

# GPS・動画データを用いた救急車両の走行動態分析\*

## Dynamic Analysis of The Emergency Vehicle using GPS and Video Data \*

河口尚紀\*\*・門脇玄治\*\*\*・二神透\*\*\*\*・渡部正康\*\*\*\*\*・前川聡————\*\*\*\*\*

By Naoki KAWAGUTI\*\*・Genji KADOWAKI\*\*\*・Tohru HUTAGAMI\*\*\*\*

Masayasu WATANABE\*\*\*\*\*・Souiti MAEKAWA\*\*\*\*\*

### 1. はじめに

近年、一般道路における交通渋滞などの交通事情の悪化が救急走行に多大な影響を与えているといわれる。救急医療の観点より、救急患者を一秒でも早く救急病院へ搬送することが救命率を上げることに繋がる。そのため、一般道路上における救急走行の妨げとなる要因（以下、走行阻害要因とする）を明らかにし、阻害の引き起こされる地点ごとに具体的な対策を講じる必要がある。

救急搬送に関する研究は、現在に至るまで数多く行われている。高山ら<sup>1)</sup>は、金沢市を対象として、各救急隊の搬送記録から三次救急病院までの時間分布を算定している。しかし、データの制約上、救急車の走行速度を平均時間として仮定することしかできず、救急車の詳細な走行動態の分析は、行われていない。

救急搬送の阻害に関する研究としては、名古屋市を対象として小池ら<sup>2)</sup>によって行われている。小池らは、救急車の搬送記録と、救急ドライバーに対するアンケート調査の結果をもとに分析を行っている。しかし、搬送記録からは搬送経路が特定できないため、ゾーン毎の分析に留まっている。

南部ら<sup>3)</sup>は、救急プローブデータに関する研究を行っている。2008年総務省消防庁において実施された、金沢市の1カ月間の救急車プローブデータと、一般車両の走行データをインターネット上のフローティングデータを用いている。それぞれ同じ期間のデータを取得し、統合分析を行っている。これらのデータにマップマッチングを行い、昼間・夜間の両車両の走行特性を分析している。しかし、交差点間のリンク走行速度の分析であり、具体的な阻害要因に関する分析は行われていない。

門脇ら<sup>4)</sup>は、松山市における救急車のプローブデータ

\*キーワード：救急搬送阻害、プローブデータ

\*\*学生員、学士、愛媛大学理工学研究科環境建設工学専攻

\*\*\*学生員、学士、愛媛大学理工学研究科環境建設工学専攻

\*\*\*\*正会員、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，

Tel 089-927-9837, E-mail: futagami@dpc.chime-u.ac.jp)

\*\*\*\*\*非会員、学士、愛媛大学環境建設工学科技術職員

\*\*\*\*\*非会員、医博、愛媛大学医学部非常勤講師

を用いた、一般道路ネットワーク上における走行阻害の分析を行っている。しかし、分析に適用した道路リンクの範囲が広く、マクロな分析に留まっている。

本研究では、小池ら<sup>2)</sup>と同じくアンケート調査を行い、走行阻害要因を推定する。アンケートの項目は、消防署に対しヒアリング調査を行い、小池ら<sup>2)</sup>とは異なる内容となっている。推定された阻害要因の詳細を分析するために、著者らは、GPSによるプローブデータと、交通状況・走行阻害要因の抽出を目的とした動画データを採取する必要があると考えた。そのために、共同研究者の救急医療医師・前川の協力のもとで、当時の松山南消防署長の許可を得て、救急車にWebカメラ・GPSを搭載し、パイロット実験を経て、データ採取システムを構成し、4か月半強の間、救急車の実走行データを松山市で採取した。本研究では、得られたGPSデータと、動画データとを連動させた視覚解析システムを用いて、救急車の実走行時における走行の妨げとなる要因を明らかにし、要因の起こる各地点における具体的な改善策の提示を目的としている。

### 2. 松山市における救急走行データ

#### (1) GPS・動画データの採取

著者らは、2008年1月に松山南消防署において、パイロット実験として12日間、救急車両のGPS・動画データの取得を依頼し、快諾を得た。パイロット実験の際は、小型カメラとGPSを搭載するだけで、駆動時間は電池に依存するものであった。パイロット実験の結果、データは採取できたものの、分析に用いるにはデータの総数が少ない結果となった。これは電池による電力の供給時間の短さが理由である。この問題を解決するために、著者らは、救急車のAC電源に着目したシステムを構築した。図-1は、システムの機器構成である。このシステムを構築するにあたって、電池駆動でしか動作しない小型カメラをWebカメラに変更した。また、撮影した動画を長期保存するために、外付けハードディスクを搭載したPCを接続した。このシステムを用いて、2008年12月11日から2009年4月31日までの4か月半強の期間、本実験を行った。

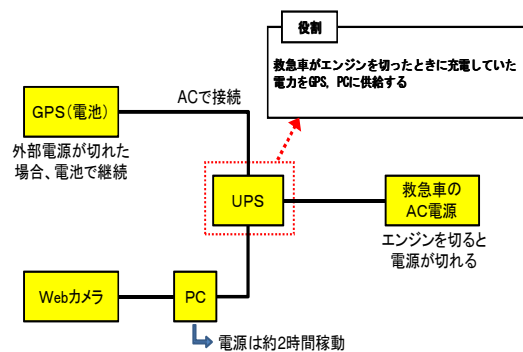


図-1 GPS・動画画像データ取得システムの機器構成

## (2) 救急走行動態再現システム

GPS・動画画像データの分析を行うにあたり、愛媛大学工学部技術職員である渡部の協力のもと、図-2に示すシステムを作成した。画面左にGPS、右上に動画を再生し、右下のコントロールパネルで操作する。このシステムの特徴は、GPSデータと動画画像データを連動させ、同時に再生することにより、救急車の走行動態の詳細を確認することが容易となっている。また、GPSデータより速度を算出し、速度によりGPSの軌跡を5段階で色分け表示することにより、速度の変化を視覚的に判断しやすくなっている。このシステムを用いて救急車の詳細な走行動態を分析する。

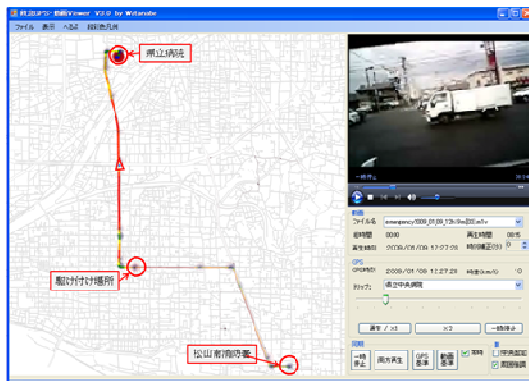


図-2 救急走行動態システム

## 3. 走行動態分析

### (1) アンケート調査による救急隊の意識調査

著者らは、2009年12月に松山消防に所属する救急ドライバー27名に対しアンケート調査を行い、走行阻害要因に関して救急隊員の意見を聴取した。項目として

- (a) 走行速度に影響を与える道路状態のアンケート
- (b) 走行阻害頻出地点の情報に関するアンケート
- (c) 救急医療に関するアンケート

を設けた。

- (a) については、救急走行の妨げとなる要因（以下、

走行阻害要因とする)をあらかじめ11項目指定して、「非常に気になる:5」から「全く気にならない:1」までの5段階評価を行う。結果を図-3に示す。各項目右()内は平均点である。これを見ると、赤信号交差点への進入や交通渋滞、不適切な避讓行動などが、走行阻害要因だと認識されていることがわかる。

調査項目は異なるが、小池ら<sup>2)</sup>もアンケート調査による阻害要因の推定を行った。小池ら<sup>2)</sup>の結果では路上駐車に対する意識が高く、次に交通渋滞、不適切な避讓行動と続いた。著者の結果と比較すると、上位に来る阻害は違う結果となっていることがわかる。これは、小池ら<sup>2)</sup>が結論で述べているように、地域による違いが表れているからだと考えられる。

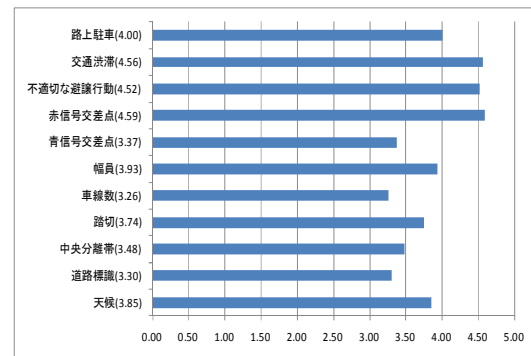


図-3 道路状態に関するアンケート結果

(b) は、松山市道路ネットワーク上における、走行阻害要因頻出地点の地点情報を地図上に明記したものである。結果を図-4に示す。図-4は松山市の中心市街地の拡大図である。赤い円は交差点、青い線・円は、道路リンクを表している。合計で105件の地点情報が得ら



図-4 走行阻害頻出地点情報

れた。なお、この105件は地点の数ではなく、各地点に対する阻害要因に関する記述の合計である。そのうち、

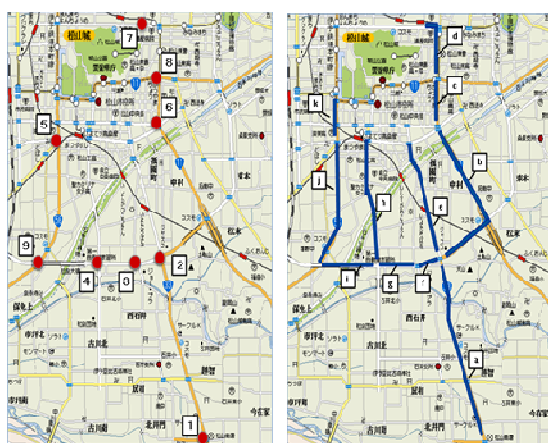
47件が交通渋滞頻出地点に関する記述であった。

(c) については、前川医師の協力のもと、走行速度に影響を与えると考えられる患者の症状や状態、走行中の処置などを項目として、実際にどれだけの影響を与えているのかを調査した。しかし、本研究では、まだこの結果を活用していないため、今後の課題としてこのアンケートに触れたいと考える。

## (2) GPS・動画画像データを用いた走行阻害要因分析

得られたGPS・動画画像データを出動から帰署までに編集した結果、280件のデータが得られた。このデータを全て確認することは困難であると判断し、今回は救急車の走行速度が20km以下の地点で、かつ3章(1)のアンケート調査の結果より得られた9ヶ所の主要交差点、11ヶ所の道路リンクにおいて、走行阻害が頻出する地点の確認を行った。各交差点、道路リンクの地点情報を図-5に示す。その結果、280件のデータより、717箇所(重複あり)の地点で走行阻害が確認された。結果を図-6に示す。これをみると、全体の約5割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ことが考えられる。改善策としては、救急車が交差点へ進入する際に、進行方向の信号を強制的に青に制御するシステム、FASTが挙げられる。

また、交通渋滞が全体の約4分の1となっていることから、交通状態の改善も迅速な救急搬送には必要であると考えられる。本稿の枚数の関係上、各交差点、道路リンクごとの結果は省略させていただく。



主要交差点(9箇所) 道路リンク(11箇所)  
図-5 分析に用いた交差点、道路リンク情報

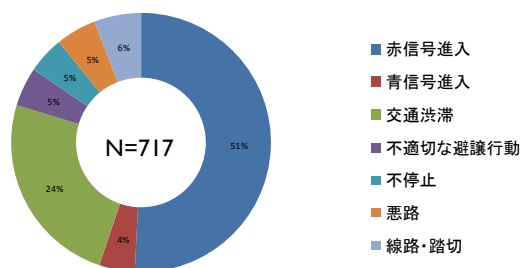


図-6 GPS・動画画像データ分析結果

## 4. リンク内走行時間分析

3章より、各地点での走行阻害要因の特定を行った結果として、救急走行時の多くは、赤信号交差点への進入によって速度低下が引き起こされていることがわかった。しかし、この結果を導く過程で2つの問題点が明らかとなった。1つ目は、救急車には、消防署を出動して現場へ駆け付ける駆け付けモードと、現場で患者を収容して、病院へ搬送する搬送モードの2種類があり、それぞれ異なった走行形態をしていることがわかった。2つ目は、今回の分析で指標として用いた図-5の道路リンクは、アンケート調査に基づいて定めていたが、それぞれのリンク内には信号交差点が存在しているため、詳細なリンクの分析が行えていないことである。

そこで、著者らは、今回分析に用いたプローブデータ上の信号交差点を、全てピックアップして、各交差点間の走行時間に着目した分析を行った。具体的には、交差点や病院の緯度経度を調べ、ExcelのVBAを用いて、リンク内走行時間の算出を行った。今回は、例として、図-7に示す交差点番号12から交差点番号6までのリンクに着目して、走行時間分析を行った。

着目したリンクを通過した件数は156件あり、そのうち駆け付けモードが96件、搬送モード60件となっている。それぞれのモードのリンク内走行時間とその通過時刻との関係を図-8、図-9に示す。どちらのモードも夜間では、安定した走行を行っていることがわかる。しかし、昼間はどちらもばらついた走行となっている。また、それぞれの平均走行時間と標準偏差の比較を表-1に示す。表-1から、駆け付けモードに比べ、搬送モードの方が、走行時間が長くなり、かつ、ばらつきが大きくなっていることがわかる。この原因として、搬送時は患者が乗っており、その症状によって速度を落として搬送していることが挙げられる。

今回は、リンク内走行時間を算出したが、今後、患者の症例データを得ることと、動画画像を用いてリンク内の走行阻害を詳細に分析する予定である。

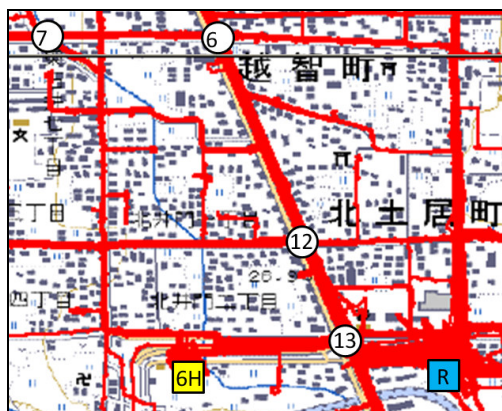


図-7 着目したリンク

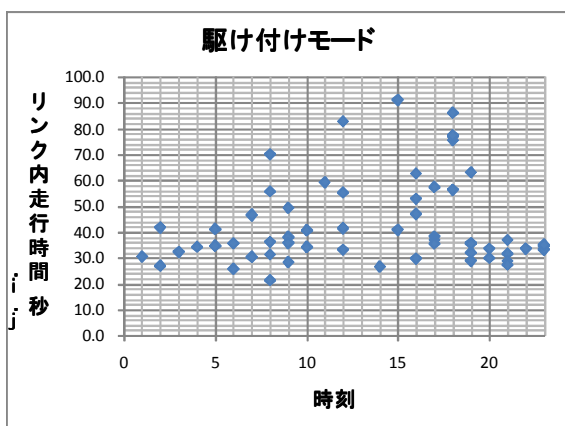


図-8 駆け付けモード時間帯別走行時間分布図

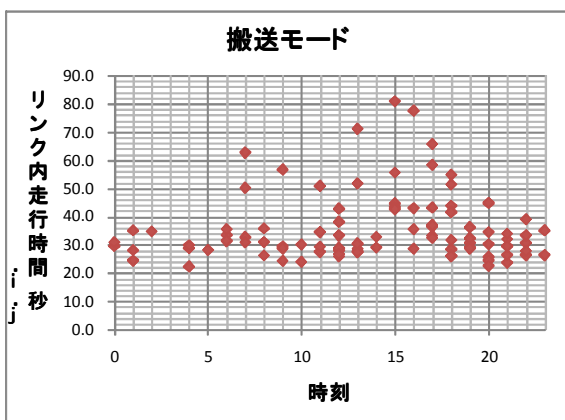


図-9 搬送モード時間帯別走行時間分布図

表-1 各モードの平均走行時間と標準偏差の比較

|         | 走行時間(秒) | 標準偏差 |
|---------|---------|------|
| 駆け付けモード | 35.7    | 11.9 |
| 搬送モード   | 42.3    | 16.7 |

## 5. 終わりに

本稿では、救急ドライバーに対するアンケート調査の結果をもとに、阻害要因を推定し、GPS・動画像データを用いて松山市の一般道路における走行阻害要因の明確化を行った。さらに、交差点や道路リンクにおいて、どのような走行阻害が引き起こされているのかを明らかにすることで、各地点における特性を把握し、改善すべき走行阻害を示すことができた。また、ひとつのリンクではあるが、駆け付け・搬送モードに分けた走行時間の分析を行い、それぞれのモードで異なる走行形態をとっていることを示した。しかし、4章でも述べたように搬送モードでは、患者の症状によって走行に影響を与えることが考えられる。そこで、今回用いなかった3章(1)の(c)救急医療に関するアンケートの結果を活用すべきである。具体的には、今回分析に用いたGPS・動画像データに対応する搬送記録を入手して、搬送時の患者の症状を把握する。そして、患者の症状によって救急にどれだけの影響を与えているかを分析していきたいと考えている。

最後に、本研究を進める上で貴重な資料の提供をいただいた、松山南消防署の方々、ならびに松山消防の救急隊の方々、に心より御礼を申し上げます。そして、ヒアリングに協力いただいた、南松山病院の前川総一医師、ならびに松山中央消防署署長竹村様に心より御礼を申し上げます。

## 参考文献

- 1) 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—、土木計画学研究・論文集 19, pp.237-244, 2002.
- 2) 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巻1号)、PP.127~140、1999.
- 3) 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.
- 4) 門脇玄治、二神透、河口尚紀、渡部正康：松山市の救急駆け付け搬送阻害要因の分析、平成二十二年度土木学会四国支部 第十六回技術研究発表会講演概要集 (CD-ROM、IV-18)