

# プローブデータを用いた系統信号制御による交通安全効果の事前事後分析\*

## Before-After Analysis on Effects of Coordinated Signal Control on Traffic Safety Using Probe Car Data \*

岡本和大\*\*・山本俊行\*\*\*

By Kazuhiro OKAMOTO\*\*・Toshiyuki YAMAMOTO\*\*\*

### 1. はじめに

本研究では、系統信号制御による高速走行抑止システムの効果を把握することを目的とする。高速走行抑止システムは、夜間交通事故多発地域を対象として、事故の減少や被害程度の軽減を目指すために導入され、夜間に規制速度を超過して走行する車両の速度を低下させるものである。夜間は交通量も少ないため、自動車の動きにまともはあまりなく、個々の自動車の速度の差が大きい。そして、その速度の差が大き事故を生むと考えられる。また、走行速度が速いほど交差点での停車時に減速度が大きくなるため、交差点での事故の危険も大きくなると考えられる。よって、高速走行抑止システムは、規制速度を超過して走行する車両数を減らし、速度を低下させることによって交差点での事故の危険性を低減させるとともに、車両間の走行速度の分散を減少させることによって事故の危険性を低減させるものである。

このような施策の交通安全効果を検証するには、交通事故を観測するのが本質的であるが、交通事故は稀事象であるため、統計的な検証には膨大なサンプル数が必要となる。本研究では、高速走行抑止システムの効果を検証するために、プローブカーデータを用いた分析を行う。プローブカーデータは、車両の走行速度だけでなく加速度や停止時間等の車両挙動の詳細なデータが得られるITS技術の一つである。プローブカーの走行速度や加減速度等を観測することによってシステムの車両挙動に及ぼす影響を把握し、交通安全効果を検証する。

端地・山本<sup>1)</sup>は、既にプローブカーデータを用いた高速走行抑止システムの効果検証を行っている。分析の結果、平均停止時間及び停止時間を含む平均速度について、制限速度を超過した車両ほど平均停止時間が長くなること、停止時間を含む平均速度は走行速度が速くなっても変わらないこと等のシステムの効果を確認した。また、走行速度の平均値はシステムの実施により減少傾向を示すことも確認した。しかしながら、ここでの結果は、プロー

ブデータ取得期間の問題からシステム導入前後のデータが揃った区間がなかったために、交通環境の類似した区間との地点間比較によるものである。地点間比較では、分析の対象としているシステムの有無以外の要因を完全には除去できないため、分析結果がシステムの有無によるものであると断言することが出来ない。本研究では、システム実施前後の両データの揃う区間が得られた事に着目し、同一対象区間において本システム導入の事前事後比較を行う。すなわち事前事後比較により地点間の異質性によるサンプリングバイアス等を除去した形でシステム効果を評価し、さらなる知見の蓄積を目的とする。

### 2. 高速走行抑止システム及びプローブデータ

#### (1) 高速走行抑止システム

図-1に示すように、本研究で対象とする区間は、名古屋市緑区に位置する諸輪名古屋線星園橋から相原郷までのおよそ3(km)の区間である。本対象区間は国道1号線に近接しており片側2車線の路線で規制速度は50(km/h)である。

高速走行抑止システム(以下システム)の具体的な内容としては、路線の一定区間の上下方向について、信号機のオフセット等の調整により、規制速度以内で走行する車両については信号停止をせずにすむ円滑走行を可能にする。一方で、規制速度を超えて走行する車両(以後

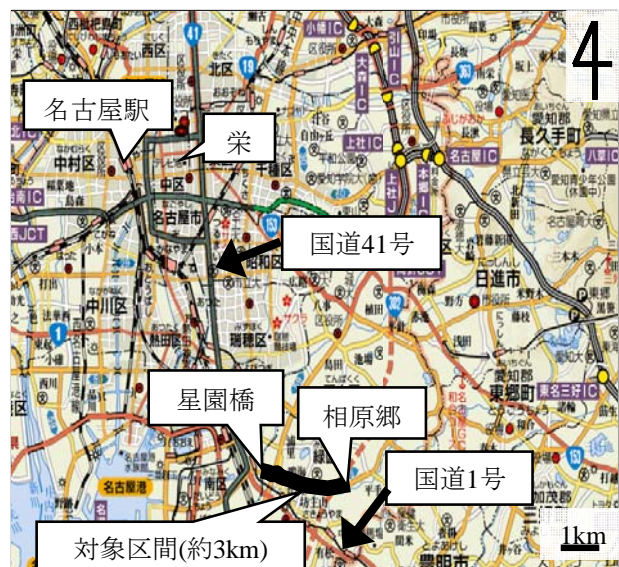


図-1 分析対象区間

\*キーワード: ITS, 交通安全, プローブカー, 系統信号制御

\*\*学生員, 名古屋大学大学院工学研究科

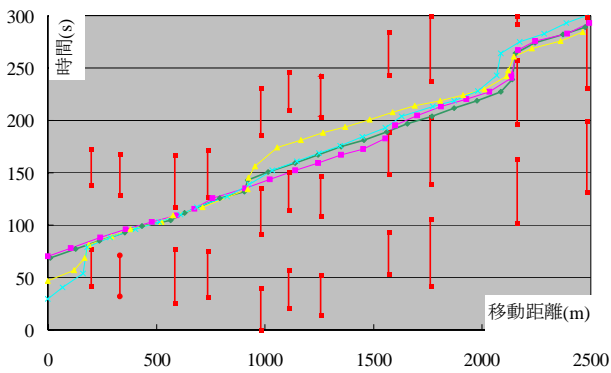
(名古屋市千種区不老町, TEL:052-789-3729,

E-mail: okamoto@trans.civil.nagoya-u.ac.jp)

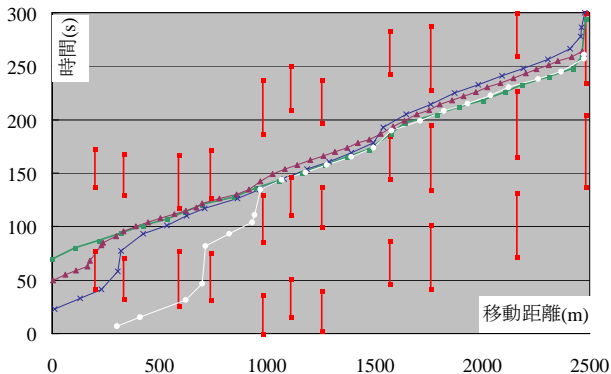
\*\*\*正員, 博(工), 名古屋大学大学院工学研究科

(名古屋市千種区不老町, TEL:052-789-4636,

E-mail: yamamoto@civil.nagoya-u.ac.jp)



(a) 事前



(b) 事後

図-2 スルーバンド及び車両走行軌跡

高速車両と記す) については信号による停止回数を増加させ、路線の実勢速度を抑止するシステムである。

図-2 にシステム導入前後のスルーバンド図及び後述するデータの一部の車両軌跡を示す。図中の上下方向の線は信号が赤の状態を示しており、横方向に伸びている線は車両の挙動を示している。図より、システム導入後においては、およそ 2500m 地点での 1 回の停止のみでスムーズに当該区間を走行している車両がある一方、システム導入前では、このようなスムーズな走行が不可能となる事が予想できる。これは、およそ規制速度 50(km/h) で走行する車両は一定期間信号制御に抑止されることなく走行することが可能になるというシステムの導入効果の一つを示している。

システムの導入による影響としては、信号タイミングの変化によって直接的に発生するものと、運転者が信号タイミングの変化に対応して運転挙動を変更することによって発生するものに大別される。また、いずれの場合にも、システムが対象とする高速車両と規制速度内車両に対しては異なる影響を及ぼす。信号タイミングの変化によって直接的に発生する効果としては以下のようなものが考えられる。

(高速車両について)

- ①停止回数・停止時間の増加
- ②通過速度 (信号停止時間を含め、一定の区間を通過するのに要した時間から計算する速度) の低下

③急加速・急減速の増加

(規制速度内車両について)

④停止回数・停止時間の減少

⑤通過速度の向上

一方で、運転挙動の変更によって発生する効果は以下のようなものが考えられる。

(高速車両について)

⑥運転者が走行速度を低下させることによる高速車両数の減少

⑦高速走行が不可能であることによる他経路への迂回 (全車両について)

⑧走行速度の均一化 (規制速度程度の速度での均一化)

⑨ (⑧による追い越し等の減少に伴う) 急加速・急減速の減少

これらのうち、ほとんどの効果は望ましいものであるが、③および⑦については負の効果であり注意が必要である。

## (2) プローブカーデータ

本研究で用いるプローブカーデータは、名古屋において実施された **Internet ITS** プロジェクトで収集されたデータである。プロジェクトでは、約1,500台のタクシーに GPS 車載機を取り付けており、データ項目は、日時・速度・進行方向・加速度・実車/空車フラグなどである。データの送信は主に発進・停止時、前のデータ送信から 300m 走行、または 550 秒経過後などに行われる (本プロジェクトの詳細については三輪ら<sup>2)</sup> を参照されたい)。本研究では、タクシーの運転挙動の特殊性を出来るだけ排除するため、乗客を乗せている時の車両挙動のみを対象とした分析を行っている。また、分析対象路線区間の一部分を通過しているものの、右左折や乗客の乗降等により、区間を完全に通過していない車両データについては分析から除去している。具体的な評価基準として、前述の車両の平均速度、通過速度、最高速度、停止回数、合計停止時間、平均停止時間 (合計停止時間を停止回数で除したもの)、加速度、減速度などを個々のトリップについて計算し、システム実施前後の変化を観測する。

当該区間において、本システムの導入は 2003 年 8 月 1 日に行われており、プローブカーデータデータが得られた 2002 年 1 月から 3 月、2002 年 10 月から 2003 年 3 月までの 9 ヶ月間のデータを事前データとし、2003 年 10 月から 2004 年 6 月までの 9 ヶ月間のデータを事後データとする。また、事後を 3 ヶ月間ごとに分けて 1 期 (2003 年 10 月から 12 月)、2 期 (2004 年 1 月から 3 月)、3 期 (2004 年 4 月から 6 月) とし、事後データ同士でも比較しシステム導入後の車両の運転挙動の変化も検証する。

表-1 平均速度と停止回数の関係

平均速度 (km/h)		～45	45～50	50～55	55～60	60～
事前	停止回数	2.44	2.35	2.80	2.58	3.13
	サンプル数	119	171	120	38	8
	t 値		-0.72	4.02*	-1.23	1.37
事後	通過速度	1.51	1.68	1.65	1.91	2.40
	サンプル数	67	123	99	33	5
	t 値		1.15	-0.24	1.08	0.91

表-3 平均速度と通過速度の関係

平均速度 (km/h)		～45	45～50	50～55	55～60	60～
事前	通過速度	30.9	33.4	33.6	35.4	34.0
	サンプル数	119	171	120	38	8
	t 値		4.94	0.39	2.07*	-0.68
事後	通過速度	35.5	37.4	40.2	40.1	40.2
	サンプル数	67	123	99	33	5
	t 値		2.48*	3.69*	-0.04	0.01

表-2 停止回数の事前事後比較 (規制速度内車両)

	事前	事後
停止回数 (回)	2.38	1.62
サンプル数	290	190
t 値	8.2*	

表-4 通過速度の事前事後比較 (規制速度内車両)

	事前	事後
通過速度 (km/h)	32.4	36.7
サンプル数	290	190
t 値	-10.0*	

### 3. 分析結果

システム実施対象区間を完全に通過したサンプルが少なく統計的に有意な結果が得られなかったため、ここでは、一部区間を除いた区間を改めて対象区間とした結果を報告する。また、システム作動時夜間 (22時～6時) でサンプル数の多い星園橋から相原郷の向きの結果のみ報告する。以降、2の(1)で表記したシステム効果(①～⑨)に沿って結果を表記する。

#### (1) 停止回数 (①, ④の効果について)

システム導入前後の各平均速度域の停止回数の平均値を表-1に、規制速度内車両の停止回数の平均値を表-2に示す。表-1より、事前では平均速度が規制速度 (50km/h) を超過する車両において、速度が大きい程、単調に停止回数も大きくなる傾向はみられない(①)。一方、事後では有意ではないものの、停止回数が平均速度の増大に伴い単調に大きくなっている。また、表-2より、規制速度内車両について、事後に有意に停止回数が減少していることが確認できる(④)。

#### (2) 通過速度 (②, ⑤の効果について)

システム導入前後の各平均速度域の通過速度の平均値を表-3に、規制速度内車両の通過速度の平均値を表-4に示す。表-3より、事前では平均速度が規制速度 50 (km/h) を超過し高速走行する事が通過速度の増加につながっている。一方、事後には、規制速度を超えて高速走行しても通過速度の増加にはつながっていない(②)。また、表-4から、規制速度内車両について、事後に有意に通過速度が大きくなっていることが確認できる(⑤)。

#### (3) 加速度・減速度 (③, ⑨の効果について)

高速車両及び全車両の最大加速度・最小減速度に関する

表-5 最大加速度と最小減速度

#### (a) 高速車両

	最大加速度		最小減速度	
	事前	事後	事前	事後
サンプル数	166	137	166	137
加速度(G)	0.167	0.186	-0.105	-0.130
t 値	2.94*		3.29*	

#### (b) 全車両

	最大加速度		最小減速度	
	事前	事後	事前	事後
サンプル数	456	327	456	327
加速度(G)	0.152	0.171	-0.119	-0.147
t 値	4.99*		4.88*	

表-6 規制速度超過割合の事前事後比較

	事前	事後
超過割合 (%)	36.4	41.9
カイ二乗検定値	1.53	

検定結果を表-5に示す。表より、高速車両の最大加速度は事後に有意に大きく、最小減速度は有意に小さくなっていることが確認でき、システム導入により高速車両が加減速が大きくならざるをえない状況ができていると考えられる(③)。また、全車両についてみても結果は同様であり、加減速からみた交通安全性は高まっていない(⑤)。ただし、全てのケースにおいてもともと加速度は小さく、急ブレーキや急加速は発生していないと言える。

#### (4) 規制速度超過車割合 (⑥の効果について)

システム導入前後の全車両に占める高速車両の割合を表-6に示す。表より、事前と比べ事後に超過割合が有意に増加したとは考えることはできない。つまり、高速車両の割合は事前事後で統計的には変化がないとみることができると考えられる(⑥)。

表-7 対象区間通過割合

	事前	事後
通過割合 (%)	16.8	16.5
カイ二乗検定値	0.176	

(5) 他経路への迂回 (⑦の効果について)

ここでは、高速走行抑止システムの導入によってドライバーが走行しにくさを感じ、走行経路を変更していないかを検証する。具体的には、本研究対象区間を通過するタクシー車両が客を乗せる乗車位置、客が降りる下車位置を調べ、対象区間を通過するタクシーの客の主要な乗車・下車位置範囲を定める。つまり、対象区間を通過する車両の主要な起終点の位置範囲を指定し、同じ起終点を持つ車両のうち対象区間を通過する車両の割合がシステム導入前後でどのように変化するかを検証する。

対象区間を通過する割合を表-7 に示す。表より高速走行が不可能になったことによる他経路への迂回はないと考えられる (⑦)。

(6) 走行速度 (⑧の効果について)

システム導入前後及び導入後の期毎での個々の車両の平均速度の平均を表-8 に示す。表より有意に平均速度の平均の増減や分散が減少している時期は確認できなかった。すなわち、システムによる平均速度の低下や平均速度のばらつきの減少は確認することができなかった (⑧)。

4. おわりに

本研究では、プローブカーデータを用いて高速走行抑止システムの交通安全効果を検証するため、システム導入前後の車両挙動の変化を分析した。個々の分析項目に関する結果をまとめると以下の通りである (○は有意に確認できた、△は有意ではないが確認できた、×は確認できなかったことを表す)。

(i) 信号タイミングの変化によって発生する効果

(高速車両について)

①停止回数・停止時間の増加・・・・・・・・△

②通過速度 (信号停止時間を含め、一定の区間を通過するのに要した時間から計算する速度) の低下・・・・・・・・○

③急加速・急減速の増加・・・・・・・・○

(規制速度内車両について)

④停止回数・停止時間の減少・・・・・・・・○

⑤通過速度の向上・・・・・・・・○

(ii) 運転挙動の変更によって発生する効果

(高速車両について)

⑥運転者が走行速度を低下させることによる高速車両数の減少・・・・・・・・×

⑦高速走行が不可能になったことによる他経路への迂回・・・・・・・・×  
(全車両について)

⑧走行速度の均一化 (規制速度ぐらゐの速度での均一化)・・・・・・・・×

⑨ (⑧による、追い越し等の減少に伴う) 急加速・急減速の減少・・・・・・・・×

以上の結果より、システムの効果のうち (i) 信号タイミングによって発生する効果は①以外の全てにおいて有意に確認できた。しかし、(ii) 運転挙動の変更によって発生するものはいずれの効果も確認できなかった。これより、本研究対象路線ではドライバーがシステムに対応して運転挙動を変えたということは言えないことがわかる。事後を3期間に分けた分析も行ったが、データ取得時期を本研究期間よりも長くすることによって、ドライバーが学習し運転挙動を変更することも考えられる。高速走行抑止システム導入により期待される効果で得られたのは、規制速度内車両における停止回数の減少、合計停止時間の減少、通過速度の増加である。よって、車両全体の停止回数が減少することは期待されるが、高速車両の停止回数が増加していない結果は期待に反したものである。

本対象区間では、高速走行車両の抑制よりも規制速度内車両の走行円滑化というより一般的な系統信号制御の効果が大きかったとも考えられる。ただし、本研究で用いたプローブデータはタクシー車両のみであり、もともと安全運転技術が一般車両より優れていると考えられるため、円滑化の側面が強調されて観測されたとも考えられる。今後は一般車両を用いた分析により検証を行う必要がある。

謝辞

本研究をすすめるにあたり、愛知県警察本部交通部交通管制課には資料請求等の協力を得た。ここに記して感謝の意を表す。

参考文献

- 1) 端地純平, 山本俊行: プローブカーデータに基づく交通安全施策効果の検証, 第23回交通工学研究発表会論文報告集, pp. 149-152, 2003.
- 2) 三輪富生, 森川高行, 岡田良之: プローブカーデータによるOD表の作成と経路選択行動の分析, 第1回ITSシンポジウム2002 Proceedings, pp. 591-596, 2002.