

# プローブカーデータによる道路の旅行時間変動 と道路構造の関係性分析

宇野 敦伎<sup>1</sup>・古屋 健登<sup>2</sup>・熊谷 成則<sup>3</sup>・小池 光右<sup>4</sup>・大澤 脩司<sup>5</sup>  
中山 晶一郎<sup>6</sup>・山口 裕通<sup>7</sup>

<sup>1</sup>学生会員 金沢大学大学院 自然科学研究科 (〒920-1192 石川県金沢市角間町)  
E-mail:atk118tgt@gmail.com

<sup>2</sup>学生会員 金沢大学大学院 自然科学研究科 (〒920-1192 石川県金沢市角間町)  
E-mail:sheringford@stu.kanazawa-u.ac.jp

<sup>3</sup>非会員 金沢大学大学院 自然科学研究科 (〒920-1192 石川県金沢市角間町)  
E-mail:kumagai@se.kanazawa-u.ac.jp

<sup>4</sup>学生会員 金沢大学大学院 自然科学研究科 (〒920-1192 石川県金沢市角間町)  
E-mail:kou0561@stu.kanazawa-u.ac.jp

<sup>5</sup>学生会員 金沢大学大学院 自然科学研究科 (〒920-1192 石川県金沢市角間町)  
E-mail:s.osawa.ku.sed@gmail.com

<sup>6</sup>正会員 金沢大学 理工研究域 地球社会基盤学系 (〒920-1192 石川県金沢市角間町)  
E-mail:nakayama@staff.kanazawa-u.ac.jp

<sup>7</sup>正会員 金沢大学大学院 自然科学研究科 (〒920-1192 石川県金沢市角間町)  
E-mail:hyamaguchi@se.kanazawa-u.ac.jp

道路交通においては、渋滞等に巻き込まれる可能性があることから、比較して旅行時間の分散が大きいという特徴がある。このことから、我々は余裕時間をみて行動する必要がありこの分が損失時間となる。そのため、旅行時間の分散を大きくする要因を特定し、それをできるだけ取り除いた道路のネットワーク設計が求められる。本研究では旅行時間の分散を大きくする要因を特定するために、プローブカーデータを用いて、広範囲における旅行時間変動の空間差について基礎的な分析を実施した。具体的には、時間帯ごとの年間平均速度・標準偏差と道路構造との関係を分析した。その結果、車線数や信号交差点などの道路構造と交通量が速度変動に寄与することを定量的に把握することができた。

**Key Words:** probe data, travel time variation, travel time reliability

## 1. はじめに

道路交通において、旅行時間の変動が大きい、すなわち時間信頼性が低い場合、目的地に時間内に到達するためには予め出発時間を早めるという余裕時間を確保する必要がある。この余裕時間は経済的・社会的・心理的な損失になる。この損失を低減するためには時間信頼性を向上させることが必要となる。このためには、時間信頼性を低下させる要因を明らかにし、それに対する何らかの対策を講じる必要がある。本研究ではそのためのアプローチの1つとして、旅行時間の変動に着目する。

旅行時間の変動は、これまではトラフィックカウンタ

ー（以下、トラカン）などの定点観測データを用いて観測されてきた。しかし、これらのデータは観測地点に限りの問題があり、空間的に断片的な情報となっている。一方で、GPS機能を搭載した車両の走行記録データであるプローブカーデータであれば、観測区間を限定せずに広範囲の時間変動情報を得ることができる。そのため、広範囲かつ空間的に連続したデータによる時間信頼性情報の分析が可能となる。

本研究では、プローブカーデータを道路ネットワークの時間信頼性評価に適用するための基礎的な分析を実施する。ここではとくに、リンクごとの走行速度から得られる速度の分散と道路構造との関係性について考察する。

## 2. 使用データ

本研究は、富士通交通・道路データサービスより提供いただいた貨物商用車の1年間の走行データから抽出・蓄積されたプローブデータ（以下、富士通プローブデータ）の石川県3市町の範囲のデータを用いる。これは1秒毎の車両の挙動情報を収集したものである。データ項目としては、車両ユニークID、トリップ番号、2次メッシュ番号、ドットデータ日時、車測速度、リンク番号、リンク距離、リンク所要時間、吸着後緯度及び経度、リンク内距離、トリップ累積距離、吸着距離、走行方向フラグ、道路種別コードを用いている。速度についてはトリップ毎に平均を取ったリンク速度（ノード間速度）として扱っており、データプロット数の差による偏りを補正している。

また、一般的な交通量と時間帯の関係を見るためにトラカンデータを、道路の構造情報を見るために DRM データを用いている。DRM データの項目としては、リンクID（2次メッシュ番号+リンク番号）、都道府県番号、管理者コード、道路種別コード、路線番号、上下線コード、制限速度コード、車線数コード、12時間交通量などを用いている。また、これらの DRM データは富士通プローブデータの集計の際にもデータベース化して扱っている。

## 3. 速度変動要因分析

### (1) 対象区間の概要

十分データ量が期待できる、石川県における北陸自動車道のバイパス道路である国道8号線の延長約30km区間道路の上り本線道路（130リンク）を対象とした。

### (2) 長距離区間道路における速度の平均、標準偏差

この範囲を対象にリンク毎の平均速度と速度の分散の空間差を分析する。図-1は、例として対象区間のリンクを平均速度別に色付けた地図である。ここで、対象区間内の西念（立体交差点）で観測されたトラカンデータから一般的な交通量と時間帯の関係を図-2に示す。

図-2より、交通量の少ない3時台（閑散時間帯）と交通量の多い7時台、17時台（ピーク時間帯）の3つの時間帯間で連続したリンクの速度の平均、標準偏差を西から順に並べて比較したものを図-3に示す。横軸にはリンクに対応する信号交差点を西から順に並べてある（東端はジャンクション）。図-3の丸で囲んだ区間は信号がない区間で比較的高い速度を維持している。図-4では同区間は比較的低い標準偏差となっている。また、信号が連続している区間では速度のばらつきが時間帯によ

って異なる挙動を示している。

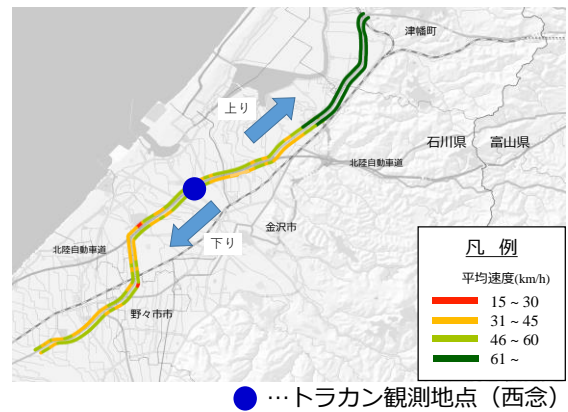


図-1 分析対象区間地図

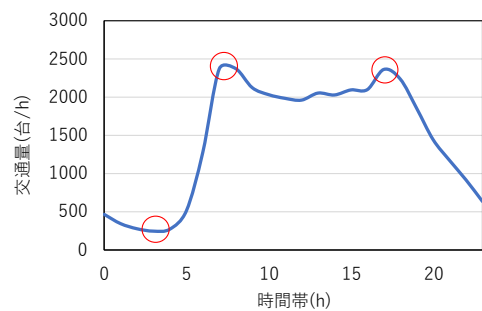


図-2 時間帯別トラカン観測交通量（西念）

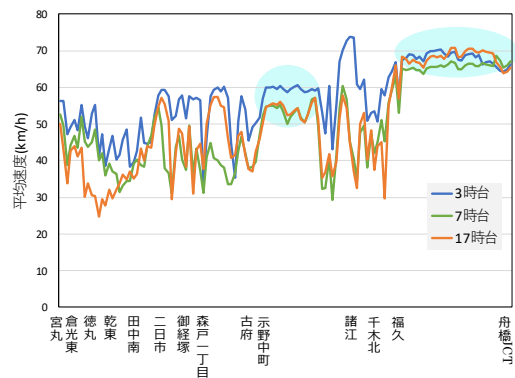


図-3 リンク平均速度

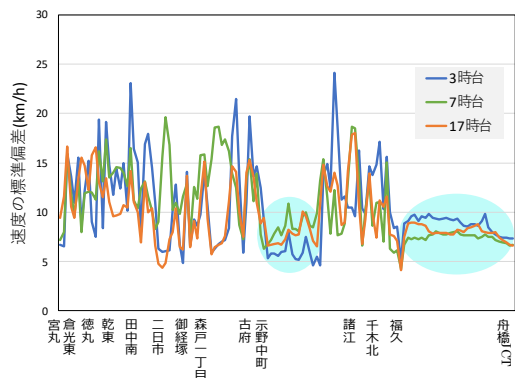


図-4 リンク速度の標準偏差

(3) 速度変動要因の検討

速度変動に影響する要因を知るために、速度の平均、標準偏差をそれぞれ被説明変数とした重回帰分析を行った。説明変数としては、DRM データから得られる「①制限速度、②(片側)車線数、③12時間交通量(道路交通センサス)、④信号1つ前、⑤信号1つ後、⑥信号2つ前、⑦信号2つ後」の7項目(④~⑦はダミー変数)を設定した。それぞれの回帰分析結果を表-1.2 に示す。表-1 から、平均速度については、どの時間帯も決定係数は大きく、説明力は高いと言える。平均速度はとくに信号の影響を大きく受けており、信号の直前直後リンクだけでなく信号の2つ前リンクにも影響していることがわかる。また、閑散時間帯とピーク時間帯の違いから走行車両台数(交通量)による影響も見られる。これらは係数が負であることから、平均速度を低下させる要因として働いていることがわかる。一方で、表-2 から、速度の標準偏差は信号前の影響を受けるが信号後の影響はあまり見られない、という平均速度と異なる特徴が見られた。また、信号前に加えてピーク時間帯では車線数の影響を受けていることが確認されたものの、とくにピーク時間帯での決定係数が低く、これらの説明変数では説明力が低い。これには信号以外に他の要因が影響していると考えられる。

表-1 回帰分析結果(上り平均速度)

上り 平均速度	3時台		7時台		17時台	
	重決定 R	0.578	重決定 R	0.609	重決定 R	0.572
	係数	P-値	係数	P-値	係数	P-値
切片	40.724	0.107	37.190	0.218	58.895	0.099
①制限速度	6.746	0.291	10.124	0.186	2.439	0.787
②車線数	-0.361	0.796	-4.412	0.009 **	0.538	0.785
③12時間交通量	-0.824	0.166	-2.614	0.000 **	-2.521	0.003 **
④信号1つ前	-12.296	0.000 **	-13.286	0.000 **	-16.247	0.000 **
⑤信号1つ後	-8.572	0.000 **	-7.207	0.000 **	-9.416	0.000 **
⑥信号2つ前	-5.834	0.000 **	-8.937	0.000 **	-10.803	0.000 **
⑦信号2つ後	-2.284	0.106	-3.795	0.026 *	-5.221	0.010 **

\*\* < 0.001, \* < 0.05

表-2 回帰分析結果(上り速度標準偏差)

上り 速度の標準偏差	3時台		7時台		17時台	
	重決定 R	0.492	重決定 R	0.330	重決定 R	0.326
	係数	P-値	係数	P-値	係数	P-値
切片	-12.609	0.164	-6.976	0.567	-14.340	0.162
①制限速度	5.058	0.033 *	2.950	0.340	5.824	0.026 *
②車線数	-0.650	0.398	1.926	0.005 **	-1.532	0.008 **
③12時間交通量	0.675	0.014 *	0.130	0.650	0.657	0.007 **
④信号1つ前	6.469	0.000 **	3.357	0.000 **	3.224	0.000 **
⑤信号1つ後	1.715	0.016 *	-0.048	0.943	1.012	0.074
⑥信号2つ前	0.919	0.207	2.224	0.003 **	1.981	0.002 **
⑦信号2つ後	-0.767	0.333	-0.568	0.405	-0.425	0.457

\*\* < 0.001, \* < 0.05

(4) 推定値と実測値の比較

前節の回帰分析結果から算出した平均速度の推定値と実測値の比較をそれぞれの時間帯で行った(図-5,6,7 参照)。図-5,6,7 から、赤丸で囲んだ区間はどの時間帯においても共通して推定値と実測値が乖離していることがわかる。この赤丸区間の拡大地図を図-8 に示す。図-8 からわかるように、赤丸区間は交差道路が国道 157 号線及び上下が分離された県道 8 号線と規格の大きな道路構造となっている。これは、交差道路の交通量を考慮していないために速度の低下を捉えきれないことを示していると考えられる。つまり、交差道路の交通量を考慮することで、速度変動要因の分析の精度が上がり、速度標準偏差の説明力も高くなる可能性が考えられる。また、図-6,7 から、緑丸で囲んだ区間はピーク時間に共通して推定値と実測値が乖離していることがわかる。この緑丸区間の拡大地図を図-9 に示す。図-9 からわかるように、緑丸区間は高速道路の北陸自動車道と並走するバイパス道路であり、金沢東 IC の直前の区間である。このことから、ピーク時間では緑丸区間において金沢東 IC で流入・流出する車両による渋滞が発生する可能性が考えられるため、高速道路 IC の影響を考慮していないことにより推定値と実測値で大きな差が生じたということが考えられる。

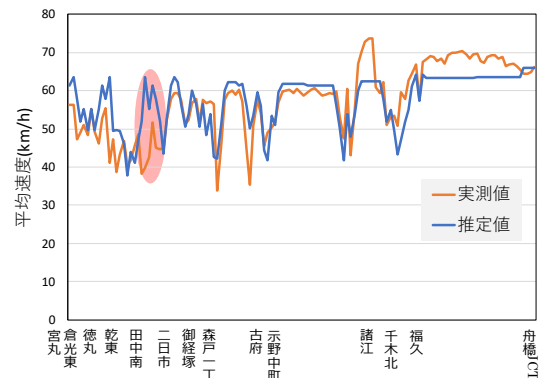


図-5 平均速度の推定値と実測値の比較(3時台)

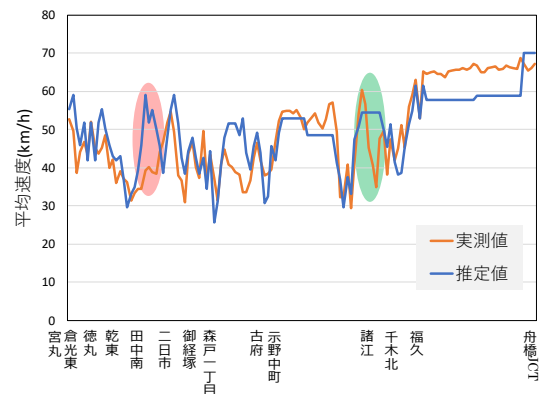


図-6 平均速度の推定値と実測値の比較(7時台)

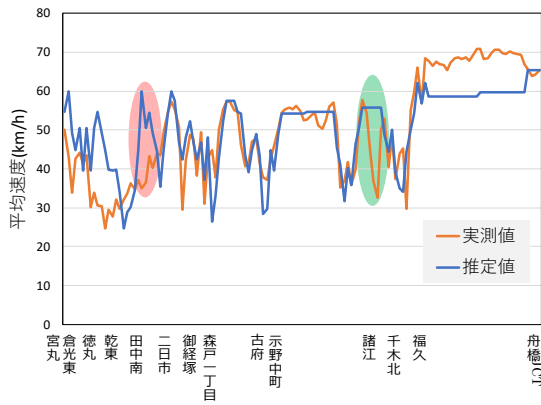


図-7 平均速度の推定値と実測値の比較 (17時台)



図-8 赤丸区間拡大地図



図-9 緑丸区間拡大地図

#### 4. まとめと考察

今回は国道 8 号線における走行速度の平均、標準偏差について回帰分析を行い、道路構造における速度変動要因の検討を行った。その結果、車線数・交通量・信号という基本的な要素だけでも平均速度について説明力が高い回帰モデルが得られた。そこで、信号交差点の前後リンク両方において平均速度への影響が確認できた。しかし、速度標準偏差については、とくにピーク時間において決定係数が低く説明力の低い結果となった。これは、本線道路の交通量や信号だけでなくそれ以外に他の要因が影響していると考えられる。また、推定値と実測値の比較から、閑散時間帯またはピーク時間帯、あるいはその両方で共通して捉えきれない箇所において、具体的に、規格の大きな交差道路や高速道路 IC などの速度変動に影響し得る道路構造を確認できた。これらの要素を考慮することで、速度標準偏差の決定係数が高められると推察できる。

#### 5. 展望

今後の課題として、規格の大きな交差道路や高速道路 IC を要因として考慮した分析を進め、速度の標準偏差の説明力を高めた基本モデルの精緻化を進めるとともに、速度変動に直接的に影響する要因を検討し、時間信頼性向上のための施策の提言を目指す。

謝辞：本研究の一部は国土交通省 新道路技術会議において採択され、国土交通省国土技術政策総合研究所の委託研究により実施したものである。また、株式会社富士通交通・道路データサービスからデータを提供いただいた。ここに記して感謝いたします。

#### 参考文献

- 1) 中山晶一郎, 朝倉康夫：道路交通の信頼性評価, コロナ社, 2014
- 2) 谷下雅義, 横山将大, 福田大輔：プローブデータを用いた旅行時間信頼性の規定要因, 土木計画学研究・講演集, 2012

(?受付)

### A STUDY ON RELATIONSHIP BETWEEN ROAD DESIGN AND TRAVEL TIME VARIATION BY PROBE CAR DATA

Atsuki UNO, Kento FURUYA, Sigenori KUMAGAI, Kosuke KOIKE, Shuji OSAWA, Shoichiro NAKAYAMA and Horomichi YAMAGUCHI