

産業連関表を利用した経済シミュレーション分析

青木 博明

Economic Simulation Analyses Using Input-Output Tables

Hiroaki AOKI

Abstract

We have made some economics simulation analyses using the Input-Output Tables and reached some conclusions on economic behavior. We could say that the method of simulation using Input-Output Tables has the possibility to forecast the future in actual economic society because these coefficients on I-O Tables describe the real technical relations for production, while general economic simulations obtain only abstract conclusions. We have two economic simulation models and analyses. One of them is a model using matrices and another is an agent base model which treats plural industries.

1. はじめに

産業連関表は、1930年代にレオンチェフによって創始された、国あるいは地域の経済全体の財・サービスの投入産出を集計する表であり、経済の状態や構造を見る以外に、各種の経済的現象やイベントがもたらす経済的波及効果を計算するための重要な分析道具となっている。本稿では、この産業連関表を用いて行うシミュレーション手法を考案し、また分析を試みた。

コンピュータ上でのマルチエージェント型の金融市場の構築はすでに多くなされているが、複数の産業部門を持つ仮想的な実物市場の構築はあまり例を見ない。本稿はその一例となるが、特に産業連関表を用いて、コンピュータ上に仮想的な実物市場を作ることは、現実経済への近似の点で非常に有効である。その理由は、産業連関表が現実経済の観察とその集計から成るからである。したがって産業連関表を用いた場合には、よく行われる妥当ではあるが、架空である数値や係数を用いて定性的な結論を出すに終わるシミュレーション分析とは違い、具体的な現実経済の予測につながるという優れた点を持つ。

現実経済のそれも複数の産業の生産技術の推定は、多くの調査分析を要する作業である。要素間の非代替性や規模に関する収穫一定の仮定は課題として残るが、産業連関表はそれら生産技術に関する情報を持っている。このような産業連関表を利用したマルチエージェント型のシ

シミュレーション分析は、筆者が独自に考案したものである。

本稿では、この産業連関表を用いて、二つのシミュレーションを試みた。

一つは、複数の需要者と供給者をモデル化したもので、したがって、マルチエージェント型とも呼べるものである。需要者は産業の種類と位置という属性を持ち、生産者(供給者)は同じく産業の種類と位置、さらに生産技術という属性を持つ。¹⁾ 具体的には次のようなものである。

需要者と生産者は平面座標上に自分の位置を持つ。そしてまず初期に需要が発生し、それを生産者が受注する。次に、その生産者は生産のために必要な複数の中間財を派生的に需要する。その際、雇用者所得、営業余剰、間接税などの付加価値も生み出される。さらにこの派生的に生まれた複数の需要を受注する生産者が生まれ、また彼らはその生産のための中間財を需要する。このことが繰り返される。

一般に産業連関表分析は行列を利用し一括して計算が行われる。ところが、そこでは時間の経過と個々の経済主体の動きという側面が捨象されている。このようなマルチエージェントによるモデルが持つ利点は、そのような捨象を行わずにシミュレーションするところにある。

ただし、本稿のモデルはいまだ経済の一面しか描写できておらず、価格の形成、派生した雇用者所得から生み出される消費、営業余剰から発生する投資行動、実物経済に影響を与える金融といった局面のモデル化ができていない。

今一つのシミュレーションは、一般に行われていると同じく行列を使ったものだが、段階的に発生する中間財の需要において生産・付加価値が誘発される過程を逐次的に計算するものである。つまり、一般の産業連関表分析では、産業連関表の投入係数表の逆行列を用いることで、一括して波及効果の総額が計算され、したがって時間に沿った経済波及効果を見ない。しかし、当然ながら現実の経済では波及効果は時間を追って段階的に生まれるものである。以下では、こちらのシミュレーション分析の方を先に示す。

本稿の分析に利用した産業連関表は、<http://www.stat.go.jp/data/io/7.htm> (総務省統計局ホームページ) からダウンロードした平成12年(2000年)産業連関表(速報)生産者価格産業連関表である。²⁾

2. 行列による産業連関表分析の基本モデル

一般に行われる行列を用いた場合の産業連関表分析の基本モデルを示す。なお産業連関表分析で扱われる数値は物理的量ではなく金額である。

次の生産者価格産業連関モデルを考える。

$$X = A X + F_d + E - M \quad (1)$$

ここで、 X は総生産列ベクトル、 A は投入係数行列、 F_d は国内最終需要列ベクトル、 E は

輸出列ベクトル、 M は輸入列ベクトルとする。 F_d 、 E 、 M が最終需要の各項目となる。以下で添え字付きの変数は、特にことわらない限りその行列、ベクトルの要素とする。

後で、輸入が国内の中間需要と国内最終需要に依存する、と考える輸入競争型モデルを考えるが、ここではまずそれを仮定しない非貿易型のモデルを考える。

$$X - AX = [I - A]X = F_d + E - M \quad (2)$$

$$\therefore X = [I - A]^{-1} [F_d + E - M] \quad (3)$$

ここで、 $[I - A]^{-1} = I + A + A^2 + A^3 + \dots$ が成り立つが、この両辺に最終需要を右側からかけると、次が成り立つ。ここでは、国内最終需要だけをかける。

$$[I - A]^{-1} F_d = I F_d + A F_d + A^2 F_d + A^3 F_d + \dots \quad (4)$$

この右辺は経済的波及の過程を示している。 F_d はまず初期の最終需要であり、次に $A F_d$ はそれを生産するための中間投入、さらに $A^2 F_d$ は $A F_d$ を生産するための中間投入、と続き、その無限数列の和が左辺に均しくなる。したがって、(4)は経済的波及効果の過程をも表現するものであるが、後出の行列によるシミュレーション分析はこの過程を計算したものとなっている。

次に、輸入が国内の中間需要と国内最終需要の和に比例する、と仮定する輸入競争型モデルを考える。

まず輸入係数行列、 M_c を定義する。これは対角行列で、その対角要素 M_{ci} は第 i 産業の輸入量 m_i と国内需要との比であり、次のようにして求められる。

$$M_{ci} = m_i / (X_i + F_d) \quad i = 1, \dots, n \quad (5)$$

これは各財の輸入量が、国内需要つまり中間需要+国内最終需要（除く輸出）の一定割合で行われるという仮定から導かれるものである。

よって、(1)は次のように変形される。

$$X = AX + F_d + E - M_c(AX + F_d) \quad (6)$$

これを X について解く。

$$X = [I - (I - M_c)A]^{-1} [(I - M_c)F_d + E] \quad (7)$$

ここで $(I - M_c)$ は国内自給率行列となる。

ここでも $[I - (I - M_c)A]^{-1} = I + (I - M_c)A + ((I - M_c)A)^2 + ((I - M_c)A)^3 + \dots$ が成り立ち、この両辺に最終需要を右側からかけると、次が成り立つ。

$$[I - (I - M_c)A]^{-1} [(I - M_c)F_d + E] = \quad (8)$$

$$I[(I - M_c)F_d + E] + (I - M_c)A[(I - M_c)F_d + E] + ((I - M_c)A)^2[(I - M_c)F_d + E] + ((I - M_c)A)^3[(I - M_c)F_d + E] + \dots$$

この右辺はやはり(4)のときと同様、経済的波及の過程を示しており、第一項はまず初期の最終需要であり、第二項は第一項を生産するための中間投入、第三項は第二項を生産するた

めの中間投入、と続く。そしてその無限数列の和が左辺に均しくなる。

このように (8) は経済的波及効果の過程を表現するものであり、後出の行列によるシミュレーション分析はこの過程を計算している。

これらにより、最終需要ベクトル F_d 、 E が与えられれば、それを生産するために必要な総生産量ベクトル X が計算されることになる。

なお、誘発される付加価値の内主要なものとして、本稿では雇用者所得、営業余剰、間接税を扱うが、これらは誘発された生産額に対して、産業連関表にあるそれぞれの付加価値係数をかけることによって得られる。

3. 行列によるシミュレーション分析

一般に、産業連関表を用いた分析というのは、各種のイベントや事業誘致などにもなう最終需要の発生から誘発される生産額、付加価値額の計算をいうことが多い。

ここではまず一般的に行われている産業連関表の投入係数表行列を用いたシミュレーション計算を行う。ただし、一般的に行われる逆行列を用いた一括計算に加え、(8) で示されるような逐次的な計算も行い、その比較を行う。ここで行う逐次的計算は上述のように現実の時間的経過を追うことができる点で意味がある。³⁾ 輸入競争型モデルとする。

<全国の最終需要（平成12年）に対する全国の産業連関表を用いた一括計算と逐次計算>

全国（平成12年）生産者価格産業連関表（速報）を用いて、この表の最終需要部門計のベクトルに対して計算される誘発生産額を、逆行列を用いて一括計算した場合と係数行列によって逐次的に計算した場合に分けて示し、比較分析する。最終需要部門計は国内最終需要計と輸出計からなり、係数行列による逐次的計算は (8) に代入して計算される。計算の対象となる初期の最終需要である国内最終需要計と輸出計の額は表 1 に示されている。

表1 誘発生産・付加価値の逆行列による一括計算

単位=千億円

部 門	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	合計
(最終需要)														
国内最終需要計	49.5	-0.2	1044.0	683.3	87.0	585.8	104.7	567.2	159.5	91.7	355.2	1439.7	0.2	5167.8
輸出計	0.7	0.1	465.9	0.0	0.3	44.9	4.0	0.0	42.6	0.5	0.0	15.6	0.2	574.9
(誘発生産・付加価値)														
誘発生産	143.8	13.8	3082.6	773.1	270.0	969.5	381.5	658.5	479.1	261.2	362.3	2192.3	45.3	9633.0
雇用者所得	12.7	2.4	525.8	267.4	47.0	467.0	124.9	23.6	147.6	62.5	165.5	895.7	13.7	2755.9
営業余剰	47.1	1.6	170.2	14.6	35.0	92.2	90.8	296.4	26.2	18.2	0.0	167.3	4.2	963.7
間接税	7.1	0.7	149.2	32.6	17.4	44.9	14.7	39.5	16.5	7.3	0.6	68.7	0.6	399.8

※ 誘発生産・付加価値は最終需要に対して計算されたものである。

表2 誘発生産の係数行列による逐次的計算

単位=千億円

部 門	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	合計
初期需要	43.8	0.1	1389.0	683.3	87.3	626.5	107.7	567.3	192.3	91.8	355.2	1424.3	0.4	5569.0
誘発生産額														
1回	46.0	6.2	903.5	57.3	100.6	194.5	153.9	52.2	158.9	94.8	0.1	422.2	24.7	2214.9
2回	28.2	4.0	425.4	17.8	44.6	80.4	66.1	21.7	69.7	41.5	3.9	189.6	10.9	1003.7
3回	13.8	1.9	196.9	8.0	20.4	36.8	29.3	9.5	31.6	18.2	1.7	85.0	5.0	458.1
4回	6.5	0.9	90.7	3.6	9.3	16.9	13.3	4.3	14.4	8.1	0.8	38.6	2.3	209.7
5回	3.0	0.4	41.7	1.7	4.3	7.8	6.1	2.0	6.6	3.7	0.4	17.6	1.0	96.2
誘発生産額の 集計	97.4	13.4	1658.3	88.4	179.1	336.4	268.7	89.6	281.2	166.3	6.8	753.0	44.0	3982.5
初期需要と誘 発生産額の合 計の和	141.2	13.5	3047.2	771.7	266.4	962.9	376.3	656.9	473.5	258.1	362.0	2177.3	44.4	9551.4

※ 初期需要とは、(8)にあるように表1の国内最終需要計に輸入係数を掛けたものに、表1の輸出計を加えたものである。

表3 誘発付加価値の係数行列による逐次的計算

単位=千億円

部 門	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	合計
0回	3.9	0.0	236.9	236.3	15.2	301.8	35.3	20.3	59.2	22.0	162.3	581.9	0.1	1675.2
雇用者所得	14.4	0.0	76.7	12.9	11.3	59.6	25.6	255.3	10.5	6.4	0.0	108.7	0.0	581.4
営業余剰	2.2	0.0	67.2	28.8	5.6	29.0	4.2	34.1	6.6	2.6	0.6	44.7	0.0	225.5
間接税														
1回	4.1	1.1	154.1	19.8	17.5	93.7	50.4	1.9	49.0	22.7	0.0	172.5	7.5	594.2
雇用者所得	15.0	0.7	49.9	1.1	13.1	18.5	36.6	23.5	8.7	6.6	0.0	32.2	2.3	208.2
営業余剰	2.3	0.3	43.7	2.4	6.5	9.0	5.9	3.1	5.5	2.6	0.0	13.2	0.3	95.0
間接税														
2回	2.5	0.7	72.6	6.2	7.8	38.7	21.6	0.8	21.5	9.9	1.8	77.4	3.3	264.7
雇用者所得	9.2	0.5	23.5	0.3	5.8	7.7	15.7	9.8	3.8	2.9	0.0	14.5	1.0	94.6
営業余剰	1.4	0.2	20.6	0.8	2.9	3.7	2.6	1.3	2.4	1.2	0.0	5.9	0.1	43.0
間接税														
3回	1.2	0.3	33.6	2.8	3.6	17.8	9.6	0.3	9.7	4.4	0.8	34.7	1.5	120.2
雇用者所得	4.5	0.2	10.9	0.2	2.6	3.5	7.0	4.3	1.7	1.3	0.0	6.5	0.5	43.1
営業余剰	0.7	0.1	9.5	0.3	1.3	1.7	1.1	0.6	1.1	0.5	0.0	2.7	0.1	19.7
間接税														
4回	0.6	0.2	15.5	1.3	1.6	8.2	4.4	0.2	4.5	2.0	0.4	15.8	0.7	55.0
雇用者所得	2.1	0.1	5.0	0.1	1.2	1.6	3.2	1.9	0.8	0.6	0.0	3.0	0.2	19.7
営業余剰	0.3	0.0	4.4	0.2	0.6	0.8	0.5	0.3	0.5	0.2	0.0	1.2	0.0	9.0
間接税														
5回	0.3	0.1	7.1	0.6	0.7	3.7	2.0	0.1	2.0	0.9	0.2	7.2	0.3	25.2
雇用者所得	1.0	0.1	2.3	0.0	0.6	0.7	1.5	0.9	0.4	0.3	0.0	1.4	0.1	9.0
営業余剰	0.2	0.0	2.0	0.1	0.3	0.4	0.2	0.1	0.2	0.1	0.0	0.6	0.0	4.1
間接税														
〈誘発付加価値の各回の集計〉														
雇用者所得	12.5	2.4	519.8	266.9	46.4	463.8	123.2	23.5	145.9	61.8	165.4	889.6	13.4	2734.6
営業余剰	46.2	1.6	168.2	14.6	34.5	91.6	89.6	295.6	25.9	18.0	0.0	166.2	4.1	956.1
間接税	7.0	0.7	147.5	32.5	17.2	44.6	14.5	39.4	16.3	7.2	0.6	68.3	0.6	396.3

※ 0回は、初期の需要に対して発生する各付加価値に対応する。

表4 表2を元にした誘発生産額の前回との比率

部 門	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	合計
1回	1.048	77.788	0.651	0.084	1.153	0.310	1.429	0.092	0.826	1.032	0.000	0.296	56.114	0.398
2回	0.613	0.649	0.471	0.311	0.443	0.413	0.429	0.415	0.439	0.438	55.986	0.449	0.443	0.453
3回	0.490	0.461	0.463	0.449	0.457	0.458	0.444	0.437	0.453	0.438	0.443	0.449	0.457	0.456
4回	0.467	0.461	0.461	0.454	0.457	0.459	0.454	0.452	0.458	0.448	0.457	0.454	0.457	0.458
5回	0.461	0.460	0.460	0.457	0.458	0.459	0.457	0.456	0.458	0.454	0.457	0.457	0.458	0.458

※ 1回は初期需要と比較している。

表5 表3を元にした誘発付加価値の前回との比率

部 門	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	合計
1 回														
雇用者所得	1.049	—	0.650	0.084	1.153	0.310	1.429	0.092	0.826	1.032	0.000	0.296	57.385	0.355
営業余剰	1.048	73.000	0.650	0.084	1.153	0.310	1.429	0.092	0.827	1.031	—	0.296	57.250	0.358
間接税	1.046	—	0.650	0.084	1.152	0.310	1.429	0.092	0.826	1.031	0.000	0.296	32.000	0.421
2 回														
雇用者所得	0.614	0.651	0.471	0.311	0.443	0.413	0.429	0.417	0.439	0.438	58.667	0.449	0.442	0.446
営業余剰	0.613	0.644	0.471	0.315	0.443	0.414	0.430	0.415	0.439	0.438	—	0.449	0.445	0.454
間接税	0.614	0.645	0.471	0.311	0.443	0.413	0.430	0.414	0.440	0.439	—	0.449	0.438	0.453
3 回														
雇用者所得	0.488	0.465	0.463	0.448	0.457	0.458	0.444	0.436	0.453	0.438	0.443	0.448	0.458	0.454
営業余剰	0.490	0.468	0.463	0.441	0.457	0.458	0.444	0.438	0.451	0.439	—	0.449	0.451	0.455
間接税	0.493	0.450	0.463	0.453	0.458	0.460	0.443	0.438	0.454	0.440	0.000	0.449	0.429	0.458
4 回														
雇用者所得	0.467	0.455	0.461	0.453	0.456	0.459	0.454	0.441	0.457	0.448	0.462	0.454	0.457	0.457
営業余剰	0.467	0.455	0.461	0.467	0.458	0.460	0.454	0.452	0.459	0.449	—	0.455	0.457	0.458
間接税	0.464	0.444	0.461	0.441	0.455	0.456	0.451	0.456	0.459	0.451	—	0.453	0.500	0.458
5 回														
雇用者所得	0.456	0.467	0.459	0.456	0.457	0.459	0.456	0.467	0.458	0.451	0.444	0.457	0.464	0.458
営業余剰	0.460	0.500	0.459	0.429	0.455	0.460	0.457	0.456	0.456	0.456	—	0.458	0.476	0.458
間接税	0.469	0.500	0.460	0.467	0.450	0.462	0.451	0.462	0.460	0.435	—	0.455	0.333	0.458

通常行なわれる(8)の左辺に代入し、逆行列を使って一括して計算した誘発生産額の総額を表1、一方(8)の右辺に代入して逐次的に計算したものを表2に示す。理論的に、後者の合計は、漸近的に前者に近づくのだが、ここでもそうになっている。その数値は、前者は表1の「誘発生産額」に、後者は表2の「初期需要と誘発生産額の合計の和」に示されている。後者の方が少し値が小さいが、逐次計算の回数を増やしていけば、漸近的に一致する。

誘発される付加価値である雇用者所得、営業余剰、間接税についても、逆行列を使って一括して計算したものに、逐次的に計算したものの合計が近づく。一括して計算したものが表1で、逐次的に計算したものが表3で示される。やはり後者の方が若干小さい。表1の誘発生産額、雇用者所得、営業余剰、間接税の合計は、元の産業連関表の内生部門計の主要な部分を占める。

すでに述べたように、一般に行われる逆行列による計算は、誘発額を一括して計算したもので、時間の経過を捨象している。またもし生産を行うとする企業に中間財の在庫あれば、波及効果は、少なくともその時間の系では途絶える可能性がある。逐次的計算は波及の過程をも計算するので、逆行列による計算とは異なり、その可能性を読み取ることができる。

表2と表3の時系列の動きを見るために、表4と表5では、逐次的な計算過程における誘発生産額、雇用者所得、営業余剰、間接税が前回と比較してどのぐらいの比率で減っていくかを見ている。

その比率は、最初の方は産業によってかなり差があるが、回を重ねると安定してきて、その

うちほとんどの産業で0.45強の辺りに落ち着き、互いにほとんど差がなくなっていくことが分かる。⁴⁾

4. マルチエージェントによるシミュレーション分析

自分の位置と生産する財の種類、生産技術を属性として持つ生産者を複数抱える経済圏を平面座標上に考える。その経済圏に、ある需要が発生したとき、それらの生産者の内からその需要を受注する生産者が一人、その距離と生産コストを勘案して、決定されることになる。次にその生産者は受注した分の生産のために複数の産業にわたる中間財を他の生産者から購入することになり、彼自身が次のあらたな需要者となる。さらに、その需要を受注した生産者もまた同様にして、受注分の生産に必要な中間財の購入を行う。このような連鎖が繰り返されることになる。

ただし、需要の大きさがある値以下ならば、その需要を無視し、波及の流れを打ち切ることにする。これは、すべての微細な波及まで追いかけるのは、シミュレーションの処理数が莫大になるということでもあるが、それよりも需要が十分小さいならば、それを生産者が在庫などで補うことで、少なくともその時間の系では、経済的波及は断ち切られる、と考えられるからである。やがて全ての需要がある限界値以下になることで、シミュレーションは終了する。

このように複数の生産者をエージェントとして動的にモデル化することは、産業連関表として集計される前の現実経済における個々の迂回生産を示しているものといえる。

このモデルでは技術的に必要とされる中間財の需要量は産業連関表の投入係数から計算されるものとする。ここではこれまでと同じく、平成12年の全国産業連関表の投入係数表を使う。また生産の過程で生まれる雇用者所得、営業余剰、間接税などの付加価値も産業連関表の付加価値係数を用いて計算する。投入係数は、非貿易型とし、競争輸入型におけるように投入係数から輸入係数を差し引かずに、国内の投入係数のみを使う。財の種類はこれまで通り13種類とする。

4.1 モデルと計算手順

需要を受注しようとする生産者は複数存在するわけだが、その内からどれが選ばれるかを考える必要があるが、ここではまず次の二つの条件を考える。

R1 「需要を受注しうる圏内にいる生産者」

R2 「提示できる販売価格がもっとも小さい生産者」

つまり、まず生産者はその需要にアクセスし、受注しうる圏内にいる必要があり、次にその中でもっとも安い販売価格を提示できる者がその需要を受注できる、と考える。それに関する考察とモデル化を次に行う。

R1 「需要を受注しうる圏内にいる生産者」

発生した需要に対して、社会の全ての生産者が受注し生産する可能性を持つ、とは考えない。その需要の存在を知り、その需要にアクセスでき、現実的な販売価格を提示できるものの内から選ばれようとする。一般に、距離的に近い生産者が有利で、遠い生産者が不利である、ということができようが、その距離というのは、ユークリッド的な距離とは限らず、移動時間や輸送費用によって測られるべき距離である。また現代のようにインターネットなどの情報網の発達した社会においては、情報のアクセスについてのユークリッド的な距離はあまり意味をもたないであろう。加えて、これまでの当事者間の商取引による制約というようなものも考えられる。

本来はこれらの項目を含んでモデル化を行うべきだが、ここでは平面座標上に想定した距離がこれらの項目を総合しているものとする。厳密に言えば課題も残るが、これによって近似できよう。

受注する圏内が大きいということは、ある需要に対して、より広い範囲でそれを受注する生産者を募れるということである。価格競争をする生産者が増え、需要者にとってはより安いコストで、生産物の提供を受ける可能性が広がる。⁵⁾

R2 「提示できる販売価格のもっとも小さい生産者」

上記R1の条件をクリアしたものから、さらに一つの実産者を選ぶわけだが、それはその需要に対して提示する販売価格がもっとも小さい生産者を選ばれることになる。提示価格の計算は、生産者の生産技術を反映した生産コストを中心になされるわけであるが、それには、雇用者所得、営業費用、間接税などの付加価値が含まれ、さらにR1において論じた需要者と生産者の距離に従う費用を加えるものとする。距離は運送費や情報取得費も反映するものとする。

生産者の提示価格は、具体的には次で示されるものとする。

$$\text{生産者の提示価格} = C1 \text{ 中間投入費用} + C2 \text{ 付加価値合計} + C3 \text{ 距離費用} \quad (9)$$

C1中間投入費用、つまり生産に必要な中間投入財の費用であり、次で示される。

$$\text{中間投入費用} = \sum_i a_{ij} V_j \quad (10)$$

ただし、 a_{ij} = j 産業の財 1 単位 (額) 生産するのに必要な i 産業の財の金額、つまり上述の投入係数行列 A の要素である。また V_j = j 産業の生産額である。

C2付加価値合計は、雇用者所得、営業余剰、間接税の合計である。それぞれ生産額に産業連関表の付加価値係数をかけて求められる。その他の付加価値については省略する。

C3距離費用は次で示される。

$$\text{距離費用} = (\text{中間投入コスト} + \text{付加価値合計}) \times \text{RatioDist} \times \text{SpDist} / 1000 \quad (11)$$

距離費用は (中間投入コスト + 付加価値合計) と距離に比例して決まるものとする。ここで SpDist は需要と生産者間の距離で、1000 は後で示すように今回のモデルにおいて、最大可能な需要と生産者間の距離である。RatioDist は、距離費用を計算するのに (中間投入コスト + 付加

価値合計) にかける係数の最大値で、距離費用比率と名付ける。RatioDistの標準値は0.3とする。よって距離が需要と生産者間の最大値の1000のときは、(中間投入コスト+付加価値合計)の3割の距離費用が発生することになる。距離が小さくなればこの値は小さくなる。距離費用の意味についてはR1) で述べた通りである。

さらに次の各項目に関して考察を加える。

M1) 生産の波及効果、中間財の需要

生産の波及効果をもたらす中間財の需要は(10)の中間投入費用でも示した、 $a_{ij}V_j$ で計算される。つまり、生産額 V_j を生産するために必要な中間財の投入額である。

M2) 生産者エージェント間の技術格差

生産に要する中間財の量は、生産額に産業連関表の投入係数をかけることで計算されるが、分析によっては、生産者間に技術差を設定する。現実経済では、企業努力の結果、生産者間で技術差が生じ、それゆえに活発で、複雑な経済活動が生まれる。また産業連関表の数値は個々の経済の集計であり、その平均に過ぎないといえる。

技術が優れているということは、投入係数が小さいということであり、誘発生産額も小さいということになる。他方、付加価値係数については、産業連関表にある通り産業による違いはあっても生産エージェントによる違いはないものとする。

より詳細な説明は後のシミュレーション分析のところで述べる。

具体的なシミュレーション手順を述べる。

まず、経済圏として想定した平面座標上に、自分の生産する財と自分の位置、生産技術としての投入係数を属性として持つ複数の生産エージェントが、複数の産業に渡って存在するものとする。

<シミュレーション手順>

- ① 属性として、財の種類とその額と自分の位置を持つ初期需要の発生
- ② 需要を受注可能な圏内であって、一番安い販売価格を提示できる生産者Pが初期需要を受注する(受注可能な圏内に生産者がいないならばその需要は停止)
- ③ 受注に対する生産の中間投入として、生産者Pは複数の中間財を需要(D)する(需要量が限界値=1未満ならばその需要は無視する、全ての需要量が限界値未満になると終了)
- ④ 需要Dを、需要を受注可能な圏内であって、一番安い販売価格を提示できる生産者が受注する(受注可能な圏内に生産者がいないならばその需要は停止)
- ⑤ ③へ

ここでの販売価格については(9)(10)(11)で、中間財の需要DについてはM1)で説明したとおりである。本来、全ての需要量が限界値 = 1 未満になるとシミュレーションは終了するのだが、以下の分析によっては、途中の計算結果を見るためある時点で止めている。

シミュレーションの過程において誘発される生産活動の数について考察してみる。財の種類はNIとする(実際には13として分析している)。まず需要量の限界値を仮定せずに、どんな微細な需要も省略しないものとして考察する。最初に発生する需要を1つとすると、それを受注した生産者が生産するための中間財の需要は $1 \times NI$ 発生し、そしてそれらを受注する生産者が $1 \times NI$ 決まる。またそれら $1 \times NI$ の生産者が生産を始めて、その際に必要な中間財の需要が、 $1 \times NI \times NI$ 発生する。このように各波及過程でなんの制限もなければ、発生する需要と生産の数は理論的には各段階でNI倍ずつ増え、 $1 \times NI \times NI \times \dots$ となる。

しかし、発生した需要の大きさがある限界値未満ならばその需要を無視する、という条件を入れると、需要と生産の数は、最初増えていくが、やがて需要量の先細りによって、全てのシミュレーション過程は終了する。

初期の需要が1つではなく、例えば一般に N_a とした場合も、理論的には $N_a \times NI \times NI \times \dots$ となるが、限界値未満の需要を無視することで、これもやがて0となる。

4.2 シミュレーション分析

[シミュレーション計算 1]

シミュレーション分析においては、次のようにパラメータ及び変数を設定して値を入力し、計算と出力を行う。使った乱数はVisual Basicのものである。単位は、その必要がないので、特に設定しない。

以下の前提は後出の[シミュレーション計算 2]においても同様である。[シミュレーション計算 2]では各パラメータを変化させながらシミュレーションを繰返したときの計算結果の平均値を示している。

<入力されるパラメータ>

P1) 産業の数と生産者の数

全ての産業で生産者の数は同じとする。標準として、産業の数を13とし、一産業あたりの生産者の数を30とする。

P2) 各生産者の平面座標上の位置

平面座標の大きさは、縦1000、横1000の矩形とする。生産者の位置は全て乱数を発生させて決める。生産者を今後生産エージェントと呼ぶことがある。

P3) 初期発生の最終需要の位置・額・産業の番号

初期発生の最終需要の位置は平面座標に乱数を発生させて決める。またその需要額は10000として、産業の番号は1（農林水産業）とする。初期発生の需要の数は常に1とする。

P4) 各生産者間の技術格差 TRange

分析によっては、乱数を用いて生産者間に技術差を発生させる。その場合、具体的には生産エージェントの中間投入の費用係数である産業連関表の投入係数 a_{ij} に $(1 + \text{Dif}(\text{TRange}))$ をかけて、投入係数を新たに計算する。TRangeは技術差の範囲を表すパラメータで、 $\text{Dif}(\text{TRange}) = 2 \times \text{TRange} \times \text{Rnd} - \text{TRange}$ で計算される。Rndは0～1の一様乱数でVisual Basicによって発生させる。Dif (TRange) の期待値は0であるが、実際に生成された値の標本平均値も0になるように、最後に生成された各値から標本平均値を引いている。ある生産エージェントの全ての要素の投入係数に同じ値の $(1 + \text{Dif}(\text{TRange}))$ がかけられる。

P5) 需要に対する生産者の受注可能圏内の広さ SpDist

R1で説明した、発生した需要に対して生産エージェントが受注可能な範囲の広さである。SpDistと表記する。それぞれの分析において値を変える。

P6) 距離費用比率 RatioDist

C3距離費用または(11)のところで述べたとおりである。距離費用比率は、標準的にRatioDist=0.3とするが、分析によっては変化させる。

P7) 需要を無視する限界値 LimitMini

シミュレーションの過程で需要を無視する限界値である。LimitMiniと表記する。これは1に固定する。

<出力される変数・数値>

Q1) 各産業で中間財として需要され、かつ受注、生産される額（誘発生産額）とその累計

Q2) 雇用者所得、営業余剰、間接税（生産は当然ながら付加価値を生む）

Q3) 実際に一度でも取引に参加した（受注した）生産エージェントの数（のべではない。参加エージェント数と呼ぶ、図では累積参加エージェント数とも呼んでいる。）

図1 a～図1 dでは、座標平面の上に、初期の需要を発生させ、それに続く受注と生産の関係をシミュレーションし、描画している。全て同じシードの乱数を発生させている。初期需要の数は全て1とする。図では累積参加エージェント数や全産業の誘発生産額の累積合計も表示している。図の波及回数は初期の需要の発生以後の逐次計算の回数を示している。

シミュレーションは上の<入力されるパラメータ>の値の元で、<シミュレーション手順>にしたがって実行される。図にも説明があるが、四角が初期の需要、○が生産エージェントで、ラインが需要とそれを受注した生産エージェントを結んでいる。

図1 位置を持つ需要と生産エージェントモデルにおける需要の波及過程

図1 a 産業の数=6 各産業のエージェントの数=20 TRange=0.1 SpDist=1000

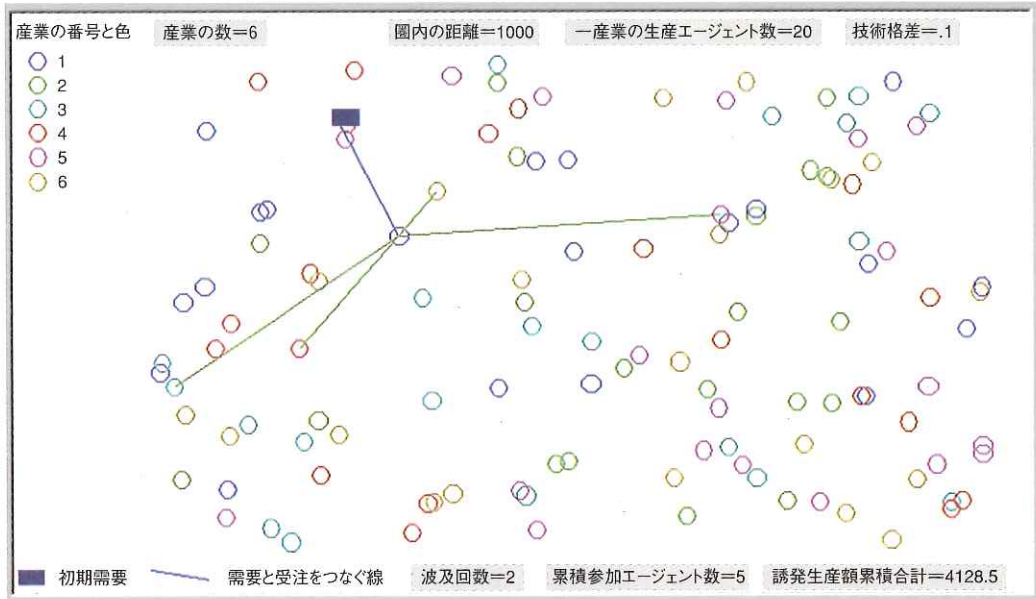


図1 b 産業の数=13 各産業のエージェントの数=30 TRange=0 SpDist=500

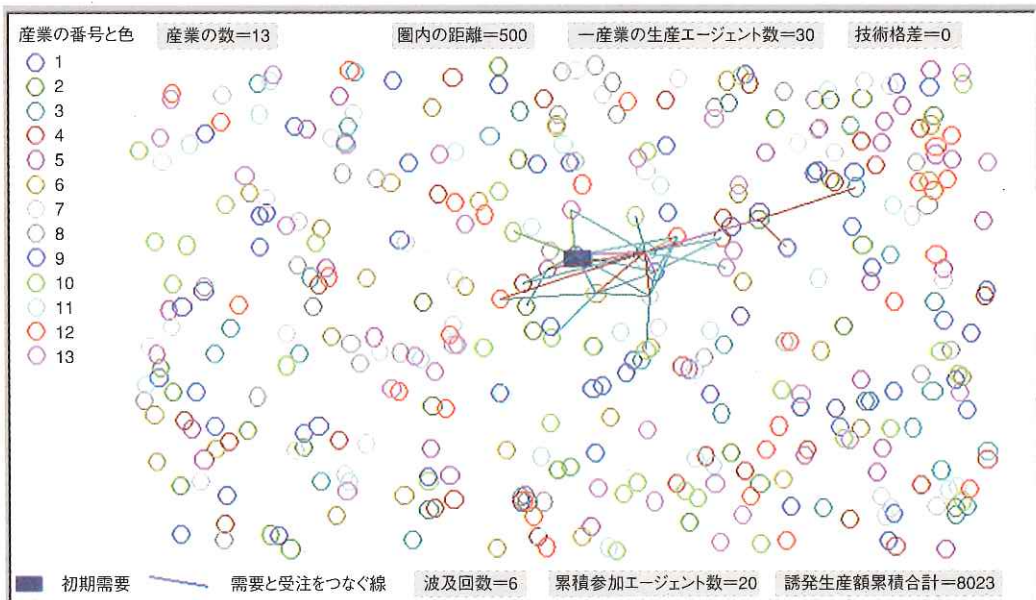


図1 c 産業の数=13 各産業のエージェントの数=30 TRange=0.5 SpDist=500

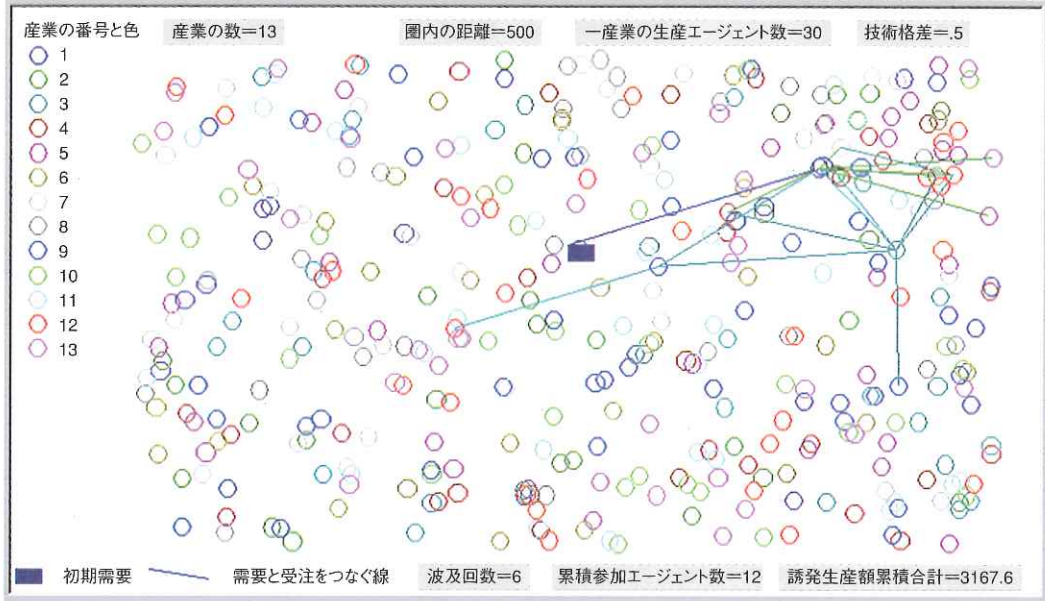


図1 d 産業の数=13 各産業のエージェントの数=30 TRange=0 SpDist=1000

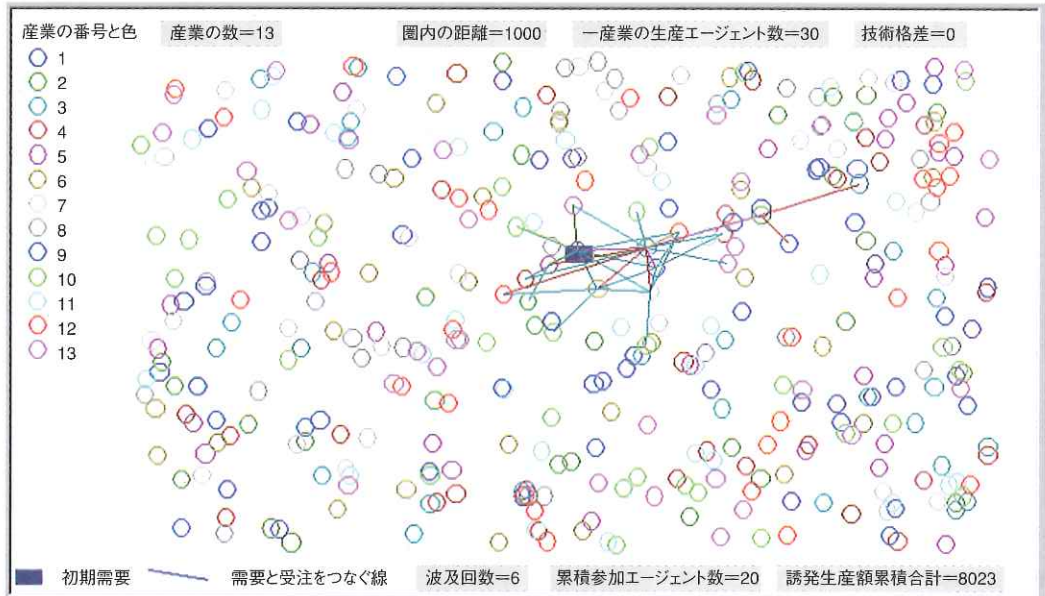


図1 aでは、産業の数=6、各産業のエージェントの数=20、各生産者間の技術格差、TRange=0.1、生産者の受注可能圏内の広さ、SpDist=1000としている。この図はシミュレーションの過程を見せるために特に用意したもので、見易くするためにそれぞれの値を産業の数=6、各産業のエージェントの数=20、波及回数=2と小さくしている。線で結ばれる○が参加エージェントの数に一致しているはずである。

図1 bでは、TRange=0、SpDist=500、図1 cでは、TRange=0.5、SpDist=500、図1 dでは、TRange=0、SpDist=1000である。また図1 b～図1 dではどれも、全て産業の数=13、各産業のエージェントの数=30である。波及回数は全て6回で止めているが、これ以上回数を増やしても、(累積)参加エージェントの数は増えないし、誘発生産額も微増するだけである。

図1 cは図1 bに較べ0.5の技術格差が発生しているのだが、その結果、参加エージェントは減り、誘発生産額の累計もかなり減っている。ただしより広い範囲でのエージェントの参加があるように見える。

図1 dは図1 bに較べ受注可能圏内の広さが500から1000に大きくなっているが、累積参加エージェントと誘発生産額の累計には全く影響していないことが分かる。ここでの設定では受注可能圏内の広さは意味をもたないということである。

次に、表6では、需要の発生にともなう波及の過程を数値で示している。誘発生産額と雇用者所得、営業余剰、間接税、参加エージェント数である。参加エージェント数はのべではない。6回まで計算し、最後に累積を示している。産業の数=13、一産業当りの生産者の数=30として、TRange=0、SpDist=500である。図1 bに対応する。図1 c、図1 dに対応する表は紙幅の関係上割愛している。

表6から読み取れるように、当然ながら回を重ねるにつれて、誘発生産(額)と雇用者所得、営業余剰、間接税は全産業に広がりながらも、その額は先細りしている。累積参加エージェント数は、1、10、31、33、33、33と推移している。これは後半新たなエージェントが加わらないことを意味する。

表6 需要の発生に対する経済波及の過程 TRange=0 SpDist=500

参加エージェント数=1													合計	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13		
1回														
誘発生産	1077.5	0.0	1680.5	56.3	63.9	460.8	349.5	4.2	453.9	9.1	0.0	148.6	57.5	4361.8
雇用者所得	886.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	886.2
営業余剰	3273.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3273.1
間接税	496.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	496.4
参加エージェント数=10														
2回														
誘発生産	162.0	44.9	979.1	24.6	65.6	172.6	148.9	32.5	181.4	40.0	9.0	309.2	23.5	2193.4
雇用者所得	95.5	0.0	286.7	19.5	11.1	221.9	114.5	0.2	139.9	2.2	0.0	60.7	17.4	969.6
営業余剰	352.7	0.0	92.8	1.1	8.3	43.8	83.2	1.9	24.8	0.6	0.0	11.3	5.3	625.8
間接税	53.5	0.0	81.3	2.4	4.1	21.3	13.5	0.3	15.6	0.3	0.0	4.7	0.7	197.7
参加エージェント数=31														
3回														
誘発生産	42.3	24.3	491.9	4.4	29.0	72.6	53.6	7.5	72.2	17.3	1.5	160.1	5.0	981.7
雇用者所得	14.3	7.9	167.0	8.5	11.5	83.2	48.7	1.1	55.9	9.5	4.1	126.4	7.1	545.2
営業余剰	53.0	5.2	54.0	0.4	8.5	16.5	35.4	14.6	9.9	2.8	0.0	23.6	2.2	226.1
間接税	8.1	2.2	47.4	1.0	4.3	8.0	5.7	1.9	6.2	1.1	0.0	9.7	0.3	95.9
参加エージェント数=33														
4回														
誘発生産	12.6	9.1	209.9	1.1	8.2	22.0	8.0	1.0	19.7	3.4	0.0	44.2	1.6	340.8
雇用者所得	3.8	4.2	83.9	1.5	5.0	34.9	17.6	0.3	22.2	4.2	0.7	65.4	1.5	245.2
営業余剰	13.8	2.9	27.2	0.1	3.8	6.9	12.8	3.4	4.0	1.2	0.0	12.3	0.5	88.9
間接税	2.1	1.2	23.8	0.2	1.8	3.4	2.1	0.5	2.5	0.4	0.0	5.0	0.1	43.1
参加エージェント数=33														
5回														
誘発生産	2.9	2.5	74.6	0.0	2.2	7.1	1.4	0.0	4.7	0.0	0.0	12.9	0.0	108.3
雇用者所得	1.1	1.7	35.8	0.4	1.5	10.6	2.6	0.0	6.1	0.8	0.0	18.0	0.4	79.0
営業余剰	4.1	1.0	11.6	0.0	1.0	2.0	1.9	0.5	1.0	0.3	0.0	3.3	0.1	26.8
間接税	0.6	0.5	10.2	0.0	0.6	1.0	0.3	0.0	0.7	0.1	0.0	1.4	0.0	15.4
参加エージェント数=33														
6回														
誘発生産	1.2	1.0	28.3	0.0	0.0	2.2	0.0	0.0	1.2	0.0	0.0	3.2	0.0	37.0
雇用者所得	0.2	0.4	12.7	0.0	0.3	3.5	0.5	0.0	1.4	0.0	0.0	5.3	0.0	24.3
営業余剰	1.0	0.3	4.1	0.0	0.3	0.7	0.3	0.0	0.3	0.0	0.0	1.0	0.0	8.0
間接税	0.1	0.1	3.6	0.0	0.1	0.3	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.4	0.0	4.8
参加エージェント数=33														
累積														
誘発生産	1298.4	81.8	3464.3	86.4	169.0	737.3	561.5	45.3	733.0	69.8	10.5	678.1	87.6	8023.0
雇用者所得	1001.1	14.2	586.1	29.9	29.4	354.1	183.9	1.6	225.5	16.7	4.8	275.8	26.4	2749.5
営業余剰	3697.7	9.4	189.7	1.6	21.9	69.9	133.6	20.4	40	4.9	0	51.5	8.1	4248.7
間接税	560.8	4	166.3	3.6	10.9	34	21.6	2.7	25.2	1.9	0	21.2	1.1	853.3

※ 図1 bに対応する。参加エージェント数はのべではない。

以上の結果は、あくまでも一回限りのシミュレーションなので、その結果は信頼できるものとは限らない。よって、次の〔シミュレーション計算 2〕では各パラメータを変化させながらシミュレーションを繰り返し行ったときの計算結果の平均値を示している。

[シミュレーション計算 2]

パラメータの値を少しずつ変えながら、参加エージェント数、誘発生産額、雇用者所得、営業余剰、間接税の値がどのように変化するかを見る。ただしここでは計算を繰り返して、その計算結果の平均値を見ることで、より信頼できる傾向や特徴を探り出している。毎回のシミュレーションは全ての需要が1未満になることで終わる。シミュレーションは異なる乱数系列で100回行い、その平均値を示している。

値を変えていくパラメータは、技術格差、受注可能圏内、距離費用比率で、他方出力する値は、参加エージェント数と誘発生産（額）、雇用者所得、営業余剰、間接税の全産業での合計の累積額である。やはり全て産業の数は13、どの産業もエージェント数は30、初期発生の需要の数は1でその額は10000とする。

SM1 技術格差TRangeの変化にともなう累計値の平均

受注可能圏内の大きさをSpDist=500、距離費用比率をRatioDist=0.3に固定して、技術格差TRangeを0から0.7まで0.1ずつ変化させる。結果は表7に示す。

表7 技術格差 TRangeの変化にともなう累積値の変化（平均） SM 1

TRange	参加エージェント	誘発生産	雇用者所得	営業余剰	間接税
0	23.4	74482.3	24300.0	41008.0	7938.5
0.1	21.0	60867.0	20461.9	36455.6	6905.2
0.2	18.9	45914.2	16351.0	31591.6	5802.0
0.3	17.2	35458.8	13495.4	28077.0	5020.9
0.4	15.2	27860.8	11452.9	25534.6	4460.1
0.5	13.5	20916.9	9444.8	22620.4	3860.5
0.6	11.3	14744.0	7623.2	19759.1	3291.1
0.7	9.7	11159.5	6479.9	17749.0	2908.2

RatioDist=0.3 SpDist=500 計算回数=100

表7をから読み取れることは次のごとくである。まずTRangeつまり生産エージェント間の技術格差の幅が大きくなるにつれ、誘発生産額の値も減っていく、これは最初から予想されたもので、技術格差の幅が大きくなるとより少ない中間投入で生産できる生産エージェントを探し出せる可能性が大きくなるからである。また誘発生産額にともなって、雇用者所得、営業余剰、間接税も減っている。さらに参加したエージェントの数も減っていつている。その理由は、まず中間投入が低くなることによって、次に派生する誘発生産額も減ることで、財の需要がはやく小さい値へ収束するからだと考えられる。その他、技術差が生じることによって、技術的に弱い生産エージェントが排除されるからだとも考えられる。

SM2 受注可能圏内SpDistの変化にともなう累積値の平均

技術格差をTRange=0.3、距離費用比率をRatioDist=0.3に固定して、受注可能圏内の大きさ

をSpDist=500から1000まで100ずつ変化させる。結果は表8に示す。

表8 受注可能圏内の大きさ SpDistの変化にともなう累積値の変化(平均) SM2

Spdist	参加エージェント	誘発生産	雇用者所得	営業余剰	間接税
500	16.9	36511.1	13839.4	28624.5	5130.1
600	17.1	35253.1	13442.0	28022.0	5007.6
700	16.9	35607.7	13584.8	28295.0	5058.2
800	17.0	34613.1	13253.2	27752.0	4951.4
900	16.8	34942.0	13390.4	28022.3	5001.0
1000	16.7	34783.8	13307.6	27837.3	4968.6

TRange=0.3 RatioDist=0.3 計算回数=100

表8をから読み取れることは次のごとくである。まずSpDistつまり受注可能圏内が広がるにもかかわらず、参加エージェントの数にはほとんど変化がなく、誘発生産額、雇用者所得、営業余剰、間接税の値にも若干の減少傾向が見られるだけということである。いずれにしろ明確な傾向が読み取れない。

予想は、受注可能圏内が広がることで、より広い範囲でより安い価格を提示できる生産エージェントを探るので、誘発生産額は減るであろうというものであったが、そうはならなかった。その原因としては、最初から受注可能圏内のエージェントの数が多過ぎて、受注可能圏内を広げてもその効果が現れなかった、また距離費用の増加が、受注可能圏内の拡大に伴う技術格差の増加によるコストダウンを相殺した、ということが考えられる。SpDistのもっと小さい値から始めれば効果は出たかもしれないが、それは避けた。その理由は注の5)で述べたように、受注先が見つからないという状況に対する解釈が難しいからである。

SM3 距離費用比率 RatioDistの変化にともなう累積値の平均

技術格差をTRange =0.3、受注可能圏内の大きさをSpDist=500に固定し、距離費用比率をRatioDist=0から0.6まで0.1ずつ変化させる。結果は表9に示す。

表9 距離費用比率 RatioDistの変化にともなう累積値の変化(平均) SM3

RatioDist	参加エージェント	誘発生産	雇用者所得	営業余剰	間接税
0	13.9	31843.1	12512.0	26849.8	4751.4
0.1	16.1	32660.3	12737.2	27140.9	4813.9
0.2	16.2	34460.1	13262.2	27870.3	4966.9
0.3	17.0	34613.3	13253.3	27752.1	4951.4
0.4	17.2	35809.9	13627.5	28314.4	5065.6
0.5	17.5	37258.9	14000.7	28736.4	5163.4
0.6	17.8	38455.1	14348.3	29197.7	5262.6

TRange=0.3 SpDist=500 計算回数=100

表9をから読み取れることは次のごとくである。まずRatioDistつまり距離費用比率が大きく

なるにつれて、参加エージェントの数が増え、誘発生産額も増え、それにともない雇用者所得、営業余剰、間接税も増えている。

距離費用比率が大きくなるということは、生産エージェントが提示する価格の内に占める、距離費用の比率がより大きくなるということであり、より近くのエージェントが有利になり、技術的には多少劣るものでも選ばざるを得なくなるということであり、それが誘発生産額の増加を引き出すと考えられる。

参加エージェントの数の増加傾向についてはあまりうまい説明ができない。直観的には読み取りにくいなんらかの因果関係があるということなのであろう。今後検討を要する。

5. む す び に

本稿では、次のようなモデルの改善も可能だと考える。

- ① 生産と需要の位置を乱数による恣意的なものにするのではなく、現実を反映するなど、ある意図を持って配置する。
- ② 現実社会では需要者と生産者の関係、つまり顧客関係がある程度決まっている場合もある。それをモデルに反映する。
- ③ 本稿では、初期需要の数を1にし、その産業を1農林水産業にしたが、その産業の種類を変える、または初期需要の数を増やす。
- ④ 各産業で生産者の数を同じにし、また同じ生産者はどの中間投入についても同じ技術差を持つとしたが、その条件をゆるめる。
- ⑤ エージェントの参加範囲の広がりを見るために、参加範囲の広がりを数量化する。

このような改善を加えても、本稿のモデルはいまだ経済の一局面しか描写できない。より大きな発展方向としては、価格の形成過程、より長期的なモデルになるが、雇用者所得から家計消費、営業余剰から投資が生み出される過程、金融システムのモデル化などがありうる。

本稿の貢献は、単に抽象的なシミュレーション分析を行いその結果を検討するだけでなく、現実経済のデータを集約した産業連関表を用いることによって、現実経済における予測ができるようなシミュレーション手法の可能性を示したことにあると考える。このように現実経済のデータを利用し、かつ複数の産業を含んだシミュレーション分析は、これまであまり例がないのではないかと自負している。

注

- 1) 一般的には、供給者＝生産者とは限らないのだが、本稿では、以下ことわることなく、生産者＝供給者、として捉える。

- 2) 全国（平成12年）生産者価格産業連関表（速報）については、ホームページ総務省統計局 <http://www.stat.go.jp/data/io/io00.htm> を参照した。ただし、平成16年3月現在このホームページでは、速報ではなく確報が公表されている。紙幅の関係上、産業連関表の部門の名前を省略するが、このホームページ等を参考にされたい。
- 3) この計算には筆者作成のツールを用いた。このツールは、まずいくつかの産業連関表を登録した後、その内から一つを選び（登録はExcelである書式に則って行う）、その後その産業連関表を基にして、ある初期需要（ベクトル）に対する、逆行列による誘発生産・付加価値の一括計算が行え、加えて本稿で説明した逐次的計算も行う。

その初期需要には、一般に産業連関表に最終需要の項目として設定されている輸出、民間消費、政府支出、資本形成を用意している。その他、例えば大学の運営にともなう最終需要のように、利用者が独自に最終需要を設定することもできるようになっている。ツールは現在13部門にしか対応していないが、32部門への拡張もそう難しくない。ツールの操作は基本的にマウスクリックとパラメータの入力で行い、簡単に操作できるようになっている。このツールに関しても本稿で紹介する予定であったが、紙幅の関係上割愛する。またの機会に紹介したい。
- 4) なお、家計消費を経由する第二次の誘発生産額について計算することも可能である。これは雇用者所得の総額を求め、次にこの雇用者所得の総額の内どれだけが消費支出に回るか、を求めるために雇用者所得に消費転換係数をかけ、消費支出の総額を計算する。さらにこれがどれだけ各産業の最終需要に振り分けられるかをみるために、この消費支出の総額に民間消費支出構成比ベクトルをかける。そうして求めた値を新たな発生需要として、第二次の生産誘発ベクトルを計算するのである。しかし今回の分析では、この第二次の誘発生産額の計算は行わない。
- 5) 形式的には、上のような展開がなされるが、実際には、受注可能な圏内に生産者がいないという状況はなるべく作らないようにシミュレーションを行った。本稿のモデルにおいては、この状況に対する解釈が難しいからである。したがって、どの分析でも受注可能な圏内は大きめにとっている。本来はこの状況に対する十分な解釈とシミュレーションの処理が必要であろう。

参 考 文 献

- 青木博明「平成5年大阪府産業連関表による大阪経済の概観と経済波及効果」阪南論集 社会科学編、第34巻 第3号、1999年
- 新井潔 他 『ゲーミングシミュレーション』日科技連、1998.
- 大阪府企画調整部統計課『大阪府産業連関表—平成5年延長表について—』1997.
- 塩沢由典『第46回人工知能セミナー講演テキスト—複雑系と経済分析—』人工知能学会、2004.
- 土井英二・浅利一郎・中野親徳『はじめよう地域産業連関分析』日本評論社、1996年.
- 林晴比古『新Visual Basic入門 ビギナー編 Ver.6.0対応』ソフトバンクパブリッシング、1998.
- 林晴比古『新Visual Basic入門 シニア編 Ver.6.0対応』ソフトバンクパブリッシング、1998.
- 宮沢健一『産業連関分析入門』日本経済新聞社、1995年.

<ホームページ>

総務省統計局 平成12年(2000年)産業連関表(速報)

<http://www.stat.go.jp/data/io/7.htm>

大阪市データネット 経済関連指標

<http://www.city.osaka.jp/keikakuchousei/toukei/E000/Eb00/Eb00.html>

福岡県企画振興部調査統計課

http://www.toukei.pref.fukuoka.jp/search/1/1025_337.html