

リスク認知のバイアスが最適土地利用状態の実現可能性に及ぼす影響に関する分析

(株) 三菱総合研究所 正員 ○ 山口 健太郎
 京都大学防災研究所 正員 多々納 裕一
 京都大学防災研究所 正員 岡田 憲夫

1 はじめに 土地の位置と災害危険度の分布を関連付けた災害危険度情報の提供は、防災上望ましい土地利用を誘導し、各主体の厚生に望ましい効果をもたらす可能性がある。しかしながら情報の受け取り手の認知バイアスが、このような情報提供効果を制限してしまうことが指摘されている。したがってこの種の認知バイアスは、競争的土地市場を通じた最適土地利用状態の実現を阻害する要因となることが予想される。本研究ではリスク認知のバイアスが、最適土地利用の実現可能性に対してどのような影響を与えているかということについて理論的な分析を行う。

2 モデル化の前提条件 本研究では図-1に示すような幅 h の線形都市を想定し、土地の所有形態は不在地主モデルを仮定する。S地区におけるアメニティ水準は平常時・災害時ともに等しく e_0 である。F地区におけるアメニティ水準は、平常時には e_0 であり、災害時には q の確率で e_0 にとどまるが、 $1-q$ の確率で e_1 に低下するものとする。

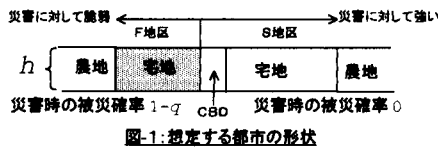


図-1: 想定する都市の形状

3 家計の居住地選択行動のモデル化

(1) 居住地選択行動モデル

いま、下付き添え字 δ ($= S, F$) は都市内における土地の位置を示し、CBDからの距離は r で表すことにする。都市内の家計は敷地規模消費 s 、合成財消費 z 、アメニティ水準 e に関して効用 $u(s, z, e)$ を享受でき、被災時における効用を $u(s, z, e_1) = 0$ 、平常時の効用を $u(s, z, e_0) > 0$ と仮定する。また災害生起確率 p はすべての家計にとって共有知識である。ここでF地区において災害時でも被災せずに済む客観的な確率 q に関する知識は、情報の利用可能性にのみ依存するものとする。情報を利用した家計は、情報提供前に主観的に有していた、災害時にも被災せずに済む確率 α を、客観的な確率（1または q ）に、ある程度まで改善する。Viscusi²⁾に従えば、情報を利用することにより形成される主観的な「災害時にも被災せずに済む確率」は、ペイズの学習過程モデルにしたがって、 α と1または q の線形結合として与えられよう。ここで τ を家計の情報に対する主観的信頼度とおけば、災害危険度情報の提供下における家計の期待効用 $EU_{\delta}^{\tau}(s, z, r)$ は次式で

与えられる。

$$EU_S^{\tau}(s, z, r, \tau) = (1 - p + \frac{\alpha + \tau}{1 + \tau} p) u(s, z, e_0) \quad (1)$$

$$EU_F^{\tau}(s, z, r, \tau) = (1 - p + \frac{\alpha + \tau q}{1 + \tau} p) u(s, z, e_0) \quad (2)$$

いま、 $R_{\delta}^{\tau}(r)$: 位置 (δ, r) における市場地代、 y : 名目所得、 t : 単位距離当たりの通勤費であるとする。このとき、家計は位置 (δ, r) において期待効用を最大化するように居住地選択行動を行う。

$$V_{\delta}^{\tau}(R_{\delta}^{\tau}(r), y - tr)$$

$$\equiv \{\max_{s, z} EU_{\delta}^{\tau}(s, z, r, \tau) \mid R_{\delta}^{\tau}(r)s + z + tr = y\} \quad (3)$$

ここで土地及び合成財の需要 $(s_{\delta}^{\tau}(r), z_{\delta}^{\tau}(r))$ は、問題(3)の s, z についての解となり、 τ, δ に依存しない関数 $\hat{s}(\cdot), \hat{z}(\cdot)$ を用いて $(\hat{s}(R_{\delta}^{\tau}(r), y - tr), \hat{z}(R_{\delta}^{\tau}(r), y - tr))$ と表すことができる。

(2) 土地利用均衡モデル

都市経済学のアプローチに従えば、均衡土地利用状態における都市の地代 $\Psi_{\delta}^{\tau}(r, u^{\tau})$ は、地区ごとに同等でなければならない効用水準の均衡値を u^{τ} とすれば、次式を満たすように決定される。

$$\Psi_{\delta}^{\tau}(r, u^{\tau}) = \max_{s, z} \left\{ \frac{Y - z}{s} \mid EU_{\delta}^{\tau}(s, z, r, \tau) = u^{\tau} \right\} \quad (4)$$

ここで $Y \equiv y - tr$ である。 $\bar{r}_{\delta}^{\tau}, n_{\delta}^{\tau}(r)$ をそれぞれ均衡土地利用状態における都市境界距離 ($\Psi_{\delta}^{\tau}(r, u^{\tau}) = R_A$ を満たす r)、家計数分布とすると、 $r \leq \bar{r}_{\delta}^{\tau}$ において、閉鎖都市モデルにおける均衡土地利用状態は以下の条件式を満たす。

$$R_{\delta}^{\tau}(r) = \Psi_{\delta}^{\tau}(r, u^{\tau}) \quad (5)$$

$$s_{\delta}^{\tau}(r) = \hat{s}(\Psi_{\delta}^{\tau}(r, u^{\tau}), Y) \quad (6)$$

$$n_{\delta}^{\tau}(r) = h / \hat{s}(\Psi_{\delta}^{\tau}(r, u^{\tau}), Y) \quad (7)$$

$$\sum_{\delta} \int_0^{\bar{r}_{\delta}^{\tau}} \{h / \hat{s}(\Psi_{\delta}^{\tau}(r, u^{\tau}), Y)\} = N \quad (8)$$

4 災害リスク下における最適土地利用状態の規定

従来都市経済学分野では、最適土地利用状態を、社会的厚生関数を最大化するような土地利用状態であるとして規定することは希である。社会的厚生水準の最大化による最適土地利用の規定は、都市内の各家計に対して立地地点に応じて異なった厚生水準を割り当ててしまい、結果的に等質な家計を不平等に取り扱うことになってしまう。¹⁾ これは「Mirrleesの不平等」と呼ばれる²⁾ 問題である。こ

キーワード：情報提供、リスク認知、均衡土地利用、最適土地利用

(株) 三菱総合研究所 公共計画部 (〒100-8141 東京都千代田区大手町 2-3-6, Tel 03-3277-0712, Fax 03-3277-3460 (代))
 京都大学防災研究所 (〒611 宇治市五ヶ庄, TEL 0774-38-4035, FAX 0774-32-3093)

の問題を解決するために、最適土地利用状態を都市の余剰最大化問題の解 (Herbert=Stevens モデル) として規定する方法が用いられる。すなわち、各家計に同等の目標厚生水準を保証することを制約条件とした余剰最大化問題として最適土地利用が記述されるのである。本研究でも、最適土地利用状態をこの Herbert=Stevens モデルに基づいて規定する。すなわち、災害リスクに直面した都市の最適な土地利用状態を、都市内の各家計が実際に得ることのできる厚生を同等の水準に保証した下で、都市の期待余剰を最大化する問題の解として規定することとする。

ここで間接効用関数 $v(R_S^T(r), Y) \equiv V_S^T(R_S^T(r), Y)/(1 - p + \frac{\alpha + \tau}{1 + \tau} p)$, $v(R_F^T(r), Y) \equiv V_F^T(R_F^T(r), Y)/(1 - p + \frac{\alpha + \tau q}{1 + \tau} p)$ を用いれば、均衡土地利用状態において S 地区に居住する家計は確率 1 で $v(\Psi_S^T(r, u^T), Y)$ なる厚生を得ることができる。同様に、F 地区に居住する家計は $(1 - p + pq)$ の確率で $v(\Psi_F^T(r, u^T), Y)$ なる厚生を得ることができる。したがって家計が実際に享受できる (客観的な) 厚生水準 w_δ^T は以下のように表現できよう。

$$w_S^T(\Psi_S^T(r, u^T), Y) = v(\Psi_S^T(r, u^T), Y) \quad (9)$$

$$w_F^T(\Psi_F^T(r, u^T), Y) = (1 - p + pq)v(\Psi_F^T(r, u^T), Y) \quad (10)$$

以上より、災害リスク下における最適土地利用状態は、以下のように定式化できる。

$$\max_{\tilde{r}_\delta, n_\delta(r), s_\delta(r)} \{S_\delta + (1 - p + pq)S_F\} \quad (11)$$

$$\text{s.t.} \quad \sum_\delta \int_0^{\tilde{r}_\delta} \{h/s_\delta(r)\} dr = N, \quad w_S^T = w_F^T = \tilde{w} \quad (12)$$

$$\text{where } S_\delta = \int_0^{\tilde{r}_\delta} [Y - Z_\delta(s_\delta(r), w_\delta) - R_A s_\delta(r)] n_\delta(r) dr$$

ここで S_δ は地区 δ の余剰、 R_A は農業地代、また $\tilde{w}$ は外生的に与えられる目標厚生水準である。

4 最適土地利用状態の実現可能性に関する考察

競争的土地市場を通じた最適土地利用状態の実現可能性に関して、以下の命題が成り立つ。

命題 家計に認知リスクのバイアスが存在する場合、災害リスク下の最適土地利用状態が競争的土地市場を通じて実現する可能性はない。

(証明) ここで、目標とする客観的な厚生水準 $\tilde{w}$ に関する最適土地利用状態を競争的に達成するために導入されるペナルティを G_δ^T と表すことにしよう。このとき、各地区の均衡効用水準 $\tilde{u}_\delta^T$ はそれぞれ

$$\tilde{u}_S^T = (1 - p + \frac{\alpha + \tau}{1 + \tau} p)v(\Psi_S^T(r, \tilde{u}_S^T), Y - G_S^T) \quad (13)$$

$$\tilde{u}_F^T = (1 - p + \frac{\alpha + \tau q}{1 + \tau} p)v(\Psi_F^T(r, \tilde{u}_F^T), Y - G_F^T) \quad (14)$$

と表せる。また両地区における客観的な厚生水準 w_δ は、以下ようになる。

$$w_S = v(\Psi_S^T(r, \tilde{u}_S^T), Y - G_S^T) \quad (15)$$

$$w_F = (1 - p + pq)v(\Psi_F^T(r, \tilde{u}_F^T), Y - G_F^T) \quad (16)$$

最適土地利用状態において、制約条件式 (12) より、以下の等式が成立する。

$$\tilde{w} = v(\Psi_S^T(r, \tilde{u}_S^T), Y - G_S^T) \quad (17)$$

$$= (1 - p + pq)v(\Psi_F^T(r, \tilde{u}_F^T), Y - G_F^T) \quad (18)$$

最適土地利用状態において式 (17)(18) が成立するためには、式 (13)(14) を用いることによって、以下が成立しなければならない。

$$\tilde{u}_S^T = \frac{(1 - p + \frac{\alpha + \tau}{1 + \tau} p)(1 - p + pq)}{1 - p + \frac{\alpha + \tau q}{1 + \tau} p} \tilde{u}_F^T \quad (19)$$

$\tilde{u}_S^T = \tilde{u}_F^T$ となるのは $\tau \rightarrow \infty, q = 1, p = 0$ のときである。 $q \neq 1$ または $p \neq 0$ 、すなわち都市内に災害被災リスクが存在し、家計にリスク認知のバイアスが存在する場合には、両地区における主観的な厚生水準は等しくならず、このとき土地利用は均衡しない。

次いで、(補償) 均衡土地利用状態が同時に最適土地利用状態となり得る可能性について考察しよう。ここで地区ごとのペナルティを G_δ とすれば、均衡土地利用状態においては両地区の均衡効用水準 u^T は等しくなければならず、以下が成立する。

$$u^T = (1 - p + \frac{\alpha + \tau}{1 + \tau} p)v(\Psi_S^T(r, u^T; G_S), Y - G_S) \quad (20)$$

$$= (1 - p + \frac{\alpha + \tau q}{1 + \tau} p)v(\Psi_F^T(r, u^T; G_F), Y - G_F) \quad (21)$$

このとき、両地区における客観的な厚生水準 w_{δ, G_δ}^T は、

$$w_{S, G_S}^T = v(\Psi_S^T(r, u^T; G_S), Y - G_S) \quad (22)$$

$$w_{F, G_F}^T = (1 - p + pq)v(\Psi_F^T(r, u^T; G_F), Y - G_F) \quad (23)$$

となる。式 (20)~(23) から以下が成立する。

$$w_{S, G_S}^T = \frac{1 - p + \frac{\alpha + \tau q}{1 + \tau} p}{(1 - p + pq)(1 - p + \frac{\alpha + \tau}{1 + \tau} p)} w_{F, G_F}^T \quad (24)$$

$w_{S, G_S}^T = w_{F, G_F}^T$ となるのは $\tau \rightarrow \infty, q = 1, p = 0$ のときである。 $q \neq 1$ または $p \neq 0$ のとき、両地区における客観的な厚生水準は等しくならず、均衡土地利用は最適土地利用とはならない。 (証明終わり)

5 おわりに

従来都市経済学分野では、補助金や所得税政策等を通じて経済的なインセンティブの変化を家計に与えることによって、都市の土地利用の最適化を行うことが可能とされてきた。しかしながら以上の分析によって、家計の災害被害に対するリスク認知のバイアスの存在下では、地区ごとの均衡効用水準が乖離してしまうため、最適土地利用状態が同時に均衡土地利用状態となり得ないことが示された。この結果は、リスク認知のバイアスの存在下において最適土地利用状態を実現するためには、例えば他地区からの転入 (転出) 障壁を設ける等の都市計画的な政策と所得税 (または補助金) 政策を併せて講じることが必要となることを示唆している。

[参考文献] 1) Viscusi, K. W. : Fatal Tradeoffs: Public and Private Responsibilities for Risk, New York: Oxford University Press, 1992. 2) Mirrlees, J. A. : The Optimum Town, *Swedish Journal of Economics*, 74, pp.114-35, 1972.