

現場急行支援システム(FAST)の作動状況と一般交通に及ぼす影響に関する研究*

Current Status of FAST and Schemes for Alleviating Adverse Effect to Nearby Traffic*

松並雄三**・中辻隆***

By Yuzo MATSUNAMI**・Takashi NAKATSUJI***

1. 本研究の背景と目的

(1) 本研究の背景

時一刻を争う救急車両の現場への到着時間(リスポンスタイム)は、増加傾向にある。

このような状況の中、緊急車両のリスポンスタイムを短縮するために、現場急行支援システム(FAST; Fast Emergency Vehicle Preemption Systems)が提案され、いくつかの都道府県で導入された。現場急行支援システムとは、緊急車両の現場への迅速な移動を支援するシステムであり、信号制御や最適な経路誘導(経路誘導は、警察が管轄するパトカーのみ)等を行う。

このシステムによるダイナミックな優先制御は、周辺の交通にも影響を及ぼし、混乱(渋滞、ドライバー困惑等)を引き起こすことが懸念されている。

(2) 本研究の目的

現場急行支援システムは緊急車両の迅速かつ安全な走行の支援を目的とするが、一般車両を無視することはできない。そこで本研究では、FAST 作動時の緊急車両の走行について分析することにより FAST の効果及び作動による一般交通への影響の定量化を行う。また、これらの結果をもとに、現在の FAST の効果を維持もしくは改善しつつ、一般交通への影響が最小限に抑えられる改善策を提案する。

2. 現場急行支援システム(FAST)

(1) 現場急行支援システム(FAST)の概要

現場急行支援システムとは、緊急車両の現場への迅速な移動を支援するシステムである。緊急走行中の車両が光ビーコンの下を通過した際に、車載装置からの個別 ID を受信し、これを交通管制センターに送信する。交通管制センターでは、個別 ID から走行地点や目的地などを判別した上で、

緊急車両が青信号で交差点を通過できるように信号制御を行うとともに、交通渋滞等を避けて最短時間で目的地まで走行できる経路誘導を行う。

また、交差点周辺の歩行者や車両に対して緊急車両の接近の情報を提案する。

このシステムの運用により、緊急車両の現場への早期到着による救命率・検挙率の向上、緊急走行中の交差点での交通事故防止等が期待されている。現在、東京都・千葉県・石川県・岡山県・大阪府・北海道・埼玉県・愛知県で導入されている。

(2) 北海道の FAST 整備状況

北海道での FAST 整備状況は、表.1 に示す通りである。

表.1 FAST 整備路線

区間
清田区清田2条3丁目8～中央区南4西3
白石区本通19丁目～白石区菊水9条1丁目
中央区南30西11～北11西14
中央区南19西11～白石区本通1丁目
中央区北1条東13丁目～北1条西11丁目
中央区北6条西27丁目～西区宮の沢2の4
東区北49条東2丁目～北区篠路10-1
北区北8条西5丁目～北35条西5丁目
北区北8条西11丁目～北8条西5丁目
白石区本通19～厚別区厚別東4-7
中央区南4条西11丁目～南4条西3丁目
北1条西20(東西制御)
北5条西20(東西制御)

(3) FAST の課題

札幌市における FAST 作動のほとんどが救急車によるものであるために、FAST の作動は光ビーコンの受信のみにより行われていることが多い。その結果、緊急車両が通過する数サイクル前から優先制御が始まり必要以上に無駄青が多い、通過後もなお優先制御を行っている、制御交差点を通過しない等の問題が生じることが懸念される。

3. 緊急車両の走行評価

(1) 目的

本研究では、緊急車両の走行状態を分析することにより、FAST の効果を評価する。

(2) 評価方法

走行状態の評価は、速度・加速度により行う。本研究で

*キーワード: 交通管制, ITS

**正員, パシフィックコンサルタンツ(株)
(東京都多摩市関戸1-7-5)

TEL: 042-372-6742, E-mail: yuzou.matsunami@ss.pacific.co.jp

***正員, 工博, 北海道大学大学院工学研究科
(北海道札幌市北区北13条西8丁目,

TEL 011-706-6215, FAX 011-706-6215)

用いる速度・加速度のデータは、消防局の協力により、救急車にGPSを搭載（平成17年12月19日から12月26日）し、得られたものである。

緊急車両には、通常走行・緊急走行があり、通常走行時は一般車両の走行特性とほぼ相違ないと考えられる。そこで、通常走行時と緊急車両走行時の速度・加速度の状況を分析し、その違いを示す。

(3) 分析結果

1) 速度を用いた分析

今回分析を行ったデータは、平成17年12月19日13:43～15:25のデータであり、その速度分布を図.1示す。

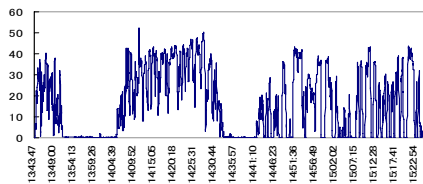


図.1 速度分布

図.1には、2つの長時間の停止が見られる。これは、交通状況によるものでなく、意図な停止であると考えられる。つまり、1つ目は現場到着を表し、2つ目は病院到着を表していると考えられる。地図にプロットされた点からも判断できる。よって、14:40分頃からは、通常走行していると考えられ、速度変化が激しいことも理解できる。次に、緊急車両と通常走行で違いが顕著に現れると考えられる交差点付近について分析を行う。表.2は、これから分析を行う交差点の特徴を表したものであり、図.2は、その交差点を含んだ3分間の走行の平均速度を表している。

表.2 交差点通過時の特徴

No.	時刻	緊急走行	患者	FAST
1	13:46	○	無	-
2	14:09	○	有	-
3	14:15	○	有	○
4	14:22	○	有	○
5	15:05	-	無	-
6	15:08	-	無	-

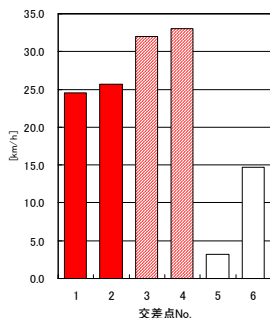


図.2 区間別平均速度

緊急走行時と通常走行時の違いがかなり現れている。また、緊急走行時においてもFASTの有無によっても速度の違いが現れている。また、交差点No.4とNo.5は、場所は

異なるが札幌新道との交差点である。この2地点を比べると、顕著な違いが見られる。この結果は、混雑な道路ほどFASTの効果は大きいことを表している。

2) 加速度を用いた分析

次に加速度を用いて、緊急車両の走行評価を行う。緊急走行時、特に患者を搬送している時は、より安全で迅速な走行が要求される。そのため、FASTを評価する上で安全度を考慮しなくてはならない。そこで、安全な走行を加減速が少なく滑らかな走行と定義し、評価指標とする。

本研究では、(1)で分析した交差点付近での加減速の頻度を考え、走行評価する。

評価方法は、(1)で用いた各区間における加速度のスペクトル解析を行い、加減速の頻度を示す。つまり、スペクトルのピークが高周波側に分布していると、加減速の変化周期が短いことを表し、加減速を頻繁に行う不安定な走行だと言える。

実際に、表.2で表される交差点周辺の走行を用いて、スペクトル解析を行った(図.3)。

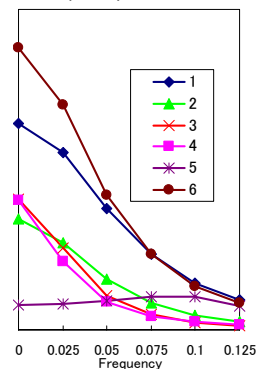


図.3 スペクトル解析結果

交差点No.5を除くと、分布曲線は2つに大別できる。上に凸の曲線と下に凸の曲線である。上に凸の場合、ピーク付近なめらかであり、下に凸の曲線に比べると、高周波成分が多く分布することになり、加減速の頻度が高いことになる。

表.2より、下に凸の曲線を示す走行は、FAST整備路線を走行しているものであることがわかる。この結果は、優先的な信号制御により、交通の流れがスムーズになり無駄な加減速が少なくなったと考えられる。

また、No.5は、札幌新道との交差点であるため、かなりの交通量があることが見込まれる。そのため加減速の頻度は多くなると考えられ、他の曲線と異なり、高周波側にピークが存在している。つまり、この指標は加速度の頻度を表すのに有効である。

(4) FASTを必要とする交差点

以上の結果より、交通量の多い交差点では、速度も激減し、加速度の頻度が多いことがわかり、そのような交差点でFASTの力は最大限に発揮される。

つまり、交通量の多い交差点の FAST 整備は、緊急車両の安全かつ迅速な走行の実現を可能にすると考える。

4. FAST 作動が一般交通に及ぼす影響の定量化

(1) 目的

FAST によるダイナミックな優先制御は、交差側交通に影響を与え、交通量の多い道路では混乱（渋滞、遅滞、オフセットずれ、運転者の精神的・肉体的疲労等）を引き起こすことが懸念されている。FAST は緊急車両の安全かつ迅速な移動の実現に寄与しているが、一般交通が混乱し事故率が増加してしまえば、FAST の意味も半減してしまう。そこで、現状を定量化することにより混乱の原因を模索し、緊急車両移動に支障を与えないことを前提条件に、改善策を検討する。

(2) 定量化の方法

本研究では、車両感知器データ、信号現示等、交通量調査、地理データ等を基にシミュレーションを行い、旅行速度等の評価指数で定量化を行う。本研究はシミュレーションソフトに NETSIM を用いる。

本研究では、石山通り(北 5 条西 11～南 6 条西 11)を中心に周辺のネットワークをモデルとしシミュレーションを行う。

(3) FAST の表現

シミュレーションで、FAST を表現するために表.3 に示す現示をもって FAST 作動とする。

ただし、このネットワーク内の基本サイクルは 135 秒とする。この値は実際のデータを参考に決定した値である。

制御1			
[sec]	Time period		
サイクル	1	2	3
優先方向	135	160	105
継続時間	1780	155	105
[sec]	Time period		
サイクル	4	5	6~16
優先方向	140	135	135
継続時間	105	135	1485

制御2			
[sec]	Time period		
サイクル	1	2	3
優先方向	135	160	150
継続時間	1780	145	105
[sec]	Time period		
サイクル	4	5	6
優先方向	150	160	150
継続時間	105	115	120
[sec]	Time period		
サイクル	7	8	9
優先方向	105	120	110
継続時間	105	110	110
[sec]	Time period		
サイクル	10	11~15	16
優先方向	110	135	275
継続時間	110	135	275

表.3 優先制御例(仮定値)

ここで「制御 1」は、一台の緊急車両による優先制御を表現し、「制御 2」は、複数の緊急車両により、連続して行われる優先制御を表現している。

(4) シミュレーション結果

1) 最終の累積値による分析

ここでは、評価指標に MOVE TIME[vhe/h]と TOTAL TIME[veh/h]の比を用いる。M/T 比が小さいと旅行時間の

半が遅滞状況であることを表している。結果を図.4 に示す。

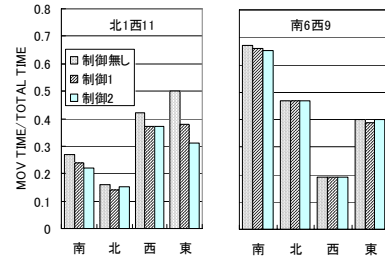


図.4 M/T 比の比較

ダイナミックな優先制御を制御前の状態に戻す間に優先制御された路線を含み周辺交通全体に、遅滞等の混乱を引き起こす可能性があることを示している。また、南 6 西 9 は制御箇所から離れた場所である。こちらでは、制御による影響は受けていないことがわかる。

2) period 別見解

本研究では、最も混乱が生じると懸念されている北 1 条西 11 の交差点をモデルに period 別平均旅行速度を求める。その結果を図.5、図.6 に示す。

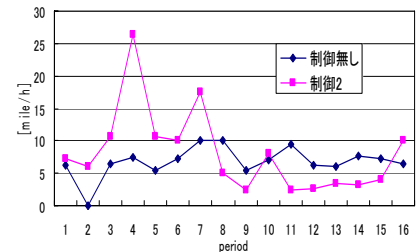
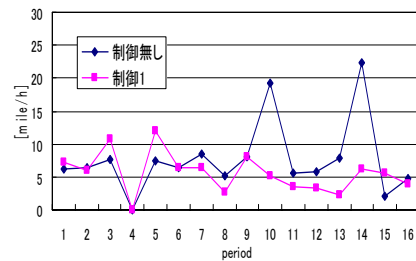


図.5 平均旅行時間[mile/h] (南)

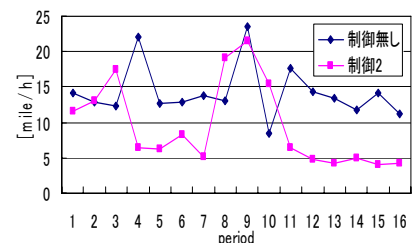
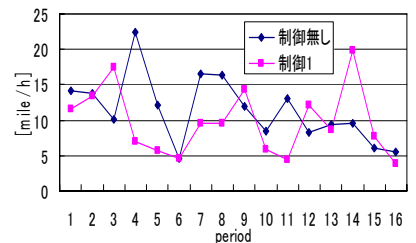


図.6 平均旅行時間[mile/h] (東)

結果を見ると、数箇所エラーと思われる数値 (0, 25[mile/h] 以上等の数値) があるので、その値を除いて分析を行う。

Period 3 で「制御 1・2」とともに平均旅行速度は「制御なし」よりも大きい値を示している。これは、優先制御によりこのリンクの交通の流れがスムーズになったと考えられる。また、この傾向は period 5 まで続いているが、これと似た現象を、以前行った交通量調査時に体験した。優先制御後の数サイクル間優先制御側交通の流れがスムーズになった。つまり、このシミュレーション結果は有効だと考えられる。「制御 2」においては、period 3 で東向きへの優先制御が行われるが、そこでは、先の南向き優先制御の影響が残っているため、「制御無し」よりも大きい値を示している。

次に、交差点への流入方向が東の交通に関して分析を行う。図.5 に比べ、「制御無し」との差が顕著に表れている。「制御 1」では、優先制御で生じた混乱は period 12 付近で解消されたと考えられるが、「制御 2」においては、period 11 からずっと低い値を示したままであり、「制御無し」との違いが顕著に現れている。つまり、制御回数が多いほど周辺交通へ与える影響は大きく、混乱が生じやすくさらには、混乱を是正に要する時間も長くなると考えられる。

5. 優先制御後の処理の検討

優先制御後、どのようにサイクルを戻していけば混乱状態を是正できるかを検討する。ここで、3つの処理方法を提案する。

- (a) 優先制御後、直ちに基本サイクルへ戻す
- (b) 優先制御後、サイクルを延長した分だけ次のサイクルから引く
- (c) 優先制御後、次のサイクルを最小限に短縮し、その後緩やかに基本サイクルに戻す

これらをそれぞれシミュレーションし、遅れ時間を評価値とし分析する(図.7)。「N」は制御を行わない状態を表す。

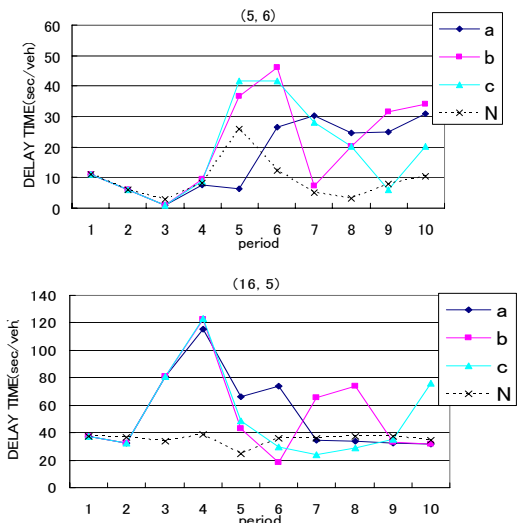


図.7 遅れ時間[sec/veh]

図.7 は、制御交差点を結ぶリンクにおける値である。リンク(5, 6)は緊急車両の通行のために優先制御が行われているリンクであり、一方、リンク(16, 5)はその交差側のリンクである。この図より以下のことが言える。

- (a): オフセットのずれが解消できない
- (b): サイクル修正時にもダイナミックな制御になるため周辺交通へ与える影響も大きい
- (c): 緩やかにサイクルを戻しているため、基本サイクルに戻すまでに数サイクル要するが、交通流は安定する

6. 将来の FAST の改善策

現代の交通社会において緊急車両の意義を保つためには、混乱が生じる恐れはあるが、FAST のようなシステムが必要である。そこで、優先制御後の交通状態をどのように是正するかが今後の課題である。

是正案の 1 つとして挙げられるのが、交通量によりリアルタイムに信号パラメータを変化できる信号制御である。このような信号制御で現在提案されているものには、「MODERATE」、「CARREN」、「UTMS 制御」等がある^{1,2)}。

FAST より生じた混乱を、このような信号制御により是正時間の最短化、さらには混乱の発生を防ぐことができると考える。

7 おわりに

本研究で行った分析は、ほんの一例について行っただけであるため有効性についての議論が行われていない。しかし、本研究で行った分析は、サンプル数を増やし精度を上げることにより、FAST の改善策の模索、今後の FAST 整備路線の選定等に役立つものだと考える。

参考文献

- 1) 真島芳秋: 千葉県における M-MOCS の導入について、月間交通 2004 年 12 月号, pp.33-42, 2004
- 2) 加藤正康: リアルタイム情報に基づく信号制御方式の実証実験について、月間交通, 2004 年 12 月号, pp.26-27, 2004