

# 鉄道旅客流動データの分析と変化点問題

田中幹夫\*  
Mikio Tanaka

**Abstract:** 鉄道のフロント業務の省力化自動化が進展し、現在では駅務機器により旅客流動に係る多種多量データが収集蓄積可能となっている。しかし、その利用に際しては多くの問題点も抱えており、分析や活用はまだ充分ではない。今まで試みられている研究の概要を紹介し、今後の活用の方向、解決すべき課題等を展望する。

**Keywords:** 鉄道旅客流動、旅客OD、自動改札機、変化点問題

## 1 背景

交通機関の旅客流動データは様々な形で収集されている。代表的なものは大都市交通センサスで、駅利用旅客数や定期券売上等を人手主体でサンプリングして得るものである。1960年以降5年毎に実施、報告されている。また一般に列車の乗客数は乗務員により目視でカウントされ乗車人員報告簿（ノリホ）として記録されている。近年では鉄道車両の高性能化に伴い、車両重量の自動計測が可能な車両が増え、この記録から区間毎の車両乗車人員の概数把握が可能な場合も多い。

現在では自動改札機等の駅務機器の発達普及に伴い、旅客流動に関する多様・精緻なデータが電子的に自動収集可能になっている。その内容は主に各駅の入出場データ、駅間ODデータ（起点 Origin と終点 Destination 間の旅客量）から構成されている。本稿では主にこのデータを基とした手法について述べる。

日々の精緻な旅客流動データが得られ、解析ができれば旅客移動に関する説明要因の推定ができ、流動のモデル化や予測に役立つ。従来、交通需要予測に関しては、集計モデル、四段階推定法に代表されるような長期的予測の手法が普及しているが、リアルタイムデータの利用による精緻な予測手法は確立していない。これら予測については以下のような面から利用が期待されている。

- ・ 営業施策：料金・列車パターン設定、関連事業
- ・ 運転計画：列車ダイヤ設定、異常時運転手配
- ・ 駅設備計画：設置計画、保守計画

しかしデータ収集・分析の手法に関する課題は多く、これらデータが有効利用されているとは言い難い。また会社間のデータ共有・統一化など技術上ではない問題も存在する。今後の検討、研究の深化が必要となっている。

## 2 旅客流動データの概況

特に大都市圏、新幹線の主要線区等では駅務機器（出札機器、改札機器、精算機器等）の自動化が進

展し、大量データが時系列的にも空間的にも広範囲に亘って収集されている。これらデータの形式、保存蓄積方法・期間は鉄道事業者によって様々である。また駅務機器の種類、バージョンによっても採取データの内容・精度・粒度は異なっている。これらデータの様態例を図1に示す。これは、ある駅での旅客流動を券種別に集計し日次変動を見た例である。

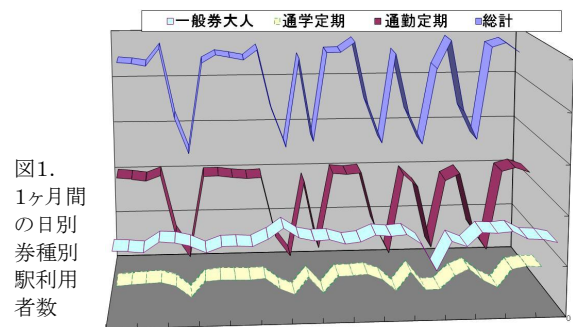


図1.  
1ヶ月間の日別券種別駅利用者数

これらデータを対象に様々な視点から分析が試みられている。図2は主成分分析により、駅利用者の特性を示す主成分を抽出し分類を試みた例である。

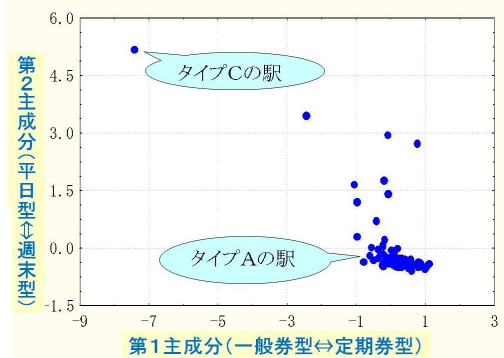


図2.  
駅の旅客流動特性の主成分分析

## 3 旅客流動の予測と変化点問題

ある駅やODの旅客流動量を目的変数として予測を試みる場合、説明変数をどのように設定するかは難しい問題である。特に大都市圏では多くの要因、説明変数候補が存在する。複数の鉄道会社や、鉄道以外の交通輸送機関が競合した状態にあり、これら各輸送機関の利用状況、また景気動向、就業就学者

\* (公益財団法人) 鉄道総合技術研究所,  
〒185-8540 国分寺市 光町 2-8-38,  
tel. 042-573-7315, e-mail: [tanaka@trri.or.jp](mailto:tanaka@trri.or.jp)  
Railway Technical Research Institute,  
2-8-38 Hikari-cho, Kokubunji, Tokyo, 185-8540, JAPAN

動向、事業所数・規模の動向、イベント動向、等の把握は至難である。また得られる場合でも、例えば大都市交通センサスの調査結果が調査時点から1年以上経って報告される例から判るように、調査時点に近い時期に取得利用するのは不可能な場合が多い。

ここでは研究例の一つとして、旅客流動量の予測と共に、鉄道輸送を取巻く環境変化に対応した旅客流動変化点を捉える試みについて述べる。環境変化には鉄道事業者側からのアクション（ダイヤ改正、列車パターン・停車駅変更、運転整理、料金体系変更、割引切符等キャンペーン、駅関連事業）に起因するもの、外的要因に起因するもの（沿線催事・祭事、運転支障、事故、災害）等、多種多様であるが、ここでは広義の意味を持たせた「イベント」と呼ぶ事としている。これらイベントが定常的な旅客流動分布に与える影響の検知・定量的評価は統計解析上で変化点を検出解析する問題の一つと考える。

イベントの影響評価に関しては、①イベント期間と定常期間のグループのパラメータ差の評価（t検定等）、②イベント期間と定常期間の分布を各々モデル化し両者の尤度比較、③説明変数「イベント」をダミーで追加して旅客流動の重回帰分析と説明変数の検定、など幾つかの方法が考えられる。以下、③の方法に関して述べる。

前節に述べたような各種分析で定量化される各駅、各ODの旅客流動の関連・類似性に着目する。イベント期他駅・他ODの旅客量を中心に説明変数を構成し、該駅、該ODの予測値を算出する。これは時間軸上で同時期データを説明変数に使用する事となり、社会一般環境の時間的変化も反映できる事を期待している。目的変数の予測値と実数との比較でイベント効果を定量化する。両者の差を表現する変数としてダミーの「イベント」変数を追加し、イベント効果が有意かを、回帰結果から得られる説明変数の有意性で判断する。その考え方を図3に、実際この方法によるイベント効果解析例を図4に示す。

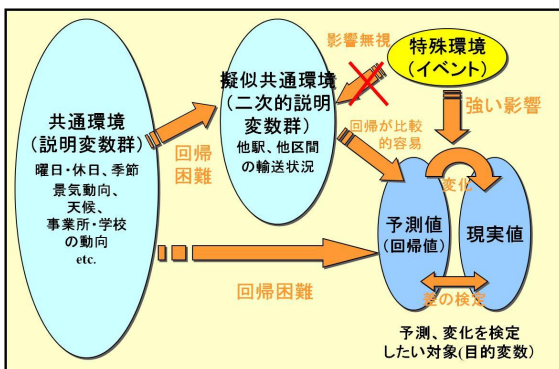


図3. イベント効果推定・検定の考え方

## 4 今後の課題と展望

本稿で紹介したような研究の主目標は、「鉄道を取巻く各種の環境変化（イベント）の検知・評価により、旅

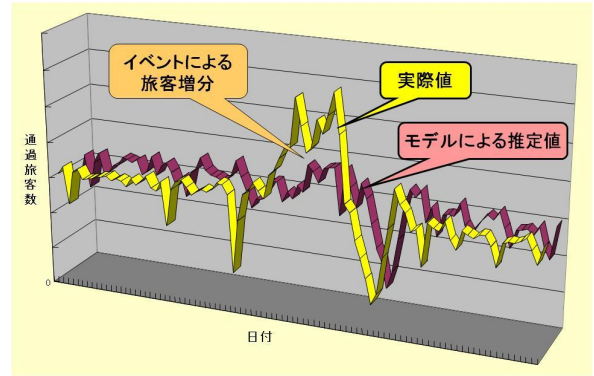


図4. イベント効果の推定・検定の例

客流動変化を予測あるいは早期把握し、旅客サービス向上、輸送計画の効率向上・最適化を図る」といえよう。例えば、輸送量の予報、地域・時間別潜在OD需要予測が行えれば上記が可能となり、定常時に加えて、災害時等の異常時の対応にも寄与可能と考えている。

一方、課題としては

- ・データ収集や蓄積方法の正確化、即時化、自動化
  - ・異組織間の収集方相違、データの統合・相互利用化
  - ・異常時の旅客流動変化データの収集と事例蓄積
- など多くが挙げられる。

将来の展望としては、本稿で述べた鉄道で得られるデータのみならず、例えば携帯電話経由で得られる位置情報からの分析（プローブパーソン調査）等の手法とも組合せることで、鉄道の枠を超えた広域の利用者流動分析へ広げる展開も考えられている。関係各位からご支援・ご指導を頂けると幸いである。

## 参考文献

- [1] “大都市交通センサス（平成17年）”, 運輸政策研究機構, 平成19年3月,
- [2] 田中幹夫 他, “データマイニング手法の鉄道への適用の研究”, 鉄道総研報告, Vol. 14, No. 7, pp. 7-12, 2000.
- [3] 田中幹夫 他, “データマイニング手法による旅客流動データ等の分析と活用”, 鉄道総研報告, Vol. 16, No. 11, pp. 37-42, 2002.
- [4] 鈴木尚子 他, “車両空気ばね圧及び自動改札機データを用いた列車乗降人数推定手法”, 鉄道総研報告, Vol. 18, No. 7, pp. 39-44, 2004.
- [5] 明星秀一, “自動改札機データを利用した旅客流動推定手法”, 鉄道総研報告, Vol. 20, No. 2, pp. 23-28, 2006.
- [6] 杉山陽一 他, “改札通過データを用いた旅客流動のリアルタイム推定手法”, 鉄道総研報告, Vol. 23, No. 8, pp. 11-16, 2009.
- [7] 清水 英範, “都市鉄道の混雑率の測定方法”, 第3回 鉄道整備等基礎調査報告シンポジウム予稿集, 2005年3月.