

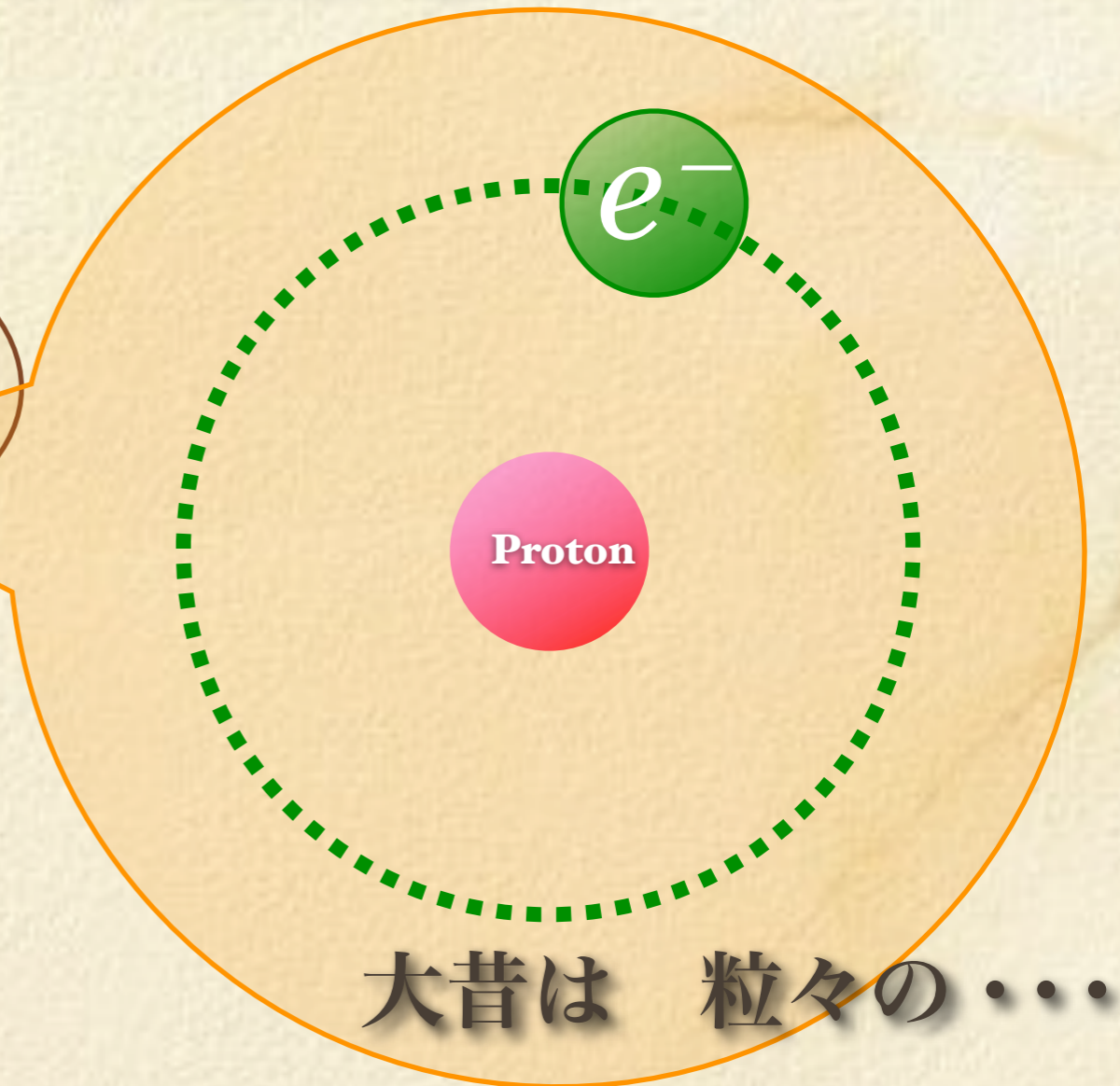
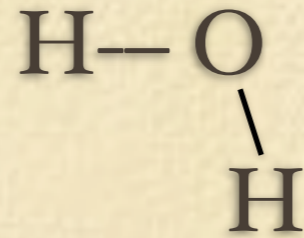
現代物理学の考え方

その1

電子の粒子性と波動性

南方久和・溝口憲治

物質の成り立ち

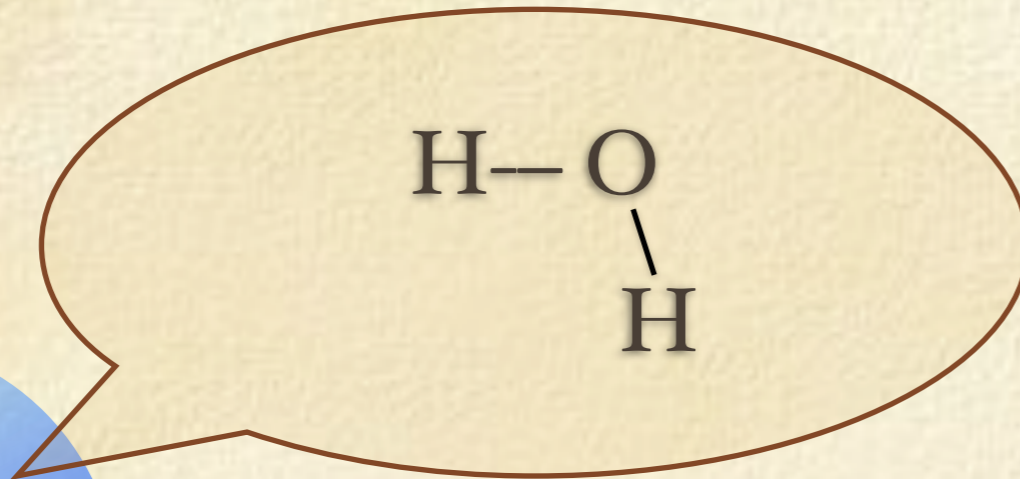


水素原子

= > 陽子 + 電子



物質の成り立ち



水滴



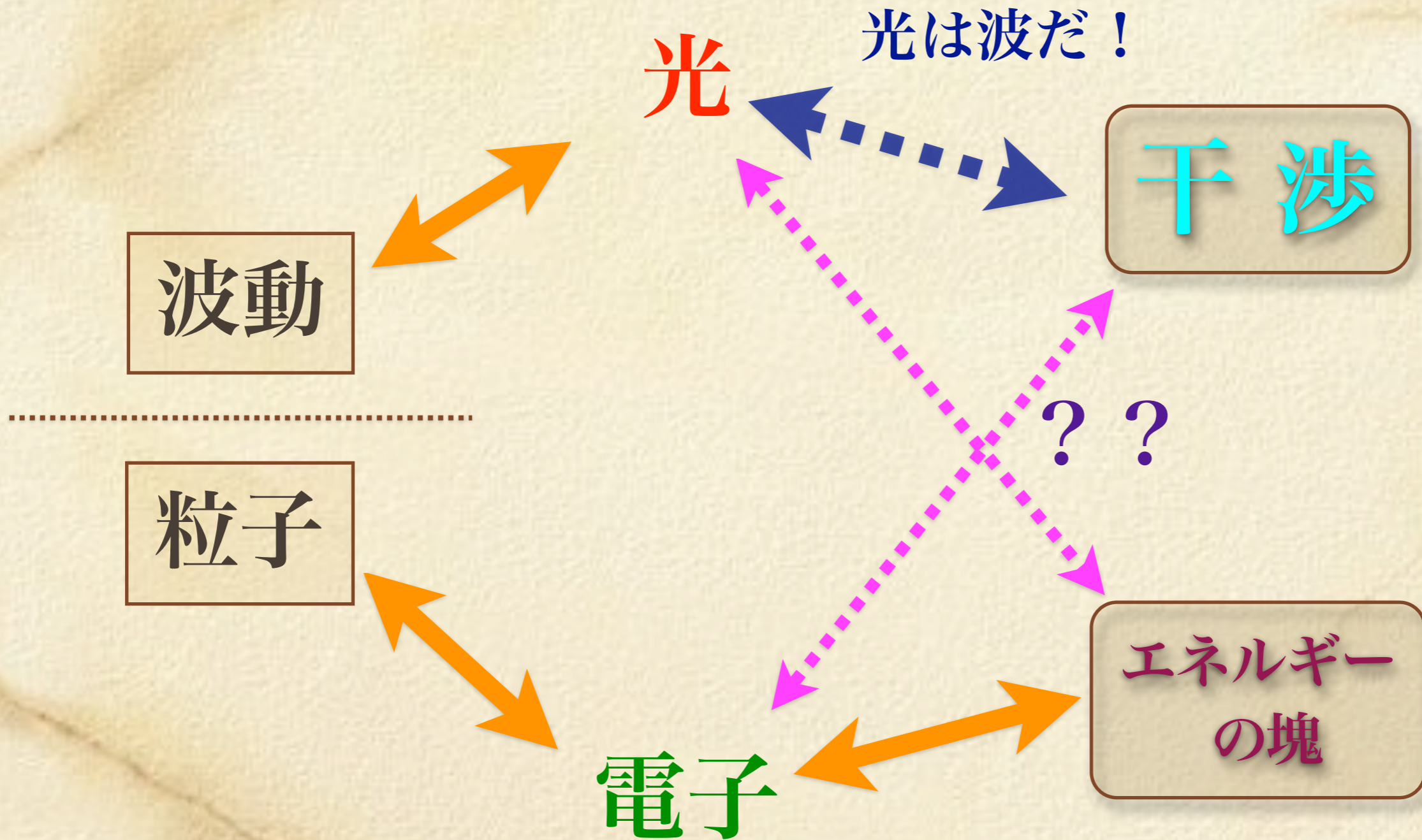
現在は雲の様な・・・

水素原子

= > 陽子 + 電子



電子の粒子性と波動性



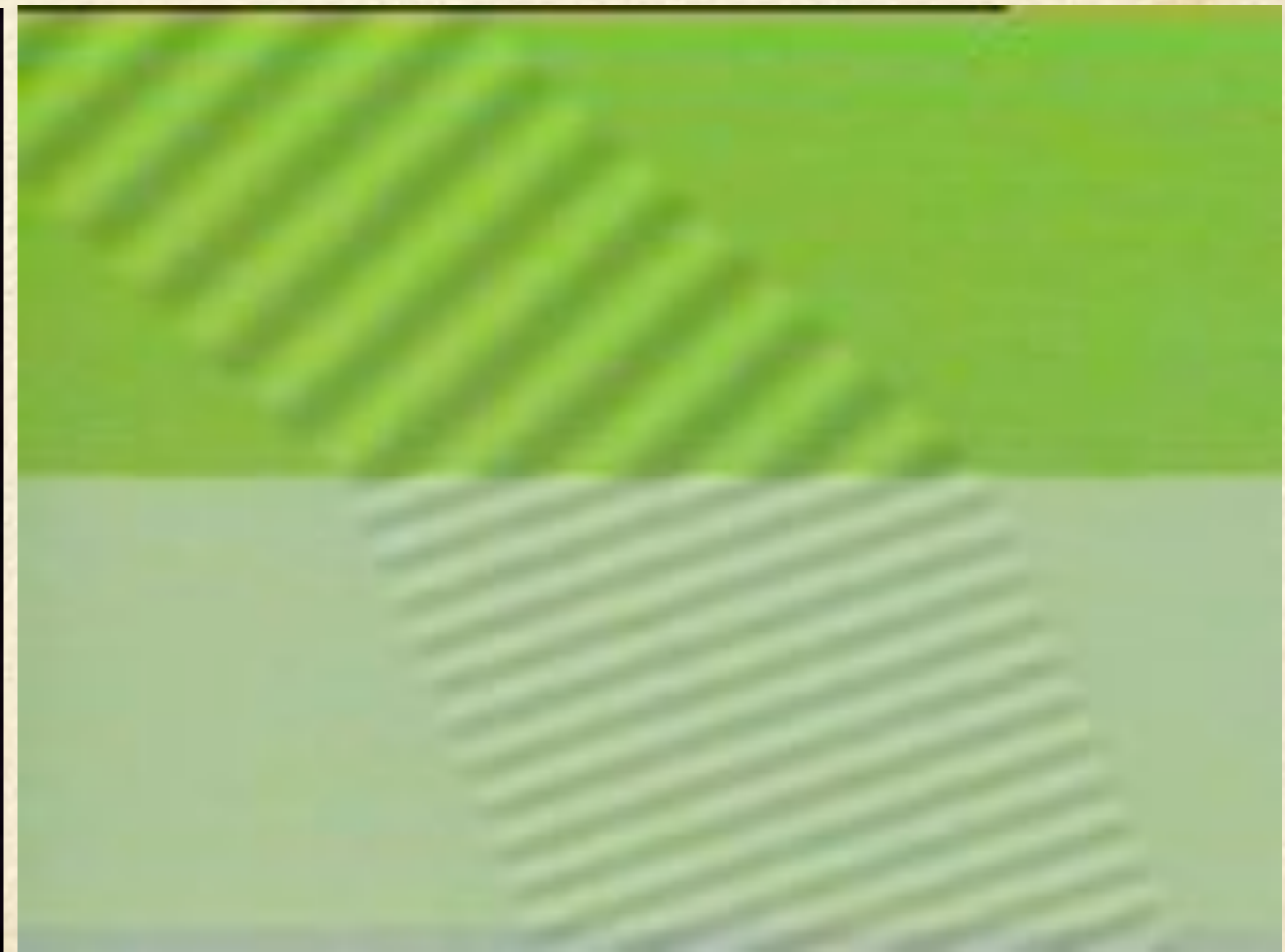
電子の前に、まず光

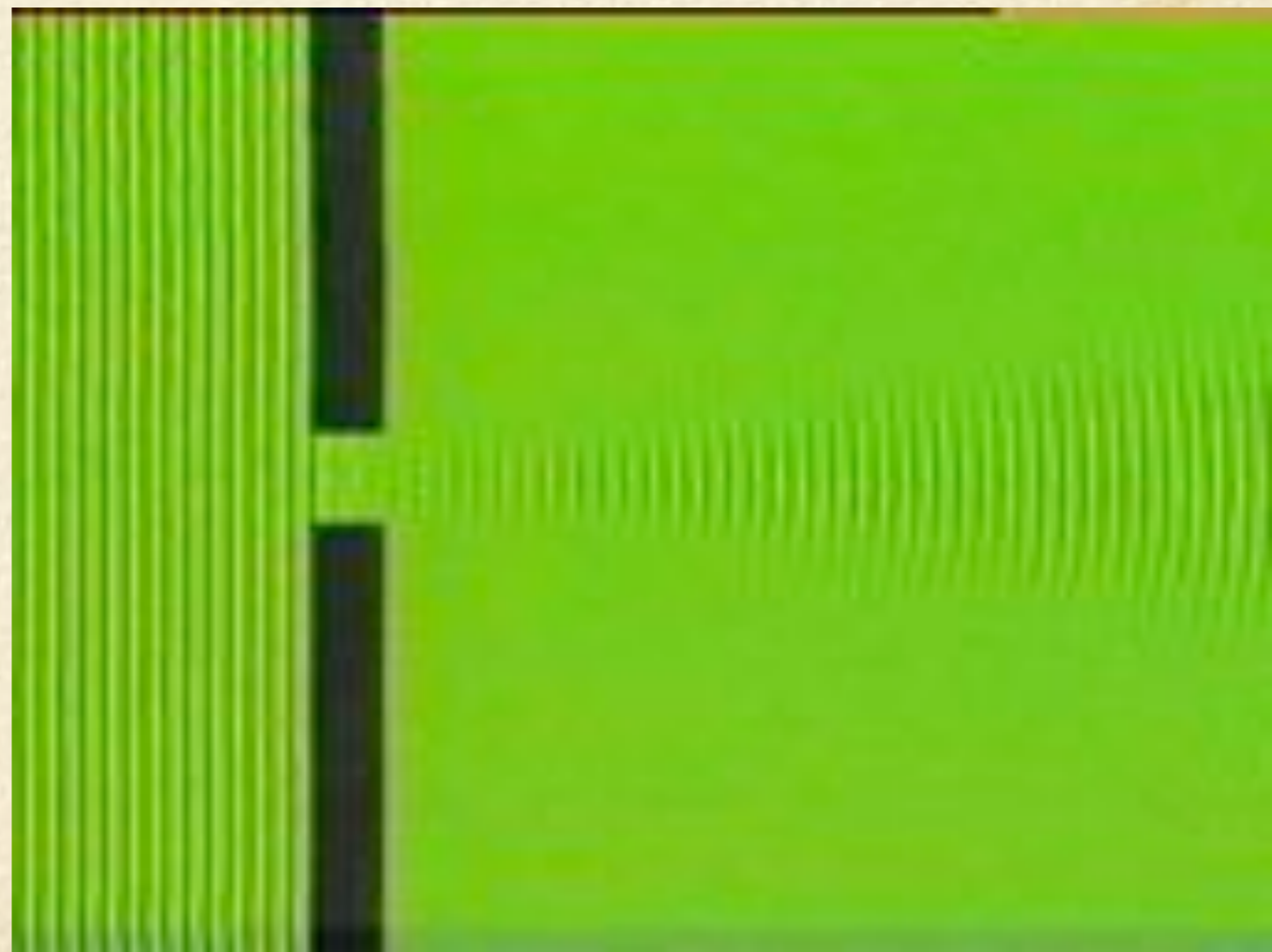
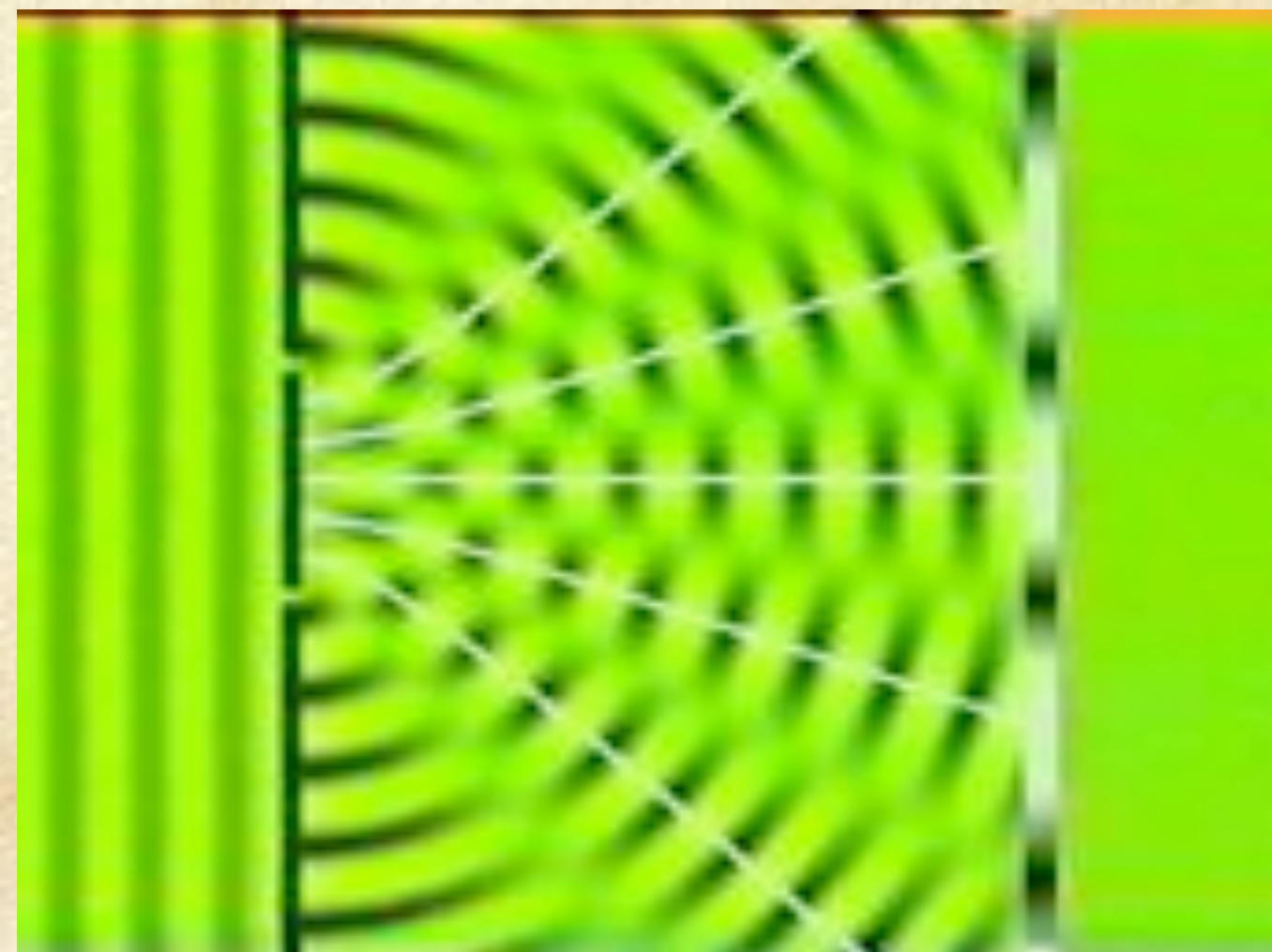
光は波？

光の波動性

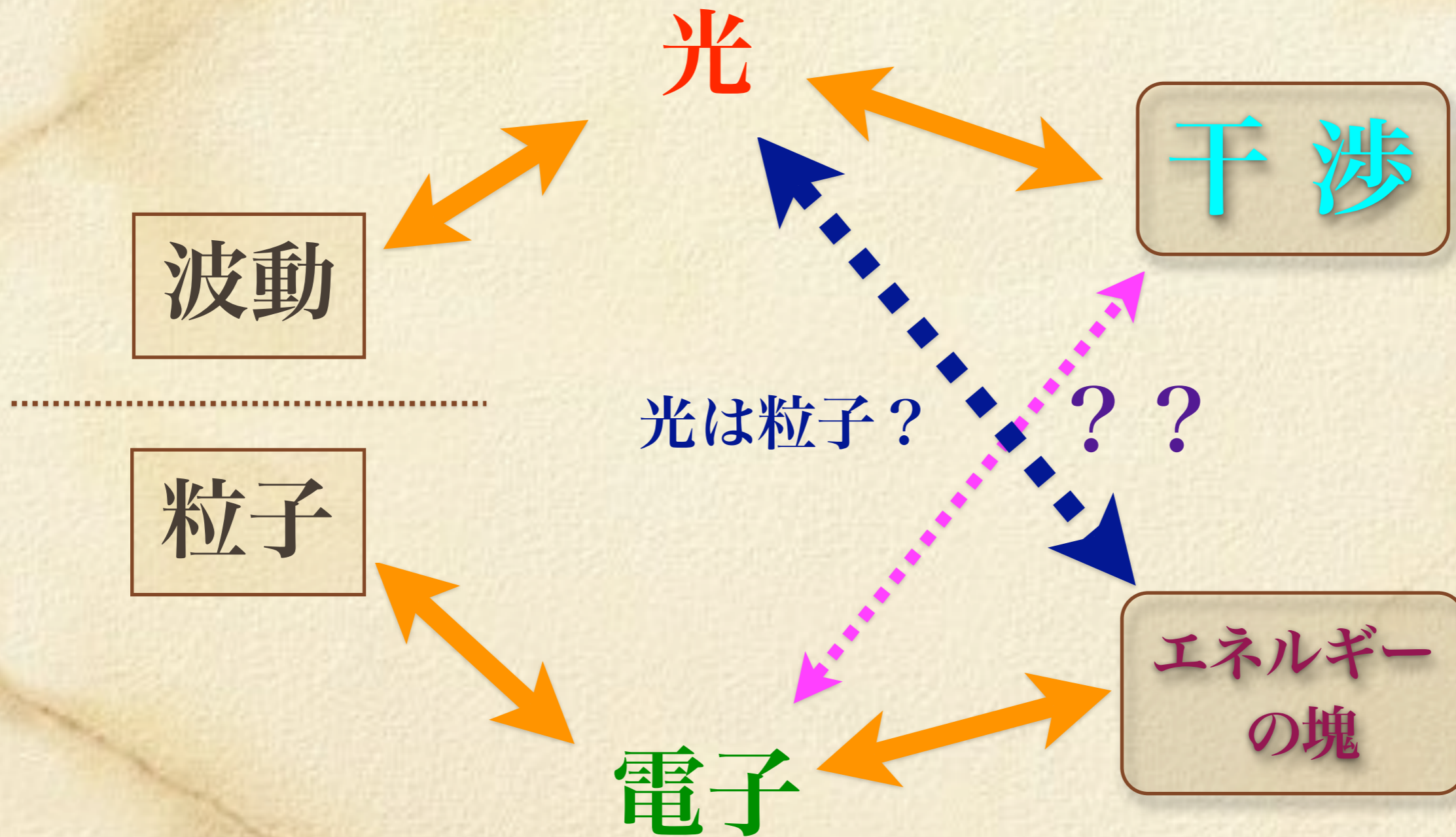


トーマス・ヤング



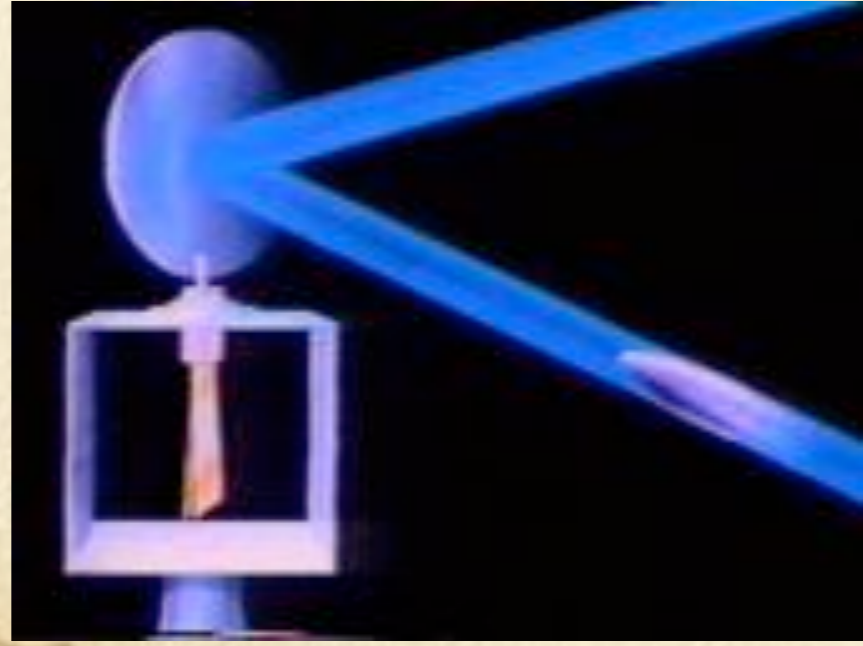
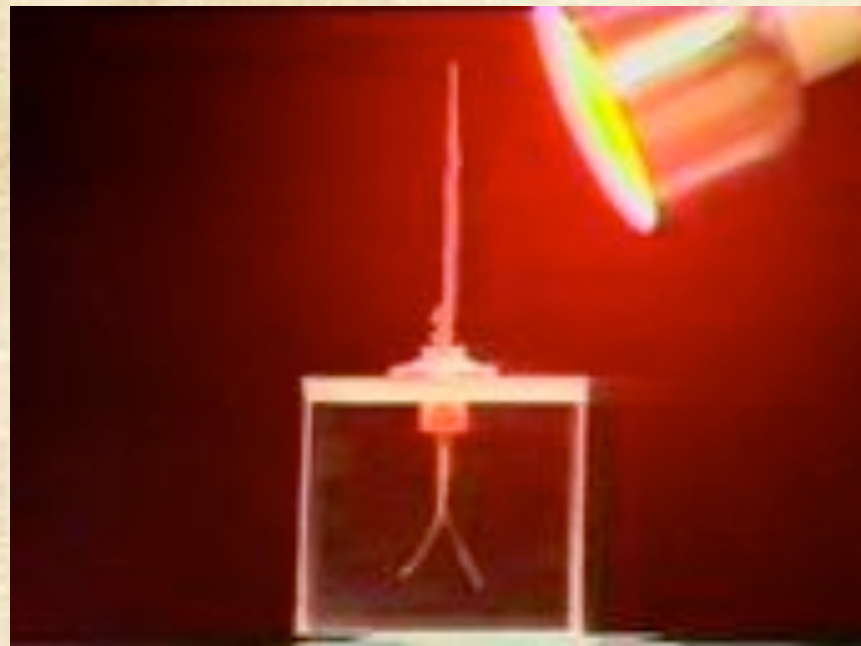
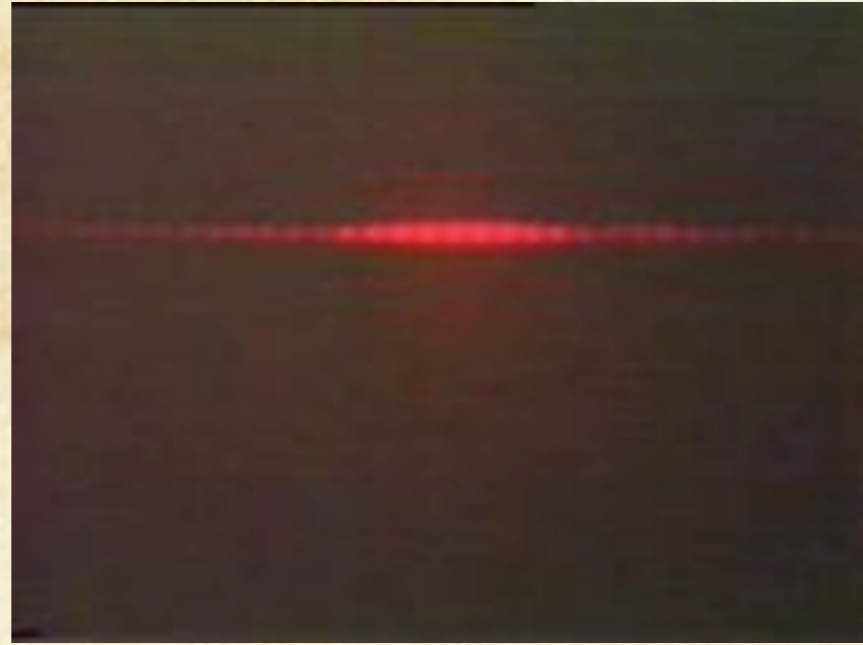


電子の粒子性と波動性



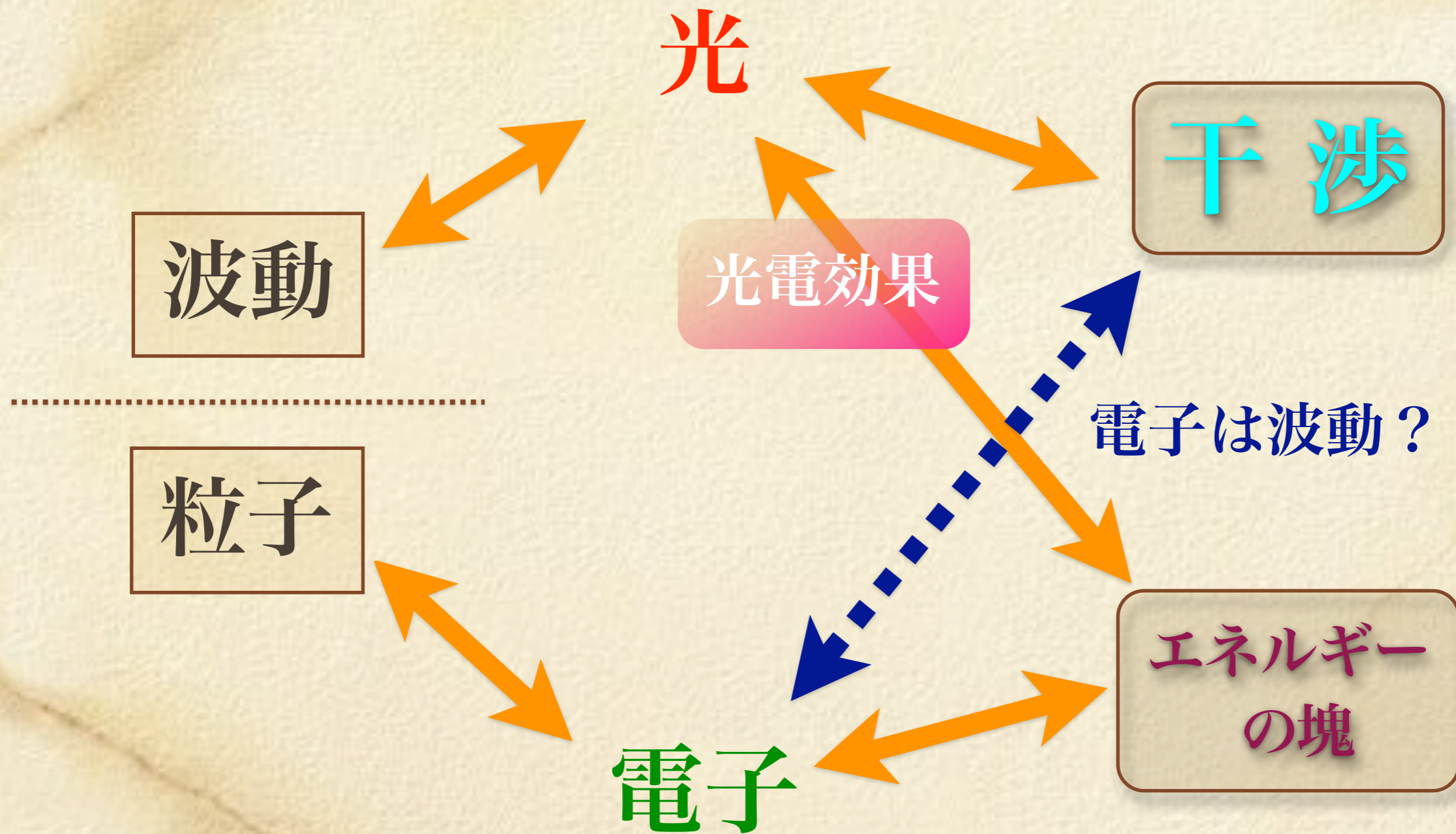
光は粒子？

光の波動性と粒子性
(2重性、duality、paradox)





電子の粒子性と波動性



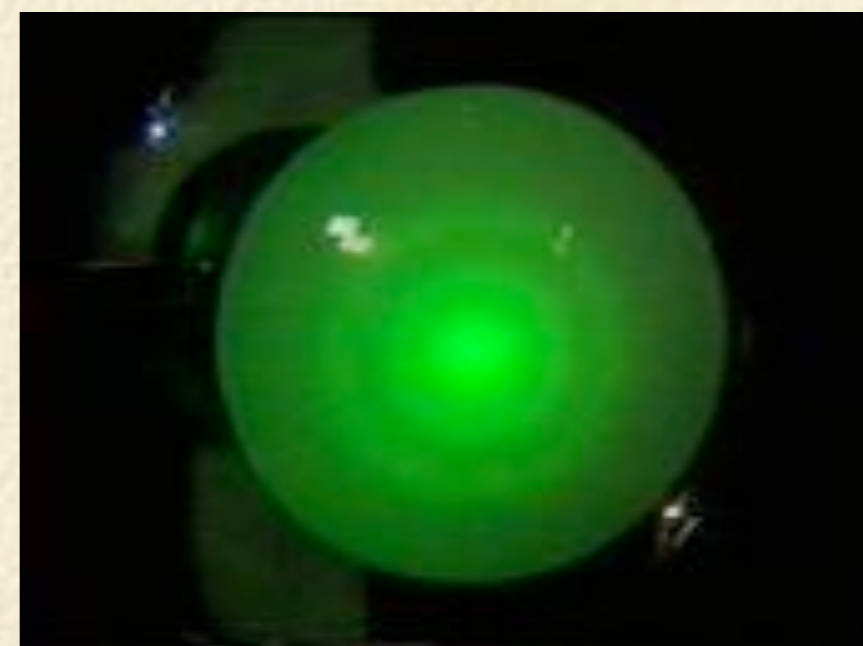
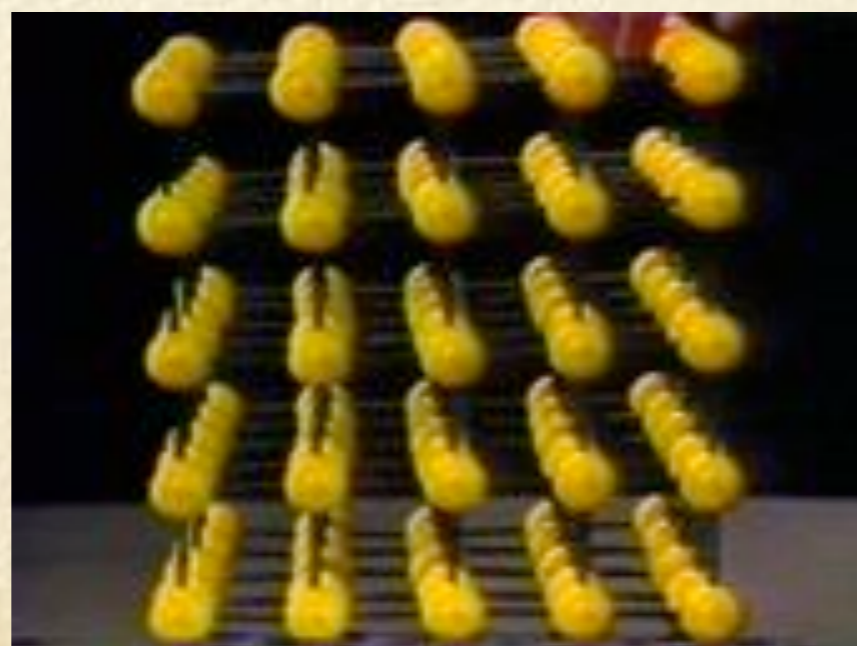
電子は**粒子**？**波**？

電子の**波動**性と**粒子**性

粒子性

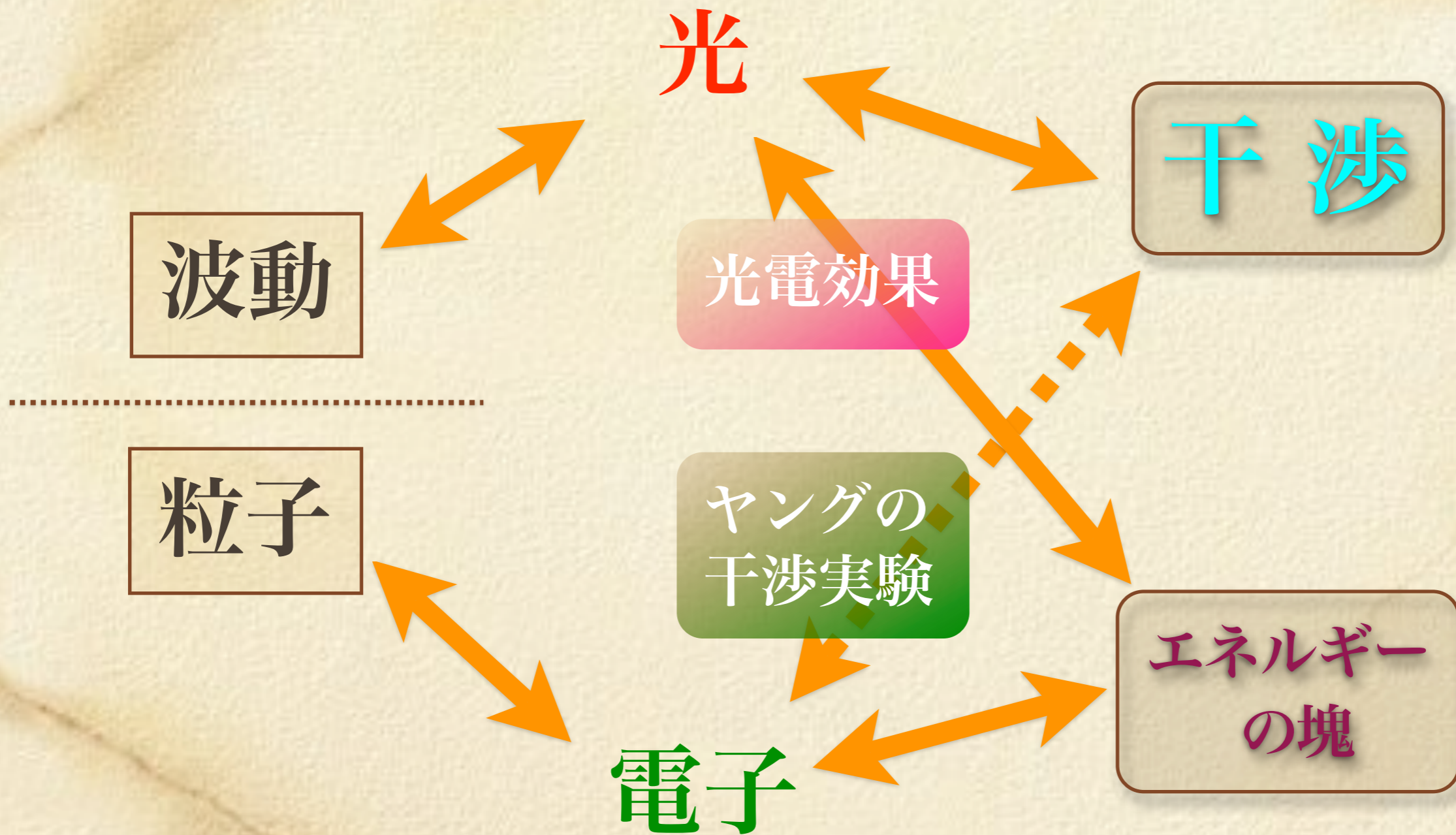


波動性



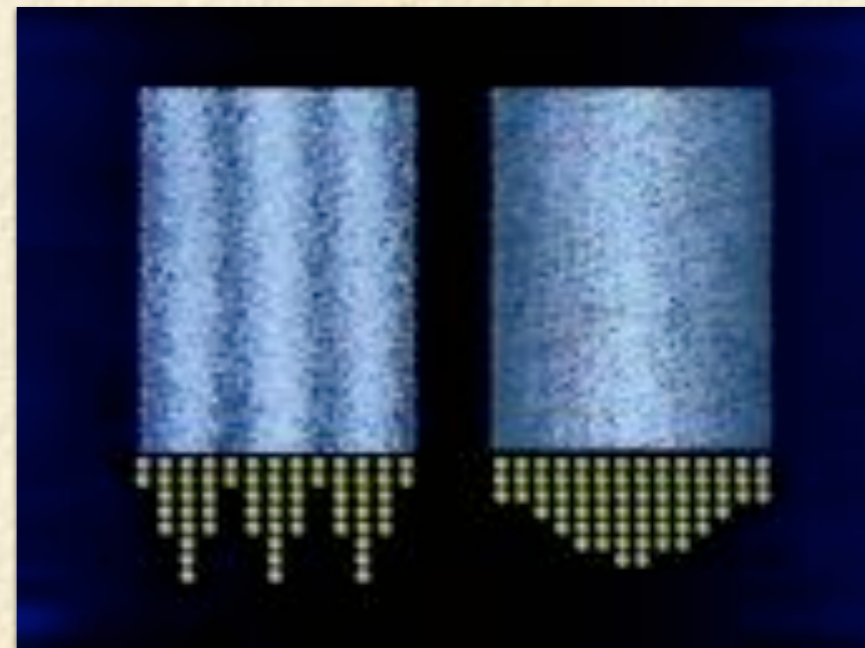
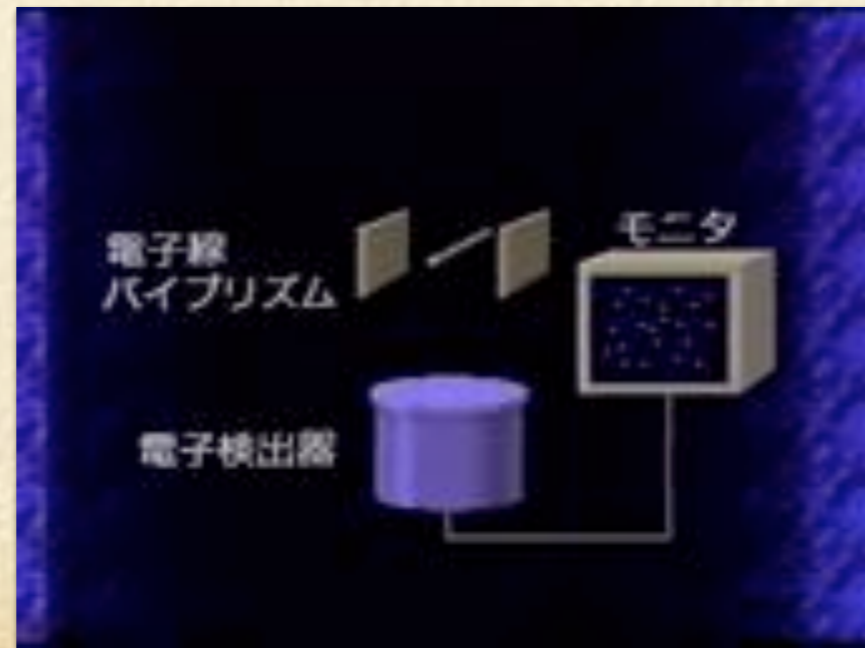
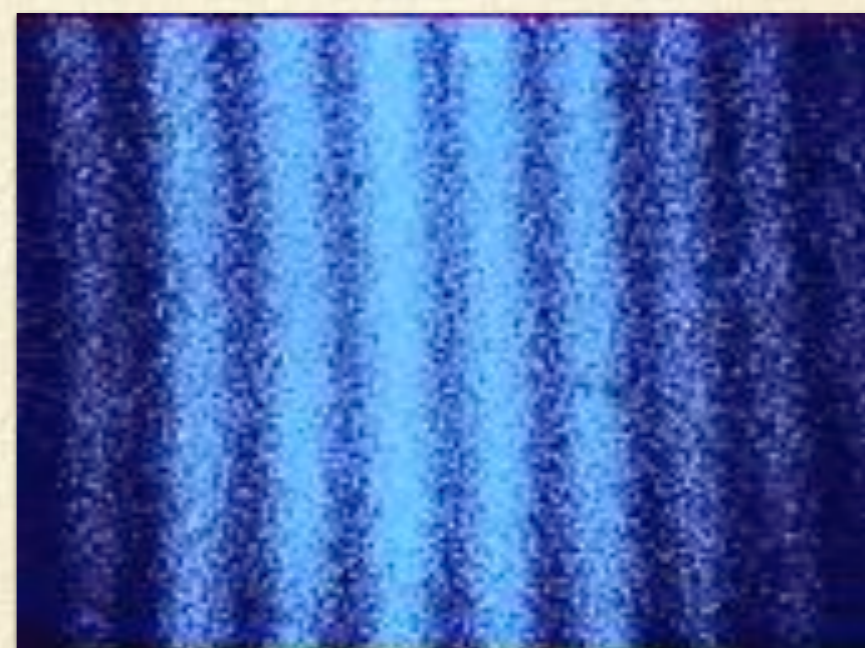
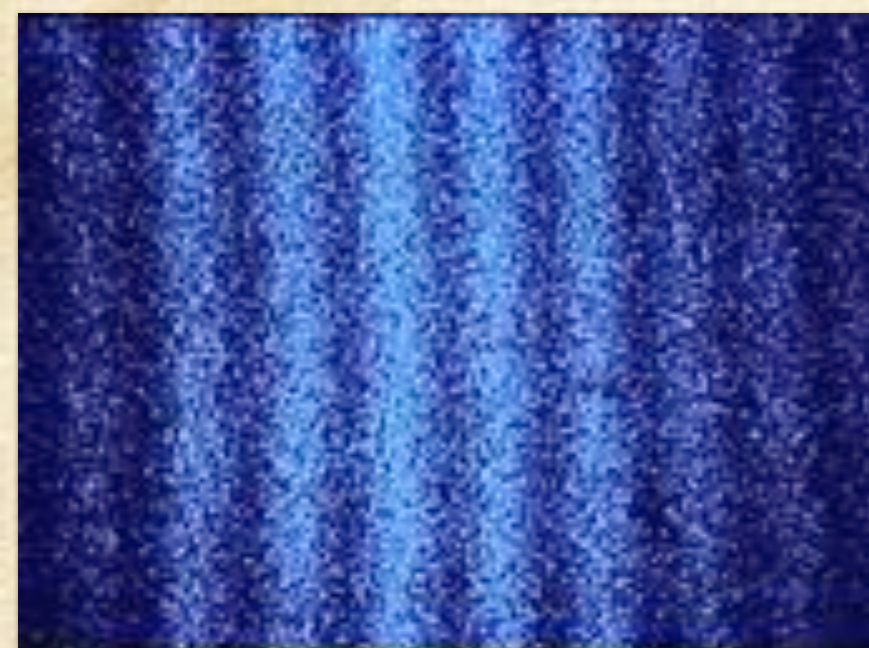
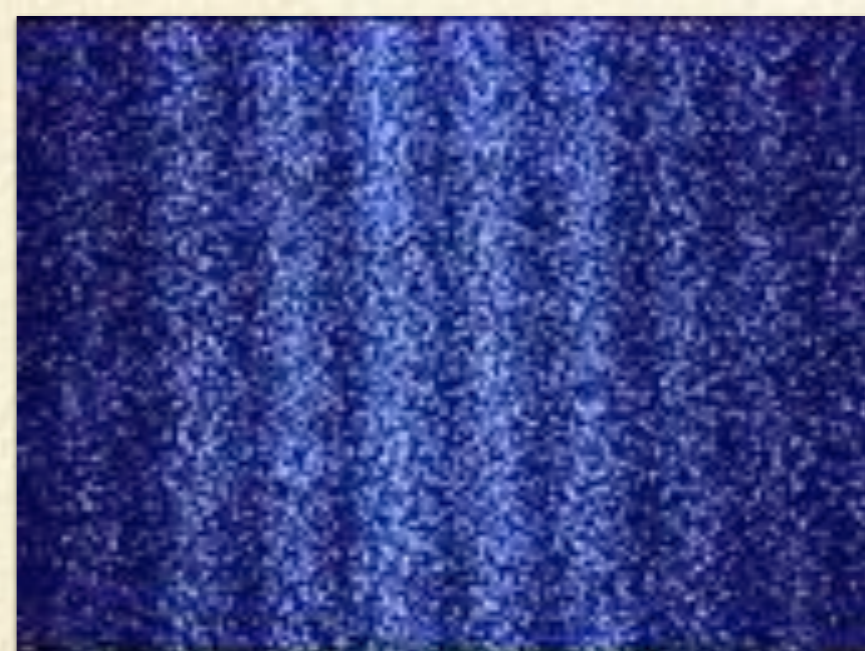
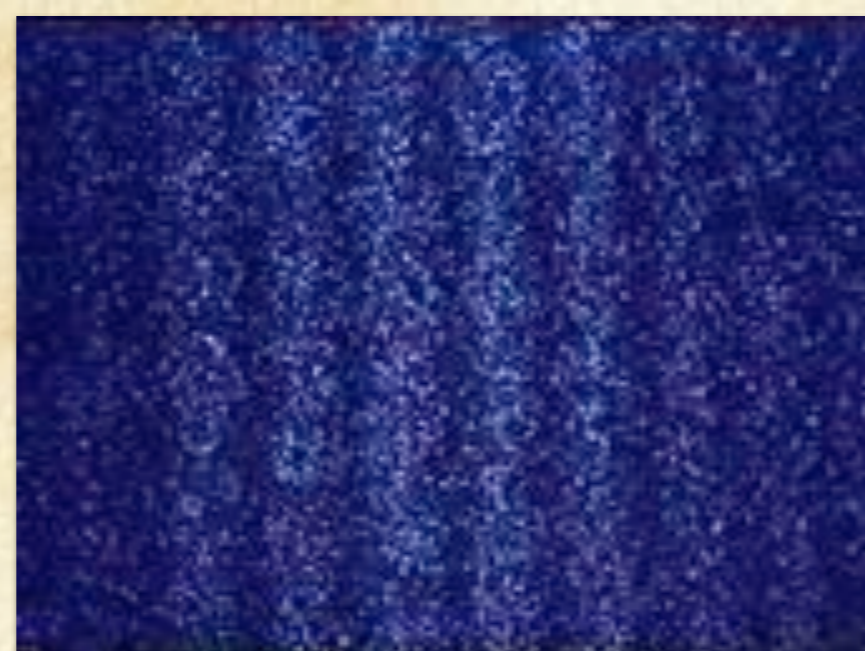
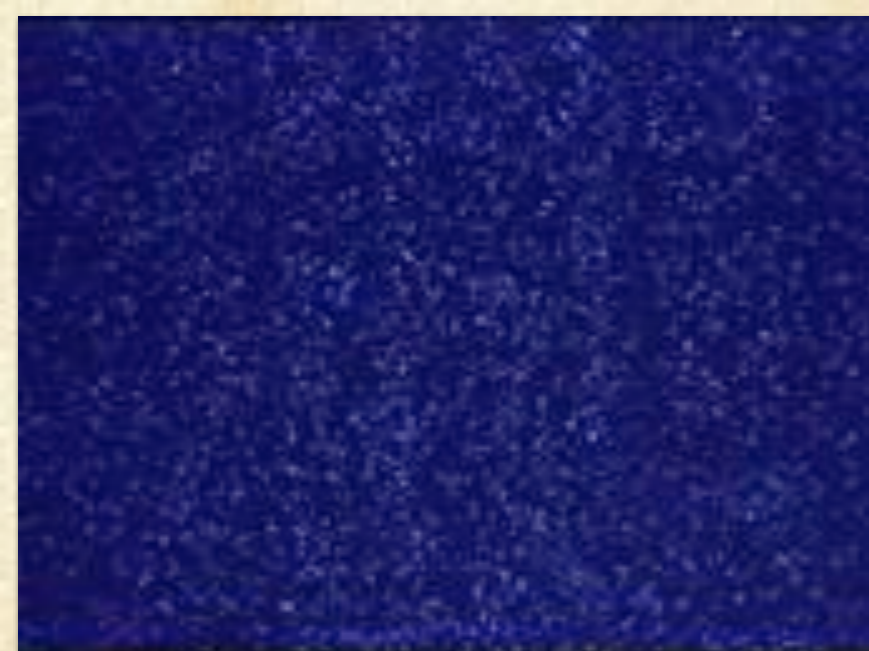


電子の粒子性と波動性



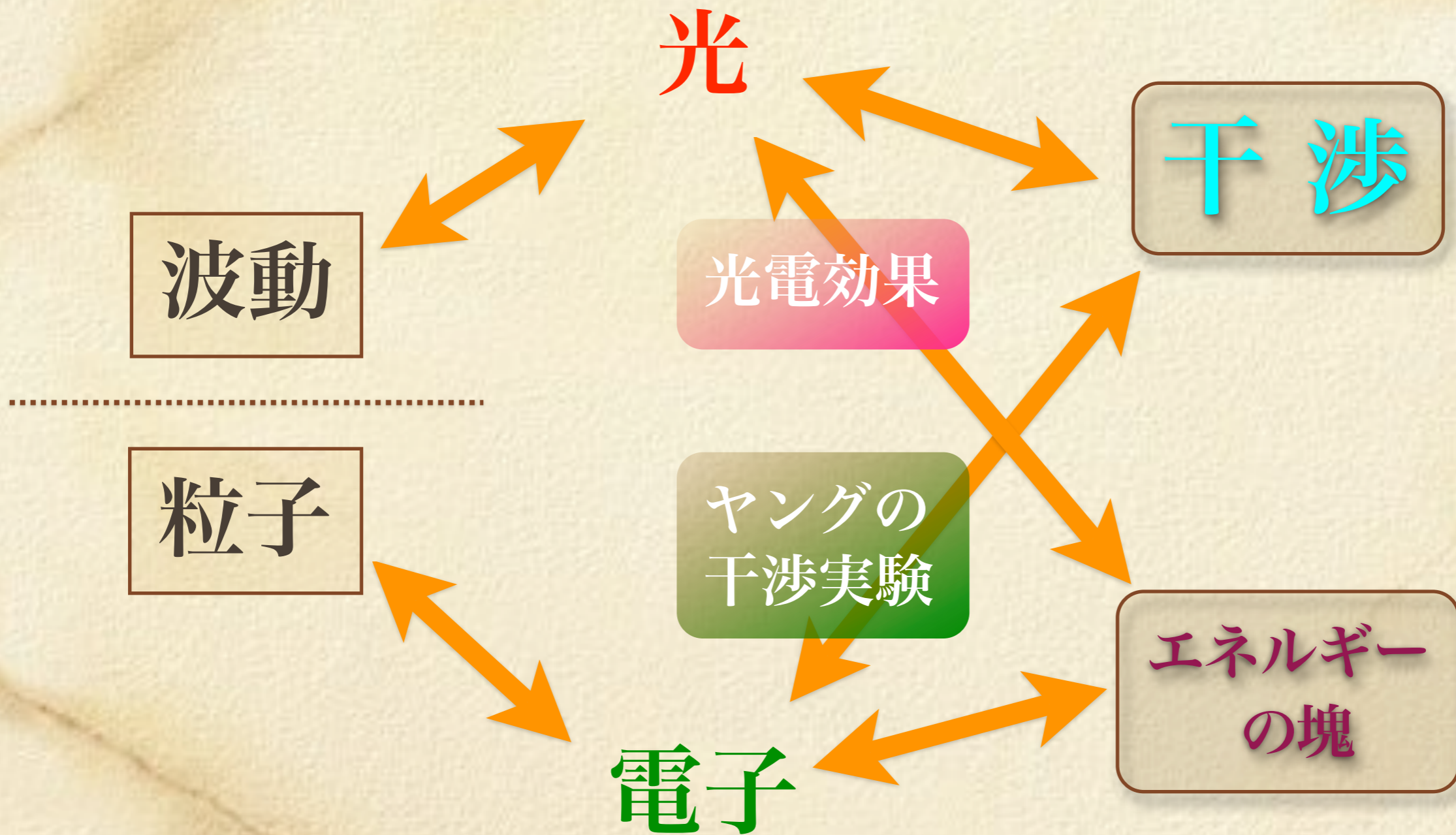
電子は粒子？波？

電子の干渉縞

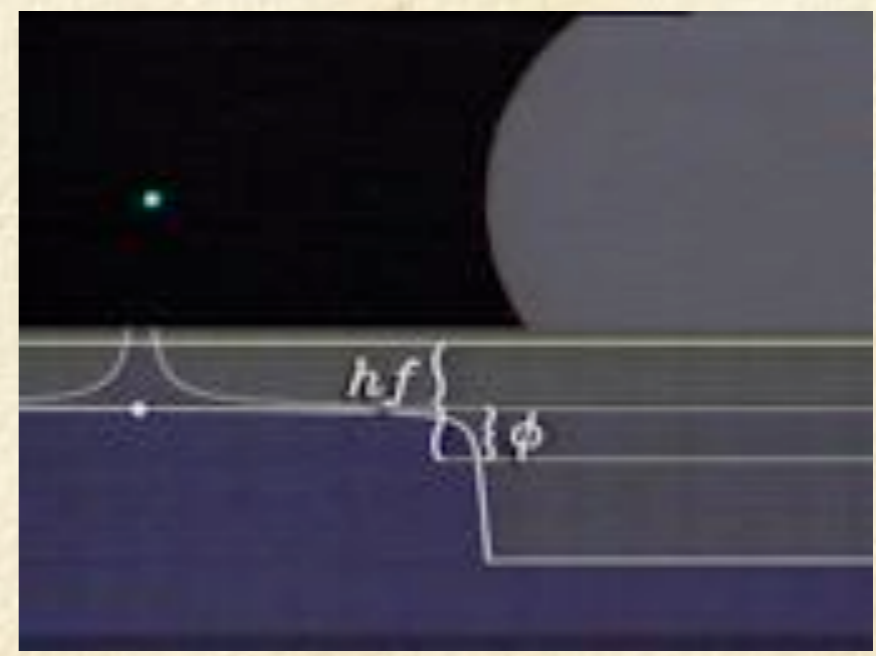
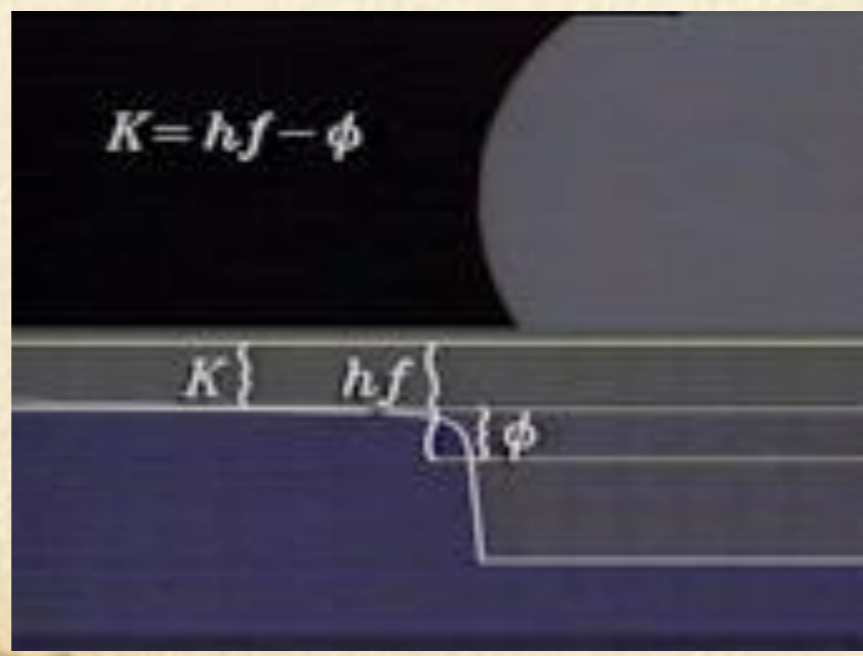
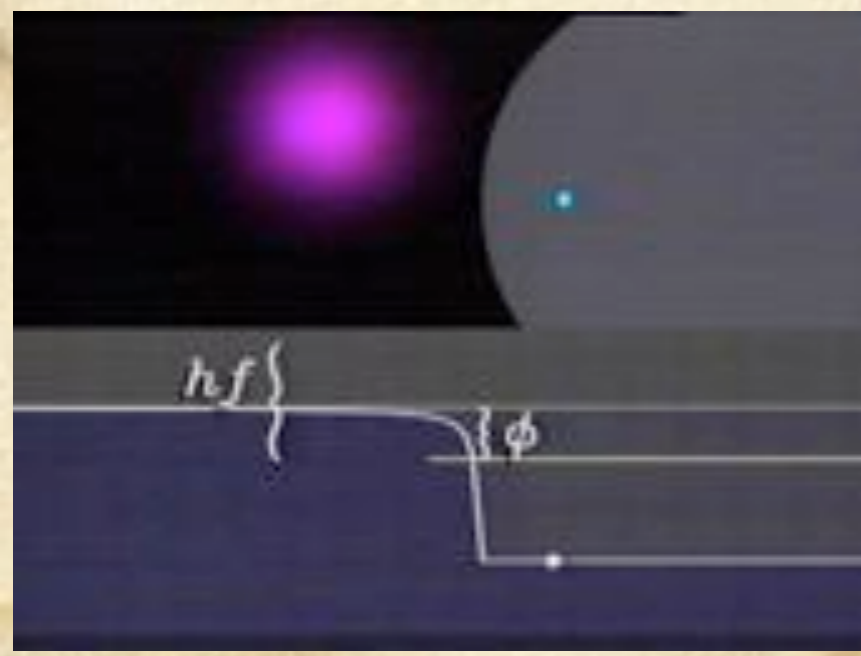




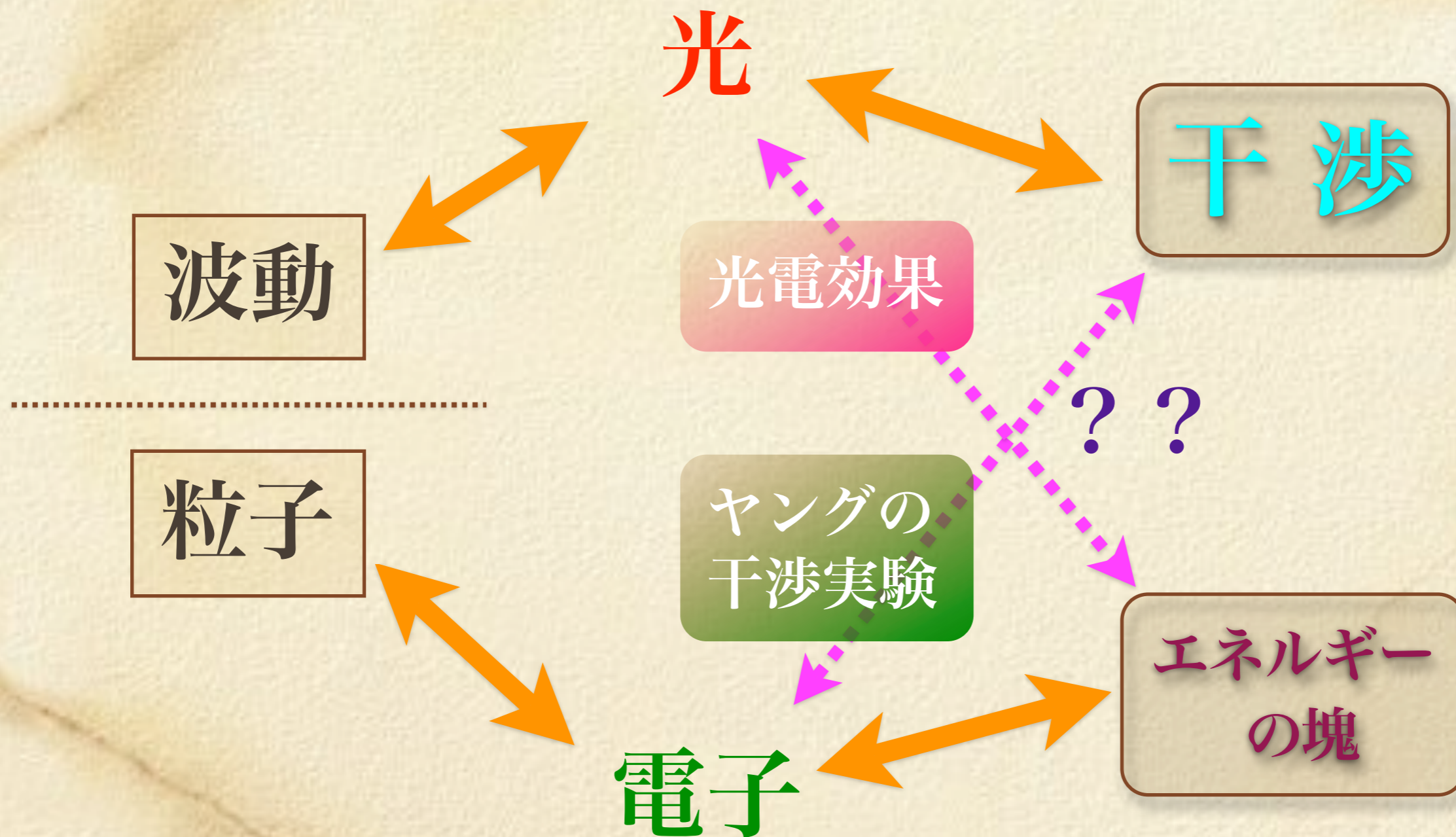
電子の粒子性と波動性



光や電子の
2重性、duality
は何故起こる？



電子の粒子性と波動性



$$E=hf$$

Louis de Broglie

原子核の回りの電子は何故落ちない





Particle 粒子 energy E $E = mc^2$ エネルギー momentum p $p = mv$ 運動量	Wave 波 frequency f $f = \frac{c}{\lambda}$ 細動数 wavelength λ 波長
--	--

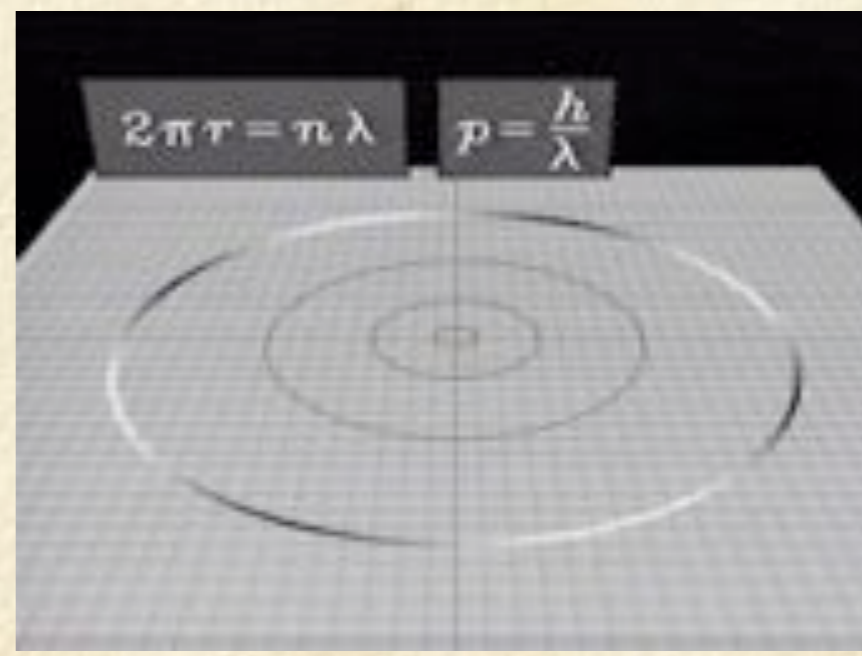
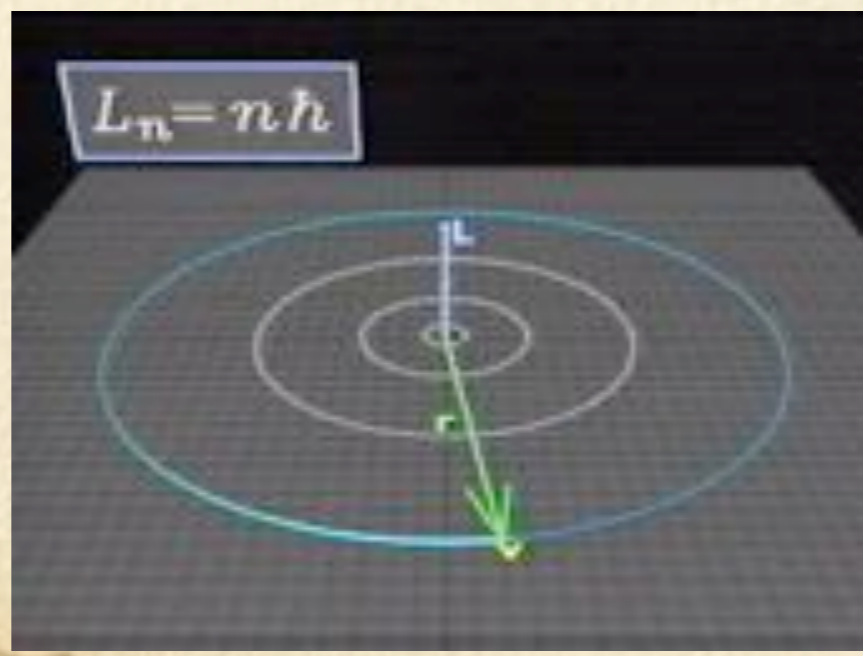
Particle energy E $E = mc^2$ momentum p $p = mv$	Wave frequency f $E = hf$ $f = \frac{c}{\lambda}$ wavelength λ
--	--

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

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

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

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



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

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

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

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

$$\hbar = h/2\pi$$

$$pr = n\hbar$$

$$mvr = n\hbar$$

$$L_n = n\hbar$$

de Broglieの結論

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

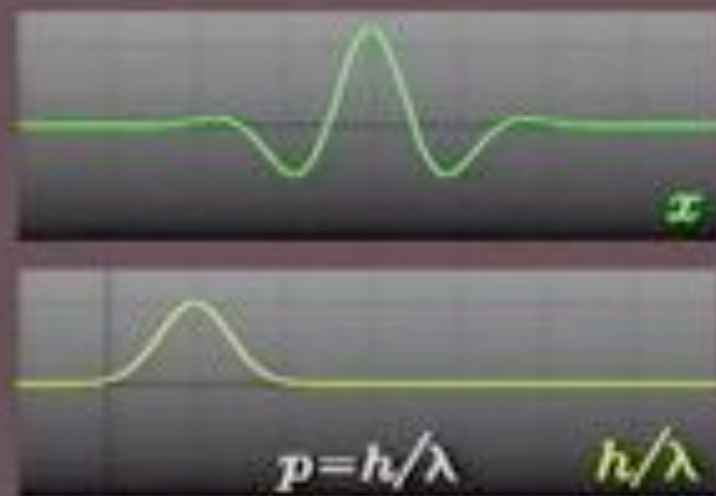
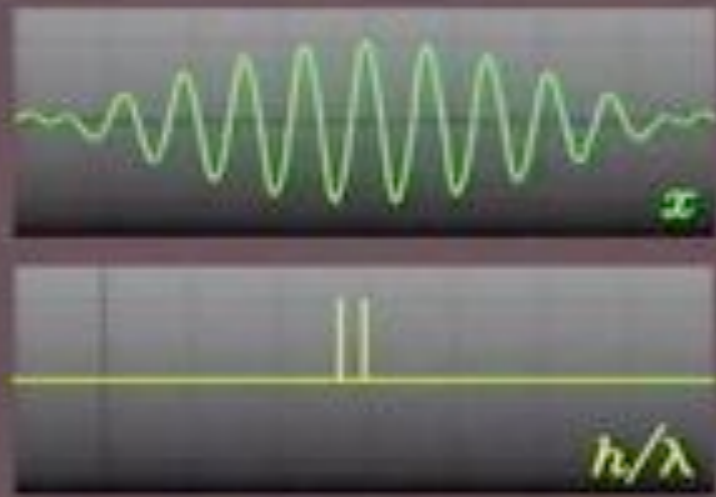
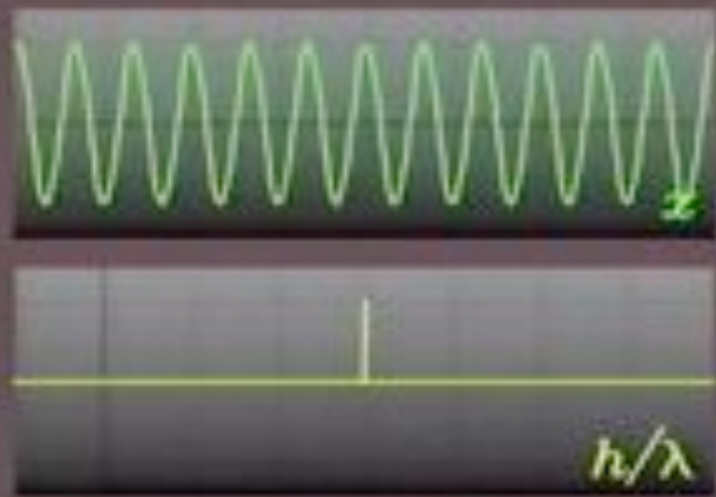
Schrödinger

確率波としての粒子

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。

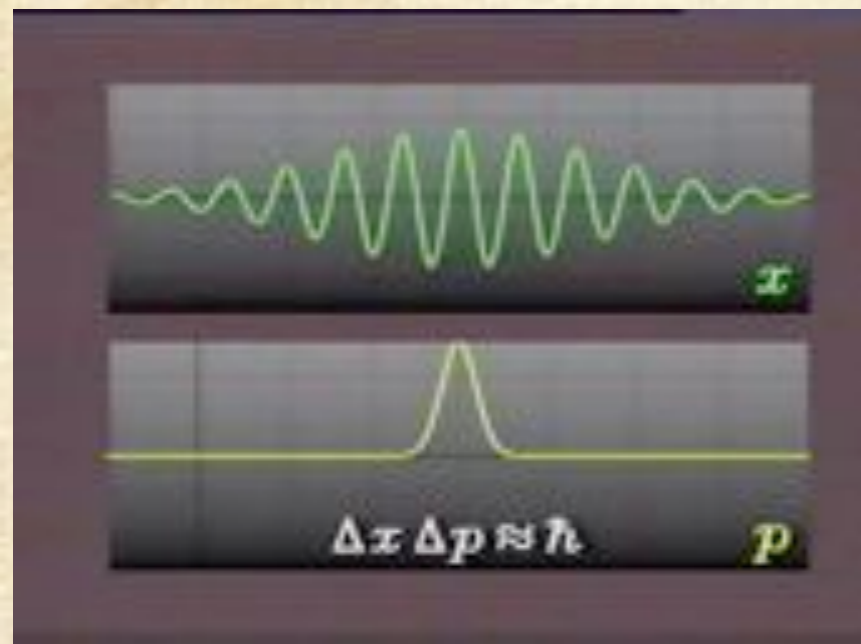
これを、複数の波長の波を束ねて作るのを、波束(Wave packet)と呼ぶ。

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

$$\Delta x \cdot \Delta p \approx \hbar$$

不確定性原理

量子力学の完成



追補：電子波の干渉縞

一定の電圧で加速された電子は、定まった運動量 p を持つため、スリットを通過する時の電子の確率密度分布は全空間に広がった平面波になる。

検出器で電子の位置を決めると、粒子としての確率密度分布の波束が観測される。その波束が何処に観測されるのかは、スリットを通過して生じた干渉縞になって検出器に到達するので、特定の位置に観測される確率が干渉縞になるため、沢山の電子を観測した結果が干渉縞を作ることになる。