

## 1 光電効果

光電効果とは、

$$\gamma + e = e + \gamma^* \quad (1)$$

散乱確率は  $Z^5$  程度、

最内核ではヴァーチャルガンマが大きいので光電効果が起こりやすい。自由電子にはバーチャルガンマがないのでこの反応は起こらない。光子のエネルギーが上がると、ヴァーチャルガンマが足りなくてコンプトン散乱などの散乱反応に変わっていく。

もしヴァーチャルガンマがないならばどうなるか。

### 1.1 エネルギー保存と運動量保存

$$\frac{1}{2}mv^2 = hf \quad (2)$$

$$mv = \frac{hf}{c} \quad (3)$$

エネルギー保存の式と運動量保存の式を連立してとくと、

$$v = 2c \quad (4)$$

これは、ヴァーチャルガンマがなければ電子の速度は光速の倍であることになる。

### 1.2 特殊相対論

4元運動量の保存を考えると

$$(E/c, p) + (mc^2, 0) = (E^e/c, p') \quad (5)$$

$$(E^2/c^2 - p \cdot p) + m^2c^4 + 2Emc = (E^e)^2/c^2 - p'^2 \quad (6)$$

$$0 + m^2c^4 + 2Emc = m^2c^4 \quad (7)$$

$$2Emc = 0 \quad (8)$$

保存しない。