

歪んだ三角格子反強磁性体の磁気励起

河野 昌仙

物質・材料研究機構 国際ナノアーキテククス研究拠点

Magnetic Excitations in Distorted Triangular Antiferromagnets

Masanori Kohno

International Center for Materials Nanoarchitectonics Materials, NIMS

通常の磁気秩序をもつ磁性体では、秩序状態からの揺らぎであるマグノンによって磁気励起が良く説明され、マグノンのもつ波数とエネルギーで中性子非弾性散乱の強度は鋭いピークを示す。では、磁気秩序を持たない場合はどうなるであろうか。秩序状態がなければマグノンが現れる必然性はなくなり、マグノンではない準粒子が現れると予想されるが、それは一体どのようなメカニズムによって生じ、どのような特徴を示すのであろうか。磁気秩序を持たない磁性体として最も単純な系は、1次元スピン 1/2 ハイゼンベルグ反強磁性体である。1次元反強磁性鎖では、スピノンと呼ばれる準粒子が現れ、中性子非弾性散乱の強度は幅広い裾野をもつ冪乗則に従う振る舞いを示すことが知られている。このことは、マグノンが磁気秩序からのスピン反転(磁化 $S^z=1$)として理解できるのに対して、スピノンは磁壁(スピン $S=1/2$)と見なすことができ、スペクトル強度分布はマグノンのような1つのモードで特徴づけることができず、2つのスピノンで特徴づけられるを意味する。では、高次元で磁気秩序がなかったらどうなるであろうか。この問いに答えるために、鎖がフラストレートした相互作用によって2次元的に結合した場合を考えると、スピノンは2次元的に飛び回ることができようになるが、もはや磁壁としての描像は失われると予想される。その場合、どのような準粒子が現れ、中性子非弾性散乱のスペクトル強度はどのような分布を示すのであろうか。

そこで、1次元系の厳密解を用いて、フラストレートした弱い鎖間相互作用で結合した2次元系の動的性質を理論的に調べた。その結果、ある波数では1次元系の性質が残り、冪乗則の振る舞いを示し、別の波数領域ではスピノンの結合状態がマグノンのような2次元的な分散関係を示すモードとして現れることがわかった[1]。そのような波数依存性は、鎖間結合のフーリエ変換の符号によって分類することができ、歪んだ三角格子反強磁性体 Cs_2CuCl_4 で観測されていた様々な異常な振る舞いを統一的かつ定量的に説明することができた。これらの動的性質は、磁気秩序からの揺らぎとして生じるマグノンではなく、鎖間を2つのスピノンが同時に飛び移る際に運動エネルギーが得るように生じた結合状態(トリプロン)の性質として理解することができる。

トリプロンは一見マグノンに似ているが、その安定化メカニズムの違いから、磁場中ではマグノンとは明らかに異なる振る舞いを示す[2]。例えば、磁場中では、1次元準粒子の結合状態は非整合秩序や高エネルギーのモードなど、マグノンでは説明することのできない特異な性質を示すことが理論的に予想されるが、それらの性質は歪んだ三角格子反強磁性体 Cs_2CuCl_4 で実際に観測されており、歪んだ三角格子反強磁性体では1次元準粒子の結合状態が準粒子として振る舞うことを強く支持している。

講演では、中性子非弾性散乱の結果と比較しながら、歪んだ三角格子反強磁性体で現れる磁気励起の特徴について、最近の理論研究の結果を紹介する[1,2]。

【参考文献】

- [1] M.Kohno, *et al.*, *Nature Phys.* **3** 790 (2007).
- [2] M.Kohno, *Phys. Rev. Lett.* **103**, 197203 (2009).
- [3] R.Coldea, *et al.*, *Phys. Rev. B* **68**, 134424 (2003).

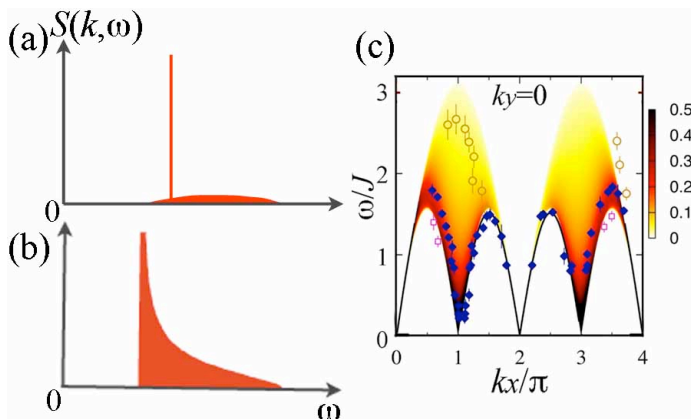


図1 動的構造因子 $S(k, \omega)$. (a)マグノン、(b)スピノン、(c)歪んだ三角格子反強磁性体[1]. ◆: Cs_2CuCl_4 [3]