

X線磁気回折による強磁性体の スピンおよび軌道磁気モーメントの空間分布の研究

伊藤正久^{1,5}, 安達弘通², 岸本俊二², 平野馨一², 森丈晴², 河田洋², 中尾裕則^{2,3},
村上洋一^{2,3}, 宮川勇人⁴, 渡辺康裕⁴, 七尾進⁴, 桜井浩⁵, 伊藤文武⁵, 圓山裕⁶, 加藤健一^{7,8},
西堀英治⁷, 高田昌樹⁷, 坂田誠⁶, 田口康二郎⁹, 十倉好紀⁹, 荒川悦雄¹⁰, 並河一道¹⁰

姫工大理¹, 物構研², 東北大理³, 東大生研⁴, 群馬大工⁵, 広島大理⁶, 名大工⁷, JASRI⁸,
東大工⁹, 東京学芸大¹⁰

当実験組織はビームライン BL3C₃ で強磁性体を対象とする白色X線磁気回折実験を行なっている。本実験は、偏向磁石から発せられる白色楕円偏光X線を用い、磁化反転に伴う回折強度の変化（磁気効果）を測定する実験である。本実験は、スピン磁気モーメントの形状因子（スピン磁気形状因子）と軌道磁気モーメントの形状因子（軌道磁気形状因子）を分離して測定できる、唯一の実験手段である。これらの磁気形状因子は、それぞれの磁気モーメントの空間分布を反映している。

当実験課題の目的は次の3つに大別される。（ ）実験システム、および、解析手法の改善・改良。（ ）スピンおよび軌道磁気モーメントの実空間分布解析を目指した実験。そして究極的には、（ ）スピンおよび軌道磁気モーメントが物性においてどのような役割を果たしているかを明らかにすること。今年度は下記の実験を行なった。

（1）冷却APDとflash-ADCを用いた高速MCA測定系の開発。10⁶cps程度の高強度回折X線の高速MCA測定により、従来数日を要した測定時間を1時間程度で行なうことを目指した。Labviewの測定制御プログラムを整備した。

（2）軌道整列系YTiO₃の温度5Kにおける(068)面、L+2S配置の測定。068逆格子点における全磁気形状因子の測定である。L配置での磁気効果がほぼゼロであったので、スピン磁気形状因子を測定することになる。068逆格子点のスピン磁気形状因子値は、以前00h(h=6,8,10,12)逆格子点でS配置で測定されたスピン磁気形状因子の包絡線にはのらないことが判った。これは、異方的な空間分布を持つTi-3d電子軌道を反映していると考えられる。

（3）希土類元素におけるスピン密度の異方性の研究。当手法のスピン軌道分離特性を利用して、希土類元素におけるスピンだけの異方性を調べるためのS配置での測定である。S配置によって計測されたデータは、その実験配置の幾何学的な特殊性のために、構造解析的な処理を行わなくてもスピン密度分布に関するある程度の直感的な描像を明らかにすることができるという特徴を有している。実験は希土類元素とアルミニウムのラーベス相化合物について行われ、これまでにPr, Sm, Gd, Dyといった希土類元素のデータが蓄積されている。詳細な解析は今後進めて行く予定であるが、Gd以外の希土類元素のスピン密度分布は明らかに球対称から外れていることを示す結果が得られている。