

3. NbSe_3 の電気抵抗の不純物による影響

西 田 邦 夫

(I) 序 論

近年、低次元導体の研究がさかんであるが、次の2つの問題点が存在する。

(1) Charge-Density-Wave (CDW) の形成

伝導電子に対する波数 $2k_f$ (k_f : フェルミ波数) の外場は、電子密度に周期的変調を与えフェルミ準位上には、エネルギーギャップが生ずる。この新しい相は、伝導電子系よりも、安定になりうる(パイエルス不安定性)。フェルミ面上で、ギャップの生ずる部分が、大きな系(低次元系)に対して、新しい相への転移が、期待される。現実の系では、電子密度の変調に伴い、格子系にも、周期的変調(原子の微小変位)が生ずる。このようにCDW相の安定化には、電子系のバンド構造(特にフェルミ面の形状)が重要である。

(2) 超伝導の出現

歴史的には、高温超伝導体への期待が、低次元系の物性研究の大きな刺激となっていた。多くの研究の結果、その期待は、うすれつつあるが、一方では、超伝導とCDWの関係が、新しく問題として、浮び上ってきている。

NbSe_3 の1次元軸方向の電気抵抗には $142\text{K}(T_1)$ と $59\text{K}(T_2)$ で、2つの異常がみられる。X線、電子線回折により、 T_1, T_2 以下で、2つのインコメンシュレイトな波数 $\mathbf{q}_1 = (0, 0.244, 0)$, $\mathbf{q}_2 = (0.5, 0.263, 0.5)$ をもつ周期的格子変調が観測される。このことがCDW転移の有力な根拠となっている。超伝導性については、互いに矛盾した実験結果があるが、常圧下50mK以上では、超伝導性を示さず、ある圧力以上で超伝導となることは、確からしい。

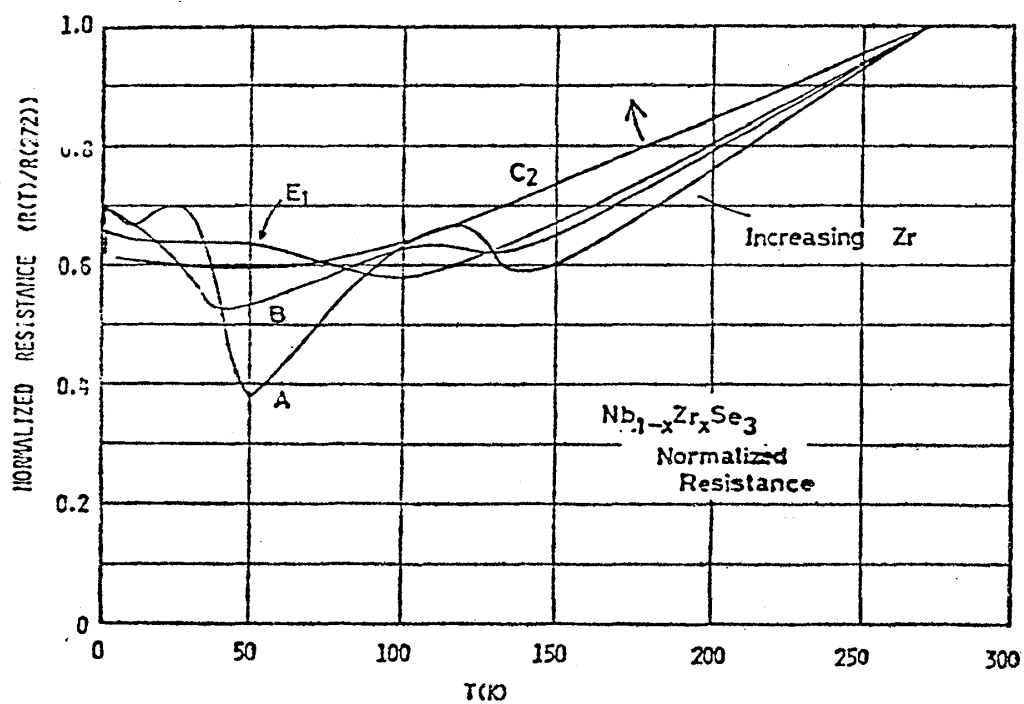
(II) 目 的

次の2つの目的のため電子数の異なるZrをドーピングした試料の電気抵抗を測定した。

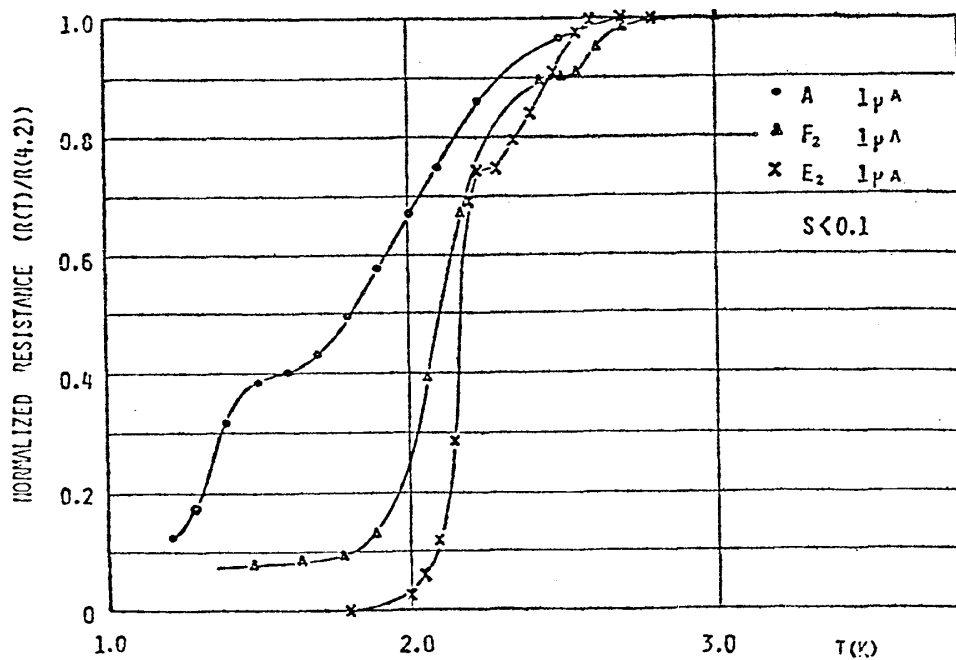
- (1) NbSe_3 の示す2つの相転移が、CDW相への転移であることを確かめること。
- (2) NbSe_3 の超伝導の出現する条件をさぐること。

(III) 結 果

(1) 不純物濃度と共に、 T_1, T_2 は低下し、それと共に抵抗の立ち上がりも鋭さを失い、ぼけてくる(第1図)。不純物ポテンシャルと強く結合して、CDWの相関距離の成長が妨げられたものと思われる。又、平均場近似で、与えられる T_1 もバンド計算の結果を用いると、Zr



第 1 図



第 2 図

濃度と共に低下する。

(2) T_1 での抵抗異常を解析し, CDW 転移に伴って消失したフェルミ面の相対面積を推定した。Pure な NbSe_3 で, 従来広く引用されている Ong 等の推定よりも, 大きな部分が消失している。 T_1 での消失する面積は Zr 濃度によらない。このことは複数の平面からなるフェルミ面のモデルを支持する。

(3) ある濃度で T_2 が不連続的に変化する。 q_2 が Zr 濃度と共に減少し, コメンシュレイトになったものと推測される。

(4) Pure な NbSe_3 の超伝導転移温度 T_c は, 50 mK 以下であるが, 微量の Zr により, 2.7 K で抵抗減少が生ずる (第 2 図)。これらの試料では, T_1 , T_2 における抵抗異常が明らかに残っている。即ち, 超伝導は長い相関距離をもつ CDW とは, 共存しない。

4. $(\text{Pd}_{0.9966}\text{Fe}_{0.0034})_{0.95}\text{Mn}_{0.05}$ の磁氣的挙動

佐 藤 敏 和

磁性イオン間の磁氣的交換相互作用が不規則分布した物質が一般に“ランダム磁性体”と呼ばれている。スピングラスは希薄磁性合金におけるランダム磁性体であり, 低温でランダムな方向にスピンの凍結した状態である。スピングラスは世界的に最も広く研究され, 磁性研究分野の最大のテーマの一つになっている。スピングラスが注目されている最大の理由は規則配列した系での強磁性体あるいは反強磁性体のような相転移が磁性イオンがランダム分布した系でも存在するか, どうかということと共に多様な性質を示すためである。実験的には 1972 年に Cannella と Mydosh が AuFe 合金の交流帯磁率測定で鋭いカスプを観測しスピングラスは相転移により生ずることを指摘した。一方理論面では Edwards と Anderson が従来とは異なった計算方法を導入し, オーダーパラメータとして単一スピンの自己相関関数 $\langle S_i(t) S_i(0) \rangle$ を定義し, まったく新しい種類の相転移である可能性を示した。しかし現在でも, スピングラスに相転移が存在するかどうか結論はでていない。

本論文では $(\text{Pd}_{0.9966}\text{Fe}_{0.0034})_{0.95}\text{Mn}_{0.05}$ の 3 元合金の磁性の研究をおこなった。この合金は Mydosh 達によって常磁性から強磁性体に, さらに競合的な交換相互作用のために, 強磁性体からスピングラスに相転移することを帯磁率の変化から指摘されているが, この物質の相転移そのものが確立されていないために, この物質の磁性は, ほとんどわかっていない。

このため本研究は