

パルス強磁場下軟 X 線吸収分光法の開発

Development of soft X-ray absorption spectroscopy under pulsed high magnetic fields

稲見俊哉^{1,*}, 松田康弘², 岡本淳³¹量子ビーム応用研究センター, 日本原子力研究開発機構, 〒679-5148 佐用町光都 1-1-1²東京大学物性研究所, 〒277-8581 柏市柏の葉 5-1-5³構造物性研究センター, 放射光科学研究所, 〒305-0801 つくば市大穂 1-1Toshiya Inami^{1,*}, Yasuhiro Matsuda² and Jun Okamoto³¹Condensed Matter Science Division, JAEA, 1-1-1 Kohto, Sayo, Hyogo 679-5148, Japan²ISSP, University of Tokyo, 5-1-1 Kashiwanoha, Kashiwa 277-8581, Japan³CMRC, Photon Factory, 1-1 Oho, Tsukuba 305-0801, Japan

1 はじめに

極低温において磁場や圧力などの外場によって誘起される量子相転移は、その量子臨界点近傍における非フェルミ液体状態やスピン揺らぎ・価数揺らぎによる超伝導の発現により高い注目を集めている。一方で磁場は比較的弱い外場であり、磁場誘起の量子相転移では対象が 20T を超える強磁場領域に存在することがあり、主に巨視的な測定から物理を議論していた。そこで強磁場科学に微視的な測定手法を導入すべく、これまでパルス強磁場下における硬 X 線領域での X 線回折法・X 線吸収分光法の開発とそれを利用した物性研究を進めてきた[1,2]。この開発研究を軟 X 線領域に拡大するのが本研究の目的である。

ここまで、液体窒素冷却パルスマグネットの高真空チャンバーへの組み込み及び励磁試験、BL-11A での Ni (2012PF-18) 及び Yb_{0.9}Y_{0.1}InCu₄ (2012PF-26, 2011G534) を試料とした全電子収量法でのパルス磁場下 X 線吸収分光測定試験、液体 He フロー型冷凍器による試料冷却試験と進めた。試験結果をフィードバックし、特に様々なノイズの削減に努めた結果、光有りと光無しとの差を 10 回程度平均すれば(何も起きない条件では)フラットな磁場変化が得られることを確認した。これをもって挿入光源を用いた物性測定に進むこととした。

2 実験

実験は BL-16A で行った。試料としては磁場誘起の Co のスピン状態転移(低スピン→高スピン)を起こすと考えられている (Pr_{1-y}Y_y)_{0.7}Ca_{0.3}CoO₃ (y = 0.0625) を用いた。この試料は 1 次転移的にスピン転移を起こす点に特徴があり、30K で 10T 強に転移が来るように Pr/Y 比を調整した。試料は焼結体を用いた。磁場はパルス長約 3.5 ミリ秒、最大磁場 19T であった。試料電流は電流アンプ(5×10⁷V/A)で増幅しデジタルオシロに取り込む。同時に磁場の値も取り込み、横軸時間のデータから、横軸磁場のデータに変換できるようにしている。

3 結果および考察

まず、Co の L_{2,3} 吸収端と酸素の K 吸収端でそれぞれスペクトルを測定し、転移点(約 40K)の上下で温度変化を測定した。Co L_{2,3} 端では明瞭な温度変化は確認されなかったが、酸素 K 吸収端では低エネルギー側に温度変化が観測され、ここで測定を行うこととした(図 1 矢印)。挿入光源を用いたことにより出力は大きくなり、(同じ条件の比較ではないが)11A の 30 倍にも達し測定は容易かと思われたが、予想外なことに励磁ノイズも同じくらい大きくなり、測定は困難となった。ノイズの原因を探したところ、結局これまでと同じ試料ホルダとマグネットの接触と分かり、抜本的な対策を施すこととした。

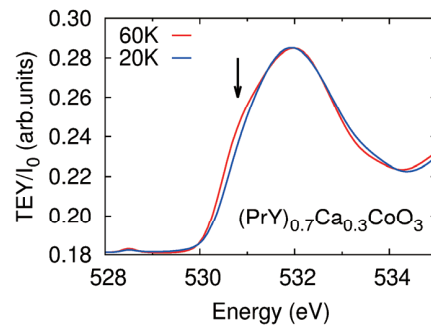


図 1 : 酸素 K 吸収端でのスペクトルの温度変化。

4 まとめ

残念なことに物性測定へと進むことは出来なかったが、試料位置微調機構を作り直すこととし、再度挑戦することとした。ノイズ低減など 16A での測定ノウハウも得られたので次回に期待するものである。

参考文献

- [1] T. Inami *et al.*, *J. Phys. Soc. Jpn.* **78**, 033707 (2009).
 [2] Y. H. Matsuda *et al.*, *Phys. Rev. Lett.* **103**, 046402 (2009).

* inami@spring8.or.jp