

# 信号交差点への車両接近タイミングと追突事故との関係分析\*

An accident analysis of signal intersection focused on the approaching vehicles  
at the time when yellow starts\*

山岡伸匡\*\*・吉井稔雄\*\*\*・北村隆一\*\*\*\*

By Nobutada YAMAOKA\*\*・Toshio YOSHII\*\*\*・Ryuichi KITAMURA\*\*\*\*

## 1. はじめに

平成14年度の車両対車両事故の内訳<sup>1)</sup>によれば、追突事故が35%と大きな割合を占めており、そのうち38%が交差点付近において発生している。一方で、交差点付近での追突事故に関しては、信号交差点におけるジレンマゾーン・オプションゾーンの存在と、事故発生との関連が指摘されている。ジレンマゾーン・オプションゾーンとは、それぞれ、交差点接近時に黄信号に直面した運転者が、「そのままの速度で進めば信号無視になり、かつ通常の減速度では停止することができない」状況と、その反対に「信号無視することなく交差点への進入が可能で、かつ停止も可能である」状況に相当し、いずれも、運転者が停止するか否かの判断に迷うことで事故の危険性が高まるものと考えられている。現在、各車両が交差点に接近するタイミングを感知し、このようなタイミングで交差点に接近する車両が存在する場合に青時間を延長し、両ゾーンに属する車両の発生を抑制するジレンマ感応制御が導入されつつあり、ジレンマ感応制御を導入することで統計的に事故発生件数が減少しているとの報告<sup>2)</sup>もなされている。しかしながら、ジレンマゾーン・オプションゾーンの各タイミングで交差点に進入する車両の発生台数と事故との関係について報告された例は無く、また、「通常の減速度で停止線までに停止出来る」ことを停止するか否かの判断基準として仮定しているが、現実の運転者による停止の判断基準は必ずしもこの通りではないものと考えられる。

そこで、本研究では、実観測データを用いて、黄信号切り替わり時に交差点に接近する運転者が、停止線手前に停止するか交差点に進入するかの判断基準を明確にする。次に、交差点形状の違いが判断基準に与える影響について考察を加えた後、ジレンマゾーン・オプションゾーンと事故発生との関係を分析する。

## 2. 運転者の判断基準

### (1) 判断のモデル化

黄信号に直面した運転者による停止か否かの判断基準について、(1)式の2項ロジスティック回帰モデルを用いてモデル化する。黄信号切り替わり時の車両位置(停止線からの距離)を  $D[m]$ 、その時の走行速度を  $V[m/sec]$ として、説明変数には、「そのままの速度で停止線を通るのに必要な時間： $D/V$ (以下では停止線通過必要時間と呼ぶ)」、「停止に必要な減速度： $(2)$ 式(以下では停止必要減速度と呼ぶ)」の2つを考慮する。なお、以下では、運転者の反応時間を  $0.7sec$  とする。

$$P(stop) = \frac{\exp(Z)}{1 + \exp(Z)} \quad (1)$$

$$Z = \beta_0 + \beta_1 x$$

$p(stop)$  : 運転者が停止する確率

$Z$  : 停止に対する効用

$\beta_0, \beta_1$  : 未知パラメータ

$x$  : 説明変数

$$d = \frac{V^2}{2(D - \tau V)} \quad (2)$$

$\tau$  : 反応時間

$d$  : 停止必要減速度

\*キーワード：交通事故，信号制御，ジレンマ感応

\*\*学生員，京都大学工学部地球工学科

email bacon@xc5.so-net.ne.jp

\*\*\*正員，博士(工学)，京都大学大学院工学研究科

email yoshii@term.kuciv.kyoto-u.ac.jp

\*\*\*\*正員，Ph.D，京都大学大学院工学研究科

email rkitamura@term.kuciv.kyoto-u.ac.jp

## (2) 調査概要

前節で構築したモデルを推定するにあたり，信号交差点において，黄信号に直面した車両のその後の挙動について調査を実施した．調査対象とした交差点は表1および図1に示す3交差点である．なお，図1中の矢印は，観測対象としたアプローチを示す．調査では，複数のカメラで同期を取りながら撮影することが可能な，デジタルビデオカメラを用いて交差点を撮影した．調査は，平成15年10月24日(金)，25日(土)の2日間，追突事故が頻繁に発生する夕刻15:00~17:30に実施し，測定項目は以下の通りである．

- ・ 交差点上流域での速度
- ・ 黄信号開始時の位置
- ・ 停止または通過の車両挙動
- ・ 信号無視車両

表1 調査対象交差点

	交差点形状	交差点長	黄時間
東道路バイパス交差点	T字型	45m	2秒
大そね交差点	十字型	38m	3秒
空港バイパス交差点	変則十字	92m	3秒

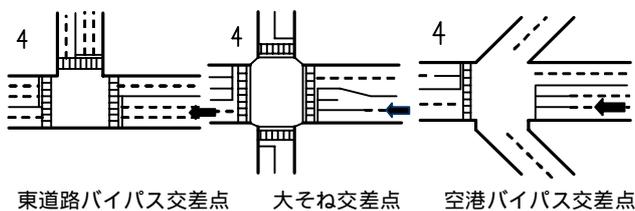


図1 交差点概略図

## (3) 運転者の判断基準

黄信号開始時の車速については，交差点上流域で計測した速度と同じであると仮定し，モデルの推定を行った．結果を表2，表3に示す．モデルの説明力の指標としては-2対数尤度を用いた．各交差点とも，停止線通過必要時間を用いたモデルの-2対数尤度が小さく，説明力が高い結果となった．この結果より，運転者は停止するか否かの判断の際に停止必要減速度よりも停止線通過必要時間を重視していることが示された．

次に，運転者の判断基準を代表する値として，推定したモデルで停止確率50%となる値を考え，停止確率50%となる各変数の値を表4に示す．これらの値は，交差点によって相違があることが確認できる．また，これまで，ジレンマ・オプションゾー

表2 パラメータ推定結果

交差点名	説明変数		標準		Wald	有意	
			誤差	統計量			確率
東道路バイパス	停止線通過	x	2.56	0.63	16.60	0.00	
	必要時間	定数	-9.38	2.08	20.32	0.00	
	必要減速度	x	-1.15	0.32	12.90	0.00	
		定数	3.02	1.14	7.07	0.01	
	大そね交差点	停止線通過	x	1.08	0.34	10.25	0.00
		必要時間	定数	-4.29	1.41	9.21	0.00
必要減速度		x	-1.38	0.44	9.70	0.00	
		定数	2.85	0.87	10.84	0.00	
空港バイパス		停止線通過	x	1.63	0.50	10.48	0.00
		必要時間	定数	-6.04	2.04	8.76	0.00
	必要減速度	x	-1.06	0.36	8.92	0.00	
		定数	3.71	1.08	11.80	0.00	

表3 各モデルの適合度

交差点名	モデル	-2対数尤度	的中率(%)
東道路バイパス交差点	停止線通過	68.49	84.7
	必要時間		
	必要減速度		
大そね交差点	停止線通過	89.99	67.1
	必要時間		
	必要減速度		
空港バイパス交差点	停止線通過	55.13	72.7
	必要時間		
	必要減速度		

表4 停止確率50%となる判断基準

	停止線通過必要時間 (黄時間との差)	停止必要減速度
東道路バイパス交差点	3.66 (1.66) sec	2.62 m/sec <sup>2</sup>
大そね交差点	3.99 (0.99) sec	2.07 m/sec <sup>2</sup>
空港バイパス交差点	3.43 (0.43) sec	3.50 m/sec <sup>2</sup>

ンを考える際には，停止線通過必要時間としては黄色時間，停止必要減速度は3.00[m/sec<sup>2</sup>]が一般的な値として用いられてきたが，これらの値とはかなりの差異があることを確認した．

### a) 交差点形状と停止線通過必要時間

表4に示す結果より，3交差点ともに停止線通過必要時間が黄時間よりも大きくなっていることが確認できる．これは，50%の確率で停止する判断基準が，黄信号が終了し，赤信号になってから停止線を通るタイミングであることを示している．また，この時間差は，T字型交差点である東道路バイパス交差点で大きな値となっている．一方で，通過車両に占める信号無視車両の割合を表5に示すが，T字型交差点である東道路バイパス交差点が最もその割合が多く，この結果と整合している．これらの結果より，T字型交差点は，左方向から交差点に進入す

表5 信号無視車両割合

	東道路バイパス交差点	大そね交差点	空港バイパス交差点
信号無視割合(信号無視車両/通過車両)	1.38%	0.76%	0.45%

る交通が存在しないため、十字型交差点と比較して信号無視をし易い環境にあるのではないかと考えられる。

#### b) 交差点形状と必要減速度

次に、停止必要減速度について、50%の確率で停止すると考えられる必要減速度は、空港バイパス交差点において、他の交差点より大きな値となっている。言い換えると、空港バイパス交差点においては比較的急減速になってでも停止する車両が多いということを示している。この原因の一つとしては、空港バイパス交差点においては交差点長が長く、交差点通過に要する時間が長くなることが考えられる。

### 3. 車両接近タイミングと追突事故

#### (1) 調査交差点での追突事故

表6には、調査を実施した3交差点の対象アプローチにおける、平成13・14年度の追突事故件数、調査時間帯における追突事故件数、ならびに調査時間帯における1サイクルあたりの平均交通量を示す。なお、サイクル長は3交差点ともに140秒であった。表より、交通量が他の2交差点の中位にある東道路バイパス交差点において、多くの事故が発生していたことが読み取れる。

#### (2) ジレンマ・オプションゾーンと追突事故の関係

各交差点での観測により得られた黄信号切り替わり時における車両位置と速度を、それぞれ図2、図3、図4に示す。なお、観測した車両が停止したか通過したかについても合わせて示す。次に、停止線通過必要時間としては黄色時間、停止必要減速度は $3.00[m/sec^2]$ として、ジレンマゾーン・オプションゾーンを定義し、各ゾーンに存在する車両台数を算出した。その結果ならびに平成13・14年度における事故件数を図5に示す。なお、観測データは交差点から30～80m程度の限られた範囲であるので、それ以外の道路区間についても、観測対象区間

表6 交通量とH13・14年度追突事故件数

	東道路バイパス交差点	大そね交差点	空港バイパス交差点
追突事故件数(件)	6	1	1
15時～18時に発生した件数(件)	4	1	1
交通量 [台/サイクル]	50.6	62.8	45.1

と同様の速度分布に従って、一様の車両存在密度で分布しているものと仮定し、各ゾーンに属する車両台数を算出した。これらの図より、3交差点ともにオプションゾーンにはほとんど車両が存在していないことがわかる。また、追突事故の多い交差点である東道路バイパス交差点(6件)が、最もジレンマゾーンに属する車両台数が多くなっている。しかし追突事故の少ない空港バイパス交差点(1件)においても少なからず存在しており、ジレンマゾーンと追突事故との間に明らかな関連があるとはいえない結果となった。

#### (3) 停止線通過必要時間・必要減速度の観測値を用いたジレンマ・オプションゾーンと追突事故の関係

停止線通過必要時間、停止必要減速度として、観測結果より得られた確率50%の値を用いて、ジレンマ・オプションゾーンを定義し直したものに観測結果を重ね合わせた図を、図6、図7、図8に示す。判断の基準線が通過か停止かの観測結果とよく適合していることが伺える。また、判断基準時間・必要減速度を考慮したジレンマ・オプションゾーンに存在する車両台数算出結果を図9に示す。図より、オプションゾーン台数に関しては事故件数との関連性を見いだすことはできないが、ジレンマゾーン台数については、追突事故件数の多い東道路バイパス交差点で多く、追突事故の少ない大そね交差点、空港バイパス交差点ではほとんど存在しないように、事故件数との関連性を認めることが出来る。このことから、観測値を用いて定義し直したジレンマゾーンは、従来のジレンマゾーンよりも追突事故との関連をより正確に反映している可能性が考えられる。

#### 4. おわりに

本研究では、黄信号に直面した運転者の停止の判断基準についてモデル化し、そのモデル推定を通して、運転者の判断基準が、従前のジレンマ・オプシ

オンゾーンにおいて考えられていた判断基準とは異なること、さらには交差点の幾何形状によっても影響を受ける可能性が高いことを示した。さらに、調査の結果から獲得した判断基準に基づいて、ジレンマゾーンを再定義すれば、従前考えられていたよりも追突事故との関連が強いことを確認した。

今後は、交通状況や交差点形状等が運転者の判断に与える影響、運転者の判断の地域差等についてさ

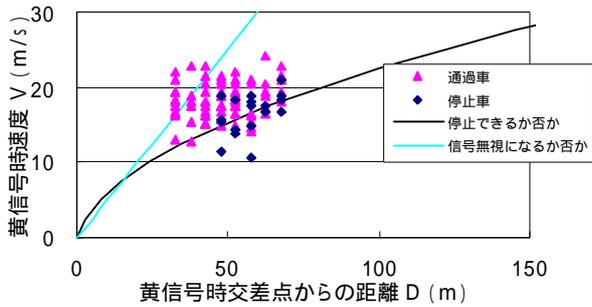


図2 東道路バイパス交差点ジレンマ・オプションゾーン

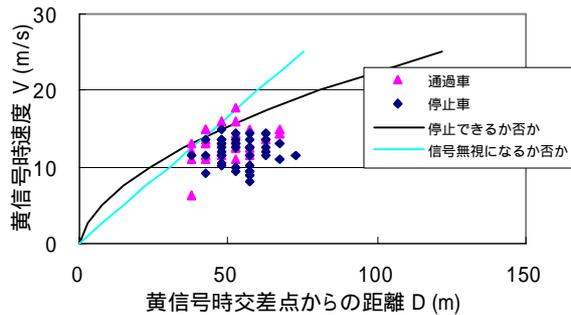


図3 大そね交差点ジレンマ・オプションゾーン

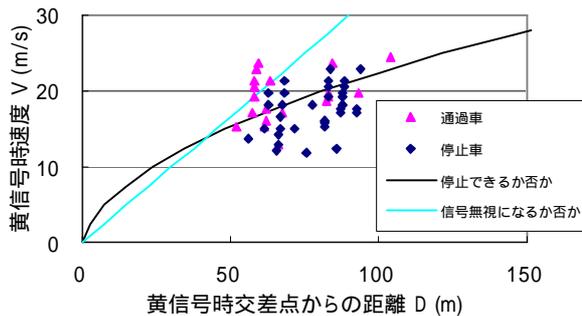


図4 空港バイパス交差点ジレンマ・オプションゾーン

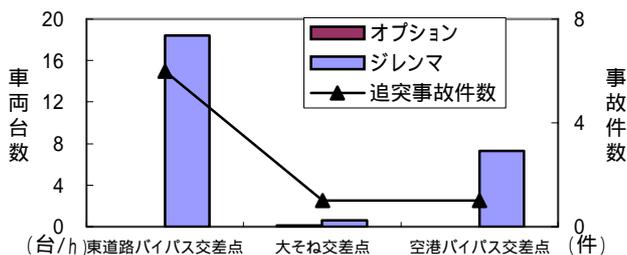


図5 追突事故件数とジレンマ・オプションゾーン

らなる調査・解析を加えていく予定である。最後に、本研究は、財団法人佐川交通社会財団の支援を受けて実施しました。ここに記して謝意を表します。

参考文献

- 1)警察庁交通局 WEB サイト；H14 年度中の交通事故発生状況，2003. <http://www.npa.go.jp/>
- 2)財団法人日本交通管理技術協会；交通安全施設の効果に関する調査研究報告書(VI)，1997.

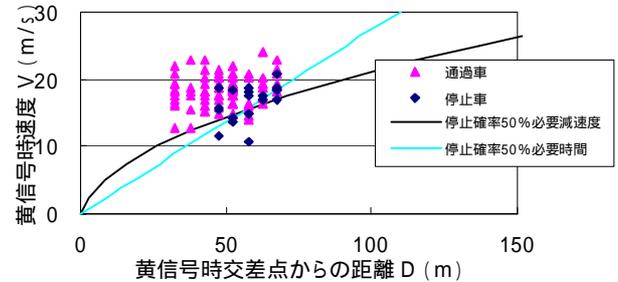


図6 東道路バイパス交差点における判断基準時間・必要減速度を考慮したジレンマ・オプションゾーン

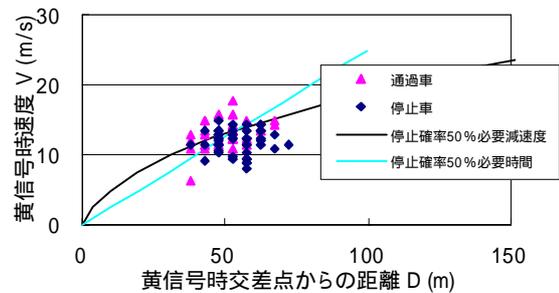


図7 大そね交差点における判断基準時間・必要減速度を考慮したジレンマ・オプションゾーン

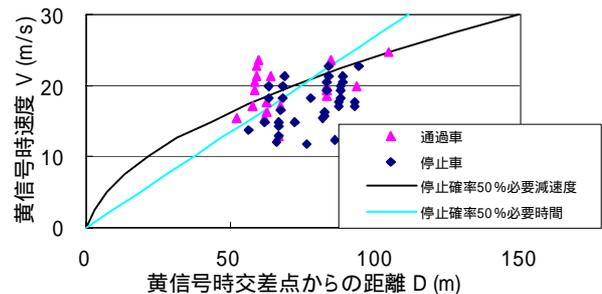


図8 空港バイパス交差点における判断基準時間・必要減速度を考慮したジレンマ・オプションゾーン

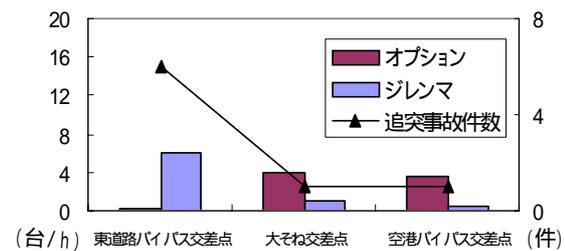


図9 判断基準時間・必要減速度を考慮したジレンマ・オプションゾーンと追突事故