

# 地下鉄開業による沿線住民の 自由活動重心点の変化

及川 雅希<sup>1</sup>・菊池 輝<sup>2</sup>・泊 尚志<sup>3</sup>

<sup>1</sup>学生会員 東北工業大学院工学研究科土木工学専攻 (〒982-8577 仙台市太白区八木山香澄町35-1)

E-mail:m174801@st.tohtech.ac.jp

<sup>2</sup>正会員 東北工業工学部都市マネジメント学科教授 (〒982-8577 仙台市太白区八木山香澄町35-1)

E-mail:akikuchi@tohtech.ac.jp

<sup>3</sup>正会員 東北工業工学部都市マネジメント学科講師 (〒982-8577 仙台市太白区八木山香澄町35-1)

E-mail:tomari00@tohtech.ac.jp

地下鉄開業によって、沿線住民の日常生活に影響を与えられとされる。開業前に行った小坂ら<sup>1)</sup>の先行調査では、生活圏は拡大しない可能性を示していた。本研究は、先行調査の考察を検証するために、パネル調査データを用いた分析を行った。開業後の調査から、生活圏に大幅な変化が見られなかったが、訪問頻度に変化が見られた。この結果から、本研究では、生活圏の変化の表現方法として、訪問頻度で重み付けした重心点を提案する。まず、重み付け重心点が表現方法として、妥当であるかの確認を行い、次に重心点を用いて、地下鉄開業による沿線住民の自由活動への影響を考察する。結果、重み付け重心点は生活圏の表現方法として適当な指標であり、さらに、地下鉄開業による自由活動への影響は最寄り駅までのアクセス性に依存するという結果が示された。

**Key Words** :subway line, free active, barycentric coordinates

## 1. 本研究の目的

2015年12月に仙台市地下鉄東西線が開業したことで、仙台市内の交通サービス水準が変化した。東西線の開業は、沿線住民の交通手段の選択肢が増えたというだけでなく、買い物や、飲食など、通勤や通学以外の自由活動にも何らかの影響を及ぼすということが考えられる。小坂ら<sup>1)</sup>が東西線開業前の2015年11月に行った先行調査では、東西線開業によって、東西線沿線住民の生活圏が拡大することはないが、訪問経験のある地域への訪問頻度に増加意向を示すという結果が得られた。そこで先行調査に引き続き、東西線が開業してから1年が経過した2016年12月に同一の回答者を対象にアンケート調査を行ったところ、沿線住民の空間的な「範囲」としての生活圏の拡大は見られず、小坂らが行った先行調査の結果を支持するものであった(3.(1)にて後述)。しかし、各訪問地域ごとの訪問頻度には変化が見られた。このことから著者らは、空間的な訪問範囲に加え、訪問頻度を考慮した指標にて自由活動の変化を考察することが必要だと考えた。

そこで本研究では、自由活動の変化の表現方法として、

訪問回数で重み付けした重心点を用いることを提案する。重み付け重心点を用いることで、沿線住民の自由活動における中心となる場所、すなわち、自由活動のにおいて重きを置いている場所の変化を見ることが出来る。これを確認することで、地下鉄東西線開業による都心部へのアクセス性の変化や、南北への訪問の変化を確認することが出来ると考えられる。

本研究の目的は、生活圏の表現方法として、重み付け重心点が妥当であるか否かの確認を行い、次に東西線開業による沿線住民の自由活動の変化を考察することである。

## 2. 調査概要

仙台市地下鉄東西線開業前後での沿線住民の自由活動実態を把握するために、パネル調査手法を実施した。地下鉄開業前の調査<sup>2)</sup>は2015年11月(WAVE-1)に、開業後の調査は2016年2月(WAVE-2)と11月(WAVE-3)に行った。

本研究では、パネル調査手法を用いたため、WAVE-1

の際に、各世帯に世帯の構成人数や、それぞれの個人属性（年齢、性別、職業など）について調査を行った。本研究ではパネル調査手法を用いているため、回答者が各 WAVE で同一であるかの検証を行う必要がある。そのため、WAVE-2 以降の調査票では、回答者の個人属性として、年齢と性別を調査項目に含めた。

調査対象地域は地下鉄東西線 7 駅（八木山動物公園駅、川内駅、西公園駅、連坊駅、薬師堂駅、卸町駅、荒井駅）の各 1km 圏と、東西線の開業に伴いバス路線が再編された 3 地域（八木山南周辺、連坊周辺、南小泉周辺）とした。調査項目は通勤・通学以外の目的で訪問した、その時の状況を思い出してもらうために訪問目的を尋ねた。訪問目的は、日常的な買い物（食料品など）、その他の買い物（家電・贈答など）、飲食、レジャー・娯楽、その他（自由記述欄あり）の 5 つである（複数回答可）。上述の 5 つの訪問目的について、訪問対象地域（仙台駅周辺、一番町周辺、勾当台公園周辺、川内周辺、泉中央駅周辺、八木山周辺、長町周辺、連坊・薬師堂周辺、荒井・仙台港周辺）の 9 地域（以下、自由活動地域）を、1 ヶ月以内に何回訪れたのかを尋ねた。また 1 回以上訪問した地域については、その際の利用交通手段（自転車、徒歩、バイク、自動車、バス、地下鉄南北線、JR、その他（自由記述欄あり）、地下鉄東西線（WAVE-2 以降））を尋ねた（複数回答可）。

WAVE-1 については、配布部数 6756 部であり、回収部数 753 部（回収率：11.2%）であった。WAVE-2 については、配布部数 667 部であり、回収部数 595 部（回収率：89.2%）であった。WAVE-3 については、配布部数 595 部であり、回収部数 470 部（回収率：79.0%）であった。本研究ではパネル調査手法を用いて沿線住民の自由活動の変化を考察するため、WAVE-1 と WAVE-3 の回答者が確実に同一であると判断できる調査票のみを分析に用いる（回答者が同一であった回収部数は 350 部（回収率：58.8%））。

### 3. 集計・分析結果

#### (1) 基礎集計

まず、地下鉄開業が自由活動へ及ぼした影響の概要を把握するため、自由活動地域への訪問頻度総数（回答者全員の訪問頻度の合計）を比較したところ、開業後の値は開業前と比較して減少していた（開業前7,011回、開業後5,036回）。自由活動地域への訪問割合で比較すると、東西線各駅1km圏の住民については都心部周辺（仙台駅、一番町、勾当台公園）への訪問割合に大幅な変化が見られなかった一方で、バス再編3地域の住民は、都心部周辺への訪問割合は減少し、代わりに各居住地内の

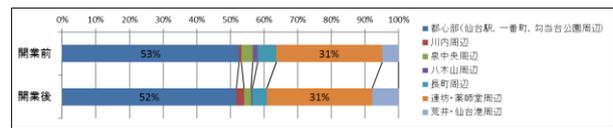


図 1 訪問割合 (薬師堂駅 1km 圏居住者)

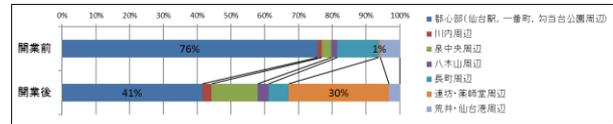


図 2 訪問割合 (バス再編南小泉周辺居住者)

訪問割合が増加していた。各居住地を代表して、薬師堂駅周辺1km圏居住者（図1）、南小泉周辺居住者（図2）に示す。

次に個人ごとに訪問地域数を比較すると、大きな変化は見られなかった（開業前：平均3.69箇所、開業後：平均3.21箇所）。また、訪問実績が無い自由活動地域へ、東西線開業後に新たに訪れた地域数は、平均0.894であった。小坂<sup>1)</sup>は、東西線開業後に生活圏は拡大しない可能性を指摘していたが、この集計結果はその指摘を支持するものであると言える。

#### (2) 重み付け重心点の表現方法

本研究では、沿線住民の生活圏の変化を重心点により記述するが、そのためには回答者の居住地や訪問地域に対し座標値を定義する必要がある。そこで、日本測地系 (tokyo) 平面直角座標系第 10 系を用い、居住地については町丁単位で、訪問対象地域 9 地域については、地域の中心点と考えられるバス停単位（仙台駅周辺であれば、仙台駅前のバス停）でそれぞれの座標値を設定した。

上述のように設定した座標値に対し、訪問回数で重み付けした重心点の座標値を、個人ごとに、開業前後のそれぞれで算出した。また、本研究では、自由活動の変化の表現方法として、重み付け重心点を用いることが可能か検証するため、算出した重心点について、居住地ごとに重心点の平均値を算出した。

各居住地について、3.(1)で示した訪問割合の変化と、算出した重み付け重心点の変化を比較することで、訪問割合の変化が重み付け重心点の変化に同様の変化が見られるかを検討する。図 3 に薬師堂駅 1km 圏居住者、図 4 にバス再編地域（南小泉周辺）居住者の重心点を示す。薬師堂駅周辺居住者（図 3）については、訪問割合は、仙台駅周辺や、一番町周辺、勾当台公園周辺といった、都心部への訪問割合を含め、全体的に大幅な増減が見られない。これを踏まえると、重心点の座標値も同様に大きな変化が見られないことがわかる。一方、南小泉周辺居住者（図 4）は、都心部周辺への訪問割合が大幅に減

少している。そして、各居住地での訪問割合の増加が見られる。これを踏まえると、重心点の座標値は、都心部から離れる方向に移動していることが見られる。

以上のことから、自由活動の変化の表現方法として、重み付け重心点を用いることが可能であると言ったことが示された。



図3 薬師堂駅 1km 圏居住者の重心点



図3 バス再編南小泉周辺居住者の重心点

### (3) 多変量分散分析

自由活動の変化の表現方法として、重心点を用いることが可能と示されたことを踏まえて、重心点に対して多変量分散分析手法を用いて、開業前と開業後の重心点が同一か否かの検定を行った(表1)。多変量分散分析の結果、居住地の主効果および居住地と時点の交互作用が確認できたが、開業前後という時点での主効果は有意とはならなかった。また、Wilksのほかに、Pillai, Hotelling, Royでも同様の結果が得られた(表1)。

表 1 多変量分散分析

	Wilks				
	Wilks	F 値	自由度 1	自由度 2	P 値
居住地	0.107	73.84	18	644	0.000 ***
時点	0.986	2.27	2	322	0.105
個人	0.119	1.90	646	644	0.000 ***
居住地・時点	0.903	1.86	18	644	0.016 *

### (4) 事後分析

多変量分散分析の結果に基づいて、居住地ごとに開業前後の重心点がどのように変化したのかを分析する。重心点の変化に定性的な解釈を与えて空間的特性を明らかにするために、適当な原点を設定した上で各重心点へのベクトル(重心ベクトル)の大きさ、および開業前後の各ベクトルのなす角度の地下鉄東西線開業前後での変化を調べた。ベクトルの大きさと各ベクトルがなす角度の変化を調査することで、生活圏内における重心点の変化が、方向、距離、また、その両方であるかを検討するために、ベクトルを用いた。距離の変化であれば、自由活動における生活圏の重心点が居住地または、都心部のどちらかに寄ったという風に表現できるためである。

なお、仙台駅周辺、一番町周辺、勾当台公園周辺の都心部への訪問割合で東西線駅 1km 圏居住者と、バス再編地域居住者で異なる変化を示しているという基礎集計結果に基づいて、原点は仙台駅に設定する。これにより、東西線開業による沿線住民の都心部へのアクセス性を調べる。検定方法として、重心ベクトルの大きさと、開業前後のベクトルがなす角度に対し、母平均の t 検定を行う。

図5にバス再編地域(南小泉周辺)居住者と薬師堂駅 1km 圏居住者の平均重心点を示す。検定の結果、バス再編地域(南小泉周辺)居住者は、角度 ( $t = -3.386, P < 0.01$ )、大きさ ( $t = 2.872, P < 0.05$ ) とともに有意差が見られたが、薬師堂駅 1km 圏居住者は、角度 ( $t = -4.851, P < 0.01$ ) のみ有意差があり、大きさ ( $t = 0.010, P < 0.992$ ) には差が見られなかった。同様の傾向は、他の東西線駅 1km 圏の居住者と、バス再編の八木山、連坊周辺居住者でも確認できた。このことから、多くの地域では、自由活動の重心点の位置は変化した、距離を変えるものではなかった。



図 5 バス再編地域/駅 1km 圏居住者の平均重心点

#### 4. 考察

本研究では、地下鉄東西線開業による沿線住民の自由活動の変化について、訪問回数を考慮した表現方法を提案し、それをを用いることで東西線開業による沿線住民の自由活動の変化について考察することを目的とする。本研究では、訪問回数を考慮した表現方法として、重み付け重心点を提案した。基礎集計の結果と、算出した重み付け重心点の座標値から、訪問回数を考慮した表現方法として、重み付け重心点を用いることが可能であることが示された。これを踏まえて、自由活動の重心点の変化に対し多変量分散分析手法を用いて、東西線開業前後の重心点が同一か否かの検定を行った結果、時点の主効果は有意とはならなかったが、居住地と時点の交互作用があることが分かった。次に、居住地と時点の交互作用に着目して、仙台駅を原点に設定した上で各重心点へのベクトルについて事後分析を行った。結果として、開業前後の重心ベクトルがなす角度に着目すると、全ての居住地で変化が見られた。さらに重心ベクトルの大きさの変化に着目すると、東西線駅1km圏内居住者とバス再編地域（南小泉）居住者では異なる変化を示した。東西線駅1km圏内の都心部周辺（仙台駅、一番町、勾当台公園）への訪問割合に大幅な増減が見られないという結果と同様に、重心ベクトルの変化が見られないということを示していた。一方、バス再編南小泉地域居住者には同じ傾

向が見られなかった。仙台駅周辺では地下鉄東西線開業に合わせ、大型商業施設が複数オープンし、自由活動の目的地として訪問者が増加する環境変化があったにもかかわらず、都心部周辺への訪問割合は減少し、代わりに居住地周辺での訪問割合が増加した。そのため、重心ベクトルにも変化を示したという結果が得られた。

#### 5. まとめ

開業前後の1年で生じた自由活動の変化は、居住地の「最寄り駅へのアクセス交通環境」に依存することを示しているのではないかと考えられる。南小泉居住者以外のバス再編地域の居住地で異なる結果を得た要因として、八木山居住者については、バス路線として、宮城交通と、市営バスがあるため、アクセス性があまり低下していないのではないかと考えられる。連坊居住者に関しては、調査対象地区の設定として、東西線駅1km圏に入っているために、バス再編の影響を受けなかったのではないかと考える。一方、南小泉居住者については、都心部へ訪れる際にバスから地下鉄に乗り換える必要があるため、開業前の移動と比較して都心部を訪れるのが面倒になったか、都心部への訪問に対して消極的になったものと考えられる。このような考察から、今後地下鉄東西線の利用者数を増加させるためには、東西線各駅までのアクセス交通を適切に整備して、仙台市内の交通ネットワークを構築していく必要があると考える。

#### 謝辞：

調査実施にあたり、一般財団法人計量計画研究所 小島浩氏、西山良孝氏にご協力頂きましたこと、心よりお礼申し上げます。

#### 参考文献

- 1) 小坂理緒・菅原啓治・菊池輝：地下鉄東西線沿線住民の自由活動実態と地下鉄開業の影響，土木学会東北支部技術研究発表会，2015。

(2017.7.31 受付)