

# 手術室看護師のシフト作成システムの試作

2017SS032 河合志和 2017SS056 岡崎仁哉 2017SS066 宗宮宏斗

指導教員：鈴木敦夫

## 1 はじめに

本研究では、看護師の勤務表作成(以下、ナース・スケジューリング)の支援システムの作成に取り組む。現在、勤務表作成には多くの時間を要し、スケジューリング担当者の負担となっている。そこで、本研究では、作成時間を短縮し、スケジューリング担当者の負担を軽減させるような、スケジューリング支援システムを作成し、スケジューリング現場に導入してもらうことを目的とする。なお、本研究では、愛知医科大学病院の手術部で、勤務表を作成する際に実際に用いられている作成条件を用いる。

ナース・スケジューリング問題とは、看護師の適切な勤務表を決定する問題である。病棟看護師は、24時間途切れることなくサービスを提供しなければならず、ローテーションを組み、勤務にあたっている。質の高い医療サービスを提供するためには、毎日の看護師のメンバーを適切に構成しなければならない。特に手術室看護師の仕事は、人の生命を左右するため失敗が許されない。そのため労働負荷やスキルレベルなどを考慮して毎日の看護師を配置する必要がある。したがって、勤務表の作成条件は複雑となり、すべての条件を満たす勤務表を作成することは非常に困難である [3]。

このようなナース・スケジューリングの問題は数多く研究されており、既存のソフトウェアもいくつかあるが、使いにくさなどの理由から手作業で作成されているのが現状である。また、スケジューリング担当者の経験が反映されにくく、数値化できないような条件を定式化に含めることができないため、スケジューリング担当者には受け入れがたいものとなっている。

本大学でも過去に研究されており、これらは共に実際の病院との共同研究であった [1, 4]。しかし、現場へのシステムの導入には至っていない。そこで本研究では先行研究 [4] の見直しを行い、より素早く容易に理想の勤務表を作成するための支援となるシステムを完成をさせ、実際の現場で導入されることを目標とする。

問題解決にあたっては、オペレーションズ・リサーチの手法である 0-1 整数計画法を用いて定式化を行う。また、支援システムは Python を用いて実現して計算を実行し、CSV 形式で結果を出力する。

## 2 ナーススケジューリング

### 2.1 考慮すべき制約

ナース・スケジューリング問題は看護師の勤務表を作成する問題であり、考慮すべき制約は大きく分けて、ナース制約とシフト制約に分けることができる。ナース制約と

は看護師ひとりひとりに対して課される「仕事の負荷」や「働きやすさ」を考慮する制約である。代表的なものとして各シフトの勤務種類において守るべき合計回数の制約や、合計勤務時間に関する制約などがある。シフト制約は、勤務している看護師の質を最低限度以上の水準に保つようにするために課される制約である。代表的なものとしては、1日あたりに勤務する看護師が必要数を満たすことや、看護師のランクごとに分けられたグループの中から、それぞれ必要人数を確保するといったものなどが挙げられる [2]。またその他にも、実際に看護師は決定された勤務表に従い勤務することを考えると、看護師が指定の日に行う勤務を希望できるようにし、その希望をかなえることができる制約や、看護師間の相性、ベテラン看護師と若手看護師をペアにしてスキル教育を行うことができる制約なども必要であると考えられる。本研究での具体的な制約に関しては第5章に述べる。

### 2.2 目的関数で考慮すること

ナーススケジューリング問題では看護師の負荷と看護の質が共に守られた勤務表を短い時間で作成することが最大の目的である。本研究では第5章に述べる理由により、ダミーの看護師の勤務数の総和とダミーの日数の日数の総和を合計したものを最小化することを目的関数とする。

## 3 勤務表について

勤務表は、一番左の列に看護師氏名、一番上の行に日付や曜日が記入される。表中の各セルの中に勤務を表す番号を記入することで勤務スケジュールを決定する。勤務表を列毎に見ていくと各日の勤務のメンバーを確認することができ、行毎に見ていくと各看護師の一ヶ月の勤務スケジュールを確認することができる。

本研究では以下6つの条件に従って勤務表を作成する。

1. 勤務の種類や休みの希望を反映させる。
2. 毎日の各勤務において必要な人数を確保する。
3. 各看護師のスキルレベルを考慮してメンバーを構成する。
4. 各看護師の各勤務の回数を、決められた範囲内におさめる。
5. 各看護師の勤務時間を、決められた範囲内におさめる。
6. 禁止する勤務パターンを排除する。

## 4 問題解決へのアプローチ

勤務表の作成手順は、以下の通りである。

1. 基本情報, 前月の勤務表, 祝日を各種 CSV ファイルに入力する.
2. シフト希望を CSV ファイルに入力する.
3. Python で作成したプログラムに 1, 2 を読み込み, プログラムを実行する.
4. 作成された勤務表を CSV ファイルに出力する.  
<勤務表に修正が必要な場合>
5. 勤務表の納得のいかない箇所を修正する.  
<2~5 を納得のいく勤務表になるまで繰り返し行う.>
6. 受け入れ可能な勤務表が完成.

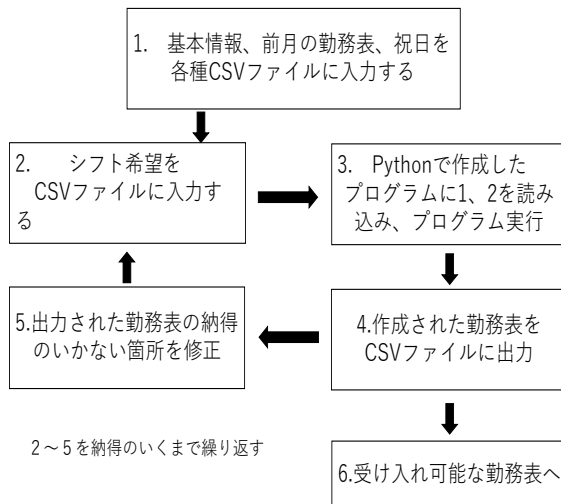


図 1 問題解決へのアプローチ

## 5 問題の定式化

看護師の割当を行うため、0-1 整数計画法の問題として定式化する。ここで示す定式化は、愛知医科大学病院の手術部における条件を用いたナース・スケジューリング問題の研究を基に作成したものである。

より短い時間で勤務表を作成することを目的とし、第 2 章のナーススケジューリングで示した「勤務表を作成する条件」を満たすような制約式にした。その条件の「勤務の種類や休みの希望を反映する。」について、看護師のシフト希望の入力の仕方や、他の看護師のシフト希望を反映させた縦の条件によっては「毎日の各勤務において必要な人数を確保する。」を満たすことができず、0-1 整数計画法として実行不可能になることが起こり得るため、どんな制約もあてはめないダミーの看護師を設ける。また、横の条件である「各看護師の勤務回数を、決められた範囲内におさめる。」を満たすことができず、実行不可能になる場合を防ぐため、どんな制約もあてはめないダミーの日にちも設ける。ダミーの看護師、ダミーの日にちは全ての制約を考慮しない看護師、日にちになっているため、仮にダミーでない看護師、ダミーでない日にちのみで全ての制約を満たした勤務表を作成できない場合でも、ダミーの看護師や日程

を用いることで実行不可能にならないようにすることができる。ダミーが使われることで、実行不可能にならず、勤務表作成者が制約を満たしていない看護師や日にちにつて素早く検討することが可能になる。しかし、本来はダミーでない看護師のみでシフトを作成する必要があるため、目的関数は、ダミーの看護師、ダミーの日にちに割り当てる勤務数の総和の最小化とする。さらに、「禁止する勤務パターンを排除する。」と「前月の最後の一週間のシフトを反映させる。」をまとめて考慮するため、禁止する勤務パターンがある勤務について、前月の最後の一週間の勤務表を反映させる定数を用意し、それらの定数を勤務表作成における制約に含めるようにしている。

### 5.1 記号の定義

定式化に用いる記号を以下のように定義する。

#### 集合と添え字

集合と添え字を以下のように定義する。

$N$ : 看護師全員の集合

$N_r$ : スケジュール対象となる看護師の集合  $N_r \subset N$

$N_{dum}$ : ダミーの看護師の集合  $N_{dum} \subset N$

$N_{sun}$ : 夜勤、準夜勤ができない看護師の集合  $N_{sun} \subset N_r$

$T$ : 日にちの集合

$T_r$ : スケジュール対象となる日にちの集合

$T_r = \{1, 2, \dots, k\}$ ,  $T_r \subset T$

$T_{dum}$ : ダミーの日にちの集合  $T_{dum} \subset T$

$p = 1$ : ランク A

$p = 2$ : ランク B

$p = 3$ : ランク C

$G_p$ : グループ  $p$  に属する看護師の集合 (ダミーを含む)

$G_1 \subset N, G_2 \subset N, G_3 \subset N$

$S$ : 勤務の種類集合

$s = 1$ : 日勤 1

$s = 2$ : 日勤 2

$s = 3$ : 早番

$s = 4$ : 中勤

$s = 5$ : 遅番

$s = 6$ : 準夜勤

$s = 7$ : 夜勤

$s = 8$ : 夜勤明け

$s = 9$ : 休み

$a^\pm$ : 日勤 1 と日勤 2 を合わせた看護師の人数の上下限值

$b^\pm$ : 合計勤務時間の上下限值

$c_{st}^\pm$ :  $t$  日に勤務  $s$  を行うランク A の看護師の数の上下限值

$d_{st}^\pm$ :  $t$  日に勤務  $s$  を行うランク B の看護師の数の上下限值

$e_{st}^\pm$ :  $t$  日に勤務  $s$  を行うランク C の看護師の数の上下限值

$f$ : 遅番の 4 週間の勤務回数の上限值

$g^\pm$ : 中勤と夜勤の 4 週間の勤務回数の上下限値

$h^\pm$ : 中勤と夜勤の 4 週間の合計勤務回数の上下限値

$i$ : 中勤と夜勤の 4 週間の勤務回数の差

$j$ : 準夜勤の4週間の勤務回数の上限值

$l$ : 準夜勤と夜勤の必要人数

$m_s$ : 勤務  $s$  の勤務時間

$\alpha_n$ : 前月の最後の休みが最終日から数えて何日前か

看護師  $n \in N_r$  が前月の最終日に

$$\beta_n = \begin{cases} 1 & \text{夜勤を行わなかった} \\ 0 & \text{夜勤を行った} \end{cases}$$

$$\gamma_n = \begin{cases} 1 & \text{準夜勤を行わなかった} \\ 0 & \text{準夜勤を行った} \end{cases}$$

$$\delta_n = \begin{cases} 1 & \text{夜勤明けでなかった} \\ 0 & \text{夜勤明けであった} \end{cases}$$

$$\epsilon_n = \begin{cases} 1 & \text{早番を行わなかった} \\ 0 & \text{早番を行った} \end{cases}$$

$$\zeta_n = \begin{cases} 1 & \text{遅番を行わなかった} \\ 0 & \text{遅番を行った} \end{cases}$$

看護師  $n \in N_r$  が日にち  $t \in T_r$  に勤務  $s \in S$  を

$$Z_{nts} = \begin{cases} 1 & \text{希望する} \\ 0 & \text{希望しない} \end{cases}$$

## 変数

変数を次のように定義する.

看護師  $n \in N$  が日にち  $t \in T$  に勤務  $s \in S$  を

$$x_{nts} = \begin{cases} 1 & \text{行う} \\ 0 & \text{行わない} \end{cases}$$

## 5.2 定式化

以上の記号を用いて、各条件を満たしながら、ダミーの看護師、ダミーの日にちの使用回数の総和を最小にする定式化を行う.

### 目的関数

$$\min. \sum_{n \in N_{dum}} \sum_{t \in T} \sum_{s=1}^8 x_{nts} + \sum_{n \in N} \sum_{t \in T_{dum}} \sum_{s=1}^8 x_{nts} \quad (1)$$

### 制約条件

$$x_{nts} \leq Z_{nts} \quad n \in N, t \in T_r, s = 1, 2, \dots, 9 \quad (2)$$

$$a^- \leq \sum_{n \in N} (x_{nt1} + x_{nt2}) \leq a^+ \quad , t \in T_r \quad (3)$$

$$\sum_{n \in N} x_{nt6} \geq l \quad , t \in T_r \quad (4)$$

$$\sum_{n \in N} x_{nt7} \geq l \quad , t \in T_r \quad (5)$$

$$c_{st}^- \leq \sum_{n \in G_1} x_{nt4} \leq c_{st}^+ \quad , t \in T_r \quad (6)$$

$$d_{st}^- \leq \sum_{n \in G_2} x_{nt4} \leq d_{st}^+ \quad , t \in T_r$$

$$e_{st}^- \leq \sum_{n \in G_3} x_{nt4} \leq e_{st}^+ \quad , t \in T_r$$

$$c_{st}^- \leq \sum_{n \in G_1} x_{nt5} \leq c_{st}^+ \quad , t \in T_r \quad (7)$$

$$d_{st}^- \leq \sum_{n \in G_2} x_{nt5} \leq d_{st}^+ \quad , t \in T_r$$

$$e_{st}^- \leq \sum_{n \in G_3} x_{nt5} \leq e_{st}^+ \quad , t \in T_r$$

$$c_{st}^- \leq \sum_{n \in G_1} x_{nt7} \leq c_{st}^+ \quad , t \in T_r \quad (8)$$

$$d_{st}^- \leq \sum_{n \in G_2} x_{nt7} \leq d_{st}^+ \quad , t \in T_r$$

$$e_{st}^- \leq \sum_{n \in G_3} x_{nt7} \leq e_{st}^+ \quad , t \in T_r$$

$$\sum_{t \in T_r} x_{nt9} \geq 7 \quad , n \in N_r \quad (9)$$

$$\sum_{t \in T} x_{nt5} \leq f \quad , n \in N_r \quad (10)$$

$$g^- \leq \sum_{t \in T} x_{nt4} \leq g^+ \quad , n \in N_r \quad (11)$$

$$g^- \leq \sum_{t \in T} x_{nt7} \leq g^+ \quad , n \in N_r \quad (12)$$

$$h^- \leq \sum_{t \in T} (x_{nt4} + x_{nt7}) \leq h^+ \quad , n \in N_r \quad (13)$$

$$-i \leq \sum_{t \in T} (x_{nt4} - x_{nt7}) \leq i \quad , n \in N_r \quad (14)$$

$$\sum_{t \in T} x_{nt6} \leq j \quad , n \in N_r \quad (15)$$

$$x_{nt7} = x_{n(t+1)8} \quad , n \in N_r, t \in T_r \setminus \{k\}$$

$$\beta_n + x_{n18} = 1 \quad , n \in N_r \quad (16)$$

$$x_{nt6} \leq x_{n(t+1)9} \quad , n \in N_r, t \in T_r \setminus \{k\}$$

$$\gamma_n + x_{n19} \geq 1 \quad , n \in N_r \quad (17)$$

$$x_{nt8} + x_{n(t+1)7} \leq 1 \quad , n \in N_r, t \in T_r \setminus \{k\}$$

$$x_{n17} \leq \delta_n \quad , n \in N_r \quad (18)$$

$$\sum_{t \in T} (x_{nt6} + x_{nt7}) = 0 \quad , n \in N_{sun} \quad (19)$$

$$\sum_{s=1}^7 (x_{nts} + x_{n(t+1)s} + x_{n(t+2)s} + x_{n(t+3)s} + x_{n(t+4)s} + x_{n(t+5)s} + x_{n(t+6)s}) \leq 6$$

$$n \in N_r, t \in T_r \setminus \{k-6, k-5, \dots, k-1, k\} \quad (20)$$

$$x_{nts} \in \{0, 1\} \quad , n \in N, t \in T, s \in S \quad (21)$$

### 数式の説明

(1) 目的関数: ダミーの看護師、ダミーの日にちの利用回数を最小にする

(2) シフトの要望に応える制約

(3) 各日の日勤1と日勤2を合わせた看護師数を上下限值

におさめる

- (4) 各日の準夜勤を行う看護師を必要人数以上にする
- (5) 各日の夜勤を行う看護師を必要人数以上にする
- (6) 各日の中勤を行う看護師をランクごとに上下限值におさめる
- (7) 各日の遅番を行う看護師をランクごとに上下限值におさめる
- (8) 各日の夜勤を行う看護師をランクごとに上下限值におさめる
- (9) 各看護師に休みを4週間に7日以上割り当てる
- (10) 各看護師の4週間あたりの遅番の勤務回数を上限値以下にする
- (11) 各夜勤従事者の4週間あたりの中勤の勤務回数を上下限值におさめる
- (12) 各夜勤従事者の4週間あたりの夜勤の勤務回数を上下限值におさめる
- (13) 各夜勤従事者の4週間あたりの中勤と夜勤の合計勤務回数を上下限值におさめる
- (14) 各夜勤従事者の4週間あたりの中勤と夜勤の勤務回数の差を一定値におさめる
- (15) 各夜勤従事者の4週間あたりの準夜勤の勤務回数を上限値以下にする
- (16) 夜勤の次の日は夜勤明けにする
- (17) 準夜勤の次の日は休みにする
- (18) 夜勤の2連続勤務を禁止する
- (19) 夜勤を行うことができない看護師には夜勤と準夜勤を割り当てない
- (20) 連続7日勤務を禁止する
- (21) バイナリ変数

そのほか、前月の最後の一週間の勤務を考慮する制約式なども考案した。

## 6 問題の解法

### 6.1 問題解決の考え方

本研究では、看護師の勤務表作成を組み合わせ最適化問題とみて考え、0-1 整数計画法を用いて解決する。看護師の勤務表を作成するにあたっては、第5章で述べた制約はもちろん、その他にも看護師間の相性や、看護師の教育的観点からベテランの看護師と若手の看護師をペアにして複数回同じ勤務をさせたいなど様々な制約が考えられる。これらは、スケジューリング担当者の「経験によって決定される条件」である。しかし、このような経験によって決定されるような条件」は数値化することが容易ではないため、これらも全て満たすようなスケジューリング担当者が完全に納得のいく勤務表を一回で求めることは非常に困難であるとする。たとえ「経験によって決定されるような

条件」も含めた解を求めることができたとしても、問題が複雑になり、規模が大きくなってしまいうため、解を得るのに長い計算時間がかかる。一度の勤務表作成に長い時間を要するシステムでは、勤務表を修正する必要性なども考慮すると、スケジュール担当者の負担を軽減させることは難しい。そこで本研究では、上で述べたスケジューリング担当者の「経験によって決定されるような条件」は定式化に含めず、第5章で述べた条件を満たす勤務表をより短い時間で作成することを目標としている。

実際の現場では、勤務表を作成する際、一度作られた勤務表を何度か修正して完成させることが多い。つまり、ある程度の条件を満たした勤務表を短い時間で求めることができるシステムは、スケジュール担当者による修正が必要であったとしても、受け入れやすく、実際の現場に導入されやすいものであると考える。

### 6.2 問題解決の方法

スケジューリング担当者による修正を前提としつつも、短い時間でどのように勤務表を作成するのかという問題について、試作中のシステムを基に説明する。試作中システムでの勤務表作成手順は、以下の通りである。

試作しているシステムでは、そのときの業務の状況の変化に対応できるように、1日あたりの各勤務にあたる看護師の人数や看護師1人あたりの各勤務を行う回数、勤務時間の上下限値を、システムの利用者がCSVファイルから設定できるようにしている。求められる制約の条件として、各勤務の必要人数は曜日ごとに異なっているため、第5章の問題の定式化で示した日程 $t$ がそれぞれの曜日の要素を含む必要がある。そのため、勤務表を作成する月の初日(毎月1日)の曜日をCSVファイルに指定することで、日程 $t$ がそれぞれの曜日の要素を含むようにした。また、祝日やその月にある病院独自の休日に関しては別のCSVファイルに設定しておくことで日程 $t$ に対応させた曜日の要素を祝日としての要素に更新することができるようにした。このようにすることで、毎月異なる日にちと曜日の要素についてスケジューリング担当者が素早く容易に変更することができるようにした。さらに、勤務表の作成をするにあたり、先月の勤務表における最後の一週間のシフトを考慮すべき勤務(夜勤、準夜勤、夜勤明け、早番、遅番、休み)に関しては、先月の最終日から数えてどの位置にそれぞれの勤務が存在するかといった情報を定数として用意することで勤務表作成に反映させるようにした。このように設定された情報を踏まえ、第5章で示した定式化によって表された0-1 整数計画問題を解くことでその解として勤務表が作成され、CSVファイルに出力される。

## 7 問題例と実行結果

### 7.1 使用するデータの説明

愛知医科大学病院で実際に行われている作成条件を用いた研究を基に定式化し、勤務表を作成した。

試作段階ではあるが、プログラムを実行するために用いた値など、問題の規模を以下に示す。

なお、事前に入力する看護師の必要人数や、勤務時間の合計などの上下限値は [4] で用いられた値を基に設定した。スケジュール対象となる期間、看護師数、勤務種類の数は以下の通りである。なお、夜勤を行うことができる看護師は、ランク毎に 3 つのグループに分かれている。

- ・ スケジュール対象の看護師：50 人
- ・ ダミーの看護師：20 人
- ・ スケジュール対象期間：2020 年 5 月の 31 日間 (月ごとの日数)
- ・ ダミーの日にち：7 日
- ・ 休みを含めた勤務種類：9 種類
- ・ 看護師ランク A：13 人
- ・ 看護師ランク B：13 人
- ・ 看護師ランク C：14 人
- ・ 夜勤のできない看護師：10 人

勤務表を作成するのに必要な制約は以下の通りである。

〈縦の条件〉

#### 1. 日勤における必要な看護師数

- ・ 日勤 1, 日勤 2 を合わせて  
平日：15～25 人, 土日祝：10～15 人
- ・ 早番  
平日：3～6 人 (各ランク 1～2 人)  
土日祝：3 人 (各ランク 1 人)
- ・ 中勤  
平日：3～6 人 (各ランク 1～2 人)  
土日祝：3 人 (各ランク 1 人)
- ・ 遅番  
平日：3～6 人 (各ランク 1～2 人)  
土日祝：3 人 (各ランク 1 人)

#### 2. 夜勤における必要な看護師数

- ・ 夜勤  
平日：4 人, 土日祝：3 人
- ・ 準夜勤  
平日：1 人

#### 3. ランクごとに必要な看護師数

- ・ 中勤, 遅番, 夜勤それぞれ日ごと  
ランク A：1 人  
ランク B：1～2 人  
ランク C：1～2 人

〈横の条件〉

#### 4. 勤務時間について

- ・ 4 週間あたりの勤務時間  
158 時間～170 時間

#### 5. 休みについて

- ・ 4 週間あたりの休みの数  
7 日以上

## 7.2 実行結果

愛知医科大学病院で実際に行われている勤務表作成条件を用いた研究を基に定式化し、勤務表を作成した。

以上の規模でプログラムを実行した結果、プログラムの実行結果と一回の計算にかかった時間は、以下の通りである。

目的関数の値は 0 となり、31 日間すべてでダミーの看護師とダミーの日にちを使用しなかった。

0-1 整数計画法として定式化したこの問題は、以上のデータで計算した場合、変数の数が 17,100、制約条件の数が 21,660 であり、計算時間は約 17 秒であった。計算に用いた PC は Intel Core i5-7200U 2.50GHz, RAM は 8.00GB, OS は Microsoft Windows10 である。最適化ソフトウェアとして Python の MIPCL を用いて計算した。

以上の計算によって得られた解の出力は CSV ファイル上に行う。

## 8 現時点のシステムについて

試作したナース・スケジューリングシステムについて説明する。本研究で試作したシステムは CSV ファイル上に看護師のシフト希望、各必要情報、先月の勤務表を入力したうえ、そのシフト希望および満たすべき条件を順守した勤務表を Python で作成したプログラム上で計算し、結果を出力用 CSV ファイルに出力するというものである。

### 8.1 事前入力情報

まず前月のシフトを先月のシフトを入力する CSV ファイルに入力する。看護師のシフト希望に関しては、シフト希望を入力する CSV ファイルに出勤希望を 0～9 の数字で入力する。1～9 の数字は第 5 章での勤務に対する記号  $s$  で定義したものとし、看護師がその日に行いたい希望の勤務の数字を入力する。例えば、夜勤を希望したい場合、シフト希望を入力する CSV ファイルの対応する位置に 7 を入力すると、出力される勤務表でその位置の勤務は 7 (夜勤) が必ず割り当てられる。逆に、シフト希望が無い場合は 0 を入力する。0 がシフト希望を入力する CSV ファイルに入力された場合、対応する看護師と日にちに関しては任意に 1～9 の勤務が割り当てられる。1 日あたりの勤務看護師の上下限値、1 か月あたりの勤務可能時間やその他の必要条件などの値は、シフト作成に必要な条件を入力する CSV ファイルへ入力する。各制約の上下限値などが変更される場合、この CSV ファイルの値を変更することで変更に応じた勤務表が作成される。祝日や病院独自の祝日に関しては、祝日を入力する CSV ファイルに入力しておく。

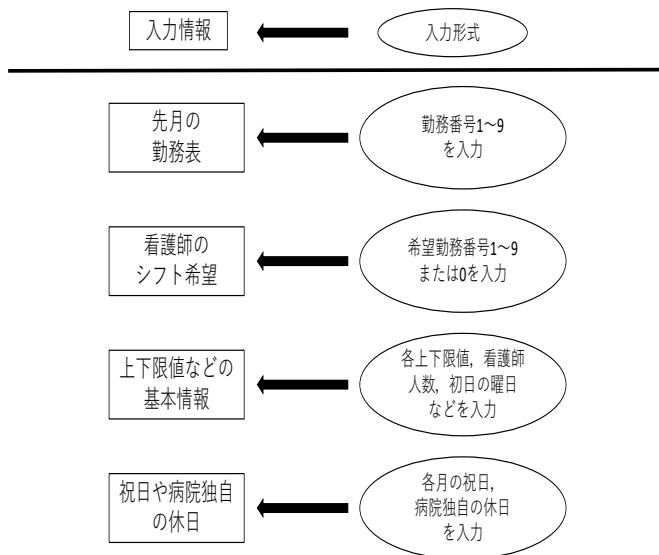


図2 CSVファイルへの入力情報と形式

## 8.2 プログラム実行と結果出力

これらの必要情報を入力した後、Pythonでプログラムを実行し、各条件を満たしたシフト希望に沿った勤務表を出力する。出力された勤務表に納得のいかない部分がある場合、納得のいかない部分を修正、または「希望なし(0)」に戻し、その勤務表を2回目のシフト希望としてシフト希望を入力するCSVファイルに入力し、Pythonで作成したプログラムに計算させるようにすれば、担当者にとって受け入れ可能な勤務表が得られるまで繰り返し手直しを施行することも可能であると考えられる。

しかし、出力用CSVファイルの勤務表の値を変更し、その都度シフト希望を入力するCSVファイルに入力する必要があるため、出力用CSVファイルを閉じてからPythonプログラムを実行しなければエラーが発生することに注意が必要である。

## 9 おわりに

実際の現場でのナース・スケジューリングでは、手作業で行われている勤務表作成の支援が望まれ、そのための研究が数多くなされている。そこで本研究では、手術室看護師のスケジューリング担当者の負担を軽減させるような、より短い時間で勤務表作成ができるスケジューリング支援システムを作成し、実際の現場に導入してもらうことを目標として、愛知医科大学病院の手術室看護師における条件を基に、シフト作成システムの試作に取り組んでいる。

試作しているシステムでは、ナース・スケジューリング問題を0-1整数計画法の問題として定式化し、Pythonで作成したプログラムを用いてCSVファイル上に計算結果を出力している。

そのときの業務の状況の変化に容易に対応できるようにするため、1日あたりの勤務する看護師の人数の上下限値

や1か月あたりの勤務可能時間、その他の条件などをシステムの利用者が変更できるようにしている。そして、以上のシステムでの検証の際のプログラムの実行時間は17秒であり、比較的短い時間で勤務表を作成することができた。

今後も、試作しているシステムをスケジューリング担当者に試用してもらい、使い勝手やシステムで作成した勤務表に問題がないかなどを検証したい。その際にさらに必要とされる条件が発見された場合は制約式に追加することを検討したい。それにより計算時間が長くなり、システムを導入するにあたって現実的でなくなってしまった場合は制約式の変更も検討していきたい。また、実際に勤務するのが人間であることを踏まえ、今回作成したシフト作成システムが実用化されるためには、勤務する看護師が働きやすいと感じたり、看護師の教育的観点、さらには看護師の相性なども考慮した勤務表が短い時間で作成できるようになることが望ましい。このような問題を解決するために話し合いを重ねていき、スケジューリング担当者にとって、より使いやすいシステムを作成していきたい。

## 参考文献

- [1] 青野愛：病棟看護師勤務シフトの自動作成に関する実地的研究。南山大学大学院数理情報研究科2008年度修士論文，2009。
- [2] 池上敦子：我が国におけるナース・スケジューリング-モデル化とアプローチ-，成蹊大学大学院博士学位論文，2001。
- [3] 池上敦子：ナース・スケジューリング-調査・モデル化・アルゴリズム-，統計数理(2005)，第53巻，第2号，231-259，2005。
- [4] 伊東美奈：手術室看護師のスケジューリング支援システムの試作。南山大学大学院数理情報研究科2012年度修士論文，2013。