

様式6（第15条第1項関係）（採択年度＝平成26年度以降）

平成28年4月7日

独立行政法人 日本学術振興会理事長 殿	研究機関の設置者の 所在地	〒113-8654 東京都文京区本郷7-3-1	
	研究機関の設置者の 名称	国立大学法人 東京大学	
	代表者の職名・氏名	総 長 五 神 真 (記名押印)	
	代表研究機関名 及び機関コード	東京大学	12601

平成27年度戦略的国際研究交流推進事業費補助金
実績報告書

戦略的国際研究交流推進事業費補助金取扱要領第15条第1項の規定により、実績報告書を提出します。

整理番号	R2604	補助事業の 完了日	平成28年 3月31日	関連研究分野 (分科細目コード)	物理学・物性II (4906)
補助事業名（採択年度） 新奇量子物質が生み出すトポロジカル現象の先導的研究ネットワーク（平成26年度）				補助金支出額（別紙のとおり） 40,138,164円	
代表研究機関以外の協力機関					
海外の連携機関 Johns Hopkins大学、カルフォルニア大学サンタバーバラ校、米国国立高磁場研究所、Max Planck固体化学物理学研究所、Max Planck複雑系物理学研究所、ドレスデン高磁場研究所、アウクスブルグ大学、ケルン大学					
1. 事業実施主体					
フリガナ 担当研究者氏名	所属機関	所属部局	職名	専門分野	
主担当研究者 タキガワ マサシ 瀧川 仁	東京大学	物性研究所	所長	物性物理	
担当研究者 サカキバラ トシロウ 榊原 俊郎	東京大学	物性研究所	教授	物性物理	
オシカワ マサキ 押川 正毅	東京大学	物性研究所	教授	物性物理	
計3名					

フリガナ 連絡担当者	所属部局・職名	連絡先（電話番号、e-mailアドレス）
カノ シンジ 狩野 真二	物性研究所事務部予算・決算係	電話番号 04-7136-3212 E-mail issp-yosan@issp.u-tokyo.ac.jp

2. 本年度の実績概要

若手研究者の派遣者は申請時から1人追加し合計6人となり、本年度はその全員の派遣を行い、招へい者については本年度の計画通りの5人の招へいを行った。また、本年度予定しているワークショップは、連携機関のマックスプランク複雑系物理学研究所と共催で2016年2月29日～3月4日の期間にドイツ・ドレスデンにて、“Topological Phenomena in Novel Quantum Matter: Laboratory Realization of Relativistic Fermions and Spin Liquids”のタイトルで開催した（参加者は約90名）。共同研究の具体的な研究実施内容やその成果については、以下に3つの研究テーマ毎に述べる。

○ 強相関電子系におけるトポロジカル絶縁体

強相関電子系におけるさまざまな新しいトポロジカル量子相の発現の舞台として、派遣者の中辻らが開発した $\text{Pr}_2\text{Ir}_2\text{O}_7$ を含むパイロクロア型イリジウム酸化物が近年注目を浴びている。この系は典型的トポロジカル絶縁体 HgTe と同じ電子構造を持つ、強相関電子系では初めての半金属であることを、カルフォルニア大学サンタバーバラ校(UCSB)の理論グループの主要連携研究者 Balents 教授らのバンド計算と物性研究所の近藤猛准教授との角度分解光電子分光による直接観察により明らかにした（論文15）。さらに、 $\text{Nd}_2\text{Ir}_2\text{O}_7$ の純良単結晶を用いた研究から、磁場誘起の金属・絶縁体量子相転移を発見し、 $\text{Pr}_2\text{Ir}_2\text{O}_7$ と $\text{Nd}_2\text{Ir}_2\text{O}_7$ はともに、この量子相転移近傍に位置する2次の波数分散を持つフェルミノード系であることがわかってきた（論文8）。このフェルミノード系は、種々のトポロジカル量子相の母状態として世界的に注目を浴びており、特に、反強磁性相近傍に現れるワイルセミメタル相に注目が集まってきている。そこで、低温での磁場や圧力による電子状態の系統的制御により、 $\text{Nd}_2\text{Ir}_2\text{O}_7$ の純良単結晶におけるバルクと表面状態の変化の直接的な観測を行い、フェルミノード状態からワイルセミメタル相へのトポロジカルな量子相転移を明らかにするべく準備を進めている。

○ 磁性体における量子スピン液体相

電子の持つ多自由度(スピン・軌道・電荷)のうち、スピン自由度が最低温まで凍結しない『量子スピン液体』状態の実現は凝縮系物理学における到達点の一つとされる。量子スピンアイス系 $\text{Pr}_2\text{Zr}_2\text{O}_7$ においては、アウグルブルグ大学の主要連携研究者 Gegenwart 教授と磁気熱量効果の実験を行い、モノポール励起が現れる2K以下において、磁気熱量効果の発散に伴う量子臨界的なスケールリング則が現れることを発見した。さらに、この結果をもとに京都大学の松田研究室との熱伝導の共同研究から、低温で量子スピン液体の証拠であるモノポールの量子コヒーレンスとゲージ場の揺らぎに対応するフォトンを示唆する結果を得た。Prは非クラマース系で磁気格子相互作用が大きく弾性定数にも異常が期待されるので、今後、ドレスデン高磁場研究所(HLD)の主要連携研究者 Zherlitsyn 部門長と共同で超音波実験を展開していく。低温での量子臨界現象の発現の機構解明に向けて、マックスプランク複雑系物理学研究所(MPIPKS)の主要連携研究者 Moessner 所長らと理論的共同研究も行う。

一般に反強磁性体は磁化を持たないために、強磁性体でみられるような異常ホール効果などの巨視的起電力効果がないと考えられてきた。しかし、ワイルノードを持つ状態が反強磁性体において実現すれば、逆格子空間にワイルノード対がつくる大きな仮想磁場が存在し、それによる巨大異常ホール効果および巨大スピン流がゼロ磁場において現れることが期待される。さらに、フェルミアークと呼ばれる表面状態の存在が予言されている。しかしながら、このような電子構造のトポロジーを起源とする異常ホール効果を持つ磁性体の候補は $\text{Pr}_2\text{Ir}_2\text{O}_7$ のスピン液体状態以外これまで報告例がほとんどなかった。このような状況の中、本事業でのネットワークでの議論やブレインストーミングを活用することにより、 Mn_3Sn という物質がまさに上記の性質を満たす反強磁性体であることを発見した。（論文17）。反強磁性体において大きな異常ホール効果の発見はこれが世界初であり、強磁性体には無い新しい機構が期待される。UCSBの主要連携研究者 Balents 教授との共同研究を通じて、この物質の電子状態の系統的な研究により、この異常ホール効果のトポロジカルな起源を解明し、異常ホール効果によるカイラル端電流やフェルミアークによる表面状態など強相関電子系におけるトポロジカル量子効果の典型例を確立する。さらに、John Hopkins 大学(JHU)の主要連携研究者 Broholm 教授と中性子回折実験を、同JHUの連携研究者 Oleg 准教授と理論的考察を進めていく予定である。

カイラル磁気効果は、相対論的な場の理論によって予言される、磁場に比例して電流が誘起

されるという現象であるが、ワイル半金属では外部から交流磁場を印加した場合、物質内および周辺の実際の電磁場の分布は方程式を解いて求めなくてはならない。カイラル磁気効果の存在下では、電磁場の理論は通常のマックスウェル電磁気学を拡張したマックスウェル・チャーン・サイモンズ理論によって記述されると理解することができ、このために電磁応答は定性的にも大きく変更される。実際に、ワイル半金属試料の大きさに依存した共鳴的なふるまいが見られるなど、カイラル磁気効果から単純に期待される挙動とは大きく異なることを見出した。カイラル磁気効果は、先述した今年度発見された Mn_3Sn で実現されることが期待されており、上記理論的解析に基づいて実験に対する示唆を行っている。

カゴメ格子上的ハイゼンベルグ反強磁性体はフラストレーションの強い磁性体の基本的なモデルとして重要であり、volborthite など現実の物質のモデルとしても注目されている。この系の基底状態については、近年、ギャップの開いた Z_2 トポロジカル相であるという説が有力となっていたが、数値的・実験的にギャップレスの臨界相を示唆する結果も報告されていた。MPIPKS の連携研究者 Yin-Chen He 博士とは、1次元鎖を結合させたモデルからこれらの量子相を解明する共同研究を開始している。

また他に、MPIPKS の連携研究者 Pollmann 博士と藤博士との共同研究を完成させ、ある種の対称性を課すと局所積状態に断熱的に接続する自明な相の中にも複数の異なる相が存在し、その間は量子相転移で隔てられていることの証明（論文 12）を行い、ケルン大学の連携研究者 Hermanns 博士とは、格子歪みによってマヨラナフェルミオンにどのような有効ゲージ場が生じるか、またその効果をどのように検出するかを中心としたワイルスピ液体に関する共同研究を展開している。

○ 強相関電子系 YbAlB_4 における量子臨界相

常圧で量子臨界相を形成する $\beta\text{-YbAlB}_4$ 同組成で構造の異なる $\alpha\text{-YbAlB}_4$ は低温でフェルミ液体を示す。この系の c 軸方向に磁場を印加した際に現れる全く新しいタイプの量子臨界現象を発見した（論文 21）。この量子臨界現象は、磁気秩序などがその臨界磁場近傍に現れないことが核磁気共鳴実験から明らかになった（論文 2）。さらに、量子臨界現象が顕著に表れる 2 テスラ付近からさらに高磁場において、動的緩和率が発散的に増大する現象が測定限界である 6 テスラにおいても現れることが分かった。このことは量子臨界相が磁気臨界性とは関係なく現れていることを意味しており、ひとつの可能性としてトポロジカル量子相転移の可能性を示唆する。さらなる研究に向けて、今後、アウグスブルグ大学主要連携研究者 Gegenwart 教授と磁気熱量効果の実験を行う。また、HLD の主要連携研究者 Zherlitsyn 部門長と磁場中超音波実験を行う。量子臨界性を Max Planck 固体化学物理学研究所の連携研究者 Kuchler 博士とともに磁歪測定の研究を継続して研究を進めていく。ケルン大学の主要連携研究者 Rosch 教授の理論グループと理論的考察を進める。

3. 到達目標に対する本年度の達成度及び進捗状況

本事業では 3 つの研究テーマを主題にし、強相関電子系における新しいトポロジカル相やトポロジカル現象の理論的予言と、その実験的検証を通じて新しい分野を創出することが到達目標となる。本年度の最大の成果である、トポロジカルな起源と考えられる反強磁性体における巨大異常ホール効果の発見は、世界初のこれまでにない画期的な成果であり、まさに本事業の目的である新しい分野創出を導く魁けになると考えられる。これは、本事業によるワークショップとその期間の前後における集中的な議論・ブレインストーミング等により、理論と実験の間の密接な関係の構築によって導かれた結果であり、本事業の国際的なトップクラスの交流の利点が最大限に活かされた成果と言える。また、年度末に連携機関の Max Planck 複雑系物理学研究所との共催で行ったドイツ・ドレスデンでのワークショップでは、トポロジカル相の最新の理論や最近になって発見された物質についての発表とともに活発な議論がされており、本事業の研究方針において重要な指針となるワークショップとなった。これらのことから本年度の達成度は十分なもので、達成目標である新しい分野創出への流れを確実なものにするように事業を推進する。

4. 日本側研究グループ（実施主体）の研究成果発表状況（本年度分）

①学術雑誌等（紀要・論文集等も含む）に発表した論文又は著書

論文名・著書名 等	
<p>（論文名・著書名、著者名、掲載誌名、査読の有無、巻、最初と最後の頁、発表年（西暦）について記入してください。）（以上の各項目が記載されていれば、項目の順序を入れ替えても可。）</p> <p>・査読がある場合、印刷済及び採録決定済のものに限って記載して下さい。査読中・投稿中のものは除きます。</p> <p>・さらに数がある場合は、欄を追加して下さい。</p> <p>・著者名について、主著者に「※」印を付してください。また、主担当研究者には<u>二重下線</u>、担当研究者については<u>下線</u>、若手研究者については<u>波線</u>を付してください。</p> <p>・海外の連携機関の研究者との国際共著論文等には、番号の前に「◎」印を、また、それ以外の国際共著論文等については番号の前に「○」印を付してください。</p>	
1	<p>※T. Tomita, K. Kuga, Y. Uwatoko and <u>S. Nakatsuji</u></p> <p>“Quantum Criticality Beneath the Superconducting Dome in β-YbAlB₄”</p> <p><i>Journal of Physics: Conference Series</i> 683, 012007(1-4) (2016). 【査読有】</p>
○ 2	<p>※S. Takano, M. S. Grbic, K. Kimura, M. Yoshida, <u>M. Takigawa</u>, E. C. T. O'Farrell, K. Kuga, <u>S. Nakatsuji</u> and H. Harima,</p> <p>“Site-selective ¹¹B NMR studies on YbAlB₄”</p> <p><i>Journal of Physics: Conference Series</i> 683, 012008(1-4) (2016). 【査読有】</p>
○ 3	<p>※S. Suzuki, T. Tomita, <u>Y. Shimura</u>, K. Kuga, Y. Matsumoto and <u>S. Nakatsuji</u></p> <p>“High Magnetic Transition Temperature and Semiconductor like Transport Properties of Mn-doped α-YbAlB₄”</p> <p><i>Journal of Physics: Conference Series</i> 683, 012009(1-4) (2016). 【査読有】</p>
◎ 4	<p>※<u>Y. Shimura</u>, M. Tsujimoto, B. Zeng, Q. Zhang, L. Balicas, A. Sakai, and <u>S. Nakatsuji</u></p> <p>“Very Low Temperature Magnetoresistance in the Quadrupole Ordered System PrV₂Al₂₀”</p> <p><i>Journal of Physics: Conference Series</i> 683, 012012(1-4) (2016). 【査読有】</p>
5	<p>※Z. M. Tian, Y. Kohama, T. Tomita, J. Ishikawa, H. Mairo, K. Kindo and <u>S. Nakatsuji</u>,</p> <p>“Experimental exploration of novel semimetal state in strong anisotropic Pyrochlore iridate Nd₂Ir₂O₇ under high magnetic field”</p> <p><i>Journal of Physics: Conference Series</i> 683, 012024(1-4) (2016). 【査読有】</p>
6	<p>※<u>H. Mitamura</u>, R. Watanuki, N. Onozaki, Y. Amou, Y. Kono, S. Kittaka, <u>Y. Shimura</u>, I. Yamamoto, K. Suzuki, <u>T. Sakakibara</u></p> <p>“Field-induced phase transitions and magnetoferroelectricity in the perfect triangular lattice antiferromagnet RbFe(MoO₄)₂ in a vertical magnetic field”</p> <p><i>J. Magn. Magn. Mater.</i> 400, 70-72 (2016) 【査読有】</p>
7	<p>※Y. Sakaguchi, S. Ikeda, K. Kuga, S. Suzuki, <u>S. Nakatsuji</u>, N. Hirao, Y. Ohishi, and H. Kobayashi,</p> <p>“Pressure-Induced Local Structural Changes in Heavy Fermion β-YbAlB₄”</p> <p><i>J. Phys. Soc. Jpn.</i> 85, 023602 (1-4). (2016) 【査読有】</p>
◎ 8	<p>※Z. Tian, Y. Kohama, T. Tomita, H. Ishizuka, T. H. Hsieh, J. J. Ishikawa, K. Kindo, L. Balents and <u>S. Nakatsuji</u></p> <p>“Field-induced quantum metal–insulator transition in the pyrochlore iridate Nd₂Ir₂O₇”</p> <p><i>Nature Physics</i> 12, 134-138 (2016) 【査読有】</p>
9	<p>※<u>Y. Tada</u>,</p> <p>“Equilibrium surface current and role of U(1) symmetry: Sum rule and surface perturbations”</p> <p><i>Phys. Rev. B</i> 92, 104502(1-15) (2015) 【査読有】</p>

○ 10	※ <u>Y. Tada</u> and R. Peters, “Spin fluctuations and superconductivity in layered f-electron superlattices” <i>Phys. Rev. B</i> , 92, 035129 (1-8) (2015) 【査読有】
○ 11	※ <u>Y. Tada</u> , W. Nie, and <u>M. Oshikawa</u> , “Orbital Angular Momentum and Spectral Flow in Two-Dimensional Chiral Superfluids” <i>Phys. Rev. Lett.</i> 114, 195301 (1-5) (2015) 【査読有】
◎ 12	※Y. Fuji, F. Pollmann and <u>M. Oshikawa</u> , “Distinct Trivial Phases Protected by a Point-Group Symmetry in Quantum Spin Chains” <i>Phys. Rev. Lett.</i> 114, 177204 (1-5) (2015) 【査読有】
○ 13	※T. Tomita, K. Kuga, Y. Uwatoko, P. Coleman and <u>S. Nakatsuji</u> “Unconventional quantum criticality in β-YbAlB₄ detached from its magnetically ordered phase” <i>Physics Procedia</i> 75, 482-487 (2015) 【査読有】
○ 14	※A.B. Sushkov, J. B. Hofmann, G. S. Jenkins, J. Ishikawa, <u>S. Nakatsuji</u> , S. Das Sarma, and H. D. Drew “Optical evidence for a Weyl semimetal state in pyrochlore Eu₂Ir₂O₇” <i>Phys. Rev. B</i> 92, 241108(R) (1-4) (2015) 【査読有】
◎ 15	※T. Kondo, M. Nakayama, R. Chen, J. J. Ishikawa, E.-G. Moon, T. Yamamoto, Y. Ota, W. Malaeb, H. Kanai, Y. Nakashima, Y. Ishida, R. Yoshida, H. Yamamoto, M. Matsunami, S. Kimura, N. Inami, K. Ono, H. Kumigashira, <u>S. Nakatsuji</u> , L. Balents and S. Shin “Quadratic Fermi node in a 3D strongly correlated semimetal” <i>Nature Communications</i> 6, 10042 8pages (2015) 【査読有】
16	※T. T. Terashima, Y. H. Matsuda, K. Kuga, S. Suzuki, Y. Matsumoto, <u>S. Nakatsuji</u> , A. Kondo, K. Kindo, N. Kawamura, M. Mizumaki, T. Inami “X-ray Absorption Spectroscopy in the Heavy Fermion Compound α-YbAlB₄ at High Magnetic Fields” <i>J. Phys. Soc. Jpn.</i> 84, 114715 (1-4) (2015) 【査読有】
17	※ <u>S. Nakatsuji</u> , N. Kiyohara, <u>T. Higo</u> “Large anomalous Hall effect in a non-collinear antiferromagnet at room temperature” <i>Nature</i> 527, 212-215 (2015) 【査読有】
18	※D. Uematsu, H. Sagayama, T.-h. Arima, J. J. Ishikawa, <u>S. Nakatsuji</u> , H. Takagi, M. Yoshida, J. Mizuki, and K. Ishii “Large trigonal-field effect on spin-orbit coupled states in a pyrochlore iridate” <i>Phys. Rev. B</i> 92, 094405 (1-6) (2015) 【査読有】
◎ 19	※D.E. MacLaughlin, O.O. Bernal, L. Shu, J. Ishikawa, Y. Matsumoto, J.-J. Wen, M. Mourigal, C. Stock, G. Ehlers, C.L. Broholm, Y. Machida, K. Kimura, <u>S. Nakatsuji</u> , <u>Y. Shimura</u> , and <u>T. Sakakibara</u> “Unstable spin-ice order in the stuffed metallic pyrochlore Pr_{2+x}Ir_{2-x}O_{7-δ}” , <i>Phys. Rev. B</i> 92, 054432(1-7) (2015) 【査読有】 <i>Editors' Suggestion</i>
○ 20	※M. L. Sutherland, E. C. T. O'Farrell, W. H. Toews, J. Dunn, K. Kuga, <u>S. Nakatsuji</u> , Y. Machida, K. Izawa, and R. W. Hill “Intact quasiparticles at an unconventional quantum critical point” <i>Phys. Rev. B</i> 92, 041114 (1-5) (2015). 【査読有】 <i>Viewpoint in Physics</i>
○ 21	※T. Tomita, K. Kuga, Y. Uwatoko, P. Coleman, <u>S. Nakatsuji</u> “Strange metal without magnetic criticality” <i>Science</i> 349, 506-509 (2015) 【査読有】

○ 22	※L. Holanda, G. Lesseux, E. Magnavita, R. Ribeiro, <u>S. Nakatsuji</u> , K. Kuga, Z. Fisk, S. Oseroff, R. Urbano, C. Rettori and P. Pagliuso “Conduction electron spin resonance in the α -Yb _{1-x} Fe _x AlB ₄ ($0 \leq x \leq 0.50$) and α -LuAlB ₄ compounds” <i>J. Phys.: Condens. Matter</i> 27, 255601/1-5 (2015) 【査読有】
23	※T. Tomita, K. Kuga, Y. Uwatoko and <u>S. Nakatsuji</u> “High Pressure Measurements of the Resistivity of β -YbAlB ₄ ” <i>J. Phys.: Conf. Ser.</i> 592, 012019 5pages (2015) 【査読有】
24	※T. Terashima, Y. H. Matsuda, K. Kuga, S. Suzuki, Y. Matsumoto, <u>S. Nakatsuji</u> , A. Kondo, K. Kindo, N. Kawamura, M. Mizumaki and T. Inami “Synchrotron X-ray spectroscopy study on the valence state and magnetization in α -YbAl _{1-x} Fe _x B ₄ ($x = 0.115$) at low temperatures and high magnetic fields” <i>J. Phys.: Conf. Ser.</i> 592, 012020 (2015) 【査読有】
◎ 25	※ <u>Y. Shimura</u> , M. Tsujimoto, B. Zeng, L. Balicas, A. Sakai, and <u>S. Nakatsuji</u> “Field-induced quadrupolar quantum criticality in PrV ₂ Al ₂₀ ” <i>Phys. Rev. B</i> 91, 241102(R)(1-5) (2015) 【査読有】
26	※石田 憲二, 服部 泰佑, 佐藤 憲昭, 出口 和彦, <u>多田 靖啓</u> , 藤本 聡, 「ウラン系強磁性超伝導における強磁性ゆらぎが誘起するスピン三重項超伝導」 固体物理 50, 123-132 (2015) 【査読有】
27	※ <u>三田村裕幸</u> , 綿貫竜太, 金子耕士, <u>榊原俊郎</u> 「三角格子反強磁性体のスピンカイラリティと強誘電性」 固体物理 50, 821-832(2015) 【査読有】

②学会等における発表

発表題名 等 (発表題名、発表者名、発表した学会等の名称、開催場所、口頭発表・ポスター発表の別、審査の有無、発表年月(西暦)について記入してください。)(以上の各項目が記載されていれば、項目の順序を入れ替えても可。) ・発表者名は参加研究者を含む全員の氏名を、論文等と同一の順番で記載すること。共同発表者がいる場合は、全ての発表者名を記載し、主たる発表者名は「※」印を付して下さい。発表者名について主担当研究者には <u>二重下線</u> 、担当研究者については <u>下線</u> 、若手研究者については <u>波線</u> を付して下さい。 ・口頭・ポスターの別、発表者決定のための審査の有無を区分して記載して下さい。 ・さらに数がある場合は、欄を追加して下さい。 ・海外の連携機関の研究者との国際共同発表には、番号の前に「◎」印を、また、それ以外の国際共同発表については番号の前に○印を付して下さい。	
◎ 1	※ <u>S. Nakatsuji</u> “Novel quantum and functional phases in correlated electron systems: from spin liquids to anomalous Hall effect in chiral antiferromagnets” 【基調講演】 MPIPKS/ISSP International Workshop “Topological Phenomena in Novel Quantum Matter: Laboratory Realization of Relativistic Fermions and Spin Liquids”, Max Planck 複雑系物理学研究所, トレステン・ドイツ, 2016年2月29日
◎ 2	※ <u>T. Higo</u> “Large anomalous Hall effect in the non-collinear antiferromagnet Mn ₃ Sn at room temperature” (口頭発表) MPIPKS/ISSP International Workshop “Topological Phenomena in Novel Quantum Matter: Laboratory Realization of Relativistic Fermions and Spin Liquids”, Max Planck 複雑系物理学研究所, トレステン・ドイツ, 2016年3月2日 【審査有】

◎ 3	<p>※<u>Y. Shimura</u>, M. Tsujimoto, B. Zeng, Q. Zhang, L. Balicas, A. Sakai, <u>S. Nakatsuji</u> “Field-Induced Quadrupolar Quantum Critical Phenomena in PrV₂Al₂₀” MPIPKS/ISSP International Workshop “Topological Phenomena in Novel Quantum Matter: Laboratory Realization of Relativistic Fermions and Spin Liquids”, Max Planck 複雑系物理学研究所、ドレスデン・ドイツ、ポスター発表、2016年2月29～3月3日【審査有】</p>
4	<p>※H. Fujita, <u>M. Oshikawa</u> “Universal transport and resonant current from Chiral Magnetic Effect” MPIPKS/ISSP International Workshop “Topological Phenomena in Novel Quantum Matter: Laboratory Realization of Relativistic Fermions and Spin Liquids”, Max Planck 複雑系物理学研究所、ドレスデン・ドイツ、ポスター発表、2016年2月29～3月3日【審査有】</p>
5	<p>※富田崇弘, 清原直樹, ムハンマド イクラス, <u>中辻知</u> 「反強磁性金属体 Mn₃Ge の室温で誘起する巨大異常ホール効果」(口頭発表) 日本物理学会 第71回年次大会, 東北学院大学 和泉キャンパス、2016年3月21日【審査無】</p>
◎ 6	<p>※<u>M. Oshikawa</u> “Symmetry-Protected trivial Phases” 【招待講演】 Entanglement in Fudan, Fudan University, Shanghai, 2015年12月22日</p>
7	<p>※<u>S. Nakatsuji</u> “Exotic topological states near a quantum metal-insulator transition in pyrochlore iridates” 【招待講演】 Symposium on strongly correlated electron materials (Rice University, Houston, Texas, Dates: 11/20/2015-11/21/2015)</p>
◎ 8	<p>※富田崇弘, 鈴木慎太郎, Robert Kuchler, Kamran Benia, Zhaoming Tian, 松本洋介, <u>中辻知</u>, 「パイロクロア型イリジウム酸化物における低温下の熱膨張と熱電能測定」(ポスター発表), 第9回物性科学領域横断研究会凝縮系, 2015年11月13-15日【審査無】</p>
◎ 9	<p>※<u>Y. Shimura</u>, M. Tsujimoto, B. Zeng, Q. Zhang, L. Balicas, A. Sakai, <u>S. Nakatsuji</u> “Field-Induced Quadrupolar Quantum Criticality in the Heavy Fermion Superconductor PrV₂Al₂₀” (口頭発表) TMU International Symposium on New Quantum Phases Emerging from Novel Crystal Structure、首都大学東京、2015年9月25日【審査有】</p>
10	<p>※T. Tomita, K. Kuga, U. Yoshiya, <u>S. Nakatsuji</u> “Strange Metal Phase Separated from Magnetic Instability in β-YbAlB₄” (口頭発表) TMU International Symposium on New Quantum Phases Emerging from Novel Crystal Structure、首都大学東京、2015年9月25日【審査有】</p>
◎ 11	<p>※<u>Y. Shimura</u>, M. Tsujimoto, B. Zeng, Q. Zhang, L. Balicas, A. Sakai, <u>S. Nakatsuji</u> “Field-Induced Quadrupolar Quantum Criticality in the Heavy Fermion Superconductor PrV₂Al₂₀” (口頭発表) TMU International Symposium on New Quantum Phases Emerging from Novel Crystal Structure、首都大学東京、2015年9月25日【審査有】</p>
12	<p>※<u>多田靖啓</u>, 「平衡表面流におけるU(1)対称性の役割」(口頭発表) 日本物理学会2015年秋季大会、関西大学、口頭発表、2015年9月19日【審査無】</p>
◎ 13	<p>※富田崇弘, 鈴木慎太郎, Robert Kuchler, Kamran Benia, Zhaoming Tian, 松本洋介, <u>中辻知</u>, 「パイロクロア型イリジウム酸化物における低温下の熱膨張と熱電能測定」(ポスター発表) J-Physics: 多極子伝導系の物理キックオフミーティング, (神戸大学総合拠点コンベンションホール、2015年09月14-15日【審査無】</p>
14	<p>※<u>M. Oshikawa</u> “Absence of Quantum Time Crystals” 【招待講演】 KITPC Program on Holographic Duality for Condensed Matter Physics, Kavli Institute for Theoretical Physics China, Chinese Academy of Sciences, Beijing, 2015年7月31日</p>

15	<p>※<u>M. Oshikawa</u> “Symmetry protection of critical phases and global anomaly in 1+1 dimensions” 【招待講演】 KITPC Program on Holographic Duality for Condensed Matter Physics, Kavli Institute for Theoretical Physics China, Chinese Academy of Sciences, Beijing, 2015年7月29日</p>
16	<p>※<u>S. Nakatsuji</u> “Fermi node, Chiral Spin Liquid, and Quantum Metal-Insulator Transition in Correlated Semimetals” 【招待講演】 KITP conference on Novel States in Spin-Orbit Coupled Quantum Matter: from Models to Materials (KITP, UC Santa Barbara, USA, 27-31 July 2015)</p>
17	<p>※<u>H. Mitamura</u>, R. Watanuki, N. Onozaki, Y. Amou, Y. Kono, S. Kittaka, <u>Y. Shimura</u>, I. Yamamoto, K. Suzuki, <u>T. Sakakibara</u> “Field-induced phase transitions and magnetoferroelectricity in the perfect triangular lattice antiferromagnet RbFe(MoO₄)₂ in a vertical magnetic field” (口頭発表) International Conference on Magnetism 2015, スペイン・バルセロナ, 2015年7月7日 【審査有】</p>
18	<p>T. Tomita, K. Kuga, Y. Shimura, Y. Matsumoto, Y. Uwatoko, <u>S. Nakatsuji</u> “Strange Metal Without Magnetic Criticality”, (ポスター発表), International Conference on Magnetism 2015, スペイン・バルセロナ, 2015年7月7日 【審査有】</p>
19	<p>※<u>H. Mitamura</u>, R. Watanuki, K. Kaneko, N. Onozaki, Y. Amou, Y. Kono, S. Kittaka, R. Kobayashi, <u>Y. Shimura</u>, I. Yamamoto, K. Suzuki, S. Chi, <u>T. Sakakibara</u> “Multiferroicity in the perfect triangular lattice antiferromagnet RbFe(MoO₄)₂” Reserch in High Magnetic Fields (RHMF2015), フランス・ゲルノーブル, 2015年7月2日 【審査有】</p>
20	<p>※<u>M. Oshikawa</u> “Entanglement/Valence Bond/Shannon Entropies and Boundary Field Theory” 【招待講演】 KITP Program on Entanglement in Strongly Correlated Quantum Matter, Kavli Institute for Theoretical Physics, UC Santa Barbara、2015年5月18日</p>
◎ 21	<p>※<u>Y. Shimura</u>, M. Tsujimoto, B. Zeng, Q. Zhang, L. Balicas, A. Sakai, T. Tomita, K. Matsubayashi, Y. Uwatoko, <u>S. Nakatsuji</u> “Searching for the Field-Induced Non-Magnetic Phase Transition and the Quantum Criticality” 【招待講演】 ICAM Annual Conference 2015, Argonne National Laboratory, USA, 2015年5月12日</p>

5. 若手研究者の派遣実績（計画）

【海外派遣実績（計画）】

年度	平成 26 年度	平成 27 年度	平成 28 年度	合計
派遣人数	2 人	6 人 (2 人)	5 人 (5 人)	6 人

※当該年度は実績、次年度以降は計画している人数を記載

【本年度の海外派遣実績】

派遣者①の氏名・職名：志村 恭通・特任研究員

（当該若手研究者の国際共同研究における役割を含めた具体的な研究活動）

派遣者は東大物性研の所属研究室において重い電子化合物 α -YbAlB₄ および、0.6 K で軌道(四極子)秩序を示す重い電子超伝導体 PrV₂Al₂₀ の純良単結晶試料の準備を行った。そして 6 月末から 9 月初旬および、11 月末から 2 月中旬にかけて米国国立高磁場研究所に赴き、計 5 週間のマグネットタイムにおいて、最大 45 T の定常高磁場下での磁気抵抗測定を行った。2 月中旬以降は PrV₂Al₂₀ の四極子による磁場誘起の量子臨界性の研究のためにドイツのアウグスブルグ大学にて、磁気熱量効果の測定の準備を進めた。

（具体的な成果）

高磁場下での磁気抵抗測定の結果、 α -YbAlB₄ において量子振動が磁場によって消失する量子極限を見出した。これは重い電子状態の磁場による抑制が駆動する新しいタイプの量子極限であると考えられる。また、34 T 近傍でフェルミ面のトポロジーの変化であるリフシツ転移を示唆するふるまいを観測した。さらに PrV₂Al₂₀ の高磁場磁気抵抗測定の結果、四極子秩序相が 10 T 以上で強い磁場方位依存性を示すことを明らかにし、主軸三方向([111], [110], [100])に平行な磁場中での異方的磁気相図を完成させた。そしてその結果から、[100]方向にのみ観測されていた四極子秩序変数の磁場スイッチングが [110]においてもみられることを明らかにした。

派遣先 (国・地域名、機関名、部局名、受入研究者)	派遣期間			合計
	平成 26 年度	平成 27 年度	平 28 年度	
アメリカ合衆国、米国国立高磁場研究所、L. Balicas 主任研究員	64 日	158 日	24 日	246 日
ドイツ、アウグスブルグ大学、電子相関・磁性センター、P. Gegenwart 教授	0 日	40 日	46 日	86 日

派遣者②の氏名・職名：三田村 裕幸・助教

（当該若手研究者の国際共同研究における役割を含めた具体的な研究活動）

本年度はドレスデン強磁場研究所の現地スタッフと協力し、100 T 級のパルス強磁場下で幾つかの数 mΩ 程度の低抵抗の単結晶金属試料について数値位相検波による交流磁気抵抗測定を実際に行ない、派遣者が考案した様々なノイズ除去方法を試した。また、 α -および β -YbAlB₄ について主要連携研究者の Zherlitsyn 部門長らとパルス強磁場中超音波共鳴吸収の測定を行なった。その他、幾つかの試料についてパルス強磁場中で磁化測定を行なった。

（具体的な成果）

複数の希土類金属間化合物の磁気抵抗測定において実際に量子（シュブニコフ＝ドハース）振動を観測することに成功した。これは、パルス磁場中において通常の金属試料のシュブニコフ＝ドハース振動を観測することが、もはや特殊な事例ではなくなったことを意味す

る。また α -YbAlB₄の超音波の実験においては低温で10T付近に音速の変化を観測し、今後の更なる測定の必要性を確認した。

派遣先 (国・地域名、機関名、部局名、受入研究者)	派遣期間			合計
	平成 26 年度	平成 27 年度	平 28 年度	
ドイツ、ドレスデン高磁場研究所、 S. Zherlitsyn 部門長	33 日	290 日	0 日	323 日

派遣者③の氏名・職名：中辻 知・准教授

(当該若手研究者の国際共同研究における役割を含めた具体的な研究活動)

電子状態のトポロジが関係する最も端的な効果の一つは異常ホール効果である。しかし、その観測は1890年の発見以来これまで強磁性体にのみに限られてきた。派遣者らは本研究の中心テーマである強相関電子系における新しいトポロジカル量子効果の探究を進めてきた。また、異常ホール効果等のトポロジカル量子効果は、物質の乱れ等に強靱な効果であり、室温で実現できた暁には薄膜化、デバイス化を経て、メモリ材料などの応用につながる期待される。さらに、反強磁性体での異常ホール効果は、近年、パイロクロア型イリジウム酸化物において提案された「運動量空間におけるワイル異常」による可能性が高く、その異常から現れるスピン励起はこれまでの磁気励起とは全く異なる波数、エネルギー依存性を持つことが期待される。一方、量子スピン液体の一つである量子スピンアイス系Pr₂Zr₂O₇の系において、磁気熱量効果をアウグスブルグ大学の主要連携研究者 Philip Gegenwart 教授と協力して測定を進めてきた。

(具体的な成果)

反強磁性体での物質探索を系統的に進めた結果、カイラル反強磁性体Mn₃Snにおいて、反強磁性体では初めて異常ホール効果を発見した。更に、この効果は室温で現れることも見出した。派遣先 Johns Hopkins 大学において、Chia-Ling Chen 教授、若手研究者の肥後とともに薄膜材料の育成を進め、この効果のメモリ材料としての特性の研究を進めた。さらに、Mn₃Sn の大型単結晶の育成に成功し、受け入れ先の Johns Hopkins 大学の主要連携研究者 Broholm 教授とともに中性子回折実験を行った。現在、理論的に期待される運動量空間のワイル異常から来るスピン励起の同定を目指して、解析を進めている。同じ Johns Hopkins 大学の連携研究者である Oleg Tchernyshyov 教授と理論的解析の研究を進めた。また、量子スピンアイス系 Pr₂Zr₂O₇ の系において、磁気熱量効果をアウグスブルグ大学の主要連携研究者 Philip Gegenwart 氏と測定した結果、モノポール励起が支配的になる温度である2K以下において、量子臨界現象に対応する磁気熱量効果の発散を観測した。また、この量子臨界現象がゼロ磁場量子臨界性に対応する(温度/磁場)を関数とするスケーリング則に従うことを見出した。

派遣先 (国・地域名、機関名、部局名、受入研究者)	派遣期間			合計
	平 26 年度	平成 27 年度	平成 28 年度	
アメリカ合衆国、Johns Hopkins 大学、量子物質科学研究所、C.L.Broholm 教授	0 日	117 日	110 日	227 日
ドイツ、アウグスブルグ大学、電子相関・磁性センター、P. Gegenwart 教授	0 日	4 日	70 日	74 日

ドイツ、Max Planck 複雑系物理学研究所、 R. Moessner 所長	0 日	7 日	0 日	7 日
--	-----	-----	-----	-----

派遣者④の氏名・職名：多田 靖啓・助教

<p>(当該若手研究者の国際共同研究における役割を含めた具体的な研究活動)</p> <p>ドイツ・Max Planck 複雑系物理学研究所に滞在し、同研究所の主要連携研究者の Frank Pollmann 氏、及び Johannes Motruk 氏らと、トポロジカルな時間反転対称性のない超流動体・超伝導体について共同研究を開始した。これらの系に関しては、これまで平均場理論による解析しかなされておらず、多体効果を正しく取り入れた研究によって、その理解を確立することが目標である。現在、両氏と共同で平均場理論を越えた数値計算研究を行うとともに、それと並行して、系の一般的性質について解析的な議論も進めている。また、3月に同研究所にて行われた国際ワークショップ” Topological Phenomena in Novel Quantum Matter” に参加し、パートナー研究機関の研究者らと交流を図るとともに、様々な情報収集を行った。</p> <p>(具体的な成果)</p> <p>最も信頼性の高い数値計算方法である密度行列繰り込み群により、トポロジカル超流動体の典型例であるカイラル超流動体について研究を行っている。また、これに関係する系として、Rashba 超流動体や強磁性超伝導体についても同様の解析を進めている。さらに、これらの系の一般的性質について Bloch の定理の拡張を行うことによって、永久流の空間分布についての研究を行った。</p>				
--	--	--	--	--

派遣先 (国・地域名、機関名、部局名、受入研究者)	派遣期間			合計
	平成 26 年度	平成 27 年度	平成 28 年度	
ドイツ、Max Planck 複雑系物理学研究所、 R. Moessner 所長	0 日	130 日	180 日	310 日

派遣者⑤の氏名・職名：肥後 友也・特任研究員

<p>(当該若手研究者の国際共同研究における役割を含めた具体的な研究活動)</p> <p>カイラリティ起源の多彩な物理の機構解明の為、非共線・非共面スピン構造が現れる幾何学的フラストレート磁性体を用いて、磁気光学応答測定や、詳細な輸送特性評価を行うためのデバイス作成の足掛かりとなるエピタキシャル薄膜作製を担当する。具体的な系に関しては、反強磁性体において初めて自発的の巨大異常ホール効果が観測されたカイラル反強磁性体 Mn_3Sn を対象とし、連携機関先の Johns Hopkins 大学 (JHU) の Chien 研究室において、DC マグネトロンスパッタ法を用いて、Mn_3Sn のエピタキシャル薄膜作製を行った。また、得られた試料に対して、構造や磁化、抵抗等の基礎物性評価を行った。</p> <p>(具体的な成果)</p> <p>基板や製膜温度、雰囲気等の薄膜作製に必要な条件の最適化を行った結果、エピタキシャル(単結晶)薄膜の作製に成功した。また、抵抗等の基礎物性もバルクの単結晶試料に近い振る舞いを示していることを確認した。得られた試料は、デバイス作成や連携機関先 JHU の Armitage 研究室における THz 実験に用いられ現在実験が行われている。</p>				
---	--	--	--	--

派遣先 (国・地域名、機関名、部局名、受入研究者)	派遣期間			合計
	平成 26 年度	平成 27 年度	平成 28 年度	
アメリカ合衆国、Johns Hopkins 大学、量子物質科学研究所、C.L.Broholm 教授	0 日	198 日	102 日	300 日
ドイツ、Max Planck 複雑系物理学研				

研究所、 R. Moessner 所長	0 日	7 日	0 日	7 日
---------------------	-----	-----	-----	-----

派遣者⑥の氏名・職名：Huiyuan Man・特任研究員

<p>(当該若手研究者の国際共同研究における役割を含めた具体的な研究活動)</p> <p>量子スピニアイスにおける量子モノポールの動的性質を解明するため、量子スピニアイスの候補物質である $\text{Pr}_2\text{Zr}_2\text{O}_7$ の純良単結晶育成と試料評価を物性研究所にて行い、その後、連携先である Johns Hopkins 大学において、準備した単結晶を用いて低温での中性子散乱実験を担当する。また、すでに米国に派遣されている肥後・若手研究員と共に、カイラル反強磁性体 Mn_3Sn の薄膜作製や磁気光学応答の研究を推進する。</p> <p>派遣者は、浮遊帯域法を用いて $\text{Pr}_2\text{Zr}_2\text{O}_7$ の単結晶育成を行うとともに、その基礎物性を評価した。また、来年度夏の中性子散乱実験に向けて、種々の準備を行うとともに、マシンタイムを獲得のための研究計画書を作成・提出した。Mn_3Sn に関しては、薄膜の作製やその磁性・輸送特性の評価を行うとともに、バルク単結晶を用いた磁気光学応答測定を行っている。</p> <p>(具体的な成果)</p> <p>単結晶育成方法のチューニングを行い、20本以上の単結晶育成の結果、直径 5 mm×長さ 10 cm の円筒状の $\text{Pr}_2\text{Zr}_2\text{O}_7$ 大型純良単結晶の作成に成功した。磁化等の基礎物性測定により、明瞭なメタ磁性転移の期待できる極めて高品質の結晶であることを確認した。現在は、作成した複数の試料の中から、中性子散乱測定に用いるために、とりわけ結晶性の良い試料の選定を行い、かつ、結晶軸のアラインメントを行っている。さらに Mn_3Sn のデバイス化に向け、エピタキシャル薄膜試料を用いた熱特性測定を行っており、測定系の整備を行い、その低ノイズ化に成功している。</p>				
派遣先	派遣期間			合計
(国・地域名、機関名、部局名、受入研究者)	平成 26 年度	平成 27 年度	平成 27 年度	
アメリカ合衆国、Johns Hopkins 大学、量子物質科学研究所、C.L.Broholm 教授	0 日	125 日	240 日	365 日

※本年度の派遣者毎に作成すること。

6. 研究者の招へい実績（計画）

【招へい実績（計画）】

年度	平成 26 年度	平成 27 年度	平成 28 年度	合計
招へい人数	7 人	5 人 (4 人)	16 人 (6 人)	18 人

※当該年度は実績、次年度以降は計画している人数を記載

【本年度の招へい実績】

招へい者⑥の氏名・職名：Robert Kuchler・特任講師

<p>（当該研究者の国際共同研究における役割を含めた具体的な研究活動）</p> <p>連携機関であるドレスデンの Max Planck 固体化学物理学研究所の Robert Kuchler 氏を招へいし、キャパシタンス法による熱膨張・磁歪の精密測定装置を He 冷凍機ならびに希釈冷凍機に導入して頂いた。これにより He 冷凍機を使用することで 300K から 2K まで、更に希釈冷凍機で 2K から 40 mK までの低温測定をカバーできる測定環境が整った事になる。今後、物性研究所においても熱膨張測定系を用いて量子現象の探索が可能となる。</p> <p>（具体的な成果）</p> <p>これら He 冷凍機と希釈冷凍機を用いて、新しい軌道秩序を示す $\text{Pr}_2\text{Ti}_2\text{Al}_{20}$ の熱膨張測定から負の熱膨張を観測することに成功した。さらに、$\alpha\text{-YbAlB}_4$ の熱膨張測定から磁場誘起の量子臨界現象を発見し、また、単結晶試料 $\text{Nd}_2\text{Ir}_2\text{O}_7$ において巨大磁歪効果を発見するなど熱膨張・磁歪の導入により、これら重要な研究成果を得た。</p>				
招へい元（機関名、部局名、国名）及び 日本側受入研究者（機関名）	招へい期間			合計
	平成 26 年度	平成 27 年度	平成 28 年度	
Max Planck 固体化学物理学研究所、ドイツ・瀧川仁（東京大学）	12 日	47 日 前年より継続	0 日	59 日

招へい者⑩の氏名・職名：Sergei Zherlitsyn・部門長

<p>（当該研究者の国際共同研究における役割を含めた具体的な研究活動）</p> <p>主要連携研究者 Sergei Zherlitsyn 部門長は、パルス強磁場下での超音波共鳴吸収測定技術において第一人者であり、これを用いた物質中の量子現象についての非常に多くの優れた研究実績がある。Zherlitsyn 部門長の知見を我々の研究に生かすために招聘し、昨年度からの滞在の中で、強磁場中での物質中の新奇量子現象について幅広い観点から議論とともに、物性研における強磁場施設との共同のセミナーを開催し講演を行った。</p> <p>（具体的な成果）</p> <p>昨年度からの議論の中で、新たに量子スピニアイス系 $\text{Pr}_2\text{Zr}_2\text{O}_7$ におけるモノポールやフォトンの励起による弾性定数の異常について超音波実験の可能性についての示唆が得られた。現在、これに基づきドレスデンの強磁場施設における超音波実験を展開していく予定となっている。</p>				
招へい元（機関名、部局名、国名）及び 日本側受入研究者（機関名）	招へい期間			合計
	平成 26 年度	平成 27 年度	平成 28 年度	
ドレスデン高磁場研究所、ドイツ・榊原俊郎（東京大学）	7 日	3 日 前年より継続	10 日	20 日

招へい者⑬の氏名・職名：Maria Hermanns ・助教（相当）

<p>（当該研究者の国際共同研究における役割を含めた具体的な研究活動） 前年度の招聘の際に議論を開始した、格子変形がワイルスピン液体にもたらす効果についての共同研究をさらに推進した。また、平成 28 年 3 月に Hermanns 博士を再び物性研究所に招聘し、磁性体におけるキタエフスピン模型の実現について議論を開始した。</p> <p>（具体的な成果） 磁性体においてキタエフスピン模型を実現する際に、興味深い現象が予測される格子形状について Hermanns 博士から示唆を受けることができ、実験に対する提案を行う際の優先順位をつけることができた。</p>				
招へい元（機関名、部局名、国名）及び 日本側受入研究者（機関名）	招へい期間			合計
	平成 26 年度	平成 27 年度	平成 28 年度	
ケルン大学、理論物理研究所、ドイツ・押川正毅（東京大学）	22 日	7 日	60 日	89 日

招へい者⑰の氏名・職名：Yin Chen He ・ポスドク

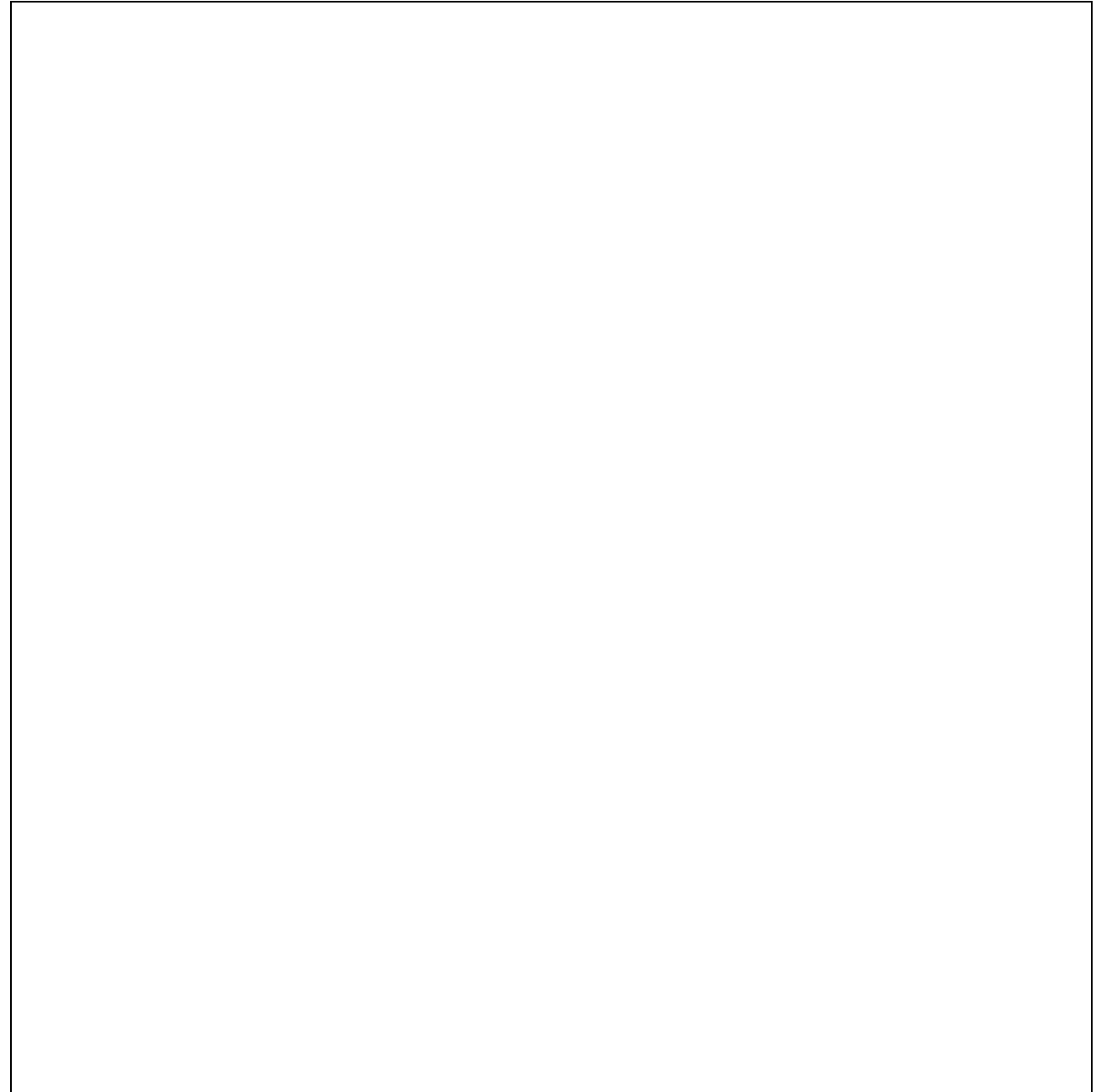
<p>（当該研究者の国際共同研究における役割を含めた具体的な研究活動） He 博士を平成 27 年 12 月から平成 28 年 1 月にかけて再度物性研究所に招聘した機会に、カゴメ格子上の反強磁性体の基底状態相図に関する最近の研究について詳細な講義をして頂いた。特に、時間反転対称性を破るカイラルスピン液体相との間の相転移を手がかりに、時間反転対称性を保つギャップレス臨界相の性質について議論を行った。</p> <p>（具体的な成果） 前年度に行ったゲージ理論による考察を踏まえて、1 次元鎖を結合させたモデルからこれらの量子相と量子相転移を解明する共同研究を開始した。</p>				
招へい元（機関名、部局名、国名）及び 日本側受入研究者（機関名）	招へい期間			合計
	平成 26 年度	平成 27 年度	平成 28 年度	
Max Planck 複雑系物理部学研究所、ドイツ・押川正毅（東京大学）	22 日	38 日	90 日	150 日

招へい者⑱の氏名・職名：Olga Petrova ・ポスドク

<p>（当該研究者の国際共同研究における役割を含めた具体的な研究活動） 前年度末に開催されたワークショップ DSCS2015 での講演に引き続いて物性研究所に招聘し、量子スピナイスに関する Petrova 博士の研究の詳細について解説を受け議論を行った。</p> <p>（具体的な成果） ベーテ格子上のスピナイスについて、グリーン関数の厳密解による解法を理解することができた。一般の格子についてはこの解法で直接厳密解を求めることはできないが、グリーン関数に基づく系統的な近似の定式化が可能であることを明らかにした。</p>				
招へい元（機関名、部局名、国名）及び 日本側受入研究者（機関名）	招へい期間			合計
	平成 26 年度	平成 27 年度	平成 28 年度	
Max Planck 複雑系物理部学研究所、ドイツ・押川正毅（東京大学）	0 日	7 日	0 日	7 日

※本年度の招へい者毎に作成すること。

7. 翌年度の補助事業の遂行に関する計画



※ 補助事業が完了せずに国の会計年度が終了した場合における実績報告書には、翌年度の補助事業の遂行に関する計画を附記すること。