貿易自由化が交通インフラ整備に与える影響に関する分析 *

A Study on the Effect on Transportation Infrastructure of Trade Liberalization *

仁平浩史** ・ 山田昌和*** ・ 織田澤利守****

by Hiroshi NIHEI**, Masakazu YAMADA*** and Toshimori OTAZAWA****

1. はじめに

近年の貿易自由化の流れは、GATT/WTOの多国間主義ではなく、自由貿易協定(Free Trade Agreement:FTA)や関税同盟など、限られた国々の間での自由化を図る地域主義へと進んでいる。こうした現状の理論的説明を試みる研究も行われるようになった¹⁾。Furusawa and Konishi(2007)は、多国間の貿易協定をネットワークとして捉え、リンクフォーメーションゲームの枠組みで分析を行い、全てのペアで協定を結ぶ状態が一意的、かつ安定的な均衡状態であることを示している。しかし、この結論は、昨今急増している地域貿易協定の合理性を説明できていない。本研究では、Furusawa and Konishi(2007)では考慮されていない交通インフラ整備を導入し、貿易自由化との関係性に着目する。国際交通インフラの分権的供給問題に関しては既に研究が行われている。Mun(2006)は、国際間交通インフラが過小供給になることを示し、援助政策によりパレート改善が起る可能性があることを明らかにした³⁾。しかし、貿易自由化については考慮されていない。本研究の動機に最も近い既存研究として、Bond(2007)があげられる。Bond(2007)は、交通インフラ整備と貿易自由化の関係について分析しているものの、部分均衡の枠組みにおける限定的な分析に留まっている⁴⁾。

本研究は、Furusawa and Konishi(2007)の提案する一般均衡モデルを拡張し、FTAが各国の交通インフラ整備水準に与える影響について分析する。その

際に、各国政府が置かれる戦略的状況を2段階ゲームを用いて表現する。具体的には、第1段階において、各国は自国の交通インフラ整備水準を決定する。第2段階において、各国は他国とFTAを締結するかどうかを決定する。

2. 貿易モデル

(1) モデル化の前提条件

$n(> 2)$ 国によって構成される経済を想定する。各国には同質の消費者が存在し、基準財と水平的に差別化された財を消費する。ここで、差別化された財は工業財を意味し、インデックス $\omega \in [0, 1]$ で表されるとする。各工業財 ω は、ただ一つの企業 ω によって生産される。企業 ω は、各国の(分断的な)市場において他の企業と価格競争を行う。各企業は当該国のすべての消費者に平等に所有され、企業利潤は家計に等しく分配される。一方、基準財は完全競争的である。各消費者は l 単位の労働を保有し、工業財、基準財の生産に用いられる。労働1単位につき1単位の基準財を生産するため、賃金率は1となる。工業財は規模に関して収穫一定の技術で生産される。ここでは、一般性を失わずに、各工業財1単位の生産に要する労働が0単位であると基準化する。なお、別の解釈をすれば、各消費者は l 単位の基準財を保有しており、基準財は線形の技術によって工業財へと転換することができる。

i 国の消費者数を μ^i と表し、総人口を1と基準化する($\sum_{k=1}^n \mu^k = 1$)。また、 i 国の企業数を s^i と表せば、 $\sum_{k=1}^n s^k = 1$ が成立する。 i 国では s^i 種類の工業財が生産され、世界各国で消費される。市場が分断されているため、企業はそれぞれの国において異なる価格を設定することができる。各国の工業化の水準を表す指数 $\theta^i \equiv s^i/\mu^i$ を定義しよう。 θ^i が大きければ、

*キーワード:交通インフラ整備, 自由貿易協定, リンクフォーメーションゲーム

**学生員 東北大学大学院情報科学研究科
(〒980-8579 仙台市青葉区荒巻字青葉6-6-06)

***学生員 東北大学大学院情報科学研究科
(〒980-8579 仙台市青葉区荒巻字青葉6-6-06)

****正会員 博(工学) 東北大学大学院情報科学研究科
(〒980-8579 仙台市青葉区荒巻字青葉6-6-06 TEL022-795-7508, FAX 022-795-7500)

その国の工業化のレベルが高いことを表す。 i 国は、 j 国で生産された工業財の輸入量に応じて関税 t_j^i を課す。最恵国待遇原則に従い、 i 国は、FTA を締結した国以外の全ての国に対して同水準の関税を課すものとする。ただし、基準財は非課税とし、貿易収支をバランスするように国際間で取引される。また、物品税は存在しない ($t_i^i = 0$)。関税収入は、自国の消費者に等しく分配される。

(2) 消費者需要

代表的消費者の効用を準線形効用関数を用いて、

$$U(q, q_0) = \int_0^1 q(\omega) d\omega - \frac{1-\sigma}{2} \int_0^1 q(\omega)^2 d\omega - \frac{\sigma}{2} \left[\int_0^1 q(\omega) d\omega \right]^2 + q_0 \quad (1)$$

と表現する⁵⁾。ただし、 $q: [0, 1] \rightarrow \mathcal{R}_+$ は積分可能な消費関数を、 q_0 は基準財の消費水準を表す。 σ は工業財の代替性を表すパラメータであり、 $\sigma = 0$ のとき各財は互いに独立であり、 $\sigma = 1$ のとき完全代替となる。また、 $\sigma < 1$ の範囲において、消費者は工業財の多様性を選好する。 y を消費者の所得とすれば、予算制約式

$$y = \int_0^1 \tilde{p}(\omega) q(\omega) d\omega + q_0 \quad (2)$$

が成立する。ただし、 $\tilde{p}: [0, 1] \rightarrow \mathcal{R}_+$ は工業財の価格を表す。消費者の効用最大化問題の一階条件より、逆需要関数

$\tilde{p}(\omega) = 1 - (1 - \sigma)q(\omega) - \sigma \int_0^1 q(\omega') d\omega'$ (3) を得る。式(3)の両辺を $\omega \in [0, 1]$ について積分すれば、

$$\int_0^1 q(\omega) d\omega = 1 - \tilde{P}$$

となる。ただし、 $\tilde{P} = \int_0^1 \tilde{p}(\omega) d\omega$ 。上式を一階条件へ代入すれば、需要関数

$$q(\omega) = \frac{1}{1-\sigma} \left[1 - \tilde{p}(\omega) - \sigma(1 - \tilde{P}) \right] \quad (4)$$

が得られる。

(3) 均衡

関税、および財の輸送費用を考慮すれば、 i 国の需要関数は次式で与えられる。

$$q^i(\omega) = \frac{1}{1-\sigma} \left[1 - p^i(\omega) - t_k^i - \phi_k^i(m_i, m_k) - \sigma(1 - \tilde{P}^i) \right] \quad (5)$$

ただし、 $\phi_k^i(m_i, m_k)$ は、 i, k 国間の財の輸送費用を表し、各国の交通インフラの整備水準 m_j ($j = i, k$)

の関数である。ただし、 $\phi_k^i(m_i, m_k) = \phi_i^k(m_k, m_i)$ が成立するものとする。

一方、 k 国の企業 ω の利潤関数は、

$$\pi(\omega) = \sum_{i=1}^n \mu^i p^i(\omega) q^i(\omega) \quad (6)$$

である。利潤最大化の一階条件より、財 ω の価格は、

$$p^i(\omega) = \frac{1}{2} \left[1 - t_k^i - \phi_k^i(m_i, m_k) - \sigma(1 - \tilde{P}^i) \right] \quad (7)$$

となる。さらに、 i 国の平均消費価格は、以下の通りである。

$$\begin{aligned} \tilde{P}^i &= \sum_{k=1}^n s^k \{ p^i + t_k^i + \phi_k^i(m_i, m_k) \} \\ &= \frac{1}{2} \left[1 + \bar{t}^i + \bar{\phi}^i - \sigma(1 - \tilde{P}^i) \right] \end{aligned} \quad (8)$$

ただし、 $\bar{t}^i \equiv \sum_{k=1}^n s^k t_k^i, \bar{\phi}^i \equiv \sum_{k=1}^n s^k \phi_k^i(m_i, m_k)$ である。したがって、上式を解けば、 i 国における平均消費価格 $\tilde{P}^i$ は、

$$\tilde{P}^i = \frac{1 - \sigma + \bar{t}^i + \bar{\phi}^i}{2 - \sigma} \quad (9)$$

となる。式(9)を式(7)へ代入すれば、 i 国市場における k 国の企業が生産する財に関する均衡生産者価格 p_k^i が、 i 国の関税ベクトル $\mathbf{t}^i = (t_1^i, \dots, t_n^i)$ 、および輸送費用ベクトル $\boldsymbol{\phi}^i = (\phi_1^i(\cdot), \dots, \phi_n^i(\cdot))$ (各国の交通インフラ投資水準 (m_i, m_k) を省略して $(\cdot)$ と記す) の関数として表されることが明らかになる。

$$\begin{aligned} p_k^i(\mathbf{t}^i, \boldsymbol{\phi}^i) &= \frac{1-\sigma}{2-\sigma} - \frac{1}{2} \{ t_k^i + \phi_k^i(m_i, m_k) \} \\ &\quad + \frac{\sigma}{2(2-\sigma)} (\bar{t}^i + \bar{\phi}^i) \end{aligned} \quad (10)$$

このとき、 i 国における代表的消費者の k 国で生産される財に対する需要 q_k^i は、

$$\begin{aligned} q_k^i(\mathbf{t}^i, \boldsymbol{\phi}^i) &= \frac{1}{2-\sigma} - \frac{1}{2(1-\sigma)} \{ t_k^i + \phi_k^i(m_i, m_k) \} \\ &\quad + \frac{\sigma}{2(1-\sigma)(2-\sigma)} (\bar{t}^i + \bar{\phi}^i) \end{aligned} \quad (11)$$

となる。このとき、均衡価格と需要の間に以下の関係が成立している。

$$q_k^i(\mathbf{t}^i, \boldsymbol{\phi}^i) = (1 - \sigma) q_k^i(\mathbf{t}^i, \boldsymbol{\phi}^i) \quad (12)$$

(4) 社会厚生

世界全体における関税ベクトル $\mathbf{t} = (\mathbf{t}^1, \dots, \mathbf{t}^n)$ 、輸送費用ベクトル $\boldsymbol{\phi} = (\boldsymbol{\phi}^1, \dots, \boldsymbol{\phi}^n)$ の下で、 i 国の各企業の利潤は次式のようになる。

$$\begin{aligned} \pi_i(\mathbf{t}, \boldsymbol{\phi}) &= \sum_{k=1}^n \mu^k p_i^k(\mathbf{t}^k, \boldsymbol{\phi}^k) q_i^k(\mathbf{t}^k, \boldsymbol{\phi}^k) \\ &= \sum_{k=1}^n \mu^k (1 - \sigma) q_i^k(\mathbf{t}^k, \boldsymbol{\phi}^k)^2 \end{aligned} \quad (13)$$

また、 i 国の消費者一人当たりの関税収入は、

$$T^i(\mathbf{t}^i, \boldsymbol{\phi}^i) = \sum_{k=1}^n t_k^i s^k q_k^i(\mathbf{t}^i, \boldsymbol{\phi}^i) \quad (14)$$

となる。 i 国における代表的消費者の所得は、労働収入と関税収入の分配、 i 国企業からの配当収入の和から交通インフラ整備費用 C の一人当たりの負担分（一括税）を差し引いた値であり、次のように表される。

$$y = l + T^i(\mathbf{t}^i) + \frac{s^j \pi_i(\mathbf{t})}{\mu^i} - \frac{C(m_i)}{\mu^i} \quad (15)$$

以上より、式(2)より i 国における代表的消費者の基準財の需要は次式で表される。

$$\begin{aligned} q_0^i(\mathbf{t}, \boldsymbol{\phi}) &= l + T^i(\mathbf{t}^i, \boldsymbol{\phi}^i) + \frac{s^j \pi_i(\mathbf{t}, \boldsymbol{\phi})}{\mu^i} - \frac{C(m_i)}{\mu^i} \\ &\quad - \sum_{k=1}^n s^k [p_k^i(\mathbf{t}^i, \boldsymbol{\phi}^i) + t_k^i + \phi_k^i] q_k^i(\mathbf{t}^i, \boldsymbol{\phi}^i) \\ &= l - \sum_{k \neq i} s^k p_k^i(\mathbf{t}^i, \boldsymbol{\phi}^i) q_k^i(\mathbf{t}^i, \boldsymbol{\phi}^i) \\ &\quad + \frac{s^i}{\mu^i} \sum_{k \neq i} \mu^k [p_i^k(\mathbf{t}^k, \boldsymbol{\phi}^k) q_i^k(\mathbf{t}^k, \boldsymbol{\phi}^k) - \frac{C(m_i)}{\mu^i}] \quad (16) \end{aligned}$$

ただし、 k 国で生産される財 ω について、 $q^i(\omega) = q_k^i(\mathbf{t}^i, \boldsymbol{\phi}^i)$ が成り立つ。以上より、工業財の需要（式(5)）、基準財の需要（式(16)）を効用関数(1)に代入することにより、 i 国における代表的消費者の間接効用関数が得られる。これは、 i 国における消費者一人当たりの社会厚生とみなすことができる。

$$\begin{aligned} W^i(\mathbf{t}, \boldsymbol{\phi}, m_i) &\equiv U(q_k^i(\mathbf{t}^i, \boldsymbol{\phi}^i)_{k \in N}, q_0^i(\mathbf{t}, \boldsymbol{\phi})) - \frac{C(m_i)}{\mu^i} \\ &= V^i(\mathbf{t}^i, \boldsymbol{\phi}^i) + X^i(\mathbf{t}^{-i}, \boldsymbol{\phi}^{-i}) - M^i(\mathbf{t}^i, \boldsymbol{\phi}^i) \\ &\quad - \frac{C(m_i)}{\mu^i}, \quad (17) \end{aligned}$$

where

$$V^i(\mathbf{t}^i, \boldsymbol{\phi}^i) \equiv U(q_k^i(\mathbf{t}^i, \boldsymbol{\phi}^i)_{k \in N}, l) \quad (18)$$

$$\begin{aligned} M^i(\mathbf{t}^i, \boldsymbol{\phi}^i) &\equiv \sum_{k \neq i} s^k p_k^i(\mathbf{t}^i, \boldsymbol{\phi}^i) q_k^i(\mathbf{t}^i, \boldsymbol{\phi}^i) \\ &= \sum_{k \neq i} (1 - \sigma) s^k q_k^i(\mathbf{t}^i, \boldsymbol{\phi}^i)^2 \quad (19) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} X^i(\mathbf{t}^{-i}, \boldsymbol{\phi}^{-i}) &\equiv \frac{s^i}{\mu^i} \sum_{k \neq i} \mu^k [p_i^k(\mathbf{t}^k, \boldsymbol{\phi}^k) q_i^k(\mathbf{t}^k, \boldsymbol{\phi}^k) \\ &= \frac{s^i}{\mu^i} \sum_{k \neq i} (1 - \sigma) \mu^k q_i^k(\mathbf{t}^k, \boldsymbol{\phi}^k)^2 \quad (20) \end{aligned}$$

なお、

3. 2段階ゲーム

(1) 状況設定

本研究の目的は、自由貿易協定（FTA）が交通イン

フラ整備水準に与える影響を分析することである。各国政府は、戦略として **i**) 自国の交通インフラ整備水準を決定し、その上で **ii**) 自由貿易協定を結ぶか否かを決定する。以下では、簡単化のため $n = 2$ とする。各国は交通インフラの改善を行うか ($m_i = 1$)、否か ($m_i = 0$) のみを決定するものとする。両国が改善を行う場合を Case 1、一方の国のみが改善を行う場合を Case 2、両国とも改善を行わない場合を Case 3 と呼ぶ。輸送費用は、Case 1 のとき $\phi(1, 1) = \delta^2 T$ 、Case 2 のとき $\phi(1, 0) = \phi(0, 1) = \delta T$ 、Case 3 のとき $\phi(0, 0) = T$ と表される。交通インフラの改善に要する費用を $C(1) = C$ 、 $C(0) = 0$ とする。なお、 $\sigma = 0$ とし、各国で生産される工業財に代替性はないものと仮定する。さらに、FTA が締結されない場合、各国は同一の関税水準 $t_i^j = t (< 1) \forall i, j (i \neq j)$ を設定する。このとき、前章で定式化した貿易モデルの均衡解は、以下のように書き換えることができる。

$$\begin{aligned} V^i(\mathbf{t}^i, \boldsymbol{\phi}^i) &= s^i v(0, \boldsymbol{\phi}) \\ &\quad + s^j \{ \xi v(0, \boldsymbol{\phi}) + (1 - \xi) v(t, \boldsymbol{\phi}) + l \} \quad (21) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M^i(\mathbf{t}^i, \boldsymbol{\phi}^i) &= \xi s^j p(0, \boldsymbol{\phi}) q(0, \boldsymbol{\phi}) \\ &\quad + (1 - \xi) s^j p(t, \boldsymbol{\phi}) q(t, \boldsymbol{\phi}) \quad (22) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} X^i(\mathbf{t}^{-i}, \boldsymbol{\phi}^{-i}) &= \frac{s^i}{\mu^i} \left[\xi \mu^j p(0, \boldsymbol{\phi}) q(0, \boldsymbol{\phi}) \right. \\ &\quad \left. + (1 - \xi) \mu^j p(t, \boldsymbol{\phi}) q(t, \boldsymbol{\phi}) \right] \quad (23) \end{aligned}$$

$$p(t, \boldsymbol{\phi}) = q(t, \boldsymbol{\phi}) = \frac{1 - t - \phi}{2} \quad (24)$$

$$v(t, \boldsymbol{\phi}) = \frac{(1 - t - \phi)(3 + t + \phi)}{8} \quad (25)$$

$$p(t, \boldsymbol{\phi}) q(t, \boldsymbol{\phi}) = \frac{(1 - t - \phi)^2}{4} \quad (26)$$

(2) FTA 締結条件

第2段階においては、第1段階で各国の交通インフラ改善の有無が既に確定しており、交通インフラの改善費用 C はサンクしている。

輸送費用ベクトル $\boldsymbol{\phi}$ の下で、 i 国が j 国と FTA を締結した場合の厚生変化 ΔU^i は、

$$\begin{aligned} \Delta U^i(\mathbf{t}, \boldsymbol{\phi}) &\equiv U^i(\mathbf{t}, \boldsymbol{\phi} | \xi = 1) - U^i(\mathbf{t}, \boldsymbol{\phi} | \xi = 0) \\ &= s^j \{ v(0, \boldsymbol{\phi}) - v(t, \boldsymbol{\phi}) \} \\ &\quad + \frac{s^i \mu^j}{\mu^i} \{ p(0, \boldsymbol{\phi}) q(0, \boldsymbol{\phi}) - p(t, \boldsymbol{\phi}) q(t, \boldsymbol{\phi}) \} \\ &\quad - s^j \{ p(0, \boldsymbol{\phi}) q(0, \boldsymbol{\phi}) - p(t, \boldsymbol{\phi}) q(t, \boldsymbol{\phi}) \} \quad (27) \end{aligned}$$

と表される。式(24)-(26)より、 i 国が FTA を締結するインセンティブを有する条件 $\Delta U^i(\mathbf{t}, \boldsymbol{\phi}) \geq 0$ は、次

のように整理される。

$$\frac{\theta^j}{\theta^i} \leq \frac{4\phi + 2 - 2t}{2\phi + 1 - 3t} \quad (28)$$

一方、 j 国が i 国とFTAを締結するインセンティブを有する条件 $\Delta U^j(t, \phi) \geq 0$ は、式(28)の対称的に表現できる。したがって、 i 国と j 国間でFTAが成立する条件は、

$$\underline{\Theta}_{ij}(\phi) \leq \frac{\theta^j}{\theta^i} \leq \bar{\Theta}_{ij}(\phi) \quad (29)$$

ただし、 $\bar{\Theta}_{ij}(\phi) \equiv (4\phi + 2 - 2t)/(2\phi + 1 - 3t)$ 、 $\underline{\Theta}_{ij}(\phi) = \bar{\Theta}_{ij}(\phi)^{-1}$ である。ここで、 $\underline{\Theta}_{ij}(\phi)$ 、 $\bar{\Theta}_{ij}(\phi)$ を輸送費用 ϕ で微分することにより、 $\partial \bar{\Theta}_{ij}(\phi)/\partial \phi < 0$ 、 $\partial \underline{\Theta}_{ij}(\phi)/\partial \phi > 0$ を得る。すなわち、交通インフラの改善によって、FTAが締結される領域が広がることがわかる。したがって、各Caseにおける閾値の関係として、以下の不等式を得る。

$$\begin{aligned} \underline{\Theta}_{ij}(\delta^2 T) &< \underline{\Theta}_{ij}(\delta T) < \underline{\Theta}_{ij}(T) < 1 \\ &< \bar{\Theta}_{ij}(T) < \bar{\Theta}_{ij}(\delta T) < \bar{\Theta}_{ij}(\delta^2 T) \end{aligned} \quad (30)$$

(3) 交通インフラ改善の条件

続いて、第1段階における各国の交通インフラ改善に関する決定を考察する。以下では、 $\theta^j/\theta^i > 1$ を仮定する。式(30)より、以下に示す領域毎に、両国とも交通インフラ改善を行うこと (Case1) がNash均衡となる条件を明らかにする。

i) 領域A : $1 < \theta^j/\theta^i < \bar{\Theta}_{ij}(T)$ 領域Aでは、第1段階の交通インフラ改善の有無に依らず、第2段階においてFTAが締結される。このとき、Case1がNash均衡となる条件は、以下ようになる。

$$W_{\xi=1}^i(1, 1) > W_{\xi=1}^i(0, 1) \quad \forall i \quad (31)$$

ii) 領域B : $\bar{\Theta}_{ij}(T) < \theta^j/\theta^i < \bar{\Theta}_{ij}(\delta T)$

領域Bでは、第1段階で両国とも交通インフラ改善を行わなかった場合を除き、第2段階においてFTAが締結される。このとき、Case1がNash均衡となる条件は、条件(31)と同様となる。

iii) 領域C : $\bar{\Theta}_{ij}(\delta T) < \theta^j/\theta^i < \bar{\Theta}_{ij}(\delta^2 T)$

領域Cでは、第1段階で両国とも交通インフラ改善を行った場合のみ、第2段階においてFTAが締結される。Case1がNash均衡となる条件は、以下ようになる。

$$W_{\xi=1}^i(1, 1) > W_{\xi=0}^i(0, 1) \quad \forall i \quad (32)$$

iv) 領域D : $\bar{\Theta}_{ij}(\delta^2 T) < \theta^j/\theta^i$

領域Dでは、第1段階の交通インフラ改善の有無

に依らず、第2段階においてFTAが締結されない。

$$W_{\xi=0}^i(1, 1) > W_{\xi=0}^i(0, 1) \quad \forall i \quad (33)$$

なお、条件(33)は、FTAが存在しない場合において、Case1がNash均衡となる条件と等しい。

これらの均衡条件を整理することにより、交通インフラ整備の均衡解の性質について分析することが可能である。

4. おわりに

本研究では、貿易自由化と交通インフラ整備の関係に着目し、各国政府による交通インフラ整備を明示的に考慮した一般均衡モデルを定式化した。なお、本稿では、紙面の都合上モデルの定式化を中心に掲載した。詳細な分析結果とその考察については、講演時に述べたい。

参考文献

- 1) 近藤正寛 (2005). 地域貿易協定の経済分析, 東京大学出版会.
- 2) Furusawa, T. and H. Konishi (2007). Free Trade Networks, *Journal of International Economics* 72, 310-335.
- 3) Mun, S. and S. Nakagawa (2006). Cross-border Transport Infrastructure and Aid policies, Discussion Paper No.106, Kyoto University.
- 4) Bond, E. W. (2006). Transportation Infrastructure Investments and Trade Liberalization, *The Japanese Economic Review* 57, 483-500.
- 5) Ottaviano, G. I. P., T. Tabuchi and J.-F. Thisse (2002). Agglomeration and Trade: Revisited, *International Economic Review* 43, 409-436.