

講義ノート

p-16

擬スピン対称性と本義 Lorentz 群の関係 及び粒子・反粒子のアナロジーについて

東理大理、鈴木増雄研究室 玉城朋宏

擬スピン対称性は、1988年に Jones らによって近藤格子モデルに於いて初めて発見された[1]。1990年には Yang と Zhang によってハバードモデルにも見出された[2]。1989年に Yang は擬スピン (Pseudospin) が超伝導機構と関連していることを示唆し、ハバードモデルに対していわゆる” η -pairing” 機構を提案する[3]。

一方、局所相互作用をしている相対論的不变な系では、荷電共役変換 C 、空間反転 P 、時間反転 T の 3つを続けて行ったとき不变であることが、非常に一般的な仮定の下に証明できる[4]。一般にある 1 粒子の状態に T 、 P 、 C の順に変換を施すと、その粒子の反粒子の状態になる。このハバードモデルとは一見無関係に思われるこの事実が、スピン及び擬スピンのそれぞれの演算子が成す代数的な関係に着目することによって、これが本義 Lorentz 変換の生成子と類似し、延いては、ここで言う擬スピンとは、スピンの状態の反粒子の状態と類似していることを示す。しかしここでの問題の舞台はスピン系であって、擬スピンはスピンが配位される格子と双対関係を成す裏格子に配意されたスピンと解釈することもでき、ましてや、スピン系でスピンの運動量を考慮することが困難なためスピンのヘリシティーも定義できないものと思われている。そこで、ハバードモデルでスpin及び擬スpin演算子から、この系のヘリシティーを担うような演算子を定義し、それによって、ハバードモデルの擬スpin対称性の研究が相対論的な立場、即ち、粒子・反粒子のアナロジーが適用できることを議論する。

以上の発表は、昨年の私の卒業研究によるもので現在は次のテーマを模索中ですが、 $t-J$ モデルに於いて”超スピン” (Superspin) なるものを導入して、 $SO(5)$ 対称性を議論する新しい見方が Zhang によって提唱されているといった発展があり[5]、こうしたスピン系の対称性の基礎理論が今後、実験結果と絡めて重要になってくるように思われる。

$$\begin{aligned} [L_i, L_j] &= i \epsilon_{ijk} L_k && \left. \begin{array}{l} L = S + J \\ M = -i(S - J) \end{array} \right\} \\ [L_i, M_j] &= i \epsilon_{ijk} M_k & \text{where} & \\ [M_i, M_j] &= -i \epsilon_{ijk} M_k & & \end{aligned}$$

S : スpin演算子 J : 擬スpin演算子

[1] B. A. Jones, C. M. Varma, and J. W. Wilkins : Phys. Rev. Lett. 61, 125(1988)

[2] C. N. Yang and S. C. Zhang : Mod. Phys. Lett. B4, 759(1990)

[3] C. N. Yang : Phys. Rev. Lett. 62, 2144(1989)

[4] G. Luders : Kgl. Danske Videnskab Selskab, Mat-Fys. Medd. 28, No.5

[5] S.C.Zhang : SCIENCE VOL 275, 1089(1997)