

金属の電子系を NMR で見てみよう。

長嶺 裕樹 真保栄 蘭

指導教員：(NMR 物性研究室) 二木治雄 與儀護

金属の最も重要な特徴は、多数の伝導電子を含むことである。金属原子の最外郭の電子が伝導電子に、内殻電子からなる金属原子は正イオンになり、これらが結合することによって金属が形成されている。金属では、伝導電子や内殻電子の振る舞いによって、磁性や超伝導などのいろいろな物性が出現する。これらの物性を微視的見地から観測するには、核磁気共鳴 (NMR) が有効な手段として知られている。

NMR は、外部磁場中に置かれた原子核の磁気モーメントが、外部磁場との相互作用によって、エネルギーレベルを生じることを利用して、物性研究を行う実験手段である。この原子核に生じたエネルギーレベル差に対応する周波数の電磁波を照射することによって原子核がエネルギーを吸収する共鳴現象が生じる。これを核磁気共鳴 (NMR) という。

今回、我々は金属の電子系の振る舞いを NMR で微視的見地から研究するために、構造不規則型合金 $\text{Ce}_x\text{Mn}_{100-x}$ ($x=65, 59$) の ^{55}Mn NMR を行い、線幅とスピン-格子緩和時間 T_1 の温度依存性を求めた。

^{55}Mn 核は核スピン $I=5/2$ では核四重極共鳴 (NQR) の影響を受け、5 本の共鳴信号が観測される。しかし、 $\text{Ce}_x\text{Mn}_{100-x}$ では磁気的影響のため 5 本のラインが含まれた広幅の 1 本の共鳴線が観測された。 $\text{Ce}_{65}\text{Mn}_{35}$ の ^{55}Mn NMR の線幅の温度変化を図 1 に示す。NQR の共鳴線幅は低温になるにつれて線幅が急激に広がっているのがわかる。Curie-Weiss 則で Fit させると $T_c = -10.5\text{K}$ を示した。

次に $\text{Ce}_{65}\text{Mn}_{35}$ の ^{55}Mn の T_1 の温度変化を図 2 に示す。一般に $1/(T_1 T)$ は、磁化率 χ に比例するので、電子系の振る舞いを明らかにすることができる。 $1/(T_1 T)$ は、温度が減少するに従って、急激に増大するが、約 10K 以下ではほぼ一定となり、重い電子系的な特徴を示す。 $\text{Ce}_x\text{Mn}_{100-x}$ は、Ce 高濃度側では、重い電子系状態にあるといわれており、それを反映した振る舞いを捉えているものと思われる。

卒研の発表では $\text{Ce}_{65}\text{Mn}_{35}$ ばかりではなく $\text{Ce}_{59}\text{Mn}_{41}$ の実験結果をも含めて $\text{Ce}_x\text{Mn}_{100-x}$ の電子系の振る舞いについて発表する。

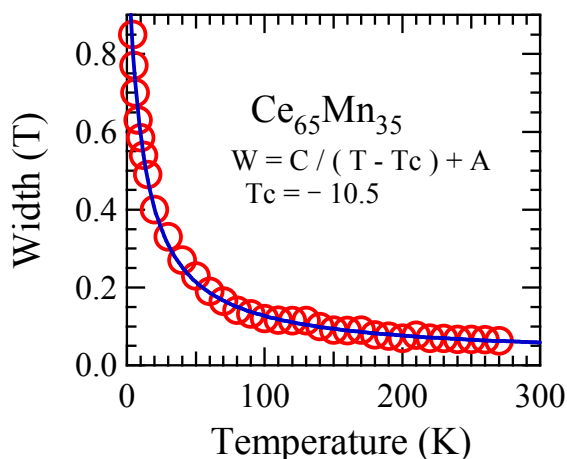


図 1

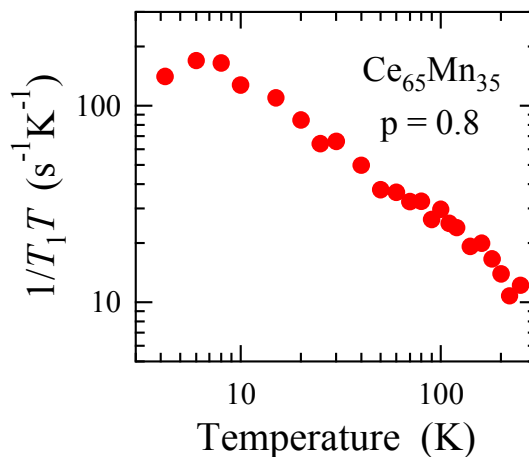


図 2