Title	11.Matsubara-Matsudaによる格子模型の改良(「量子液体と量子固体の理論」研究会報告,基研短期研究会報告)
Author(s)	山崎, 義武; 鈴木, 増雄
Citation	物性研究 (1972), 18(6): G35-G36
Issue Date	1972-09-20
URL	http://hdl.handle.net/2433/88505
Right	
Type	Departmental Bulletin Paper
Textversion	publisher

11．Matsubara－Matsudaによる格子模型の改良

東大物性研　山　崎　義　武
〃　　鈴　木　増　雄

格子模型はMatsubara－Matsuda（M－M）によってHeのλ点が第2種の相転移であり，T_λの圧力依存性と定圧下の体積の温度依存性などを説明する目的で導入された。本研究の目的は，格子模型によって液体又はガス状態をどの程度まで説明出来るかの限界を明らかにすることである。そのためには，先ずM－Mの格子模型そのものでRPA以上の精度で物理量を求める方法を見い出し，実験値と比較すること，次に実験結果をよりよく説明出来る格子模型をつくることである。今回は，前者の問題が解けたので報告する。

既に筆者等によって，異方性ハイゼンベルグ模型が，2時間温度グリーン関数の方法を用いて解かれており，その一応用としてM－M　格子模型を解くことが出来る。こゝでは温度，圧力などについての全領域での性質に限定し，臨界点近傍の性質は別の方法で別の機会に行なう。系のハミルトニアンを

$$\mathcal{H}=\sum_{<fg>}\left[J^x(S_f^x S_g^x+S_f^y S_g^y)+J^z S_f^z S_g^z\right]-h^x\sum_f S_f^x-h^z\sum_f S_f^z,\quad h^{z,x}=g\mu_B H^{z,x} \tag{1}$$

とおくと，2時間温度グリーン関数の運動方程式は

$$\begin{bmatrix} E+2z(J^z-J^x\gamma_k)\langle S^z\rangle-h^z & 0\ , & -2z(J^x-J^z\gamma_k)\langle S^+\rangle+h^x \\ 0\ , & E-2z(J^z-J^x\gamma_k)\langle S^z\rangle+h^z\ , & 2z(J^x-J^z\gamma_k)\langle S^-\rangle-h^x \\ -zJ^x(1-\gamma_k)\langle S^-\rangle+\frac{1}{2}h^x\ , & zJ^x(1-\gamma_k)\langle S^+\rangle-\frac{1}{2}h^x\ , & E\ , \end{bmatrix}$$

$$\times\begin{bmatrix} \langle\langle S^+:Q\rangle\rangle_{Ek} \\ \langle\langle S^-:Q\rangle\rangle_{Ek} \\ \langle\langle S^z:Q\rangle\rangle_{Ek} \end{bmatrix}=\frac{1}{2\pi}\begin{bmatrix} F^{(+\alpha)} \\ F^{(-\alpha)} \\ F^{(z\alpha)} \end{bmatrix} \tag{2}$$

$$Q = f(S_n^z)\, S_n^{\alpha}, \quad F^{(\beta\alpha)} = \langle [S^{\beta}_n, Q]_- \rangle, \quad \gamma_k = \frac{1}{z} \Sigma_0\, e^{ik\cdot\Delta}$$

で与えられる。グリーン関数 $\langle\langle S^{\pm} : Q \rangle\rangle_{Ek}$, $\langle\langle S^z : Q \rangle\rangle_{Ek}$ の極の対称性は, 長い計算の後で spin operators の交換関係から保証されることが確められ, それにより近似の self－consistency も保たれていることが分った。得られた結果のうちで最も簡単な分散関係を取り出してみると, $|J^x| > |J^z|$ のとき,

$$\varepsilon_k = [-2zJ^x(1-\gamma_k)\{-2z(J^x - J^z\gamma_k)\langle S^+\rangle^2 - 2zJ^x(1-\gamma_k)(h^z/2z(J^z - J^x))^2\}]^{1/2} \tag{3}$$

$(\propto k$ for small $k)$

M－Mの結果と比較すると, $T=0$, $h^z=0$, $k\to 0$ の極限で一致する。以上の方法で得られた詳しい結果については英文で報告する。