

交通行動データに基づく都市健康度評価

秋山孝正¹・上田 大暉²・井ノ口 弘昭³

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:akiyama@kansai-u.ac.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)

³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

近年、集約型都市構造の実現に向けて、都市交通施策と市街地整備施策が行われている。これは、モータリゼーションの進展とともに外延化した市街地を、少子・高齢化社会に対応した「歩いて暮らせるコンパクトな集約型都市構造」へ再編するものである。本研究では、長期的にエネルギー消費量の少ない再生可能都市を目指すために、土地利用と交通行動の関係を分析する。具体的には、公共交通が比較的多く整備されている地区を対象として、ゾーン単位で交通行動を分析する。地区居住者の各交通機関の利用状況、自由活動場所などを分析し、トリップに伴う行動量としてのステップ数を把握する。これらの分析より、エネルギー消費量の少ない再生可能都市の要件を整理する。

Key Words : 交通行動分析、都市活動、運動量、歩数計

1. はじめに

健康まちづくりの基本として、コンパクトな都市構造を前提とした歩いて楽しいまちづくりが提案されている。これは、日常生活のなかで、運動機能障害（ロコモティブシンドローム）に対応する身体を育成しようとする試みである。一方従来より、都市交通計画の視点から交通政策を検討するため経年的な交通行動データとしてのパーソントリップ調査が蓄積されている。

このような背景を踏まえて、本研究では既存の交通行動データを活用することで、市民の日常的生活行動にともなう運動量を歩数として推計する方法を検討する。具体的には、パーソントリップ調査に類似した交通行動調査と活動量計を用いた運動量の実測調査を同時に実施する。この結果から、交通行動者の記録に基づき、一日の活動量を推計するモデルを作成する。最終的に、交通行動調査結果に基づき、都市圏全体の活動量が推計可能となり、健康まちづくりの基礎資料とする。

2. 健康まちづくりにおける活動量推計

(1) 運動機能障害に対応する歩行

多数の自治体が推進する市民の健康を念頭にしたまち

づくり（健康まちづくり）の具体的施策として、ウォーキングの推進は取り上げられている。すでに、ウォーキングの医療的効果は実証的な研究で報告されている。たとえば、運動機能障害に着目して、病気の予防ラインと一日の平均歩数と中強度の活動時間との関係を示したものが表-1である¹⁾。

表-1 運動量と病気の予防ライン

| 歩数 | 中強度の活動時間 | 予防できる病気 |
|--|----------|---------------------------|
| 2000歩 | 0分 | 寝たきり |
| 4000歩 | 5分 | うつ病 |
| 5000歩 | 7.5分 | 要支援・要介護、認知症、心疾患、脳卒中 |
| 7000歩 | 15分 | ガン、動脈硬化、骨粗しょう症、骨折 |
| 7500歩 | 17.5分 | 筋減少症、体力の低下 |
| 8000歩 | 20分 | 高血圧症、糖尿病、脂質異常症、メタボ（75歳以上） |
| 9000歩 | 25分 | 高血圧（正常高値血圧）、高血糖 |
| 10000歩 | 30分 | メタボリックシンドローム（75歳未満） |
| 12000歩 | 40分 | 肥満 |
| 12000歩（うち中強度の活動が40分）以上の運動は健康を害することもある。 | | |

(2) 交通行動パターンと歩行の関係

ここで一日の運動量の基本的指標として歩数（ステップ数）を取り上げる。一般に市民を交通行動者として記述すると、一日の生活行動パターンは、空間的移動と都市活動（アクティビティ）に基づいて、図-1 のような時空間表現が可能である。

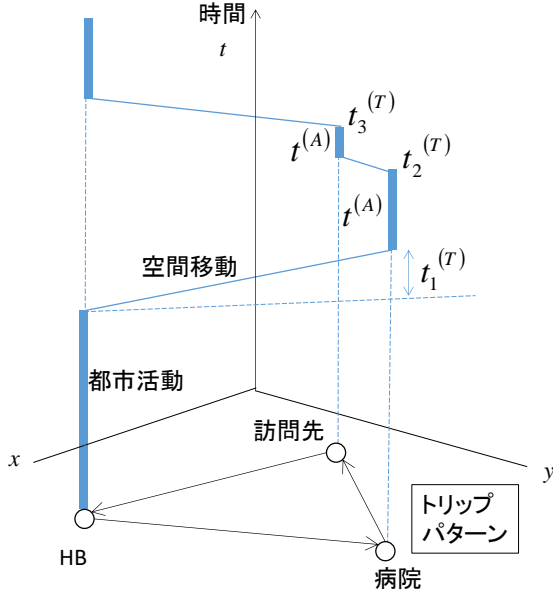


図-1 交通行動の時空間表現

本例では交通行動パターン（空間移動）として、3 トリップ 1 サイクルの交通行動が表現される。これに対して、各トリップの目的地として、HB（自宅）、病院、訪問先（stop）が示されており、これらが都市活動地点となっている。すなわち、活動場所においては空間移動を伴わない「活動」に関する運動量が想定される。

このようなことから、交通行動表現に基づいた市民の運動量をつぎのように定式化できる。

$$S^{(D)} = S^{(T)} + S^{(A)}$$

ここで、 S_D ：一日の総運動量（歩数）、 S_T ：空間移動による運動量（歩数）、 S_A ：都市活動による運動量（歩数）である。

(3) 交通行動の表現

図-1 で示したように、交通行動者の生活行動は空間移動と都市活動で構成される。また交通行動データ（パーソントリップ調査など）は、空間移動に相当する交通行動パターンについての記録が蓄積されていると考えられる。したがって、トリップ単位の空間移動の連鎖として交通行動が記述される。

図-2 に現実データからGIS上に表現した交通行動パターンを示す。本図より移動を伴う空間移動に関しては、トリップの移動距離など関連情報を算定できる。



図-2 交通行動データの概要

3. 交通行動データに基づく活動量推計

(1) 活動量推計モデルの作成

本研究では、市民の一日の活動量（歩数）の推計モデルを作成するための基礎調査を行った。すなわち、一日の交通行動に関して、パーソントリップ調査に類似した交通行動調査と活動量計を用いた運動量の実測調査を同時に実施する方法とした。

表-2 に実態調査の概要を整理する。具体的には調査対象者に 2 日～3 日間の交通行動記録をお願いした。

表-2 実態調査の概要

| | |
|------------|--|
| 調査目的 | <ul style="list-style-type: none"> PT 調査の結果に基づく歩数の算出 都市活動での歩数の推計 |
| 調査日 | <ul style="list-style-type: none"> 平成 29 年 4 月 18 日～20 日の 3 日間 平成 29 年 12 月～平成 30 年 1 月のうちの 2 日間 |
| 調査方法 | <ul style="list-style-type: none"> PT 調査形式（調査日の移動と活動を記録） 活動量計（調査日の入浴・就寝時以外に装着） |
| 調査項目(PT形式) | <ul style="list-style-type: none"> 調査日・出発地・到着地・移動目的 出発時刻・到着時刻・利用交通手段 利用交通手段別の所要時間・乗り換え駅 |
| 調査項目(活動量計) | <ul style="list-style-type: none"> 歩数・歩行距離(歩数と歩幅より算定) 活動カロリー・総消費カロリー |
| 使用機器 | <ul style="list-style-type: none"> 一般的な活動量計(オムロン HJA-404) |
| 調査対象者 | <ul style="list-style-type: none"> 8 名 |

このとき活動量計では、歩数のほかに、歩行距離・活動カロリー・総消費カロリーなどが推計値として記録されている。

この調査では、活動量計の記録データに並行して交通行動記録が得られる。したがって、空間移動に関しては一定の仮定のもとで、活動量（歩数）の推計が可能である。すなわち、①パーソントリップ調査のトリップ単位の「歩行移動量」（移動距離）を算定する。ここでは地

点間の距離を郵便番号ゾーン間距離を基準として算定している。②トリップの代表交通手段が徒歩であるときは、トリップ間の移動距離を用いる。トリップ内の一部（アクセス）が徒歩である場合は、「徒歩移動」該当部分を算定する。③トリップ単位の徒歩移動距離を L_i とする。④このとき、歩数換算のための歩幅($w^{(k)}$)を性別ごとに設定する。交通行動者の性別は、交通行動データに記載されている。⑤以上のトリップ単位の歩数推計を交通行動パターンにしたがって、最終トリップまで算定する。

これらのことから、交通行動者に対する空間移動（交通）に関するステップ数（歩数）は以下のように推定される。

$$\hat{S}^{(T)} = \sum_i L_i / w^{(k)}, \quad k = \text{male, female}$$

一方で、 $S^{(A)}$ 都市活動による活動量（歩数）は、空間移動を伴わないため、同一地点での移動（歩行）の蓄積を算定する必要がある。

このとき、図-3 に一日の総活動量（歩数） $S^{(D)}$ （縦軸）と $\hat{S}^{(T)}$ （横軸）の関係を示す。

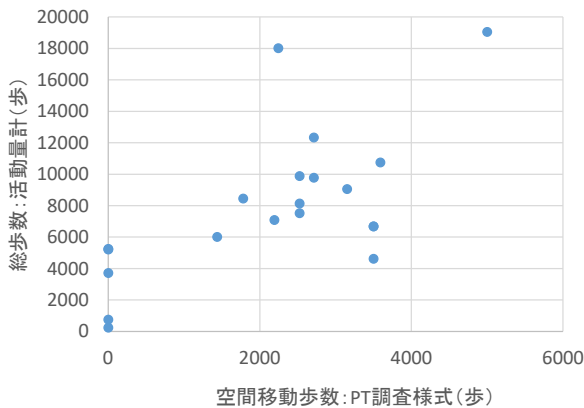


図-3 空間移動活動量と一日総歩数の関係

全般的には空間移動歩数と総歩数は正の相関関係が観測される。本図で一部のデータでは、空間移動歩数は零であり、総歩数が計上されているものがある。この場合は、交通行動者が終日自転車での移動を行っているものである。したがって、ここでは $S^{(A)}$ のみを計上したものとなっている。

(2) 総歩数推計の手順

これらの検討を踏まえて、本研究ではPT調査に基づく、総活動量（歩数）の推計手順を考える。具体的に

は、空間移動(交通)と都市活動に分解して算定する。

$$\hat{S}^{(D)} = \hat{S}^{(T)} + \hat{S}^{(A)}$$

ここで、図-4 に全体的な総活動量（歩数）推計モデルのアルゴリズムを示す。

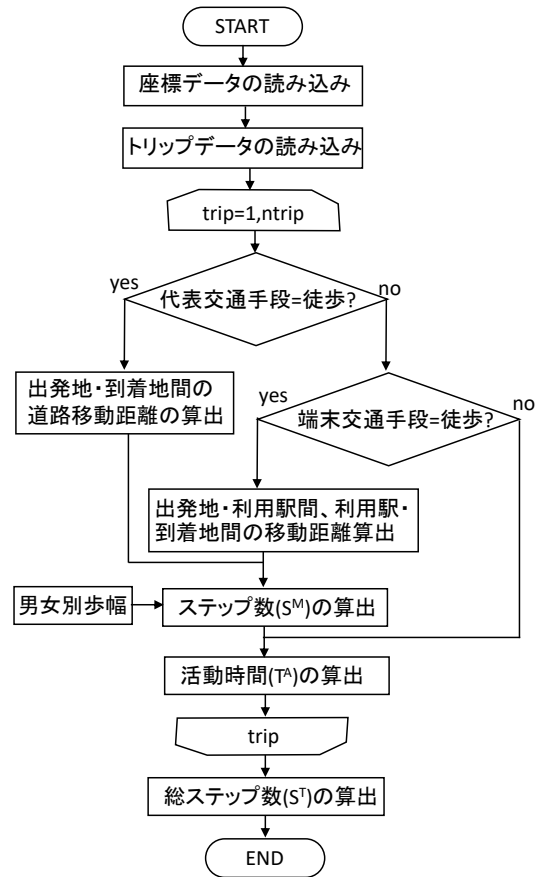


図-4 活動量算定手順

図-4 に示すように、活動量算定手順においては、①空間移動に関しては、前述の推計方法にしたがって、空間移動歩数の推定値： $\hat{S}^{(T)}$ を算定する。②つぎに、都市活動による活動量（歩数）に関して、総活動時間から推定を行う。すなわち、 $\hat{S}^{(A)} = \alpha \cdot T = \alpha \cdot \sum_i t_i^{(A)}$ の

関係を想定する。③このとき、パラメータ α に関して、 $\Delta S = S^{(D)} - \hat{S}^{(T)} = \alpha \cdot T$ の関係に基づいて、推定値を算定する。④都市活動時間に対応する歩数の換算パラメータの値は、 $\alpha=10.63$ 歩/分と推計された。⑤最終的に、一日の総歩数を算定する歩数推計モデルについて、 $\hat{S}_D = \hat{S}_T + \hat{S}_A = \hat{S}_T + \alpha \cdot T$ という形式で推計可能となった。

図-5 に一日の総歩数に関する実績値～推計値の関係を示す。全般的におおむね良好な算定結果が得られることがわかる。

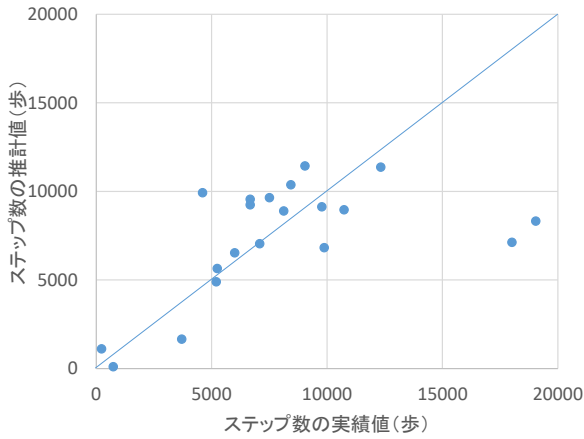


図-5 ステップ数の推計結果

なお相関係数は0.82と算定され、統計的にも妥当な推計結果が得られた。

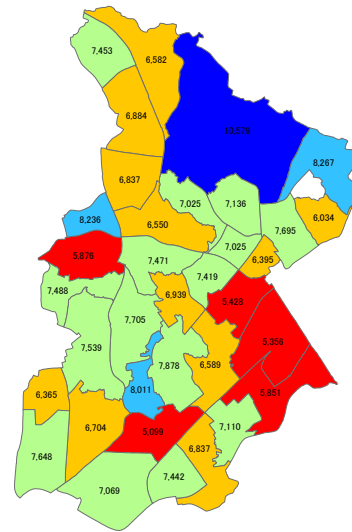


図-7 地域別平均ステップ数

4. 都市健康度評価に関する考察

前章で得られた「交通行動データに基づく総歩数推計モデル」を用いて、都市圏の健康度指標を算定する。ここでは、大阪府吹田市を対象として、交通行動データ（第5回近畿圏パーソントリップ調査結果）を利用した。図-6に交通行動結果に基づく、年齢別の平均移動歩数の分布を示す。

年齢が30代以降では、ほぼ年齢に比例して一日の平均歩数が減少していることがわかる。

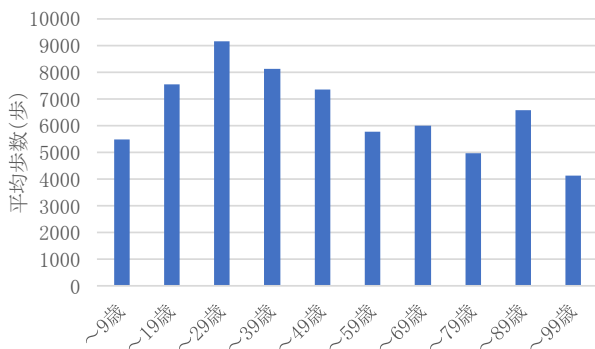


図-6 年齢別平均ステップ数

つぎに吹田市の地区別の健康度を検討するために、地域別歩行移動量（歩数）を算定した。図-7は、吹田市の地区別の歩数分布を示している。

これらの歩行量の分布は、高齢者分布・歩行環境などに関連すると推測される。特に、総歩数の大きい地域はたとえば万博公園・千里南公園などの歩行環境整備と関係するものではないかと推測される。

5. おわりに

既存の交通行動データを活用することで、市民の日常生活行動にともなう運動量を歩数として推計する方法を検討した。本研究の主要な成果は以下のように整理できる。

- 1) 市民の交通行動と都市活動に基づく生活活動を健康の視点から整理した。これより、一日の歩行活動について交通行動分析の枠組みで推計可能であることが示された。
- 2) パースントリップ調査に類似した交通行動調査と運動量計を用いた運動量の実測調査を同時に実施した。これより推計に必要な各パラメータが算定され推計モデルが構成された。
- 3) 交通行動からみた都市健康度の視点から、交通行動者の総歩数推計結果に基づいて、都市圏における年齢別・地域別の健康度分布を構成することができた。最後に本研究は、関西大学先端科学技術推進機構の研究グループの成果の一部である。ここに記し感謝の意を表する次第です。

参考文献

- 1) Aoyagi, Y., Shephard, R.J. : Habitual physical activity and health in the elderly: the Nakanojo Study, Geriatr Gerontol Int 2010, 10, S236-S243, 2010.
- 2) 谷口守, 松中亮治, 中井祥太 : 健康まちづくりのための地区別歩行喚起特性-実測調査と住宅地タイプ別居住者歩行量の推定 -, 地域学研究, Vol.36, No.3, pp.589-601, 2003.
- 3) 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.
- 4) 国土交通省 : まちづくりにおける健康増進効果を把握するための歩行量（歩数）調査のガイドライン, http://www.mlit.go.jp/toshi/toshi_machi_tk_000055.html (2018年4月20日閲覧)

(2018. 4. 27 受付)