

複層化セルオートマトン法とGISによる人口変動予測モデルの評価(その1)
—システム構築と地方都市のモデル化について—

都市・地域計画 都市解析 人口移動
シミュレーション 複層化セルオートマトン GIS

正会員 ○吉原 昌也*1
同 友清 貴和*2
同 御手洗政和*1
同 本間 俊雄*3

1. 研究の背景と目的

都市における各種需要は、狭い地域における人口構造の変化や人口移動に深く関連し、その影響を大きく受ける。つまり、小規模な地域毎の人口変動を予測し、それに見合った都市における各種需要を予測・推定することは、持続可能な活性化した都市・地域計画を進めるに当たり重要である。

著者等は、この考えに基づき、文献1)において、コーホート要因法及び計量地理学と、セルオートマトン法を組み合わせた複層化セルオートマトン法(以下、複層化CA)を提案し、解析モデルを構築した。また、複層化CAの汎用性・利便性を高めるために、GIS(地理情報システム)と融合させ、様々な問題に対処できる人口変動予測システムの基礎モデルの開発を試みている²⁾。本報告の目的は、2つの地方都市(鹿児島市・長崎市)を取り上げ、開発したシステムを適用することで、システムの特徴と適用範囲、及び発展性を提示することにある。

まずその1では、完成した人口変動予測システムの概要とセルの分割モデルについて説明する。次稿のその2では、シミュレーション結果からみるセル分割モデルの評価と都市の地域特性を考察し、設定問題に対応したシステムの利用方法の展開に関して記述する。

2. 解析手順

本システムを用いた人口変動予測は次の手順による。

a) 都市地域計画の問題点を検討・抽出し、CAに対応した現状を把握する。b) シミュレーション対象都市の人口データやデ

ジタルマップを入手し、入力・確認・編集を行う。c) 人口データの欠落、複雑な地理情報、年毎に変化する住居表示等の状況を整理する。d)c) で整理されたデータを、GISにより、地図上の地域をセルにモデル化する。e) セル分割モデルに属性値として人口データ、及び問題に応じたデータを関連付ける。f)d) のセル分割モデルを基準に a) で整理した点を考慮した複数のセル分割モデルを構築する。g) GISにより各セルの重心座標・面積・隣接するセルの情報を取得し、Excel(注1)に格納する。h) 移動規則に関する種々のパラメータの範囲を決めてシミュレーションし、評価の高い解のパラメータ(以下、最良解と呼ぶ)を抽出するとともに、人口変動の傾向と問題に応じた各セルモデルの適用範囲を探る。i) セル分割モデルの適用範囲内で、最良解から近未来を予測し、a) の問題に利用する。

本システムの適用例には、少子化による小学校の統廃合を含めた再編計画、高齢社会における高齢者福祉施設の配置計画などが挙げられる。あるいは、施設配置計画に限らず、多岐にわたる応用も期待できる。

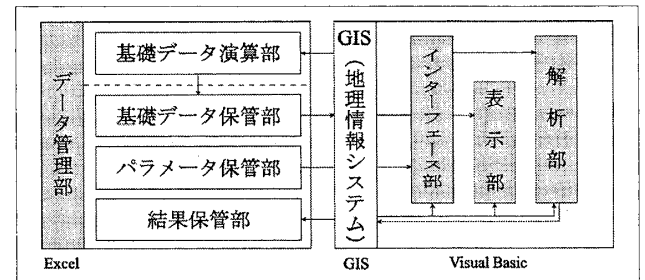


図1. 人口変動システムの構成図

A 結果表示

- 表示町丁字名
- 表示セル番号
- 表示西暦
- 総人口
- セルの一致度
- 詳細グラフ(人口 or 人口密度)
- 人口ピラミッド
- 高齢人口グラフ
- 生産年齢人口グラフ
- 年少人口グラフ
- 人口経年変化

① 評価値の表示

評価値の表示	1980	1985	1990	1995	2000	総評価	
比が 2 の時ペナルティ	0.01	0.09	0.483	0.497	0.568	0.54	2.478

C 手動計算

- スタートボタン
- パラメータボタン
- クリアボタン
- 保存ボタン
- チェックボタン
- シミュレーションステップ
- 西暦
- 表示方法設定
- 予測人口出力

D 自動計算

- スタートボタン
- クリアボタン
- チェックボタン
- 保存ボタン
- パラメータ番号範囲設定
- 各種結果の出力

図2. 人口変動予測システムメインパネル

Evaluation of Population Fluctuation Prediction Model by Using Multi-Layered Cellular Automata and GIS -Part1-
-A System Construction and Modeling of Local Municipality -

YOSHIHARA Masaya, TOMOKIYO Takakazu, MITARAI Masakazu, HONMA Toshio

3. システム概要

システムの構成図を図1に示す。本システムは、GIS及び、独自に開発したデータ管理部、インターフェース部、解析部、表示部の4つの部門からなる。GISは、主に解析用基礎データの取得と解析結果の表示の役割を担う。インターフェース部は、機能に合わせた複数のウィンドウをもち、GUI (Graphical User Interface) による利便性の高いインターフェースを構築している。解析部は、システムの中核を担うもので、複層化CAによる人口変動の演算処理を行う。表示部は、図2に示すように、解析結果より人口ピラミッドや時系列グラフを描画する部門である。本システムはGISを中心としたシステムとなっている。なお、システム開発にはGIS部にArcView8.1.2^{注2)}(ArcGIS8.1.2)、GUI設計及びCAの演算にVisual Basic6.0^{注3)}、データの編集・管理にExcel2000を用いている。

複層化CAによる基礎モデルの状態遷移規則は以下の通りである。状態遷移規則はモデル内における人間の動態を制御し、自律規則と近傍規則に大別される。自律規則は、セル内の成長・出生・死亡を表し、近傍規則は近接移動、遠距離移動、魅力移動、家族移動、結婚移動の5つの移動規則でセル間の移動を制御する(図3)。これらの近傍規則は多くのパラメータを有する数式で表す。

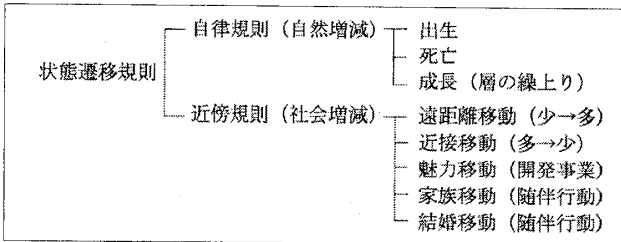


図3. 状態遷移規則

4. セル分割モデル

シミュレーションは、鹿児島市・長崎市を対象にそれぞれ2つのセル分割モデルを設定した。これらの都市は、「人口規模がさほど大きくない地方都市(人口30万~60万人程度)」という選定基準のもとに、九州内の都市の中から選定している。2つのセルモデルの妥当性を検討するため、それぞれ2つの分割モデルを準備した。

1つは、行政区画の最小単位である町丁字を1個のセルとして捉えたモデルAである。人口データの精度を優先し、住居表示変更に伴う人口データの欠落、町丁字境界の変更を考慮したうえで、1975年の町丁字を基本とするセルを設定した。そのため、特に長崎市の場合、セルの面積に大きな差が生じている。最終的に、鹿児島市は114セル、長崎市は224セルとする。魅力移動の対象となるセルは開発規模により、鹿児島市では星ヶ峰ニュータウンを含むセル番号(以下CN) CN.105、長崎市では矢上団地を含むCN.002と設定する。

2つ目は、モデルAを基に、複数の町丁字を結合させることで、小学校区に準じた面積をもつセルで構成されるモデル

Bである。魅力移動の対象となるセルは、鹿児島市では星ヶ峰ニュータウンを含むCN.036、長崎市では矢上団地を含むCN.030と設定する。鹿児島市・長崎市の各モデルA・Bの概要を図4に示す。なお、図中のデッドセルは、工業地域や山間部などの人口の流入出が無視できる地域で、シミュレーション対象から除外した。

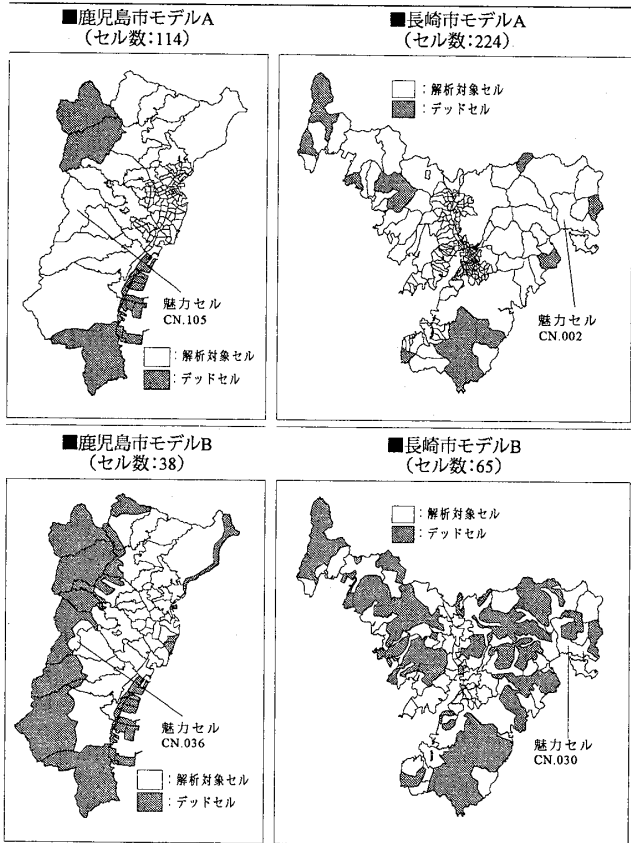


図4. セルモデルの概要

6. 評価

本報告では、鹿児島市と長崎市を例とする2つの都市を対象に4つのセルモデルを設定した。複層化CAを用いて解析都市を人口変動予測モデルとしてモデル化したことで、以下の評価が与えられる。

- ①GISの導入により、GUIを有した利便性・汎用性のある人口変動予測システムが完成した。
- ②モデルAを基準に、GISを用いた種々のセル分割モデルの作成ができる。
- ③設定した問題に対応するセルモデル化の方法が提示できた。

【付記】

本研究は平成14年度科学研究費基盤研究(C)(2)(課題番号14550616)の補助を受けたものである。記して感謝の意を表します。

【注記】

- 注1) Excel2000はMicrosoftの登録商標
 注2) ArcView8.1.2はESRIジャパン株式会社の登録商標
 注3) Visual Basic6.0 Professional EditionはMicrosoftの登録商標

【参考文献】

※次稿(その2)にまとめて記す。

*1 鹿児島大学大学院 博士前期課程
 *2 鹿児島大学教授・工博
 *3 鹿児島大学助教授・工博

*1 Graduate school, Dept. of Architecture, Kagoshima University
 *2 Prof., Dept. of Architecture, Kagoshima Univ., Dr. Eng.
 *3 Assoc Prof., Dept. of Architecture, Kagoshima Univ., Dr. Eng.