(24) 季節観測データに基づくカウント表示式信号機下の車両停止挙動の安全性に関する研究

黄　明霞[1]・藤田　素弘[2]

[1]学生会員　名古屋工業大学大学院　工学研究科（〒466-8555 名古屋市昭和区御器所町）
E-mail: mingxia422@yahoo.co.jp

[2]正会員　名古屋工業大学大学院教授　工学研究科（〒466-8555 名古屋市昭和区御器所町）
Email: fujita.motohiro@nitech.ac.jp

本研究では，カウント表示式信号機下の車両挙動として，カウント表示や監視カメラの有無などの異なる条件の走行挙動が得られる中国の夏期と冬期の8交差点の観測調査データに基づき，特に停止通過の車両挙動比較分析を行った．そして青から赤への信号切替時での車両挙動のロジスティックモデル等を構築し，特にカウント表示式信号機の安全特性に焦点を当てて評価分析を行った．その結果，夏と冬を問わず，カウント表示と監視カメラはともに停止する傾向を強めることができるが，冬期のほうがカウント表示の停止挙動への影響が高いことが分かった．

Key words : *countdown-type traffic signals,traffic control, traffic Information, traffic management*

1.　はじめに

世界諸国における現在の自動車交通量は増加する一方にあり，交通渋滞や交通事故などの交通問題が増加してきている．信号交差点においても，信号切替時の通過停止判断は，追突事故や右左折事故などの事故発生に影響を及ぼすことから，この通過停止判断の判断が的確に行われるように制御されることが望まれる．その一助としてカウントダウン式信号機が挙げられる．日本において，車両用の青や赤の残時間表示機能付き信号機（以下，カウント表示式信号機とよぶ．）の導入事例はない状況にある．一方で，海外ではこのタイプの信号機(例．**図-1**)が数多く導入されている．カウントを行うことにより，ドライバーは信号交差点において通過・停止のタイミングを計り易くなり，結果，安全性の向上や交通流の円滑化を図る事ができると考えられる．

カウント表示式信号機に関する既往研究として，例えば藤田ら[1)]では，トルコでの 2 カ所の信号交差点のみで 2004-2005 年に調査を行い，カウントダウン信号機の有無と車両挙動の変化について分析している．また鈴木ら[2)]は，停止線から上流 100m 区間を対象に，映像実験によりカウント表示によるドライバーの通過・停止判断影響分析を行っているが実際の状況を検証する必要がある．黄ら[3)]は，中国の

図-1　カウント表示例（中国）

夏期のカウント表示式信号交差点において観測調査を行い，カウント表示ありなしで，車両の停止通過挙動がどのように異なるか 分析を行いカウント表示の効果を評価した．

そこで本研究では，既にカウント表示式信号機が多数導入されている中国の交差点において，夏期の車両挙動データに加えて，冬期の積雪路面の状況での観測調査データを集計し，カウント表示のある交差点と無い交差点について車両挙動分析を行い，青信号から赤信号への切り替わり時の車両の停止通過挙動の安全性の比較評価に焦点をあてて分析を行う．また，本研究では，同時に設置される監視カメラ等の車両挙動への影響等も考慮して行い，今後の安全な交差点制御のための季節ごとに様々な基礎データを提供することを目的として行う．

表-1　観測日時と交差点名

観測日時	交差点名	調査走行方向	進行方向車線数	カウント表示	監視カメラ
2014 年 1 月 15 日 10:00~11:00	自由	東から西	3	有	有
	人民	東から西	3	有	有
	卫明	南から北	3	有	有
	解放	西から東	4	有	有
	斯大	西から東	3	有	無
	大興	北から南	3	無	無
	寬平	北から南	2	無	有
	卫星	南から北	3	無	有

表-2　各交差点の概要

交差点名	サイクル長(秒)	直進の青時間(秒)	直進の黄時間	現示数	10:00-11:00 の観測車線交通量	
					大型車（台）	普通車（台）
自由	123	66	2	3	42	165
人民	150	50	2	4	40	186
卫明	150	45	3	4	26	152
解放	150	50	2	4	32	221
斯大	148	66	3	3	28	168
大興	100	42	3	3	28	125
寬平	150	36	2	4	26	166
卫星	132	45	3	3	32	188

2.　中国における観測調査の概要

本研究で扱うデータは，中国長春市内において 2013 年 8 月 15 日と 2014 年 1 月 15 日に調査された 8 交差点の車両走行データで，吉林省交通運輸庁より

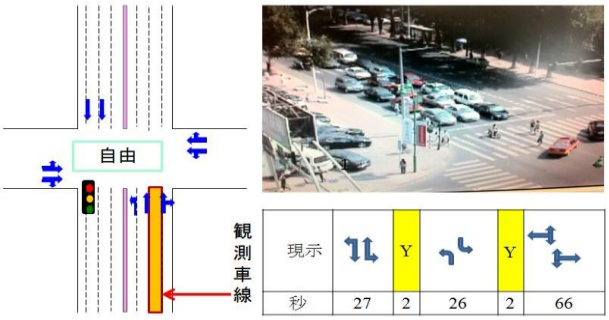

図-2　自由交差点の概要

取得したものである．表-1 は，観測日時，交差点名，カウント表示等の有無を示し．表-2 に各交差点の交通概要を示す．また，交差点の構造と現示概要を図-2 に示す．

本研究ではカウント表示が車両走行に与える安全性を評価することに主眼をおいているため，カウント表示がドライバーから確認可能な範囲として信号交差点の停止線手前0-90mを分析対象範囲とした．過去の夏のデータと比べて，冬の路面積雪の状況では，カウント表示のある交差点と無い交差点について車両挙動調査を行い，走行速度変化，停止通過挙動等の比較分析を行うことで，カウント表示式信号機がドライバーの走行挙動に与える影響について，特に安全性面に焦点を当てて評価分析を行うものである．

3.　中国調査における停止挙動解析

本章では，前章で説明した対象車両の走行データをベースとして分析を行う．

(1)　各交差点平均速度の集計分析結果

図-3 a) b)は，夏期と冬期の各交差点の黄開始時に停止線上流 30-50m 区間に存在し，かつ，その後交差点を通過した普通車を対象にして，10m 区間ごとの停止線からの距離と平均速度との関係を求めた結果である．各図ではカウント表示と監視カメラ有り（C 有カ有）をそれぞれ示している．図で表示が無しの交差点はこの図の分析での対象車両にはない．

図-3a) b)の比較により，夏の車両では全区間平均速度が冬と比べて18km/h程度高くなっている． 冬ではカウント表示と監視カメラ有りの4交差点では黄開始時に停止線上流30-50m区間に存在した車両は全部停止判断したことがわかる．夏と冬を問わず，カウント表示の無い3交差点では黄色が開始した25-40m地点から大きく加速している．一方，カウント表示のある1交差点ではその速度変化は小さく，監視カメラ無しの2交差点では全区間平均速度が他と比べて12km/h程度高くなっている．

図-4a) b)は，夏期と冬期の各交差点の黄開始時に停止線上流30-50m区間に存在し，かつ，その後停止

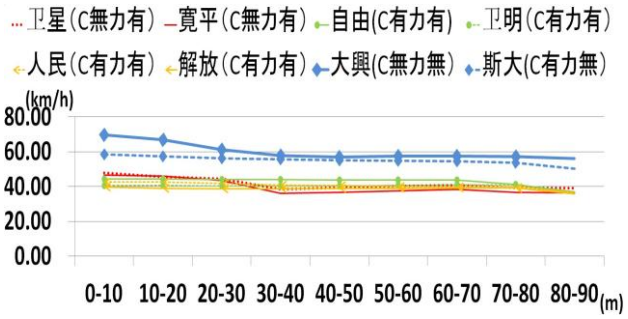

図-3 a)　黄開始時に 30-50m 区間に存在し，交差点を通過した普通車における各区間の平均速度（夏期）

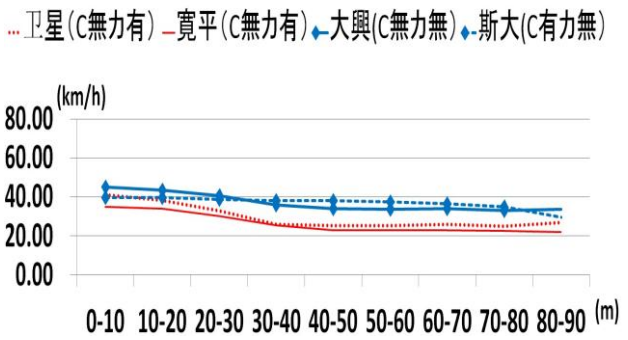

図-3 b)　黄開始時に 30-50m 区間に存在し，交差点を通過した普通車における各区間の平均速度（冬期）

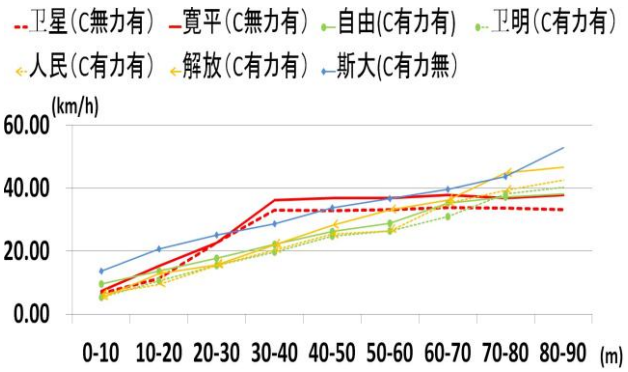

図-4a)　黄開始時に 30-50m 区間に存在し，交差点で停止した普通車における各区間の平均速度（夏期）

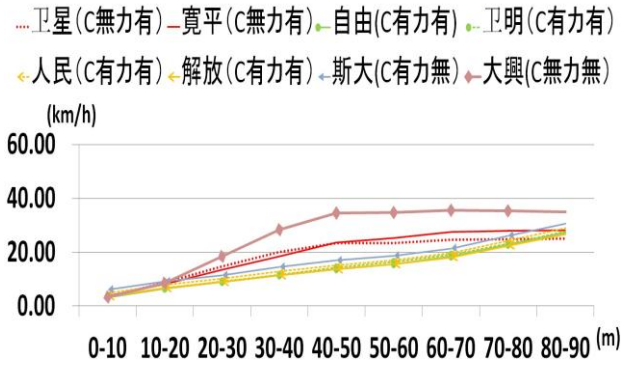

図-4b)　黄開始時に 30-50m 区間に存在し，交差点で停止した普通車における各区間の平均速度（冬期）

図-5a)　夏各交差点の最大加減速度と標準偏差(最大値)

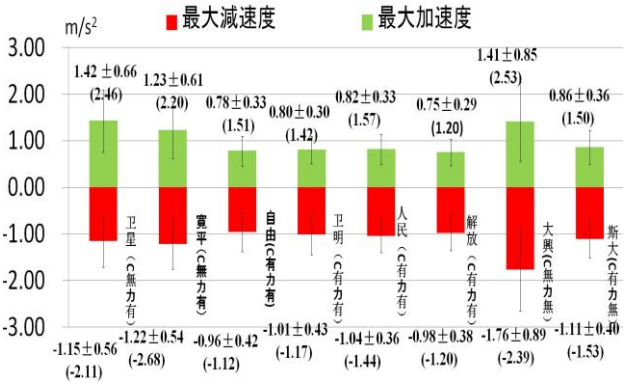

図-5b)　冬各交差点の最大加減速度と標準偏差(最大値)

した普通車を対象として，10m区間ごとの停止線から距離と平均速度との関係を示す.

図-4a) b) の比較により，交差点 90m 地点の速度は夏の車両では全区間平均速度が冬と比べて 12km/h 程度高くなっている．夏と冬を問わず，停止線手前 30-50m 地点から下流の区間では，カウント表示のない交差点で大きな減速傾向がみられ，カウント表示有りの交差点でその減速度が小さい傾向が読み取れる.黄色開始前の速度変化については，カウント表示のない交差点でほぼ横ばいであるのに対し，カウント表示有りの交差点では 90m-50m 区間で緩やかに減速している．夏ではカウント表示無しカメラ無しの大興交差点が黄開始時に停止線上流 30-50m 区間に存在した車両は全部通過判断したことがわかる．夏と冬の比較では，冬は冠雪路面で滑りやすいため，最高速度も低く，カウント有無にかかわらず停止までの減速度が緩やかである.

(2)　夏期と冬期の信号切替後の最大加減速度

対象車両の通過停止別に，各車両走行における加減速度の最大値を求め，交差点ごとの平均と標準偏差を算出して特性を比較する． 交差点ごとの最大加減速度の平均および標準偏差（カッコ内の数値は最大値）を**図-5**に示す.

a) b) の比較により，生じる最大加減速度は夏の車両では冬と比べて高くなっている．夏と冬を問わ

表-3　モデルに用いた変数

	測定データ	定義
目的変数	交差点通過停止挙動	通過した車両を0，停止した車両を1
説明変数	9080 速度	停止線からの距離が 80-70m での平均速度(km/h)
	80m カウント秒数	80m 地点での青時間残秒数
	80m 前車車間距離	80m 地点での前方車両との車間距離(m)
	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
	監視カメラダミー	監視カメラ有りを 1　,無しを 0

表-4停止挙動モデル（偏回帰係数が正：停止傾向強）

説明変数	夏期	冬期
切片	10.26 （4.90***）	25.27 （3.04***）
9080 速度	-0.14 （-4.00***）	0.30 （2.13**）
80m 前車車間距離	-0.04 （-3.95***）	-0.26 （-3.64***）
カウントダミー	1.52 （3.48***）	2.80 （2.96***）
監視カメラダミー	2.24 （3.26***）	5.92 （4.45***）
80m カウント秒数	-1.34 （-7.91***）	-2.80 （-4.48***）
データ数	260	216
的中率(%)	82.39	81.18

*：10%有意，**5%有意，***1%有意

ず，カウント有り監視カメラ有りはカウント無し監視カメラ無しに比べて最大加減速度は1.5倍以上の差を示しているが，カウントなし交差点においても，監視カメラがあれば，最大加減速度の平均が低くなる傾向が読み取れる．

4.　信号切替時における停止挙動モデルの構築

信号切替時の停止通過挙動に影響を与えるカウント表示やその他の要因を検討するために，夏と冬の車両走行データを用いて停止挙動モデルをロジスティック回帰分析で構築する．**表-3**にここで用いた変数を示す. **表-4**に2つのモデルの推定結果を示す．的中率は比較的良好な値となっている．パラメータの符号が正であると停止，負であると通過傾向が強いことを示す.

表-4より，モデル1で9080速度の符号が違うのは夏の車両では全区間平均速度が冬と比べて15km/h程度高いことが影響していると思われる.

これらの分析から，夏と冬を問わず，カウント表示と監視カメラはともに停止する傾向を強めることができるが，両方の相乗効果で停止傾向が更に強くなることがわかる. 夏と冬で比較すると，カウントダミーの t 値は冬の方が高いことから，冬の方が，加速も停止も難しい環境であるので，カウント表示の停止効果が高くなっているといえる.

5.　おわりに

本研究では，吉林省交通運輸庁から取得した夏と冬の8交差点のデータに基づいて，カウントダウン式信号機下における車両の停止挙動の安全性について分析した．得られた結論は以下の通りである.

(1) 異なる季節ごとに車両走行への影響要因をみるために，カウント表示有無別監視カメラ有無別および通過停止別などで交差点ごとに車両の平均速度の変化を集計した結果，夏冬ともにカウントのある方が加減速度は緩やかになる傾向がある. 冬では，冠雪路面の影響で最高速度や加減速度が夏よりもかなり低くなる傾向が確認できた.

(2)停止挙動モデルを構築したところ，夏と冬を問わず，カウント有で監視カメラ有の場合が停止傾向が強いことがわかった. 夏と冬ではカウントダミーの寄与率より，冬の方が，カウント表示の停止効果が高いことがわかった.

謝辞

本研究を進める上で，中国長春市でのデータ取得を手伝っていただきました，吉林省交通運輸庁の皆様に心から感謝申し上げます.

参考文献

1) 藤田素弘，鈴木弘司，ユルマズ・ジハット：トルコ国カイセリ市のカウントダウン式車両用信号機における車両挙動実態分析，第 7 回 ITS シンポジウム，2008.
2) 鈴木理，中村良枝，浜岡秀勝：信号切替情報取得時のドライバー判断からみる安全性の評価，土木計画学研究・論文集，Vol.25，No.4，pp.919-928，2008.
3) 黄明霞，藤田素弘：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，中部支部研究発表会，2013.