

14. チャネリング電子による二次電子放出断面積

渡 辺 正 彦

荷電粒子を結晶面あるいは結晶軸にほとんど平行に入射させると、粒子は結晶電場によってトラップされ、そのまま面や軸に沿って結晶内を進行する。これをチャネリング現象と呼ぶ。入射粒子が正電荷を持つば、それは面と面の間にトラップされ、負電荷を持つば、結晶面や結晶軸の周囲にトラップされる。

このようなチャネリング状態にある荷電粒子は光子を放出することがあり、これをチャネリング放射光と呼ぶ。チャネリングしている粒子は進行方向とは垂直方向向きにもエネルギーを持つが、これは量子化されているので、粒子が状態間を遷移することがある。この遷移の際に放出される光がチャネリング放射光である。

一方、固体中電子がより低い状態に遷移し、他の電子が束縛状態から解放される現象があり、これをオーシェ効果と呼ぶ。同様にして、チャネリングしている粒子がより低い状態に遷移し、他方で固体中の電子が放出される過程を考えることができる。これがチャネリングオーシェ効果である。現在までのところ、チャネリングオーシェ効果はその存在が予想されているだけであり、これを検出する試みは始まっている。実験を試みるために、チャネリングオーシェ効果によって放出される電子のエネルギースペクトルと、その強度を計算し、さらに電子-電子散乱などの他の過程との区別が可能かどうかを確認することが必要である。

本研究では、この効果による電子エネルギースペクトルとその強度を数値計算により求める。さらに、電子-電子散乱過程の強度との比較を行ない、検出の可能性について論じる。

実際の計算法であるが、まず、チャネリングオーシェ効果の確率は、チャネリング放射の確率と光電効果による電子放出確率の積であると考えらる。オーシェ効果では、電子が低い状態に遷移する際に仮想光子が放出され、これを吸収した他の電子が放出されると考えられる。後者の、仮想光子が電子に吸収される過程に着目すれば、これは光電効果である。従って、電子が光子を放出する確率と、これが吸収される確率の積としてオーシェ効果の確率を考えることができる。波動関数は、進行方向には平面波を用いた。これと垂直な方向に対しては多波展開を行ない、必要なら Klein-Gordon 方程式を適用して求めた。結晶内のポテンシャルは、電子において実験のスペクトルのピーク位置をよく説明するといわれる、Doyl-Turnerポテンシャルを用いた。