

## 科学研究費助成事業（学術研究助成基金助成金）研究成果報告書

平成 25 年 5 月 24 日現在

機関番号：17102

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2011～2012

課題番号：23656321

研究課題名（和文） 救命率・社会復帰率予測に基づく救急医療体制と患者輸送システムの研究

研究課題名（英文） Study on Emergency medicine/patients transport system based on the basis of survival/social return rate

研究代表者

角 知憲 (SUMI TOMONORI)

九州大学・工学研究院・教授

研究者番号：90133090

研究成果の概要（和文）：三次救急病院に直接搬送された患者のうち主として脳・心臓血管系の患者について患者の症状や身体状況に応じて発症から治療開始までの時間の関数として生存率・早期退院率を予測するモデル式を開発した。これによって、救急医療体制の改善効果が算出可能となった。

研究成果の概要（英文）：Formulae were found using medical care data of brain/heart blood vessel patients who were carried to the Third Level Emergency Hospitals. The effects of transportation improvement of emergency patients transport system could be theoretically calculated by the formulae.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
交付決定額	2,900,000	870,000	3,770,000

研究分野：工学

科研費の分科・細目：5205

キーワード：救急医療 患者輸送 救命率 社会復帰

### 1. 研究開始当初の背景

#### (1) 救急医療資源の絶対的不足と偏在

高齢化に伴って、救急患者は増大しつつある。しかし、救急隊や救急病院あるいは救急医など救急医療の人的・物的資源を急増させることはできず、救急患者が受け入れ可能な救急病院を求めて「たらいまわし」されるなどの事態が発生した。また、高度な救急医療サービスを提供可能な病院は大都市に偏在し、地方では十分な救急医療が受けられない地域が増加してきた。

#### (2) 救急医療体制の整備の動き

必ずしも十分でない救急医療資源を有効に活用するため、救急医療体制の整備が進められてきた。それは、一次から三次にわたる段階的な医療サービスを編成して、高度な医

療活動が可能な病院に軽症患者が集中して効率を低下させるような事態を解消するとともに、病院と救急車中の救急隊員との間で無線情報を交換して迅速な搬送を可能とすることなどである。医師でない救急隊員（救急救命士）に限定的な医療処置をさせる方策もとられている。

#### (3) 救急搬送時間短縮効果の定量的把握

搬送時間短縮が救急患者の生存率や予後を向上させることは、ある意味で自明であるが、それを定量的に評価することは容易ではない。この関係が定量的に明らかになれば、限られた医療資源を投入する場所やその内容をより効率的に行えるようになり、全体的に人命損失や回復後のQOLの低下を最小化することができる。また、直接的な医療資源で

はない道路などの社会資本の整備効果を反映することが可能となる。

(4) 高齢化社会における患者の身体的・医療的情報の必要性

救急医療の効率性向上のためには、病院側の情報を有効活用すると同時に、患者側の情報をも有効に活用する必要がある。ここでいう患者情報とは、患者の個人的な体力や症状の重篤度、さらには既往症や合併症などを意味する。また、年々高齢化が進行する我が国において、とくに地方部では、年齢とともに体力が低下し既往症・合併症なども増加する傾向がある。

(5) 医学の進歩を反映した医療効果予測

救急医療の分野でも医学的進歩は目覚ましいものがある。それは、診断や治療効果を変化させると同時に、効率的な救急体制の在り方を変える可能性がある。急速な医療技術の変化に応じて救急医療体制の効率化を推進するためには、迅速に救急搬送サービス・医療サービスと救命率や社会復帰などQOL向上効果の定量的関係を把握し継続的に改定していく必要がある。そのためには、比較的少数のデータを用いて十分な精度の予測が可能な手法が必要である。

## 2. 研究の目的

当面、最高度の医療資源を有するとされる三次救急病院に搬送された救急患者を対象として、救命率、生存時のQOL、さらには社会復帰率を予測することが可能な数学モデルを開発することを目的とする。そのモデルは、

①搬送サービスとともに、患者個々の身体情報をも考慮できること

②生死とともに生存時のQOLを予測できること

③比較的少数のデータに基づいて、継続的な改定が容易であること

を要求されるものである。このモデルは、継続的な調査の内容を構想させるものでもあり、搬送サービスや路車間通信を用いた救急医療体制改善の効果を推定することにも適用可能なものであると考えられる。

救急医療に関するデータは、救急医療関係者、救急消防隊関係者などによって逐次蓄積されてきているが、その中で個人的な疾病情報や回復後のQOLに関する情報はきわめて限られている。したがって、限られた情報量の中から有用な情報を遺漏なく抽出する方法が必要である。本研究の目的は、交通需要予測など土木計画学の分野で発達し交通手段選択の予測などに用いられる手法を救急医療のデータに適用する可能性があることに着目して、限られたデータから所要の情報を考慮して生死・QOLを予測する方法を見出し、

その方法によってさらに有用な知見を得るために新しい調査を構想するとともに、救急患者の輸送サービスを向上して人命の損失と生存者のQOLの低下を最小化する可能性を示唆することである。

## 3. 研究の方法

### (1) 対象データ

用いたデータは2004、2005年を中心に九州における9病院が、発症から治療までの時間短縮効果を知ることが目的に、データ作成様式を統一し、受け入れた救急車による搬送患者の診療録を調べたもので、対象としたのは致死的内因性疾患のうち統計処理をするデータ数の確保が見込める急性心筋梗塞(AMI)、クモ膜下出血(SAH)、脳梗塞(CI)、脳出血(CH)、大動脈解離(AD)の5疾患および多発外傷多発外傷(MT)である。秒単位で処置を急ぐ心肺停止状態の症例は除いている。以下に述べるように利用可能なデータは多くはないが、救急患者の発症から病院における医療処置までの所要時間の詳細な要素のほか、個人の年齢、性別、既往・合併症など患者に関する身体的・医療的情報を比較的豊富に含むものである。

収集した症例数は4,285症例である。この内、①「搬送時間」(覚知時刻から病院着時刻までの時間)と②「転帰」(入院30日目状態を死亡と入院中、転院、自宅退院に分類)、③疾患別「重症度」(重症と中等症、軽症に分類)、④「搬送形態」(直送と転送に分類。三次救急病院には一次、二次救急病院から比較的重傷の患者が転送されてくる。)の4項目が判明しかつ④「搬送形態」が直送であるデータを基本データとして用いた。この基本データは1,310症例である。ただし、それを疾患別に分けると、AMIが197症例、AHが131症例、CIが360症例、CHが416症例、ADが75症例、ISSスコア18以上MTが131症例である。

### (2) 方法

交通計画の分野では、交通手段選択の予測などにプロビットモデルやロジットモデルなどが用いられることは周知のとおりである。これらは、交通手段という離散的な分類をおこなうモデルであると考えられているが、比較的少数のデータを用いて作成可能であり、多様なサービス変数や旅客の属性を考慮することが可能である。また、元来は医薬の効能の判定に用いられていたと言われ、生死や転帰の分類予測に応用することが可能である。

交通手段選択においては、選択肢各々に定義される非効用を比較してそのもっとも小さいものが選ばれる、という構造を数学的にあらわすものであるが、ここでは発症した疾病の重篤度と患者の体力・医療効果を比較し

て、後者が優った場合に生存し、そうでない場合は死亡、大量・医療効果が優勢の程度が一定の水準を超えれば転帰の QOL が一定の水準を超える、といった構造を採用する。転帰の分類は、生か死かという 2 分類、生の場合は社会復帰に至るか否か、といった分類、という段階的な構造になるので、ネステッドロジットモデルを適用する。その構造を、図-1 に示す。

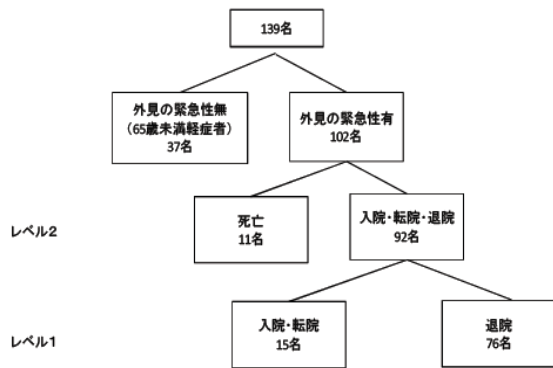


図-1 転帰の分類

ここで各分類ごとに記入した人数は、後に示す急性心筋梗塞の患者の数である。レベル 1, 2 の上にもう一層の区分があるが、これは明らかに危険性がないとみられる患者に対しては、他の救急患者の処置を優先するなど、ある種のトリアージのような処置がなされることを想定したもので、救急医療活動の急速性の効果を厳密に判定するには、不適当なデータを除くためのものである。また、入院・転院、退院という分類については、入院 28 日後にその病院にまだ入院中、他の病院にて入院中、退院して自宅へ戻った、という 3 種類の区分を表している。28 日目自宅退院率は、生存者の QOL を示唆する指標として、当面利用可能な唯一の情報である。

#### 4. 研究成果

前記 5 疾患は、発症の機序や影響要因にそれぞれ特有の事情があり、医学的知見に基づいて個別に考慮する必要があるが、解析が完了するまでには至っていないが、医療効果が比較的明瞭なくつかの疾患については、モデルが作成されつつある。その一例として、急性心筋梗塞に関する予測モデルを示すと、以下のとおりである。

各レベルにおける分類は、症状の重篤度（重篤度には疾病ごとに医学的に詳細な分類が行われるが、ここでは医師の指導に基づいて 3 分類に簡素化してある。）と治療活動の効果を表す指標  $D = \sum a_i x_i$  と、患者の体力を表す指標  $D_0 = b_0 + \sum b_i y_i$  の差を用いている。

変数 D を構成する要素としては、重症度のほか、発症から病院における医療処置までの所要時間を取り、 $D_0$  としては年齢、患者の発見形態（本人は通報した場合は他の場合より体力が大きいためであろう。）をとった。表-1 に救急患者の転帰予測モデルのパラメータ推定結果を示す。また、予測の再現性を図-2 に示す。

表-1 モデルパラメータ

データ数 139

		Variable	Parameter	t-value
レベル1	退院	合計時間	-0.006	-2.017
	入院	ダミー	-1.479	-2.575
レベル2	生存(入院+退院)	発見形態(本人=1, それ以外=0)	-1.445	-2.424
		中等症	-1.073	-0.182
		重症	-2.908	-0.201
		合計時間	-0.040	-0.172
		((レベル1の)合成変数)	0.149	0.196
	死亡	ダミー	-24.064	-0.197
		年齢(70以上=1, それ以外=0)	5.741	0.214
		発見形態(本人=1, それ以外=0)	-9.556	-0.212
		合併症(有=1, 無=0)	8.381	0.195
		データ数	102	
尤度比	0.415			
$\chi^2$ 値	93.0			
的中率	64.1			

合計時間=搬送時間+病院到着後から治療開始までの時間

全体グラフ (合計時間以外は平均値 (102名)) (102名に対する割合)

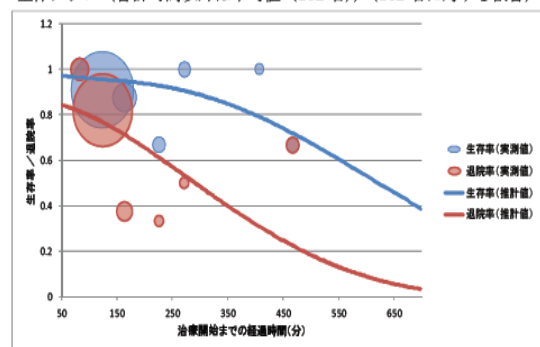


図-2 AMI 患者の転帰予測モデル

図-2 は、横軸に発症から治療までの合計時間を取り、縦軸には生存率あるいは 28 日後自宅退院率をとって予測結果と観測結果を比較したもので、図中青線および青丸は生存率、赤線と赤丸は自宅退院率の予測結果と観測例である。円の大きさは同じ合計時間（丸めてある）に属する観測数を表している。適合度は尤度比 0.4 に達しており、比較的良好である。なお、この解析に必要な情報を有していた観測例は 139、うち緊急の治療を要したと思われる例は 102 に留まった。

これらの解析を通じて得られた所見は次

のとおりである。

1) 発症から治療開始までの所要時間の長さが治療効果に与える効果は、決定的ではないが有意である。

2) 発症から治療開始までの所要時間は、救急車の現場到着・収容・病院到着まで搬送時間と、到着後治療開始までの検査・前処置所要時間に分けられ、後者の時間の長さが無視できないが、搬送時間と治療効果の関係は確認される。

3) 一次、二次救急病院から三次救急病院に転送される患者についても、病院到着後治療開始までの検査・前処置所要時間の長さは直接三次救急病院に搬送された患者のそれと有意な差はない。

4) 標準治療法が存在し病状に応じて治療方法が選ばれるので、両者を区別したモデルは作成できない。

5) 病院において、明らかに軽症の患者については他の重傷患者を優先する、トリアージのような現象が存在する可能性がある。

さらに、1)、2) 項にあげた知見からは、受け入れ可能な救急病院やそこへの輸送経路を探索し救急車を誘導する方策や、道路整備やヘリポート建設により救急車、ドクターヘリの運用改善を通して得られる搬送時間短縮が救命・QOLを改善する効果が予測可能になると考えられる。一方、3) 項からは、現在の救急医療体制が想定する転送という作業がある程度不利益を生じる可能性を示唆している。しかし、これらのことは、逆に救急車内において救急隊員が収容の検査を実施して病院に送信し病院での検査や前処置を短縮ないし先行させるなどの処置が有用であることを示唆するものでもある。さらに、4) 項を踏まえて、医学の進歩に応じて診断も治療法も変化することを考えれば、このモデルを実務的に用いるには、継続的な改定作業を要することが分かる。

比較的少数のデータに基づいて患者個々の医療情報を考慮し、回復後のQOLを予測することも可能なモデルが作成可能であること、そのモデルは医学の進歩に応じて改定する必要があることから、継続的な調査を行うことが求められる。本研究の支援医師団においては、調査のために新たに労力やコスト割くことができず、新しい調査を行うには至らなかった。今後も研究資源を探して新しい調査を行うこと、あるいは全国で開始されつつある消防救急隊のデータと病院情報を照合して救急体制を改善する動きに合わせて、求められる情報を取得する可能性を探るなどが、要求されるところである。

## 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計2件)

藤本昭・角知憲・大枝良直・田代哲章・松本和信・武藤美代：道路整備による救急医療改善効果推計方法についての提案、交通工学、Vol. 46, No. 3, pp66-69, 2011.

藤本昭・角知憲・大枝良直・城素美夫・武藤美代・田中泰幸：ロジック回帰を適用した道路整備の救急医療改善効果推計、交通工学、Vol. 47, No. 2, pp57-62, 2012.

[学会発表] (計0件)

[図書] (計0件)

[産業財産権]

○出願状況 (計0件)

名称：  
発明者：  
権利者：  
種類：  
番号：  
出願年月日：  
国内外の別：

○取得状況 (計0件)

名称：  
発明者：  
権利者：  
種類：  
番号：  
取得年月日：  
国内外の別：

[その他]

ホームページ等

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

角 知憲 (SUMI TOMONORI)  
九州大学・工学研究院・教授  
研究者番号：9 0 1 3 3 0 9 0

### (2) 研究分担者

大枝 良直 (OEDA YOSHINAO)  
九州大学・工学研究院・准教授  
研究者番号：1 0 2 5 3 5 0 1