

災害保険市場と防災投資の世代間外部性に関する一考察

鳥取大学大学院

鳥取大学工学部

鳥取大学工学部

学生会員 ○江崎 史昭

正会員 横松 宗太

正会員 喜多 秀行

1. はじめに

現代社会では情報や都市機能はネットワーク化され、個々人が様々な主体と関わり合いをもつ相互依存の強い生活スタイルを形成している。社会が高度化すると都市におけるカストロフ・リスクは増大する。このため巨大な自然災害が生じた場合、社会の一部を機能不全に陥れる恐れがある。そこで、大災害に備えた危機管理方策が必要となってくる。

巨大な自然災害の場合、リスク・ファイナンス市場におけるリスク分散とリスク・コントロールによるリスク軽減の双方を効率的に講じていくことが重要である。本研究ではそれぞれの代表的な技術である災害保険と堤防等の防災施設を取り上げる。災害が頻発する国(災害国)の政府は、防災投資をおこない災害による被害規模を縮小させる。ここで、最適な防災投資水準とその費用配分は受益者負担の原則に基づいて決定されるとする。一方各家計は自身が直面する災害リスクを国際的な保険市場を通じて分散する。将来保険市場の規模が拡大した場合、市場のリスク分散機能は向上し保険料は低下する。これを請け将来世代の災害国家計は現在世代の家計よりもより多くの災害保険を購入し、防災投資に対する需要を低下させることが考えられる。このため、現在世代の災害国の家計はより多くの防災投資の費用を負担することになることが考えられる。本研究では、将来における災害保険市場の発展が防災投資の世代間費用配分にどのような影響を与えるかについて分析する。

2. 本研究の基本的な考え方

国際的な災害保険市場が存在すると仮定する。伝統的な保険システムは、同じリスクに直面する家計等から成り立つ相互保険契約である。しかし巨大自然災害は集合リスクをもつため、伝統的な保険市場の下では分散できない。そこで Arrow 証券を用いた災害保険契約によりリスクの異なる家計を市場に参加させて災害リスクの分散化を図ることが有効となる。本研究では Arrow 証券の取引が行われる災害保険市場を仮定する。

一方で、災害によって受ける被害規模を軽減するために防災投資が必要となる。防災投資による効果はある家計にのみ限定されるものではなく地域全体に及ぶ。また、将来に渡って効果を発揮する耐久性をもつ。よ

って中央政府が防災投資を行う。防災投資にかかる費用は、その効果が及ぶ世代間で負担する。本研究では、最適な公共財の供給を決定する方法としてリンダール・メカニズムを用いる。これにより政府は、最適な防災投資水準とその費用配分を同時に決定する。各家計は政府により提示された費用配分に見合った防災投資の水準を正確に政府に対し申告するものとする。リンダール・メカニズムにより決定される公共財の水準とその費用配分は受益者負担の原則を満たし、パレート効率的となる。

本研究では将来における災害保険市場の発展に着目し、最適な防災投資水準と費用配分について考察する。

3. モデルの定式化

現在世代($t=n$)と将来世代($t=f$)の重複しない2世代を考える。各世代には国際的な災害保険市場が存在し、災害リスクに直面する災害国の家計($h=1$)と災害リスクを全くもたない外国家計($h=2$)が災害保険を購入する。防災投資がなされない場合、各期間における災害の生起する($s=1$)確率を q 、生起しない($s=0$)確率を $(1-q)$ とする。各世代の各国には同質な N_{ht} 人の家計が存在する($h=1,2, t=n,f$)。災害が生起すると n_{ht} 人の家計が被災する。各世代における全ての家計は同じ間接効用関数 $\log x_h(s)$ を持つ($s=0,1$)。災害保険による国際的な富の移動がないときの平常時、災害時の災害国内の富の総和を $m_{1t}(0), m_{1t}(1)$ とする。災害国では家計間で相互保険契約が結ばれていると仮定する。これより、災害時の家計の富は個人の被災状態に関わらず $\bar{m}_1(1)=m_{1t}(1)/N_{1t}$ 、平常時は $\bar{m}_1(0)=m_{1t}(0)/N_{1t}$ となる。

現在世代の災害国家計の防災投資と保険購入行動について定式化する。保険会社は集合リスクの状態($s=0,1$)に対応した Arrow 証券を販売する。Arrow 証券の購入者は集合リスク s が生起した場合に保険会社により1単位の富が支払われる。Arrow 証券の価格 $p(s)$ は市場において内生的に求まる。家計が購入する Arrow 証券の束を $(a_{1n}(0), a_{1n}(1))$ とすると、事前の支払い総額 y_{1n} は

$$y_{1n}=a_{1n}(0)p(0)+a_{1n}(1)p(1) \quad (1)$$

と表される。一方、防災投資をおこなうことにより災害の生起確率を $(q-g)$ に下げることができる。水準

$g(0 \leq g \leq q)$ の防災投資をおこなうのに必要とされる費用 cg^2 は、各世代に $\theta_n(t=n, f)$ の比率で配分される。 c は定数である。平常時と災害時における災害国家計の状況依存的富はそれぞれ以下ようになる。

$$x_{1n}(0) = e_{1n}(0)/N_{1n} + a_{1n}(0) - \theta_n cg^2 - y_{1n} \quad (2)$$

$$x_{1n}(1) = e_{1n}(1)/N_{1n} + a_{1n}(1) - \theta_n cg^2 - y_{1n} \quad (3)$$

以上より災害国家計の最適化問題を次式により表す。

$$\begin{aligned} & \text{Max}_{x_1(0), x_1(1), a_1(0), a_1(1), y_1, g} \{1 - (q - g)\} \log x_1(0) + (q - g) \log x_1(1) \\ & \text{subject to } (1), (2), (3) \end{aligned} \quad (4)$$

上の問題を解くことにより次の最適化条件を得る。

$$x_1(0) = \frac{\{1 - (q - g)\}}{p(0)} \{p(0)\bar{m}_1(0) + p(1)\bar{m}_1(1) - \theta \frac{c}{N_1} g^2\} \quad (5)$$

$$x_1(1) = \frac{(q - g)}{p(1)} \{p(0)\bar{m}_1(0) + p(1)\bar{m}_1(1) - \theta \frac{c}{N_1} g^2\} \quad (6)$$

$$p(0) + p(1) = 1 \quad (7)$$

$$\log \frac{p(1)\{1 - (q - g)\}}{p(0)(q - g)} - \frac{2\theta \frac{c}{N_1} g}{p(0)\bar{m}_1(0) + p(1)\bar{m}_1(1) - \theta \frac{c}{N_1} g^2} = 0 \quad (8)$$

同様に防災投資水準を所与として外国家計の最適化問題を解くと次式を得る。

$$x_2(0) = \frac{1 - (q - g)}{p(0)} \bar{m} \quad (9)$$

$$x_2(1) = \frac{(q - g)}{p(1)} \bar{m} \quad (10)$$

また、災害保険市場は完全競争的に行われているので保険会社の収支の和は平常時・災害時ともに0となる。

$$\left. \begin{aligned} \sum_h N_h \{p(0)a_h(0) + p(1)a_h(1)\} &= \sum_h N_h a_h(0) \\ \sum_h N_h \{p(0)a_h(0) + p(1)a_h(1)\} &= \sum_h N_h a_h(1) \end{aligned} \right\} \quad (11)$$

式(5),(6),(9),(10)から Arrow 証券の均衡価格が求まる。

$$p_n^*(1) = \frac{(q - g)(\bar{m}_1(0) + \theta \frac{c}{N_1} g^2 - \bar{N}_2 \bar{m}_2)}{(\bar{m}_1(0) - \bar{m}_1(1))\{1 - (q - g)\} + (\bar{m}_1(0) + \theta \frac{c}{N_1} g^2 - \bar{N}_2 \bar{m}_2)} \quad (12)$$

式(7),(12)を式(8)に代入して、それを g について解くことにより、費用配分比率 θ_n に対応した現在世代の防災投資の需要水準 $g_n^*(\theta_n)$ が求まる。同様にして将来世代の問題も解くことができる。最適な防災投資水準 g^{**} とその費用配分 $(\theta_n^{**}, \theta_f^{**})$ は次式を満たすよう求まる。

$$g^{**} = g_n^*(\theta_n^{**}) = g_f^*(\theta_f^{**}) \quad (13)$$

$$\theta_n^{**} + \theta_f^{**} = 1 \quad (14)$$

4. 災害保険市場の発展と防災投資の世代間外部性

数値事例を通じて保険市場の環境と $g^{**}, (\theta_n^{**}, \theta_f^{**})$ の関係に付いて分析しよう。本研究では、保険市場の発展を将来世代における外国家計数 N_{2f} の増加により表現する。保険市場の拡大は、災害国家計にとって保険の

利用可能性を増加させる。ここで、保険料と期待保険金支払額の比によりリスク・プレミアムを定義する。

$$R = \frac{p^*(0)a_1(0) + p^*(1)a_1(1)}{\{1 - (q - g^{**})\}a_1(0) + (q - g^{**})a_1(1)} - 1 \quad (15)$$

将来保険市場が発展した場合、リスク・プレミアムは減少し将来世代は現在世代よりも多くの災害保険を購入するようになる。よって将来世代の防災投資に対する依存度は低下し、その支払意思額は減少する。その結果、最適な防災投資水準は低下し、現在世代は将来世代よりも多くの防災投資費用を負担する(図1参照)。このため現在世代の家計の厚生は低下する(図2参照)。これは将来世代の家計にとって災害保険と防災投資の間で代替効果が所得効果を上回ったためと考えられる。

また、将来世代の経済成長を将来世代の富 $m_{2f}(s)$ の増加により表現する。将来世代の外国家計の富の増加は保険市場の発展と同等の効果をもつ。一方、将来世代の災害国の富の増加は災害時の損失の増加を伴う。外国経済が成長しない場合、相対的に保険市場の機能は低下する。このため将来世代の家計は、より多くの防災投資を必要とするようになる。これにより現在世代の家計の厚生は増加した(図3参照)。

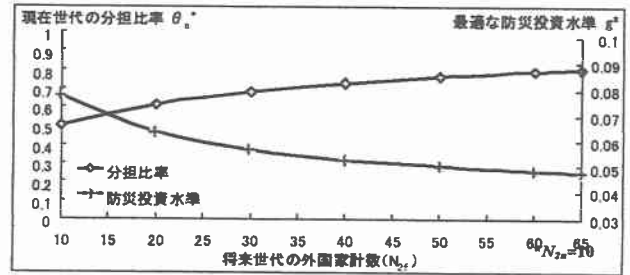


図1. 将来の災害保険市場の発展による現在世代の変化

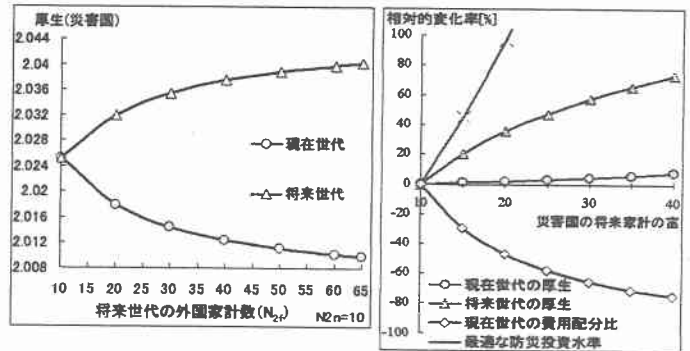


図2. 保険市場の発展に伴う厚生の変化

図3. 経済成長による影響

5. おわりに

災害保険市場の発展は将来世代の厚生を増加させる半面、現在世代に負の外部効果を及ぼす。防災投資の世代間費用配分に関する受益者負担ルールは逆進性を有していることが示された。