

Discussion Paper No.268

工業団地の立地と生産活動構成の理論的分析

中央大学経済学部教授

石川 利治

July 2016



INSTITUTE OF ECONOMIC RESEARCH
Chuo University
Tokyo, Japan

工業団地の立地と生産活動構成の理論的分析

石川利治

- 1 はじめに
- 2 工業団地の立地分析
- 3 工業団地における生産活動構成の分析
- 4 工業団地開発者と企業間の相互依存関係の生産活動構成への影響
- 5 結語

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につれて、企業による工場立地決定の在り方は大きく変化してきている。企業は工場の立地決定を、国際的な広がりをもつ地域においての国選択から始める。次いで選択された国内においての地域選択へ進み、その後都市選択へと立地決定過程の段階を順次進めてゆく。これにともない企業の考慮すべき立地因子の範囲は広がり、その数は大幅に増加する。企業の基本的活動範囲が慣れ親しんだ国内地域に限定される場合には企業による立地因子に対する評価は比較的容易である。しかし生産活動が国境をいくつか超えて組織される場合には工場の立地候補地は広範囲に及び、候補地は異なった性格を有する国々に属する。このため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短時間には決められず、一連の工場立地過程を経て決定されてゆくことになる。

地球規模で経済活動が広域化するにつれ企業の工場立地決定の在り方が問題となり変化する基本的理由は、生産活動そのものが変貌することにある。すなわち経済活動が広域化につれて製造系企業の競争は国際的に広がり、企業は価格競争とそれに続く費用削減競争に晒される。さらに生産する製品の成熟化によって生じる既存企業への市場退出圧力の増加、また交渉能力を付けてきた小売産業からの価格引き下げ要請などにより、製造系企業はいくつの経路を通して厳しい費用削減競争の下に置かれることになる。このような状況の下で企業は生産費用削減に向けて、生産工程を細分化し、細分された生産工程のいくつかを国際的に分散させることになる。これにともない製造系企業は必然的に細分された生産工程の立地を国際的な広がりのある地域から選択するという課題を一連の決定過程を通して処理してゆくことになる。

細分された生産工程は、孤立して生産活動をするわけではなく物流・金融・情報に関するインフラストラクチャの下で統括管理機能を働かせて企業全体および他の生産工程と連結されて運営される。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。その移動には物流関係の機能から関税価格や移転価格に関するような事務的処理機能などが付随する。中間材の国際的移動において移転価格が問題となる理由は明白である。企業が複数の工場を国際的に運営する場合、各工場による企業利潤への貢献度が評価されねばならない。企業は各工場から出荷される財に対して移転価格を設定しその貢献度を評価する。他方、工場が立地する国の国税当局はその移転価格を利用して工場の利潤を把握し課税を行うからである。企業が生産工程を国際的に組織し運営するには、インフラストラクチャが整備された国や地域において、企業が統括管理機能を十分に働かせられることが前提となる。

上記の状況を背景にして工業団地が再び注目を集めている。工業団地はA.Weber(1909)による立地因子分類に沿えば、集積因子と局地立地因子の性格を有する。すなわち、いくつかの工場を特定の地点に集積させるように生産活動の立地に作用する。細分された生産工程の立地を決定する場合、工業団地の持つ生産基盤と各種事務処理機能は、生産費用と煩雑な業務の費用を軽減し魅力的である。他方、細分された生産工程を当該国内へ牽引する計画を有する国や地方行政府にとっても工業団地はよい誘致手段の1つとなる。経済活動が地球規模で広域化し、生産工程が細分化され移動性を増している時代において工業団地は企業と行政の双方にとって魅力的なものである。

本稿は重要性を増している工業団地を取り上げて、次の3つの点を考察する。1)細分された生産工程の立地分析を通して工業団地の開設地を導出する。2)工業団地の有する集積経済の作用から工業団地の生産活動構成を明らかにする。3)工業団地での生産活動構成は、工業団地開発者と企業を中心とした相互依存関係から導出される総意をより反映するように柔軟性をもって形成できる。

本稿の構成は以下のものである。次の2節において、分析の仮定と枠組みを紹介し、初めに企業の利潤関数を導出する。次いで工場立地は一連の過程を経て決定され第1に工場立地が有望な地域、すなわち立地有望地域が設定されることをカオスの現象により説明する。そして工場の立地的性格に沿い工業団地は国境沿いあるいは内陸部において建設される可能性が高いことを示唆する。3節では集積経済を内部経済と外部経済とに分ける。そして工業団地に立地する工場の業種を1あるいは2つに限定する。この想定下で、工業団地の生産活動構成を考察する。4節は次の点を明らかにする。工業団地開発者と企業の相互依存関係は工業団地の生産構成に影響を与える。これにより工業団地立地と同じように、工業団地の生産活動構成においても柔軟性が生じる。この柔軟性に基づいて、工業団地の生産活動は企業間および企業と工業団地開発者間における相互依存

¹ 企業がその生産工程を細分化し空間的にも分離する分析については、Shi-Yan(1995)を参照。

の関係から導出される総意をより反映するように編成できる。5節は得られた考察結果を整理し要約して結論を明示する。

2 工業団地の立地分析

工業団地の開発地決定そしてその生産活動の構成は、誘致したい工場の立地動向と生産活動の性質を理解してなされる。そこで第1に経済活動が広域化する時代における工場立地に関して分析しておくことにする。

2.1 細分された工場の立地分析

2.1.1 分析の仮定と枠組み

ある1つの企業が製品 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する第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企業の生産する製品の量に一致する。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。自国と外国における法人税率はそれぞれ t と t^* で示される。

当該企業の工場1のみの利潤 Y_1 は次式で示される。

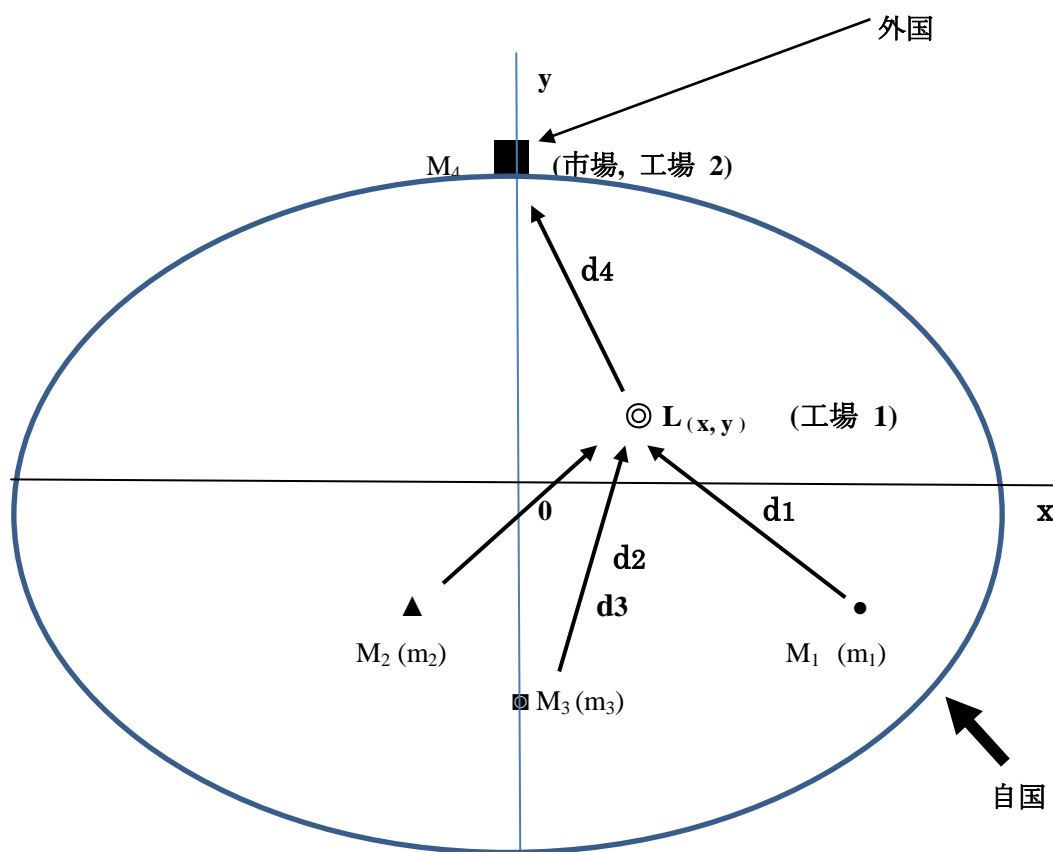
$$Y_1 = (1-t)[mp \cdot mq - C(mq) - F_1] \quad (1)$$

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。

ここでは以下の想定の下で費用関数を導出する。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。それらの工場渡価格はそれぞれ p_1, p_2 、そして p_3 で表される。中間財は工場2が立地している外国にある地点 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 地点で生産される2種類の原料

そして M_3 で産出される 1 種類の潤滑材を移入する。これらから工場 1 は中間財 mq を生産し地点 M_4 に立地する工場 2 に出荷する場合の立地図形を示している。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 角形で示される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。

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

2.1.2 工場と企業の利潤関数の導出

さて、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 で示されるとすれば、工場 1 の利潤 Y_1 は (4)式で表されることになる。

$$Y_1 = (1-t)[mq((mp - t_g d_4) - (p_3 + t_e d_3)) - (p_1 + t_m d_1) m_1 - (p_2 + t_m d_2) m_2 - F_1]. \quad (4)$$

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ことになるので、それらの量は(5a)と(5b)式により与えられることになる。ただしここでは簡単化のために係数 α と β はともに 0.4 と仮定されている。

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

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

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。

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

したがって工場 1 の利潤 Y_1 は(7)式により再述されることになる。

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

次に工場 2 の利潤を導出する。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し、最終製品の製造には 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。したがって工場 2 の利潤 Y_2 は次式のように導出される。

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

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 Q 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、計算の利便性のために $b=1.5, g=2, h=200$ 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。

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

ただし s は最大需要価格、 v は係数であり、計算の簡単化のため 1 とされる。上記のように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。製品の生産量 Q は工場 2 の利潤最大化をめざして決定される。ここでの仮定の下では生産量は(11)式で示される。ただし (10) 式における s の値は計算の利便性のために 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の関数として導出できる。したがって企業の利潤関数は(12)式で導出される。

$$\begin{aligned} Y = & (1 - t)[(0.22(-206 + (582409 - 900mp)^{0.5}))(mp_4 - t_g d_4) - (p_3 + t_e d_3)] - \\ & - 2(0.22(-206 + (582409 - 900mp)^{0.5}))^{1.25} A^{-1.25} (p_1 + t_m d_1)^{0.5} (p_2 + t_m d_2)^{0.5} - F_1] \\ & + (1 - t^*) [(600 - (0.22(-206 + (582409 - 900mp)^{0.5})) - mp)(0.22(-206 + \\ & (582409 - 900mp)^{0.5})) - F_2]. \end{aligned} \quad (12)$$

2.2 立地期待地域の形成とその意義

工場 1 によって決定される移転価格 mp および工場 1 の最適立地(X, Y)の導出しよう。企業全体の利潤 Y はこれまで考察から(12)式で与えられる。

(12)式から最適な移転価格と工場の立地点が導出される。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(13a),(13b),そして(13c)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 (13a,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。

$$x_{n+1} = x_n + j * \partial Y / \partial x, \quad (13a)$$

$$y_{n+1} = y_n + j * \partial Y / \partial y, \quad (13b)$$

$$mp_{n+1} = mp_n + j * \partial Y / \partial mp, \quad (13c)$$

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 $\partial Y_M / \partial x$, $\partial Y_M / \partial y$, $\partial Y_M / \partial mp$ は次の 3 式で示される。ただしここでは各国の法人税率は同じであり, $t = t^* = 0.82$ と仮定する。

$$\begin{aligned} \partial Y / \partial x = & 0.18[-tgx(299.4 - 0.5mp) / d_4 + (299.4 - 0.5mp)(-t_g(x / d_4) - t_e(x / d_3)) - \\ & - A^{-1.25}(299.4 - 0.5mp)^{1.25} t_m [\{ (p_2 + t_m d_2)^{0.5} / (p_1 + t_m d_1)^{0.5} \} (x - x_1) / d_1 + \\ & + \{ (p_1 + t_m d_1)^{0.5} / (p_2 + t_m d_2)^{0.5} \} (x + x_2) / d_2] = 0 \end{aligned} \quad (14a)$$

$$\begin{aligned} \partial Y / \partial y = & 0.18[-tg(y-1)(299.4 - 0.5mp) / d_4 + (299.4 - 0.5mp)(-t_g((y - y_4) / d_4) - t_e((y - y_3) / d_3)) - \\ & - A^{-1.25}(299.4 - 0.5mp)^{1.25} t_m [\{ (p_2 + t_m d_2)^{0.5} / (p_1 + t_m d_1)^{0.5} \} (y + y_1) / d_1 + \\ & + \{ (p_1 + t_m d_1)^{0.5} / (p_2 + t_m d_2)^{0.5} \} (y + y_2) / d_2] = 0 \end{aligned} \quad (14b)$$

$$\begin{aligned} \partial Y / \partial mp = & 0.18[-(0.5 * mp - 299.4)] + 0.22[299.4 - 2 * 0.5mp + 0.5t_g d_4 + 0.5(p_3 + t_e d_3) + \\ & + 2.5A^{-1.25}(p_2 + t_m d_2)^{0.5}(p_1 + t_m d_1)^{0.5}(299.4 - 0.5mp)^{0.25}] = 0. \end{aligned} \quad (14c)$$

上記の 3 つの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 2A で示される計算結果を得る。なお, ここでの計算では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している。

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

$p_2=2, p_3=0.2, t_m=0.11, t_c=0.01, t_g=0.225$ 。このような想定下での工場 1 の立地点, 移転価格, 企業と工場 1 の利潤および生産量は表 1 の上段で示される。次に工場 1 の生産性 A が 0.5 へ低下する場合における工場 1 の立地点, 移転価格そして利潤などは表 1 の中段で示される。さらに運賃率 t_g が高く 0.85 の場合のカオス的現象は図 2B のように市場地付近に出現し, その場合での企業と工場 1 の利潤と生産量は表 1 の下段で示される。

図 2A 工場 1 の立地有望地域の形成

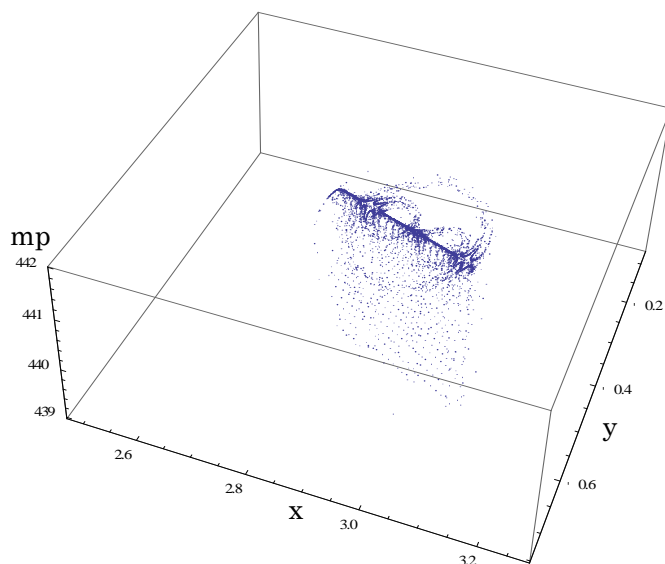


図 2B 高運賃率の場合における工場 1 の立地有望地域

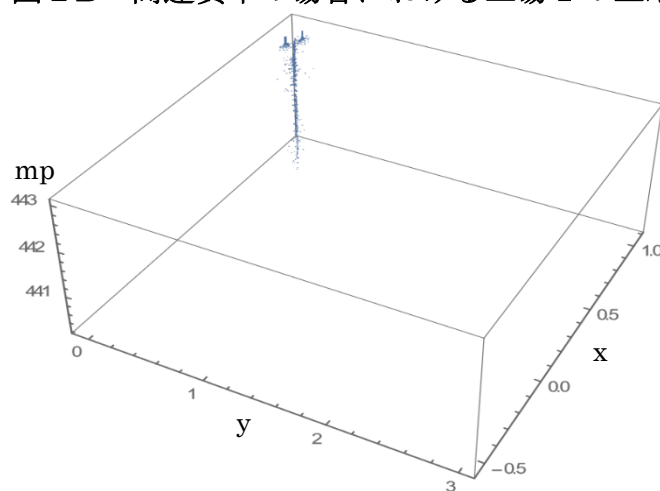


表 1 各生産条件における工場 1 の立地点および企業と工場 1 の利潤と生産量

運賃率	生産性	立地点	移転価格	生産量	企業利潤	工場 1 の利潤
tg=0.225	1	M ₁ 周辺	442	49.19	3307	2968
tg=0.225	0.5	M ₁ 周辺	446	48.28	3182	2899
tg=0.85	1	M ₄ 周辺	443	48.97	3278	2948

ここでの想定の下では図 2A と 2B で示されるように最適な移転価格はほぼ確定できることになる。他方,最適な工場立地点はカオスの現象の発生により確定できない。この状況は以下のように考えられる (Ishikawa,2016))。確かにカオスの現象により最適立地点は特定化できないが,カオスの現象は最適点の周辺に出現する²。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,企業の利潤の差は微小でありその相違はほぼ無視できる額であり,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,このカオスの現象が生じる地域は工場の立地有望地域 (Location Prospective Area, LPA) 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。すなわち LPA 内においてはここで考慮されていない立地因子も立地決定に含めて工場 1 の立地を決定できることになる。例えば,地域の住宅環境,医療そして教育水準などを勘案して,立地有望地域内で工場運営にとってより良の立地を選択できることになる。

さらに,次のように考えられる。最適立地点を確定しても,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当該地点の回避を余儀なくされる。この場合,その地点の周囲の地域で次善の立地点を探索することになる。したがって企業は立地期待地域 LPA をはじめに設定し,その地域内において種々の社会的立地因子も考慮し,その後に工場立地点を LPA 内で選択することになる。

2.3 工業団地の開設と開設地域の選択

前節における図 2A と 2B および表 1 から示唆されるが,中間財の運賃率が高い場合には立地有望地域は市場周辺に形成される。したがって工場 1 は外国にある市場地 M₄ 点近郊に立地する傾向を持つ。他方,その運賃率が低い場合には立地有望地域は自国内の内陸部にある原料産地 M₁ 地点周辺に形成される。そのため工場 1 は M₁ 地点付近に立地する傾向になる。ここで次のような想定ができる。中間財の運賃率が高い場合,工場 1 は市場地近郊に立地する傾向をもち,市場地がごくわずかな有利性を工場 1 に提供すれば,工場 1 は市場地に牽引され 2 つの工

² カオスの現象は鞍点の周辺にも発生する。この現象がカオス現象あるいは計算過程で生じるコーシー主値問題に関係するものかは取り扱わない。これは興味深い問題だが,本稿の論理展開に影響を与えないこと,またその説明は厄介なので機会を改めて検討する。

場が集積を形成する可能性がある。この可能性が実現すれば、自国は工場 1 を失い、工場 1 からの法人税収を失うことになる。さらにその運賃率が低く工場 1 が自国の内陸部になる場合においても、2 つの工場が集積による高い範囲の経済の働き、あるいは外国での法人税率の低下により同様な事態が引き起こされ、自国は工場 1 からの法人税収を失う危険性がある³。この場合、自国は工場 1 を自国に牽引し留めておく立地政策を取る。その立地政策には法人税の引き下げや各種の補助政策が含まれるであろう。これらに加えて有効な政策として工業団地の自国での開設がある。工業団地を形成して、基本的な生産基盤、各種の支援機能を供給し、そして集積経済の提供により自国内に工場を牽引し留めることが期待される⁴。本節以降では工業団地開設案を取り上げ、その考察を行うことにする。これまでの工場 1 の立地分析から、工業団地の立地に関して次の示唆が得られる。工業団地は誘致したい工場の立地的傾向を考慮して工場を牽引しやすい地点に開設される。そして工業団地は自国内で開設されねばならいため、工業団地の立地は、工場の立地傾向にあわせて、外国との国境沿いの地域あるいは自国内での原材料の産出地の周辺地域に開設される可能性が高い⁵。したがって次のように考えられるであろう。自国内での港湾施設や交通基盤の整備が十分でなく、中間財の運賃率が高い場合には、工場は市場地近傍の国境沿いに立地する傾向が強いため、工業団地も市場地近傍の国境沿い地域に開設される。一方、物流基盤の整備が進み⁶、中間財の運賃率が低い場合には、工場は国境沿いに限定されずに自国内の最適地に立地することになる。この場合には工業団地の開設地も市場地近傍の国境沿いに限定されず工場の最適地の周辺地域に決まることになる。

2.4 工業団地の開設地点の選択

前述の理論的分析から得られる重要な示唆は次の点である。工場の立地点は立地有望地域内で選択される。したがって工業団地の開設地点は工場の立地有望地域内で探査され、ある特定の立地点に初めから限定される必要はない。工場団地は類似の産業に属する工場を誘致するが、各工場は財の生産で異なる性質を有する。そのため工業団地は誘致を目指す複数の工場の立地有望地域を考慮し、各工場の立地有望地域が重複する地域内から開設地を選択する⁷。

³ ここでの想定において、市場地で範囲の経済が生じ、それが工場 1 の固定費を 200 低下させるとすれば、工場 1 は地点 M4 近傍からあるいは地点 M1 近傍から市場地自体に牽引され、そこで工場 1 と 2 は集積する (Ishikawa, 2016)。

⁴ 工業団地は地域の経済成長を最終的に指向するが、ここでの工業団地は外国から工場を牽引して留めておくことを当面の課題とするので明確な達成目標と戦略を有する。

⁵ より詳しい考察は Ishikawa(2016)を参照。

⁶ もちろん金融、情報関連のインフラストラクチャの整備も進んでいる必要がある。

⁷ 工業団地の集積経済が高い場合には工場の立地有望地域から多少離れた地点

図3Aと3Bは工業団地の開設地点は各工場の立地有望地域が重複する地域内から選択されることを示している。図3Aと3Bでは次のように想定されている。中間財の運賃率 tg は 0.225 である。2つの工場 i, ii があり、類似の業種に属し、それぞれ前節で示される立地図形の下で運営される。しかし生産性に違いがあり、工場 i は $A=1$ 、工場 ii は $A=0.5$ と仮定する。

図3A 立地有望地域の重複する地域 図3B 2つのカオス的現象の重複空間

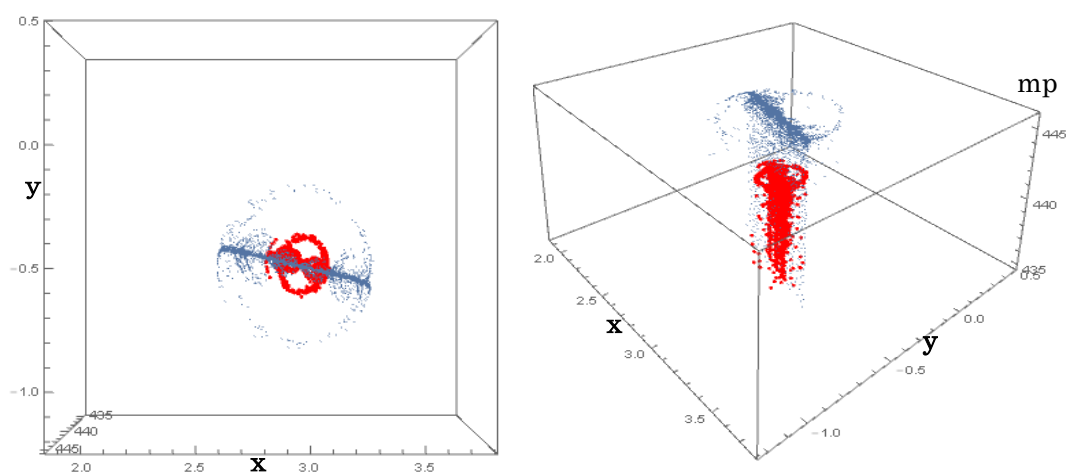


図3Aの小さい円形が工場 i の立地有望地域を示し、大きい円形は工場 ii のそれを示す。工業団地はこれらが重複する地域内のいずれかの地点に定まる可能性が高い。図3Bは2つのカオス的現象を図3Aとは異なる視点から示す。図3Bの下部分にあり、濃く表現されている空間が工場 i に関するカオス的現象であり、工場 i の移転価格は工場 ii より比較的低下する傾向を持つことが示される。

次節では、工業団地が運賃率の差異により、工業団地が市場地 M_4 近傍の国境沿いの地点、そして原料地 M_1 地点に開設されるものと想定して工業団地の生産活動がいかに構成されるかを分析する。

3 工業団地における生産活動構成の分析

3.1 分析の仮定と枠組み

前節での想定下で導出されたように中間財の運賃率が高く $tg=0.85$ である場合には、立地有望地域は市場地付近に形成され、工場1はその近傍に立地する。また $tg=0.225$ であれば、立地有望地域は原料産地 M_1 地点付近に形成され、工場1はその近傍に立地する。この傾向にそって工業団地も自国内で市場地近傍あるいは原料産地 M_1 地点付近に開設される。この2つの状態を想定して工業団地が地

においても工業団地が開設できることになる。

域の行政府あるいは工業団地開発企業により建設されるものとする。

工業団地には同業種あるいは異業種に属する複数の工場が立地することになる。本節では3つの業種 a, b, c を想定する。そして各業種に属する工場は同種の原料を同じ原料地から調達し、同じ市場地においてそれぞれ製品を販売すると仮定する。したがって前節の図1で示される立地図形の下で活動する。ただし、業種差を示すため生産性が各業種で異なり、生産性を示す係数 A を3つの業種 a, b, c に対して $A_a=1, A_b=2, A_c=0.5$ とする。工業団地での業種構成は国境沿いの工業団地では業種 a のみあるいは業種 a と b の組み合わせである。他方、原料産地 $M1$ 地点付近での工業団地では業種 a と c の組み合わせを想定する。工業団地に立地する各工場はその工場のみ利潤を最大化するように行動する。

工場が工業団地に立地して生産運営を独自に行う場合には統括管理機能を必要とする。そこで次の想定をする。各工場は統括管理機能に従事する労働者を雇用する。さらに工業団地内では統括管理機能に従事する労働者間に相互依存関係がある。そのため各工場の物流費用と生産量に関する可変生産費用は、工業団地の全労働者数により変化する。したがって工業団地は各工場の可変費用を削減する内部経済 IE を生み出すと想定され、その能力は(15)式で表される。

$$IE = -h(0.05(TL))^2 + j(0.05(TL)) - k \quad (15)$$

ただし TL は工業団地の労働者数の合計、 h, j, k はそれぞれ係数である。各工場の労働者の賃金率は工業団地全体の労働者数に直接依存せず、工場が属する業種の労働者数の合計に依存し、労働者の賃金率は(16)式のように変化する。

$$w = g(AL_i)^\Phi \quad (16)$$

$i=a, b, c$

ただし AL_i は当該工場が属する業種の全労働者数である。工業団地における業種数が1であれば、 $AL=TL$ となる。 g と Φ は係数である。

次に工業団地は外部経済により工場の固定費用を削減する。外部経済が固定費を削減する能力 EE は工業団地内での総生産量 TQ に依存し次式で示される。

$$EE = -\alpha (TQ)^2 + \beta(TQ) - D \quad (17)$$

ただし、 α と β, D は係数である。通常、固定費用は工場の財生産に直接的に係る固定的費用である。しかし本稿では次の想定をする。工業団地に立地する工場は企業本体から空間的に乖離して運営されるので、工場運営に係るすべての固

定的費用を包含する。ここには宿泊や労働者研修施設の費用なども含まれる。

各業種の各工場は(18)式で示される利潤関数を最大化するように労働者数 L_a , L_b ,あるいは L_c を決定する。工業団地に立地する工場は, 移転価格と生産量は所与であり確定しているのて, 工場団地における可変費用と固定費用をより低下させることにより工場の利潤を最大化するものとする。

$$Y_{li}=(1-t)[mq_i((mp_i-t_g d_4)-(p_3+t_e d_3))- \\ (2mq_i^{1.25}(A_i)^{-1.25}(p_1+t_m d_1)^{0.5}(p_2+t_m d_2)^{0.5})/IE-F_i/EE-g(N_i*L_i)^{\Phi}] \\ i=a,b,c \quad (18)$$

ただし N_i は各業種に属する工場数である。前節での分析を利用して生産性係数が $A_a=1, A_b=2, A_c=0.5$ の場合においては次のような値を各業種の工場に対して導出できる。運賃率 t_g が 0.85 である場合、 $mq_a=48.97, mp_a=443$ そして $mq_b=50.123, mp_b=438$ 。運賃率 t_g が 0.225 である場合、 $mq_a=49.19, mp_a=442, mq_c=48.28, mp_c=445.8$ 。他の値は各業種の工場に対して同じである。(15)式における TQ は N_i と L_i の関数である。

工場団地開発者は各業種に属する各工場の利潤を最大化するようにその業種の工場数, N_a, N_b, N_c を決定する。したがって各工場と工業団地開発者は, 工業団地の業種構成に応じて次の2つあるいは4つの連立方程式を L_i と N_i について解くことで各業種に属する各工場の利潤を最大化することになる。もし工業団地において2つの業種 a と c により生産活動構成されるとすれば, L_a, L_b, N_a そして N_b が4つの式からなる連立方程式により導出される。

$$\partial Y_{li} / \partial L_i = 0 \quad (19a)$$

$$\partial Y_{li} / \partial N_i = 0 \quad (19b)$$

$$i=a,b,c$$

以下の小節においては国境沿いそして内陸部地域に開発される工業団地の生産活動の構成についてそれぞれ分析を進めることにする。

3.2 国境沿い地域に開設される工業団地の生産活動構成

最初に中間財の運賃率 t_g が高く 0.85 であり, 工業団地が市場地近傍であり, 国境近傍の国境沿いに立地する場合を想定する。そして工業団地は1業種 a のみの工場で構成される。したがって a 業種に属する工場はその利潤を最大化するように労働者数 L_a を決定し, 工業団地開発者が a 業種の工場数 N_a を確定することになる。それゆえ(20)式を L_a と N_a について解くことになる。

$$\partial Y_{1a} / \partial L_a = 0 \quad (20a)$$

$$\partial Y_{1a} / \partial N_a = 0 \quad (20b)$$

ここでの分析のために各係数を表 2 で示されるように仮定する。

表 2 国境沿い工業団地で 1 業種工場により生産活動が構成される場合の係数値

h	j	k	α	β	D	g	Φ
0.02/0.5	2/0.5	10/0.5	0.0007	0.73	54.57	0.1	0.15

想定された状況の下では表 3 で示される結果を得る。工場数は 11.43, 各工場の利潤は 3893.2 である。工場団地で生み出される利潤総額 TY_{1a} は 44502 である。そして工業団地における労働者数 TL は 387.1 となる。

表 3 国境沿い地域に開設される工業団地の生産活動構成

業種数	立地	N_a	L_a	Y_{1a}	TL	TY_{1a}
1 業種, a	M_4 地点近傍の国境沿い	11.43	33.86	3893.2	387.1	44502

続いて、国境沿いの工業団地が a と b の 2 業種により構成される場合における工業団地の生産活動構成の分析を進める。この場合には次の連立方程式を L_a, L_b, N_a, N_b について解き、最適な労働者数と工場数を導出することになる。

$$\partial Y_{1a} / \partial L_a = 0 \quad (21a)$$

$$\partial Y_{1a} / \partial N_a = 0 \quad (21b)$$

$$\partial Y_{1b} / \partial L_b = 0 \quad (21c)$$

$$\partial Y_{1b} / \partial N_b = 0 \quad (21d)$$

導出された結果は表 4 に示されている。工業団地が a と b の 2 業種で構成されると、各業種の各工場の利潤は 1 業種の場合の工場より多い利潤を得る。しかし、工業団地での工場数は微減し、工業団地での利潤総額も減少する。したがって、ここでの想定の下では個別工場にとって複数業種による工業団地の生産構成は有利であるが、工場団地開発者には 1 つの課題となる結果になる。

表 4 国境沿い地域に開設される工業団地の 2 業種による生産活動構成

業種数	立地	N_a	L_a	Y_{1a}	AL_a	AY_{1a}
2 業種, a, b	M_4 近傍の国境沿い	2.731	11.95	3895.4	32.64	10639

		N_b	L_b	Y_{1b}	AL_b	AY_{1b}
		8.514	28.26	3942.7	240.62	33568
		TN	TL	TY₁		
		11.25	273.26	44207		

3.3 内陸部地域に開設される工業団地の生産活動構成

次に中間財の運賃率が低く $tg=0.225$ である場合を分析する。この場合には工場は自国内の内陸部にも最適立地点が生じる。ここでの分析では工業団地は M_1 地点に開設され常に a と c の 2 業種により構成されると仮定する。

3.3.1 内陸部地域に開設される工業団地の生産活動構成

本小節の分析において初めに各係数の値が表 2 のようであると仮定する。この場合では次の連立方程式を L_a, L_c, N_a, N_c について解き,最適な労働者数と工場数を導出することになる。

$$\partial Y_{1a} / \partial L_a = 0 \quad (22a)$$

$$\partial Y_{1a} / \partial N_a = 0 \quad (22b)$$

$$\partial Y_{1c} / \partial L_c = 0 \quad (22c)$$

$$\partial Y_{1c} / \partial N_c = 0 \quad (22d)$$

導出された結果は表 5 に示されている。

表 5 内陸部地域に開設される工業団地の 2 業種による生産活動構成

業種数	立地	N_a	L_a	Y_{1a}	AL_a	AY_{1a}
2 業種,a,c	M_1 近傍	8.744	28.329	3904.3	247.7	34139
		N_c	L_c	Y_{1c}	AL_c	AY_{1c}
		2.699	11.691	3864.4	31.6	10430
		TN	TL	TY₁	AQ_a	AQ_c
		11.44	279.3	44571	430.1	130.3

内陸部の地点 M_1 にある工業団地が a と c の 2 業種で構成されると,国境沿いに立地する工場団地とは異なる様相を持つことになる。 c 業種の工場の生産性 A が 0.5 であるので, a 業種の工場数は増加し,雇用する労働者も増加することになる。工業団地における工場数は微増となる。工場団地で生み出される利潤総額は国境沿いの工業団地より増加し,その額は 1 業種により構成される工業団地より多くなる。したがって,ここでの想定下ではこのような工場団地の生産構成は

国境沿いの工業団地よりも各工場にとって有利であり,工場団地開発者にも望ましい結果になる。なお表5の AQ_a と AQ_c は業種aとcの全生産量を示している。

3.3.2 工業団地での集積経済と賃金率の変化による生産活動構成の変化

本小節では初めに自国の地点 M_1 に立地する工業団地が提供する内部経済と外部経済が増加する場合,どのように工業団地の生産活動の構成が変化するかを分析する。ここでの分析のために各係数を表6のように変更する。

表6 工業団地における内部・外部経済に関する係数値

h	j	k	α	β	D	g	Φ
0.02/0.2	2/0.2	10/0.2	0.0007/0.5	0.73/0.5	54.57/0.5	0.1	0.15

上記の(22a, b, c, d)式で示される4つの式からaとc業種 L_a, L_c, N_a, N_c を導出すると表7で示される結果をえる。表5で示される結果と比較すれば,次のように工業団地は変貌する。各業種の工場はそれぞれ利潤を若干増加させる。工業団地における利潤総額は増加する。工業団地における工場数は微増する。他方,労働者数は減少することになる。

次に賃金率の増加の在り方に作用する係数 Φ を0.125へ変化させ,他の係数は表2と同じであると仮定する。この係数の低下は当該業種の労働者数の増加に対して賃金率の増加は抑制されることを意味する。この場合における工場団地の生産活動構成は表8により示される。表8で示されるように,その変化は内部・外部経済の増加とはかなり相違することになる。aとc業種の工場はそれぞれそれらの利潤をごくわずか増加させるが,工業団地における利潤総額は低下する。また工業団地における工場数は微減になり,総生産量も若干低下する。他方,予想されるように,工業団地において雇用される労働者数は増加することになる。

ここでの考察から,次のような結論が得られる。工業団地の生産条件における変化は,当然異なる生産活動構成を生み出し,その変化の方向の相違は注目し値する。賃金率の変化と内部・外部経済が工場と工業団地へ与える影響はかなり異なる。賃金率の増加を抑制する変化は工業団地の利潤総額を減らすことになる。例えば,工業団地開発者が工業団地の周辺地域における交通輸送基盤を整備し当該工場団地の通勤圏の拡大により労働者の供給条件を緩和し,労働者の賃金率の増加を抑えることを目論むとしよう。このような計画は工業団地の生み出す利潤総額を低下させる。他方,工業団地の内部・外部経済の機能の上昇は労働者数を減少させるが,工業団地での総利潤を増加させる。

表7 工業団地における内部・外部経済の増加による生産活動構成の変化

業種数	立地	Na	La	Y _{1a}	AL _a	AY _{1a}
2 業種,a,c	M ₁ 近傍	8.994	21.63	3908.5	194.62	35153
		Nc	Lc	Y _{1c}	AL _c	AY _{1c}
		2.776	8.930	3868.9	24.790	10740.
		TN	TL	TY ₁	AQ _a	AQ _c
		11.77	219.42	45893	442.4	134

表 8 工業団地における賃金率の変化と生産活動構成の変貌

業種数	立地	Na	La	Y _{1a}	AL _a	AY _{1a}
2 業種,A,C	M ₁ 近傍	8.588	29.89	3904.5	256.75	33532
		Nc	Lc	Y _{1c}	AL _c	AY _{1c}
		2.811	12.33	3864.5	34.68	10865
		TN	TL	TY ₁	AQ _a	AQ _c
		11.39	291.4	44398	442.4	135.7

4 工業団地開発者と企業間の相互依存関係の生産活動構成への影響

工業団地は国や地域の行政府あるいは開発企業により計画され建設される。工業団地の開発者は工業団地のもつ生産支援機能や生産活動環境を変化させられ、工業団地の開発地周囲の経済環境にもある程度の影響を及ぼすことができる。工業団地の開発者は、工場立地を計画する企業との交渉あるいは打ち合わせを通して、工業団地に立地する業種および工場数を順次確定してゆく。したがって工業団地開発者と企業は工場立地に関して相互依存関係にある。

個別工場にとっては、その利潤額に最も関心をもち利潤最大化を図る。他方、工業団地開発者は個別工場の利潤最大化を図るように各業種の工場数を決めるが、工業団地における利潤総額にも当然関心を有する。この理由は明白である。工業団地開発者は国や地域の法人税収最大化あるいは企業者として工業団地から生み出される総利潤を最大化する目的ももつからである。このような事情から工業団地開発者は企業に対して次のような提案をすることができることになる。

いま、工業団地の生産活動を定める各係数の値が表 2 のようであると仮定する。この場合における工業団地の生産活動構成は表 5 で示される。この工業団地では、a 業種の各工場は 3904.3 の利潤を得る。c 業種の各工場は 3864.4 の利潤を得る。そして a 業種の総生産量は 430.1 であり c 業種の総生産量は 130.3 となる。この状況で工業団地全体での利潤総額は 44571.3 となる。

ここで工業団地開発者は次の提案をするとしよう。工業団地開発者は工場団地内にある労働者研修機能を向上させることにより、各工場が享受する内部経済の能力を表 9 で示されるように向上させる。その向上に対応して賃金率の増加に

作用する係数 Φ は 0.15 から 0.16 へ上昇すると想定する。

表 9 工業団地開発者による提案における係数値

h	j	k	Φ
0.02/0.4	2/0.4	10/0.4	0.16

このような工業団地開発者の提案に対して、各業種の工場は労働者の雇用量を利潤最大するように変更し、工業団地開発者は工業団地に立地する各業種の工場数を再度決定する。このようにして形成される工業団地の生産活動構成は表 10 により示される。各業種の個別工場の利潤は提案前の既存工業団地と同額になり⁸、a 業種の各工場は同額の利潤 3904.5 を得る。c 業種の各工場も同額の利潤 3864.5 を得る。工業団地に立地する工場はそれぞれ同額利潤を得るので、他の事情が同じであれば、各工場は工業団地開発の提案に反対しない。他方、提案された新工業団地での総利潤は 312 増加し 44884 へ上昇する。このため工業団地開発者は a と c 業種の個別企業に対してこの提案を推奨することとなる。

表 10 工業団地開発者による生産活動構成の変更提案

業種数	立地	Na	La	Y1a	ALa	AY1a
2 業種,a,c	M ₁ 近傍	9.510	23.30	3904.5	221.7	37135
		Nc	Lc	Y1c	ALc	AY1c
		2.005	10.02	3864.5	20.1	7749
		TN	TL	TY1	AQa	AQc
		11.52	241.76	44884	467.8	96.8

他方、提案された新工業団地では c 業種の工場数は 0.69 減少し、c 業種全体の生産量は 33.5 減少する。さらに工業団地において雇用される労働者数は 37.5 減少することになる⁹。したがって c 業種全体、そして c 業種の製品を使用する業界の意向、さらに地域労働者の視点からすれば、提案された工業団地に対して反対する意見が出されるものと考えられる。基本的には工業団地に立地する個別の企業と工場団地開発者間の相互依存関係から導出される意向が最優先されるが、工業団地の生産活動構成の決定は多くの方面から注目を集める。すなわち、a と c 業種全体、それらの中間財を利用する業界、地域の経済社会は工業団地の在り

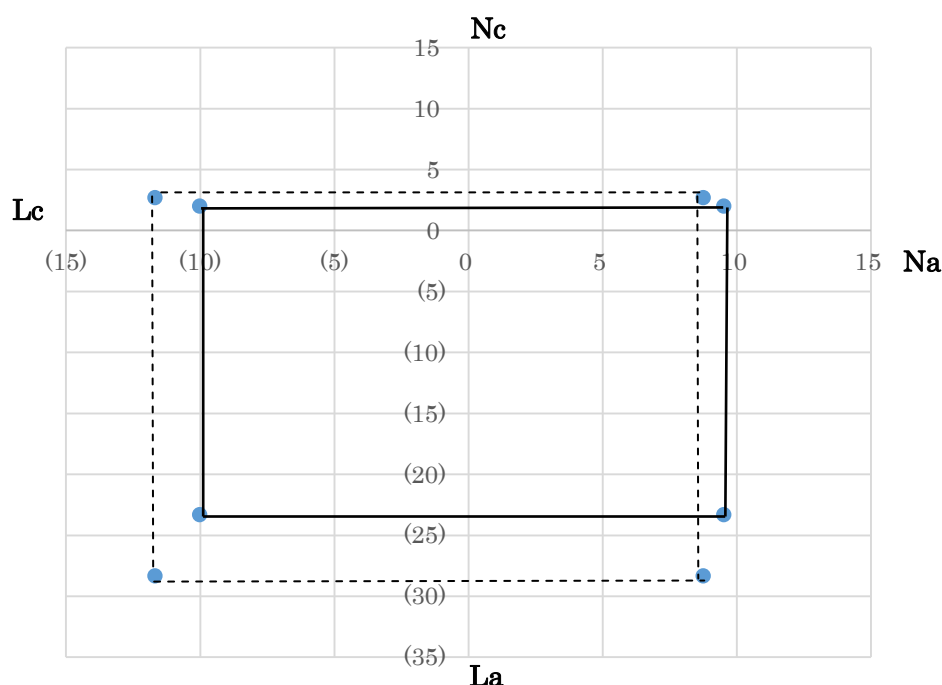
⁸ 精密な計算では各工場の利潤の差異は 0.2 あるいは 0.05 であり無視できる差異である。

⁹ 他方、提案された工業団地では a 業種全体の工場数は 0.77 増加し、全体の生産量も 37.72 増加する。

方に関心を有することになる。

さて図 4 は、工業団地に立地する a 業種の各工場の利潤を 3904.5, c 業種の各工場の利潤を 3864.5 に保つ、各業種の工場数 N_a , N_b と各工場で雇用される労働者数 L_a , L_b の組み合わせを 2 つ示している。点線で示される組み合わせは既存の工業団地での組み合わせ、実線が提案された生産活動構成である。このような性質を有する組み合わせは、ある一定の範囲内で多数存在する。工業団地に立地する各工場に対して同じ利潤水準を生み出す工場数と雇用水準の組み合わせは、一定の組み合わせの範囲内において、多数存在する。

図 4 工業団地の生産活動構成の代替可能性



ここでの考察から引き出される結論は次のようになる。同じ規模の工業団地であっても、工業団地開発者はその機能を若干変更することにより、立地する各業種の各工場の利潤を同額水準に維持しながら、生産活動構成を変化させられ、同じ工業団地において異なる総利潤、異なる労働者数と総生産量を生み出すことができる。これにより工業団地は多様性と柔軟性を入手できる。工業団地の生産活動構成は 1 つの限定された構成に留まらず、工業団地と企業との相互依存関係を通して変化させられる。工場団地がこの多様性と柔軟性を有することで、生産活動構成を一定の範囲内に内においてより好ましい構成に変化させられる。すなわち工業団地開発者、工場立地予定の企業、企業が属する産業界、地域の労働者、地域の行政など社会経済的主体者が協議し出されてきた総意により合

致するように工業団地の生産活動構成を変更することが可能となる。したがって地域に開発される工業団地の生産活動構成は、地域の社会経済的主体間の相互依存関係から出される地域の意向を勘案してより良いものにするという構想に論理的な裏付けを1つ提供するものである。

3節での考察の結論と合わせて上記の考察を整理すると次のようになる。工業団地の立地点は、ある限定された地点に定まらず誘致したい各工場の立地有望地域の重複地域内で種々の社会経済的立地因子に配慮して選択できる。そして工業団地の生産活動構成も限定された1つの構成にとどまらず、ある限定された範囲内において社会経済的主体全体の総意をより反映するように選択できる。

5 結語

経済活動が広域化する時代においては、企業はその生産工程を細分化し、細分されたいくつかの工程を、より低い生産費用を実現できる地点へ分散させる。他方、工業誘致を図る国や地域は細分された生産工程を担う工場を牽引する計画を立案する。この状況において、工業団地は国および地域の行政府にとって重要な立地政策の手段の1つとなる。工業団地は工場運営に必要なインフラストラクチャを提供し、そして集積経済を生み出して集積因子と局地立地因子の働きを発揮する。工業団地は企業と国および地域行政府の双方にとって魅力的な立地を実現する手段の1つである。

本稿は工業団地の立地とその生産活動構成を理論的に分析するものである。ここでの分析から導出された結論の内容は次のようである。工業団地開発地点は、誘致したい工場の立地傾向に合わせて定まる。工場立地は特定の1地点に限定されずに、立地有望地域内において種々の社会経済的な立地因子も考慮されて選択される。したがって、工業団地の開発地点も、1地点に限定されず、誘致したい工場の立地有望地域内において選択される。そして誘致したい工場は複数存在するので、いくつかの立地有望地域が重複する地域内に工場団地は開設される可能性が高い。

次いで、工場団地の生産活動構成、すなわち各業種の工場数そして各工場における雇用者数の組み合わせは、工業団地の立地点そして当該工業団地が提供する集積経済の水準により変化する。工業団地の生産活動構成の考察から引き出される最も重要な結果は次のようである。工業団地に立地する各業種の各工場の利潤をそれぞれ同一水準に維持する生産活動の構成は1つの構成に限定されずに、ある範囲内において複数存在する。工業団地の生産活動構成は多様性と柔軟性を有する。この多様性と柔軟性に基づいて工場団地の生産活動は、工業団地の開発者、工場団地に工場を立地させる企業、そして地域の労働者などの経済主体の相互依存関係から導き出される総意により合致するように構築す

ることが可能になる。工業団地の立地および生産活動構成は 1 つに限定されない。それらは一定の範囲内において、社会・経済的主体間における相互依存関係から導出される総意をより反映するように決定することが可能である。

参考文献

- Bredo, W., (1960) *Industrial Estates, Tool for industrialization*, The Free Press, Glencoe, Illinois.
- Ishikawa, T., (2016) *Dynamic Location Phases of Economic Activity in the Globalized World*, Springer, Singapore.
- Hirshleifer, J., (1956) “On the economics of transfer pricing,” *Journal of Business*, July, pp.172-184.
- Puu, T., (1998) “Gradient dynamics in Weberian location theory,” Beckmann et.al, *Knowledge and*
- Shi, H. and X. Yang., (1995) “A new theory of industrialization,” *Journal of Comparative Economics*, 20, 171-189.
- Weber, A.,(1909)*Über den Standort der Industrien*,Tubingen, J.C.B. Mohr.

謝辞：本稿は平成 26 年度科学研究費助成事業および基盤研究（C）26380316 の研究成果の一部であり記して感謝したい。