



QFF2024 UTokyo Day2 -トランスパイル

東京大学 工学部システム創成学科 B4 林 穂高



2時間目

- トランспイルを理解する！
...何をする？なぜ？



- キーワード
 - トランспイル
 - 基本ゲート
 - ISA circuit
 - Pass manager

参考

講義：

- A:量子情報技術入門(長谷川先生)
- S:量子情報(武田先生)
- S:量子コンピュータ実習(寺師先生)

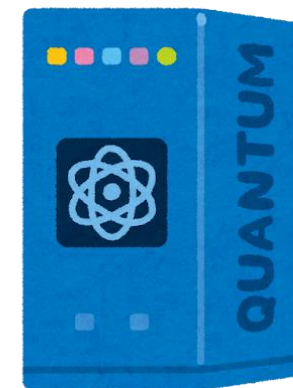
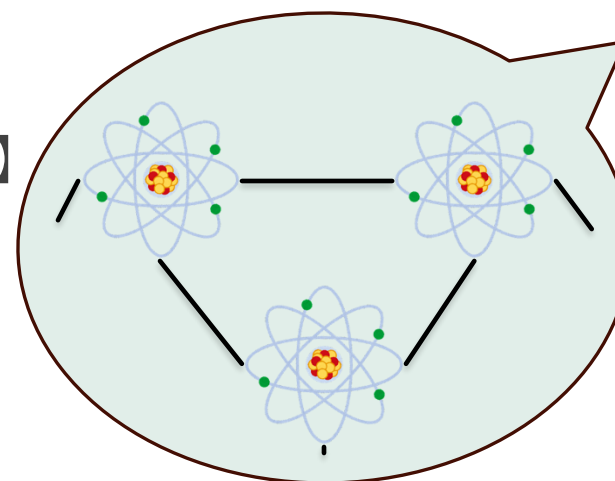


キーワード1：トランスパイル

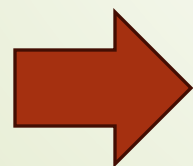
量子コンピュータって？：量子力学の現象を利用した計算機

【量子コンピュータによる計算とは？】

- ・ 量子ビットの状態変化
 - ・ 量子ビット間のエンタングル
- ...ゲートという**モデル**で表現



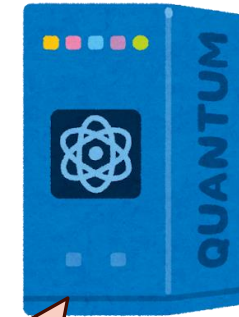
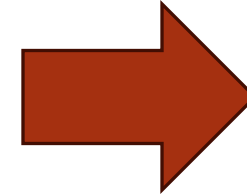
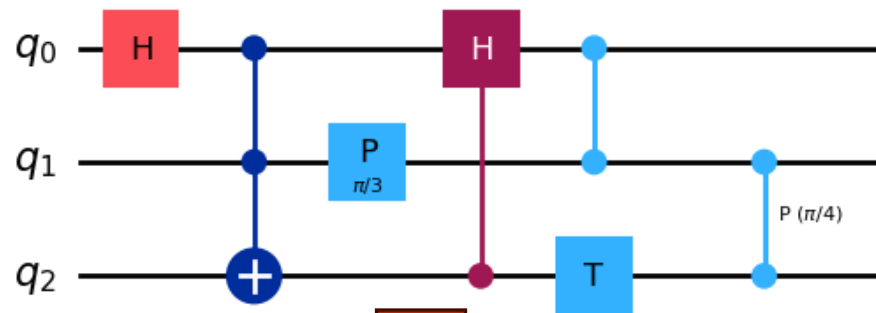
➡ 計算 = 物理的な状態の制御



なんでも自由にできるわけではない！
アセンブラ・コンパイラのようなものが必要



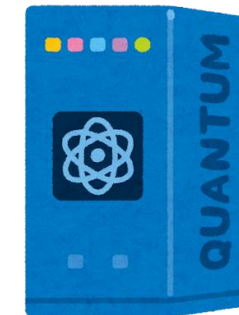
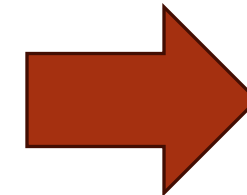
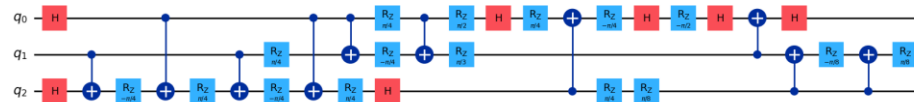
キーワード1：トランスパイル



ワカラナイ(; :)

トランスパイル！

Global Phase: 1.5053464798451086



ワカル！(^ ^)

➡ ...「わかる」ゲートとは？



キーワード2：基本ゲート

■ 基本ゲート (Basic Gate)

- ・ その量子コンピュータで実行可能なゲートのこと

→ 「実行可能」とは？：対応する物理的操作が実機に存在すること

■ 基本ゲートは、IBM Quantum Platformからチェック可能！

IBM Eagle (127 qubits) : ECR・RZ・SX・X など

IBM Heron (133 qubits) : CZ・RZ・SX・X など



キーワード3 : ISA circuit

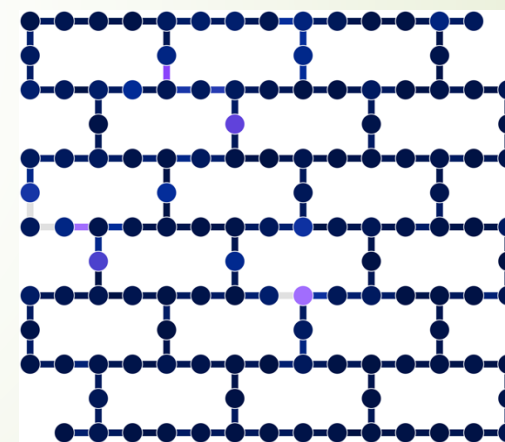
- ・量子コンピュータで実行可能な操作には、他にも制約がある

-それを満たす量子回路 : ISA circuit

ISA : Instruction Set Architecture

- ➡ たとえば...トポロジー

物理的な量子ビットのつながり→
...2qubitゲートは、つながっている
量子ビット間でしかできない



ibm_sherbrooke (Eagle r3)

- ➡ 実機に渡す前に、ISA circuitにすること !



キーワード4 : Pass manager

[Pass manager]

- ・ 基本ゲートへの分解
- ・ 回路を実機の量子ビットにマッピング
+パルスのスケジューリング・回路最適化...

- ▶ トランスパイルのメインを担うシステム
...ユーザーが作った回路を、
実機が"**understand**"して"**execute**"できるようにする



トランスパイルを手元で体験してみよう！

おまけ：強化学習を導入したトランスパイラ

<https://arxiv.org/pdf/2405.13196>

ライブラリ：<https://docs.quantum.ibm.com/guides/ai-transpiler-passes>

