

**平成 30 年度研究拠点形成事業
(A. 先端拠点形成型) 実施報告書**

1. 拠点機関

日 本 側 拠 点 機 関 :	東北大学 電気通信研究所
(英 国) 側 拠 点 機 関 :	ヨーク大学
(ド イ ツ) 側 拠 点 機 関 :	カイザーズラウテルン工科大学

2. 研究交流課題名

(和文) : 新概念スピントロニクス素子創製のための国際研究拠点形成

(英文) : International research center for new-concept spintronics devices

研究交流課題に係るウェブサイト : <http://www.riec.tohoku.ac.jp/core-to-core/>

3. 採択期間

平成 27 年 4 月 1 日～平成 32 年 3 月 31 日

(4 年度目)

4. 実施体制**日本側実施組織**

拠点機関 : 東北大学 電気通信研究所

実施組織代表者 (所属部局・職名・氏名) : 電気通信研究所・所長・塩入 諭

コーディネーター (所属部局・職名・氏名) : 電気通信研究所・教授・白井 正文

協力機関 : なし

事務組織 : 東北大学 国際交流課

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 : 英国

拠点機関 : (英文) The University of York

(和文) ヨーク大学

コーディネーター (所属部局・職名・氏名) : (英文)

Department of Physics・Professor・O'GRADY Kevin

協力機関 : (英文)

(和文) なし

経費負担区分 : パターン 1

(2) 国名：ドイツ

拠点機関：(英文) Technical University of Kaiserslautern

(和文) カイザースラウテルン工科大学

コーディネーター (所属部局・職名・氏名)：(英文)

Faculty of Physics・Professor・HILLEBRANDS Burkard

協力機関：(英文)

(和文) なし

経費負担区分：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

スピントロニクス素子は、磁気を利用した不揮発性メモリ機能と情報処理を一体化することによりデータ転送遅延・回路面積・消費電力の低減を実現する素子として期待されている。本課題の拠点となる東北大学電気通信研究所附属ナノ・スピン実験施設および省エネルギー・スピントロニクス集積化システムセンターでは、磁気メモリ(MRAM)の開発を通じて、これら利点の実証のみならず、電圧による磁性の制御や磁壁駆動メモリなどについて世界に先駆けた研究を行ってきた。本課題では、将来の集積回路の飛躍的な動作特性向上に資するために、成膜・高周波評価において世界をリードする英独の拠点と共同研究を進めて、新概念スピントロニクス素子の創製に挑戦する。

そのために本課題では以下の 3 つの研究テーマに取り組む。(1) 低磁化、高スピン分極、低磁気緩和を兼備した新規強磁性／反強磁性材料を創製し、その間にはたらく交換結合を利用してスピントロニクス素子の高出力化、低電圧化、高速・安定動作、高熱安定性を実現する。(2) 磁性体／半導体接合におけるスピン-光の相互変換を利用したスピン情報伝達技術を開発する。(3) 熱電効果、熱擾乱、スピンゼーベック効果等で排熱を積極的に利用することにより、素子動作特性を飛躍的に向上させる。これらは強みの異なる日英独間の緊密な連携の下で初めて可能となるものであり、こうした知見を本邦に蓄積し、国境を越えた研究環境を提供することが期待される。特に、本計画では共同研究のみならず、若手研究者に向けた教育プログラムを英独で新設する計画であることから、継続的な相互交流が可能となる。したがって、本計画は、当該学術分野の発展と実用化、その過程での我国のリーダーシップ確立に大きく寄与するものである。

5-2 平成30年度研究交流目標

＜研究協力体制の構築＞

平成 30 年度は、5 月 28 日～30 日にカイザースラウテルン工科大学において日英独拠点機関の主要研究者を集めた第 7 回ワークショップを開催する。ここで、各研究グループの研究成果を報告し、共同研究の促進に向けた意見交換を行うと共に研究協力体制の強化を図る。また、11 月 9 日～10 日に東北大学において第 8 回ワークショップを開催して、共同研究の進捗状況に関する情報を共有し、解決すべき課題について忌憚なく議論する。

＜学術的観点＞

平成 30 年度は、以下の研究テーマに関する共同研究を推進する。

研究テーマ(1) 低磁化、高スピン分極、低磁気緩和を兼備した新規強磁性もしくは反強磁性材料の創製を目指して、ハーフメタル・ホイスラー合金薄膜で観測された磁気光学特性を解析すると共に、それを用いたスピン波伝搬素子の実証研究を実施する。

研究テーマ(2) 磁性体／半導体接合におけるスピン-光相互変換を実証するため、接合界面を改善してスピン注入効率の向上を図る。また、新たに開発された計測技術を用いて、円偏光により生成されたスピン波励起を評価する。

研究テーマ(3) 排熱の積極的利用によるスピントロニクス素子の動作特性向上を目指し、巨大なスピンゼーバック効果を発現する材料を探索する。また、強磁性金属／絶縁体接合素子におけるスピンゼーバック効果による磁化反転アシストの可能性を理論検証する。

＜若手研究者育成＞

平成 30 年度は、5 月と 11 月に開催するワークショップに拠点機関の大学院生・ポスドクを参加させ、主要研究者の発表を聴講させる。また、若手研究者にポスター発表の機会を与えて、若手研究者同士の交流を深めると共に、主要研究者との議論を通して育成を図る。特に 5 月にカイザースラウテルン工科大学において開催するワークショップの初日は若手研究者・大学院生を対象とした講義とポスター発表に当てられ、大学院生が主体となって企画・運営に携わる計画である。

これとは別に若手研究者を相手国拠点機関に派遣して、実験技術等を修得させると共に、他国の研究者との日々の議論・交流を通して国際的な場で活躍する素養を身につけさせる。

＜その他（社会貢献や独自の目的等）＞

他国の拠点に滞在中の週末は滞在先の文化に触れるため、具体的には美術館・博物館・遺跡などを訪問する。さらに、滞在先の研究者が生活・文化なども紹介することで、より深いレベルでの交流と理解を深める。特に研究スタイルの違いなどに触れることは、将来国際的な研究者として活躍していく際に役立つ貴重な経験となると考えられる。

6. 平成 30 年度研究交流成果

＜研究協力体制の構築＞

平成 30 年 5 月 28 日～30 日にカイザースラウテルン工科大学において日英独拠点機関の主要研究者ならびに研究協力者を集めたセミナー（S-1）を開催した。前年度に開催されたセミナー以降の各研究グループの研究成果に関する口頭発表及びポスター発表があり、研究グループ相互の理解を深めることができた。また、この機会を利用して参加者の間で具体的な共同研究の実施内容について意見交換がなされ、研究協力体制の構築に大いに役立った。

平成 31 年 1 月 11 日～12 日に東北大学においてセミナー（S-2）を開催した。このセミナーでは研究進捗状況の報告を行うと共に、直面している研究上の問題点を整理し、その解決方法について有意義な議論を行うことができた。また、本事業の最終年度に向けて、国際共著論文の執筆や国際会議での共同発表など、研究成果の発信に関する具体的な意見交換を行うことができた。

上記 2 回のセミナーに際して、それまで本事業に参画していなかった関連研究者に招待講演を依頼し、既存メンバーとの研究交流を図ると共に、協力研究者として本事業に参画を依頼することにより研究ネットワークの拡大を図った。

＜学術的観点＞

平成 30 年度までに、東北大学にて作製した薄膜試料及び磁気抵抗素子の透過電子顕微鏡による構造・物性評価をヨーク大学にて、ブリルアン光散乱を用いたスピン波測定ならびに磁気ダンピング測定をカイザースラウテルン工科大学にて実施した。また、光を利用した新概念スピントロニクス素子の動作実証に向けて、強磁性薄膜のスピン波励起や磁化ダイナミクスを光学的に観測する手法の開発を進めてきた。さらに、理論計算に基づいて、熱を利用した新概念スピントロニクス素子の実現可能性を検証してきた。これらの研究により蓄積された知見や技術を活用して、本年度は以下に記す学術面の成果を挙げることができた。

研究テーマ(1) 東北大学とヨーク大学の共同研究により、高スピン分極と低磁気緩和を兼ね備えた新規四元ホイスラー合金薄膜の作製に成功した。また、東北大学とカイザースラウテルン工科大学の共同研究により、低磁気緩和ホイスラー合金を用いたスピン波伝搬素子創製に向けて、スピン波観測のための素子構造の最適化に成功した。

研究テーマ(2) 東北大学とヨーク大学の共同研究により、強磁性体から半導体へ電氣的に注入されたスピン緩和時間が、時間分解カー回転測定により光学的に評価したスピン緩和時間に比べて著しく短いことを見出した。スピン注入効率の改善には強磁性体／半導体接合界面のさらなる最適化が必要であることが明らかになった。

研究テーマ(3) 東北大学とヨーク大学の共同研究により、巨大磁気抵抗素子の絶縁材料をスピンゼーベック効果の大きな酸化鉄に変更した素子の作製プロセスを確立した。また、東北大学とカイザースラウテルン工科大学の共同研究により、磁性ガーネットのスピン波分散関係を決定することに成功した。さらに、電気通信大学とヨーク大学の共同研究により、熱パルスによるスキルミオンのカイラリティ反転条件とその機構を解明した。

＜若手研究者育成＞

カイザースラウテルン工科大学と東北大学で開催されたセミナーでは大学院生や若手研究者に口頭発表もしくはポスター発表の機会を与え、国内外研究者との意見交換を通じた若手研究者育成の場を提供した。また、両セミナーでは若手研究者・大学院生自身により

企画された講義が実施され、若手研究者の知識や関心を広めることに貢献した。さらに、海外拠点機関に若手研究者と共に大学院生を派遣し、共同研究に参加させることにより実験技術を修得に加え海外の研究者との議論を通じて、国際的に活躍する研究者の育成に貢献した。

<その他（社会貢献や独自の目的等）>

平成 31 年 1 月に東北大学において開催した本事業のセミナー（S-2）は、「16th RIEC International Workshop on Spintronics」と連続して開催することにより、両セミナーの参加者が相互に交流する機会を提供した。また、一般の参加者にも公開で開催し、企業の関連研究者にも参加の機会を与えることにより、社会人教育にも貢献することができた。

<今後の課題・問題点>

共同研究（R-2）「磁性体／半導体接合におけるスピン-光相互作用」に関しては、磁性体から半導体へのスピン注入効率の向上が、新概念スピントロニクス素子の動作実証に向けた課題として残されている。スピン注入が低迷している理由については、本年度の研究により明らかになりつつあるので、この知見を基にして、この問題の克服に対処する。

7. 平成 30 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 27 年度	研究終了年度	平成 31 年度
共同研究課題名	(和文) 新規強磁性／反強磁性材料の創製				
	(英文) Fabrication of new ferromagnets and antiferromagnets				
日本側代表者 氏名・所属・ 職名・研究者番号	(和文) 白井正文・東北大学 電気通信研究所・教授・1-2				
	(英文) SHIRAI Masafumi・Research Institute of Electrical Communication, Tohoku University・Professor・1-2				
相手国側代表者 氏名・所属・ 職名・研究者番号	(英文) HIROHATA Atsufumi・The University of York・Professor・2-2				
	HILLEBRANDS Burkard・Technical University of Kaiserslautern・Professor・3-1				
30年度の 研究交流活動	高スピン分極と低磁気緩和を兼備した新規強磁性材料の創製という目標達成に向けて、いわゆるスピングャップレスと呼ばれる特徴的な電子構造をもつことが第一原理計算で予測されている四元ホイスラー合金を電極に用いたトンネル磁気抵抗素子を東北大学で作製し、その接合界面付近の結晶構造をヨーク大学にて電子顕微鏡で観察した。本年度の研究計画の確認ならびに試料の受渡しは、カイザースラウテルン工科大学で開催されたセミ				

	ナー（S-1）に参加した機会を利用した。また、平成 30 年 12 月に東北大学の若手研究者 2 名をヨーク大学へ 6 日間派遣し、ヨーク大学の研究者と研究進捗状況と今後の共同研究の進め方について打合せを行った。 CoFeB/MgO 磁気トンネル接合界面におけるスピン分極を解明するため、東北大学で作製した試料をヨーク大学に送付して、スピン偏極準安定原子脱励起分光法による評価に着手した。また、脳型情報処理応用を目指した新概念スピントロニクス素子を創製するため、反強磁性／強磁性積層構造におけるスピン軌道トルクによる強磁性層の磁化制御、反強磁性／非磁性積層構造におけるスピン軌道トルクによる反強磁性層ネールベクトル制御に関する共同研究を、東北大学とヨーク大学で進めている。 一方、昨年度まで東北大学において作製しカイザースラウテルン工科大学において磁気緩和を評価したハーフメタル・ホイスラー合金薄膜について、本年度は、この低磁気緩和薄膜を用いてスピン波伝搬素子の創製に向けた実証研究を、東北大学とカイザースラウテルン工科大学共同で実施した。本年度の研究計画の確認ならびに試料の受渡しは、カイザースラウテルン工科大学で開催されたセミナー（S-1）に参加した機会を利用した。
30年度の 研究交流活動 から得られた 成果	MgO 基板上に作製した四元ホイスラー合金薄膜の構造を解析した結果、L2₁ 構造をとることが明らかになった。この薄膜試料は低磁気緩和を示すことが実験的に確かめられ、第一原理計算により高スピン分極であることも確認された。当初期待したスピギャップレス状態を実現するためには、Y 型規則構造を実現する薄膜作製条件を見いだす必要がある。 また、昨年度から東北大学とヨーク大学の共同研究として実施していた Mn ベース反強磁性ホイスラー合金薄膜に関する研究成果は、国際会議で共同発表すると共に、日英共著論文として発表した。 一方、磁気緩和が極めて低いホイスラー合金薄膜はスピン波の長距離伝搬を可能とするため、スピン波伝搬素子の実現に向けた研究の顕著な進展が期待できるが、本年度はカイザースラウテルン工科大学との共同研究によりスピン波伝搬観測のための素子構造を最適化することができた。

整理番号	R-2	研究開始年度	平成 27 年度	研究終了年度	平成 31 年度
共同研究課題名	(和文) 磁性体／半導体接合におけるスピン-光相互作用				
	(英文) Interaction between spin and light in ferromagnet/semiconductor hybrid structures				
日本側代表者 氏名・所属・ 職名・研究者番号	(和文) 松倉文礼・東北大学 国際集積エレクトロニクス研究開発センター・教授・ 1-7				
	(英文) MATSUKURA Fumihito・Center for Innovative Integrated Electronic Systems, Tohoku University・Professor・1-7				
相手国側代表者 氏名・所属・ 職名・研究者番号	(英文) HIROHATA Atsufumi・The University of York・Professor・2-2				
	HILLEBRANDS Burkard・Technical University of Kaiserslautern・ Professor・3-1				
30年度の 研究交流活動	強磁性体／半導体接合における光によるスピン制御に基づく素子の創製と いう目標達成に向けて、昨年度に引き続きヨーク大学において作製した強磁 性体／半導体接合薄膜を、東北大学において非局所スピンバルブ素子に加 工し電氣的・光学的評価を実施した。平成 30 年 5 月と平成 31 年 1 月に開 催されたセミナー（S-1・S-2）の機会に日英共同研究者が会して研究進 捗状況の報告とスピン注入効率の改善に向けた意見交換を実施した。なお、 ヨーク大学から東北大学に若手研究者 1 名を半月程度受入れて共同実験を 実施する予定であったが、当該研究者が異動したため取りやめになった。				
30年度の 研究交流活動 から得られた 成果	強磁性体から半導体へ電氣的に注入されたスピンの緩和時間を 3 端子及び 4 端子ハンレ測定により評価したところ、時間分解カー回転測定により光 学的に評価したスピン緩和時間に比べて著しく短いことを見出した。これ によりスピン注入効率の改善には強磁性体／半導体接合界面のさらなる最 適化が必要であることが明らかになった。この共同研究の成果は、3 件の 国際会議で発表した。				

整理番号	R-3	研究開始年度	平成 28 年度	研究終了年度	平成 31 年度
共同研究課題名	(和文) 排熱利用によるスピントロニクス素子の動作特性向上				
	(英文) Improving operating characteristics of spintronics devices by waste heat management				

日本側代表者 氏名・所属・ 職名・研究者番号	(和文) 松倉文礼・東北大学 国際集積エレクトロニクス研究開発センター・教授・ 1-7
	(英文) MATSUKURA Fumihito・Center for Innovative Integrated Electronic Systems, Tohoku University・Professor・1-7
相手国側代表者 氏名・所属・ 職名・研究者番号	(英文) HIROHATA Atsufumi・The University of York・Professor・2-2 HILLEBRANDS Burkard・Technical University of Kaiserslautern・ Professor・3-1
30年度の 研究交流活動	排熱の積極的利用によるスピントロニクス素子の動作特性の飛躍的向上という目標達成に向けて、昨年度まで巨大なスピンゼーベック効果や異常ネルンスト効果などを発現する材料を探索した。本年度はハーフメタル・ホイスラー合金薄膜を用いた膜面垂直型巨大磁気抵抗素子用の積層膜を対象として、スピンゼーベック効果を磁化反転アシスト源として活用するための素子加工プロセスを検討した。また、平成 31 年 2 月には東北大学から若手研究者と大学院生の 2 名をヨーク大学に 9 日間派遣して、東北大学で作製した薄膜試料のハーフメタルギャップを、ヨーク大学に設置された赤外分光測定装置を用いて日英共同で評価した。 一方、スピンゼーベック効果による磁化反転アシストを実証するために、昨年度に引続き東北大学とカイザースラウテルン工科大学共同で、スピンゼーベック効果を示す磁性ガーネットにおけるスピン波の分散関係と寿命を、ブリルアン光散乱を用いて測定した。平成 30 年 5 月にカイザースラウテルン工科大学で開催されたセミナー (S-1) の機会を利用して、研究進捗状況を確認すると共に今後の研究計画について議論した。また、同じ時期に九州大学の大学院生 1 名を 20 日間カイザースラウテルン工科大学に派遣して、キラル磁性体のブリルアン光散乱測定も開始した。この研究は、キラルソリトン磁壁の共鳴振動を観測することを目指している。 昨年度は、スキルミオンを情報媒体とした新概念スピントロニクス素子を電気通信大学とヨーク大学の研究者が共同で理論的に提案した。本年度は、シミュレーションを用いて、熱パルスによるスキルミオンのカイラリティ反転の条件探索と機構解析を行った。この日英共同研究の成果は、4 件の国際会議で発表し、論文投稿中である。

30年度の 研究交流活動 から得られた 成果	巨大磁気抵抗素子については、素子間絶縁材料を従来の酸化アルミニウムからスピンゼーベック効果の大きな酸化鉄（ヘマタイト）に変更し、その作製プロセスを確立することができた。また、ハーフメタルギャップ評価実験については、測定手法の改善を行い、ノイズの低減に成功した。これ以外に昨年度実施した走査電子顕微鏡による磁気抵抗素子の評価に関する成果を日英共著論文として Scientific Reports 誌に発表した。 カイザースラウテルン工科大学におけるブリルアン光散乱測定により、磁性ガーネットのスピン波分散関係を決定することに成功した。この材料はマグノン・フォノン混成によるスピンゼーベック効果の増大が室温かつ低磁場で顕著に現れる系であり、スピンゼーベック効果による磁化反転アシストを実証するための候補材料である。この研究成果は日独共著論文として投稿中である。キラル磁性体のブリルアン光散乱測定については、室温では信号を得ることができなかったため、低温で測定するための光学系を構築することとした。 熱パルスによるスキルミオンのカイラリティ反転シミュレーションの結果、時計回りから反時計回りへのカイラリティ反転とその逆の反転で、反転に必要な熱パルスのサイズが異なることを見出した。この相違はカイラリティ反転の機構が異なることに起因していることを解明した。
---------------------------------	--

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 東北・ヨーク・カイザースラウテルン 第7回 ワークショップ「新概念スピントロニクス素子」
	（英文）7th Workshop of the JSPS Core-to-Core Program Tohoku-York-Kaiserslautern "New-Concept Spintronics Devices"
開催期間	平成30年5月28日 ～ 平成30年5月30日（3日間）
開催地（国名、都市名、会場名）	（和文）ドイツ、カイザースラウテルン、カイザースラウテルン工科大学
	（英文）Germany, Kaiserslautern, Technical University of Kaiserslautern
日本側開催責任者 氏名・所属・職名・	（和文） 白井正文・東北大学電気通信研究所・教授・1-2

研究者番号	(英文) SHIRAI Masafumi・Research Institute of Electrical Communication, Tohoku University・Professor・1-2
相手国側開催責任者 氏名・所属・職名・ 研究者番号 (※日本以外での開催の場合)	(英文) HILLEBRANDS Burkard・Technical University of Kaiserslautern・ Professor・3-1

参加者数

派遣先 派遣元		セミナー開催国 (ドイツ)		備考
日本	A.	22/	139	
	B.	8		
英国	A.	5/	21	
	B.	0		
ドイツ	A.	10/	30	
	B.	8		
合計 〈人／人日〉	A.	37/	190	
	B.	16		

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）

※人／人日は、2／14（＝2人を7日間ずつ計14日間派遣する）のように記載してください。

※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、備考欄にその内訳等を記入してください。

セミナー開催の目的		日英独拠点機関の研究成果を互いに報告し、共同研究の促進に向けた意見交換を行うと共に研究協力体制の強化を図ることが目的である。また、初日は若手研究者・大学院生を対象とした講義とポスター発表に当てられ、日英独の若手研究者・大学院生の育成を目的とする。	
セミナーの成果		互いに相補的な知識・技術を有する日英独拠点機関の主要研究者が一堂に集まり、前年度に開催されたセミナー以降の各研究グループの研究成果に関する口頭発表及びポスター発表を実施し、研究グループ相互の理解を深めることができた。また、この機会を利用して参加者の間で具体的な共同研究の実施内容について意見交換がなされ、研究協力体制の強化と共同研究の推進のために大いに役立った。本セミナーでは大学院生や若手研究者に口頭発表もしくはポスター発表の機会を与え、国内外研究者との意見交換を通じた若手研究者育成の場を提供した。また、初日には若手研究者・大学院生自身により企画された講義が実施され、若手研究者の知識や関心を広めることに貢献した。	
セミナーの運営組織		ドイツ側代表が主体となり、日英の代表者と連携して運営した。初日の講義とポスター発表は日英独の学生が主体となって運営を担当した。	
開催経費 分担内容 と金額	日本側	内容 外国旅費・国内旅費	金額 7,698,388 円
	(英国) 側	内容 外国旅費・国内旅費	
	(ドイツ) 側	内容 会議費、外国旅費・国内旅費	

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 第8回 ワークショップ 「新概念スピントロニクス素子」
	(英文) 8th JSPS Core-to-Core Workshop on New-Concept Spintronics Devices
開催期間	平成 31 年 1 月 11 日 ～ 平成 31 年 1 月 12 日 (2 日間)
開催地 (国名、都市名、 会場名)	(和文) 日本、仙台、東北大学
	(英文) Japan, Sendai, Tohoku University
日本側開催責任者 氏名・所属・職名・ 研究者番号	(和文) 白井正文・東北大学電気通信研究所・教授・1-2
	(英文) SHIRAI Masafumi・Research Institute of Electrical Communication, Tohoku University・Professor・1-2
相手国側開催責任者 氏名・所属・職名・ 研究者番号 (※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)		備考
		A.	B.	
日本	A.	22/ 44		
	B.	19		
英国	A.	4/ 24		
	B.	0		
ドイツ	A.	8/ 37		
	B.	0		
合計 〈人／人日〉	A.	34/ 105		
	B.	19		

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)

※人／人日は、2／14 (= 2 人を 7 日間ずつ計 14 日間派遣する) のように記載してください。

※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、備考欄にその内訳等を記入してください。

セミナー開催の目的		日英独拠点機関の研究者が共同研究の進捗状況を報告することにより、最新の情報を参加研究者の間で共有し、解決すべき課題について忌憚なく議論することを目的とする。	
セミナーの成果		本セミナーでは日英独拠点機関の研究者が研究進捗状況の報告を行うと共に、直面している研究上の問題点を整理し、その解決方法について有意義な議論を行うことができた。また、本事業の最終年度に向けて、国際共著論文の執筆や国際会議での共同発表など、研究成果の発信に関する具体的な意見交換を行うことができた。これまで本事業に参画していなかった関連研究者に招待講演を依頼し、既存メンバーとの研究交流を図ると共に、協力研究者として本事業に参画していただき研究ネットワークの拡大を図ることができた。 「16th RIEC International Workshop on Spintronics」と連続して開催することにより、両セミナーの参加者が相互に交流する機会を提供できた。また、一般の参加者にも公開で開催したことで、企業の関連研究者もあり、社会人教育にも貢献することができた。	
セミナーの運営組織		日本側代表が主体となり、英独の代表者と連携して運営した。 最終日の講義については、日英独の若手研究者・大学院生の意見を踏まえて講師を決定した。	
開催経費 分担内容 と金額	日本側	内容 国内旅費	金額 81,360 円
	(英国) 側	内容 外国旅費・国内旅費	
	(ドイツ) 側	内容 外国旅費・国内旅費	

7-3 中間評価の指摘事項等を踏まえた対応

①評価コメント（抜粋）：国内外の研究機関との有機的な連携が見えにくい。

対応：国内外の研究機関との共同研究はこれまでも実施しており顕著な研究成果も得られているので、共著による論文発表または国際会議・国内学会における共著発表として、今後さらに積極的に情報発信することで対応した。

②評価コメント（抜粋）：相手国においては拠点機関のみで協力機関が参加しておらず、さらなる広がりを持ったネットワークの構築が今後の課題と思われる。

対応：年2回開催しているセミナーにおいて拠点機関外の関連研究者による招待講演を企画してきており、招待講演者を参加研究者に適宜追加することでネットワークの拡大に対応した。

③評価コメント（抜粋）：目標に向けた学術面での具体的な研究計画については、最終年度に向けて、どのような素子を創成しようとしているのか、どのようなまとまった研究成果を得ようとしているのか、明確にすることが望まれる。

対応：平成30年5月及び平成31年1月に開催したセミナーにおいて、本事業期間中に実現すべきスピントロニクス素子の機能等について、日英独拠点機関の主要研究者間で協議することで対応した。

8. 平成30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	英国	ドイツ	チェコ(英国側参加研究者)	合計
日本	1		0 / 0 (0 / 0)	22 / 139 (8 / 44)	0 / 0 (0 / 0)	22 / 139 (8 / 44)
	2		0 / 0 (0 / 0)	0 / 0 (0 / 0)	0 / 0 (0 / 0)	0 / 0 (0 / 0)
	3		2 / 12 (1 / 7)	0 / 0 (0 / 0)	0 / 0 (0 / 0)	2 / 12 (1 / 7)
	4		2 / 18 (0 / 0)	0 / 0 (0 / 0)	0 / 0 (0 / 0)	2 / 18 (0 / 0)
	計		4 / 30 (1 / 7)	22 / 139 (8 / 44)	0 / 0 (0 / 0)	26 / 169 (9 / 51)
英国	1	0 / 0 (0 / 0)		0 / 0 (5 / 21)	0 / 0 (0 / 0)	0 / 0 (5 / 21)
	2	0 / 0 (0 / 0)		0 / 0 (0 / 0)	0 / 0 (0 / 0)	0 / 0 (0 / 0)
	3	0 / 0 (0 / 0)		0 / 0 (0 / 0)	0 / 0 (0 / 0)	0 / 0 (0 / 0)
	4	0 / 0 (4 / 24)		0 / 0 (0 / 0)	0 / 0 (0 / 0)	0 / 0 (4 / 24)
	計	0 / 0 (4 / 24)		0 / 0 (5 / 21)	0 / 0 (0 / 0)	0 / 0 (9 / 45)
ドイツ	1	0 / 0 (0 / 0)	0 / 0 (0 / 0)		0 / 0 (0 / 0)	0 / 0 (0 / 0)
	2	0 / 0 (0 / 0)	0 / 0 (0 / 0)		0 / 0 (0 / 0)	0 / 0 (0 / 0)
	3	0 / 0 (0 / 0)	0 / 0 (0 / 0)		0 / 0 (0 / 0)	0 / 0 (0 / 0)
	4	0 / 0 (8 / 37)	0 / 0 (0 / 0)		0 / 0 (0 / 0)	0 / 0 (8 / 37)
	計	0 / 0 (8 / 37)	0 / 0 (0 / 0)		0 / 0 (0 / 0)	0 / 0 (8 / 37)
合計	1	0 / 0 (0 / 0)	0 / 0 (0 / 0)	22 / 139 (13 / 65)	0 / 0 (0 / 0)	22 / 139 (13 / 65)
	2	0 / 0 (0 / 0)	0 / 0 (0 / 0)	0 / 0 (0 / 0)	0 / 0 (0 / 0)	0 / 0 (0 / 0)
	3	0 / 0 (0 / 0)	2 / 12 (1 / 7)	0 / 0 (0 / 0)	0 / 0 (0 / 0)	2 / 12 (1 / 7)
	4	0 / 0 (12 / 61)	2 / 18 (0 / 0)	0 / 0 (0 / 0)	0 / 0 (0 / 0)	2 / 18 (12 / 61)
	計	0 / 0 (12 / 61)	4 / 30 (1 / 7)	22 / 139 (13 / 65)	0 / 0 (0 / 0)	26 / 169 (26 / 133)

※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。

※相手国以外の国へ派遣する場合、国名に続けて(第三国)と記入してください。

8-2 国内での交流実績

第1四半期	第2四半期	第3四半期	第4四半期	合計
0 / 0 (0 / 0)	0 / 0 (0 / 0)	0 / 0 (0 / 0)	1 / 5 (1 / 2)	1 / 5 (1 / 2)

9. 平成30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	697,085	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	8,650,223	
	謝金	0	
	備品・消耗品購入費	5,624,692	
	その他の経費	0	
	不課税取引・非課税取引に係る消費税	0	大学にて別途負担
	計	14,972,000	研究交流経費配分額以内であること。
業務委託手数料		1,497,200	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		16,469,200	