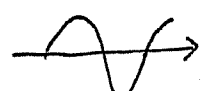




# ☆ 観測による作定

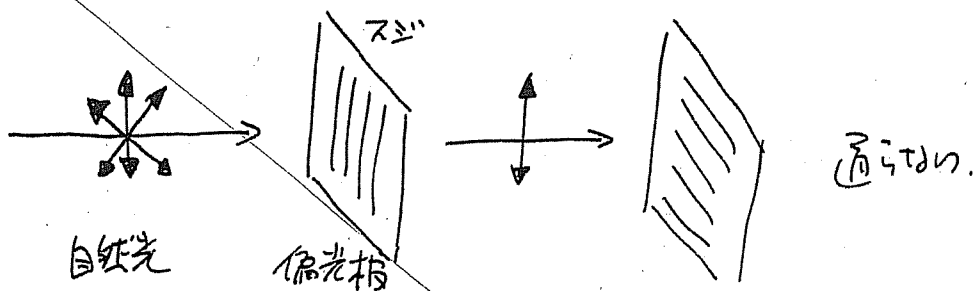
## ① 偏光板の実験 I.

2枚の偏光板で	光は
平行	→ 通す
斜め	→ 少し通す
垂直	→ 通らぬ

### ▲ 電磁気学での説明.

\* 電(磁)場    (各行方向の振動)  
 には  
 振動方向が横子。(光の横波性)

\* 自然光は 色々な横波の混合

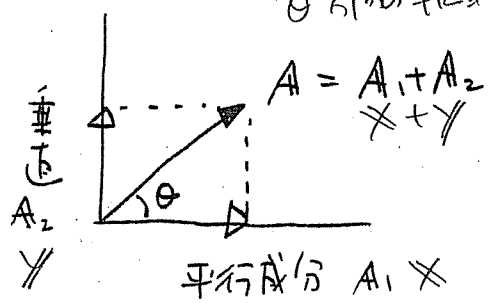
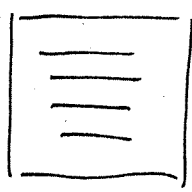


由. 偏光板の軸(スジ) 方向に振動する光のみ通すのか?

No.

☹️ もし斜め 斜めに ~~通す~~ 通す 光は通らぬ。

★ 偏光板は軸方向の振動"成分"を通す,  
θ方向の振動



実験事実 I.

光子数の割合  $\propto \cos^2 \theta$   $\propto \frac{A_1^2}{A^2}$   
強度の  $\propto (\text{平行成分})^2$

c.f. 光の強度  $\propto (\text{振幅})^2$

△ 弱い光での実験

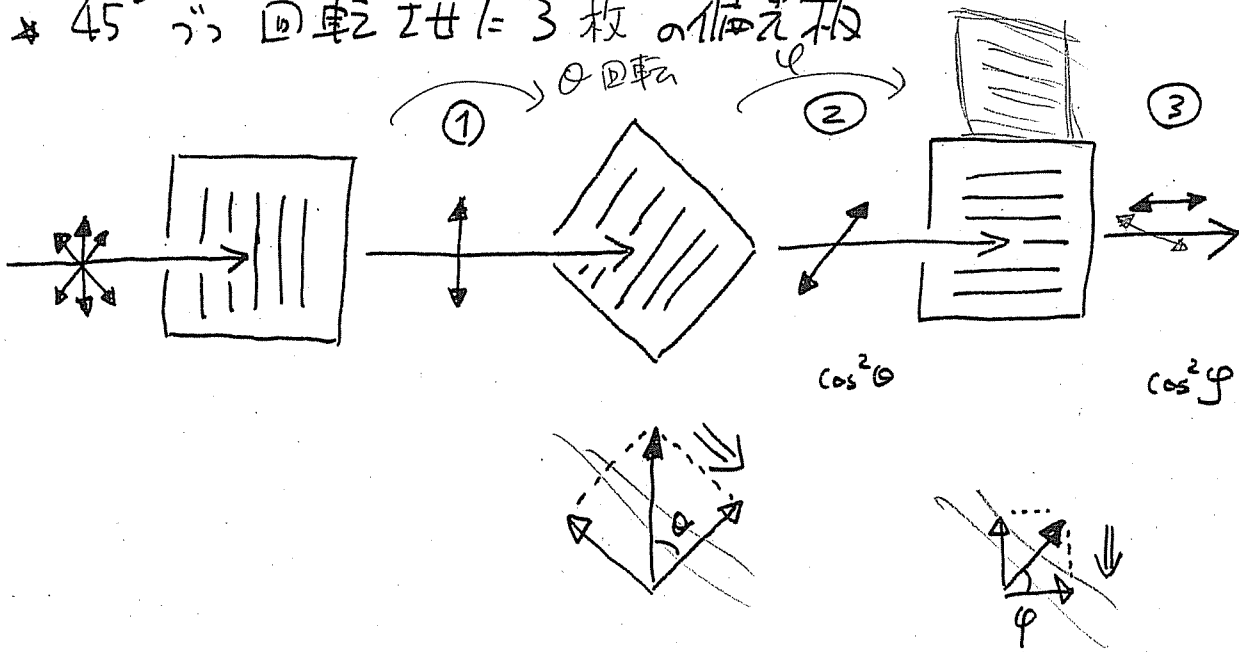
光子は通るか通らないかのどちらか。(半分通るかどこといふ事はない)

実験事実 I'

{ 光子確率 =  $\cos^2 \theta$   
通らない =  $\sin^2 \theta$

## 2 偏光板の実験 II

\* 45° の回転させた 3 枚の偏光板



### 実験事実 II

- ③の光の強度は
- ①の状態に無関係に
- ②の  $\cos^2 \phi$  倍

つまり ② は ① の事 ~~を~~ 忘れている

① 偏光板をよくと  
 偏光の 状態が変化し  
それ以前の情報が無くなる。

### ③ 量子力学での説明

~~注 複素化が必要  
 $\cos(\omega t) \rightsquigarrow e^{i\omega t}$~~

時間空間依存性は同じ

▲ 2つの独立な状態がある

$\left\{ \begin{array}{l} \text{平行方向の波動} : \psi_1 \propto \phi_1 e^{i\omega t} = \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix} \\ \text{垂直方向} : \psi_2 \propto \phi_2 e^{i\omega t} = \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix} \end{array} \right.$

↑外に他無  
 単位1ずつ

$\left\{ \begin{array}{l} \psi_1^\dagger \psi_2 = 0 \\ \psi_i^\dagger \psi_i = 1 \end{array} \right.$  (規格化は必ずしも)

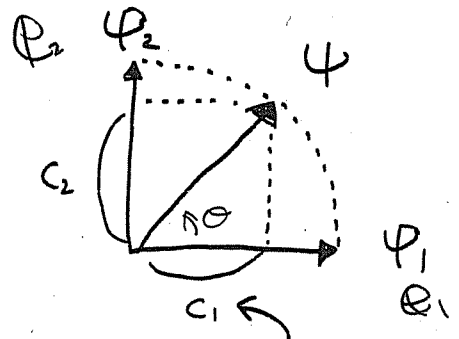
$\int_{-\infty}^{\infty} |\psi_i|^2 dx = \infty$

$\left\{ \begin{array}{l} \langle \phi | \psi \rangle \equiv \phi^* \psi \\ \langle \psi | \psi \rangle \equiv \|\psi\|^2 \end{array} \right.$

▲ 一般の状態は 2つの重ね合わせ

$$\psi = c_1 \phi_1 + c_2 \phi_2 = \begin{pmatrix} c_1 \\ c_2 \end{pmatrix} \quad c_i \in \mathbb{C}$$

$$1 \equiv \psi^\dagger \cdot \psi = |c_1|^2 + |c_2|^2$$



$\phi_1$  方向の偏光板を | 通す確率  $= |c_1|^2 = \frac{\|c_1 \phi_1\|^2}{\|\psi\|^2}$  (注  $c_i \in \mathbb{R}$  ならば)

$\phi_2$  方向の偏光板を | 通す確率  $= |c_2|^2$

### △ 仮定

1. 偏光板を通す事  $\simeq$   $\sigma_z$  測定の事

2. 観測の結果、状態が変化した.

$$c_1\psi_1 + c_2\psi_2 \longrightarrow \psi_i$$

3. この変化の確率 =  $|c_i|^2$ .

~~$$\begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix} = 1 \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix}$$~~

~~$$\begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix} = 0 \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$~~

~~$$\begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} = 1 \begin{pmatrix} x \\ 0 \end{pmatrix} + 0 \begin{pmatrix} 0 \\ y \end{pmatrix}$$~~