

地域構造に着目した環境政策に関するモデル分析

京都大学工学部 学生員 神崎 幸康^{*1} 三井物産株式会社 正会員 渡辺 仁志^{*2}
京都大学防災研究所 正会員 萩原 良巳^{*3}

1. はじめに

本研究では、都市の高齢化問題から、地域により地域構造に違いが存在することに注目する。その原因として、地域によってアメニティが違ふこと、世帯属性によりアメニティに対する選好が違ふことが挙げられ、その結果、移住が起こり地域構造が変化したと考えられる。そのため、環境政策として地域のアメニティを変化させることを考える。まず、アメニティと世帯属性に着目して、都市圏における世帯の移住行動を内部化した地域環境政策を最適制御理論を用いてモデル化する。そして、最大原理によりモデル分析を行ない、属性別世帯数変化に対応したアメニティの政策的な配分方法、さらに、環境政策と地域構造変化との関連を分析することを目的とする。

2. 状態方程式

状態変数として、ライフステージによって分類した属性別の世帯数（高齢世帯数、非高齢世帯数）と、アメニティ要素（利便性、快適性）を考える。そして、状態方程式として、都市圏における世帯の移住行動を考慮した地域構造モデル、投資による増加と投資を行わないことによる劣化を考慮したアメニティの変化を以下のように定式化した¹⁾。

$$\left. \begin{aligned} \dot{x}_1^1 &= \{g_{11}^1(1-b_{11}^1) + g_{12}^1(1-b_{12}^1) + g_{13}^1\}a_{11}x_1^1 + (g_{11}^2b_{11}^2 + g_{12}^2b_{12}^2)a_{11}x_1^2 - a_{12}x_1^1 \\ \dot{x}_2^1 &= \{g_{21}^1(1-b_{21}^1) + g_{22}^1(1-b_{22}^1) + g_{23}^1\}a_{12}x_1^1 + (g_{21}^2b_{21}^2 + g_{22}^2b_{22}^2)a_{12}x_1^2 - a_{22}x_2^1 \\ \dot{x}_1^2 &= \{g_{11}^2(1-b_{11}^2) + g_{12}^2(1-b_{12}^2) + g_{13}^2\}a_{11}x_1^2 + (g_{11}^1b_{11}^1 + g_{12}^1b_{12}^1)a_{11}x_1^1 - a_{12}x_1^2 \\ \dot{x}_2^2 &= \{g_{21}^2(1-b_{21}^2) + g_{22}^2(1-b_{22}^2) + g_{23}^2\}a_{12}x_1^2 + (g_{21}^1b_{21}^1 + g_{22}^1b_{22}^1)a_{12}x_1^1 - a_{22}x_2^2 \end{aligned} \right\} \text{地域構造モデル}$$
$$\dot{a}_k^s(t) = q_k^s(t) - j(t)a_k^s(t) \quad (s=1,2, k=1,2)$$

ただし、 $g_1^s(t) + g_2^s(t) + g_3^s(t) = 1 \quad (s=1,2, k=1,2)$

なお、地域構造は地域構造モデルの安定性とその均衡解により 衰退型、社会的安定型、高齢型、不安定型の 4 タイプに分類される²⁾。

3. 評価関数と制約条件

評価関数として世帯属性別のアメニティ増加に対する満足度に着目した環境政策のモデル化を行う。制御変数は投資によるアメニティの増加項とする。ここでは、ひとまず、非高齢世帯の満足度は利便性の増加により、高齢世帯の満足度は快適性の増加によるものであると仮定し、政策期間全体での満足度の最大化を考える。さらに、非高齢世帯、高齢世帯に対する政策の重みを政策パラメータ w_i ($i=1,2$) で表した。また、投資によるアメニティの総増加量には上限があると仮定した。以上のことより、評価関数と制約条件を定式化すると次のようになる。

評価関数

$$J = w_1 \int_0^T (q_1^1(t)x_1^1(t) + q_1^2(t)x_1^2(t))dt + w_2 \int_0^T (q_2^1(t)x_2^1(t) + q_2^2(t)x_2^2(t))dt \rightarrow \max$$

制約条件

$$w_1 + w_2 = 1, \quad \sum_{s=1}^2 \sum_{k=1}^2 q_k^s(t) \leq C(t), \quad q_k^s(t) \geq 0$$

キーワード：アメニティ 世帯属性 地域構造 環境政策

連絡先：^{*1} 〒611-0011 京都府宇治市五ヶ庄 TEL 0774-38-4333 ^{*2} 〒100-0004 東京都千代田区大手町1丁目2番1号 TEL 03-3285-1111

^{*3} 〒611-0011 京都府宇治市五ヶ庄 TEL 0774-38-4307

4．分析結果とその考察

以上で定式化したモデルを最大原理により、次のような条件のもとで分析した。まず、地域の初期状態において、全ての世帯属性には移住が起こり、都心と郊外の地域構造がともに社会的安定型である場合を想定する。また、都心と郊外の総世帯数の大小関係、非高齢世帯数と高齢世帯数の大小関係により初期条件を分類し、それぞれについて、政策パラメータを変化させて分析を行った。その分析結果の一部を表1に示す。表1は、非高齢世帯数が高齢世帯数より少ない場合に、都心と郊外の総世帯数の大小関係と政策パラメータに対する地域構造の変化パターン、また、そのときのアメニティの配分方法についてまとめたものである。

表1において、増加するアメニティ要素が切り替わった場合が存在した。その理由は次のように考えられる。すなわち、政策目的として、政策期間全体でのアメニティの増加に対する満足度の合計を考えているからである。つまり、その年の満足度が最大にならなくても、政策期間全体で最大になるようにアメニティ要素を増加させる結果が得られた。すなわち、分析結果から次のことが言える。都市計画として目標とする将来の地域構造を設定したとき、そのために行う環境政策について、その地域の初期状態によって高齢世帯と非高齢世帯に対する重みの置き方、さらにそのときの最適なアメニティの配分方法が時間軸を考慮したものとして得られた。一方、全て線形関数で定式化していることにより、毎年1つのアメニティ要素を集中的に増加させるという結果しか得られないという限界が明らかになった。

表1 分析結果の一部

政策パラメータ 初期条件 w_2		1	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5	0.4	0.3	0.2	0.1	0
$x_1 < x_2$	$x^1 > x^2$	(安定、安定) b						安定、 衰退 s_1	(安定、衰退) a			
	$x^1 = x^2$	(衰退、安定) d						衰退、 安定 s_2	(安定、衰退) a			
	$x^1 < x^2$	(衰退、安定) d						衰退、 安定 s_3	(衰退、安定) g			

注：「安定」とは「社会的安定型」、「衰退」とは「衰退型」の地域構造のことである。

x_1 ：非高齢世帯数 x_2 ：高齢世帯数 x^1 ：都心の総世帯数 x^2 ：郊外の総世帯数

a ：都心の利便性が増加 b ：都心の快適性が増加 g ：郊外の利便性が増加 d ：郊外の快適性が増加

s_1 ：都心の快適性から都心の利便性に切り替わる。 s_2 ：郊外の快適性から郊外の利便性に切り替わる。

s_3 ：郊外の快適性から郊外の利便性に切り替わる。

5．おわりに

本研究では、高齢社会を想定したとき地域構造をどのように変化させれば良いのかという問題の基本的情報を得る方法の方向性を提示することができた。今後の課題として、実際の都市にモデルを適用することを考えねばならない。しかし、そのためにはモデル化と、分析のために置いた仮定を減らし、モデルをより一般的なものにする必要がある。また、アメニティ要素、移住に関する閾値などの定量化の方法についての検討が重要であると考ええる。

[参考文献]

- 1) 神崎幸康・渡辺仁志・萩原良巳：地域構造を考慮した環境政策に関するモデル分析，関西支部年次学術講演概要集，2000
- 2) 萩原良巳・渡辺仁志：微分方程式による地域構造の分類に関する討議資料，京都大学防災研究所総合防災研究部門，1999.