

大学院集中講義(オンライン形式)

講義名: 超伝導理工学特別講義(1単位), 物理化学特別講義 I(1単位)

講師: 鬼丸孝博 氏 (広島大学大学院先進理工系科学研究科・教授)

タイトル: 「希土類化合物の結晶場効果と多極子が関わる多様な物性

～ 多極子の秩序化, 超伝導, 近藤効果 ～」

日時: 9月23日(水) 2, 3, 4限

9月24日(木) 2, 3, 4限

9月25日(金) 1, 2限

(24日の4限は、セミナー形式になります。)

授業番号: ・超伝導理工学特別講義: W0004(分野横断プログラム履修者)

・物理化学特別講義 I

博士前期課程(修士): 理学研究科 R0319

博士後期課程(博士): 理学研究科 R0320 理工学研究科 R320

物理学・分子物質化学両専攻の学生対象

履修申請締め切り: 9月16日(水)

* オンライン授業のアクセス方法(URL等)は、追って履修申請者にご連絡いたします。

講義要旨:

希土類を含む金属間化合物では、局在した不対 4f 電子の角運動量 J によって生じる磁気モーメントが磁性を担っており、伝導電子との相互作用を通して長距離磁気秩序や重い電子状態、異方的超伝導など多彩な現象を引き起こす。一方、いくつかの系では 4f 電子による非磁性の相転移が見出され、 J の高次テンソル量である多極子が重要な内部自由度であり多彩な物性を創出することが明らかとなった。本講義では、4f 電子の多極子自由度について理解するために、4f 電子に対する結晶場効果ならびに基底多重項で活性となる多極子自由度について学ぶ。多極子が秩序する典型的な例をいくつか取り上げ、結晶場効果や多極子の秩序変数について具体的に説明する。また、多極子秩序を実験的に観測する方法や、四極子による近藤効果、超伝導に関する最近の研究についても紹介する。

各授業内容

- (1) 希土類化合物の多彩な磁性: 4f 電子の磁気モーメントと伝導電子の相互作用
- (2) 4f 電子にはたらく結晶場
- (3) 多極子自由度について
- (4) 四極子秩序を示す系: CeB₆, PrPb₃ を例に
- (5) 四極子秩序を示す系: PrT₂X₂₀ (T: 遷移金属, X: Al, Zn, Cd)
- (6) 多極子秩序を観測する方法
- (7) 多極子自由度が関与する多彩な物性: 四極子近藤効果, 超伝導

問い合わせ先: 物理学専攻 青木勇二(内線 3362) Email: aoki@tmu.ac.jp

超伝導理工学セミナー

日時: 2020年9月24日(火) 14:40-

講師: 鬼丸 孝博

(所属: 広島大学大学院先進理工系科学研究科・教授)

題目: $4f^2$ 配位系の多極子物性に関する研究の進展と展望

要旨:

$4f^2$ 配位の Pr^{3+} イオンを含む金属間化合物では、多極子秩序や重い電子超伝導、非フェルミ液体的挙動など、 $4f^2$ 電子と伝導電子の相互作用に起因する物性が発現する [1,2]。特に、立方晶カゴ状化合物 $\text{PrT}_2\text{X}_{20}$ (T : 遷移金属, X : Mg, Al, Zn, Cd) では、非磁性基底二重項の多極子による興味深い物性が見出されている。 $\text{PrIr}_2\text{Zn}_{20}$ は $T_Q = 0.11$ K で反強四極子(AFQ)秩序を示し、さらに低温の $T_c = 0.05$ K で超伝導転移を示す [3,4]。Pr を希薄にした $\text{Y}(\text{Pr})\text{Ir}_2\text{Zn}_{20}$ では、 C_m/T や $\rho(T)$ 、弾性定数の非フェルミ液体的(NFL)挙動が観測され、単サイトの四極子近藤効果の発現が示唆される [5-7]。同様の NFL 的挙動は、同型の $\text{Y}(\text{Pr})\text{Co}_2\text{Zn}_{20}$ や $\text{La}(\text{Pr})\text{Ti}_2\text{Al}_{20}$ でも観測されており [9]、四極子と伝導電子の相関が $\text{PrT}_2\text{X}_{20}$ の多彩な物性を創出していると考えられる。セミナーでは、 $\text{PrT}_2\text{X}_{20}$ の多彩な物性に関する系統的な理解と今後の展望について示したい。

[1] H. Sato *et al.*, Handbook of Magnetic Materials (Amsterdam, 2009) vol. 18, p. 1.

[2] T. Onimaru and H. Kusunose, JPSJ **85**, 082002 (2016).

[3] T. Onimaru *et al.*, J. Phys. Soc. Jpn. **79**, 033704 (2010).

[4] T. Onimaru *et al.*, Phys. Rev. Lett. **106**, 177001 (2011).

[5] Y. Yamane, T. Onimaru *et al.*, PRL **121**, 077206 (2018).

[6] T. Yanagisawa, T. Onimaru *et al.*, Phys. Rev. Lett. **123**, 067201 (2019).

[7] D. L. Cox and A. Zawadowski, Adv. Phys. **47**, 599 (1998).

[8] Y. Yamane, T. Onimaru *et al.*, JPS Conf. Proc. **29**, 015006 (2020).

[9] S. Asatani, T. Onimaru *et al.*, JPS Conf. Proc. **30**, 011159 (2020).

問い合わせ先: 物理学専攻 青木勇二 (内線 3362) Email: aoki@tmu.ac.jp