

転移点直上での発散モードに 見られる異常磁気分散

阪大・基礎工 松 浦 基 浩
奥 田 雄 一
長谷田 泰一郎

相転移の動特性は転移点の極く近傍（臨界領域）における緩和現象に、従ってスピ
ン系では帯磁率の分散吸収に反映されるにちがいないが、この種の研究は実験的には最近
まではほとんどなされていなかった。我々が数年前蟻酸マンガンという近似的二次元反強
磁性体の初期帯磁率の発散モード（反強磁性帯磁率に重畳して現れる発散性帯磁率）に
顕著な低周波分散を観測したのが始まりで、¹⁾ 最近はいくつかの発散モードをもつ反強
磁性体、強磁性体、フェリ磁性体にも同様の緩和現象が観測されてきた。^{2,3)}

反強磁性体の発散モードは二つの部分格子点が結晶学的に異なる場合にのみ現れ、反対
称相互作用によるモード間結合効果又は不等価な g テンソルのいずれかに起因している。
後者の発散モードは従来は実験的には観測不可能とされてきたスタガード帯磁率に対応
するもので、⁴⁾ その緩和現象の研究はとくに興味深い。

上述した種々の磁性体の緩和現象の特性は、夫々の物質に依って異り、単純なデバイ
型で表わせるもの（ K_2CuF_4 ）や、そうでないもの（ $Cu(NH_4)_2Br_4 \cdot 2H_2O$ 等）など
いろいろで、分散の起る周波数帯域も数十Hz（蟻酸マンガン）から数十MHz（醋酸マ
ンガン等）以上にわたって分布し、一見したところ極めて多彩である。とくに強磁性
 $Cu(NH_4)_2Br_4 \cdot 2H_2O$ 、反強磁性 $Ni(IO_3)_2 \cdot 2H_2O$ では10Hzから10MHzにわ
たってなお完結し得ない異常に広い分散が観測された。²⁾

この原因の究明はさておき、現象論的にこの分散特性をしらべてみた。その際誘電体
の緩和現象を整理する目的で提案された、吉光 — 松原の分散公式⁵⁾

$$\chi^*(\omega) = \chi_\infty + \frac{\chi_0 + \chi_\infty}{1 + (i\omega T_0)^\beta} \quad (1)$$

を実験データに適用してみた。(1) 式で $\beta=1$ とおくと単純なデバイ型分散となり τ_0 はその特性緩和時間である。 $\beta < 1$ になるとこれからはずれ、多分散的傾向を示す。その様子は (1) 式を、

$$\chi^*(\omega) = c \int_0^{\infty} \frac{1}{1 + (i\omega\tau_0)} G(\tau) d\tau \quad (2)$$

の形に書きかえて分布関数 $G(\tau)$ の特性から知れる (図 1)。平均の緩和時間 $\bar{\tau} (= \int_0^{\infty} \tau G(\tau) d\tau)$ は τ_0 に比例するので、 τ_0 は $\bar{\tau}$ の目安となる時定数である。図 2 に $\text{Ni}(\text{IO}_3)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ の実験結果を (1) 式に合せてみたもので、これより $\beta=0.3$ となりこの値は臨界領域では温度には余り依存しない。 τ_0 の値は $T \rightarrow T_N$ につれて増大している。図 1 から分るように、 $\beta \sim 1$ の場合と異り $\beta \lesssim 0.5$ となると $G(\tau)$ は $\tau=0$ に極大をもち多分散とはいえかなり異常なものである。同様の結果は $\text{Cu}(\text{NH}_4)_2\text{Br}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ についても得られ $\beta \simeq 0.5$ となった。

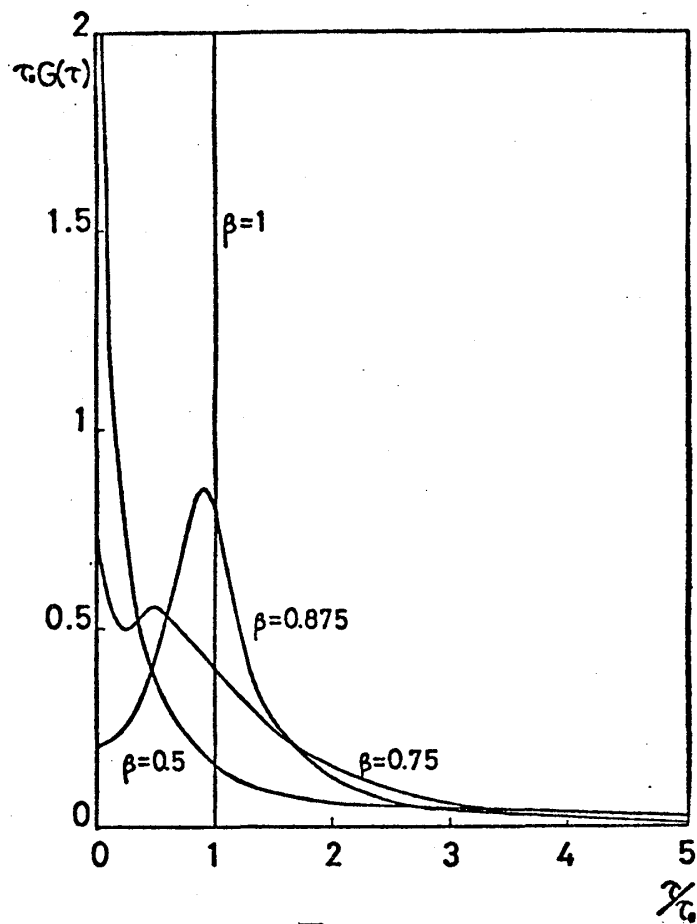


図 1

このように異常な分散現象を引き起している機構がどのようなものか相転移の機構とどう関係しているのか未だ何も判っていない。スピン系においては臨界領域において短

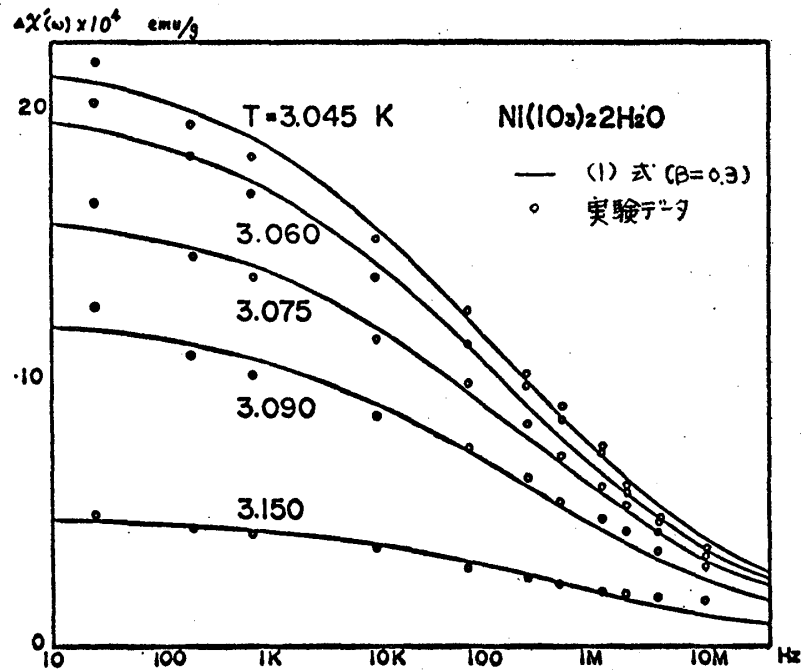


図 2

距離秩序の発達著しい上、相互作用の構成成分が動特性に主要な役割を果している。これらが緩和現象に影響を及ぼしていることは間違いないが、実験結果はあまり単純でなく、最初にのべたように物質に依存し極めて多彩である。相互作用の種々の性質、符号や次元、対称性などのパラメーターが全て影響しているかに見える。我々は差し当って従来の静的実験結果に基づいて相互作用の性質を十分吟味しつつ、適切なモデル系を用意して多面的な研究を行うことが必要であると考えている。

最後、本研究は一部国産技術振興会の倉田奨励金によって援助されたことを付記したい。

参 考 文 献

- 1) 松 浦 他 : J. Phys. Soc. Japan 26 (1969) 665.
- 2) 奥 田 他 : J. Phys. Soc. Japan 38 (1975) 1209.
日本物理学会分科会予稿集 (1975年10月) 46頁
- 3) 橋 本 他 : J. Phys. Soc. Japan 33 (1972) 1341.
J. Phys. Soc. Japan 38 (1975) 345.
- 4) 松浦, 網代 : 日本物理学会分科会予稿集 (1975年10月) 46頁
J. Phys. Soc. Japan 投稿中
- 5) 吉光, 松原 : Prog. theor. Phys. Suppl. (1968) 109.