

愛川町における長期救急出場件数予測

塩野 直志・菅原 蓮・小島 圭太・草間 富雄・岩澤 浩和・曾我 和典

[研究論文] 愛川町における長期救急出場件数予測

塩野直志¹・菅原蓮¹・小島圭太²・草間富雄²・岩澤浩和²・曾我和典²

1 情報学部情報工学科

2 愛川町消防本部

Long-term forecasting of ambulance callouts in Aikawa town

Naoshi SHIONO¹, Ren SUGAWARA¹, Keita KOJIMA²,
Tomio KUSAMA², Hirokazu IWASAWA², Kazunori SOGA²

Abstract

In many Japanese cities, the number of ambulance callouts is increasing while the population is decreasing. In order to properly organize ambulances, ambulance crews, and materials, it is necessary to forecast the number of callouts with high accuracy. In this study, we forecast the number of callouts until 2040 in Aikawa town, which currently has about 2400 callouts. We create reference, high and low scenarios that take into account historical trends and the reduction in ambulance callouts due to COVID-19. As a result, the number of ambulance callouts in 2040 is forecasted to be about 2800 in the reference scenario, 2900 in the high scenario, and 2600 in the low scenario. In addition, the number of callouts will increase rapidly until 2030 due to the aging of the population, but it will gradually converge by 2040 due to the decline in the total population.

Keywords: 救急出場, 需要分析, 将来予測

1. はじめに

愛川町は神奈川県中央北部に位置する人口 4 万人規模の町である。図 1 に示す通り、人口は毎年減少している一方、救急出場件数は 2019 年まで増加している。COVID-19 感染拡大により 2020・2021 年は件数が減少したが、2023 年からは再度増加に転ずると考えられる。救急施策を立案し、救急車、救急隊員および救急資機材を過不足なく適切に計画、配置するためには、将来の救急出場件数を予測することが不可欠である。その際、件数は事故種別や年齢別で分かれていることが望ましい。そこで、本研究は 2040 年までの救急出場件数を事故種別、年齢別に予測する。

長期の救急出場件数予測において、件数を直接予測する研究と、出場率(件数を人口で割った値)と人口に分け各々を予測する研究が存在する。前者に関して、三浦[1]は名古屋市を対象に、従業者数、65 歳未満/以上人口、駅乗降人数等を説明変数と定め、件数を 2030 年まで予測している。横浜市消防局・横浜市立大学[2]は横浜市を対象に、人口動態、気象、暦、救急関連情報を説明変数として、住居区別、行政区別、年齢別、事故種別 1 日あたり件数を 2030 年まで予測している。一方、後者に関して、総務省消防庁[3]は、事故種別、年齢別に実績出場率を求めた後、将来人口を乗ずることで件数を予測している。大重他[4]は横浜市において、社会経済学的因子、環境的因子、医療供給体

制、公的機関保健サービス、住民の健康状態を指す複数の説明変数より出場率を推定し、将来人口を乗ずることで件数を 2050 年まで予測している。少子高齢化が進む現在、現在の年齢別人口構成と本研究が対象とする 2040 年の年齢別人口構成は大きく異なると考えられる。そこで、本研究では年齢別に出場率と人口に分けて予測を行う。

また、日本国内か大都市を対象としている先行研究と異なり、本研究の対象は出場件数 2 千件程度の町である。そのため、予測する区分を増やすほど、区分ごとの実績件数が年ごとにばらつき、結果として予測精度を落とす可能性がある。その点を考慮し、本研究では事故種別、年齢別など区分を一旦細分化した後に、特徴が同じ区分を集約したうえで出場件数を予測する。

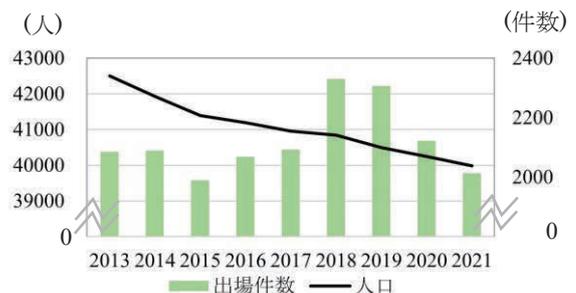


図 1 愛川町人口・救急出場件数推移

さらに、COVID-19による感染拡大を契機に、救急出場要請に関する住民の意識が変化している可能性がある。これは予測に不確実性が存在することを意味しており、COVID-19 感染拡大前までの傾向を織り込むか、またCOVID-19 感染拡大による救急出場減少がどの程度回復するかを考慮する必要がある。その点から、本研究では最も考えられるケース（ベースケース）を基準に、ハイケースとローケースを設ける。

本論文の構成は以下の通りである。まず、2章で愛川町の現状を分析する。3章で予測手順を述べた後に、4章で予測を行う区分を整理する。5章で人口予測に触れ、6章で各ケースの設定内容を述べた後、7章で2040年までの予測出場件数を提示し、8章で結論を述べる。

2. 愛川町の現状

本章では、愛川町の人口・救急出場件数の傾向を整理したうえで、予測する区分に関して言及する。

2.1 人口の傾向

愛川町では、図2に示す通り少子高齢化が進んでいる。総人口に占める10歳未満人口の割合が2013年8%から2021年6%と減少している一方、70歳以上人口の割合が2013年16%から2021年24%と大きく増加している。

また、図3に示す通り、愛川町では年齢ごとに男女構成比が異なる。70歳未満は総じて男性が女性より多い傾向である一方、70歳以上は逆転し女性が男性より多い傾向である。男性総人口に占める70歳以上男性人口の割合が21%に対し、女性総人口に占める70歳以上女性人口の割合が27%であることから構成の違いは明らかである。

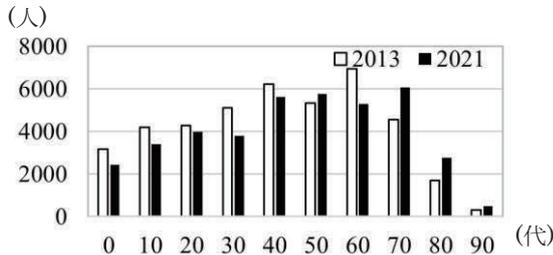


図2 年齢別人口推移

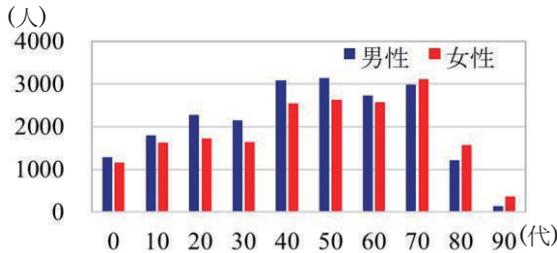


図3 年齢別性別人口

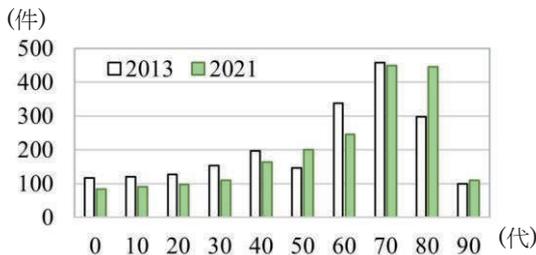


図4 年齢別出場件数推移

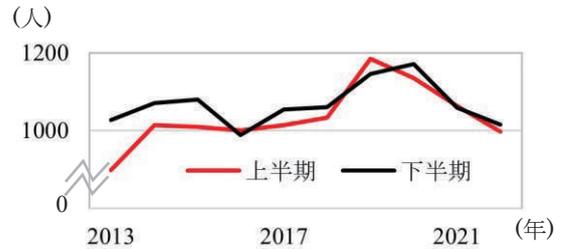


図5 半期別出場件数推移

2.2 救急出場件数の傾向

愛川町では、図4に示す通り、70歳以上の救急出場件数が増加している。全件数に占める70歳以上件数の割合が2013年42%から2021年50%と増えている。よって、件数が増えた要因は主に高齢化と言うことができる。

また、救急出場件数を半期ごとに分割すると、図5に示す通り、上期と比較して下期の件数が多い傾向がある。特に、気温が下がる冬期に件数が増える傾向がある。

2.3 予測区分

2.1および2.2の傾向を踏まえ、出場件数が増えている要因は高齢化である。よって、本研究では年齢ごとに分けて予測を行う。

また、年齢に応じ男女構成比が異なり、冬期に出場件数が多いことから、性別、期別を考慮した予測を行う。性別で区分する場合は、出場率に加え人口も性別に予測する必要があることを意味する。

3. 予測手順

2章の結果を踏まえ、本研究における予測手順を(1)~(4)の通り定める。

(1)予測区分の整理

総務省消防庁[3]は事故種4種別と年齢18階層(5歳階級)からなる72区分を予測区分としている。仮に、2章で述べた年齢別、性別、期別に事故種別を加えた区分を作ると、愛川町の救急出場件数は2,023件(2021年)であることから多くの区分で実績件数が10件に満たない。その結果、各年の実績件数にばらつきが出ることで適切な予測が出来ない可能性がある。そこで、区分を一旦細分化した後に、予測件数に大きな影響を与えない、ないしは同じ傾向がある区分を集約することで予測区分を整理する。

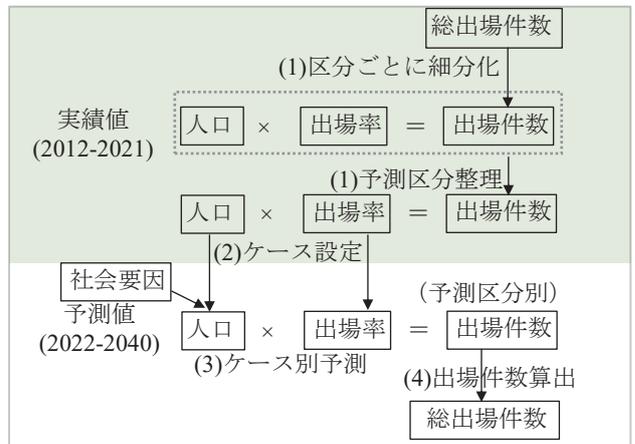


図6 予測手順

(2)ケース設定

(1)で定めた予測区分ごとに2013-2021年の人口と出場率を求め、傾向を整理する。その傾向を踏まえ、ベース、ハイ、ローケースごとに数値を設定する。

(3)ケース別予測

(2)で定めたケースごとに各区分の出場率を予測する。予測後、区分ごとに予測した人口を乗ずることで、各ケースの区分別出場件数を求める。

(4)2040年までの総出場件数算出

(3)で求めた区分別出場件数を集計することで、各ケースの総出場件数を求める。

図6に(1)~(4)の手順を図示する。一旦、区分ごとに人口、出場率、出場件数を求めた後に、区分を集約し予測区分を決定する。ケース設定を行った後に、各ケースの人口と出場率を予測区分別に予測し、合算して各ケースの総出場件数を求める。

4. 予測区分の整理

4.1 整理手順

愛川町では救急出場時の事故種別、発生場所、収容医療機関、出場年月日、対象者の性別や年齢の情報を保有している。本研究では、2013年以降の事故種別、性別、発生時期、年齢の情報を使用し、以下の手順で整理していく。

(1)事故種別の集約

13種別存在する事故種別を集約する。

(2)性別・期別の設定

(1)で設定した事故種別に性別、期別の区分を設定するか否かを決定する。

(3)年齢の集約

(1)~(3)で定めた区分から、さらに年齢(10歳階級)を集約する。

4.2 事故種別の集約

まず、13種別存在する事故種別を集約する。

事故種別は、図7に示す通り急病、一般負傷、転院搬送、交通事故の4種別で全出場件数の94%を占め、4種別以外は6%に過ぎない。

また、4種別以外の事故種別における件数の経年推移を図8に示す。どの事故種においても2019年以前は極端な件数増減は認められないことがわかる。

よって、4種別以外の事故種別を一つにまとめ、2040年までの件数は実績に基づく値を定めることとする。さらに、転院搬送には、急病で診療所を受診後、病院に転送する場合が含まれているため、急病・転院搬送を一つにまとめる。以上より、本研究では急病・転院搬送、一般負傷、交通事故の3種別を予測対象とする。

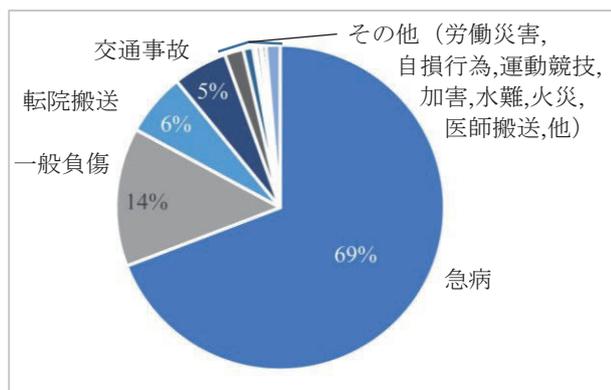


図7 事故種別構成比(2021年)

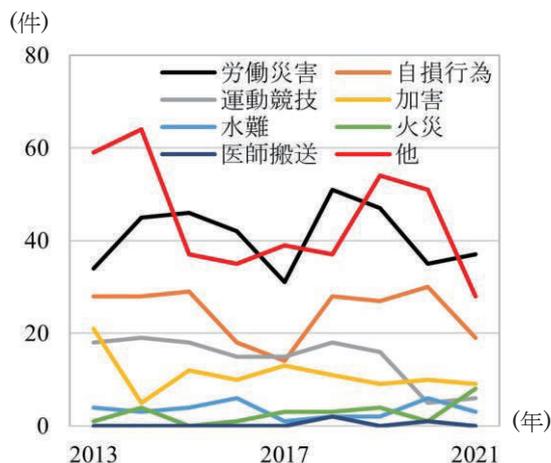
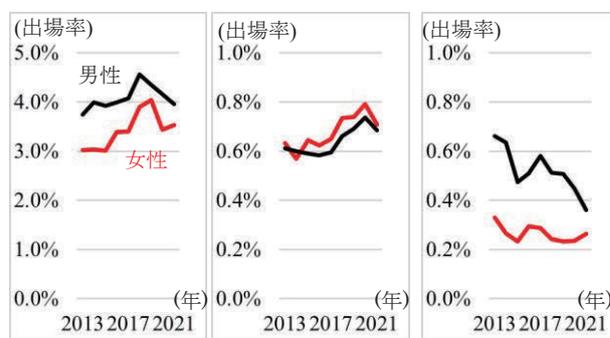


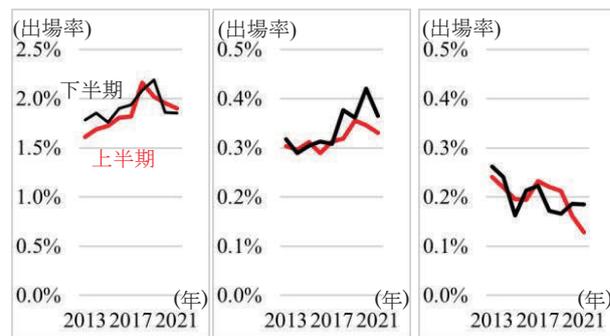
図8 事故種別経年推移

4.3 性別・期別での区分有無の設定

次に、予測対象の3事故種別において、性別、期別で予測を区分するか否かを決定する。図9は性別出場率の経年推移、図10は期別出場率の経年推移である。出場率の違い、経年での傾向の違いという観点で評価すると、急病・転院搬送および交通事故は男女で出場率が異なるうえに経年での傾向も異なる。特に交通事故は女性の出場率が安定している一方、男性の出場率減少が顕著である。また、一般負傷においては、この数年での下半期の出場率の増加が顕著である。よって、本研究では急病・転院搬送、交通事故の2事故種において性別を区分に加え、一般負傷において半期別を区分に加え予測を行うこととする。



(A)急病・転院搬送 (B)一般負傷 (C)交通事故
図9 事故種別・性別出場率の経年推移



(A)急病・転院搬送 (B)一般負傷 (C)交通事故
図10 事故種別・半期別出場率の経年推移

表 1：各区分の出場率（2021 年，網掛け部を集約）

		年齢									
		0-9	10-19	20-29	30-39	40-49	50-59	60-69	70-79	80-89	90-
急病・ 転院搬送	男性	1.7%	0.9%	1.5%	2.1%	1.9%	3.5%	4.0%	7.3%	16.4%	26.8%
	女性	2.3%	1.6%	1.8%	1.7%	2.0%	1.6%	2.9%	5.1%	11.8%	16.9%
一般負傷	上半期	0.4%	0.1%	0.0%	0.1%	0.2%	0.2%	0.3%	0.4%	1.6%	2.4%
	下半期	0.8%	0.1%	0.1%	0.1%	0.1%	0.2%	0.3%	0.6%	1.4%	2.2%
交通事故	男性	0.1%	1.1%	0.5%	0.3%	0.3%	0.3%	0.2%	0.3%	0.2%	0.0%
	女性	0.2%	0.5%	0.2%	0.3%	0.3%	0.3%	0.3%	0.2%	0.2%	0.0%

4.4 年齢の集約

前節までで定めた区分ごとの年齢別出場率を表 1 に示す。10 歳階級で年齢を定めると 10 区分存在しており，本研究では 6 区分に集約する。具体的には，救急施策上重要と考える 0-9 歳を区分として残すことを前提に，急病・転院搬送および一般負傷では，出場率が小さくかつ経年の傾向がそれほど変わらない 10-59 歳を集約する。同様に，男性の交通事故では 30-69 歳を集約するとともに，0 件である 90 歳以上を 80-89 歳に集約する。ただし，女性の交通事故件数は毎年 40 件前後と少なく，かつ年齢間の差が認められないことから，区分を一つに集約する。以上より，予測する区分の数を 31 区分と設定する。

5. 人口予測

人口予測は，愛川町[5]において既に予測が実施されており，本研究ではその結果を使用する。愛川町[5]における予測手法はコーホート要因法である。コーホートとは性別や年齢別に分けたまとまりのある集団を指す。コーホート要因法とは，図 11 に示す通り，各コーホートに対し，出生率（人口 1000 人に対する出生数の割合），生残率（一定期間経過後に生存している確率）からなる自然増減と転出入からなる人口（純）移動率をもとに将来の人口を予測する方法である。

愛川町[5]では，年齢（5 歳階級）別に 5 年単位で予測を実施している。本研究では，年齢を 10 歳階級に集約するとともに，予測値が存在しない年においては存在する前後の年の値を線形補間することで，各年の人口を作成した。

図 12 に 2040 年までの予測結果を示す。2021 年 39690 人から 2030 年 37851 人，2040 年 34909 人と 2040 年までに約 4800 人減少する。愛川町の人口移動は転入と転出が均衡する傾向であり，人口減の主な原因は死亡する高齢者の増加と出生数の減少である。

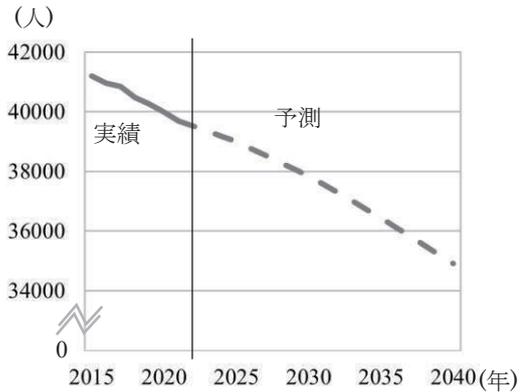


図 12 人口予測結果

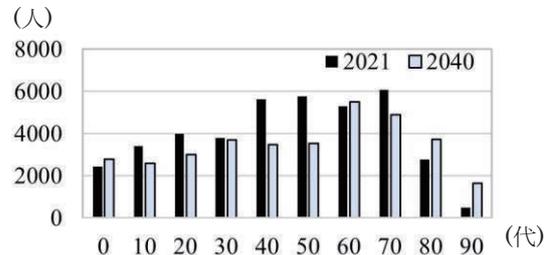


図 13 年齢別人口推移（予測）

また，図 13 に 2021 年（実績）と 2040 年（予測）の年齢別人口を示す。2021 年時点で 40 歳を境に人口に段差が出来ており，2040 年時点ではその段差が 60 歳にスライドする。2021 年時点の 40 代は 2040 年時点の 60 代であり，人口はそれほど変化していない。しかし，2021 年時点の 50 歳以上は 2040 年で 70 歳以上となり，70 代より生存率が低下することから，人口が減少している。さらに，2021 年以降も出生する人口は死亡する人口と比較して少ない。その結果，人口が徐々に減少する結果となる。

6. ケース設定

6.1 設定概要

本章ではケース分類を行う。まず，男女ごとの出場率経年推移を図 14 に示す。COVID-19 の影響を受けた 2020・2021 年の出場率が減少していることが分かる。2023 年に COVID-19 は 5 類感染症に移行しているものの，出場率が COVID-19 感染拡大前に戻るか否かは不透明である。

また，2013 年から COVID-19 感染拡大前の 2019 年までは出場率が増加傾向にある。急病・転院搬送は年齢別に分解しても増加傾向が見受けられる。

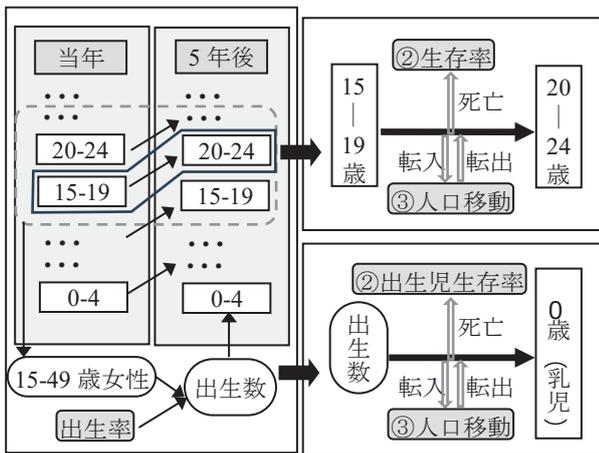


図 11 コーホート要因法[6]

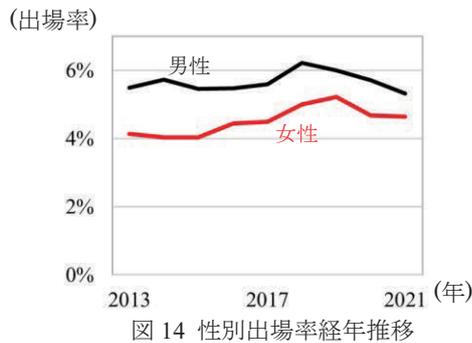


図 14 性別出場率経年推移

以上の傾向を踏まえ、本ケースではベースケースとして、COVID-19 感染拡大直前の状況に出場率が戻るケースを定める。続けて、ハイケースとして、COVID-19 感染拡大前数年間における出場率の傾向に戻るケースを定める。ベースケースは 2019 年頃の値を基に設定するが、ハイケースは過去の傾向を織り込むことが違いである。さらに、ローケースとして、COVID-19 感染拡大による出場率減少の影響をある程度受けるケースを定める。

なお、予測区分を 31 区分と分けたことで各年の出場率がばらつく区分がある。その点から、ハイケースの年齢別の値は精度が落ちることに留意する必要がある。

6.2 急病・転院搬送のケース設定

性別出場率の経年推移を図 15 に示す。COVID-19 感染拡大の影響を受けたことで、急病・転院搬送による救急出場要請が減少している。また、女性は 2019 年の出場率が最大である一方、男性は 2018 年の出場率が最大と異なる。その点踏まえ、本研究では各ケースを以下の通り設定した。

- ・ベースケース

年齢別に 2018・19 年の出場率平均値を 2022 年以降の予測出場率として使用する。

- ・ハイケース

年齢全体での年と出場率の相関係数（2013-19 年）は、図 15 から明らかな通り男性 0.87、女性 0.9 と高い。一方、年齢区分ごとに相関係数を求めると -0.4 から 0.9 と値がばらつく。そこで、予測を年齢全体で行うことが考えられるが、年齢構成の変化を無視していることから 2040 年の出場件数が過大となる。よって、本研究では精度が落ちるものの年齢区分ごとに予測を行う。具体的には、負の相関となる男女 90 歳以上、女性 60-69 歳はベースケースの値を使用し、他は年を説明変数、出場率を目的変数とした単回帰分析（2013-19 年）により得られた回帰式を 2022 年以降の予測出場率として使用する。

- ・ローケース

年齢別に 2017-21 年の出場率平均値を 2022 年以降の予測出場率として使用する。

ローケースに関して、COVID-19 感染拡大期の 2020・21 年出場率は回復するものの、感染拡大前までには戻らないとして、2017-21 年の平均と定めている。

6.3 一般負傷

半期別出場率の経年推移を図 16 に示す。最大となる出場率は 2020 年下半期である。よって、一般負傷は急病・転院搬送と異なり、COVID-19 感染拡大の影響を受けていないことがわかる。その点から、ベースケースとローケースをまとめられる。

なお、上下半期とも出場率が明らかに増加傾向であるのは 90 歳以上のみである（上期相関係数 0.55、下期相関係数 0.52）。寿命が延びていることが要因と考えられ、特に 2018 年下期の出場率は 4.7% である。



図 15 性別出場率経年推移（急病・転院搬送）



図 16 半期別出場率経年推移（一般負傷）

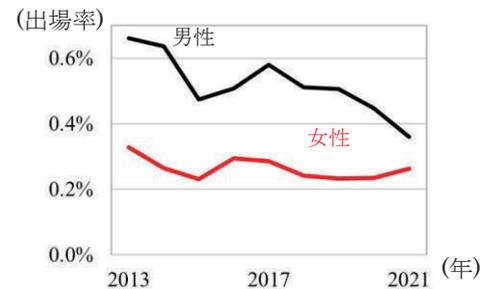


図 17 性別出場率経年推移（交通事故）

そこで、本研究では一般負傷の設定を三ケース共通として以下の通り設定した。

- ・ベースケース、ハイケース、ローケース

90 歳以上を対象に、半期別に年を説明変数、出場率を目的変数とした単回帰分析を 2013-19 年で行い、得られた回帰式を 2022 年以降の予測出場率として使用する。また、90 歳未満の予測区分において、2017-21 年の出場率平均値を 2022 年以降の予測出場率として使用する。

6.4 交通事故

図 17 に性別出場率の経年推移を示す。特に、男性の出場率減少が顕著である。交通事故件数の減少は全国的な傾向であり、その理由としてシートベルト着用率向上や自動車の安全機能向上が挙げられる。内閣府政策統括官[7]は全国重傷者数が 2019 年 3 万 2 千人から 2030 年 1 万 8 千人程度まで減少すると予測している。さらに、2020 年以降は COVID-19 の感染拡大による出勤制限や外出制限により出場率が下落したと考えられる。

その点を考慮し、本研究では男性において、以下の通りケースを分類した。

- ・ベースケース、ハイケース

年齢別に、年を説明変数、出場率を目的変数とした単回帰分析を 2013-19 年で行い、得られた回帰式を 2022 年以降の予測出場率として使用する。ただし、年齢別に出場率下限を 2013-19 年の最小値と置く。なお、年齢別の相関係数は -0.79 から -0.33 であり、全年齢区分で負の相関となる。

・ローケース

ベースケース同様の回帰分析を実施する、ただし、年齢別に出場率下限を2013-21年の最小値とする。

交通事故件数の減少は今後も続いていくものの、いずれは収束すると考えられる。本研究では、その収束値を実績の下限値とおくことでケースを分けた。

また、図17に示す女性の出場率は、相関係数-0.55と負の相関があるものの微減である。その点踏まえ、すべてのケースで以下の通り定めた。

・ベースケース、ハイケース、ローケース

男性同様の単回帰分析を行い、得られた回帰式を2022年以降の予測出場率として使用する。ただし、出場率下限を0.2%と定める。

6.5 その他

その他事故種別に関しては、以下の通りケースを分ける。

・ベースケース、ハイケース

2018・19年の出場件数平均値を2022年以降の出場件数として使用する。

・ローケース

2017-21年の出場件数平均値を2022年以降の出場件数として使用する。

その結果、ベースケース、ハイケースの2022年以降の件数は157件、ローケースの2022年以降の件数は136件と求まった。

7. 予測結果

7.1 結果概要

5章で予測した人口に6章で求めたケース別出場率を乗じることで予測救急出場件数を求めた。結果を表2および図18に示す。

すべてのケースに共通している傾向として、2030年までは出場件数が一気に増加していくが2040年に向けて徐々に収束していく。2030年まで件数が増えていく主要因として、80歳以上の人口が増えていくことが挙げられる。愛川町総人口に占める80歳以上の人口は2021年8%から2040年15%と増加する。表1からも明らかなように出場率は80歳以上が顕著に高い。一方、2030年以降、2040年に向けて収束していく理由として、80歳以上の人口が2035年をピークに徐々に減少していくことによる。出場率が高い90歳以上の人口は増加するため90歳以上の出場件数は増え続ける一方、80代出場件数が減少していくことで件数が収束していく。

表2 ケース別出場件数予測結果

	2021 (実績)	2030 (予測)	2040 (予測)
ハイ	2013	2839	2931
ベース	2013	2713	2796
ロー	2013	2523	2586

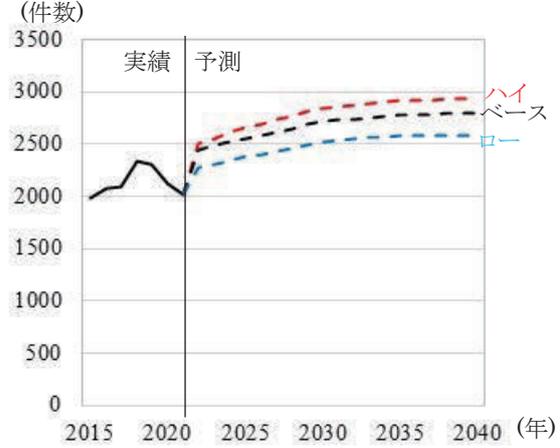


図18 ケース別出場件数予測結果

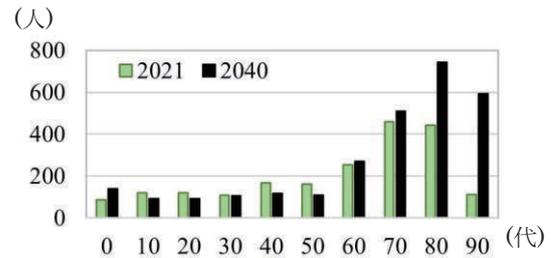


図19 年齢別出場件数予測結果 (ベースケース)

7.2 結果詳細

図19に年齢別の救急出場件数を2021年(実績)と2040年(予測)と比較する。2021年時点においても救急出場に占める70歳以上の割合が50%であったが、2040年には67%まで拡大している。90歳以上が増えているのは一般負傷で出場率の傾向を織り込んでいるからであるが、高齢者の出場率は年齢とともに上昇し、今後90代後半の人口が徐々に増えていくことから、十分に考えられる結果である。

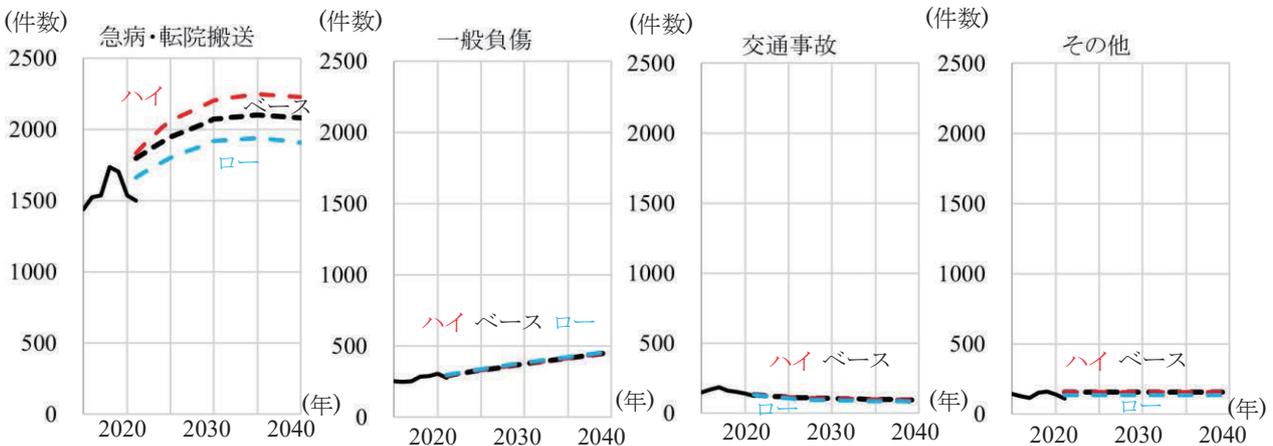


図20 事故種別ケース別出場件数予測結果

また、図 20 に事故種別のケース別予測件数推移を示す。図 20 から明らかなように急病・転院搬送が予測件数に大きな影響を与えており、かつケース分類の結果も急病・転院搬送の予測値に依存している。急病・転院搬送はすべてのケースで 2035 年前後が最大値となり、以降は徐々に件数が減少していく。一方、一般負傷は 90 歳以上人口増の影響を受け件数増が継続していく。さらに、交通事故は総件数に与える影響は大きくないものの、安全技術の進歩が進むことで少しずつではあるが件数が減少していく。その結果として、2035 年から 2040 年の間で増減が相殺し予測件数が収束する。

8. まとめ

本研究では、救急施策上、救急車、救急隊員および救急資機材を過不足なく適切に計画、配置する目的から、2040 年までの長期間にわたる救急出場件数を予測した。予測にあたっては事故種別、性別、半期別および年齢別の実績を基に予測対象を 31 区分と定め、各区分で過去の実績出場率を求めた。続けて、本研究では COVID-19 感染拡大前の状況に戻るか否か、また COVID-19 感染拡大前の傾向に戻るか否かで三ケース設けた。区分ごとにケースに応じて出場率を予測し、愛川町で別途用意した人口を乗ずることでケース別に将来の区分別件数値を求めた後、区分を足し合わせることで将来の予測件数を求めた。

その結果、2021 年の 2000 件強からベースケースは 2030 年 2700 件、2040 年 2800 件程度となり、またハイケースはベースケースより 100 件程度多い一方、ローケースはベースケースより 200 件程度少ない結果が得られた。さらに、すべてのケースで 2020 年から 2030 年は件数が増加していく一方、2030 年から 2040 年にかけて件数が収束していくことも分かった。

今後は、得られた数値を基に配置計画を行うとともに、救急相談（#7119、#8000）の積極的な活用策の検討や高齢者向け健康診査の推進、家族を対象とした救急指導を行うことで救急出場要請を未然に防ぐ策を実施していきたい。

参考文献

- [1]三浦英俊：重回帰分析による名古屋市の救急出動件数の将来予測，南山大学紀要，16，pp.1-6，（2016）。
- [2]横浜市消防局・横浜市立大学：データサイエンスにより救急需要を予測しました～2030年の救急車の出場件数は～，2017年12月6日プレスリリース，（2017）。
- [3]総務省消防局：平成22年度救急業務高度化推進検討会報告書，（2011）。
- [4]大重賢治，井伊雅子，縄田和満，水嶋春朔，朽久保修：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），pp.879-889，（2003）。
- [5]愛川町：第2期愛川町まち・ひと・しごと創生総合戦略，（2020）。
- [6]国立社会保障・人口問題研究所：将来人口推計とは－その役割と仕組み－，第21回社会保障審議会人口部会資料，（2022）。
- [7]内閣府政策統括官（共生社会政策担当）：道路交通安全に関する基本政策等に係る調査報告書，（2020）。

研究推進機構

機 構 長 脇田 敏裕

機構企画室長 井藤 晴久

神奈川工科大学研究報告

A-48 人文社会科学編 通巻 48 号

令和 6 年 3 月 1 日 発行

編集兼発行者 神 奈 川 工 科 大 学

〒 243-0292 神奈川県厚木市下荻野1030

電 話 046-241-6221

印 刷 者 株式会社スクールパートナーズ

当該研究報告に掲載された論文の著作権は本学に帰属する。