

# 災害による精神的被害のモデル化と計測方法に関する一考察

公共システム研究室 森 健治

## 1. はじめに

自然災害による精神的被害の計測方法は確立していない。そのため、これまで防災投資の便益を計測する際の対象とされてこなかった。そこで本研究では経済モデルを通じて精神的被害を計測する方法について検討する。

災害が起こると家計の所有する様々な財のストックは被害を受ける。家計は保険によって補填されない資産の被害を、自身の時間を投入することで補填する。これより消費行動や資産形成が変化する。また、災害によって心の健康状態(例えば元気、活力)が損なわれた場合には、祝物や娯楽サービスなどの消費によって得る効用は減ると考えられる。このような財を本研究では便宜的に「奢侈品」と呼ぶものとし、その消費データの変化から精神的被害を計量する方法を提案する。

## 2. 家計の行動モデル

家計の行動モデルとして、1期間の最適消費・資産形成モデルを定式化する。家計はストックされる財として、市場で購入でき保険のかけられる財(以下、 $X$ 財)と市場で購入できず家計自身が形成し保険のかけられない財(以下、 $Z$ 財)を保有するとする。各財の期初の資産水準をそれぞれ $\tilde{X}$ 、 $\tilde{Z}$ であるとする。 $X$ 財には保険料率 $\delta_x$ 、カバー率 $\beta$ の保険がかけられているとし、 $x$ だけ購入され、最終的なストックとして $X^1$ を達成しそのストックは減耗率 $\delta_x$ で減耗するとする。 $Z$ 財は家計が時間 $t$ を投入して生産関数 $f(t)$ で $z$ だけ形成され、最終的なストックとして $Z^1$ を達成し、そのストックは減耗率 $\delta_z$ で減耗するとする。以上より期末における $X$ 財と $Z$ 財それぞれの財の蓄積を表す方程式は次のように表される。

$$X^1 - \tilde{X} = x - \delta_x X^1 \quad (1)$$

$$Z^1 - \tilde{Z} = z - \delta_z Z^1 \quad (2)$$

$$z = f(t) \quad (3)$$

家計は、「奢侈品」と「必需品」を消費するとする。「必需品」は、「奢侈品」以外の消費財を表すものとする。「必需品」と「奢侈品」の価格と消費量はそれぞれ $p_c, c$ と $p_h, h$ で表されるものとする。

家計は総活動時間 $T$ のうち、 $Z$ 財の形成に使われる時間 $t$ を除いた時間 $(T-t)$ を投じて、賃金率 $w$ で労働し、所得 $w(T-t)$ を得るものとする。

以上より、 $X$ 財を価値尺度財として、予算制約

式は次式で表される。

$$p_c c + p_h h + x + \eta \beta X^1 = w(T-t) \quad (4)$$

家計の効用関数は、心の健康状態の水準 $Q$ を用いて次式で表されるものとする。

$$U^1 = u_1(c) + u_2(h, Q) + u_3(X^1) + u_4(Z^1) \quad (5)$$

$$\frac{\partial u_2}{\partial h} > 0, \quad \frac{\partial u_2}{\partial Q} > 0, \quad \frac{\partial^2 u_2}{\partial h \partial Q} > 0 \quad (6)$$

以上から、式(1)~(4)を制約式として効用最大化問題を定式化すると、ラグランジュ関数は次式で表される。

$$L = U^1 + \lambda \{w(T-t) - p_c c - p_h h - ((1+\delta_x)X^1 - \tilde{X}) - \eta \beta X^1\} + \nu \{f(t) - ((1+\delta_z)Z^1 - \tilde{Z})\} \quad (7)$$

これより1階条件、最適解、間接効用関数を得る。

## 3. 精神的被害の計測方法

包絡面の定理より間接効用関数の全微分形を導き、各項を負の大きさで定義すると次のように表される。

$$dV = \lambda(-d\tilde{X}) + \nu(-d\tilde{Z}) + \frac{\partial u_2(h, Q)}{\partial Q}(-dQ) \quad (8)$$

式(8)における $(-d\tilde{X})$ 、 $(-d\tilde{Z})$ 、 $(-dQ)$ を災害による直接被害であるものとする。 $(-dX^0)$ を保険で補われる前の $X$ 財の総被害であるものとして、 $(-d\tilde{X})$ は次式で表される。

$$-d\tilde{X} = -(1-\beta)dX^0 \quad (9)$$

式(9)より式(8)は次式で書き換えられる。

$$dV = -\lambda(1-\beta)dX^0 - \nu d\tilde{Z} - \frac{\partial u_2(h, Q)}{\partial Q} dQ \quad (10)$$

ここで5つの仮定を置く。

$$\text{仮定 1: } u_3(X) = X \quad \text{仮定 2: } f(t) = t$$

$$\text{仮定 3: } \delta_z = \delta_x = \delta \quad \text{仮定 4: } \frac{du_4}{dZ} = \frac{\gamma}{Z}$$

$$\text{仮定 5: } \frac{\partial u_2}{\partial h} = -\alpha h + Q$$

仮定1より式(10)の各項が金銭単位で表される。

またパラメータ $\lambda, \nu$ は既知とする。式(10)の第1項は $X$ 財の被害評価額を表し、第2項は $Z$ 財の被害評価額を表し、第3項は精神的被害の評価額を表している。1階条件と仮定から精神的被害 $M$ を導き、 $dh = h^0 - h^1$ を考慮すると次式のように表される。

$$M = \alpha h^0 dh - \frac{1}{2} \alpha (dh)^2 = \frac{\alpha}{2} \left\{ (h^0)^2 - (h^1)^2 \right\}$$

平常時と災害時の「奢侈品」の消費データ $h^0, h^1$ を用いて精神的被害 $M$ を算出することができる。

## 4. おわりに

本研究では、被災前後の活動時間の変化、「奢侈品」の消費量の変化から精神的被害を計測する方法を提案した。今後はパラメータの推計方法を開発する必要がある。