

交通環境の定量的評価と 地域の健康活動に与える影響の分析

遠山 将也¹・澤田 茜²・佐々木 邦明³・紅林 哲⁴

¹非会員 株式会社 オオバ (〒460-0003 愛知県名古屋市中区錦一丁目19番24号名古屋第一ビル7階)

E-mail:masa_tohyama@k-ohba.co.jp

²学生会員 山梨大学大学院 医工農学総合教育部 (〒400-8511 山梨県甲府市武田4-3-11)

E-mail:g16tc003@yamanashi.ac.jp

³正会員 山梨大学教授 医工農学総合教育部 (〒400-8511 山梨県甲府市武田4-3-11)

E-mail:sasaki@yamanashi.ac.jp

⁴非会員 静岡県庁

わが国は、総人口に占める65歳以上の老年人口が増大し高齢化が進んでいる。高齢者は年齢を重ねるごとに、自動車の運転に支障をきたすようになり、また長距離の歩行も困難になっていく。そこで、居住周辺地域の道路を含む交通環境が適切に整備されていない場合、高齢者の外出機会が減少し、生活や健康に影響を及ぼす可能性があると考えられる。そこで、本研究では、居住する地域の交通環境を指標化し、交通環境の定量的評価を行う。さらにその指標と地域交通環境が高齢者の生活および健康との間の関係性をマルチレベルのロジスティック回帰分析を用いて地域の違いと個人間の違いを考慮して分析した。その結果地域ごとで運動頻度や生活の評価、外出の頻度でばらつきが見られ、居住地域の交通環境に影響を受けていることを示した。

Key Words : *logistic regression, multilevel model*

1. はじめに

わが国はでは総人口に占める65歳以上の老年人口が増大している。近年(平成26年)の推計人口¹⁾によると、高齢者人口が約3300万人に達し、総人口の約26.0%となっている。将来予測では平成72(2060)年には、39.9%に達し、2.5人に1人が高齢者になると予測されている。山梨県も例外でなく、平成26年の推計人口²⁾によれば、老年人口は約22.8万人であり、県総人口の27.5%を占めており全国的に見て高齢化率が高い地域と言える。一方で、交通は日常生活における活動の基盤となるものである。しかし大都市に比べて山梨県は鉄道やバスなどの公共交通機関の利用割合は非常に低い状況となっている。平成17年のPT調査では、全目的の交通手段は約70%が自家用車である。

高齢者は年齢を重ねるごとに、日常の買い物や通院に際して、自家用車の運転が困難となり、移動手段を持たない高齢者が増え、身体機能の低下に伴い、長距離の歩行が困難になっていく。そのため、居住周辺地域の交通環境、歩道が無い、坂道が多い、交通量が多い、ガード

レールが整備されていない、公共交通機関が整備されていない場合、高齢者が外出する機会が減少し、生活、健康に影響を及ぼしていると考えられる。

本研究の目的は、徒歩環境として居住地域のコミュニティレベルの道路環境を指標化し、さらに公共交通・道路を含めた交通環境の定量的評価を行うとともに、地域交通環境が高齢者の生活、健康にどのような影響を及ぼしているのか明らかにしていく。

2. 事例研究

交通環境の指標化の代表的なものに、Ewing & Handyらの研究³⁾があり、幅広くかつ客観的に都市街路環境の品質を測定し、人口密度や住宅密度などを指標として評価を行っている。海外ではWalkScoreを算定したサイトがあり、引っ越しを行う場合の居住環境評価として用いられている。また、交通環境と健康状態の関係性については、紅林ら⁴⁾が地域交通環境の指標化とその生活への影響に関する研究を行い、「外出のしやすさ」と「歩き

やすさ」に着目し、交通環境が地域住民にどのような影響を与えているのか分析を行って、センサス区間の歩道代表幅員は運動の頻度・健康状態・生活の評価に影響を及ぼしていることが分かった。本研究は紅林らの研究を発展させ、より詳細に地域の交通環境を評価するものである。

(1) 対象地域

紅林ら⁴⁾の研究では、山梨県笛吹市石和町四日市場、中川、一宮町田中、塩田、千米寺、東狐新居を対象地域としている。(図-1)平成24年の推計人口によると笛吹市石和地区は総人口26,971人、高齢化率が21.6%となっておりデマンド交通が1路線、民営バスが3路線運行している。一方、笛吹市一宮地区は総人口11,003人、高齢化率25.2%となっており、市営バスが1路線運行している地域である。本研究では、紅林ら⁴⁾の対象地域と同じ対象地域において研究を行った。



- ① 四日市場
- ② 中川
- ③ 田中
- ④ 塩田
- ⑤ 千米寺
- ⑥ 東狐新居

図-1 対象地域図

(2) 歩きやすさの指標化

歩きやすさの指標として本研究では道路環境とウォーカービリティ⁵⁾について着目した。ウォーカービリティとは歩きやすさを表した指数である。Ewing & Handyらの研究³⁾では歩きやすさを評価要素として人口密度、住宅数などが用いられていた。また紅林らの研究⁴⁾では、幹線道路である道路センサス区間を対象として、歩きやすさの指標として、平日交通量、歩道整備率、両側歩道整備率、代表幅員、勾配を要素として取り入れていた。

本研究では、既存研究を参考にし、歩きやすさは道路環境だけでなく、人口密度、住宅密度など、道路環境の要素も影響を与えるのではないかと考え、指標として取り入れた。また安全と感じる道路環境が歩きやすいと思うのではないかと考えガードレール整備率を導入した。また、幹線道路よりは地区内の細街路が重要であると考え、笛吹市道路台帳を用いてすべての道路を対象として産出する。指標の算出方法として、歩道整備率は、対象地域内の歩道が整備されている道路の総延長を算出し、地域内道路の総延長との割合を取る。歩道幅員では、歩道幅員を計測し道路の長さで重み付けを行い、足し合わ

せて算出した。ガードレール整備率は、対象地域内の歩道が整備されている道路の総延長を算出し、地域内道路の総延長との割合を取り算出した。表-1、表-2でウォーカービリティの指標を示す。

表-1 地区ごとのウォーカービリティ1

| 地域名 | 歩道設置率(%) | 両側歩道設置率(%) | 歩道2m以上の道路割合 |
|------|----------|------------|-------------|
| 四日市場 | 26.5 | 10.4 | 19.4 |
| 中川 | 6.5 | 6.3 | 6.3 |
| 田中 | 20.9 | 0.1 | 2.5 |
| 塩田 | 11.7 | 11.7 | 10.6 |
| 千米寺 | 7.0 | 0.8 | 0.8 |
| 東狐新居 | 15.0 | 0 | 0 |

表-2 地区ごとのウォーカービリティ2

| 地域名 | 人口密度(人/100m ²) | 住宅密度(戸/km ²) | ガードレール整備率(%) | 平均勾配(%) |
|------|----------------------------|--------------------------|--------------|---------|
| 四日市場 | 20.30 | 5.16 | 13.20 | 0.80 |
| 中川 | 15.80 | 4.70 | 6.26 | 1.00 |
| 田中 | 11.50 | 3.53 | 1.38 | 0.50 |
| 塩田 | 9.95 | 2.04 | 0 | 3.50 |
| 千米寺 | 3.05 | 1.04 | 0 | 3.80 |
| 東狐新居 | 1.72 | 0.57 | 0 | 4.00 |

(3) 外出のしやすさの指標化

a) ドライバビリティ指数

外出のしやすさの指標化として運転のしやすさを表すドライバビリティ指数⁶⁾と主要な施設への行きやすさを示すアクセシビリティ指数を導入する。本研究ではドライバビリティ指数は、「自家用車での外出のしやすさを指す指標」と定義する。運転者の外出しやすさに影響を与える要素として平均車道幅員、センターライン割合を要素として取り入れた。指標の算出方法として、平均車道幅員は対象地域内の道路の車道幅員を計測し、道路の長さで重み付けをした。ガードレール整備率は地域内のガードレールが整備されている道路の総延長を地域内道路の総延長との割合を取る。表-3で地区ごとに計測したドライバビリティ指数を示す。

b) アクセシビリティ指数

アクセシビリティ⁷⁾とは、「ある任意の目的地から出発地までの交通利便性」を指す。本研究では国土交通省の研究会で全国を一律の方式で出すために検討された2

表-3 ドライブビリティ

| 地域名 | 平均車道幅員 (m) | センター割合 (%) |
|------|---------------|---------------|
| 四日市場 | 6.12 | 27.30 |
| 中川 | 5.56 | 6.26 |
| 田中 | 5.77 | 21.15 |
| 塩田 | 5.94 | 7.46 |
| 千米寺 | 5.41 | 13.11 |
| 東狐新居 | 5.09 | 15.04 |

つの目的地までの一般化費用の期待値を用いる方式を採用する。具体的には、出発地を居住地とし、目的地を人々の日常生活に必要な活動場所ということで、医療施設、買物施設、行政施設と設定する。これらの施設をさらに規模や用途によってそれぞれ2つに分類した6分類を目的地としている。アクセシビリティ指標を算出する際には、1つの出発地につき一般化費用が小さい2つのメッシュの中心点を目的地とする。これは複数の選択肢を最低限確保することが大切であることと、一つの対象施設が近くとも2つ目の代替施設が遠い場合には、アクセシビリティは低いとするためである。この2つの目的地の選択確率を反映する「期待最小費用」に、それが正しい値になるような定数を加えた値をアクセシビリティ指標としている。アクセシビリティ指数は期待最小費用を基に定めているので、指数が大きければ大きいほど、アクセシビリティが悪いということを表す。そして、移動手段は公共交通機関と自動車を利用した場合の2通りで算出されている。公共交通利用時のアクセシビリティ指数は式(1a)、自動車利用時のアクセシビリティ指数は式(1b)を用いて算出する。それぞれの地域ごとに算出したアクセシビリティ指数は図-2、図-3に示す。この図の中で、「病院」は総合病院をさし、「病診」は総合病院と診療所・クリニック、「最寄」はコンビニなどの最寄り品の買い物場所、「買回」は買い回り品の販売所、「行政」は近隣の支所等の窓口、「本庁」は今回のケースでは笛吹市役所をさす。

$$AM_i = -\frac{1}{\theta_M} \ln[\exp(-\theta_M TM_{i1}) + \exp(-\theta_M TM_{i2})] + \alpha \quad (1a)$$

$$AC_i = -\frac{1}{\theta_C} \ln[\exp(-\theta_C TC_{i1}) + \exp(-\theta_C TC_{i2})] + \alpha \quad (1b)$$

i : 出発地 j : 目的地

TM_{i1} : 公共交通利用時の出発地から1番目の目的地までの一般化費用 (単位: 分)

TM_{i2} : 公共交通利用時の出発地から2番目の目的地ま

での一般化費用 (単位: 分)

TC_{i1} : 自動車利用時の出発地から1番目の目的地までの一般化費用 (単位: 分)

TC_{i2} : 自動車利用時の出発地から2番目の目的地までの一般化費用 (単位: 分)

θ : 目的地選択のための分散パラメータ
($\theta_M = 0.0162, \theta_C = 0.0159$)

α : 定数項 ($\alpha = 43.6$)

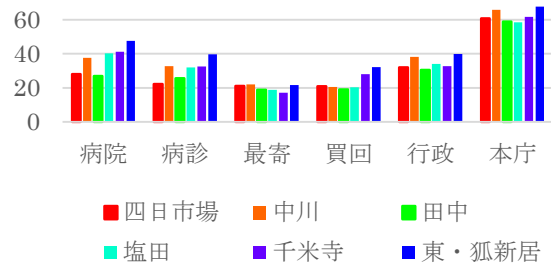


図-2 公共交通利用時のアクセシビリティ



図-3 自動車利用時のアクセシビリティ

(4) 住民の外出や健康度データ

対象地域の住民の外出や健康度の状況を得るために、紅林ら⁴⁾の研究において、アンケート調査を行っている。本研究では、このアンケート調査の結果を用いながら研究を行っている。

【調査期間】

2014年1月18日～29日

【調査対象者】

石和町四日市場・中川と一宮町田中・塩田・千米寺・東新居・狐新居に住む18歳以上の男女

【調査方法】

全世帯への直接戸別訪問による依頼及びアンケート冊子配布・回収を行い、1世帯あたり最高3名まで回答

【調査内容】

交通に関する内容と回答者自身に関する内容の2種類に分けられる

日常の交通行動に関する内容

- ・外出の頻度や移動手段といった外出の状況
 - ・一宮町内を運行している循環バスの利用状況
- 回答者自身に関する内容
- ・年齢・性別等のプロフィール
 - ・現在の生活や運動や健康等の状況
 - ・地域内の活動への参加状況

3. 分析方法

先に述べた住民の外出や健康度に対して、外出しやすさや、歩きやすさが影響しているかを分析する。これらの指標を二値の指標に変換して、ロジスティック回帰を用いる。特に、分析方法としてマルチレベルのロジスティック回帰分析を用いる。マルチレベルとは、階層性のある（地域と個人）データを階層ごとに分析を行うための手法であり、地域の違いと個人間の違いに分解しデータに対して適切な分析を行う。ロジスティック回帰分析とは発生確率を予測する手法である。“Yes or No”のように、2 値しかとらない値を従属変数の実績値として使用し、説明変数を用いてその発生確率を説明するという構造である。先行研究で行った交通と歩行に関する実態調査で“運動頻度”“健康状態”“生活評価”“外出頻度”“散歩・ウォーキング頻度”に関するアンケートを行っており、その結果を従属変数とした。また、“地域の道路環境”“ウォーカビリティ指数”“ドライブアビリティ指数”“アクセシビリティ指数”を説明変数に取り入れ、地域交通環境が高齢者の生活、健康にどのような影響を及ぼしているのか明らかにしていく。マルチレベルモデルは式(2a)~(2c)、ロジスティック回帰分析は式(3a)、(3b)を用いて算出する。

地域

$$b_{0j} = \gamma_{00} + u_{0j} \quad (2a)$$

$$b_{1j} = \gamma_{10} + u_{1j} \quad (2b)$$

個人

$$y_{ij} = b_{0j} + b_{1j}x_{1ij} + e_{ij} \quad (2c)$$

b_{0j} : 切片 γ_{00} : 全体の切片の平均値

u_{0j} : 各集団特有の切片 b_{1j} : 傾き

γ_{10} : 全体の傾きの平均値 u_{1j} : 各集団特有の傾き

i : 個人 j : 集団

$$l = \ln\left(\frac{p}{1-p}\right) = b_0 + b_1x_1 + \dots + b_px_p \quad (3a)$$

$$p = \frac{1}{1 + \exp(-l)} = \frac{1}{1 + \exp(-b_0 - b_1x_1 - \dots - b_px_p)} \quad (3b)$$

l : ロジット (対数オッズ)

p : 発生確

b_0 : 定数 $b_1 \sim b_p$: 偏回帰係数

4. 分析結果

歩行環境やアクセシビリティ、ドライブビリティなどの交通環境が、65 歳以上の日頃の運動の頻度、健康状態、生活の評価、外出頻度、散歩・ウォーキング頻度などの程度影響を及ぼしているのかをマルチレベル⁸⁾のロジスティック回帰によって分析する。個人属性として、年齢は高齢者ダミー (65 歳以上=1) を取り入れた。表-4~10 では、マルチレベルロジスティック回帰分析結果のオッズ比を示した。本研究では切片が地域毎に異なり、傾きが地域間で同じとするランダム切片を用いている。表の一番下の切片とは、地域間で切片にどれだけばらつきがあるのかを表している。また、有意な変数には*を付けた。表4は歩行しやすさと、ドライブビリティが高齢者の生活や健康にどのような影響を与えているのか表したものである。

表-4 歩行しやすさ、ドライブビリティと各種状態

| | 運動 頻度 | 健康 状態 | 生活 評価 | 外出 頻度 | 散歩・ ウォーキング |
|--------------|--------------|----------|----------|--------------|---------------|
| 性別 | 1.13 | 0.85 | 1.08 | 0.69 | 1.09 |
| 仕事 有無 | 0.74 | 1.26 | 0.86 | 1.31 | 0.51* |
| 家族 人数 | 0.86 | 1.04 | 1.18 | 0.75* | 0.89 |
| 年齢 | 2.71* | 0.50 | 1.13 | 0.25* | 3.32* |
| 歩行し やすさ | 2.87 | 3.36 | 3.78 | 0.99 | 6.15* |
| ドライバ ビリティ | 1.00 | 0.97 | 0.93 | 1.14* | 0.94 |
| 切片 | -1.90 | 0.51 | -0.39 | 1.85 | -1.59 |
| 切片 分散 | 1.68 E-16 | 0.00 | 0.00 | 1.82 E-14 | 5.71E-16 |

この結果からは、外出頻度にはドライバビリティが有意となり、散歩・ウォーキング頻度には歩行しやすさが有意となった。

次にアクセシビリティ指数（表中 AC）が、運動頻度、健康状態、生活の評価、外出頻度、散歩・ウォーキング頻度にどの程度影響を及ぼしているかをマルチレベルのロジスティック回帰を用いて分析した結果を示した。

病院・診療所は公共交通のアクセシビリティが健康状態に、車のアクセシビリティが外出頻度に有意となり、診療所では、運動頻度に公共交通と車のアクセシビリティが有意となった。他の買い物や、行政窓口についても複数の有意な指標が得られている。優位な指標について考察を行う。

表-5 では目的地が病院、診療所の場合に、自動車利用時のアクセシビリティ指標が1大きくなると、外出の頻度が“週に1日以上”を選択する人が0.70倍になるということである。つまり、自動車利用時のアクセシビリティ指標が良くなるにつれ、“週に1日以上”外出する人が増加し、アクセシビリティ指標が悪くなるにつれ、“週に1日以上”外出する人が減少することを示している。

表-6 の病院へのアクセシビリティでは、公共交通のアクセシビリティでは、運動頻度と健康状態において優位である。また、自動車のアクセシビリティでは、生活評価、外出頻度において有意である。公共交通のアクセシビリティが良くなると、外出しやすくなり、体を動かすことが出来ると考えられる。

表-7 の最寄り店へのアクセシビリティでは、運動頻度において有意であり、公共交通のアクセシビリティでは、アクセシビリティが悪くなるほど運動頻度が上がる結果になっているが、最寄りの店舗に行くので公共交通は利用しないのではないかと考えられる。

表-8 の買回品へのアクセシビリティでは、車のアクセシビリティにおける外出頻度で有意な結果が得られた。

表-9 の本庁支所へのアクセシビリティでは、公共交通でのアクセシビリティにおける健康状態で有意な結果が得られた。

また、表-10 の行政窓口へのアクセシビリティにおいても、公共交通でのアクセシビリティにおける健康状態で有意な結果が得られた。このため、行政機関は公共交通のアクセシビリティが良い方が健康状態が良くなるという結果が得られた。高齢者にとっては、行政機関に行くことが大きな外出なのではないかと考えた。

5. まとめ

本研究では地域毎の歩きやすさ、外出のしやすさを定量的に評価した。地域の交通環境が地域住民の運動、外出、散歩・ウォーキング頻度、健康状態、生活の評価に

を二値変数として、地域と個人の違いを考慮したマルチレベルロジスティック回帰分析を行った。その結果、歩行しやすさ、ドライバビリティ、や各種のアクセシビリティなどの地域の交通環境が高齢者の生活や健康に影響を与えていることが明らかとなった。今後はこれらをより精度高く、他の状況が異なる地域との比較を行いたい。

謝辞：本研究では、価値総合研究所にはアクセシビリティについてのデータ提供を受けた。また、山梨県笛吹市に貴重なデータを提供していただきました。ここに記して感謝の意を表します。

表-5 病院、診療所へのアクセシビリティ

| | 運動 頻度 | 健康 状態 | 生活 評価 | 外出 頻度 | 散歩・ ウォーキング |
|------------|----------|----------|----------|----------|---------------|
| 性別 | 1.11 | 0.86 | 1.10 | 0.62 | 1.08 |
| 仕事 有無 | 0.74 | 1.23 | 0.86 | 1.40 | 0.52* |
| 家族 人数 | 0.86 | 1.05 | 1.20 | 0.68* | 0.89 |
| 年齢 | 2.60* | 0.47* | 1.13 | 0.23* | 3.28* |
| 公共交 通AC | 0.95 | 0.93* | 0.97 | 0.98 | 0.96 |
| 車AC | 0.98 | 1.06 | 1.13 | 0.70* | 1.06 |
| 切片 | 1.41 | 2.39 | -1.54 | 1.41 | 1.34 |
| 切片 分散 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

表-6 病院へのアクセシビリティ

| | 運 動 頻度 | 健 康 状態 | 生 活 評価 | 外 出 頻度 | 散歩・ ウォーキング |
|------------|--------------|-----------|-----------|-----------|---------------|
| 性別 | 1.12 | 0.87 | 1.11 | 0.60 | 1.09 |
| 仕事 有無 | 0.73 | 1.21 | 0.82 | 1.51 | 0.51* |
| 家族 人数 | 0.87 | 1.05 | 1.20 | 0.68* | 0.89 |
| 年齢 | 2.57* | 0.46* | 1.08 | 0.24* | 3.20* |
| 公共交 通AC | 0.94* | 0.92* | 0.97 | 0.94 | 0.95 |
| 車AC | 0.98 | 1.01 | 1.08* | 0.77* | 1.03 |
| 切片 | 2.25* | 4.17 | -0.39 | 13.10* | 0.95 |
| 切片 分散 | 8.10 E-15 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 4.00E-16 |

表-7 最寄品へのアクセシビリティ

| | 運動 頻度 | 健康 状態 | 生活 評価 | 外出 頻度 | 散歩・ ウォーキング |
|------------|--------------|----------|----------|----------|---------------|
| 性別 | 1.12 | 0.82 | 1.06 | 0.66 | 1.07 |
| 仕事 有無 | 0.73 | 1.24 | 0.89 | 1.34 | 0.53* |
| 家族 人数 | 0.85 | 1.01 | 1.16 | 0.71* | 0.87 |
| 年齢 | 2.64* | 0.45* | 1.10 | 0.24* | 3.30* |
| 公共交 通AC | 1.80* | 1.05 | 0.80 | 3.43 | 1.39 |
| 車AC | 0.19* | 0.46 | 1.16 | 0.03 | 0.33 |
| 切片 | 21.15* | 16.69 | 2.14 | 51.62 | 15.81 |
| 切片 分散 | 1.00 E-14 | 0.00 | 0.00 | 0.40 | 0.00 |

表-9 本庁支所へのアクセシビリティ

| | 運動 頻度 | 健康 状態 | 生活 評価 | 外出 頻度 | 散歩・ ウォーキング |
|------------|----------|--------------|----------|----------|---------------|
| 性別 | 1.11 | 0.83 | 1.07 | 0.65 | 1.06 |
| 仕事 有無 | 0.73 | 1.29 | 0.90 | 1.34 | 0.54* |
| 家族 人数 | 0.85 | 1.03 | 1.17 | 0.70* | 0.87 |
| 年齢 | 2.60* | 0.47* | 1.14 | 0.23* | 3.33* |
| 公共交 通AC | 0.99 | 0.86* | 0.95 | 0.93 | 0.98 |
| 車AC | 0.92 | 1.16 | 1.05 | 0.83 | 0.94 |
| 切片 | 4.83 | 4.01 | 1.58 | 18.41 | 4.86 |
| 切片 分散 | 0.03 | 1.92 E-17 | 0.01 | 0.41 | 2.65 E-16 |

表-8 買回品へのアクセシビリティ

| | 運動 頻度 | 健康 状態 | 生活 評価 | 外出 頻度 | 散歩・ ウォーキング |
|------------|----------|----------|----------|----------|---------------|
| 性別 | 1.12 | 0.84 | 1.09 | 0.63 | 1.08 |
| 仕事 有無 | 0.73 | 1.29 | 0.88 | 1.40 | 0.53* |
| 家族 人数 | 0.86 | 1.03 | 1.18 | 0.69* | 0.89 |
| 年齢 | 2.62* | 0.51 | 1.15 | 0.24* | 3.37* |
| 公共交 通AC | 0.96 | 0.95 | 0.97 | 1.04 | 0.94 |
| 車AC | 1.02 | 1.01 | 1.08 | 0.67* | 1.08 |
| 切片 | 0.11 | 2.69 | -0.56 | 12.20* | -0.15 |
| 切片 分散 | 0.05 | 0.00 | 0.01 | 0.18 | 0.00 |

表-10 行政窓口へのアクセシビリティ

| | 運動 頻度 | 健康 状態 | 生活 評価 | 外出 頻度 | 散歩・ ウォーキング |
|------------|----------|----------|----------|----------|---------------|
| 性別 | 1.10 | 0.83 | 1.08 | 0.65 | 1.06 |
| 仕事 有無 | 0.75 | 1.28 | 0.89 | 1.31 | 0.54* |
| 家族 人数 | 0.85 | 1.03 | 1.19 | 0.68* | 0.88 |
| 年齢 | 2.63* | 0.47* | 1.13 | 0.23* | 3.33* |
| 公共交 通AC | 1.00 | 0.94* | 0.97 | 1.00 | 0.98 |
| 車AC | 0.90 | 0.96 | 1.06 | 0.65* | 0.98 |
| 切片 | 2.67 | 4.78 | -0.09 | 15.46* | 1.41 |
| 切片 分散 | 0.03 | 0.00 | 0.00 | 0.07 | 0.00 |

参考文献

- 1) 総務省統計局, 人口統計 <http://www.stat.go.jp/>
- 2) 山梨県笛吹市, 住民基本台帳政区別人口統計表
<https://www.city.fuefuki.yamanashi.jp/>
- 3) Reid Ewing and Susan Handy: Measuring the Unmeasurable: Urban Design Qualities, P.66-P84, 2009
- 4) 紅林哲: 地域交通環境の指標化とその生活への影響に関する研究, 山梨大学工学部土木環境工学科卒業論文, 2014
- 5) 山田育穂: 住宅・土地統計調査で測る都市のウォークアビリティ指数についての考察, 2013 年度日本地理学会秋季学術大会, 2014
- 6) 社団法人日本自動車工業会: 高齢社会と道路交通環境のあり方についての提言, 2009
- 7) 国土交通省国土交通政策研究所: 交通アクセシビリティ指標に関する調査研究, 国土交通政策研究第 107 号, 2013
- 8) 水本篤: 階層線形モデル/マルチレベルモデル/線形混合モデル <http://mizumot.com/lablog/archives/179>

(???受付)

ANALYSIS OF QUANTITATIVE EVALUATION OF TRAFFIC ENVIRONMENT
AND IMPACT ON THE HEALTH STATUS OF AREA

Masaya TOYAMA, Akane SAWADA, Kuniaki SASAKI and Satoshi KUREBAYASHI