

Short Report

救急車の出場データに関する統計分析

稲川敬介¹¹ 秋田県立大学システム科学技術学部経営システム工学科

本研究では、実際に観測された救急車の出場データを集計し、救急車の出場データの統計的な分析をおこなう。救急車の出場件数の分析では、出場件数を月別や時間別に分類することにより、時間と出場件数の関係を見る。次に、対応時間の分析をおこなう。ここで、対応時間とは、救急車の呼出し電話が入ってから救急車が呼出し現場に到着するまでの時間である。救急車のシステムにおいて、対応時間は、救命率にも関係すると言われている重要な指標である。この分析では、分単位の階級を持つ対応時間のヒストグラムが与えられる。このヒストグラムにより、各分数で救急車に対応される頻度が示される。同時に、累積分布では、ある時間以内に対応できる頻度の和が得られる。最後に、救急車の移動速度の分析では、各時間帯における移動速度の変化を視覚的に見る。このように実際の救急車の出場データの分析結果を提示する事により、多くの応用研究に対する基礎情報を提供することを目的とする。

キーワード：救命、救急自動車、統計、データ分析

本研究では、ある市における4年分の救急車の出場データのデータ分析をおこなう。2009年から2012年の4年間、42万3867件分のデータを集計し、そこから得られる知見について議論する。

出場件数のデータ分析

はじめに2009年から2012年までの各月の救急車の出場件数をみる。ここで出場件数とは、救急車が呼出された現場で何らかの処置をおこなったかどうかにかかわらず、呼出されて現場に移動した件数である。図1は4年間の月別出場件数である。年の変化に注目すると、ほとんどの月において出場件数が年々増加している傾向がわかる。実際、年間総数では毎年5%程度の増加を続けており、2009年から2012年の年間出場件数は1.17倍に増加している。

次に、月別の変化に注目すると、毎年7月と8月、1月と12月の出場件数が多いことが見てとれる。救急車の呼出し件数は、気温や天候がある程度関係し

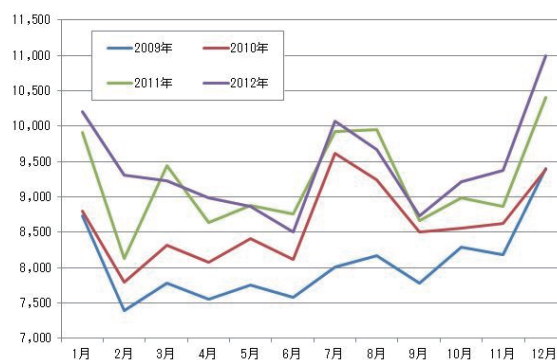


図1 月別出場件数の推移（4年間）

ていて、夏季の暑さや冬季の寒さによるものではないかとうかがえる。ただし、本研究のデータには病状に関する項目は含まれていないため、具体的な内容まではわからない。しかしながら、件数に関する分析は可能であるので、例として2011年の毎日の出場件数の推移を図2に示す。上下のばらつきが激しい図であるが、6月末から7月初めにかけて急激に出場件数が増加している様子が見られる。他の年についても、2009年以外はこのような変化を起こす時期が見られることを確認している。よって、7月の出



図2 2011年の年間出場件数の推移

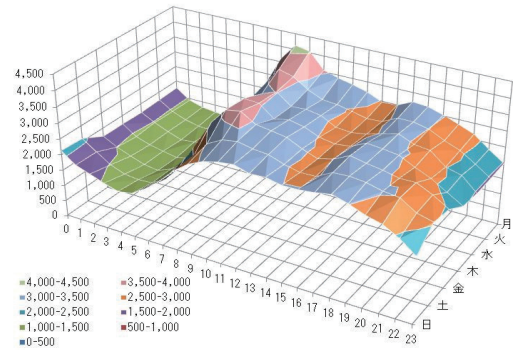


図4 曜日・時間別の出場件数（4年間）

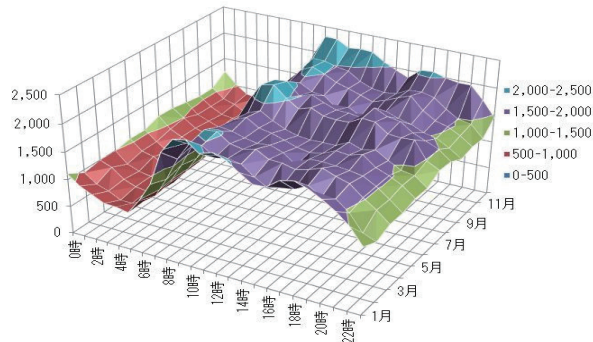


図3 月・時間別の出場件数（4年間）

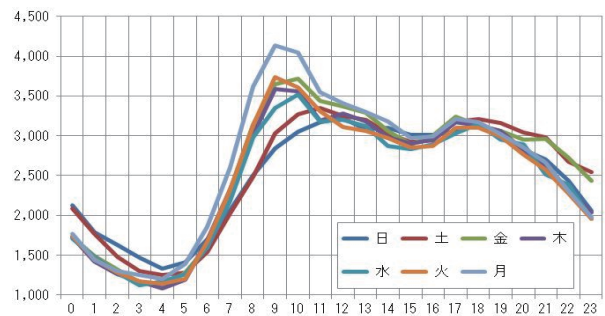


図5 時間別の出場件数の差（4年間）

出場件数が毎年高いのは、梅雨明け頃から始まる暑さによる影響があるのかもしれない。また、8月13日頃と12月末にも出場件数の集中的な増加がみられる。これは、気温の変化と共に、日本の歴史的な年間行事（お盆とお正月）も影響しているかもしれない。日々の変化については、気温と共に、お祭りやイベントの開催も影響している可能性がある。

図1をもう一度見直すと、他の年と比べて、2011年は3月の出場件数が多いことがわかる。そこで、図2の3月を見ると、3月11日から20日程度までの出場件数とその前後と比べて高いことがわかる。2011年の他にこのような顕著な変化が見られる年はないので、この市においても東日本大震災の影響が10日程度続いたのかもしれない。

時間別の出場件数

次に、救急車の呼出しがどのような時間帯に発生するのかを見るために、月・時間別の出場件数を図3に示す。この図では、奥行きと横軸でそれぞれ月と時間を表し、縦軸は出場件数である。また、この図では2009年から2012年の4年間すべての出場件数を含めている。

この図を見ると、7月と8月、1月と12月の出場件数が多いことは図1と一致しているが、日中の出場件数と、未明から明け方（0時から6時）にかけての出場件数には大きな差があることがわかる。この差は大きく、日中の出場件数は夜間のおよそ2倍に相当する。また、7月と8月、1月と12月の9時から11時の間は、特に出場件数が多い状況もわかる。さらに、9時から11時の間と共に、17時と18時の出場件数も比較的多めであることがわかる。この時間帯の出場件数の多さには、住民の通勤等が影響しているのかもしれない。

さらに、図4は、週の曜日と時間別に出場件数を分類した図である。この図において、奥行きと横軸は曜日と時間であり、縦軸は出場件数である。この図は比較的滑らかな曲線で構成されているが、曜日と時間における出場件数の変化がはっきりと見てとれる。まず、時間の軸に注目すると、図3と同様に、日中の出場件数と、未明から明け方（0時から6時）にかけての出場件数に大きな差があることがわかる。また、図4で最も出場件数が多いのは、月曜の昼前（9時と10時）の時間帯である。これは、週末に病院が開いていないことと関係があるのかもしれない。

さらに、月曜に限らず、昼前（9時と10時）の時間帯は出場件数が多いが、この状況は平日に起こる現象であり、週末（土日）には起きていないこともわかる。代わりに、週末の0時台の出場件数は、平日の出場件数よりもわずかに多い状況も見てとれる。図4における曜日の差を明確にするため、同じ図を2次元の折れ線グラフにしたものが図5である。横軸は0時から23時までの時間であり、縦軸は出場件数である。これを見ると、7時から10時までの間は、曜日によってかなりのばらつきがあることがわかる。また、金曜と土曜の21時から23時までと、その翌日である土曜と日曜の0時から3時までの出場件数は、それ以外の平日の出場件数より多めであることがわかる。その一方で、12時から20時の間や4時から6時の間は曜日による差がほとんど見られないこともわかる。

対応時間のデータ分析

次に、対応時間に関する分析をおこなう。対応時間とは、救急車の呼出しの電話を受けてから、実際に救急車が呼出し現場に到着するまでの時間である。この呼び方は国内外の論文（Berman, 1885；稲川, 2009）で使われるものであり、救急の現場では現場到着時間（あるいは短縮して現着時間）と呼ばれる。本研究で分析するデータでは、指令時刻（呼出し電話を受けた時刻）と現着時刻（呼出し現場に到着した時刻）が分単位で記録されているので、この差を対応時間として計算する。また、移動中や病院等から急行した場合のデータは除外し、呼び出しを受けたときに救急車が配置署で待機中である場合のデータのみを対象とし、基盤となる救急車の配置署からの対応時間を分析する。

対応時間は、迅速な救命活動にとって重要な要素のひとつであるが、近年、全国的に遅延（増加）する傾向にあり、問題視されている。この市の対応時間の平均は6.3分であり、不偏分散は6.0である。尚、2012年の対応時間の全国平均は8.3分である（総務消防庁, 2015）。

図6は、2009年から2012年までの間の全時間帯の対応時間の分布である。横軸は対応時間（分）で

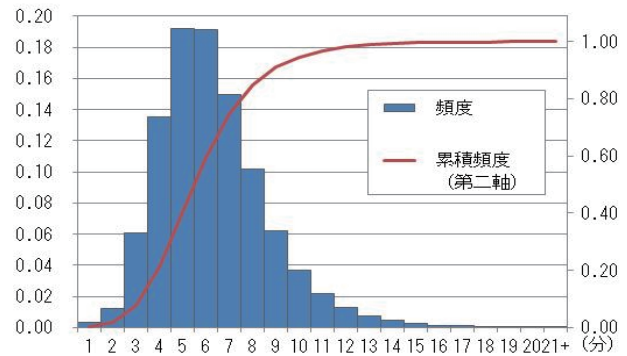


図6 対応時間のヒストグラム

あり、棒グラフの縦軸は頻度である。横軸の最後の21+は、21分以上の件数の頻度を表している。

また、折れ線グラフは累積頻度であり、右側の縦軸で数値を示す。これを見ると、対応時間の最頻値は5分であるが、6分の場合とほとんど差はない。対応時間が5分か6分である割合は、全体のおよそ4割にのぼる。累積分布をみると、対応時間が5分未満である割合は約21%であり、8分未満である割合は約75%である。また、対応時間が10分を超える場合が10%程度あることもわかる。

時間別の対応時間

次に、時間帯や曜日によって対応時間に違いがあるかを見る。図7は、曜日と時間別に集計した対応時間である。横軸は0時から23時までの時間であり、奥行き軸は曜日を表す。縦軸は、その曜日と時間の対応時間を分類し、平均を取った値である。この図は、滑らかとは言えない図であるが、図4との類似点も見てとれる。まず、図4において呼出し件数が最も多いのは月曜日の9時であり、対応時間の平均値が最長なのは月曜日の10時である。月曜の午前中の近い時間帯にピークがあることは共通点のひとつである。これは、月曜日の9時台に呼出しが多く発生し、最も近い救急車が出場中であるために、その次の呼出しには2番目以降に近い救急車に対応し、対応時間が遅延している可能性もある。このように考えると、平日の10時台は基本的に対応時間が長く、水曜日のみわずかに短い所は、図4の出場件数と同様の傾向である。また、夕方の17時と18時の出場件数が増える時間帯には、対応時間も遅延する傾向にある。よって、出場件数の多さと対応時間の遅延にはある程度関係があるのかもしれない。

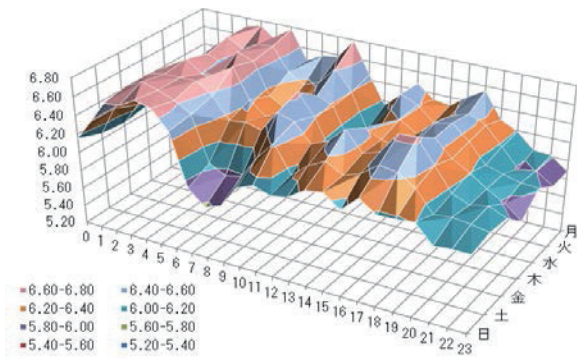


図7 曜日・時間別の対応時間

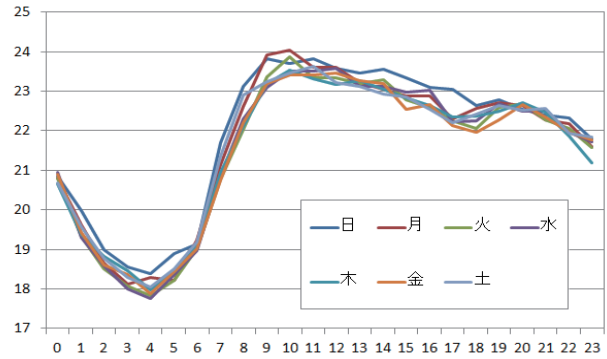


図8 曜日・時間別の移動速度

一方、図4と図7には決定的な違いもある。それは未明から明け方（0時から6時）にかけての時間帯である。この時間帯は出場件数が少ない時間帯であるが、対応時間は総じて長い傾向にあるので、先の議論とは異なる状況が考えられる。これについては消防署員の方に直接ヒアリングしたところ、未明から明け方の時間帯は救急隊員の仮眠時間帯であるため、呼出しを受けてから実際の出場までの時間がかかっているであろうということであった。その他にも、図7では、週末の朝方（8時頃）の対応時間が短いことや、金曜の17時と18時台には対応時間が遅延する傾向があることも興味深い。週末の朝方は呼出し件数が少なく、かつ、交通量もおそらく少ないことが関係しているであろうと予想できる。一方、金曜日の17時と18時台は交通量が多く交通渋滞が関係しているとも考えられる。

移動速度について

次に、救急車の移動速度について分析する。本研究の出場データには、出場現場距離という項目が100m単位で記録されているので、出場現場距離を対応時間で割り、60を掛けて移動速度（km/時）を計算する。出場現場距離は、救急車が現場に到着するまでに移動した距離である。また、対応時間と同様に、配置署以外からの出場の場合のデータは除外する。図8は、曜日・時間別に移動速度を集計し、それぞれの平均を時間別につないだ折れ線グラフである。横軸は時間であり、縦軸は移動速度（km/時）である。この図を見ると、移動速度は曜日による変化が少ないことが見てとれる。ただし、時間による変化は大きく、4時前後の移動速度と日中の移動速

度には5km/時程度の差があることがわかる。また、ほとんどすべての曜日に共通して、10時ごろの速度が最も速く、次第にゆっくりと速度が落ちてゆく様子が見てとれる。減速する状況は、交通量の増加によって引き起こされるのかもしれない。

おわりに

本研究では、実際の救急データのデータ分析をおこない、一般的に言われている救急システムの状況について、具体的に示した。このような分析を基盤とした、さまざまな応用研究の発展を期待する。

文献

Oded Berman, Richard C. Larson and Samuel S. Chiu (1885). Optimal Server Location on a Network Operating as an M/G/1 Queue. *Operations Research*, Vol.33, 746-770.

稲川敬介 (2009) .「救急車の適正配備における台数と場所の効果について」『オペレーションズ・リサーチ』54 (7) 408-413.

総務省消防庁 (2015年5月アクセス) .「平成26年版消防白書」, <http://www.fdma.go.jp/concern/publication/index.html>.

〔平成27年6月30日受付〕
〔平成27年7月31日受理〕

Statistical Analysis of Ambulance Activity Data

Keisuke Inakawa¹

¹ *Department of Management Science and Engineering, Faculty of Systems Science and Technology, Akita Prefectural University*

In this study, we statistically analyze actual ambulance activity data. Firstly, in the analysis of the number of calls for ambulances, we show a relation between the time and the number of calls by classifying the calls into monthly and hourly frequencies. Second, we analyze the response times using a histogram. Here, the response time is defined to be the time duration from ambulance call to ambulance arrival. This cumulative distribution maps out the minute-resolved ambulance response times to each site. Finally, by analyzing the travel times, we determine the travel speed, and can visualize the dependency of the travel speed on the time of day. Discussions based on the analysis of time-resolved ambulance responses during varying call frequencies may provide fundamental information for various optimization applications.

Keywords: life-saving, ambulance, statistics, data analysis