

## 審査の結果の要旨

論文提出者氏名 宮川勇人

X線磁気ブラッグ散乱は全磁気モーメントをスピン成分と軌道成分に分離して計測すること（S L分離）が可能であることを理論的に指摘されながらも、この測定が可能なX線の強度や偏光特性の実現が難しい上に通常のX線ブラッグ散乱における千分の1のオーダーの微少な差を測定する必要があるという事情から、実験的に精度良く計測することが困難であった。特に、2種類以上の磁性元素を含む希土類-遷移金属合金については実験例が少なく信頼性のある結果は得られていない。本論文は、 $\text{SmFe}_2$ と $\text{DyCo}_5$ のスピン磁気モーメントおよび軌道磁気モーメントを正確に計測評価することを目的として行った磁気ブラッグ散乱を中心としたX線磁気散乱ならびにX線磁気吸収の実験の結果とその解析を内容としている。

第1章は緒言であり、希土類-遷移金属化合物の材料としての有用性と磁気特性および放射光を用いた磁性研究についての特徴や歴史的背景について紹介するとともに、本研究の目的および本論文の構成について述べている。

第2章ではX線磁気ブラッグ散乱、X線磁気コンプトン散乱、X線磁気吸収のそれぞれについて起源や概念を簡潔に述べ、S L分離の原理を導出している。章後半においては、その原理に基づいた実験方法をそれぞれについて説明し、測定を行った放射光X線の特徴とビームラインの仕様について述べている。

第3章では $\text{SmFe}_2$ のS L分離した形での磁気構造を取得することを目的として行ったX線磁気ブラッグ散乱およびX線磁気コンプトン散乱の実験内容について詳述し、その解析結果をまとめている。それぞれの実験における注意点・問題点について指摘し、精度良い計測値を得るために開発した新しい手法や解析法について詳述している。特に、実験例の少ない磁気ブラッグ散乱実験において、試料の散乱面内の回転により不必要な多重散乱を抑制することや、蛍光と回折とを分離測定するためには分光結晶による高分解能な測定が不可欠であることを示している。解析においては、双極子近似に基づいたフィッティングにより構造因子に含まれる2種類以上の磁性元素の寄与を分離できることを実証している。

また、磁気ブラッグ散乱と磁気コンプトン散乱の両実験結果を照合することにより Sm、Fe の各サイト上の電子と伝導電子のそれぞれが担っているスピン磁気モーメントと軌道磁気モーメントを評価するとともに、両実験結果の比較検討が S L 分離に大変有効であることとそれぞれから得られる結果がよく符合し信頼性の高いことを示した。

第4章では DyCo<sub>5</sub> について磁気ブラッグ散乱と磁気コンプトン散乱の測定結果を解析するとともに、磁気構造の温度変化に関して詳述している。磁気コンプトン・プロファイルから得られるスピン密度の大きさはスケージングが難しいが、ノーマル・コンプトン・プロファイルの全積分値で規格化することでこの点を克服し、磁気ブラッグ散乱実験の結果および磁化測定の結果と比較することにより磁化単位  $\mu_B$  への換算を行った点は独創的な新しい試みである。この結果、Dy の 4f 軌道と Co の 3d 軌道そして伝導電子それぞれが担うスピン磁気モーメントと軌道磁気モーメントの温度変化を導出することに成功し、DyCo<sub>5</sub> 内で競合し合う Dy と Co それぞれの磁気異方性についての貴重な知見を得ている。

第5章では、SmFe<sub>2</sub> に対して行った Fe の  $L_3$ 、 $L_2$  吸収端における軟 X 線磁気円二色性の実験内容と実験結果の解析をまとめている。磁気光学総和則に基づき行った S L 分離の結果と第2章でまとめた磁気散乱実験の結果とを比較検討し、通常磁気散乱実験においては評価が困難であった 3d 遷移金属元素の小さな軌道磁気モーメントを磁気吸収実験によって正しく見積もることに成功し、磁気吸収実験の有効性を指摘している。

第6章は総括である。

以上要するに、本論文においては、希土類-遷移金属合金である SmFe<sub>2</sub> と DyCo<sub>5</sub> に対して行った X 線磁気ブラッグ散乱、X 線磁気コンプトン散乱、軟 X 線磁気円二色性の実験と解析の結果に基づきこの合金の磁気構造を明らかにするとともに、これらの実験法・解析法の確立を行ってそれぞれの手法による S L 分離の精度・有効性を示し、S L 分離という新しい分野の開拓に極めて大きな貢献をした。

本論文は金属学の発展に寄与すること大であり、よって博士（工学）の学位請求論文として合格であると認められる。