4T－12

# 総合成績を考慮したクラス編成法に関する一考察

鎌田　慎　三田村 保　山本 雅人　大内　東
北海道大学工学部

## 1　はじめに

クラス定員の制約の中で学生の意向を最大限に尊重するようなクラス編成を行なう問題をクラス編成問題という．本稿はクラス編成問題の定式化をおこない、さらに学生の総合成績を考慮した手法を提案し、その効果を示す．

## 2　背景

### 2.1　クラス編成問題の定義

「クラス編成問題」は、以下のように定義される．

- ある集団をいくつかのクラスに編成する．
- その際、各学生は第１希望から第３希望までの希望調査を行ない、その希望に基づいて編成を行なう．
- 各学生は必ずただ１つのクラスにのみ属する．
- 各クラスには定員があり、この定員を越えることはできない．

以上の条件を満たす候補の中で、出来るだけ学生全体の満足度が高くなるようにクラス編成をおこなう手法が「クラス編成法」である．

### 2.2　クラス編成法

従来、クラス編成は手作業によって行なわれてきたが、今日ではコンピューターを用いて解を求める手法が提案されている[1]. 著者らは従来の学生の希望のみを重視したクラス編成法から、さらにクラス側の希望を考慮したクラス編成法を提案してきたが、成績の良い学生が希望度の低いクラスに配属となる可能性もあり、学生にとって不満の生じる編成法であった．本稿では学生の満足度を数値化し、その点数に学生の成績による点数を加味した値を用いてクラス編成を行った結果、従来の欠点が解消されたことを実験を通して示す．

## 3　クラス編成アルゴリズム

### 3.1　諸定義

一般的に問題を扱うため以下の記号を用いる．

$S=\{s_i \mid 1\le i\le n\}$ :学生の集合
$L=\{l_j \mid 1\le j\le m\}$ :クラスの集合
$A=\{a_j \mid 1\le j\le m\}$ :クラスの定員集合
$Q=\{q_{ij} \mid 1\le i\le n, 1\le j\le m\}$
:学生 $i$ のクラス $j$に対する満足度集合
$Z=\{z_{ij} \mid 1\le i\le n, 1\le j\le m\}$
:クラス $j$の学生 $i$ に対する満足度集合
$R=\{r_i \mid 1\le i\le n\}$ :学生 $i$ の総合順位集合

本稿のクラス編成のための準備 (前提条件) を以下に示す．

1. 学生の総合順位学生の成績等を参考にした総合順位 $r_i$の決定.
2. 定員配分クラス $j$ の定員 $a_j$ の決定. ただし、定員の合計は学生数以上とする．
3. 学生の志望学生 $i$ の志望する上位３クラスと、各志望クラスに対しての志望の度合 A～C の決定. ここで、最も志望の度合の高いクラスは必ず A とする．
4. クラスの志望クラス $j$ の学生 $i$ に対する満足度 $z_{ij}$ の決定. 例えば、学生 $i$ のクラス $j$に対する成績等を用いる．

以上の準備のもとで次のようにクラス編成を行なう．

### 3.2　クラス編成の流れ

STEP1～STEP4 の順番にクラス編成は行われ、最適解が１つ定まる．

**STEP1.**　学生の意向に沿ったクラス編成の実行. 全体の学生の満足度が最大となる解を求める. 複数解が生じたときは STEP2 へ進む．

**STEP2.**　クラスの意向に沿ったクラス編成の実行.STEP1 の複数解の中から、全体のクラスの満足度が最大となる解を求める. 最適解が複数あれば STEP3 に進む．

**STEP3.**　総合順位の高い学生が希望の高いクラスに所属している解を選ぶ. 実験上では、ここで最適解が１つのみ定まる．

**STEP4.** STEP3 で複数解が残っている場合、解によって所属の異なる学生を総合順位の高い順から探し、話し合いによって希望のクラスを１つ選択する. 解が１つになるまで行なわれるが、STEP4 終了時には確実に解は１つになる．

### 3.3　定式化

前節の編成アルゴリズムの定式化を行なうと以下のようになる．

**STEP1.**　学生の意向に沿ったクラス編成の実行.
条件

$$\sum_{j=1}^{m} x_{ij}=1, \qquad 1\le i\le n$$

$$\alpha\ a_j \le \sum_{i=1}^{n} x_{ij} \le a_j, \qquad 1\le j\le m$$

$(\alpha$ : 定員充足率　$0<\alpha\le 1)$

---

An Algorithm for Class Arrangement Problems based on Students' Grade
Makoto Kamada, Tamotsu Mitamura, Masahito Yamamoto and Azuma Ohuchi
Faculty of Engineering, Hokkaido University

最大化

$$\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{m} q_{ij}x_{ij} \rightarrow max$$

$$x_{ij} = \begin{cases} 1 & (\text{学生 } i \text{ がクラス } j \text{ に所属した場合}) \\ 0 & (others) \end{cases}$$

$$q_{ij} = \begin{cases} 60 + \epsilon_i & (\text{学生 } i \text{ が優先順位 } A \text{ のクラスに所属}) \\ 40 & (\text{学生 } i \text{ が優先順位 } B \text{ のクラスに所属}) \\ 0 - \epsilon_i & (\text{学生 } i \text{ が優先順位 } C \text{ のクラスに所属}) \\ -10^6 & (others) \end{cases}$$

$$\epsilon_i = \begin{cases} 20 & (\text{総合順位 } r_i \text{ が上位 10 \% 以内の学生}) \\ 10 & (\text{総合順位 } r_i \text{ が上位 10 \%〜30 \% の学生}) \\ 0 & (\text{総合順位 } r_i \text{ が上位 30 \%〜70 \% の学生}) \\ -10 & (\text{総合順位 } r_i \text{ が上位 70 \%〜90 \% の学生}) \\ -20 & (others) \end{cases}$$

**STEP2.** STEP1 で複数解が生じる場合それぞれの解に対し以下の値を出し最大の解を残す.

$$\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{m} z_{ij}x_{ij}$$

**STEP3.** STEP2 で複数解が生じた場合、以下の操作を行う.

**for** $r_i \leftarrow$ 1 **to** $n$ **do**
{
それぞれの解について $x_{ij} = 1$ の部分の満足度 $q_{ij}$ を調べ、値が最大の解のみ残す.
**if** 解の個数 = 1
終了
**else**
}

**STEP4.** STEP3 で複数解が残っている場合、以下の操作を行ない解を 1 つにする.

**for** $r_i \leftarrow$ 1 **to** $n$ **do**
{
**if** 解によって所属の違う学生 $i$ が存在
その中で希望の所属を一つ決定.
希望の所属以外の解を削除.
**if** 解の個数 = 1
終了
**else**
}

# 4 実験

学生数 50 人、クラス数 10(各クラス定員 5 名) の 100 個のデータを用意し、$\epsilon_i$を考慮しない手法と、$\epsilon_i$を考慮した手法を用い、それぞれクラス編成を行う. また、$\epsilon_i$の値を変えて同様な実験を行う. 表 1,2,3 は、各々の手法に対する成績別の学生の所属割合を表したものである. また、表 4 は、表 1,2,3 で用いた各々の場合について、学生とクラス側の満足度の平均を表している.

表 1: 学生の成績を考慮していないクラス編成

| 優先順位 | 総合順位 | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 〜10 % | 〜30 % | 〜70 % | 〜90 % | 〜100 % |
| A | 84.6 % | 85.7 % | 82.5 % | 83.9 % | 82.8 % |
| B | 6.5 % | 4.6 % | 6.2 % | 7.3 % | 4.7 % |
| C | 8.9 % | 9.7 % | 11.3 % | 8.8 % | 12.5 % |
| 計 | 100 % | 100 % | 100 % | 100 % | 100 % |

表 2: 学生の成績を考慮したクラス編成 ($max\ \epsilon_i = 10$)

| 優先順位 | 総合順位 | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 〜10 % | 〜30 % | 〜70 % | 〜90 % | 〜100 % |
| A | 92.7 % | 91.4 % | 83.3 % | 76.4 % | 68.0 % |
| B | 5.1 % | 4.5 % | 6.8 % | 8.4 % | 5.9 % |
| C | 2.2 % | 4.1 % | 9.9 % | 15.2 % | 26.1 % |
| 計 | 100 % | 100 % | 100 % | 100 % | 100 % |

表 3: 学生の成績を考慮したクラス編成 ($max\ \epsilon_i = 20$)

| 優先順位 | 総合順位 | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 〜10 % | 〜30 % | 〜70 % | 〜90 % | 〜100 % |
| A | 96.0 % | 94.6 % | 85.0 % | 71.2 % | 53.6 % |
| B | 3.4 % | 3.6 % | 6.4 % | 7.9 % | 7.7 % |
| C | 0.6 % | 1.8 % | 8.6 % | 20.9 % | 38.8 % |
| 計 | 100 % | 100 % | 100 % | 100 % | 100 % |

表 4: $\epsilon_i$の値に対する学生とクラスの満足度の変化

| | 考慮せず | $max\ \epsilon_i = 10$ | $max\ \epsilon_i = 20$ |
|---|---|---|---|
| 学生 | 52.6 | 52.3 | 51.6 |
| クラス | 52.1 | 51.3 | 51.5 |

# 5 結論

今回の実験で以下のような結論を得た.

- 本稿の手法によって明らかに学生の成績による配属の違いが生じる. 特に優先順位 C に配属される学生の割合は学生の成績が大きく影響する.
- 学生、クラス側の平均の満足度の値はともに若干下がるだけでほとんど影響はないものと思われる.
- 学生の成績の比重の違いは学生の配属には影響を与えるが、学生やクラスの満足度にはあまり影響しない.

以上により本手法によるクラス編成の結果は、成績の良い学生を優先的に希望の高いクラスに配属しつつも、従来法とほぼ同様に、全体としての学生とクラス側の双方の希望を満たしたクラス編成になっているといえる.

# 6 おわりに

本手法では$\epsilon_i$の値を 20 以上にすると成績の悪い学生は優先順位 A と B に所属した場合の満足度の逆転現象が起こり適切なクラス編成が行えない. 学生の成績をより考慮にいれたい場合、本稿のシステムでは対応できず、改善が必要である.

# 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.