

# カウントダウン式信号交差点における車両停止挙動に関する研究

名古屋工業大学 学生会員 黄 明霞  
名古屋工業大学 正会員 藤田 素弘

## 1. はじめに

現在世界諸国の自動車交通量は増加する一方にある。その結果、交通渋滞や交通事故の増加し<sup>1)</sup>、交差点、また交差点付近における事故防止として、世界の信号交差点では、待ち時間表示機能付きの信号機が徐々に普及しつつある。

本研究では、中国吉林省にて取得された8交差点のデータによって、カウントダウン交差点における青から赤への信号切り替わり時の車両挙動を分析し、カウント情報が車両挙動へ与えるさまざまな影響を明らかにする。よって、交差点での危険な車両挙動を少なくし、信号切り替わり時の車両走行の安全性を高める方策を検討し、安全安心な社会の実現に貢献することを目的とする。図-1に交差点概略図を示す。

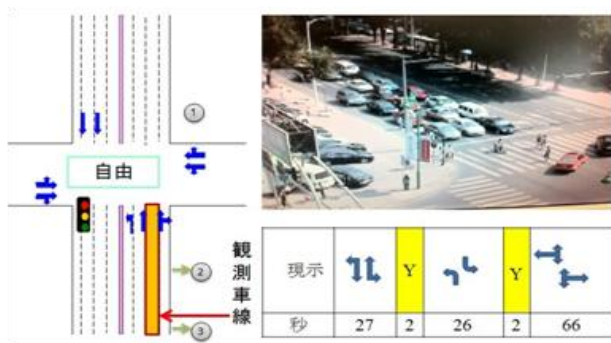


図-1 交差点の概略図

## 2. 信号切り替わり時における車両停止挙動解析

取得した8交差点のデータより、最大加減速度に関する影響要因を明らかにするため、目的変数を最大加減速度とした重回帰分析を行う。カウント有りとしの八つの交差点の最大加減速度モデルを構築する。重回帰分析に用いた目的変数、説明変数の詳細を表-1に示す。

### (1) 最大加速度分析

最大加速度分析の結果を表-2に示す。モデル1はカウント有の通過車、モデル2はカウント無の通過車、モデル3は全通過車のデータを用いる。いずれのモデルも重相関係数は0.721以上程度であり、モデルは比較的良好な精度で構築できた。非標準化係数とt値より、カウント表示のあるモデル1は80m地点の速度が大きい方が、監視カメラ有りのほうが最大加速度は減少する結果となった。最大加速度が生じる地点が停止線から遠い方が最大加速度は増加する結果となった。カウント表示がないモデル2は監視カメラ有りのほうが、80m青残

表-1 最大加減速度モデルに用いた変数の詳細

| 目的変数          | 定義                                                                          |
|---------------|-----------------------------------------------------------------------------|
| 最大加(減)速度      | 黄色開始9秒前から黄色開始までに、停止線からの距離が0-90mの範囲に存在した車両で、通過(停止)した車両の最大加(減)速度値 ( $m/s^2$ ) |
| 説明変数          |                                                                             |
| 80m 地点速度      | 車両停止線通過前の停止線からの距離が90-80mでの平均速 ( $km/h$ )                                    |
| 最大加(減)速度生じる地点 | 最大加(減)速度生じる地点は80-70m、70-60m、40-30m、30-20m、10-0m 以内の車を1, それ以外0               |
| 監視カメラダミー      | 監視カメラ有りを1, 無し0                                                              |
| カウントダミー       | カウント表示の有る信号交差点を1, それ以外0                                                     |
| 80m 青残る秒数     | 車両が80m地点で青残余の秒数                                                             |

表-2 最大加速度重回帰分析のモデル推定結果

| 説明変数                | モデル1             | モデル2             | モデル3              |
|---------------------|------------------|------------------|-------------------|
| 切片                  | 1.44<br>(2.92)   | 4.75<br>(12.85)  | 3.60<br>(22.13)   |
| 80m 速度              | -0.12<br>(-5.14) |                  |                   |
| 最大加速度生じる地点 (80-70m) | 0.91<br>(7.37)   |                  |                   |
| 最大加速度生じる地点 (70-60m) | 0.52<br>(3.30)   |                  |                   |
| 最大加速度生じる地点 (10-0m)  |                  |                  | -0.65<br>(-3.57)  |
| 監視カメラダミー            | -0.50<br>(-3.36) | -1.35<br>(-4.70) | -0.95<br>(-5.81)  |
| 80m 青残る秒数           |                  | -0.28<br>(-2.85) |                   |
| カウントダミー             |                  |                  | -1.70<br>(-10.94) |
| R                   | 0.721            | 0.722            | 0.787             |
| データ数                | 58               | 49               | 107               |

秒数が多いほうが最大加速度は減少する結果となった。全通過車両のモデル3ではカウント表示有りで監視カメラ有りのほうが最大加速度は減少する結果となった。

### (2) 最大減速度分析

表-3はカウント有りとしの八つの交差点の最大減速度モデルを構築する。モデル1はカウント有の停止車のデータを用いる、モデル2はカウント無の停止車、モデル3は全停止車です。いずれのモデルも重

表-3 最大減速度重回帰分析のモデル推定結果

| 説明変数                | モデル1              | モデル2             | モデル3              |
|---------------------|-------------------|------------------|-------------------|
| 切片                  | 1.73<br>(6.23)    | 3.72<br>(6.24)   | 1.85<br>(3.63)    |
| 80m 速度              | -0.09<br>(-11.48) | -0.15<br>(-9.08) | -0.11<br>(-10.56) |
| 最大減速度生じる地点 (80-70m) | -0.54<br>(-6.72)  |                  |                   |
| 最大減速度生じる地点 (40-30m) |                   | -1.33<br>(-3.99) | -1.72<br>(-6.96)  |
| 最大減速度生じる地点 (30-20m) |                   | -1.74<br>(-6.68) | -1.72<br>(-8.17)  |
| 監視カメラダミー            |                   |                  | 0.41<br>(1.94)    |
| カウントダミー             |                   |                  | 0.41<br>(2.58)    |
| R                   | 0.808             | 0.926            | 0.894             |
| データ数                | 92                | 37               | 129               |

相関係数は0.808以上程度であり、モデルは比較的良好な精度で構築できた。非標準化係数とt値より、カウント表示有りのモデル1の場合は80m地点の速度が大きい方が、最大減速度が生じる地点が停止線より遠い方が最大減速度は減少して最大減速度の絶対値は増加する結果となった。カウント表示がないモデル2は80m地点の速度が大きい方が、最大減速度生じる地点が停止線より近い方が最大減速度は減少し、最大減速度の絶対値は増加する結果となった。全車両のモデル3ではカウント有り監視カメラ有りのほうが最大減速度は増加し最大減速度の絶対値は減少する結果となった。80m地点の速度が大きい方が、カウント表示無しの場合は最大減速度の生じる地点が停止線より近い方が最大減速度は減少して最大減速度の絶対値は増加する結果となった。

### 3. 信号切り替わり時の通過・停止判断モデルの構築

青から赤への信号切り替わり時の停止・通過判断に与える要因とその影響度を検討するために、車両挙動データを用いて停止・通過判断モデルを構築する。ここでは、黄色開始時に停止線からの距離が0~90mに存在した車両に着目し、これらの車両の停止・通過判断を、ロジスティック回帰モデルにより分析する。表-4を測定データの詳細に示す。

表-5にて、モデル1は止まった最初の車両とその前に走っていた通過した車両でモデルを構築する。モデルのパラメータ推定結果を示す。的中率、尤度比ともに比較的良好な値となっており、モデルの精度が高いといえる。結果よりパラメータの符号条件を確認すると、カウントと監視カメラのパラメータは正で、80m地点速度、80m前車車間距離、80mカウント秒数のパラメータは負であることがわかる。これより、カウントと監視カメラを併用するほうが停止の傾向が強くなる。一方、80m地点速度が大きい方が、80m前車車間距離が大きい方が、80mカウント秒数が大きい方が通過しやすいという結果がわかる。モデル2は前車が止まった以降の車は使わないのという条件で、停止

表-4停止挙動モデルに用いた変数

| 測定データ               | 定義                                              |
|---------------------|-------------------------------------------------|
| ①信号切替時に交差点直前に存在する車両 | 黄色開始9秒前から黄色開始までに、停止線からの距離が0-90mの範囲に存在した車両の挙動で定義 |
| 交差点挙動               | ①の車両を対象に、通過した-0、又は停止した-1                        |
| 80m 地点速度            | 車両停止線通過前の停止線からの距離が90-80mでの平均速度 (km/h)           |
| カウントダミー             | カウント表示有りの信号交差点を1、それ以外0                          |
| 80m 前車車間距離          | 80m 地点の車と前方車両の距離 (m)                            |
| 監視カメラダミー            | 監視カメラ有りを1、無し0                                   |
| 80m カウント秒数          | 車両80m 地点を通過した時カウント表示数 (s)                       |

表-5停止挙動ロジスティック回帰モデル推定結果

| 説明変数       | モデル1             | モデル2             |
|------------|------------------|------------------|
| 切片         | 13.34<br>(5.97)  | 12.29<br>(6.60)  |
| 80m 地点速度   | -0.22<br>(-5.83) | -0.22<br>(-6.79) |
| 80m 前車車間距離 | -0.03<br>(-3.07) |                  |
| 80m カウント秒数 | -1.20<br>(-6.69) | -1.33<br>(-9.27) |
| カウントダミー    | 1.32<br>(2.66)   | 1.47<br>(3.41)   |
| 監視カメラダミー   | 1.34<br>(1.71)   | 1.62<br>(2.37)   |
| データ数       | 236              | 524              |
| 的中率        | 72.11            | 82.28            |

挙動モデルを構築する。モデルのパラメータ推定結果を示す。的中率、尤度比ともに比較的良好な値となっており、モデルの精度が高いといえる。結果よりパラメータの符号条件を確認すると、カウントと監視カメラのパラメータは正で、80m地点速度、80mカウント秒数のパラメータは負であることがわかる。これより、カウントと監視カメラを併用するほうが停止の傾向が強くなる。一方、80m地点速度が大きい方が、80mカウント秒数が大きい方が通過しやすいという結果が分かった。

### 4. まとめ

本研究では、車両挙動に影響する実際の交差点における要因を多く分析できた。カウント表示式信号機があることによって、信号の切り替えのタイミングを計りやすく、早く判断ができ、ドライバーは安全に通過停止できる傾向にある。また監視カメラを併用することで、赤表示における交差点通過抑制に効果があることがわかった。今後はさらにカウント表示式信号機下の車両挙動を分析することで安全に寄与できるシステムの構築を考える。

### 参考文献

- 1) 平成19年中交通事故者数について、警察庁：  
<http://www.npa.go.jp/toutuu45/20080107-1.pdf>