

列車選択行動に対する予測情報の提供効果

深澤 紀子* 山内 香奈** 村越 暁子**

藤浪 浩平** 辰井 大祐*

Providing Train Information on forecast and Consequential Decision Making for Train-choice

Noriko FUKASAWA Kana YAMAUCHI Akiko MURAKOSHI

Kohei FUJINAMI Daisuke TATSUI

When train operations are disturbed due to some accidents, passengers have to gather relevant information in order to decide which train they should take. We are carrying out researches on the passengers' decision making and behavior when they obtain the information about the situation of individual trains containing prognostic, such as estimated arrival time, congestion rate of each train, in order to examine the efficacy of information provision for decision support. This paper describes the result of an evaluation test to grasp passengers' train choice behavior, when train information is provided during travel delays.

キーワード：運行情報提供，列車選択，旅客行動モデル，ダイヤ乱れ

1. はじめに

パソコンや携帯電話を用いた乗換案内サービスが、さまざまなプロバイダから提供されている。これら既存のサービスでは2点間（出発駅・到着駅）の異なる経路が結果として複数表示されるため、主に不慣れた経路を調べる際に有効であり、複雑に絡み合った鉄道ネットワークを利用するための便利なツールとして広く利用されている。一方、多くの鉄道利用者は自宅から勤務先・学校など、毎日特定のルートを往復しているが、日常の通勤・通学ルートであっても特に都市圏においては様々な種別の列車が多数運用されており、数分の遅れが列車の到着順序に影響を及ぼすことも多い。しかし現状では一部の鉄道事業者で駅ホーム上の発車標に個々の列車の遅延時間が表示されてはいるものの、鉄道事業者、民間の案内サービス共にダイヤ乱れ時に旅客が納得して自分自身の行動を選択するためには、よりきめ細かな情報支援が必要と考えられる。

そこでダイヤ乱れ時の運行情報提供に対するニーズが最も高く、かつ活用可能性が高い都市圏の通勤通学客を対象に、運転整理などを伴わない軽微な乱れが発生している状況を前提として、個々の列車に関する詳細な運行情報を提供した場合の情報の提供効果を評価するための試験を実施した。本稿では、旅客の列車選択の結果やその理由、列車選択のしやすさなどが、情報を取得する前

後でどのように変化するのか、さらには到着見込み時刻などの予測がはずれたときの旅客心理について、試験結果を報告する。

2. 個々の列車に関する詳細な運行情報の提供

2.1 ダイヤ乱れ時の運行情報に対する考え方

すでに様々な先行研究^{1) 2) 3)}において、ダイヤ乱れ時に旅客が必要とする情報項目の調査がされている。その提供方法を検討するにあたり、ダイヤ乱れ時における運行情報と列車選択に関する旅客の考え方を把握するためヒアリング調査を実施した。以下に示すA、B2通りの考え方を提示し、自分の考えがどちらに近いかを7段階（1: かなりA近い, 2: Aに近い, 3: ややAに近い, 4: どちらともいえない, 5: ややBに近い, 6: Bに近い, 7: かなりBに近い）で回答してもらった。

A: 詳しい運行情報よりも、自分が乗るべき列車を具体的に教えて欲しい（例「早く着きたい場合はこの列車」「混雑を避けたい場合はこの列車」など）

B: 乗るべき列車は自分で決めるので、決めるための詳しい運行情報を提供して欲しい

その結果、列車選択に関して明確な指示となる情報を欲する旅客と、自分自身で意思決定するための判断材料となる情報を欲する旅客の2グループに分けられ、特に通勤通学客の場合は後者の割合が多いことが示された。そこで調査の対象を都市圏の通勤通学客とし、これら旅客がダイヤ乱れ時に直面している課題に対応するために、一つの決まった経路に関して複数列車の発時刻・着

* 輸送情報技術研究部 旅客システム研究室

** 人間科学研究部 人間工学研究室

特集：輸送情報技術

時刻や列車の追い越し、混雑度などを一度の検索で把握可能にする情報提供方法が望ましいとの結論を得た。

2.2 運行情報の提供方法

実際の鉄道利用場面を想定し、携帯電話用のモバイルコンテンツとしてネットワークを介したサービス提供を前提に、図1のような運行情報提供方法を考案した。この例は大阪駅から神戸駅までの移動に関する情報提供のイメージであり、大阪駅を19:20以降に発車する列車4本について、検索時点での遅延時分を加味した発時刻、着時刻（遅れが発生している場合は赤字表記）を提示するほか、列車の相対位置を矢印を用いて記述し、矢印がクロスすることで列車の追い越しを表現している。図の例では、先発の「大阪19:21発〔快速〕網干行き」が、目的駅である神戸駅に19:54に先着する。次発の「大阪19:24発〔普通〕西明石行き」は、途中芦屋駅で後から来る〔新快速〕網干行きと待ち合わせる。芦屋駅では〔新快速〕網干行きが先に発車するので、神戸駅に2番目に到着する列車は、「大阪19:33発〔新快速〕網干行き」であることを表している。芦屋駅での「○」は該当する列車に乗換え可能であることを意味している。また各列車の混雑度を4段階表示（空席/やや混雑/混雑/満員）している。このような図を用いた情報提示方式に加え、既

存の乗換案内サービスと同様の、テキストによる表示方式（図2）も併せて検討した。

3. 評価試験

3.1 試験概要

個々の列車に関する詳細な運行情報を提供したときの、旅客の列車選択やその理由、さらに予測情報の外れに対する許容度などを把握するため、JR京都線・神戸線をモデルケースとした評価試験を実施した。JR京都線・神戸線は方面別複々線で（原則として外側線を新快速電車、内側線を快速電車と普通電車が走行）、列車種別や運行本数の多さから複雑な運用がされており、特にダイヤ乱れ時には列車選択の判断が難しくなっている。

本試験は2009年12月に、事前に駅頭で募集をした一般旅客41名を被験者とし、1回あたり4～9人の回答者を会議室に集め、設問に対する詳細な説明をプロジェクトで投影し、設問内容に関する回答者の理解水準が同等になるように進行役が説明しながら回答させる方法（集合形式のアンケート調査）で実施した。

また、前章で述べた運行情報の提供方法を実装した検索システムを試作し試験に使用した。試験中、被験者に実際に携帯電話を操作して運行情報を検索してもらい、

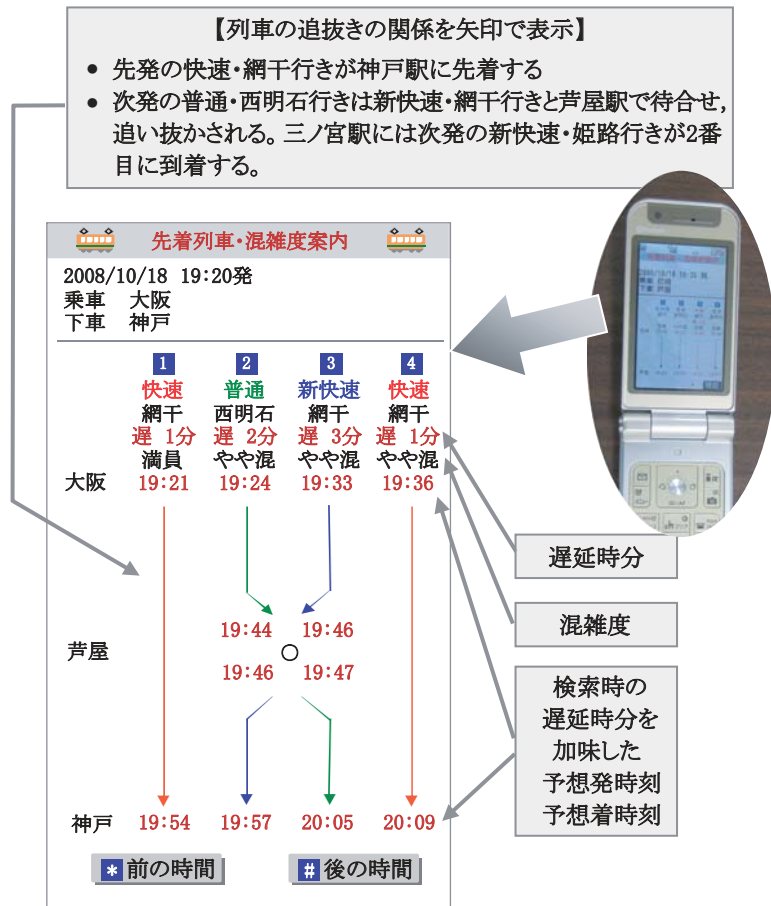


図1 運行情報表示画面（図方式）



図2 運行情報表示画面（テキスト）

種別	列車名/乗車位置	時刻	行先	遅れ
快速	白○1~7	19:21	網干	約1分
普通	白△1~8	19:24	西明石	約2分
新快速	黄▲3~8	19:33	網干	約3分
快速	白○1~7	19:36	網干	約1分

図3 シナリオ①における発車標

種別	列車名/乗車位置	時刻	行先	遅れ
普通	白○1~7	19:41	西明石	約4分
普通	白△1~8	19:45	新三田	約1分
新快速	黄▲3~8	19:48	播州赤穂	約3分
快速	白○1~7	19:51	網干	約1分

図4 シナリオ②における発車標

2種類の表示方式のうち、21名の回答者には図方式(図1)、20名の回答者にはテキスト方式(図2)にて結果を提示した。なお、今回の試験では過去の実績ダイヤからある時刻の運行状況を再現し、その時刻断面での予測情報を提示した。一方、混雑度の実測データは存在しないため、試験用に想定したシナリオに沿う値を混雑度として設定した。

3.2 試験シナリオ

本試験では、平日の夜、勤務先のある大阪駅から自宅のある神戸駅への帰宅時に、大阪駅のホームに到着したところ電車が遅れていたという状況を想定した。シナリ

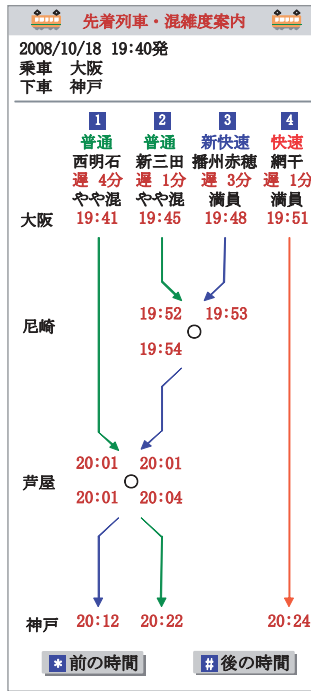


図5 シナリオ②における運行情報表示画面(図方式)

時刻	種別	列車名	乗車位置	遅れ
19:48発	●大阪	新快速	播州赤穂	遅れ 3分
19:48発	●大阪	快速	網干	遅れ 1分
19:45発	●大阪	普通	新三田	遅れ 4分
19:41発	●大阪	普通	西明石	遅れ 3分

図6 シナリオ②における運行情報表示画面(テキスト方式)

表1 シナリオ①-図方式で運行情報検索をした回答者の列車選択結果

検索前の 選択列車	種別	時刻	行先	検索後の選択列車				合計
				快速 19:21 網干	普通 19:24 西明石	新快速 19:33 網干	快速 19:36 網干	
快速	19:21	網干	4	2	7	0	13	
普通	19:24	西明石	0	0	0	0	0	
新快速	19:33	網干	5	0	3	0	8	
快速	19:36	網干	0	0	0	0	0	
合計			9	2	10	0	21	

表中の網掛けは検索前後で選択列車が一致した回答者数を示す。(検索前後の一致率:0.3)

表2 シナリオ②-図方式で運行情報検索をした回答者の列車選択結果

検索前の 選択列車	種別	時刻	行先	検索後の選択列車				合計
				普通 19:41 西明石	普通 19:45 新三田	新快速 19:48 播州赤穂	快速 19:51 網干	
普通	19:41	西明石	1	0	0	0	1	
普通	19:45	新三田	0	0	0	0	0	
新快速	19:48	播州赤穂	8	0	9	3	20	
快速	19:51	網干	0	0	0	0	0	
合計			9	0	9	3	21	

表中の網掛けは検索前後で選択列車が一致した回答者数を示す。(検索前後の一致率:0.5)

特集：輸送情報技術

リオ①の運行情報検索結果は図1、図2を参照。)。シナリオ②では大阪駅を2番目に発車する普通電車が、途中駅で別路線に乗り入れるため矢印が尼崎駅で途絶えていること、さらに3番目に発車する新快速が先行する2本の普通列車に乗り継ぐことが可能であることなどから、シナリオ①と比較して検索結果の情報量が多く複雑になっている。なおいずれのシナリオにおいても、早く到着する列車は混雑している一方、遅く到着する列車は比較的空いているように、早さと快適さがトレードオフの関係になるように混雑度を設定した。

4. 評価結果

4.1 列車選択結果

発車標の情報のみを参考にして列車を選択した場合と、自分で携帯電話を操作し運行情報を取得した後で列車を選択した場合とを比較した。表示方式別に集計した結果、検索前後の一致率は0.3～0.5であり、シナリオや検索結果の表示方式の差に拘わらず、検索の前後で選択される列車が変化する傾向が示された。発車標からの情報のみで列車を選択すると1列車に集中するが、検索システムを用いて運行情報を取得した後は複数の列車に分散した。これは列車の到着時刻の差の大きさや、混雑状況などを同時に把握することにより、個々の状況に応じた列車選択が可能になったためであると考えられる。シナリオ①および②において運行情報を図方式で検索した回答者の結果を表1、表2に示す。

4.2 列車選択時の速達性と快適性の重要度

列車選択時に少しでも早く目的地に着きたいという「速達性」と、混雑を避けて快適に移動したいという「快

適性」について、どちらをどの程度重視したか、合計が10になるように比率で回答してもらった。その結果、総じて快適性よりも速達性を重視しているが、シナリオに拘わらず誤差率1%水準の有意差で運行情報の検索後に快適性を重視する割合が増加する傾向が見られた。これは運行情報を取得することにより快適性の重視度が顕在化したと推察できる。評定平均の推移を図7に、分散分析結果を表3に示す。

図8に検索前後の速達性と快適性の重要度に関するデータの散布図を示す。円の大きさは回答者数を表す。破線の内側の円が、検索後に快適性の重要度が増した回答者群である。これに該当する回答者と全回答者の列車選択結果の比較を図9に示す。検索後に快適性の重要度が増加したグループの結果には、検索後に混雑を避けよ

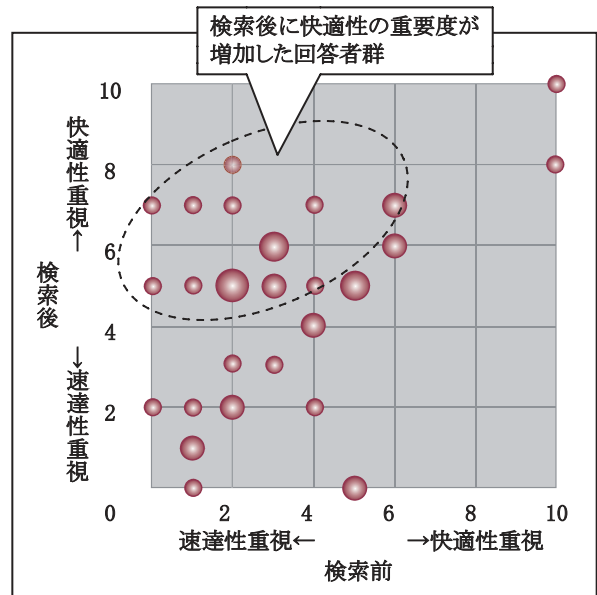


図8 検索前後における速達性と快適性の重要度の変化

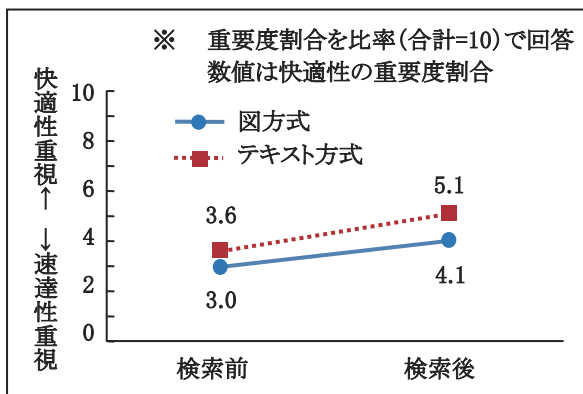


図7 速達性と快適性の重要度の推移

表3 速達性と快適性の重要度に関する分散分析の有意差

表示方式による差	検索前後による差	交互作用
有意差無し	p < 0.01	有意差無し

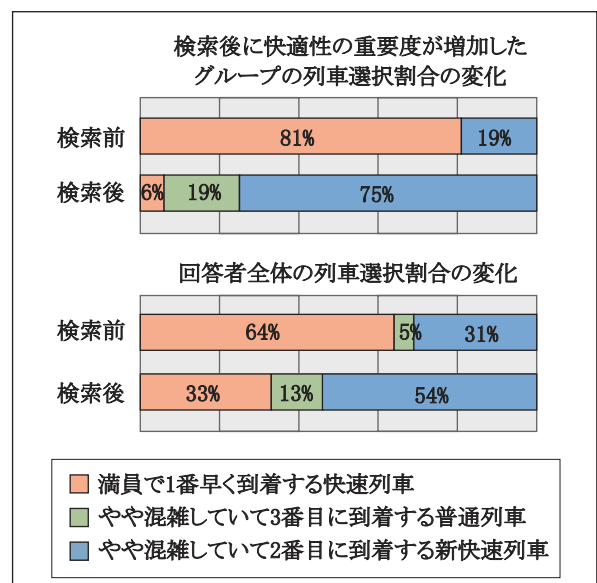


図9 検索前後における快適性重要度と列車選択の変化

うとする傾向がより顕著に表れている。また、自由記述方式で回答してもらった列車選択理由を分析した結果、そのほとんどが情報検索後の列車選択理由として、①到着時刻の差が許容範囲内である、②比較的混雑していないという2点をあげた。このことから当該回答者は、早さか混雑具合かの二者択一で列車を決めたのではなく、列車ごとに複数の要因、すなわち到着時間差と混雑具合の差を個々の価値観において比較検討した結果、混雑を避ける行動を選択したと考えられる。

4.3 列車選択に関する旅客心理

列車選択に関する旅客心理が運行情報の取得前後でどのように変化するかについて、乗車列車選択時の評価と選択結果に対する評価に係る5項目（乗る列車の決めやすさ、列車選択で迷った程度、最適な列車を選ぶことができたか、納得のいく選択ができたか、別の列車の方が良かったか）を調査した。情報検索前後と表示方式を要因とする混合計画2要因分散分析にて有意差検定を行った結果、シナリオ①については「納得のいく選択ができた」と「乗る列車を決めやすかった」について情報取得前後で有意差が認められ、有意傾向の「最適な列車を選ぶことができた」と「別の列車を選んだほうがよかったかもしれない」を含め、運行情報の取得後の方が

評価が高いことが示された。一方シナリオ②については、調査項目「乗る列車を決めやすかった」のみ、情報取得前後での有意傾向が認められた。以上のことから、シナリオ①のように検索結果が比較的平易である場合には、運行情報を提供することにより旅客の評価が上がるということが明らかになった。一方、シナリオ②は運行情報の表示方式の差による有意差が見られ図方式の評価が高かったことから、検索結果の情報量が多く複雑な場合に旅客の評価を高めるためには、わかりやすく運行情報を提供する工夫が必要であると考えられる。調査した5項目のうち「乗る列車を決めやすかった」に関するシナリオ①の結果を図10に示す。

4.4 予測情報の外れについて

シナリオ①において大阪駅で検索した結果と、神戸駅への到着順序が逆になってしまったが、差は数分である場合を想定してもらい、4項目（苛立ち感はどうくらいか、最適な列車を選ぶことができたか、納得のいく選択ができたか、わざわざ検索しない方がよかったか）について7段階評価で回答をしてもらった。結果を図11に示す。列車到着順序が逆転した場合、苛立ちは感じるものの、自分が判断した列車選択や納得感に関する評価は高く、結果として予測がはずれた運行情報を取得したことに關する評価も悪くないことが示された。

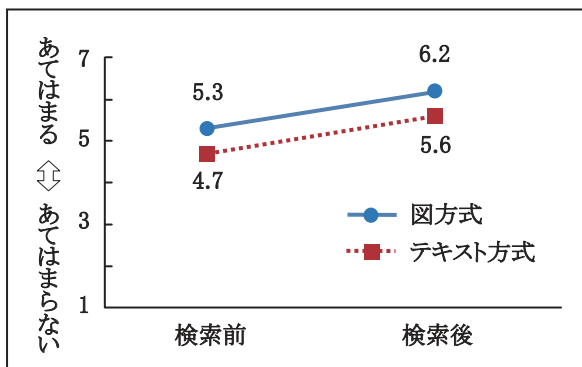


図10 シナリオ①における「乗る列車を決めやすかった」の評価結果

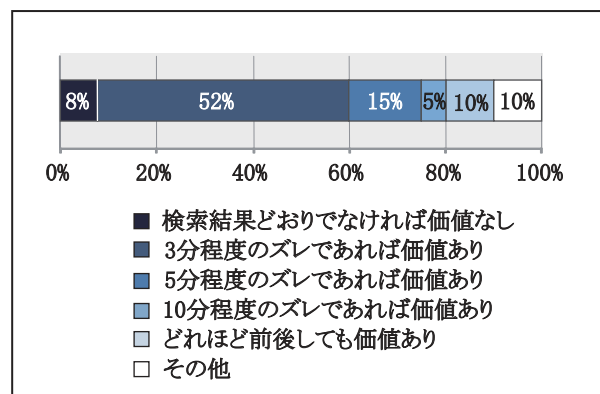


図12 列車到着時刻の外れに対する許容度

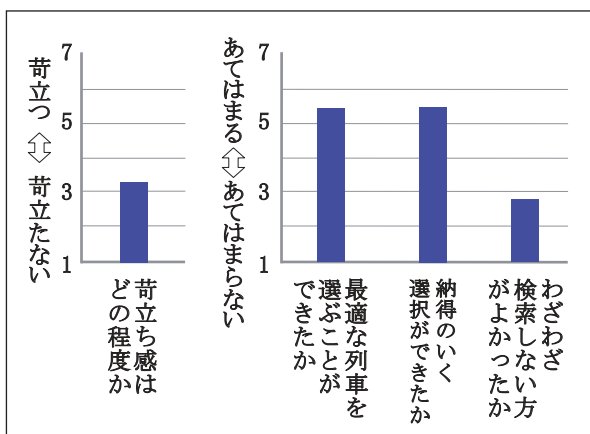


図11 列車到着順序逆転時における心理

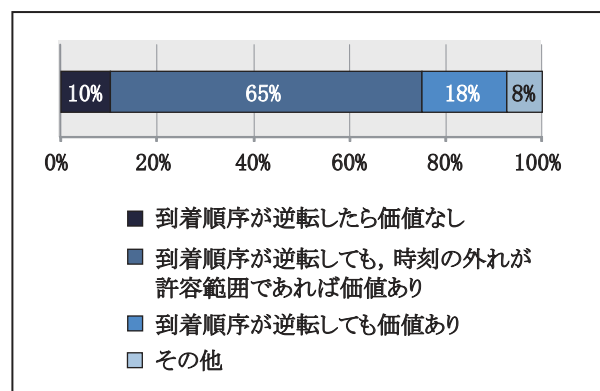


図13 列車到着順序の逆転に対する許容度

特集：輸送情報技術

また、到着時間の外れに対する許容度と列車到着順序が逆転した場合の許容度に関する結果を図12、図13に示す。後から来た列車に追い越されたという事実のみが知らされるのではなく、到着は数分程度の差であったことが認知できれば、列車の到着順序が逆転した場合でも許容されることが示唆された。次に、予測到着時刻の誤差に関する許容率の推移を図14に示す。今回のシナリオのようなケース（所要時間24分～40分程度）においては、誤差が3分以内であれば80%以上の旅客から許容されるが、5分を上回ると許容率が急激に低下することが明らかになった。

また、乗車列車を決めるときに提供された到着見込時刻と列車混雑度はどの程度正確だと考えていたか、という質問に対する結果を図15に示す。到着見込時刻、列車混雑度ともに「やや正確」と考えていた被験者が最も多かった。一方、図16に示すように「実際の到着時刻や列車混雑度とは異なることもあるが、乗車列車を決める際にこれら個々の列車に関する予測情報を検索して入手したいと思うか」という質問については、「かなりそう思う」～「ややそう思う」という回答が多かった。以上のことから、列車選択の際には、到着見込時刻や列車混雑度などの予測を含む情報を入手し、ある程度の誤差を見込んだ上でこれら個々の列車に関する予測情報を活用したいと考える旅客が多いことが示された。

5. まとめ

ダイヤ乱れに対応した列車の到着時刻や追い越しなどの予測を含む運行情報が提供されたときの、情報提供効果に関する評価試験の結果について報告した。詳細な運行情報を取得することにより、早さか混雑具合かのどちらかの要因のみで列車を決めるのではなく、列車ごとに複数の要因を個々の価値観において比較検討することにより、旅客行動に変化が生じること、その結果、情報が得られない場合は一列車に集中するが、運行情報が得られた場合は複数の列車に分散することが示された。さらに予測が外れた場合について、数分程度の差であれば列車の到着順序が逆転した場合でも許容されることが明らかになった。今後は、情報の有無による利用者の列車選択行動やその背景にある価値観の変化に着目し、鉄道事業者と利用者双方にとって有効な情報提供手法に関する研究へとつなげていきたい。

文献

- 1) 藤浪浩平, 村越暁子, 山内香奈, 深澤紀子, 土屋隆司, 井上貴芳: 在線表示を中心とした旅客向け運行情報の提示方法, 鉄道総研報告, Vol.22, No7, pp.43-48, 2008
- 2) 角田 史記, 柳澤 剛: 運行情報の提供に関する研究・開発,

JR East Technical Review, No.16, pp.65-71, 2006

- 3) 深澤紀子, 宮地由芽子, 斉藤綾乃, 鈴木浩明, 後藤浩一, 坂本圭司: 鉄道サービスについての顧客満足感と情報の利便性, 鉄道総研報告, Vol.17, No12, pp.31-36, 2003
- 4) 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: 事故復旧時間予測に基づく迂回経路案内システム, 鉄道総研報告, Vol.20, No.2, 2006
- 5) 石原 裕介, 西田 一彦: 駅社員用運行情報表示装置 (Super-TID) の開発, JREA, Vol.50, No.11, pp.37-39, 2007

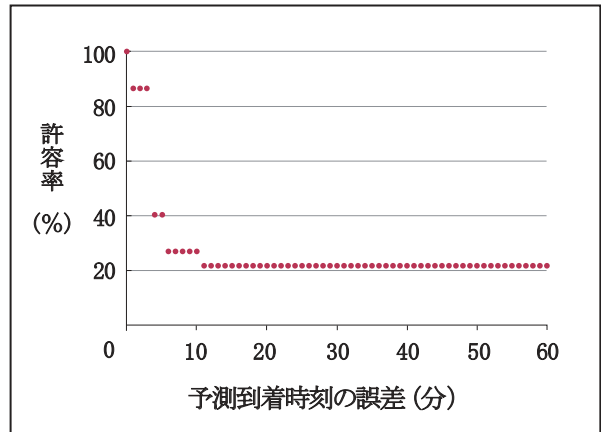


図14 予測到着時刻の誤差に関する許容率の推移

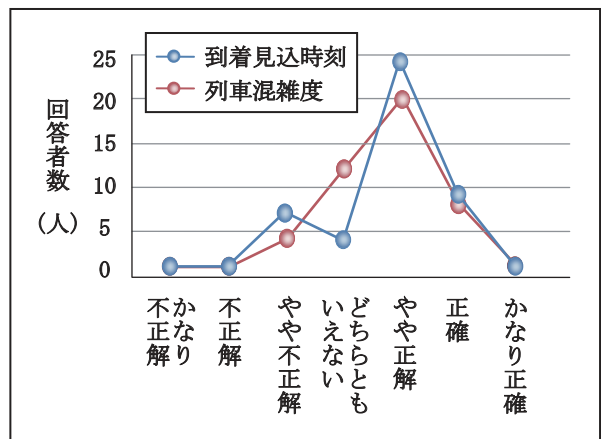


図15 情報の正確さに関する認識

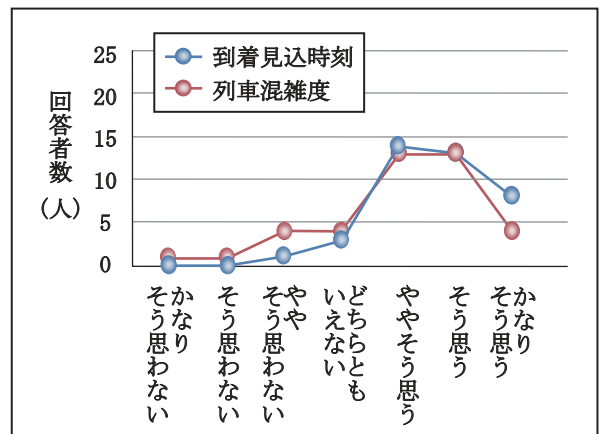


図16 情報を検索したいと思うか