウハウやアイデアを交換し、その進展を定期的で開催するビデオ会議と実際に会って議論をすることにより加速する。

## 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

研究協力体制の構築状況を以下にプログラムごとに示す。

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  
(ミュンヘン工科大学・UCL・東京都市大・慶應スピン研の協調)

平成25年度はキックオフの年ということで、欧州の拠点であるミュンヘン工科大学と University College London (UCL) との JSPS Core-to-Core プロジェクトの円滑なスタートを切るため、意思疎通を重視してセミナー開催に力を入れた。まず、プロジェクト開始直後の5月にミュンヘン工科大学のコーディネーターである Martin Brandt 教授が共同研究を目的として慶應スピン研に滞在し、さらにミュンヘン側研究者が合計2名加わる形で、慶應スピン研においてキックオフセミナーを開催した。特にミュンヘン工科大学の大学院生 David Franke は慶應に4月から8月まで滞在し有意義な共同研究を実施した。また、ミュンヘン工科大学からダブルディグリー生(修士課程学生)が慶應に1名、慶應からのダブルディグリー生としてミュンヘン工科大学に滞在した慶應修士課程学生1名らが中心となり、若手研究者を中心としたチーム編成で共同研究をスタートした。その後、7月にはミュンヘン工科大学のコーディネーター・Martin Brandt 教授、UCL のコーディネーター・John Morton 教授、R-2 のサイモンフレーザー大学のコーディネーター・Mike Thewalt 教授と研究代表者・伊藤がイタリア・ボローニャに集合し、Core-to-Core チームミーティングを実施してお互いの研究進捗状況の共有と共同研究の方向性に関する有意義な議論を行った。また、Brandt 教授と Morton 教授と伊藤は同じ7月に米国コロラド州デンバーで開催された国際会議に参加し、そこでは R-2 米国側チームメンバーである Princeton 大学 Stephan Lyon 教授らが合流してチームミーティングを実施し、共著論文執筆に関する打合せを実施した。その後、11月には Morton 教授と伊藤がブラジル・リオデジャネイロで開催された国際会議に同時に招待されたため、ここでもチームミーティングを実施した。並行して、11月から12月にかけて慶應チームメンバーの修士過程2年生の大塚学がミュンヘン

ン工科大学 Martin Brandt 教授のグループに滞在し（渡航滞在費用の財源には JSPS インターナショナルトレーニングプログラムを利用）、学生としてインターナショナルトレーニングを受けると同時に、研究内容としては JSPS Core-to-Core プロジェクトを実施して共著論文を執筆する見通しを得る成果をあげた。これらの成果のまとめとして、12 月には伊藤を含む慶應のチームメンバー教員 4 名がミュンヘン工科大学を訪ね、先方のコア教員 4 名とともに JSPS Core-to-Core のドイツにおけるセミナーを開催した。その後、2014 年 1～2 月に慶應のチームメンバーで博士課程学生の Pierre-Andre Mortemousque が UCL・John Morton 教授の研究室に滞在し（渡航滞在費用の財源には JSPS インターナショナルトレーニングプログラムを利用）、学生としてインターナショナルトレーニングを受けると同時に、研究内容としては JSPS Core-to-Core プロジェクトを実施して共同研究を推進した。

## R-2 : 同位体ナノ構造による磁気光学素子の開発

（スタンフォード大学・サイモンフレーザー大学・東京都市大・慶應スピンの協調）

米国の拠点であるスタンフォード大学との JSPS Core-to-Core プロジェクトの円滑なスタートを切るため、6 月のスタンフォード大学におけるセミナー開催を起点とした。慶應スピンの教員（本プロジェクトとチームメンバー）4 名と修士課程学生（チームメンバー）1 名がスタンフォード大学にて発表し、先方のメンバー 5 名も発表して共同研究の詳細に関する打合せを実施した。さらに慶應の早瀬と伊藤が Hewlett Packard 研究所の協力研究者である Charles Santori 博士と Victor Acosta 博士を訪ね、共同研究実施に関する詳細なる打合せを実施した。その後、7 月にはサイモンフレーザー大学のコーディネーター・Mike Thewalt 教授と研究代表者・伊藤がイタリア・ボローニャで合流して Core-to-Core チームミーティングを実施し、お互いの研究進捗状況の共有と共同研究の方向性に関する有意義な議論を行った。さらに同じ 7 月に米国コロラド州デンバーで開催された国際会議に伊藤が参加し、そこでは米国側チームメンバーである Princeton 大学 Stephan Lyon 教授らが合流してチームミーティングを実施した。続く 8 月には伊藤を含む慶應のチームメンバー 3 名がシカゴで開催された国際会議に参加し、そこでは米国側協力研究者の Hewlett Packard 研究所 Ray Beausoleil 博士とハーバード大学 Amir Yacoby 教授と共同研究に関する打合せを実施した。2014 年 2 月には慶應のチームメンバーであり博士課程の Dong Kim が Hewlett Packard 研究所の Santori 博士を訪ね、共同研究を実施した。さらに、3 月には慶應・伊藤のもとで博士号を取得した板橋踊子博士が JSPS 海外特別研究員事業の支援を受けて米国側コーディネーターのスタンフォード大学 Paul McIntyre 教授のグループにポスドクとして加入し、今後 2 年間の予定でスタンフォード大学側研究員として JSPS Core-to-Core プログラムに関わる。3 月後半には東大のチームメンバー 2 名が米国物理学会に参加し米国側研究者とチームミーティングを実施し、さらには慶應のチームメンバー 2 名がカナダ側拠点にて共同研究を実施した。

## R-3 : 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

(スイス連邦工科大学 (ETH)、慶應スピ研、産総研の協調)

スイス側の拠点である ETH のコーディネーターである Christian Degen 教授とのキックオフミーティングを 4 月に香港で実施した。ダイヤモンド量子情報に関する国際会議が香港中文大学で開催され、そこに Degen 教授と伊藤が招待されたことを契機とし、慶應から 4 名のチームメンバーが参加したうえ、米国協力研究者である UC Berkeley の Dmitry Budker 教授や Hewlett Packard 研究所の Victor Acosta 博士らも参加し、チームミーティングを実施して今後の共同研究の方針に関して詳細に議論した。また、7 月にはイタリア・ボローニャにおける国際会議においてドイツ・Ulm 大学 Fedor Jelezko 教授と長時間に渡る研究討論を実施し、その結果として Jelezko 教授とのダイヤモンドスピ研に関する共同研究が開始された (Jelezko 教授は平成 26 年度より本 Core-to-Core に協力研究者として参加予定)。また 10 月には Degen 教授が慶應スピ研を訪問し、日本における R-3 プロジェクトキックオフセミナーを開催し、共同研究を慶應にて実施した。ビデオを用いた ETH-慶應間の会議も隔週おきに開催し、緊密な共同研究体制を確立した。

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

(スイス連邦工科大学 (ETH)、慶應スピ研、東大の協調)

他事業で日本に滞在していた Andreas Wallraff 教授の博士課程学生である Simon Berger が慶應スピ研にも参加し、本プロジェクトに関する共同研究のキックオフを担った (Berger 君滞在の財源は JSPS 外国人特別研究員 欧米短期で)。また、東大と慶應は密に連絡をとりあった。

## 6-2 学術面の成果

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

(ミュンヘン工科大学-UCL-東京都市大-慶應スピ研の協調)

慶應に 4 月から 8 月まで滞在したミュンヘン工科大学の大学院生 David Franke と慶應・伊藤グループがシリコン中の光誘起スピン三重項欠陥の量子情報応用に関する研究を実施し、固体物理学分野の世界トップ誌である Physical Review B に共著論文を投稿した。また、慶應のチームメンバー大塚学 (代表者・伊藤の修士課程学生) が、シリコン酸化膜とシリコン界面の新しいスピン欠陥を発見し、応用物理分野世界トップの Applied Physics Letters 誌に論文を発表した。これは本 JSPS Core-to-Core の成果論文第一号であるが、海外拠点の共著者は含まれていない。しかし、この論文の成果がドイツ拠点から注目を集め、その結果として大塚が 11 月から 12 月にかけてミュンヘン工科大学 Martin Brandt 教授のグループに滞在することになった。そこでは、シリコン中のヒ素ドナーを利用した量子情報処理に関する共同研究を実施し、現在は、ミュンヘンと慶應で共著論文を準備中である。また、2014 年 1~2 月に慶應のチームメンバーで博士課程学生の Pierre-Andre Mortemousque が UCL・John Morton 教授の研究室に滞在し、シリコン中のリンドナーを量子プロセッサとし、その計算結果を周辺の  $^{29}\text{Si}$  核スピンメモリに蓄える研究に取り組んだ。まだ論文発表には遠いが、前向きな実験結果を得て共同研究を加速させている。

### R-3 : 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

(スイス連邦工科大学 (ETH)、慶應スピ研、産総研の協調)

慶應スピ研、ETH、産総研の共著論文をナノ分野トップの Nano Letters 誌に発表した。これは 2nm の薄さのダイヤモンド薄膜の中に量子センサーを埋め込むことに成功した実験例で、このセンサーを用いてわずか 6000 個のプロトン核スピン磁気共鳴を検知することに室温で成功した。6000 個はこれまでに報告された最少個数のプロトン NMR である。また、同じ量子センサーを用いてダイヤモンド表面の電子スピン欠陥を検知することに成功し、Core-to-Core 論文として物理学界世界トップの Physical Review Letters 誌に ETH・慶應共著論文として投稿した。

### 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

(スイス連邦工科大学 (ETH)、慶應スピ研、東大の協調)

ETH チームメンバーの Andreas Wallraff 教授の博士課程学生である Simon Berger が 2012 年 12 月から 2013 年 5 月まで慶應スピ研に滞在し、慶應の大学院生である Pierre-Andre Moretemousque と共同研究を実施した結果、シリコン上の超伝導量子ビットとの結合に適したシリコン中のビスマスドナー量子メモリの動作原理に関する新しい知見を得る事に成功し、Core-to-Core プログラムの共著成果論文として Physical Review B 誌に投稿した。

## 6-3 若手研究者育成

上述のとおり、多くの博士・修士課程学生が国境を越えた拠点間の橋渡しを行った。本 Core-to-Core プログラムの成功は、柔軟な思考力・発想力を有する若手研究者が国境を越えて循環し、世界レベルでの多様性をもって研究討論することにかかっている。そのような環境を整えることに 1 年目の平成 25 年度は注力し、その目的が達成できたと自負する。また、各拠点のコーディネーター教員が国境を超えて他拠点に赴きセミナーを開催することにより、若手研究者の啓蒙に努めた。

## 6-4 その他 (社会貢献や独自の目的等)

本プロジェクトのホームページ

[http://www.appi.keio.ac.jp/Itoh\\_group/spintronics/](http://www.appi.keio.ac.jp/Itoh_group/spintronics/)

を立ち上げ、そこには各種セミナーのビデオ掲載から、本 Core-to-Core 事業で開催されたセミナーのお知らせ、プログラム、結果 (写真) などを展示している。また、本研究交流事業により発表された論文の英語による解説ビデオ (講演) も掲示している。

## 6-5 今後の課題・問題点

特になし

#### 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 2本

相手国参加研究者との共著 1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				
参加者数	日本側参加者数	35 名			
	( ドイツ ) 側参加者数	25 名			
	( 英国 ) 側参加者数	8 名			
25年度の研究 交流活動	<p>ミュンヘン工科大学の David Frenke が、4月から4ヶ月間慶應に滞在し共同研究を実施した。また、ミュンヘン工科大学からダブルディグリー生（修士課程学生）が慶應に1名、慶應からのダブルディグリー生としてミュンヘン工科大学に滞在した慶應修士課程学生1名らが中心となり、若手研究者を中心としたチーム編成で共同研究をスタートした。さらにミュンヘン工科大学の教員2名が5月に慶應に滞在して共同研究を実施し、慶應からは、教員4名が12月にミュンヘン工科大学を訪ねてセミナーと共同研究を実施した。イギリスとの交流では、8月に慶應の大学院生1名が York 大学にて、超高品質スピントロニクス磁性薄膜の成膜および透過型電子線顕微鏡による観察の共同実験を行った。また他資金で慶應の大学院生が2013年11月から2ヶ月間ミュンヘン工科大学、2014年1月から2ヶ月間 UCL に滞在して共同研究を実施した。また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>				
25年度の研究 交流活動から得 られた成果	<p>慶應に4月から8月まで滞在したミュンヘン工科大学の大学院生 David Franke と慶應・伊藤グループがシリコン中の光誘起スピン三重項欠陥の量子情報応用に関する研究を実施し、固体物理学分野の世界トップ誌である Physical Review B に共著論文を投稿した。また、慶應のチームメンバー大塚学（代表者・伊藤の修士課程学生）が、シリコン酸化膜とシリコン界面の新しいスピン欠陥を発見し、応用物理分野世界トップの Applied Physics Letters 誌に論文を発表した。これは本 JSPS</p>				

	<p>Core-to-Core の成果論文第一号であるが、海外拠点の共著者は含まれていない。しかし、この論文の成果がドイツ拠点から注目を集め、その結果として大塚が 11 月から 12 月にかけてミュンヘン工科大学 Martin Brandt 教授のグループに滞在することになった。ここでは、シリコン中のヒ素ドナーを利用した量子情報処理に関する共同研究を実施し、現在は、ミュンヘンと慶應で共著論文を準備中である。</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	31 名			
	( 米国 ) 側参加者数	23 名			
	( カナダ ) 側参加者数	3 名			
25 年度の研 究交流活動	スタンフォード大学では慶應の大学院生 2 名が技術打合せおよび共同研究を実施した。また、ヒューレットパッカードでは慶應の大学院生 1 名が、カナダの National Institute of Scientific Research では慶應の教員 1 名と大学院生 1 名が計測システム開発に関する共同研究を実施した。またビデオ会議を毎月のペースで実施し研究交流を深めた。				
25 年度の研 究交流活動か ら得られた成 果	シリコン同位体素子や、超伝導材料における同位体効果を利用した材料探索を光学的測定や構造測定により実施した。				

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	(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 (英文) Single molecule NMR imaging using isotopically controlled diamond nano probe				
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	15 名			
	( スイス ) 側参加者数	8 名			
	( ) 側参加者数	名			
25年度の研究交流活動	スイス側の拠点である ETH のコーディネーターである Christian Degen 教授とのキックオフミーティングを4月に香港で実施した。ダイヤモンド量子情報に関する国際会議が香港中文大学で開催され、そこに Degen 教授と伊藤が招待されたことを契機とし、慶應から4名のチームメンバーが参加した。うえ、米国協力研究者である UC Berkeley の Dmitry Budker 教授や Hewlett Packard 研究所の Victor Acosta 博士らも参加し、チームミーティングを実施して今後の共同研究の方針に関して詳細に議論した。また、7月にはイタリア・ボローニャにおける国際会議においてドイツ・Ulm 大学 Fedor Jalezko 教授と長時間に渡る研究討論を実施し、その結果として Jalezko 教授とのダイヤモンドスピンに関する共同研究が開始された (Jalezko 教授は平成26年度より本 Core-to-Core に協力研究者として参加予定)。また10月には Degen 教授が慶應スピン研を訪問し、日本における R-3 プロジェクトキックオフセミナーを開催し、共同研究を慶應にて実施した。ビデオを用いた ETH-慶應間の会議も隔週おきに開催し、緊密な共同研究体制を確立した。				

25年度の 研究交流活動 から得られた 成果	慶應スピ研、ETH、産総研の共著論文をナノ分野トップの Nano Letters 誌に発表した。これは 2nm の薄さのダイヤモンド薄膜の中に量子センサーを埋め込むことに成功した実験例で、このセンサーを用いてわずか 6000 個のプロトン核スピン磁気共鳴を検知することに室温で成功した。6000 個はこれまでに報告された最少個数のプロトン NMR である。また、同じ量子センサーを用いてダイヤモンド表面の電子スピン欠陥を検知することに成功し、Core-to-Core 論文として物理学界世界トップの Physical Review Letters 誌に ETH-慶應共著論文として投稿した。
---------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

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	15 名			
	( スイス ) 側参加者数	9 名			
	( ) 側参加者数	名			
25年度の研 究交流活動	他事業で日本に滞在していた Andreas Wallraff 教授の博士課程学生である Simon Berger が慶應スピ研にも参加し、本プロジェクトに関する共同研究のキックオフを担った (Berger 君滞在の財源は JSPS 外国人特別研究員欧米短期)。また、東大と慶應は密に連絡をとりあった。				
25年度の研 究交流活動か ら得られた成 果	ETH チームメンバーの Andreas Wallraff 教授の博士課程学生である Simon Berger が 2012 年 12 月から 2013 年 5 月まで慶應スピ研に滞在し、慶應の大学院生である Pierre-Andre Moretemousque と共同研究を実施した結果、シリコン上の超伝導量子ビットとの結合に適したシリコン中のビスマスドナー量子メモリの動作原理に関する新しい知見を得る事に成功し、Core-to-Core プログラムの共著成果論文として Physical Review B 誌に投稿した。				

## 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「慶應-ミュンヘン工科大学スピントロニクスエクスプレスセミナー」
	(英文) JSPS Core-to-Core Program “Keio - TU Munich Spintronics Express Seminar“
開催期間	平成25年5月15日 ~ 平成25年5月15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〉	A. 26/ 26	B. 25
	A. 3/ 3	B. 2
ドイツ 〈人/人日〉	A.	B.
	A.	B.
合計 〈人/人日〉	A. 29/ 29	B. 27
	A.	B.

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>ミュンヘン工科大学の <b>Gregor Koblmüller</b> 先生を招き、化合物半導体における光学素子の最先端に関する発表をしていただき、そこにおける同位体効果について考察する。また、ミュンヘン近郊のレーゲンスブルグ市 <b>Osram</b> 社で高輝度 <b>GaN-LED</b> の開発を進める <b>Asako Hirai</b> 氏にも講演をお願いし産業応用に関する知見を深める。慶應からは「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発表を行い、共同研究の種を植える。</p>		
セミナーの成果	<p>化合物半導体の光学特性に対する同位体効果の解明は遅れているため、<b>Koblmüller</b> 先生による <b>GaN</b> 系ナノデバイスの最先端の研究結果に関する講演により、同位体効果が関連しそうである物性に関する議論が活性化し、その理解を深めることができた。また、<b>Hrai</b> 博士による講演において同位体素子実用化に向けて必要な要素を理解した。</p>		
セミナーの運営組織	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		
開催経費 分担内容 と金額	日本側	内容 会議費	金額 0円
	(ドイツ)側	内容 外国旅費	
	( )側	内容	

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「慶應-ミュンヘン工科大学同位体スピントロニクスセミナー」 (英文) JSPS Core-to-Core Program “Keio-TU Munich Seminar on Isotope Spintronics“
開催期間	平成25年5月27日 ~ 平成25年5月28日 (2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)
日本 〈人／人日〉	A.	25/ 50
	B.	20
ドイツ 〈人／人日〉	A.	5/ 10
	B.	1
〈人／人日〉	A.	
	B.	
合計 〈人／人日〉	A.	30/ 60
	B.	21

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>ミュンヘン工科大学の代表者・Martin Brandt 教授、ミュンヘン工科大学から慶應に滞在中の David Franke 氏、Isabelle Gross 氏の 3 名と、慶應側の「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」に携わるプロジェクトメンバーが発表を行い、共同研究の種を植える。</p>		
セミナーの成果	<p>本プロジェクトの核となる「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」のキックオフミーティングであり、慶應とミュンヘン工科大学の代表的講師が最先端の研究内容をお互いに発表することにより、本プロジェクトの方向性を明らかにするのみならず、広くプロジェクトメンバー外からの支持も得た。このセミナーの講演は以下で視聴可能である。</p> <p><a href="http://www.youtube.com/playlist?list=PLBe_TIITFkIpITepDFS CxBGMkpNOBrwsW">http://www.youtube.com/playlist?list=PLBe_TIITFkIpITepDFS CxBGMkpNOBrwsW</a></p>		
セミナーの運営組織	<p>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</p>		
開催経費 分担内容 と概算額	日本側	内容 会合費	金額 140,000 円
	(ドイツ) 側	内容 外国旅費	
	( ) 側	内容	



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」 (英文) JSPS Core-to-Core Program “Stanford-Keio Seminar on Semiconductor Nanoengineering and Photonics“
開催期間	平成25年6月10日 ~ 平成25年6月11日 (2日間)
開催地(国名、都市名、会場名)	(和文) 米国、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) 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.	5/ 10
	B.	5
米国 〈人／人日〉	A.	5/ 10
	B.	25
〈人／人日〉	A.	
	B.	
合計 〈人／人日〉	A.	10/ 20
	B.	30

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	慶應側の「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5名が共同研究実施も兼ねてスタンフォード大学を訪ね、最新の成果を発表する。また、スタンフォード側研究者5名も発表を行い、共同研究に関する詳細を詰める。		
セミナーの成果	慶應の教員メンバー4名と学生メンバー1名がスタンフォード大学にて講演を行い、またスタンフォード側も4名の教員が講演を行うことにより本プロジェクトのメインテーマである「同位体ナノ構造による磁気光学素子の開発」の進展状況を広く一般に公開するとともに、共同研究の深化につなげた。		
セミナーの運営組織	Department of Materials Science and Engineering, Stanford University		
開催経費 分担内容 と概算額	日本側	内容 外国旅費 消費税	金額 1,279,210 円 62,160 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「ミュンヘン工科大学・慶應大学合同スピントロニクスセミナー」 (英文) JSPS Core-to-Core Program “TU Munich-Keio Seminar on Spintronics“
開催期間	平成25年12月16日～平成25年12月17日(2日間)
開催地(国名、都市名、会場名)	(和文) ドイツ、ガーヒンク、ミュンヘン工科大学 (英文) Technical University of Munich, Garching, Germany
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) Martin Brandt・Technical University of Munich・Professor

#### 参加者数

派遣先 派遣	セミナー開催国 (ドイツ)	
	A.	B.
日本 〈人／人日〉	A.	4/4
	B.	2
ドイツ 〈人／人日〉	A.	8/8
	B.	25
〈人／人日〉	A.	
	B.	
合計 〈人／人日〉	A.	12/12
	B.	27

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>慶應側の「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」に携わるプロジェクトメンバー4名が共同研究実施も兼ねてミュンヘン工科大学を訪ね、最新の成果を発表する。また、ミュンヘン側研究者 3 名も発表を行い、共同研究に関する詳細を詰める。</p>
<p>セミナーの成果</p>	<p>以下に示すとおり、慶應とミュンヘンの教員が同じ領域ごとにペアとなり講演を行い、その結果として本プロジェクトの成果を広くキャンパス内に広めるとともに共同研究を深化させた。</p> <p>Prof. Junko Hayase (Keio) "Semiconductor quantum dots optical quantum information processing"</p> <p>Prof. Jonathan Finley (TUM) "All optical coherent spin control in quantum dots and molecules"</p> <p>Prof. Hideyuki Maki (Keio) "Carbon nanotube optoelectronics"</p> <p>Prof. Alex Holleitner (TUM) "Polarization control of ultrafast spin currents in topological insulators"</p> <p>Prof. Kazuya Ando (Keio) "Spin current in metals, insulators, and semiconductors"</p> <p>Priv.-Doz. Sebastian Gönnerwein (Bayerische Akademie der Wissenschaften) "Spin currents in magnetic insulator/normal metal hybrids"</p> <p>Prof. Kohei Itoh (Keio) "Semiconductor isotope spintronics; silicon and diamond quantum information processing and sensing"</p> <p>Prof. Martin Brandt (TUM) "Measuring electric field gradients with spins"</p>

セミナーの運営組織	Walter Schottky Institute, TU Munich		
開催経費 分担内容 と概算額	日本側	内容 外国旅費 消費税	金額 1,253,328 円 59,668 円
	(ドイツ)側	内容 会議費	
	( )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「シリコン量子情報セミナー I」
	(英文) JSPS Core-to-Core Program “Silicon quantum information seminar I”
開催期間	平成25年6月5日 ~ 平成25年6月5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〉	21/ 21	
	15	
アメリカ 〈人/人日〉	1/ 1	
ドイツ 〈人/人日〉	2/ 2	
合計 〈人/人日〉	24/ 24	
	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	University of Wisconsin 物理学科の Mark Eriksson 教授に、シリコン/ゲルマニウム半導体超構造を用いた量子ビット研究の最前線に関する講義を実施してもらう。		
セミナーの成果	Eriksson 教授が進めるシリコン量子情報処理研究は、本プロジェクトの研究項目 R-1 同位体シリコン・ゲルマニウムを用いた量子情報処理に相当する。同教授は当該研究分野で世界的にトップの研究者であり、同位体という切口から慶應スピントロニクス研究センターとの共同研究を希望している。そこで共同研究の実施を検討するにあたり、本 JSPS プロジェクトのメンバーが同教授のセミナーに参加し、同教授の考え方や研究方法に触れることが重要と考えた。結果として直ぐに共同研究につながらないとしても、今後も継続的に意見交換することが決定した。		
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 と概算額	日本側	内容 会議費	金額 0 円
	(アメリカ) 側	内容 外国旅費	
	(ドイツ) 側	内容 外国旅費	

整理番号	S-6
セミナー名	(和文) 日本学術振興会研究拠点形成事業「ダイヤモンド量子情報セミナー I」
	(英文) JSPS Core-to-Core Program “Diamond quantum information seminar I“
開催期間	平成25年7月9日 ～ 平成25年7月9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.	23/ 23
	B.	15
アメリカ 〈人/人日〉	A.	1/ 1
	B.	
ドイツ 〈人/人日〉	A.	2/ 2
	B.	
合計 〈人/人日〉	A.	26/ 26
	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。



<p>セミナー開催の目的</p>	<p>Harvard 大学工学部の Marko Loncar 教授に、ダイヤモンド中の窒素-空孔(NV)中心を用いた量子情報処理に関する研究の最新動向を講演してもらう。</p>	
<p>セミナーの成果</p>	<p>Loncar 教授が進めるダイヤモンド中の NV 中心を用いた量子情報処理は、本プロジェクトの研究項目 R-2「同位体ナノ構造による磁気光学素子の開発」と R-3「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」と密接に関わっている同教授は当該研究分野の新進気鋭の研究者であり、ダイヤモンド同位体という切口から慶應スピントロニクス研究センターとの共同研究を検討している。よって今後、共同研究の実施を検討するにあたり、本 JSPS プロジェクトのメンバーが同教授のセミナーに参加し、同教授の考え方や研究方法に触れることが重要となった。セミナーの結果、共同研究を開始する運びとなったが、Core-to-Core 事業への参加は平成 27 年度以降を検討している。</p>	
<p>セミナーの運営組織</p>	<p>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</p>	
<p>開催経費 分担内容 と概算額</p>	<p>日本側</p>	<p>内容 会議費 金額 0 円</p>
	<p>(アメリカ) 側</p>	<p>内容 外国旅費</p>
	<p>( ドイツ ) 側</p>	<p>内容 外国旅費</p>

整理番号	S-7
セミナー名	(和文) 日本学術振興会研究拠点形成事業「シリコン量子情報セミナー II」
	(英文) JSPS Core-to-Core Program “Silicon quantum information seminar II“
開催期間	平成25年7月16日 ~ 平成25年7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.	21/ 21
	B.	11
オーストラリア (独側研究者) 〈人/人日〉	A.	1/ 1
	B.	
ドイツ 〈人/人日〉	A.	2/ 2
	B.	
合計 〈人/人日〉	A.	24/ 24
	B.	11

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	University of New South Wales 大学工学部の Andrea Morello 教授に、シリコン中の単一リン電子スピンを用いた量子情報処理に関する研究の最新結果を講演してもらう。		
セミナーの成果	Morello 教授は本プロジェクトにおける R-1 同位体シリコン・ゲルマニウムを用いた量子情報処理の協力研究者で、慶應スピントロニクス研究センターとの共同研究を通して、シリコン中の単一リン電子スピンを用いた量子情報処理に関する素晴らしい成果をあげている。よってこの JSPS 共同事業成果を広く学内に広めるためにセミナーを開催した。本セミナーの結果、共同研究の深化に関する様々なアイデアが出された。		
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 と概算額	日本側	内容 会議費	金額 0 円
	(オーストラリア) 側	内容 外国旅費	
	( ドイツ ) 側	内容 外国旅費	

整理番号	S-8
セミナー名	(和文) 日本学術振興会研究拠点形成事業 「ナノ磁気光学セミナー I」
	(英文) JSPS Core-to-Core Program “Nano magneto-optics seminar I”
開催期間	平成25年9月13日 ~ 平成25年9月13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〉	A.	25/ 25
	B.	20
オーストラ リア 〈人/人日〉	A.	
	B.	1
〈人/人日〉	A.	
	B.	
合計 〈人/人日〉	A.	25/ 25
	B.	21

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	本研究拠点で推進する、プログラム B「同位体ナノ構造による磁気光学素子の開発」に関連して、ナノ構造からの磁気光学効果で顕著な成果を挙げている University of Technology Sydney の Senior Lecturer でいらっしゃる Igor Aharonovich 博士をお招きして最新の成果を発表していただくと同時に、慶應スピントロニクス研究センターの成果も発表して、議論を深める。		
セミナーの成果	Aharonovich 博士には”Wide bandgap semiconductors for Nanophotonics”というタイトルで講演をお願いし、特にダイヤモンドとシリコンカーバイドという本拠点が扱う材料を用いた磁気光学効果の最新の成果を発表していただいた。その内容を当研究拠点メンバーが学び、我々の研究発展に役立てるとともに、当研究センターの最新の成果を Aharonovich 博士に紹介して、当センターの広報を行った。Aharonovich 博士はダイヤモンドナノ加工に関して様々なアイデアを有しておられ、そのノウハウを学べた事は大変に意義深い。本講演の動画は <a href="http://www.youtube.com/watch?v=vAhWxC1DoMY">http://www.youtube.com/watch?v=vAhWxC1DoMY</a> で広く公開されている。		
セミナーの運営組織	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		
開催経費 分担内容 と概算額	日本側	内容 会議費	金額 0 円
	( ) 側	内容	
	( ) 側	内容	

整理番号	S-9
セミナー名	(和文) 日本学術振興会研究拠点形成事業 「ダイヤモンド量子情報セミナー II」
	(英文) JSPS Core-to-Core Program “Diamond quantum information seminar II“
開催期間	平成25年10月8日 ~ 平成25年10月8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〉	25/ 25	
	23	
スイス 〈人/人日〉	2/ 2	
〈人/人日〉		
合計 〈人/人日〉	27/ 27	
	23	

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	本研究拠点で推進する、プログラム C「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」の中核拠点代表の ETH 教授 Christian Degen 先生をお招きして最新の成果を発表していただくと同時に、慶應スピントロニクス研究センターの成果も発表して、共同研究に関する議論を深める。		
セミナーの成果	Degen 博士には我々との共同研究として進めている”ダイヤモンドを用いた微小磁場センサーの開発”というタイトルで講演をお願いし、その最新の成果を他のプログラムに属している当研究拠点メンバーが学び、我々の研究発展に役立てるとともに、当センターの研究成果の広報を行った。当講演の様子は <a href="http://www.youtube.com/watch?v=SAqGDOk5Sl4">http://www.youtube.com/watch?v=SAqGDOk5Sl4</a> にて広く公開されている。		
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 と概算額	日本側	内容 会議費	金額 0 円
	スイス側	内容 外国旅費	
	( ) 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	China・Hong Kong・香港中 文大学	4月26日～ 4月30日	Diamond spintronicsの国際会議で本事業の成果を招待講演にて発表、および同学会に参加したChristian Degen教授、Dimitry Budker教授、Victor Acosta博士と共同研究の打合せ。
慶應義塾大学・ 准教授 早瀬潤子	China・Hong Kong・香港中 文大学	4月27日～ 4月30日	Diamond spintronicsの国際会議で本事業の成果を招待講演にて発表、および同学会に参加したChristian Degen教授、Dimitry Budker教授、Victor Acosta博士と共同研究の打合せ。
慶應義塾大学・ 修士課程 大橋康平	China・Hong Kong・香港中 文大学	4月26日～ 4月30日	Diamond spintronicsの国際会議で本事業の成果を発表、および同学会に参加したChristian Degen教授、Dimitry Budker教授、Victor Acosta博士と共同研究の打合せ。
慶應義塾大学・ 修士課程 Isabell Gross	China・Hong Kong・香港中 文大学	4月26日～ 4月30日	Diamond spintronicsの国際会議で同学会に参加したChristian Degen教授、Dimitry Budker教授、Victor Acosta博士と共同研究の打合せ。
慶應義塾大学・ 修士課程 五味朋寛	China・Hong Kong・香港中 文大学	4月26日～ 4月30日	Diamond spintronicsの国際会議で同学会に参加したChristian Degen教授、Dimitry Budker教授、Victor Acosta博士と共同研究の打合せ。
慶應義塾大学・ 修士課程 大塚 学	Italy・ Bologna・ University of Bologna	7月21日～ 7月28日	International Conference on Defects in Semiconductorsで本事業の成果を発表、および同学会に参加したJohn Morton教授とMartin Brandt教授と共同研究の打合せ。
慶應義塾大学・ 教授 伊藤公平	Italy・ Bologna・ University of Bologna	7月22日～ 7月26日	International Conference on Defects in Semiconductorsで本事業の成果を発表、および同学会に参加したJohn Morton教授とMartin Brandt教授と共同研究の打合せ。



慶應義塾大学・ 教授 伊藤公平	USA・ Denver	7月27日～ 7月29日	Rocky Mountain Conference on Magnetic Resonanceで本事業の成果を 発表、および同学会に参加したJohn Morton教授と共同研究の打合せ。
慶應義塾大学・ 教授 伊藤公平	USA・ Chicago・	7月30日～ 8月4日	International School and Conference on Spintronics and Quantum Information Technologyで本事業の成 果を発表、および同学会に参加したRay Beausoleil博士とAmir Yacoby教授と共 同研究の打合せ。
慶應義塾大学・ 特任准教授 関口武治	USA・ Chicago・	7月28日～ 8月4日	International School and Conference on Spintronics and Quantum Information Technologyで本事業の成 果を発表、および同学会に参加したRay Beausoleil博士とAmir Yacoby教授と共 同研究の打合せ。
慶應義塾大学・ 修士課程 大橋康平	USA・ Chicago・	7月28日～ 8月4日	International School and Conference on Spintronics and Quantum Information Technologyで本事業の成 果を発表、および同学会に参加したRay Beausoleil博士とAmir Yacoby教授と共 同研究の打合せ。
慶應義塾大学・ 教授 江藤幹雄	Germany・ Munich	11月17日 ～11月24 日	Ludwig-Maximilians-Universityにて セミナー発表およびJan von Delft教授 と共同研究打ち合わせ。
慶應義塾大学・ 教授 伊藤公平	Brazil・Rio de janeiro	11月25日 ～11月29 日	Nuclear Magnetic Resonance Quantum Computingの会議で本事業の 成果について招待講演、および同学会に 参加したJohn Morton教授と共同研究打 合せ。
慶應義塾大学・ 特任准教授 関口武治	Brazil・Rio de janeiro	11月25日 ～12月2日	Nuclear Magnetic Resonance Quantum Computingの会議で本事業の 成果を発表、および同学会に参加した John Morton教授と共同研究打合せ。
慶應義塾大学・ 専任講師 安藤和也	UK・ Cambridge	12月18日 ～12月21 日	University of CambridgeにてHenning Sirringhaus教授とディスカッション。

東京大学・ 特任研究員 田淵 豊	USA・ Denver	3月2日～ 3月9日	APS March Meetingにて本事業の成果発表、および同学会に参加した Willian Oliver 教授と共同研究打ち合わせ。
東京大学・ 助教 山崎 歴舟	USA・ Denver	3月2日～ 3月7日	APS March Meetingにて情報収集、および同学会に参加した Willian Oliver 教授と共同研究打ち合わせ。
東京大学・ 助教 山崎 歴舟	USA・ Ventura	3月8日～ 3月16日	Gordon Conferenceにて本事業の成果発表。

## 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	日本	米国	英国	ドイツ	スイス	カナダ	中国 (第三国)	オーストラリア (第三国)	イタリア (第三国)	ブラジル (第三国)	合計	
日本	1	4/32 (3/3)	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	9/56 (3/3)	
	2	5/39 ( )	1/15 ( )	( )	( )	( )	( )	( )	2/13 ( )	( )	8/67 (0/0)	
	3	( )	1/4 ( )	( )	4/23 (3/62)	( )	( )	( )	( )	2/13 ( )	7/40 (3/62)	
	4	3/29 ( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	5/66 (1/55)	
計	12/100 (3/3)	2/19 (1/55)	( )	4/23 (3/62)	0/0 (0/0)	2/37 (0/0)	5/24 (0/0)	0/0 (0/0)	2/13 (0/0)	2/13 (0/0)	29/229 (7/129)	
米国	1	(1/1)	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	0/0 (7/19)	
	2	(1/1)	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	0/0 (1/1)	
	3	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	0/0 (0/0)	
	4	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	0/0 (0/0)	
計	0/0 (2/2)	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	0/0 (8/20)	
英国	1	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	0/0 (0/0)	
	2	( )	(1/11)	( )	( )	( )	( )	( )	(1/5)	( )	0/0 (2/16)	
	3	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	(1/5)	0/0 (1/5)	
	4	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	0/0 (0/0)	
計	0/0 (0/0)	0/0 (1/11)	( )	( )	( )	( )	( )	( )	(1/5)	0/0 (1/5)	0/0 (3/21)	
ドイツ	1	(1/11)	(3/9)	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	0/0 (19/35)	
	2	(4/4)	(1/3)	( )	( )	( )	( )	( )	(3/15)	( )	0/0 (8/22)	
	3	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	0/0 (0/0)	
	4	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	0/0 (0/0)	
計	0/0 (15/15)	0/0 (4/12)	0/0 (0/0)	( )	( )	( )	( )	( )	(3/15)	0/0 (0/0)	0/0 (27/57)	
スイス	1	(1/31)	(1/3)	( )	( )	( )	(1/3)	( )	( )	( )	0/0 (3/37)	
	2	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	0/0 (0/0)	
	3	(2/2)	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	0/0 (2/2)	
	4	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	0/0 (0/0)	
計	0/0 (3/33)	0/0 (1/3)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	( )	( )	(1/3)	( )	( )	( )	0/0 (5/39)	
カナダ	1	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	0/0 (0/0)	
	2	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	(1/5)	( )	0/0 (1/5)	
	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)	( )	( )	( )	(1/5)	0/0 (0/0)	0/0 (1/5)	
中国 (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)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	
オーストラリア (第三国)	1	(1/1)	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	0/0 (1/1)	
	2	(2/2)	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	0/0 (2/2)	
	3	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	0/0 (0/0)	
	4	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	0/0 (0/0)	
計	0/0 (3/3)	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)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	0/0 (3/3)	
イタリア (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)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	
ブラジル (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)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	
合計	1	0/0 (14/44)	4/32 (7/15)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	5/24 (12/36)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	9/56 (33/95)
	2	0/0 (7/7)	5/39 (2/14)	1/15 (0/0)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	2/13 (5/25)	0/0 (0/0)	8/67 (14/46)	
	3	0/0 (2/2)	0/0 (0/0)	1/4 (0/0)	4/23 (3/62)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	2/13 (1/5)	7/40 (6/69)	
	4	0/0 (0/0)	3/29 (0/0)	0/0 (1/55)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	2/37 (0/0)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	5/66 (1/55)	
計	0/0 (23/53)	12/100 (9/29)	2/19 (1/55)	4/23 (3/62)	0/0 (0/0)	2/37 (0/0)	5/24 (12/36)	0/0 (0/0)	2/13 (5/25)	2/13 (1/5)	29/229 (84/285)	

※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
( ### 105 )	( 110/ ## )	( ## 45 )	( 0/0 )	0/0 ( 260/ 260 )

## 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	9,258,176	
	謝金	0	
	備品・消耗品 購入費	2,553,415	
	その他の経費	3,781,011	
	外国旅費・謝 金等に係る消 費税	470,985	
	計	16,063,587	
業務委託手数料		1,602,924	
合 計		17,666,511	66,511円は本学負担

## 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
ドイツ	33,800 [ユーロ]	4,900,000 円相当
英国	23,500 [ポンド]	4,300,000 円相当
米国	21,000 [ドル]	2,200,000 円相当
カナダ	13,800 [カナダドル]	1,400,000 円相当
スイス	26,000 [スイスフラン]	3,100,000 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。