

# 南山大学における入試監督者 自動割当システムの作成

山本 佳奈, 鈴木 敦夫

## 1. はじめに

入学試験業務は私立大学, 国立大学を問わず, 大学内の様々な業務の中で非常に大規模, 複雑なものである。また, 例年, 入学試験の様子はマスメディアで取り上げられており, 社会からも注目されている。そのため, 大学間の競争が激化する中では, いかなるミスも次年度の受験者数に大きな影響を与えかねない。大学はそれを回避するためにも, 入学試験に関するすべての業務を誤りなく, 円滑に行う必要に迫られている。

南山大学では, 入学試験業務の中でも, 試験室監督者の割当業務が特に問題であった。割当の対象となる入学試験は6日間にわたって行われ, 毎年延べ18,000名以上が受験している。そして, 各試験日の各試験室では, 本学の教職員と大学院生が監督業務を行い, その割当業務は担当部署である入試課が行っている。

入試課は2003年度入学試験まで, この監督者の割当業務を以下の手順で行っていた。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, その結果を手動で修正する。その後, 職員と大学院生の割当を手動で行い, 必要に応じて, 最後に手動で修正する。しかし多種多様な条件が存在するため, 手動での修正には多大な時間が必要であり, 入試課は全日程の監督者を割当てるための作業に3日間を要していた。それにもかかわらず, 条件を満たさない割当を行ってしまう場合もあった。

2004年度入学試験の準備に際して, 大学執行部から我々の研究室に依頼があり, ORを用いてこの問題

を解決するプロジェクトに取り組むことになった[1]。キャンパスの諸問題にORの手法を適用する事例は多く報告されているが[2][3], 入学試験の監督者割当問題はまだ取り扱われていない。我々はまず2003年に, この割当問題を線形計画問題として定式化し, PC上の数理計画ソフトウェアWhat's Best! 8.0を用いた解法を考案して, 様々な割当条件に柔軟に対応した自動割当システムを作成した[4]。その結果, 人為的なミスを防いだ上に, 作業時間を約2時間に短縮することができた。それと同時に, 入試課事務職員は割当業務に費やす負担を軽減でき, その他の業務に十分な時間を割くことができるようになった。その後, 入試課はいくつかの条件を追加・修正し, 特に2006年度からは割当ルールを一新した[5]。そこで本論文では, 2008年度入学試験の監督者割当で適用した割当ルールを取り上げ, 現在使用している自動割当システムを紹介する。

本論文の構成は以下の通りである。2節では監督者割当問題について説明し, 3節から5節ではこの問題のモデルを説明する。6節では作成したシステムを2008年度の監督者割当で使用した際の結果と計算時間を示す。最後に, 7節ではプロジェクトを通して直面した問題や得られたことについて述べる。

## 2. 監督者割当問題

ここでは, 南山大学における入学試験の概要と, その際に使用する試験室, 監督業務を行う教職員と大学院生について説明する。

### 入学試験の概要

南山大学入学試験のうち, 監督者割当の対象とするのは「センター50」と「一般入試」である。「センター50」とは, 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, 本学の科目試験は2月7日に本学名古屋キャンパスと県外の試験会場で実施される。

やまもと かな  
南山大学 大学院数理情報研究科  
すずき あつお  
南山大学 情報理工学部  
〒489-0863 瀬戸市せいらい町27  
受付08.4.1 採択09.3.24

ただし、本自動割当システムでは、名古屋キャンパスで実施する本学の科目試験での監督者割当のみを扱う。一方、「一般入試」は本学の科目試験のみを用い、2月9日から13日までの5日間に合計7学部15学科の試験が名古屋キャンパスのみで実施される。また、各試験における各学部学科の試験は、1日に2科目または3科目行われる。

## 試験室

試験室として名古屋キャンパスの教室と、9ブロックに区切った体育センターを使用する。また、体調不良の受験生に配慮して、上記とは別に保健室も4室準備する。さらに、監督者の交代要員として待機者を用意し、その控え室として待機室を用意する。2008年度の入学試験では、これらを合わせて86室準備し、各試験日においては受験者数に応じて使用する試験室を選んだ。2008年度、最も多い日の試験室数は59室であった。

## 監督者

各試験室の監督者として、本学の教職員と大学院生を割当てる。ただし、その際には次の条件が存在する。

**条件1:** 各試験室には責任者を1名割当てる。

**条件2:** 各試験室には補助者を1~3名割当てる。

(試験室の規模などに応じて決定する)

**条件3:** 体育センターには、各ブロックの監督者とは別に全体の責任者が必要である。

以上より、各試験日に必要な監督者数は、その日に使用する試験室に必要な監督者数の合計で決まる。

各試験室には監督者を1日単位で割当てる。つまり、各試験日における各試験室の監督は、全科目とも同じ監督者が担当する。この1日(2科目または3科目分)の監督を監督回数1回として扱う。

## 教職員

2008年度に監督業務を行った教職員は255名である。このうち、採点など、他の入試関連の業務にも携わる教職員は、期間中に監督を行うことができない試験日がある。入試課はそれを考慮した上で、各教職員に対して、全6日間のうちで監督を行うことができる最大回数を決定する。これを「最大可能回数」と呼ぶ。教職員の最大可能回数は最も多くて3回である。

入試課は各試験日において、次の条件も適用する。

**条件4:** 体育センター全体と保健室の責任者、待機者

については担当する教職員をあらかじめ指定する。

また、センター50における県外の試験会場についても、担当する教職員を指定している。特定の試験日にこれらを担当することが決まっている教職員の最大可能回数には、その担当回数も含まれている。ただし県外試験会場の担当者については、会場への移動時間等を考慮して、県外の会場で行う監督の1回分を、名古屋キャンパスでの監督の2回分に相当するものとして扱う。上記より、各教職員の最大可能回数から、体育センター全体や保健室の責任者、待機者、県外の試験会場を担当する回数を除いたものを「割当可能回数」と定義する。この割当可能回数とは、名古屋キャンパスにおいて、監督者が決定していない試験室に割当てることができる最大回数である。例えば、最大可能回数が3回の教職員では、以下のような例が挙げられる。

- 2月10日に保健室を担当  
→割当可能回数は2回
- 2月7日に県外会場を担当  
→割当可能回数は1回
- 2月7日に県外会場、2月9日に待機者を担当  
→割当可能回数は0回

指定された担当がない教職員は、最大可能回数と割当可能回数が等しい。前述した通り、自動割当システムでは名古屋キャンパスで行う試験のみを対象とするが、センター50で県外試験会場を担当する回数については考慮に入れている。

教職員は担当できる役割によってカテゴリー1とカテゴリー2に分類される。「カテゴリー1」に属する教職員は試験室の責任者と補助者のどちらも担当することができる。一方、「カテゴリー2」に属する教職員は補助者のみ担当する。

## 大学院生

入試課は事前にアルバイトの大学院生を募集し、2008年度は60名が参加した。各大学院生は監督を行うことができない試験日を指定することができる。また、大学院生については次の条件を適用する。

**条件5:** 補助者のみ担当する。

**条件6:** 各試験室に割当てることができる最大人数が決めている。例えば、監督者が4名必要な試験室には、2名まで割当てることができる。その人数より、各試験日に割当てることができる大学院生の最大人数も決まる。

条件7：保健室の補助者には大学院生を割当てる。

条件8：大学院生の中からも待機者を用意する。

(条件7)と(条件8)については、教職員の場合とは異なり、担当者をあらかじめ指定しない。つまり、各試験日に監督を行うことができる大学院生の中から割当てるようにする。以上の条件を踏まえ、各大学院生については、監督を行うことができる日数を6日間での割当可能回数とする。最も多い人は6回の監督が可能である。

### 3. 監督者割当問題の分割

入試課は教職員の最大可能回数を決定する際、教職員と大学院生の割当可能回数の合計が、6日間で必要な監督者の延べ人数より多くなるようにしている。そのためこの問題では、各教職員と各大学院生が6日間で実際に行う監督回数(実監督回数と呼ぶ)の決定と、彼らの各試験日への割当、試験日ごとの教職員と大学院生の各試験室への割当を行わなければならない。そこで、解法を単純にするために、問題を次のように2段階に分割する。

#### 第1段階

各教職員と各大学院生の実監督回数を決定し、各試験日へ割当てる。

#### 第2段階

各試験日に割当てた教職員と大学院生を各試験室へ割当てる。

### 4. 監督者割当問題の第1段階

この節では、各教職員と各大学院生の実監督回数を決定する際の条件と手順を説明する。さらに、監督者割当問題の第1段階を表現したネットワークについて説明する。

#### 4.1 実監督回数決定の条件と手順

この監督者割当問題は名古屋キャンパスでの割当を対象としているが、保健室等では特定の教職員の割当が既に決まっている。そのため厳密には、各試験日に使用する試験室のうち、監督者が決まっていない試験室のみを対象とする。それを踏まえて、各教職員と各大学院生の実監督回数は「割当可能回数」から決定する。その際には、以下の条件を考慮する。

(a) 大学院生の実監督回数をできる限り多くする；つまり、教職員の実監督回数をできる限り少なくする。

(b) 教職員と大学院生は、担当することが既に決定

している回数も含め、必ず1回は監督を行わなければならない。

(c) 各試験日に割当てる監督者のうち、カテゴリ1に属する教職員の合計人数は、その日に必要な責任者数以上でなければならない。

(d) (条件6)より、各試験日に割当てる大学院生の人数には上限がある。その上限によって、各試験日において最低限必要な教職員の人数が決まる。

さらに教職員については、できる限り公平を期するように、「最大可能回数」が多い教職員から順に「割当可能回数」を1回ずつ減らして、実監督回数を決定する。この問題では、割当可能回数から実監督回数を決定するので、「割当可能回数」が多い教職員から順に回数を減らす方法も考えられる。しかし、(条件4)に該当する教職員については、最大可能回数よりも割当可能回数が少ない。したがって、その方法では、最大可能回数と同じ教職員の中で、割当可能回数を減らす際の優先順位が低くなる。その結果、最終的に保健室等の割当も含めると、(条件4)に該当する教職員の実監督回数が他の人より多くなる可能性がある。この問題を回避するために、その他の条件を満たした上で、「最大可能回数」が多い教職員から順に「割当可能回数」を減らす。ただし、最大可能回数と同じ場合は、年長の教職員を先に減らす。これは、同じ条件ならば年長者を優遇し、実監督回数をなるべく少なくできるようにという配慮のためである。一方、大学院生には、このような優先順位が存在しない。

各教職員の実監督回数を決定する手順は以下のようになる(以下では、割当可能回数を定数、実監督回数を変数とする)。

教職員の実監督回数を決定する手順(P1)

(i) 各教職員の割当可能回数を初期の実監督回数とする。

教職員の実監督回数の合計が、6日間で最低限必要な教職員の監督回数よりも多い間は(ii)-(iv)を行う。前述した条件を踏まえ、教職員の実監督回数を減らすことができなくなった時点で終了する。

(ii) 最大可能回数が3回の教職員の実監督回数が1回以上ならば、年長者から順に実監督回数を1回減らす。

(iii) 最大可能回数が2回の教職員の実監督回数が1

回以上ならば、年長者から順に実監督回数を1回減らす。

(iv) 最大可能回数が3回の教職員について、(ii)を終えた時点での実監督回数が1回以上ならば、年長者から順にさらに1回減らす。

ただし、教職員の実監督回数をまだ減らすことができるにもかかわらず、条件(c)により、カテゴリー1の教職員については減らすことができない場合がある。その際は、年長者の順ではなくても、カテゴリー2に属する教職員の実監督回数を減らす。

#### 4.2 第1段階を表現したネットワーク

(P1)の手順(ii)-(iv)を実行し、さらに教職員と大学院生を各試験日に割当てするために、ネットワークを構築して最小費用流問題に帰着させる。それにより、各教職員と各大学院生の実監督回数の決定と、各試験日への割当てを同時に行う。そのネットワークを図1に示す。

以下では、ネットワークの構造と各枝の容量、コストについて説明する。まず、ネットワークのソースノードからシンクノードへの総流量は、全員の割当て可能回数の合計とする。また、カテゴリー1とカテゴリー2に分類される教職員と、大学院生について、人数分の教職員・大学院生ノードを用意する。試験日ノードは6日分あり、それぞれに対して「カテゴリー1に属する教職員」、「カテゴリー2に属する教職員」、「大学院生」の3種類の役割ノードを用意する。そして、各教職員・大学院生ノードから各自が属する役割ノードへつながる枝をつくる。ただし、各人について、対応する役割ノードは1種類とする。前述した通り、カテゴリー1の教職員は、カテゴリー2の教職員とともに

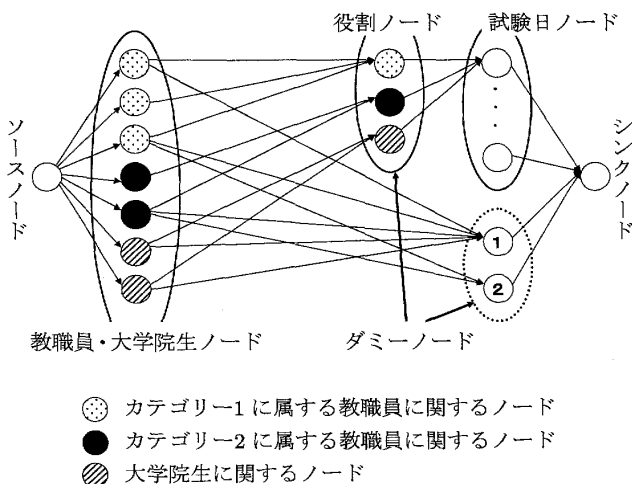


図1 割当て問題の第1段階を表したネットワーク

補助者も担当することができる。しかし、ネットワークの構造を単純にし、定式化において制約式を少なくするため、カテゴリー2に関する役割ノードへの枝はつぐらない（第1段階では各試験日への割当のみを行い、カテゴリー1の教職員のうち、誰が補助者を担当するかについては5節の第2段階で扱う）。この枝には、各人の割当可能回数のうちの実監督回数に対応するように構成する。

さらに、各教職員・大学院生ノードから、図1において破線で囲まれているダミーノード1,2への枝もつくる。この枝には、割当可能回数のうち、監督を行わない回数に対応するように構成する。ただし、条件(b)より、各教職員と各大学院生は必ず1回は監督を行う。また教職員については、(P1)の手順(ii)-(iv)に従って、実監督回数を1回ずつ減らす。そこで各教職員について、(P1)の手順(ii)や(iii)の対象となる場合はダミーノード1への枝をつくり、さらに手順(iv)でも対象となる場合はダミーノード2への枝もつくる。例えば、最大可能回数が3回の教職員について、割当可能回数が2回の場合と3回の場合を取り上げる。前者は保健室等での監督が既に1回決定しており、後者はそのうちの1回を必ず割当てればよいので、どちらの場合も実監督回数を最大2回減らす可能性がある。つまり(P1)の手順(ii)と(iv)の対象となるため、ダミーノード1とダミーノード2への枝をそれぞれ用意する。一方、最大可能回数と割当可能回数が1回の教職員については、その1回を必ず監督者として割当てなければならない。そのため(P1)の手順には含まれず、ダミーノード1,2への枝はつぐらない。各教職員ノードからダミーノード1,2への枝の有無を表1に示す。ただし、これらの枝の容量は1とする。

大学院生の実監督回数の決定には教職員のような手順が存在しないので、ダミーノード1へのみ枝をつくり、その容量を「割当可能回数-1」とする。

コストについては、ダミーノード1,2へつながる

表1 各教職員のダミーノード1,2への枝の有無

最大可能回数	割当可能回数	ダミーノード1への枝	ダミーノード2への枝
3回	2回以上	○	○
	1回	○	×
2回	1回以上	○	×
1回	1回	×	×

枝のみに与え、最小費用流が望ましい割当結果となるようにする。まず、各教職員ノードからダミーノード1,2への枝については、(P1)の手順(ii)-(iv)が実現できるようにコストを与える。そこで、これらの枝を以下のように定義する。

$E_1$  : 最大可能回数が3回の教職員に対するダミーノード1への枝の集合。

$E_2$  : 最大可能回数が2回の教職員に対するダミーノード1への枝の集合。

$E_3$  : 最大可能回数が3回で、割当可能回数が2回以上の教職員に対するダミーノード2への枝の集合。

このとき、各枝のコストの関係を次のようにする。

$E_1$ に含まれる枝のコスト

$< E_2$ に含まれる枝のコスト

$< E_3$ に含まれる枝のコスト

さらに同じ条件の教職員ならば、年長者を優遇したい。そこで、同じ集合  $E_i (i=1, 2, 3)$  に属する枝については、教職員の生年月日が早い順にコストを小さくする。また大学院生については、条件(a)を実現できるように、各教職員ノードからダミーノード1, 2へのどの枝よりも、各大学院生ノードからダミーノード1への枝のコストを高くする。

上記の枝に対するコストの設定方法と値を具体的に説明する。まず、各教職員については生年月日のデータを利用して、基礎となる値を決定する。例えば生年月日が1960年1月18日の教職員の場合は、 $(19600118-19000000)/1000=600.118$  とする。それを基に、 $E_2$ に属する枝については、対応する各教職員の値にさらに550を加えた値をコストとする。同様に、 $E_3$ に属するすべての枝については1100を加えた値をコストとする。 $E_1$ に属する枝のコストには、基礎となる値をそのまま用いる。550と1100という値は、前述した各コストの大小関係と、最年長の教職員と最年少と教職員の年齢差を考慮した上で設定した。各大学院生ノードからダミーノード1への枝については、生年月日を考慮せず、前述した条件を満たすように、2500に0以上1以下の乱数を加えた値をコストとした。

各試験日ノードや各試験日の役割ノードから出る枝の容量については、その日に必要な監督者数や補助者数などを用いる。また、各教職員と各大学院生が監督を行うことができない試験日については、その日の役割ノードへの枝で制限する。各人が各試験日で監督を

行うことができる場合は1、できない場合は0で表し、この値を役割ノードへの枝の容量として用いる。

上記のようにネットワークを構築し、最小費用流問題を解くことによって、(P1)の手順(ii)-(iv)を実行し、同時に各試験日への割当を求めることができる。

## 5. 監督者割当問題の第2段階

この節では、監督者割当問題の第2段階について説明する。第2段階では、第1段階の結果を用いて、各試験日に割当てた教職員と大学院生を各試験室に割当てる。その際、各カテゴリーの教職員の役割と(条件1)、(条件4~8)に加え、以下の条件を満たしていれば、どの試験室にも割当てることができる。

- 体育センターの各ブロックの補助者には、可能な限り、カテゴリー2の教職員と大学院生を割当てる。人数が足りない場合には、彼らを各ブロックに割当てた後、カテゴリー1の教職員を割当てる。
- 保健室、待機室、体育センター以外の試験室に大学院生を割当てるときには、彼らが一部の試験室に偏らないようにする。つまり、なるべく多くの試験室に大学院生を割当てる。

各試験室への割当には貪欲算法を用いる。各試験日に割当てた教職員と大学院生の各試験室への割当は次の手順に従う。

各試験室への割当を決定する手順 (P2)

- (i) 体育センター全体と保健室、待機室以外の各試験室に対して、カテゴリー1の教職員の中から責任者を1名ずつ割当てる。
- (ii) 大学院生の中から、保健室の補助者と待機者を割当てる。
- (iii) 体育センターの各ブロックの補助者に、カテゴリー2の教職員と大学院生を割当てる。
- (iv) 体育センターと保健室、待機室以外の各試験室に対して、大学院生の中から補助者を割当てる。
- (v) 体育センターも含め、必要な補助者数を満たしていない試験室に、カテゴリーを問わず、まだ割当てていない教職員を割当てる。

上記の手順を各試験日について行うことにより、6日間の割当が完成する。

## 6. 実行結果

上記で紹介した手法を用いて自動割当システムを作

成した。ここでは、2008年度のセンター50と一般入試において名古屋キャンパスの監督者割当で使用した際の結果を示す。

監督業務を行った教職員は255名、大学院生は60名であり、彼らの割当可能回数の合計は727回である。また、自動割当システムによって割当てたい監督者は延べ645名である。入試課は、各教職員が属するカテゴリーや生年月日、全員の監督可能日、最大可能回数、割当可能回数などのデータをあらかじめ用意する。さらに、各試験日に使用する試験室と、そこで必要な監督者数なども決定しておく。

自動割当システムはMicrosoft Visual Basic for Application (VBA) を用いてプログラムを作成し、以下の作業を自動的に行う。まず、入試課が管理している諸々のデータから、割当に必要なデータを作成する。その後、データの整合性を確認し、問題がなければ割当を実行する。第1段階は数理計画ソフトウェアWhat's Best! 8.0を用いて解き、第2段階はプログラムを作成して割当てる。最後に、第2段階の結果を、入試課が使用する2種類の形式の表で出力する。ひとつは、各教職員と各大学院生が各試験日にどの試験室で監督を行うかをまとめた表である。その一部を表2に示す。ただしこの表では、各試験室における責任者と補助者の区別はしない。また、表中の「-」は、監督を行わないことを示している。もうひとつは、各試験日の各試験室において、責任者と補助者を誰が担当するかをまとめた表である。その一部を表3に示す。体育センター全体と保健室の責任者、教職員の待機者については、既に担当者が決まっているため、第1、第2段階の割当には含まれていない。これらについては入試課のデータから特定の教職員を抽出し、割当結果の表に入力するようにプログラムを作成した。

監督者割当に使用したPCは、AMD Athlon 64 プロセッサ (2.2 GHz) 搭載のEPSON DIRECT

EDiCube、メモリは512MB、OSはWindows XP Professionalである。割当に要した時間は第1段階、第2段階共に10秒であった。割当に必要な表の作成、割当、結果の出力を含めると、約40秒で作業を行うことが可能になった。その結果、割当に必要なデータの用意とその確認も含め、約20分で監督者割当業務を終えることができた。そして、入学試験当日の監督業務は問題なく行われ、全日程を混乱なく終えることができた。

## 7. おわりに

本論文では、南山大学入学試験における監督者の割当問題をモデル化し、自動割当システムを作成した事例を紹介した。このシステムは2008年度センター50と一般入試の監督者割当で実際に使用され、2009年度入学試験でも使用された。

最後に、このプロジェクトの開発にあたった5年間の経験を通して得られた点について言及する。このプロジェクトには2004年度入学試験から取り組んでいるが、当初は入試課事務職員と十分なコミュニケーションをとることができなかった。そのため、問題を解決するために必要な情報を正確に得るまでに多くの時間を費やした。それは、事務職員側に教員に対する遠慮と、教員が業務改善に無償で労力を費やしてくれるのかという疑念、実際にORが実務に役立つのかどうかという強い疑念があったことが原因である。さらに、我々がそのことをよく理解していなかったことがコミュニケーション不足に輪をかけてしまった。その結果、自動割当システムによって2003年度以前よりは少ない時間と労力で割当業務を行うことができるようになったが、実用性の観点からは不完全なシステムであった。

2005年度入学試験以降は事務職員とコミュニケーション

表2 割当結果の出力例 (その1. 教職員と大学院生ごとの監督スケジュール表)

教職員 大学院生	監督 回数	2月7日			2月9日	...	2月13日
		1時限目	2時限目	3時限目	1時限目		3時限目
109**	2	MB11	MB11	MB11	H23		
152**	1	-	-	-	-		G24
.	.						
大学院生1	5	体A	体A	体A	-		E11
大学院生2	4	HB1	HB1	HB1	D31		
.	.						

表中のDB1等は試験室、109\*\*等は職員番号である。「-」は、監督を行わないことを示し、体Aは体育センターAブロックを表している。監督回数は1日分を1回としている。

表3 割当結果の出力例 (その2. 試験室ごとの監督スケジュール表)

試験室名	監督者数	2月7日			
		責任者	補助者1	補助者2	補助者3
体育センター全体	1	158**			
体育センターA	4	154**	1**	大学院生5	大学院生1
体育センターB	4	12**	191**	大学院生16	大学院生25
.	.				
DB1	3	130**	188**	2**	
D31	2	1002**	172**		
MB11	2	109**	大学院生4		
.	.				
.	.				

2月7日に対する割当結果の一部を示す。

ションを密にとることを心掛け、割当条件などが変更される年度には数カ月前から担当者と入念な打ち合わせ、確認を行った。さらに、前年度のデータを用いてリハーサルを繰り返すことで、どんな小さな疑問点も事前に解決でき、共に同じ認識を持ってプロジェクトに取り組むことができるようになった。また、これによって、事務職員の信頼を得ることができ、非常に良好な人間関係に基づいた作業ができるようになったことも大きな要因である。

システムの設計の面では、業務を改善する上で、問題を速く解くことや、業務のあらゆることを自動化、簡略化することだけに固執すると、実際に問題を解決する担当者にとっては使いにくいシステムになってしまうことがあるということがわかった。業務を行う者にとって、業務全体の流れからどのような手法が最善なのかを見極めることが重要である。

2009年度入学試験では、この監督者割当の他に、入学試験業務に関する2つのシフトスケジュールリング問題にも取り組んだ。これらについても入念にリハーサルを行い、2009年1月末には実際に業務に用いられた。

## 参考文献

- [1] A. Suzuki, K. Sawaki and T. Hasegawa: "An OR/MS approach to managing Nanzan Gakuen (Nanzan Educational Complex): From the strategic to the daily operational level," *Interfaces*, 36 (2006), 43-54.
- [2] 茨木俊秀, 熱田光紀, 野々部宏司: "汎用ソルバによる時間割作成—国際コンペティション ITC 2007 に参加して—," スケジューリング・シンポジウム 2008 講演論文集, 173-176, 2008.
- [3] 今野浩: "数理決定法入門—キャンパスの OR," 朝倉書店, 1992.
- [4] 山本佳奈, 小川留里, 内田麻衣子, 鈴木敦夫: "入試監督者自動割当システムの試作," 日本オペレーションズ・リサーチ学会 2004 年秋季研究発表会アブストラクト集, 50-51, 2004.
- [5] 山本佳奈, 内田麻衣子, 鈴木敦夫: "入試監督者自動割当システムの改善," 日本オペレーションズ・リサーチ学会 2006 年春季研究発表会アブストラクト集, 12-13, 2006.
- [6] 南山大学ホームページ: <http://www.nanzan-u.ac.jp/admission/dept/>.