

救急車両の走行時間信頼性からみた救急搬送サービス水準の評価

金沢大学工学部 正会員 高山純一
金沢大学大学院 学生会員 黒田昌生
金沢大学工学部 ○田中悠祐

1. はじめに

救急搬送業務は消防に付随した形で実施されるようになったという背景と専門性の強い医療分野の比重が大きくとらえられていたために、消防の分野ほどには研究が進んでおらず、その業務内容は隊員の経験によるところが非常に大きいといわれている。最近では、医療施設（医療技術）の高度化を目的に医療機関の郊外移転が進んでおり、救急業務にも新たな影響をあたえている。

本研究では、以上のような状況をふまえ、救急搬送業務の現状を分析し、また、現実的な救急拠点の最適配置の検討を行うために、搬送形態を考慮した緊急医療機関への時間信頼性の算出法を提案する。具体的には金沢市における救急のサービス水準を評価するとともに、その結果をもとに救急需要を考慮した救急拠点の最適配置計画を検討する。

2. 金沢市における救急搬送活動の現状

ここでは、金沢市消防本部の協力によって閲覧が可能となった救急業務報告書のデータを分析することにより、金沢市内各署の救急搬送サービス水準の相対評価を行なう。

具体的には得られたデータを分析し、金沢市内各署の救急搬送サービス水準の相対評価および救急搬送活動の現状把握を行なう。そして、その結果を後述する時間信頼性指標の算出時に、救急車両のリンクコスト関数の設定、救急搬送サービスの評価基準の参考とする。

(1) 金沢市救急業務報告書のデータ閲覧内容

現在、金沢市の救急隊はその出動ごとに、その救急業務内容の詳細を救急業務報告書として記録している。この救急業務報告書には、搬送活動の時間経過だけでなく、傷病者の傷病内容等、詳細な情報が記載されている。金沢市消防本部の協力により、平成 10 年救急業務報告書のデータの一部を閲覧することができた。本研究の調査分析の対象とするの

は、平成 10 年の救急業務報告書のデータ 1 年分についてである。

残念ながら本研究の特徴となるはずであった傷病別搬送形態の変化に関わる箇所は、閲覧できなかった。救急車両と消防車両の走行性の違いは、事故現場から医療機関への搬送の走行形態にあり、本来ならば現場出発から医療機関到着までの間の所要時間のデータを利用したいのであるが、搬送先医療機関名は残念ながら閲覧できない結果となった。

(2) 救急搬送サービスの相対評価

金沢市救急隊 8 署において、覚知から医療機関到着までの所要時間分布の累加曲線グラフを図 1 に示す。なお、救急搬送サービス力を相対的に評価するにあたり、全出動件数を用いる場合、医師の依頼による転送や傷病者本人のかかり付け医療機関への搬送など、必要以上に所要時間が長くなる場合が含まれるので、ここでは、直近（医療機関選定者が救急隊であり、医療機関選定理由が直近適応の場合）の件数のみを本分析の対象とした。

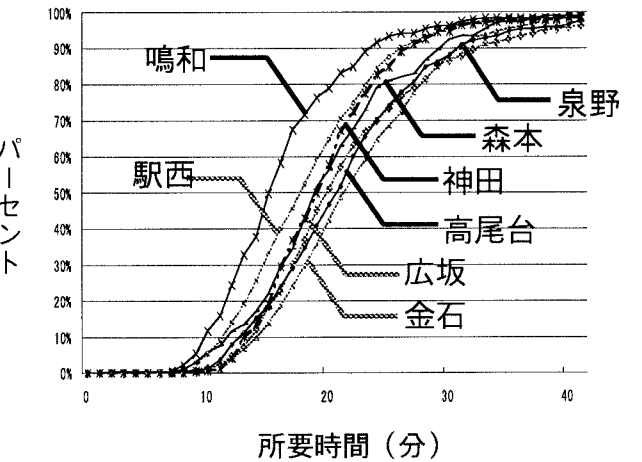


図 1 搬送所要時間についての累加曲線
(但し、平成 10 年 1 月～6 月の半年分)

この結果、もっとも早く累積値が 80% を越えるのは、鳴和署であり、駅西署、神田署、森本署、泉野署、高尾台署、広坂署、金石署の順になっている。

グラフでは曲線が右側にシフトしているほど、その署における医療機関までの所要時間が長く、覚知から医療機関到着において、サービス水準が低いことを示している。この図1において、最もサービス水準が良好と思われるのは鳴和署で、サービス水準が最も悪い傾向にあるのは、金石署であった。

3. 走行時間信頼性指標の計算方法

本研究では、救急車両の走行性を評価するための一つの指標として、救急拠点～事故現場～救急医療機関の間の到達時間に対する時間信頼性を考えることにする。

時間信頼性の概念や算出法には様々なものがあるが、本研究で用いる救急車の走行時間信頼性指標は、「刻々と変動する交通量に対し、所与の時間内に、最短経路を通して目的地に到達できる確率」と定義する。

本研究では、一般車両についてのリンク所要時間の算出に用いる走行時間関数（BPR 関数）に、救急車両に対する補正を行い、救急車両についての BPR 関数を設定することにより、リンク所要時間を計算するものとする。

BPR 関数は、平常時の一般車両に対して、交通量配分におけるリンク a の走行時間 $t(V_a)$ と交通量 (V_a) の関係を、式(3-1)に示すリンクごとの走行時間関数を用いて表すものである。

$$t_a(V_a) = t_{a0} \left\{ 1 + r \left(\frac{V_a}{C_a} \right)^k \right\} \quad (3-1)$$

ここに、 t_{a0} ：自由走行所要時間

C_a ：交通容量 r, k ：パラメータ

救急車両の場合は消防車両の場合と同様に、一般車両の場合と異なり、サイレンを鳴らして道路を通過できるため、一般車両の場合よりも交通量から受ける影響は少ないと考えられる。そこで、金沢市消防本部から得られたデータをもとに、一般の BPR 関数に補正を加え用いることにする。

しかし、ここで問題となるのは、消防活動と救急搬送活動の違いである。消防活動が（覚知→出場→火災現場到着→消火活動→帰署）という流れであるのに対し、救急搬送活動は（覚知→出場→現場到着→現場での応急処置→現場出発→医療機関到着→

医療機関引揚→帰署）という流れとなっており、両者には、その活動内容に大きな隔たりがある。

金沢市消防本部でのヒアリングによると、消防車両と救急車両の走行性は、搬送時には傷病内容や傷病程度によって、（1）緊急を有すると判断して時間優先に走行したり、（2）車内での応急処置を行うために速度をある程度落として走行することもあるということであった。

したがって、救急車両の BPR 関数は「救急拠点から事故発生現場までの間」と「事故発生現場から医療機関到着までの間」の2つに分けて考えなければならない。

事故発生現場から医療機関到着までの間の BPR 関数については、サイレンの効果による交通量からの影響の軽減による補正のみだけでなく、傷病内容、傷病程度等による走行速度変化の補正を加える必要がある。

以上のようにして補正を加えた B P R 関数を用いて求まるリンク所要時間の和をとることにより、OD 所要時間が求められる。

しかし、一般に道路区間（リンク）交通量は日々刻々と変動するものであるため、ここではリンク交通量を正規分布に従うものと仮定し、時間信頼度を(3-2)式により算出して、救急搬送力低下地域の評価指標とする。

$$P_{ij}(T) = \int_{-\infty}^T \phi_{ij}(t) dt \quad (3-2)$$

4. 救急搬送力の評価と救急拠点の最適配置

救急搬送力低下地域を評価するために、まず対象ネットワークに対して、ノードとリンクに囲まれた地域を分割し、各地域をノードに集約する。

救急拠点があるノードから目標時間までに到達できる確率を時間信頼性指標を用いて、それぞれのノードについて求め、救急搬送力低下地域の評価を行う。そして、それと救急需要をもとに消防拠点の最適配置を行う。

5. おわりに

本研究では、一般車両における B P R 関数を補正し、救急車両の B P R 関数を設定することにより、搬送形態を考慮した救急車の走行時間信頼性評価を試みる。なお、計算結果等の詳細については、講演時に発表したい。