

長時間勤務の飲食店における平等性を考慮した 多目的シフトスケジューリング問題

日高 正貴[†] 山口 一章^{††} 中村 匡秀^{†,†††}

[†] 神戸大学 工学部 電気電子工学科 中村研究室 〒 657-8501 兵庫県神戸市灘区六甲台町 1 - 1

^{††} 追手門学院大学 理工学部 〒 567-8502 大阪府茨木市西安威 2-1-15

^{†††} 理化学研究所・革新知能統合研究センター 〒103-0027 東京都中央区日本橋 1-4-1

E-mail: [†]samhdiaiaakk@es4.eeddept.kobe-u.ac.jp, ^{††}ka-yamaguchi@otemon.ac.jp, ^{†††}masa-n@cmds.kobe-u.ac.jp

あらまし 本研究では、時間単位で勤務希望を提出する飲食店を対象に、人件費抑制と労働者間の公平性を両立するシフト最適化スケジューリングについて述べる。従業員の希望充足度とコスト最小化という相反する目的を考慮し、管理者のニーズに応じて「コスト重視型」や「希望充足度」といった複数の最適解を提示する手法を提案する。
キーワード 飲食店, 居酒屋, シフト, スケジューリング, 多目的最適化

A Multi-Objective Fair Shift Scheduling Problem for Restaurants with Long Working Hours

Masaki HIDAKA[†], kazuaki YAMAGUCHI^{††}, and Masahide NAKAMURA^{†,†††}

[†] Electric Engineering Department, Faculty of Engineering, Kobe University 1-1 Rokkodai-Cho, Nada-ku, Kobe, Hyogo, 657-8501 Japan

^{††} Faculty of Science and Engineering, Otomon Gakuin University 2-1-15 Nishiai, Ibaraki, Osaka, 567-8502 Japan

^{†††} Riken AIP 1-4-1 Nihon-bashi, Chuo-ku, Tokyo 103-0027 Japan

E-mail: [†]samhdiaiaakk@es4.eeddept.kobe-u.ac.jp, ^{††}ka-yamaguchi@otemon.ac.jp, ^{†††}masa-n@cmds.kobe-u.ac.jp

Abstract This study addresses shift optimization scheduling for restaurants where employees submit work preferences on an hourly basis, aiming to balance labor cost reduction with fairness among workers. Considering the conflicting objectives of employee preference satisfaction and cost minimization, we propose a method that presents multiple optimal solutions—such as “cost-focused” or “preference satisfaction”—tailored to managerial needs.

Key words Restaurants, Izakayas, Shifts, Scheduling, Multi-Objective Optimization

1. 序 論

本章では、研究背景および本研究の新規性について述べる。

1.1 研究背景

現在、多くの飲食店、医療現場、コールセンターの職場では、シフト作成に要する多大な労力が深刻な課題となっている [1],[2]。特に、飲食店におけるシフトスケジューリングに関する問題として、アルバイトの自由な希望シフト、複雑な人件費管理、平等性のあるシフト割当、従業員の希望の尊重、法令遵守などの多くの制約を満たしたシフト作成を、シフト責任者が単独で行なっており、負担が大きいことが挙げられる。

さらに、希望過多枠が存在する時に、従業員の勤務希望に対して店舗側が割り当てを行わない（シフトを削減する）ことが多々ある。本論文ではこれを「削り」と定義する。従来のシ

フトスケジューリングにおいては、特定の従業員のみ削りが偏るなどの不平等が生じやすい [3],[4]。このような特性は、アルバイトを主体とする飲食店特有の課題であり、シフトスケジューリングを最適化する上での複雑な要因となっている。この課題を放置すると、特定の従業員への不満の集中や離職のリスクにつながるため、削りの回数ではなく、削られる「割合」に注目して平等性を保つ必要がある。

1.2 本研究の新規性

本研究の新規性は、主に以下の3点に集約される。第一に、飲食店特有の課題である「削り」の不平等を解消するため、単なる回数ではなく希望数に対する割合に基づいた平等性を数理モデルに組み込んだ点である。第二に、店舗運営に不可欠な調理スキル（能力値）を制約条件に含め、実務的な運用可能性を高めた点である。第三に、管理者の多様なニーズ（コスト

重視、従業員の要望重視) に対応するため、多目的最適化の手法を用いて複数の解を提示可能にした点である。

既存研究は「希望充足」や「平等」を扱うが、飲食の「削り」を希望数で正規化した最大削り率として、さらに優先度パラメータ priority で重み付けして管理者方針も反映できる点が差分として挙げられる。

2. 研究対象

本章では、研究対象となっている店舗でのシフトスケジューリング問題について述べる。シフトスケジューリングに関する研究は広範に行われており、各業態の固有の制約に焦点を当てた事例も多数報告されている [1],[2]。こうした背景を受け、本研究では深夜時間帯を含む特殊な勤務形態を有する居酒屋に主眼を置き、実務的なシフト作成手法を構築することで、管理者の業務負荷を大幅に減らすことを目指す。

2.1 対象の全体の概要

研究対象についての概要を以下に箇条書きでまとめる。

- 対象期間：1回のシフト期間は半月間。
 - 対象店舗：1店舗。
 - 従業員の構成：社員とアルバイトのみの構成。
 - 営業時間：17時から26時。
 - 時間帯：客数が多く多忙な時間帯「メインタイム」と比較的営業が落ち着いた時間帯「ラストタイム」の存在。
 - 社員のシフト提出：1シフト期間につき4日の公休。17時から26時の通し勤務。
 - アルバイトのシフト提出：任意の時間帯に提出
 - ポジション：調理場は、板場、揚場、焼場、ドリンク場、ウェイティング場の5つ
 - 必要人数：各日程・時間帯において設定される。
 - 社員の配置：毎日少なくとも1名以上の社員が勤務。
- これらのことを満たして、対象店舗でのシフトスケジューリングを行なっていく必要がある。

2.2 対象における削りの定義

第1章に述べた通り、削りをどれだけ平等にできるかが本研究の核となる部分である。その削りの平等性とは何かを本節では具体的に述べる。

1シフト期間にて8回出勤希望をしている従業員Aと、4回出勤希望をしている従業員Bがいるとする。ここで、いずれも2回削られたとする。すると、従業員Aにとっては、まだあと6回の出勤希望が通っているが、従業員Bにとっては、残りの2回のみのお勤割り当てとなってしまう。特に数字にすると顕著である。削り率、すなわち希望の通らない確率を以下で求める。

$$(A \text{ の削り率}) = \frac{2}{8} = 25\% \quad (B \text{ の削り率}) = \frac{2}{4} = 50\%$$

これより、削り率は従業員Bの方が大きい。そのため、従業員Bにとって、希望が50%しか通らないと感じ、アルバイトのモチベーション低下につながる。

表1 集合の定義

記号	説明
W	従業員の集合 (worker)
D	日の集合
D'	日の集合のうち、最後尾5日分を減らしたもの
T	時間帯集合 (0: メイン, 1: ラスト)
A	調理スキル集合 (板場, 揚場, 焼場, ドリンク)

3. 数理モデル

本章では、研究対象となっている店舗を数理モデルへと定式化する流れについて述べる。

3.1 実装モデルの全体像

本節では、シフトスケジューリングにて設計した数理モデルの全体像について述べる。

入力データとして、各従業員が入力する希望シフトと、シフト管理者が入力する各個人の入力パラメータ、およびシフト管理者が入力する店舗関連の固定パラメータである。

これらを入力パラメータとして、本章で説明する数理モデルにて制約整数計画内の変数へと変換される。このシフトスケジューリングにて求めるのは、決定変数という、誰がどの日にどの時間帯に出勤するのかわかる変数である。この決定変数を本章では定式化している。また、これに付随して、制約(制約整数計画にて守らなければならないルール)の定式化を行っている。ここで、ハード制約とは必ず満たすべきルールであり、ソフト制約とは必ずしも満たすべきではないが、満たせていないとペナルティが加算されるものである。さらに、これらの制約を守りながら目的関数という値を小さくすることで、よりシフト管理者にとって適切なシフトを組むことができる。

こうして数理モデルにて定式化されたものに、最適化を施すことで、必要なデータが出力される。

ここで出力されるデータは、決定変数を示した表データ、どれだけ適切なシフトかを示す評価指標、それらをいくつも集約した複数解、店舗運用向けに生成されるシフト表である。

以降では、この決定変数と制約条件、目的関数を順に定式化する。

3.2 集合

定式化のために必要な集合の定義を表1に示す。

3.3 パラメータ

定式化のために必要なパラメータの定義を表2、表3に示す。

3.4 決定変数

決定変数は $x_{w,d,t}$ とし、それによって派生するパラメータを $attend_{w,d}$ とする。定義は表4に示す。

3.5 ハード制約

以下、最適化におけるハード制約、すなわち絶対に満たすべき制約を示していく。

ハード制約として、社員は必ずメインタイム、ラストタイム通し勤務であることが必要である。これを式1に示す。

表2 入力パラメータの定義

記号	説明
$desire_{w,d,t}$	従業員 w の勤務希望であれば 1
$isBusyDay_d$	忙しい日であれば 1
$employee_w$	社員であれば 1
$desiredOff_{w,d}$	社員の希望休として提出していた場合なら 1
$ability_{w,a}$	調理場 a に対する能力値
$waiting_w$	ウェイト能力があれば 1
$priority_w$	シフトが削られるかどうかの優先度
$cost_{w,t}$	時間帯 t での人件費

表3 固定パラメータの定義

記号	説明
$busy_t$	忙しい日の必要最低人数
$notBusy_t$	忙しくない日の必要最低人数
$busyAbility_{t,a}$	忙しい日の調理場の必要能力合計下限値
$notBusyAbility_{t,a}$	忙しくない日の必要能力合計下限値
$maxContinueDay = 6$	最大連勤日数
$minHoliday = 4$	最低公休日数
λ_{part}	目的関数で用いる係数
λ_{emp}	目的関数で用いる係数

表4 決定変数とそのまわりの変数の定義

記号	説明
$x_{w,d,t}$	従業員 w が日 d 時間帯 t に勤務するなら 1
$attend_{w,d}$	従業員 w が日 d に出勤するなら 1(時間帯 t に関係なく)

$$x_{w,d,0} = x_{w,d,1} \quad (1)$$

ハード制約として、どの日も社員は少なくとも 1 人以上出勤する必要がある。これを式 2 に示す。

$$\sum_{w \in W} (employee_w \cdot attend_{w,d}) \geq 1 \quad (2)$$

ハード制約として、どの日もウェイト能力を持つ人が 1 人以上出勤する必要がある。これを式 3 に示す。

$$\sum_{w \in W} (waiting_w \cdot x_{w,d,0}) \geq 1 \quad (3)$$

ハード制約として、どの日もある調理能力合計必要値以上をもつ必要があるこれを式 4 に示す。

$$\sum_{w \in W} ability_{w,a} x_{w,d,t} \geq \begin{cases} busyAbility_{t,a} & \text{if}(isBusyDay_d = 1), \\ notBusyAbility_{t,a} & \text{otherwise} \end{cases} \quad (4)$$

ハード制約として、どの日も必要人数以上出勤する必要がある。これを式 5 に示す。

$$\sum_{w \in W} x_{w,d,t} \geq \begin{cases} busy_t & \text{if}(isBusyDay_d = 1), \\ notBusy_t & \text{otherwise} \end{cases} \quad (5)$$

ハード制約として、最低でも公休が 4 日以上必要である必要がある。これを式 6 に示す。

$$\sum_{d \in D} (1 - attend_{w,d}) \geq minHoliday \quad (6)$$

ハード制約として、最大連勤日以下の連勤日数である必要がある。これを式 7 に示す。

$$\sum_{k=0}^{maxContinueDay} attend_{w,d_0+k} \leq maxContinueDay \quad (7)$$

3.6 ソフト制約

以下が必ずしも満たす必要はないができるだけ満たしたい制約である、ソフト制約である。

ソフト制約として、アルバイトの削られる割合を最小化する必要がある。これを式 8 に示す。

$$(priority_w \cdot removedTime_w) \leq (y \cdot desiredTime_w) \quad (8)$$

$$y \geq 0$$

ソフト制約として、社員の希望休不成立となることを最小化する必要がある。これを式 9 に示す。

$$failEmployee = \sum_{w \in W} \sum_{d \in D} (employee_w \cdot desiredOff_{w,d} \cdot attend_{w,d}) \quad (9)$$

3.6.1 シフト制約を定式化する際に定義した変数

アルバイトの希望した時間帯の数を $desiredTime_w$ 、削られた時間帯の数を $removedTime_w$ とする。

$$desiredTime_w = \sum_{d \in D, t \in T} desire_{w,d,t} \quad (10)$$

$$removedTime_w = \sum_{d \in D, t \in T} \{desire_{w,d,t} \cdot (1 - x_{w,d,t})\} \quad (11)$$

3.6.2 最大削り率 y について

以上のようにソフト制約を定式化したが、削りの平等性を表す最大削り率 y について詳しく述べる。この最大削り率 y は、シフトの削りの平等性を判定するための数値である。つまり y は最も削られた人の削られた割合を示すため、「最大削り率」と名付ける。これより、この最大削り率 y の値が小さいほど、全体として削られていないと解釈でき、より平等性が確保されたと言える。

本研究では、削りが全てのアルバイトが平等であるために、削られた回数ではなく削られた割合として最大削り率 y を定義した。さらに、アルバイトの中で最大の削り率を持つ者の削り率を小さくすることを目的とすると、自然と全体の削り率が小さくなるため、 y を「最大」削り率と定義した。

また、 $priority_w$ は削りを避けたい従業員ほど大きく設定し、最大削り率 y の評価に重み付けする。そのために、式 8 にて、 $priority_w$ が左辺にかけられている。

3.7 目的関数

本研究におけるシフトスケジューリング問題は多目的最適

化問題であるため、目的関数の係数を変化させることで複数の解（パレート解）を導出する。本研究では、目的関数 Z を最小化する解を求める。多目的最適化問題の解法として、重み付き和法、 ε -制約法、パレート最適解を探索する進化計算が挙げられるが、本研究では、計算が容易であり、係数を変化させつつ複数の解を得て吟味するという目的のもと、重み付き和法を選択した [5]～[8]。

$$\begin{aligned} \min Z = & \sum_{w \in W} \sum_{d \in D} \sum_{t \in T} (\text{cost}_{w,t} \cdot x_{w,d,t}) \\ & + (\lambda_{\text{part}} \cdot y) + (\lambda_{\text{emp}} \cdot \text{failEmployee}) \end{aligned} \quad (12)$$

この目的関数は、各項の値はオーダー（桁数）を持つ。例えば、人件費に関する目的関数は数万円単位（ 10^4 オーダー）となる一方、平等性に関する目的関数（正規化された削り率の差）は最大でも 1 程度の値（ 10^0 オーダー）しかとらない。そのため、係数 λ_{part} や λ_{emp} を定める際に、そのことを考慮に入れて設定する必要がある。例えば、複数の解を導く際に、係数 λ_{part} を小さく設定することで、人件費重視型のシフトスケジューリングを作成することも可能であるし、反対に係数 λ_{part} を大きく設定することで削りの平等性に重きをおいたシフトスケジューリングの作成が可能となる。このように、多様な解のバリエーションが導出される [5]。

4. 解法

本章では、本研究でのスケジューリングの最適化手法について述べる。

4.1 実データ

実験のために使用したデータは、実際に研究対象の店舗の情報である。以下にそれらの情報を簡条書きで示す。

- ・ 従業員の構成：社員 2 人，アルバイト 29 人
- ・ シフトデータ：2026 年 2 月 1 日から 15 日の期間
- ・ 営業時間：17 時から 26 時

4.2 ソルバ

実験のために使用したソルバについての情報を簡条書きで示す。

- ・ SCIP：10.0.0
- ・ ZIMPL：3.7.0
- ・ 最適化の時間制限：120 秒

本研究では、制約整数計画を解くソルバである SCIP (Solving Constraint Integer Programs) と、その数理最適化問題のモデリング言語である ZIMPL (Zürich Improved Mixed-integer Programming Language) を用いた [9],[10]。

4.3 パラメータ操作

多目的関数における係数 λ_{part} や λ_{emp} を任意に変化させることで、異なる評価指標を持つ複数の解（パレート解）を生成する。具体的には、人件費の最小化と削りの平等性という相反する目的のトレードオフを分析するため、ソルバ SCIP を用いて繰り返し最適化を行う。

そして、最適な解かどうかを判断できるような評価指標を設定し、何度も最適化を行い複数の解と評価指標を比較する

ことで、最適になるような係数 λ_{part} や λ_{emp} を求めていく。そのような評価指標については詳しく次節で述べる。

4.4 評価指標

評価指標の定義を以下に示す。

4.4.1 人件費項指標

目的関数に用いた人件費について、評価指標にもこの概念を導入すると、人件費項指標 Z_1 が定められる。

$$Z_1 = \sum_{w \in W} \sum_{d \in D} \sum_{t \in T} (\text{cost}_{w,t} \cdot x_{w,d,t}) \quad (13)$$

この人件費項指標の値が小さいほど、店舗運営にとって人件費のかからないシフトスケジューリングといえる。

4.4.2 平均希望充足率指標

まず、各従業員が希望充足を行えている指標として、平均希望充足率指標 desiredMean を導入する。そのために、各従業員の希望充足率 desiredRate_w を以下のように定義する。また、ここで分母が 0 になる可能性があるが、希望が 0 であった場合を除いて計算を行う。また、これ以降にも分母が 0 になる可能性があるが、それを考慮した実装を行っている。

$$\text{desiredRate}_w = \frac{\text{assignedTime}_w}{\text{desiredTime}_w} \quad (14)$$

この各従業員の希望充足率 desiredRate_w の平均値を求め、これを平均希望充足率 desiredMean とする。これを以下に定義する。

$$\text{desiredMean} = \frac{\sum_{w \in W} \text{desiredRate}_w}{\sum_{w \in W} (1 - \text{employee}_w)} \quad (15)$$

この指標は、提出した希望シフトにアルバイト全体として納得感が得られるかという指標である。また、この指標は、1 に近ければ近いほど希望を満たしているということであり、反対に 0 に近ければ近いほど希望充足度が低いということである。

4.4.3 希望削り率の最大値指標

ソフト制約にて求めていた削りの平等性について議論したが、削りが平等であるかどうかについての評価指標を導入する。そのために、各アルバイトの出勤希望のうち、どれだけ削られたかという割合、希望削り率 cutRate_w を以下のように定義する。また、ここでも分母が 0 になる可能性があるが、希望が 0 であった場合を除いて計算を行う。

$$\text{cutRate}_w = \frac{\text{removedTime}_w}{\text{desiredTime}_w} \quad (16)$$

この cutRate_w の統計量を指標にすることで、削りの平等性を指標で表していく。本研究の指標としては、各アルバイトの希望削り率の中での最大値を抽出し、以下のように定義している。この値は、あるシフトの中で最も削られた割合の多いアルバイトの希望削り率を示し、この値が小さいほどみんなどの差が縮まり、平等であるといえる。

$$\text{fairMax} = \max_{w \in W: \text{employee}_w = 0} (\text{priority}_w \cdot \text{cutRate}_w) \quad (17)$$

この指標は、最も不満が大きい人を抑えるミニマックス指標である。

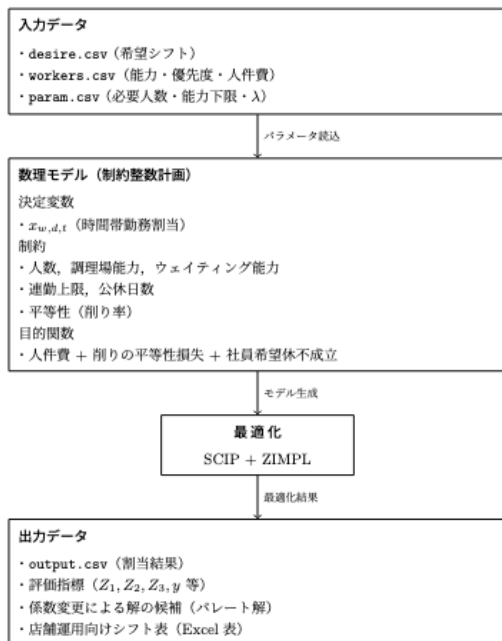


図1 全体フロー

4.5 実験手順

数理最適化には ZIMPL および SCIP を用いたが、それを用いるまで、またその数値を求めてから評価指標を求めるまでの構造についてまだ言及していない。本節では、その従業員の希望シフト入力から、数理モデルによる最適化、および評価指標の算出に至るシステムの全体処理フローについて述べる。

各従業員の希望シフトを入力するフォームを Python, FastAPI, HTML にて実装し、その希望シフトを csv データとして出力した。また、シフト管理者により作成された各従業員の個人パラメータを入力したデータおよび、シフト作成に必要な固定パラメータを記述したデータを用意した。これらの情報から、本章のモデルにて作成した ZIMPL ファイルを ZIMPL 及び SCIP にて最適化探索を行い、決定変数の並んだデータを出力した。このデータから、評価指標を求めるために Python を用いて評価指標のまとめられた csv ファイルへと出力した。

また、出力された csv データから、実際の店舗運営で用いる Excel の表へと出力する Python ファイルも作成した。さらに、評価指標をグラフ化する Python ファイルを作成し、実験結果の考察に用いた。

これらの全体フローを図1に示す。

5. 数値実験

本章では、数値実験を行った際の結果について述べる。

5.1 重み係数の変化のさせ方

実験の順序としては、まず係数 λ_{emp} を 10,000 固定し、係数 λ_{part} を変数として幅を 1,000 から 10,000,000 までを大きな幅で動かした。特に変化が顕著な点（およそ、 $\lambda_{part} = 300,000$ ）では変化の幅を小さくして最適化計算を行った。

係数 λ_{emp} を固定したままであるのは、評価で $failEmployee = 0$ が継続して一定となり、本データでは λ_{emp} を変化させても解

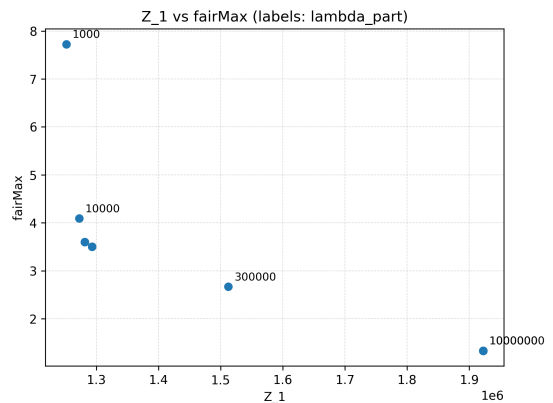


図2 人件費項指標と希望削り率の最大値指標の関係

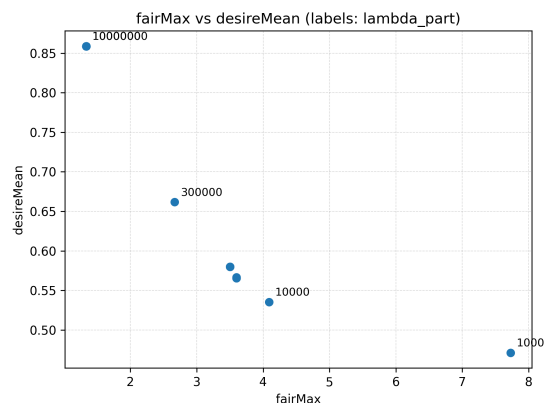


図3 希望削り率の最大値指標と全体希望充足率指標の関係

が変化しなかったためである。よって本章では λ_{emp} を一定値に固定し、主に λ_{part} によるトレードオフを議論する。

5.2 人件費と削りの平等性の関係

図2に、本実験で得られた指標のうち、人件費項指標 Z_1 と希望削り率の最大値指標 $fairMax$ の比較を示す。同図より、人件費の最小化と平等性の確保にはトレードオフの関係があることが確認できる。すなわち、人件費を過度に重視した場合には平等性が損なわれ、逆に平等性を追求した場合には人件費の削減が困難となる。また、パラメータ λ_{part} の変化に伴い、ある地点を境に指標が急激に変動する変曲点が確認できるのが本グラフの特徴である。

5.3 削りの平等性と希望充足度の関係

図3に、本実験で得られた指標のうち、希望削り率の最大値指標 $fairMax$ と全体希望充足率指標 $desiredMean$ の比較を示す。同図より、削りの平等性と希望充足度の満足率にはトレードオフの関係があることが確認できる。すなわち、平等性を過度に重視した場合には希望充足度が損なわれ、逆に希望充足度を追求した場合には平等性の確保が困難となる。また、2と同様に、パラメータ λ_{part} の変化に伴い、ある地点を境に指標が急激に変動する変曲点が確認できるのが本グラフの特徴である。

5.4 λ_{part} に対する各指標の変化

図4に、重み係数 λ_{part} を変化させた時の、代表的な指標で

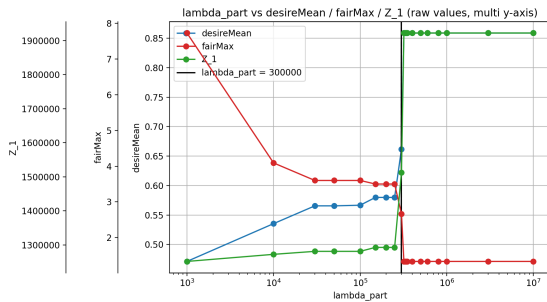


図4 λ_{part} に対する各指標の変化

ある人件費項指標 Z_1 、希望削り率の最大値指標 fairMax、全体希望充足率指標 desiredMean のそれぞれの比較を示す。同図より、図2や図3で示した通りトレードオフの関係があることがわかり、さらに、それらのバランスが取れる部分が、およそ $\lambda_{part} = 300,000$ のところであることがこの図からわかる。

5.5 代表解の比較

代表となるような解を3つほど選び、表を作成したものが以下表5である。これより、以下のような用途で店舗管理者はシフトを任意に選択することができる。

- $\lambda_{part} = 10,000$ ：人件費重視型。人件費は最小であるが、平等性に欠ける。
- $\lambda_{part} = 300,000$ ：バランス型。人件費も平等性も希望充足度も程よく満たす。
- $\lambda_{part} = 1,000,000$ ：平等性重視型。人件費はかなりかかるが、平等性がかなり高い。

本研究の目的は、一意の解を提示することではなく、意思決定者が状況に応じて柔軟に判断できる選択肢を提供することにある。したがって、得られたパレート解集合から特定の解を抽出することはせず、各解の特性を提示するに留める。

表5 評価指標の代表値

λ_{part}	Z_1	fairMax	desireMean
10000	1272494	7.727	0.535
300000	1512258	2.667	0.662
1000000	1922384	1.333	0.859

5.6 考察

実験結果から、 λ_{part} の値を大きくしていくと、アルバイトの希望削り率最大値指標 fairMax も 7.727 から 1.333 へと改善された。しかし、その代償として人件費項指標 Z_1 は、約 125 万円から約 192 万円へと変化した。これより、トレードオフの関係が見られた。

また、急激にグラフの形状が変化する部分が $\lambda_{part} = 300,000$ あたりにあり、ここが fairMax の改善と Z_1 の増加が同時に進む転換点であることが確認できた。以上より、本研究では $\lambda_{part} = 300,000$ 付近を、コストと平等性の両立を図る候補値として位置付けている。

6. まとめ

本章では、本研究のまとめについて述べる。

6.1 結論

本研究では、従業員が自由に勤務希望を提出できる飲食店のシフトについて着目し、シフトを 0-1 変数を用いて数理モデル化を行った。また、最適なシフトを作成するにあたって、多目的最適化における重み付き和法を用いた。本研究においては、以下のように目的関数を設定し、目的関数の項にある重み係数 λ を変化させ、複数の解を求めた。

$$\begin{aligned} (\text{目的関数}) = & (\text{人件費}) + (\text{アルバイトの削りの平等性}) \\ & + (\text{社員の希望休不成立のペナルティ}) \end{aligned}$$

6.2 今後の展望

本研究では、データは1店舗分、期間は2週間のみであり、他の特徴的な店舗や時期においての実験を行っていないため、一般化には追加検証が必要である。また、制約条件で用いた希望の優先度 priority や、能力値 ability などは管理者による主観値であり、管理者が変わるたびに、店舗における固定パラメータの変更が必要となる。

今後の展望としては、 λ_{part} を手動ではなく自動調整し、グラフの膝を発見することが可能となると、シフト管理者の負担が減ると考えられる。さらに、勤務時間の入力が現在は、メインタイムとラストタイムの2区分のみであるが、これを30分ないし1時間刻みに拡張することで、より飲食店シフトに多い、1時間ごとのシフト調整が可能となると考えられる。

謝辞 本研究の一部はJSPS科研費JP25H01167, JP25K02946, JP25K24389, JP24K02765, JP24K02774, JP23K17006, JP23K28091, JP23K28383の研究助成を受けて行われている。

文献

- [1] A. 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*, **153**, 1, pp. 3-27 (2004).
- [2] J. Van den Bergh, J. Beliën, P. De Bruecker, E. Demeulemeester and L. De Boeck: "Personnel scheduling: A literature review", *European Journal of Operational Research*, **226**, 3, pp. 367-385 (2013).
- [3] D. Bertsimas, V. F. Farias and N. Trichakis: "The price of fairness", *Operations Research*, **59**, 1, pp. 17-31 (2011).
- [4] L. A. Wolbeck: "Fairness aspects in personnel scheduling", Discussion Paper 2019/16, Free University Berlin, School of Business & Economics (2019). accessed 2026-01-31.
- [5] M. Ehrgott: "Multicriteria Optimization", Springer, 2 edition (2005).
- [6] R. T. Marler and J. S. Arora: "Survey of multi-objective optimization methods for engineering", *Structural and Multidisciplinary Optimization*, **26**, 6, pp. 369-395 (2004).
- [7] Y. Y. Haimes, L. S. Lasdon and D. A. Wismer: "On a bicriterion formulation of the problems of integrated system identification and system optimization", *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics*, **SMC-1**, 3, pp. 296-297 (1971).
- [8] K. Deb, A. Pratap, S. Agarwal and T. Meyarivan: "A fast and elitist multiobjective genetic algorithm: Nsga-ii", *IEEE Transactions on Evolutionary Computation*, **6**, 2, pp. 182-197 (2002).
- [9] T. Achterberg: "Scip: Solving constraint integer programs", *Mathematical Programming Computation*, **1**, 1, pp. 1-41 (2009).
- [10] T. Koch: "ZIMPL User Guide", Zuse Institute Berlin (2025).