

# 重回帰分析による名古屋市の救急出動件数の将来予測

## Future Prediction of Ambulance Response in Nagoya by Multiple Regression Model

南山大学 理工学部 三浦英俊  
Hidetoshi Miura

This paper proposes a way to predict number of ambulance responses in Nagoya. Multiple regression analysis is used for the prediction with population data as explanatory variables. We show that the elderly population over 65 years of age and daytime population are closely related to the number of ambulance responses. Two multiple regression analyses are done in this paper. The first analysis is with 16 wards of Nagoya, and the second analysis divides Nagoya into more small, "Cho-cho-moku", districts over three thousand. Ambulance response prediction are given by the multiple regression analysis from 2015 to 2040. The result shows the number of ambulance response will increase for that whole period.

keywords: Nagoya, Ambulance response, Prediction, Multiple regression analysis  
名古屋, 救急出動, 将来予測, 重回帰分析

### 1 はじめに

本研究は、名古屋市の救急出動件数を説明する重回帰モデルを構築して、将来の救急出動件数の推計を行う。

全国の年間救急出動件数は 2004 年に 500 万件を超え、2013 年には 592 万件となった<sup>4)</sup>。前年比増加率は、2008 年に -3.7% となって出動件数が減少したものの、その後は前年比 2~7% で増加しつつある。救急出動件数のうち最も多い事故種別は急病、次いで一般負傷であった。2013 年に救急出動件数が増加した 527 消防本部への消防庁による調査によれば、高齢の傷病者、急病の傷病者、一般負傷、転院搬送の 4 つの増加が救急出動件数増加要因として指摘された<sup>5)</sup>。一方で、救急出動件数が減少した 236 消防本部は、減少の理由として「一般市民への救急自動車の適正利用等広報活動」と回答したところが最も多かった。

名古屋市の救急出動も全国の傾向と同様に年々増加している。年間の出動件数は 10 万件を超えており、最近 5 年間の前年比増加率は 2~7% である<sup>9)</sup>(図 1)。

図 2 は、名古屋市における救急出動件数の事故種別の内訳を示す。急病 67%、一般負傷 12%、交通 9%、転院搬送 7% で全体の 95% を占める。全国の傾向とほぼ同じである。

図 3 は、名古屋市を構成する 16 個の区ごとの 2010 年の人口一人当たり救急出動件数を示す。名古屋市は、名古屋駅から市役所にかけての地域が、中心業務地区および商業地区である。伊勢湾に面する南部の地域は、港湾や工場地帯となっており、西部、北部、東部は主として住宅地である。人口一人当たり救急出動件数は、市役所のある中区と名古屋駅を含む中村区において高い。西部に比べて、東部の地域の値は低い。なお、区ごとの救急出動件数は、最も高い中村区が 10231 件、次いでその西側の中川

区が 9369 件となっている。最も少ないのは熱田区の 3580 件である。

本研究は、名古屋市の救急出動件数データを、まず名古屋市を構成する 16 区別に分割し、区の人口など地理データを説明変数とする重回帰モデルを作成する。重回帰モデルには、将来予測を行う目的に加えて、さらに 2 つの目的がある。第一に、名古屋市において、救急出動件数への高齢者人口すなわち 65 歳以上人口の影響の大きさを分析することである。高齢者人口の増加が救急出動件数と大きく関連することはよく知られている。これについて名古屋市の事例を重回帰分析によって記述する。第二の目的は、高齢者人口のほかに救急出動件数を説明する地理データを探ることである。第二の目的のためには、区別のデータでは不十分であるため、さらに町丁目ごとに出動件数を分割して分析する。さらに、重回帰モデルを用いて名古屋市の将来の救急出動件数を推計する。

救急活動に関する都市計画分野の既往研究は、救急拠点や救急車の配置の検討、移動にかかる時間を短縮するための道路ネットワーク改善など、都市インフラストラクチャーの評価と改善について論じたものが多い。稲川ら<sup>1)</sup>は、救急出動データをもとに最適な救急車の配置を決定する方法を提案した。大橋ら<sup>3)</sup>は、道路データを用いて救急医療機関までのアクセスの改善策について論じている。高山ら<sup>6)</sup>は、金沢市における救急サービスの評価方法を提案するとともに救急拠点管轄エリアの最適化と救急拠点の最適配置について議論した。藤井ら<sup>10)</sup>は、鳥取県の救急活動にかかる時間の空間分布を作成して、新たな救急車の配属場所や車輛数について検討を行った。

これら救急インフラストラクチャー研究の基礎となる救急出動件数の地理分布や推計を論じたものとして、次のよ

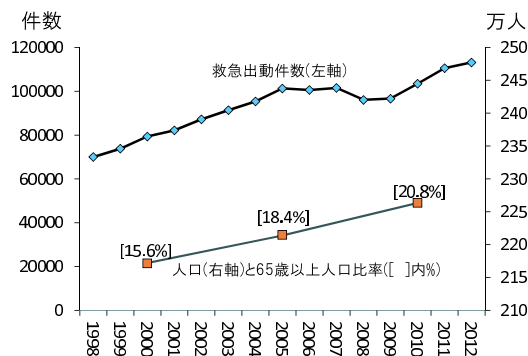


図 1: 名古屋市の救急出動件数と人口の推移

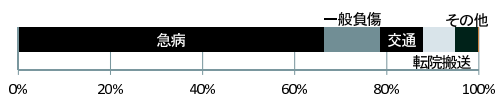


図 2: 名古屋市における救急出動件数の内訳 (2010 年)

うな研究がある。大重ら<sup>2)</sup>は、横浜市における人口千人あたりの年間救急搬送人員を被説明変数として救急医療の需要に影響を与えると考えられる説明変数を用いた重回帰分析を行った。中野ら<sup>8)</sup>は、全国の主要都市を対象として、救急搬送業務の実態のアンケート調査を行った。調査をもとに、救急出動件数を説明する重回帰分析を行い、収容所要時間、高齢者人口、人口密度が有意な説明変数であるという結果を示している。総務省消防庁(2011)<sup>4)</sup>は、5歳ごとの年齢階級別に救急搬送率を算出し、社会保障・人口問題研究所による市町村別の年齢階級ごとの将来人口推計を用いて、将来の救急搬送人員を推計している。これによると、2007年から2009年の全国の1年間あたりの救急搬送率の全年齢平均は3.72% (すなわち1年間あたり100人につき3.72人が搬送される)である。高齢者年齢層については、65歳 - 69歳の救急搬送率は4.16%、85歳以上の救急搬送率は17.03%であり、年齢が高いほど救急搬送率が高くなる傾向にある。

これらに記述されているとおり、高齢化社会において救急出動件数の増加は大きな課題である。名古屋市でも図1に示したとおり、救急出動件数とともに65歳以上人口比率が上昇している。本研究は、大重ら<sup>2)</sup>の結果を元に、名古屋市において、救急出動件数推定における高齢者人口データの重要性を調べるとともに、他の有用なデータとしてはどのようなものがあるのか、とりわけ昼間に中心部に集中する人口が救急出動件数に与える影響に焦点を当てて分析する。

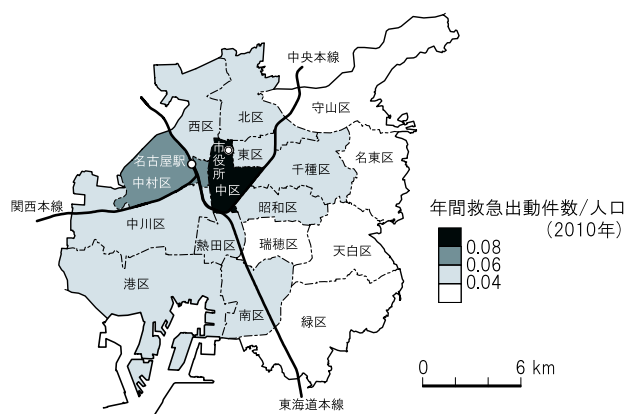


図 3: 名古屋市の区ごとの人口一人当たり救急出動件数 (2010 年)

表 1: 昼間夜間人口および救急出動件数の相関係数

	救急出動件数	昼間 65歳未満人口	昼間 65歳以上人口	夜間 65歳未満人口	夜間 65歳以上人口
救急出動件数	-	0.677	0.798	0.363	0.632
昼間 65歳未満人口	0.677	-	0.203	-0.050	-0.034
昼間 65歳以上人口	0.798	0.203	-	0.657	0.963
夜間 65歳未満人口	0.363	-0.050	0.657	-	0.756
夜間 65歳以上人口	0.632	-0.034	0.963	0.756	-

## 2 名古屋市 16 区の重回帰分析

本研究では、国勢調査の人口データを分析に用いることとして、常住地による人口を「夜間人口」、通勤・通学による昼間の移動を考慮した人口を「昼間人口」と呼ぶ。

本節で国勢調査が実施された2000年、2005年、2010年の名古屋市16区の年間救急出動件数を被説明変数とする重回帰分析を行う。ただし件数のうち市外への救急出動は除く。データ数は48となる。

まず、それぞれの年の国勢調査による夜間人口を説明変数とする単回帰分析を行ったところ、

$$\text{救急出動件数} = 0.0189 \times \text{夜間人口} + 3292$$

となった。中区、中村区、中川区におけるあてはまりが悪かった。重決定係数  $R^2$  の値は0.183である。これら3区が夜間人口よりも昼間人口の多い地区であることから、各区の年齢5歳階級別人口を用いて、昼間人口と夜間人口それぞれの65歳未満人口と65歳以上人口を用意する。これら4種類のデータおよび救急出動件数の相関係数を表1に示す。

救急出動件数は、昼間の65歳以上人口との相関が最も高い。夜間人口よりも昼間人口のほうが救急出動件数との

表 2: 名古屋市 16 区の救急出動件数の重回帰分析結果

変数名	偏回帰係数	$t$ 値	$p$ 値
定数項	-1205	-3.17	0.0028
昼間人口	0.0258	15.56	0.0000
夜間 65 歳未満人口	-0.0111	-3.13	0.0031
夜間 65 歳以上人口	0.1690	10.48	0.0000
$R^2=0.912$			

相関が高い。昼間 65 歳未満人口は夜間 65 歳未満人口との相関係数が  $-0.050$  であり、ほとんど相関がないことを示している。昼間 65 歳以上人口と夜間 65 歳以上人口の相関係数は  $0.963$  と高く、昼間移動する高齢者が少ないことを反映していると考えられる。

表 1 から、重回帰式によって救急出動件数を説明するためには夜間人口よりも昼間人口のほうが優れていると考えられる。説明変数に昼間の 65 歳未満人口と昼間の 65 歳以上人口の 2 つを使用した重回帰式の重決定係数  $R^2$  は  $0.913$  となった。一方で、夜間の 65 歳未満人口と夜間の 65 歳以上人口を使用したときの重決定係数  $R^2$  は  $0.430$  であった。4 つのデータを同時に使用すると、重決定係数  $R^2$  は  $0.923$  となった。しかしこのとき夜間人口の 2 変数の偏回帰係数の  $t$  値が有意でなかった。

昼間人口を用いた重回帰式の当てはまりが最も良いが、これには救急出動件数の将来予測にあたって、大きな欠点がある。夜間人口の年齢階級別の将来推計人口は、信頼性の高い推計として、社会保障・人口問題研究所による推計がある。しかし、昼間人口の年齢階級別の将来予測は、将来の都市の中心業務地区の活動の見通しが難しいことから簡単ではなく、信頼性の高い推計は困難である<sup>7)</sup>。したがって説明変数に昼間の 65 歳未満人口と昼間の 65 歳以上人口を用いた重回帰式では、救急出動件数の将来予測は難しい。

本研究では折衷案として、昼間の全人口、夜間の 65 歳未満人口、夜間の 65 歳以上人口の 3 変数を用いて重回帰式を作成する。第 4 節で述べる将来予測に際しては、夜間人口は社会保障・人口問題研究所の推計を使用し、昼間人口は、東京都の昼間人口の予測手法を参考にして<sup>7)</sup>、年齢階級別の推計ではなく昼間人口全体の推計を行う。

3 変数を用いた重回帰分析の結果を表 2 に示す。重決定係数  $R^2$  は  $0.912$  であり、2 つの昼間人口データを使った場合と同等の予測精度がある。 $t$  値、 $p$  値の数値より、3 変数は全て説明変数として有効である。高齢者人口の偏回帰係数は、高齢者 1 人増加あたり年間救急出動件数が  $0.169$  件増えることを示している。高齢者以外人口の偏回帰係数が負値となっており、これは実態からするとおかしなことであるが、高齢者以外の人口が多いと救急出動が抑制される効果があると解釈してよいかもかもしれない。これらと比べて昼間人口の偏回帰係数は小さい値である。

残差の標準偏差は  $613$  となり、予測値にはおよそ  $600$  程

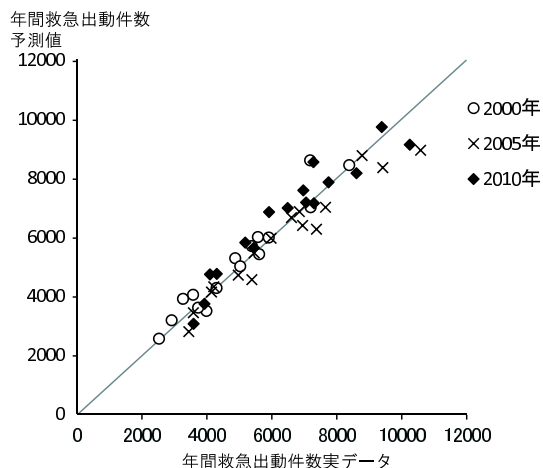


図 4: 名古屋市 16 区の救急出動件数実データと予測値の散布図

度のばらつきがあることを示している。予測の精度を高めるために、大重ら<sup>2)</sup>が使用した道路率や商業地割合あるいは健康診査受診率などを組み込むことも可能であるが、年齢階層別昼間人口と同様にこれらの将来予測が難しいことから、3 変数の重回帰式の重決定係数が十分高いことから、必要ないと判断した。

救急出動件数実データと予測値の散布図を図 4 に示す。救急出動件数実データの大小に関わらず、重回帰式によっておおむね良い推定が可能であることを示している。

### 3 名古屋市の町丁目別の重回帰分析

区別の分析によって、名古屋市においては、夜間人口よりも昼間人口のほうが救急出動件数をよく説明できることが明らかとなった。都市中心部における昼間の人の地理分布の把握が、救急出動件数を推計のために重要であることを示している。本節では、小地域ごとの救急出動件数の要因を探るため、名古屋市の救急出動件数を町丁目別に分割して重回帰分析を行う。

名古屋市消防局から提供された 2010 年の救急出動住所データを、国勢調査で使用される町丁目ごとに集計する。市外と高速道路上の救急出動件数を除外して、住所を名古屋市の町丁目割り当てることができた 92035 件を分析に使用する。

図 5 に、2010 年の救急出動件数のうち 50 件以上となった町丁目の代表点を黒丸で図示する。件数の多い町丁目上位 3 つは、中村区名駅 1 丁目 956 件、中区錦 3 丁目 774 件、中区栄 3 丁目 632 件であった。これら 3 小地域を含む名古屋駅周辺から市役所にかけての中心業務地区や商業地区において出動件数が多い。郊外にところどころ 100 件以上となっている町丁目がある。これらの多くは、集合住宅など人口密度の高い地域、または病院を含む地域となっている。病院を含む地域では、年間救急出動全体の約 7% を占める

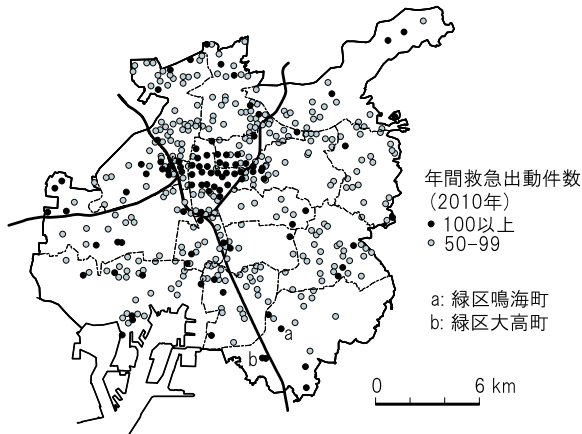


図 5: 名古屋市の救急出動分布．50 件以上となった町丁目 (2010 年)

転院搬送が多いものと考えられる．なお，50 件以上の黒丸には緑区大高町 800 件，緑区鳴海町 1232 件が含まれている (図 5 中の記号 a および記号 b，図 6)．この 2 小地域は面積が広く，それぞれ 2010 年の夜間人口が 16483 人と 38335 人となっているため，救急出動件数が特別に高いわけではない．一方で，夜間人口がほとんどいない小地域でも救急出動が多いことがある．例えば先に述べた中村区名駅 1 丁目の夜間人口は 7 人である．また河川敷や運動場を含む町丁目では夜間人口がゼロでも一定数の救急出動があった．

重回帰分析に当たっては，説明変数は町丁目ごとに用意できるものを使わなければならない．夜間の 65 歳未満人口と夜間の 65 歳以上人口は 2010 年国勢調査データを使う．昼間人口は町丁目のデータの代用として，2009 年経済センサス調査による従業者数を使用する．このとき経済センサスの町丁目の一部に名前や区割りが国勢調査と異なるものもあったため，国勢調査の区割りに合わせて使用した．

表 3 に結果を示す．定数項の値は，1 を下回る小さい値となっている．区別の重回帰式と異なり，夜間の 65 歳未満人口の偏回帰係数は正值となった．夜間の 65 歳以上人口の偏回帰係数のおよそ 10 分の 1 である．従業者数の偏回帰係数はこれら 2 つの中間の値となっている．定数項を含めて 4 項の  $t$  値の絶対値は 2 を超えており， $p$  値も利用に問題のない値である．

重決定係数  $R^2$  は 0.8 を超えたが，予測値の実データとの残差を調べたところ，都心地域における残差が大きかった．名古屋駅の西側駅前地域，中区中央部など，夜の繁華街としてにぎわう地域の予測値が実データを下回っており，また，名古屋駅東側駅前地域，中区北部など業務地域における予測値，および鉄道駅を含む町丁目の予測値は，実データを上回る場所が見られた．大きな病院を含む町丁目では，予測値が実データよりも小さいところがあった．これは重回帰式で救急出動のうち病院間の転院搬送を考慮していないためであると考えられる．

表 3: 名古屋市の町丁目別の救急出動件数重回帰分析 その 1

変数名	偏回帰係数	$t$ 値	$p$ 値
定数項	0.9538	2.52	0.0116
従業者数	0.0153	73.54	0.0000
夜間 65 歳未満人口	0.0097	9.07	0.0000
夜間 65 歳以上人口	0.0996	24.21	0.0000
$R^2=0.802$			

表 4: 名古屋市の町丁目別の救急出動件数重回帰分析 その 2

変数名	偏回帰係数	$t$ 値	$p$ 値
定数項	0.6418	2.07	0.0383
従業者数	0.00971	40.76	0.0000
夜間 65 歳未満人口	0.0120	13.70	0.0000
夜間 65 歳以上人口	0.0917	27.08	0.0000
駅乗降人数	0.00086	31.07	0.0000
宿泊業・飲食サービス業所数	0.1943	16.95	0.0000
病院数	23.866	17.21	0.0000
$R^2=0.867$			

そこで，説明変数に，2010 年大都市交通センサスの駅利用者人数，2009 年経済センサスの宿泊業・飲食サービス業所数，国土数値情報による 2010 年の病院数 (救急搬送の受入数が少ないと考えられるため，医院と歯科を除く) の 3 つを追加して重回帰式を作成した (表 4)．

定数項の値は表 3 よりもさらに小さくなった．高齢者人口の偏回帰係数 0.0917 は，高齢者 100 人当たり 1 年間におよそ 9 人に対して救急出動があることを示している．これは，全国の年齢階級別の年間救急搬送率のうち，65 歳-69 歳が 4.16 % であり，高齢になるほど救急搬送率が上昇して 85 歳以上では 17.03 % となっていることに対応してこれらの中間の値となっていると解釈することができる<sup>4)</sup>．高齢者以外人口の偏回帰係数は正值 0.0120 であり，高齢者人口の係数のおよそ 8 分の 1 である．駅乗降人数の偏回帰係数は，乗降人数 1 万人当たり 1 年間で 8.6 件である．宿泊業・飲食サービス業所数は，5 軒あたり 1 年間に 1 件の救急出動があることを示している．病院数の偏回帰係数は 1 ケ所あたり約 24 となった．

全ての変数の  $t$  値と  $p$  値は問題のない値である．図 6 に救急出動件数実データと予測値の散布図を示す．重決定係数  $R^2$  は 0.867 となり，表 3 の結果よりも高い推定精度を得ることができた．

#### 4 救急出動件数の将来予測

第 2 節の表 2 に示した重回帰式の説明変数と偏回帰係数を用いて，名古屋市 16 区の救急出動件数の将来予測を行う．夜間の 65 歳未満人口と 65 歳以上人口は，社会保障・人

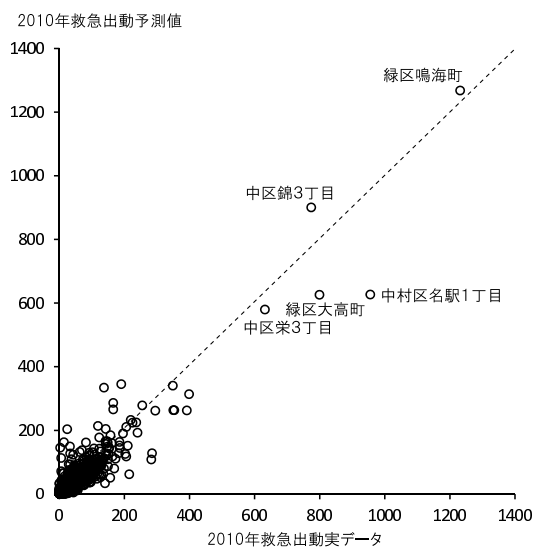


図 6: 町丁目単位の 2010 年救急出動件数実データと重回帰予測値の散布図

口問題研究所による 2013 年の市町村別の年齢階級ごとの将来人口推計を使用する。2015 年から 2040 年までの 5 年おきの推計人口が得られる。これによれば、名古屋市の人口は 2015 年に 229 万人で最大となり、その後減少に転じて 2040 年は 209 万人となる推計である。どの区においても同じ傾向を示しており、人口が最大となるのは 2010 年から 2020 年までのところがほとんどである。守山区は 2025 年、緑区は 2030 年が最大となる年と推計されており、他よりやや遅れる推計である。

2010 年時点で名古屋市の 65 歳以上夜間人口の比率は 21 % であり、2040 年には 34 % になると推計されている。全ての区において 65 歳未満人口は減少し、65 歳以上人口はごく一部の区・時期を除いて増加する推計となっている。

昼間人口の将来推計は、1990 年から 2010 年までの 5 時点の区ごとの昼間人口をもとに、これらを線形近似して将来予測を行う。5 時点の昼間人口に対して最小二乗法によって 1 次式をあてはめて 1 年間あたりの増加人数すなわち傾きを求める。この傾きが将来も一定であることを仮定して将来の昼間人口を推計する。図 7 に線形近似によって得られた 1 年間あたりの昼間人口増加人数推計を示す。中区は  $-1849$ [人/年]、中村区は  $-1299$ [人/年] であり、昼間人口の減少が大きい予想となっている。1990 年から 2010 年までの 20 年間に大きな景気の変動がいくつかあったわけだが、これら 2 つの区の昼間人口は、それにもかかわらずほぼ一貫して減少しており、将来も傾向が変わらないと考えられる。一方で、東部の守山区、天白区、緑区の昼間人口は、年間あたり千人を超える増加を示しており、とくに緑区は  $2424$ [人/年] となっている。先に述べたように緑区は 2030 年まで夜間人口が増加する推計となっており、これが

昼間人口の増加に反映していると考えられる。

これら説明変数の将来推計データを用いて、2015 年から 2040 年までの 5 年ごとの救急発生件数を予測した。図 8 は、2010 年の救急発生件数実データと、2030 年予測値の 2010 年実データに対する増加予測数を示す。2027 年にリニア中央新幹線が東京-名古屋を結ぶ計画となっており、図 8 はその 3 年後の救急出動件数の推計を表していることになる。

全体の傾向として、西部は減少し、東部は増加する推計である。中川区および東部の 5 つの区は 20 年間で救急出動件数が 2000 件以上増加する予測となっている。特に、天白区と緑区は 20 年間でほぼ倍増する予測である。この 2 つの区は、昼間人口と 65 歳以上人口がともに大きく増えることが推計されているためである。中心業務辺縁にある中村区と熱田区は救急出動件数が減少する予測となった。この 2 区は、65 歳以上人口は増加するが、昼間人口は減少するためである。中区は、昼間人口は大きく減る予想となっているが、65 歳未満人口の減少が緩やかで、65 歳以上人口は増加するため、総合的に見て救急出動件数は増加する予測である。

図 9 は、名古屋市全体の 2014 年までの救急出動件数実データと、2015 年から 2040 年までの予測を示す。2030 年の予測は 138 万件である。2040 年の予測は 153 万件となり、2010 年の実績と比べて 5 割増加する予測である。総務省消防庁 (2011)<sup>4)</sup> によれば、全国の救急出動件数は 2030 年に最大となる推計であるが、名古屋市の場合は 2030 年以降も増加する予測である。

## 5 おわりに

本研究は、名古屋市の救急出動件数について、区単位と町丁目単位の重回帰分析を行って、将来の救急出動件数を予測した。全国の傾向と同様に、名古屋市においても、高齢者人口が救急出動件数に大きく影響することを確認した。さらに、夜間人口よりも昼間人口のほうが救急出動件数の重回帰分析にとって重要な説明変数であることを明らかにした。町丁目単位の分析では、高齢者の昼間人口データの代用として、経済センサスによる従業者数、大都市交通センサスの駅利用者数を使用し、さらに病院の地理分布データを利用することによって、重決定係数 0.87 程度の重回帰式を作成することができた。

2040 年までの将来予測によって、今後も名古屋市の救急出動件数は増加することが見込まれる。2040 年には 1 年間あたり 15 万件に達することが推計された。これは 2010 年よりも 5 万程度多い件数である。本研究の結果から、救急出動を減らすことができる政策や、救急車の台数や配置の検討など救急体制の計画について考察することが可能となる。

本研究で使用した重回帰分析説明変数のデータは、他都市でも容易に使用可能なものである。他の都市や地域にお



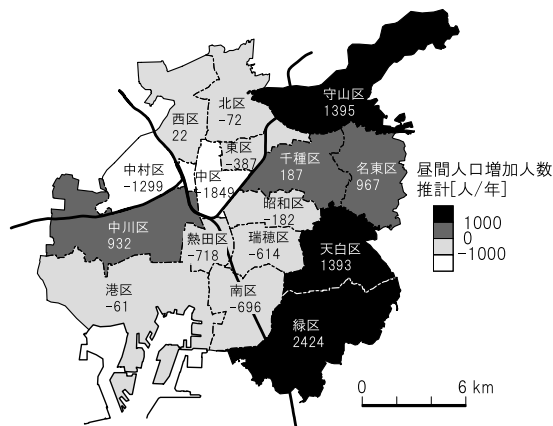


図 7: 線形予測による名古屋市の昼間人口の 1 年間あたり増加人数推計

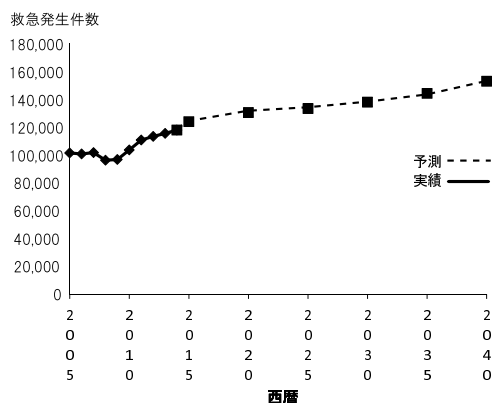


図 9: 名古屋市全体の救急発生件数の将来予測

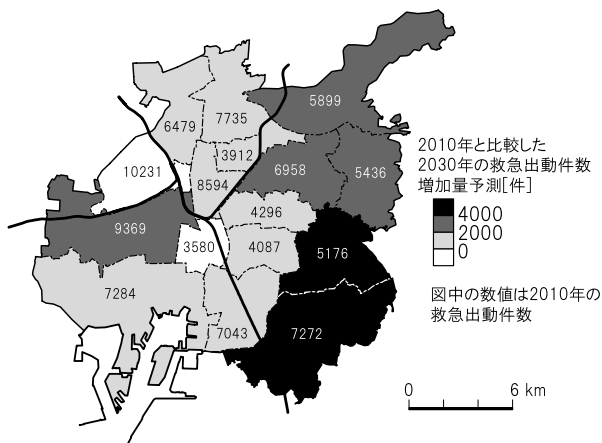


図 8: 2010 年と比較した 2030 年の救急出動件数増加量予測

ける救急出動件数の予測を試みる事が可能であろう。

#### 謝辞

分析にあたって貴重なデータとアドバイスを下さった名古屋市消防局に厚くお礼申し上げます。2014 年度の卒業研究で救急件数の重回帰分析に取り組んだ神戸宏紀君と渡部宙君の計算結果<sup>11)</sup>は研究の大きな参考となった。これについてもお礼申し上げます。

#### 参考文献

- 1) 稲川敬介, 古田壮宏, 鈴木敦夫 (2007): 救急車の配置計画における確率的評価指標とその重要性について, 日本都市計画学会学術論文集, 42(3), 469-474.
- 2) 大重賢治, 井伊雅子, 縄田和満, 水嶋春朔, 朽久保修 (2003): 横浜市における救急医療の需要分析, 日本公衆衛生雑誌, 50(9), 879-889.
- 3) 大橋幸子, 藤田素弘 (2012): 救急医療機関への移動に長時間を要する地域の特性と改善策に関する研究 -

地域メッシュ単位の搬送時間の試算と改善策のシミュレーション - , 日本都市計画学会学術論文集, 47(3), 739-744.

- 4) 総務省消防庁 (2011): 平成 22 年度 救急業務高度化推進検討会 報告書, 第 8 章 救急搬送の将来推計, [http://www.fdma.go.jp/html/intro/form/kinkyugyoumu\\_h22\\_houkoku.html](http://www.fdma.go.jp/html/intro/form/kinkyugyoumu_h22_houkoku.html), 2015 年 2 月アクセス.
- 5) 総務省消防庁 (2014): 報道資料「平成 25 年の救急出動件数等 (速報)」の公表, [http://www.fdma.go.jp/neuter/topics/houdou/h26/2603/260328\\_1houdou/02\\_houdoushiryou.pdf](http://www.fdma.go.jp/neuter/topics/houdou/h26/2603/260328_1houdou/02_houdoushiryou.pdf), 2015 年 2 月アクセス.
- 6) 高山純一, 黒田昌生 (2000): 救急車の走行時間信頼性からみた救急拠点の最適配置に関する研究, 日本都市計画学会学術論文集, 35, 595-600.
- 7) 東京都 (2010): 東京都昼間人口の予測, <http://www.toukei.metro.tokyo.jp/tyosoku/ty10zf1000.pdf>, 2015 年 2 月アクセス.
- 8) 中野晃太, 高山純一, 中山晶一朗, 福田正輝 (2010): 全国の政令市・中核市・特例市を対象とした救急搬送実態調査に関する基礎的研究, 土木計画学研究・講演集 (CD-ROM), 42.
- 9) 名古屋市 (2014): 名古屋市の救急出動データ, 平成 25 年版名古屋市統計年鑑 21-9 救急活動状況, <http://www.city.nagoya.jp/somu/page/0000055614.html>, 2015 年 2 月アクセス.
- 10) 藤井俊久, 大谷亜須佳, 松見吉晴 (2011): GIS を用いた救急サービスの脆弱性評価とその対策, 土木学会論文集 F6 (安全問題), 67(2), L137-L142.
- 11) 神戸宏紀, 渡部宙 (2015): 名古屋市における救急発生件数の予測, 南山大学情報理工学部情報システム数理工学卒業論文.