

超強磁場中性子回折手法の開発と応用

Development of High Magnetic Neutron Diffraction System

野尻 浩之¹⁾ 大山 研司¹⁾ 掛下 知行¹⁾ 寺井 智之²⁾ 目時直人³⁾ 松田雅昌³⁾

Hiroyuki NOJIRI Kenji OHOYAMA Tomoyuki KAKESHITA Tomoyuki TERAI Naoto METOKI Masaaki MATSUDA

¹⁾東北大学 ²⁾大阪大学 ³⁾原子力機構

本研究では、磁気構造を直接決定できる超強磁場中性子回折手法を開発する事を目指した技術開発を行い、30 テスラ以上の磁場を発生できるシステムを開発試験するとともに、この手法を希土類化合物のメタマグ転移の機構解明に応用するため超伝導磁石を用いた低磁場域の測定を行った。

キーワード: 超強磁場、極端条件、メタマグ転移

1. 目的

本研究の目的は、様々な磁場誘起相転移において、磁気構造を超強磁場中で直接決定できる超強磁場中性子回折手法を開発し、この手法を希土類化合物のメタマグ転移の機構解明に応用する事にある。我々は近年ミニコイル技術を利用し、3号炉の中性子において27Tまでの予備実験に成功した。既に磁石単体では30-40 Tのパルス磁場が発生可能であるが、中性子実験を行うためには回折実験が可能なクライオスタットを含むシステムを開発し、1時間に10回以上の磁場発生を数百回繰り返して、その実用性を検証する必要がある。併せて、実際の実験の対象系として、メタマグ転移を示すDyCuの測定を行うために、この物質の強磁場相の磁気構造モデルを構築を目指して、定常磁場で可能な10 T領域における予備実験を行う。

2. 方法

上記の目的のために、パルス磁場電源、パルス磁石、クライオスタットを開発するとともに、中性子ビーム照射下においてS/N等の評価を行う。またDyCuに関しては、TAS-2分光器において、10 Tヘリウムフリー型超伝導磁石を用いて低磁場の磁気構造モデルの構築を目指す。回折に用いた中性子は30.5 meVである。

3. 研究成果

前期は主に、パルス磁場システムの開発と性能評価およびDyCuの予備測定を行い、以下のような成果を得た。

- (1) 25 kJのコンパクトパルス磁場電源を新たに開発し6 msecのパルス幅を達成した。
- (2) 逆転配置型インサートを開発し、31.5 Tで1時間に10回の磁場発生を可能にした。
- (3) クライオスタットシステムのバックグラウンド評価、分解能等の評価を行った。
- (4) DyCuの強磁場磁気散乱を9.5 Tまで測定し、磁気構造モデルを確定した。
- (5) DyCuにおいて交換相互作用と四重極相互作用のを評価し、両者が競合することを示した。

4. 結論・考察

超強磁場システムに関しては、10時間の積算測定時間は、600 msecとなり、1000 cps程度の磁気散乱であれば10時間程度で測定が出来る目処がたった。バックグラウンドは、散乱角25度で200倍以上、分解能は0.1度であり、実用上差し支えない。この事から、30 Tを超える領域での中性子回折実験実現に目処がたった。今後このシステムを実際に用いた実験を展開する予定である。DyCuにおいてはこれまで、複雑な磁気構造の原因が確立していなかったが、今回決定した磁気構造モデルから、四重極相互作用が2.6 Kに対し、交換相互作用が-6/9 Kという値を定量的に評価することにはじめて成功した。

5. 引用(参照)文献等

保井基良、寺井智之、掛下知行、松田雅昌、目時直人、野尻浩之: 中性子回折によるDyCuの磁場誘起相の磁気構造解析: 2007金属学会ポスター発表