

〈一般研究課題〉 施設分布密度の連続的計算方法に関する研究
助成研究者 名古屋市立大学 伊藤 恭行



施設分布密度の連続的計算方法に関する研究

伊藤恭行
(名古屋市立大学)

Study on Continuous Calculation of Facility Density Distribution

Yasuyuki ITO
(Nagoya City University)

Abstract:

This research intends to establish a new method of calculating facility density, and promote a way in which statistical founding from the calculations can be utilized to analyze urban aspects of cities. Densities are generally measured from sub-divisions that were created within a chosen region. In contrast, a method used in this study will formularize density as a quantity that continuously change through the calculation. This enables facility density distribution within chosen region to be recorded in smooth contours, which allows for new ways of urban analysis.

1. はじめに(研究目的)

本研究の目的は、施設分布密度の新たな計算方法を確立し、そこから読みとることができる都市の様相を分析する視点を提供することである。

一般的に密度は、計算する範囲をある領域に分割し各々の領域内で算出されるが、ここで開発する計算方法の特徴は、密度を連続的に変化する量として定式化することにある。これにより、対象とする地域における施設の密度分布をなめらかな等高線のように表現することが可能になり、従来とは異なる視点で都市の様相を分析することが可能になる。

2. 学術的背景

施設分布や人口など多くの指標が密度として定量化され、それらを視覚化するために地図上の分布データとして表現されてきた。前述のように密度を計算する際には対象となる範囲がある基準となる領域に分割し、各々の領域内における密度を求めるのが一般的である。行政区分による分割やメッシュデータなどがこれにあたる。

行政区分による密度分布：行政区分による分割は、政治や行政と言う視点からはわかりやすい指標ではあるが極めて便宜的な分割に過ぎない。例えば、名古屋の広小路通に沿ってコインパーキングの分布密度を分析しようとする場合、中区と千種区の行政区分は全く意味を持たない。

メッシュデータによる密度分布：施設分布を分析する場合、行政区分による分割よりも、よりニュートラルであるメッシュデータの方が適切である場合が少なくない。メッシュデータの利点は、地図上に点の分布として表される生の施設分布を大づかみに構造化して把握できることにある。しかし、メッシュデータはメッシュの大きさの設定と分割の位置によりデータが変動するという問題が生じる。メッシュを十分に細かくすればその欠点は克服されるが、逆にメッシュが細か過ぎると生の点分布データを見ていることと差異がなくなり、構造化して把握できるという利点が失われてしまう。

本研究で提案する密度分布：ここで提案する密度の計算方法は、メッシュデータのようなニュートラルな領域分割を連続的に行おうとするものであり、上述のメッシュデータの持つ問題を克服しようとするものである。

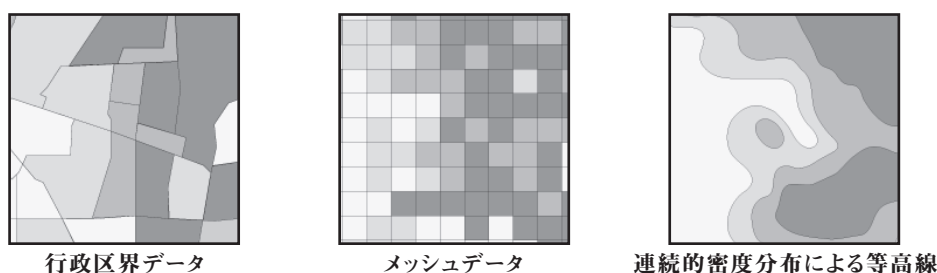


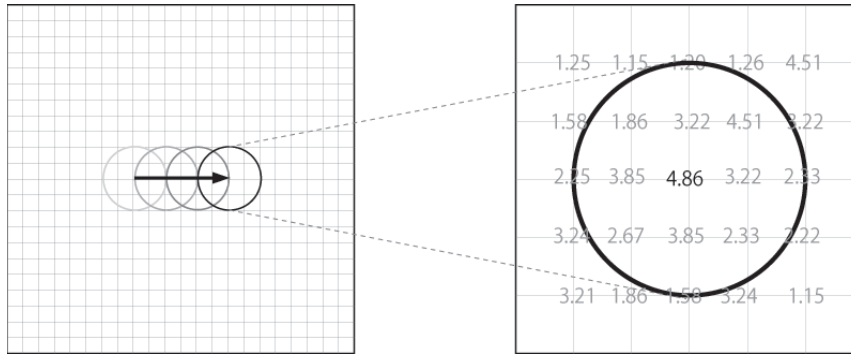
図1、密度分布の表現形式

3. 本研究で提案する計算方法の独自性

具体的には、以下のような手続きによる。基本的な手続きに複雑な点はなく、極めて理解しやすい方法である。

- 1) 対象とする範囲に十分に細かいグリッドをかける。例えば、1km四方の範囲に10mのグリッドをかける。
- 2) グリッドの交点を中心とした適切な大きさの円を描き、その範囲に含まれる施設の密度を交点の値とする。例えば、半径30mの円内の密度を求める。
- 3) グリッドの交点を移動しながら順次密度を求める。結果として、1km四方に置かれた10mグリッドの全ての交点(1万個)に、その周囲30m以内に分布する施設の密度が与えられる。

これによりメッシュデータの持つ欠点を克服して、密度分布を領域ごとに分割された量ではなく連続する変化量として把握することが可能になる。厳密に言えば、これによって得られる密度分布は連続量ではなく離散量であるが、グリッドを十分に細かくすれば都市的スケールにおいては連続量とみなしてよい。

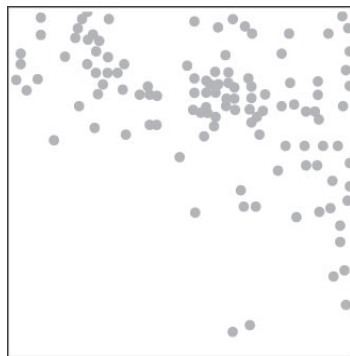


範囲を移動しながら計算する、連続的密度分布

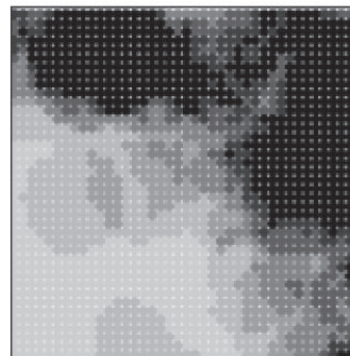
図2、連続的密度分布の計算方法

連続的密度分布によって可能となること

地図上の表現・密度分布を構造化して把握すること：グリッドの交点に与えられた密度を高さとして表現すれば、密度分布をあたかも等高線のように地図上に表現することが可能になる。これにより、分布密度が高い部分を山、台地、尾根のように、低い部分を平野、盆地、谷のように直感的に把握しやすい地形的構造として理解することが可能になる。例えば、左図のような点分布から右図のような等高線の図を得ることができるようになる。



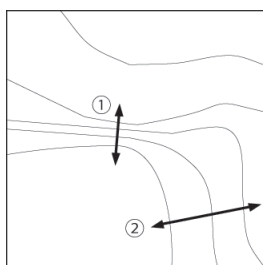
施設密度点分布



施設密度等高線

図3、施設の点分布と密度等高線

都市の変化を把握すること：密度分布を地形として理解することで、等高線の密な部分を都市の様相が急激に変化する部分、等高線が疎な部分は都市の様相がゆるやかに変化する部分として把握することが可能になる。



◀ 等高線

- ① 等高線が急…都市の変化が急
- ② 等高線が緩やか…都市の変化が緩やか

図4、密度等高線の概念

4. 連続的密度分布の定義

注目点における分布密度の定義：対象とする施設の分布がプロットされている地図上の任意の点（注目点と呼ぶ）を中心とした半径 r の円を描く。この円内に含まれる施設の数 n を円の面積 $S = \pi r^2$ で除せば、一般的な意味での施設密度が計算できる。

$$\text{施設密度} = \frac{\text{円内に含まれる施設の数}}{\text{円の面積 } S (= \pi r^2)} \quad (\text{計算式1})$$

しかし、この計算方法では、図-5に示すような二つの状況は同程度の密度となり、施設分布の偏りによる差異を把握することはできない。より厳密に注目点における密度を把握しようとするならば、注目点に近い施設はより重く評価されるようにすべきである。

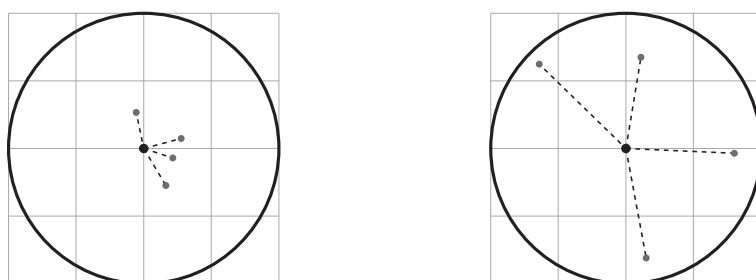
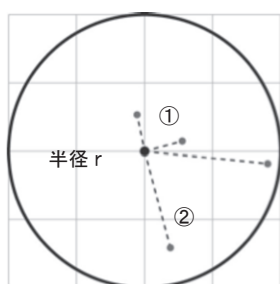


図5、異なる2つの密度分布

そこで、ここでは次のように密度を定義し、注目点に近い施設を重く、遠ざかれば軽く評価されるようにする。

$$\text{施設密度} = \sum_{i=1}^n \left\{ 1 - \left(\frac{\text{注目点と施設の距離 } l_n}{\text{円の半径 } r} \right)^2 \right\} \quad (\text{計算式2})$$



- ◀ 施設密度
 ① 注目点に近い…重く評価
 ② 注目点から遠い…軽く評価

図6、重みづけした評価方法

連続的密度分布の計算方法：対象とする地図にグリッドを描き、全てのグリッド交点における施設分布密度を計算する。この時、グリッドの間隔 L と円の半径 r の設定により出力結果は異なることになる。間隔 L と半径 r は任意に設定できるので、対象とする施設の数や分析を行う精度に応じて選択することができる。基本的にグリッドの間隔 L は地図の解像度であり必要に応じて適切な解像度を設定すればよいが、半径 r の設定は単純に決定することが難しい。半径 r が小さすぎれば施設の分布図と変わらず、大きすぎれば分布の傾向が読み取れないほど出力結果がぼやけてしまうからである。半径 r を変えながら出力結果を検討したところ、対象とする施設間の平均距離を半径 r とすると施設分布の傾向が読み取りやすいということがわかった。

連続的密度分布の地図表現：グリッド交点において計算された分布密度は地図上に濃淡を持つ点として表現することで、視覚的かつ直感的に把握可能となる。

ここでは、分布密度の平均値を中心にして標準偏差の2倍までを10段階に分割して地図上に

表現することとした。標準偏差の2倍の範囲を外れるものは10段階のうち最も密度が高いもの、あるいは低いものに含めることとしている。

5. 名古屋中心市街地における自動販売機の密度分布

ここでは、名古屋中心市街地に設置されている自動販売機の密度分布を見ることとした。自動販売機のように個人が自由に設置することができる機器や設備は日常的に営まれる経済活動や町の特徴を反映していると考えられるが、正確な設置データが存在しない。本研究では、栄地区を中心とした市街地の自動販売機の全数調査を行い、それらの分布密度データを作成した。グリッドのスケールLは10m、注目点における計算半径rは100mである。

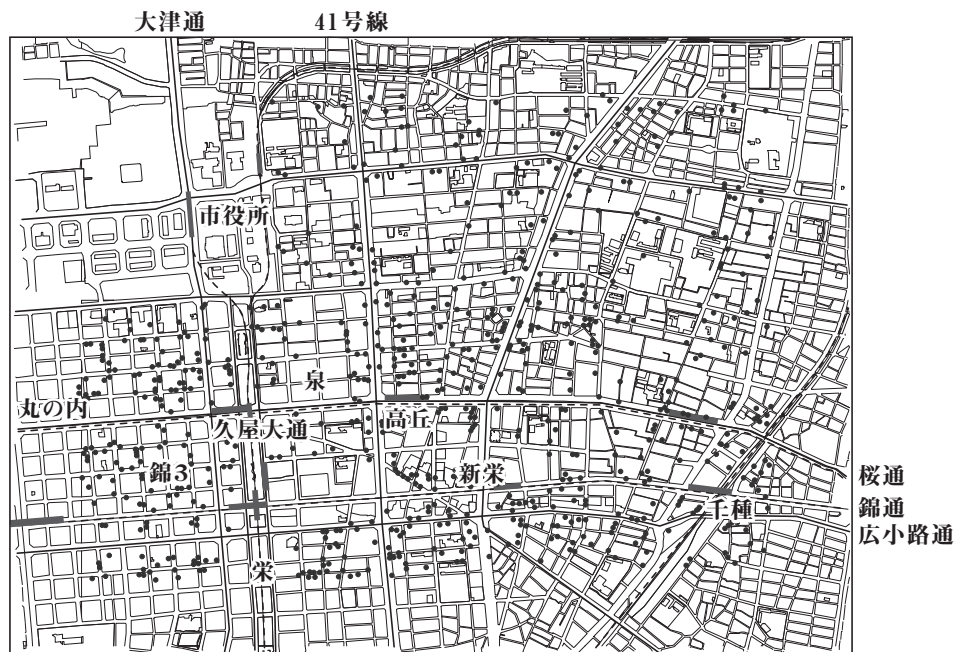


図7、名古屋中心市街地における自販機の分布

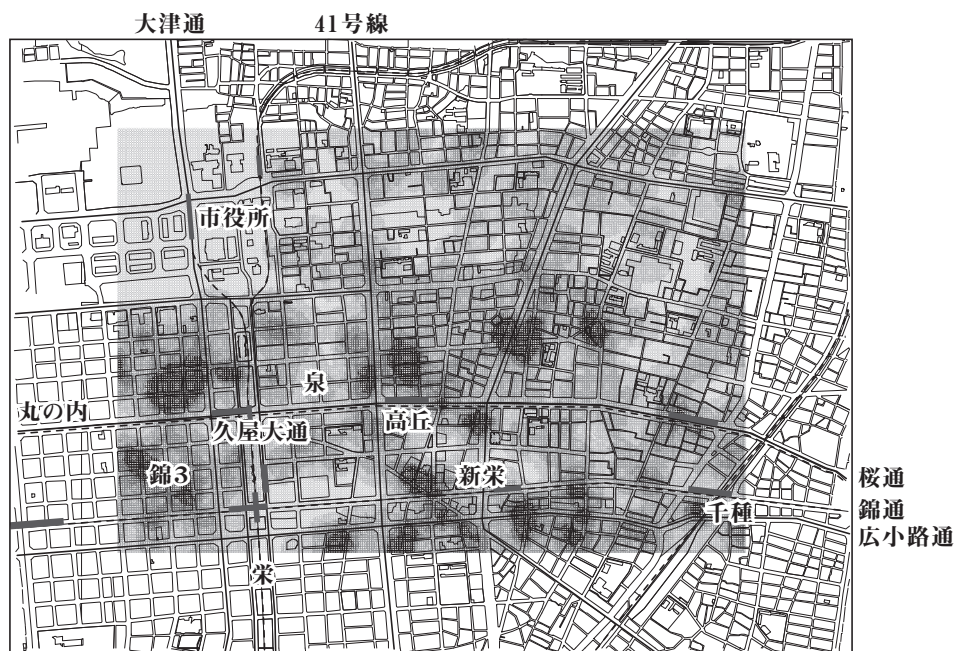


図8、自販機の密度分布

図6は自動販売機を地図上にプロットしたものである。一般的に自動販売機はいたる所に設置されていると認識されているように思われるが、これを見ると一様に分布しているわけではなく、設置される密度には地区によって大きな差があることがわかる。図7は、図6のプロット図を分布密度に置き換えて表したものである。これにより大きな分布の構造が読み取りやすくなっていることがわかる。

例えば、栄地区では「広小路」「錦通」「桜通」「大津通」などの主要な街路沿いでは自動販売機の設置密度は低く、それらの街路から一本内側に入った地域(例えば「錦3」と呼ばれる地域など)に密度高く設置されていることがわかる。同様に「久屋大通公園」の周辺も密度が低く、それに続く東側の泉地区も分布密度は低い。更に東を見ると、「41号線」沿いで再び密度が上昇し、その東側の新栄地区にかけては栄中心市街地とは異なる分布傾向を示す。栄中心市街地では、主要街路沿いの密度が低かったが、逆に「新栄」から「千種駅」周辺にかけては、「広小路」「錦通」周辺に設置密度の高い地域が見られるようになる。このように一つの幹線道路沿いでも中心市街地から遠ざかるに従って大きく特徴が変わっていくことが理解できる。

6. 分布密度の変化

上述のように分布密度は等高線のように表現できる。密度分布を地形として理解することで、等高線の密な部分を都市の様相が急激に変化する部分、等高線が疎な部分は都市の様相がゆるやかに変化する部分として把握することが可能になる。

ここでは、分布密度はグリッド交点ごとに計算された離散データであるので、等高線の粗密は隣接する(または近接する)交点における密度の差を計算することで把握できる。すなわち隣接する交点における密度の差が大きければ、その間で急激な変化が起きていることになる。逆に密度の差が小さければ、その間では大きな変化が起きていないと理解することができるわけである。

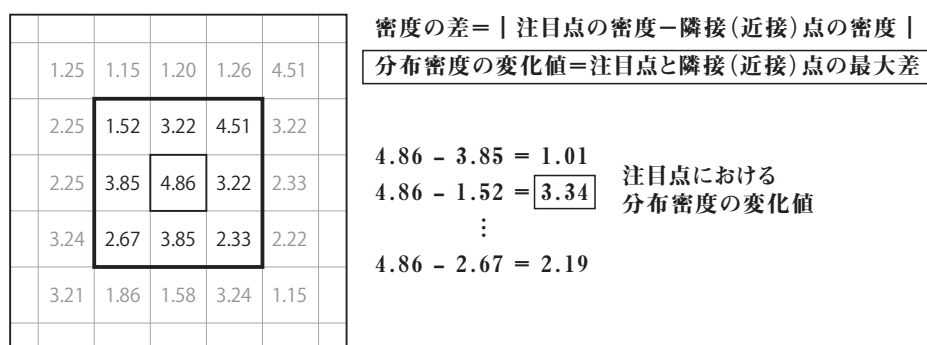


図9、密度変化の計算方法

7. 自販機の分布密度変化から見た名古屋中心市街地の様相

図9は、図7の密度分布図から、密度が急激に変化する部分を抽出したものである。色の濃い部分が、自販機の設置密度が急激に変化している部分を示している。

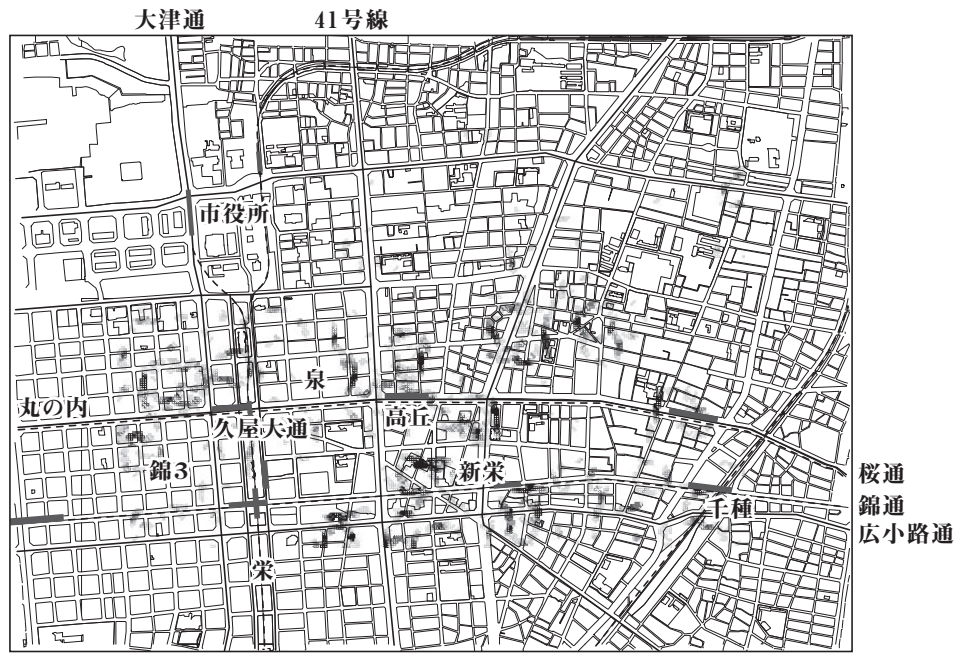


図10、自販機の分布密度変化

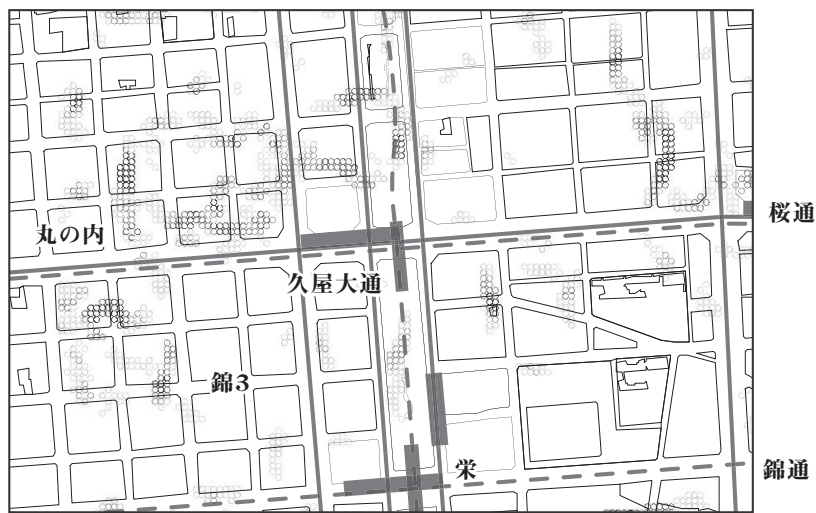


図11、名古屋中心市街地における自販機密度分布の変化

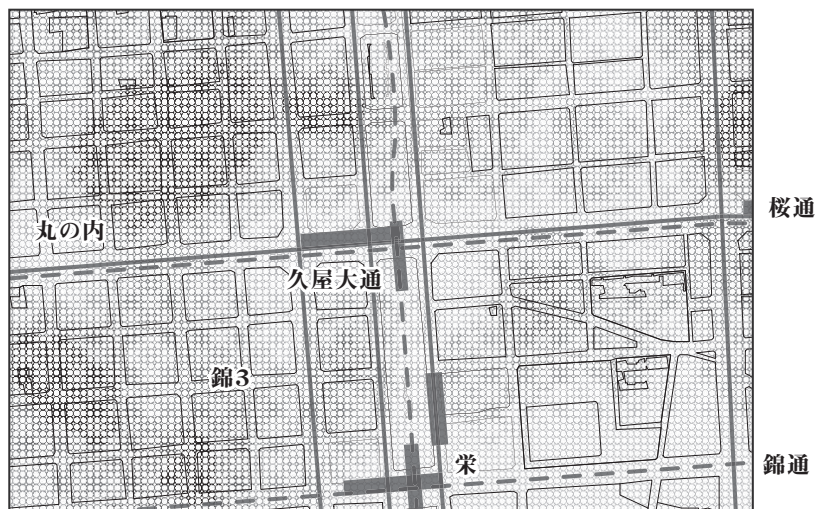


図12、名古屋中心市街地における自販機密度分布

この変化は都市の微細な構造を表しているので、クローズアップして読み取る必要がある。図10は、栄地区の「桜通」周辺を拡大したものである。これを見ると、「桜通」南北とも一本内側に入ったところで自動販売機の設置密度が急激に変化していることがわかる。南側は歓楽街であり、北側は中小規模の事務所ビルが密集する業務地区である。どちらも「桜通」沿いの街並みとはスケールや雰囲気が大きく異なることは日常的な実感にも即しており、自動販売機の現れ方が町の特徴の一つの側面を良く反映していると解釈してよいように思われる。

このように、ある特定の施設や事物の分布密度とその変化を見ることにより、私たちが漠然と感じている町や地域・地区の特徴を把握することができる。着目している施設や事物が、それらが表象している町の様相の原因であるのか結果であるのか(あるいは原因もあり結果でもあるのか)検討する必要はあるが、要素・要因を定量的に把握しながら解釈できるということは、都市計画にとって非常に魅力的な手法となりうるのではないかと考える。

8. 結論

本研究で検討した連続的分布密度を用いて施設分布の密度を地図上に等高線のように描き、視覚的かつ直感的に密度の変化を把握する方法を示した。更に、密度の落差を計量することで、都市において大きく様相が変化する部分を定量的に把握することができることを示した。

日常的に町の中を移動している時(例えば中心市街地から周辺住宅地へ移動する時)、私たちは町の様相が変化していくことを直感的に理解している。この様相の変化を感じさせる要因の一つに、町の中に点在する様々な事物の出現頻度があげられる。例えば看板や木造住宅の出現頻度は、その場所が商業地域であるか住宅地であるかを明瞭に表す指標となっているであろう。本研究で示した方法は、このように直感的に、しかし、漠然と感じている町の様相の変化を、分布密度という視点から要因を具体的に特定しながら定量的に把握する可能性を持つと考えている。

今後、本手法の理論的側面を強化しながら、都市に出現する様々な事物の分布密度からどのように都市の様相を読み解くことができるかを検討していきたい。特に本研究助成により、ベースとなるデジタル地図データの範囲を名古屋だけではなく東京、大阪と拡張することができた。今後は、日本の三大都市圏を対象に分析を進めていくことができる。助成をいただいた日比科学振興財団には深く謝意を表します。