

量子力学  
電子基礎物理学 I

東京大学 岡部洋一

平成 17 年 4 月 27 日

# 第1章 波動性と粒子性

## 1.1 光の粒子性 I

溶鉱炉から放出される光の強度分布を観測すると、光が  $hf$  で量子化されているとしないと理解できない (Planck)。

$$\langle E \rangle = kT$$

(古典的理論)

$$\langle E \rangle = \frac{kT}{1 - \exp(-hf/kT)}$$

(観測結果)

## 1.2 光の粒子性 II

金属からの電子放出にはあるエネルギー  $\phi$  が必要。

光も電子放出に必要なエネルギーを与えることができるが、放出に必要な最低エネルギーは  $E = hf$  と周波数で与えられ、強度には依存しない (Einstein の光子仮説)。

## 1.3 光の粒子性 III

非常に弱い光に対し、どんな光検出器 (写真フィルムも含む) も光を粒子として感じる。

写真フィルムの場合、弱い光はほぼ同じ大きさの点状の感光イメージを作り、全体が薄く感光することはない。

## 1.4 光は波動か、粒子か

弱い光で干渉実験を行うと、粒子として観測されるが、粒子の集合を見ると、強い光の干渉パターンと同じ形をしている。

強い光の干渉で、強度の出ないところでは、粒子もほとんど発見できないし、強い強度のところで、沢山の粒子が観測される。

つまり波動として計算される強度に比例して粒子の発見確率が決まる。

## 1.5 その他の物質の波動性と粒子性

粒子と思われていた電子や陽子や中性子も干渉を起こす (電子線回折、中性子線回折など)。

現在はあらゆる物質や現象の発現が確率的であり、その確率の裏には干渉現象があると考えられている。

## 1.6 Einstein と De-Broglie の関係

粒子としてのエネルギーは周波数に比例し、運動量は波数に比例する。

角周波数を  $\omega$ 、角波数を  $k$  とするとき Einstein の関係式と De- Broglie の関係式が成立する。

$$E = \hbar\omega$$

$$p = \hbar k$$

$$\hbar = h/2\pi = 1.0546 \times 10^{-34} \text{Js}$$