

年齢階層別の施設利用頻度に着目した施設・住居最適配置の時系列変化分析

シミュレーション 遺伝的アルゴリズム 高齢化
通勤 平均移動距離 住み替え正会員 ○野口 雄史*
同 吉川 徹 **

1 研究の背景と目的

高度経済成長に伴い、都市に流入した人口は例外なく高齢化し、都市での大規模な高齢化が予測される。このとき、高齢者の様に通勤が不要となる住民が都心部に居住し続けることは、社会的な最適であるとはいえない。

このように、施設と、住民の居住場所の関係は、年齢階層による施設の利用頻度の違いに依存することが多い。そこで本研究では、郊外のニュータウンの学校や公民館の最適配置なども含め、我が国社会の住民の分布と地域施設の食い違い[1]を対象領域とする。

特に、本研究では、年齢別の地域施設の利用頻度の実態を踏まえたうえで、都市モデルを想定して、高齢化の進行によって深刻化する上記の食い違いの状況を定量化することによって、社会的な政策によって施設・住居最適配置を図るための基礎的な知見を得ることを目的とする。

2 研究の方法

2-1 モデルとしての仮想都市

- (1) 8×8セルの仮想都市を想定し、各セルの要素として、住居、施設、空き地を想定する。住居に居住する住民には年齢階層別の属性を与える。1つのセルは、住居、施設、空き地のいずれかになる。
- (2) 地域施設の用途別に、年齢階層別の利用頻度を与える。年齢階層別の施設利用頻度は、第5回東京都市圏パーソントリップ調査の集計結果を援用する。
- (3) 住民の地域施設までの移動距離に対して年齢階層別の各施設の利用頻度により、重みづけを行って合計することにより、社会全体の移動負担を算出する。

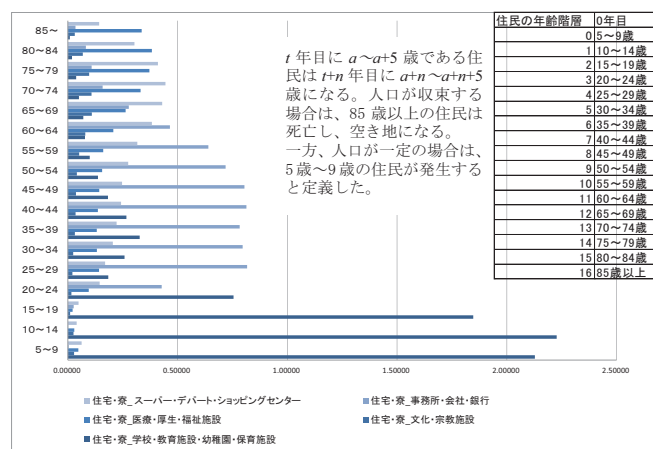


図1 年齢階層別施設利用頻度と住民の年齢構成

2-2 シミュレーション方法

評価値として、利用頻度により重みづけされた各住居との合計値を式より算出し、その値が最少となる配置状態を遺伝的アルゴリズム[2][3][4]により最適解として導出した。遺伝的アルゴリズムの実装は、森[2]の実装を、一部変更して用いた。

最適配置の評価方法として、鈴木[5]に倣い、逐次評価型（その時期における総移動距離を最小化する施設・住宅の最適配置を求める）と、総合評価型（ある期間全体の総移動距離を最小化する施設・住宅の最適配置を求める）の2種類の評価パターンを適用する。

2-3 シミュレーションの手順

(1) 記号の定義

V: 評価値

 x_i : 住居*i*のx座標 y_i : 住居*i*のy座標 x_j : 施設*j*のx座標 y_j : 施設*j*のy座標

term: 期間 l: 全住居数 m: 全施設

$$d(i): \text{住居}i\text{から施設までの距離} d(i) = \sqrt{|x_i - x_j|^2 + |y_i - y_j|^2}$$

 $f_{t+n,j}(i)$: 住居*i*に居住する住民の施設*j*へのt+n年目における施設利用頻度

(2) シミュレーションパターン

- ① 住居・施設の総合評価型最適配置 (0年間~30年間)
- ② ①の施設配置を固定した住居の逐次評価型最適配置 (0年目~30年目)

(3) 評価値の定義

① 逐次評価型評価関数

$$V = \sum_{j=0}^m \sum_{i=1}^l f_{t+n,j}(i) \cdot d(i) \quad (n = 0, 5, 10, 15 \dots \text{term})$$

V → minimize

(n = 0, 5, 10, 15 ... term)

② 総合評価型評価関数

$$V = \sum_{n=0}^{\text{term}} \sum_{j=0}^m \sum_{i=1}^l f_{t+n,j}(i) \cdot d(i) \quad (n = 0, 5, 10, 15 \dots \text{term})$$

V → minimize

2-4 分析方法

人口構成が一定である場合、人口が収束していく場合に分け、それぞれの人口構成を図1の住民の年齢対応表に従い、シミュレーションを行う。

(1) シミュレーションパターン①に関して0年目~30年目の平均移動距離を5年刻みで算出する。

(2) シミュレーションパターン①の結果に対し、シミュレーションパターン②を適用し、0年目~30年目の平均移動

距離を5年刻みで算出する。

3 分析結果・考察

3-1 人口が収束していく場合

図2より、どの期間を見越した住居・施設最適配置における施設配置であっても、住民の最適化を時期ごとに行った場合、総移動距離にほとんど変わらない。

つまり、本モデルの範疇では、施設配置が時系列変化に与える影響は小さく、住民の配置が平均移動距離の時系列変化に与える影響が大きいことが示されている。

図3は、分析方法の①と②の平均移動距離の差を時系列で示している。施設配置が平均移動距離の時系列変化に影響を与えないことを踏まえ、住民の配置が固定されている場合と、常に最適化されている場合の乖離度合を示したものと捉えることが出来る。グラフは、見越した期間のほぼ中央で最小値を取る関数となっている。グラフの形状として、 t 年を想定したグラフは、 $t+n$ 年を想定したグラフを x 軸方向に $-n$ 移動させたグラフと類似している。

また、図4より年齢階層別の利用頻度が類似している医療施設・文化施設・商店は固まって配置され、学校、職場は分散して配置される。さらに、長期間の住居・施設の総合評価型最適配置を行うほど、施設は線状に配置されることが分かった。加えて、住民は、年齢階層別のグラデーションを形成するように配置される。

3-2 人口構成が一定である場合

人口が収束していく場合と同様なことがいえる。

特筆すべきことは、人口が収束していく場合、長期間の住居・施設の総合評価型最適配置を行うほど施設が線状に配置されることはなく、中央によって配置されることである。これは、年齢階層別の利用頻度の差が小さくなるために、起こっていると考えられる。

4 結論

本モデルにおいて、どれくらいの期間を見越して住居・施設最適化を図るかは、住居配置には影響を与えるが、施設配置には大きな影響を与えないことが分かった。つまり、どの時期であっても、住み替えにより、ほぼ最適な住居・施設配置を実現できることが分かった。

したがって、現実問題として住民の食い違い状況は深刻化していることを踏まえ、住み替えに伴う住民の負担が大きいなどの理由から、最適配置がなされてはいないと推測される。

参考文献

[1] 堀内智司: 公共施設配置の世代間の相違, 日本都市計画学会都市計画論文集 43号 31-36頁 2008.10.15 [2] 森直樹: Java で学ぶ遺伝的アルゴリズム, 共立出版, 2007.11 [3] 堀彰男、吉川徹: 共進化の概念を導入した遺伝的アルゴリズムによる地域施設配置手法, 日本建築学会計画系論文集, 540号 221-227頁 2001.02.28 [4] 豊田正道、吉川徹: 個々人の利用頻度を考慮した施設と住宅の最適配置による都市空間形成シミュレーション, 日本建築学会計画系論文集, 638号 889-896頁 2009.04.30 [5] 鈴木勉: 利用者の移動費用最小化による施設の最適な建設順序と配置, 都市計画論文集, 23号 61-66頁 1988.11

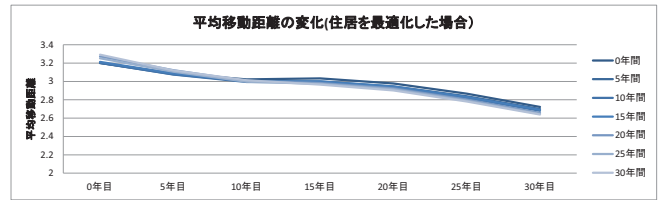


図2 住居を最適化した場合の平均移動距離(人口が収束する場合)

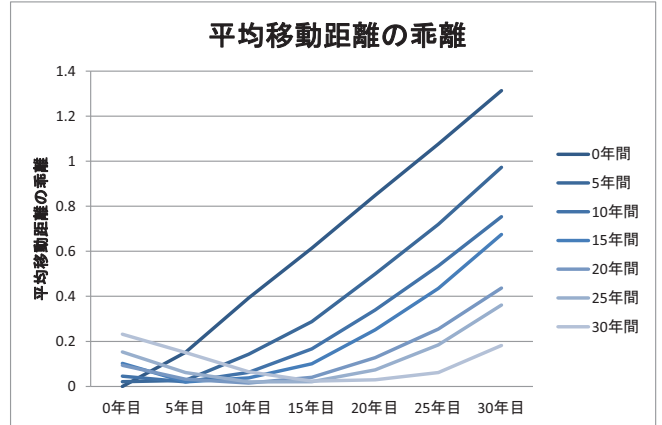


図3 平均移動距離の乖離(人口が収束する場合)
0年目の配置 30年目の配置 住民を最適配置させた30年目の配置

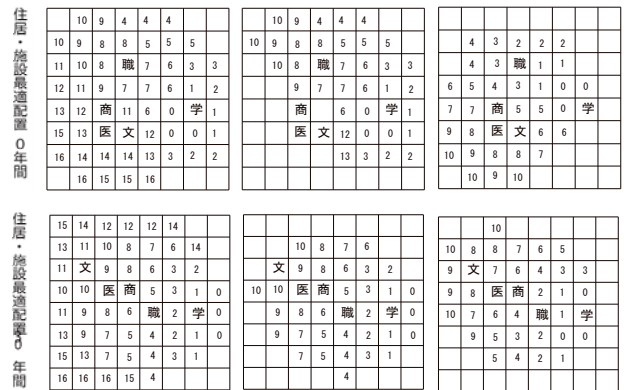


図4 住居・施設配置の一部(人口が収束する場合)

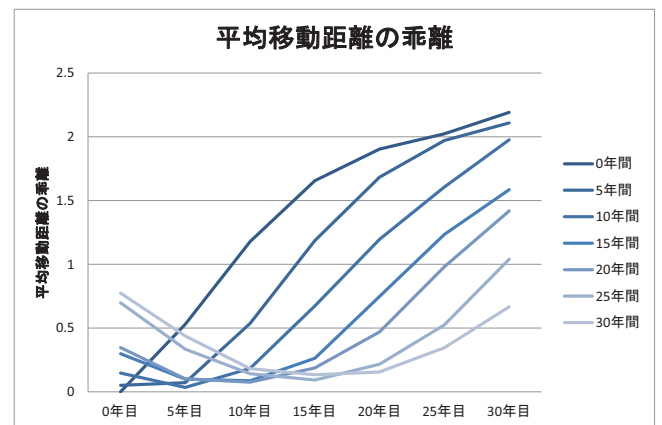


図5 平均移動距離の乖離(人口構成が一定である場合)
0年目の配置 0年目の配置 0年目の配置



図6 住居・施設配置の一部(人口構成が一定である場合)

* 首都大学東京大学院都市環境科学研究科建築学域 博士前期課程
**首都大学東京大学院都市環境科学研究科建築学域 教授・博士(工学)

* Master's Course in Architecture and Building Engineering, Tokyo Metropolitan Univ.,
**Professor, Department of Architecture and Building Engineering, Tokyo Metropolitan Univ., Dr. Eng.