

京都大学大学院 学生会員 ○田中 一央
 京都大学大学院 学生会員 横松 宗太
 京都大学大学院 正会員 小林 潔司

1. はじめに

自然災害のリスク分散に関しては、家計のリスクの不完全認知やモラルハザードの存在により、現実的には市場でのリスクの効率的な配分の達成は困難である。そこで本研究では、地方自治体が税収を担保として地域住民間の相互保険を実行し、さらに中央政府を通じた所得移転により自治体間でリスクを分散する強制保険システムを提案する。

2. 災害リスクのモデル化

災害リスクは、複数の家計が同時に直面する集合的リスクである。また、災害発生時に個々の家計が必ずしも被災するわけではないので、各家計が独立に直面する個人的リスクである。そこで災害リスクを、個人リスク s と集合リスク k の組合せ (s, k) として表現する。個人リスクの事象は、1) 平常 $s = 0$, 2) 被災 $s = 1$ の2種類を考え、それぞれの事象が生じた時の地域 i の家計の所得は

$$\omega_i(s) = \begin{cases} y_i & (s = 0 \text{ のとき}) \\ y_i - d_i & (s = 1 \text{ のとき}) \end{cases} \quad (1)$$

と表す。ここで y_i は地域 i の平常時の所得であり、 d_i は災害により生じる被害額である。ともに与件とする。集合リスクの事象は、各地域の被害状態により $q(k) = \{q_1(k), \dots, q_M(k)\}$ ($k = 0, 1, \dots, K$) のようにベクトルで表し、 $K + 1$ 種類を考える。ここに、 $q_i(k)$ ($0 \leq q_i(k) \leq 1$) は集合リスク k の生起時に地域 i において被災する家計の割合である。さらに集合リスク k が生起する確率を $\pi(k)$ と表す。地域 i の家計が個人リスク s と集合リスク k で表される状況 (s, k) に直面する同時生起確率は $\pi_i(s, k)$ で表す。ただし $\sum_{s,k} \pi_i(s, k) = 1$ が成立する。集合リスク k が生じた時に地域 i で各家計が実際に被災する条件付確率 $\pi_i(1|k)$ は $q_i(k)$ と表せる。

3. 基本モデル

(1) 自治体保険

各自治体は、住民からの税と中央政府からの所得移転を原資とする災害保険会計を有し、これにより自治体保険を運営する。各家計は保険料(税) μ_i を支払い、事後に状況 (s, k) が確定した時点で状況依存的な保険金 $m_i(s, k)$ を受け取る。状況 (s, k) が生じた時の家計の富は次式で表される。

$$x_i(s, k) = \omega_i(s) + m_i(s, k) - \mu_i \quad (2)$$

自治体は、保険システムの設計が自地域の人口規模

に及ぼす影響は考えず、地域の総効用の最大化に努めると考える。つまり地域内人口を一定と考え、以下の代表的個人の効用最大化問題を解く。

$$\max_{x_i, m_i, \mu_i} \left\{ \sum_{s,k} \pi_i(s, k) v(x_i(s, k)) \right\} \quad (3)$$

subject to

$$\sum_s \pi_i(s|k) x_i(s, k) = \sum_s \pi_i(s|k) \{ \omega_i(s) + m_i(s, k) - \mu_i \} \quad (4)$$

$$\mu_i + \tau_i + \eta_i(k) = \sum_s \pi_i(s|k) m_i(s, k) \quad (5)$$

for all k

ここで、すべての家計の選好は同質的とし、危険回避型の間接効用関数 v で表す。式(5)は、任意の集合リスク k に関する自治体の災害保険会計の収支バランスを表す。 $\tau_i, \eta_i(k)$ はそれぞれ中央政府からの事前の家計の1人当たりの所得移転、事後の状況依存的な家計の1人当たりの所得移転を表す。 $\tau_i, \eta_i(k)$ は、地方政府にとって外生変数である。式(4),(5)のラグランジュ乗数をそれぞれ $u_i(k), v_i(k)$ とし、1階の最適化条件等を整理すると

$$\frac{dv(x_i(s, k))}{dx_i(s, k)} = \frac{u_i(k)}{\pi_i(k)} \quad \text{for all } k \quad (6)$$

となり、家計の富 $x_i(s, k)$ は任意の集合リスク k に関して個人リスク事象 s によらず一定値をとる。さらに

$$x_i(s, k) = y_i - r_i(k) + \tau_i + \eta_i(k) = \hat{x}_i(k) \quad (7)$$

と表される。ただし、 $r_i(k) = \pi_i(1|k)d_i$ である。保険金支払い後は、被災した家計も被災しなかった家計も同じ富を得る。自治体保険は任意の集合リスク k に関して個人リスクをすべてカバーする。

(2) 地域間均衡

地域間の人口移動を認め、所得は各地域の人口規模に依存して決定されると考える。各地域の生産技術は収穫逨減な生産関数 $f(N_i)$ で表す。地域内生産による利潤は地域内の家計に等配分されるとし、家計の1人当たりの所得 y_i は $y(N_i) = \frac{f(N_i)}{N_i}$ となる。以下、記述の簡略化のために $y_i = y(N_i)$ と記す。自治体が強制保険を導入した場合、任意の集合リスク k に関して式(7)で表される事後的な富を補償される。いま家計の自由な居住地選択を認めると、市場均衡では次式が成立する。

$$\sum_{k=0}^K \pi_i(k) v(y_i - r_i(k) + \tau_i + \eta_i(k)) = \bar{V} \quad (8)$$

$$\sum_{i=1}^M N_i = N \quad (9)$$

ここに、 $\bar{V}$ は均衡効用水準である。ただし基本モデルでは $\tau_i = 0, \eta_i(k) = 0$ を仮定する。

ここで、家計の地域間移動がもたらす外部（不）経済性が問題となる。地域人口の増加は限界労働生産性の減少を招くが、家計は他の家計の厚生水準に及ぼす影響を考えずに居住地を選択する。したがって、家計の居住地選択の結果として生じる市場均衡が、パレート最適な災害リスクの配分である保証はない。

4. 社会的最適化モデル

より効率的な災害リスクの配分を行うため、中央政府を通じた自治体間の所得移転を考える。中央政府は災害保険特別会計を設け、各地域から家計1人当たり τ_i を徴収し、事後に集合リスク k に応じて各地域に家計1人当たり $\eta_i(k)$ を支払う。中央政府は社会的厚生の最大化を考える。新しい変数 $\zeta_i(k) = \tau_i + \eta_i(k)$ を用いると、計画者が解くべき問題は、代表的個人の効用最大化問題として表される。

$$\max_{N, \zeta} \{ \bar{V} \} \quad (10)$$

subject to

$$\sum_{k=0}^K \pi_k v(y_i - r_i(k) + \zeta_i(k)) = \bar{V} \quad (11)$$

$$\sum_{i=1}^M N_i = N \quad (12)$$

$$\sum_{i=1}^M N_i \zeta_i(k) = 0 \quad \text{for all } k \quad (13)$$

ただし、 $\zeta = \{\zeta_1(0), \dots, \zeta_M(K)\}$ である。ここで、式(13)は中央政府の保険特別会計の収支バランスを表す。式(11)-(13)のラグランジュ乗数をそれぞれ $\nu_i, \nu, \nu(k)$ ($k = 0, \dots, K$)と表す。一階の最適化条件より

$$\pi_i(k) \frac{dv(x_i(k))}{dx_i(k)} = \lambda_i \rho(k) \quad (14)$$

$\lambda_i = \sum_k \frac{dv(x_i(k))}{dx_i(k)}, \rho(k) = \frac{\nu(k)}{\sum_k \nu(k)}$ である。また

$$N_i \xi_i - \frac{\sum_{k=0}^K \pi_i(k) \frac{dv(x_i(k))}{dx_i(k)} \zeta_i(k)}{\sum_{k=0}^K \pi_i(k) \frac{dv(x_i(k))}{dx_i(k)}} = \bar{y} \quad (15)$$

ただし、 $\bar{y} = \frac{\nu}{\sum_k \nu(k)}$ である。 $\xi_i = \frac{d(N_i/dN_i)}{N_i} - \frac{\nu_i}{N_i}$ は労働力の地域所得の限界貢献、 $x_i(k) = y_i - r_i(k) + \zeta_i(k)$ である。 $\frac{dv(x_i(k))}{dx_i(k)}$ は災害リスク事象 k が生じた時の状況依存的な所得の限界効用である。さらに

$$\nu(k) = \left\{ \sum_i \frac{N_i}{\pi_i(k) \frac{dv(x_i(k))}{dx_i(k)}} \right\}^{-1} \quad (16)$$

$\nu(k)$ は災害リスク k が生じた時の対象地域全体での状況依存的な所得の期待限界効用の逆数の総和を表す。

5. 数値計算による分析

災害が起こりうる地域(地域1)と災害が起こらない地域(地域2)の2地域を対象として数値計算を行い、災害リスクの配分及び人口配分を分析する。災害リス

クは (s, k) ($s = 0, 1; k = 0, 1$)を考える。集合リスク事象は、確率 $1-p$ で $q(0) = \{0, 0\}$ が、確率 p で $q(1) = \{q, 0\}$ が生じる。総人口 $N = 100$ 、被害額 $d = 7$ とする。

計算の結果、社会的最適化モデルは基本モデルより高い効用水準を示した。また図1, 2には災害が生じた場合・しない場合(平常時)に分けて地域1の家計の富を示したが、社会的最適化モデルでは差が小さくなっており、基本モデルより災害リスクを分散していることがわかる。社会的最適化モデルにおける所得移転については、図3に示すように災害生起時には被災する地域1へ、平常時には災害の起こらない地域2への所得移転 $\zeta_i(k)$ が必要となる。また、災害生起確率の減少に伴い平常時の所得移転額は減少し、災害生起時の所得移転額は増加している。2つのモデルの人口配分を図4のように比較すると、特に災害生起確率が大きい時には人口配分が災害リスク配分に大きな影響を与えることが分かる。なお、災害リスクが減少すれば人口は等配分へ向かう。

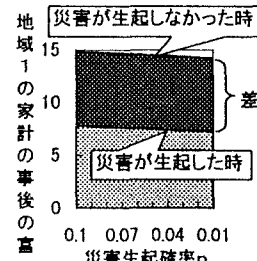


図1. 地域1の家計が事後に獲得する富の比較 (基本モデル)

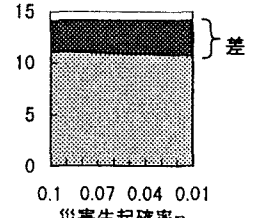


図2. 地域1の家計が事後に獲得する富の比較 (社会的最適化モデル)

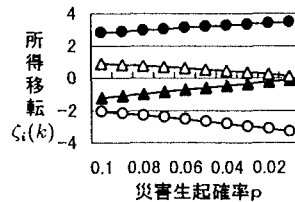


図3. 社会的最適化モデルにおける所得移転の変化

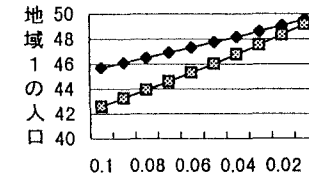


図4. 人口配分のモデルによる比較

6. おわりに

本研究では、個人リスクと集合リスクの分散の観点から、自治体保険による効率的な災害リスクの配分を分析した。結果、自治体保険は個人リスクをすべてカバーした。さらに中央集権型の導入により、集合リスクを分散したより効率的な災害リスクの配分を得た。