

京都大学大学院工学研究科 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。災害による被害は空間の中で一様に発生するわけではなく、資本間、地域間で不均質に発生する。災害による物的資本ストックの被害の資本間の不均質性、災害の局所性を考慮した災害後の復旧過程を、内生的経済成長モデルを構築することによって描き、社会的に最適な復旧過程を求めるとともに、経済的被害の極小化を図るための最適な復旧政策に関する分析を行う。

2. 社会的に最適な復旧過程に関する分析

(1) 集権的モデルの定式化 社会資本を共有することによって経済的連関性を有する2地域からなる経済を経済成長モデルを用いて定式化する。2地域の家計の生涯効用を最大化する社会的計画者を想定することにより、社会的に最適な復旧過程、復旧後の持続的な成長過程に関する分析を行う。モデルの基本的仮定を以下に示す。(i) 経済は2つの地域から成り立つものとし、それぞれ地域1、地域2と呼ぶことにする。(ii) 地域1の家計数を L_1 、地域2の家計数を L_2 とし、 L_1 、 L_2 ともに時間を通じて一定であると仮定する。生産に投入される労働力は家計数に等しいものと仮定する。(iii) 道路・鉄道等の交通インフラや、電気・ガス等のライフラインなどの社会資本が地域1と地域2をまたがって存在し、両地域で社会資本を共有するものとする。社会資本ストックを G で表す。 G はそれぞれの地域の生産活動に用いられる。

$$\begin{aligned} \max U &= \int_0^{\infty} (L_1 u(c_1) e^{-\rho t} + L_2 u(c_2) e^{-\rho t}) dt \\ \text{subject to} \\ \dot{K}_1 &= I_{K1} - \delta K_1 \\ \dot{K}_2 &= I_{K2} - \delta K_2 \\ \dot{G} &= I_G - \delta G \\ Y &= Y_1 + Y_2 = L_1 c_1 + L_2 c_2 + I_{K1} + I_{K2} + I_G \\ I_{K1}, I_{K2}, I_G, c_i &\geq 0 \quad \text{と横断性条件} \end{aligned}$$

c_i : 一人当たり消費、 I_{K_i} : 地域 i の生産資本への投資、 I_G : 社会資本への投資、 δ : 資本減耗率。地域 i の生産関数を

$Y_i = (A_i L_i)^{1-\alpha} K_i^\alpha G^{1-\alpha}$ ($0 < \alpha < 1$) として与える。家計の瞬時的効用関数を $u(c_i) = (C_i^{1-\sigma} - 1)/(1-\sigma)$ とおく。

(2) 平常時の社会的最適解 (1) で定式化した最適化問題の最適解が内点解として求まることを仮定し、平常時の持続的成長経路を導く。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、各資本間の限界生産性が等しくなる場合の資本間の比率が得られる。

$$\gamma^* = (1/\sigma) \{ \alpha (A_1 L_1)^{1-\alpha} (G/K_1)^{1-\alpha} - \rho - \delta \} \quad (1)$$

$$l^* = K_2/K_1 = A_2 L_2 / A_1 L_1 \quad (2)$$

$$m^* = G/K_1 = (1/\alpha - 1)(1 + A_2 L_2 / A_1 L_1) \quad (3)$$

G 、 K_1 と K_2 が最適な比率 l^* 、 m^* を保っている場合、成長率は一定になり持続的な成長が可能となる。

(3) 災害後の最適復旧過程 (2) で求めた成長経路に沿って経済が成長を続けているある時点 t_1^- で地域1に災害が発生し、その直後 t_1^+ に各資本が、 $G(t_1^+)$ 、 $K_1(t_1^+)$ に離散的に減少した状態から議論を進め、最適な資本比率を回復するまでの経済の復旧過程を求める。地域1内の資本ストックの損傷は、地域1の資本間の限界生産性に不均衡をもたらすだけでなく、災害が発生しなかった地域2の限界生産性に対しても影響を及ぼす。社会的計画者は限界生産性が他の資本に比べて高い資本に対して優先的に投資を行うことを選択し、残りの資本は外生的に所与の資本減耗率で減少することになる。被害のパターンごとの、復旧過程における各資本の限界生産性の推移を図1に示す。例え

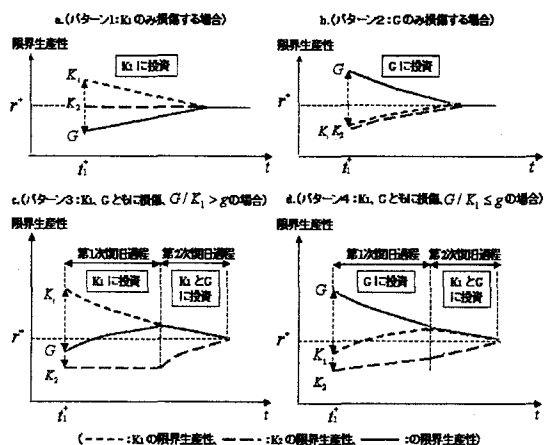


図1: 復旧過程における限界生産性の推移

ば図1cにおいて、地域1の生産資本と社会資本の損傷

によって、限界生産性の不均衡がもたらされている。第1次復旧過程では、発災前に地域2の生産資本、社会資本に対して行われていた投資が、限界生産性の高い地域1の生産資本の投資に移り、次第に地域1の生産資本と社会資本とのバランスは均衡していく。第2次復旧過程では、地域1の生産資本と社会資本に対して投資が行われ、3資本の限界生産性は最適な限界生産性の値に収束し、再び持続的成長経路に復帰する。限界生産性の高い資本に対して投資を行う効率的な復旧を行うことによって、経済は最適な復旧経路をたどることになる。

また、復旧過程において、地域1の生産資本 K_1 と社会資本 G の限界生産性が等しくなる場合の資本比率を g とすると、 $g > G/K_1 > m^*$ の範囲では地域1の生産資本の被害が相対的に激しいにもかかわらず ($G/K_1 > m^*$ は K_1 の被害が相対的に激しいことを意味する)、まず社会資本に対して投資が行われる。このことは、社会資本が被災を免れた地域の生産活動にも用いられている場合、たとえば被害が相対的に激しくなくても、まず社会資本から優先的に復旧させる方が効率的である場合が存在することを示している。

3. 分権的経済の下での最適復旧政策に関する分析

(1) 分権的モデルの定式化 2.における集権的モデルの仮定に以下の仮定が加わる。ii) 経済には、家計、企業、政府の3種類の経済主体が存在する。(iv) 各地域の家計は、両地域の企業に対して資本を賃貸することができるものとする。つまり、地域間の資本の移動が可能であるとする。

また、家計は居住地域の企業に対して労働を提供する対価として賃金 w_i を受け取り、資産からは利子所得 r を受け取り、消費のために財を消費を購入し、投資をすることにより資本の蓄積を行うものとする。地域 i に居住する家計による地域1の生産資本に対する総投資額を $I_{K_{1(i)}}$ 、地域2の生産資本に対する総投資額を $I_{K_{2(i)}}$ とする。企業は、2.と同様の生産関数によって生産活動を行う。政府は、各地域の家計に τ の税率で一般消費税を課し、それを財源として公共投資を行う。したがって、政府は $I_G = \tau(L_1C_1 + L_2C_2) = \dot{G} - \delta G$ で表される公共投資を行う。ただし、災害時には政府は上記の式で表わされるような公共投資を行わず、被害状況に応じた復旧政策を講ずるものとする。分権的モデルにおける各地域の家計の最適化問題は以下のように記述される。

$$\begin{aligned} \max \quad & U = \int_0^{\infty} (c_i^{1-\sigma} - 1)/(1-\sigma)e^{-\rho t} dt \\ \text{subject to} \quad & \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} w_i + r_i \frac{K_{1(i)}}{L_i} + \tau \frac{K_{2(i)}}{L_i} &= c_i(1+\tau) + \frac{I_{K_{1(i)}}}{L_i} + \frac{I_{K_{2(i)}}}{L_i} \\ \frac{\dot{K}_{1(i)}}{L_i} &= \frac{I_{K_{1(i)}}}{L_i} - \frac{\delta K_{1(i)}}{L_i} \\ \frac{\dot{K}_{2(i)}}{L_i} &= \frac{I_{K_{2(i)}}}{L_i} - \frac{\delta K_{2(i)}}{L_i} \end{aligned}$$

1階条件より、両地域の家計の消費の成長率は

$$\dot{c}/c = (1/\sigma)(r - \rho) \quad (4)$$

となる。 r に各資本の限界生産性を代入すると、2.において導かれる社会的計画者による最適解と一致する。政府が、税率を適正に定めることによって生産資本への投資量と社会資本への投資量を最適なバランスに保つような政策を講じる場合、分権的解と社会的最適解は一致し、分権的な経済の下でも社会的に最適な成長が可能となる。

(2) 平常時の政府の政策 最適消費税率 τ^* で両地域の家計に税金を課すことによって社会資本投資を行う。

$$\tau^* = \frac{I_G}{(L_1 + L_2)c} = \frac{1}{L_1 + L_2} \frac{(\gamma^* + \delta)m}{n} \quad (5)$$

(3) 復旧過程の復旧政策 社会的に最適な復旧経路を辿るために必要な各期の社会資本への投資量 $I_{G(\text{社})}$ と、最適消費税率 τ^* で調達した場合の各期の収収 $\tau^*(L_1 + L_2)c$ の関係を考え、 $I_{G(\text{社})} > \tau^*(L_1 + L_2)c$ の場合には、社会資本の復旧資金の差額を増税もしくは公債発行によって調達する。 $I_{G(\text{社})} \leq \tau^*(L_1 + L_2)c$ の場合には、両地域の家計に地域1の生産資本 K_1 への投資に対する補助金として差額を再分配するという政策を採ることで K_1 の復旧を促進させる。各期における復旧政策を図2に示す。

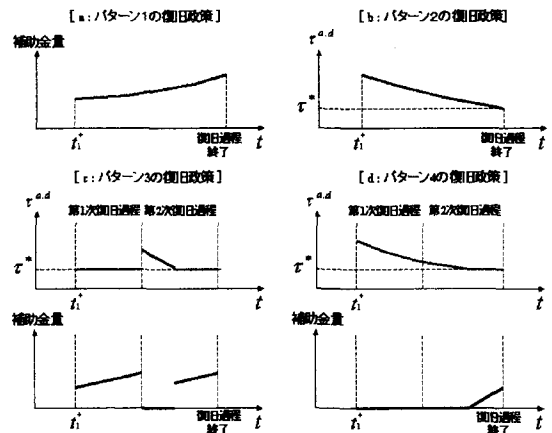


図2: 災害後の最適復旧政策

4. おわりに

以上本研究では、政府が増税、公債発行、補助金の再分配などの各期における最適な資本投資をもたらしうな復旧政策を講じることが、2地域全体にとって最適な復旧をもたらし、その結果、災害による経済的被害を極小化することが可能であることを示した。