

# 脱初心者！量子加算器スコアリングチャレンジ

A blue circular logo with the white text "Qt" inside.

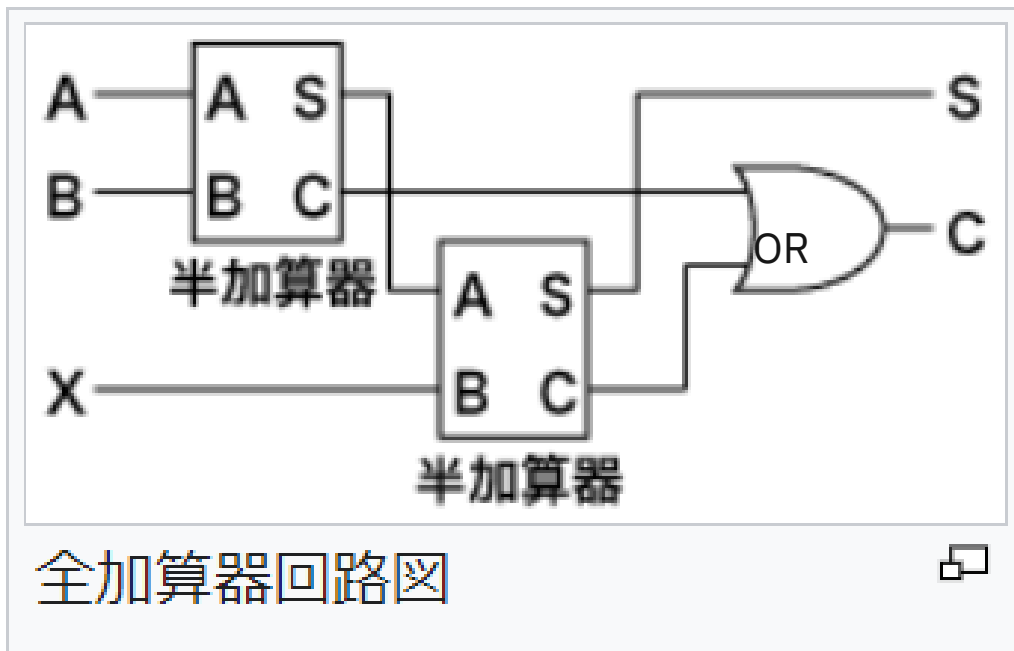
---

Ayumu Shiraishi

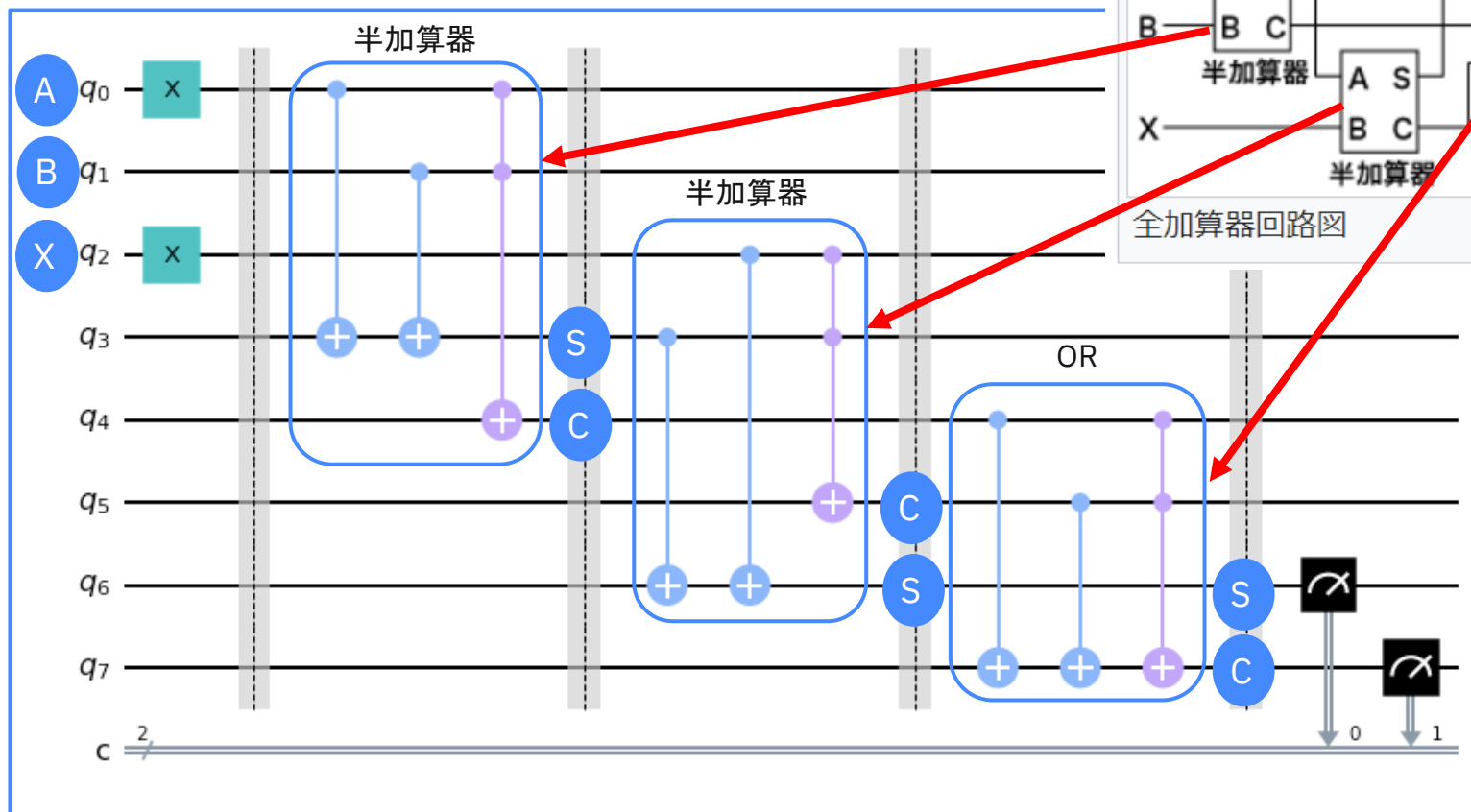
Qiskit Advocate

# 方針が立たない方向けのヒント：

古典的に全加算器は2つの半加算器とORゲートを以下のように組み合わせることで作ることができます。



# 模範解答① コスト269



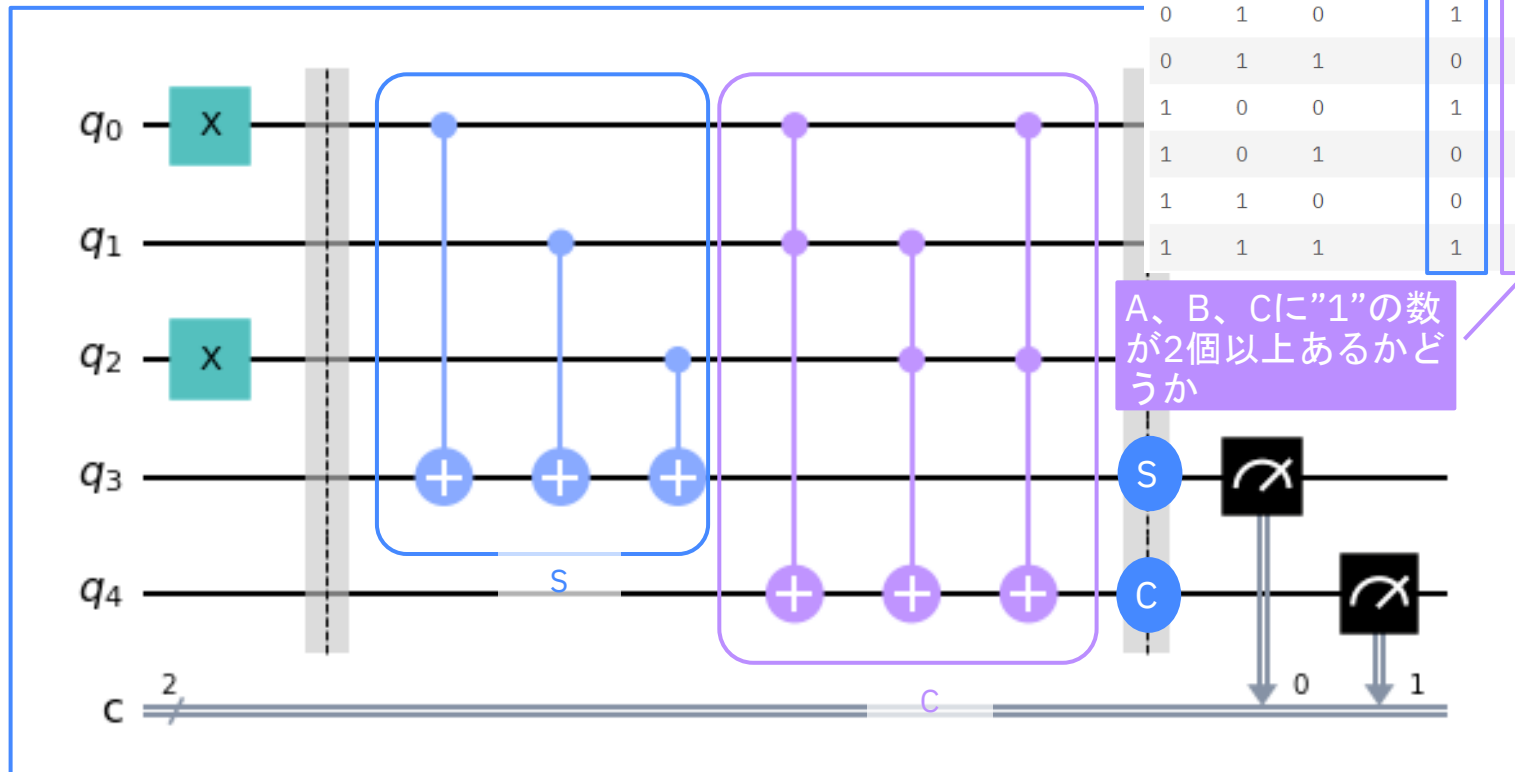
# 模範解答② コスト239

A、B、Cの"1"の数の偶奇 (= 2 進数和)

入力A 入力B 桁上げ入力X 出力S 桁上げ出力C

0	0	0	0	0
0	0	1	1	0
0	1	0	1	0
0	1	1	0	1
1	0	0	1	0
1	0	1	0	1
1	1	0	0	1
1	1	1	1	1

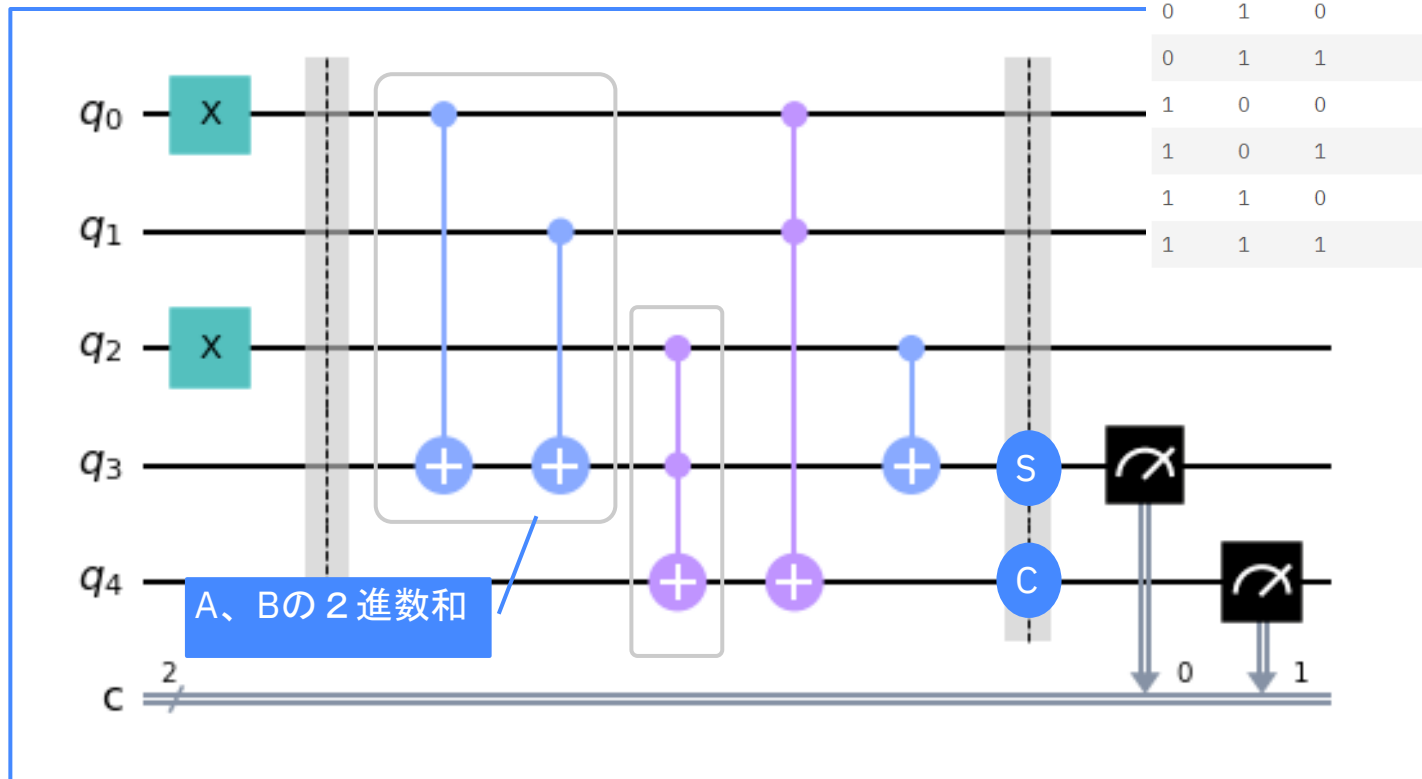
A、B、Cに"1"の数が2個以上あるかどうか



# 模範解答③ コスト170

Quantum Tokyo

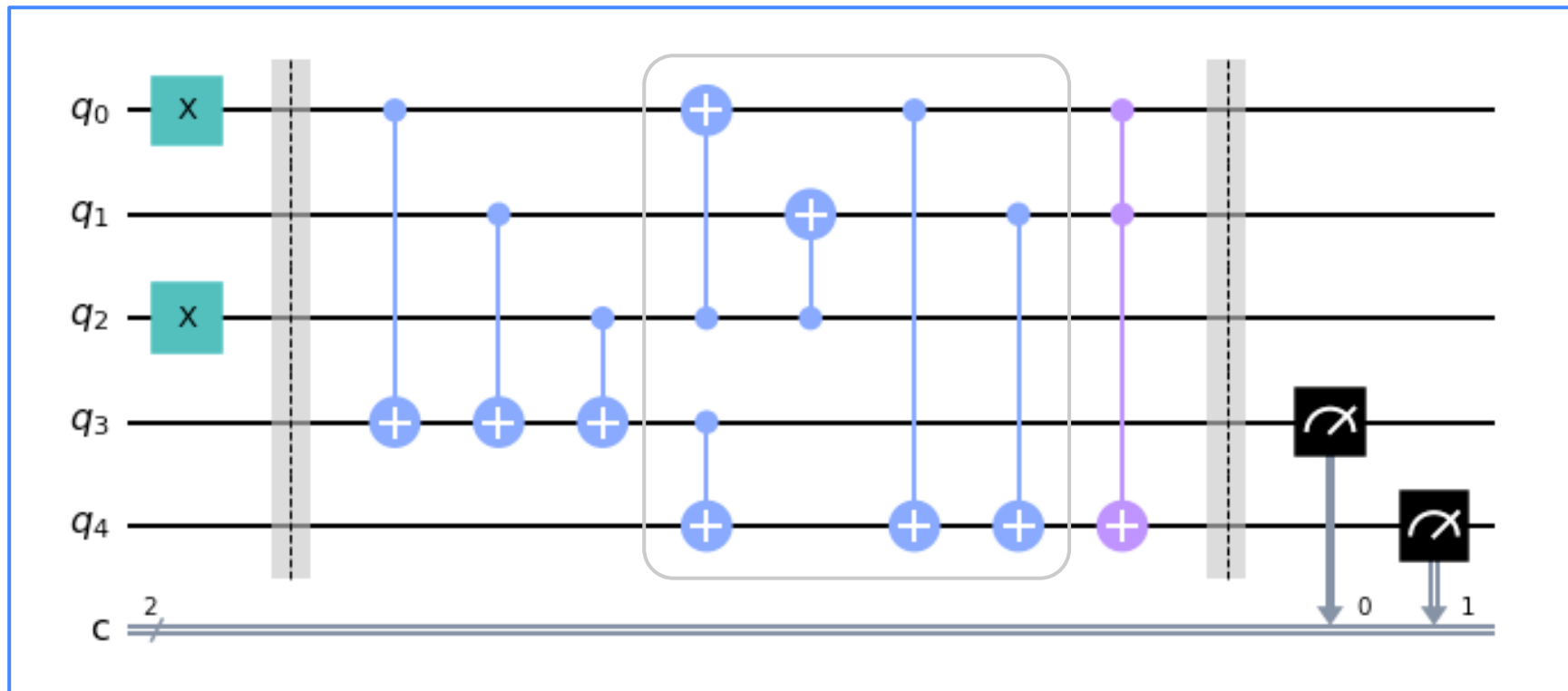
CCXを1つ減らすことによりコスト69の削減



入力A	入力B	桁上げ入力X	出力S	桁上げ出力C
0	0	0	0	0
0	0	1	1	0
0	1	0	1	0
0	1	1	0	1
1	0	0	1	0
1	0	1	0	1
1	1	0	0	1
1	1	1	1	1

# 模範解答④ コスト151

CCXの1つをCXのみで再構成



# 模範解答⑤ コスト121

より簡単な回路で再構成

A new quantum ripple-carry addition circuit

Steven A. Cuccaro<sup>\*</sup> Thomas G. Draper<sup>†</sup> Samuel A. Kutin<sup>‡</sup>  
David Petrie Moulton<sup>§</sup>

February 1, 2008

Abstract

We present a new linear-depth ripple-carry quantum addition circuit. Previous addition circuits required linearly many ancillary qubits; our new adder uses only a single ancillary qubit. Also, our circuit has lower depth and fewer gates than previous ripple-carry adders.

Quantum Tokyo

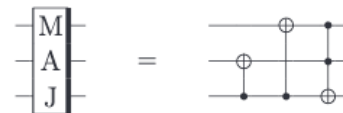
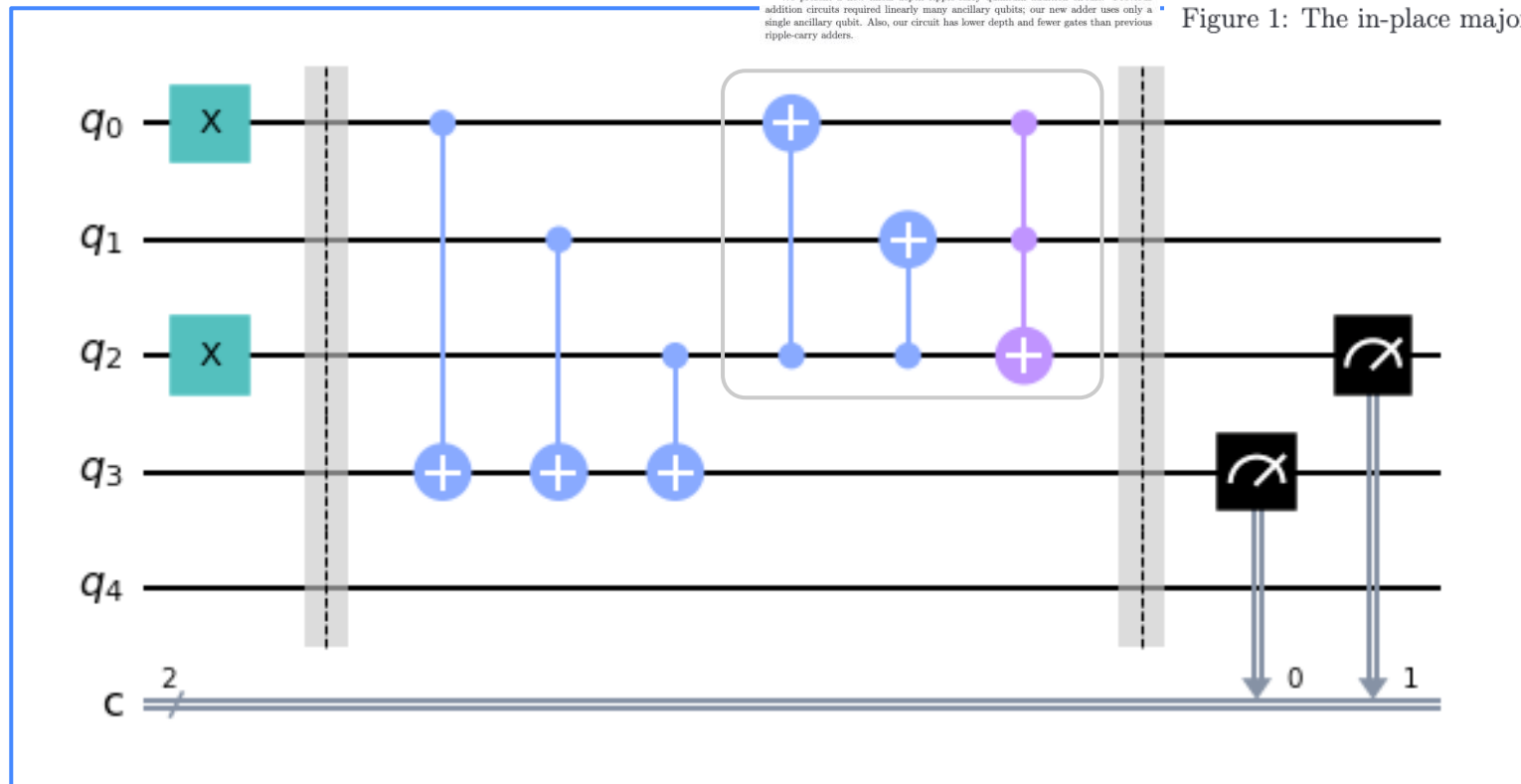
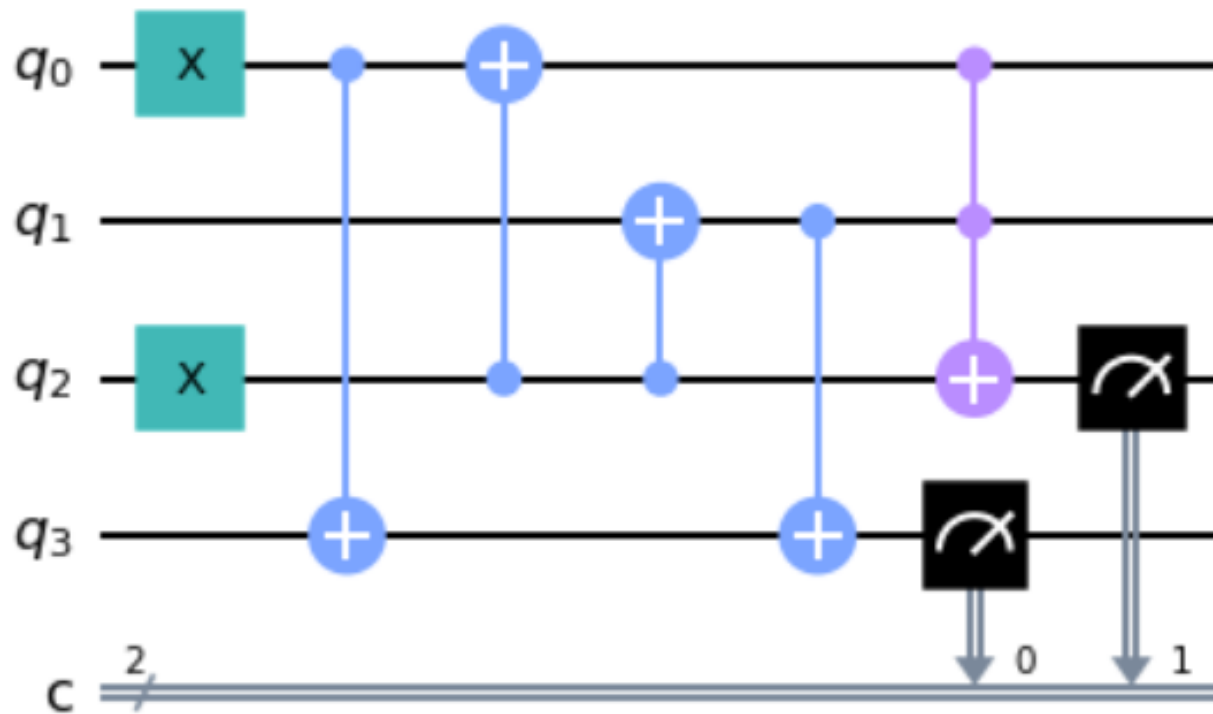


Figure 1: The in-place majority gate MAJ



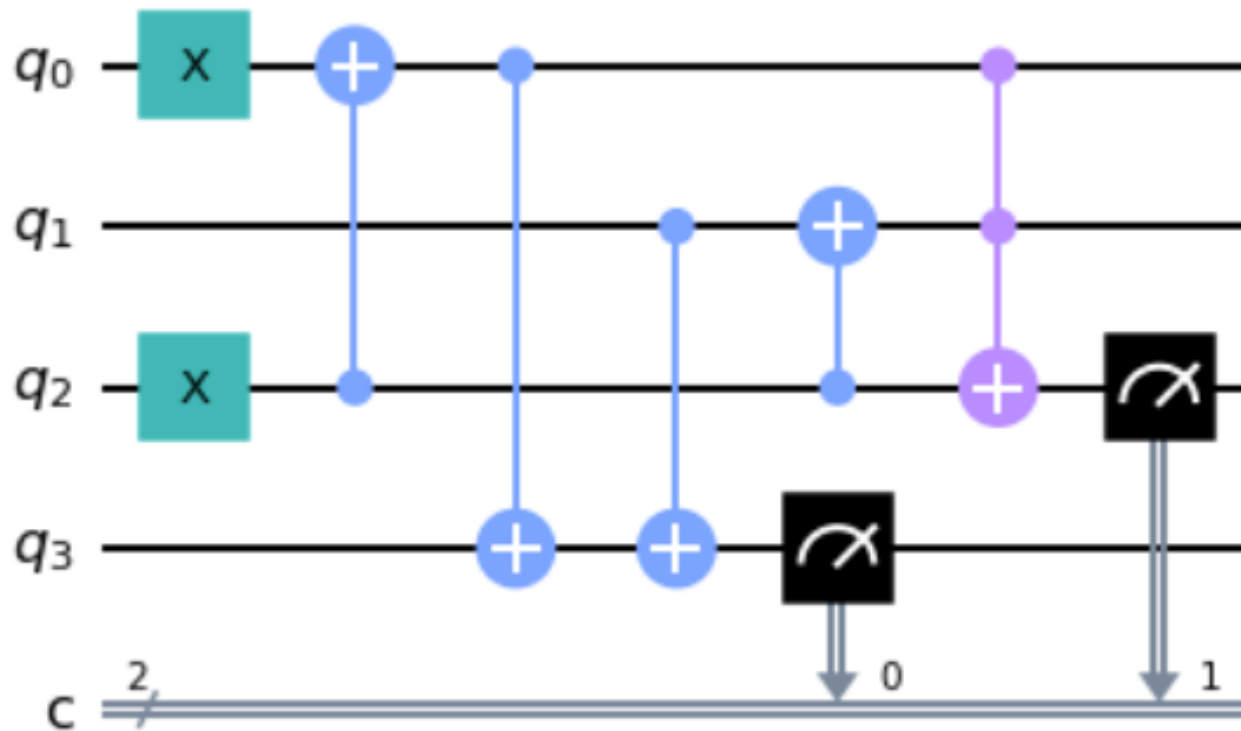
# 模範解答⑥ コスト111

より簡単な回路で再構成

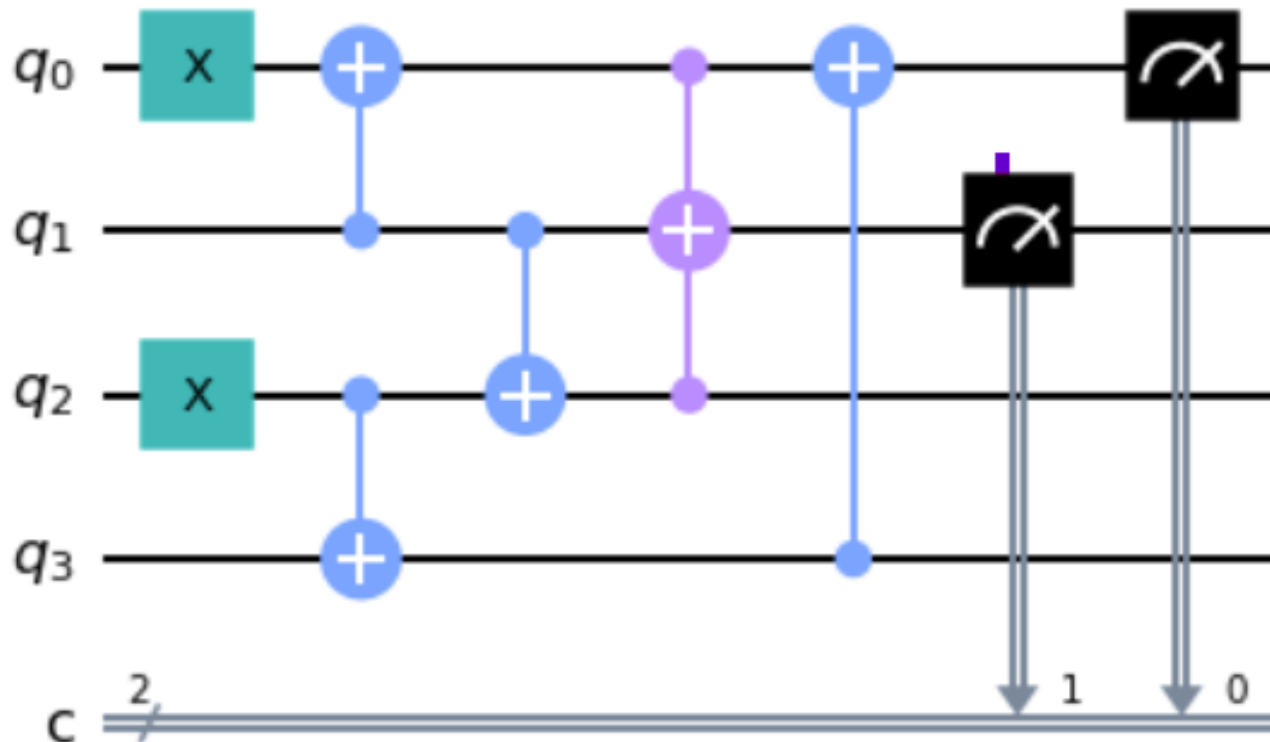




# 模範解答⑦ コスト111

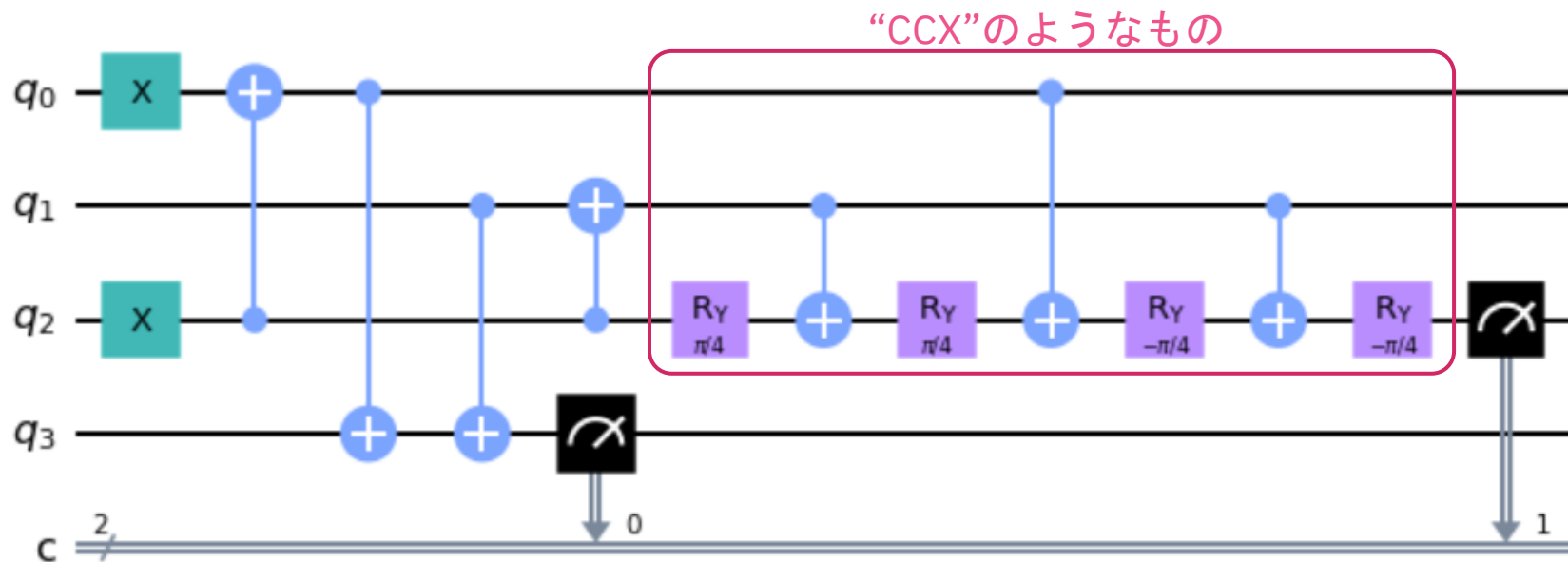


# 模範解答⑧ コスト111

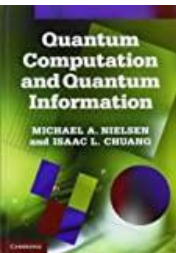


# 最小コスト模範解答 コスト76!!!

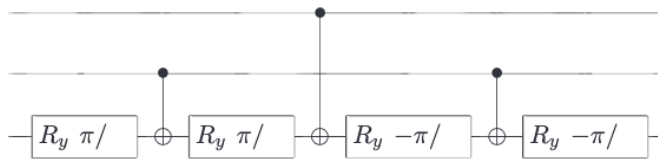
模範解答⑥をベースにCCXゲートを裏技的な分解方法によりコストを最小化



# CCXの裏技的な分解方法の注意点



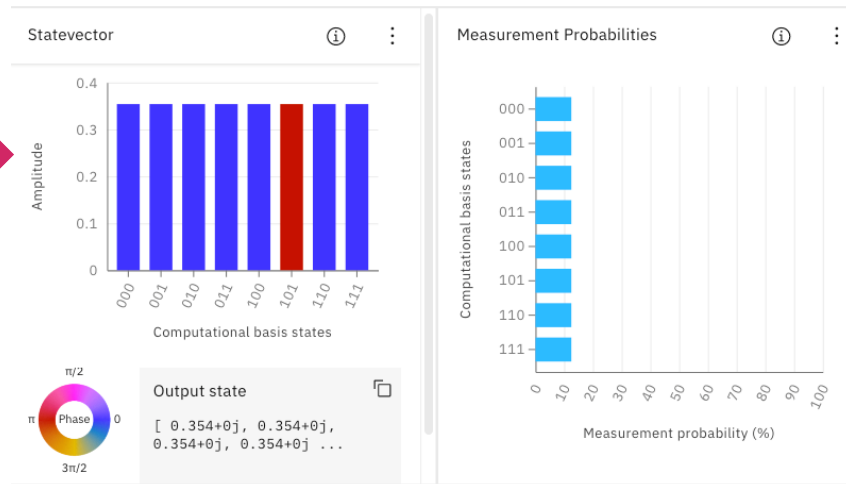
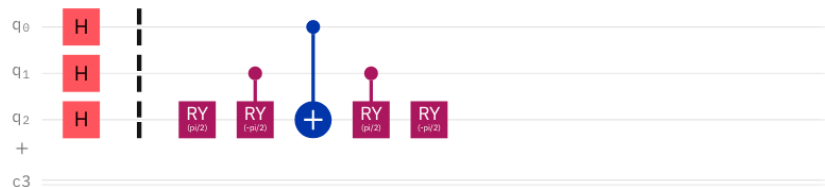
Exercise 4.26: Show that the circuit:



differs from a Toffoli gate only by relative phases. That is, the circuit takes  $|c_1, c_2, t\rangle$  to  $e^{i\theta(c_1, c_2, t)}|c_1, c_2, t \oplus c_1 \cdot c_2\rangle$ , where  $e^{i\theta(c_1, c_2, t)}$  is some relative phase factor. Such gates can sometimes be useful in experimental implementations, where it may be much easier to implement a gate that is the same as the Toffoli up to relative phases than it is to do the Toffoli directly.

CCX (Toffoli) ゲートと0と1の入力のみに対しては同じ振る舞いをするが、一部の状態については位相が反転するものが出てきてしまう。(今回は正解不正解に位相が影響しないため、出力結果としては正解になる)

→ 位相の制御が重要なアルゴリズム（グローバー、量子フーリエ変換など）においては致命的な悪影響を与えるためにそれらを使う場合にはこの分解は使えないことに注意！



# Thank you

Ayumu Shiraishi

AHA03784@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](#).