

# 研究のまとめ、報告

大下 祐樹

2007年7月23日

## 1 はじめに

私は今までの研究で空き巣と老人化率の関係に着目し、そのモデル化を行ってきた。研究内容を発表した際、多くの方々にご意見を頂き以下の点を修正した。

- 老人化率を65歳以上の人口割合にする（今までは定年を考え、60歳以上）。
- 空き巣の認知数を世帯数で除することにより、空き巣発生率（1,000世帯あたりの）とする（今までは認知数）。

## 2 データ

本研究で用いるデータは、平成16年度岡山市統計月報により計算した老人化率と、平成16年度岡山県警犯罪統計書による空き巣データ、平成12年度国勢調査による住宅の種類ごとの世帯数である。

なお、空き巣データは岡山市62個の交番管轄ごとのデータとなっており、それにあわせ交番管轄ごとにデータを集計した。

住宅の種類ごとのデータであるが、「総数」「一戸建て」「長屋」「共同住宅合計」「共同住宅1・2階建て」「共同住宅3～5階建て」「共同住宅6～10階建て」「共同住宅11階建て以上」の9種類となっている。これらのデータを総数で除することで、住宅割合を計算し本研究で用いている。さらに、低層共同住宅を1・2階建て、中層共同住宅を3～10階建て、高層共同住宅を11階建て以上と定義した。

### 3 空き巣発生率と地域的指標の関係

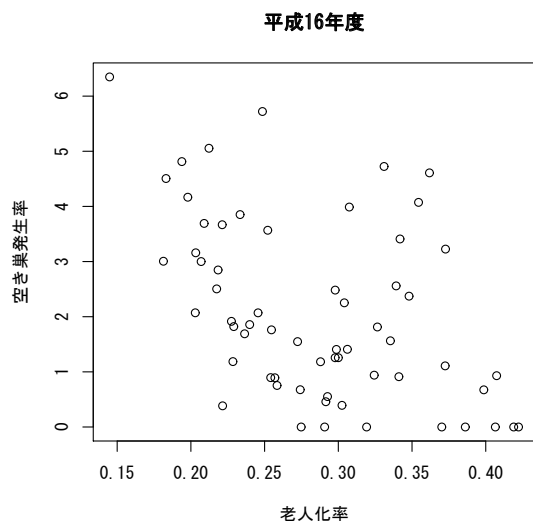


図 1:

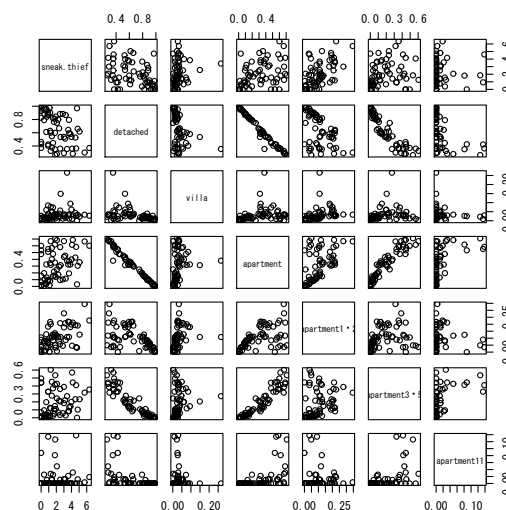


図 2:

#### 3.1 老人化率

図 1 に、老人化率と空き巣発生率の散布図を示す。相関係数は  $-0.4729725$  であり、有意水準 1% で有意である。

#### 3.2 住宅割合

図 2 に、老人化率と住宅割合の散布図を示す。空き巣発生率と低層共同住宅割合に正の相関関係が伺える。

相関係数は  $0.5675616$  であり、有意水準 1% で有意である。

以上のことから、空き巣の抑制力として老人化率、誘発度として低層共同住宅割合を考えられる。

## 4 空間回帰モデリング

以上のことから、空き巣の抑制力として老人化率、誘発度として低層共同住宅割合を考え、空き巣発生率の空間回帰モデリングを行う。本研究では地理的加重回帰法 (Geographically Weighted Regression; GWR) を用いている。

このモデルは、応答変数と説明変数の関係自体が空間的に変動していると考え、従って、地区ごとに空き巣の抑制力、誘発度を表すパラメータを求める。以下に GWR のモデル式を示す。

### 4.1 地理的加重回帰法 (Geographically Weighted Regression; GWR)

$$W_i y = W_i X \beta_i + \epsilon_i \quad (1)$$

$$W_i = \begin{bmatrix} h_{i1} & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & h_{i2} & \cdots & 0 \\ \vdots & 0 & \ddots & 0 \\ 0 & 0 & \cdots & h_{in} \end{bmatrix} \quad (2)$$

式 (1) を解くと、以下の重み付き最小二乗法を解くことになる (説明変数が  $K$  個で、つまり地区  $i$  の推定パラメータ  $\beta_{0i}, \beta_{1i}, \dots, \beta_{Ki}$  を推定するとき)。

$$\min \left[ \sum_{j=1}^n \left\{ y_j - \left( \hat{\beta}_{0i} + \sum_{k=1}^K \hat{\beta}_{ki} x_{ki} \right) \right\}^2 \right] \quad (3)$$

最小二乗法 (3) を解くと、下に示す正規方程式を解くことになる。

$$\beta_i = (X^T W_i^2 X)^{-1} (X^T W_i^2 y) \quad (4)$$

## 4.2 GWRの解析結果

以下に老人化率 ( $x_{1i}$ ) を用いた GWR, 低層共同住宅割合 ( $x_{2i}$ ) を用いた GWR, 老人化率 ( $x_{1i}$ ) と低層共同住宅割合 ( $x_{2i}$ ) 両方を用いた GWR の解析結果を以下に示す。なお、モデルの評価として PSS(Prediction Sum of Square) を用いる。PSS が小さいほど優れたモデルである。それぞれの解析結果とあわせて、地理的重みを決定するガウス型カーネル関数の最適バンド幅を求めた経緯を示す。

### 4.2.1 老人化率 ( $x_{1i}$ ) を用いた GWR

最適バンド幅を 5000(100)30000m で探索したところ、以下の結果から 7900m だとわかった。pss は 1.438208 である。

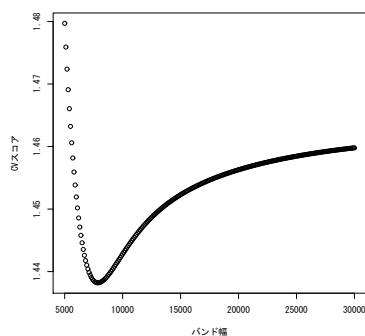


図 3: バンド幅による CV スコアの経緯

最小二乗法 (3) を解くとパラメータは以下のように求まった。図 (9) に  $\beta_{1i}$ (抑制力) の塗り分け図を示す。

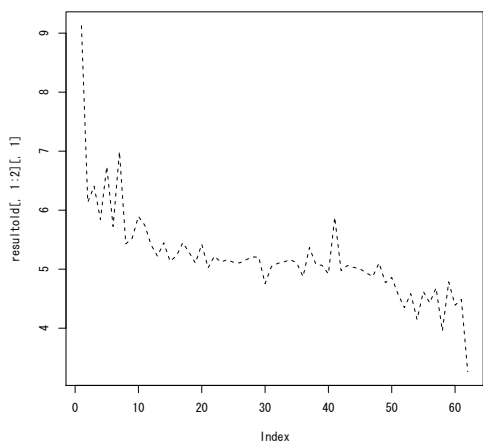


図 4: パラメータ  $\beta_{0i}$

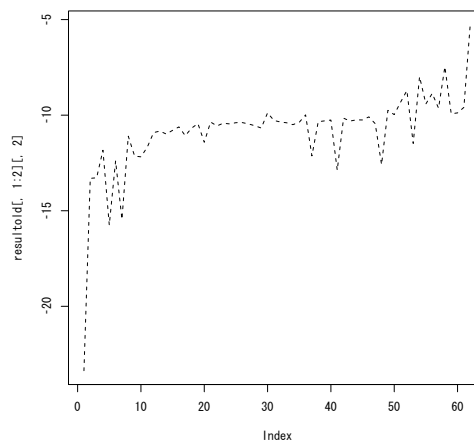


図 5: パラメータ  $\beta_{1i}$ (老人化率)

#### 4.2.2 低層共同住宅割合 ( $x_{2i}$ ) を用いた GWR

最適バンド幅を 5000(100)30000m で探索したところ、以下の結果から 7500m だとわかった。pss は 1.354802 である。

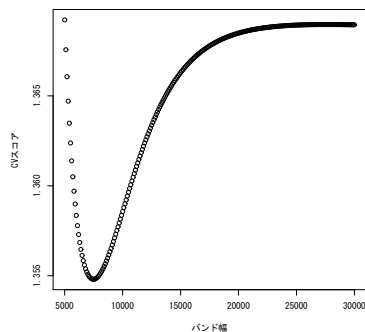


図 6: バンド幅による CV スコアの経緯

最小二乗法 (3) を解くとパラメータは以下のように求まった。図 (10) に  $\beta_{2i}$ (誘発度) の塗り分け図を示す。

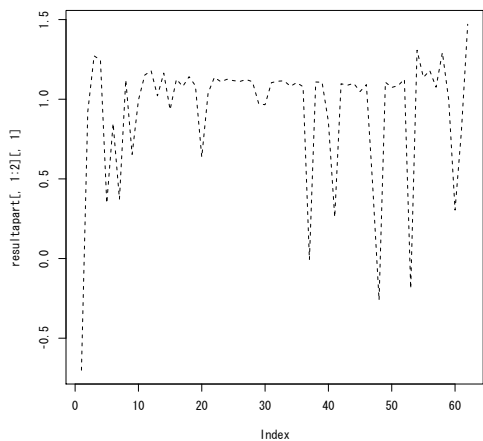


図 7: パラメータ  $\beta_{0i}$

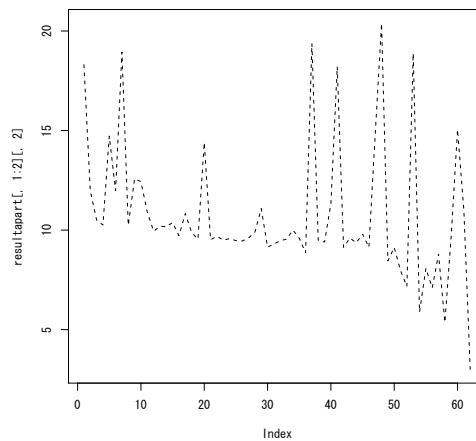


図 8: パラメータ  $\beta_{2i}$ (低層共同住宅割合)

図 9:  $\beta_{1i}$ (抑制力) の塗りわけ

図 10:  $\beta_{2i}$ (誘発度) の塗りわけ

### 4.2.3 老人化率 ( $x_{1i}$ ) と低層共同住宅割合 ( $x_{2i}$ ) 両方を用いた GWR

最適バンド幅を 5000(100)30000m で探索したところ、以下の結果から 8100m だとわかった。pss は 1.33457 である。

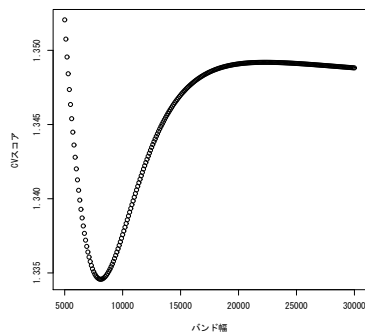


図 11: バンド幅による CV スコアの経緯

最小二乗法 (3) を解くとパラメータは以下のように求まった。図 (14) に  $\beta_{1i}$ (抑制力) の、図 (15) に  $\beta_{2i}$ (誘発度) の塗り分け図を示す。

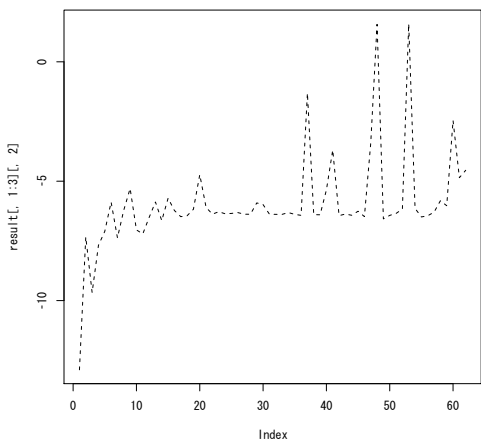


図 12: パラメータ  $\beta_{1i}$ (老人化率)

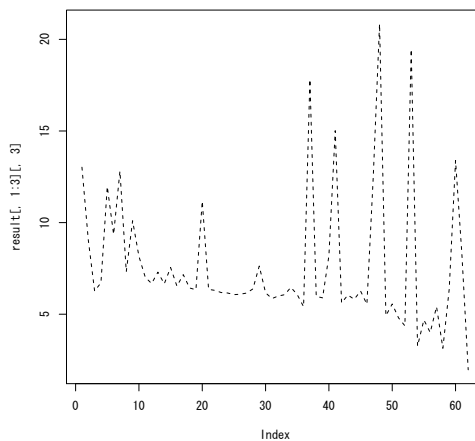


図 13: パラメータ  $\beta_{2i}$ (低層共同住宅割合)

図 14:  $\beta_{1i}$ (抑制力) の塗りわけ

図 15:  $\beta_{2i}$ (誘発度) の塗りわけ

### 4.3 まとめ

説明変数	バンド幅	PSS
老人化率 ( $x_{1i}$ )	7900	1.438208
低層共同住宅割合 ( $x_{2i}$ )	7500	1.354802
両方 ( $x_{1i}, x_{2i}$ )	8100	1.33457

## 参考文献

- [1] 朝日新聞社, 「一目でわかる! 防犯マップ「犯罪から家族と財産を守る」, 2005
- [2] 大下祐樹、垂水共之, 「日本行動計量学会第34回大会(2006)発表論文抄録集 p256-259」
- [3] 岡山県警察本部 / [編], 「犯罪統計書」, 2003, 2004, 2005
- [4] James P. Lesage, 「A Family of Geographically Weighted Regression Models」,