

# バスプローブデータを用いた道路網サービス水準の可視化と評価\*

## Visualization and Evaluation of Level of Service of Road Network Using Bus Probe Data\*

吉澤隆司\*\*・宇野伸宏\*\*\*・倉内文孝\*\*\*\*・森脇啓介\*\*\*\*\*

By Ryuji Yoshizawa\*\*・Nobuhiro UNO\*\*\*・Fumitaka KURAUCHI\*\*\*\*・Keisuke Moriwaki\*\*\*\*\*

### 1. はじめに

現在の道路網を考えた場合、交通渋滞が慢性化している道路の存在などにより、必ずしも高いサービス水準を提供しているとはいえない。加えて、近年では道路特定財源の問題により道路事業に対する注目が、これまでとは違った観点で高まってきているといえる。さらに、道路網のサービス水準は時間帯や曜日により変動し、年次ごとにも推移すると考えられるため、道路網の評価は状況に応じた適切なものである必要がある。本研究では、これまでに豊富な収集・蓄積のあるバスプローブデータを活用し、先行研究<sup>1)</sup>で算出することが可能となった交通サービス水準指標をデジタル地図上で可視化する手法を構築することにより道路網のサービス水準の評価を行った。なお、交通サービス水準指標としては単位距離あたりの走行速度の平均および標準偏差を採用した。前者からは(平均的な)効率性を、後者からは信頼性(サービスの安定性)を評価できると考えられる。また、サービス水準の低下する箇所をマイクロに分析・特定するという目的から単位距離を25mとした。

本研究で利用するデータは、国土交通省近畿地方整備局大阪国道事務所にて収集・蓄積された、京阪バス枚方営業所管内を走行する2003年10月・12月、2006年10月・12月の計4カ月分の路線バスのデータである。以下では、デジタル地図上への交通サービス水準指標の可視化手法について概説し、得られた可視化の結果を用い、サービス水準低下の要因について考察する。

### 2. 可視化手法の概説

#### (1) 交通サービス水準指標の算出

本研究で用いるバスプローブデータは、位置情報(緯

\* キーワーズ: 道路計画, ITS  
\*\* 学生員, 京都大学工学研究科都市社会工学専攻  
(京都市西京区京都大学桂, Tel:075-383-3237,  
yoshizawa@trans.kuciv.kyoto-u.ac.jp)  
\*\*\* 正員, 博士(工学), 京都大学経営管理大学院  
\*\*\*\* 正員, 博士(工学), 岐阜大学工学部社会基盤工  
学科  
\*\*\*\*\* 学生員, 京都大学工学研究科都市社会工学専攻

度・経度), 速度が一秒毎に記録されたものである。そ

れらに対してマップマッチング・バス停停止の影響の除去を施し一般車両の走行特性を近似的に表すデータへと変換した後に、各運行において25m内で観測された速度の平均・標準偏差を算出することでそれらを1サンプルとする。次いで全運行で平均・標準偏差を求めることで交通サービス水準指標を算出する。

#### (2) 可視化

交通サービス水準指標と実際の位置を結び付けるため、指標をデジタル地図上で可視化する。本研究ではデジタル地図として、フリーのアプリケーションであり、比較的解像度の高い航空写真との表示の切り替が可能であるといった長所から Google Maps APIを用いた。交通サービス水準指標はその位置情報をバス経路における始点からの距離として与えられるため、Google Mapを用いて経路を折線で近似し、近似経路を25m毎に分割することで、交通サービス水準指標を当てはめていく。以上のような操作により指標値と2次元位置を結びつけることが可能となる。

### 3. 速度の平均を用いたサービス水準評価

#### (1) サービス水準の尺度の設定

本研究では可視化の際、指標の値に応じて色分けすることで、サービス水準を表現しており、寒色系で青色に近いほどサービス水準が良く、暖色系で赤色に近いほどサービス水準が悪い。色分けの尺度としては2006年平日の道路網全体の指標の累積百分率における%値を基準として用いている。サービス水準分類の基準については、表1および表2に示す。

表1 2006年のサービス水準指標のパーセンタイル値

パーセン タイル値	平均速度 (km/h)	速度の標準 偏差(km/h)	パーセン タイル値	平均速度 (km/h)	速度の標準 偏差(km/h)
5	16.3	4.6	60	31.6	8.9
10	19.5	5.2	70	33.7	9.2
15	21.5	5.5	75	34.9	9.7
20	23.4	5.8	80	35.9	10.2
25	24.7	6.1	85	36.8	10.8
30	25.9	6.4	90	38	11.5
40	27.9	7	95	39.5	12.8
50	29.6	7.6	100	45.2	20.9

表2 サービス水準を表現する色とパーセンタイル値

地図上の色	平均速度	速度の標準偏差	サービス水準
赤	0～5%値	95～100%値	低 ↑ ↓ 高
橙	5～10%値	90～95%値	
黄	10～15%値	85～90%値	
緑	15～20%値	80～85%値	
水色	20～25%値	75～80%値	
青	25%値～	～75%値	

(2) 慢性的にサービス水準の低い箇所の抽出

図1は2006年の平日の終日のデータを用いて平均速度を可視化したものである。図1において矢印は進行方向を表している。図1より地図中の北部と南西部において広範囲で平均速度低下が生じていることがわかる。交差点が密集している地図中の東部から北東部を除くと枚方市域では北部と南西部にサービス水準低下箇所が集中していることがわかる。北部には樟葉駅、南西部には枚方市駅と比較的大きな駅があり、大規模商業施設や高層マンションも存在しているなど、交通量を増加させる要因が複数ある。また、枚方市病院付近でも速度低下がみられるが、この区間は幅員の狭い道路であり、歩道も確保されておらず、さらに坂道となっているなど道路構造上の要因が挙げられる。



図1 速度の平均の可視化 (2006年平日終日)

(3) 時間帯別の評価

続いて時間帯別のサービス水準の変化について考察する。時間帯は、朝 (5:00～10:00)、昼 (10:00～17:00)、夜 (17:00～24:00) の3つの時間帯に区分した。図2は2006年平日の各時間帯における25m毎の平均速度の累積百分率曲線である。図2より道路網全体のサービス水準は夜、昼、朝の順に悪いといえる。詳細に比較すると、20%値は朝が36.8km/h、昼が35.9km/h、夜が34.4km/hでありネットワーク全体で均等に速度が変化していることがわかる。特に夜は他の時間帯よりも2～3km/h低下しておりサービス水準がかなり低下しているといえる。

続いて、図3～5は時間帯別の速度の平均を可視化したものである。図4中の黒く塗りつぶされた区間はデータ

が取得できなかった区間である。また、図中の番号は便宜的に設けた区間番号を表している。これらの区間は時間帯の遷移に伴う速度低下や速度低下の範囲の拡大が特に顕著であると考えられる。

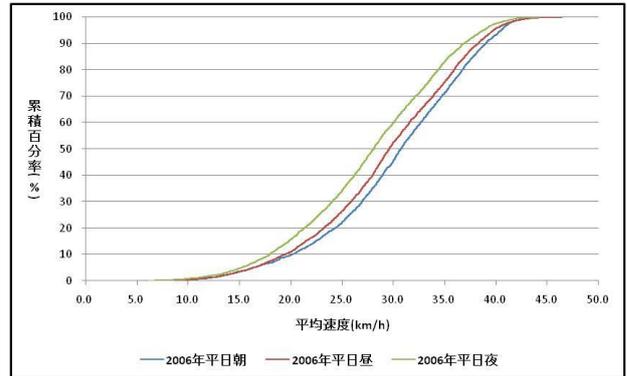


図2 時間帯別25m毎の平均速度の累積百分率曲線

区間12では樟葉駅から3機目の信号に至るまでの速度が時間とともに低下している。それ以外の箇所については時間帯間で大きな差は見られないことから、樟葉駅周辺に特化した問題があると考えられる。区間22では樟葉中央の信号交差点を中心として速度低下範囲が広がっている。区間22についても同様に、樟葉駅の付近で速度低下が生じていることがわかる。

区間122、区間252はともに道路条件が悪い箇所での速度低下が大きい。区間122における速度低下箇所である始点の出屋敷西交差点から須山交差点の手前までは歩道がない区間であり、加えて山田交番前から須山交差点までは上り坂が続いている。また区間252における速度低下は四辻から宮之阪駅北の間で起きているが、道幅が狭く歩道のない道が続く、道路横に電柱がある箇所も多い。

区間122や区間252では幅員の狭さや起伏といった道路構造が夜の速度低下に関係していることが考えられるが、区間12や区間22については夜に大きな速度低下を引き起こすような道路構造に関する問題は見当たらない。ゆえに時間帯別の速度低下の最たる要因は交通量 (需要) の多寡ではないかと考える。



図3 速度の平均 (2006年平日朝)



図4 速度の平均 (2006年平日昼)



図5 速度の平均 (2006年平日夜)

(4) 年次別の比較

続いて 2003 年と 2006 年の平均速度を比較することでサービス水準の経年変化について考察する。図 6 は両年次夜の(17～24 時)の平均速度の差を表しており、寒色系で青い青色に近いほど 2006 年の速度が大きく、暖色系で赤色に近い赤いほど 2006 年の速度が小さいことを表す。表 3 は図中の色と速度差との対応表である。図 6 より地図上の南側における速度低下が顕著であることがわかる。枚方市域では 2003 年に第二京阪道路が枚方東 IC まで開通し、それにともない府道 17 号が延伸された。両年次とも開通後ではあるが経年により枚方市域と東方



図 6 2003 年と 2006 年平日夜の平均速度の差

表3 図6の色と速度差の対応

地図上の色	Avg2006-Avg2003
赤	~-12km/h
橙	-12km/h~-8km/h
黄	-8km/h~-4km/h
無	-4km/h~4km/h
水	4km/h~8km/h
青	8km/h~

の京田辺方面とのアクセス向上が浸透してきたことなどが要因として考えられる。また樟葉駅方面から枚方市駅方面の速度低下については2005年に樟葉駅付近に大型ショッピングモールが開店したことや2003年より京阪電鉄の特急が停車するようになったことが影響していると考えられる。

4. 速度の標準偏差を用いたサービス水準評価

図7～9は時間帯別に速度の標準偏差を可視化したものである。寒色系で青い青色に近いほど標準偏差が小さく、暖色系で赤い赤色に近いほど標準偏差が大きいことを表す。速度のばらつきを分析することで道路網の定時性サービス水準の安定性(信頼性)を評価できると考えられる。図7～9より、時間帯によって標準偏差が変化していることがわかり、全体に朝、昼、夜の順にサービス水準が悪くなっていることが見てとれる。中でも昼と夜の区間92および区間222は特に問題のある区間であると考えられる。表1, 2に示したように赤い箇所は標準偏差12.8km/h以上で、かなり速度のばらつきが大きいことを表しており、それが数百mの範囲に及んでいるからである。

区間92は大阪府道13号京都守口線の一部であり、国道1号に並行しており大阪方面と京都方面とをつなぐ道路である。片側一車線ずつではあるものの旧国道1号ということもあり道路構造はよいといえる。また、制限速度は50km/hであり、対象道路網中では相対的に制限速度が大きく、図3～5で示したように平均速度の評価においては問題のなかった区間である。交通量は比較的多く、車群が形成されることが多いと考えられる。それらの車群がかささぎ橋やラポール枚方前の信号が青信号の時は高速で走行するが、赤信号の時は一斉に停止するためかなりの広範囲にわたって速度のばらつきが大きくなっているということが考えられる。実際に、かささぎ橋の信号は青時間が90秒に対し黄時間および赤時間が50秒、ラポール枚方前は青時間が80秒に対し黄時間および赤時間が45秒と、信号で待つ場合と待たない場合の差が大きい。

一方、区間222は枚方市駅方面と京田辺方面とを結ぶ国道307号の一部である。このように両区間の特徴は都市同士を結ぶ幹線道路であるという点であり、交通量が多いことが予想される。



図7 速度の標準偏差 (2006年平日朝)



図8 速度の標準偏差 (2006年平日昼)



図9 速度の標準偏差 (2006年平日夜)

より詳細に考察するために、速度の標準偏差が際だって大きかった区間92を対象として、そこを主に走行する枚方38系統の速度データについてさらなる分析を行った。図10は区間92を走行する枚方38系統の速度分布を1運行毎に出発時刻順に縦に、始点である摂南大学薬学部から京阪枚方市駅まで25m毎に横に書き出したものである。青いほど速度が大きく、赤いほど速度が小さいことを表す。図10より、区間92について、枚方市駅からの渋滞が区間92の端点である牧野駅付近に至る運行が見受けられる。時間帯別にみると広範囲にわたる速度低下は朝にはあまりみられず、昼と夜に多いことが見てとれる。図7～9に示された区間82と比較する。区間82は道幅が狭く歩道が少ないため低速であるものの、どの運行でも大きく変動することなく走行できていることがわかる。低速

になる主な要因が信号などであるため、区間92では運行毎に速度分布が大きく異なり、平均速度が大きいまま定時性が低下していると考えられる。標準偏差の大きい道路区間では長大な渋滞の発生可能性があるということがわかる。また、速度分布の日変動や週変動に着目した分析を行ったが、周期性はみとめられないことがわかっている。

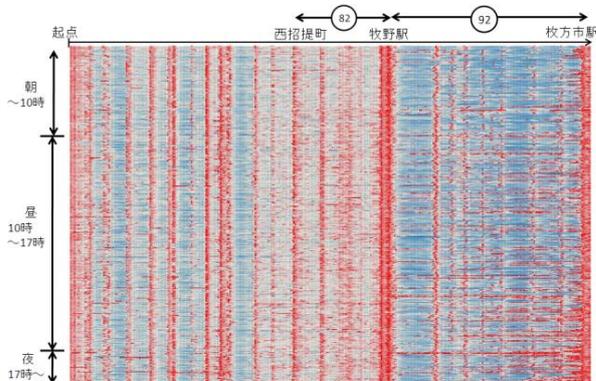


図10 枚方38系統1運行毎の速度分布

## 5. おわりに

交通サービス水準指標の可視化により、サービス水準の低下箇所を容易にかつ詳細に把握することが可能となった。平均速度の慢性的な低下は歩道の無い箇所や幅員が狭い箇所に多く、道路構造の問題が主因と考えられる。しかし、時間帯毎にサービス水準の異なる箇所では道路構造上の問題のみられないこともあるため、交通量と合わせた分析を行うことがより望ましい。また、速度の標準偏差を考察することで渋滞発生可能性のある区間を抽出することができた。

一方、サービス水準低下要因の特定については不十分であり、今後は道路構造に関するデータや土地利用データを用いることでより定量的な分析を行うことが必要であると考えられる。

謝辞：本研究の実施に際し、新都市社会技術融合創造研究会ご参加の皆様ならびに国土交通省近畿地方整備局よりご支援を賜った。またデータの加工については(社)システム科学研究所のご協力を得て実施した。記して謝意を表します。

### 【参考文献】

- 1) 宇野・永廣・飯田・田村・中川：バスプローブデータを利用した所要時間信頼性評価手法の構築，土木計画学研究・論文集，Vol.23，No.4，pp.1019-1028，2006。
- 2) 白根直樹・松本修一・熊谷靖彦・川嶋弘尚：バスプローブデータを用いた交通状態の変動特性に関する研究，土木計画学研究・講演集 No.33，2006。