

## 偏光反転コンプトン散乱による磁化を持たない強磁性体の検証

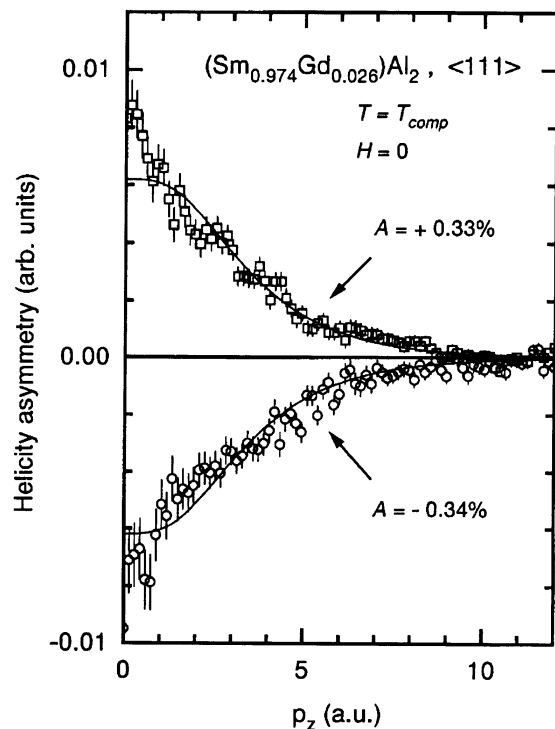
物質構造科学研究所 安達弘通

磁性材料はその中に含まれる磁性元素に付随する磁気モーメントの配列によって「強磁性体」「反強磁性体」「フェリ磁性体」などと呼ば分けられる。磁気モーメントにはさらに、電子スピンの起因する「スピン磁気モーメント」と電子の軌道運動に起因する「軌道磁気モーメント」とがあり、両者の寄与の和が物質全体の磁力を決めている。上の磁性体の呼び分けは通常スピン磁気モーメントの配列に基づいて行われ、従ってスピン磁気モーメントが同方向に配列しているという点では「強磁性体」と呼ばれながら、軌道磁気モーメントの寄与によって巨視的な磁力が相殺されるという状態があり得る。主として希土類元素のサマリウムによって磁力が担われている磁性体ではそのような状態を作り出すことが可能である。この磁性体の巨視的な磁力（磁化）の温度による変化はいわゆる補償温度をもつタイプのフェリ磁性体のものと類似しており、スピン磁化と軌道磁化の温度依存性の相違によって特定の温度で磁化が0となる。

こうした材料は、電子スピンの強磁性的に偏極しているが外部に磁気的な擾乱を一切与えないという点で、スピントクノロジーの分野で他の物質では代替不能な役割を果たすことが期待される。磁化を持たずスピンの強磁性的秩序を保っている状態を実証することは、物理的な興味ばかりでなくそうした応用への立脚点ともなる。このような観点から PF-AR のビームライン NE1 においてコンプトン散乱のスピン依存効果を測定する検証実験が行われた。

スピン依存コンプトン散乱は磁気モーメントのスピン成分のみを検知し、かつ秩序化している希土類元素の 4f 電子の波動関数を直接反映した信号が得られるため、最も直接的な検証方法であると考えられる。通常このスピン依存効果は電子系のスピンを反転させた際の信号の差分として求められるが、試料に磁化が無い場合には電子系のスピンを固定して入射 X 線の円偏光度を逆転させることによって等価な信号を得なければならない。今回の実験では、まず標準的な鉄の試料を使ってこの偏光反転法を確立した後、磁化を持たない強磁性状態にあると思われる (Sm,Gd)Al<sub>2</sub> を試料として測定を行い、無磁化状態においてスピンの強磁性的な秩序が存在すること、その向きが外部磁場に対して安定であること、

温度と磁場の履歴によってこのスピンの向きを操作することが可能であること、などを明らかにした。なお、ウィグラー光源の極性反転によるスピン依存コンプトン信号の計測は世界に先駆けた成功であり、磁場によるスピン反転が望ましくない（不可能な）物質にまで当該手法の適用範囲が広がったと言える。



図．偏光反転法で計測した無磁化状態におけるスピン依存コンプトンプロファイル．測定前の温度と磁場の履歴によってスピンの極性を変えることができる： と ．

### [ 参考 ]

- Phys. Rev. Lett. **87** (2001) 127202
- <http://focus.aps.org/v8/st13.html>