

日本の一時停止交差点交通容量推定に用いる パラメータ値に関する研究

野本 真太郎¹・田中 伸治²・松行 美帆子³・中村 文彦⁴・有吉 亮⁵

¹学生会員 横浜国立大学大学院 都市イノベーション学府(〒240-8501 横浜市保土ヶ谷区常盤台79-5)
E-mail:nomoto-shintaro-mr@ynu.jp

²正会員 横浜国立大学大学院 都市イノベーション研究院(〒240-8501 横浜市保土ヶ谷区常盤台79-5)
E-mail:stanaka@ynu.ac.jp

³正会員 横浜国立大学大学院 都市イノベーション研究院(〒240-8501 横浜市保土ヶ谷区常盤台79-5)
E-mail:matsuyuki-mihoko-ht@ynu.ac.jp

⁴正会員 東京大学大学院 新領域創成科学研究科(〒113-8656 東京都文京区本郷7-3-1)
E-mail:nakamura-fumi@edu.k.u-tokyo.ac.jp

⁵正会員 横浜国立大学大学院 都市イノベーション研究院(〒240-8501 横浜市保土ヶ谷区常盤台79-5)
E-mail:ariyoshi-ryo-gd@ynu.ac.jp

一時停止交差点は無信号交差点の一つとして、様々な種類の道路に設置されている。また、その交通容量推定手法は、大規模店舗等の駐車場出入口にも用いられるなど、社会に大きな影響をもたらしている。現在日本にて用いられている手法は、ドイツや米国が開発したものであるが、日本での既往研究の少なさから、手法内で用いるパラメータ値についても、諸外国のものが流用されている。しかし日本と海外では交通状況等が異なるため、海外値の流用は本来望まれない。

本研究では、一時停止交差点の交通容量推定の際に鍵となる、ギャップアクセプタンスパラメータに焦点を当てる。国内の一時停止交差点において観測調査を行い、パラメータ値の取得並びに諸外国との比較を通じて、日本での一時停止交差点の正確な交通容量推定に寄与することを本研究の目的とする。

Key Words: stop-controlled intersection, gap acceptance, critical gap, follow-up time, traffic capacity

1. はじめに

(1) 研究背景

道路の交差部では、様々な形状や制御手法がとられている。その形状や制御手法を決定する一つの重要な要素に、交差部の交通需要が挙げられる。したがって、交差部において適切な交差方式を採用するためには、各形状、交通制御方式の正確な交通容量を予め把握しておくことが重要である。

とりわけ様々な交差方式のなかでも、無信号交差点は、信号制御を用いない平面交差点として、幹線道路から生活道路まで幅広く用いられている。無信号交差点は、信号交差点と比較して交通容量が低いという特徴があるため、開通後の渋滞等を防止すべく、より一層正確な交通容量推定が必要であると考えられる。また、無信号交差点の代表である一時停止交差点の概念は、汎用性が高く、

我が国の大店立地審議会における駐車場出入口の交通容量推定の際にも一時停止交差点の交通容量推定手法が用いられるなど、社会へ大きな影響をもたらしている。

現状、一時停止交差点を含む日本の無信号交差点の交通容量推定の際には、米国やドイツ等によって開発された手法が活用されている。更には、手法内で用いられる経験的なパラメータ値についても、我が国において独自に取得したものではなく、米国やドイツ等の諸外国で取得された、昔ながらの値を適用しているケースが散見される。しかし、日本と海外においては、交通状況が異なると考えられるため、日本の無信号交差点における海外パラメータ値の流用は、不正確な交通容量推定結果を招く可能性が考えられる。先述した駐車場出入口の交通容量推定に関しても、我が国における主要渋滞ポイントの約1割が商業施設を起因とする交通渋滞となっている¹⁾などの背景から、適切な交通容量推定が行われていると

は言い難い。

こういった、海外のパラメータ値が日本において流用される要因の一つに、日本における無信号交差点、特に一時停止交差点の交通容量に関する既往研究が乏しいことが考えられる。したがって、日本における一時停止交差点の交通容量に関する研究の蓄積が喫緊の課題であると考えられる。

(2) 我が国において主に用いられている 一時停止交差点の交通容量推定手法

我が国の一時停止交差点において一般的に用いられている米国やドイツの手法では、ギャップアクセプタンスの概念が用いられている。ギャップアクセプタンスとは、優先側の走行車両のギャップ(Gap:車頭時間[秒])に対して非優先側の車両が行う、進入や見送りといった判断のことを指す。この手法では、ギャップアクセプタンスの概念に係る経験的なパラメータ値を、(a)で表されるような式に代入することによって推定が行われる。(a)におけるギャップアクセプタンスに係るパラメータ値は、 T_c 及び T_f である。

$$c = Q \frac{\exp(-QT_c)}{1 - \exp(-QT_f)} \quad (a)$$

c : 従道路流入部の交通容量 [台/秒]

Q : 主道路の往復交通需要 [台/秒]

T_c : クリティカルギャップ [秒]

T_f : 流入車両の追従車頭時間 [秒]

(3) 本研究の目的

本研究では、以上の研究背景を踏まえ、日本にて行われる一時停止交差点の交通容量推定の際に用いられる、ギャップアクセプタンスに係るパラメータ値に着目をする。一時停止交差点におけるギャップアクセプタンスを表すパラメータ値としては、(a)式の通り、クリティカルギャップ及び流入車両の追従車頭時間が挙げられる。本研究では、これらパラメータ値を、日本での観測調査から導出する。そのうえで、日本で得られた値と海外値の比較等を通じて、日本の一時停止交差点におけるギャップアクセプタンス及びそのパラメータ値の特徴を把握し、正確な交通容量推定に寄与することを目的とする。

尚、一時停止交差点には、全流入部に一時停止制御を行う方式(All Ways Stop Controlled)と、主道路と従道路を設定し、従道路のみに一時停止制御を行う方式(Two Ways Stop Controlled)が存在するが、本研究では後者を扱うものとする。

2. 既往研究の整理と本研究の位置づけ

(1) 既往研究の整理

日本における無信号交差点の交通容量に関する研究は、我が国にて近年普及が進んでいるラウンドアバウトを対象としたものが多い。

後藤ら²⁾は、ラウンドアバウトにおいて、諸外国の代表的なクリティカルギャップ推定手法をレビューした。更にそれらを日本のラウンドアバウトに適用し、比較を行った。

宗広ら³⁾は、冬期積雪下のラウンドアバウトにおいて、圧雪、圧雪+すべり止め材(碎石)、乾燥の3条件にて環道走行車両と流入車両の車間パラメータを計測し、比較を行った。

渡瀬ら⁴⁾は、諸外国において様々である、ラウンドアバウトにおける交通容量推定手法について整理をし、我が国におけるラウンドアバウトの交通容量推定に関する今後の課題を提示した。

(2) 本研究の位置づけ

このように、無信号交差点の交通容量、とりわけギャップアクセプタンスに係るパラメータに関する研究は、近年日本において普及が進むラウンドアバウトにて多く行われている。一方で、日本における一時停止交差点の交通容量推定手法に関する既往研究は乏しく、日本の一時停止交差点におけるパラメータ値が明らかになっていない他、交差点幾何構造や交差点設置環境といった種々の条件の変化に伴うパラメータ値の変化等、我が国の一時停止交差点のギャップアクセプタンスの特徴はほとんど明らかにされていない。そこで本研究では、無信号交差点の中でも一時停止交差点に着目し、日本における一時停止交差点の正確な交通容量推定のための足掛かりとなることを目指す。

3. 研究手法

(1) 本研究で扱うパラメータ値

本研究では、ギャップアクセプタンスに係るパラメータ値である、クリティカルギャップ及び流入車両の追従車頭時間について、以下のように定義する。

a) クリティカルギャップ

主道路を走行する車両同士のギャップのうち、従道路流入部の車両が進入可能と判断する最小の車頭時間(臨界値)である。

b) 流入車両の追従車頭時間

流入部から、複数台が連続して、同一のギャップに流入することのできる場合の追従車頭時間の期待値である。

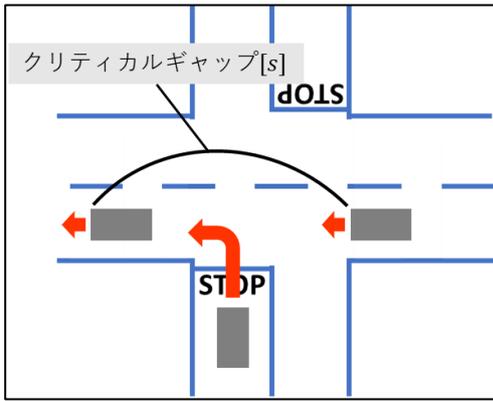


図-1 クリティカルギャップ概要図

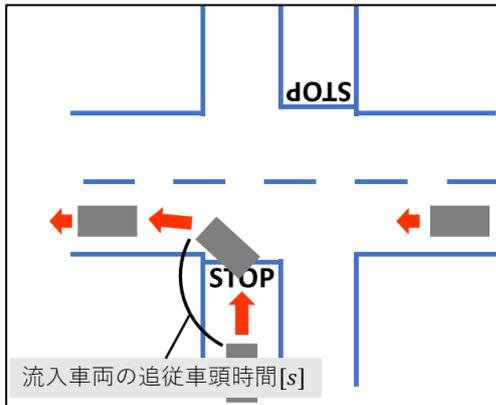


図-2 流入車両の追従車頭時間概要図

尚、本研究においてはデータ取得上の制約から、従道路から主道路へ左折する交通と、主道路交通との交錯に係るパラメータ値のみを対象とする。

(2) 対象交差点の選定

一時停止交差点には、様々な形状のものが存在する。また、幹線道路から生活道路まで、設置されている環境も様々である。本研究では、交差点の従道路流入角度の差異がパラメータ値にもたらす影響、交差点での主道路交通の走行速度の差異がパラメータ値にもたらす影響、主道路の車線数の差異がパラメータ値にもたらす影響を検証すべく、国内の複数の一時停止交差点を選定する。本研究で対象とするのは以下の4交差点である。

- a) 国道 246 号線(横浜市青葉区青葉台)
- b) 国道 246 号線(横浜市青葉区藤が丘)
- c) 国道 246 号線(横浜市青葉区荏田)
- d) 菅田道路(横浜市神奈川区菅田)

表-1 対象交差点の整理

対象交差点a		対象交差点b	
従道路流入部角度	約120度	従道路流入部角度	約150度
主道路指定最高速度	50km/h	主道路指定最高速度	50km/h
主道路片側車線数	2	主道路片側車線数	2
対象交差点c		対象交差点d	
従道路流入部角度	約90度	従道路流入部角度	約90度
主道路指定最高速度	50km/h	主道路指定最高速度	40km/h
主道路片側車線数	2	主道路片側車線数	1

(3) 臨地観測

(2)で述べた各交差点にて、画像データの収集を行う。画像データの収集には三脚に取り付けたビデオカメラを用いる。ビデオカメラは従道路の流入方向左側の余地に設置し、従道路走行車両及びそれに交錯する主道路走行車両の双方が映るよう画角を調整し、撮影を行う。観測は晴天時及び曇り時に行うものとし、十分なデータ数を確保するため、1対象交差点につき4時間を下限観測時間とする。尚、時間帯については、多くの交通量が見込まれる7:00~11:00を基本とするほか、日中と夜間の比較を行うため、対象交差点 a においては、20:00~23:00 においても観測調査を行う。



図-3 対象交差点 a における臨地観測の様子

(4) データ抽出

(3)にて得られた画像から、クリティカルギャップ導出に必要な主道路上の車頭時間、流入車両の追従車頭時間導出に必要な従道路上の車頭時間を抽出する。抽出には専用の画像解析ソフト⁹⁾を用いる。車頭時間を抽出する際には、主道路と従道路共に、車種(小型車, 大型車, 二輪車)を記録する。これにより各パラメータ値の、車種毎の比較も可能とする。更に、走行車両の軌跡を抽出することにより、走行車両の速度も取得できるため、主道路走行車両の平均速度等も取得することが可能である。

(5) パラメータ値導出

(4)にて得られたデータから、クリティカルギャップ及び流入車両の追従車頭時間の導出を行う。

クリティカルギャップの導出には、従道路の車両が、交差点への進入を見送った際の主道路交通のギャップ(見送りギャップ)と、交差点への進入を実施した際の主道路交通のギャップ(受け入れギャップ)の二つの数値が用いられるが、その導出方法は様々である。後藤ら²⁾は、ギャップ受け入れ割合に基づく方法、Raff's method 及び修正 Raff's method, Logit model, 最尤推定法(MLM), 確率均衡法(PEM)について整理をしているが、本研究では、修正 Raff's Method と最尤推定法(MLM)を採用するものとする。Raff's Method は日本で広く採用されているクリティカルギャップ導出方法であり、比較的容易に導出が行えるという特徴がある。特に、修正 Raff's Method は、各従道路車両の見送りギャップのうち最大のギャップのみを用いてクリティカルギャップの導出を行う手法であり、従来の Raff's Method と比較して精度が高くなるとされている²⁾。また、最尤推定法は米国の Highway Capacity Manual¹⁰⁾等にて採用されている手法である。

流入車両の追従車頭時間については、得られたデータの平均値及び中央値をとることで導出する。

(6) 考察

(5)で得られたパラメータ値を用いて、日本におけるギャップアクセプタンスの特徴を把握する。現段階では、海外との比較、車種による比較、交差点構造(従道路流入角度)による比較、主道路走行速度による比較、時間帯による比較を検討している。これらを踏まえて、日本の一時停止交差点の交通容量推定にて現状用いられている海外パラメータ値の妥当性の評価や、日本においてギャップアクセプタンスを用いて交通容量推定を行う際の留意点等を示すことができると考える。

4. 結果

対象交差点 a については、2021 年 8 月 3 日にビデオカメラによる観測調査を行い、その後画像データを用いてデータの抽出を行った。更には修正 Raff's Method による小型車及び大型車のクリティカルギャップの導出を先行して実施した。その結果を図4及び図5に示す。図4は対象交差点 a において従道路における小型車のみを対象とした場合の値、図5は同じく大型車のみを対象とした場合の値である。今回の結果では、小型車と大型車においてクリティカルギャップに約 2.3 秒の差異が生じた。

このような結果が生じた原因として、大型車は小型車と比較して加速度が小さいこと、大型車は小型車と比較して車長が大きく、後続車との間隔をより取ろうとすること等が考えられる。

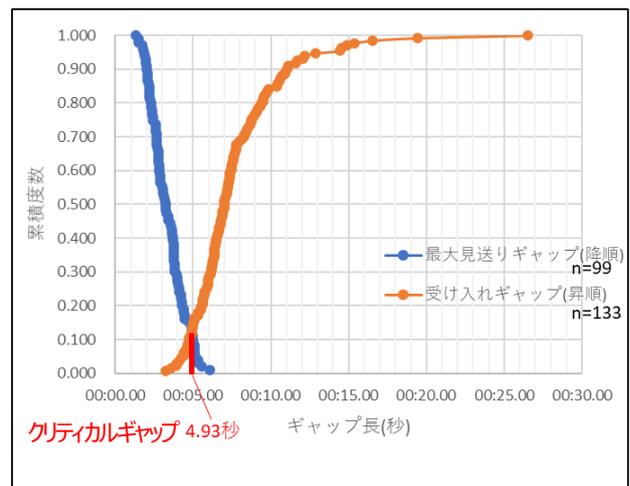


図-4 修正 Raff's Method による
クリティカルギャップ導出例
(対象交差点 a, 小型車のみ)

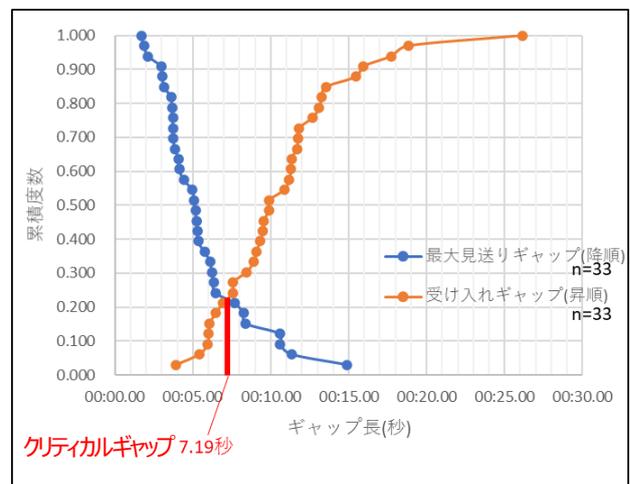


図-5 修正 Raff's Method による
クリティカルギャップ導出例
(対象交差点 a, 大型車のみ)

5. おわりに

現在は(4)で示したデータ抽出及び(5)で示したパラメータ値導出を中心に研究を進めている。図4及び図5にて示した結果と同様に、残りの対象交差点においてもパラメータ値の導出を行い、交差点間での比較など、より幅広い分析を行う予定である。

謝辞：本研究を進めるにあたり、群馬高等専門学校の鈴木一史先生にはデータ解析において多大なるご支援をいただいた。ここにその謝意を表明させていただく。

参考文献

- 1) 国土交通省，道路交通アセスメント検討会：道路周辺の土地利用等による渋滞対策， 2017
- 2) 後藤梓，中村英樹：ラウンドアバウトにおけるクリティカルギャップ推定手法に関する考察，土木学会論文集 D3 (土木計画学)，Vol.73，No.5 (土木計画学研究・論文集第 34 巻)，I_1243-I_1250，2017
- 3) 宗広一徳，高田哲哉，石田樹：冬期条件下のラウンドアバウトの車間パラメータの実測，第 53 回土木計画学研究発表会・講演集，2016
- 4) 渡瀬貴明，下川澄雄，吉岡慶祐，森田綽之：ラウンドアバウトの交通容量推定式の海外比較からみる我が国での検討課題，第 53 回土木計画学研究発表会・講演集，2016
- 5) 鈴木一史，中村英樹：交通流解析のためのビデオ画像処理システム TrafficAnalyzer の開発と性能検証，土木学会論文集 D，Vol.62，No.3，276-287，2006. 7
- 6) 交通工学研究会：平面交差の計画と設計 基礎編，2018
- 7) Transportation Research Board：Highway Capacity Manual，2016

(2021.?? 受付)

STUDY ON PARAMETER VALUES USED FOR ESTIMATING
TRAFFIC CAPACITY AT STOP-CONTROLLED INTERSECTIONS IN JAPAN

Shintaro NOMOTO, Shinji TANAKA, Mihoko MATSUYUKI,
Fumihiko NAKAMURA and Ryo ARIYOSHI