

Kawasaki Quantum Summer Camp

# 量子ゲート基礎 QiskitBlocks

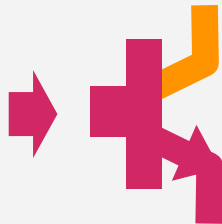
沼田 祈史

Kifumi Numata  
IBM Quantum

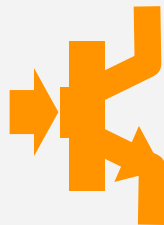


# コンピューターの中は、ビットで計算

スイッチ



オフ



オン

ビット

0

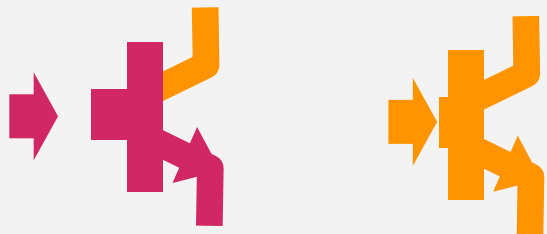
1

例)

文字列	ビット
7	111
A	0100 0001



# いつも使っている コンピューターのビット



0 または 1

どちらか

いつも使っている  
コンピューターのビット

0 または 1

どちらか

量子コンピューターの  
量子ビット

0 と 1

両方

量子重ね合わせ

いつも使っている  
コンピューターのビット

0 または 1

どちらか



量子コンピューターの  
量子ビット

0 と 1

両方

# いつも使っている コンピューターのビット

0 または 1

どちらか

コイン



おもて

コイン



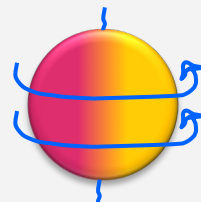
うら

# 量子コンピューターの 量子ビット

0 と 1

両方

くるくる回っているコイン（イメージ）



測定すると表か裏にバシッと決まる

いつも使っている  
コンピューターのビット

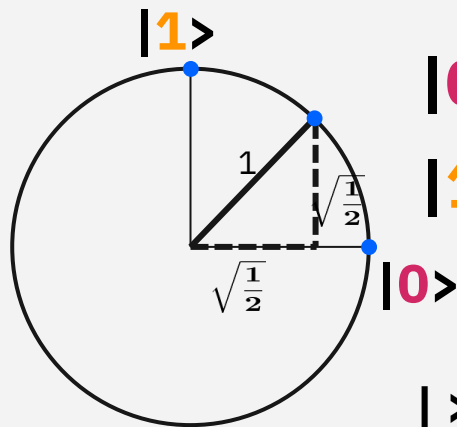
**0** または **1**

どちらか

量子コンピューターの  
量子ビット

$$\alpha \times |0\rangle + \beta \times |1\rangle$$

0 と 1 の「重ね合わせ」

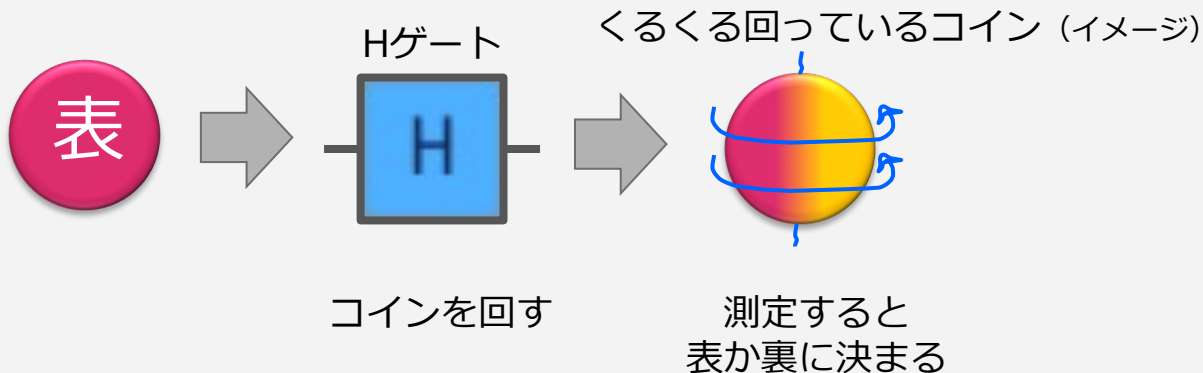


$$|0\rangle = 1 \times |0\rangle + 0 \times |1\rangle$$

$$|1\rangle = 0 \times |0\rangle + 1 \times |1\rangle$$

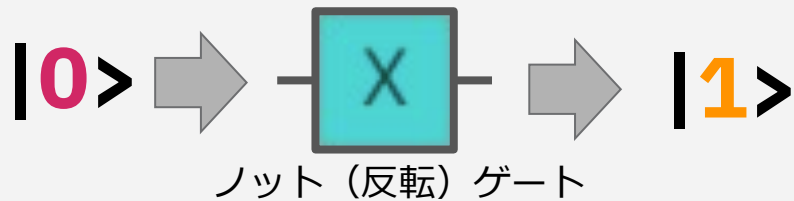
$| \rangle$ : 量子ビットを表す記号<sup>11</sup>

# 量子コンピューターの計算方法

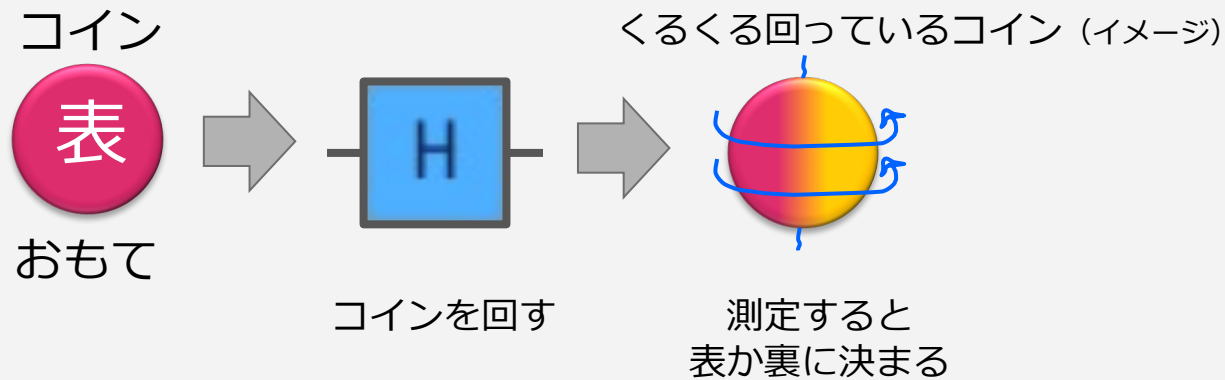




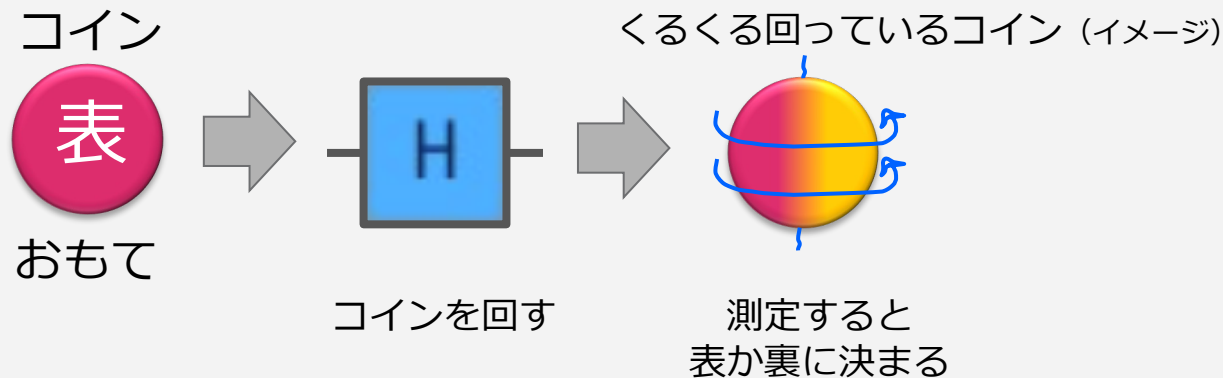
# Xゲート



# Hゲート



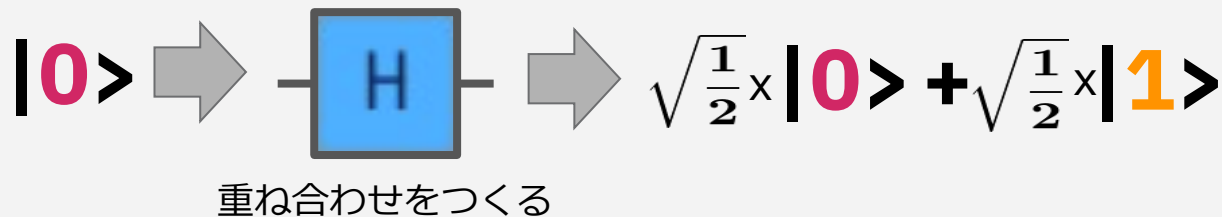
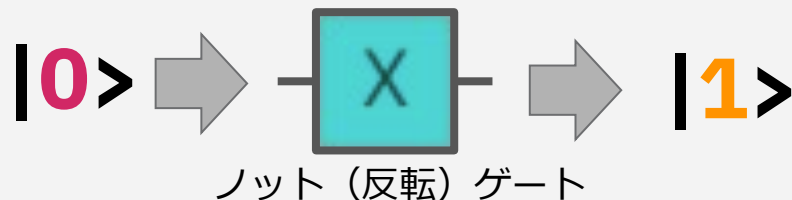
# Hゲート



$|0\rangle$  →  $\boxed{H}$  →  $\sqrt{\frac{1}{2}} \times |0\rangle + \sqrt{\frac{1}{2}} \times |1\rangle$

重ね合わせをつくる      0 と 1 の重ね合わせ

# 量子コンピューターの計算方法



# 量子ゲームQiskitBlocksで遊びます

<https://github.com/JavaFXpert/QiskitBlocks>

遊び方 : [http://ibm.biz/qblocks\\_j19](http://ibm.biz/qblocks_j19)

ゲーム製作 :  
ジェームス・ウィーバーさん



Qiita コミュニティ キーワードを入力をストック写真

LGTM @kifumi 2019年12月16日に更新 574 views

量子コンピューター Advent Calendar 2019 | 13日目

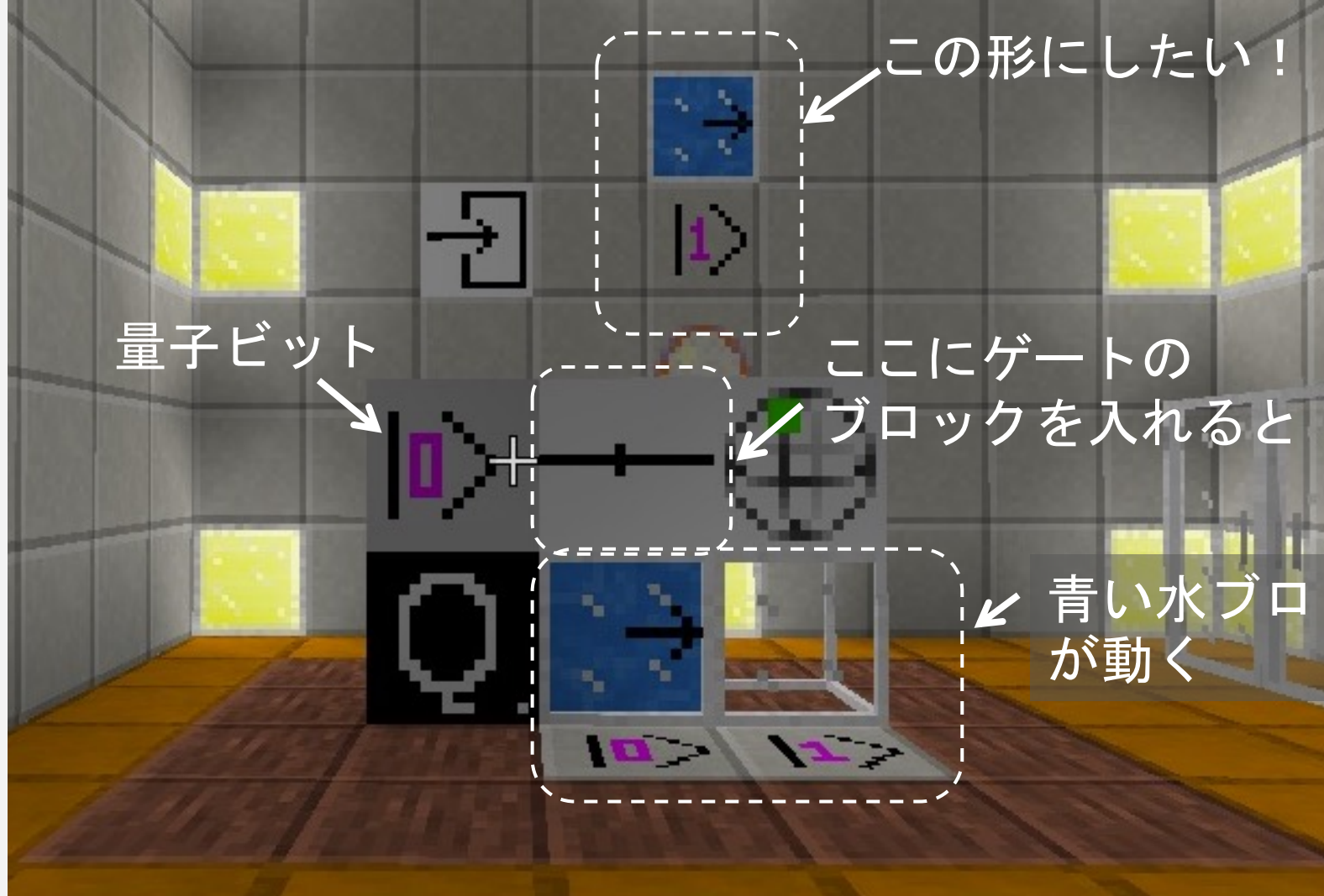
## 量子ゲーム QiskitBlocksの遊び方

QISKIT IBMQ

量子コンピューターを学習するゲーム **QiskitBlocks** (<https://github.com/JavaFXpert/QiskitBlocks>) を紹介します。

ぱっと見、マイクラがないと思えないのでは？と思われる方もいるかもしれませんが、オープンソースの Minetest (<http://minetest.net>) を使っているので無料で遊べますので、ぜひ遊んでみてください！

A screenshot of the QiskitBlocks game environment. It features a Minecraft-style landscape with a dirt path, grass, and flowers. In the background, there are several tall, grey, rectangular structures resembling quantum gates or qubits. The sky is blue with some clouds. The game is running on the Minetest engine, as indicated by the interface elements at the bottom.



移動のキー

↑  
W  
← A      D →  
↓  
S

量子ビット



この形にしたい！

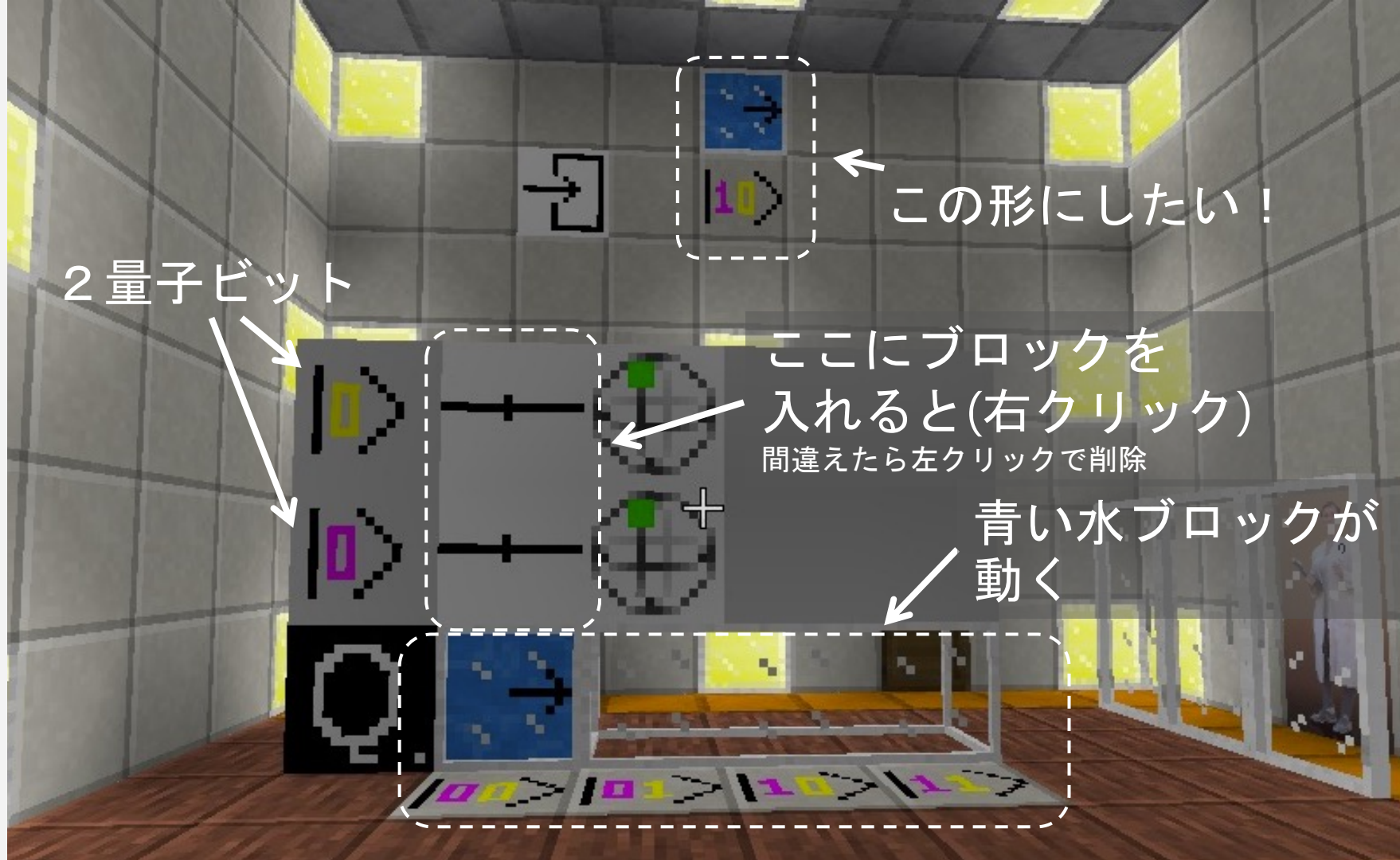
ここにゲート  
ブロックを入ると  
(右クリック)

青い水ブロック  
が動く

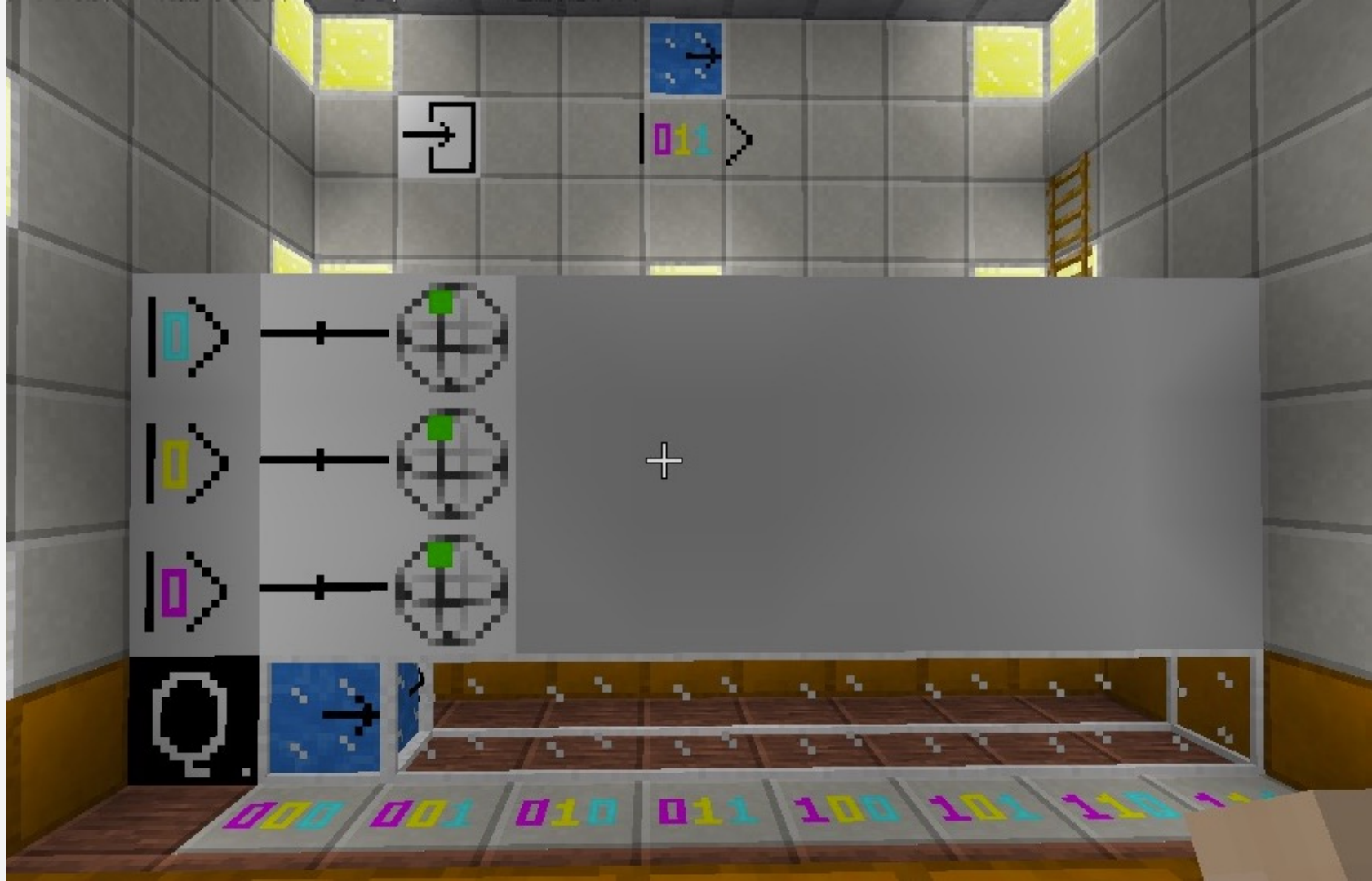
ブロックが入っている  
チェスト(右クリックで開ける)

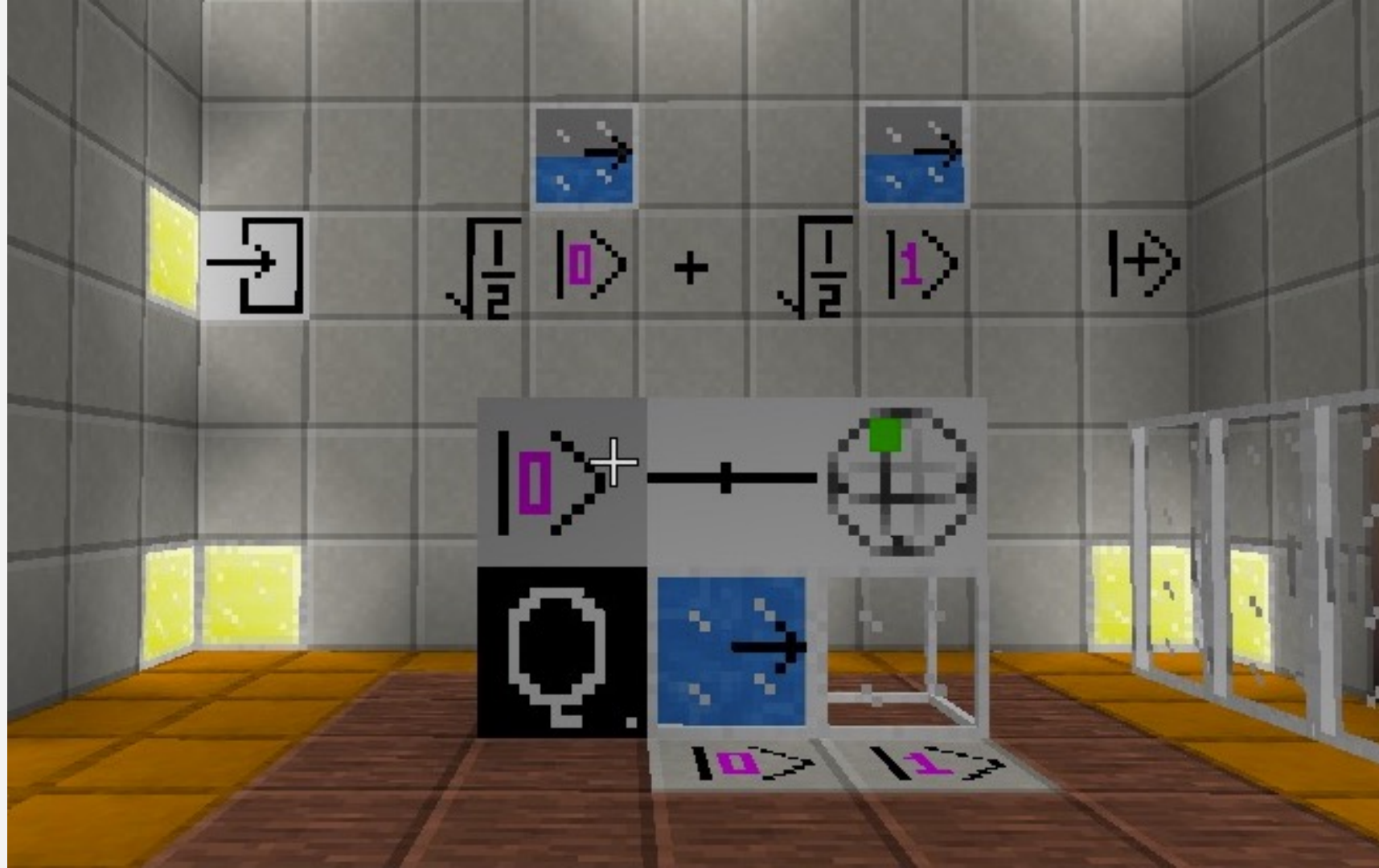


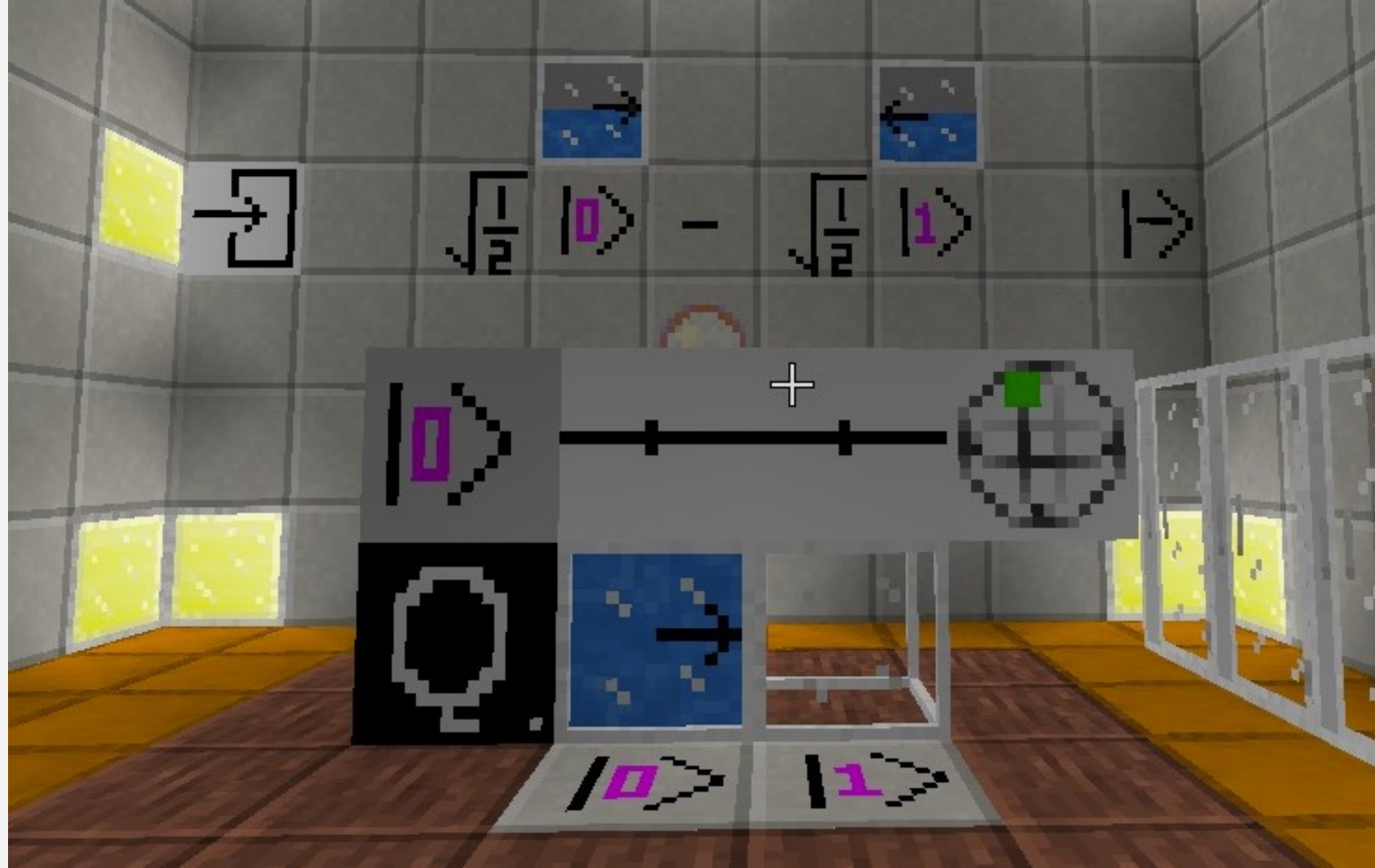




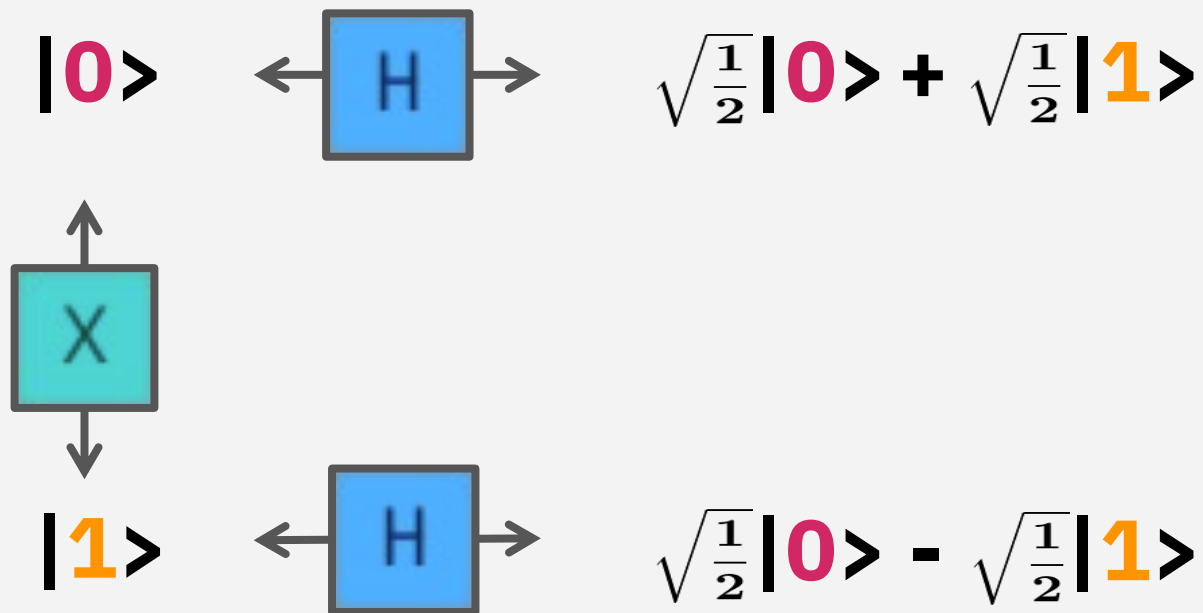




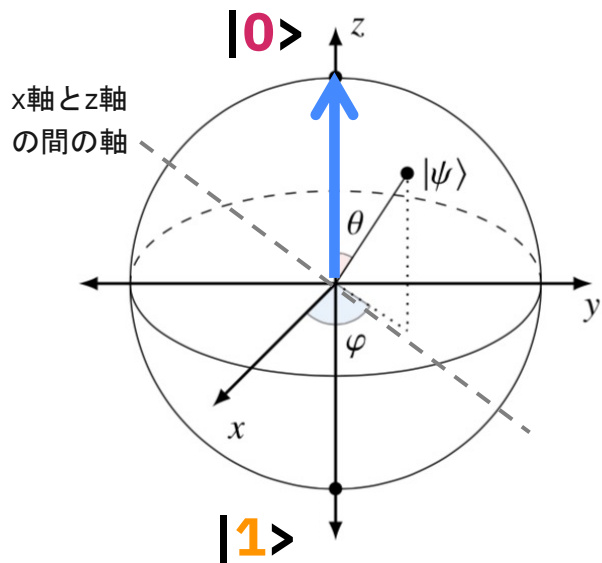




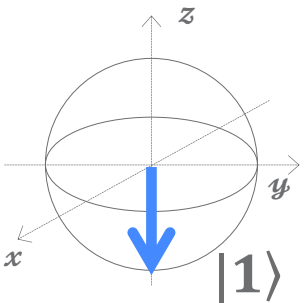
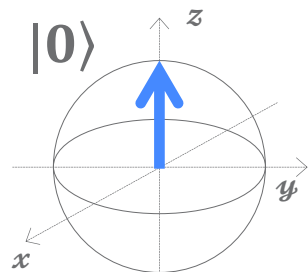
# 量子コンピューターの計算方法 まとめ



# ブロッホ球

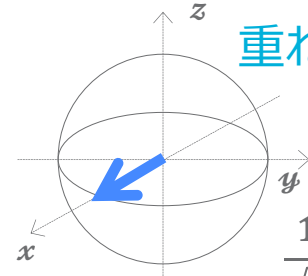
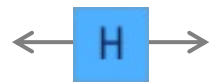


北極 : 0の確率が100%

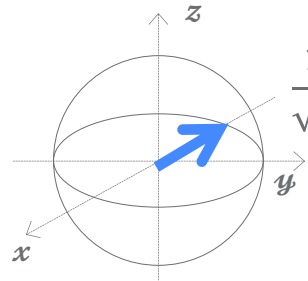
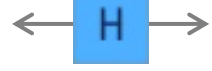


南極 : 1の確率が100%

赤道 : 0と1が50%ずつの  
重ね合わせ状態



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

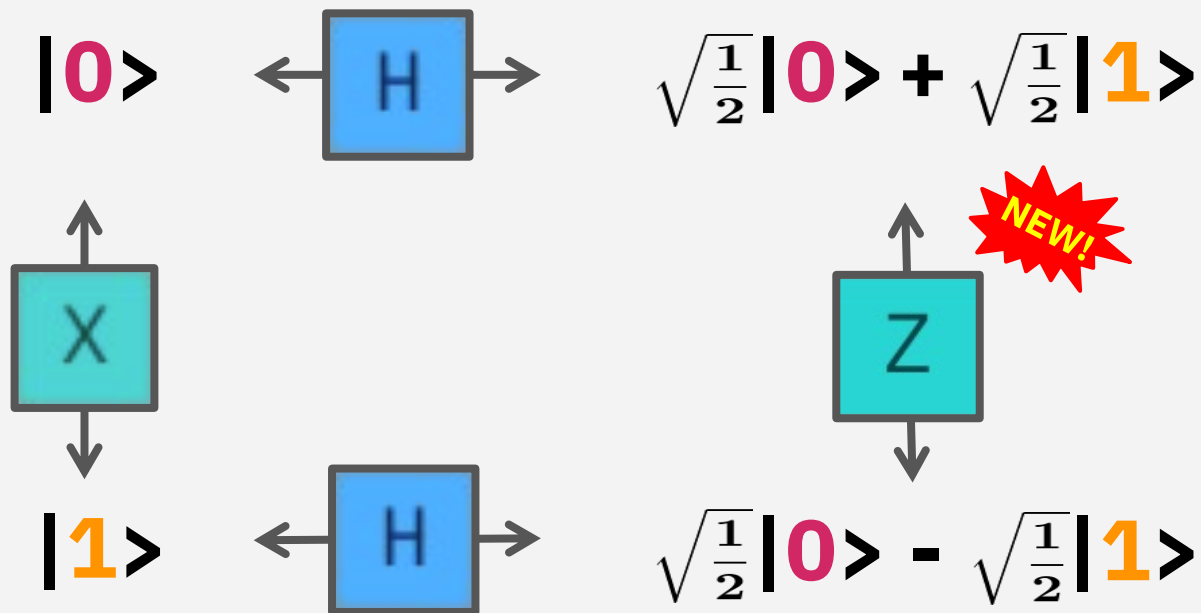


$$\frac{1}{\sqrt{2}}|0\rangle - \frac{1}{\sqrt{2}}|1\rangle$$

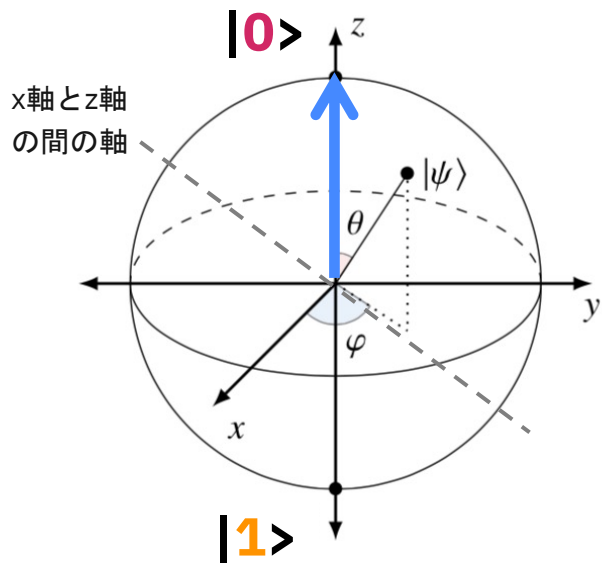




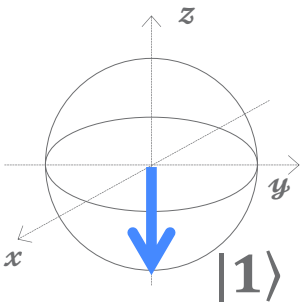
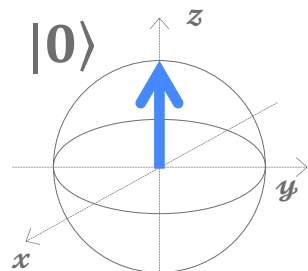
# 量子コンピューターの計算方法 まとめ



# ブロッホ球

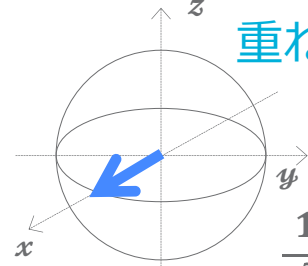
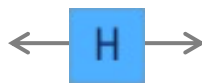


北極 : 0の確率が100%

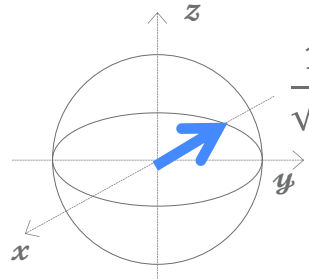


南極 : 1の確率が100%

赤道 : 0と1が50%ずつの  
重ね合わせ状態



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



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







# シェルスクリプトマガジン 贈呈

Linux/Unix システム、プログラミングの総合誌

市販ラズパイ 拡張ボード 新連載開始!

電子ペーパー ディスプレイを扱う

2020年 Vol. 68

FOR THE SOPHISTICATED SHELL SCRIPTER

Linuxが快適動作!

## Windows 10で WSL 2を使おう

WSL 2インストール 創りアプリ実行

Ubuntu 導入 Docker 起動

コンテンツ 管理システム

試しながら理解する高機能 CMS

## Drupal入門

クイズゲームで完全理解!

### 量子コンピュータの基礎を知る

© 2020 Linux Japan. All rights reserved.

特別企画 32

クイズゲームで完全理解!

## 量子コンピュータの基礎を知る

本物の量子コンピュータを使って誰でも手軽に量子計算の実験ができるようになりました。量子計算は、従来のコンピュータの計算方法とは根本的に異なる原理を用いています。本企画では、量子計算の基礎を紹介した後、量子ゲームを使ってクイズ形式で計算原理を解説します。

日本IBM 沼田 新史、小林 有里

2016年5月に米国IBM社<sup>※1</sup>が世界で初めてクラウド型の「量子コンピュータ」を発表しました。米国のニューヨーク州にある研究所に設置された量子コンピュータにクラウド経由で誰でも無料で量子計算の実験ができます。これまでに世界中から25万人以上の研究者、開発者や学生などからのアクセスがあり、本物の量子コンピュータを使って3000回以上の実験が行われています。そして、行われた実験に関連する論文は250本以上提出されています(2020年8月時点)。

例えば、大きな数の素因数分解は従来のコンピュータでは簡単に解けないためにRSA暗号の仕組みとして使われています。量子コンピュータではショアのアルゴリズムを使って、効率よく素因数分解ができることが知られています。

量子コンピュータの開発自体は、まだ黎明(れいめい)期であり、その量子ビット(後述)数は数十個程度で、エラー訂正の実装も完璧ではありません。しかし、近い将来実現可能な小規模の量子コンピュータの有用な利用を目的とした実用的なアプリケーションの研究が活発に行われており、特に有望な分野として最速化、量子機械学習、量子化学また金融などの活用が期待されています。

また、よくある誤解に「量子コンピュータは、どんな問題でもすべて高速に解くことができる」というものがありますが、量子の特性を活用できる特定の問題に対してのみ効率的な量子アルゴリズムを適用し、計算の高速化が可能です。この量子の特性を用いた量子計算の基礎について次章以降で解説していきます。

※1 米国IBMとは、International Business Machines Corporationを指します。

図1 ビット表現の例

$$7 = 1 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 1 \times 2^0$$

$$9858 = 1 \times 2^{13} + 0 \times 2^{12} + 0 \times 2^{11} + 0 \times 2^{10} + 1 \times 2^9 + 1 \times 2^8 + 0 \times 2^7 + 1 \times 2^6 + 0 \times 2^5 + 0 \times 2^4 + 1 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 0 \times 2^0$$

34 第17回 2020年10月号 Vol.68

