

★ EVENT セミナー ★

先端強磁場科学研究センター&カデットプログラム共催セミナー

AHMF & Cadet Program Joint seminar

2015年8月19日(水) 13:00 ~ 14:30

場所: 極限科学研究棟(旧極限量子科学研究センター)2階会議室

講師名: 安井幸夫博士

講師所属: 明治大学理工学部物理学科

講演タイトル: フラストレートした一次元量子スピン系 $A_2Cu_2Mo_3O_{12}$

(A=Rb, Cs)の螺旋秩序状態 vs スピンギャップ状態

概要: スピン間の相互作用に競合がある量子スピン系では、量子効果による特異な物性現象の発現や新奇な量子磁性状態の出現が期待される。ここでは量子スピン間の相互作用が最近接 J_1 で強磁性的、次近接交換 J_2 で反強磁性的になり J_1 と J_2 が競合する特徴をもつ CuO_2 リボン鎖系を取り上げる。 CuO_2 リボン鎖の具体的な物質例としては、 $LiVCuO_4$ [1], $LiCu_2O_2$ [2] がまず挙げられ、これらの物質ではヘリカル型磁気構造をもつ反強磁性転移があり、そこでは強誘電転移を伴うマルチフェロイック現象(磁気秩序と強誘電性が共存)が観測されている。一方、 CuO_2 リボン鎖系 $Rb_2Cu_2Mo_3O_{12}$ では、量子ゆらぎと低次元性により少なくとも 2K までは長距離磁気秩序を示さないと先行研究により報告されていた[3]。 $Rb_2Cu_2Mo_3O_{12}$ およびその関連物質 $Cs_2Cu_2Mo_3O_{12}$ において様々な物性測定を行ったところ、興味深い結果が得られたので紹介したい。

$Rb_2Cu_2Mo_3O_{12}$ の誘電率と強誘電分極を磁場下で測定した結果、わずか 0.05 T の磁場を印加しただけで、8 K 付近に磁場誘起の強誘電転移が出現することを見出した。強誘電転移温度の 8 K 付近では長距離磁気秩序は起きておらず、ヘリカル型の短距離磁気秩序状態で磁場誘起の強誘電転移が出現しており、新しいタイプの強誘電転移と考えられる[4]。さらに磁気基底状態を知るために 2 K 以下の比熱・磁化率測定や中性子磁気非弾性散乱を行った結果、 $Rb_2Cu_2Mo_3O_{12}$ はゼロ磁場下で非磁性の基底状態をとることがわかった。この時の spin gap energy は $\Delta \sim 1.6$ K である [5]。磁場印加により energy gap が徐々に減少し、約 2 T で非磁性状態は消失した。さらに 2 T 以上の磁場中では H - T 相図でベル型の磁気・強誘電秩序相が出現することを見出した(反強磁性転移温度は $H=7T$ の $T_N \sim 1.5$ K が最高温度)。

Rb を Cs に全置換した $Cs_2Cu_2Mo_3O_{12}$ についても各種の測定を行った結果、Rb 系と同様 7.5 K 付近で長距離磁気秩序を伴わない磁場誘起の強誘電転移が起きることがわかったが、ゼロ磁場中での磁気基底状態は反強磁性状態 ($T_N=1.85$ K) であり、両者で異なっていることがわかった。本セミナーでは、 CuO_2 リボン鎖 $A_2Cu_2Mo_3O_{12}$ (A=Rb, Cs) について、その磁気特性と誘電特性をまとめて紹介する。

[1] Y. Yasui et al., JPSJ 77 (2008) 023712. [2] S. Park et al., PRL 98 (2007)057601.

[3] M. Hase et al., PRB 70 (2004) 104426. [4] Y. Yasui et al. JAP 113 (2013) 17D910.

[5] Y. Yasui et al., JPSJ Conf. Proc. 3 (2014) 014014.

<主催した先生からの感想>

セミナーへの出席はカデットプログラムコーディネーターの木村剛先生を含めて約 20 名でした。量子効果と磁気フラストレーション効果が共に重要な役割を果たす系の興味深い物理的性質が二つの類似物質で報告されました。Rb の化合物では低温まで磁気秩序を示さず非磁性の基底状態を有し、Cs の化合物では低温で磁気秩序を示します。これらの系の実験結果に対して、学生を含め、数多くの質問が出されて活発な議論が行われ、充実したセミナーでした。
(萩原政幸教授)