

日変動データを用いた 交通シミュレーションの信頼性に関する研究

安田 治人¹・小嶋 文²・久保田 尚³

¹非会員 東京都建設局道路建設部（〒163-8001 東京都新宿区西新宿2-8-1）

E-mail:Haruto_Yasuda@member.metro.tokyo.jp

²正会員 博(学術) 埼玉大学大学院理工学研究科（〒338-8570 埼玉県さいたま市桜区下大久保255）

E-mail:kojima@dp.civil.saitama-u.ac.jp

³正会員 工博 埼玉大学大学院理工学研究科（〒338-8570 埼玉県さいたま市桜区下大久保255）

E-mail:hisashi@dp.civil.saitama-u.ac.jp

現在、交通シミュレーションの施策評価指標は日による交通状況の変動の関係が示されていない。その結果、住民の疑問に答えられず、信頼を損ねてしまっている。本研究では交通状況を常に観測している日変動データに着目し、評価指標と日変動の関係を明確にし、施策評価の有効性の検証を目的とした。

交通シミュレーションの乱数による評価指標の変動と日変動の関係を明確にすることで検証を行った。検証する評価指標は「旅行速度」とした。日変動はプローブカーデータであるNAVITIMEデータを用いた。検証の結果、旅行速度が有効な指標であると証明できなかった。しかし、区間距離を長くするという包括的な指標は日変動を考慮できるという可能性を示せた。

Key Words : traffic simulation, prob car date, traffic flow from day to day, sensitivity analysis

1. 研究の背景と目的

近年、ハード的な施策やソフト的な施策の評価手法として交通シミュレーション（以下、交通SIM）が幅広く活用されている。埼玉県では、10,000㎡の大規模小売店舗新設する場合交通SIMを用いた交通予測が求められている¹⁾。交通SIMは日々変動する交通状況²⁾の内、特定の1日の調査結果を基に作成され、再現性を確認し、施策を評価指標を用いて評価している。ただ調査日以外の再現は調査日以外の交通状況が分からないため、調査日以外での施策評価が行えているか明らかではない。住民や行政の信頼を損ねてしまいかねない状況である。そこで、調査日を再現した交通SIMで、調査日以外の交通状況の施策評価を行えるか、明らかにする必要がある。そのためには、調査日以外の交通状況を知る必要がある。

従来の調査手法による長期間の交通調査は、毎日、大勢の人を集めること、人件費や調査準備にかかる費用の問題もあり、実施するのは難しい。しかし、近年情報通信技術の導入により、365日24時間の交通状況を観測し、蓄積できるようになった日変動データが利用可能になっ

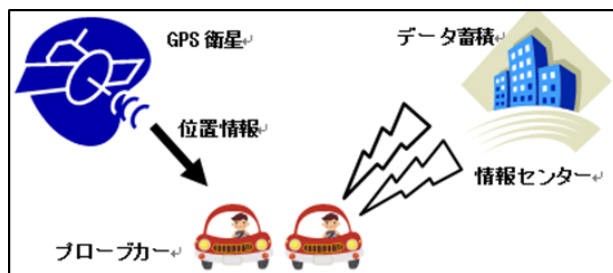


図1 プローブカーデータの概念図

ている。日変動データには、カーナビや携帯端末から送信される一般車のGPS座標を基にしたプローブカーデータ（図1）、交通量常時観測装置による交通量データ³⁾などがあり、プローブカーデータは日々の旅行速度の変化を、交通量常時観測装置は交通量の変化を把握できる。これらの日変動データを用いることで、調査日以外の交通状況を把握することができるようになる。本研究では、特定のある1日の調査日を基に作成した交通SIMから得られる施策評価指標と日変動データから得られる指標を比較することで、交通SIMによる施策評価の有効性を検証することとする。

2. 研究方法と手順

今回の研究では、埼玉大学設計画研究室で独自開発している交通SIMモデル「tiss-NET」を使用することとした。tiss-NETでは疑似乱数を用いて、車両発生時刻・間隔、車両の速度や挙動を決定している。乱数を利用しているため、tiss-NETは乱数初期値ごとに異なる結果が生じる。調査日を再現した交通SIMを上記の乱数初期値を変更することで、結果を変動させ、それぞれ算出された指標が、実データの変動をどの程度再現できているかといった関係性を示すこと⁴⁾が必要である。

本研究では、tiss-NETの施策評価指標としてよく利用される「平均旅行速度」で施策評価の有効性を検証することとした。検証方法は、まず調査日を再現した交通SIMをそれぞれの乱数初期値で再計算を行う(図2の①)。その後、計算したすべての交通SIMからある区間の平均旅行速度を算出し、乱数による平均旅行速度の変動を明らかにする(図2の②)。その乱数による変動が日変動データから得られる日々の平均旅行速度を再現できる日、再現できない日といった関係性を明らかにする(図2の③)ことで、調査日を再現した交通SIMによる施策評価の有効性を検証する。

本研究の流れは、次のとおりである。

【STEP1】交通シミュレーションの作成

初めに対象地域を選択し、交通調査を行い、交通SIMを作成する。

【STEP2】日変動の把握

旅行速度を観測している日変動データを取得し、対象地域の日変動を把握する。

【STEP3】施策評価の検証

日々の平均旅行速度を再現できる日、再現できない日といった関係性を明らかにし、調査日を再現した交通SIMによる施策評価の有効性を検証する。

3. 交通シミュレーションの作成

研究対象地域を「大宮駅西口」と選択し、2012年10月27日(土)9:30~17:30で交通調査(図3)とを行った。この調査は、2006年に行われたナンバープレート調査更新と再現性の確認に必要なデータの取得が目的である。この調査結果を基に2006年のOD表を更新し、14:00~15:00を対象時間とし、交通SIMを作成した。

次に、作成した交通SIMの再現性を主要な交差点の断面交通量(14:00~15:00)を比較することで確認した。

図4から分かるように、SIM値と実交通量がほぼ同じ値を示していることから、一定の再現性が確保されていることが分かる。

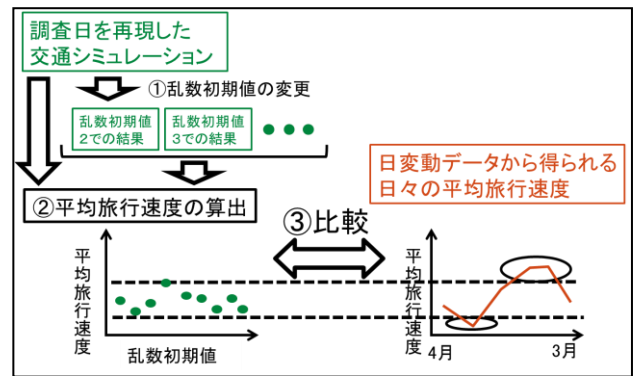


図2 検証方法 平均旅行速度による比較

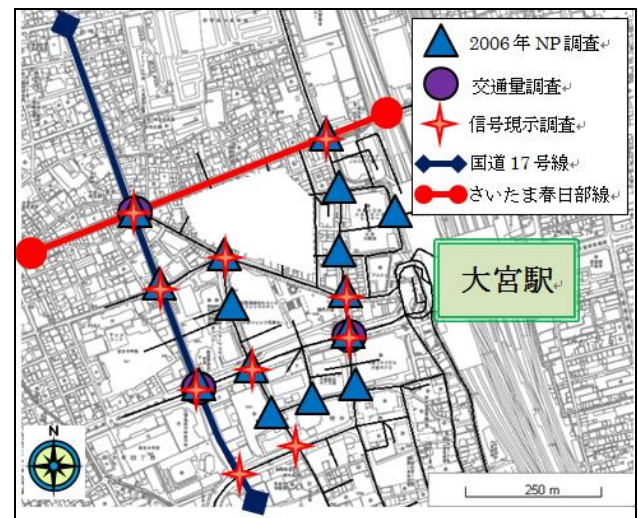


図3 対象地域「大宮駅西口」と調査地点図

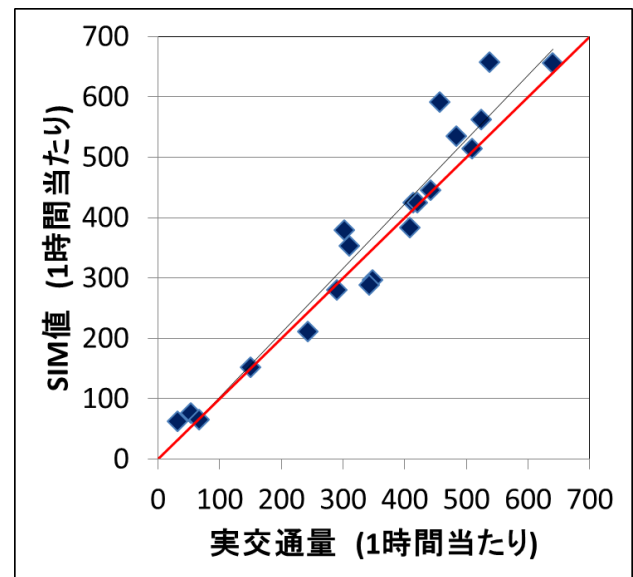


図4 実測値と交通SIM値との比較

次に、実データとして交通調査と同時にに行った実走行調査のうち、14:00~15:00の平均旅行速度を用いて、交通SIMの再現性の確認を行うこととした。図5の5ルートに関して行われ、実走行調査から得られた旅行速度と交

通SIMから算出された旅行速度を比較した。

比較結果(図6)より、ルート③と④に関しては、誤差が大きく、これは2006年以降の道路開通の影響が考えられるが、結果として、再現性は取れていると言える。

4. 日変動の把握

(1) 利用するプローブカーデータ

対象地域で日々の旅行速度を取得できるプローブカーデータ「NAVITIMEデータ」を日変動データとして用いることとした。「NAVITIMEデータ」は株式会社ナビタイムジャパンが携帯カーナビサービスから取得した携帯カーナビプローブデータであり、ナビゲーション専用端末とスマートフォンなどの携帯端末から送信されるGPS測位データを基に生成されるデータである。取得間隔は2~5秒間隔で端末やアプリケーションにより異なる⁹⁾。また、取得される緯度経度は、度単位で小数点6桁までのデータである。本研究では調査日を含む2012/8/8~2012/11/7の3か月間のデータを取得した。

プローブデータの整理、旅行速度の算出には、株式会社KCSが開発した交通情報管理解析ソフトPROTANASを利用することとした(図7)。交通情報管理解析ソフトPROTANASは、プローブ情報をデータベース化して、分析に必要な期間、日時、路線にてデータを高速に抽出が可能である⁹⁾。本研究では交通SIMとNAVITIMEデータの比較の際に、NAVITIMEデータの特定区間の旅行速度の算出に用いた。

(2) プローブカーデータの検証

ここでNAVITIMEデータが交通調査の代替になり得るか、実走行調査と比較、検証した。まずは、実走行調査結果とNAVITIMEデータから比較するデータを抽出する。NAVITIMEデータから交差点間中央付近のデータを抽出し、そのデータと同区間、同時間帯(前後5分以内)の実走行調査結果を抽出した。抽出したデータから旅行速度を算出し、比較を行った。抽出した区間は、図5の抽出区間とした6区間である。

その比較結果が表1である。③はNAVITIMEデータが車両が停止状態から出発したデータであったこと、⑤はNAVITIMEデータの起点と終点の距離が長かったことから、多少の誤差が生じている。しかし、実走行調査結果とNAVITIMEデータの誤差が小さいため、交通調査の代替となり得ると言える。

(3) 日変動データの集計と日変動の把握

NAVITIMEデータが交通調査の代替になり得ると示せたため、NAVITIMEデータから、デジタル道路地図の基

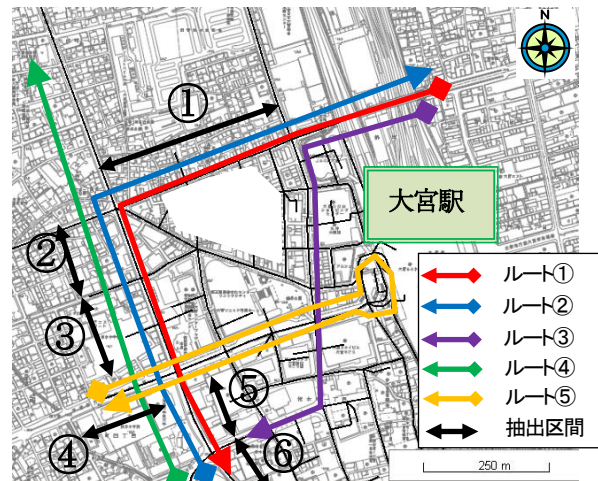


図5 実走行ルートと抽出区間

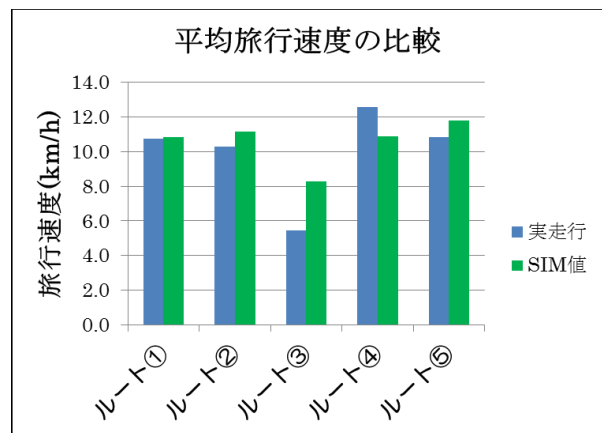


図6 平均旅行速度の比較

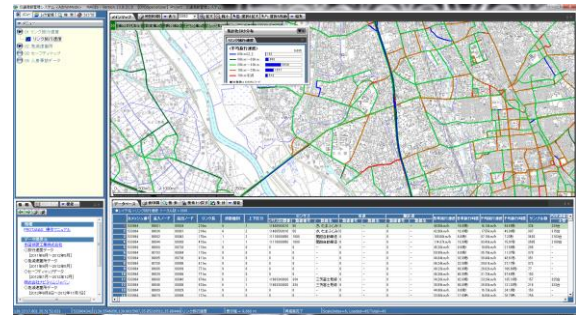


図7 PROTANASの操作画面

表1 実走行調査とNAVITIMEデータの比較結果

番号	方向	距離	種別	起点	終点	速度(km/h)	誤差
①	東→西	39.1m	実走行	14:32:28	14:32:35	20.1	4%
			NAVITIME	14:32:35	14:32:43	21	
②	北→南	14.6m	実走行	16:39:21	16:39:23	26.3	3%
			NAVITIME	16:41:31	16:41:33	27	
③	北→南	43.6m	実走行	16:39:34	16:39:42	19.6	23%
			NAVITIME	16:42:03	16:42:11	15	
④	東→西	40.2m	実走行	14:14:14	14:14:19	28.9	4%
			NAVITIME	14:14:02	14:14:06	30	
⑤	北→南	136.1m	実走行	16:41:06	16:41:17	44.5	17%
			NAVITIME	16:43:31	16:43:45	37	
⑥	北→南	51.7m	実走行	16:41:54	16:42:00	31	6%
			NAVITIME	16:44:01	16:44:09	33	
⑥	南→北	4.4m	実走行	17:19:21	17:19:23	7.9	1%
			NAVITIME	17:14:28	17:14:30	8	

本道路交差点間の14:00～15:00の平均旅行速度を3か月間、1日毎に集計した。集計区間は、図8の8区間について、集計した。今回は図8の区間A（距離214m、東から西向き）について、平均旅行速度の変動を記載する。

区間Aの平均旅行速度の日変動状況は、図8に表した。縦軸は平均旅行速度、横軸はデータなしを除いた日付順として、区間AのNAVITIMEデータから得られた1日毎の平均旅行速度をプロットしている。NAVITIMEデータの3か月間の平均値と調査日のNAVITIMEデータの平均旅行速度のラインから、日々平均旅行速度は変動しており、変動幅も大きい。また、調査日は全体的に混雑している日であることも分かった。

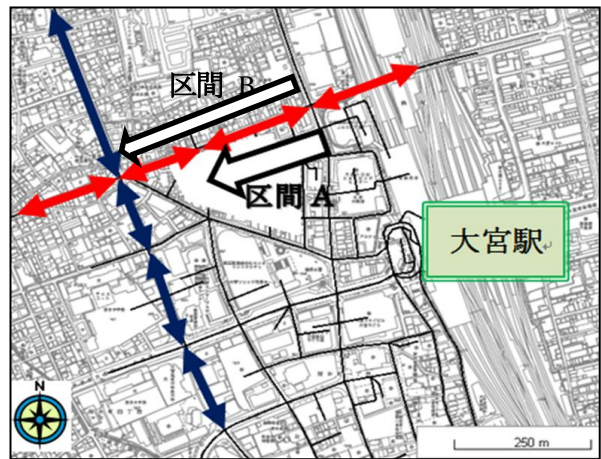


図8 平均旅行速度の集計区間

5. 施策評価の検証

表2に示した3ケースで、交通SIMの結果を乱数により変動させ、区間A、または区間Bの旅行速度を取得した。その旅行速度と集計したNAVITIMEデータの旅行速度を比較し、施策評価の有効性を検証した。

(1) 検証ケース①について

検証ケース①では、調査日を再現した交通SIMの乱数初期値を変更し、各乱数初期値での調査日を再現した交通SIMからそれぞれ全区間の平均旅行速度を算出した。

図10は、図9のグラフにそれぞれの乱数初期値から得られた区間Aの平均旅行速度（SIM値）を順番にプロットしたグラフである。図中の青点線は施策評価できない日の範囲を、赤点線は施策評価できる日の範囲をそれぞれ示している。図10から調査日を再現したSIM結果のばらつきは、NAVITIMEデータのばらつきより小さく、空いている日の施策評価ができないことが分かる。

区間Aだけではなく、他の区間も施策評価が出来ない日が存在している。これは調査日が全体的に混雑している日、または空いている日であるため、乱数によるばらつきが小さくなっていると考えられる。

また、距離が長い区間では、極端な1日を除き、集計期間のほぼすべての日で施策評価できることが分かった。

今回は、調査日が全体的に混雑している日、または空いている日であることに着目し、調査日を再現した交通SIMを感度分析により、NAVITIMEデータの平均値に近付けた「平均値交通SIM」で再度検証することとした。

(2) 検証ケース②について

発生集中交通量を変数として、感度分析を行った（図11）。まず、図8の赤矢印と青矢印の2路線について、進行方向別に、一番平均値との差が大きい区間の区間交通量とOD内訳を確認した。（図11の①）OD内訳とは、そ

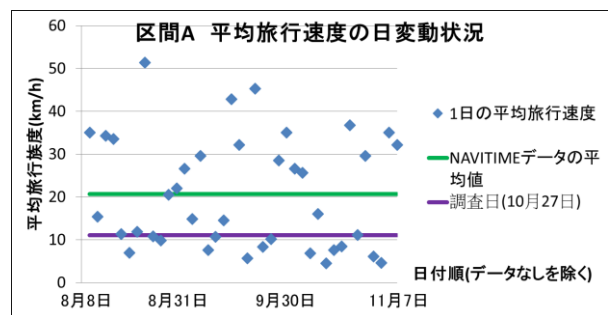


図9 区間A 平均旅行速度の日変動状況

表2 検証したケース一覧

検証ケース	区間	用いた交通 SIM
①	区間 A	調査日を再現した交通 SIM (調査日交通 SIM)
②	区間 A	調査日交通 SIM の旅行速度を感度分析により、NAVITIME データの平均旅行速度に近付けた交通 SIM (平均値交通 SIM)
③	区間 B	用いた交通 SIM

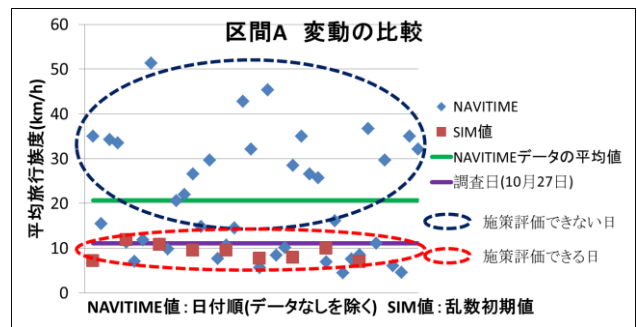


図10 区間A 変動の比較

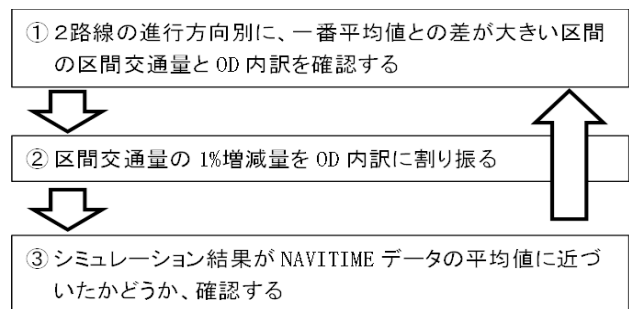


図11 感度分析による平均値の再現

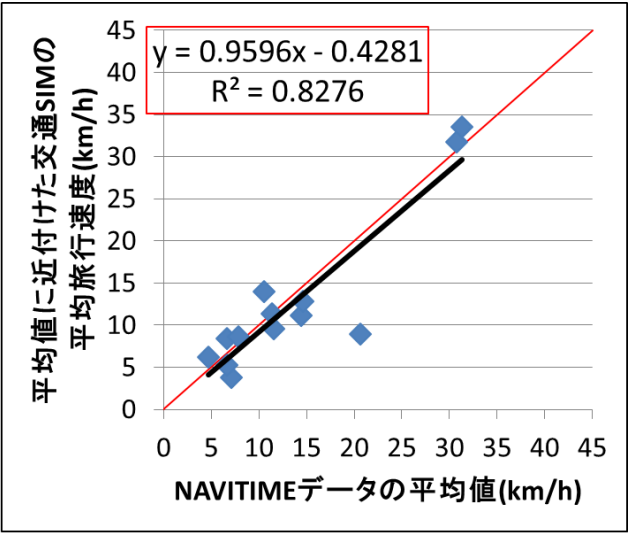
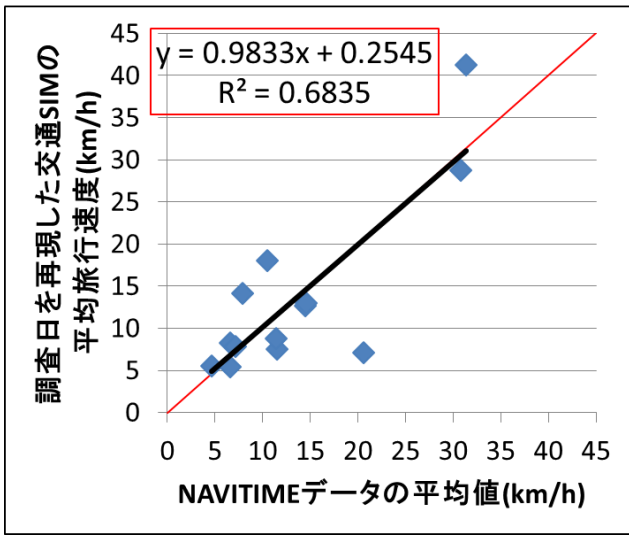


図 12 右図：感度分析前の平均旅行速度の比較
左図：感度分析後の平均旅行速度の比較

の区間を通った車両の何台がどこを出発地として、どこを目的地としたかをまとめたものである。

その区間の交通量の1%増減量をOD内訳の車両台数が多い区間に割り振り、新しいOD表を作成し、交通SIMで計算した。例として、調査日を再現した交通SIMの平均旅行速度がNAVITIMEデータの平均旅行速度より遅い場合は、該当区間のOD内訳の1%に当たる交通量を減らしたOD表を作成し、交通SIMで再度計算を行った。（図11の②）そのSIM結果から得られた平均旅行速度がNAVITIMEデータの平均値に近づいたかどうか図7の全区間の平均旅行速度を確認した（図11の③）。交通SIM結果の平均旅行速度がNAVITIMEデータの平均値に近づくまで、図11の①～③を繰り返し行い、平均値交通SIMの作成を行った。

図12の感度分析前のグラフは縦軸に調査日を再現した交通SIMから得られた8区間の平均旅行速度を取った。また図12の感度分析後のグラフは縦軸に、平均値に近付けた交通SIMから得られた8区間の平均旅行速度とした。両グラフとも、横軸は8区間のNAVITIMEデータの3か月間の平均旅行速度とした。図12から分かるように、感度分析を行うことで、NAVITIMEデータの平均平均旅行速度に近づいていることが確認できる。この平均値交通SIMを用いて、再度比較を行った。図13は、図10と同様に平均値交通SIMの各乱数初期値から区間Aの平均旅行速度とNAVITIMEデータの変動を比較したグラフである。図中の青点線は施策評価できない日の範囲を、赤点線は施策評価できる日の範囲をそれぞれ示している。平均値に近付けた結果、SIM結果のばらつきが大きくなり、よりNAVITIMEデータのばらつきに近づいたことが分かる。しかし、まだ空いている日で施策評価ができないことが分かる。

施策評価を行える日、区間が増えたが、全8区間で施策

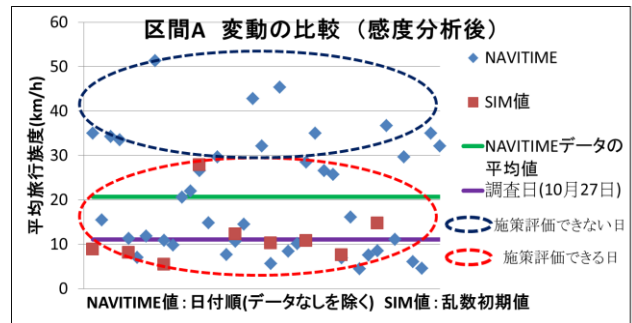


図 13 区間A 変動の比較（感度分析後）

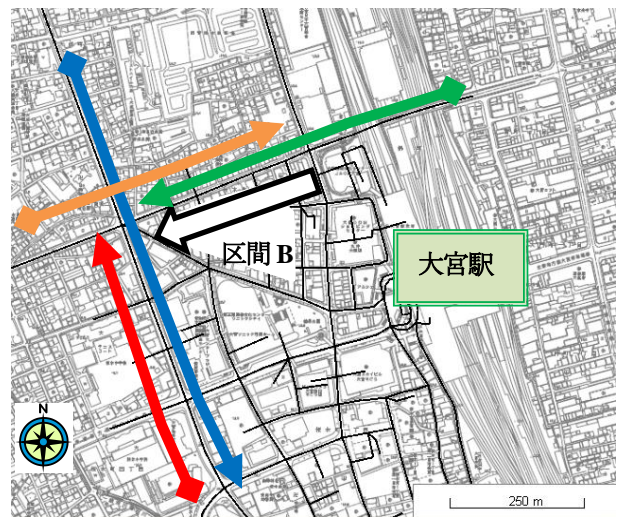


図 14 旅行速度算出距離の区間延長

行える日が増えていない。「平均旅行速度」を用いた施策評価の有効性は依然として低いままである。そこで、a)でも挙げられた距離が長い区間に着目した。平均旅行速度を算出する区間を伸ばし、再度比較した。

(3) 検証ケース③について

図14のように、新たな4区間で平均値交通SIMと

NAVITIMEデータの平均旅行速度の変動を比較する。今回は、区間B（距離408m, 東から西向き）について、変動状況を記載する。

図15は、図13と同様に平均値交通SIMの各乱数初期値から区間Bの平均旅行速度とNAVITIMEデータの変動を比較したグラフである。図中の赤点線は施策評価できる日の範囲を示している。区間Aでは、施策評価できなかった日を評価できている。しかし、施策評価できない日が距離を長くしても存在することが分かった。

期間内すべての日を施策評価できない日が存在することから、平均旅行速度で行った施策評価の有効性を明確にすることができなかった。しかし、区間を長くすることで、極端な日や短距離区間では考慮出来なかった日を考慮できたことから、長距離区間の平均旅行速度がより施策評価の指標として有効な指標であることが分かる。

6. 本研究のまとめ

本研究では、日々の旅行速度を取得できるプローブカーデータ「NAVITIMEデータ」を活用することで、調査日以外の交通状況の把握、またデータ取得期間での調査日の位置づけを確認できた。加えて、乱数の結果のばらつきと日変動の関係性を提示することができた。

今回は、上記の関係性を提示することで、平均旅行速度を用いて、交通SIMによる施策評価の有効性を検証した。結果として、3つのケースで検証を行ったが、旅行速度で行った施策評価が有効であると明確にはできなかった。しかし、より包括的な指標にすることで、施策評価を行える日が増えたことから、関係者の信頼確保につながる可能性を示せた。

今後の課題として、交通SIMから得られた平均旅行速

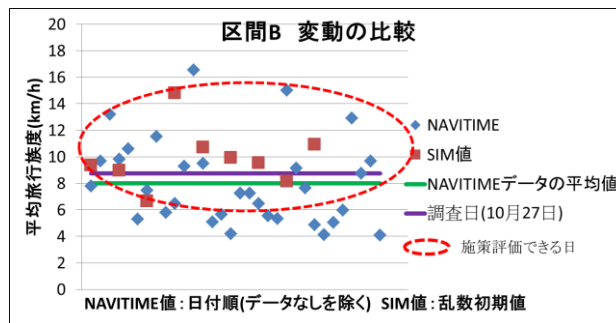


図15 区間B 変動の比較（感度分析後）

度とプローブカーデータから得られた平均旅行速度では、平均したデータ数に差があるため、プローブカーデータと同じ状況（交差点での挙動、信号待ち）の交通SIM値を比較することが必要となってくると考えられる。

参考文献

- 1) 埼玉県：埼玉県大規模小売店舗立地法事務処理要綱，<http://www.pref.saitama.lg.jp/uploaded/attachment/370979.pdf>（アクセス：2014年7月20日）。
- 2) 河野友彦，橋本浩良，上坂克巳，五十嵐一智：交通量常時観測データを用いた隣接区間の交通量推定方法に関する研究，土木計画学研究・講演集 Vol.41，2010。
- 3) 上坂克巳・門間俊幸・橋本浩良・松本俊輔・大脇鉄也：「道路交通調査の新たな展開～5年に1度から365日24時間～」，土木計画学研究・講演集 Vol.43，2011.5。
- 4) （社）交通工学研究会：交通シミュレーション適用のススメ，2004
- 5) 太田恒平，大重俊輔，矢部努，今井龍一，井星雄貴：携帯カーナビのプローブ交通情報を活用した道路交通分析，第47回土木計画学会研究発表会，2013
- 6) 株式会社 KCS：PROTANAS®（プロタナス）<http://www.kcsweb.co.jp/ps/protanas/>（アクセス：2014年7月27日）

(?????.?? 受付)

STUDY ON THE CREDIBILITY OF TRAFFIC SIMULATION BY UTILIZING DATA OF FLUCTUATION OF TRAFFIC FLOW FROM DAY TO DAY

Haruto YASUDA, Aya KOJIMA and Hisashi KUBOTA

These days, the relationship of the measure evaluation figure of traffic simulation and fluctuation of traffic flow from day to day is not shown. As a result, the authors cannot find the answer to residents' question. Then, residents may distrust the measure evaluation of traffic simulation. In this paper, the authors paid attention to data of fluctuation of traffic flow from day to day, and aimed at verifying the effectiveness of the measure evaluation.

The authors verified by clarifying relation between fluctuation of the evaluation figure of traffic simulation by the random numbers and fluctuation of traffic flow from day to day. The authors used the trip speed of as evaluation figure and the "NAVITIME data" which is probe car data as data of fluctuation of traffic flow from day to day. As a result, the authors were not able to be proved that trip speed is the effective figure. Nevertheless, A possibility that Comprehensive figure, like section distance is long, could take fluctuation of traffic flow from day to day into consideration was able to be shown.