

## 第2章 中国におけるASF(アフリカ豚熱)の発生が世界の豚肉 及び大豆マーケットに及ぼす影響の計量シナリオ分析

上林 篤幸

### 1. はじめに

アフリカ豚熱(African Swine Fever。以後“ASF”と略。)とはアフリカ豚熱ウイルス感染による豚の熱性伝染病である。現在日本での発生例はないが、日本国外では、59か国・地域で確認され、サハラ砂漠以南のアフリカ、東ヨーロッパ、ロシアのほかアジアでも拡大している。ワクチンは実用化されておらず、対策としては摘発後の予防的と殺が最も一般的である。2018年8月には中国でも初めてASFの発生が確認され、大規模なと殺により豚肉の供給に甚大な影響が発生している。

豚の飼料の原料の主成分はトウモロコシなどの炭水化物を主成分とする穀物及び大豆などの油糧種子を圧搾し油脂成分を抽出した後に残るタンパク質を多く含有した油糧種子ミールである。中国ではトウモロコシはほぼ自給しているが、大豆の自給率は15%(2018年)と、その大部分をブラジル、米国などの大豆の大輸出国からの輸入に依存している。一方、中国の豚肉生産量の世界シェアは5割弱、そしてその飼料原料の主要成分である大豆輸入量の世界シェアは6割強を占めており、中国の豚肉及び大豆の需給は国内のみならず国際マーケットと密接に関係している。

中国はASF対策として大規模な豚のと殺を実施しているため、その飼養頭数は約3割減少したとの報道がなされている。これは中国国内で豚肉の供給不足と価格の急騰を引き起こすのみならず、いわば豚肉の製造原料である大豆の輸入量の激減をもたらすと見込まれる。そしてこれらのショックは国際マーケットの変動を通じ、現在主要農産物の大部分を輸入に依存している日本にも少なからず影響が発生するとみられる。

本稿では、中国におけるASF対策としての豚の大規模と殺が世界の豚肉及び大豆マーケットに今後発生すると考えられる影響を、新たに構築した部分均衡モデルを利用したシナリオ分析により、定量的に見通すことを目的としている。

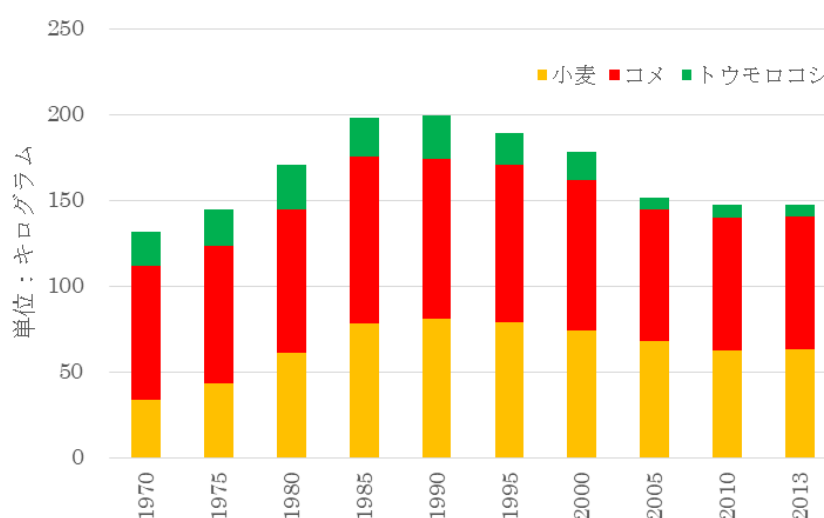
### 2. 中国の豚肉及び大豆需給の推移

#### (1) 経済成長と食生活の変化

中国でイノシシが豚に家畜化されたのは新石器時代にさかのぼると推察されている。以来、豚肉が重要なタンパク質供給源であった。伝統的に各家庭において残飯などによる小規

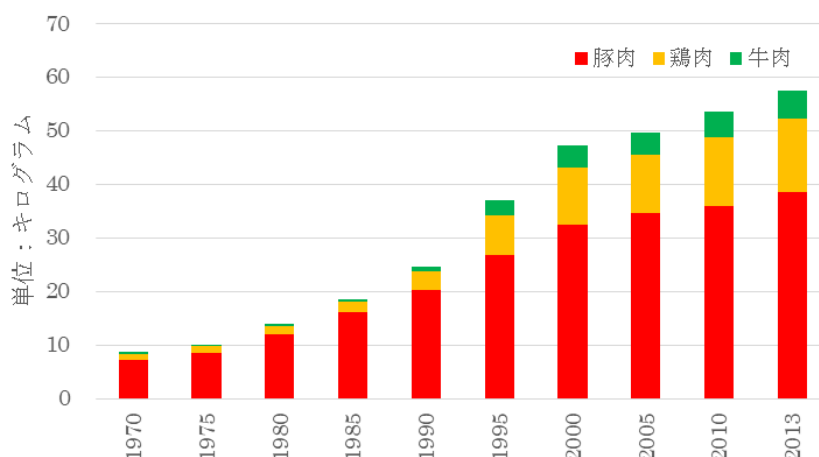
模な養豚が営まれてきた。中国の食生活をパターン化すると、主食としての穀物、副菜としての食肉、熟を通した野菜を材料に調理したものであり、広大な国土と人口を抱え、多種多様な地方料理が存在する中国において、豚肉は食肉の中でも最も重要である事に疑問の余地はない。

1949年の中華人民共和国の成立、文化大革命を経て1979年の「改革・開放」による市場経済体制への移行以来、中国経済は急速に近代化され成長を続けてきた。これに伴い生活条件が改善されるとともに、食生活も大幅に変化した。



第1図 一人当たり穀物消費量(食用)の推移

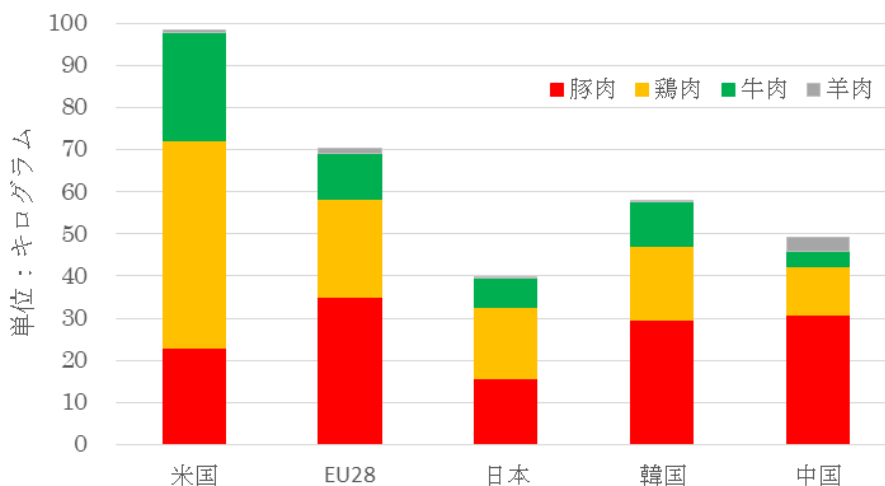
資料：FAO(2020)。



第2図 一人当たり食肉消費量の推移

資料：FAO(2020)。

第1図及び第2図は穀物及び食肉の一人当たり消費量の推移である。穀物の消費量は1990年頃を境に増加から減少に転じる一方、食肉の消費量は急速に増加を続けている。経済成長に伴う炭水化物の摂取量の減少と動物性タンパク質の摂取量の増加は、かつての高度成長期の日本のみならず全世界で普遍的に観察される。第1図及び第2図にみられるように、中国では豚肉が食肉の中で最も重要な位置を占めている。

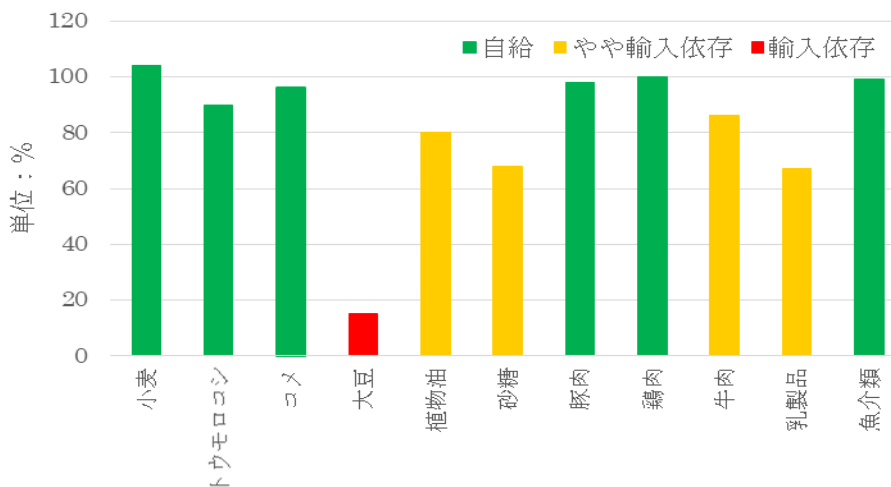


第3図 一人当たり食肉消費量の国際比較 (2016-18年平均)

資料：OECD-FAO(2019)。

第3図は最近の世界主要国における食肉の消費量水準を比較したものである。アジア諸国の中では、中国の一人当たり消費量はすでに日本を上回っている。

(2) 主要農産物の自給率



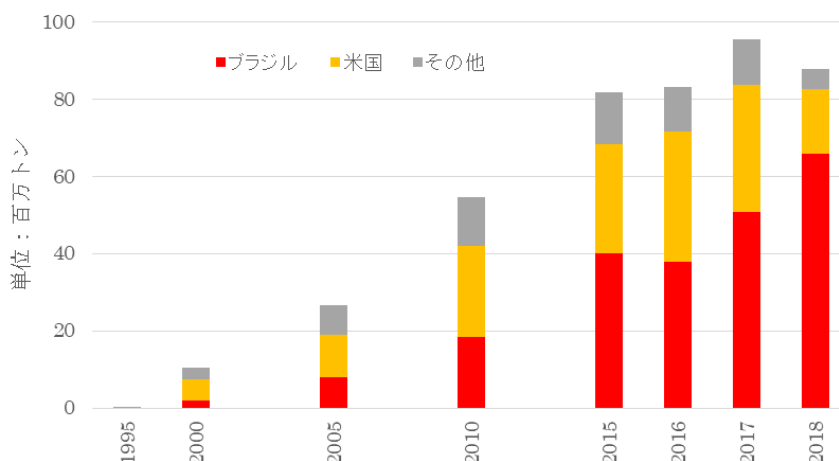
第4図 主要農産物の自給率 (2018年)

資料：中国農業農村部(2019)。

第4図は中国における主要農産物の自給率を表したものである。穀物及び食肉はほぼ自給している。一方、大豆の自給率は20%を下回っており、その国内消費量の大部分を輸入に依存している。この図における自給率は、食用、飼料用及び工業用消費量をすべて含めて計算している。大豆の大部分は直接食用ではなく圧搾用途として消費されており、圧搾して得た大豆油は食用及び食品製造用原料として消費され、残った搾りかすは大豆ミールとして家畜の飼料として消費される。配合飼料の原料構成は約70%がエネルギー源としての炭水化物を多く含有する穀物由来、約20%がタンパク源としての油糧種子ミールであり、中国は配合飼料中のエネルギー源としての穀物はトウモロコシなど国産原料を利用しているものの、タンパク源についてはその大部分を海外から輸入した大豆種子を圧搾して得た大豆ミールを利用している。さらに、国内消費量の20%弱を占める国産大豆は、豆腐など直接食用に供される食品製造原料に向けられていることから、飼料用大豆ミールの原料大豆はほぼ100%輸入に依存している。つまり、見かけ上豚肉はほぼ自給しているものの、飼料の輸入依存度を考慮すれば、実はそのタンパク質がほとんど海外由来の原料なので、豚肉の安定供給の確保のためには海外からの大豆の輸入が必須である。

### 3. 大豆の国際マーケットの構造と中国の輸入の現状

前節の議論の見る角度を変えると、ブラジルや米国などの主要大豆輸出国の輸出は大輸入国である中国の畜産物、特に豚肉の生産の動向に大きく依存しているとも言える。

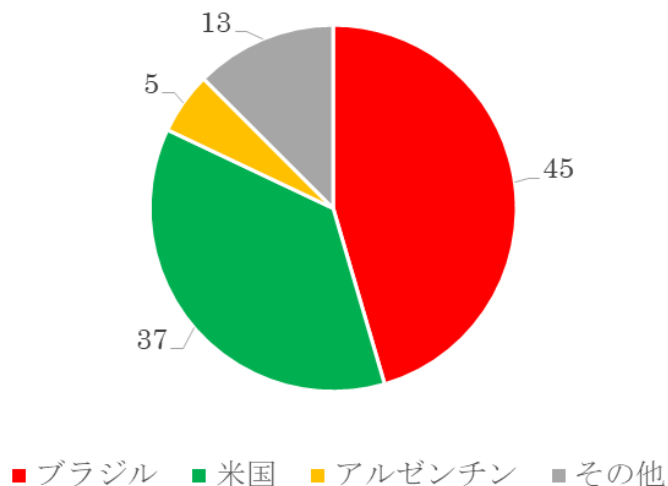


第5図 中国の大豆輸入量の推移

資料: Global Trade Atlas Database(2019)。

第5図は中国の大豆輸入量の推移をグラフ化したものである。その輸入量は、2018年には8,800万トンと、2000年の約8倍の水準に急増した。これは第2節でみた豚肉の生産量の増加が牽引したものである。

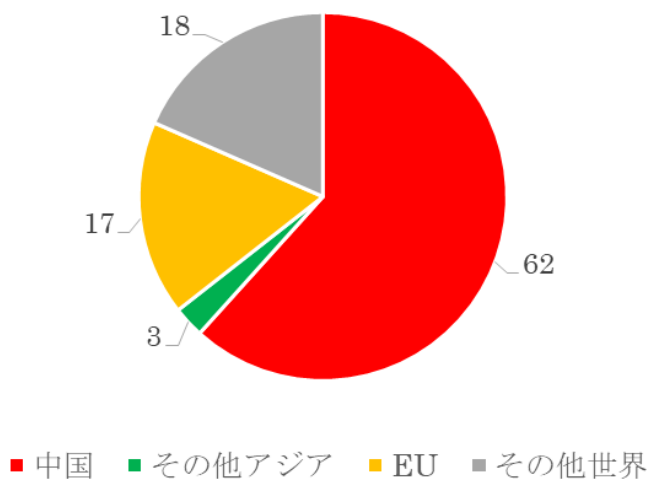
大豆の国際マーケットの特徴は、その輸出国及び輸入国のいずれもが主要国の寡占構造になっている事である。



第6図 世界の大豆輸出量シェア (%)

資料：OECD-FAO(2019)。

注. 2016-18年度の平均である。



第7図 世界の大豆輸入量シェア (%)

資料：OECD-FAO(2019)。

注. 2016-18年度の平均である。

第6図及び第7図は、大豆の国際マーケットにおける輸出国及び輸入国のシェアを示したものである。主要輸出国はブラジル及び米国であり、この2か国で全世界輸出量の8割

を占めている。主要輸入国は中国及びEUであり、この2か国で同じく全世界輸入量の8割を占めている。特に、中国は国際マーケットで取引される大豆の6割強を輸入する世界屈指の大輸入国となっている。

このように中国が今世紀初頭から急速に大豆の輸入を増加させた背景は、14億人の人口を抱える中国が急速な経済成長を背景に食生活が変化し、より多くの動物性タンパク質、すなわち豚肉を消費するようになった事に加え、貿易政策の改革も大きな要因として指摘できる。すなわち、2001年のWTO加盟である。

第1表 中国の穀物及び大豆に関するWTO譲許

品目	関税割当量 (万トン)	枠外(協定) 関税率 (%)	枠内関税率 (%)
小麦	964	65	1
トウモロコシ	720	65	1
コメ	532	51.7	1
大豆	設定せず	2.4	—

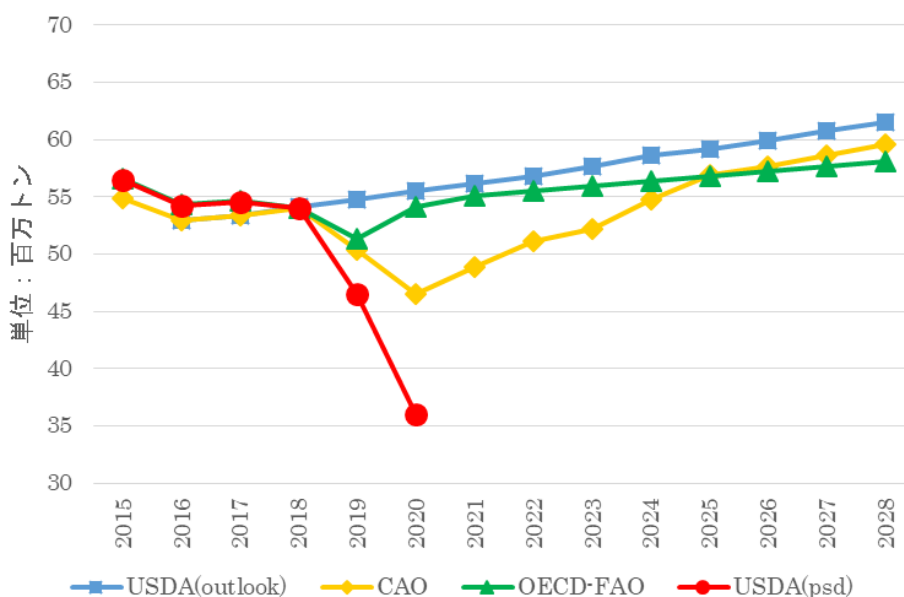
資料：WTO(2019), OECD-FAO(2019)。

第1表は中国の穀物及び大豆に対するWTO譲許をまとめたものである。小麦、トウモロコシ、コメとは異なり、大豆について関税割当枠は設定されておらず、2.4%の関税を払えば数量は無制限に輸入可能である。2001年の時点で中国政府は压榨用大豆を輸入に依存する決定をした。これは、国内で必要な生産量確保の困難性や主要輸出国の増産の可能性などを総合的に勘案して決定したものと推察される。

#### 4. ASF発生とその影響

2018年8月3日に中国で初のASF発生が確認され、その後全土に発生が拡散している。農林水産省によれば、2019年2月9日現在までに、22省、5自治区、4直轄市で164件の発生があった(農林水産省(2020))。

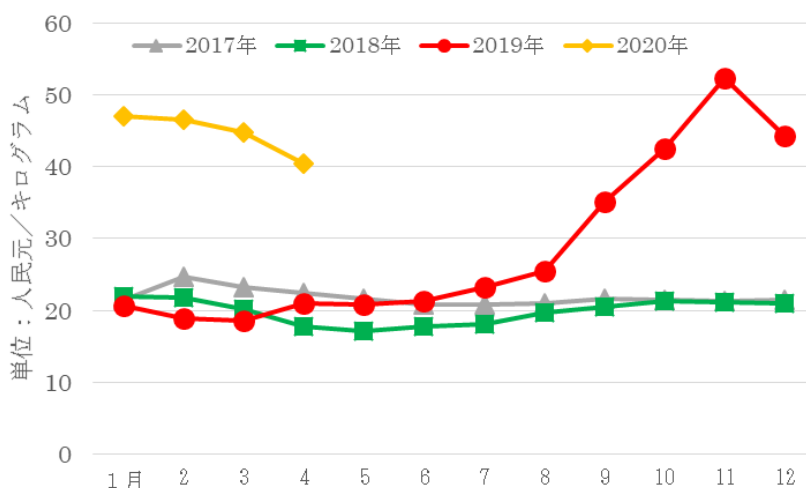
ASFへの対策としては、ワクチンなどの治療法がまだ開発されておらず、一旦感染すると豚はほぼ死に至ること、また伝染力が強力である事から、その対策としては、感染した豚を可能な限り迅速にと殺処分にする必要がある。2019年4月に公表された「中国農業見通し2019-2028」からその規模を推察すると、豚肉生産量が対2018年比で2019年は7%減、2020年は8%減となることから、飼養頭数の1割程度の減少を見積もっていると推察される。さらに、2019年11月15日付の日本経済新聞は、「国家統計局の発表では、同年9月時点で中国の豚の飼養頭数は約3億頭で、前年同月から約1億2千万頭減少した」と報じている。



第8図 豚肉生産量—各見通しの比較

- 注 (1) USDA(outlook) = 「USDA Agricultural Projections to 2028」 (2019年2月公表)。  
 (2) CAO = 「China Agricultural Outlook 2019-2028」 (4月公表)。  
 (3) OECD-FAO = 「OECD-FAO Agricultural Outlook 2019-2028」 (7月発表)。  
 (4) USDA(psd) = 「USDA ps&d database」 (2020年2月12日参照)。

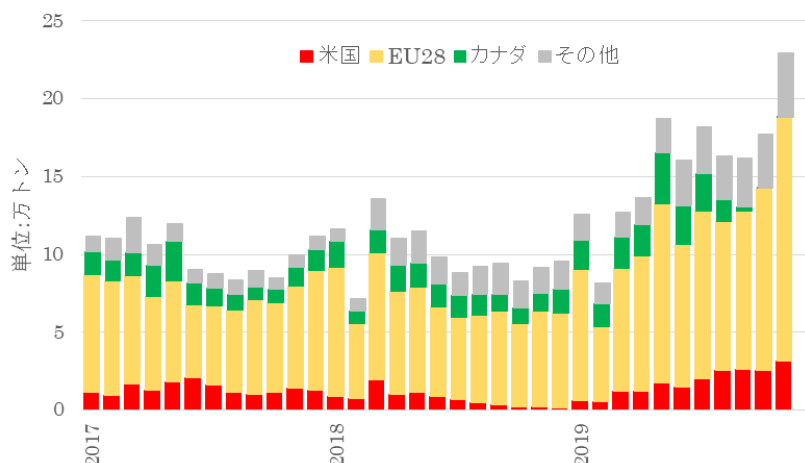
第8図は中国の豚肉生産量について、米国農務省 (USDA)、中国、OECD-FAO の見通し及び USDA の直近の推計を比較したものである。USDA の最新 (2020年2月) の推計では、豚肉生産量が対2018年比で2019年は14%減、2020年は33%減であり、昨年の中国政府自身による発表と比較して更に飼育頭数の減少が進展すると見込んでいる。



第9図 豚肉卸売価格の最近の推移

資料: 中国商務部(2020)。

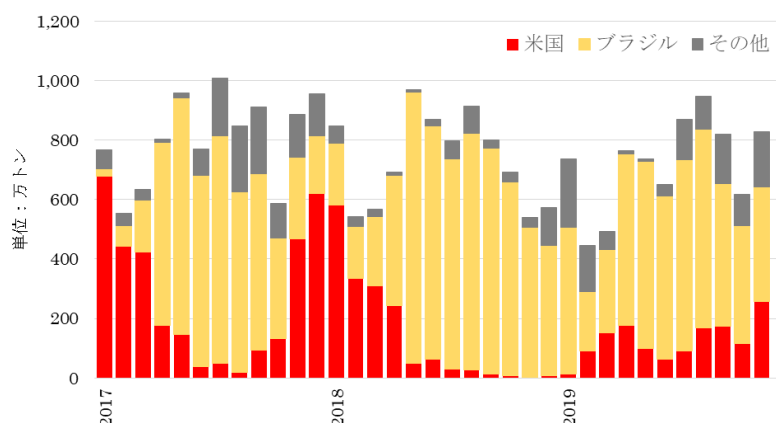
第9図は豚肉卸売価格の最近の推移である。ASFの発生後、豚肉の卸売価格は発生前の水準のおおよそ2倍以上の水準にまで急騰している。



第10図 豚肉の月別輸入量の推移

資料：Global Trade Atlas Database(2019)。

第10図は豚肉の輸入量の最近の推移である。EUからを中心に輸入量は急増している。しかし、国内生産量が約5,000万トンの水準のなかでの200万トン程度の輸入量では、国内のマーケットを冷やす効果は限定的であると考えられる。



第11図 大豆の月別輸入量の推移

資料：Global Trade Atlas Database(2019)。

第11図は大豆の輸入量の最近の推移である。豚肉の場合と異なり、2019年に入ってから輸入量に大幅な変化は見られない。その主な理由としては、ASFの発生という想定外の事件発生を受けての輸入契約のキャンセルなどの手続きには時間がかかる事が推察される。この結果、2020年には輸入量の大幅な減少が発生することが見込まれる。



## 5. 部分均衡モデルによるシナリオ分析—その目的と方法論—

### (1) 目的

本節以降は、部分均衡モデル<sup>(1)</sup>を構築し、それを利用して計量シナリオ分析を実施する。まず、この分析を実施するに当たり認識する必要があるのは、「見通し」と「予測」は違う、ということである。「予測」とは、例えば天気予報のように、将来を言い当てるのが目的である。それに対して「見通し」を実施する目的は、今後の変化の大まかな方向性を把握することであり、この計量シナリオ分析は、「見通し」に属する。「見通し」を実施するに当たっては、前提、すなわちシナリオを設定する必要がある。これらの前提とは、例えば、人口の増加率、経済成長速度、豊凶変動、各種マクロ及び農業政策、動物疾病等である。これらの前提の置き方及びその組み合わせにより、無数のシナリオを作成することが可能である。これらの中から、現時点で「最もありうべき」、すなわちベストと考える一つの前提シナリオから得られる見通し結果を「baseline」と呼ぶ。

これらの baseline 見通しは、今世紀初頭から、OECD-FAO や USDA, EU, 中国などの国際機関や主要国が毎年最新のデータと知見を元に作成・公表するようになった。各 baseline では、人口増加率、経済成長速度は国連人口推計や IMF の「World Economic Outlook」等が公表する最新の見通しを利用する。さらに、見通し期間中、豊凶変動や動物疾病は発生しないと考える。さらに、農業政策は、現状の政策の継続を想定している。通常、baseline は今後 10 年程度の主要農産物マーケットの見通しであり、複雑な相関関係にある品目間の整合性を担保するために、その作成に部分均衡モデルが利用される。しかし単にモデルを走らせて得た結果（以後、モデルを走らせることを“run”と表現する）ではなく、品目別専門家の評価を踏まえて調整が加えられる。baseline を作成する目的は、単に最新の情報の中で将来最も実現する可能性のあるマーケットの姿を示すのみならず、前提が様々な変化した場合の影響を評価するシナリオ分析の基準あるいは出発点を設定することである。

### (2) 方法論

baseline の前提シナリオは、いわば「平常」、別の言葉では「現状推移」と表現できるが、現実世界では、往々にして当初想定していなかったことが発生する。豊凶変動や動物疾病は自然科学的な前提シナリオの変化であり、経済成長の減速や農業政策の変更は社会科学的な前提シナリオの変化である。「想定外」の事態が発生した、あるいはする場合の影響評価を行うことは、政策担当者、企業、農業者が将来戦略を組み立てる上で必要である。

モデルを利用することにより、異なる前提の元で改めてモデルを走らせて得た結果（今後“scenario”）を baseline と比較しその乖離の程度を測定することにより、この「想定外」の事象の影響を定量的に評価することが可能になる。

この目的のために、評価を実施する者はまず baseline を完全に再現できるモデルを設計・構築し、次に分析の目的に応じた前提シナリオを用意する必要がある。なお、本モデルの設計に関する技術的詳細については本章末の【付論】を参照されたい。

## 6. シナリオの設定

将来の豚肉生産量の見通しについて二種類のシナリオを設定する。すなわち、当初は豚肉の生産量が大幅に減少するものの、新ワクチンの開発や有効な殺菌剤など各種の対策が成功し、豚肉生産量が急速に回復に向かう「楽観シナリオ」と、それとは対照的に、今後も有効なASF対策を講じられず豚肉生産量の回復スピードが遅い「悲観シナリオ」である。

これらのシナリオをモデル上に反映させるために、豚肉生産量方程式の変数であるshock-factor (asf\_chnpkqp) を第2表の値に設定する。初年度に生産量に3割減の下押し圧力を想定する。

第2表 ASFシナリオとshock-factorの設定

見通し年度	baseline	楽観シナリオ(*)	悲観シナリオ(**)
2019(発射)	1	0.7	0.7
20	1	0.7	0.7
21	1	0.7	0.7
22	1	0.7	0.7
23	1	0.75	0.7
24	1	0.8	0.7
25	1	0.85	0.7
26	1	0.9	0.7
27	1	0.95	0.7
2028(目標)	1	1	0.7

注(1) shock-factor とは、シナリオ中の豚肉生産量のbaseline値に対する比率である。

すなわち、両対数線形方程式  $\log(Y)=\log(X)+\log(\text{ASF})$  の場合、 $Y=X*\text{ASF}$ 。

(2) \* 見通し期間当初は生産量に3割減の下押し圧力がかかるが、その後2023年から徐々に回復する。

(3) \*\* 見通し期間を通じて常に生産量に3割減の下押し圧力がかかる。

## 7. シナリオ見通しの結果

### (1) 豚肉生産量の見通し

豚肉生産量の見通し結果を集計したものが第3表である。

第3表 豚肉生産量の見通し

	基準年 (2018) (百万トン)	目標年 (2028) (百万トン)	増減率 (%)	見通し期間通年での baselineからの 年平均生産量減少幅 (百万トン)	見通し期間通年での baselineからの 年平均生産量減少率 (%)
baseline	54.0	58.1	8	—	—
楽観シナリオ	同上	59.4	10	▲ 5.6	▲ 10
悲観シナリオ	同上	49.5	▲ 8	▲ 9.7	▲ 17

見通し基準年と目標年を比較すると、両シナリオとも当初は生産量が急減するものの、楽観シナリオでは急速に増加に転じ、見通し目標年には **baseline** と同等の水準（基準年比約10%増）に回復するが、悲観シナリオでは見通し目標年で **baseline** を8%下回ると見込まれる。

見通し期間中通年での **baseline** からの減少幅は、楽観シナリオでは年平均560万トンの減少であり、これを減少率に換算すると10%の減少とみられる。一方、悲観シナリオでは年平均970万トンの減少であり、これを減少率に換算すると17%の減少とみられ、悲観シナリオの生産量減少の度合いは楽観シナリオより深刻なものとなり、生産者への打撃は大きいと同時に消費者はより少量の豚肉の消費を強いられると見込まれる。

## （2）豚肉生産者価格の見通し

豚肉生産者価格の見通し結果を集計したものが第4表である。

第4表 豚肉生産者価格の見通し

	基準年 (2018) (元/キロ)	目標年 (2028) (元/キロ)	増減率 (%)	見通し期間通年での <b>baseline</b> からの 年平均価格上昇幅 (元/キロ)	見通し期間通年での <b>baseline</b> からの 年平均価格上昇率 (%)
<b>baseline</b>	13.4	17.5	31	—	—
楽観シナリオ	同上	17.0	27	4.9	29
悲観シナリオ	同上	25.1	87	8.3	49

見通し基準年と目標年を比較すると、両シナリオとも当初は生産量の急減の結果生産者価格が大きく上昇するものの、楽観シナリオでは急速に下落に転じ、見通し目標年には **baseline** とほぼ同等の水準（基準年比約30%増）の水準に落ち着くが、悲観シナリオでは見通し目標年で **baseline** の87%増と、生産者価格が高止まりすると見込まれる。

見通し期間中通年での **baseline** からの上昇幅は、楽観シナリオでは年平均4.9元/キログラムの上昇であり、これを上昇率に換算すると29%の上昇とみられる。一方、悲観シナリオでは年平均8.3元/キログラムの上昇であり、これを上昇率に換算すると49%の上昇とみられ、悲観シナリオでは豚肉生産量減少を反映して上昇した価格が継続すると見込まれる。価格の上昇は生産者にとっては所得増につながる好ましい影響であるが、消費者にとっては家計の圧迫要因となる。

## （3）大豆輸入量の見通し

大豆輸入量の見通し結果を集計したものが第5表である。

第5表 各シナリオの下での大豆輸入量減少の影響

年度	baseline	楽観シナリオ			悲観シナリオ		
	輸入量 百万トン (a)	輸入量 百万トン (b)	減少量 百万トン (c)=(b)-(a)	減少割合 (%) (d)=(c)/(a)	輸入量 百万トン (e)	減少量 百万トン (f)=(e)-(a)	減少割合 (%) (d)=(f)/(a)
2018	94.0	94.0	—	—	—	—	—
2019	97.6	97.6	0.0	0.0	97.6	0.0	0
2020	100.0	55.9	▲ 44.1	▲ 44	64.0	▲ 36.1	▲ 36
2021	102.3	55.2	▲ 47.1	▲ 46	57.6	▲ 44.6	▲ 44
2022	105.6	63.2	▲ 42.4	▲ 40	60.1	▲ 45.5	▲ 43
2023	110.0	74.4	▲ 35.6	▲ 32	65.8	▲ 44.3	▲ 40
2024	113.6	84.9	▲ 28.7	▲ 25	70.7	▲ 42.9	▲ 38
2025	116.8	94.9	▲ 21.8	▲ 19	75.2	▲ 41.6	▲ 36
2026	119.7	104.8	▲ 14.9	▲ 12	79.4	▲ 40.2	▲ 34
2027	122.8	114.8	▲ 8.0	▲ 7	83.9	▲ 38.9	▲ 32
2028	126.1	125.0	▲ 1.1	▲ 1	88.6	▲ 37.5	▲ 30
見通し期間累計	1,114.5	870.7	▲ 243.8	▲ 22	742.9	▲ 371.6	▲ 33
各年度平均	111.4	87.1	▲ 24.4	▲ 22	74.3	▲ 37.2	▲ 33

楽観シナリオの見通し結果を baseline と比較すると、見通し期間中の年平均減少量は 2,440 万トン、22%となる。悲観シナリオでは各 3,720 万トン、33%となる。2016-18 年平均の全世界輸入量合計 1 億 5,100 万トン、あるいはブラジルの輸出量 6,800 万トンと比較すれば、ASF による中国の輸入量の減少は、いずれのシナリオの下でも大豆の国際マーケットに甚大な影響を及ぼすと見込まれる。

## 8. まとめ

以上の計量シナリオ分析により、ASF を原因とする中国国内の豚の大規模と殺がもたらす今後のマーケットの不安定化、すなわち豚肉生産量、消費量及び価格の乱高下と、同国の大豆輸入量の減少程度の定量的な見通しを行った。その結果、特に同国の大豆輸入量については、今後急速に中国の養豚産業が回復するにせよ、あるいは停滞するにせよ、大きく減少するとの見通し結果を得た。

本研究ではモデル中で特定していないが、いくつかの重要な波及効果が考えられる。すなわち、中国の豚肉価格の上昇による他の食肉への消費の代替、豚肉を中心とする食肉の製品輸入の増加とそれがもたらす食肉の国際価格の上昇、中国における飼料需要の消失による大豆の輸入量の激減と国際価格の下落、それから裨益する全世界の畜産農家や搾油産業のコスト削減、中国における大豆圧搾量の減少による大豆油生産量の減少、植物油の国内価格の上昇と製品輸入の増加、植物油の国際価格の上昇による日本の食品産業や消費者の負担増など、様々な重要な波及効果の発生が考えられる。

今後の本研究の課題は、これらの広汎に波及していく影響を、可能な限り分析・評価することであり、この目的に沿ったモデルの拡張が一つの有効な方法となるだろう。

注 (1)部分均衡モデルとは、一つの経済セクター(本稿では食料・農業セクター)だけを取り出し、そのマーケットに直接関係ないマクロ経済等の諸条件を所与として、各品目につき需要が供給に一致する均衡点が決定されるように

設計された経済モデルである。これに対して一般均衡モデルとは、人々の嗜好、生産技術、資源の量、法・経済制度等を外的条件として一定とするが、様々な経済セクターの相互関係を考慮して社会全体の均衡点が決定されるように設計された経済モデルである。

## [引用文献]

農林水産省 (2020) 「ASF (アフリカ豚熱) について」,

<https://www.maff.go.jp/j/syouan/douei/asf.html> (2020年2月12日参照) .

『日本経済新聞』2019年11月15日付, 朝刊.

中国農業農村部 (2019) China Agricultural Outlook 2019-2028.

中国商務部 (2020) ,

<http://cif.mofcom.gov.cn/cif/html/dataCenter/index.html?jgnfcprd> (2020年3月17日参照) .

FAO(2020)FAOSTAT Food Balance Sheet Database,

<http://www.fao.org/faostat/en/#data/FBSH>

(accessed on March 17,2020).

Global Trade Atlas Database(2019),

<https://my.ihs.com/Connect?callingUrl=https%3a%2f%2fconnect.ihs.com%2f>

(accessed on December 24,2019).

OECD-FAO (2019) OECD-FAO Agricultural Outlook 2019-2028.

USDA(2019)USDA Agricultural Projections to 2028.

USDA(2020)PS&D Database,

<https://apps.fas.usda.gov/psdonline/app/index.html#/app/advQuery>

(accessed on February 12, 2020).

WTO(2019)The Agricultural Committee,

[https://www.wto.org/english/tratop\\_e/agric\\_e/ag\\_work\\_e.htm#more](https://www.wto.org/english/tratop_e/agric_e/ag_work_e.htm#more)

(accessed on December 24, 2019).

## [付論]

### 計量シナリオ分析のための部分均衡モデルの構築及び見通し結果 －(技術的な詳細に関するノート)－

#### 付論1. モデル分析の概要

まず、すべてのモデルは人工衛星の発射軌道と似ており、見通し当初と前半は不安定であり、次第に軌道が安定する。この run 直後のショックを和らげるとともに、baseline に品目別専門家の見通しを反映させるため、各方程式に誤差項(以後、"add-factor")を加え、専門家が想定する需給バランス及び価格の見通しを baseline モデルの run で正確に再現する必要がある。もちろん、add-factor の値が小さければ小さいほど各方程式の精度は高まるが、現実の問題として add-factor を除去することは不可能である。モデルが生み出すナマの結果を baseline に一致させるために、add-factor を適切に設定することは必要不可欠である。

baseline をモデル上で完全に再現できることが確認できたら、次に、想定する scenario に応じ、モデルに入力するための baseline とは異なる前提を設定する。一つの例として、関税の段階的撤廃シナリオを分析するためには、モデル中の関税率変数(baseline では現状水準が維持される)を段階的に引き下げ、改めてモデルに入力したのちモデルを run し、その結果を baseline と比較することにより、定量的評価が可能となる。

#### 付論2. ASF 影響分析のための baseline モデルの作成手順

- ① 各方程式を設計し、その定数項とパラメータ(弾性値)を回帰分析により求める。
- ② calibration を実施する。すなわち、目標としているデータ値を再現するよう、上記の各方程式の add-factor (res\_\*) の再計算を行う。なお、回帰分析を行う際は、あらかじめすべての add-factor に 1 (すなわち、 $\log(\text{res}_*) = 0$ ) を入力しておく。
- ③ 上記により再計算された add-factor を baseline モデルに設定し、見通し期間の基準年から目標年までのシミュレーションを実施する。
- ④ シミュレーションの結果が、目標としている内生変数(付論注 1)の値を完全に再現していることを確認する。
- ⑤ なお、baseline は、既に国際機関や各国で公表されているいずれも設定することが可能であるが、ここでは本稿作成時点で最新の「OECD-FAO Agricultural Outlook 2019-2028」(2019年7月公表)を利用する。

### 付論3. ASF 影響分析モデルの設計

#### (1) baseline モデル

baseline モデルとして中国の豚肉マーケットを主 module<sup>(付論注2)</sup>とし、大豆輸入量をサブ module として連結したモデルを構築した。これにより、中国の豚肉マーケットの変動、特に豚肉生産量の変動がその飼料原料である大豆の輸入量にもたらす影響の定量的な計測が可能になる。

【豚肉マーケット module】方程式は両対数線形。log()は自然対数。

(豚肉消費量方程式)

$$\log(\text{chnpkqc}) = \text{chnpkqc}\%con + \log(\text{chnmepop}) + (0.4406^*) \times \log(\text{chnmegdpi}/\text{chnmepop}) + (\blacktriangle 0.5) \times \log(\text{chnpkpp}/\text{chnmecpi}) + \log(\text{res\_chnpkqc})$$

(変数等の説明)

chnpkqc : 豚肉消費量, chnpkqc%con : 定数項, chnmepop : 人口,

chnmegdpi : 名目 GDP 指数, chnpkpp : 豚肉生産者価格,

chnmecpi : CPI (消費者物価指数), res\_chnpkqc : 誤差項 (add-factor),

\* : (係数計測期間(1995-2018), 自由度調整済決定係数 (R<sup>2</sup>) = 0.75901, t 値=13.7821)

(豚肉生産量方程式)

$$\log(\text{chnpkqp}) = \text{chnpkqp}\%con + (0.45) \times \log((\text{chnpkpp}(-1)/\text{chnmegdpd}(-1))) + (\blacktriangle 0.1) \times \log(\text{wldsbxp}(-1)/\text{chnmexr}(-1)) + \log(\text{res\_chnpkqp}) + \log(\text{asf\_chnpkqp})$$

(変数の説明)

chnpkqp : 豚肉生産量, chnpkqp%con : 定数項, chnpkpp(-1) : 前年の豚肉生産者価格,

chnmegdpd(-1) : 前年の GDP デフレーター指数, wldsbxp(-1) : 前年の大豆国際価格,

chnmexr(-1) : 前年の人民元為替レート, res\_chnpkqp : 誤差項 (add-factor),

asf\_chnpkqp : ASF シナリオ用の shock-factor

(需給均衡方程式)

$$\text{chnpkpp} = \text{chnpkpp} + (\text{chnpkqp} + \text{chnpkim} - \text{chnpkex} - \text{chnpkqc} - \text{chnpkst} + \text{chnpkst}(-1))$$

(変数の説明)

chnpkim : 豚肉輸入量, chnpkex : 豚肉輸出量, chnpkst : 豚肉期末在庫量

【大豆輸入量 module】方程式は線形。

(大豆輸入量)

$$\text{chnsbim} = \blacktriangle 121,859.95) + (4.21314^{**}) \times \text{chnpkqp}(-1) + \text{res\_chnsbim}$$

(変数等の説明)

chnsbim : 大豆輸入量, chnpkqp(-1) : 前年の豚肉生産量,

res\_chnsbim : 誤差項 (add-factor)

\*\* : (係数計測期間 (2005-2018), 自由度調整済決定係数 ( $R^2$ ) =0.81307,

t 値=7.58590)

豚肉 module では、豚肉消費量と生産量が両方程式により決定され、需給均衡が成立する点で均衡価格、すなわち chnpkqp が決定される。

## (2) ASF シナリオの設定

付論第1表 ASF シナリオと shock-factor の設定 (本文第2表を再掲)

見通し年度	baseline	楽観シナリオ(*)	悲観シナリオ(**)
2019(発射)	1	0.7	0.7
20	1	0.7	0.7
21	1	0.7	0.7
22	1	0.7	0.7
23	1	0.75	0.7
24	1	0.8	0.7
25	1	0.85	0.7
26	1	0.9	0.7
27	1	0.95	0.7
2028(目標)	1	1	0.7

注 (1) shock-factor を使用することにより、生産量にショックを加えることができる。

すなわち、両対数線形方程式  $\log(Y)=\log(X)+\log(\text{ASF})$  の場合、 $Y=X*\text{ASF}$ 。

(2) \* 見通し期間当初は生産量に3割減の下押し圧力がかかるが、その後2023年から徐々に回復する。

(3) \*\* 見通し期間を通じて常に生産量に3割減の下押し圧力がかかる。

## 付論4. シナリオ見通しの結果

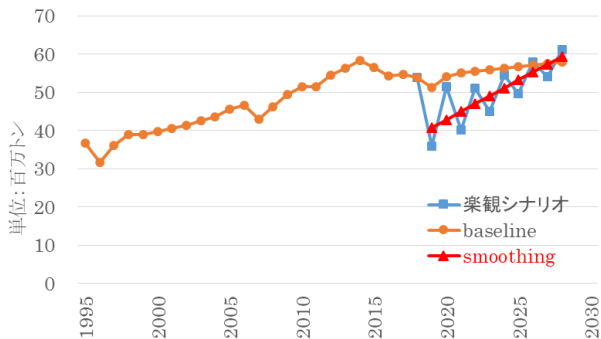
### (1) 豚肉生産量の見通し

両シナリオに応じ shock-factor の値をモデル中に入力後 run を実施し、以下の結果を得た。付論第1図は楽観シナリオ、付論第2図は悲観シナリオの下での豚肉生産量の見通しをグラフ化したものである。

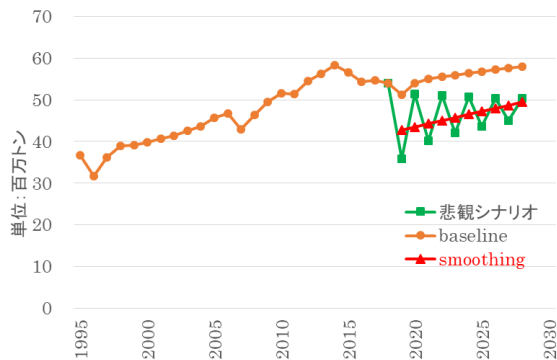
ここで読者の注意を喚起したいのは、両シナリオ中の「smoothing」(なだらか化)である。モデルの結果は「蜘蛛の巣理論 (pig cycle)」(付論注3)を反映し、毎年激しい変動を繰り返す。しかし現実のマーケットにおいてはこの変動幅はある程度なだらかなものとなるとみられる。なぜなら、このモデルでは捨象している他の食肉(牛肉、鶏肉、羊肉)への需要の代替、豚肉の製品輸入の進展(本文第10図参照)、小規模家族養豚のマーケットからの退出及び大規模企業的養豚経営者の強気的意思決定などがこれらの生産量及び価格振動を吸



収し、マーケットの乱高下の程度を弱めると考えられる。このため、豚肉マーケット（生産量及び価格）の見通しについて、OLS（最小二乗法）（付論注4）により「smoothing」を実施した。



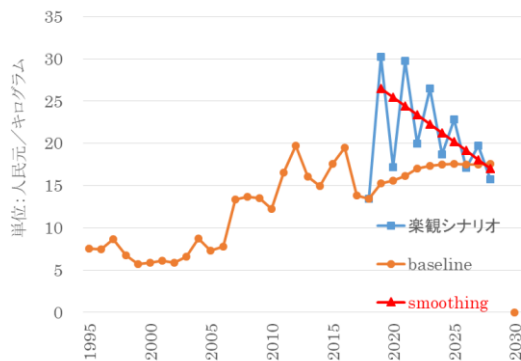
付論第1図 楽観シナリオにおける中国の豚肉生産量の見通し



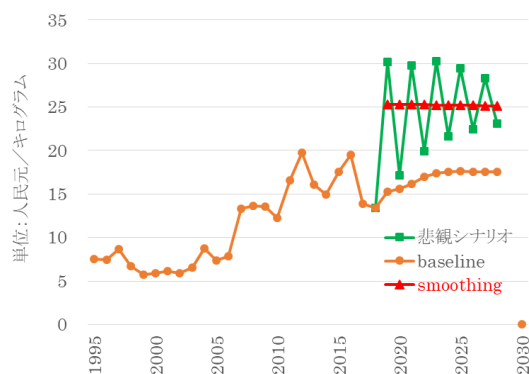
付論第2図 悲観シナリオにおける中国の豚肉生産量の見通し

(2) 豚肉価格の見通し

付論第3図は楽観シナリオ、付論第4図は悲観シナリオの下での豚肉生産者価格の見通しをグラフ化したものである。



付論第3図 楽観シナリオにおける中国の豚肉生産者価格の見通し

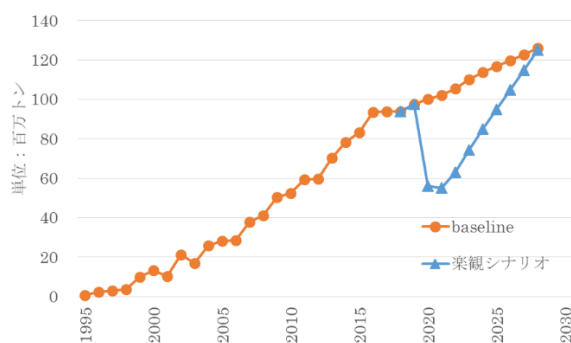


付論第4図 悲観シナリオにおける中国の豚肉生産者価格の見通し

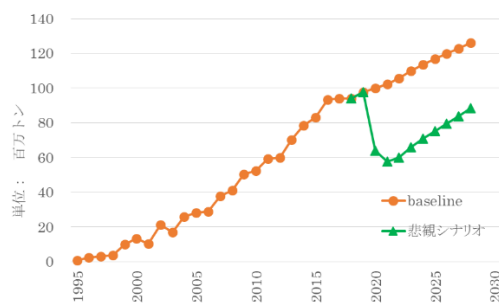
### (3) 大豆輸入量の見通し

smoothing後の豚肉生産量を説明変数としてrunを実施し、下記の結果を得た。

付論第5図は楽観シナリオ、付論第6図は悲観シナリオの下での中国の大豆輸入量の見通しをグラフ化したものである。



付論第5図 楽観シナリオにおける中国の大豆輸入量の見通し



付論第6図 悲観シナリオにおける中国の大豆輸入量の見通し

(以上の付論4の結果分析については本文第7節を参照されたい)

## [付論中の注]

(付論注 1)内生変数とは、モデルの方程式体系の内部で値が決まる変数である。これに対して外生変数とは、マクロ経済指標など、体系外から与件として与えられ、モデル中で値が変化しない変数である。

なお、モデルが解を得るためには、方程式の数と内生変数の数が一致する必要がある。

(付論注 2)module とは、国あるいは品目を切り口として構築された全体モデルの一部である。これらを「組み立てユニット」として連結することにより全体モデルが完成する。

(付論注 3)「蜘蛛の巣理論 (pig cycle)」とは、マーケットが均衡に至るまでの調整過程に関する仮説の一つである。

生産期間が長いために価格の変化に対して生産量が速やかに反応しえない財 (例: 耕種作物, 畜産物) に対し、需要者の反応と供給者の反応に時間的なラグがあることが原因で価格や生産量が循環的変動をするというものである。グラフ上で需要曲線と供給曲線を用いてこの変動過程を図示すると蜘蛛の巣状に見えるのでこう呼ばれる。

(付論注 4)OLS (最小二乗法) とは、誤差を伴う測定値の処理においてその誤差の二乗の和を最小にすることで最も確からしい関係式を求める方法である。