

# 産業連関分析モデルと 東日本大震災による 供給制約

下田 充・藤川 清史

産業連関分析の生産量決定モデルは需要先決型モデルである。つまり追加需要は供給可能であると想定している。典型的な分析事例は、オリンピックや万博といったビッグ・イベントの経済波及効果の分析である。しかし、2011年3月11日の東日本大震災のように、災害の影響は、被害地域での「需要の減少」もさることながら、被災地域での生産が停止することによる、供給面での制約として顕在化する。本稿ではそうした供給制約を産業連関分析の枠組みでどのようにモデル化するかについて検討する。

## 1. はじめに：災害の供給制約

われわれ人間は、自然からの多くの恵みを受けているが、2011年3月11日に発生した東日本大震災（以下では震災）では、自然の脅威を見せつけられることになった。震災は2万人近くの人命を奪い、20万人もの人々が家を失った。経済的な損失も甚大であり、ストックの損壊による直接被害額は15兆円以上に達すると推計されている<sup>1)</sup>。

一方、被災地の事業所では生産活動が停止したため、その事業所から産業連関構造での川下にある事業所では生産活動が制約を受けることになった。このような供給制約による大規模な間接被害の発生は、今回の震災による経済被害の大きな特徴の一つといえよう。

産業連関表は、産業ごとの中間投入の連関構造を記録した統計表である。こうした特徴を生かして開発された手法が産業連関分析の均衡生産量モデルであり、典型的には、オリンピックや万博といったビッグ・イベントの経済波及効

下田 充 日本アプライドリサーチ研究所 〒133-0054 東京都千代田区神田錦町2-2 興信ビル

E-mail : shimoda@ari.co.jp

藤川 清史 名古屋大学大学院国際開発研究科 〒464-8601 愛知県名古屋千種区不老町

E-mail : fujikawa@gsid.nagoya-u.ac.jp

果の分析に用いられてきた。後に述べるように、均衡生産量モデルでは、「需要されるものは供給可能である」という想定、つまり、サプライチェーンでのボトルネックはないものと想定される。しかし、震災の影響でクローズアップされたのは、被災地域での「需要の減少」というよりむしろ被災地域での生産停止による「供給制約」であった。本稿では、そうした供給制約をどのようにしてモデル化するかについて、幾つかの試算を行いながら検討していく。

震災の経済被害という意味では、レジャー等の自粛や観光客の減少、農産物への風評被害といった需要側の要因から生じる非製造部門への影響も無視できない。ただし本稿では、データ上の制約、及び、供給制約による間接波及被害に焦点を当てるという意図により、主として製造業を分析の対象としてとりあげる。また本稿は、東日本大震災による間接波及被害額の推計それ自体を目的としたものではなく、むしろその前段階で選択すべき各種の分析モデルの特徴や妥当性を検討することを主目的としている。

本稿の構成は次の通りである。第2節では、製造事業所の被害および復興状況を鉱工業生産指数により整理することで、地域別・業種別の生産動向を確認していく。第3節では、災害による間接的な経済被害を計測するための4つのモデルを示す。第4節では、3節のモデルに基づき、震災直後の経済被害の波及効果をシミュレーションし、各モデルの特性を実証的に検討する。最後の第5節は、まとめと今後の課題である。

## 2. 被災概況と震災後の鉱工業生産

### 2-1 製造事業所の被災概況

東日本大震災による被災地域は、東北および関東北部の広範囲に及んでいる。被災地の中でも特に大きな被害を受けた岩手、宮城、福島、茨城の4県の製造事業所について、平成21年

の工業統計から出荷額の業種構成をみると、食料品製造業、電子部品・デバイス・電子回路製造業、化学工業などのシェアが総じて高い。また、北関東・東北地域には、シリコンウエハ、化学品、エレクトロニクス関連部素材、半導体、液晶パネルなどの部品・素材工場が数多く立地しており、これらの中には、日本国内のみならず、世界的に高いシェアを持つ企業もある<sup>2)</sup>。

このような部品・素材の一大供給地である東北・北関東の被災が、被災地以外の地域における生産活動を低下させたことはよく知られている。『平成23年版経済財政白書』では、経済産業省の地域間産業連関表により、産業あるいは地域ごとの「東北地方への依存度」を計算し、サプライチェーン寸断の影響を検討している。これによると、例えば乗用車の生産においては「タイヤ・ゴム製品等」、「電子部品」や「通信機械・同関連機器」の東北への依存度が高いが、「電子部品」を構成するマイコンは自動車生産に必須かつ代替困難なカスタム品が多いことから、震災被害により、自動車生産の多くが一時的に全面停止することになったと論じている。

一方、震災からの復旧は、当初の予想を上回るスピードで進展した。経済産業省による2011年4月時点の緊急調査では、調査に回答した製造事業所の約6割強が生産拠点を復旧済みとしていたが、6月時点の調査では復旧済みの生産拠点は93%に達していた<sup>3)</sup>。

被災事業所が復旧するまでの代替調達については、上記調査によれば、4月時点では「代替調達先がない原材料、部品・部材がある」と回答した企業が素材業種で12%、加工業種で48%に上っていたのに対して、6月時点では、素材業種で0%、加工業種で18%にまで低下している。また代替調達先に関しては、「国内に代替調達先を有する」と回答した企業が69%であり、その上位3地域は中国地方(10社)、近畿地方(8社)、四国・九州地方(7社)などの西日本となっている。また、「海外に代替調

達先を有する」と回答した企業は56%であり、その上位3地域は中国(14社)、中国以外のアジア(7社)、北米(4社)となっている。興味深いのは、復旧後の調達先に関する回答であり、「従来の国内調達先が復旧後は元の調達先に戻す」と回答した企業は全体の83%に達している。しかし一方で、(元の調達先が復旧後も)「引き続き国内の代替調達先から調達」と「引き続き海外の代替調達先から調達」との回答も、それぞれ約58%と42%ずつ存在している<sup>4)</sup>。代替調達先の確保・選定・復旧後の関係等は、品目や取引先によりケース・バイ・ケースであることがうかがえる。

## 2-2 鉱工業生産指数の推移

ここでは、鉱工業生産指数(以下IIPとする)により、全国および各地域の生産動向を確認していく。図1は、全国と各地域のIIPを示したものである。我が国は約3年前に、リーマンショックを契機とする世界的な大不況により、かつてない急激なIIPの落ち込みを経験した。平成23年3月の東日本大震災後において

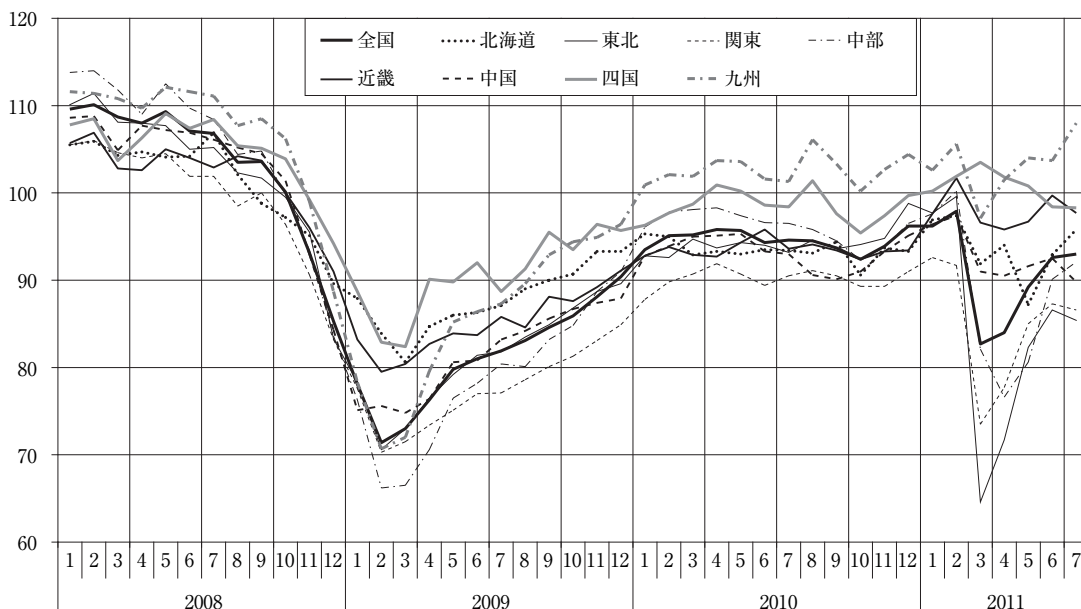
は、3年前に次ぐ規模での大規模な生産の減少が引き起こされたが、リーマンショック時とは次の2点で様相が異なることが見てとれる。第1に、震災後の生産回復のスピードは、リーマンショック後よりもはるかに速い。第2に、今回の震災直後の生産水準の低下の地域差はリーマンショック後より大きい。

震災直前の2011年2月時点からのIIPの変化を比べてみると、直接の被災地である東北でIIPの落ち込みは最も激しく、3月時点では2月時点に比べて35ポイント、4月時点でも28ポイントの低下を示している。次いで、落ち込みが激しいのは、関東と中部であるが、関東は3月の73.5を底として、4月以降順調に回復してきたのに対し、中部は4月の76.6が生産の底であり、関東に比して回復が遅れた。北海道、近畿、中国、九州においては、震災直後の3月、4月時点こそ5ポイントから10ポイント程度低下したものの、東北、関東、中部に比べればその程度軽微であるといえよう。

次にIIPの推移を業種別に確認してみよう。表1は、全国の製造工業のIIPの推移を業種

図1 地域別鉱工業生産指数の推移

2005年=100



出所)「鉱工業生産指数(季節調整済み)」経済産業省、当該地域の経済産業局。

表1 震災直前を100とする業種別鉱工業生産指数の推移(全国)

(2011年2月=100)

業種	ウェイト	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月
製造工業	9979	98.3	100.0	84.5	85.8	91.2	94.6	95.0	95.7
鉄鋼業	600	98.2	100.0	89.8	87.9	86.0	86.9	86.3	88.5
非鉄金属工業	212	98.9	100.0	83.5	86.1	87.7	90.1	91.2	93.4
金属製品工業	567	96.5	100.0	89.3	91.1	94.2	97.0	94.7	94.9
一般機械工業	1318	96.7	100.0	85.5	95.7	101.1	100.2	100.7	101.2
電気機械工業	607	97.7	100.0	89.8	93.7	95.9	100.3	100.1	100.8
情報通信機械工業	433	112.7	100.0	92.0	76.6	87.0	100.0	115.8	103.3
電子部品・デバイス工業	799	99.6	100.0	93.4	81.6	81.1	85.3	82.4	83.4
輸送機械工業	1686	95.2	100.0	53.3	52.3	71.4	85.3	90.0	95.9
精密機械工業	102	99.1	100.0	87.1	99.0	100.7	110.7	117.1	114.8
窯業・土石製品工業	293	102.0	100.0	94.9	95.1	93.4	93.9	94.8	95.9
化学工業	1181	98.2	100.0	97.7	97.6	108.3	108.0	101.2	-
石油・石炭製品工業	100	99.5	100.0	87.7	87.4	88.2	93.2	94.4	94.0
プラスチック製品工業	384	99.8	100.0	88.1	92.2	96.9	94.8	94.4	94.7
パルプ・紙・紙加工品工業	241	98.5	100.0	91.7	91.4	89.9	91.7	89.6	91.2
繊維工業	201	98.6	100.0	98.2	97.3	96.5	96.9	97.2	98.9
食料品・たばこ工業	721	96.5	100.0	91.3	97.8	98.7	95.7	97.7	-
その他工業	534	100.2	100.0	90.6	96.1	96.6	95.9	95.2	95.2

出所) 経済産業省による公表値を筆者加工。

薄い網掛けは、2011年2月時点から10%ポイント以上20%ポイント未満の低下、濃い網掛けは20%ポイント以上30%ポイント未満の低下、黒塗りは30%ポイント以上の低下を示す。

(中分類)別に示したものである。ただしここでは、2011年2月の値が100となるように変換を行っている。

震災直後に最も大きな生産の減少を記録したのは輸送機械工業であり、3月から4月にかけて生産は半減している。また、鉄鋼業、電子部品・デバイス工業では、直近の8月時点でも指数が90を下回るなど、回復の遅れが目立つ。

### 3. 災害による間接被害の分析モデル

#### 3-1 先行事例

災害による間接被害の推計については、災害未発生時点における「被害想定」としての推計と、災害発生後における推計に大別される。前者の事例としては、内閣府の中央防災会議による被害想定や長谷部(2002)などがあり、後者の事例としては、国土交通省中国地方整備局

(2005)などが挙げられる。

内閣府の中央防災会議は、東海地震、東南海・南海地震、首都直下地震など、想定される震災ごとに被害想定や対策の検討を重ねてきた。例えば、「東南海、南海地震等に関する専門調査会」では、中部圏・近畿圏の内陸地震に関する経済被害を約74兆円(上町断層帯の地震のケース)と推計しており、内訳は直接被害が約61兆円、間接被害が約13兆円となっている<sup>5)</sup>。間接被害の推計方法を大まかに述べると、次のようになる。まず第1段階として、被災地域の生産関数を推計し、生産要素(資本と労働)の減少にともなう生産額の減少を産業別に計測する。次に、生産関数から得られた生産額の減少を経済産業省の地域間産業連関表の最終需要にあてはめ、自地域及び他地域への波及を計算するという手順を経ている。波及効果の計算に用いられたのは、通常のレオンチェフ逆行列であり、ここでの波及の試算は、震災による生産停止の後方連関効果を計測していること

になる。

長谷部 (2002) では、東京都産業連関表に基づき、首都圏直下型地震災害が引き起こす生産減少額を推計している。その手順は、まず生産関数により東京都内の生産減少率を産業別に求めた上で、「調達不可能期間」を考慮した低下率を算出し、東京都外への被害額を推計するというものである。長谷部 (2002) による生産波及モデルは、完全非代替のレオンチェフ型生産関数を前提としつつ、供給制約を考慮するために、生産要素の減少率、他地域・他国からの当該財の流入状況、部門間の配分に関するパラメーターを組み込んでいく点に特色がある。

国土交通省中国地方整備局 (2005) は、2004年9月に中国地方に上陸した台風18号をモデルケースとして、間接被害を中心とした地域経済への影響を計測している。ここでの被害推計は、広島県内事業所へのアンケート調査を基礎としているが、間接被害については、広島県産業連関表を用いた産業連関分析により確定値を推計している。ここでの間接被害波及の推計は後方連関効果に限定されており、前方連関効果については、「推計手法の確立が困難であったため」として推計は行われていない。

### 3-2 分析モデルの検討

#### 需要型モデル (モデル I)

本稿では、被災による生産減少の需要側への波及を計測するために、被災地の東北を外生化したモデルを用いる。いま、3つの地域からなる経済を考え、地域3を被災地とする。ここで地域3を外生とすれば、地域1と地域2の均衡式は次のようにあらわされる。

$$\begin{bmatrix} A_{11} & A_{12} \\ A_{21} & A_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} A_{13} & x_3 + f_1 \\ A_{23} & x_3 + f_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix} \quad (1)$$

ただし、 $A_{ij}$  は地域  $j$  による地域  $i$  からの投入係数行列であり、需要モデルではこれを固定と仮定する<sup>6)</sup>。 $x_i$  は地域  $i$  の生産ベクトル、 $f_i$  は地域  $i$  産品に対する最終需要ベクトルをあらわす。(1)式を  $x_1$ 、 $x_2$  について解くと、均衡生産

量

$$\begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix} = \left[ \mathbf{I} - \begin{bmatrix} A_{11} & A_{12} \\ A_{21} & A_{22} \end{bmatrix} \right]^{-1} \begin{bmatrix} A_{13}x_3 + f_1 \\ A_{23}x_3 + f_2 \end{bmatrix} \quad (2)$$

を得る。ここで震災により、地域3の生産量が  $\Delta x_3$  だけ減少したとすると、地域1と地域2の生産量の変化は、次式で求められる。

$$\begin{bmatrix} \Delta x_1 \\ \Delta x_2 \end{bmatrix} = \left[ \mathbf{I} - \begin{bmatrix} A_{11} & A_{12} \\ A_{21} & A_{22} \end{bmatrix} \right]^{-1} \begin{bmatrix} A_{13}\Delta x_3 \\ A_{23}\Delta x_3 \end{bmatrix} \quad (3)$$

(3)式の  $A_{i3}\Delta x_3$  は、地域3による地域  $i$  産品への需要の減少額であり、(3)式は被災地の生産減少がもたらす後方連関効果を計測している<sup>7)8)</sup>。

#### 供給型モデル (モデル II)

レオンチェフモデルでは需要が供給を決定するが、供給が需要を決定するとの想定に立つモデル化も可能である。本稿では、Miller and Blair (2009) に倣い、これをゴーシュモデル (Ghosh Model) とよぶことにする。このゴーシュモデルでは、付加価値額が外生的に与えられ、生産は投入物 (中間財と付加価値) の総和として決定される。このモデルで固定的であると考えるのは、ある産業から他産業への配分係数  $G$  である<sup>9)</sup>。

本稿では、被災による生産減少の供給側への波及を計測するために、被災地の東北を外生化したゴーシュモデルを用いる。需要モデルと同様の3地域から成る経済を考え、地域3を外生とする。ここで配分係数を固定と仮定すると、地域1と地域2の生産は次式で与えられる。

$$\begin{bmatrix} x'_1 & x'_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x'_1 & x'_2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} G_{11} & G_{12} \\ G_{21} & G_{22} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} x'_3 & G_{31} + v'_1 & x'_3 & G_{32} + v'_2 \end{bmatrix} \quad (4)$$

ただし、 $G_{ij}$  は地域  $i$  から地域  $j$  への配分係数行列であり、 $v_j$  は地域  $i$  の付加価値ベクトルである。(8)式を  $x'_1$ 、 $x'_2$  について解くと、



$$[\mathbf{x}'_1 \ \mathbf{x}'_2] = [\mathbf{x}'_3 \mathbf{G}_{31} + \mathbf{v}'_1 \quad \mathbf{x}'_3 \mathbf{G}_{32} + \mathbf{v}'_2] \begin{bmatrix} \mathbf{I} - \begin{bmatrix} \mathbf{G}_{11} & \mathbf{G}_{12} \\ \mathbf{G}_{21} & \mathbf{G}_{22} \end{bmatrix} \end{bmatrix}^{-1} \quad (5)$$

が得られる。震災により、地域3の生産が $\Delta \mathbf{x}_3$ だけ減少したとすると、地域1と地域2の生産量の変化は、次式で求められる<sup>10)</sup>。

$$[\Delta \mathbf{x}'_1 \ \Delta \mathbf{x}'_2] = [\Delta \mathbf{x}'_3 \mathbf{G}_{31} \quad \Delta \mathbf{x}'_3 \mathbf{G}_{32}] \begin{bmatrix} \mathbf{I} - \begin{bmatrix} \mathbf{G}_{11} & \mathbf{G}_{12} \\ \mathbf{G}_{21} & \mathbf{G}_{22} \end{bmatrix} \end{bmatrix}^{-1} \quad (6)$$

(6)式の $\Delta \mathbf{x}'_3 \mathbf{G}_{3j}$ は、地域*i*による地域3製品の投入の減少額であり、(6)式は被災地の生産減少がもたらす前方連関効果を計測している。

上で示したゴーシュモデルは、どこまで現実妥当性を有するであろうか。モデルの考案者である Ghosh 自身は、このモデルが適用可能なケースとして、政府が配分を統制する、超過需要が生じている計画経済を念頭においていた<sup>11)</sup>。しかしこれは特殊なケースであり、一般的な市場経済にはあてはまらない。

長谷部 (2002) は、ゴーシュモデルの問題点として、次の2点を指摘している。

- 1) 配分係数を一定と仮定しているがこれは非現実的、
- 2) 生産関数に完全代替性を仮定していることになり、理論的に産業連関論と相容れない。

また、Oosterhaven (1988) は、投入係数と配分係数の数学的関係を基に生産の成長率が部門間で均一であるならば、投入係数が安定的であるとき配分係数も安定的であることを示しつつも、需要が完全に供給サイドから決定されることの非現実性を指摘している。

### 需要型・供給型ハイブリッド型モデル (モデルⅢ)

需要型モデルでは中間財の投入構造を固定係数とし、供給型のモデルでは中間財の販路構造を固定係数とする。しかし、販路のシェアは、中間財の生産時の技術的な関係と異なり、調整

が可能であると考えられるので、(6)式で表された波及効果のステップが、長期にわたって続くことは現実的ではないという考えは一定の妥当性を有するであろう。そこで以下では、最初のステップにおいてゴーシュモデルで表現される前方連関効果が作用し、以後においてはレオンチェフモデルによる後方連関効果が働くモデルを考える。

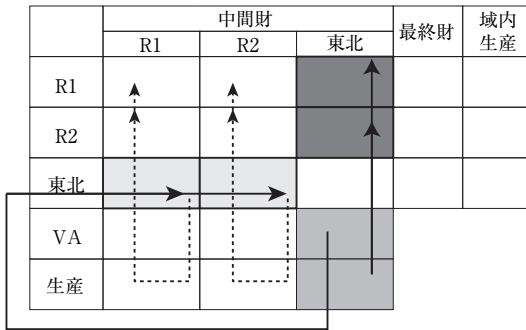
これまでと同様に、地域3を外生とした3地域モデルを例にその考え方をみていこう。いま震災により地域3の生産が $\Delta \mathbf{x}_3$ だけ減少したとする。ここで最初のステップにおいて、ゴーシュモデルによる前方連関効果が働くとする。地域1と地域2の生産の減少はそれぞれ $\mathbf{G}'_{31} \Delta \mathbf{x}_3$ 、 $\mathbf{G}'_{32} \Delta \mathbf{x}_3$ となる。ゴーシュモデルでは、同様の(前方への)波及プロセスが更に持続すると考えた。しかしここでは、次のステップからはレオンチェフモデルによる後方連関効果が働くものと想定する。このとき地域2と地域3の生産減少は、 $\mathbf{G}'_{31} \Delta \mathbf{x}_3$ と $\mathbf{G}'_{32} \Delta \mathbf{x}_3$ に逐次投入係数を乗じてそれらを累計した、(7)式により求められる。

$$\begin{bmatrix} \Delta \mathbf{x}_1 \\ \Delta \mathbf{x}_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \mathbf{I} - \begin{bmatrix} \mathbf{A}_{11} & \mathbf{A}_{12} \\ \mathbf{A}_{21} & \mathbf{A}_{22} \end{bmatrix} \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} \mathbf{G}'_{31} \Delta \mathbf{x}_3 \\ \mathbf{G}'_{32} \Delta \mathbf{x}_3 \end{bmatrix} \quad (7)$$

本稿では、(7)式によるモデルを「需要型・供給型ハイブリッド型モデル」、あるいは単に「ハイブリッド型モデル」とよぶことにする。

ここで一旦、これまで示した3つのモデルの波及経路を整理しておこう。図2は、各モデルの初期段階における波及の経路を図式化したものである。分析の出発点はいずれも東北地域の付加価値あるいは生産の減少(グレーのセル)である。筆者らのレオンチェフモデルでは、被災によって東北地域における中間財需要が減少し(上方向の実線の矢印)、その需要減に伴って被災地域外(地域1, 地域2)の川上産業の生産が減少していく。またゴーシュモデルでは、被災によって被災地域からの中間財供給が途絶したために(横方向の実線の矢印)、

図2 各モデルの初期段階における波及経路



被災地域外の川下産業の生産が減少していく。ハイブリッド型モデルでは、最初のステップで地域1と地域2への中間財供給が減少するところまではゴーストモデルと同じである。ただし、次のステップにおいては、地域1と地域2の生産減少が同地域による中間需要を減少させ（縦方向の点線の矢印）、以後は同様の後方連関効果が持続することになる。

ボトルネックモデル（モデルⅣ）

東日本大震災で実際に起きたことは、東北・北関東のマイコン製造工場の被災が全国の自動車生産をストップさせるというような、ボトルネックが強力に作用する完全非代替のイメージに近い現象であり、これまでに示した3つのモデルではこのような現象を適切に扱うことができない恐れがある。そこで、以下では、長谷部(2002)を参考に、生産要素に関する完全非代替の考え方を導入したモデルを考える。ただしここでは、同じ生産要素であれば、産出元となる地域については「完全代替」を想定する。すなわち、生産要素の投入については、その生産地域がどこであっても完全に代替可能であると仮定する。

A, Bの2地域と2財からなる世界を考え、各地域・部門の取引額は図3のようにあらわされるとする。

完全非代替型の生産関数を想定すると、地域Aと地域Bの各財の生産関数は次のように表すことができる。ただし、 $\alpha$ は投入係数、 $\tau$ は付加価値係数である。

図3 2財2地域の地域間表

		地域 A		地域 B	
		財 1	財 2	財 1	財 2
地域 A	財 1	$x_{11}^{AA}$	$x_{12}^{AA}$	$x_{11}^{AB}$	$x_{12}^{AB}$
	財 2	$x_{21}^{AA}$	$x_{22}^{AA}$	$x_{21}^{AB}$	$x_{22}^{AB}$
地域 B	財 1	$x_{11}^{BA}$	$x_{12}^{BA}$	$x_{11}^{BB}$	$x_{12}^{BB}$
	財 2	$x_{21}^{BA}$	$x_{22}^{BA}$	$x_{21}^{BB}$	$x_{22}^{BB}$
VA	$v_1^A$	$v_2^A$	$v_1^B$	$v_2^B$	
生産	$x_1^A$	$x_2^A$	$x_1^B$	$x_2^B$	

$$x_j^A = \text{Min} \left\{ \frac{x_{1j}^{AA} + x_{1j}^{BA}}{\alpha_{1j}^A}, \frac{x_{2j}^{AA} + x_{2j}^{BA}}{\alpha_{2j}^A}, \frac{v_j^A}{\tau_j^A} \right\} \quad (j=1,2) \tag{8a}$$

$$x_j^B = \text{Min} \left\{ \frac{x_{1j}^{AB} + x_{1j}^{BB}}{\alpha_{1j}^B}, \frac{x_{2j}^{AB} + x_{2j}^{BB}}{\alpha_{2j}^B}, \frac{v_j^B}{\tau_j^B} \right\} \quad (j=1,2) \tag{8b}$$

いま、地域 A において災害が発生し、労働や資本の投入が減少したとする。これにより、地域 A の第1財と第2財の付加価値がそれぞれ、 $\alpha_1, \alpha_2$ の率で減少したとすると、地域 A の付加価値の投入はそれぞれ  $v_1^A(1-\alpha_1), v_2^A(1-\alpha_2)$  となり、(8a)式より、地域 A の生産は同率で減少し、それぞれ  $v_1^A(1-\alpha_1)/\tau_1^A, v_2^A(1-\alpha_2)/\tau_2^A$  となる。地域 A による生産の減少は、これを中間財として投入する地域 B の生産に影響を与えるが、その変化の大きさは、地域 A による生産物がどのように配分されるかに依存する。本稿の分析では配分比率が災害前と同じであると仮定する<sup>12)</sup>。このとき地域 B の生産はそれぞれ、

$$x_1^B = \text{Min} \left\{ \frac{g_{11}^{AB} \Delta x_1^A + x_{11}^{BB}}{\alpha_{11}^B}, \frac{g_{21}^{AB} \Delta x_2^A + x_{21}^{BB}}{\alpha_{21}^B}, \frac{v_1^B}{\tau_1^B} \right\} \tag{9a}$$

$$x_2^B = \text{Min} \left\{ \frac{g_{12}^{AB} \Delta x_1^A + x_{12}^{BB}}{\alpha_{12}^B}, \frac{g_{22}^{AB} \Delta x_2^A + x_{22}^{BB}}{\alpha_{22}^B}, \frac{v_2^B}{\tau_2^B} \right\} \tag{9b}$$

とあらわすことができる。ただし、 $\Delta x_1^A$ と

$\Delta x_1^A$  は地域 A の生産減少額、 $g$  は配分係数であり、それぞれ次のようにあらわされる。

$$\Delta x_1^A = v_1^A(1 - \alpha_1) / \tau_1^A \quad (10a)$$

$$\Delta x_2^A = v_2^A(1 - \alpha_2) / \tau_2^A \quad (10b)$$

$$g_{ij}^{AB} = x_{ij}^{AB} / x_i^A (i, j = 1, 2) \quad (11)$$

本稿では、(9)式によるモデルを「ボトルネックモデル」とよぶことにする。

## 4. シミュレーション

### 4-1 試算の前提

#### データ

分析には、経済産業省の平成 17 年地域間産業連関表を使用する。この表は、北海道から沖縄までの 9 地域から構成されているが、本稿では、沖縄を九州に含めた 8 地域で分析を行う。各地域の部門は、オリジナルの 53 部門をそのまま使用する。

#### 輸入の扱い

経済産業省の地域間表は、「競争輸入・非競争移入型」であるが、前節のモデルをそのまま当てはめた場合、輸入分だけ生産誘発が過大に計測される。また、域内生産がゼロで中間需要が全て輸入品である場合、そもそもゴーストモデルは適用できない。そこで輸入品については、地域間表から予めこれを分離し、「非競争輸入・非競争移入型」の地域間表を作成し、これをモデル I からモデル IV までの分析に用いる。輸入品の分離は、同一行部門内のセルは輸入率が全て等しいと仮定して行った。

#### 初期段階での生産減少額の設定

前節での先行事例でも示したように、波及計算の出発点となる被災地域の生産減少額は労働や資本の減少を生産関数にインプットする、あるいは、各種の調査から事後的に被害状況が把握可能な場合はその情報を用いるなどの方法が

採られることが多い。これに対して本稿では、間接被害額の推計そのものが主目的ではないこと、及び、現時点における統計データや特別調査の蓄積が必ずしも十分でないこと等の理由により、初期段階の生産減少額の推計は、簡便な方法によっている。

具体的には、2011 年 3 月から 5 月までの東北地域の鉱工業生産指数の平均値をとり、震災直前の 2011 年 2 月時点からの下落率を算出する。その上で、東北地域については、この期間の鉱工業生産指数の低下が全て震災による供給能力の減少によるものとみなして、地域間産業連関表の当該部門の生産額に下落率を乗じて初期の生産減少額を推計した<sup>13)</sup>。なお、非製造業については、初期段階での生産減少はゼロとして扱っている。

#### 間接被害の計測対象期間

第 2 節でもみたように、被災事業所の復旧は目覚ましい。供給制約がいつ頃から解消に向かったかについては、部門により異なるが、本稿では 3 月から 5 月までの期間を供給制約が生産水準に支配的な影響を与えた時期とみなし、この期間の間接被害波及額を計算する。

### 4-2 シミュレーション結果の検討

表 2 は、上で説明した初期の生産減少額を前節のモデルにあてはめて計算した生産減少額である。行番号の 1 から 30 まだが、8 地域の生産（減少）額を部門ごとに集計した結果であり、31 は 1 から 30 までの製造業の合計、32 は非製造業の合計、33 は全産業の合計である。行番号 34 から 41 は製造業全体の生産（減少）額を地域ごとに集計したものである。42 から 47 では中部で生産シェアの大きな上位 6 品目を抽出している。同様の抽出を近畿について行ったのが 48 から 53 である。なお、左から第 3 列目の「初期生産減少額」は、2005 年地域間表と鉱工業生産指数より求めた東北地域に関する初期の生産減少額である。地域産業連関表の取引額は 1 年間の値であり、表 2 の初期生産減



少額および各モデルでの生産波及額は、3ヶ月間の生産額の変化を年換算したものとなる。

シミュレーションの結果を確認していこう。レオンチェフモデル（モデルⅠ）とゴーシュモデル（モデルⅡ）を全国・全産業（行番号33，以下，番号のみ記す）について比較すると，初期段階の生産減少額約4.9兆円に対して，レオンチェフモデルから計算された減少額が約7.6兆円，ゴーシュモデルが約8.0兆円となっている。その差は約4,180億円であり，オーダー的には両者はかなり近い値をとっている。製造業（31）と非製造業（32）の別にみると，非製造業ではレオンチェフモデルとゴーシュモデルの差は740億円であるのに対し，製造業では，その差は3,440億円に開いている。

製造業の品目別には，ゴーシュモデルの方が生産減少効果は大きい傾向にある。例えば，乗用車（25）では1,610億円，一般機械（17）では1,100億円，飲食料品（1）では770億円，ゴーシュモデルの生産減少効果がより大きくなっている。一方，レオンチェフモデルの生産減少効果がより大きいのは，鉄鋼（14），石油石炭製品（11），化学基礎製品（7）などであり，両者の差分はそれぞれ1,250億円，760億円，710億円である。前節で述べたような，レオンチェフモデルは「後方連関効果」，ゴーシュモデルは「前方連関効果」を計測するとの解釈に立てば，レオンチェフモデルから求めた影響は素材関連で相対的に大きく，ゴーシュモデルによる影響は最終製品でより大きく計測されることは，妥当な結果と言えるであろう。

二つのモデルを地域別に比較すると，関東（36）で，ゴーシュモデルによる生産減少効果が相対的に大きく計測されている。レオンチェフモデルによる関東の生産減少額は6,880億円にとどまるのに対し，ゴーシュモデルによる減少額は1兆790億円であり，両者の間には3,910億円の開きがある。関東でゴーシュモデルによる影響が大きいのは，東北が関東への最大の部材供給地であることを反映していると考えられる。表には示していないが，関東の品目

の内訳を確認すると，両モデルの差分が大きいのは自動車部品，乗用車，一般機械などであり，差分額はそれぞれ約957億円，770億円，715億円となっている。次に，中部の生産シェアが大きな上位6品目についてみていこう。ゴーシュモデルでより大きな影響が計測されているのは，飲食料品（42），一般機械（44），乗用車（61）であり，反対にレオンチェフモデルでより影響が大きいのは，鉄鋼（43），自動車部品・同付属品（47）である。特に乗用車については，ゴーシュモデルによる減少額が490億円であるのに対し，レオンチェフモデルでは全く生産への影響が計測されていない。採用するモデルにより，品目ごとの波及額に大きな相違が生じるケースの一例である。また，近畿についても，両モデルが導く傾向はこれまでに見てきたケースと同じである。中部の乗用車とは反対に，石油・石炭製品（49）では，ゴーシュモデルによる生産波及は計測されていない。

ハイブリッド型モデル（モデルⅢ）に目を転じると全国・全産業（33）の生産減少額は約8.3兆円，製造業合計（31）では約6.9兆円となっている。ただし，品目別には，ハイブリッド型モデルによる減少額は乗用車（25）のように，モデルⅠとモデルⅡの中間の値をとるケースも多い。

ボトルネックモデル（モデルⅣ）では，全国・全産業（33）の減少額は約44.8兆円と，他の3つのモデルに比べて格段に大きく計測されている。ただし，製造業合計（31）では約16.7兆円の減少にとどまっている。モデルⅠからモデルⅢではいずれも製造業の減少額が非製造業（32）を5倍から6倍程度上回っているのに対し，ボトルネックモデルでは，非製造業の減少額が約28.1兆円と製造業の2倍近くに達しており，非製造業による生産減少への寄与が非常に大きいことが分かる。具体的に，減少額が大きな地域・品目を順に挙げていくと，関東の商業（約2.3兆円の減少，以下同じ），関東の対個人サービス（約1.9兆円），関東の医療・保険・社会保障・介護（約1.9兆円），関

表2 間接被害の波及による生産減少効果(実額)

(単位: 10億円)

地域	品目	域内生産額 (注)	域内生産の減少額				
			初期生産 減少額	モデルⅠ レオンチェ フ型	モデルⅡ ゴージュ型	モデルⅢ ハイブリッ ド型	モデルⅣ ボトルネッ ク型
1 全国	飲食料品	35,937	987	1,054	1,131	1,099	2,650
2 全国	繊維工業製品	2,105	2	14	7	8	125
3 全国	衣服・その他の繊維既製品	2,270	21	23	25	24	86
4 全国	製材・木製品・家具	4,926	112	125	138	143	238
5 全国	パルプ・紙・板紙・加工紙	7,904	445	505	527	553	715
6 全国	印刷・製版・製本	6,296	67	87	129	136	474
7 全国	化学基礎製品	10,644	142	272	200	232	962
8 全国	合成樹脂	2,921	25	63	38	42	152
9 全国	化学最終製品	7,276	40	85	91	91	427
10 全国	医薬品	6,647	103	107	126	124	392
11 全国	石油・石炭製品	16,920	469	552	476	518	955
12 全国	プラスチック製品	10,635	106	207	156	183	523
13 全国	窯業・土石製品	7,156	120	154	138	152	419
14 全国	鉄鋼	25,757	337	611	486	577	1,865
15 全国	非鉄金属	7,330	215	299	281	309	485
16 全国	金属製品	12,484	196	251	250	261	505
17 全国	一般機械	26,380	141	182	291	262	775
18 全国	事務用・サービス用機器	3,998	31	35	61	52	139
19 全国	産業用電気機器	6,856	40	65	78	77	264
20 全国	その他の電気機械	6,326	104	118	147	138	276
21 全国	民生用電気機器	2,651	9	9	23	17	64
22 全国	通信機械・同関連機器	7,330	112	114	165	148	450
23 全国	電子計算機・同付属装置	3,681	107	108	131	123	215
24 全国	電子部品	16,212	358	461	470	484	735
25 全国	乗用車	14,621	216	216	377	288	1,094
26 全国	その他の自動車	4,096	0	0	62	31	214
27 全国	自動車部品・同付属品	28,649	234	502	503	554	792
28 全国	その他の輸送機械	5,650	30	38	63	53	215
29 全国	精密機械	3,723	49	51	69	63	144
30 全国	その他の製造工業製品	7,793	128	150	164	164	345
31 全国	製造業計	305,172	4,947	6,458	6,802	6,908	16,693
32 全国	非製造業計	643,021	0	1,101	1,175	1,370	28,120
33 全国	全産業計	948,193	4,947	7,559	7,977	8,278	44,813
34 北海道	製造業計	6,142	0	47	37	45	421
35 関東	製造業計	117,492	0	688	1,079	1,116	5,430
36 中部	製造業計	59,065	0	348	296	305	1,980
37 近畿	製造業計	48,682	0	182	211	228	1,448
38 中国	製造業計	27,124	0	139	126	153	1,415
39 四国	製造業計	7,894	0	32	21	31	250
40 九州	製造業計	22,114	0	75	85	83	803
41 東北	製造業計	16,659	4,947	4,947	4,947	4,947	4,947
42 中部	飲食料品	3,715	0	6	13	10	131
43 中部	鉄鋼	3,667	0	38	19	29	120
44 中部	一般機械	5,123	0	8	22	17	136
45 中部	電子部品	3,109	0	20	21	25	70
46 中部	乗用車	5,962	0	0	49	16	590
47 中部	自動車部品・同付属品	11,908	0	159	62	77	142
48 近畿	飲食料品	5,589	0	5	17	12	267
49 近畿	石油・石炭製品	2,126	0	7	0	4	10
50 近畿	鉄鋼	5,489	0	38	22	37	197
51 近畿	金属製品	2,896	0	12	10	12	42
52 近畿	一般機械	5,905	0	10	24	19	61
53 近畿	電子部品	2,487	0	20	13	15	59

注) 域内生産額は、2005年地域間産業連関表の値による。

東のその他の情報通信（約1.3兆円）などであり、東北を除く全371部門（=7×53）のうち、上位10部門が関東の非製造業で占められている。

非製造業でこのような大きな生産の減少が計測されるのは、生産要素の完全非代替を仮定しているため、中間財投入の東北産品比率が高い場合、投入量の多寡にかかわらず中間財の減少率に近い割合で生産が減少してしまうことによる。加えて、輸入や他地域からの代替調達が考慮されていないというモデルの問題も大きく影響していると考えられる。

製造業（1～30）に関しては、ボトルネックモデルの生産減少額は、相対的にはあるが他の3つのモデルとの乖離が小さく、モデルⅢとの比較では、概ね2倍から4倍程度の範囲に収まる品目が多い。ただし、中部の乗用車などは、ボトルネックモデルによる減少額が5,900億円に達しており、モデルⅡの490億円、モデルⅢの160億円と比して格段に大きな波及が計測されている。これは、震災直後に中部の乗用車生産が激減した事実と整合的である。

ボトルネックモデルに関する評価を総合すると、乗用車を中心とする製造業では、生産減少の程度はある程度もつもらしいレベルに落ち

着いていると考えられるが、非製造業では、その現実妥当性が疑われるケースが多い。

まとめとして、各モデルから計測された生産波及の妥当性を、実際の鉱工業生産指数との対比により検討しよう。表3は、表2で示した生産減少額をもとに、震災後の生産水準を指数化したものである。表の第2列では2011年2月が100となるように変換した鉱工業生産指数の3月から5月までの3ヶ月間の平均をとっている。第3列から6列目までは、各モデルで計測された生産額を元の地域間表の値が100となるように指数化したものである。

全国の製造業全体（31）についてみると、実際の鉱工業指数は、震災前から12.8ポイント低下しているのに対して、モデルⅠの計測による低下は2.1ポイント、モデルⅡでは2.2ポイント、モデルⅢでは2.3ポイントである。表では割愛しているが、品目別にみても、実際の鉱工業生産指数は、震災前に比べて5ポイント以上の低下を示している品目が大部分である。これに対して、モデルⅠ、モデルⅡ、モデルⅢから計測された生産水準は、ほとんどの品目で5ポイント未満にとどまっている。総じて、モデルⅠからモデルⅢまでの計測結果は、現実の生産動向を説明するには至っていない。一方、固

表3 間接被害の波及による生産減少効果（指数化）

地域 品目	震災後の 鉱工業生産 指数（注1）	波及後生産水準の指数化（注2）			
		モデルⅠ レオンチェフ型	モデルⅡ ゴーシュ型	モデルⅢ ハイブリッド型	モデルⅣ ボトルネック型
31 全国 製造業計	87.2	97.9	97.8	97.7	94.5
33 全国 全産業計	-	99.2	99.2	99.1	95.3
42 中部 飲食料品	110.4	99.8	99.6	99.7	96.5
43 中部 鉄鋼	84.5	99.0	99.5	99.2	96.7
44 中部 一般機械	99.9	99.9	99.6	99.7	97.4
45 中部 電子部品	84.5	99.4	99.3	99.2	97.7
46 中部 乗用車	40.0	100.0	99.2	99.7	90.1
47 中部 自動車部品・同付属品	55.0	98.7	99.5	99.4	98.8
48 近畿 飲食料品	102.3	99.9	99.7	99.8	95.2
49 近畿 石油・石炭製品	95.7	99.7	100.0	99.8	99.5
50 近畿 鉄鋼	96.8	99.3	99.6	99.3	96.4
51 近畿 金属製品	99.1	99.6	99.7	99.6	98.6
52 近畿 一般機械	88.1	99.8	99.6	99.7	99.0
53 近畿 電子部品	91.6	99.2	99.5	99.4	97.6

注1) 鉱工業生産指数は、2011年2月の値を100としたときの3月から5月までの平均。

注2) 地域内産業連関表の域内生産額を100として、波及計算後の生産額を指数化。

定係数・地域代替型のモデルⅣでは、5から10ポイント程度の低下を示す品目が多数を占めており、製造業全体(31)では、5.5ポイントの低下である。前の3つのモデルよりは、波及の強度という意味において、相対的に全体的の動きを追跡しているといえることができる。ただし品目別にみえていくと、モデルⅣの「説明力」が一概に高いとも言えない。例えば、現実には、中部と近畿で飲食料品(42と48)の生産は震災前を上回っているが、モデルⅣが示す変化の方向は全く逆である。現実の経済では、輸移入による部材・原料の代替調達や在庫の取り崩しにより、供給制約を緩和することが可能であるが、本稿のモデルではそのようなメカニズムは考慮していないことが、現実との乖離を生じる一因と考えられる。特に、被災地以外の地域では、部材・原料の調達さえ可能であれば、被災地の代替生産を行うことにより、生産水準はむしろ震災前よりも上昇することがある。

## 5. 結びにかえて

本稿では、震災による供給制約の間接被害を計測するための4種類のモデルを提示し、それぞれのモデルの特性、妥当性を検討した。本稿での検討とシミュレーションにより得られた主な結果を以下に列記する。

後方連関効果を計測するレオンチェフモデルと前方連関効果を計測するゴッシュモデルでは、我が国全体でみた経済被害の波及総額に大きな相違はない。しかし、個別の品目への影響は、両モデルで結果は大きく異なる。従来の公的機関による間接被害推計では、レオンチェフモデルが多用されてきたが、今回の震災のような、供給制約が問題となる状況下においては、間接被害は正しく評価できない恐れがある。特に、地域別あるいは産業部門別に被害推計を行う際には、この点に留意する必要があるであろう。

ボトルネックモデルを用いると、被害波及額は他のモデルよりも製造業で2倍以上大きく計

測される。他のモデルでは、ボトルネックによる乗用車生産等の急減をほとんど説明することができなかったが、ボトルネックモデルでは、ある程度このような現象を追跡することが可能である。

しかしボトルネックモデルでは、特に非製造業において、必ずしも生産活動に必須かつ代替不可能とは思われぬ投入品目がボトルネックとして作用することがある。これは、完全非代替の仮定を全品目に適用することは危険であること、及び、モデルにおいて他地域からの代替調達を考慮することの必要性を示唆している。

本研究は、供給制約下における間接被害の推計モデルを検討する第一歩であり、残された課題は多い。以下にそれらを記しておく。

第一に、本稿での方法論上の課題として、被災地域の定義に関する問題がある。本稿では、経済産業省の地域間表、及び、鉱工業生産指数を用いるという事情により、東北6県(青森、秋田、岩手、山形、宮城、福島)を被災地として想定し、供給能力の低下による初期の生産減少も同地域についてのみ発生すると想定した。現実には、北関東に立地する半導体、電子部品等の工場の活動停止も全国の工業生産に大きな影響を与えたことは周知の通りであり、より現実を踏まえた検討を行う上では、東北以外の被災地における供給能力低下の影響も考慮しなければならない。このためには、工業統計や経済センサスなどの市区町村別データから、当該地域の生産能力と被災状況をきめ細かく推計するなどの作業を行うことが求められる。

第二に、本稿では初期の生産へのダメージは、製造業にのみ発生したものとして分析を行ってきたが、被災による経済活動の支障は、農林水産業、店舗、レジャー施設、交通機関などに幅広く及んでいる。これらの非製造部門における活動能力の低下を分析の対象として取り込んでいくことは今後の課題である。特に、電力については、その供給不足が懸念されているところであり、これを分析対象とすることは重要である。



第三に、時間軸の扱いについても詳細な検討が必要と考えられる。産業連関分析が導く均衡生産量は、波及が行きついた先の姿であり、そこに至るまでには一定の期間を要する。本稿では、供給制約の影響評価に焦点を絞るために、敢えて震災直後の3ヶ月間を分析の対象期間としたが、これだけの短い期間に新たな均衡が達成されるかどうかについては、議論の余地があるであろう。また、前方連関効果と後方連関効果では、波及のスピードが異なることも考えられる<sup>14)</sup>。

第四に、将来的な課題であるが、震災の中期的な影響という意味では、供給制約の問題のみならず、復興需要や経済構造の変化などを織り込んだ分析が求められる<sup>15)</sup>。

本研究を通じて改めて認識させられたのは、モデルにより現実の生産動向を説明することの難しさである。供給制約と言いつつも、代替調達はどこまで可能であるかは部門・企業により異なり、また、販路構成の安定性や部材・原料の代替可能性も一様ではない。本稿の主目的は、供給制約下における間接被害の推計手法を検討することにあるが、次のステップとして被害額を推計する際には、今回の震災時における企業・事業所の行動を丹念に拾い上げ、モデルに反映させる作業が欠かせない。そのような作業の積み重ねが、より現実的な被害推計を可能にするであろう。

#### [注]

- 1) 直接被害の推計としては、内閣府(2011)による約16.9兆円、日本政策投資銀行(2011)の約16.4兆円などがある。
- 2) 具体的には、例えば、日本貿易振興機構(2011)を参照。
- 3) 経済産業省(2011a)「東日本大震災後の産業実態緊急調査」、同(2011b)「東日本大震災後の産業実態緊急調査2」
- 4) 複数回答であるため、合計は100%にならない。
- 5) 中央防災会議(2008)「中部圏・近畿圏の内陸地震に係る被害想定結果について～経済被害～」
- 6) 実際の計算では、投入係数Aには、輸入分を控除した国産品投入係数を用いている。

- 7) 地域3の生産が外的ショックで減少した場合、地域3の行がバランスする保証はなく、地域1と地域2は生産に必要な中間財を地域3から調達できなくなる可能性がある。モデルIの分析では、このような供給制約は考慮していない。
- 8) ここでは地域1と地域2の連関のみが考慮されており、この意味において、計測結果は過小評価される点に留意が必要である。同様のことは、モデルIIとモデルIIIにも当てはまる。
- 9) 通常は「産出係数」とよばれることが多いが、本稿では、「配分係数」で呼称を統一する。
- 10) 実際には、地域3の列がバランスする保証はない。地域3による地域1、地域2からの投入が地域3の生産を上回るとき、地域3の付加価値がマイナスとなることも起こりうるが、ここではそのようなケースは発生しないものと想定している。
- 11) Ghosh(1958)による。
- 12) 先に同一の生産要素の投入に関しては、その産出元の地域は完全代替であることを仮定した。一方、生産要素の産出先については、その比率は地域間で固定的であることを仮定している。
- 13) 正確には鉱工業生産指数から算出した東北地域の生産減少額は、需要面あるいは供給面からの間接的な影響を含んだ「結果としての生産減少額」である。本稿では、東北地域の生産減少はその大部分が被災による資本、労働の減少による直接的な影響によるものと想定し、一次近似としてこのような扱いをした。
- 14) 在庫の存在を無視すれば、部素材の供給停止は即座に川上への生産に影響を与えるであろう。この意味では、前方連関効果の方が波及のスピードは速いと考えられる。
- 15) 芦谷(2005)では、1990年、1995年、2000年の兵庫県産業連関表を用いて、阪神・淡路大震災前後における経済構造の変化を詳細に分析している。

#### ●参考文献

- 芦谷恒憲(2005)「兵庫県産業連関表から見た阪神・淡路大震災による経済構造変化」『産業連関』第13巻第1号。
- 経済産業省(2011a)「東日本大震災後の産業実態緊急調査」平成23年4月26日公表。  
<http://www.meti.go.jp/press/2011/04/20110426005/20110426005.html>
- 経済産業省(2011b)「東日本大震災後の産業実態緊急調査2」平成23年8月1日公表。  
<http://www.meti.go.jp/press/2011/08/20110801012/20110801012.html>
- 国土交通省中国地方整備局(2005)「災害の社会経済的

- 影響に関する調査—2004年・台風18号をモデルケースとして—」。  
〈<http://www.cgr.mlit.go.jp/saigai/cyousa/keizaieikyo/index.htm>〉
- 内閣府 (2011) 『平成23年版経済財政白書』。
- 日本貿易振興機構 (2011) 『2011年版ジェトロ世界貿易投資報告』。  
〈<http://www.jetro.go.jp/world/gtir/2011/pdf/2011-3.pdf>〉
- 中央防災会議 (2008) 「中部圏・近畿圏の内陸地震に係る被害想定結果について～経済被害～」中央防災会議「東南海、東海地震等に関する専門調査会 (第34回) 資料」。  
〈<http://www.bousai.go.jp/jishin/chubou/nankai/34/siryu6.pdf>〉
- 内閣府 (2011) 「東日本大震災における被害額の推計について」平成23年6月24日記者発表資料。  
〈<http://www.bousai.go.jp/oshirase/h23/110624-1kisyu.pdf>〉
- 日本政策投資銀行 (2011) 「東日本大震災資本ストック被害金額推計」DBJ News, 2011年4月28日。  
〈[http://www.dbj.jp/ja/topics/dbj\\_news/2011/html/0000006633.html](http://www.dbj.jp/ja/topics/dbj_news/2011/html/0000006633.html)〉
- 長谷部勇一 (2002) 「災害の経済的評価—産業連関表による供給制約型モデル—」『環太平洋産業連関分析学会13回大会報告集』。
- Ghosh, A. (1958), "Input-Output Approach in an Allocation System," *Economica*, Vol. xxv, No. 97, pp. 58-64.
- Miller, Ronald E. and Blair, Peter D. (2009), *Input-Output Analysis second edition*, Cambridge University Press.
- Oosterhaven, J. (1988), "On the Plausibility of the Supply-Driven Input-Output Model," *Journal of Regional Science*, Vol. 28, No. 2, pp. 203-217.
- (注) 本稿は、第12回環太平洋産業連関分析学会での報告を基礎としている。討論者の長谷部勇一横浜国立大学教授をはじめ、フロアーの方々から有益なコメントをいただいたことを記して感謝する。言うまでもなく、本稿に含まれる誤謬は全て筆者らの責に帰するものである。