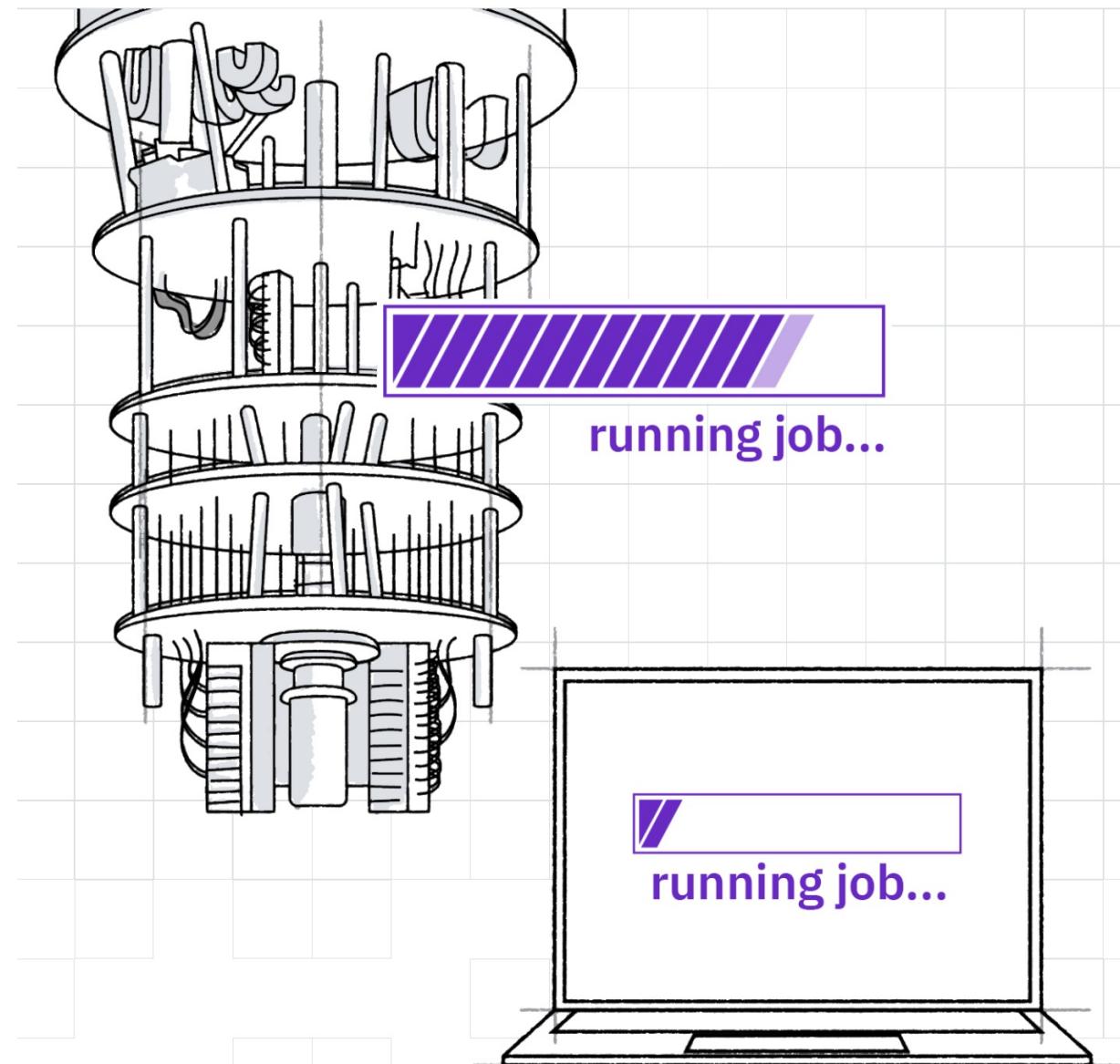


Qiskit 入門

沼田 祈史(Kifumi Numata)
日本アイ・ビー・エム株式会社
東京基礎研究所
Qiskit 開発者コミュニティー, IBM Quantum
Jun 26, 2023



本日の予定

環境設定

- IBM Quantumへの登録 (必須)
- Cloud環境の設定 : IBM Quantum Labへのログイン
- Local環境の構築例 : Pythonの仮想環境でQiskitをインストール

Hello quantumチュートリアル

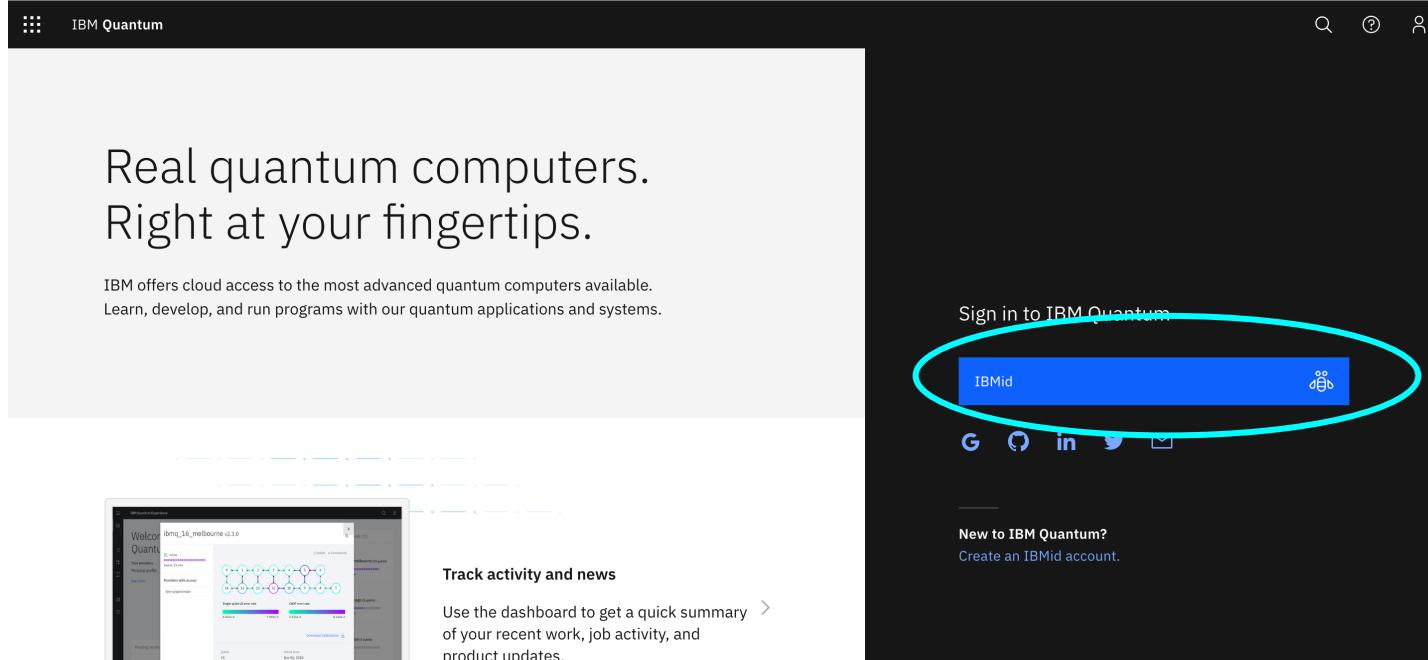
- 量子ゲートと量子回路の書き方
- アプリケーションモジュール：
 - Quantum Machine Learning, Quantum Optimization

Qiskit関連リンク集のご紹介

本日の資料 : ibm.biz/qiskit23

IBM Quantumへの登録（必須）

URL: <https://quantum-computing.ibm.com/>



メールアドレスは所属に紐づいたドメインのものを使いください。（gmailなどではなく。）

IBM Quantumの各種プログラムに関連した Hub/Group/Project に登録される際の審査に必要になります。

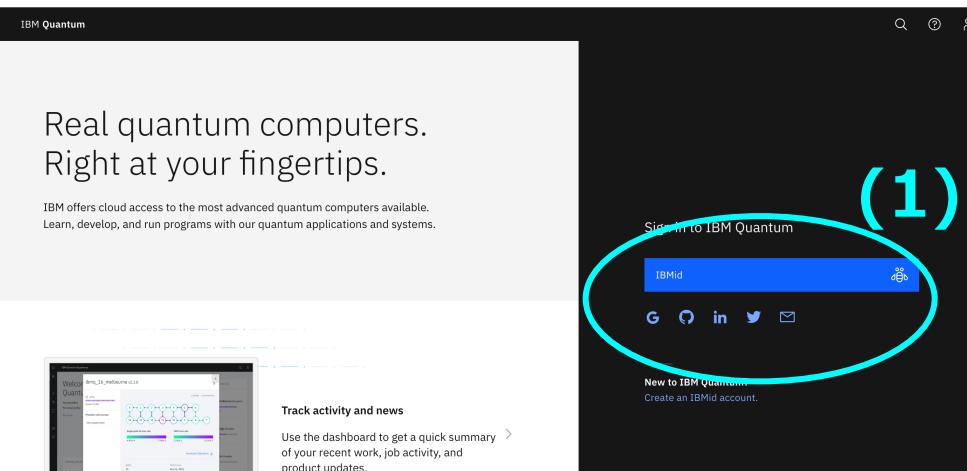
ご参照：『[IBM Quantum Composerの登録（くわしいバージョン）](#)』

<https://qiita.com/kifumi/items/7ac33ab7939d2dd796d0>

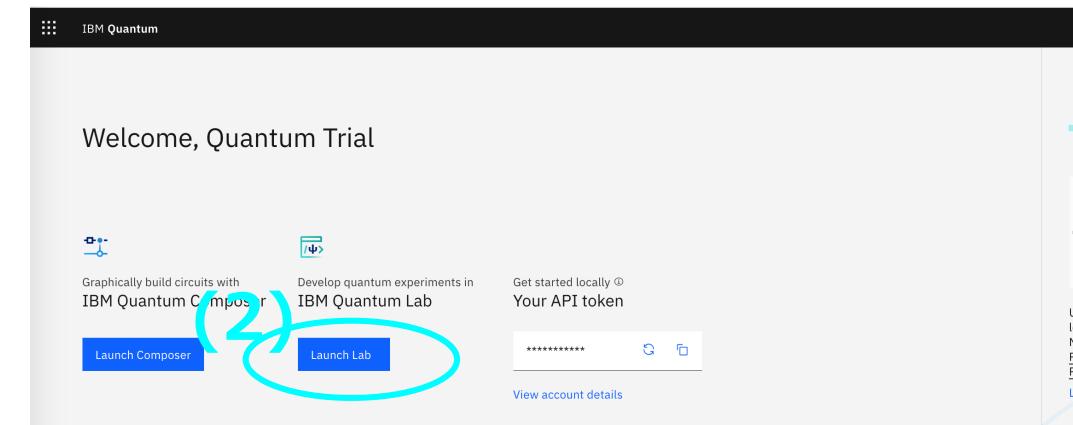
IBM Quantum Lab へのログイン

インストールなしで、Qiskitの最新環境が使えます。

(1) IBM Quantumにログインします。



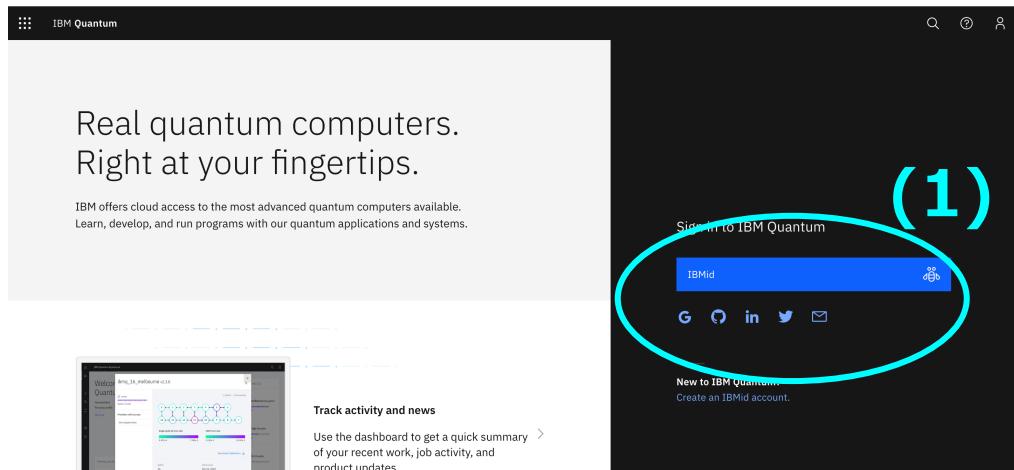
(2) 青の右側「Launch Lab」をクリック。



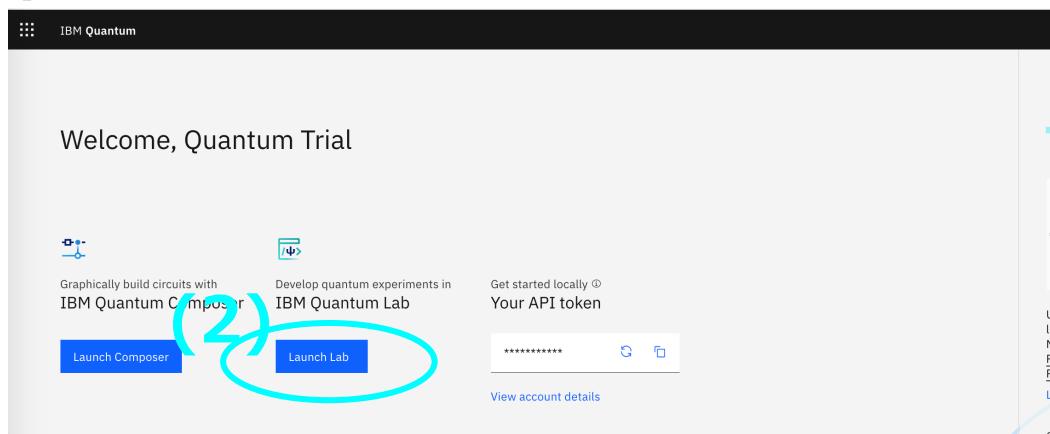
IBM Quantum Lab でのファイルのアップロード方法

(1) IBM Quantumにログインします。

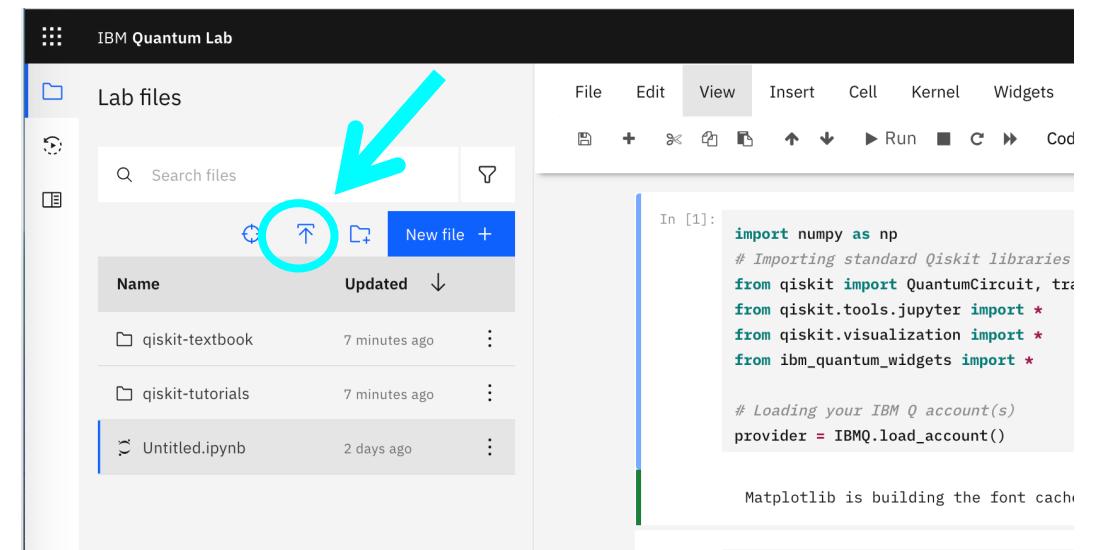
URL: <https://quantum-computing.ibm.com/>



(2) 青の右側「Launch Lab」をクリック。



(3) ローカルに保存したファイルをアップロードするには、左側 の「Upload file」から、ご自分のローカルに保存したハンズオンコンテンツ「XXX.ipynb」を探して、アップロードします。



(4) ファイル名「XXX.ipynb」をダブルクリックして開きます。



IBM Quantum

Dashboard



Quantum Composer



Quantum Lab



Compute Resources



Qiskit Runtime



Primitives

Tokyo

Develop quantum experiments in
IBM Quantum Lab

Launch Lab

IBM Quantum Challenge



Documentation



Jobs

Notifications

Researchers program

Educators program

補足) リンク先の確認

- Dashboard : ホーム
- Quantum Composer : GUIで量子計算が可能なツール
- Quantum Lab : Qiskit使えるJupyter notebook
- Compute Resources : 量子プロセッサー一覧

Localでの環境設定例

1. Python仮想環境の構築

1.1 環境を構築したいディレクトリーに移り、「qiskit_env」などの名前のpython環境を構築

```
python3 -m venv qiskit_env
```

1.2 「qiskit_env」という名前のpython環境を立ち上げる

```
source qiskit_env/bin/activate
```

1.3 (qiskit_env) となっていることを確認。

2. Qiskitのインストール

```
pip install 'qiskit[all]'
```

参照：

https://qiskit.org/documentation/locale/ja_JP/getting_started.html

3. Jupyter notebookの立ち上げ

```
pip install notebook
```

jupyter notebookの立ち上げ

```
jupyter notebook
```

Local環境での実行例

開始時

1. 「qiskit_env」 という名前のpython環境を立ち上げる

```
source qiskit_env/bin/activate
```

2. jupyter notebookの立ち上げ

```
jupyter notebook
```

終了時

1. Jupyter notebookの終了

「Control」 + 「c」 を2回で終了

または、「Control」 + 「c」 で確認し、「y」で終了

2. Python仮想環境の終了

```
% deactivate
```

本日の資料 : ibm.biz/qiskit23

qiskit-intro-2023 Public

Pin Unwatch 2

main 1 branch 0 tags

Go to file Add file Code

kifumi	Add files via upload	915675d yesterday	3 commits
	20230626_Qiskit_introduction.pdf	Add files via upload	yesterday
	20230626_intro.ipynb	Add files via upload	yesterday
	20230626_optimization.ipynb	Add files via upload	yesterday
	20230626_qml.ipynb	Add files via upload	yesterday
	README.md	Initial commit	yesterday

README.md

qiskit-intro-2023

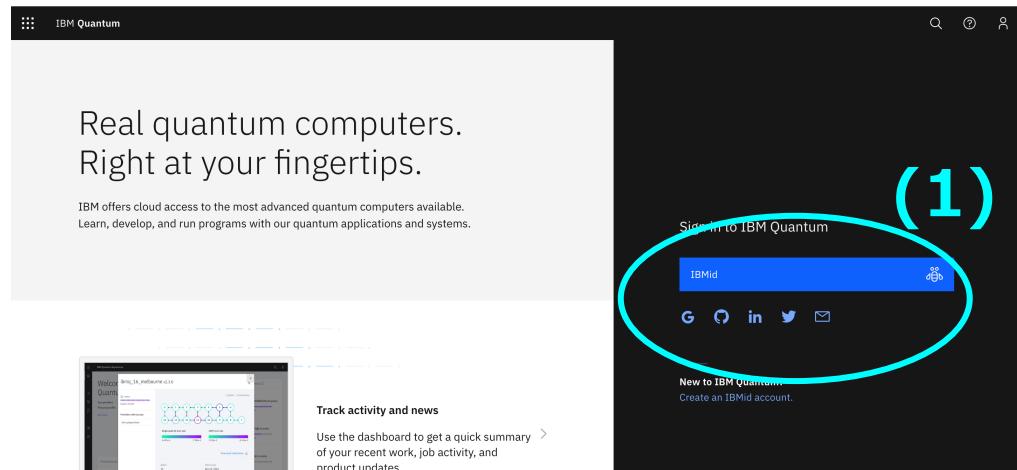


「Code」から
「Download ZIP」

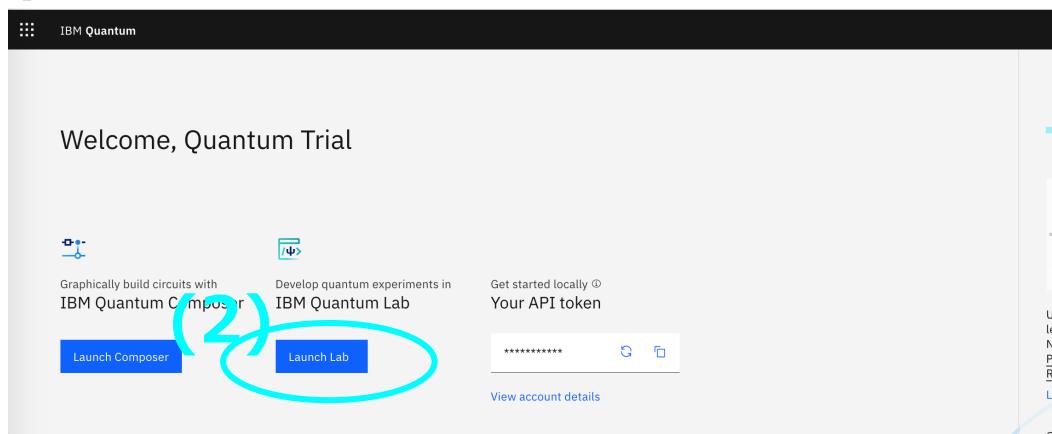
IBM Quantum Lab でのファイルのアップロード方法

(1) IBM Quantumにログインします。

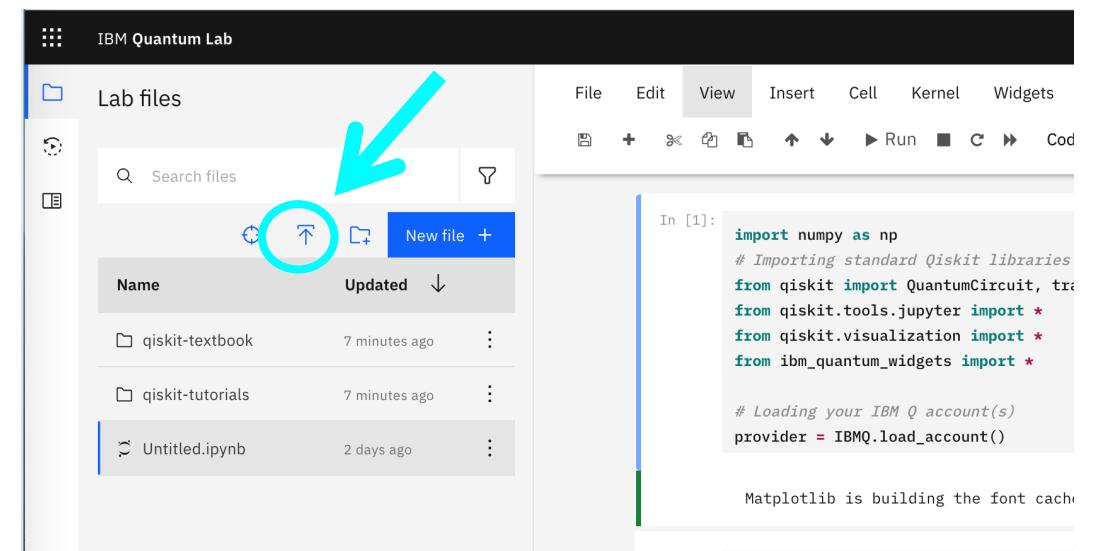
URL: <https://quantum-computing.ibm.com/>



(2) 青の右側「Launch Lab」をクリック。



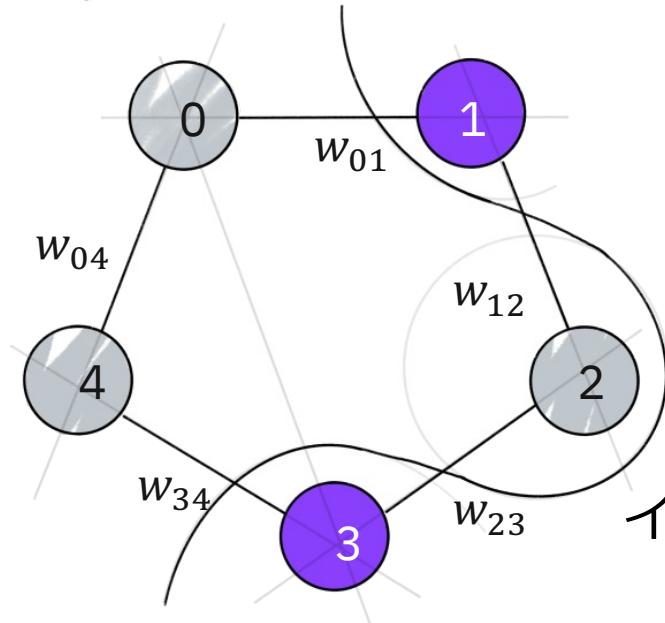
(3) ローカルに保存したファイルをアップロードするには、左側 の「Upload file」から、ご自分のローカルに保存したハンズオンコンテンツ「XXX.ipynb」を探して、アップロードします。



(4) ファイル名「XXX.ipynb」をダブルクリックして開きます。

最大カット問題

頂点を二つのグループに分けるとき、どの頂点の間の結合をカットすれば、カットされた重みの合計が最大になるか？



- ノード(頂点) : $x_i = 0, 1$
- エッジ(辺)の重み : $w_{ij} > 0$

とすると

コスト関数 (最大化する目的関数)は、

$$C(x) = \sum_{i,j} w_{ij} x_i (1 - x_j)$$

x_i と x_j が別のグループの時に w_{ij}

イジングハミルトニアンに変換します。(変数が $\{0, 1\} \rightarrow \{-1, 1\}$ に変換される)

$x_i \rightarrow (1 - Z_i)/2$ の変換。ここで Z_i は固有値 ± 1 を持つパウリ演算子 Z です。

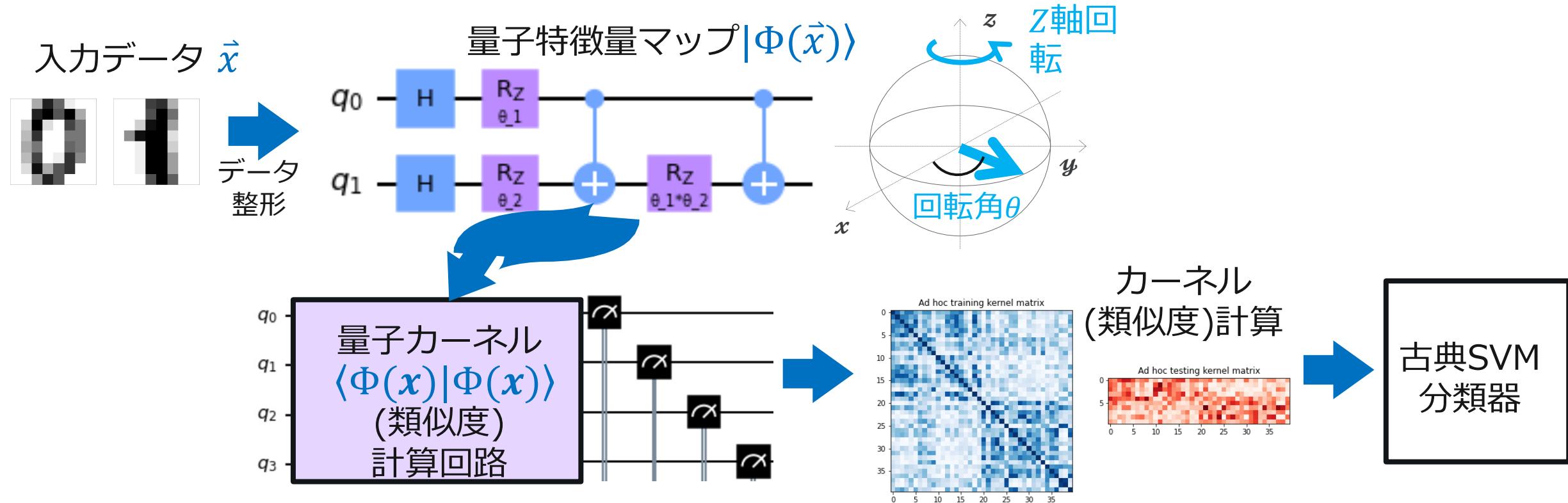
$$C(Z) = \sum_{i,j} \frac{w_{ij}}{4} (1 - Z_i)(1 + Z_j) = -\frac{1}{2} \left(\sum_{i < j} w_{ij} Z_i Z_j + \sum_i w_i Z_i \right) + const.$$

イジングハミルトニアン H が最小になるときの Z_i の値を求めます。

$$H = \sum_{i < j} w_{ij} Z_i Z_j + \sum_i w_i Z_i$$

量子カーネルSVM

データを量子特徴量マップ(Feature Map)でエンコードした後、



量子回路で量子カーネル(類似度)の計算を行い、
量子カーネルを使って、古典SVM計算(線形な境界面で分ける2値分類)で学習・分類を行います。

Qiskit関連リンク集

- Qiskit.org : <https://qiskit.org/>
ドキュメント類、チュートリアルなどがまとめています。
- Qiskit テキストブック : <https://qiskit.org/learn/>
- Qiskit YouTubeチャネル : <https://www.youtube.com/@qiskit>
- Quantum Tokyo YouTubeチャネル :
<https://www.youtube.com/@QuantumTokyoo>
- Quantum Tokyo Connpassイベントサイト : <https://quantum-tokyo.connpass.com/>

Qiskit Slackには日本語チャネルもあります: #japan



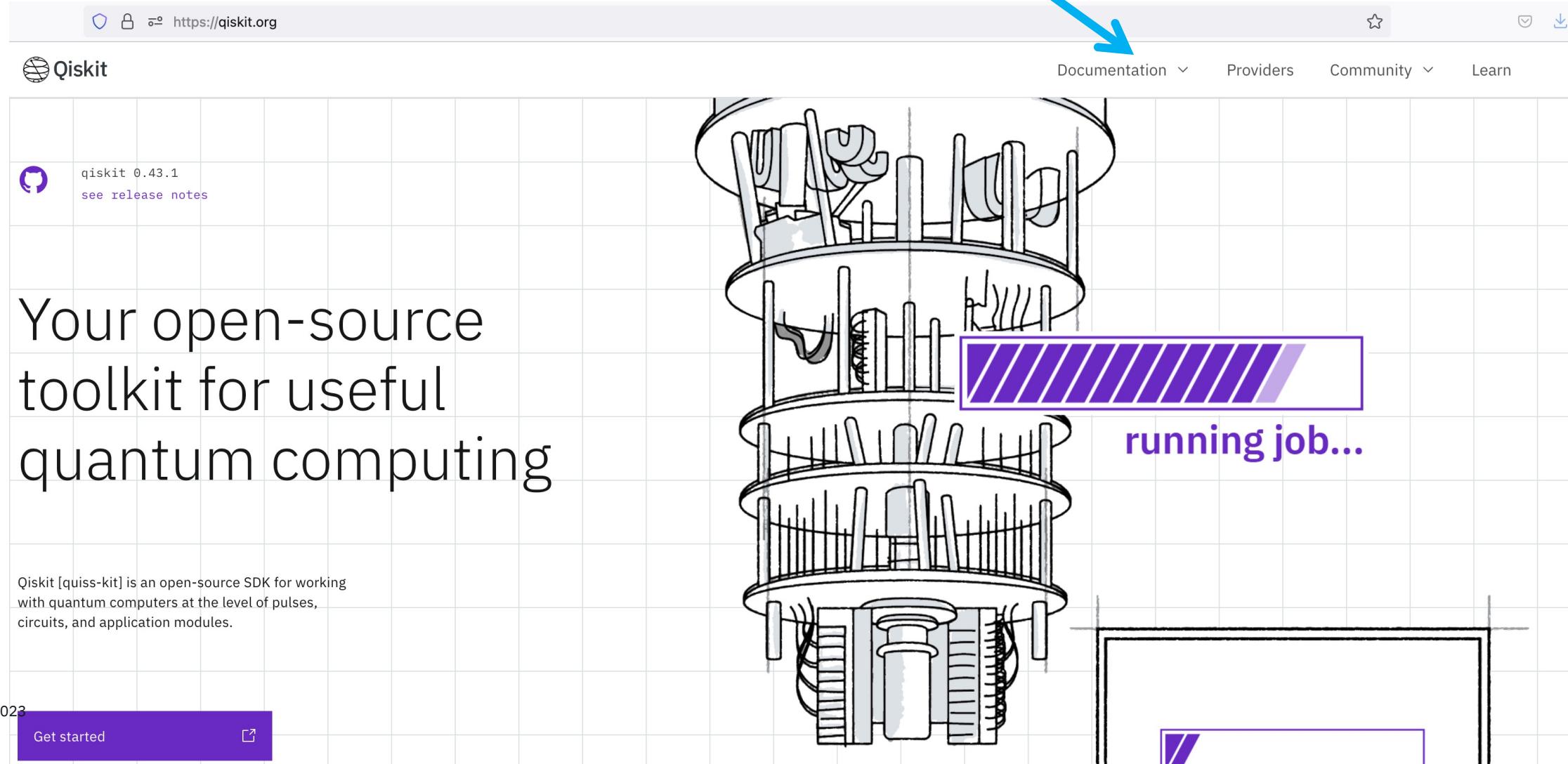
<https://qisk.it/join-slack>



<https://twitter.com/Qiskit>

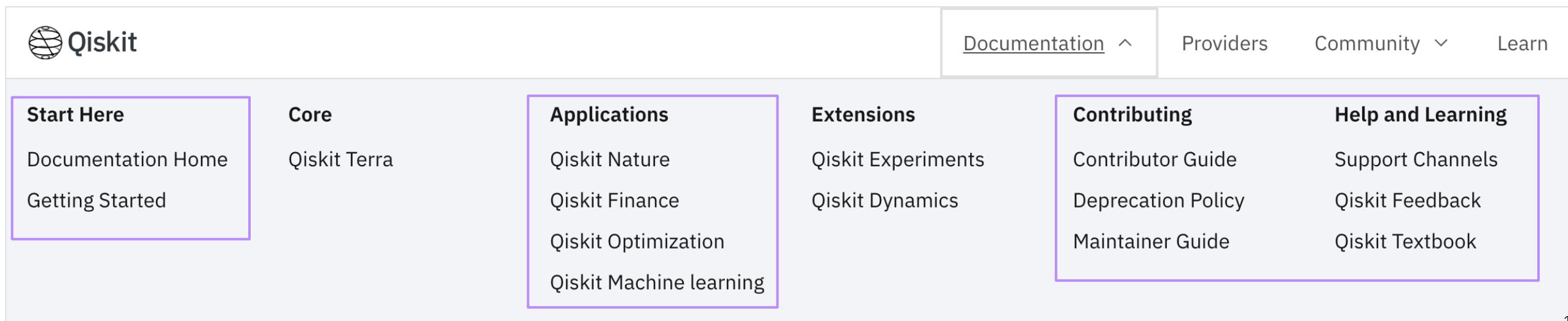
Qiskit ドキュメント

ドキュメント一覧は、Qiskit.org (<https://qiskit.org>) の右上「Documentation」をクリック



Qiskit ドキュメントの和訳一覧

□ 枠で囲まれた章が、（ほぼ）100%和訳リリース済みです。（更新が入ると一文ごとに英語に戻ります。）



The screenshot shows the Qiskit Documentation website. The top navigation bar includes the Qiskit logo, a search icon, and links for Documentation, Providers, Community, and Learn. Below the navigation bar, the main content area is organized into several sections:

- Start Here** (boxed): Documentation Home, Getting Started
- Core**: Qiskit Terra
- Applications** (boxed): Qiskit Nature, Qiskit Finance, Qiskit Optimization, Qiskit Machine learning
- Extensions**: Qiskit Experiments, Qiskit Dynamics
- Contributing**: Contributor Guide, Deprecation Policy, Maintainer Guide
- Help and Learning**: Support Channels, Qiskit Feedback, Qiskit Textbook

そのほか、Providersの下のIBM Qiskit Runtimeのドキュメントも和訳済みです。
https://qiskit.org/ecosystem/ibm-runtime/locale/ja_JP/getting_started.html

Qiskit ドキュメントの和訳の出し方

(1) 左上からJapaneseを選択

(2) 日本語版

The image shows the Qiskit documentation website interface. On the left, there is a sidebar with a language dropdown menu. The 'English' option is highlighted with a yellow box and a downward arrow pointing to the 'Japanese' option, which is also highlighted with a yellow box. The main content area displays the Japanese translation of the documentation, with the title 'Qiskit 0.43.0 documentation' and various sections like 'High level applications', 'Core Capabilities', and 'Simulator'. A large yellow arrow points from the 'Japanese' selection in the sidebar down to the corresponding Japanese text in the main content area.

Learn Community ▾

English Bengali French German Korean Portuguese Spanish Tamil Chinese

English

Japanese

Frequently Asked Questions

Contributing

Contributing to Qiskit

Deprecation Policy

Maintainers Guide

Other API References

Qiskit Aer

Qiskit IBM Quantum Provider (deprecated)

Previous Releases

High level applications

Qiskit Nature Qiskit Finance Qiskit Metal

Low level applications

Qiskit Optimization Qiskit Machine Learning

Core Capabilities

Qiskit Terra

Simulator

Qiskit Aer

Search Qiskit Docs

ドキュメントのホーム

- 量子コンピューティングの概要
- はじめに
- Qiskit 入門
- チュートリアル
- API リファレンス
- Release Notes
- ローカル構成
- GitHub
- よくある質問

貢献

- Qiskit に貢献する
- 非推奨に関する方針
- メンテナーガイド

他のAPI リファレンス

- Qiskit Aer
- Qiskit IBM Quantum Provider (非推奨)

Previous Releases

0.36

0.35

Qiskit documentation > Qiskit 0.42.1 documentation

High level applications

Qiskit Nature Qiskit Finance

Low level applications

Qiskit Metal

Qiskit Dynamics Qiskit Experiments

Core Capabilities

Qiskit Terra

Simulator

Hardware providers

IBM AQT IonQ ...

Qiskit 0.43.0 documentation

Qiskit 0.42.1 documentation

Qiskitは、量子コンピューターを回路、パルス、アルゴリズムのレベルで扱うためのオープンソースソフトウェアです。さらに、このコアモジュールの上には、いくつかのドメイン固有のアプリケーションAPIが存在します。

Qiskitの中心的な目標は、スキルレベルや興味のある分野に関わらず、誰もが簡単に量子コンピューターを使用できるソフトウェアスタックを構築することです；Qiskitを使用すると、実験やアプリケーションを簡単に設計し、実際の量子コンピューターや古典シミュレーター上で実行することができます。Qiskitは、すでに世界中で、初心者、愛好家、教育者、研究者、商業企業などに利用されています。

旧版Qiskitテキストブックは新版にマージされました



Qiskitを使った量子計算の学習

量子とは？

0. 前提条件

1. 量子状態と量子ビット

1.1 はじめに

1.2 計算の原子

1.3 量子ビット状態を表現する

1.4 単一量子ビットゲート

1.5 量子コンピューターの場合

2. 複数量子ビットともつれ状態

2.1 はじめに

2.2 複数量子ビットともつれ状態

2.3 位相キックパック

2.4さらなる回路の等価性

2.5 普遍性の証明

2.6 量子コンピューター上の古典計算

3. 量子プロトコルと量子アルゴリズム

3.1 量子回路

3.2 ドイチ-ジョサのアルゴリズム

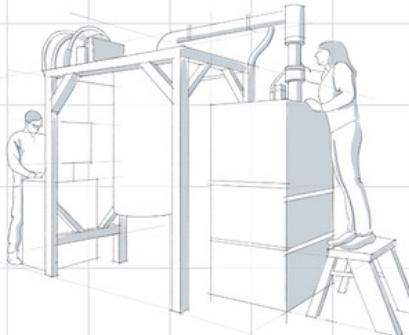
3.3 ベルンシュタイン・ヴァジラニアルゴリズム

3.4 サイモンのアルゴリズム



Qiskit を使った量子計算の学習

Qiskit Communityチームからのご挨拶です！
Qiskitをベースとした大学の量子アルゴリズム/計算コースの補足教材となるよう、このテキストブックを作り始めました：



1. 量子アルゴリズムの基礎となる数学
2. 今日の非フォールトトレラントな量子デバイスの詳細
3. IBMのクラウド型量子システムに量子アルゴリズムを実装するためのQiskitでのコーディング

テキストブックを読む



Learn

Community

Documentation



目次

量子とは？

1. 量子状態と量子ビット
2. 複数量子ビットともつれ状態
3. 量子アルゴリズム
4. 量子アプリケーション
5. エラー訂正
6. 量子ハードウェア
7. 練習問題

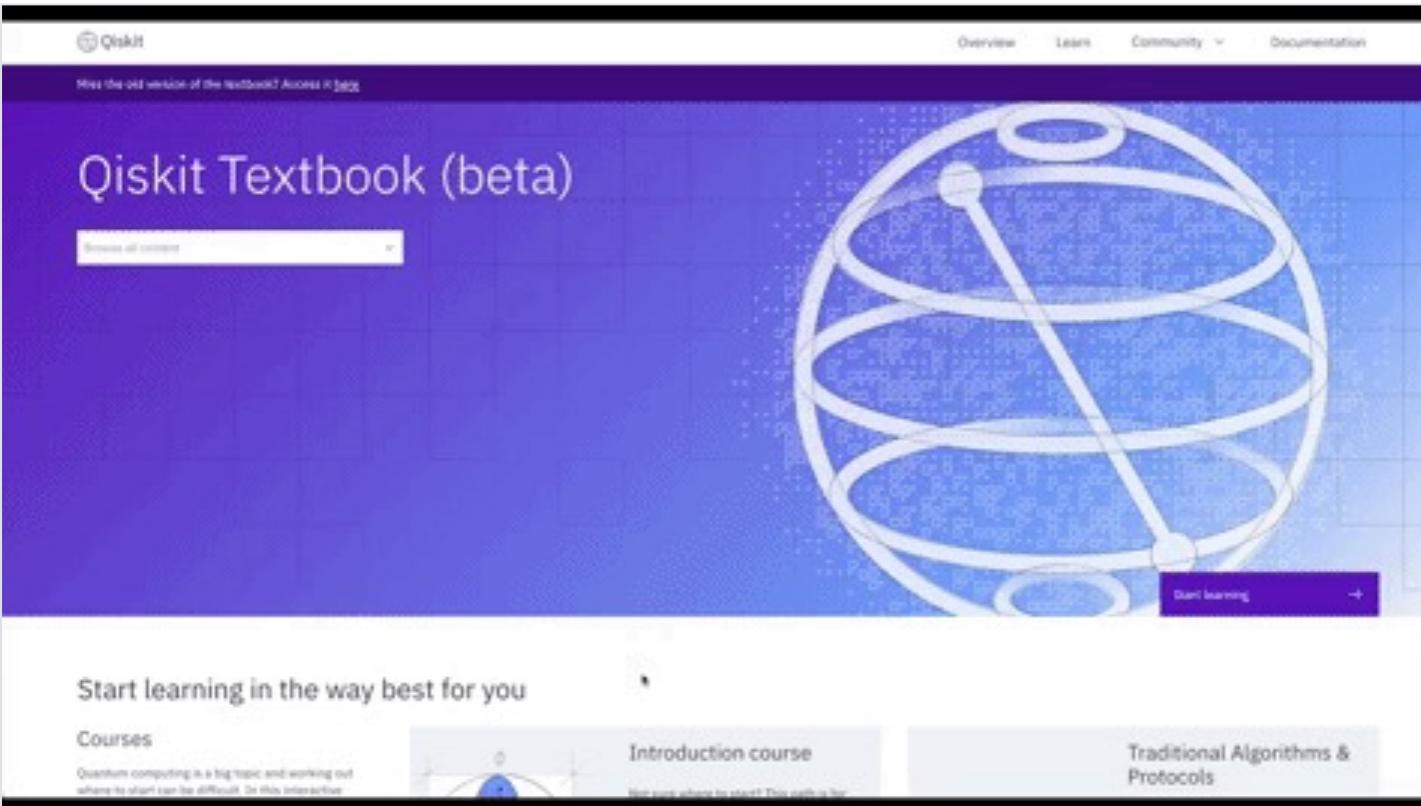
YouTubeで解説を公開



<https://www.youtube.com/@QuantumTokyo>

新版Qiskitテキストブック

よりインタラクティブな機能を備えた新版Qiskitテキストブック(<https://qiskit.org/learn/>)
新しい章が随時追加され、さらに充実した内容となっています。



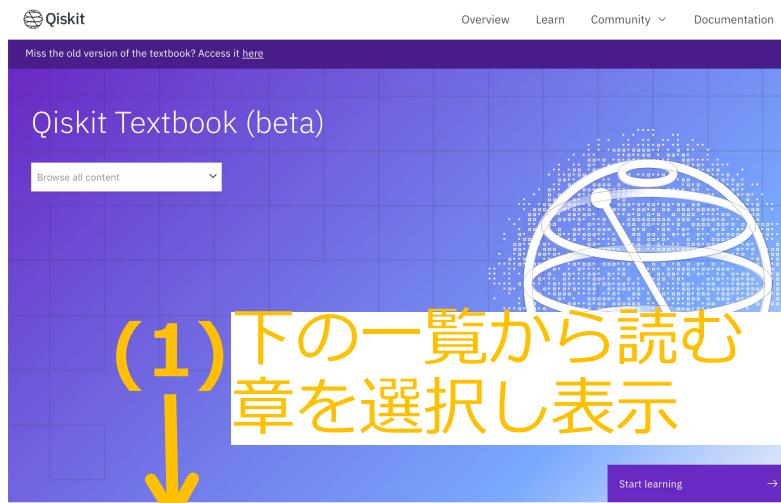
新規追加された章

1. 量子情報と量子計算
2. 変分アルゴリズムデザイン
3. 入門コース
4. 量子機械学習

その他、量子アルゴリズム、量子アプリケーションに新トピック追加

Qiskit テキストブックの和訳の出し方

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

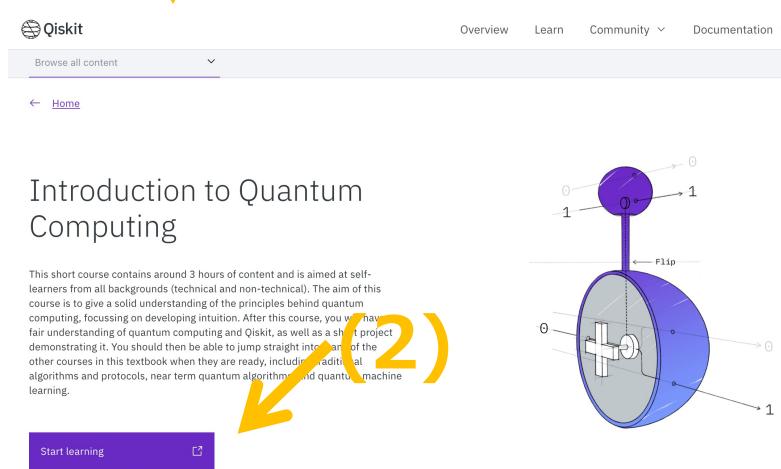


Qiskit Textbook (beta)

Browse all content

(1) 下の一覧から読む章を選択し表示

Start learning →



Introduction to Quantum Computing

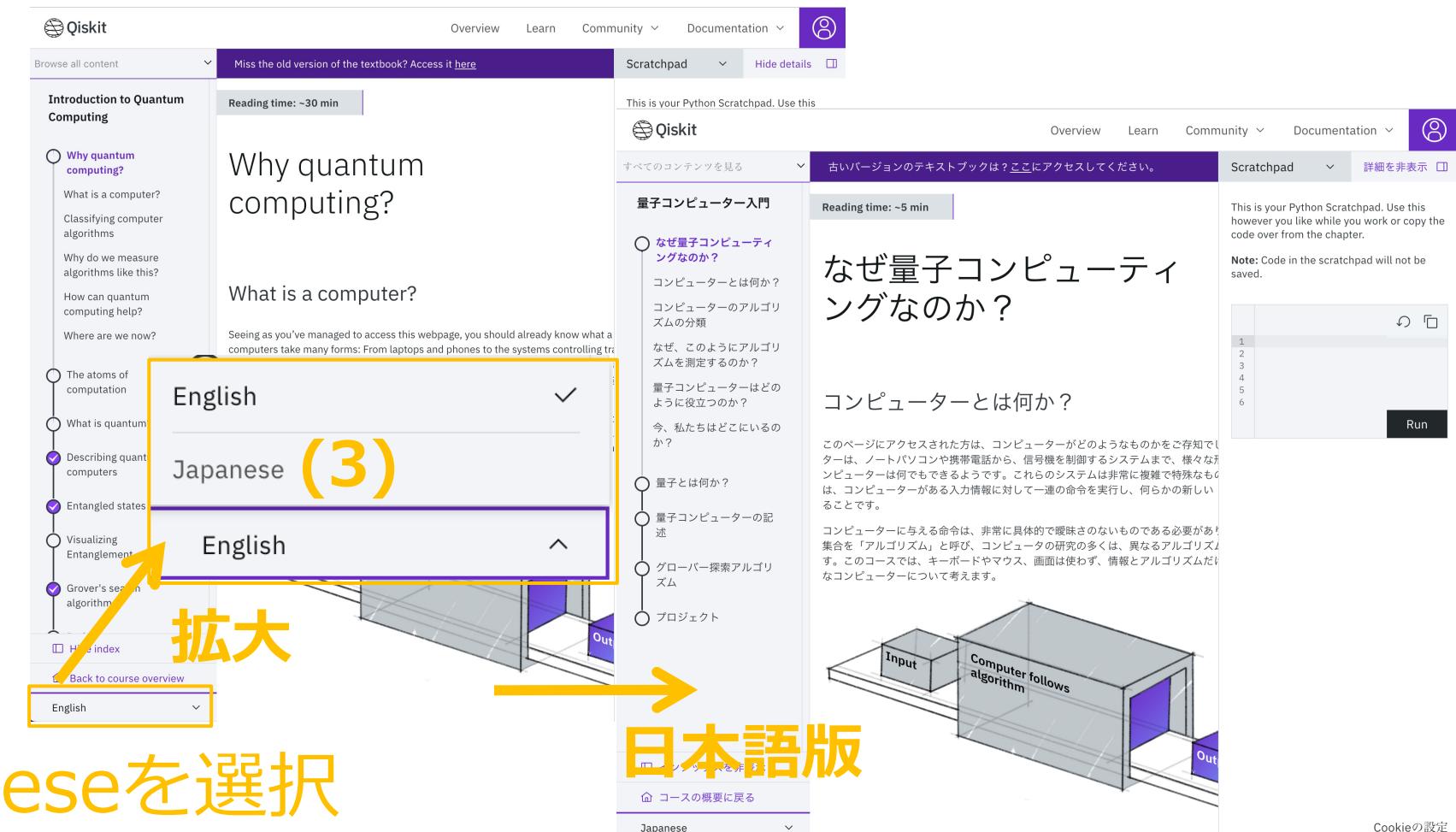
This short course contains around 3 hours of content and is aimed at self-learners from all backgrounds (technical and non-technical). The aim of this course is to give a solid understanding of the principles behind quantum computing, focussing on developing intuition. After this course, you will have a fair understanding of quantum computing and Qiskit, as well as a start project demonstrating it. You should then be able to jump straight into any of the other courses in this textbook when they are ready, including quantum algorithms and protocols, near term quantum algorithms and quantum machine learning.

Start learning

Japanese

(2)

左下からJapaneseを選択



Qiskit

Introduction to Quantum Computing

Why quantum computing?

What is a computer?

Classifying computer algorithms

Why do we measure algorithms like this?

How can quantum computing help?

Where are we now?

The atoms of computation

What is quantum?

Describing quantum computers

Entangled states

Visualizing Entanglement

Grover's search algorithm

Home index

Back to course overview

English

Japanese (3)

English

日本語版

Qiskit

Miss the old version of the textbook? Access it [here](#)

Scratchpad Hide details

This is your Python Scratchpad. Use this

すべてのコンテンツを見る

古いバージョンのテキストブックは？ここにアクセスしてください。

量子コンピューター入門

なぜ量子コンピューティングなのか？

コンピューターとは何か？

コンピューターのアルゴリズムの分類

なぜ、このようにアルゴリズムを測定するのか？

量子コンピューターはどのように役立つか？

今、私たちはどこにいるのか？

量子とは何か？

量子コンピューターの記述

グローバル探索アルゴリズム

プロジェクト

Reading time: ~30 min

Reading time: ~5 min

コンピューターとは何か？

このページにアクセスされた方は、コンピューターがどのようなものかをご存知ですか。ノートパソコンや携帯電話から、信号機を制御するシステムまで、様々なコンピューターは何でもできるようです。これらのシステムは非常に複雑で特殊なものでは、コンピューターがある入力情報に対して一連の命令を実行し、何らかの新しいことがあります。

コンピューターに与える命令は、非常に具体的で曖昧さのないものである必要があります！集合を「アルゴリズム」と呼び、コンピュータの研究の多くは、異なるアルゴリズムです。このコースでは、キーボードやマウス、画面は使わず、情報とアルゴリズムだけのコンピューターについて考えます。

Input Computer algorithm Out

Cookieの設定

Qiskit関連リンク集

- Qiskit.org : <https://qiskit.org/>
ドキュメント類、チュートリアルなどがまとめています。
- Qiskit テキストブック : <https://qiskit.org/learn/>
- Qiskit YouTubeチャネル : <https://www.youtube.com/@qiskit>
- Quantum Tokyo YouTubeチャネル :
<https://www.youtube.com/@QuantumTokyoo>
- Quantum Tokyo Connpassイベントサイト : <https://quantum-tokyo.connpass.com/>

Qiskit Slackには日本語チャネルもあります: #japan



<https://qisk.it/join-slack>



<https://twitter.com/Qiskit>

Qiskit イベント

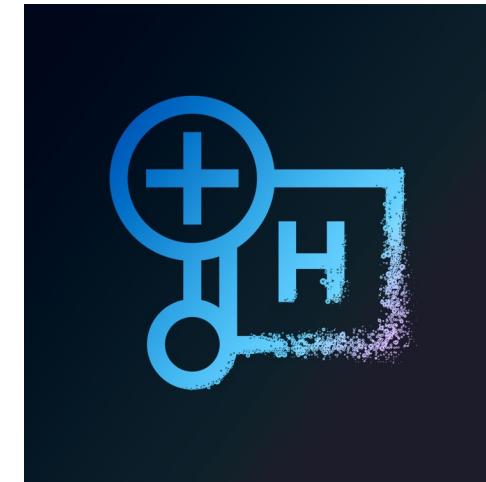
Qiskit Global Summer School

毎年5000人が参加するオンラインの夏の学校

開催期間：7月17日～28日

<https://qiskit.org/events/summer-school-2023/>

最後の登録チャンス：June 28, 9AM EST



Quantum Explorers 2023

自分のペースで学習する長期間のイベント

開催期間：2023年7月～2024年2月

<http://qisk.it/quantum-explorers>

