

デラフォサイトCuFeO₂の高圧中性子回折実験

High pressure neutron diffraction experiments of Delafossite CuFeO₂

利用者 寺田 典樹¹⁾、長壁 豊隆²⁾

Noriki Terada

Toyotaka Osakabe

所 属 ¹⁾物質・材料研究機構、²⁾原子力機構

概 要

物質・材料研究機構において育成したCuFeO₂の単結晶試料を原子力機構で開発したハイブリッドアンビル型の高圧セルを用いて、高圧下での中性子回折実験を行った。その結果、7.9GPaの圧力を実現し、コメンシュレートからインコメンシュレートへの圧力誘起磁気相転移を観測することができた。

キーワード フラストレーション、スピン格子結合、高圧下中性子回折

1. 目的

三角格子反強磁性体CuFeO₂はフラストレーション系磁性体として知られており、近年ではスピン格子結合やマルチフェリクスとして盛んに研究されている物質である。これまでの研究により、CuFeO₂の磁気的な基底状態は三角格子が自発的にひずみフラストレーションを解消することによって実現されると考えられてきた。^[1] 本研究では、自発的に変形する結晶格子を外部から制御し、磁気基底状態を変化させた場合に新しい磁気状態が現れることを期待して、高圧下での中性子回折実験によって高圧下磁気状態の探索を行った。

2. 方法

測定試料は、物質材料研究機構の赤外線イメージ炉によって育成した良質な単結晶を、0.5*0.6*0.25mm³にカットしたものをもちいた。試料を長壁氏によって開発されたハイブリッドアンビルセルにセットし、オフラインで加圧した。圧力はルビー蛍光法によって同定した。アンビルセルをヘリウム循環型の冷凍機にセットし3Kまでの冷却を行った。中性子回折実験は炉室のTAS1分光器を用いて行った。大強度を確保するために、コリメーターはすべてオープンで測定した。測定時間は1つの逆格子あたり18分おこなった。

3. 研究成果

7.9GPaの圧力印加すると、常圧において1/4 1/4 3/2というコメンシュレートの位置に観測されていた磁気ブラッグ反射が、 $q \approx 3/2$ $q=0.192$ というインコメンシュレートの位置に観測された。常圧下でのネール温度直上の磁気短距離秩序の波数が約 $q=0.192$ であることを考慮すると、自発的な格子歪みがおこる直上の温度における波数がそのまま低温まで生き残ったと考えられる。この結果は、フラストレーション磁性体において、圧力誘起コメンシュレート→インコメンシュレートの初めての例となった。

4. 結論・考察

今回我々は、CuFeO₂の圧力下における磁気基底状態の変化を探索する目的で、TAS1において高圧下での中性子回折実験をおこなった。その結果、常圧下で実現していたコメンシュレート磁気秩序は圧力によって抑制され、インコメンシュレート磁気秩序に変化することわかった。また、インコメンシュレート磁気秩序の波数が常圧でのネール温度直上の磁気短距離秩序の波数にほぼ対応していることから、この系において自発的な格子歪みが圧力によって抑制され、その結果としてコメンシュレート磁気秩序も抑制されたと考えられる。

5. 引用(参照)文献等

- [1] "Spin-Driven" Crystal Lattice Distortion in Frustrated Magnet CuFeO₂: Synchrotron X-ray Diffraction Study
N. Terada, S. Mitsuda, H. Ohsumi and K. Tajima J. Phys. Soc. Jpn. 75 023602 (2006).

