

量子アニーリングマシンを使用したスケジューリング問題ソルバーの開発

盛川英典 石崎文雄

◆ スケジューリング問題解決への提案

スケジューリング問題における問題点

社会的・技術的に重要な問題の多くがスケジューリング問題として定式化できる。

- しかしながら、問題規模が少し大きくなると組合せの数が爆発的に増加し、実用的な計算時間で解が得られない。
- そのため人間の「勘」に頼る場合が多く、最適解(よい近似解)を得ることが難しい。長年の「勘」に頼るため急激な環境の変化にも対応できない。

解決策

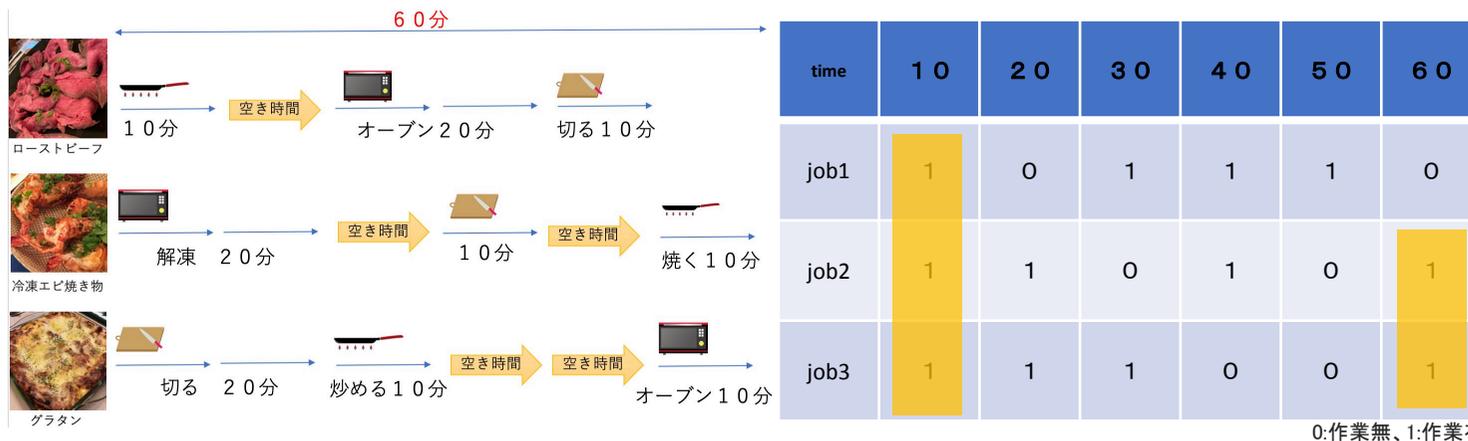
- 現実的なスケジューリング問題を実用的な時間で解くため **アニーリングマシンを使用したスケジューリング問題ソルバーを開発**

◆ 特徴

- 一般的な形式のスケジューリング問題に対応する「**変数削減の枝刈り手法**」の考案、開発

アニーリングマシンは利用可能なビット数が少なく、アニーリングにより質の良い解を得るためには余分な決定変数を少しでも減らすことが重要であるため「**変数削減の枝刈り手法**」を開発した。それに加えて、問題によっては従来の汎用ソルバーと比較しても、**同等な質の解を短い計算時間で得られることを確認した。**

料理の工程におけるスケジューリング問題に対して変数枝刈りを適用した例を以下に示す。



以下の制約条件により変数枝刈りを行った。

- 調理開始時に同じ器具を使わない
- エビ焼き物、グラタンは温かく
- 料理完了時間が60分後

18変数のうち5個削減が可能

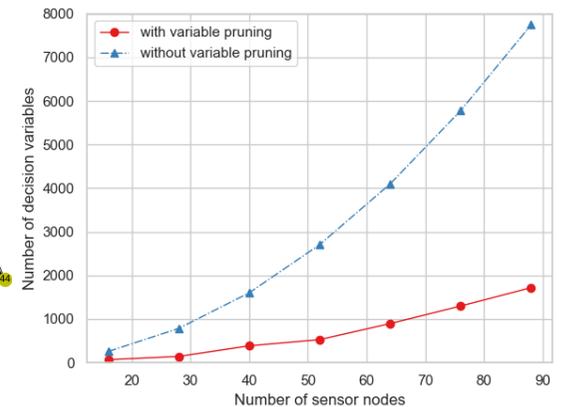
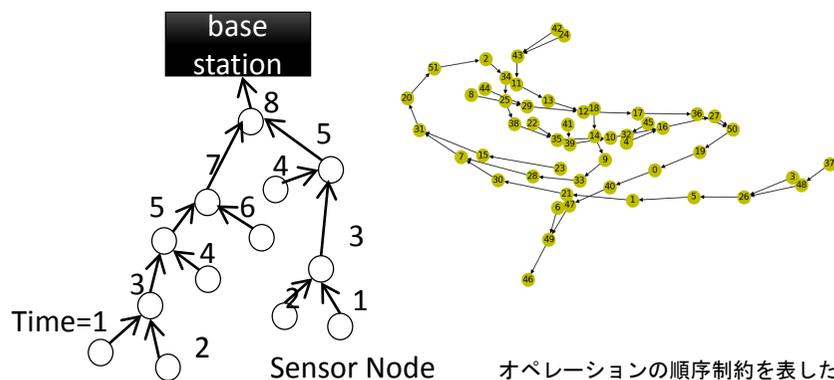
【補足資料】

◆ スケジューリング問題の設定

- センサネットワークにおけるTDMAスケジューリング問題(TDMASP, TDMA scheduling problem)[1]
- ジョブショップスケジューリング問題 (JSP, Job Shop Scheduling Problem)
- 統合化スケジューリング問題(上記2つのスケジューリング問題を統合したスケジューリング問題)

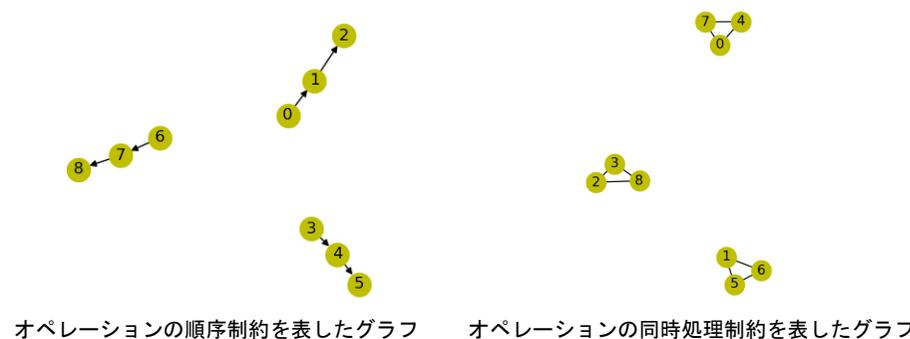
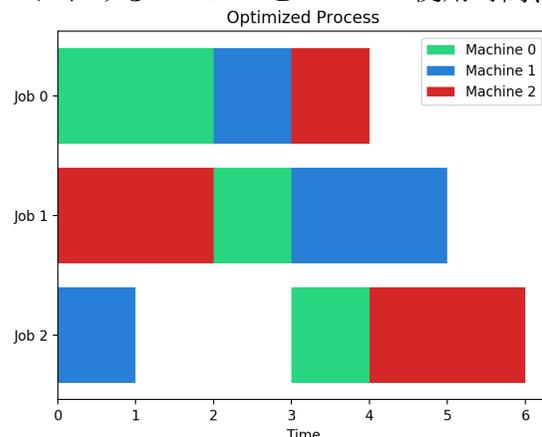
本プロジェクトで考案した変数削減の枝刈り手法は、オペレーションの順序制約と同時処理制約を表したグラフにより行われる。

TDMASPのセンサーノード模式図、変数枝刈りに使用される制約条件を表したグラフ(ノード数52)を示す



枝刈りアルゴリズムにより変数を4分の1へ削減[2]

JSPにおけるジョブごとのマシン使用時間、変数枝刈りに使用される制約条件を表したグラフを示す



[1] F.Ishizaki, Computational method using quantum annealing for TDMA scheduling problem in wireless sensor networks, Proc. of International Conference on Signal Processing and Communication Systems (ICSPCS), 2019. (IEEE Xploreに収録予定)

[2] F.Ishizaki, Variable pruning by quantum annealing in TDMA scheduling problem, 日本オペレーションズ・リサーチ学会 2020年春季研究発表会発表予定