

クラウドサービス活用による鉄道運行情報の視覚化と災害時での応用

塚田 知輝・石川 剛 (株式会社東京地図研究社)

1. はじめに

近年、豪雨や豪雪といった風水害や地震発生時などに都市部の公共交通網が麻痺するリスクが顕在化している。企業ではこうした非常時における事業への影響を最小限とするため、BCPの制定および運用が社会的責任として広く認知されている。特に関東圏では鉄道を利用した通勤への依存度が高く、災害発生時には各路線の運行状況を迅速に把握し、従業員への指示・連絡を行うことが安全確保につながる。

一般的に、鉄道運行情報は各鉄道事業者から直接提供されるWebサービスや、ポータル系の乗換案内サービス等で取得できる。前者においては、路線図を模した図を用いて視覚的に明瞭な情報が得られるが、各事業者が情報を独自に配信しており、地域全体の路線に対する運転状況を俯瞰する観点では網羅性に欠ける(図1)。一方、後者においては、特定地域内の全路線の運行情報を網羅的に確認できるが、テキストや表形式の情報にとどまっているケースが多く、関

東圏のように多数の路線が存在する場合には直感的な視認性に乏しくなる(図2)。

このような鉄道等公共交通網の乱れを利用者目線で考察した既往研究では、伊藤ら(2011)による列車遅延発生時に対する利用者の情報収集実態と認知状況に応じた行動変化について分析した研究¹⁾や、新井ら(2013)によるSNSを通して列車遅延情報収集を試みた研究²⁾等がある。しかしながら、GISを用いた運行情報の視覚化に関する考察や、情報認知を通じた行動変化への応用事例は極めて少ない。

そこで本研究では、関東圏の鉄道運行情報についてGISを用いた路線図形式で網羅的に視覚化し、リアルタイムな情報更新と閲覧を可能にすることで、災害時をはじめとした非常時の際の意思決定を促進することを目的とし、クラウド型のGISを活用した「鉄道運行情報GIS」の構築を行った。また、その運用と応用事例を踏まえ、効果と課題についての考察も併せて行うこととした。



図1 鉄道事業者により提供される運行情報の一例
出典：東京メトロ HP
(<https://www.tokyometro.jp/index.html>)



図2 Web乗換案内サービスによる運行情報の一例
出典：Yahoo! 路線情報
(<https://transit.yahoo.co.jp/traininfo/area/4/>)

2. GISによる鉄道運行情報の視覚化

2.1 鉄道運行情報の取得

鉄道運行情報の取得にあたっては、複数のWeb版乗換案内サービスの比較検討を行い、関東圏の運行情報を網羅的かつ統一的なフォーマットを得られる点を重視し、今回は「Yahoo!路線情報」の配信情報を引用した。当該サービスからは関東圏全154路線の運行情報について以下の3項目が取得可能である。

- ・状況：平常／運転遅延／運転見合わせ等
- ・詳細：各路線の運転状況を記載したテキスト
- ・情報掲載日時：上記情報が掲載・更新された日時

GISデータと結合するため、以上3項目をテーブル形式に整理する手法の検討を行った。プラットフォームへの非依存性と自動化を考慮し、オンライン版表計算ソフト(Googleスプレッドシート)の関数機能を用いてWebサイトから一定の間隔で情報を取得・更新を行い、テーブル形式へと整理した(表1)。この運行情報テーブルをCSVファイルへ変換処理し、GISソフトへの取り込み・データ結合を行うこととした。なお、情報鮮度のリアルタイム性と、サイトへのアクセス負荷および処理速度を考慮した結果、運行情報の取得間隔は10分で設定した。

2.2 鉄道GISデータの整備

鉄道運行情報の視覚化に必要なGISデータは、配信される運行情報の路線名および区間と一致している必要がある。例えば、オープンデー

タとして公開されている鉄道GISデータの1つに国土数値情報鉄道データがあるが、ラインの区間や属性として格納されている路線名が実際の運行形態と乖離しているケースも散見される。これは当該データが原典資料として鉄道要覧を用いており、路線名や区間が主に開業年度順に重複なく収録されているため、他路線への直通運転や通称路線等を含み複雑化している関東圏の運行形態とは一致していないことが背景にある。例えば、JR山手線は実際の運行では環状線だが、データ上では山手線・東北線・東海道線の3路線に分割して表現される(図3)。

GISソフト上での運行情報と鉄道路線データの結合処理を想定し、「Yahoo!路線情報」上で



図3 国土数値情報鉄道データでJR山手線を表現した例

表1 テーブル形式に整理した運行情報の一例

路線名	状況	詳細	情報掲載日時
宇都宮線 [東京～宇都宮]	運転見合わせ	久喜～東鷲宮駅間で発生した沿線火災の影響で、現在も運転を見合わせています。なお、振替輸送を行っています。	2020年11月26日 08時30分現在
上野東京ライン	運転状況	宇都宮線内で発生した沿線火災の影響で、東海道本線と宇都宮線との直通運転を中止しています。	2020年11月26日 08時40分現在
西武池袋線・秩父線	列車遅延	濃霧の影響で、現在も一部列車に遅れが出ています。	2020年11月26日 08時15分現在

表2 路線名一致数と一致率

地域	名称一致数 / 路線数			路線名称一致率		
	JR	私鉄他	全体	JR	私鉄他	全体
関東	21 / 47	55 / 107	76 / 154	44.70%	51.40%	49.40%
中部	15 / 30	37 / 68	52 / 98	50.00%	54.40%	53.10%
近畿	14 / 29	42 / 76	56 / 105	48.30%	55.30%	53.30%
全国	111 / 220	161 / 315	272 / 535	50.50%	51.10%	50.80%

※名称の重複等为了避免, 路線名に事業者名を適宜付加し比較した
(例: JR日光線・東武日光線/JR山口線・西武山口線 など)

配信されている路線名と、国土数値情報鉄道データに収録されている路線名を比較したところ、その一致率はJR・私鉄ともに50%程度にとどまることが分かった(表2)。このことが、運行情報とオープンデータを使って全路線図を紐付けたWeb閲覧サービスがほとんど見られない原因となっている可能性もあり、交通オープンデータ等の整備方法に一考を要するとも考えられる。

以上から、オープンデータの鉄道GISデータにWeb上の運行情報を直接紐付けることは困難であると判断し、当社が保有する中縮尺向けGISデータをベースとして運行情報テーブルと定義を一致させた新たな鉄道GISデータの整備を行った(図4)。また、鉄道事業者が路線案内用に採用している公式なラインカラーのRGB値を属性に格納し、描画時に参照させることで



図4 独自整備した鉄道GISデータのイメージ

路線図としての視認性も保持できるようにした。

3. デスクトップGISからクラウドGISへの移行

前項で述べた運行情報テーブルと鉄道GISデータを活用し、まずデスクトップGISであるArcGIS Pro 2.3 (Esri社) を用いて運行情報視覚化の検討を行った路線毎のラインカラーを採用した鉄道ラインデータをベースに路線図を作成し、最新の運行情報に応じた警告色を付加することで、効果的に運行情報を視覚化できることを確認した(図5)。

しかしながら、デスクトップGISはライセンスや動作環境に制約があるため、リアルタイムな情報更新・閲覧と常時更新されるデータの管理にはやや不向きで、汎用性には難点もある。そこでクラウドベースのWebGIS (以下、クラウドGIS) 上で動作し、リアルタイムに情報更新を行うことで、ブロードバンドインターネット接続環境とWebブラウザ対応端末があれば、どこでも

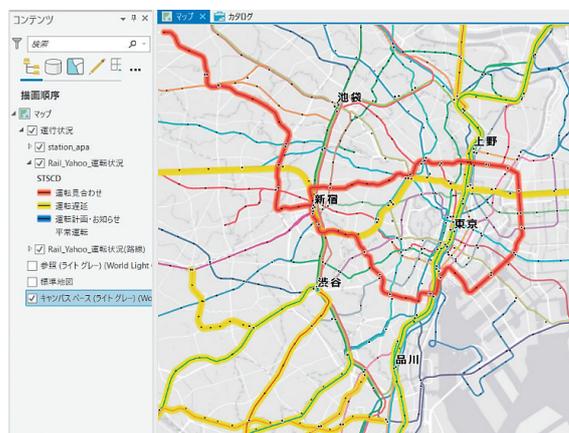


図5 鉄道運行情報GIS (デスクトップ版) の画面イメージ

閲覧可能なシステムの構築を目指すこととした。

クラウドGISでのシステム構築にあたっては、オンラインで動作するArcGIS Online (Esri社) をベースとし、状況監視機能を持つArcGIS Dashboardsを活用してアプリ作成を行った。運行情報テーブルとGISデータの結合はローカル環境上でPythonスクリプトを用いて処理し、クラウド上の形式に変換・アップロードすることで最新の状態に更新させることとした。状況監視アプリでは、最新の運行情報に合わせて運行支障路線のリストや路線数を表示させることで、直感的に状況を把握しやすくしている。具体的なシステムの処理フローを以下に示す(図6)。

- ① 運行情報サイトから情報を取得
- ② クラウド版表計算ソフトで運行情報テーブルをCSVファイル化
- ③ ローカル環境でPythonスクリプトを用いて

運行情報テーブルと鉄道GISデータを結合

- ④ クラウドGISへアップロード処理
- ⑤ Webマップへの展開と状況監視アプリの構築

以上の処理フローは情報更新間隔の10分に合わせて定期的に行われ、引用元の更新ラグと処理時間を含めると、運行支障発生から約20分程度で関東圏全路線の最新運行情報をクラウドGIS上に表示できる。これによって本システムを「鉄道運行情報GIS」として運用することが可能となった(図7)。

4. 災害時での応用

「鉄道運行情報GIS」はクラウドGISをプラットフォームとしたため、他の地理空間情報の重畳や空間分析によってさらなる応用も可能である。そこで、企業におけるBCP対応の機能強化を念頭に、通勤影響度判定モード機能の追加

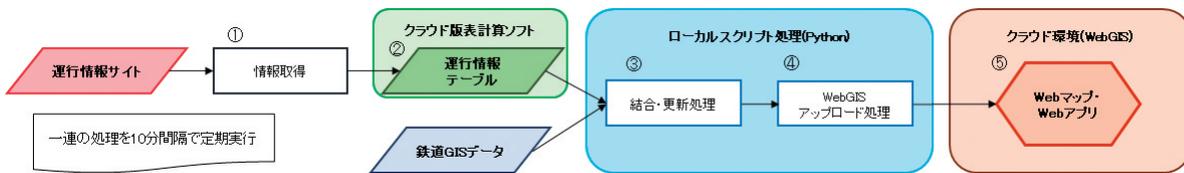


図6 鉄道運行情報GIS (オンライン版) の処理フロー



図7 鉄道運行情報GIS (オンライン版) の画面イメージ

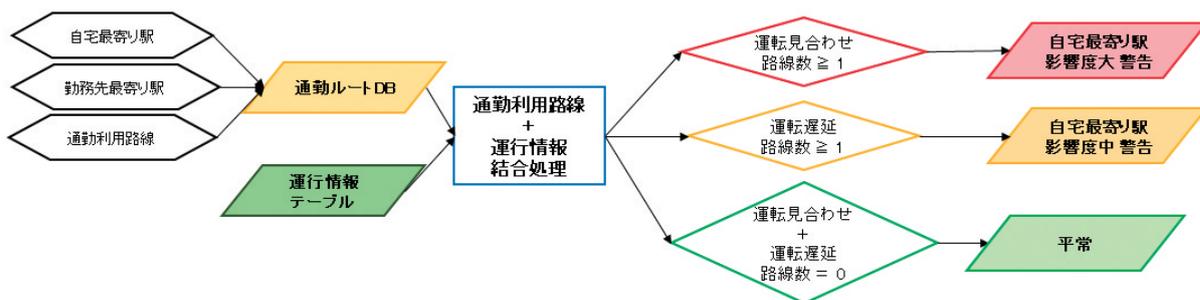


図8 通勤影響度の判定フロー

についても併せて検討を行った。

通勤影響度とは、従業員が自宅と勤務先を行き来する際、利用する路線における運行支障の有無を示す度合いとして独自に定めた指標で、運転遅延が生じている路線が1路線以上あれば「影響度中」、運転見合わせが生じている路線が1路線以上あれば「影響度大」と定義する。

通勤影響度の判定フローを図8に示す。まず、各従業員の定期券利用区間情報を基に利用駅・利用路線区間を抽出した通勤ルートDBを作成、都度更新されている運行情報と結合させて、自宅最寄り駅のポイントに対し通勤影響度判定の結果を付与する。この判定結果を「鉄道運行情報GIS」に重畳させることで、現在の運行状況に応じた全従業員の通勤影響度を網羅的に可視化した。これにより、大規模な運行障害発生時に、企業のBCP担当者がその影響を受ける従業員を即座に特定できるほか、周辺路線の運行情報を参考に当該従業員への指示・連絡等を円滑に行うことが可能となった。

上記機能を「鉄道運行情報GIS」に実装し、都内にある当社2拠点（府中本社・飯田橋支所）に所属する従業員を対象に検証を行った。その事例として、2020/07/30（木）10：40頃および2020/11/26（木）10：30頃の判定画面を図9、図10に示す。

前者においては、同日09：38頃、千葉県沖を震源とする地震のため気象庁から緊急地震



図9 通勤影響度判定画面（2020/07/30 10：40頃）



図10 通勤影響度判定画面（2020/11/26 10：30頃）

速報が発表され、合計23路線で安全確認等によるダイヤ乱れが同時多発的に生じた。実際には震度が過大に予測されたため被害発生には至らなかったが、本システム上ではほぼリアルタイムに運行情報に追従し、一部従業員に対して警告表示ができた。このように、地震災害発生時には多くの路線が同時に影響を受けることが想定され、リアルタイムかつ網羅的に情報確認ができる本システムを活用することで、従業員の安否確認や迅速な指示対応の一助になる

と考えられる。

後者においては、早朝からの濃霧、JR宇都宮線で発生した沿線火災、京王線で発生した人身事故等により全19路線に影響が生じた。当社は東京都府中市に本社社屋があり、京王線を日常的に利用する従業員が過半数を占める。このため、同路線の支障に連動して影響を受ける従業員が局地的に多数となってしまうことが視認できる。このように、BCP対応では各企業における固有の脆弱性に着眼する必要もあり、従業員の通勤ルートと運行情報を組み合わせることで、これまで可視化しにくかった通勤に対するリスクの洗い出しや改善策を検討するきっかけにも繋がると考えられる。

5. まとめと今後の課題

本研究では、Webで提供される乗換案内サービスの配信情報から関東圏の鉄道運行情報を引用し、独自に整備した鉄道GISデータと結合させることで、クラウド上で網羅的に視覚化させる仕組みを考案した。この中で、既存のGISデータで運行情報とそのまま紐付け可能な路線名属性を持つものはなく、こうしたサービスを広く全国で実現するためにはかなりの加工を要することも明らかになった。また、準リアルタイムの情報更新機能と従業員の通勤ルートを基にした通勤影響度情報を付加させた「鉄道運行情報GIS」システムを構築し、災害時など障害発生時のBCP対応における迅速な意思決定の促進を可能にした。さらに、都心部の運行障害発生時の実証も二度行い、その有効性を評価した。

最後に今後の課題および改善点として以下の3項目を挙げておく。1つ目は、鉄道運行情報の鮮度や精度が引用元のWebサービスに依存している点である。ただし本システムは異なる情報ソースも参照できるよう設計しているため、交通オープンデータ等が広く普及すれば、その積

極的な活用も検討していく。2つ目は、本システムの処理フローに一部でデスクトップ環境(ローカル)でのバッチ処理が残っている点である。これを完全にクラウド上で実行できるようになれば、非常時での冗長性もより高くなると考えられる。最後の3つ目は、路線の一部区間だけに運転見合わせが生じるようなケースであっても路線全体に障害ありと判定してしまう点である。こちらについては、運行情報テキストの解析とGIS処理の改善で機能追加を目指したい。今後はシステムを運用しながら実例を蓄積し、より効果的な仕組みについて引き続き検討していく予定である。

【付記】

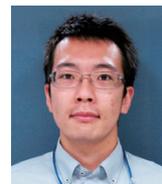
本稿は第42回 測量調査技術発表会(2020年9月)で発表した内容に改良と検討を加えたものである。

■参考文献

- 1) 伊藤太郎・岡村敏之・中村文彦・王鋭(2011). 首都圏鉄道遅延発生時における利用者の情報提供に対する利用選好に関する研究, 土木学会論文集D3(土木計画学), 67-5, pp.I_657-I_663.
- 2) 新井誠也・平川豊・大関和夫(2013). Twitterからの列車遅延情報収集手法の検討, 情報処理学会研究報告, 2013-IFAT-I12-1, pp.1-8.

■執筆者

塚田 知輝(つかだ ともき)
株式会社東京地図研究社
ジオ・コンテンツ グループ



(共著者)

石川 剛(いしかわ ごう)
株式会社東京地図研究社 取締役