

バスプローブデータを用いた高知市におけるネットワーク交通流解析

高知工科大学 1240048 片岡 勇人

指導教員 西内 裕晶

1. 背景と目的

交通渋滞は、発生後、ネットワーク上に広がるため、道路ネットワーク全体での対策が必要となる。そのため、ネットワーク全体で交通流を観測し交通容量を把握することは、交通渋滞の対策につながる。交通流状態の把握には車両感知器の観測データが主に用いられるが、一般道路における車両感知器の設置は市街地の主要な交差点が基本であり、地方部等においては高密度な交通流の観測が困難である。このような状況から、定時刻かつ定路線で、地域内で運行されているバスから取得されるプローブデータに着目する。バスは、道路網に広く分布していることから車両感知器の課題を解決可能であると推測されるため、バスプローブデータを用いた交通流状態の把握を行うこととした。このような状況を背景として、吉田¹⁾は、バスプローブデータを用いて、渋滞流の速度や自由流と渋滞流の速度の比を把握できることを示唆している。本研究の目的は、交通流状態の把握におけるバスプローブデータの有用性を示し、バスプローブに基づく Macroscopic Fundamental Diagram(以下、MFD)の変化に及ぼす要因を把握することである。

2. データと使用方法

交通流状態の表現方法として MFD(図 1)が用いられている²⁾。MFD は縦軸に流率(車両の走行距離の総和)、横軸に密度(車両の走行時間の総和)をとるグラフで、傾きは速度を表している。本研究において、各点の流率と密度の値は各日の 1 時間単位で集計した値である。使用するデータは、2019 年 4 月 1 日から 2020 年 3 月 31 日の高知市における、車両感知器データ(高知県交通管制センター様より提供)、バスプローブデータ(とさでん交通株式会社様より提供)である。ここで、車両感知器 MFD とバスプローブ MFD をデータ集計の段階から比較し、相違点の解消を行う。また、高知市内で、交通渋滞の発生と解消の時間帯が同程度の範囲を 1 つのエリアとし、さらに、交通事情を考慮して 4 つのエリアに分けて解析を行う(図 2)。

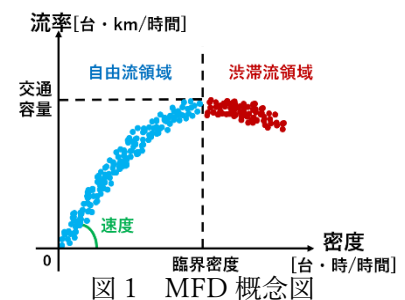
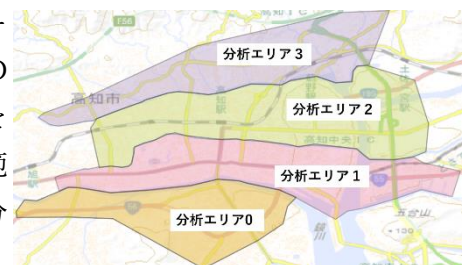


図 1 MFD 概念図

図 2 分析対象エリア³⁾

3. 研究手法

バスプローブ MFD と車両感知器 MFD で各点の変動方向が一致するかを確認することで、交通流状態の把握におけるバスプローブデータの有用性を調べる。ここで、交通渋滞が発生する平日を対象に、検証日数の内、何日で一致していたかを時間帯ごとに一致率として計算し、結果からバスプローブデータの有用性を明らかにする。また、バスプローブデータから得られる予測値で作成した MFD と、車両感知器データの実測値から作成した MFD の各点が一致するかを調べることで、未来の交通渋滞の対策における有用性を明らかにする。

各点の変動方向の一致については、任意の時間の値の点から 1 時間後の値の点に対して、どの方向に変動しているかを車両感知器 MFD、バスプローブ MFD それぞれで時間帯ごとに調べ、同日同時時間帯で比較することで検証する。ここで、バス車両が走行していない 0, 1, 2, 3, 4, 23 時台、1 時間後の時間帯にバス車両が存在しない場合があった 21, 22 時台は、一致率が計算不可能なため除外する。

MFD の値の予測方法としては、ニューラルネットワークの中で時系列データに適した機械学習の一種である、LSTM (Long Short Term Memory)を用いることができる⁴⁾。本研究では、年・月・日・時間帯・台数・

キーワード 道路ネットワーク, MFD, 車両感知器, バスプローブ, LSTM, 交通渋滞

連絡先 〒782-8502 高知県香美市土佐山田町宮ノ口 185 高知工科大学 都市・交通計画研究室

停留所数・平休日の情報を入力し、流率・密度の予測値を出力する。学習期間は2019年の4月1日から2020年3月31日までの内、過去の値から順に75%分とし、検証データとして残りの25%分が使用される。

4. 車両感知器データとバスプローブデータの相違点の確認と解消

計測方法について、車両感知器データは感知器が5分単位で計測した台数と速度の値、バスプローブデータはバス車両が計測したバス停間の距離とバス停の通過時刻の値である。走行距離と走行時間を集計する上で車両感知器データは台数に依存し、バスプローブデータは台数だけでなく停留所の通過数にも依存している。車両感知器データと条件を揃えるため、バスプローブデータは通過停留所数で平均を取り、影響を除外する。

含まれる情報において、車両感知器データは車両全てを計測するため台数が多く、交通需要に沿った計測が可能であるため、交通状況の表現に十分な情報を持つ。バスプローブデータは、時刻表に沿っているため交通需要とは別に車両が存在し、台数が少ないためデータに偏りがある。

5. 結果

バスプローブ MFD 作成において、エリア間で公共交通需要に格差があり、空港連絡バス等は一般的な路線バスと異なった走行をしていたため、均一化や除外などの補正をした。その結果、エリア間の速度差や最大値の差が縮まり、MFD に視覚的な一貫性が得られ、エリア間における MFD の比較において特徴や傾向を掴み易くなった(図 3, 4)。

表 1 は各エリアにおける時間帯ごとの点の変動方向の一致率である。赤字で示すように、渋滞直前にあたる 6, 16 時台と、渋滞直後にあたる 8, 18 時台においては、大部分で一致率が 90%を超えている。また、青字で示すように、エリア 2 の 16 時台や、渋滞中にあたる 7, 17 時台について一致率が低い理由は、流率と密度が依存している台数の変動に違いがある事が原因であると推測できる。また、一般車両に比べてバス車両の台数は大幅に少ないため、バスプローブデータのサンプル数が足りておらず、さらに、時間帯ごとの台数変動に差異があることが、全体的に一致率を低下させている要因であると推測できる。

6. まとめと今後の課題

本研究において、高知市中心部を対象に MFD を用いて車両感知器データとバスプローブデータを比較した結果、バスプローブデータを用いて交通渋滞の発生、解消を把握できる可能性を示唆した。また、バスプローブ MFD 作成に際して、需要の格差や車種による差異を補正することが、MFD のデータの質の向上につながることを示唆した。今後の課題は、バスプローブデータを交通流状態の把握により有効なデータとするために、値の補正や適切なエリア設定を行うことであり、社会実装には予測時点の交通状況を加味した予測モデルの構築が必要である。

参考文献

1) 吉田 朋恵, バスプローブデータを用いた道路ネットワーク交通流状態の分析, 高知工科大学 大学院 社会システム工学コース 修士論文, 2022.

2) 王鵬飛, 赤松隆, 和田健太郎, Macroscopic Fundamental Diagram における渋滞領域発生メカニズムに関する研究, 土木計画学研究・講演集, Vol.51, 2015.

3) 地理院タイルに自身で作成したポリゴンデータを追記して掲載.

4) 馬場 静羽, 井上 亮, 交通変数間の関係を反映した深層学習による地域の交通状態の短期的予測, 交通工学論文集, 7 巻, 2 号, pp.A_110-A_118, 2021.

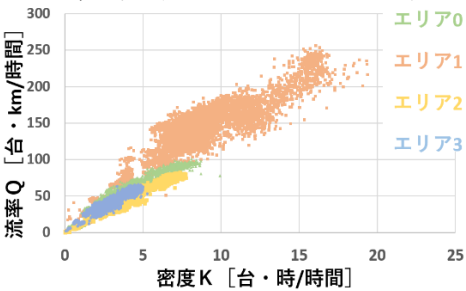


図 3 バスプローブ MFD 補正前

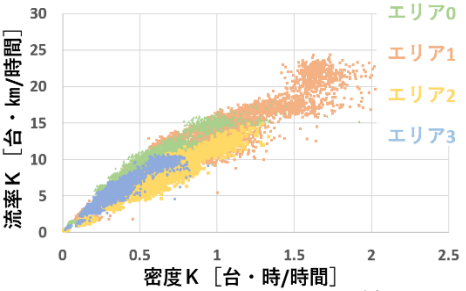


図 4 バスプローブ MFD 補正後

表 1 一致率(一致日数/検証日数)				
時間帯	エリア0	エリア1	エリア2	エリア3
5	100.0%	—	—	—
6	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
7	50.9%	54.4%	24.6%	26.3%
8	100.0%	100.0%	96.5%	93.0%
9	50.9%	14.0%	19.3%	28.1%
10	19.3%	40.4%	19.3%	43.9%
11	26.3%	87.7%	12.3%	66.7%
12	5.3%	0.0%	12.3%	35.1%
13	26.3%	71.9%	43.9%	63.2%
14	17.5%	57.9%	38.6%	38.6%
15	71.9%	29.8%	15.8%	12.3%
16	93.0%	100.0%	28.1%	96.5%
17	24.6%	17.5%	5.3%	1.8%
18	98.2%	100.0%	94.7%	98.2%
19	100.0%	100.0%	93.0%	100.0%
20	100.0%	98.2%	98.2%	98.2%