

氏名	福島史人
学位の種類	博士（医学）
学位記番号	甲第 600 号
学位授与年月日	令和 2 年 3 月 16 日
学位授与の要件	自治医科大学学位規定第 4 条第 2 項該当
学位論文名	三次救急医療体制における救急活動時間の短縮に関する ICT を用いた解析とそのシミュレーションに関する研究
論文審査委員	(委員長) 教授 新保 昌久 (委員) 教授 興 柁 貴 英 准教授 米 川 力

## 論文内容の要旨

### 1 研究目的

本研究の目的は、Global Positioning System (GPS) データを使用した分析より、救急自動車出動から現場到着までと現場から病院到着における救急自動車走行時間の延長の原因を明らかにすることである。我々は本研究にあたり二つの仮説を立て検証した。(1)救急隊が現場に向かうまでの時間では、救急要請の住所から最も近い消防署 (FD) から救急自動車が出動していないために時間が延長している。(2)現場から病院に向かうまでの時間では、天候、時間帯、平日か休日かにより影響を受けている。また緊急走行車両であっても自由に通行できない交通渋滞が局所的に発生しているために速度低下が発生し時間が延長している。

上記二つの仮説の証明を行ったうえで、(1)現場から直近の FD より救急自動車が出動した場合の時間短縮効果や(2)現場から病院までの救急自動車走行時間が、天候、時間帯、平日か休日かの走行環境の違いによる時間短縮効果があるのか。また交通渋滞がない場合にどの程度時間短縮効果があるかに関するシミュレーションを行った。仮説およびシミュレーションのすべてのデータを情報通信技術 (Information and Communication Technology, ICT) により収集し活動解析を行った。

### 2 研究方法

#### 【研究方法】

本研究では、救急自動車の走行位置、速度の情報を得るために GPS 受信機を救急自動車に搭載した。対象の救急自動車においては、移動中の 1 秒単位の測位情報と電子地図の座標をマッチングし、走行位置と走行速度を算出した。また、119 番通報時の時間などの救急搬送記録と GPS 受信機の測位の時刻を付き合わせる (マッチング) ことで、現場に向かう救急自動車の活動内容を特定した。

#### 【対象となった救急隊】

対象地域は、第三次救急医療機関である自治医科大学附属さいたま医療センターに搬送が予想されるさいたま市の大宮区、見沼区、岩槻区に存在する 9 消防署 10 隊の救急隊とした。

### 【対象症例と調査機関】

GPS 受信機を搭載した救急自動車によって第三次救急医療機関である自治医科大学附属さいたま医療センターに搬送された症例の救急隊活動記録から得られた現場の住所に基づき、119 番通報の時間と走行距離、1 秒あたりの現場到着時間、走行経路、1 時間あたりの平均速度を解析した。調査期間は 2016 年 9 月 14 日から 2016 年 11 月 15 日までのうち、データ欠損のない 30 日間を選択した。

### 【救急自動車の出動から現場到着までの時間 (EVs) のデータ集積に関して】

救急要請から取得された GPS 情報は、救急隊活動記録から収集され、GPS から取得されたデータと照合した。救急要請のデータは、Quantum GIS 3.6.1 を使用し地図上に描出した。現場に出動した救急自動車が直線距離で直近の FD から出動しているか否かを同時に調べた。直近の FD から出動していない事例は、直線距離で最も近い救急自動車が FD から出動したとシミュレーションし、比較を行った。

### 【救急自動車の現場出発から病院到着までの時間 (EVemd) のデータ集積に関して】

現場から自治医科大学附属さいたま医療センターに搬送されたデータは、GPS 情報から取得した。天候、時間帯、曜日により EVemd に変化が生じるかを検討した。2 台以上の緊急車両で、道路状況に応じて毎秒記録された速度が 30 秒以上低下かつ速度が時速 20 キロメートル未満に低下した場所を速度低下場所として特定した。場所の特定と原因を検索した。速度低下場所を通過する救急自動車が通常の平均走行速度で交通渋滞がないとシミュレーションし、比較を行った。

### 【統計解析】

データは、JMP バージョン 10.0 を使用し統計学的に解析した。データは平均値±SD (標準偏差) で表記した。カテゴリーデータをカイ二乗検定で比較した。ウィルコクソン検定を使用し、連続変数を比較した。救急自動車の患者搬送における時間関係において、危険率 0.05%以下 ( $P < 0.05$ ) で統計学的に有意差があるとした。

## 3 研究成果

埼玉県さいたま市において 2016 年 9 月 26 日から 9 月 28 日、2016 年 10 月 10 日から 11 月 15 日までに救急搬送された患者は 3355 人であり、そのうちの 651 人 (19.4%) が自治医科大学附属さいたま医療センターに搬送された。651 人の患者のうち、3 次救急症例に選定された 68 人 (10.4%) を本研究の対象症例とした。

### 【EVs の実際のデータとシミュレーションデータに関して】

EVs の平均時間は  $5.7 \pm 3.11$  分であった。直近の FD から出動した 35 件 (51.5%) の EVs の平均時間は  $4.3 \pm 1.47$  分であった (group A)。一方、直近の FD 以外から出動した 30 件 (44.1%) では  $7.2 \pm 3.59$  分であった (group B)。署外出動の 3 件 (4.4%) では  $8.0 \pm 5.10$  分であった。group B において、直近の FD から出動したとシミュレーションした場合の EVs は  $4.0 \pm 2.12$  分であった (group C)。group A と group B、group B と group C の関係は統計学的に有意であった ( $p < 0.05$ )。

### 【EVemd の実際のデータとシミュレーションデータに関して】

EVemd の平均時間は  $11.2 \pm 5.18$  分であった。救急自動車が速度低下箇所を通過しなかった 39 件 (57%) の EVemd の平均時間は  $8.2 \pm 4.56$  分であった (group D)。一方、救急自動車が速度低下箇所を通過した 29 件 (43%) では  $15.2 \pm 4.81$  分であった (group E)。group E において、速

度低下が無かったとシミュレーションした場合の EVemd は  $12.1 \pm 3.51$  分であった (group F)。group E と group F の関係は統計学的に有意であった ( $p < 0.05$ )。

#### 【天候、時間帯、平日か休日かにおける救急自動車の平均走行速度の分析】

天候、時間帯、平日か休日かのいずれに関しても、救急自動車の走行速度に統計学的な有意差はなかった。

## 4 考察

研究目的で述べた 2 つの仮説に応え、現場から直近の FD からの救急自動車の出動は、時間短縮に統計学的に有効であった。EVemd は、天候、時間帯、平日か休日かに関係なく、道路環境自体が、時間を短縮できることが示された。

EVs が延長した理由の 1 つは、救急自動車が直近の FD から出動しなかったことによることが挙げられる。救急自動車は、FD、現場、病院で、またはそれぞれの間で、病院前医療を提供しながら回っている。これを総称して「救命救急のトライアングル」と呼んでいるが、トライアングルを回る救急自動車の数に比較して救急自動車は救急要請が増加することにより、すぐに現場に行くことができない可能性がある。本研究では、GPS データを使用して救急隊の活動記録をより正確かつ客観的に分析し、シミュレーションによって EVs の大幅な時間短縮効果を明らかにした。

EVemd においても時間短縮が可能と考えた。今回の研究では、救急自動車の走行速度は、天候、時間帯、平日か休日かの影響を受けない結果であったが、都市部の道路環境の影響を受けた。そうした場合、あらかじめ速度低下を認める場所に対する経路選択を行う必要性に迫られるが、選択すら困難な状況なのかもしれない。本研究では、救急自動車の経路として明らかな速度低下場所を認め、客観的に明らかにしたが、現実的には経路選択が不可能なことから問題をすぐに解決することは困難かもしれない。

ドクターカーやドクターヘリによる病院前医療の展開は今後もさらに発展していくことが予想される。こうした中で、将来の病院前医療の発展を考えると、救急自動車の走行時間に関する情報収集から得られた客観的データによる議論が必要となるだろう。現実的な問題解決にあたっては、産官学連携による問題解決を加速させることが可能となるだろう。将来的には、救急疾患において救急自動車走行時間短縮の影響が予後にどの程度影響するかについて明らかにすることが出来るかもしれない。

## 5 結論

本研究で、我々は GPS を用いたデータ解析により、現場活動時間を除く救急活動時間を明らかにし、都市の限られた地域ではあるが、救急活動時間を短縮する問題を特定出来た。ICT に基づいたデータを分析することは、現状の救急自動車走行に関する地域ごとの問題点の提起につながる可能性が高く、将来の病院前医療の発展に寄与する客観的情報となる可能性が高い。

## 論文審査の結果の要旨

本学位論文は、救急自動車に搭載された Global Positioning System (GPS) データを分析することにより、搬送時間の延長原因を明らかにし、問題解決のためのシミュレーションを行うこと

を目的とした研究である。本研究の結果から、救急車が直近の消防署から出動できなかったこと、および特定の速度低下箇所を通過することが搬送時間延長に寄与しており、それらの要因を除いた場合のシミュレーションにより、搬送時間の短縮が可能であることを示した。

本研究は、救命救急のトライアングルのうち、客観的データを得にくい情報発信が難しい救急自動車の搬送時間に着目し、GPS データと第三次救急医療機関の医療データとを突合することにより新たな知見を得た点で新規性、独創性がある。しかしながら、データの解析方法、シミュレーションの手法などの妥当性・客観性は必ずしも十分とは言えず、学問的意義については委員より厳しい意見も見られた。

上記を踏まえて、はじめに提出された論文について、研究に至る背景、なぜそこにフォーカスしたのか、成果の活用と今後の展望について大幅に加筆・修正すること、および時間短縮シミュレーションの式の意味、天候・時間等の違いによる解析結果等について示すことを指導した。数回のやり取りにて、現在用いることができるデータの範囲において適切かつ真摯に改訂がなされ、学位論文として一定のレベルに達したと判断した。

## 最終試験の結果の要旨

最終審査会に際しては、論文の内容について適切にプレゼンテーションがなされ、審査委員からの質問にも概ね適切に答えていた。論文の改訂についても、現在行い得る範囲で、適切かつ真摯に対応し、研究者としての資質・能力を有していると思われた。

以上の観点から、本論文は学位論文として相応しく、申請者は学位に値する学識が備わっていると審査委員全員が判断し、最終試験に合格とした。