

講義に関するコメント等

<http://spinman.phys.se.tmu.ac.jp/lecture/>

ミラーサイト：

<http://kem3.com/esrp/lecture/>

メールアドレス：

mizoguchi@phys.se.tmu.ac.jp

kem@kem3.com

「講義レポート」について

講義内容の感想文

皆さんのこれまでの人生で得て来た知識を総動員して、講義内容の自分なりの理解・考え方をまとめる

A4用紙 1頁 程度（表紙は不要）

提出：次回講義の終了時

1) 電子の粒子性と波動性

2) 波としての電子と半導体

3) ナノの世界を見る

4) 医療と現代物理

5) 電気の流れるプラスチック

6) 超伝導・超流動を見る

現代物理学の考え方

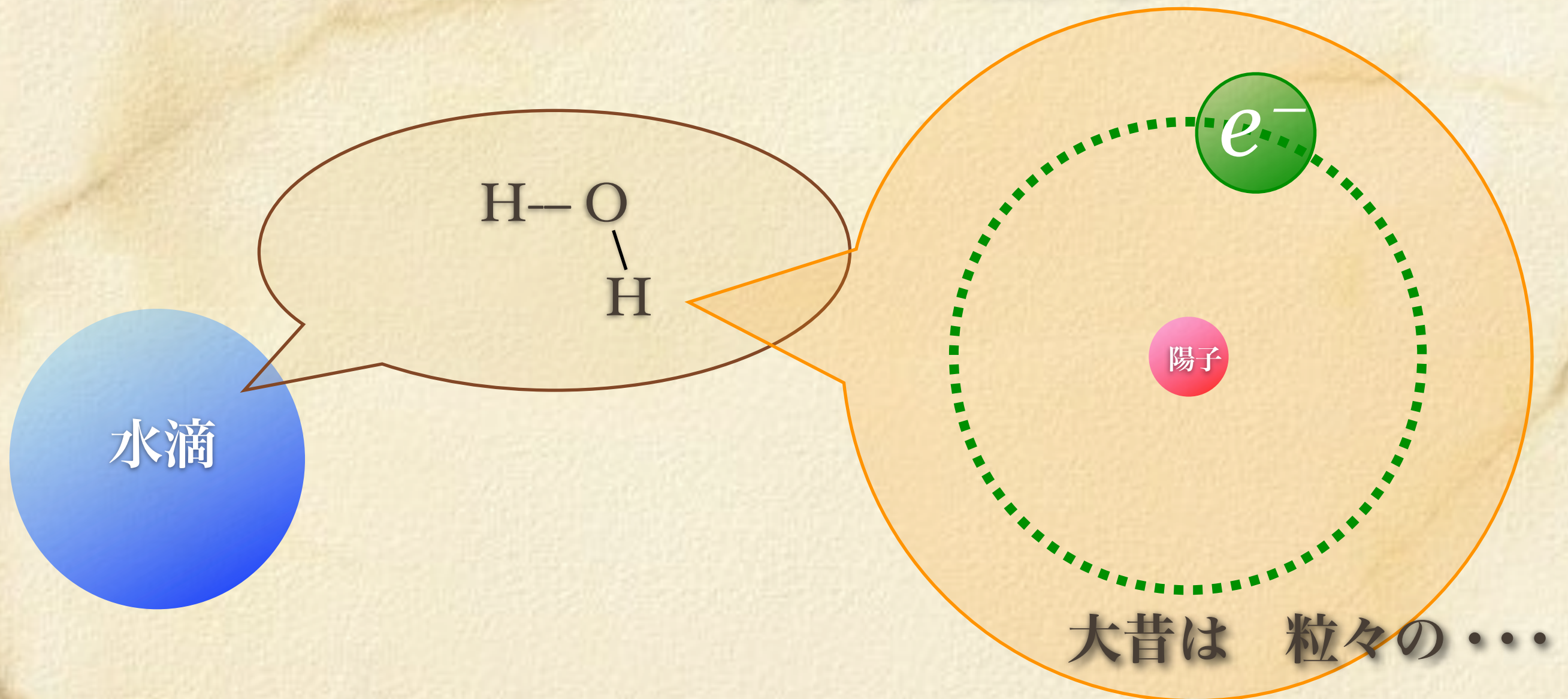
その1

電子の粒子性と波動性

(理解不能だがとても不可思議な事実)

溝口憲治

物質の成り立ち



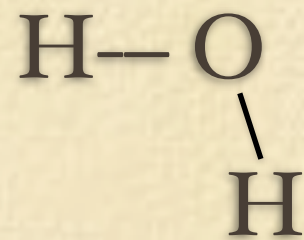
水素原子

= > 陽子 + 電子

物質の成り立ち



水滴



現在は雲の様な・・・

陽子

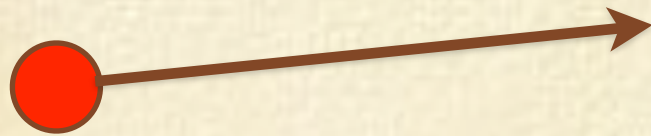
e^{-}

水素原子

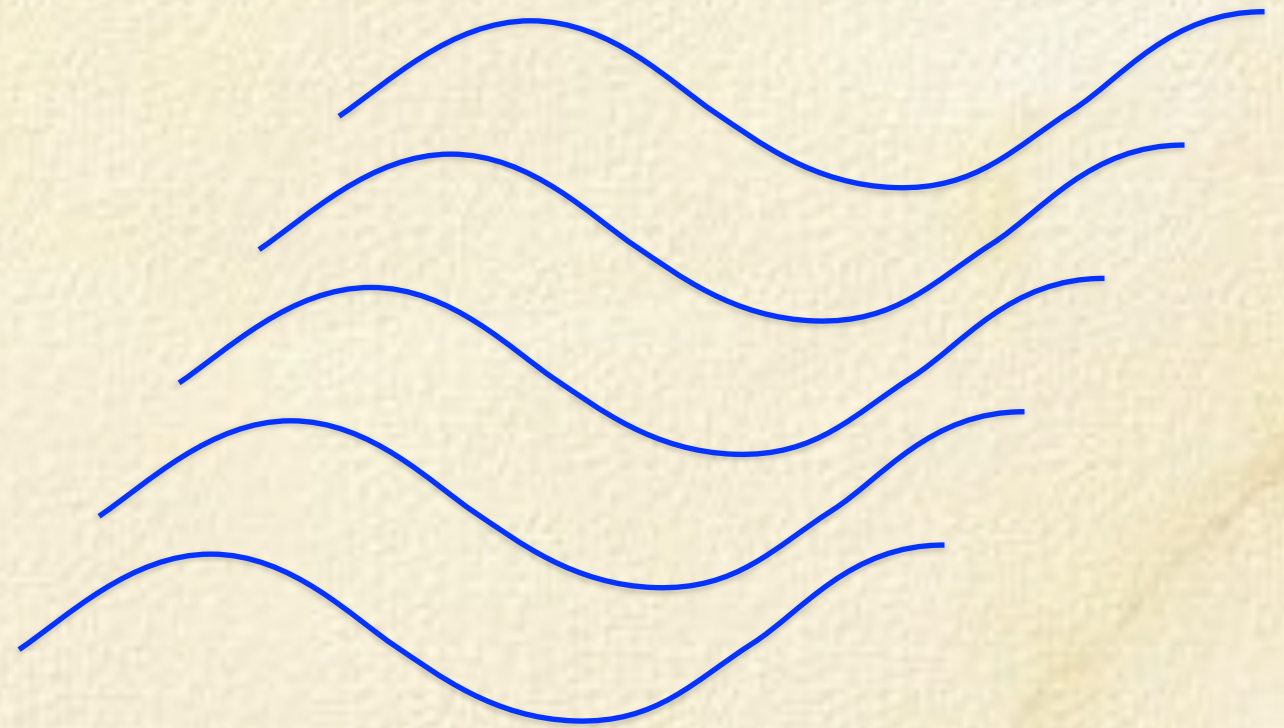
= > 陽子 + 電子

電子は「粒子?」、それとも「波?」

例: 音の波、水の波



粒子の位置は点で指定できる
(エネルギーの塊)



波の位置は特定不能 $\Rightarrow$ 不確定性原理

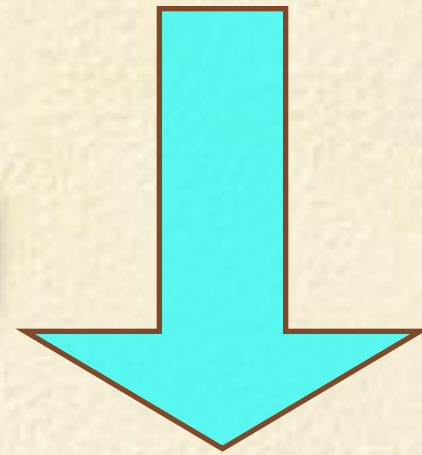
波の干渉 (共鳴) $\Rightarrow$ 量子化

量子力学

古典力学

(ニュートン力学)

粒子と波動

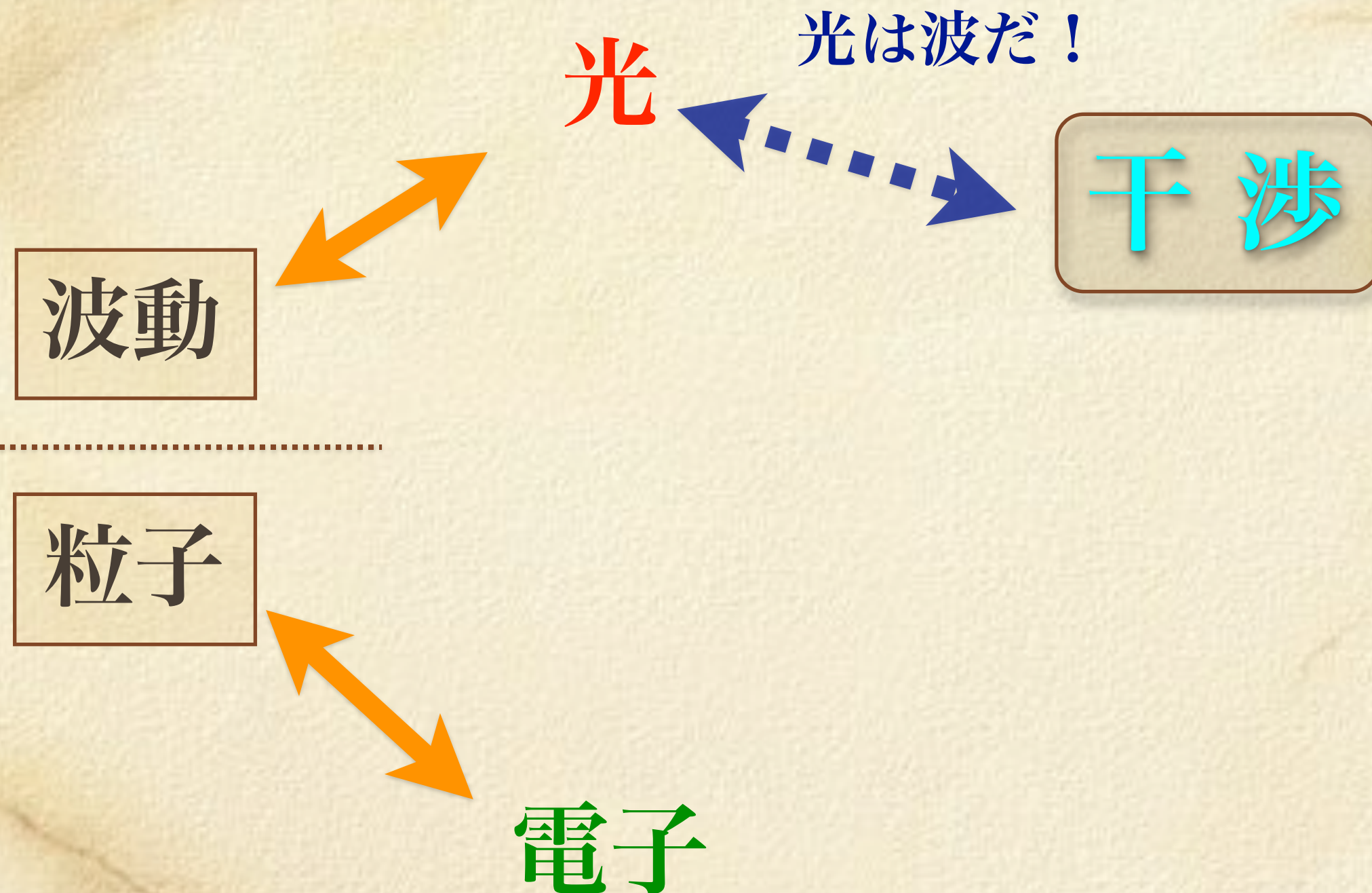


の2重性
(duality)

量子力学

(波動力学)

電子の粒子性と波動性



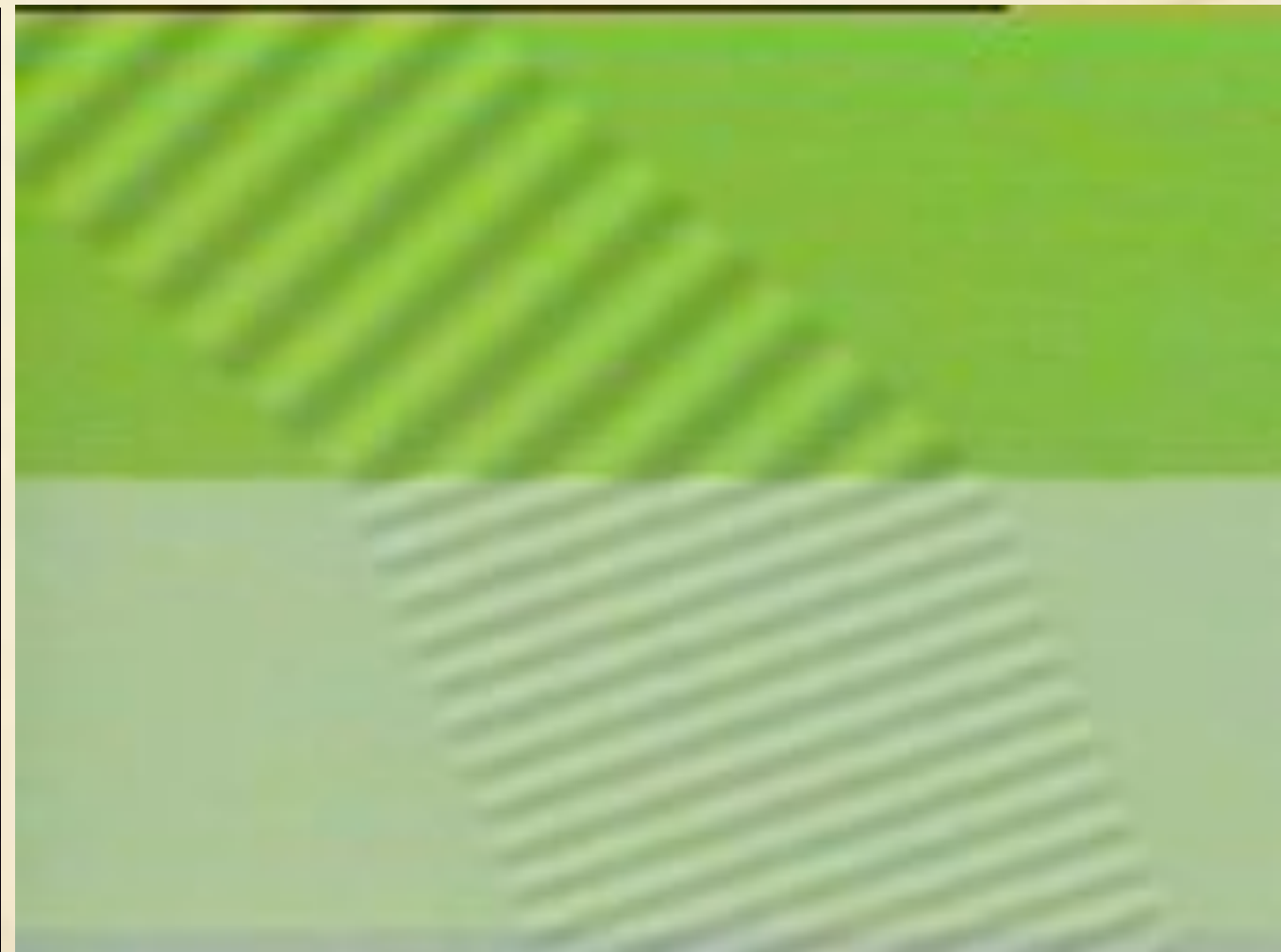
電子の前に、まず光

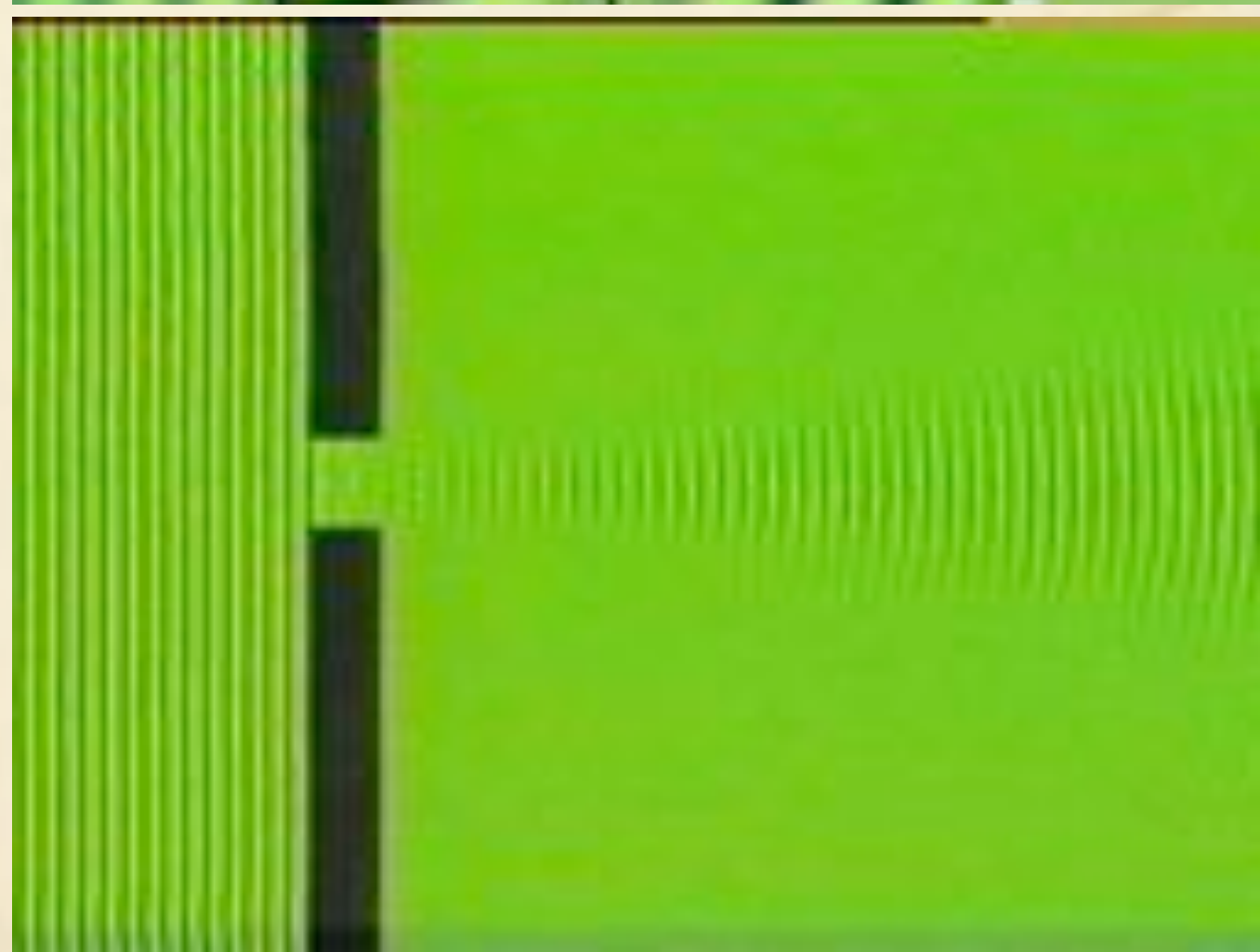
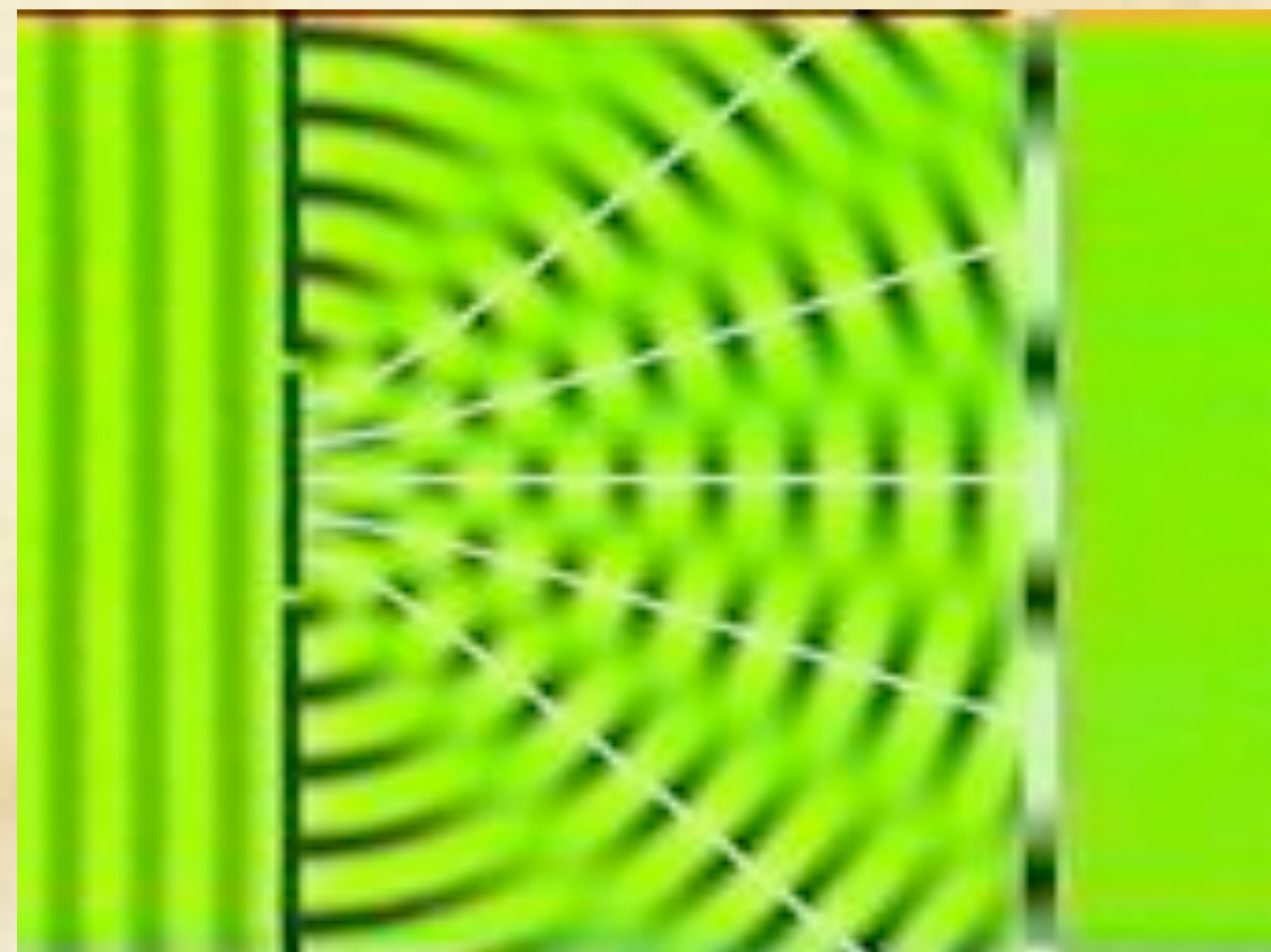
光は波？

光の波動性

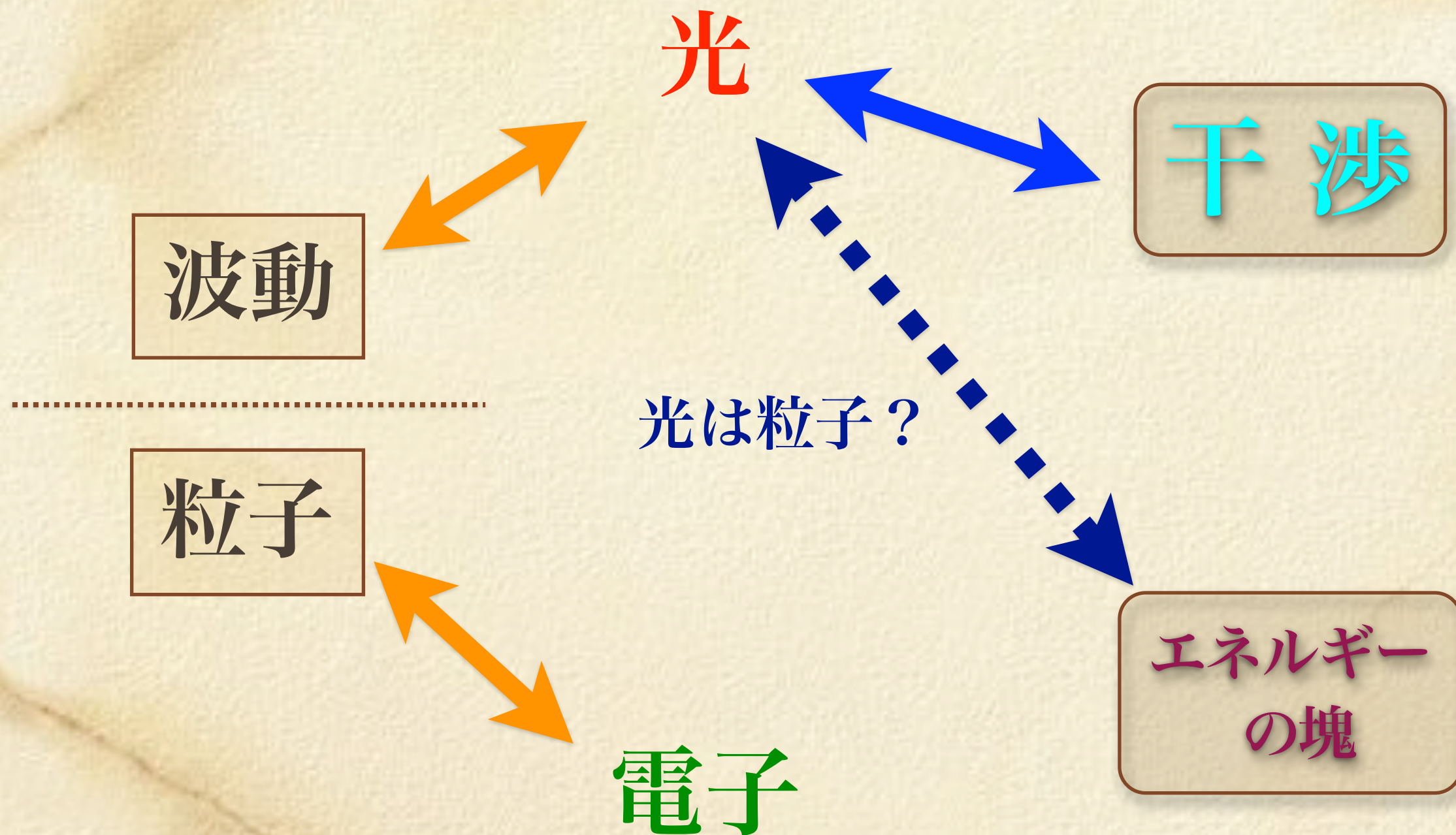


トーマス・ヤング



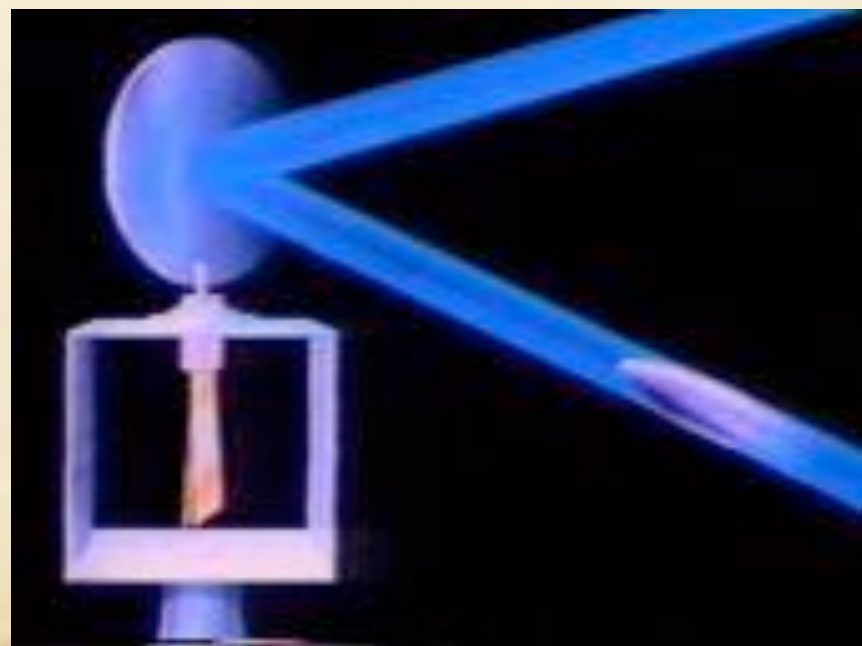
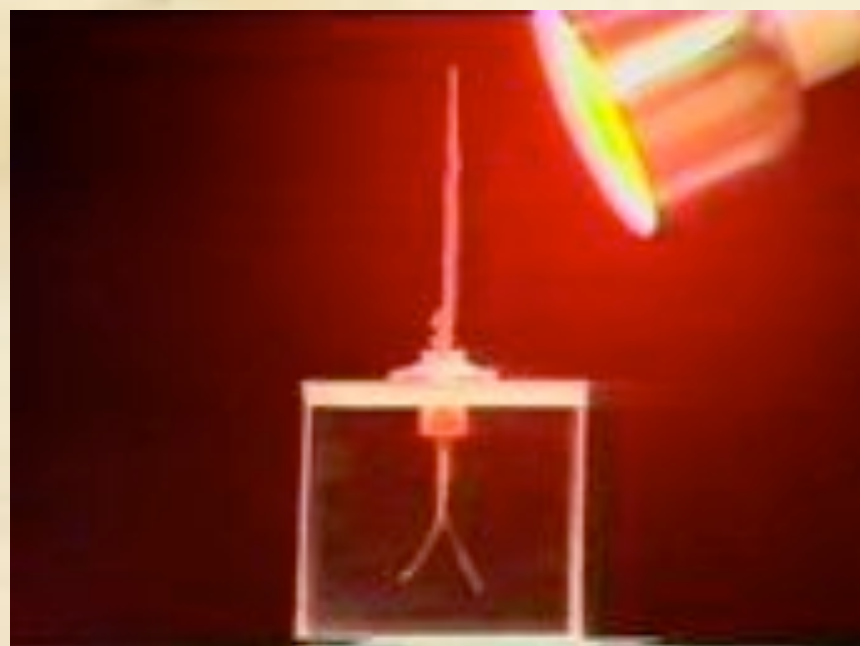
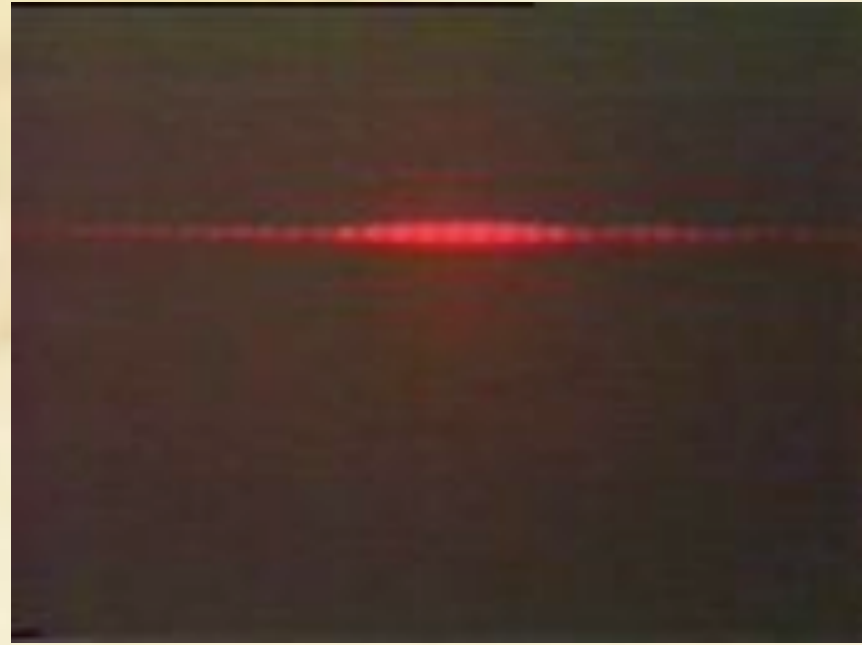


電子の粒子性と波動性

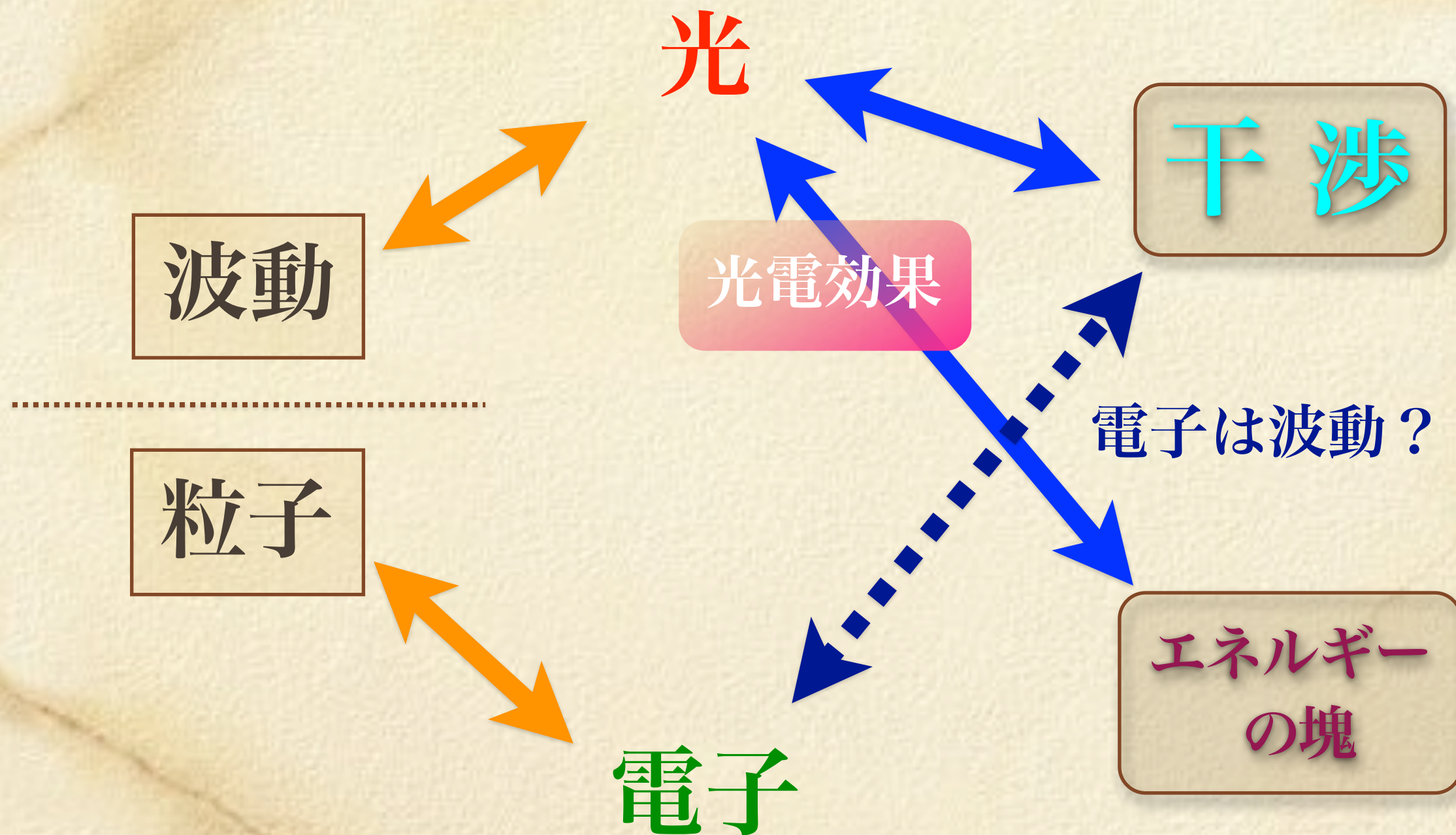


光は粒子？

光の波動性と粒子性
(2重性、duality、paradox)



電子の粒子性と波動性



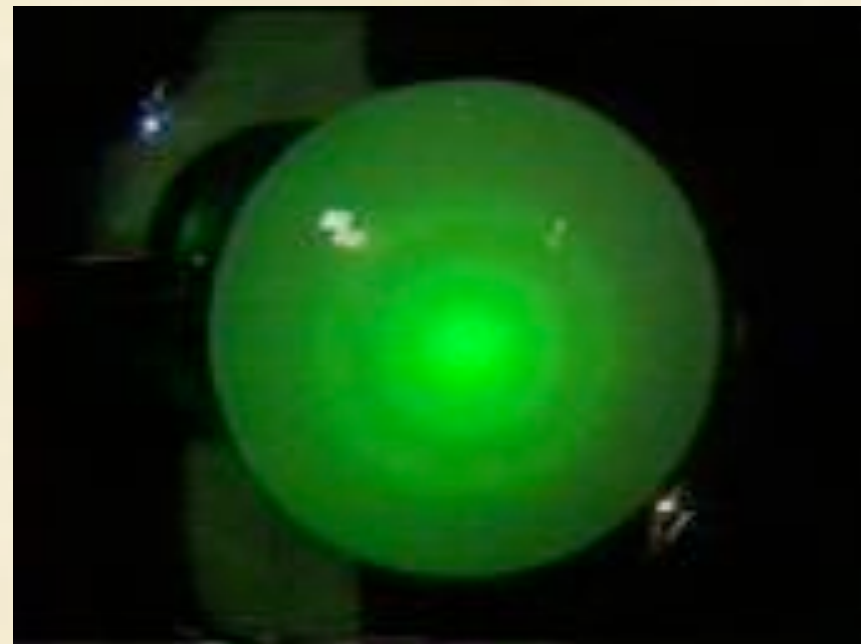
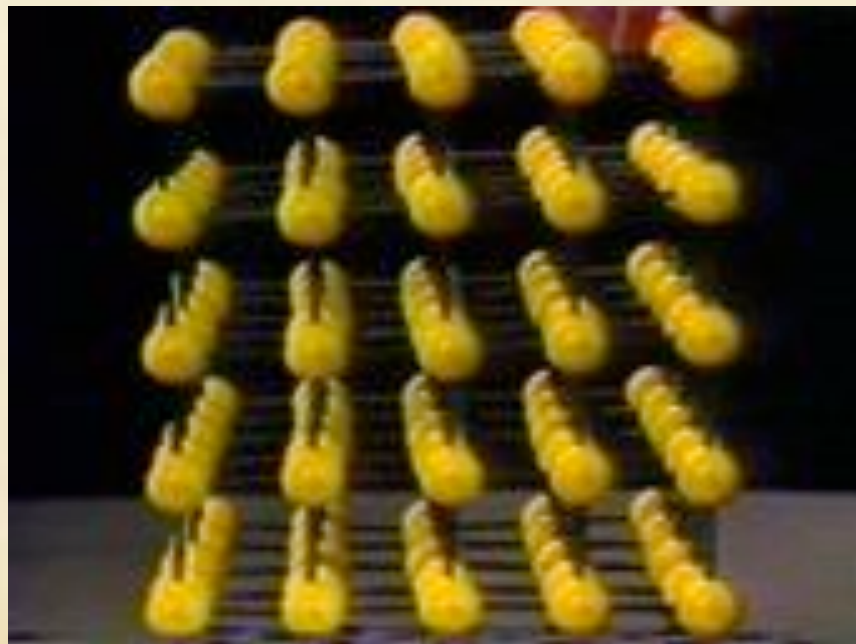
電子は粒子？波？

電子の波動性と粒子性

粒子性



波動性

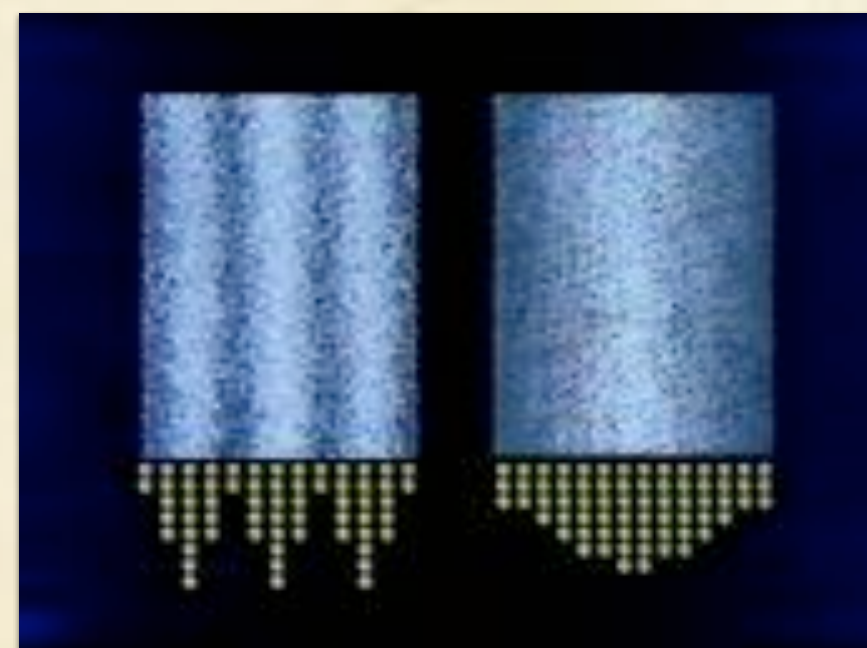
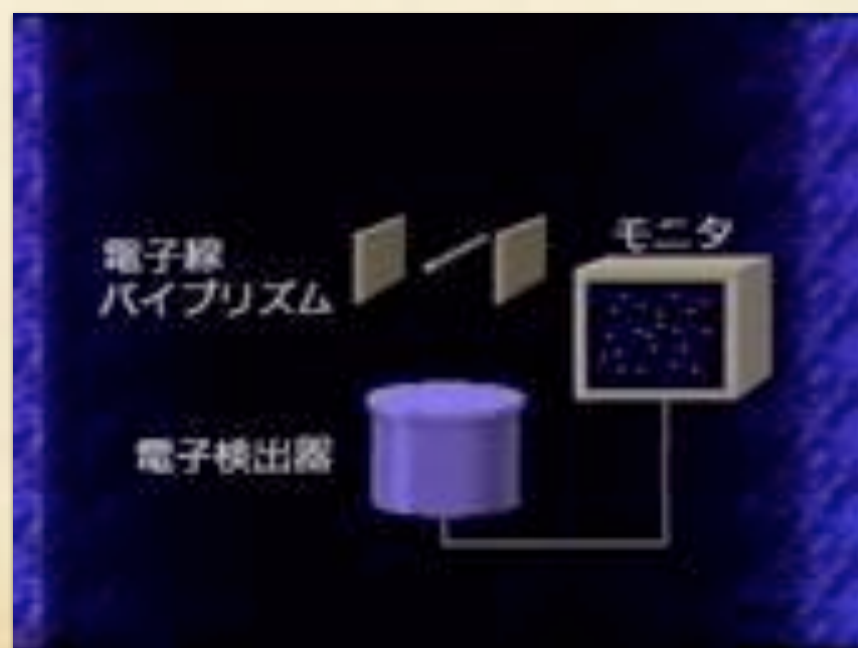
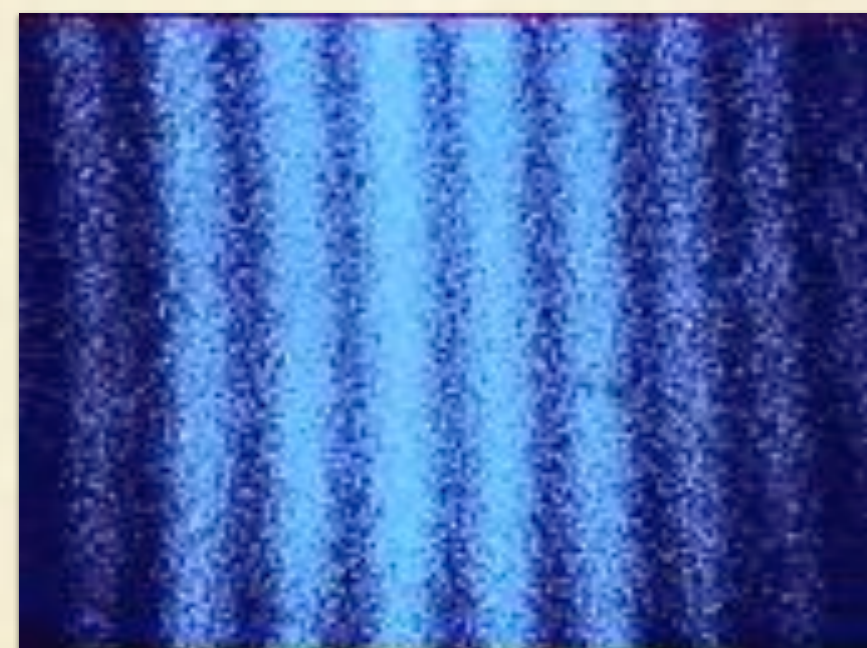
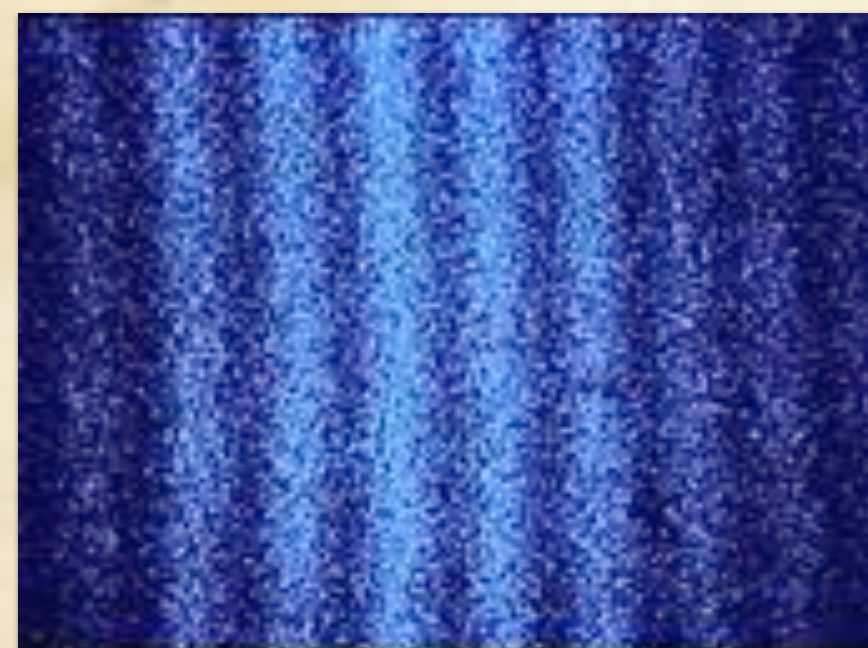
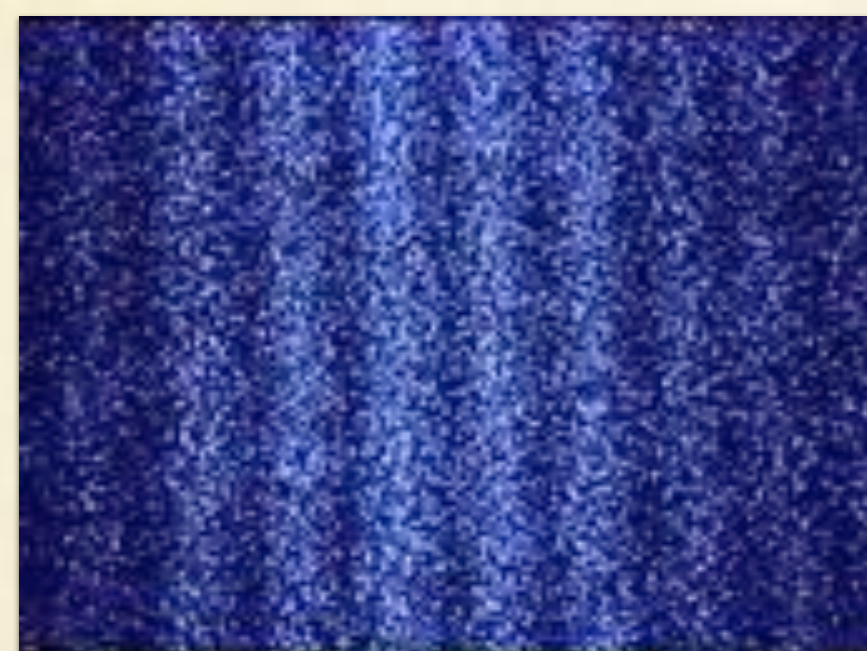
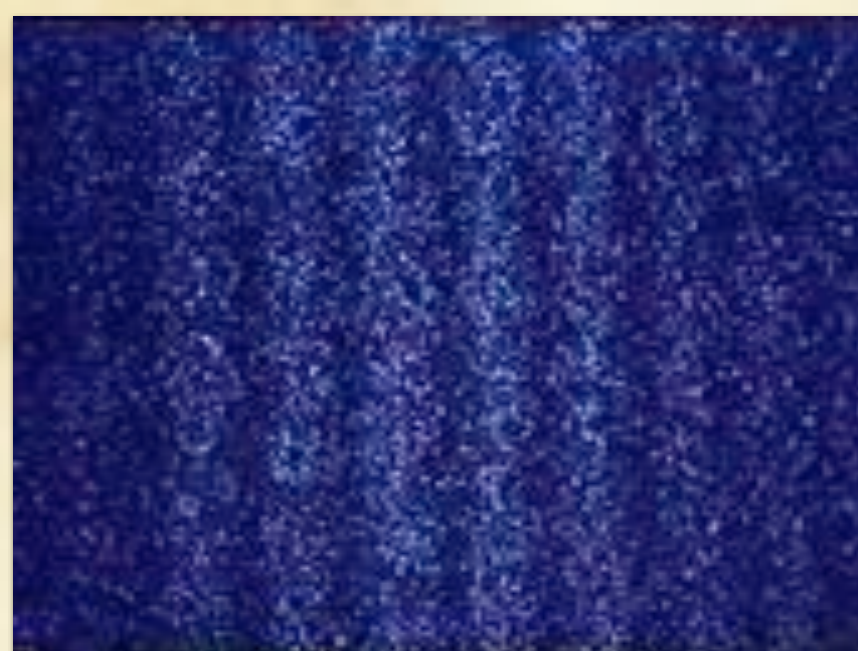
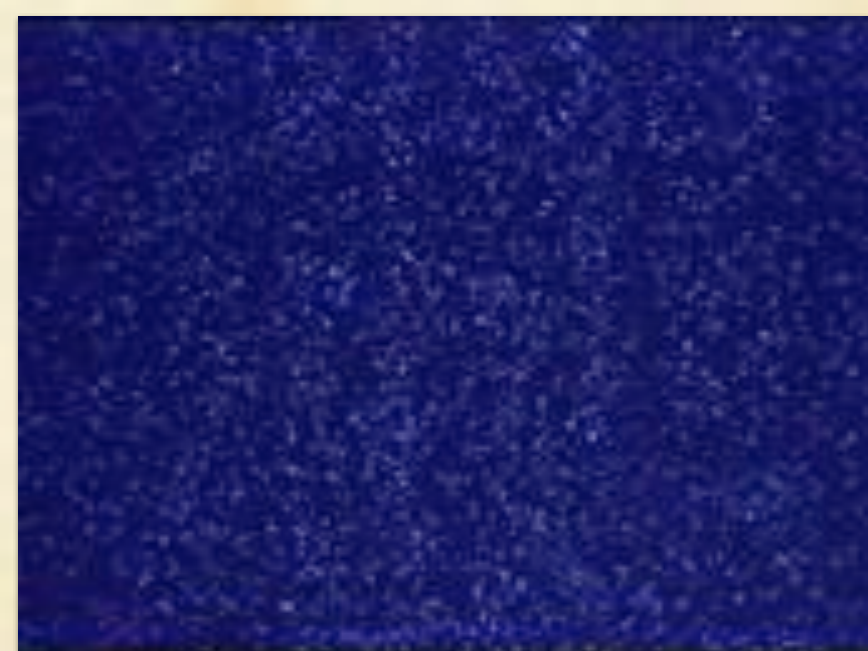


電子の粒子性と波動性



電子は粒子？波？

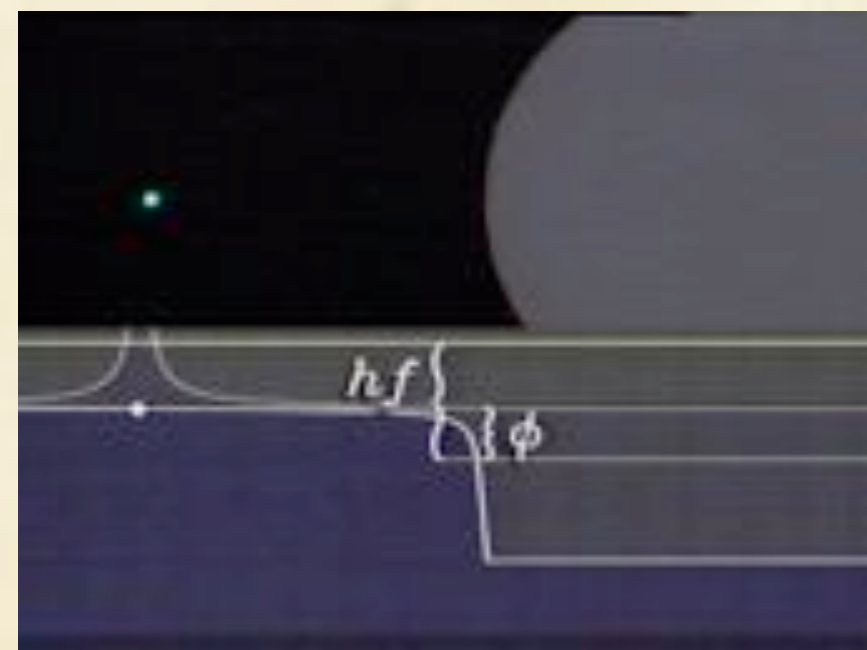
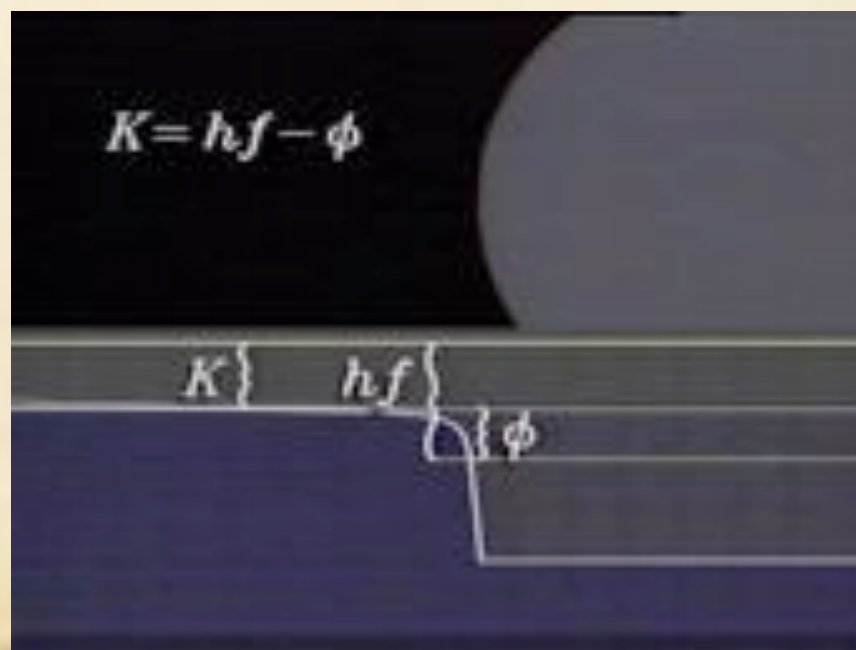
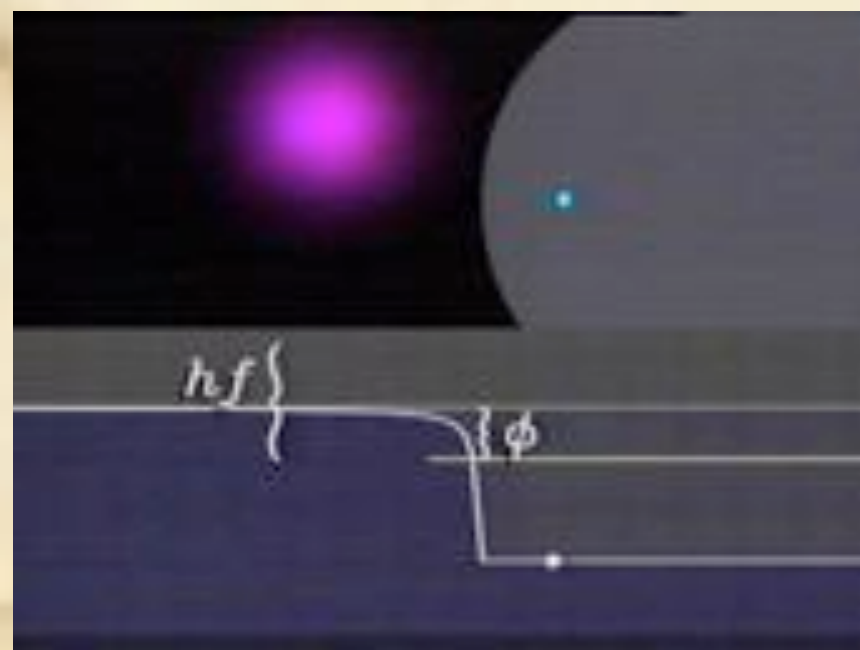
電子の作る干渉縞



光や電子の
2重性、duality
に潜む謎解き？

プランク定数 h

量子力学のさきがけ



$$E=hf$$

Louis de Broglie

原子核の回りの電子は何故落ちない

光から物質波へ： h



Particle 粒子	Wave 波
energy E $E = mc^2$	frequency f $f = \frac{c}{\lambda}$
momentum p $p = mv$	wavelength λ
運動量	波長

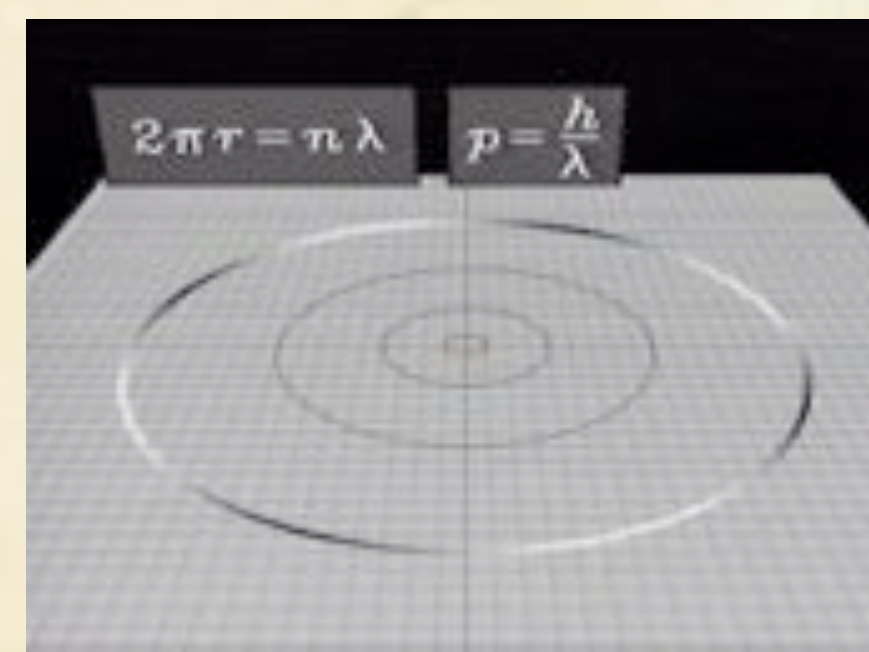
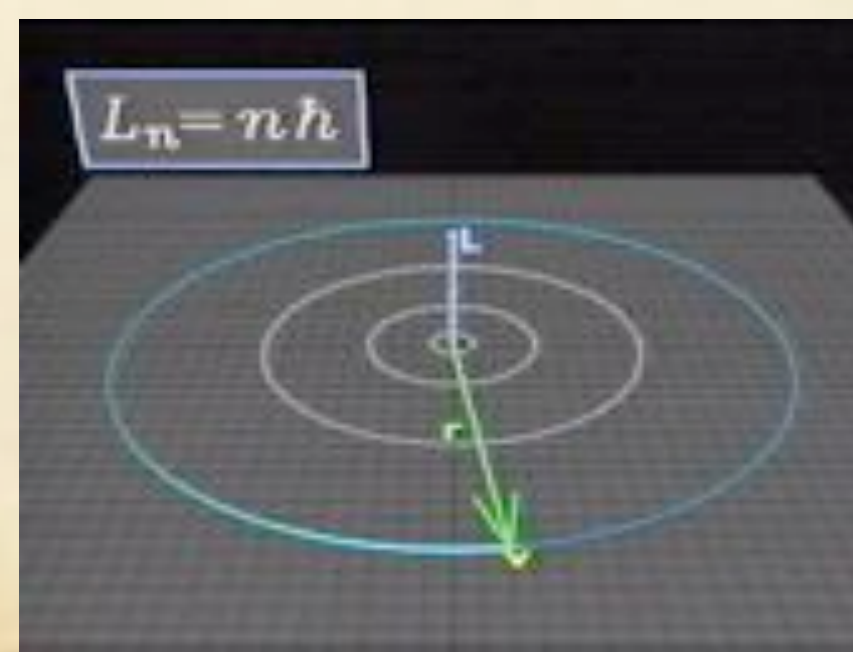
Particle	Wave
energy E $E = mc^2$	frequency f $E = hf$ $f = \frac{c}{\lambda}$
momentum p $p = mv$	wavelength λ

Particle	Wave
energy E $E = mc^2$	frequency f $E = hf$ $f = \frac{c}{\lambda}$
momentum p $p = mv$	wavelength λ
$mc^2 = h \frac{c}{\lambda}$	

Particle	Wave
energy E $E = mc^2$	frequency f $E = hf$ $f = \frac{c}{\lambda}$
momentum p $p = mv$	wavelength λ
$mc = \frac{h}{\lambda}$	

Particle	Wave
energy E $E = mc^2$	frequency f $E = hf$ $f = \frac{c}{\lambda}$
momentum p $p = mv$	wavelength λ
$mv = \frac{h}{\lambda}$	

Particle	Wave
energy E $E = mc^2$	frequency f $E = hf$ $f = \frac{c}{\lambda}$
momentum p $p = mv$	wavelength λ
$p = \frac{h}{\lambda}$	



$$2\pi r = n\lambda$$

$$\lambda = \frac{h}{p}$$

$$2\pi r = n \frac{h}{p}$$

$$pr = n \frac{h}{2\pi}$$

$$\hbar \equiv h/2\pi$$

$$pr = n\hbar$$

$$mvr = n\hbar$$

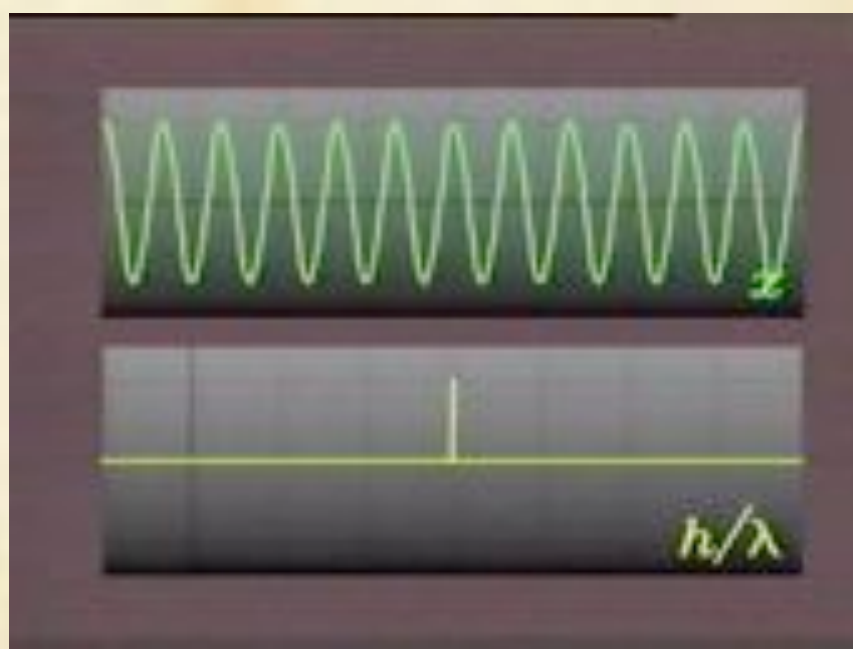
$$L_n = n\hbar$$

de Broglieの物質波

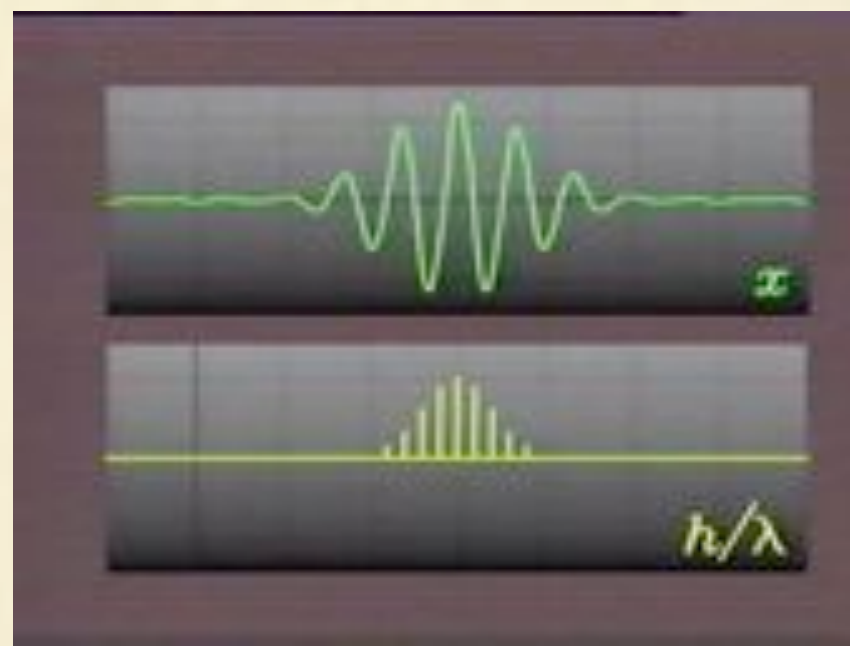
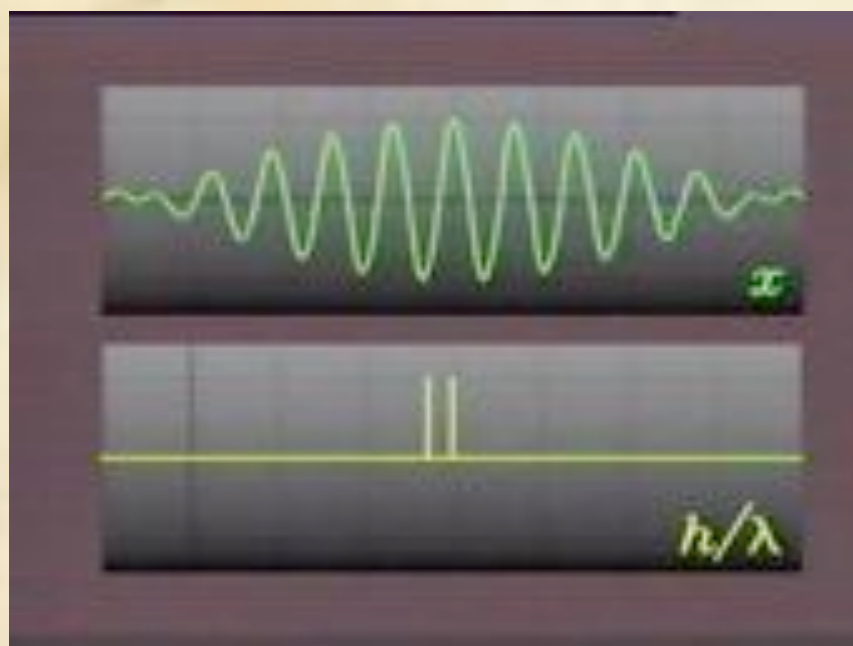
$$p=mv=h/\lambda$$

Schrödinger

確率波としての解釈

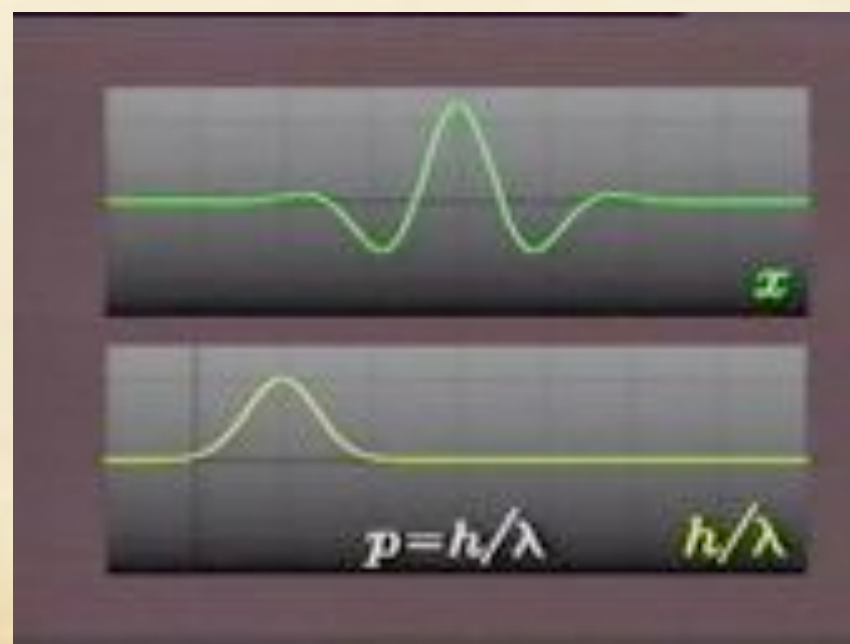
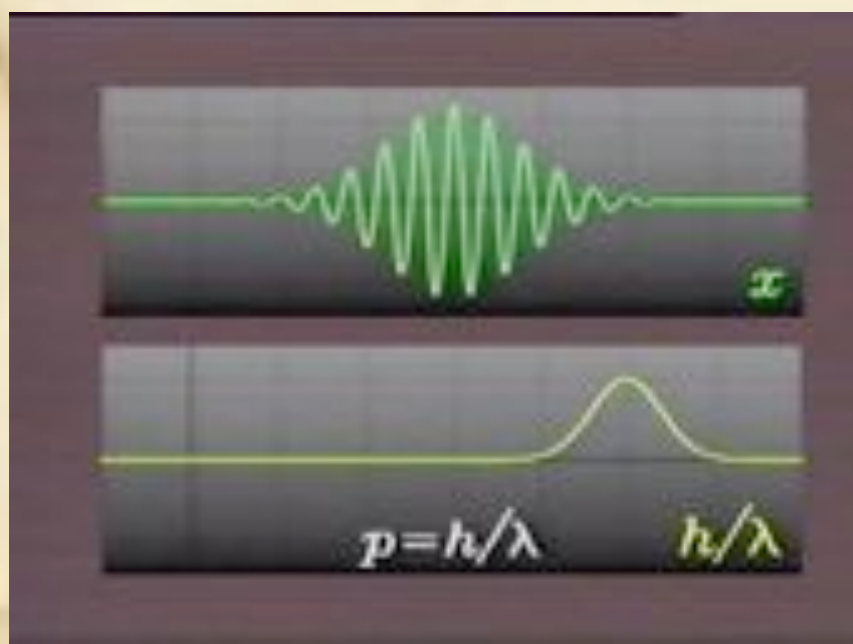


粒子状の確率密度分布は、波の運動量 p に幅を持たせて足し合わせることで、作り出すことができる。



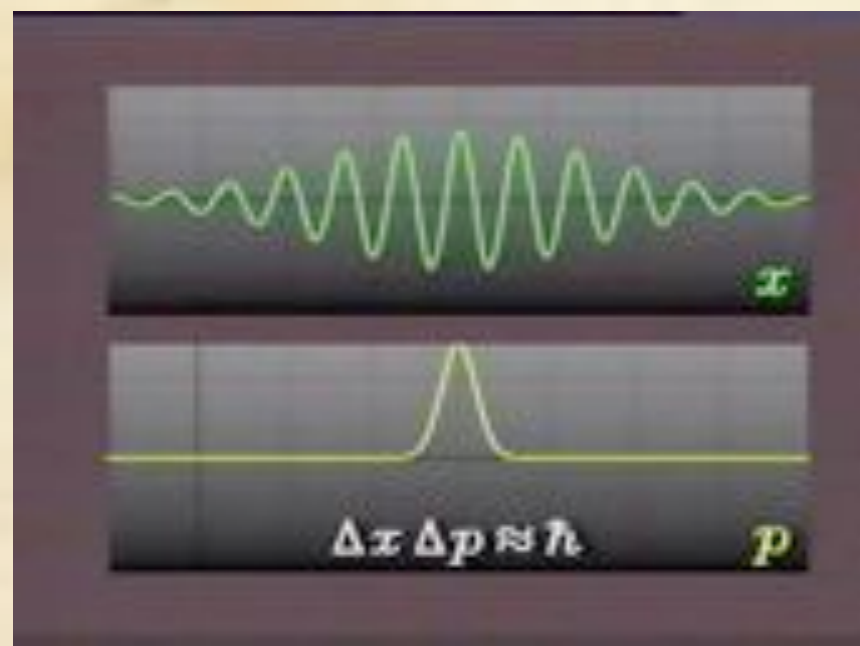
これを、複数の波長の波を束ねて作るのを、波束(Wave packet)と呼ぶ。

波動力学



確率波としての粒子

確率波により作られる粒子状の確率密度分布の位置 x 或いは運動量 p のどちらかを決めると、もう一方の確率分布がぼやけてしまう。



確率密度としての物質波

$$p=h/\lambda$$

Heisenberg

$$\Delta x \bullet \Delta p \approx \hbar$$

波の本質：不確定性原理

量子力学の完成