

# オンデマンドバス運行管理ログを用いた知識抽出システムの構築

大和裕幸 ○柳澤龍 稗方和夫 杉本千佳 坪内孝太 飯坂祐司

東京大学

## 1. はじめに

現状のオンデマンドバスシステム<sup>1)</sup>では、経路の評価指標が 1 つに定まっており、地域の多様な需要に応じた最適な運行計画を作成できない。地域の多様な需要に適した運行を行うためには、地域ニーズの把握が必要である。地域独自の運行計画策定アルゴリズム開発に有効な知識を運行管理ログから抽出するためのシステムを開発した。開発したシステムを使用して実証実験を行い、実際に運行管理者の知識を抽出した。

## 2. 手法

### 2. 1 抽出する知識の定義

スケジューリングアルゴリズム<sup>1)</sup>によって作成された運行経路に、専任の運行管理者が加える修正には、運行管理者の経験に基づいた独自の癖や地域独自の評価関数が含まれる。この修正は、地域の要望に適したアルゴリズムの改善に有効であり、本研究で抽出する“知識”と定義した。

### 2. 2 開発したシステム

開発したシステムには、予約表示、予約修正、知識抽出、知識の蓄積をするための 4 つの機能がある。運行管理者が予約表示画面を図 1 に示す。

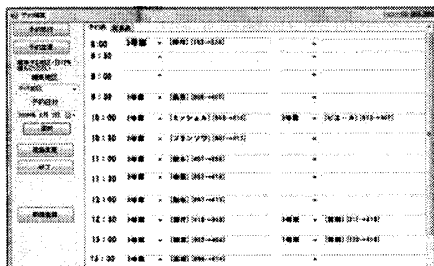


図 1 予約表示画面

全体予約表示機能では、各車両に入れられた予約を棒線にて確認できる。全体の予約を把握することで、より効率的な経路を作成することができる。全体の予約表示画面を図 2 に示す。

予約修正機能では、アルゴリズムによって作成された運行計画を、車両番号を変更することで修正できる。

知識抽出機能では、車両番号を変更する際、修正理由のロジックツリーを表示し、修正理由を選択する画面を表示する。選択肢の中に修正

理由がない場合、テキストボックスに書き加えることができる。

知識の蓄積機能では、修正を加えた際、修正により影響が及ぶ利用者の乗降時刻や各車両の運行距離、運行時間などを、修正理由と関連付けて 1 つのログとして蓄積する。

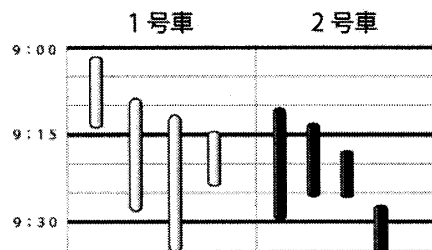


図 2 全体の予約表示画面

## 3 実証実験

### 3. 1 実験内容

福祉タクシーを運行する会社の協力を得て実証実験を行った。千代田区内で事前に予約を受け付けて運行されている 3 台の車両の運行計画の作成をスケジューリングアルゴリズムにより算出する。その運行計画を、開発した知識抽出システムを使用して専任の運行管理者が修正を加え、知識抽出を行う。実験は 7 月 21 日から 24 日までの 4 日間行い、1 日に約 20 件の予約を受け付けた。

### 3. 2 ログの分析

蓄積したログの分析結果を示す。まず、修正を加えることで対応件数を減らさずに、車両の総運行時間を短縮できることを示す。

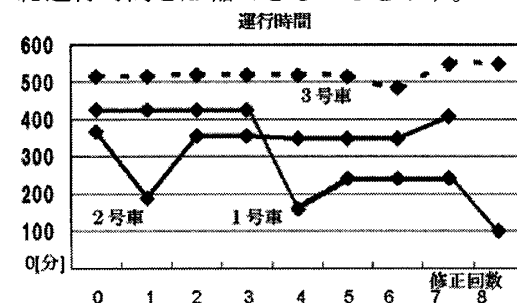


図 3 各車両の総運行時間

図 3 では、縦軸に運行時間、横軸に予約の修正回数を置く。スケジューリングアルゴリズムによって作成された運行計画の場合、3 台の総運

行時間は 1307 分だったが、修正後全体で 1058 分となり 249 分短縮した。図 3 から、利用者の予約の件数を変えずに、全体の運行時間を短縮できることを読み取れる。

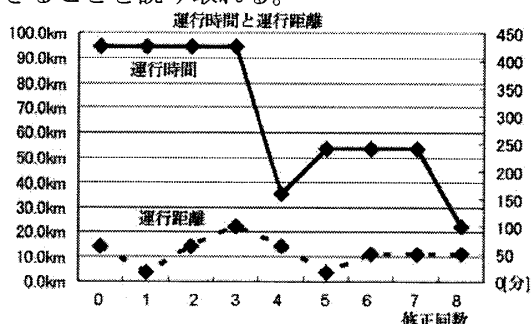


図 4 運行時間と運行距離

図 4 では、運行距離はほとんど変化しないにも関わらず運行時間が短縮した事例を示す。右の縦軸は運行時間を、左の縦軸は運行距離を、横軸は予約の修正回数を示す。4 回目の修正において運行時間は減少しているが、運行距離には大きな変化はない。図 4 から修正を加えることで、運行距離は変わらずに運行時間を短縮できることを読み取れる。

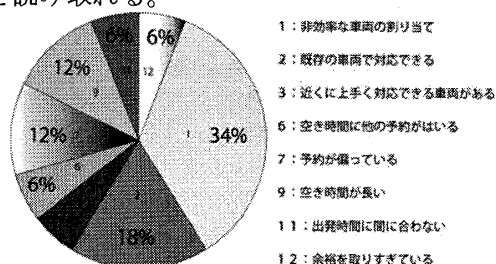


図 5 選択された修正理由の割合

図 5 に、選択された修正理由の割合を示す。16 件選択された修正理由のうち、6 件が「既存の車両で対応できる」だった。運行管理者へのインタビューから、より少ない車両で対応する意図があることがわかった。

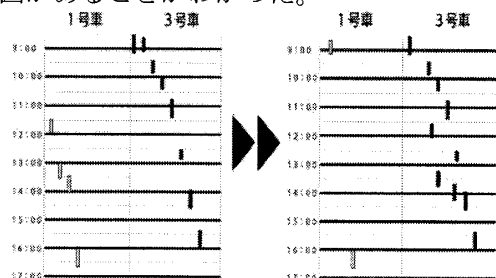


図 6 予約変更の例

図 6 は、縦軸に時刻を、横軸に 1 号車と 3 号車を取り、予約した乗客の乗車時間帯を傍線で表した。図の左側に修正前、右側に変更後の運行計画を示した。修正によって 1 号車の予約は 5 件から 3 件に減り、3 号車では 9 件から 11 件に増えた。この例から予約を 2 台に等しく割り振

るのではなく、1 台に予約を集めていることを読み取れる。

### 3. 3 考察

ログの分析から、運行管理者は 3 台の車両に予約を等しく割り振るのではなく、1 つの車両に予約を集中させて、対応しきれない予約に新しい車両を配車する運行計画の組み方をすることがわかる。運行時間は人件費と比例しており、運行時間を短縮することを、第 1 の評価指標としているためである。この地域の運行では、総運行時間を最短にする評価指標をアルゴリズムに加えることが適切であるといえる。

この実験から、開発したシステムで運行管理者と運行ログから知識を抽出することで、運行経路の組み方の特徴を把握することができた。

### 4. 結論

スケジューリングアルゴリズムにより自動的に生成される運行計画に対して、運行管理者が修正を行う過程を知識として定義し、知識を抽出するシステムの開発を行った。実証実験により抽出した知識から、運行管理者の経路の組み方の特徴を把握できた。

具体的には、スケジューリングアルゴリズムの評価指標の 1 つである車両毎の公平性よりも、総運行時間の短縮に重きを置く、運行管理者の思考の特徴を確認できた。

### 5. 展望

抽出した知識の分析過程と、抽出した知識をスケジューリングアルゴリズムに反映する過程を自動化し、システムの利用を継続することで、利用者の評価指標に沿った計画をするプログラムの開発が今後の課題である。

### 6. 謝辞

実証実験に日立自動車交通株式会社の協力を得た。

#### 参考文献

- 1) オンデマンドバスのためのリアルタイムスケジューリングアルゴリズムとシミュレーションによるその 評価運輸政策研究 10(4) (39) pp.2 ~10 2008/Win.

Development of knowledge extraction system from On-Demand Bus operation's log  
Yamato Hiroyuki ◦Ryu Yanagisawa Kazuo Hikekata  
Chika sugimoto Tsubouchi Kohta Iizaka Yuji  
University of Tokyo