なる結果がえられる。この結果は強磁性，反強磁性の双方について，また横成分（共鳴の巾），縦成分（スピン拡散）のいずれについても，実験的に観測された傾向と大体一致した振舞を示す。

（1）の詳しい評価は目下実行中である。

強磁性緩和の理論　　田　中　基　之（京大理）

強磁性共鳴の intrinsic な幅を取扱う場合スピン演算子の横成分の減衰として問題を捉えることが最も primitive であることは云うまでもない。それには Mori–Kawasaki による緩和函数の方法，Bogolyubov–Tyablikov による二時間 Green 函数の方法などが有力な方法の一つであろうと考えられる。後者による取扱いでは hierarchy を閉じさせるために higher complex を decouple する近似をとるが decoupling の仕方によつては満足な結果が導かれない場合がある。今のところ考えられ得る decoupling の方法としては

(I) Tyablibov 流の割り方を higher complex の場合に拡張する方法（富田先生の報告の項参照）

(II) Callen により試みられたように低温に於ける spin 波的な decoupling（この表現は正確ではないが）と Tyablikov の decoupling とを内挿して例えば $\langle\langle S^0S^+;S^-\rangle\rangle$ を

$$\langle\langle S^0S^+;S^-\rangle\rangle = \langle S^0\rangle \langle\langle S^+;S^-\rangle\rangle - \alpha \langle S^-S^+\rangle \langle\langle S^+;S^-\rangle\rangle + \langle\langle S^0S^+;S^-\rangle\rangle_c$$

のように decouple する方法（α は spin 波領域で $\simeq 1$，高温で $\simeq 0$；$\langle\langle S^0S^+;S^-\rangle\rangle_c$ は decoupling によるお釣りの部分）

が挙げられる。簡単なハミルトニアン $H=H_z+H_{ex}+H_{dip}$(secular)を

十外

とり$\langle\langle S_k^+ ; S_{-k}^- \rangle\rangle$ を上記二種類の割方に従つて解いた結果を低温の領域に限つて検討してみると次のようになる。

(I) の場合

Green 函数の分母の具体的な expression は富田先生の報告に与えられている通りであるからここでは省略することにして，今b^2 に関係した項を省略して pair correlation を含む項a^2，及び3-spin correlation を含む項c^3 を先づ検討してみる。

$$\frac{1}{\omega-\omega(q)+i\varepsilon} \rightarrow \frac{P}{\omega-\omega(q)} - i\pi\delta(\omega-\omega(q))$$

に従つてa^2-項，c^3-項に含まれる実数部分，虚数部分を整理すると，（ωは iterative に $\omega(k)$ で置きかえる） Green 函数 $\langle\langle S_k^+ : S_{-k}^- \rangle\rangle$ の分母として低温においては

$$\omega-\tilde{\omega}(k) - \frac{i\pi}{N}\sum_q D(q,k-q)D(k,q-k)\langle S^0_{k-q} S^0_{q-k}\rangle_c \left(1+\frac{\xi(k,q)}{2\langle S^0\rangle}\right)\delta(\omega(k)$$

$$-\omega(q)) - \frac{i\pi}{2N^2\langle S^0\rangle}\sum_q\sum_{q'} D(q,k-q)\{D(k,q-k)\langle S^{+}_{k-q-q'}, S^{-}_{q}, S^{0}_{q-k}\rangle_c$$

$$+\cdots\}\ \delta(\omega(k)-\omega(k-q-q') + \omega(q') - \omega(q))$$

のようになる。ここで$\tilde{\omega}(k)$ は higher order からの寄与（a^2-項の中で transverse spin correlation を含む項）をくり込んだ spectrum

$$\omega(k) \simeq \omega_0 + |J| zS(ak)^2\{1-c\left(\frac{T}{T_c}\right)^{\frac{5}{2}}\}.$$

今の近似の範囲内ではδ-fu 中に現われる excitation spectrum は何れも renormalize されたものではない。pair correlation に関係した第1項はa^2-項より出たものでその第2項及び3-rpin correlation に

関係した項はc^3－項より出したものである。（Ⅰ）のようなdecoupling に従つて逐次近似を高めて行くと横成分の変化によりひきずられる縦成分の変化の効果が入つて来，その結果としてc^3－項は $1/\langle S^0\rangle$ の factor を含んでいる。$\delta(\omega(k)-\omega(q))$ に関係した虚数部分は spectrum が縮退していて resonance frequency として有限の大きさの資料のものを考えるなら spin の大きい場合には大きな寄与をなすものと考えられる。このような強い shape dependence をもつた縦成分の fluctuation による damping の計算はまだ行われていない。

(Ⅱ) の 場 合

この場合には（Ⅰ）の場合よりも一つ低い近似の段階で Green 函数 $\langle\langle S_k^+ : S_{-k}^- \rangle\rangle$の分母として

$$\omega-\tilde{\omega}(k)+\frac{i\pi}{N^2}\sum_{q,q_1} D(q,k-q)\{D(k,q-k)\sum_{q_2}\langle S_{q_1}^+ S_{k-q-q_1}^- S_{q-k-q_2}^- S_{q_2}^+\rangle_c$$

$$+\cdots\cdots\}\delta(\tilde{\omega}(k)-\tilde{\omega}(k-q-q_1)+\tilde{\omega}(q_1)-\tilde{\omega}(q))$$

が得られる。ここで$\omega(k)$ は（Ⅰ）の場合と同じであり注意すべきことは（Ⅰ）の場合と異つて現れる excitation spectrum は全て renormalize されていることである。$S_k^0 = NS\delta(k) - \sum_{q_2} S_{k-q_2}^- S_{q_2}^+$ より虚数部分の最初２項は（Ⅰ）の場合の結果と同じものになるがその他に（Ⅰ）では現われなかつた３つの項が余分にある。（S^0 をS^-S^+ で書き直して decouple すると割り方が多くなることによる。）一般の spin の場合には $S^0=S(S+1)-(S^0)^2-S^-S^+$ にて decouple する時に縦成分の fluctuation $S^2-\overline{(S^0)^2}$ を消略しているから（Ⅰ）に於ける $\delta(\omega(k)-\omega(q))$ に関係した damping はこの場合には現われていない。

以上の考察からわかるように（Ⅰ）では低温を満足に取扱うためには高次の効果を考慮しなければならず（Ⅱ）によれば縦成分の fluctuation が問

題となる温度領域の取扱いが不満足であるように思われる。詳しい対応づけはもう少し計算してみないとわからない。

反強磁性スピン波　　　　　　　　　谷　　憲輔（京大理）

磁気共鳴や中性子散乱の実験技術の急速な進歩はスピン波の振動数及び減衰常数の，波数，温度，交換相互作用，異方性常数―依存性を明らかにしつつある。強磁性に比べて反強磁性スピン波の dynamical な性質の理論的研究は余りなされていない。そこで緩和函数の方法 (Mori-Kawasaki: Prog. Theor. Phys. 27 (1962), 529.) を用いて2ー格子反強磁性のスピン波について調べた結果を報告した。

(1) 交換相互作用のみの場合の frequency spectrum。小さい波数 q をもつスピン波の振動数は $\omega_q = \omega_q^{\circ}(1-\varepsilon/2S)$ となる。w_q° は free magnon に対する振動数，S はスピンの大きさ。ε はスピン波間の相互作用に由来する効果を表わし T^4 に比例する項と T に依存しない項とからなり Oguchi (Phys. Rev. 117 (1960) 117) Keffer-Loudon (J. Appl. Phys. 32 (1961), 25:) Kanamori-Tachiki (J. Phys. Soc. Japan, 17 (1962) 1384) と一致する。

(2) 反強磁性共鳴吸収の巾。　一軸性異方性の場合を考える。共鳴振動数は Nagamiya (Prog. Theor. Phys. 4 (1951), 350: Keffer-Kittel, Phys. Rev. 85 (1952), 329) によつて $g\mu_B\sqrt{2H_AH_E}$ である。但し H_A, H_E は夫々異方性場，交換相互作用場。ボルツマン常数を k_B として

a) $k_BT \ll g\mu_B\sqrt{2H_AH_E}$ の温度領域では共鳴巾 $\triangle H$ は，

$$\triangle H \cong \frac{3z^3}{2^4\pi^3 S^2 g\mu_B}\frac{H_A}{H_E}(k_BT)\exp(-g\mu_B\sqrt{2H_AH_E}/k_BT)$$