

8. MCl_2 -GIC の非線型帯磁率と逐次相転移

川口高明

グラファイト層間化合物 (GIC) は、その挿入物質層が相互にステージ数に応じた炭素層によってへだてられていて、2次元物性の研究に興味ある対象である。それらの中で MCl_2 -GIC ($\text{M}=\text{Ni}, \text{Co}$) は、磁性イオンが Ni^{2+} , Co^{2+} が挿入物質面内で3角格子をつくり、面内の交換相互作用は強磁性的でXY的異方性を有している。一方、面間の交換相互作用は反強磁性的であるが、介在する炭素層にへだてられていて非常に弱いのでこれらの系は2次元XY強磁性体のモデル系とみなすことができる。しかし、挿入物質面は無限には広がらず有限サイズ島状クラスターに分かれている。このためこれらの系は、高温側の無秩序状態から島内の2次元秩序状態を経て、系全体の3次元秩序状態へと2段階に逐次転移することが分っている。ところで MCl_2 -GIC についてその高温側転移点 T_{cu} 以下で秩序化の動的振舞いが調べられて、熱残留磁化の記憶効果や、対数的長時間緩和をはじめ、スピングラスと類似の現象がいくつか観測されてきており、島間の相互作用の乱れを反映したものではないかと考えられてきた。

そこで、近年、スピングラス転移を実験的に同定するには、非線型帯磁率 χ_2 の発散を調べることが有用とされていることに着目し、我々は MCl_2 -GIC 秩序化についての新たな情報を得るために、磁化の非線型応答を観測することを試みた。具体的には、正弦波交流磁場を試料に印加し、その応答信号の中で印加磁場の周波数に対する高調波成分を検出し、これを解析することによって χ_2 を導出した。

その結果、 χ_2 は島内の2次元秩序への転移に対応する T_{cu} において、負の発散を示唆する鋭いピークを示し、スピングラス転移の場合の χ_2 の振舞いと大変類似していることが分った。一方、3次元秩序を生じる低温側の転移点 T_{cl} では、 χ_2 は通常の反強磁性転移を示唆する特徴的な温度変化を示すことが認められた。

これらの結果から、 MCl_2 -GIC の秩序化の様子は、最初に述べたような単純な島状クラスターの集合体モデルに島間相互作用の乱れを導入しただけでは、十分には理解し得ないことが分った。