

# 虎の巻：説明



## はじめに

新たなスキルや知識を身に着けるには、教科書や定評のある入門書で学ぶというのが基本的なスタイルと考えられるが、IBM ナレッジモール研究における当研究チームの活動では、量子人材の育成のため、初学者に必要な知識という観点でシラバスやテキストを整備している。

今回はこれらの取り組みに加え、新たな試みとして、IBMが実施している資格試験(\*1)

IBM Certified Associate Developer – Quantum Computation using Qiskit v0.2X  
(以降Developer試験と略記)について、試験範囲を学び合格を目指すとともに、受験勉強を通じて作成した資料をまとめ、資格の取得をめざす人たちへ提供することとした。本資料は2022年7月11日時点での情報に基づいて作成している。(\*2)

Developer試験の出題範囲を学び、試験の合格をめざすことで、量子計算のオープンソースフレームワークであるQiskitをベースにした量子計算の知識や量子プログラミングの基礎的なスキルを習得でき、合格することで成長を実感することができると思う。

Developer試験についての公式な情報は英語で提供されていることに加え、試験の合格者が提供している受験に関する情報も英語のものが多く、日本語でまとめた情報を提供しているものは少ないと思われる。このような観点から、Developer試験について日本語でまとめた情報を提供することは意義のあることと思われる。

なお、Developer試験の出題内容については受験者には守秘義務があり、過去問のように試験に出た問題を直接提示するようなことはできない。このような制約のもと、さまざまな情報を組み合わせ、試験勉強に役立つ情報としてまとめた。

IBM ナレッジモール研究におけるグループワークで作成した本資料が活用されることで、日本におけるDeveloper試験の受験者および合格者の増加につながり、ひいては量子人材の裾野を広げる一助となることを期待している。

(\*1) [IBM Certified Associate Developer – Quantum Computation using Qiskit v0.2X](https://www.ibm.com/training/certification/C0010300)

<https://www.ibm.com/training/certification/C0010300>

(\*2) 主に2022年3月から2022年7月にかけてDeveloper試験受験のための学習期間を設け、本資料を作成している。



## 試験勉強のしかた

この虎の巻の構成を紹介する前に、Developer試験に関心のある人は、まずは勉強のしかたが気になるだろうと思われるので簡単に紹介する。Developer試験は、出題範囲が公式に示されており、Study Guide(\*2)として示されている。これを手がかりに学習するが以下のとおりである：

- ・Qiskit Textbook(\*3)の第1章、第2章、およびQiskit API Documentation(\*4)などを学習する。
- ・Qiskit関連のコミュニティのメンバーのブログなど受験の参考になるものを学習する。
- ・公式に試験のサンプル問題(\*5)が提供されている。出題形式に慣れることが目的に公開されているが、サンプル問題を学習する。
- ・試験直前の対策として、アチーブメント試験(\*6)を受験し、自身の試験範囲の学習度合いを把握する。この試験は公式に提供されており、「本番模試」の位置づけである。試験結果から学習が不足している項目を補強する。
- ・このほか対策として、Udemyの講座として提供されているPractice ExamやQiskit関連のコミュニティのメンバーが公開している実装例などを使って学習した内容をチェックし、復習を行う。

(\*2) <https://www.ibm.com/training/certification/C0010300> ページ内の「Study Guide PDF」(PDFファイル)

(\*3) <https://qiskit.org/textbook/ja/preface.html>

(\*4) [https://qiskit.org/documentation/locale/ja\\_JP/index.html](https://qiskit.org/documentation/locale/ja_JP/index.html)

(\*5) <https://www.ibm.com/training/certification/C0010300> ページ内の「Sample Test」(PDFファイル)

(\*6) [https://wsr.pearsonvue.com/testtaker/profile/create/SignUp.htm?clientCode=IBMCORPORATION&embedded=y&EXAM\\_SERIES\\_CODE=A1000-112](https://wsr.pearsonvue.com/testtaker/profile/create/SignUp.htm?clientCode=IBMCORPORATION&embedded=y&EXAM_SERIES_CODE=A1000-112)



## 虎の巻の構成

本資料は以下の内容から構成されている。

### 1. キーワード表

Study Guide (\*2)では出題項目が示されている。これらの項目について、キーワード、Qiskit Textbookなどのオンラインの教材、APIドキュメント、Qiskit関連のコミュニティのメンバーのブログなど学習の参考になるURLとの紐づけをした表を作成した。これにより、受験勉強の際に、出題範囲から該当する教材や情報をいちいち探す手間を省くことができる。

- The next topic to consider is simulators. Simulators are used to mimic device. Below are the links to follow through these topics,
  - [https://qiskit.org/documentation/tutorials/simulators/1\\_aer\\_provide](https://qiskit.org/documentation/tutorials/simulators/1_aer_provide)
  - [https://qiskit.org/documentation/apidoc/providers\\_basicaer.html](https://qiskit.org/documentation/apidoc/providers_basicaer.html)
- Returning the histogram data of an experiment
  - Returning the statevector of an experiment
  - Returning the unitary of an experiment
  - Available simulators
  - Accessing a statevector simulator backend

Study Guide (部分)

| #  | 出題範囲 (Section)                                    | 出題範囲 (Subsection)                                  | 前提知識/プログラミング知識/サンプル問題の別 | キーワード  | リفرنス (テキスト等名称)                      | リفرنス (URL等)  | 補足解説 | 学習チェック |
|----|---|--|-------------------------|--|--------------------------------------|---|------|--------|
| 1  | Section 1: Perform Operations on Quantum Circuits | a. Construct multi-qubit quantum registers         | プログラミング知識               | 基底ベクトルの表記の順番   | Qiskit Tutorials                     | <a href="https://qiskit.org/documentation/locales/a_jp/tutorials/circuits/3_summary_of_quantum_operations.html">https://qiskit.org/documentation/locales/a_jp/tutorials/circuits/3_summary_of_quantum_operations.html</a>   |      |        |
| 2  |   |  | プログラミング知識               | Quantum Circuit Construction                                       | Qiskit Terra API Reference           | <a href="https://qiskit.org/documentation/locales/a_jp/apidoc/circuit.html">https://qiskit.org/documentation/locales/a_jp/apidoc/circuit.html</a>   |      |        |
| 3  |   |  | プログラミング知識               | Quantum Circuit  | Qiskit Terra API Reference           | <a href="https://qiskit.org/documentation/locales/a_jp/stubs/qiskit.circuit.QuantumCircuit.html#qiskit.circuit.QuantumCircuit">https://qiskit.org/documentation/locales/a_jp/stubs/qiskit.circuit.QuantumCircuit.html#qiskit.circuit.QuantumCircuit</a>                                 |      |        |
| 4  |   |  | 前提知識                    | 量子ビット  | 基礎レベル3-3 量子もつれ                       |   |      |        |
| 5  |   | b. Measure quantum circuits in classical registers | 前提知識                    | QuantumCircuit   | Qiskit Terra API Reference           | <a href="https://qiskit.org/documentation/locales/a_jp/stubs/qiskit.circuit.QuantumCircuit.html#qiskit.circuit.QuantumCircuit">https://qiskit.org/documentation/locales/a_jp/stubs/qiskit.circuit.QuantumCircuit.html#qiskit.circuit.QuantumCircuit</a>                                 |      |        |
| 6  |   |  | プログラミング知識               | measure  | Qiskit Terra API Reference           | <a href="https://qiskit.org/documentation/locales/a_jp/stubs/qiskit.circuit.QuantumCircuit.measure.html#qiskit.circuit.QuantumCircuit.measure">https://qiskit.org/documentation/locales/a_jp/stubs/qiskit.circuit.QuantumCircuit.measure.html#qiskit.circuit.QuantumCircuit.measure</a> |      |        |
| 7  |   |  | 前提知識                    | Measure  | Qiskit Documentation Circuit Library | <a href="https://qiskit.org/documentation/stubs/qiskit.circuit.library.Measure.html#qiskit.circuit.library.Measure">https://qiskit.org/documentation/stubs/qiskit.circuit.library.Measure.html#qiskit.circuit.library.Measure</a>   |      |        |
| 8  |   |  | プログラミング知識               | measure  | Qiskit Terra API Reference           | <a href="https://qiskit.org/documentation/locales/a_jp/stubs/qiskit.circuit.QuantumCircuit.measure.html#qiskit.circuit.QuantumCircuit.measure">https://qiskit.org/documentation/locales/a_jp/stubs/qiskit.circuit.QuantumCircuit.measure.html#qiskit.circuit.QuantumCircuit.measure</a> |      |        |
| 9  |   | c. Use single-qubit gates                          | 前提知識                    | パウリゲート<br>X, Y, Zゲート<br>アダマールゲート<br>CNOTゲート<br>I, S, Tゲート<br>U3ゲート | Qiskit Textbook                      | <a href="https://qiskit.org/textbook/ch-states/single-qubit-gates.html">https://qiskit.org/textbook/ch-states/single-qubit-gates.html</a>   |      |        |
| 10 |   |  | 前提知識                    | パウリゲート (X, Y, Z)<br>アダマールゲート (H)<br>位相ゲート (S, T, P)                | Qiskit Circuit library               | <a href="https://qiskit.org/documentation/locales/a_jp/apidoc/circuit_library.html">https://qiskit.org/documentation/locales/a_jp/apidoc/circuit_library.html</a>   |      |        |
| 11 |   |  | 前提知識                    |  |                                      |   |      |        |

キーワード表 (部分)



## 2. サンプル問題の解説

試験の出題形式に慣れるために20問の試験問題を例示した「サンプル問題」がIBMから公式に提供されている。これは正答のみ付けられており、解説はない。試験範囲を全体をカバーするものではないため受験準備の学習度合いを把握することはできないが、典型的な問題が示されており、これ自体でも学習に値すると考えられる。このため各問題について解説を作成し、正答に至る考え方を説明する資料を作成した。

## 3. 補足解説

キーワード表に示したキーワードに関連し、受験準備でポイントとなる点を抜き出し、解説を作成した。  
サンプル問題だけでは分かりにくい受験勉強のポイントについて実例を示した。

## 4. 実装解説、早見表

受験準備を進めるには、Pythonでの実装を確認しながら学習することも重要である。このため、jupyter notebookでキーワードに関連して実装したものを作成した。また受験に役立つであろうと思われるQiskitのクラスやメソッドでの代表的な使い方をまとめた早見表(CheatSheet)を作成した。

## 5. 受験メモ

Developer試験は、基礎Devコースの活動では4名が受験し、4名とも90%程度の成績で合格した。試験は自宅またはテストセンターで受験するが、受験のTipsなど、参考になるとと思われる情報を受験メモとしてまとめた。

本資料の著作権は、日本アイ・ビー・エム株式会社（IBM Corporationを含み、以下、IBMといいます。）に帰属します。

ワークショップ、セッション、および資料は、IBMまたはセッション発表者によって準備され、それぞれ独自の見解を反映したものです。それらは情報提供の目的のみで提供されており、いかなる参加者に対しても法律的またはその他の指導や助言を意図したものではなく、またそのような結果を生むものでもありません。本資料に含まれている情報については、完全性と正確性を期するよう努力しましたが、「現状のまま」提供され、明示または暗示にかかわらずいかなる保証も伴わないものとします。本資料またはその他の資料の使用によって、あるいはその他の関連によって、いかなる損害が生じた場合も、IBMまたはセッション発表者は責任を負わないものとします。本資料に含まれている内容は、IBMまたはそのサプライヤーやライセンス交付者からいかなる保証または表明を引きだすことを意図したものでも、IBMソフトウェアの使用を規定する適用ライセンス契約の条項を変更することを意図したものでもなく、またそのような結果を生むものでもありません。

本資料でIBM製品、プログラム、またはサービスに言及していても、IBMが営業活動を行っているすべての国でそれらが使用可能であることを暗示するものではありません。本資料で言及している製品リリース日付や製品機能は、市場機会またはその他の要因に基づいてIBM独自の決定権をもっていつでも変更できるものとし、いかなる方法においても将来の製品または機能が使用可能になると確約することを意図したものではありません。本資料に含まれている内容は、参加者が開始する活動によって特定の販売、売上高の向上、またはその他の結果が生じると述べる、または暗示することを意図したものでも、またそのような結果を生むものでもありません。パフォーマンスは、管理された環境において標準的なIBMベンチマークを使用した測定と予測に基づいています。ユーザーが経験する実際のスループットやパフォーマンスは、ユーザーのジョブ・ストリームにおけるマルチプログラミングの量、入出力構成、ストレージ構成、および処理されるワークロードなどの考慮事項を含む、数多くの要因に応じて変化します。したがって、個々のユーザーがここで述べられているものと同様の結果を得られると確約するものではありません。

記述されているすべてのお客事例は、それらのお客様がどのようにIBM製品を使用したか、またそれらのお客様が達成した結果の実例として示されたものです。実際の環境コストおよびパフォーマンス特性は、お客様ごとに異なる場合があります。

IBM、IBM ロゴは、米国やその他の国におけるInternational Business Machines Corporationの商標または登録商標です。他の製品名およびサービス名等は、それぞれIBMまたは各社の商標である場合があります。現時点でのIBMの商標リストについては、[ibm.com/trademark](http://ibm.com/trademark)をご覧ください。