

# 都市構造・交通環境と健康指標との 関係についての統計分析

長谷川 哲郎<sup>1</sup>

<sup>1</sup>正会員 大阪市立大学大学院創造都市研究科 後期博士課程 (〒558-8585 大阪市住吉区杉本 3-3-138)

E-mail: d17ud506@yj.osaka-cu.ac.jp

超高齢社会に突入したわが国においては介護費用や医療費増大への対応が急務となっており、都市計画と健康・医療・福祉政策との連携が重要となりつつある。

このような背景を踏まえ、本研究では都市構造・交通環境と健康との関係を定量的に把握することを目的とし、市単位の各種統計データに基づき重回帰分析をおこなった。その結果、介護認定率・国保1人あたり診療費などは、交通環境（主要道路延長、市町村道延長）、都市構造（都市公園数、図書館+公民館数）などと相関があることを明らかにした。また事例都市において、被説明変数を政策的にコントロールした場合、市全体としての介護費用や診療費の低下量を試算し、本モデルを用いた施策の効果分析が可能であることを示した。

**Key Words:** Urban planning, Mobility, Health Index, Multiple regression analysis

## 1. はじめに

### (1) 研究の背景と目的

今日の日本においては、高齢化の進展に伴う介護費用・医療費の増大や、利便性の高い社会生活に伴う生活習慣病による医療費の増大が大きな課題となっており、国や地方の財政を厳しいものとしているひとつの要因ともなっている。

厚生労働省<sup>1)</sup>「健康日本21（第二次）」によれば、このような介護や生活習慣病の背後には生活習慣との関連があり、身体活動の増加、すなわち通勤などの移動（徒歩、二輪、公共交通、自動車）により予防可能であるとされている。

さらに、国土交通省<sup>2)</sup>でも「健康・医療・福祉のまちづくりの推進ガイドライン」において、都市計画と健康・医療・福祉施策との連携が重要であるとして、日常生活・徒歩圏域への都市機能の計画的な確保、まち歩きを促す歩行空間の形成、公共交通の利用環境の向上などの交通まちづくりに取り組み、移動にかかる身体活動の増加を通じた健康づくりを志向することとしている。

以上の背景をもとに、本研究では、今後の急速な超高齢社会におけるコンパクトシティなどの都市構造と公共交通の利便性向上などの交通環境と、診療費や介護保険認定率などの健康に関連する指標との関係を定量的に把

握することを目的とするものとした。

### (2) 既往研究のレビュー

都市環境・交通環境と健康との関連を論じた既往の研究を、以下では3つに類型化して整理する。

#### a) ミクロな実交通データに基づく身体活動と健康との関係分析

大庭<sup>3)</sup>は、全国都市交通特性調査による交通行動データを用いて、移動時の交通手段とその所要時間から交通身体活動量を定量化した上で、利用交通手段や個人属性と、身体活動量の関連を分析している。この結果、1回の移動による交通身体活動量は利用交通手段によって異なること、地方都市圏に比べて大都市圏居住者の交通身体活動量が高くなる傾向にあること、市街化区域人口密度が増せば交通身体活動量も増すという強い正の相関が見られることなどが明らかになったとしている。

青柳<sup>4)</sup>は、群馬県中之条町において、寝たきりを除く全高齢者約 5,000 人に対して、年に1回、運動や食生活、病気の有無などに関する詳細なアンケート調査を行った。また、平行して約 500 人に対して、活動量計を1年間携帯させ、データを収集している。この結果、運動による健康効果が得られる中程度の活動強度と1日あたり平均歩数には強い相関があること、健康関連QOLと1日あたり平均歩数に相関があること、年齢とともに1日当り

平均歩数は減少する傾向が見られる事などが明らかになったとしている。

#### b) アンケート調査に基づく移動と健康の関係分析

張<sup>9)</sup>は、健康関連QOLを身体的健康、精神的健康、社会的健康という3つの側面から把握するものとし、それらに影響すると考えられる生活習慣・健康づくり活動・交行動や住環境を含んだ総合的なアンケート調査をウェブ上で行った。その結果、大都市では公共交通と徒歩・自転車の利用者は身体的健康度が高いこと、自宅と近隣施設との距離が短いほど健康QOL指標が高まること、などが明らかになったとしている。

谷本<sup>10)</sup>は、要介護となる危険性を持つ人々を把握するための基本チェックリストに基づく分析を行うべく、鳥取市における2時点の統計データを収集した。これに基づき、様々な健康機能の状態を、個人属性及び利用交通手段を説明変数として用いるモデルを構築した。この結果、公共交通利用は健康機能に関する正の貢献が認められ、家族の送迎は負の貢献が認められた事などが明らかになったとしている。

#### c) マクロデータを活用した都市構造等と健康状態の関係分析

古川<sup>11)</sup>は、要介護認定率に与える要因分析として、介護認定率を被説明変数、後期高齢化率・在宅サービス事業者比率・介護施設収容定員率などを説明変数として徳島県の市町村データを用いた回帰分析をおこなっている。この結果、要介護度は決定係数 0.2~0.32 と、これら4つの説明変数により一定の影響を受けていることなどが明らかになったとしている。

秋山<sup>12)</sup>は、健康まちづくりに関する分析の一環として、都道府県レベルで平均寿命・要介護認定割合などを被説明変数、自動車保有台数・都市公園面積・D I D割合などを説明変数とする重回帰モデルを構築している。この結果、各要因が複雑に関係しており、線形での関数では表現が難しいとして、ニューラルネットワークを用いたモデルを構築している。

#### (3) 本研究の方向性

国土交通省の「健康・医療・福祉のまちづくりの推進ガイドライン」や厚生労働省「健康日本21（第二次）」、さらには既存の研究を踏まえると、人々の健康には移動に伴う身体活動が一定寄与するものと考えられる。また、このような移動に伴う身体活動には、都市構造（市街地のコンパクトさ、日常利用施設の近接性など）や交通環境（道路の整備状況、公共交通の利便性など）など、多様な要因によって決まることになる。これらのことより、人々の健康づくりと都市構造や交通環境には一定の関係があることが示唆される。

一方、これまでの研究では、交通実態調査やアンケー

ト調査を元にした移動と健康の関係を分析した事例は多く見ることができるが、統計データを活用して移動と健康の関係を明らかにした事例は少ない。その中で、都道府県単位のデータで分析した事例は見られるが、それぞれの地域の都市構造や交通環境をより詳細レベルで反映させたモデルを構築して分析することで、両者の関係をより明らかにできる可能性があると考えられる。

このようなことから、本研究では、我が国における都市構造・交通環境と人々の健康との関係を統計データをもとに明らかにし、もって今後の人口減少・少子高齢社会における健康まちづくりの実現のために都市計画行政の果たしうる役割を定量的に示すことを志向する。

具体的には、健康に係る指標として国保一人あたり診療費・介護認定率などの統計データを被説明変数とし、D I D人口の割合などの都市構造や道路整備状況などの交通環境にかかる統計データを説明変数とし、市町村レベルでデータを収集・整理した上で重回帰モデルの構築・評価を行うものとした。

## 2. モデル構築と評価

### (1) 変数について

被説明変数としては市町村レベルで得られる健康関連の指標とし、最終的には表-1に示す3つとした。また、説明変数としては、市町村レベルで得られる都市構造・交通環境、さらには財政状況や人口構造にかかる指標とし、政府統計の総合窓口 e-Stat 内の地域別統計データベースなどに基づいて表-2の通り整理している。

表-1 被説明変数

記号	略称	概要
dat604	介護認定率	高齢者人口のうち要介護認定を受けている人数の割合
dat603	国保1人あたり診療費	国民健康保険データに基づく被保険者1人あたり診療費(円)
dat601	平均寿命	男女別の0歳の平均余命を単純平均

なお、データの整理にあたっては、人口の少ない町村レベルのデータはばらつきが大きくモデルの安定性に課題を残すと考えられるため、分析の対象外とした。また、区や一部の市の特定のデータが未整理のケースがあったため、分析の対象外としている。

これらの結果、最終的には618市を対象としてデータ整備・モデル推計した。

表-2 説明変数等の概要

変数名	変数概要	単位	平均	標準偏差	最小値	最大値
dat604	介護認定率	—	0.170	0.028	0.093	0.262
dat603	国保 1 人あたり診療費	円/人	260,474	35,494	183,216	403,748
dat601	平均寿命	才	82.983	0.660	80.750	84.850
dat701	高齢化率	—	0.241	0.045	0.117	0.386
dat702	DID地区内に居住する人口割合	—	0.562	0.276	0.069	1.000
dat703	平均世帯人数	人/世帯	2.646	0.264	1.948	3.464
dat704	1 万人あたり一次産業就業者数	人/万人	252	254	4	1,705
dat705	1 万人あたり各種商品小売業店舗数	店/万人	0.262	0.205	0.000	1.484
dat706	1 万人あたり百貨店・総合スーパー数	店/万人	0.122	0.115	0.000	0.810
dat707	可住地面積あたり主要道路延長	km/km <sup>2</sup>	1.624	0.634	0.447	5.949
dat708	公営バスの有無	(ダミー変数)	0.042	0.201	0.000	1.000
dat709	可住地面積あたりバス停数	箇所/km <sup>2</sup>	32.703	22.841	0.000	201.566
dat710	自動車・バイクによる通勤・通学割合	—	0.590	0.197	0.048	0.833
dat711	徒歩・二輪のみによる通勤・通学割合	—	0.163	0.053	0.068	0.353
dat712	公共交通による通勤・通学割合	—	0.123	0.111	0.009	0.459
dat714	DID人口密度	人/km <sup>2</sup>	5,344	2,206	1,118	14,020
dat715	1 人あたり歳出額	千円/人	431	199	247	2,710
dat716	1 人あたり地方税額	千円/人	135	31	70	270
dat717	財政力指数	—	0.666	0.219	0.230	1.470
dat718	可住地あたり市町村道延長	km/km <sup>2</sup>	11.083	4.514	1.584	28.454
dat719	1 万人あたり都市公園数	箇所/km <sup>2</sup>	8.198	6.058	0.000	47.591
dat720	1 人あたり都市公園面積	m <sup>2</sup> /人	11.495	12.472	0.000	190.491
dat721	1 万人あたり図書館+公民館数	館/万人	1.817	2.244	0.047	17.967
dat722	1 万人あたり病院数	院/万人	0.729	0.433	0.000	3.384
dat723	三大都市圏ダミー変数	(ダミー変数)	0.429	0.495	0.000	1.000
dat724	政令指定市ダミー変数	(ダミー変数)	0.031	0.173	0.000	1.000
dat725	中核市ダミー変数	(ダミー変数)	0.074	0.263	0.000	1.000
dat726	人口10万人以上ダミー変数	(ダミー変数)	0.409	0.492	0.000	1.000
dat727	1 万人あたり軽自動車等保有台数	台/万人	3,099	1,208	414	5,781

## (2) モデル推計プロセス

重回帰モデルの構築に際しては、多重共線性を排除するとともに、変数の有意性 ( $p$  値 $<0.05$ ) と論理的な符号の向きを考慮しながら、決定係数がより高くなるように説明変数を試行錯誤的に取捨選択して、モデル推計を行った。

## (3) モデル推計結果と考察

それぞれの被説明変数について、抽出した説明変数、結果調整済み決定係数  $R^2$ 、標準化係数を整理した結果を表-3に示す。

抽出した説明変数からは、dat704 可住地面積あたり主要道路延長、dat709 可住地面積あたりバス停数、dat718 可住地面積あたり市町村道路延長などの交通環境を示す

変数や、dat719 1 万人あたり都市公園数や dat721 1 万人あたり図書館+公民館数などの都市基盤にかかる説明変数が有意に相関があるとして抽出されており、交通環境や都市構造が健康と一定の関係性を有していることが示唆される。

また、調整済み決定係数  $R^2$ からは、dat604 介護認定率と da603 国保一人あたり診療費については 0.4 を超えている一方で、dat601 平均寿命については 0.18 に留まっており、相対的に前 2 者に対する都市基盤・交通環境等との関連性が強いものと考えられる。

表-3 構築したモデルの概要

-	定数項	dat604 介護認定率			dat603 国保 1 人あたり診療費			dat601 平均寿命		
		係数	標準化係数	p 値	係数	標準化係数	p 値	係数	標準化係数	p 値
		0.1643		0.0000	286,811		0.0000	82.3565		0.0000
dat701	高齢化率	0.1641	0.2640	0.0000	419,218	0.5327	0.0000			
dat703	平均世帯人数	-0.0079	-0.0743	0.0382	-29,629	-0.2200	0.0000			
dat704	1 万人あたり一次産業就業者数				-42	-0.2980	0.0000			
dat707	可住地面積あたり主要道路延長	0.0101	0.2276	0.0000						
dat709	可住地面積あたりバス停数							0.0053	0.1833	0.0001
dat712	公共交通による通勤・通学割合				-45,758	-0.1430	0.0012	0.6861	0.1152	0.0183
dat715	1 人あたり歳出額							-0.0005	-0.1519	0.0001
dat716	1 人あたり地方税額	-0.0001	-0.1505	0.0001	-119	-0.1056	0.0070	0.0023	0.1099	0.0094
dat718	可住地あたり市町村道延長	-0.0019	-0.3069	0.0000	-1,529	-0.1944	0.0000			
dat719	1 万人あたり都市公園数							0.0186	0.1711	0.0000
dat721	1 万人あたり図書館 + 公民館数							0.0679	0.2310	0.0000
dat722	1 万人あたり病院数	0.0072	0.1114	0.0028						
dat724	政令指定市ダミー変数	0.0242	0.1488	0.0000						
dat725	中核市ダミー変数	0.0143	0.1337	0.0000						
dat726	人口10万人以上ダミー変数	0.0078	0.1368	0.0002						
-	調整済み決定係数 R <sup>2</sup>	0.4508			0.4018			0.1808		

それぞれの説明変数について、健康指標との関連性を考察すると、以下の通りである。

可住地あたりの主要道路延長は、大きいほど自動車の利便性が高くなり、それゆえに自動車利用が進展し移動に伴う身体活動量が少なくなり、介護認定率等が高くなっていると考えられる。

市町村道は生活道路としての役割が高いことから、徒歩・二輪での移動環境と密接に関係しているものと思慮される。このため、可住地あたりの市町村道延長は、大きいほど徒歩・二輪による移動が多くなることが見込まれ、これにより移動に伴う身体活動量が増加し、介護認定率や国保 1 人あたり診療費が低くなっていると考えられる。

公共交通による通勤・通学割合や可住地あたりのバス停は、公共交通の利便性の実態を表す一つの指標として位置づけられる。したがって、公共交通の高い利便性が、これらを利用した外出を促し、移動に伴う身体活動量が増加していることで、国保 1 人あたり診療費の低さや平均寿命の高さと関連しているものと考えられる。

都市公園・図書館・公民館は、高齢者を含め多くの市民にとって教養・リフレッシュ等を目的とした外出を誘発する要因となる施設であり、これにより移動に伴う身体活動量が増加し、平均寿命の増加と関連していると考えられる。

そのほか、1 人あたり地方税額（歳入）が 3 つの指標にいずれも有意に影響を与えていることから、担税力の高い市民が多いほど健康指標が良好であることが確認される。

### 3. 構築したモデルを活用した事例分析

～大阪府高槻市を対象として～

本章では特定の都市を対象として各種施策の効果を把握・分析することを通じて、本モデルの有用性を確認するものとする。具体的には、人口約 36 万人を有する中核市で、一定の都市基盤・交通基盤の整っている大阪府高槻市を対象として事例分析をおこなうものとする。

#### (1) 構築したモデルに基づく都市の実態

以下に、構築したモデルの被説明変数・説明変数について、高槻市に関連する値を整理した結果を表-4 に整理している。なお、モデルによって得られた介護認定率・国保 1 人あたりの診療費と、実際の値とは一定の誤差を有していることに留意する必要がある。

表-4 高槻市の介護認定率の実績値とモデル値

	①係数	②高槻市の値	①×②
定数項	0.1643		0.1643
dat701 高齢化率	0.1641	0.2319	0.0381
dat703 平均世帯人数	-0.0079	2.4573	-0.0194
dat707 可住地面積あたり主要道路延長	0.0101	1.5722	0.0158
dat716 1 人あたり地方税額	-0.0001	138.3749	-0.0186
dat718 可住地あたり市町村道延長	-0.0019	15.4565	-0.0295
dat722 1 万人あたり病院数	0.0072	0.5317	0.0038
dat724 政令指定市ダミー変数	0.0242	0.0000	0.0000
dat725 中核市ダミー変数	0.0143	1.0000	0.0143
dat726 人口10万人以上ダミー変数	0.0078	1.0000	0.0078
小計（モデル推計による値）			0.1766
実際の値			0.1532
モデル誤差			-0.0234

表-5 高槻市の国保一人あたり診療費の実績値とモデル値

	①係数	②高槻市の値	①×②
定数項	286,811		286,811
dat701 高齢化率	419,218	0.232	97,207
dat703 平均世帯人数	-29,629	2.457	-72,808
dat704 1万人あたり一次産業就業者数	-42	23.366	-975
dat712 公共交通による通勤・通学割合	-45,758	0.205	-9,386
dat716 1人あたり地方税額	-119	138.375	-16,495
dat718 可住地あたり市町村道延長	-1,529	15.456	-23,629
小計(モデル推計による値)			260,724
実際の値			282,490
モデル誤差			21,766

(2) 施策実施効果の試算

以下では、抽出した説明変数に対して、各種の施策によってこれを変化させることができた場合、介護認定率や国保1人あたり診療費の面でどのような効果があるのかを試算する。

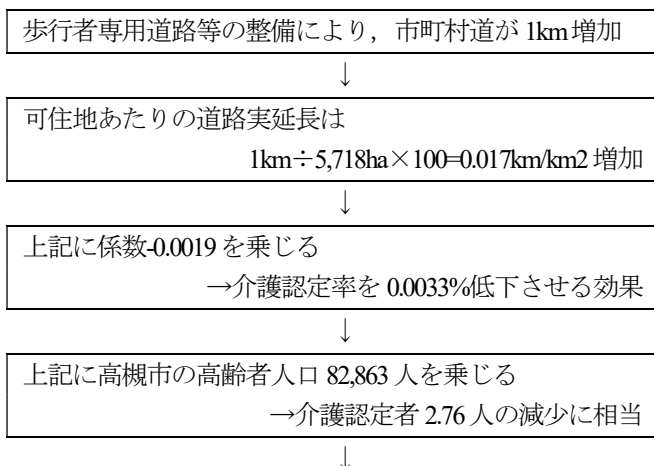
具体的には、介護認定率のモデルと国保1人あたり診療費のモデルからは、市町村道の整備延長との関連を有していることが明らかになっている。これは、市町村道の整備延長が長いほど、市民がより安全・安心に歩行でき、それが国保1人あたり診療費や介護認定率が低くなることにつながるものと解釈される。

そのため、以下では、市町村道を政策的に1km整備した場合の施策効果について試算した結果を示す。

a) 介護認定率

高槻市内において歩行者専用道路等の整備により市町村道が1km増加すると、図-1の通り介護認定者数を2.76人減らす効果を得ることができる。これに、要介護者1人あたりの介護サービス費用を乗じ、さらに30年間累積する(社会的割引率4%とすると、初年度の17.98倍)と114百万円の介護費用の低減につながる。

なお、要介護者数1人あたりの必要費用は、「平成27年度介護給付費等実態調査」(厚生労働省)に示される、介護サービス1人あたり費用額(平成28年4月審査分)190,900円/月を年間換算し、2,280,800円/年としている。



上記に介護サービス1人あたり費用額を乗じる  
→6,327千円/年の介護費用の減

↓

30年間累積の効果額は114百万円  
(社会的割引率4%とすると、初年度の17.98倍)

図-1 市町村道1km増加時の介護費用低減効果

ここで、道路の整備を幅員4m×延長1kmと想定し、整備費用を以下に基づいて仮定すると、712百万円/kmが必要となる。

(用地費) = (用地単価) 168千円/㎡ × 4m × 1,000m  
= 672百万円

(工事費) = (舗装単価) 10千円/㎡ × 4m × 1,000m  
= 40百万円

※用地単価は平成28年の高槻市内の公示地価の全調査点の平均値

※工事単価は想定。

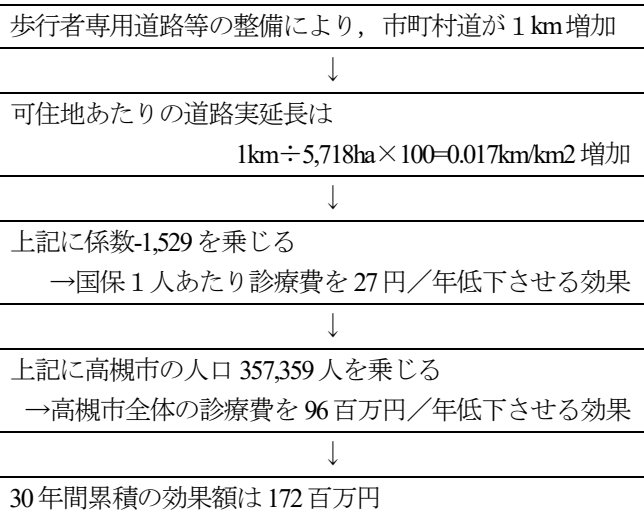
図-2 市町村道1km整備時の概算費用

さらに、費用対効果を把握すると、B/C=114百万円/712百万円=0.160となり、高槻市の場合は整備費用の約15%の便益を有していると試算できる。

b) 国保1人あたり診療費

歩行者専用道路等の整備により市町村道が1km増加すると、国保1人あたり診療費を27円低下させる効果があるとされる。これに全人口を乗じ、さらに30年間累積すると、172百万円(社会的割引率4%)の診療費の低減につながるものと試算される。

さらに費用対効果を把握すると、B/C=172百万円/712百万円=0.241となり、高槻市の場合は整備費用の約25%の便益を有していると試算できる。



(社会的割引率 4%とすると、初年度の 17.98 倍)

図-3 市町村道 1 km 増加時の国保診療費低減効果

#### 4. おわりに

超高齢社会に突入したわが国において、都市計画と健康・医療・福祉施策との連携が重要となりつつある。そのため、本研究では、公共交通や徒歩二輪利用を促す都市構造・交通環境が健康づくりに及ぼす影響を定量的に把握することを目的とし、全国の市単位の統計データに基づいて、介護認定率・国保 1 人あたり診療費・平均寿命を被説明変数、都市構造・交通環境などを説明変数として、重回帰モデルを構築した。

その結果、構築したモデルの自由度修正済決定係数は、介護認定率が 0.4508、国保 1 人あたり診療費が 0.4018、平均寿命が 0.1808 と、一定の説明力を有するモデルを構築することができた。また、交通環境（主要道路延長、バス停数、公共交通による通勤・通学割合、市町村道延長）、都市構造（都市公園数、図書館+公民館数、病院数）、財政状況、人口構造などがこれと関係有していることが確認できた。

また、このような結果から、超高齢社会に突入したわが国において、公共交通や徒歩二輪利用を促す都市構造・交通環境と人々の健康とが関連していることを定量的に明らかにすることができた。

最後に、大阪府高槻市を事例として、市町村道整備延長などの説明変数を政策的にコントロールした場合、被説明変数である介護認定率・国保 1 人あたり診療費の変化量や、市全体としての介護費用や診療費の低下量を試算し、本モデルを用いた施策の効果分析が可能であることを示した。

今後の課題としては、説明変数の精査、時系列データの導入、大規模交通実態調査データとも関係させたモデル構築や分析の充実により、都市構造・交通環境と健康

指標との関係分析を精緻化していくことが考えられる。また、共分散構造分析を通じて、都市構造・交通環境が人々の健康に影響を及ぼしているという因果関係を明らかにしていくことが考えられる。

**謝辞：**本研究を進めるにあたって、大阪市立大学大学院創造都市研究科の小長谷一之教授、五石敬路准教授にはさまざまなご指導をいただいた。ここに記して、謝意を表します。

#### 参考文献

- 1)厚生労働省：健康日本 2 1（第 2 次），2011
- 2)国土交通省：健康・医療・福祉のまちづくりの推進ガイドライン（技術的助言），2014
- 3)大庭哲治，松中亮治，中川大，井上和晃：交通行動データを用いた都市特性と交通身体活動量の関連分析，公益社団法人日本都市計画学会 都市計画論文集 Vol.48, No.1, 73-81, 2013
- 4)青柳幸利：身体活動計を用いた，新しい健康づくり～群馬県中之条町での取り組み～，日本医療企画，2007
- 5)張峻屹，小林敏生：健康増進に寄与するまちづくりのための健康関連 QOL の調査および因果構造分析，公益社団法人日本都市計画学会 都市計画論文集，Vol.47, No.3, 277-282, 2012
- 6)谷本圭志：地方における高齢者の外出手段と機能的健康の維持に関する実証分析，土木学会論文集 D 3（土木計画学）Vol.70, No.5, I\_395-I\_403, 2014
- 7)古川明美，内藤徹：要介護認定率に与える要因分析ー徳島県市町村データによる実証分析ー，日本地域学会第 51 回年次大会，2015
- 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，交通学研究第 59 号, 93-100, 2016

## A STATISTICAL ANALYSIS BETWEEN URBAN STRUCTURE, TRAFFIC ENVIRONMENT AND HEALTH INDEX

Tetsuro HASEGAWA