

北九州市における地域施設の分布に関する研究

北九州市立大学大学院社会システム研究科 教授 谷村秀彦
筑波大学知的コミュニティ基盤研究センター 助教授 歳森敦

Working Paper Series Vol. 2003-20
2003 年 8 月

この Working Paper の内容は著者によるものであり、必ずしも当センターの見解を反映したものではない。なお、一部といえども無断で引用、再録されてはならない。

財団法人 **国際東アジア研究センター**
ペンシルベニア大学協同研究施設

北九州市における地域施設の分布に関する研究

北九州市立大学大学院社会システム研究科 教授 谷村秀彦
筑波大学知的コミュニティ基盤研究センター 助教授 歳森敦

要旨

点の分布として表現される施設の分布パターンを視覚化する方法として、カーネル法によって連続空間上の密度を推定する手法を採用し、北九州市の地域施設分布を分析した。北九州市全域を収める地理情報システム(GIS)において 2002 年時点の施設立地データベースを構築し、それを元にカーネル法で施設の密度を市全域で計算した。施設密度と人口密度との比較によって施設分布の集中性を、施設が集積する中心地の数の多少によって分布の多核性を判別し、施設ごとの類型化をおこなった。また、施設の分布パターンから地域ごとの分布の特徴を検討し、施設分布と都市構造の現状を考察した。

目次

1. はじめに	1
2. 施設密度の推定の方法	3
(1) 連続的な密度による分布パターン表現の意義	3
(2) カーネル法による2次元平面上の確率密度推定	3
(3) 平滑化パラメータの推定	7
3. 地域施設データベースの構築	9
(1) 基盤的地図情報の整備	9
(2) 公共施設の立地座標の取得	9
(3) タウンページデータベースによる施設立地座標の取得	10
4. 施設密度の推定結果	15
(1) 基準としての人口密度の推定	15
(2) 密度表現による施設分布のパターン	15
5. まとめ	46
参考文献・巻末注	50

1. はじめに

(1) 研究の目的

北九州市は歴史ある産業都市であり、都市の発展過程とともに地域施設の整備が進められてきた。他の大都市と同様、過去からの蓄積としての施設分布・施設整備水準の現状と未来に向けて必要となる地域施設の乖離は、北九州市の今後の発展にとって重要な要素である。

本研究は地域施設分布の現状、過去からの変化を計量的・記述的に分析することを通じて、過去からの蓄積が現在の都市構造の形成に及ぼした影響、施設分布と都市構造の現状の把握、現在あるいは将来生じるであろう需要との乖離を分析する。

研究成果としては、北九州市の地域施設分布の変化からの施設の類型化、地域の類型化を行い、最終的には都市の成長と施設分布の変化を照合した総合的な分析から、今後、北九州市のバランスのとれた成長を持続するための政策指針について考察する。

(2) 研究の方法

研究方法は北九州市全域を収める地理情報システム(GIS)において、実際の施設立地データベースを構築すると共に、施設座標の分布をもとに統計的な手法を用いて連続空間上の施設密度を推定する。推定された施設密度から施設別・年代別の類似度を計算し、多次元尺度構成法を適用することで、施設の年代ごとの相対的な類似が空間的に表現される。分析手法自体は、研究代表者らが他地域を対象として研究を進めてきた方法を展開するものであるが、政令指定都市全域を対象に分析をおこなうのは初めての試みである。

建築計画学、都市計画の分野において、地図上に施設をプロットしてその分布から地域の構造を分析することは、極めて基礎的な分析手法である。しかしながら、単なる地図上の粗密表現から、さらに踏み込んで数量的に地域施設分布を記述しようとする、分析単位への依存性(Modifiable Unit Problem)など手法上の問題があることが知られている。

研究代表者らは連続空間上の施設密度を推定するというアプローチによって、上記の問題を回避し、地域施設の空間分布、特にその経年変化を記述する方法を開発した。本研究はこの方法を用い、北九州市全域を対象として展開するものであり、広域における施設分布の変化がより明快な形であらわれることが期待される。

(3) 本報告の構成

本報告は、5章から構成される。本章「はじめに」の後、第2章には、本研究の理論的背景である「施設密度の推定の方法」を記述する。続く、第3章では、GISを用いた「地域施設

設データベースの構築」について説明する。第4章には、このデータベースから推定された施設密度の分布を視覚化して提示する。第5章は、以上の成果を踏まえて北九州市の施設分布から見た都市構造を把握し、施設類型、地域類型について考察を加えて、今後の政策指針について検討する。

2. 施設密度の推定の方法

(1) 連続的な密度による分布パターン表現の意義

施設分布に関する既往研究の多くは、施設分布の要因を明らかにして分布を予測するという方向で行われてきた。すなわち、施設立地の主要な要因（中心市街地、駅、幹線道路や核施設）を軸とする施設立地モデルの構築である。しかしながら、施設立地の要因と要因が立地に及ぼす影響の関数形を先験的に想定する方法は、想定から外れた分布を記述できない上、例えば駅中心の分布から道路沿いの分布への変化というような、要因そのものが変化するような現象を記述することが困難である。長期にわたる施設分布の変化のように、地域における施設の性格・位置づけが変わってしまうような枠組みの分析においては、要因究明型のアプローチではなく、データ記述型のアプローチが適切と言える。

データ記述型の施設分布分析方法には、ポイントパターン解析以来の伝統的な方法として、施設間の最近隣距離の分布や空間的自己相関を計測する方法などがあるが、多くの場合、分布パターンがランダムか否かを説明することしかできない (Boots and Getis 1988)。地域施設の分布はむしろランダムでない方が普通なので、ランダムか否かが判るだけでは十分とはいえない。

分布パターンの変化・比較という点に着目すれば、分布の類似度を定義して類似度データに対する多変量解析手法を適用するという方法が考えられる。すなわち複数の分布パターンの相対的な関係を数量化するというアプローチである。しかしながら、分布パターンを最近隣距離や駅からの距離という少数の特性値で表現して多変量解析を適用してもほとんどの場合、望ましい結果は得られない。また、どのような特性値を採用するかがでは分布パターンを説明するようなだけから得られる情報の量が、当該データを記述する上で十分ではなかったということであろう。そこで、与えられた施設の空間位置情報を欠落なく用いるために、対象地域のあらゆる点における施設の密度（アクセシビリティ）を計測・比較して分布パターン間の類似度を求める方法を本研究では採用する。

このような方法を **surface modelling** あるいは **surface-based method** と呼び、移動平均などの平滑化の手法によって、平面上で連続的に変化する変量としてデータを表現する点に特徴がある。距離に基づく重み付け関数によって人口密度分布を推定する (Bracken and Martin 1989, 1995, Bracken 1993) などの応用例がある。施設分布への適用例としては、カーネル法を用いた商業施設分布の分析 (貞広 1998) がある。

(2) カーネル法による2次元平面上の確率密度推定

カーネル法（核関数法）はある事象の生起点の分布から事象の確率密度を推定する方法である。生起点ごとにカーネルと呼ばれる関数を置き、事象の確率密度を全てのカーネル

の和として求めることで、観測値への適合性の高いノンパラメトリックな確率密度分布を推定する。カーネル関数によって生起点の近傍には高い確率密度が与えられるが、どの範囲までを近傍とするかを平滑化パラメータ（ウィンドウ幅、バンド幅などとも言う）によって調整する。以下、カーネル法の概要を Silverman (1986) と Simonoff (1996) に従って説明する。

確率変数 X の確率密度関数 f は

$$f(x) = \lim_{h \rightarrow 0} \frac{1}{2h} \Pr(x-h < X < x+h) \quad (1)$$

と定義される。密度 f から得られた大きさ n の無作為標本を $\mathbf{x} = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ とする。 f の推定値 \hat{f} は、 $(x-h, x+h)$ の区間で観測される標本数を $\#\{x_i \in (x-h, x+h)\}$ とすると、

$$\hat{f}(x) = \frac{1}{2nh} \#\{x_i \in (x-h, x+h)\} \quad (2)$$

として推定できる。これを変形すると

$$\hat{f}(x) = \frac{1}{nh} \sum_{i=1}^n K\left(\frac{x-x_i}{h}\right) \quad (3)$$

となる。ただし、 K は

$$K(u) = \begin{cases} \frac{1}{2} & \text{if } |u| < 1 \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases} \quad (4)$$

なる一様関数で、 $u = (x-x_i)/h$ とする。こうして推定される確率密度の推定値は、(4)式の形状から不連続であるという（望ましくない）特性を持っている。ただし、 f は K の和の形式で与えられているので、 K の（不）連続性や微分（不）可能性を継承する。すなわち K の関数の形状を変更することで、滑らかな確率密度関数を得ることができる。もともと、 x の近傍 ($h \rightarrow 0$) における推定量として一様関数カーネルを示したが、実際には h が 0 でないので、 x に近いほど大きな重みを与えるような連続的な関数をカーネル関数として採用する方が、近似推定量としての「効率」が良くなる。そこで、様々な形状のカーネル関数が提案されており、例えば正規分布に由来するガウス型カーネル

$$K(u) = (2\pi)^{-1/2} \exp\left(-\frac{1}{2}u^2\right) \quad (5)$$

を使用すれば、

$$\hat{f}(x) = \frac{1}{(2\pi)^{1/2} nh} \sum_{i=1}^n \exp\left\{-\frac{1}{2h^2}(x-x_i)^2\right\} \quad (6)$$

なるカーネル推定量が得られ、図 2 のように滑らかな密度関数が推定される。

K が負の値を持たず、積分すると 1 となるような関数であること、すなわち K が密度関数であることを仮定すると、 f も密度関数としての性質を持つ。この時、理論的に効率が最も良い¹カーネル関数はイパネクニコフ(Epanechnikov)・カーネル

$$K_1(u) = \begin{cases} \frac{3}{4}(1-u^2), & \text{if } |u| < 1 \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases} \quad (7)$$

であることが知られている。しかし、他のカーネルを用いても効率にさほどの差が無い（例えばイパネクニコフ・カーネルを 1 とするとガウス型カーネルは 0.9512）ため、通常は目的に応じて理論上あるいは数値計算上都合の良いカーネル関数を選択するⁱⁱ。

多変量の密度推定のためにカーネル法を拡張することは理論の上では容易である。 r 変量の確率密度のカーネル推定量は以下のように一般化できる。

$$\hat{f}(\mathbf{x}) = \frac{1}{n|\mathbf{H}|} \sum_{i=1}^n K_r[\mathbf{H}^{-1}(\mathbf{x} - \mathbf{X}_i)] \quad (8)$$

ただし、 \mathbf{H} は $r \times r$ の正則行列で、 $|\mathbf{H}|$ はその行列式の絶対値、 K_r はカーネル関数。ところが実用上は、 \mathbf{H} の構造に対する仮定あるいは \mathbf{H} の推定等において、困難な問題をはらんでいる。しかし、我々は 2 次元平面上の施設分布密度を表現するという局限された目的でのカーネル推定を考えているので、2 次元正規直交座標系上の方向性を持たない施設分布を想定すれば、

$$\mathbf{H} = \begin{pmatrix} h & 0 \\ 0 & h \end{pmatrix} \quad (9)$$

を仮定できる。この時、カーネル推定量は

$$\hat{f}(\mathbf{x}) = \frac{1}{nh^2} \sum_{i=1}^n K_2\left(\frac{\mathbf{x} - \mathbf{x}_i}{h}\right) \quad (10)$$

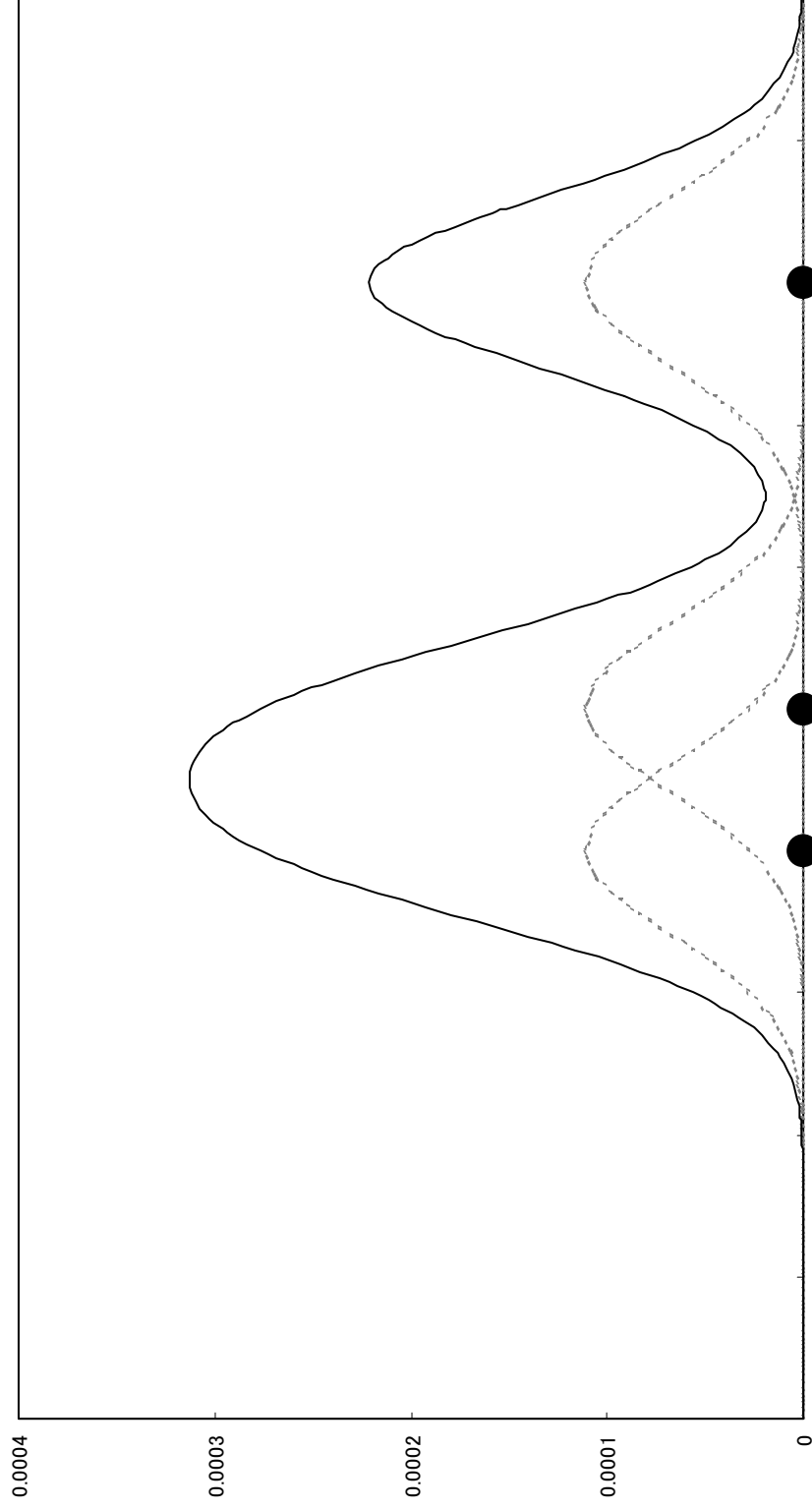
と表記できる。2 次元のガウス型カーネルは 2 次元正規分布をもとに

$$K_2(\mathbf{u}) = (2\pi)^{-1} \exp\left(-\frac{1}{2}\mathbf{u}^T \mathbf{u}\right) \quad (11)$$

であるので、ガウス型カーネルを用いた平面上のカーネル推定量は

$$\hat{f}(\mathbf{x}) = \frac{1}{2\pi h^2} \sum_{i=1}^n \exp\left[-\frac{1}{2h^2}(\mathbf{x} - \mathbf{x}_i)^T (\mathbf{x} - \mathbf{x}_i)\right] \quad (12)$$

となる。



(図1) ガウス型カーネルによるカーネル推定の概念図

(黒丸が標本, 破線が標本ごとに置かれたカーネル, ただし見易さのため高さは $1/2$, 実線が確率密度)

(3) 平滑化パラメータの推定

(12)式における未知パラメータは平滑化パラメータ h のみである。したがって、真の密度関数 $f(x)$ との差ができるだけ小さくなるように h を定めれば良い。真の密度関数 $f(x)$ と推定された密度関数 $\hat{f}(x)$ との差を示す測度として、数学的な取り扱いが最も単純な測度は二乗誤差 SE,

$$SE = [\hat{f}(x) - f(x)]^2 \quad (13)$$

あるいは、定義域に関する期待値である平均二乗誤差 MSE であろう。

$$MSE = E[\hat{f}(x) - f(x)]^2 \quad (14)$$

関数の定義域全体での正確さは、積分二乗誤差 ISE

$$ISE = \int [\hat{f}(x) - f(x)]^2 dx \quad (15)$$

とその定義域に関する期待値である平均積分二乗誤差

$$MISE = E\left[\int \{\hat{f}(x) - f(x)\}^2 dx\right] \quad (16)$$

によって測ることになる。ここで、(15)式を展開すると

$$ISE = \int \hat{f}(x)^2 dx + \int f(x)^2 dx - 2 \int \hat{f}(x)f(x)dx \quad (17)$$

を得るが、右辺第2項は $\hat{f}(x)$ を含まないので無視できる。右辺第3項は明らかに推定密度関数の期待値 $-2E[\hat{f}(x)]$ であるが、これを標本から求めるためにクロスバリデーション原理を使用する。クロスバリデーション原理とは、 $\{x_1, \dots, x_n\}$ の無作為標本から i 番目の標本を除いて推定した密度関数を $\hat{f}_{-i}(x_i)$ とすると、

$$E[\hat{f}(X)] = E[\hat{f}_{-i}(x_i)] \quad (18)$$

が成立することであり、すなわち、

$$\int \hat{f}(x)f(x)dx = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \hat{f}_{-i}(x_i) \quad (19)$$

となる。したがって、ISE を最小にするような平滑化パラメータを選択するためには、以下の最小二乗クロスバリデーション基準(CV)を最小化すればよい。

$$CV = \int \hat{f}(x)^2 dx - \frac{2}{n} \sum_{i=1}^n \hat{f}_{-i}(x_i) \quad (20)$$

以上がカーネル法の推定において用いられることが多い最小二乗クロスバリデーションである (Parzen 1962)。しかし、CV は積分の項を含むため、このままでは計算量が大きくなってしまふ。ガウス型カーネルを採用したカーネル法の場合は畳み込みを用いた簡単化

の方法が知られているが、本研究においては Kullback-Leibler 情報量による基準を採用する。尤度原理に従うと推論は尤度に基づいて行われるべきであり、真の密度関数 $f(x)$ と推定された密度関数 $\hat{f}(x)$ との、尤度に基づく距離測度は、Kullback-Leibler 情報量 KL によって以下のように定義できる。

$$\begin{aligned} KL(f, \hat{f}) &\equiv \int f(u) \log \frac{f(u)}{\hat{f}(u)} du \\ &= \int f(u) \log[f(u)] du - \int f(u) \log[\hat{f}(u)] du \end{aligned} \quad (21)$$

右辺第 1 項には \hat{f} が含まれないので、カーネルパラメータの推定にあたっては第 2 項のみに注目すればよい。クロスバリデーション原理を同様に適用すると

$$\int f(u) \log[\hat{f}(u)] du = E \left[\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \log \{ \hat{f}_{-i}(x_i) \} \right] \quad (22)$$

から尤度クロスバリデーション基準(KLCV)

$$KLCV = \sum_{i=1}^n \log [\hat{f}_{-i}(x_i)] \quad (23)$$

を得る。(12)式から i 番目の標本を除いた推定密度

$$\hat{f}_{-i}(x) = \frac{1}{2\pi(n-1)h^2} \sum_{j \neq i} \exp \left\{ -\frac{(x-x_j)^2}{2h^2} \right\} \quad (24)$$

を(23)式に代入すると、以下のような変形ができる。

$$\begin{aligned} KLCV &= \sum_{i=1}^n \log \left[\frac{1}{2\pi(n-1)h^2} \sum_{j \neq i} \exp \left\{ -\frac{(x-x_j)^2}{2h^2} \right\} \right] \\ &= \text{const} - 2n \log h + \sum_{i=1}^n \log \sum_{j \neq i} \exp \left\{ -\frac{(x-x_j)^2}{2h^2} \right\} \end{aligned} \quad (25)$$

結局、目的関数は以下のようなになる。

$$\max_h -2n \log h + \sum_{i=1}^n \log \sum_{j \neq i} \exp \left\{ -\frac{(x-x_j)^2}{2h^2} \right\} \quad (26)$$

この基準を最大化するような h は解析的に得られないので、平滑化パラメータは数値的な最適化によって求めることになる。

3. 地域施設データベースの構築

(1) 基盤的地図情報の整備

地域施設データベースは施設名や住所のような文字情報だけでなく、施設所在地の位置情報（地図上の座標）を市区や町丁目のような行政界の位置や道路網の情報と併せて参照可能なシステムとして蓄えるものであり、いわゆる地理情報システム(GIS)に基づくアプリケーションである。本研究ではパーソナルコンピュータ上で動作する MapInfo Professional と当該システム用開発言語である Map Basic(共に MapInfo 社;<http://www.mapinfo.co.jp/>) を使用し、北九州市の市域全体を収める地域施設データベースを構築する。行政界や道路網と重ね合わせて分析を加えることで、既存統計情報との照合や現実的な道路移動を想定した施設分布の評価が可能となる。

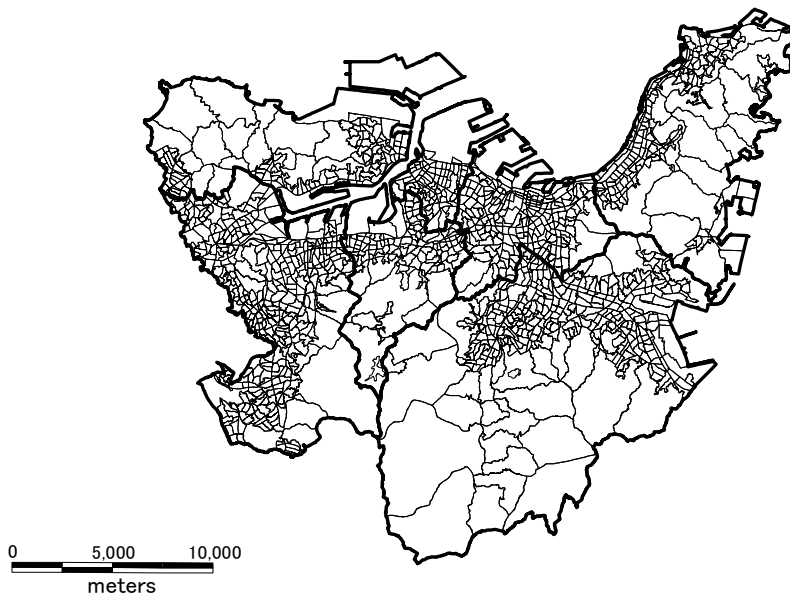
行政界、道路網などの基礎的な地図情報は国土地理院による「数値地図 2500」を使用した。これは国土基本図をもとに国土地理院がベクトル化した地図情報であり、CD-ROM として市販されているほか、国土地理院の Web サイトで試験的な閲覧サービスとして公開されており、無償でダウンロードが可能である(<http://www.gsi.go.jp/SERVICE/index.html>)。データはテキストファイルながら独自形式であり、MapInfo で使用するためにデータ形式を変換するプログラムを作成した。図 2 は、基盤的情報として整備した北九州市の市区界・町丁目界である。なお、本研究では施設密度推定の際の数学上の問題を避けるため、市域の島部を分析対象から除いた。

図 3 は市内の道路ネットワークである。数値地図から得られる対象地域内の道路網はノード数 47887、アーク数 62214 で構成されているが、高速道路・都市高速道路を除き、さらに図郭境界などネットワーク構成上無意味なノードとアークを整理すると、最終的にノード数 37259、アーク数 54756 のネットワークを構成する。

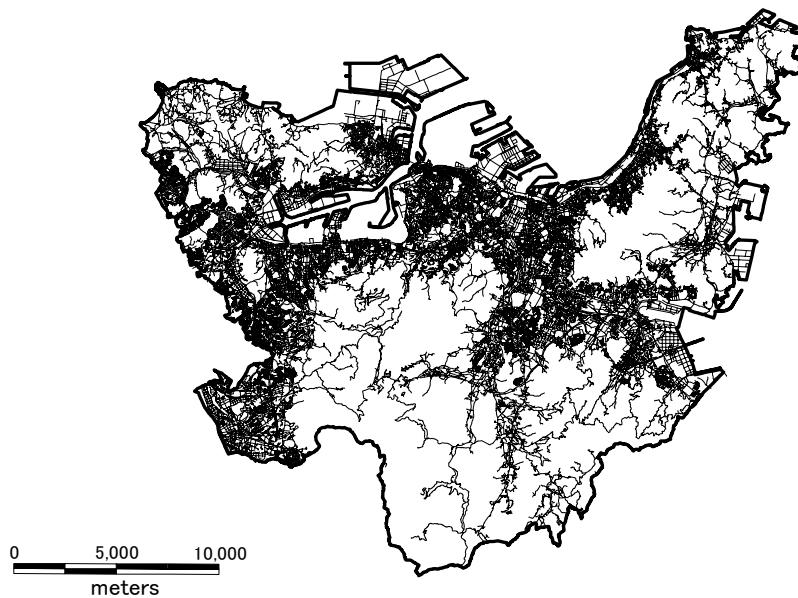
(2) 公共施設の立地座標の取得

上記、数値地図 2500 には施設の位置情報が欠けているため、地域施設データベースの構築には研究対象とする全ての地域施設の地図上の座標を入力する必要がある。このうち、公共施設については、同じく国土地理院による「数値地図 25000 (地名・公共施設)」に国・地方の行政機関、保健所、警察署・派出所等、消防署、学校、病院、郵便局等の経緯度が収録されているので、これを MapInfo にインポートした。当該情報は 2001 年 10 月現在のものである。

数値地図からデータを得た北九州市内の公共施設数は 17 種 724 箇所であり、内訳は博物館・科学館 3、図書館 4、文化会館等 5、国の機関 49、県の機関 10、市の機関 8、保健所 6、警察署等 101、消防署 29、学校 276 (小学校 136、中学校 75、高等学校 41、大学短大・高



(図2) 基盤的情報として整備した町丁目界



(図3) 同 道路ネットワーク

専 14, その他 10), 病院 88 (一般病院 74, その他 14), 郵便局 145 である.

(3) タウンページデータベースによる施設立地座標の取得

本研究では公共施設のみならず民間の小売施設等も研究対象としている. これらの一覧および座標はタウンページデータベースに依った. タウンページデータベースは職業別電

話帳の掲載データを元にして NTT が提供する商用データベースサービスであり、アドレスマッチング技術によって登録住所から施設所在地の経緯度を機械的に付与したデータを購入することができる。本研究では、先行研究の事例を参考に表 1 に示した業種に関する 2002 年 9 月現在の北九州市内分のデータ 15,919 件を購入した。タウンページデータベースでは業種を 64 の基本分類と約 1800 の詳細分類で分類している。

電話帳の仕組上、同一電話番号に対して追加料金の支払いにより 2 つ以上の項目を掲載可能であるため、同一施設に対して複数のレコードが存在する場合がある。このような重複エントリが 1448 施設で 3305 件あり、その他経緯度が付与されなかったレコード 5 件、対象地域外 10 件を除いて、最終的に用いた施設数は 43 業種 14,037 件となった。以下は重複エントリとして一本化する際の判断ルールとその件数である（複数の事項に該当する例があるので合計は一致しない）。同一施設に対して複数の番号が掲載される場合も同様に一本化した。

- ・診療所・病院と老人福祉施設、介護サービス（在宅・施設）、エステティックサロンが併設されている場合は別施設とした 10 施設 20 件
- ・婦人服店と子供服店、紳士服店、化粧品販売が重複するケースは婦人服店とする 8 施設 16 件
- ・美容院と理容店、化粧品販売が重複するケースは美容院とする 25 施設 50 件
- ・エステティックサロンと美容院、化粧品販売、薬局・薬店が重複するケースはエステティックサロンとする 30 施設 61 件
- ・コンビニエンスストアと酒店、米店、食料品店、薬局・薬店が重複するケースはコンビニエンスストアとする 31 施設 63 件
- ・薬局と薬店は同一分類とし、これらと化粧品販売が重複する場合は薬局・薬店とした 15 施設 30 項目
- ・米店と酒店は同一分類とする、これらが重複する場合の 2 件目を除いた、26 施設 52 件
- ・スーパーマーケットと食料品店、酒屋、米屋、薬店、鮮魚店、食肉店、すし屋が重複するケースはスーパーマーケットとする 7 施設 15 件
- ・食料品店と酒店、米店、青果物店が重複するケースは食料品店とする 14 施設 29 件
- ・電器店と CD、パソコンショップが重複するケースは電器店とする 5 施設 10 件
- ・レンタルビデオ店と CD 店、書店が重複するケースはレンタルビデオ店とする 5 施設 12 件
- ・書店と CD、古本が重複するケースは書店とする 4 施設 8 件
- ・古本と貸本は同一分類とする。これらが重複する場合の 2 件目を除いた 3 施設 6 件
- ・カラオケボックスと喫茶店、居酒屋が重複するケースはカラオケボックスとする 2 施設 4 件
- ・銭湯とスポーツ施設が重複するケースは銭湯とする 2 施設 4 件
- ・労働金庫と銀行は同一分類とする。これらが重複する場合の 2 件目を除いた 5 施設 10 件

- ・塾・進学教室と予備校，幼児教室は同一分類とし，これらが重複する場合の 2 件目を除いた． 30 施設 60 件
- ・英語スクールと英会話教室，外国語スクールは同一分類とし，これらが重複する場合の 2 件目を除いた． また，これらと塾・進学教室，幼児教室，予備校との重複は英語スクールとする． 25 施設 56 件
- ・介護サービス（施設），老人保健施設は同一分類とし，これらが重複する場合の 2 件目を除いた． 32 施設 67 件
- ・診療所・病院が複数の診療科目を標榜することで重複エントリを持つ場合の 2 件目以降を除いた． 523 施設 1372 件
- ・同一施設が同一業種内で複数のエントリを持つ場合（略称と正式名称など）は 2 件目以降を除いた 673 施設 705 件
- ・ 5 オブジェクトに位置情報がなく，研究対象から除外した．

(表 1) 分析対象とした業種および施設数

種別	施設名	施設数
衣料品	子供服店	29
	婦人服店	247
	紳士服店	44
化粧品	化粧品販売	420
食品	米店・酒店	1,034
	食肉店	265
	青果物店	350
	鮮魚店	411
	食料品店	250
飲食店	うどん・そば店	264
	すし店	400
	ファーストフード	91
	ファミリーレストラン	37
	喫茶店	436
	居酒屋	665
学習	英会話・外国語スクール	97
	古本・貸本	67
	書店	122
	塾・進学教室・予備校	342
家電	パソコンショップ	30
	電器店	481
量販	コンビニエンスストア	314
	スーパーストア	239
医療・保健	診療所・病院	1,078
	歯科	623
	薬局	889
サービス	クリーニング	533
	エステティック	167
	美容院	1,499
	銭湯	59
	理容店	947
娯楽	映画館	14
	カラオケボックス・ルーム	91

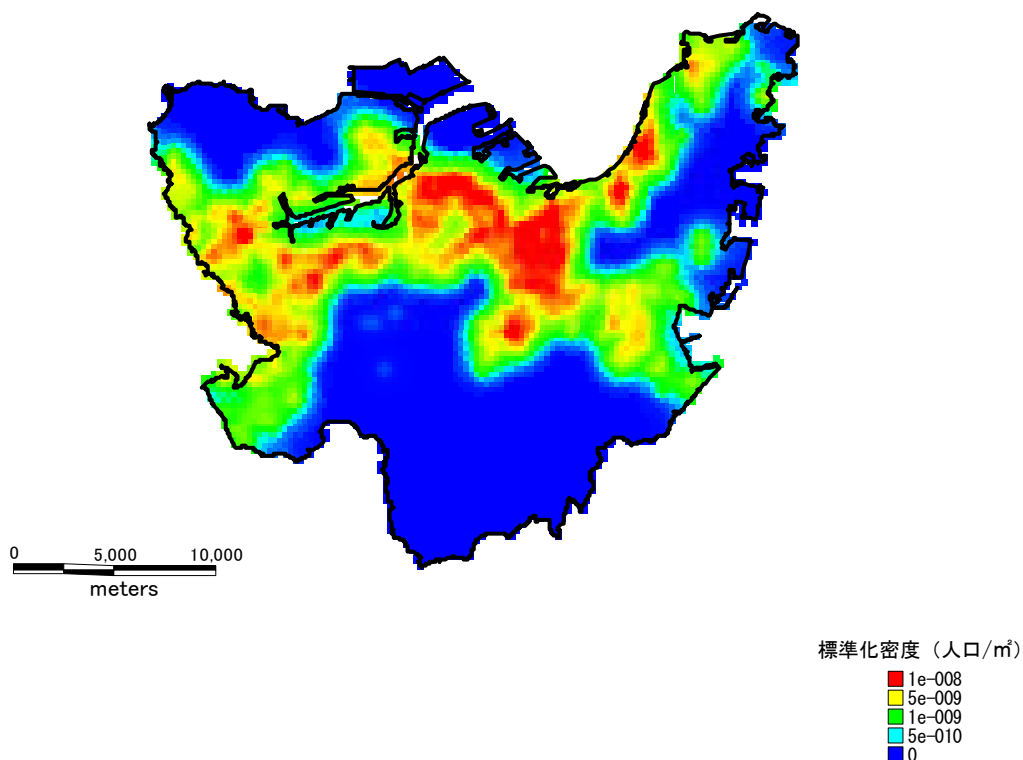
種別	施設名	施設数
	パチンコ・スロット店	109
	レンタルビデオ・CD	79
	CDレコード店	30
	スポーツクラブ	59
金融	銀行・証券	235
	金融業	311
介護	介護サービス(在宅)	191
	介護サービス(施設)	142
社会教育	博物館・科学館	3
	図書館	4
	文化会館	5
行政	行政機関(国)	49
	行政機関(県)	10
	行政機関(市・区)	8
	保健所	6
	警察	101
	消防	29
	郵便局	145
教育	幼稚園	118
	保育園	228
	小学校	136
	中学校	75
	高校	41
	高専・短大・大学	14
	その他の学校	10
病院(再掲)	一般病院	74
	その他の病院	14
合計		14,761

4. 施設密度の推定結果

(1) 基準としての人口密度の推定

3章の方法で施設の密度を推定するが、その前に標準的な都市内の密度分布パターンとして人口密度を用いることを考える。2000年の国勢調査による町丁目別人口と町丁目面積から人口密度を求めると図4のようになる。本来、町丁目単位で得られた人口密度と点の分布として得られる施設分布パターンは物理量としての次元も地理的な集計単位も異なるため、図を照合しての直観的な比較分析しかできないが、施設分布を密度として推定することで同一の土台で比較検討できるようになった。

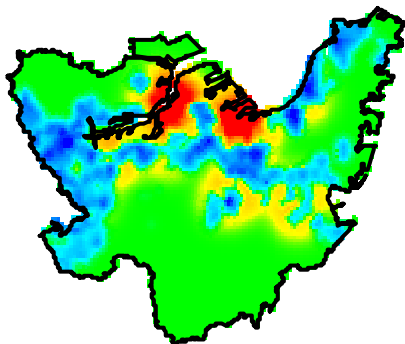
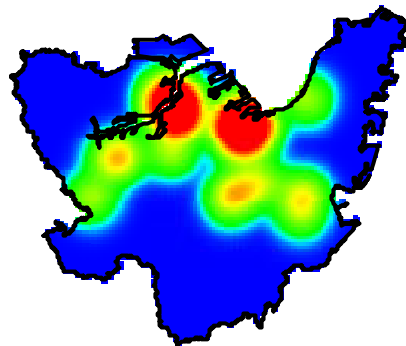
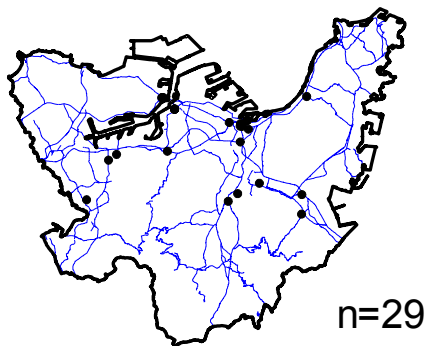
なお、施設密度と比較できるように人口密度は対象地域内を積分すると1となるように基準化した。すなわち、総人口に対する町丁目人口の比を面積で除した値をここでは人口密度と称している。この変換によって施設密度と人口密度の次元が揃い、差分をとることが可能となる。



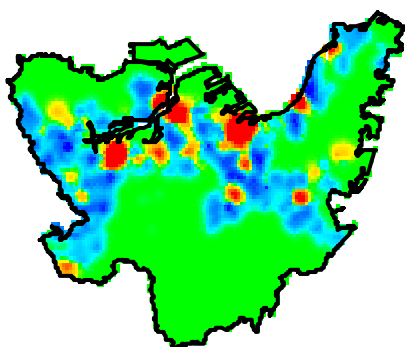
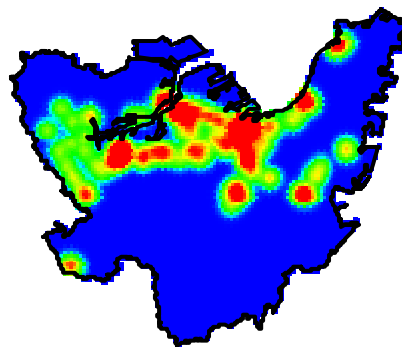
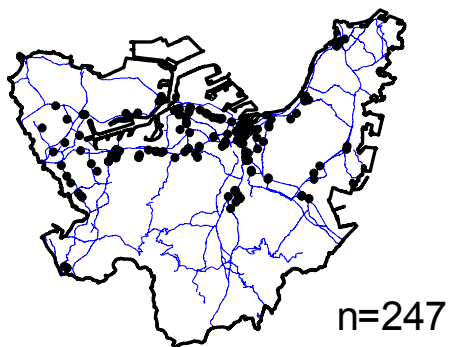
(図4) 人口密度

(2) 密度表現による施設分布のパターン

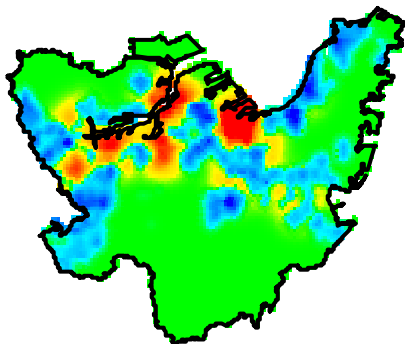
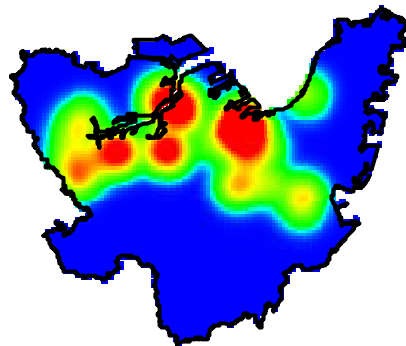
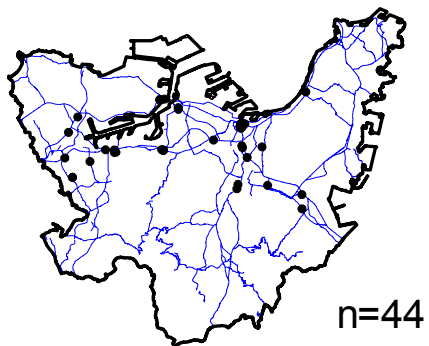
業種別の施設分布の散布図とカーネル法による推定密度を図化した。以下では、すべての業種について、散布図、施設密度、人口密度との差を示す。



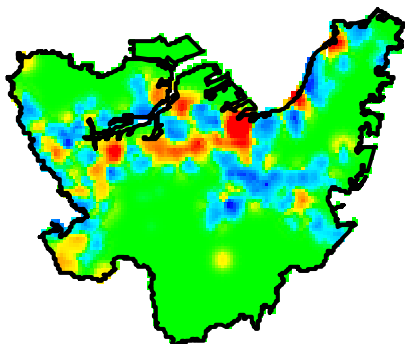
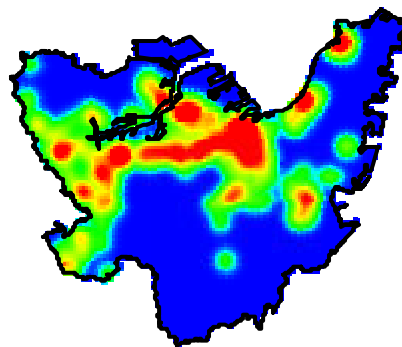
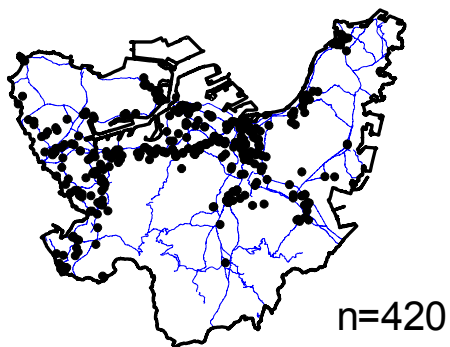
(図5) 子供服店の分布パターン
 左上：施設散布図，右上：施設密度図
 左下：人口密度との差分



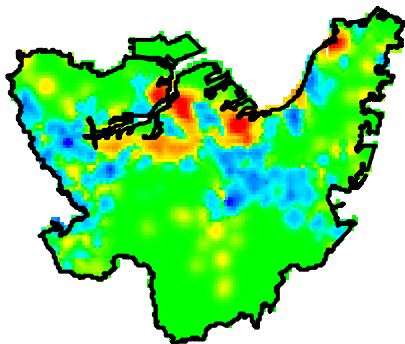
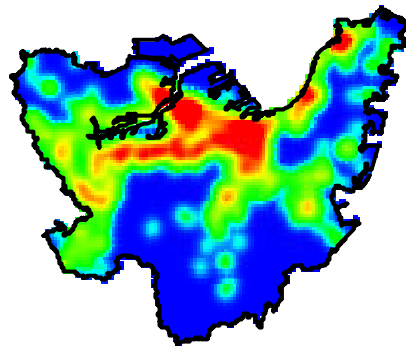
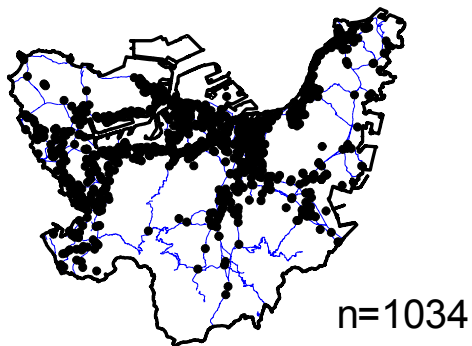
(図6) 婦人服店の分布パターン
 左上：施設散布図，右上：施設密度図
 左下：人口密度との差分



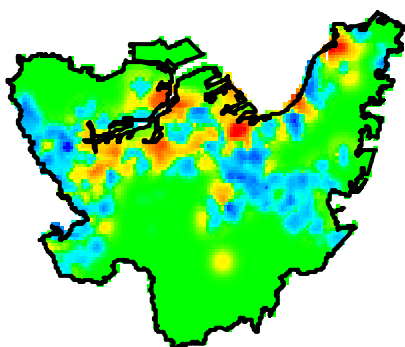
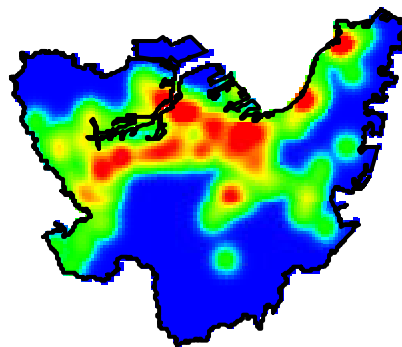
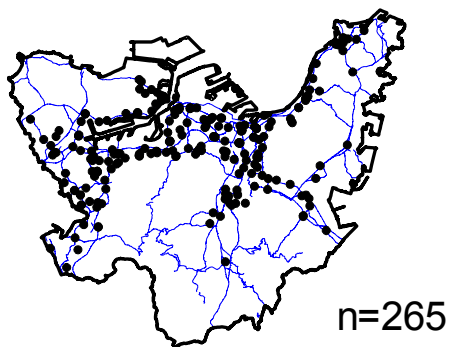
(図7) 紳士服店の分布パターン
 左上：施設散布図，右上：施設密度図
 左下：人口密度との差分



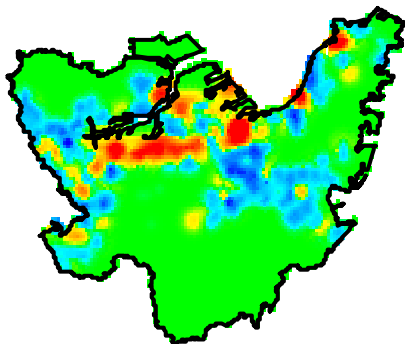
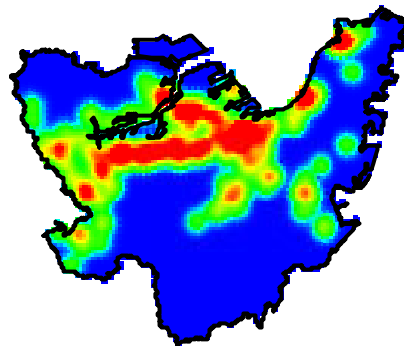
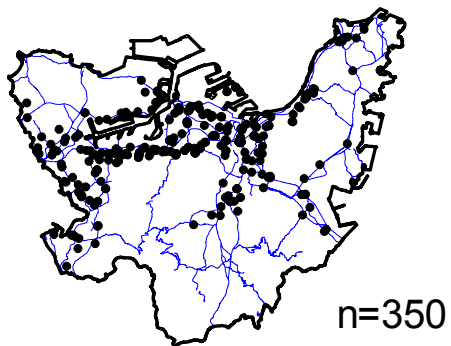
(図8) 化粧品店の分布パターン
 左上：施設散布図，右上：施設密度図
 左下：人口密度との差分



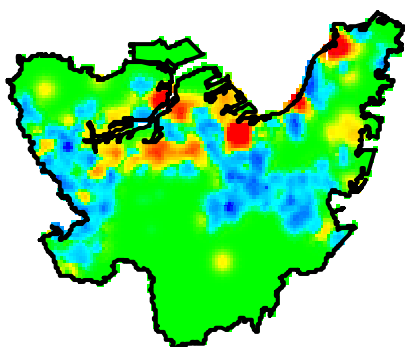
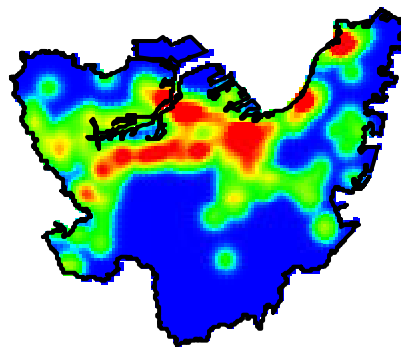
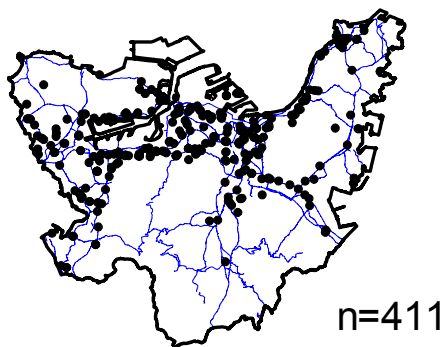
(図9) 米店・酒店の分布パターン
 左上：施設散布図，右上：施設密度図
 左下：人口密度との差分



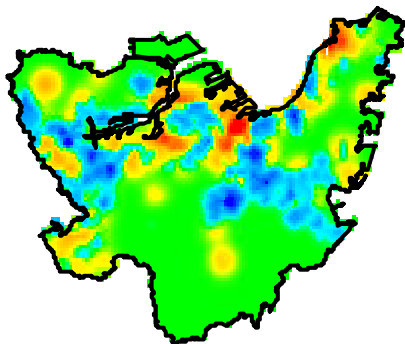
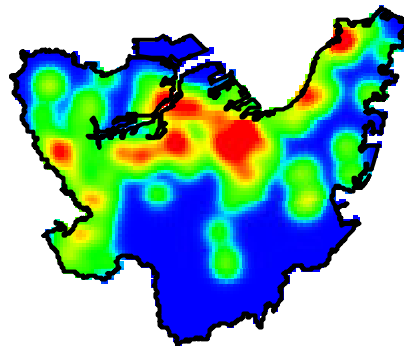
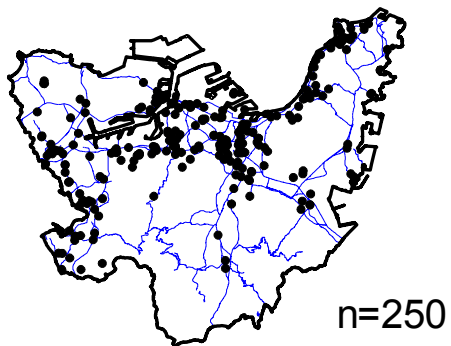
(図10) 食肉店の分布パターン
 左上：施設散布図，右上：施設密度図
 左下：人口密度との差分



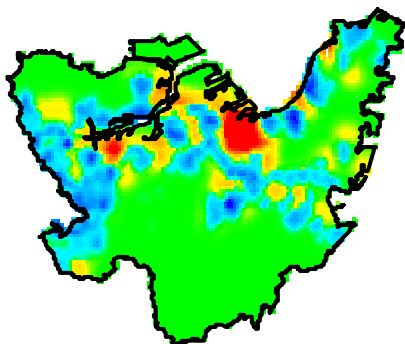
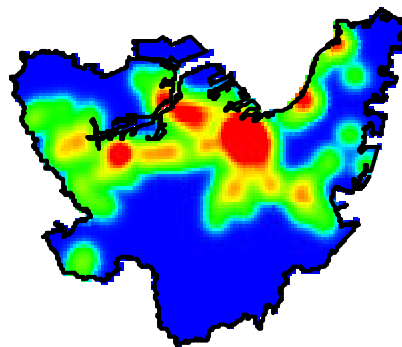
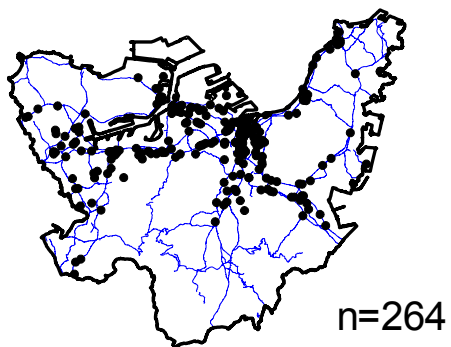
(図1 1) 青果物店の分布パターン
 左上：施設散布図，右上：施設密度図
 左下：人口密度との差分



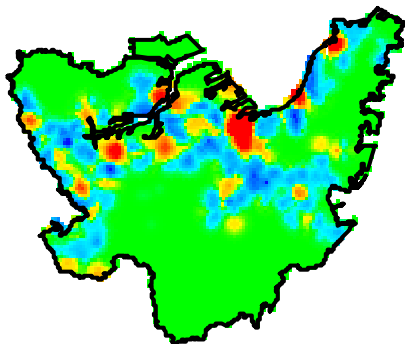
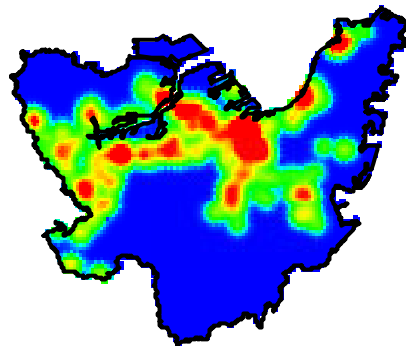
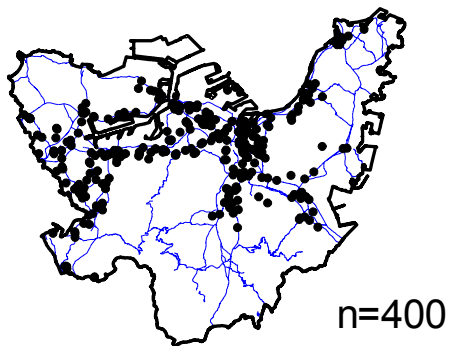
(図1 2) 鮮魚店の分布パターン
 左上：施設散布図，右上：施設密度図
 左下：人口密度との差分



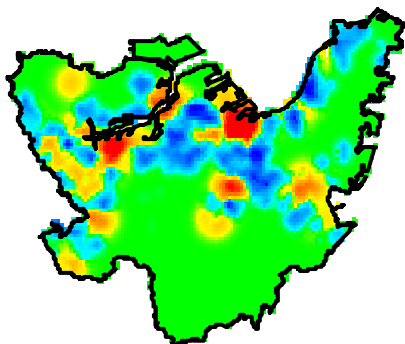
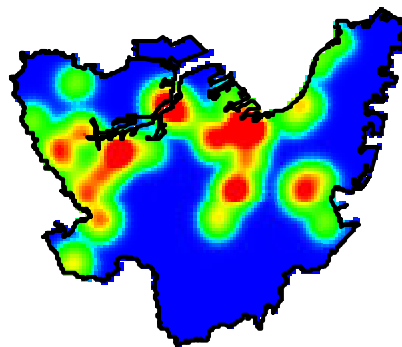
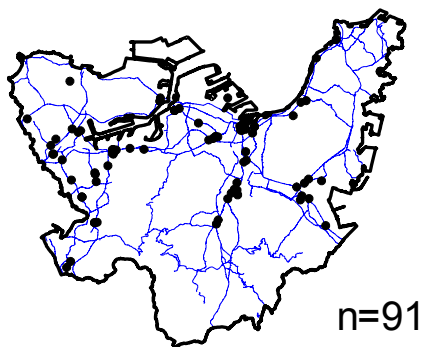
(図13) 食料品店の分布パターン
 左上：施設散布図，右上：施設密度図
 左下：人口密度との差分



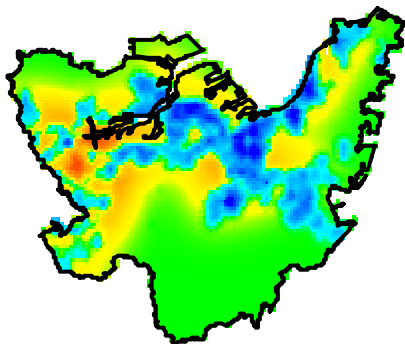
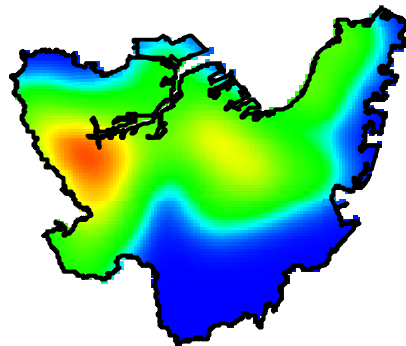
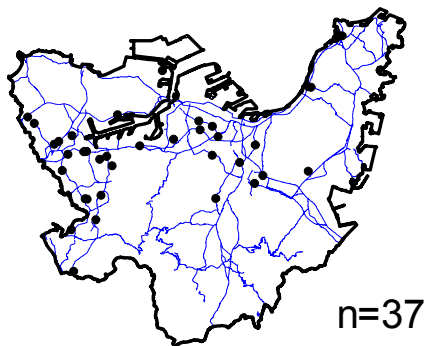
(図14) うどん・そば店の分布パターン
 左上：施設散布図，右上：施設密度図
 左下：人口密度との差分



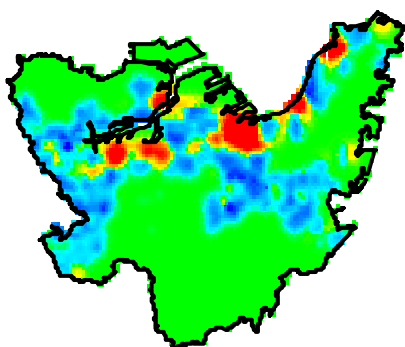
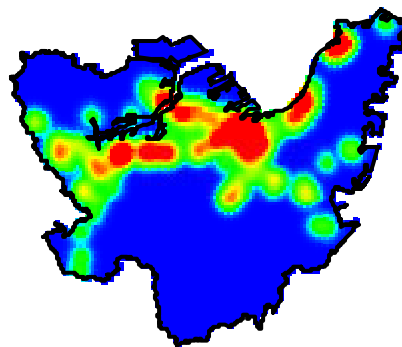
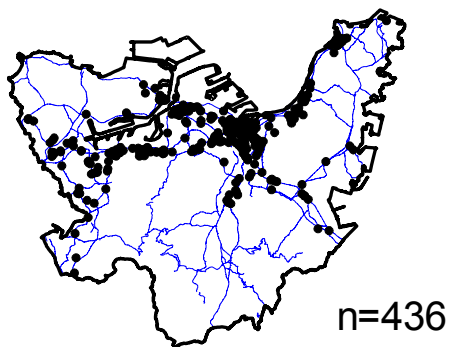
(図15) すし店の分布パターン
 左上：施設散布図，右上：施設密度図
 左下：人口密度との差分



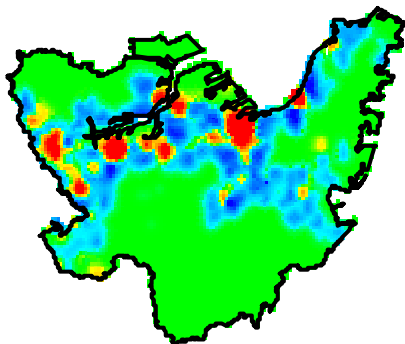
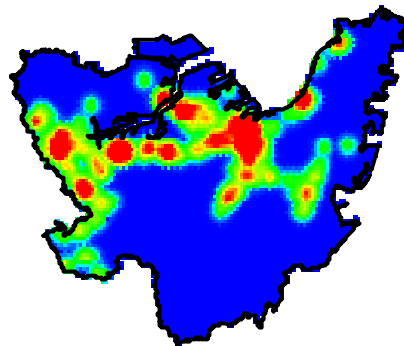
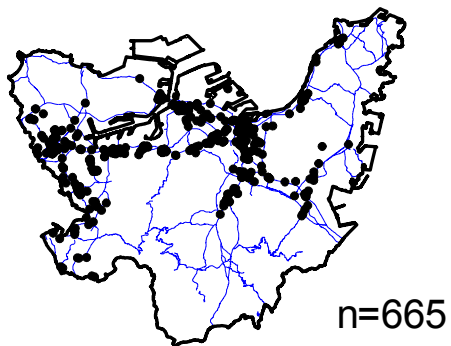
(図16) ファーストフードの分布パターン
 左上：施設散布図，右上：施設密度図
 左下：人口密度との差分



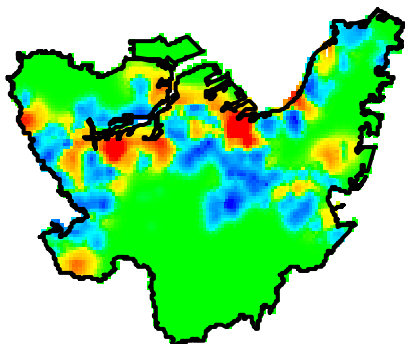
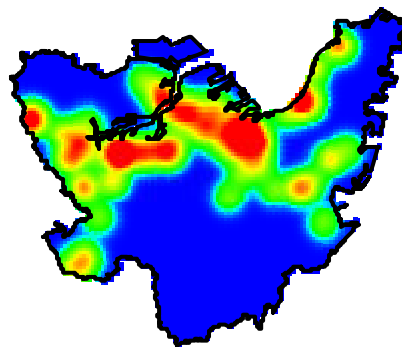
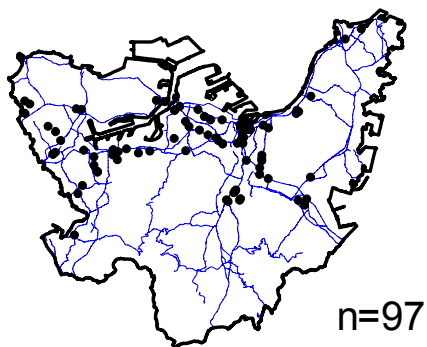
(図17) ファミレスの分布パターン
 左上：施設散布図，右上：施設密度図
 左下：人口密度との差分



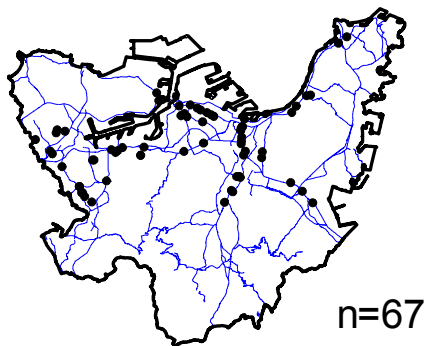
(図18) 喫茶店の分布パターン
 左上：施設散布図，右上：施設密度図
 左下：人口密度との差分



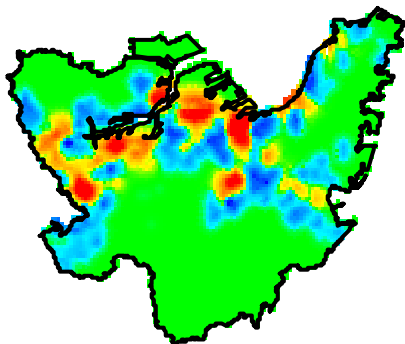
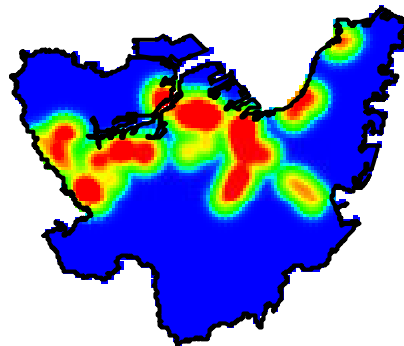
(図19) 居酒屋の分布パターン
 左上：施設散布図，右上：施設密度図
 左下：人口密度との差分



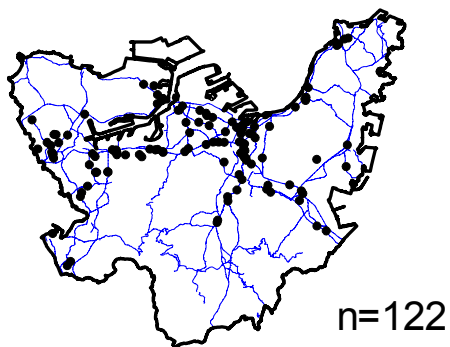
(図20) 英会話スクールの分布パターン
 左上：施設散布図，右上：施設密度図
 左下：人口密度との差分



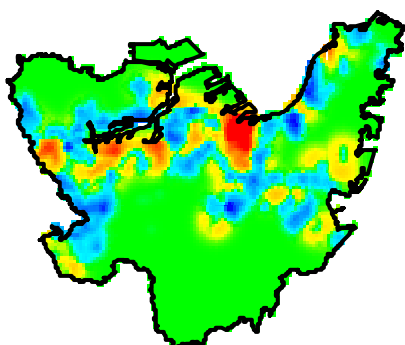
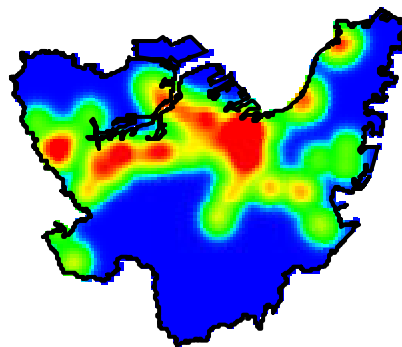
n=67



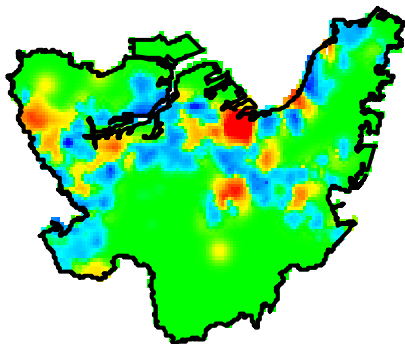
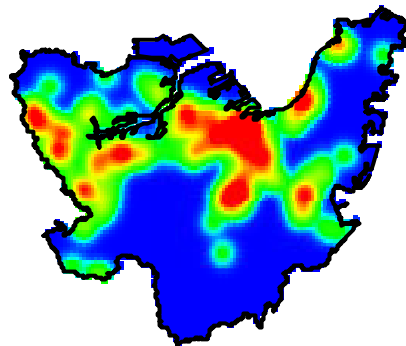
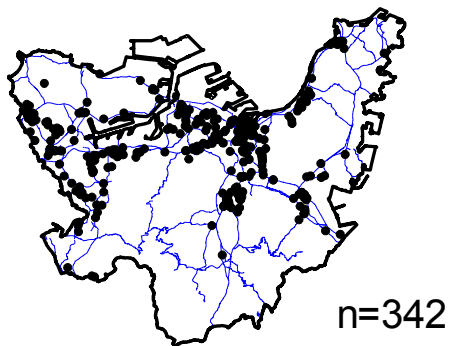
(図 2 1) 古本・貸本の分布パターン
 左上：施設散布図，右上：施設密度図
 左下：人口密度との差分



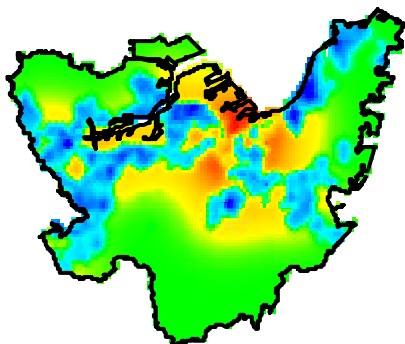
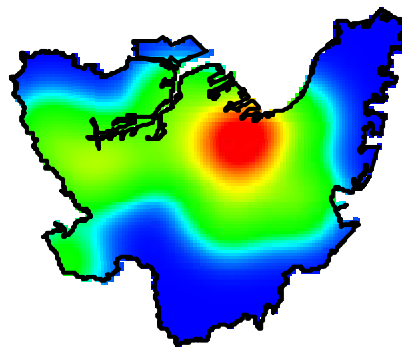
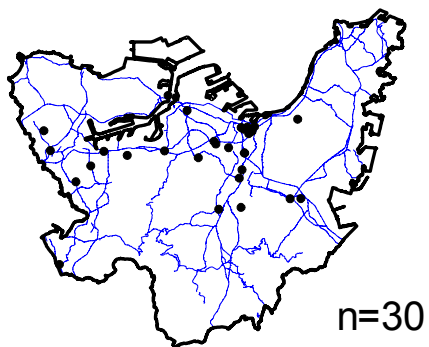
n=122



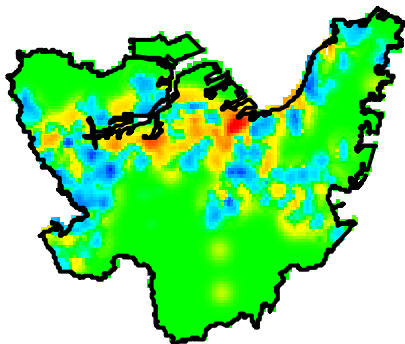
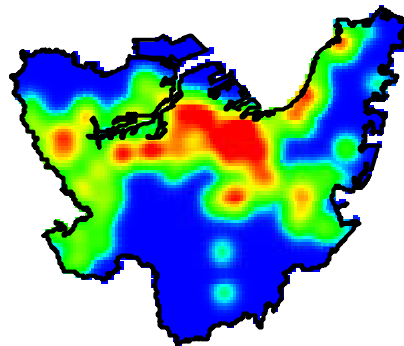
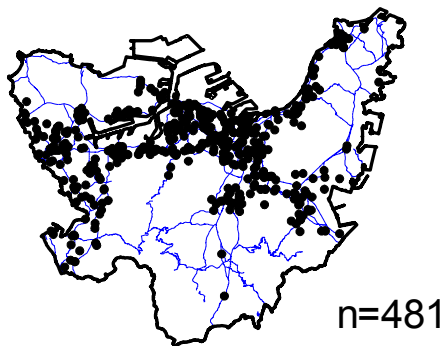
(図 2 2) 書店の分布パターン
 左上：施設散布図，右上：施設密度図
 左下：人口密度との差分



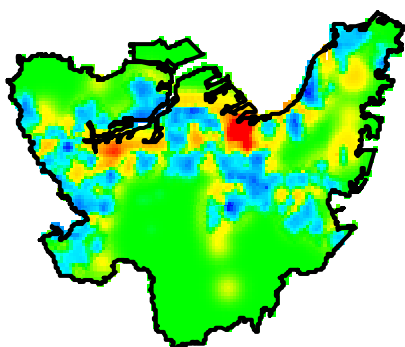
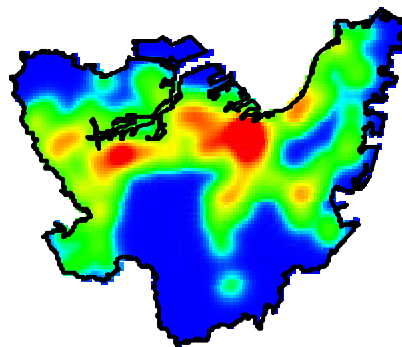
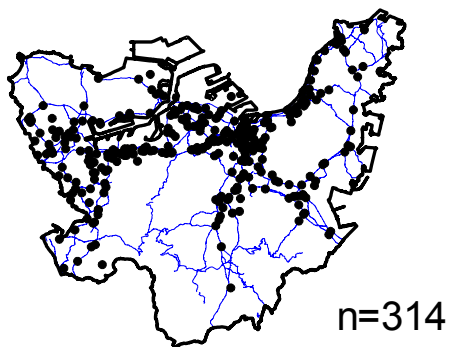
(図 23) 塾・進学教室の分布パターン
 左上：施設散布図，右上：施設密度図
 左下：人口密度との差分



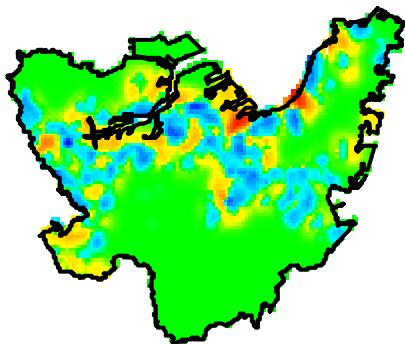
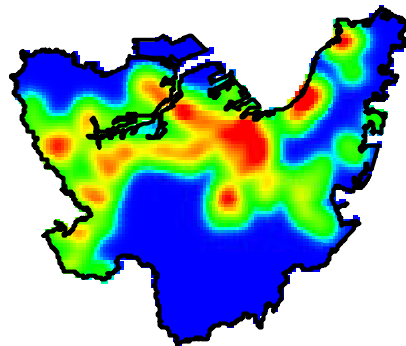
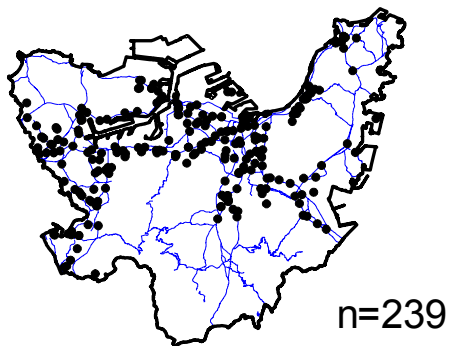
(図 24) パソコンショップの分布パターン
 左上：施設散布図，右上：施設密度図
 左下：人口密度との差分



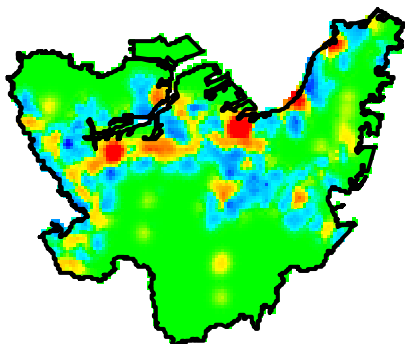
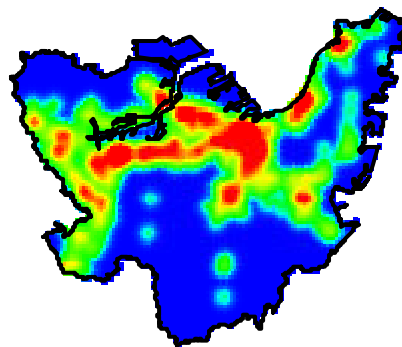
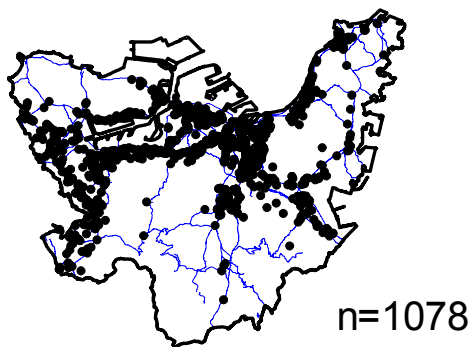
(図25) 電器店の分布パターン
 左上：施設散布図，右上：施設密度図
 左下：人口密度との差分



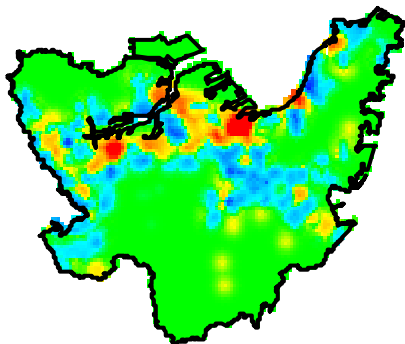
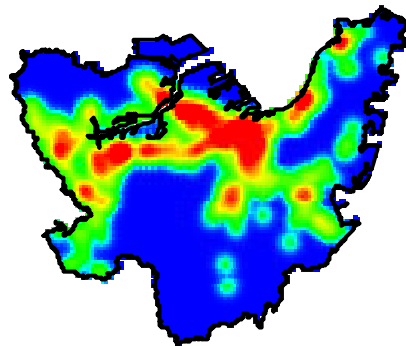
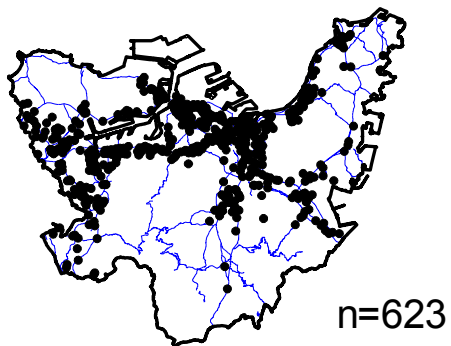
(図26) コンビニの分布パターン
 左上：施設散布図，右上：施設密度図
 左下：人口密度との差分



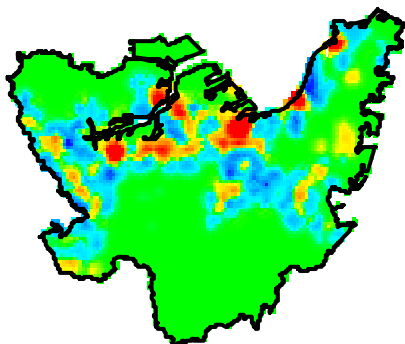
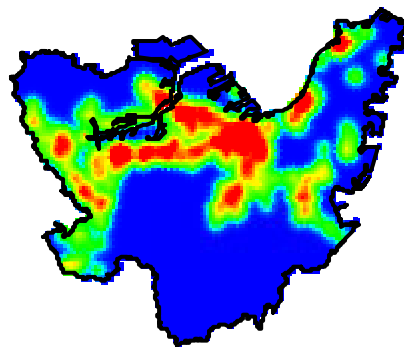
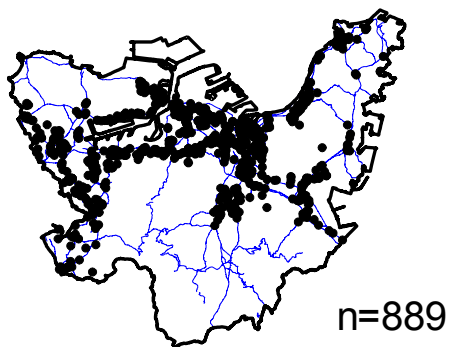
(図 2 7) スーパーの分布パターン
 左上：施設散布図，右上：施設密度図
 左下：人口密度との差分



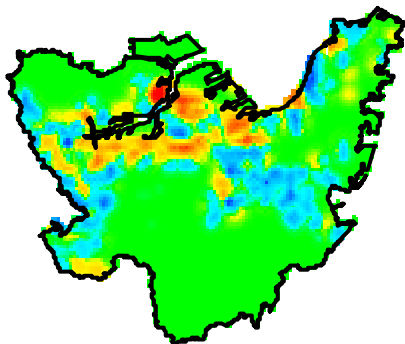
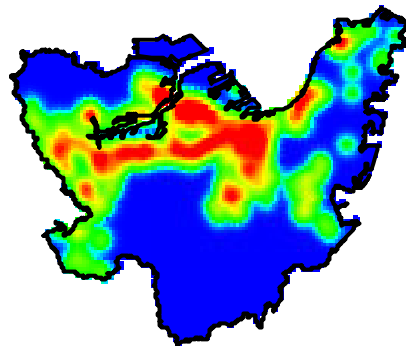
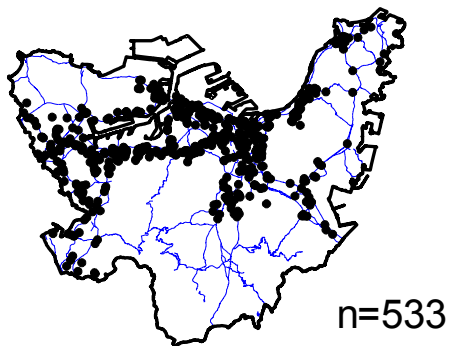
(図 2 8) 診療所・病院の分布パターン
 左上：施設散布図，右上：施設密度図
 左下：人口密度との差分



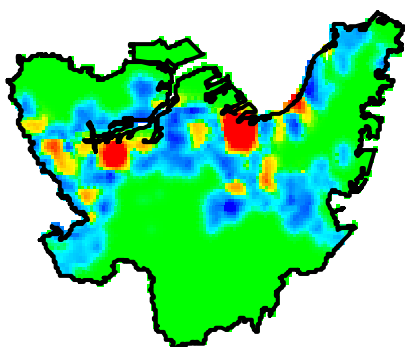
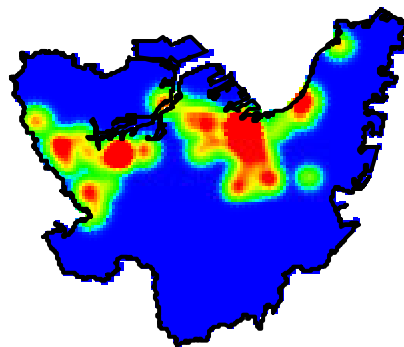
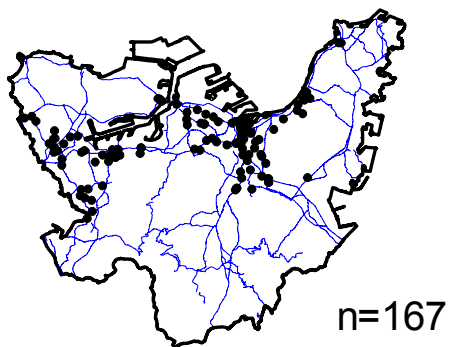
(図 2 9) 歯科の分布パターン
 左上：施設散布図，右上：施設密度図
 左下：人口密度との差分



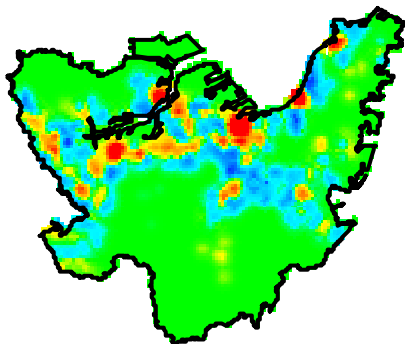
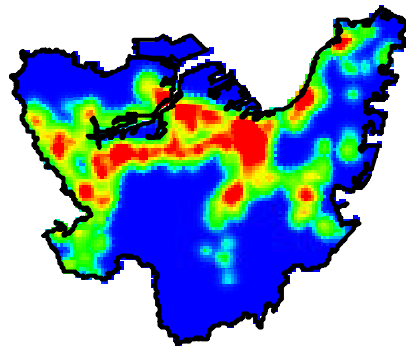
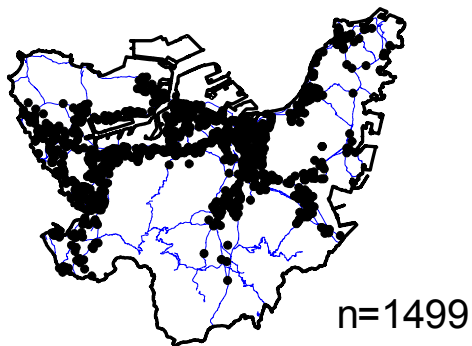
(図 3 0) 薬局の分布パターン
 左上：施設散布図，右上：施設密度図
 左下：人口密度との差分



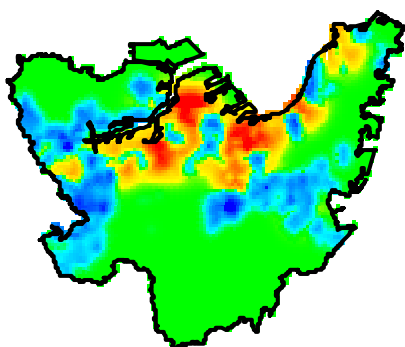
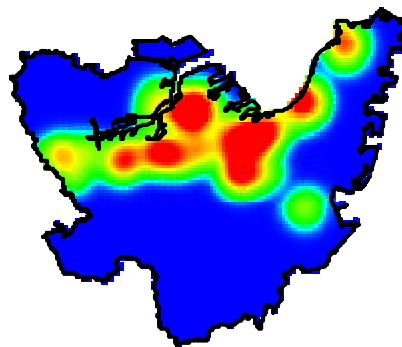
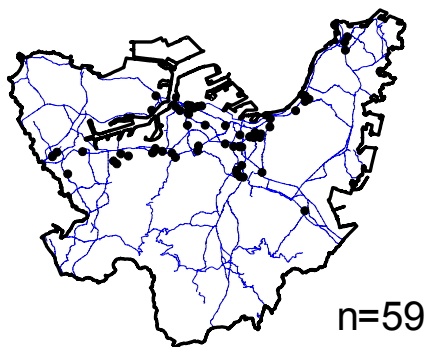
(図 31) クリーニングの分布パターン
 左上：施設散布図，右上：施設密度図
 左下：人口密度との差分



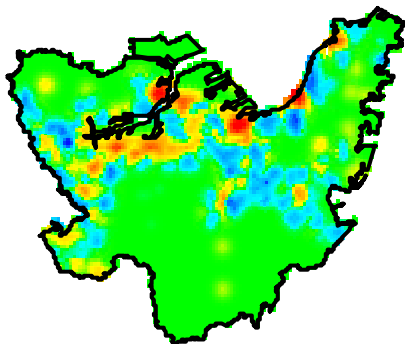
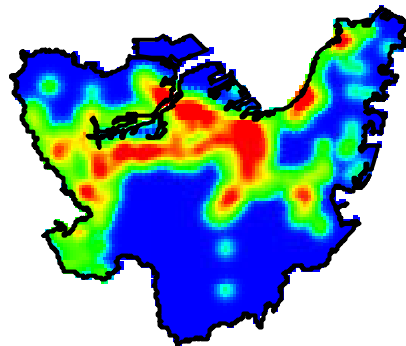
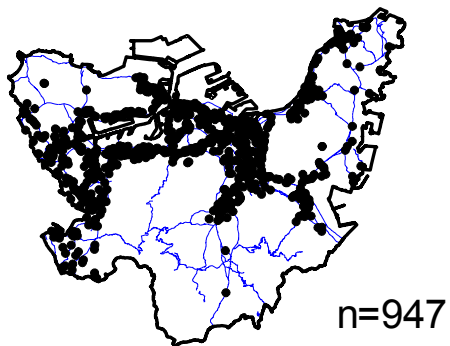
(図 32) エステティックの分布パターン
 左上：施設散布図，右上：施設密度図
 左下：人口密度との差分



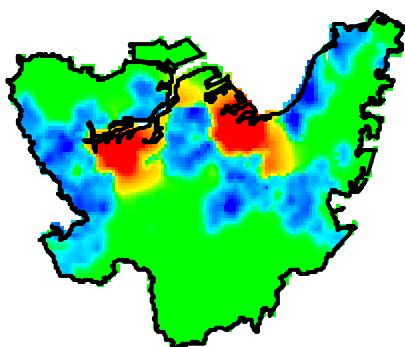
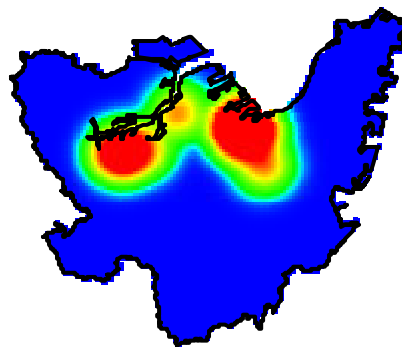
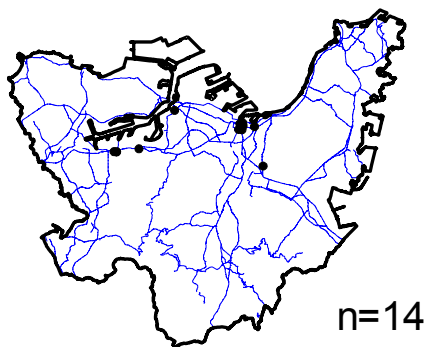
(図3 3) 美容院の分布パターン
 左上：施設散布図，右上：施設密度図
 左下：人口密度との差分



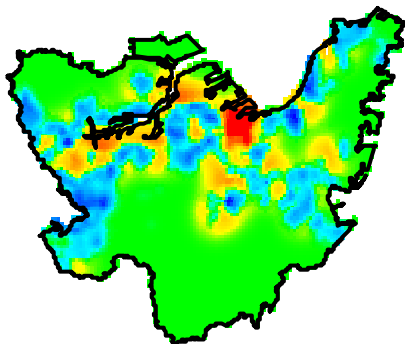
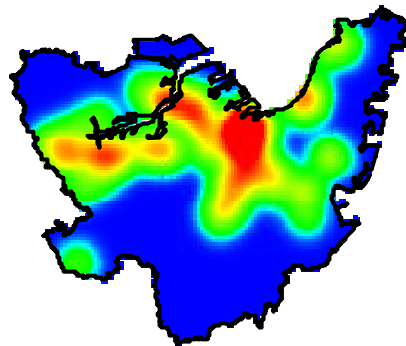
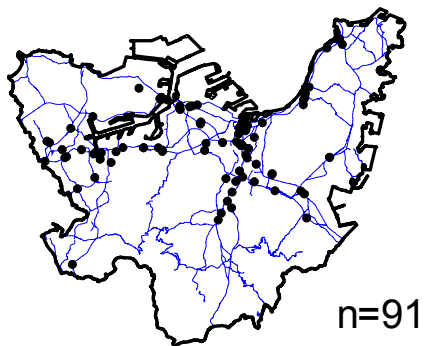
(図3 4) 銭湯の分布パターン
 左上：施設散布図，右上：施設密度図
 左下：人口密度との差分



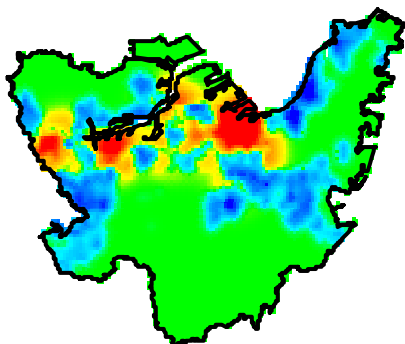
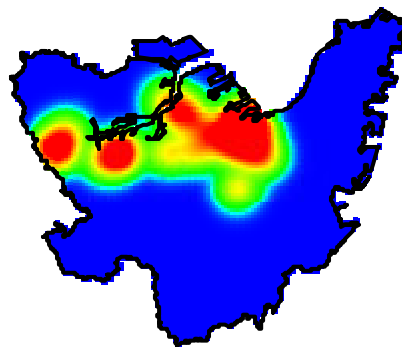
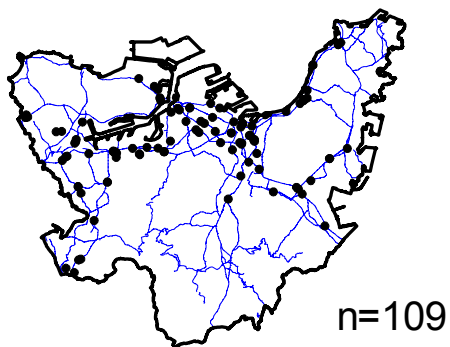
(図35) 理容店の分布パターン
 左上：施設散布図，右上：施設密度図
 左下：人口密度との差分



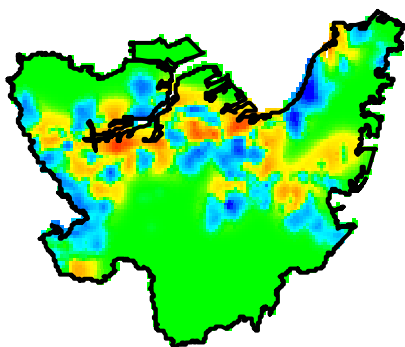
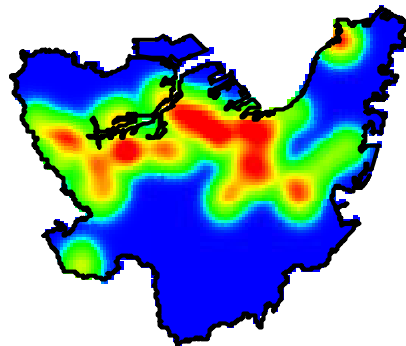
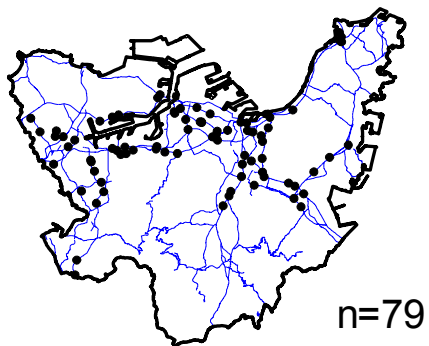
(図36) 映画館の分布パターン
 左上：施設散布図，右上：施設密度図
 左下：人口密度との差分



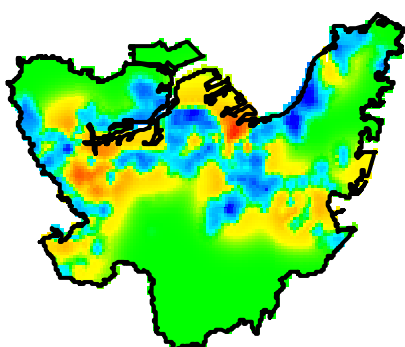
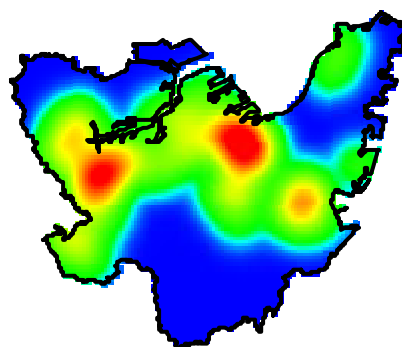
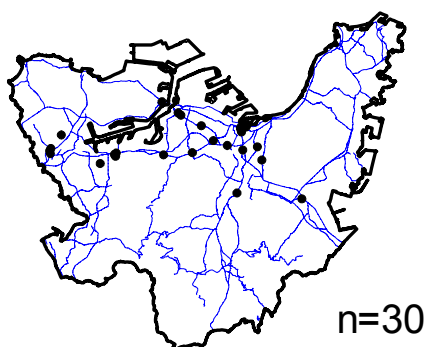
(図37) カラオケの分布パターン
 左上：施設散布図，右上：施設密度図
 左下：人口密度との差分



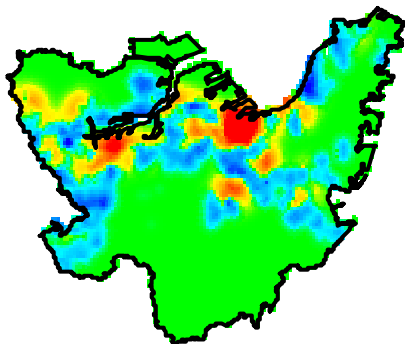
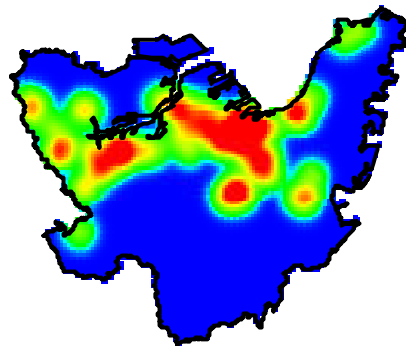
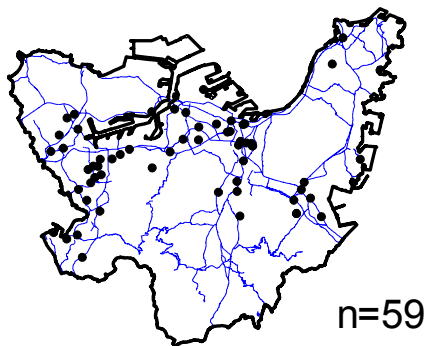
(図38) パチンコ店の分布パターン
 左上：施設散布図，右上：施設密度図
 左下：人口密度との差分



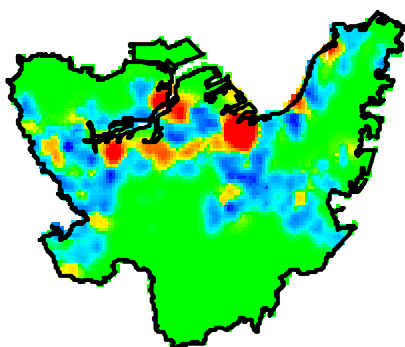
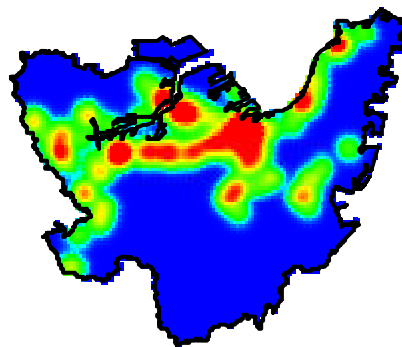
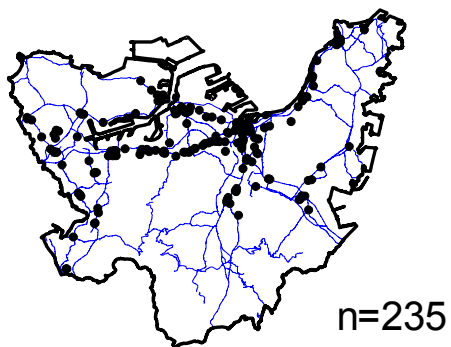
(図 39) レンタルビデオの分布パターン
 左上：施設散布図，右上：施設密度図
 左下：人口密度との差分



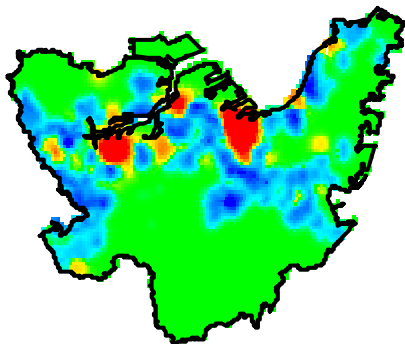
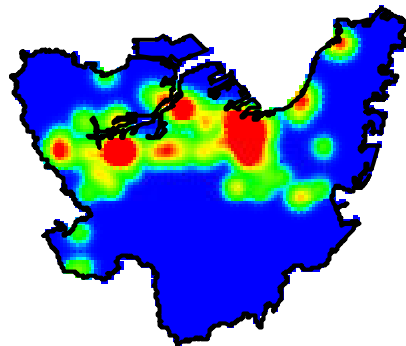
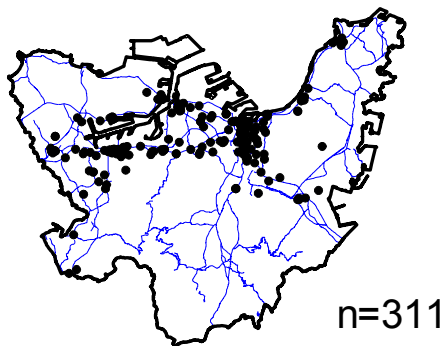
(図 40) CD レコード店の分布パターン
 左上：施設散布図，右上：施設密度図
 左下：人口密度との差分



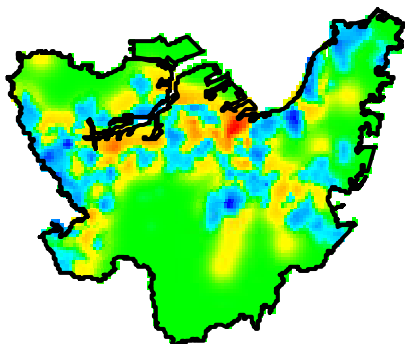
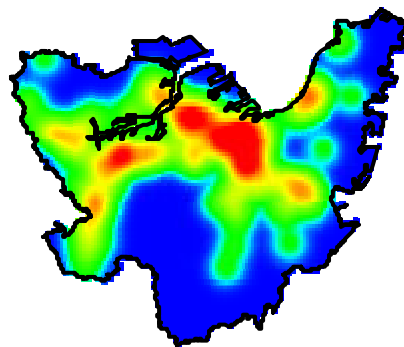
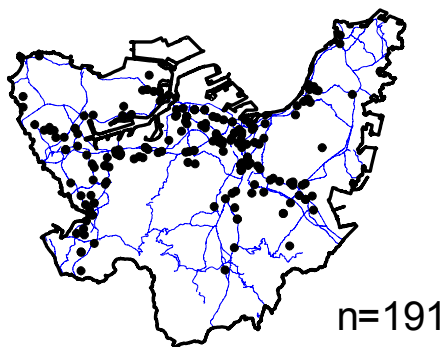
(図 41) スポーツクラブの分布パターン
 左上：施設散布図，右上：施設密度図
 左下：人口密度との差分



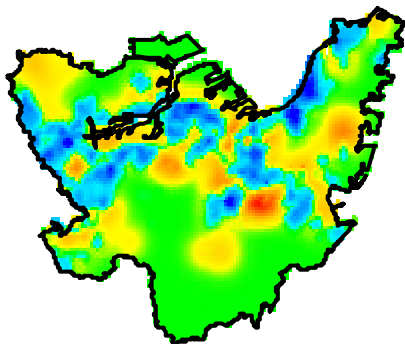
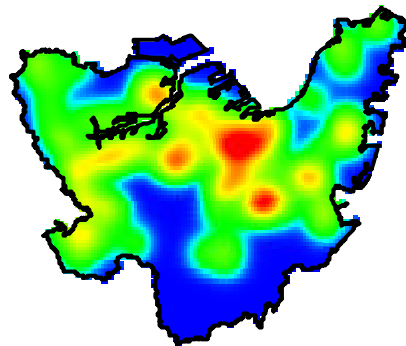
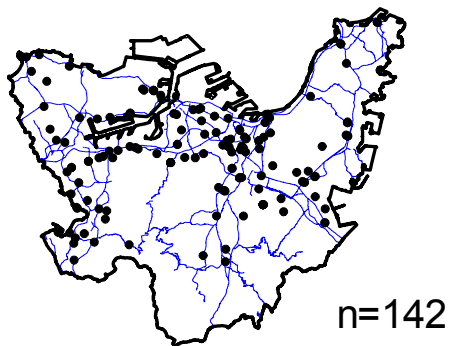
(図 4 2) 銀行・証券の分布パターン
 左上：施設散布図，右上：施設密度図
 左下：人口密度との差分



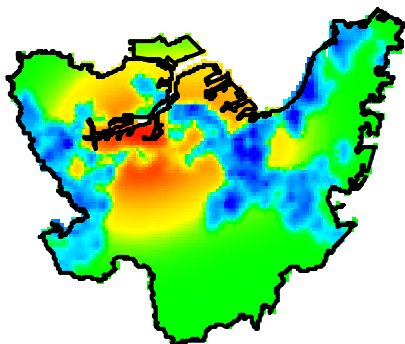
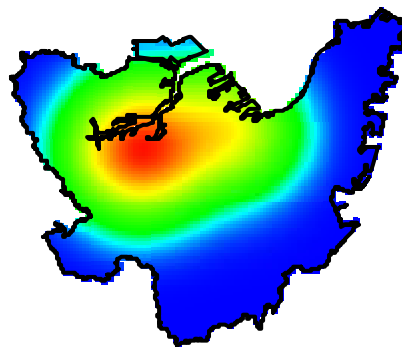
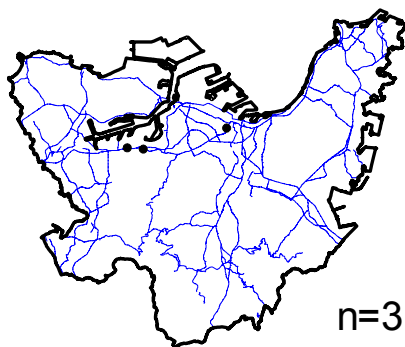
(図4 3) 金融業の分布パターン
 左上：施設散布図，右上：施設密度図
 左下：人口密度との差分



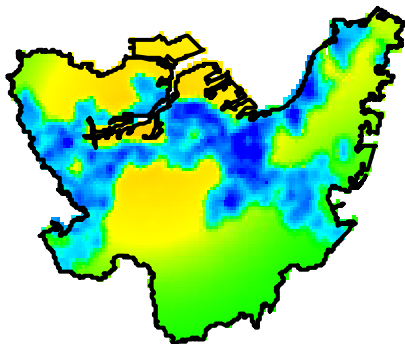
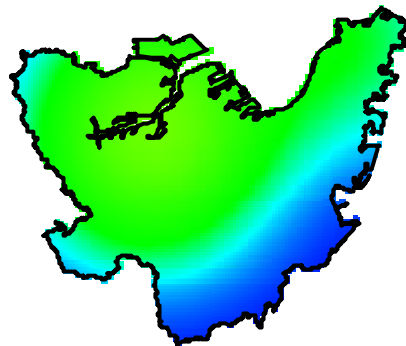
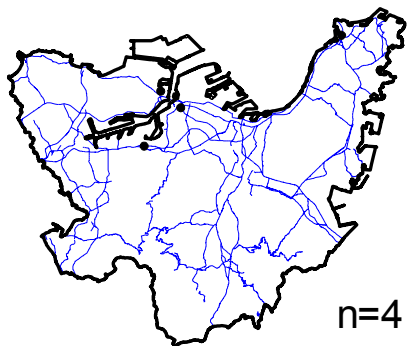
(図4 4) 在宅介護の分布パターン
 左上：施設散布図，右上：施設密度図
 左下：人口密度との差分



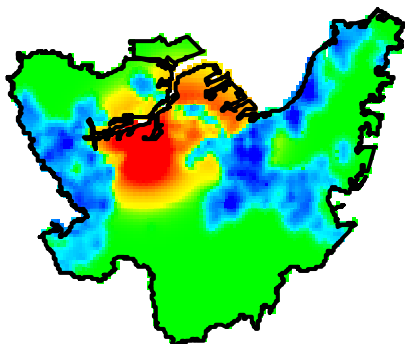
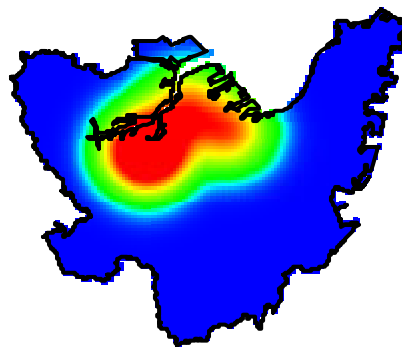
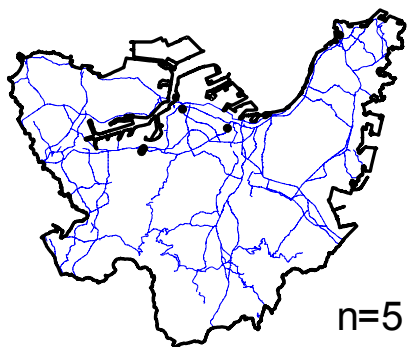
(図4 5) 施設介護の分布パターン
 左上：施設散布図，右上：施設密度図
 左下：人口密度との差分



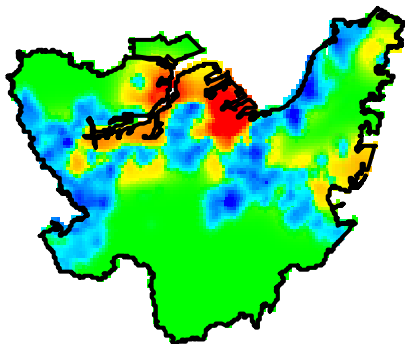
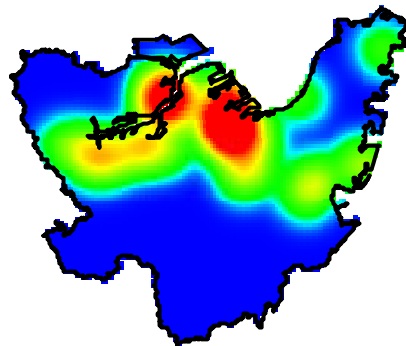
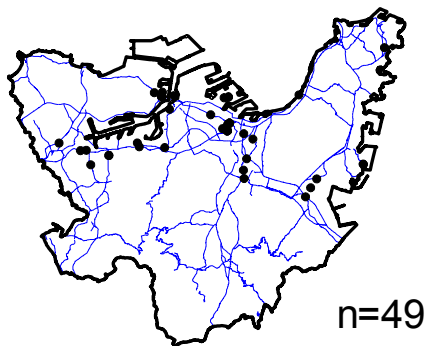
(図4 6) 博物館の分布パターン
 左上：施設散布図，右上：施設密度図
 左下：人口密度との差分



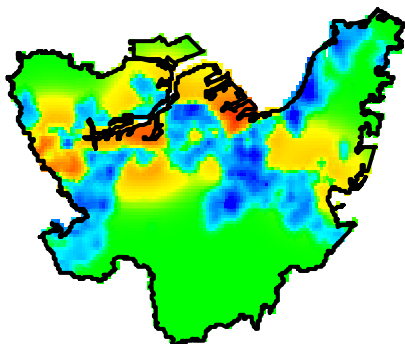
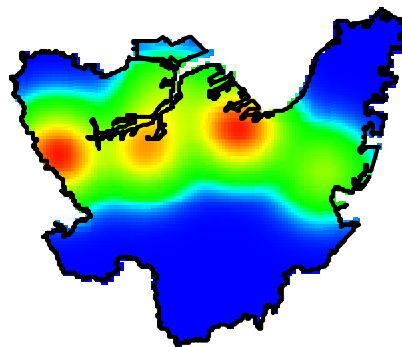
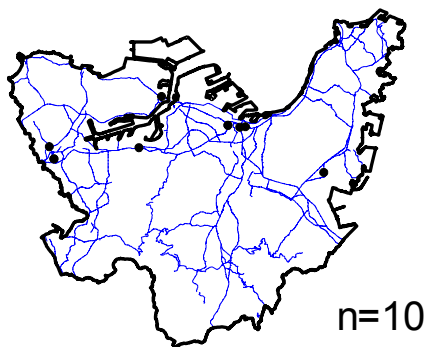
(図4 7) 図書館の分布パターン
 左上：施設散布図，右上：施設密度図
 左下：人口密度との差分



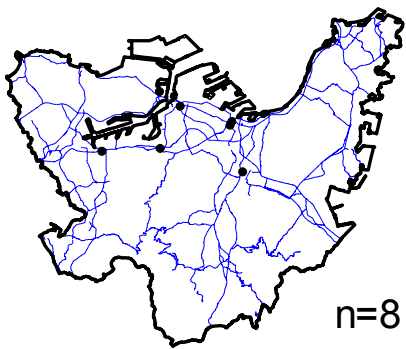
(図4 8) 文化会館の分布パターン
 左上：施設散布図，右上：施設密度図
 左下：人口密度との差分



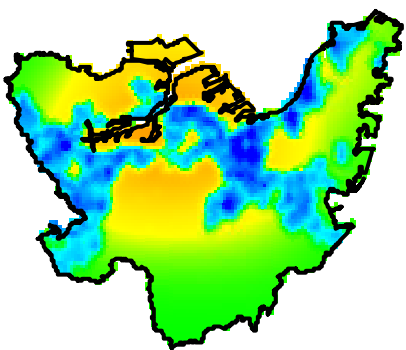
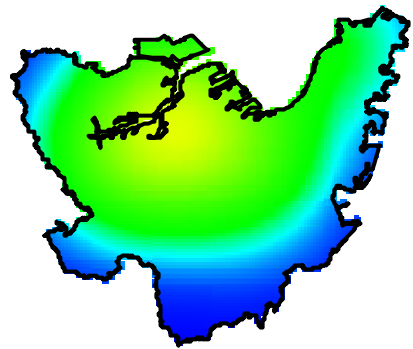
(図49) 行政(国)の分布パターン
 左上：施設散布図，右上：施設密度図
 左下：人口密度との差分



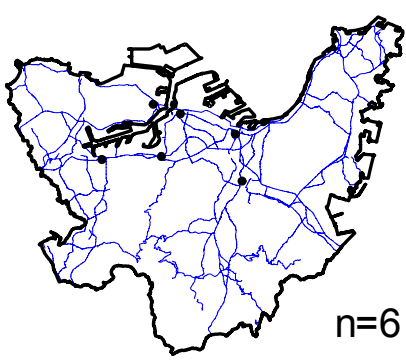
(図50) 行政(県)の分布パターン
 左上：施設散布図，右上：施設密度図
 左下：人口密度との差分



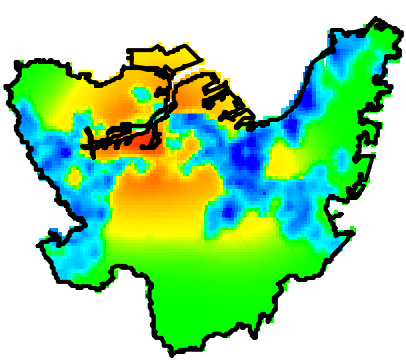
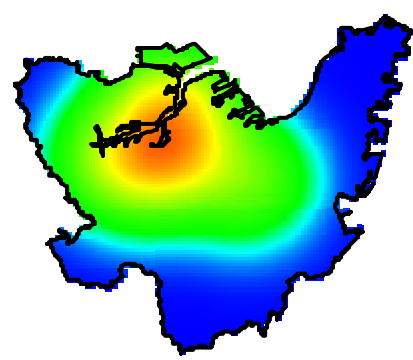
n=8



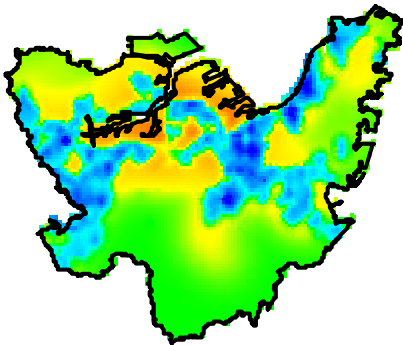
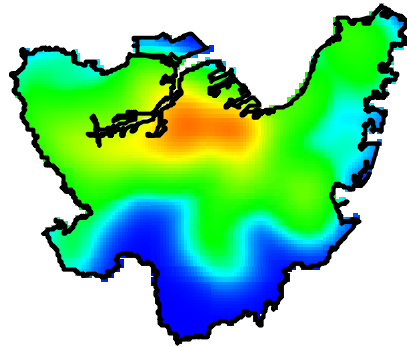
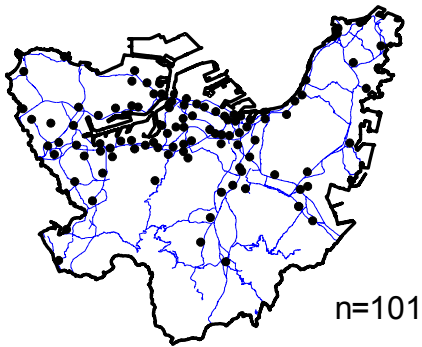
(図5 1) 行政(市区)の分布パターン
 左上：施設散布図，右上：施設密度図
 左下：人口密度との差分



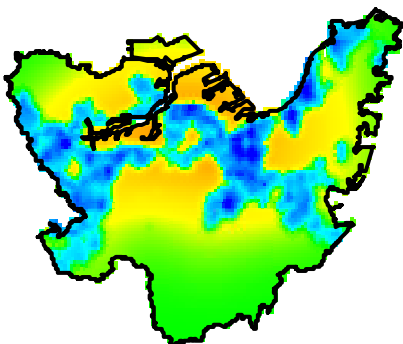
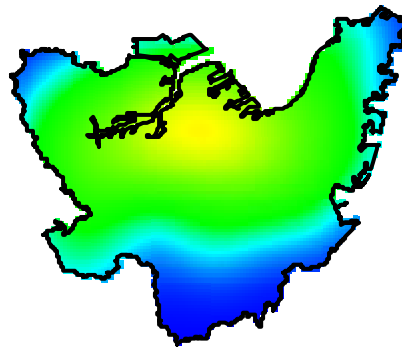
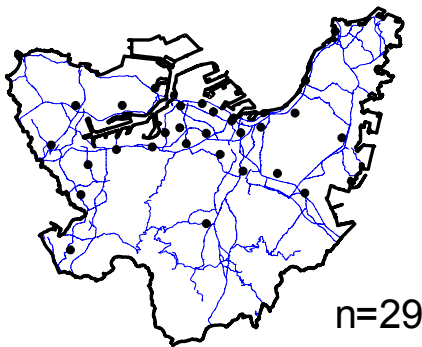
n=6



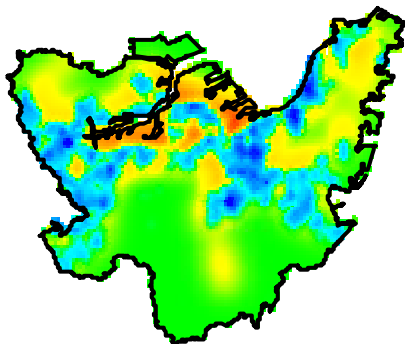
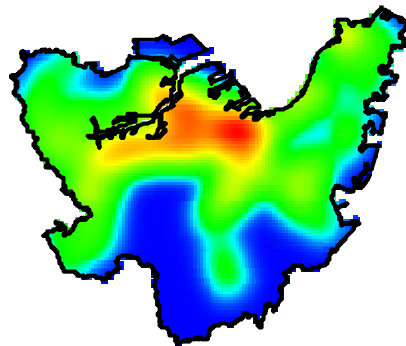
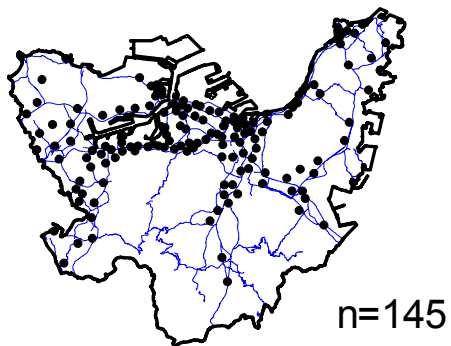
(図5 2) 保健所の分布パターン
 左上：施設散布図，右上：施設密度図
 左下：人口密度との差分



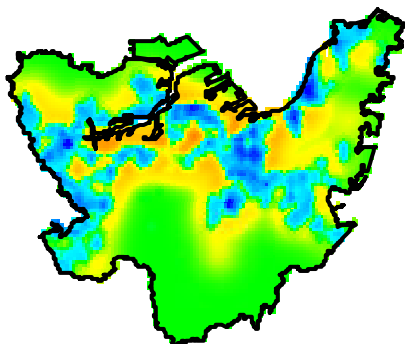
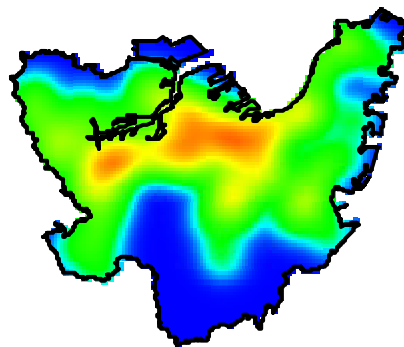
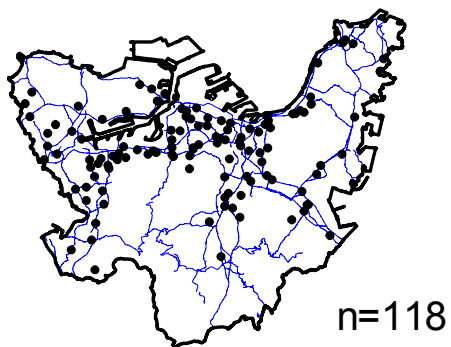
(図53) 警察の分布パターン
 左上：施設散布図，右上：施設密度図
 左下：人口密度との差分



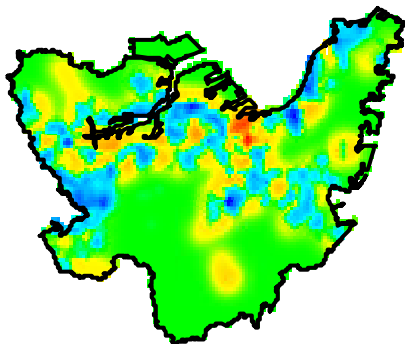
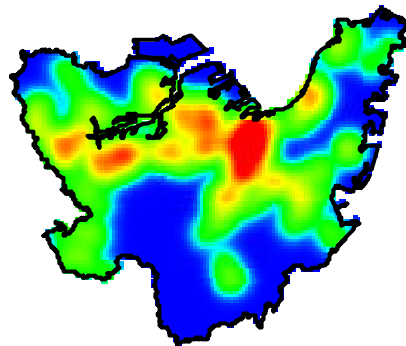
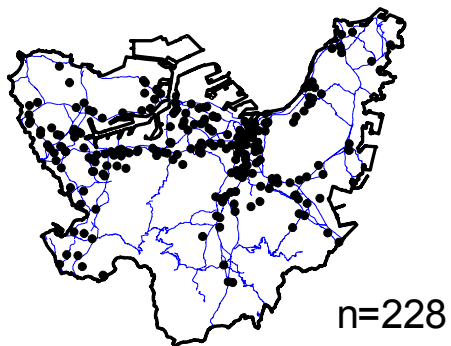
(図54) 消防の分布パターン
 左上：施設散布図，右上：施設密度図
 左下：人口密度との差分



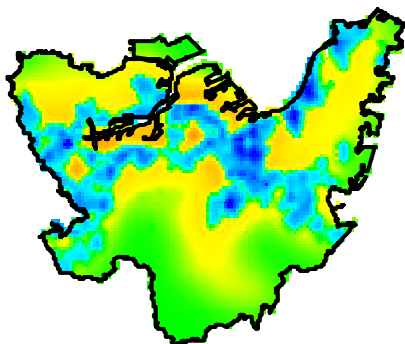
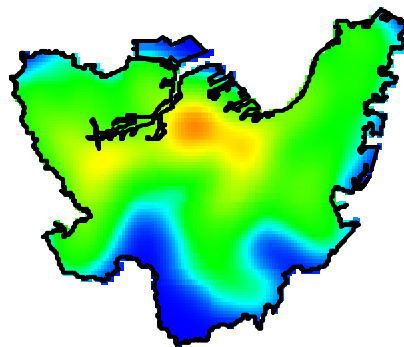
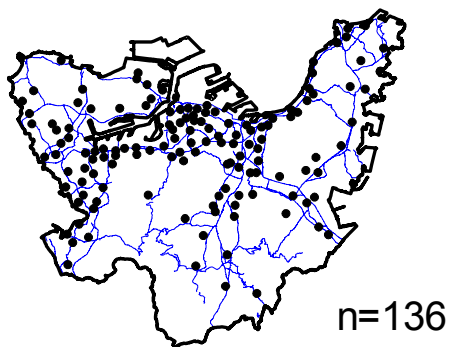
(図55) 郵便局の分布パターン
 左上：施設散布図，右上：施設密度図
 左下：人口密度との差分



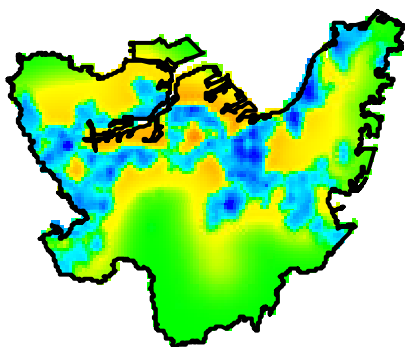
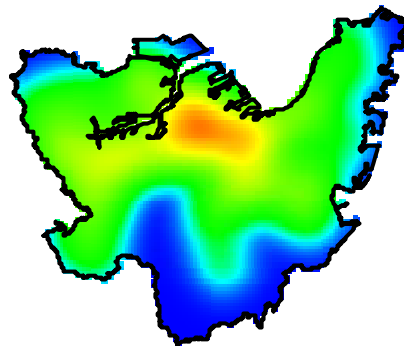
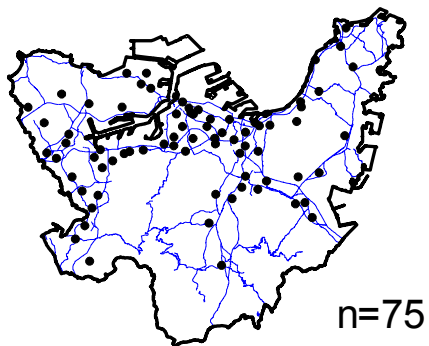
(図56) 幼稚園の分布パターン
 左上：施設散布図，右上：施設密度図
 左下：人口密度との差分



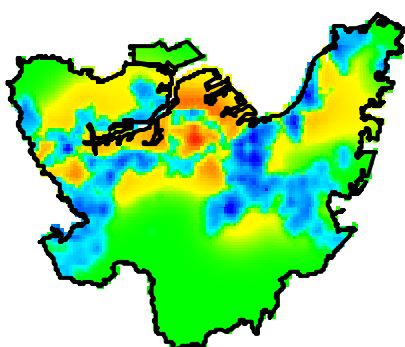
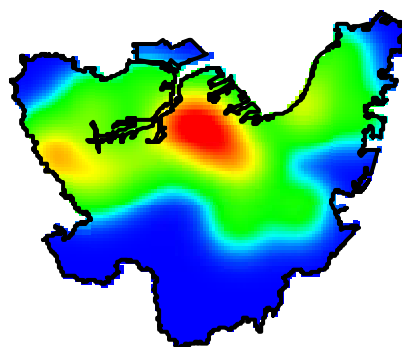
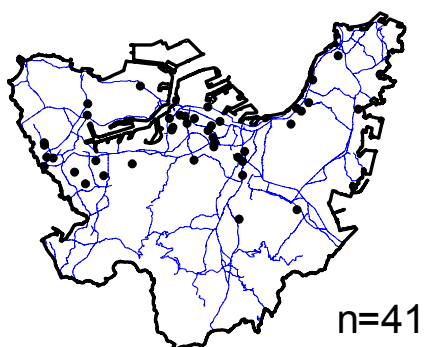
(図57) 保育園の分布パターン
 左上：施設散布図，右上：施設密度図
 左下：人口密度との差分



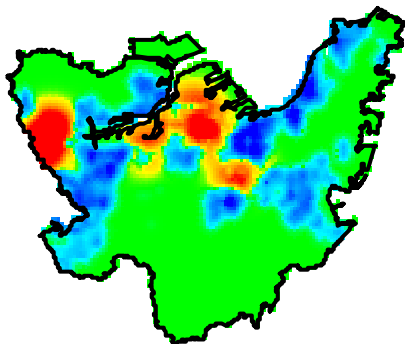
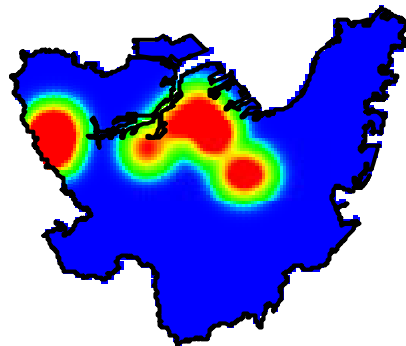
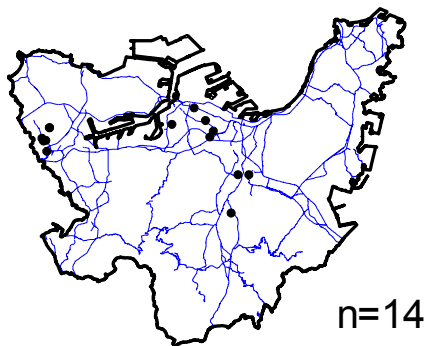
(図58) 小学校の分布パターン
 左上：施設散布図，右上：施設密度図
 左下：人口密度との差分



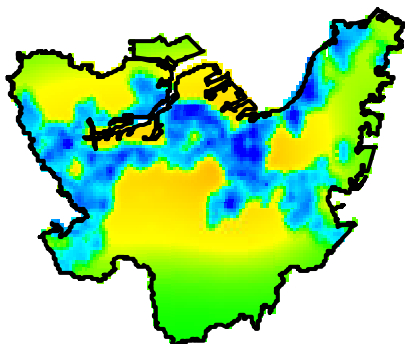
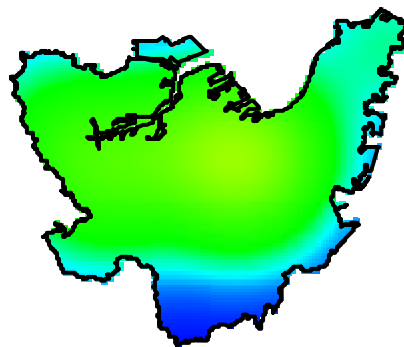
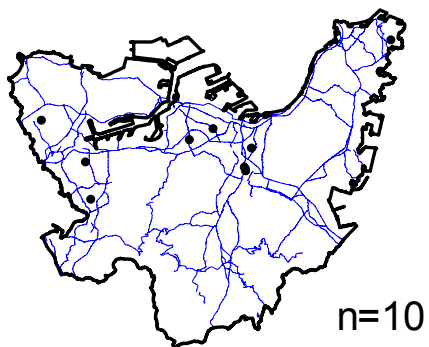
(図59) 中学校の分布パターン
 左上：施設散布図，右上：施設密度図
 左下：人口密度との差分



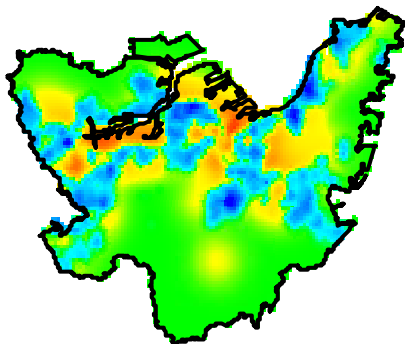
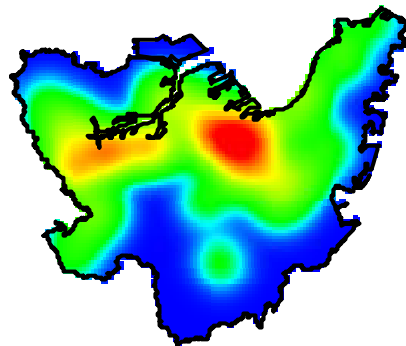
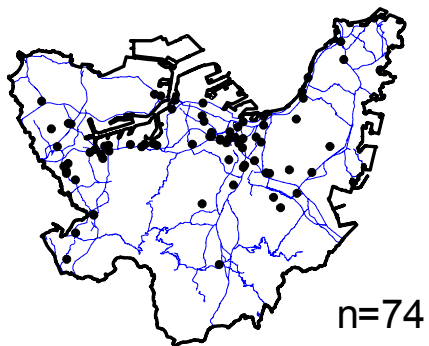
(図60) 高校の分布パターン
 左上：施設散布図，右上：施設密度図
 左下：人口密度との差分



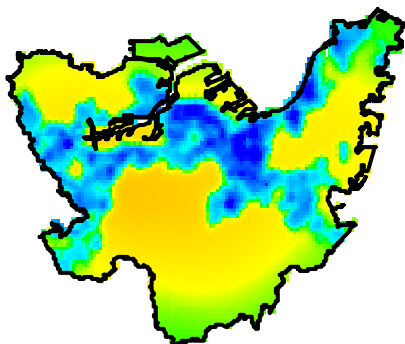
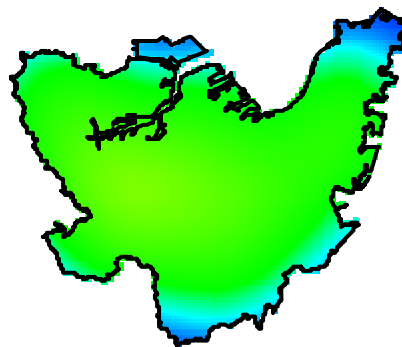
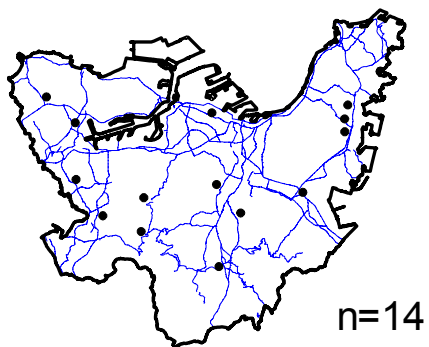
(図6 1) 大学の分布パターン
 左上：施設散布図，右上：施設密度図
 左下：人口密度との差分



(図6 2) その他の学校の分布パターン
 左上：施設散布図，右上：施設密度図
 左下：人口密度との差分



(図6 3) 一般病院の分布パターン
 左上：施設散布図，右上：施設密度図
 左下：人口密度との差分



(図6 4) その他の病院の分布パターン
 左上：施設散布図，右上：施設密度図
 左下：人口密度との差分

5. まとめ

- (1) 本研究で用いた、施設分布パターンを密度表現によって分析する方法は、以下の点で従来の方法より優れている。散布図では高密度部分でプロットが重なり合い、ある一定以上の密度では差が生じないのに対して、密度表現では数値が得られるためどのような密度でも表現可能であること。カーネル法によって地理的な集計単位に依存しない施設密度を求めることができること。人口分布のように元来は次元が異なり、比較が困難であった要因との比較・計量が可能となったこと。
- (2) 人口密度の分布パターン（図4）は、北九州市の都市構造をよく表現している。すなわち、小倉駅周辺を中心とする卓越した人口集中地区があり、これが反時計回りに西に向けて戸畑駅周辺から若松旧市街地方向と到津方向へ伸び、南へは国道10号線に沿って曾根方向へ、また、北に向かつては門司方向へ延伸している。次にこの中心部と連続していない地区として、八幡駅から黒崎駅周辺、門司駅周辺、門司港周辺の集中地区が観察される。次に近年人口増加の著しい地区として折尾駅周辺、中間市方向の筑豊鉄道沿線、徳力団地などのモノレール沿線、曾根地区の4地区が表示されている。このように北九州市の都市構造はその成立の経緯から見て、多核的であることが大きな特徴であるが、さらに、巨視的にみれば、第1に小倉から戸畑・若松旧市街地に伸びる中心部、第2に黒崎から西へ伸びる西部地区があり、さらに第1の中心部から、北の門司方向へ伸びるセクターと南の曾根方向へ伸びるセクターがあるという構造を持っている。
- (3) 施設の分布は、施設規模が大きくなることによる規模のメリットと、規模が大きくなることにより消費者から施設までの距離が増加し交通費用が増えるというデメリットの大きく二つの要因により決定される。実際の施設配置においては、この決定関数の外部条件となる地形などの地理的要因、人口の分布、道路や鉄道などの交通要因およびその歴史的な変遷が複雑に絡み合っただけで決定されるものと考えられる。そこで、本研究で作成された施設分布密度パターンを観察すると、人口分布と比較して集中しているか分散しているかを示す「集中性」と施設分布の集中する核の多少を示す「多核性」のふたつの概念により、分類することが可能である。
- (4) 集中性に関しては、人口分布と比較して「集中、同等、分散」の3つの指標を、多核性に関しては「少、中、多」の2つの指標を設定し、以下に施設ごとの類型化を行う。

(表2) 施設の類型

種類	施設名	集中性	多核性
衣料品	子供服店	集中	少
	婦人服店	同等	多
	紳士服店	集中	中
化粧品	化粧品販売	同等	多
食品	米店・酒店	同等	多
	食肉店	同等	多
	青果物店	同等	多
	鮮魚店	同等	多
	食料品店	集中	中
飲食店	うどん・そば店	集中	中
	すし店	同等	中
	ファーストフード	集中	中
	ファミリーレストラン	分散	少
	喫茶店	同等	中
	居酒屋	同等	中
学習	英会話・外国語スクール	集中	中
	古本・貸本	集中	中
	書店	集中	中
	塾・進学教室・予備校	集中	中
家電	パソコンショップ	集中	少
	電器店	集中	中
量販	コンビニエンスストア	同等	中
	スーパーストア	同等	中
医療保健	診療所・病院	同等	中
	歯科	同等	中
	薬局	同等	中
サービス	クリーニング	同等	中
	エステティック	集中	少
	美容院	同等	多
	銭湯	集中	少
	理容店	同等	多
娯楽	映画館	集中	少
	カラオケボックス・ルーム	集中	少

種類	施設名	集中性	多核性
	パチンコ・スロット店	集中	少
	レンタルビデオ・CD	集中	中
	CDレコード店	集中	少
	スポーツクラブ	集中	中
金融	銀行・証券	集中	中
	金融業	集中	中
介護	介護サービス(在宅)	集中	中
	介護サービス(施設)	集中	中
社会教育	博物館・科学館	分散	少
	図書館	分散	少
	文化会館	分散	少
行政	行政機関(国)	集中	少
	行政機関(県)	分散	中
	行政機関(市・区)	分散	中
	保健所	分散	少
	警察	分散	多
	消防	分散	多
	郵便局	分散	多
教育	幼稚園	同等	中
	保育園	同等	多
	小学校	分散	多
	中学校	分散	多
	高校	分散	少
	高専・短大・大学	集中	少
	その他の学校	分散	少
病院(再掲)	一般病院	集中	少
	その他の病院	分散	少

以上の類型をさらに整理すると、次のようになる。(集中一多, 同等一少のタイプは定義上, 見つからなかった.)

- ① 集中一少のタイプ: 病院, エステ, 映画館, パソコンなどの最も集中度の高いもの.
- ② 集中一中のタイプ: 銀行, 紳士服, 書店などのように市街地の街角に分散するもの.
- ③ 同等一中のタイプ: 薬局, 診療所, 幼稚園などのように住宅地の要所に立地するもの.
- ④ 同等一多のタイプ: 美容院, 酒店, 食肉店など住宅地に広く分布するもの.
- ⑤ 分散一少のタイプ: ファミレス, 博物館, 高校などのように人口の分布に従わないもの.
- ⑥ 分散一中のタイプ: 市・区役所のように広く分布しているが人口の分布に従わないもの.
- ⑦ 分散一多のタイプ: 小学校, 中学校, 警察などのように分散しているが人口の分布とはあまり関係なく立地するもの.

(5) 地域的な特徴は, 以下のように整理することができよう.

- ① 小倉駅周辺は, 北九州市の最大の中心地区であり, 博物館などの公共施設と郊外型立地のファミリーレストランを除く, すべての施設がここに集中している.
- ② 戸畑駅周辺と黒崎駅周辺は, これと連担する市街地である. 戸畑市街地が物販店を中心とする中心地区であるのに対し, 黒崎市街地は映画館やエステなどの文化施設をもつことが特徴である.
- ③ 八幡西区, 折尾駅周辺は, 中心的な施設が集中せず, 分散して立地している.
- ④ 門司方向の施設は海岸沿いの平坦地に分布していて, 他の地域からの独立性が高い.
- ⑤ 南側の曾根方面には, 商業施設に比較して公共的な施設の立地が遅れている.
- ⑥ 若松市街地の戸畑駅周辺と連担する市街地となっているが, 後背地が無い.
- ⑦ 以上の考察を総合すると, 地域施設整備上, 優先順位の高い地域としては, 折尾駅周辺を中心とする八幡西区・若松西部地区と新北九州空港の開発インパクトが予想される曾根地区の2地区を挙げることができる. 折尾地区では, 施設が分散的に配置されて中心性の高い立地が難しい. また, 曾根地区では, 公共的な文化施設などが少ない.

(6) 本研究においては, 北九州市における地域施設分布をカーネル法によって推定された密度を用いて視覚化することによって, 北九州市の都市構造を分析し, 施設分布の特徴と問題点を抽出することができた. また, 地域施設分布の特徴を人口密度の分布パターンと比較することによって明らかにした.

参考文献

(邦文)

貞広幸雄 (1998) 「大都市における商業空間構造の分析手法」『都市計画』 47(5), pp.74-79。
歳森敦, 五弓裕文, 勅使川原将吾, 谷村秀彦 (2002) 「カーネル法で推定した密度曲線の類似性に基づく市街地の地域施設分布の変化」『日本建築学会計画系論文報告集』 552, pp.133-139。

日本電信電話公社 (1982) 『職業別電話帳 福岡県北九州版 昭和 56 年 11 月 10 日現在』日本電信電話公社。

国土地理院 (2002) 『数値地図 25000 (地名・公共施設) 平成 13 年版』国土地理院。

(英文)

Boots, Barry N. and Arthur Getis (1988), *Point Pattern Analysis*. Newbury Park:Sage.

Bracken, I.(1993), “An extensive surface model database for population-related information: concept and application.” *Environment and Planning B*, 20, pp.13-27.

Bracken, I., D. Martin (1989), “The generation of spatial population distribution from census centroid data.” *Environment and Planning A*, 21, pp.537-543.

Bracken, I. D. Martin (1995), “Linkage of the 1981 and 1991 UK Censuses using surface modeling concepts.” *Environment and Planning A*, 27, pp.379-390.

Parzen, E. (1962), “On Estimation of a Probability Density Function and Mode.” *Annals of Mathematical Statistics*, 33, pp.1065-1076.

Silverman, B.W. (1986), *Density Estimation for Statistics and Data Analysis*. London: Chapman and Hall.

Simonoff, J.S. (1996), *Smoothing Methods in Statistics*. New York: Springer.

巻末注

ⁱ 漸近平均積分二乗誤差(AMISE)を最小化するという基準において、漸近平均積分二乗誤差は MISE (5.4 節) を展開した際の主要項 (Simonoff 1996, p.17)。

ⁱⁱ Simonoff (1996), p.44