

付注

Trade White Paper

付注 2-1-1¹ スカイラインチャートについて

スカイライン分析は、産業連関表の創始者であるW.レオンチェフが、経済発展の構造を分析するために開発した分析手法の一種である。スカイラインチャートでは、一国の産業構造及び貿易構造が地平線を模した1枚の図として表され、自国内の需要を満たすために国内でどの程度の生産が行われ、貿易が行われているかについて、部門別の概観を観察することができる。スカイラインチャートは、以下のような、均衡産出高モデルを基礎として導出される²。

$$\mathbf{X} = (\mathbf{I} - \mathbf{A})^{-1}(\mathbf{D} + \mathbf{E} - \mathbf{M}) \quad (1)$$

\mathbf{X} 、 \mathbf{D} 、 \mathbf{E} 、 \mathbf{M} は、それぞれ以下のように表されるベクトルである。

$$\mathbf{X} = \begin{bmatrix} X_1 \\ \vdots \\ X_n \end{bmatrix}, \quad \mathbf{D} = \begin{bmatrix} D_1 \\ \vdots \\ D_n \end{bmatrix}, \quad \mathbf{E} = \begin{bmatrix} E_1 \\ \vdots \\ E_n \end{bmatrix}, \quad \mathbf{M} = \begin{bmatrix} M_1 \\ \vdots \\ M_n \end{bmatrix}$$

X_i は*i*部門の国内生産額を、 D_i は*i*部門の国内最終需要額を、 E_i は*i*部門の輸出額を、 M_i は*i*部門の輸入額を表すベクトルである。また \mathbf{A} は、以下のように表される投入係数行列である。

$$\mathbf{A} = \begin{bmatrix} a_{11} & \dots & a_{1j} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{i1} & \dots & a_{im} \end{bmatrix}$$

ただし投入係数 $a_{ij} = \frac{x_{ij}}{X_j}$ であり、 x_{ij} は、*j*部門の生産に投入される中間財*i*財の投入金額である。

(1)式のモデルでは、輸入を外生変数として扱っているため、外生変数として国内最終需要額、輸出額、輸入額が与えられたもとの、それを満たすための国内生産額が内生的に決定されることになる。

(1)式より、国内生産額は、以下のように、国内最終需要を満たすために必要な生産分 \mathbf{X}_D と、輸出を満たすために必要な生産分 \mathbf{X}_E 、及び自国内の技術構造を前提としながら輸入分と同量の生産を行うために必要な生産分 \mathbf{X}_M の3要因に分解することができる。

$$\mathbf{X} = (\mathbf{I} - \mathbf{A})^{-1}\mathbf{D} + (\mathbf{I} - \mathbf{A})^{-1}\mathbf{E} - (\mathbf{I} - \mathbf{A})^{-1}\mathbf{M} = \mathbf{X}_D + \mathbf{X}_E - \mathbf{X}_M \quad (2)$$

なお、今回の分析では、東アジア地域内からの輸入によって、どの程度国内最終需要が満たされているかという点にも主眼をおいたことから、輸入分を東アジア地域からの輸入分 M_A とその他世界からの輸入分 M_R に分割した。

$$\begin{aligned} \mathbf{X} &= (\mathbf{I} - \mathbf{A})^{-1}\mathbf{D} + (\mathbf{I} - \mathbf{A})^{-1}\mathbf{E} - (\mathbf{I} - \mathbf{A})^{-1}\mathbf{M}_A - (\mathbf{I} - \mathbf{A})^{-1}\mathbf{M}_R \\ &= \mathbf{X}_D + \mathbf{X}_E - \mathbf{X}_{M_A} - \mathbf{X}_{M_R} \end{aligned} \quad (2)'$$

さらにこれを、以下のように \mathbf{X}_D について解けば、国内最終需要を満たすために必要な生産分 \mathbf{X}_D は、以下のような4要因の集計量として表されることになる。

$$\mathbf{X}_D = \mathbf{X} + \mathbf{X}_{M_A} + \mathbf{X}_{M_R} - \mathbf{X}_E \quad (3)$$

(3)式は、以下のようにも表される。

$$X_{D_i} = X_i + X_{M_{A_i}} + X_{M_{R_i}} - X_{E_i} \quad (i = 1 \dots n) \quad (4)$$

1 宮川(2003)を参照している。

2 今回の分析には「アジア国際産業連関表」を用いている。アジア国際産業連関表は非競争輸入型で作成されていることから、競争輸入型に変換してスカイラインチャート分析を行っている。

(4) 式の両辺を X_{D_i} で割ることによって、以下の式を導出することができる。

$$1 = \frac{X_i}{X_{D_i}} + \frac{X_{M_{A_i}}}{X_{D_i}} + \frac{X_{M_{R_i}}}{X_{D_i}} - \frac{X_{E_i}}{X_{D_i}} = \theta_i + \theta_{M_{A_i}} + \theta_{M_{R_i}} - \theta_{E_i} \quad (5)$$

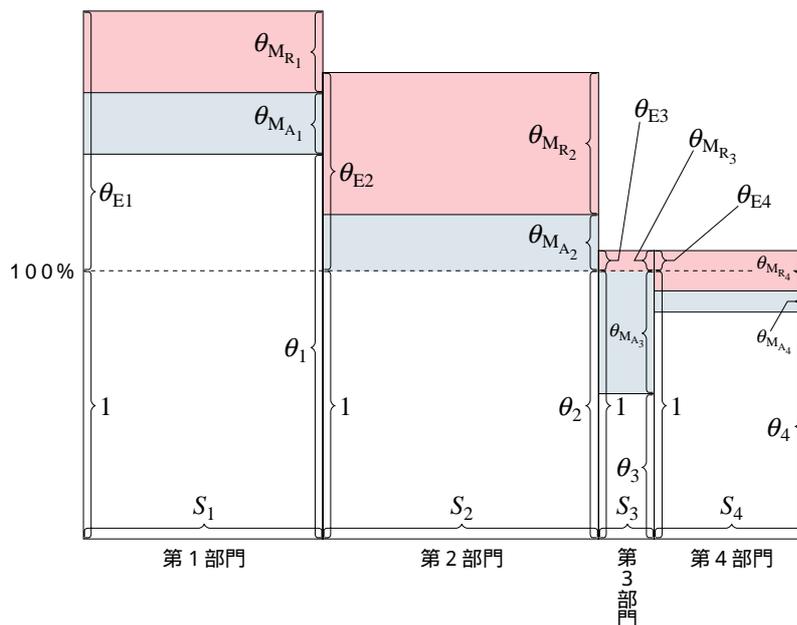
(5) 式より、もしも国内需要を満たすために必要な生産量以上の生産が国内で行われていた場合には、 $\theta_i > 1$ となり、自給率が100%を上回っていることになる。この場合、 $\theta_{M_{A_i}} + \theta_{M_{R_i}} < \theta_{E_i}$ である。逆に、国内の生産が国内需要を満たすのに十分でない場合には、 $\theta_i < 1$ となり、この場合、 $\theta_{M_{A_i}} + \theta_{M_{R_i}} > \theta_{E_i}$ となる。(5) 式は、部門ごとに成立する恒等式であり、これによって部門別の国内生産構造・貿易構造を明らかにすることが可能となる。

一国全体の産業構造を明らかにするためには、このような部門別の生産・貿易の構造と同時に、各部門の生産規模あるいは需要規模の比較が必要である。これは例えば、ある国においては農業部門の生産額が製造業部門に比較して大きい、他の国においては製造業部門の方が大きい、といったような産業別の生産規模に関する観察事実を分析に取り込むことを意味している。各産業部門の規模に関して比較分析を行うことは、経済発展の段階を比較し、産業構造の現状を把握する場合に極めて重要な要素となる。このことは、経済の発展に伴って全産業の生産に占める第1次産業部門の生産割合が低下する、という経験的な法則を考えても明らかであろう。(5) 式で表される部門別の各要因は、 X_{D_i} によって基準化されており、各部門の生産規模あるいは需要規模を反映した結果とはなっていない。部門別の生産構造・貿易構造と同時に、上述のような産業部門別の規模に関して分析を行うためには、(5) 式に加えて、部門別の生産規模あるいは需要規模を表す情報を取り入れて分析を行う必要がある。そこでスカイラインチャートでは、全部門の生産額合計に占める各部門の生産額の割合を以下のように定義し、これを用いて図を作成することになる。

$$S_i = \frac{X_i}{\sum_j X_j} \quad (6)$$

図は、4部門モデルの数値例に基づいて、スカイラインチャートを描いたものである。

付図2-1-1 スカイラインチャートの数値例



(資料) 経済産業省作成。

棒のそれぞれが、部門に対応している。スカイラインチャートでは、棒の横幅が(6)式で表される各部門の生産額シェア S_j に対応している。この例のケースでは、第2部門が最も広く、次いで第1部門、第4部門の順になっている。

また棒の高さは、図中にも示されている通り、(5)式の各要因に対応している。第3部門においては、棒の灰色部分の下端が自給率100%ラインを下回っていることから、国内生産だけでは国内需要を満たすことができず、国内需要の一部を輸入によってまかなっていることが明らかとなる。これに対して第1部門は、灰色部分の下端が自給率100%ラインを上回っているため、国内生産のみによって国内需要を完全に満たすことができるが、同時に輸入(灰色及び桃色部分)も行っているため、その輸入量を上回る輸出が行われていることがわかる。第4部門では、灰色部分の下端が自給率100%ラインの近傍にあり、また灰色及び桃色部分自体の幅も小さいことから、貿易がほとんど行われておらず、国内需要のほとんどを国内の生産でまかなっているような産業部門であることが明らかとなる。このような部門としては、一般的に、非貿易財であるようなサービス業等を挙げることができる。

レオンチェフによれば、発展段階の異なる国の分析事例として、イスラエル、米国、エジプト、ペルーの4か国についてのスカイラインチャートが作成されている³。その結果、

- ・最も発展段階が高いと思われる米国においては、描かれたスカイライン(図における灰色部分の下端をつないだ線)がほとんどすべての部門で自給率100%ラインを超えている。
- ・米国以外の国では、多くの部門においてスカイラインが自給率100%ラインを下回っている一方で、数種類の農産品、鉱物部門では、大きく自給率100%ラインを上回っている。

といった観察事実が明らかにされている。これらの結果は、発展の初期段階においては、自国内の需要の多くを輸入に頼っており、それらの輸入を、一部部門の大量輸出でカバーするような産業構造が形成されているが、経済の発展に伴って、自国内の需要をすべて満たすことができるような産業構造が国内に形成されていくことを示唆するものである。また、産業部門ごとの生産額シェアを比較した結果としては、農業及び食料品部門の比率が米国15%、イスラエル24%、エジプト36%、ペルー40%となっており、経済の発展に伴って、これら農業及び食料品部門のシェアが低下していくことが示されている。

このように、各国のスカイラインチャートを比較することは、各国の産業構造・貿易構造の実態を明らかにするだけでなく、各国経済の発展段階を比較するという意味も持っている。

また、加工貿易部分の推計は宮川(2005)の手法による。以下にその手法を引用する。

スカイラインチャートで輸入分を表す X_M は、実際の輸入に加えて、その輸入品を自国で生産した場合に必要なすべての中間財の生産額合計として計算されることになるため(7)式のようになる。

$$X_M = (I - A)^{-1} M \quad (7)$$

現実の輸入ベクトル M は次式のように表せる。

$$M = \hat{M}(AX + D) \quad (8)$$

\hat{M} は、輸入係数 m_i を対角に持つ輸入係数行列である。

$$\hat{M} = \begin{bmatrix} m_1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & m_2 & \ddots & \vdots \\ \vdots & \ddots & \ddots & 0 \\ 0 & \dots & 0 & m_n \end{bmatrix}$$

ただし、輸入係数 m_i は、国内需要に対して輸入が占める割合、 $m_i = \frac{M_i}{\sum_j a_{ij} X_j + D_i}$ である。また、生産額ベクトル X は、(9)式のように表すことができる。

3 新飯田(1969)。

$$X = \{I - (I - \hat{M})A\} \{ (I - \hat{M})D + E \} \quad (9)$$

ここで、(9) 式を (8) 式に代入すれば、以下を得ることができる。

$$M = \{ \hat{M}AB_d(I - \hat{M}) + \hat{M} \} D + \hat{M}AB_dE \quad (10)$$

ただし、 $B_d = \{I - (I - \hat{M})A\}^{-1}$ である。

(10) 式右辺第 1 項は、国内最終需要によって直接的に誘発される輸入分 $\hat{M}D$ と、国内最終需要によって誘発される国内生産分 $B_d(I - \hat{M})D$ の生産に使用される輸入中間財を表す $\hat{M}AB_d(I - \hat{M})D$ に分割することができる。また右辺第 2 項の $\hat{M}AB_dE$ は、輸出によって誘発される国内生産分 B_dE の生産に必要な輸入中間財を表している。(10) 式によって、各部門の輸入は、国内需要によって誘発される部分(右辺第 1 項)と、輸出によって誘発される部分(右辺第 2 項)に分割される。

さらに(10) 式を (7) 式に代入すれば、以下が得られる。ただし、 $B = (I - A)^{-1}$ である。

$$\begin{aligned} X_M &= BM \\ &= B\{ \hat{M}AB_d(I - \hat{M}) + \hat{M} \} D + B\hat{M}AB_dE \quad (11) \\ &= X_M^* + X_{ME} \end{aligned}$$

(11) 式の右辺第 1 項は、国内の需要によって誘発される輸入財を国内で生産した場合に必要な各部門の総生産額であり、右辺第 2 項は、輸出によって誘発される輸入財を国内で生産した場合に必要な総生産額である。従来の方法における X_M は、すべての輸入財を代替的に国内で生産した場合の全生産分を表していたが、(11) 式は、それを国内需要によって誘発された輸入分(X_M^* と表す)と、輸出によって誘発された輸入分(X_{ME} と表す)に分割したものであると解釈することができる。これによって、「 X_M の中に国内需要分と輸出需要分が混在している」という問題に対して、両者を区別して計算することが可能となる。

同様問題は、輸出分を表す X_E についても発生している。 X_E は以下のように計算されるものである。

$$X_E = (I - A)^{-1}E \quad (12)$$

(12) 式で計算される X_E には、輸出によって誘発される国内の生産だけでなく、輸出財の生産に使用される輸入中間財を国内で生産した場合の波及効果までもがすべて含まれていることになる。したがって、自国内で全く生産されていない商品であったとしても、それが輸出財の生産に用いられる輸入中間財であれば、当該部門の X_E は大きな値をとる可能性を持っている。やはり輸出入パターンを明らかにするという観点からは、 X_E を更に、国内産財への生産誘発効果分と輸入中間財への誘発分に分割して分析を行う必要がある。そこで X_E に関しては、以下のような分割を行う。

$$\begin{aligned} X_E &= BE \\ &= B_dE + B\hat{M}AB_dE \quad (13) \\ &= X_E^* + X_{ME} \end{aligned}$$

(13) 式の右辺第 1 項 X_E^* とは、輸出ベクトル E に輸入を内生化したレオンチェフ逆行列 B_d をかけたものである。したがってこれは、輸出によって誘発される生産のうち純粋に国内生産に対する誘発分のみを抜き出したものであるといえる。また右辺第 2 項の X_{ME} は、輸出によって誘発される国内生産分 $B_dE (= X_E^*)$ の生産に必要な中間財投入 AB_dE のうち、輸入分 $\hat{M}AB_dE$ を求め、さらにそれら輸入分の生産を国内で行った場合に必要な総生産額を表している。以上より(13) 式は、輸出を満たすための全生産額 X_E が、輸出によって誘発される国内生産分 X_E^* と、輸出によって誘発される輸入中間財を国内で生産した場合に必要な生産分 X_{ME} の 2 要因に分割されることを示すものであり、ここでは X_{ME} を加工貿易分としている。

付注 2-1-2¹ 技術的国際分業度指数について

技術的国際分業度指数は、2か国間の技術的な分業度を自国側と相手国側の双方で計測したものであり、0から1の範囲の数値を示す。

技術的国際分業度指数は以下のように算出される。

日本の中間財投入係数は、 $A^J + A^{UJ} + A^{RJ}$ で求まるが、これを要素表現したものを、 α_{ij}^J とする。

日本の中間財投入係数 α^J に占める米国中間財投入係数 A^{UJ} の割合を β^{UJ} とすると、

$$\beta_{ij}^{UJ} = \frac{a_{ij}^{UJ}}{\alpha_{ij}^J}$$

日本の産業別の中間財投入額の構成費（タテの構成比）を ω^J （ウエイト1）とする。

$$\omega_{ij}^J = \frac{\alpha_{ij}^J}{\sum_i \alpha_{ij}^J}$$

β^{UJ} を ω^J でウエイト付けして総合（行ベクトル化）したものを δ^{UJ} とする。つまり、

$$\delta_j^{UJ} = \sum \beta_{ij}^{UJ} \cdot \omega_{ij}^J \quad (1)$$

日本の産業別生産額構成比を ϕ^J （ウエイト2）とする。

$$\phi_{ij}^J = \frac{X_j^J}{\sum X_j^J}$$

以上より、日本の米国中間財に対する技術的国際分業度指数 λ^{UJ} は δ^{UJ} を ϕ^J でウエイト付けして総合（スカラー化）して求める。つまり、

$$\lambda^{UJ} = \sum \delta_j^{UJ} \cdot \phi_j^J \quad (2)$$

(2) 式を展開すると、日本の米国中間財に対する技術的国際分業度指数 λ^{UJ} は、次のように分解することができる。

$$\lambda^{UJ} = \sum \left[\sum a_{ij}^{UJ} \cdot \frac{1}{\sum \alpha_{ij}^J} \cdot \phi_j^J \right] \quad (3)$$

(3) 式を基にして考えると、日本と米国との中間財に対する技術的国際分業度指数の水準格差の要因分析式 $\Delta\lambda$ は次式のように表せる。

$$\begin{aligned} \Delta\lambda &= \lambda^{UJ} - \lambda^{JU} \\ &= \sum_j \left[\frac{1}{\sum \alpha_{ij}^J} \cdot \left(\sum a_{ij}^{UJ} \cdot \phi_j^J + \sum a_{ij}^{JU} \cdot \phi_j^U \right) \right] \end{aligned}$$

；生産技術要因（自国の産業別の原材料使用割合が相手国に比べて小さいと自国の分業度指数はプラスになる。）

1 通商産業省（1999）を引用。

$$+ \sum_j \left[\left\{ \left[\frac{1}{\sum \alpha_{ij}^J} + \frac{1}{\sum \alpha_{ij}^U} \right] / 2 \right\} \cdot \Delta \sum a_{ij} \cdot \frac{(\phi_j^J + \phi_j^U)}{2} \right]$$

；国別中間財中間財投入係数要因（自国の産業別の相手国原材料使用割合が相手国に比べて大きいと自国の分業度指数はプラスになる。）

$$+ \sum_j \left[\left\{ \left[\frac{1}{\sum \alpha_{ij}^J} + \frac{1}{\sum \alpha_{ij}^U} \right] / 2 \right\} \cdot \frac{(\sum a_{ij}^{UU} + \sum a_{ij}^{UU})}{2} \cdot \Delta \phi_j \right] \quad (4)$$

；生産構造要因（この $\Delta \phi_j$ は生産額構成比の自国と相手国とのウエイト差であり、（4）式第3項の結果が正ならば、自国の分業度指数はプラスになる。）

付注 2-3-1 貿易産業分類表について

第2章第3節においては、国連のSITC (Rev. 3) 分類に準拠した貿易データを主要産業毎に素材・原料、中間財、最終財に分類した「貿易産業分類表¹」を作成し、東アジアと欧米を中心とした三角貿易構造の分析を行った。ここでは、貿易産業分類表の作成に関し、分類の基本的考え方及びその作成手法について説明する。

① 基本的考え方

生産工程の国際分業が進展している東アジアと、最終消費地としての最終財の輸出先である欧米等で構成される三角貿易を分析するには、貿易財を生産工程別に分類した貿易データが必要となる。特定の産業、例えば電気機械、輸送機械などについては、これまで部品と完成品に分類した上で貿易動向について分析した調査は存在するが、東アジア地域の工程間分業を反映する形で全ての貿易財を包括した分析の例は少ない。

このため本調査においては、東アジアの製造産業活動を貿易動向から把握する観点から、域内で貿易取引が活発な産業に焦点を絞りつつ、全ての貿易財を日本の産業連関表の統合大分類を基にして分類し、更に産業毎に生産工程別に整理した貿易産業分類表を作成した（付図2-3-1）。これにより三角貿易構造について、産業別に生産工程間分業の進展を反映した分析を行い、対象国の競合、補完関係等の動的変化を明らかにする。

② 使用データ

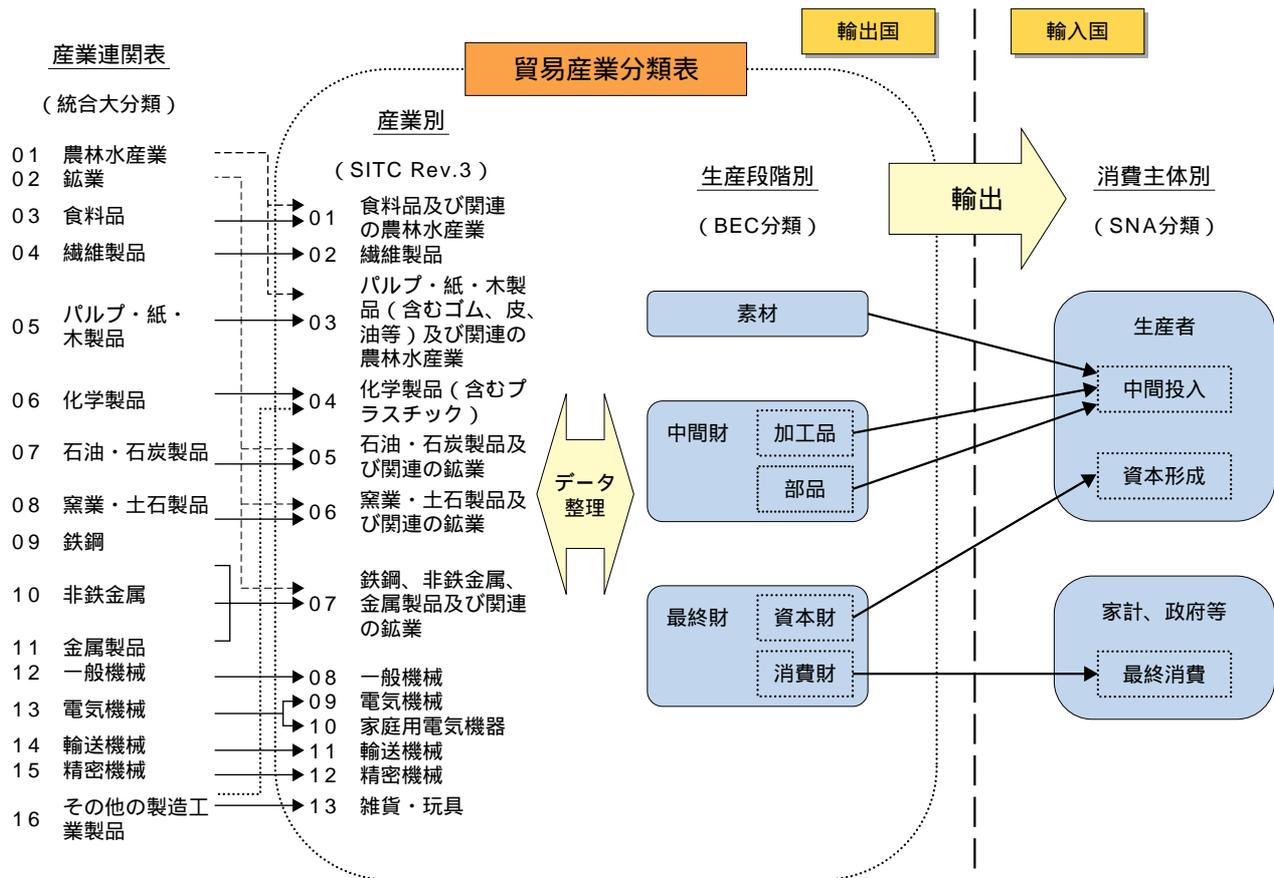
本調査では、国連COMTRADEのSITCデータを使用した。SITCはHSより分類が粗くなる可能性²があるものの、分類上の特徴として、製造に使われた原料、製造段階、商品の使用、技術的進歩などを反映している³ため、工程間分業を反映する上で望ましい性質を持っている。

1 貿易産業分類表は、経済産業研究所、アジア経済研究所及び経済産業省が共同で開発した。分類表によって得られた貿易データは、RIETI-TID 2005 Editionとして整理されている。

2 HSは6桁の分類であるのに対し、SITCは最大5桁の分類。

3 国連のホームページにおいてSITC分類の特徴が説明されている。"The commodity groupings of SITC reflect (a) the materials used in production, (b) the processing stage, (c) market practices and uses of the products, (d) the importance of the commodities in terms of world trade, and (e) technological changes." また、HS分類の特徴については次の通り。"The HS contributes to the harmonization of Customs and trade procedures, and the non-documentary trade data interchange in connection with such procedures, thus reducing the costs related to international trade." (World Customs Organization) "In the Harmonized System goods are classified by what they are, and not according to their stage of fabrication, their use, or origin. The Harmonized System nomenclature is logically structured by economic activity or component material." (University of British Columbia)

付図2-3-1 貿易産業分類表の構造



(資料) 経済産業省作成。

③ 産業の分類

産業については、日本の産業連関表の統合大分類（32部門）のうち農林水産業、鉱業を含む製造業の分類を基礎として、13の産業に整理した（付表2-3-2）。東アジアの工程間分類の進展を効率的に反映するために、分類上、以下の点について工夫している。

付表2-3-2 貿易産業分類表

産業別		生産段階別
01	食料品及び関連の農林水産業	素材・原料、中間財（加工品）、最終財（資本財、消費財）
02	繊維製品	素材・原料、中間財（加工品、部品）、最終財（消費財）
03	パルプ・紙・木製品（含むゴム、皮、油等）及び関連の農林水産業	素材・原料、中間財（加工品、部品）、最終財（消費財）
04	化学製品（含むプラスチック）	素材・原料、中間財（加工品）、最終財（消費財）
05	石油・石炭製品及び関連の鉱業	素材・原料、中間財（加工品）
06	窯業・土石製品及び関連の鉱業	素材・原料、中間財（加工品）、最終財（消費財）
07	鉄鋼、非鉄金属・金属製品及び関連の鉱業	素材・原料、中間財（加工品、部品）、最終財（資本財、消費財）
08	一般機械	中間財（加工品、部品）、最終財（資本財、消費財）
09	電気機械	中間財（加工品、部品）、最終財（資本財）
10	家庭用電気機器	中間財（加工品、部品）、最終財（資本財、消費財）
11	輸送機械	素材・原料、中間財（部品）、最終財（資本財、消費財）
12	精密機械	中間財（加工品、部品）、最終財（資本財、消費財）
13	雑貨・玩具	中間財（加工品、部品）、最終財（資本財、消費財）

(資料) 経済産業省作成。

生産工程のうち原料、素材生産に相当する農林水産業、鉱業については、産業連関表の様に独立した産業として分類せず、それぞれ関連の製造業の川上産業として整理した。具体的には、「食料品」、「パルプ・紙」については、「農林水産業の関連商品」、また「化学製品」、「石油・石炭製品」、「窯業・土石製品」、「鉄鋼、非鉄金属、金属製品」については、「鉱業の関連商品」を含めて分類した。非鉄金属、金属製品は、生産工程上類似している点が多いと見なせることから、一つの分類として整理した。さらに、鉄鋼についても、生産工程上のBEC分類では加工品にしか分類されないため、同一産業として含めた。

電気機械については、東アジアの工程間分業の状況を踏まえ、電気機械と家庭用電気機器とに分けて整理した。

その他の製造工業製品は、雑貨・玩具として整理した。プラスチックについては、産業連関表の分類上はその他の製造業に含まれているが、生産工程の観点から雑貨・玩具に入れず化学製品に含めた。

④ 生産段階別の分類

13分野に整理された産業を、更に素材・原料、中間財（加工品、部品）、最終財（資本財、消費財）の3つのカテゴリー（5つのサブカテゴリー）に分類した⁴（付表2-3-3）。これは、国連のBEC（Broad Economic Categories）分類を基に、貿易財の生産工程における性質から各産業の貿易データを3つのカテゴリーに集約し、SNA（System of National Account）の基準により分類したものである⁵。これにより、産業界内の工程間分業が進展している東アジアの貿易構造を反映する貿易データ⁶を作成した。

付表2-3-3 貿易財の生産工程別分類表

Category	Sub-category	BEC code	BEC Title
素材・原料 (Primary goods)		111	Food and beverages, primary, mainly for industry
		21	Industrial supplies, n.e.s., primary
		31	Fuels and lubricants, primary
中間財 (Intermediate goods)	加工品 (Processed goods)	121	Food and beverages, processed, mainly for industry
		22	Industrial supplies, n.e.s., processed
		32	Fuels and lubricants, processed
	部品 (Parts & Components)	42	Parts and accessories of capital goods, except transport equipment
		53	Parts and accessories of transport equipment
最終財 (Final goods)	資本財 (Capital goods)	41	Capital goods, except transport equipment
		521	Other industrial transport equipment
	消費財 (Consumption goods)	112	Food and beverages, primary, mainly for household consumption
		122	Food and beverages, processed, mainly for household consumption
		51	Passenger motor cars
		522	Other non-industrial transport equipment
		61	Durable consumer goods n.e.s.
62	Semi-durable consumer goods n.e.s.		
63	Non-durable consumer goods n.e.s.		

（備考）1．本分類表は、BEC分類の貿易財をSNA（System of National Account）の基準と関連づけて工程段階別に分類したものである（CEPIIの研究成果を参照）。SNAでは、使用の主体別（Producer, Household）で分けているためにCapital goods（Capital formation）とFinal goods（Final consumption）は別項目になるが、ここでは貿易取引を生産工程段階で整理するとの考え方から、Capital goodsをFinal goodsの一部としている。

2．BEC code 32については、321-motor spiritsをhousehold consumptionとother industrial transport equipmentの使用に分けることも考えられるが、ここではその区別をしていない。

（資料）経済産業省作成。

4 生産段階別分類については、F. Lemoine, et. al., (2004) "China's Integration in Asian Production Networks and Its Implications" を参照。

5 BEC分類は、1968 SNAの基本的商品の使用に基づく分類（Intermediate consumption, Final consumption及びGross capital formation）に対応している。

6 貿易データは、RIETI-TID 2005 Editionとして整理されている。

付注 3-3-1 GTAPモデルを用いたシミュレーションの詳細設定

①シミュレーションに使用したモデルの選択と説明

マクロ経済シミュレーションを行うに当たっては一般に、マクロ計量モデルと応用一般均衡モデルが存在する。マクロ計量モデルのそれぞれの関数式（需要関数、供給関数等）は、過去の標本期間において観測された経済変数間の関係に基礎を置いており、具体的には、それぞれの方程式は過去の観測値の回帰分析によって得られる。したがって、モデルの方程式は過去の観測値に強く制約されるため、モデルの複雑化には限界がある。また、ある外生的ショックが起こったときの経済の構造変化の予測、構造政策の評価を行うことは困難である。その代わりに、経済の時系列予測に優れている。他方、応用一般均衡モデルは、基準年の経済が一般均衡を実現しているという仮定の下、カリブレーションという手法を活用して、基準年のデータセットの数値が再現されるようにパラメータが決定される¹。初期の均衡状態に変化が発生すると、最終的に再び均衡状態に達したときに初期の均衡状態と比較してどのような変化が生じているかシミュレーションする場合に力を発揮する。また、方程式の確定に当たっては基準年の観測値のみに依存するため、モデルの複雑化の許容度が高い。

こうした長短を考慮した上、今回のシミュレーションに当たっては、応用一般均衡モデルを使用することとした。具体的には、CGEモデル（Computable General Equilibrium Model：計算可能な一般均衡モデル）の一種であるGTAP（Global Trade Analysis Project）モデルを用いることとした。GTAPモデルは、当初はGATTウルグアイ・ラウンド交渉やAPEC貿易自由化の経済効果等、主に関税引き下げ・撤廃の効果を測定するための国際貿易モデルとして開発された。しかし、関税以外にも様々な税・技術関連の変数を外生変数として備えていることや、各産業別の影響や他地域・世界全体への影響が測定可能である国際経済モデルであること等の理由から、その後国際貿易以外にも各種の政策シミュレーションに幅広く用いられるようになってきている。FTA・関税引き下げ以外のGTAPモデルを用いたシミュレーションの例としては、炭素税の導入効果や減税・増税の経済効果等が挙げられ、近年では、経済発展や開発経済、貧困、技術進歩、環境政策等の分野においても、多数の研究が発表されている。GTAPモデルが本来適している関税引き下げ・撤廃効果分析の分野においても、近年では特に、eコマースにおける規制緩和の効果に重点を置いた分析が行われる等、分析の対象が拡大してきている²。

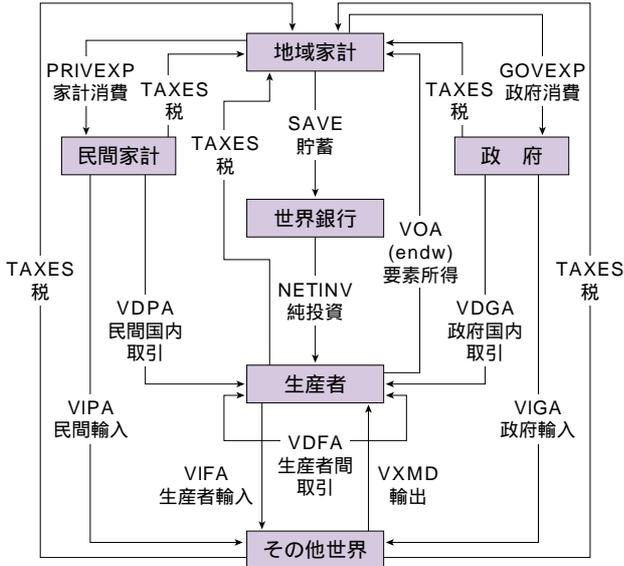
GTAPモデルは実際のデータを用いて一般均衡を達成するように作成された一時点のデータベースと主体の行動を規定するパラメータ（代替の弾力性、需要の所得弾性値、自財価格弾性値等）から成り立っている。現時点で最新のデータベースは2001年時点の各国データを基に作成されたGTAP 6 Beta Release Databaseであり、これを用いることで最大87か国、57産業について分析を行うことが可能である。

GTAPモデルの体系は以下のとおりである（付図3-3-1）。まず各国経済には一国全体の消費もしくは投資を行う主体として地域家計が導入され、これは民間家計と政府の2つの主体に分けられる。消費支出は主体別に、民間家計消費支出と政府消費支出の2種類が定義されている。ここで民間家計は生産要素としての専門労働・非専門労働・資本・土地を生産者に提供した代価として要素所得を得、政府は民間家計からの所得税と、企業の生産及び貿易にかかわる税（補助金はマイナスの税金として計上）を収入としている。民間家計と政府を合わせた地域家計の所得は、民間家計の要素所得と企業の生産及び貿易にかかわる税から資本減耗分を除去した値として定義される。また、地域家計の所得から地域家計の消費支出を除いた額が地域家計の貯蓄である。

1 したがって、この一般均衡は、基準年における国内税や貿易に関する税、非関税障壁、政府による特定産業優遇政策、独占の存在による競争条件の欠如等、種々の歪みを内包する形で成り立っている均衡である。このため、例えば何らかの予測値を外生値に与えた場合の新たな均衡解は、基準年における経済の歪みを内包したものであることに注意が必要である。

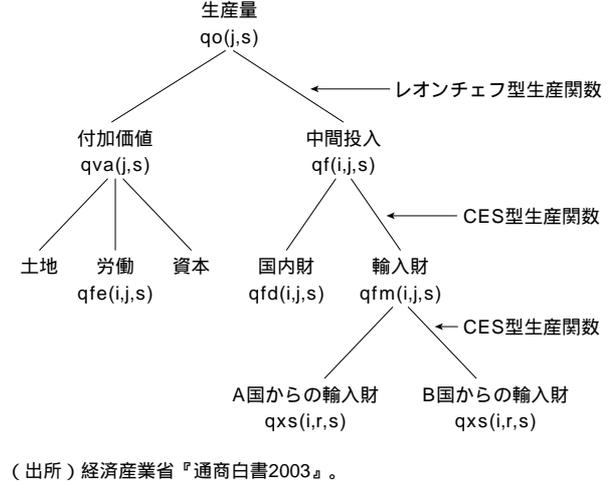
2 GTAPモデルを使用したシミュレーションの例は、GTAP Webサイト（<http://www.gtap.agecon.purdue.edu/>）に多数掲載されている。

付図3-3-1 GTAPモデルの体系



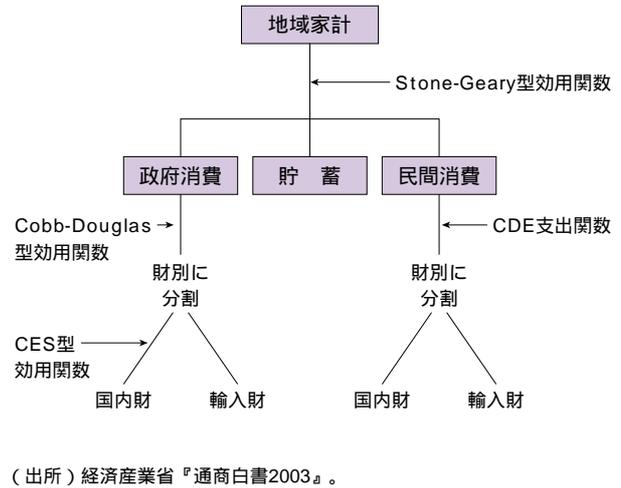
(出所) 経済産業省『通商白書2003』。

付図3-3-2 生産者行動の枠組み



(出所) 経済産業省『通商白書2003』。

付図3-3-3 消費者行動の枠組み



(出所) 経済産業省『通商白書2003』。

付注

他方、財・サービスを自国・地域の地域家計もしくは海外に供給する主体として、生産者が想定されている。生産者は家計からの生産要素、国内、海外からの中間投入を基に、民間家計消費支出、政府消費支出、輸出に見合う財・サービスの供給を行う一方で投資を行う。

最後に、GTAPモデルでは各国・地域の貯蓄と投資を世界全体で均等化させるため、仮想的に世界銀行と呼ばれる主体を各国・地域から独立した形で導入している。各国・地域の貯蓄はいったん世界銀行に送られた後、各国・地域に減価償却を除去した純投資がもたらされることとなる。各国の投資額の水準は期待資本収益率に従って配分される。

次に、各国・地域経済を構成する生産者、消費者（地域家計）の行動について見ていくことにしよう。

まず生産者は規模に関して収穫一定の技術を持ち、レオンチェフ型生産関数に従って生産量が与えられた下での中間需要と要素需要が求められる（付図3-3-2）。よって中間需要と要素需要の代替の弾力性は一定である³。与えられた生産量に対応した要素需要としては専門労働・非専門労働・資本・土地が想定され、各々の需要の決定はCES型生産関数により決定される。中間需要は国内需要、各国・地域別の輸入に分けられ、要素需要と同様にCES型生産関数により決定される。また各国・地域の各財の輸出は、生産量から当該財の消費を差し引いた量として定義され、他国の輸入需要を満たすこととなる。

消費者（地域家計）は、予算制約の下で貯蓄を説明変数として含むStone-Geary型効用関数を最大化するように行動し、その結果一国全体の政府支出、貯蓄、民間家計支出の水準が決定される（付図3-3-3）。一国

³ なお、他の関数についても、モデルの収束を維持するため弾力値を変更しないのが一般的である。したがって、GTAPモデルを利用したシミュレーションにおいて、例えば、国内財需要と輸入財需要の代替の弾力性、すなわち、国内財と輸入財に対する選好の度合いを変更することは困難である。今回のシミュレーションに際しては、例えば、少子高齢化に伴いサービス財への選好が高まったり、貯蓄に対する消費の割合が高まったりする（粗貯蓄率が低下する）ことが可能性として考えられるが、このような弾力性にかかわるパラメータは、基準時である2001年のものから変更を加えていない。

全体の政府支出はCobb-Douglas型関数により各財別の需要、さらに、CES型関数によって国内財への需要と輸入財への需要が求められる。また、CDE (Constant Difference of Elasticity) 支出関数によりマクロの民間家計支出の各財別への支出が求められ、CES型関数により国内財への需要、輸入財への需要が導出される。なお、国内財と輸入財、異なる国・地域から輸入される財間の代替はアーミントンの仮定を用いているため、同じ財であっても、各国間の代替関係は同一ではない。

② シミュレーションの設定

(1) 推計年次

シミュレーションの開始年は、GTAP 6 Beta Release Databaseの基準年である2001年とし、その後2030年までの経済を10年ごとにシミュレーション対象としている。

(2) 我が国の総人口と労働力人口

総人口

まず将来の総人口としては、国立社会保障・人口問題研究所の「日本の将来人口推計（平成14年1月推計）」の中位推計を用いた。男女別1歳階級刻み推計データを2000～2050年の毎年について用いた。

労働力率と労働力人口

高齢・障害者雇用支援機構（2004）による男女別5歳階級別労働力率予測を2005年から2025年まで適用、それ以降は2025年時点の労働力率を据え置いた。

労働力人口については、予測期間中、毎年1歳階級刻みの予測値を算出した。例えば、2005年の男子15～19歳の労働力率は、2000年の1歳階級刻み労働力率の実績に、男子15～19歳平均の2000～2005年の労働力率の伸び率を掛けて算出した。「65歳以上」については、65～84歳の2000年の1歳階級刻み労働力率実績に65歳以上平均の労働力率の予測を当てはめた。なお、高齢・障害者雇用支援機構（2004）において労働力率が設定されていない2005、2010、2015、2020、2025年以外の年については線形補間を行っている。この結果、労働力人口は付表3-3-4のとおりとなった。

付表3-3-4 我が国の労働力人口予測結果

	総数			男子			女子		
	15歳以上人口	15～64歳人口	労働力人口	15歳以上人口	15～64歳人口	労働力人口	15歳以上人口	15～64歳人口	労働力人口
年平均伸び率									
2020/2000	0.0%	-0.7%	-0.3%	-0.1%	-0.7%	-0.4%	0.1%	-0.7%	-0.1%
2030/2020	-0.4%	-0.7%	-0.7%	-0.5%	-0.7%	-0.7%	-0.4%	-0.7%	-0.6%
2050/2000	-0.4%	-0.9%	-0.7%	-0.5%	-0.9%	-0.7%	-0.3%	-0.9%	-0.6%

（資料）国立社会保障・人口問題研究所「日本の将来人口推計（平成14年1月推計）」、高齢・障害者雇用支援機構「高齢社会統計要覧2004」から作成。

(3) 世界の総人口と労働力人口

総人口

我が国以外の世界各国・地域の将来人口推計については、United Nations Population Division（2003）による2002年時点の予測から中位推計のデータ（総人口及び15～64歳人口）を採取した。

労働力率と労働力人口

各国・地域の2000年における労働力人口対15～64歳人口比率がこの先も同じ率で推移するものとして、United Nations Population Division（2003）による15～64歳人口予測値に掛けて算出した。

(4) マクロ・産業別全要素生産性 (TFP)

我が国及び世界各国・地域のTFP成長率について代表的と考えられる論文を収集して検討を行い、先行研究事例で得られている範囲内で各地域の設定を行った。

(5) 資本ストック

資本ストックについては、Nehru and Dhareshwar (1993)、GTAPデータベースの各バージョン内の資本ストックのデータ、各国の資本ストックに関する既存データ(主に先進国)等から、過去のトレンドに基づいて2010年までの設定を行った。2010年以降は、2010年までの成長率が高い場合には調整を行いつつ、GDP成長率と同程度の設定とした。

(6) 貿易障壁

ベースシナリオの場合には、FTAの効果は考慮しないという設定とした。FTAの効果は、ケースシナリオ分析において、FTA進捗ケースとして設定し、分析を行うものとした。

(7) 国際資本移動・資本蓄積

国際資本移動に関しては、全世界の期待収益率が均等化するまで自由に移動するという設定を行った。

資本蓄積効果に関しては、今回のシミュレーションが時系列の概念を伴うものであることから、前提として資本ストック成長率を与えることが必要であるため、資本蓄積効果分析のクロージャー設定は行わないものとした。しかしGTAPモデルにおいては、静学分析により資本ストック成長率を外生的に設定する場合にも、シミュレーションの過程において国際資本移動、価格の変化、その他の要因の影響を受けて、最終的な資本ストック成長率が決定される。今回の調査では、10年ごとにこのようにモデルから試算される資本ストック成長率の結果を次期に反映させていくことにより、準動学的な効果を取り入れた。