

# 共著者ネットワークに基づいた講演タイムテーブルの最適化

理学専攻・情報科学コース 藤井 綾香

## 1 はじめに

学会発表において、どの発表者がどの時間帯に発表するかというタイムテーブルは同じ時間帯に発表する発表者の領域や分野、共著者なるべく重ならないように組み立てる必要がある。また、会場の数や、時間にも限りがあり、発表者の人数が多いと複雑で難しい。そこで、最適なタイムテーブルを簡単に作成したいと考えた。学会発表の様式は学会ごとに少し異なるが、本研究では日本物理学会のタイムテーブル作成を想定している。

会場名	発表者数	9月16日 (木)		9月17日 (金)	
		午前	午後	午前	午後
AA 2号館 (C201)	99	9:30~12:30 放射線物理	13:30~17:00 放射線物理	9:15~11:45 原子分子・放射線	13:30~16:30 原子分子
		16aAA	16pAA	17aAA	17pAA
AB 2号館 (C202)	90	9:45~12:30 放射線物理	13:30~17:00 放射線物理	9:15~12:15 放射線物理	13:45~16:30 放射線物理
		16aAB	16pAB	17aAB	17pAB
AC 2号館 (C203)	147	9:30~12:30 放射線物理	13:30~16:45 放射線物理	9:15~12:30 放射線物理	13:30~17:00 放射線物理
		16aAC	16pAC	17aAC	17pAC

図 1: 日本物理学会 2015 年秋季大会のタイムテーブル

## 2 最適なタイムテーブルとは

物理学会では、講演の研究領域がわりあてられている。その領域ごとに、会場が設定される。ただし、1つの領域の人数が多い場合は複数の会場を使う。1日あたり、午前中2つ・午後2つのセッションがわりあてられ、1セッション基本的に6つの発表が割り当てられる。1日では終わらないので、複数日にわたって行われる。本研究では、最適なタイムテーブルとは、以下の2つの条件を満たすものとする。

**条件 1** 分野が同じで共通の共著者が多いものは同じマスに入れる。

**条件 2** 共通の共著者を持つ発表者同士は違う会場で同じコマ(時間帯)にならない。

## 3 タイムテーブル作成の手順

2つの条件を満たすタイムテーブル作成を以下の手順によって行う。

**手順 1** 分野ごとに同じセッション(マス)に入る発表者のグループ分けをする。(条件 1)

**手順 2** グループのコマ振りをする。(条件 2)

手順 1、2 について具体的に説明していく。まず、手順 1 は発表者を頂点とし、共通の共著者を持つ者同士を辺で結んだ共著者ネットワークをつくる。共通の共著者が多いほど辺の重みを大きくする。色でグループを表すことにし、頂点の色わけによりグループわけを行う。隣り合う頂点同士が同じ色に塗られ、さらに同じ色に塗った辺の重みの合計が大きい色分けをみつきたい。そこで、このネットワーク上の強磁性ポッツ模型を考える。つまり、辺で繋がれた頂点同士が同じ色に塗られれば、ネットワーク上のエネルギーが下がる。

よってエネルギー最小のとき最適なグループ分けができていくということになる。グループのメンバーを同じ分野にするために、手順 1 を分野ごとに行う。

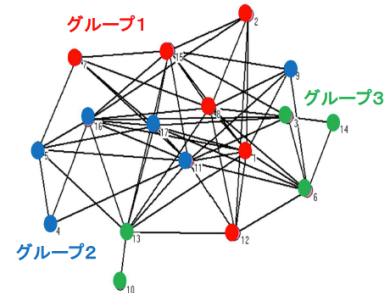


図 2: 発表者を頂点とした共著者ネットワークのグループ分け。

次に、手順 1 で作ったグループを頂点とし、共通の共著者を持つ発表者を含むグループ同士を辺で結んだネットワークを作る。共通の共著者が多いほど辺に重みをつける。違う分野でも共通の共著者をもつことを考慮して、すべてのグループを頂点としたネットワークを作る。色でコマ(時間帯)を表すこととし、頂点の色分けによりコマ振りをする。隣り合う頂点同士は違う色、もしくははしかたなく同じ色になってもその辺の重みの合計が最小になるような色分けをしたい。そこで、手順 2 ではこのネットワーク上の反強磁性ポッツ模型を考える。(これは頂点彩色を参考にしている。)つまり、辺で繋がれた頂点同士が違う色に塗られれば、ネットワーク上のエネルギーが下がる。このエネルギー最小のとき、最適なタイムテーブルが組める。

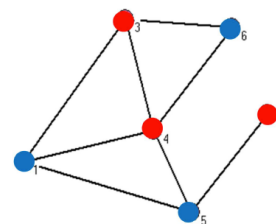


図 3: グループを頂点とした共著者ネットワークのコマ振り。

手順 1、2 におけるエネルギー最適化は NP 完全問題であるため、厳密解を求めるのは不可能である。そこでシミュレーテッドアニーリング法を用いエネルギー最小の状態をみつける。シミュレーテッドアニーリング法とは、モンテカルロ法の一つである。

## 4 2段階の最適化によるメリット

本研究で提案している2段階の最適化を行う方法と、手順 1 を踏まず、発表者を共著者ネットワークを用いて直接コマ振りする1段階の最適化の方法を比較する。

タイムテーブルの組みにくさを共著者ネットワークの枝の数の多さとする。組みにくさに対して、(A) 共通の共著者を持つ発表者が同じコマに重なっていないか、(B) 共通の共著者を多く持つ者同士が同じマス(セッション)にいるか、(C) 計算時間を比較する。また、少なくとも1つ以上の解がある共著者ネットワークで検証する。

使用する共著者ネットワークは仮データを用いる。今回使用した仮データは、あらかじめマスに発表者を6人ずつ振り分け、それが最適解の一つになるように共著者ネットワークの辺を設定することで作成する。辺の繋ぎ方は以下の決まりによる。

- 異なる会場で同じコマの発表者は結ばない
- 同じマス内(同会場・同コマ)の発表者同士は $r1$ の確率で結ぶ(図4の赤線)
- 異なるコマの発表者同士は $r2$ の確率で結ぶ(図4の青線)
- 共通の共著者が多い者同士は同じマスにいれるため $r2 < r1$ とする

ここでは $r2 = 0.1 \times r1$ とする。 $r1$ が大きいかほどタイムテーブルが組みにくい。

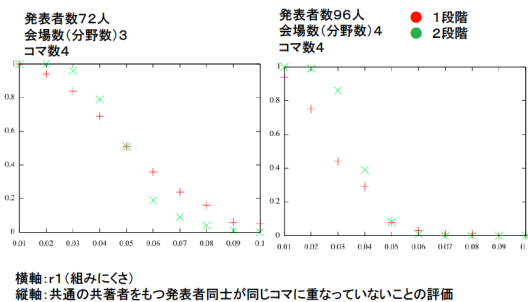
		会場		
		A	B	C
マ	1	1, 2, 3 4, 5, 6	25, 26, 27, 28, 29, 30	49, 50, 51, 52, 53, 54
	2	7, 8, 9 10, 11, 12	31, 32, 33, 34, 35, 36	55, 56, 57, 58, 59, 60
	3	13, 14, 15 16, 17, 18	37, 38, 39, 40, 41, 42	61, 62, 63, 64, 65, 66
	4	19, 20, 21, 22, 23, 24	43, 44, 45, 46, 47, 48	67, 68, 69, 70, 71, 72

図4: 基準のデータの例。マスの番号は発表者。講演の分野別に会場をわけている。

## 5 検証結果

### 5.1 結果(A)

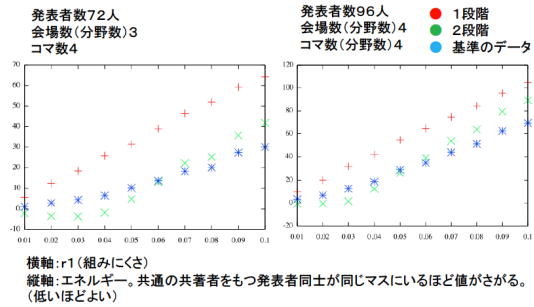
共通の共著者をもつ発表者同士が重なっていないか



1段階について、なだらかに評価がさがっているのは、共通の共著者が同じ時間帯に重ならないことだけを制約にしているからである。2段階について、共著者ネットワークのリンクが少ないうちは1段階よりも有効である。しかし辺が増えると、グループを作成したことによってその後のコマ振りが難しくなり、評価が急に下がると考えられる。

### 5.2 結果(B)

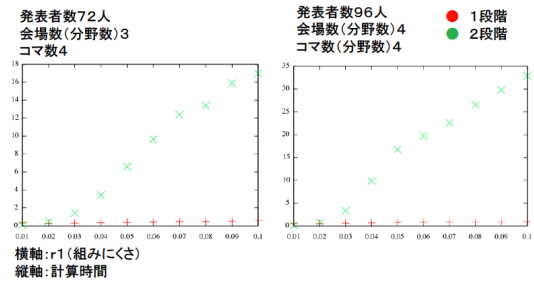
共通の共著者を多く持つもの同士が同じマスにいるか



1段階について、共通の共著者を持つもの同士が同じマスに入る制約をつけていないため、なだらかにあがる。2段階については制約がきちんと計算されているので、1段階よりもいい結果になる。ただ、共著者ネットワークのリンク数が増えると、共通の共著者をもついても同じグループに入りきらなくなるため、エネルギーが上がってしまう。

### 5.3 結果(C)

計算時間



1段階は時間が全く変わらないのに対して、2段階が大幅に増えるのは2回最適化を計算しているからである。また、反強磁性の場合は解にたどり着きやすいが、2段階で使用している強磁性の場合は解にたどり着くまで時間がかかると考えられる。

## 6 まとめ

複雑な問題であるタイムテーブル作成を簡単に行う方法を提案した。本研究の特徴である2段階の最適化のメリットを検証したところ、組みにくさの程度にはあるが、会場・時間の制限がある中で、共通の共著者が多い者同士が同じセッションに入り、共通の共著者を持つ者同士が同じコマに重ならないという条件をできるだけ満たしたタイムテーブルが組めることがわかった。

## 参考文献

- [1] 福島孝治, 「モンテカルロ法の前線」, 若手研究者・学生向けに最新技術をわかりやすく紹介する講演会「確率的アルゴリズムによる情報処理」講義ノート, (2003)
- [2] 増田直樹・今野紀雄, 「複雑ネットワーク基礎から応用まで」, 近代科学社, (2010)