

マッチングプロトコルにおける相関価値の影響

小谷 敏也[†]松原 繁夫[‡]京都大学工学部情報学科[†]京都大学情報学研究科[‡]

1. はじめに

マッチング問題とは、研修医と病院、学生と病院など異なる二つの集合があって、一方のメンバーともう一方のメンバーの組み合わせを決める問題であり、それを実現する方式をマッチングプロトコルと呼ぶ。日本でも臨床研修医制度が始まるなど、実世界への応用という点でもマッチングプロトコルは興味深い。

マッチングに関する主要な興味のひとつはマッチングの安定性である。マッチングが安定であるとは、互いに別の者とペアになることを望むようなペアが存在しない状態を指し、制度を継続させる上で重要な性質と考えられている。安定なマッチングを求める解法として、Gale-Shapleyの遅延許諾アルゴリズムが提案されている [1]。研修医配属決定にも用いられるなど、有効性が示されているが、まだ問題もある。それは、選好獲得の問題である。

従来の研究では、正確な選好リストが参加者から提示されることから問題が議論されている。しかし、実際には、人気があるところが良い、あるいは、人が集中するところは避けたいなど、選好は他者の影響を受けるかもしれない。また、選好獲得には見学など情報収集が必要で、それにコストがかかるかも知れない。このような場合、正確な選好を得ることが困難になり、事後的にマッチングを不安定化させる要因となり得る。

この課題を解決するため、本研究ではマッチング参加者・組織の選好を共有することによって正確な選好獲得にかかるコストを低減できるマッチングプロトコルを考案した。以降、まず2章で現行の研修医配属の仕組みについて述べ、3章で志願者である学生についての分析を行う。4章で新たなプロトコルの提案を行う。

2. 研修医配属問題

研修プログラム（病院）と研修志願者の組み合わせを決定する研修医マッチングが、日本でも2004年より始まっており、およそ8,500名の学生が

参加する規模となっている。これは医師臨床研修マッチング協議会 [2] によって運営され、中央集中型のマッチングが行われている。

その手順を次に示す。まず、1. 志願者である学生がいくつかのプログラムの面接を受け、つぎに、2a. 志願者が面接を受けた研修プログラムについて登録した順に順序をつけて選好リストをマッチング協議会に提出する。2b. 研修プログラム側も同様に面接した志願者の順位をつけ定員と選好リストを協議会に提出する。最後に、3. マッチング協議会は得られた選好リストに対して遅延許諾アルゴリズムを適用し、結果を各志願者と各研修プログラムに通知する。そのプロセスを以下の図1に示す。

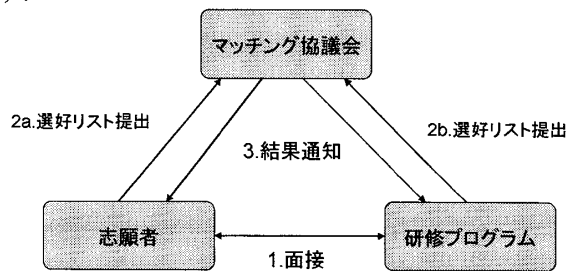


図1. 研修医配属プロセス

3. 研修志願者の選好獲得

上述のように図1のプロセスでは正確な選好リストが提示されることが前提となっている。しかし、志願者には他者の影響を受けず、最初から明確に応募したいプログラムとその順位が決まっている者もいれば、漠然とした候補しか持たない者もいると考えられる。漠然とした候補しか持たない原因としては、他者の選好が不明な点と、研修プログラム自体に関する情報が不足している点が挙げられる。いずれにせよ、やみくもに見学を行って、その志願者に結果として不要なコストが生じることになる。

研修プログラムには定員がある。他者の動向を知って、ペアとなる可能性のない研修プログラムを、選好リストの候補からはずせれば、マッチングの結果に影響を与えることなく、情報収集に必要なコストを削減できることに我々は着目した。

モデル化にあたっては志願者である学生を

- 選好順位が決まっている学生
 - 選好順位が決まっていない学生
- の2つに分類する。ここで、選好順位が決まってい

Taming the Interdependent Preferences in Matching Protocols
[†]Toshiya Kotani, Department of Information Science, Kyoto University
[‡]Shigeo Matsubara, Department of Social Informatics, Kyoto University

る学生とは、希望する研修プログラムが明確に決まってい、他者の選好順位の影響を受けない学生グループを指す。一方、選好順位が決まっていない学生とは、漠然と希望する研修プログラムの候補はあるが、正確な順位を得られていない学生グループを指す。

また、病院側は学生に対して選好を持つが、その選好基準は、学生が持つスキルなどによって規定されており、実際に面接しなくても、順位の判断ができるかと仮定する。

4. 提案プロトコル

本節では、選好順位が決まっていない学生が、結果として不要な情報収集活動を削減し得る、新たなマッチングプロトコルを提案する。基本となる考え方は、初期段階では、明確に順序付けされていない、あいまいな選好リストの提出を認め、選好順位が決まっている学生の選好情報を利用して、徐々に選好を明確化していくというものである。

本研究においては例示の簡単化のために各研修プログラムの定員を1名と設定する。また、マッチングアルゴリズムは実際に使われている通り、学生から病院に申し込みを行うという学生優先の遅延許諾アルゴリズムとする。提案プロトコルを以下に示す。

- 1) まず、選好順位が決まっている学生と研修プログラムのマッチングを行う。このマッチングをマッチング1と呼ぶ。
- 2) ステップ1で得られたマッチング結果に関して、お互いを選好順位において1位として選んでいるペアがないか検査する。例えば、志願者Rと研修プログラムHが共にお互いを選好順位において1位として選んでいて、他の志願者が病院側の基準で、Rより上位となることがない場合、他の志願者がHを1位としてもHとペアとなることはない。
- 3) この情報を選好順位が決まっていない学生に提供する。そうすると選好順位が決まっていない学生はわざわざペアとなる可能性のない研修プログラムHに関して情報収集する必要がなくなる。選好順位が決まっていない学生に関して、候補にHが含まれているならば、それを除く。
- 4) マッチング1の結果で互いに選好順位において1位同士ではなかった場合、このペアは一旦解消する。なお、学生は選好順位が決まっている学生であるため、ここで選好順位の変更は生じない。
- 5) 研修プログラム側の選好順位はマッチング1において1位同士だったペア（上記のペア(R, H)）の研修プログラム（ここではH）については確定しているものとして、ここでは考えず、また

それ以外の研修医プログラムについてはマッチング1で確定した志願者（ここではR）を除き、新たに見学してきた「選好順位が決まっていない学生」と「選好順位が決まっている学生」を合わせた志願者に対して再度評価を行い、新たに順位づけをする。

- 6) マッチング1で確定した学生と研修プログラムを除いた、全志願者と研修プログラムについてマッチングを行う。この際に得られたペアとマッチング1で確定したペアを最終的なマッチング結果として提示する。

以下の図2に学生側のマッチングの流れを示す。

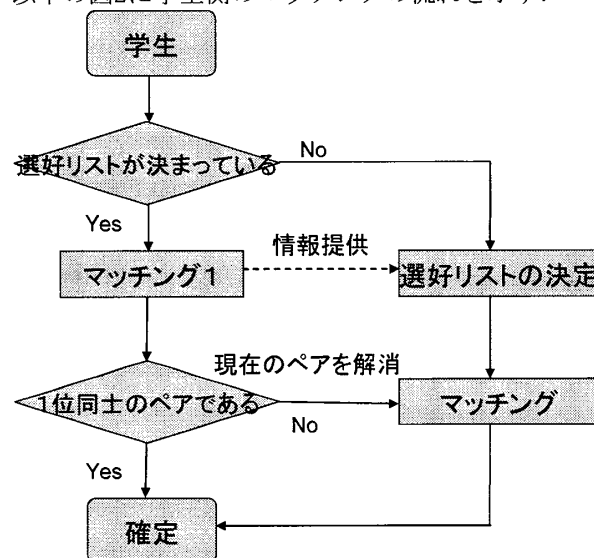


図2. 学生側のマッチングの流れ

5. おわりに

提案したプロトコルでは、マッチング1とその後のマッチングの2ステージに分かれていると言える。情報収集費用を削減するには、これをさらに細かく多段のステージに分割することも考えられる。ただし、その場合、マッチングの安定性は低下することになる。この辺りは、適用領域ごとに調整されることになる。今後の課題は、各参加者間の選好の依存の程度などを変えてシミュレーションを行い、各参加者のマッチングの満足度とマッチングを得るのに必要なコストの観点から提案プロトコルの評価を行うことである。

本研究は日本学術振興会科学研究費基盤研究(B)(19300054, 平成19年度～21年度)の補助を受けた。

参考文献

- [1] David Gale and Lloyd Shapley. College admissions and the stability of marriage. *American Mathematical Monthly*, Vol. 69, pp. 9–15, 1962.
- [2] 医師臨床研修マッチング協議会, <http://www.jrmp.jp/>