

# 南山大学における一般入学試験連絡員の自動割当てシステムの作成

M2006MM007 星田 紀幸

指導教員 鈴木 敦夫

## 1 はじめに

高等教育機関を取り巻く環境は、急速に変化している。「大学教育の質保証」を担保し生き残りをかけるために、特色ある教育内容の充実を図ることは当然のこと、経営的な視点からは固定コストの効果的な投資と限りある資源を効率的に配分することが重要な鍵を握ることとなる。

このような社会背景を受け、大学運営における事務業務において定型的な業務遂行はより効率的になされる必要が高まっている。南山大学では、2002年以降オペレーションズ・リサーチ（以後、ORとする）を用いた業務の効率化を行っており一定の成果を上げている [1]。

本研究では、南山大学でのORを用いた業務効率化の一つとして入学試験における人員割当て業務に視点をおき解法を考察し、システムを作成する。

現在、入試課の行なう人員割当てに関する業務は、

1. 各試験室に教職員と大学院生を入試監督者として割当てをする [2]。

2. 各試験室、フロア、キャンパス等に学部学生を入試連絡員として配置する。

1. については、現在自動化されている。

2. について、昨年度までは入試課の依頼を受け学生課が配置を行っていたが、手動で行なわれ作業の際には数人が膨大な時間をかけて割当てを行なう負担の大きい業務であった。

本年度からは、業務効率化のために業務分掌の見直しを行い入試課が割当てを行うこととなり、そこで本研究では連絡員配置を自動化し業務効率を高め、さらに手作業における人為的なミスの防止にも寄与することを目的とする。

## 2 入学試験の概要

南山大学の入学試験のうち、2008年度における一般入学試験連絡員の割当ての対象とするのは、大学入試センター試験を併用する「センター併用マルチ入試」（以後、「センター50」とする）と「一般入試」である。「センター50」は、大学入試センター試験と本学の科目試験を併用する試験である。この試験は、本学名古屋キャンパスと県外受験会場で2月7日に行なわれる。ただし、ここでは、県外における会場の割当ては考慮しない。一方、「一般入試」は本学の科目試験のみを行う試験である。試験日程は、2月9日から13日までの5日間で、この期間中に7学部14学科の試験を実施することより、本研究にて取り扱う割当て対象となる入学試験は、合計6日間となる。

## 3 入試連絡員業務内容

入学試験の際に試験監督者とともに入試連絡員として入試業務に従事する。担当業務は、試験室、フロア、試験場案内の3分類がある。以下にそれぞれの業務について説明する。

### 3.1 試験室担当

試験室は、名古屋キャンパスの教室と体育センターを使用する。体育センターは、AからIの9ブロックに分割して、各ブロックを1つの試験室とする。教室全体としては、体育施設の9ブロックを含め71教室あり、受験者数によって使用する試験室を決定する。各試験室に連絡員担当が1名割当てられ試験室内点検、連絡票の受け渡し、問題紙および解答紙の配布補助等の業務を行う。（以後、教室担当とする）

### 3.2 フロア担当

使用する教室のまとまりに対し、フロア担当を設ける。全体では、23フロアあり、フロア内の試験室に教室担当が1名でも入る場合には、必ずフロア担当を2名を割当てる。フロア担当者は、担当フロアの各試験室の取りまとめ、ストーブの管理、遅刻受験生の案内、各試験室の欠席者報告と写真表の受け取り、引き渡し等の業務を2名が連携して行う。

### 3.3 試験場案内担当

正門、山手通門などの各門やK棟、H棟などの教室棟のロビー、メインストリート、階段等に配置され、当日の試験室案内を配布するなど受験生に対し、試験会場への誘導を中心に学内におけるキャンパス全般の案内する担当業務を行う。（以後、キャンパス担当とする）

## 4 入試連絡員の割当て問題の解法

入試連絡員の総数は、その年の受験者数によって割当てする人数が決定するのだが、例年100名以上の学部学生を募集し割当てを行う。それぞれの学生の6日間における出勤可能日にあわせ、また入試連絡員割当て原則にあうように割当てを行うことは、大規模で複雑な問題である。そこで、本研究では問題を以下の方法で、2段階に分割し割当てを行うことで迅速で間違いのない割当て業務を実現する。

### 4.1 第1段階

今回割当ての対象となるのは、入試連絡員としてアルバイトをする学部学生であり、一般入試の行われる各試験日ごとの入試連絡員業務として教室担当、フロア担当、キャンパス担当の3分類とし、さらに性別ごとに割当ての必要な教室担当、フロア担当を2分類し、合計5分類として各試験日、各業務担当の割当てを行う。

割当てのアプローチとして入試課が当該業務を運営す

る上で必要な各諸条件を考慮し、最小費用流問題として定式化を行ない、線形計画問題として LINDO 社の線形計画ソフト (What's Best!9.0) を用いて解き、最適解を求める。また、教室、フロア、キャンパス担当に割当てる基礎データの受渡しを VBA プログラムにより自動化する。

#### 4.2 第 2 段階

第 1 段階で割当てられた各試験日、各業務ごとの連絡員を入試業務が行われる実際の教室、フロア、キャンパスに貪欲算法を利用して割当てる。

貪欲算法の実現には、VBA プログラムを用いる。さらに、実際の業務の便のために入試課が利用する帳票作成機能として 6 日間の試験日の各業務別連絡員配置シート、各連絡員別の各業務配置の一覧シート、日別の業務・施設連絡員配置シートの作成も自動化し入試人員割当ての業務遂行を迅速化する。

#### 4.3 入試連絡員割当の原則実現とアプローチ

入試課からの入試連絡員割当ての原則としては、以下の 7 条件が上げられる。

1. 使用する教室に「教室担当」を各 1 名割当てる。
2. 使用する建物のフロアにフロア担当を各 2 名割当てる。
3. フロア担当者は、特定な学生を優先的に割当てる。
4. キャンパス担当は 28 名割当てる。
5. キャンパス担当は、特定な学生を優先的に割当てる。
6. 勤務可能日が多い連絡員を優先的に割当てる。
7. 各フロアに教室担当を含め最低 1 名は女性を割当てる。

本研究では、人員割当て問題をネットワークフロー問題として表現し、前節で示した第 1 段階の解法のとおり線形計画問題としての定式化を行い線形計画ソフトにより連絡員割当てを行う。第 2 段階では、第 1 段階の結果を利用し、貪欲算法を用いた VBA プログラムで実際の割当てを入試課の割当て業務遂行に必要なシートの作成を行う。

- 「教室」各 1 名、「フロア」各 2 名、「キャンパス」各 28 名の担当者を割当てる。
- 各フロアに教室担当を含め最低 1 名は女性を配置する。  
以上の条件については、第 1 段階の定式化した制約にて配置を行う。
- 「フロア担当者」、「キャンパス担当者」は、特定な学生を優先的に割当てる。
- 勤務日が多い連絡員を優先的に割当てる。  
以上条件については、各枝のコストによる制約にて配置を行う。
- 実際の教室・フロア・キャンパスに連絡員を割当てる。  
以上の条件については、貪欲算法を利用し、VBA

プログラムにて割当てを行う。

以下は、第 2 段階の結果を利用し VBA プログラムを利用して作成を行った。

- 連絡員別の各業務配置の一覧の作成
- 日別の業務・施設配置シートの作成

## 5 データについて

実際の割当てを行うために、「1. 入試連絡員出勤可能日の一覧」、「2. 入学試験における使用施設の一覧」、「3. 学生番号と氏名対照データ」を入試課が基礎データとして入力することで VBA プログラムに受渡しを行い連絡員割当ての最適解を求める。表 1 はその一例である。

表 1 連絡員出勤可能データ

学生番号	性別	日	候補	cp	候補	0 日目	1 日目	...	4 日目	5 日目	回数
N001	1					0	1	...	0	0	3
N002	1					1	0	...	0	0	2
・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・
N008	0	1				1	1	...	1	1	4
N009	0	1				1	1	...	1	1	6
・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・

## 6 枝コストについて

この問題を最小費用流問題として解くために、 $i$  から  $j$  の流量における各枝の 1 単位あたりのコストを  $C_{ij}$  とし、各業務担当となる教室、フロア、キャンパスの枝のコストを表 2 のように定め、全体のコスト合計が最小な値になるように  $i$  から  $j$  への流量の割当てを行う。

表 2 各枝のコスト

					0 日目						
					教室 (男性)	教室 (女性)	フロア (男性)	フロア (女性)	キャンパス		
学生番号	性別	日	候補	cp	候補	1	2	3	4	5	
N001	1					2480	1230	2480	1230	1230	
N002	1					2480	1230	2480	1230	1230	
・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・
N009	0	1				1200	2450	0	2450	1200	
・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・

表 2 は、試験日 1 日におけるコストの一部を示している。教室担当のコストは性別を考慮し、2500 または 1250 の 2 通りとした。またフロア担当、キャンパス担当については、経験があるなど業務に慣れた学生は、優先的に割当てを行わなければならないので、両担当業務に必要なコストを、フラグ候補者の場合は、性別も考慮し 50 または 2500 とし、フラグ候補者でない場合は、性別のみを考慮し 1250 または 2500 の 2 通りとした。

これによりフラグ候補者である特定の学生以外は、フラグ候補者よりコストより大きく、また性別ごとにコストが統一され優先的に割当てる必要のない連絡員は偏りのない割当てが実現できる。さらに、出勤可能日数が多い学生を優先的に割当てる原則に対して、出勤可能日数

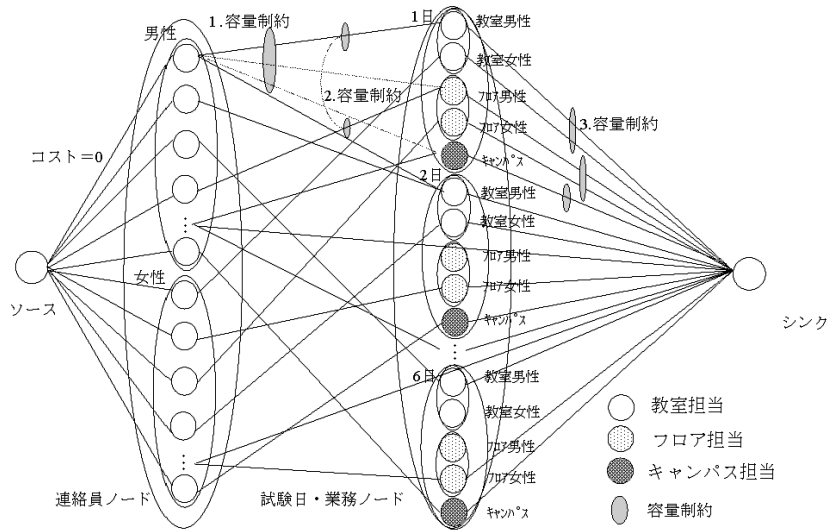


図1 第1段階を表したネットワーク

別にコストの低減を行うこととし、6日間の全出勤可能な連絡員は、コストを50減らし、5日間では40減らし、日数別に順にコストを減らし、最後の1日は変化なしとすることで全業務日の出勤可能日が多い連絡員から優先的に割当てを行うことが可能となるようにした。

### 6.1 入試連絡員の割当て問題を表現したネットワーク

第1段階の問題をネットワークで表現し、各学部学生が試験日ごとの各業務担当への割当てを行うネットワークを図1に示す。全体の流量であるソースノードから入試連絡員候補者の学部学生ノードに流れ、各容量制約に基づき各業務担当ノードに割当てが行われる。容量制約の1については、定式化における各業務担当者が1名以下の制約(2)を表し、容量制約の2については、教室、フロアの男性担当に容量制約を行うことで、定式化における女性担当者制約(4)を実現する。また、容量制約の3では、定式化における各業務担当者の必要人数制約(3)を表わし、以上によって最適な割当てを行う。

### 6.2 定式化

各学部学生を試験日ごとの各業務への割当てを決定するために、このネットワークフロー問題を以下のような線形計画問題として定式化する。

#### 記号の定義

- $I$ : 学生を表すノードの集合
- $I_M$ : 男子学生,  $I_F$ : 女子学生
- $J$ : 試験日、業務を表すノードの集合
- $\lambda$ : 試験日を表すノード  $\lambda=1,2,\dots,6$
- $r$ : 各連絡員業務(1: 教室担当(男性),

- 2: 教室担当(女性) 3: フロア担当(男性),
- 4: フロア担当(女性) 5: キャンパス担当)

$J_\lambda$ : 試験日  $\lambda$  のノードの集合  $\lambda=1,2,\dots,6$

$j_{\lambda r}$ : 試験日  $\lambda$  業務  $r$  を表すノード

$J_\lambda = \{ j_{\lambda 1}, j_{\lambda 2}, j_{\lambda 3} \}$

$E$ : 枝の集合  $(i, j) \in E$

$X_{ij}$ :  $i$  から  $j$  への流量  $i \in I, j \in J$

$C_{ij}$ : 各枝の1単位あたりのコスト  $i \in I, j \in J$

$M_{\lambda r}$ : 各試験日  $\lambda$  の各業務  $r$  における担当者必要人数

$N_\lambda$ : 各試験日  $\lambda$  におけるフロア担当者必要人数

$S_{ij}$ : 学生  $i$  が試験日  $j$  に業務担当かどうかを表す  
(1: 可能なとき, 0: 不可能なとき)

minimize

$$\sum_{(i,j) \in E} C_{ij} X_{ij} \quad (1)$$

subject to

$$\sum_{j \in J_\lambda} X_{ij} \leq 1, \quad i \in I, \quad \lambda = 1, 2, \dots, 6 \quad (2)$$

$$\sum_{i \in I} X_{ij_{\lambda r}} = M_{\lambda r}, \quad \lambda = 1, 2, \dots, 6, \quad r = 1, 2, \dots, 5 \quad (3)$$

$$\sum_{i \in I_F} (X_{ij_{\lambda 2}} + X_{ij_{\lambda 4}}) \geq \frac{1}{2} N_\lambda, \quad \lambda = 1, 2, \dots, 6 \quad (4)$$

$$X_{ij} \leq S_{ij}, \quad i \in I, \quad j \in J \quad (5)$$

- (1) 総コストが最小になるフローを求める
- (2) 各試験日における各業務担当が1人以下の制約
- (3) 各試験日の各業務の担当者必要人数の制約
- (4) 各試験日の教室・フロア女性担当者の必要人数の制約
- (5) 学生の各試験日ごとの業務担当可能日の制約

## 7 第1段階実行結果と考察

今回の最小費用流問題として定式化された線形計画問題は、変数の数が14443, 制約条件の数が、7203である。使用したPCのCPUは、Genuine Intel(R) 1.06GHz, メモリが1526MB, OSは、Microsoft Windows Vistaである。このPCで、LINDO社の線形計画ソフトWhat's Best!9.0を用いて約2秒で解くことができた。最適解の結果の一部を表3となる。各フィールドには、学生番号、性別、性別ごとに教室、フロア担当があり、キャンパス担当となっている。性別の列にフラグとなる1が立っているのは女性を示し、0が男性である。また、フロア、キャンパス担当とともに優先的に割当てを行う候補者にフラグとなる1が立っている。各業務内容の列に1が立っている部分が各連絡員の担当する業務内容となる。教室、フロア担当については、割当て原則の中に「各フロアに教室担当を含め最低1名は女性を配置する」とあるため制約内容の反映、出力結果が男女別となるように性別ごとに分けてフィールドを作成してある。また、フロア担当については、男女別がないことから1つのフィールドに割当てが行われる。コストについては、表3のようにしたことによってフロア、キャンパス担当者となる候補者は、優先的に割当てが行われていることが分かる。また、それ以外の連絡員については、性別のみを考慮したコストを設定したことで、「各フロアに教室担当を含め最低1名は女性を配置する」等の他の割当て原則を充足した制約に基づいて割当てが行われている。

表3 最適化した結果

学生番号	性別	日	候補	0日目				
				教室(男性)	教室(女性)	フロア(男性)	フロア(女性)	キャンパス
N001	1			0	0	0	0	0
N002	1			0	0	0	0	0
N010	0	1		0	0	1	0	0
N011	1	1		0	0	0	1	0
N024	0		1	0	0	0	0	1
N025	1		1	0	0	0	0	1

## 8 第2段階実行結果

貪欲算法による自動割当てを行った。出力結果について入試課と打ち合わせを行い現場での利用効率の高いものとするために、入試日程の6日間全体の連絡員配置を

見渡せる日別・施設別の連絡員配置のシート、連絡員別に見た施設配置のシート、6日間の日別、施設別の人員配置のシートを作成した。その一例を表4, 5に示す。

表4 教室担当出力例

NO	教室	0日目	1日目	2日目	3日目	4日目	5日目
1	体育A	N062	N062	N061	N063	N065	N062
2	体育B	N077	N004	N071	N004	N070	N004
5	体育E	N065	N065	N063	N075	N083	N065
10	D B 1	N129	N108	N088	NULL	N086	N085

表5 人別配置の出力例

学生番号	氏名	0日目	1日目	...	4日目	5日目	合計
N001	n001			...			0
N004	n004		R:体育B	...	F:体育A	R:体育B	4
N009	n009	F:体育F	F:体育F	...	F:体育F	F:体育F	6

## 9 おわりに

本論文では、南山大学入学試験における入試連絡員の割当てを原則に従って、最小費用流問題として定式化を行い各試験日ごとの連絡員割当ての最適化を行なった。さらに、EXCELにおけるVBAプログラムで貪欲算法による自動割当てを行うため、入試課業務担当者は最適割当てを行う上で、指定の入力フォームから順を追ってコマンドボタンをクリックすることで割当て結果が得られるようになり、昨年までの割当て時間が数日を要した業務を4時間程度で完成することが可能となり、2008年度入試連絡員割当て業務において、業務効率の有効性を示すことができた。このことにより、効率性向上と人為的なミス防止に貢献することができた。今後の発展として、入試日程日数、業務種類など変動要因となる部分に拡張性を持たせたシステム構築を検討することや経理処理など他業務への連携が強化されることで、さらに大学入試業務運営の下支えとなることが考えられる。

## 10 参考文献について

### 参考文献

- [1] Atsuo Suzuki, Katsushige Sawaki, Toshiharu Hasegawa: An OR/MS Approach to Managing Nanzan Gakuen(Nanzan Educational Complex): From the Strategic to the Diary Operational Level Interfaces, Vol.36, No.1, January-February, pp.43-54
- [2] 山本佳奈: 南山大学における入試監督者自動割当システムの作成, 平成17年度 南山大学院数理情報研究科数理情報専攻修士論文, 2006年3月