

# 救急車両の交差点通行時における走行規定要因分析に関する研究\*

## —松山市天山交差点を事例に—

Study on the Analysis of the Regulated Factors of Driving at the Time of Intersection Passing of Emergency Vehicles\*

—The Case Study at the Amayama Intersection in Matsuyama City—

河口尚紀\*\*・二神透\*\*\*・柏谷増男\*\*\*\*・前川聡一\*\*\*\*\*

By Naoki KAWAGUCHI\*\*・Tohru FUTAGAMI\*\*\*・Masuo KASHIWADANI\*\*\*\*・Soichi MAEKAWA\*\*\*\*\*

### 1. はじめに

救急活動において、最も重要なことは、1秒でも早く救急病院へ搬送することである。一方、近年、一般道路で渋滞などによる交通状況の悪化が、救急車両の走行に多大な影響を及ぼしていると言われていた。松山市では、救急指定病院が松山市中心部に集中している。このことより、郊外からの搬送時間が交通量等の影響を受けることが予想される。今回着目する、松山南消防署の近くには、松山ICがあり、広域搬送の出口であることと、交通量が多いと考えられる国道33号線を通り、病院に搬送していることが特徴である。図-1に松山南消防署と救急指定病院の位置関係を示す。

救急搬送に関する既往の研究は、小池、高山、Bartholomewらがやっている。小池ら<sup>1)</sup>は、名古屋市を対象として、地域特性と救急隊(消防署管轄)を対象とした、救急車の走行速度と、路上駐車数、主要道路の割合等の要因について統計的分析を行っている。高山ら<sup>2)</sup>も、金沢市を対象として、各救急隊から3次救急病院までの搬送時間の分布を算定している。しかし、いずれの研究も、限られた搬送記録のイベント時間情報を用いるに留まっている。そのため、走行阻害要因を分析しているが、マクロな平均搬送時間を特性値としているにすぎず、走行動態の分析は不可能である。一方、Bartholomewら<sup>3)</sup>は、救急車両に専任のタイムキーパーを同乗させ、1年間の詳細な、覚知から搬送に至る一連の時間を記録して時間分布を算定している。しかし、走行の規定要因に関する分析は行われていない。

本稿では、救急医療関係者の協力のもと、松山南消防署の救急車に、GPSデバイスとPC、Webカメラ

\*キーワード:交通管理, 救急交通

\*\*学生員, 学士, 愛媛大学大学院理工学研究科

(愛媛県松山市文京町3,

Email:kawaguchi.naoki.05@cee.ehime-u.ac.jp)

\*\*\*正会員, 学博, 愛媛大学総合情報メディアセンター

\*\*\*\*フェロー, 工博, 愛媛大学大学院理工学研究科

\*\*\*\*\*非会員, 医博, 南松山病院 救急医師

を搭載して得られた、GPSデータ、動画データを用いる。それらのデータから、国道33号線で救急車両の走行に対して、最も通行数の多かった天山交差点での救急車両の走行阻害要因を明らかにすることを目的として分析を行う。

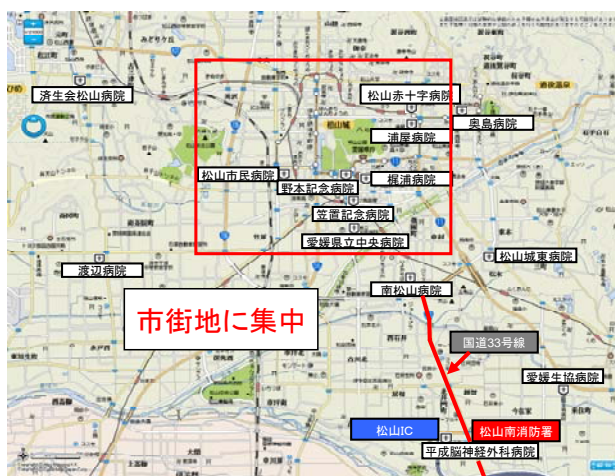


図-1 松山南消防署と救急指定病院

### 2. データ概要とシステム構成

#### (1) データ概要

本研究で用いるデータは、救急医療関係者の協力のもと、2008年12月11日から2009年4月31日までの約5ヶ月間、松山南消防署の救急車にGPSデバイスとPC・Webカメラを搭載し、GPSデータ、動画データを取得した。GPSデータ総数は462件、動画データは334件であった。

動画データがGPSデータに比べ少ないのは、データ取得後にわかったことだが、病院に着いてからの待機時間がかかること、現場での処置時間が長いことがある。その場合は、救急車のエンジンは切り、その時間が長いとPCの電源が落ちてしまう。その結果、データが取れていないということが起きてしまった。そのほかにも、消防署に帰還後に、充電しなかったこと、電源の接触不良があったことにある。GPSは電池でも長期的に稼働可能なため、データが欠落することはほと

んどなかった。

## (2) システム構成

はじめに、上述したデータを得るためのシステムの提案を行った。図-2 にシステム構成の簡易図を示す。

図-2 の左側のシステムは、2008 年 2 月 11 日から 2 月 23 日までの 12 日間にパイロット実験で、GPS・動画データを取得した際に提案したものである。実際、このデータを用いて、区間別の平均搬送速度の分析<sup>4)</sup>が行われている。しかし、そのシステムでは、動画が約 8 時間しか撮れず、昼間の走行状態しかわからないこと、GPS の設定ミス、データ数が GPS で 30 件、動画は 4 件とデータ数が少ないなど問題が多くあり、詳細な走行動態分析ができていない。詳細な分析を行うため、上述した問題点を解決したシステムが必要となった。そこで、図-2 の右側のシステムを提案した。

具体的には、救急車には AC 電源があり、そこから救急車が走行中は、外部電力を得ることが可能である。そこで、GPS と PC・Web カメラを AC 電源につなげることで、データを 24 時間連続で取れ、かつ何日間も継続的にデータを取得できるようなシステムとなった。しかし、エンジンを切ってしまうと電力の供給はされないため、データ取得できない。そこで、GPS の電池と外部電源の切り替えを設定、UPS（無停電電力装置）を用いて、外部電源が断られた状態でも電力を供給できるようにした。このシステムにすることにより、データを毎日取りに行くという手間が省かれ、かつ 24 時間連続で継続的なデータ採取が可能となった。

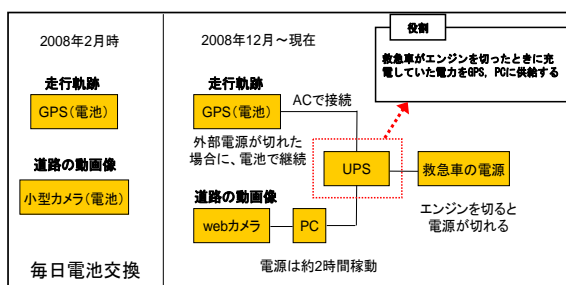


図-2 システム構成

## 3. 救急車両の交差点での走行動態分析

救急指定病院が松山市中心部に集中しており、松山南消防署から出動搬送する場合に、松山市でも交通量が多いと考えられる国道 33 号線を通り、病院に搬送する。今回は、その国道 33 号線で最も走行に影響を与えるといわれている、天山交差点に着目する。この天山交差点は、動画データ 334 件のうち、

この交差点を通行し、救急病院に搬送しているデータは 87 件ある。この交差点を通るデータは、全体の約 26% を占めており、採取したデータに関しては、最もよく通る交差点だといえる。

よって、天山交差点を通行するときの、通過時間と走行阻害について、左折、直進、右折、それぞれに着目して、信号と交差点通過時間の関係と走行阻害になりうる状況について、動画データとともに分析していく。

ここで、交差点の定義を図-3 に示す。交差点は交差点の中心から、緯度経度ともに、中心から 1 秒と決める。つまり、中心から 30m 四方を交差点とする。GPS データは 1 秒ずつ、図-3 のような点で表される。30m の線を超えたデータに関しては、通過時間の修正をしている。

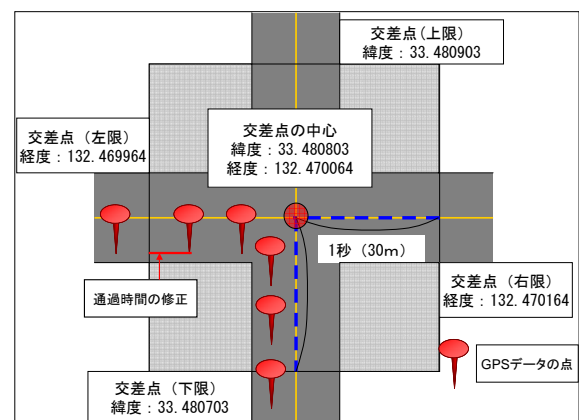


図-3 交差点範囲指定

### (1) 左折に関する分析

図-4 に左折時の赤信号、青信号別交差点通過時間について示す。図の横線はそれぞれの平均時間を示す。赤信号と青信号の平均時間を見てみると、赤信号で 12.6 秒、青信号で 8.8 秒と約 4 秒の差があることがわかる。時間帯別にみると、特に変化が見られるところはない。左折時には、交差点での通過時間と時間帯との関係はないのではないかと考えられる。

次に、赤信号と青信号について個別に見ていく。赤信号では、最も通過時間が長いもので 24.4 秒、最も短いもので 9.0 秒であった。動画データで救急車の走行状態を分析する。表-1 に左折時の交差点走行阻害要因の有無について示す。最も走行に阻害を与えているものに「◎」を、それ以外の走行阻害には「○」をつけている。図-4 の No. と表-1 の番号が、対応している。このように、一般車両の避讓行動が走行に影響を与えていることがわかる。一般車両の進行方向の避讓行動は、救急車がすぐ後ろに来てから、避讓行動をはじめ。さらに、避讓行動を

とるが、うまく避けることができず、救急車が通行できないといった状況になっている。次に、直交方向に関しては、右からの一般車両が、救急車が来ているにも関わらず、止まらないため、左折できない状況になっている。このように、一般車両の避譲行動不足が走行阻害の要因であるといえる。表-1 以外のデータでは、左折したいが、4車線中3車線に車があり、右折専用レーンを通り移動しているもの、そのほかのデータに関しては、やはり、避譲行動不足が多い結果となった。

青信号では、12.3秒が最も長く、5.3秒が最も短かった。動画像データで救急車の走行状態を分析する。青信号でも遅くなっているデータは、車の間を通り左折したため、速度を落としていたが、さらに、自転車が止まらなかった。青信号での左折は、車だけでなく、自転車による走行阻害も考えられる。

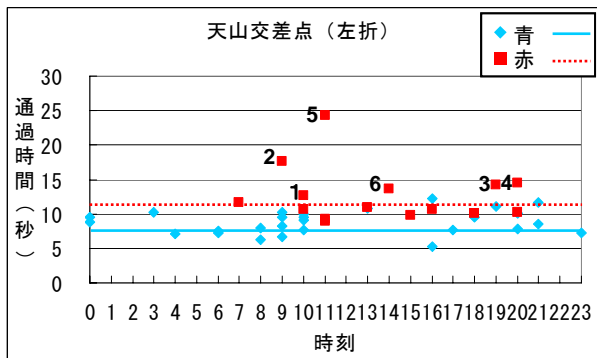


図-4 左折時の信号別通過時間

表-1 左折時の交差点走行阻害要因の例

No.	時間帯	通過時間	赤信号	避譲行動(進行方向)	避譲行動(直交方向)
1	10	12.6	○	◎	x
2	9	17.6	○	x	x
3	19	14.2	○	x	◎
4	20	14.5	○	x	○
5	11	24.4	○	◎	x
6	14	13.7	○	x	◎

(2) 直進に関する分析

図-5 に直進時の赤信号、青信号別交差点通過時間について示す。赤信号と青信号の平均時間を見ると、赤信号で16.4秒、青信号で8.8秒と約8秒の差があることがわかる。直進時は、左折に比べると赤信号では、長くなっており、青信号では、変わらない結果となった。赤信号の場合、直交方向の車に注意する必要があるため、長くなったと考えられる。時間帯別にみると、夕方から、夜にかけて赤信号により、通過時間が長くなる傾向が見える。これは、夕方以降、帰宅者などのため、交通量が多くなる。よって、長くなるのではないかと考えられる。

次に、赤信号と青信号について個別に見ていく。

赤信号では、最も通過時間が長いもので20.529秒、最も短いもので10.611秒であった。動画像データで救急車の走行状態を分析する。表-2 に直進時の交差点走行阻害要因の例について示す。このように、直進時の場合は、直交方向からの車が止まらないために、時間がかかっているものが多いことがわかる。これらから、左右から来る車の行動も、走行に影響を及ぼしていると考えられる。

青信号では10.9秒が最も長く、6.4秒が最も短かった。動画像データで救急車の走行状態を分析する。赤信号から青信号になったばかりで、車が多く止まっており、速度を落として、直進せざるをえなかったデータがあった。

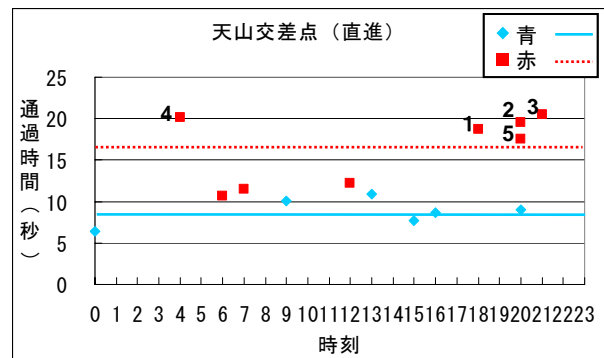


図-5 直進時の信号別通過時間

表-2 直進時の交差点走行阻害要因の例

No.	時間帯	通過時間	赤信号	避譲行動(進行方向)	避譲行動(直交方向)
1	18	18.7	○	x	◎
2	20	19.5	○	x	◎
3	21	20.5	○	x	◎
4	4	20.2	○	x	○
5	20	17.6	○	x	◎

(3) 右折に関する分析

図-6 に直進時の赤信号、青信号別交差点通過時間について示す。赤信号と青信号の平均時間を見ると、赤信号で19.5秒、青信号で13.9秒と約6秒の差があることがわかる。右折する場合は、左折、直進に比べ、赤信号、青信号ともに平均時間が長くなっており、交差点では、右折時が最も通行しづらいつと考えられる。赤信号、青信号ともに、直交方向の車とともに、反対車線の車にも注意する必要があるために、最も通過時間が長くなっていると考えられる。時間帯別にみるが、特に変化のあるところはなく、右折時に関しては、時間帯は影響を与える要因ではないのではないかと考えられる。

次に、赤信号と青信号について個別に見ていく。赤信号では、最も通過時間が長いもので23.479秒、最も短いもので12.208秒であった。動画像データで



救急車の走行状態を分析する。表-3 に直進時の交差点走行阻害要因の例について示す。このように、一般道路の避讓行動による影響があるといえる。最も時間が掛かっているものは、交差点に入る前に、一台車が止まっていたが、すぐ後ろに行くまで、避讓行動をとらなかったこと、さらに、進行方向から見て、左から来る車が止まらないことが重なり、非常に慎重に進まなければならないようになってしまったためであると考えられる。そのほかに、進行方向の道路が車の渋滞により、走行できなくなってしまったため、反対車線に入り、逆走しているデータがある。赤信号時の逆走は、前から来る車が、直交方向からの車のために、一般車両が止まることができず、救急車が速度を落とさなければならないため、通過時間が長くなってしまふと考えられる。これ以外では、右からの車が止まらないといった交通状況も動画データから見ることができた。

青信号では 19.8 秒が最も長く、7.8 秒が最も短かった。動画データで救急車の走行状態を分析する。右折専用のレーンにいたが、前が動かないため、直進専用のレーンから右折を行った。青信号だとしても、右折の場合は、赤信号のように、右折専用のレーンは、一般車両は止まってしまうため、このような走行を行ったと考えられる。

そのほかに、青信号で、反対車線に入り、右折するといった交通状況が見られた。進行方向側の道路が、走行困難であったため、反対車線を走行したと考えられ、その判断の結果、8.4 秒となり、通常と比べても、時間を短縮できていると考えられる。

#### (4) 走行阻害要因のまとめ

左折、直進、右折で分析を行ったが、その中で、最も多かった走行阻害と考えられる現象は、避讓行動不足であった。しかし、その避讓行動不足が起こる原因となるのは、やはり、赤信号という信号指示である。よって、最も救急車の走行に影響を及ぼすのは、信号指示であるといえる。

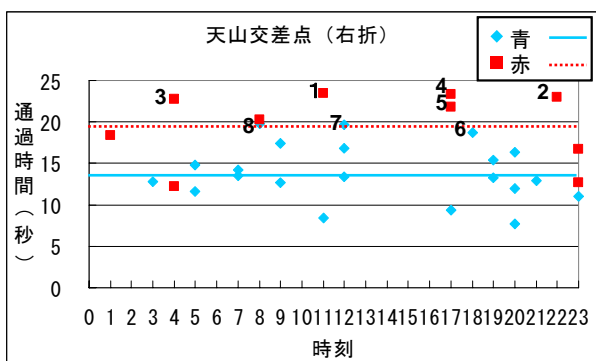


図-6 右折時の信号別通過時間

表-3 右折時の交差点走行阻害要因の例

No.	時間帯	通過時間	赤信号	避讓行動(進行方向)	避讓行動(直交方向)
1	11	23.5	○	○	○
2	22	23.0	○	x	x
3	4	22.8	○	x	x
4	17	23.3	○	○	◎
5	17	21.8	○	◎	◎
6	18	18.7	x	x	x
7	12	19.7	x	x	x
8	8	19.8	x	○	x

#### 4. おわりに

本研究では、松山市の天山交差点を対象として、GPS・動画データを用いて、交差点での走行時間を定量的に示すこと、交差点での走行阻害の明確化を行った。走行阻害として、考えられることは、赤信号という信号指示、一般車両の避讓行動や自転車による影響が挙げられると考えられる。

救急搬送全体を考えると、同じ駆けつけ場所で、同じ病院に搬送していても、全体の搬送時間に違いが出てくると考えられる。今回は、一つの交差点に着目して、分析を行ったが、出勤から病院までの一連の流れの中に、交差点とリンクが多くあるため、それぞれで同様の分析をする必要がある。そこで、今後は、様々な交差点、リンクで動画データの分析とともに、阻害要因の把握に努めたいと考えている。

#### 謝辞

本稿で用いた貴重なデータを採取するために、ご協力頂いた、南松山病院の前川聡一医師、松山市消防局ならびに、松山南消防署の皆様にお礼申し上げます。

#### 参考文献

- 1) 小池則満, 秀島栄三, 山本幸司: 地域特性と救急車の走行速度に関する分析——名古屋市を事例として, 地域学研究 (第 30 卷 1 号), pp.127-140, 1999.
- 2) 高山純一, 田中悠祐, 中山昌一郎: 救急車の走行時間信頼性からみた救急力評価に関する研究—金沢市における三次救急一, 土木計画学研究・論文集 19, pp.237-244, 2002.
- 3) Bartholomew, J.T. et al., Requiring On-line Medical Command for Helicopter Request Prolongs Computer-Modeled Transport Time to the Nearest Trauma Center, Prehospital and Disaster Medicine, Vol.11, No.4, pp.35-38, 1996.
- 4) 二神透, 柏谷増男, 前川聡一: 救急処理表と GPS・動画データ分析による救急車両の走行状態に関する基礎的研究, 土木計画学研究・講演集, Vol138, CD-ROM 4 ページ, 2008.