

## 研究拠点形成事業 平成 29 年度 実施計画書

### A. 先端拠点形成型

#### 1. 拠点機関

日本側拠点機関：	京都大学 大学院理学研究科
(英国) 拠点機関：	ケンブリッジ大学
(韓国) 拠点機関：	基礎科学研究機構 相関電子系センター
(イタリア) 拠点機関：	CNR SPIN 研究機構

#### 2. 研究交流課題名

(和文)：酸化物超伝導体・強磁性体界面と微細構造素子での新奇超伝導開拓の国際ネットワーク

(交流分野：数物系科学、物性Ⅱ(実験)、物理学)

(英文)：International network to explore novel superconductivity at advanced oxide superconductor/magnet interfaces and in nanodevices

(交流分野：Mathematical and physical sciences,  
Condensed matter physics II, Physics)

研究交流課題に係るホームページ：<http://> 5月30日頃開設予定

#### 3. 採用期間

平成 29 年 4 月 1 日 ～ 平成 34 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：京都大学 大学院理学研究科

実施組織代表者(所属部局・職・氏名)：大学院理学研究科・研究科長・平野丈夫

コーディネーター(所属部局・職・氏名)：大学院理学研究科・教授・前野悦輝

協力機関：名古屋大学、北海道大学

事務組織：京都大学 北部構内事務部

##### 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：英国

拠点機関：(英文) University of Cambridge

(和文) ケンブリッジ大学

コーディネーター(所属部局・職・氏名)：

(英文) Department of Materials Science・University Reader・Jason ROBINSON

協力機関：(英文) University of London, Royal Holloway

(和文) ロンドン大学ロイヤル・ハロウェイ校

経費負担区分 (A型)：パターン1

(2) 国名：韓国

拠点機関：(英文) IBS CCES

(和文) 基礎科学研究機構 関連電子系センター

コーディネーター (所属部局・職・氏名)：

(英文) Group 1 (Atomic-scale Control Epitaxy)・Professor・Tae Won NOH

経費負担区分 (A型)：パターン2

(3) 国名：イタリア

拠点機関：(英文) CNR SPIN Institute

(和文) CNE SPIN 研究機構

コーディネーター (所属部局・職・氏名)：

(英文) Salerno Unit・Deputy Director・Antonio VECCHIONE

経費負担区分 (A型)：パターン1

## 5. 全期間を通じた研究交流目標

本研究交流の目標は、超伝導体と磁性体の接合界面や微細構造で発現する新奇な超伝導状態について、新分野への展開にもつながる基礎学理を生みだす、継続性のある国際ネットワークを構築することにある。この目標実現のために、この分野で世界の先端成果を挙げ、またこれまで研究交流を進めてきた各国の拠点メンバーが、新たなパートナーシップも加えて国際交流を飛躍的に発展させる。そして、超伝導スピントロニクス(スーパースピントロニクス)などに必要な基礎学理の創出につなげる。

共同研究の内容として、英国で世界最先端成果を得た従来型超伝導体と複合強磁性体の接合素子に加えて、日本が世界をリードする成果を挙げているスピン三重項超伝導体と単一強磁性金属との接合素子を用いて、超伝導スピン流の実証と制御をねらう。また、薄膜でのスピン三重項超伝導実現、微細加工を駆使した半整数量子磁束などの新奇超伝導状態の理論的基礎付けと実証を進める。

また、この研究交流を通じて国際的に活躍できる若手研究者の育成にも大いに貢献する。

## 6. 前年度までの研究交流活動による目標達成状況

平成29年度から開始

## 7. 平成29年度研究交流目標

<研究協力体制の構築>

本事業のキックオフ・ミーティングとして、5月初旬にケンブリッジ大学に各国コアメンバーが集まり、5年間の研究交流計画と事業の運営方針を相談する。また11月下旬に京都大学で第1回研究会“Oxide Superspin 2017 (OSS2017)”を開催する。初日に若手研究者・大学院生向け Pre-workshop School、2-4日目は Workshop、4日目後半と5日目にはコアメンバーを中心とした事業の運営委員会を開催するとともに、個別の国際共同研究の戦略的打ち合わせも行う。

#### <学術的観点>

共同研究のテーマ R-1、R-2、R-3、R-4 それぞれについて、本事業での研究交流を立ち上げる。具体的には、日本から英国へ研究者1名を2か月程度派遣して、R-1の超伝導理論について共同研究を実施する。また、英国から日本へ学生1名、韓国から日本へ学生1名をそれぞれ2週間程度受け入れるとともに、日本から英国へ学生を1か月程度派遣して、R-2の超伝導薄膜作製の共同研究を実施する。R-3についてはスイスのPSI ミュオン施設での実験に各国から参加する予定である。さらに、日本から英国へ学生を1か月程度派遣して、R-4の微細構造超伝導リングの共同研究を実施する。

#### <若手研究者育成>

11月下旬に京都大学で開催する第1回研究会“Oxide Superspin 2017 (OSS2017)”の初日に若手研究者・大学院生向け Pre-workshop School を行う。また、それぞれの研究テーマに即して、若手研究者の中期・短期滞在型の人材交流を行う。具体的には、上にも記載の通り、英国から日本へ学生1名、韓国から日本へ学生1名をそれぞれ2週間程度受け入れるとともに、日本から英国へ学生延べ2名を合計2か月程度派遣して、超伝導薄膜作製の共同研究と微細構造超伝導リングの共同研究を実施する。

#### <その他（社会貢献や独自の目的等）>

参加研究者による市民講座や中・高校生向けの出前講義等で、酸化物超伝導の魅力や重要性を一般市民に伝える。

## 8. 平成29年度研究交流計画状況

### 8-1 共同研究

整理番号	R-1	研究開始年度	平成29年度	研究終了年度	平成33年度
研究課題名	(和文) 強磁性金属へのスピン三重項電子対の誘起				
	(英文) Transfer of spin-triplet superconductivity into ferromagnets and metals				
日本側代表者	(和文) 前野悦輝・京都大学・教授				
氏名・所属・職	(英文) Yoshiteru MAENO, Professor, Kyoto Univ.				
相手国側代表者	(英文) Jason ROBINSON, Reader, Univ. of Cambridge,				
氏名・所属・職	Tae-Won NOH, Professor, Director, IBS CCES,				

	Antonio VECCHIONE, Deputy Director, CNR SPIN Institute
29年度の 研究交流活動 計画	強磁性金属へのスピン三重項電子対の誘起現象を研究するため、京都大学と CNR SPIN Institute で育成する良質の超伝導単結晶試料を基板として、ソウル大学とケンブリッジ大学で、種々の強磁性単結晶薄膜を育成する。原子構造や電子構造は主にソウル大学で研究し、素子化と低温測定はケンブリッジ大学と日本で行う。また、メールや WEB ネットワーク会議等を活用して、研究実施計画の詳細を相談するとともに、進捗状況を確認する。特に素子化には、日本側の協力研究者が国内の設備を活用して、英国や韓国から提供された薄膜を加工する。結果の解析や新たな素子配置の提案などは、名古屋大学やサレルノ大学の理論研究者も参加する。具体的には、日本から英国へ研究者1名を2か月程度派遣して、接合素子の超伝導理論について研究する。
29年度の 研究交流活動 から得られる ことが期待さ れる成果	いくつかの異なる素子構造での、スピン三重項電子対浸透効果の実証や、磁場中での制御性などに対する結果が期待できる。

整理番号	R-2	研究開始年度	平成29年度	研究終了年度	平成33年度
研究課題名	(和文) スピン三重項の超伝導薄膜				
	(英文) Spin-triplet superconducting thin-film growth				
日本側代表者 氏名・所属・職	(和文) 前野悦輝・京都大学・教授				
	(英文) Yoshiteru MAENO, Professor, Kyoto Univ.				
相手国側代表者 氏名・所属・職	(英文) Jason ROBINSON, Reader, Univ. of Cambridge, Tae-Won NOH, Professor, Director, IBS CCES				
29年度の 研究交流活動 計画	京都大学で育成した酸化物単結晶を基板に用いて、新たな発想を加えて、ケンブリッジ大学で超伝導性の飛躍的に向上したルテニウム酸化物単結晶薄膜を育成する。英国から日本へ学生1名を2週間程度受け入れるとともに、日本から英国へ学生を1か月程度派遣して、超伝導薄膜作製の共同研究を実施する。また、ソウル大学の薄膜育成グループとメールや WEB ネットワーク会議等を活用して、研究計画や進捗状況を確認する。また韓国から日本へ学生1名を2週間程度受け入れて、その他の酸化物超伝導体の薄膜化も試みる。				
29年度の 研究交流活動	これまで、安定な作製が困難であった、ルテニウム酸化物単結晶の超伝導薄膜の超伝導性を向上させるための方向性が示せると期待できる。また、				

から得られる ことが期待さ れる成果	その他の酸化物超伝導体に対しても、基礎物性解明や素子化に必要となる 薄膜化が進むと期待できる。
--------------------------	--

整理番号	R-3	研究開始年度	平成29年度	研究終了年度	平成33年度
研究課題名	(和文) 異種対称性の超伝導接合 (英文) Coupled superconducting states				
日本側代表者 氏名・所属・職	(和文) 前野悦輝・京都大学・教授 (英文) Yoshiteru MAENO, Professor, Kyoto Univ.				
相手国側代表者 氏名・所属・職	(英文) Jason ROBINSON, Reader, Univ. of Cambridge, Tae-Won NOH, Professor, Director, IBS CCES, Antonio VECCHIONE, Deputy Director, CNR SPIN Institute				
29年度の 研究交流活動 計画	スピン三重項超伝導体と転移温度の高い従来型のスピン一重項超伝導体 とを結合させることにより、スピンの自由度を生かせる超伝導状態の誘起 を目指す。基板となる単結晶の育成は京都大学及び CNR SPIN Institute で行 い、ケンブリッジ大学に共同研究用に提供する。それらを用いて接合試料 の作製及び低温測定をケンブリッジ大学で行う。また、メールや WEB ネ ットワーク会議等を活用して、進捗状況を確認する。スイスの大型実験施 設で行うミュオン実験には各国から1週間ないし10日間程度参加する。デ ータの解析や分析には、イタリアと日本の理論研究者も参加する。				
29年度の 研究交流活動 から得られる ことが期待さ れる成果	スピン三重項・遇パリティの「奇周波数超伝導」という新奇な状態な どの実証と理解が深まることが期待できる。				

整理番号	R-4	研究開始年度	平成29年度	研究終了年度	平成33年度
研究課題名	(和文) ナノ構造素子での新奇超伝導現象 (英文) Novel superconductivity in micro- and nano-structures				
日本側代表者 氏名・所属・職	(和文) 前野悦輝・京都大学・教授 (英文) Yoshiteru MAENO, Professor, Kyoto Univ.				
相手国側代表者 氏名・所属・職	(英文) Jason ROBINSON, Reader, Univ. of Cambridge,				

29年度の 研究交流活動 計画	ケンブリッジ大学と日本で、微細加工を駆使して超伝導単結晶やその薄膜を整形し、半整数量子磁束など新奇超伝導現象に関わる研究を行う。特に、日本から英国へ学生を1か月程度派遣して、微細構造超伝導リングの共同研究を実施する。また、メールやWEBネットワーク会議等を活用して、互いの進捗状況を確認する。
29年度の 研究交流活動 から得られる ことが期待さ れる成果	時間反転対称性の破れたスピン三重項超伝導特有の効果の実証が進むと期待できる。

## 8-2 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「酸化物スーパースピン2017 (OSS2017)」 (英文) JSPS Core-to-Core Program Workshop “Oxide Superspin 2017 (OSS2017)”
開催期間	平成29年11月25日 ~ 平成29年11月29日 (5日間)
開催地(国名、都市名、 会場名)	(和文) 日本、京都、京都大学 (英文) Kyoto Univ., Kyoto, Japan
日本側開催責任者 氏名・所属・職	(和文) 前野悦輝・京都大学・教授 (英文) Yoshiteru MAENO, Professor, Kyoto Univ.
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 派遣元	セミナー開催国 (日本)	
	A.	B.
日本 〈人／人日〉	A.	25/ 115
	B.	10
英国 〈人／人日〉	A.	5/ 25
	B.	1
韓国 〈人／人日〉	A.	5/ 25
	B.	1
イタリア 〈人／人日〉	A.	4/ 20
	B.	1
スイス(日本側 参加研究者) 〈人／人日〉	A.	1/ 5
	B.	
ドイツ(第3国) 〈人／人日〉	A.	
	B.	3
米国(第3国) 〈人／人日〉	A.	
	B.	4
合計 〈人／人日〉	A.	40/ 190
	B.	20

- 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	超伝導体と磁性体の接合界面や微細構造で発現する新奇な超伝導状態について、新分野への展開にもつながる基礎学理を生み出す目的で、国際交流を飛躍的に発展させるための国際研究会を開催する。具体的には、超伝導スピン流の実証と制御を目指した、酸化物超伝導体と強磁性体の接合素子の研究。また、薄膜でのスピン三重項超伝導実現、微細加工を駆使した半整数量子磁束などの新奇超伝導状態の研究など。
-----------	---

期待される成果	京都大学基礎物理学研究所で行われる滞在型国際研究会の直後に開催するため、関連分野の研究者の参加も見込まれ、本事業の活動を研究者コミュニティにアピールすることが期待できる。また、この研究交流を通じて国際的に活躍できる若手研究者の育成にも大いに貢献すると期待できる。	
セミナーの運営組織	組織委員長：前野悦輝（京都大学） 運営委員会：佐藤昌利（京都大学基礎物理学研究所）、米澤進吾（京都大学）、柳瀬陽一（京都大学）、田仲由喜夫（名古屋大学）、浅野泰寛（北海道大学） 国際アドバイザー：J. Robinson (Univ. Cambridge), T-W. Noh (IBS-CCES, Seoul National Univ.), A. Vecchione (CNR-SPIN, Univ. Salerno), M. Cuoco (CNR-SPIN, Univ. Salerno)	
開催経費 分担内容	日本側	内容 日本からの参加者の国内旅費。 日本側第3国協力研究者への外国旅費（交通費・滞在費）。 韓国からの参加者の国内滞在費。 会場アルバイト謝金。 外国旅費・謝金にかかる消費税。
	（英国）側	内容 英国からの参加者5名の外国旅費（交通費・滞在費）。
	（韓国）側	内容 韓国からの参加者5名の渡航旅費。（日本滞在費は日本側で補助。）
	（イタリア）側	内容 イタリアからの参加者4名の外国旅費（交通費・滞在費）。

### 8-3 研究者交流（共同研究、セミナー以外の交流）

共同研究、セミナー以外の交流（日本国内の交流を含む）計画を記入してください。

所属・職名 派遣者名	派遣時期	訪問先・内容
京都大学・教授・前野悦輝	5月初旬	ケンブリッジ大学・キックオフミーティングに参加して具体的事業計画を策定する。
名古屋大学・教授・田仲由喜夫	5月初旬	ケンブリッジ大学・キックオフミーティングに参加して具体的事業計画を策定する。
北海道大学・准教授・浅野泰寛	5月初旬	ケンブリッジ大学・キックオフミーティングに参加して具体的事業計画を策定する。



## 8-4 中間評価の指摘事項等を踏まえた対応

該当なし

## 9. 平成29年度研究交流計画総人数・人日数

### 9-1 相手国との交流計画

派遣先 派遣元	日本 〈人/人日〉	英国 〈人/人日〉	韓国 〈人/人日〉	イタリア 〈人/人日〉	スイス 〈人/人日〉	合計 〈人/人日〉
日本 〈人/人日〉		5/138 ( )	0/0 ( )	2/14 ( )	2/20 ( )	9/172 ( 0/0 )
英国 〈人/人日〉	(5/35)		(2/15)	(1/7)	(3/21)	0/0 (11/78)
韓国 〈人/人日〉	5/35 ( )	(1/7)		(0/0)	(1/8)	5/35 (2/15)
イタリア 〈人/人日〉	(4/30)	(2/14)	(0/0)		(1/7)	0/0 (7/51)
スイス(日本側 参加研究者) 〈人/人日〉	1/40 ( )	( )	( )	( )		1/40 (0/0)
合計 〈人/人日〉	6/75 (9/65)	5/138 (3/21)	0/0 (2/15)	2/14 (1/7)	2/20 (5/36)	15/247 (20/144)

※各国別に、研究者交流・共同研究・セミナーにて交流する人数・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。

### 9-2 国内での交流計画

10/38〈人/人日〉
-------------

10. 平成29年度経費使用見込み額

(単位 円)

	経費内訳	金額	備考
研究交流経費	国内旅費	1,490,000	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	6,740,000	
	謝金	60,000	
	備品・消耗品購入費	4,816,000	
	その他の経費	750,000	
	不課税取引・非課税取引に係る消費税	544,000	
	計	14,400,000	研究交流経費配分額以内であること。
業務委託手数料		1,440,000	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		15,840,000	