

# 松山市における救急走行阻害要因の分析に関する研究

Study on factor analysis of the transportation inhibition of ambulances in Matsuyama City

二神透\*, 宮本拓史\*\*, 渡部正康\*\*\*, 前川聡一\*\*\*\*

Tohru Futagami, Hiroshi Miyamoto, Masayasu Watanabe, Souichi Maekawa

\*学博, 愛媛大学准教授, 総合情報メディアセンター (〒790-8577 松山市文京町3)

\*\*学士 愛媛大学大学院理工学研究科, 環境建設工学専攻 (〒790-8577 松山市文京町3)

\*\*\*学士 愛媛大学技術職員, 工学部 (〒790-8577 松山市文京町3)

\*\*\*\*医博 愛媛大学非常勤講師, 医学部 (〒791-0204 東温市志津川)

We conducted the questionnaire survey about the transportation inhibition to the ambulances drivers for the purpose of specification of the factors. From the questionnaire result, the main transportation inhibition, and its crossing and link which occur frequently have been pinpointed. Next, in order to grasp those detailed characteristics, the dynamic data of the emergency vehicles which we extracted was analyzed. In the questionnaire, a red signal at crossing, traffic congestion, and giving way action of common vehicles became clear as a major inhibition factor. On the other hand, as a result of analyzing the dynamic data of emergency vehicles, unsuitable giving way action of common vehicles was seldom seen. Furthermore, as a result of totaling a prevention factor according to a link and a crossing, the point showed that the characteristic of a prevention factor had a big difference.

*Key Words: Emergency transportation inhibition, Questionnaire, GPS and video analysis*

キーワード: 救急搬送阻害, アンケート調査, GPS・動画像採取, GPS・動画像解析

## 1. はじめに

救急活動において重要な事柄の1つとして、一刻も早く患者を病院へ搬送することが挙げられる。しかし、近年、交通量の増加などに伴い、交通状況の悪化が救急車両の走行に影響を与えているといわれている。その結果、救急車両の走行時間が増大するといった問題が発生している。以上より、救急車両の走行に影響を与える阻害要因の明確化や、その解消法を提案することが必要であると考えられる。これまで、救急車の走行阻害に関する研究がいくつかなされている。小池ら<sup>1)</sup>は、名古屋市を例に挙げ、救急車の走行速度と地域特性の関連性について指摘している。これは、アンケート調査と搬送記録により、救急車の走行阻害を抽出し、ゾーン毎の分析を行ったものである。ここでは、リンクや交差点に関する分析は行われていない。南部ら<sup>2)</sup>は、2008年総務省

消防庁において実施された、金沢市の一ヶ月間の救急車両のプロブデータと、一般車両のプロブデータを用いて、昼間、夜間の両車両の走行特性を分析している。これは、交差点間のリンク走行速度の分析であり、具体的な救急走行阻害に関する分析は行われていない。二神ら<sup>3)</sup>は、救急阻害要因分析のために、救急車両にGPSとビデオカメラを搭載し、救急車両の動的データを採取し、それらの動的データを分析するためのシステムを構築している。この研究によって、救急車両の動的データが採取されたが、分析には至っていない。

2009年1月、救急医療関係者と松山消防署の方々の協力により、救急ドライバーに対し、救急走行に関するアンケート調査を行った。本研究では、この結果をもとに、救急ドライバーの観点から見た走行阻害要因の明確化と、場所の特定を行い、二神ら<sup>3)</sup>が2008年12月から2009年4月までに、同じく救急医療関係者と松山南消防署の

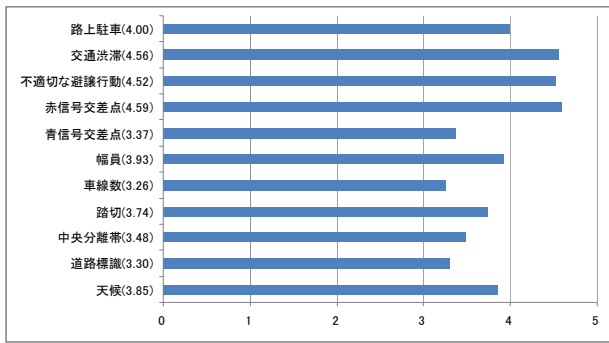


図-1 道路状況に関する質問の回答



図-3 松山市全体で回答のあった交差点・リンク

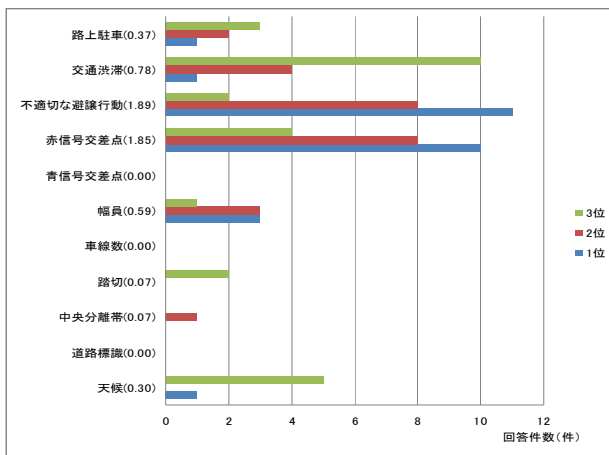


図-2 気になる道路状況に関する質問の回答



図-4 松山市中心部で回答のあった交差点・リンク

協力により得た救急車のGPS・動画データの詳細な分析を進めることによって、救急走行の妨げとなっている要因を明らかにすることを目的とする。

## 2. 救急ドライバーへのアンケートについて

### 2.1 アンケート概要

アンケートは松山市消防局の救急ドライバーを対象として実施した。2009年11月、アンケートの実施にさきがけて、松山市消防局中央消防署署長にアンケートの草案を提出し、アンケートの了承を得た。また、その際にアンケート内容について意見を仰いだ。後日、松山中央消防署、警防課職員に、松山市内各署へのアンケートの配布・回収を依頼した。

結果として、27名の救急ドライバーからの回答が得られた。救急ドライバーの全数は48名であり、回収率は56%であった。27名の所属は、中央消防署7名、東消防署6名、西消防署6名、南消防署6名、所属不明2名である。

アンケートの内容は3つの項目にわかれている。1つ目の項目は、救急走行時における道路状況に関して、救急隊員の意見を取得することを目的としている。2つ目の項目では、救急ドライバーに救急走行時に交通状態が

気になる交差点やリンクを松山市のネットワーク上に印していただいた。この結果から、走行阻害が頻出する場所の特定と、走行阻害要因を特定する。3つ目の項目は、救急搬送時の患者の状態に着目し、救急走行時に速度を落とす要因となる患者の容態、疾患、背景について、救急走行時の処置・治療についてなど、医療の観点から見た走行阻害要因の特定を目的とする。

これらのアンケートから、走行阻害要因が二つに分類できる。一つは、救急ドライバーの意思に関係なく走行速度を下げる原因となる走行阻害要因である。この走行阻害要因の多くは、一つ目と二つ目の項目に対応すると考えられる。もう一つは、救急ドライバーの意思により、走行速度を下げる原因となる走行阻害要因である。これは、患者の症状や患者への処置により、救急ドライバーが意図して走行速度を下げていることがあると考えられるため、走行阻害として考慮する必要がある。

### 2.2 アンケート結果

#### (1) 道路状況に関するアンケート

救急走行時の道路状況に関する質問について、「非常に気になる；5」から「全く気にならない；1」までの5

段階で回答していただいた。これらの質問とその回答を図-1 に示す。右横の ( ) 内は回答の平均点である。また、道路状況に関する 11 の質問の中で特に気になるものの上位 3 つに順位をつけて頂き、コメント欄を設け、意見を頂いた。その結果を図-2 に示す。各走行阻害要因の右横の ( ) 内は各順位より算出した平均点（1 位なら 3 点，2 位なら 2 点，3 位なら 1 点）である。

図-1 から、赤信号交差点への進入，交通渋滞，不適切な避讓行動（一般車両が緊急車両に道を譲る行為）などが走行阻害だと認識されていることがわかる。さらに，図-2 からは不適切な避讓行動，赤信号交差点への進入が特に気になる要因であることがわかる。この 2 つの走行阻害に対する救急隊のコメントとして，女性・高齢者による不適切な避讓行動が目につくこと，赤信号に進入する場合，交差する車線を走行する一般車両が停止せず，救急走行阻害要因となっていることなどが多くみられた。

### (2) 交差点・リンクに関するアンケート

アンケートの結果，気になる交差点・リンクについて，120 個（箇所による重複あり）の回答が得られた。その内，“交差点・リンクで，どのような走行阻害要因が気になるか”という問について，105 件のコメントを得た。

回答が得られた交差点・リンクを地図上に記した結果を図-3 と図-4 に示す。図-3 は，松山市全体で回答のあった交差点・リンクを示している。図-4 は，中心部を拡大したものである。濃く小さい円は交差点，直線及び薄い円は道路リンクを表している。

交差点右横の ( ) 内はその交差点に対するコメント数である。リンクについてのコメントは，必ずしもリンク上の同じ箇所に対して述べているとは言えないため，リンクに対するコメント数は省略する。それぞれの図をみると R11, R33, R56 などの国道や環状線といった車線数が多く，道幅の広い道路が選ばれていることがわかる。また，その道路上の交差点が選ばれているケースも多い。これは，交通量の多さや，中央分離帯などが阻害要因となっていることが考えられる。しかし，それとは反対に中心繁華街や建物が密集している地域など，道幅が狭い道路もいくつか挙げられている。このような地域では，歩行者や路上駐車などが阻害要因となっていると考えられる。

### (3) 患者の症状・処置に関するアンケート

この項目では，救急走行時に速度を落とす要因となる患者の症状・処置についての質問を儲けている。「非常に気になる；5」から「全く気にならない；1」までの 5 段階で回答を得た。

患者の容態についての質問の集計結果を図-5 に示す。

( ) 内の数は各質問の平均点を示す。これをみると，嘔吐の値が高いことがわかる。「非常に気になる」と「気になる」とを合わせると全体の約 78% であり，患者に嘔吐

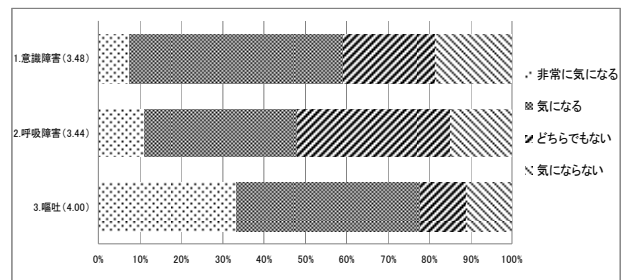


図-5 患者の容態に関する質問の回答

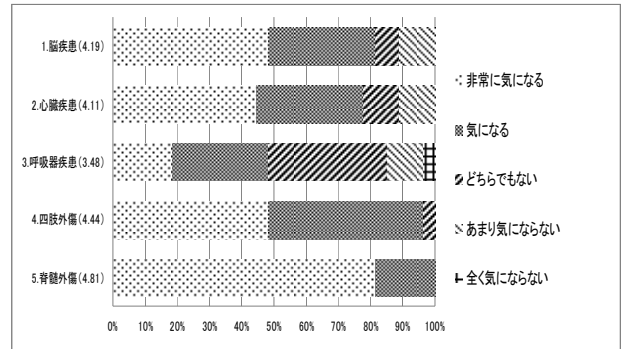


図-6 患者の疾患に関する質問の回答

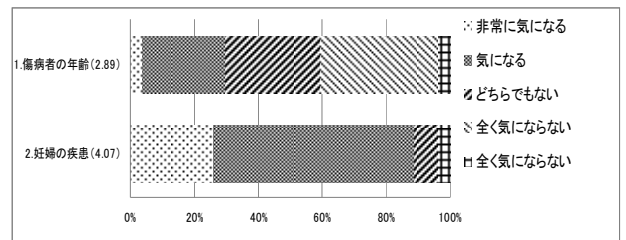


図-7 患者の背景に関する質問の回答

の気がある場合，特に走行速度に気を配っていることがわかる。

患者の疾患についての質問の集計結果を図-6 に示す。

( ) 内の数は各質問の平均点を示す。この結果から，3. 呼吸器疾患以外はどれも高い数値を示していることがわかる。特に，5. 脊髄外傷は「非常に気になる」のみで全体の 80% 以上を占め，また，「気になる」も合わせると 100% となることから，患者が脊髄外傷のときに特に走行速度に気を配っていることがわかる。患者の背景に関する質問の集計結果を図-7 に示す。( ) 内の数は各質問の平均点を示す。この結果から，傷病者の年齢はあまり関係なく，妊婦の疾患の場合が，より走行速度に影響を与えていることがわかる。また，「気になる」，「非常に気になる」を選んだ場合の妊娠週数を前期，中期，後期でコメントしていただいた結果，前期 4 件，中期 1 件，後期 5 件，前期～中期 1 件，中期～後期 2 件，すべて 1 件，あとは程度に関係なしであった。

## 3. 動的データの採取

本章では、実際の救急走行を記録するための、データ採取システムについて述べる。

救急走行の動的データを採取するために、松山南消防署の協力を得て、同署の救急車両に GPS と Web カメラ、そして PC を搭載した。このデータの取得日は、2008 年 12 月 11 日から 2009 年 4 月 31 日のおよそ 4 ヶ月間である。

図-8 にシステム構成、図-9 にその様子を示す。このシステムは、長期的に連続したデータを取得出来る様になっている。救急車には AC 電源がある。これは、出動時にはその電源を用いて、救急車内にある様々な器具を取り扱い、また消防署に帰還した後は、常に充電している状態となっている。この AC 電源に着目し、システムを構築した。

GPS は、電源供給用のケーブルを用いて、AC 電源より電力を供給することで 24 時間稼働することが可能である。しかし、救急車が出動中にエンジンを切ってしまうと、GPS へ電力が供給されなくなってしまう。それを回避するために、UPS (無停電電源装置) を取り付けた。これにより、5~10 分と短い時間ではあるが、電力の供給が止まったとしてもシステムを動かすことが可能となった。また、GPS の記録方法を時間、記録間隔を 1 秒とすることにより、1 秒ごとの詳細な救急車の動きを見ることが出来る。さらに、一秒間毎の走行距離から、記録間隔毎の走行速度を求めることができる。

動画データは、PC と Web カメラを用いて取得する。Web カメラで撮ったデータは、PC の外付けハードディスクに保存する。保存を可能にするためにフリーソフト「Debut Video Capture Software」を用いる。このソフトで保存ができる一つの動画 (AVI ファイル) は、最長で 2 時間となっているが、レコーディングの設定を行うことにより 24 時間連続で保存することが可能となる。また、動画データ 1 日分の容量は約 3 GB であり、今回使用したハードディスクの容量は 30GB と 74.5GB であるため、最低でも 10 日間はデータを保存することができる。

以上のシステムにより、2008 年 12 月 11 日から 2009 年 4 月 31 日までの動画と、GPS データが得られた。

図-9 に示す地図上の赤線は GPS により取得できた走行軌跡である。また、右上部に示す画像は救急車両に搭載したビデオカメラの画像である。GPS とビデオカメラ (Web カメラ) は、それぞれ左右の画像に示す様に取り付けた。

図-10 は、松山南消防署と救急指定病院の配置関係を示している。得られた GPS・動画データには、救急病院以外にも搬送しているデータや、システムの不備によって、GPS データと動画データが対になっていないデータもあった。得られた動画データと GPS データの内、各救急病院へ搬送しているデータで、かつ動画データと GPS データが対になっているものは 280 件であった。

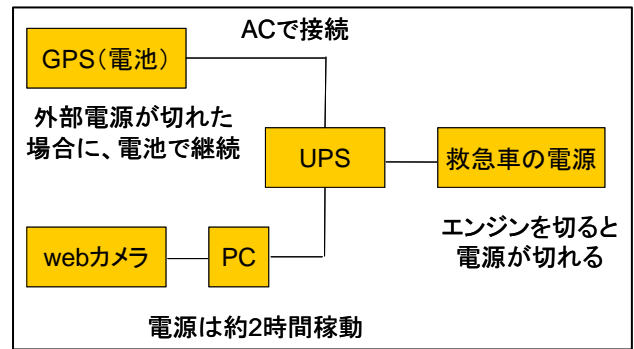


図-8 GPS・動画取得システム構成

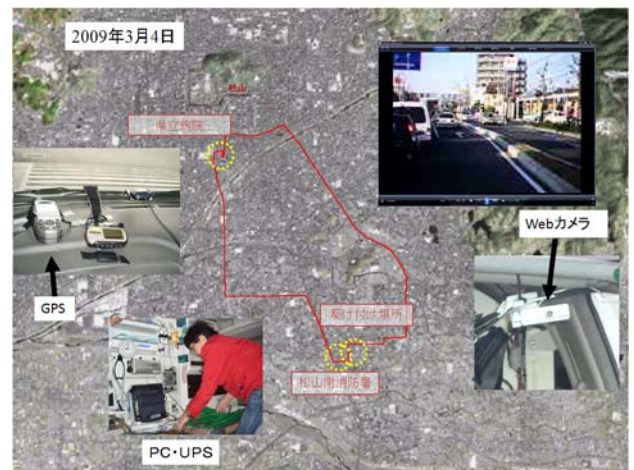


図-9 救急車両の機器実装と走行軌跡・動画画像



図-10 松山南消防署と救急病院の配置

#### 4. アンケート結果を用いた動的データの分析

第二章では救急ドライバーへのアンケートにより、救急走行阻害要因の特定、また、その阻害の起こる箇所を得た。第三章では救急車両の動的データ採取方法について述べた。

本章では、アンケート結果をもとに、動的データの分析を行う。アンケートでは、患者の症状に関わる項目を設けたが、今回採取した動的データには、患者の症状に



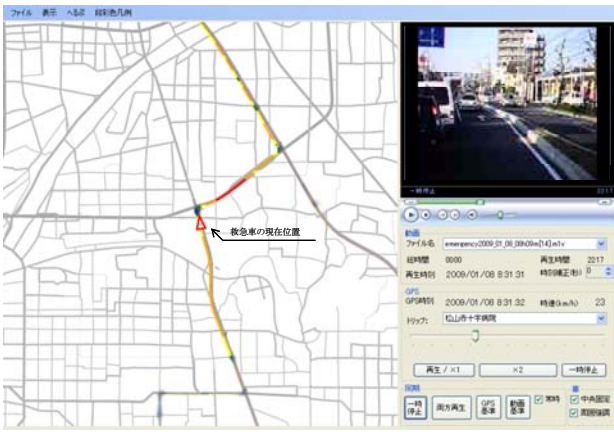


図-11 救急走行動態再現システムの様子

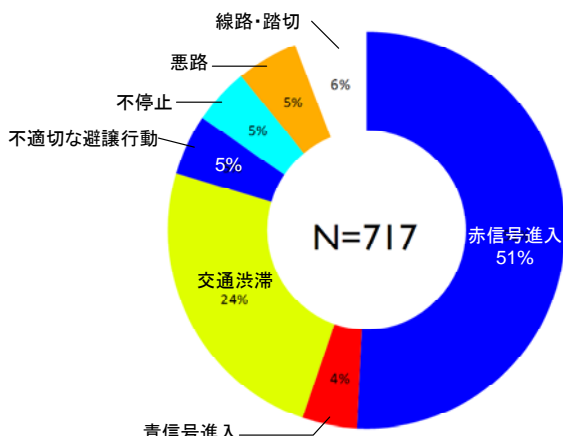


図-12 GPS・動画像データ分析結果

関するデータは含まれていない。この患者の症状による走行阻害は、救急ドライバーの判断により、走行速度を変化させていることが原因と考えられるが、ここでは、救急ドライバーの判断によらない、アンケート項目の一番目と二番目に対応する走行阻害について、動的データの分析を行う。ここでは、走行速度が時速20km以下の地点で、かつアンケート調査の結果より得られた走行阻害が頻出する地点を中心に分析を行った。

図-11に、分析に使用した救急走行動態再現システムの様子を示す。このシステムでは、地図上にGPSの軌跡が表示され、同時刻の動画像がGPSに同期して、右側上部に表示される。また、軌跡を時速10km毎に五段階に分けて表示することができる。その下部には、搬送先病院名と、走行中の時刻が示されている。さらに、一時停止をした地点はその停止時間の長さに応じて、赤色の濃淡で示される。停止時間が長くなると、赤色はより濃く表示される。図-11の左側にGPSによる救急車の軌跡が表示されている。集計の結果、280件のデータより、717箇所の地点で走行阻害が確認された。結果を図-12に示す。これをみると、全体の51%を赤信号交差点への進入が占めていることから、救急搬送における速度低下は信号に左右されると考えられる。また、交通渋滞が全体の24%

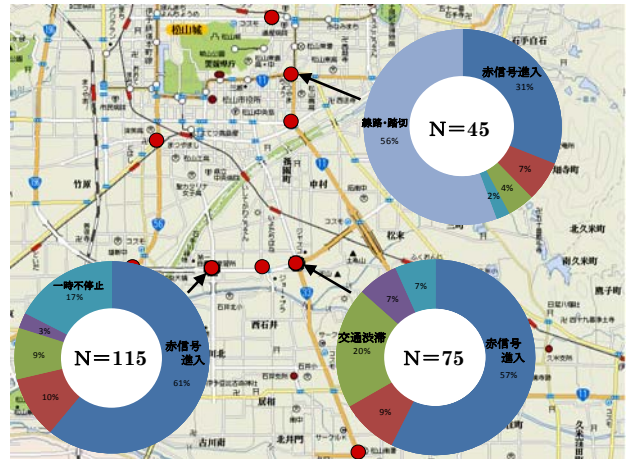


図-13 交差点別集計結果

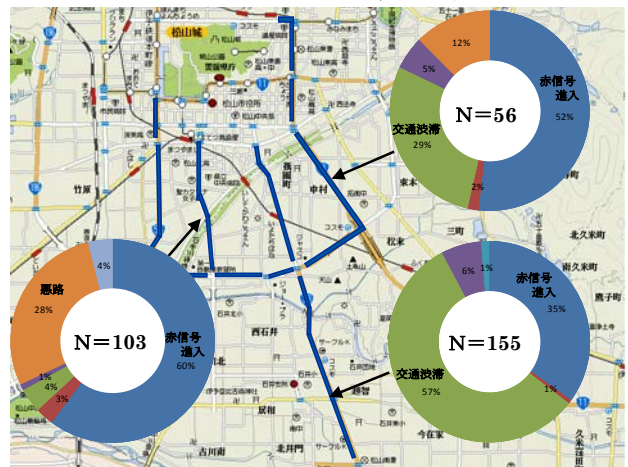


図-14 リンク別集計結果

を占めている。

赤信号と交通渋滞が阻害要因全体の75%を占めていることから、救急走行には、一般車両による阻害ではなく、道路状況がより影響を及ぼしているといえる。

アンケート結果と比較すると、図-2で示した、気になる道路状況について、一番気になると回答された件数が最多であった“不適切な避讓行動”は採取された動的データの5%にとどまった。しかし、次に一番気になると回答された件数が多かった“赤信号進入”が動的データの走行阻害の51%を占めている。これは、救急ドライバーの意識と実際の走行阻害にずれがあることを示している。

次に交差点別、リンク別の分析を行う。ここでは特徴的であった3つの交差点・リンクについて述べる。

交差点での阻害の集計結果を図-13に示す。図上部の交差点を見ると、線路・踏切による阻害が56%を占めていることがわかる。この交差点は市内電車が通過しているため、電車の通過時や、線路での揺れによって救急車両が速度を落としている。図下部の二つの交差点についてみると、赤信号進入による阻害が両者とも過半数をしめている。しかし、図左側の交差点に注目すると、一時不停止が次に多く、右側の交差点に注目すると、交通渋滞が次に多いことが分かる。このように、走行阻害要因

は、交差点毎に特性があるといえる。

リンクでの阻害の集計結果を図-14に示す。図右上部のリンクを見ると、赤信号進入による阻害が52%を占めていることがわかる。次に多い阻害として、交通渋滞が29%を占めている。また、図下部のリンクでは、交通渋滞による阻害が57%を占めている。したがって、これらのリンクは交通量が多いため、赤信号進入・交通渋滞による阻害が多く発生していると予想される。最後に図左部のリンクを見ると、赤信号進入による阻害が60%を占めているが、一方で、他のリンクではあまり見られなかった、悪路による阻害が次点で、28%を占めている。このように、リンクについても、交差点と同様にリンク毎に阻害に特性があるといえる。

最後に、アンケート時に回答を頂いたコメントと、動的データの対応を確認する。ここでは、多く見られた二つのコメントについて述べる。まず、女性・高齢者の不適切な避讓行動については、不適切な避讓行動をする車両は見られたが、ドライバーの様子を確認することは出来なかった。これは、動画像の粗さのためである。次に、赤信号に進入する場合、交差する車線を走行する一般車両が停止せず、救急走行阻害要因となっている場面は、動画像データ中に多く見られた。図-15にその1例を示す。これは、救急車両に搭載したビデオカメラにより撮影された画像である。見えにくいですが、信号機の表示は赤である。救急車両が交差点に侵入しようとしているにもかかわらず、交差する車線の車両は停止せず、走行の阻害となっていることが分かる。

## 5. おわりに

本研究では、松山市の救急ドライバーへのアンケートにより、救急走行阻害要因と箇所の特定制定を行った。さらに、救急車の動的データを用い、特定された阻害要因がどの程度救急走行の阻害となっているのか分析を行った。

アンケート調査からは、救急ドライバーが気にしている走行阻害と、走行阻害の発生が気になる箇所が得られたが、動的データと比較すると必ずしも救急ドライバーが気にしている走行阻害が実際に多く発生しているわけではないことがわかった。

救急車の動的データからは、赤信号と交通渋滞といった道路状況が走行阻害要因として影響を与えていることが分かった。改善策として、救急車が交差点へ進入する際に信号を制御することが挙げられる。この手段としてFASTの導入が考えられるが、現在、松山市では導入されていない。さらに、交差点・リンク毎に分析を行うと、交差点・リンク毎に阻害要因に特性があることが分かった。これは、交差点・リンクがそれぞれ異なった環境にあるため、その環境が交差点・リンク毎に異なった走行阻害要因の特性を与えているといえる。

今後の課題として、今回のアンケートで得られた患者



図-15 赤信号での一般車両による走行阻害の様子

の症状に関する分析が必要である。アンケートによれば、患者の症状によって、救急走行速度に違いがあることが分かる。これは、今回の分析により得られた赤信号や交通渋滞による阻害とは異なり、取り除くことはできない。したがって、患者の症状別に分析をする必要があることを示唆している。現在、採取した救急車の動的データに加え、患者それぞれの症状を含むデータ採取を松山市消防局に交渉中である。今回採取した救急車の動的データは、松山南消防署のもののみであり、松山市全域をカバーしていない。そこで、松山市の他の消防署についても動的データを採取する必要がある。

今回の研究では救急車の走行阻害の要因と、その件数に着目して分析を行ったが、救急搬送においては所要時間が重要な指標となるため、走行阻害要因毎の所要時間に与える影響を考慮する必要がある。

さらには、各交差点・リンク毎に走行阻害要因の特性を考慮した走行速度・通過所要時間を与えることで、救急車の走行モデルの作成が可能であると考えられる。

最後に、本研究で利用したアンケートならびに救急車両の動的データの収集に協力頂いた、竹村様、救急搬送士の方々に、心より御礼申し上げます。

## 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—, 域学研究 (第30巻1号), PP.127~140, 1999.
- 2) 南部繁樹, 吉田傑, 赤羽弘和: プローブデータの分析に基づく救急車への緊急走行支援方策の検討, IATSS Review, Vol.34, No.3, PP.55~62, 2009.
- 3) 二神透, 門脇玄治, 渡部正康, 木俣昇, 前川総一: 救急走行阻害要因分析のためのGPS・動画像解析システムの開発と適用, 情報利用技術シンポジウム, Vol.35, 8頁, 2010. (投稿中)

(2010年8月6日受付)