

入試監督者自動割当システムの試作

02702133	南山大学	* 山本 佳奈	YAMAMOTO Kana
	南山大学	小川 留里	OGAWA Ruri
02005883	南山大学	内田 麻衣子	UCHIDA Maiko
01204223	南山大学	鈴木 敦夫	SUZUKI Atsuo

1 はじめに

現在、南山大学一般入試における監督者の割当は、手動で行われている。5日間の監督者を割当てるために、事務職員が3日間夜を徹して作業を行っている。しかしこれだけの労力にも拘らず、不完全な割当を行ってしまう。本研究では、この割当問題を線形計画法の問題として定式化し、解法を提案する。

現状では、監督者の割当を行う際、まず、あるコンピュータプログラムを用いて教員のみを自動的に割当てる。そしてその結果を手動で修正する。その後、事務職員・大学院生の割当を同じく手動で行う。教職員・大学院生を全て割当てた後、さらに修正が必要ならば再度手動で行う。その際、諸々の条件、例えば「外国人教員は言語面などで不自由のない日本人教員とペアにする」などを満たさなければならず、最終的な割当を確定するまでには多大な時間を要している。

そこで本研究では、これらの条件に柔軟に対応した自動割当システムを考案し、実用化する。

2 入試監督者割当問題

2.1 問題の説明

南山大学の一般入試は1日3時限、計5日間行われる。使用する試験室は体育センターA~Fを含め74室あり、各試験室には必要な監督者数が決められている。監督者は役割によって責任者と助手に分けられ、各試験室には必ず1人の責任者が必要である。また体育センターに関しては、A~Fとは別に全体の責任者が必要である。

228名の教職員については、5日間で行う監督回数と監督に入ることが不可能な時限、試験室の責任者や「体育センター全体」の責任者になれるか、1日3回監督に入ることが可能か、というデータが与えられている。責任者と助手に関しては、責任者になれる教職員は助手にもなれることに注意する。また外国人教員は助手のみ可能であり、言語面などで不自由のない日本人教員と必ずペアにして割当てなければならない。各外国人教員に対しては、ペアになることが可能な日本人教員のデータも与えられている。

また、5日間で必要な監督者数のうち、教職員のみで補うことができない回数を大学院生が担当する。大学院生は助手のみ可能である。そして各大学院生には、監督に入ることが不可能な時限のみがデータとして与えられている。

2.2 問題の分割

解法を簡単にするために、問題を3段階に分割した。

第1段階 各試験日に監督者を割当てる。

第2段階 各試験日の各時限に監督者を割当てる。

第3段階 各試験日の各時限の各試験室に監督者を割当てる。

大学院生は、教職員を試験室に割当てた後に割当てる。

これらの各段階をネットワークで表現し、束条件付き輸送

問題 ([1], pp.131-132) として定式化する。例として、小規模な問題のネットワークを図1に示す。ネットワークには、以下の条件が反映されている。外国人教員に対しては、他の教職員にはない割当条件があるため、制約が強くなる。そこで、外国人教員に対する各枝の1単位あたりのコストを一番低くする。また、前述したように、責任者になることが可能な教職員は助手として監督に入ることも可能である。しかし、できる限り、助手のみ可能な教職員を先に割当て、足りなければ責任者になることが可能な教職員を助手として割当てたい。そこで助手に対する枝と責任者に対する枝の1単位あたりのコストに差をつける。さらに各枝の容量については、各教職員が各試験日・時限に行うことができる監督回数と、各試験日・時限・試験室に必要な監督者数を用いる。また、体育センターについては全体の責任者も必要である。そこで、A~Fとは別に、「体育センター全体」を1つの試験室として考える。試験室は全部で75室である。

3 定式化

3.1 3段階共通の記号の定義

- I : ノード全体の集合 ($h, i, j \in I$)
- I_1 : 教職員の集合 ($I_1 \subset I$)
- I_{11} : 責任者になることが可能な教職員の集合
- I_{12} : 助手のみ可能な教職員の集合 ($I_{11} \cup I_{12} = I_1$)
- E : 枝の集合
- p_{ij} : 各枝の容量 ($(i, j) \in E$)
- c_{ij} : 各枝の1単位あたりのコスト ($(i, j) \in E$)
- s : 流れのソース ($s \in I$)
- t : 流れのシンク ($t \in I$)
- q : 流量
- K : 外国人教員の集合 ($K \subset I_{12}$)
- ∂V_i^+ : i から出ていく枝の集合 ($i \in I$)
- ∂V_i^- : i に入る枝の集合 ($i \in I$)
- x_{ij} : i から j への流量 ($(i, j) \in E$)

3.2 定式化

以下の(1)-(4)は3段階の問題で共通である。

目的関数

$$\sum_{(i,j) \in E} c_{ij} x_{ij} \rightarrow \min \quad (1)$$

制約式

$$\sum_{(i,j) \in \partial V_i^+} x_{ij} = \sum_{(h,i) \in \partial V_i^-} x_{hi}, \quad i \in I - \{s, t\} \quad (2)$$

$$\sum_{(s,j) \in \partial V_s^+} x_{sj} = \sum_{(i,t) \in \partial V_t^-} x_{it} = q \quad (3)$$

$$0 \leq x_{ij} \leq p_{ij}, \quad (i, j) \in E \quad (4)$$

3.3 第1段階の問題の記号の定義

- λ : 試験日 ($\lambda = 1, 2, 3, 4, 5$)
- a_i : 教職員 i が5日間でやる監督回数 ($i \in I_1$)
- M_λ : 試験日 λ に必要な試験室の責任者数
- J : 試験日のノードの集合 $J = \{j_\lambda \mid \lambda = 1, 2, 3, 4, 5\}$
- $l_{\lambda k}$: 試験日 λ に外国人数員 $k (k \in K)$ とペアになる候補者のうち、責任者可能な教員が集まるノード
 $L_\lambda = \{l_{\lambda k} \mid k \in K\}$
- $r_{\lambda k}$: 試験日 λ に外国人数員 $k (k \in K)$ とペアになる候補者のうち、助手のみ可能な教員が集まるノード
 $R_\lambda = \{r_{\lambda k} \mid k \in K\}$
- $b_{\lambda k}$: 試験日 λ に外国人数員 $k (k \in K)$ と、その外国人数員とのペアが決定した教員が集まるノード
 $B_\lambda = \{b_{\lambda k} \mid k \in K\}$
- u_λ : 試験日 λ における責任者のうち、外国人数員のペア相手として割当てられない教職員が集まるノード

3.4 第1段階の問題の定式化

3.3節の式(1)-(4)に加えて以下の制約が必要である。

$$\sum_{(i,j) \in \partial V_i^+} x_{ij} = a_i, \quad i \in I_1 \quad (5)$$

$$x_{kb_{\lambda k}} = x_{l_{\lambda k} b_{\lambda k}} + x_{r_{\lambda k} b_{\lambda k}}, \quad k \in K, \quad \forall \lambda \quad (6)$$

$$x_{u_\lambda j_\lambda} + \sum_{k \in K} x_{l_{\lambda k} b_{\lambda k}} \geq M_\lambda, \quad \forall \lambda \quad (7)$$

第2段階は各試験日について、第3段階は各試験日の各時間について同様に定式化する。

4 実行結果

以上の3段階に分けた問題を数理計画ソフトウェア What's Best! 7.0*¹を用いて解いた。2004年度の割当結果の一部と計算時間を表1, 表2に示す。表中の167**は職員番号、体・全は「体育センター全体」を表している。また日本人教員109**は外国人数員175**のペア候補の一人である。

表1: 実行結果

試験室名	2日目・1時限目			
	責任者	助手1	助手2	助手3
体・全	167**	-	-	-
EB1	125**	552**	院生	院生
H13	109**	175**	-	-

表2: 計算時間(入出力の時間を除く)

段階	計算時間(1回分)	問題数	合計
第1段階	6	1	6
第2段階	4	5	20
第3段階	14	15	210
計			236

(単位: 秒)

参考文献

- [1] 伊理正夫, 古林隆: ネットワーク理論, 日科技連出版社(1976).

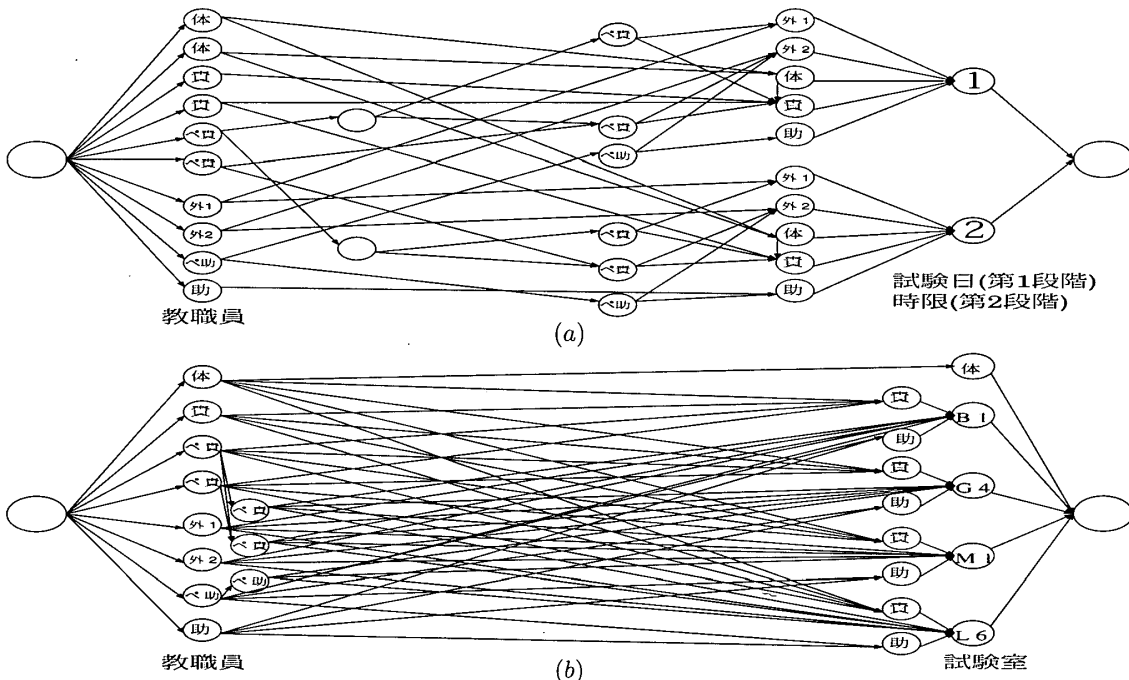


図1 割当のネットワーク

(a): 第1, 第2段階のネットワーク (b): 第3段階のネットワーク

(ぺ責: ペア相手のうち、責任者になることが可能な教員)
 (ぺ助: ペア相手のうち、助手のみ可能な教員)

*1 What's Best! は LINDO System, Inc. の登録商標である。