

## 横浜市における救急医療の需要分析

オシゲ ケンジ イイ マサコ ナワ タ カズミツ  
 大重 賢治\* 井伊 雅子<sup>2\*</sup> 縄田 和満<sup>3\*</sup>  
 ミズマ シュンサク トチク ボ オサム  
 水嶋 春朔<sup>4\*</sup> 朽久保 修\*

**目的** 横浜市では、近年、救急車による搬送患者数が急激に増加している。本研究では、救急医療需要に影響を与えている地域的要因について分析し、将来の救急搬送患者数を予測する。

**方法** 1995年から1999年の5年間について、横浜市各行政区（18行政区）における、人口1,000人あたりの年間救急搬送患者数（昼夜人口調整済）を目的変数とし、救急医療の需要に影響を与えると考えられる因子を各行政区ごとに集計したものを説明変数として用いて、重回帰分析を行った（パネル分析）。また、この分析によって得られたモデルに基づいて、救急搬送患者数の将来予測を行った。救急搬送に関する情報は、横浜市消防局発行の消防年報より得た。人口に関するデータは、横浜市企画局政策統計解析課の行政区別年齢別人口統計および1995年と2000年の国勢調査より入手した。その他、救急医療の需要に影響を与えると考えられる因子は、横浜市衛生年報、神奈川県衛生年報および横浜市統計書より得た。横浜市の将来人口推計は、1995年と2000年の国勢調査をもとに、コホート変化率法を用いて行った。

**結果** 1) 各行政区における救急搬送患者数と、各区の健康診査受診率、健康教育回数、生活保護率、道路率、平均住宅地価格、商業地割合、年齢調整死亡率および高齢化率（65歳以上人口割合）との間に統計学的に有意な関連が認められた。

2) 横浜市では、高齢化の進展に伴い、今後、救急搬送患者数の急激な増加が予想され、2000年に121,606人であった救急搬送患者数は、2030年には25万人を突破し、2050年には30万人近くに達すると予測された。

**結語** 横浜市においては人口の高齢化が進んでおり、救急医療需要の急激な増加が見込まれる。

高齢化社会における救急医療体制という観点からの地域医療システムの整備が急務である。

**Key words** : 救急医療, 需要分析, 将来予測, 地域救急医療システム

### 1 緒 言

先進諸国においては、近年、救急車で搬送される患者が増加しているが<sup>1,2)</sup>、わが国においても同様の傾向がみられる<sup>3,4)</sup>。横浜市の1990年における救急車による搬送患者数（救急搬送患者数）は81,003人であったが、2000年は121,606人と10年で約1.5倍の増加を示している<sup>5~7)</sup>。この間の横浜市の人口の伸びは1.06倍（1990年国勢調査によ

る同市の人口は322万人、2000年の同調査では342万人）に過ぎず、まさに不均衡な増加と言えよう。救急患者の急激な増加は、地域における救急医療体制に大きな影響を与える可能性がある。信頼できる地域救急医療システムの構築は、市民が安心して生活を送るためには欠くことのできないものであるが、救急の現場において救急医療従事者は必ずしも充足されているとは言えず、ぎりぎりの状態で対応しているのが現状である。また、地域の救急輪番制の不備による事件も発生しており、地域救急医療システムの整備は、救急医療の需要が増す中で、今後、重要な地域保健的課題になっていくと思われる<sup>3,8)</sup>。

地域の救急医療システムを構築するうえで、その地域の救急医療需要を把握することは不可欠で

\* 横浜市立大学医学部公衆衛生学教室

<sup>2\*</sup> 横浜国立大学経済学部

<sup>3\*</sup> 東京大学大学院工学系研究科

<sup>4\*</sup> 東京大学医学教育国際協力研究センター

連絡先：〒236-0004 横浜市金沢区福浦 3-9

横浜市立大学医学部公衆衛生学教室 大重賢治

あり、そのことなく、必要な対策を計画したり、予算を組んだりすることはできない。きわめて近い将来の需要については、過去数年のデータからの予想が可能であり、また現実的な方法と言えるが、中長期の需要に関しては、過去の状況からだけで類推するのは困難であり、別のアプローチが必要である。本研究では、計量経済学的手法を用い、横浜市において救急医療需要に影響を与えている可能性のある地域の特徴について分析した。また、救急搬送患者数の今後の推移の予測を行った。

## II 資料と研究方法

### 1. 横浜市の救急搬送

横浜市は、人口340万人超の政令指定都市である。横浜市には18の行政区があり、人口の最も少ない区は西区（77,787人、2000年国勢調査）、人口の最も多い区は港北区（292,733人、同）である。同市には2001年4月1日現在、57の救急隊が配置されており（18消防署、39消防出張所）、専任救急隊員は456人（うち救急救命士335人）、救急自動車は78台（実働車57台、非常用21台）である。

横浜市における救急車出動件数、救急搬送患者数、および不取扱件数（救急車は出動したけれども患者搬送を行わなかった件数）は、1995年にはそれぞれ102,900件、94,117人、11,632件であったが、2000年にはそれぞれ132,645件、121,606人、13,857件となった<sup>6)</sup>。1件の出動で複数の患者の搬送を行うこともあるため、救急車出動件数は後二者の合計とは一致しない。救急車出動件数、救急搬送患者数ともに年々増加しており、これは全国的な傾向と一致している<sup>4)</sup>。

### 2. 分析

#### 1) パネルデータ

救急医療需要に影響を与えている可能性のある因子を、横浜市の18行政区別に1995年から1999年の5年間について収集した。横浜市では、1994年に行政区画変更があり、現在の18行政区が確定している。そのため、1994年以前のデータは用いなかった。5年間のパネルデータ（90サンプル）について、重回帰分析を用いた解析を行った。

#### 2) 目的変数

救急搬送患者数は、横浜市消防局より、毎年報

告が行われており、行政区別に集計したものについても併せて報告されている<sup>6,7)</sup>。行政区別の年間の救急搬送患者数をその区の人口で除した値は各区の救急医療需要の指標になり得ると考えられるが、大規模な商業地域、官庁街、オフィス街を持つ行政区、教育施設を多く抱える行政区においては、昼夜での人口に違いが大きいいため、その違いを調整する必要がある。静態統計で表される人口1,000人あたりの年間救急搬送患者数（これを救急搬送率、USE.RATEと定義する）では、各行政区における昼夜の人口の違いが考慮されない。実際の人口1,000人当たりの救急搬送確率（修正救急搬送率：adjusted use rate, AUR）は、昼間搬送確率と夜間搬送確率の和で表される。

$$AUR = \frac{Ud}{Pd} + \frac{Un}{Pn} \quad \text{式(1)}$$

ここで、 $Ud$ は昼間、 $Un$ は夜間の救急搬送患者数であり、 $Pd$ は昼間人口 $\times 1/1000$ 、 $Pn$ は夜間人口（静態統計で表される人口） $\times 1/1000$ である。式(1)を展開して、

$$\begin{aligned} AUR &= \frac{Ud}{Pd} + \frac{Un}{Pn} = \frac{U}{Pn} \left( \frac{Ud}{U} \cdot \frac{Pn}{Pd} + \frac{Un}{U} \right) \\ &= USERATE * \left( \frac{Ud}{U} \cdot \frac{Pn}{Pd} + \frac{Un}{U} \right) \\ &= USERATE * \left( R * \frac{1}{DNR} + \frac{U - Ud}{U} \right) \\ &= USERATE * \left( \frac{1}{DNR} * R + 1 - R \right) \\ &= USERATE * \left[ 1 + \left( \frac{1}{DNR} - 1 \right) * R \right] \end{aligned}$$

ここで、 $U$ は昼夜間全体の救急搬送患者数（ $Ud + Un$ ）である。 $R$ は昼間の患者数が全体に占める割合（ $Ud/U$ ）である。 $DNR$ は昼夜間人口比（ $Pd/Pn$ ）を表す。昼は10:00-19:59時、夜はそれ以外とした。この分類において $R$ はほぼ0.5となる。

人口に関する資料は、横浜市企画局政策部統計解析課の年齢別人口統計を利用した<sup>9)</sup>。昼夜間人口比（ $DNR$ ）は1995年の国勢調査および2000年の国勢調査より得た。また、1996年、97年、98年および99年の昼夜間人口比は国勢調査の結果より推計を行った。

以上の方法で求めた修正救急搬送率を重回帰分析の目的変数として用いた。

### 3) 説明変数

説明変数として用いられるデータは、横浜市が発行している横浜市統計書<sup>10)</sup>、神奈川県衛生部地域保健課発行の神奈川県衛生統計年報<sup>11)</sup>および1995年と2000年の国勢調査から得た。救急医療需要に影響を与える可能性がある地域的要因として、社会経済学的因子 ( $S$ )、環境的因子 ( $E$ )、医療供給体制 ( $M$ )、公的機関による保健サービス ( $P$ )、および住民の健康状態 ( $H$ ) を想定した (式(2))。

$$AUR_i = \alpha + \sum_{j=1}^m \beta_j S_{ij} + \sum_{j=1}^n \gamma_j E_{ij} + \sum_{j=1}^o \delta_j M_{ij} + \sum_{j=1}^p \eta_j P_{ij} + \sum_{j=1}^q \kappa_j H_{ij} + \varepsilon_i \quad \text{式(2)}$$

ここで  $i$  は、ある年のある行政区 (例えば1995年の鶴見区) を表す。 $\beta$ 、 $\gamma$ 、 $\delta$ 、 $\eta$  および  $\kappa$  は偏回帰係数、 $\varepsilon$  は残差である。

社会経済学的因子としては、各行政区における65歳以上人口割合 (GT65)、生活保護率 (PRO)、単独世帯率 (SOLO)、外国人数 (FRN)、平均住宅地価格 (LP) を用いた。環境的因子としては、各行政区の年間平均大気中の二酸化硫黄濃度 ( $SO_2$ ) と二酸化窒素濃度 ( $NO_2$ )、道路率 (RD)、商業地割合 (CA)、工業地割合 (IA)、年間交通事故数 (TA) を用いた。医療供給の指標としては、各行政区の病院および医院数 (HP) と医師数 (MD) を用いた。公的機関による保健サービスの指標としては、各行政区の保健所による年間健康教育回数 (EDU) と、保健所が主催する成人健康診査および老人健康診査の受診者数の合計をそれらの健康診査の対象人口の合計で除した値 (健診受診率: EXE) を用いた。住民の健康の指標としては、各行政区における年齢調整死亡率 (AAMR)、循環器疾患粗死亡率 (CCMR)、呼吸器疾患粗死亡率 (RCMR) を用いた。また、ある年もしくはある地域に特異的な救急医療需要の可能性を考慮し、年をあらわすダミー変数 (年ダミー)、行政区を表すダミー変数 (区ダミー) も説明変数に加えた。変数の定義と記述統計量および資料の出所は表1にまとめてある。

### 3. 将来人口推計

横浜市の将来人口推計は、1995年と2000年の国勢調査の結果をもとに、コホート変化率法<sup>12)</sup>を用いて行った。国勢調査において年齢不明であった

ものが、1995年の調査において0.1%、2000年の調査において0.3%存在したが、これらのものについては、5歳年齢階級別人口の全体に占める割合に基づいて、各5歳階級に配分した。将来人口予測は1995年から2000年において観察された男女別・5歳階級別コホートの変化率が、今後も不変であると仮定して行っている。0~4歳人口については、子ども婦人比 (child-woman ratio: 15~49歳の女子人口に対する0~4歳の子供の割合) を用いて計算した。この子ども婦人比についても2000年時点での子ども婦人比が今後も不変であると仮定している。2000年時点での子ども婦人比は0.197であった。

### 4. 統計学的解析

回帰分析にはSPSS11.0J (Windows) を用いた。人口および救急搬送患者数の将来推計にはMicrosoft Excel 2000 (Windows) を用いた。統計学的な有意水準は5%とした。

## III 結 果

### 1. 分析モデル

分析に用いた説明変数のうち、大気中二酸化窒素濃度 ( $NO_2$ )、工業地割合 (IA)、交通事故数 (TA)、医師数 (MD) 以外の変数は、単回帰分析において、修正救急搬送率と統計学的に有意な関連を示した (表2)。

重回帰分析によるモデルを作成する過程において、行政区を表すダミー変数はいずれも5%水準で有意でなかったため、行政区に特異的な救急医療需要は存在しないと判断し、これをモデルから取り除いた。また、重回帰分析における年ダミーの回帰係数は、1996年が0.293、97年が0.927、98年が2.387、99年が2.418と増加傾向にあったため、これを時間トレンド項 (T) で置き換えた (Tは95年が1、96年が2、……、99年が5となる変数である)。

最終的なモデルの変数と重回帰分析の結果を表3に示す。時間トレンド (T)、健診受診率 (EXE)、健康教育回数 (EDU)、生活保護率 (PRO)、道路率 (RD)、平均住宅地価格 (LP)、商業地割合 (CA)、年齢調整死亡率 (AAMR)、65歳以上人口割合 (GT65) の9つの説明変数が修正救急搬送率と統計学的に有意な関連を示した。その他の社会経済学的因子、環境的因子、医

表1 回帰分析に用いた変数

変数	略語	定義	平均*	最大	最小	標準偏差	出所
被説明変数							
修正救急搬送率	AUR	各年, 各行政区における人口1000人あたりの救急搬送患者数(救急搬送率)を昼夜間人口比 <sup>a)</sup> で補正した値	33.22 (対千人)	58.36	24.30	7.42	[1]
(救急搬送率)			(32.37)	(78.25)	(20.03)	(13.44)	[1]
(昼夜間人口比)			(0.961)	(2.199)	(0.671)	(0.418)	[3]
説明変数							
年ダミー		年を表すダミー変数					
区ダミー		行政区を表すダミー変数					
65歳以上人口割合	GT65	各年, 各行政区の65歳以上人口割合 <sup>b)</sup>	12.0 (%)	17.5	6.8	2.6	[2]
生活保護率	PRO	各年, 各行政区における生活保護率 <sup>c)</sup>	8.5 (%)	56.9	1.2	11.3	[2]
単独世帯率	SOLO	各年, 各行政区における単独世帯率 <sup>d)</sup>	27.8 (%)	42.6	14.3	8.3	[2][3]
外国人数	FRN	各年, 各行政区の外国人数 <sup>e)</sup>	2694	10,895	703	2,303	[2]
平均住宅地価格	LP	各年, 各行政区の平均住宅地価格 <sup>f)</sup>	296,087 (円/m <sup>2</sup> )	459,000	226,500	46,478	[2]
大気中SO <sub>2</sub> 濃度	SO <sub>2</sub>	各年, 各行政区の年間平均大気中SO <sub>2</sub> 濃度 <sup>g)</sup>	0.0065 (ppm)	0.0100	0.0040	0.0014	[2]
道路率	RD	各年, 各行政区の道路率(道路面積/総面積) <sup>h)</sup>	12.6 (%)	19.3	9.4	2.4	[2]
商業地割合	CA	各年, 各行政区の商業地割合(商業地区面積/総面積) <sup>i)</sup>	5.55 (%)	27.75	0.82	6.50	[2]
工業地割合	IA	各年, 各行政区の工業地割合(工業地区面積/総面積) <sup>i)</sup>	13.82 (%)	52.40	0.70	14.79	[2]
交通事故数	TA	各年, 各行政区の年間交通事故数 <sup>j)</sup>	1,284	2,017	683	370	[2]
病医院数	HP	各年, 各行政区の病医院数 <sup>k)</sup>	132	207	58	47	[2]
医師数	MD	各年, 各行政区の医師数 <sup>k)</sup>	202	640	14	157	[2]
健康教育回数	EDU	各年, 各行政区の年間衛生教育回数 <sup>k)</sup>	548	1,167	186	165	[2]
健診受診率	EXE	各年, 各行政区の健診受診者の健診対象者に対する比 <sup>l)</sup>	0.136	0.224	0.055	0.035	[2]
年齢調整死亡率	AAMR	各年, 各行政区の年齢調整死亡率 <sup>m)</sup>	5.08 (対千人)	6.89	4.05	0.57	[4]
循環器疾患粗死亡率	CCMR	各年, 各行政区の循環器疾患粗死亡率 <sup>n)</sup>	1.84 (対千人)	3.31	1.00	0.53	[4]
呼吸器疾患粗死亡率	RCMR	各年, 各行政区の呼吸器疾患粗死亡率 <sup>n)</sup>	0.75 (対千人)	1.21	0.41	0.20	[4]

\* 標本数は90 (18行政区×5年間). 出典:[1]は消防年報<sup>7)</sup>, [2]は横浜市統計書<sup>10)</sup>, [3]は国勢調査, [4]は神奈川県衛生年報<sup>11)</sup>

a) 1995年の昼夜間人口比は同年の国勢調査による。1996, 97, 98, 99年の昼夜間人口比は, 1995年と2000年の国勢調査より著者らが推計。

b) 各年1月1日の人口を基に算出。毎月1月1日の人口は国勢調査の結果に基づき横浜市企画局にて推計。c) 横浜市福祉局が毎年3月末時点において集計。

d) 1995年の単独世帯率は同年の国勢調査による。1996, 97, 98, 99年の単独世帯率は, 1995年と2000年の国勢調査より著者らが推計。

e) 横浜市市民局が毎年3月末時点において集計。f) 横浜市都市計画局が毎年1年1日時点において集計。

g) 横浜市環境保全局が定点観測。鶴見区と中区については2つの観測地点の平均。h) 横浜市道路局が毎年4月1日時点において計算。

i) 横浜市財政局が毎年1月1日時点において計算。j) 神奈川県警本部にて集計。

k) 横浜市衛生局が毎年10月1日時点において集計。非常勤医師は常勤換算して計上。

l) 保健所主催のみ。横浜市衛生局にて集計。m) 横浜市衛生局にて算出。n) 横浜市衛生局の資料をもとに著書らが算出。

表2 単回帰分析の結果

	回帰係数	R <sup>2</sup> 値	P 値
目的変数			
修正救急搬送率			
説明変数			
65歳以上人口割合	2.418	0.712	<0.001
生活保護率	0.546	0.689	<0.001
単独世帯率	0.588	0.434	<0.001
外国人数	0.002197	0.465	<0.001
平均住宅地価格	0.000083	0.290	<0.001
大気中 SO <sub>2</sub> 濃度	1616.266	0.095	0.003
大気中 NO <sub>2</sub> 濃度	231.529	0.018	0.205
道路率	1.274	0.176	<0.001
商業地割合	0.891	0.609	<0.001
工業地割合	0.077	0.024	0.146
交通事故数	0.003	0.016	0.240
病医院数	0.058	0.133	<0.001
医師数	-0.002	0.001	0.767
健康教育回数	-0.010	0.051	0.032
健診受診率	96.863	0.214	<0.001
年齢調整死亡率	10.278	0.623	<0.001
循環器疾患粗死亡率	11.934	0.731	<0.001
呼吸器疾患粗死亡率	29.602	0.611	<0.001

R<sup>2</sup>=決定係数

表3 重回帰分析の結果

説明変数	回帰係数	標準誤差	標準化係数 (β)
定数	6.93	6.875	
時間トレンド	0.844	0.254	0.162**
65歳以上人口割合	1.271	0.268	0.443**
生活保護率	0.318	0.067	0.484**
単独世帯率	-0.105	0.064	-0.118
外国人数	0.000014	0.000	0.004
平均住宅地価格	-0.000032	0.000	-0.201*
大気中 SO <sub>2</sub> 濃度	-256.105	207.533	-0.049
大気中 NO <sub>2</sub> 濃度	56.832	60.325	0.033
道路率	0.501	0.127	0.165**
商業地割合	0.42	0.096	0.368**
工業地割合	-0.01145	0.021	-0.023
交通事故数	0.00105	0.001	0.052
病医院数	0.00368	0.011	0.023
医師数	-0.0001	0.002	-0.002
健康教育回数	0.00316	0.001	0.070*
健診受診率	-17.983	8.978	-0.086*
年齢調整死亡率	2.367	0.880	0.182**
循環器疾患粗死亡率	-0.806	1.177	-0.058
呼吸器疾患粗死亡率	-2.698	2.052	-0.071
R <sup>2</sup> =0.978, adjusted R <sup>2</sup> =0.972			
Durbin Watson ratio = 2.197			

\* P<0.05, \*\* P<0.01

療供給体制, および住民の健康の指標として用いた因子に統計学的に有意な関連は認められなかった。本分析モデルの自由度修正決定係数は0.972であり, モデルとして高い適合度を示した。

### 2. 将来人口推計

横浜市の人口は, 今後漸増したのち, 2015年頃をピークに緩やかに下降し始める。筆者らの推計による2015年の推定人口は約360万人, 2050年の推定人口は約312万人である。2000年の65歳以上人口は47万8千人であるが, 2015年には82万4千人, 2040年には97万人を超えると予想される。2040年以降は緩やかな下降が見込まれる (図1左)。図1右のグラフは, 横浜市の65歳以上人口割合の推移を示したものである。比較のため, 国立社会保障・人口問題研究所による全国の65歳以上人口割合の予測データ (中位予測) をともに示してある<sup>13)</sup>。2000年には約14%であった横浜市の65歳以上人口割合は, 2015年には約23%となり, その後, スピードは緩やかになるものの上昇を続け, 2040年には約30%に達する。国立社会保障・

人口問題研究所によると, わが国の65歳以上人口割合は, 2000年で17.4%であったものが, 2015年に26%, 2040年に33.2%になると予測されている。横浜の65歳以上人口割合は全国平均より3%ほど低いレベルで推移すると予測された。

### 3. 救急搬送患者数の将来推計

重回帰分析により得られた結果を横浜市の救急搬送患者数の将来推計に用いた。各年の修正救急搬送率は, 以下の式で表される (各説明変数の回帰係数は表3)。

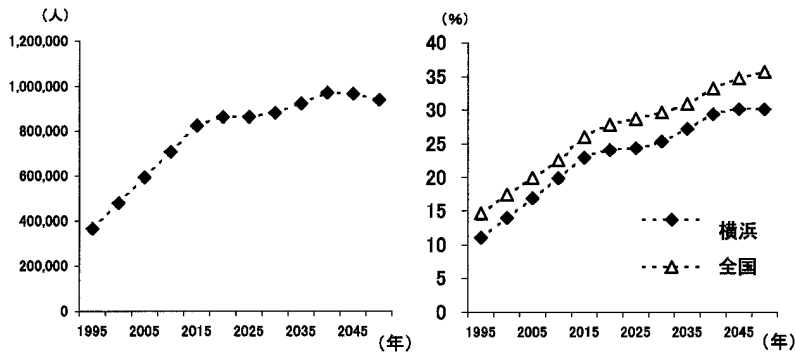
$$\begin{aligned}
 AUR_y = & \alpha + \phi T_y + \beta_1 GT65_y + \beta_2 PRO_y \\
 & + \beta_3 SOLO_y + \beta_4 FRN_y + \beta_5 LP_y \\
 & + \gamma_1 SO_{2y} + \gamma_2 NO_{2y} + \gamma_3 RD_y + \gamma_4 CA_y \\
 & + \gamma_5 LA_y + \gamma_6 TA_y + \delta_1 HP_y + \delta_2 MD_y \\
 & + \eta_1 EDU_y + \eta_2 EXE_y + \kappa_1 AAMR_y \\
 & + \kappa_2 CCMR_y + \kappa_3 RCMR_y
 \end{aligned}$$

(y = 1995, 1996, …, T<sub>1995</sub> = 1, T<sub>1996</sub> = 2, ….)

式(3)

式(3)を用いて横浜市全体の修正救急搬送率を1995年から2050年までについて求めた。計算に必要な横浜市全体の統計を表4に示す。65歳以上人

図1 横浜市の65歳以上人口および65歳人口割合の将来推計



注1) 1995年, 2000年の人口は国勢調査による。それ以降は推計値。  
 注2) 全国の65歳以上人口割合の将来推計は国立社会保障・人口問題研究所の中位推計を引用<sup>13)</sup>。

表4 横浜市全体の統計

変数	1995年	1996年	1997年	1998年	1999年
時間トレンド	1	2	3	4	5
65歳以上人口割合 <sup>a)</sup>	10.6	11.2	11.7	12.3	12.8
生活保護率 <sup>b)</sup>	6.7	7.0	7.4	7.8	8.4
単独世帯率 <sup>c)</sup>	28.1	28.4	28.6	28.9	29.2
外国人数 <sup>d)</sup>	2,596	2,596	2,717	2,739	2,798
平均住宅価格 <sup>d)</sup>	316,900	304,700	297,100	291,200	277,800
大気中SO <sub>2</sub> 濃度 <sup>e)</sup>	0.0070	0.0074	0.0060	0.0064	0.0060
大気中NO <sub>2</sub> 濃度 <sup>e)</sup>	0.0316	0.0321	0.0314	0.0323	0.0278
道路率 <sup>f)</sup>	12.6	12.7	11.8	12.1	12.2
産業地割合 <sup>f)</sup>	4.67	4.68	4.62	4.60	4.56
工業地割合 <sup>f)</sup>	17.3	17.26	17.00	16.95	16.84
交通事故数 <sup>d)</sup>	1,305	1,288	1,271	1,236	1,322
病院数 <sup>d)</sup>	128	129	132	134	137
医師数 <sup>d)</sup>	202.5	199.9	200.0	200.9	205.0
健康教育回数 <sup>d)</sup>	591	631	481	486	553
健診受診率 <sup>g)</sup>	0.104	0.116	0.136	0.150	0.167
年齢調整死亡率 <sup>h)</sup>	5.23	5.12	5.00	5.05	4.95
循環器疾患粗死亡率 <sup>h)</sup>	1.79	1.74	1.77	1.83	1.80
呼吸器疾患粗死亡率 <sup>h)</sup>	0.73	0.69	0.72	0.74	0.80

a) 横浜市の人口に対する65歳以上人口の割合(%)。  
 b) 横浜市の総世帯に対する保護世帯の割合(%)。  
 c) 横浜市の総世帯に対する単独世帯の割合(%)。96, 97, 98年は推計値。  
 d) 横浜市18行政区平均。  
 e) 横浜市18行政区(20観測地点)の平均。  
 f) 横浜市の総面積に対する割合。  
 g) 横浜市全体における健診受診者の健診対象者に対する比。  
 h) 横浜市全体の死亡率。

口割合(GT65)および時間トレンド項以外の因子は1999年以降不変であるとの仮定のもとに修正救急搬送率を計算した(Ceteris paribus assumption)。また, 修正救急搬送率から救急搬送患者数(USER)を算出した(式(4))。

$$USER_y = \frac{AUR_y}{1 - \left(1 - \frac{1}{DNR_y}\right) * R_y} * POP_y * 0.001$$

(y=1995, 1996, ..., 2050) 式(4)

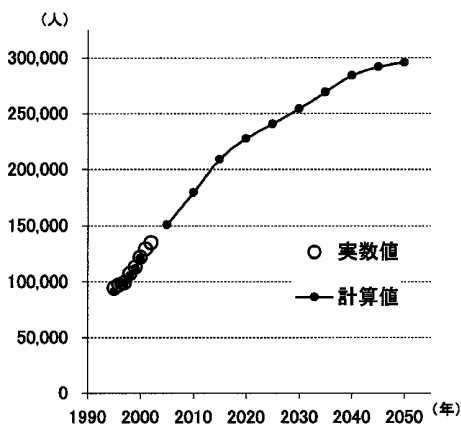
AUR<sub>y</sub>, POP<sub>y</sub>は, それぞれ西暦y年の修正救急搬送率と横浜市の人口である。西暦2000年以降の横浜市の昼夜間人口比(DNR)および昼間の患者割合(R)は2000年の値(DNR=0.904, R=0.497)でその後も一定とし, 救急搬送患者数の将来推計を行った。横浜市の救急搬送患者数は, 2015年ごろに約20万人, 2030年で約25万人, 2050年には約30万人になると予測された(図2)。1995年から2000年までについては, 救急搬送患者数の実数値も示してある。1995年から2000年の6年間の実数値と計算値の差(誤差:実数値-計算値)はマイナス182人(1997年)からプラス2,994人(1995年)であり, 誤差率(|誤差|÷実数値)0.1~3.2%(平均1.1%)と良好な推計が得られた。

#### IV 考察

##### 1. 救急医療需要

ある地域の救急医療需要は, その地域が抱える特色によって異なると考えられる。これまで, 個人を対象として行われた研究において, 年齢, 収

図2 横浜市における救急搬送患者数の将来予測



入、人種、住居環境や健康状態の違いが救急車や救急医療機関の利用に影響を与えているという指摘がなされているが<sup>14~23)</sup>、地域の特色が、その地域の救急医療需要に与える影響についての分析は少ない<sup>24,25)</sup>。また、人口構造の変化から将来の救急搬送患者数を予測した研究がいくつか存在するが<sup>14,26)</sup>、地域の特色を加味した上で、その地域の将来の救急医療需要を予測した研究は検索した範囲では見当たらなかった。救急医療以外では、英国において、地域的特徴を組み込んだ計量経済学モデルを用いた地域の入院医療需要に関する分析がある<sup>27,28)</sup>。その分析結果は国民保健サービス(NHS)における地区ごとの医療資源(予算)の配分に用いられている。

Cadiganらは、救急車の需要を3つに分類している<sup>24)</sup>。一つは、救急車の出動件数によって測られる需要である(response demand)。これには、出動したものの、患者搬送が行われなかったケースも含まれる。救急搬送サービスを提供する側から見た場合の指標となる。二つ目は、実際に行った救急搬送によって測られる需要である(emergency transport demand)。この場合、救急搬送件数(時に、1回の搬送で複数の患者を搬送することがある)と、救急搬送患者数の二つが考えられるが、横浜市では、救急搬送患者数としてまとめられている。救急車搬送患者の受け入れ側(救急医療機関)から見た場合、救急搬送患者数が救急医療需要の指標と成りえるだろう。三つ目は、実際の需要と必要でありながらサービスを利用して

いない不充足ニーズ(unmet needs)を合わせたものである(potential demand)。救急医療を必要としながらも、救急車は利用せず、別の手段にて医療機関を受診したものはこの範疇に入る。このように、3種類の需要が考えられるが、本研究では、救急搬送患者数を指標とした需要(emergency transport demand)について検討した。救急車による搬送患者数と救急医療を必要とする人数はイコールではないが、救急搬送患者数は、その地域の救急医療の需要を反映すると思われる。

## 2. 救急搬送率

各行政区の救急搬送患者数は、当然ながら各区の人口の多寡に影響される。しかし、国勢調査などの人口統計で表されるのは夜間の人口である。横浜市には、繁華街、オフィス街を多く抱える区と住宅地を多く抱える区があり、昼間と夜間の人口の違いは無視できない。その為、昼夜間人口の違いを修正した救急搬送率を目的変数とする方法を採用した。

## 3. 救急医療需要に影響を与える地域的要因

今回の分析では、各行政区の65歳以上人口割合、生活保護率、平均住宅地価格、道路率、商業地割合、健診受診率、健康教育回数、年齢調整死亡率が、(修正)救急搬送率と統計学的に有意な関連を示した。救急搬送患者において65歳以上の高齢者が占める割合が多いことは、これまでいくつかの論文にて指摘されている<sup>2,15,29~31)</sup>。高齢になると、緊急性のある病態に陥る可能性が高いことから、高齢化率の高い行政区において救急搬送率が高くなるのは当然予想されるところである。実際、横浜市では、人口の高齢化と伴に急激に救急搬送患者数が増加している<sup>5,32)</sup>。

救急車の需要に影響を与える因子について行われた幾つかの調査では、経済的要因が救急車の需要に影響を与えていることが示唆されている<sup>24,25,33~35)</sup>。本研究では、生活保護率が高い地域、平均住宅地価格の低い地域において救急搬送の需要が高まることが示唆されたが、経済的な要因と救急車利用との関連を捉えるには、さらなる調査が必要だろう。

道路の占有面積や商業地の占有面積の割合が多い地域は、人通り車通りも多いと考えられる。人通りが多くなると救急医療の需要も高まることが十分予想される。実際、これらの因子と修正救急

搬送率には統計学的に有意な関連が認められた。

交通事故の多発地域では救急医療の需要が増すのではないかと考え、各区の交通事故数と修正救急搬送率との関連を検討したが、統計学的に有意な関連は認められなかった。今回の分析は、比較的広い面積（区）を対象としており、もう少し小さな区分（町丁レベル）で分析を行った場合、関連性が認められるのかもしれない。

その他、公的機関による保健サービスの指標として用いた各行政区の保健所が主催する老人保健法に基づく基本健康診査（成人健診および老人健診）の健診受診率に統計学的に有意な関連が観察された。健診受診率が高まると救急搬送される患者が減る傾向が認められている。健診を行うことによって、救急医療を必要とする病態に陥るのが回避されているとすれば、たいへん興味深い結果であるが、健康に関心のある住民は、健診の受診率が高く、また、救急車を必要とする機会が少ないということも考えられる。今回の分析では、各行政区主催の健診のみを調査の対象としたため受診率は10-20%台と低い値となっている。健診は地域だけではなく、職域においても行われており、後者を利用する住民も多いと思われる。健診の受診率と救急医療との関連を明らかにするには、さらなる調査が必要であろう。一方で、健康教育回数と修正救急搬送率に正の関連性が認められた。この理由は明らかではないが、医療需要の高い地域において健康教育が多くなされているということがあるのかもしれない。

また、健康の指標として用いた地域の年齢調整死亡率と修正救急搬送率との間に統計学的に有意な関連が認められた。

救急車の年間利用者数は、今回説明変数として用いた因子以外の要因によって明らかに増加している。今回の分析では、その要因を時間トレンドと表現した。住民の救急搬送に対する意識や生活環境が近年急激に変化してきていることが可能性として考えられるが、このトレンドが何によってもたらされているのか明確な理由は明らかではない。この時間トレンドの原因を明らかにするには更なる調査が必要である。

#### 4. 人口の将来推計

将来人口を推計するには幾つかの方法があるが、人口統計学で基本になっているのは「コホー

ト要因法」であり、国立社会保障・人口問題研究所でも、この方法を採用している。コホート要因法による推計には、基準人口 出生率、生残率、移動率の情報が必要である。地域人口の将来推計を行う際に、最も大きな問題は、移動率の推定にある。出生率や、生残率の変動にも予測不能な様々な要素が関わるが、人々の都市間の移動には、さらに複雑な要素が絡まり、移動率の将来予測を行うことは非常に困難である。その為、ある一定期間の移動率が一定のまま変化しないと仮定した推計が行われたりするが、いまのところ確立された方法はない。本研究では、「コホート要因法」より簡便な「コホート変化率法」を用いた。男女・5歳年齢階級別コホートの1995年から2000年までの変化率を推計に利用している。この変化率は、生残と移動を両方測定していることになり、生残率、移動率とも一定のまま今後変化しないとの仮定に依拠している。0~4歳人口については、2000年の子ども婦人比を用いて計算した。つまり、出生率は2000年から変化しないとの仮定を用いている。人口推計は、幾つかの仮定に基づいて行われるものであり、完全に正確な予測をすることは不可能である。今後、人口動態統計の変化に合わせて、推計を見直していく必要があるだろう。

#### 5. 救急搬送患者数の将来推計

今回の分析モデルは、救急搬送の需要モデルとして高い適合度を示しており（自由度修正済決定係数0.972）、救急搬送患者数の将来予測に有用だと考えられる。実際、1995年から2000年の救急搬送患者数の実数値に対して、モデルを用いた推計値は、極めて近似した値を示した。

救急搬送患者数の将来予測においては、修正救急搬送率と重回帰分析にて統計学的に有意な関連を示した健診受診率、健康教育回数、年齢調整死亡率、生活保護率、道路率、平均住宅地価格、商業地割合については今後も不変と仮定した。道路率、商業地割合は、1995年から1999年の5年間でほとんど変化はなく、また今後も大きな変化は見られないと思われるが、健診受診率は上昇傾向にある。生活保護率はこの5年間において上昇傾向にあり、平均住宅地価格は逆に下降傾向がみられるが、この変化には1990年代における景気後退の影響があると思われる。これら救急車の利用に影響を与えていることが示唆される因子の変動をど



のように扱うかによって救急搬送予測患者数は変わってくる。しかしながら社会経済学的因子、環境因子の変化を正確に予測するには、それぞれの因子に影響を与えている事象の解析を行う必要があり、多大な努力を必要とする。また、それぞれの因子は予測不能な出来事によって変化することも考えられる。これらの理由から、今回の研究では、説明変数のうち、65歳以上人口割合以外の因子は今後不変であると仮定して推計を行ったが、救急医療需要に与える影響が大きい因子については、その変動予測をモデルに組み込む必要があるだろう。

### 6. 高齢化社会における救急医療システム

先進国にとって共通の現象である人口の高齢化は、社会に様々なインパクトをもたらす非常に重要な問題である。その中でもわが国は、かつて世界中のどの国も経験したことのないスピードで急速な高齢化が進んでおり、その社会システムに与える影響はきわめて大きい。医療、保健の分野でも、高齢化社会に対応できるよう、地域医療体制を整備していくことが肝要である。

本稿では、地域の救急医療需要に影響を与えている可能性のある因子について分析し、将来の救急搬送患者数について予測した。その結果、高齢化の進展に伴い、救急搬送患者数は急激に増加していくことが予想された。救急搬送患者数の急激な増加は、地域の救急医療に大きな影響を与える可能性がある。森脇らは、横浜市とローマ市の救急医療サービスを比較しているが<sup>36)</sup>、彼らはその論文のなかで、横浜市の救急隊は現場での活動時間がローマ市に比べて長く、その原因は主に病院選定に要した時間と考えられると述べている。現在の日本の救急医療システムでは、救急搬送の際に、受け入れ先の医療機関の承諾を得る必要があり、夜間においては、当直医が専門外や対応不能を理由に他の救急病院への依頼を指示することも多く、搬送先をさがすため救急隊の現場滞在時間が長くなりがちである<sup>3,36)</sup>。救急医療の需要が、今後、急激に高まっていくなかで、こういった状況がさらに悪化することが懸念される。救急医療を必要とする傷病の発生を減らしていく努力とともに、不可避的な救急医療需要の増加に対しては、それに対応できるシステム作りが必要である。超高齢社会の到来が間近に迫った今、救急隊

や救急医療機関、および専門医の効率的な配置について、さらに研究を進める必要があるだろう。

本研究は、横浜市のデータをもとに行われたものである。地域によってその特色は当然異なり、救急医療需要に影響を与えている要因や、そのインパクトが異なることは十分考えられる。その地域に応じた需要予測が求められる。

## V 結 語

救急医療需要に影響を与えている可能性のある地域的要因について分析した。

救急搬送患者数は、高齢化の進展とともに、今後急激に増加することが予測された。高齢化社会に対応できる効率的な地域救急医療システムの構築を、地域的課題として早急に取り組む必要がある。

本研究の実施にあたり、横浜市消防局警防部救急課の皆様にご多大なご協力を頂いた。また、英国ヨーク大学大学院医療経済学専攻(当時)の廣田光江氏からは、研究計画の段階で貴重な助言を頂いた。謹んで謝意を表したい。

本研究は文部科学省科学研究費補助金若手研究B「高齢化社会における救急医療需要に関する医療経済学的分析(課題番号 14770175)」の助成を受け実施した。また本研究の要旨は第61回日本公衆衛生学会総会(2002年10月、さいたま)で報告した。

(受付 2003. 2.12)  
(採用 2003. 7.18)

## 文 献

- 1) Hannah Wrigley, Steve George, Helen Smith, et al. Trends in demand for emergency ambulance services in Wiltshire over nine years: observational study. *BMJ* 2002; 324: 646-647.
- 2) Strange GR, Chen EH, Sanders AB. Use of emergency department by elderly patients: projections from a multicenter data base. *Ann Emerg Med* 1992; 21: 819-824.
- 3) 針田 哲, 大井田隆, 太田久彦, 他. 救急搬送システムに関する一考察. *病院管理* 2000; 37: 25-33.
- 4) 総務省統計局統計センター. 健康・医療. <http://www.stat.go.jp/data/ssds/5-22.htm>.
- 5) 大重賢治, 水嶋春朔, 武笠基和, 他. 横浜市における救急搬送患者数増加に関する調査研究. *厚生*の指標 2000; 47: 32-37.
- 6) 横浜市消防局 横浜市消防年報 平成2年-12年.
- 7) 横浜市消防局ホームページ 火災・救急概況

- <http://www.city.yokohama.jp/me/ycfb/index.html>.
- 8) 石井敏弘, 大井田隆, 藤崎清道, 他. 救急利用に影響を与える諸因子について. 特に軽症者の利用に焦点を当てて. 日本公衛誌 2001; 48: 109-119.
  - 9) 横浜市企画局政策部統計解析課. 人口統計 Web-site: [www.city.yokohama.jp/me/stat/jinko/index-j.html](http://www.city.yokohama.jp/me/stat/jinko/index-j.html).
  - 10) 横浜市 横浜市統計書 平成7年-13年刊行.
  - 11) 神奈川県衛生統計年報 平成7年-11年.
  - 12) 岩井 浩, 藤岡光夫, 良永康平. 統計学へのアプローチ. —情報化時代の統計利用—. 第一章 (人口). 京都: ミネルヴァ書房, 1999; 12-21.
  - 13) 国立社会保障・人口問題研究所 都道府県の将来推計人口 (平成14年3月推計) <http://www.ipss.go.jp/>.
  - 14) Meador SA. Age-related utilization of advanced life support services. *Prehospital and Disaster Medicine*. 1991; 6: 9-14.
  - 15) McConnel CE, Wilson RW. The demand for pre-hospital emergency services in an aging society. *Soc Sci Med*. 1998; 46: 1027-1031.
  - 16) Rucker DW, Edwards RA, Burstin HR, et al. Patient specific predictors of ambulance use. *Ann Emerg Med* 1997; 29: 484-490.
  - 17) Spear SF. Life-threatening emergencies: Patterns of demand and response of a regional emergency medical services system. *Am J Prey Med* 1986; 2: 163-168.
  - 18) Clark MJ, Purdie J, FitzGerald GJ, et al. Predictors of demand for emergency prehospital care: an Australian study. *Prehospital and Disaster Medicine*. 1999; 14: 167-173.
  - 19) Bazargan M, Bazargan S, Baker RS. Emergency department utilization, hospital admission, and physician visits among elderly African American persons. *Gerontologist* 1998; 38: 25-36.
  - 20) Singal BM, Hedges JR, Rousseau EW, et al. Geriatric patient emergency visits. Part I: comparison of visits by geriatric and younger. *Ann Emerg Med* 1992; 21: 802-807.
  - 21) Hu SC, Yen D, Yu YC, et al. Elderly use of the ED in an Asian metropolis. *Am J Emerg Med* 1999; 17: 95-99.
  - 22) Kushel MB, Perry S, Bangsberg D, et al. Emergency department use among the homeless and marginally housed: results from a community-based study. *Am J Public Health* 2002; 92: 778-784.
  - 23) Aldrich CA, Hisserich JC, Lave LB. An analysis of the demand for emergency ambulance service in an urban area. *Am J Public Health* 1971; 61: 1156-1169.
  - 24) Cadigan RT, Bugarin CE. Predicting demand for emergency ambulance service. *Ann Emerg Med* 1989; 18: 618-621.
  - 25) Kvålseth TO, Deems JM. Statistical models of the demand for emergency medical services in an urban area. *Am J Public Health* 1979; 69: 250-255.
  - 26) 大重賢治, 水嶋春朔, 左近聖子, 他. 循環器疾患による救急搬送の増加. 日循予防誌 2002; 38: 26-33.
  - 27) Carr-Hill RA, Sheldon TA, Smith P, et al. Allocating resources to health authorities: development of method for small area analysis of use of inpatient services. *BMJ* 1994; 309: 1046-1049.
  - 28) Smith P, Sheldon TA, Carr-Hill RA, et al. Allocating resources to health authorities: results and policy implications of small area analysis of use of inpatient services. *BMJ* 1994; 309: 1050-1054.
  - 29) Ettinger WH, Casani JA, Coon PJ, et al. Patterns of use of the emergency department by elderly patients. *J Gerontol* 1987; 42: 638-642.
  - 30) Stathers M, Delpech V, Raftos JR. Factors influencing the presentation and care of elderly people in the emergency department. *Medical J Australia* 1992; 156: 197-200.
  - 31) Wofford JL, Moran WP, Heuser MD, et al. Emergency medical transport of the elderly: a population-based study. *Am J Emerg Med* 1995; 13: 297-300.
  - 32) 大重賢治, 水嶋春朔, 渡辺淳子, 他. 横浜市における救急車利用に関する市民意識調査研究. 日本公衛誌 2001; 48: 56-64.
  - 33) Brown E, Sindelar J. The emergent problem of ambulance misuses. *Ann Emerg Med* 1993; 22: 646-650.
  - 34) Billittier AJ, Moscati R, Janicke D, et al. A multisite survey of factors contributing to medically unnecessary ambulance transports. *Acad Emerg Med* 1997; 3: 1046-1052.
  - 35) Camasso-Richardson K, Wilde JA, Petrack EM. Medically unnecessary pediatric ambulance transports: a medical taxi service? *Acad Emerg Med* 1997; 4: 1037-1041.
  - 36) 森脇義弘, 杉山 貢, 林 秀徳, 他. ローマ市救急医療サービス (EMS) の体験. —なぜローマ市では効率的 EMS 体制が構築できるのか—. 日救急医学会誌 2001; 12: 219-229.
-

## QUANTITATIVE ANALYSIS OF THE DEMAND FOR EMERGENCY MEDICINE IN YOKOHAMA CITY, JAPAN

Kenji OHSHIGE\*, Masako I<sup>2</sup>\*, Kazumitsu NAWATA<sup>3\*</sup>,  
Shunsaku MIZUSHIMA<sup>4\*</sup>, and Osamu TOCHIKUBO\*

**Key words** : emergency medicine, demand, quantitative analysis, regional emergency medical system

**Purpose** We analyzed regional characteristics that potentially might affect regional demand for emergency medicine in Yokohama city and projected the number of future ambulance users.

**Methods** The number of patients transported by ambulance was regarded as an index of the demand for emergency medicine. Various factors that may affect regional demand for emergency medicine were used as dependent variables in multiple regression analysis. The future population was estimated by the cohort change rate method based on the 1995 and 2000 censuses. Data pertaining to ambulance use were obtained from the Annual Fire Fighting Bulletin, Yokohama. Data pertaining to regional factors were obtained from the Annual Health Statistics Report, Yokohama; the Annual Health Statistics Report, Kanagawa; and the Statistics Report, Yokohama.

**Results** Statistically significant relations were observed between ambulance use per 1000 population and particular regional characteristics, i.e. the proportion of persons undergoing health examinations conducted by public health centers, the number of educational health promotion programs managed by the public sector, the proportion of persons in receipt of livelihood protection, the proportions of roads and commercial areas in each district in relation to the total area, the mean land price, the age-adjusted mortality rate, and the proportion of persons aged 65 years or over. The demand for emergency medicine in Yokohama city was predicted to increase dramatically as the population ages. The number of patients transported by ambulance, which was 121,606 in 2000, was projected to exceed 250,000 in 2030 and to approximate 300,000 in 2050.

**Conclusion** The demand for emergency medicine will increase dramatically in Yokohama city as the society ages, Regional emergency medical systems should be improved accordingly.

---

\* Department of Public Health, Yokohama City University School of Medicine

<sup>2</sup>\* Faculty of Economics, Yokohama National University

<sup>3</sup>\* Department of Geosystem Engineering, the University of Tokyo.

<sup>4</sup>\* International Research Center for Medical Education, the University of Tokyo.