

## 人間の経験知を反映した輸送運賃計算システムの構築と評価

岩田 力† 工藤 司†

† 静岡理科大学

## 1. はじめに

全国の中小運送会社では手作業による業務が多く行われており、運送業界の効率化のために IT 化の必要性が指摘されている [1]。例えば、システム化されていない中小運送会社では、経営者の経験知による運賃計算業務が行われているため経営者不在の際に運賃計算業務が滞ってしまったり、紙の帳簿を利用することで非効率的な業務になったりしてしまう。一方で運賃計算をはじめとする業務のロジックは経験知として蓄積されているため、業務システムの導入には、これを明示知であるシステムの要件に変換しなければならない。そこで、本研究では段階的に、経営者からのヒヤリングと検証を繰り返すアプローチにより運賃計算システムを構築、評価した。この結果、実際の業務の中で計算用データを蓄積していく仕組みが重要であることが分かった。

## 2. 運送会社における課題と業務分析

本研究では、主に 4t トラックを使用し会社の設備や資材の輸送を行っている運送会社を対象とした。業務分析を行った結果、次の課題があることが分かった。①運賃計算にはノウハウやこれまでの経緯などの経験知が必要であるため、経験知を持った経営者が不在の際には業務が滞ってしまう、②紙の帳簿を利用しているため運賃の履歴参照などの各種業務が非効率的である、③システムの導入に関しては操作や運用への不安感が大きい。

次に、システム化のため運賃計算について業務分析を行った結果、式(1)によって決定されていた。式(1)において  $U$  は計算された運賃であり、 $B$  は輸送距離、 $C$  は 1km あたりの標準単価である。また  $K_r$ 、 $J_s$  は輸送条件によって決定される特例項目であり、距離にかかわらず一定の倍率の乗算、または一定の加算が適用される。式(1)で適用する場合は  $Q(r)=1$ 、使用しない場合は  $Q(r)=0$  である特徴関数を用いて表現している。特例項目は表 1、表 2 のとおりである。

$$U = B * C * \prod_{r=1}^2 K_r^{Q(r)} + \sum_{s=3}^6 J_s * Q(s) \quad (1)$$

ヒヤリングに基づき実際のデータを分析した結果、取引先ごとに標準単価が異なる傾向があり、単純に式(1)で算定できない場合が多いという課題があった。

## 3. 提案方式

取引先ごとの標準単価  $C'$  (取引先単価) は、取引先ごとに設定される倍率  $M$  (取引先倍率) により  $C' = M * C$  で計算できる。そこで、本研究では、まず、式(2)に示すように過去の履歴から  $M$  を求めた。式(2)において  $A_i$  は取引  $i$  の運賃、 $B_i$  は輸送距離であり、 $C$  は式(1)の標準単価、 $n$  は取引先ごとのこれまでの取引件数である。システムの

Implementation and Evaluations of Transport Fare Calculation System Reflecting Human Experience  
Chikara IWATA † Tsukasa KUDO †

† Shizuoka Institute of Science and Technology

表 1 特例の乗算項目

$r$	$Q(r)$	項目( $K_r$ )
1	0 or 1	荷物重量
2	0 or 1	荷物サイズ

表 2 特例の加算項目

$s$	$Q(s)$	項目( $J_s$ )
3	0 or 1	パレット持ち帰り
4	0 or 1	祝日
5	0 or 1	夜間
6	0 or 1	手積み

運用では倍率は定期的に計算し、見直すことを想定する。

$$M = \left\{ \sum_{i=1}^n (A_i / B_i) * C \right\} / n \quad (2)$$

次に本システムで計算した運賃と人間が計算した運賃に差異がある場合、これを検知、修正する機能が必要になる。このため、システムが計算した運賃のほか人間が算定した運賃の入力も可能とし、それらを比較する機能を持たせる。さらに、運賃の妥当性を検証するために、これまでの経緯を効率的に調査できることが必要である。このため、紙の帳簿に代わる検索機能として、一覧の表示だけでなく、日付、取引先などの項目ごとの検索機能を追加する。

## 4. 運賃倍率改善方式の評価

式(2)の取引先倍率で計算した取引先単価  $C'$  を評価するために、図 1 に示す実験を行った。まず、実績データを期間により約 800 件の倍率計算データと約 200 件の評価データに分け、倍率計算データから取引先倍率を計算する。次にこの倍率を使用して評価データから取引先単価を計算し、これと取引先単価の実績を比較した。評価としてはユーザが理解しやすいよう、式(3)に示す取引先単価  $C'$  と取引  $i$  の実績単価  $J_i$  の誤差率の平均で求めた。

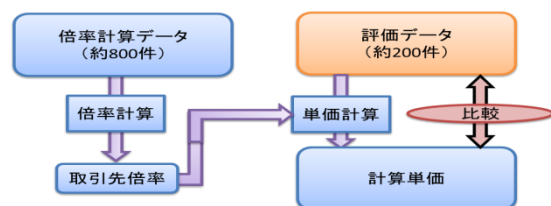


図 1 取引先倍率計算の評価方式

$$G = \sum_{i=1}^n |(C' - J_i) / C'| / n \quad (3)$$

まず、図 1 のデータによる評価では、図 2 の①に示すように約 19.9%の誤差率があった。このため、再度データを分析した結果、注文当日に配送を行う場合、個別単価が適用され単価が高くなっていた。さらに、輸送距離が 100km 以下あるいは 800km 以上でも、個別単価が適用されていた。図 2 の②と③にこれらを除外して比較した結果を示す。図 2 の③に示すように、個別の単価を使用

するデータを除外することで、①に示す前データを使用した場合に比較して誤差率が1%改善できた。また、システムの導入以降は、実績運賃とは別に、計算用の取引先単価の実績を蓄積する必要があることが分かった。

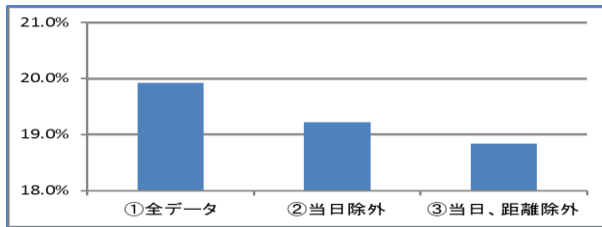


図2 単価の誤差率改善

### 5. 実装

取引先倍率計算機能を実装したシステムのデータフローを図3に示す。実績運賃と計算用運賃を保存し、後者を利用することで取引先倍率の精度を高める構成にした。見積もりを入力する際に特例判断をユーザにさせ、特例や個別の単価を適用しない場合には計算用運賃表にも登録し、定期的に倍率表を更新することで、取引先倍率の改善を図る。なお、新たな倍率の反映には確認作業による時間を要する。この間の新たな見積もり結果は時制更新方式[2]により個別に計算することで、更新中の見積もりも反映した倍率を得ることができる構成とした。

次に見積り入力画面の構成を図4に示す。見積り入力画面の一部として誤差確認画面を構築した。入力した運賃とシステムが計算した運賃に差異がある場合、システム上に表示される。また、運賃の検証を効率的に行うため参照画面を構築した。これらは、ボタンやリスト、プルダウンなどを活用することで初心者でも容易に操作を行えるデザインにした。システムはJavaで構築し、画面にはSWT[3]、データベースにはMySQLを使用した。

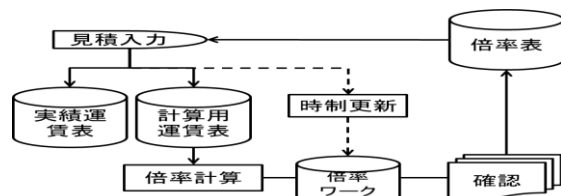


図3 取引先倍率計算機能のデータフロー



図4 見積り入力画面の構成

### 6. 評価

今回の研究の評価では、3つの観点から評価を行った。第1に、4節の取引先倍率を適用してシステムの試使用を行い、新たに発生した60件の取引について誤差率を評価した。この結果を図5に示す。取引先によって誤差率に差異があった。この結果に基づきユーザに再度確認した結果、個別単価や特例が混在していることが原因で、従来のデータからこれを完全に分離することは困難であった。

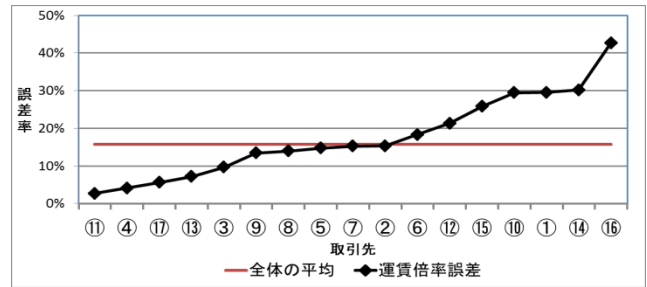


図5 実取引における誤差率の評価

第2に効率性を評価するため、実際に使用している帳簿から無作為に30件の取引情報を抜き出し、手作業で帳簿から参照する場合と、システムを用いて参照する場合の2つの参照時間を比較した。この結果、図6に示すように、システムで参照することで手作業の約30%の時間に短縮できた。

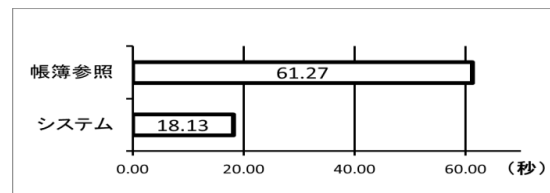


図6 実績運賃の参照時間

第3に操作性については、図6に示すように初心者でも効率的な作業が行えた。ただし、導入についてのヒヤリングでは、入力ミスや、その際のデータ訂正手順など、運用面での不安が指摘された。

### 7. 考察とまとめ

本稿では、運送会社を対象として、人間の経験知を表現する運賃計算システムの構築と評価を行った。実際の構築を通じて標準データを使用することで精度が向上できること、および画面の支援機能により計算用のデータの蓄積が可能であることが分かった。したがって、本研究のアプローチは有効であると考えられる。今後は計算用運賃を蓄積することで、運賃計算の精度向上が改善していくと予想する。また、システムの効率化の観点でも参照業務で本システムは有効であることが分かった。ただし、操作性や効率性のよいシステムを提案したとしても、実際の導入にあたっては十分な試使用期間を設けて検証、慣熟するなど、ユーザの不安を払拭するプロセスが重要であることが分かった。

本研究は JSPS 科研費 24500132 の助成を受けたものです。

### 参考文献

- [1] 公益社団法人 全日本トラック協会：中小トラック運送事業者のためのITガイドブック、  
[http://www.jta.or.jp/jyoho/ITguidebook/pdf/ITguidebook\\_Ver16.pdf](http://www.jta.or.jp/jyoho/ITguidebook/pdf/ITguidebook_Ver16.pdf).
- [2] 金子崇之、他：EclipseによるSWTアプリケーションの作成、atmarket、<http://www.atmarket.co.jp/ait/articles/0402/21/news004.html>.
- [3] 工藤司、武田由衣、石野正彦、五月女健治、片岡信弘：バッチ更新とオンライン入力の同時実行制御方式～実装と評価～、信学技報、Vol.114, No.49, pp.31-36(2014).