

京都大学工学部 学生員 ○本間 稔常 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 研究のねらいと概要 大規模な災害が地域を襲った場合、それまで蓄積されてきた物的・非物的ストックに離散的な変化(ショック)が生じる。災害による被害は、このようにして生じたショックからの回復過程に依存する。従って、この種のショックからの効率的な回復を促す施策を講じることが重要である。本研究では、生産資本と社会資本という2つの資本を考慮した内生的経済成長モデルを用いて、災害前の経済成長過程と災害後の経済の復興過程について考察する。この際、生産資本と社会資本との間の不均質な損傷に着目して、災害後の資本の最適復旧政策とその下での経済の復興経路について分析する。

2 経済成長モデルの定式化 社会資本 $S(t)$ と生産資本 $K(t)$ の蓄積・復旧過程を経済成長モデルで表現する。この際、家計の生涯効用を最大化するような社会的計画者を想定し、以下のような最適化問題としてモデルを定式化する。

$$\max U = \int_0^{\infty} u(C)e^{-\rho t} dt \quad (1)$$

subject to

$$\dot{K} = I_K - \delta_K K \quad (2)$$

$$\dot{S} = I_S - \delta_S S \quad (3)$$

$$f(K, S) = I_K + I_S + C \quad (4)$$

$$\lim_{\tau \rightarrow \infty} \left[K \bullet \exp \left[- \int_0^{\tau} \left(\frac{\partial F}{\partial K} - \delta_K \right) dt \right] \right] \geq 0 \quad (5)$$

$$\lim_{\tau \rightarrow \infty} \left[S \bullet \exp \left[- \int_0^{\tau} \left(\frac{\partial F}{\partial S} - \delta_S \right) dt \right] \right] \geq 0 \quad (6)$$

$$I_K, I_S, C \geq 0 \quad (7)$$

ここに、 C は消費を表し、 I_K 、 I_S はそれぞれ生産資本、社会資本への投資を表す。ここで、家計の瞬時的効用関数を $u(C) = (C^{1-\sigma} - 1)/(1-\sigma)$ とおき、新古典派の仮定を満たすものとする。生産活動に用いる労働者数を L で表し、時間を通じて一定であるものと仮定する。さらに、社会資本 S を整備することで労働者の知識へのアクセシビリティが向上し、労働生産性が増大するような状況を想定し、生産関数を $F(K, S) = aK^{\alpha}(LS)^{1-\alpha}$ ($0 < \alpha < 1$) として与える。

この定式化は、収穫逓減性が生じないことを意味し、これによって内生的な成長が可能となる。 δ_S 、 δ_K はそれぞれ、社会資本と生産資本の資本減耗率を表す。本モデルでは、社会資本は生産資本に比べて資本減耗率が低い資本であると仮定する。

初期時点 t_0 で、後に述べるような最適な資本比率 ω^* が達成された後に、一定の成長率で成長を続けているある時点 t_1^- で、予期せざる災害が発生し、その直後 t_1^+ に各資本が $S(t_1^+)$ 、 $K(t_1^+)$ に離散的に減少するものとする。**3**では、時点 t_0 から t_1^- までの最適成長経路を最適化問題の内点解を仮定することによって求め、**4**では、時点 t_1^+ 以降の経済の復興経路を求める。

3 災害発生前の最適経済成長経路 内点解を仮定し、1階条件を求めることにより、以下のような消費の成長率に関する式と、両資本の収益率が等しくなるとい条件式が得られる。

$$\gamma^* = \dot{C}/C = (1/\sigma)[A(1-\alpha)(K/S)^{\alpha} - \rho - \delta_S] \quad (8)$$

$$\alpha A(K/S)^{\alpha-1} - \delta_K = A(1-\alpha)(K/S)^{\alpha} - \delta_S \quad (9)$$

これらの式により、社会資本 S と生産資本 K の間には、最適な資本比率 $K/S = \omega^*$ が存在することになり、この比率が保たれるように S 、 K に投資が行われる。このとき、産出量の成長率は一定になり(持続状態)、産出量は $Y = AK(\omega^*)^{\alpha-1}$ のように表される。

4 災害後の最適復旧政策 災害発生直後の両資本の比率 $K(t_1^+)/S(t_1^+)$ が依然として ω^* を保っている場合には、**3**と同様に K/S が一定に保たれるように投資が行われる。 $K(t_1^+)/S(t_1^+)$ が ω^* から乖離している場合には、各資本の収益率に差が生じるため、生産性の高い資本にのみ投資が行われることになる。そこで以下では、 $K(t_1^+)/S(t_1^+) > \omega^*$ と $K(t_1^+)/S(t_1^+) < \omega^*$ の場合に分けて、災害後の復旧過程の分析を行う。

4.1 $K(t_1^+)/S(t_1^+) > \omega^*$ の場合 社会資本 S の損傷

が激しい場合、 S の収益率が生産資本 K の収益率よりも大きくなるので、社会的計画者は、 S にのみ投資を行い、 K は外生的に所与の率 δ_K で減少することになる。最適化問題の1階条件、予算制約条件、およびに K に関する条件から、 $\dot{C}/C = (1/\sigma)[A\alpha(K/S)^\alpha - \rho - \delta_S]$ 、 $\dot{S}/S = A(K/S)^\alpha - \delta_S - (K/S)(C/K)$ 、 $\dot{K}/K = -\delta_K$ のように C, S, K の経路が決定されるが、 C, S, K の位相図を描くことは困難なので、持続状態において一定となる変数 $\omega = K/S, \chi = C/K$ を用いて移行過程を分析すると図1のようになる。サドルポイントに接近する前に ω は ω^* に到達し、その時点で一方の資本にのみ投資が行われることが終了し、 K/S が ω^* に保たれるように投資が行われる。つまり、被災度の高かった資本に集中的に投資を行うという復旧政策をとることにより、最適な資本比率が達成できることが示せる。また、移行過程において、産出量は持続状態での成長率を上回る成長率で成長し、 ω の値が ω^* に近づくに連れて成長率は逓減する。すなわち、資本間の損傷の不均質性が大きいほど産出量の成長率はより大きくなる。

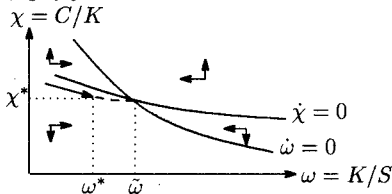


図1 $K(t_1^+)/S(t_1^+) > \omega^*$ の場合の位相図

4.2 $K(t_1^+)/S(t_1^+) < \omega^*$ の場合 生産資本 K の損傷が激しい場合には、社会的計画者は、 K にのみ投資を行い、 S は外生的に所与の率 δ_S で減少することになる。 C, S, K の経路は、 $\dot{C}/C = (1/\sigma)[A\alpha(K/S)^\alpha - \rho - \delta_S]$ 、 $\dot{K}/K = A(K/S)^\alpha - \delta_K - C/K$ 、 $\dot{S}/S = -\delta_S$ により決定され、移行過程は図2のようになる。 $K(t_1^+)/S(t_1^+) > \omega^*$ の場合と同様に、被災度の高かった資本に集中的に投資を行うという復旧政策をとることにより、最適な資本比率が達成できることが示せる。

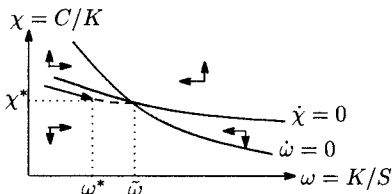


図2 $K(t_1^+)/S(t_1^+) < \omega^*$ の場合の位相図

5 災害後の復旧経路 災害によって、資本間に均質な被害が生じる場合と、一方の資本が激しく被害を被り、不均質な損傷が生じる場合とでは、後者の場合の方が、被災を免れた資本の生産性の低下を招くため、災害によるショックは大きくなる。しかし、不均質な被害が生じた場合には、4により、被災度の高かった資本に対して優先的に投資を行うことにより、復旧過程における産出量の成長率は持続状態での成長率よりも大きくなるので、災害によるフローの被害を減少させることが可能になる。つまり、被災度の高かった資本に対して優先的に投資を行うことにより、被災を免れてより多くの部分が残っている方の資本を効率的に利用することができ、その結果、社会的に効率的な復旧が達成できるという結論を得ることができる。ただし、資本間に均質な被害が生じる場合と、不均質な損傷が生じる場合の、どちらの場合に、復旧後により高い産出量の水準が達成されるのかは、全体としての資本損傷の程度と不均質性の程度に依存し、一般的に議論することは困難である。

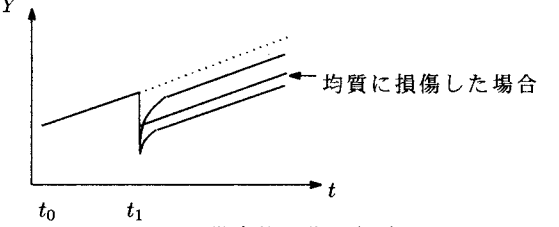


図3 災害後の復旧経路

ただし、特殊な場合として、同じ量の産出量の低下をもたらすような、資本間の被害の不均質性の程度が異なる被害を想定し、最適な復旧経路を比較すると、図3のように不均質性が高いほど、最終的に達成される産出量が大きくなる。

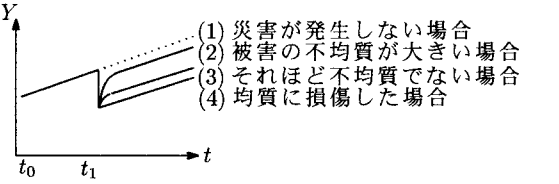


図4 同量の産出量の低下をもたらす被害の比較