

Q検定: サンプル問題 基礎・リテラシーレベル

■ Q検定（Quantum検定） - 基礎・リテラシーレベル - 問題集

No.	基礎 レベル	リテラシー レベル	問題	選択肢	正解	解説	リファレンス
1	○	○	量子物理学と①物理学の関係になぞらえ、量子コンピュータに対する従来のコンピュータは①コンピュータと呼ばれる。量子コンピュータは大きく量子②方式と量子③方式の2方式に分かれる。	①の選択肢 ア. 従来 イ. 古典 ウ. 物理 エ. 分子	イ	量子物理学以前の物理学を古典物理学と呼ぶのになぞらえ、従来のコンピュータを古典コンピュータと呼ぶ。	1_量子コンピュータ
2				②の選択肢 ア. 加速 イ. イオン ウ. ドット エ. ゲート	エ	量子ドットは「一辺 10 nm 程度以下の半導体結晶」を指す。	
3				③の選択肢 ア. チューリングマシン イ. アニーリング ウ. ボルツマンマシン エ. イオン	イ	チューリングマシンは1936年にイギリスの数学者アラン・チューリングが考案した、計算を行う自動機械の数学的なモデル。ボルツマンマシンは確率的回帰結合型ニューラルネットワークの一種。	
4	○	－	現在普及しているコンピュータを①型コンピュータと呼ぶ。基本構成は②（演算装置+制御装置）、主記憶装置（メモリ）、入力装置、出力装置となる。これに縛られない新しい構造を持つコンピュータのうち、脳を模した構成の回路のものを③コンピュータと呼ぶ。	①の選択肢 ア. アラン イ. チューリング ウ. ジョン エ. ノイマン	エ	チューリングマシンを考案したアラン・チューリング、ノイマン型コンピュータを考案したジョン・フォン・ノイマンから。	1_量子コンピュータ
5				②の選択肢 ア. GPU イ. TPU ウ. CPU エ. FPGA	ウ	GPUはグラフィックなどの画像処理から、機械学習などの演算にも適用されている。TPUはGoogleが開発した機械学習用集積回路。FPGAはField Programmable Gate Array。	
6				③の選択肢 ア. ニューロモフィック型 イ. ニューラルネットワーク型 ウ. プレイン型 エ. 非ノイマン型	ア	非ノイマン型はノイマン型に縛られないコンピュータを指すが、脳を模したものを限定して指すわけではない。ニューラルネットワークは脳機能に見られるいくつかの特性に類似した数理的モデル。	
7	○	○	量子が持つ①は観測するまで決定されず、複数の状態を同時に取ることができる。量子コンピュータではこの②という性質を利用して、大量のパターンの計算を並列で行うことができる。	①の選択肢 ア. 期待値 イ. 標準偏差 ウ. 作用 エ. 物理量	エ	量子の"速度"や"位置"は観測するまで確率的にゆらいでいる。この速度や位置といった量を物理量と呼ぶ。	3-1_量子重ね合わせ
8				②の選択肢 ア. 量子重ね合わせ イ. 量子トンネル ウ. 量子デコヒーレンス エ. 量子エンタングルメント	ア	量子が複数の状態を同時に取れることを量子重ね合わせと呼ぶ。	
9	○	○	離れていても量子の状態(情報)を移せる量子①を用いた量子通信や、測定すると状態が変化する性質を用いて盗聴を不可能にする②などに量子もつれの性質が利用されている。	①の選択肢 ア. テレポーテーション イ. イオントラップ ウ. 超電導 エ. フォトニクス	ア	ア以外は量子ゲートコンピュータのハードウェア方式	3-2_量子もつれ
10				②の選択肢 ア. 共通鍵暗号 イ. 量子暗号 ウ. ストリーム暗号 エ. 楕円曲線暗号	イ	イ以外は暗号化の方式やアルゴリズムなど	

■ Q 検定（Quantum検定） - 基礎・リテラシーレベル - 問題集

No.	基礎 レベル	リテラシー レベル	問題	選択肢	正解	解説	リファレンス
11	○	－	量子もつれについてアインシュタインは（①）と呼び、相対性理論と両立しないのではないかという（②）パラドックスが発表された。この量子もつれを証明するのに（③）が使用され、1972年以降の実験において量子もつれが証明されている。	①の選択肢 ア. 神は絶対にサイコロを振らない イ. ラプラスの悪魔 ウ. マクスウェルの悪魔 エ. 不気味な遠隔作用	エ	アはアインシュタインの名言。イは主に近世・近代の物理学分野で、因果律に基づいて未来の決定性を論じる時に仮想された超越的存在の概念。ウは物理学者ジェームズ・クラーク・マクスウェルが提唱した思考実験、ないしその実験で想定される架空の働く存在。	3-2_量子もつれ
12				②の選択肢 ア. AKB イ. EPR ウ. ERP エ. GBS	イ	アルベルト・アインシュタイン、ボリス・ポドルスキー、ネイサン・ローゼンらの頭文字からEPR。	
13				③の選択肢 ア. ヘルマン・ファインマンの定理 イ. ヘルの不等式 ウ. コーシー・シュワルツの不等式 エ. ブロッホの定理	イ	1982年のアラン・アスベの実験において、批判は残るもののCHSH不等式(ヘルの不等式の一種)が破られ、量子もつれが証明された。	
14	○	○	量子は、（①）と（②）の性質をあわせ持った、とても小さな物質やエネルギーの単位のことである。この両方の性質を併せ持つことにより、量子はニュートン力学や電磁気学といった古典的な物理法則が通用せず、（③）の法則に従う。	①の選択肢 ア. 固体 イ. 液体 ウ. 粒子 エ. 気体	ウ	量子の性質である二重性を問うており、ここで該当するのは粒子。	3-3_量子力学：波と粒子の二重性
15				②の選択肢 ア. 水 イ. 電子 ウ. 弦 エ. 波	エ	量子の性質である二重性を問うており、ここで該当するのは波。	
16				③の選択肢 ア. 流体力学 イ. 量子力学 ウ. 熱力学 エ. 古典力学	イ	量子の振る舞いは、ニュートン力学や電磁気学といった古典力学では説明出来ず、量子力学の法則に従う。	
17	○	－	量子による二重スリット実験では、発射した時は1個の粒子だったのに、2つのスリットを通り抜けて（①）が起こり、最後はまた1個の（②）として点を記録している。	①の選択肢 ア. 重ね合わせ イ. 同期 ウ. 発散 エ. 干渉	エ	量子による二重スリット実験では、粒子を1個ずつ飛ばしても干渉が起こる。	3-3_量子力学：波と粒子の二重性（詳説）
18				②の選択肢 ア. 波 イ. 粒子 ウ. 固体 エ. パルス	イ	量子による二重スリット実験では、途中、波の性質により干渉を起こしても、スクリーンに当たると粒子として1個の点を記録する。	
19	○	○	トンネル効果とは、（①）の世界で、粒子が自分の持つ運動エネルギーよりも高い（②）障壁をある確率を持ってすり抜けること。障壁が（③）時に透過する。	①の選択肢 ア. 無重力 イ. 古典物理学 ウ. 量子 エ. 高圧	ウ	解説なし	3-4_トンネル効果
20				②の選択肢 ア. ポテンシャル イ. クーロン ウ. ショットキー エ. エントリー	ア	イのクーロン障壁は2つの原子核が原子核反応を起こすために十分近づくために超える必要がある、静電相互作用によるエネルギー障壁のこと。ウのショットキー障壁は金属と半導体との接触面に生じる、整流作用をもつ界面。エはBarriers to entry(参入障壁)から。	
21				③の選択肢 ア. 高い イ. 薄い ウ. 広い エ. 穴が空いている	イ	障壁を高く・広くすると透過確率は下がる。	
22	○	－	次の選択肢のうち、トンネル効果を主に 利用していないもの を選択してください。	ア. トンネルダイオード イ. 走査型顕微鏡 ウ. 量子テレポーテーション エ. フラッシュメモリ	ウ	量子テレポーテーションは主に量子もつれを利用した仕組みである。	3-4_トンネル効果

■ Q検定（Quantum検定） - 基礎・リテラシーレベル - 問題集

No.	基礎 レベル	リテラシー レベル	問題	選択肢	正解	解説	リファレンス
23	○	○	ハミルトニアンとは、粒子や場のシステムの(①)を(②)と(③)で表現したもの。量子力学ではエネルギー演算子をいう。ハミルトン演算子ともいわれる。	①の選択肢 ア. 関係 イ. エネルギー ウ. 熱量 エ. 位置	イ	ハミルトニアンは、粒子や場のシステムのエネルギーを表現している。	3-5_量子力学：ハミルトニアン
24				②の選択肢 ア. 座標 イ. 質量 ウ. 方向 エ. 時間	ア	ハミルトニアンではエネルギーを表現するために二つのものを用いており、その一つは座標である。	
25				③の選択肢 ア. 時間 イ. 速度 ウ. 作業量 エ. 運動量	エ	ハミルトニアンではエネルギーを表現するために二つのものを用いており、その一つは運動量である。	
26	○	○	量子コンピュータ（量子ゲート方式）では、(①)の中核となる(②)だけが(③)の仕組みで動いており、それ以外の装置は量子コンピュータに指示を与える働きをしている。	①の選択肢 ア. 入力装置 イ. 演算装置 ウ. 出力装置 エ. 記憶装置	イ	量子コンピュータの演算装置には、量子力学の法則に従う量子ゲートチップが実装されており、従来型（古典）コンピュータの演算装置とは仕組みが異なっている。	4-1_量子コンピュータの仕組み：古典との違い
27				②の選択肢 ア. 冷却装置 イ. パルス制御装置 ウ. 量子ゲートチップ エ. 制御装置	ウ	量子コンピュータの演算装置の中核となるのは、量子ゲートチップである。	
28				③の選択肢 ア. ニュートン力学 イ. 電磁気学 ウ. トンネル効果 エ. 量子力学	エ	量子の振る舞いは、量子力学の法則に従う。そのため、量子ゲートチップも、量子力学の法則に従って動く。	
29	○	－	量子コンピュータが従来のコンピュータより速いというのは、(①)を上手く組み合わせて従来のコンピュータよりも圧倒的に少ない(②)で計算出来る(③)が見つかった場合である。	①の選択肢 ア. 制御装置 イ. 量子ビット ウ. 量子ゲート エ. 記憶装置	ウ	量子コンピュータは、量子ゲートを組み合わせることで量子回路を作って処理を行う。	4-1_量子コンピュータの仕組み：古典との違い：（詳説）
30				②の選択肢 ア. 計算量 イ. 電力 ウ. エネルギー エ. メモリー	ア	QPU自体の処理速度は、現状、一般のPCよりも遅い。そのため、量子コンピュータが早いというのは、圧倒的に少ない計算量で問題を処理することによるものである。	
31				③の選択肢 ア. 素子 イ. 量子アルゴリズム ウ. 量子ゲート エ. 量子ビット	イ	量子コンピュータが圧倒的に少ない計算量で問題を処理するためには、それを実現する量子アルゴリズムが必要である。	
32	○	○	量子ゲート方式では、課題を解くアルゴリズムを用意し、(①)を組合せることで(②)を量子回路に作り込む。その(③)に従って、量子ビットに対して色々な変換操作（量子ゲート操作）を行い、結果を測定して計算結果を読み出す。	①の選択肢 ア. アルゴリズム イ. 演算装置 ウ. 量子ビット エ. 量子ゲート	エ	量子回路上の量子ゲートは、量子ビットに対する操作を表す仮想的なものであり、量子ゲートを組み合わせることで量子回路を作る。	4-2_量子コンピュータの仕組み：量子ゲート方式
33				②の選択肢 ア. アルゴリズム イ. 量子ゲート ウ. 物理回路 エ. パルス	ア	量子コンピュータを用いて課題・問題を解くためにはアルゴリズムが必要である。アルゴリズムは、量子ゲートの組み合わせにより量子回路となって量子コンピュータ上で実行される。	
34				③の選択肢 ア. 量子ゲート イ. 量子ビット ウ. 量子回路 エ. パルス波	ウ	量子コンピュータは、アルゴリズムを量子回路という形にし、量子回路に従って量子ビットを操作する。その結果を測定して計算結果を取り出す。	

■ Q検定（Quantum検定） - 基礎・リテラシーレベル - 問題集

No.	基礎 レベル	リテラシー レベル	問題	選択肢	正解	解説	リファレンス
35	○	○	量子アニーリングは、多数の選択肢から最もよい組み合わせを選ぶ（①）を解くための量子（②）である。量子アニーリングでは「量子力学的もつれ」を伴う（③）を用いて比較的容易に最適解に近づく。	①の選択肢 ア. 機械学習 イ. 組み合わせ最適化問題 ウ. 量子化学計算 エ. 暗号	イ	量子アニーリングマシンは、量子アニーリングにより組み合わせ最適化問題を解くことに特化した量子コンピュータである。	4-3_量子コンピュータの仕組み：量子アニーリング方式
36				②の選択肢 ア. ゲート イ. ビット ウ. 回路 エ. アルゴリズム	エ	量子アニーリングは量子アルゴリズムの一つである。	
37				③の選択肢 ア. 量子重ね合わせ イ. トンネル効果 ウ. 量子テレポーション エ. 量子もつれ	イ	量子アニーリングは、トンネル効果により、より高速に最適解が導き出せる。	
38	○	－	量子アニーリングでは（①）の代わりに（②）を変化させる。量子効果が強いほど各状態の間で（③）による状態遷移が起きるが、そこから量子効果を小さくすることで状態が動かなくなる。	①の選択肢 ア. 座標 イ. 位置 ウ. 温度 エ. 質量	ウ	一般的なアニーリング（焼きなまし）は、プラスチックや金属を適当な温度に加熱（または、加熱後、ゆっくり冷却）して、歪みや内部応力の除去、結晶組織の調整を行うものである。	4-3_量子コンピュータの仕組み：量子アニーリング方式（詳説）
39				②の選択肢 ア. 波長 イ. 周期 ウ. 電荷 エ. 量子効果	エ	量子アニーリングでは、温度ではなく、量子効果を変化させる。	
40				③の選択肢 ア. トンネル効果 イ. ハミルトニアン ウ. 重ね合わせ エ. 不確定性原理	ア	量子アニーリングでは、量子効果を変化させることでトンネル効果により状態遷移を起こすものである。	
41	○	－	（①）は、上向きまたは下向きの二つの状態をとるスピン（格子点）から構成される。隣接するスピンは、（②）および外部から与えられた磁場の力によってその状態が更新される。最終的に、（①）のエネルギーが（③）の状態でスピンは収束（安定）する。	①の選択肢 ア. 量子アニーリング イ. イジングモデル ウ. 量子ビット エ. 量子ゲート	イ	一般的に、イジングモデルは、磁性体の性質を表す統計力学上のモデルのことである。近年、イジングモデルの特性を利用したコンピュータ技術が注目されている。	4-3_量子コンピュータの仕組み：量子アニーリング方式（詳説）
42				②の選択肢 ア. 電荷 イ. パルス ウ. 電子ビーム エ. 相互作用	エ	隣接するスピンには、できるだけ同じ方向に向こうとする相互作用が働く。また、外部から与えられた磁場の力が働く場合もある。	
43				③の選択肢 ア. 量子もつれ イ. 高負荷 ウ. 最小 エ. 最大	ウ	イジングモデルのエネルギーが最小の状態となることで、スピンの安定する。	
44	○	○	ある条件を満たす組合せの中から最も良い解を見つける形式の問題のことを（①）問題という。（①）問題を解くことに特化した量子コンピュータを、量子（②）方式という。	①の選択肢 ア. 非線形計画 イ. 数理最適化 ウ. 線形計画 エ. 組合せ最適化	エ	最適化問題のうち、組合せの中から最適なものを探す形式の問題を組合せ最適化問題と呼ぶ。他の選択肢は最適化問題と呼ばれる問題のうち他の形式の問題。	5-1_組合せ最適化
45				②の選択肢 ア. エンタングルメント イ. デコヒーレンス ウ. アニーリング エ. ゲート	ウ	量子アニーリング方式では、組合せ最適化問題を解くことに特化している。量子ゲート方式は汎用的な問題が解ける量子コンピュータで、古典コンピュータの上位互換として期待されている。	

■ Q検定（Quantum検定） - 基礎・リテラシーレベル - 問題集

No.	基礎 レベル	リテラシー レベル	問題	選択肢	正解	解説	リファレンス
46	○	○	次の選択肢のうち、量子化学計算について正しく記述しているものを選択してください。	ア. 量子コンピュータでの化学計算を量子化学計算と呼ぶ。 イ. 万能量子コンピュータの出現まで、古典コンピュータより優位性は出ない。 ウ. 量子化学では分子の波動関数を入力することで、分子構造や電子数を明らかにする。 エ. 量子コンピュータでの量子化学計算には電池や触媒、製薬など組成で勝負が決まる材料探索が期待されている。	エ	ア. 量子化学計算は古典・量子コンピュータで物質の性質や反応をシミュレーションし、化学現象を明らかにする手法を指す イ. NISQデバイスでも、解析内容によっては古典コンピュータより優位性が発揮できることが見込まれている ウ. 入出力が逆となり、波動関数(電子状態)から分子の特性を解析・予測する	5-2_量子化学計算
47	○	－	次の選択肢のうち、量子コンピュータでの量子化学計算に 期待されていないもの を選択してください。	ア. 分子相互作用の特定が必要な系 イ. 励起状態の特定が必要な系 ウ. 複雑な界面を持った系 エ. 電子同士が弱い相関を持った系	エ	電子同士が強い相関を持った系（磁性材料等）に期待されている	5-2_量子化学計算
48	○	○	機械学習のうち、入力と出力がセットになったデータを用いて学習をおこなうものを（①）という。	①の選択肢 ア. 教師あり学習 イ. 教師なし学習 ウ. 深層学習 エ. 強化学習	ア	－	5-3_機械学習
49	○	○	機械学習のうち、出力となるデータを与えずに入力データのみを用いて学習をおこなうものを（①）という。	①の選択肢 ア. 教師あり学習 イ. 教師なし学習 ウ. 深層学習 エ. 強化学習	イ	－	5-3_機械学習
50	○	○	機械学習のうち、ある環境の中で報酬を最大化させるための行動を学習させるものを（①）という。	①の選択肢 ア. 教師あり学習 イ. 教師なし学習 ウ. 深層学習 エ. 強化学習	エ	－	5-3_機械学習
51	○	○	量子暗号の暗号鍵は、（①）により、盗聴による解読が出来ない。量子通信では0と1の（②）状態にすることで大量のデータを同時に伝送することが出来る。また、（③）を利用することで、量子状態を瞬時に遠隔地へ送ることも研究されている。	①の選択肢 ア. 相対性理論 イ. シュレディンガー方程式 ウ. ハイゼンベルグの不確定性原理 エ. 量子もつれ	ウ	量子暗号の暗号鍵が盗聴出来ないのは、ハイゼンベルグの不確定原理によるものである。	5-4_量子コンピュータの適用分野：量子通信
52				②の選択肢 ア. もつれ イ. ビット ウ. 独立 エ. 重ね合わせ	エ	現状の通信では0と1 からなる情報を伝送しているが、量子通信では0と1 の重ね合わせ状態にすることで大量のデータを同時に伝送することが出来る。	
53				③の選択肢 ア. 量子重ね合わせ イ. トンネル効果 ウ. 量子テレポーテーション エ. 不確定性原理	ウ	量子情報を遠隔地へ瞬時に送ることが出来る量子テレポーテーションという現象を利用することが研究されている。	
54	○	－	原子や素粒子などの粒子の（①）と（②）を測定すると、粒子の状態が一定であっても、測定値がばらついてしまう。その両方を同時に正確に知ることは出来ないことをハイゼンベルグの（③）という。	①の選択肢 ア. 大きさ イ. 質量 ウ. 温度 エ. 位置	エ	原子や素粒子などの小さな粒子の位置を測定するためには、長い波長の光では測定出来ず、短い波長の光を当てなければならぬ。	5-4_量子コンピュータの適用分野：量子通信（詳説）
55				②の選択肢 ア. 運動量 イ. ベクトル ウ. 波長 エ. 質量	ア	測定対象の粒子にエネルギーの高い短い波長の光を当てると、粒子の速度（運動量）が変化してしまう。	
56				③の選択肢 ア. 波動方程式 イ. 不確定性原理 ウ. 量子もつれ エ. 相対性理論	イ	粒子の位置と運動量を同時に正確に把握出来ないことをハイゼンベルグの不確定原理という。	

■ Q検定（Quantum検定） - 基礎・リテラシーレベル - 問題集

No.	基礎 レベル	リテラシー レベル	問題	選択肢	正解	解説	リファレンス
57	○	－	<p>（①）状態にある量子の一方を遠隔地に送り、もう一方の量子を送りたい（②）の測定結果を別の手段で送ると、それらを使用して（②）を復元出来る。このような仕組みで（②）を遠隔地に転送することを（③）という。（③）という名前であるものの、粒子が空間の別の場所に瞬間移動するわけではない。</p>	<p>①の選択肢 ア. 量子もつれ イ. トンネル効果 ウ. 量子重ね合わせ エ. 収束</p>	ア	量子もつれ（量子エンタングルメント）は、2 個以上の量子が古典力学では説明できない相関をもつことである。	5-4_量子コンピュータの適用分野：量子通信（詳説）
58				<p>②の選択肢 ア. 位置 イ. 質量 ウ. 電荷 エ. 量子の状態</p>	エ	量子もつれ（量子エンタングルメント）状態となると、一方の量子の状態を変化させると、一瞬でもう一方の量子の状態が変化する。	
59				<p>③の選択肢 ア. トンネル効果 イ. 量子重ね合わせ ウ. 量子テレポーテーション エ. 不確定原理</p>	ウ	量子もつれには、量子が何処に存在するかによらず（例えば銀河の両サイドに離れていても）互いに関連付ける「非局所性」という非常に奇妙な（直観に反する）現象がある。この現象を使い、遠隔地に量子状態を伝えることを量子テレポーテーションという。	
60	○	○	量子コンピュータによる攻撃に耐性のある暗号（耐量子暗号）の候補と考えられている暗号方式に（①）がある。	<p>①の選択肢 ア. 楕円曲線暗号 イ. エルガマル暗号 ウ. 格子暗号 エ. RSA暗号</p>	ウ	格子暗号は古典コンピュータでも量子コンピュータでも攻撃が困難とされており、耐量子暗号の有力な候補となっている。他の選択肢は古典コンピュータでは現実的な時間で解くのは困難だが、量子コンピュータが発展すると突破される可能性がある。	5-5_暗号化
61	○	○	<p>量子力学を基にした量子技術は、基礎学習、基盤技術、技術領域、社会実装レベルに分けられる。基盤技術としては量子コヒーレント制御などの量子状態制御分野、トポロジカル物質などの（①）分野がある。技術領域には量子通信・量子暗号分野、量子コンピュータによる量子情報処理分野の他に、固体量子センサ・光格子時計などの（②）分野がある。</p>	<p>①の選択肢 ア. 量子位相 イ. 量子マテリアル ウ. 量子スピン エ. 量子エネルギー</p>	イ	量子マテリアルでは超低消費電力デバイスや新方式の量子コンピュータの実現につながるトポロジカル物質など量子情報処理の革新のみならず、エネルギー変換やエレクトロニクスの革新など現在の技術レベルでは到達が不可能なレベルの機能の実現が期待される。	5-6_その他量子情報技術
62				<p>②の選択肢 ア. フォトニクス イ. 量子計測・センシング ウ. 量子慣性センサ エ. 光センサ</p>	イ	量子計測・センシングでは、固体量子センサや量子慣性センサ、光格子時計、もつれ光センサなどがこの分野となる。フォトニクス材料は省エネ光源や次世代量子通信の実現を目指すもので、量子マテリアルに属する。	5-6_その他量子情報技術
63	○	－	次の量子情報技術に関する文章の内、間違っているものを選択してください。	<p>ア. 量子計測・センシングは、量子状態のもろさを克服し、従来技術を凌駕する感度・精度を実現する技術である。 イ. 量子技術を生命科学に応用するとともに、量子論により生命現象を解明し、得られた知見を医療技術や環境技術の革新につなげることを目指した研究が開始されつつある。 ウ. 量子暗号により、量子コンピューターを使っても解読されない暗号サービスが実現されるため、セキュリティの危殆化の懸念なく高秘匿情報をインターネット上でやり取りすることのできる社会が実現される。 エ. 量子アニーリングは、実問題の解決に向けた動きが企業を含めて活発化している。</p>	ア	量子計測・センシングは、量子状態のもろさを 逆手にとり 、従来技術を凌駕する感度・精度を実現する技術である	5-6_その他量子情報技術

■ Q検定（Quantum検定） - 基礎・リテラシーレベル - 問題集

No.	基礎 レベル	リテラシー レベル	問題	選択肢	正解	解説	リファレンス
64	○	○	次の量子コンピュータ(ゲート方式)に関する文章の内、正しいものを選択してください。	ア. IBMはSycamoreという54量子ビットのプロセッサを開発し、量子超越性を実証した。 イ. NISQでは量子超越性は実証できない。 ウ. NISQとはノイズを含む小規模(～数百量子ビット)の量子コンピュータを指す。 エ. IBM Q System One(53量子ビット)は2016年に商用化された。	ウ	ア. IBMでなくGoogle イ. SycamoreもNISQである エ. IBM Q Experience(5量子ビット)が2016年に登場、IBM Q System One(53量子ビット)は2019年に商用化された。	6-1-1_変遷
65	○	－	次の量子コンピュータ(ゲート方式)に関する文章の内、正しいものを選択してください。	ア. 量子超越性が確認できたので、量子コンピュータは古典コンピュータより実用的な問題を高速に解くことができる。 イ. 量子コンピュータにも古典コンピュータと同じ原理でエラーが発生する。 ウ. 古典コンピュータのものとは異なるまったく新しい訂正技術が量子コンピュータには必要とされている。 エ. VQEはNISQでも実用的に問題を解くことが期待されている量子アルゴリズムで、新しい誤り訂正技術を実装している点に特徴がある。	ウ	ア. 量子回路については量子コンピュータが高速となるが、古典的なコンピュータに適したアルゴリズムで高速に実用的な問題を解くことができる イ. 量子コンピュータは入出力がアナログで、回路の中のノイズが伝搬する エ. 量子計算部分を短くしてエラーの発生を抑え、古典コンピュータで最適化を繰り返しながら計算を行う工夫をしている	6-1-1_変遷
66	○	○	現状、量子ビットは、集積化による規模拡大が期待できる（①）方式が主流となっているが、（②）が長い（③）方式にも注目が集まっている。	①の選択肢 ア. 超電導 イ. シリコン ウ. トポロジカル エ. 光量子	ア	現状、量子ビットについては、超電導方式が研究・開発の主流となっている。	6-1-2_量子コンピュータの現状：種類
67				②の選択肢 ア. デコヒーレンス時間 イ. 超電導 ウ. 極低温 エ. コヒーレンス時間	エ	量子重ね合わせ状態が持続する時間の長さをコヒーレンス時間と呼び、これを伸ばすことは量子コンピュータ実現のために非常に重要な課題である。	
68				③の選択肢 ア. 超電導 イ. イオントラップ ウ. シリコン エ. トポロジカル	イ	近年、イオントラップ方式の研究・開発が進んでおり、コヒーレンス時間が長いことから注目を集めている。	
69	○	－	超電導型量子ビットは、（①）で回路に電流を流し、電荷で（②）を表す。（③）が必要となるが、採用企業が多く、研究開発が進んでいる。	①の選択肢 ア. 高温 イ. 超電導状態 ウ. 真空状態 エ. 高電圧	イ	超電導型は、その名前の通り、超電導状態で回路に電流を流すことで、量子状態を作り出す。	6-1-2_量子コンピュータの現状：種類（詳説）
70				②の選択肢 ア. 重ね合わせ状態 イ. 0と1 ウ. 量子状態 エ. 電圧	ウ	超電導型は、回路に電流を流し、電荷で量子状態を表す。イオントラップ型は、レーザーでイオンを捕捉し、励起させて量子状態を表す。	
71				③の選択肢 ア. 超高温 イ. 高圧状態 ウ. 真空状態 エ. 極低温	エ	超電導型の量子コンピュータでは素子を絶対零度近くまで冷却する必要があり、希釈冷凍機を用いて数～数十mK（ミリケルビン）の極低温に冷却する。	

■ Q 検定 (Quantum検定) - 基礎・リテラシーレベル - 問題集

No.	基礎 レベル	リテラシー レベル	問題	選択肢	正解	解説	リファレンス
72	○	○	超電導方式を採用し先行しているのは (①) やGoogleである。イオントラップ方式を採用しているのは (②) である。また、商用の量子アニーリングマシンをクラウドにて提供しているのは (③) である。	①の選択肢 ア. Intel イ. Microsoft ウ. IBM エ. Amazon	ウ	超電導方式では、量子超越を達成したとの発表を行ったGoogle、世界初の商用量子ゲートコンピュータの発表や多くの企業・大学とコンソーシアムを作っているIBMが先行している。	6-1-3_量子コンピュータの現状：ベンダー
73				②の選択肢 ア. Intel イ. Microsoft ウ. Honeywell エ. Google	ウ	イオントラップ方式では、Honeywellが10量子ビットで量子ボリューム512を達成したと発表し、注目を集めている。	
74				③の選択肢 ア. Google イ. IBM ウ. Amazon エ. D-Wave	エ	D-Waveは、2011年に世界初の量子アニーリングマシンを商用化しており、2020年には5000ビット以上の量子アニーリングマシンを発表している。	
75	○	○	次の量子ゲートシミュレータについての記述のうち、正しいものを選択してください。	ア. 量子による処理の高速化は存在しない。 イ. 従来のコンピュータでは動かず、特殊なスペックを必要とする。 ウ. エラーは発生する。 エ. 量子状態を直接確認することができない。	ア	イ. 従来のコンピュータで動く ウ. 意図的に追加しない限り、エラーは発生しない エ. 量子状態をブロッホ球などで確認することができる	6-1-4_利用方法
76	○	－	次の大手クラウドベンダー (IBM, Google, AWS, Microsoft) による量子ゲートコンピュータ利用についての記述のうち、 正しいもの を選択してください。	ア. どのベンダーも自社開発の量子実機クラウドサービス提供を中心に進めている。 イ. Googleは2021/7時点で53qubitsまでのマシンを一般ユーザーに提供している。 ウ. どのベンダーもオープンソースフレームワークやSDKなどを提供している。 エ. IBMはCirqという量子コンピューター向けのオープンソースフレームワークを提供している。	ウ	ア. 特にAWSやMicrosoftは他ベンダーとエコシステムを組んで提供 イ. Googleは自社および限定されたユーザー向けに量子コンピュータを提供しており、一般向けには公開していない エ. IBMはQiskit, GoogleがCirqを提供している	6-1-4利用方法
77	○	○	1量子ビットは2次元の複素ベクトル空間上の(状態)ベクトルで表現。2次元の複素ベクトル空間には2つの基底ベクトル(①)が存在する。	①の選択肢 ア. $ 0\rangle < 0 $, $ 1\rangle < 1 $ イ. $ 0\rangle$, $ 1\rangle$ ウ. $< 0 $, $ 1\rangle$	イ	2次元の複素ベクトル空間には2つの基底ベクトル $ 0\rangle$, $ 1\rangle$ が存在すると定義されている。	6-1-1古典ビットと量子ビット
78	○	○	Bloch球は1量子ビットの状態ベクトル $ \psi\rangle = \cos(\theta/2) 0\rangle + e^{i\phi} \sin(\theta/2) 1\rangle$ を(①)で表現したもので、3次元単位球面において、(②)軸の正の方に $ 0\rangle$ 、負の方に $ 1\rangle$ を置き、(③)軸から θ 回転され、(④)軸から反時計回りに ϕ 回転した点として可視化できる。	①の選択肢 ア. デカルト座標表示 イ. 円筒座標表示 ウ. 極座標表示	ウ	Bloch球は量子ビットの状態ベクトルは極座標表示として表現されている。	6-1-2量子ビットの見える化
79				②の選択肢 ア. x イ. y ウ. z	ウ	Bloch球ではz軸の正の方に $ 0\rangle$ 、負の方に $ 1\rangle$ が定義されている。	
80				③の選択肢 ア. x イ. y ウ. z	ウ	状態ベクトル $ \psi\rangle = \cos(\theta/2) 0\rangle + e^{i\phi} \sin(\theta/2) 1\rangle$ での θ は、Bloch球上で $ \psi\rangle$ とz軸とのなす角と定義される。	
81				④の選択肢 ア. x イ. y ウ. z	ア	状態ベクトル $ \psi\rangle = \cos(\theta/2) 0\rangle + e^{i\phi} \sin(\theta/2) 1\rangle$ での ϕ は、Bloch球上で $ \psi\rangle$ のxy平面への射影(垂線)とx軸とのなす角と定義される。	

■ Q 検定 (Quantum検定) - 基礎・リテラシーレベル - 問題集

No.	基礎 レベル	リテラシー レベル	問題	選択肢	正解	解説	リファレンス
82	○	○	単一量子ビットをBloch球上の状態ベクトルで考えたときに、Xゲートの作用はX軸周りに(①)だけ回転させ、Zゲートの作用はZ軸周りに(①)だけ回転させる。 H(アダマール)ゲートの作用は、(②)を(③)へ変化させ、 $ 0\rangle$ と $ 1\rangle$ の重ね合わせ状態にする。	①の選択肢 ア. 45° イ. 90° ウ. 180°	ウ	Xゲート、Zゲートの作用はそれぞれX軸周りに 180° 、Z軸まわりに 180° 回転させる作用がある。	6-2-1単一量子ビットゲート
83				②の選択肢 ア. $ 0\rangle, 1\rangle$ イ. $ +\rangle, -\rangle$ ウ. $0, -1$	ア	Hゲートの作用は、 $ 0\rangle \rightarrow +\rangle, 1\rangle \rightarrow -\rangle$ へ変化される作用がある。これによって、量子ビットを重ね合わせ状態として量子演算を可能とする。	
84				③の選択肢 ア. $ 0\rangle, 1\rangle$ イ. $ +\rangle, -\rangle$ ウ. $0, -1$	イ	同上	
85	○	○	代表的な複数量子ビットゲートの一つで、条件付きゲートであり、1つ目の量子ビット（コントロール）が $ 1\rangle$ の場合に2つ目の量子ビット（ターゲット）にXゲートを適用するものは何か。	ア. ANOTゲート イ. BNOTゲート ウ. CNOTゲート	ウ	CNOTゲートは条件付きゲートであり、1つ目の量子ビット（コントロール）が $ 1\rangle$ の場合に2つ目の量子ビット（ターゲット）にXゲートを適用する。	6-2-2複数量子ビットゲート
86	○	○	複数量子ビットの重ね合わせ状態で、一般にテンソル積の状態（積状態）で表現できない状態を「もつれ（状態）」またはエンタングルと呼ぶが、よく知られているもつれ状態として正しい組み合わせはどれか。	ア. Bell状態、GZZ状態 イ. Bell状態、GHZ状態 ウ. Bell-Shor状態、GHZ状態	イ	よく知られているもつれ状態として、Bell状態、GHZ状態の他、W状態、Teleconing状態、Cluster状態などさまざまなもつれ状態が確認されている。	6-2-3もつれ
87	○	－	位相キックバックは制御ユニタリゲートの(①)をコントロール量子ビットの位相(係数)に反映させる操作です。位相キックバックは、アダマールテストやShorのアルゴリズムなど様々な量子アルゴリズムに応用されている。	①の選択肢 ア. 固有値 イ. 固有解 ウ. 任意値	ア	位相キックバックは制御ユニタリゲートの固有値をコントロール量子ビットの位相(係数)に反映させる操作。	6-2-4位相キックバック
88	○	○	Qiskitのシミュレータのうち下記の説明に該当するものを選択してください。 理論上の量子回路の出力状態ベクトルを計算する (①) / 理論上の量子回路の同等なユニタリ変換行列を計算する (②) / 実機を模倣し、ノイズを伴う状態のカウンタ数を出力する (③)	①の選択肢 ア. qasm simulator イ. statevector simulator ウ. unitary simulator	イ	－	6-3-1量子ゲート方式のプログラミングと実行方法
89				②の選択肢 ア. qasm simulator イ. statevector simulator ウ. unitary simulator	ウ	－	
90				③の選択肢 ア. qasm simulator イ. statevector simulator ウ. unitary simulator	ア	－	

■ Q検定（Quantum検定） - 基礎・リテラシーレベル - 問題集

No.	基礎 レベル	リテラシー レベル	問題	選択肢	正解	解説	リファレンス
91	○	○	1990年代に、素因数分解について指数関数的な速さで答えを見つけ出す量子アルゴリズムをベル研の研究者であった（①）が発見した。また、近年、量子コンピュータの性能が向上し、量子情報を処理する量子ビット数が飛躍的に増えつつあり、（②）暗号は、実用的な時間で解読される脅威が高まりつつある。こうしたなか、米国の（③）では耐量子計算機暗号の標準化を主導し、2022年に最初の標準を発表している。	①の選択肢 ア. ショア イ. ヴァジラニ ウ. ヤオ	ア	イ.量子アルゴリズムに関する世界的な研究者。ベルンシュタイン＝ヴァジラニのアルゴリズムの考案者として有名。 ウ.量子チューリングマシンに関する世界的な研究者。	6-4-2量子アルゴリズムの概要
92				②の選択肢 ア. シーザー イ. RSA ウ. スタキュレー	イ	ア.アルファベットを3文字ずらして換字する暗号。例えば、IBM→HAL。 ウ.古代スキタイ人が使ったとされる暗号。丸い棒に紙をらせん状に巻き付けて文字を記し、棒から外し暗号文とした。紙を当該の棒に巻き付けることで複号する。	
93				③の選択肢 ア. LANL（ロスアラモス国立研究所） イ. JPL(ジェット推進研究所) ウ. NIST（国立標準技術研究所）	ウ	ア.エネルギー省の研究機関。核エネルギーをはじめ、様々な先端的な科学研究を行う国立の研究機関。 イ.航空宇宙局の研究機関。深宇宙探査などの研究を行っている。	

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をご覧ください。