

巡回セールスマン問題を解く

山城 悠

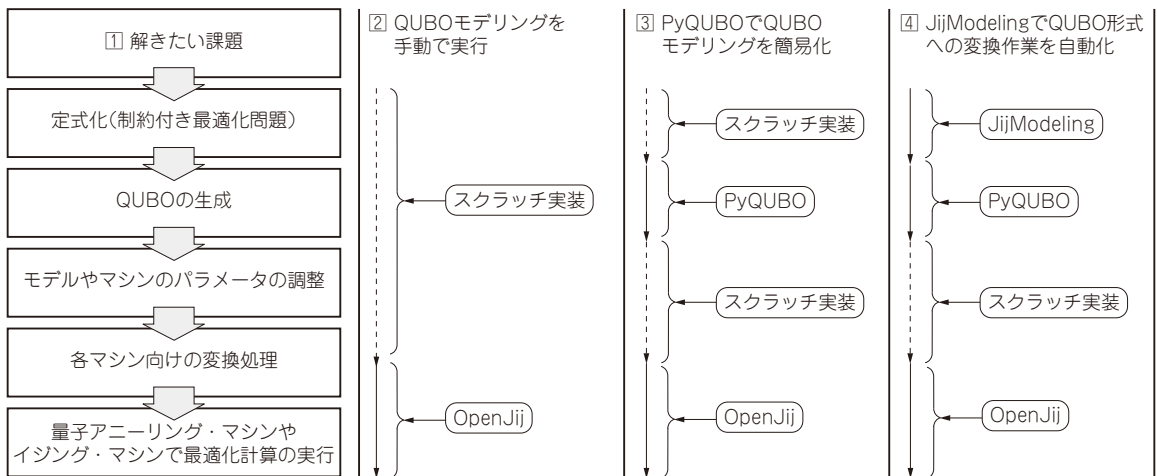


図1 イジング最適化計算の流れと本稿で説明する3つの実装方法のカバー領域
巡回セールスマン問題を例題として3つの実装方法を解説する

第5章ではOpenJijの基本的な使い方を学びました。ここからは現実の解きたい問題をQUBO (Quadratic Unconstrained Binary Optimization : 2次制約なし2値最適化) に落とし込んでいく方法について紹介します。「巡回セールスマン問題」という最適化問題を例にQUBOへの落とし込みとイジング最適化の実行方法を学んでいきます。

● 全体の流れ

イジング最適化計算はPyQUBOやJijModelingといった便利なモデリング・ツールを使うことで楽に実装できます。

しかし、本稿ではイジング最適化のためのプロセスを知ってもらうために、あえてツールを使わずにOpenJij向けに自分で実装する方法と、ツールを使った実装方法を紹介します。

図1にイジング最適化計算の流れと本稿で説明する3つの実装方法のカバー領域を示します。図1にある3つの実装方法を紹介することでツールを使わずに自らスクラッチ実装できるようにしつつ、ツールの使い

方と役割を学んでいきます。JijModelingを利用する方法では、QUBOへの変換すらもJijModelingによって自動化されるため、開発者は制約付き最適化問題だけを考えれば良いことになります。

本稿で対象とする問題は巡回セールスマン問題とします。

次の順番で解説を行います。

- ① 巡回セールスマン問題
- ② QUBO モデリングを手動で実行
- ③ PyQUBO でQUBO モデリングを簡易化
- ④ JijModeling でQUBO形式への変換作業を自動化

① 巡回セールスマン問題

● イメージをつかむ

巡回セールスマン問題 (Traveling Salesman Problem : TSP) は、次のような問題です。

[巡回セールスマン問題]

n 個の巡回先となる都市と都市間の距離 $d_{i,j}$ ($i, j \in \{1, \dots, n\}$) が与えられたとします。その都市を一