

交通行動変化からみた 都市の健康寿命延伸に関する考察

井ノ口 弘昭¹・秋山 孝正²

¹関西大学 環境都市工学部 都市システム工学科 (〒564-8680 大阪府吹田市山手町3-3-35)
E-mail:hiroaki@inokuchi.jp

²関西大学 環境都市工学部 都市システム工学科 (〒564-8680 大阪府吹田市山手町3-3-35)
E-mail:akiyama@kansai-u.ac.jp

日本の平均寿命は世界で1位 (WHO2018年発表) となっている。一方で、日本では寝たきりの期間が欧米各国と比べて長く、健康寿命の延伸が課題となっている。健康寿命の延伸には、身体活動量の増加のために日常的に歩くことが重要であると言われており、交通行動と密接な関係があると考えられる。このため本研究では、健康寿命の延伸を目指した健康まちづくり政策の検討のため、交通行動と健康寿命の関係を分析する。具体的には、市町村を単位とした年齢層別の交通行動 (トリップ数・歩数) などから、平均寿命・健康寿命を推計する回帰モデル・ニューラルネットワークモデルを構築する。構築したモデルを用いて、健康まちづくり政策の効果を定量的に推計し、健康寿命の延伸につながる健康まちづくり政策を提案する。

Key Words : wellness city, health expectancy, health promotion, travel behavior, neural network

1. はじめに

わが国においては、健康増進に係る取組として、「21世紀における国民健康づくり運動 (健康日本21)」が推進されている¹⁾。このとき、健康上の問題で日常生活が制限されることなく生活できる期間が「健康寿命」であり、「健康寿命の延伸と健康格差の縮小」が健康日本21の中心的課題となっている²⁾。また身体機能の低下と歩行能力は関係していることから、都市の交通現象変化は、健康度の増進に大きな影響を与える³⁾。

このようなことから、本研究では「健康寿命」を都市交通現象から推計する方法を検討する。特に年齢層別の交通行動パターン変化から、都市の健康寿命と平均寿命の増進可能性を検討する。最終的に健康日本21の「平均寿命の増加分を上回る健康寿命の増加」を目標とする健康まちづくりの具体的政策を提案する。

2. 健康寿命に基づく健康度分析

(1) 健康寿命の現状分析

わが国は、図-1に示すように平成22年 (2010) 65歳以上人口の総人口に占める割合 (高齢化率) が23.1%とな

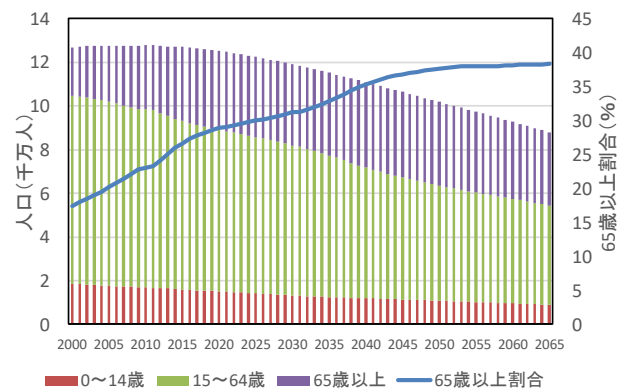


図-1 超高齢社会の進展

り「超高齢社会」となった^{4,5)}。さらに平成30 (2018) 年には、65歳以上人口が3,558万人で、高齢化率は28.1%となり、超超高齢社会といえる。さらに平均寿命は、今後さらに伸長し、将来推計では2060年には男性：84.19年、女性：90.93年に到達すると予測されている。

つぎに、大阪府内の市町村を対象に平均寿命・健康寿命の分布を検討する。大阪府の平均寿命は男性：80.59年 (31位)、女性：87.01年 (27位) である (2016年)。平均寿命・健康寿命は、男女別に推計されているが、本

研究では、男女の人口比率により重み付き平均を算定し、指標値として用いる。

図-2に平均寿命の地域分布を示す。

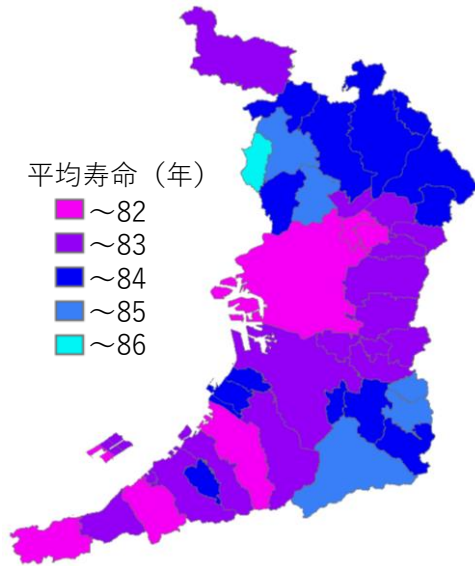


図-2 平均寿命の分布 (大阪府：2010年)

本図より、大阪市および大阪府南部の岬町、岸和田市などで平均寿命が短く、池田市・吹田市などの北摂地域で比較的長い傾向がみられる。

つぎに、図-3に健康寿命の地域分布を示す。

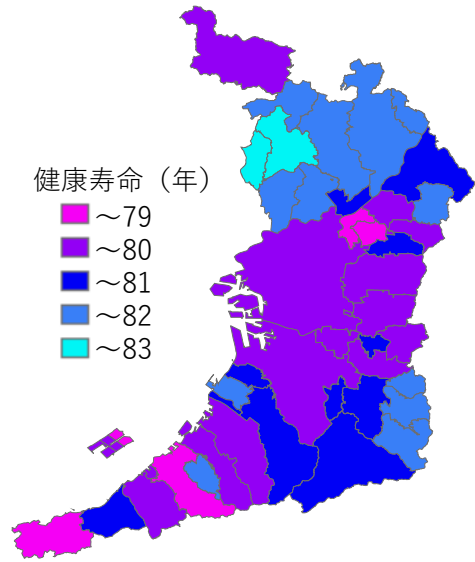


図-3 健康寿命の分布 (大阪府：2010年)

健康寿命は算定方法として3種類提案されているが、本研究では、市の単位で算定が可能な「日常生活動作が自立している期間の平均」を用いる。これは、介護保険の要介護認定における要介護2～5を不健康な状態として算定したものである。したがって、健康寿命として一般的に知られている「日常生活に制限のない期間の平均」と比較して、高い数値となっている。

健康寿命も平均寿命と同様に、大阪市および府南部の一部の地域において低く、北摂地域で比較的高い傾向が読み取れる。

つぎに、平均寿命と健康寿命の関係を検討する。図-4に大阪府内43市町村の健康寿命と平均寿命の関係を示す。

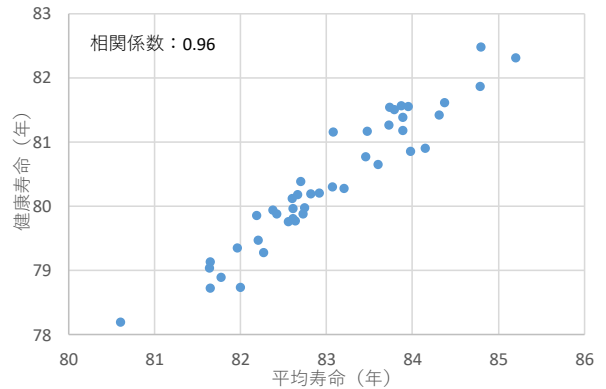


図-4 健康寿命と平均寿命 (大阪府：2010年)

平均寿命と健康寿命の分布から統計的に相関は高い。すなわち平均寿命の一定の増加が健康寿命を増加させることがわかる。したがって、厚生労働省の目標①：平均寿命と健康寿命がともに延伸するためには、一般的な健康増進に係る取組が期待できる。一方で、目標②：さらに、平均寿命と健康寿命の差を短縮するためには、特に健康寿命の延伸に与える影響の大きい要因を求める必要がある。

(2) 市町村のトリップ分析

ここでは、大阪府内の市町村として、吹田市および摂津市を対象として、市町村単位の外出行動の分析を行う。はじめに、吹田市の年齢層別 (5歳階級) トリップ原単位を図-5に示す。

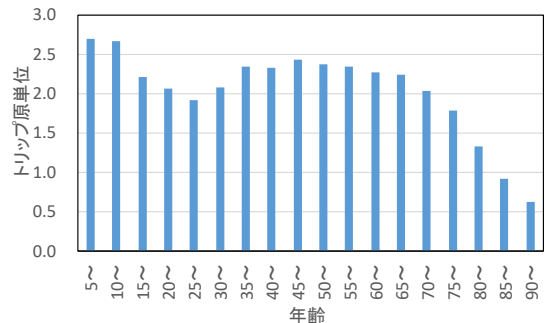


図-5 年齢層別トリップ原単位 (吹田市)

本図より、15歳未満は通学トリップの影響で原単位が高く、20～35歳程度の年齢層では低いことがわかる。また、高齢者層では年齢が進むにつれ、トリップ原単位は低くなることがわかる。

つぎに、図-6に摂津市のトリップ原単位を示す。

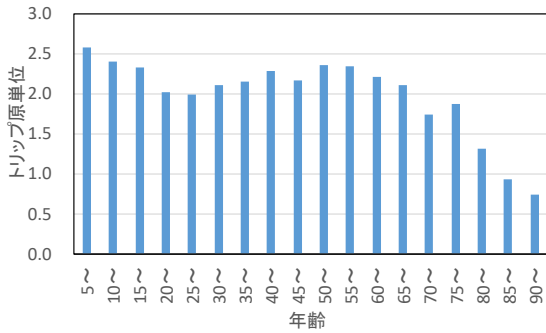


図-6 年齢層別トリップ原単位 (摂津市)

摂津市も吹田市と同様の傾向であるが、35～49歳では吹田市と比較して原単位が低くなっている。また、75～79歳の後期高齢者の原単位が高いことが特徴である。

3. 交通現象による健康寿命推計

本章では、交通行動が健康寿命の延伸に与える影響を検討するため、健康寿命推計モデルを構築する。このとき、入力値と出力値の間の複雑な関係を表現するため、回帰モデルの他にニューラルネットワークモデルを用いたモデル化を行う。

(1) 健康寿命推計モデルの概要

ここでは、都市の平均寿命・健康寿命を市民の生活様式と健康に関する都市環境から説明する。群馬県中之条町の住民を対象に実施された長期研究において、身体活動と予防できる病気の関係性が明らかにされている⁹⁾。この中で、身体活動を表す指標として、1年間の平均歩数と1年間の平均中強度活動時間が用いられている。本研究では、パーソントリップ調査結果を用いた推計を行うため、交通行動の代表的な指標であるトリップ数と身体活動量を表す指標である歩数を用いる。これらは、年齢層による違いがあるため、年齢層ごとに算定する。本研究では、若年者層（～29歳）、中年者層（30～64歳）、前期高齢者層（65～74歳）、後期高齢者層（75歳～）を設定する。

また、これらの交通行動の他に、高齢者割合、高齢者を対象とした福祉施設の整備状況が健康寿命に影響を与えられられる。さらに、日常的に不健康な生活行動として、長時間の外出が考えられる。このため、高齢者割合、老人福祉施設（老人ホームなど）数、長時間（12時間以上）外出者割合の指標値を説明変数に加える。

本研究では、大阪府内の43市町村を対象として、パーソントリップ調査の集計結果および国土数値情報データを用いてデータ整備を行った。パーソントリップ調査では、歩数は質問していないことから、推計する必要がある。本研究では、代表交通手段および端末交通手段で

徒歩を利用した移動時間の合計より、歩数を推計する。このとき、歩数の原単位として、性別・5歳階級別の調査結果を集計して用いる⁷⁾。具体的には、若年者層：122.3歩/分、中年者層：117.4歩/分、前期高齢者層：109.7歩/分、後期高齢者層：108.6歩/分である。

(2) 回帰モデルによる健康寿命の推計

はじめに、線形回帰モデルを用いた推計を行う。表-1に大阪府内の43市町村のデータを用いた、平均寿命推計モデルのパラメータ推計結果を示す。

表-1 平均寿命の回帰モデル推計結果

説明変数	係数	t値
定数	78.58	16.19
若年層トリップ数	3.687	2.99
中年層トリップ数	-5.301	-2.63
前期高齢層トリップ数	2.633	2.66
後期高齢層トリップ数	0.5459	0.65
若年層歩数(千歩)	0.9444	2.55
中年層歩数(千歩)	0.5232	0.55
前期高齢層歩数(千歩)	0.5381	0.74
後期高齢層歩数(千歩)	-0.8383	-1.24
高齢者割合 (%)	-5.115	-0.77
老人福祉施設数 (箇所/千人)	0.2361	3.68
長時間外出者割合 (%)	-1.300	-1.87

ここで、5%有意である説明変数は、若年・中年・前期高齢層のトリップ数、若年の歩数、老人福祉施設数であった。ただし、中年層トリップ数のパラメータの符号は負であり、整合的でないと考えられる。また、老人福祉施設数のt値は大きく、平均寿命との相関関係が読み取れる。

つぎに、平均寿命推計モデルによる推計結果の妥当性を検討する。図-7に、実績値と推計値の関係を示す。

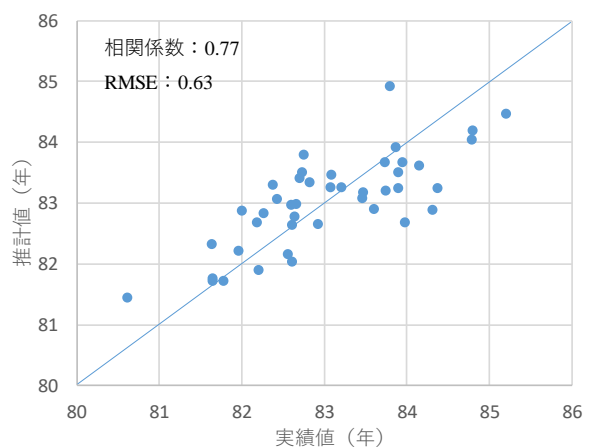


図-7 平均寿命推計モデルの推計誤差 (回帰モデル)

ここで、実績値と推計値の差が最大であった市町村は太子町（実績値：84.31年、推計値：82.88年）であり、1.43年の差であった。

つぎに、表-2に健康寿命（日常生活動作が自立している期間の平均）推計モデルのパラメータ推計結果を示す。

表-2 健康寿命の回帰モデル推計結果

説明変数	係数	t 値
定数	75.58	16.34
若年層トリップ数	4.696	3.99
中年層トリップ数	-7.099	-3.69
前期高齢層トリップ数	3.252	3.45
後期高齢層トリップ数	0.9251	1.15
若年層歩数(千歩)	0.8564	2.43
中年層歩数(千歩)	0.6393	0.70
前期高齢層歩数(千歩)	0.4812	0.70
後期高齢層歩数(千歩)	-0.8858	-1.37
高齢者割合 (%)	-1.615	-0.25
老人福祉施設数 (箇所/千人)	0.2245	3.67
長時間外出者割合 (%)	-1.598	-2.41

パラメータ推計の結果、有意である説明変数は平均寿命推計モデルと同様であるが、長時間（12時間以上）外出者割合が加わっている。符号は負であるため、長時間の外出が多い市町村は、健康寿命が低い傾向にあることが分かる。また、平均寿命推計モデルと同様に、中年層トリップ数のパラメータの符号が負であり、整合的でないと考えられる。

図-8に健康寿命推計モデルの推計値と実績値との関係を示す。平均寿命推計モデルと比較すると、相関係数は若干高く、推計誤差も若干少なくなっている。しかしながら、泉佐野市では実績値78.73年に対して推計値80.02年であり、1.29年の差がある。

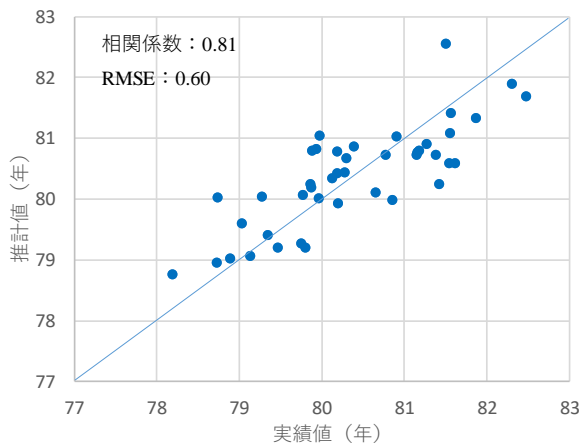


図-8 健康寿命推計モデルの推計誤差 (回帰モデル)

これらの推計結果より、老人福祉施設数、トリップ数、若年者の歩数、長時間の外出と平均寿命・健康寿命の相関関係が見られることがわかった。

(3) ニューラルネットワークモデルによる健康寿命推計

前節で線形回帰モデルを用いてモデルを構築したが、説明変数と被説明変数の間には、より複雑な関係があると考えられる。このため、知的情報処理技術の一手法である階層ニューラルネットワークモデル (NNモデル) を用いたモデル化を試みる⁸⁾。NNモデルは、脳の神経回路網を模したモデルであり、入力変数と出力変数の間をネットワーク化して表現する。このとき、結合荷重と閾値に係数が設定される。係数の推計は、学習用データセット (43市町村のデータ) を用いて、逆誤差伝搬アルゴリズムにより行われる。

NNモデルの特徴として、複数の指標が同時に推計できることが挙げられる。本研究においては、平均寿命と健康寿命の同時推計モデルを構築する。

入力データとして、線形回帰モデルで用いた説明変数 (11種類) を用いる。図-9推計モデルの構造を示す。

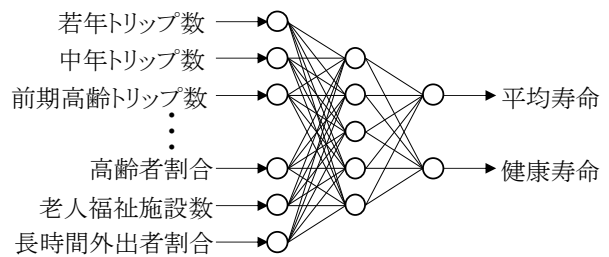


図-9 都市健康度推計モデルの構造 (NNモデル)

ここで、中間層を1層 (5ニューロン) 設定している。また、入力データ・出力データともに正規化 (0~1の数値) して用いる。

図-10にNNモデルによる平均寿命の推計結果を示す。

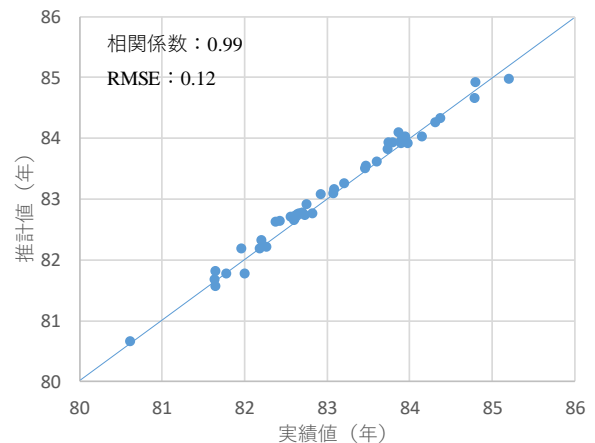


図-10 NNモデルの推計誤差 (平均寿命)

本図より、線形回帰モデルと比較して、良好な推計結果であるといえる。平均二乗誤差は0.12であり、最大の誤差は、寝屋川市（実績値：82.37年、推計値：82.62年）の0.25年であった。

つぎに、図-11に健康寿命の推計結果を示す。

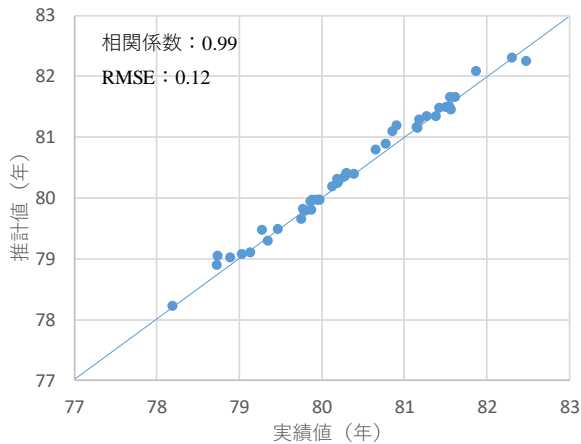


図-11 NNモデルの推計誤差（健康寿命）

本図より、平均寿命の推計結果と同様に、線形回帰モデルと比較して、良好な推計結果であることがわかる。このときの最大誤差は、線形回帰モデルと同じ泉佐野市であり、実績値：78.73年、推計値：79.05年であった。

これらのことから、平均寿命・健康寿命ともに線形回帰モデルと比較して良好な推計結果が得られることがわかった。このため以降の分析では、NNモデルを用いて検討を行う。

4. 健康まちづくりの影響分析

ここでは、前章で構築したNNモデルを用いた平均寿命・健康寿命推計モデルを用いて、健康まちづくり政策の効果を定量的に検討する。

(1) 市町村の健康まちづくり政策

各市町村では、健康寿命の延伸を目指して、高齢者の外出機会の増加、歩行の奨励による歩数増加などを行うことが考えられる。ここでは、大阪府内の市町村として、吹田市および摂津市を対象として、市町村単位の健康まちづくり政策を検討する。

ここでは、健康まちづくり政策の効果を定量的に検討する。健康まちづくり政策として、各年齢層を対象としたトリップ数増加、歩数増加を検討する。また、社会環境変化として高齢者割合の増加、施設整備として老人福祉施設数の増加、日常生活行動の変化として長時間外出者割合の増加を考える。ここでは、各要因に対して、現行より10%増加した場合を想定する。

(2) 健康まちづくり政策効果の推計

ここでは、吹田市および摂津市を対象として健康まちづくり政策の効果を検討する。吹田市の健康寿命は81.87年であり、43市町村で3位である。また、摂津市は80.12年、25位である。ここで、現在の状況に近づけるため、高齢者割合は最新の統計値を用いて推計する。

図-12に、吹田市において各政策の実施により現況値から10%増加した場合の健康寿命・平均寿命の推計結果を示す。

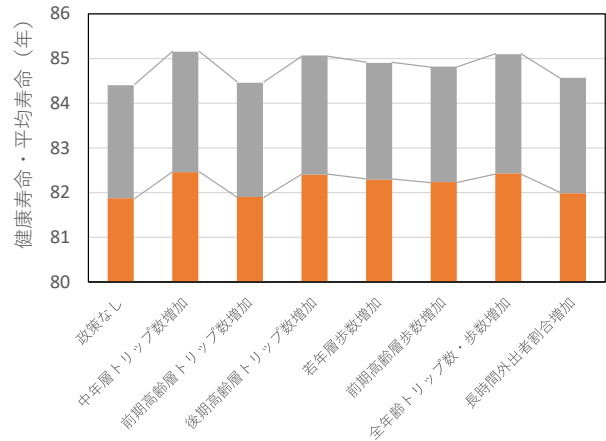


図-12 健康まちづくり政策効果の推計結果（吹田市）

本図より、中年層のトリップ数増加は健康寿命の延伸に最も効果が期待できることが分かる。しかしながら、健康寿命の延伸以上に平均寿命の延伸が推計された。単独の政策では、厚生労働省が目指す「健康寿命の延伸とともに平均寿命と健康寿命の差の縮小」を実現する政策は見つからなかった。そこで、政策の組み合わせを検討する。2種類の政策の組み合わせを検討した結果、「後期高齢者のトリップ数増加」と「中年層の歩数増加」を組み合わせることで、平均寿命84.63年、健康寿命82.09年、不健康な期間2.54年が得られた。

つぎに、摂津市の政策効果の推計を行う。図-13に摂津市の健康寿命・平均寿命の推計結果を示す。

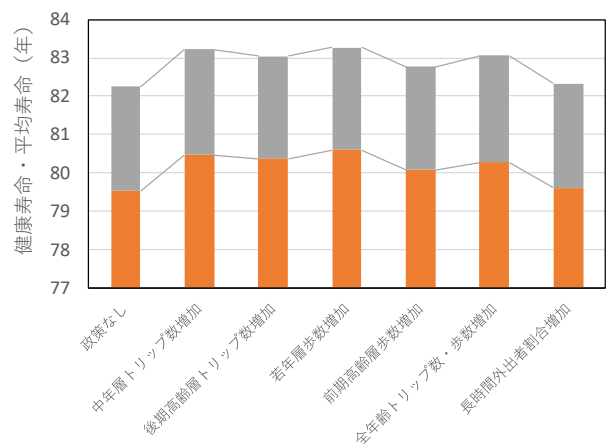


図-13 健康まちづくり政策効果の推計結果（摂津市）

摂津市では、若年層の歩数増加が最も健康寿命の延伸につながる事が分かる。このとき、平均寿命と健康寿命の差も小さくなっており、厚生労働省が目指すものに合致した政策であるといえる。

これらに示すように、最も効果が期待できる健康まちづくり政策は、市町村により相違することがわかる。

5. おわりに

国民の健康増進においては、健康寿命の平均寿命以上の増加が中心的な目標とされている。また健康寿命延伸の基本は「歩く」行動であると考えられることから、本研究では、都市の交通行動形態から健康寿命を推計するモデルを作成した。本研究の成果は、以下のように整理できる。

- 1) 健康増進の設定目標である健康寿命・平均寿命延伸に関する市町村単位の分析を行った。健康寿命と平均寿命には統計的な相関関係があり、健康寿命と平均寿命の差を短縮するには、特に健康的な市民活動に関する要因を踏まえた取組が必要であることがわかった。
- 2) 市民の生活様式を交通行動データより交通現象と都市活動に視点からモデル化を行った。具体的には年齢別の外出行動・歩行量に関する交通要因に基づいた健康寿命・平均寿命推計モデルを作成した。特に健康寿命・平均寿命を非線形関係から同時推計可能な NN モデルを提案した。
- 3) 現実の健康まちづくりプロジェクトに関する市町村に関して、市民の徒歩を含む生活様式の変化に対する健康寿命・平均寿命の変化を考察した。この結果、健康に関する市民行動変化と健康社会基盤の整備の最適

な組み合わせにより、健康増進目標（健康寿命・平均寿命延伸と両者の差の短縮）が達成される可能性があることが示された。

なお今後の課題として、①都市の総合的健康度の指標化、②有効な都市健康政策の具体化、③健康増進政策の組合せ最適化などが挙げられる。

参考文献

- 1) 健康・体力づくり事業財団：健康日本21（第2次）
<http://www.kenkounippon21.gr.jp/> (2020年3月1日閲覧).
- 2) 厚生労働省：国民の健康の増進の総合的な推進を図るための基本的な方針, <http://www.mhlw.go.jp/stf/> (2020年3月1日閲覧).
- 3) 鈴木隆雄：超高齢社会の基礎知識, 講談社現代新書 2138, 2012.
- 4) 総務省統計局：長期時系列データ（平成12年～27年）, <https://www.e-stat.go.jp/> (2020年3月1日閲覧).
- 5) 国立社会保障・人口問題研究所：日本の将来推計人口（平成29年推計）, <http://www.ipss.go.jp/> (2020年3月1日閲覧).
- 6) Y. Aoyagi, R.J. Shephard : Habitual physical activity and health in the elderly: the Nakanajo Study, *Geriatr Gerontol Int.*, 10 (Suppl. 1), S236-S243, 2010.
- 7) 山崎 昌廣, 佐藤陽彦：ヒトの歩行：歩幅, 歩調, 速度およびエネルギー代謝の観点から, *人類学雑誌*, Vol. 98, No. 4, pp. 385-401, 1990.
- 8) 秋山孝正, 井ノ口弘昭：健康まちづくりの都市交通計画に関する交通行動分析, *交通学研究*, No.59, pp.93-100, 2016.

(2020.3.8 受付)