

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：	広島大学
(英国) 拠点機関：	グラスゴー大学
(ロシア) 拠点機関：	ウラル連邦大学

2. 研究交流課題名

(和文)：スピンキラリティを軸にした先端材料コンソーシアム

(交流分野：物性科学)

(英文)：A Consortium to Exploit Spin Chirality in Advanced Materials

(交流分野：Material Science)

研究交流課題に係るホームページ：

<http://home.hiroshima-u.ac.jp/kotai/KibanS/t005/t005/>

3. 採用期間

平成 27 年 4 月 1 日 ～ 平成 32 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：広島大学

実施組織代表者 (所属部局・職・氏名)：学長・越智 光夫

コーディネーター (所属部局・職・氏名)：理学研究科および キラル物性研究拠点・
教授・井上 克也

協力機関：大学共同利用機関法人自然科学研究機構 分子科学研究所

事務組織：教育・国際室国際交流グループ

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：イギリス

拠点機関：(英文) University of Glasgow

(和文) グラスゴー大学

コーディネーター (所属部局・職・氏名)：(英文)

School of Physics & Astronomy・Professor・Robert STAMPS

経費負担区分 (A 型)：パターン 1

(2) 国名：ロシア

拠点機関：(英文) Ural Federal University

(和文) ウラル連邦大学

コーディネーター (所属部局・職・氏名)：(英文)

Institute of Natural Sciences・Professor・Alexander S. OVCHINNIKOV

協力機関：(英文) Institute of Metal Physics RAS

(和文) ロシア科学アカデミー金属物理学研究所

経費負担区分 (A 型)：パターン2

5. 研究交流目標

5-1. 全期間を通じた研究交流目標

現在、左右対称性（キララ対称性）が破れた結晶構造を持つキララ磁性体の研究が世界的規模で活発に進行している。この種の磁性体では結晶の形態がスピン軌道相互作用を通してスピン系に転写される結果、スピン磁気モーメントが左右いずれかの巻き方（キラリティ）を保持して配列したキララらせん磁気秩序が実現する。結晶キラリティに由来するこれらの構造は欠陥に対する頑丈さと外場に対する柔軟さを併せ持ち、THz 領域に及ぶ光学活性などスピントロニクスに新境地を拓く可能性が期待されている。研究代表者らは「自然結晶の対称性を指導原理とする磁性機能制御」という明確な指針のもと研究成果を積み上げこの研究分野を牽引してきた。本事業において“キララ物性研究”をより総合的かつ効果的に推進するための研究コンソーシアムを形成する。これまで個別に共同研究を進めていた日・露・英のそれぞれのグループが得意とする理論・材料創製・計測の知見を結集し、各パートが重なりを持ちつつシナジー効果を発揮する研究体制を整え、以下の目標を達成する。

- 1) キララ磁性結晶の幅を飛躍的に広げ（材料創製）、理論的に予測されている様々なキララ物性機能を実証し（計測）、キララ磁性体特有の機能創出に関する基礎学理（理論）を確立する。
- 2) 現時点で別々の学問分野として研究されている磁気光学材料設計、プラズモニクス、スピントロニクス現象を統合する研究領域を創成し（計測&理論）、次世代情報通信技術（THz 帯域作動、非散逸位相流、非減衰ソリトン伝送など）に資する先端材料を開拓する（材料創製）。
- 3) 国内外問わずに活躍する若手研究者を育成し、将来に渡る国際ネットワーク形成の基盤を与える。

5-2. 平成27年度研究交流目標

<研究協力体制の構築>

日本側（広島大学キララ物性拠点、自然科学研究機構分子科学研究所）、ロシア側（ウラル連邦大学）、英国側（グラスゴー大学）拠点間で研究者の人材交流を活発にするため、5月末にロシアプスコフでメンバー以外にも開かれた形の DMI（ジャロシンスキー守谷相互

作用) 国際会議を行うとともに、9月初旬に Core-to-Core メンバーを中心にキックオフミーティングを行う。

年間を通じて、不定期のブレインストーミング会議を TV 会議システムで繋いで月 1 回のペースで行う。

半年に 1 回のペースで、討論内容を絞ったトピカルミーティングを行う。長期滞在型の人材交流を行う。

研究体制強化を目的に、研究者の長期滞在を実現するため、広島大学近くにアパートを借上げ、ホテルの宿泊等に掛かる経費の負担軽減を図り、より頻繁に交流が行えるよう環境を整える。

<学術的観点>

今年度は、各研究者が持つ、測定試料の情報交換等を集中的に実施し、今後の共同研究の可能性を探り、具体の共同研究が複数スタートすることを目標にするとともに、測定試料提供方法およびスケジュール等について検討する。

具体的には以下のとおり。

- ・スピニングが絡んだキラルプラズモニクス分野の立ち上げ
- ・キラルスピニング位相と遍歴電子位相の関係付け
- ・キラルスピニング位相と光学位相の絡みの探索 等

<若手研究者育成>

月一度のブレインストーミング会議の 3 分の 1 程度を、若手スタッフ、大学院生主導で行う。JSPS 特別研究員申請書作成アドバイスを、シニア研究者が行う。人材交流の半数を大学院生または若手研究者が行う。

<その他(社会貢献や独自の目的等)>

HP による研究成果、活動内容の発信を日本語、英語ともに積極的に行う。

なお、共同研究、セミナー、研究者交流の基本方針は次のとおりである。

- ①**共同研究**：理論と実験の結合を最重視し、各拠点間で随時情報を共有しながら共同研究を進める。
- ②**セミナー**：相互訪問の際に行われる小規模セミナー、半年に一度程度のメンバーの半数以上が集まる定期セミナーを毎年行う。毎月 1 回、ブレインストーミングを多拠点間テレビ会議で行う。(最終金曜日日本時間午後 18 時-21 時、英国時間：午前 9 時-12 時、ロシア時間：15 時-18 時)。上記の定常的なセミナーに加えて、国際セミナーを年に 1 度開催する。
- ③**研究者交流**：研究期間を通じて、毎年延べ 20 人前後の相互研究者交流を行う。日本か

らの派遣に関しては3週間以上の滞在を基本とする。

以下は、各研究交流計画の詳細である。

【平成27年度】

- ①**共同研究**：ローレンツ透過型電子顕微鏡を用いキラル物性（磁性）のナノスケールの磁気構造解明研究に加えて、キラルプラズモニクスに関する測定を開始する（広大拠点、英、分子研）。スピントロニクスおよびメタマテリアルへの展開、および、電子ホログラフィーへの応用可能性を検討する（広大拠点、英、豪）。物性理論、計算物理により、実験データの全般的なサポートを行う。理論による予言、実験データの解析を進める（広大拠点、露、英、東大理、東大総合文化）。
- ②**セミナー**：上記の定常的なセミナーに加えて、国際研究会をロシア・エカテリンブルグで開催。JSPS「二国間共同研究事業」と共催。ロシアで2年ごとに開催されているDMI conferenceのサテライト会議とする。またDMI conferenceと将来融合することも既に交渉を始めている。
- ③**研究者交流**：20人前後の相互研究者交流を行う。日本からは10名前後の派遣を予定。

6. 平成27年度研究交流成果

6-1 研究協力体制の構築状況

本事業主催で行ったミーティング一覧を以下に示す。

(HP: <http://home.hiroshima-u.ac.jp/kotai/KibanS/t005/t005/meeting.html#related> を参照。)

本事業で行ったミーティングは、最も議論内容が広いキラル哲学会から議論内容を絞ったトピカルミーティング、および若手人材育成を目的とした若手の会に分けられる。キラル哲学会は、キラリティに関する磁性以外の物性、それ以外のことに関しても議論する場であり、メンバーの研究に対するエンカレッジを行うとともに、新しいブロードな視点での研究展開の着想を進めるためのものである。本年度のキラル哲学会では、メンバーの親睦を深めるとともに、哲学から科学までの広い範囲のキラリティの議論を行った。この内容は、現在印刷中の日本物理学会誌招待論文のイントロダクションに記載した。

(“Symmetry, structure, and dynamics of mono-axial chiral magnets”, Y. Togawa, Y. Kousaka, K. Inoue, J. Kishine) トピカルミーティングは、目的を絞ってより深く研究内容を議論するとともに、次に進めるべき研究、実験内容について議論する場であり、本事業の中では最も重要な研究会である。平成27年度は、メンバーが一堂に会するキックオフミーティング、キラルプラズモニクスとキラル磁性の接点に関するもの、中性子線回折など具体的な“現在進行形の”研究内容について議論を行った。特にキラルプラズモニクスとキラル磁性に関しては、すでに共同研究が始まり、新しい結果が出つつある。

若手の会は、メンバー研究室の若手人材に対してエンカレッジを行うものであり、平成27年度の若手の会は盛会であったため、平成28度は3回行う予定にしている。

研究体制強化を目的に、研究者の長期滞在を実現するため、広島大学近くにアパートを借上げ、ホテルの宿泊等に掛かる経費の負担軽減を図り、より頻繁に交流が行えるよう環境を整えた。利用泊数のべ117泊(国外111泊、国内6泊)

6-2 学術面の成果

上記の研究目標1)～3)に対応させて以下に記した>(*No.として最後に論文を記す)

1) キラル磁性結晶の幅を飛躍的に広げ(材料創製)、理論的に予測されている様々なキラル物性機能を実証し(計測)、キラル磁性体特有の機能創出に関する基礎学理(理論)を確立する。

および、

2) 現時点で別々の学問分野として研究されている磁気光学材料設計、プラズモニクス、スピントロニクス現象を統合する研究領域を創成し(計測&理論)、次世代情報通信技術(THz帯域作動、非散逸位相流、非減衰ソリトン伝送など)に資する先端材料を開拓する(材料創製)。

材料創製

広島大学、井上・秋光・高阪らは新しく3種類の分子系キラル磁性体の合成に成功した。

(*1-2)。またCsCuCl₃の1cmサイズのエナンチオ純度100%(100% e.e.)の単結晶作

製に成功した。また材料創成のうち結晶育成技術をより強化するため、世界的な高品質結晶の作製チームである、フランス・グルノーブル・ネール研究所の **Isabella Luneau** をメンバーに加えた。単結晶育成チームを率いており、水溶液からの単結晶育成とフラックス法を用いた単結晶育成を得意としている。**CsCuCl₃** については e.e. 100%の光学的無欠陥の大型単結晶（～2 cm）の育成に成功した。引き続き共同研究を進めている。

名古屋工業大学、大原らは f 電子系金属キラル磁性体の合成に一連の希土類元素について成功した。また、その参照物質として、構造が類似したアキラル物質の合成も行った。これにより希土類元素の違いによるキラル磁性の変化や元素置換効果などの測定を進めた。

計測

大阪府立大学・戸川らは単軸性無機キラル磁性体である **CrNb₃S₆** 単結晶を 10 μm 程度に微細化し、離散的磁気抵抗を観測することに成功した。また、同程度のサイズの試料において、透過型電子顕微鏡 (TEM) を用いてソリトン密度が離散的に変化する様子を直接観察することに成功した。これらの量子化現象はキラル磁気秩序が有する位相コヒーレンスに由来するものであり、数十マイクロオーダーの巨視的スケールに渡ってその量子性が顕在化することを世界で初めて実証した。なお、本論文には日・露・英の各拠点メンバーが参加している。(*3) 応用的には、多値動作センサや多値動作メモリーの実証実験に相当する。本論文発表に関して、文部科学省・記者会見室において記者会見を行った。この研究成果に関する記事は、日刊工業新聞、中国新聞、科学新聞、日本経済新聞に掲載されたほか、日経プレスリリース (release.nikkei.co.jp/) 等 12 の国内ニュースサイト、14 の海外ニュースサイトに掲載された (2016年3月8日調べ)。

九州工大・美藤らは **CrNb₃S₆** 単結晶において精密磁気測定を行い、離散的磁化ステップを観測することに成功した。数百 μm 程度の単結晶であり、離散化現象がより巨視的スケールに渡って現れることを示唆している。(*4) また、国際会議 (ECMM2015、ChiMag2016) を通して、英国の中性子グループやロシアの理論グループとキラル磁性体における非線形物理応答に関する共同研究をスタートさせた。

大阪大学・萩原らは **CrNb₃S₆** の単結晶での電子スピン共鳴 (ESR) 測定を行い、c 軸方向で ESR シグナルを観測し、得られた共鳴モードを岸根らが求めた共鳴モードの理論式で解析し、この化合物の交換相互作用、ジャロシンスキー・守谷相互作用、及び異方性の大きさを求めることに成功した。(*5)。

広島大学高阪、cross 東海、大石は、スイス PSI 研究所ミュオン施設及びドイツ FRM-II 中性子施設において、カイラルらせん磁性体 **CsCuCl₃** の結晶構造と磁気構造のカイラリティ結合を検証するため、同一単結晶を用いて、ミュオン実験及び偏極中性子回折実験を行い、右手系結晶は磁気構造も右巻き、左手系結晶は磁気構造が左巻きであることを明らかにした。

広島大学・木村らは、キラル磁性体 **Cr_{1/3}NbS₂** についてスピン角度分解光電子分光を行い、ブリルアンゾーンの K 点付近にカイラル対称性に起因する特異なスピン偏極の振る舞いと、光電子の円二色性を観測した。

広島大学・鈴木らは、ドイツ国立ドレスデン強磁場研究所において、強相関プラセオジム

化合物のパルス磁場中超音波実験を行い、約 47 テスラの超強磁場中での相転移の存在を指摘した。(*6) .

東京大学・有馬らは、グリーンニードルと呼ばれるキラルなマンガクロム有機錯体の R 体を対象として、強磁場下における磁気キラル光学効果の測定を行い、現在、結果の検討を進めている。

分子科学研究所・岡本らは局所的な光学活性を検出するための近接場 CD イメージング装置の開発と感度向上の試みを継続的に行い、金属ナノ構造の強い局所的な光学活性を生じる構造モチーフについての知見を得た。またグラスゴー大の Kadodwala グループとの共同研究において、キラル及びアキラルな周期構造を持つ金属ナノ構造体を用いて、巨大キラル超分子（ウィルス）の光学活性検出が可能であることを示した。また、分子科学研究所・岡本らは Francesco Papoff・University of Strathclyde とともに、金属ナノ構造のプラズモンモード・ダイナミクス解析について国際共同研究を進めた。

理論

放送大学・岸根らは 2015 年 10 月に開催したキックオフミーティングがきっかけとなり、グラスゴー大学側とキラルフォトンクス分野での研究連携を進めることになった。これに先立ち、ウラル連邦大学の Alexander Ovchinnikov、広島大学博士研究員の Igor Proskurin が中心となり、物質中の電気・磁気自由度のキラリティと光のキラリティを結びつける物理量（Lipkin's Zilch と呼ばれる）をマックスウェル方程式の対称性から系統的に導き出すことに成功した。これは本事業推進へ向けての当初予想をうわまわる成果である。

東京大学・加藤らは CrNb₃S₆ を念頭に置き一軸性キラル磁性体の有限温度の熱力学的性質（磁化曲線、比熱、相図、相転移の次数）を局在スピン模型に基づき数値計算により明らかにした。らせん軸に直交する層内の Cr 間の強い交換相互作用は古典モンテカルロ法で取り扱い、層間の交換相互作用とジャロシンスキー相互作用を平均場近似で取り入れることで、転移温度、臨界磁場、磁化曲線について定量性の高い結果を得た。

*1 Li Li, Sadafumi Nishihara, Katsuya Inoue, Mohamedally Kurmoo et al., *Inorganic Chemistry*, in press. (トップ論文、雑誌カバーに選出された)

*2 Li Li, Sadafumi Nishihara, Katsuya Inoue, Mohamedally Kurmoo, *Inorganic Chemistry*, 55, 300-306 (2016) DOI:10.1021/acs.inorgchem.5b02399

*3 Y. Togawa, S. McVitie, D. McGrouther, R. L. Stamps, Y. Kousaka, J. Akimitsu, S. Nishihara, K. Inoue, I. G. Bostrem, Vl. E. Sinitsyn, A. S. Ovchinnikov, J. Kishine et al., *Physical Review B*, 92, 220412(R) (2015), Editors' suggestion.

*4 K. Tsuruta, M. Mito, Y. Kousaka, J. Akimitsu, J. Kishine, Y. Togawa, H. Ohsumi, and K. Inoue, *Journal of the Physical Society of Japan*, 85, 013707 (2016) DOI:10.7566/JPSJ.85.013707

*5 Daichi Yoshizawa, Jun-ichiro Kishine, Yusuke Kousaka, Yoshihiko Togawa, Masaki Mito, Jun Akimitsu, Katsuya Inoue, and Masayuki Hagiwara, "Magnetic resonance in the chiral helimagnet CrNb₃S₆", *Physics Procedia* 75, 926-931 (2015)

DOI:10.1016/j.phpro.2015.12.127

*6 Exotic Ground State and Elastic Softening under Pulsed Magnetic Fields in PrTr₂Zn₂₀ (Tr = Rh, Ir), I. Ishii, H. Goto, S. Kamikawa, S. Yasin, S. Zherlitsyn, J. Wosnitza, T. Onimaru, K. T. Matsumoto, T. Takabatake, and T. Suzuki, J. Phys. Soc. Jpn. 85 (2016) 043601(4)

6-3 若手研究者育成

3) 国内外問わずに活躍する若手研究者を育成し、将来に渡る国際ネットワーク形成の基盤を与える。

キラル物性奨励賞

若手研究者（ポスドク、博士課程在籍者）をエンカレッジするために、キラル物性奨励賞を創設し、1年間の成果をもとに、有識者審査委員（広島大学インキュベーション研究拠点「キラル物性研究拠点」の評価委員）が選考し、年1名に与えた。なお副賞は在外共同研究旅費70万円以内の旅費、滞在費の支援とした（他経費から支出）。H27年度は1名。

若手の会等の支援

他大学、外国・国内他機関に在籍する若手研究者大学院在籍学生が、お互いに連携を深め、共同研究の促進のために定期的に行い、自立を促すとともに、研究のエンカレッジを行った。（H27年度は若手の会＝2回、キラル哲学会＝2回を開催。詳細は<http://home.hiroshima-u.ac.jp/kotai/KibanS/t005/t005/meeting.html#related>参照。）

若手研究者交流実績

ロシア側拠点機関のウラル連邦大学より、Igor Proskurin氏を広島大学研究員（ポスドク）として、H27年4月より雇用し、本事業メンバーである放送大学岸根研究室において物性理論研究を行った。（Core-to-Core以外の経費で支出）

英国側拠点機関のグラスゴー大学より、H27年9月に学位取得したFrancisco Goncalves氏を広島大学研究員（ポスドク）として、H27年4月より雇用し、本事業メンバーである大阪府立大学戸川研究室において磁気共鳴研究のための装置作製を行った。（Core-to-Core以外の経費で支出）

大学院生の長期滞在型共同研究を以下のように行った。

日本側→グラスゴー大学（延べ5名）

日本側→ネール研究所（日本側協力機関）1名

6-4 その他（社会貢献や独自の目的等）

HPによる研究成果、活動内容の発信を日本語、英語ともに積極的に行った。

英語によるHPでの発信、および国際会議の開催等で、当初の共同研究以外の機関、グループから共同研究の申し出が相次ぎ、活動実績、本事業への貢献の将来性を勘案してグループメンバーに追加した。（フランス・リヨン大学&ネール研究所、ドイツ・IFW、カナダ・ダルハウス大学、スペイン・ザラゴザ大学、ロシア・ピーターズバーグ核物理研究所等）

6-5 今後の課題・問題点

本研究会では、国内外を問わず、メンバーの研究推進意識が高く、多くのブレインストーミング、トピカルミーティング、若手の会等の要望が強い。したがってH27年度は予定以上のイベントを行った。使用した経費は、本事業の予算では足りないため、半分以上は個人持ちの研究費等を利用した。これらの状況から本事業の研究会等の旅費は、日当は原則なし、宿泊費、交通費等は実費で支出している。

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 4本
- (2) 平成27年度の国際会議における発表 55件
うち、相手国参加研究者との共同発表 1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 53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27年度	研究終了年度	平成31年度
研究課題名	(和文) ローレンツ透過型電子顕微鏡法を用いたキラル物性(磁性)のナノスケール電磁場解析				
	(英文) Nanoscale analysis of electromagnetic fields in chiral physical (magnetic) phenomena using Lorentz transmission electron microscopy				
日本側代表者 氏名・所属・職	(和文) 戸川欣彦・大阪府立大学・准教授				
	(英文) Yoshihiko Togawa, Osaka Prefecture University, Associate Professor				
相手国側代表者 氏名・所属・職	(英文) Robert Stamps, University of Glasgow, Professor Nikolai Baranov, Ural Federal University, Professor				
参加者数	日本側参加者数			18名	
	(英国)側参加者数			6名	
	(ロシア)側参加者数			5名	

<p>27年度の研究交流活動</p>	<p>最先端のローレンツ透過型電子顕微鏡法を用いて、高空間分解能・高時間分解能でのキラルな電磁場分布の解析を行う。27年度は、特に、キラルな結晶構造を持つ磁性体に現れるキラル磁気構造のナノスケールでの磁気構造解析を進め、キラル磁気構造が有する位相コヒーレンスを評価し、次年度以降に計画するキラル磁性が示す特異物性の発現機構解明をすすめた。研究交流は大阪府立大学の戸川とグラスゴー大学の Stamps が中心となり、実験と理論の両面から日・英・露間で進めた。日本側から英国グラスゴー大学に5名（井上9日、岸根6日、十河71日、フランチェスコ108日、戸川52日）、英国側から延べ6名、ロシア側から延べ5名の相互訪問・滞在を進めた。</p> <p>日本側メンバーの戸川は学術振興会の頭脳循環プロジェクトにてグラスゴー大学に約7か月滞在し、効率的・効果的に研究を指揮した。3ヶ月に1回のペースでこの研究課題のブレインストーミングを開催し、議論を深めた。</p>
<p>27年度の研究交流活動から得られた成果</p>	<p>単軸性無機キラル磁性体である CrNb₃S₆ 単結晶を 10 μm 程度に微細化し、離散的磁気抵抗を観測することに成功した。また、同程度のサイズの試料において、透過型電子顕微鏡 (TEM) を用いてソリトン密度が離散的に変化する様子を直接観察することに成功した。これらの量子化現象はキラル磁気秩序が有する位相コヒーレンスに由来するものであり、数十マイクロオーダーの巨視的スケールに渡ってその量子性が顕在化することを世界で初めて実証した。なお、本論文には日・露・英の各拠点メンバーが参加している (R-4 との共同研究)。応用的には、多値動作センサや多値動作メモリーの実証実験に相当する。本論文発表に関して、文部科学省・記者会見室において記者会見を行った。この研究成果に関する記事は、日刊工業新聞、中国新聞、科学新聞、日本経済新聞に掲載されたほか、日経プレスリリース (release.nikkei.co.jp/) 等 12 の国内ニュースサイト、14 の海外ニュースサイトに掲載された (2016年3月8日調べ)。</p>

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
研究課題名	(和文) キラルプラズモニクスの新展開：計測法と解析				
	(英文) Development of Chiral Plasmonics: Novel Methods of Measurements and Analysis				
日本側代表者 氏名・所属・職	(和文) 岡本裕巳・分子科学研究所・教授				
	(英文) Hiromi OKAMOTO, Institute for Molecular Science, Professor				
相手国側代表者 氏名・所属・職	(英文) Malcolm KADODWALA, University of Glasgow, Reader				
	Alexander S. Ovchinnikov, Ural Federal University, Associate Professor,				
参加者数	日本側参加者数	20名			
	(英国) 側参加者数	7名			
	(ロシア) 側参加者数	2名			
27年度の研究交流活動	<p>27年度は、金属ナノ構造に誘起されるキラルなプラズモンの空間構造の近接場光学イメージングとその解析、キラルなプラズモンの光学特性を用いたキラル分子の高感度検出、磁場とキラルなプラズモンの光学特性の関係に関する議論、等を主な研究内容として、分子研の岡本とグラスゴー大のKadodwalaが中心となり研究交流を進めた。</p> <p>日本側から延べ2名のグラスゴー訪問（内1名はグラスゴーにおける合同セミナーの際に実施）、英国側から延べ2名の分子研訪問・滞在を実施した。前年度に分子研に属する大学院生がグラスゴー大に3ヶ月滞在して得た実験結果を取り纏め、さらに必要となった実験を当該学生が再度グラスゴー大に2週間滞在して行った。またグラスゴー大の学生が分子研に2回、延べ3ヶ月滞在して近接場光学イメージングの実験研究・解析を行うとともに、その結果と将来展望に関して議論した。なお、この課題では、現在ロシア側との具体的な共同研究は行っていないが、この機会に共同研究を模索し、共同研究の議論が開始された。</p> <p>不定期にこの研究課題に関するメールまたはSkypeでのブレインストーミングを開催し（メールは常時、Skypeは3回程度）、議論を深めた。</p>				
27年度の研究交流活動から得られた成果	<p>分子科学研究所・岡本らは局所的な光学活性を検出するための近接場CDイメージング装置の開発と感度向上の試みを継続的に行い、金属ナノ構造の強い局所的な光学活性を生じる構造モチーフについての知見を得た。またグラスゴー大のKadodwalaグループとの共同研究において、キラル及びアキラルな周期構造を持つ金属ナノ構造体を用いて、巨大キラル超分子（ウイルス）の光学活性検出が可能であることを示した。</p> <p>またキラル磁性体の巨視的スピン位相オーダーおよび非線形位相状態であるキラルスピンスリトン格子とキラルプラズモニクスの相互作用および新機能発見に向けて、27年度は、キラル結晶である水晶単結晶表面に二次元キラル形状の貴金属ナノサイズ片を作成し、キラルプラズモンの生成実験を行った。結果は現在解析中である。</p>				

整理番号	R-3	研究開始年度	平成27年度	研究終了年度	平成31年度
研究課題名	(和文) キラル物性およびキラル渦ビームのスピン트로ニクスおよびメタマテリアルへの展開、および、電子ホログラフィーへの応用				
	(英文) Application of chiral physical phenomena and chiral vortex beam into spintronics, metamaterials, and electron holography				
日本側代表者 氏名・所属・職	(和文) 戸川欣彦・大阪府立大学・准教授				
	(英文) Yoshihiko Togawa, Osaka Prefecture University, Associate Professor				
相手国側代表者 氏名・所属・職	(英文) Donald MacLaren, University of Glasgow, Lecturer				
	Robert Lon Stamps, Glasgow University, Professor Alexander S. Ovchinnikov, Ural Federal University, Associate Professor,				
参加者数	日本側参加者数	20名			
	(英国) 側参加者数	10名			
	(ロシア) 側参加者数	2名			
27年度の研究交流活動	<p>英国・グラスゴー大学は軌道角運動量を有する光ビーム研究のメッカであり、長年、同研究分野を牽引してきた。本研究交流活動により、渦ビームが有する軌道角運動量とキラル物性の相互作用に焦点をあてた研究領域を開拓 (R-4 との共同研究) するとともに、キラリティ検出の新たな計測技術を開発を目指した。</p> <p>研究交流は大阪府立大学の戸川とグラスゴー大学の Donald が中心となり、実験と理論 (R-4 との共同研究) の両面から英国・日本・ロシア間で進めた。</p> <p>27年度は、光渦や電子渦とキラル物質の相互作用について議論を行い、渦ビームを用いたキラル物性の制御・操作方法を探った。また、キラルな電磁分布を示す、例えば、キラル金属磁性体などのスピン트로ニクスデバイスやメタマテリアスのデバイス化への道筋を議論した (R-4 との共同研究)。</p> <p>東京大学理学系研究科博士課程2年の正木祐輔氏は、約半年間グラスゴー大学 Stamps 教授のグループに滞在した際、Frank-Arnold 教授と電子渦について議論を行い、境界条件のある場合の電子渦の伝搬について共同研究を始めようとしている。(R-4 との共同研究)</p>				
27年度の研究交流活動から得られた成果	<p>渦ビームとキラル物性の相互作用に関する議論をグラスゴーでの Kick-Off ミーティング、国際会議 ChiMag2016 で行い、非常に重要な研究になることが判明した。渦ビームは角運動量を持つ光であり、キラル磁性体におけるヘリカル磁気構造及び非線形のキラルスピソリトン格子状態は、スピンが角運動量に対して敏感であること、および渦ビームは比較的簡単に発生させることができるうえ、ハンドリングも思ったより簡単であるために、キラル磁性体におけるスピンの渦ビームからの角運動量転送実験を進めることにした。角運動量転送は、まだ達成されたことがないばかりか、光発電等に利用でき、応用の可能性が高いことが分かった。今後 (H28年度計画)、まず物性理論から、詳細について検討を行うこととした。(R-4 との共同研究)</p>				

整理番号	R-4	研究開始年度	平成27年度	研究終了年度	平成31年度
研究課題名	<p>(和文) キラル磁性体の構造とダイナミクスの理論的研究</p> <p>(英文) Theoretical studies on structure and dynamics of chiral helimagnet</p>				
日本側代表者 氏名・所属・職	<p>(和文) 岸根順一郎・放送大学・教授</p> <p>(英文) Jun-ichiro Kishine・The Open University of Japan, Professor</p>				
相手国側代表者 氏名・所属・職	<p>(英文) Alexander S. Ovchinnikov, Ural Federal University, Associate Professor,</p> <p>Robert Lon Stamps, Glasgow University, Professor</p>				
参加者数	日本側参加者数	30名			
	(ロシア) 側参加者数	7名			
	(英国) 側参加者数	7名			
27年度の研究交流活動	<p>5月末にロシアで開催される国際会議(DMI2015)に組織委員として出席し、ロシア側参加者と研究討論を行った。また、岸根は8月末に2週間程度ウラル連邦大学に滞在して、Ovchinnikov 准教授と共同研究を進めた。</p> <p>さらに岸根は9月に1週間程度グラスゴー大学に滞在し、今後の理論研究の方針について Stamps 教授と討論を行った。2ヶ月に1回のペースでこの研究課題のブレインストーミングを開催し、議論を深めた。東京大学理学系研究科博士課程2年の正木祐輔氏は、約半年間グラスゴー大学 Stamps 教授のグループに滞在し、キラル磁性体における非相反マグノンをスペクトル関数(動的構造因子)に着目し、クロスチェックとして解析的及び数値的に調べ、非相反性の磁場依存性を明らかにした。また二層系スキルミオンの交流外場などの下での動力学を数値的に解き、その共鳴現象を調べた。それらの成果は正木氏によって国際会議 kick-off meeting(グラスゴー、2015年)と chimag2016(広島、2016年)、日本物理学会(仙台、2016年)で発表された。正木氏はそれに加えて Frank-Arnold 教授と電子渦について議論を行い、境界条件のある場合の電子渦の伝搬について共同研究を始めようとしている。</p> <p>東京大学総合文化研究科博士課程1年の篠寄美沙子氏は約3か月間、グラスゴー大学 Stamps 教授のグループで、らせん軸に垂直に磁場をかけた場合のキラル磁性体におけるマグノンの数値的研究を行った。</p>				
27年度の研究交流活動から得られた成果	<p>放送大学・岸根らは2015年10月に開催したキックオフミーティングがきっかけとなり、グラスゴー大学側とキラルフォトンクス分野での研究連携を進めることになった。これに先立ち、ウラル連邦大学の Alexander Ovchinnikov、広島大学博士研究員の Igor Proskurin が中心となり、物質中の電気・磁気自由度のキラリティと光のキラリティを結びつける物理量(Lipkin's Zilch と呼ばれる)をマックスウェル方程式の対称性から系統的に導き出すことに成功した。これは本事業推進へ向けての当初予想をうわまわる成果である。</p>				

	<p>東京大学・加藤らは CrNb_3S_6 を念頭に置き一軸性キラル磁性体の有限温度の熱力学的性質（磁化曲線、比熱、相図、相転移の次数）を局在スピン模型に基づき数値計算により明らかにした。らせん軸に直交する層内の Cr 間の強い交換相互作用は古典モンテカルロ法で取り扱い、層間の交換相互作用とジャロシンスキー相互作用を平均場近似で取り入れることで、転移温度、臨界磁場、磁化曲線について定量性の高い結果を得た。</p>
--	--

整理番号	R-5	研究開始年度	平成27年度	研究終了年度	平成31年度
研究課題名	(和文) キラル結晶の設計指針と結晶成長				
	(英文) Chiral Crystal design and growth.				
日本側代表者 氏名・所属・職	(和文) 井上克也・広島大学・キラル物性研究拠点・教授				
	(英文) Katsuya INOUE・Center for Chiral Science, Hiroshima University, Professor				
相手国側代表者 氏名・所属・職	(英文) Nikolai BARANOV, Ural Federal University, Professor				
参加者数	日本側参加者数	44名			
	(ロシア) 側参加者数	3名			
	(英国) 側参加者数	2名			
27度の研究交流活動	<p>5月末にロシアで開催される国際会議 (DMI2015) に組織委員として出席し、ロシア側参加者と研究討論を行った。また、DMI2015 後に1週間程度、フランスリオン第一大学に滞在して、日本側協力研究メンバーと共同研究を進めた。2ヶ月に1回のペースでこの研究課題のブレインストーミングを開催し、議論を深めた。</p> <p>キラルのシングルドメイン単結晶育成には、きわめて精密な結晶成長が必要である。最高水準の結晶成長である光学用結晶育成の第一人者であるフランスネール研究所の Isabelle および錯体合成のリヨン第一大学 Dominique Leneau 教授を日本側研究分担者に加えた。</p> <p>広島大学・宮本幸乃 (M1) が日本側協力機関のフランス・グルノーブル・ネール研究所に約2か月間滞在し、キラル無機磁性体の結晶育成について、水溶液成長法およびフラックス結晶成長法を用いたそれぞれ CsCuCl_3 および LiFe_5O_8 の結晶育成を行った。</p>				

27年度の研 究交流活動から得 られた成果	<p>広島大学、井上・秋光・高阪らは新しく3種類の分子系キラル磁性体の合成に成功した。またCsCuCl₃の1cmサイズのエナンチオ純度100% (100% e. e.) の単結晶作製に成功した。VNB3S6の単結晶作製の検討をすすめている。また材料創成のうち結晶育成技術をより強化するため、世界的な高品質結晶の作製チームである、フランス・グルノーブル・ネール研究所のIsabella Luneau単結晶育成チームは水溶液からの単結晶育成とフラックス法を用いた単結晶育成をの検討を進め、CsCuCl₃についてはe. e. 100%の光学的無欠陥の大型単結晶(～2cm)の育成に成功した。この単結晶は現在、本事業日本側メンバーによって物性測定(R-6)が開始されている。</p> <p>名古屋工業大学、大原らはf電子系金属キラル磁性体RNi₃M₉(R=希土類元素M=Al, Ga)の合成に、一連の希土類元素について、成功した。また、その参照物質として、構造が類似したアキラル物質R₂Ni₆M₁₅の合成も行った。これにより希土類元素の違いによるキラル磁性の変化、さらには、元素置換効果などの測定が可能となった。現在、本事業日本側メンバーによって物性測定(R-6)が開始されている。</p>
-----------------------------	--

整理番号	R-6	研究開始年度	平成27年度	研究終了年度	平成31年度
研究課題名	(和文) キラル磁性体の物性測定				
	(英文) Physical properties of Chiral Magnets				
日本側代表者 氏名・所属・職	(和文) 鳥養映子・山梨大学・教授				
	(英文) Eiko Torikai, University of Yamanashi, Professor				
相手国側代表者 氏名・所属・職	(英文) Nikolai BARANOV, Ural Federal University, Professor, Robert Lon Stamps, University of Glasgow, Professor				
参加者数	日本側参加者数	94名			
	(ロシア)側参加者数	5名			
	(イギリス)側参加者数	14名			
27度の研究交 流活動	<p>中性子、ミュオン、強磁場(パルス55T, 定常14T)下のESR・磁気・トルク・磁歪・電気分極等の測定、超音波、STM等の物性測定を、日本国内及び海外の先端実験施設において実施した。高阪ら2名は、5月にロシアで開催される国際会議(DMI2015)に組織委員として出席し、ロシア側参加者と研究討論を行うとともに、スペインで開催される国際会議(ICM2015, ECNS2015)に参加し、研究交流ネットワークを強化した。美藤は、9月にスペインで開催される国際会議(ECNS2015, ECMM2015)及び、グラスゴーで開催されるキックオフミーティングに参加し、英国のミュオン・強磁場グループと分子系キラル結晶における非線形物理応答に関する研究をすすめた。同キックオフミーティングには、鳥養他3名も参加して、共同研究の進め方のロードマップ、新しい共同研究の探索、将来計画等の確認を行った。</p> <p>大石ら3名は、9月及び11月に各1週間スイスPSI研究所ミュオン実験施設を訪問してμSR実験を行った。鳥養ら3名は6月に英国RAL研究所ミュオン施設においてらせん構造を持つ生体物質のミュオン実験を行い、らせん構造とミュオンのヘリシティの相互作用についての研究を行</p>				

	<p>うとともに、最先端ミュオン実験施設 J-PARC/MLF において超低速ミュオン顕微鏡による実験研究の準備を進めた。</p> <p>高阪は、7月～8月に1か月間スペイン Zaragoza 大学に滞在し、実験結果の解析と議論を深めた。</p> <p>3ヶ月に1回のペースで、ロシア、イギリスの研究者らとのブレインストーミングを開催し、これらの物性測定の詳細と結果についての議論を深めるとともに、日本国内 (J-PARC) 及び世界の中性子及びミュオン実験施設における 2017 年度後期及び 2018 年度前期の研究課題提案を行った。</p>
<p>27年度の研究 交流活動から得 られた成果</p>	<p>九州工大・美藤らは CrNb₃S₆ 単結晶において精密磁気測定を行い、離散的磁化ステップを観測することに成功した。数百 μm 程度の単結晶であり、離散化現象がより巨視的スケールに渡って現れることを示唆している。また、9月にスペインで開催された国際会議 (ECMM2015) 及び2月開催の国内開催の国際シンポジウムに参加し、英国の中性子グループやロシアの理論グループ (R-4 との共同研究) とキラル磁性体における非線形物理応答に関する研究をすすめた。</p> <p>大阪大学・萩原らは CrNb₃S₆ の単結晶での電子スピン共鳴 (ESR) 測定を行い、c 軸方向で ESR シグナルを観測し、得られた共鳴モードを岸根らが求めた共鳴モードの理論式で解析し (R-4 との共同研究)、この化合物の交換相互作用、ジャロシンスキー・守谷相互作用、及び異方性の大きさを求めることに成功した。(R-5 との共同研究)</p> <p>広島大学高阪、cross 東海、大石は、スイス PSI 研究所ミュオン施設及びドイツ FRM-II 中性子施設において、カイラルらせん磁性体 CsCuCl₃ の結晶構造と磁気構造のカイラリティ結合を検証するため、同一単結晶を用いて、ミュオン実験及び偏極中性子回折実験を行い、右手系結晶は磁気構造も右巻き、左手系結晶は磁気構造が左巻きであることを明らかにした。</p> <p>広島大学・木村らは、キラル磁性体 Cr_{1/3}NbS₂ についてスピン角度分解光電子分光を行い、ブリルアンゾーンの K 点付近にカイラル対称性に起因する特異なスピン偏極の振る舞いと、光電子の円二色性を観測した。</p> <p>広島大学・鈴木らは、ドイツ国立ドレスデン強磁場研究所において、強相関プラセオジム化合物のパルス磁場中超音波実験を行い、約 47 テスラの超強磁場中での相転移の存在を指摘した。</p> <p>東京大学・有馬らは、グリーンニードルと呼ばれるキラルなマンガノクロム有機錯体の R 体を対象として、強磁場下における磁気キラル光学効果の測定を行い、現在、結果の検討を進めている。</p> <p>名古屋工業大学・大原、広島大学・高阪、cross 東海・大石らは、日本の J-PARC・MLF 中性子施設において、f 電子系金属キラル磁性体 YbNi₃Al₉ およびその Cu 置換試料のらせん磁気構造の周期を決定するとともに、偏極中性子を用いて、YbNi₃Al₉ がキラルらせん磁性体であることを確認した。同時に広島大学・松村らは磁場中共鳴 X 線回折により YbNi₃Al₉ およびその Cu 置換試料のらせん磁気構造を決定した。特に、Cu 置換試料において 2 倍高調波の存在を確認している。また、広島大学・石井、鈴木らによって超音波測定が進められている。</p>

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「スピンキラリティを軸にした先端材料コンソーシアム キックオフミーティング」 (英文) JSPS Core-to-Core Program “A Consortium to Exploit Spin Chirality in Advanced Materials kick-off meeting“
開催期間	平成 27 年 10 月 11 日 ～ 平成 27 年 10 月 13 日 (3 日間)
開催地 (国名、都市名、会場名)	(和文) 英国・グラスゴー・グラスゴー大学 (英文) The University of Glasgow’s School of Physics and Astronomy, Glasgow, UK
日本側開催責任者 氏名・所属・職	(和文) 井上克也・広島大学キラル物性研究拠点・教授 (英文) Center for Chiral Science Hiroshima University, Project Leader, Katsuya INOUE
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) Professor Bob Stamps of the University of Glasgow’s School of Physics and Astronomy

参加者数

派遣先 派遣	セミナー開催国 (UK)	
日本 〈人／人日〉	A.	13/ 91
	B.	0
Russia 〈人／人日〉	A.	2/ 10
	B.	0
英 〈人／人日〉	A.	29/ 87
	B.	0
合計 〈人／人日〉	A.	44/ 188
	B.	0

- 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>本プロジェクトを始めるにあたり、共同研究の進め方のロードマップ、新しい共同研究の探索、将来計画等の確認を行う。メンバー同士の理解促進、親睦を進め、効率的な共同研究スタイルの確立を目的とする。</p>	
セミナーの成果	<p>共同研究が期待される分野の成果発表と重要な最近の進展状況紹介を集中的に行い、十分な議論時間を取り、ブレインストーミング方式を進めた。それにより効率的、効果的な共同研究がスタートを目指した。重要な研究方針のメンバー同士共有ができたうえ、相互理解が深まった。新しい共同研究および将来計画の共有が効率的に進んだ。</p>	
セミナーの運営組織	<p>国際会議の組織委員会メンバーは、本プロジェクト代表者および英国、ロシア側拠点リーダーを含む、プロジェクトメンバーにより構成した。</p> <p>研究会の運営費は、英国側マッチングファンドから支出した。日本側メンバーの旅費は本プロジェクトから支出した。</p>	
開催経費 分担内容	日本側	<p>内容 日本側メンバーの旅費 2,315,140 円 旅費・謝金等に係る消費税 176,203 円 合計 2,491,343 円</p>
	(英国) 側	<p>内容 会議費、英国側メンバーの旅費</p>
	(ロシア) 側	<p>内容 ロシア側メンバーの旅費</p>

整理番号	S-2
セミナー名	(和文) 分子研研究会 & 日本学術振興会研究拠点形成事業「スピ ンキラリティを軸にした先端材料コンソーシアム」2015年度第 2回トピカルミーティング『キラル磁性×光学物性研究会』 (英文) IMS and JSPS Core-to-Core Program Joint Seminar “Chiral Magnetism and Optical Properties“
開催期間	平成27年6月26日 ~ 平成27年6月28日 (3日間)
開催地(国名、都市名、 会場名)	(和文) 愛知県、岡崎市、岡崎コンファレンスセンター, 小会議室 (英文) Okazaki Conference Center, IMS, Okazaki, Japan
日本側開催責任者 氏名・所属・職	(和文) 井上克也・広島大学キラル物性研究拠点・拠点長 岡本 裕巳・大学共同利用機関法人自然科学研究機構 分子科学研 究所 光分子科学研究領域・教授 (英文) Center for Chiral Science Hiroshima University, Project Leader, Katsuya INOUE Institute for Molecular Science, Hiromi OKAMOTO, 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.	20/ 60
	B.	5
Russia 〈人/人日〉	A.	2/ 6
	B.	0
GBR 〈人/人日〉	A.	2/ 6
	B.	0
合計 〈人/人日〉	A.	24/ 72
	B.	5

- 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	本プロジェクトのテーマの一つであるキラルプラズモニクスおよびキラル結晶育成に関して、共同研究の進め方のロードマップ、新しい共同研究の探索、将来計画等の確認を行う。メンバー同士の理解促進、親睦を進め、効率的な共同研究スタイルの確立を目的とする。	
セミナーの成果	従来、磁性の研究者とプラズモニクスの研究者の間の接点は少なく、共同研究を行うのに際して両者のポテンシャル、興味を中心、両者の関係性等を深く議論する機会を持つことが困難であったが、今回のセミナーを通じて、キラル磁性構造とキラルプラズモニクスの関係を深く議論することができ、両分野に属するメンバー同士の相互理解が深まった。これにより新しい共同研究および将来計画の共有が進み、効率的、効果的な共同研究がスタートできる状況を作り出すことができた。実際に、この研究会を契機として、キラルスピソリトン格子とキラルプラズモニクスの相互作用および新機能発見に向けた共同研究を立ち上げた。また本プロジェクトメンバー以外の参加者も得て、より広範な周辺領域に波及する可能性を検討することが可能となった。	
セミナーの運営組織	本研究プロジェクトの主要メンバーが共同で運営した。本研究会は分子研研究会と本プロジェクトの共同開催である。会場費等の会議費は分子研研究会から支出した。本プロジェクト参加メンバー以外の参加者の旅費、滞在費も分子研研究会から支出し、プロジェクト参加メンバーの旅費、滞在費は本プロジェクトから支出した。	
開催経費 分担内容	日本側	内容 日本側メンバーの旅費(Core約50%(260,360円)、分子研研究会約50%) 旅費・謝金等に係る消費税 0円
	(英国)側	内容 英国側メンバーの旅費
	(ロシア)側	内容 ロシア側メンバーの旅費(日本での滞在費除く)

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「ジャロシンスキー守谷相互作用コンファレンス」
	(英文) JSPS Core-to-Core Program “DMI conference “
開催期間	平成 27 年 5 月 26 日 ~ 平成 27 年 5 月 30 日 (5 日間)
開催地 (国名、都市名、会場名)	(和文) ロシア、プスコフ
	(英文) Russia, Pskov, the administrative center of Pskov Oblast,
日本側開催責任者 氏名・所属・職	(和文) 井上克也・広島大学キラル物性研究拠点・拠点長
	(英文) Center for Chiral Science Hiroshima University, Project Leader, Katsuya INOUE
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) Ural Federal University, Russia, Professor, Alexander Ovchinnikov and Petersburg Nuclear Physics Institute, Gatchina, Russia, Professor, Sergey Grigoriev

参加者数

日本 〈人／人日〉	A.	12/ 96
	B.	2
Russia 〈人／人日〉	A.	10/ 50
	B.	40
ドイツ 〈人／人日〉	A.	0/ 0
	B.	5
合計 〈人／人日〉	A.	22/ 146
	B.	47

- 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>キラル磁性体特有の磁気相互作用である、ジャロシンスキー守谷 (DM) 相互作用に焦点を当て、DM 相互作用がもたらす磁気構造およびその磁気構造のテクスチャ、物性、デバイス化に関して、最新のデータを元に深く掘り下げ、議論することを目的としている。</p> <p>なお、セミナー開催にあたっては、本プロジェクトメンバー全員が参加している JSPS 日露二国間共同研究事業「カイラリティと磁性：物質創製から新機能実現まで」、提案代表者＝放送大学、岸根順一郎教授（本プロジェクトメンバー）、ロシア側代表者＝ウラル連邦大学、アレキサンダーオブチニコフ教授（本プロジェクトロシア側リーダー）と本事業の共同開催とする。</p> <p>http://oiks.pnpi.spb.ru/events/dmi-2015/about</p>		
<p>セミナーの成果</p>	<p>本プロジェクトは、キラル磁性体におけるスピン位相マクロスケールオーダーと他の電磁気学的位相オーダーの絡み合い、制御を目的として、それらに関する世界トップレベルの拠点が緊密に共同研究することを目的とした。この研究プロジェクトにおいては、キラル磁性体のスピン位相オーダーとその原因の DM 相互作用の特徴を見極めることが土台となっている。この研究の土台部分に関する研究発表討論が効率的に議論され共有された。</p>		
<p>セミナーの運営組織</p>	<p>国際会議の組織委員会メンバーは、本プロジェクト代表者およびロシア側拠点リーダーを含む、プロジェクトメンバーの多くが含まれている。</p> <p>研究会の運営費は、このプロジェクトメンバー全員が参加している JSPS 日露二国間共同研究事業「カイラリティと磁性：物質創製から新機能実現まで」、提案代表者＝放送大学、岸根順一郎教授（本プロジェクトメンバー）、ロシア側代表者＝ウラル連邦大学、アレキサンダーオブチニコフ教授（本プロジェクトロシア側リーダー）のロシア側予算から支出している。メンバーの渡航旅費には上記二国間共同研究事業および本プロジェクトから支出した。</p>		
<p>開催経費 分担内容</p>	<p>日本側</p>	<p>内容 日本側メンバーの旅費</p>	<p>1,327,594 円</p>
		<p>旅費・謝金等に係る消費税</p>	<p>88,909 円</p>
		<p>合計</p>	<p>1,416,503 円</p>
	<p>(ロシア) 側</p>	<p>内容 ロシア側メンバーの旅費 日本側メンバーのロシア滞在費</p>	
	<p>() 側</p>	<p>内容</p>	

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「スピン位相オーダーに関するトピカルミーティング」ChiMag2016 (英文) JSPS Core-to-Core Program “Topical Meeting for Chiral Spin Phase order in chiral magnets“
開催期間	平成28年2月20日 ~ 平成28年2月22日 (3日間)
開催地(国名、都市名、会場名)	(和文) 日本、広島、オリエンタルホテル (英文) Japan, Hiroshima
日本側開催責任者 氏名・所属・職	(和文) 井上克也・広島大学キラル物性研究拠点・教授 (英文) Center for Chiral Science Hiroshima University, Project Leader, Katsuya INOUE
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

日本 〈人／人日〉	A.	46/ 150
	B.	0
Russia 〈人／人日〉	A.	6/ 30
	B.	0
英国 〈人／人日〉	A.	5/ 25
	B.	1
合計 〈人／人日〉	A.	57/ 205
	B.	1

- 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	2015年度前半に得られた、マクロスケールスピン位相オーダー、ナノサイズサンプルの様々な特殊物性、新物性、スピントロニクス、キラルプラズモン等に関する新しいデータについての議論を行うと共に、これから行うべき研究の方向性を策定する。		
セミナーの成果	本プロジェクトは、キラル磁性体におけるスピン位相マクロスケールオーダーと他の電磁気学的位相オーダーの絡み合い、制御を目的として、それらに関する世界トップレベルの拠点が緊密に共同研究することを目的としている。この国際会議では、先にロシアで行われた DMI 会議の姉妹会議として開催され、DMI 会議が、最新の関係する成果を数多く紹介する国際会議であるのに対し、こちらの ChiMag 国際会議シリーズでは、重要なトピックスに要点を絞り、より長い議論時間を使って深く掘り下げることを目的とした。その結果、研究の論点が整理され、本国際会議で招待講演者として呼んだ第一線のメンバー以外の研究者のほとんどが、本研究拠点のメンバーとなった。本国際会議をきっかけとして現在、多くの共同研究がスタートしている。		
セミナーの運営組織	本研究プロジェクトの主要メンバーである、日本側、英国側、ロシア側リーダーおよび、数名の担当で運営した。本研究会は本プロジェクト主催の研究会とした。会場費、旅費、滞在費等は本プロジェクトから支出した。		
開催経費 分担内容	日本側	内容	
		日本側メンバーの旅費、会議費	533,649 円
		旅費・謝金等に係る消費税	16,064 円
		合計	549,713 円
	(ロシア) 側	内容	
		ロシア側メンバーの旅費 (日本滞在費除く)	
	(英国) 側	内容	
		英国側メンバーの旅費	

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
京都大学・ 名誉教授・小川侃	研究会 (日本・広島・ 広大ほか)	4/15-4/19	トピカルミーティング (広大イノベーションプラザ&蒲刈島) に参加し最新の研究成果やキラル哲学について議論した。
KEK・研究員・ 本田孝志	同上	4/16-4/19	同上

広島大学・教授・ 荻田典男	同上	4/17-4/19	同上
大阪大学・助教・ 赤木暢	同上	同上	同上
大阪大学・D2・ 吉澤大智	同上	同上	同上
東京大学・D1・ 篠寄美沙子	同上	同上	同上
九州工業大学・ 教授・美藤正樹	同上	同上	同上
九州工業大学・ D3・鶴田一樹	同上	同上	同上
広島大学・ 特任教授・秋光純	同上	同上	同上
Zaragoza 大学・教 授・Javier Campo	同上	同上	同上
放送大学・教授・ 岸根順一郎	同上	同上	同上
大阪府大・ 准教授・戸川欣彦	同上	同上	同上
大阪府立大学・ M1・十河忠幸	同上	同上	同上
大阪府立大学・ M1・米村潤一郎	同上	同上	同上
広島大学・教授・ 井上克也	同上	同上	同上
ULP・研究員・ Mohamedally Kurmo	同上	同上	同上
山梨大学・教授・ 堀裕和	同上	同上	同上
山梨大学・教授・ 鳥養映子	同上	同上	同上
東京大学・ 准教授・加藤雄介	同上	同上	同上
広島大学・教授・ 宇田川眞行	同上	同上	同上

広島大学・特任助教・高坂勇輔	同上	同上	同上
広島大学・准教授・西原禎文	同上	同上	同上
広島大学・研究員・Igor Proskurin	同上	同上	同上
東京大学・助教・松浦弘泰	同上	4/17-4/17	同上
広島大学・教授・鈴木孝至	同上	同上	同上
広島大学・D2・加藤智佐都	同上	4/17-4/18	同上
広島大学・D1・世良文香	同上	4/17-4/19	同上
広島大学・M2・小山珠美	同上	4/17-4/17	同上
広島大学・M1・宮本幸乃	同上	4/17-4/19	同上
広島大学・M1・中山祐輝	同上	4/17-4/18	同上
広島大学・M2・市橋克哉	同上	同上	同上
広島大学・M1・山口航洋	同上	同上	同上
広島大学・M1・宮本幸乃	シンポジウム(日本・東京・早稲田大)	5/11-5/13	モレキュラーキラリティシンポジウム 2015(早稲田大)に参加しキラル磁性について議論した。(無機キラル磁性体の合成に関する発表を行った。)
広島大学・M2・森田那月	同上	同上	同上 キラル磁性体の自然分晶に関する発表を行った。
広島大学・D1・世良文香	同上	同上	同上 分子性キラル磁性体の合成に関する発表を行った。
広島大学・教授・井上克也	同上	5/12-5/13	同上
放送大学・D1・高橋浩久	同上	同上	同上

広島大学・教授・井上克也	ブレインストーミング (日本・名古屋・名工大)	6/15-6/16	エネルギー準位交差についてのブレインストーミング(名工大)に参加しキラル液晶とキラル磁性体について議論した。
大阪府立大学・M1・米村潤一郎	同上	6/15-6/15	同上
大阪府立大学・M1・十河忠幸	同上	同上	同上
山梨大学・教授・鳥養映子	同上	同上	同上
広島大学・教授・宇田川眞行	同上	同上	同上
大阪大学・M2・上田大貴	同上	同上	同上
放送大学・D1・高橋浩久	同上	6/15-6/16	同上
広島大学・特任教授・秋光純	同上	同上	同上
東京大学・准教授・加藤雄介	同上	6/15-6/15	同上
広島大学・助教・獅子堂達也	同上	6/15-6/16	同上
広島大学・教授・荻田典男	同上	6/15-6/15	同上
放送大学・教授・岸根順一郎	同上	6/15-6/16	同上
名古屋大学・名誉教授・石橋義弘	同上	同上	エネルギー準位交差についてのブレインストーミング(名工大)で講演いただいた。
放送大学・D1・高橋浩久	研究会参加(日本・広島・広大)	7/21-7/23	CORE 若手の会 キラルミニ勉強会に参加しキラル磁性について議論を行った。
大阪府立大学・M1・米村潤一郎	同上	同上	同上
東京大学・M1・寒川崇生	同上	同上	同上
大阪大学・D2・奥谷顕	同上	同上	同上
大阪府立大学・M1・十河忠幸	同上	同上	同上

東京大学・M1・ 前島夏奈	同上	同上	同上
広島大学・研究員・ IgorProskurin	同上	同上	同上
東京大学・助教・松 浦弘泰	同上	7/22-7/23	同上
大阪大学・D2・ 吉澤大智	同上	7/21-7/23	同上
放送大学・D1・ 高橋浩久	研究会参加(日本・東 京理科大)	8/8-8/9	神楽坂凝縮系理論勉強会に参加しキラル磁性理 論について議論を行う。
広島大学・ 特任教授・秋光純	国際会議派遣 (スペイン・ザラゴザ・ ECNS2015)	8/30-9/4	ECNS2015 に参加し、研究者ネットワーク構築を図 った。
広島大学・助教・獅 子堂達也	国際会議派遣 (スペイン・サンセバス チャン・PSI-K2015)	9/5-9/12	PSI-K2015 にてキラル磁性体における第一原理計 算について成果発表を行った。
広島大学・研究員・ IgorProskurin	研究会参加(日本・ 呉・蒲刈島)	9/19-9/22	トピカルミーティング・第2回キラル哲学会に参加し た。
広島大学・教授・井 上克也	同上	同上	同上
広島大学・ 准教授・西原禎文	同上	同上	同上
広島大学・ 特任教授・秋光純	同上	同上	同上
放送大学・D1・ 高橋浩久	同上	9/19-9/20	同上
理化学研究所放射 光科学総合研究セ ンター・専任研究 員・田中良和	同上	9/19-9/22	同上
高エネルギー加速 器研究機構・研究 員・本田孝志	同上	同上	同上
大阪大学・D2・ 吉澤大智・	同上	同上	同上
広島大学・教授・荻 田典男	同上	9/19-9/22	同上

広島大学・教授・宇田川眞行	同上	9/19-9/21	同上
大阪大学・D2・奥谷顕	同上	9/20-9/22	同上
京都大学・名誉教授・小川侃	同上	9/21-9/22	同上
広島大学・招聘教授(ULP・研究員)・Mohamedally Kurmoo	同上	9/19-9/22	同上
東京大学・助教・松浦弘泰	研究会参加(日本・尾道・尾道ふれあいの里)	11/1-11/3	キラル若手の会の研究会を開催し、会議の設営・座長等を行った。
広島大学・ULP 招聘教授研究員・Mohameddaly Kurmoo	同上	同上	キラル物性若手研究会秋の学校に参加した。
東京大学・M1・寒川崇生	同上	同上	同上
放送大学・D1・高橋浩久	同上	同上	同上
広島大学・教授・井上克也	同上	同上	同上
広島大学・M2・小山珠美	同上	同上	同上
東京大学・M1・宮藤大輔	同上	同上	同上
東京大学・M1・徳宿邦夫	同上	同上	同上
東京大学・M2・澁谷 泰良	同上	同上	同上
東京大学・M2・中田百科	同上	同上	同上
九州工業大学・D3・鶴田一樹	同上	同上	同上
大阪府立大学・准教授・戸川欣彦	同上	同上	同上

名古屋工業大学・ M2・佐藤 嵩晃	同上	同上	同上
大阪府立大学・ M1・米村潤一朗	同上	同上	同上
放送大学・D1・ 高橋浩久	研究会参加(日本・東 京・東大物性研究所 本館 6 階大講義室)	11/16-18	物性研研究会「スピン系物理の深化と最前線」に 参加した。
広島大学・ 研究員・ Igor Proskurin	研究会参加(日本・箱 根・強羅静雲荘)	12/20-12/2 2	Skyrmion 合宿に参加し議論および情報収集を行 った。
放送大学・D1・ 高橋浩久	同上	同上	同上

7-4 中間評価の指摘事項等を踏まえた対応
該当なし。

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	日中数	日本	英国	ロシア	フランス (日本側研究者)	スペイン (日本側研究者)	カナダ (日本側研究者)	合計
日本	1		4/109 (8/378)	5/42 (10/81)	2/9 (0/0)	1/7 (0/0)	0/0 (0/0)	12/167 (18/459)
	2		0/0 (7/349)	0/0 (2/29)	0/0 (2/108)	6/53 (10/71)	0/0 (0/0)	6/53 (21/557)
	3		11/135 (8/173)	0/0 (1/7)	1/74 (1/8)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	12/209 (10/188)
	4		0/0 (2/24)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	0/0 (2/24)
計		15/244 (25/924)	5/42 (13/117)	3/83 (3/116)	7/60 (10/71)	0/0 (0/0)	30/429 (51/1228)	
英国	1	0/0 (1/30)		0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	0/0 (1/30)
	2	0/0 (1/6)		0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	0/0 (1/6)
	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)
	4	0/0 (7/92)		0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	0/0 (7/92)
計	0/0 (9/128)		0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	0/0 (9/128)	
ロシア	1	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)		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)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)
	3	0/0 (0/0)	0/0 (1/8)		0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	0/0 (1/8)
	4	0/0 (6/34)	0/0 (0/0)		0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	0/0 (6/34)
計	0/0 (6/34)	0/0 (1/8)		0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	0/0 (7/42)	
フランス (日本側研究者)	1	0/0 (1/39)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)		0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	0/0 (1/39)
	2	0/0 (1/134)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)		0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	0/0 (1/134)
	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)
	4	0/0 (1/8)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)		0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	0/0 (1/8)
計	0/0 (3/181)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)		0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	0/0 (3/181)	
スペイン (日本側研究者)	1	1/3 (1/20)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)		0/0 (0/0)	1/3 (1/20)
	2	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	0/0 (0/0)	0/0 (2/16)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)		0/0 (0/0)	0/0 (2/16)
	4	0/0 (1/9)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)		0/0 (0/0)	0/0 (1/9)
計	1/3 (2/29)	0/0 (2/16)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)		0/0 (0/0)	1/3 (4/46)	
カナダ (日本側研究者)	1	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	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)	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)	0/0 (0/0)		0/0 (0/0)
	4	0/0 (1/8)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)		0/0 (1/8)
計	0/0 (1/8)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)		0/0 (1/8)	
合計	1	1/3 (3/89)	4/109 (8/378)	5/42 (10/81)	2/9 (0/0)	1/7 (0/0)	0/0 (0/0)	13/170 (21/548)
	2	0/0 (2/140)	0/0 (7/349)	0/0 (2/29)	0/0 (2/108)	6/53 (10/71)	0/0 (0/0)	6/53 (23/697)
	3	0/0 (0/0)	11/135 (11/197)	0/0 (1/7)	1/74 (1/8)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	12/209 (13/212)
	4	0/0 (16/151)	0/0 (2/24)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	0/0 (18/175)
計	1/3 (21/380)	15/244 (28/948)	5/42 (13/117)	3/83 (3/116)	7/60 (10/71)	0/0 (0/0)	31/432 (75/1832)	

※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
66/159 (56/123)	24/74 (122/328)	17/51 (39/96)	1/6 (125/567)	108/290 (342/1114)

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	3,811,085	
	外国旅費	8,465,546	
	謝金	44,000	
	備品・消耗品 購入費	99,163	
	その他の経費	1,356,261	拠点アパート借り上げ 費(840,100円)を含 む。
	外国旅費・謝 金等に係る消 費税	723,945	運搬費(国際宅配 料)、車両燃料費(軽 油取引税)、諸会費 (国際学会参加費)、 宿舍借上賃料
	計	14,500,000	
業務委託手数料		1,450,000	消費税額は内額 とする。
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
英国	900,000 [£]	117,828,000 円相当
ロシア	RFBR 1,400,000 [RUB] 2014. 1. 1 ~ 2015. 12. 31	RFBR 2,799,370 円相当 2014. 1. 1 ~ 2015. 12. 31
	RFBR 1,300,000 [RUB] 2013. 1. 1 ~ 2015. 12. 31	RFBR 2,599,420 円相当 2013. 1. 1 ~ 2015. 12. 31
	UrFU 8,000,000 [RUB] 2014. 1. 1 ~ 2015. 12. 31	UrFU 15,996,400 円相当 2014. 1. 1 ~ 2015. 12. 31
	UrFU 5,300,000 [RUB] 2016. 1. 1 ~ 2016. 12. 31	UrFU 9,169,000 円相当 2016. 1. 1 ~ 2016. 12. 31

※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。