カウントダウン式信号機による運転者の挙動に関する研究

名古屋工業大学　学生会員　河畑　草太
名古屋工業大学　正会員　Wisinee WISETJINDAWAT
名古屋工業大学　正会員　藤田　素弘

1．はじめに

日常で次のような車を目にすることがある。信号が青になったのになかなか発進しない車や反対側の信号が赤になったからと言ってこちら側の信号がまだ赤なのに発進する車である。発進の遅れは1回の青信号の流出台数を減らし渋滞の原因となり、フライングは事故を起こす危険性がある。このような問題を解消させるためには、信号が変わるタイミングをカウントダウン形式で示し、運転者に認知させることが対策の1つだと考えられる。

そこで、本研究ではカウントダウン式信号機を用いて 8 種類のカウントパターンで走行実験を行い、信号が青になってからの反応時間やフライングの割合を分析し、タイミングのつかみやすさや発進安全性について評価する。

2．走行実験

実験は、2015 年 12 月 14 日、22 日、24 日の計 3 日間にわたり豊田市交通安全学習センター内の模擬道路の交差点に本研究室が開発したカウントダウン式信号機を設置し、23 歳から 81 歳までの男女計 36 人を対象に行った。3 台で実験を行い、1 パターンにつき 1 人 2 回ずつ先頭を走れるように走行順を変え、8 種類のカウントパターンで走行してもらった。実験コース内に 3 台のビデオカメラを設置し走行の様子を撮影し、実験後に被験者にカウントパターンごとの快適性や安全性、個人属性や運転時の性格などのアンケート調査を行った。実験コースを図-1、実験の様子を図-2、実験で使用した信号機を図-3、カウントパターンの一覧を表-1 に示す。赤信号を表示した後に青に変わるものを赤残し、数字を表示した後に青に変わるものを数残しと呼ぶことにする。

3．データ整理

ビデオカメラで撮影した映像から、先頭車の反応時間と流出時間の測定とフライングの判定を行った。また、最後尾である 3 台目の流出時間の測定も行った。反応時間、流出時間は以下のように定める。

反応時間＝（先頭車のブレーキランプが消灯した時間）－（信号が青になった時間）

流出時間＝（車の先端が停止線を超えた時間）－（信号が青になった時間）

赤信号点灯時にブレーキランプが消えたものを反応フライング、車先端が停止線を通過したものを流出フライングとして扱った。

4．タイミングのつかみやすさ評価

表-2 は 1 台目反応時間と 3 台目流出時間の平均と分散をパターンごとに示したものである。これより、3 秒赤、3 秒数、2 秒赤は 1 台目反応時間、3 台目流出時間ともに分散が小さくタイミングがつかみやす

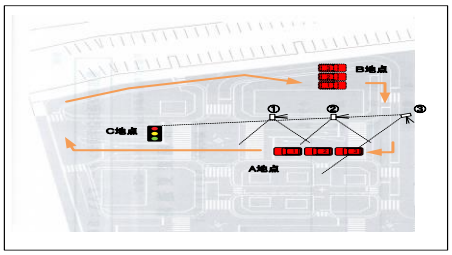

図-1　実験コース図

図-2　実験の様子

図-3　信号機

表-1　カウントパターン一覧

残り秒数	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	青
カウントなし	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
5秒赤	10	9	8	7	6	5	●	●	●	●	●
5秒数	10	9	8	7	6	5	5	5	5	5	●
3秒赤	10	9	8	7	6	5	4	3	●	●	●
3秒数	10	9	8	7	6	5	4	3	3	3	●
2秒赤	10	9	8	7	6	5	4	3	2	●	●
2秒数	10	9	8	7	6	5	4	3	2	2	●
1秒	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	●

いといえる。また、図-4、図-5 はパターン別の 0.1 秒区切りの反応時間度数分布である。小さい数までカウントしないものほどピーク時の割合が大きい結果となった。3 秒赤、3 秒数、2 秒赤の中でもピーク時の割合が最も高い 3 秒数がタイミングがつかみやすい最適なパターンだといえる。

5．発進安全性評価

図-6 はフライングした割合をパターンごとに示したものである。今回は 0.5 秒以内の反応フライングは安全であるとみなし含まないことにする。赤信号時に停止線を超えてしまうという危険度の高い流出フライングに着目すると、カウントダウンするから危険性が高まるとは言えない。５秒数、１秒までカウントを除けば、パターンごとにあまり違いがなく発進安全性の高いカウントパターンを推定することはできない。

また、流出フライングの有無を目的変数としロジスティック回帰分析でモデルを作成した。（表-3）これより、車の停止位置が停止線から離れていて信号待ち時に信号に集中している運転者のほうがフライングしにくく、違反回数が 1 回以上の運転者のほうがフライングしやすい結果となった。以上より、発進安全性についてはカウントパターンよりも運転者の性格や経歴の方が大きく影響しているといえる。

6．おわりに

本研究では、タイミングのつかみやすさと安全性の 2 つの観点からカウントダウン式信号機の効果を検証してきた。研究を始めた当初は 1 秒までカウントが最もタイミングがつかみやすく安全だと考えたし、被験者のアンケートでも快適性が最も高い結果となった。しかし、1 秒までカウントは他のカウントパターンに比べタイミングがつかみにくく安全性が低いという結果となった。「タイミングがつかみやすい」を「実際のカウントと自分の予測カウントに誤差が生じにくい」と言い換えれば 3 秒数が最も発進安全性があるといえる。日本では車道信号においてカウントダウン式のものが実際に使われている事例がないが、今後の導入に向けて検討していきたい。

表-2 パターン別平均・分散一覧

パターン	標本数	1台目反応時間		3台目流出時間	
		平均	分散	平均	分散
カウントなし	57	0.39	0.01	6.75	0.49
5秒赤	60	0.11	0.34	6.63	0.81
5秒数	58	0.15	0.29	6.48	0.80
3秒赤	62	−0.02	0.15	6.26	0.67
3秒数	64	0.03	0.16	6.30	0.60
2秒赤	54	−0.02	0.13	6.29	0.68
2秒数	58	−0.04	0.22	6.40	0.84
1秒	54	−0.04	0.19	6.35	0.97

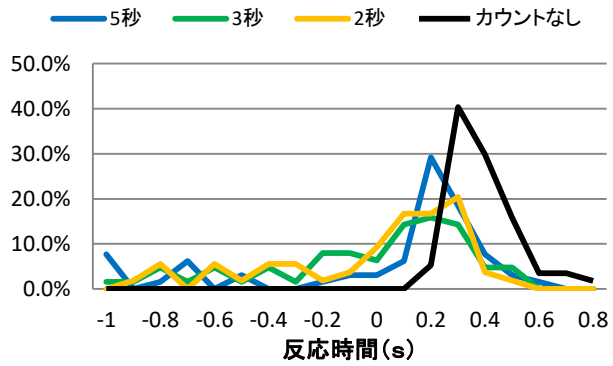

図-4　反応時間度数分布（赤残し）

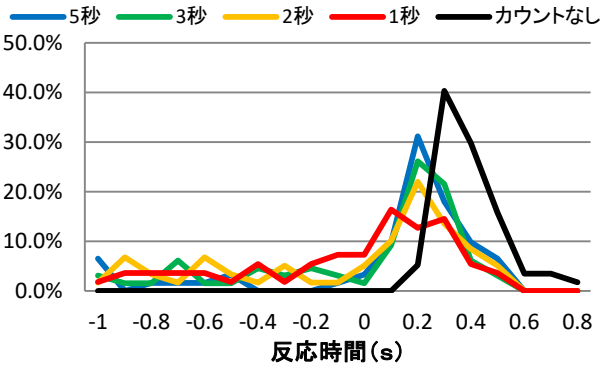

図-5　反応時間度数分布（数残し）

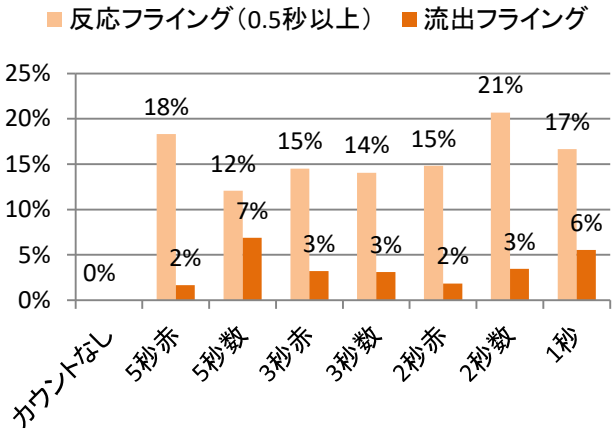

図-6　パターン別フライング率

表-3　流出フライングモデル推定結果(有 1：無 0)

説明変数	推定値	カイ2乗
停止線から車先端の距離(cm)	−0.024	12.91
信号待ち時に信号に集中する	−1.275	7.90
違反回数1回以上	0.945	3.88

（的中率 96.4%, N=467）