

遍歴電子磁性の最近の展開と二次元遍歴電子強磁性体

$A\text{Co}_2X_2$ 系 (A =アルカリ金属, アルカリ土類; X =P, As, Se)

吉村一良¹, 森山広大¹, 奈良建佑¹, 村川譲一¹, 今井正樹^{1,2}, 太田寛人^{1,3}, 楊 金虎^{1,4}, 道岡千城¹, 植田浩明¹, 松尾 晶⁵, 金道浩一⁵, 高橋慶紀⁶

(¹京大、²原研・先端基礎研、³東京農工大、⁴杭州師範大、⁵東大・物性研、⁶兵庫県立大)

Recent Development of Itinerant-Electron Magnetism and 2D Itinerant Ferromagnetic System, $A\text{Co}_2X_2$ System (A = Alkaline and Alkaline Earth Elements; X =P, As, Se)

K. Yoshimura¹, K. Moriyama¹, K. Nara¹, J. Murakawa¹, M. Imai^{1,2}, H. Ohta^{1,3}, J. Yang^{1,4}, C. Michioka¹, H. Ueda¹, A. Matsuo⁵, K. Kindo⁵ and Y. Takahashi⁶

(¹Kyoto Univ., ²JAEA, ³Tokyo Univ. of A&T, ⁴Hangzhou Normal Univ., ⁵Univ. of Tokyo, ⁶Hyogo Univ.)

緒言

鉄砒素 (Fe-As) の二次元面を基調とした高温超伝導体[1]の関連物質として、同構造のコバルト化合物である LaOCoAs において、新たな二次元遍歴電子強磁性の振る舞いが見出された[2]。その強磁性の振る舞いは、スピンゆらぎ理論の新しい展開[3]によって、理論構築された新たな臨界現象である「強磁性臨界点では磁化のアロット・プロット (M^2 vs H/M) ではなく、磁化の4乗プロット (M^4 vs H/M) に従う」ことが明らかになり、遍歴電子強磁性の新たな発展へと結びついている。また、122 構造の Co 化合物 $B\text{Co}_2\text{P}_2$ (B =Ca, Sr, Ba, R) 系において遍歴電子磁性が見出されている[4-6]。

実験方法

本二次元 Co 化合物系の合成を固相反応法およびフラックス法により行った。また、合成された試料の X 線回折による構造の解析、電気抵抗・磁気・比熱といったマクロ物性評価、パルス強磁場を用いた強磁場磁化過程の測定、核磁気共鳴・緩和(NMR)によるミクロ物性評価測定を行い、その実験結果と遍歴電子系についてのスピンゆらぎ理論との定量的な比較検討を行った。

実験結果

LaCoAsO 系や LaCo_2P_2 系, $A\text{Co}_2\text{Se}_2$ 系は、Co を基調とした二次元遍歴電子強磁性を示すことが明らかになっているが[2, 4, 5]、その際、強磁性臨界点近傍では磁化のアロット・プロット (M^2 vs H/M) が上に凸で直線とならず、磁化の四乗プロット (M^4 vs H/M) が直線的となることが明らかになっている[3]。この振舞いは、磁化が臨界点で連続であり、また、スピンゆらぎのゼロ点ゆらぎの項と熱ゆらぎの項の総和が一定であると言うことを仮定した、スピンゆらぎの新しい理論展開によって明らかになった振舞いとよく一致する。また、 SrCo_2P_2 は二次元の交換増強された Pauli 常磁性体であって、50T 程度の強磁場を印加することによって常磁性から強磁性へと転移する、いわゆる遍歴電子メタ磁性転移が見出され注目されているが、パルス強磁場による $\text{Sr}_{1-x}\text{Ca}_x\text{Co}_2\text{P}_2$ ($x<0.5$) についての強磁場磁化測定の結果、 $x=0, 0.2$ では遍歴電子系のメタ磁性転移が二段に観測されることが明らかになった[5]。この二段の遍歴電子メタ磁性転移はスピン揺らぎを繰り込んだ理論でないと説明できないことが明らかとなった。さらに LaCo_2P_2 の単結晶を用いて NMR 測定を行い[6]、スピンゆらぎの理論によって定量的に解析し、二次元遍歴電子強磁性の振る舞いを微視的に明らかにすることができた。講演では、最近単結晶合成に成功した $A_2\text{Co}_{12}\text{P}_7$ (A =Mg, Ca) についても報告する予定である。

参考文献

- [1] Y. Kamihara, H. Hosono *et al.*, *J. Am. Chem. Soc.* **130**, 3296 (2008),
- [2] H. Ohta and K. Yoshimura, *Phys. Rev. B* **79**, 184407 (2009).
- [3] 高橋・吉村, “遍歴磁性とスピンゆらぎ” (内田老鶴圃, 2012).
- [4] J. Yang, K. Yoshimura and M. Fang *et al.*, *Phys. Rev. B* **88**, 064406 (2013).
- [5] M. Imai, C. Michioka, K. Yoshimura *et al.*, *Phys. Rev. B* **90**, 014407 (2014).
- [6] M. Imai, C. Michioka, H. Ueda, and K. Yoshimura, *Phys. Rev. B* **95**, 054417 (2017).