

# 0-1 整数計画による保育士のシフト管理クラウドコンピューティングシステムの開発

代表研究者 伊藤 真理 東京理科大学 理工学部 経営工学科 講師

## 1 はじめに

近年、我が国では少子化が進行する一方で、待機児童問題が深刻化している。平成 29 年の厚生労働省の調査によると、待機児童数は 26,081 人、前年より 2,528 人増加していることが明らかになった[1]。待機児童問題が進行している一因として、保育士不足があげられる。保育士不足は高い離職率によって生じている。平成 25 年の保育士の離職率は全国平均で 10.3%であった[2]。保育士の離職率を低減するためには、保育士の職場に対する満足度を向上する必要がある。保育士の職場に対する改善希望は、給与・賞与等の改善に次いでシフトの改善が占めている。具体的には、職員数の増員、事務・雑務の軽減、有給休暇の未消化の改善等がある[3]。そのため、シフトの合理的な改善が重要視されつつある。しかしながら、手作業によって様々な条件を満たしながら、合理的または最適な保育士のシフト管理を行うことは、難しい。また、保育士不足の影響を受け、保育士同士が不足箇所の補充を行うため、保育士のシフト管理は一括して行われるのが望ましい。しかしながら、複数箇所で施設を運営している場合、所在地の影響で、必ずしも一括してシフト管理を行うことができない。最適化技術によって、一括してシフトを自動作成できるシステムを構築することが有効である。

シフトの自動作成を実現することは、プログラミングをしたことがないシフト管理者には大きなハードルである。また、最適化計算を実現するためには、ソルバーが必要となり、適切な数理計画モデルを構築しないと、フリーのソルバーでは求解が実行可能時間内に終わることができず、解が得ることができないまたは、高額なライセンス費用がかかるソルバーを使用することになる。

本研究では、保育士がいつ、どのシフトで勤務するかを自動決定するシフト管理クラウドコンピューティングシステムを開発する。具体的には、全保育士（ユーザ）はオンラインストレージサービスを通じて、対話的にインプットデータ条件を設定し、自動的にアウトプットデータを取得する。保育士のシフト管理クラウドコンピューティングシステムは、オンラインストレージサービスにアクセスすることで、シフト管理を行うことができる。そのため、ユーザのプログラミング技術や環境設定が不要である。さらに、インプット・アウトプットデータの管理が自動で行える。また、紙媒体による従来のシフト管理をクラウドコンピューティングによって行うことにより、保育士同士が不足箇所の補充状況を把握し、今後の重点増員箇所やシフトの種類の変更などの改善点を明確化することができる。シフトを一括管理することによって、施設全体の最適な管理を提案することができる。シフトは、0-1 整数計画モデルを解くことによって自動作成される。本システムの有効性は、実データを用いた数値分析とシフト管理者の評価から示す。

本研究の目的は、保育士のシフト管理における 0-1 整数計画モデルを提案し、シフトを一括管理することができる保育士のシフト管理クラウドコンピューティングシステムを開発することにより、実社会へ貢献することである。本システムを用いて得られたシフトは、ユーザに保育士の不足情報を明示し、施設運営における人員補充や保育士の勤務形態変更の意思決定を補足する役目を担うことができる。また、クラウドコンピューティングの使用によって、ユーザの作業、データ管理を自動化・簡略化することで、ユーザの負担を軽減する。さらに、最適化技術の社会への普及が促進されることを目標としている。

## 2 関連研究

シフト管理については長年にわたって研究されてきた[4]。たとえば、公共交通機関の乗務員、医療従事者、従業員などのシフトスケジューリング問題があげられる。近年、シフトスケジューリングの手法に対する理論的な研究が進み、ソルバーの求解速度が向上している。しかしながら、シフト管理者の希望を全て考慮したシフトスケジューリングの作成は解探索に長い時間を必要とする場合が多い。そのため、一部の条件を緩和するようなモデリングの工夫や解探索における新たな解法の提案などが試みられている。たとえば、Ito et al. [5] は、研修医の当直シフトスケジューリング問題を 0-1 整数計画問題として定式化した。研修医に行ったアンケートを階層化意思決定法によって分析し、研修医のシフトに対する嗜好をスケジュールに考慮した。

Beaulieu et al. [6]は、救急科の医師のシフトスケジューリング問題を整数計画問題として定式化した。複数の制約を満たすために、正規医師に割り当てられないシフトに勤務する仮想的な“ダミー医師”をモデルに追加し、勤務表を短時間で作成した。Cuevas et al. [7]は、多スキルの従業員のシフト管理問題を混合整数計画問題として定式化した。Gross et al. [8]は、医師のシフトに対する選好を考慮したシフトスケジューリング問題を混合整数計画問題として定式化した。Volland et al. [9]は、病院助手のシフトとタスクスケジューリングの統合した問題を整数計画問題として定式化した。これらの研究と本研究とのシフト作成の対象は異なるが、シフト作成に対する考え方は保育士のシフト管理においても適用可能である。

保育士のシフトスケジューリング問題に関する研究は依然として不十分である。Ito et al. [10]では、ある保育所を対象に保育士のシフトスケジューリング問題を 0-1 整数計画問題として定式化した。このモデルでは、制約条件を労働基準法による条件、施設の規定による条件、スケジュール作成者が満たしたい条件と 3 つの条件にカテゴリー分けを行い、必ず満たす条件となるべく満たしたい条件を明確にし、勤務表を数秒で作成した。本対象とした施設は、所在地が 1 つであったため、シフトを一括管理する必要はなかった。しかしながら、所在地が複数ある保育所も多く、保育士不足が深刻化している昨今では、シフトの一括管理を行い、複数保育所を全体で最適化する必要がある。

### 3 保育士のシフト管理クラウドコンピューティングシステム

#### 3-1 システムの設計

保育士のシフト管理クラウドコンピューティングシステムは、表計算ソフトである Excel、プログラミング言語である Python とオンラインストレージサービスの Dropbox を用いて開発を行う。図 1 に、保育士のシフト管理クラウドコンピューティングシステム設計の概要を示す。ユーザは、Dropbox 上の Excel ファイルから本システムを利用する。本システムでは、インプット・アウトプットデータ管理の自動化と対話的にインプットデータ条件を設定できる。具体的には、各シフトに対する保育士の必要人数や会議の予定等のインプットデータを設定する。そのインプットデータに基づきシフトを自動作成する。最適なシフトは、第 2-2 節のモデルに基づき Python の CBC ソルバーによって得られる。その得られたシフトはアウトプットデータとして、Dropbox 上に自動的にシフト表が生成され、ユーザに共有される。解析データの管理としては、インプットデータとアウトプットデータが蓄積される。図 2 に、保育士のシフト管理クラウドコンピューティングシステムのインターフェイスの一部を示す。本システムは、Excel 上に Visual Basic for Applications (VBA) を用いて実装した。ユーザは図 2 の「データ設定」、「データ数値化」と「シフト自動作成」ボタンを順に押す操作で、シフトを自動作成する。「データ設定」ボタンでは、保育士がシフトに入れない日を指定する。このボタンを押すことで、自動的にインターフェイス上のシフトの適切な箇所へ“休”または“日”印が入力される。「データ数値化」ボタンでは、シフト作成に必要なデータを数値化する。「シフト自動作成」ボタンでは、第 3-3 節の保育士のシフトスケジューリング問題を解き、スケジュールを作成する。このスケジュールのアウトプットデータは、インターフェイス上に記される。

本システム設計に関する考え方は、研修医の当直シフトスケジューリングシステムの設計にも採用された。これについては、発表資料 1 に記すとおり、招待講演で成果発表をしている。

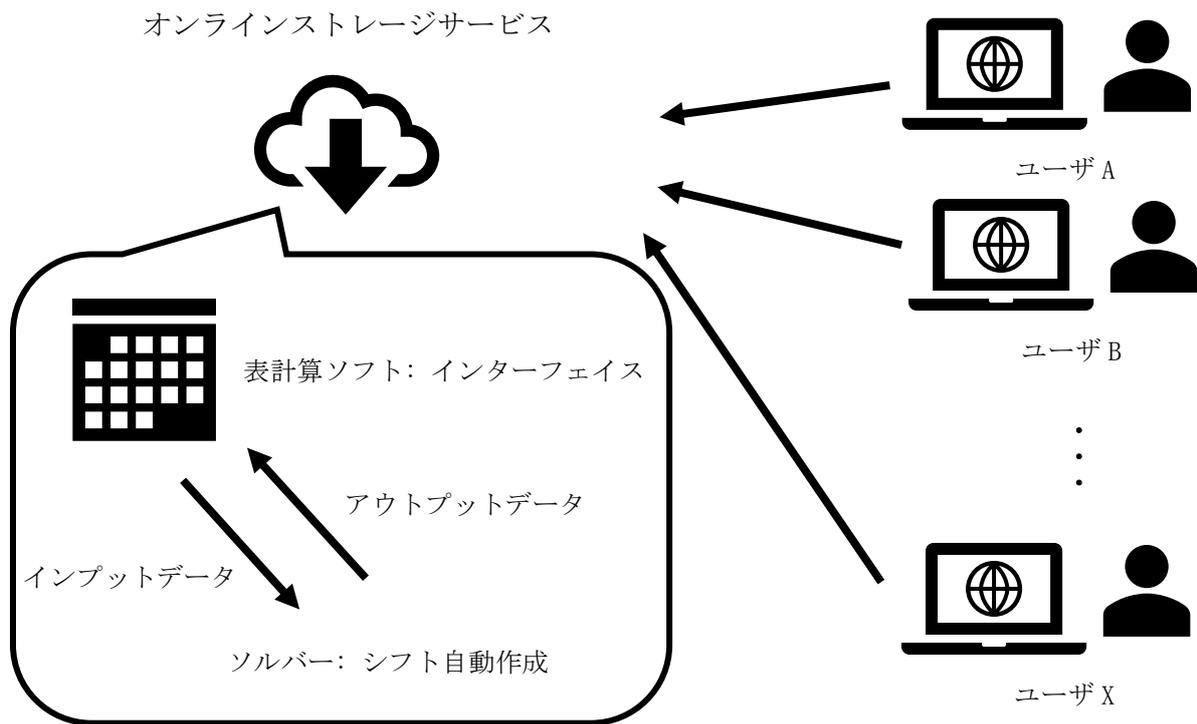


図1 保育士のシフト管理クラウドコンピューティングシステム設計の概要

年度 保育士のシフト管理クラウドコンピューティングシステム 月 日 ~ 月 日

データ設定 → データ数値化 → シフト自動作成 →

		日	月	火	水	木	金	土	日	月	火	水	木	金	土	日	月	火	水	木	金	土	日	月	火	水	木	金	土	
園長	男	A	日	A	A	A	A	A	休	G	E直	B	日	E	A	A	休	E	A	日	A	D	E	休	A	A	A	E直	日	E
副園長(事務長)	女	日	E直	B	C	休	A	C	C	E直	日	A	C	休	C	A	A	日	A	A	E直	休	A	C	C	A	日	E直	G	
FSW	男	C	C	E直	日	C	E	休	C	C	A	日	A	A	休	C	C	A	日	A	G	C	休	A	A	C	A	C	日	
FSW補助	女	E直	B	E直	日	D	休	B	B	E直	B	日	E直	休	E直	B	A	E直	日	A	HA	休	B	B	E直	日	E直	B	B	
事務補助	男	HA	E直	日	B	E直	B	休	B	A	B	日	E直	B	E直	B	休	E直	日	E直	B	A	E直	休	D	日	B	E直	B	
学童部会	個別対応職員	E直	日	B	E直	休	E	B	B	B	G	E直	日	E	E	D	E直	B	休	E直	日	B	E直	B	A	E直	休	A	日	
	Aグループ	男	B	E	B	日	E直	休	E直	B	D	B	E直	日	E直	B	E直	休	D	E直	B	日	G	E直	B	E直	休	E	D	日
	女	E	E直	日	B	B	G	休	D	E	E直	日	D	B	休	B	D	E直	日	B	D	E	休	E	B	B	日	E	E直	
	Bグループ	男	E直	日	D	E直	B	休	E	E	G	日	D	E直	休	B	B	E直	B	日	E直	B	休	B	E直	B	E直	B	D	日
	女	日	B	休	E	E	E直	B	日	A	D	B	休	E直	B	日	B	C	B	休	E直	G	E直	日	A	D	D	B	D	
	Cグループ	男	日	G	E直	B	休	E直	B	E直	日	E直	B	B	休	D	日	E直	B	D	E	E直	休	E	A	日	E直	B	E直	
女	D	D	E	日	E	休	E直	B	E直	B	日	B	休	D	D	E	B	E直	日	G	E	B	休	E	E直	B	日	B		
幼児部会	Dグループ	女	日	E	C	休	E直	G	D	日	C	E	C	E直	休	B	日	C	C	C	E直	休	C	C	日	C	E	C	E直	B
	女	B	日	E直	休	E	C	C	E	日	C	C	D	休	E直	B	E直	日	E	C	C	休	C	E直	G	C	C	日	C	
	女	B	日	B	E直	休	E直	B	E直	日	E直	B	A	休	D	E直	B	日	B	B	休	E直	B	E直	B	HA	A	日	E直	
	女	C	C	日	E直	休	C	E	B	E	日	E直	G	C	C	C	休	C	C	日	C	E直	B	C	D	休	E直	日	E	

図2 保育士のシフト管理クラウドコンピューティングシステムのインターフェイスの一部

### 3-2 保育士のシフトスケジューリング

保育士のシフトスケジューリングは、保育士がいつ、どのシフトで勤務するかを決定する。保育士は早番、中番や遅番に分類される様々なシフトで勤務する。ここでは、シフトとして、勤務時間とタスクが既に紐づけてあるものを保育士に割り当てる。対象は、複数の所在地に保育所を持つ施設とする。保育士不足の影響を受け、各保育所には施設の運営上最低限必要な保育士のみを雇用しているとする。そのため、ある保育所で保育士が不足した場合には、保育所間で人員補充を行う。人員補充については、保育士の経験知を加味して、補充可能シフトを決める。スケジュール期間は1日刻み1ヶ月とする。

### 3-3 定式化

シフト自動作成のモデルは、保育士がいつ、どのシフトで勤務するかを決定する 0-1 整数計画問題として定式化する。具体的には、既存モデルである Ito et al. [10] を改良する。Ito et al. [10] では、保育士不足による保育所間での人員補充条件を考慮できていないため、それに関する制約式を追加する。さらに、“ダミー職員”を部分的に割り当て、シフト管理者の理想的なシフトを実現するよう目的関数を変更する。つまり、正規職員に割当不可能であるシフトをダミー職員に割り当てることによって問題を緩和し、作成する。ここでのダミー職員は、非正規職員を指す。保育士のシフトスケジューリング問題は、以下のようにシフトスケジュールを 0-1 整数計画問題として定式化する。

#### 文字の定義

##### 集合

$I$ : 職員の集合

$D$ : ダミー職員の集合

$J$ : 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

$T$ : 日の集合,  $t = 1, \dots, \tau$

$U$ : 前月の日の集合

##### 定数

$\tau$ : 月末日

$\bar{l}$ : 職員の月あたりシフト上限数

$\bar{a}_{ij} (i \in I, j \in J)$ : 職員  $i$  のシフト  $j$  の月あたり上限数

$\underline{s}_j (j \in J)$ : シフト  $j$  の日あたりの下限数

$\bar{m}$ : 職員の週あたりのシフト上限数

$\underline{m}$ : 職員の週あたりのシフト下限数

$c_{it} (i \in I, t \in T)$ : 職員  $i$  が日  $t$  に会議があるとき 1, その他のとき 0

$p_{iu} (i \in I, u \in U)$ : 職員  $i$  が前月の日  $u$  までに勤務した回数

$q_i (i \in I)$ : 職員  $i$  が前月の末日に宿直に勤務したとき 1, その他のとき 0

##### 決定変数

$x_{ijt} (i \in I, j \in J, t \in T)$ : 職員  $i$  が日  $t$  にシフト  $j$  で勤務するとき 1, その他 0

#### 定式化

$$\text{Minimize} \quad \sum_{i \in D} \sum_{j \in J} \sum_{t \in T} x_{ijt} \quad (1)$$

s. t.

$$\sum_{t \in T} \sum_{j \in J} x_{ijt} \leq \bar{l}, \forall i \in I, \quad (2)$$

$$\sum_{t \in T} x_{ijt} \leq \bar{a}_{ij}, \forall i \in I, \forall j \in J, \quad (3)$$

$$\underline{s}_j \leq \sum_{i \in I} x_{ijt}, \forall j \in J, \forall t \in T, \quad (4)$$

$$c_{it} \leq \sum_{j \in J} x_{ijt}, \forall i \in I, \forall t \in T, \quad (5)$$

$$\sum_{j \in J} x_{ijt} \leq 1, \forall i \in I, \forall t \in T, \quad (6)$$

$$\underline{m} \leq \sum_{t'=t, \dots, t+6} \sum_{j \in J} x_{ijt'} \leq \bar{m}, \forall i \in I, \forall t \in T, \quad (7)$$

$$x_{ijt} + x_{ij,t+1} \leq 1, \forall i \in I, j = 14, t = 1, \dots, \tau - 1, \quad (8)$$

$$x_{ijt} + x_{ij',t+1} \leq 1, \forall i \in I, j = 14, \forall j \in J_{\{2,3,4,5,6\}}, j \neq j', t = 1, \dots, \tau - 1, \quad (9)$$

$$\underline{m} \leq p_{iu} + \sum_{j \in J} x_{ijt} \leq \bar{m}, \forall i \in I, \forall u \in U, t = 1, \dots, 6, u = t, \quad (10)$$

$$q_i + x_{ij,t} \leq 1, \forall i \in I, \forall j \in J_{\{2,3,4,5,6\}}, t = 1, \quad (11)$$

$$x_{ijt} \in \{1,0\}, \forall i \in I, \forall j \in J, \forall t \in T. \quad (12)$$

上記式では、目的関数(1)はダミー職員に割り当てられるシフト数を最小化する。制約式(2)は職員の月あたりのシフト数を上限値 $\bar{l}$ で制限する。制約式(3)は職員 $i$ のシフト $j$ の月あたりのシフト数を上限値 $\bar{a}_{ij}$ で制限する。制約式(4)はシフト $j$ の日あたりのシフト数を下限値 $\underline{s}_j$ で制限する。制約式(5)は会議等の予定がある日はシフトに入るよう制限する。制約式(6)は1日に多くても1つのシフトを担当する。制約式(7)は1週間の勤務数を制限する。制約式(8)は連続するシフトを制限する。ここでは、宿直勤務が連続することを禁止する。制約式(9)は連続するシフトを制限する。ここでは、宿直勤務の次の日は必ず早番とする。制約式(10)は前月の勤務表の6日間を取得し、1週間の勤務数を制限する。制約式(11)は前月の勤務表の最終日を取得し、連続するシフトを制限する。ここでは、宿直勤務の次の日は必ず早番とする。制約式(12)は $x_{ijt}$ をバイナリ変数と定義する。制約式(7)と(10)は、労働基準法による制約である。制約式(4),(8),(9),(11)は、施設の規律による制約である。制約式(2)と(3)はスケジュール作成者の要望による制約である。制約式(5),(6),(12)はスケジュールリングの整合性を保つための制約である。

## 4 システムの有効性の検証

### 4-1 データ

ある児童養護施設の保育士の1ヶ月のシフト管理を行い、その結果と施設のシフト管理者からの評価を用いてシステムの有効性を検証した。児童養護施設には、保育士は勿論のこと、多職種の職員が勤務している。表1に、対象施設の職員の所属施設、担当と人数を示す。表1の幹部職員は、園長、副園長、家庭支援専門相談員(FSW; Family Social Worker)である。これらの職員は早番、中番や遅番に分類される様々なシフトで勤務する。表2に、勤務形態、シフトの種類と労働時間を示す。表2では、早番のBシフトは、6時15分から15時の時間帯で勤務する。中番のAシフトは、9時00分から17時45分の時間帯で勤務する。遅番のEシフトは、13時15分から22時の時間帯で勤務する。これらは、休憩等の時間を含んでいる。対象施設では、大規模養護施設、小規模養護施設A、小規模養護施設Bの3つの養護施設のシフトスケジュールを各担当の代表者が集まり、作成している。シフトスケジュールを作成するためには、職員の担当によって異なる条件を満たさなければならない。しかしながら、全ての条件を必ず満たすことは職員不足の影響で、困難である。そのため、職員が不足している場合には、他施設や他担当の職員による補充を行っている。この職員補充にも条件がある。表3に、職員補充条件を記す。たとえば表3では、幹部職員は全保育士のシフトに勤務することができることを示している。これは、幹部職員が保育士としての経験知を持つことを意味する。対象とする児童養護施設の過去の標準勤務表の分析とシフト管理者との打ち合わせから、標準勤務表作成に必要なパラメータを設定した。パラメータ値を表4にまとめる。ただし、ここでは $\bar{a}_{ij}$ ,  $\underline{s}_j$ ,  $c_{it}$ ,  $p_{iu}$ ,  $q_i$ のパラメータ値の詳細は省略する。求解には、Python3.6.0のPuLP1.6.5のCBCソルバーを使用した。計算機環境は、Intel Core i7 3.5-GHz CPU, RAM 1600-MHz DDR3 32GBである。

表 1: 対象施設の職員の所属施設, 担当, 職員と人数

施設	担当	職員	人数
大規模養護施設		幹部職員	3
	児童担当	個別対応職員	1
	児童担当	保育士	6
	幼児担当	保育士	4
	厨房担当	栄養士	1
小規模養護施設 A		調理員	4
		保育士	3
小規模養護施設 B		保育士	3
			計 25

表 2: 勤務形態, シフトの種類と労働時間, 休憩等の時間を含む

勤務形態	シフト	開始時刻	終了時刻
早番	B	6:15	15:00
	B1	7:00	15::45
	B2	6:00	14:45
	G	6:15	12:00
	G1	7:00	12:45
	G2	6:00	11:45
中番	A	9:00	17:45
	A2	8:30	17:15
	C	10:30	19:15
遅番	C1	9:45	18:30
	D	12:15	21:00
遅番(宿直)	E	13:15	22:00
	E直	22:00	6:15
時短	HA	9:00	14:45
出張	出		
休暇	休		
	日		

表 3: 職員補充条件

代わりに担当可能な職員	不足している担当
幹部職員または児童担当職員	幼児担当保育士
幹部職員または幼児担当保育士	児童担当保育士
栄養士	調理員
幹部職員, 児童・幼児担当保育士	小規模養護施設 A・B の保育士

表 4: パラメータ値

職員の集合, $I$	25
ダミー職員の集合, $D$	14
シフトの集合, $J$	22
勤務形態の集合, $K$	6
早番のシフトの集合, $J_1$	6
中番のシフトの集合, $J_2$	5
遅番のシフトの集合, $J_3$	3
時短のシフトの集合, $J_4$	3
出張のシフトの集合, $J_5$	1
休暇のシフトの集合, $J_6$	4
日の集合, $T$	28
前月の日の集合, $U$	6
月末日, $\tau$	28
職員の月あたりシフト上限数, $\hat{l}$	21
週あたりのシフトの上限数, $\hat{m}$	6
週あたりのシフトの下限数, $m$	5

#### 4-2 結果と考察

システムの有効性について、第 4-1 節の実データを用いた計算実験によって検証する。本事例には、17,538 の制約と 23,028 の変数があった。計算時間は 27 秒である。手作業でシフトスケジュールを作成するには、数日かけていたのに対し、本システムを用いることで、数秒でシフトスケジュールを作成することが可能となった。システムを用いてシフトスケジュールを作成した結果、計 37 シフトが割り当て不可能となり、ダミー職員に割り当てられた。表 5 に、ダミー職員が割り当てられた勤務形態を示す。表 5 より、勤務形態における必要補充シフト数が明確化した。次に、システムを用いて作成した保育士のシフトスケジュールとシフト管理者の手作業で作成したシフトスケジュールを比較する。システムを用いて作成したシフトスケジュールでは、手作業では考慮できていなかった条件を満たすことができた。図 1 に、システムを用いて作成したシフトスケジュールの各職員に対する月あたりの早番、中番、遅番の回数を示す。図 2 に、シフト管理者の手作業で作成したシフトスケジュールの各職員に対する月あたりの早番、中番、遅番の回数を示す。図 1 と図 2 の幹部職員のシフトを比較すると、図 2 では副園長が中番のシフトのみに勤務していたのに対し、図 1 では全勤務形態のシフトに勤務した。これは図 2 では、幹部職員が児童担当または幼児担当の保育士不足を補填していたのに対し、図 1 ではダミー職員が児童担当または幼児担当の保育士不足を補填したことによって、幹部職員のシフトが平準化されたからである。図 2 では幼児担当の保育士は保育士間のシフト数に差があったのに対し、図 1 では勤務形態が同数になった。これは幼児担当の保育士に対し、ダミー職員が補填されたことによって、幼児担当の保育士のシフトが平準化されたからである。同様に、図 2 では厨房担当の職員は職員間のシフト数に差があったのに対し、図 1 では職員間のシフト数の差が緩和された。これは厨房担当の職員に対し、ダミー職員が補填されたことによって、厨房担当の職員のシフトが平準化されたからである。また、作成した勤務表より、制約式(3)の上限値に関する制約を満たすことができず、C シフトがダミー職員へ割り当てられていることがわかった。

システムの有効性について、シフト管理者の評価によって検証する。上記の結果と考察を踏まえ、システム管理者へ以下の 2 つの職員不足改善策を提案した。

1. 幼児担当の月曜日から金曜日の早番にパートタイマーの補充
2. A2 シフトの廃止による C シフトの制約式(3)の上限値の緩和

提案 2 においては、制約式(3)が中番の C シフトに対してハードな制約であるため、同勤務形態である A2 シフトを廃止し、A2 シフトの上限数を C シフトの上限数へ加える。それにより、C シフトの制約式(3)の上限値を緩和することによって、人員不足箇所を削減する可能性を示唆した。

提案1については、システム管理者より、幼児担当の保育士不足は常日頃体感しているとの意見があり、システムで作成したシフトスケジュールは現実味のあるものであることがわかった。一方、提案2については、A2シフトは幼児の送り迎えをするタスクが紐づいており、このタスク担当が必ず必要なため、A2シフトをCシフトへ変更ができないことがわかった。これは、シフトスケジューリングモデルに予めタスク内容も考慮することで、改善できると考えられる。

表5: ダミー職員が割り当てられた勤務形態

担当	勤務形態	回数
幼児担当の保育士	早番	4
児童または幼児担当の保育士	中番	20
児童または幼児担当の保育士	遅番	11
厨房担当の調理員	中番	2

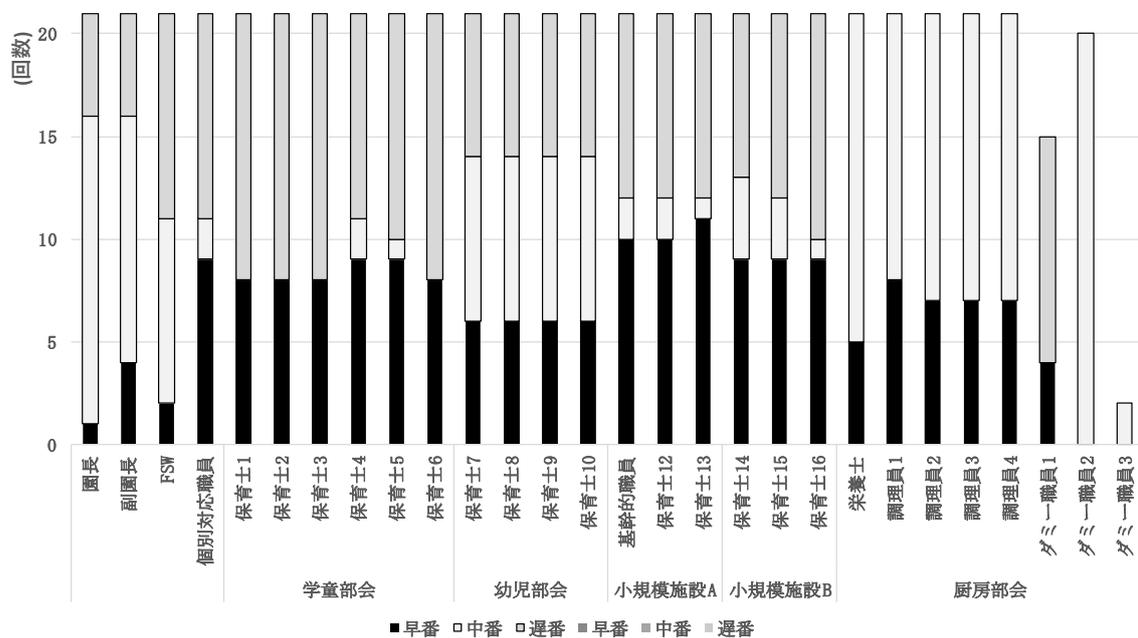


図1: システムを用いて作成したシフトの各職員に対する月あたりの早番、中番、遅番の回数

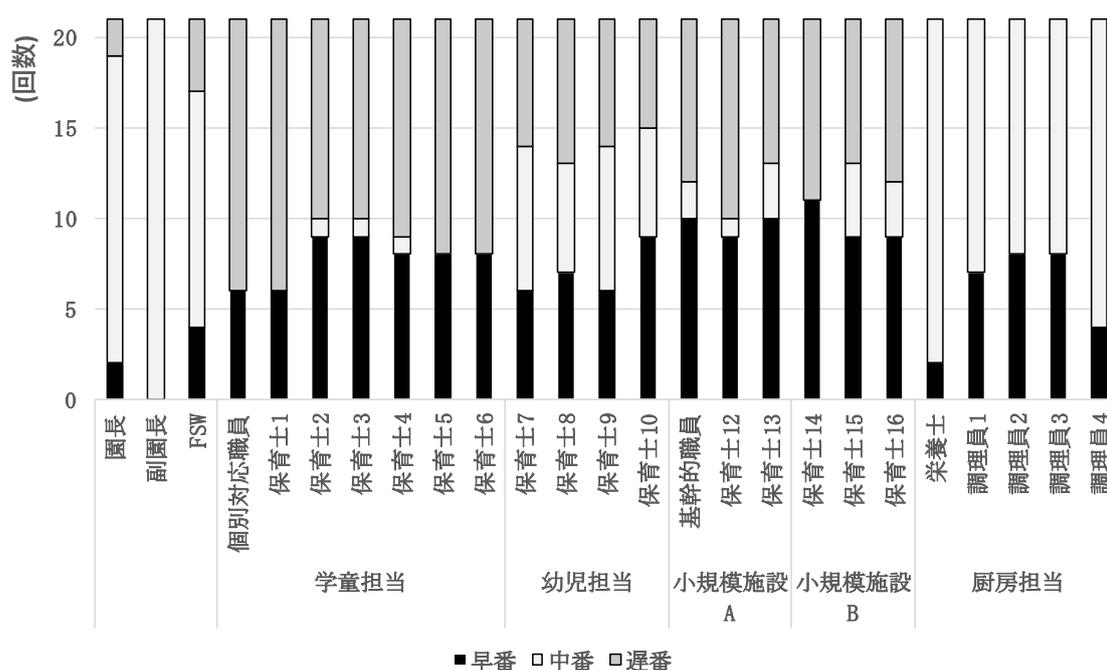


図2: シフト管理者による手作業で作成したシフトの各職員に対する月あたりの早番, 中番, 遅番の回数

## 5 おわりに

本研究では、保育士のシフト管理クラウドコンピューティングシステムを実装し、数値分析とシフト管理者からの評価を通して、本システムの有効性を示した。本システムの提案により、保育士のシフト管理を一括して、自動的に行うことが可能となった。手作業で数日間かけていたシフト管理が本システムを使用することで、数秒で可能となり、システムの使用は手間と時間を削減することがわかった。さらに、本システムは、シフトスケジュールに手作業では考慮できていなかった条件を満たした。また、ダミー職員が割り当てられたシフトを確認することによって、シフトに対する必要補充人数を明確にした。ダミー職員の補充によって、職員のシフトが平準化された。対象施設のシフト管理者との職員不足改善策についての話し合いを通し、パートタイマーの補充と一部のシフトの廃止による職員不足改善策の提案を行った。

今回、シフト管理者からのシステム評価は行ったが、全保育士からのシステム評価を行うことができなかった。今後の展望として、全保育士からのシステム評価ならびに、システム試用による作業時間の短縮への影響を定量的に評価したい。また、本システムの急なスケジュールの変更をユーザに即座に伝えたり、各シフトへの勤務回数や休暇の取得状況をユーザ間で共有したりすることによる、施設の全保育士がシフト状況を把握し、勤務環境改善に対し意識的に取り込むことのシステムの支援の効果についても検証していきたい。さらに、本システムの汎用性を高めるために、現在、他施設に現在の保育士のシフト管理方法についてのアンケート調査依頼をしている。

## 【参考文献】

- [1] 厚生労働省, 平成 29 年保育所等関連状況取りまとめ, <https://www.mhlw.go.jp/stf/houdou/0000176137.html>, (アクセス日 2020 年 6 月 30 日).
- [2] 厚生労働省, 平成 25 年社会福祉施設等調査の概況, <https://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/fukushi/13/index.html>, (アクセス日 2020 年 6 月 30 日).
- [3] 東京都福祉保健局, 平成 26 年東京都保育士実態調査報告書, <http://www.metro.tokyo.jp/INET/CHOUSA/2014/04/DATA/60o-4s201.pdf>, (アクセス日 2020 年 6 月 30 日).
- [4] T. Ernst, H. Jiang, M. Krishnamoorthy, and D. Sier, Staff scheduling and rostering: A review of applications, methods and models, *European Journal of Operational Research*, Vol. 153, pp. 3–27 (2004).
- [5] M. Ito, A. Onishi, A. Suzuki, A. Imamura, T. Ito, Resident Scheduling Problem: A Case Study at Aichi Medical University Hospital, *Japan Industrial Management Association*, **68**(4E), 259–272 (2018).
- [6] H. Beaulieu, J.A. Ferland, B. Gendron, and P. Michelon, A mathematical programming approach for scheduling physicians in the emergency room, *Health Care Management Science*, Vol. 3, pp. 193–200 (2000).
- [7] R. Guevas, J.C. Ferrer, M. Klapp, J.C. Muñoz, A mixed integer programming approach to multi-skilled workforce scheduling, *Journal of Scheduling*, Vol. 19, pp. 91–106 (2016).
- [8] 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*, Vol. 22, pp. 691–708 (2019).
- [9] J. Volland, A. Fügenger, J.O. Brunner, A column generation approach for the integrated shift and task scheduling problem of logistic assistants in hospitals, *European Journal of Operational Research*, Vol. 260, pp. 316–334 (2017).
- [10] M. Ito, M. Hirao and H. Hamahara, A support system for nursery staff shift scheduling: A case study at a nursery school, *Journal of Information Processing*, Vol. 26, pp. 294–300 (2018).

## 〈発表資料〉

題名	掲載誌・学会名等	発表年月
Shift Scheduling to Propose Improvement Plans for Staff Shortages: A Case Study of a Foster Home in Japan	<i>Proceedings of 2019 Asian Conference of Management Science &amp; Applications</i>	2019, October
研修医の当直シフトスケジューリングシステムの開発: 愛知医科大学病院における事例研究	ヘルスケアのOR第4回研究部会(招待講演).	2020年2月