

A-007

研究室配属モデルのシミュレーション

Computer simulation of applicant assignment model

檀 裕也†
Yuya Dan

1. はじめに

教員1人あたりの学生数が多い私立大学では、学生のゼミや卒業研究などで研究室の配属を決める作業に相当な時間と労力を必要とする。学生の研究室配属には、研究室定員の制約によって、すべての学生が希望する研究室に配属されるわけではない。したがって、研究室配属の基本方針は大学・学部・学科ごとの実情に応じて策定されている。

いったん研究室配属の基本方針が決まると、その後のプロセスは一貫した手続きに従って進めていくだけであり、さじ加減が入る余地はない。そのため、研究室配属の作業を情報システムによって実現することが作業の効率化を図る上では有効だと考えられる。

そこで、本研究では、いくつかのシミュレーションを通じて、可能な限り学生の希望を取り入れる研究室配属の基本方針について考察を加えた。

2. 研究室配属問題

総数 m 人の学生を N 個の研究室に配属する問題（研究室配属問題）について考える。この研究室配属問題は、総数 m 人のメンバーについて、それぞれの希望に応じて N 個のグループに分けるといった問題に一般化することが可能である。

研究室の運営に必要な労力を平等に負担するという観点からすると、研究室の収容人員（定員）は各研究室について平等にすることが自然だと考えられる。そこで、定員 s を次のように定める。

$$s = \left\lceil \frac{m + N - 1}{N} \right\rceil$$

ただし、実数 x に対し、この式における記号 $\lceil x \rceil$ は x の整数部分を表す。このように定員を定めると、すべての研究室の学生収容定員は等しく、どの研究室にも配属されない学生が発生することはない。 m が N の倍数のとき ($m = sN$) には、過不足なく学生を研究室に配属することができる。

学生の研究室配属希望の場合の数は N^m 通りである。 $m = sN$ のとき、そのうち研究室の定員からすべての学生の希望に沿った研究室配属が決まる場合の数は、

$$\frac{m!}{s!(m-s)!} \cdot \frac{(m-s)!}{s!(m-2s)!} \cdots \frac{s!}{s!0!} = \frac{m!}{(s!)^N}$$

あるので、すべての学生の希望が実現する確率は

$$\frac{m!}{N^m (s!)^N}$$

となるのが分かる。例えば、 $N=3$ および $m=9$ のとき、この確率を計算すれば 8.54% となる。

m が N の倍数でないとき、学生収容定員 s を満足する研究室がある一方で、学生収容定員 s に1人分だけ不足する研究室が存在する。いま、 $r = m - (N-1)s$ と置くと、研究室の収容定員からすべての学生の希望に沿った研究室配属が決まる場合の数は、

$$\frac{m!}{s!(m-s)!} \cdot \frac{(m-s)!}{s!(m-2s)!} \cdots \frac{(m-(N-2)s)!}{s!(m-(N-1)s)!}$$

と一般化できる。学生の研究室配属希望は N^m 通り存在することから、すべての学生が研究室配属について満足する確率は

$$\frac{m!}{N^m (s!)^{N-1} r!}$$

となるのが分かる。一般的な例として、 $m=110$ および $N=13$ の場合について上記の結果を評価すると、その確率は 10^{-10} 程度に過ぎず、学生全員の希望をすべて受け入れることは事実上、不可能である。したがって、配属先研究室の第一希望だけでなく、第二希望、第三希望、…を聞いた上で、なるべく優先順位の高い研究室に配属されるようなくみが必要とされている。

3. シミュレーションによる評価

3.1 モンテカルロ法

前節で見たとおり、研究室配属問題は、人数調整が難しい。実際、 $m=110$ および $N=13$ の設定で、学生の研究室配属希望が一様乱数に従うと仮定してモンテカルロ法によるシミュレーションを実行したところ、1,000,000回の試行のうち、すべての研究室で定員以内に収まった試行は7件に過ぎなかった。また、最大1つの研究室で定員超過が発生した試行は1,088件、最大2つの研究室で定員超過が発生した試行は25,241件、最大3つの研究室で定員超過が発生した試行は157,670件という結果(表1)を得た。

研究室配属問題における最大の課題は、研究室定員を守ると同時に、多様な学生の希望を最大幸福の形で実現するところにある。上記のシミュレーションは、すべての研究室の人気度が等しいという単純な場合の結果に過ぎないが、研究室の人気度のばらつきによって研究室配属問題は非常に難しくなる。

実際、ひとつの研究室が他の研究室よりも2倍の人気がある場合、すなわち、乱数を一様に発生させるのではなく人気度に応じて乱数の発生分布を変えると、1,000,000回の試行のうち、すべての研究室で定員以内に収まった試行は

†松山大学 経営学部

Faculty of Business Administration, Matsuyama University
dan@cc.matsuyama-u.ac.jp

0件だった。前の結果と比べると、研究室の人気度にばらつきがあることで、定員超過になる件数が増加していることが分かる。(表2)

表1. 人気が等しい場合

定員収容	7件
定員超過1	1,088件
定員超過2	25,241件
定員超過3	157,670件
定員超過	375,521件

(試行回数 1,000,000回)

表2. 人気がばらつく場合

定員収容	0件
定員超過1	4,537件
定員超過2	60,173件
定員超過3	236,714件
定員超過	969,385件

(試行回数 1,000,000回)

また、どの研究室の人気も等しい場合に、ある1つの研究室が定員超過となる試行は375,521件だった一方、その研究室の人気が他の研究室に比べて2倍になる(すなわち、学生の配属希望確率が2倍になる)と、ほとんどすべての試行にわたる969,385件で定員超過となった。これは、人気のばらつきによって、学生の希望が反映されにくくなることを示している。

3.2 優先順序について

すべての研究室で収容定員の条件を満たすため、ある順序に従って学生を並べ、順番に所属研究室を決めていく方式を採用する。なお、学生の希望する研究室が定員を満たしていれば、他の定員を満たしていない研究室に割り振るものとする。そのとき、成績順に学生を並べれば、一定の合理性を確保できると考えられる。

研究室配属を決定するとき、成績上位者の希望を優先させることは妥当な判断だが、その成績資料としてGPAなどの指標を用いる場合には、同ランクの学生が存在することを見落としてはならない。すなわち、同じランクに位置する複数の学生が同一研究室の配属を希望する場合、情報システムは機械的に一部の学生を配属させ、残りの学生を定員あふれと判断して所属させないことが起こりうる。このような場合、配属を乱数で決めるか、研究室担当教員の意向を反映させるなどの措置をあらかじめ決めておき、事前に学生に周知するのが望ましい。

4. 学生不満度の評価

研究室配属問題において、自分の希望する研究室に配属されない学生の不満度を表す指標は、配属決定プロセスに依じて最適なものを用いればよい。

例えば、あらかじめ学生には第一希望の研究室を聞いておき、順番に、第一希望の研究室が定員を満たすまで配属を決めていく。第一希望の研究室が定員に満たなければ配属が決まるが、すでに定員を満たしている場合には、まだ空きのある研究室の中から希望するものを選択できるようにする。このとき、第一希望の研究室に配属されなかった

学生の不満度を第二希望として選択可能な研究室の数の逆数として与えれば、ひとつの研究室配属問題において、その学生不満度の総和は

$$\sum_{s \in \sigma} \frac{1}{n(s)}$$

と表すことができる。ここで、 σ は第一希望の研究室に配属されなかった場合の集合で、 $n(s)$ は第二希望として選択可能な研究室の数である。なお、 σ が空集合のとき、学生不満度を0と定義する。

$N=13$ および $m=110$ の場合に、この評価方法で学生不満度を求めた結果、1,000,000回の試行で10.649という平均値を得た。研究室配属問題の最適化には、この評価値を最小にするしくみが必要不可欠である。

5. 考察

現実に行われている研究室配属プロセスは、何年にもわたって同じ方法が採用されていれば、学生の間に周知し、配属の結果には一定の理解が得られていると考えられる。しかし、新学科の設立などの要因で初めて研究室配属を行う場合や改組などの要因で研究室配属プロセスを変更するような場合、事前にシミュレーションによって学生不満度を評価することは大切である。

今回のシミュレーションでは、学生不満度という指標を提案し、研究室配属のプロセスについて評価の尺度を与えた。一方、受け入れる研究室を担当する教員側の不満度として、例えば配属学生の成績を変数とする関数が定義可能であろう。

また、これらの指標は相対値であり、他の研究室配属プロセスとの比較においてのみ意味を持つことに注意しなければならない。

6. まとめ

本研究では、研究室配属問題を情報システムで解決するという観点から、数学的に評価するとともに、シミュレーションによって数理モデルを検証した。

どの研究室も人気等しい場合でさえ、学生の配属希望が満たされることは非常に難しい。実際には、人気のある研究室とそうでない研究室が存在するため、研究室配属問題は、いかに学生不満度を最小化するかという点につきると言える。今回のシミュレーションでは、研究室の人気度にばらつきがあると学生の希望が実現しにくくなる現象を数理モデルによって明らかにし、研究室配属プロセスの善し悪しを評価する指標として学生不満度という指標を提案した。

本研究で明らかになった結果に基づき、研究室配属問題の最適化に用いる具体的な手法が今後の課題である。

参考文献

- 1) B. W. Kernighan and D. M. Ritchie, "The C programming language," Prentice Hall (1988).
- 2) B. Korte and J. Vygen, "Combinatorial Optimization," (3rd. ed.) Springer (2006).
- 3) 加藤暢「研究室配属プログラムの開発と運用」情報処理学会研究報告(2005)。