

従属経済モデルにおける 巨大災害ショックの長期的影響

横松宗太¹・西岡紗耶加²・梶谷義雄³・多々納裕一⁴

¹正会員 工博 京都大学防災研究所 (〒 611-0011 宇治市五ヶ庄)

E-mail: yoko@drs.dpri.kyoto-u.ac.jp

²非会員 心理学修士 京都大学防災研究所

³正会員 工博 京都大学防災研究所

⁴正会員 工博 京都大学防災研究所

本研究では、従属経済の構造をもつマクロ経済において、電力などのインフラストラクチャの構造が長期的に変化する際の製造業や貿易の影響について分析する。本稿では、モデルの定式化と、経済の振舞いが貿易財と非貿易財の資本集約性の大小関係に依存することを示す。

Key Words : *Dependent economy, international trade, infrastructure, multi-sector growth model*

1. はじめに

本稿では従属経済 (Dependent economy) の構造をもつマクロ経済の動学を分析するためのモデルを定式化する。従属経済とは、世界市場においては価格受容者として振舞いながら、一方で国内のみで消費される貿易されない財 (Non-traded goods) をもつ経済のことである¹⁾。それに加えて、本研究では、貿易可能財 (Traded goods) に関して、対象とする国で生産される財 (Domestic goods) と海外で生産される財 (Foreign goods) とを異なった財と考える。当該国で生産される貿易財については量が有限であり、価格が内生的に決定する。その意味で、対象経済は準開放経済 (Semi-open economy) と表現される²⁾。

本研究では、そのようなモデルを採用することにより、巨大災害後に被災地域や一国のインフラの構造が変化した場合、貿易がどのように変化するかを調べることを目的とする。すなわち、非貿易財である、道路等のインフラサービスや電力エネルギーの枠組みが変化するなど、経済に構造的な変化が起こるときに、「日本製」の製品に関する需要や、それとは代替的な海外製品の輸入がどのような影響を受けるのかを分析する。被災地域からの資本の流出の可能性についても示唆を得ることを目的とする。

2. 2部門3財・従属経済モデル

対象国には、貿易財部門と非貿易財部門の2部門が存在する。それぞれを添え字 T, N により表す。両部門

は資本 K_i と労働 L_i ($i = T, N$) を投入して生産を行う。貿易財部門と非貿易財部門の生産関数をそれぞれ $F(K_T, L_T)$, $H(K_N, L_N)$ により表現する。両生産関数は資本と労働に関して1次同次と仮定する。労働市場と資本市場は、ともに国内において完全競争的であり、海外に対しては閉じているものと仮定する。家計は毎期、非弾力的に労働を供給するとし、その量を1に基準化する。人口成長は考えない。また、資本財は非貿易財であるとする。当該国で生産される貿易財の世界価格を $q(t)$ 、非貿易財の国内価格を $p(t)$ により表す。なお、以後、当該国で生産される貿易財と海外の貿易財との混同を避けるために、前者を国産貿易財、後者を海外財と呼ぶこともある。

家計は国産貿易財と非貿易財、海外財を消費して効用を得る。各時点 t の効用関数を以下のように与える。

$$U(C_T(t), C_N(t), C_F(t)) \\ := U_1(C_T(t), C_F(t)) + U_2(C_T(t), C_N(t)) \quad (1a)$$

$$U_i > 0, \quad U_{ii} < 0 \quad (i = T, N, F) \quad (1b)$$

$$U_{1TF} \geq 0, \quad U_{2TN} \geq 0 \quad (1c)$$

$$U_{TT}U_{NN}U_{FF} - U_{NN}U_{FT}^2 - U_{FF}U_{TN}^2 < 0 \quad (1d)$$

$C_T(t), C_N(t), C_F(t)$ はそれぞれ時点 t における国産貿易財、非貿易財、海外財の消費水準を表す。また、 $U_i = \partial U(\cdot) / \partial C_i$, $U_{ij} = \partial^2 U(\cdot) / \partial C_i \partial C_j$ ($i, j = T, N, F$) である。上記のように、モデルの単純化のため、非貿易財と海外財の限界効用は独立であるものと仮定する。それによって、非貿易財と国産貿易財とが相対的により補完的であることが貿易に与える影響を容易に分析できるようにモデル化する。また、海外の国産貿易財に対す

る需要関数を $Z(q)$ により表す. $Z'(q) < 0$, $Z''(q) > 0$ を仮定する. さらに, 家計は世界市場で債券を売買することによって, 富の蓄積や借入れができるものとする. 債券の利率 r は時間を通じて一定と仮定する. 時点 t における債券の残高を $b(t)$ により表す. 家計の問題は以下のように表される.

$$\max \int_0^{\infty} U(C_T, C_N, C_F) \exp(-rt) dt \quad (2a)$$

subject to

$$\dot{b} = qF(K_T, L_T) + pH(K_N, L_N)$$

$$-qC_T - pC_N - C_F - pI - \Gamma + rb \quad (2b)$$

$$\dot{K} = I \quad (2c)$$

$$K_T + K_N = K \quad (2d)$$

$$L_T + L_N = 1 \quad (2e)$$

$$\lim_{t \rightarrow \infty} b(t) \exp(-rt) \geq 0 \quad (2f)$$

ただし「 $\dot{\cdot}$ 」は時間 t に関する微分を表す. また, 家計の効用の割引率は, 債券の利率 r に等しいものと仮定する. $\Gamma(t)$, $I(t)$, $K(t)$ はそれぞれ時点 t における一括税, 投資, 総資本ストックを表す. 式 (2f) は Non-Ponzi-Game 条件を表す. また, 本経済に事前に予見された不確実性は存在しないものと仮定する.

3. 最適化条件

当該期価値ハミルトニアン H^C を以下のように与える.

$$H^C = U + \lambda(t)\dot{b} + \nu(t)\dot{K} + \eta(t)(K - K_T - K_N) + w(t)(1 - L_T - L_N) \quad (3)$$

1 階の最適化条件は以下のように導かれる.

$$U_T - \lambda q = 0 \quad (4a)$$

$$U_N - \lambda p = 0 \quad (4b)$$

$$U_F - \lambda = 0 \quad (4c)$$

$$\lambda q F_K - \eta = 0 \quad (4d)$$

$$\lambda p H_K - \eta = 0 \quad (4e)$$

$$\lambda q F_L - w = 0 \quad (4f)$$

$$\lambda p H_L - w = 0 \quad (4g)$$

$$-\lambda p + \nu = 0 \quad (4h)$$

$$\dot{\lambda} = 0 \quad (4i)$$

$$\dot{\nu} - r\nu = -\eta \quad (4j)$$

$$\lim_{t \rightarrow \infty} \lambda(t)b(t) \exp(-rt) = 0 \quad (4k)$$

$$\lim_{t \rightarrow \infty} \nu(t)K(t) \exp(-rt) = 0 \quad (4l)$$

ただし $F_X = \partial F(\cdot)/\partial X_T$, $H_X = \partial H(\cdot)/\partial X_N$ ($X = K, L$) である. 海外財の限界効用 λ は, 式 (4i) より時間を通じて一定となる.

$$\lambda(t) = \bar{\lambda} \quad (5)$$

また, 政府支出のバランスは次式のように表される.

$$q(t)G_T(t) + p(t)G_N(t) = \Gamma(t) \quad (6)$$

$G_T(t), G_N(t)$ は時点 t における国産貿易財, 非貿易財に関する政府支出を表す. 政府支出は家計の効用には寄与しないものとする.

4. マクロ経済の均衡

1 労働あたりの資本と生産を以下のように集約形で表現する.

$$k_i := \frac{K_i}{L_i} \quad (i = T, N) \quad (7a)$$

$$f(k_T) := \frac{F(K_T, L_T)}{L_T}, \quad h(k_N) := \frac{H(K_N, L_N)}{L_N} \quad (7b)$$

マクロ均衡条件は以下のように与えられる. 式 (2b)(2e)(4a)-(4c) と,

$$qf'(k_T) = ph'(k_N) \quad (8a)$$

$$q\{f(k_T) - f'(k_T)k_T\} = p\{h(k_N) - h'(k_N)k_N\} \quad (8b)$$

$$L_T k_T + L_N k_N = K \quad (8c)$$

$$L_T f(k_T) = C_T + Z(q) + G_T \quad (8d)$$

$$L_N h(k_N) = C_N + \dot{K} + G_N \quad (8e)$$

式 (8d)(8e) はそれぞれ国産貿易財, 非貿易財のマーケット・クリアリングを表す.

短期均衡 (Short-run equilibrium) では, $(\bar{\lambda}, K(t), p(t))$ を与件として, それらの関数として他の内生変数が決まる. ただし解析の手順としては, はじめは国産貿易財価格 $q(t)$ も与件として, 例えば $C_T = C_T(\bar{\lambda}, p(t), q(t))$ のように解き, 最後に式 (8d) より $q(t) = q(\bar{\lambda}, K(t), p(t))$ が導かれたら, それを戻すことによって, $C_T = C_T(\bar{\lambda}, p(t))$ を得るという手続きをとる. 本稿では定性的結果の一部のみを紹介すると,

$$\frac{\partial C_i(\bar{\lambda}, K, p, q)}{\partial p} < 0 \quad (i = T, N, F) \quad (9a)$$

$$\frac{\partial C_i(\bar{\lambda}, K, p, q)}{\partial q} < 0 \quad (i = T, N, F) \quad (9b)$$

$$\frac{\partial C_T(\bar{\lambda}, K, p, q)}{\partial \bar{\lambda}} < 0 \quad (9c)$$

$$\frac{\partial C_j(\bar{\lambda}, K, p, q)}{\partial \bar{\lambda}} \leq 0 \quad (j = N, F) \quad (9d)$$

C_N, C_F の $\bar{\lambda}$ に対する変化はそれぞれ U_{TF}, U_{TN} の大きさに依存する. また, 多くの変数の $(K(t), p(t))$ に対する性質は均衡における $k_N - k_T$ の符号に依存する. すなわち, 非貿易財部門と貿易財部門のどちらがより資本集約的であるかが経済の挙動を決める. 例えば,

$$\frac{\partial k_T(p, q)}{\partial p} = \frac{h}{qf''(k_N - k_T)} \quad (10a)$$

$$\frac{\partial k_T(p, q)}{\partial q} = -\frac{1}{qf''} \left(\frac{f}{k_N - k_T} + f' \right) \quad (10b)$$

$$\frac{\partial k_N(p, q)}{\partial p} = \frac{1}{ph''} \left(\frac{h}{k_N - k_T} - h' \right) \quad (10c)$$

$$\frac{\partial k_N(p, q)}{\partial q} = -\frac{f}{ph''(k_N - k_T)} \quad (10d)$$

$$\frac{\partial L_T(K, p, q)}{\partial K} = -\frac{\partial L_N(K, p, q)}{\partial K} = -\frac{1}{k_N - k_T} \quad (10e)$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial L_T(K, p, q)}{\partial p} &= -\frac{\partial L_N(K, p, q)}{\partial p} \\ &= \frac{h}{(k_N - k_T)^2} \left(\frac{L_T}{qf''} + \frac{L_N}{ph''} \right) - \frac{L_N h'}{(k_N - k_T)ph''} \end{aligned} \quad (10f)$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial L_T(K, p, q)}{\partial q} &= -\frac{\partial L_N(K, p, q)}{\partial q} \\ &= -\frac{f}{(k_N - k_T)^2} \left(\frac{L_T}{qf''} + \frac{L_N}{ph''} \right) - \frac{L_T f'}{(k_N - k_T)qf''} \end{aligned} \quad (10g)$$

そして、 $q(t)$ については、 $k_N - k_T > 0$ であれば $\partial q(K, p)/\partial K > 0$ 、すなわち資本ストックの蓄積に伴って国産貿易財の価格は上昇することが定性的にわかっている。

マクロ経済の動学は次式によって与えられる。

$$\dot{p} = p\{r - h'(k_N(p))\} \quad (11a)$$

$$\dot{K} = L_N(K, p)h(k_N(p)) - C_N(\bar{\lambda}, p) - G_N \quad (11b)$$

経済の動学的性質の分析は、パラメータを特定して数値計算を行う必要がある。数値計算結果については発表時に報告する。

5. おわりに

東日本大震災で被災した東北地方には、特別な品質をもつ部品製造部門が集積している。これらは当該地域のみが世界に供給する国産貿易財である。本研究では、被災地域の復興過程でインフラストラクチャの構造的な変化が進められるときの部品等の製造業の影響を分析することを最終的な目標としている。経済の動学に関する基本的な性質を理解した後は、データを用いてモデルのキャリブレーションを行う予定である。

参考文献

- 1) Salter, W.E.G. : Internal and External Balance: The Role of Price and Expenditure Effects, *Economic Record*, Vol.35, pp.226-238, 1959.
- 2) Turnovsky, S.J. : *International Macroeconomic Dynamics*, The MIT Press, 1997.
- 3) Barro, Robert J., Xavier Sala-i-Martin : *Economic Growth*, Second Edition, Massachusetts Institute of Technology Press, 2004.
- 4) Roe, Terry L., Rodney B.W. Smith, D. Sirin Saracoglu: *Multisector Growth Models: Theory and Application*, Springer, 2009.