

世代重複による債券移動内生貿易 CGE モデルの開発*

A Study on Endogenous Bond Trading CGE model, with Overlapping Generations*

瀬尾 弘毅**, 石黒 一彦***, 稲村 肇****

By Hiroki SENOO, Kazuhiko ISHIGURO and Hajime INAMURA

1. はじめに

我が国最大の貿易相手国であるアメリカとの間では1970年代以降、貿易不均衡問題が常に議題に挙げられてきた。しかし経常収支と表裏一体の関係にある資本収支の不均衡状態は、その大きさにも関わらず貿易不均衡ほど問題視されていない。(表-1, 2)

このような貿易財取引と資本取引の認識の違いは、1980年代以降、貿易予測に盛んに用いられているSCGEモデル¹⁾においても同様で、本来貿易財取引と同時に議論されるべき資本取引の動きを、一つのモデルの中で同時に定式化したモデルは少ない。

例えば伴ら⁴⁾は、貯蓄と投資の間に架空の銀行セクターを考え、各国の貯蓄が全て架空銀行セクターに一度預けられ、そこから各国の期待資本収益率が均等化するように総貯蓄を再配分するという構造を用い、資本移動を考慮している。しかし先に指摘した日米間資本移動の中には、債券のように投資された後に、償還という形で資本が投資国に移動することが約束されている資本移動が多く存在する。しかし伴らのモデル体系では、債券のような時間経過に伴う往復の資本の動きを明確に表現することができない。また日米間のように債券取引が貿易財取引と比較して無視できない程の大きさになると、資本移動の大きさと方向が、貿易財取引に与える影響が極めて大きくなることは容易に見当がつく。故に現在大量の債券が取引されている日米間取引のモデル化には貿易財同様、債券の投資・償還の動きを明確に表現することができる手法を用いる必要がある。

本研究ではこれらの点を踏まえ、日米間取引に焦点を当て、時間軸に関する国際間資本移動を考慮した貿易モデルの開発を行なう。ここでは議論を簡単にするために、資本移動に関する全ての動きを債券の発行・償還という一連の動きとして考え、その時間と移動方向の関係を的確に定式化するために世代重複を用い、時間軸の概念を導入する。

表-1. 日本の対米貿易額 (1999年)

輸出額	輸入額	総貿易額
14兆278億円	6兆6449億円	20兆6727億円

表-2. 日本の対米、アメリカの対日

直接証券投資資産残高(1999年末)

	直接投資資産残高	証券投資資産残高	債券分
日本	12兆898億円	43兆7593億円	29兆1387億円
アメリカ	1兆9101億円	37兆2219億円	6兆3829億円

2. 世代重複

世代重複モデルはDiamond⁵⁾が、公債負担の問題を理論的に定式化するために用いた成長モデルである。モデルは各世代が青年期、老年期の2期間生存し、このとき家計は二期間の予算制約下において、二期間を通して効用最大化行動を取るとしている。またある世代が老年期になるときに次の世代が生まれ、青年期を過ごすとは定めている。これらの枠組みにより、2つの世代が常に共存しながら資本ストックが若い世代に渡されていくことで、経済全体が成長を続けていくとしている。

世代重複はDiamond以降、貿易、社会保障、金融政策等の研究において、成長過程を表現する手法として用いられてきた。しかしそのほとんどが理論研究の中で用いられ、実証分析に用いられた例は少ない。

3. モデルの構造と基本仮定

*keywords: 国土計画, CGE, 世代重複

** 学生員: 東北大学大学院情報科学研究科

*** 正会員: 修(情報) 東北大学大学院情報科学研究科助手

**** フェロー会員: 工博 東北大学大学院情報科学研究科教授
〒980-8597 仙台市青葉区荒巻字青葉 06

TEL 022-217-7497, FAX 022-217-7494

(1) モデルの構造

本研究では世代重複、及び CGE を図-1 に示す構造で用いる。Diamond が提案した世代重複では、一つの世代が二期間生存すると仮定しているが、本研究においても現定期、将来期の二期間モデルを考える。

各期内の貿易財、資本取引は CGE により表現される。資本取引については、現定期と将来期に債券が発行され、現定期に発行された債券は将来期に償還されるものとして考える。また将来期に発行された債券の償還は、将来期の現在価値で表し予算制約式に含め、二期間で閉じるモデルとする。このような時間経過に伴う資本移動を世代重複を用いて表現し、二期間の予算制約の下、各経済主体の二期間における効用最大化行動を考える。

(2) 基本仮定

モデルの基本仮定を以下に定める。

- 1) 地域は日本、アメリカの 2 ヶ国とし、経済主体は各国の家計、政府と複数の企業を考える。
- 2) 貿易財取引には R.O.W. を考え、R.O.W. と日米両国との取引は、各期とも外生的に与える。
- 3) 資本取引は日米間取引が両国の国際資本取引の中でも十分大きな割合を占めていると考え、日米二国間のみの取引を考える。
- 4) 債券の償還は、債券発行地域の発行期の市場金利を掛けて行なわれる。債券購入、償還は家計に帰着し、債券発行は全て投資に当てられるとする。
- 5) 日米間の為替は一定とし、資本移動は金利差のみに依存すると考える。
- 6) 生産要素は固定資本と労働とする。固定資本・労働の国際間移動、及び固定資本の産業間移動は不可能とするが、労働の産業間移動は可能とする。
- 7) 投資は家計の可処分所得の一定割合とし、可処分所得における貯蓄率は外生的に与える。
- 8) 投資は国内外双方に行なわれるとし、双方への投資額は、各国の総投資額制約の下において Cobb-Douglass 型効用関数を用い決定される。
- 9) t 期の投資は $t+1$ 期の固定資本形成に当てられる。
- 10) 人口は一定とする。
- 11) 輸送費は考えない。

4. 経済主体の行動

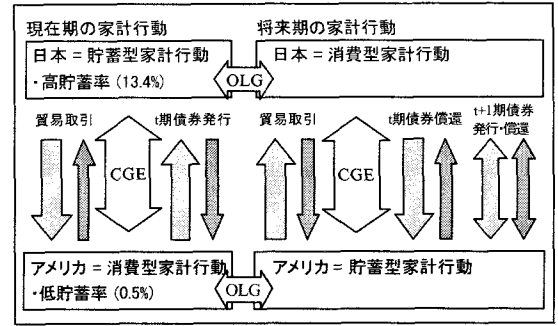


図-1. モデル構造

(1) 企業

企業は完全競争の下で、利潤最大化行動を行なう。 t 期の s 国 j 産業の生産関数を以下に定式化する。

$$X_{jt}^s = \eta_j^s \prod_i \left(\prod_r (x_{ijt}^{rs})^{\alpha_{ijt}^{rs}} \right) (K_{jt}^s)^{\alpha_{Kj}^s} (L_{jt}^s)^{\alpha_{Lj}^s} \quad (1)$$

$$s.t. \sum_i \sum_r \alpha_{ijt}^{rs} + \alpha_{Kj}^s + \alpha_{Lj}^s = 1 \quad (2)$$

ここで、 x_{ijt}^{ms} : s 国 j 産業の m 国 i 財の投入量、 K_j^s : s 国 j 産業の資本投入量、 L_j^s : s 国 j 産業の労働投入量、 α : 分配パラメータ、 t : 時間（1: 現定期, 2: 将来期）、 η_j^s : 比率パラメータである。

費用関数は一単位の生産物を産出するための費用を、最小化する問題を解くことにより以下のように求まる。

$$p_{jt}^s = \frac{1}{\eta_j^s} \prod_i \prod_r \left(\frac{q_{ijt}^{rs}}{\alpha_{ijt}^{rs}} \right)^{\alpha_{ijt}^{rs}} \left(\frac{p_{jt}^s}{\alpha_{Kj}^s} \right)^{\alpha_{Kj}^s} \left(\frac{\omega_t^s}{\alpha_{Lj}^s} \right)^{\alpha_{Lj}^s} \quad (3)$$

$$q_{ijt}^{rs} = p_{it}^r (1 + tr_{ijt}^{rs}) (1 + ntr_{ijt}^{rs}) \quad (4)$$

ここで、 p_j^s : s 国 j 産業の供給者価格、 q_{ijt}^{rs} : r 国 i 財の s 国 j 産業における需要者価格、 p_j^s : s 国 j 産業の資本賃金率、 ω_t^s : 賃金率、 tr_{ijt}^{rs} : s 国 j 産業の r 国産 i 財の輸入にかかる関税、 ntr_{ijt}^{rs} : s 国 j 産業の r 国産 i 財の輸入にかかる非関税障壁である。

(2) 家計

家計の行動は、二期を通した予算制約の下で財の消費に依存する効用最大化行動をとる。これより家計全体の効用関数は以下のように定式化される。

$$U^s = \prod_i \left[\prod_j \left(\prod_r (y_{ijt}^{rs})^{\beta_{ijt}^{rs}} \right) \right] \quad (5)$$

$$s.t. \sum_i \sum_j \sum_r \beta_{ijt}^{rs} = 1 \quad (6)$$

ここで、 y_{ijt}^{rs} : r 国産 i 財の s 国家計の消費量、 β : 分配パラメータである。

家計は労働により得た所得を、消費、課税と投資に

当てる。また基本仮定 4), 7)より, 家計の現在期及び将来期の予算制約式は以下のように示される。

$$\sum_r \sum_i q_{Hi1}^{rs} y_{Hi1}^{rs} = (W_1^s - T_1^s)(1 - sr_1^s) \quad (7)$$

$$\sum_r \sum_i q_{Hi2}^{rs} y_{Hi2}^{rs} = (W_2^s - T_2^s)(1 - sr_2^s) + (I_1^{ss} - I_1^{rs})(1 + \gamma_1^s) + I_1^{sr}(1 + \gamma_1^r) + I_2^{ss} - I_2^{rs} + \frac{I_2^{sr}(1 + \gamma_2^r)}{1 + \gamma_2^s} \quad (8)$$

ただし,

$$W_t^s = \sum_j \rho_{jt}^s K_{jt}^s + \omega_t^s \sum_j L_{jt}^s \quad (9)$$

$$I_t^s = (W_t^s - T_t^s) \cdot sr_t^s \\ = I_t^{ss} + I_t^{sr} \quad (10)$$

$$T_t^s = \tau_{Kt}^s \sum_j \rho_{jt}^s K_{jt}^s + \tau_{Lt}^s \omega_t^s \sum_j L_{jt}^s \quad (11)$$

ここで, W : 所得額, I^r : 地域 r の貯蓄額, I^{rs} : 地域 r から地域 s への投資額, T : 徴税額, sr : 貯蓄率, J : 日本, A : アメリカ, γ : 市場金利である。

また式(7), (8)から二期を通じての家計の予算制約式は, 次のように定式化される。

$$\sum_r \sum_i q_{Hi1}^{rs} y_{Hi1}^{rs} + \frac{\sum_r \sum_i q_{Hi2}^{rs} y_{Hi2}^{rs}}{(1 + \gamma_2^s)} = W^s \quad (12)$$

$$W^s = (W_1^s - T_1^s)(1 - sr_1^s) \\ + \frac{1}{(1 + r_2^s)} \left[(W_2^s - T_2^s)(1 - sr_2^s) + (I_1^{ss} - I_1^{rs})(1 + \gamma_1^s) + I_1^{sr}(1 + \gamma_1^r) + I_2^{ss} - I_2^{rs} + \frac{I_2^{sr}(1 + \gamma_2^r)}{1 + \gamma_2^s} \right] \quad (13)$$

更に式(5), (12)より効用最大化問題を解くと, s 国家計の r 国産 i 財の消費量は次のように求まる。

$$y_{Hi1}^{rs} = \frac{\beta_{Hi1}^{rs} W^s}{q_{Hi1}^{rs}} \quad (14)$$

(3) 政府

政府は税金及び関税を徴収し, 政府支出として処分する。 t 期における地域 s の政府支出の予算制約は, 次のよう書ける。

$$G_t^s = T_t^s + \sum_j IT_{jt}^s + \sum_i p_{it}^r r_{ijt}^{rs} ntr_{ijt}^{rs} \cdot \left[\sum_j \alpha_{ijt}^{rs} (P_{jt}^s X_{jt}^s - IT_{jt}^s) + \beta_{Fu}^{rs} W_t^s + \beta_{Gu}^{rs} G_t^s + \beta_{CFu}^{rs} CF_t^s \right] \quad (15)$$

ここで, G^s : 地域 s の政府支出である。政府支出も家計消費支出の場合と同様に, 産地別財別需要量 y_{Gu}^{rs} に関して次の関係を得る。

$$y_{Gu}^{rs} = \frac{\beta_{Gu}^{rs} G_t^s}{q_{Gu}^{rs}} \quad (16)$$

ここで, y_{Gi}^{rs} : r 国産 i 財の s 国政府の消費量である。

(4) 貯蓄と投資

基本仮定 4), 9)より, t 期の固定資本形成は以下のよう定式化される。

$$CF_t^s = K_{t+1}^s - (1 - \delta_t^s) K_t^s \\ = I_t^{ss} + I_t^{rs} \quad (17)$$

ここで, CF^s : 固定資本形成, δ^s : 固定資本減耗率である。また固定資本形成も家計消費支出と同様に, 産地別財別需要量 y_{CFu}^{rs} に関して次の関係を得る。

$$y_{CFu}^{rs} = \frac{\beta_{CFu}^{rs} CF_t^s}{q_{CFu}^{rs}} \quad (18)$$

(5) 国際間取引

地域 r の輸出額, 地域 s の輸入額は以下のように書くことができる。

$$EX_t^r = EXROW_t^r + \sum_i \sum_j \sum_s \alpha_{ijt}^{rs} (P_{jt}^s X_{jt}^s - IT_{jt}^s) \\ + \sum_i \sum_s (\beta_{Hut}^{rs} W_t^s + \beta_{Gut}^{rs} G_t^s + \beta_{CFu}^{rs} CF_t^s) \quad (19)$$

$$IM_t^s = IMROW_t^s + \sum_i \sum_j \sum_r \alpha_{ijt}^{rs} (P_{jt}^s X_{jt}^s - IT_{jt}^s) \\ + \sum_i \sum_r (\beta_{Hut}^{rs} W_t^s + \beta_{Gut}^{rs} G_t^s + \beta_{CFu}^{rs} CF_t^s) \quad (20)$$

ここで, $EXROW^r$: 地域 r の R.O.W.への輸出量, $IMROW^s$: 地域 s の R.O.W.からの輸入量である。これより地域 r の現在期, 将来期の国際間均衡条件はそれぞれ次のように示される。

$$EX_1^r - IM_1^r = I_1^{rs} - I_1^{sr} \quad (21)$$

$$EX_2^r - IM_2^r = I_1^{rs}(1 + \gamma_1^s) - I_1^{sr}(1 + \gamma_1^r) \\ + I_2^{rs} \left(\frac{1 + \gamma_2^s}{1 + \gamma_2^r} - 1 \right) \quad (22)$$

左辺は貿易財の純輸出額, 右辺は債券の純投資額である。ただし通常, 貿易及び資本取引は多国間で行なわれるから, 式(21), (22)のような二国間均衡条件は, 観測値からは成立しない。本研究では貿易財取引の観測値を国際産業連関表から与え, 資本取引については以下に示すように求める。

(6) 債券市場

債券の国内外への投資先は, 必ずしも金利差のみにより決定される訳ではない。例えば外国投資には, 為替変動といった国内投資には存在しないリスクが掛かるため, この点だけに注目すれば, 国内投資が外国投資よりも選好される。本研究ではこの点を考慮し, 外国金利に対して重み(海外投資選好係数)を掛け, 債券投資を以下の Cobb-Douglass 型効用関数で表す。

$$UI_t^r = [I_t^{rr}(1+\gamma_t^r)] \frac{\gamma_t^r}{\gamma_t^r + \phi_t^s \gamma_t^r} \cdot [I_t^{rs}(1+\gamma_t^s)] \frac{\phi_t^s \gamma_t^r}{\gamma_t^r + \phi_t^s \gamma_t^r} \quad (23)$$

$$s.t. \quad I_t^{rr} + I_t^{rs} = I_t^r \quad (24)$$

ここで、 ϕ^s ：海外投資選好係数である。 ϕ^s は外生値である日米の市場金利を代入したときに、各国において債券投入比率が、国際間均衡条件式(21)、(22)を満たすように決定される。式(23)、(24)から各国の国内投資、外国投資の需要関数は、それぞれ次のように得られる。

$$I_t^{rr} = \frac{\gamma_t^r}{\gamma_t^r + \phi_t^s \gamma_t^r} I_t^r \quad (25)$$

$$I_t^{rs} = \frac{\phi_t^s \gamma_t^r}{\gamma_t^r + \phi_t^s \gamma_t^r} I_t^r \quad (26)$$

これらを式(21)、(22)に代入すると、国際間均衡条件は次のように書き換えられる。

$$EX_1^r - IM_1^r = \frac{\phi_1^r \gamma_1^s}{\gamma_1^r + \phi_1^s \gamma_1^r} I_1^r - \frac{\phi_1^s \gamma_1^r}{\gamma_1^r + \phi_1^s \gamma_1^r} I_1^s \quad (27)$$

$$EX_2^r - IM_2^r = \frac{\phi_2^r \gamma_2^s}{\gamma_2^r + \phi_2^s \gamma_2^r} I_2^r (1+\gamma_2^r) - \frac{\phi_2^s \gamma_2^r}{\gamma_2^r + \phi_2^s \gamma_2^r} I_2^s (1+\gamma_2^s) + \frac{\phi_2^r \gamma_2^s}{\gamma_2^r + \phi_2^s \gamma_2^r} I_2^r \left(\frac{1+\gamma_2^s}{1+\gamma_2^r} - 1 \right) \quad (28)$$

(7) 均衡

本モデルの均衡条件式は以下のようにまとめることができる。

a) 財生産市場

一般企業の均衡式

$$X_{it}^r = \sum_j \sum_s \frac{\alpha_{jt}^{rs} (p_{jt}^s X_{jt}^s - IT_{jt}^s)}{p_{it}^r (1+tr_{it}^s)(1+ntr_{it}^s)} + \sum_s \frac{\beta_{it}^{rs} W_t^s}{p_{it}^r (1+tr_{it}^s)(1+ntr_{it}^s)} + \sum_s \frac{\beta_{it}^{rs} G_t^s}{p_{it}^r (1+tr_{it}^s)(1+ntr_{it}^s)} + \sum_s \frac{\beta_{it}^{rs} CF_t^s}{p_{it}^r (1+tr_{it}^s)(1+ntr_{it}^s)} \quad (29)$$

企業の最適化行動による費用関数である式(3)。

b) 要素市場

$$\rho_{jt}^s K_{jt}^s = \alpha_{Kj}^s (p_{jt}^s X_{jt}^s - IT_{jt}^s) \quad (30)$$

$$\omega_t^s L_{jt}^s = \sum_j \alpha_{Lj}^s (p_{jt}^s X_{jt}^s - IT_{jt}^s) \quad (31)$$

c) 財消費市場

$$W^s = (1-s_t^s) \left[(1-\tau_{Kt}^s) \sum_j \rho_{jt}^s K_{jt}^s + (1-\tau_{Lt}^s) \omega_t^s \sum_j L_{jt}^s \right] + I_t^{rs} + \frac{1}{(1+r_t^s)} \left[(1-s_t^s) \left[(1-\tau_{K2}^s) \sum_j \rho_{j2}^s K_{j2}^s + (1-\tau_{L2}^s) \omega_2^s \sum_j L_{j2}^s \right] + I_t^{rs} (1+\gamma_2^s) + (I_t^{rr} - I_t^{rs})(1+\gamma_1^s) + \frac{I_2^{rr}(1+\gamma_2^r)}{1+\gamma_2^r} + I_2^{ss} \right] \quad (32)$$

$$G_t^s = \tau_{Kt}^s \sum_j \rho_{jt}^s K_{jt}^s + \tau_{Lt}^s \omega_t^s \sum_j L_{jt}^s + \sum_j IT_{jt}^s + \sum_i p_{it}^r tr_{it}^{rs} ntr_{it}^{rs} \cdot \left[\sum_j \alpha_{jt}^{rs} (p_{jt}^s X_{jt}^s - IT_{jt}^s) + \beta_{it}^{rs} W_t^s + \beta_{it}^{rs} G_t^s + \beta_{it}^{rs} CF_t^s \right] \quad (33)$$

$$CF_t^s = -\frac{\gamma_t^s}{\gamma_t^s + \phi_t^s \gamma_t^r} sr_t^s \left[(1-\tau_{Kt}^s) \sum_j \rho_{jt}^s K_{jt}^s + (1-\tau_{Lt}^s) \omega_t^s \sum_j L_{jt}^s \right] + \frac{\phi_t^s \gamma_t^r}{\gamma_t^s + \phi_t^s \gamma_t^r} sr_t^s \left[(1-\tau_{Kt}^s) \sum_j \rho_{jt}^s K_{jt}^s + (1-\tau_{Lt}^s) \omega_t^s \sum_j L_{jt}^s \right] \quad (34)$$

d) 国際間取引

国際間均衡条件である式(27)、(28)。

本モデルの未知変数は、 X_{it}^r , p_{jt}^s , ρ_{jt}^s , ω_t^s , W^s , G_t^s , CF_t^s , ϕ_t^r で、未知変数の合計は $s(7t+3j+1)$ 個である。また方程式は式(3)、(27)~(34)の合計 $s(7t+3j+1)$ 個である。これより未知数の数と方程式の数が等しくなり、システムは閉じられる。

5. おわりに

本研究では、債券取引による資本移動が貿易財取引に対して与える影響に着目し、既存貿易 CGE モデルが債券行動の時間経過に伴う資本移動を全く考慮しておらず、債券取引が多い日米間取引を対象とした場合、実行動から乖離したモデル化である点を指摘した。

その上で本研究では世代重複を用い、時間経過に伴う債券発行・償還行動をモデル定式化し、債券移動を内生化させた貿易 CGE モデルを提案した。本モデルは、貿易財移動と資本移動を同時に考えるため、日米貿易で生じているような貿易不均衡を理論的に説明することができる。また本モデルを応用することにより、例えば金融政策施行における貿易財、及び資本移動シミュレーションを行ない、その政策評価や経済状況を予測することが可能である。本モデルを応用したシミュレーション分析は講演時に報告する予定である。

参考文献

- 1) John Whally : Trade Liberalization among Major World Trading Areas, The MIT Press, 1985.
- 2) T.N.Srinivasan and John Whally : General Equilibrium Trade Policy Modeling, The MIT Press, 1986.
- 3) John.B.Shoven and John Whallyn : Applying General Equilibrium, Cambridge University Press, 1992. (小平裕訳：応用一般均衡分析 理論と実際, 東洋経済新報社, 1993.)
- 4) 伴金美, 大坪滋, 川崎研一, 小野稔, 松谷萬太郎, 堤雅彦, 木滝秀彰, 小野博：応用一般均衡モデルによる貿易・投資自由化と環境政策の評価, 経済分析 No.156, 経済企画庁経済研究所, 1998.
- 5) Diamond : National Debt in a Neoclassical Growth Model, American Economic Review No.55, 1965.
- 6) 安藤朝夫：多地域 CGE モデルの途上国への適用・中国省間モデルの開発, 土木計画学ワンデーセミナー 15, 1998.