

6. 反強磁性量子スピン系の長距離秩序

高橋宏樹

最近発見された高温超伝導の発現機構が、その磁氣的性質に関係している可能性が指摘されて以来、2次元量子反強磁性 Heisenberg Model に興味が集まるようになった。特に、反強磁性量子スピン系において、低温あるいは絶対零度で、長距離秩序 (LRO) が存在するかどうかは、興味深い問題である。

量子スピン系の LRO の存在を厳密に扱った例が、「Mermin - Wagner Theorem」で、ここでは短距離相互作用をもつスピン系は、1次元または2次元では、有限温度で LRO が“存在しない”ことが証明されている。一方、LRO が“存在する”ことを厳密に証明する方法として、F. Dyson et al が導入した、「Infrared Bounds Method」がある。しかしこの方法は、格子の形や相互作用に対する制限が厳しく、例えば、強磁性の系は扱えない。

この「Infrared Bounds Method」を用いて、様々な反強磁性量子スピン系の LRO の存在について議論されているが、本研究では、 ν 次元 hyper cubic lattice 上の相互作用が実空間で異方性をもつ反強磁性 Heisenberg Model

$$H = \sum_{\alpha \in \Lambda} \left(\sum_{m=1}^{\nu-1} \mathbf{S}_{\alpha} \cdot \mathbf{S}_{\alpha + \delta_m} + \eta \mathbf{S}_{\alpha} \cdot \mathbf{S}_{\alpha + \delta_{\nu}} \right) \quad (\eta \geq 0)$$

で、格子の次元と LRO の存在との関係を調べた。その結果として、1次元性が強く (η が大きく) なっても、LRO は存在し得るし、3次元で、 $\eta = 0$ のときは $T_N = 0$ だが、 η が少しでも有限になると、有限温度で LRO が現われて急激に T_N が増大することがわかった。また最も注目されている、2次元正方格子上的 $S = \frac{1}{2}$ 反強磁性 Heisenberg Model の LRO の存在についての議論も加えたい。