

NENPとNINOの強磁場磁化

阪大理 竹内徹也、伊達宗行

整数スピンをもつ一次元 Heisenberg 反強磁性体は基底状態と第一励起状態の間に Energy Gapをもつことが Haldane によって提唱されて以来、我々はこの問題の良い検証物質である $S = 1$ をもつ一次元反強磁性体の NENP ($\text{Ni}(\text{C}_2\text{H}_8\text{N}_2)_2\text{NO}_2(\text{ClO}_4)$) と NINO ($\text{Ni}(\text{C}_3\text{H}_{10}\text{N}_2)_2\text{NO}_2(\text{ClO}_4)$) の帯磁率、磁化等の実験を進めてきた。帯磁率は、両物質とも高温 ($T > 40 \text{ K}$) ではb軸が、a, c軸より小さく、30 K 付近で交差して低温ではb軸がa, c軸より大きくなっている。また3軸ともに 50 K 付近で極大となり温度が下がるとともに急激に零にちかづいていく。磁化の結果は、いずれも 10 K 付近まで磁化はほとんど零であり、ある磁場の値から急に増加し始め、その磁場は軸方向により異なっている。いずれもb軸がいちばん低い磁場で増加し始めている。この様子は、低磁場では基底状態がシングレットであり系は磁性を示さず、ある磁場で Haldane Gap がつぶれて、シングレット状態に励起状態が混ざって磁気モーメントが増加すると考えられる。磁化が増加し始める磁場の異方性は、第一励起状態が異方性エネルギー $DS_z^2, E(S_x^2 - S_y^2)$ によって分かれることによると考えられる。磁化の結果から Haldane Gap Energy E_g, D, E を計算すると、NENPでは $E_g = 13 \text{ K}, D = -11 \text{ K}, E = -1.6 \text{ K}$ また NINO は $E_g = 14 \text{ K}, D = 13 \text{ K}, E = 2.1 \text{ K}$ となる。いずれも $D < 0$ である。 Ni^{2+} の基底状態は、 $D > 0$ であるのにたいし、 $D < 0$ となるのは $S = 1$ の励起状態が Two-spin bound state であることで理解できる。

