

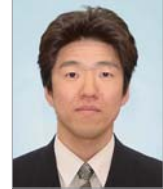
ダイヤ乱れにおける 利用者不満を予測する

平井 力

輸送情報技術研究部
(運転システム研究室 主任研究員)

山内 香奈

人間科学研究部
(人間工学研究室 副主任研究員)



ひらい ちから



やまうち かな

はじめに

事故などの発生によってダイヤ乱れが生ずると、本来の運行状態に戻すため、列車ダイヤに一連の変更が加えられます。これは運転整理と呼ばれ、担当者(指令)の意思決定に基づいて実施されています。事故発生の時刻や箇所の特情だけでなく、不確実な状況変化を総合的に考慮しながらの迅速な判断が求められます。

情報通信技術などの発展に伴い、指令の業務を支援するシステムは導入されつつありますが、運転整理案(列車ダイヤ変更案)作成を支援する機能は必ずしも十分に整備されているとは言えません。これは、「良い運転整理」を明示するための評価手法が確立されていないことに理由の1つがあると考えられます¹⁾。

そこで私たちのグループでは、ダイヤ乱れ時における利用者の心理的な側面に着目した運転整理評価手法の検討を進めています。利用者が感じる不満(利用者不満)を予測することができれば、将来的には運転整理を実施するときの判断材料としても活用できると考えています。

ここでは、ダイヤ乱れ時における利用者不満の予測に向けた研究として、主に2つの成果を紹介します。1つは「利用者不満」が生ずるプロセスを表現するモデル(利用者不満モデル)です。これにより、利用者不満を構成する各要因とそれらの関係を定量的に「説明」できることになりま

す。もう1つは、運転整理案に対する「利用者不満推定式」を用いた評価手法です。与えられた運転整理案に対して、利用者不満推定式で表現される値をシミュレーション計算で算出することで、利用者の観点による定量的な運転整理案の比較を可能としています。

ダイヤ乱れ遭遇者に対するアンケート調査

本研究を進めるにあたり、最初にアンケート調査を実施しています。ダイヤ乱れに遭遇した利用者が実際に感じる不満の把握を目的とし、社会的影響が大きな大都市圏の路線を対象としました。ダイヤ乱れが発生した後、できる限り早く、できる限り多くの回答を収集する手段として、インターネット調査を活用しています。

図1に調査の画面例を示します。インターネット調査では、あるダイヤ乱れが発生した後、その乱れを経験した利用者が自宅などで入力した回答をインターネット経由で収集します。ダイヤ乱れに遭遇してから概ね3日以内の回答を中心に収集しました。

アンケート内容は次の4項目群からなる約40項の質問で構成しています。

- ① 不快な経験：普段あるいは事前の予想や期待に比べ、混雑、所要時間、乗換の増加などの不快な経験をした程度を尋ねた項目群
- ② 当日の移動全体を通じた評価：移動全般を通じて不満や後悔をどの程度感じたかを尋ねた項目群
- ③ 原因帰属：当日の不満の原因として、「鉄道会社」「自分自身」「鉄道会社と自分自身以外」にそれぞれどのくらい責任があると感じたかを尋ねた項目群
- ④ 個人属性：当日の急ぎ度、普段の鉄道利用頻度などの回答者の個人属性について尋ねた項目群

各利用者の感じ方を数値で表現するため、特に①から③の項目群では、5段階(1:(不満を)感じなかった～5:(不満を)非常に感じた)での回答をお願いしました。



図1 インターネット調査の画面(一部)

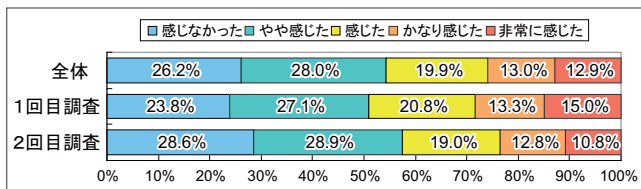


図2 利用者が感じた不満の回答分布

アンケート調査の実施

2009年度から2010年度にかけ、大都市圏のある路線で発生したダイヤ乱れに遭遇した利用者を対象に、2回のアンケート調査を実施しました。調査の第1回目は人身事故、第2回目は信号トラブルが原因のダイヤ乱れを対象としています。得られた回答の整合性を考慮してデータを絞り込み、合計で4778人分の回答を分析に用いました。

当日の移動に対する不満の回答分布を図2に示します。通勤時間帯に発生した事故を対象にした1回目調査の方が、昼間に発生した事故を対象にした2回目調査に比べて、不満足度が高い人の割合が若干多いことがわかります。また、両調査とも「いつもより不満だと感じなかった」人は全体の約25%を占めました。

利用者不満モデル

これらのアンケート調査データを詳細に分析した結果、図3に示すモデルで利用者不満が生ずるプロセスを表現できることがわかりました²⁾。もう少し正確には、過去の研究で得られている知見から独自にモデル構造の大枠を仮定し、アンケート調査データを用いて検証したということになります。

これまでの研究では、不満と関係が深い「怒り」の感情は、不満の原因が自分以外のものにあり、何らかの策を講じることが可能と判断された場合に生じることが明らかになっています。これはダイヤ乱れに遭遇した利用者の場合、原因が鉄道事業者にあり、鉄道事業者の努力次第で事態が改善されると考えられた場合に相当します。そこで、不満の背景要因として、「利用者の急ぎ度」「事前の期待に反する程度」「鉄道事業者に責任を求める程度」の3つを仮定したモデルを考え、その妥当性を検討しました。図3では、白の枠で示す「重要性評価」が利用者の急ぎ度に相当します。青の枠は「『事前の期待に反する程度』の評価」、橙の枠は「『鉄道事業者に求める責任の程度』の評価」、そして赤の枠が「利用者不満」となります。

青の枠では、事前の期待に反する不快な経験が示されていますが、それは更に次の5つに分類されることがアンケート調査の結果から明らかになりました。

- 案内の不適切：鉄道事業者から得られる情報のタイミ

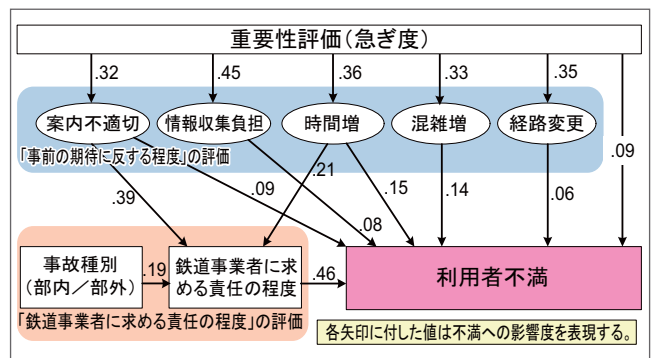


図3 利用者不満モデル

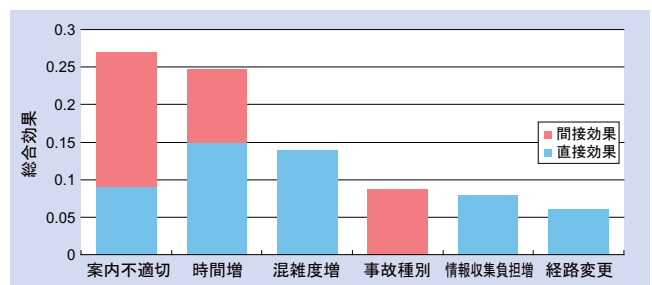


図4 各要因から利用者不満への影響度

ングや内容に関する不適切さ

- 情報収集負担：対処行動をとるのに必要な情報を集める負担
- 時間増：所要時間や乗車時間などの増加
- 混雑増：列車内や駅構内などでの混雑の増加
- 経路変更：乗換回数の増加、慣れない経路を利用することによる心理的な負担の増加

図3では、利用者不満に影響を与える要因と、各要因からの影響の大きさを矢印と数値で表わしています。数値は0から1の間をとり、1に近いほど影響度が大きいことを示しています。利用者不満に直接向かう矢印がある要因は、利用者不満への「直接効果」と言い、他の要因を介して利用者不満に結び付く要因は、利用者不満への「間接効果」と言います。直接効果と間接効果の和を「総合効果」と呼びます。なお、矢印がないところは、まったく影響がないわけではなく、他の関係に比べて無視できるほど影響が小さいということになります。

図4は、図3の中に示されている矢印の値を、利用者不満に及ぼす各要因の総合効果としてまとめたものです。直接効果と間接効果が占める割合をそれぞれ色分けしています。例として、「時間増」の値を見ることにしましょう。「時間増」から「利用者不満」への直接効果は0.15です。また「時間増」から「鉄道事業者に求める責任の程度」を経由した間接効果は、 $0.21 \times 0.46 = 0.0966$ なので、総合効果は0.2466となります。

図3および図4からは次を読み取ることができます。

- (1) 急いでいる利用者ほど、事前の期待に反した経験をする度合いが大きい(期待外れ感が強くなる)
- (2) 不満の大きさに影響を直接与える要因のうち、鉄道事業者に求める責任の程度が最も大きい
- (3) 事業者からの案内の不適切さを強く感じた人ほど、鉄道事業者に求める責任の程度は大きい
- (4) 不満の大きさを左右する複数の要因のうち、総合効果が最も大きいのは案内の不適切さであり、その内訳を見ると間接効果が直接効果よりも約2倍大きい

これらの分析から、利用者不満モデルを用いることで、利用者不満を低減させるための施策を具体的な要因に着目して議論できるようになると考えています。

利用者不満推定式

さて、次のステップでは、ある具体的な運転整理案に対する利用者不満の算出を考えます。

利用者不満モデルの要因で、運転整理案の違いが影響すると考えられる「時間増」「混雑度増」「経路変更」に着目し、利用者不満推定式を導出しました。「案内」や「情報収集負担」も、広い意味では運転整理に含まれるかもしれませんが、ここでは運転整理案としてダイヤ変更そのものが利用者不満に与える影響を測ることを主な目的とするため、上記の変数に絞ることにしました。

アンケート調査結果を用いて導出した利用者不満推定式を、本ページ下段の式1から式5に示します。式1に含まれる4つの項は、順に、所要時間増、待ち時間増、混雑度増、乗換回数増から生ずる不満を表し、それぞれ式2から式5の形になります。利用者不満の値は、アンケート項目群の「当日の移動全体を通じた評価」内の質問に対応します。つまり、予定していた移動に比べて時に感じる不満の度合いを、先に述べたように次の5段階で表現します。

- 1：感じなかった， 2：やや感じた， 3：感じた，
4：かなり感じた， 5：非常に感じた

利用者不満推定式

$$\text{式1：(利用者不満)} = -1.21 + 0.39x_1 + 0.20x_2 + 0.24x_3 + 0.19x_4$$

$$\text{式2：} x_1 = 2.69 + 2.46 \{ \log(\text{当日所要時間} + 1) - \log(\text{期待所要時間} + 1) \} + 0.26(\text{運休}) + 0.32(\text{急ぎ度})$$

$$\text{式3：} x_2 = 2.20 + 1.12 \{ \log(\text{当日待ち時間} + 1) - \log(\text{期待待ち時間} + 1) \} + 0.22(\text{運休}) + 0.32(\text{行先変更}) + 0.23(\text{急ぎ度})$$

$$\text{式4：} x_3 = 2.37 + 0.02(\text{車内混雑度増}) + 0.27(\text{運休}) + 0.28(\text{急ぎ度})$$

$$\text{式5：} x_4 = 1.89 + 1.44 \{ \log(\text{当日乗換回数} + 1) - \log(\text{期待乗換回数} + 1) \} + 0.34(\text{運休}) + 0.14(\text{急ぎ度})$$

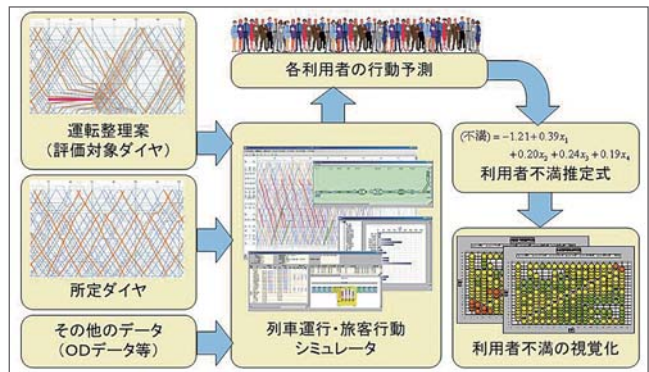


図5 シミュレータを活用した計算フロー

利用者不満値の算出

式1で示した利用者不満推定式を具体的に計算するにあたり、列車運行・旅客行動シミュレータ³⁾を活用します。このシミュレータは、与えられた列車ダイヤに対し、各列車の運行状況と各利用者行動をコンピュータ上で再現することを目指しているシステムです。利用者1人ひとりのレベルで、乗車した列車、経験した混雑率を算出します。

図5にシミュレータを活用した計算フローを示します。入力となるのは、評価対象の運転整理案、所定ダイヤ、その他のデータです。列車運行・旅客行動シミュレータが各利用者の行動を推定し、シミュレーション計算結果として保存される各利用者の行動履歴に対し、利用者不満推定式の値をそれぞれ算出します。得られた値を、例えば、利用者の乗車区間などの観点から集約することで、運転整理案に対する定量的な評価を視覚化することができます。別の運転整理案に対して同様の計算をすれば、運転整理案の違いを比較することが可能です。

運転整理評価の計算例

大都市圏のある路線における運転整理を想定し、利用者不満値を試算します。シミュレーション計算により、1人ひとりの利用者不満値を算出するので、様々な切り口での集約方法を考えることができます。ここでは、利用者の乗車区間(発駅～着駅)毎に集約することとしました。

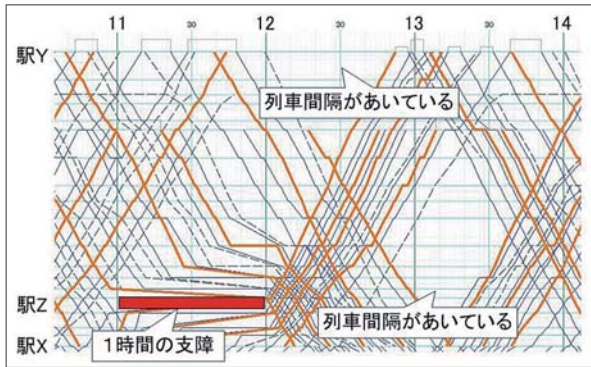


図6 運転整理1

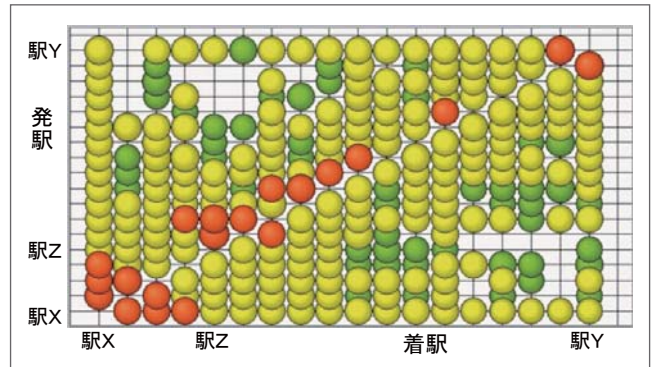


図8 運転整理1に対する利用者不満値

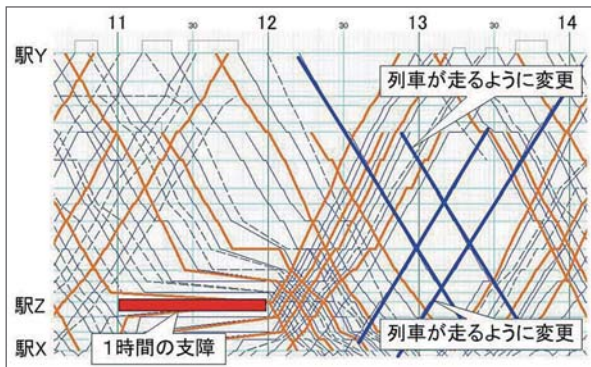


図7 運転整理2

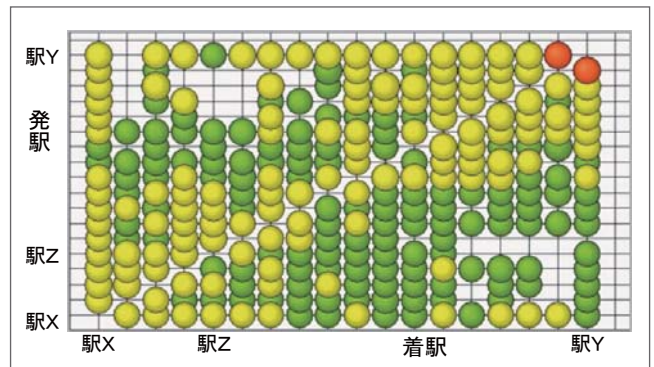


図9 運転整理2に対する利用者不満値

実在する通勤路線において1時間程度の支障発生を想定し、2つの異なる運転整理案について試算しました。運転整理案の例として、図6に運転整理案1、図7に運転整理2を示します。いずれの図も列車ダイヤ図を表わしています。横軸は時刻、縦軸は駅の位置を表します。駅Xから駅Yの間には16の駅があり、約80kmの路線です。駅Zにおいて、午前11時に何らかの事故が発生し、1時間の支障が見込まれたと仮定します。

運転整理案1では列車間隔が1時間程度あいているところがありますが、運転整理案2では、その間隔を埋めるように列車を設定しています。輸送力の確保を目指した判断で、現実のダイヤ乱れ時においても、このような運転整理案が考えられます。

当該路線の実利用者数に関するデータを用いたシミュレーション計算で、利用者不満値を計算しました。この時間帯に当該路線を利用すると推定された約3500人分の利用者不満値を予測したことになります。図8および図9に、各利用者の不満値を利用区間別に集約した例を示します。1つの丸は、対応する区間を移動する利用者不満を代表し、橙色は利用者不満が高いことを示します。これらの図を比較すると、運転整理案2では全体的に利用者不満が少なくなっていることがわかるだけでなく、利用者不満がどの区間でどの程度変化するかを読み取ることもできます。

おわりに

本稿では、実際のダイヤ乱れを体験した利用者へのアンケート調査結果から、利用者不満の構造を明らかにしたこと、また、利用者不満推定式を用いて利用者の観点から運転整理案の違いを定量的に示せることを紹介しました。

ダイヤ乱れ時における利用者行動の正確なシミュレーション計算の実現にはまだ課題が残りますが、想定した運転整理案に対する利用者不満値を算出することで、当面は、指令担当者の訓練や、運転整理方法の検討に活用できると期待しています。冒頭で述べたように、将来的には、ダイヤ乱れ時における指令の判断材料とすることを目指しています。そのためには瞬時に計算できることが必要となるため、計算方法の工夫に加え、各変数を更に吟味し、できる限りシンプルなモデルにするなどの方向で検討を進めていきたいと考えています。RRR

文献

- 1) 電気学会・鉄道における運行計画・運行管理業務高度化に関する調査専門委員会編：鉄道ダイヤ回復の技術，オーム社，2010
- 2) 山内香奈：ダイヤ乱れに遭遇した利用者の不満の規定要因－原因帰属を考慮した検討－，日本心理学会第74回大会，2EV025，2010
- 3) 國松武俊：列車運行・旅客行動シミュレータ，RRR，2008.10