

東日本大震災の経済影響分析に関する試案

—動学的確率的一般均衡モデルの適用—

國光洋二*

*農村基盤研究領域 上席研究員

要 旨

大規模な震災の後の復旧・復興投資は、地域の総生産を増加させるが、住民の消費は回復が遅れる。このような生産と消費の間の時間的な不整合性を説明する理論モデルとして動学的確率的一般均衡モデル（DSGEモデル）がある。本研究は、東日本大震災が生じた岩手県沿岸部の経済動向を念頭に、震災の影響を考慮したDSGEモデルを試作し、そのモデルが震災後の復興過程をどの程度説明できるのかを試的に示すことを目的とする。分析の結果、①総生産は震災直後に減少のピークを示すが、消費は数期遅れて落ち込みのピークが生じること、②復旧・復興投資が終了すると、生産が急速に落ち込み自力回復の水準に戻ることに、③復旧・復興投資による資本ストック水準の早期回復は、当該地域にとっては投入費用を上回る効果をもたらすことが明らかとなった。

キーワード：復旧・復興投資、生産・消費の時間的不整合、費用便益比、資本ストックの回復

I 緒 言

2011年に起きた東日本大地震とそれともなう津波により、東北の沿岸部は多大な被害を受けた。特に、大規模な津波は、沿岸部の中心産業であった水産加工業や製造業の資本ストック（工場施設等）に壊滅的な被害を与え、地域の交通インフラである鉄道、道路の交通網を破壊して財・サービスの流通に多大な影響を与えた。震災後に、政府や民間企業の支援により復興投資が実施され、徐々にではあるが経済は回復に向かっている。しかし、現在もお復興住宅で暮らす人は多く、水産業や製造業では、震災前の水準にまで生産が回復していない。

大規模地震による経済への影響については、日本政策投資銀行（2011）による阪神淡路大震災の地域経済分析がある。それによれば、震災直後（1995年）から2年間は、復旧復興に向けた設備投資により地域の総生産（兵庫県のGRP）が増加するものの、復興が一段落した2002年には生産の回復が止まり、GRPは震災直前の1994年対比で0.91倍にとどまることが示されている。東日本大震災の影響については、公表されている岩手県沿岸部の市町村純生産の値からある程度推測することができる。これによれば、2011年と2012年の沿岸部の純生産が、復興需要の増加により、震災前の2010年よりも増加している。この2年間のみを見れば、阪神淡路大震災と同様な経済経路をたどりはじめているとみなすこともできる。今後、東日本大震災の被災地の経済がど

ようになるのか、また、より一般的に、震災が地域経済に及ぼす影響はどのような経過をたどるのかを明らかにすることは、震災の多発する日本において、重要な研究課題であると考えられる。

Keen and Pakko（2007）は、人々の経済行動をベースにマクロ経済を分析する動学的確率的一般均衡モデル（Dynamic Stochastic General Equilibrium Model; DSGEモデル）を適用し、ハリケーン「カトリーナ」が地域経済に及ぼす影響を分析している。モデルのシミュレーションの結果から、災害後のインフレへの対処のため、連邦準備制度（FRB）が金融引き締めを行うのが最適政策であったと結論づけられている。

DSGEモデルは、ミクロ経済理論に裏付けされた消費者行動と生産者行動をもとに、マクロ経済状況を分析するモデルであり、ミクロ経済学的基礎付けのない従来のマクロ経済モデルに代わって、政策分析での導入が進められている（経済社会総合研究所、2015）。東日本大震災について、DSGEモデルを適用した分析は、筆者の知る限り行われていないが、東北の沿岸地域の経済動向を分析する上で有効なツールであると考えられる。

本研究は、震災による経済ショックとその後の復旧・復興投資が地域経済に及ぼす影響をDSGEモデルにより描写し、復旧・復興投資の経済効果を定量的に明らかにすることを目的とする。特に、従来の経済モデルでは描写が困難であった所得と消費の動向の乖離と、復旧・復興投資が終了した後の地域経済への影響を示すとともに

に、復旧・復興投資が実施された場合と実施されずに地域の自力回復に任せた場合を比較することにより、復旧・復興投資の経済効果を定量的に示す。

II 先行研究のレビューと課題の抽出

林田他 (2011) は、マクロ計量経済モデルを用いて東日本大震災のマクロ経済影響をシミュレーション分析により定量化している。その結果、震災が生じなかった場合に比べ、震災により実質GDPが2011年度に1.3%減少し、2012年度には復興需要により0.1%増加する結果が示されている。一方、中期影響の試算では、短期の影響の場合と異なり、震災のマクロ経済影響はほとんどないことが示されている。ただし、ここで用いられているマクロ計量経済モデルは、消費者の将来を見通した経済行動を考慮したモデルになっておらず、その点でルーカス批判 (すなわち、政府投資の効果は、将来の増税を考慮して決定される消費への影響を考慮する必要があるが、多くのモデルがそのような構造になっていないとの批判) を回避できないという問題を抱える。

中野 (2011) は、産業連関分析を用いて東日本大震災の生産・雇用への影響を分析し、震災による生産減少が2005年比で1.05%になることを示している。ただし、産業連関分析では、時系列的な経済の動きを追うことが難しく、震災後の復興過程が十分に分析できていないという課題も残されている。

東日本大震災の影響、特に、震災の復興過程を応用一般均衡モデルにより分析した研究として、徳永・沖山 (2014) がある。ここでは、復興財源の調達と移転が及ぼす効果を、被災地と他地域の2地域、多産業からなる応用一般均衡モデル (Computable General Equilibrium Model; CGEモデル) のシミュレーション分析により評価している。分析結果で興味深い点は、政府が震災の復旧・復興事業の財源確保のために過度に直接税増税に依存すると、その他地域の経済厚生を大きく悪化させること、被災地域の地方政府への財政移転だけの施策では、被災地域の製造業を中心に負の波及効果をもたらすとともに、被災地の毀損した資本ストックの回復に繋がらないことが示されている点である。ただし、分析で用いられたCGEモデルは、現在及び過去の状況のみを参照しながら消費者が行動するというバックワードルッキングなモデルであり、その点で、消費者行動を十分に説明できていない可能性がある。

これらの研究で用いられているモデルに対し、DSGEモデルは、将来の状況を見据えた消費者行動を考慮して市場均衡を分析できる。具体的には、消費者、生産者、政府の行動を数式で表し、市場における消費 (需要) と生産 (供給) の均衡を前提にマクロ経済指標の時系列的な動向を定量化できる。2004年にプレスコットとキッドランドがノーベル経済学賞を受賞したことを契機に、

世界的な注目が集まっている。彼らは、DSGEモデルを用いて、経済政策の時間的整合性とビジネスサイクルの背後にある推進力を解明している。

日本経済に関するDSGEモデルの適用研究としては、消費税増税の影響に関する分析 (林田他, 2014)、財政当局の支出ショックと資金調達の経済影響に関する分析 (Iwata, 2009)、財政の持続可能性に関する分析 (Sakuragawa and Hosono, 2011)、日本経済における公共投資の波及効果の分析 (江口, 2011)、さらには、法人税の帰着状況に関する分析 (土居, 2010) 等がある。しかし、日本経済に関するDSGEモデルの適用は緒に就いたばかりであり、決して多いとは言えない。もちろん、震災の日本経済に対する影響をDSGEモデルで分析した先行研究は、筆者の知る限り行われていない。

III 分析の方法

3.1 DSGEモデルの構築

本稿で用いるDSGEモデルは、Torres (2013) で解説しているモデルをもとに、東日本大震災と復旧・復興を表現できるように改良を施したものである。ここでは、内需のみに着目し、外需 (移輸出 - 移輸入) の変化は無視 (すなわち、震災で移輸出が増えると同額だけ移輸入が増えると仮定) して分析する。

DSGEモデルにおいて、平均的な消費者は、毎年の所得制約の下で、現在及び将来の消費の現在価値から労働投入に伴う不効用を差し引いた効用を最大化すると仮定する。このとき、消費者の動学的最適化問題は、以下のように記述できる。

$$\begin{aligned} \max_{\{C_t, L_t\}_{t=0}^{\infty}} & \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t [\gamma \ln C_t + (1-\gamma) \ln(1-L_t)] \\ \text{s.t.} & (1+\tau_t^C)C_t + S_t = (1-\tau_t^L)W_t^e + (1-\tau_t^K)R_t^e K_t + \bar{G}_t \\ & S_t = I_t \\ & I_t = K_{t+1} - (1-\delta^K)K_t \end{aligned} \quad (1)$$

ここにおいて、 β は時間選好にともなう割引ファクターで $\beta \in (0, 1)$ の値をとる。 γ は、消費者が労働による所得獲得と余暇を選択するときの選好の程度を表すパラメータであり、 $\gamma \in (0, 1)$ である。 C_t 、 L_t 、 K_t 、 S_t 、 I_t 、及び G_t は、それぞれ t 時点の消費、労働投入、資本投入、貯蓄、投資及び他地域からの資金移転を表す。このうち \bar{G}_t が、復旧・復興投資を表すが、震災地域の消費者にとっては、外生変数 (すなわち、自分たちで水準を変更できない変数) であると仮定する。 W_t^e と R_t^e は、賃金と資本のサービス価格に対する家計の期待値である。 τ と δ は、それぞれ税率 (上付き添え字の C 、 L 、 K はそれぞれ消費税、所得税、資本税を表す) と資本の除却率 (資本ストックのうち当該年に廃棄されるものの割合) を表す係数である。

(1)式にラグランジュ未定乗数法を適用して導出した最適化の1階の条件 (First Order Condition; FOC) を解けば、消費者の合理的な行動にもとづく将来の消費経路と消費と賃金の関係が以下のように導出できる。

$$\frac{1}{1-L_t} = \frac{\gamma}{(1-\gamma)} \frac{(1-\tau_t^L) W_t^e}{(1+\tau_t^C) C_t} \quad (M1)$$

$$\frac{(1+\tau_t^C) C_t}{(1+\tau_{t-1}^C) C_{t-1}} = \beta \left[(1-\tau_t^K) (R_{t+1}^e - B\delta^K) + 1 \right] \quad (M2)$$

ここに、 B は地震のショックを表す変数 (後述) である。なお、これ以降で式に M がつくものは、最終的にDSGEモデルの関数式として用いた式を表し、 M のつかない式は、導出過程である関数式を表すこととする。

平均的な生産者については、コップダグラス型の生産関数を仮定し、生産関数で表現される技術制約の下で、利潤を最大化すると仮定する。すなわち、

$$\begin{aligned} \max_{\{W_t, R_t\}} & Y_t - W_t L_t - R_t K_t \\ \text{s.t.} & Y_t = A_t K_t^{\alpha_1} Z_t^{\alpha_2} L_t^{\alpha_3} + \bar{G}_t \end{aligned} \quad (2)$$

である。ここに、 Y_t は t 時点の総生産を表し、 A_t は生産の総合的な効率性を表す全要素生産性である。 K と L は資本と労働の投入を表し、 Z は社会資本の投入を表す。 α は、生産要素に対する生産弾力性を指すパラメータで、1次同次 ($\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 = 1$) であれば、各要素のコストシェアに一致する。

(2)式のFOCから、資本、労働とそれぞれの価格、すなわち労賃と資本サービス価格の関係が以下の様に導出できる。

$$W_t = \alpha_3 A_t K_t^{\alpha_1} Z_t^{\alpha_2} L_t^{\alpha_3-1} \quad (3)$$

$$R_t = \alpha_1 A_t K_t^{\alpha_1-1} Z_t^{\alpha_2} L_t^{\alpha_3} \quad (4)$$

社会資本については、政府が供給するものの、それを利用する企業は直接対価を支払うことはないと考えることとする。この場合、社会資本が生み出す価値は、企業の余剰収益となるが、その収益が企業で雇用される労働と資本に、生産に対する貢献度 (労働と資本の α) に比例して配分されると仮定する (Feehan and Batina, 2007)。すなわち、

$$W_t^e = (1-\alpha) A_t K_t^{\alpha_1} Z_t^{\alpha_2} L_t^{\alpha_3-1} \quad (5)$$

$$R_t^e = \alpha A_t K_t^{\alpha_1-1} Z_t^{\alpha_2} L_t^{\alpha_3} \quad (6),$$

である。ここで $\alpha = \alpha_1 \left(1 + \frac{\alpha_2}{\alpha_1 + \alpha_3} \right)$ 及び

$$1 - \alpha = \alpha_3 \left(1 + \frac{\alpha_2}{\alpha_1 + \alpha_3} \right) \text{ である。}$$

上記の生産者に関する定式化は、完全競争市場を前提

としたものである。しかし、現実の経済では、独占、寡占がすすんでいると考えられる。そこで、Dixit-Stiglitz (1977) にしたがって、中間投入財を生産する企業について、独占状態における賃金と資本サービス価格を表すように、(5)と(6)式を以下のように改良する。

$$W_t^e = (1-\alpha) \frac{\xi-1}{\xi} A_t K_t^{\alpha_1} Z_t^{\alpha_2} L_t^{\alpha_3-1} \quad (M3)$$

$$R_t^e = \alpha \frac{\xi-1}{\xi} A_t K_t^{\alpha_1-1} Z_t^{\alpha_2} L_t^{\alpha_3} \quad (M4)$$

ここに、 ξ は、中間投入財における独占の程度を表し、 $\xi > 1$ で、独占の程度が高まれば、大きな値をとる。

$\frac{\xi-1}{\xi}$ が賃金及び資本サービス価格におけるマークアップ率 (独占利潤の程度) を表す。

生産効率性を表す全要素生産性に関しては、革新的な発明は確率的にしか生じないと仮定し、以下のような1回の自己相関過程を有する動学式を想定する。

$$\ln A_t = (1-\rho_A) \ln \bar{A} + \rho_A \ln A_{t-1} + \varepsilon_t^A; \quad \varepsilon_t^A \sim N(0, \sigma_A^2) \quad (7)$$

ここに、 ρ_A は全要素生産性の自己相関係数、 \bar{A} は全要素生産性の定常均衡値 (= 1) である。

マクロ経済における需給の均衡式は、

$$Y_t = C_t + CZ_t + I_t + IZ_t \quad (M5)$$

と表せる。ここに、 CZ は政府消費、 IZ は政府投資である。また、政府については、税収による財政収支と政府投資、政府消費による財政支出をバランスさせることを前提に、以下のような財政均衡を仮定する。

$$\tau_t^C C_t + \tau_t^L W_t^e L_t + \tau_t^K (R_t^e - B_t \delta^K) K_{t-1} + \bar{G}_t = IZ_t + CZ_t \quad (8)$$

この政府消費は、社会保障費や公務員の給与等からなり、総生産と比例すると考える。すなわち、

$$CZ_t = \theta Y_t \quad (M6)$$

である。ここに、 θ は総生産に占める政府消費の割合である。したがって、(8)式から政府投資の決定式が以下のように導出できる。

$$IZ_t = \tau_t^C C_t + \tau_t^L W_t^e L_t + \tau_t^K (R_t^e - B_t \delta^K) K_{t-1} + \bar{G}_t - CZ_t \quad (M7)$$

さらに、政府投資は、それが蓄積されて公的社会資本ストックを構成する。すなわち、

$$Z_{t+1} = (1-\delta^G) Z_t + IZ_t \quad (10)$$

である。同様に、民間資本についても、

$$K_{t+1} = (1-\delta^K) K_t + I_t \quad (11)$$

のように定式化できる。 δ^G と δ^K は、資本の除却率を表す。これらをもとに、震災の影響を考慮するため、震災

によるショックが確率的に生じると考えて、以下のよう
な式を考える。

$$\ln B_t = \ln \bar{B} + \varepsilon_t^B; \quad \varepsilon_t^B \sim N(0, \sigma_B^2) \quad (M8)$$

この式で表される震災のショックは、民間資本と社会資本にダメージを与え、これら資本の除却率 (δ) を上昇させる (より多くの資本が使えなくなる) と考えて、資本蓄積式を以下のように変更する。

$$Z_{t+1} = (1 - B\delta^Z)Z_t + IZ_t \quad (M9)$$

$$K_{t+1} = (1 - B\delta^K)K_t + I_t \quad (M10)$$

さらに、震災は、地域の全要素生産性を低下させると考えて、(5)式を以下のように変更する。

$$\ln A_t = (1 - \rho_A)\ln \bar{A} + \rho_A \ln A_{t-1} + \varepsilon_t^A - 0.3\varepsilon_t^B; \quad \varepsilon_t^B \sim N(0, \sigma_B^2) \quad (M11)$$

ε_t^B の前についている係数については、本来は、実証分析により決めるべき値であるが、統計データが不足しているため、そのような実証分析が実施できない。そこで、達観的ではあるが、0.3 (すなわち、発明の効果の3割のマイナス効果) と仮定した。

さらに、復旧・復興投資にともなう他地域からの移転を考慮した生産水準を表すため、(2)式の生産関数をモデルに含める。

$$Y_t = A_t K_t^{\alpha_1} Z_t^{\alpha_2} L_t^{\alpha_3} + \bar{G}_t \quad (M12)$$

シミュレーションでは、(M1) ~ (M12) の12本からなる動学式を用いる。

3.2 データ

被災地における実際の経済の動きを示すため、岩手県が公表している岩手県沿岸部の市町村に関する産業別の市町村民純生産額の推移 (2006 ~ 2012年) を用いる。ただし、この統計では、総生産額や消費、投資の動向が不明なので、各産業における総生産は、産業別市町村民純生産額の年次変化と同率で変化すると仮定し、産業別総生産額の時系列の値を求め、これをコントロールトータルとして2005年の産業連関表にRAS法を適用して各年の総生産額、消費額、投資額、雇用者所得額、資本の減価償却費の推移を求める。なお、各産業の付加価値額及び最終需要額は、総額としてはRAS法で求まるが、項目ごとには求まらないので、2005年の産業連関表の各項目のシェアが変わらないと仮定し、時系列的に変動する産業別の付加価値額にシェアを乗じて項目ごとの時系列の値を産業別に求め、それを合計して地域全体の項目別の付加価値額を算定する。

3.3 カリブレーション

推定した産業連関表をもとに、労働と資本に関する技術パラメータ (生産弾力性) の値を求めた。また、先行

研究 (Torres, 2013) をもとに、他のディープパラメータ (経済主体の行動を規定し、他の主体の行動によって変わらないパラメータ) の値を Table 1 のように決定した。

また、(M1) から (M12) 式からなる動学モデルをもとに、定常状態 (全ての変数が同率で成長する収束状態) における各変数の値を求めた結果を Table 2 に示す。この定常状態における水準とパラメータの値を用いて、モデルの収束可能性を判断する Blanchard-Kahn 条件をチェックした結果、モデルの係数からなる行列の固有値のうち実数をとるものが2個存在し、B-K条件を満足し

Table 1 岩手県沿岸部におけるモデルのパラメータの設定
Parameter settings for the coastal area in Iwate prefecture.

パラメータ	内 容	値
α	民間資本の技術パラメータ (生産弾力性)	0.40
α_2	社会資本の技術パラメータ (生産弾力性)	0.10
β	割引ファクター	0.99
δ^K	民間資本ストックの除却率	0.03
δ^Z	社会資本ストックの除却率	0.02
γ	労働供給に対する諸費者の選好パラメータ	0.40
ζ	差別化された中間投入財に対する代替弾力性	5.00
ρ_A	全要素生産性の自己相関係数	0.95
ρ_B	資本の除却率に関する自己相関係数	0.00
ε_A	全要素生産性ショック (標準偏差: 0.01)	0.01
ε_B	地震ショック (標準偏差: 0.15)	0.50
τ^C	消費税率	0.08
τ^L	所得税率	0.34
τ^K	資本税率 (法人税)	0.25
G	他地域からの資金の転移	0/0.07

(注) 下線を引いたパラメータは、推定した産業連関表から計算し、その他は先行研究を参考に設定した。

Table 2 定常状態における内生変数の値
Steady state values for endogenous variables

変数	内 容	定常均衡値
Y	総生産	1.173
C	民間消費	0.611
I	民間投資	0.301
K	民間資本ストック	5.021
IZ	公共投資	0.144
Z	社会資本ストック	7.191
L	労働投入	0.318
W	賃金率	1.770
R	資本のサービス価格	0.075
CZ	政府消費	0.117
A	全要素生産性に対するショック	1.000
B	地震ショック	1.000

て、モデルに経済的なショックが加わっても、定常状況に収束することが確認できた。

IV 分析結果

4.1 岩手県沿岸部の生産額、消費額の動向

Fig. 1は、岩手県沿岸部の市町村民純生産額における産業別の動向を示したものである。純生産額のうち、建設部門は、復旧・復興投資の増加を受けて震災年である2011年には前年の3倍近くまで増加している。しかし、他の産業、特に水産業や製造業では、震災の影響で生産が落ち込んでいる。合計すれば、復旧・復興投資の増加が大きいため、震災後に地域全体の純生産額が増加する結果となっている。

Fig. 2は、総生産、消費、投資について、震災前後の動向を示したものである。総生産は、先にも述べたとおり、復旧・復興がなければ大幅に減少（Y_震災無）していたはずであるが、震災によりかえって増加（Y_震災）する結果となっている。しかし、消費（C_震災）は震災後に減少している。一般的な経済モデル（例えば、計量経済モデル）では、総生産が増加すれば、直ちに消費が増加する結果を導くことから、地震の影響は一般的な経済モデルの予測とは異なっているとみなせる。これは、消費や投資がタイムラグを有して変化するとともに、消費者や企業が将来の生産動向を勘案して現在の行動を調整しているためと考えられる。したがって、震災の影響を分析するためには、本研究で用いるDSGEモ

デルのような消費者や企業の将来行動を考慮した経済モデルの適用が不可欠である。

4.2 DSGEモデルによるシミュレーションの結果

Fig. 3は、DSGEモデルを用いて、震災後（ $B_{2011.1} = 0.5$ ）^{*1}の経済の動きを10年間にわたってシミュレートした結果である。この図では、震災後に実施された外部からの復旧・復興支援を考慮せず、経済が自力で回復する状況（変数に「_1」がついているもの）と外部からの支援による復旧・復興費を増加（RAS法により求めた震災有りの値とトレンドから求めた震災無しの値の差である2.1～2.6千億円/年を増加）した場合（変数に「_2」がついているもの）の経済動向を示す。

Fig. 3の自力回復が示すように、震災と同時に総生産は大きく落ち込み、消費も減少する。総生産は震災の次の期から回復に向かう。しかし、消費は、震災後数年間継続する生産の落ち込みをあらかじめ見込んで、震災年よりも次の年のほうが顕著な減少となる。消費が回復するのは、2013年の第2四半期以降、すなわち、震災後2年以上経過した後である。このような消費水準の推移パターンは、ハンプシェイプといわれ、DSGEモデルの結果によく見られ、また、現実の経済でもしばしば観察される動向である。資本ストックは、総生産の減少を受けて投資が減少するため、震災後しばらくの間は減少する。工場施設の被災により働く場所が少なくなり、労働投入も減少すると同時に、労賃も減少する。このような状況は、常識と照らしても妥当な結果であると考えられ

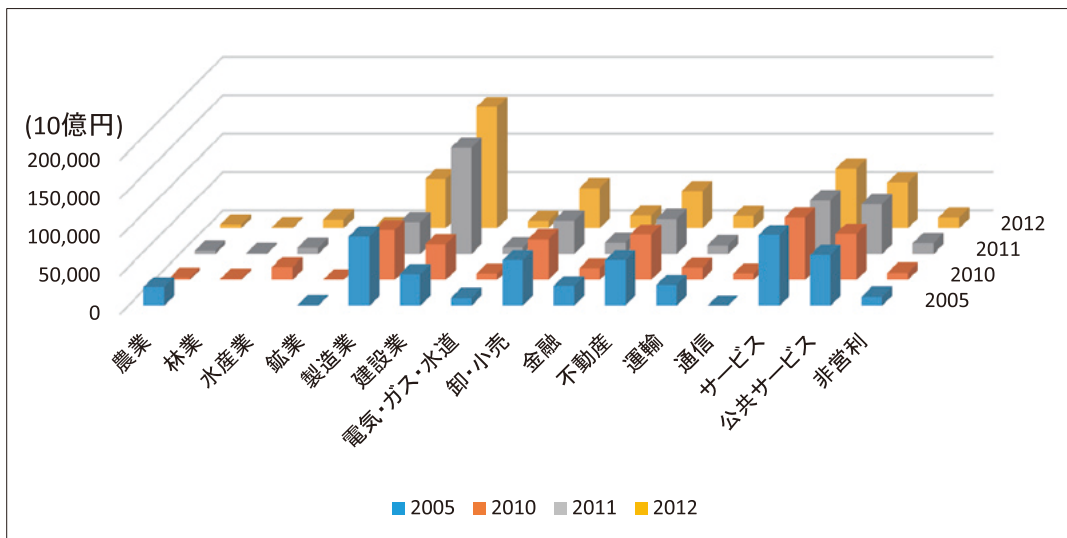


Fig. 1 市町村民純生産の産業部門別動向
Net residents' production by industrial sectors

*1 震災のショックの平均と標準偏差は、0と0.15と仮定しているため、 $B=0.5$ のショックは、2300年に1度の確率で起こるショックが生じた場合を想定していることになる。

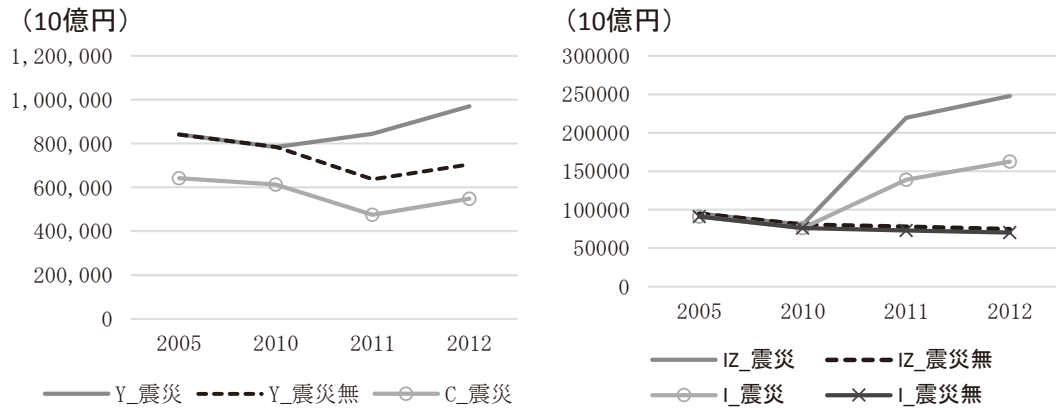


Fig. 2 時系列的な経済指標の推定結果
Estimation results of chronological economic indexes

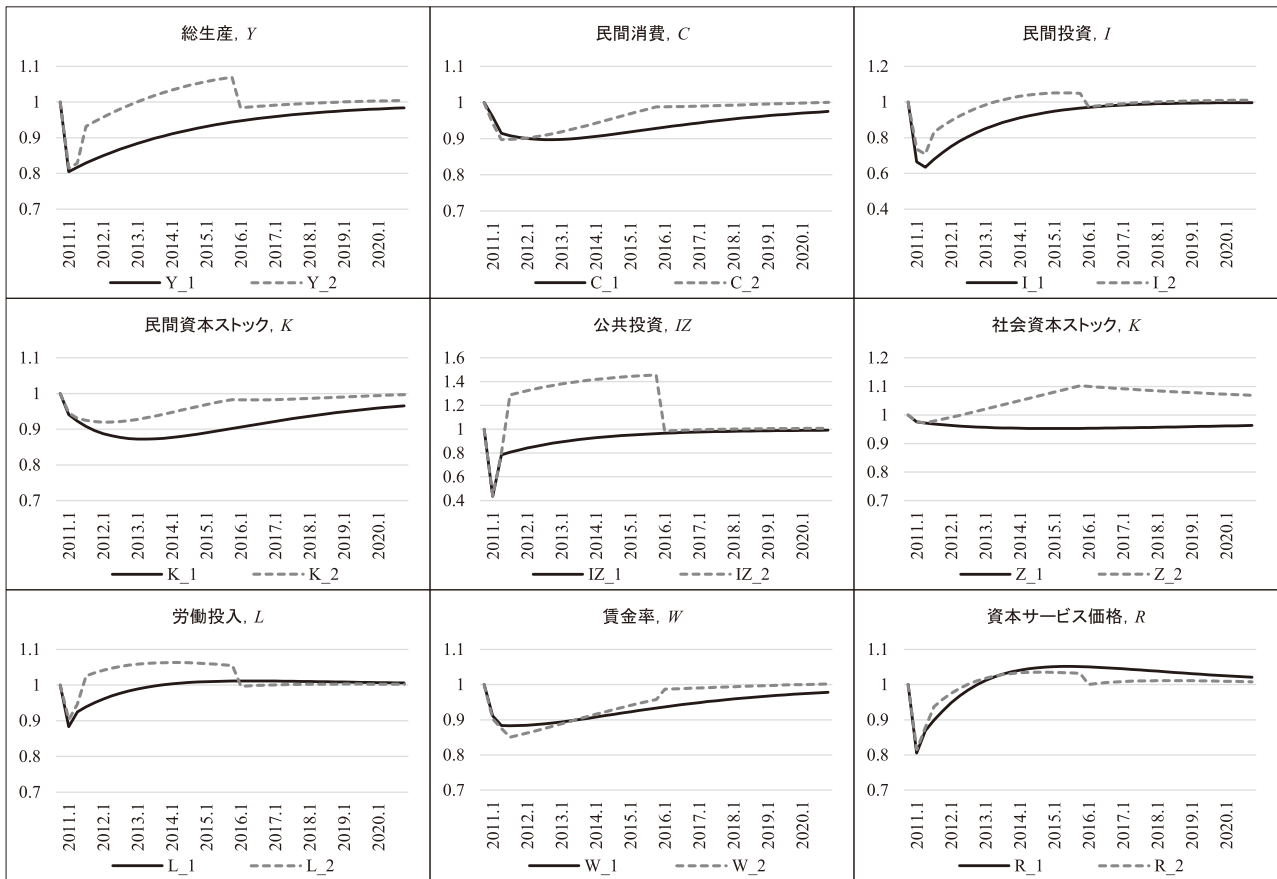


Fig. 3 震災の確率的ショックによる経済指標の動向 (自力回復ケースと復興支援ケース)

Chronological changes in economic indexes by the stochastic shocks of the earthquake (self-recovery case)

(注)「_1」のつく変数は、自力回復 (多地域からの支援による復興投資がない) ケース, 「_2」のつく変数は復興支援があるケースである。

る。

Fig. 3の実線のように、自力のみで回復した場合は、震災前の水準に総生産が戻るまでに10年以上の歳月を要する。もちろんこの期間は、モデルのパラメータをア prioriな仮定を入れて設定した部分があることか

ら、必ずこうなるという確証のあるものではないし、既に復旧・復興支援がなされているので、実データによって検証できるものでもない。しかし、モデルの推定値は、外部からの支援がなければ、十分に起こり得る状況であると考えられる。

Fig. 3の点線のように外部から復旧・復興支援（2011年の第3四半期から5年間を想定）を入れた場合は、民間投資、公共投資が増加し、資本ストックの水準がFig. 3よりも早く増加する。この点を詳細に見るため、実線と点線の差をとって描いたのがFig. 4である。この図に見られるように、総生産、民間投資、公共投資、労働投入は、支援に対してダイレクトに反応することが見て取れる。一方、資本ストックやその影響を受ける消費は、支援の効果が徐々に現れ、復興が終了する直前に復興あり、なしの差が最大になる。その後、復興支援が終了すると同時に効果が減少するものの、長期にわたって効果が継続する。

復旧・復興支援が始まる前の2期間については、消費が支援なしの場合よりもさらに減少する（ ΔC がマイナス）。つまり、もう少し待てば必ず支援（返済が必要のない譲渡）がもらえるので、それまで消費を控えて我慢しようというインセンティブが働いている。さらに、総生産は、復旧・復興支援終了後に急速に減少し、復興投資の反動が生じる。減少後の水準は、支援無しの場合よりも若干高い生産水準を維持できる（ ΔY はプラス）。これは、支援により資本ストックが早期に回復し、支援

終了時点で、より高い資本ストックの水準が達成できているからである。ただし、その後の生産の成長率は自力回復より低く、長期的には自力回復の水準と同じになる。

労賃は、復旧・復興支援後の数期間は低下する（ ΔW がマイナス）。実際には、建設部門の労働者が不足して、賃金の高騰が生じているといわれており、モデルの結果はこれと逆の状況を示す。これは、モデルでは、労働力の産業部門間の移動がフレキシブルであると仮定しているのに対し、現実には、非弾力的であることが影響している。ただし、支援による所得の移転があれば、無理して不本意な部門で働かなくとも良いと考える人々が増える可能性も否定できない。その点を考慮すれば、モデルの結果は極端ではあるものの、示唆的な結果であると考えられる。復旧・復興が継続されれば、労賃も自力回復の場合よりは高くなり、労働市場の競合が生じる結果となっている。

4.3 復旧・復興支援の費用便益

Fig. 3が示すように、経済には自力回復の能力が備わっている。そうであれば、あえて復旧・復興支援を

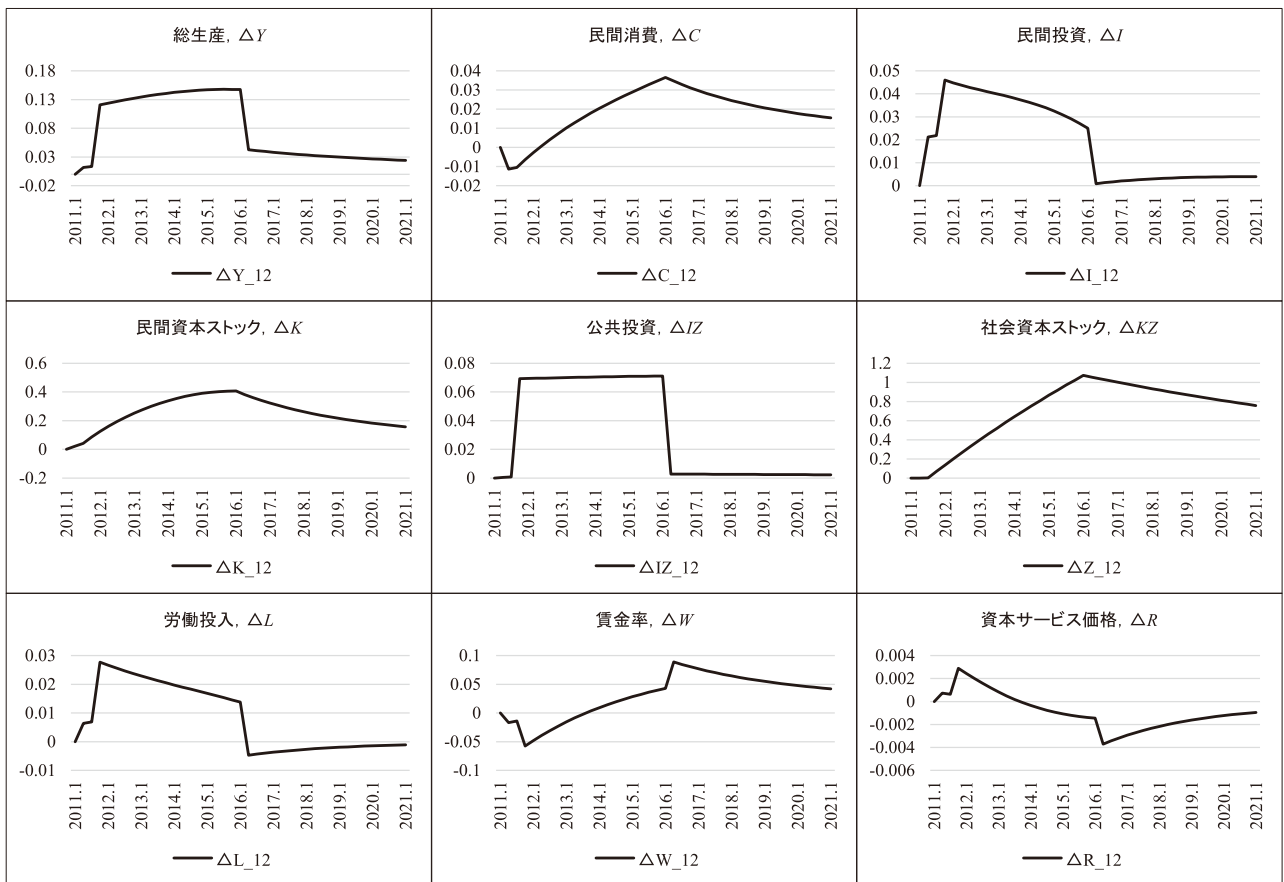


Fig. 4 復旧・復興投資のある場合と無い場合（自力回復ケース）の差
Difference between with and without recovery investment from outside (self-recovery case)

行う必要性、特にそれを無償で実施する必要性はどこにあるのかという疑問が浮かび上がる。本稿で想定している復旧・復興支援は、被災した施設の回復時期を早めるための支援である。この点を定量化するため、支援のあり、なしで総生産や消費の時系列的な水準の変化を求め、それらの現在価値と、支援に要する費用の現在価値を比較して、前者が後者を上回っているか否かを見ることとする。

Fig. 4の支援あり、なしの差をもとに、経済が自力で回復する期間である10年間を対象に国民経済的な効果と費用の現在価値を計算した。割引率は、(M2)式の割引ファクターで想定している年率4%（四半期毎には1%）を用いた。その結果、総生産（他地域からの資金移転分を除く、 $Y - \bar{G}$ ）で効果を計算した場合のB/Cは1.42、民間消費+民間投資（ $C + I$ ）で効果を計算した場合のB/Cは1.14となった。これは、単なる所得の譲渡（その場合は、資金を提供する側のマイナス分を考慮してB/Cは0）よりも高い効果が期待される結果と言える。

V 結 言

本稿では、経済主体の行動に関するミクロ経済理論の裏付けをベースに構築した動学的確率的一般均衡モデル（DSGEモデル）を用いて、東日本大震災の影響とその後実施された復旧・復興支援の効果についてシミュレーション分析を行った。分析により、以下の3点が明らかとなった。

第1に、震災は地域の総生産を大きく減少させるが、外部からの復旧・復興支援がなくとも、震災の翌年から回復が始まる。しかし、消費は、震災後3年間は減少が継続する。また、外部の支援なくして経済が自力回復するには、10年以上を要することが明らかとなった。

第2に、復旧・復興を助長するため、被災施設の復興投資を増加させる外部支援により、総生産や投資が増加し、資本蓄積が促進されて消費水準の早期回復につながる。消費面での効果は、支援がなくなった後も長期にわたり継続する。支援が終了すると生産は自立回復の水準に急減するものの、消費の減少は徐々にしかすすまない。このような復旧・復興終了による揺り戻しは、阪神淡路大震災の後の復興過程でも見られたもので、今後、東北地方の沿岸地域でも生じる可能性が高い。

第3に、投資を助長して資本蓄積を前倒しに支援するという外部からの復旧・復興支援の費用便益比は、1を越えて効果が高いことが示された。支援が終了した後の揺り戻しを考慮しても、支援がない場合よりも地域経済にとって有効である。もちろん、支援を行った支出先の地域では、その分の投資や消費が削減されて、経済的にはマイナス効果が生じるはずである。本来であれば、そのマイナス効果を含めて議論すべきであろうが、相互扶

助の観点からは、少々のマイナス効果であっても、被災地における費用便益比が高い限りは、支援を行う地域の住民の合意が得られるものと考えられる。

このように、人々の行動様式に沿った定式化を行うDSGEモデルは、わずか数本の方程式で、震災やその後の地域経済の動向をある程度模写することが可能である。その点で、今後の政策分析において有効な分析手法であると言えよう。

ただし、本稿で実施したシミュレーションは、ごく初歩的なものにとどまる。また、モデルそのものも簡単な構造である。最近では、DSGEモデルの高度化の研究も進められており、今後そのような知見を踏まえて農業政策分野への適用を図ることが興味深い研究課題と考えられる。

補 論

分析は、Matlab (R 2015 a, MathWorks Co.Ltd.) 及び Dynare (Collard and Juillard, 2001 ; Schmitt-Grohe and Uribe, 2002) を用いた。モデルのコードは以下の通りである。

```
// Endogenous variables
var Y, C, I, K, IZ, Z, L, W, R, CZ, A, B;

// Exogenous variables
varexo e, u, tauc, taul, tauk, trans;

// Parameters
parameters alpha, alpha 1 , alpha 2 , alpha 3 , beta, deltak,
deltag, gamma, zhi, rho1, rho2;

// Calibrated parameters
alpha = 0.4;
alpha2 = 0.10;
alpha1 = alpha*(1-alpha2) ;
alpha3 = (1-alpha) * (1-alpha2) ;
beta = 0.99;
deltak = 0.06;
deltag = 0.02;
gamma = 0.40;
zhi = 5.0;
rho1 = 0.9;
rho2 = 0;

// Equations of the model economy
model;
(1 + tauc)*C = (gamma/(1-gamma))*(1-L)*(1-taul)*
(1-alpha)*Y/L;
1 = beta*(((1 + tauc)*C)/((1 + tauc)*C(+1)))
*((1-tauk)*alpha*Y(+1)/K + (1-B*deltak));
Y = A*(K(-1)^alpha1)*(Z(-1)^alpha2)*(L^alpha3)
+ trans;
K = 1 + (1-B*deltak)*K(-1);
Z = IZ + (1-B*deltag)*Z(-1);
```



```

Y = C + I + CZ + IZ;
IZ = tauc*C + taul*W*L + tauk*(R-B*deltak)
      *K + trans - CZ;
CZ = 0.1*Y;
W = (1-alpha)*((zhi-1)/zhi)*A*(K(-1)^alpha1)
      *(Z(-1)^alpha2)*(L^(alpha3-1));
R = alpha*((zhi-1)/zhi)*A*(K(-1)^(alpha1-1))
      *(Z(-1)^alpha2)*(L^(alpha3));
log(A) = rho1*log(A(-1)) + e-u*0.3;
log(B) = rho2*log(B(-1)) + u;
end;
// Initial values
initval;
    tauc = 0.08;
    tauk = 0.1;
    taul = 0.344;
    trans = 0;
    Y = 1;
    C = 0.75;
    L = 0.3;
    K = 3.5;
    I = 0.1;
    Z = 2;
    W = (1-alpha)*Y/L;
    R = alpha*Y/K;
    CZ = 0.1*Y;
    IZ = tauc*C + taul*W*L + tauk*(R-B*deltak)*K-CZ;
    A = 1;
    B = 1;
    e = 0;
    u = 0;
end;

// Steady state
    steady;

// Blanchard-Kahn conditions
    check;

// Temporary shocks in deterministic models
shocks;
    var u;      periods 1;      values 0.5;
end;
shocks;
    var trans;  periods 3:20;  values 0.07;
end;

```

引用文献

- Collard, F. and Juillard, M. (2001) "Accuracy of stochastic perturbation methods: The case of asset pricing models," *Journal of Economic Dynamics and Control*, **25**, pp.979-999.
- Dixit, A. and Stiglitz, J. (1977) "Monopolistic Competition and Optimum Product Diversity," *American Economic Review*, **67(3)**, pp.297-308.
- 土居丈朗 (2010) 「法人税の帰着に関する動学的分析」RIETI Discussion Paper Series, 01-J-034.
- 江口允崇 (2011) 『動学的一般均衡モデルによる財政政策の分析』東洋経済新報社
- Feehan, J. and Batina, R. (2007) "Labor and capital taxation with public inputs as common property," *Public Finance Review*, **35**, pp.626-642.
- Iwata, Y. (2009) "Fiscal Policy in an Estimated DSGE Model of the Japanese Economy: Do Non Ricardian Households Explain All?," *ESRI Discussion Paper Series No.216*.
- Keen, D.B. and Pakko, R.M. (2007) "Monetary Policy and Natural Disaster in a DSGE Model," Federal Reserve Bank of St. Louis, Working Paper Series, 2007-025D.
- 経済社会総合研究所 (2015) 「次世代短期マクロ計量モデル (DSGEモデル) の開発」
http://www.esri.go.jp/prj/current_research/dsge/dsge.html
- 林田実, 大野裕之, 安岡匡也 (2014) 「DSGEモデルを用いた、消費税増税がわが国の経済に与える影響の分析」The University of Kitakyushu Working Paper Series, No 2013-5
- 林田元就, 浜渦純大, 中野一慶, 人見和美, 星野優子 (2011) 「東日本大震災のマクロ経済影響について - 電中研マクロ計量経済モデルによる試算 -」(財)電力中央研究所社会経済研究所ディスカッションペーパー, SERC11024.
- 中野諭 (2011) 「東日本大震災が雇用に与えるマクロ的影響の試算」労働政策研究・研修機構, 特別コラム, http://www.jil.go.jp/tokusyusinsai/column/04_nakano.pdf
- 日本政策投資銀行 (2011) 「大地震が地域経済に与える影響について - 阪神・淡路大震災をケーススタディとして -」http://www.dbj.jp/pdf/investigate/area/kansai/pdf_all/kansai1112_01.pdf
- 徳永澄憲, 沖山充編著 (2014) 『大震災からの復興と地域再生のモデル分析：有効な財政措置と新産業集積の形成』文真堂
- Sakuragawa, M. and Hosono, K. (2011) "Fiscal sustainability in Japan," *Journal of the Japanese and International Economies*, **25(4)**, pp.434-446.
- Schmitt-Grohe, S. and Uribe, M. (2002) "Solving Dynamic General Equilibrium Models Using a Second-Order Approximation to the Policy Function," technical working paper, Rutgers University.
- Torres, L. J. (2013) "Introduction to Dynamic Macroeconomic General Equilibrium Models," Vernon Press, USA.

A research note about analysing the economic influence of East Japan earthquake disaster

— Application of Dynamic Stochastic General Equilibrium (DSGE) Model —

Yoji KUNIMITSU*

*Rural Development Planning Division Chief Researcher

Abstract

Recovery investment after big earthquake and tsunami can improve regional production, but recovery of residents' consumption is usually delayed relative to production. Conventional economic model cannot reproduce such chronological nonconformity between production and consumption. This study aims to show whether DSGE model duplicates chronological nonconformity, and to measure efficiency of recovery investment in Iwate coastal region where east Japan earthquake occurred. The analytical results show that (i) consumption after the earthquake followed the hump-shaped path, on which reduction of production peaked with some delays after the incident and then recovered, (ii) production rapidly decreased and return to the self-recovery case when recovery construction ended, and (iii) recovery investment benefited via accelerating reconstruction of capital stocks damaged, and it was 1.4 times more than investment costs.

Key words: Recovery investment, chronological nonconformity between production and consumption, benefit cost ratio, reconstruction of capital stocks