

搬送記録・プローブデータを用いた救急病院運用計画の評価に関する研究*

Study on Evaluation of The Emergency Hospital Employment Plan Using Conveyance Record and Probe Data *

宮本拓史**・二神透***・前川聡一****

By Hiroshi MIYAMOTO**・Toru FUTAGAMI***・Soichi MAEKAWA****

1. はじめに

救急医療サービスとは、住民全てが受けることのできる公共サービスである。また、患者の救命を考える上で、救急要請から、病院到着までの所要時間の短縮は非常に重要な課題であるといえる。従って、救急医療サービスの対象とする全ての地域において、住民がある一定の時間内に救急病院まで搬送されることが保障される必要がある。

このような問題点から、救急サービス施設の配置に関する研究が行われている。柏谷ら¹⁾は、松山市のネットワークを作成し、各リンクに走行速度を与え、最短経路から消防署の適正な配置を求めている。このとき与えた速度は、道路交通センサスから求められた値を用いている。しかし、救急車両の走行速度は、信号で停止しないことや、患者の容態に注意しながら運転することから、一般車両とは異なると考えられる。また、近年の財政状況から、既存の施設配地を最適に変更することは困難であり、現在すでに存在する医療施設を活用し、より効率的な改善案を提示する必要がある。著者ら²⁾は、松山市の救急搬送の実際の記録を用い、地域ごとにサービス時間を求め、地域間の救急サービスの公平性と効率性に関して評価している。ここで言う、サービス時間とは、消防署に救急出動要請があつてから、患者を病院に搬送し終わるまでの所要時間である。これは、出動要請から病院に搬送するまでが救急サービスであり、出動要請から出動までの所要時間や出動要請現場での処置時間も含めて分析を行ったものである。しかし、救急走行を交通問題として捉えた場合、純粋な車両の走行時間のみ注目する必要がある。Daniel³⁾らは、医療従事者の観点から区分した救急医療時間区分モデルを提案している。その特徴は、事故などのイベントの発生から、消防署での出動要請受信、救急隊の出動、現場到着、現場出発、病院到着、処

*キーワード：救急施設運用計画、救急プローブデータ

**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:miyamoto.hiroshi.06@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

****非会員，医博，南松山病院 救急医師

置搬送、回送といった一連のプロセスを明確化している点にある。なかでも、現場時間を、現場到着、患者へのアクセス、現場処置、患者移送、現場出発といったプロセスに区分している。さらに、病院到着後の時間を、病院到着、処置移送、回送と区分している。門脇ら⁴⁾は、松山南消防署の救急車両に搭載したGPSとWebカメラを用い、およそ5ヶ月間、救急車両のプローブデータを取得している。このプローブデータは、GPSによる1秒ごとの位置情報を含んでいるため、走行経路の走行時間を求めることができるが、救急走行阻害の要因を特定にとどまっている。これらに対して、本研究では交通問題の観点から、救急車両の走行時間、すなわち、救急隊の出動から現場到着までの所要時間と、現場出発から病院到着までの所要時間のみに注目し、分析を行う。

本稿では、実際の救急活動のデータの内、駆けつけ・搬送に着目し、地域ごとの時間分布の公平性について述べる。また、得られた松山市の救急車両走行時間分布の問題点を解消するため、新たに救急病院を追加した場合の走行時間の推定方法を、救急車両のプローブデータ⁴⁾を用いて検討する。

2. 現在の救急病院運用体制とデータ概要

(1) 現在の運用体制

現在、松山市には図-1に示すように14の救急病院がある。救急病院の多くは松山市中心部に位置している。それらの病院が1日ごとの当番制で救急患者の受け入れに当たっている。表-1のように、当番には8つの組み合わせがあり、これらは固定されている。例えば、ある1日の担当が奥島病院と愛媛生協病院の組み合わせであった場合、この2つの病院が24時間中救急患者の受け入れを担当しており、基本的に救急隊はどちらか都合の良い病院を選択して患者を搬送する。図-2に松山市の消防署・支署の位置を示す。消防署は、比較的に松山市全体に散在していることが分かる。

(2) データ概要

得られたデータは、松山市の平成17年・18年における救急活動記録と、南消防署に救急車両に搭載したGPS

表 - 1 救急病院の当番表

組み合わせ名	病院名
U _a	愛媛県立中央病院
U _b	済生会松山病院
U _c	笠置記念心臓血管病院
U _d	松山市民病院
U _e	野本記念病院
U _f	平成脳神経外科病院
U _g	浦屋病院
U _h	松山赤十字病院
U _i	奥島病院
U _j	愛媛生協病院
U _k	南松山病院
U _l	梶浦病院
U _m	松山城東病院
U _n	渡辺病院

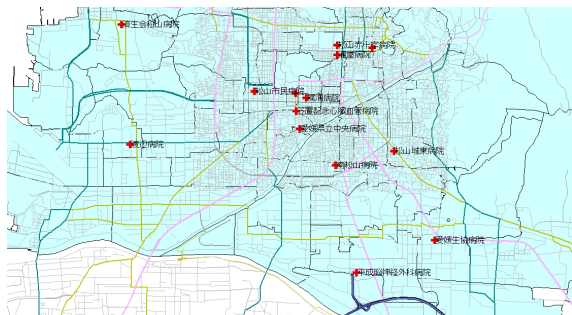


図 - 1 救急病院の配置

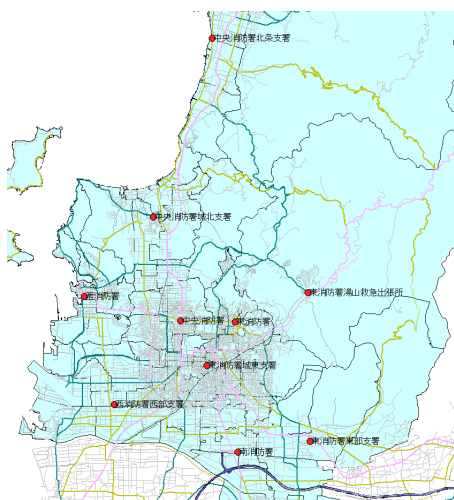


図 - 2 消防署・支署の配置

から得られたプローブデータである。

救急活動記録には、二年間の全救急活動が1件ごとに記録されており、救急要請場所とその日付、時刻、また、救急車両が出動した消防署名、その時刻、現場に到着した時刻、現場を出発した時刻、患者を搬送した病院名、その病院に到着した時刻、駆けつけ・搬送の走行距離が記載されている。これは、救急隊員が救急活動をしながらか記録したものである。表 - 2にその1例として同形式の架空のデータを示す。例では、平成18年5月14日15時58分に松山市〇町△ - □の宮本宅からの救急出動要請を覚知していることがわかる。また、救急車両が出動した消防署名は、中央消防署・北条支署であり、その時刻は16

表 - 2 救急活動記録の1例

出場場所-1	出場場所-2	署所名
松山市〇町△ - □	宮本宅	中央消防署 北条支署

覚知日付(年)	覚知日付(月)	覚知日付(日)	覚知曜日名
18	5	14	日

覚知時刻(時)	覚知時刻(分)	出場時刻(時)	出場時刻(分)
15	58	16	0

現場到着時刻(時)	現場到着時刻(分)	現場出発時刻(時)	現場出発時刻(分)
16	8	16	16

病院到着時刻(時)	病院到着時刻(分)	収容場所住所-1	収容機関名
16	30	松山市大手町2丁目6-5	市民病院



図 - 3 プローブデータの1例

時ちょうどであることが分かる。さらに、出動時刻、現場到着時刻の差から駆けつけの所要時間は8分であり、現場出発時刻と病院到着時刻の差から搬送の所要時間は8分であることが分かる。その搬送先の病院名と住所も読み取ることができる。

平成17年と18年では救急病院の運用体制が変化しており、平成18年から現在までは変化していない。従って、今回は平成18年のデータから記入ミスなどのあったものを除いた18,776件を分析の対象とした。

救急車両のプローブデータは、医療関係者の協力の下、2008年12月11日から2009年4月31日までのおよそ5ヶ月間にわたり、松山南消防署の救急車両にGPSを搭載し、得ることができた。GPSデータ総数は462件であった。救急車両のプローブデータの1例を図 - 3に示す。

3. 救急病院運用計画の評価

まず、救急活動記録を1件ごとに、駆けつけ場所によってCゾーン別にまとめた。次に、まとめた救急活動記録を搬送先の救急病院ごとに走行時間の平均値を求めた。ここで、走行時間は、駆けつけの所要時間と搬送の所要時間の和とする。さらに、駆けつけ先のCゾーンごとに救急病院別に求めた平均走行時間を、救急病院運用体制

の当番ごとに重み付けをして、各ゾーンに対して走行時間を求めた。ここで、重みとして用いたのは、各Cゾーンに駆けつけ、各病院に搬送した件数である。こうして求められた、各Cゾーンに駆けつけ、各当番の病院の組み合わせに搬送した際の走行時間から、Cゾーンごとに平均値を求めた。これはすなわち、あるCゾーンで任意の当番の日に救急出動要請をした際の救急車両の走行時間の期待値である。これによって求められた救急車両のCゾーンごとの走行時間期待値を、図-4として地図上に示す。

最後にゾーン人口によって重み付けをし、松山市全体に対する走行時間の期待値を求めた。この結果、松山市全体に対する走行時間期待値は13.52分であった。

図-2に示した走行時間期待値の分布を見ると、松山市の大部分のゾーンにおいて、走行時間期待値が30分以内であることが分かる。しかし、松山市中心部から離れた4つのゾーンにおいて、走行時間期待値が30分を越えており、ゾーン間に救急医療サービスの偏りがあると言える。これは、前述のように松山市の救急病院が市内中心部に多く位置することが原因として挙げられる。この問題を解消するため、第四章以降では新たに救急病院を設置する場合について考える。

4. 新規病院追加に関する基礎分析

新規に救急病院を追加する方法として、現在の救急病院の当番のいずれかに加える場合を想定し、第三章で述べた計算と同様の計算を行う。

計算を行うために、新規病院について求めなければならない値がある。それは、松山市内全ゾーンから、新規病院への搬送時間の推定値と、各ゾーンからの救急患者受け入れ件数の推定値である。

まず、搬送時間の推定方法について述べる。各ゾーンへの駆けつけ時間期待値については、第三章で扱った救急活動記録から求めることができる。しかし、救急活動記録には救急病院以外の病院への搬送記録はほとんどない。そのため、各ゾーンから新規病院への搬送時間を推定する必要がある。今回、新たに追加する病院を、松山市北部に位置する某病院と仮定する。その際、各ゾーンのセントロイドから、某病院への搬送経路について、松山市中央消防署、警防課主幹である牟禮氏にヒアリングをし、経路の特定を行った。特定された経路の走行時間には、前述の救急車両のプロープデータを用いる。救急車両のプロープデータを、走行経路の所要時間として用いることで、求められた走行時間は、より現実の救急車両の走行時間を表すことができる。

次に、患者の受け入れ件数の推定方法について述べる。まず、平成18年の救急搬送記録から得られた各救急

病院の年間受け入れ件数と、各救急病院の規模との相関を求めた。規模を表す指標として、病床数を用いた。今回対象とした病院は、現在の当番体制を担当する14の救急病院とした。各救急病院の病床数・救急患者受け入れ件数を表-3に示す。また、その相関関係を図-5に示す。病床数と受け入れ件数の相関係数は0.88であり、強い相関があることが認められる。そこで、新規に追加する病院の年間受け入れ件数は、病床数を説明変数として単回帰により推定する。単回帰式は

$$y = 5.109x + 957.7 \quad \dots (1)$$

で表される。ここで、被説明変数は救急患者受け入れ件数、説明変数は病床数である。また、 R^2 値は0.773である。この結果は、病床数によって、救急患者の受け入れ件数を表すことができたといえる。今回救急病院として追加する某病院の病床数は、200床である。式(1)を用いて、年間受け入れ件数は1,979件と推定される。本稿ではこの救急患者受け入れ件数を各ゾーンに振り分け、各ゾーンからの救急患者受け入れ件数とする。

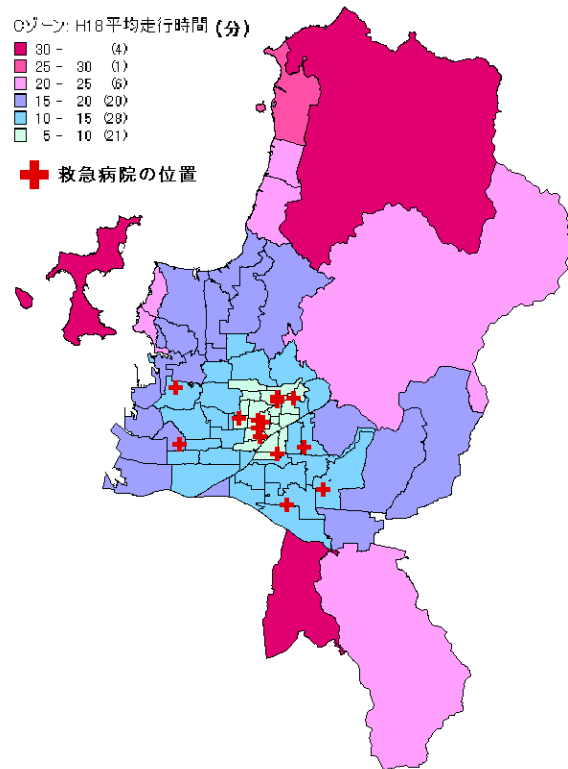


図-4 走行時間の分布

表 - 3 病床数と救急患者受け入れ件数

病院名	病床数	受け入れ件数
愛媛県立中央病院	864	4600
松山笠置記念心臓血管病院	46	1478
済生会松山病院	170	1923
松山市民病院	538	4232
浦屋病院	46	282
平成脳神経外科病院	60	208
野本記念病院	96	2477
松山赤十字病院	745	5628
愛媛生協病院	80	781
奥島病院	87	2481
梶浦病院	44	1124
南松山病院	360	1704
松山城東病院	105	2168
渡辺病院	40	1087

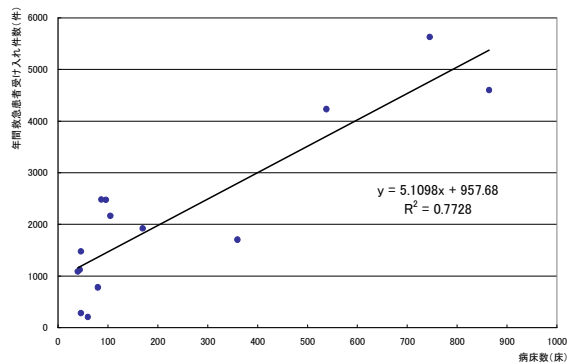


図 - 5 病床数と救急患者受け入れ件数の関係

5. 終わりに

本稿では現在の松山市の救急病院運用体制について各ゾーンに対する救急車両の走行時間期待値を用い評価を行った。その結果、島嶼部は例外としても、南部と北部に1箇所ずつ走行時間期待値が30分を越える地域の存在が明らかとなった。

そこで、救急病院の追加によって、問題となるゾーンの救急車両走行時間期待値の改善を行うことが可能と考えられる。では、どのような病院を追加すればより効率的に改善が行われるか検討する必要がある。本稿では、松山市北部に位置する某病院が、新規救急病院として追加された場合を例として、計算に必要な各ゾーンからの

搬送時間と、救急患者受け入れ件数を推定した。

しかし、採取することができたプローブデータは、救急車両が通る経路全てをカバーすることはできなかった。そこで、今後の課題として、プローブデータの無い経路について、走行時間を求める必要がある。現在、2つの方法について検討中である。1つは、現在採取されているプローブデータから、データの無い、すなわち、走行時間未知の経路に、道路形状の近い経路を通る場合の走行速度を用いて、走行時間未知の経路長との積から未知の走行時間を推定する方法である。もう1つは、松山市北部の消防署に協力を得て、より多く広範囲の救急車両プローブデータを採取することで、救急車両が走行すると考えられる全経路の走行時間を求める方法である。

謝辞

救急活動記録・救急車両プローブデータの取得に協力して頂いた、前松山中央消防署長の竹村氏、ならびに救急隊の皆様、さらには、ヒアリングに快く応じてくださった、松山市消防局警防課主幹の牟禮氏に、お礼申し上げます。

参考文献

- 1) 柏谷増男, 佐伯有三, 二神透: 救急サービス施設の適正配置による広域統合化に関する研究, 土木計画学研究・論文集 No. 17, pp. 179-185, 2000.
- 2) 宮本拓史, 二神透, 河口尚紀: 松山市における救急病院運用計画の評価に関する研究, 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)
- 3) Daniel, W. S. et al., "Prospective Validation of a New Model for Evaluation Emergency Medical Service Systems by In-field Observation of Specific Time Intervals in Prehospital Care", Annals of Emergency Medicine, Vol. 11, No. 4, pp. 35-38
- 4) 門脇玄治, 二神透, 河口尚紀, 渡部正康: 松山市の救急駆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-17)