

交通円滑化対策のためのプローブデータの分析方法に関する研究

橋本 浩良¹・河野 友彦¹・門間 俊幸¹・上坂 克巳¹

¹国土技術政策総合研究所 道路研究部 道路研究室 （〒305-0804 茨城県つくば市旭1番地）

本稿では、従来、道路管理者により行われてきた試験車走行調査に比べ、時間的・空間的に大量の旅行速度データの取得が期待できる一般車プローブデータを用いた交通円滑性の分析方法の検討を行った。その結果、新たに、ボトルネック交差点の特定、速度低下の発生時間帯や速度低下延長の把握、定時性の向上効果の把握などが可能となることがわかった。従って、一般車プローブデータは、地域の交通課題を道路利用者へわかりやすく説明するとともに、より合理的な交通円滑化施策の立案において有効であると考えられる。

キーワード プローブデータ、交通円滑化、ITS

1. はじめに

(1) 道路整備をとりまく状況

近年、道路整備に対して国民から厳しい視線が注がれており、道路整備の必要性や効果に対しても説明責任が強く求められている。

一方、地方を中心に道路整備を求める声は大きく、昨今の厳しい財政制約のもと、「既存ストックを活用」しつつ、効率的な道路整備の実施が求められているところである。

道路整備の必要性や効果の説明責任を果たし、効率的に道路整備を実施していくためには、交通データを科学的に分析し、地域の交通課題を道路利用者へわかりやすく説明するとともに、分析結果をもとにした効率的な施策の立案・予算の重点投資を行っていくこと、交通データにもとづく道路整備の効果を国民へ説明していくことが必要である。

(2) 交通円滑化対策

道路交通における諸課題の中でも、社会の生産性を阻害する原因となる交通渋滞による損失は依然として大きく、渋滞対策を含む交通円滑化対策は、とりわけ重要な施策である。

交通円滑化対策において、道路の交通円滑性を直接的にあらわすことができる“旅行速度データ”は、非常に重要なデータである。

従来より旅行速度データの取得にあたっては、道路管理者により、人手計測またはプローブカー調査による試

験車走行調査が行われてきた。しかしながら、試験車走行による調査では、予算制約から調査時間・調査回数に限界があり、時間的・空間的に限られたデータしか得ることができなかった。

このため、試験走行調査ができなかった区間については、概ね5年に1度実施される道路交通センサス調査による交通量データから旅行速度を推定し、渋滞損失時間の算定・評価を行ってきたところである（図-1参照）。

今後、交通データにもとづく科学的な分析を行っていくため、時間的・空間的により詳細な旅行速度データの取得が求められているところである。

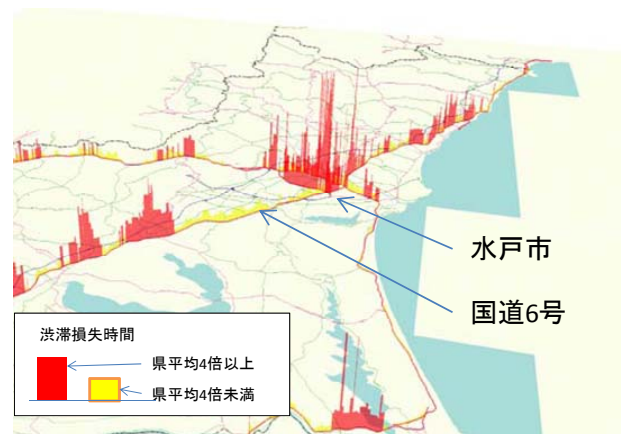


図-1 渋滞損失時間の評価事例（茨城県の3Dマップ）
（『平成18年度道路行政の達成度報告書』より）

近年、自動車メーカーやカーナビメーカー各社が会員制カーナビに搭載されたGPS機能を用いて、一般車両の

プローブ情報（以下「一般車プローブデータ」という。）を取得し、ドライバーへの交通情報提供、走行支援に活用している。これら一般車プローブデータは、試験車走行調査に比べ時間的空間的に大量の旅行速度データの取得が期待できる。

そこで、本稿では、時間的空間的に大量の旅行速度データの取得が期待できる一般車プローブデータを、道路の交通円滑化対策に活用することを目的として、一般車プローブデータを用いた交通円滑性の分析方法を検討した結果を報告する。

2. 一般車プローブデータについて

(1) 一般車プローブデータの概要

前述の通り、一般車プローブデータは、自動車メーカーやカーナビメーカー各社が会員制カーナビに搭載されたGPS機能を用いて取得される一般車両のプローブ情報である。

国土技術政策総合研究所においては、全国の幹線道路を対象に、デジタル道路地図（以下「DRM」という。）の区間毎に15分単位の平均所要時間データと情報件数を取得している。データ項目は、表-1の通りである。

表-1 一般車プローブデータの項目

DRM 区間番号	日付	進入時間 (15分毎)	所要時間 (S)	情報 件数
001002	20100713	1015	90	2
001002	20100713	1030	70	1
001002	20100713	1045	85	3
...	...	...	...	..

(2) 一般車プローブデータの取得状況

一般車プローブデータの取得状況として、国土技術政策総合研究所において取得した全国の一般車プローブデータを用いて、一般車プローブカーの混入率を道路種別沿道状況別に算定したものが表-2である。ここで言う混入率とは、2009年10月の全国の一般車プローブカーの総走行台キロとH17道路交通センサスをもとに算定した総走行台キロの割合である。

一般車プローブカーの混入率は、直轄国道で0.05%、補助国道、都道府県道等においては0.04%であった。また、沿道状況別にみると、D I D地域の0.06%が最も高く、その他市街地部で0.04%、平地部・山地部で0.03%程度の混入率であった。

交通円滑化対策が必要と考えられる都市部（D I D地域）の直轄国道などは、交通量が多いことからより多くの一般車プローブデータの取得が期待される。

実際に、2009年10月のデータを用いて、昼間12時間

（7時台～18時台）を対象に、1日あたりの平均データ取得件数を確認したところ、直轄国道では約70%の区間で、補助国道では約43%の区間で、都道府県道等では約30%の区間で日々1件以上のデータ取得がなされていることがわかった（表-3参照）。

表-2 全国の一般車プローブカー混入率

道路種別	沿道状況				
	DID	その他 市街地部	平地部	山地部	計
直轄国道	0.06%	0.04%	0.04%	0.03%	0.05%
補助国道	0.06%	0.04%	0.04%	0.04%	0.04%
都道府県道等	0.06%	0.03%	0.03%	0.02%	0.04%
一般道計	0.06%	0.04%	0.03%	0.03%	0.04%

表-3 全国の一般車プローブデータの取得状況

道路種別	データ取得区間の割合
直轄国道	70%
補助国道	43%
都道府県道等	30%
一般道計	38%

※1日平均1件以上のデータが取得されているDRM区間の割合を示す。

3. 交通円滑性の評価について

(1) 交通円滑性の評価指標

交通円滑化対策における代表的な指標は、損失時間である。損失時間は、(式1)の通り自由旅行速度時の所要時間と実際の所要時間の差を一定区間毎に算出し、その損失時間に当該区間の交通量を乗じて、合計することにより算出している。

$$LS_k = \sum_{j \in J} \sum_i \alpha_i \times Q_{ijk} \times \left(\frac{L_k}{V_{jk}} - \frac{L_k}{V_{k0}} \right) \quad \dots (式1)$$

ただし、 LS_k ：区間 k の損失時間（人時間/月）

α_i ：車種 i （大型、小型）の平均乗車人員

Q_{ijk} ：区間 k における時間帯 j の車種 i の交通量
（上下別、平休別）

L_k ：区間 k の延長

V_{jk} ：時間帯 j （7時～18時の昼間12時間における

j 時間帯を対象とする）における旅行速度

（上下別、平休別）

V_{k0} ：区間 k における自由旅行速度※（上下別）

※自由旅行速度：渋滞・混雑がない自由走行時の旅行速度、

(2) 従来の評価対象区間

従来、交通円滑性を評価する区間として、平成17年道路交通センサス調査区間（以下「H17センサス区間」という。）とDRM区間の2種類を主に使用してきた。

H17センサス区間は、概ね5年に一度実施される道路交通センサス調査の対象区間である。交通量及び道路状況に著しい変化のない区間で区切られており、主に都道府県道以上の道路を対象として、全国約3.6万区間が設定されている。

DRM区間は、カーナビへの活用を主目的として作成されており、基本的に幅員5.5m以上の道路同士の交差点間で区間が区切られており、H17センサス区間上で全国約40万区間、その他の道路も含めれば全国約482万区間が設定されている。

従来の交通円滑化対策においては、これら2種類の区間を用いて渋滞損失時間の評価を行ってきた。しかしながら、それぞれ次の課題を有している。

H17センサス区間（D I D外で平均6km程度、D I D内で平均2km程度）は、区間長が長く、一区間内に複数の主要交差点が含まれることとなり、ボトルネック交差点の特定が難しい（図-2参照）。また、DRM区間（平均200～400m程度）は、区間長が短く、一つのボトルネック交差点に対し、渋滞区間が分割されてしまい、区間別に評価を行った場合、渋滞損失時間を過小評価してしまうおそれがある（図-3参照）。

交通円滑性を阻害する渋滞は、発生原因となるボトルネック交差点の位置と渋滞の程度（損失時間、渋滞発生時間帯、渋滞長）を把握するための影響範囲が線的又は面的に広がることから、効果的に渋滞対策を行っていくためには、原因となっているボトルネック交差点の位置を特定し、発生している渋滞の程度（損失時間、渋滞発生時間帯、渋滞長）を把握する必要がある。実務での活用を考えた場合、H17センサス区間は粗く、DRM区間は細かすぎる区間となっている。

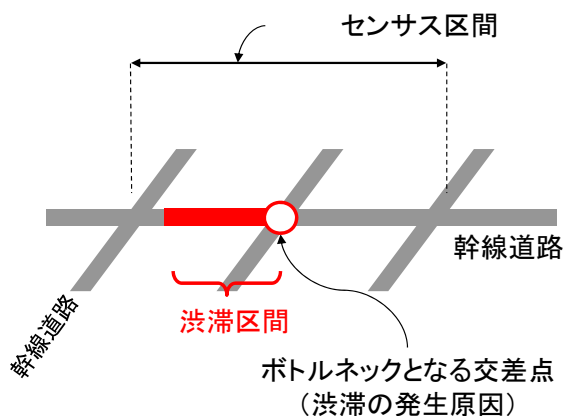


図-2 H17センサス区間を用いた場合

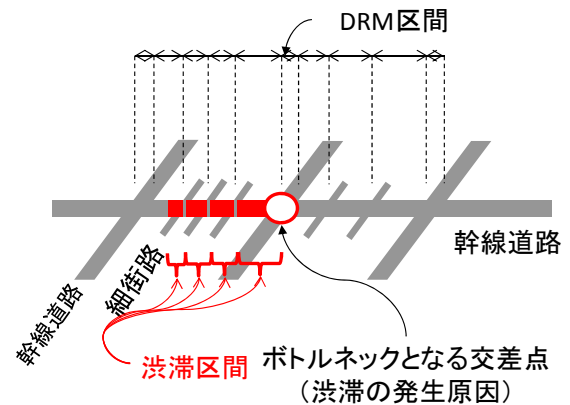


図-3 DRM区間を用いた場合

(2) 新たな評価対象区間

前述の課題を踏まえ、“ボトルネック交差点の位置を特定”し、かつ、“線的又は面的に広がる渋滞の程度（損失時間、渋滞発生時間帯、渋滞長）を把握”するためには、ボトルネック交差点となりうる主要交差点毎で区間を切ることが望ましい（図-4参照）。交通円滑性評価のための交通データ活用における分析対象の路線は、都道府県道以上の幹線道路であり、ボトルネック交差点の位置を特定するために幹線道路同士の交差点間を基本として区間を設定（この区間は2010年に実施される道路交通センサス調査でも利用されることから以下「新センサス区間」という。）することが、合理的であると考えられる。

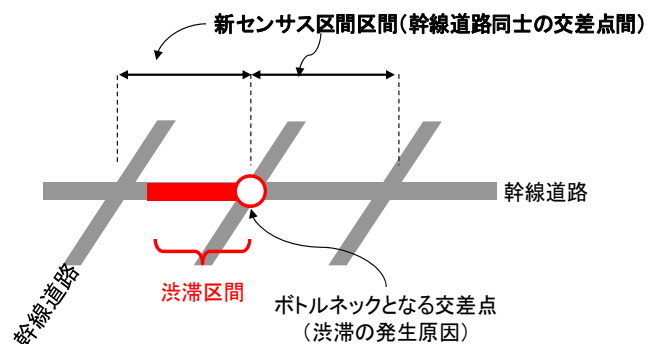


図-4 新センサス区間を用いた場合

4. プローブデータの分析方法について

(1) 交通円滑性の時間変動の分析

a) 分析対象路線と使用データ

図-5に示す国道1号（京都→大阪、延長約17km）を対象区間とした。対象区間に並行する第二京阪道路が、2010年3月20日に供用したことから、供用前の交通円滑性の分析には2009年3月20日以降4月までの平日データを、供用後の交通円滑性の分析には2010年3月20日以降4月までの平日データを用いた。



図-5 分析対象区間

b) 供用前の交通円滑性の分析

供用前の交通円滑性として、横軸に時間帯を、縦軸に京都から大阪方向の区間をとり、各時間帯・各区間の旅行速度をあらわしたものが図-6である。

この図から、以下3つを読み取ることができる。

①ボトルネック交差点の特定

速度低下を示す赤色の区間が、★印の地点を先頭に京都府方面へ伸びていることがわかる。起点となる箇所が、ボトルネック交差点となる。図-5の★印の箇所は、天の川交差点という渋滞ポイントである。

②速度低下の発生時間帯の把握

速度低下を示す赤色を横軸方向に見ることで、速度低下の発生時間帯を把握することができる。当該ボトルネック交差点では、6時台から18時台まで慢性的に速度低下が発生していることがわかる。

③速度低下延長の把握

速度低下を示す赤色を縦軸方向に見ることで、速度低下延長を把握することができる。当該ボトルネック交差点では、タピーク時間帯（17時台および18時台）に最も速度低下延長が長くなることがわかる。

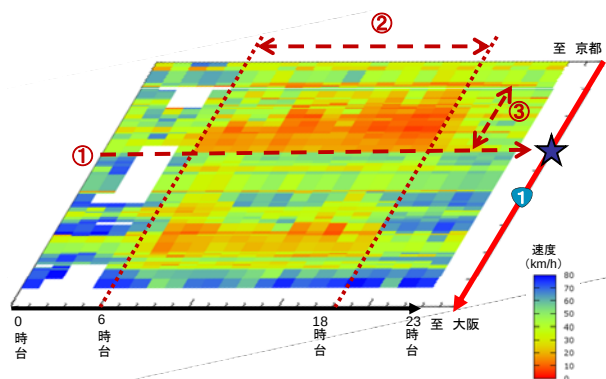


図-6 供用前の旅行速度の状況

c) 供用後の交通円滑性の分析

供用後の交通円滑化状況を図化したものが図-7である。図-6と比較して見ることで、第二京阪道路の供用により、速度低下を示す赤色の区間・時間帯が減少し、慢性的な速度低下が解消されたことがわかる。

なお、国道1号に設置された車両感知器のデータを用い、(式1)に従って分析対象区間の損失時間の減少量を試算してみたところ、平日1日あたり約8千人時間の減少となった。

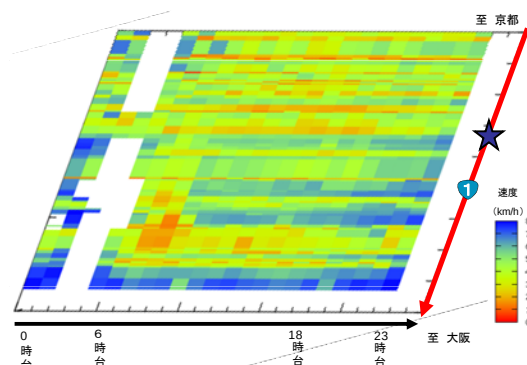


図-7 供用後の旅行速度の状況

d) 定時性の向上効果の把握

次に、最も速度低下延長が長くなるタピーク時間帯（17時台および18時台）を対象に、b)で特定したボトルネック交差点（★印）の通過に要する所要時間の定時性の向上効果の把握を試みた。ボトルネック交差点（★印）を起点とする2つの新センサス区間（延長約3km）の供用前後における所要時間とその確率密度の関係を示したものが図-8である。

この図より、供用前後で平均所要時間が8分短縮されるとともに、供用後は供用前に比べ所要時間の分布の幅が狭くなり、定時性が向上していることがわかる。また、20回に1回発生する大幅な遅れを意味する95%タイル値も11分短縮していることが分かる。

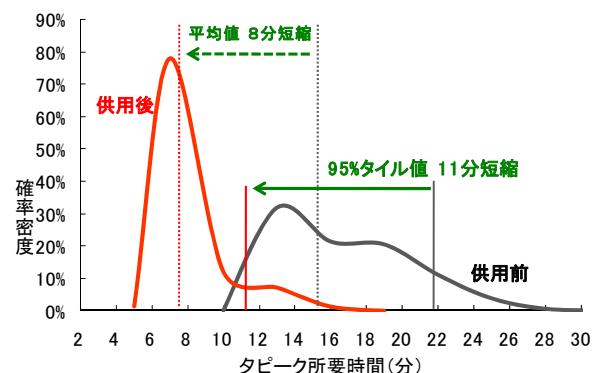


図-8 供用に伴う定時性向上効果

(2) 交通円滑性の季節変動の分析

季節変動の分析として、全国の直轄国道を対象に、秋季（2009年10月）と冬期（2010年1月）の平日昼間12時間（7時台～18時台）の都道府県別（北海道は振興局

別)・路線別の平均旅行速度を算定し、その速度比(1月/10月)を算定したものが図-9である。なお、一般車プローブデータが10月と1月ともに取得できていない区間は、速度比を算定できないため、速度比95%以上に含めてあらわしている。この図からは、九州において一部冬期速度低下が発生しているものの、北海道や東北、北陸、中国の日本海側で冬期速度低下が広く発生していることがわかる。

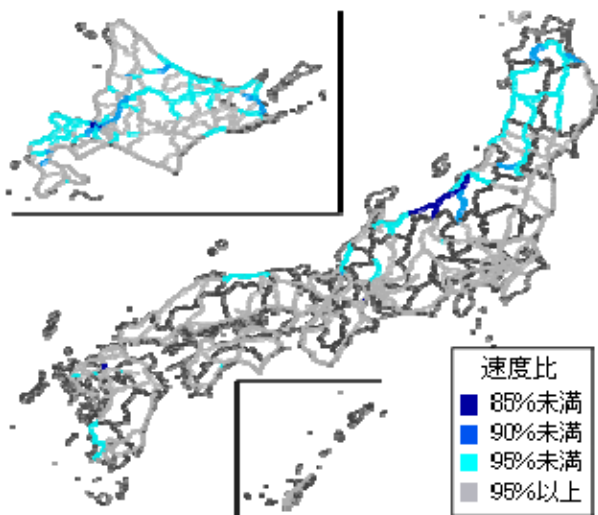


図-9 直轄国道における10月と1月の速度比較(1月/10月)

4. おわりに

以上の分析の結果、一般車プローブデータを活用することにより、道路管理者により行われてきた従来の試験車走行調査では把握することが困難であった以下の事項が新たに可能となることがわかった。

(1) 交通円滑性の時間変動の分析

- ①速度低下の起点となっているボトルネック交差点を特定することができる。
- ②ボトルネック交差点における速度低下の発生時間帯を把握することができる。
- ③ボトルネック交差点における速度低下延長を把握することができる。
- ④施策の実施前後で交通円滑性の分析を行うことにより、施策実施による交通円滑性の向上効果を把握することができる。
- ⑤従来の試験車走行調査では、時間的なデータ量の制

約により把握することが困難であった定時性の向上効果を把握することができる。

(2) 交通円滑性の季節変動の分析

- ①交通円滑性を季節別に分析することにより、冬期に速度低下する状況を把握することができる。

以上の分析結果は、今後、交通データを科学的に分析し、地域の交通課題を道路利用者へわかりやすく説明するとともに、分析結果を交通円滑化対策へ反映し、道路整備の効果を国民に対して説明していく際に参考となる分析結果であると考えられる。

なお、本稿における第二京阪道路の供用にともなう交通円滑性の向上効果については、一般車プローブデータの分析方法の検討を目的とした試算値であり、国土交通省として発表する第二京阪道路の供用効果ではない。

参考文献

- 1) 国土交通省道路局：「平成18年度達成度報告書・平成19年度業績計画書」，pp. 22 - 29, 2007
- 2) 例えば八尾光弘：「交通渋滞などによる損失時間の数値化について」，交通工学Vol. 37, No. 3, pp. 71-74, 2002
- 3) 例えば牧村和彦、中嶋康博、佐藤弘子、石田東生：「カーナビゲーションシステムを用いた渋滞関連指標に関する基礎的研究」，土木学会論文集Vol. 758, No. 4-63, pp. 1-10, 2004
- 4) 例えば毛利雄一：「実験を活かした交通工学の発展へ」，交通工学Vol. 34, No. 6, pp. 3-8, 1999
- 5) 例えば竹内栄一・馬淵一三・藤川謙：車両感知器データを用いた高速道路の走行速度と損失時間，高速道路と自動車Vol. 46, No. 11, pp. 60-64, 2003
- 6) 日本デジタル道路地図協会HP：http://www.drm.jp/data_base/structure.html
- 7) 上杉友一・井料隆雅・小根山裕之・堀口良太・桑原雅夫：「断片的なプローブ軌跡の接合による区間旅行時間の期待値と分散の推定」，土木計画学研究・論文集，Vol. 1. 20, No. 4, pp. 923 - 929, 2003
- 8) 稲野晃，中村英樹，内海泰輔：「ボトルネックが連続する区間における渋滞現象の分析」，土木計画学研究・講演集，Vol. 36, 2007