

Technology at a glance

今度は友達と一緒に！ 量子コンピューター入門 #2 ハンズオン編

Kifumi Numata
IBM Quantum

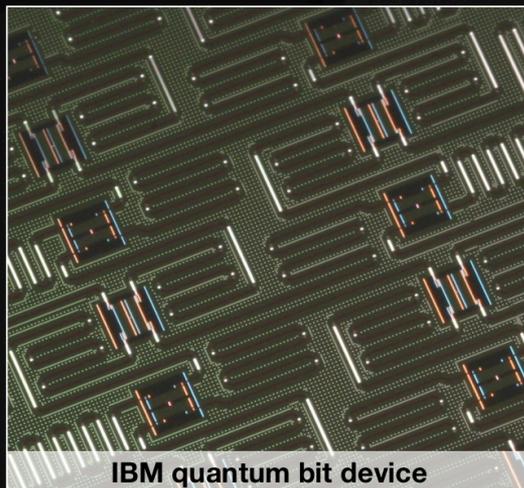
IBM Q™

IBM

IBMは量子コンピューターを誰でもタダで使えるように公開しています！



Quantum computer at IBM Research



IBM quantum bit device



IBM Quantum Experience

今日は、量子ゲームで遊んだあと、実際に量子計算の実験をします！

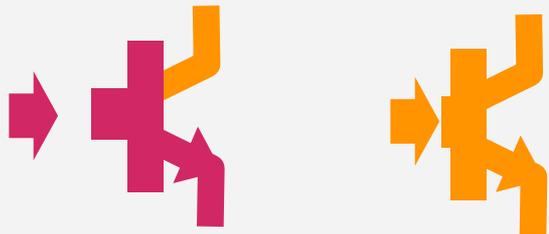
コンピューターの中は、ビットで計算



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

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

コイン



おもて

コイン



うら

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



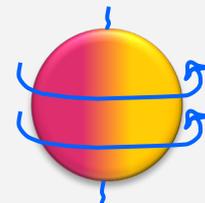
うら

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

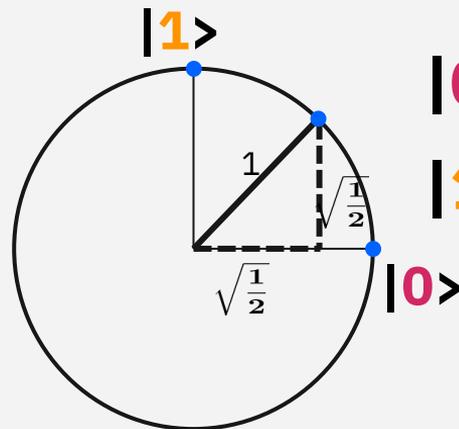
0 または **1**

どちらか

量子コンピューターの
量子ビット

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

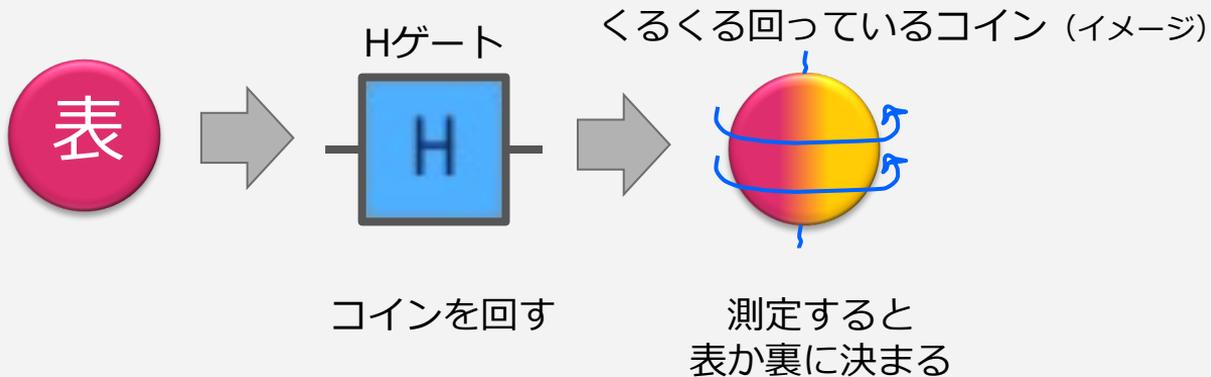
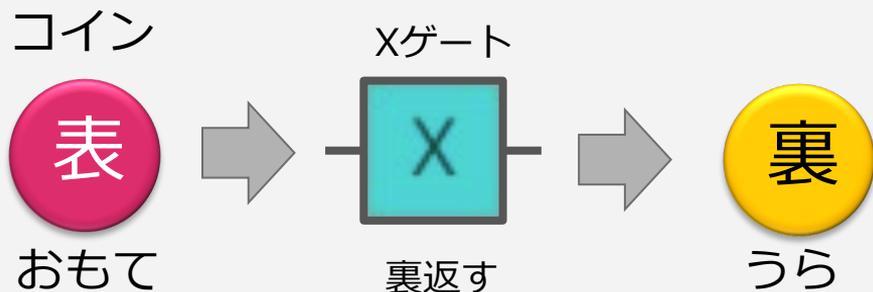
0 と 1 の「重ね合わせ」



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

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

量子コンピューターの計算方法

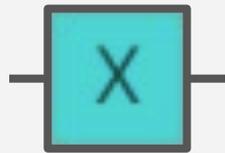


Xゲート

コイン



おもて

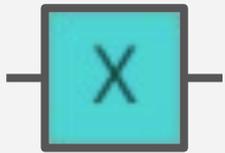


裏返す



うら

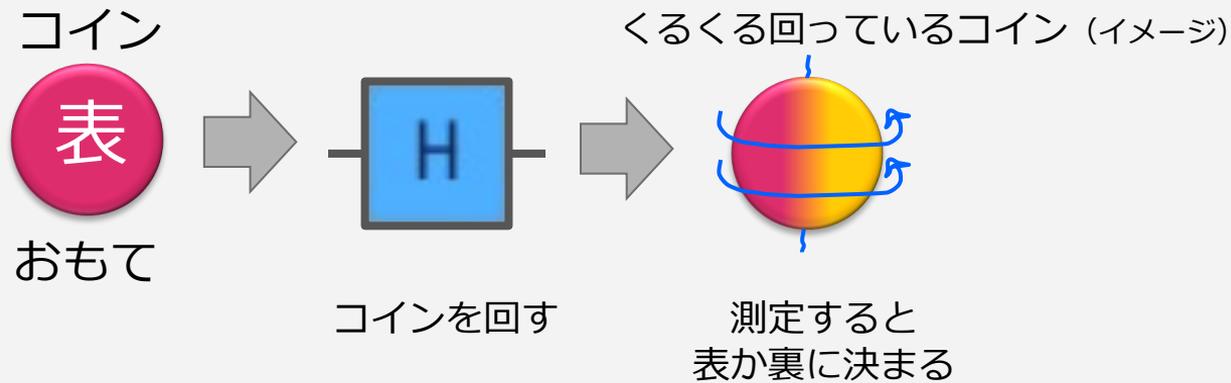
$|0\rangle$



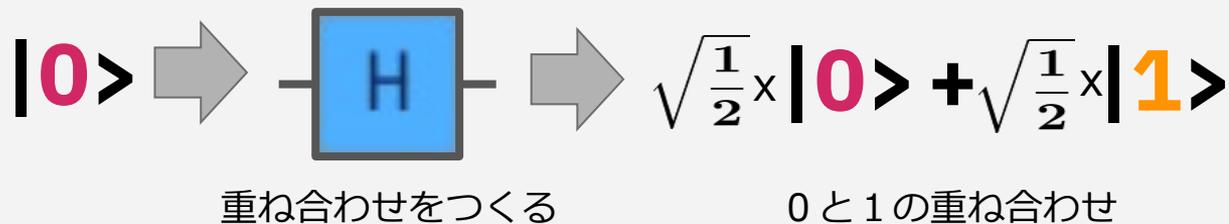
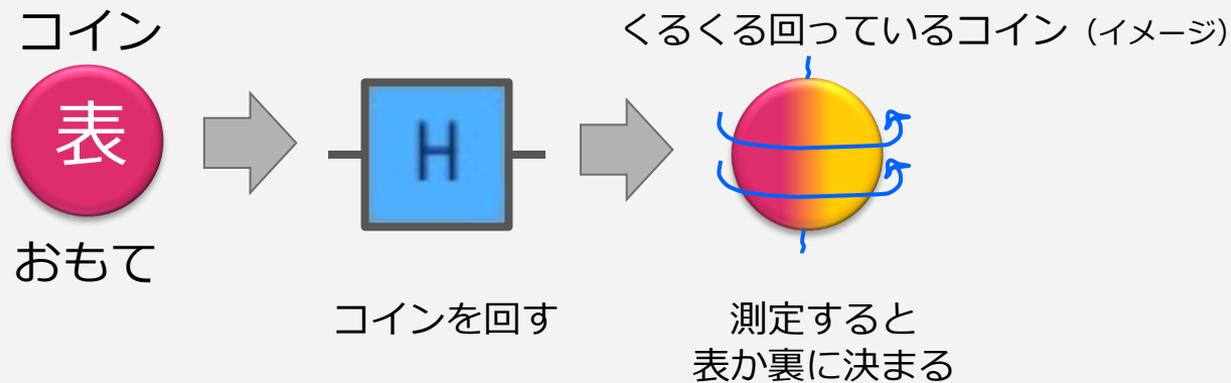
$|1\rangle$

ノット (反転) ゲート

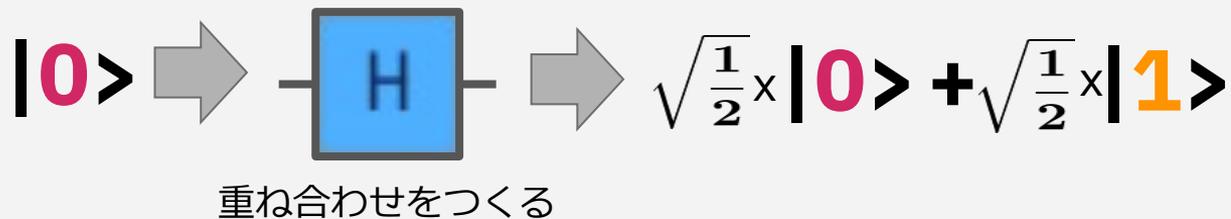
Hゲート



Hゲート



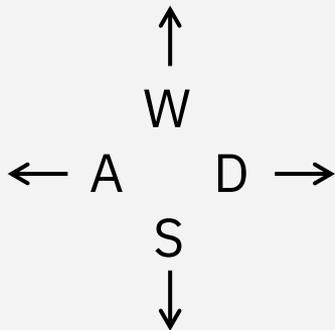
量子コンピューターの計算方法



(デモ)量子ゲームでやってみよう

リンク 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一覧

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

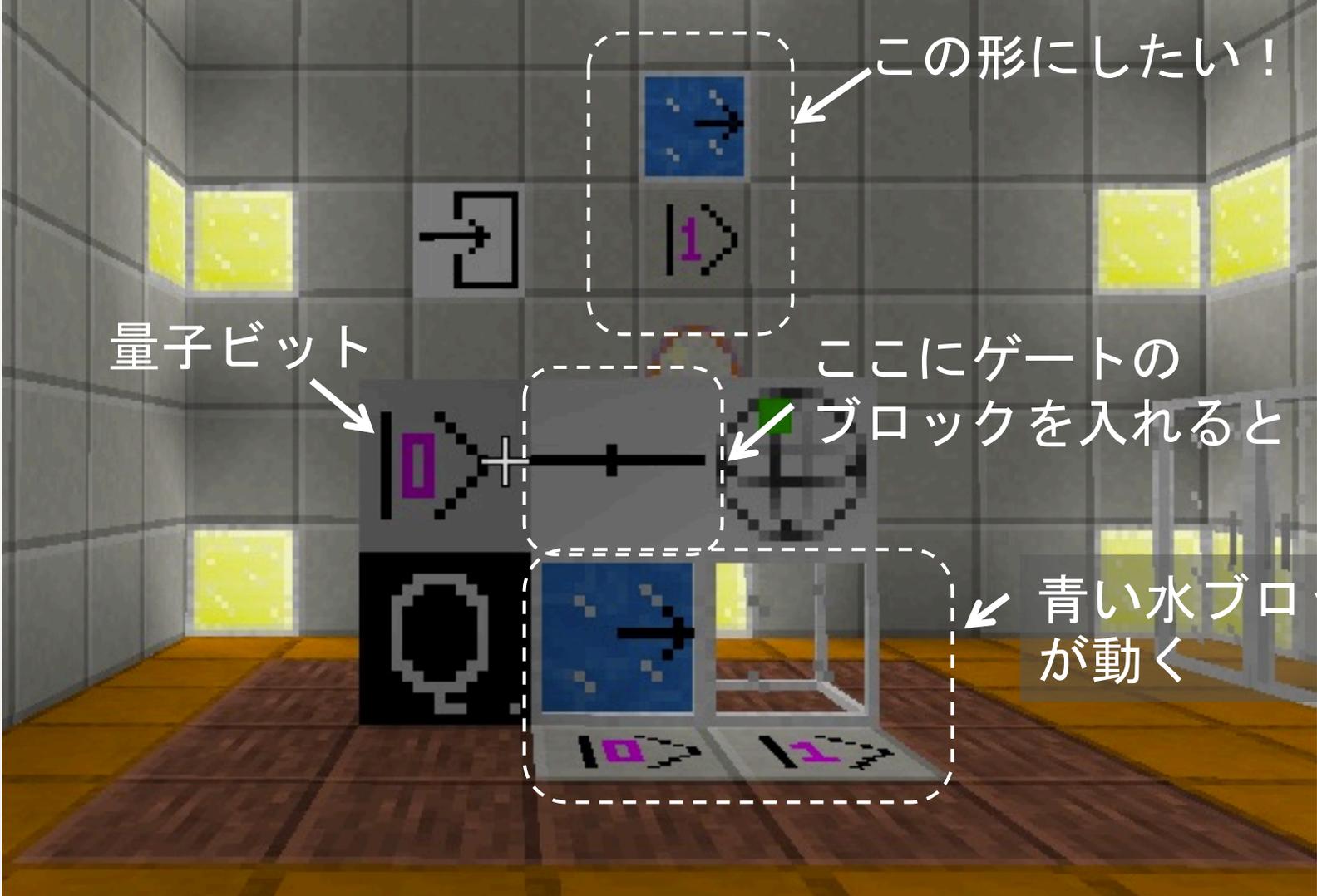
QISKIT IBMQ

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、マイクラがないと使えないのでは？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！



14

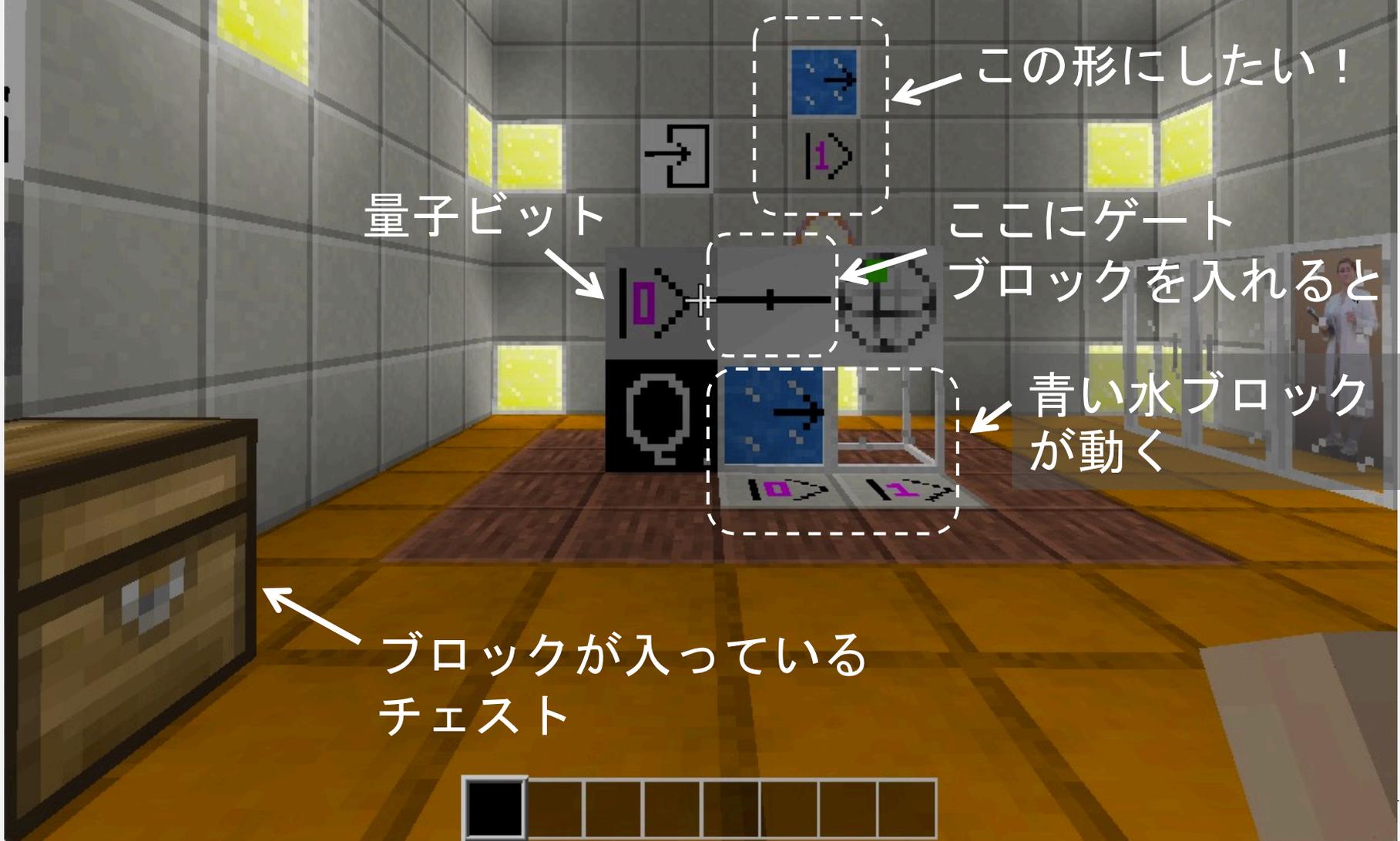


この形にしたい!

量子ビット

ここにゲートの
ブロックを入れると

青い水ブロック
が動く



量子ビット

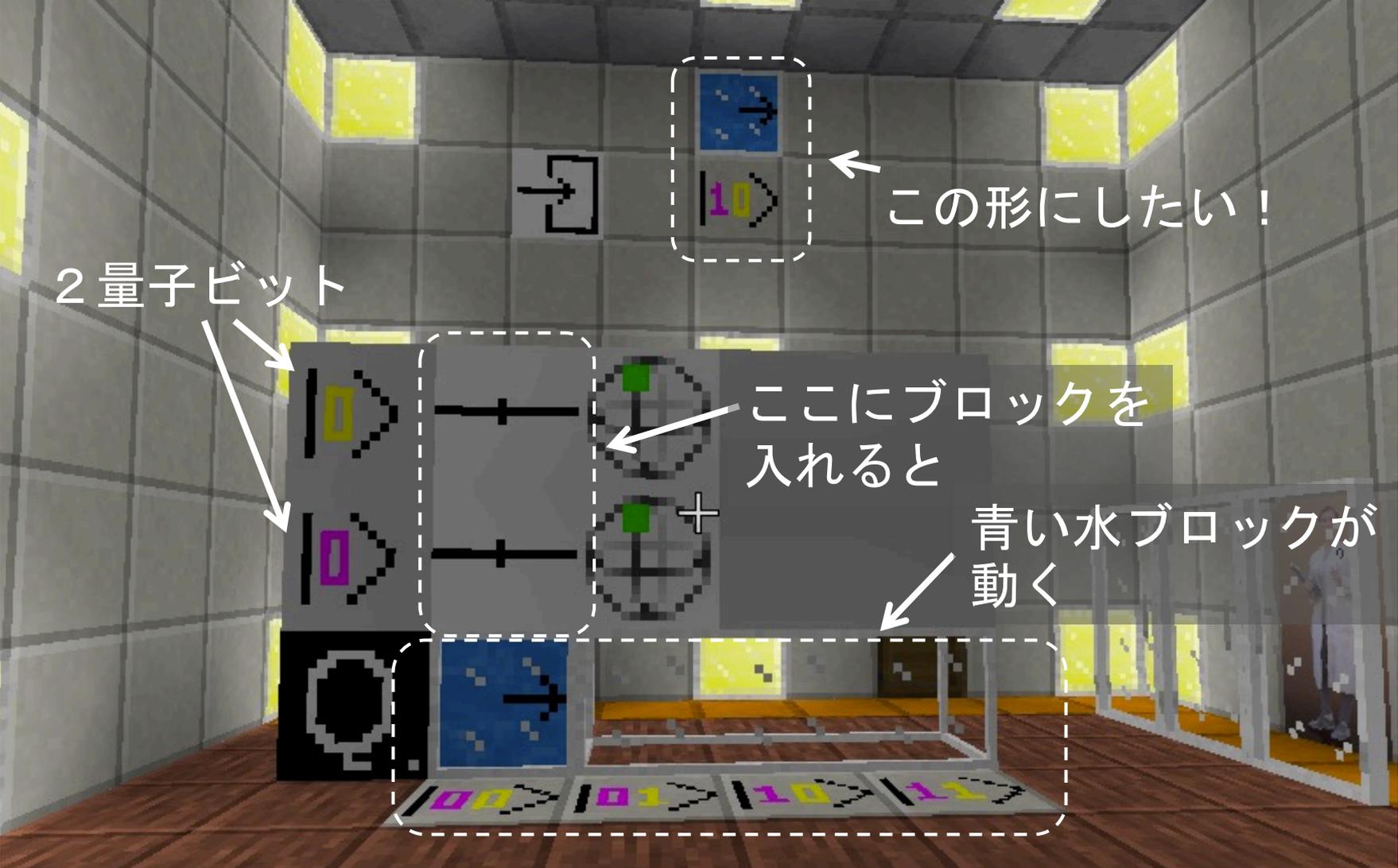
この形にしたい!

ここにゲート
ブロックを入れると

青い水ブロック
が動く

ブロックが入っている
チェスト





2 量子ビット


 |10>

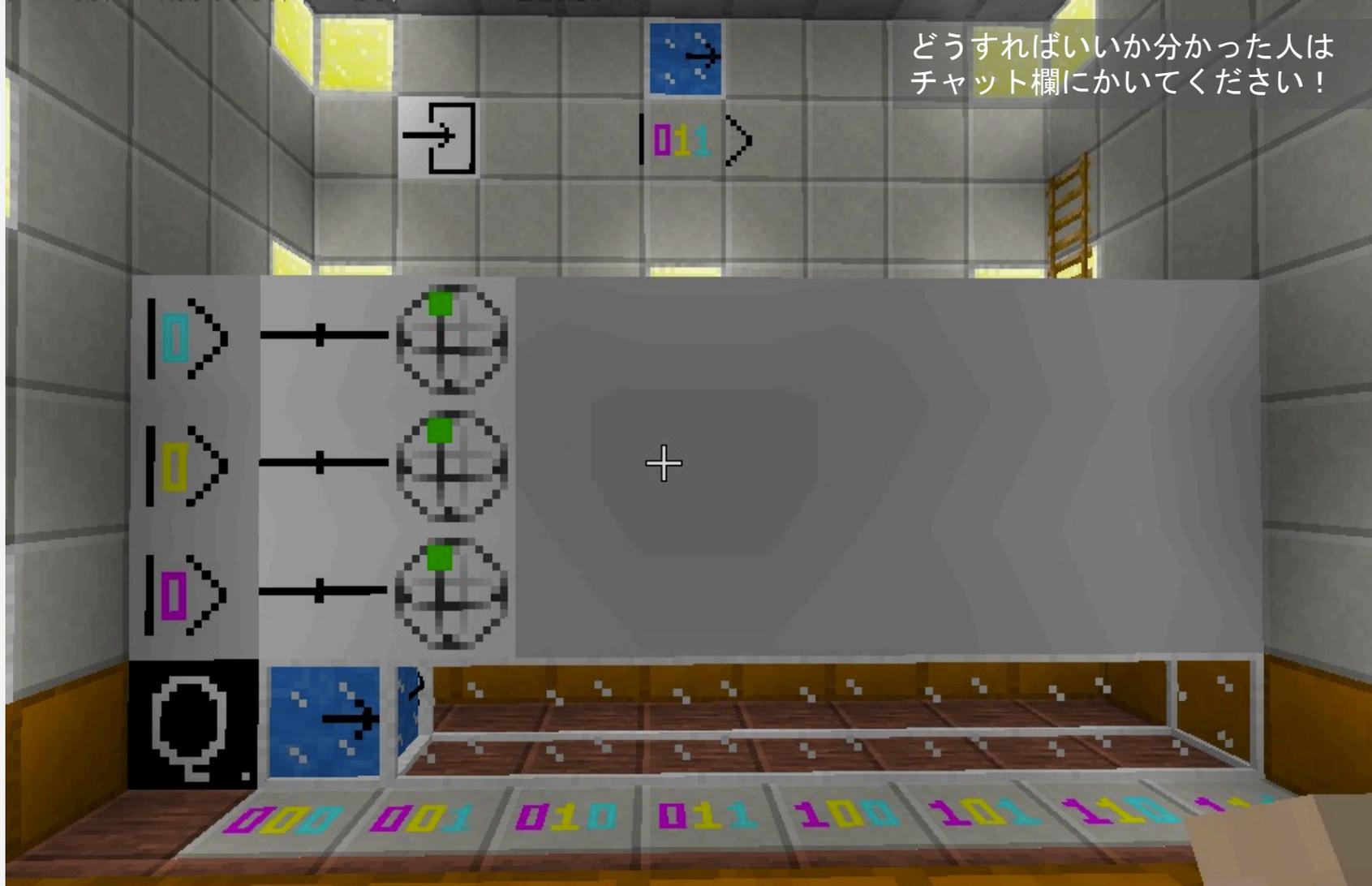
この形にしたい！

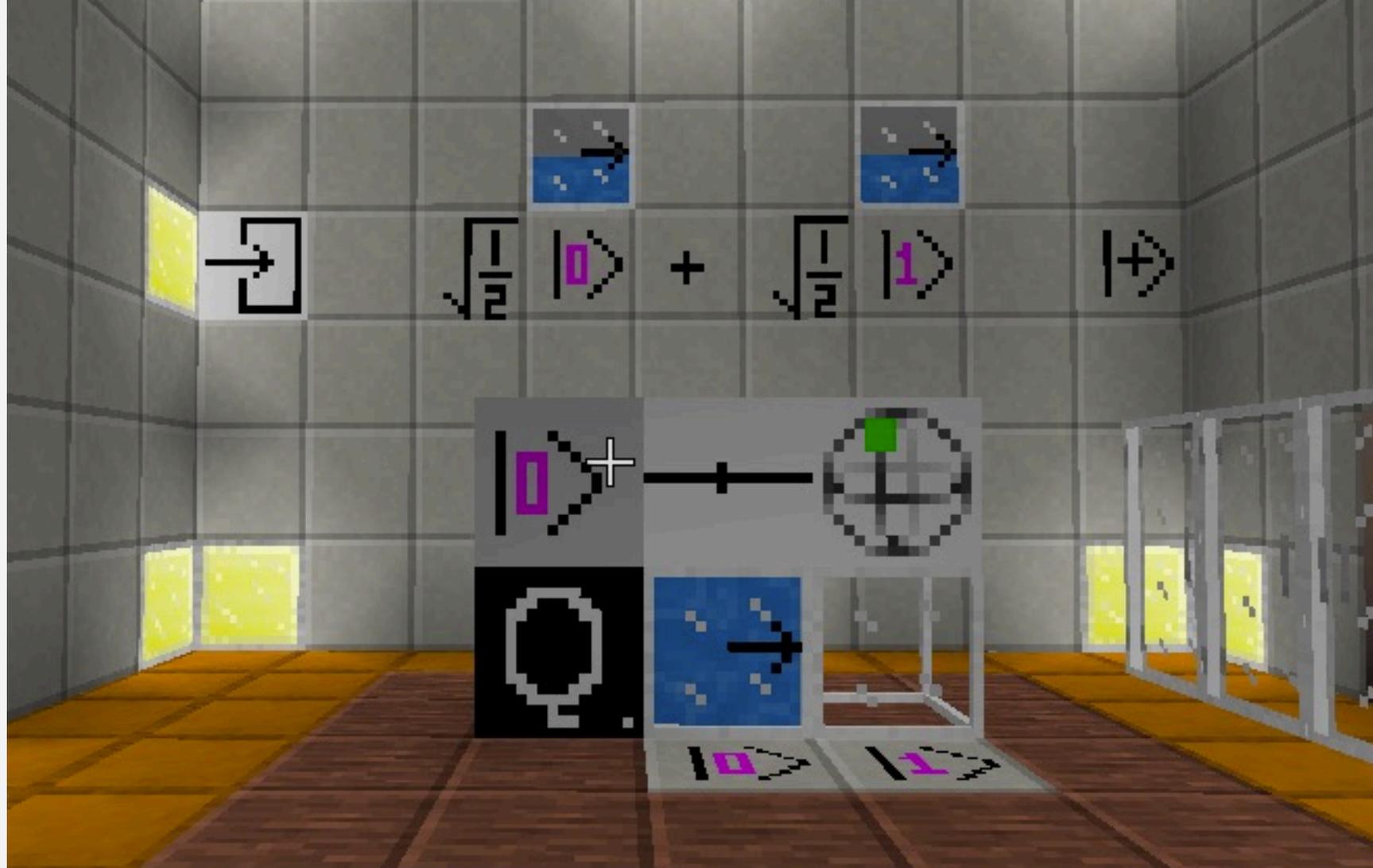
ここにブロックを入ると

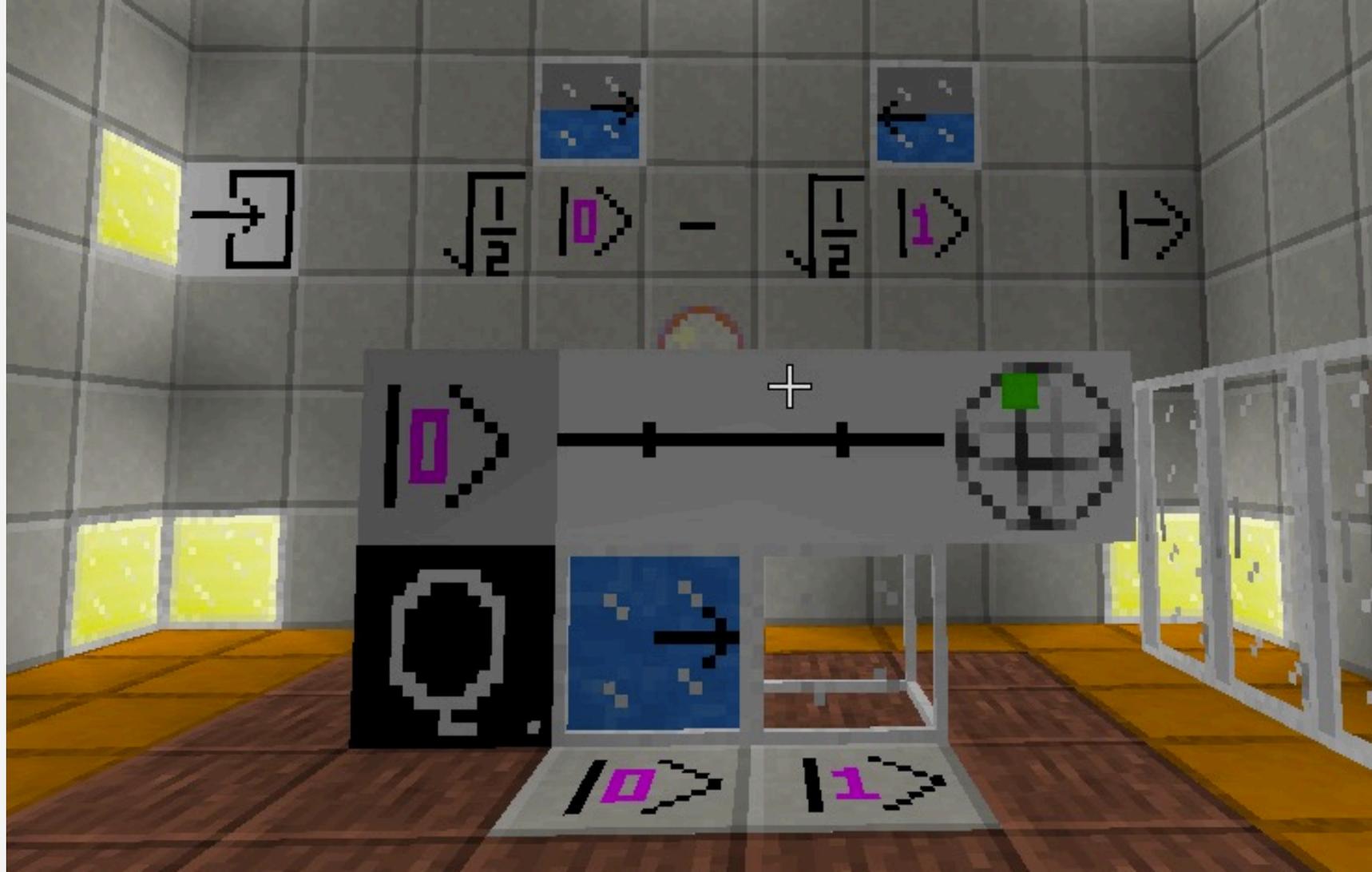
青い水ブロックが動く



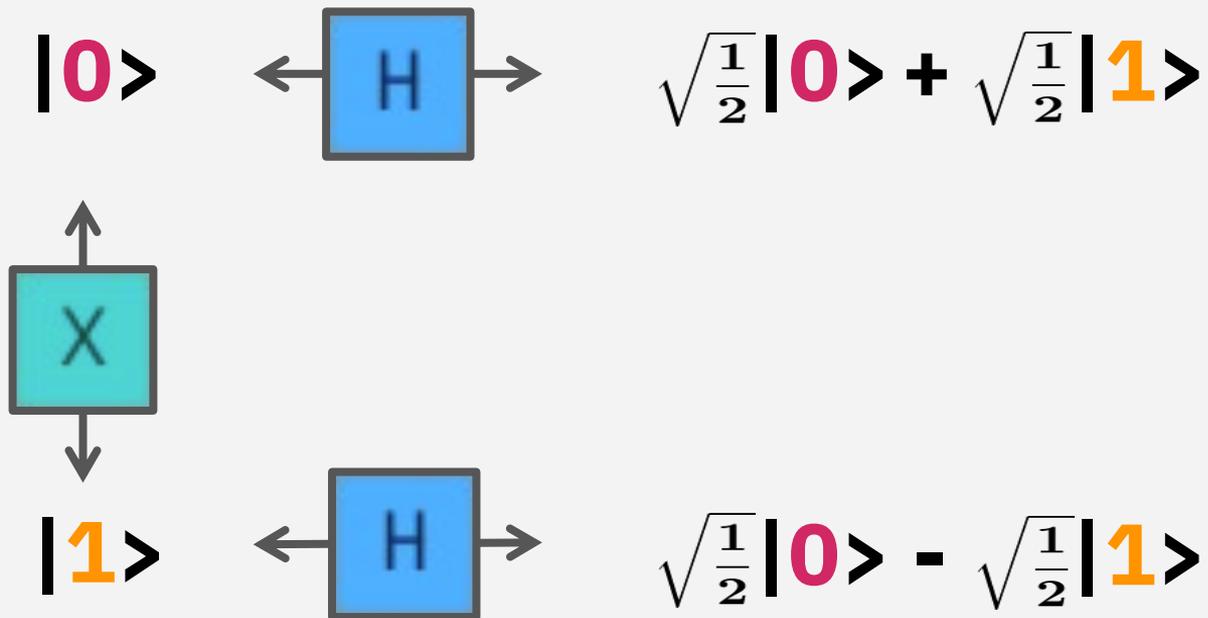
どうすればいいか分かった人は
チャット欄にかいてください！

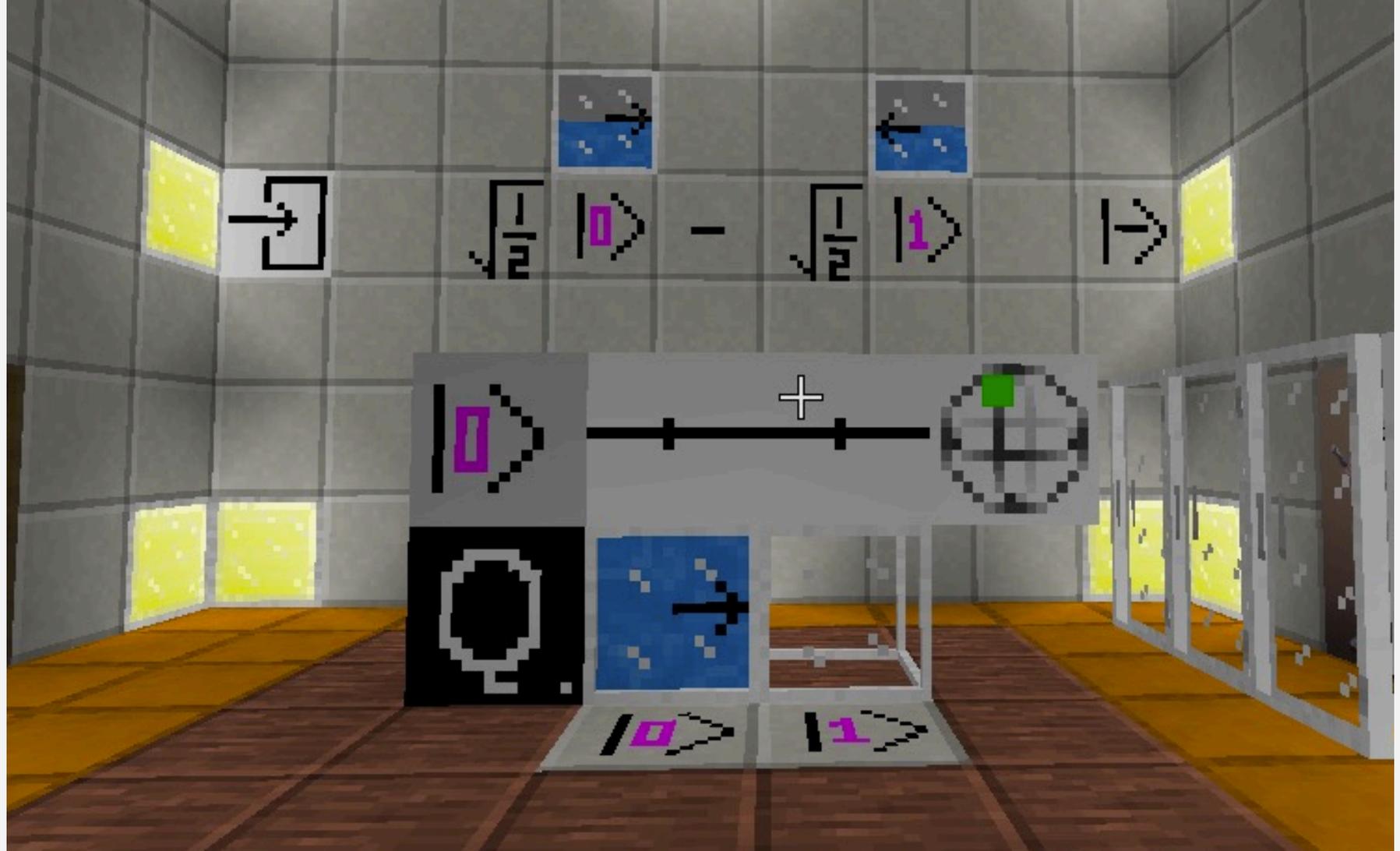




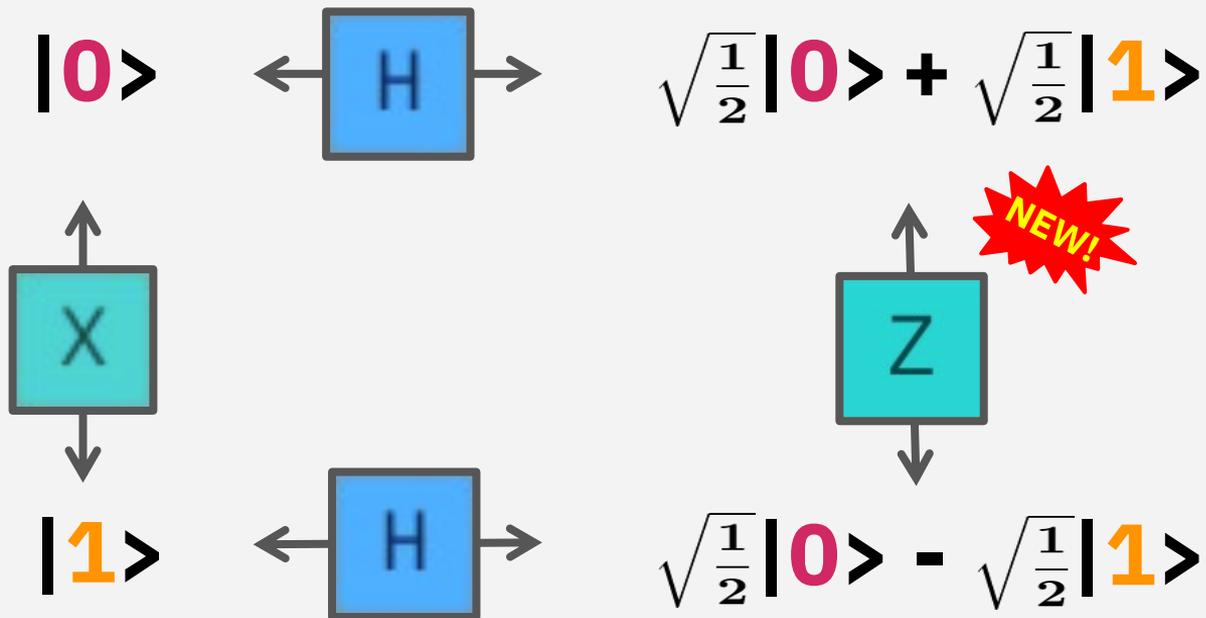


量子コンピューターの計算方法 まとめ

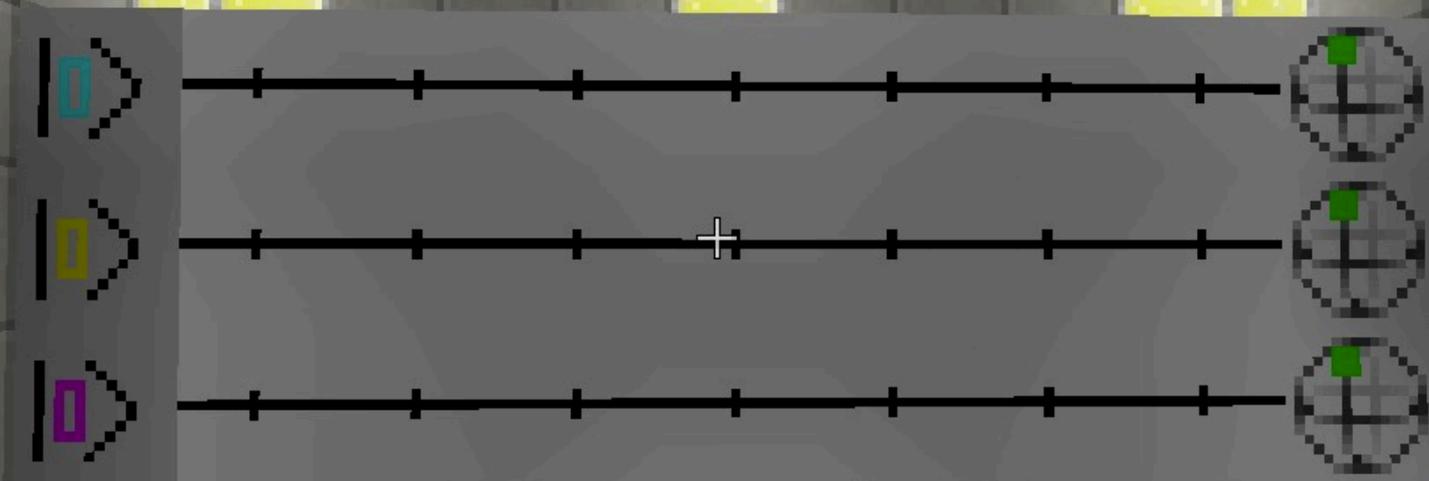




量子コンピューターの計算方法 まとめ



$$\begin{matrix} \rightarrow \\ \square \end{matrix} \quad \sqrt{\frac{1}{2}} |001\rangle + \sqrt{\frac{1}{2}} |101\rangle$$

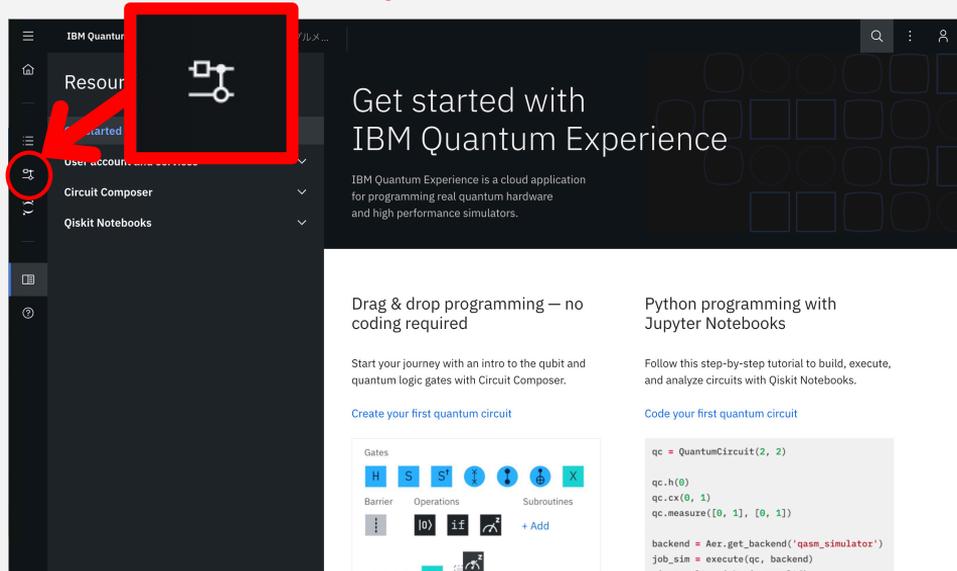


000 001 010 011 100 101 110

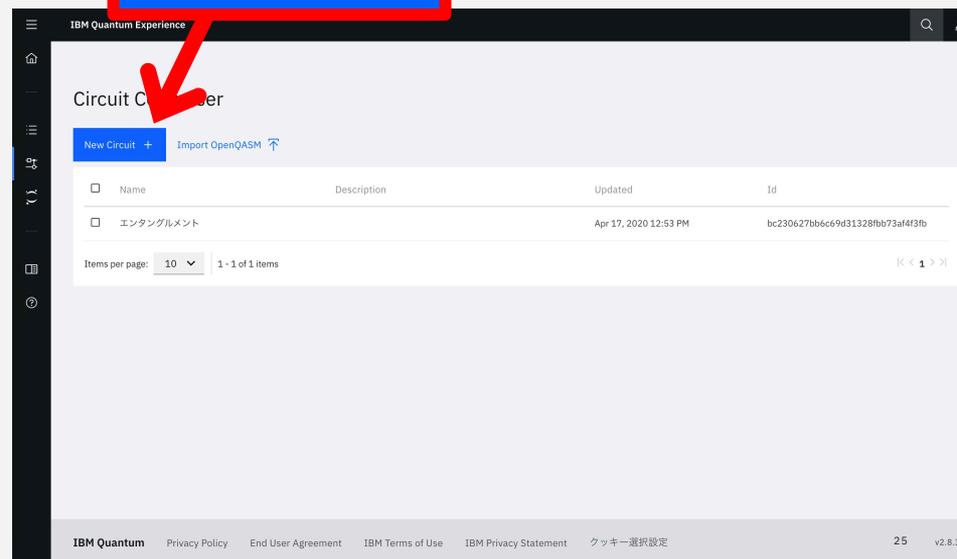
いっしょにやってみましょう！

リンク **IBM.biz/ibm_iqx**

(1) Circuit Composer



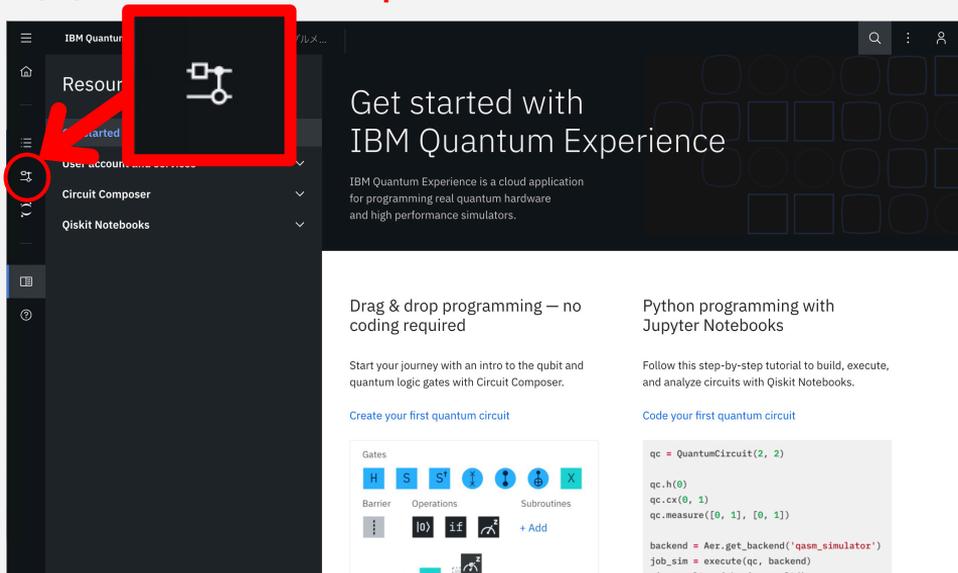
(2) **New Circuit +**



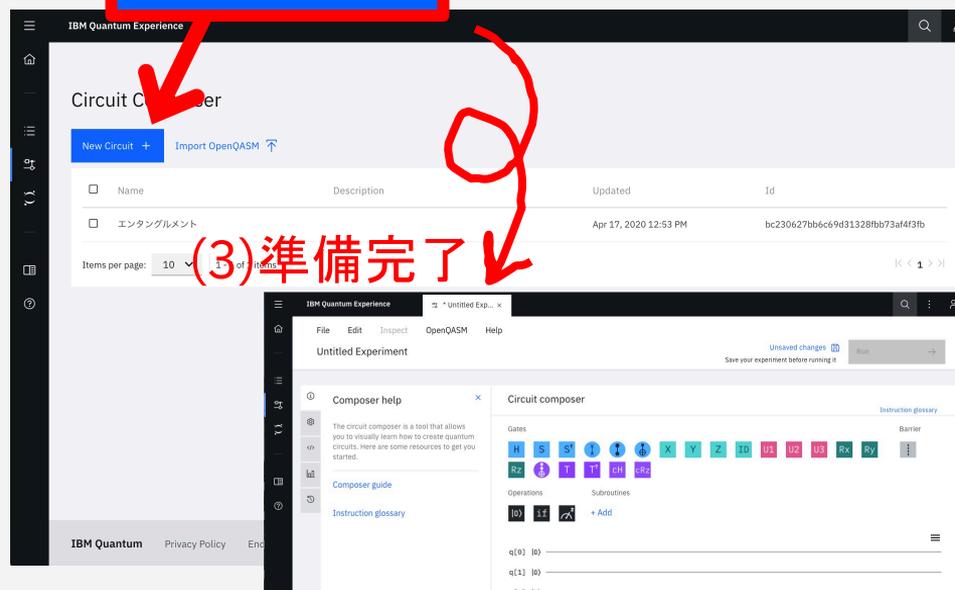
いっしょにやってみましょう！

リンク [Ibm.biz/ibm_iqx](https://ibm.biz/ibm_iqx)

(1) Circuit Composer



(2) New Circuit +

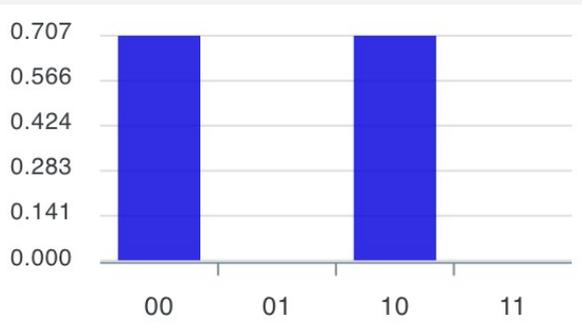


(3) 準備完了

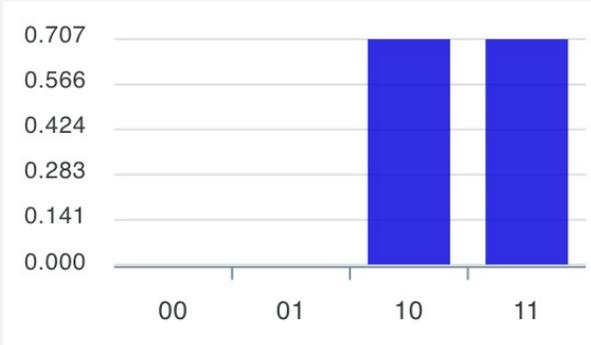
練習問題

2量子ビットの量子回路を作ってみましょう。
答えは一つではないので、どんな作り方でもOKです。

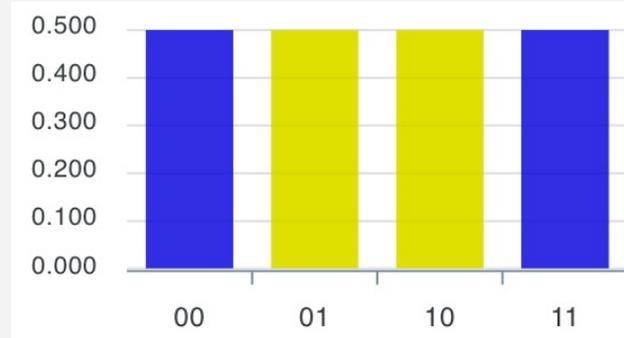
(1)



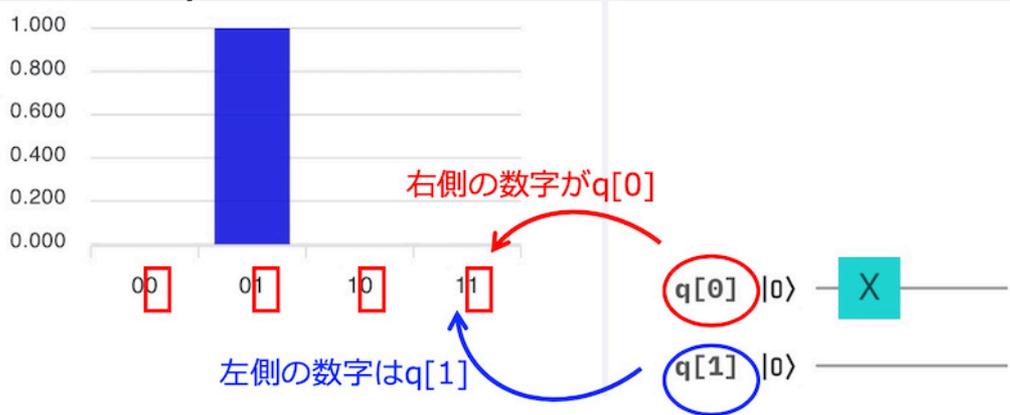
(2)



(3)



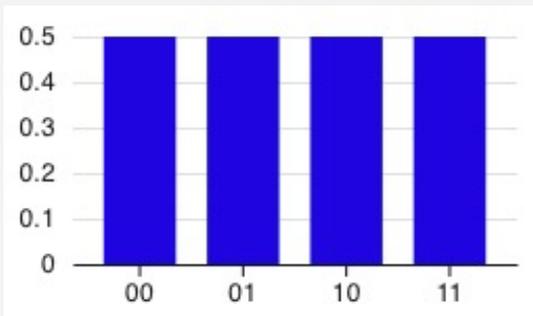
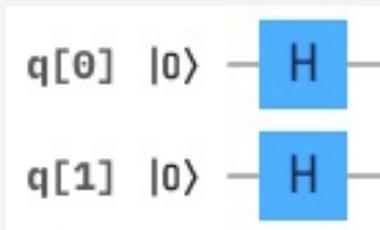
(ヒント1)



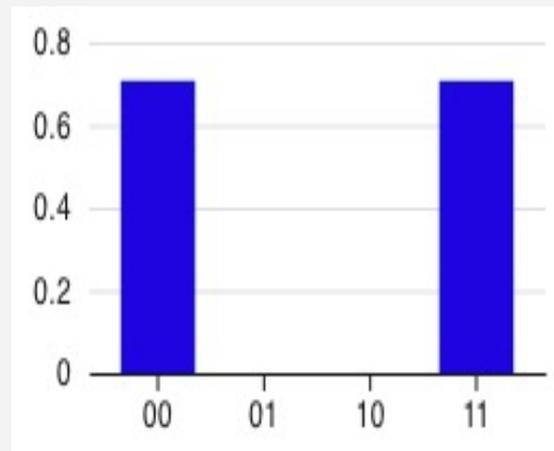
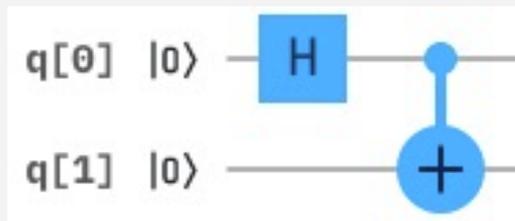
(ヒント2)

使うゲートはX、H、Zにしましょう！

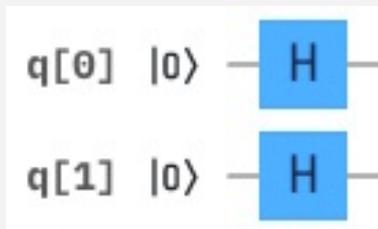
量子重ね合わせ



量子もつれ (エンタングルメント)



量子重ね合わせ



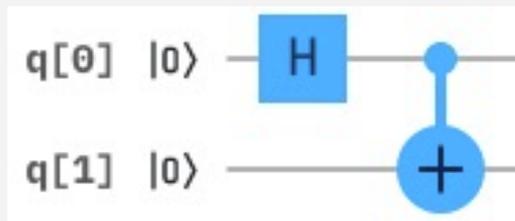
0 0 ... 25%

0 1 ... 25%

1 0 ... 25%

1 1 ... 25%

量子もつれ (エンタングルメント)



0 0 ... 50%

0 1 ... 0%

1 0 ... 0%

1 1 ... 50%

1量子ビット目が0だと分かったら
2量子ビット目も0

量子コンピューターは、
量子の現象

- ・ 量子重ね合わせ
- ・ 量子もつれ（エンタングルメント）

を使って計算する新しいコンピューターです！

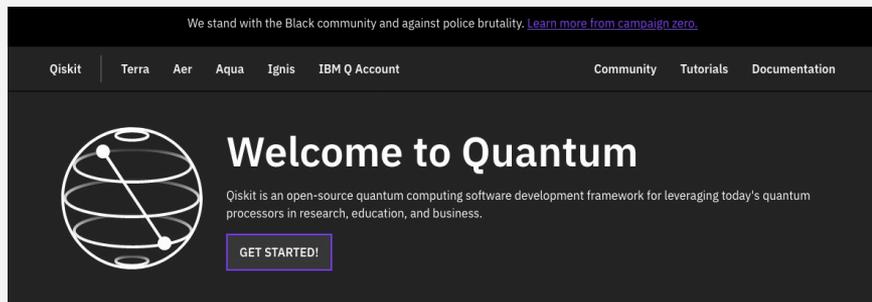
ゲームのインストール・遊び方リンク
http://ibm.biz/qblocks_j19



Qiskit: より高度なアルゴリズムの実装に

PythonベースのオープンソースSDK「Qiskit」
豊富なチュートリアルも用意されています

Qiskit.orgのトップページ



Qiskit on YouTube

Would you like to learn how to code a quantum computer? Take a look at the Coding with Qiskit Video Series, where Abraham Asfaw explains everything you need to know. Starting with installing Qiskit, to

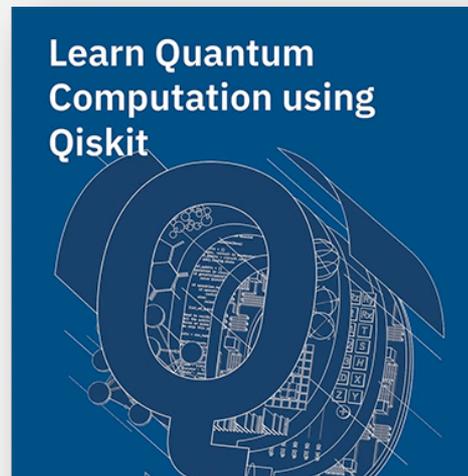
Virtual Event Guide!

Host your own virtual event using this guide curated by the community! Use everything from hackathon projects to sample agendas to make your next event awesome.

<https://www.qiskit.org/>

IBM Quantum Experience

Qiskitオンラインテキストブック



<https://qiskit.org/textbook/>

お勧めの量子コンピューター本

一般向け書籍

数式はあまりなく、概念の説明が中心。普通の書店に置いてあります。

[いちばんやさしい量子コンピューターの教本](#)

[絵で見てわかる量子コンピュータの仕組み](#)

[驚異の量子コンピュータ](#)



愛好家向け書籍

一般向けの概念的な説明に加えて、高校生向け + α くらいの数式も登場します。

[みんなの量子コンピューター](#)

[量子コンピューター超並列計算のからくり](#)



大学教養向け書籍

大学教養課程のレベル。数式は当たり前のように登場します。

[量子コンピューターと量子通信 I-量子力学とコンピュータ科学](#)

[量子計算理論](#)

[量子情報科学入門](#)



Thank you

Kifumi Numata

kifumi@jp.ibm.com

© Copyright IBM Corporation 2020. All rights reserved. The information contained in these materials is provided for informational purposes only, and is provided AS IS without warranty of any kind, express or implied. Any statement of direction represents IBM's current intent, is subject to change or withdrawal, and represent only goals and objectives. IBM, the IBM logo, and ibm.com are trademarks of IBM Corp., registered in many jurisdictions worldwide. Other product and service names might be trademarks of IBM or other companies. A current list of IBM trademarks is available at [Copyright and trademark information](#).