

3. 超伝導と他秩序共存系の二・三の問題

神 山 保

超伝導と CDW, 反強磁性, SDW との共存問題について論じる。

CDW-超伝導共存系では, 超伝導は BCS 状態ではなく, BCS 秩序パラメーター $\Delta(0)$ の他に CDW の波数 $\mathbf{Q}$ で空間的に振動する秩序パラメーター $\Delta(\mathbf{Q})$ の存在する状態であることを示す。 $\mathbf{Q}$ に平行な上部臨界磁場 $H_{c2}^{\parallel}$ は BCS 超伝導体と同様転移温度 T_c 近傍で直線的な温度変化を示すが, $\mathbf{Q}$ に垂直な上部臨界磁場 $H_{c2}^{\perp}$ の温度変化は $\Delta(\mathbf{Q})$ の影響により T_c 近傍で正曲率を持つ。

次に反強磁性-超伝導共存系において超伝導電子が反強磁性マグノンに及ぼす影響を調べる。CDW-超伝導共存系では CDW に起因するソフト・フォノンが超伝導電子と結合し, BCS gap 2Δ 近傍に新しくフォノンモードを作る。同様の事情で反強磁性-超伝導共存系のマグノンに新しいモードが出現すると期待されるが, 強度は非常に弱い事がわかる。

最後に SDW-超伝導共存系における各秩序度の発達の様子を, CDW-超伝導共存系と比較し議論する。SDW は波数 $\mathbf{Q}$ で結ばれるフェルミ面の一部 (状態密度 $N_1(0)$) で起り, 超伝導は全フェルミ面 (状態密度 $N(0)$) で起るとするモデルをとると, 各秩序度の発達の様子は三つに分れる。超伝導, SDW の単独の転移温度を T_{c0} , T_{s0} とする。 $T_{c0} > T_{s0}$ の場合, T_{c0} で超伝導に転移し T_{c0} 以下の温度では SDW は出現しない。 $T_{c0} \lesssim T_{s0}$ かつ $N_1(0) \ll N(0)$ の場合, T_{s0} で起った SDW は低温で出現する超伝導により壊される。これは CDW-超伝導共存系には現れない相である。 $T_{c0} \ll T_{s0}$ かつ $N_1(0) \lesssim N(0)$ の場合, 超伝導の出現により SDW の秩序度は減少するが消滅せず両者は共存する。なお, $T_{c0} < T_{s0}$ の場合, 超伝導転移温度 T_c は CDW-超伝導共存系の場合より大きく T_{c0} から下降する。つまり, SDW と超伝導の共存条件は CDW と超伝導の共存条件より厳しいことが理解できる。

4. FT-NMR 法による固体 ^3He 中の vacancy と melting

下 田 正 彦

固体 He 中における vacancy は, その量子力学的な運動のゆえに vacancion や vacancy-wave などと呼ばれる。超低温で vacancy が存在したとすれば, 固体の超流動やポーラロン形成 (^3He) 等の現象が予想されており極めて興味深い。しかし熱平衡状態では, vacancy の濃度は温度とともに指数関数的に減少し, 現在までのところこのような現象は観測されていない。そ

ここでこの実験では、固体 He 中に高濃度に vacancy を注入することを試みた。さらに観測手段として FT-NMR 法を応用することにし、その技術開発の為に固体の melting の観測を行なった。図1に示すように試料室は、二つの室が焼結銅の filter で結ばれた構造をもつ。実験では、両方の室に固体を作った後、上の室のみ圧力を抜き液体にする。こうしておいて下の室の圧力変化及び NMR 信号を観測する。図2に圧力変化を示す。図の領域Ⅰにおいて vacancy を、領域Ⅱにおいて melting を観測する。NMR は試料の軸方向に磁場勾配をかけて行なう。このとき FID 信号をフーリエ変換したものは、試料の軸方向の位置についての情報を与える。図3は領域Ⅱでの信号をフーリエ変換したもので、固体が徐々に隔解しているのがわかる。しかし今のところ vacancy を検出できるほどの精度も分解能もない。問題点は多いが、FT-NMR は固体 ^3He の物性を局所的に調べるのに有効な方法と言える。

