

## 不純物を含むハルデン物質の超強磁場磁化過程

理研 勝又紘一

スピン1をもつ一次元ハイゼンベルグ反強磁性体の代表物質であるNENPについて超強磁場磁化過程の実験が行われ、ハルデンギャップの存在が証明された<sup>1)</sup>。ハルデン状態に対する不純物効果を調べる目的でNENP中の $\text{Ni}^{2+}$ を少量の $\text{Cu}^{2+}$ で置換した試料について超強磁場磁化過程の測定を行った<sup>2)</sup>。

Pure NENP の場合、磁化は低磁場では非常に小さく、ある磁場の値から急に増加し始める。 $\text{Cu}^{2+}$ を3.3at%含むNENPにおいては磁化は2T程度の磁場で飽和の傾向を示し、約8Tまでゆるやかに増加する。更に磁場を上げると、磁化は磁場に比例して増加する。低磁場での磁化の飽和は常磁性不純物の存在で説明される可能性があるが、自由な $\text{Cu}^{2+}$ スピンによるとしてその値を見積ると実験値は3倍程大きい。

この差を説明するために以下のようなモデルを考えた。Pure NENP の基底状態は低磁場ではシングレットである。これに $\text{Cu}^{2+}$ 不純物が入ると、 $\text{Cu}^{2+}$ の隣の $\text{Ni}^{2+}$ の磁気モーメントが復活する。不純物が入った状況に応じて、(i) 孤立した $\text{Cu}^{2+}$ スピン、(ii)  $\text{Cu}^{2+}$  と $\text{Ni}^{2+}$ のスピンペア、(iii) 一個の $\text{Cu}^{2+}$ と両隣に $\text{Ni}^{2+}$ が配置した3スピン、の三つの常磁性センターが考えられる。 $\text{Cu}^{2+}$ と $\text{Ni}^{2+}$ スピン間に強磁性的交換相互作用を仮定すると実験とのよい一致が得られることが分かった。

- 1) K. Katsumata, H. Hori, T. Takeuchi, M. Date, A. Yamagishi and J. P. Renard :  
Phys. Rev. Lett. 63 (1989) 86.
- 2) 萩原政幸、堀 秀信、竹内徹也、伊達宗行、山岸昭雄、 J. P. Renard 各氏との  
共同研究による。