# 審査会のスケジュール作成は面倒だ

## The Scheduling of Defense is Troublesome

東北大学大学院工学研究科通信工学専攻教授　伊藤 彰則

Akinori Ito, Professor, Department of Communications Engineering, Graduate School of Engineering, Tohoku University,

ORCID ID : https://orcid.org/0000-0002-8835-7877

**[紹介論文]**
Simulated Annealing による論文審査会スケジュールの準最適割当てシステム
伊藤 彰則（東北大学）
学術情報処理研究，Vol. 28, No. 1, pp. 106-113, 2024.

## 1. はじめに

修士・博士の論文審査をどのような形態で実施するかは，大学および学部によってかなり異なっている．専攻や研究科全員が参加する大規模な公聴会を開く場合もあれば，数人の審査委員のみで審査を行う場合もある．

東北大学電気・情報系（工学研究科の電気エネルギーシステム専攻・通信工学専攻・電子工学専攻および情報科学研究科の一部，医工学研究科の一部，電気通信研究所，サイバーサイエンスセンターほかいくつかのセンターを含むグループ）では，毎年度博士前期課程（修士）の論文予備審査会と本審査会を行っている．修了年度の博士前期課程学生は，この 2 回の審査会で修士論文の内容について発表を行い，論文を提出し，かつ本審査会で合格判定をもらうことで修士の学位を得ることができる．この審査体制は遅くとも筆者が学生であった 1990 年代から連綿と続いており，おそらく 50 年以上の歴史があると思われる．本審査は公開であるが，専攻全員がそろって審査会を行う形ではなく，個別の審査に関連する人が参加しているイメージである．審査においては，学生あたり最低 3 名の審査員（教員）が割り当てられ，論文の審査を行う．毎年審査を行う学生は 200 名以上おり，審査員となる教員は 120 名以上いるので，同じ時間に審査員が重複しないように審査のスケジュールを作成する作業は非常に煩雑である．

数年前まで，この作業はこれが得意な教務事務職員が担当していたが，それでも作業には数日を要していた．その後，担当職員の異動に伴い，作業を外注することになったが，費用･時間の面で負担が大きいものであった．筆者は当時電気・情報系の教務委員であったため，この問題は IT の力で解決すべき問題ではないのかと思い，システム開発を行った．今回紹介するのはこのシステムのアルゴリズムと開発に関する論文であるが，本稿ではその背景情報と裏事情などを解説していく．

## 2. 問題の難しさ

問題の定式化については論文に記載のとおりであるが，この問題は典型的な組合せ最適化問題であるため，真の最適解を求めることはほぼ不可能であり，何らかの近似計算法を使う必要がある．また，どういう解が良い解なのかを定義することも難しい．同じ時間枠に同じ審査員が参加する審査が重複しないことが必要条件であるが，それを満たす解の中にも，人間が見て「良い解」と「悪い解」がある．同じ審査員が参加する審査が同じ部屋で連続している場合は，審査員が部屋を移動する必要がないので良い解だと言える．同じ審査員の審査なのに，2 つの部屋を交互に移動する必要がある場合は良い解とは言えないであろう. また，同じ部屋で｢審査員 A，B，C の審査」→「審査員 C，D，F の審査」→「審査員 A，B，C の審査」のような並びのスケジュールは，心理的に容認しがたい．このような心理的なよさを定量的に評価するのは難しく，作者の個人的感覚で評価関数を設計せざるを得ない．

## 3. アルゴリズムと実装

前述の通り，この問題は組合せ最適化問題なので，何らかの近似解法を使う必要がある．特定の問題については良い解法がある場合もあるが，一般にはメタヒューリスティクス [1] を利用するのが便利である．メタヒューリスティクスは組合せ最適化問題を解くための一般的な方略の総称であり，simulated annealing（焼きなまし，SA），遺伝的アルゴリズム（GA），群知能など，さまざまな方法が提案されている．もともとこのシステムは実用のために作成したものなので，開発にあたっては

実装が容易なSA法を選択した（研究ではないので，複数のメタヒューリスティクスを比較評価するという動機はなかった）．SA法の基本は極めて簡単で，まず適当に審査を配置したあと，制約が満たされているかどうかを評価関数の値として表現し，ランダムに2つの審査を入れ替えたときに評価関数の値が改善するかどうかを見るだけである．ただし，SAでは「温度」が定義されており，温度が高い場合には，温度に依存した確率で評価関数の値が悪化する交換を認める．すこしずつ温度を下げることによって，じわじわ最適に近い解が得られるイメージである．これに関する所感は後で述べる．

実装にはWindows上のC#を利用した．比較的書きやすく高速であること，Windows上のGUIが作りやすいことが理由であった．GUIを意識したのは他の職員に利用してもらうためであったが，今のところ作業を他の職員に任せることができていないので（これについては後述する），別にGUIを作る必要はなかったと反省している．プログラムをコマンドラインツールとして作って，必要に応じて別途GUIを被せたほうが柔軟性があった．C#で作ったバイナリはデプロイが面倒くさい点も気に入っていない（Javaよりましであるが）．

## 4. 使ってみたら

作者はこのシステムを2020年に開発し，それ以来継続的に利用している．ここでは，運用して気付いた点や問題点などの所感を述べたいと思う．

このシステムでは，審査員や審査リストをXLSXファイルとして事務職員が作成し，それをシステムが読み込む方式を採っている．作業分担としては現状これが最適だが，使う際にはいろいろ問題が出る．

プログラムの記述量としては，半分がデータの読み込み，3分の1がGUI，残りが最適化アルゴリズムという感じであり，XLSXからのデータ読み込みは非常に煩雑である．テンプレートを提供しており，そのとおりに入力すればよいのだが，使うたびに不具合が出て，そのつど修正しつつ使っている．例えば，時刻を表す9:30のコロンが全角になっていたり，日付として1/20と1月20日が混在したり，数字も全角と半角が混在する．審査員の名前も，斉藤と齋藤，渡辺と渡邉などの誤記が毎回起きている．さらに，XLSXの中のデータの順番やワークシートの順番がいつのまにか変わっているなど，論文には書けない問題が起きる．これを防ぐためには，例えばWebアプリ化して必要な情報しか入力できないようにするなどの対応が必要なのだが，そこまで開発するのは個人では難しい．

このような問題が出ているため，うまく動かない場合にはプログラムを見直し，異常な入力でエラーを出力させる，全角は半角に変換するなどの対応をその都度行っている．このような経緯から，システムの手離れが悪く，誰でも使えるシステムとはなっていない．これは大きな問題であるが，「動くシステム」と「誰でも安定して使えるシステム」の間には極めて大きな隔たりがあるので，できればどこかのソフトウェアハウスなどに引き取っていただき，商品化してもらいたいところである．

メタヒューリスティクスとしてSA法が良かったのかについては議論の余地がある．SA法は，温度を高くすることで大域的に良い解に近い解空間上の領域を探し，徐々に温度を下げながら，その領域での局所最適解に近づけていく方法である．この問題において，ある局所最適解から抜け出して，もっと良い局所最適解を得るためには，関連する審査をまとめて動かす必要があるのだと思われる．しかし，現在の方法では審査を1つずつ入れ替えているので，温度が高かった場合でも，1回の操作で局所最適解の周辺の山を飛び越すほどのジャンプが得られていない気がしている．現在は網羅的な実験をしていないのでなんとも言い難いが，最初から温度の低い状態にする方法（つまり貪欲法）でもほとんど解の良さは変わらないのではないかと疑っている．実際，タスクは違うが，国際会議のスケジュール作成タスクでは，SA法よりも貪欲法のほうがよいという報告もある[2]．

このシステムで得られたスケジュールはだいぶ改善の余地がある．ある程度の時間（1～2時間程度）をかけると，可能な限り重複のない解が得られているのだが（教員のスケジュールの都合で，どうしても解が得られないことは多い），それはスケジュールの最低条件で，人間が考える「良いスケジュール」とはかなり違っている．同じ研究室の審査が一つだけ別な日程に飛んでいたりするので，システムが生成するスケジュールは「人間が作ったらこうはならない」という感じがする．人間っぽいスケジュールを作成するというのは今回の定式化とは違う難しさを持っており，いつかチャレンジしてみたい．

## 5. むすび

SA法による審査会スケジュール作成の論文と裏事情を紹介した．ITによるシステムを内製するのは運用担当者が限られ，メンテナンスができないのでよろしくないという議論はあって，このシステムもそうなりそうな

予感はするのだが，類似の商品やサービスはないので利用せざるを得ない．究極の DX 体制ならば，こういうシステムを専門チームに引き継いで，誰でも使えるところまで持っていくことまで組織内でできるのが理想なのかもしれない．

それにしても，他大学ではこういうことで困っていないのだろうか．もし困っていたら共同開発してシステムの完成に協力していただけるとありがたい．

2024 年 12 月 18 日

## 参考文献

[1] A. Gogna and A. Tayal, “Metaheuristics: review and application.” Journal of Experimental & Theoretical Artificial Intelligence, Vol. 25, No. 4, pp. 503-526.（2013）

[2] Ibrahim S.I. Eltayeb and Ali S.A. Ahmed, “A comparison of selection hyper-heuristic approaches on the conference scheduling optimization problem.” In International Conference on Computer, Control, Electrical, and Electronics Engineering（ICCCEEE）, pp. 1-6.（2021）

## 【著者略歴】

伊藤 彰則

1993 年東北大学大学院工学研究科博士後期課程修了．工学博士．東北大学応用情報学研究センター，同情報処理教育センター，山形大学工学部を経て，2010 年より東北大学大学院工学研究科通信工学専攻教授．2023 年より同工学研究科長，総長補佐．音声認識，音声対話などの音声情報処理とその教育応用，音楽情報処理，マルチメディア情報処理などに従事．