

携帯カーナビプローブの走行軌跡データを 活用した新たな交通渋滞分析手法の提案

五十嵐 達哉¹・野見山 尚志²・太田 恒平³・仲田 田⁴・宇高 勝美⁵

¹正会員 株式会社建設技術研究所 北海道支社 道路室（〒060-0003 北海道札幌市中央区北3条西3丁目1-6）
ikarashi@ctie.co.jp

²正会員 株式会社建設技術研究所 東京本社 道路・交通部（〒103-8430 東京都中央区日本橋浜町3-21-1）
nomiyama@ctie.co.jp

³正会員 株式会社ナビタイムジャパン 交通コンサルティング事業（〒107-0062 東京都港区南青山3-8-38）
kohei-ota@navitime.co.jp

⁴非会員 北海道開発局（〒060-8511 北海道札幌市北区北8条西2丁目第1合同庁舎）
nakata-d22aa@hkd.mlit.go.jp

⁵非会員 北海道開発局 滝川道路事務所（〒073-0033 北海道滝川市新町2-1-31）
udaka-k22aa@hkd.mlit.go.jp

パーソナルメディアの普及や通信サービスの多様化により、車両1台毎の走行記録など詳細な交通データの取得が可能となっており、データ特性を活かした道路交通分析による道路行政マネジメントの高度化が期待されている。しかし、現在の交通渋滞に関する分析は、DRM区間に集計された旅行速度のデータを基本として分析しているため、詳細な交通挙動を捉えることができない。

そこで、本稿は、詳細かつ適切な交通渋滞分析の実現に向け、携帯端末機で動作するカーナビゲーションシステムから収集された車両の走行軌跡データ（携帯カーナビデータ）を活用した新たな交通渋滞分析手法について提案を行うものである。具体的には、トリップ長分布に着目した時間信頼性の評価、右左折方向や個車の走行速度に着目した渋滞実態把握、交差点改良の効果測定を行った。

Key Words : *probe data , traffic jam analysis , mobile car navigation system*

1. はじめに

近年、情報通信・処理技術の進展、GPSの精度向上に伴い、走行軌跡データの収集が容易になり、プローブデータの蓄積が急速に進んでいる¹⁾。また、これまでは処理が膨大であり集計後のデータを扱っていたプローブデータについて未集計データの活用が可能となっており、それぞれのデータ特性を活かした交通分析による道路行政マネジメントの高度化が期待されている²⁾。

一方、道路交通における諸課題の中でも、移動時間の増加だけではなく、物流コストの増大による競争力低下、環境負荷への影響など様々な問題に繋がる交通渋滞の損失は大きく、交通円滑化対策が依然求められている。渋滞を緩和・解消するためには渋滞発生状況、要因をきめ細かく把握したうえで、対策を立案・実施し、その効果を検証するといったマネジメントサイクルを適切に実施

する必要がある。現在、渋滞対策に関する各種の分析・評価は、人手による交通調査結果や道路交通センサデータ、車載型のカーナビゲーションシステムから収集した走行データを集計した旅行速度データ（以下、民間プローブデータという）を基に実施されている。しかし、交通調査結果は、予算制約から調査時間・調査回数に限界があり、時間的空間的な網羅性が担保できていない。また、民間プローブデータにおいては、DRM区間に集約されたデータとなっており、右左折直進といった進行方向別の走行状況や車両毎の走行経路・ODといった交通の質を分析することは困難であった。

そこで、本稿では、詳細かつ適切な渋滞分析の実現に向け、近年収集が進んでおり車両毎の走行軌跡データを有する携帯カーナビデータを用いた新たな渋滞分析手法について、北海道札幌市内の渋滞箇所を対象とした検討事例を基に、今後の適用可能性を検証したものである。

2. 携帯カーナビデータの概要

本検討で用いた携帯カーナビデータは、スマートフォン等の携帯端末機で動作するカーナビゲーションシステムにて取得された車両毎の走行記録データである。

データの取得方法、仕様は以下に示すとおりである。

(1) データの取得方法

携帯カーナビデータは、図-1に示すように専用の携帯カーナビアプリケーションがインストールされたスマートフォン等の携帯端末機にて、ユーザーから収集される。携帯端末機のGPSにて測位した位置情報は1~6秒間隔でデータベースに送信・保存される仕組みとなっている。



図-1 データ取得に用いられる携帯端末機

(2) データ仕様

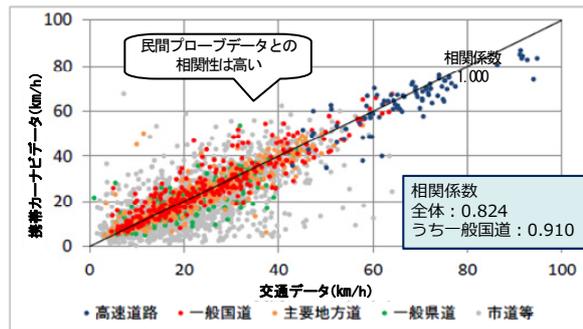
携帯カーナビデータでは、表-1に示す項目のデータを収集・蓄積している。携帯カーナビは、どのような車両にも容易に取り付けが可能であるため、乗用車だけでなく、大型車や商用車での利用など幅広いプローブデータを取得できることが特徴のひとつである。本検討では、全車両を対象としているが、ユーザが車種登録をしている場合には、車種によるデータ選別が可能である。なお、ユーザIDの匿名化、発着地付近のデータ削除により個人を特定できないように加工されている。

表-1 携帯カーナビデータのデータ取得項目

項目	備考
ユーザID	ユーザ別のIDは、分析の際には個人が特定されないよう匿名化される。車種区分などユーザが情報を登録している場合は登録情報との関連付けが可能である。
経路ID	カーナビサービスの音声案内開始から終了までを1つの経路とする。
測位日時	1~6秒単位で記録
緯度・経度	ミリ秒単位で記録（日本測地系緯度経度）

(3) データの特徴

従来、道路交通分析で主に用いられてきた民間プローブデータは、DRM区間単位で集計し平均化されたデータであるのに対し、携帯カーナビデータは、1~6秒毎に記録される緯度経度を基にした車両毎の走行生データを取り扱うことができる。車両1台毎の走行軌跡が把握可能であるため、従来の民間プローブデータでは把握できない進行方向別走行状況や車両毎の走行経路・ODの特定が可能である。なお、携帯カーナビデータから集計される旅行速度は、図-2のとおり民間プローブデータの旅行速度と大きく乖離していないことを確認している³⁾。



出典：ナビタイムジャパン

図-2 携帯カーナビデータと民間プローブデータの速度比較

3. 携帯カーナビデータを活用した新たな渋滞分析手法

本検討では、携帯カーナビデータを活用した新たな渋滞分析手法として、①進行方向別の交差点通過状況の把握、②利用者特性を考慮した渋滞評価、③1台毎の走行特性を踏まえた速度変化状況の把握について検討事例を報告する。

(1) 進行方向別の交差点通過状況の把握

携帯カーナビデータは1走行毎の経路情報を有しているため、進入する交差点に対し左折・直進・右折毎のきめ細かい実態を把握することが可能である。

本検討では、携帯カーナビデータより集計した進行方向別の交差点通過時間について、渋滞箇所の実態・要因把握、効果検証への適用を検討した事例を示す。

なお、本検討で用いる交差点通過時間は、図-3に示すとおり流入側の共通区間として200m、流出側の延長区間として50mの計250mの走行時間とした。

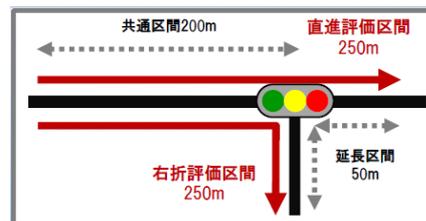


図-3 交差点通過時間の定義

a) 渋滞箇所の実態・要因把握

渋滞交差点において、対策を検討する場合、現地での交通調査により進行方向別・時間帯別の交通量や渋滞長を把握し、渋滞発生状況・要因を特定することが一般的である。しかし、現地での交通調査では、調査時間・日数に応じて調査費用が発生するため全ての交通状況について網羅的に調査することは難しく、ある特定の日・時間でのデータしか取得できていないのが実情である。

また、交通調査の日時の設定について交通調査実務の手引き⁴⁾では、「平均的な交通渋滞が発生している平日もしくは休日の渋滞長が最大となる時刻を含む3時間程度とし、最大渋滞長の発生時刻が調査時間のほぼ中央値に位置するように調査時間帯を設定する」とあるが、実際の調査計画を立案する際に平均的な渋滞発生日がいつであるかを特定することは難しい。さらに、冬期の積雪による道路状況の変化、観光ピーク時等の交通需要変動が想定される場合には、予算が限られる中で、交通状況を的確かつ網羅的に把握することがより困難となる。

そこで、主要渋滞箇所を選定されている国道36号と道道西野白石線の交差点を対象に、実際の現地交通調査結果と携帯カーナビデータから把握できる進行方向別の交差点通過時間を比較し、渋滞実態・要因把握時における携帯カーナビデータの適用性について検証した。

図4は対象交差点において現地で実施した交通調査結果（渋滞長・滞留長）である。調査は7月平日の17～18時台の夕方2時間で実施されており、道道西野白石線の東側（至南郷13丁目駅）の左直車線で最大230m（5分）、西側（至南平岸駅）の右折車線で最大20m（3分）の渋滞が発生している。

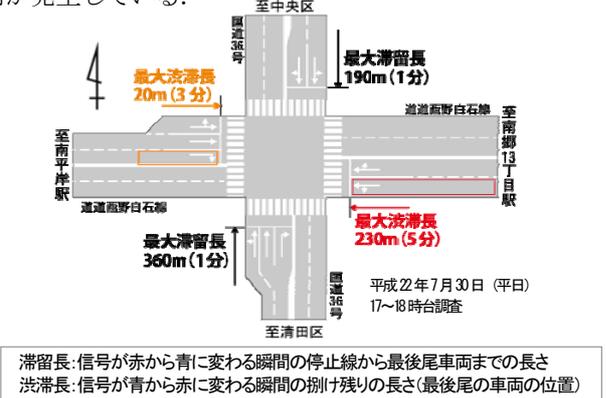


図4 対象交差点の現地交通調査結果（渋滞長・滞留長）

ここで、交通調査結果との比較として通常期（3～11月）の夕ピーク（17～18時台）における携帯カーナビデータの進行方向別交差点通過時間集計結果を図5に示す。携帯カーナビデータの交差点通過時間においても、現地調査により渋滞が観測された道道西野白石線東側の左折・直進の交差点通過時間が多くなっており、交通調査結果との整合性が確認できる。さらに、道道西野白石線

東側の携帯カーナビデータ分析結果では、右折の通過時間が左折・直進に比べ少ないことから、右直車線は混雑しておらず、右折車の滞留を避けた直進車両による容量超過や歩行者等による左折支障により直左車線が混雑していることが推測できる。なお、民間プローブデータで同条件の旅行速度を整理した結果を図6に示すが、交差点全体で速度低下が発生していることは把握できるものの、右左折などの進行方向別の渋滞発生状況を把握することはできない。

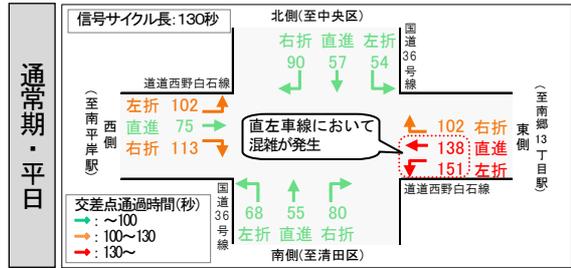


図5 携帯カーナビデータによる進行方向別の交差点通過時間（通常期平日：夕ピーク）

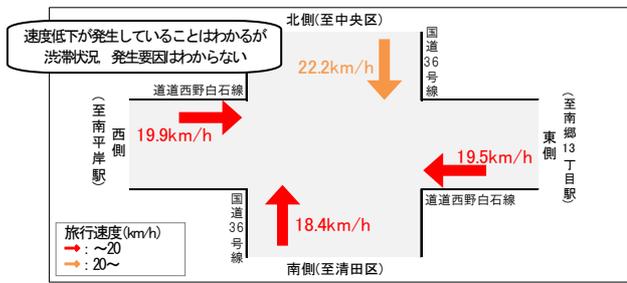


図6 民間プローブデータによる交差点速度（通常期平日：夕ピーク）

また、現地での交通調査はある調査日の1時点の結果であるのに対し、携帯カーナビデータは、年間を通じたデータを有しているため平休別や季節別、時間帯別といった様々な集計が可能である。図7は、通常期の休日・冬期（12～2月）の平日の夕ピーク時の交差点通過時間を示したものであり、図8は対象交差点の中で通過時間の大きい道道西野白石線の東側の直進交通について、時間帯別の通過時間の変化を分析したものである。

分析の結果、通常期・休日では平日に比べ国道36号南側の右折の通過時間が増加しており、休日に混雑が発生していることが推察され、冬期においては道道西野白石線における交差点通過時間が全体的に増加していることがわかる。また、時間帯別の分析により、道道西野白石線東側の混雑のピークは夕方16～18時台に発生しているといった時間的変化も確認できる。

このように携帯カーナビデータでは進行方向別の速度低下状況を把握できるとともに、車線運用状況等と重ね合わせることで渋滞発生要因の推定も可能である。また、時間帯、曜日、季節等による変動を網羅的に把握することができるため、実態・要因把握時における検討効率化が期待できる。

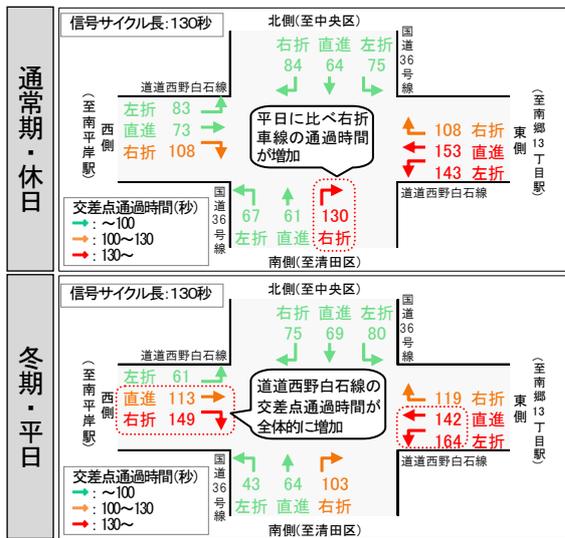


図7 休日・冬期別交差点通過時間(タピーク)

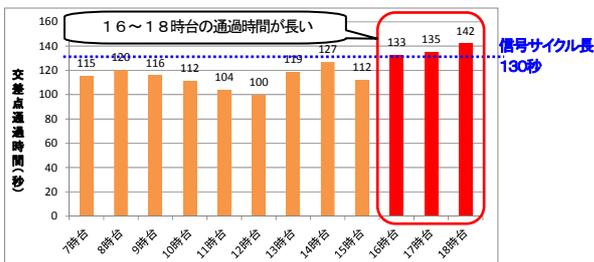
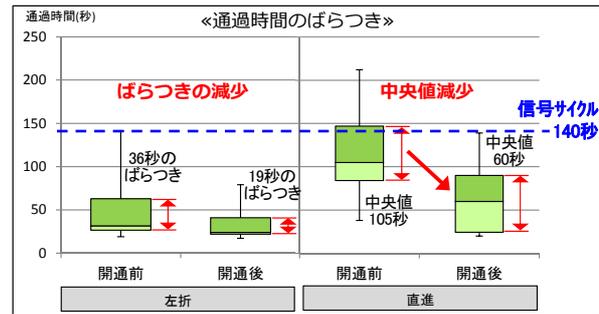
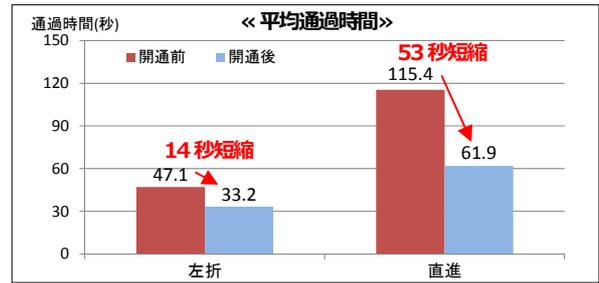


図8 時間帯別交差点通過時間【道道西野白石線_直進】(通常期平日)

開通前後の2週間のデータを基に、国道12号南側流入部の左折・直進交通の昼間12時間の交差点通過時間の変化を分析した結果は図-10のとおりである。



※箱ひげ図: ひげ上端: 最大値 箱上端: 75%タイル値 箱中央: 中央値 箱下端: 25%タイル値 ひげ下端: 最小値

【開通前】11月8日～11月21日 左折:n=156 直進:n=138
【開通後】11月22日～12月5日 左折:n=117 直進:n=115

図-10 開通前後における交差点通過時間

b) 交差点改良実施後の効果検証

交差点改良効果を定量的に評価する場合、従来の民間プローブデータでは右左折直進が集約されているため、右折レーン設置・右折現示の延長といった対策の適切な評価は難しく、現地での交通調査が一般的である。しかし、交通調査での評価では、そもそも事前に調査していない場合は比較ができず、事前の調査を実施している場合にもその調査項目によって効果評価の制約を受けることとなる。また、調査日のみの比較となるため、網羅的な効果評価といった視点では不十分であると考えられる。

ここでは、国道12号・国道275号苗穂交差点を対象に交差点对策実施後の定量的な評価について、携帯カーナビデータの適用を試みた。対象交差点では図-9に示すとおり、平成25年11月22日に国道12号南側流入部における左折専用車線の増設・右折専用車線の増設、西側流入部における右折車線の増設を行っている。



図-9 分析対象交差点(国道12号・国道275号苗穂交差点)

平均通過時間においては、左折車両は開通前47秒から開通後33秒と14秒減少し、それに伴い直進車両も開通前115秒から開通後62秒へと53秒交差点通過時間が減少している事が把握できた。

また、通過時間のばらつきを見ると左折では代表的なデータ群を表す25%～75%タイル値の幅が開通前は36秒間あったものが19秒間まで減少しており、通過時間の多いデータが減少し通過時間のばらつきが減少したことがわかる。直進では25%タイル値～75%タイル値の幅はあまり変化がないものの中央値が減少しており、全体的に通過時間の短縮が図られ1回の信号サイクル内で処理されていることが把握できた。

携帯カーナビデータの進行方向別データを用いることで、左折車線の増設といった交差点改良内容に対応した定量的な評価が可能となる。また、携帯カーナビデータは、継続的に蓄積されたデータであり、過去のデータに遡って評価することが可能なため、事前の調査状況に依存しない点も利点として挙げられる。さらに、携帯カーナビデータでは特異日のデータを除外することも可能であるため現地調査時における天候不良や周辺での交通事故等の調査リスクも回避できる。

(2) 利用者特性を考慮した渋滞状況評価

渋滞の課題箇所については、旅行速度や渋滞損失時間、時間信頼性等の指標で課題の大きさを評価しているが、

各箇所における利用者の特性といった、交通の質の評価はできていない。ここでは、既往データで示される課題箇所について、携帯カーナビデータを基に利用交通特性を考慮した対策優先度評価・ソフト対策検討への適用について検討した。

a) 課題箇所の対策優先度評価

図-11に示す断面A（国道12号豊平川渡河部）、断面B（国道275号札幌新道交差部）は、札幌市内の放射状路線のうち従来の民間プローブデータの分析により時間信頼性の課題が大きいと評価された箇所である。



図-11 民間プローブデータによる時間信頼性課題箇所

ここで、携帯カーナビデータの有する経路情報を用いて両断面の利用交通のトリップ長を分析・比較した。各断面の利用交通のトリップ長分布・平均トリップ長は図-12のとおりであり、都市内に位置する断面Aでは、短距離トリップの交通が多く、札幌新道の外側に位置する断面Bでは長距離トリップの交通が多いことがわかる。

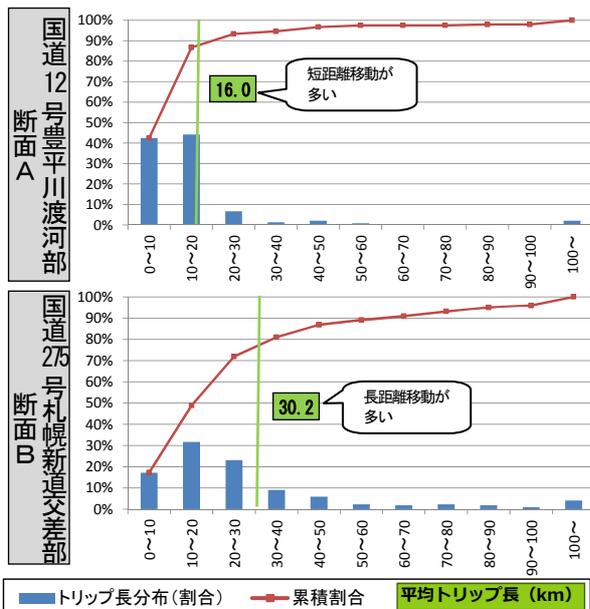


図-12 分析断面におけるトリップ長分布

渋滞による利用者への影響では、同じ10分の遅れが生じる場合でも移動時間が2時間を要する中での10分の遅

れと移動時間が30分を要する中での10分の遅れでは、後者のほうが渋滞の影響が大きい。よって、道路利用者の感覚としては断面Bより短トリップの多い断面Aの方が時間信頼性低下の影響が大きいことが想定される。トリップ長の分布といった課題箇所の利用者特性を分析することで、利用者への影響度合いを考慮した優先度評価が可能となる。

b) 課題箇所のソフト対策検討

渋滞箇所への対策では、道路整備等のハード対策だけでなく、経路変更・時間変更・交通手段変更等のソフト対策も重要である。ソフト対策を効率的かつ効果的に実施するためには、課題箇所をどのような利用者が走行しているのかを特定し、対策のターゲットを設定する必要がある。従来、利用交通の特性把握では、アンケート調査やナンバープレート調査、交通量推計によるODの把握を行ってきたが、各種調査では費用面から網羅性・信頼性の確保が困難であり、交通量推計においては5年に1度の調査結果から設定した日データであるため混雑時の交通特性を把握するには不十分であった。ここでは、携帯カーナビデータの経路情報を基に混雑時間帯の利用者ODを特定し、ソフト対策を検討した事例を示す。

図-13は分析対象とした国道275号札幌新道交差部において、渋滞が発生している朝ピーク時（7～8時台）の札幌市内に向かう利用者のODを携帯カーナビデータの経路情報から分析した結果である。OD分析の結果、利用交通の約半数が国道275号に道央道が並行する江別以東であることが把握できる。ここで、朝ピーク時に国道275号に並行する道央道の交通容量に余裕があることを踏まえると、江別以東から札幌市内への通勤者をターゲットとした道央道への経路誘導といったソフト対策を定量的根拠に基づき立案することができる。

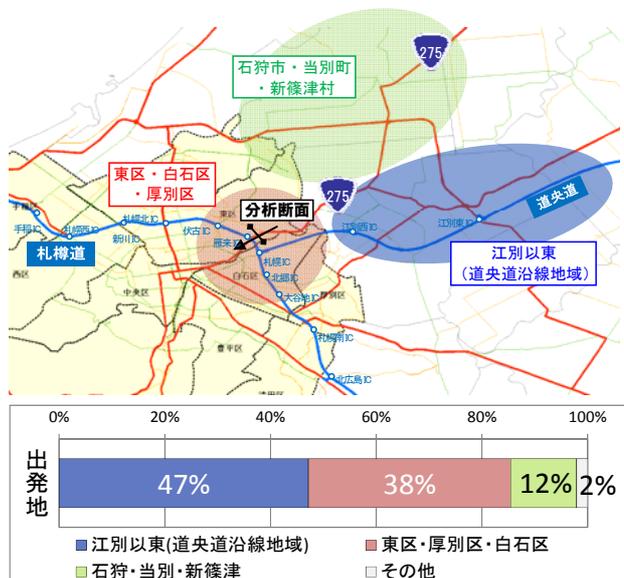


図-13 課題箇所を利用する交通の出発地分析

(3) 1台毎の走行特性を踏まえた速度変化状況の把握

従来の民間プローブデータではDRM区間毎にデータが平均化されているため、渋滞の発生状況や影響範囲の把握といった分析精度はDRM区間延長に依存する。ここでは携帯カーナビデータのうち最も詳細な1台単位の地点速度を基に速度変化状況を把握した事例を示す。

図-14は、分析対象区間として設定した国道36号清田周辺について民間プローブデータで把握したDRM区間単位の速度低下状況と携帯カーナビデータで把握した混雑時間帯（17:30～17:45）の車両1台毎の速度変化状況を示したものである。

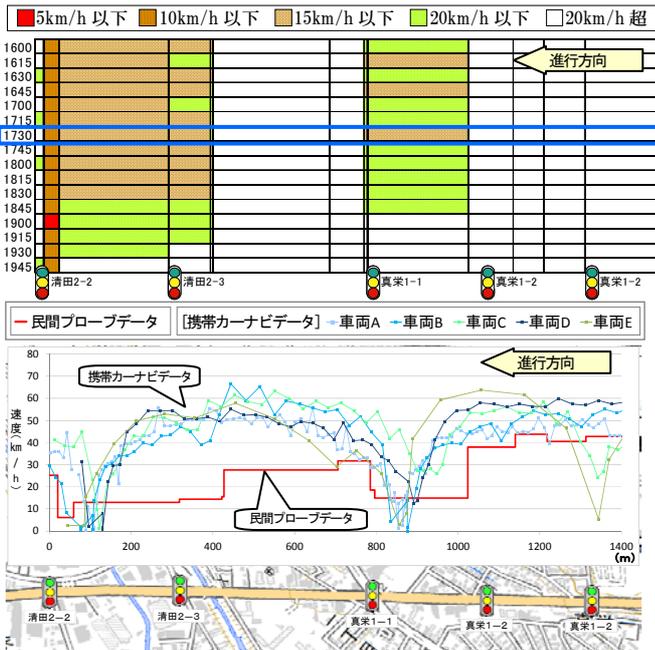


図-14 速度変化状況の分析
(上：民間プローブデータ，下：携帯カーナビデータ)

民間プローブデータでは「清田2-2」を先頭に約400mの区間で速度が低下していることが確認できるが、その区間の速度状況がどのようなになっているかは把握できない。同じ区間における携帯カーナビデータでの複数台の車両の速度変化状況をみると、「真栄1-1」の信号で停止した車両の多くが「清田2-2」の信号で停止している現象を確認できる。車両毎の速度変化を分析することで、民間プローブデータで速度が低下していると判断された「清田2-2」から約400mの区間は、一律的な速度低下ではなく、「真栄1-1」と「清田2-2」の信号の連動状況により、多くの車両が「清田2-2」で停止していることが要因であると推定できる。

4. おわりに

本検討では、1台毎の走行軌跡が把握可能な携帯カーナビデータを用いた新たな渋滞の分析手法への適用可能

性を検討したが、以下に示すとおり、課題把握・要因分析・対策立案・効果評価といった様々なフェーズでの精度向上・効率化が期待できることがわかった。

- 1) 携帯カーナビデータで把握できる進行方向別の交差点通過時間により、渋滞発生状況・要因の把握、対策内容に即したきめ細かい効果評価が可能となる。
- 2) 携帯カーナビデータで把握可能な車両の経路情報を活用することで、課題箇所の利用交通特性を踏まえた対策優先度評価、定量的根拠に基づくソフト対策のターゲット設定が可能となる。
- 3) 携帯カーナビデータの1台毎の走行状況を分析することで、従来の集計単位にとられない詳細な速度変化状況・渋滞発生状況の把握が可能となる。

また、今後の課題として、以下の2点が挙げられる。

(1) 分析適用事例の増加

本検討で示した分析手法において今後適用事例を増やしていくことで、課題把握における基準設定やデータ分析結果の評価方法の確立等を進めることが望まれる。

進行方向別分析については、今後、分析対象箇所を増やし現地調査結果と照らし合わせていくことで、表-2に示すように携帯カーナビデータの分析結果のみで渋滞要因をある程度推測することが可能になると考える。

表-2 携帯カーナビデータによる渋滞要因の推測例

携帯カーナビデータの交差点通過時間	渋滞要因
全方向において速度が低下	交差点の容量不足
右折車線設置交差点における右折速度の低下	右折専用現示の設定
右折車線未設置交差点における直進・左折交通の速度低下	右折車両の滞留(車線占有)による直進・左折車両への影響
交差道路との通過時間差が大きい	信号現示の青時間比
多車線交差点における直進車線の流出部速度が低下	先づまりによる速度低下
多車線交差点における左折車線の速度が低下	歩行者等による左折阻害

(2) 地方部における渋滞分析手法の提案

本検討は北海道札幌市内の渋滞箇所を対象に分析したが、都市部の慢性的な渋滞とは異なり地方部においては観光等の交通偏在による渋滞も考えられる。観光交通等の交通特性を考慮した渋滞分析手法についても検討を進める必要がある。

なお、本稿における渋滞分析については、携帯カーナビデータを用いた渋滞分析手法の検討を目的としたものであり、分析結果が当該箇所の渋滞対策等と一致するものではない。

参考文献

- 1) 内閣官房 情報通信技術 (IT) 総合戦略室：交通データ利活用に係るこれまでの取組と最近の動向について (案)，2014
- 2) 宇高勝美，仲田田，五十嵐達哉：交通ビッグデータを活用した交通渋滞の新たな分析手法の可能性について，北海道開発技術研究発表会，2015
- 3) 太田恒平，大重俊介，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，2013
- 4) (社) 交通工学研究会：交通量調査実務の手引き，2008

(2015. ?? ?? 受付)

PROPOSAL OF THE NEW TRAFFIC JAM ANALYSIS METHODS THAT UTILIZED THE RUNNING PATH DATA OF THE MOBILE CAR NAVIGATION SYSTEM

Tatsuya IKARASHI, Hisashi NOMIYAMA, Kohei OTA, Den NAKATA and Katsumi UDAKA

The growth of personal media and diversification of communication services have enabled us to obtain detailed traffic data such as travel records of each car. Therefore, advancement in road administration management is anticipated through the analysis of various attributes. The present analysis about traffic jam, however, can't recognize traffic behavior in detail because it is based on data of travel speed compiled in DRM interval.

This study is aiming to accomplish detailed and appropriate analysis of traffic jam. For this purpose, this study proposes a new analysis method of traffic jam using vehicle travel data (mobile car navigation) acquired from car navigation systems on connected mobile devices. Specifically, this study evaluated time reliability focusing on trip length and then understood the actual condition of traffic jam and measured the effects of intersection improvement focusing on traveling direction and the travel speed of the unit car.