

1

これらの状況を踏まえ、得られたデータの組み合わせ別による一般車の旅行時間分析にどのような違いが現れるのかに着目し、全車種データも安定して得られるであろう札幌市のある路線における一般車の旅行時間分析を行った。

3. 本研究の流れ

本研究では、プローブデータの収集に交通流シミュレーターを用いて札幌市内のとあるエリアの路線を再現し、一般車に加えてプローブカーとしてタクシー、トラック、バスをそれぞれ現実環境に近い状況で走行させ、そこから得られた旅行時間を蓄積データとして収集していく。

シミュレーターには交通需要や信号時間等のデータを入力する必要があるが、実際に各交差点において交通観測を行い、そこから得られたデータをもとに現実空間に近づけた。そのうえでシミュレーションを繰り返し、各車両の旅行時間データを蓄積した。また、分析には条件付き確率の概念を用い、シミュレーションで得られた旅行時間の蓄積データを正規分布として扱うことで、車種ごとの相関による多変量正規分布から一般車の旅行時間を予測していく。

シミュレーションによる一般車の旅行時間と、商用車から推定された旅行時間の値の精度を検証し、単一車種のプローブデータの場合や2種の場合、3種の場合などの組み合わせの違いによって、予測の精度にどの程度の差が出るのかを比較する。

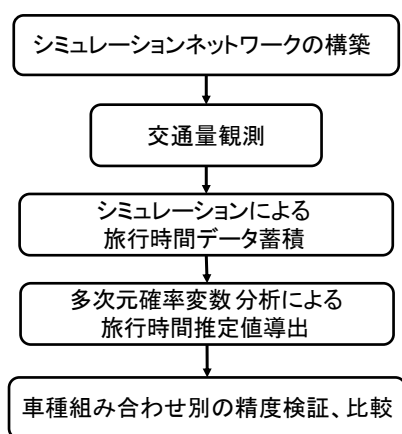


図2 本研究のフローチャート

4. シミュレーションによる旅行時間データ蓄積

(1)交通流シミュレーション

交通流シミュレーションとは、パソコン上に信号や道路状況を再現した仮想道路データを作成し、そこに現状及び将来における交通量、道路データを入力していくことで現実に近い交通状況が再現できるものである。これ

により、交通施策・事業について実施前後の状況の比較が可能となる。また、道路環境モデリングで中心となるのは交通モデルであり、車両一台一台の挙動を扱うマイクロモデル、車両の動きを流体として扱うマクロモデルの大きく分けて2つに分類される。本研究では交通流シミュレーターにマイクロ交通流シミュレーターの代表格である Aimsun を使用する。

(2)交通観測

今回研究の対象としたエリアは、西5丁目樽川通をメインとした JR 札幌駅西口周辺から地下鉄南北線麻生駅までの路線とし、主に札幌駅周辺から麻生までの移動における旅行時間予測を行う(図-3)。シミュレーションのネットワーク構築に当たり交通需要や信号データを入力する必要があるが、そのデータの取得のために実際に各交差点において 2011 年 11 月平日の午前 7 時から 9 時までのピーク時 2 時間で交通調査を行った。調査項目は、一般車、タクシー、大型車別の各リンクからの流入台数、右左折分岐率、信号現示である。しかし、交通量の観測に関しては路線内のすべての交差点で行うことはせず、簡単のため主要道路である北 8 条通、北 15 条環状通、北 18 条通、宮の森・北 24 条通、北 34 条札幌新道との交差点における流入交通量のみを、信号現示は路線内のすべての交差点の信号現示を計測し、シミュレーターに入力した。



図3 本研究の対象路線

(3)シミュレーション概要

交通需要データの入力方法として、Aimsun マニュアルによると、Aimsun では各リンクによる交通量によっ

て定義する方法と、OD 表によって定義する方法がある。本研究では主として一つの路線を扱うこと、交通量調査によって得られたデータを使用することから、前者のリンクごとの交通量定義による方法で行うこととした。

旅行時間抽出に関して、各リンクごとに分析を行うのではなく、煩雑さを避けるために北 8 条から北 15 条、北 15 条から北 18 条、北 18 条から北 24 条、北 24 条から北 34 条、北 34 条から麻生までの合計五つの路線に分けて分析を行った。

また、走行車の車長や車幅などの属性データは Aimsun による既成値をそのまま用いた。車種別の走行特性を反映させるために、バスはエリア内に実在するバス停をシミュレーションに再現し時刻表に近い環境で走行させ、タクシーは Aimsun の仕様によりランダムな位置に乘客の乗降を設定することができないため、エリア内にいくつか仮想の停車場（バス停のようなもの）を設置することで、乘客の乗降を想定し、簡単にはあるが停車挙動を再現した。

次項の条件付き確率による推定を用いるうえで、これらの蓄積データは正規分布である必要がある。そこで、車種別の旅行時間のヒストグラムは、カイ二乗検定によって正規性検定を行い、全車種・全路線において正規分布であると認められた上で蓄積データとして扱った。

5. 商用車プローブデータからの推定値導出

(1)シミュレーションデータの検証

まず、シミュレーションによって得られた蓄積データの検証を行い、表-1 にシミュレーションで得られた蓄積データの分析結果の一例を示す。

表-1 北 8 条～北 15 条間の車種別関係行列

	一般車	トラック	タクシー	バス
一般車	平均値(秒) 118.66	有意差あり	有意差あり	有意差あり
トラックs	R2値 0.26	平均値(秒) 126.65	有意差あり	有意差あり
タクシー	R2値 0.33	R2値 0.19	平均値(秒) 116.04	有意差あり
バス	R2値 0.15	R2値 0.11	R2値 0.11	平均値(秒) 173.62

表-1 は対角要素にそれぞれの旅行時間平均値、上三角に有意差の検定による結果を示し、下三角に R^2 値を示したものである。検定の結果は当然ながら車種の違いによってそれぞれの母平均には有意差が有るということが示された。また、 R^2 値は全車種においても極めて低い数値となった。

(2)条件付き確率分布による旅行時間推定

本研究では、ランダムに変化する旅行時間の値を確率変数としてとらえ、一般車、トラック、タクシー、バスの 4 変数それぞれの相関関係、および正規分布から同時確率密度関数(同時 PDF)を作成し、商用車の値が与えられた際の一般車における周辺確率密度関数(周辺 PDF)を導出する。各路線においてプローブカーの組み合わせ別に精度を検証するために 2 時間のシミュレーションを一度行い、各路線において検証を行った。また、推定値は条件付き確率によって導き出された正規分布の中心である最頻値を用いた。

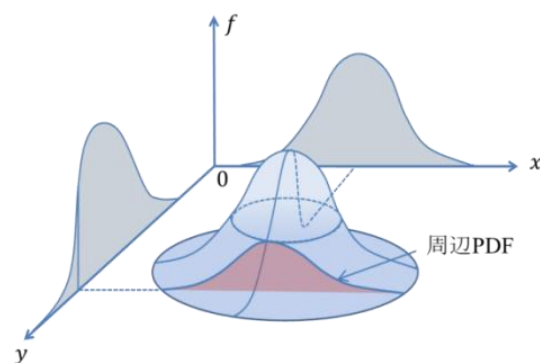


図-4 2変数時の同時 PDF および周辺 PDF

このときの推定値と実測値の比較を札幌から麻生までの路線で行った結果を図-5、図-6 に、また組み合わせ別による R^2 値の結果を表-2 に示す。

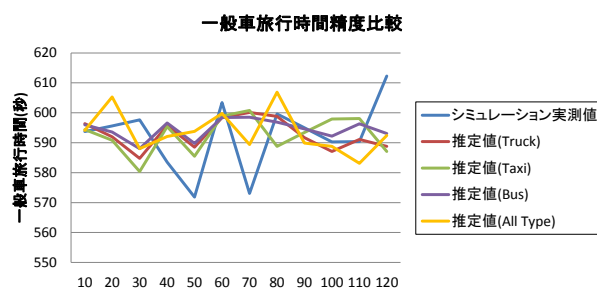


図-5 単一車種、3車種における推定値比較

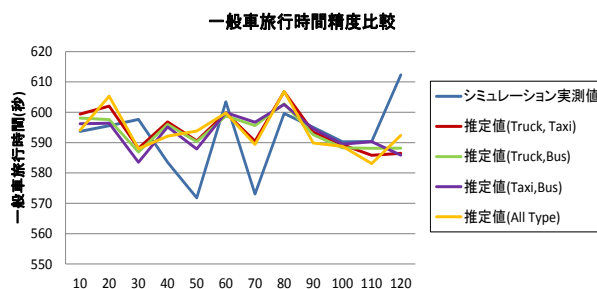


図-6 2車種、3車種における推定値比較

表-2 車種の組み合わせ別による R²値

	北8条～ 北15条	北15条～ 北18条	北18条～ 北24条	北24条～ 北34条	北34条～ 麻生
トラック	0.24	0.28	0.16	0.24	0.35
タクシー	0.29	0.32	0.21	0.29	0.19
バス	0.29	0.33	0.09	0.22	0.21
トラック、タクシー	0.46	0.35	0.22	0.34	0.23
トラック、バス	0.49	0.11	0.13	0.38	0.19
タクシー、バス	0.33	0.29	0.19	0.33	0.17
3種融合	0.46	0.26	0.34	0.49	0.11

全車種の組み合わせ共に実測値からの精度は高いとは言えず、実測値のとの差のばらつきは大きい。3種融合データにおいては、精度が高い場合もあればかけ離れている場合も多くあり、これは、融合に用いたデータが旅行時間において質の高いものであった場合は相関によって実測値に近づいたと考えられ、一方で、データがバスの停車時間などのノイズを含むような質の低いものを組み合わせることで実測値から離れてしまうと考えられる。このため、一概に融合によって予測性は高められるとは言えない。

6. おわりに

本研究の成果として、融合によって旅行時間の予測性能が必ずしも高められるわけではないということが示された。これは、組み合わせるデータの質によって相関の高いデータを用いれば精度が高められるが、相関から外れたデータを用いると精度が悪くなってしまう場合があ

り、バスの停車挙動のデータクレンジングを行うなどノイズを除去することで、融合データの精度も向上できると考えられる。

今後の課題として、データ収集に用いる交通流シミュレーターによって自動車挙動に差が出ると考えられるため、シミュレーターの違いによる挙動分析を行うことが挙げられる。また、本研究では実際のタクシーのプローブデータとの比較・調整を行ったが、バスやトラックの実プローブデータを用いて調整することで、更に現実状況に近付けた上で分析を行うことができる。この他にも、シミュレーションに用いた一部データもおおよその値を用いた部分があるが、これらは旅行時間に少なからず影響してくるため、正確な数値を用いることで高精度化を図ることができると考えられる。

参考文献

- 1) 伊藤學, 亀田弘行, 能島暢呂, 阿部雅人: 「改訂 土木・建築のための確率・統計の基礎」
- 2) 「リアルタイム情報による旅行時間の予測信頼性向上手法について」(白石 哲也 土木計画学研究・講演集 2010)
- 3) 北海道土木技術会道路研究委員会: 「札幌圏商用車プローブ実用化検討会活動報告書」2011
- 4) 株式会社 udec ホームページ
(<http://www.udec.co.jp/>)
- 5) Aimsun User's Manual
- 6) 交通シミュレーション クリアリングハウス
(<http://www.jste.or.jp/sim/index.html>)

(?????.???. 受付)

EVALUATION OF COMMERCIAL PROBE-VEHICLE DATA ON TRAVEL TIME PREDICTION BASED ON TRAFFIC SIMULATOR

Yusuke YOSHIDA, Takashi Nakatsuji

Recently, taxi probe data is used to accumulate traffic information in Sapporo City. In addition, there are some expectations that truck and bus will be introduced as probe vehicle because those vehicle drivers have different driving behaviors from taxi.

This study is to focus on the above situation, and aims to estimate traveling time of regular vehicles by taxi, truck, and bus probe data. The data of regular vehicles cannot be achieved so traffic simulator is used to obtain this data in this study. Therefore, the traveling time of regular vehicle is predicted based on correlation of each vehicle and multivariate normal distribution, and the accuracy of different vehicle combination is compared.