

磁性体のスピン波理論

東京工芸大学 工学部 小口 武彦

磁気系の低励起モードを記述するスピン波理論を史実を踏まえながら、磁気系の話を初めて聞く大学院学生にもわかる様に解説して頂きました。

有限温度で相転移を引き起こす3次元強磁性体(主に Heisenberg model)は Weiss の平均場理論で記述できることが知られるが、絶対零度近傍での描像が不十分である。そこで完全秩序状態からの小さな揺らぎを評価するために Bloch によって考案されたのがスピン波理論である。Krammers and Heller によって半古典的な解釈が与えられることも示された。さらに定式化が簡単になる Holstein-Primakoff 変換を用いた記法にも触れて頂いた。また、スピン波理論を用いた議論で空間次元による相違が明瞭に現れており、1次元及び2次元の格子では有限温度でスピン波の描像が破綻して長距離秩序が存在しないことを説明された。

また、スピン波理論は反強磁性体の基底状態での量子揺らぎを記述するのにも用いられる。第一近似としてスピン波間の相互作用を考えない方法から、近似の精度を高めるためにスピン波間の相互作用も考慮した方法として高橋の修正スピン波理論を解説された。高橋の理論はボゾンに変換するために Dyson-Maleev 変換を用いて、副格子自発磁化が0となる条件を課して、自由エネルギーが最小になるように変分を取るものである。さらに、2次元正方格子の反強磁性体の基底状態の評価をするのにスピン波理論を用いた議論をして頂いた。

構造相転移

東京大学 物性研究所 山田 安定

1. Introduction

固体における相転移は歴史における革命に当たるものであり、そこでは、

2つの相の自由エネルギーの伯仲
物理量の揺らぎの発散
感受率の増大
固体中の微視的相互作用の顕在化

が見られる。

構造相転移においては、転移後の原子位置の転移前の平衡位置からのずれの振幅 ξ が秩序パラメータとなる。

2. 揺らぎと感受率

感受率 χ の定義は、外力 X に対する応答を x とすると

$$x = \chi X$$

である。

外力が時間変化するとき感受率はその周波数に依存し、また、外力が空間的変調を持っている場合には感受率はその波数に依存する。