

量子ビット・量子ゲート

量子ビット

1量子ビット(キュービット)とは

$$|\Psi\rangle = \alpha|0\rangle + \beta|1\rangle \quad \because \alpha^2 + \beta^2 = 1$$

$|0\rangle$ とは通常の論理ビット0([0])の状態

量子ビットでは $\alpha=1, \beta=0$ の状態

$|1\rangle$ とは通常の論理ビット1([1])の状態

量子ビットでは $\alpha=0, \beta=1$ の状態

量子ビットは **$|0\rangle$ と $|1\rangle$ の重ね合わせ**の状態であり、いろいろな α, β の値を取り得る。
(但し、確率的な意味で)

量子ゲート

量子ゲートとは通常のコンピュータの論理ゲートに相当し、量子ビットの操作を行う。

例えば排他的論理和ゲート(XOR)は

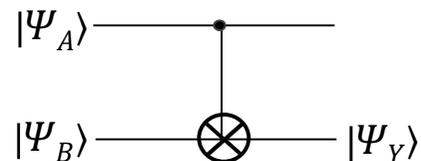
同じ2ビットの量子

ビットからなる制御



| A | B | Y |
|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 1 |
| 1 | 0 | 1 |
| 1 | 1 | 0 |

NOTゲートを考えると



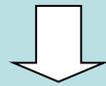
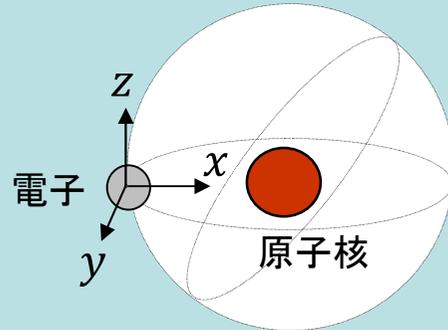
| $ \Psi_A\rangle$ | $ \Psi_B\rangle$ | $ \Psi_Y\rangle$ |
|------------------|------------------|------------------|
| $ 0\rangle$ | $ 0\rangle$ | $ 0\rangle$ |
| $ 0\rangle$ | $ 1\rangle$ | $ 1\rangle$ |
| $ 1\rangle$ | $ 0\rangle$ | $ 1\rangle$ |
| $ 1\rangle$ | $ 1\rangle$ | $ 1\rangle$ |

となり、一見、XORと同じ論理地表に思えるが、
ここで重要なことは、 $|\Psi_A\rangle, |\Psi_B\rangle$ はその表以外に、
重ね合わせの値を取るということである。

状態の重ね合わせ

古典的概念

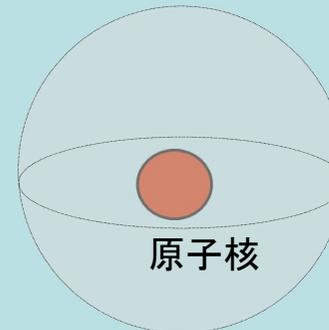
ある固有値を持つ
エネルギー準位



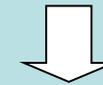
原子の内部においては
座標(xyz)と言う概念は
意味をなさないだろう

量子的概念

ある固有値を持つ波動関数
で示される電子の状態



波動関数とは
状態確率の分布を示す



ある確率を持つ状態の
重ね合わせ

電子による干渉縞形成、量子計算

