地域的異質性の存在下において 地域間交通費の削減が人口分布に与える影響

瀬木俊輔[1]・小林潔司[2]・小林優輔[3]

[1]正会員　京都大学工学研究科（〒 615-8540 京都市西京区京都大学桂）
E-mail: segi.shunsuke.6e@kyoto-u.ac.jp
[2]フェロー会員　京都大学経営管理大学院（〒 606-8501 京都市左京区吉田本町）
E-mail: kobayashi.kiyoshi.6n@kyoto-u.ac.jp
[3]正会員　NTT データ経営研究所（〒 102-0093 東京都千代田区平河町 2-7-9）
E-mail: kobayashiyus@keieiken.co.jp

地域間交通費の削減が大都市への人口集積をもたらすというストロー効果が生じる原因は，どの地域においても同質な財を生産できる産業の存在にある．本研究では，「各地域において生産される財の中には，その地域の中でしか生産できないものが存在する」という地域的異質性に着目する．地域的異質性の存在下においては，地域高交通費の削減は，複数の地域に人口が分散した国土構造の形成を促す可能性がある．本研究は，この可能性を理論的に検証するため，地域的異質性の概念を導入した空間経済モデルを定式化し分析を行った．分析の結果，地域間交通費が十分に小さいとき，地域的異質性は人口の分散を促すことが示された．

Key Words : *population distribution, spatial economic model, local distinctiveness, transportation cost*

1.　はじめに

日本においては東京首都圏への人口の一極集中が問題となっている．この現象は首都圏と地方の双方に経済的・社会的な問題をもたらしていると言われている．まず，首都圏においては，人口の集積により深刻な交通混雑が生じている．また，首都圏に政治・経済の枢要な活動が集中している現状においては，首都圏に大震災が発生した際に，日本の政治・経済の機能が停止して甚大な影響が生じることになる．次に，地方部においては，首都圏に人口が流出する結果として，社会経済活動の維持が困難になっている．

以上のような問題を解決するために，首都圏への人口集中の緩和と地方部の人口維持を目的とした政策が検討・実行されている．その中でも効果的な政策として，高速道路や高速鉄道のネットワーク整備政策が挙げられている．その理由は，これらのネットワークへのアクセス性が，地方に企業や観光客を誘致する際の重要な因子であると考えられていることにある．他方，これらのネットワーク整備は，いわゆる「ストロー効果」によって，大都市圏への人口集中を加速させるとして，その有効性に懐疑的な意見も存在する．

ストロー効果が生じる原因は，どの地域においても同質な財・サービスを生産できる産業の存在にある．そのようなサービスの例として，銀行の窓口業務を取り上げ，ストロー効果が生じるメカニズムを説明しよう．地域間の交通費が高い（旅行時間が長い）状況においては，人口の少ない小地域にも銀行の支店が立地している．なぜなら，各地域の住民は，他地域の銀行を利用することが困難であるからである．そのため，各地域に立地した銀行の支店は，当該地域に住む住民の需要を総取りできる．しかし，地域間の交通費が削減されると，これらの需要は大都市に立地するサービス水準の高い銀行に吸い取られ，小地域の銀行の支店は閉店することになる．以上が，ストロー効果が生じるメカニズムの簡易な説明である．

以上のメカニズムが生じる前提条件は，どの地域においても同質な財・サービスが生産可能であることである．もし，地域ごとに特色のある財やサービスが生産されており，ある特色を持つ財・サービスは特定の地域においてのみ生産可能である場合には，以上のメカニズムは生じない．むしろ，地域間交通費が削減されると，大都市には存在しない財・サービスを求める大都市の住民により，小地域において生産される財・サービスに対する需要が増え，小地域の雇用が活性化されると考えられる．

以上の議論を踏まえると，地域間交通費の削減が人口分布に与える影響を考察する際には，ある地域においてのみ生産可能な財・サービスが存在するという地域的異質性を考慮することが重要であると言える．そこで，本研究は，このような地域的異質性を考慮した空間経済モデルを定式化したうえで，地域的異質性の存

在下において地域間交通費の削減が人口分布に与える影響について考察することを目的とする．以下，**2.** では本研究の考え方を整理する．**3.** ではモデルを定式化する．**4.** ではモデルを解析的・数値的に分析する．**5.** では分析結果を踏まえ，政策的示唆を導く．

2.　本研究の基本的な考え方

(1)　新経済地理学における人口の集積・分散

地域間交通費が人口の空間分布に与える影響に関しては，新経済地理学の分野に膨大な理論的研究の蓄積がある．それらの研究が採用するモデルは，人口を一点に集積させようとする「集積力」と，人口を広い地域に分散させようとする「分散力」の二つの力を表現しており，それらの力のせめぎ合いとして定まる空間均衡（spatial equilibrium, 人口の空間的分布）を求めることができる．また，これらのモデルは地域間交通費をパラメータとして含んでおり，このパラメータに関する比較静学分析を行うことにより，地域間交通費の削減が空間均衡に与える影響を分析できる．

新経済地理学の分野においては多くのモデルが提案されている．Akamatsu et al.[1] は，それらのモデルの数学的な特性は，分散力の性質に応じて 3 つのクラスに分けられることを示した．分散力には，空間の広い範囲に働くもの（Global dispersion force，大域的分散力）と，空間のごく狭い範囲にしか働かないもの（Local dispersion force，局所的分散力）が存在する．前者の代表例は，後述する「空間的に分散した需要」である．後者の代表例は，土地や交通の混雑である．土地や交通の混雑の不効用は，混雑が生じている地域から少しでも離れれば解消される．Akamatsu et al. は，新経済地理学の分野における既往研究のモデルは，前者のみを含むもの（Class 1），後者のみを含むもの（Class 2），両者を含むもの（Class 3）の 3 つのクラスに分けられることを示している．

Akamatsu et al. は，Class 3 のモデルのみが現実に観察される人口分布パターンを説明できることを示している．現実の人口分布パターンにおいては，複数の人口集積地（都市圏）が存在しており，個々の都市圏内では中心部から郊外まで広い範囲に人口が分散している．Akamatsu et al. は，複数の人口集積地が存在することを説明するためには大域的分散力が必要であること，および，個々の都市圏内では広い範囲に人口が分散していることを説明するためには局所的分散力が必要であることを示した．そのうえで，実証分析を行ううえでは，双方の分散力を含む Class 3 のモデルが優れていることを議論している．

Akamatsu et al. は，地域間交通費の削減が空間均衡に与える影響も，3 つのクラスの間で異なることを示している．Class 1 のモデルにおいては，地域間交通費の削減は必ず人口の集積をもたらす．Class 2 のモデルにおいては，地域間交通費の削減は必ず人口の分散をもたらす．Class 3 のモデルにおいては，地域間交通費がある閾値よりも高い場合には，地域間交通費の削減は人口の集積をもたらし，その閾値よりも低い場合には，人口の分散をもたらす．これらの結果は，本研究のモデルの分析結果を解釈するうえでも重要なので，次節において詳しく述べる．

(2)　地域間交通費の削減とストロー効果

新経済地理学の嚆矢である Krugman[2] の Core-Periphery モデルは，ミクロ経済学の基礎付けを持つ大域的分散力を定式化した初めての研究である．このモデルは対称的な二地域から成る経済を表現したモデルである．経済には「製造業労働者」と「農家」の二種類の家計が存在する．製造業労働者は製造業部門において働く労働者であり，居住する地域を自由に選択・変更できる．他方，農家は農産物を生産する労働者であり，両地域に等しい人数が居住している．農家は居住地を変更できない．

Core-Periphery モデルにおいては，農家の存在が大域的分散力として働いている． 農家が生産する農産物は，製造業労働者は生産できず，かつ，家計の生存に必須の財として定式化されている．そのため，製造業労働者の所得の一部は農産物に支出され，両地域に居住する農家に均等に配分されることになる．農家はこうして得た所得を工業品の購入に支出する．ここで，工業品の地域間輸送には高い輸送費が必要であると仮定すると，製造業の企業には，企業数が少ない地域に立地しようとする誘因が働くことになる．なぜなら，各地域に住む農家は，他地域で生産される工業品を購入することが困難であるからである．そのため，製造業の企業数が少ない地域に立地した企業は，当該地域に住む農家の需要を総取りできる．このように，居住地を変更できず，かつ，一定の所得を得ることが保証されている家計が空間的に分散していることを仮定すると，大域的分散力を表現できる．本研究では，このような大域的分散力を「空間的に分散した需要」と呼ぶ．空間的に分散した需要は，古典的な Chritaller の中心地理論においても設けられている仮定である．

大域的分散力としての空間的に分散した需要は，地域間輸送費が削減されると弱くなる．地域間輸送費がゼロになると，農家による工業品の需要は，製造業の企業数が多い地域に吸い取られ，全ての企業は一地域に集積してしまう．これは **1.** において述べたストロー効果のメカニズムそのものであり，Core-Periphery モデル

はストロー効果を表現したモデルであると言える．したがって，Core-Perophery モデル，もしくは，Akamatsu et al. の定義する Class 1 のモデルを用いて分析を行うと，高速道路や高速鉄道のネットワーク整備政策は，大都市圏への人口集積を加速させるという結論が導かれることになる．

他方，現実の人口分布パターンを説明できる Class 3 のモデルにおいては，地域間交通費がある閾値よりも低ければ，地域間交通費の削減は人口の分散をもたらす．なぜなら，地域間交通費の削減は，集積力も弱めるからである．例えば，Core-Periphery モデルにおいて，消費者は工業品に対する多様性選好（Love of variety）を持ち，これが集積力として作用している．製造業の企業数が多い地域においては，住民は輸送費を負担することなく，多様な財を安く消費できるため，高い効用を得やすい．そのため，製造業の企業数が多い地域は，製造業労働者を引き付けやすい．しかし，地域間輸送費が下がると，どの地域においても安く工業品が買えるようになるため，製造業の企業数が多い地域に住むメリットは低下する．他方，混雑などの局所的分散力の強さは地域間交通費の影響を受けないため，地域間交通費の低下に伴い人口の分散が生じる．

Class 3 のモデルにおいて，地域間交通費の削減が人口の集積・分散のどちらををもたらすのかを決める閾値は，局所的分散力が強いほど高くなる．よって，ネットワーク整備政策が人口の分散を図るうえで有効であるかどうかを議論する際には，局所的分散力としてどのようなものがあり，その強さはどの程度であるのかを分析する必要がある．既存研究の多くは，土地市場[3),4)] もしくは混雑[5)] の形で局所的分散力を導入している．土地資源の賦存量が有限な地域内に多くの人口が居住すれば，地価の高騰や混雑の不効用が生じる．

(3) 地域的異質性と地域間交通費

本研究は，Core-Periphery モデルに地域的異質性を導入したモデルを定式化し，地域的異質性が局所的分散力として働くという仮説を理論的に検証する．各地域において生産される財の中には，その土地の資源や文化が反映された財が含まれており，それらの財は他の地域では生産できない（もしくは，生産費用が高い）と考える．そのような財の身近な具体例としては，各地域の気候や農水産物を活用した食料工業品（地名の入った酒やワインなど），観光サービスなどを挙げられる．その他にも，特定の産業が特定の地域に長期間にわたり集積していた歴史がある場合には，その産業に関するイノベーションを生み出しやすい人的資本が，その土地に蓄積していることが考えられる．この場合には，イノベーションの創発という高度なサービスの生産は，その土地に優位性があると言える．これも一種の地域的異質性と考えられる．

地域的異質性が存在する場合には，国内の特定の地域に人口が過度に集積することは非効率的となる．なぜなら，人口の集積地の資源や文化を反映した財のみが生産されるようになり，国内の財から多様性が失われてしまうからである．他方，資源や文化が異なる複数の地域に人口を分散させれば，国内の財の多様性が増加し，各地域の特色や優位性を生かした経済活動が行われることになる．これは経済全体の生産性や社会厚生を高めると考えられる．

このような地域的異質性は，新経済地理学の分野では，ほとんど考慮されてこなかった．本研究では，各地域において生産された財は，他地域において生産された財とは差別化されているという仮定（Armington 仮定）を用いて，地域的異質性を簡便に表現する．また，Core-Periphery モデルと同様に，消費者の財に対する多様性選好を用いて集積力を表現し，空間的に分散した農家を用いて大域的分散力を表現する．

Krugman のオリジナルの Core-Periphery モデルにおいては，農産物以外の財は工業品であると解釈していたが，本研究では，サービスを含めたより一般的な財であると解釈する．また，Krugman は，地域間交通費を工業品の輸送費であると解釈していたが，本研究では，人流も含めた一般的な交通費であると解釈する．その理由は，今日の日本国においては，サービス産業が国内 GDP の大きい割合を占めているからである．そして，サービス業の取引には，一般に人のトリップが伴う．例えば，飲食店のような対個人サービスを利用するためには，消費者は事業所まで移動しなければいけない．コンサルタントサービスや IT システム開発サービスの生産活動においては，供給者と顧客の打ち合わせが必要であり，どちらかの従業員が相手先の事業所に移動しなければいけない．このように考えると，人流に関わる交通費は，サービスの取引に対する抵抗であると解釈できる．

また，今日の製造業においては，製品の研究開発のように，新たな知識の生産を目的とした活動の重要性が高まっている．このような研究開発においても人流は重要である．企業の研究開発部門の従業員は，顧客のニーズをくみ取るために，各地域の顧客もしくは営業部門の従業員と打ち合わせを行う必要があるだろう．また，大学のように，専門性の強い知識・技術の生産を行う研究機関は，保有する知識・技術を社会に還元するために，それらを必要とする企業や団体の構成員と打ち合わせを行う必要があるだろう．これらの研究開発に関わる活動も一種のサービス産業として捉えられ，そこでも人流に関わる交通費が生産活動に対する抵抗

として作用していると言える．

以上の議論を踏まえると，一定の条件の下では，高速道路や高速鉄道のネットワーク整備による物流・人流の地域間交通費の削減は，各地域の地域的異質性を活かした多極分散型の国土構造の形成を促すと考えられる．本研究は，以上のような視点から，地域間交通費の削減により人口の分散を促すうえでの地域的異質性の役割を明らかにするとともに，その政策的な意義について議論することを目的とする．このような観点から地域的異質性に関する分析を行った理論的研究は，筆者らの知る限り存在しない．

3. モデル

(1) 家計の効用関数と地域的異質性

地域 1, 2 の二つの地域から構成される二地域経済を考える．各地域には L_A 人の農家が居住している．これらの農家は居住地を変更できない．また，経済には農家の他に，L 人の労働者が存在する．これらの労働者は長期的には居住地を変更できる．ただし，短期的には居住地を変更できない．以下では，特に断らない限り，短期均衡を考えるものとし，各地域に居住する労働者数は固定されていると考える．地域 r $(r \in \{1,2\})$ に居住する労働者数を L_r で表す（$L_1 + L_2 = L$）．

全ての農家と労働者は，以下の式で表される Nested CES 型の効用関数を持つ．

$$u = A^{1-\mu} M^{\mu} \tag{1}$$

$$M = \left[\sum_{r \in \{1,2\}} Q_r^{\frac{\rho-1}{\rho}} \right]^{\frac{\rho}{\rho-1}} \tag{2}$$

$$Q_r = \left[\int_0^{n_r} m_r(i)^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} di \right]^{\frac{\sigma}{\sigma-1}} \tag{3}$$

u は効用を表す．A は農作物の消費量である．M はその他の財（以下では，単に財と呼ぶ）の消費量の指数であり，式 (2) により定義される．μ は家計の支出額に占める財の消費額を表す定数であり，$0 < \mu < 1$ を満たす．Q_r は地域 r 産の財の消費量の指数であり，式 (3) により定義される．$\rho > 1$ は異なる地域において生産された財の間の代替の弾力性を表す定数である．n_r は地域 r に立地する企業数を表す変数である．$m_r(i)$ $(0 \leq i \leq n_r)$ は地域 r に立地する i 番目の企業が生産する財の消費量を表す．$\sigma > 1$ は異なる企業が生産する財の間の代替の弾力性を表す定数である．

式 (2) は応用一般均衡分析において多用される Armington 仮定を表現した CES 関数に他ならない．ρ が小さいほど，異なる地域において生産された財の異質性が強くなり，代替性が低くなる．式 (1)–(3) の効用関数は，$\rho = \sigma$ の特殊なケースを想定すると，オリジナルの Core-Periphery モデルにおける効用関数に等しくなる．このとき，M は以下の式で表される．

$$M = \left[\sum_{r \in \{1,2\}} \int_0^{n_r} m_r(i)^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} di \right]^{\frac{\sigma}{\sigma-1}}$$

このオリジナルの Core-Periphery モデルにおける M の表現は，重要な仮定を暗に含んでいる．それは,「全ての財はどの地域においても生産が可能である」ということである．例えば，いま，各企業が生産している財を 1 単位ずつ消費している（$m_r(i) = 1, \forall(r,i) \mid r \in \{1,2\}$, $0 \leq i \leq n_r$）消費者がいるとしよう．ここで，地域 1 の一企業が地域 2 に移転し，n_1 が 1 だけ減少し，n_2 が 1 だけ増加したとしよう．このとき，$m_r(i) = 1$ が全ての (r,i) について成立し続ける限り，消費者の効用は不変である．これは，企業が移転して財の生産地が変わろうと，財の性質は変化しないことを意味している．言わば，オリジナルの Core-Periphery モデルは，全ての企業はどの地域においても生産活動が可能であるような状況を想定しているのである．

しかし，**2.** において述べた地域的異質性を考慮すると，全ての財はどの地域においても生産が可能であるという仮定は極端過ぎるであろう．各地域で生産される財には，地域の資源や文化が反映されており，差別化がなされているからである．このような地域的異質性を考慮するためには，$\rho < \sigma$ であると考えれば良い．この想定の下で，各企業が生産している財を 1 単位ずつ消費している消費者を考えよう．このときには，n_1 が 1 だけ減少し，n_2 が 1 だけ増加した場合には，$n_1 > n_2$ であれば効用が増加し，$n_1 < n_2$ であれば効用が減少する．このように，$\rho < \sigma$ という想定の下では，企業が両地域に均等に分散するほど，消費者が高い効用を得やすい．これは，資源や文化が異なる複数の地域に人口を分散させれば，各地域の特色や優位性を生かした経済活動が行われるためであると解釈できる．

(2) 財の需要

地域 r に居住する家計（農家と労働者）の効用最大化問題を解き，需要関数を導出する．Nested CES 型関数の最大化問題は，入れ子の下位の支出最小化問題を考えることにより解きやすくなる．まず，最も下位の式 (3) の支出最小化問題を考える．地域 r の家計が消費する地域 r' 産の財の消費量の指数を変数 $Q_{r'r}$ で表す．効用を最大化するためには，所与の $Q_{r'r}$ を得るための支出額が最小化されている必要がある．この支出最小化問題は以下のように定式化される．

$$\min \int_0^{n_{r'}} p_{r'}(i) T_{r'r} m_{r'r}(i) di \tag{4}$$

$$s.t.\, Q_{r'r} = \left[\int_0^{n_{r'}} m_{r'}(i)^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} di \right]^{\frac{\sigma}{\sigma-1}} \tag{5}$$

$m_{r'r}(i)$ は地域 r' の i 番目の企業が生産する財の地域 r における消費量を表す変数である．$p_{r'}(i)$ は地域 r' の i 番目の企業が生産する財の生産者価格を表す変数である．$T_{r'r} \geq 1$ は地域 r' 産の財を地域 r の家計が消費する際に要する交通費を表す定数である．この交通費は，分析を簡便化するために，氷塊型の交通費として表す．具体的には，地域 r' の i 番目の企業が生産する財を，地域 r の家計が 1 単位消費するためには，企業は財を $T_{r'r}$ 単位だけ生産しなければいけないと考える．このとき，$T_{r'r} - 1$ 単位の余分な財は，モノや人の移動のために消費されると考える．

この氷塊型の交通費は，物的な財の輸送費を表すために多用されるが，サービスの取引に関わる交通費を表すと解釈することもできる．例えば，コンサルタントサービスを生産する企業を考えよう．この企業が顧客 1 人に対してサービスを 1 回提供するためには，従業員の調査業務が 9 時間，従業員の顧客との打ち合わせが 1 時間必要であると考える．顧客との打ち合わせの際には，従業員が顧客の下まで移動する必要があると考える．もし，顧客が企業の所在地に居住しているとすれば，サービス 1 回当たりの従業員の労働時間は 10 時間である．他方，企業の所在地から顧客の居住地までの往復トリップに必要な時間が 1 時間であるとすれば，従業員の労働時間は 11 時間となる．このとき，$T_{r'r} = 1.1$ と解釈できる．

消費者がサービスを受けるために事業所に移動する場合には，氷塊型の交通費は正確な表現ではなくなる．しかし，これは物流についても当てはまる話であり，モノの購入者側が輸送サービスを生産する場合にも，氷塊型の輸送費は正確な表現ではない．氷塊型の交通費はあくまで，一般均衡モデルの枠組みの中で交通費を簡便に表現するための手段である．より一般的な交通費の定式化も考えられるが，定性的な分析結果に影響を及ぼさないことから，本研究では氷塊型の交通費を採用する．

式 (4) の支出最小化問題を解くと，以下の需要関数が得られる．

$$m_{r'r}(i) = Q_{r'r} p_{r'}(i)^{-\sigma} P_{r'}^{\sigma} \tag{6}$$

$$P_{r'} T_{r'r} Q_{r'r} = \int_0^{n_{r'}} p_{r'}(i) T_{r'r} m_{r'r}(i) di \tag{7}$$

$$P_{r'} = \left[\int_0^{n_{r'}} p_{r'}(i)^{1-\sigma} di \right]^{\frac{1}{1-\sigma}} \tag{8}$$

$P_{r'}$ は地域 r' 産の財の生産者価格を合成した指数を表す変数であり，式 (8) により定義される．式 (7) は，地域 r の家計が地域 r' 産の財を $Q_{r'r}$ 単位だけ消費するために要する支出額を表している．

次に，一つ上位の式 (2) の支出最小化問題を考える．地域 r の家計が消費する財の消費量の指数を変数 M_r で表す．効用を最大化するためには，所与の M_r を得るための支出額が最小化されている必要がある．この支出最小化問題は以下のように定式化される．

$$\min \sum_{r' \in \{1,2\}} P_{r'} T_{r'r} Q_{r'r} \tag{9}$$

$$s.t.\, M_r = \left[\sum_{r \in \{1,2\}} Q_{r'r}^{\frac{\rho-1}{\rho}} \right]^{\frac{\rho}{\rho-1}} \tag{10}$$

この支出最小化問題を解くと，以下の需要関数が得られる．

$$Q_{r'r} = M_r (P_{r'} T_{r'r})^{-\rho} q_r^{\rho} \tag{11}$$

$$q_r M_r = \sum_{r' \in \{1,2\}} P_{r'} T_{r'r} Q_{r'r} \tag{12}$$

$$q_r = \left[\sum_{r' \in \{1,2\}} (P_{r'} T_{r'r})^{1-\rho} \right]^{\frac{1}{1-\rho}} \tag{13}$$

q_r は地域 r の家計が直面する財の消費者価格を合成した指数を表す変数であり，式 (13) により定義される．式 (12) は，地域 r の家計が財を M_r 単位だけ消費するために要する支出額を表している．

最後に，最も上位の式 (1) の効用最大化問題を考える．地域 r の家計が消費する農作物の量を変数 A_r で表し，地域 r の家計の総所得を変数 I_r で表す．このとき，地域 r の家計効用の総和を最大化する問題は以下のように定式化される．

$$\max A_r^{1-\mu} M_r^{\mu} \tag{14}$$

$$s.t. A_r + q_r M_r = I_r \tag{15}$$

ただし，式 (15) において，農産物をニューメレールとし，その価格を 1 に基準化している．農作物の輸送費はゼロであり，その消費者価格は両地域において均質化されると考える．この効用最大化問題を解くと，以下の需要関数が得られる．

$$A_r = (1-\mu) I_r \tag{16}$$

$$M_r = \frac{\mu I_r}{q_r} \tag{17}$$

式 (6), (8), (11), (13), (16), (17) により，財の需要関数が定義される．この需要関数は，地域 r の家計による財の需要を集計化したものである．個々の家計による財の需要関数を得る場合には，式 (14) の右辺を家計の所得で置き換えてから効用最大化問題を解けば良い．

(3) 家計の所得と効用

地域 r の賃金を変数 w_r で表す．地域 r に居住する労働者は，地域 r の企業に 1 単位の労働力を供給する．よって，地域 r の労働者の所得は w_r となる．地域 r の労働者の効用を変数 u_r で表す．この効用は，式 (14) の右辺を w_r で置き換えた効用最大化問題を解くことにより，以下のように求められる．

$$u_r = (1-\mu)^{1-\mu}\left(\frac{\mu}{q_r}\right)^{\mu} w_r \tag{18}$$

1 人の農家は 1 単位の農作物を生産できる．農作物の輸送費はゼロであり，その消費者価格は 1 であるから，全ての農家の所得は 1 となる．各地域に居住する農家の数は L_A 人であり，地域 r に居住する労働者の数は L_r 人であるから，地域 r の家計の総所得は以下のように表される．

$$I_r = L_A + w_r L_r \tag{19}$$

式 (3) における効用関数のパラメータ μ は重要な意味を持っている．$1-\mu$ は，大域的分散力である「空間的に分散した需要」の強さを表している．式 (16) より，家計は所得のうち $1-\mu$ の割合を農産物の消費に支出する．この支出額は全て農家の所得となる．そして，農家は所得のうち μ の割合を財の消費に支出する．以上の構造のため，$1-\mu$ が大きいときには，仮にある地域が，労働者の 1 人も住んでいない過疎地だったとしても，その地域は企業にとって無視できない需要を有することになる．以上の議論から明らかであるが,「空間的に分散した需要」は農家である必然性は無い．例えば，国民から徴収した税金を，各地域に対して均等に配分するような政策も「空間的に分散した需要」となる．

(4) 企業の行動と参入・退出

地域 r の i 番目の企業の利潤を変数 $\pi_r(i)$ で表す．この利潤は以下の式で表される．

$$\pi_r(i) = (p_r(i) - cw_r)\sum_{r\in\{1,2\}}[T_{rr'}m_{rr'}(i)] - Fw_r \tag{20}$$

c は財を 1 単位生産するために必要な労働力を表す定数である．F は財の生産量と無関係に必要となる労働力であり，企業が操業するうえでの固定費を表す．この式の右辺の総和記号は，企業が生産する財の総需要（氷塊型の交通費として消費される財を含む）を表している．$p_r(i) - cw_r$ は，財 1 単位を販売することにより得られる利益である．

企業は式 (6) により表される需要関数を知っていると考える．また，個々の企業は小さい存在でるため，$Q_{rr'}$ や $P_{r'}$ を所与として意思決定を行うと考える．この条件の下で利潤 $\pi_r(i)$ を最大化する価格 $p_r(i)$ を求めると，以下の式が得られる．

$$p_r(i) = \frac{\sigma}{\sigma-1}cw_r \tag{21}$$

この式より，地域 r の全ての企業は，i に依存せず，同一の価格を設定することがわかる．よって，式 (6) により表される $m_{rr'}(i)$ も i に依存しない．そこで，以下では企業を区別するための番号 i を省略して変数を記述する．

式 (21) を式 (20) に代入すると，地域 r の企業の利潤は以下のように表される．

$$\pi_r = \frac{cw_r}{\sigma-1}\sum_{r\in\{1,2\}}[T_{rr'}m_{rr'}] - Fw_r \tag{22}$$

企業の参入・退出は自由であり，地域 r の企業の数は利潤 π_r がゼロになるように調整されると考える．このとき，式 (22) より，以下の条件式が成立する．

$$\sum_{r\in\{1,2\}} T_{rr'}m_{rr'} = \frac{(\sigma-1)F}{c} \tag{23}$$

(5) 市場均衡

地域 r の企業一社が雇用する労働力を変数 l_r で表す．この労働力は以下の式で表される．

$$l_r = c\sum_{r\in\{1,2\}}[T_{rr'}m_{rr'}(i)] + F = \sigma F \tag{24}$$

この式の 2 つ目の等号は，式 (23) より成立する．式 (24) より，地域 r の労働力の需給均衡式は以下の式で表される．

$$L_r = n_r l_r \Leftrightarrow n_r = \frac{L_r}{\sigma F} \tag{25}$$

式 (25) より，地域 r の企業数は地域 r の労働者数に比例する．よって，労働者の多い地域に居住する労働者は，異なる企業が生産する財に対する多様性選好のため，高い効用を得やすい．これが集積力として作用することになる．この集積力は，異なる企業が生産する財に対する多様性選好が強いほど，すなわち，σ が小さいほど，強いものとなる．

以上により，モデルを構成する方程式が全て定式化された．短期均衡を決定する方程式は式 (6), (8), (11), (13), (16)–(19), (21), (23), (25) である．オリジナルの Core-Periphery モデルとの違いは，地域的異質性を導入したことのみである．

(6) 空間均衡

空間均衡は，短期均衡を用いて以下のように定義する．長期的には，短期均衡により定まる効用の高い地域に労働者が移動する．この移動は，両地域の効用が等しくなるか，片方の地域に全ての労働者が集積するまで進行する．労働者の移動が起こらなくなった状態を空間均衡とする．空間均衡においては以下の式が成

立する．

$$(u^* - u_r)L_r = 0 \tag{26}$$

$$L_1 + L_2 = L \tag{27}$$

$$u^* \geq u_r,\ 0 \leq L_r \leq L \tag{28}$$

u^* は空間均衡における労働者の効用である．ただし，この条件式は空間均衡の安定性は保証しない．空間均衡の安定性を調べるためには，L_1, L_2 を微小に変化させた際に，元の空間均衡に戻ろうとする復元力が働くかどうかを調べる必要がある．

4. モデルの分析

本章では，解析的な分析と数値的な分析を用いて，地域的異質性の存在下において地域間交通費の削減が空間均衡に与える影響の性質を明らかにする．分析に当たり，定数として新たに λ と T を定義する．$\lambda\ (0 \leq \lambda \leq 1)$ は地域 1 に居住する労働者数の割合を表す．λ を用いると L_1, L_2 は以下のように表される．

$$L_1 = \lambda L \tag{29}$$

$$L_2 = (1-\lambda)L \tag{30}$$

本章においても，特に断らない限りは短期均衡を考えるものとし，λ は定数であると見なす．$T > 1$ は地域間交通費であり，$T_{12} = T_{21} = T$ とする．同一地域内の交通費はゼロとし，$T_{11} = T_{22} = 1$ とする．

(1) 解析的な分析

本節では Fujita et al.[6] に倣い，解析的な分析を行う．まずは，モデル中の未知変数の数を減らす．式 (8), (21), (25) を式 (13) に代入すると，q_1, q_2 に関する以下の式が導かれる．

$$q_1 = \left(\frac{\sigma F}{L}\right)^{\frac{1}{\sigma-1}} \frac{\sigma c}{\sigma - 1} \cdot \left[\lambda^{\frac{\rho-1}{\sigma-1}} w_1^{1-\rho} + (1-\lambda)^{\frac{\rho-1}{\sigma-1}} (w_2 T)^{1-\rho}\right]^{\frac{1}{1-\rho}} \tag{31}$$

$$q_2 = \left(\frac{\sigma F}{L}\right)^{\frac{1}{\sigma-1}} \frac{\sigma c}{\sigma - 1} \cdot \left[\lambda^{\frac{\rho-1}{\sigma-1}} (w_1 T)^{1-\rho} + (1-\lambda)^{\frac{\rho-1}{\sigma-1}} w_2^{1-\rho}\right]^{\frac{1}{1-\rho}} \tag{32}$$

式 (6), (8), (11), (17), (19), (21), (25) を式 (23) に代入して整理すると，w_1, w_2 に関する以下の式が導かれる．

$$w_1^\rho = \frac{\mu c}{(\sigma-1)F}\left[\frac{\sigma-1}{\sigma c}\right]^\rho \left[\frac{\sigma F}{\lambda L}\right]^{\frac{\sigma-\rho}{\sigma-1}} \cdot \left[\{w_1 \lambda L + L_A\} q_1^{\rho-1} + \{w_2(1-\lambda)L + L_A\} T^{1-\rho} q_2^{\rho-1}\right] \tag{33}$$

$$w_2^\rho = \frac{\mu c}{(\sigma-1)F}\left[\frac{\sigma-1}{\sigma c}\right]^\rho \left[\frac{\sigma F}{(1-\lambda)L}\right]^{\frac{\sigma-\rho}{\sigma-1}} \cdot \left[\{w_1 \lambda L + L_A\} T^{1-\rho} q_1^{\rho-1} + \{w_2(1-\lambda)L + L_A\} q_2^{\rho-1}\right] \tag{34}$$

式 (30)–(33) により，未知変数は q_1, q_2, w_1, w_2 のみとなった．次に，これらの式を未知変数および λ について対数全微分する．これにより，以下の式が導かれる．

$$\frac{dq_1}{q_1} = \frac{1}{1-\rho}\left[\phi_{11}\left\{\frac{\rho-1}{\sigma-1}\frac{d\lambda}{\lambda} + (1-\rho)\frac{dw_1}{w_1}\right\} + (1-\phi_{11})\left\{\frac{\rho-1}{\sigma-1}\frac{-\lambda}{1-\lambda}\frac{d\lambda}{\lambda} + (1-\rho)\frac{dw_2}{w_2}\right\}\right] \tag{35}$$

$$\frac{dq_2}{q_2} = \frac{1}{1-\rho}\left[\phi_{21}\left\{\frac{\rho-1}{\sigma-1}\frac{d\lambda}{\lambda} + (1-\rho)\frac{dw_1}{w_1}\right\} + (1-\phi_{21})\left\{\frac{\rho-1}{\sigma-1}\frac{-\lambda}{1-\lambda}\frac{d\lambda}{\lambda} + (1-\rho)\frac{dw_2}{w_2}\right\}\right] \tag{36}$$

$$\phi_{11} = \frac{\lambda^{\frac{\rho-1}{\sigma-1}} w_1^{1-\rho}}{\lambda^{\frac{\rho-1}{\sigma-1}} w_1^{1-\rho} + (1-\lambda)^{\frac{\rho-1}{\sigma-1}} (w_2 T)^{1-\rho}} \tag{37}$$

$$\phi_{21} = \frac{\lambda^{\frac{\rho-1}{\sigma-1}} (w_1 T)^{1-\rho}}{\lambda^{\frac{\rho-1}{\sigma-1}} (w_1 T)^{1-\rho} + (1-\lambda)^{\frac{\rho-1}{\sigma-1}} w_2^{1-\rho}} \tag{38}$$

$$\rho\frac{dw_1}{w_1} = -\frac{\sigma-\rho}{\sigma-1}\frac{d\lambda}{\lambda} + \theta_{11}\left[\frac{w_1\lambda L}{w_1\lambda L + L_A} \cdot \left(\frac{dw_1}{w_1} + \frac{d\lambda}{\lambda}\right) + (\rho-1)\frac{dq_1}{q_1}\right] + (1-\theta_{11})\left[\frac{w_2(1-\lambda)L}{w_2(1-\lambda)L + L_A} \cdot \left(\frac{dw_2}{w_2} + \frac{-\lambda}{1-\lambda}\frac{d\lambda}{\lambda}\right) + (\rho-1)\frac{dq_2}{q_2}\right] \tag{39}$$

$$\rho\frac{dw_2}{w_2} = -\frac{\sigma-\rho}{\sigma-1}\frac{-\lambda}{1-\lambda}\frac{d\lambda}{\lambda} + \theta_{21}\left[\frac{w_1\lambda L}{w_1\lambda L + L_A} \cdot \left(\frac{dw_1}{w_1} + \frac{d\lambda}{\lambda}\right) + (\rho-1)\frac{dq_1}{q_1}\right] + (1-\theta_{21})\left[\frac{w_2(1-\lambda)L}{w_2(1-\lambda)L + L_A} \cdot \left(\frac{dw_2}{w_2} + \frac{-\lambda}{1-\lambda}\frac{d\lambda}{\lambda}\right) + (\rho-1)\frac{dq_2}{q_2}\right] \tag{40}$$

$$\theta_{11} = \{w_1\lambda L + L_A\} q_1^{\rho-1} \left[\{w_1\lambda L + L_A\} q_1^{\rho-1} + \{w_2(1-\lambda)L + L_A\} T^{1-\rho} q_2^{\rho-1}\right]^{-1} \tag{41}$$

$$\theta_{21} = \{w_1\lambda L + L_A\} T^{1-\rho} q_1^{\rho-1} \cdot \left[\{w_1\lambda L + L_A\} T^{1-\rho} q_1^{\rho-1} + \{w_2(1-\lambda)L + L_A\} q_2^{\rho-1}\right]^{-1} \tag{42}$$

$\phi_{11}, \phi_{21}, \theta_{11}, \theta_{21}$ は表記の簡略化のために導入した変数であり，式 (36), (37), (40), (41) により定義される．

式 (34)–(41) の連立方程式を dq_1/q_1, dq_2/q_2, dw_1/w_1, dw_2/w_2 について解くことにより，これらの変数を $d\lambda/\lambda$ の一次関数として表せる．この結果を用いると，空間均衡の安定性を調べられる．式 (18) を対数全微分すると，以下の式が得られる．

$$\frac{du_r}{u_r} = \frac{dw_r}{w_r} - \mu\frac{dq_r}{q_r} \tag{43}$$

この式の右辺に式 (34)–(41) の解を代入すれば，$du_1/u_1 - du_2/u_2$ を $d\lambda/\lambda$ の線形関数として以下のように表せる．

$$\frac{d(u_1/u_2)}{u_1/u_2} = \frac{du_1}{u_1} - \frac{du_2}{u_2} = X\frac{d\lambda}{\lambda} \tag{44}$$

X は未知の係数である．いま，経済は長期的な空間均衡にあると考える．このとき，係数 X が負であれば，地域 1 の人口 λ が外乱的な要因により微小に増加したとしても，地域 1 の効用が相対的に下がるため，元の空間均衡への復元力が働く．よって，その空間均衡は安定である．逆に，係数 X が正であれば，その空間均衡は不安定である．

本節では，両地域の労働者数が等しい対称的な空間均衡の安定性を調べる．$\lambda = 0.5$ を式 (30)–(33) に代入すると，各変数の値が以下のように求められる．

$$w_1 = w_2 = \frac{\mu}{1-\mu}\frac{2L_A}{L} \tag{45}$$

$$\begin{aligned} q_1 = q_2 = &\left(\frac{2\sigma F}{L}\right)^{\frac{1}{\sigma-1}} \frac{\sigma c}{\sigma-1}\left(1+T^{1-\rho}\right)^{\frac{1}{1-\rho}} \\ &\cdot\frac{\mu}{1-\mu}\frac{2L_A}{L} \end{aligned} \tag{46}$$

この結果と式 (18) より $u_1 = u_2$ となるので，$\lambda = 0.5$ は空間均衡であることが確認できる．次に，$\lambda = 0.5$ と式 (44), (45) を式 (34)–(41) に代入し，dq_1/q_1, dq_2/q_2, dw_1/w_1, dw_2/w_2 について解くと，以下の式が得られる．

$$\frac{dw_1}{w_1} = -\frac{dw_2}{w_2} = \frac{-\frac{1}{\rho}\frac{\sigma-\rho}{\sigma-1} + \frac{\mu}{\rho}Z - \frac{1}{\rho}\frac{\rho-1}{\sigma-1}Z^2}{1 - \frac{\mu}{\rho}Z - \frac{\rho-1}{\rho}Z^2}\frac{d\lambda}{\lambda} \tag{47}$$

$$\frac{dq_1}{q_1} = -\frac{dq_2}{q_2} = \frac{-\frac{1}{\rho}\frac{\sigma}{\sigma-1}Z + \frac{1}{\rho}\frac{\sigma\mu}{\sigma-1}Z^2}{1 - \frac{\mu}{\rho}Z - \frac{\rho-1}{\rho}Z^2}\frac{d\lambda}{\lambda} \tag{48}$$

$$Z = \frac{1-T^{1-\rho}}{1+T^{1-\rho}} \tag{49}$$

Z は財の地域間交易に対して，地域間交通費がどれだけ大きい抵抗になっているのかを示す指数である．Z は T について単調に増加する．$T = 1$（地域間交通費がゼロ）のとき $Z = 0$ であり，$T \to \infty$ のとき $Z = 1$ である．式 (46), (47) 右辺の $d\lambda/\lambda$ の係数の分母は必ず正となる．これは以下の式が成立することによる．

$$\begin{aligned} 1 - \frac{\mu}{\rho}Z - \frac{\rho-1}{\rho}Z^2 &\geq 1 - \frac{\mu}{\rho}(1) - \frac{\rho-1}{\rho}(1)^2 \\ &= \frac{1-\mu}{\rho} > 0 \end{aligned} \tag{50}$$

式 (46), (47) を式 (42), (43) に代入すると，以下の式が得られる．

$$\begin{aligned} \frac{d(u_1/u_2)}{u_1/u_2} = 2\Bigg[&-\frac{1}{\rho}\frac{\sigma-\rho}{\sigma-1} + \frac{\mu}{\rho}\left(1+\frac{\sigma}{\sigma-1}\right)Z \\ &-\frac{1}{\rho}\left(\frac{\rho-1}{\sigma-1} + \frac{\sigma\mu^2}{\sigma-1}\right)Z^2\Bigg] \\ &\cdot\left[1 - \frac{\mu}{\rho}Z - \frac{\rho-1}{\rho}Z^2\right]^{-1}\frac{d\lambda}{\lambda} \end{aligned} \tag{51}$$

式 (49) より，この式の $d\lambda/\lambda$ の係数の正負は，右辺の 1 つ目の [ ] 内の正負に一致する．そこで，この [ ] 内を Z の関数 $f(Z)$ として定義する．

$$\begin{aligned} f(Z) = &-\frac{1}{\rho}\frac{\sigma-\rho}{\sigma-1} + \frac{\mu}{\rho}\left(1+\frac{\sigma}{\sigma-1}\right)Z \\ &-\frac{1}{\rho}\left(\frac{\rho-1}{\sigma-1} + \frac{\sigma\mu^2}{\sigma-1}\right)Z^2 \end{aligned} \tag{52}$$

以下では，式 (50) の結果を用いて，$\lambda = 0.5$ の空間均衡の安定性を分析する．分析に当たり，$T \to \infty$ $(Z = 1)$ のときには，大域的分散力である「空間的に分散した需要」が強く作用するため，$\lambda = 0.5$ は安定な空間均衡になると考える．この条件は，$f(1) < 0$ として表せる．この不等式を整理すると，以下の式が得られる．

$$1 - \mu > \frac{1}{\sigma} \tag{53}$$

これは Fujita et al.[6] の No-Black-Hole 条件に他ならない． **3. (3), (5)** で述べたように，左辺は大域的分散力の強さを表し，右辺は集積力の強さを表している．以下では，この条件が成り立つと考えて分析を進める．

No-Black-Hole 条件の下では $f(1) < 0$ である．また，本研究が想定している $\rho \leq \sigma$ の条件の下では $f(0) \leq 0$ である．$f(Z)$ は上に凸の二次関数であるから，$f(Z) > 0$ を満たす Z が $0 < Z < 1$ の範囲に存在し得る．このような Z が存在するための条件は，$f(Z)$ の最大値を与える Z が $0 < Z < 1$ の範囲にあること，および，$f(Z)$ の最大値が正である（二次方程式 $f(Z) = 0$ の判別式が正である）ことである．これらの条件はそれぞれ，以下の式で表される．

$$\mu\left(\sigma - \frac{1}{2}\right) - (\rho - 1 + \sigma\mu^2) < 0 \tag{54}$$

$$\mu^2\left(\sigma - \frac{1}{2}\right)^2 - (\sigma-\rho)(\rho - 1 + \sigma\mu^2) > 0 \tag{55}$$

式 (53), (54) が成立する場合には，$\lambda = 0.5$ の空間均衡が不安定となる交通費 T $(1 < T < \infty)$ が存在する．そのような交通費の下では $\lambda = 0.5$ の空間均衡は崩れ，片方の地域に人口が集積した空間均衡が生じる．逆に，式 (53), (54) が成立しない場合には，$\lambda = 0.5$ の空間均衡は T の値に依存せず，常に安定となる．

式 (54) 左辺の値の正負は，$f(Z) > 0$ を満たす Z の存在の有無を決める重要な値である．そこで，式 (54) に含まれるパラメータ σ, μ, ρ が左辺の値に与える影響を

調べるために，左辺の値をパラメータの関数 $g(\sigma,\mu,\rho)$ として表す．

$$g(\sigma,\mu,\rho)=\mu^2\left(\sigma-\frac{1}{2}\right)^2 \\ -(\sigma-\rho)(\rho-1+\sigma\mu^2) \quad (56)$$

関数 g を σ と μ について偏微分すると，以下の式が導かれる．

$$\frac{\partial g}{\partial \sigma}=-(1-\mu^2)(\rho-1)<0 \quad (57)$$

$$\frac{\partial g}{\partial \mu}=2\mu\left[\sigma(\rho-1)+\frac{1}{4}\right]>0 \quad (58)$$

これらの式は，$f(Z)>0$ を満たす Z が存在するためには，σ が十分に小さい（集積力が強い），もしくは，μ が十分に大きい（大域的分散力が弱い）必要があることを示している．これは自然な結果である．

次に，ρ が関数 g に与える影響を調べる．関数 g は ρ について下に凸の二次関数になっており，以下の性質を満たす．

$$g(\sigma,\mu,1)=\frac{\mu^2}{4}>0 \quad (59)$$

$$g(\sigma,\mu,\rho_m)=-\frac{1}{4}(1-\mu^2)[\sigma(1-\mu)-1] \\ \cdot[\sigma(1+\mu)-1]<0 \quad (60)$$

$$\rho_m=\frac{1+\sigma(1-\mu)(1+\mu)}{2}>1 \quad (61)$$

$$\sigma-\rho_m=\frac{\sigma(1+\mu^2)-1}{2}>0 \quad (62)$$

$$g(\sigma,\mu,\sigma)=\mu^2\left(\sigma-\frac{1}{2}\right)^2>0 \quad (63)$$

ρ_m は関数 g の極小値を与える ρ であり，式 (60) により定義される．式 (59), (60) の不等式は，式 (55) の No-Black-Hole 条件より導かれる．ρ_m は $1<\rho_m<\sigma$ を満たす．式 (54)–(62) は，$g(\sigma,\mu,\rho)=0$ を満たす ρ が $1<\rho<\sigma$ の範囲に 2 つ存在することを示している．それらの ρ の値を，小さいものから順に変数 ρ_-, ρ_+ として表す．これらの変数は以下のように表される．

$$\rho_-=\rho_m-\frac{1}{2}[(1-\mu^2)\{\sigma(1-\mu)-1\} \\ \cdot\{\sigma(1+\mu)-1\}]^{\frac{1}{2}} \quad (64)$$

$$\rho_+=\rho_m+\frac{1}{2}[(1-\mu^2)\{\sigma(1-\mu)-1\} \\ \cdot\{\sigma(1+\mu)-1\}]^{\frac{1}{2}} \quad (65)$$

以上より，$g>0$ が成立するためには，$1<\rho<\rho_-$ もしくは $\rho>\rho_+$ が成立する必要がある．しかし，$\rho<\rho_-$ の場合には条件式 (53) が満たされなくなる．これは以下の不等式と，式 (53) の左辺が ρ について単調減少することから確認できる．

$$\mu\left(\sigma-\frac{1}{2}\right)-(\rho_- -1+\sigma\mu^2) \\ =-\frac{1}{2}[(1-\mu)\{\sigma(1-\mu)-1\}] \\ +\frac{1}{2}[(1-\mu)\{\sigma(1-\mu)-1\} \\ \cdot(1+\mu)\{\sigma(1+\mu)-1\}]^{\frac{1}{2}}>0 \quad (66)$$

他方，$\rho>\rho_+$ の場合には式 (53) は必ず満たされる．これは式 (65) と同様の計算を行うことにより確認できる．以上の結果を命題として整理する．

> **命題 1:** 式 (52) の条件の下で，$\lambda=0.5$ の空間均衡が不安定となる Z が $0<Z<1$ の範囲に存在するためには，$\rho>\rho_+$ が成立しなければいけない．

この命題は，片方の地域に人口が集積した空間均衡が生じるためには，ρ が十分に大きい（地域的異質性が小さい）必要があることを示している．これは，地域的異質性が分散力として働くことを意味している．

命題 1 の条件が満たされるとき，$\lambda=0.5$ の空間均衡が不安定となる Z の範囲は，以下の式で定義される変数 Z_-, Z_+ を用いて，$Z_-<Z<Z_+$ と表せる．

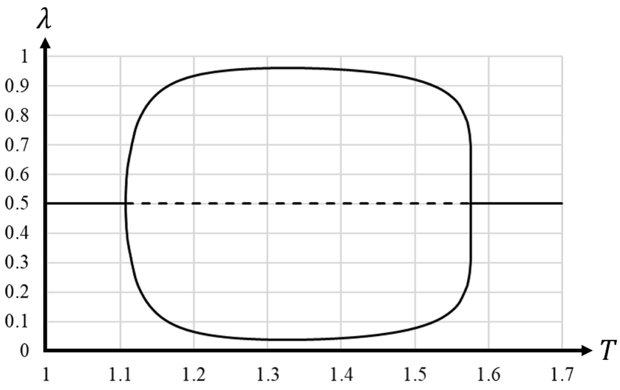
$$Z_-=\frac{1}{\rho-1+\sigma\mu^2}\left[\mu\left(\sigma-\frac{1}{2}\right)-\sqrt{g(\sigma,\mu,\rho)}\right] \quad (67)$$

$$Z_+=\frac{1}{\rho-1+\sigma\mu^2}\left[\mu\left(\sigma-\frac{1}{2}\right)+\sqrt{g(\sigma,\mu,\rho)}\right] \quad (68)$$

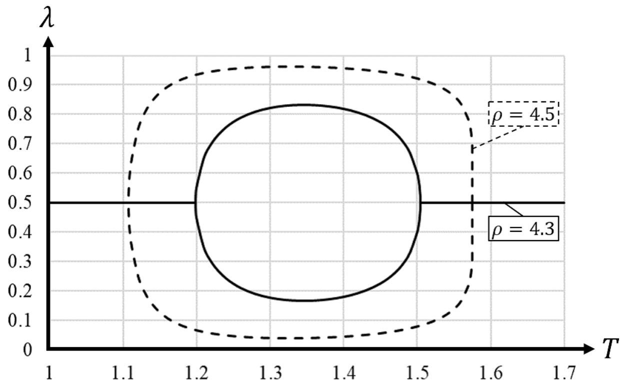
$\rho<\sigma$ の場合には，$Z_->0$ である．この結果より，次の命題が成立する．

> **命題 2:** 式 (52) の条件の下で $\rho_+<\rho<\sigma$ が成立するとき，$\lambda=0.5$ の空間均衡の安定性は以下のように整理できる．
>
> - $Z_+<Z<1$ のとき安定
> - $Z_-<Z<Z_+$ のとき不安定
> - $0<Z<Z_-$ のとき安定

すなわち，地域的異質性の存在下においては，地域間交通費 T が十分に高い場合だけではなく，T が十分に低い場合にも，$\lambda=0.5$ の空間均衡は安定になる．これは Akamatsu et al.[1)] が定義する Class 3 のモデルの挙動であり，地域的異質性が局所的分散力として作用していることが確認できる．他方，地域的異質性が存在しない場合（$\rho=\sigma$ のとき）には，$Z_-=0$ となるため，一旦，片方の地域に人口が集積してしまうと，地域間交通費をどれだけ下げても，人口の分散した空間均衡は生じない．



図–1 地域間交通費 T と空間均衡の関係



図–2 地域間異質性と空間均衡の関係

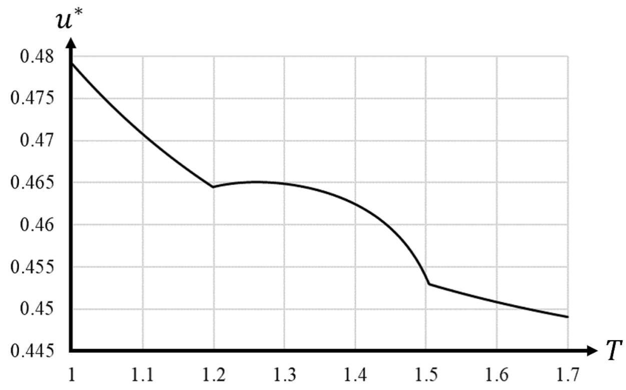
(2) 数値的な分析

前節では，解析的な分析により**命題 1**, **命題 2** を示した．本節では，これらの命題の成立を具体的なパラメータの下で確認するとともに，解析的な分析では調べることが困難なモデルの性質を調べる．

まず，パラメータを $\mu = 0.4$, $\sigma = 5$, $\rho = 4.5$ と設定した．これらのパラメータ設定は No-Black-Hole 条件の式 (52) と $\rho > \rho_+ = 4.19$ を満たす．この設定の下で，式 (26), (27) を満たす空間均衡と地域間交通費 T の関係を調べた．その結果をグラフとして**図–1** に示す．図の横軸は地域間交通費 T であり，縦軸は地域 1 に居住する労働者の割合 λ である．実線は安定な空間均衡を表し，破線は不安定な空間均衡を表す．**図–1** より，**命題 1**, **命題 2** が成立していることが確認できる．また，閾値 $\tilde{T} = 1.33$ が存在しており，地域間交通費の削減は $T > \tilde{T}$ の領域では人口の集積をもたらし，$T < \tilde{T}$ の領域では人口の分散をもたらすことが確認できる．

次に，地域間異質性が強まった際に空間均衡に生じる影響を調べるため，$\mu = 0.4$, $\sigma = 5$, $\rho = 4.3$ のパラメータ設定の下で，**図–1** と同様の分析を行った．その結果をグラフとして**図–2** に示す．**図–2** には，$\rho = 4.3$ のときの安定な空間均衡が実線で示されている．また，比較のために，$\rho = 4.5$ のときの安定な空間均衡が破線で示されている．**図–2** より，地域間異質性の強化は，$\lambda = 0.5$ の空間均衡が不安定になる T の範囲を狭め得ると言える．さらに，片方の地域に人口が集積している場合には，その集積の程度を緩和し得ると言える．

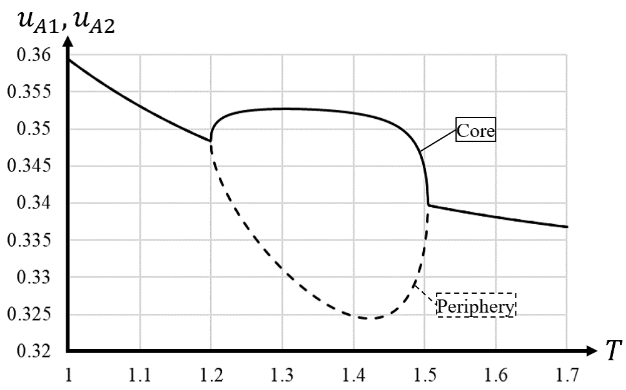
最後に，地域間異質性の存在下において，地域間交通費の削減が社会厚生に与える影響を分析する．**図–3**，**図–4** は，$\mu = 0.4$, $\sigma = 5$, $\rho = 4.3$ のパラメータ設定の下で，地域間交通費 T と家計効用の関係をグラフに表したものである．**図–3** は労働者の効用 u^* を示しており，**図–4** は農家の効用 u_{A1}, u_{A2} を示している．**図–4** の破線は，労働者が少ない地域（Periphery）に居住する農家の効用を示している．地域 r の農家の効用 u_{Ar} は，式



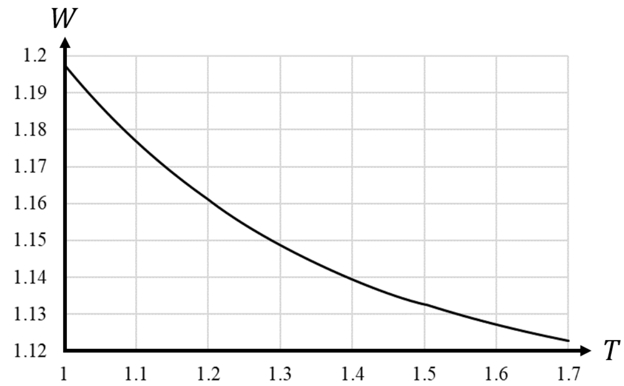
図–3 地域間交通費 T と労働者の効用 u^* の関係

(18) の w_r を農家の所得（1）で置き換えることにより得られる．これらの図より，T の削減は，家計の効用を増加させる傾向があるものの，その関係は単調なものではないことが確認できる．まず，労働者人口の片方の地域への集積が進む $T = 1.5$ 付近においては，Periphery の農家の効用が大きく減少する．これは，労働者が人口の集積地（Core）に移動することにより，Periphery の農家は高い交通費を負担しながら，Core で生産される財を購入しなければいけなくなるからである．次に，労働者人口の均質化が進む $T = 1.2$ 付近においては，労働者と Core に居住する農家の効用がわずかに減少する．これは，人口の再分散が急激に進行することにより，Core に居住するメリットが大きく低下するからである．

ただし，**図–5** に示されているように，全ての家計の効用の総和 $W = Lu^* + L_A(u_{A1} + u_{A2})$ は，T の削減に伴い単調に増加した．以上の結果より，地域間異質性の存在下において，労働者人口が片方の地域に集積している場合，地域間交通費の削減は人口集積地の効用をわずかに下げる可能性があるものの，国全体の社会厚生は改善し得ると言える．また，**図–2** から確認できるように，地域間異質性の強化は，効用の地域間格差を縮小するうえで有用であると言える．地域間異質



図–4 地域間交通費 T と農家の効用 u_{A1}, u_{A2} の関係



図–5 地域間交通費 T と社会厚生 W の関係

性が無い場合には，人口の再分散は生じないため，u_{A1} と u_{A2} の格差は $T = 1$ になるまで無くならない．

5. 政策的示唆

4. の分析により，**2. (3)** において述べた「地域的異質性が局所的分散力として働く」という仮説が成立することが理論的に示された．この仮説のメカニズムは，**2. (2)**, **(3)** で述べた通りである．地域的異質性が存在する場合には，国内の特定の地域に人口が過度に集積することは非効率的となる．資源や文化が異なる複数の地域に人口を分散させれば，国内の財の多様性が増加し，各地域の特色や優位性を生かした経済活動が行われる．これは経済全体の社会厚生を高める．

しかし，地域間交通費が高いとき（$Z_- < Z < Z_+$ のとき）には,「人口集積地に住めば当該地域で生産される多様な財を消費でき，高い効用を得やすい」という集積力が,「人口分散による地域的異質性の活用」のメリットを上回ってしまう．よって，地域的異質性を活用可能な国土を作るためには，地域間交通費を十分に下げる必要がある．

ただし，現状の地域間交通費が極めて高いとき（$Z > Z_+$ のとき）には，大域的分散力である「空間的に分散した需要」が強く働いており，これが人口の分散を促している可能性がある．このときに地域間交通費を中途半端に削減すると，人口集積地への人口集積を加速させるというストロー効果が生じる可能性がある．

以上の議論を踏まえ，本研究の分析結果から得られる政策的示唆について考察する．まず，昨今，リニア新幹線の整備によるスーパーメガリージョンの形成が政策的な議題として取り上げられるが，このような概念も地域的異質性の観点から捉えられる可能性がある．リニア新幹線のような超高速鉄道の整備は，地域間のサービスの取引や生産にかかわる交通費を劇的に削減することにより,（$Z < Z_-$ の状態を作り出し）地域的異質性を活かした多極分散型の国土構造の形成を促すと考えられる．そのような国土構造の下では，東京・名古屋・大阪の各都市に人口が分散しているものの，各都市で生産されたサービスが他都市において容易に入手可能であるという意味において，一つの巨大かつシームレスな経済圏が誕生すると言える．

次に，高速道路や高速鉄道のネットワーク整備が不十分な地域においてネットワーク整備を進める場合には，ストロー効果が生じる危険性がある．この危険性を下げるためには，地域的異質性の活用が可能となる水準までネットワーク整備を進めるとともに，地域的異質性を強化するような政策が有効であると言える．例えば，大都市に立地する消費者や企業は，大都市には存在しない資源や文化，人的資本が他の地域に存在することを，十分に把握していない可能性がある．このときには，地方において生産される財の販路開拓の支援や，地方に立地する企業と大都市に立地する企業のマッチングの支援などを通じて，地域的異質性を強化できると考えられる．これにより，**図–2** に示されているように，より高い T の下でも分散した人口分布が生じると考えられる．

6. おわりに

地域間交通費の削減が大都市への人口集積をもたらすというストロー効果が生じる原因は，どの地域においても同質な財を生産できる産業の存在にある．本研究では,「各地域において生産される財の中には，その地域の中でしか生産できないものが存在する」という地域的異質性に着目した．地域的異質性の存在下においては，地域高交通費の削減は，複数の地域に人口が分散した国土構造の形成を促す可能性がある．本研究は，この可能性を理論的に検証するため，Core-Periphery モデルに地域的異質性を導入した空間経済モデルを定式化し分析を行った．分析の結果，地域間交通費が十分に小さいとき，地域的異質性は人口の分散を促すこ

とが示された．

今後の課題としては，本研究で定式化された二地域モデルを，より多くの地域から成るモデルに拡張することが挙げられる．これは簡単な課題ではない．なぜなら，地域間異質性は空間的に離れた地域ほど強いと考えられるが，本研究の定式化した CES 関数ではこの特性が考慮できないからである．例えば，多地域モデルにおいて式 (2) をそのまま使うと，人口集積地のすぐ隣の地域（東京のベッドタウンなど）に人口を分散させることと，人口集積地の遠方の地域（大阪など）に人口を分散させることは，国内の財の多様性への貢献という点において同じ効果を持つことになる．このような問題を解決するためには，遠方の地域において生産される財ほど異質性が強いという特性をモデル上で表現する必要がある．

謝辞：　本研究の遂行にあたり科研費 JP17894459 の助成を受けた．ここに謝意を表します．

参考文献

1) Akamatsu, T., Mori, T., Osawa, M. and Takayama, Y.: Spatial scale of agglomeration and dispersion: Theoretical foundations and empirical implications, RIETI Discussion Paper Series 17-E-125, 2017.
2) Krugman, P. R.: Increasing returns and economic geography, *Journal of Political Economy*, Vol. 99, No. 3, pp. 483-499, 1991.
3) Tabuchi, T.: Urban agglomeration and dispersion: A synthesis of Alonso and Krugman, *Journal of Urban Economics*, Vol. 44, No. 3, pp. 333-351, 1998.
4) Murata, Y. and Thisse, J.-F.: A simple model of economic geography a la Helpman-Tabucbi, *Journal of Urban Economics*, Vol. 58, No. 1, pp. 137-155, 2005.
5) Allen, T. and Arkolakis, C.: Trade and the topography of the spatial economy, *The Quarterly Journal of Economics*, Vol. 129, No. 3, pp. 1085-1140, 2014.
6) Fujita, M., Krugman, P. R. and Venables, A.: *The Spatial Economy: Cities, Regions, and International Trade*, Princeton University Press, 1999.

(? 受付)

IMPACTS OF INTER-REGIONAL TRANSPORTATION COST REDUCTION ON POPULATION DISTRIBUTION IN THE PRESENCE OF LOCAL DISTINCTIVENESS

Shunsuke SEGI, Kiyoshi KOBAYASHI and Yusuke KOBAYASHI

Abstract.