

f 電子を含む金属間化合物の NMR
物性研 清水禎 安岡弘志

価数揺動を示す Yb の金属間化合物の多くは Ce の金属間化合物に比べると、価数揺動のエネルギーが大きいため、結晶場の効果が弱くて問題を複雑にすることがないかわりに、低温で Heavy Fermion と呼べるような状態になるものも少ない。しかし、ここでとりあげる YbCu₂Si₂ は、Yb の価数揺動系の中では最も Heavy であって、低温の電子比熱係数は $\gamma = 135$ (mJ/mole · K²) である。我々は YbCu₂Si₂ の単結晶試料を用いて、⁶³Cu の NMR, NQR, 及び静帯磁率の測定を行ってきた。そしてこれらの実験事実を総合して興味ある結果を引き出すことができた。

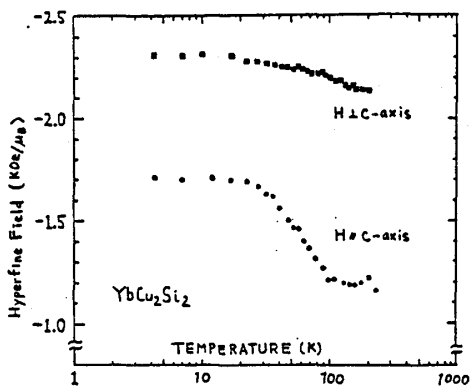
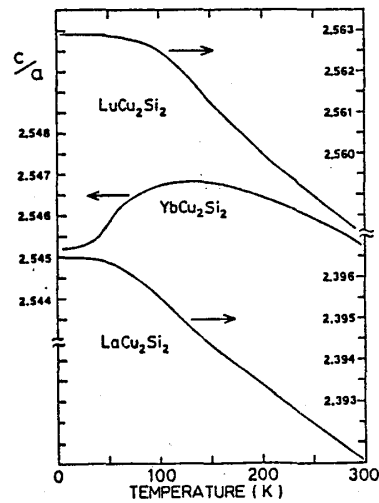
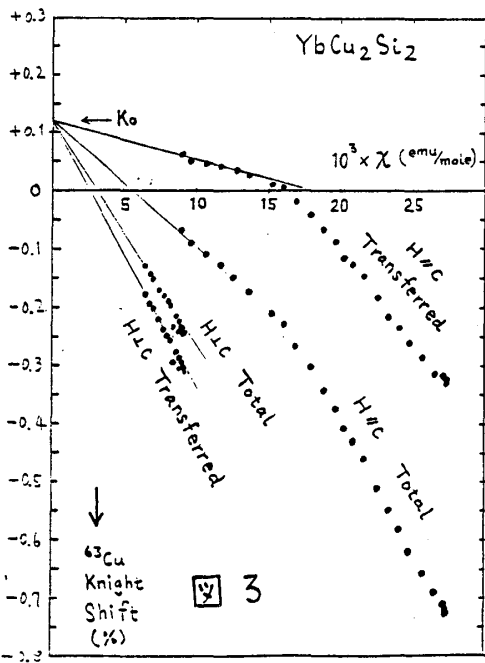
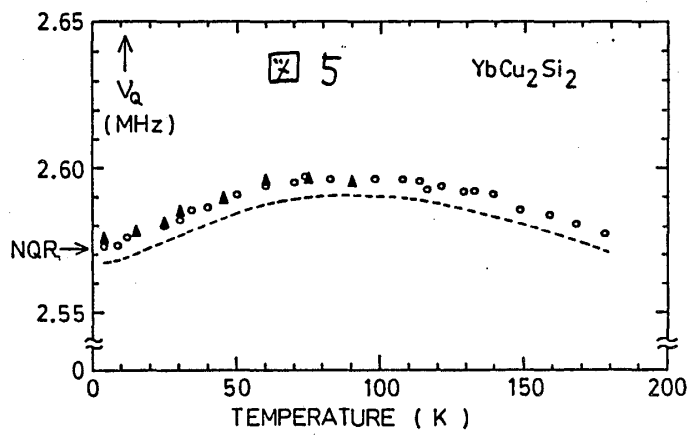
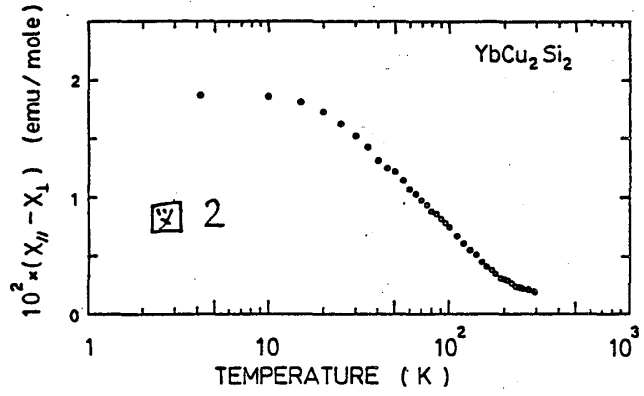
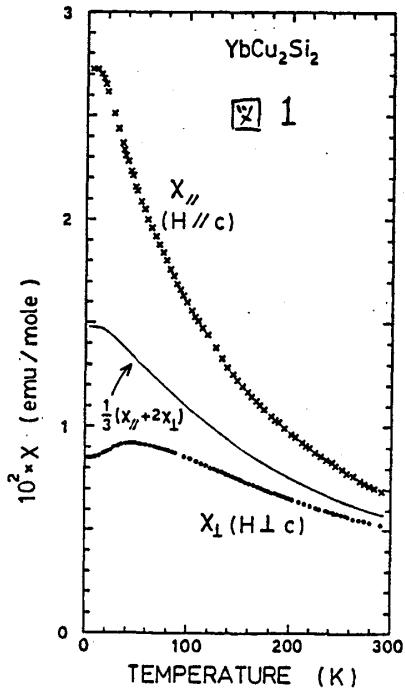
YbCu₂Si₂ の基底状態は非磁性であって、しかも超伝導にならない。結晶構造は tetragonal ThCr₂Si₂ で CeCu₂Si₂ と同じである。どのイオンもサイトは一種類で、C 軸を主軸とする一軸性の対称性を持っている。

図 1 は静帯磁率の温度変化である。 $\chi_{\parallel} - \chi_{\perp}$ をプロットした図 2 を見ると明らかに磁気的な異方性が 200K 以下、10K 以上の温度領域で急成長していることがわかる。中性子散乱の実験が ~18meV の結晶場分裂を暗示していることと考え合わせると、帯磁率の異方性の原因は結晶場の効果であると考えることができる。更に静帯磁率のデータと NMR のナイトシフトとから局所的な電子状態の詳細を知る手がかりを得ることができる。図 3 に $k \cdot \chi$ プロットを示す。この図からわかる特徴的なことは

- (1) Hyperfine Field の結合定数が温度変化する。
- (2) K_0 が等方的であることから SP 伝導バンドのフェルミ面近傍での状態密度はほぼ等方的である。
- (3) Hyperfine Field の結合定数が異方的である。

などである。(1) を明確に示すために結合定数を温度の関数として示したのが図 4 である。図 4 と図 2 とを比べるとわかるように、変化を特徴づける温度の大きさから見て結晶場分裂による 4f の波動関数の温度変化に起因していると考えることができる。(2) と (3) から、伝導電子のスピン偏極が異方的であることが結論できる。このことは Coqblin-Schrieffer によって理論的に予想されている異方的な RKKY 相互作用と密接なつながりを持っているものと考えられる。

図 5 は ⁶³Cu の核四重極相互作用のエネルギー分裂の大きさ ν_Q の温度変化である。従って、本質的に格子定数の比 c/a の温度変化、を示している。事実、この ν_Q の温度変化は格子定数の比 c/a の温度変化(図 6) と相関をもっている。このような格子定数の温度変化、及び unit cell の体積の温度変化は、Yb のイオン半径にして、約 0.5% の変化が起こって、高温で球形だった Yb イオンが低温ではパンケーキ型に変形したと考えると説明できる。このような具体的な変形を、結晶場分裂の基底波動関数と実際に結びつけて、帯磁率の結果や Hyperfine Field の異方的な結合定数などを説明できるかどうかは現在の課題である。



← \boxtimes 4

\boxtimes 6