

救急車両の走行時間信頼性からみた救急搬送サービスの評価法に関する研究

金沢大学工学部 正会員 高山純一*
 金沢大学大学院 学生員 田中悠祐**
 西日本旅客鉄道株式会社 正会員 黒田昌生

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から、また、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、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、救急業務活動にも影響をあたえている。

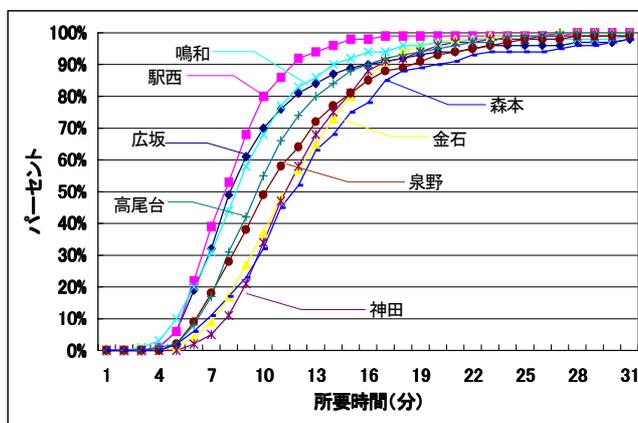
また、1995年の阪神・淡路大震災では、救急活動において、救出機材が不足していたことや交通渋滞によって現場到着が非常に遅れたこと、現有救急力では手がまわらなかったことなどにより、その活動は困難を極めた。

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を行うために、救急車の走行性を評価する指標として、緊急医療機関への時間信頼性の算出法を提案する。そして、平常時・震災時における金沢市の救急搬送サービスの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について検討する。

2. 金沢市の救急搬送サービス水準の相対評価

本節では、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（H10）を分析し、金沢市の救急搬送サービス水準の相対評価を行うことによって、金沢市の救急搬送活動の現状を捉えることにする。具体的には、金沢市内の救急拠点8署（広坂署、駅西署、金石署、高尾台署、神田署、泉野署、鳴和署、森本署）の各署から医療機関到着までの所要時間分布による相対評価を行う。

（図-1）



（図-1：各署から医療機関到着までの所要時間分布による相対評価）

3. 時間信頼性の算出法

3-1 交通変動の推計

道路網の時間信頼性指標を求めるためには、すべてのリンクの交通量変動が求まっていなければならない。しかし、全ての道路区間において同時に交通量観測を行ったり、また常時交通量観測のための車両感知器を設置することは経済的にみて実現不可能であることから、実際に交通量変動が求まるリンクは交通量観測が行われているものに限られてくる。すなわち、実際には交通量観測が実施されていない非観測区間の交通量を何らかの形で推計して、全てのリンクの交通量変動を求めざるを得ない。

そこでここでは、道路区間交通量の変動分布形を正規分布と仮定し、交通量相互に存在する相関関係を利用して擬似的に相関を持つ正規乱数を発生させ、それによって非観測区間交通量が推計できるモデルを利用することにする。

3-2 震災時道路網の構築

道路閉塞の要因として震度・沿道建物数・幅員の3要因を統合した道路閉塞危険度を表-1に示す。この表中の値をリンク容量に乗じることによって震災時の道路容量を決定するものとする。

Key Words :Emergency vehicle, Time reliability, Emergency conveyance service

*:金沢大学工学部土木建設工学科 〒920-8667 石川県金沢市小立野 2-40-20

** :金沢大学大学院自然科学研究科環境基盤工学専攻

TEL 076-234-4613 FAX 076-234-4632 E-mail takayama@t.kanazawa-u.ac.jp.

表-1 道路閉塞危険度

震度	単位建物率	幅員	道路閉塞危険度指数	震度	単位建物率	幅員	道路閉塞危険度指数
VII	多い	広い	0.6	VI以下	多い	広い	0.8
		普通	0			普通	0.6
		狭い	0			狭い	0
	少ない	広い	0.8		少ない	広い	0.8
		普通	0.4			普通	0.6
		狭い	0			狭い	0.4

3-3 時間信頼性指標の算出

OD ペア間の時間信頼性指標を求めるためには、リンク交通量の変動をリンク走行所要時間の変動へ変換する必要がある。ここではまず、交通量の変動をリンク走行所要時間の変動へ変換する方法を提案し、それをを用いた OD ペア間の所要時間の確率分布について考え、その確率分布から時間信頼性指標を算出する方法を述べる。

3-3-1 救急車両のリンクコスト関数

救急車は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が少ないと考えられるので、一般車両の B.P.R 関数の第 2 項の交通量に関する項に、交通量軽減係数 e を乗じて交通量からの影響を軽減してやる必要がある。

尚、式中の、 r に関しては、金沢市救急業務報告書のデータ (H10) をもとにして、 $r = 0.24$ 、 $k = 0.61$ と設定した。

$$t_a(V_a) = t_{a0} \left\{ 1 + er \left(\frac{V_a}{C_a} \right)^k \right\}$$

t_{a0} : 自由走行所要時間 C_a : 交通容量 r, k : パラメータ e : 交通量軽減係数 (現場駆け付け時 $e =$, 傷病者搬送時 $e =$)

3-3-2 OD ペア間の時間信頼性の算出

最終的に求まる時間信頼性指標は、所与の時間で目的地へ到達できる確率を表すことができ、数式で表すと以下ようになる。

【目標時間 T 以内で OD ペア i j 間をトリップできる確率】

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

ここに、 $\phi_{ij}(t)$ は OD 交通量の確率密度関数である。

以上のようにして、平常時・震災時のそれぞれのネットワークに関して、OD ペア間の時間信頼性の算出を行う。

4. 救急力の評価方法とその増強方法

本節では、3 節で示した時間信頼性指標を用いて、平常時・震災時の救急力の評価方法およびその増強方法を示す。

4-1 時間信頼性指標からの救急力評価

救急力の評価は 3 段階の行程に分けて考えるものとする。駆け付け所要時間、現場処置時間、搬送所要時間の和をとることによって一連の搬送業務の時間損失とし、段階的に設定した目標時間を基準に各地域の救急力の評価を行う。

4-2 救急力の増強方法

救急力の増強策として救急拠点の最適配置を行うために、ここではその方法論を述べる。

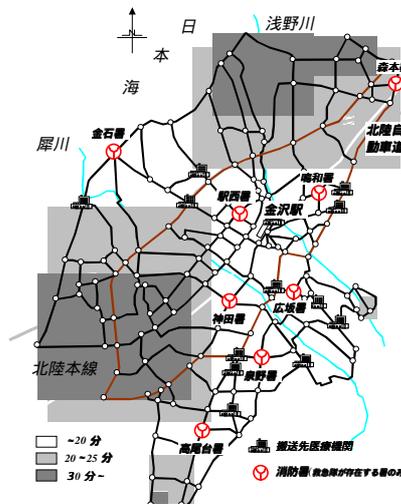
救急拠点の最適配置については、各地域における救急需要を考慮し、需要の多い地域に高いサービスを提供できるような配置を検討する。目的関数は、信頼性強度 (時間信頼性指標 × 需要強度) を最大化するものに設定する。

$$\max Z = \sum_j P_{ijk}(T) \cdot D(j)$$

- i: 救急拠点ノード
- j: 評価対象地域ノード
- k: 搬送先医療機関ノード
- $P_{ijk}(T)$: 目標時間 T における時間信頼性指標
- $D(j)$: 評価対象地域ノードにおける需要強度

5. 金沢市を対象にしたケーススタディ

以上の方法論をもとに、平常時の救急力を地域別に評価すると (図-2) のようになった。



(図-2) 平常時の救急力の評価
尚、詳しい評価結果については、講演時にまとめて発表する。