

# 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

## An Analysis of Sharp Deceleration of Regular Route Buses by Probe Data

赤羽研究室 1024274 深澤 駿介  
1224199 高星 裕人

### 1. はじめに

近年、バスの急減速による高齢者の転倒事故等が安全運行上の課題として浮上してきており、その位置および状況を特定し、発生要因を分析することにより、バスの運行管理及び運転士の安全教育等の改善、あるいは道路幾何構造や交通規制・制御による対応も求められている。

本年の調査では、GPS 付きのデジタルタコグラフシステムにより、従来のよりも高精度の時刻データを、車内外の動画像データとともに収集できる。これらに基づき、既存の分析に加え上記の要因との関係を分析する。

### 2. データの収集

表-1 に収集データの仕様を、図-1 にデータ収集路線と分析対象路線を示す。

本研究においては、BLS データと GPS 付き DTS データの分析を中心に研究を進めた。

表-1 収集データの仕様

バスロケーションシステム (BLS)	バス停における閉扉時に時刻と位置が取得、収集される。バス停間での走行中に3分間隔で同様に取得・収集される。
GPS 付きデジタルタコグラフシステム (DTS)	情報が0.5秒間隔で取得、記録される。走行速度とエンジンの回転数が記録される。通常の運行時に継続的に取得・収集される。搭載されたカメラから、急減速前後のバス車内外動画像データを取得される。
運転手情報	調査期間終了後、対象運行路線における、走行ごとの運転手 ID が収集される。
収集期間	2015年9月14日(月)~10月4日(日)
バス台数	4
バス停数	22
調査区間長	約7.6km



図-1 分析対象路線

### 3. 急減速基準の設定と発生位置の特定

本研究では、バス車内では立席の乗客に配慮した運行時の上限減速度を参考に、 $2.0\text{m/s}^2$  以上の減速を急減速基準に設定した。図-2 に、バス路線 100m 区間毎に抽出した、急減速の発生回数を示す。バス停が存在しない区間と比較して存在する区間における発生回

数が明らかに多いことが分かる。さらに本研究においては、運行基準例の2倍程度の  $4.0\text{m/s}^2$  以上の減速に、対象を絞り分析した。

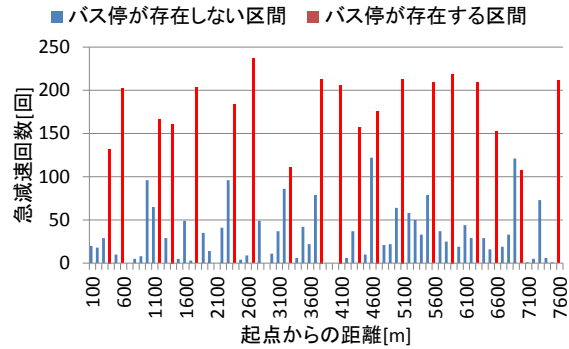


図-2 100m区間毎の急減速発生回数

### 4. 急減速発生時の周辺状況

新たに収集した、車内、車外カメラを利用して分析対象の急減速発生時の周辺状況を分析した。最大で約  $7.8\text{m/s}^2$  程の急減速が観測されたが、バス車内で乗客が体勢を崩す等の影響は観測されなかった。

図-3 に、急減速の発生状況別、100m 以内のバス停の有無別に示す。高い急減速度は、バス停付近において集中発生しているわけではないことが明らかとなった。また、急減速の発生要因は信号停止、次いでバス停停止が大半であり、一般に強調されてきた渋滞、並走車両、駐車車両、歩行者、自転車の影響はほとんど観測されなかった。

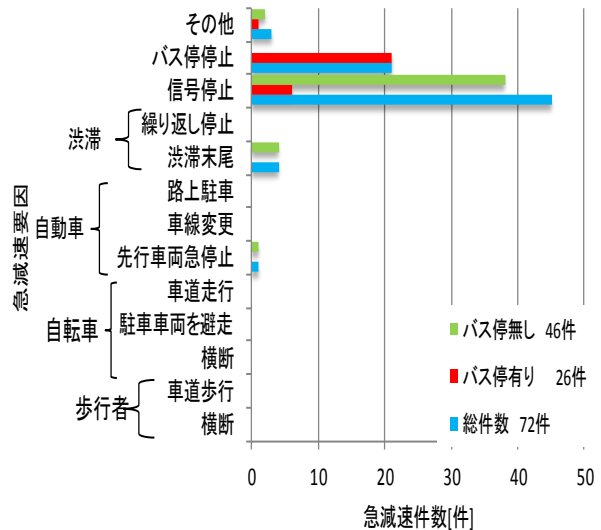


図-3 急減速発生要因別の急減速発生件数

### 5. 乗客数と最大減速度の関係

図4に、乗客数の増加による減速性能の変化を分析するため、各バス停間における最大減速度と車内カメラ映像から読み取った乗客数との関係を示す。乗客数と減速性能とに明確な相関関係は見いだされなかった

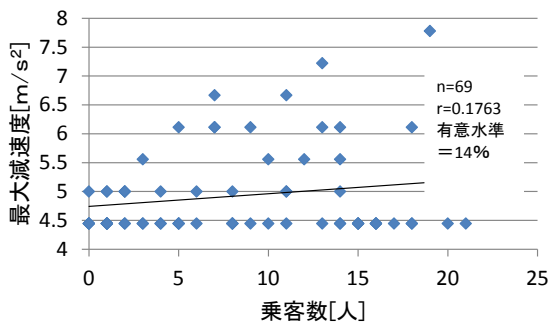


図-4 バス停間最大減速度と乗客数の関係

## 6. 急減速誘発指数と最大減速度

既存研究<sup>1)</sup>では、各バス停での推定遅れ時間より、前バス停での推定遅れ時間を減算し、さらにバス停間距離で除して、運行遅れの変化を正規化した。本研究では、それに各バス停毎の乗客数を乗じ、運行遅れ回復運転による急減速誘発指数を算出した。これにより、運行遅れ、乗客数と最大減速度との関係を同時に分析が可能になる。図-5 に、各バス停間における同指数と対象のバス停間最大減速の関係を示す。同図から有意な関係は見いだされなかった。

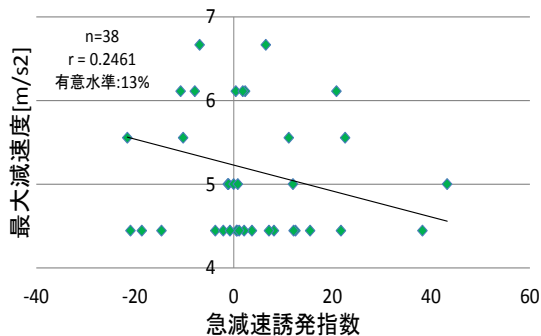


図-5 バス停間最大減速度と急減速誘発指数[平日]

## 7. 運転手別の走行状況の比較

表-2 に運転手 ID 別の急減速回数を示す。同表から、ID1 の運転

ID	走行数	4.0m/s <sup>2</sup> 以上
ID1	38	60
ID2	85	8
ID3	75	2
ID4	14	2

手が、分析対象である4.0m/s<sup>2</sup>以上の急減速の回数が相対的に多く観測された。運転手 ID1 の運行遅れ、正規化運行遅れ、急減速誘発指数を急減速数や各速度との関係を分析した。

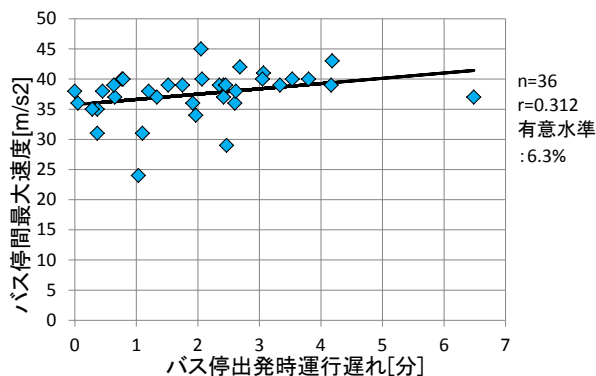


図-6 バス停出発時運行遅れとバス停間最大加速度[ID1、休日]

に、運転手 ID1 のバス停間最大加速度とバス停出発時運行遅れの図-6 関係を示す。同図から、確率約6%有意な正の相関、すなわち手前バス停出発時に運行遅れが大きいほどバス停間最大速度が増加する傾向が確認された。この結果は、運行遅れを取り戻そうと走行速度を上げたための急減速を示唆している。

図-7 に、運転手 ID1 について6節で算出した急減速誘発指数とバス停間最大減速度の関係を示す。同図から、最大減速度と急減速誘発指数に負の相関が見られ、回復運転中により高い急減速が発生している可能性が示唆されたが、統計的に有意とはならなかった。

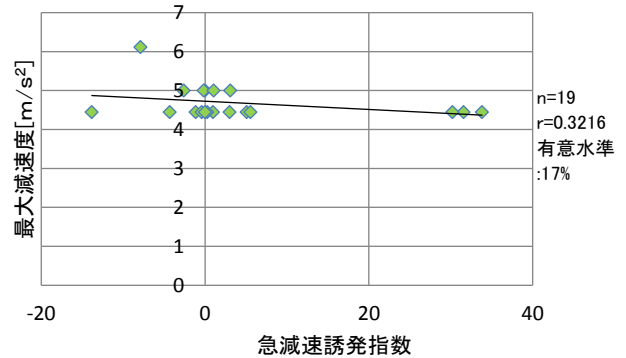


図-7 バス停間最大減速度と急減速誘発指数[ID1, 平日]

## 8. まとめ

本研究では、GPS 付き DTS データから急減速の集中箇所を 100m 区間別に特定し、バス停付近に急減速が集中していることが明らかとなったが、より高い急減速の発生位置を特定した結果、バス停付近において集中発生しているわけではないことが明らかになった。

車内、車外映像から急減速発生時の周辺状況を読み取り分析した結果、バス停付近ではバス停停車、バス停外では信号停止が主な急減速の主要因であることが明らかとなった。一方で、一般に強調されてきた並走・駐車車両、歩行者、自転車の影響はほとんど観測されなかった。また、車内事故に繋がるような乗客が体勢を崩すなどの影響は観測されなかった。

バス停間最大減速度と乗客数の関係について分析したところ、明確な関係は見いだされなかった。

急減速誘発指数とバス停間最大減速度について分析したところ、明確な関係は見いだされなかった。

特定の運転手が他に比べ高い急減速を多発させていることを確認した。特定運転手の走行状況を分析した結果、手前のバス停出発時運行遅れとバス停間最大速度の間の確率6%程度で統計的に有意な正の相関関係が認められ、回復運転が影響している可能性があることが判断された。また、運転手については、バス停間最大減速度と急減速誘発指数の間にも、負の相関関係が有り、回復運転中の方が高い急減速が発生している可能性が示唆されたが、統計的に有意とはならなかった。

今後の展開としては、実際に起きた車内事故などのデータから、車内、車外状況や走行状況との関係を把握・分析し、車内事故に繋がる急減速を特定することが考えられる。

## 参考文献

- 1) 堀田光太郎, 他: バスロケータとデジタログラフデータによる路線バスの急減速発生状況の分析, 第 33 回交通工学研究発表会論文集, 2014