

軟X線共鳴磁気散乱装置の製作と磁気散乱円二色性の予備実験

KEK-PF¹, 東大院理² 小出常晴¹、朝倉大輔¹、藤森 淳²

近年、磁性人工格子・多層膜や強相関電子系磁性体において、周期が $\sim 1\text{nm}$ 又はそれ以上の空間周期構造が作成され見出された。本研究は、 $\sim 1\text{nm}$ 波長の軟 X 線の共鳴磁気散乱を利用し、磁氣的長周期構造を解明する。本研究ではまた、放射光に固有の円偏光と直線偏光をフルに利用し、遷移金属 $L_{2,3}$ 内殻、及び希土類 $M_{4,5}$ 内殻共鳴散乱における磁気円二色性や 磁気線二色性の観測により、空間構造だけでなく電子・磁気状態も同時に研究し、空間周期構造と電子状態の相関と競合を解明する。

製作した軟 X 線共鳴磁気散乱装置 (図 1) は以下の特徴を有する。(1) 共鳴磁気散乱装置本体以外に試料準備槽とエアロック槽を備え、エアロック槽以外は超高真空である。(2) 試料回転 (θ) と検出器回転 ($2\theta, \phi$) が超高真空槽外から超高精度に調整可能。(3) ギャップ可変の永久磁石で試料に可変磁場を印加可能。(4) 第一段階では Si フォトダイオード光検出器を使用。(5) 光軸と共鳴磁気散乱装置の軸が高精度で調整可能。(6) 試料準備槽内で蒸着や碧開が可能、超高真空下で試料転送が可能。

本共鳴散乱装置は、PF 偏光スイッチング・可変偏光アンジュレータービームライン(BL-16A2)の実験ステーションに半永久的に設置された(図 1)。本ビームラインでは、左/右円偏光と水平/垂直直線偏光の利用が可能であり、2年後には円偏光の左/右や直線偏光の水平/垂直が交流的に得られる。ごく最近、左右円偏光アンジュレーター放射を利用して、Co/Pt 磁性多層膜の Co $L_{2,3}$ 内殻励起共鳴磁気散乱が測定された。1次回折光に対する結果を図 2 に示す。既に観測された吸収 XMCD に対応して、共鳴散乱 XMCD が明瞭に観測された。この結果は Co 層間の強磁性結合を明瞭に示す。今後は、液体 He フロー型冷凍機と温度制御器を導入し、試料温度を室温から 5 K まで冷却・制御可能にする。また研究の第二段階では、位置敏感型 (2次元) 検出器を利用して、軟 X 線スペックル観測の研究に発展させる。

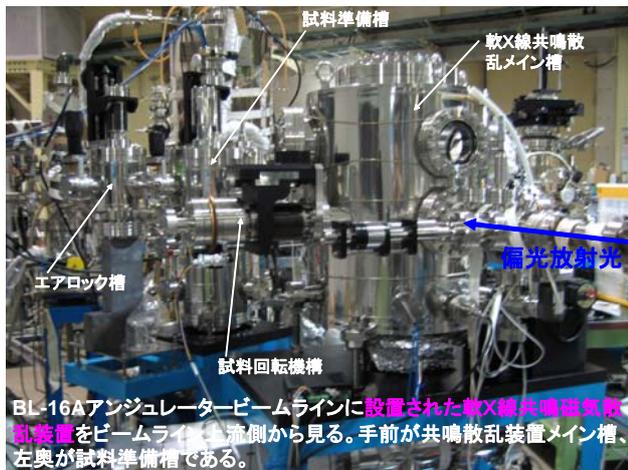


図 1. BL-16A2 に設置された軟 X 線共鳴散乱装置をビームライン上流側から望む。手前が共鳴散乱メイン槽、左奥が試料準備槽である。

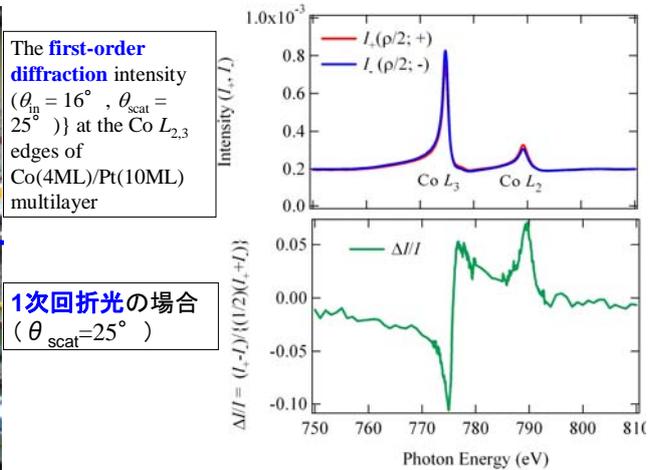


図 2. Co/Pt 磁性多層膜のヘリシティ依存 1 次回折光 (上図) と共鳴散乱 XMCD (下図)。斜入射角は 16° 、磁場は試料面内に $\sim 2000\text{G}$ である。