

①金属の磁気モーメントの起源を電子状態の観点から説明せよ。

金属が磁石の性質（＝磁気モーメント）を持つ理由は、電子のスピンと呼ばれる性質が関係している。特に、金属の中を自由に動き回る遍歴電子（へんれきでんし）という電子が大きな役割を果たしている。

電子には「スピナップ」と「スピンドアウン」の2種類の向きが存在する。ふつうの金属では、スピナップとスピンドアウンの電子が同じ数だけいて、全体として打ち消し合うので磁性は生まれない。

ここで重要になるのが「状態密度（DOS）」という考え方であり、これは「あるエネルギーをもった電子がどれだけ存在できるか」を表す。

鉄（Fe）やコバルト（Co）などの強磁性金属では、電子どうしが影響し合うことで、スピナップとスピンドアウンの状態密度に差ができます。すると、スピナップの電子が多くなり、スピンドアウンが少なくなって、スピンの偏り（スピン偏極）が生まれます。

このとき、金属全体としてスピンの向きに偏りがあるので、自発的に磁気モーメントが発生し、金属が磁石の性質を持つようになります。これが帯磁性（磁性を帯びること）です。どんな金属がこうした磁性を持つかは、次の条件でわかる

$$\text{状態密度（フェルミ準位）} \times \text{交換相互作用の強さ} > 1$$

この条件を満たす金属は、遍歴電子によってスピンが偏って帯磁性を持つ。

②金属磁性材料の具体例を挙げて、磁気モーメントの値と電子状態を関連付けて説明せよ。

例：Ni

Ni の 3d 軌道には 8 個の電子があり、スピナップ、スピンドアウンともにほぼ満たされている。そのため、スピン偏極は小さく、状態密度の差も小さいですが、わずかに偏りが残っていることで、約 $0.6 \mu\text{B}$ の磁気モーメントを持つ。