

鉄道輸送障害発生時の旅客の情報認知に関する研究

齋藤 裕太¹・浅野 光行²

¹学生員 早稲田大学大学院創造理工学研究科建設工学専攻（〒169-8555東京都新宿区大久保3丁目4番地の1 51号館15階07室）

E-mail:yuta.3110@akane.waseda.jp

²フェロー会員 工博 早稲田大学創造理工学部社会環境工学科教授

大都市圏では輸送障害の影響の広域化、長期化が大きな問題となっている。輸送障害が発生した場合旅客はなんらかの対応をとる必要があるが、その行動は利用者が輸送障害の状況を提供された情報から認知し行われていると考えられる。そこで本研究では、輸送障害発生時の旅客の運行状況認知水準の要因の把握を行った。これにより、交通のサービスレベルが変化した場合の運行管理や情報提供などの交通システムの危機管理のあり方を検討する一助になることを目的とする。

Key Words : *information acknowledgment, train delay, railway*

1. はじめに

近年、大都市圏での相互直通運転の拡大に伴う輸送障害の影響の広域化が指摘されている¹⁾。

輸送障害によって鉄道のサービスレベルに一時的に大きな変化が生じた場合、鉄道利用者に対し、様々な情報媒体を通じて異常事態に関する情報の提供がなされている。情報提供の方法に関しては、従来行われてきた案内放送や駅での案内表示器によるものに加え、近年の携帯端末の高度化や情報発信サイトの浸透により、情報通信機器を通じて駅の案内情報や列車の運行情報等をリアルタイムで鉄道利用者に提供することが可能となっている。

輸送障害が発生すると、鉄道利用者は経路の迂回や運転再開待ちなど、平常時とは異なる何らかの行動選択を迫られる。その際、鉄道利用者は提供された情報をもとにその時の運行状況を推測し、交通行動の決定を行っていると考えられるが、接触する情報媒体の違いや情報を得る場所、時間によって各鉄道利用者の得る情報量は異なり、その結果各個人が予測する運行状況や混雑の程度などの交通状態も大きく異なるものと考えられる。

そこで本研究では、輸送障害発生時の情報提供が鉄道利用者に与える影響を定量的に把握する。これにより、鉄道輸送障害が起きて交通のサービスレベルが変化した場合の情報提供のあり方を検討する一助になることを本研究の目的とする。

2. 研究の概要

(1) 既存研究の整理

交通情報提供の効果を分析した研究の多くは、情報提供を行った際のドライバーの交通行動モデル構築を目的とする研究と、情報提供による効果の定量的把握を目的とする研究に分類される。前者に関しては、柳沢ら²⁾は実在する高速道路における緊急時の情報提供による迂回経路誘導評価システムの構築を行っている。室町ら³⁾は駐車場待ち時間情報提供を変数として組み込んだ駐車場選択モデルを構築し、駐車場待ち時間情報提供がドライバーの平均効用や平均待ち時間改善に寄与することを示している。林ら⁴⁾、Fujiiら⁵⁾は潜在セグメント手法^{6) 7)}を適用して、各個人が予想する交通状態の異質性を考慮した交通網異常時での交通行動モデルの構築を高速道路の通行止め工事を対象として行っている。後者に関しては、土屋ら⁸⁾が鉄道輸送障害発生時の経路選択支援システム開発時における事業者側から見た情報提供のあり方とその効果の検証を行っている。

(2) 本研究の位置付け

鉄道輸送障害発生時に提供される情報は様々な種類があり、また提供媒体や提供場所も近年非常に多様化している。しかし、その情報が旅客の状況把握に効果的であるかの分析はあまり行われていない。これに対して本研究では運行状況認知水準分析を行い、旅客の情報認知に

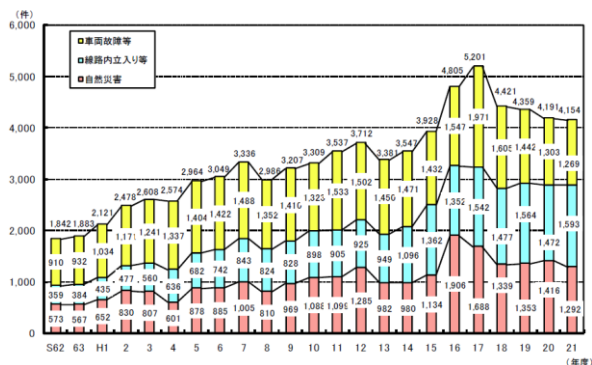


図-1 鉄道輸送障害件数の推移⁹⁾

与える要因の大きさを明らかにする。こうした点について検討することが、本研究の意義である。

3. 現況把握

(1) 鉄道輸送障害の発生状況

ここでは、列車の運休、または旅客列車の場合 30 分以上の遅延が発生したものを鉄道輸送障害と定義する⁹⁾。図-1 に示すように、ここ 5 年間輸送障害の発生件数は減少傾向にあり、輸送障害の主たる原因は、鉄道事業者に起因する「車両故障等」、車両故障等及び自然災害以外の利用者に起因する「線路内立ち入り等」、自然災害に起因するものが、各々約 3 分の 1 ずつを占めている。

(2) 鉄道輸送障害発生時に行われる交通情報提供

a) 情報提供媒体

鉄道輸送障害発生時に情報を提供する主な媒体は、表-1 のように鉄道会社によるもの、情報通信機器によるもの、その他に分類される。

b) 情報の内容

鉄道輸送障害時に利用者が得る主な情報の内容は、表-2 のように輸送障害の詳細、運行状況、迂回経路の案内に分類される。

4. アンケート調査

(1) アンケート調査の内容

a) 調査の概要

輸送障害は突発的で、発生場所・日時をあらかじめ特定できず、また影響が広範囲に及ぶためサンプリングを適切に行うことが難しいという特徴がある。さらに、路線ごとに迂回経路の充実度や通常運転再開までの早さが異なり、それが利用者の意識にも影響を与えている可能性に留意する必要があると考えられる。

そこで、本研究では実際の輸送障害発生時における回

表-1 情報提供媒体の種類

鉄道会社によるもの	情報通信機器によるもの	その他
駅員からの案内(直接、放送) 駅の液晶モニター・LED表示 車内放送 車内の液晶モニター・LED表示 等	インターネット(PC・携帯) メール TV(ワンセグ等含む)、ラジオ 街頭ビジョン スマートフォン等のアプリ 等	友人・知人からの情報 等

表-2 情報の内容

鉄道輸送障害の詳細	運行状況	迂回経路の案内
発生場所 原因 発生時間	運転を見合わせているかどうか 直通運転の実施状況 運転再開見込み時間 遅れの程度	迂回経路の詳細 振替輸送の実施状況

答者の行動を様々な地域に住む利用者の行動を把握することが可能なWeb調査により把握する。Web調査での回答期間は2011年7月7日から7月25までとした。

b) 調査項目

調査項目は、ダイヤ乱れに遭遇した時の状況(日時、移動目的、急ぎ具合等)、情報の取得について(接触媒体、情報の種類、情報を得た場所、運行状況の認知度)、利用を予定していた経路と迂回経路について(経路、利用頻度、認知度)、選択した行動とその満足度(選択した理由、満足度)、個人属性(性別、年齢、職業携帯の所持)とした。

5. 分析

(1) 基礎集計

a) サンプル属性

本調査で得られたサンプル数は15であった。サンプルの性別を図-2に、輸送障害に遭った路線の利用頻度を図-3に示す。今回の調査では、輸送障害に遭った路線を初めて利用するサンプルは見られなかった。

b) 交通情報の提供について

ほとんどのサンプルが鉄道事業者からの案内が役立ったと回答しているが、情報通信機器(TV、携帯電話のワンセグ機能、スマートフォン等のアプリ)による情報が役立ったと回答しているサンプルも見られる(図-4)。その時に得た情報の内容としては、輸送障害自体の詳細に関するものが多く、振り替え輸送の実施状況など代替経路に関する情報が相対的に見ると少なくなっている(図-5)。初めて情報を知った場所としては、輸送障害が発生した路線の駅が最も多く、ダイヤ乱れが発生した路線以外を選択したサンプルは7%にとどまっている(図-6)。

c) 交通状態の認知度について

交通状態の認知度については「把握できた」が約70%、「把握できなかった」が約30%となっている(図-7)。また、輸送障害発生時の所要時間の延びについては、80%のサンプルが何らかの時間を予測しており、20%のサンプルが予想できていない(図-8)。

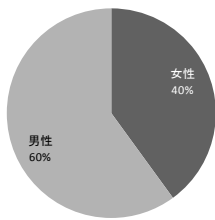


図-2 性別

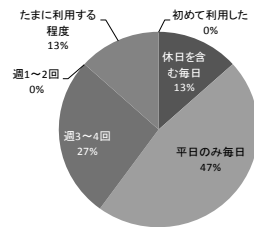


図-3 輸送障害に遭った路線の利用頻度

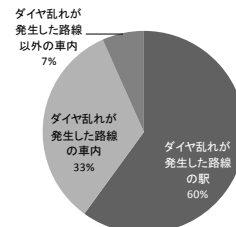


図-6 初めて情報を知った場所

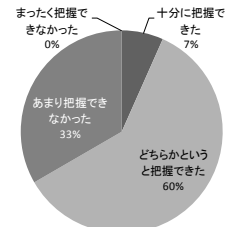


図-7 交通状態の認知度

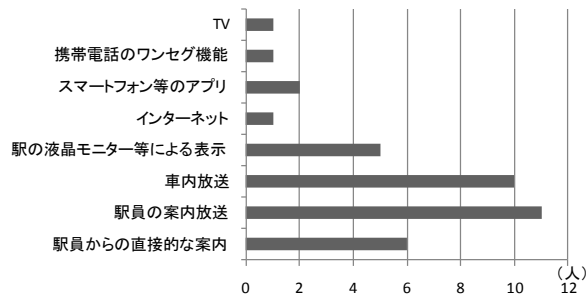


図-4 情報を知るために役立ったもの（複数回答）

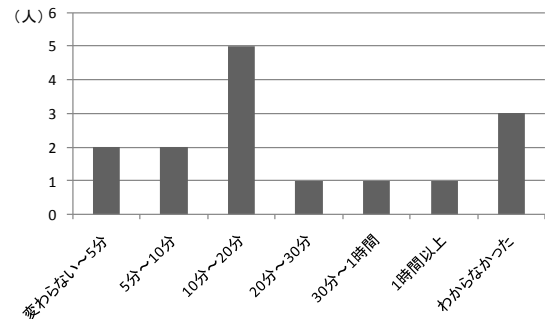


図-8 平常時と比較した輸送障害による所要時間の延び予想

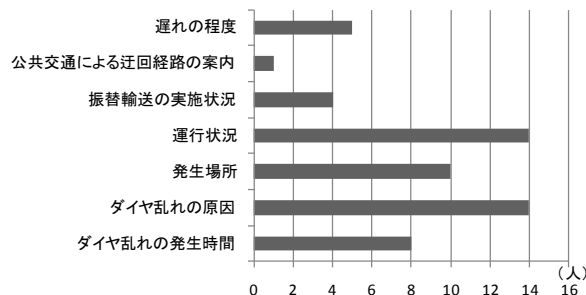


図-5 その時得た情報の内容（複数回答）

(2) 交通状態認知水準分析

a) 分析モデルの構造

鉄道輸送障害に遭遇した利用者の運行状況や混雑の程度などの交通状態の認知水準は、情報の入手方法等によって異なると考えられる。そこで、ここでは認知水準に影響を与える要素をロジットモデルにより定量的に把握する。ここで、認知水準 k は ω によって式 (1) で規定され、 $\Pr(k)$ は式 (3)、式 (4) で示される。

$$\omega = \alpha X + \varepsilon \quad (1)$$

$$k = \begin{cases} 1 & \text{if } (\omega \geq \theta) \\ 2 & \text{if } (\omega < \theta) \end{cases} \quad (2)$$

$$\Pr(1) = \frac{\exp(\alpha X - \theta)}{1 + \exp(\alpha X - \theta)} \quad (3)$$

$$\Pr(2) = \frac{1}{1 + \exp(\alpha X - \theta)} \quad (4)$$

- ω : 認知水準を規定する潜在変数
- X : 認知水準に影響を及ぼす外生変数ベクトル
- α : パラメータベクトル
- ε : ロジスティック分布に従う誤差項
- θ : 閾値
- $\Pr(k)$: 認知レベル k の帰属確率

なお、 X としては、情報提供媒体や情報の内容、情報を得た場所、個人属性などを用いる。これにより、有効な情報提供の方法の検討が可能になると考えられる。

b) パラメータの推計

アンケート調査の解答から以下のように認知水準を仮定し、最尤推定法によってパラメータの推定を行った。

・ 認知水準1の個人

鉄道輸送障害発生時の実際の運行状況を把握している。アンケートで交通状態を「十分に把握できた」「どちらかという把握できた」と回答したサンプル。

・ 認知水準2の個人

鉄道輸送障害発生時の実際の運行状況を把握していない。アンケートで交通状態を「あまり把握できなかった」「まったく把握できなかった」と回答したサンプル。

なお、サンプル数が少ないため、今回は全ての候補の中からパラメータの符号条件が適当なものを採用することにより変数の選択を行った。

表-3に、パラメータ推定結果を示す。サンプル数が少ないため値がやや低いパラメータがあるものの、的中率及び尤度比には問題なく、概ね認知レベルを表現できていると考える。

情報提供に関する各ダミー変数のパラメータが正であることから、情報提供媒体と情報の内容が、認知水準1である確率を上げていることがわかる。また、各ダミー変数の大小関係より、認知水準1である確率を上げる影響は大きい順に「車内放送」「発生場所」「情報通信機器」「遅れの程度」となった。

c) 感度分析

推定したモデルを用いて感度分析を行った。表-4に接触状態の違いによる認知水準の確率の変化を示す。表-3、

表-3 パラメータ推定結果

説明変数	パラメータ	t値
情報提供媒体	車内放送ダミー	3.363 1.8522
	情報通信機器ダミー	2.006 1.0849
情報の内容	発生場所ダミー	3.012 1.9458
	遅れの程度ダミー	1.695 0.9749
閾値	4.205 1.9252	
サンプル数	15	
的中率	86.67%	
χ^2	8.76067	
p^2	0.4213	

車内放送ダミー:「情報を知るために役立ったもの」で「車内放送」を選択
 情報通信機器ダミー:「情報を知るために役立ったもの」で「TV」「携帯電話の
 ワンセグ機能」「スマートフォン等のアプリ」を選択
 発生場所ダミー:「その時得た情報の内容」で「発生場所」を選択
 車内放送ダミー:「その時得た情報の内容」で「遅れの程度」を選択

表-4 接触状態の違いによる認知水準の確率の変化

情報との接触状態				交通状態の 認知に関する 確率平均*
情報提供媒体		情報の内容		
車内放送	情報通信 機器	発生場所	遅れの 状態	
×	×	×	×	0.015
○	×	×	×	0.301
×	○	×	×	0.100
×	×	○	×	0.233
×	×	×	○	0.075
○	○	×	×	0.762
○	×	○	×	0.898
○	×	×	○	0.701
×	○	○	×	0.693
×	○	×	○	0.377
×	×	○	○	0.623
○	○	×	○	0.946
○	○	○	×	0.985
○	×	○	○	0.979
×	○	○	○	0.925
○	○	○	○	0.997

○: 接触 ×: 非接触

*: 全サンプルの接触媒体が同一であると仮定したときの各項目についての
 確率の平均(1に近づくほど認知水準1である確率が高い)

表-4より、情報提供媒体または情報の内容との接触が増えると認知確率が増し、それらのうちのどれか2つと接触すると認知水準1である確率が50%をほぼ超え、3つと接触すると90%を大きく超え、全てと接触した場合はほぼ100%となることからわかる。

6. まとめ

本稿では、情報提供が鉄道利用者に与える影響を考慮した交通状態認知水準分析モデルの構築を行った。また、Web アンケート調査を行い、パラメータの推定を行った。これにより、情報提供媒体や情報の内容が鉄道利用者の交通状態の認知度の向上に与える影響を定量的に把握した。この結果、情報提供が鉄道利用者の交通状態の認知度の向上に効果的であること、また情報との接触が増えると認知確率が増すことが示された。

本研究の課題として、アンケート調査に関してはサンプル数の不足、インターネット等の利用可能性によるサ

ンプル属性の偏りが挙げられる。分析に関しては、サンプル数不足による分析精度の向上、鉄道利用者の個人属性や情報を得た場所などのモデルへの反映が課題といえる。

今回は広くサンプルを得るためにweb調査を行ったが、ダイヤ乱れが実際に起きた路線で直接利用者に調査を行うなど、調査方法の工夫が求められる。

今後の展開としては、本研究で行った情報提供が鉄道利用者に与える影響の分析結果と利用者がとった対応行動選択の結果を照らし合わせることで、輸送障害発生時の情報提供が鉄道利用者に与える影響を明らかにしていくことが考えられる。

参考文献

- 1) 交通政策審議会陸上交通分科会鉄道部会: "環境新時代を切り拓く、鉄道の未来像 - 鉄道がつなぐ、エコフレンドリーな生活圏 (「鉄道エコ生活圏」) の創造に向けて-", 2008
http://www.mlit.go.jp/report/press/tetsudo01_hh_000012.html
- 2) 柳沢吉保, 高山純一, 繁野祐治: "緊急情報による迂回経路への誘導効果に関する分析評価システムの開発" 長野工業高等専門学校紀要 No.37, pp.83-90, 2003
- 3) 室町泰徳, 兵藤哲朗, 原田昇: "交通行動分析の新展開 / 情報提供による駐車場選択行動変化のモデル分析" 土木学会論文集 No.470, pp.145-154, 1993
- 4) 林成卓, 藤井聡, 北村隆一: "交通網異常時における交通状態認知水準を考慮した交通行動分析 - 阪神高速道路池田線通行止め規制時において -" 土木計画学研究発表会講演集 No.19(1), pp.69-72, 1996
- 5) Satoshi Fujii o Ryuichi Kitamura: "Analysis of personal action space using a model system with multiple choice structures" *Transportation*, No.36, pp.763-778, 2009
- 6) Joffre Swait: "A structural equation model of latent segmentation and product choice for cross-sectional revealed preference choice data" *Journal of Retailing and Consumer Services*, Volume 1, Issue 2, pp.77-89, 1994
- 7) 佐々木邦明, 森川高行, 杉本直: "潜在セグメントを考慮した動的な休日買物目的地選択分析" 土木計画学研究発表会講演集 No.17, pp.43-46, 1995
- 8) 土屋隆司, 杉山陽一, 山内香奈, 藤浪浩平, 有澤理一郎, 中川剛志: "列車ダイヤ乱れ時における経路選択支援システムとその受容性評価(社会・人間系の情報システム <特集>社会的課題に挑む情報システム)" 情報処理学会論文誌 No.49 (2), pp.868-880, 2008
- 9) 国土交通省: "鉄軌道輸送の安全にかかわる情報 (平成21年度)", 2009
http://www.mlit.go.jp/tetudo/tetudo_tk8_000001.html
- 10) 社団法人 交通工学研究会編: "やさしい非集計分析" 丸善株式会社, 2008
- 11) 土木学会: "非集計行動モデルの理論と実際" 丸善株式会社, 2007

(2011. 8. ? 受付)

A study on the traveler's information acknowledgment at railway transportation failure

Yuta SAITO, Mitsuyuki ASANO