

Discussion Paper No.235

利率および賃貸率による
移転価格を通じたの立地作用

中央大学経済学部教授 石川 利治

September 2014



INSTITUTE OF ECONOMIC RESEARCH
Chuo University
Tokyo, Japan

利子率および運賃率による移転価格を通しての立地作用

石川利治

- 1 はじめに
- 2 分析の仮定と枠組
- 3 立地可能地域の形成とその意義
- 4 利子率および運賃率の立地作用
- 5 結論

要旨

国際化する経済活動は企業の生産活動において新しい仕組みを生み出し、また新しい立地因子を出現させている。移転価格の機能と利子率と法人税の立地作用である。本稿は国の利子率を主として取り上げ、利子率が移転価格機能を通して工場の立地決定に与える影響を分析する。これにより利子率は工場の立地可能地域を指示し、またその広さに作用することを示す。この分析により利子率は企業による国の選択のみならず、選択された国内における工場立地に影響を及ぼすことを示し利子率は立地政策においても役割果たすことを明らかにする。

1 はじめに

経済活動が地球規模で広域化し企業の生産活動が国境を超えて組織される時代では、企業が工場を建設する場合、考慮される立地因子はかなり多くなる。すなわち企業の活動範囲が1国内あるいは同質的な地域にほぼ限定される場合、企業による多くの立地因子の評価は容易である。しかし生産活動が国境を挟んで行われる場合、立地候補地は広範囲に及び、その範囲に異なった性格を有する国々が包含される。この状況では企業の考慮すべき立地因子は多種多様になり工場立地は一連の工場立地過程を経て立地決定される。その過程の初期では立地可能地域の設定、国の選択と国内での地域選択が含まれることになる。

さらに経済活動が広域化する時代においては、企業の生産活動は細分化され、各生産工程は国際的に分散され、物流・金融・情報機能で結ばれて生産活動する。当然ながら各工場間における中間財の移動が国際的に生じることになる¹。その移動には移転価格が用いられる。移転価格が利用される理由は次のようである。一方で、同一企業内に複数の工場が含まれる場合、各工場の企業の利潤への貢献度が評価されねばならない。各工場から出荷される財に対して移転価

¹ 企業がその生産工程を細分化することに関する分析については、Shi-Yan(1995)を参照。

格を設定しその貢献度を評価する。他方で工場が立地する国は移転価格を利用して工場の利潤を把握し課税を行うことになる。

上記のように企業は工場立地決定において国の選択を行うが、その選択では利子率と法人税率は重要な要素になる。企業の主要活動が国内に限定される時代では利子率と法人税は工場立地には直接影響をするものではなく重要な立地因子ではなかったが、企業の生産工程が国際的に分散される時代では国の間の利子率と法人税率は利潤に影響して重要な立地因子として出現してくる。

本稿は新たに出現してきた立地因子である利子率と従来から一般立地因子として知られている輸送費を取り上げる²。そして利子率がこれらの従来立地因子とともに、移転価格の機能を通して、工場立地に与える影響を明らかにする。

本稿の構成は以下のものである。次の2節では分析の仮定と枠組みを紹介し、企業の利潤関数を導出する。3節は工場立地は一連の決定過程を経てなされ、最初に工場の立地が可能また有望な地域、すなわち立地可能地域がまず設定されることをカオスの現象により説明する。4節は運賃率と利子率が移転価格の機能を通して工場立地に与える影響を分析する。5節はこれまでの考察を結論する。

2 分析の仮定と枠組

分析の仮定と考察の枠組みは以下のものである。

1) 企業の生産活動と利潤関数の導出

ある1企業がその製品 Q を2つの生産工程に分離して生産する。第1工程を担う工場1は自国内に立地し中間財 mq を生産する。その中間財は、外国にある市場地に立地し第2工程を担う工場2に移送され、最終製品に組み立てられる。1単位の中間財が1単位の最終製品の製造に用いられる。したがって中間財の量は生産される製品量に一致することになる。工場1は移転価格 mp で工場2に中間財を移送する。最終製品は工場2が立地する外国の市場で販売される。

当該企業の工場2は工場2の利潤が最大化されるように最終製品の販売量を決める。したがって中間財の生産量 mq をも決めることになる。工場1は当該企業全体の利潤が最大化されるように移転価格 mp を決定する。自国と外国の利子率は r と r^* そして法人税率に関しては t と t^* でそれぞれ示される。

はじめに利子率の作用を捨象し、当該企業の工場1の利潤 Y_1 を次のように想定する。

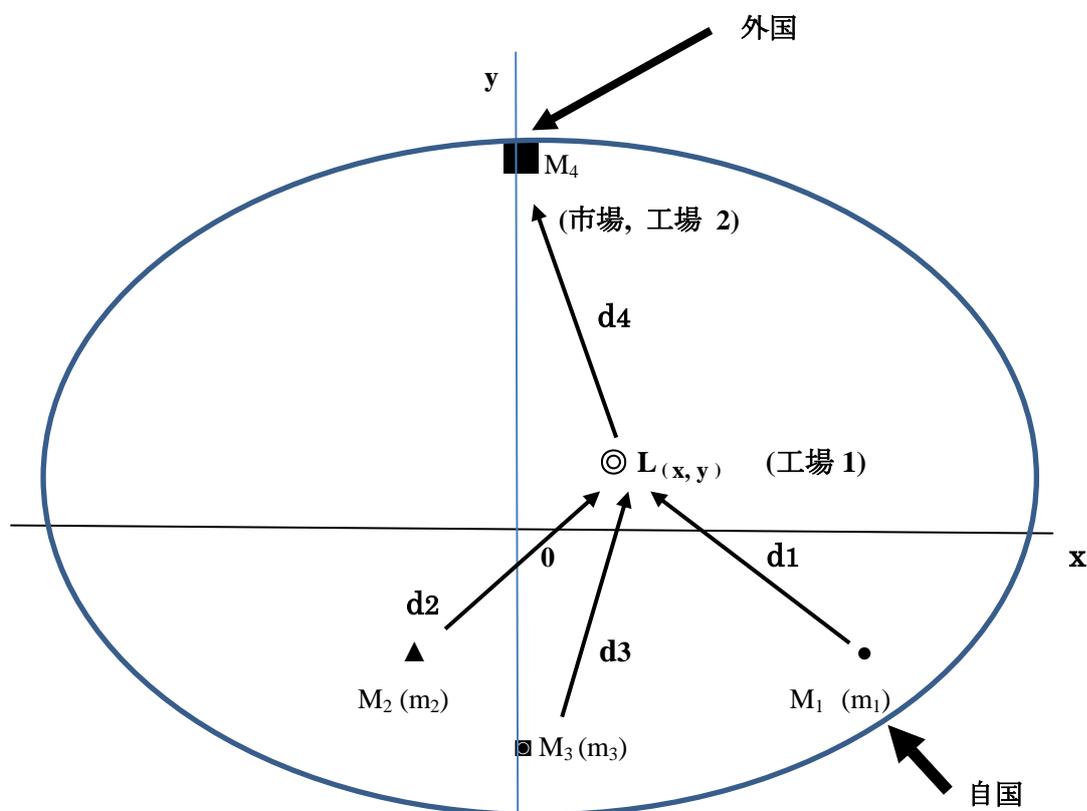
$$Y_1 = (1-t)[mp \cdot mq - C(mq) - F_1] \quad (1)$$

² 法人税率の立地作用に関しては石川(2014)が本稿と同じ分析枠組を用いて明示されている。

ただし $C(mq)$ は費用関数である。費用関数は中間財の生産関数, そして用いられる原料価格, 中間財と原料の輸送費により定まる。 F_1 は固定費用である。

費用関数は以下の想定下で導出される。当該企業の工場 1 は代替関係にある 2 種類の原料 m_1, m_2 を用いて中間財 mq を生産する。製造過程では潤滑材を必要とし, それは m_3 で示される。これらの原材料の産出地はそれぞれ点 M_1, M_2 そして M_3 で示され座標 $(x_1, y_1), (x_2, y_2), (x_3, y_3)$ で指示される。工場 1 の立地点は L で表され, 座標 (x, y) で示される。原料 m_1, m_2 の運賃率は t_m であり, 潤滑材 m_3 のそれは t_e で示される。それらの工場渡価 p_1, p_2 , そして p_3 で表される。中間財は工場 2 が立地する外国にある地点 M_4 に輸送される。地点 M_4 の座標は (x_4, y_4) で示される。中間財の運賃率は t_g である。図 1 は工場 1 で用いられる原材料の産出地と市場地の地理的關係を示す立地図形である。工場 1 は地点 L に立地し M_1 と M_2 地点から 2 種類の原料そして M_3 から潤滑材を移入して中間財 mq を生産して, 工場 2 に出荷する状況を示している。分析内容に影響を与えないので、自国の領域は単純に大きな楕円、外国の領域は小さな正 4 角形で示され、シンガポールのような都市国家を想定する。

図 1 原料地と市場地を中心とする立地図形



次に工場 1 における中間財の生産関数は(2)式で与えられる。

$$mq = Am_1^\alpha m_2^\beta \quad (2)$$

ただし、 A, α そして β はパラメータであり、 $A > 0, 0 < (\alpha + \beta) < 1$ である。

工場 1 と各原料産地 $M_i (i=1, 2, 3)$ との距離 d_1, d_2, d_3 は次の 3 式で示される。

$$d_1 = ((x - x_1)^2 + (y + y_1)^2)^{0.5}, \quad (3a)$$

$$d_2 = ((x - x_2)^2 + (y + y_2)^2)^{0.5}, \quad (3b)$$

$$d_3 = (x^2 + (y + y_3)^2)^{0.5}. \quad (3c)$$

同じく工場と市場地 M_4 の距離 d_4 は(3d)式で示される。

$$d_4 = (x^2 + (y - y_4)^2)^{0.5}. \quad (3d)$$

用いられる潤滑材 m_3 の量は中間財の製造量に等しく、さらに工場の固定費は F_1 で示せば、工場 1 の利潤 Y_1 は (4)式で表される。

$$Y_1 = (1-t)[mq((p_1 + t_m d_1) m_1 - (p_2 + t_m d_2) m_2) - F_1]. \quad (4)$$

工場 1 の用いる 2 原料の量はそれらの引渡価格に依存するので、それらの量は (5a)と(5b) 式により与えられる。ただし簡単化のために係数 α と β はともに 0.4 と仮定される。

$$m_1 = A^{-1.25} mq^{1.25} (p_2 + t_m d_2) / (p_1 + t_m d_1)^{0.5}, \quad (5a)$$

$$m_2 = A^{-1.25} mq^{1.25} (p_1 + t_m d_1) / (p_2 + t_m d_2)^{0.5}. \quad (5b)$$

潤滑材の量 m_3 は(5c)式により与えられる。

$$m_3 = mq. \quad (5c)$$

これらの量から工場 1 の費用関数 $C(mq)$ は(6)式で表されることになる。

$$C(mq)=2A^{-1.25}mq^{1.25} (p_1+t_m d_1)^{0.5}(p_2+t_m d_2)^{0.5} + mq(p_3+t_e d_3)+ F_1. \quad (6)$$

工場 1 の利潤 Y_1 は(7)式により再示されることになる。

$$Y_1=(1-t)[mq((mp-t_g d_4)-(p_3+t_e d_3))-2mq^{1.25} A^{-1.25}(p_1+t_m d_1)^{0.5}(p_2+t_m d_2)^{0.5}-F_1]. \quad (7)$$

3) 組立・販売工場の利潤関数と製品の需要関数

次に、ここでも利子率の作用を捨象し企業の工場 2 の利潤関数を求めることにする。工場 2 は工場 1 の中間財から製品を組み立て販売する工程を担当する。上記のように 1 単位 of 中間財が 1 単位 of 最終製品の製造に用いられる。工場 2 の利潤 Y_2 は次式のように表される。

$$Y_2 = (1-t^*)[(p - mp)Q - C(Q) - F_2] \quad (8)$$

ただし p は市場での製品価格であり、以下の(10)式で示されるように市場で販売される製品量の関数となる。 $C(Q)$ は工場 2 の最終製品の組み立て費用であり Q の関数として(9)式で与えられる。

$$C(Q) = bQ(g + Q)^2/h \quad (9)$$

ただし、 b, g, h はそれぞれ定数であり、計算の利便性から $b=1.5, g=2, h=200$ と仮定される。 F_2 は工場 2 の固定費用である。

製品市場は当該企業が独占し工場 2 が直面する逆需要関数は(9)式で示される。

$$p = a - vQ \quad (10)$$

ただし係数 v は計算の簡単化のため 1 とされる。

4) 独占市場における企業の利潤関数と生産量の導出

当該企業においては、製品の組み立て販売を担う工場 2 が生産量を決定する³。製

³企業によるこのような生産量と移転価格の設定については Zhao.(2000)も参照。

品の生産量 Q は工場 2 の利潤最大化をめざしてその生産量を決定する。ここで
 の仮定の下では生産量は(11)式で示されることになる。ただし (10) 式における
 a の値は計算の単純化のために 600 と仮定されている。

$$Q=0.22(-206+(582409-900mp)^{0.5}) \quad (11)$$

上式のように生産量は移転価格 mp の関数として導出できる。したがって当該独
 占企業の利潤関数は(12)式で導出される⁴。

$$Y=(1-t)[(0.22(-206+(582409-900mp)^{0.5}))(mp_4-t_gd_4)-(p_3+t_e d_3)]- \\
 -2(0.22(-206+(582409-900mp)^{0.5}))^{1.25} A^{-1.25}(p_1+t_m d_1)^{0.5}(p_2+t_m d_2)^{0.5}-F_1] \\
 +(1-t^*)[(600-(0.22(-206+(582409-900mp)^{0.5}))-mp)(0.22(-206+(582409-900mp)^{0.5}))-F_2]. \quad (12)$$

3) 利子率の導入と企業の利潤関数

企業の生産・販売活動が一国内に限定され場合、国内において利子率は基本的
 に同じであり、工場の立地に直接影響することはないといえる。したがって、
 利子率はいわゆる重要な立地因子ではないということとなる。しかし、企業の
 生産活動が国境を跨いで行われ、生産工程が国際的に組織される場合には、国
 の利子率の相違は工場立地に明示的に作用することになる。本節では自国と外
 国の利子率、 r と r^* を分析に取り入れる。そして企業は当該の生産活動を期間 T
 で行うものとする。

各単位期間において上記(12)式で示される利潤を得るとすれば、期間 T におけ
 る企業の総利潤 TY は次式で表される⁵。

$$TY=\int_0^T Y_1 e^{rt} dt + \int_0^T Y_2 e^{r^*t} dt \quad (13)$$

以下の分析では、期間 T における企業の総利潤 TY を基礎にして利子率の立地

⁴ 工場 1 が自国から離れ、外国の市場地にある工場 2 と集積する場合、工場 1
 は法人税率 t^* を課せられることになる。そのような場合の考察は興味深い
 (Dumayas-Ishikawa(2014))。しかしながら本稿では工場が集積する場合には
 入り込まないことにする。

⁵ 利子率に関係する要因をさらに導入すれば、より一般的な分析枠組みが構築さ
 れる。本稿では利子率が立地作用を有することを単純な形で明示することを第
 一目的としているので、工場建設あるいは工場移転の費用などをあえて捨象し、
 次の分析において取り上げる予定である。

作用の分析を進めることにする。

3 立地可能地域の形成とその意義

1) 企業の最適移転価格および工場立地点の導出

工場1による企業の期間Tにおける総利潤を最大化する移転価格 mp および工場1の最適立地(X, Y)の導出を行うことにする。(13)式から最適な移転価格と工場の立地点が導出することができる。ここでは Gradient dynamics 手法を用いてそれらを導出する。この手法は次のようである。はじめに以下に示される(14a、b、c)の3式による連立方程式の解の初期値を x_n, y_n , そして mp_n とし,それらを(14a,b,c)式に代入する。次にその連立方程式を解き,それを一時解として $x_{n+1}, y_{n+1}, mp_{n+1}$ とする。この過程を繰り返して($x_{n+1}, y_{n+1}, mp_{n+1}$) が(x_n, y_n, mp_n) に一致したとき,これらを解とみなすものである。

$$x_{n+1} = x_n + j * \partial TY / \partial x, \quad (14a)$$

$$y_{n+1} = y_n + j * \partial TY / \partial y, \quad (14b)$$

$$mp_{n+1} = mp_n + j * \partial TY / \partial mp, \quad (14c)$$

ただし, j いわゆるステップ幅, n は繰り返し計算の回数, そして $\partial TY / \partial x, \partial TY / \partial y, \partial TY / \partial mp$ は次の3式で示される。ただしここでは自国と外国の法人税率は $t=0.7, t^*=0.82$, と仮定する。具体的な方程式と各定数の値は補論で示されている。

$$\begin{aligned} \partial TY / \partial x = & (-1/r + (1/r) \text{Exp}(rT)) \cdot 0.3 [-tgx (299.4 - 0.5mp) / d_4 + (299.4 - 0.5mp) (-t_g(x/d_4) - \\ & t_e(x/d_3)) - A^{-1.25} (299.4 - 0.5mp)^{1.25} t_m [\{ (p_{2+t_m} d_2)^{0.5} / (p_{1+t_m} d_1)^{0.5} \} (x - \\ & x_1) / d_1 + \{ (p_{1+t_m} d_1)^{0.5} / (p_{2+t_m} d_2)^{0.5} \} (x + x_2) / d_2] = 0 \end{aligned} \quad (14a)$$

$$\begin{aligned} \partial TY / \partial y = & (-1/r + (1/r) \text{Exp}(rT)) \cdot 0.3 [-tg(y-1)(299.4 - 0.5mp) / d_4 + (299.4 - 0.5mp) (-t_g((y \\ & - y_4) / d_4) - t_e((y - y_3) / d_3)) - A^{-1.25} (299.4 - 0.5mp)^{1.25} t_m [\{ (p_{2+t_m} d_2)^{0.5} / (p_{1+t_m} d_1)^{0.5} \} (y - \\ & y_1) / d_1 + \{ (p_{1+t_m} d_1)^{0.5} / (p_{2+t_m} d_2)^{0.5} \} (y + y_2) / d_2] = 0 \end{aligned}$$

$$(1+t_m d_1)^{0.5} \} (y+y_1)/d_1 + \{ (p_1+t_m d_1)^{0.5}/(p_2+t_m d_2)^{0.5} \} (y+y_2)/d_2 = 0 \quad (14b)$$

$$\partial TY/\partial mp = (-1/r^* + (1/r^*) \text{Exp}(r^*T)) + 0.18[-(0.5*mp-299.4)] + (1/r - (1/r)$$

$$\text{Exp}(rT)) + 0.3[299.4 - 2*0.5mp + 0.5t_g d_4 + 0.5(p_3 + t_e d_3) + 2.5A^{-1.25} (p_2+t_m d_2)^{0.5} (p_1+t_m d_1)^{0.5} (299.4-0.5mp)^{0.25}] = 0. \quad (14c)$$

以下の分析では自国と外国の利子率は $r=0.11, r^*=0.1$ と仮定する。

2) 立地可能地域の形成

補論で示される 3 式からなる連立方程式を x, y そして mp について Gradient dynamics の手法で解けば、図 2 で示される計算結果を得る。

図 2 立地可能地域の形成

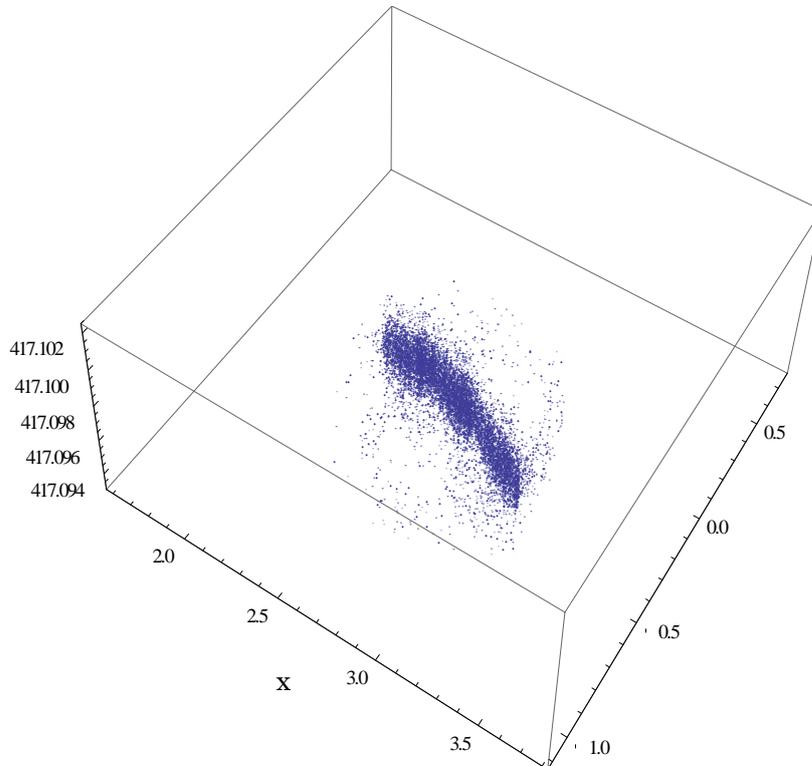


図 2 で示されるように、最適な移転価格は 417.1 と確定できる。他方、最適な工場立地点は、カオス的現象の発生により確定できない。これは以下のように考えられる (Ishikawa,(2009))。確かにカオス的現象により最適立地点は特定化できないが、カオス的現象は最適点あるいはいわゆる鞍点の周辺に出現する。そしてこの現象内に工場の立地と移転価格が決められるならば、企業の利潤はさほど相違しない。いわゆる目標利潤の水準からは乖離することはない。したがって、このカオス的現象が生じる地域は工場の立地可能地域、あるいは立地可能地域として考えられ、企業に対してきわめて有用な情報を提供するものとなる。さらに最適立地点が確定したとしても、現実的には種々の理由、例えば軟弱な地盤、高い地価や交渉の長期化、周囲の生産・生活環境などにより、その地点に立地できず、あるいはその地点を回避することになる。この場合には、その地点の周囲の地域で次善の立地点を探索しなければならないことになり、多くの企業は立地可能地域をはじめに設定することになる。

4 利率および運賃率の立地作用

本節では自国の利率と企業の生産活動期間を変化させて、工場 1 の立地可能地域の位置と移転価格の変化を分析する。第 1 に自国の利率 r を 0.11 から 0.35 へ上昇させて、最適移転価格と立地可能地域を導出する。その結果は図 3 のように示される。

図 3 利率上昇による立地可能地域の拡大と移転価格の低下

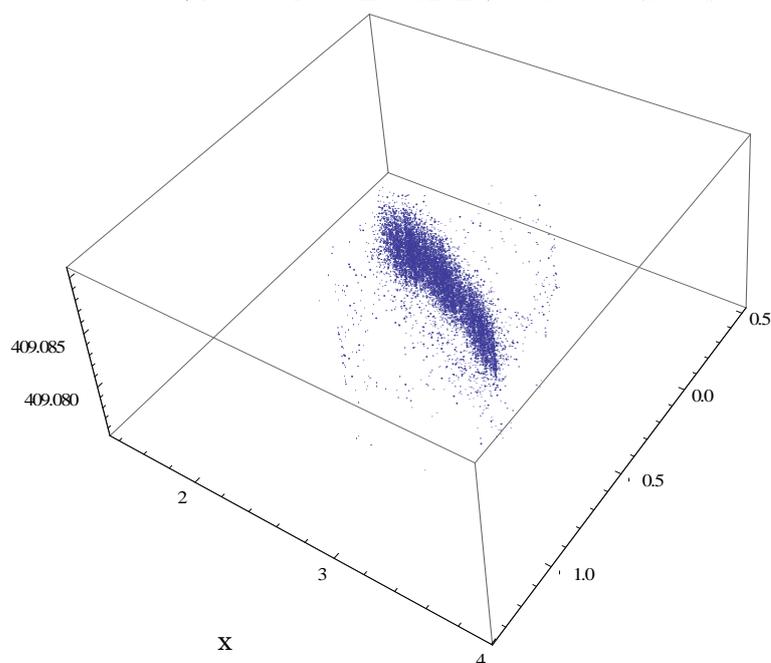
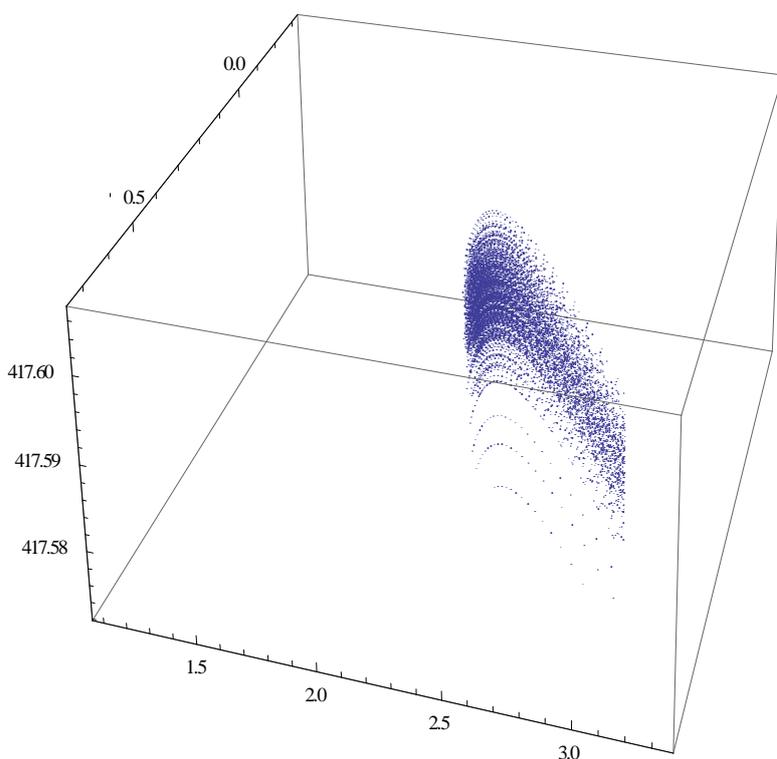


図 3 に示されるように、利子率が 0.11 から 0.35 へ上昇する場合、工場の立地可能地域の位置は同じであるが、立地可能地域は拡大する。そして移転価格は 409.1 へ低下することになる。ここでの利子率の上昇は企業に工場立地における選択肢をより多くするように作用するといえる⁶。

第 2 に運賃率 tg を 0.675 へ上昇させて分析する。利子率が上記と同じく $r=0.11$ である場合における立地可能地域の移転価格は図 4A で示される。

図 4A 高い運賃率場合における立地可能地域形成の位置



図示されるように立地可能地域の位置は原料地 M1 の近辺であり、移転価格は 417.6 である。

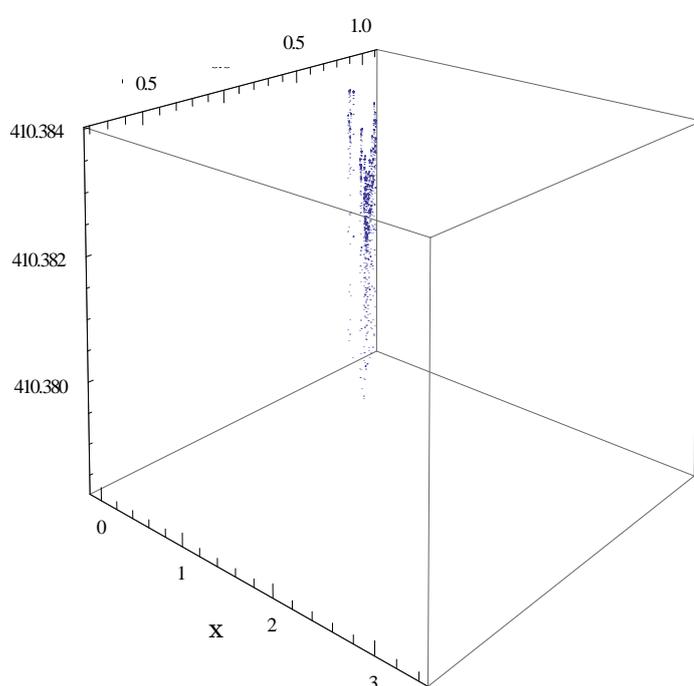
ここで自国の利子率が $r=0.35$ へ上昇するとしよう。この場合における立地可能地域と移転価格は図 4B で示される。図 4B で明示されるように利子率が上昇すれば、立地可能地域は市場地 M4 近辺に移動することになる。運賃率 tg が 0.675 である場合、利子率の上昇は明らかに立地可能地域の位置を変化させ、工場 1 の最適立地点を移動させることになる。すなわち、利子率がこの場合には

⁶ 運賃率 tg が 0.225 であり十分に低い状態では、企業の生産活動期間が長くなる場合にも利子率の上昇と同じく、立地可能地域の位置は同じであるが、その広さは拡大し、移転価格は低下することになる。

明白に工場立地に作用を与えることを示している。

この状況での典型的な工場立地体系は、国境を挟んで工場 1 と 2 が並存するという立地体系である。自国と外国との利子率の相違があるので、工場 1 が工場 2 と外国において集積することはない。2つの工場が集積と2つの工場が国境を挟んで並存するという状況は外見的には類似しているが、異なる工場の立地体系ということである。国境を挟んでの工場の並存という立地体系は実際の工場立地体系としてしばしば見られるものである⁷

図 4B 高い運賃率場合での利子率上昇と立地可能地域形成の位置の移動



最後に企業の当該生産活動の期間の変化の立地作用を考察しよう。いま企業の当該生産活動に期間 T を 1.55 から 1.75 へ延長するものとする。そして自国の利子率は再度 $r=0.11$ へ戻す。この場合における計算結果は図 4C で示される。図 4A と比較すれば、生産活動期間の延長により立地可能地域は原料地 M1 から市場地 M4 近辺に移動する。そして移転価格は 418.4 となる。移転価格は活動期間が短い場合より上昇することになる。

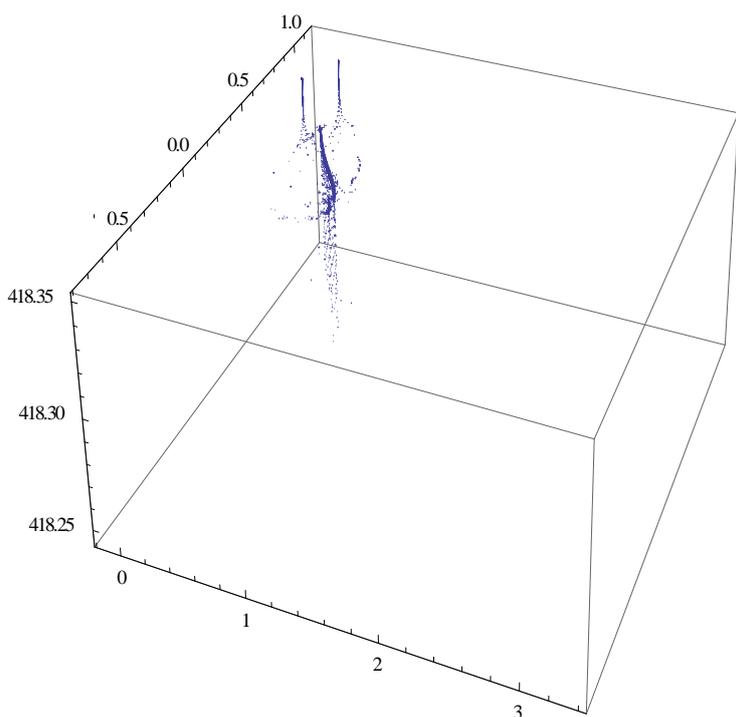
いずれにしても、企業の当該生産活動期間の相違により工場 1 の立地点が変化することになる。企業の当該生産活動期間が短い場合には工場 1 の立地点は

⁷ 例えば、シンガポールとマレーシアの国境を挟んで関連する 2つの生産工程が立地する状況は、国境を挟んでの工場の並存の事例と考えられる。

原料産地 M1 の近辺に定まる。他方、生産活動期間が長い場合には工場 1 の立地点は市場地 M4 近辺に決まることになる。利子率自体が変化する場合と同じく典型的な工場立地体系は、国境を挟んで 2 工場が並存する体系である。自国の生産条件がより有利である限り、この立地体系になる⁸。

上記の考察結果から次のように言えるであろう。利子率を考慮して工場の立地を決定する場合には、利子率自体そして生産活動の期間は明白に工場の立地に影響を及ぼす。そして運賃率が十分に低い場合には、利子率の上昇は立地可能地域を拡大するように作用する。すなわち、企業に工場立地においてより広い選択肢を与える。運賃率が比較的高い場合には、利子率の変化は立地可能地域の位置を変化させ、工場立地に直接関わることになる。さらに生産活動の期間も立地可能地域の位置に直接関わることになり立地作用を有することになる。

図 4C 高い運賃率場合での利子率上昇と立地可能地域形成の位置の移動



5 結論

経済活動が地球規模で拡大している時代においては、以前にはさほど注目され

⁸ 集積の経済を考慮される場合には、その経済の働きにより 2 つの工場が市場地で集積することは十分にありうることである。

なかった機能が重要性を持って作用し始め、また工場の立地決定に直接影響を与えてこなかった因子が強い立地力をもって出現してくる。移転価格の果たす機能と国の定める利子率および法人税率は典型的な例である。同一企業内にある工場が国際的に分散し生産網で結ばれ生産活動を行う場合には財の移動において移転価格が用いられ、その働きは企業の活動に大きな役割を果たす。そして企業が工場立地を計画する場合において国の選択がしばしば行われ、利子率と法人税率の水準は国の選択に重要な要因となり、さらにこれら 2 つの要因は選択された国内においての立地決定に直接影響力を発揮することとなる。

本稿では、一定の法人税率を前提として利子率と従来から重要な立地因子である輸送費が工場立地に与える影響について移転価格機能を取り込み分析した。ここでなされた分析の結果を整理すれば以下のようなになる。利子率は立地作用を持つ。ここでの想定の下では、工場間の運賃率が十分に低い場合、立地可能地域はある 1 つの原料地付近に形成される。この状況で自国の利子率の上昇は立地可能地域を拡大する。すなわち企業の工場立地に関する選択肢を広くする。また運賃率は工場立地の大枠を決定づけるほど強い影響を有するといえる。そして運賃率がやや高い水準にある場合、自国の利子率の上昇は立地可能地域を市場地付近へ移動させ強い立地作用を果たす。すなわち、工場の立地をある地点から他の地点へ大きく移動させる立地影響力を有する。このように企業の生産活動が国境を越えてなされる場合には、利子率も重要な立地因子として作用することになるのである。

参考文献

- 石川利治(2014) 「法人税率および運賃率の工場立地と税収への作用」
中央大学経済研究所ディスカッション ペーパー、No.231.
- Bond, E.W. (1980) “Optimal transfer pricing when tax rates differ,”
Southern Economic Journal, 46, pp.191-200.
- Cook, Jr. P.W. (1955) “Decentralization and the transfer-pricing problem,”
Journal of Business, XXVIII, April, pp.87-94.
- Dean, J. (1955) “Decentralization and Intra-company pricing,”
Harvard Business Review, XXXIII, (July-August), pp.65-74.
- Dobbs I.(2000) *managerial economics*, Oxford University Press
- Dumayas, A.-Ishikawa, T. (2013) “Determination of optimal location in fragmented
Production system: A comparison of the 80 provinces in Philippines,” IERCU,
Discussion Paper No.211.
- Eden, L.(1985) “The microeconomics of transfer pricing,” *In multinationals
And transfer pricing*, edited by Rugman, M. and L. Eden, New York,

St. Martin's Press.

Hirshleifer, J. (1956) "On the economics of transfer pricing," *Journal of Business*, July, pp.172-184.

Ishikawa, T. (2009) "Determination of a factory's location in a large Geographical area by using chaotic phenomena and retailers' location networks," *Timisoara Journal of Economics*.

Shi, H.-Yang, X. (1995) "A new theory of industrialization," *Journal of Comparative Economics*, 20, pp.171-189.

補論：最適立地点および移転価格の導出連立方程式

各パラメータと市場、原料の産出地に具体的数値を次のように仮定する。

$$(x_1=3, y_1=-0.5), (x_2=-3^{0.5}, y_2=-0.5), (x_3=0, y_3=-1.5), (x_4=0, y_4=1), A=1, p_1=0.25, p_2$$

=2, $p_3=0.2, t_m=0.11, t_e=0.01, t_g=0.225, t=t^*=0.82, r=0.11, r^*=0.1, T=1.55$ 。この仮定の下で次の3式を x, y , そして mp について解くことにより、最適立地点および最適移転価格を導出することになる。

$$x+j(0.3 * E * (-(((0.22(-206. + \sqrt{582409. \cdot | 900. \cdot p})) 0.225 \\ x)/(x^2+(y-1)^2)^{0.5})-(0.22(-206. + \\ \sqrt{582409. \cdot | 900. \cdot p})) * 0.01 * x * (x^2+(y+1.5)^2)^{(-0.5)}-(0.22(-206. + \\ \sqrt{582409. \cdot | 900. \cdot p}))^{1.25} * 0.11 * (((0.25 \cdot + 0.11 \\ ((Global \cdot x - 3)^2 + (Global \cdot y + 0.5)^2)^{0.5} * (x + 3^{0.5}))/((2 + 0.11 \\ ((x + 3^{0.5})^2 + (y + 0.5)^2)^{0.5} * ((x + 3^{0.5})^2 + (y + 0.5)^2)^{0.5} + ((2 + 0.11 \\ ((x + 3^{0.5})^2 + (y + 0.5)^2)^{0.5} * (x - 3))/((0.25 \cdot + 0.11 * ((x - 3)^2 + (y + 0.5)^2)^{0.5} \\ ((x - 3)^2 + (y + 0.5)^2)^{0.5}))))))$$

(A-1)

$$y+j(0.3 * E * (-(((0.22(-206. + \sqrt{582409. \cdot | 900. \cdot p})) 0.225 \\ (y-1))/(x^2+(y-1)^2)^{0.5})-(0.22(-206. + \\ \sqrt{582409. \cdot | 900. \cdot p})) * 0.01 * (y+1.5) * (x^2+(y+1.5)^2)^{(-0.5)}-(0.22(-206. + \\ \sqrt{582409. \cdot | 900. \cdot p}))^{1.25} * 0.11 * (((0.25 \cdot + 0.11 * ((x-3)^2+(y+0.5)^2)^{0.5} \\ (y+0.5))/((2+0.11 * ((x+3^{0.5})^2+(y+0.5)^2)^{0.5} \\ ((x+3^{0.5})^2+(y+0.5)^2)^{0.5} + ((2+0.11 * ((x+3^{0.5})^2+(y+0.5)^2)^{0.5} \\ (y+0.5))/((0.25 \cdot + 0.11 * ((x-3)^2+(y+0.5)^2)^{0.5} * ((x-3)^2+(y+0.5)^2)^{0.5}))))))$$

(A-2)

$$p+j(-0.18 * E * (-0.22 * (-206. + 1. \cdot \sqrt{582409. \cdot | 900. \cdot p}) - (99. \cdot (600 - 0.22 * (-206. + 1. \cdot$$

$$\begin{aligned}
& \sqrt{582409. \text{ } | \text{ } 900. \text{ } \text{ } p \text{ })}) / \sqrt{582409. \text{ } | \text{ } 900. \text{ } \text{ } p \text{ } } + (0.7425 \text{ } (2+0.22 \text{ } (-206. \text{ } +1. \text{ } \\
& \sqrt{582409. \text{ } | \text{ } 900. \text{ } \text{ } p \text{ })^2) / \sqrt{582409. \text{ } | \text{ } 900. \text{ } \text{ } p \text{ } } + (21.78 \text{ } (-206. \text{ } +1. \text{ } \\
& \sqrt{582409. \text{ } | \text{ } 900. \text{ } \text{ } p \text{ })}) / \sqrt{582409. \text{ } | \text{ } 900. \text{ } \text{ } p \text{ } } + (0.326700000000000005 \text{ } (2+0.22 \text{ } \\
& (-206. \text{ } +1. \text{ } \sqrt{582409. \text{ } | \text{ } 900. \text{ } \text{ } p \text{ }) \text{ } (-206. \text{ } +1. \text{ } \\
& \sqrt{582409. \text{ } | \text{ } 900. \text{ } \text{ } p \text{ })}) / (\sqrt{582409. \text{ } | \text{ } 900. \text{ } \text{ } p \text{ } } + (99. \text{ } p) / \\
& \sqrt{582409. \text{ } | \text{ } 900. \text{ } \text{ } p \text{ } } + 0.3 * E^* ((0.22 \text{ } (-206. \text{ } + \sqrt{582409. \text{ } | \text{ } 900. \text{ } \text{ } p \text{ } } - (99. \text{ } p) / \\
& \sqrt{582409. \text{ } | \text{ } 900. \text{ } \text{ } p \text{ } } + 99. \text{ }) / \sqrt{582409. \text{ } | \text{ } 900. \text{ } \text{ } p \text{ } } * 0.225 \text{ } (x^2 + (y-1)^2)^{0.5} + 99. \text{ } / \\
& \sqrt{582409. \text{ } | \text{ } 900. \text{ } \text{ } p \text{ } } * (0.2 + 0.01 * (x^2 + (y+1.5)^2)^{0.5}) + 2.5 * 0.5 * ((2+0.11 \text{ } \\
& ((x+3^{0.5})^2 + (y+0.5)^2)^{0.5} \text{ } (0.25 \text{ } + 0.11 \text{ } ((x-3)^2 + (y+0.5)^2)^{0.5})^{0.5} \\
& (0.22(-206. \text{ } + \sqrt{582409. \text{ } | \text{ } 900. \text{ } \text{ } p \text{ } })^{0.25}))) \tag{A-3}
\end{aligned}$$

ただし、E と E*は以下の式で表される。

$$E = -1/0.11 + (1/0.11) \text{Exp}[0.11 * 1.55], \quad E^* = -1/0.1 + (1/0.1) \text{Exp}[0.1 * 1.55].$$