

原 著

各消防本部と18歳未満の最多搬送医療機関との距離 —時間帯解析

江 原 朗

要旨：【背景】新生児を除く18歳未満の救急搬送において、収容所要時間（消防本部への通報から医療機関に収容されるまでの時間）が60分を超える比率は1割前後にすぎない。しかし、搬送にかかる距離に関しては十分な知見がない。一方、18歳未満の救急搬送患者の4割弱は、各時間帯においてこれらの年齢層の搬送が最も多い医療機関に収容されている。【目的】各消防本部と最多搬送医療機関との距離を時間帯別に求め、搬送距離の時間帯による変化を推定する。【方法】各消防本部と時間帯別の最多搬送医療機関の所在地から緯度・経度を求め、両者の直線距離を数学的に計算した。【結果】平日日中の距離の中央値（全国値）は2.71kmであった。日曜日中や平日・日曜夜間における中央値は、平日日中に比べて有意に長く、それぞれ3.59kmおよび4.22kmであった。【結論】消防本部と最多搬送医療機関との距離は、平日日中に比べて日曜日中や平日・日曜の夜間では有意に長かった。

キーワード：小児，救急搬送，距離，地理情報システム

はじめに

新生児を除く18歳未満の救急搬送において、収容所要時間（消防本部への通報から医療機関に収容されるまでの時間）は時間帯にかかわらず平均40分前後であり、60分を超える比率は1割前後にすぎない¹⁾。しかし、これらの年齢では夜間に管轄地域外への搬送比率が高く²⁾、収容所要時間に時間帯別の変化がなくても、搬送にかかる距離は延長している可能性が高い。

残念ながら、搬送距離を把握するための全国的な資料は存在しない。一方、18歳未満の救急搬送患者の4割弱は、これらの年齢の搬送が最も多い医療機関（以下、最多搬送医療機関）に収容されている（表1³⁾。救急搬送にかかる距離の全容を明らかにすることは不可能だと

も、4割弱の最多搬送医療機関と消防本部との距離を計算することから18歳未満の時間帯別の救急搬送にかかる距離の変化を推定することはできる。

そこで、各消防本部および各時間帯の最多搬送医療機関の所在地の緯度・経度を調べ、その差から両者の直線距離を計算することにした。

I. 方 法

18歳未満の最多搬送医療機関について全国の消防本部に行ったアンケート³⁾の原票から、平成26年の医療機関名を引用した。医療機関の所在地は、小児科を有する病院に関しては平成27年2月に各地方厚生局に開示請求した値⁴⁾から、その他については医療経済研究機構が収集した平成27年2月現在の医療機関に関

Distance between fire stations and medical facilities to which most of pediatric patients were transported
Akira Ehara : Faculties of Health Services Management, Hiroshima International University

広島国際大学医療経営学部教授

表 1 18歳未満の救急搬送のうち最多搬送医療機関が占める比率（シェア，平成26年）

	回答消防本部数	A) 18歳未満搬送患者数	B) 最多搬送医療機関への搬送患者数	シェア(B/A) (%)
平日日中	601	105,751	35,278	33.4
日曜日中	593	28,205	10,150	36.0
平日・日曜夜間	598	151,167	56,185	37.2

全国の750消防本部へのアンケート調査より（江原 朗：日医雑誌 2016；145：999-1005）.
搬送患者数の記載のないアンケート結果もあったため，以後の解析対象となる消防本部数とは一致しない。

表 2 消防本部と各時間帯の最多搬送医療機関との距離（管轄人口規模別）

	人口規模				政令指定 都市	総計
	5万 未満	5万～ 10万未満	10万～ 30万未満	30万以上 (政令指定都市以外)		
平日日中距離 (km)						
回答消防本部数	216	185	169	39	8	617
最小値	0.00	0.00	0.20	0.41	1.29	0.00
25パーセンタイル値	1.28	1.22	1.20	1.43	1.49	1.25
中央値	4.38	2.47	2.32	2.39	3.34	2.71
75パーセンタイル値	12.82	6.57	5.66	3.67	5.89	7.50
最大値	69.10	33.47	27.39	12.33	6.83	69.10
日曜日中距離 (km)						
回答消防本部数	210	185	167	39	8	609
最小値	0.00	0.00	0.20	0.51	1.29	0.00
25パーセンタイル値	1.51	1.48	1.29	1.74	1.59	1.45
中央値	5.29	4.20	2.73	2.75	2.83	3.59
75パーセンタイル値	12.50	10.92	6.04	4.11	7.93	9.51
最大値	65.16	33.77	29.90	12.33	16.21	65.16
平日・日曜夜間距離 (km)						
回答消防本部数	212	185	168	39	8	612
最小値	0.00	0.00	0.22	0.41	1.26	0.00
25パーセンタイル値	1.72	1.66	1.49	1.43	1.30	1.55
中央値	5.97	4.43	3.00	2.49	3.37	4.22
75パーセンタイル値	13.18	11.30	6.86	3.76	6.77	10.41
最大値	69.10	32.21	30.30	12.33	7.42	69.10
中央値比較(平日日中を1とする)						
日曜日中	1.21	1.70	1.18	1.15	0.85	1.32
平日・日曜夜間	1.36	1.80	1.29	1.04	1.01	1.56

回答率は，平日日中82.3% (617/750)，日曜日中81.2% (609/750)，平日・日曜夜間81.6% (612/750)である。
網掛けは，平日日中との間に分布の有意差あり。

する資料⁵⁾から引用した（なお，平成28年8月18日現在削除されている）。

消防本部の所在地および管轄する人口は全国消防長会の平成27年版消防現勢データ⁶⁾を用いた。調査対象の搬送時間帯は，平日（月～金曜）日中，日曜日中，平日・日曜夜間に分けた。日中は8時台～16時台，夜間は17時台～翌7時台とした。土曜日は通常診療をしている医療機

関とそうでない医療機関が混在するため，解析から除外した。

消防本部および医療機関の所在地を緯度・経度に変換するには，東京大学空間情報科学研究センターが提供するCSVアドレスマッチングサービス⁷⁾を利用した。変換形式は，世界測地系・全国街区レベル（〇〇県〇〇市〇〇町〇〇番地の位置情報から緯度・経度に変換を行う）

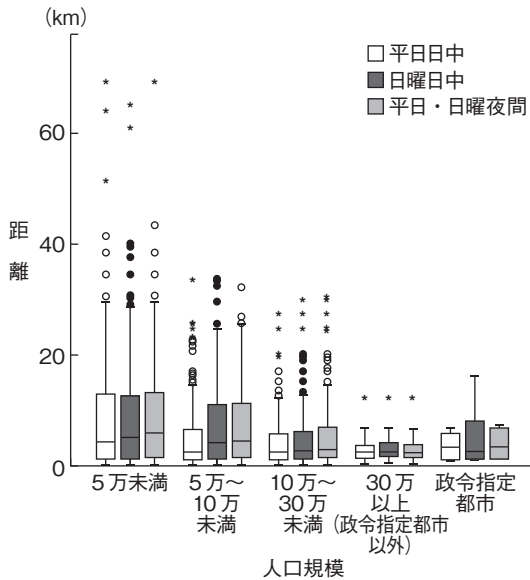


図1 消防本部と各時間帯の最多搬送医療機関との距離の分布（管轄人口規模別）

30万人以上は政令指定都市を含まない。

箱ひげ図における箱（長方形）は25パーセンタイル値（下限）から75パーセンタイル値（上限）を示し、箱内の横線は中央値を表す。

有意差のある人口規模の組み合わせは、平日日中、日曜日中：5万未満対10万～30万未満、平日・日曜夜間：5万未満対5万～10万未満、5万未満対10万～30万未満。

とした。

平面上の距離は、直角三角形の三平方の定理から、 $(\text{距離})^2 = (\text{緯度の差} \times \text{緯度1度の距離})^2 + (\text{経度の差} \times \text{経度1度の距離})^2$ で求められる。しかし地球上は球面であるため、さらに補正が必要となる。このため、緯度・経度からの距離計算は球面三角法⁸⁾により行った。

時間帯別に求めた距離は、さらに消防本部の管轄人口規模別、地方別に比較した。統計学的な検定はKruskal-Wallisの検定またはWilcoxonの符号付順位検定を用い、 $p < 0.05$ を有意差ありとした。各人口規模間や各地方間の2群間比較を行うには、Bonferroni/Dunn法⁹⁾により補正を行った。実際にはIBM社SPSS[®] ver.23を用いた。

本研究の実施に関しては、広島国際大学医療倫理委員会に諮問を行い、承認を受けている（倫

14-165）。

II. 結果

表2および図1に、消防本部と各時間帯の最多搬送医療機関との距離を管轄人口規模別に示す。平日日中の中央値（総計：全国値）は2.71kmであった。日曜日中や平日・日曜夜間では平日日中よりも有意に長く、それぞれ3.59kmおよび4.22kmであった。さらに、5万～10万未満、10万～30万未満の消防本部では、同様に日曜日中、平日・日曜夜間の距離が平日日中よりも有意に長かった（表2）。一方、5万未満、30万以上（政令指定都市以外）や政令指定都市の消防本部では有意差を認めなかった。

時間帯ごとに距離の分布を見ると、人口が5万未満の消防本部では、10万～30万未満の消防本部よりも、すべての時間帯で有意に長い傾向が見られた（図1）。さらに、平日・日曜夜間においては、人口5万～10万未満の消防本部よりも有意に長い傾向も見られた。

表3に消防本部と各時間帯の最多搬送医療機関との距離を地方別に示す。関東、中部、近畿では、平日日中の距離に比べて日曜日中、平日・日曜夜間の距離が有意に長かった。また、東北や四国では平日日中と日曜日中との間で距離の分布に有意差を認めたが、東北では全国の傾向に反して日曜日中のほうが短かった。一方、北海道、中国、九州では平日日中の距離と日曜日中や平日・日曜夜間の距離の分布との間に有意差を認めなかった。また、地方間で時間帯ごとに距離の分布を比較しても、有意差を認めなかった。

III. 考察

本研究では、18歳未満の救急搬送患者の約4割を占める最多搬送医療機関と各消防署との距離を計算し、時間帯ごとの救急搬送にかかる距離の変化を推定した。この結果、東北の日曜日中の例外はあるものの、平日日中と比べて日曜

表3 消防本部と各時間帯の最多搬送医療機関との距離（地方別）

	地 方								
	北海道	東北	関東	中部	近畿	中国	四国	九州	総計
平日日中距離 (km)									
回答消防本部数	59	61	105	149	70	45	42	86	617
最小値	0.25	0.36	0.00	0.00	0.10	0.08	0.31	0.00	0.00
25パーセンタイル値	0.78	1.85	1.42	1.20	1.36	1.18	0.79	1.68	1.25
中央値	2.03	3.62	3.28	1.97	2.53	2.47	2.77	3.75	2.71
75パーセンタイル値	10.55	7.78	8.78	5.25	6.00	7.97	7.34	11.08	7.50
最大値	69.10	30.63	27.39	33.47	28.54	25.77	41.45	25.80	69.10
日曜日中距離 (km)									
回答消防本部数	57	60	103	149	68	45	41	86	609
最小値	0.25	0.36	0.00	0.00	0.10	0.12	0.37	0.00	0.00
25パーセンタイル値	0.73	1.53	1.54	1.29	2.29	1.92	1.88	1.82	1.45
中央値	2.03	3.19	3.83	2.73	4.20	5.00	7.13	4.51	3.59
75パーセンタイル値	11.33	6.62	9.72	7.56	7.01	11.13	13.09	11.08	9.51
最大値	65.16	25.65	29.90	33.77	28.54	60.87	40.10	29.49	65.16
平日・日曜夜間距離 (km)									
回答消防本部数	58	61	104	148	68	45	42	86	612
最小値	0.25	0.36	0.00	0.00	0.61	0.12	0.31	0.00	0.00
25パーセンタイル値	0.81	1.85	2.23	1.42	2.11	1.86	1.45	2.15	1.55
中央値	2.08	3.62	4.98	2.76	4.89	4.88	6.23	4.86	4.22
75パーセンタイル値	11.33	7.78	11.64	8.24	10.64	9.39	12.81	11.30	10.41
最大値	69.10	29.50	29.90	43.32	28.54	26.90	34.41	34.67	69.10
中央値比較（平日日中を1とする）									
日曜日中	1.00	0.88	1.17	1.39	1.66	2.02	2.57	1.20	1.32
平日・日曜夜間	1.02	1.00	1.52	1.40	1.93	1.98	2.25	1.30	1.56

網掛けは、平日日中との間に分布の有意差あり。

地方間では時間帯ごとの距離の分布に有意差を認めない。

日中、平日・日曜夜間においてその距離が延長することが判明した。これは、夜間に消防本部の管轄地域外への搬送比率が高まるとしたこれまでの結果²⁾とも一致する。

また、人口規模別に見ると、5万～30万未満の消防本部では平日日中の距離に比べて日曜日中や平日・日曜夜間の距離が有意に延長するものの、5万未満、30万以上（政令指定都市以外）の消防本部や政令指定都市の消防本部では時間帯別の距離における有意な変化を認めなかった。人口規模5万～30万未満の地域にある医療機関では、平日の小児救急患者の受け入れは可能であっても、日曜や夜間の受入体制が整っていない可能性がある。一方、5万未満の消防本部で有意差を認めない理由としては、地域内の

医療機関での受け入れがすべての時間帯において困難であることが予想される。このことは、各時間帯における距離の分布が10万～30万未満の消防本部に比べて5万未満の消防本部の距離が長いことから裏打ちされる。また、30万以上（政令指定都市以外）や政令指定都市の消防本部で有意差を認めない理由としては、地域内の医療機関における受入体制がどの時間帯でも整っていることが考えられる。

地方ごとに見ると、関東、中部、近畿においては、平日日中と比べて日曜日中、平日・日曜夜間の距離の分布が有意に長い傾向がある反面、北海道、中国、九州ではこうした有意差を認めなかった。関東、中部、近畿では複数の受入医療機関があるため、平日日中に限定して受

け入れを行っている医療機関もあると思われる。一方、北海道、中国、九州では受入医療機関が限られるため、その限られた医療機関がすべての時間帯において受け入れを行っているものと思われる。なお、東北で日曜日中の搬送距離が短縮した理由は不明である。

もちろん本研究では以下のような限界がある。

- (1) 搬送患者の4割弱を占める最多搬送医療機関に対する解析に限られ、残り6割の動向が不明であること。
- (2) 直線距離の計算であり、実際の移動距離や移動時間を勘案していないこと。
- (3) 救急車の出動場所や救急搬送の要請現場に関して考慮されていないこと。
- (4) 救急車以外の自家用車等でのアクセスは勘案されていないこと。
- (5) 転院搬送のデータも含まれる可能性があること。

本研究は、4割弱の18歳未満の救急搬送事例からの推定ではあるが、最多搬送医療機関との距離の解析であるため、すべての消防本部と搬送先との距離が判明した場合、最多搬送医療機関との距離が最頻値となる。したがって、今回の研究で得られた結果は全体の傾向を代表する可能性が高い。また、救急搬送要請をしてから現場に到着するまでの時間は8分前後であり¹⁰⁾、救急要請の現場を経由して医療機関に向かう距離が消防本部と医療機関の直線距離と比べて数km延長するかもしれない。しかし、今回得られた結果に大きな影響を与えるとは思えない。さらに、平成24年の全国の救急搬送人員データベース（総務省消防庁）を用いた解析では、小児の転院搬送は全体の1割前後であることから（投稿中）、転院搬送の影響が本解析に大きな影響を与えるとも考えられない。

救急搬送においては、収容所要時間の長短が最も重要な指標となる。しかし、救急搬送にかかる距離の解析も同様に重要である。収容所要時間が短くても、ヘリコプター等に長距離の搬

送を依存すれば、天候の影響等で欠航となった場合に支障を生じる。したがって、救急搬送の政策を策定する際には、速度の速い搬送手段が確保できない場合の代替搬送医療機関も設定しなければならず、その際には搬送距離の解析が欠かせない。

平成22年に比べて平成26年には18歳未満の最多搬送医療機関のシェア（救急搬送に占める最多搬送医療機関の比率）が上昇している³⁾。小児医療の重点化・集約化が進行しており、これに伴うアクセスの変化については、数値に裏打ちされた議論が不可欠である。エビデンスに基づいた医療政策の実施が切に求められる。

本研究はJSPS KAKENHI（日本学術振興会科研費）15K01786の助成を受けたものです。

文 献

- 1) 江原 朗：小児の救急搬送における収容所要時間の推移—平成20～24年の時間帯別・重症度別解析. 日医雑誌 2016; 144: 2497-2502.
- 2) 江原 朗：小児救急患者の時間帯別地域外搬送率. 日小児会誌 2015; 119: 1518-1525.
- 3) 江原 朗：各消防本部における18歳未満の最多搬送医療機関の推移—平成22年と26年の比較. 日医雑誌 2016; 145: 999-1005.
- 4) 江原 朗：平成22～27年の全国の小児科標榜病院数の推移—地方別、所在地の人口規模別解析. 日医雑誌 2015; 144: 1873-1877.
- 5) 医療経済研究機構：全国保険医療機関（病院・診療所）一覧（2015/05/11）. <http://www.ihep.jp/publications/report/search.php?dl=392&i=2>（2016年1月26日）（ただし、2016年8月18日現在アクセスできず）
- 6) 全国消防長会：平成27年版消防現勢データ. <https://www.fcj.gr.jp/info/download/27gensei.zip>
- 7) 東京大学空間情報科学研究センター：CSVアドレスマッチングサービス. <http://newspat.csis.u-tokyo.ac.jp/geocode/>
- 8) 長谷川一郎：天文計算入門—球面三角から軌道計算まで. 新装改訂版, 恒星社厚生閣, 東京, 1997.
- 9) Dunn OJ: Multiple comparison using rank sums. *Technometrics* 1964; 6: 241-252.
- 10) 総務省消防庁：平成27年版救急救助の現況. http://www.fdma.go.jp/neuter/topics/fieldList9_3.html

受付日 平成28年2月29日

連絡先 〒730-0016 広島市中区幟町1-5
広島国際大学医療経営学部
江原 朗