輸送市場を考慮した都市集積モデルの分岐解析

山本 誠也[1]・高山 雄貴[2]・吉井 稔雄[3]

[1]学生員　愛媛大学　大学院理工学研究科（〒 790-8577 愛媛県松山市文京町 3 番）
E-mail: yamamoto.takaya.08@cee.ehime-u.ac.jp
[2]正会員　愛媛大学　助教　大学院理工学研究科（〒 790-8577 愛媛県松山市文京町 3 番）
E-mail: takayama@cee.ehime-u.ac.jp
[3]正会員　愛媛大学　教授　大学院理工学研究科（〒 790-8577 愛媛県松山市文京町 3 番）
E-mail: yoshii@cee.ehime-u.ac.jp

新経済地理学 (New Econimic Geography: NEG) 分野では，輸送費用減少に伴う産業集積現象 (i.e., ストロー現象) を説明できる理論が構築されてきた．しかし，この理論では，産業集積を生む中心的要因である輸送費用が外生的なパラメータで与えられており，輸送サービスに対する運賃を決定する市場メカニズムは考えられていない．そこで，本研究では，輸送市場を考慮した NEG モデルを構築する．そして，参入規制の有無など，輸送市場の競争環境の違いが産業集積パターンに与える影響を分析する．その結果，次の 2 点が明らかにされる．1) 輸送市場に参入規制がない場合，産業集積による輸送需要の増加は，輸送企業 (キャリア) の新規参入・競争激化をもたらし，運賃を低下させる．そのため，産業集積が急激に進展する．2) 参入規制の下での輸送需要の増加は，輸送企業の市場支配力の増大・運賃の上昇を生むため，一度形成された産業集積を崩壊させる場合がある．

Key Words : *transport sector, density (dis)economy of transportation, new economic geography model*

1. はじめに

我が国をはじめとする経済先進諸国では，東京都市圏への一極集中などといった，経済活動の空間的集積現象が見られる．このような現象が起こるメカニズムについて，古くから様々な分野において研究がなされてきた．その中の代表的な理論として，様々な空間スケールでの集積現象を扱った新経済地理学[1)] (New Economic Geography: NEG) が挙げられる．

NEG 分野では，輸送費用減少に伴う人口・産業の集積現象 (i.e., ストロー現象) を説明できる理論が構築されてきた．しかし，この理論では，産業集積を生む中心的要因である輸送費用が外生的なパラメータで与えられており，輸送サービスに対する運賃を決定する市場メカニズムは考えられていなかった．

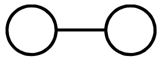
近年，Behrens, Gaigné and Thisse[2)], Behrens and Picard[3)], Takahashi[4)] が，輸送を専門に扱う輸送部門を導入した NEG モデルを構築し，そのモデルで創発する産業集積パターンを示している．しかし，Behrens, Gaigné and Thisse では，輸送方向別の運賃設定が考慮されていない．より具体的には，輸送を行う際に行きも帰りも同じ運賃であると仮定されている．Behrens and Picard, Takahashi では，前述の点は改善され，輸送方向別の運賃設定が考慮されているものの，完全競争下で輸送費用が決定されると仮定している．したがって，輸送企業間の競争環境 (e.g., 競争の度合，規制の有無) が産業集積パターンに与える影響を明らかにするまでには至っていない．

本研究では，輸送市場を考慮した都市集積モデルを構築し，その分岐解析を行う．そして，参入規制の有無など，輸送市場の競争環境の違いが産業集積パターンに与える影響を明らかにする．そのために，Thisse[5)] により提案された経済地理学モデルに輸送部門を導入した新たな都市集積モデルを構築する．そして，競争環境が異なるケース毎に，安定均衡解として創発する集積パターンを示し，その特性の違いを明らかにする．

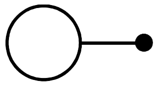
2. モデルの設定

(1) 消費者

消費者は，知識・技術水準に応じて skilled worker と unskilled worker に分類されると仮定する．skilled worker は，高度な知識・技術を活かして，工業部門における作業に従事する消費者であり，自らが労働・居住する都市を選択できる．unskilled worker は，高度な知識・技術を持たず，農業部門・輸送部門の作業に従事する消費者であり，労働・居住する都市を選択できない．skilled worker，unskilled worker 各々の総人口は一定であり，それぞれ H, L とする．都市 i の skilled worker の人口は h_i で表し，unskilled worker はすべての都市に一様に分布するものと仮定する．



図–1-a 均等分布



図–1-b 一極集中

図–1 均衡解として存在する人口分布

(2) 都市・経済環境の設定

空間の基本構造として，**図–1** に示す 2 都市システムを考える．この空間構造の下では，本モデルの均衡解として存在し得る人口分布パターンは，後述のように **図–1** に示す 2 種類のパターン (均等分布，一極集中) に限定される．

この経済には，農業部門，工業部門，輸送部門の 3 部門が存在する．農業部門は，収穫一定の技術により，unskilled worker の労働を生産要素として 1 種類の同質な財 (以降，農業財) を生産する完全競争的な部門である．工業部門は，収穫逓増の技術により，skilled worker の労働を生産要素として 1 種類の同質な財 (以降，工業財) を生産する寡占的な部門である．輸送部門は，unskilled worker の労働を生産要素として工業財の輸送を専門に受け持つ寡占的な部門である．

(3) 消費者行動

都市 i の消費者は，自らの効用を所得 $y_i + \bar{q}$ の下で最大化するように，農業財の消費量 q_{0i}, 及び都市 j の企業 k が生産した工業財の消費量 q^k_{ji} を決定する:

$$\max_{\{q^k_{ji}\}, q_{0i}} U_i(q^k_{ji}, q_{0i}) = \left(1 - \frac{1}{2}\sum_j \sum_k q^k_{ji}\right)\sum_j \sum_k q^k_{ji} + q_{0i} \tag{1a}$$

$$\text{s.t.} \quad \sum_j \sum_k p^k_{ji} q^k_{ji} + p_{0i} q_{0i} = y_i + \bar{q} \tag{1b}$$

ここで，k は工業部門の企業を表すインデックスであり，離散変数とする．また，p^k_{ji} は都市 j で生産され都市 i で消費される工業財の価格，p_{0i} は都市 i で消費される農業財の価格，y_i は労働により得られる賃金であり，skilled worker, unskilled worker の賃金は，各々，w_i, w_{0i} で表す．$\bar{q}$ はニューメレール財の初期保有量である[1]．

この効用最大化問題を解くことにより，都市 i における工業財の消費量 $\{q^k_{ji}\}$ が価格 p^k_{ji} の関数として，次のように導出される．

$$\sum_j \sum_k q^k_{ji} = 1 - p^k_{ji} \tag{2}$$

上式からわかるように，p^k_{ji} は生産地 j, 企業の種類 k には依存しない．そこで，以降では，p^k_{ji} を p_i と表記する．このとき，工業財・農業財の消費量は，次のように与えられる．

$$\sum_j \sum_k q^k_{ji} = 1 - p_i \tag{3a}$$

$$q_{0i} = \frac{y_i + \bar{q} - p_i(1 - p_i)}{p_{0i}} \tag{3b}$$

(4) 企業行動

a) 農業部門

農業部門では，unskilled worker の労働のみを生産要素とし，同質な財を完全競争のもとで収穫一定の技術により生産する．この場合，一般性を失うことなく，1 単位の unskilled worker の労働により，1 単位の財が生産されると基準化できる．したがって，限界費用原理から，農業財の価格 p_{0i} は，unskilled worker の賃金 w_{0i} と等しくなる．また，農業財の輸送には費用がかからないニューメレール財と仮定するため，どの都市においても農業財の価格，unskilled worker の賃金は等しい (i.e., $p_{0i} = w_{0i} = 1$).

b) 工業部門

工業部門では，skilled worker の労働を生産要素とし，同質な財を寡占競争の下で収穫逓増の技術により生産する．企業 k が工業財を生産するためには，skilled worker の労働を 1 単位，生産要素として投入する必要があると仮定する．この仮定から，生産を行う企業 k の数は，都市 i に居住する skilled worker の人口 h_i と等しくなる．また，都市 i, j 間の工業財の輸送には単位輸送量あたり，輸送部門の設定する運賃 t_{ij} がかかる．

都市 i に立地する工業部門の企業 k は利潤 Π^k_i を最大化するように，工業財の生産量 $\{q^k_{ij}\}$ を設定する．

$$\max_{\{q^k_{ij}\}} \Pi^k_i = \sum_j (p_j - t_{ij}) q^k_{ij} (h_j + l) - w_i \tag{4}$$

ここで，$l \equiv L/2$ は各都市の unskilled worker 人口，w_i は skilled worker の賃金である．利潤最大化問題 (4) の一階条件より，工業財の生産量 q^k_{ij} が次のように導出される:

$$q^k_{ij} = p_j - t_{ij} \tag{5}$$

ここで，工業材の生産量は，全ての企業で同じ値となるため，以降では添え字 k を省略し，q_{ij} と表記する．なお，Thisse では q_{ij} が常に正であると仮定しているが，本研究では輸送が行われないケースを明示的に考える．そのために，q_{ij} を次のように表現する:

$$q_{ij} = \max\{p_j - t_{ij}, 0\} \tag{6}$$

また，都市 i, j 間の総輸送需要 Q_{ij} は，次のように表される:

$$Q_{ij} = \sum_k q^k_{ij} = h_i q_{ij} \tag{7}$$

[1] $\bar{q}$ は，$q_{0i} > 0$ が常に成立するほど，十分大きいと仮定する．

(5) 輸送部門

本研究では，上記までの Thisse と同様の仮定に加え，新たに unskilled worker の労働を生産要素として工業財の輸送を専門に受け持つ輸送部門を導入する．輸送部門には，都市 i から都市 j へ工業財を輸送する m 社のキャリアが存在する．キャリア $c \in \{1, 2, ..., m\}$ は，寡占競争の下で，自らの利潤 $\pi^{(ij)}$ を最大化するように都市 i, j 間の工業財の輸送量 q_{ij}^c を決定する．

$$\max_{q_{ij}^c} \pi^{(ij)} = \left\{t_{ij}(Q_{ij}) - \tau\right\} q_{ij}^c - f \tag{8}$$

ここで，τ は単位輸送量当たりに必要な unskilled worker の労働量 (i.e., 限界費用)，f は固定費用，Q_{ij} は都市 i, j 間の工業材の総輸送量であり，$Q_{ij} = \sum_c q_{ij}^c$ で与えられる．また，$t_{ij}(Q_{ij})$ は，輸送サービスに関する逆需要関数であり，式 (3a), (6) より，次のように与えられる:

$$t_{ij}(Q_{ij}) = \min\left\{\frac{1}{1+h_j}\left\{1 - \frac{1+H}{h_i(h_j+l)}Q_{ij}\right\}, p_j\right\} \tag{9}$$

a) キャリアが自由に参入できる場合

はじめに，キャリアが自由に参入できる場合を考える．この場合，(8) に示す利潤が存在する限り，キャリアが参入しつづける．その結果，最終的に利潤がゼロとなり，固定費用 f の水準に応じたキャリア数 m が決まる．それに対応した運賃 t_{ij} は，利潤最大化問題の一階条件・利潤ゼロ条件から得られる以下の関係から決定される:

$$t_{ij} = \tau + \frac{1+H}{h_i(h_j+l)(h_j+1)}q_{ij}^c \tag{10a}$$

$$t_{ij} = \tau + \frac{f}{q_{ij}^c} \tag{10b}$$

具体的には，運賃 t_{ij} は，各都市の skilled worker 人口 h_i の関数として，次のように与えられる:

$$t_{ij} = \tau + \sqrt{\frac{f}{h_i(h_j+l)(h_j+1)}} \quad (i \neq j) \tag{11}$$

b) キャリアが参入規制されている場合

次に，キャリアが参入規制されている場合を考える．この場合，キャリア数 m を固定的なパラメータとして与える．キャリアの利潤最大化問題 (8) の一階条件 (10a) と (3a), (6), (7) より，このときの運賃 t_{ij} は，各都市の skilled worker 人口 h_i の関数として，次のように与えられる:

$$t_{ij} = \frac{m}{m+1}\tau + \frac{1}{(m+1)(h_j+1)} \quad (i \neq j) \tag{12}$$

3. モデルの均衡

(1) 短期均衡状態

都市経済システムにおいて，財の消費に関する需給と輸送に関する需給は，skilled worker が移住できない程，短期間で均衡すると仮定する．この状態を "短期均衡状態" と呼ぼう．短期均衡の条件下では，Thisse と同様，企業の参入・撤退が自由であると仮定する．したがって，企業の利潤は常にゼロとなるため，skilled worker の賃金 w_i は次のように表せる:

$$w_i = \sum_j (p_j - t_{ij})^2(h_j + l) \tag{13}$$

また，工業財の市場生産条件が成り立つため，(3a), (6) より，都市 i の工業財価格 p_i は以下のように表せる:

$$p_i = \frac{1 + \sum_j h_j t_{ji}}{1+H} \tag{14}$$

このとき，skilled worker の間接効用関数 $v_i(\boldsymbol{h})$ が skilled worker の各都市における人口 $\boldsymbol{h} = [h_0, h_1]^{\mathrm{T}}$ の陽関数として表現できる:

$$v_i(\boldsymbol{h}) = \frac{1}{2}(1-p_i)^2 + w_i \tag{15}$$

(2) 調整ダイナミクス，長期均衡状態と安定性

長期的には，skilled worker は自らの得る効用を最大化するように労働・居住する都市を選択することができる．この skilled worker の都市選択及び移住行動が長期的に落ち着く状態を "長期均衡状態" と呼ぼう．本研究では，skilled worker の人口分布が均衡状態に到達するまでの調整ダイナミクスとして，NEG で一般的に用いられる replicator dynamics[1)]を採用する．

$$\dot{h}_i = F_i(\boldsymbol{h}) \equiv h_i(v_i(\boldsymbol{h}) - \bar{v}(\boldsymbol{h})) \tag{16}$$

$$\bar{v}(\boldsymbol{h}) = \sum_j \frac{h_j}{H} v_j(\boldsymbol{h}) \tag{17}$$

この調整ダイナミクスの定常状態 (i.e., 任意の i で $F_i(\boldsymbol{h}^*) = 0$ を満たす $\boldsymbol{h}^*$) を長期均衡状態と定義する．

均衡状態 $\boldsymbol{h}^*$ の安定性は，調整ダイナミクス $\boldsymbol{F}(\boldsymbol{h}^*) = [F_0(\boldsymbol{h}^*), F_1(\boldsymbol{h}^*)]^{\mathrm{T}}$ の Jacobi 行列 $\nabla \boldsymbol{F}(\boldsymbol{h}^*)$ の固有値の実部の符号により判断できる．より具体的には $\nabla \boldsymbol{F}(\boldsymbol{h}^*)$ の固有値の実部が全て負であれば $\boldsymbol{h}^*$ は局所安定的である．そして，固有値の符号が切り替わることで分岐現象が発生する．このとき，分岐理論で良く知られているように，固有値に対応する固有ベクトルの方向に安定的な均衡解が存在する．この Jacobi 行列は，次のように与えられる．

$$\begin{aligned}\nabla \boldsymbol{F}(\boldsymbol{h}^*) &= \mathrm{diag}[\boldsymbol{v}(\boldsymbol{h}^*) - \bar{v}(\boldsymbol{h}^*)\mathbf{1}] \\ &\quad + H^{-1}\mathrm{diag}[\boldsymbol{h}]\left[H\nabla\boldsymbol{v} - \mathbf{1}\boldsymbol{h}^{*\mathrm{T}}\nabla\boldsymbol{v} - \mathbf{1}\boldsymbol{v}(\boldsymbol{h}^*)^{\mathrm{T}}\right]\end{aligned} \tag{18}$$

ここで，$\mathbf{1} \equiv [1, 1]^{\mathrm{T}}$ である．

以降の解析では，均等分布 $\bar{\boldsymbol{h}} = [H/2, H/2]^{\mathrm{T}}$ を初期状態とし，創発する集積・分散パターンを示す．このとき，$\nabla\boldsymbol{F}(\bar{\boldsymbol{h}})$ が巡回行列となる性質を利用して，分岐解析を行う．より具体的には，Akamatsu, Takayama and Ikeda[6]により提案されたアプローチを採用する．

(3) 調整ダイナミクスの Jacobi 行列の固有値

本節では，モデルで創発する人口分布パターンを明らかにする準備として，キャリアの自由参入・参入規制の各々のケースについて，調整ダイナミクスの Jacobi 行列の固有値を示す．

a) キャリアが自由に参入できる場合

キャリアが自由に参入できる場合，均等分布での $\nabla\boldsymbol{F}(\bar{\boldsymbol{h}})$ の固有値 g_k は，都市間の運賃 $t_{ij} = t_{ji} \equiv t(\tau, f)$ の関数で与えられる．

$$g_k = \begin{cases} -\bar{v}(\bar{\boldsymbol{h}}) < 0 & \text{if} \quad k = 0 \\ (1+H)^{-2}\{\alpha t(\tau, f)^2 + \beta t(\tau, f) + \gamma\} & \text{if} \quad k = 1 \end{cases} \tag{19}$$

$$t(\tau, f) = \tau + \sqrt{\frac{8f}{H(H+L)(H+2)}} \tag{20}$$

ここで，α, β, γ は H, L, f によって決まるパラメータである．

$$\alpha \equiv -\left\{(1+H)^2 + L(1+H) + \frac{H}{2}\right\} < 0 \tag{21a}$$

$$\beta \equiv \left\{2 + 3H + \epsilon\left[H + L - \left(\frac{H}{2}\right)^2(1 + 2H + 2L)\right]\right\} \tag{21b}$$

$$\gamma \equiv \epsilon\left\{\frac{H^2}{2} - H - L\right\} \tag{21c}$$

$$\epsilon \equiv \left\{\frac{1}{H+L} + \frac{1}{H+2} - \frac{1}{H}\right\}\sqrt{\frac{8f}{H(H+L)(H+2)}} \tag{21d}$$

また，固有値 g_0, g_1 に対応する固有ベクトルは，各々，$[1,1], [1,-1]$ である．

b) キャリアが参入規制されている場合

キャリアが参入規制されている場合，均等分布での $\nabla\boldsymbol{F}(\bar{\boldsymbol{h}})$ の固有値 $\hat{g}_k$ は，次のように得られる．

$$\hat{g}_k = \begin{cases} -\bar{v}(\bar{\boldsymbol{h}}) < 0 & \text{if} \quad k = 0 \\ (1+H)^{-2}\{\alpha \hat{t}(\tau, m)^2 + \hat{\beta}\hat{t}(\tau, f) + \hat{\gamma}\} & \text{if} \quad k = 1 \end{cases} \tag{22}$$

$$\hat{t}(\tau, m) = \frac{m}{m+1}\tau + \frac{1}{(m+1)(H/2+1)} \tag{23}$$

ここで，$\hat{\beta}, \hat{\gamma}$ は H, L, m によって決まるパラメータである．

$$\hat{\beta} \equiv \left\{2 + 3H + \hat{\epsilon}\left[(H+L)(1+H) - \left(\frac{H}{2}\right)^2\right]\right\} \tag{24a}$$

$$\hat{\gamma} \equiv \hat{\epsilon}\left\{H\left(1 + \frac{H}{2}\right) + (1+H)L\right\} \tag{24b}$$

$$\hat{\epsilon} \equiv -\frac{1}{(m+1)(H/2+1)^2} < 0 \tag{24c}$$

また，固有値 g_0, g_1 に対応する固有ベクトルは，各々，$[1,1], [1,-1]$ である．

4. 創発する集積パターン

(1) キャリアが自由に参入できる場合

a) 輸送が行われる条件

Thisse では q_{ij} が常に正であると仮定していたが，式 (6) に示したように，本研究では輸送が行われないケースを明示的に与えている．均等分布状態における輸送が行われる条件は (11), (14) より，以下に示す式より与えられる．

$$\tau < \frac{1}{H/2+1} - \sqrt{\frac{8f}{H(H+L)(H+2)}} \tag{25}$$

b) 創発する集積パターン

本項では，パラメータ の変化に応じて，集積パターンがどのように進展するのかを示す．そのために，解析で得られた g_k の符号を調べる．

まず，分岐が発生する条件について示しておこう．本研究では，標準的な NEG モデルとの対応を確認するために，$f = 0$ のケース (i.e., 運賃 t_{ij} が限界費用 τ と一致するケース) で，パラメータ τ の変化によって分岐が発生するか否かを考える．この分岐が発生するには，式 (19) で与えられる固有値 g_k のいずれかの符号が変化すればよい．この条件は，標準的な NEG モデルの no-black hole 条件と対応しており，次のように与えられる．

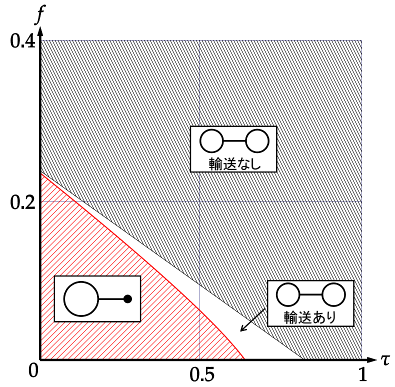
$$L > 1 + \frac{H}{2} \tag{26}$$

以降の解析では，この条件が常に満たされる状況を考える．

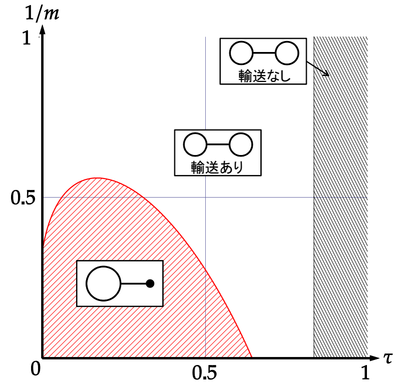
また，固有値 (19) より，運賃の低下に伴い g_k の符号が切り替わるのはの g_1 時のみである．したがって，g_1 の符号変化による分岐で創発するのは，固有ベクトル $[1,-1]$ 方向の集積パターン (i.e., 一極集中) である．

τ, f の値と g_1 の符号との対応を調べた結果，本モデルで創発する集積パターンは，**図–2** の通りとなることがわかる．ただし，**図–2** は $H = 0.4, L = 2.0$ とした場合の結果である．また，**図–2** には輸送の有無についても同時に示した．

創発する集積パターンに着目すると，**図–2** より，競争が厳しい (i.e., f が小さく，キャリアが参入しやすい) 領域では，限界費用 τ の低下に伴い人口・産業が集積することが示された．これらの結果は，従来の NEG の結論と同様のものである．ただし，競争が緩い領域では集積が起こらないとの結果が得られた．工業財の輸送の有無に着目すると，均等分布パターンが安定均衡



図–2 安定均衡状態として創発する集積パターン (自由参入)



図–3 安定均衡状態として創発する集積パターン (参入規制)

状態となる領域では輸送が殆ど行われていないことがわかる．

これらの結果は，輸送サービス市場に参入規制が存在しない場合，工業財の輸送需要の増加がキャリアの新規参入・価格競争を促し，その結果として産業集積が促進されると解釈できる．これらの結果は，従来理論では知られていない新たな知見である．

(2) キャリアが参入規制されている場合

a) 輸送が行われる条件

参入規制が行われている場合の，均等分布状態における輸送が行われる条件は (12), (14) より，以下に示す式より与えられる．

$$\tau < \frac{1}{H/2+1} \tag{27}$$

b) 創発する集積パターン

このケースでも，分岐が発生する条件を示そう．自由参入の場合と同様，ここでも，NEG との対応が直接確認できる，$t_{ij} = \tau$ となる状況 (i.e., $m \to \infty$) で，分岐が発生する条件を考える．この条件は，前節と全く同じ条件により与えられる:

$$L > 1 + \frac{H}{2} \tag{28}$$

以降の解析では，この条件が常に満たされる状況を考える．

τ, f の値と g_1 の符号との対応を調べた結果，本モデルで創発する集積パターンは，**図–3** の通りとなる．ただし，**図–3** は $H = 0.4, L = 2.0$ とした場合の結果である．また，**図–3** には輸送の有無についても同時に示した．

創発する集積パターンを見ると，**図–3** より，ある競争条件において限界費用の低下に伴い集積パターンが "均等分布 → 一極集中 → 均等分布" といった「再分散現象」が起こりうることがわかる．さらに，競争が緩い (i.e., m が小さい) 領域では，限界費用を低下させても集積が起こらないことも示された．都市間の輸送発生の有無に着目すると，キャリアが自由参入できる場合と異なり，輸送が行われている場合でも分散状態が保たれる領域が存在していることも明らかとなった．

これらの結果は，参入規制の下での工業材の輸送需要の増加は，輸送企業の市場支配力の増大・運賃の上昇を生み，その結果として，産業集積を抑制・崩壊させていると解釈できる．これらの事実も，既存研究では知られていない新たな成果である．

5. おわりに

本研究では，輸送市場を考慮した都市集積モデルの分岐解析を行い，輸送費用の低下が産業集積パターンに与える影響を明らかにした．その結果，輸送企業間の競争環境によって,「再分散現象」などといった，従来理論とは異なる集積パターンが創発することが示された．

本研究から得られた知見は，従来の NEG における「交通基盤の整備は産業集積をもたらす」という基本命題が物流市場の競争形態によっては必ずしも成り立つ訳ではないことを示している．より具体的には，キャリアを自由参入とすると，交通基盤の整備に伴い，従来の NEG と同様，都市圏へ地方の人口が吸収される．一方，キャリアを参入規制することで，交通基盤の整備が地方への人口再分散をもたらしうる．これらの成果は既存研究では知られておらず，キャリアの参入に関する施策を行う場合，その効果を説明する基礎的な理論基盤となり得るであろう．

参考文献

1) Fujita, M., Krugman, P. R. and Venables, A. J.: *The Spatial Economy: Cities, Regions and International Trade*, MIT Press, 1999.
2) Behrens, K., Gaigné, C. and Thisse, J.-F.: Industry Location and Welfare When Transport Costs are Endogenous, *Journal of Urban Economics*, Vol. 65, No. 2, pp. 195–208, 2009.
3) Behrens, K. and Picard, P. M.: Transportation, Freight

Rates, and Economic Geography, *Journal of International Economics, forthcoming*, 2011.
4) Takahashi, T.: Directional Imbalance in Transport Prices and Economic Geography, *Journal of Urban Economics*, Vol. 69, No. 1, pp. 92–102, 2011.
5) Thisse, J.-F.: Toward a Unified Theory of Economic Geography and Urban Economics, *Journal of Regional Science*, Vol. 50, No. 1, pp. 281–296, 2010.
6) Akamatsu, T., Takayama, Y. and Ikeda, K.: Spatial Discounting, Fourier, and Racetrack Economy: A Recipe for the Analysis of Spatial Agglomeration Models, *Journal of Economic Dynamics and Control, forthcoming*, 2012.

(平成 24 年 5 月 7 日 受付)