

# 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

金子 辰也<sup>1</sup>・浅田 拓海<sup>2</sup>・有村 幹治<sup>3</sup>

<sup>1</sup>学生会員 室蘭工業大学 大学院工学研究科 環境創生工学系専攻 (〒050-8585 室蘭市水元町27-1)

E-mail:16021040@mmm.muroran-it.ac.jp

<sup>2</sup>正会員 室蘭工業大学 大学院工学研究科 くらし環境系領域 (〒050-8585 室蘭市水元町27-1)

E-mail:asada@mmm.muroran-it.ac.jp

<sup>3</sup>正会員 室蘭工業大学 大学院工学研究科 くらし環境系領域 (〒050-8585 室蘭市水元町27-1)

E-mail:arimura@mmm.muroran-it.ac.jp

現在、札幌市では観光や物流の利便性向上を目的とした、札幌北ICと都心部を結ぶ「都心アクセス道路」の整備が検討されている。本研究では、昨今、データの蓄積、活用が進められている商用車プローブデータを用いて、非積雪期・積雪期における札幌都心へのアクセス所要時間の現状把握を行うとともに、「都心アクセス道路」整備による所要時間の短縮および時間信頼性の向上効果について検討した。その結果、北広島市側から札幌都心部に流入するトリップでは、R36および道央自動車道札幌北IC経由を利用する 경우가多く、所要時間の平均値は同程度であるが、高速道路利用の方が信頼性が高いことがわかった。また、「都心アクセス道路」を整備した場合には、特に、積雪期において所要時間信頼性の向上が得られる可能性を示した。

**Key Words :** commercial vehicle probe data, travel time reliability, access road

## 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。従来の車両感知器や交通量調査では幅広い区間での評価、深夜時間帯での車両データなど、入手が困難なデータが多かったが、昨今、データの蓄積が進む商用車（大型車）プローブデータを用いると、任意の区間・時間帯のデータを入手することができ、さらには、北海道などのような積雪寒冷地における路線評価において重要な因子である、積雪による影響を考慮した評価が可能となる。

近年、経済効果・社会活動の発展に伴い、安定的な道路交通サービスを提供することが求められるようになってきている。自然災害や事故などによる突発的な事象による大幅な遅延だけではなく、交通システムの障害、渋滞や積雪に伴う規制、所要時間の不確実な変動が道路交通サービスの安定的な提供上の大きな課題となっている。また、道路交通の信頼性とはそのサービスを安定的に提供する能力であると考えられる。道路交通サービスにつ

いては、所要時間の変動が問題になることが多い。そのため、日々の旅行時間があまり変化しないことが、交通サービスには期待される。旅行時間が不確実であると、到着制約や希望到着時間がある場合、遅れる可能性を考慮し、早めに出発することが必要となってしまう。以上のように、信頼性が低いと、時間的損失、様々な経済的・社会的な損失が発生してしまうことになる。

所要時間信頼性に関連する既存研究としては以下の様な研究が報告されている。内田<sup>2)</sup>は、移動時間信頼性を考慮した、需要変動型均衡配分モデルを提案し、このモデルによって大規模な問題であっても標準的なアルゴリズムによって解くことが可能であることを示した。橋本<sup>3)</sup>の研究では、一般車両のプローブデータを用いて、全国の幹線道路における時間信頼性指標を概算し、評価している。太田<sup>4)</sup>は、新名神高速道路を対象とした新規高速道路の供用効果について、ETC データを用いて分析している。さらに、柳木<sup>5)</sup>の研究では、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。以上の研究のように、各地域や路線を対象に、その時間信頼性の特性や道路整備による信頼性向上効果について様々な試みがなされている。

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した。さらに、2030 年には、札幌市への延伸が計画され、経済波及効果や道路交通サービスの向上が期待されている。しかし、その到着駅である札幌駅と道央自動車道のアクセス区間（札幌北 IC と札幌都心部を結ぶ創成川通など）では、混雑の影響で定時性や時間指定における不確実性要素が危惧されている。そこで、札幌市では、観光や物流の利便性を高めることを踏まえ、上記区間を「都心アクセス道路」として整備、改善することが検討されている<sup>9)</sup>。その前提として、整備、改善効果を算定する必要があるが、所要時間の信頼性評価に関しては、長距離かつ広範囲のエリアを対象としたトリップデータが必要となることから、検討されていないのが現状である。さらに、積雪寒冷地を対象とする場合は、非積雪期と積雪期の比較を行い、降雪などの天候による影響を踏まえた分析が必要となる。

そこで、本研究では、近年、データの蓄積が進む商用車プローブデータを用いて、積雪期・非積雪期における札幌都心部へのアクセス所要時間の現状を把握するとともに、「都心アクセス道路」の整備がもたらす所要時間の低減および所要時間信頼性の向上効果について検討する。

## 2. データおよび方法

### (1) 商用車プローブデータの概要

本研究では、富士通の商用車プローブデータを用い、北広島IC付近のエリアから札幌市へ流入するトリップを分析の対象とした。トリップの対象期間としては、非積雪期と積雪期の比較を行うため、平成26年9, 10, 11月を非積雪期、平成27年1, 2, 3月を積雪期のデータとして分析に用いた。

富士通の商用車プローブデータは、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秒毎に記録された位置・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もの（以下、経路データ）である。この経路データは、一車両毎のトリップを走行したリンクIDの集合体として出力したデータであり、各車両のトリップを識別できるユニーク番号がリンクIDの集合体に付与されているためトリップでの道路選択状況の把握可能である。対象車両は、「最大積載量4トン以上、車両総重量7トン以上」の大型車（約半数）が中心であり、特大車、中型車の商用車両が対象となる。また、停止状態がおおよそ5分となる場合、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

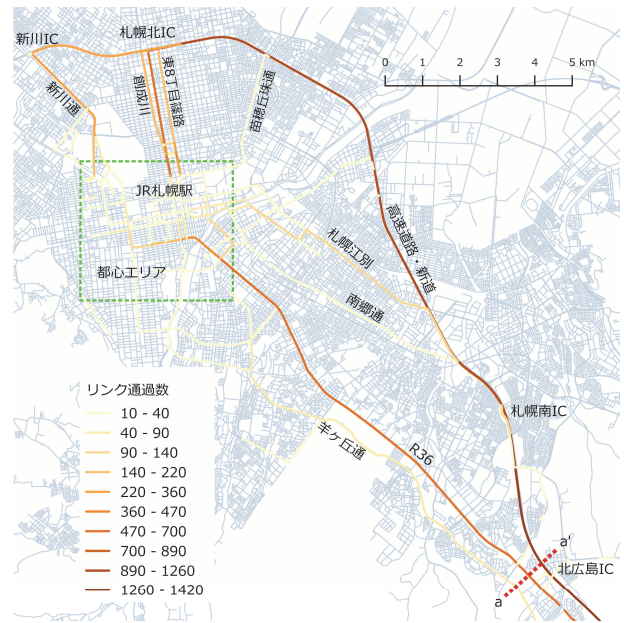


図-1 都心へのアクセスにおけるリンク別通過頻度



図-2 都心へのアクセスにおけるリンク別速度標準偏差

て含んでいない。なお、出発地および到着地の秘匿のため、トリップの起点・終点の半径数百メートルのデータは削除されている。

### (2) 都心アクセストリップの現状

本研究では、北海道の苫小牧、千歳、札幌を結ぶ主要道路である道央自動車道（以下、高速道路）および国道36号線（以下、R36）が接近する北広島IC付近の指定断面（a-a'）を通過し、札幌都心エリアへ流入するトリップを分析の対象とする。抽出したトリップのリンク別通過頻度を図-1、リンク別速度標準偏差を図-2に示す。通



過頻度に注目すると、一般道ではR36を利用する場合はほとんどであることがわかる。高速道路利用においては、札幌北ICあるいは新川ICを降りて一般道を経由し都心に流入するが、特に札幌北ICで降りて創成川通を経由する場合は目立つ。次に、リンク別速度標準偏差を見ると、R36では、全区間に渡って標準偏差が大きく、トリップの度に所要時間がばらつくことと推測される。一方、高速道路で札幌北ICを経由した都心アクセスでは、R36の場合よりも総距離は長い、高速道路区間の標準偏差が小さく、安定して都心に到着できることが示唆される。

### (3) 分析対象区間

前節の結果を踏まえ、本研究では、北広島IC付近からの都心へのアクセス通過頻度の多い、高速道路利用（札幌北IC経由）とR36利用に着目し、冬季の積雪による影響を考慮しながら、これらのトリップにおける所要時間信頼性について検討する。さらに、高速道路利用については、札幌北ICから創成川通を利用する現状ケースと、その区間を「都心アクセス道路」として整備した場合の比較を行い、時間信頼性の向上効果について検討する。

以上の分析を行うため、図-3に示すようなA～Cの3つの区間のトリップデータを抽出した。区間Aは、高速道路を利用して、北広島IC通過後の断面A1から札幌北IC直前の断面A2を通過する区間である。区間Bは、札幌北ICを降り都心に向う創成川通の開始点の断面B1から、都心内の断面B2を通過する。なお、区間AとBを区分した理由は、高速道路から札幌北ICを降り直接都心に向うトリップデータが少ないためである。両区間のトリップの合成については、次章で説明する。最後に、区間Cは、R36を利用して、北広島IC付近の断面C1から、都心内の断面C2を通過する区間である。

### (4) 対象区間のトリップ特性

区間のトリップ特性を把握するため、まず、所要時間の日間変動について検討した。一例として、平成27年1月における各区間の日平均所要時間の変動を図-4に示す。区間Aの高速道路利用では、8、9日当たりで若干所要時間が長くなるが、それ以外は安定している。これに対し、区間Bおよび区間Cの一般道利用では、日によって所要時間が大きくばらつく。日降雪量および日最大風速をも示すと、16日、20日、23日、27日など悪天候の日に所要時間が長くなることわかる。

次に、時間帯によるトリップ特性を把握するため、全期間のデータを用いて、各区間のトリップを時間帯別に集計した。まず、時間帯別のトリップ割合を見ると、図-5に示すように、区間によって、傾向は異なるものの、おおそ早朝6時にピークを向え、正午には一旦トリッ



図-3 分析対象区間

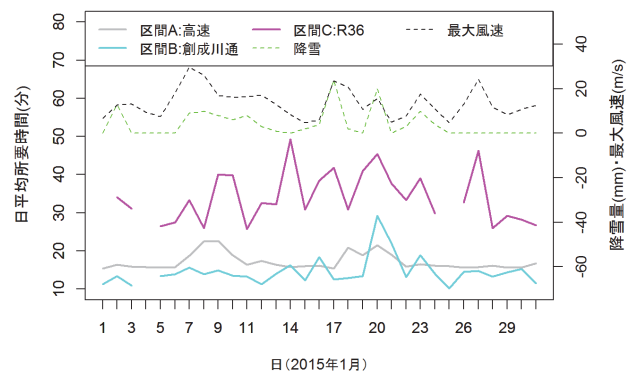


図-4 各区間の所要時間と天候の関係

プ数が減少するが、夕方 18 時にかけて再度ピークが見られる。また、時間帯別の平均所要時間を図-6 に示す。区間 A では、3～4 時に局所的な増加が見られるが、おおそ一定である。区間 B, C においては、6 時頃から 18 時頃までの日中では大きな変化がないが、それ以外の早朝および深夜にかけては、日中よりも所要時間が大きく低下する。このような時間帯には、交通密度が極めて低くなるため、自由走行となるケースが多くなるためと考えられる。本研究では、混雑や渋滞解消のための「都心アクセス道路」の整備効果を検討することを目的としていることから、データ数が確保でき、かつ交通密度が高く所要時間が相対的に長くなる日中（6 時～18 時）の時間帯を分析の対象とし、それ以外の時間帯のデータは除外することとした。

札幌市は、人口が約 190 万でありながら、年間降雪量が約 5m を超える世界でも稀な都市である。この雪が都心へのトリップにどの程度影響を及ぼすのかを把握するために、データを非積雪期（9～11 月）と積雪期（1～3 月）に区分し、区間 A と B における所要時間を比較し

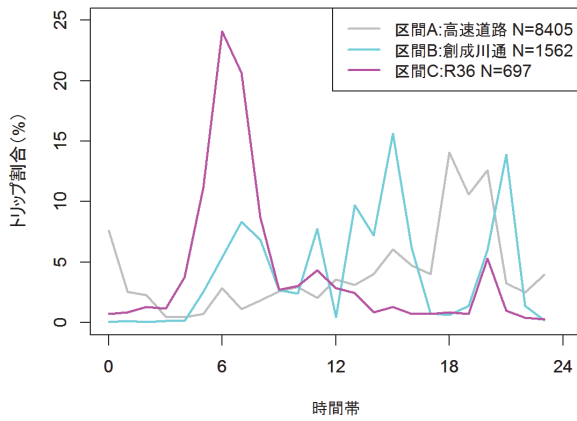


図-5 各区間における時間帯別トリップ割合（全期間）

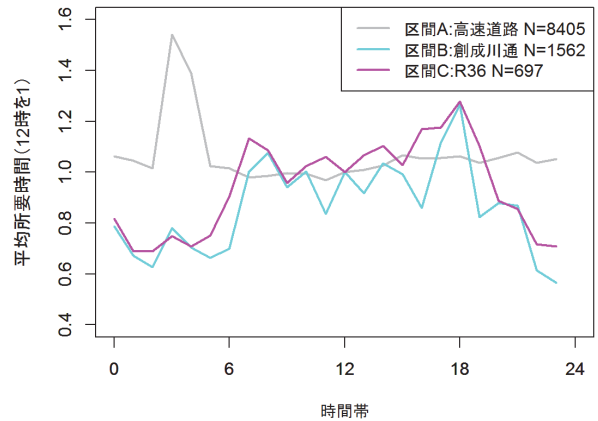


図-6 各区間における時間帯別所要時間（全期間）

た(図-7, 図-8). 両区間ともに, 非積雪期, 積雪期で分布形状に大きな違いはないが, 積雪期では右側の裾野が長い. 特に, 一般道路の区間Bにおいては, その傾向が強く, 積雪期になると15~35分のトリップが大幅に増加することがわかる.

以上のことから, 積雪期においては, 降雪などの影響は, 高速道路では小さいが, 一般道路では極めて大きく, 時間帯や日によって目的地までの到着が想定よりも大幅に遅れてしまうケースが少なからず生じると言える.

### 3. 札幌都心アクセスにおける所要時間信頼性

前章では, 積雪期において, 降雪などの天候が所要時間を増幅させ, 積雪期では到着の安定性に影響を及ぼすこと, そして, その影響は, 高速道路よりも一般道路の方が大きいことが確認された. 本章では, その結果を踏まえ, 都心へのアクセスルートとして, 一般道路の R36 を利用する場合 (R36 ケース), 高速道路と創成川通を利用する場合 (現状ケース) の所要時間およびその信頼性について評価する. さらに, 現在, 検討されている「都心アクセス道路」を整備した場合 (整備ケース) との比較を行い, その所要時間の低減や信頼性の向上効果について考察する.

#### (1) 分析ケースの設定

前節で用いた 3 つの区間のトリップデータを用いて, 以下に示す 3 ケースのトリップデータを作成した.

現状ケース) 区間 A と区間 B の所要時間を合成した高速道路と創成川通の利用による都心アクセス

整備ケース) 創成川通 (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た都心までのシームレスなアクセス

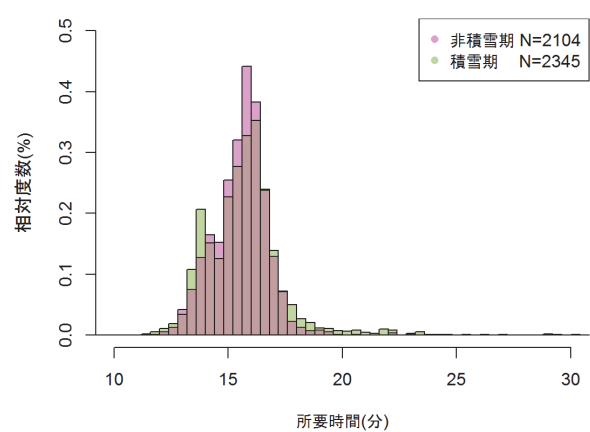


図-7 区間 A (高速道路) の所要時間分布

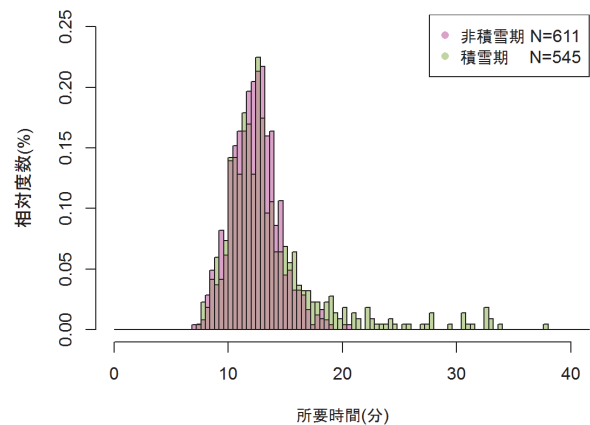


図-8 区間 B (創成川通) の所要時間分布

R36 ケース) 区間 C (R36) を利用した都心アクセス

ここで, 整備ケースにおける所要時間は, 高速道路の区間 A と創成川通の区間 B (アクセス道路検討区間) の距離比 (1.21) を区間 A に乗じた値とした.

また, 現状ケースの所要時間の合成については, 図-9 に示すような時間帯毎の両区間トリップの畳込みにより行った. 前章で記したピーク時間帯である, 6~12 時,

18～24時の2つの時間帯, 日別における, 区間 A (高速道路) と区間 B (創成川通) の各トリップの所要時間を全組み合わせで結合 (加算) し, 全ての結合データを当該期間の所要時間データとした。

(2) 所要時間分布のケース比較

各ケースの所要時間を図-10 (非積雪期) と図-11 (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-12 (現状ケース), 図-13 (整備ケース), 図-14 (R36 ケース) に示す。非積雪期・積雪期ともに, 現状ケースは 28 分周辺, R36 ケースは 20 分後半から 30 分前半に広く分布していることから, 平均的な所要時間にはあまり差がないことがわかる。しかし, R36 ケースだと 30～50 分周辺に分布するトリップが多くなっているということがわかる。現状において, 北広島 IC 付近から都心までのアクセスにおいて, 高速道路と創成川通を利用した方が, 距離としては大きくなるものの, 高速道路を利用せず R36 でアクセスするよりも所要時間のばらつきが小さいと言える。

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わかる。さらに現状ケースでは積雪期になると, 30～40 分周辺に分布するトリップが多くなっていることがわかる。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, 所要時間を短縮できると言える。

次に, ケース別の比較を行う。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, 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わかる。

整備ケースでは, 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わかる。しかし, その変化は R36 ケース, 現状ケースと比べると小さなものであると言える。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。

R36 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わかる。また, 非積雪期は 27 分周辺に広く分布しているのに対し, 積雪期は 32 分周辺に変化していることがわかる。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, R36 ケースは積雪期, 非積雪

時間帯	区間A	区間B	区間A+区間B
9/1 6～12時 (t=1)	$X_{1,1}$ $X_{1,2}$ $X_{1,3}$	$Y_{1,1}$ $Y_{1,2}$	$X_{1,1} + Y_{1,1}, X_{1,1} + Y_{1,2}$ $X_{1,2} + Y_{1,1}, X_{1,2} + Y_{1,2}$ $X_{1,3} + Y_{1,1}, X_{1,3} + Y_{1,2}$
9/1 12～18時 (t=2)	⋮	⋮	⋮
⋮	⋮	⋮	⋮
9/31 12～18時 (t=62)	$X_{62,1}$ $X_{62,2}$	$Y_{62,1}$ $Y_{62,2}$	$X_{62,1} + Y_{62,1}, X_{62,1} + Y_{62,2}$ $X_{62,2} + Y_{62,1}, X_{62,2} + Y_{62,2}$

$X_{i,t}, Y_{i,t}$ : 所要時間,  $t$ : 時間帯,  $n$ : データ番号

現状ケースの所要時間

図-9 2区間の所要時間の結合 (分析期間が9月の場合)

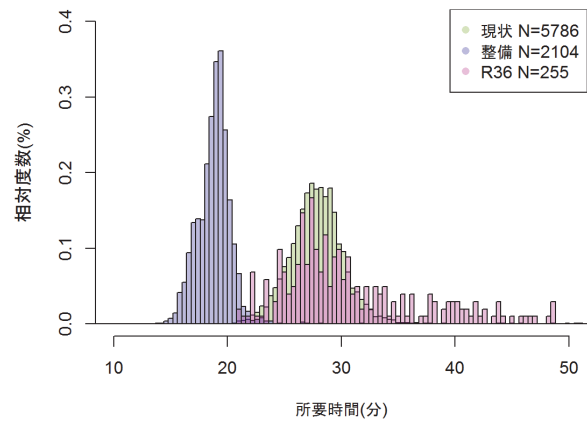


図-10 非積雪期における所要時間分布

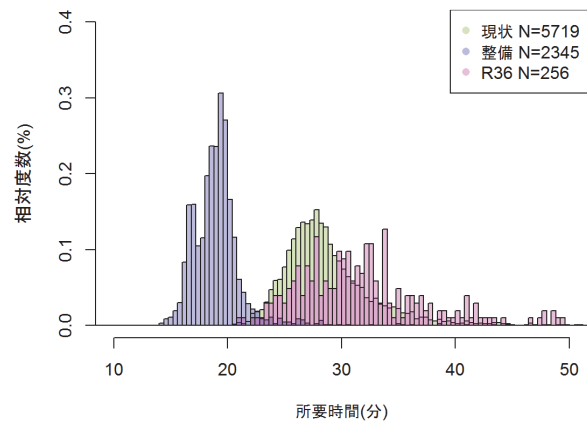


図-11 積雪期における所要時間分布

期の両方で 30 分以上のトリップが多く存在する。よって R36 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言える。

(3) 時間信頼性指標による比較

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計算に用いる。

- 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イケない旅行時間を意味する。
- PTI (Planning time index) = PT / 自由旅行時間  
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である。
- BT (Buffer time) = PT - 平均旅行時間  
PT に遅れないために見込むべき余裕時間である。
- BTI (Buffer time index) = BT / 平均旅行時間  
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である。

上記の 3 つのケース別に算出した時間信頼性指標を表-1 に示す。BT の大きい R36 ケースは、所要時間のばらつきが大きいと言える。現状ケースは R36 ケースに比べて余裕時間は小さいが、自由旅行時間が R36 ケースよりも大きい値となっており、創成川通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わかる。整備ケースは中央値・自由旅行時間・余裕時間ともに値が小さく、標準偏差も R36 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 0.17 と値が小さく、信頼性が高いということがわかる。

(4) 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現状ケース、R36 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 R36 ケース、現状ケースに比べ少ないことがわかる。このように降雪による渋滞や交通規制など影響が明確となったが、降雪量、気温(圧雪、凍結などの路面状況)、風速など、各条件がどの程度所要時間やその信頼性に影響を及ぼすのかが分かれば、今回用いた広域的なプローブデータと気

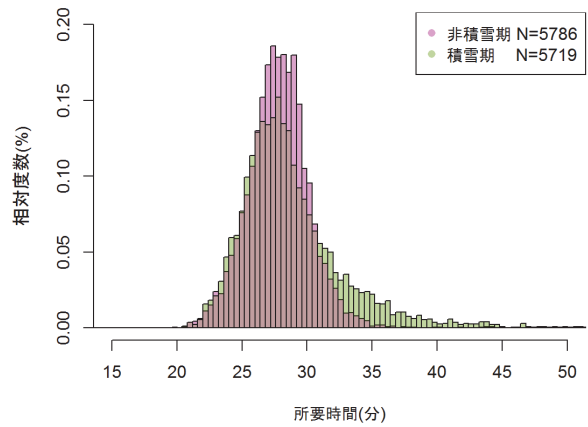


図-12 現状ケースの所要時間

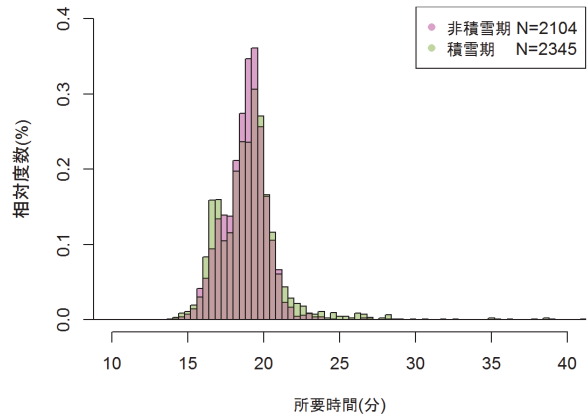


図-13 整備ケースの所要時間

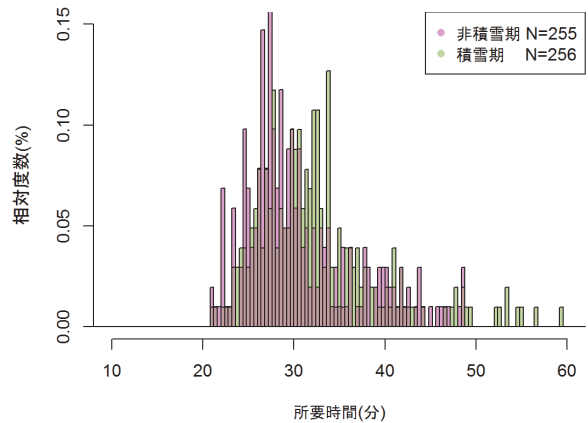


図-14 R36 ケースの所要時間

象情報により、区間毎の所要時間信頼性を予測できると思われる。これについては、今後の課題としたい。

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、都心アクセス道路の整備により、平均的に約 9 分の短縮が見込めることがわかった。ただし、整備ケースにおいては、単純に、高速道路を 1.21 倍したものと計算したが、実際には、札幌北 IC とアクセス道路の接続の形式で多少のロスが生じるものと考えられる。一方、現状ケースにおいても、図-7 に示した



ように、区間 A と B のそれぞれ独立したトリップを合成したため、両区間の接続、すなわち交通結節点における信号待ち時間や加減速などは考慮されていないため、得られた結果よりも所要時間が 1, 2 分程度増大するものと思われる。したがって、実際には、両ケースともに、今回得られた所要時間よりも若干長くなるものの、その差は大きいことには変わらないものと言える。

#### 4. 結論

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、非積雪期および積雪期における札幌都心部へのアクセス所要時間の現状把握を行い、さらに、現在、検討されている「都心アクセス道路」を整備した場合の所要時間およびその時間信頼性について概算し、その整備効果について検討した。得られた結論を以下に示す。

- 北広島側から札幌都心部へアクセスするトリップでは、R36および道央自動車道札幌北 IC 経路を利用するケースが多い。また、リンク別速度標準偏差の比較から、高速道路では、R36を利用する場合よりも総距離は長い、高速道路区間の標準偏差が小さく、到着が安定することが示唆された。
- 高速道路札幌北 IC 経路の現状ケース・R36ケースの平均旅行時間はどちらも約 28 分となっているが、標準偏差、BTI の値から、R36 ケースのほうが所要時間のばらつきが大きい。
- 北広島札幌都心間において、高速道路・一般道路、どの経路を選択しても積雪の影響で所要時間は長くなり、標準偏差は大きくなるが、高速道路を利用するとその影響は小さい。
- 「都心アクセス道路」が実現すると、現状よりも所要時間を約 9 分短縮することができる。さらに標準偏差、BTI の値で比較すると、ばらつきも小さくなり、所要時間信頼性が向上する。

以上の結果から、現在の創成川通における所要時間のばらつきが、札幌都心アクセス道路の整備によって信頼性の高いものになることがわかる。つまり、安定した交通サービスの提供が可能になると言える。

表-1 時間信頼性指標の比較

ケース	データ数	所要時間 中央値	標準 偏差	自由旅行 時間	PT	PTI	BT	BTI
現状	5,786	27.8	3.3	22.4	31.8	1.42	4.0	0.14
	5,719	28.0	5.5	22.3	36.8	1.65	8.8	0.31
整備	2,104	19.0	2.7	15.5	21.0	1.35	2.0	0.11
	2,345	19.0	3.8	15.3	22.3	1.46	3.3	0.17
R36	255	29.1	6.1	21.6	43.4	2.01	14.3	0.49
	256	31.3	7.8	22.5	48.8	2.17	17.5	0.56

上段：非積雪期 下段：積雪期

今後の課題は以下の通りである。本研究では、高速道路と「都心アクセス道路」の検討区間の距離比を用いて単純に高速道路を延長したものを整備ケースとしたが、札幌北 IC との接続や道路の規格等の具体的な整備内容により所要時間に違いが生じる可能性がある。したがって、幾つかのシナリオを設定し、分析を行うことが望ましい。また、北広島からの都心アクセスを対象としたが、今後は、旭川、小樽、石狩方面からのアクセスを考慮した分析を行いたい。加えて、昨今、ETC2.0 によるトリップデータも蓄積が進む状況であり、これらを組み合わせた広域かつ詳細なデータから、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予定である。

#### 参考文献

- 1) 中山昌一郎：道路の時間信頼性に関するレビュー，土木学会論文集 D3 (土木計画学)，Vol.67, No.1, pp95-114, 2011.
- 2) 内田賢悦：移動時間信頼性を考慮した需要変動型均衡配分モデル，土木学会論文集 D3 (土木計画学)，Vol.67, No.1, pp60-69, 2011.
- 3) 橋本浩良，門間俊幸，上坂克己，前川友宏：時間信頼性指標を用いた全国の交通円滑性評価，土木計画学研究・講演集，Vol.43, CD-ROM, 2011.
- 4) 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.
- 5) 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.
- 6) 札幌商工会議所 都心アクセス道路について：  
<http://www.sapporo-cci.or.jp/kousoku/access.html>
- 7) 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/](http://ops.fhwa.dot.gov/publications/tt_reliability/brochure/)