

# 車線間の利用不均衡を考慮した交差点交通容量の実態分析\*

## Traffic Capacity Affected by Imbalance of Lane Use of Signalized Intersection Approachs\*

吉原 一如\*\* 鹿田 成則\*\*\* 大口 敬\*\*\* 小根山 裕之\*\*\*

By Yoshihara Kazuyuki\*\* Shikata Shigenori\*\*\* Oguchi Takashi\*\*\* Hiroyuki Oneyama\*\*\*

### 1. はじめに

現在、都市部街路における渋滞の主要因は信号交差点の交通容量不足である。しかし今後は交通容量増加のための新たな道路の建設や、道路拡幅等の対策は困難になってくるため、既存の道路網の中で交通容量の増大を図らねばならない。一方で既存研究<sup>1)</sup>からも、飽和交通流率は交差点によって大きな差があり、同じ構造条件下でも飽和交通流率が変動することが示されている。このことは、既存の道路構造のままでも交通容量を増大させる方法が存在する可能性を示唆している。

交通容量の実態を調査し、その変動特性や変動要因を明らかにすることは、より実現象に近い交通容量の値を推定する為に必要だけでなく、交通容量の増大策を導く糸口にもなるはずである。しかしながらわが国では、交差点交通容量の実態分析がほとんどなされていないのが現状である。そこで本研究では、可能交通容量が出現する過飽和時に着目し、各車線が十分に利用されているか否かの実態と、その際の出現交通容量を明らかにすることを目的とした。

### 2. 調査概要

#### (1) 調査地点の選定とデータの収集

以上の目的を達成するために、到着需要が多く、青信号でそれらを捌ききれないサイクルが存在し、かつ下流交差点の影響を受けないボトルネック交差点を選定した。今回観測した交差点は以下に示す3交差点である。

(すべて直進左折混用車線、直進専用車線、右折専用車線の3車線で構成されている。)

#### ・ 寿町三丁目

(甲州街道 府中街道, データ数: 157サイクル)

#### ・ 清水橋

(山手通り 方南通り, データ数: 125サイクル)

#### ・ 杉山公園

(青梅街道 中野通り, データ数: 158サイクル)

清水橋は都市部での一般的な交差点の特徴を持ち、杉山公園は路上駐車が存在し、寿町三丁目は極めて幅員が

\*キーワード: 交通容量, 車線利用, 交差点

\*\*非会員、日本アイ・ピー・エム株式会社

(愛知県名古屋市中区錦3-4-1 TEL: 052-954-3200)

\*\*\*正員、首都大学東京 都市環境学部

(東京都八王子市南大沢1-4 TEL: 042-677-411)

狭い交差点である。幅員が狭い寿町三丁目では、路上駐車が全く存在しなかった。

分析に用いたデータは、対象流入部の交差点内、流入部上流を撮影したビデオから抽出し、断面通過台数、車種、進行方向、車頭時間、サイクル長、捌け残りの有無、駐車位置を抽出した。

#### (2) 対象データについて

##### a) 飽和状態

赤信号時に形成された待ち行列が青信号で捌けきれなかったサイクルを過飽和、また捌け残りが無い状態を不飽和と定義し、過飽和出現時の通過台数を、需要が十分にあった時の可能最大通過台数、すなわち流入部での可能交通容量とした。

過飽和判定は第一(直進左折混用)車線と第二(直進専用)車線とを別々に行い(右折専用車線は対象から除外)、どちらか一方でも過飽和であれば流入部は過飽和状態であると、合計サイクル数440のうち対象となる過飽和サイクルを333得た。

##### b) 交通容量

信号交差点における交通容量とは赤信号も考慮した実一時間での最大通過台数を表している。本研究では流入部が過飽和であったサイクルでの交差点通過台数を、一時間分に換算した値を交通容量と定義した。よって観測により実測される交通容量とは厳密には「可能交通容量」であり、様々な条件下で実際に出現した交通容量を示している。

### 3. 調査結果

#### (1) 車線利用実態

車線ごとに過飽和判定を行うと、流入部での飽和状態は以下の4種類に分類される。

##### a) 全車線過飽和

##### b) 第一車線のみ過飽和

##### c) 第二車線のみ過飽和

##### d) 両車線とも不飽和

上記a), b), c)の中で、a)は両車線が十分に使われている状態だと考えられるのに対し、b), c)の状態は、片方の車線が過飽和を起こすほど到着需要があるにも関わらず、もう一方の車線に空きがある状態である。すなわちb), c)の状態は、利用に偏りが生じている状態だと考えられる。

本研究で着目する利用の不均衡はb), c)の状態であり, 図1に, これら飽和状態が実際どのような割合で出現したかを示す.

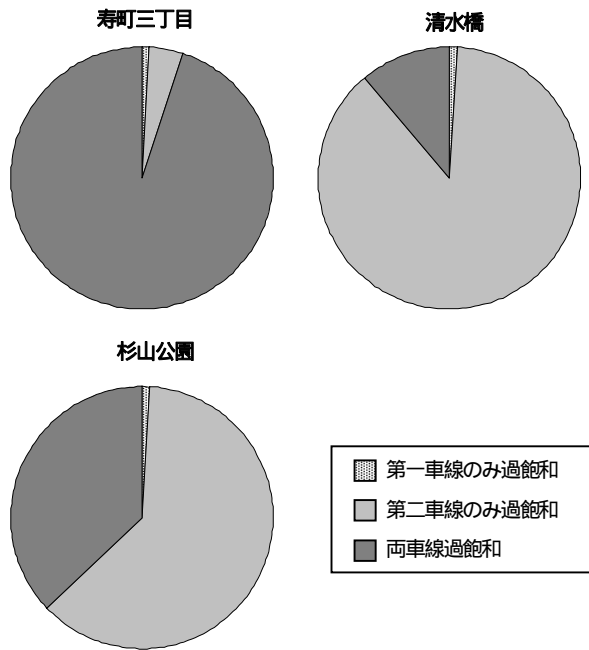


図1 過飽和出現割合

図1より, 寿町三丁目では両車線過飽和のサイクルの割合が高いのに対し, 清水橋や杉山公園では過飽和時の過半数以上がどちらかみの過飽和状態となっており, 車線利用の偏りが実際に存在していることが明らかとなった.

また車線利用の偏りが出現するときの多くは第二車線のみ過飽和となっており, 第一車線のみ過飽和は過飽和出現時の1%にも満たない. このことは利用の偏りが第二車線に集中しているために, 第一車線が使われていない実態を示している.

さらに左折車は必ず第一車線を使うことから, 第二車線が過飽和になるほどの到着需要があるにも関わらず第一車線が使われない主な原因は, 直進車が第一車線を利用していないためだと考えられる.

#### 4. 分析結果

##### (1) 直進車の第一車線利用率

車線の利用に偏りが生じる原因は, 直進車が第一車線を利用していないためであり, 本研究では車線の利用を示す指標として「直進車の第一車線利用率」を式1のように定義し, 車線利用の実態と原因を定量的に分析していく.

$$R_1 = \frac{u_1}{u} \quad \dots\dots \text{式1}$$

- $R_1$  : 直進車の第一車線利用率
- $u_1$  : 第一車線を利用した直進車数
- $u$  : 総直進車数

直進車の第一車線利用率とは, あるサイクルで流入部を通過した全ての直進車のうち, 第一車線を利用した直進車の割合を示しており, 値が大きくなればなるほど, より多くの直進車が第一車線を利用したことを示している. つまり  $R_1 = 50\%$  の時には, 第一車線を通じた直進車と第二車線を利用した直進車の台数が等しく,  $R_1 = 0\%$  の時には, すべての直進車が第二車線を利用したことを意味する. 実際に出現した直進車の第一車線利用率は図2のような値を示した.

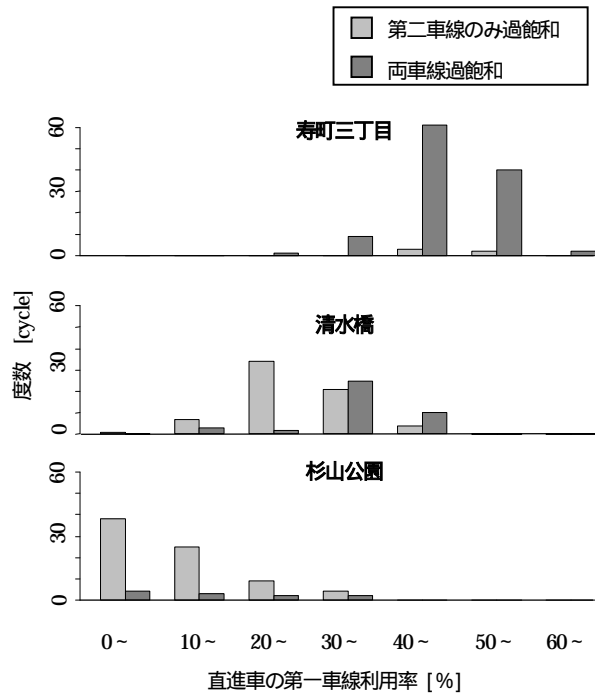


図2 直進車の第一車線利用率

まず交差点間での全体的な傾向を考えると, 寿町三丁目直進車の第一車線利用率が高く出現している点, 清水橋, 杉山公園で利用率が低い点が見られる. 杉山公園に至っては, 多くの直進車が第一車線を利用していない実態が明らかとなった. また観測3交差点の中でも清水橋においては, 第二車線のみ過飽和と全車線過飽和の状態, 利用率の分布に相違が見受けられ, 過飽和度が強くなるにしたがって, 直進車線の第一車線利用率が高くなる傾向を示していた.

ここで状態別に利用率を考える. まず両車線過飽和時における直進車の第一車線利用率は, 単なる直進車の車線利用特性だけでなく, 交通容量出現状態でのどの程度第一車線において直進車が捌けるか, ということも示している.

次に第二車線のみ過飽和の状態での直進車の第一車線利用率は, 需要が十分にあり, かつ第一車線に空きがある状態での第一車線利用特性を現している. この状態が多く出現している清水橋と杉山公園においては, 第一車線に空きがあるにも関わらず, 第一車線を利用していないことが分かる. しかし清水橋や杉山公園では, サイク

ルによって直進車の第一車線利用率の変動が大きく、地点間の特徴以外にも、変動要因が存在するはずである。次にこれらの変動要因を探る。

(2) 直進車の第一車線利用率への影響要因

第一車線のみが持つ特徴が、直進車の第一車線利用率に影響を及ぼしているはずであり、第一車線が持つ主な特徴である a) 左折車、b) 路上駐車について影響を探った。

a) まず直進車の第一車線利用率に与える左折車の影響を図3に示す。両車線とも過飽和状態(右側2つ)では、左折車が増加すると直進車の第一車線利用率が減少する傾向が見られた。しかし第二車線のみが過飽和の状態(左側2つ)では、左折車と直進車の第一車線利用率との間には相関の傾向が見られなかった。このことから利用に偏りが生じている、第二車線のみが過飽和の状態では、左折車の数には関係なく、直進車が第一車線を利用している実態が分かった。

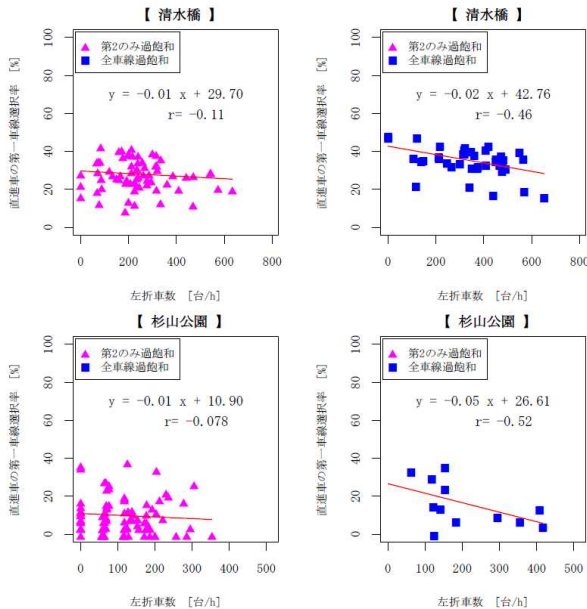


図3 左折車数と直進車の第一車線利用率

b) 路上駐車距離の影響は図4から、停止線からの距離が離れるほど、直進車の第一車線利用率が増加していく傾向が見てとれた。

ここで杉山公園での利用率は、清水橋と比較してどの区間でも低い値になっている。これは路上駐車距離とは別に利用率に変動を及ぼす要因が存在することを示している。しかし、路上駐車が存在しない寿町三丁目において、両車線が均衡して利用されている実態も考えると、路上駐車が直進車の第一車線利用率に影響を及ぼす一つの要因であることは明確である。

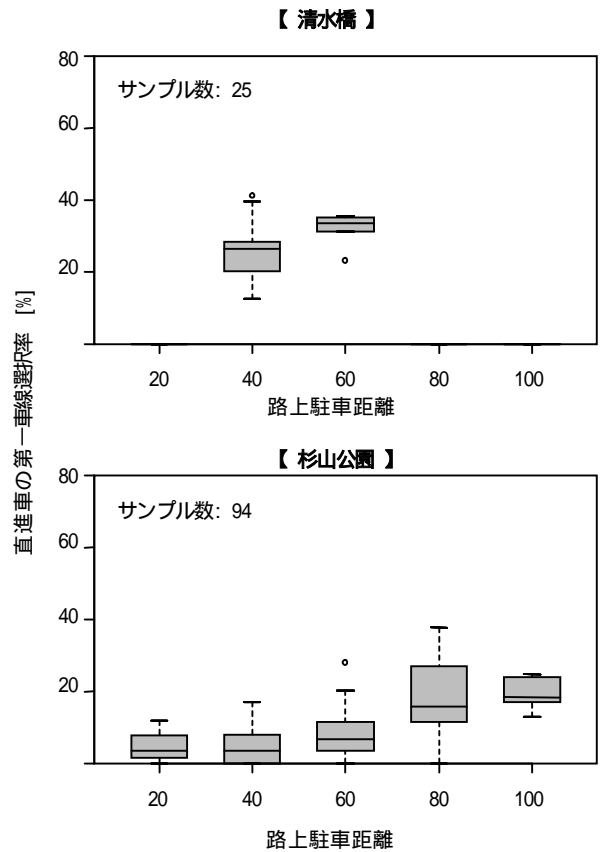


図4 路上駐車距離と直進車の第一車線利用率

(3) 利用不均衡が及ぼす交通容量への影響

本研究で用いる交通容量は、赤時間も含めた実際の1時間でのどの程度車両が通過できるかを示している。観測したデータを元に導出する交通容量は式2によって導出した。

$$\text{交通容量[台/時]} = \frac{\text{通過台数[台]}}{\text{サイクル長[s]}} \times 3600 \quad \dots\dots \text{式2}$$

交差点での性能を表す指標が交通容量であることを考慮し、流入部が過飽和時のときの通過台数を容量導出に用いた。サイクル長は、観測流入部の青時間開始をサイクル開始とした「青時間、黄色時間、赤時間」を足し合わせた値である。

一方で現行の容量推定方法は、「平面交差の計画と設計」<sup>2)</sup>に基づき、車線ごとに飽和交通流率を補正し、スプリット比を掛け合わせることで導出する(式3)。

$$\begin{aligned} \text{交通容量[台/時]} \\ = \text{飽和交通流率[台/青一時間]} \times \frac{\text{有効青時間[s]}}{\text{サイクル長[s]}} \end{aligned}$$

..... 式3

まずは実測データを元に導出されたサイクルごとの交通容量実測値を表1に示し、次に現行の推定モデルによって導出されるサイクルごとの交通容量推定値との比較

を図5に示した。

表1 観測交通容量の概要

| 交差点   | 交通容量 [台/時] |         |        |        |        |
|-------|------------|---------|--------|--------|--------|
|       | 最小値        | 最大値     | 中央値    | 平均値    | 不偏標準偏差 |
| 寿町三丁目 | 486.7      | 1470.0  | 1020.0 | 1012.2 | 194.8  |
| 清水橋   | 654.7      | 1386.48 | 1036.1 | 1049.3 | 153.5  |
| 杉山公園  | 597.3      | 1341.4  | 845.9  | 859.3  | 125.9  |

表1より同一の交差点であっても、サイクルによって交通容量が大きく変動している実態が明らかになった。

図4における $y=x$ の直線上は、実測値と推定値が等しくなる点を示しており、現行の推定モデルを用いた計算値は、実測値を正確に再現していない実態が明らかとなった。二標本間のt検定でも、全ての交差点において、p値が高度に有意な差を示した。

さらに交通容量過大推定の傾向が第一車線で強く出ていることから、交通容量の過大推定は主に第一車線の交通容量が正確に表現できていないことが原因であり、さらに第一車線のみが持つ特徴である左折車・歩行者の影響が正確に表現できていない点、そして本研究で明らかになった、車線の利用の偏りが考慮されていない点が要因ではないかと考えられる。

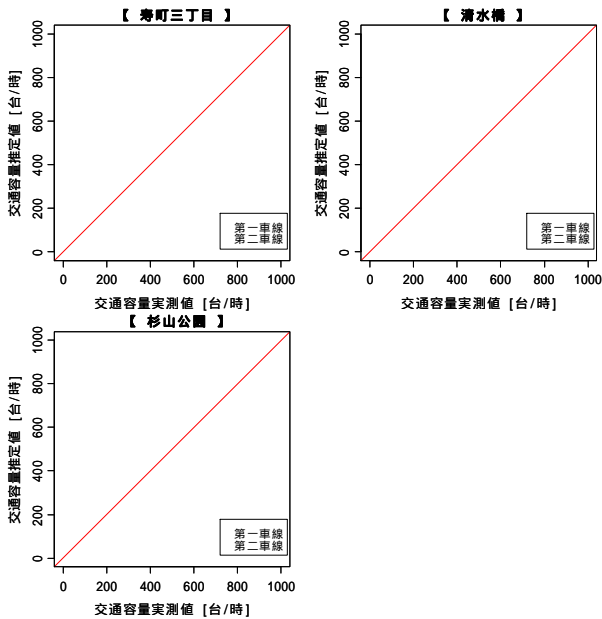


図5 交通容量実測値と推定値の比較

そこで本研究で分析した直進車の第一車線利用率や、第二車線のみ過飽和の状態が、どのように交通容量に影響を及ぼしているのかを分析し、結果を図6に示す。

図6中の「 $\square$ 」は現在の交差点設計で用いられている推定値<sup>2)</sup>を、「 $\circ$ 」は実測値を示す。直進車が第一車線を利用するほど、交通容量の実測値が増加し、推定値との乖離も小さくなっている。このことから交通容量の過大推定を起こしている原因のひとつは、車線の利用不均衡、しいては直進車の第一車線利用率の低さである

ことが分かった。

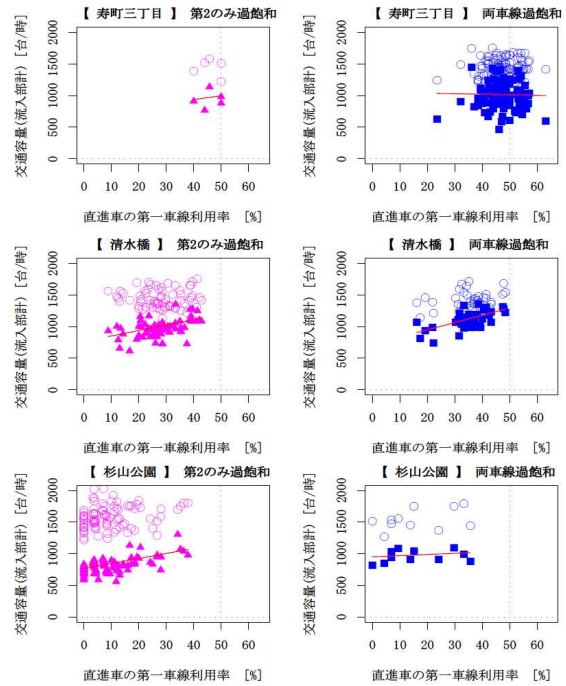


図6 直進車の第一車線利用率と交通容量の実測値及び推定値との比較

## 5. まとめと今後の課題

需要が十分にある状況にもかかわらず、第一車線を直進車両が十分に利用しないために、直進車の利用が第二車線に偏っている実態を明らかにした。さらに同一交差点であっても、車線利用の偏りが変動している現象には、路上駐車距離が影響していることが分かった。また現行の推定モデルが、交通容量の過大推定を起こしている実態と共に、車線利用実態が十分に考慮されていない事、その要因のひとつであることを示した。これらから実現象に近い交通容量を推定するためにも、車線利用実態を考慮する必要性を提案する。

路上駐車の影響は、駐車位置だけでなく、残存幅員等の影響を盛り込むことでさらに定量的に評価が可能であると考えられる。

交差点間による第一車線の利用格差には、未だ説明できない差が見られており、地点サンプル数を上げることでこれらの傾向を分析する必要がある。路上駐車が残存幅員や、歩行者の影響といったものが地点間の差の説明要因になりうる可能性が考えられる。

### 参考文献

- 1) 鹿田成則：信号交差点における飽和交通流率の変動の基本特性土木計画学研究・論文集No.14, p.877-882, 1997.
- 2) 交通工学研究会：改訂 平面交差の計画と設計 基礎編 平成14年7月
- 3) 河合芳之：横断歩行者を考慮した最外側車線の流出率モデルと流入部の交通容量解析, 土木学会論文集, No.779/IV-66, pp.69-82, 2005.