

# スピン 1/2 カゴメ格子磁性体の物質探索

東京大学物性研究所 岡本佳比古

(e-mail: yokamoto@issp.u-tokyo.ac.jp)

幾何学的にフラストレートした反強磁性体では、単純なスピン秩序は著しく抑制される。その代わりにどのような基底状態が現れるかという問題は、現在の物性物理学における非常に重要なテーマである。特に、正三角形を頂点共有により平面に並べたカゴメ格子に量子数 1/2 のスピンを配列したスピン 1/2 カゴメ格子反強磁性体の基底状態は、RVB 状態などの特異な量子スピン液体の実現が理論的に予測されており興味深い。

しかし、現実の物質において理想的なカゴメ格子反強磁性体を実現することは容易でなく、その基底状態の物理的描像は確立していない。近年、銅鋳物の herbertsmithite  $\text{ZnCu}_3(\text{OH})_6\text{Cl}_2$  と volborthite  $\text{Cu}_3\text{V}_2\text{O}_7(\text{OH})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  が、スピン 1/2 カゴメ格子反強磁性体のモデル物質として報告された。しかし、herbertsmithite では、スピン 1/2 を担う  $\text{Cu}^{2+}$  が歪みのないカゴメ格子を形成するが、低温の磁性は  $\text{Cu}^{2+}$  と  $\text{Zn}^{2+}$  のアンチサイト欠陥により生じた不純物スピンに支配される。一方、volborthite は欠陥のないカゴメ格子をもつが、カゴメ格子の僅かな歪みが低温物性に影響している可能性がある。我々は、スピン 1/2 カゴメ格子反強磁性体の物性を明らかにするために、より理想的なモデル物質を探索している。本講演では、それに関する最近の結果について、特に以下の 2 点に焦点を当てて報告する。

vesignieite  $\text{BaCu}_3\text{V}_2\text{O}_8(\text{OH})_2$  我々は、天然鋳物 vesignieite が volborthite よりはるかに歪みの小さなカゴメ格子をもち、herbertsmithite と異なりアンチサイト欠陥を引き起こす元素を含まないことに着目した[1]。単相試料を合成し磁化率を測定したところ、交換相互作用  $J/k_B = 53 \text{ K}$  のスピン 1/2 反強磁性体であり、2 K まで長距離秩序・スピングラス転移を示さないことが明らかになった。また、不純物スピンの寄与を除いた本質的な磁化率  $\chi_{\text{bulk}}$  は  $0.4J$  付近にブロードなピークを示し、他のカゴメ銅鋳物と同様に、低温で顕著な短距離秩序の発達があることがわかる。当日は強磁場下での磁化測定により発見された、磁化プラトーのような磁化の飽和についても報告したい。

$\text{CdCu}_3(\text{OH})_6(\text{NO}_3)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$   $\text{CdCu}_3(\text{OH})_6(\text{NO}_3)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$  は、Oswald により構造が決定された銅の無機化合物であり、銅イオンが歪みのないカゴメ格子を組む[2]。我々は、水熱合成法により純良試料の合成に成功し磁化率を測定したところ、 $J/k_B = 42 \text{ K}$  のスピン 1/2 反強磁性体であることが明らかになった。しかし、磁化率は 4 K で急激に立ち上がり、非常に小さな自発磁化を伴う磁気秩序相に転移する。この磁気秩序は、何らかの原因でスピนวがわずかに傾いた傾角反強磁性と考えるのが妥当であろう。当日は、この磁気秩序が生じる原因や、他のカゴメ銅鋳物との比較についても議論する予定である。

本研究は、吉田紘行 (NIMS)、徳永将史、広井善二 (以上東大物性研) 各氏との共同研究である。

[1] Y. Okamoto *et al.*, JPSJ **78**, 033701 (2009). [2] H. R. Oswald, Helv. Chim. Acta **52**, 2369 (1969).