

## 代替性／補完性を考慮した講義割当メカニズム Lecture Allocation Mechanism Considering Substitutability and Complementarity

橋浦 悠二† 松尾 徳朗† 齋藤 義人† 元木 陽介†  
Yuji Hashiura Tokuro Matsuo Yoshihito Saito Yousuke Motoki

### 1. はじめに

現在、多くの教育機関で選択科目制度が採用されている。選択科目とは、多種多様な講義から学生が自らの目的に応じて自由に履修できる科目であり、学生の嗜好を反映でき、学習意欲を増加させるための極めて重要な要素である。しかし、自由に選択できる科目であるにも関わらず、講義の定員や開講時間などが存在するため、すべての学生が希望した講義を受講することは非常に困難である。講義の定員を超えた場合、機械的な割当が行われる事が多い。このように機械的な割当は、学生の希望が無視されていたり、教育的配慮が考慮されていないなどの理由から適切な手法とは言えない。

本研究では、学生が希望する講義の間に存在する代替性、補完性に着目し、講義の組み合わせを学生に希望させる事で学生の満足度の増加を促す講義割当メカニズムを提案する。また、学生の卒業に必要な単位残数を割当の基準に組み込むことで、教育的配慮に基づく割当を可能にする。

### 2. 選択科目

大学で開講されている講義には、必修科目と選択科目が存在する。学生の意思とは関係がなく、卒業条件として履修を必要とする必修科目に対して、多少の条件があれども、学生の意思で自由に選択できる選択科目は、学生の興味や関心などを反映できる教育的配慮に基づいたシステムだと言える。また、昨今では高等学校においても選択科目制度は広く普及し始め、選択科目が学生にもたらす効果により強い期待が持たれている。

しかし、選択科目には授業内容や、教授の人間性などの要因で講義の人気の差があり、人気の講義に学生が殺到した場合、講義室の空間的制限などの理由で、すべての学生が希望する講義を履修できるとは限らない。強く希望をしていたが、受講できなかったため、希望度合の低い講義を受講しなくてはならなくなった学生は、学習意欲を大きく減少させてしまう危険性がある。それにも関わらず、従来では講義の受講を希望する学生が定員を超過してしまった場合、学生の希望の強さに関係のない抽選や先着順などの教育的配慮に基づかない割当手法を用いる事が多い。

#### 2.1 講義選択の決定基準

学生は自らの嗜好に基づいて、受講したい講義を大学に申請する。一般的に、学生は自ら申請した希望講義集合の中でも、希望の強さについて順位付けを行っている。その順位付けは、興味関心、講義の容易性など様々な希望理由に依存している。しかし、学生の申請と制限をもとに、割当を行っている大学は、学生が受講を希望した理由などは考慮していない。つまり、希望申請したという要素のみで割当を行っている。このような割当は、学生の嗜好を反映できるといった選択科目制度の特長を生かしきれない。そこで、学生に希望理由とその段階別評価を表明させる手法

を用いて、学生が各講義に持っている嗜好をより明確にする[1][2]。

#### 2.2 講義間関係

学生が希望する講義集合には、いくつかの講義の中から1つだけ受講すればよいとする代替関係にある講義群や、いくつかの講義をまとめて受講することで、資格が得られるなど、より学生の満足度が増加するという補完関係にある講義群がある。例えば、2つの講義間に代替関係があった場合、どちらか片方だけ受講できれば良いため、両方受講できたときでも、学生の満足度はあまり増加しない。また、2つの講義間に補完関係があった場合、両方受講できたときは、片方だけ受講できた場合よりも、学生の満足度が増加する。このように、講義割当には、講義間の関係を考慮する必要がある。以下、学生の満足度を効用と言い換える。

#### 2.3 必要卒業単位数

学生は大学を卒業するために、必修科目と、定められた必要単位数分の選択科目の単位を取得しなければならない。学生は学期ごとに講義のスケジュールリングを行い、卒業条件の達成を目指す。しかし、中には高次学年になっても、過去のスケジュールリングにおいて、受講許可や、単位認定を受けることができず、他の学生と比べて、卒業条件を達成するのが困難になる学生も存在する。そのような学生が最高次学年である場合、最終学期に必要な単位数以上の講義を受講できなかったときは、卒業認定が受けられない。つまり、全ての学生の講義を受講する理由には、卒業条件を満たすためという理由が少なからず内包されており、それは高次学年になるほど重要視される。そのため、教育的配慮に基づいた講義割当を行う際、卒業条件の達成度を学年ごとに考慮する必要がある。

### 3. 講義割当メカニズム

#### 3.1 定義と仮定

学生に講義を割り当てる際の定義と仮定を示す。

- 学生の集合を  $S = \{s_1, s_2, \dots, s_i, \dots, s_n\}$  とする。学生  $s_i$  が卒業までに取得しなければならない単位の残数を  $t_i$ 、学生  $s_i$  の出席率を  $a_i$  と定義する。
- 講義の集合を  $L = \{l_1, l_2, \dots, l_j, \dots, l_m\}$  とする。
- 学生  $s_i$  が希望する講義の集合を  $G_i$  と定義する。
- 学生  $s_i$  が講義  $l_j$  に対して表明した希望理由の評価値の集合を  $E^i = \{e_1^{i,j}, e_2^{i,j}, \dots, e_k^{i,j}, \dots, e_r^{i,j}\}$  とする。
- 学生  $s_i$  が講義  $l_j$  に対して持っている効用を  $u_j^i$  とする。 $u_j^i$  は学生  $s_i$  の嗜好に基づき決定した  $e_k^i$  により求めることができるが、その効用を決定する関数は一意に決定することはできないため、効用関数を  $u_j^i = \varepsilon \sum_{k=1}^m c e_k^{i,j}$  と仮定し、その集合を  $U$  とする。 $\varepsilon$  は講義  $l_j$  に対する学生  $s_i$  の希望の有無を判

†山形大学, Yamagata University

定する変数  $\varepsilon \in \{0,1\}$  であり,  $c$  は任意の定数である.

- 希望する学生が定員を超えてしまった講義がある場合, 学生を割り当てる際の優先度を表す値を  $v_j^i = \alpha \cdot u_j^i + t_i$  と定義する.  $v_j^i$  が高いほど, 学生  $s_i$  は講義  $l_j$  の割当において, 優先的に割り当てられる.
- 学生は, 全ての回答項目に対して, 虚偽の申告をしないと仮定する.

### 3.2 学生の希望と評価に基づいた入札

表1は, 学生  $s_1, s_2, s_3$  が講義  $l_1, l_2, l_3$  に対して, 表明した満足度を表している. 学生  $s_1$  は, 講義  $l_1, l_2$  に対して代替関係があると考えているため, 両方受講できたときの効用は低い. 希望講義の間に代替関係がある場合の効用は以下の式で決定される. ただし,  $\alpha$  は  $0 \leq \alpha < 1$  である.

$$(l_1 + l_2)\alpha$$

また, 代替講義の組み合わせが3個になった場合, 以下の式で効用が決定される.

$$(\min\{\{l_1, l_2\}, \{l_1, l_3\}, \{l_2, l_3\}\} + \{\{l_1, l_2, l_3\} - \min\{\{l_1, l_2\}, \{l_1, l_3\}, \{l_2, l_3\}\}\}) \cdot \alpha$$

学生  $s_2$  は, 講義  $l_1, l_2$  に対して補完関係があると考えているため, 両方を受講できたときの効用は  $l_1, l_2$  の和より高い.

希望する講義の間に補完関係がある場合の効用は以下の式で決定される. ただし,  $\beta$  は  $\beta \geq 1$  である.

$$l_1 + l_2 + \beta$$

補完講義の組み合わせが3個になった場合の効用は以下の式で決定される.

$$\max\{\{l_1, l_2\}, \{l_1, l_3\}, \{l_2, l_3\}\} + \{\{l_1, l_2, l_3\} - \max\{\{l_1, l_2\}, \{l_1, l_3\}, \{l_2, l_3\}\}\} + \beta$$

学生  $s_3$  は講義  $l_1, l_2, l_3$  に対して, 特別な依存関係が無い通常財と考えているため, 組合わせて受講することができた場合の効用はそれぞれ, 学生  $s_3$  が講義  $l_1, l_2, l_3$  に対して表明した効用の和で計算できる.

表1のように表明した効用に対し, 組合わせオークションを行うことで, 講義割当の最適解を求めることができる.

表1 学生の希望講義入札例.

	$l_1$	$l_2$	$l_3$	$\{l_1, l_2\}$	$\{l_1, l_3\}$	$\{l_2, l_3\}$	$\{l_1, l_2, l_3\}$
$s_1$	5	4	3	3	5	4	8
$s_2$	2	3	5	9	10	11	15
$s_3$	4	3	4	7	8	7	11

### 3.3 講義の割当

講義の割当をする際,  $u_j^i$  の高い順に割当を行うことで, 学生の嗜好に基づいた割当を達成できる. しかし, 効用順のみ考慮した講義割当では, 卒業のために講義を多く受講しなければいけない状況で, 全く受講できない学生が出る危険性があり, その学生が最高学年であるならば, 卒業することができなくなってしまう可能性がある. 逆に低次学年の学生は, 卒業までの時間に余裕があるため, 卒業単位数を高次学年ほど重要視する必要は無い.

そこで本研究では, 学生が表明した講義に対する効用  $u_j^i$  に加え, 学年ごとに卒業に必要な取得単位数  $t_i$  と, 過去の出席率  $a_i$  を講義を割当する際の優先基準とし, 講義

を希望する学生が講義の定員を超えた場合, 優先値  $v_j^i$  が高い順に講義が割り当てられる. これにより, 高次学年になるほど  $t_i$  が割当に大きく影響する講義割当メカニズムを提案する. 学年ごとの重みはそれぞれ, 1学年は  $v_j^i = u_j^i$ , 2学年は  $v_j^i = \alpha \cdot u_j^i$ , 3学年は  $v_j^i = \alpha \cdot u_j^i + t_i$ , 4学年は  $v_j^i = u_j^i + t_i$  で決定する. 以下に割当の手順を示す.

- 学生  $s_i$  は講義の組み合わせに対して, 大学側が決定した  $r$  個の希望理由に関する効用  $e_k^{i,j}$  を5段階評価で申告する. ( $1 \leq k \leq r$ )
- $G_i$  を参照し, 学生  $s_i$  の効用が最大となる講義を仮割当する.
- 各講義に仮割当した学生を定員数に基づき優先値  $v_j^i$  が高い順にソートし, 定員が充足するまで受講許可を出す. 講義を割り当てられた学生  $s_i$  は, 割当られた講義の単位数分,  $t_i$  から差し引く.
- 以下, 全ての講義の割当が終了するまで, ii, iii を繰り返す.

### 4. 議論とまとめ

本研究では, 学生が希望する講義間に代替関係や補完関係がある場合について説明し, 講義間の関係を考慮した講義割当手法を提案した. また学生は, 単位の必要性和講義の出席に関して, 特に関係性を意識してなく, 単位の必要性が高い学生の出席率が高いとは限らない[3]. そこで, 本提案手法は学生の出席率と卒業必要単位数を考慮することで, 学生の出席率を増加させ, 多くの学生が滞り無く卒業できるようにすることができる. 本提案手法は, 学生の卒業を視野にいれた講義割当を行っているため, 教育的配慮にも基づいていると言える.

今後の改善すべき点として, 補完性, 代替性がある講義の組み合わせ総数は講義数が増えると, 指数的に増大してしまうため, 効率的な割当アルゴリズムが必要となる.

講義の出席率については, 学生の欠席理由には様々あり, 単なるサボタージュの学生もいれば, 重要な理由で欠席せざる負えない学生も存在する. 前者の場合, 不適切な欠席理由であるため, 酌量の余地はない. しかし, 後者のような重要な理由がある学生の場合, 不適切な理由で欠席した学生を同等の評価で扱うことは不公平である. そこで, やむ負えない理由で欠席した学生は, 欠席した講義の担当者に, 欠席理由を申告し, 出席に代わる課題を提出する, などの工夫が必要である. しかし, 不適切な理由で欠席した学生が, あたかも重要な理由で欠席したと, 虚偽の申告をすることができるため, その不正を防ぐ手段が必要である.

卒業必要単位数については, ある学年のほとんどが単位認定を多く受けられなかったまま, 高次学年になってしまった場合, 単位数に基づく優先割当を行うと, 次学期の低次学年に対して多く講義を割り当てることができないといった問題がある.

#### 参考文献

- 松尾徳朗, 藤本貴之, “選択科目クラス編成システム”, ヒューマンインターフェース学会誌, Vol.7, No.3 (2007).
- 藤本 貴之, 松尾 徳朗, “選択科目における学生の嗜好に基づいた授業選択/クラス編成システム”, CIEC 会誌 コンピューター&エデュケーション, Vol.16, pp.88-94 (2004).
- 牧野 幸志, “学生による授業評価と出席率との関係(2) -単位の必要性, 単位修得の可能性と出席率との関係-”経営情報研究, 第13巻 第2号 pp.1-16(2005)