

# シンプルな最適化問題を解く

山城 悠

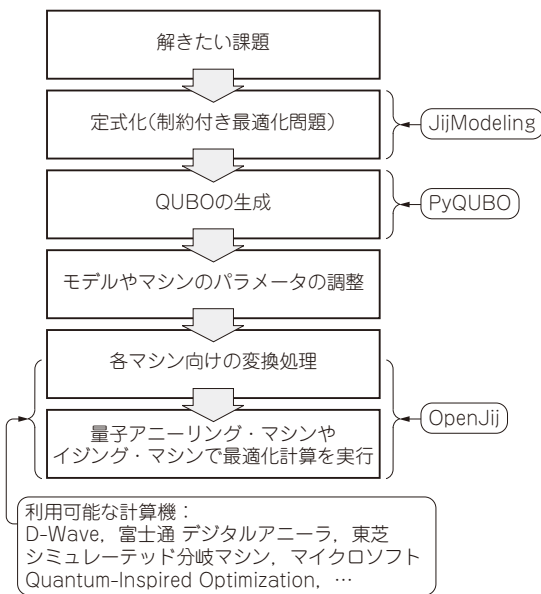


図1 イジング最適化計算を行うまでのフローと各ソフトウェアがサポートする部分のイメージ

JijModeling, PyQUBO, OpenJij, 面倒な前処理を自動化しつつ、イジング最適化計算を行うことができるソフトウェア。量子アニーリング・マシンやイジング・マシンとして有償または実証実験版が提供されている計算機がある

## ● イジング・モデルを使った最適化計算を体験してみよう

イジング最適化を使う際の開発フローを確認します。イジング最適化では解きたい課題をイジング・モデルまたはQUBOへと変換する必要があります。それ以外にもパラメータの調整などが必要です。各ステップをレイヤに分けて書いた図1を参照してください。

図1のようにイジング最適化を行うためには、多くのステップを乗り越えていく必要がありますが、現在ではいくつかのステップを自動化するソフトウェアやライブラリが提供されています。そのようなソフトウェアの中の1つであるOpenJijを利用してイジング最適化を解説します。

OpenJijはJijが開発を行うイジング最適化を行うオープンソース・ソフトウェアです。

<https://openjij.org/>

公式ウェブ・サイトにはGitHubへのリンクやチュートリアルへのリンクがあります。OpenJijのチュートリアルは日本語での資料も豊富なので、本稿を通して基礎を押さえたらぜひチェックしてみてください。

本稿ではイジング最適化をより詳しく学ぶために、それらのソフトウェアを使わずにOpenJijだけでイジング最適化をシミュレーションする方法を紹介します。

## ● OpenJijがイイ理由

### ▶理由1…2つのアルゴリズムを実装

OpenJijは温度揺らぎをベースとしたシミュレートッド・アニーリングと量子アニーリングを量子モンテカルロ法という方法で通常のコンピュータでシミュレーションするシミュレートッド量子アニーリングの2つのアルゴリズムを実装しています。

### ▶理由2…コードを少し変えるだけで実機を利用可能

OpenJijは、D-Wave Leapと同じインターフェースで使うことができます。OpenJijでシミュレーションするために書いたソースコードを少し変更するだけで実際の量子アニーリング・マシンを使う実験を行えます。

### ▶理由3…他のシミュレータより高速に実行できる

OpenJijのように通常のコンピュータでイジング最適化をシミュレーションするツールとしてD-Waveが出しているnealというオープンソース・ソフトウェアがあります。

OpenJijはnealよりも高速かつnealでは実装されていないシミュレートッド量子アニーリングが実装されています。

## 簡単な例題を解いてみる

OpenJijを使って実際にイジング・モデルを使った最適化計算を行ってみましょう。

本稿ではPython 3.9環境で実行することを前提とし