エージェントベースシミュレーターSOARSによる産業連関分析

大貫　裕二[1]

1.概要

産業連関分析は、行列を利用した数学モデルを利用して行われる。平成17年産業連関表は基本分類が内生部門520行、407列であり、詳細な情報が公表されている一方、産業連関分析のための逆行列係数表は最大108部門に統合されている。数学モデルによる分析の制約に対応したものである。

本研究ではエージェントベースモデル（ABM）を扱うシミュレーターSOARSを利用した産業連関分析を試みる。この方法は、１）正方行列でない基本表レベルでの産業連関分析が可能である、２）国内生産額がゼロに設定される屑・副産物の例外的な取り扱いを処理できる特徴がある。列の産業を事業者に分割することでABMによるシミュレーションが可能である。

2. 産業連関モデル

産業連関分析では、列方向の合計である国内生産額Xjの生産のための中間投入額xijの比率aij=xij/Xijを投入係数行列Aとして、投入された最終需要fを外生の入力とし、Ax+f=xを満たす解xを求める[1]。基本モデルではAは正方行列だが、基本分類表は内生部門520行、407列の矩形行列である。

行と列の数が異なる理由の第一は、行と列の対応関係が一対一とは限らないことである。第二は、国産と輸入が２行に分割されているのに対して、内生部門の列には国産分の産業しか無いためである。国産品が無い品目の行も存在する。第三に、「古紙」「鉄屑」「非鉄金属屑」の３品目は、屑として発生する品目であるため、行のみがあり、対応する列は存在しない。この矩形行列を正方行列に統合する際には、これらの品目は、他品目と統合されて処理される。

本稿では、自家輸送無しの生産者価格評価基本表を対象として産業連関分析を行う。これは、経済産業省の延長産業連関表を利用するため、そのデータ形式に合わせたためである。

3. シミュレーション方法

エージェントベースシミュレーターとして、SOARS 4.1.0を利用した。内生部門、付加価値部門、最終需要部門の行列要素をエージェントとし、行計と列計の国内生産額を保持する各セルをスポットとする。

(1)屑・副産物及び輸入額の取り扱いを考慮しない基本的な考え方

初期状態において、各列に所属する各セルのエージェントは、列計を保持するスポットに移動し、自らの保持する値と、列計の国内生産額の比率、すなわち投入係数または付加価値係数を演算し、保持する。

行計を求める際には、行に所属する各セルのエージェントが、行計を保持するスポットに移動し、自ら

[1]筑波大学　システム情報系　社会工学域 onuki@sk.tsukuba.ac.jp

の保持する値を合計値に加算する。

行計のスポットの情報を、対応する列計のスポットに伝達するエージェントを設定する。(1)行と列が１対１に対応するケースでは、行計を対応する列計に伝達する。(2)行と列が多対１に対応するケースでは、行計を対応する列計に伝達し、列計は複数の行計を合算処理する。(3)行と列が１対多に対応するケースでは、初期状態における列計の比率に応じて、行計を分割し、列に伝達する。この場合は、１つの行計スポットに対して、複数の伝達エージェントが対応し、それぞれが担当する列計の比率を保持し、行計にその比率を乗ずることで対応する列計に分割額を伝達する。以上の仕様に対応するために、１つの行計スポットに対して、複数の伝達エージェントが対応できるようにし、それぞれが分割比率を変数として持つ。(1)及び(2)では分割比率が１になる。これで行と列の対応関係に関わらず共通の仕組みで操作する。

列計が決定したら、各列に所属する各セルのエージェントは、列計を保持するスポットに移動し、列計の国内生産額を受け取り、自らの保持する投入係数または付加価値係数を乗じて、投入額または付加価値額を演算する。

以上は、最終需要の変化による国内生産額の変化とそれに応じた投入額への波及に対応している。従って、以上の計算を繰り返して行うことで最終的な波及額に達して均衡する。実用上は変化する内生部門の各セルのエージェントが保持する値を前回の値と比較し、全セルの中で最大の差分が設定値以下となったところで演算を終えることで十分である。経済産業省の延長産業連関表では、提供されるデータ値が 100 万円単位であるので、その 100 分の１、1 万円以下の差分となるまで繰り返せば十分である。

(2)輸入額の取り扱い

輸入額は列計の国内生産額には波及しない。

輸入額の取り扱いについては、産業連関分析でもいくつかの考え方に分かれる。宮沢[2]では、競争輸入型モデルの３ケース①F と M が既知の場合、②F が既知で M が国内生産 X に比例する場合、③F が既知で M が国内総需要に比例している場合と、非競争輸入型モデルの４つのケースに分類して説明している。

F と M を既知とした場合、問題が生じたのが原油など国内生産額がごくわずかながら存在するが大半が輸入のケースである。M は既知で固定されているため、需要の不足分は国内生産額に求められることになり、現実に生産されている額に比べてはるかに大きな額が推計されることとなった。②～④ではこの問題は回避できる。本稿では、平成 17 年産業連関表において提供されている、産業別中間投入品目別及び最終需要項目別品目別の輸入額比率を用いて、セルごとの輸入額を合算して輸入額を計算することとした。これは非競争輸入型モデルに相当する。

(3)屑・副産物の取り扱い

屑・副産物発生は産業の国内生額に比例するものとする。屑・副産物投入は、在庫品増減や輸出入と合算すると屑・副産物発生額と一致する。屑・副産物は国内生産額ゼロとなり、列計には波及しない。

屑と副産物の発生と投入に成品と独立した行を設ける。列の産業別国内生産額に比例して、屑・副産物の発生・投入額の仮置き額を計算する。発生額を優先して投入額との合計がゼロになるよう投入額を調整し、相当する競合品目の投入額を調整する。「古紙」「鉄屑」「非鉄金属屑」は、基本分類では単独品目として独立した行を持つが、「その他のガラス製品」や「その他のプラスチック製品」等、成品と統合して表示される屑・副産物がある。平成 17 年産業連関表では、屑・副産物の投入・発生が分離されるが、経済産業省延長産業連関表では、屑・副産物の投入・発生と成品は統合される。延長産業連関表から、屑・副産物の投入・発生と成品を分離して推計する。平成 17 年産業連関表で、屑・副産物の投入または発生のみのセルについては、延長産業連関表においても単独であるとみなして、そのまま屑・副産物の投入または発生と推定する。まず屑・副産物の発生が産業別の国内生産額に比例するとして推計する。産業別比率が変化しないものとして投入額を推計する。屑・副産物の発生及び投入額を合計額から控除し成品投入額を推計する。控除結果が負の場合は、他の産業に比例配分する。すべての産業で成品投入の負値が避けられない場合は、投入額の国内生産額に対する比率が基準年と同一と仮定して投入額を先に確定し、発生額を仮置きの発生額で比例配分する。

(4) エージェント・ベース・シミュレーションとの接合

産業連関表では列は産業であるが、エージェント・ベース・シミュレーションの際には、生産主体別に独立の列を設定する。エージェントごとの投入係数は生産規模により異なる。本稿では米生産について耕地面積規模別に９分割して、規模別の国内生産額比率の変化による結果への影響を観察する。

4. 対象データ

経済産業省延長産業連関表の基本分類データとデフレーターを平成 20 年及び 21 年について平成 17 年基準価格で実質化する。平成 17 年産業連関表基本表の屑・副産物と成品の比率を利用する。平成 21 年の輸入額を除く最終需要額を与えた時、均衡状態における各行の国内生産額を求める。米生産については世界農林業センサス 2010 の都道府県別データと、農業統計経営調査を利用する。

5. 結果

(1) 屑・副産物を成品を統合して取り扱うことによる誤差

屑・副産物と成品を統合して取り扱うことにより国内生産額に 1%以上の影響を受ける 100 億円以上の品目を表１に示す。副産物の投入比率の高い液化石油ガスでは 66%の違いが発生している。

表１　屑・国内生産額に 1%以上の影響を受ける品目（金額:100 万円）

	分離計算後統合(a)	統合計算(b)	差分	誤差率
その他のプラスチック製品	1182805	1140247	-42559	-3.6%

化学肥料	266513	257563	-8950	-3.4%
天然ガス	155016	153507	-1509	-1.0%
石炭	14619	14780	161	1.1%
砕石	289675	296505	6830	2.4%
その他の石炭製品	296813	310594	13781	4.6%
植物原油かす	86708	96361	9653	11.1%
その他の窯業原料鉱物	38538	45608	7070	18.3%
液化石油ガス	127856	211547	83691	65.5%

屑・副産物の発生と投入を完全にゼロになるように調整することは困難であり、この結果においても鉄屑や非鉄金属屑、古紙などで調整しきれていない。これは、在庫品増減など最終需要の項目を調整対象としていないためである。9 品目で絶対値１%以上の影響を受けているが、520 品目の 2%程度にあたる。このように影響の及ぶ品目は限られるが、影響の程度が大きいことには留意が必要である。

(2)ABM との接合：米生産の耕作規模の拡大による影響

個々の生産者の行動変化による経済への影響測定の事例として米生産について試算した。2005 年から 2010 年の農業経営体の水稲耕地面積のパネル調査のトレンドにより 2030 年までの規模別耕地面積を推計すると、15ha 以上の規模の水稲耕作面積は 2005 年の 4.4%から 2030 年には 33.4%まで増加する。各品目の国内生産額への影響は、最大でも「農業サービス（獣医を除く）」の 362 百万円、0.06%の増加に留まった。米生産の耕作規模の変化が経済全体に及ぼす影響はごくわずかである。

(3)生産手段の変化：事業用電力の原子力から火力への切り替えによる影響

平成 17 年の事業用電力の原子力：火力：水力の国内生産額比率は 27:65:8 である。これを 0:92:8 としたところ、事業用電力(-1.1%)、建設補修(-1.4%)の国内生産額が 1000 億円以上減少し、核燃料等の投資も含めると減少率はさらに大きくなる。一方、国内生産額が 1000 億円以上増加したのはＢ重油・Ｃ重油(15.6%)である。輸入額は天然ガス(20.4%)、石炭(21.1%)、原油(3.0%)で 1000 億円以上増加した。

6.結論

経済産業省延長産業連関表では屑・副産物と成品を統合して公表している。これにより、屑・副産物の発生・投入を分離して推計した場合に比べて、国内生産額 100 億円超の品目に限っても 9 品目で 1%以上の誤差が生じ、液化石油ガスでは 66%の誤差が生じることが明らかになった。

ABM との接合の事例として、米の耕作規模変化による経済全体への波及効果を試算した。生産手段の変化の事例として、事業用原子力発電の生産を火力に切り替える推計を行ったところ、火力発電燃料の輸入増が確認される一方、事業用電力の国内生産額が 1.1%減少することが明らかとなった。

6.参考文献

[1]環太平洋産業連関分析学会編「産業連関ハンドブック」東洋経済新報社,2010

[2]宮沢健一編「産業連関分析入門<新版>」日本経済新聞社,2002