

## 線形計画ソフトウェアの性能比較に関する研究 - クラス編成問題を事例にして -

愛知県立大学 情報科学部 情報科学科 鈴木 康平 指導教員：奥田 隆史

## 1 はじめに

大学において学生のクラス配属を行うことは多い。例えば、本学における情報科学部の研究室配属や、一般教養科目の履修クラス決定などである。このような研究室配属や履修クラス決定の問題を本稿ではクラス編成問題と呼ぶ。

クラス編成問題は、定員や教室サイズ、履修要件など様々な制約条件の下で、学生の満足度を最大化するような線形計画問題(LP問題)と見なして捉えられる[1][2]。LP問題として定式化すると、線形計画ソフトウェア[3][4]を利用することにより簡単に学生の満足度が最大となるクラス編成を求めることができる。しかしながら、現在、線形計画ソフトウェアは複数存在し、どのソフトウェアを利用するのが適切なのか明らかにされていない。そこで、本研究では本学におけるクラス編成問題を事例にして、線形計画ソフトウェアの性能を比較・検証する。図1に本研究の比較・検証までの流れを示す。

以下、第2節でクラス編成問題をLP問題として定式化するとともに、本研究で用いるLP問題の解法アルゴリズムを示す。第3節では、本研究で用いる線形計画ソフトウェアを紹介するとともに、計算時間の比較結果を示す。最後に、第4節で本研究をまとめる。

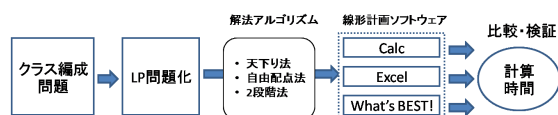


図1 比較・検証までのモデル図

## 2 LP問題の解法アルゴリズム

クラス編成問題は、所属変数  $x_{ij}$  を導入すると、

LP問題  
学生総数を  $n$ 、クラス総数を  $m$ 、学籍番号を  $j(j = 1, 2, \dots, n)$ 、クラス番号を  $i(i = 1, 2, \dots, m)$ 、第  $i$  クラスの定員を  $a_i$ 、 $x_{ij}$  を、学生  $j$  がクラス  $i$  に所属する時は1、所属しないときは0となるものとする。学生  $j$  がどれか1つのクラスに所属し、第  $i$  クラスが定員オーバーにならないためには  $x_{1j} + x_{2j} + \dots + x_{mj} = 1$  と  $x_{i1} + x_{i2} + \dots + x_{in} \leq a_i$  が成り立たなくてはならない。

と表現することができる。

このLP問題を本研究では、学生が所属希望（志望順位、志望点数など）を提出するという本学の状況を勘案し、文献[1]で紹介されている天下り法と自由配点法、さらに筆者が提案する2段階法の3種類のアルゴリズムにより解く。

天下り法とは、 $p_{ij}$  を学生  $j$  がクラス  $i$  を第1志望とするとき70点、学生  $j$  がクラス  $i$  を第2志望とするとき30点、学生  $j$  がクラス  $i$  を第3志望とするとき0点、それ以外の場合は  $-10^6$  点となるような変数とし、全学生の合計得点を最大化する方法である。自由配点法は、天下り法における  $p_{ij}$  を第1志望の場合は100点、第2、第3志望には自由配点(0~100点)とすることができる。自由配点法を用いると、複数のクラスのどれでも良いといったことまで表現することができる。2段階法は、全クラスを  $l$  個のカテゴリーグループに分け、先ず学生はカテゴリーグループを1つ選択し、その結果に対して天下り法や自由配点法で所属クラスを決定する方法である（詳細は卒論参照）。

## 3 線形計画ソフトウェアによる計算時間の比較

本研究では3種類の線形計画ソフトウェア：Calc (Apache OpenOffice™ 4.0.1)、Excel (Microsoft Office®)、What's BEST! Version10.0 試用版 (LINDO Japan®) を利用する（実行環境：Windows 7 Professional, Intel® Xeon® CPU X5650 (2.67GHz)）。なお、CalcとExcelにおいては、ソルバー機能[4]を用いるものとする。

これらの線形計画ソフトウェアを用いて、問題1（情報科学部の研究室配属を想定）と問題2（一般教養科目の履修クラス決定を想定）を解き、計算時間を測定する。なお、問題1では  $n = 100, m = 25, a_i = 5$  で、志望の分布に偏りが無い場合（どのクラスも第1志望が3人以上10人以下）と、志望の分布に偏りがある場合（第1志望が3人以下や10人以上のクラスが存在する）を設定した。問題2では  $n = 500, m = 10, a_i = 60$  で、志望の分布に偏りのない場合（どのクラスも第1志望が40人以上60人以下）と、志望の分布に偏りがある場合（第1志望が40人以下や80人以上のクラスが存在する）を設定した。なお、両問題に対して2段階法を適用する場合のカテゴリー数は  $l = 3$  とした。

両問題に対するCalcによる計算時間と学生の満足度を、表1、2にまとめる（計算時間は5回測定したその平均値）。表から、 $x_{ij}$  の個数の多いこともあり、問題1の計算時間に比べて問題2の計算時間は長いことが確認できた。また、両問題で、どのアルゴリズムにおいても偏りが無い場合のほうが偏りがある場合より計算時間が長くなった。

表1 問題1における計算時間と学生の満足度

	偏りなし		偏りあり	
	時間(秒)	満足度(点)	時間(秒)	満足度(点)
天下り法	60.5	6920	57.4	5720
自由配点法	62.8	9670	56.1	7420
2段階法(天下り)	56.8	6880	56.5	6160
2段階法(自由配点)	56.7	9820	56.1	8550

表2 問題2における計算時間と学生の満足度

	偏りなし		偏りあり	
	時間(秒)	満足度(点)	時間(秒)	満足度(点)
天下り法	2247.6	35000	2193.4	32800
自由配点法	2214.4	50000	2210.6	45540
2段階法(天下り)	2126.2	35000	2110.0	33440
2段階法(自由配点)	2154.0	50000	2104.4	49650

## 4 おわりに

本研究では、本学におけるクラス編成問題を解くために、3種類の線形計画ソフトウェアを適用し、計算時間を比較した。その結果、今回設定したクラス編成問題に対してはCalcが適していることがわかった。今後の課題には、より複雑な事例について検証すること、その他の線形計画ソフトウェアを比較することなどがある。

## 参考文献

- [1] 今野浩, 『数理決定法入門-キャンパスのOR』, 朝倉書店, 1992.
- [2] 松井泰子, 根本俊男, 宇野毅明, 『入門オペレーションズ・リサーチ』, 東海大学出版会, 2008.
- [3] 宮代隆平, 松井知己, “ここまで解ける整数計画(堅く柔らかく-数理計画アプローチ再訪)”, システム/制御/情報: システム制御情報学会誌, vol.50, no.9, pp.363-368, 2006.
- [4] “ソルバーとは”, IT用語辞典バイナリ, <http://www.sophia-it.com/content/%E3%82%BD%E3%83%AB%E3%83%90%E3%83%BC>, (2014年1月15日閲覧).