

一般道のサービス水準評価を念頭においた歩行者ストレスに関する研究*

A Preliminary Study to Measure Stress of Pedestrians for Evaluating Level of Service in Mixed Traffic Flow*

葛西誠**・高橋雄治***・石田貴志****・野中康弘*****・内山久雄*****

By Makoto KASAI**・Yuji TAKAHASHI***・Takashi ISHIDA****・Yasuhiro NONAKA*****・Hisao UCHIYAMA*****

1. はじめに

我が国における道路のサービス水準の概念は、「道路の交通容量」¹⁾に記述されており、Highway Capacity Manual(HCM)の考え方を踏襲した交通流率と交通容量の比による評価となっている。ここでは歩行者・自転車や周辺住民の視点からの評価の重要性を認識しつつも、議論の見通しを良くするために自動車のトラフィック機能に限定した評価方法を示している。

これに対して、昨今では自動車のトラフィック機能以外の様々なニーズへの対応が求められるようになり、利用者の主観的評価からサービス水準を論じる研究が行なわれてきている。しかし、依然として自動車専用道路などドライバーの視点からの評価に関する研究がほとんどであり、自動車と歩行者・自転車が混合する一般道の評価、特に歩行者の視点からの評価に関する研究は行なわれていない。

道路サービス水準の評価軸に道路利用者(ドライバー、歩行者・自転車の双方)が感じるストレスや不快感といった主観的評価軸が加わることは歓迎すべきことであるが、そのためには、多様な交通主体が存在する一般道において、歩行者・自転車の視点からの評価も組み込んで議論することが重要であると考えられる。

そこで本研究では、一般道のサービス水準評価の方法について、主観的評価に関する基礎的考察を試みる。

* キーワーズ: 交通管理, 交通安全, 交通弱者対策

** 学生員, 修(工), 東京理科大学大学院 理工学研究科
(千葉県野田市山崎2641, TEL: 04-7124-1501 EXT:4058,
E-mail: j7606701@ed.noda.tus.ac.jp)

*** 非会員, 前田建設工業(株)
(東京都千代田区富士見2-10-26, TEL: 03-3265-5551)

**** 正会員, 修(工), (株)道路計画 技術部
(東京都豊島区東池袋2-13-14 マルヤス機械ビル5階,
TEL: 03-5979-8855, E-mail: t_ishida@doro.co.jp)

***** 正会員, 博(工), (株)道路計画 技術部
(東京都豊島区東池袋2-13-14 マルヤス機械ビル5階,
TEL: 03-5979-8855, E-mail: y_nonaka@doro.co.jp)

***** フェロー員, 工博, 東京理科大学 理工学部 土木工学科
(千葉県野田市山崎2641, TEL: 04-7122-9617,
E-mail: uchiyama@rs.noda.tus.ac.jp)

2. 一般道のサービス水準評価の考え方

(1) サービス水準評価方法の概観

我が国における道路の計画・設計の枠組みには、サービス水準の概念が明示的に組み込まれていないが、道路のサービス水準の評価方法に関する記述は「道路の交通容量」¹⁾に見ることができる。これによれば、サービス水準は①速度, 旅行時間, ②走行の中断・妨害, ③行動の自由, ④安全性, ⑤運転の快適さ・容易さ, ⑥経済性のような多くの評価項目の総合的な尺度であるとしているものの、これら評価を一元的に行なうことは困難であるため、道路のトラフィック機能に限定している。また、トラフィック機能を代表する指標として、交通流率と交通容量の比が用いられており、自動車側の視点に立脚した交通指標によってのみ、サービス水準を規定している。

一方、平成16年に、約20年ぶりに改訂された「道路構造令の解説と運用」²⁾によれば、道路の計画・設計の考え方について、従来の「自動車の通行に支障がないような歩行者・自転車の通行の空間確保」から「道路利用者にとっての必要性を第一に考える」ことへの転換が謳われており、自動車以外に歩行者や自転車が存在する一般道においては、各主体の評価を反映させることが重要であると示唆している。

また、高速道路・一般道にかかわらず、従来のサービス水準評価方法は、ドライバーが感じる快適さとは無関係に議論されており、利用者のサービス水準評価を取り入れていないことが問題視されている。これを受け、道路利用者のストレスや不快感といった、主観的評価をサービス水準評価に反映させる研究も行われている³⁾。しかし、サービス水準評価の考え方は、それぞれの研究者によって異なり、議論が複雑な状況であるため、これを統一し、同一の知識基盤上で議論することが模索された。

喜多ら⁴⁾はサービス水準の評価方法が体系化されていない現状を見て、「サービスの質の本質とは何か」と「それがどのような指標で記述されればよいか」に分解して議論すべきとし、体系化された検討フレームを提案している。議論の見通しを良くするため、対象を都市間高速道路に限定しているものの、合流部について、検討フレームの有用性を実証している。また中村ら⁵⁾は単路

部についても同フレームが適用可能であることを実証している。本検討フレームは一般化可能と考えられるため、以下では一般道においてもこれが適用可能かを議論する。

(2)喜多らの検討フレームの一般道への適用可能性

喜多ら⁴⁾の提案する検討フレームでは、「認識されるマイクロレベルのサービスの質」を測定することは一般に容易ではなく、「マイクロレベルの評価モデル」の妥当性を検証することは困難であることが多いことから、ドライバーの「実現した挙動」と「予測される挙動」とが良い一致を見せるような「マイクロレベルの行動選択原理」を見つければよいとしている。すなわち、効用理論に基づき周囲の運転環境により規定される「マイクロレベルの評価モデル」を用いて、各ドライバーが効用最大となる挙動を選択する「行動選択原理」による評価を提案している。例えば中村ら⁵⁾はこのフレームに従い、車線変更挙動をモデル化することで単路部のサービス評価を行なっている。

ところで、一般道が都市間高速道路と決定的に異なるのは歩行者、自転車の混合交通流となっている点である。高速道路上の交通流は2次元の運動を行なうものの、その運動の方向には制約があり、追従や車線変更などの限定された挙動のみから構成されているため、個々の挙動は比較的容易にモデル化可能であろう。一方一般道では、自動車のみならず、運動自由度の高い歩行者や自転車が加わり、これら交通主体が複雑に錯綜するため、挙動のモデル化そのものが極めて困難であるといえる。

山中ら⁶⁾は歩道の混合交通(自転車と歩行者)を対象として、リスク感知モデルを構築し、サービス水準を評価する方法を提案している。しかし、歩行者と自動車との接近現象は扱っておらず、より多くの交通主体が接近・交錯する局面での挙動を適切に表現し得る保証はない。したがって、一般道において、各交通主体の挙動をモデル化し、サービス水準評価を行なうことは課題が多いと考えられる。

(3)本研究の位置付け

以上より、一般道でのサービス水準評価を行なうにあたっては、交通主体の不快感そのものが「認識されるマイクロレベルのサービスの質」であると捉え、これを直接計測すること、またその時の周辺環境に照らし合わせることで「マイクロレベルの評価構造」を推定する方法も検討に値すると考える。そこで本研究では、混合交通下において交通主体が受ける不快感と周辺環境との関係を整理し、不快感認知構造について仮説を提示することとする。なお、各交通主体の評価を行なうことが望ましいが、本稿ではパイロットスタディとして、歩道が設置されていない一般道における歩行者に着目して分析を行なう。

3. 実路歩行による不快感ヒアリング調査

歩道未整備道路で最も不快感を覚えるのは歩行者であると考えられるため、本研究では、歩行者の受ける不快感について実路歩行・不快感ヒアリング調査を行なう。対象区間として、歩道がなく自動車・歩行者・自転車の交通量が比較的多い千葉県道松戸野田線の流山市内約400mの区間を選定した(図-1参照)。この区間の路側を被験者に歩行させ、被験者の後方5m程度を調査員が追従して、被験者および周辺状況をビデオカメラにより撮影する。歩行試験終了後直ちに被験者にビデオ映像を見せ、不快に感じた場面、および不快の度合い(不快指数とする)を10段階で回答してもらう。

不快に感じた場面では、被験者がすれ違った対象(普通車・大型車・自転車・歩行者)と周辺状況(側壁の有無・電柱の有無等)および、対象との接近距離を撮影したビデオ映像より抽出する。調査概要を表-1に示す。

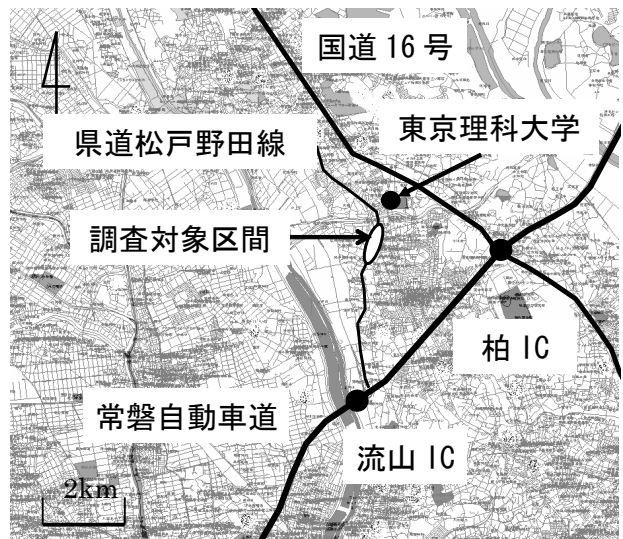


図-1 調査地点位置図

表-1 調査概要

調査対象区間	千葉県道松戸野田線(上)の路側 (東武野田線運河駅付近の約400m)
調査実施日	【H17】 12/19(月), 22(木), 26(月)~28(水) 【H18】 1/8(日)~10(火), 12(木)
調査時間帯	昼間(8:00~16:00) (一人当たり約30分間)
被験者	東京理科大学の学生の32名 (うち女性6名)
歩行の方向	両方向(上り方向, 下り方向)
調査項目	①性別, ②年齢, ③近隣在住層 ④不快な場面と不快指数(10段階) ⑤不快な場面での周辺状況 (接近対象, 接近方向: 前方後方の別, 側壁の有無, 電柱の有無, 側方余裕の有無, すれ違い位置: 路側帯, 車道の別)

4. サービス水準評価方法の基礎的検討

(1) 不快と申告された場面

不快と申告された場面について、集計整理する。なお、『3者以上』とは、被験者が同時に2つ以上の交通主体とすれ違った場合と定義する(図-2参照)。

全被験者のすれ違い対象別すれ違い数を見ると、普通車とのすれ違いが圧倒的に多く、全体の約74%を占めている。一方、不快であると申告された場面数(不快申告数)では普通車とのすれ違いは少なく、全体の約10%にとどまっており、大型車が全体の約49%と大半を占めている(図-3参照)。このようにすれ違い数と不快申告数の傾向が異なることから、不快申告割合(不快申告数/すれ違い数)を集計した結果、3者以上の場面が最も高く、約8割の場面で不快であると申告されている。また、普通車と二輪車では不快と申告した場面が1割未満にとどまっている(図-4参照)。

これらの結果から以下の点が示唆される。①車幅が大きく、歩行者との側方余裕が小さい大型車の不快申告割合が高いことから、歩行者との接近距離や圧迫感、風圧、震動、騒音が不快感を生じさせる要因となっている可能性がある、②3者以上での申告割合が際立って高いことから、自由度の少ない状況での動線の交錯あるいは交錯の予期が不快感を生じさせる要因となっている可能性がある、③3者以上では、被験者とすれ違う対象のうち一方とは接近距離が極めて小さいことが想定されるため、不快指数も接近距離に対し非線形であることが有り得る。

以下では、上記①で指摘した要因のうち、接近距離に着目し、これを説明変数とした不快指数評価モデルの構築を試み、実際にこれが不快感と関係があるかを検証する。

(2) 不快指数のモデル式の考案

接近距離が近くなればなるほど、急激に不快感が高まると仮定し、Weber・Fechnerの対数認知則⁷⁾にしたがって式(1)のように定義する；

$$UI = A \ln S + B \quad (1)$$

ここに、 UI ：不快指数、 S ：接近距離、 A, B ：定数である。なお、3者以上の場面での接近距離は、被験者に最も近い対象までの距離とする。また、以下では気象分野で用いられる不快指数と同様であると捉え、被験者からヒアリングした不快指数は10倍した0~100の範囲を動くものとする。

ここでは、上記で仮定した対数認知則が成立するか否かを検討するため、不快と感じた場面をすれ違い場面の対象・周辺状況別に区分した上で、式(1)に対し回帰分析



図-2 「3者以上」の場面の例

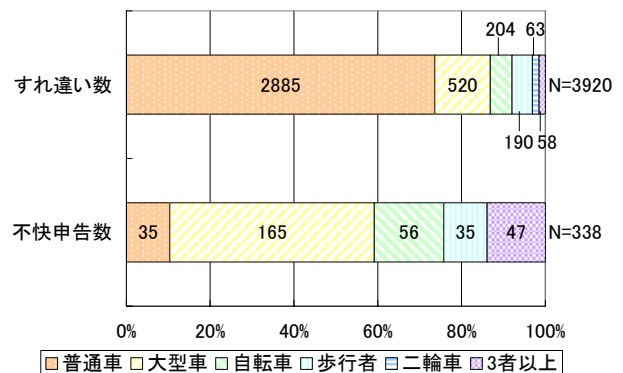


図-3 すれ違い対象別のすれ違い数と不快申告数の構成

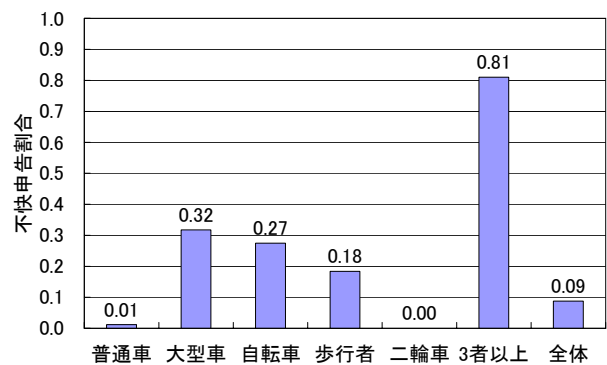


図-4 すれ違い対象別の不快申告割合

を行なう。表-2に不快指数の平均と、回帰による相関係数を示す。なお、表中の斜線部分はサンプル数が少ないため回帰分析を見合わせたものである。いずれの対象とのすれ違いについても「全体」では相関係数は大きくないが、より限定された状況下では相関係数が高いケースが見られる。例えば「大型車・電柱有」および「3者以上・電柱有」は相関係数がそれぞれ0.82, 0.74であり、路側帯に設置された電柱により回避スペースが極端に小さくなっていることが、不快指数の対数認知性を際立たせた結果となったと考えられる。相関係数の比較的高い「大型車・電柱有」の状況について、回帰分析結果を

示したのが図-5である。接近距離が小さいほど不快指数が急激に高くなる傾向が確認される。ただし、すべての状況下で対数認知則が成立するとはいえないため、不快感量は連続量として捉えられているのではなく、『感知する』・『感知しない』の離散量である可能性も捨て切れない。あるいは不快指数に影響を及ぼす他の要因の存在が示唆される。例えば、①不快感の感度には個人差があること、②不快感の説明変数としては、接近距離だけではなく対象との相対速度や、特に大型車の場合には圧迫感、風圧、震動、騒音や排気ガスなども十分考えられること、などである。

表-2 各条件下での対数回帰分析結果

すれ違いの対象	大型車		3者以上		普通車		自転車		歩行者	
	平均	相関係数	平均	相関係数	平均	相関係数	平均	相関係数	平均	相関係数
全体	45	0.16	58	0.39	53	0.23	44	0.01	38	0.09
被験者性別 男	44	0.00	60	0.65	54	0.29	44	0.03	39	0.13
被験者性別 女	43	0.41	50	0.28			39	0.01		
近隣在住歴有	41	0.05	57	0.61	45	0.46	38	0.14	34	0.17
近隣在住歴無	47	0.19	58	0.34	59	0.20	46	0.06	41	0.12
側壁有	46	0.15	63	0.15	57	0.41	44	0.00	36	0.41
側壁無	39	0.11	45	0.85	44	0.30	43	0.02	40	0.25
白線内 ^{※1}			62	0.33			38	0.49	44	0.33
白線外 ^{※2}	44	0.18	57	0.46	51	0.20	44	0.00	35	0.13
電柱有	51	0.82	67	0.74	46	0.26	5	0.01		
電柱無	44	0.11	55	0.43	55	0.27	43	0.02	39	0.10
接近方向前 ^{※3}	45	0.19	61	0.39	58	0.47	45	0.10	39	0.14
接近方向後 ^{※4}	44	0.12	44	0.40	48	0.13	42	0.40		

※1:被験者が路側帯で他の交通主体(歩行者・自転車など)を退避
 ※2:被験者が車道部分へ出て他の交通主体(歩行者・自転車など)を退避
 ※3:他の交通主体が被験者の前方から接近
 ※4:他の交通主体が被験者の後方から接近

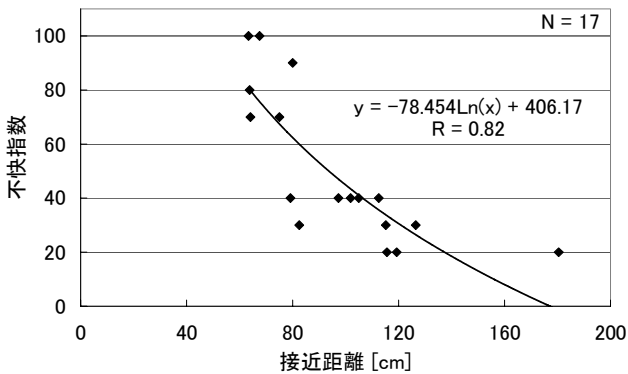


図-5 「大型車・電柱有」の状況における対数曲線回帰

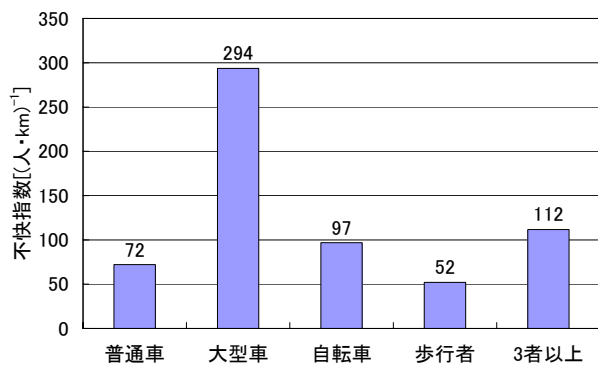


図-6 一人あたり1kmあたりの累積不快指数

5. おわりに

多くの主体が接近・交錯する一般道では、自動車のみならず歩行者の不快感をサービス水準評価に取り入れるべきであるものの、効用理論に基づいたマイクロレベルでの行動論理からアプローチすることが難しい。そこで交通主体の不快感の直接計測を試みるため、歩行者に焦点を絞った上で実路実験により不快感を覚える場面とその対象を被験者に訊ねた。不快感自体を定量的に表現することについては課題が存在することを確認しつつも、路側帯の狭い実験対象区間においては車幅の大きい大型車とのすれ違いと、複数の交通主体とすれ違う3者以上錯綜状況下にて不快感を覚える割合の高いことが明らかとなった。

本研究では、不快感の定量的な意味づけは困難であり、この集計構造についても理論的裏付けを与えていないことは認めざるを得ないが、敢えて当該実験区間の一人あたり1kmあたりの累積不快指数を求めると図-6のようになる。大型車が294/人・kmと最も高く、次いで3者以上が112/人・kmとなっている。このことから、例えば大型車さえ排除できれば歩行者の受ける不快感は相当低減するであろうことが読み取れる。このように、主観的な道路の評価を定量化することは、道路管理者からのみの視点ではなく、利用者の視点に立った道路整備や施策を実施することへの転機となり、特に、両者の視点にギャップがある場合は、大変有用になると考える。今後は、歩行者の視点にとどまらず、自転車や自動車の視点から総合的に、主観的評価を基にしたサービスレベルを評価することが望まれる一方で、これらを議論する体系的な手法を開発することも望まれ、さらなる研究の深度化が求められる。

参考文献

- 1) 道路の交通容量, 日本道路協会, 1984.
- 2) 道路構造令の解説と運用, 日本道路協会, 2004.
- 3) 例えば, 石橋善明, 阿部公一: 高速道路のサービス水準に関する調査検討, 交通工学, Vol.40, No.1, pp.35-43, 2005.
- 4) 喜多秀行, 前田信幸: 道路交通における走行サービスの質とその計測: 効用アプローチに基づく方法, 土木学会論文集, No.772/IV-65, pp.3-10, 2004.
- 5) 中村英樹, 鈴木弘司, 劉俊晟: ドライバーストレスの観測計測に基づく高速道路単路部におけるサービス水準の評価, 土木学会論文集, No.772/IV-65, pp.11-21, 2004.
- 6) 山中英生, 半田佳孝, 宮城祐貴: ニアミス指標による自転車歩行者混合交通の評価法とサービスレベルの提案, 土木学会論文集, No.730/IV-59, pp.27-37, 2003.
- 7) 武藤真介: 計量心理学, 朝倉書店, pp.10-25, 1982.