

量子ビット

1 量子ビット

量子力学の世界では位置、速さ、エネルギーなどの系の情報を全て含んだ**状態ベクトル**というものを考えます。これを特殊な記号

$$|\psi\rangle$$

を用いて書き、**ケットベクトル**と呼びます。

上の $|\psi\rangle$ に 1 対 1 で対応する**ブラベクトル**も定義され

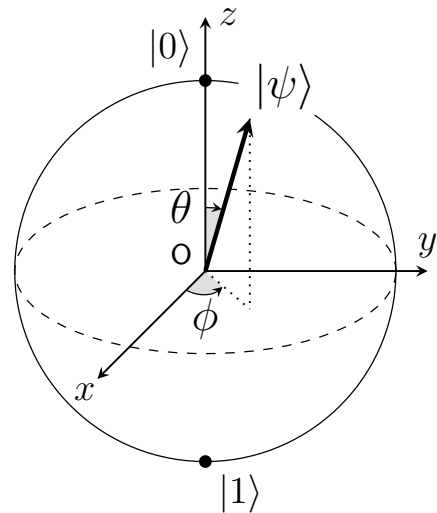
$$\langle\psi|$$

で書きます。任意の量子ビットは古典ビット 0 に対応する $|0\rangle$ と 1 に対応する $|1\rangle$ 、そして 2 つの実数 θ, ϕ を用いて

$$|\psi\rangle = \cos\frac{\theta}{2}|0\rangle + e^{i\phi}\sin\frac{\theta}{2}|1\rangle$$

で表すことができます。

Bloch 球



量子ビット $|\psi\rangle$ は上の図の球上の矢印に対応させることができます。この球は **Bloch 球** と呼ばれ量子ビットの視覚的理解に役立ちます。また、次で示すゲート操作も軸周りの回転として書くことができます。

量子ゲート

量子ビットを別の量子ビットに写すものをまとめて**量子ゲート**と呼びます。主に以下の 4 つが挙げられます。

$$X, Y, Z, H$$

最初の 3 つは量子ビットにかかると Bloch 球上でそれぞれの軸周りに 180° の回転を引き起こします。

発展的な内容に繋がる H はアダマールゲートと呼ばれるもので $x = z, y = 0$ で表される直線を軸に 180° 回転させます。

複数量子ビット

1 量子ビット 1 つだけで表せる情報やできる計算には限度があります。古典計算機が 2 ビット、3 ビット、…… と桁を増やすように量子ビットも**テンソル積**という方法を用いて複数量子ビットに拡張されます。

2 量子ビット専用の量子ゲート **CNOT ゲート** は H ゲートと組み合わせることで

$$CNOT H |0\rangle \otimes |0\rangle = \frac{|00\rangle + |11\rangle}{\sqrt{2}}$$

という**量子エンタングル状態**を引き起こします。