

# 高速道路における救急車専用退出路の設置効果に関する研究\*

A study on an establishment effect of emergency car use leaving road in a highway\*

高山純一\*\*・中山晶一郎\*\*\*・鈴木敬仁\*\*\*\*・福田正輝\*\*\*\*\*

By Jun-ichi TAKAYAMA \*\*・Shoichiro NAKAYAMA \*\*\*・Takahito SUZUKI\*\*\*\*・Masaki FUKUDA\*\*\*\*\*

## 1. はじめに

平成 19 年度の全国の救急出動件数<sup>1)</sup>は 524 万 478 件と、前年度に比べて微減ではあるが、10 年前に比べ 1.51 倍に増加しており、今後の高齢化の進展を考えると今後も増加していくことが予想される。しかし、三次救急医療機関（初期・二次救急医療機関では対応できない複数の診療科領域にわたる重篤な患者に対して、高度な医療を総合的に提供する医療機関）は、都市部に集中している傾向が強く、都市部と地方部での搬送時間の地域格差が大きな課題であると指摘されている。

それに加え、近年救急患者の受け入れ拒否が問題となっており、平成 19 年度の調査<sup>2)</sup>で重傷以上の傷病者の救急搬送において、救急車の現場滞在時間が 60 分以上のものが 1,721 件、救急医療機関に受け入れを照会した回数が 11 回以上のものも 1,074 件発生している。受入に至らなかった理由としては、「処置困難」(22.9%)、「ベッド満床」(22.0%)、「手術中・患者対応中」(21%)、「専門外」(10.4%)が挙げられる。調査結果を表-1で表す。

表-1 現場滞在時間<sup>2)</sup>

現場滞在時間	30分未満	30~60分	60~90分	90~120分	120~150分	150分以上	合計
件数	372,327	13,935	1316	252	88	65	387,938
割合(%)	96	3.6	0.3	0.1	0.02	0.02	100

また、三次救急医療機関への早急な搬送のため高速道路や自動車専用道路を利用して救急搬送を行う場合が増加している。特に、中核市から離れた地方都市においては、三次救急医療機関へのアクセス整備が強く求められている。

\*キーワード：防災計画

\*\*フェロー，工博，金沢大学環境デザイン学系

(石川県金沢市角間町，TEL：076-234-4613，E-mail：  
takayama@t.kanazawa-u.ac.jp)

\*\*\*正会員，博(工)，金沢大学環境デザイン学系

(石川県金沢市角間町，TEL：076-234-4614，E-mail：  
snakayama@t.kanazawa-u.ac.jp)

\*\*\*\*非会員，学(工)，静岡市役所

\*\*\*\*\*学生会員，学(工)，金沢大学自然科学研究科(石川県  
金沢市角間町，E-mail：fukuda@stu.kanazawa-u.ac.jp)

## 2. 研究の目的

高速道路や自動車専用道路を利用した救急搬送の場合には、救急医療機関が高速道路付近にあったとしても、インターチェンジが遠く救急搬送に時間がかかる場合がある。東北地方では、搬送時間短縮のため、救急医療機関付近に救急車専用の退出路が設置されており、今後も救急医療機関へのアクセス整備のために有効な手段であると考えられる。本研究では、高速道路における救急車専用退出路の設置効果を救急搬送に関する時間短縮効果(救急救命率の上昇効果)として推定し、今後の救急搬送業務の向上を目指すための基礎研究としたい。

## 3. 救急車専用退出路の時間短縮に関する検討

### 3-1 救急車専用退出路に関する概要

高速道路を利用した救急搬送は、三次救急医療機関が高速道路付近にあったとしても、インターチェンジが遠く搬送に時間がかかる場合がある。東北地方では、三次救急医療機関と高速道路を直接結ぶ救急車専用の退出路が設置されており、今後も三次救急医療機関へのアクセス整備のために有効な手段であると考えられる。

救急車専用退出路は、高速道路本線との間に標識や等間隔のラバーボールなどを、また出口にはリモコン操作の自動開閉扉を設置し、一般車が侵入できないようにしている。建設事業費は場所により異なるが、片側車線で7000万円程度となっている。

救急車専用退出路は、平成 18 年までに東北地方を中心に 6 箇所が確認されている。設置箇所を下記に示す。

表-3.1 救急車専用退出路の設置病院(\*二次救急医療機関)

高規格道路名	病院名(三次救急医療機関)	完成時期
山形県自動車道	山形県立中央病院	平成14年11月9日
青森自動車道	青森県立中央病院	平成16年10月14日
大船渡三陸道路	岩手県立大船渡病院	平成17年3月19日
湯沢横手道路	JA秋田厚生連 雄勝中央病院*	平成17年8月1日
八戸久慈自動車道	岩手県立久慈病院	平成18年3月3日
八本石巻道路	石巻赤十字病院*	平成18年5月

### 3-2 救急車専用退出路の時間短縮算定方法

救急活動においては、日々さまざまな地域から救急要請が発生しており、正確にいつこの地域から救急搬送が行われているのか、また救急搬送の際のすべての経路を予測することは困難である。

そのため本研究では、救急車専用退出路の効果をもっとも高くなると考えられる、高速道路を使用した救急搬送の場合を仮定する。そのため、救急医療機関にもっとも近いインターチェンジから救急医療機関まで、および救急車専用退出路を利用した場合の搬送所要時間を算出する。これら 2 つの搬送所要時間を比較することで救急車専用退出路の設置による時間短縮を算定する。今回は表-1 の中から、道路交通センサスより交通量データが得られた岩手県立久慈病院以外の 5 つを求める。

救急車の搬送インターチェンジおよび退出路までの経路は、HP 上に救急医療機関までの経路が公開されているものはその経路を使い、公開されていないものは救急医療機関までの最短経路を使用した。下記に、大船渡市病院退出路の経路図を示す。

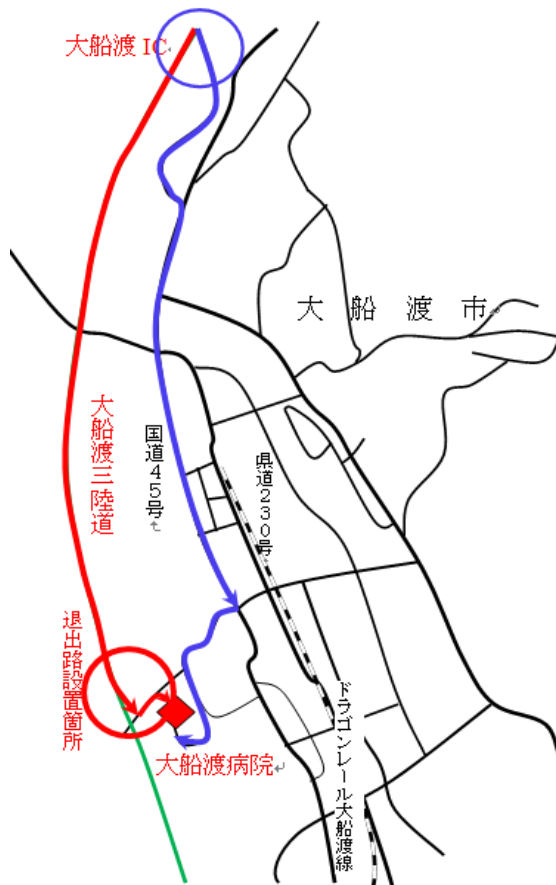


図-3.1 大船渡病院退出路の経路図

### 3-3 リンクコスト関数に関して

走行所要時間の算出には、一般車両の場合、交通量( $V_a$ )と走行所要時間  $t_a(V_a)$  の関係式として、次式のようなリンク交通量に対する単調増加な B.P.R. 関数で与

えられる。

$$t_a(V_a) = t_{a0} \left\{ 1 + \alpha \left( \frac{V_a}{C_a} \right)^k \right\} \quad (3.1)$$

$V_a$ : リンク a の交通量  $C_a$ : 交通容量

$t_a(V_a)$ : リンク a の走行所要時間

$t_{a0}$ : 自由走行所要時間  $\alpha, k$ : パラメータ

しかし、救急車や消防車などの緊急車両の場合は、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。そのため、今回の搬送時間の算定には田中、高山<sup>3)</sup>らが行った救急車が交通量の影響が少ないことを考慮した B.P.R. 関数を用いて計算を行う。下記にその式を示す。今回は搬送時のみのため交通量軽減係数を  $e=0.43$  とする。

$$t_a(V_a) = t_{a0} \left\{ 1 + e\alpha \left( \frac{V_a}{C_a} \right)^k \right\} \quad (3.2)$$

$e$ : 交通量軽減係数

### 3-4 救急車専用退出路の時間短縮の算定結果

式(3.2)を使用し、救急車の搬送時間を算定する。距離の測定には、多機能地図ソフトスーパーマップルデジタルを使用した。交通量は、平成 17 年度道路交通センサスを用い、また交通容量は、平成 17 年度道路交通センサスに示されていた交通量を混雑度で除した値を用いる。なお、平成 17 年度道路交通センサスにデータのない道路に関しては、各自治体に問い合わせた制限速度で走行するものと仮定する。以上のデータを用いて、平均搬送所要時間およびピーク搬送所要時間を算定した。所要時間は分単位である。下記にその結果の一部を示す。

表-3.2 大船渡インターからの搬送時間①

大船渡インター	距離(m)	平日時間交通量		休日交通量		平均旅行速度 時速(km)	自由走行 所要時間(分)
		平均	混雑度	平均	混雑度		
高速道IC	1261					40.00	1.89
国道45号(上り)	888	572.42	1.46	523.58	1.34	21.50	1.33
国道45号(上り)	1599	554.25	0.64	423.08	0.51	38.90	2.40
一般道	1232					40.00	1.85

表-3.3 大船渡インターからの搬送時間②

	平日		休日	
	平均走行 所要時間	ピーク走行 所要時間	平均走行 所要時間	ピーク走行 所要時間
高速道IC	1.89	1.89	1.89	1.89
国道45号	1.89	2.28	1.72	2.38
国道45号	2.44	2.50	2.41	2.44
一般道	1.85		1.85	
合計	8.06		7.88	

表-3.4 大船渡インター側退出路の搬送時間①

退出路(大船渡)	距離(m)	平日時間交通量		休日交通量		平均旅行速度 時速(km)	自由走行 所要時間(分)
		平均	混雑度	平均	混雑度		
国道45号(上り)	4378	105.5	0.31	113.83	0.35	66.20	3.97
一般道	300					30.00	0.60

表-3.5 大船渡インター側退出路の搬送時間②

	平日		休日	
	平均走行 所要時間	ピーク走行 所要時間	平均走行 所要時間	ピーク走行 所要時間
国道45号	3.97	3.97	3.97	3.98
一般道	0.60		0.60	
合計	4.57		4.57	

表-3.6 大船渡インター側からの搬送時間短縮

時間差	平日		休日	
	平均走行 所要時間	ピーク走行 所要時間	平均走行 所要時間	ピーク走行 所要時間
インター	8.06	8.52	7.88	8.56
退出路	4.57		4.57	
時間差	3.49		3.30	

表-3.7 退出路による時間短縮

時間差	平日		休日	
	平均走行 所要時間	ピーク走行 所要時間	平均走行 所要時間	ピーク走行 所要時間
大船渡病院(基石海岸インターから)	7.08		5.87	
大船渡病院(大船渡インターから)	3.49		3.30	
石巻赤十字病院(石巻河南インターから)	1.68		1.68	
石巻赤十字病院(河北インターから)	3.91		3.44	
山形県立中央病院	5.88		5.33	
雄勝中央病院	3.85	4.95	3.59	
青森県立中央病院	20.43		19.12	

表-3.7 が救急車専用退出路設置による搬送所要時間の時間差である。なお青森県立病院に関しては、救急車専用退出路からの経路に交通道路センサにデータのない市道を制限速度で仮定したため、搬送所要時間の短縮が実際よりもかなり大きく出てしまったと考えられる。

#### 4. 救急車専用退出路による救命率の向上と効果に関して

本章では、5つの救急車専用退出路の時間短縮による救命効果を検討する。具体的には、救命曲線による救命率の向上から救急車専用退出路による救命人数を算出し、救命人数を救急車専用退出路設置による便益とする。

##### 4-1 救命曲線に関して

藤本、橋本ら<sup>4)</sup>は、長崎市を中心とする1市10町、人口542千人(平成12年)を対象とした救急搬送業務の実態調査から、搬送患者の収容所要時間と救命率の関係を曲線に表している。救急搬送データは、平成9年9月1日から平成13年6月30日までの3年10ヶ月

分の42,839件を用い、搬送後2週間以内の死亡者数が100件以上と多く、効果の計測に影響大きいと見込まれる155件の脳内出血、102件のくも膜下出血、149件の急性心筋梗塞、147件の急性心不全、142件の肺炎、519件のCPA(心肺停止)の6疾患を対象としている。本研究では、これらの救命曲線を用いて救命率の向上を検討する。下記に、脳内出血の救命曲線を記す。

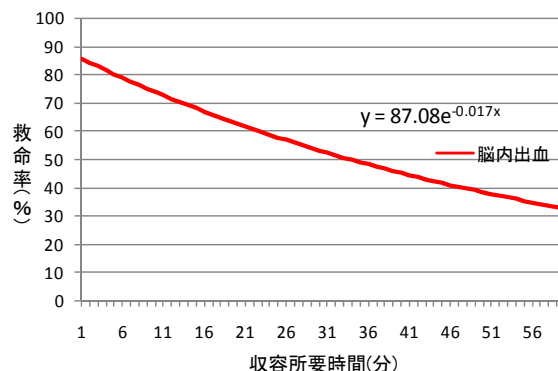


図-4.1 脳内出血の救命曲線

#### 4-2 救命率の向上の算定

救急車専用退出路の時間短縮による救命率の向上を救命曲線により検討する。基準となる収容所要時間は、各病院への救急搬送データを用いることが望ましいが、それが難しい場合には、各市および県の平均搬送時間を用いる。下記に算出結果を示す。なお、CPAに関しては、搬送時間が20分以上である場合は救命率がマイナスとなるため、その場合は表示していない。

表-4.1 大船渡病院基石海岸インターからの救命率の向上

大船渡病院(基石海岸インターから)	脳内出血	くも膜下出血	急性心筋梗塞	急性心不全	肺炎	CPA
救命率(%)	通常 52.47	20.99	14.09	74.49	66.42	
	退出路(平日) 58.98	29.41	21.61	75.36	71.35	
救命率の向上差(%)	6.50	8.42	7.52	0.87	4.92	
	退出路(休日) 57.80	27.76	20.08	75.19	70.48	
救命率の向上差(%)	5.33	6.76	5.99	0.71	4.05	

表-4.2 大船渡病院基石海岸インターからの救命率の向上

大船渡病院(大船渡インターから)	脳内出血	くも膜下出血	急性心筋梗塞	急性心不全	肺炎	CPA
救命率(%)	通常 52.47	20.99	14.09	74.49	66.42	
	退出路(平日) 55.58	24.79	17.39	74.89	68.81	
救命率の向上差(%)	3.11	3.79	3.31	0.40	2.38	
	退出路(休日) 55.41	24.57	17.20	74.87	68.68	
救命率の向上差(%)	2.94	3.58	3.11	0.38	2.25	

#### 4-3 救急車専用退出路を使用した各疾患の搬送人数の算出

次に、表-4.3、表-4.4 で求めた救命率の向上を利用して救急車専用退出路の救命人数を算定する。まず救急車専用退出路を利用する各疾患の搬送患者数を下記の式(4.1)により算出する。

$$\text{救急車退出路の使用件数} \times \frac{\text{各疾患の搬送人数}}{\text{病院への搬送人数}} \quad (4.1)$$

$$= \text{退出路を利用した各疾患の推計搬送患者数}$$

救急車専用退出路の使用件数に関しては、各都道府県や消防本部へのアンケート調査によりデータを得た。表-4.5 に各救急車専用退出路の1年間の平均使用件数を示す。なお、雄勝中央病院に関してはまだ設置されたばかりのため、平成19年1月から10月までの10カ月となっている。

表-4.3 救命率の向上差(平日)

退出路設置病院	脳内出血	くも膜下出血	急性心筋梗塞	急性心不全	肺炎	CPA
青森県立中央病院	20.86	33.71	33.27	3.54	15.14	5.03
大船渡病院(基石海岸インターから)	6.50	8.42	7.52	0.87	4.92	
大船渡病院(大船渡インターから)	3.11	3.79	3.31	0.40	2.38	
山形県立中央病院	5.47	7.24	6.53	0.75	4.12	
石巻赤十字病院(石巻南インターから)	1.49	1.80	1.56	0.19	1.15	
石巻赤十字病院(河北インターから)	3.53	4.42	3.89	0.46	2.69	
雄勝中央病院	3.40	4.08	3.53	0.44	2.61	

表-4.4 救命率の向上差(休日)

退出路設置病院	脳内出血	くも膜下出血	急性心筋梗塞	急性心不全	肺炎	CPA
青森県立中央病院	19.30	30.43	29.70	3.16	14.08	4.49
大船渡病院(基石海岸インターから)	5.33	6.76	5.99	0.71	4.05	
大船渡病院(大船渡インターから)	2.94	3.58	3.11	0.38	2.25	
山形県立中央病院	4.94	6.49	5.83	0.67	3.73	
石巻赤十字病院(石巻南インターから)	1.49	1.80	1.56	0.19	1.14	
石巻赤十字病院(河北インターから)	3.10	3.85	3.38	0.40	2.37	
雄勝中央病院	3.17	3.79	3.27	0.40	2.44	

表-4.5 救急車専用退出路の1年間の平均使用件数(件)

退出路設置病院	1年間の平均退出路使用回数
青森県立中央病院	199
山形県立中央病院	648.8
雄勝中央病院	184*
石巻赤十字病院	597.6
岩手県立大船渡病院	816

(\*:平成20年1月から10月の使用回数)

また、(各疾患の搬送人数/病院への搬送人数)は、救急車専用退出路設置病院へのアンケート調査によって把握する。しかし、アンケートの回収状況が集計などの業務負担の関係から思わしくないため、本研究では返信のあった大船渡病院のアンケート結果から得られた各疾患の搬送人数の割合をすべての病院で利用する。

#### 4-5 救急車専用退出路設置による便益の算出

4-4 で算出した救命人数の向上を利用し、救急車専用退出路の便益を算出する。本研究では、救命1人あた

りが生み出す便益を死亡1人あたりの損失利益として計算する。なお、死亡1人あたりの損失利益は、裁判などで相手を死亡させた場合の逸失利益の計算として一般的に使われているライプニッツ係数を用いた計算式を用いる。式(4.2)に計算式を示す。

$$\text{平均年収} \times (100 - \text{生活費控除}) \times \text{ライプニッツ係数} = \text{死亡者の損失利益} \quad (4.2)$$

また、各疾患の平均発生年齢は全国的な統計がないため、医学学会論文などで研究のために集められたいくつかの症例の平均年齢をその疾患の平均発生年齢と仮定して計算する。

#### 4-6 救急車専用退出路の設置費用

救急車専用退出路の設置費用は各自治体にアンケートを行った救急車専用退出路の設置事業費と年間の管理費により求める。なお、本研究では、社会的割引率を5%として計算を行った。

なお、詳しい計算結果については、講演時に報告したい。

#### 参考文献

- 1) 「平成19年度版 救急・救助の現状」, 総務省消防庁, 2008.2.22
- 2) 「救急搬送における医療機関の受入状況等実態調査の結果について」, 総務省消防庁, 2007
- 3) 田中悠祐, 高山純一, 木俣昇, 「救急車の走行時間信頼性からみた救急搬送力評価に関する研究」, 平成14年度修士論文
- 4) 藤本昭, 橋本孝来, 「救急患者の収容所要時間・救命曲線を使った道路整備の救命向上効果計測」, 九州技報第31号, pp15-21, 2002.7
- 5) 藤盛吉絵, 佐々木正弘, 成田由美恵, 松田輝子, 「NIHSSを用いたクリニカルパスのバリエーション分析」, 大館市立総合病院 <http://www.odate-hp.odate.akita.jp/med/achiv/2007/8.pdf>
- 6) 済生会熊本病院脳卒中センター, <http://kumanichi.com/iryuu/mailguide/2/brain/4.html>
- 7) 北川喜己, 大宮孝, 奥村孝子, 秋田宏樹, 佐竹立成, 真弓俊彦, 有嶋拓郎, 「救命救急センター外来死亡症例の臨床病理学的検討」, 日本救急医学会, 2001.2.16, [http://journal.jaam.jp/emergency/View\\_abstract\\_generalDoc.do?year=2002&vol=13&code=02&no=120&doc\\_type=top](http://journal.jaam.jp/emergency/View_abstract_generalDoc.do?year=2002&vol=13&code=02&no=120&doc_type=top)
- 8) Davis BR, Piller LB, Cutler JA, Furberg C, Dunn K, Franklin S, Goff D, Leenen F, Mohiuddin S, Papademetriou V, Proschan M, Ellsworth A, Golden J, Colon P, Crow R, 「心不全の予防における利尿薬の役割」, Circulation, Vol.113, 18号, pp2201-10, 2006.05
- 9) 丸山貴也, 「高齢者肺炎の実践と対策」 <http://radio848.rs.jp.net/abbott/html/20081128.html>
- 10) 済生会福岡総合病院, <http://www.saiseikai-hp.chuo.fukuoka.jp/>
- 11) 厚生労働省「平成19年 国民生活基礎調査の概況」, 2008.9.11