

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

群馬大工¹, 物構研², 東北大理³, 東大生研⁴, 広島大理⁵, 名大工⁶, JASRI⁷, 東大工⁸, 東京学芸大⁹

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。偏向磁石から電子軌道面上下に放射する白色楕円偏光 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。本実験では、磁気形状因子のスピン成分（スピン磁気形状因子）と軌道成分（軌道磁気形状因子）を独立に測定する（あるいは、分離して測定する）ことが可能である。これらの磁気形状因子は、スピン、および、軌道磁気モーメントの空間分布を反映している。本実験は、スピンモーメント、および、軌道モーメントの空間分布に関する情報を提供できる極めて珍しい実験、といえる。

当実験課題の目的は下記の 3 つに大別される。（ ）測定精度向上のための実験システムの改善、および、解析手法の改良。（ ）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、である。今年度は下記の実験を行なった。

（ 1 ）軌道整列系 YTiO₃ の複数結晶格子面（(100)面、(101)面、(201)面、(103)面）を用い、スピン磁気形状因子を選択的に測定する S 配置にて実験を行なった。計 17 点の逆格子点におけるスピン磁気形状因子を得た。スピンを担っているのは t_{2g} 軌道にあると考えられている Ti - 3 d 電子である。オーダーした Ti - 3 d 電子の異方的な空間分布を反映していると思われる、スピン磁気形状因子の結晶方位異方性を観測した。今後は、スピンモーメントの実空間分布解析を通して、オーダーした Ti - 3 d 電子軌道に関する知見を得たい。

（ 2 ）希土類元素(R)におけるスピン密度の異方性の研究。RAI₂ は R の磁気秩序状態を調べる最適なシリーズとして昔からよく取り上げられているが、この中で一見最も単純とも思われる GdAl₂ に関しては不可解な報告が多い。本 S 型課題の実験においても前年度この物質に関して予想外のデータを観測しており、今年度その再認を行った。例えば、磁化は温度低下とともに単調に増加するのに対して、555 や 777 反射の磁気効果は低温で減少することが確認されている。Gd の形状因子に対しては他の R の場合に有効な等価演算子による解析が無力である反面、内殻の偏極、固体効果による非球性等々、違った興味を追究して行ける可能性があり、今後データの解釈を検討し、場合によってはさらに実験を継続することを考えている。

（ 3 ）当実験手法の新たな研究対象開拓の一環として、薄膜強磁性体試料（多層膜人工格子と薄膜単結晶）の実験を行なった。まだ予備実験の段階に留まるが、当日実験結果を報告する予定である。