

自己評価報告書

平成 23 年 4 月 18 日現在

機関番号：12601

研究種目：新学術領域研究

研究期間：2008 年度～2012 年度

課題番号：20102001

研究課題名（和文） 重い電子系の形成と秩序化の総括

研究課題名（英文） Emergence of Heavy Electrons and Their Ordering

研究代表者 上田 和夫

（ 東京大学・物性研究所・教授 ）

研究者番号：70114395

研究分野： 数物系科学

科研費の分科・細目： 物理学・物性Ⅱ

キーワード：強相関電子系・低温物理・物性実験・物性理論・磁性

1. 研究計画の概要

重い電子系の物理は、Ruderman-Kittel-槽谷-芳田(RKKY)相互作用および近藤効果以来、我が国の貢献が重要な役割を果たしてきた研究分野である。最近この分野で、新しいタイプの超伝導や多極子秩序の発見が相次ぐ一方で、ラットリング（非調和格子振動）と強相関電子が絡み合った新奇な複合電子格子物性にも関心が集まっている。また、軟 X 線光電子分光やレーザー光源光電子分光など、重い電子系の電子状態及びその秩序化を直接的に観測する実験手段が開発されるとともに、極低温磁化や回転磁場中の熱伝導・比熱などの精密測定法が我が国の研究者によって開発された。こうした新しい研究動向を組織的に展開することにより研究のピークを形成し、この分野における我が国の研究が世界の研究を先導し、さらに強相関電子系研究の将来を担う中堅・若手研究者の育成を図るために、本新学術領域研究の総括班としての活動を行う。

2. 研究の進捗状況

領域内の研究活動を円滑に進めるために、日本物理学会や領域内の研究会の機会を利用して、総括班会議をこれまでに 10 回にわたって開催してきた。また、本領域の研究成果を公表し、領域内外の研究の連携を深める目的で、毎年度研究会、国際会議、ワークショップを開催してきた。それらを以下にまとめる。

(1) 全体研究会

第 1 回研究会（参加者約 200 名、発表 147 件）平成 21 年 3 月、東京大学柏キャンパス

第 2 回研究会（参加者：約 150 名、発表 115 件）平成 21 年 8 月広島大学

(2) 国際会議（参加者：約 270 名、発表：237 件）平成 22 年 9 月、首都大学東京

International Conference on Heavy Electrons (ICHE2010)

(3) ワークショップ

① Mini Workshop on Heavy-Fermion Materials（参加者：約 20 名、発表：6 件）

平成 21 年 5 月、首都大学東京南大沢キャンパス

② 先端光電子分光による重い電子系研究（A01 班）（参加者：約 50 名、発表：22 件）

平成 21 年、岡山大学理学部

③ 小さなフェルミ面と大きなフェルミ面（A01 班）（参加者：約 40 名、発表：19 件）

平成 22 年 5 月、富山大学五福キャンパス

④ 希薄 f 電子格子系の新しい秩序（A02 班）（参加者：約 70 名、発表：28 件）

平成 22 年 8 月、高知大学朝倉キャンパス

⑤ 強相関物質に関する理論研究の新潮流（A04 班）（参加者：30 名、発表 29 件）

平成 22 年 9 月、千葉県生命の森リゾート

3. 現在までの達成度

② おおむね順調に進展している。

中間評価では、「前半の取り組みとしては質、量ともに十分な研究成果が上がっている」として A の評価をいただいた。我々としてもおおむね初期の計画に従って進行していると考えている。

4. 今後の研究の推進方策

平成 23 年度には、国内研究会と若手の学校を開催する予定である。平成 24 年度には、本新学術領域研究の取りまとめの研究会を開催する。国際会議については、International workshop on the dual nature

of f-electrons を総括班として正式にサポートする予定である。全体研究会の他に、焦点を絞ったワークショップを各年度 2 回程度開催する予定である。

本新学術領域研究の成果を社会や国民に発信していく方法としては、ニュースレターを秋と春の 2 回発行する予定である。ホームページも引き続き情報発信の場として運営していく。

平成 25 年度の強相関電子系国際会議 SCES2013 の準備が今後本格化する。本領域の研究成果を積極的に世界に発信する場として十分に活用したい。

5. 代表的な研究成果

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文]

- ① S. Yashiki, S. Kirino, and K. Ueda: “Kondo Effect of a Vibrating Magnetic Impurity”, *J. Phys. Soc. Jpn.* **79** (2010) 093707-1-093707-4.
- ② T. Hotta: “Construction of a Microscopic Model for Yb and Tm Compounds on the Basis of a j-j Coupling Scheme”, *J. Phys. Soc. Jpn.* **79** (2010) 094705-1-094705-12.
- ③ Y. Machida, T. Sakakibara (他 3 名): “Time-reversal symmetry breaking and spontaneous Hall effect without magnetic dipole order”, *Nature* **463** (2010) 210-213.
- ④ T. Morie, T. Sakakibara (他 3 名): “Unusual Low-Temperature Magnetization of a Cubic Γ_3 Non-Kramers Doublet Ground State Compound PrMg_3 - Evidence of a Hybridization Effect”, *J. Phys. Soc. Jpn.* **78** (2009) 033705-1-033705-4.
- ⑤ T. Hotta: “Inverse Isotope Effect on Kondo Temperature in Electron-Rattling System”, *J. Phys. Soc. Jpn.* **78** (2009) 073707-1-073707-4.

[学会発表]

- ① 上田和夫: 「ラットリングと電子系の相互作用」, 日本物理学会 2010 年秋季大会, 2010 年 9 月 24 日, 大阪府立大学中百舌鳥キャンパス (シンポジウム講演)
- ② 堀田貴嗣: 「近藤効果の新展開: 電子とラットリングの新たな出会い」, 日本物理学会 2010 年秋季大会, 2010 年 9 月 24 日, 大阪府立大学中百舌鳥キャンパス (シンポジウム講演)
- ③ T. Sakakibara (他 5 名): “Gap Symmetry of Heavy-electron Superconductors Studied by Specific-heat Measurements in Magnetic Fields”, 9th International conference on Materials and Mechanisms

of Superconductivity (M2S-IX), Tokyo, Japan, September 9, 2009.

④ K. Ueda: “Future trends in QCNP”, International Conference on Quantum Criticality and Novel Phases (Panel Discussion), Dresden, Germany, August 3, 2009.

⑤ 上田和夫: 「近藤効果の系譜 - 重い電子系と量子ドット -」, 日本物理学会第 64 回年次大会, 2009 年 3 月 29 日, 立教大学池袋キャンパス (レビューセッション講演)