

# 量子コンピュータの作り方

## Recipe for superconducting quantum computers based on microwave technologies

田淵 豊<sup>†</sup>  
Yutaka Tabuchi<sup>†</sup>

<sup>†</sup> 理化学研究所 量子コンピュータ研究センター

### 概要

超伝導量子コンピュータの研究開発が加速している。損失の限りなく小さな導体に格納される量子力学的なレジスタは超伝導量子ビットと呼ばれ、盛んに研究・開発が進められている。アナログ電気回路が量子力学的な性質を示す物理系であることから人工原子とも呼ばれる。自然に存在する光、イオン、スピンなどに比べ、エネルギー構造・形状・集積化手法など設計自由度に富んだ原理検証基盤である。超伝導量子ビットのエネルギー構造は、制御・読み出しに用いる周波数がマイクロ波・ラジオ波帯となるように設計されており、高度なマイクロ波エレクトロニクスの技術を楽しんでいる。

近年 50-100 量子ビット級の超伝導量子コンピュータが米国企業・中国研究機関を中心に開発されており、開発を下支えする基礎研究が世界各国の研究機関により行われている。これらの量子コンピュータの構成要素はマイクロ波の送受信機と捉えることができる(図 1)。与えられた量子アルゴリズムは波形へと変換され、量子ビット素子との信号のやりとりを一連の流れとしている。このマイクロ波送受様式は基礎研究の段階には効果的であったが、100 万量子ビットを目指す近年になって新たな技術革新を要している。本講演では大規模集積化を念頭にシステム化技術や変復調装置について現状と課題を紹介する。

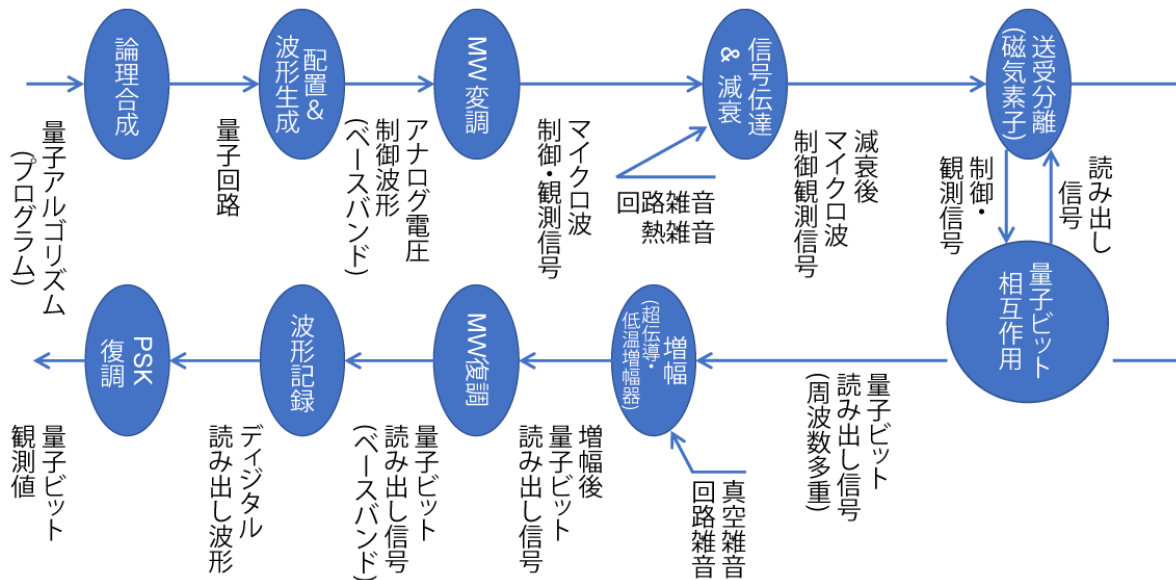


図 1 超伝導量子コンピュータのデータフロー

### Abstract

Microwave technologies play a crucial role in superconducting quantum computers, in which qubits are composed of electrical circuits having a communication frequency of radio or microwave. Whereas well-established microwave technologies have been supporting precise control of the qubits, they have started to interfere with the scalability when one aims to integrate thousands of thousands of qubits. Here, I introduce the current bottlenecks in scaling superconducting quantum computers, focusing on an interface between a quantum chip and control circuits.