

貨物車のプローブデータ処理による都市高速道路の利用有無と旅行速度の異方性の評価

横田 孝義¹・玉川 大²

¹ 正会員 京都大学大学院教授 大学院工学研究科都市社会工学専攻
先進交通ロジスティクス工学（阪神高速道路）講座（〒615-8540 京都市西京区京都大学桂 C-1）
E-mail:Yokota, T. @kiban. kuciv. kyoto-u. ac. jp

² 正会員 京都大学大学院助教 大学院工学研究科都市社会工学専攻（同上）
E-mail:d-tamagawa@kiban. kuciv. kyoto-u. ac. jp

本稿では貨物車両の高速道路の利用実態と、それに依存したトリップの旅行速度の関係を明確にする。特に、都市高速道路の利用有無の実態をトリップの終端の方向別に評価したり、道路のサービスレベルの不均一性、異方性を明確にすることを志向して新たな分析手法を考案した。実際に収集した貨物車両のプローブ情報を元に、具体例を挙げて議論を行う。この手法を展開することにより、貨物車両に対する道路ネットワークのサービス水準が可視化、定量化されることで課題が明確化され、さらには新規供用予定の道路の効果の推察、あるいは新たな路線のニーズ把握などが可能になる考えられる。

Key Words : probe cars, freight vehicle, map-matching, logistics, GPS

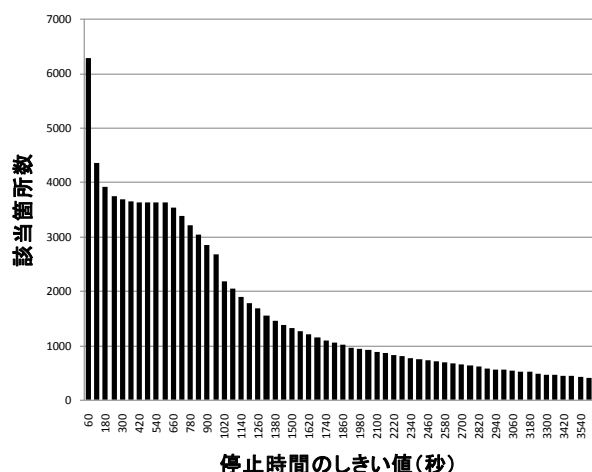
1. はじめに

プローブ情報は高速道路と一般道路にわたってシームレスな情報収集が可能であるという極めて重要な特徴を有している。すなわち、貨物車両の一連の行動を捉える場合にトリップチェーンの全てについての少なくとも位置情報のトレースが可能である。この特徴を生かして車両が走行している道路を正確に把握するいわゆるマップマッチング技術において、高速道路と一般道路の十分な精度の識別技術が具備されていれば、道路の利用状況も明確に知ることが可能になる。報告者らは既にこのマップマッチング技術の開発を行い、今回それを用いて京阪神地域の貨物車両300台を対象に収集したプローブ情報^{1), 2), 3)}を対象に各種のトリップの起終点に対して都市高速道路の利用の有無と、その結果として得られる旅行速度の関係を調べることにした。

2. プローブ情報の処理

貨物車両を対象としたプローブ情報の処理については従来、あまり厳密に語られる事が多いとは言えず^{4), 5)}, その具体化が必要であった。特に本研究のように、都市高速道路の利用の有無を正確に検出する必要がある場合に対

応できるマップマッチング手法が必須であったが、それについてはほぼ解決している。⁶⁾ 一般に貨物車両の行動は配送センターなどの拠点を出発してから配送先の店舗などの目的地を巡って戻ってくるいわゆるトリップチェーンを形成している。このトリップチェーンには多様な形態があり、一つの区間を往復したり、多数の店舗を巡回する例などがある。本稿ではトリップチェーンを個々のトリップに分解した際のトリップの速度（旅行速度）の評価を実施する。そのためには各トリップの端点を知る必要があるがトリップの端点については配送事業者に情報開示を求めることは一般に困難であり現状では入手が困難である。そこでプローブの位置情報だけからこれらのトリップの端点を抽出する必要がある。本研究では停止状態とみなせる状態がある一定時間以上継続した場合にトリップの端点であると判定する。このしきい値が適正值よりも過大であれば複数のトリップを1つのトリップとみなしてしまい、逆に過小であれば交差点での信号による停止や交通渋滞場所などを業務上のトリップの端点と誤判定してしまう可能性が生じる。本研究ではこの停止判定のしきい値を図-1を根拠に180秒と設定した。この例では一般に停車時間が10分～20分程度と言われており、今回の調査対象の貨物車両の中では比較的停車時間が短いと考えられるコンビニエンスストア配送の車両



10台の2週間のデータを用いた。

図-1 停止判定秒数とトリップ数

図-2に示す分析処理系を構築して高速道路の利用有無と旅行速度の関係を分析した。貨物車両の終日の行動はプローブ情報として位置情報の時系列として得られるが、これを前節の停止条件を用いてトリップに分割した。

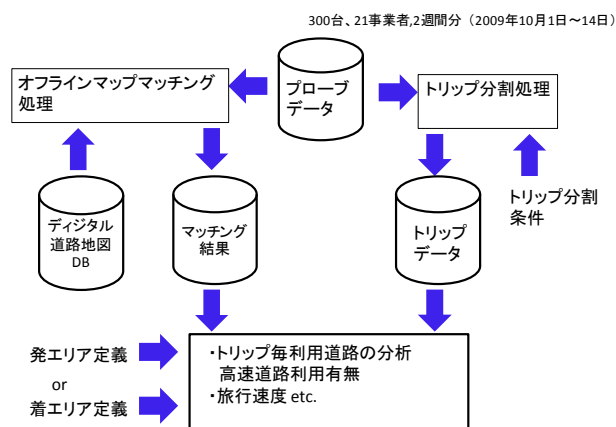


図-2 分析の流れ

一方で、動的計画法に基づいたオフラインマップマッチング処理⁶⁾によって上記時系列情報はデジタル道路地図にマッチングされて高速道路の利用の有無が判明する。従って、トリップごとに高速道路を利用したかどうかを知ることが出来る。

3 大阪港のケーススタディー

京阪神地域の貨物車交通の実態を調べるために、物流拠点として重要視されている大阪港のいわゆる南港と呼ばれるエリアを例にその状況を調べた。阪神高速道路の南港北、南港中、南港南の3か所の入り口を含む矩形領域（東京測地系で東経135.4～135.45度、北緯34.6～34.65度、）

（図-3の写真の赤い矩形領域。）を出発エリアと定義し、このエリアから出発するトリップを2週間のデータから直線距離1km未満のトリップは除外し抽出した。

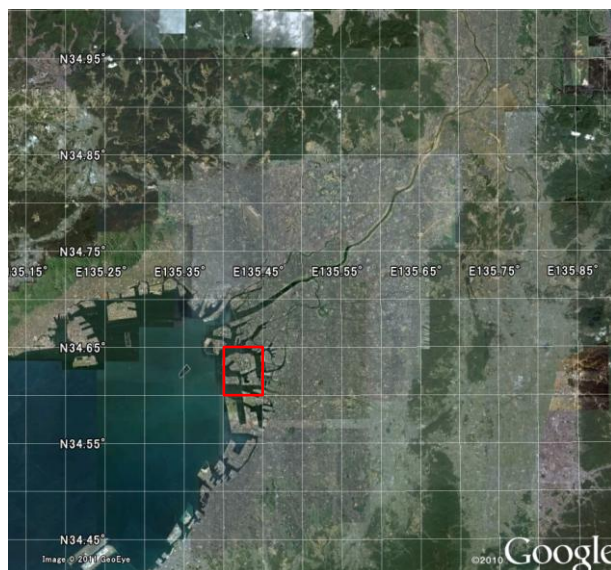


図-3 南港エリアを含む衛星写真

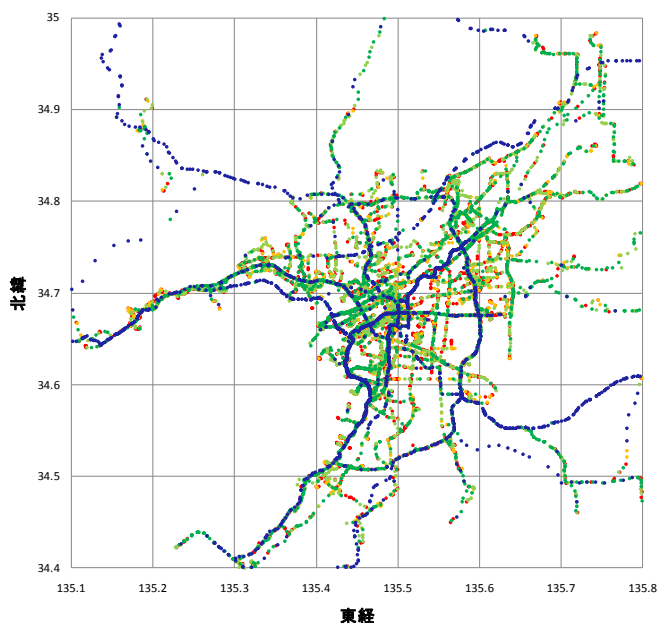


図-4 京阪神エリアの貨物車両の実勢速度分布の例

その結果、プローブ車両数300台中109台、配送事業者数21社中15社の総計729トリップが該当した。図-4は2009年10月13日（火）の貨物車両のプローブ情報の日中12:00から15:00間の実勢速度を定義1で表示したものである。、青色で表示した時速60km付近の速度を確保されている高速道路とそれ以下の低速度の一般道路が明瞭に区別されることがわかる。またこの図からもいわゆるミッシングリンク⁷⁾とされているように東西を結ぶ都市高速道路が少ないことが分かる。

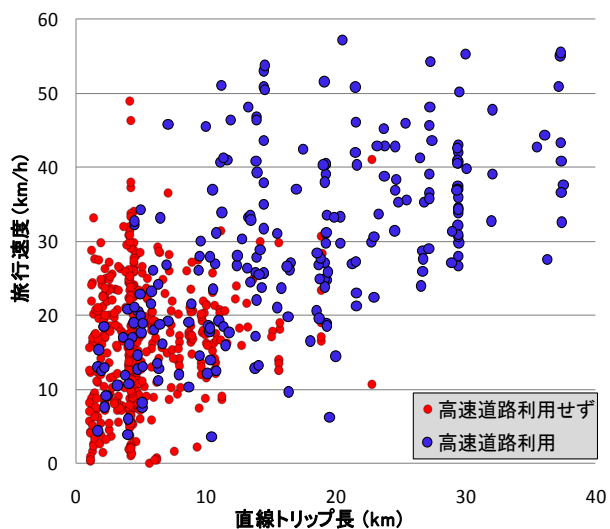


図-5 南港エリア発直線トリップ長と旅行速度、高速道路利用有無の関係

- 10km/h 未満
- 10km/h 以上 20km/h 未満
- 20km/h 以上 30km/h 未満
- 30km/h 以上 40km/h 未満
- 40km/h 以上 40km/h 未満

定義-1 旅行速度表示

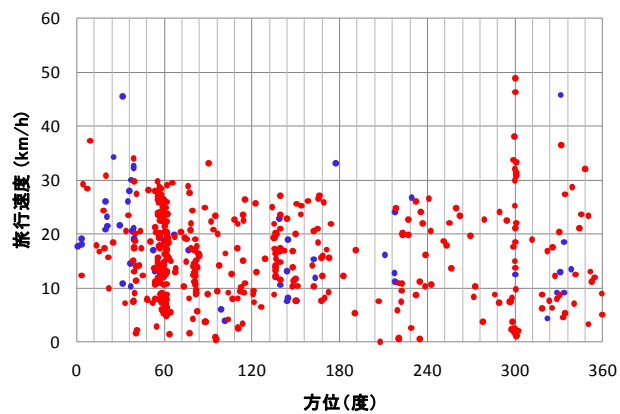


図-8 直線トリップ長10km未満

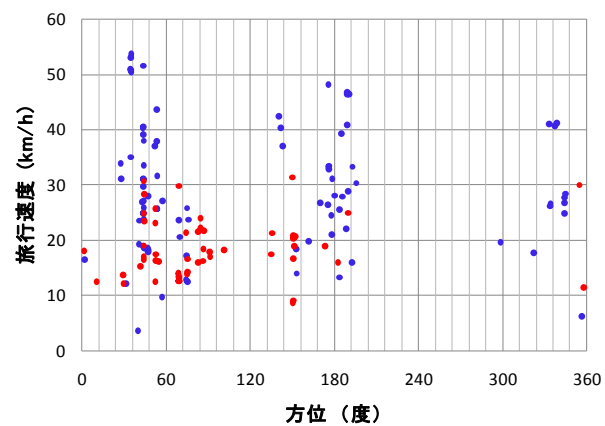


図-9 直線トリップ長10km以上20km未満

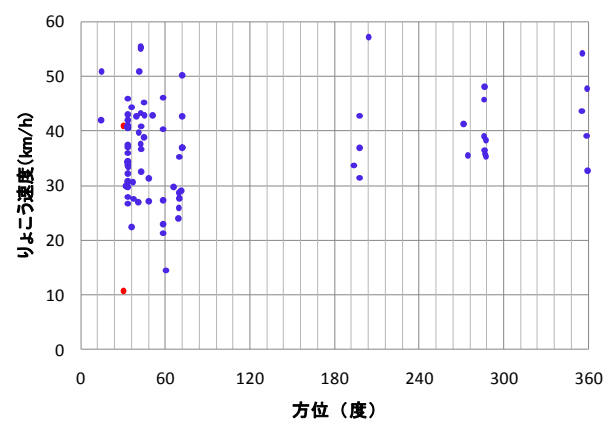


図-10 直線トリップ長20km以上

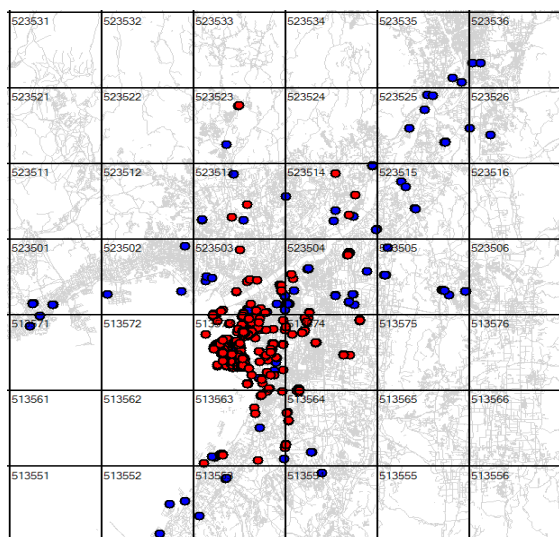


図-6 南港エリア発トリップの高速道路利用状況
赤：高速道路利用無、青：高速道路利用有

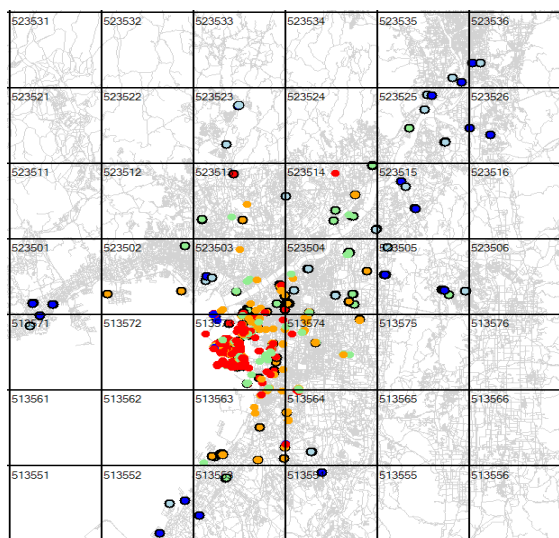


図-7 南港エリア発トリップの旅行速度

南港を出発するトリップについてその旅行速度に着目し、南港を代表する地点（東経135.425度、北34.625度）から北方向を方位0度として時計回りに定義してトリップ端の位置の方位角を計算し、方位による旅行速度の相違、高速道路利用状況の相違を整理して図-8、図-9、図-10に示す。図-5と同様に高速道路を利用したトリップは青、そうでないトリップは赤で表示している。

図-8に示すようにトリップの直線長が10km未満の距離帯では高速道路の利用がほとんど無く旅行速度が30km/h程度以下にとどまっている。また、その方向性は広範である。次に、図-9に示す10km以上20km未満の距離帯では高速道路の利用率が向上する。これらに寄与している高速道路は方位40度近辺の淀川沿いに延びる阪神高速12号守口線、180度近傍に延びる阪神高速5号湾岸線、北北西方向340度近傍の阪神高速11号池田線の利用によるものである。方位80度～110度、130度付近にかけては需要があるものの高速道路の利用が無く旅行速度が低いことがわかる。これは他のケースのように5号湾岸線、12号守口線、11号池田線のように利用可能な高速道路が無いことが原因と考えられる。なお、200度から290度付近は海上となるためにトリップが存在しない。図-10に示すように20km以上の距離帯においてはほとんどのトリップが高速道路を利用していることがわかる。

4 むすび

本研究ではプローブデータをトリップ単位に抽出し、かつ、オフラインの高精度なマップマッチング技術を開発することによって京阪神知の物流拠点として重要な南港発のトリップを例に方向別の道路ネットワークのサービスレベルの格差を調べる試みを行った。その結果、都市高速道路が旅行速度の向上に大きく貢献していることが再確認できた。また、10kmから20kmの距離帯において南港エリアから見て南東方向に関してはややサービスレベルが低いことも確認でき、いわゆるミッシングリンク⁷⁾の影響が出ていることが推察できる。

謝辞

本研究を進めるにあたり、有益なご助言をいただきプローブ実験にご協力いただきました、（社）関西経済連合会、（財）日本ロジスティックスシステム協会関西支部、（社）大阪府トラック協会、および、参加 21 社に深謝します。

なお、マップマッチング処理、および地図表示のためにデジタル道路地図データ（住友電工（株）製を用いた。衛星写真は Google Earth を用いた。

参考文献

- 1) 横田孝義, 玉川大, “プローブ情報による京阪神地域貨物車交通の道路利用特性に関する分析”, 第 41 回土木計画学研究発表会（春大会）, 2010 年 6 月
- 2) 玉川大, 横田孝義, “高速道路の通行止がトラックの都市内定期配送へ与える影響に関する分析”, 第 41 回土木計画学研究発表会（春大会）, 2010 年 6 月
- 3) Yokota, T. and Tamagawa, D., "Constructing Two-layered Freight Traffic Network Model from Truck Probe Data", International Journal of Intelligent Transportation Systems Research, Volume 9, Number 1, 1-11, DOI: 10.1007/s13177-010-0021-x
- 4) Greaves, S.P. (2008), Collecting Commercial Vehicle Tour Data with Passive Global Positioning System Technology, Transportation Research Record 2049, pp. 158–166.
- 5) Fitzgerald, C., Zhang, J. & Stopher, P. (2006), "Processing GPS Data From Travel Surveys", International Global Navigation Satellite Systems Society (IGNSS) Symposium, Gold Coast, Australia.
- 6) Yokota, T. and Tamagawa, D., "Route Identification of Freight Vehicles Tour Using GPS Probe Data And Its Application to Evaluation of On and Off Ramp Usage Of Expressways, to be appeared in Citylogistics 2011. May, Spain.
- 7) 関西の高速道路-ミッシングリンクの早期整備を <http://www.kankeiren.or.jp/keizajin/pdf/h0812.pdf>

EVALUATION OF DIRECTIONAL VARIANCE IN TRIP VELOCITY AND EXPRESSWAY USAGE BY USING FREIGHT VEHICLE PROBE DATA

Takayoshi YOKOTA and Dai TAMAGAWA

The usage of expressways in Keihanshin area by freight carrying vehicles is examined by processing the probe data which was gathered for two weeks and from 300 vehicles. It is confirmed that the travel velocity is significantly affected by the usage of expressways which increases as the trip length increases. Case study on trips which depart from Osaka port area is examined and the results show that the expressways play a major role in obtaining moderately high speed in most of trip directions with an exception of east-south trip direction of straight trip length of from 10 to 20km region. The slow velocity toward this region is due to the existence of so-called missing link in Keihanshin area.