

ETC2.0データを用いた都市交通システムの交通状態分析

都市システム科学研究室

金沢大学 理工学域 地球社会基盤学類

金沢大学 中川将来

1. 研究背景と目的

国土交通省¹⁾によると一人あたりの年間渋滞損失時間は約40時間に上り、この損失を減らすため交通渋滞対策を実施する必要があります。そのためには現在の交通状態の把握、そしてそれを基とした交通状態の予測が重要です。

ある時刻における交通状態は交通容量と交通需要の組み合わせにより決まります。交通容量とは、道路が通すことのできる最大の交通量のことです。また交通需要は各時間帯において道路を通過しようとする車両台数のことで、交通容量に制限が無かった場合の交通量に相当します。渋滞が発生していないときは交通量が交通容量の制限を受けないため交通需要と交通量は同じになります。一方で渋滞は交通需要が交通容量を上回ることによって発生するため、渋滞時の交通量は交通需要より少なくなります。ある時刻における交通需要はトリップ長と到着時刻の関係から把握が可能です。これまでの交通調査（例. パーソントリップ調査）からは詳細なトリップ長を分析することができませんでした。しかしETC2.0のような大規模なプローブデータにより、正確なトリップ長の分析が可能になったことを受け、本研究では金沢市街地における現在の交通状態と、トリップ長と到着時刻の関係を分析することを目的とします。



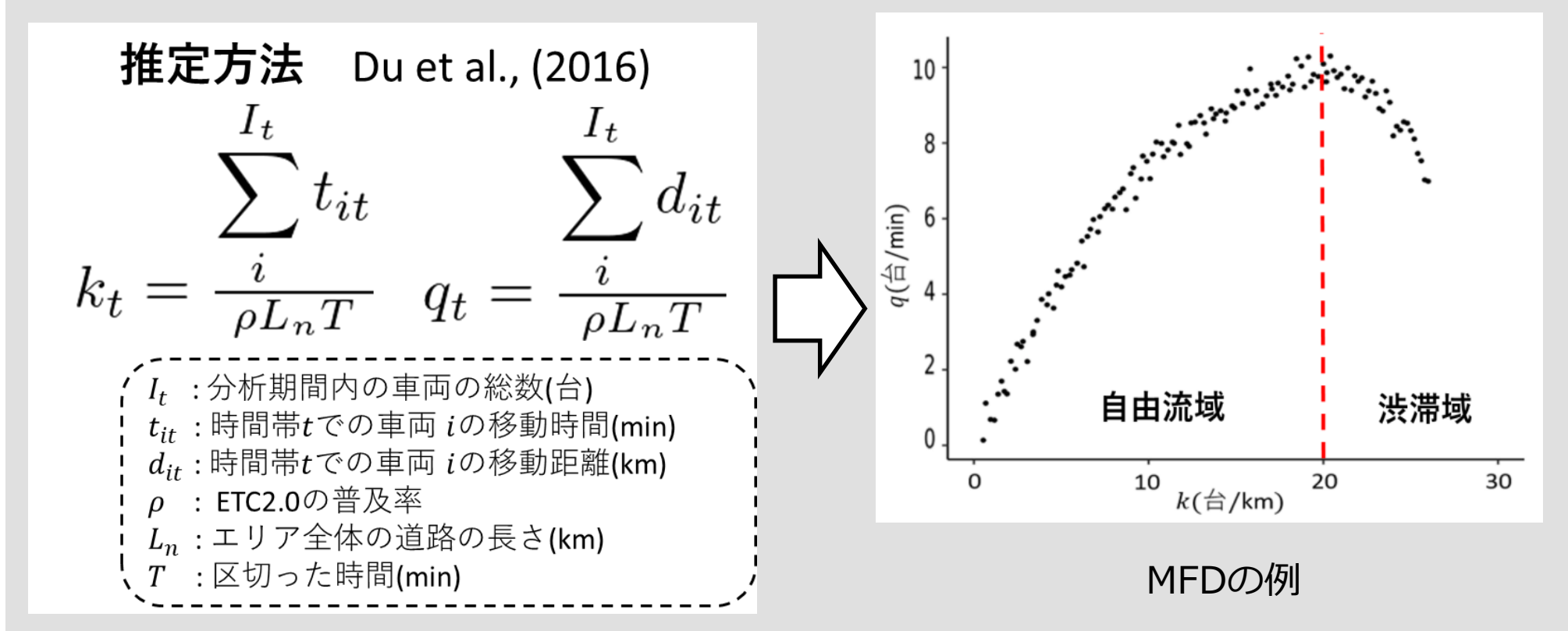
金沢における渋滞の様子

2. 既存研究

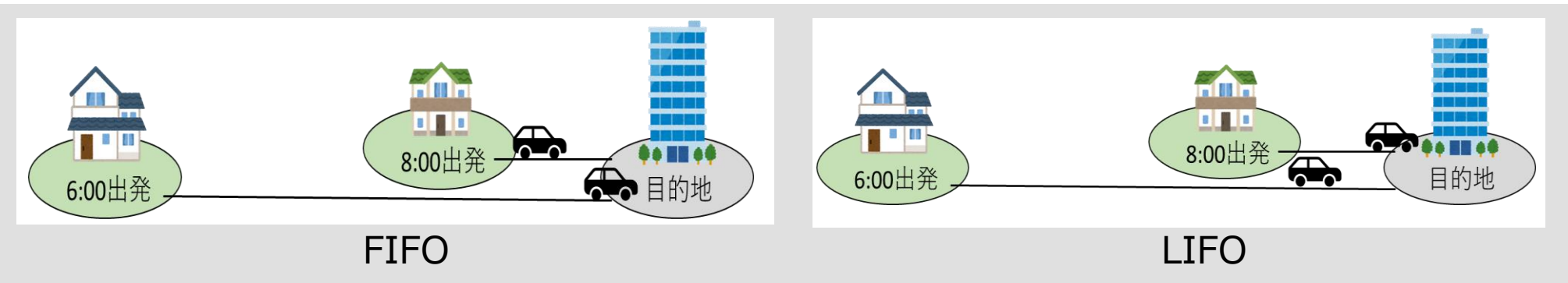
まず、右下の図はある特定のエリアに対して混雑が一様に分布していると仮定した際の、車両存在台数（交通密度） k (台/km) とトリップ完了率（交通流率） q (台/min) の関係を表すMFDというものです。

右下の図の赤破線より左側の交通密度が増加するにしたがって交通流率も増加する区間を自由流域といい、この区間では渋滞が発生することはありません。一方で赤破線より右側の交通密度が増加するにしたがって交通流率も減少する区間を渋滞域といい、この区間では渋滞が発生します。

MFDを用いることで道路ネットワークを一つのシステムとして捉え、交通状態を把握することが可能となります。また渋滞域が発生しないようなネットワークを考える目安として用いることもできます。プローブデータを用いてMFDを推定する手法としては左下のDu et al., (2016)²⁾の方法があります。

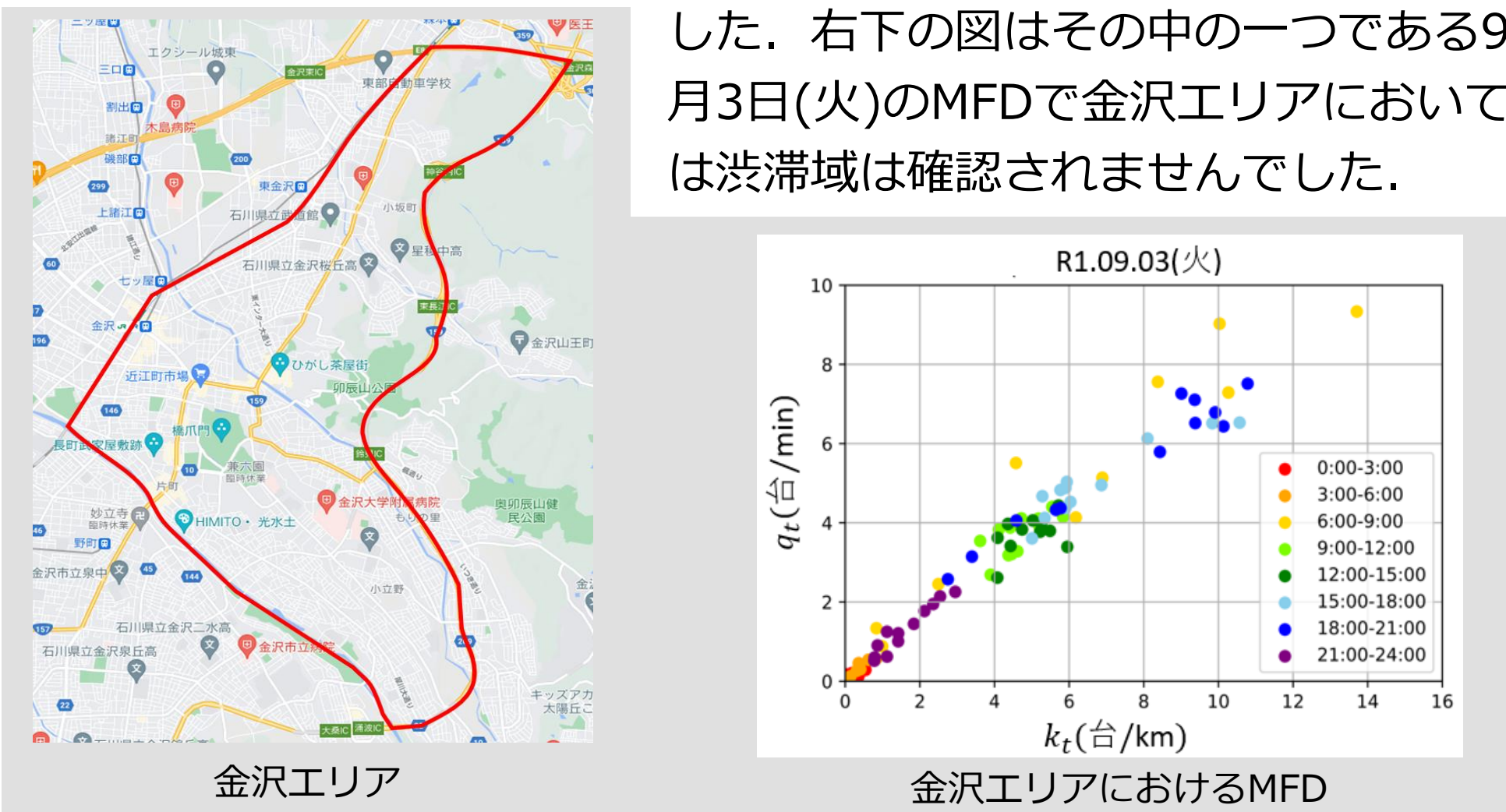


次にトリップ長と到着時刻の関係を分析するモデルとして、都市部の交通状態をMFDで記述した出発時刻選択モデルがあります。下の図のように、目的地までのトリップ長が長い車が短い車よりも先に出発し先に到着するというLamotte, R., and Geroliminis, N.(2018)のFirst In First Out (FIFO)³⁾とトリップ長が短い車が長い車よりも後に出発し先に到着するというFosgerau(2015)のLast In First Out (LIFO)⁴⁾です。双方ともに出発地点から目的地までの交通状態はMFDでモデル化されていて、理論的にはどちらの可能性も存在します。



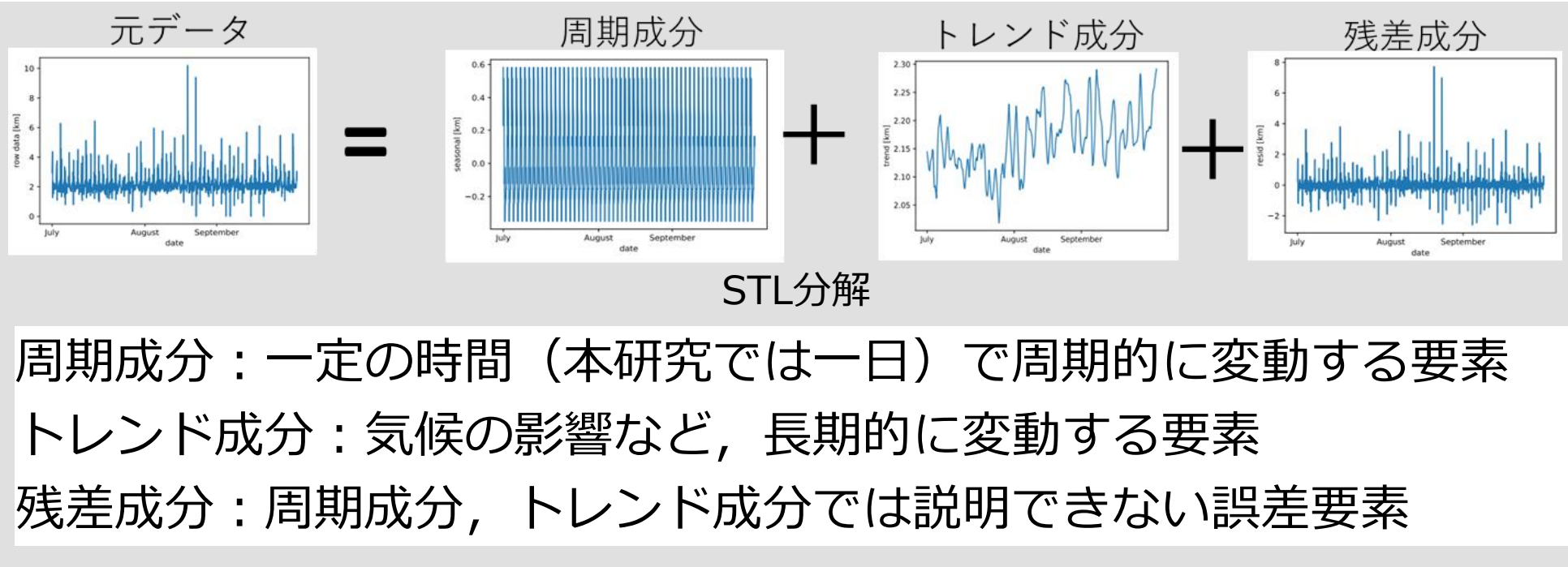
3. MFDの推定

左下の図の金沢エリアにおける令和元年9月2日(月)から6日(金)までの平日5日間のMFDを、Du et al., (2016)の方法を用いて推定を行いました。普及率 ρ の計算は平成27年度道路交通センサス一般交通量調査結果を用いて4.1%と算出し、エリア全体の道路長 L_n (は123 (km)), T は15 (min)で区切った1日計96時点の交通状態を推定しました。5日分のMFD計5つを作成した結果、どのMFDも類似した傾向が見られました。右下の図はその中の一つである9月3日(火)のMFDで金沢エリアにおいては渋滞域は確認されませんでした。

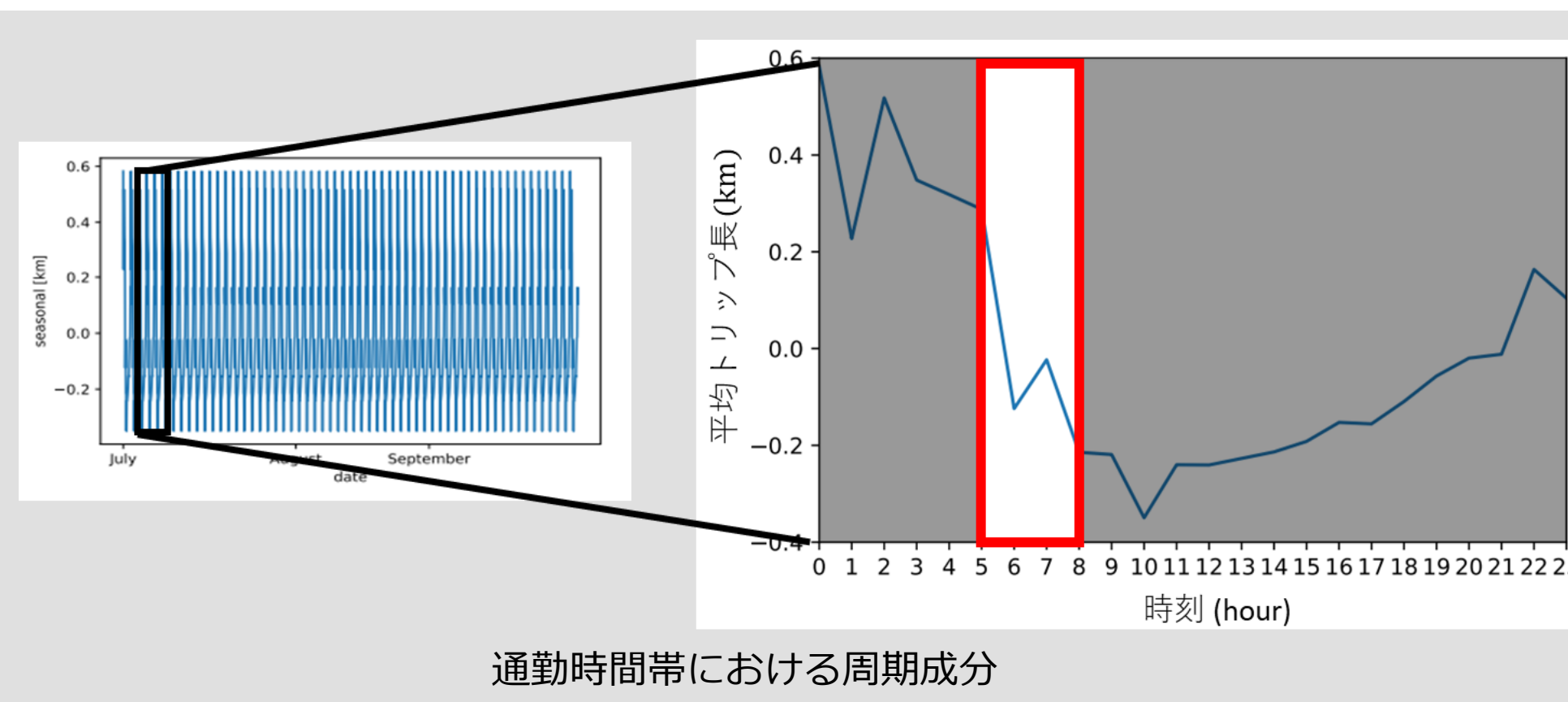


4. トリップ長と到着時刻の関係

令和元年の7月から9月の平日の通勤時間帯5時から9時において、前章と同様の金沢エリアに到着する車両を対象とし、トリップ長と到着時刻の関係がFIFOであるかLIFOであるかを検証しました。なおトリップ長の測定方法は理論と同様、エリア内のみのトリップ長を考慮します。上記の検証を行う際に、時系列分析の一つであるSTL分解を用いました。これは元データを周期成分、トレンド成分、残差成分の和に分解するものです。今回は日内変動に着目するので、周期成分を用いてFIFOかLIFOを判別しました。



左下の周期成分の図ではFIFOかLIFOかを判断することが困難であるため詳細に見るため時間帯ごとに取り出したのが右下の図です。なお、周期成分は24時間ごとに同じ値を取る所以右下の図の値がループします。分析の結果、赤で囲った通勤時間帯において右下がりの傾向が見られるのでFIFOであると言えます。すなわち金沢エリアにおける出発時刻選択モデルはLamotte, R., and Geroliminis, N. (2018)の理論と合致することが分かりました。



参考文献

- 国土交通省, 「基本方針に関するデータ集」, [urlhttps://www.mlit.go.jp/common/001067075.pdf\(R3/09/22 閲覧\)](https://www.mlit.go.jp/common/001067075.pdf(R3/09/22%20閲覧))
- Du, J., Rakha, H., and Gayah, V. V. (2016). Deriving macroscopic fundamental diagrams from probe data: Issues and proposed solutions. Transportation Research Part C: Emerging Technologies, 66, 136-149.
- Lamotte, R., and Geroliminis, N. (2018). The morning commute in urban areas with heterogeneous trip lengths. Transportation Research Part B: Methodological, 117, 794-810.
- Fosgerau, M. (2015). Congestion in the bathtub. Economics of Transportation, 4(4), 241-255.