

Title	鉄道運行情報配信における"可能性可視化"方式
Sub Title	
Author	菅澤, 学(Sugasawa, Manabu) 清木, 康(Kiyoki, Yasushi) Hall, Jeremy(Kurabayashi, Shuichi) 倉林, 修一
Publisher	慶應義塾大学湘南藤沢学会
Publication year	2014
Jtitle	交通運輸情報プロジェクトレビュー No.23 (2014.) ,p.42- 46
JaLC DOI	
Abstract	本論文では、輸送障害時において旅客自身の判断を促すための可能性情報を、路線図上で列車の運転状況の統合として可視化(Possibility Visualization)する方式の具体例を提案する。本方式は、ある路線が不通等になった際にそれを知らせるだけでなく、代替経路(並行する路線)がある場合にどの経路を利用すべきか、またその経路の運転状況は今後どのようなようになるかを統計データに基づいて計算し、旅客が予備知識なしに判断しやすいよう可視化するものである。この方式によって、旅客が自身で代替経路や運転状況を確認する必要のない鉄道情報提供が実現し、顧客満足度を向上させることが可能となる。
Notes	2014年度慶應義塾大学JR東日本寄附講座報告書 慶應義塾大学交通運輸情報プロジェクト その2 : JR東日本派遣研究員の活動報告
Genre	Technical Report
URL	https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/detail.php?koara_id=KO92001006-00000023-0042

慶應義塾大学学術情報リポジトリ(KOARA)に掲載されているコンテンツの著作権は、それぞれの著作者、学会または出版社/発行者に帰属し、その権利は著作権法によって保護されています。引用にあたっては、著作権法を遵守してご利用ください。

The copyrights of content available on the Keio Associated Repository of Academic resources (KOARA) belong to the respective authors, academic societies, or publishers/issuers, and these rights are protected by the Japanese Copyright Act. When quoting the content, please follow the Japanese copyright act.

鉄道運行情報配信における”可能性可視化”方式

菅澤 学[†] 清木 康[‡] Jeremy Hall[‡] 倉林 修一[‡]

[†] JR 東日本研究開発センターフロンティアサービス研究所 〒331-8513 埼玉県さいたま市北区日進町 2-479

[‡] 慶應義塾大学 SFC 研究所 〒252-0882 神奈川県藤沢市遠藤 5322

E-mail: [†] manabu-sugasawa@jreast.co.jp, [‡] kiyoki@sfc.keio.ac.jp

要旨

本論文では、輸送障害時において旅客自身の判断を促すための可能性情報を、路線図上で列車の運転状況の統合として可視化 (Possibility Visualization) する方式の具体例を提案する。本方式は、ある路線が不通等になった際にそれを知らせるだけでなく、代替経路 (並行する路線) がある場合にどの経路を利用すべきか、またその経路の運転状況は今後どのようなようになるかを統計データに基づいて計算し、旅客が予備知識なしに判断しやすいよう可視化するものである。この方式によって、旅客が自身で代替経路や運転状況を確認する必要のない鉄道情報提供が実現し、顧客満足度を向上させることが可能となる。

Abstract

In this paper, we present a new visualization method called *Possibility Visualization*, that helps passengers to determine which action to take during transportation disruptions, without deep knowledge or familiarity with the transportation network's topology. Possibility Visualization provides information not only with regards to interruption of train service, but also the existence of substitute routes, and their usefulness, according to statistical data. Our visualization is designed to reduce the impact of such disruptions to train-goers, and lead to high customer satisfaction for those utilizing a railway service.

キーワード：情報提供、可視化、情報デザイン、予測情報

1. はじめに

輸送障害¹が発生した際、一般的に鉄道会社が旅客に対して周知する情報は遅延しているという事実とその原因である。これらの情報は、駅の電光掲示板や大型液晶ディスプレイ等の設備が発達したことで、構内放送だけの時代と比べて、より多くの旅客のもとに届けられるようになったが、依然として多くの旅客が駅係員のもとに詰めかけている。こうした光景が今日も継続されているのは、旅客が簡単に理解できて次の行動に移れるような情報の提供 (情報それ自体の中身や伝え方) が十分にできていないことが原因であると考えられる。2020年東京五輪や訪日外国人旅行者数の過

去最高記録の更新²など、旅客の多様化がこれまで以上に進むことが考えられる。今こそこれまでの情報提供のあり方から脱却し、思想の転換を図るべき時期に来ているのではないだろうか。本論文では、現行の情報提供が抱える課題を解決するために、輸送障害時においても駅係員への確認や背景知識なしに旅客自らが判断できるよう、鉄道利用に関わる情報を統合的に可視化する方式 (Possibility Visualization) を提案する。

2. 課題の整理

運行情報の新しい可視化を提案するにあたり、現行の情報提供が抱える課題点 (不十分な点) を自身の駅係員経験をもとに3つ言及する。

¹ 輸送障害は、国土交通省による定義で運転事故を伴わない列車の運休又は旅客列車の30分以上の遅延をさすことになっているが、本論文においては何らかのトラブルで列車の運転が時刻通りに行えない状況をさすこととする。

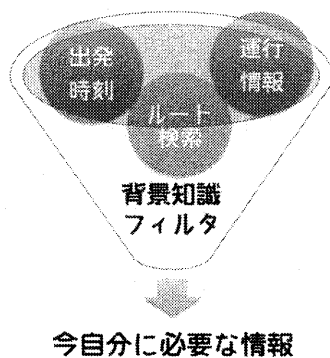
² 訪日外国人旅行者数は2013年に初めて年間1,000万人を突破し、2014年は年間1,300万人を突破している。政府は2020年に年間2,000万人に増やす目標を立てている。

(1) 問答の不一致

輸送障害が発生すると、鉄道会社としてはそうした状況が起きているという事実とその原因に加えて、運転している列車の凡その遅延時分³を案内する。その一方で、旅客は「自分が乗る列車は今度いつ来るのか」という、その時のタイミングや旅客の目的地を確認してはじめて回答できる類の個人的な情報を必要としている。列車の到着見込時刻は所定の時刻に遅延時分を加えれば求められるわけだが旅客にその願いは伝わらないことが多い。したがって会社が周知に努めている情報と、旅客が本当に知りたいと思っている情報との間には齟齬が存在するため、旅客は駅係員に確認しなければならないのだ。

(2) 情報源の分散と解釈の必要性

運行情報は異常時案内用ディスプレイ⁴、列車の行先と出発時刻は発車標⁵というように、鉄道会社の情報提供設備は機能的に住み分けがされていることに加えて、経路検索は旅客が自身のスマートフォン等で調べなければならない。そして、異常時案内用ディスプレイも含めて一般的に運行情報はマクロな視点から概要を伝えるのみで、自分がいる駅の近くを走っている列車の運転状況がどうなっているかまでは教えてくれない。旅客は分散した情報を拾い集めて補完し合って自分の利用実態に適合するように解釈を加える必要があり、そのためには背景知識も重要になってくる。調べる手間や不案内な旅客はやはり駅係員のもとへ足を向けることになる。



³ 列車が遅れた時間のこと。JRでは1分以上の遅延を「遅延」とみなす。

⁴ JR東日本が2007年2月から首都圏の主な駅(2013年度までに186駅で整備済み)に設置しているディスプレイのことで、今まで文章で表示していた運行情報を地図式表示とし、電光掲示板では案内してこなかった振替乗車路線の情報も表示できるようになっている。

⁵ ホームや改札など駅構内に設置されている吊下げ式の電光掲示板で、列車の出発時刻や種別、行先などを表示する装置のこと。

(3) 見込情報の少なさ

これまでの情報提供は、正確性と即時性に焦点を当てた現状報告の色彩が強く、人身事故発生時の運転再開見込み時刻の発表を除いては、近い未来の可能性領域については積極的に言及することを避けてきた。もともと情報の正確性は与える影響の大きさを考えれば当然のことであるが、旅客が必要としている情報は既に起きてしまった出来事の詳細よりもむしろ今後のおおまかな見通しであり、「自分は今度どの列車に乗ればいいのか」「自分はいつごろ目的地に着けるのか」という前向きな話なのである。

したがって旅客が簡単に理解できて次の行動に移れるような情報の提供には、旅客が必要としているよりマクロな視点の情報をストレートかつワンストップで済むように伝えるとともに、確実性が高い見込み情報を含めて案内することが必要である。ここで注目すべきは、現に存在しない情報(データ)を可視化することが求められているわけではないという点である。列車の運行に関わる様々な部分はデジタル化システム化されており、その甲斐あって現行の情報提供設備も機能している。ただ、それは列車運行に関わるシステムの延長線上、ないしは機能の一つとして成立しているものであり、はじめから情報提供を目的につくられたものではないため、案内の目線と少しズレが生じてしまい、上で述べたような“いたらなさ”がつかまとうのだ。したがって、旅客が駅係員に確認しなければわからない事柄の量を減らすために、旅客案内の文脈に沿うように情報を編成し直すことが必要である。

3. 可能性可視化の機能的特徴

前章を踏まえて、今回提案する可能性可視化は駅での輸送障害時の情報提供を想定して、以下の3つの機能を盛り込むこととする。

(1) 次列車着発見込時刻案内

列車が遅延している場合、現状は発車標などの時刻案内設備に所定の出発時刻を表示され続け⁶、そこに追加する形で遅延時分が表示される。この遅延時分は列車を運行するという文脈の中においては非常に役に立つ情報であるが、一方で列車を利用するという文脈では寧ろ理解を困難にする要素を含んでいる。というのは、時間帯や線区によって違いはあるものの、東京近郊の区間では3~15分程度間隔で列車が走っているが、遅延時分が列車の運転間隔以上になる場合、実質的な待ち時間と異なるため旅客に誤解や混乱を与える可能

⁶ 時と場合によっては、所定の出発時刻は表示せずに行先のみを表示することもある。

性があるからだ。また、時刻表上は遅れていても等間隔で次々に電車が来る場合も遅延時分は情報としての重要性を失うため、個々の列車の遅れの案内をすることでかえって旅客に誤解や混乱を与える可能性がある。

そこで本システムでは、これまでの遅延時分による考え方を踏襲せず、列車を利用するという文脈に適合させるかたちで、旅客が駅係員に対して問うてくる質問にそのまま答えるべく、運転状況から推定されるおよその見込みの着発時刻による案内を行うこととする。

(2) 運転状況アラート（予告機能）

輸送障害時や朝夕の通勤時間帯も含めてダイヤが乱れている場合は、乗換駅など乗降が多い箇所では列車の動きが停滞または緩慢になるため、運転間隔が短い場合は後続列車で渋滞が発生することがある。また、計画的に駅停車時間を延長して出発を遅らせるよう指示⁷が出る場合もある。

本システムでは、列車の流れがスムーズでない区間又はスムーズでなくなる可能性がある区間を旅客が直感的に認識できるよう、各区間（1駅間ごとに区分）に注意を促す表示が点灯するように設計する。注意したいのは(1)の次列車出発見込時刻案内とは異なり、遅延状況下でも列車がスムーズに流れている場合には、注意を促す表示は点灯させないことである。今後列車の流れが緩慢になる可能性がある場合、または現に遅延が発生している場合に限って色がつくことで、ちょうど高速道路の渋滞マップのように、旅客に自分が乗車する列車もこの先の”渋滞”に巻き込まれるかもしれないことを事前に知ってもらった上で利用してもらえるようにする。

(3) 非地図式代替経路案内チャート

いうまでもなく、東京近郊の区間は様々な運転系統がネットワークを形成しており、訪日外国人旅行者等の不案内な旅客には難易度が極めて高い。異常時案内ディスプレイでは路線図によって運行情報を案内することで分かりやすさを向上させているが、瞬時に理解するためには路線同士の位置関係やネットワークなど、ベースとなる知識がある程度必要となっている。

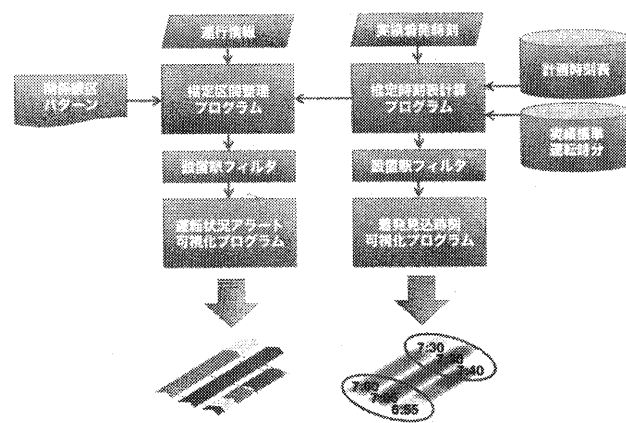
そこで本システムでは、同じ方面へ並走する線区や迂回する線区が存在する場合に、それらを乗換駅も含めて並列に表現し、東京近郊の路線ネットワークの背景知識がなくとも直感的に理解しやすいよう工夫する。そして上述(1)(2)の時刻案内と運転状況アラートをこ

⁷ 輸送障害時は、輸送指令員の判断によって運転整理と呼ばれる列車の運転間隔の均一化を図るための時間調整が適宜行われることがある。運転間隔の調整は、列車間での混雑や遅延時分の平準化につながる。

のチャート上に表現することで、複数の情報源を確認する手間を省略する。

4. 可能性可視化の実現方式

以上の3つの機能的特徴を持たせた新しい可視化方式を実現するためのシステム構成と仕様について説明する。中心となるのは、次列車着発見込時刻案内を司る推定時刻表作成プログラムと運転状況アラートを司る指定区間整理プログラムの2つのプログラムで、それぞれの計算結果は設置駅フィルタを通して可視化する駅ごとに必要なデータのみ抽出され、可視化プログラムへ至る流れとなる。使用するデータは、列車の実際の走行記録である実績着発時刻データと所定の着発時刻である計画時刻表データである。



(1) 推定時刻表計算プログラム

このプログラムには2つの役割を設ける。

① 推定時刻表の作成

個々の列車のリアルタイムの走行記録である実績着発時刻データ（秒単位）に、あらかじめ準備してある隣接駅間の実績標準所要時分⁸（秒単位）と停車時分（30秒に設定）を順に加えていく⁹ことで各駅の推定着発時刻を算出し、推定時刻表を作成する。所定の着発時刻データである計画時刻表（秒単位）は、上の計算で求めた推定時刻が計画時刻よりも早くなることのないよう補正する目的で使用する。

② 時間計算基準のアラート区間の指定

実績着発時刻と計画時刻表の突き合わせで求められる駅間の運転時分や駅の停車時分について、直近列車

⁸ 停車場間を最小で運転する時分は基準運転時分として定められているが、今回はより実際の運転時分に近い数値を得るために1年分の運転実績データから最頻の駅間所要時分を算出し、実績標準所要時分と名付けた。

⁹ 輸送障害により一度発生した遅延は、途中駅で停車時間が長めに設定されている駅がない限り、ほとんど減少しないことが運転実績データからわかっている（所定時刻から後ろへスライドしただけ）。

と比較して超過時分が一定以上(60秒に設定)を示した線区区間(確定区間)を抽出して、指定区間整理プログラムへ送り出す。

(2) 指定区間整理プログラム

① 運行情報基準のアラート区間の指定

輸送障害発生時に配信される運行情報の中から本システムに必要なデータ(事象発生線区名、発生区間、発生時刻、事象種別)を抽出し、関係線区パターン(事象発生線区名と区間、発生時刻、事象種別に応じて影響を受ける関係にある線区、区間をパターン化したもの)と照らし合わせることで、滞留発生が見込まれる線区区間(見込区間)を指定する。

② 指定区間の整理統合

上で指定した見込区間と、推定時刻表計算プログラムから受け取った確定区間のそれぞれの区間データを運転状況可視化プログラムへ送り出す。この際、運行情報に基づき運転見合わせになった線区区間については、アラート表示の対象から除外するため区間データの整理が行われる。

5. プロトタイプの製作

可能性可視化の3つの機能的特徴を効果的に示すため、並走路線が比較的多い東北線東京・大宮間の中から埼京線と東北線の結節点となる赤羽駅を例にとり、埼京線人身事故発生時の可能性可視化プロトタイプを作成した。時刻データは実際に埼京線に人身事故が発生した日のデータを使用しデモを行う。なお、本システムは、駅設置の異常時案内用ディスプレイ等で可視化することを想定したものであるため、全体のデザインは現行の異常時案内用ディスプレイに似せて制作した。

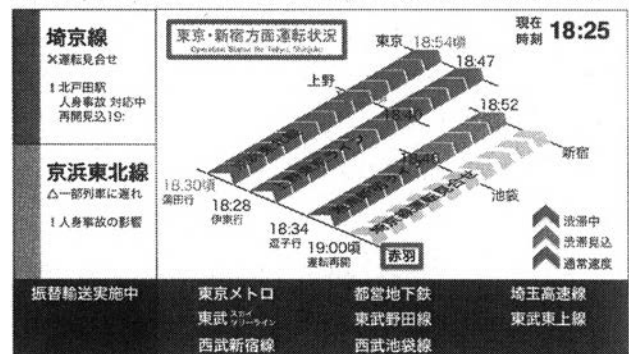
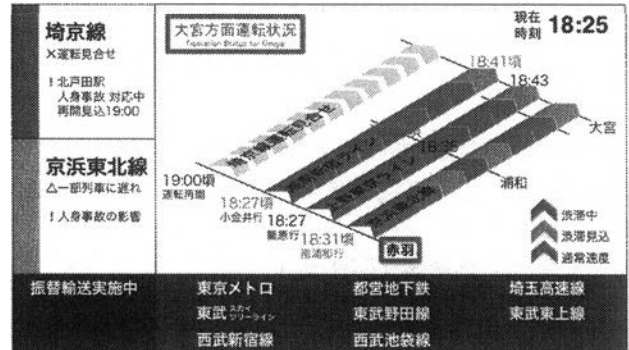
(1) 非地図式代替経路案内チャート

隣接する駅間(着駅は駅間に含む)を1つのヤマガタで表現することを原則とし、上り方面は東京駅と新宿駅まで、下り方面は大宮駅までを表示範囲として、上下方向(東京方面、大宮方面)をそれぞれ別のチャートで表現した。

(2) 次列車着発見込時刻案内

推定時刻表計算プログラムによって算出された列車の見込みの着発時刻のうち、視認性の観点から時刻を表示するのは当駅である赤羽駅と主要駅(浦和、大宮、上野、東京、池袋、新宿の各駅)のみとした。平常運転の列車は黒字で、遅延運転の列車は目立つよう赤字で時刻を表示するとともに脇に「頃」を加え、同じ方面へ向かう列車の出発時刻が一目でわかるよう配

置した。実績着発時刻のデータが更新¹⁰されると、それに基づいて推定時刻表計算プログラムも再計算が行われ案内時刻も更新される。運転状況アラートに滞留確定区間が生じた際は、主要駅の推定到着時刻は実際とのズレが懸念されるため非表示とした。



(3) 運転状況アラート

通常速度区間は黄緑色、滞留見込区間は橙色、滞留確定区間は赤色で表示できようとし、滞留見込区間と滞留確定区間は点滅する。なお、旅客が運転状況をよりイメージしやすいよう、「滞留」という言葉を避けて「渋滞」という言葉を用いて凡例を示してある。時刻案内と同様、実績着発時刻のデータが更新されるにしたがって、アラートの表示内容も更新される。なお、推定時刻表計算プログラムによる確定区間は後続の列車がスムーズに同区間を通過することで、運行情報と関係線区パターンに基づく見込区間に遷移し、見込区間の指定が解除されるのは、最後に確定区間から見込区間への遷移が発生してから30分後に設定した。

(4) 関係線区パターン

今回は埼京線が事象発生の際の当該線区であるため、関係線区は京浜東北線赤羽・大宮間上下線、上野東京ラインさいたま新都心・大宮間下り線、湘南新宿ライン大宮操・大宮間下り線と田端操・新宿間と規定している。

¹⁰ 今回は 60 秒間隔で更新されるよう設定している。

6. 考察

本研究は可能性可視化という新しい情報提供の提案であるため、プロトタイプでは列車遅延時に終端駅など特定の駅で発生する滞留（番線輻輳）にアラートが対応していないなど、本格実導入を考えた場合に必要となる一部機能を省略しているが、その他に改善が必要な点として3つ言及する。

(1) 運転状況アラートの解釈

本システムにおいて、推定時刻表計算プログラムで算出した見込みの着発時刻は、遅延状況下であっても先の区間で増延（遅延の増加）が発生しないという想定で算出した時刻であるため、運転状況によっては実際とのズレが懸念された。そこで、過去の実績と現状結果に基づく運転状況アラートにより増延発生の予告をすることで弱点の補強に努めている。しかしながら、このアラートが示す内容が「列車が当該区間を走行する時点のこと」なのか「今この瞬間のこと」なのか判断解釈に迷うという指摘があった（どちらの解釈も正しい）。解釈の正当性について旅客の不安を招かないよう、意匠上の何らかの工夫が必要である。

(2) 非地図式代替経路案内チャートの範囲

プロトタイプでは、赤羽駅から上り方面は東京駅と新宿駅まで、下り方面は大宮駅までを範囲をそれぞれチャートにしている。今回は不通になる線区区間もチャートで示す区間に収まっているが、輸送障害が別の区間で発生した場合はチャートの範囲をより拡大する必要があるのではないかという意見があり、運行情報に応じてチャートの範囲を決定する仕組みの追加が必要である。

(3) 平常時の利用

案内チャートは輸送障害時だけでなく平常時においても活用が可能である。特に、東北・高崎線と東海道線を結ぶ南北のラインは、既存の湘南新宿ラインに加えて上野東京ラインが開業し複雑化することで、旅客案内の必要性が一層増えることが予想される。チャートの範囲などは、これまで継続してきた旅客流動分析とのタイアップにより、旅客の利用実態に即して可変させるなどの工夫が必要である。

7. 今後の展望とまとめ

今回は駅における可能性可視化システムを提案したが、列車内のドア上設置の液晶ディスプレイ（VIS）を活用すれば、自列車の運転状況に合わせて各駅の到着見込時刻が更新されながら継続的に案内される状態を作り出すことができる。これは駅での可能性可視化

の弱点を補強することになり、さらに行き届いた情報提供サービスを実現することになるだろう。

本研究は自身の現場勤務経験をもとに、駅や列車内の運行情報提供が旅客にとってより役立つものとなるよう開発したものである。これまでの運行情報提供は、鉄道会社による列車運行管理の目線で役に立つ情報をほぼそのままの形で旅客向けの情報に利用していたが、旅客にとって分かりやすい情報にするには文脈に沿った加工が必要である。また、「確実性がないから何も伝えない」ではなく、これまでの実績として「可能性があるから伝えよう」という方向に情報提供のマインドを移す必要もあるだろう。技術の進歩により幸いにもデータサイエンスというものが一般化したことで、より精度の高い予測の実現が今後期待できるが、とかくデータ分析やデータマイニングとなると、結果の蓋然性に目が行きがちである（勿論このスタンスは間違っていない）。しかしながら、これまでも駅員や乗務員が旅客の個別対応に当たる際は、経験知をもとにした案内が行われており、表現に十分注意する必要があるが、大型液晶ディスプレイ等を使用した不特定多数に対する情報提供の場面においても、過去の実績からみた可能性（蓋然性ではなく）に基づく見込情報を含めて案内することは、提供できる情報の幅を広げ、旅客の自律した行動につながる糸口となることから、最終的には顧客満足の上につながっていくものと考えられる。

謝辞

本研究は構想段階から意匠の決定に至るまで慶應義塾大学の清木先生と倉林先生から数多くの助言を頂き、完成に至りました。また、プロトタイプの制作にあたってはJeremy先生の技術的支援に頼るところが非常に大きく、Jeremy先生なしでは全くもって成立しないものでした。そして清木研究室に所属する学生の皆さまからも、意匠の評価等でご意見を頂戴しました。この場を借りて深く御礼申し上げます。また、JR東日本研究開発センターフロンティアサービス研究所の皆さまにもご指導を頂きましたことを感謝致します。

参考文献

- [1] 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 2010年
- [2] 角田史記, 榊澤 剛「運行情報の提供に関する研究・開発」JR EAST Technical Review No.16 - Summer 2006
- [3] 富井規雄『鉄道ダイヤのつくりかた』オーム社 2012年
- [4] 公益財団法人鉄道総合技術研究所『第2版 鉄道技術用語辞典』丸善出版 2006年