6-3 z軸のまわりの回転　　　　11/22(火)　　大久保 哲平

① 図6-4のような場合を考える。

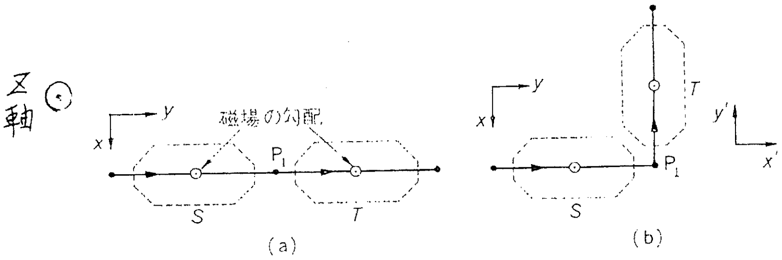


図6-4　z軸のまわりの90°の回転

$C_+' = \langle +T|\psi\rangle$, $C_-' = \langle -T|\psi\rangle$ と $C_+ = \langle +S|\psi\rangle$, $C_- = \langle -S|\psi\rangle$ の関係は？

z軸のまわりにどのように回転しても、振幅 C_+' と C_-' はそれぞれ前と同じ上方と下方に保たれている。

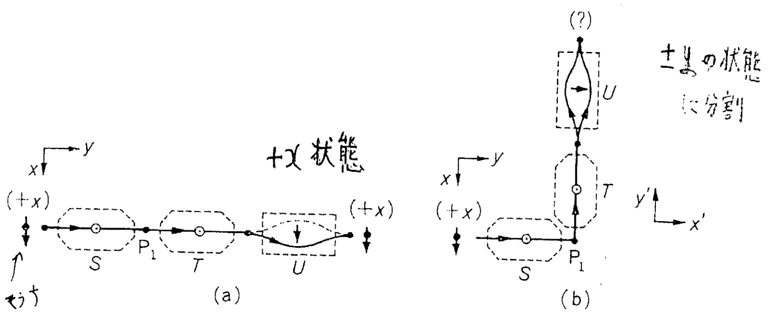
ってことは $C_+' = C_+$ 　$C_-' = C_-$ と書ける？ ← 書けないよ！

結論できるのは ビームが上方にある確率が (a)と(b)で同じ値を持つということだけ

つまり $|C_+'| = |C_+|$, $|C_-'| = |C_-|$

→ (a)と(b)では T装置に関する二つの振幅の位相が違っているかも

② 図6-5のような場合を考える



±yの状態に分割 ← 対称性によって(+y)と(-y)の状態に半分ずつ

図6-5　(+x)状態の粒子は(a)と(b)とで異なるふるまいをする

(a)では Uに入ってくる粒子は Sに関する(+x)状態になっている。

(b)では　　　〃　　　(±y)状態になっている。

(a)と(b)の相違の原因は何か？ → Tに関する振幅が異なっている。 ← 元々の前提で C_+' と C_+ の大きさが同じと決めた。

↓

異なる位相を持っている。

なわち　C_+' と C_+ とは

$\underline{C_+' = e^{i\lambda} C_+}$ で関係しており

C_-' と C_- とは

$\underline{C_-' = e^{i\mu} C_-}$ で関係しており

こで λ と μ とは S と T の間の角度に何らかの形で関係している実数である。　なんやかんや P.106

と μ とを、同じ数に正と負の符号をつけたものに選ぶことができる。

わち

$$\lambda' = \lambda - \frac{(\lambda+\mu)}{2} \qquad \mu' = \mu - \frac{(\lambda+\mu)}{2}$$

ととることができる。

$$\therefore \lambda' = \frac{\lambda}{2} - \frac{\mu}{2} = -\mu' \quad \text{とできる}$$

宜上　$\mu = -\lambda$ という約束を採用する。

準装置をz軸のまわりにある角度の回転をした時 その変換は

$$C_+' = e^{+i\lambda} C_+ \quad , \quad C_-' = e^{-i\lambda} C_-$$

で与えられるという一般法則をうる。

つまり、絶対値は等しく、位相だけが異なっている。この位相因子の相違が②に実験結果の相違の原因である。

なんやかんや P.106〜107 で　λは任意の角に対して、その角度に比例するということが結論される。　∴ $\lambda = m\phi$ と書ける。

$$C_+' = e^{im\phi} C_+ \quad , \quad C_-' = e^{-im\phi} C_- \quad \text{と表わされる。}$$

※右ネジの回転方向を回転の正の方向とする。

ここで「m」のとる値を決定しなければならない。　決定していく

Tを360°回転してみる。→ Tは元にもどる。　$C_+' = C_+$ および $C_-' = C_-$ が、すなわち $e^{im2\pi} = 1$ が成立しなければならない。→ m = 1?

Tを180°回転してみる　m = 1 と仮定してやってみると　$\underline{C_+' = e^{i\pi} C_+ = -C_+}$　および　$\underline{C_-' = e^{-i\pi} C_- = -C_-}$ を得る。

これでは 体系の状態が元にもどってしまう。

⇓ m = 1 ではない

360°の回転で同じ物理状態が再現され、それより小さい角度の回転では決して再現されない

⤳ $m = \frac{1}{2}$ である。#

$$\therefore \quad C_+' = e^{i\phi/2} C_+$$

$$C_-' = e^{-i\phi/2} C_-$$