

# 最適化アルゴリズムを用いた

## 医療機関スタッフの勤務シフト探索

○齋藤知樹 亀沢貴宏 市川学 中井豊 (芝浦工業大学)

### Job shift search of medical staff using optimization algorithm

\* T. Saito and T. Kamezawa and M. Ichikawa and Y. Nakai (Shibaura Institute of Technology)

**概要一** 医療機関は、日勤、夜勤など昼夜問わず病院に看護師や医師を待機させる為、不規則で過酷な労働環境である。そこで、医療スタッフの資格や希望休暇、連続勤務など多くの制約条件を考慮しながらバランスの取れたシフトを作成する必要があるが、勤務時間外にシフト表を作成することが多く、勤務シフト作成者に多大な負担を与えているといった問題が挙げられている。以上の問題を解決するために、シフト作成の自動化が求められている。本研究では看護師の勤務表を作成するという類似の研究(ナース・スケジューリング問題)を参考としながら救命救急センターのスタッフ 25 人を対象とし、最適シフト作成に取り組む。

**キーワード:** ナース・スケジューリング問題, 焼きなまし法, 救急救命センター

## 1 研究背景

医療機関は、日勤、準夜勤、夜勤など昼夜問わず病院に看護師や医師を待機させる事など、不規則で過酷な労働環境にある。近年、厚生労働省が推進する働き方改革<sup>1)</sup>の流れから、早急な改善が求められている。そのため、合理的なシフト表は極めて重要だが、有資格者の配置、医療従事者間の公平な勤務状況の実現、希望休暇日の実現、連続勤務の回避など多くの制約条件を満たす必要があり、その作成は容易ではない。実際の現場では、このシフト作成に頭を悩ませている人は多い。また、勤務時間外にシフト表を作成することが多く、勤務シフト作成者に多大な負担を与えている。シフト作成が医療機関スタッフの働き方に及ぼす影響は大きい。

## 2 研究目的

本研究は、日本医科大学千葉北総病院救命救急センタースタッフ25人を対象とする。最適化アルゴリズムを用いて勤務シフトを作成し、対象病院でヒヤリング調査を行い、作成者の負担の軽減や医療従事者のQOLを向上させる事を目的とする。

## 3 関連研究

関連した研究としてナーススケジューリング問題が挙げられる。この研究は、1970年代にアメリカで始まり、現在では、世界中の多くの研究者が取り組んでいる。<sup>2)</sup>日本では、1996年、勤務表作成の現状把握のために行った現場調査の結果とその結果に基づく数理計画モデル<sup>2)</sup>が示された。アメリカでは、限られた種類のシフト毎に雇用契約するなど、1つのシフトが長く続くが、日本では、各看護師が複数のシフトを短い周期でローテーションする違いがあり、研究の内容が2つの国では異なる。従来の研究は汎用的な展開が可能といえるものは少ない<sup>3)</sup>。また、シフト作成に重きを置かれていて、実際に働く人の生活の質等が考慮されているものも少ない。

## 4 研究手法

本研究は救命救急センターのスタッフ全員を対象とし、最適シフト作成に取り組む。本研究の問題は最適化アルゴリズムを用いる。最適化アルゴリズムには、

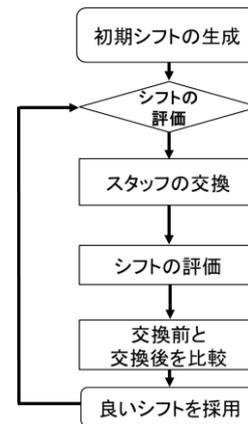


Fig.1:本研究における SA の流れ

遺伝的アルゴリズム、焼きなまし法(Simulated Annealing)、タブーサーチ等<sup>4)5)</sup>があるが、本研究では、焼きなまし法(以下、SA)を用いて最適解を求める。SA法とは、最適解を探索する際に局所最適解に陥らないように、ある確率で現在の解よりも悪くなるような移行を許し、その確率を温度で制御している。Fig.1に本研究におけるSAの流れを示す。

### 4.1 制約条件

SAの流れ「シフトの評価」において、対象病院から指定された条件を制約条件として設定する。個人における制約条件は、希望する曜日を休みにすることと当番可能な役職を設定した。シフト作成における制約条件をTable 1に示す。

Table1:救命救急センターの制約条件

制約条件の分類	制約条件の内容
---------	---------

各勤務の必要人数に関する制約	① 日勤の必要人数=13 ② 当直の必要人数=3
日勤の当番に関する制約	③ Flight Doctor が1名必要 ④ Educator が1名必要 ⑤ Leader が1名必要 ⑥ 整形外科特定のスタッフ 2名
当直の当番に関する制約	⑦ Educator が1名必要 ⑧ Educator or Trainee が1名必要
QOLに関する制約	⑨ 日勤から当直を行い、次の日の日勤業務を行うことは禁止。 ⑩ 連続勤務時間は 28 時間まで ⑪ 業務間インターバル 9 時間 ⑫ 月当たり時間外 100 時間未満
専修医(2年目)に関する制約	⑬ ICU, 整形, 救急外来を1ヶ月毎に担当

日勤と当直でそれぞれ当番が異なり、条件①、②の必要人数の内訳は Table2 に示す。

Table2:必要人数の内訳

当番(日勤)	人数	当番(夜勤)	人数
Doctor Heli	2	当直	2
救急外来	2	ラピッドカー	1
ICU(集中治療室)	4		
一般病棟	2		
整形外科	3		

#### 4.2 初期シフト

計算時間を短縮するため、前節で述べた制約条件、①~⑧、⑬を満たした初期シフトを作成する。

#### 4.3 スタッフの交換

本研究では一点交換法を用いる。日勤、夜勤のどちらか一方を選び、その中から2人選ぶ。そして、その2人の割り当てられた当番を交換する。選ぶ際にスタッフの資格や休日は考慮せず、無作為に抽出する。

#### 4.4 評価方法

シフトの評価において、Table1 の制約条件を基にスタッフ  $k$  に関する評価値  $F_k$ 、日付  $d$  に関する評価値  $J_d$  に分けて評価する。評価項目に反したものに評価点を付与する為、制約違反をしているほど評価点が加算していく。これにより比較の際に評価点が小さいシフトが採用される。

#### スタッフ $k$ の評価値

評価値  $F_k$  は、以下の通り評価する。

- ・日勤回数に関する評価関数  $\dots \cdot FA_k$
- ・夜勤回数に関する評価関数  $\dots \cdot FB_k$
- ・勤務並びに関する評価関数  $\dots \cdot FC_k$
- ・指定休日に関する評価関数  $\dots \cdot FD_k$
- ・時間外労働に関する評価関数  $\dots \cdot FE_k$

$$F_k = FA_k + FB_k + FC_k + FD_k + FE_k \quad \dots (1)$$

#### 日付 $d$ の評価値

評価値  $J_d$  は、以下の通り評価する。

- ・必要人数に関する評価関数  $\dots \cdot JG_d$
- ・当番責任者に関する評価関数  $\dots \cdot JH_d$
- ・整形外科に関する評価関数  $\dots \cdot JI_d$

$$J_d = JG_d + JH_d + JI_d \quad \dots (2)$$

#### シフト全体の評価

スタッフ  $N(=25)$  人分の式(1)と一ヶ月間の日数  $D$  日分の式(2)の和をとることでシフト全体の評価とする。

$$\sum_{k=1}^N F_k + \sum_{d=1}^D J_d$$

### 5 現在の出力状況

SA の初期シフト結果の一部を Fig.2 に示す。4.2 で示した制約条件を満たしている。

	0801(Thur)	0802(Frid)	0803(Satu)	0804(Sunc)	0805(Mon)	0806(Tues)	0807(Wed)
八木	ドクヘリ	ICU	ICU	***	救急外来	***	ICU
益子	-	-	-	-	-	ICU	***
本村	ICU	救急外来	***	-	***	救急外来	-
安松	救急外来	***	-	-	***	-	ドクヘリ
岡田	ICU	***	ドクヘリ	ICU	ドクヘリ	ドクヘリ	-
阪本	-	***	救急外来	ICU	***	***	***
久城	-	-	-	-	***	***	***
大田黒	救急外来	***	ICU	-	ICU	***	***
上田	-	***	救急外来	救急外来	***	ICU	***
山本	-	ドクヘリ	-	ドクヘリ	***	***	救急外来
飯田	整形	整形	-	-	整形	整形	整形

Fig.2:初期シフト結果の一部

### 6 今後の予定

ポイントの具体的な定式化をする。SA によるシフトの自動作成を完成させる。その後、対象病院の生活の質を上げるため、考慮しなければいけない内容をアンケート調査する。得られた情報を元に評価を変え、QOL 向上を目指す。

#### 参考文献

- 1) [https://www.mhlw.go.jp/stf/shingi/other-isei\\_469190.html](https://www.mhlw.go.jp/stf/shingi/other-isei_469190.html)
- 2) Burke, E. K., De Causmaecker, P., Vanden Berghe, G. and Van Landeghem, H.: "The State of Art of Nurse Rostering." J. Sched., Vol. 7, 441-499, 2004
- 3) 池上敦子,丹羽明,大倉元宏: "我が国におけるナース・スケジューリング問題",オペレーションズ・リサーチ: 経営の科学, 41, 436-442, 1996
- 4) 鈴木邦成,村山要司,若林敏造: "ナーススケジューリング問題の現状と展望",情報処理学会第 77 回全国大会,2015
- 5) 大谷慎,長谷山美紀,北島秀夫: "ナーススケジューリング問題の GA による解法に関する考察",電子情報通信学会技術研究報告,IE, 画像工学 101, 125-130, 2002
- 6) 倉重賢治,高田大介,亀山嘉正: "夜勤制約を重視したナーススケジューリング問題へのタブーサーチの適用",生産管理, 11, 17-26, 2005