

商用車プローブデータを用いた所要時間信頼性の評価：
札幌都心アクセス道路を事例として

Evaluation of the Travel Time Reliability by Using Commercial Vehicle Probe Data : the Case of Sapporo City Center Access Road

室蘭工業大学建築社会基盤系学科 ○学生員 金子辰也 (Tatsuya Kaneko)
室蘭工業大学大学院工学研究科 正会員 浅田拓海 (Takumi Asada)
室蘭工業大学大学院工学研究科 正会員 有村幹治 (Mikiharu Arimura)

1. はじめに

現在、我が国では、ETC2.0 やプローブデータなどのビッグデータの整備・利用が積極的に進められている。これによって、任意の時間帯、路線からデータを抽出することが可能となるため、地方部においても詳細かつ迅速な交通解析を行うことが期待されている。

北海道では、平成 28 年 3 月 26 日に新青森～新函館北斗間で新幹線が開業することが決まっており、2030 年度には札幌延伸が計画され経済波及効果が期待されている。そこで札幌市は、観光や物流の利便性を高めるため、市中心部と高速道路とを結ぶ「都心アクセス道路」を、北海道新幹線の札幌延伸が完成する前に整備することを検討している。このような新たな道路を整備する上では、それによって、目的地までの所要時間やそのばらつき（時間信頼性）がどの程度低減できるのかを明らかにすることが重要であるが、上記の「都心アクセス道路」に関しては、データが揃っていないこともあり、現在のところ検討は行われていない。

そこで、本研究では、昨今、データの蓄積が進む商用車（大型車）のプロープデータを用いて、札幌市における「都心アクセス道路」の整備前後の所要時間および時間信頼性の算出・比較をし、その結果について考察を行った。

2. 既存研究のレビュー

本研究に関連する既存研究として、太田ら¹⁾の新名神高速道路を対象とした新規高速道路供用効果分析や、柳木ら²⁾の特定プローブデータを活用した貨物車交通解析が挙げられる。そのうち太田らの研究では、ETC データを用いて、平成 20 年 2 月に新規供用された新名神高速道路が既存高速道路ネットワークのサービスレベルに及ぼす影響について分析している。ETC データでは車両一台ごとの流入・流出 IC、及び流入・流出時刻の情報が把握でき、それを用いて、所要時間を算出することが可能である。また柳木らの研究では、民間企業が販売している貨物車プローブデータを用いて、東日本大震災が与えた物流の変化を可視化し、その影響を分析している。

本研究の特徴は、札幌市という積雪寒冷地を対象としており、富士通の商用車プローブデータを用いて求めた、積雪期と非積雪期における所要時間および時間信頼性を基に、新規道路の評価を行うという点にある。

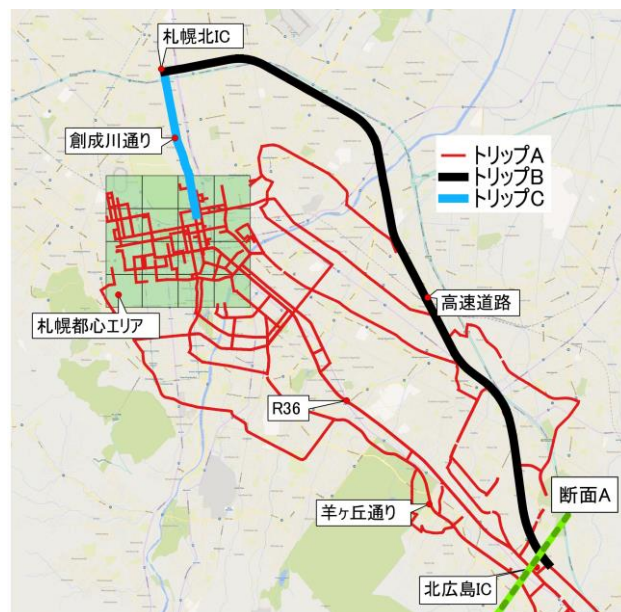


図-1 分析に用いるトリップデータの概要

3. 分析方法

3.1 使用データ

本研究では、平成 26 年 9, 10, 11 月（非積雪期），および平成 27 年 1, 2, 3 月（積雪期）を対象期間とし、北広島 IC 付近のエリアから札幌市へ流入するプローブデータを用いた．このプローブデータは、貨物商用車両に搭載されているデジタルタコグラフを利用し運送事業者へ提供する運行支援サービスを通じて、1 秒毎に位置・速度等の情報を **DRM**（道路リンクデータ）にマップマッチングしたデータ（以下、経路データ）である．対象車両は、「最大積載量 5 トン以上、車両総重量 8 トン以上」の大型車（約半数）が中心であり、特大車、中型車の商用車両から収集している．また、5 分を超える滞在をトリップの切れ目としており、数分、数百メートルの近距離移動はトリップとして含んでいない．なお、出発地および到着地の秘匿のため、トリップ起点・終点の半径数百 m のデータは削除されている．

3.2 トリップケース

本研究では、北広島 IC 付近（断面 A）から札幌都心までの所要時間について検討するため、以下に示す 3 種類のトリップデータを抽出した（図-1）。

トリップ A) 断面 A から一般道路を利用して札幌都心エリアに到着するトリップ

トリップ B) 断面 A から道央自動車道（高速道路）を利用して札幌北 IC を経過するトリップ

トリップ C) 札幌北 IC から創成川通りを利用して札幌都心エリアに到着するトリップ

なお、札幌都心エリアは、創成川通りと北 3 条通りの合流地点を中心とした $4\text{km} \times 4\text{km}$ の範囲とした。以上の 3 つのトリップデータを用いて、さらに、以下の 3 つのケースを設定し、それぞれにおいて各種時間信頼性指標を算出した。

一般道路ケース) トリップ A による一般道路で都心エリアまでアクセスするケース

現状ケース) トリップ B と C の所要時間の和を用いた高速道路と創成川通りで都心までアクセスする現状のケース

整備ケース) 創成川通り（札幌北 IC から都心まで）をアクセス道路として整備したと仮定し、高速道路とアクセス道路による都心までアクセスするケース

整備ケースにおける所要時間は、高速道路区間と「都心アクセス道路」の検討区間（創成川通り）の距離比から、高速道路区間（トリップ B）の 1.21 倍として求めた。両区間の延長を表-1 に示す。

現状ケースに用いたトリップ B と C の所要時間をそれぞれ図-2、図-3 に示す。両トリップともに、積雪期になると所要時間が大きくなるケースが出現することが分かる。特に、トリップ C（創成川通り）では、20 分以上となり、平均よりも 2 倍以上の時間を要するケースが見られる。したがって、トリップ B と C を合わせた現状ケースでは、降雪状況によって、高速道路で札幌北 IC までは比較的スムーズに行けるものの、創成川通りに降りた後は、都心までの到着時間に大きなばらつきが生じる可能性があると言える。なお、現状ケースの所要時間は、トリップ B と C のデータの全ての組合せにおける所要時間の和とした。

4. 札幌都心アクセスにおける所要時間信頼性

4.1 所要時間分布のケース比較

第 3 章で設定した 3 つのケースの所要時間を図-4（非積雪期）と図-5（積雪期）に示す。また、ケース毎に非積雪期と積雪期を比較した結果を図-6（一般道路ケース）、図-7（現状ケース）、図-8（整備ケース）に示す。積雪期ともに、現状ケースは 28 分周辺、一般道路ケースは 32 分周辺に広く分布していることから、現状において、北広島 IC 付近（断面 A）から都心までのアクセスにおいて、高速道路と創成川通りを利用した方が、距離としては大きくなるものの、高速道路を利用せず全て一般道路でアクセスするよりも所要時間は若干短く、また、所要時間のばらつきも小さいと言える。

次に、高速道路を利用する現状ケースと整備ケースを比較すると、非積雪期、積雪期ともに整備ケースは 19 分周辺に広く分布していることが分かる。さらに現状ケースでは積雪期になると、30~50 分周辺に分布するトリ

表-1 道央自動車道と検討区間の距離

	起点	経由	終点	距離
高速道路区間	北広島IC	道央自動車道	札幌北IC	20.0km
検討区間	札幌北IC	創成川通り	北3条通り	4.2km

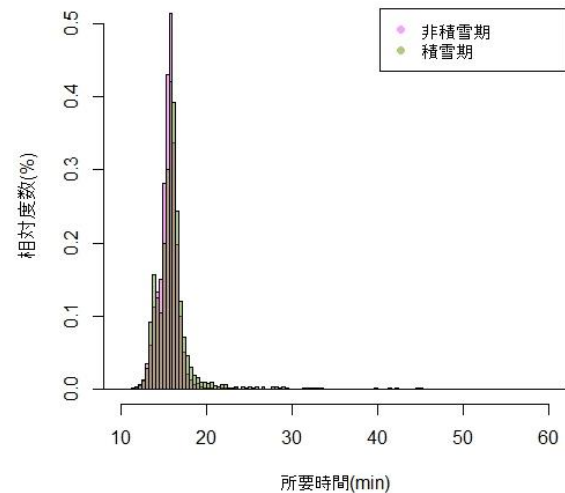


図-2 断面 A から高速道路で札幌北 IC までの所要時間（トリップ B）

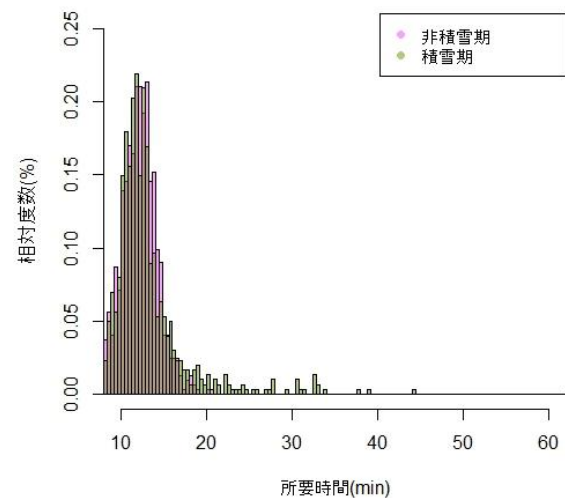


図-3 札幌北 IC から創成川通りで都心までの所要時間（トリップ C）

ップが多くなっていることが分かる。札幌北 IC から都心までのアクセスにおいて、創成川通りを利用するケースより高速道路を利用するケースの方がばらつきが小さく所要時間も短縮できると言える。

次に、ケース別の比較を行う。なお、到着点付近には秘匿化されたリンクデータが存在するため、一般道路を利用する一般道路ケースと現状ケースの実際の所要時間は 1, 2 分大きくなっていると言える。

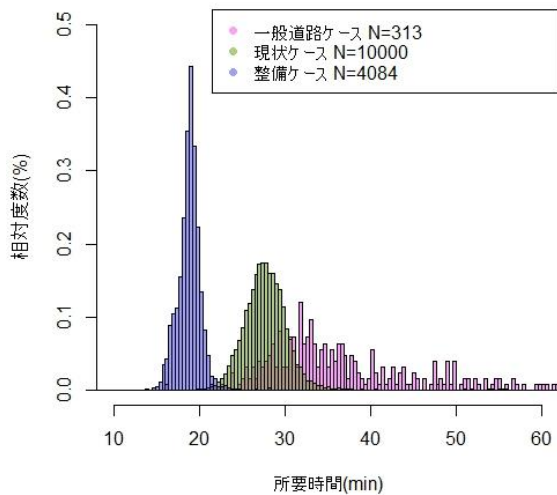


図-4 非積雪期における各ケースの所要時間

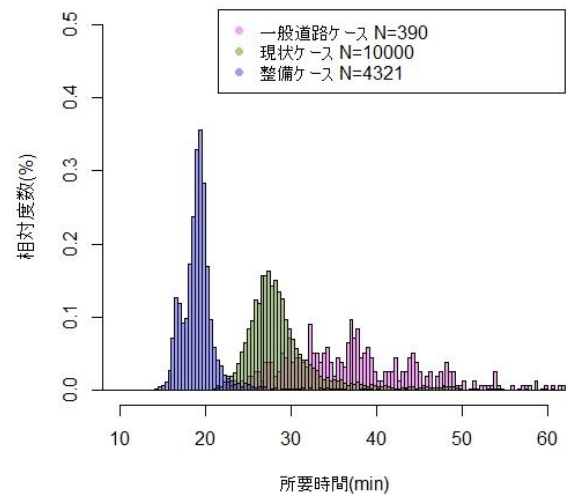


図-5 積雪期における各ケースの所要時間

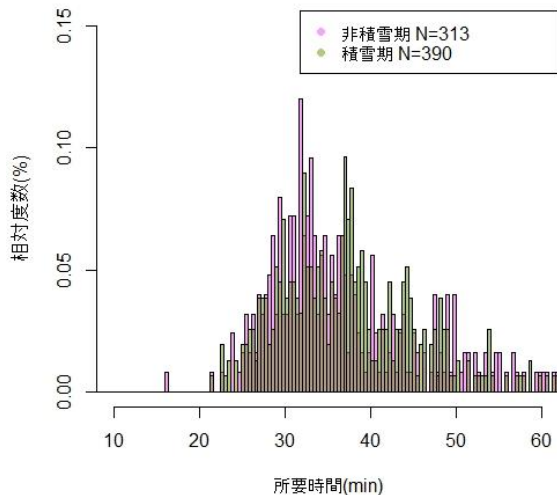


図-6 一般道路ケースの所要時間

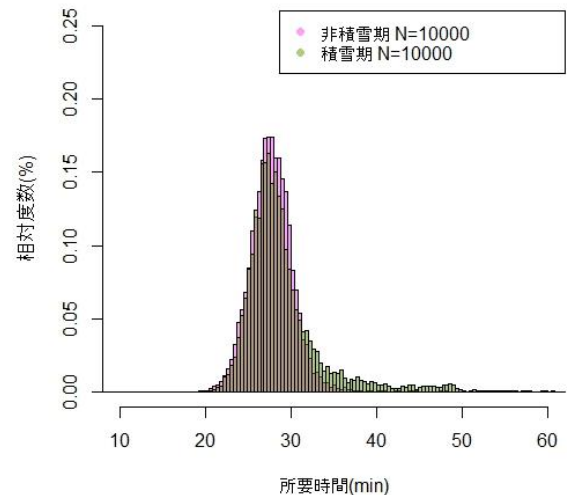


図-7 現状ケースの所要時間

一般道路ケースは、他の2つのケースと比べると、所要時間に大きなばらつきが生じていることが分かる。また、非積雪期は32分周辺に広く分布しているのに対し、積雪期は38分周辺に変化していることが分かる。現状ケース、整備ケースでは積雪期になると所要時間が大きいトリップが増えているが、一般道路ケースは積雪期、非積雪期の両方で40分以上のトリップが多く存在する。よって一般道路ケースは積雪期・非積雪期のどちらでも、所要時間の信頼性は低いといえる。

現状ケースは、27分周辺に所要時間が分布しているのは積雪期・非積雪期で同様であるが、非積雪期では30分以上のトリップの増加が見られる。さらに、最大では50分近く要しているトリップもあり、現状ケースは冬になるにつれ信頼性が低下していくことが分かる。

整備ケースは、冬になると20分以上のトリップが増加しており、整備ケースにおいても積雪の影響を受けてしまうことが分かる。しかし、その変化は一般道路ケー

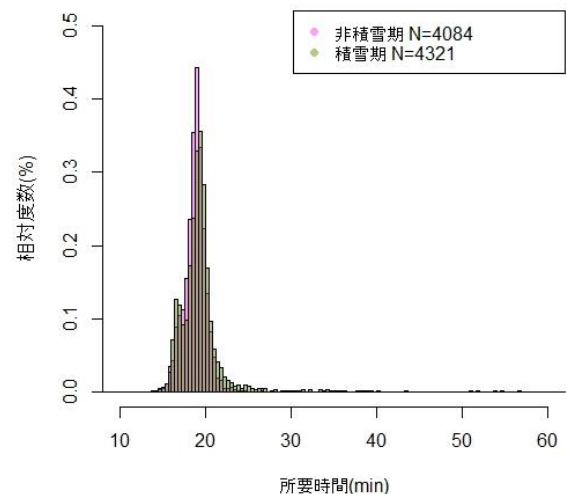


図-8 整備ケースの所要時間

ス、現状ケースと比べると小さなものであるといえる。また、19 分周辺に広く分布しているのは非積雪期と積雪期で変わらず、ばらつきも小さい。よって整備ケースは非積雪期、積雪期のどちらでも信頼性が高いケースであると考えられる。

4.2 時間信頼性指標の比較

本研究では、所要時間の平均値および標準偏差に加え、政策決定者や道路利用者にわかりやすい時間信頼性指標として知られる米国連邦運輸局（US-DOT）が提唱している以下の指標³⁾を用いて評価を行った。この指標では、ケース毎の中央値を平均旅行時間、天候や渋滞の妨げがなく最もスムーズに目的地まで行くトリップの所要時間を自由旅行時間として評価を行う。

- PT (Planning time) = 95%タイル旅行時間
月 1 回程度は遅れを覚悟しないとけない旅行時間。
- PTI (Planning time index) =
95%タイル旅行時間 / 自由旅行時間（最小旅行時間）
PT を標準化することで、異なる路線での 95%タイル旅行時間の比較を可能とする指標。
- BT (Buffer time) = 95%タイル旅行時間-平均旅行時間
95%タイル値に遅れないために見込むべき余裕時間。
- BTI (Buffer time index) =
余裕時間 / 平均旅行時間（中央値）
BT を標準化することで、異なる路線での余裕時間の比較を可能とする指標。

上記の 3 つのケース別に算出した時間信頼性指標を表-2 に示す。BT（余裕時間）の大きい一般道路ケースは所要時間のばらつきが大きいといえる。現状ケースは一般道路ケースに比べて余裕時間は小さいが、自由旅行時間である最小値が一般道路ケースと近い値となっており、創成川通りから都心エリアまでのトリップにおいての所要時間が影響を与えていることが分かる。整備ケースは中央値・最小値・余裕時間ともに値が小さく、標準偏差も一般道路ケースと現状ケースと比べると小さい。つまり、値で比較しても整備ケースの所要時間にはばらつきが少ない。さらに、本研究で用いた指標では、距離や路線が異なっても算出した BTI の値で、信頼性を相対的に評価することが可能である。整備ケースの BTI は非積雪期で 0.11、積雪期で 0.20 と値が小さく、信頼性が高いということが分かる。

4.3 考察

本研究では、北海道内の交通を整備する上で重要な因子である積雪期のトリップに着目し、それに伴う所要時間信頼性を US-DOT の時間信頼性指標を用いて明らかにした。分析結果より、一般道路を利用する一般道路ケース、現状ケースは積雪期になるとばらつきが大きくなっている。加えて、積雪期になると所要時間が大幅に大きいデータの増加が見られる。それに比べ整備ケースは、ばらつきも小さく所要時間が大きいトリップも一般道路ケース、現状ケースに比べ少ないことが分かる。これ

表-2 ケース別の各値の比較

ケース	指標	平均旅行時間		自由旅行時間		PT	PTI	BT	BTI
		中央値	標準偏差	最小値	95%タイル値			余裕時間	
一般道路	非積雪期	34.4	9.4	16.2	55.0		3.4	20.5	0.60
	積雪期	36.7	8.7	21.6	54.0		2.5	17.3	0.47
現状	非積雪期	27.6	3.2	19.6	31.9	1.64		4.14	0.15
	積雪期	27.9	7.5	20.5	39.7	1.95		10.6	0.38
整備	非積雪期	18.9	2.8	13.6	20.9	1.53		1.98	0.11
	積雪期	19.2	7.0	13.4	22.9	1.71		3.77	0.20

は、雪による渋滞や交通規制などの冬の気候の影響を一般道路は受けやすく、高速道路は受けづらいからである。また、現状ケースと整備ケースの平均旅行時間（中央値）を比較すると、8.7 分短縮できることが分かる。

5. おわりに

本研究では、昨今、データの蓄積が進む商用車プローブデータを用いて、札幌市の「都心アクセス道路」整備による都心部までの所要時間を比較し US-DOT の時間信頼性指標に基づく評価を行い、所要時間信頼性について検討した。その結果、以下の成果が得られた。

- 北広島札幌都心間において、どの経路を選択しても積雪の影響で所要時間は長くなるが、高速道路を利用するとその影響は受けづらい。
- 札幌北 IC 南伸計画が実現すると、現状よりも所要時間を 8.7 分短縮することができる。さらにばらつきも小さくなり、所要時間信頼性が向上する。

この結果から、北海道新幹線の札幌延伸が実現したとき、札幌都心アクセス道路である札幌北 IC 南伸計画が交通の利便性を向上させることができるといえる。本研究では、北広島から札幌都心部間のみを対象とした分析を行ったが、今後は、都心アクセス道路が旭川方面や小樽方面から札幌都心部へのアクセスに及ぼす影響も分析していきたい。また、ETC2.0 によるデータも蓄積が進む状況であり、これらの広域かつ詳細なデータに加え、天候や曜日による影響、渋滞などのイベント発生などの要因も踏まえた上で、より精度、信頼性の高い分析を行う必要があると考える。

参考文献

- 1) 太田修平, 山崎浩気, 宇野伸宏, 塩見康博・ETC データを用いた所要時間信頼性に基づく新規高速道路供用効果分析, 土木計画学研究・講演集, Vol.39, CD-ROM, 2009
- 2) 柳木功宏, 江守昌弘, 野見山尚志, 井上恵介・特定プローブデータを活用した貨物車交通解析の一事例, 交通工学研究発表論文集, 33, pp251-254, 2013
- 3) 米国連邦運輸局(US-DOT)の時間信頼性指標：
http://ops.fhwa.dot.gov/publications/tt_reliability/brochure/