



# 路線バスから取得したセンサーデータを活用した運転評価方法

Driving evaluation method based on sensor data obtained from route buses

山本真平<sup>1)</sup> 白浜勝太<sup>2)</sup>, 亀谷昌弘<sup>3)</sup>, 上善恒雄<sup>1)</sup>

Shimpei YAMAMOTO, Masahiro KAMETANI, and Tsuneo JOZEN

- 1) 大阪電気通信大学大学院総合情報学研究科 (〒 575-0063 大阪府四條畷市清瀧 1130-70, {mw20a010, jozen}@oecu.jp)
- 2) 株式会社未来ソフトウェア研究所 (〒 550-0002 大阪府大阪市西区江戸堀 1-22-4, hamacchi4123@gmail.com)
- 3) みなと観光バス株式会社 (〒 658-0031 兵庫県神戸市東灘区向洋町東 1-4, kametani@kobe-minato.co.jp)

**概要:** 我が国の高齢化が進み, 高齢者の移動手段として重要な公共交通の安全性や快適性の向上が求められている. そのため, 我々は地域の主要な公共交通であるバスの安全性や快適性に直接関与する運転手の技能向上を支援するために, バスの運行データを基にした運転評価手法の開発に取り組んでいる. 本報告ではバスの運行データを 3DCG の地図に可視化することで, 道路状況に対しての運転を概観する手法について述べる.

**キーワード:** 路線バス, 時空間データ, 可視化

## 1. はじめに

高齢化が進むとともに公共交通の重要性が高くなり, 市民の足である路線バスの安全性や快適性の向上が求められている. また, バス運転手も高齢化しており, 安全で快適な路線バスサービスのためにはバス運行管理の面でも技術革新が必要で, 運転の状況を継続的かつ客観的にデータとして把握し, 安全快適な交通を実現する仕組みづくりが必要である. その基本的な方法として, 運行中のバスから収集したセンサーデータを元に安全面と快適面から評価する指標を設定することで運転評価を行う. その評価値と道路・時間帯・運転手による運転特性の傾向や関連について明らかにし, 運転の安全性・快適性の向上に資することがこの研究の目的である.

客観的な運転評価により, より良い運転のために, 場所や道路状況, 曜日や時間帯, さらに運転手ごとの運転特性を把握し, 注意すべきポイントを明らかにし, 運転手自身がその情報を元にした運転を心がけるとともに, 運行管理者が運転手の指導にも活用できる.

本報告では, 急加減速発生地点や道路形状など, 路線の状況による運転への影響を確認するために, 手始めにバス運行データを地図上に重ねて可視化するシステムについて述べる. このことで急加速急減速など安全性・快適性を損なう主原因が発生しやすい箇所の検知, 時間帯による運転の変化, 運転手ごとの特性を把握できる.

## 2. 関連研究

財津 [1] らの研究では, 路線バス運行における安全性の向上を目的としてバスの速度及び加速度データを用いた特定地点でのヒヤリハット事象の発生特性の調査を行なってい

る. この研究ではバス停付近に着目し, 8 時台の乗降時間が長い場合と 17 時台の対向交通量が多く追越車線がない場合に, 多く急減速を行っており, ヒヤリハット事象が発生していると考察している. 本研究では, バス停以外にも, 運行路線全体の運転パターンから運転特性の評価を行う.

深澤 [2] らの研究では, 路線バスの安全上の課題として急減速の位置と状況の特定を行なっている. この研究では急減速発生状況に着目し, バス停付近だけで集中的に発生しているわけでないと言われている. 本研究では, 急減速地点以外にも急加速地点の特定を行い安全性の向上を目指す.

## 3. 研究内容

本研究では, 運転評価の初期段階として, バス運行データを活用し, バスの速度と位置情報を視覚的に捉えやすい 3D 地図を用いて可視化を行った. これにより, 速度の増減, 乗客の転倒・負傷につながる急加速急減速があった地点を, 道路特性と比較しながら俯瞰することができる. 今回は, みなと観光バス株式会社の運行データを活用した. 運行データは, 運行情報を記録するデジタルタコグラフ (Docor システム) から取得する. このデジタルタコグラフでは, 0.5 秒ごとに様々なデータの取得を行なっている. そのデータ項目を表 1 に示す.

使用するデータは, みなと観光バス株式会社の路線バス 21 系統で, 期間は 2021 年 4 月 11 日から 1 週間を対象とした. このデータの経路を図 1 に示す. 21 系統は新神戸駅から神戸国際大学前駅を走行している.

データの可視化には, Web 上で 3D 地図を扱えるオープンソースの JavaScript ライブラリである, CesiumJS を使用する. 地図のレイヤーは国土地理院の淡色地図と色別標

表 1: デジタルタコグラフで取得しているデータ項目

データ種別	内容
バス識別	バスナンバー, 系統, 運転手
バス	方角, 時速, 総走行距離
位置情報	緯度, 経度, UTC 時間, gps 速度
乗降情報	累計乗車人数, 累計降車人数



図 1: 21 系統の経路

高図の二つを用いる。色別標高図は擬似的な 3D 空間を表現するために使用する。二つのレイヤーを重ね合わせるために淡色地図の透過率を 60%にしている。

速度の増減を可視化するために、バスの走行履歴を地図上に円柱で表示する。この時バスの速度を円柱の高さとして表現している。さらに、バスの走行速度を視覚的にわかりやすくするために円柱の色を変化させる。色の変化の内訳を表 2 に示す。また、速度変化がおりやすいバス停の位置に灰色の円錐を表現する。

この色分けは、徐行義務、法定速度を守れているかをわかりやすくするために行っている。

一方で急加減速発生地点を可視化するために、バスの走行履歴の上に円柱で表示する。円柱の表示場所はバスの走行位置の上に表示し、急減速した場合は青色の円柱を下向きに表示し、急加速した場合は赤い円柱を上向きに表示する。急加減速の発生地点を見つけるために加速度を高さとして表示した。加速度は重力加速度との比として、式 (1) のような差分で計算している [3]。n 番目のサンプリング地点

表 2: 速度情報の色分け

速度	色
10km/h 未満	青
10km/h 以上 40km/h 未満	黄
40km/h 以上 60km/h 未満	橙
60km/h 以上	赤

表 3: 加速度の区分 [4]

加速度	バスの状況
0.1G	ゆっくりアクセルを踏む
0.2G	立った乗客が倒れる可能性がある
0.3G	椅子の鞆が倒れる

表 4: 急加減速発生回数

日	急加速発生回数	急減速発生回数
4/11	418 回	354 回
4/12	851 回	895 回
4/13	500 回	342 回
4/14	922 回	851 回
4/15	448 回	245 回
4/16	293 回	215 回
4/17	292 回	220 回
合計	3724 回	3122 回

でのバスの速度を  $v_n(km/h)$ , 時刻を  $t_n(sec)$  で表す。

$$\text{加速度} = \frac{v_n - v_{n-1}}{(t_n - t_{n-1}) * 9.8} (G) \quad (1)$$

この時、速度は  $km/h$ , 時刻を  $sec$  とするため、単位を揃える必要がある。加減速発生地点を判断するための加速度の境界区分を表 4 に示す。

今回は、0.2G 以上の加速度が発生している地点を急加速急減速発生地点とする。バスの走行位置と急加減速発生地点を表示した地図を図 2 に示す。

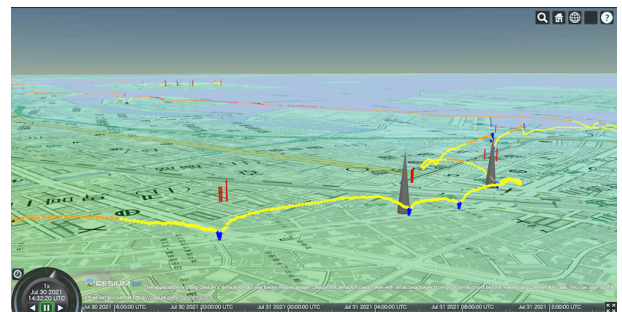


図 2: バスの走行位置と急加速急減速地点

この期間での急加減速発生回数を表 4 に示す。これより、合計の急加速発生回数と急減速発生回数を比較すると、急加速発生回数の方が多くなっている。日付ごとで比較した場合、4月13日のみ急減速発生回数の方が多くなっている。急加速発生回数が多いのは、バスが遅延していた時に遅延を取り戻そうとしたためだと考えられる。

#### 4. 考察

図2から、急加速急減速発生地点は交差点付近とバス停付近に多く見受けられた。新神戸付近と三宮付近と六甲アイランドでの急加速急減速発生地点を比較する。それらの場所付近の運行データと急加速急減速発生地点を図3,4,5に示す。新神戸駅付近と三宮付近の区切りは2つ目のバス停とする。



図 3: 新神戸駅付近

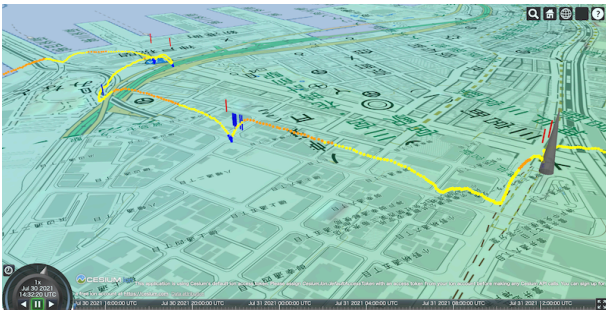


図 4: 三宮駅付近

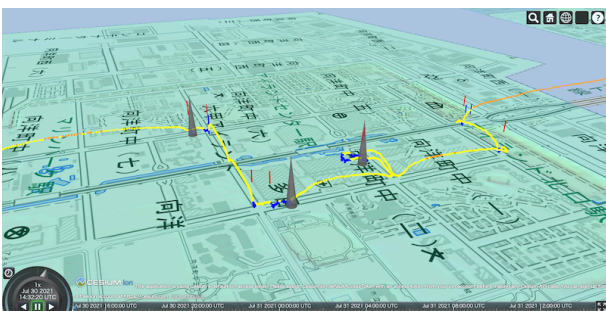


図 5: 六甲アイランド付近

この三つを比較した際、六甲アイランド付近での急加速発生地点と急減速発生地点ともに一番多くなっている。これはこの辺りにバス停と交差点が最も多いためだと考えられる。次に急加速発生回数が多いのは新神戸駅付近となっている。一方急減速の発生回数に関しては他より低いため、アクセルを強く踏みすぎないように配慮する必要がある。また次に急加速発生回数が多いのは三宮付近となっている。一方急加速発生回数は他より低いため、徐々にブレーキを踏むように配慮する必要があると考えられる。

表 5: 同一運転手の急加速急減速発生回数

回数	急加速発生回数	急減速発生回数	合計
1	24 回	12 回	36 回
2	18 回	17 回	35 回
3	24 回	16 回	40 回

また時間帯で比較すると急加減速発生回数は、朝と夕方から夜の時間が増加していた。これは朝と夕方の時間帯は通勤ラッシュと時間が重なったため急加減速発生回数が増加したと考えられる。また夜の時間は交通量が他の時間帯より少ない。これによりバスの平均速度が増加したため、急加減速発生回数が増加したのではないかと考えられる。

同じ運転手が同じ経路を運転するのは3回あり、発生回数を表5に示す。あくまでも今回設定した閾値ではあるが急加減速が少なからず発生している。これらの発生地点や運転パターンを運転手や管制にフィードバックすることで、改善がどのように見られるかを今後観察していきたい。

#### 5. まとめと今後の課題

今回、バス運行データから急加減速発生地点を検知し、可視化を行なった。データの可視化によって急加減速が発生しやすい時間帯や地域が俯瞰できるようになった。

今後はより長期間のデータを扱い、運転手ごとの運転特性や疲労の検知を目指していく。

また、加速減速パターンの揺れや車線変更に伴う左右の揺れについても分析なども加えるつもりである。この研究をもとに運転の安全性や快適性の向上につながる運転評価の基盤を構築していきたい。

#### 参考文献

- [1] 財津陽亮, 南部繁樹, 米田幸司, 赤羽弘和: "バスロケデータとデジタコデータみよる路線バスの急減速発生状況の分析", 第34回交通工学研究発表会論文集, No.65, pp.393-397, 2014.
- [2] 深澤駿介, 高星裕人: "プローブデータによる路線バスの急減速発生要因の分析", [http://www.ce.it-chiba.ac.jp/atrans/ronbun/gakuseironbun/2015/Akahane\\_01.pdf](http://www.ce.it-chiba.ac.jp/atrans/ronbun/gakuseironbun/2015/Akahane_01.pdf), 閲覧 2021.7.
- [3] 菊池春海, 中村俊之, 牧村和彦, 他: "道路交通安全事業における急減速挙動データの活用可能性に関する研究", 土木学会論文集 D3, 68 巻 5 号, 2012 年, pp.I-1193-I-1206, 2012.
- [4] 田野通保: "ドライブレコーダーのデータからわかる穏やかな運転と荒い運転とは～振り子を揺らさない運転～", 日新火災 SAFETY INFORMATION, Vol.107, pp.5-6, 2018.9.