コンビニエンスストアにおける業務スケジュールと必要人員

鹿貫　敏明　(沼田　一道　助教授)

1. はじめに

1-1.背景

今，コンビニエンスストアは誰もが手軽に利用できるお店として，日本全国の至るところにあり，店舗数は年々増え続けている．特に，人の密集している都市部では，一地域あたりの店舗数は多い．少し歩くだけで，ほかのお店が見つかるというのが現状である．そのため，他店に顧客を持っていかれないように，また，新しい顧客を得るために，競争が激化している．

競争が激化している中，生き残っていくためには利潤を増やさなくてはならない．利潤を増やすためには, 売上げを上げるか, コストを節減しなくてはならない. この不況の中，売上げをあげるのは難しいので，コストをできる限り節減するしかない．

1-2.実態

コンビニエンスストアはデパートやスーパーマーケットに比べると，人一人がこなさなくてはならない業務の数が多い．これはどこのコンビニエンスストアにもいえる．筆者が働いているコンビニエンスストアも例外ではない．その多種の業務をすべてこなすためには業務スケジューリングが必要である．

コンビニエンスストアでは，業務スケジュールは経験豊富な熟練者が，行き当たりばったりで，その場，その時で決めることが多い．しかし，コンビニエンスストアで働く人間は，オーナーや店長を除いて，そのほとんどがパート，アルバイトである（オーナー店の場合）. 大半が短期間でやめてしまうため, 熟練者が育たないのが現状である. 熟練者がいない場合，仕事が残ってしまうことがある．これは，個々の仕事のスピードが遅いためではなく，業務スケジュールがうまく組めないために起こることが多い．

2. 目的

本研究では，コンビニエンスストアにおける業務スケジュールの作成と最適化を行う．すべての業務に時間の制約があり，人員はシフトによってその人数が決定する．多種の業務を効率よく，必要最低限の人員で行うためのシフトを組めば，人件費のコストを最小にすることができる．解法には，近年，スケジューリングの分野で注目されている，ラグランジュ分解・調整法を使う．この方法は，古典的な方法であるラグランジュ緩和法を使用

したもので，解の高品質性・高速性を備えている．

3．定式化

多くのスケジューリング技法では時間を連続な実数として扱うが，ラグランジュ分解・調整法では，時間を互いに重なり合わない単位時間に区切る．これをタイムスロットと呼ぶ．そして，問題を以下のように定式化する．

『主問題』

$$\begin{aligned} &Minimize && f(c) \\ &Subject \quad to && h(c) \leq 0 \end{aligned}$$

$$f(c) = \sum f_j(c_j) \qquad \cdots\cdots\cdots ①$$

$$h(c) = [\cdots, h_t(c), \cdots] \qquad \cdots\cdots\cdots ②$$

①業務 j がタイムスリット c_j に終わるときの総違反量　②時間 t における不足人数

4．解法

4-1．ラグランジュ分解・調整法

まず，『主問題』を，ラグランジュ乗数 u を使って，制約なしの最適化問題（『ラグランジュ緩和問題』）にする．

『ラグランジュ緩和問題』

$$Minimize \qquad l(c,u) = f(c) + uh(c)$$

4-1-1.双対ギャップ

緩和法で解かれた問題を，主問題に対して，緩和問題という．最小化問題のとき，緩和問題の最適解は，主問題の最適解の下界となる．主問題の実行可能解は主問題の最適解の上界となる．よって，主問題の最適解は，緩和問題の最適界（下界）と主問題の実行可能界（上界）の間に必ずある．上界と下界の差を双対ギャップと呼ぶ．この双対ギャップの値が小さいほど解の精度は良い．双対ギャップが 0 であればその解は最適解である．

しかし，実用面では完全な最適性にこだわることはあまりない．双対ギャップで解の品質・精度の見当がつき，そこで解の探索を終了する．それで，実用的な解が得られる．

4-1-2.分解可能性

次に分解可能性について説明する，まず，以下に，数式で示す．

$$\min_{c} l(c,u)=\min_{c}\{f(c)+uh(c)\}=\min_{c}\left\{\sum_{j} f_j(c_j)+\sum_{t=1}^{T}u_t\left[\sum_{j}G(c_j)_{jt}-M\right]\right\}$$

$$=\sum_{j}\min_{c_j}\left\{f_j(c_j)+\sum_{t=b_j}^{c_j}u_t\right\}-\sum_{t=1}^{T}u_tM=\sum_{j}\min_{c_j}l_j(c_j,u)-\sum u_tM$$

①$G(c_j)_{\mathrm{jt}}$ ②M ③b_j ④c_j

① ガントチャートを行列化したもの．j 行 t 列の 0-1 行列．業務 j を時間 t に実行していれば（j,t）は 1．実行していなければ 0．

②業務を実行できる人数　③業務 j の開始時間　④業務 j の終了時間

与えられたラグランジュ緩和問題が業務ごとの問題に分解できることを示した．主問題の探索空間の大きさは$O(T^J)$であるが，ラグランジュ分解・調整法の探索空間の大きさは$O(TJU)$とはるかに小さい．つまり，元の問題の最適解を探索するより，各業務の最適解を探索するほうが格段にやさしい．

よって，解は高速でもとまる．

4-2.アルゴリズム

ラグランジュ分解調整法のアルゴリズムを図 1 に示す．①は調整部門である．人員干渉，つまり，必要人員が実際の人数を超えていたら，それは実行不可能なスケジュールであるから終了出来ない．ラグランジュ乗数を更新して②に送る．②は主問題を分解した部分問題である．それぞれの最適解を求め，また，①に送る．人員干渉が起きなくなるまで繰り返す．

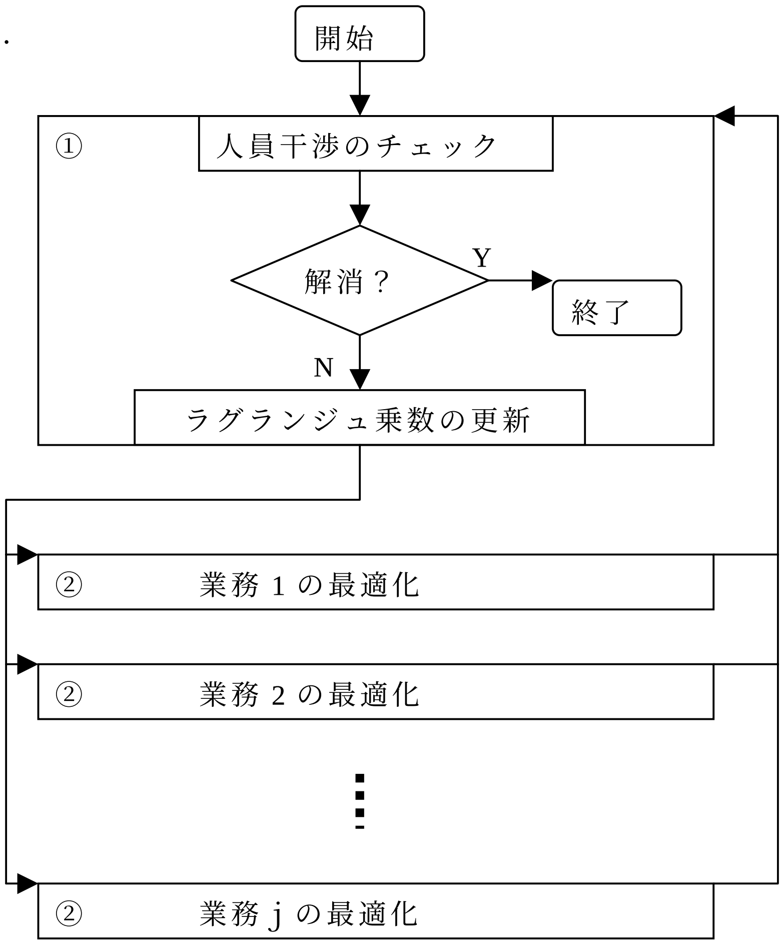

図 1： ラグランジュ分解・調整法のアルゴリズム

5. 実験

著者の仕事先（都内，大手コンビニエンスストア）で，実際にスケジュールを組んで実行した．表１に内容を示す．時間帯は一番忙しい８時から１４時である．

表 1：実験条件，従来の結果，結果

	予想条件(納品量と客数)	従来の人数	新提案の人数	結果
月曜	納品量：少，客数：並	4 人	3 人	スケジュール通りに不可
水曜	納品量：多，客数：多	5 人	4 人	スケジュール通りに実行
日曜	納品量：少，客数：少	3 人	3 人	スケジュール通りに実行

１回目の実験である月曜だけスケジュール通りに実行できなかった．予想した客数を上回る客が来店したため，作業が全体的に遅れ，スケジュールと大きくずれてしまった．

また，業務スケジュールを組んで指示した他の店員から以下の意見が出た．

・ スケジュールを組まれているので，何時までに何をやればよいのかはっきり分かるし，それをこなさなくてはならないという緊張感があってよい
・ スケジュールと時間がずれることがある．途中で修正できないか

6. まとめ

最小人員で業務スケジュールを組むことは出来た.業務スケジュールを組むことによって,店員一人一人のモチベーションがあがり,自分の仕事に責任を持つようになった.しかし,実際の条件が予想条件から大きく外れると，最初に組んだスケジュールは意味をなさなかった．

7. 今後の課題

ラグランジュ分解･調整法を学び,最適な業務スケジュールを組めたとしても,途中でずれてくることが多い．今後の課題は，①静的スケジューリングから動的スケジューリングへ，②個人の能力・スピードを考慮したスケジューリング，の 2 点である．

参考文献

[1]黒田 充，村松 健児：「生産スケジューリング」，朝倉書店，2002.

[2]米田 清：「競売のシミュレーションがラグランジュ緩和法」，オペレーションズ・リサーチ，45(6)，257-262，2000.

[3]今野 浩，鈴木 久敏：「整数計画法と組合せ最適化」，日科技連，1982.