

## 保育士の選好の公平性を考慮したシフトスケジューリング

05001373	東京理科大学	*難波 禎人	NAMBA Yoshito
05000319	東京理科大学	伊藤 真理	ITO Mari
01308970	東京理科大学	高嶋 隆太	TAKASHIMA Ryuta
05000445	愛知県立大学	平尾 将剛	HIRAO Masatake

## 1. はじめに

近年、日本では少子化が進行する一方で、待機児童問題がまだ存在している。この待機児童問題は、長年解決に向けて取り組まれているが、平成 31 年 4 月 1 日の待機児童数は 16,772 人と未だ多い[1]。この問題の一因として保育士の人材不足が挙げられる。保育士の職場の改善希望状況として、事務・雑務の軽減や、勤務シフトの改善といったシフトスケジューリングによって改善できる項目が上位にあり、保育士が満足していくスケジュールを作成する必要がある[1]。

シフトスケジューリングは長年にわたって研究されているが、保育士のシフトスケジューリングに対する研究は数少ない[4]。Ito and Hirao [3]では、保育士の不足に対して、非常勤職員を補充することを考慮して、非常勤職員のシフト数最小化を目的としたモデルを提案した。しかしながら、制約の中には、保育士のシフト選好は考慮されていない。Gross et al. [2]は医療従事者のシフト選好をスケジューリングに考慮した。シフト選好は“希望する”または“希望しない”の二択で表現されており、その選好の度合いを表現できていない。職員の満足度を向上させるためには、各職員のシフト選好の度合いを考慮しつつ、職員間のシフト選好の公平性が保たれていることが望ましい。

本研究では、非正規職員の最小のシフト数を制約に加え、6ヶ月単位で早番、日勤、遅番に対する保育士のシフト選好を考慮したモデル、及び過去のスケジューリング結果を利用し、保育士のシフト選好の公平性を考慮するモデルを提案する。数値分析より、従来の保育士のシフト選好を考慮しないモデル[3]と本提案モデルで作成したスケジュール結果を比較する。

## 2. モデル

本研究では、保育士がどの日にどのシフトで出勤するかを決定するシフトスケジューリング問題を 0-1 整数計画問題とし、定式化する。ここでは、既存手法の非正規職員のシフト数最小化が目的で、シフト選好を考慮しない P1[3]と、提案手法のシフト選好と割り当てられるシフトの割合の差の最小化を目的とする

P2 と、過去に決定されたスケジュールを利用し保育士のシフト選好の公平性を考慮する P3 を紹介する。

様々なシフトの中で、割り当てられる回数が多い早番、日勤、遅番の 3 つの勤務形態について、各保育士が、どの程度の割合で勤務したいかを示す、合計 10 となるような整数のシフト選好を定義する。

制約条件については、労働基準法に基づく制約と、施設内制約があるという説明のみに留め、制約式の記載は紙幅の制約上、省略する。省略する制約式は、P1, P2, P3 いずれも同様のものである。以下に、目的関数に関わる文字の定義と、P1, P2, P3 の目的関数を示す。

## 文字の定義

## 集合

$I^r$  : 正規職員の集合,  $I^d$  : 非正規職員の集合

$J$  : シフトの集合

$K$  : 勤務形態の集合

$J_k (k \in K)$  : 勤務形態  $k$  のシフトの集合

$T^t$  : スケジュール対象日の集合

$M$  : 月の集合

## 定数

$p_{ik} (i \in I^r, k \in \{Early, Day, Late\})$  : 職員  $i$  の勤務形態  $k$  のシフト選好

$S_{im} (i \in I^r, m \in M)$  : 職員  $i$  の月  $m$  の 3 つの勤務形態の割り当てられたシフトとシフト選好の差の二乗和

$St_{im} (i \in I^r, m \in M)$  : 職員  $i$  の月  $m$  時点で前月までどの程度シフト選好が考慮されているかを表す定数

## 決定変数

$x_{ijt} (i \in I^r \cup I^d, j \in J, t \in T^t)$  : 職員  $i$  が日  $t$  にシフト  $j$  で勤務したとき 1, その他 0

$\alpha_{ik} (i \in I^r, k \in \{Early, Day, Late\})$  : 職員  $i$  の勤務形態  $k$  のシフト選好と割り当てられたシフトの割合の差を表す補助変数

## 定式化

## 目的関数

## P1

$$\text{Minimize } M = \sum_{i \in I^d} \sum_{j \in J} \sum_{t \in T^t} x_{ijt} \quad (1)$$

P2

$$\text{Minimize } \sum_{i \in I^r} \sum_{k \in \{Early, Day, Late\}} \alpha_{ik} \quad (2)$$

P3

$$\text{Minimize } \sum_{i \in I^r} \sum_{k \in \{Early, Day, Late\}} \alpha_{ik}(1 + St_{im}) \quad (3)$$

P2, P3 に追加する制約:

$$\sum_{i \in I^d} \sum_{j \in J} \sum_{t \in T^t} x_{ijt} \leq M \quad (4)$$

$$10 \sum_{j \in J_k} \sum_{t \in T^t} x_{ijt} - p_{ik} \sum_{k \in \{Early, Day, Late\}} \sum_{j \in J_k} \sum_{t \in T^t} x_{ijt} \leq \alpha_{ik} \quad (5)$$

$$10 \sum_{j \in J_k} \sum_{t \in T^t} x_{ijt} - p_{ik} \sum_{k \in \{Early, Day, Late\}} \sum_{j \in J_k} \sum_{t \in T^t} x_{ijt} \geq -\alpha_{ik} \quad (6)$$

$$\forall k \in \{Early, Day, Late\}$$

上記の定式化において、P1 の目的関数(1)は、非正規職員のシフト数を最小化する。P2 の目的関数(2)は、割り当てられたシフトの割合とシフト選好の差を最小化する。P3 の目的関数(3)は、割り当てられたシフトの割合とシフト選好の差に、前月までのスケジューリング結果から、シフト選好が相対的に考慮されていない人を優遇する定数をかけた値を最小化する。定数(1 + St<sub>im</sub>)は、数ヶ月間を通して職員の公平性を保つための定数である。制約(4)は、P1 で求めた非正規職員の最小シフト数を M としたとき、P2, P3 の非正規職員のシフト数に M 以下の制約を課す。制約(5)と制約(6)は、決定変数 $\alpha_{ik}$ が割り当てられたシフトの割合とシフト選好の差を表すようにする制約である。

### 3. 数値分析

ここでは、児童養護施設のデータを用いる[3]。児童養護施設には、保育士をはじめ、園長や家庭支援専門相談員などの職員が勤務する。25 人の正規職員と、8 人の非正規職員に 18 のシフトを割り当てる。スケジューリング期間は 1 ヶ月であり、6 ヶ月間のスケジュールを作成する。各職員のシフト選好はランダムに生成し、5 回の試行を行った。問題を解くために、Gurobi 9.1.0 を使用した。

ここで 2 つの評価指標を提案する。

$$ND = \sum_{i \in I^r} \sum_{m \in M} S_{im} \quad (6)$$

$$UN = \frac{1}{n} \sum_{i \in I^r} \left( \sum_{m \in M} S_{im} - \frac{\sum_{i \in I^r} \sum_{m \in M} S_{im}}{n} \right)^2 \quad (7)$$

ただし、n は正規職員数である。式(6)は、保育士のシフト表に対する不満度 (Nursery dissatisfaction; ND)を示す。ND は 6 ヶ月間を通して、値が小さいほどシフト選好を考慮できていることを表す。式(7)は、保育士間の不公平さ (Unfairness among nurseries; UN)を示す。UN

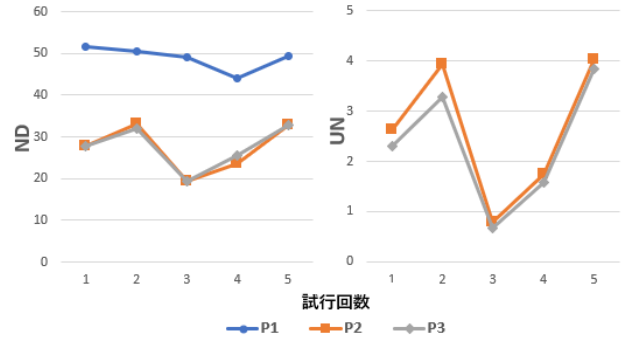


図 1. 保育士のシフトスケジューリングの評価

は 6 ヶ月間を通して、値が小さいほど職員間のシフト選好の公平性を考慮できていることを表す。

図 1 の ND から、全体としてシフト選好を考慮できているモデルは、P2 および P3 ということがわかる。また図 1 の UN から、P3 は P2 より、どの試行においても職員間のシフト選好の公平性が保たれていることがわかる。このことから、3 つのモデルの中で、P3 はシフト選好と職員間のシフト選好の公平性が保たれ、保育士の満足度を向上させるため、最も良いモデルであると考えられる。

### 4. おわりに

本研究では、保育士のシフト選好の公平性を考慮したシフトスケジューリングモデルを提案した。数値分析の結果から P2, P3 がシフト選好を P1 よりも考慮できていて、P3 は P2 よりも 6 ヶ月間を通して、職員間のシフト選好の公平性が保たれていることがわかった。

今後の課題として、非正規職員のシフト選好の考慮や、シフト選好および職員間のシフト選好の公平性を一体化した評価方法の提案などが挙げられる。

### 謝辞

本研究は、電気通信普及財団の助成を受けて実施したものである。

### 参考文献

- [1] 厚生労働省, <https://www.mhlw.go.jp/index.html>, (2020 年 8 月 12 日アクセス)
- [2] C. N. Gross, J. O. Brunner, M. Blobner, Hospital physicians can't get no long-term satisfaction: an indicator for fairness in preference fulfillment on duty schedules, *Health Care Management Science* 22, 691–708 (2019)
- [3] M. Ito, M. Hirao, Shift scheduling to propose improvement plans for staff shortage: a case study of a foster home in Japan, *Proceedings of 2019 Asian Conference of Management Science & Applications*, 199–203 (2019)
- [4] A.T. Ernst, H. Jiang, M. Krishnamoorthy, D. Sier, Staff scheduling and rostering: A review of applications, methods and models, *European Journal of Operational Research* 153, 3–27 (2004)