Discussion Paper Series 18- 2

2018 年 8 月

熊本地震のマクロ経済影響を推計する計量経済モデルの構築とそれを用いた試算

本荘雄一

兵庫県立大学大学院減災復興政策研究科

特任教授

兵庫県立大学大学院減災復興政策研究科

神戸市中央区脇浜海岸通１−５−２　人と防災未来センター東館４Ｆ

熊本地震のマクロ経済影響を推計する計量経済モデルの構築と

それを用いた試算

1. はじめに

大規模災害発生後に，被災地のより迅速かつ効果的な経済復興の政策策定において参照されるべき基礎情報となるため，災害によって引き起こされた，生産資本，社会資本，住宅等経済の供給サイドのストック変数の直接被害のみならず，その復旧・復興を通じた経済のフロー変数に対する影響（間接影響）が被災地のマクロ経済へどのような影響を与えるかを推計することが求められる．ここで，間接影響には，生産量の一次的減少などの経済活動の押し下げ要因のみでなく，資本・住宅等復興需要による押し挙げ要因の両方が含まれる．

このような視点から，熊本地震の発災後，直ちに，加藤・本荘[1)]は，産業連関分析を採用し，2011 年の熊本県産業連関表を用いて間接影響が与える熊本県のマクロ経済変数への影響の推計を試みた．それは，時間や利用可能なデータの制約から，製造業や観光業のみを対象に，被災後 2 カ月間に失われた生産額および付加価値額，就業者数を推計したものであった．その分析の残された課題の一つとして，後述するような産業連関分析が抱える課題を解消するために，計量経済分析を採用して，熊本県のマクロ計量経済モデルを構築し，マクロ経済への影響を推計することを挙げた．

この課題を受けて，本研究は，震災によるマクロ経済への影響を推計するための方法論に関する先行研究のレビューを踏まえて，まず，熊本県の計量経済モデルを構築し，ついで，それを用いたシミュレーション分析によって熊本地震によってもたらされる直接被害と間接影響が熊本県のマクロ経済に与える影響を推計することを目的とする．

上野山・荒井[2)]は，経済のフローの被害である「間接被害」の推計範囲や推計方法について，「直接被害」のものと比較して，次のように考察している．災害の直接被害は，被災地の自治体を空間的範囲とし，主として再取得価格が用いられるなど推計方法の違いが少ないのに対して，間接被害は空間的・時間的範囲や推計方法に大きな幅があるとしている．また，間接被害の推計には，データ制約や方法ごとの得失もあって，一律の基準を当てはめることは困難であると指摘している．

震災によるマクロ経済への影響を推計する代表的な方法として，Rose[3)]が総合的な手法として取り上げている 3 つのものであると考えられる．1 つは，前回の研究で採用した，産業間の取引を把捉するための産業連関表を用いて，災害が与える生産活動に対しての複合的な被害がマクロ経済変数にもたらす影響を推計する産業連関分析である[4)]．産業連関

分析の研究としては，前回の研究以外に，国土交通省中国地方整備局[5]が，2004 年に発生した台風 18 号をモデルケースとして，災害の被災地経済に及ぼす影響を分析したものなど多数ある．産業連関分析に対して，國光[6]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を抱えていると指摘している．

2 つは，経済主体の行動をモデル化した方程式を過去のデータにより推定して構築されるマクロ計量経済モデルを用いて，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するものである．マクロ計量経済モデルにより分析した研究として，林田他[7]が，電力中央研究所で開発された全国レベルの電中研マクロ経済計量モデルを用いて，東日本大震災の直接被害とその間接影響とが国全体のマクロ経済変数に与える影響を試算したものがある．経済学界において，1976 年に，経済学者ロバート・ルーカス（Robert Lucas）が書いた論文は，計量経済モデルの手法に疑問を投げかけた．ルーカスは，マクロ経済計量モデルの手法は，現在の政策変更は将来の政策に関する人々の期待に影響を与える結果，人々の行動も変える可能性があることを無視していると批判している．このルーカスの批判を契機として，個々の経済主体の最適化を明示的に考慮するいわゆるミクロ的基礎を持った，「応用一般均衡モデル（Computable General Equilibrium Model; CGE モデル）」やさらには，「動学的確率的一般均衡モデル（Dynamic Stochastic General Equilibrium Model; DSGE モデル」を用いたマクロ経済分析が主流になっていったといわれている[8]．しかし，こうした経済学界の動向とは別に，経済予測をはじめとする実務では依然として計量経済モデルが有効なツールとして使われ続けていると指摘されている[8]．

3 つは，震災の復興過程を CGE モデルのシミュレーション分析により評価するものである．CGE モデルにより分析した研究として，徳永・沖山[9]が，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 CGE モデルのシミュレーション分析により評価したものがある．現在ではマクロ経済分析の主流の地位を占める DSGE モデルを用いて，震災が地域経済に及ぼす影響を分析するものも，ここに分類できる．その先行研究として，國光[6]が，DSGE モデルが震災後の復興過程をどの程度説明できるかを試作的に示したものがある．ただし，両モデルを現実の経済に近づければ近づけるほど，両モデルの想定している市場の完全性という前提の妥当性に疑問が寄せられている[10]．また，渡辺[8]により，2008 年 9 月のリーマン・ショックに端を発した金融危機後，DSGE モデルは，危機を予見できなかったのみならず，危機に対応する有効な対策を提供できなかったことで，一部の人々から激しい批判にさらされたと指摘されている．計量経済モデルの DSGE モデルに対する優位性を正面切って論じる経済学者も現われているといわれている．

以上の震災によるマクロ経済への影響の推計手法に関する先行研究を踏まえながら，本研究では，前回の研究で指摘した残された課題に対応するため，マクロ計量経済モデルを

用いることとした．まず，熊本県のマクロ経済計量モデルが公表されていないこともあって，熊本地震における生産資本，社会資本，住宅等への直接被害とその間接影響とが熊本県のマクロ経済にもたらす影響を推計するためのマクロ経済計量モデルを構築することとした．そして，そのモデルを用いて，熊本地震が与えた熊本県のマクロ経済への影響を試算した．

本論文の構成は以下のとおりである．第 2 章では，熊本県のマクロ経済の現状分析をする．第 3 章では，本研究で構築した熊本県モデルの推定結果を示す．第 4 章では，地震が与えた熊本県のマクロ経済への影響をシミュレーション分析する．第 5 章は，本研究のまとめと今後の課題である．

2．熊本県のマクロ経済の現状分析

震災前における，熊本県の人口，県内総生産，県内就業人口，県内民間資本ストックの動向について，その特徴を要約すると次のとおりである．

(1) 人口は，1999 年の 1,864,808 人をピークとして，全国よりも約 10 年早く人口減少の局面に入り，2010 年を除いて単調に減少している（図 1 参照）．自然増減及び社会増減の状況を見ると，1981 年以降は概ね社会減が続いてきた．さらに,2003 年には出生数が死亡数を下回る自然減の状態に転じた．

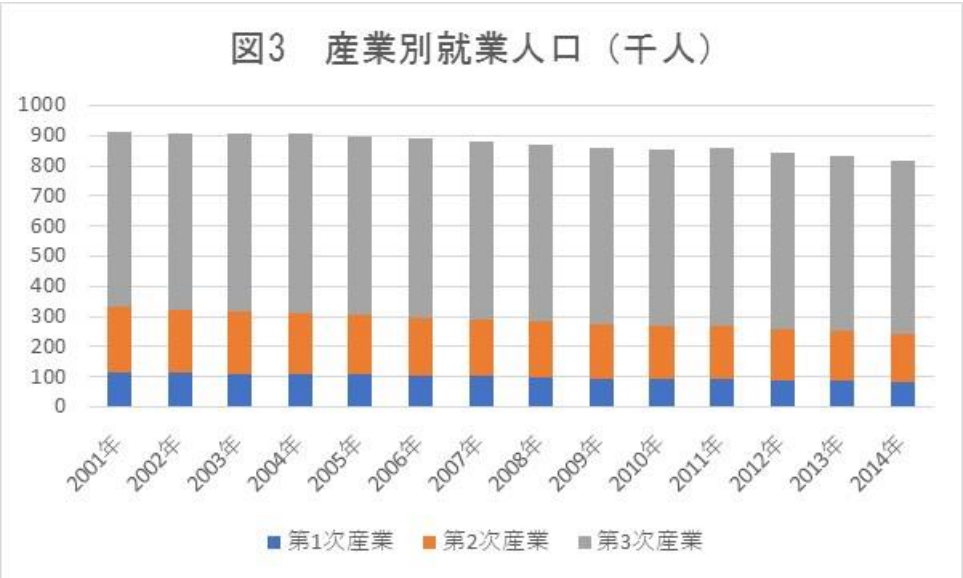
資料出所）熊本県「人口推計」

(2) 県内総生産額は，所得データの収集可能性から，2001 年以降の動向を見ると，2008 年のリーマンショックまで，単調に増加していた．リーマンショックで 2 年間減少したが，2010 年以降，再び増加傾向にあった．2014 年度の 3 大産業別構成比をみると，第

3 次産業が最も大きくて 71.2%で，ついで第 2 次産業 24.3%，第 1 次産業 3.6%となっている．（図 2 参照）

資料出所）熊本県「熊本県県民経済計算」

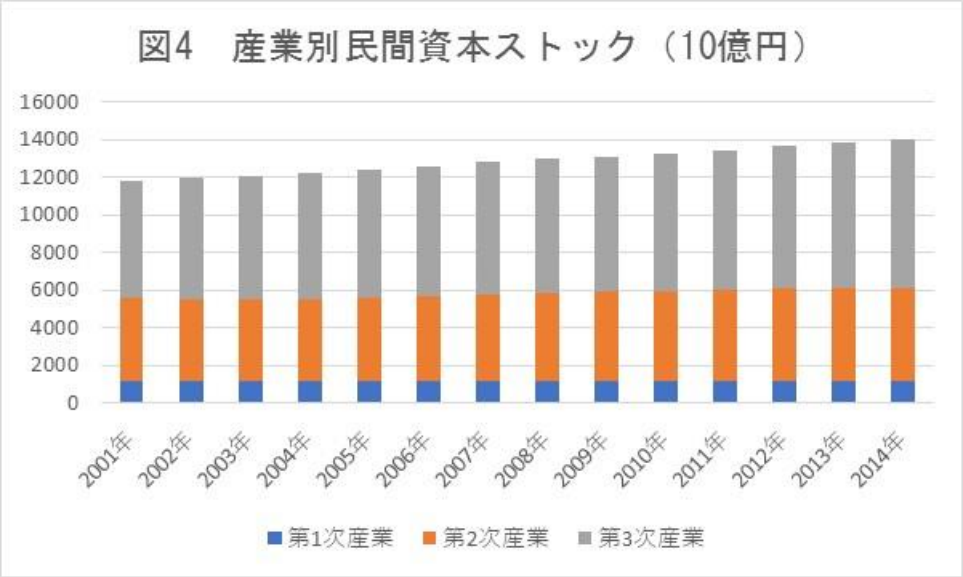
(3) 県内就業人口は，2001 年以降，2004 年を除いて減少傾向にあった．2014 年度の 3 大産業別構成比をみると，第 3 次産業 70.1%，第 2 次産業 19.7%，第 1 次産業 10.1%と続いている．（図 3 参照）



資料出所）熊本県「熊本県県民経済計算」

(4) 県内民間資本ストックは，2001 年度以降，単調に増加していた．2014 年度の三大産業

別構成比をみると，第 3 次産業 56.3%，第 2 次産業 35.5%，第 1 次産業 8.2%となっている．（図 4 参照）



資料出所）内閣府「民間企業資本ストック年報」

3．　熊本県モデルの推定結果

3.1　モデルの基本原理

本研究では，次のような生産関数と人口関数を中心とする熊本県のマクロ経済計量モデルを構築した．

被災地域の総生産は，就業人口，民間資本ストック，社会資本ストックおよび，シフト要因としての「集積の経済」のそれぞれを説明変数とする関数であると想定する．ここで，「集積の経済」は，後述のように都市・地域経済学のキーコンセプトの一つで，人口・企業等が空間的に集積することによって得られる費用節減や生産性の向上といった経済的な便益を指す [11]．

総生産額=集積の利益×ｆ（就業人口，民間資本ストック，社会資本ストック）

この生産関数によって，地震によってもたらされる就業人口，民間資本ストック，社会資本ストックおよび集積の利益それぞれの影響が総生産額に与える影響を評価する．

人口は，前期の人口と住宅ストック，総生産の関数であると想定する．前期の人口は，出生と死亡の差である自然増減を規定すると考える．住宅ストックと総生産は，転入と転出の差である社会増減を規定すると考える．

人口関数＝ｆ（前期の人口，住宅ストック，総生産）

3.2　集積の経済を表す尺度

都市・地域経済学において，集積の経済の効果は，次の 2 つに分けられる [11]．一つは「地域特化の経済」で，もう一つは「都市化の経済」である．「地域特化の経済」とは，同一産業に含まれる企業が，特定の地域に集中的に立地することから享受可能となる利益として定義される．「都市化の経済」とは，都市化された地域内の経済諸活動の水準が高まることによって当該地域に存在する経済主体が享受する利益として定義される．「都市化の経済」をもたらす要因（発生因）としては，①いわゆる接触の利益，②多数の産業や企業が存在することによって，不安定性（変動性）を吸収することが可能となること，③産業基盤社会資本，運輸通信基盤社会資本ストックの蓄積などが挙げられる．

地域特化の経済は産業レベルにおいて規模の経済性として計測される一方，都市化の経済は都市・地域レベルでの規模の経済として計測される [11]．実際の推計において，地域特化の経済と都市化の経済を実証分析した先行研究 [12]をレビューすれば，地域特化の経済は，産業の生産額や雇用量のような産業規模を表す尺度によって表され，また，都市化の経済は，都市の総人口もしくは総雇用，人口密度や雇用密度によって表されてきた．先行研究を考慮して，本研究では，地域特化の経済の代理指標として，地域の産業別特化係数の平均値(1)を，また，都市化経済の代理指標として，人口規模を面積で除した人口密度を用いることとした．

3.3　分析対象地域

本モデルは，熊本地震の主な被災地である熊本県を分析対象地域とする．

3.4　観測期間

本モデルの観測期間は，データの収集可能性から，2001 年から 2014 年までの 14 年間とした．

3.5　採用データと変数記号

本モデルに採用された変数名及び変数記号は表 1 のとおりで，モデルは変数総数 18 個（内生変数 12 個，外生変数 6 個）から成る．14 年間の時系列統計データのうち，価格表示の名目値は 2005 年基準格の熊本県インプリシット・デフレータ，あるいは GDE デフレータで実質値に変換されている．

表１　変数記号表

内生変数

変数記号	変数名	単位	資料出所
P	人口	千人	熊本県「人口推計」
E1	第一次産業就業人口	千人	熊本県「熊本県民経済計算」
E2	第二次産業就業人口	千人	熊本県「熊本県民経済計算」
E3	第三次産業就業人口	千人	熊本県「熊本県民経済計算」
E	県内就業人口	千人	熊本県「熊本県民経済計算」
K1	第一次産業民間資本ストック	10億円	内閣府「民間企業資本ストック年報」
K2	第二次産業民間資本ストック	10億円	内閣府「民間企業資本ストック年報」
K3	第三次産業民間資本ストック	10億円	内閣府「民間企業資本ストック年報」
Y1	第一次産業総生産額	10億円	熊本県「熊本県民経済計算」
Y2	第二次産業総生産額	10億円	熊本県「熊本県民経済計算」
Y3	第三次産業総生産額	10億円	熊本県「熊本県民経済計算」
Y	県内総生産額	10億円	熊本県「熊本県民経済計算」

外生変数

変数記号	変数名	単位	資料出所
AR	熊本県面積	ha	熊本県統計書
EA3E	第3次産業の地域的特化度		総務省統計局「事業所統計調査」（2001年，2006年）「経済センサス」（2009年，2012年，2014年）
GDP	国内総生産	10億円	内閣府「国民経済計算」
GT	交通基盤社会資本ストック	10億円	内閣府「都道府県別社会資本ストック推計」
INH	住宅総数（居住有）	千戸	総務省統計局「住宅・土地統計調査」
T	年次		

3.6　推定結果

本モデルは，内生変数 12 個，外生変数 6 個に基づき，方程式数 12 本（推定式 10 本，定義式 2 本）からなる連立方程式体系の計量経済モデルである．変数相互間の因果序列は図 5 に，その構造方程式は以下に示されている．

1)第一次産業総生産関数(Y1)

$Y1/K1_{-1}=0.14028+0.003168\times T$

(15.8556)

$R^2=0.972$　　DW＝1.7684

2)第二次産業総生産関数(Y2)

$Y2/E2_{-1}=-50.2749+0.1566\times((K2_{-1}+GT_{-1})/E2_{-1})+0.00003972\times GDP$

(4.2506)　　(9.4876)

$+12325.5\times (P/AR)$

(1.4188)

$R^2=0.989$　　DW＝2.993

3)第三次産業総生産関数(Y3)

$Y3/K3_{-1}=-0.03768+5.2041\times(E3/K3_{-1})+0.000000129\times GDP+0.14446\times EA3E_{-1}$

(18.5863)　　(1.1897)　　(1.5054)

$R^2=0.9907$　　DW＝2.1912

4)県内総生産定義式(Y)

Y＝Y1＋Y2＋Y3

5)第一次産業就業人口関数(E1)

$E1=-529.573+0.5342\times K1_{-1}$

(10.7773)

$R^2=0.9263$　　DW＝1.2643

6)第二次産業就業人口関数(E2)

$E2=-899.605+432.067\times(E2_{-1}/E_{-1})+398090\times(P/AR)+34.9948\times(Y2_{-1}/K2_{-1})$

(2.6005)　　(5.3792)　　(1.8075)

$R^2=0.9955$　　DW＝1.0773

7)第三次産業就業人口関数(E3)

$E3 = -12.9636 + 0.8833 \times E3_{-1} + 133.725 \times (Y3_{-1}/K3_{-1})$

(7.8478) (6.6967)

$R^2 = 0.9120$ DW＝1.3852

8)県内就業人口定義式(E)

E＝E1＋E2＋E3

9)第一次産業民間資本ストック(K1)

$K1 = -391.356 + 0.837 \times K1_{-1} + 227786 \times (P_{-1}/AR_{-1}) + 8.215 \times (Y1_{-1}/E1_{-1})$

(6.8246) (3.5438) (1.3367)

$R^2 = 0.98078$ DW＝1.8024

10)第二次産業民間資本ストック(K2)

$K2 = -1060.27 + 0.89706 \times K2_{-1} + 0.003235 \times GDP_{-1}$

(17.1063) (3.8952)

$R^2 = 0.9819$ DW＝0.9535

11)第三次産業民間資本ストック(K3)

$K3 = -2750.47 + 0.2305 \times K3_{-1} + 2.2268 \times P_{-1} + 0.9939 \times GT_{-1}$

(1.185) (1.3404) (4.5378)

$R^2 = 0.9969$ DW＝2.2232

12)人口関数(P)

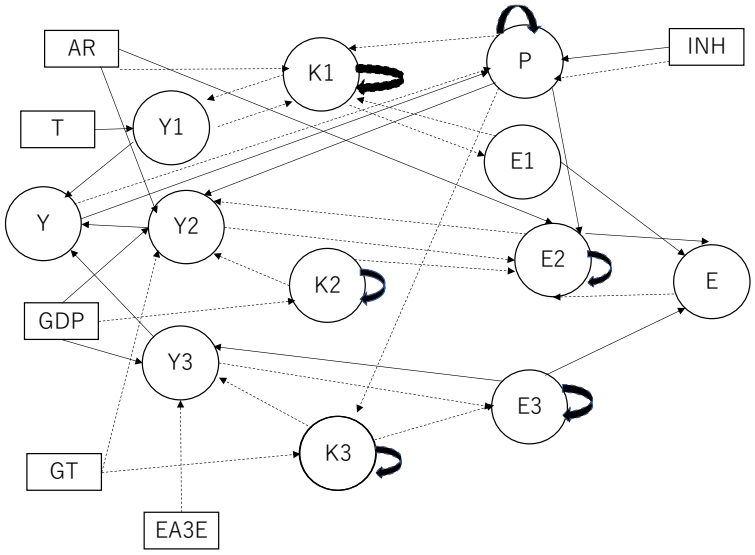
$P = 0.4142 + 0.9895 \times P_{-1} + 2.8857 \times (INH - INH_{-1}) + 0.01376 \times (Y - Y_{-1})$

(25.4506) (2.2408) (2.1076)

$R^2 = 0.9830$ DW＝2.5605

なお，方程式の推定は，2001 年度から 2014 年度までの 14 年間，14 サンプル時系列統計データに基づく最小二乗法による．R^2 は自由度修正済み決定係数，DW はダービン・ワトソン係数，係数下カッコ内は t 値を示す．タイムラグ付き関係は添字$_{-1}$で示した．なお，年ダミーはその表記を省略した．

図５　因果序列図



〔凡例〕○：内生変数，□：外生変数，→：今期の関係，⇢：ラグ付き関係

以下，各推定式の特徴を述べる．

a)　第一次産業総生産関数(Y1)

前述のモデルの基本原理の下で推定すると，就業人口と社会資本ストック，集積の経済は有意でなかった．そこで，説明変数として，民間資本ストックに技術進歩を表す時間を追加した．

b)　第二次産業総生産関数(Y2)

前述のモデルの基本原理を拡充して，需要要因を加え，需要供給両理論式の誘導型として推定した．その結果，供給要因の説明変数としては，就業人口，民間資本ストック，交通基盤社会資本ストック，都市化の経済を取り上げることとした．地域特化の経済は，多重共線性のため符号条件を満たさなかった．また，需要要因の説明変数としては，国内総生産を取り上げることとした．

c)　第三次産業総生産関数(Y3)

前述のモデルの基本原理を拡充して，需要要因を加え，需要供給両理論式の誘導型として推定した．その結果，供給要因の説明変数としては，就業人口，民間資本ストック，交通基盤社会資本ストック，地域特化の経済を取り上げることとした．社会資本ストックと都市化の経済は，多重共線性のため有意でなかった．また，需要要因の説明変数としては，国内総生産を取り上げることとした．

d) 第一次産業就業人口関数(E1)

推定の結果，説明変数として民間資本ストックを取り上げることとした．

e) 第二次産業就業人口関数(E2)

推定の結果，説明変数として，慣性傾向を示す全産業に占めるシエアと，民間資本ストック生産性，都市化の経済を取り上げることとした．

f) 第三次産業就業人口関数(E3)

推定の結果，説明変数として，慣性傾向を示す前期の就業人口，民間資本ストック生産性を取り上げることとした．

g) 第一次産業民間資本ストック(K1)

推定の結果，説明変数として，慣性傾向を示す前期の民間資本ストックおよび新規設備投資を規定する就業人口生産性と都市化の経済を取り上げることとした．

h) 第二次産業民間資本ストック(K2)

推定の結果，説明変数として，慣性傾向を示す前期の民間資本ストックおよび新規設備投資を規定する全国総生産を取り上げることとした．

i) 第三次産業民間資本ストック(K3)

推定の結果，説明変数として，慣性傾向を示す前期の民間資本ストックおよび新規設備投資を規定する交通基盤社会資本ストックと人口を取り上げることとした．

j) 人口関数(P)

前述のモデルの基本原理の下で推定した結果，説明変数として，自然増減を規定する前期人口および社会増減を規定する住宅数の増分と県内総生産の増分を取り上げることとした．住宅数の増分は，住宅を理由とする人口移動を表し，県内総生産の増分は仕事を理由とする人口移動を表している．

3.7 最終テスト

各関数推定段階での仮設検定による部分テストの後，方程式 12 本から成る本モデルに外生変数値と毎期先決内生変数値とを内挿して全体テストを試み，本モデルの精度について極めて良好な結果を得たので最終テストを行った．

観測期間内の外生変数と先決内生変数の初期値を与えて計測される推定値と実績値との誤差を比較検討し，本モデルの精度を最終的に計測した．その結果は，表 2 において最終 3 カ年平均誤差率に示されている．

これによれば，平均誤差率がすべて5.0%未満に納まるものであったので，本モデルの精度は良好と認められた．これに基づき本モデルを用いて，予測シミュレーションを行うこととした．

表２　最終テストの最終３カ年平均誤差率

	第一次産業総生産額（Y1）			第二次産業総生産額（Y2）			第3次産業総生産額（Y3）			県内総生産額（Y）		
	実績値	推計値	誤差率	実績値	推計値	誤差率	実績値	推計値	誤差率	実績値	推計値	誤差率
2012	201.679	206.048	2.166314	1524.488	1510.415	-0.92313	4244.117	4351.31	2.525684	5994.771	6067.779	1.217861
2013	211.413	208.846	-1.21421	1499.101	1503.784	0.312387	4282.401	4355.276	1.701732	6017.534	6067.908	0.83712
2014	213.454	211.548	-0.89293	1445.533	1440.82	-0.32604	4244.256	4327.485	1.96098	5959.185	5979.83	0.34644
平均誤差率			0.019723			-0.31226			2.062799			0.800474
	第一次産業就業人口（E1）			第2次産業就業人口（E2）			第三次産業就業人口（E3）			県内就業人口（E）		
	実績値	推計値	誤差率	実績値	推計値	誤差率	実績値	推計値	誤差率	実績値	推計値	誤差率
2012	88.547	91.848	3.727964	170.54	165.684	-2.84743	584.571	600.539	2.731576	843.658	858.071	1.708394
2013	85.436	85.214	-0.25984	165.685	162.667	-1.82153	578.261	594.326	2.778157	829.382	842.207	1.546332
2014	82.324	82.484	0.194354	160.541	158.628	-1.1916	570.74	587.59	2.952308	813.605	828.701	1.855446
平均誤差率			1.220825			-1.95352			2.82068			1.703391
	第一次産業民間資本ストック（K1）			第二次産業民間資本ストック（K2）			第三次産業民間資本ストック（K3）			人口（P）		
	実績値	推計値	誤差率	実績値	推計値	誤差率	実績値	推計値	誤差率	実績値	推計値	誤差率
2012	1147.351	1150.888	0.308285	4919.731	4828.546	-1.85347	7580.868	7575.205	-0.0747	1807	1805.381	-0.0896
2013	1146.636	1145.777	-0.07494	4932.037	4887.386	-0.90534	7733.356	7707.363	-0.33612	1801	1800.391	-0.03381
2014	1143.101	1141.664	-0.12568	4974.718	4982.329	0.152989	7877.349	7870.833	-0.08272	1794	1794.239	0.013322
平均誤差率			0.035889			-0.86861			-0.16451			-0.0367

４．地震が与えた熊本県のマクロ経済への影響に関するシミュレーション分析結果

前述の構築したモデルを用いて，下記の直接被害の推計や間接影響の想定及び外生変数の設定を前提とした場合の，2016・2017・2018・2019年度における地震が与えた熊本県のマクロ経済への影響について試算を行った．

4.1　地震の直接被害の推計

構築したモデルで取り上げている直接被害の対象は，交通基盤社会資本ストック，住宅総数，第一次産業民間資本ストック，第二次産業民間資本ストック，第三次産業民間資本ストックである．それぞれの被害額の推計方法と推計結果を述べる．

交通基盤社会資本ストックの被害額について，熊本県が，2016年9月14日時点で試算した被害額をもとに推計した（表3参照）[13]．交通基盤社会資本ストックの被害額は，公共土木施設の52.4%と高速道度，公共交通関係の合計とし，2177億円と推計された．

表3　熊本地震における熊本県内の被害額（試算）※1

項目	被害額	備考
建築物（住宅関係）	2 兆377 億円	住家、家財、宅地
水道施設	119 億円	上水道、簡易水道、工業用水道
電気・ガス施設	280 億円	電力、ガス供給設備等
医療・福祉関係施設	758 億円	医療施設、社会福祉施設等
公共土木施設	2,685 億円	道路、橋梁、河川、海岸、港湾、下水道等（※2）
高速道路	342 億円	九州自動車道等（※3）
文教施設(文化財除く)	944 億円	学校、社会教育施設等
その他の公共施設等	736 億円	県有施設、市町村庁舎等
公共交通関係	86 億円	鉄道、バス（南阿蘇鉄道、空港ビル除く）
農林水産関係	1,487 億円	農地、農業用施設、農林水産物、山腹崩壊等
商工関係	8,200 億円	建物、設備等
文化財	936 億円	国指定、県指定、市町村指定及び未指定文化財
廃棄物処理	900 億円	廃棄物処理施設、廃棄物処理費用
計	3 兆7,850 億円	

※1 熊本県が試算した，平成28年9月14日時点の数値であり，今後，被害の詳細が明らかになるに連れて変動する可能性がある．

※2 国直轄分は，九州地方整備局分の総額.

※3 国土交通省平成28 年度二次補正予算要求額のうち．熊本地震により被災した西日本高速道路株式会社が管理する高速道路の災害復旧事業費を計上.

住宅の被害数は，内閣府災害対策本部が 2016 年 12 月 14 日も発表した住宅被害結果（全壊 8,369 棟，半壊 32,478 棟）[14]をもとに推計した．その結果，住宅被害数は，40,847 戸と推計された.

第一次産業民間資本ストックの被害額としては，熊本県が試算した農業水産関係の被害額[15]を用いることとした．その結果，第一次産業民間資本ストックの被害額は，621 億円と推計された.

第二次産業民間資本ストックと第三次産業民間資本ストックの被害額は，熊本県が試算した商工関係被害額（表 3 参照）[13]の内訳である製造業，商業・サービス業，観光業の被害額の推計値を用いることとした．第二次産業民間資本ストックと第三次産業民間資本ストックの被害額は，それぞれ 6,030 億円，2,170 億円に上る.

ただし，以上の直接被害の推計は，著者が現時点で入手可能な情報に基づくものであり，被害の実態を十分にとらえたものになっていない点に注意する必要がある．今後，被害を網羅した情報の収集に努めたい.

4.2　地震の間接影響の想定

復旧・復興を通じた経済のフロー変数による影響を間接影響と考える．本研究で，間接影響としてとらえる対象は，交通基盤社会資本ストック，住宅数，第一次産業民間資本ストック，第二次産業民間資本ストック，第三次産業民間資本ストックの復旧・復興需要である．以下で，それぞれの復旧過程について述べる．一方，本研究では，消費者心理悪化による個人消費の抑制などのマイナスの間接影響を取り上げていない．

交通基盤社会資本ストックの復旧過程は，阪神・淡路大震災の事例[16)]をもとに設定した．損傷した交通基盤社会資本ストック 29.8%が 2016 年度，20.2%が 2017 年度，10.6%が 2018 年度，9.6%が 2019 年度に，それぞれ復旧需要として顕在化するとした．

住宅数については，東日本大震災の自己再建の事例[17)]を参考に設定した．住宅損傷数のうち，2016 年度，2017 年度，2018 年度，2019 年度に，それぞれ 58%，22%，11%，6.6%が復旧需要として顕在化すると想定した．

第一次産業民間資本ストックについては，「熊本地震からの復旧・復興プラン」のロードマップ[18)]をもとに想定した．損傷額のうち，2016 年度，2017 年度，2018 年度にそれぞれ 3 割，4 割，3 割が復旧需要として顕在化するとした．

第二次産業民間資本ストック，第三次産業民間資本ストックについては，「熊本地震からの復旧・復興プラン」のロードマップ[18)]をもとに想定した．損傷額のうち，2016 年度，2017 年度にそれぞれ 5 割，5 割が復旧需要として顕在化するとした．

ただし，ここでは過去の地震の事例を参考にしたり，復興計画で記載されている見通しを用いたりしているため，設定された復旧過程の精度については十分注意する必要がある．今後，情報の収集を進め，結果を更新していきたい．

4.3　外生変数の設定

国内総生産は，2017 年 12 月 14 日に閣議了解された経済見通し[19)]や各種民間研究機関等による予測結果を基に，対前年度比を 2016 年度 1.2%増，2017 年度 1.8%増，2018 年度 9.2%増，2019 年度 0.8%と設定した．

熊本県面積と第三次産業の地域的特化度は，直近値を用いることとした．

地震が発生しなかった場合の単純外挿予測シミュレーションで用いる交通基盤社会資本ストックと住宅総数について，それぞれ次式で過去の傾向を延長して設定した．

$$LOG(GT)=8.0842+0.1466*Log(T)$$
$$(11.62)$$
$$R^2=0.9181 \qquad D.\ W.=0.3184$$

LOG(INH)=6.4343+0.03415*Log(T)

(10.26)

R^2＝0.8892　　D. W.＝0.3307

4.4　試算結果

4.3 で記載した外生変数の設定のもとに，地震が発生しなかった場合の単純外挿予測シミュレーションを行った．

また，地震がもたらす熊本県経済の経済影響を推計するために，4.1 と 4.2 で記載した地震によって生じた直接被害と間接影響の想定のもとでシミュレーションを行った．

それぞれの結果は，表 4 に示されている．主な観察事項について，次のように要約することができる．

(1)地震が発生しなかった場合の単純外挿予測シミュレーションの結果では，これまでの傾向と同様に，人口と県内就業人口は減少することが示された．一方，県内総生産は 2017 年度まで増加するが，その後減少する結果が得られた．この県内総生産の減少は，国内総生産成長率の鈍化に大きく影響されているものと考えられる．

(2)地震の発生によって，地震が生じなかった単純外挿予測結果に比べて，県内総生産，県内就業人口，人口が減少する．このことから，正の効果を及ぼす復旧・復興事業によっても，震災前の構造的課題に対応することが難しことが窺える．

(3)発生 1 年間の県内総生産は，地震が起きていない場合に比べて，4.1%減少している．発生 1 年間の県内総生産の減少に対する産業別減少寄与率を見ると，第二次産業が 85%と大半を占め，以下，第三次産業 10%，第一次産業 5%となっている．

(4)発生 4 年間の県内総生産は，地震が起きていない場合に比べて，2.6%減少している．

(5)4 年間の推移を見ると，県内就業人口と県内総生産額は交通基盤社会資本ストックや民間資本ストックの復旧にともなって，2018 年度まで回復傾向を示しているのに対して．人口は減少傾向が継続する．日本全体で人口が減少していることから，人口回復が難しいことが窺える．

表 4　予測結果

	第一次産業総生産額（Y1）			第二次産業総生産額（Y2）			第3次産業総生産額（Y3）			県内総生産額（Y）		
	単純予測	震災影響	乖離率	単純予測	0.068	乖離率	単純予測	震災影響	乖離率	単純予測	震災影響	乖離率
2016	217.379	205.528	-5.45177	1572.823	1366.756	-13.1017	4198.49	4173.233	-0.60157	5988.694	5745.487	-4.0611
2017	219.501	212.552	-3.16582	1617.059	1473.641	-8.86906	4174.585	4162.071	-0.29977	6011.146	5848.26	-2.70973
2018	221.176	220.918	-0.11665	1642.547	1541.771	-6.13535	4145.162	4146.591	0.034474	6008.913	5909.282	-1.65805
2019	222.563	228.198	2.531867	1659.753	1568.536	-5.49582	4113.62	4091.881	-0.52846	5995.959	5888.621	-1.79017
平均乖離率			-1.55059			-8.40049			-0.34883			-2.55477
	第一次産業就業人口（E1）			第2次産業就業人口（E2）			第三次産業就業人口（E3）			県内就業人口（E）		
	単純予測	震災影響	乖離率	単純予測	震災影響	乖離率	単純予測	震災影響	乖離率	単純予測	震災影響	乖離率
2016	78.487	45.336	-42.2376	143.163	80.553	-43.7334	554.993	556.952	0.352977	776.644	682.841	-12.078
2017	74.402	55.282	-25.6982	132.715	85.944	-35.2417	546.815	549.545	0.499255	753.932	690.771	-8.37755
2018	69.241	68.542	-1.00952	121.652	86.827	-28.6267	538.945	541.861	0.541057	729.837	697.23	-4.46771
2019	63.474	78.488	23.65378	109.865	81.632	-25.6979	531.326	536.473	0.968708	704.665	696.593	-1.14551
平均乖離率			-11.3229			-33.3249			0.590499			-6.51719
	第一次産業民間資本ストック（K1）			第二次産業民間資本ストック（K2）			第三次産業民間資本ストック（K3）			人口（P）		
	単純予測	震災影響	乖離率	単純予測	震災影響	乖離率	単純予測	震災影響	乖離率	単純予測	震災影響	乖離率
2016	1130.645	1094.854	-3.16554	5149.516	4751.814	-7.72309	8074.393	7912.034	-2.01079	1766.908	1710.922	-3.16859
2017	1120.986	1119.678	-0.11668	5255.934	5053.314	-3.85507	8103.672	8020.54	-1.02586	1753.278	1720.759	-1.85475
2018	1110.19	1138.296	2.531639	5381.94	5200.344	-3.37417	8125.226	7832.828	-3.59864	1739.221	1716.953	-1.28034
2019	1098.836	1115.71	1.535625	5515.703	5352.968	-2.95039	8141.834	7804.021	-4.1491	1724.962	1706.878	-1.04837
平均乖離率			0.196261			-4.47568			-2.6961			-1.83801

5　おわりに

本研究は，熊本地震がもたらす生産資本，社会資本，住宅等への直接被害とその間接影響とが熊本県のマクロ経済に与える影響を推計するための計量経済学的モデルを構築したものである．また，そのモデルを用いたシミュレーション分析によって，地震が与えた熊本県のマクロ経済への影響を定量的に試算したものである．

今後，交通基盤社会資本ストックや住宅数，民間資本ストックなどについて復旧実態に関する情報の収集を進め，結果の更新をしていく．また，本研究では取りあげなかったマイナスの間接影響や非市場活動[3)]も考慮して，震災のマクロ経済への影響を推計したい．さらには，前述の，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 DSGE モデルは，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．このことを考慮して，DSGE モデルを用いて，経済復興政策の効果の分析を行いたい．

備考

(1)第三次産業の産業別特化係数

	特化係数(従業者数)				
	13年	18年	21年	24年	26年
F～R 第3次産業(S公務を除く)	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
F 電気･ガス･熱供給･水道業	0.777	0.779	0.664	0.703	0.713
G 情報通信業	0.572	0.494	0.419	0.468	0.377
H 運輸業，郵便業	0.807	0.830	0.838	0.820	0.771
I 卸売業，小売業	1.037	1.052	1.054	1.027	1.004
J 金融業，保険業	0.884	0.860	0.834	0.832	0.865
K 不動産業，物品賃貸業	0.705	0.480	0.772	0.763	0.822
L 学術研究，専門･技術サービス業	0.696	0.646	0.759	0.745	0.688
M 宿泊業，飲食サービス業	0.933	0.957	0.996	0.994	1.018
N 生活関連サービス業，娯楽業	1.090	1.098	1.048	1.099	1.070
O 教育，学習支援業	0.807	0.834	0.928	0.905	0.927
P 医療，福祉	1.603	1.479	1.473	1.452	1.430
Q 複合サービス事業	2.085	1.810	1.768	1.805	1.604
R サービス業(他に分類されないもの)	0.827	0.870	0.792	0.807	0.839
産業の特化係数の平均	0.986	0.937	0.950	0.955	0.933

資料出所）2001 年，2016 年：総務省統計局「事業所統計調査」

2009 年，2012 年，2014 年：総務省統計局「経済センサス」

参考文献

1）加藤恵正・本荘雄一:熊本地震における地域産業の課題－被災後 3 カ月のブランチ・プラント経済の実態と被災額の推計－, 兵庫県立大学政策科学研究所, 研究資料 No.273, 2016.

2）上野山智也・荒井信幸：巨大災害による経済被害をどう見るか－阪神・淡路大震災，9/11 テロ，ハリケーン・カトリーナを例として－，内閣府経済社会総合研究所，ESRI Discussion Paper Series No.177, 2007.

3) Rose, Adam “Economic principles, issues, and research priorities in hazard loss estimation”, in Okuyama, Yasuhide and Stephanie E. Chang eds. *Modeling Spatial and Economic Impacts of Disaster*, Springer, 2004.

4）宍戸駿太郎監修，環太平洋産業連関分析学会編：産業連関分析ハンドブック，東洋経済新報社, 2010.

5）国土交通省中国地方整備局:災害の社会経済影響に関する調査－2004 年・台風 18 号をモデルケースとして－, 2005.

6）國光洋二: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―，農工研技報 218, pp.29-38，2016.

7）林田元就・浜潟純大・中野一慶・人見和美・星野優子：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－，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, 2011.

8）渡辺肇：第 3 章 マクロ経済モデルの現状，日本経済新聞デジタルメディア「NEES 日本経済モデル 40 周年記念冊子」，2014.
9）徳永澄憲・沖山充編著：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，文眞堂，2014.
10）浦田秀次郎:一般均衡モデルの実証分析への応用；CGE モデルの発展過程と現状，三田学会雑誌．Vol.83, No.2, pp.427(213)-452(238), 1990.
11）黒田達郎・田淵隆俊・中村良平：都市と地域の経済学〔新版〕，有斐閣, 2008.
12）大塚章弘・森岡隆司・黒瀬誠：地域経済における産業集積効果の実証分析－中国地域を対象として－，地域経済研究第 22 号，pp.23-39，2011.
13）熊本県：熊本地震による被害，2016.
14）復興庁：熊本地震による人的被害・住家被害の状況，2016 年 12 月.
15）熊本県：熊本地震による被害，2016.
16）林敏彦：復興基金―復興財源の確保，兵庫県「復興 10 年総括検証・提言報告第 2 編総括検証，2005.
17）復興庁：東日本大震災からの復興に向けた道のりと見通し，2015 年 10 月.
18）熊本県：平成 28 年熊本地震からの復旧・復興プラン 復旧・復興に向けた主な取組みのロードマップ，2016 年 8 月（2016 年 10 月改訂）.
19）内閣府：2018 年度の経済見通しと経済財政運営の基本的態度（ポイント），2017 年 12 月.