

# スマートフォンを活用したリアルタイム列車位置情報サービスの開発と評価

日高洋祐<sup>†1</sup> 三田哲也<sup>†2</sup>

近年,急速に普及したスマートフォンおよび通信環境の整備状況により,鉄道など公共交通機関の情報提供においてもより逐次的かつ豊富な情報を利用者に提供する環境が整ってきている.本研究開発においては,鉄道における列車の位置および1分単位の遅れ情報をリアルタイムにスマートフォン経由で情報提供するサービスにおけるインターフェースデザイン,システム開発,フィールド試験結果および有効性評価および抽出された課題等について報告を行う.

## Development and Evaluation of the information system providing the real-time railway-train locational information for smartphone

YOUSUKE HIDAKA<sup>†1</sup> TETSUYA MITA<sup>†2</sup>

In the recent years, due to the widespread of high-speed communication lines such as smartphones, the communication environment where users are able to transmit a large amount of data in real time even outside their homes has been developed. In this article, We report the system development, a design, an evaluation to provide the real-time locational information of the train.

### 1. はじめに

近年,スマートフォン等,高速通信回線の普及などにより,利用者が自宅以外でも大量のデータをリアルタイムに通信可能な環境が整備されている.そのことにより,鉄道やバス,タクシーなど各交通事業者等も従来のように駅や停留所などのディスプレイやPC向けのwebサイトに案内情報を出すだけでなく,移動中の利用者を想定した場所とその時間に応じた情報提供を想定し,豊富な情報提供サービスを実施している.本稿では,スマートフォンを利用する移動中の利用者に対し,リアルタイムな列車位置情報および遅れ情報などを利用者に情報提供することで輸送障害時のサービス改善を目的として,インターフェースデザイン,システム開発,評価を行った結果について述べる.本稿では,特に複数の種類の情報を統合して発信する際の,情報を認知,行動に結び付ける公共交通機関のリアルタイムな位置情報表示の情報デザイン仕様について検討している.

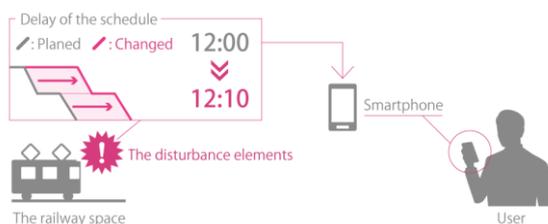


Fig 1 研究開発のコンセプト

### 2. 情報構造の整理

本項では,鉄道利用に関連する情報提供の情報構造について述べる.考慮する項目を一般化するために,初めに鉄道関連情報の定義付けを行い,本リアルタイム列車位置情報を提供する際の課題について示す.

鉄道利用の乗車時の情報要素を一般化すると以下4要素で説明される

- 1)ノード (駅)
- 2)リンク (路線)
- 3)乗り物 (列車)
- 4)利用者 (移動者)

列車が運行され,利用者が乗車し目的地まで移動するということは,「目的ノードを持つ利用者が,発地ノードと目的ノードを停車条件とする乗り物を選択する」と説明される.その条件で,全「乗り物」が等しく全ノードを停車条件とする場合には単純となる.しかし,「乗り物」によって,停車条件が異なる場合には,情報取得⇒選択(判断)の作業が求められる.選択条件としては,停車条件に加えて,速達性という時間軸に対する比較も存在する.その条件下で対象とする予定されたダイヤからの差分であるリアルタイムな遅延時分や位置情報までを含めると如何に多くの情報取得・判断が複雑となり,利用者とスマートフォン表示においてよりわかりやすい情報設計が必要であることがわかる.

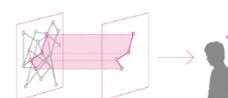


Fig 2 鉄道利用時の情報と利用者の関係

<sup>†1†2</sup> 東日本旅客鉄道(株)  
East Japan Railway Company.

## 2.1 公共交通機関の路線情報構造が複雑化する背景

都市の効率化観点により大都市の高機能化,集積化は進んできており,ある一定以上のエリアを持つ都市内輸送に関しては,同一路線に対しても近距離移動と遠距離移動の効率性を両立する必要がある.そのためには,停車パターンを複数持つことが移動サービスとしては効率がよい.概念としては,高速道路とも一致し,長距離は停車条件の少ない列車を選択し,近距離や特定駅には近距離列車を選択することで速達性を確保できる.本設定条件を,横軸時間,縦軸停車駅とすると,ある一定の駅において運行を示す線が交差することから,先に到着した列車に乗れば一番早く到着しない複雑なケースが発生する.このように輸送効率性に対して,利用者の情報判断としては複数の列車選択に対する,所望の駅への停車可否と,所要時間の便による違いを把握および判断する必要がある.



Fig3 路線や列車種別の種類の例

## 2.2 鉄道利用に必要な情報について

利用者が鉄道利用にあたり,停車条件および速達性を確保するために,判断材料となる情報ソースについて表にまとめる.また,それらがどのような情報提供をされているかを備考欄に示す.正常に運行されている状態を想定しており,遅延が発生した場合には時刻に関する項目がリアルタイムに変化していく.

列車選択の判断材料となる情報

- ・ノード断面で見た全列車の到着・発車時刻
- ・ノード断面で見た,停車条件を持つ列車一覧(ないし種別ラベル)
- ・ノード断面で見た,先着,先発列車一覧
- ・列車断面で見た全ノードの到着・発車時刻
- ・列車断面で見た全列車の停車条件

備考:時刻で表現,時間で表現,ノードで表現

## 2.3 背景まとめ

本項において,利用者視点での鉄道空間の持つ情報概念の一般化および,高度化された運行形態を持つ都市圏の情報判断の際,事故など鉄道遅延が生じた際にどのような特性を持つかということをもとめた.次項より,それらの情報を,スマートフォンおよびインターネットを介して複雑な

情報を利用者に必要な形で提供するにあたってのインターフェースデザインについて記述する.

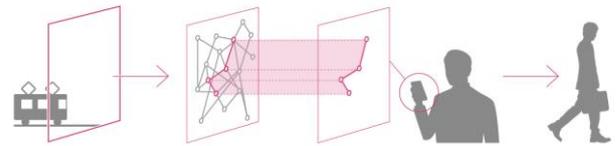


Fig.4 背景および本研究でのフォーカス範囲

## 3. スマートフォン向けリアルタイム鉄道情報提供のインターフェースデザイン

### 3.1 行動観察および熟達者ヒアリングによるユーザ情報探索導線

複雑な情報をどのように取得,認知,判断,行動につなげるかというためには,理論的に所望する必要十分かつ最小限の情報を定義する必要がある.そこで,鉄道情報を把握し,どのように最適化された行動を行うかというケースを抽出し,情報デザインの要件とした.多くのモニターから鉄道運行について知見のあるモニターをスクリーニングし,鉄道が遅延した際に,どのような情報を元にどのような最適化行動をするかというヒアリングを行った.その結果,以下の項目が抽出された

- ・駅断面で見た目的駅への移動可能な列車の時刻
- ・乗車する列車の目的駅への所要時間
- ・ある列車が目的駅を停車駅として保有するか
- ・目的駅を停車駅と持つ列車はどれか

また,それらは一般化概念と照らし合わせても,停車条件,速達性確保の条件を満たしている.

### 3.2 情報デザインの要件定義

以上,一般化モデルとヒアリング結果に加えて,提供サービスの特性を踏まえて,考慮した要素について記述する.

#### 3.2.1 情報構造のトレードオフ関係

最適化を行う上でトレードオフの関係となる要素について説明する.利用者にとって駅断面で見る情報や列車断面で見る情報が上位にあることが望ましいが,駅が複数ある場合には全情報を上位に表示して複雑化することを許容するか,駅や列車を選択させて一階層下げることで情報探索経路が冗長となることを許容する必要がある.

A) 必要情報の理解のしやすさ(1画面からの提供情報量を極力少なくする)

B) 必要情報まで最短経路である(必要情報まで遷移数を極力少なくする)

#### 3.2.2 メンタルモデルおよびチャック形成

情報インターフェースを議論する際に,利用者にとって長期記憶であるメンタルモデルを参照し,短期記憶を整理するプロセスに着目する必要がある.特に移動中の情報取得

であり、利用者にワントimeで極力情報遷移なく、情報を取り込んだ際に短期記憶に多くの情報をインプットし、判断まで考えさせることも避けるべきである。そのためには、記憶・判断領域での変換作業を少なくするために、表示をシンプルとすることと、表現パーツを既に用いられているものを活用することで既存のメンタルモデルを活用することができる。

### 3.2.3 スマートフォン特性

PC における web デザインと異なりスマートフォンの場合には基本タッチ操作によって画面遷移を行う。また、画面領域もサイズの多少の際はあれども4インチ程度であれば視線移動の散漫を防ぐためにも、1画面に収める情報量をコントロールする必要がある。特に駅、路線、列車を表現する際に、多くの情報を盛り込むほうが一覧性は向上するが、表示サイズが小さくなるなどトレードオフな関係となるが、スマートフォンのスクロールにおけるストレスは比較的小さいという調査結果も踏まえて、スクロールをある程度許容する。

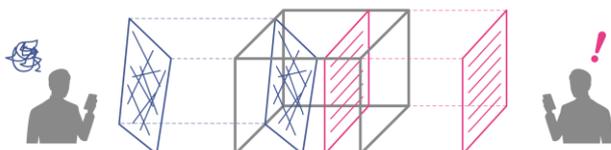


Fig4 複雑な情報と構造化された情報の受け取り方  
本項では、複雑で多様な情報を利用者の認知判断プロセスに沿って情報提供することを考慮したインターフェースデザイン、評価結果について記述する。

### 3.3 インターフェースデザイン

試験として、JR 東日本路線でも多くの利用者が見込まれる路線を対象としてインターフェースデザイン（プロトタイプ開発）を行った。以下に工夫点について記述する。

#### ① 情報構造の工夫

それぞれの画面における一つの情報があることにより、その先の情報探索の必要の有無を利用者自身で判断可能とし、かつ判断プロセスにそった情報構造とすることで余計な画面遷移や余計な情報表示を避けるようにした。

- ・最大遅延時分のトップ表示
- ・路線表示の際の個別遅延時間情報付加
- ・個別到着時刻の階層深化

#### ② チャンク形成とメンタルモデル利用

既存の表示を元にスマートフォン側のデザイン（フォントや構成）を工夫した。また、乗り物（列車）の位置情報を実際の地図に投影するケースが散見される。地理的な正確性は担保されるものの、路線として曲線や距離間が異なると情報認知に頭の中での変換作業が行われてしまうので、今回は鉄道情報に特化していることもあり表示はデフォルメして直線とノード（駅）と路線（リンク）で直行する形とし

た。また、駅を保有する列車の分類わけで列車種別（停車種別、特急列車、普通列車等）があるが、この情報を「路線単位の列車一覧および遅れ情報画面」で扱う際に、各列車に遅延情報に加えて負荷するか、確認の際にタッチ操作を強制するかという方法がある。それらはチャンク数の観点でも、情報構造の観点でもマイナス要素となることから、色の概念を用いて、列車種別ごとにわけて、アイコンの色と一致させることで、利用者が見るべきエリアを限定し、上下の視線移動で事足りるようなデザインとした。

- ・停車種別と停車条件を線と色でわかる
- ・路線を真っ直ぐとする
- ・表現を配布地図、掲示で用いられる表現と一致させる

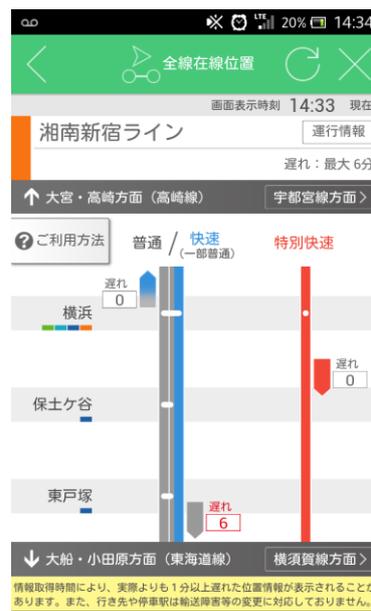


Fig5 アイコン等の色分けの例

#### ③ スマートフォン特性

タッチ前提であることと、画面領域の制限により以下のような工夫を施した。

- ・視認可能な前後4駅程度の情報表示
- ・列車アイコンをボタン化

以下に開発した基本画面デザインを示す。

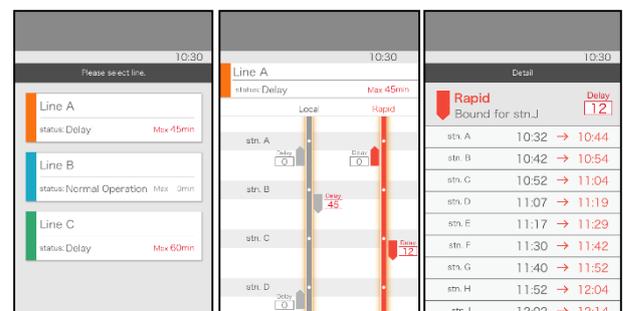


Fig6 基本デザインイメージ一覧



Fig.7 実際の運用中の画面

① 「路線選択および遅れ概要表示画面」

多くの駅の選択可能性があるが、基本的に出発地を基準として目的駅に対しては路線名によって識別されることから、路線名に対して遅れ概要表示を行った。路線に対して、保有する全列車の遅れ時間をフィルタリングして最大値を表示することで、その度合いを利用者の情報探索が必要かどうかを判断できるようにした。例えば遅れが 0 であれば、その先の情報探索は必要がないと判断することが可能となる。

② 「路線単位の列車一覧および遅れ情報画面」

二階層目は路線単位で列車の位置と遅延時分を表示している。今回の対象路線であると 10 を超える駅群を保有することから、4 駅分程度を表示し、スクロールで対応するようにした。利用者は自らのいる駅付近を調べ、直近の列車の位置を確認するとともに、遅延があるかを判断できる。①同様にその先の情報探索が必要かをこの段階で判断可能となる。

③ 「列車断面の遅延情報および到着時間表示画面」

①②により遅れがあるか、詳細な情報を取得する必要があると感じた場合に列車を指定してその遅延情報や到着時間を閲覧可能となる。コンテキストの把握として列車断面か駅断面かがある。列車断面の場合には、駅に対する発着時間を情報取得する必要がある。

④ 「駅断面での発車時刻および遅れ情報」

利用者のコンテキストにあわせて駅断面で発車時刻と遅延時分を表示している。このあと②や③遷移して比較する必要がないよう②の一部情報を本画面にも付加している。

3.3.1 デザインの工夫点

それぞれインターフェースデザインのコンセプトに対して、デザインがどの点に当てはまるのかを記述する。

① 情報構造の工夫

それぞれの画面における一つの情報があることにより、そ

の先の情報探索の必要の有無を利用者自身で判断可能とし、かつ判断プロセスにそった情報構造とすることで余計な画面遷移や余計な情報表示を避けるようにした。

- ・最大遅延時分のトップ表示
- ・路線表示の際の個別位置情報への遅延時間情報付加
- ・個別到着時刻の階層深化

③ チャンク形成とメンタルモデル利用

既存の表示を元にスマートフォン側のデザイン（フォントや構成）を工夫した。また、列車の位置情報を実際の地図に投影するケースが散見される。地理的な正確性は担保されるものの、路線として曲線や距離間が異なると情報認知に頭の中での変換作業が行われてしまうので、今回は鉄道情報に特化していることもあり表示はデフォルメして直線と駅と路線で直行する形とした。また、駅を保有する列車の分類わけで列車種別（停車種別、特急列車、普通列車）があるが、この情報を「路線単位の列車一覧および遅れ情報画面」で扱う際に、各列車に遅延情報に加えて負荷するか、確認の際にタッチ操作を強制するかという方法がある。それらはチャンク数の観点でも、情報構造の観点でもマイナス要素となることから、色の概念を用いて、列車種別ごとに LINE をわけて、アイコンの色と一致させることで、利用者が見るべきエリアを限定し、上下の視線移動で事足りるようなデザインとした。



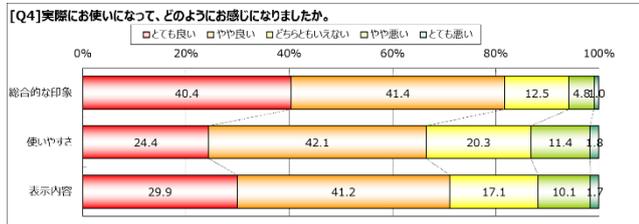
Fig.8 実際の画面の例（遅れ発生時）

3.4 サービス評価

構築したプロトタイプについて、スマートフォンアプリケーションの 1 コンテンツとして開発を行い、2014 年 3 月よりサービス提供の中で、ユーザアンケートを実施した。総回答数は 4500 を超え、サービスとしては高評価を得た。以下に総合評価、わかりやすさへの主観評価、利用意向について示す。アンケート実施期間は 2014 年 4 月中旬より 2 週間程度実施し、回答方法は路線選択画面の下にアンケートボタンを設置し、アンケートサイトから回答を集計する形とした。以下、設問内容に対して、回答の割合を示す。

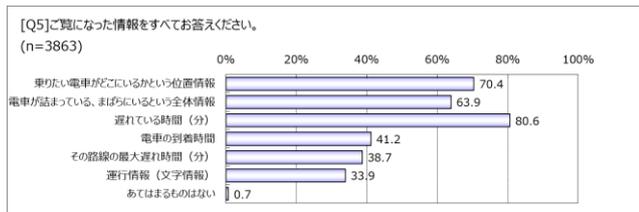
### 3.4.1 総合評価

総合評価としては、使ってみた感想という形で質問し、あわせて使いやすさ、表示内容のわかりやすさを調査した。結果としては80%近い良いという回答を得ることができた。低いスコアではないが、総合評価に比べると使いやすさの若干ポイントが低いため、一部機能については、改善の要望があることがうかがえる。



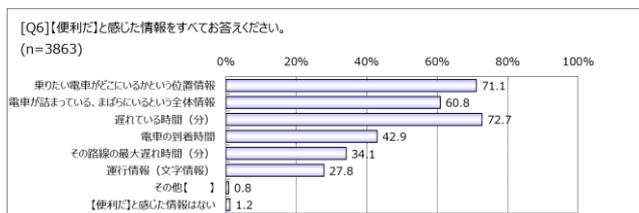
### 3.4.2 閲覧した情報コンテンツ

次にどの情報を見たのかという質問をした。結果として「遅れ時分」「列車位置」が多く、階層の深い詳細な情報のポイントは低い結果となった。



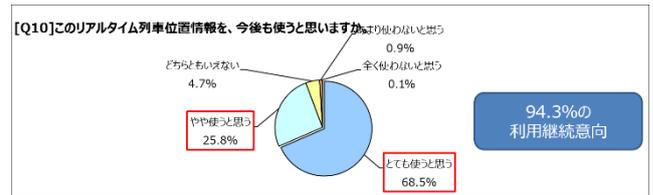
### 3.4.3 便利だと感じた情報

総合評価の印象について、どのコンテンツが寄与しているのかを把握するために、コンテンツごとにどの情報が便利と感じたかをヒアリングした。結果として、「所望する列車がどこにいるか」という情報と、遅れている時分にポイントが高かった。この結果については、3.4.2 の閲覧された情報と同じ傾向を示している。



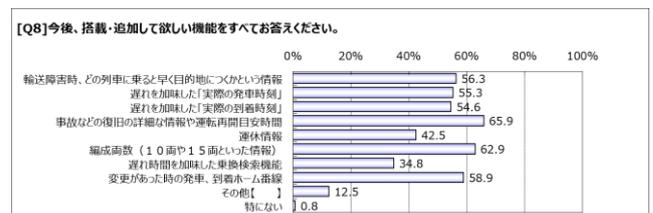
### 3.4.4 今後の利用意向

サービスとしての継続利用意向を調査した。その結果90%を超える非常に高い利用意向を確認できた。この結果より総合評価および利用意向の高さより、サービス全般としての有効性を確認することができた。



### 3.4.5 今後の追加機能要望

今回は試験用サービスのため、情報をシンプルにしたが、本来輸送障害時などダイヤ乱れ時にはより多くの情報が必要となることから、どのような情報がさらに追加されたらよいかという調査を行った。その結果、輸送障害に対する運転再開の目安および、列車の編成両数に要望が集まった。利用者の情報を取得、行動判断のプロセスを考えると、特に運行が停止しているときには、遅れ時分は単純に増大しつづけ、その状態では判断がつかないことから運転再開に対する情報も組み合わせることへのニーズの高さを確認した。また、編成両数については自由記述欄などより、両数が少ないと、駅で待つ場所が異なるケースや、短い編成のほうで混雑し着席できないからであるという回答からニーズの高さを確認した。また、その他の遅れを加味した到着時間や先着案内なども50%を超えるスコアであるので、今後の検討課題として捉える必要性を確認した。



### 3.5 サービス評価考察

結果としては、非常に高い評価および利用意向を確認できた。本研究では、複雑になりがちで、かつ情報構造の可能性が多く存在する列車運行情報のインターフェースデザインについて検討を行ったが、結果より一部改善の余地はあるものの、おおむね必要情報を伝達することができていると思われる。ただし、3.4.5 の追加機能要望にあるようなより詳細な情報を付加するにあたっては、再度インターフェースデザインが複雑化することから、注意して改良を行う必要があるものと考えられる。

### 3.6 今後の別視点での評価の重要性

また、今回はサービスとしての有効性であったが、情報インフラとしてこのような情報システムの導入を検討する際には、他の視点のプロジェクト評価も必要であると考えられる。時刻表など静的なデータに比べると、今回のような位置情報や遅れ時分についてはより多くのコスト負担が発生する。また、このような鉄道の情報は、利用者にとって限定的なエリアでの展開よりも、網羅的な展開が望まれ、それは現在多く利用されている乗換検索サイトやアプリなどを見て

も明らかである。しかしながら、費用対コストだけで考えると、導入されない路線や会社などが発生し、それは別の他社にとってもデメリットとなる可能性もある。そのため、プロジェクト評価として、輸送障害時に最適な選択をすることで経済時間が確保できるという道路渋滞解消の便益評価と同じ検討をすることや、一定の費用増に対して、広告宣伝と組み合わせて対応するなどサービス導入に対しては複合的な評価を実施していくことが肝要である。

#### 4. まとめと今後の展望

本稿においては、複雑な情報探索が必要となる効率化された交通ネットワークのリアルタイム情報を含めた表現についてのインタラクションデザインについて記述し、モデルの一般化およびデザイン上の工夫点について報告を行った。本検討にあたっては、今後の公共交通が充実した都市における情報提供および近年盛んにおこなわれているリアルタイムなオープンデータを活用したアプリケーション開発にあっても、そのサービスおよびユーザビリティの質を高める参考になるものとする。今後は時間軸の異なる予測情報と計画情報の出しわけ方などを検討していきたいと考えている。

##### 参考文献

- 1) T・F・ナス,萩原清子監訳(2007)「費用・便益分析～理論と応用」
- 2) 堀 雅通路(2000)「現代欧州の交通政策と鉄道改革～上下分離とオープンアクセス～」
- 3) 矢島隆,家田仁(2014)「鉄道が創り上げた世界都市・東京」計量計画研究所
- 4) 費用便益分析マニュアル H20 発行,国土交通省
- 5) 鉄道プロジェクトの評価手法マニュアル 2012 改定,国土交通省
- 6) 藤井彌太郎,中条潮,太田和弘(2001)「自由化時代の交通政策」東大出版会
- 7) 飯田恭敬,北村隆一(2010)「情報化時代の都市交通計画」コロナ社
- 8) 山内弘隆,竹内健蔵(2007)「交通経済学」有斐閣アルマ