

## 大学連携 e-Learning における履修者抽選システムの提案

### Proposal of Drawing System for Course with Limited Number of Registration in University Cooperative e-Learning

藤本 憲市<sup>\*1</sup>, 村井 礼<sup>\*1</sup>, 林 敏浩<sup>\*2</sup>, 裏 和宏<sup>\*2</sup>  
Ken'ichi FUJIMOTO<sup>\*1</sup>, Hiroshi MURAI<sup>\*1</sup>, Toshihiro HAYASHI<sup>\*2</sup>, Kazuhiro URA<sup>\*2</sup>

<sup>\*1</sup> 香川大学 大学連携 e-Learning 教育支援センター四国

<sup>\*1</sup> University Consortium for e-Learning, Shikoku Center, Kagawa University

<sup>\*2</sup> 香川大学 総合情報センター

<sup>\*2</sup> Information Technology Center, Kagawa University

Email: kfujim @cc.kagawa-u.ac.jp

あらまし：四国地区の5国立大学では、四国における e-Knowledge を基盤とした5大学間連携による大学教育を共同実施している。e-Learning 形態により同一科目を5大学で開講していることから履修者数が数百人規模となる科目が生じるため、履修者数を制限せざるを得ない状況にある。本稿では、科目毎に履修者数の上限を設定し、選択必修/選択の科目種別や学生の履修希望順位などを考慮するパラメータを取り入れた履修者抽選システムを提案する。

キーワード：大学連携 e-Learning, 履修者数の上限, 混合整数線形計画問題, 分枝限定法, 抽選システム

#### 1. はじめに

大学において、学生は学期の開始前又は開始後にその学期で開講される授業の履修を申請する。学生の利益を尊重するならば、選択科目の履修決定権は学生側にあるべきである。しかしながら、教室の規模やパーソナルコンピュータ（PC）の台数等の物理的制約から、科目によっては履修者数の上限が設定されることがある<sup>(1)</sup>。一方、対面授業や試験を実施しない非同期型 e-Learning 科目については、教室規模や PC 台数の制約がなくなることにより履修者数は無制限でよいと考えられがちである。しかし、ネットワーク回線の帯域や、映像（e-Learning 教材）を保存しているストリーミングサーバへの同時アクセス時の負荷等を考慮すれば<sup>(2)</sup>、履修者数の制限は必要となる。

徳島大学、鳴門教育大学、香川大学、愛媛大学、高知大学では、四国5大学連携による知のプラットフォーム形成事業の一環として、四国における e-Knowledge を基盤とした5大学間連携による大学教育を共同実施（以下、知プラ e 事業とよぶ）している<sup>(3,4)</sup>。e-Learning 形態により同一科目を5大学で開講しているため、履修者数が数百人規模となる科

目も生じている。教育の質を担保する観点から、科目によっては履修者数を制限する必要がある。

知プラ e 事業における科目（以下、知プラ e 科目とよぶ）の履修者数を制限する方法として、例えば、科目毎に履修者数の上限を設定する方法、ある科目について大学毎に履修者数の上限を設定する方法が挙げられる。前者の場合は、卒業要件単位に含む科目の履修者枠を一定数確保するといった大学側の要望を実現できない可能性がある。他方、後者の設定は、他大学の履修者枠に余裕がある場合でも履修できない学生が生じうるという問題を内包している。

本稿では、このトレードオフをできる限り解消するため、科目毎に履修者数の上限を設定する方法を採用しつつ科目種別や学生の履修希望順位を考慮するためのパラメータを取り入れた履修者抽選システムを提案するとともに、その有効性を例証する。

#### 2. 履修者数制限に係る問題

平成27年度に開講する知プラ e 科目及び履修者数の制限を表1に示す。表中の記号“—”は制限無しを意味する。この履修者制限設定における問題点を簡単に説明する。

表1 平成27年度知プラ e 科目と履修者数の上限設定

| 科目提供大学 | 科目名           | 香川大学 | 徳島大学 | 鳴門教育大学 | 愛媛大学 | 高知大学 | 合計  |
|--------|---------------|------|------|--------|------|------|-----|
| 香川大学   | 地域コンテンツと知財管理  | —    | —    | —      | —    | —    | —   |
|        | 香川を学ぶ         | —    | —    | —      | —    | —    | —   |
|        | 情報のいろは        | —    | —    | —      | —    | —    | —   |
| 徳島大学   | 知の探訪          | 20   | 20   | 20     | 20   | 20   | 100 |
|        | モラエスの徳島       | 30   | 30   | 30     | 30   | 30   | 150 |
|        | 日本におけるドイツ兵捕虜  | 20   | 20   | 20     | 20   | 20   | 100 |
| 高知大学   | サイエンスリテラシーの化学 | 10   | 10   | 10     | 10   | —    | —   |

例えば科目「知の探訪」において、各大学から 30 名、20 名、10 名、5 名、15 名の計 80 名の履修申請があったと仮定する。このとき、総枠の 100 名に対して 20 名の余裕があるにもかかわらず、30 名の申請があった大学の学生のうちの 10 名は履修できないという状況が発生する。この問題は、大学毎の履修者数制限をなくし総枠でのみ制限することにより解決できる。しかし、その科目を選択必修科目として開講している大学の学生を優先したいなどの配慮ができないという別の問題が浮かび上がる。したがって、科目毎に履修者数の上限を設定し、かつ諸事情を考慮できる履修者抽選システムが必須となる。

### 3. 履修者決定問題の定式化

科目の集合を  $S = \{1, 2, \dots, J\}$ , 科目  $j \in S$  における履修者数の上限を  $N_j$  とする。学生数を  $I$ , 学生  $i \in I$  の履修科目数の上限を  $b_i$ , 学生  $i$  の履修申請科目  $j$  に対する優先度を  $f_{ij}$  とする。学生  $i$  の履修申請科目  $j$  に対する当落を  $x_{ij} \in \{1, 0\}$  で表すことにすれば、この問題は

$$\begin{aligned} & \text{Minimize} \quad \sum_{i \in I} \sum_{j \in S} -f_{ij} \cdot x_{ij} \\ & \text{Subject to} \quad \sum_{i \in I} x_{ij} \leq N_j \\ & \quad \quad \quad \sum_{j \in S} x_{ij} \leq b_i \end{aligned}$$

のとおり混合整数線形計画問題として定式化できる。

### 4. 問題設定とシミュレーション結果

提案システムの有効性を検証するために、次の例題を考える。A, B, C, D, E の 5 大学にて科目 1, 科目 2, 科目 3 を共同開講している。各科目の履修者数の上限をそれぞれ 5 名、10 名、5 名とする。なお、A 及び E 大学はそれら 3 科目のうち 1 科目以上の履修が必要（選択必修科目）として開講し、残りの 3 大学は選択科目として開講しているものと仮定する。また、学生毎の履修可能科目数を、履修申請科目数

引く 1 とした。

いま、10 名の学生が表 3 に示すとおりに履修申請した状況を想定する。ここに、科目 1~3 の行の数値は前述の優先度  $f_{ij}$  であり、選択必修科目となる学生については、第 1 希望を 3, 第 2 希望を 2, 第 3 希望を 1 とし、選択科目となる学生は、申請を 1, 申請なしを 0 とした。

分枝限定法に基づいたソルバー（MATLAB の `intlinprog` 関数<sup>(5)</sup>）を用いてこの例題を解いた結果を表 4 に示す。科目毎の履修者数及び学生毎の履修可能科目数の制約を満たし、かつ選択必修科目に関する事情や学生の希望順位を配慮した結果が得られていることに注目されたい。

### 5. おわりに

本稿では、四国における e-Knowledge を基盤とした 5 大学間連携による大学教育を共同実施における科目の履修者数制限方法を提案し、その制約に基づいた履修者決定（抽選）問題を混合整数線形計画問題として定式化した。提案した抽選システムは、科目種別や学生の履修希望順位を考慮できる柔軟なシステムであることを例証した。

#### 参考文献

- (1) 稲葉太一: “神戸大学における大規模授業改善の 1 つの試み”, 神戸大学発達科学部研究紀要, 第 13 巻, 第 2 号, pp.41-46 (2006)
- (2) Murai, H., Ura, K., Suehiro, N., Yaegashi, R., Imai, Y., Saisho, K., and Hayashi, T., “A Study of Load-Balancing Strategy Based on Students' Action on University Cooperative e-Learning”, Proceedings of 16th IEEE/ACIS Int. Conf. Software Engineering, Artificial Intelligence, Networking and Parallel/Distributed Computing, pp.587-590 (2015)
- (3) 四国における e-Knowledge を基盤とした大学間連携による大学教育の共同実施, <http://chipla-e.its.kagawa-u.ac.jp/index.html>
- (4) 村井礼: “四国における大学連携 e ラーニング事業の紹介”, 情報教育シンポジウム 2014 論文集, Vol. 2014, No.2, pp.1-2 (2014)
- (5) `intlinprog` 関数, MATLAB Documentation, <http://jp.mathworks.com/help/optim/ug/intlinprog.html>

表 3 問題設定（申請者欄における括弧内の数値は履修者数の上限を表す）

| 科目名     | A 大学 |     | B 大学 |    |    | C 大学 |    | D 大学 |    | E 大学 | 申請者数   |
|---------|------|-----|------|----|----|------|----|------|----|------|--------|
|         | Ka1  | Ka2 | T1   | T2 | T3 | N1   | N2 | E1   | E2 | Ko   |        |
| 科目 1    | 3    | 2   | 1    | 0  | 1  | 1    | 1  | 0    | 0  | 2    | 7 (5)  |
| 科目 2    | 2    | 1   | 1    | 1  | 1  | 0    | 0  | 0    | 0  | 1    | 6 (10) |
| 科目 3    | 1    | 3   | 1    | 1  | 1  | 0    | 1  | 1    | 1  | 3    | 9 (5)  |
| 履修科目数上限 | 2    | 2   | 2    | 1  | 2  | 1    | 1  | 1    | 1  | 2    |        |

表 4 抽選結果（○は当選を、空白は落選もしくは申請なしを表す）

| 科目名  | A 大学 |     | B 大学 |    |    | C 大学 |    | D 大学 |    | E 大学 | 履修者数 |
|------|------|-----|------|----|----|------|----|------|----|------|------|
|      | Ka1  | Ka2 | T1   | T2 | T3 | N    | E1 | E2   | E3 | Ko   |      |
| 科目 1 | ○    | ○   |      |    | ○  | ○    | ○  |      |    |      | 5    |
| 科目 2 | ○    |     | ○    | ○  | ○  |      |    |      |    | ○    | 5    |
| 科目 3 |      | ○   | ○    |    |    |      |    | ○    | ○  | ○    | 5    |