

# コンパクト性から見た愛知県の市町村の分析

2010SE003 天野里美 2010SE021 藤田理恵

2010SE110 倉知謙伍

指導教員：三浦英俊

## 1 はじめに

地域がコンパクトにまとまっているという事は、少ない土地面積に人口と都市が集中し、人々が短い移動距離で生活できる地域となっているという事である。こういった地域はコンパクトシティと呼ばれる。

コンパクトシティの利点は

- 都市活動に必要な土地面積が少なくてすみ、土地資源の有効活用につながる。
- 都市住民や来訪者の都市内移動距離が短くなるため、移動および流通費用が節約できる。
- 多くの施設を街の中心に集中させる事によって行政コストの削減をする事ができ、都市の中心部に機能が集中する事によってインフラ投資が行いやすくなる。

等がある。

一方欠点は

- 少ない土地面積に人口が密集するために、過密化により住環境が悪化する。
- 都市の中心部の地価が上昇し、郊外の地価が下落する。そのため、意図的に地価を上げる事を目的とせずさんな計画がなされる場合がある。

等がある。

研究の目的は愛知県のコンパクト性を計測し、その経年変化から地域別のコンパクト化あるいはスプロール化について考察し、コンパクト化による利点を実データから示す事である。スプロール化とは、都市が無秩序に拡大してゆく現象のことであり、計画的な線路が形成されず、虫食いの宅地開発が進んでいく様子を指す。

本研究では 2000 年から 2010 年の愛知県の住民間平均移動距離、人口、税収の変化のデータを使用し、コンパクト性から見た愛知県の市区町村の分析を行った。コンパクト性は文献 [1] を参考に計測した。

## 2 コンパクト性の計測方法

### 2.1 計測方法

人口が集まって地域全体がコンパクトになるとは、少ない土地面積に人口が集中するという事であり、地域内の住民間の移動距離は短縮されるという事である。したがって人口重み付き平均移動距離が短くなった時、地域のコンパクト性が向上した事を示し、長くなった時に地域がスプロール傾向にある事を示す。よって人口重み付き平均移動距離を計測する事でコンパクト性の計測をする事が出来る。

### 2.2 計算式

次の 4 つの仮定を置く。

- 人口  $P$  人の対象地域を考える。
- 対象地域  $i$  番目の人口を  $q_i$  とおく。
- 対象地域を  $N$  個の小地域に分割し、1 から  $N$  までの番号を付ける。
- 第  $i$  番目と第  $j$  番目の小地域の代表点間の直線距離（大気圏距離）を  $d_{ij}$  とし、同じ小地域の住民間の内々距離を 0 とみなして無視する。

対象地域の住民間平均移動距離  $\bar{d}$  は上記の文字を使うと

$$\bar{d} = \frac{\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N q_i q_j d_{ij}}{P^2}$$

となる。

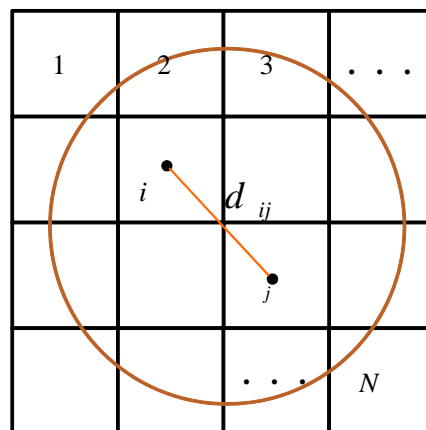


図1  $N$  分割された対象地域のモデル

上の図 1 は円が対象地域を示し、その対象地域を  $N$  分割したもの。その分割地域の人口  $i$  と  $j$  を結ぶ直線が  $d_{ij}$  である。

### 2.3 使用データについて

コンパクト性を計測するにあたって、2000 年、2010 年に行われた国勢調査に関する地域メッシュ統計のデータを使用する。本研究では 2 分の 1 地域メッシュデータを使用する。2 分の 1 地域メッシュとは緯度・経度に基づいて、地域を約 500m の網の目に分けたものである。

## 3 愛知県の住民間平均移動距離

前節で示した住民間平均移動距離の式を用いて、愛知県の 2000 年と 2010 年の住民間平均移動距離を算出した。ここでは、市町村の区分は 2010 年 10 月 1 日当時のもの

に固定する。2010年10月の愛知県の市町村の数は57であった。名古屋市を16区に分割して計測したため、計測に使用した市区町村の数は72となった。また、表記を簡略化するために、2000年、2010年の各年のデータは(00),(10)を添え字として用いる。

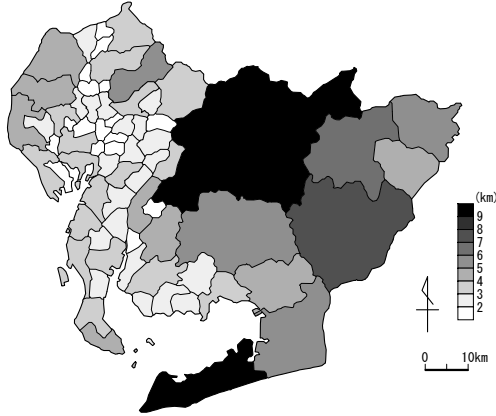


図2 2000年の住民間平均移動距離

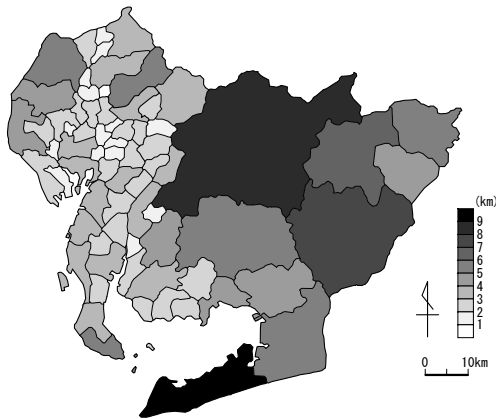


図3 2010年の住民間平均移動距離

図2, 3は愛知県の $\bar{d}_{(00)}$ と $\bar{d}_{(10)}$ である。これらの図から、東部のほうが住民間平均移動距離が長いという結果が得られた。しかし、図4が示すように、住民間平均移動距離と面積には高い相関がある。東部は西部に比べ面積の大きい市町村が多く、この事が住民間平均移動距離を長くする要因と考える事もできる。また名古屋市と名古屋市以外でコンパクト性を見てみると、名古屋市の住民間平均移動距離は2010年は2.392km, 2000年は2.355km, 名古屋市以外は2010年は3.443km, 2000年は3.495kmと名古屋市のほうがコンパクトである事が分かる。

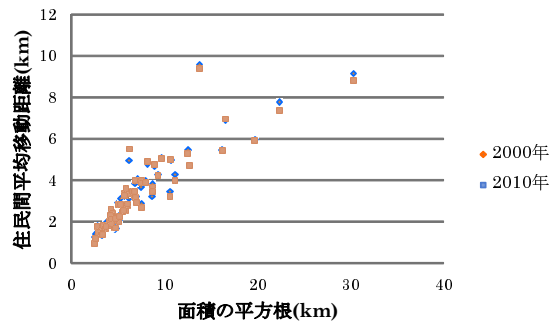


図4 住民間平均移動距離と面積の平方根の相関

#### 4 愛知県の経年変化

図2と図3を比較すると、いくつかの地域において住民間平均移動距離の大幅な変動が起きている事がわかる。そこで、どのくらいの変動が起きているかを、住民間平均移動距離の差から示す。図5では、 $\bar{d}_{(10)} < \bar{d}_{(00)}$ となる地域を示す事で、愛知県が10年間でどのように変化しているかを表している。

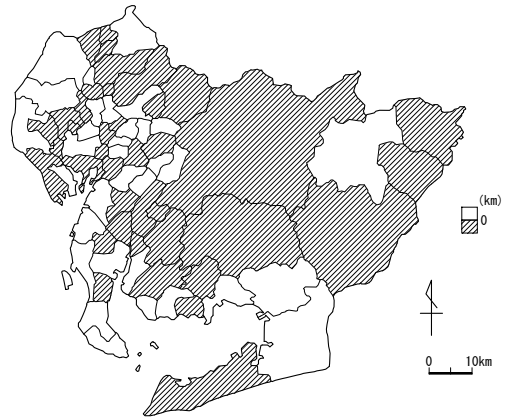


図5 10年間の経年変化

斜線が引かれている市区町村が、10年間でコンパクト化した地域である。10年間でコンパクト化した市区町村の数は32, スプロール化した数は40であり、愛知県ではスプロール化した地域の方が多い。愛知県の2000年から2010年の10年間の住民間平均移動距離の変動の算術平均は $-0.032\text{km}$ である。したがって愛知県全体としてはコンパクト化している事が分かる。特にスプロール化の著しい地域として、南知多町(+0.560km), 犬山市(+0.222km)が、コンパクト化の著しい地域として、新城市(-0.388km), 豊田市(-0.322km)があげられる。

スプロール化している市区町村の方が多いが愛知県全体としてはコンパクト化傾向にある。理由として、スプロール化している地域では、平均移動距離の変動が僅かであった市区町村が多いのに対し、コンパクト化している地域で

は、住民間平均移動距離の変動の程度が大きい市区町村が多いためである事が考えられる。

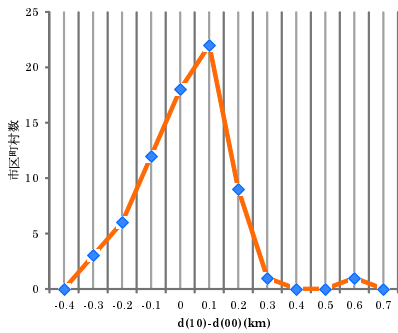


図6 ヒストグラム

### 5 行政コストとコンパクト性の関係

コンパクト化する事のメリットは、土地資源の有効活用出来る事であると考えられてきた。ここでは、住民間平均移動距離と各市町村の実データの相関を調べ、利点がある事を実証できるか検証する。

各市町村の歳入、歳出金と住民間平均移動距離との相関を示す。なお名古屋市については区のデータが得られなかったため除外する。また、変動量との比較について、2000年の財政データが得られなかったため、2002年のデータを使用する。

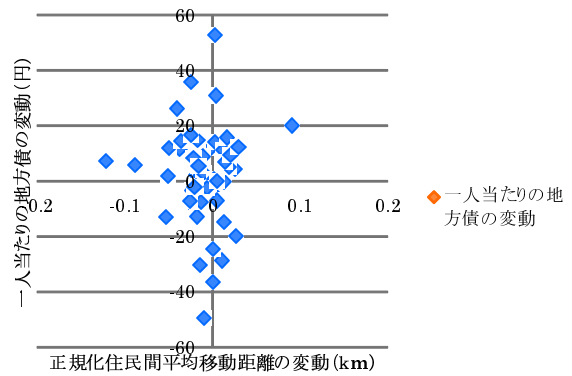


図8 地方債

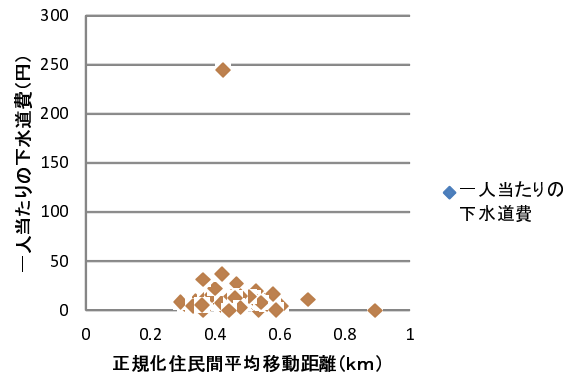


図9 下水道費

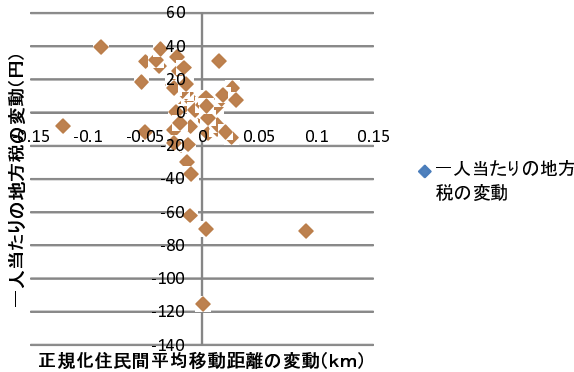


図7 地方税

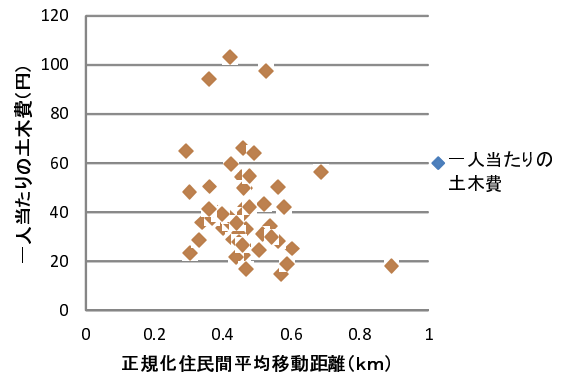


図10 土木費

図7は2002年から2010年の一人当たりの地方税の変動と、住民間平均移動距離を面積の平方根で割り、正規化したものの変動との相関図である。なお、今後は表記の簡略の為、面積の平方根を $\sqrt{S}$ 、正規化した値を $\bar{d}/\sqrt{S}$ とする。一人当たりの地方税の変動との相関係数は $-0.3412$ であり、地方税と住民間平均移動距離の変動には負の相関があると見られる。この図7から地域のコンパクト化が進むほど一人当たりの地方税が増していくことが読み取る事ができる。

図8は一人当たりの地方債の変動である。地方債とは、財政上の収入と支出との年度間調整、国の経済政策との調

整などに用いられる、普通地方公共団体が発行する公債である。相関係数は $-0.0169$ と高い数値を得る事は出来ず、地方債との相関は見つけられなかった。地方税に関しても高い相関係数を得る事はできず、コンパクト性と関係性があると言う事ができなかった。

次に、インフラへの投資という点からコンパクト化の利点を探る。図9は2010年の一人当たりの下水道と、正規化住民間平均移動距離との相関図である。2000年の歳出のデータを得る事が出来なかったため、歳出に関しては変

動ではなく正規化住民間平均移動距離との相関を求める。一人当たりの下水道費との相関係数は $-0.0922$ であり、相関はあると言う事が出来なかった。図 10 は土木費との関係を示した図である。土木費とは、地方自治体の歳出において公共事業・土木事業などに利用される費用の事である。一人当たりの土木費と正規化住民間平均移動距離の相関係数は $-0.2069$ であり、緩やかな負の相関にあると考えられる。この図 9 からコンパクトな地域ほど一人当たりの土木費は高いことが読み取れる。しかし土木費の相関係数も高い値ではないため、コンパクト性と関係性があると言う事はできなかった。

今回、都市がコンパクトになると地方税が増え、土木費が高いという結果は得たが、相関係数はあまり高くなかった。したがってコンパクト化だけが要因とは限らず、コンパクト性と歳入、歳出金の明確な関連を見つけることはできなかった。

## 6 コンパクト化寄与地域による分析

愛知県や愛知県の市区町村がどのような特徴を持っているかを、人口の変動が住民間平均移動距離の変動に与える影響の大きさを求める事によって考察する。

### 6.1 算出方法

平均移動距離 $\bar{d}$ を第 $k$ 番目( $k = 1, \dots, N$ )の小地域の人口 $q_k$ で偏微分する。偏微分係数を

$$\bar{d}_k \equiv \frac{\partial}{\partial q_k} \bar{d}$$

と置くと、

$$\bar{d}_k = \frac{2(P \sum_{i=1}^N q_i d_{ik} - \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N q_i q_j d_{ij})}{P^3}$$

となる。

この値によって、小地域の人口変動がコンパクト化に与える影響を評価する事ができると考えられる。人口の重み付き合計距離 $\sum_{i=1}^N q_i d_{ik}$ が大きい小地域ほど、 $\bar{d}_k$ の値が大きくなる。 $\bar{d}_k > 0$ となる小地域の人口増加は住民間平均移動距離を増加させ、 $\bar{d}_k < 0$ となる小地域の人口増加は住民間平均移動距離を低下させると言える。人口の増加が住民間平均移動距離の減少に寄与する、 $\bar{d}_k < 0$ となる地域をコンパクト化寄与地域、人口の減少が住民間平均移動距離の減少に寄与する、 $\bar{d}_k \geq 0$ となる地域をコンパクト化外部地域と呼ぶ。

図 11 に 2000 年の愛知県のコンパクト化寄与地域の分布を示す。2000 年から 2010 年にかけて人口が 0 であったメッシュについては、 $\bar{d}_k$ の計算を行わなかった。そのため、地域が欠けているように見える市区町村が存在する。

愛知県のコンパクト化寄与地域の割合は、42.3% であり、人口減少が住民間平均移動距離の増加に繋がると見る事ができる。図 11 から、コンパクト化寄与地域は、愛知

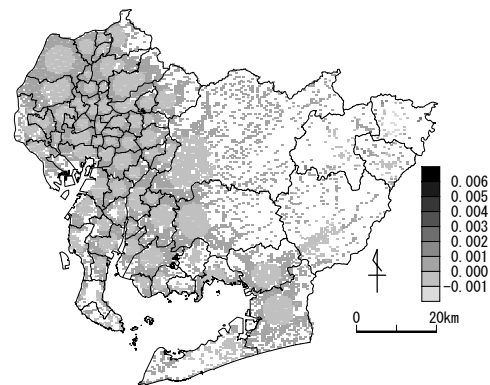


図 11 2000 年のコンパクト化寄与地域

県西部地方に多い事が分かる。すなわち、愛知県西部地方の市区町村では、人口が増加すると住民間平均移動距離が減少する地域が多く、愛知県東部地方の市町村では、人口の減少が住民間平均移動距離の減少に寄与する地域が多いと考えられる。

## 7 パーソントリップとコンパクト性の関係

### 7.1 パーソントリップとは

パーソントリップとは「どのような人が」「どのような目的で」「どこからどこへ」「どのような交通手段で」移動したかなどを調べたものである。パーソントリップデータを利用する事で人々の移動手段や移動距離に地域の違いや特徴が現れるかどうか研究していき、パーソントリップの視点から愛知県のコンパクトシティについて考える。

### 7.2 使用データについて

使用データは 2012 年に実施された第 5 回中京都市圏パーソントリップ調査を利用する。

- 対象地域は愛知県、三重県、岐阜県三県の約 13 万世帯。
  - 移動機関は鉄道、自動車、バス、二輪車、徒歩の 5 種類。
  - 利用目的の種類は出勤トリップ、登校トリップ、自由トリップ、業務トリップ、帰宅トリップの 5 種類。
- である。

### 7.3 パーソントリップデータの抽出

愛知県の各地域の特徴とコンパクト性との関係を調査するため、移動機関、トリップの種類ごとにトリップ数やパーソントリップ平均距離を求める事で地域の違いを考察する。パーソントリップ平均距離は各市区町村のコンパクト性を計測するために各市区町村をスタート地点として各地点に移動するときの住民一人当たりの平均移動距離をパーソントリップごとに求める。

### 7.4 パーソントリップ平均距離の導出

図 12 はパーソントリップ平均距離を導出する際の関係図である。パーソントリップ平均距離の導出方法は、

- 各出発点 $O_i$ ごとのトリップ数の合計を $t_i$ とする。

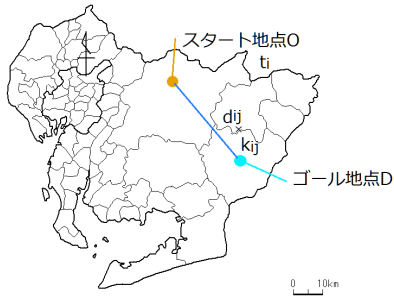


図 12 パーソントリップ平均距離の導出

- 各出発点  $O_i$  から各市区町村  $D_j$  へのトリップ数を  $k_{ij}$  とする。
- $O_i D_j$  間の距離を  $d_{ij}$  とする ( $d_{ij}$  は代表点からの直線距離とする)。

計算式

$$\frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n k_{ij} d_{ij}}{\sum_{i=1}^n t_i}$$

の計算結果が各市区町村のパーソントリップ平均距離である。

### 7.5 住民間平均移動距離との関係

図 13 は自動車自由トリップの平均距離と正規化住民間平均移動距離の相関の図である。自動車自由トリップは正の相関であり、相関係数は 0.2224 である。同様に、図 14

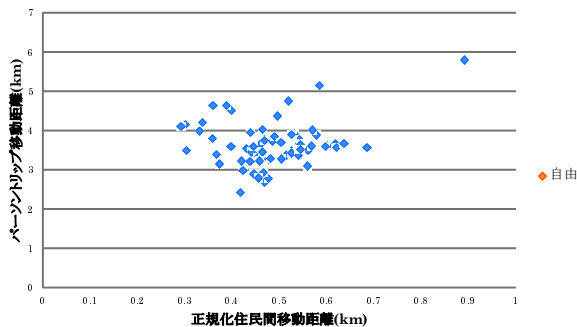


図 13 自動車自由トリップと正規化住民間平均移動距離の相関

は鉄道自由トリップの平均距離と正規化住民間平均移動距離との相関図である。鉄道自由トリップは負の相関であり、相関係数は  $-0.2957$  である。住民間平均移動距離が長い地域ほど自動車のトリップ移動距離が長くなり、鉄道のトリップ移動距離が短くなる。

図 15 は自動車の自由トリップ数が合計自由トリップに占める割合が住民間平均移動距離に関連があるかを示した。住民間平均距離は正規化した値を用いた。自動車自由トリップの割合は負の相関であり、相関係数は  $-0.3162$  である。

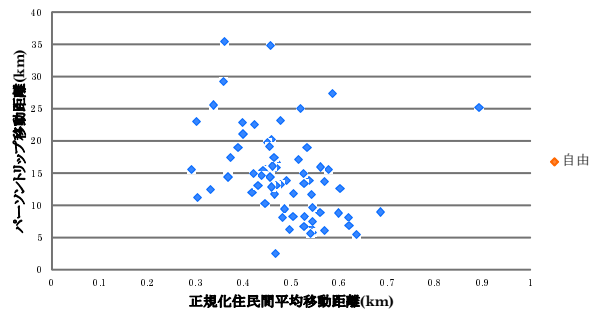


図 14 鉄道自由トリップと正規化住民間平均移動距離の相関

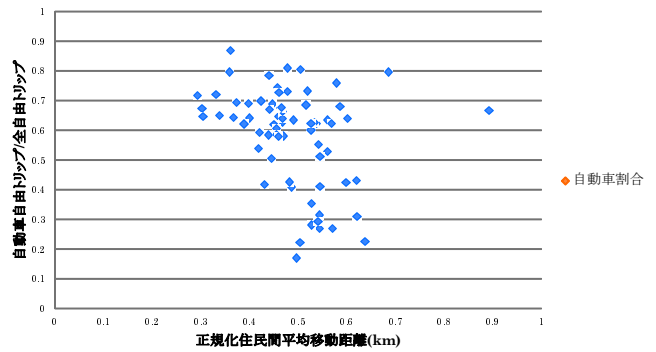


図 15 自動車トリップ/全体トリップ

ある。したがって、住民間平均距離が長くなると自動車の割合が減少する。

## 8 重回帰分析による分析

これまでに求めてきた値を用いて重回帰分析を行う事で、愛知県にはどのような特徴があるか、コンパクト化の利点はあるかについて考察する。

### 8.1 変数

目的変数として、

- 自動車自由トリップの平均距離。
- 鉄道自由トリップの平均距離。

を用いる。また、説明変数として、

- 中区と各市区町村間の距離。
- 住民間平均移動距離を面積の平方根で割り正規化した値。
- 面積の平方根。
- 人口密度。

の 4 つを使用する。住民間平均移動距離は 2010 年のものを使用する。

### 8.2 自動車自由トリップの場合

自動車自由トリップの平均距離を目的変数として重回帰分析を行った所、重相関係数は 0.404、重決定係数は 0.163 となり、あてはまりは低かった。表 1 は各説明変数の  $t$  値、

表1 説明変数と  $t$  値, 係数の関係

説明変数	$t$ 値	係数
中区との距離 (km)	0.8310	0.0049
$\bar{d}_{(10)}/\sqrt{S}$ (km)	2.6450	1.9690
$\sqrt{S}$ (km)	1.8700	0.0315
人口密度 (人/km <sup>2</sup> )	-0.0080	$-2.54 * 10^{-7}$

係数である。表1から、自動車自由トリップの平均距離は  $\bar{d}_{(10)}/\sqrt{S}$  が大きくなるほど、住民間平均移動距離が長い市区町村ほど長くなると言える。次に、各市区町村の特徴を得るため、名古屋市と名古屋市以外に分けて同様に重回帰分析を行った。その結果、重相関係数、重決定係数は、名古屋市では0.562, 0.316, 名古屋市以外では0.563, 0.317となった。全体で見た時よりはあてはまりはよくなっている。次の表2, 3にそれぞれの  $t$  値と係数を示す。

表2 説明変数と  $t$  値, 係数の関係-名古屋市の場合

説明変数	$t$ 値	係数
中区との距離 (km)	-1.1829	-0.0381
$\bar{d}_{(10)}/\sqrt{S}$ (km)	-0.3748	-0.5423
$\sqrt{S}$ (km)	-0.7801	-0.0985
人口密度 (人/km <sup>2</sup> )	-0.8923	$-6.4 * 10^{-5}$

表3 説明変数と  $t$  値, 係数の関係-名古屋市以外の場合

説明変数	$t$ 値	係数
中区との距離 (km)	-0.2749	-0.0018
$\bar{d}_{(10)}/\sqrt{S}$ (km)	2.5187	2.0035
$\sqrt{S}$ (km)	1.2033	0.0215
人口密度 (人/km <sup>2</sup> )	-2.8036	-0.0002

名古屋市とこれらの説明変数は  $t$  値が低く、これらの説明変数との関連は低いと言える。名古屋市以外では、愛知県全体の時と同様、 $\bar{d}_{(10)}/\sqrt{S}$  が大きくなり、住民間平均移動距離が長い地域は自由目的の自動車利用が増加する。また、人口密度が低い場合にも名古屋市以外の自動車自由トリップの平均距離がやや増加するという結果を得た。

### 8.3 鉄道自由トリップの場合

鉄道自由トリップの平均距離を目的変数として重回帰分析を行った。重相関係数は0.7397, 重決定係数は0.547と比較的高い値を得た。表4は、各説明変数の  $t$  値, 係数を表したものである。鉄道自由トリップの平均距離は、 $\bar{d}_{(10)}/\sqrt{S}$  との  $t$  値は-1.6063と低く、関係があるとは言えなかった。表4から、中区からの距離が離れるほど、自由目的での鉄道トリップの平均距離が増加する事が分かる。 $\sqrt{S}$ , 人口密度に関しても  $t$  値が高く、目的変数と関係があると言える。係数はマイナスのため、 $\sqrt{S}$  が小さい場合や、人口密度が低い場合に平均距離が増加する。

表4 説明変数と  $t$  値, 係数の関係

説明変数	$t$ 値	係数
中区との距離 (km)	3.0334	0.1643
$\bar{d}_{(10)}/\sqrt{S}$ (km)	-1.6063	-10.934
$\sqrt{S}$ (km)	-2.1847	-0.3360
人口密度 (人/km <sup>2</sup> )	-3.8885	-0.0011

鉄道自由トリップに関しても、自動車と同様に名古屋市と名古屋市以外について重回帰分析を行ったが、説明変数  $\bar{d}_{(10)}/\sqrt{S}$  の  $t$  値はそれぞれ-0.7876, -1.5204と、コンパクト性との関連を得る事はできなかった。

## 9 おわりに

本研究では2分の1地域メッシュを単位として、国勢調査人口を基に愛知県の住民間平均移動距離を求める事で地域のコンパクト性を計測した。その結果、愛知県はコンパクト化傾向にある事が判明した。更に、求めた住民間平均移動距離を用いてコンパクト性の利点を探った。パーソントリップを用いた重回帰分析から、コンパクト性が高い地域では自由目的での自動車利用が減る事が分かった。この事から、特に名古屋市以外の市町村で地域がコンパクトになれば、自動車の利用が環境に与える負荷を減少させる事ができるのではないかと考えられる。また、税金に関して、今回は10年間のデータのみを使用した所、コンパクト性との高い関連を得る事はできなかった。都市がコンパクトになると地方税が増え、土木費が高くなるという結果は得たが、相関係数はあまり高くないため、コンパクト化だけが要因とは限らない。より確実なコンパクト化との関連を得るためには、更に長期間の変動を見る必要がある。また、コンパクト化のメリットとして考えられている土地資源の有効活用という事についても地価のデータなどを用いる事でメリットを得る事ができるのではないかと考えられる。

## 参考文献

- [1] 三浦英俊, 古藤 浩: 平均距離を用いた地域のコンパクト性の計測, 都市計画論文集, 48(3), (2013)
- [2] 鈴木 浩: 日本版コンパクトシティ 地域循環型都市の構築, 学陽書房, (2007)
- [3] G.B. ダンツィク, T.L. サアティ: コンパクトシティ, 日科技連出版社, (1974)
- [4] 海道清信: コンパクトシティ-持続可能な社会の都市像を求めて, 学芸出版社, (2001)
- [5] 国土交通省, 都市交通調査・都市計画調査-PT 調査とは?: <http://www.mlit.go.jp/crd/tosiko/pt.html>