

動的バス情報フォーマット ログデータを活用したバスダイヤ改善検討

福本 雅之¹・水野 羊平²・諸星 賢治³

¹正会員 合同会社おでかけカンパニー（〒460-0003 愛知県名古屋市中区錦2丁目11-13）

E-mail: fukumoto@odekake.co.jp

²非会員 永井運輸株式会社（〒371-0805 群馬県前橋市南町3-21-8）

E-mail: ymizuno-ngi@ah.wakwak.com

³非会員 株式会社ヴァル研究所（〒166-8565 東京都杉並区高円寺北2-3-17）

E-mail: morohoshi@val.co.jp

Google Mapsや各種乗り換え検索サービスといったインターネットでの経路検索への対応のために、標準的なバス情報フォーマット（GTFS-JP）によるデータの整備に取り組むバス事業者や地域が増加している。一方で、インターネット検索への対応のためだけにデータ整備の手間をかけることに意義を見いだせず、対応が遅れている事業者も多く存在する。GTFSデータ整備の取り組みをさらに推進するためには、整備したデータを活用することで、経路検索以外にもサービス向上や業務改善の効果があることを示す必要がある。本稿では、定時運行率の向上、および運転手の労務改善を目的としたバス運行ダイヤの見直しに際して、動的バス情報フォーマット（GTFSリアルタイム）のログデータを活用した試みについて報告し、特に中小バス事業者でのGTFSデータ整備のメリットについて検討する。

Key Words : *GTFS-Realtime, Bus schedule revision, Rural bus operator*

1. はじめに

近年、公共交通の利用環境改善のために、インターネットによる経路検索サービス充実の取り組みが進んでいる。当初は、経路検索サービスを実施するコンテンツプロバイダが、それぞれの交通事業者から時刻表などの運行計画データを収集し、自らのWebサイトやアプリを通じて利用者に提供する形が主流であったが、2017年3月に国土交通省が「標準的なバス情報フォーマット（GTFS-JP）」の規格を定めてからは、交通事業者や自治体が、自ら運行計画のデータ作成を行ってオープンデータとして公開する事例も増加している。

今後、各地で進められようとしているMaaSの取り組みを行う際、バックデータとして運行計画データは必須であり、データが統一的な規格によって整備されていることと、様々なアプリ開発者によってアクセスが容易であることは重要である。より多くの交通事業者によって運行計画データの整備、公開が進むことが求められる。

しかしながら、運行計画データの整備、公開に積極的な交通事業者がある一方で、大手事業者をはじめとして、データ整備、公開に消極的な交通事業者もまだまだ多い。

その理由として、コンテンツプロバイダへの運行計画データ提供でも経路検索への対応は可能であるという現状を踏まえたとき、自らでデータを作成するための人員やコストを割くことの意義が見いだせない、ということが考えられる。また、経路検索への対応が利用者増加に直接つながるかどうかわからないことも理由として考えられる。

このことから、インターネットでの経路検索への対応だけを理由としての運行計画データの整備、公開を進めていくことには限界がある。運行計画データの整備を行うことで、経路検索への対応以外のメリットが交通事業者にもたらされることが幅広く知られることが、データ整備の取り組みを推し進めるために必要である。実際、GTFS-JPフォーマットに則って作成された運行計画データには、時刻表、運賃、運行経路、バス停位置など、バスの運行に関わる情報が、統一的な様式で全て網羅されているため、その活用によってバス事業者の様々な業務を効率化する可能性を秘めている。例えば、停留所に貼り出す時刻表や配布用の路線図・時刻表といった印刷物の作成の大幅な省力化も可能である。

また、GTFS-JPフォーマットの中には、バスの位置情

報をリアルタイムに扱う内容も含まれていることから、これまで導入に多額の費用を要したバスロケーションシステムの導入も安価に行うことが可能である。このことは、大手事業者のみならず、中小バス事業者およびその利用者であってもバスロケーションシステムの恩恵を受けられることを意味する。

また、交通事業者にとっては、バスロケーションシステムのログデータを活用することで、運行ダイヤの見直しに必要なデータを取得することも容易となる。

本稿では、GTFSリアルタイムにより取得したログデータを活用して、地方中小バス事業者のバス運行ダイヤを改善した取り組みについて報告する。

2. バスダイヤ改善に関する既往研究とその意義

中村ら²⁾は、バスロケーションシステムを導入した全国のバス事業者に対してアンケート調査を行っている。その中で、バスロケーションシステムに対して事業者が期待していた効果とその達成状況について考察しており、運行状況の把握、問い合わせ対応、運行実績の活用といった面が高く評価されている一方で、利用者の増加についての評価は低いことを明らかにしている。また、運行実績がダイヤの見直しに活用されている点についても触れられている。

谷島ら³⁾は、バス運行改善のPDCAサイクルの一つとして、バスの遅延箇所を把握してダイヤを見直すことで、定時性の改善を行っている。太田ら⁴⁾は、過去のバスロケデータを用いて、早発リスクと遅延の両方を抑制するアルゴリズムを考案し、修正ダイヤ案の自動生成を行った上で、改正後に再度バスロケデータを取得し遅延抑制効果を測定している。一方、赤木ら⁴⁾は、災害時のバス運行情報の把握のために、簡易的なバスロケーションシステムの運用方法を開発している。

バスの運行ダイヤについては、道路交通の影響を受けやすく、またその道路交通の状況は時間帯や経年によって変化することから、走行実績に基づいて適宜見直しをすることが望ましい。これにより、バス停に掲示してある時刻表と実際のバス到着時間の差をなるべく小さくすることができ、「バスは遅れる」という信頼性低下を抑えることができると考えられる。また、運行ダイヤが守られない状況にあることは、運転手の休憩時間が確保できなくなることや、余裕を持った運転ができなくなる労務管理上や安全管理上も問題である。

本稿では、ダイヤ改善のためにバスロケのログデータから遅延箇所を特定し、バス停間通過時分の見直しを行うという点では、谷島ら、太田らの先行研究と同様のアプローチを取るものであるが、バス事業者が自ら作成したGTFS-JPデータを活用することと、赤木らによる簡易

なバスロケと同様の運用方式を組み合わせることで、費用面から独自のバスロケーションシステムを導入することが困難な中小バス事業者であっても、安価にバスロケーションシステムのログデータを用いた運行ダイヤ見直しが可能であることを示すものである。このことは、バス事業者が自らGTFS-JPフォーマットによる運行計画データを整備することのメリットを示すものでもある。

3. GTFSリアルタイムの概要とその活用

(1) GTFSリアルタイムの概要

標準的なバス情報フォーマットは、国土交通省がインターネット等の経路検索におけるバス情報拡充のために定めたバス運行情報のデータフォーマットである。世界標準のGTFS (General Transit Feed Specification) 形式とも互換性があり、GTFS-JPとも呼ばれる。

2017年3月にフォーマットが制定され、2020年3月現在、231事業者がこのフォーマットに基づくデータを整備し、オープンデータとして公開している。

GTFS-JPは当初、バス停位置、時刻表、運賃といった「静的情報」、すなわち、あらかじめ定められた運行計画についてのデータのみを対象としていたが、2019年3月に、走行中のバス位置情報や遅れといった「動的情報」のデータに関する内容が追加された(表-1)。この動的情報についても、世界標準であるGTFSリアルタイムに準拠している。

表-1 GTFSリアルタイムのデータ内容⁵⁾

対象	要素	設定可能な主な情報
ルート最新情報	TripUpdate	遅延、発着時刻予測、通過
車両位置情報	VehiclePosition	車両の緯度・経度、接近情報、混雑度
運行情報	Alert	運行情報の概要、影響(運休、迂回等)、原因(天候、事故等)、URL

GTFSリアルタイムは単独では機能せず、GTFS-JPデータと併せて利用することで計画ダイヤに対する遅れ時間を便単位で表現することが可能となり、Google Mapsをはじめとするインターネット上の経路検索サービス等において、バスの遅れ情報を表示することが可能となる。

(2) GTFS-Realtimeによるバスロケーションシステム a)実証実験の概要

群馬県「バスロケーションシステム実証実験」は、主に前橋駅より前橋赤十字病院へ向かう路線及びその付近を運行する4事業者のバス路線を対象に、バス車内へGPSを設置してバスの位置情報及び遅延情報の提供を行い、利用者の利便性の向上や情報表示の方法などの効果を確認することを目的に2019年12月2日より実施されている。

永井運輸（株）では、新町玉村線が対象路線となっており、当初は専用 Web サイト（ぐんまバスロケーションシステム）および前橋駅南口のデジタルサイネージのみであったが、2020年1月5からはGoogle Mapsでの検索にも遅れ情報が反映されるようになった（図-1）。



図-1 Google Maps 検索結果での遅れの表示例

b)運用の実際

バスの位置情報の取得はGPS車載器から行う。一般的に車載器は車両に固定することが多いが、今回の実証実験においては対象路線に限られ、全ての車両に車載器を装備することは非効率であるため車両固定はしていない。対象となる路線を走行する仕業を担当する運転手が、車載器を都度持ち込む形を取っている。これは赤木らによる運用と同様である。

車両の位置情報は、ヴァル研究所（株）の提供するロケーションサービスである「Skybrain」を用いて、営業所の運行管理画面や、Webサイト・サイネージ等にも提供され、利用者への情報提供に用いられる。実証実験の概要図を図-2に示す。

また、ログデータはオープンデータとして「永井バスオープンデータサイト <https://www.nagai-unyu.net/open-data/>」でも公開している。



図-2 バスロケーションシステム実証実験の概要図

4. GTFSリアルタイムログデータを用いたバスダイヤ改善検討

(1) ダイヤ見直しのフロー

検討に用いたデータの概要を表-2にまとめる。今回は試験的な取り組みとして、1便だけを対象として検討を行った。

表-2 データの概要

対象路線・便	永井バス 新町玉村線 玉村町役場 17:33 発 前橋公園行き
停留所数	38カ所
ログデータ取得時期	2019/12/2～2020/1/20の平日 30日間 (12/30～1/5を除く)

ダイヤの見直しの検討手順を以下に説明する。

Step1 設定されたバス停間通過時分と、バスロケログから取得された実際に通過するのに要した時分の差を計算し、期間中に各区間でどの程度の遅れが生じているのかを把握する。

Step2 各区間において通過に要する時分が足りなくなる回数を半減させることを目標として、遅れの累積割合が50%を超える場合、不足する時分を当該区間の通過時分に加えダイヤ改正案を自動生成する。

Step3 ダイヤ改正案を運行現場に提示し、運転手等の意見を踏まえて最終的なダイヤを決定する。

(2) 遅れの状況把握

Step2で述べたように、各区間で遅れる便を半減させることを意図しているため、期間中の全ての便に対して半数以上が遅れてくる度合いを把握した結果を図-3に示す。

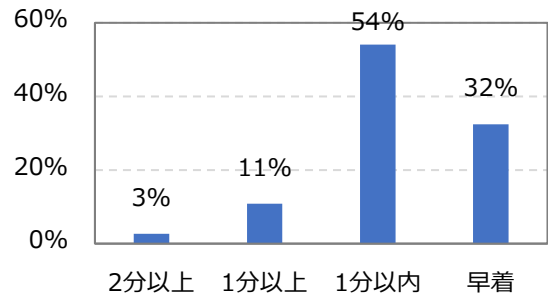


図-3 各区間で半数以上の便に生じた遅れの割合

その結果、半数以上が設定されている通過時分から1分以内の遅れに収まる区間が86% (32区間) ある一方で、1分以上の遅れとなっている区間が11% (4区間) 、2分

表-3 ダイヤ改正案における遅れシミュレーション結果

	遅れ5分 以上	遅れ5分 未満	遅れ4分 未満	遅れ3分 未満	遅れ2分 未満	遅れ1分 未満	早着
現行ダイヤ	63%	8%	21%	3%	0%	5%	0%
ダイヤ改正案	34%	13%	5%	5%	21%	21%	0%

以上の遅れとなる区間も3%（1区間）あることがわかった。

(3) ダイヤ改正案の作成

以上の検討から、半数以上の便が1分以上遅れている5区間について、通過時分を追加する見直しを行い、ダイヤ改正案を作成した。なお、信頼性の向上という観点からは、遅れる便の割合は少ないほど良いことから「遅れる便を半減させる」という設定は「やや甘い」と考えられるが、早発を避けるためにこの設定とした。

こうして生成されたダイヤ改正案と、ログデータを用いて遅れの改善状況のシミュレーションを行った結果を表-3に示す。現行ダイヤでは、半数以上の便が5分以上遅れてくるバス停が63%存在するが、これが34%へと大幅に減少し、同様に遅れ1分未満となるバス停も5%から21%へと大幅に増加する計算結果となった。

(4) 運行現場への提示と実際のダイヤへの反映

作成されたダイヤ改正案を運行現場に提示したところ、早発への懸念からバス停間通過時分の追加については最低限にとどめる一方、バスベイがあるなど時間調整が可能なバス停での余裕時間を多めに取る方が良いとの意見が出されたため、全体の時間を見直したダイヤを決定した。ログに基づく案を提示したことで運行現場との意思疎通が円滑に行われたという効果もあった。

5. おわりに

本稿では、GTFSリアルタイムログデータを用いたバス運行ダイヤの見直しについて検討を行った。ログデータを活用することにより、実績に基づいたダイヤ改正案を作成することが可能となり、運行現場との意思疎通が円滑化するメリットがあった。

また、自社でのGTFS-JPデータ作成に、簡易なバスロケーションシステム運用方式を組み合わせることで、中小バス事業者でもデータを活用したダイヤ見直しが可能であることを示せた。

本検討結果を基に、永井運輸（株）では一部の便について所要時間の見直しを行い、2020年4月1日にダイヤ改正を行う。改正後、遅れ状況の改善が見られるかどうかについて、今後検証を進める予定である。

謝辞：本研究の実施に用いたログデータは、群馬県県土整備部交通政策課の実施する「バスロケーションシステム実証実験」で出力されたものを活用した。ここに記して謝意を表す。

参考文献

- 1) 中村嘉明・溝上章志：バスロケーションシステムの導入・運用の実態と課題，土木学会論文集 D3(土木計画学), Vol.74, No.5 (土木計画学研究・論文集第 35 巻), I_1197-I_1205, 2018
- 2) 谷島賢・大江展之・船戸諒子・坂本邦宏・久保田尚：路線バス事業における PDCA サイクルの実践的研究，土木学会論文集 D3(土木計画学), Vol.67, No.5, (土木計画学研究・論文集第 28 巻), I_987-I_999, 2011
- 3) 太田恒平・森慶太・平本清志・前川雄祐・伊藤昌毅：バスロケデータを基にした路線バスの遅延対策ダイヤ改正～両備グループにおけるオープンイノベーションの実践～，土木計画学研究・講演集, Vol.57, CD-ROM, 2018
- 4) 赤木大介・神田佑亮・諸星賢治・伊藤昌毅・森山昌幸・太田恒平・藤原章正：災害時の臨時輸送体系に適応したバスロケーションシステムの開発と運用，土木計画学研究・講演集, Vol.60, CD-ROM, 2019
- 5) 国土交通省：動的バス情報フォーマット (GTFS リアルタイム) ガイドライン 2019 年 3 月 27 日版, <http://www.mlit.go.jp/common/001283242.pdf>

(2020.3.8 受付)

A STUDY OF APPLYING A GTFS-REALTIME LOG DATA TO BUS SCHEDULE REVISION

Masayuki FUKUMOTO, Yohei MIZUNO and Kenji MOROHOSHI