1量子ビット

記法と演算

行列での記法

これでも量子状態が表せる！

量子ビットの状態は、
行列でも記述できるよ

ディラックの記法 $\frac{1}{\sqrt{2}}|0\rangle + \frac{1}{\sqrt{2}}|1\rangle$

行列での記法 $\frac{1}{\sqrt{2}}\begin{bmatrix}1\\1\end{bmatrix}$

どっちの記法も、量子ビットを0と読むか
1と読むか、その確率は半々、
ということを表しているよ

線形代数

行列の乗算が、ゲート演算をするのに使われるよ

例えば、

$-\boxed{X}-$ ゲートの演算は

右の行列で表すんだ $\begin{bmatrix}0 & 1\\1 & 0\end{bmatrix}$

Xゲートを$|1\rangle$（もしくは$\begin{bmatrix}0\\1\end{bmatrix}$）に作用させるときは

$\underset{前}{|1\rangle} -\boxed{X}- \underset{後}{|0\rangle}$

結果は行列の
乗算で
求められるよ

$$\underbrace{\begin{bmatrix}0 & 1\\1 & 0\end{bmatrix}}_{X\ ゲート}\underbrace{\begin{bmatrix}0\\1\end{bmatrix}}_{|1\rangle\ 前} = \underbrace{\begin{bmatrix}1\\0\end{bmatrix}}_{|0\rangle\ 後}$$

もし $-\boxed{X}-$ を次の量子ビットに作用させるなら：$\frac{\sqrt{3}}{2}|0\rangle + \frac{1}{2}|1\rangle$

量子ビットの状態は
どうなる？

答え：$\frac{1}{2}|0\rangle + \frac{\sqrt{3}}{2}|1\rangle$

$$\begin{bmatrix}0 & 1\\1 & 0\end{bmatrix}\begin{bmatrix}\frac{\sqrt{3}}{2}\\\frac{1}{2}\end{bmatrix} = \begin{bmatrix}\frac{1}{2}\\\frac{\sqrt{3}}{2}\end{bmatrix}$$

量子コンピューティングについて
もっと知りたいならこちら

https://www.epiqc.cs.uchicago.edu/resources/

May 2023

Translated by QCSC, Kyushu University, Japan

This work is funded in part by EPiQC,
an NSF Expedition in Computing,
under grant 1730449

AN NSF EXPEDITION IN COMPUTING EPiQC
https://www.epiqc.cs.uchicago.edu/

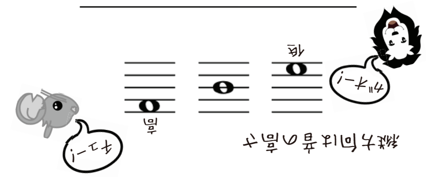
記譜法

音の特徴を表現するよ

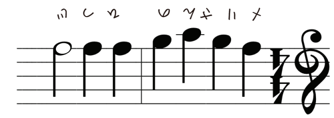
形は音の長さ

音符	𝅝	𝅗𝅥	♩	♪	𝅘𝅥𝅯
音の長さ	4	2	1	1/2	1/4

縦方向は音の高さ



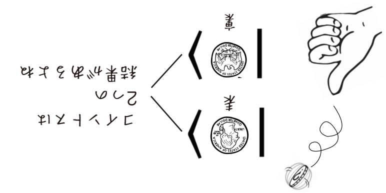
横方向は音の流れ



ディラックの記法

ブラケット記法

複雑な量子状態を表すよ
それぞれの起こりうる結果は
「ケット」の中に書く $\longrightarrow |\ \rangle$



それぞれの結果が
起きる確率は
aとbで表せるよ

$a|表\rangle$

$b|裏\rangle$

$|a|^2 \longleftarrow$ 結果が表か裏になる確率はそれぞれ $\longrightarrow |b|^2$

公平なコインだと、表と裏の確率は同じだね。

$\frac{1}{\sqrt{2}}|表\rangle + \frac{1}{\sqrt{2}}|裏\rangle$

量子の記法

複雑な量子状態を表すよ
起こりうる結果は0と1でね

$a|0\rangle + b|1\rangle$ ← 1量子ビット

確率を表す！

量子ビットが0と読み出される確率 $|a|^2$

1と読み出される確率 $|b|^2$

注：$|a|^2 + |b|^2 = 1$

この量子状態のとき、0と1が
それぞれ測定される確率はいくつかな？

$\frac{1}{\sqrt{2}}|0\rangle + \frac{1}{\sqrt{2}}|1\rangle$

答え：$a^2 = \frac{1}{2}$　$b^2 = \frac{1}{2}$
量子ビットを0と読むか
1と読むか、その確率は半々。

量子の略記法

量子の記法には、
代数みたいに見やすくするための
慣習があるよ

$\boxed{1}x + \boxed{0}y = 15 \Rightarrow x = 15$

量子の記法でも同じように略しちゃおう

$1|0\rangle + 0|1\rangle \Longrightarrow |0\rangle$

同じ大きさの係数を省いちゃうこともあるよ

$\boxed{\frac{1}{\sqrt{2}}}|0\rangle + \boxed{\frac{1}{\sqrt{2}}}|1\rangle \Longrightarrow |0\rangle + |1\rangle$