8223036　栗山淳

デバイス材料工学　第3回　課題

① 磁気モーメントの起源を状態密度の観点から説明して下さい

② ①において，途中の計算を自分なりに追って，を証明してください

①金属中の電子にはスピン（上向き・下向き）があり、何もしていないときは両者がほぼ同じ数だけ存在するため、全体として磁気モーメントは生じません。  
しかし、外部から磁場をかけると、スピン上向きの電子のエネルギーはわずかに下がり、スピン下向きの電子のエネルギーは少し上がります。このとき、電子はエネルギーの低いスピン状態（上向き）を優先的に占有するため、スピンに偏りが生じます。このスピンの数の差が、磁気モーメントの起源となります。

ただし、磁場によるエネルギーの差は非常に小さいため、主に**フェルミ準位**（電子が満たすエネルギーの上限付近）にある電子だけがこの影響を受けます。  
このとき重要なのが状態密度です。状態密度は、あるエネルギーにおいて電子が入れる状態の数を表します。フェルミ準位での状態密度が大きいほど、磁場によるわずかなエネルギーのずれに対して、より多くの電子がスピンの偏りに関与するため、磁気モーメントも大きくなります。

よって、磁気モーメントの大きさは、**フェルミ準位における状態密度によって決まる**と言えます。

②

・ゼーマン効果によるエネルギー分裂

外部磁場 H をかけると、スピンの向きによって電子のエネルギー準位が以下のようにずれる：

・スピン↑とスピン↓の電子数の差 ΔN

エネルギーがずれることで、スピン↑の電子は多く占有され、スピン↓の電子は少なくなる。よって、電子数の差は：

（ここで はフェルミ準位における状態密度）

・磁気モーメント M の計算

各電子が の磁気モーメントを持つため、全体の磁気モーメント M は以下のようになる：

　

以上より、磁気モーメントは以下のように表される：